

中 国 船 级 社

海上浮式装置入级规范

2014

2014 年 9 月 1 日生效

北 京

总目录

第 1 篇　入级规则 1-1

第 2 篇　结构与设备 2-1

第 3 篇　稳性、分舱、载重线 3-1

第 4 篇　井流输入、井流处理、原油储存和外输系统 4-1

第 5 篇　通用系统 5-1

第 6 篇　电气装置 6-1

第 7 篇　自动化、安全与通信系统 7-1

第 8 篇　防火防爆安全 8-1

第 9 篇　其他类型浮式装置及特殊系统 9-1



中 国 船 级 社

海上浮式装置入级规范

2014

第 1 篇 入级规则

目 录

第 1 章 通则 1-1

第 1 节 中国船级社及其主要业务 1-1
第 2 节 理事会与委员会 1-2

第 2 章 入级范围与条件 1-3

第 1 节 一般规定 1-3
第 2 节 入级规范 1-4
第 3 节 入级符号与附加标志 1-5
第 4 节 申请与费用 1-10
第 5 节 图纸提交与审图 1-12
第 6 节 新设计的原则性审查 1-13
第 7 节 入级检验 1-14
第 8 节 法定服务 1-14
第 9 节 供应方认可 1-16
第 10 节 入级符号的授予、保持、暂停、取消与恢复 1-16
第 11 节 证书与报告 1-19
第 12 节 船舶录与产品录 1-20
第 13 节 审核 1-20
第 14 节 信息提供与保密 1-20
第 15 节 责任、分歧与仲裁 1-21

第 3 章 产品检验 1-24

第 1 节 一般规定 1-24
附录 1 浮式装置入级产品持证要求一览表 1-26
附录 2 浮式装置法定产品持证要求一览表 1-33
附录 3 起重设备产品持证与检验要求一览表 1-36

第 4 章 建造中检验 1-38

第 1 节 一般规定 1-38
第 2 节 检验与试验 1-39
第 3 节 舱室密性试验 1-41
第 4 节 结构焊缝的无损检测 1-45
第 5 节 文件资料 1-47

第 5 章 建造后检验 1-49

第 1 节 一般规定 1-49
第 2 节 检验种类与周期 1-53
第 3 节 现有浮式装置追溯性要求 1-56
第 4 节 结构与设备检验 1-56
第 5 节 通用机械设备的检验 1-67
第 6 节 油、气、水处理设备检验 1-71
第 7 节 电气设备检验 1-71
第 8 节 防火防爆安全设备检验 1-73
第 9 节 浮式装置底外部与有关项目检验 1-75
第 10 节 螺旋桨轴与尾管轴检验 1-76
第 11 节 锅炉检验 1-76
第 12 节 不在 CCS 检验下建造浮式装置的初次入级检验 1-76

第 13 节 附加标志设备检验.....1-82
第 14 节 其他检验.....1-83

第1章 通则

第1节 中国船级社及其主要业务

1.1.1 船级社

1.1.1.1 船级社是从事船舶与海上设施入级服务的独立、公正的组织。船级社与船舶和海上设施的设计、建造、买卖、营运、管理、保养、维修、融资、保险、租赁组织之间没有任何商业关系。

1.1.1.2 船级社致力于船舶与海上设施安全和环境保护，通过技术支持、符合性确认和研究开发，对海上安全和入级规范制定做出独特的贡献。船级社按其颁布的入级规范，为客户提供入级服务以及法定服务和其他服务。

1.1.1.3 船级社提供船舶、造船、海上开发、相关工业产品制造业、保险、金融以及其他有关业界普遍接受和认可的合理标准——入级规范，并依照此规范，在船舶设计中进行审图、在建造中和建造后进行检验，以确认船舶符合入级规范的要求，并独立签发入级证书。

1.1.1.4 船级社接受船旗国政府的授权，按照船旗国政府的要求进行法定服务，以确认船舶满足国际公约或/和船旗国有关法规的要求，并签发法定证书。

1.1.2 中国船级社

1.1.2.1 中国船级社（以下简称“CCS”）是由中国有关法律授权的、经法律登记注册的、从事船舶入级服务与法定服务等的专业技术机构/组织。

1.1.2.2 中国船级社主要承担国内外船舶、海上设施、集装箱及其相关工业产品的入级服务、鉴证检验、公证检验和经中国政府、外国（地区）政府主管机关授权，执行法定服务等具体业务以及经有关主管机关核准的其他业务。

1.1.3 宗旨

1.1.3.1 CCS 的服务宗旨是：对船舶、海上设施、集装箱以及相关的工业产品提供合理和安全可靠的技术规范，并通过 CCS 独立、公正和诚实的入级、认证和技术服务，为交通运输、海上开发及相关的制造业和保险业服务，为促进水上人命和财产的安全与保护海洋及其他环境服务。

1.1.4 主要业务

1.1.4.1 CCS 的主要业务如下：

（1）船舶与海上设施及其产品（包括集装箱）入级服务：规范制定与维护、审图、检验与发证；

（2）船舶与海上设施及其产品受权法定服务：法定检验技术规则制定、审图、检验与发证；

（3）受理其他验船机构委托的检验与发证、船舶与海上设施公证检验和安全评估、船舶与海上设施鉴证检验和发证、重大海上安全事故调查；

（4）相关陆上工业设施与产品认证、检验及发证，外国验船机构委托船用与相关陆上工业设施和产品代理检验及发证；

（5）船舶安全管理体系（ISM）审核与发证；

（6）船舶保安体系（ISPS）审核与发证；

（7）船舶技术状况勘验与技术状况鉴定；

（8）ISO 9000 与 ISO 14000 等系列质量体系与环境管理体系认证；

（9）船舶与海上设施入级技术研究、水上安全与环境保护技术研究、船用与相关陆上工业设施和产品检验技术研究、相关信息技术应用研究；

（10）其他服务。

第2节 理事会与委员会

1.2.1 理事会

1.2.2.1 由政府有关部门、CCS、航运、造船、海上开发、相关工业产品制造业、保险、银行以及其他有关业界代表组成CCS理事会。

1.2.2.2 理事会主要职责：

（1）制定和修改CCS章程；

（2）审议CCS工作报告；

（3）决定其他重大事项。

1.2.2 技术委员会

1.2.2.1 由政府有关部门、CCS、航运、造船、海上开发、设计、大专院校、科研、相关工业产品制造业分管技术领导组成CCS技术委员会。根据工作需要，可成立若干专业技术分委会。

1.2.2.2 技术委员会主要职责：

（1）对CCS技术政策和规范科研发展规划提出意见和建议；

（2）审定CCS制订的船舶及海上设施的主体技术规范；

（3）组织对CCS入级船舶及海上设施发生的重大事故进行技术分析研究；

（4）根据使用经验、市场需求和科学技术的发展，提出规范编制、修订方面的建议；

（5）对拟纳入CCS船舶及海上设施规范的重大科研成果进行审议，并提出纳入规范的建议。

1.2.3 船级委员会

1.2.3.1 由政府有关部门、CCS、船东、业主、石油公司、主管机关、保险、银行和法律及其他有关业界代表组成CCS船级委员会。

1.2.3.2 船级委员会主要职责：

（1）审议通过本委员会的工作程序及CCS船级管理程序；

（2）审议CCS船舶及海上设施入级的有关规定，并结合最新科学技术的发展，对其提出修改和补充建议；

（3）接受并确认CCS提交的船舶及海上设施的入级符号及其附加标志的授予、暂停、取消或恢复的情况报告；

（4）对船舶及海上设施证书及各种检验技术文件提出意见。

第2章 入级范围与条件

第1节 一般规定

2.1.1 入级规则

2.1.1.1 入级表示CCS按其规范，认为浮式装置主体及附属物主要部件的结构强度和完整性，推进系统和操舵系统、发电系统，以及浮式装置上装配的其他设施或辅助系统的可靠性和功能，能维持浮式装置的基本服务，并以不同的符号与标志进行标识。

2.1.2 入级过程

2.1.2.1 入级过程由以下阶段组成：

（1）规范的制订；

（2）通过审图、建造中检验，确认浮式装置符合规范的要求；

（3）当确认符合后，授予浮式装置船级和签发入级证书；

（4）通过建造后检验，确认浮式装置符合规范的要求，签署或签发入级证书；

（5）信息的应用。

2.1.3 定义

2.1.3.1 除另有规定外，本规范有关定义如下：

（1）入级：系指船级社根据其颁布的规范为客户提供的技术服务；

（2）入级浮式装置：系指船级社根据其规范签发入级证书的浮式装置；

（3）公约浮式装置：系指持有按国际有关公约规定签发国际证书的浮式装置；

（4）非公约浮式装置：系指除公约浮式装置外的浮式装置；

（5）海上浮式装置：系指浮于水面且长期系泊于海上的用于油、气处理，储存及装卸及其他作业用途的海上设施；

（6）驳船式浮式装置：其结构型式为船型且无自航能力的浮式装置；

（7）船式浮式装置：其结构型式为船型具有自航能力的浮式装置；

（8）柱稳式生产平台（半潜式生产平台）：系指用立柱将上壳体连接到下壳体的生产平台。漂浮作业时下壳体潜入水中，部分立柱露出海面，为半潜状态；

（9）张力腿平台：系指通过张力腿系统固定在海底的浮式海洋平台。张力腿系统能够保证平台在风、浪、流的作用下保持位置并限制平台的运动。张力腿平台包括下浮体、立柱、立柱上部的上部甲板或者桁架式上部组块以及与海底相连的张力腿系统；

（10）深吃水单立柱式（SPAR）平台：系指一种深吃水、具有垂直单立柱浮体并被多根系泊缆固定在海底的浮式海洋平台。浮体分为上部浮体、中部浮体和下部浮体。位于浮体上方的上部组块是空间桁架式，上面布置有生产设备、钻/修井装置、居住区和海上支持系统；

（11）其他浮式装置：具有其他结构特征的浮式装置；

（12）船旗国政府主管机关：系指浮式装置注册、登记国海事管理机关，简称船旗国主管机关；

（13）沿岸国主管机关：负责浮式装置作业所在国水域或靠近所在国水域的管理机关；

（14）自航浮式装置：系指不需要外界帮助而能自行迁航的浮式装置；

（15）非自航浮式装置：系指自航浮式装置以外的浮式装置；

（16）新建浮式装置：系指本规范生效之日及以后签订建造合同的浮式装置；

（17）现有浮式装置：系指除新建浮式装置以外的浮式装置；

（18）产品：系指材料、设备和系统的统称；

（19）规范：系指CCS颁布的入级规范、专门规范、指南和计算软件的统称；

（20）不可抗力：系指浮式装置损坏，由于港口当局对人员入境或行动的限制导致的CCS验船师意外地无法登上浮式装置；由于非正常的持续的恶劣天气、罢工或国内动乱造

成的浮式装置意外的拖延；战争或其他不可抗拒的外力；

（21）例外情况：系指下列一种或多种情况：

① 无法获得坞内设备；

② 无法获得修理设备；

③ 无法获得所需材料、设备或备件；

④ 由于避免恶劣天气情况而导致的延期。

（22）双级浮式装置：系指某一浮式装置在两家船级社入级，且每家船级社按照各自的规范和检验时间，独立完成所有的检验；

（23）双重级浮式装置：系指某一浮式装置在两家船级社入级，且两家船级社有书面协议，工作共享；

（24）浮式装置的船级条件：系指需限期处理的特定措施、修理、检验等实施要求，以保持浮式装置船级；

（25）原油区域：系指浮式装置上的原油舱、污油舱（含生产水舱）、原油泵舱（含压载泵舱）、隔离舱、与原油舱和污油舱相邻的压载舱和空舱，以及上述处所上方的整个长度和宽度范围内的区域。

第2节 入级规范

2.2.1 入级基础

2.2.1.1 “入级规范”是内容完整的规定，包括入级条件与范围、相配套的技术要求，旨在控制安全与质量达到适当水平，并得到广泛的认同。

2.2.1.2 “专门规范”是指只有专门内容，且与入级规范配套使用的规定。

2.2.1.3 CCS 颁布的规范是入级的基础和唯一依据。

2.2.1.4 CCS 规范规定了浮式装置主体结构和重要机械的尺寸、所用材料的质量、结构和机械建造标准、入级和试验要求，以及保持其良好状态的条件。

2.2.1.5 CCS 对现有规范中没有包括的内容，或规范中有原则要求、需进一步细化的内容，或需增加具体可操作性的内容，或新颖浮式装置或设备或系统，将制定相应的指南。采用“指南”可方便入级，凡规范中引用了“指南”，则 “指南”中涉及入级的内容均构成规范的要求。

2.2.2 规范制订

2.2.2.1 制订规范的主要依据为：

（1）使用经验；

（2）有关理论和科研成果；

（3）国际海事组织（IMO）、国际船级社协会（IACS）等所通过的有关公约、规则、决议、统一要求等适用部分。

2.2.2.2 CCS 规范或其修改通报的初稿，发送到有关浮式装置及产品的主管机关、设计、制造、检验、业主、科研、高等院校等单位征求意见。

2.2.2.3 根据上述有关方面的专家的评议意见或建议，对规范或修改通报初稿进一步补充和完善，并经 CCS 技术委员会或其分委会审定后，由 CCS 总裁签署后颁布。

2.2.2.4 根据使用经验证明和事故调查涉及的安全情况，或 IMO 有关新决议、规则等生效，且涉及入级部分需要修改时，或接受 IACS 通过的统一要求，CCS 将直接颁布修改通报。

2.2.3 规范生效

2.2.3.1 除另有说明外，规范（含修改通报）颁布后，一般在 3 个月后生效。生效日期注明在相应篇第 1 页或出版物的扉页上。

2.2.3.2 除特别说明外，规范适用于新建浮式装置和新制造产品。

2.2.3.3 如经建造厂和业主同意，对建造中的浮式装置可以采用新规范的要求；同样，

如新规范的要求比较合理且可行时，CCS 也可同意建造中的浮式装置采用新规范的要求。不管任何情况，均应在相应技术文件中注明。

2.2.3.4 规范的生效日期仅与规范批准颁布日期有关，不受其他法定要求生效的影响。

2.2.4 适用范围

2.2.4.1 本规范适用于入级的海上浮式装置。

2.2.4.2 本规范适用于新建浮式装置。对于规范生效前的浮式装置，除 2.2.4.3 指明外，应继续符合其原先适用规范要求。对于重大改建浮式装置，改建部分及其相关部分应适用现行规范。

2.2.4.3 本规范第 1 篇也适用于现有浮式装置。

2.2.4.4 浮式装置的材料与焊接，应符合 CCS《材料与焊接规范》的要求。

2.2.4.5 对于具有主推进装置的浮式装置，其与主推进系统及操舵系统相关的结构、机械及电气与自动化的要求应满足本社《钢质海船入级规范》相适用部分的要求。

2.2.4.6 对于浮式装置上起重设备的入级应满足本社《船舶与海上设施起重设备规范》的相应要求。

2.2.4.7 对拟改造为浮式装置的现有船舶或钻井平台应参照本规范的规定进行建造并达到本社满意。

2.2.5 等效与免除

2.2.5.1 对于具有新型结构和新型特性的任何浮式装置，当应用 CCS 规范的任何规定会严重妨碍这些浮式装置特性的应用或浮式装置的使用时，经 CCS 总部同意，可免除 CCS 规范的任一要求。

2.2.5.2 浮式装置上安装的任何装置、材料、设备和器具可以代替 CCS 规范要求的装置、材料、设备和器具，条件是经试验和其他方法证明认定这些装置、材料、设备和器具至少与 CCS 规范要求具有同等效能。

2.2.5.3 若对规范要求的计算方法、评定标准、制造程序、材料、检验和试验方法能提供相应的试验、理论依据、使用经验或有效的公认标准，经 CCS 总部同意，可以接受作为代替和等效方法。

2.2.6 规范引用文件

2.2.6.1 相关文件中的条款通过本规范的引用将成为本规范的条款。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本规范。

2.2.7 风险评估技术的应用

2.2.7.1 如果业主或其代理人欲通过风险评估技术对整个浮式装置或浮式装置的某个系统或单元进行设计、制造或操作，经 CCS 对其风险评估资料进行审核认为满意之后，则风险评估中采用的风险控制方案可代替本规范的全部或部分规定。

第 3 节 入级符号与附加标志

2.3.1 入级符号

2.3.1.1 入级符号是浮式装置主要特性的表述，具有强制性。

2.3.1.2 浮式装置的船体/主体结构（包括设备）和机械（包括电气设备）符合 CCS 规范、指南或等效规定，CCS 将授予相应的入级符号与附加标志。

2.3.1.3 凡浮式装置的船体/主体结构（包括设备）和机械（包括电气设备）经 CCS 批准入级，将根据不同情况授予下列入级符号：

★CSA

或

★CSA

或

★CSA

★CSM

或

★CSA

★CSM

或

★CSA

★CSM

入级符号含意如下：

★CSA——表示浮式装置船体/主体结构、重要用途的辅助机械是由 CCS 进行产品检验、审图和建造中检验，并符合 CCS 规范的规定。

★CSA——表示浮式装置船体/主体结构、重要用途的辅助机械不是由 CCS 进行产品检验、审图和建造中检验，但其后经 CCS 进行入级检验，认为其符合 CCS 规范的规定。

★CSM——表示浮式生产装置推进机械及其辅助机械是由 CCS 进行产品检验、审图和建造中检验，并符合 CCS 规范的规定。

★CSM——表示浮式生产装置推进机械及其辅助机械不是由 CCS 进行产品检验，但是由 CCS 审图和建造中检验，并符合 CCS 规范的规定。

★CSM——表示浮式生产装置推进机械及其辅助机械不是由 CCS 进行产品检验、审图和建造中检验，但其后经 CCS 进行入级检验，认为其符合 CCS 规范的规定。

2.3.2 附加标志

2.3.2.1 附加标志是浮式装置不同特点的分级表述，加注在入级符号之后。可分为必需性和可选性附加标志。

2.3.2.2 对可选性附加标志，应由业主申请，经 CCS 审图与检验，确认符合 CCS 规范的相应规定后，由 CCS 授予。

2.3.2.3 附加标志包括浮式装置类型、特殊系统和设施、机舱自动化和机械、环境保护、营运限制以及其他含义的 1 个或 1 组标志。

2.3.2.4 应业主申请，按 CCS 颁布的有关规范或接受的其他标准建造的浮式装置，CCS 将根据具体情况授予相应的附加标志。

2.3.2.5 表 2.3.2.5 为浮式装置附加标志一览表，在入级证书中可只填写英文。该表可分为下列种类：

A：浮式装置功能附加标志：所有浮式装置应加注浮式装置功能附加标志；

B：浮式装置结构类型附加标志：所有浮式装置应加注浮式装置结构类型附加标志；

C：特殊系统和设施附加标志：浮式装置上的特殊系统和设施根据有关规范、指南进行设计建造，可分别授予相应附加标志；

D：环境保护附加标志：符合 CCS 规范有关规定的浮式装置，可授予相应的附加标志；

E：机舱自动化和机械附加标志：浮式装置上的机械系统和设备根据有关规范、指南进行设计建造，可分别授予相应附加标志；

F：作业区域附加标志：对作业在预定的区域的浮式装置，应加注作业区域附加标志。

附加标志 **表 2.3.2.5**

附加标志	说明		应满足技术要求
A 浮式装置功能附加标志			
FPSO	浮式生产储存外输装置		
FSO	浮式储存外输装置		
FPU	浮式生产外输装置		
FSB	浮式支持基地		
B 浮式装置结构类型附加标志			
Barge Type	驳船式	本篇 2.1.3.1（6）定义的浮式装置	本规范第 1 篇至第 8 篇要求
Ship Type	船式	本篇 2.1.3.1（7）定义的浮式装置	本规范第 1 篇至第 8 篇要求
Column Stabilized（Semisubmersible）	柱稳式（半潜式）	本篇 2.1.3.1（8）定义的平台	本规范及第 9 篇第 2 章相关要求
TLP	张力腿平台	本篇 2.1.3.1（9）定义的平台	本规范及第 9 篇第 1 章相关要求
SPAR	深吃水单立柱平台	本篇 2.1.3.1（10）定义的平台	本规范及第 9 篇第 3 章相关要求
C 特殊系统和设施附加标志			
PROCESS	油气水处理装置	根据业主的申请，对具有油气水处理系统的装置，可授予此标志，其他附加标志参见《海上油气处理系统规范》	《海上油气处理系统规范》
PM	定位系泊系统	具有定位系泊系统的浮式生产装置或平台，应加注此附加标志	本规范第 9 篇第 6 章
DP-N	动力定位系统	安装有动力定位系统的装置或平台，可授予如下相应附加标志： DP-1：可在规定的环境条件下，自动保持装置的位置和首向，同时还应设有独立的集中手动船位控制和自动首向控制。 DP-2：在出现单个故障（不包括一个舱室或几个舱室的损失）后，可在规定的环境条件下，在规定的作业范围内自动保持装置的位置和首向。 DP-3：在出现任一故障（包括由于失火或进水造成一个舱室的完全损失）后，可在规定的环境条件下，在规定的作业范围内自动保持装置的位置和首向	《海上移动平台入级规范》第 8 篇第 9 章
DSC	解脱装置	加注于与单点系泊相连且具有解脱装置的浮式装置	
HELDK	直升机甲板	具有直升机起降场地、结构、存储、消防和储油等设施的浮式装置，可授予此标志	本规范第 9 篇第 7 章
Thruster	推进器	装有推力器供辅助操纵/推进的浮式装置，可授予此标志	《钢质海船入级规范》第 3 篇及第 8 篇第 15 章适用要求
DRILL	钻井装置	具有钻井系统的装置，可授予此标志	《钻井装置发证指南》
DSA	计算校核	授予采用 CCS 直接计算方法进行设计验证	本规范第 2 篇第 7 章

附加标志	说明		应满足技术要求
PMA	检验通道	满足海上人命安全公约《检验通道技术指南》，可授予此标志	《检验通道技术指南》
Ice Class B1*	最严重冰况区域航行	不需破冰船辅助，可在严重冰况下航行。船首、船中和船尾的最大和最小冰级吃水以及要求的主机最小功率在入级证书中标明	《钢质海船入级规范》第2篇第4章、第3篇第14章
Ice Class B1	严重冰况区域航行	必要时，需破冰船辅助，可在严重冰况下航行。船首、船中和船尾的最大和最小冰级吃水以及要求的主机最小功率在入级证书中标明	《钢质海船入级规范》第2篇第4章、第3篇第14章
Ice Class B2	中等冰况区域航行	中等冰况下具有正常航行的能力，但在需要时应有破冰船的辅助。船首、船中和船尾的最大和最小冰级吃水以及要求的主机最小功率在入级证书中标明	《钢质海船入级规范》第2篇第4章、第3篇第14章
Ice Class B3	轻度冰况区域航行	轻度冰况下具有正常航行的能力，但在需要时应有破冰船的辅助。船首、船中和船尾的最大和最小冰级吃水以及要求的主机最小功率在入级证书中标明	《钢质海船入级规范》第2篇第4章、第3篇第14章
Ice Class B	小块漂流浮冰况区域航行	漂流浮冰	《钢质海船入级规范》范第2篇第4章
ESP	加强检验程序	规定执行加强检验的船式生产储存装置，加注该标志	《钢质海船入级规范》第1篇第5章
CHS（Continuous Hull Surveys）	船体/结构循环检验	对于船式生产储存装置，采用船体循环检验将特别检验所要求的船体/结构项目在5年内均匀分配在每年度进行检验，以替代特别检验的装置，可授予此标志	《钢质海船入级规范》第1篇第5章
CMS	轮机循环检验	采用轮机循环检验将特别检验所要求的机械装置（包括电气设备）项目在5年内均匀分配在每年度进行检验，以替代特别检验的装置，可授予此标志	《钢质海船入级规范》第1篇第5章
COW	原油洗舱系统	具有原油洗舱系统的浮式生产装置，应加注此附加标志	本规范第4篇第4章
Loading Computer	装载仪	授予配备认可的装载仪的浮式装置，并后缀一个或多个S、I和D标志，其含义如下： S：该装载仪可用于各种装载工况下船体强度的计算及校核 I：该装载仪可用于完整稳性的计算及校核 D：该装载仪可用于破舱稳性的计算及校核 注：S、I、D可以单独也可以任意组合	《钢质海船入级规范》第1篇第2章附录1和附录2
Lifting Appliance	起重设备	浮式装置的起重机，如果符合我社《规范》及相关要求，可授予此附加标志	《船舶和海上设施起重设备规范》
IWS	水下检验	具备水下检验条件的浮式装置，可授予此标志	本规范第9篇第5章

附加标志	说明		应满足技术要求
Corrosion Control	腐蚀控制	加注于结构具有附加防腐控制的系统的浮式装置	
D 机舱自动化和机械附加标志			
AUT-O	机器处所周期无人值班	推进装置由驾驶室控制站遥控，机器处所包括机舱集控站（室）周期性无人值班	本规范第7篇
MCC	机器处所集中控制	浮式装置设置机舱集控站（室）和就地控制站，并在机电设备正常运行时，机舱集控站（室）连续有人值班	本规范第7篇
IGS	惰性气体系统	浮式装置配备有惰性气体系统装置	本规范第8篇第10章
PMS	机械计划保养系统	采用CCS批准的机械计划保养系统，以替代轮机和电气设备的特别检验和循环检验（如采用）的浮式装置，可授予此标志	《钢质海船入级规范》第1篇第5章附录16
E 环境保护附加标志			
Clean	洁净	除满足防污染法定要求外，还满足CCS规范对浮式装置防污染结构、设备和操作程序相应要求的浮式装置，可授予此标志	《钢质海船入级规范》第8篇第8章第2节及有关的法规和标准
PSPC	保护涂层	授予特定处所满足IMO有关保护涂层性能标准的装置，并后缀一个或多个B、C和V标志，其含义如下： B： 装置专用海水压载舱处所施用的保护涂层； C： 原油储存舱处所施用的保护涂层； V： 装置的空舱处所施用的保护涂层； 注：①B、C和V可以单独也可以组合使用	《船舶结构防腐蚀检验指南》相关要求
AFS	防污底系统	防污底系统不含作为生物杀灭剂的有机锡化合物的浮式装置	本规范第2篇第1章第7节
FTP	燃油舱保护	总舱容≥600㎥燃油舱按规定予以布置的浮式装置，可授予此标志	《钢质海船入级规范》第8篇第8章第3节
GWC	灰水控制	浮式装置上所设的洗衣房、浴室、厨房、住舱房的排出废水按规定得以控制，并设置了符合规定容积的灰水集污舱、高液位报警器和符合规定能力的污水处理系统的浮式装置，可授予此标志	
NEC	NO_X排放控制	柴油机的NO_X排放量如下排放标准： ①应不超过MARPOL附则VI第13条规定的排放限值的60%； ②10.2g/kWh，当n<130r/min时； ③$27.0\times n^{-0.2}$ g/kWh， 当130r/min<n<2000r/min时； ④5.9g/㎾h 5.9g/kWh， 当n≥2000r/min时	
SEC	SO_X排放控制	浮式装置上所用的所有燃油的硫含量小于1.0%m/m的浮式装置，可授予此标志	

附加标志	说明		应满足技术要求
RSC	冷藏系统控制	控制制冷剂的臭氧消耗趋势（ODP）应为 0，全球变暖趋势（GWP）小于 2000 的浮式装置可授予该标志	
COMF（NOISE N）	舒适性（噪声 N）	装置相关处所内噪声满足规范有关船员和乘客舒适性要求，可授予该标志；N=1 或 2 或 3，表示噪声舒适性等级，1 表示最舒适	《钢质海船入级规范》第 8 篇第 16 章
COMF（VIB N）	舒适性（振动 N）	装置相关处所振动参数满足规范有关船员和乘客舒适性要求，可授予该标志；N=1 或 2 或 3，表示振动舒适性等级，1 表示最舒适	《钢质海船入级规范》第 8 篇第 16 章
HAB（VIB）	居住性（振动）	装置相关处所振动参数满足 ISO 6954 有关船员和乘客居住性的要求，可授予该标志	《船上振动控制指南》第 14 章和第 15 章
VIB（S）	结构振动	装置相关结构满足本指南有关结构振动的要求，不会产生结构疲劳破坏，可授予该标志	《船上振动控制指南》第 14 章和第 15 章
VIB（M）	机械振动	装置相关机械满足本指南有关机械振动的要求，不会产生机械疲劳损坏或运动部件加速磨损，可授予该标志	《船上振动控制指南》第 14 章与第 15 章
VIB	振动	装置同时满足结构振动 VIB（S）和机械振动 VIB（M）要求，可授予该标志	《船上振动控制指南》第 14 章和第 15 章
F 作业区域附加标志			
Service Area	作业区域	浮式装置按照预定的作业区域设计，并注明作业区域，应加注此标志，具体到经度、维度	本规范第 2、3、9 篇规定

2.3.2.6 其他附加标志

应业主申请，并经 CCS 总部同意，可授予上述规定以外的其他附加标志，但应符合相应的要求并使 CCS 认为满意。

2.3.3 入级符号及附加标志组合

2.3.3.1 浮式装置的入级符号和附加标志（适用时）应按 2.3.2.5 次序填入入级证书。一组附加标志之间采用“;”分隔，例如：

在 CCS 检验下建造的驳船式浮式生产储存外输装置，设有惰性气体保护系统、水下检验标志、原油洗舱系统、起重装置及直升机甲板设施，设有锚泊系统系泊在中国南海恩平区域作业，船体结构和机械设备系统采用循环检验模式，其入级符号和附加标志表示如下：

★ CSA FPSO；Barge type；PM；HELDK；CHS；CMS；COW；Lifting Appliance；IWS；IGS；China NanHai EnPing XXXX

第 4 节 申请与费用

2.4.1 申请

2.4.1.1 申请 CCS 服务者，均需由申请人向 CCS 总部或 CCS 指定单位或当地分支机构提交书面申请或申请表，和/或与 CCS 签订合同/协议。

2.4.1.2 申请书或合同/协议，应明确双方的责任、入级符号和附加标志、浮式装置主要参数等，并承诺申请人不反对第三方独立审核机构的代表（包括认可的认证机构（ACB）代表、IACS 观察员等）、欧洲委员会（EC）的代表登装置或进入制造厂、船厂开展垂直合同审核。

2.4.1.3 申请人应提供从事上述服务所需的图纸和技术文件。

2.4.1.4 新建浮式装置的图纸审查，由浮式装置设计单位或业主或其代理人或浮式装置建造厂，向 CCS 总部或 CCS 指定的浮式装置审图单位提交申请。浮式装置建造检验，可由浮式装置建造厂直接向执行检验单位提交申请。

2.4.1.5 现有浮式装置图纸审查及初次检验，由业主或其代理人向 CCS 总部或执行检验单位提交申请。

2.4.1.6 产品图纸审查及检验，由制造厂向 CCS 总部或 CCS 指定的产品审图及检验单位申请。

2.4.1.7 为保障CCS验船师职业健康安全，CCS已建立职业健康安全管理体系。申请人申请CCS入级和法定检验服务意味着尊重CCS职业健康安全管理体系，并承诺为进入与申请的检验服务相关的装置的CCS验船师提供符合验船师国籍所在国、检验机构所在地国家规定和/或检验现场所在地主管当局规定的安全技术要求或等效技术标准[①]的安全检验条件，包括永久或临时的检验通道和设施、舱室环境、安全防护。CCS验船师将在履行特定检验工作之前与申请人及其指定责任人员确认检验条件的安全性。

2.4.2 费用

2.4.2.1 申请人应按 CCS 费规和/或合同/协议规定支付费用和交通费，以及其他必要的费用。

2.4.2.2 超过合同/协议外的服务，或由于被服务方的原因造成 CCS 的重复服务，CCS 有权向申请人收取额外附加费用。

①参见 CCS《检验安全客户指南》

第5节 图纸提交与审图

2.5.1 一般要求

2.5.1.1 申请图纸审查的新建浮式装置，申请方应提供相应的“建造合同日期”。

2.5.1.2 “建造合同日期”定义

（1）浮式装置的“建造合同日期”系指未来业主和建造厂之间签订浮式装置建造合同的日期。新建浮式装置入级申请方应向CCS声明该日期和合同阐明的所有浮式装置工程号（即浮式装置主体号）。

（2）系列浮式装置（包括最终行使选择权规定的可选浮式装置）的“建造合同日期”系指建造厂和未来业主之间签订建造系列浮式装置合同的日期。

就本款要求而言，如果多座浮式装置是按相同的批准入级图纸建造，按照同一建造合同建造的浮式装置视为“系列浮式装置”。如果满足如下条件，系列浮式装置可以对原设计进行设计变更：

① 所作的设计变更不影响入级，或；

② 如果所作的主设计变更涉及浮式装置船级要求，这些变更应符合在建造厂与未来业主之间签订合同的日期已生效的规范要求，或当没有签订变更合同时，则应符合在变更的设计送审CCS之日已生效的规范要求。

如系列浮式装置建造合同签订后1年之内行使续建选择权，则该可选续建的浮式装置将被认为相同系列浮式装置的一部分。

（3）如随后对建造合同进行修改，以包括增建浮式装置或附加选择权，这类浮式装置的“建造合同日期”是指未来业主和建造厂之间签订该合同修改的日期。该合同修改应被认为“新合同”，并应符合上述（1）和（2）款要求。

（4）如果建造合同涉及浮式装置类型的修改，该修改的l座或几座浮式装置的“建造合同日期”应是业主或多个业主与建造厂之间签订修改合同或新合同的日期。

2.5.2 图纸资料审查

2.5.2.1 开工前，申请方应按本规范各篇的有关规定，将申请书连同图纸资料一式4份提交CCS指定的审图单位进行审查。采用图纸分批提交时，至少应首先提交必要的浮式装置主体图纸资料。

系列浮式装置或按已批准主要结构图纸在一年内再续造浮式装置，根据不同情况，可免除或可适当减少提交审查图纸的份数。

2.5.2.2 浮式装置检验、试验项目表及工艺性文件，如焊接工艺、无损检测图、密性试验图、机械安装工艺、倾斜试验大纲、系泊和航行试验大纲等，均应提交CCS现场验船师审查。

2.5.2.3 提交审查的图纸资料，应给出规范要求的所必需的尺寸和有关数据。

2.5.2.4 “批准”指图纸资料或文件已审核，符合CCS规范的要求。CCS对图纸资料的批准仅包含CCS规范要求的项目，而不涉及CCS规范不要求的项目。若CCS同时承担法定检验，则CCS的“批准”还应包括有关法定规则要求的项目。

2.5.2.5 经审查认为符合规定的图纸资料，应在批准的图纸资料上，盖“批准”章。批准的条件和限制意见，可写在图纸资料上，也可在退图的信函中陈述，但应在图纸资料上注明。

2.5.2.6 已批准的图纸资料，如有原则性的修改或补充，申请单位应将修改或补充部分提交原审图单位重新审查。

2.5.3 批准图纸的有效期

2.5.3.1 批准的图纸仅在审图申请书或合同/协议上所指定的建造厂、建造工程编号或建造个数范围内有效。

2.5.3.2 凡属下列情况之一，已经批准的浮式装置入级图纸即自行失效：

（1）自批准之日起已满4年时；

（2）CCS 规范（含规范修改通报）或主管机关的法律、法令和接受的国际公约、规则及其修正案的生效影响批准图纸的有效性，而图纸未进行相应修改和重新审批时；

（3）审图申请书或合同/协议中填写的工程编号或个数全部建造完成时；

（4）批准的建造厂或建造工程编号改变，或超过建造个数时；

（5）不是由 CCS 进行建造中检验时。

2.5.3.3 主管机关的法定要求或接受的国际公约、规则及其修正案的生效，影响批准图纸有效性时，已经批准的浮式装置法定图纸即自行失效。

第 6 节 新设计的原则性审查

2.6.1 一般要求

2.6.1.1 对于新型设计申请图纸审查的新建浮式装置，申请方在未确定建造合同日期或无建造合同时，申请方应提交 2.6.2-2.6.6 的图纸和资料供 CCS 进行原则性审查。

2.6.1.2 原则性审查指图纸资料或文件已审核，原则上符合 CCS 规范的要求。CCS 对图纸资料的批准仅包含 CCS 规范主要原则要求，可能不是涉及 CCS 规范的所有要求。

2.6.1.3 经原则性审查认为符合原则性批准规定的图纸资料，应在批准的图纸资料上盖“审查”章，并同时注明原则性批准的条件和限制意见，可写在图纸资料上，也可在退图的信函中陈述，但应在图纸资料上注明。

2.6.2 结构和艏装部分应提交的资料和图纸：

（1）浮式装置的浮体及设备说明书；

（2）总布置图；

（3）环境条件资料；

（4）总纵强度设计报告；

（5）基本结构图；

（6）主要横剖面图；

（7）外板展开图；

（8）机舱结构图；

（9）居住舱室图；

（10）起重机基座及其支撑结构；

（11）火炬塔结构图及结构强度设计报告；

（12）直升机甲板结构图及强度设计报告；

（13）油气工艺处理模块结构设计报告；

（14）与单点连接的船体结构设计报告；

（15）特殊结构疲劳设计报告；

（16）冰区加强结构图及其强度计算书（如有冰区加强要求时）；

（17）锚及系泊设备布置及其设计报告；

（18）油密和水密舱壁图；

（19）至危险处所的门及开口的布置图；

（20）稳性与装载手册；

（21）干舷计算书；

（22）型线图或型值表；

（23）肋骨型线图；

（24）舱容图。

2.6.3 油、气、水处理系统应提交的图纸和资料

油、气、水处理系统应提交的图纸和资料见 CCS《海上油气处理系统规范》第 2 章第 2 节要求。

2.6.4 通用机械部分应提交的图纸资料

（1）机、炉舱布置图；
（2）舱底水和压载管系图；
（3）空气管、测量管和溢流管路图；
（4）机舱通风管系图；
（5）原油管系图；
（6）原油泵舱和隔离空舱舱底水管系图；
（7）原油加热管路图；
（8）透气系统布置图（包括驱气除气系统）；
（9）机械设备规格书。

图纸上应注明管子、阀和附件等的材料、尺寸、类型、设计压力和设计温度等；如无另附计算书时，图上还应附有必要的规范计算。

2.6.5 电气及自动化部分应提交的图纸资料

（1）主电源和应急电源电力负荷估算书；
（2）主配电板单线图；
（3）电气规格书。

2.6.6 防火防爆部分应提交的图纸和资料

（1）防火分隔图；
（2）危险区域划分图；
（3）逃生路线图；
（4）防爆设计报告。

第7节 入级检验

2.7.1 一般要求

2.7.1.1 浮式装置和产品的设计单位应建立适当的质量保证体系，以保证浮式装置和产品的设计质量。

2.7.1.2 建造厂应建立适当的质量保证体系，以保证浮式装置和产品的建造质量。建造厂还应提供其供应方名单及其一般性文件资料（如建造厂简介及质量管理体系资料等）。

2.7.1.3 凡为浮式装置提供重要的安全系统和测量、试验设备等服务，且其服务的结果将作为CCS检验依据的供应方，应经CCS认可（见本章第8节），否则，该种服务应在验船师在场情况下进行。

2.7.2 开工前评估与检查

2.7.2.1 浮式装置开工前，CCS将派验船师对建造厂的能力进行评估和/或进行开工前检查。

2.7.3 检验

2.7.3.1 规范要求的材料、设备和系统等产品，应按本篇第3章的要求，由制造厂向CCS总部或CCS指定的产品审图及检验单位申请产品检验。

2.7.3.2 拟在CCS入级的浮式装置，应按本篇第4、5章的有关要求，申请CCS进行初次入级检验。

2.7.3.3 为保持入级的有效性，应按本篇第5章的要求，申请CCS进行建造后检验。

第8节 法定服务

2.8.1 一般要求

2.8.1.1 根据主管机关的授权，以及业主或设计单位或建造厂的申请或合同/协议，CCS将承担部分或全部的浮式装置法定服务。

2.8.l.2 对受权进行的法定服务，经CCS审图、建造中检验和建造后检验，确认入级部分已符合CCS入级规范的要求，并满足相应的法定要求，CCS将签发/签署相应的法定证书和/或报告。

2.8.1.3 对申请在CCS入级的浮式装置，同时受权进行法定服务，或进行法定要求评估，CCS将对浮式装置入级与法定服务或法定要求评估结合进行。

2.8.1.4 由CCS进行入级服务与法定服务的浮式装置，如入级证书失效，且影响到相关法定证书签发条件时，则相关的法定证书或符合证明（如安全与载重线）也同时失效。

2.8.2 法定服务依据

2.8.2.1 浮式装置应符合所在作业水域主管机关的有关法定要求。

2.8.2.2 公约浮式装置的法定要求包括适用的国际公约或规则及其修正案，主要包括：

——1966年国际载重线公约（简称“载重线公约”）；

——1974年国际海上人命安全公约及其修正案（如适用时）（简称“海上人命安全公约”）；

——1969年国际船舶吨位丈量公约（简称“吨位丈量公约”）；

——经1978年议定书修订的1973年国际防止船舶造成污染公约（简称“防污公约”）；

——2001年国际控制船舶有害防污底系统公约（简称“防污底公约”）；

——2004年国际船舶压载水及沉淀物控制与管理公约（如适用时）（简称“压载水公约”）；

——1972年国际海上避碰规则（简称“避碰规则”）；

——2009年海上移动式钻井平台构造和设备安全规则。

2.8.2.3 非公约浮式装置应符合主管机关的有关法定要求。如主管机关无相关规定，则CCS将采用2.8.2.1所述公约、规则的适用部分作为法定服务的依据。

2.8.2.4 在申请书或合同/协议中，应明确适用的有关法定要求。

2.8.3 有关各方责任

2.8.3.1 法定要求的解释权属于主管机关。

2.8.3.2 法定要求中涉及的等效与免除，是主管机关的责任。

2.8.3.3 CCS进行法定服务时，如因主管机关的法定要求对现有浮式装置追溯而导致浮式装置改装等所造成的费用或损失，CCS均不负责。

2.8.4 根据客户申请进行的法定要求评估

2.8.4.1 根据客户的申请或合同/协议，对没有取得主管机关授权，或客户自愿要求满足的法定要求，CCS也可承担有关的法定要求评估。

2.8.4.2 对客户申请的法定要求评估，经CCS审图、建造中检验和建造后检验，确认入级部分已符合CCS入级规范的要求，并满足相应的法定要求，CCS将签发相应的符合证书和/或报告。

2.8.4.3 根据客户提供的法定要求，CCS签发相应的符合证书和/或报告，但CCS不保证被主管机关所接受。

2.8.4.4 本节2.8.1.3、2.8.1.4、2.8.3.3也适用于法定要求的评估。

2.8.5 法定证书及文件

2.8.5.1 CCS验船师对浮式装置进行法定检验合格后，应按接受授权内容签发或批准相应的法定证书及文件。例如：

（1）海上浮式装置安全证书；

（2）国际载重线证书；

（3）国际吨位证书（1969）；

（4）国际防止油污证书；

（5）国际防止生活污水污染证书；

（6）国际防止空气污染证书；
（7）防止船舶垃圾污染检验证明；
（8）起货设备检验记录薄；
（9）防污底系统证书/符合证明；
（10）完整稳性资料；
（11）破损稳性资料；
（12）其他证书或文件。

第 9 节　供应方认可

2.9.1　一般要求

2.9.1.1　向 CCS 提供诸如安全系统和设备的测量、试验或维护服务，且其结果用作 CCS 验船师检验依据的代表业主的供应方，应经 CCS 认可，以证实其具有提供认可服务的能力。

2.9.1.2　如所提供的服务影响CCS签发法定证书的决定，该供应方也应获得CCS认可。CCS 也可接受主管机关或其授权的机构认可的供应方。

2.9.1.3　供应方行为不代表 CCS，供应方应对其所提供服务及其服务结果负责。

2.9.2　认可要求

2.9.2.1　申请认可的供应方应符合如下条件：
（1）具有足够的能胜任提供认可服务的技术、操作、检验和监督人员；
（2）配备必要和适宜的设备和设施；
（3）建立并保持一个有效的文件化质量保证体系。

2.9.2.2　供应方认可范围和认可程序要求按《钢质海船入级规范》第 1 篇第 5 章附录 8《服务供应方认可程序要求》执行。

2.9.3　认可供应方名录

2.9.3.1　CCS 发布并维护经 CCS 认可的供应方名录。

第 10 节　入级符号的授予、保持、暂停、取消与恢复

2.10.1　船级授予与保持

2.10.1.1　装置的船体/主体结构（包括设备）与机械（包括电气设备）经审图和检验后，确认其符合 CCS 规范有关规定，CCS 将授予入级符号与相应的附加标志，并签发入级证书。

2.10.1.2　装置的船体/主体结构（包括设备）和机械（包括电气设备）应按所授予的入级符号和附加标志的规定或证书有效的规定进行良好的维护和管理，包括装载和压载的分配，以及在恶劣天气条件下的操作要求。

2.10.1.3　浮式装置在作业中应遵守装载手册和附加标志所限定的条件，以确保在作业中不超过作为入级基础的装载条件和环境条件。

2.10.1.4　已经授予 CCS 船级的浮式装置，按照本规范进行建造后检验并符合本规范的要求时，浮式装置的船级继续有效，CCS 将签署或换发新的入级证书。

2.10.1.5　如浮式装置的装载手册和/或装载仪（如设有时）中的数据由于某些原因改变时，则装载手册和/或装载仪应作相应的变更并送 CCS 认可。

2.10.1.6　任何可能影响所授入级符号和附加标志或证书有效性的损坏、故障、断裂、搁浅和修理，操作者应及时向 CCS 报告；CCS 将进行评估和/或检验，并提出要求和意见。

2.10.1.7　当 CCS 有合理理由认为浮式装置未充分符合入级规范规定的各类检验要求时，CCS 将保留对浮式装置进行不定期检验的权力。不定期检验安排要求由 CCS 书面通知业主，业主应及时作出不定期检验安排，并有义务支付相关费用。

2.10.2 浮式装置船级暂停与取消

2.10.2.1 浮式装置船级暂停：

（1）如浮式装置超出入级符号与附加标志规定的限制以及批准的其他附加条件进行营运，浮式装置船级将被暂停，入级证书将失效。

（2）浮式装置一旦发生任何可能使已授予的浮式装置船级趋于失效的损坏、缺陷或故障，且未在合理的第一时间向 CCS 报告，或者在预期的修理开始之前未提交 CCS 同意，均可能导致浮式装置船级暂停，并使入级证书失效。

（3）如下情况之一，将导致浮式装置船级暂停和入级证书失效，除非验船师为完成这些检验已登浮式装置：

① 如 CCS 给出的浮式装置遗留项目或浮式装置船级条件在规定时间内未消除，且未经 CCS 同意展期；

② 在年度检验时，到期或过期的循环检验项目未完成，且未经 CCS 同意展期；

③ 如除年度检验、中间检验或特别检验以外其他建造后检验，未在到期日完成，且未经 CCS 同意展期；

④ 如任何损坏、缺陷或故障的修理未按规定完成并检验；

⑤ 业主未能安排 2.10.1.7 要求的不定期检验。

（4）如下情况之一，将导致浮式装置船级自动暂停和入级证书失效：

① 年度检验未在其周年到期日的后 3 个月内完成，除非浮式装置正在进行年度检验的完成检验；

② 中间检验未在 5 年特别检验周期的第 3 个年度检验周年到期日的后 3 个月内完成，除非浮式装置正在进行中间检验的完成检验；

③ 浮式装置未在 CCS 规定的期限内完成特别检验，且未经 CCS 同意展期，除非在到期日之前浮式装置已处在完成特别检验的过程中（此检验应在恢复营运前完成）。

a、在“例外情况”下，如验船师登上浮式装置按照下述范围检验满意后，CCS 可同意给予不超过 3 个月的特别检验展期：

（a）年度检验；

（b）对遗留项目/浮式装置的船级条件重新进行检查；

（c）特别检验的项目尽实际可能地进行；

（d）如果在浮式装置的船级展期的到期日之前，坞内检验已到期，则应由认可的水下检验公司进行一次水下检验。如浮式装置的水下部分没有遗留项目/船级条件，且展期后的坞检到期日距上次坞检不超过 36 个月，则可不必进行水下检验。

b、如浮式装置的入级证书预计浮式装置在海上迁航时将过期，且在证书到期之前业主已向 CCS 书面申请特检展期，并已对验船师在该浮式装置即将挂靠的第一港口登浮式装置进行实质性的安排，当 CCS 认为这种展期在技术上合理可行时，该浮式装置的特别检验可以展期至入级证书到期后抵达的第一个港口。在“例外情况”下，如浮式装置的特别检验无法在第一港口完成，则可按照上述 a 要求进行特检展期，但是，展期后的特别检验到期日自原特检到期日算起不得超过 3 个月。

（5）如出现超出业主或 CCS 正常控制能力的不可抗力的情况，导致浮式装置在港时无法及时完成到期检验项目，经业主申请，在满足下述条件下，CCS 可同意浮式装置拖航到指定港口完成到期检验项目：

① 检查浮式装置记录；

② 通过对该浮式装置历史记录的了解及当前港口的检验，如现场验船师认为浮式装置状况适合单航次航行或拖航至指定的港口，并经过 CCS 总部确认。当因不可预见的原因导致 CCS 无法在当前港口登浮式装置时，浮式装置经理应确认浮式装置状况满足前往指定港的要求；

③ CCS 应能够在浮式装置的第一个到达港，进行到期和/或过期的检验项目及遗留项目/浮式装置船级条件的检查。

这种过期的检验应按原到期时的检验要求，而不是按船龄相应的要求开展检验。下次相

关检验的到期日期仍应按原相应检验的到期日起算。

在此情况下，浮式装置船级已经自动暂停的浮式装置，如满足上述条件，浮式装置船级可以恢复。

（6）具有双重船级的浮式装置，当一家船级社因为技术原因而采取行动暂停该装置船级时，该船级社应在5个工作日内通知另一船级社有关采取行动的原因和全部情况。接到通知后，另一船级社也应暂停该装置的船级，除非其能证明该暂停是不正确的。

（7）如果浮式装置在检验到期前按CCS规范要求进行了搁置处理，则在检验过期时船级不被暂停。然而，如果搁置处理是在检验过期而船级被暂停后，则船级将暂停至过期的检验项目完成。

（8）当浮式装置拟在任何定期的检验过期时从搁置位置单航次迁航行至修理厂，船级暂停可暂时中止，并且允许浮式装置从搁置地点单航次迁航行至修理厂，条件是船旗国主管机关同意并且CCS认为检验后浮式装置的状况令人满意，检验的范围应基于过期检验和搁置时间确定。在这种情况下，可签发一份注明航行条件的短期船级证书。本条不适用于搁置前船级已暂停的浮式装置。

（9）当浮式装置拟在任何定期的检验过期时前往拆船厂拆船，船级暂停可暂时中止，并且允许浮式装置从搁置地点和作业地点单航次迁航至拆船厂，在这种情况下，如果现场验船师认为浮式装置适合预定的迁航，则可以签发一份注明迁航条件的短期入级证书。

2.10.2.2 浮式装置船级取消：

如发生下述情况之一，浮式装置船级将被取消：

① 应业主的申请时；

② 当导致浮式装置船级暂停的情况未在规定的时间纠正时；

③ 如浮式装置在尚未完成要求其在开航/拖航前处理的遗留项目或浮式装置船级条件时出海，浮式装置船级将立即被取消；

④ 当浮式装置因过期的年度检验、中间检验、特别检验或本规范规定的其他建造后检验和/或过期的遗留项目/浮式装置的船级条件，而导致浮式装置船级暂停连续达到6个月时；对于处于搁置状态、正在等待对其事故的处置或正在进行恢复浮式装置船级检验的浮式装置，可以同意延长浮式装置船级暂停期；

⑤ 浮式装置的船体/主体结构（包括设备）与机械（包括电气设备）遭受重大损坏或发生其他情况，经确认已无法继续营运时，如沉没、拆卸等；

⑥ 未按时交纳检验费。

2.10.2.3 对于非营运的浮式装置，可同意更长时间的浮式装置船级暂停而不被取消。

2.10.2.4 如只是与保持特殊附加标志有关的检验要求未按规定进行，则暂停或取消仅限于相应的特殊附加标志。

2.10.2.5 浮式装置船级暂停或取消的公告：

（1）取消船级的浮式装置，将在CCS船舶录或其补录上给予相应的公布；

（2）浮式装置的船级暂停或取消时，CCS将以书面形式通知业主和主管机关，并在CCS网站中登出，供保险商等有关利益方获悉。

2.10.3 浮式装置船级恢复

2.10.3.1 在下列情况下，可以恢复浮式装置船级：

（1）当浮式装置满意地完成过期的检验之后，浮式装置船级将恢复。这种过期的检验应按原到期时的检验要求，而不是按船龄相应的要求开展检验。恢复船级后，下次相关检验的到期日期仍应按原相应检验的到期日起算。从船级暂停到船级恢复期间，浮式装置不具有船级；

（2）到期或过期的循环检验项目经确认完成，浮式装置的船级将恢复；

（3）到期或过期的遗留项目经确认完成，浮式装置的船级将恢复。

2.10.3.2 浮式装置的船级恢复时，CCS将以书面形式通知业主和主管机关，并在CCS网站中登出，供保险商等有关利益方获悉。

2.10.3.3 具有双重船级的浮式装置，当任何一家船级社决定恢复船级时，应通知另一家船级社。

第 11 节 证书与报告

2.11.1 证书

2.11.1.1 入级证书仅表示证书所覆盖的项目，通过审图、入级检验，确认符合 CCS 规范的要求，适合于预定的用途。

2.11.1.2 入级证书所附的设备记录，是入级证书的一部分。

2.11.1.3 入级证书和报告由 CCS 独立签发。

2.11.1.4 入级证书应附有双方同意的条款与条件。

2.11.2 证书有效期限

2.11.2.1 浮式装置入级证书的有效期一般不超过 5 年。

2.11.2.2 临时入级证书的有效期应不超过 5 个月。

2.11.2.3 入级证书的有效期应尽量与该浮式装置法定证书有效期进行协调。

2.11.2.4 如果特别检验在原证书到期日前 3 个月之内完成，新入级证书有效期自原证书到期日起不超过 5 年。

2.11.3 入级证书的签发与签署

2.11.3.1 入级检验完成后，由执行检验单位签发临时入级证书。

2.11.3.2 临时入级证书签发后，检验单位应提交临时入级证书、记录、报告和其他技术文件，经 CCS 总部主管部门审核并报请船级委员会核准，由 CCS 总裁或其授权人员签发入级证书。

2.11.3.3 按本篇第 5 章的规定完成建造后检验，验船师应按规定在入级证书上签署。

2.11.3.4 特别检验完成后，如在现有入级证书期满日前不能发给新的入级证书，则验船师可在现有入级证书上签署，签署有效期为从现有入级证书期满日起不超过 5 个月。

2.11.3.5 特别检验完成后，检验单位应提交报告和其他技术文件，经 CCS 总部主管部门或指定的检验单位审核并满意后，由 CCS 总裁或其授权人员签发新的入级证书。

2.11.3.6 尽管有 2.11.2.1 规定，CCS 在执行 2.11.3.5 条时，可基于综合考虑所获得的该浮式装置有关其他安全营运的资料/信息，诸如船旗国/沿岸国安全检查信息、浮式装置公司安全管理状况等，决定小于 5 年的入级证书有效期和/或采取其他必要的限制措施，如在签发新的入级证书时加注营运限制条件等。如缩短了入级证书的有效期，则应尽量与浮式装置船级/法定定期检验的间隔期进行协调，并应定期报告船级委员会。

第 12 节 船舶录与产品录

2.12.1 船舶录

2.12.1.1 对 CCS 批准入级的浮式装置，当授予入级符号和附加标志后，CCS 将浮式装置的各主要特性要素和细节，编入 CCS 定期出版的船舶录中，为浮式装置有关方，如建造厂、业主、保险商和承租方等提供信息。

2.12.1.2 若浮式装置或其某些特性要素发生变化，CCS 将及时出版新的船舶录或其补录。

2.12.2 产品录

2.12.2.1 CCS 认可的工厂和船用产品，CCS 将其有关产品的名称及其主要性能要素和细节，及其制造厂的详细资料，编入 CCS 定期出版的船用产品录中，为浮式装置设计单位、建造厂、业主、贸易商和出口商等提供信息。

2.12.2.2 若认可的船用产品的增加或性能变更，CCS 将及时出版新的船用产品录或其补录。

第 13 节 审核

2.13.1 垂直合同审核

2.13.1.1 第三方独立审核机构代表（包括认可的认证机构（ACB）代表、IACS 观察员等）、欧洲委员会（EC）的代表对 CCS 进行垂直合同审核时，在 CCS 代表的陪同下，有关业主、建造厂和产品制造厂，应为审核代表的工作提供方便，以便使其审核工作顺利进行。

2.13.1.2 在审核过程中，审核代表如提出要求获得有关信息，在确保他们不会以任何方式复制这些信息或传递给其他方的前提下，有关业主、建造厂和产品制造厂应提供这些信息。

第 14 节 信息提供与保密

2.14.1 信息提供

2.14.1.1 信息的提供方应对向 CCS 提供的浮式装置入级所需信息的真实性、及时性和完整性负责。

2.14.2 信息保密

2.14.2.1 除下列情况外，CCS 不会将入级得到的信息披露给合同和表 2.14.2.2 规定以外的其他方：

（1）当浮式装置的浮式装置船级从 CCS 转级到另一个 IACS 成员时，浮式装置船级有关资料与检验报告应提供给对方船级社；

（2）按照 IACS 的工作规定，有关船舶录的更新数据、浮式装置船级暂停、检验状态数据以及浮式装置故障事故信息应传递给 IACS；

（3）业主、浮式装置经营人应授权 CCS 允许第三方独立审核机构的代表（包括认可的认证机构（ACB）代表、IACS 观察员等）、欧洲委员会（EC）的代表，在对 CCS 审核或评估中，查阅 CCS 级装置的相关证书、检验报告、文件资料及其他有关信息；

（4）主管机关法律有特别规定、有管辖权的法院或业主书面同意的情况。

2.14.2.2 有权获得相关信息的各有关方见表 2.14.2.2。

相关各方可获得的信息 **表 2.14.2.2**

信息类别	相关方可获得的信息

	业主	船旗国	港口国/沿岸国	保险公司*	建造厂
1．CCS 的常规文件					
* 规范、指南（浮式装置船级和法定要求）	1	1	1	1	1
* 验船师须知		1			
* 质量手册	1	1	1	1	1
* 船舶录	1	1	1	1	1
2．与浮式装置有关的信息					
A.新建浮式装置					
* 批准的图纸	6	1			7
* 正式批准函	1				7
* 重要设备证书	2				7
B.营运浮式装置					
* 浮式装置船级服务					
--所有浮式装置船级检验的日期（年月）	7	1	1	1	
--浮式装置船级证书到期日期	7	7**	1	1	
--证书/报告	7	1	6	5	
--过期检验	7	7**	1	1	
--浮式装置船级条件/遗留项目的内容	7	1	1	5	
--过期的浮式装置船级条件/遗留项目的内容	7	1	1	1	
--浮式装置的状况评估报告	7	3	3	3	
* 法定服务					
--法定检验到期日期	7	7**	1	1	
--法定证书到期日期	7	7**	1	1	
--登记的法定遗留项目	7	7**	1	5***	
--过期的法定遗留项目	7	7**	1	1***	
3 其他信息					
* 同建造厂和/或业主信函文件	6	6		5&6	
* CCS 的质量体系审核	4	4	4	4	
* 转级报告	7	7	1	7	
* 浮式装置船级取消信息	7	7	1	7	

注：

* = 保险公司是指业主保赔协会和主体和轮机保险商

** = 如果在协议中注明

*** =除非通过与船旗国的协议来阻止

1．当要求时可获得

2．交浮式装置时从建造厂获得

3．登浮式装置访问时可获得

4．当要求时可获得审核结果

5．当业主同意时或通过保险合同中的特别条款

6．当业主或建造厂（如适用）同意时

7．自动获得

2.14.2.3 尽管 CCS 根据其规范对其客户担负保密的一般责任，但 CCS 客户仍应将接受 CCS 参加 IACS 早期预报系统，该系统要求每个 IACS 成员和副会员向其成员船级社提供该早期预报系统所定义的主体结构和机械系统损坏的有关技术信息（但不包括可能是另一方财产的任何与浮式装置有关的图纸），以使这些有用的信息能得到共享和利用，便于 IACS 早期预报系统得以正常运行。CCS 向 IACS 成员和副会员发送的这类信息将书面提供其给客户。

第 15 节 责任、分歧与仲裁

2.15.1 **各方责任**

2.15.1.1 CCS 规范是浮式装置及相关产品的设计、制造及试验的依据，但不是设计唯一依据。规范不能替代制造厂的工艺控制和质量控制，也不能减轻或解除制造方的责任。

2.15.1.2 CCS 规范并不覆盖浮式装置上每个结构件或每项设备，也不覆盖操作因素，亦不覆盖入级适用范围以外的活动，这些活动包括设计与制造过程、机器与某些设备类型及功率的选择、船员或操作人员的数量及资格、主体线型和装载能力以及操纵性能、物料系固、主体与设备振动、噪声、备件、救生设备与维护保养设备等。

2.15.1.3 如第三方使用 CCS 的规范，但没有经过 CCS 审图和检验而产生的后果，CCS 不承担责任。

2.15.1.4 CCS 承担的浮式装置入级是在所涉及的设计方、建造方、拥有方、制造方、销售方、供应方、修理方、营运方以及其他方履行各自职责的基础上进行的。由 CCS 签发的任何报告、文件和证书中所包含的内容，均不意味是减轻或解除上述任何方应承担的任何责任。

2.15.1.5 CCS 签发的与检验有关的任何文件，只反映检验当时的状况。

2.15.1.6 入级证书（入级符号及附加标志）只证明该浮式装置符合适用的 CCS 入级规范和/或 CCS 与申请 CCS 服务者书面约定的其他标准，如浮式装置不符合适用的 CCS 规范和/或 CCS 与申请 CCS 服务者书面约定的其他标准，CCS 有权不授予、暂停与取消入级符号与附加标志。

2.15.1.7 CCS 在有关报告、声明、审图、检验、发证或其他服务外，除涉及规范的要求外，不再做其他表述。CCS 在入级证书和报告外的其他文件所提供的信息，是否应采用由用户决定，CCS 不对此行为的后果负责。

2.15.1.8 CCS 应照合同提供服务，在任何情况下，CCS 均不对与其无直接合同关系方的任何损失承担责任。

2.15.1.9 业主和/或建造厂在使用船用产品过程中发现任何的问题应及时向制造厂和 CCS 反馈，以利于制造厂改进。

2.15.1.10 根据合同应执行或遵循的任何规定、条件或义务，CCS 如有疏忽或失误，只要造成该疏忽或失误的原因超出 CCS 的合理控制范围，则将不构成对 CCS 任何索赔，也不视为违约。

2.15.2 **分歧**

2.15.2.1 CCS 颁布的规范的解释权属 CCS 总部。CCS 规范由 CCS 译成英文版本，如对英文版本发生歧义，应以 CCS 现行规范中文版为准。

2.15.2.2 验船师在执行其任务中与有关方产生分歧而影响工作进度时，有关方应及时向验船师所在服务单位提出书面申诉；如对其申诉处理仍不满意时，则可用书面连同详细背景材料向 CCS 总部申诉，总部将根据情况做出最终的裁决。

2.15.2.3 如要求 CCS 总部进行审查时，审查所产生的费用应由申诉人支付，但证明申诉人的申诉是正确的除外。

2.15.3 **仲裁**

2.15.3.1 CCS 仅对由于自身疏忽行为而直接造成的损失或损害承担责任，在任何情况下，CCS 均不对间接损失或随后引发附加损失或损害承担责任。

2.15.3.2 尽管有上述规定，如依法判定合同关系方所遭受的损失或损害，仅仅是由于 CCS 或其雇员、代理人或 CCS 其他代表方的疏忽行为造成的，CCS 将承担责任，并将支付赔偿，但此赔偿的数额不超过该项服务收费的 5 倍，且最大不超过人民币 200 万元。但如该损失或损害系由如下行为所造成，CCS 将不承担任何责任：

（1）CCS 雇员超越其受雇权限的行为；

（2）CCS 的代理人或其他代表方，超越 CCS 对其书面授权范围的行为。

2.15.3.3 对 CCS 承担责任的损失或损害的索赔，应以书面形式，在损害最初被发现或损失形成的 6 个月内提出，否则将被视为彻底放弃索赔权。

2.15.3.4 除与 CCS 另有约定外，凡因本规范引起的或与依照本规范提供的服务有关的

任何争议，均应提交中国海事仲裁委员会，按照申请仲裁时该会现行有效的仲裁规则进行仲裁。仲裁裁决是终局的，对争议当事双方均有约束力。

2.15.4 适用法律

2.15.4.1 适用中华人民共和国法律。

第3章 产品检验

第1节 一般规定

3.1.1 一般要求

3.1.1.1 产品检验是浮式装置检验的一部分，包括入级产品检验、受权法定产品检验，以及受托的其他产品检验。通过产品检验，以确认其产品分别符合入级规范或法定或委托方的要求。

3.1.1.2 拟用于入级浮式装置的产品，其检验除应符合本章的规定外，还应符合本规范有关章节、CCS《钢质海船入级规范》第1篇第3章及有关篇章和CCS《材料与焊接规范》的有关规定。

3.1.1.3 受权法定产品的检验应符合主管机关和国际公约/规则的有关规定。

3.1.1.4 受托的产品检验应符合委托方提供的产品标准。

3.1.1.5 对于规范规定的产品，可以接受相应标准作为替代。但在任何情况下，设备、部件和系统应经过设计评估、制造中检验、测试和功能试验，以确认其不低于规范规定的有效性。

3.1.1.6 CCS规范涉及的产品，如未规定具体技术要求时，可接受按制造厂确定的适用标准进行设计、制造和试验。对此类产品的检验一般包括如下内容：

（1）产品图纸资料；

（2）浮式装置上使用条件；

（3）材料与焊接要求；

（4）检验与试验项目。

3.1.2 定义

3.1.2.1 本规范有关产品检验所涉及的名词术语如下：

（1）产品检验：系指通过设计评估、对最终产品和/或其制造过程中检查和试验，对产品所进行的符合性评价过程，包括单件/单批检验、设计认可、型式认可和工厂认可。

（2）单件/单批检验：系指由CCS验船师为签发船用产品证书，对产品逐件或逐批进行的检验。

（3）设计认可：系指CCS准予设计在特定条件下适用于规定用途的认定过程，一般包括图纸审查和原形/型式试验（如适用时）。

（4）型式认可：系指CCS通过产品的设计评估和制造评估，以确认制造厂具备持续生产符合CCS规范要求或其他接受标准要求产品的能力的评定过程。根据制造评估证实的产品质量保证的可信任程度，型式认可分为型式认可A和B两种模式。

（5）工厂认可：系指CCS通过制造者的资料审查、认可试验和产品制造过程的审核，对产品制造者的产品生产条件和能力予以确认的评定过程。

（6）制造厂证明：系指由制造厂独立行使职责所签发的事实陈述或证书，作为自检的结果。

（7）等效证明文件：系指本身不以CCS名义出具的，但经CCS盖章和CCS验船师签署的用于证明产品按CCS要求经过检验并合格的证件、报告等文件。

3.1.3 产品持证与检验

3.1.3.1 除油气处理设备外的入级产品及授权法定检验产品的持证与检验，包括设计认可、型式认可、工厂认可及无石棉认可，均应符合《钢质海船入级规范》第1篇第3章的有关规定。

3.1.3.2 除油气处理设备外的入级产品及授权法定检验产品的持证要求应符合下列规定：

（1）入级产品持证要求应符合本章附录1；

（2）授权法定检验产品的持证要求应符合主管机关的有关规定，如无规定，可参照本章附录2；

（3）起重设备的持证要求应符合主管机关的有关规定，如无规定，可参照本章附录3。

3.1.3.3 附录2中涉及入级要求的产品还应满足相关的入级要求。

3.1.4 油气处理产品持证与检验

3.1.4.1 油气处理产品的持证与检验的要求应符合CCS《海上油气处理系统规范》的相关规定。

附录 1　浮式装置入级产品持证要求一览表

序号	产品名称	证件类别		认可模式				备注
		C/E	W	DA	TA-B	TA-A	WA	
1	**结构金属材料**							
1.1	板材	X	—	—	—	—	X	
1.2	型材	X	—	—	—	—	X	
1.3	铸件	X	—	—	—	—	X	
1.4	锻件	X	—	—	—	—	X	
2	**锚泊设备和系泊设备**							
2.1	锚链及其附件	X	—	—	—	—	X	
2.2	锚及其附属件	X	—	—	—	—	X	
2.3	锚链掣链器	X	—	O	O	O	—	
2.4	锚机	X	—	X	O	O	—	
2.5	绞车	X	—	X	O	O	—	
2.6	拖索和系缆索（纤维绳和钢丝绳）	X	—	—	—	—	X	
2.7	单点系泊装置	X	—	X	O	O	—	
3	**舾装设备**							
3.1	舱口盖	X	—	O	O	O	—	
3.2	液压装置	X	—	O	O	O	—	
3.3	舷窗及风暴盖	X	—	—	O	O	—	
3.4	窗玻璃	O	X	—	—	—	X	随 W 应提供工厂认可证书
3.5	拖钩	X	—	X	O	O	—	
3.6	拖缆绞车	X	—	X	O	O	—	
3.7	艏门、艉门和舷门	X	—	O	O	O	—	
3.8	水密门	X	—	O	O	O	—	
3.9	风雨密门	X	—	O	O	O	—	
3.10	移动式检验通道	O	X	—	X	—	—	随 W 应提供型式认可证书
4	**舵和操舵装置**							
4.1	舵叶	X	—	—	—	—	—	
4.2	舵杆和舵销	X	—	—	—	—	X	
4.3	舵承	X	—	—	—	—	X	
4.4	舵柄	X	—	—	—	—	X	
4.5	舵杆连接螺栓	X	—	—	—	—	X	
4.6	舵机	X	—	X	O	O	—	
4.7	舵角指示器	O	X	—	X	O	—	随 W 应提供型式认可证书
4.8	操舵仪	X	—	—	X	—	—	

序号	产品名称	证件类别		认可模式				备注
		C/E	W	DA	TA-B	TA-A	WA	
4.9	舵机电器控制及报警装置	X	—	—	X	—	—	
5	**泵和管系**							
5.1	阀（I、II 级管系的直径50mm及以上阀，III级管系上直径为300mm及以上的阀；货（原）油阀、安全阀，防浪阀，海底阀、舷外阀、压力真空阀）	X	—	O	X	O	—	
5.2	I 和 II 级管系	X	—	—	—	—	X	
5.3	III 级管系	O	X	—	—	—	X	随 W 应提供工厂认可证书
	除 5.1 以外的阀和附件	O	X	—	X	O	—	随 W 应提供型式认可证书
5.4	泵	X	—	—	X	O	—	
5.5	管子机械接头	O	X	—	X	O	—	随 W 应提供型式认可证书
5.6	空气管关闭装置	O	X	—	X	O	—	随 W 应提供型式认可证书
5.7	液压油缸、液压马达、液压泵	X	—	O	O	O	—	
6	**锅炉与压力容器**							
6.1	锅炉（含热油锅炉）	X	—	—	—	—	X	
6.2	锅炉燃烧装置	—	X	X	O	O	—	
6.3	经济器	X	—	—	X	—	—	
6.4	蒸汽加热、蒸汽发生器（0.35MPa 以上）	X	—	O	X	O	—	
6.5	热油和热水加热装置（推进装置）	X	—	—	X	—	—	
6.6	自动控制和安全装置（压力控制、温度控制、水位控制和安全阀）	X	—	—	O	O	—	
6.7	安全膜片	—	X	—	—	—	X	随 W 应提供工厂认可证书
6.8	安全阀	X	—	—	X	—	—	
6.9	空气瓶（P≥0.7MPa 或 V≥0.25m^3）	X	—	—	—	—	X	
6.10	空气瓶（P＜0.7MPa 且 0.1m^3～0.25m^3）	O	X	—	—	—	X	随 W 应提供工厂认可证书
6.11	压力容器（P≥0.7MPa 或 V≥0.25m^3）	X	—	—	—	—	X	
6.12	压力容器（P＜0.7MPa 且 0.1m^3～0.25m^3）	O	X	—	—	—	X	随 W 应提供工厂认可证书
7	**机械设备**							
7.1	燃气轮机	X	—	—	X	O	—	
7.2	蒸汽轮机	X	—	—	X	O	—	
7.3a	柴油机（批量）	X	—	—	X	O	—	缸径 300mm 以下的柴油机
.1	机架	X	—	—	—	—	X	
.2	曲轴	X	—	—	—	—	X	
.3	气缸套	X	—	—	—	—	X	
.4	热交换器	X	—	—	X	O	—	
.5	连杆	X	—	—	—	—	X	
.6	高压油管	O	X	—	X	—	—	焊接结构需要无损探伤，随 W

序号	产品名称	证件类别		认可模式				备注
		C/E	W	DA	TA-B	TA-A	WA	
								应提供型式认可证书
.7	增压器	X	—	X	O	O	—	
7.3b	柴油机（单台）	X	—	X	O	O	—	缸径 300mm 及以上柴油机
.1	机座	X	—	—	—	—	X	
.2	机架	X	—	—	—	—	X	
.3	防爆门	O	X	O	X	O	—	随 W 应提供型式认可证书
.4	气缸套	X	—	—	—	—	X	
.5	曲轴	X	—	—	—	—	X	
.6	连杆	X	—	—	—	—	X	
.7	十字头	X	—	—	—	—	X	缸径 400mm 以上柴油机
.8	气缸盖	X	—	—	—	—	X	
.9	贯穿螺栓	X	—	—	—	—	X	
.10	连杆上/下螺栓	X	—	—	—	—	X	
.11	主机地脚螺栓	X	—	—	—	—	X	
.12	缸盖螺栓	X	—	—	—	—	X	
.13	空冷器	X	—	—	X	O	—	
.14	高压油管	O	X	—	X	—	—	焊接结构需要无损探伤，随 W 应提供型式认可证书
.15	喷油器	O	X	O	O	O	—	
.16	高压油泵	O	X	O	X	O	—	随 W 应提供型式认可证书
.17	增压器	X	—	X	O	O	—	
.18	油雾浓度探测器	O	X	—	X	—	—	随 W 应提供型式认可证书
.19	活塞	X	—	—	—	—	X	
.20	调速器	O	X	O	X	O	—	随 W 应提供型式认可证书
7.4a	齿轮箱（100kW 及以上）	X	—	O	X	O	—	
7.4b	齿轮箱（100kW 以下）	X	—	O	O	O	—	
7.5	热交换器	X	—	X	O	O	—	
7.6	风机	X	—	X	O	O	—	
7.7	空压机	X	—	X	O	O	—	
7.8	分油机	X	—	X	O	O	—	
7.9	尾管密封装置	O	X	O	X	O	—	随 W 应提供型式认可证书
7.10	燃油供油单元	X	—	—	—	—	—	
8	**电气设备与自动化**							
8.1	发电机组（50kVA 及以上）	X	—	—	O	O	—	
8.2a	发电机（50kVA 及以上）	X	—	—	X	O	—	

序号	产品名称	证件类别		认可模式				备注
		C/E	W	DA	TA-B	TA-A	WA	
8.2b	发电机（50kVA 以下）	O	X	—	X	O	—	随 W 应提供型式认可证书
8.3	应急发电机组（50kVA 及以上）	X	—	—	O	O	—	
8.4	应急配电板	X	—	—	—	—	—	
8.5	主配电板	X	—	—	—	—	—	
8.6	机舱集控台	X	—	—	—	—	—	
8.7	驾驶室或中央控制室集中控制台	X	—	—	—	—	—	
8.8a	变压器（50kVA 及以上）	X	—	O	X	O	—	
8.8b	变压器（50kVA 以下）	O	X	—	X	O	—	随 W 应提供型式认可证书
8.9	蓄电池	O	X	—	X	O	O	随 W 应提供型式认可证书
8.10a	防爆开关和接线盒	O	X	—	X	O	—	随 W 应提供型式认可证书
8.10b	防爆灯具	O	X	—	X	O	—	随 W 应提供型式认可证书
8.11	电力、控制和通讯电缆、电线	X	—	—	—	—	X	
8.12	母线槽	X	—	—	—	—	—	
8.13	电机（50kW 及以上）	X	—	—	X	O	—	特大型电机、特种电机另行考虑
	电机（50kW 以下）	O	X	—	X	—	—	随 W 应提供型式认可证书
8.14	防爆电机	X	—	—	X	O	—	
8.15a	电气控制箱（重要设备配套用）	X	—	—	—	—	—	
8.15b	锅炉控制与报警箱/柜	X	—	—	—	—	—	
8.15c	锚机控制与报警箱/柜	X	—	—	—	—	—	
8.15d	主/辅机（机旁）控制与报警箱/柜	X	—	—	—	—	—	
8.15e	油水分离器控制与报警箱/柜	X	—	—	—	—	—	
8.15f	生活污水处理装置控制与报警箱/柜	X	—	—	—	—	—	
8.16	电源充放电板	X	—	—	—	—	—	
8.17	主机遥控系统（含传感器）	X	—	—	X	O	—	
8.18a	安全系统（含传感器）	O	X	—	X	O	—	随 W 应提供型式认可证书
8.18b	监控报警系统	O	X	—	X	O	—	随 W 应提供型式认可证书
8.19	车钟	O	X	—	X	O	—	随 W 应提供型式认可证书
8.20	液位测量系统（含传感器）	—	X	—	X	O	O	随 W 应提供型式认可证书

序号	产品名称	证件类别		认可模式				备注
		C/E	W	DA	TA-B	TA-A	WA	
8.21	温度监控系统（含传感器）	—	X	—	X	O	O	随 W 应提供型式认可证书
8.22	电工仪表	O	X	—	X	O	—	随 W 应提供型式认可证书
8.23	断路器（主开关）	X	—	—	X	O	—	
	断路器（分路开关）	—	X	—	X	O	—	随 W 应提供型式认可证书
8.24	不间断电源（UPS）	O	X	—	X	O	—	随 W 应提供型式认可证书
8.25	附加应急照明	X	—	—	X	O	—	
8.26	发电机过载保护装置	—	X	—	X	O	—	随 W 应提供型式认可证书
8.27	发电机组自动并车装置	—	X	—	X	O	—	随 W 应提供型式认可证书
8.28	分配电箱	X	—	—	—	—	—	
8.29	隔离开关	—	X	—	X	—	—	随 W 应提供型式认可证书
8.30	舱室进水报警系统（含传感器）	X	—	—	X	O	—	
8.31	接触器	—	X	—	X	O	—	随 W 应提供型式认可证书
8.32	绝缘监测仪	—	X	—	X	O	—	随 W 应提供型式认可证书
8.33	轮机员呼叫系统	X	—	—	X	O	—	
8.34	软启动系统	—	X	—	X	O	—	随 W 应提供型式认可证书
8.35	螺旋桨转速指示器	—	X	—	O	—	—	
8.36	熔断器	O	X	—	X	O	—	随 W 应提供型式认可证书
8.37	照明灯具	—	X	—	X	O	—	随 W 应提供型式认可证书
8.38	组合声光报警灯板（箱）	X	—	—	—	—	—	
8.39	低位照明	—	X	—	X	O	—	随 W 应提供型式认可证书
8.40	主令控制器	X	—	—	—	—	—	
8.41	继电器及其附件	—	X	—	O	O	—	
8.42	固定式可燃气体探测报警系统	X	—	—	X	—	—	
8.43	电源变换装置（充电机等）	X	—	—	X	O	—	
8.44	组合启动监控屏/柜	X	—	—	—	—	—	
8.45	发电机自动启动装置	X	—	—	—	O	—	
8.46	温度变送器	—	X	—	X	O	—	随 W 应提供型式认可证书
8.47	压力变送器	—	X	—	X	O	—	随 W 应提供型式认可证书
8.48	液位变送器	—	X	—	X	O	—	随 W 应提供型式认可证书
8.49	动力定位控制系统	X	—	—	X	O	—	
8.50	变频调速控制装置（VFD）	X	—	X	O	O	X	
9	**轴系和推进器**							

序号	产品名称	证件类别		认可模式				备注
		C/E	W	DA	TA-B	TA-A	WA	
9.1	推力轴	X	—	—	—	—	X	
9.2	中间轴及轴承	X	—	—	—	—	X	
9.3	尾管轴、螺旋桨轴	X	—	—	—	—	X	
9.4	尾管	X	—	—	—	—	X	
9.5	尾管轴承	X	—	—	—	—	X	
9.6	螺旋桨	X	—	—	—	—	X	
9.7	Z 型推进装置；喷水推进器	X	—	O	O	O	—	
9.8a	非弹性联轴节	X	—	—	—	—	—	
9.8b	弹性联轴节	X	—	X	O	O	—	
9.9	轴系连接螺栓	X	—	—	—	—	X	
9.10	其他推进器	X	—	—	O	O	—	
9.11	可调桨装置	X	—	X	O	O	—	
10	**焊接材料**							
10.1	焊条	O	X	—	—	—	X	随 W 应提供工厂认可证书
10.2	焊丝	O	X	—	—	—	X	随 W 应提供工厂认可证书
10.3	焊剂	O	X	—	—	—	X	随 W 应提供工厂认可证书
11	**防腐设施**							
11.1	涂料	O	X	—	—	—	X	随 W 应提供工厂认可证书
11.2	防污底漆	O	X	—	—	—	X	随 W 应提供工厂认可证书
11.3	车间底漆	O	X	—	—	—	X	随 W 应提供工厂认可证书
11.4	阳极屏蔽涂料	O	X	—	—	—	X	随 W 应提供工厂认可证书
11.5	阴极保护装置（外加电流发生器）	X	—	X	O	O	—	
11.6	牺牲阳极	X	—	—	—	—	—	
12	**非金属材料**							
12.1	纤维增强塑料用树脂和纤维	O	X	—	—	—	X	随 W 应提供工厂认可证书
12.2	塑料管	O	X	—	—	—	X	随 W 应提供工厂认可证书
12.3	树脂	O	X	—	—	—	X	随 W 应提供工厂认可证书
12.4	橡胶	O	X	—	—	—	X	随 W 应提供工厂认可证书
12.5	合成（轴承）材料	O	X	—	—	—	X	随 W 应提供工厂认可证书
13	**其他**							
13.1	转塔装置	X	—	O	O	O	—	
13.2	浮式装置外输软管	O	X	—	X	O	—	随 W 应提供型式认可证书
13.3	原油外输装置	X	—	O	O	O	—	
13.4	装载仪（适用时）	—	X	X	O	—	—	

序号	产品名称	证件类别		认可模式				备注
		C/E	W	DA	TA-B	TA-A	WA	
13.5	防油飞溅保护带	X	—	—	O	O	—	
13.6	火星熄灭器	X	—	—	X	O	—	
13.7	挠性软管组件	X	—	—	X	O	—	
13.8	弹性减震器	X	—	—	X	O	—	

符号说明：

1）C 号船用产品证书；E 用等效证明文件；W 效制造厂证明；X 造适用；O 用可选。

2）DA。设计认可；TA-B；型式认可 B；TA-A；型式认可 A；WA 认工厂认可。

3）对于零部件的工厂认可系指对其毛坯制造者的认可。

附录 2 浮式装置法定产品持证要求一览表

序号	产品名称	证件类别		认可模式				备注
		C/E	W	DA	TA-B	TA-A	WA	
1	**防火材料和设备***							
1.1	耐火材料	X	—	—	—	—	X	
1.2	防火门或窗	X	—	—	X	—	—	
1.3	挡火闸或挡火条	X	—	—	X	—	—	
1.4	甲板敷料	O	X	—	—	—	X	随 W 应提供工厂认可证书
1.5	甲板或舱壁的贯穿件	O	X	—	X	—	—	随 W 应提供型式认可证书
1.6	低播焰性材料	O	X	—	—	—	X	随 W 应提供工厂认可证书
1.7	电缆密封填料	O	X	—	X	—	—	随 W 应提供型式认可证书
1.8	A 级甲板分隔	O	X	—	X	O	—	随 W 应提供型式认可证书
1.9	A 级舱壁分隔	O	X	—	X	O	—	随 W 应提供型式认可证书
1.10	B 级舱壁分隔	X	—	—	X	O	-	
1.11	B 级天花板分隔	X	—	—	X	O	—	
2	**灭火系统和设备***							
2.1	固定式灭火系统	X	—	O	X	O	—	
2.2	灭火剂（泡沫）	O	X	—	—	—	X	随 W 应提供工厂认可证书
2.3	灭火器（泡沫、干粉和气体及其他灭火器）	X	—	—	X	O	—	
2.4	消防水带（包括泡沫和干粉软管）	O	X	—	X	O	—	随 W 应提供型式认可证书
2.5	消防水枪、消防水炮、泡沫枪、泡沫炮、干粉枪和干粉炮	X	—	—	X	O	—	
2.6	消防员装备	—	—		—	—		提供组件证书
.1	呼吸器	X	—	—	X	O	—	
.2	防护服	X	—	—	X	O	—	
.3	耐火救生绳	O	X	—	X	O	—	随 W 应提供型式认可证书
2.7	紧急逃生呼吸装置	X	—	—	X	O	—	
2.8	水雾喷嘴（包括开式和闭式喷嘴）	O	X	—	X	O	—	随 W 应提供型式认可证书
2.9	固定式局部水基灭火装置	X	—	—	X	O	—	
2.10	手提式泡沫枪装置	X	—	—	X	O	—	
2.11	消防泵、应急消防泵	X	—	—	X	O	—	
2.12	惰性气体装置	X	—	—	X	—	—	
.1	惰性气体发生器	X	—	—	X	—	—	

序号	产品名称	证件类别		认可模式				备注
		C/E	W	DA	TA-B	TA-A	WA	
.2	鼓风机	X	—	X	O	O	—	
2.13	高速透气阀	X	—	—	X	O	—	
2.14	阻火焰装置	X	—	—	X	O	—	
2.15	隔舱传动装置（贯穿件）	X	—	—	X	O	—	
3	**火气探测器和报警系统***							
3.1	火灾探测器	O	X	—	X	O	—	随 W 应提供型式认可证书
3.2	可燃气体和硫化氢气体探测器	—	X	—	X	O	—	随 W 应提供型式认可证书
3.3	探火和失火报警装置	X	—	—	X	O	—	
3.4	可燃气体和硫化氢气体报警装置	X	—	—	X	O	—	
3.5	脱险通道灯光标志	O	X	—	X	O	—	随 W 应提供型式认可证书
3.6	灭火剂施放报警系统	X	—	X	—	O	—	
3.7	便携式可燃气体探测器	—	X	—	—	—	—	
4	**救生设备和装置**							
4.1	救生艇	X	—	—	X	O	—	
4.2	救助艇（包括高速救助艇）	X	—	—	X	O	—	
4.3	救生筏（包括刚性和气胀式救生筏）	X	—	—	X	O	—	
4.4	降落装置（包括降落架、绞车、滑轮、脱钩装置和吊艇索）	X	—	—	X	O	—	
4.5	自由漂浮设备	X	—	—	X	O	—	
4.6	救生服、抗暴露服	X	—	—	X	O	—	
4.7	救生衣	X	—	—	X	O	—	
4.8	救生圈	X	—	—	X	O	—	
4.9	自亮浮灯（包括救生衣、救生圈）	X	—	—	X	O	—	
4.10	保温用具	—	X	—	X	O	—	随 W 应提供型式认可证书
4.11	烟火信号	X	—	—	X	O	—	
4.12	抛绳设备	X	—	—	X	O	—	
4.13	海上撤离系统	X	—	—	X	O	—	
4.14	登乘梯	X	—	—	—	—	—	
5	**环保设备和材料**							
5.1	15ppm 舱底水油水分离装置	X	—	—	X	O	—	
5.2	15ppm 舱底水报警装置	X	—	—	X	O	—	
5.3	油水界面探测仪	X	—	—	X	O	—	
5.4	排油监控系统，包括分油计	X	—	—	X	O	—	
5.5	原油洗舱机	X	—	—	X	O	—	
5.6	生活污水处理装置	X	—	—	X	O	—	
5.7	粉碎装置和消毒装置	X	—	—	X	O	—	
5.8	焚烧炉	X	—	—	X	O	—	

序号	产品名称	证件类别		认可模式				备注
		C/E	W	DA	TA-B	TA-A	WA	
5.9	排放后处理装置、记录装置	X	—	—	X	O	—	
5.10	130kW 以上柴油机 NO_X 排放	X	—	—	X	—	—	EIAPP 证书
6	**通导、信号设备**							
6.1	双向甚高频(VHF）无线电话设备	X	—	—	X	O	—	
6.2	搜救定位装置（SART 等）	X	—	—	X	O	—	
6.3	公共广播系统	X	—	—	—	—	—	
6.4	奈伏泰斯（NAVTEX）接收机	X	—	—	X	O	—	
6.5	国际海事卫星船舶—地面接收站	X	—	—	X	O	—	
6.6	应急无线电示位标（EPIRB）	X	—	—	X	O	—	
6.7	中/高频（MF/HF）无线电装置	X	—	—	X	O	—	
6.8	全球定位系统（GPS）	X	—	—	X	O	—	
6.9	航行灯和信号灯	O	X	—	X	O	—	随 W 应提供型式认可证书
6.9a	航行灯控制板	X	—	—	X	O	—	
6.10	发出音响信号设备	O	X	—	X	O	—	随 W 应提供型式认可证书
6.10a	号笛	X	—	—	X	O	—	
6.10b	号笛控制板	X	—	—	X	O	—	
6.11	甚高频（VHF）无线电装置	X	—	—	X	O	—	
6.12	磁罗经（包括方位仪）	X	—	—	X	O	—	
6.13	电罗经（包括方位和航行分罗经）	X	—	—	X	O	—	
6.14	雷达（包括自动标绘和自动跟踪）	X	—	—	X	O	—	
6.15	航速测量仪和计程仪	X	—	—	X	O	—	
6.16	声响接收系统	X	—	—	X	O	—	
6.17	白昼信号灯	X	—	—	X	O	—	
6.18	测深仪	X	—	—	X	O	—	
6.19	自动识别系统（AIS）	X	—	—	X	O	—	
6.20	推进器转速和方向（工作模式）指示器	O	X	—	O	—	—	
6.21	声力电话	X	—	—	X	O	—	
6.22	电子海图显示与信息系统（ECDIS）	X	—	—	X	O	—	
6.23	回转速率指示仪	—	X	—	X	O	—	随 W 应提供型式认可证书
6.24	航行数据记录仪（VDR）	X	—	—	X	O	—	
6.25	综合驾驶台系统（IBS）	—	X	—	X	—	—	随 W 应提供型式认可证书
6.26	综合航行系统（INS）	—	X	—	X	—	—	随 W 应提供型式认可证书
6.27	浮式装置保安报警系统	X	—	—	X	—	—	
6.28	通用紧急报警系统	X	—	—	X	—	—	
6.29	航行控制系统（含操舵仪、自动舵）	X	—	—	X	—	—	

序号	产品名称	证件类别		认可模式				备注
		C/E	W	DA	TA-B	TA-A	WA	
6.30	VHF 专用电话（浮式装置与飞机通信）	X	—	—	X	—	—	
6.31	远程识别与跟踪系统	X	—	—	X	—	—	
6.32	航海船钟（航海子母钟）	X	—	—	X	—	—	
6.33	引航员登离浮式装置装置	X	—	—	—	—	—	
6.34	桥楼航行值班报警系统 BNWAS	X	—	—	X	O	—	
6.35	夜视仪	O	X	—	X	O	—	随 W 应提供型式认可证书
6.36	助航标识灯	X	—	—	X	O	—	
6.37	直升机甲板边界灯	X	—	—	X	O	—	
6.38	直升机甲板照明灯	X	—	—	X	O	—	
6.39	航空障碍灯	X	—	—	X	O	—	
7	**拖曳设备***							
7.1	拖力眼板/拖桩	X	—	X	O	—	—	
7.2	龙须缆/链	X	—	—	—	—	X	
7.3	三角板	X	—	—	—	—	X	
7.4	短缆	X	—	—	—	—	X	
7.5	连接卸扣	X	—	—	—	—	X	
7.6	导缆器	X	—	O	O	O	—	
7.7	拖缆回收装置	O	X	O	O	O	—	
7.8	回收缆	O	X	—	—	—	X	随 W 应提供工厂认可证书
7.9	应急拖带装置	X	—	X	O	O	—	
8	**其他**							
8.1	系固设备	X	—	—	X	O	—	
8.2	深油烹饪设备	X	—	—	X	O	—	
8.3	吊篮	O	X	—	X	O	—	随 W 应提供型式认可证书
8.4	快速解脱装置	X	—	—	—	—	X	
8.5	系缆张力测量装置	X	—	—	—	—	X	
8.6	距离测量装置	X	—	—	—	—	X	

注释：*系指该类产品也是本规范要求的入级产品，还应满足相关的入级要求。

符号说明：

1）C 号船用产品证书；E 用等效证明文件；W 效制造厂证明；X 造适用；O 用可选。

2）DA 设计认可；TA-B；型式认可 B；TA-A；型式认可 A；WA 认工厂认可。

附录 3 起重设备产品持证与检验要求一览表

序号	产品名称	证件类别	认可模式	备注

		C/E	W	DA	TA-B	TA-A	WA	
1	**起重设备**							
1.1	起重机	X	—	O	O	O	—	
1.2	吊杆	X	—	O	O	O	—	
1.3	绞车（包括起货绞车、千斤绞车和旋转绞车）	X	—	O	O	O	—	
1.4	索具	X	—	—	—	—	X	
1.5	活动零部件（包括滑车和卸扣）	X	—	—	—	—	X	

符号说明：

1）C 号船用产品证书；E 用等效证明文件；W 效制造厂证明；X 造适用；O 用可选；

2）DA—设计认可；TA-B—型式认可 B；TA-A—型式认可 A；WA—工厂认可。

第4章 建造中检验

第1节 一般规定

4.1.1 申请

4.1.1.1 申请CCS进行建造检验的浮式装置，在建造前，申请方应向CCS总部或其当地机构提交浮式装置建造检验的书面申请。

4.1.2 建造厂评估

4.1.2.1 对于首次申请建造CCS级浮式装置的建造厂或首次建造CCS级新型浮式装置的建造厂，验船师应对建造厂的生产能力，包括生产场所、设施及建造厂的质量保证体系、施工人员的总体资质、分包方等各方面以及对即将建造浮式装置的适用性和有效性进行评估。

4.1.3 开工前检查

4.1.3.1 开工前，验船师应对建造厂开工建造及其检验的有关准备情况进行检查和确认，如：建造浮式装置的准备工作计划、施工/焊接工艺、焊工/无损检测人员资质、船用产品持证要求清单、焊接规格表、无损检测图、密性试验图、检验/试验项目表、有关材料（钢板、焊接材料等）、建造公差标准、分包方情况（适用时）以及开工前必需的图纸文件等技术资料等等。对于个别不影响开工的项目，验船师可酌情在相应建造阶段之前予以检查和确认。

4.1.4 其他试验/检验文件的核查

4.1.4.1 验船师应对建造厂提供的，为即将建造浮式装置的准备工作和相关资料，诸如机械、设备和系统安装工艺（轴系合理校中除外）文件、倾斜试验、系泊试验和航行试验大纲等现场试验、工艺文件进行审查或确认。

4.1.4.2 验船师应确认诸如为安全系统进行测量和试验的设备持有有效的证书，设备使用人员、以及其服务结果作为检验依据的公司人员，持有有效的公认的资质证书或CCS认可的或接受的资质证书。

第2节 检验与试验

4.2.1 一般要求

4.2.1.1 验船师应按批准的图纸资料（含审图意见）进行检验，对建造厂采取的措施进行落实确认；对建造厂落实审批图纸及其审图意见的不同意见，应及时向审图部门反馈。

4.2.1.2 建造厂应按规范要求，结合本篇第3章附录1～附录3及CCS《海上油气处理规范》的相关规定，编制拟建浮式装置有关的产品持证清单，提交浮式装置现场验船师确认。

4.2.1.3 2011年1月1日起，所有浮式装置不应新安装含石棉的材料。

4.2.2 检验和试验项目

4.2.2.1 主体/船体结构检验和试验项目[①]：

（1）验船师应确认规范所要求的浮式装置结构材料（金属材料、铸件、锻件、焊接材料和非金属材料等）、锚泊、系泊设备和系统等，持有规范所要求的产品证书或证件；

（2）验船师应检查浮式装置结构和设备，其材料、尺寸、制造、布置和安装等各方面与批准的图纸、图表、说明书、计算书和其他技术文件相符，且工艺等各方面均应令验船师满意；

（3）验船师发现任何不符合批准图纸、图表、说明书、计算书的构件尺寸、材料或不良材料、施工、布置、工艺、装置和设备应予纠正；

（4）验船师对浮式装置建造检验应是对主要阶段控制检验，构件尺寸检查和焊接质量检查，大合拢以及重要结构焊接规格检查；

（5）对舱室结构进行检查，确认浮式装置主体结构的完整性；

（6）对舱室的舱壁，包括横向舱壁和纵向舱壁进行结构试验，或渗漏试验，或冲水试验，或其他替代试验；

（7）舱口和开口及其关闭装置的检查和试验，包括遥控装置动作试验；

（8）对模块、火炬塔、直升机甲板结构进行检查（适用时）；

（9）对模块、火炬塔、直升机甲板、起重机、系泊定位、外输和拖带等重要结构/设备的支撑结构进行检查（适用时）；

（10）防火、灭火和探火布置及其安装后的检查和试验；

（11）舵装置、锚泊和系泊设备安装后的检查和试验，其中主操舵装置和舵杆、辅助操舵装置的试验应分别满足CCS《钢质海船入级规范》第3篇13.1.5.2和13.1.5.3条要求；

（12）确认舵杆中心线、推进机械的轴系中心线；

（14）确认浮式装置主尺度、载重线标志、水尺及浮式装置的其他标志；

（15）参加倾斜试验，包括试验前浮式装置状况检查和试验后的评估，确认浮式装置的空船重量及重心；

（16）对附加标志项目的检查和试验，包括确认规范要求的材料、设备、装置和系统等符合批准图纸、计算书和其他技术文件，且持有规范要求的证书，且工艺等各方面均令人满意；

（17）参加系泊试验和航行试验；

（18）CCS认为需要检查和试验的项目。

4.2.2.2 通用机械检验和试验项目：

（1）验船师应确认规范所要求的机械、设备、装置和系统等，持有规范要求的产品证书或证件；

（2）验船师应检查机械、设备、装置和系统的布置、安装和工艺等各方面符合批准的图纸、图表、说明书、计算书和其他技术文件；

（3）验船师应参加管路的制造、安装检查和试验；包括车间的强度试验和装浮式装置后的密性试验；

（4）对诸如燃油、滑油、冷却、加热、舱底、压载、消防、通风、测量、透气、原油、

① 对船式浮式装置船舶区域船体结构部分的检验可参照CCS《钢质海船入级规范》第1篇第4章附录1“新建船舶的船体检验”执行。

扫舱、惰性气体、外输系统等泵系、管系的安装后效用试验；

（5）对机械、设备、装置和系统，诸如主机、推进轴系、螺旋桨、齿轮箱、发电机组、锅炉、压力容器、舵机、锚机、空压机、热交换器、海底阀、舷旁排出阀等安装后的检查和效用试验；

（6）对主机、辅机及其他辅助机械、装置的控制系统或遥控系统安装后的检查和效用试验；

（7）对遥控关闭装置，诸如燃油柜应急关闭装置、通风系统及开口关闭等安装后的检查及效用试验；

（8）对附加标志要求的设备、装置和系统安装后的检查和效用试验；

（9）参加系泊试验和航行试验；

（10）检查消防泵和消防总管的布置，核查每台消防泵（包括应急消防泵）单独操作，确保在浮式装置任何部位的消防总管有所需的压力；

（11）检查固定式灭火系统，机器处所和锅炉处所的特别布置，机械通风和抽风机，以及遥控停止装置操纵；

（12）CCS 认为需要检查和试验的项目。

4.2.2.3 电气检验和试验项目：

（1）验船师应确认规范所要求的电气设备、系统等，及持有规范要求的产品证书或证件；

（2）验船师应检查电气设备，诸如发电机、电动机、电缆，主配电板和应急配电板的布置、安装和工艺等各方面，符合批准的图纸、图表、说明书、计算书和其他技术文件；

（3）对电气设备，诸如发电机、电动机、电缆，主配电板和应急配电板等的安装后检查和试验；

（4）对操舵系统包括应急操舵系统的检查和试验；

（5）对浮式装置内通信系统和浮式装置警报系统的检查和试验；

（6）对应急电源包括临时应急电源的检查和试验；

（7）对附加标志要求的设备、装置和系统安装后的检查和试验，诸如机械自动控制系统和遥控系统—主机、辅机、其他辅助机械和锅炉的控制、安全系统和报警系统以及动力定位系统等的检查、故障模式与影响分析试验和效用试验；

（8）可移动设备的接地方法和检查,铝质结构的接地检查；

（9）参加系泊试验和航行试验；

（10）CCS 认为需要检查和试验的项目。

4.2.2.4 油、气、水处理检验和试验项目：

应按照 CCS《海上油气处理规范》的相关规定进行检验和试验。

4.2.2.5 防火防爆检验和试验项目：

（1）浮式装置的总布置及危险区与设计图纸符合性检查；

（2）验船师应确认规范所要求的结构防火材料、防火防爆设备、系统等持有规范要求的产品证书或证件；

（3）逃生通道和脱险路线的检查；

（4）通风系统布置和技术要求以及挡火闸的检查；

（5）耐火分隔检查，包括防火墙、防火甲板的耐火完整性和隔热性检查；

（6）防火控制图及其张贴的检查；

（7）灭火控制室的布置及通风检查；

（8）固定灭火系统的检查及试验；

（9）消防器材、消防员装备、应急逃生呼吸器的检查；

（10）火警探测和报警系统的检查和试验；

（11）可燃气体和有毒气体探测报警系统的检查和试验；

（12）对危险区域内防爆设备安装后的检查和试验；

（13）应急关断系统的检查和试验；

（14）惰性气体系统检查和试验；

（15）CCS 认为需要检查和试验的项目。

4.2.2.6 附加标志的检验和试验项目（适用时）

应按照本篇表 2.3.2.5 中所列适用规范、导则或指南的相关要求进行检查和试验。

4.2.3 试验要求

4.2.3.1 舱室密性试验按本章第 3 节的有关规定。

4.2.3.2 机械设备、锅炉、压力容器和管系安装后，应进行密性试验，试验压力按本规范第 5 篇的相关要求，试验时间一般不少于 3 至 5min。

4.2.3.3 倾斜试验：

（1）所有浮式装置建造完成后应进行倾斜试验，以确定其稳性要素，以便提供给作业方能在浮式装置各种营运状态下迅速而又简便的方法获得浮式装置有关稳性。倾斜试验的条件、要求和结果的评定，应符合本规范第 3 篇第 2 章第 1 节的要求或主管机关的要求。

4.2.3.4 系泊试验和航行试验按批准的试验大纲进行。

第 3 节 舱室密性试验

4.3.1 一般要求

4.3.1.1 本节规定适用于下列舱室和结构：

（1）重力液舱 ①；

（2）水密或风雨密结构。

4.3.1.2 本节要求的各种试验的目的，是为了证实在建浮式装置和重大改装或修理 ②浮式装置的液舱和水密边界的水密完整性、液舱结构的合适性以及浮式装置结构/艏装件的风雨密完整性。

4.3.1.3 未列入表 4.3.4.1 的结构试验将予以特殊考虑。

4.3.2 定义

4.3.2.1 本节有关定义如下：

（1）结构试验：系指用于证明液舱结构的合适性所进行的静水压试验或静水压气动试验。

（2）渗漏试验：系指为证实边界密性的试验。除非特别指明，否则，该试验可以是静水压试验/静水压气动试验、空气试验或冲水试验。

（3）静水压试验（渗漏试验和结构试验）：系指用液体充装指定处所并到达指定压头的试验。

（4）静水压气动试验（渗漏试验和结构试验）：系指在处所充装部分液体并在液体表面施加气压的试验。

（5）冲水试验（渗漏试验）：系指通过水喷射来验证接缝密性的试验。

（6）空气试验（渗漏试验）：系指通过空气压力差和渗漏探测方法来验证密性的试验，包括液舱空气试验和接缝空气试验，诸如压缩空气试验和抽真空试验。

（7）压缩空气填角焊试验（渗漏试验）：系指应用于填角焊的带有渗漏指示方法的 T 型接头填角焊空气试验。

（8）抽真空试验（渗漏试验）：系指将一个盒子置于接缝之上并通过在盒内创建真空以发现任何泄漏的带有渗漏指示方法且应用于填角焊或对接焊的试验方法。

（9）超声波试验（渗漏试验）：系指通过超声波来证实接缝密性的试验方法。

（10）渗透试验（渗漏试验）：系指通过低表面张力液体的应用来证实舱室边界不存在连续渗漏的试验方法，仅适用于全焊透角焊或对接焊。

4.3.3 试验方法

4.3.3.1 一般要求：

① 重力液舱系指蒸气压力不大于 70 kPa 的液舱。

② 重大修理系指影响结构完整性的修理。

舱室密性试验应在验船师在场情况下，所有门、窗、盖等和所有贯穿件包括管子连接件的安装接近完工阶段，且任何天花板安装、水泥工作应用于接缝之前进行。具体试验要求见4.3.4 和表 4.3.4.1。涂层应用的时间和通往接缝的安全通道规定见 4.3.5、4.3.6 和表 4.3.4.2。

4.3.3.2 结构试验方法：

（1）试验类型和试验时间：

① 结构试验的详细规定见表 4.3.4.1。结构试验可为按 4.3.4.1 的静水压试验，如因实际条件限制（如船坞强度、液体密度等）无法实施静水压试验，则按 4.3.4.2 的静水压气动试验可作为等效方法予以接受。

② 如果渗漏试验结果令人满意，则证实结构设计合适性的结构试验可在浮式装置处于漂浮状态下进行。

（2）结构试验的数量：

① 每座浮式装置相同结构（即由现场验船师确定的具有相同结构设计和构造、相同建造工艺的液舱）的至少一个舱应进行结构试验，所有剩余的其他舱应进行空气试验。

然而，如果液舱的结构合适性已经表 4.3.4.1 要求的结构试验予以证实，则同系列其他浮式装置（即在同一船厂建造的姊妹浮式装置）的与试验舱室具有相同结构的其他舱室可免除该种结构试验，但所有免除舱室的所有边界的水密性应由渗漏试验和彻底检查予以证实。对系列浮式装置中最后一座浮式装置建造完工数年后的姊妹浮式装置，上述免除需要重新考虑。任何情况下，每座浮式装置的至少一个液舱应进行结构试验以证实结构建造的合适性。

② 非液舱处所（锚链舱除外）的水密边界可免除结构试验，但免除处所所有边界的水密性应由渗漏试验和彻底检查予以证实。

③ 首个液舱结构试验完成后，如有必要，剩余的其他液舱也可能需要进行结构试验。

④ 进行结构试验的液舱应予以选择，以使所有代表性结构件均能进行预期的拉伸和压缩试验。

4.3.3.3 渗漏试验方法：

（1）对表 4.3.4.1 规定的渗漏试验，可接受按 4.3.4.3~4.3.4.6 的冲水试验、液舱空气试验、压缩空气填角焊试验、抽真空试验，或其组合。静水压试验或静水压气动试验也可接受作为渗漏试验，但应满足 4.3.5 和 4.3.6 的要求。对表 4.3.4.1 中标注了注 3 的，也可接受冲水试验。

（2）接缝空气试验可在分段建造阶段进行，但所有可能影响接缝密性的工作应在试验之前均已完成。另见 4.3.5.1（最终涂层应用）、4.3.6（通往接缝的安全通道）和表 4.3.4.2。

4.3.4 试验要求

4.3.4.1 静水压试验

（1）除非批准使用其他液体，否则静水压试验应使用淡水或海水（视何者适合试验处所），试验压头的规定见表 4.3.4.1。

（2）对使用淡水或海水进行试验的高密度液货舱的试验压头应予以特殊考虑。

4.3.4.2 静水压气动试验

（1）认可的静水压气动试验是批准的液体压头和空气压力的组合试验，该试验应尽实际可能模拟实际载荷。4.3.4.4 中液舱空气试验的要求和建议也适用于静水压气动试验。

4.3.4.3 冲水试验

（1）在进行冲水试验的过程中，冲水软管喷嘴处的最小压力应至少等于 $2\cdot10^5$Pa，喷嘴直径应不小于 12mm，距接头的最大距离应不大于 1.5m。

（2）如由于冲水试验可能造成机械、电气设备绝缘或舾装件的损坏而不可行，则可用对焊缝的细致目视检查予以替代，且在认为必要时，还应由类似于着色渗透试验或超声波测漏试验或等效试验加以支持。

4.3.4.4 液舱空气试验

（1）所有边界焊缝、安装接头和贯穿件包括管子连接件应根据批准的程序以大气压力以上不小于 $0.15\cdot10^5$Pa 的压力差进行检查，检查时应有渗漏指示方法。

（2）建议液舱内的气压升至 $0.20\cdot10^5$Pa，并在此水平上保持一个小时以达到稳定状态，同时在气压降到试验压力之前，液舱附近应至少留有一人。

（3）应设置一装水至相应试验压力高度的 U 型管。U 型管的横剖面应大于供气管的横

剖面。除U型管外，允许使用一个主压力表或其他经认可的方法来验证压力。

4.3.4.5 压缩空气填角焊试验

在这项空气试验中，压缩空气由填角焊接头的一端充入，在另一侧通过压力表来验证接头的另一端压力。压力表的布置应能使测试部位的所有焊缝的每一端能至少以 $0.15\cdot10^5$Pa 的空气压力来验证。

备注：当部分焊透焊缝要求渗漏试验且焊缝的根部面足够大（即6~8mm）时，可按填角焊同样的方法来运用压缩空气试验。

4.3.4.6 抽真空试验

该试验是将一个盒子（真空度测试仪）连同空气接头、压力表、检测窗口和渗漏指示器等一起放置在焊缝接头上使用。盒子内的空气由一个抽气泵移除，从而在盒内创建 $0.20\cdot10^5$~$0.26\cdot10^5$Pa 的真空。

4.3.4.7 超声波试验

该试验的布置是将一个超声波回声发射器置于舱室内，同时在舱室外放置一个接收器。接收器探测到声音的位置显示舱室该处接缝有渗漏。

4.3.4.8 渗透试验

通过在舱室的一面应用低表面张力液体来试验对接焊缝。若边界的另一面在限定的时间内没有探测到液体，则表明舱室边界没有渗漏。

4.3.4.9 其他试验

CCS可考虑接受其他的试验方法，但申请方在试验开始之前应提交试验的详细情况。

4.3.5 涂层应用

4.3.5.1 最终涂层：

（1）对自动焊的对接焊缝，最终涂层可在处所边界焊缝渗漏试验完成之前的任何时候进行。

（2）对所有其他接缝，最终涂层应在接缝渗漏试验完成之后施涂。另见表4.3.4.2。

（3）验船师可在自动对接焊缝施涂最终涂层之前要求进行渗漏试验。

4.3.5.2 临时涂层：

（1）任何可能隐藏缺陷或渗漏的临时涂层应按最终涂层规定的时间予以施涂。该要求不适用于车间底漆。

4.3.6 通往接缝的安全通道

对渗漏试验，应提供检查所有接缝的安全通道。另见表4.3.4.2。

液舱和边界的试验要求 **表4.3.4.1**

序号	试验的液舱和边界	试验类型	试验压头或压力	备注
1	双层底液舱	渗漏和结构试验[*1]	取下列较大者： 至溢流管顶部 至液舱最高点以上2.4m[*2]，或 至舱壁甲板	
2	双层底空舱	参见海上人命安全公约第II-1章第11条[*5,7]		
3	两舷侧液舱	渗漏和结构试验[*1]	取下列较大者： 至溢流管顶部 至液舱最高点以上2.4m[*2]，或 至舱壁甲板	
4	两舷侧空舱	参见海上人命安全公约第II-1章第11条[*5,7]		
5	除本表其他地方所列以外的深舱	渗漏和结构试验[*1]	取下列较大者： 至溢流管顶部，或 至液舱最高点以上2.4m[*2]	
6	货油舱	渗漏和结构试验[*1]	取下列较大者： 至溢流管顶部	

			至液舱最高点以上 2.4m[*2]，或至液舱顶[*2]加安全阀的设定压力	
7	首、尾尖舱	渗漏和结构试验[*1]	取下列较大者： 至溢流管顶部，或 至液舱最高点以上 2.4m[*2]	艉尖舱应在尾轴管安装后进行试验
8	a.艏尖舱作空舱	参见海上人命安全公约第II-1 章第 11 条[*5,7]		
	b.艉尖舱作空舱	渗漏试验	见 4.3.4.4～4.3.4.6（如适用）	艉尖舱应在尾轴管安装后进行试验
9	隔离舱	渗漏试验	见 4.3.4.4～4.3.4.6（如适用）	
10	a.水密舱壁	渗漏试验	见 4.3.4.3～4.3.4.6(如适用)[*5]	
	b.上层建筑端部舱壁	渗漏试验	见 4.3.4.3～4.3.4.6（如适用）	
11	干舷或舱壁甲板以下水密门	渗漏试验[*4,6]	见 4.3.4.3～4.3.4.6（如适用）	
12	双板舵叶	渗漏试验	见 4.3.4.4～4.3.4.6（如适用）	
13	深舱区域以外的轴隧	渗漏试验[*3]	见 4.3.4.3～4.3.4.6（如适用）	
14	风雨密舱口盖及其关闭装置	渗漏试验[*3,6]	见 4.3.4.3～4.3.4.6（如适用）	通过帆布和压条来密封舱口盖的除外
15	锚链舱	渗漏和结构试验	锚链管顶	
16	独立液舱	渗漏和结构试验[*1]	取下列较大者： 至溢流管顶部，或 至液舱最高点以上 0.9m	
17	压载管道	渗漏和结构试验[*1]	取下列较大者： 至压载泵的最大压力，或 至安全阀的设定压力	

注：

*1 在征得 CCS 同意的前提下，每座浮式装置相同结构（即设计和建造工艺均相同的结构）的至少一个舱应进行结构试验，所有剩余的其他舱应进行空气试验。然而，如果液舱的结构合适性已经结构试验予以证实，则同系列其他浮式装置（即在同一船厂建造的姊妹浮式装置）的与试验舱室具有相同结构的其他舱室可免除该种结构试验，但所有免除舱室的所有边界的水密性应由渗漏试验和彻底检查予以证实。任何情况下，每座的至少一个液舱应进行结构试验以证实结构建造的合适性。（见 4.3.3.2（1））

*2 液舱顶系指除任何舱口以外的形成液舱顶部的甲板。

*3 可接受冲水试验作为试验方法，见 4.3.2.1。

*4 当水密门的水密性未经原型试验证实，应对水密处所进行灌水试验。

*5 当冲水试验不切实际时，可接受 4.3.4.4～4.3.4.9 所列的试验方法且细致目视检查，该种试验方法的充分性应得到证实。

*6 作为冲水试验的替代，可接受 4.3.4.7～4.3.4.9 所列的试验方法，该种试验方法的充分性应得到证实。

*7 若征得 CCS 的同意，如果舱室或液舱的所有边界的水密性均通过适当的试验确认，且边界的结构强度得到保证，结构试验可不做。

不同焊接接头类型的安全通道、涂层、渗漏试验的应用等规定 表 4.3.4.2

焊接接头类型		渗漏试验	涂层*[1]		安全通道*[2]	
			渗漏试验前	渗漏试验后和结构试验前	渗漏试验	结构试验
对接焊	自动	不要求	允许	不适用	不要求	不要求
	手工或半自动	要求	不允许	允许	要求	不要求
填角焊	边界包括贯穿件	要求	不允许	允许	要求	不要求

注：

*1 涂层系指内部（液舱/货舱涂层），以及适用时，外部（外板/甲板）油漆，非指车间底漆；

*2 为证实渗漏试验的临时通道设施。

第 4 节 结构焊缝的无损检测

4.4.1 一般要求

4.4.1.1 浮式装置结构的无损检测应根据不同部位，选用射线、超声波、磁粉或渗透的检测方法，如选用其他方法应经 CCS 同意。

4.4.1.2 本节规定适用于钢、铝和铜等材料及其合金所组成的焊缝、铸件和锻件的无损检测，其他金属材料的无损检测应经 CCS 同意。

4.4.2 检测类别

4.4.2.1 焊缝的检测类别应基于接头的失效后果和接头的复杂程度等因素加以确定，通常可根据构件的分类来确定，见表 4.4.2.1。

检测类别规定 **表 4.4.2.1**

检测类别	结构分类
Ⅰ	特殊
Ⅱ	主要
Ⅲ	次要

4.4.2.2 不同结构分类构件连接焊缝的检测类别应按照相连构件中较高结构分类确定。但对扶强板（除另有规定外），扶强材及桁材与板之间的焊缝可仍按照检测类别Ⅲ进行检测。

4.4.2.3 主要和次要结构分类中的疲劳关键结点应按照检测类别Ⅰ进行检查。

4.4.2.4 营运中检验中不可达疲劳关键区域内的焊缝应按检测类别Ⅰ进行检查。

4.4.3 检测时间

4.4.3.1 无损检测应在所有焊后或焊后热处理结束且构件温度冷却到环境温度后方可进行。4.4.3.2 ～ 4.4.3.4 中的延时计时应从构件温度冷却到环境温度后开始。

4.4.3.2 对于屈服强度小于 420 N/mm^2 的高强度钢应在焊后或热处理结束 24 小时后进行检测，普通强度钢母材厚度小于 100mm 时，可不考虑延时检测。

4.4.3.3 对于屈服强度大于或等于 420N/mm^2 的淬火回火钢，焊缝的无损检测一般应在焊后或热处理结束 48 小时以后进行。

4.4.3.4 当母材厚度超过 100mm 时，应视施工期间的温度、构件厚度和结构约束程度适当考虑延时检查的时间，建议不小于 72 小时。

4.4.4 检测范围

4.4.4.1 焊缝的检查类别和范围应按照设计应力的类型、大小和方向、构件对结构总体完整性的重要程度及冗余度、营运检查可达性等诸多因素予以确定。此外在确定检查范围和部位时，除了上述设计因素外，还应考虑诸如分段（片）的位置、手工焊或自动焊、焊接起始及终止点等有关的制造因素。

4.4.4.2 无损检测的检查类别和范围应清楚地表示在图纸上。

4.4.4.3 除另经同意外，无损检测的范围一般应不低于表 4.4.4 的规定和本节的有关规定。

4.4.4.4 对船式浮式装置船舶部分的无损检测而言，下述规定替代表 4.4.4 的规定：

（1）对于在船中 0.6L 范围内船体强力甲板和外板，拍片数量可以按下式作为计算的基础：

$$n=0.25\ (i+0.1W_T+0.1W_L)$$

式中：n——船中 0.6L 内的拍片数量，张；

i——船中 0.6 L 范围内纵、横向对接焊缝交叉处的总数；

W_T——船中 0.6 L 内的横向对接焊缝的总长，m；

W_L——船中 0.6 L 内的分段合拢的纵向对接焊缝的总长，m。

射线检测的布片密度应按钢材的材料级别从高到低递减，钢材的材料级别见 CCS《钢质海船入级规范》第 2 篇第 1 章有关规定。

纵横向对接焊缝交叉处的布片方向应平行于横向对接焊缝。

（2）在船中 0.6L 以外船体强力甲板和外板，拍片数量约为本条（1）规定区域数量的 10%～20%，且允许采用适量的超声波检测方法进行检测。

其中，关键区域（如轴包板、艏艉柱区域、艏部波浪抨击区和冰区加强区域等）的检测密度应大于其他区域。

（3）对船底、舷侧和甲板纵骨的对接接头的无损检测要求，为在船中 0.4L 范围内每 10 个检测 1 个 UT，0.4L 范围外每 20 个检测 1 个 UT。必要时随机抽样 RT。

（4）对除本条（1）-（3）外的船体结构，下列重要部位的焊缝也应采用适当方法随机抽样进行无损检测：

① 船体结构中规范要求全焊透的角焊缝，如：
   a. 舱壁与甲板、底板、顶凳或底凳面板的连接；
   b. 主机座面板与腹板的连接；
   c. 挂舵臂和尾轴架对船体结构；
   d. 舵封板对舵铸件的连接区域；
   e. 船中 0.6L 范围内强力甲板、舷顶列板、船底板上开孔尺寸超过 300mm 的补强件焊缝。

② 内底、其他连续甲板和舱壁及其连续纵骨的对接焊缝；

③ 由结构强度直接计算或疲劳强度评估确定的关键部位的至少 50%的焊缝总长度；

④ 其他认为重要的、承受高应力的或失效后可能影响重大的受力焊缝；

⑤ 液货舱舱壁板上的焊缝十字交叉处；

⑥ 液货舱周界焊缝应探测表面裂纹，探测的长度应至少为液货舱周界焊缝总长度的 10％；

⑦ 模块区域长度内的强力甲板和底板纵骨分别与横舱壁垂直扶强材连接的焊缝应探测表面裂纹。探测的长度至少为总长度的 20％。

4.4.4.5 对仅按某一百分比检测的焊缝，选择拟检测焊缝时，应考虑接头对结构完整性的重要程度，即相对重要的构件和节点焊缝应包括在待检范围内。此外，选择实施进行无损检测的焊缝应具有足够的代表性，且无损检测的范围越低，对检测区域的选择越应慎重。

4.4.4.6 认为合适时，超声波检测可用射线检测代替，反之亦然。如超声波检测显示的缺陷模糊不清，则应进行附加的射线检测。

4.4.4.7 无损检测应包括自动焊焊缝的起始点。

4.4.4.8 焊缝的超声波检测宜包括焊缝相邻区域的夹层检查和扫描焊缝和母材中的横向缺陷。

4.4.4.9 十字连接中板厚度方向承受重大拉应力的板，焊后应经受超声波检测，以确保无层状撕裂发生。如果采用 Z 向钢，则该检测可减少至仅做 2%～5%检测。

4.4.4.10 当无损检测发现焊缝内部有不允许存在的缺陷，并认为该缺陷有可能延伸时，则应在其延伸方向(一端或两端)增加检测的范围，直至达到邻近合格的焊缝为止。

4.4.4.11 检测范围的增加

（1）对仅按某一百分比检查的焊缝，如果严重的缺陷（平面缺陷、裂纹或过大的夹渣）反复出现，则在同期内以相同焊接工艺施焊的所有焊缝均应进行 100%的检测；

（2）对仅按某一百分比检查的焊缝，对任一种无损检测方法，包括所有类型缺陷在内的每周缺陷率超过 5%，则对同期内以同样焊接工艺施焊的焊缝应按下列规定增加无损检测的范围：

① 缺陷率超过 10%，检测范围应增加至 100%；

② 缺陷率不超过 10%（磁粉探测超过 1%），则检查范围应加倍；又如果扩展检测的缺陷率仍超过 5%，则检查范围应增至 100%。

注：缺陷率规定为缺陷长度与已按相同无损检测方法检测的焊缝长度之比值。计算缺陷率时，不包括修补后无损检测长度。

4.4.4.12 检测范围的减少

（1）根据类似接头的经验和文件记录，检测范围可适当减少（须经 CCS 验船师批准），

条件是在“最近 100m 焊缝”的检测中，超声波或射线检测的缺陷率小于 2.0%和磁粉检测的缺陷率小于 0.2%。“最近 100m 焊缝”应每周不断更新。如果缺陷率超过了上述限值，则检测范围恢复正常不予减少；

（2）应对每种焊接方法和每个生产区域，分别考虑其无损检测范围可能的减少。

结构焊缝无损检测最小范围表 **表 4.4.4**

结构分类	检测类别	连接类型	目检测	RT①	UT②	MT③
特殊	Ⅰ	对接	100	10～20	100	100
		十字/T，全焊透	100	-	100	100
		十字/T，填角/深熔焊	100	-	-	100
主要	Ⅱ	对接	100	2～5	20⑤	20⑤
		十字/T，全焊透	100	-	20⑤	20④⑤
		十字/T，填角/深熔焊	100	-	-	20④
次要	Ⅲ	对接	100	-	2～5	2～5
		十字/T，全焊透	100	-	2～5	2～5
		十字/T，填角/深熔焊	100	-	-	0～5

注：
① 经同意，部分或全部可用 UT 代替；
② 板厚 8mm 及以下者，不宜进行 UT，用 RT 替代；
③ 对非铁磁性材料，采用液体渗透检测；
④ 对主体结构上无高残余应力的焊接接头，2%～5%检测可予接受；
⑤ 管节点的焊缝增至 100%的 UT 和 MT；
⑥ RT、UT 和 MT 分别表示射线检测、超声波检测和磁粉检测。

4.4.5 焊缝检测的验收标准

4.4.5.1 浮式装置特殊构件(检测类别Ⅰ) 和主要构件（检测类别Ⅱ）的焊缝表面及内部质量通常应符合 ISO5817-2003 中质量等级 B 的相关要求，一般构件（检测类别Ⅲ）应符合该标准中质量等级 C 的相关要求。对船式浮式装置船舶部分的焊缝表面及内部质量应符合 CCS 船舶规范的相关规定。如采用其他标准，应经 CCS 同意。

第 5 节 文件资料

4.5.1 报告

4.5.1.1 建造厂应向验船师和业主提交浮式装置有关的检查、试验、测量等报告和记录。

4.5.1.2 验船师应参加所规定项目的检查、试验，以及审核建造厂提交浮式装置有关的检查、试验、测量等报告和记录后，应按 CCS 总部规定的格式，签发浮式装置主体和设备、机械、电气设备的各种检验报告、记录、资料和相应的证书给申请方，并向总部报告。

4.5.1.3 建造厂应向验船师提交本节 4.5.2.2 所述的浮式装置完工图纸，以确认其符合 4.5.2.1 的规定。

4.5.2 资料

4.5.2.1 浮式装置有关图纸、图表、说明书、计算书等完工资料应与浮式装置实际情况相符。

4.5.2.2 至少一套下列建造完工图纸，应在浮式装置上和岸基管理部门予以保存：

（1）主要图纸

① 总布置图

② 舱容图
③ 静水力曲线图
④ 装载手册
⑤ 防火控制图
⑥ 危险区划分图

（2）浮式装置结构图
① 基本结构图
② 主要剖面图
③ 甲板结构图
④ 外板展开图
⑤ 模块基础结构图
⑥ 定位系泊系统的支撑结构图
⑦ 舵和舵杆图（如适用）
⑧ 原油舱盖图

（3）舱底、消防、压载管系图

（4）原油管系图

4.5.2.3 下列浮式装置完工资料和文件，应在浮式装置上和业主和/或岸基管理部门保存：

（1）浮式装置技术资料
① 浮式装置的浮体及设备说明书、计算书和有关图表
② 浮式装置操作手册及其他指导性文件
③ 稳性资料
④ 浮式装置建造说明书等

（2）浮式装置及其设备包括装置和系统证书、浮式装置入级证书、检验报告和记录及其他特定证书。

4.5.2.4 通常以建造检验完成日期作为浮式装置建造完成日期。浮式装置的其他重要日期，诸如浮式装置建造合同签订日期、建造开工日期、安放龙骨日期、下水日期和交船日期等，也应作记录。

4.5.2.5 有关各方，如浮式装置、浮式装置业主或管理者等，应将上述 4.5.2.2、4.5.2.3、4.5.2.4（如有时）所述的文件资料、以及其后产生有关文件资料在浮式装置寿命周期内长期保存。

4.5.2.6 CCS 至少应在浮式装置保持 CCS 浮式装置级期间，保存 4.5.2.1 至 4.5.2.4 所述浮式装置入级管理有关的浮式装置图纸和文件资料。

第 5 章　建造后检验

第 1 节　一般规定

5.1.1　一般要求

5.1.1.1　已在 CCS 入级的浮式装置，为保持证书的有效性，应按照本章第 2 节规定进行各种检验（如适用时）。CCS 验船师在检验中可根据其专业判断扩大检验范围，业主应提供相应的检验条件和安排，并有义务支付扩大检验的费用。

5.1.1.2　在检验中，如发现影响证书的有效性的损坏或缺陷并认为必须立即进行处理时，验船师应将处理意见通知业主或其代理人，如未得到贯彻，验船师应立即将这些情况报告 CCS 总部。

5.1.1.3　业主有责任向 CCS 提出保持证书有效性的各种检验的申请，并按规范要求作好检验的项目准备和为检验提供安全措施。

5.1.2　重新入级

5.1.2.1　当已被取消 CCS 船级的浮式装置要求重新入级时，CCS 将根据船龄和原船级具体情况进行检验，如检验表明浮式装置处于良好状态并符合 CCS 规范要求，CCS 将恢复其原授予的船级或按需要授予其他船级。重新入级的日期将载于船舶录或补录。

5.1.3　损坏和修理检验

5.1.3.1　涉及入级的浮式装置结构、设备和机械（包括电气设备）等部件遭到认为可能影响入级的损坏时，应及时通知 CCS，CCS 将指派验船师在该浮式装置抵达的适当港口或作业地点及时登浮式装置进行损坏检验，其检验范围应使验船师认为能查明损坏程度和原因所需的范围。

5.1.3.2　涉及入级的浮式装置结构、设备和机械（包括电气设备）等作任何修理，应在 CCS 验船师在场下进行。如修理地点无 CCS 验船师时，业主/管理公司应及时通知 CCS。

5.1.4　改装或改建检验

5.1.4.1　涉及入级的浮式装置结构、设备和机械（包括电气设备）的结构尺寸或装置进行改装或改建时，其相关图纸应提交 CCS 批准。改装或改建及相关部分，一般应符合 CCS 现行规范的规定或至少要达到原先适用规范的要求。□

5.1.4.2　浮式装置有重大特征的改装或改建时，应符合本章第 14 节有关规定。

5.1.5　定义

5.1.5.1　就本章而言，适用于所有浮式装置的有关定义如下：

（1）压载舱：系指专门用作海水压载的液舱；

（2）处所：系指独立的舱室，包括原油舱、液舱、邻接原油舱、甲板和外壳板的隔离舱和空舱；

（3）横剖面：系指包括所有纵向构件，如板以及在甲板、舷侧外板、底板、内底板、纵舱壁（如适用时，还包括底边舱斜板）上的纵骨和纵桁。对横骨架式，横剖面包括邻接的骨架及其在横剖面处的端部连接；

（4）代表性处所：系指能反映类似形式、用途和具有类似防腐蚀系统的其他处所的处所。当选择代表性处所时，应考虑到其营运和修理史及可识别的临界结构区域和/或可疑区域；

（5）可疑区域：系指有显著腐蚀和/或验船师认为易于快速耗蚀的区域；

（6）显著腐蚀：系指通过腐蚀状况评估表明其腐蚀量已超过许用极限的 75%，但尚处于可接受的范围内的腐蚀程度；

（7）防腐系统：通常可考虑全硬保护涂层。就本章而言，全硬保护涂层通常是指环氧树脂或同等物。其他涂层系统只要根据制造厂的规定应用和维护，可以考虑作为替代品接受；

（8）立即彻底修理：系指在检验期间完成的令验船师满意的永久性修理，旨在消除必需批注的船级条件；

（9）露天甲板上的空气管头：系指延伸至干舷甲板或上层建筑甲板以上的空气管头；

（10）全面检验：系指为报告主体结构总的状况和确定进行附加近观检验范围的检验；

（11）近观检验：系指验船师在近距离范围内（即伸手可及）能见到结构元件的细节的检验；

（12）特殊考虑：特殊考虑或特别的考虑（与近观检验和测厚有关）系指至少应通过足够的近观检验和测厚，以确定保护涂层下结构的实际平均状态；

（13）涂层状况：

良好：系指只有小的点状锈斑；

尚好：系指在扶强材边缘和焊缝的连接处涂层有局部脱落和/或所检验的区域中有超过 20%或更大的范围轻度锈蚀，但小于定义“差”的程度；

差：系指在检验的区域中，有超过 20%或更大范围的涂层普遍脱落，或有 10%或更大范围的涂层产生硬质锈皮。

（14）普遍腐蚀：系指参考区域中含有超过 70%或更大范围的硬质和/或松脱的锈块腐蚀状态，包括点腐蚀，且伴随厚度减薄的证据；

（15）双壳浮式装置：系指在覆盖整个原油区域范围，采用由用于装载压载水或作为留空处所的双侧边舱和双层底处所组成的双层船壳保护的原油舱构造的浮式装置。

（16）干湿交变列板：系指船式浮式装置轻重载水线之间以及该区域的上下各一列舷侧外板。由于浮式装置的纵倾，这些列板在船长范围内可能变化。

5.1.6 检验前的准备

5.1.6.1 检验条件

（1）业主应提供必需的设施，以确保检验工作的安全；

（2）液舱和处所应能安全地进入。液舱和处所应进行危险气体清除和适当通风。在进入液舱、空舱和封闭处所之前，应测定并确认其内的危险气体业已驱除，并含有足够的氧气；

（3）为便于检验、测厚和全面检查，业主应对所有处所进行清洁，包括清除所有表层积存的锈皮、积水、污物和残油等，以使能够显示腐蚀、变形、裂纹、损坏和其他结构缺陷，以及涂层的状况。但对于业主已经决定予以换新的结构区域的清洁和水垢清除，仅需要达到能确定换新范围所必需的程度；

（4）应提供足够的照明，以便显示腐蚀、变形、裂纹、损坏或其他结构缺陷，以及涂层；

（5）若使用软涂层，则应为验船师提供一条安全通道，以便能使其确认涂层的有效性和进行内部结构（可能包括涂层剥落的部分）的状况的评估。若无法提供安全通道，则软涂层应予以去除。

5.1.6.2 接近结构的措施

（1）对所有浮式装置进行检验，包括全面检验时，应向验船师提供适当的措施，以确保其能够安全和可靠地进行主体结构检验；

（2）在进行所有浮式装置的货舱和海水压载舱内检验时，应提供下列令验船师接受的一种或多种接近措施：

① 固定脚手架和通往结构的通道；

② 临时脚手架和通往结构的通道；

③ 升降机和可移动的台架；

④ 艇或筏；

⑤ 便携式梯子；
⑥ 其他等效的方式。

5.1.6.3 检验设备

（1）通常应使用超声波检测设备进行测厚，该设备的精度应经验船师确认满意。测厚工作应由 CCS 认可的测厚公司进行；

（2）如验船师认为必要可要求用下列一种或多种裂纹检测方法：

① 射线照相设备；
② 超声波探伤设备；
③ 磁粉探伤设备；
④ 着色渗透剂。

5.1.6.4 在海上或锚泊状态下的浮式装置检验

（1）浮式装置在海上或锚泊时进行检验时，检验所需的必要措施和程序应符合 5.1.6.1、5.1.6.2 和 5.1.6.3 规定；

（2）应安排通讯系统，以便在舱柜内进行检验的人员和在甲板上的浮式装置相关负责人员之间建立有效的联系。如使用小艇或筏，则该通信系统也应包括主管操作压载泵的人员；

（3）当使用小艇或筏进行检验时，小艇或筏上所有人员均应穿着适当的救生衣。安全检查清单应予以提供；

（4）只有在所提供的安全措施，包括气象预报和浮式装置对可预见状况的响应，并液舱内水位预期升高不超过 0.25m，与验船师达成一致的情况下，方可采用小艇或筏对液舱或适用的原油舱进行检验。

5.1.7 浮式装置上文件管理

5.1.7.1 一般要求

浮式装置的有关图纸资料、证书、报告、记录、操作手册、建造说明书、装载手册、稳性资料和其他指导性文件应保留在浮式装置上。

5.1.7.2 浮式装置上文件的评审

（1）在检查前，验船师应检查浮式装置上文件的完整性及其内容，作为检验的基础。

5.1.8 测厚程序

5.1.8.1 一般要求

（1）测厚应由 CCS 认可的测厚公司进行，整个测厚过程应在现场验船师控制下进行；

（2）测厚前，测厚公司一般就检测计划和有关各方对如下事宜达成一致：

① 常规的测厚报告；
② 发现如下情况，立即报告验船师：
a、腐蚀超差和显著腐蚀的点蚀和凹槽；
b、结构缺陷，如屈曲、断裂和变形的结构；
c、脱裂和/或洞穿的结构；
d、焊缝腐蚀。

（3）要求实施近观检验的区域内的构件测厚应与近观检验同步进行；

（4）在任何情况，测厚范围应足够代表实际普遍状态。

5.1.8.2 测量点位置和数量

测量点的数量和位置要求应根据船龄和相关结构构件按照本章适用规定执行。

5.1.8.3 报告

（1）应编制测厚报告，并由测厚操作人员签名。报告应注明测量的位置、测量厚度以及相应的原始厚度，并应说明测厚日期、测量设备类型、测量人员姓名及资质；

（2）验船师应评审最终的测厚报告并在封面上会签。

5.1.8.4 测厚过程监控

（1）验船师全面检查浮式装置上处所后，决定测厚最终范围和位置；

（2）如果业主希望在全面检验之前开始测厚，则验船师应要求在全面检验过程中确认计划的测厚范围和位置，如必要，可要求进行附加测厚；

（3）验船师应通过测厚位置选择控制测厚操作，以便测厚读数能代表该区域结构的平均状况；

（4）测厚主要用于评价主体结构的腐蚀程度和对总强度的影响，因此，应以系统的方式进行，以确保所有特殊、主要构件得到测量；

（5）如果测厚表明显著腐蚀或超过腐蚀极限值，验船师应要求附加测厚，以描述显著腐蚀区域，并确定需要修理/更换的构件。

5.1.8.5　审核和验证

（1）测厚完成后，验船师应确认测厚范围和位置的充分性，必要时，可提出特别附加测厚的要求；

（2）任何经验船师特别考虑而减少的测厚范围应在相应的报告中描述；

（3）如果测厚分阶段进行，则剩余的测厚范围应予以报告，以供后续执行检验的验船师使用。

5.1.9　修理

5.1.9.1　任何与超过许用极限的结构蚀耗有关的损坏（包括屈曲、凹槽、脱开或断裂）或大面积区域的蚀耗超过许用极限，并影响或验船师认为将影响浮式装置的结构、水密或风雨密完整性时，均应进行立即彻底修理（见本章 5.1.5.1（8））。

（1）对于船式浮式装置，考虑的区域包括：

① 舷侧结构和舷侧板；

② 甲板结构和甲板板；

③ 船底结构和船底板；

④ 水密或油密舱壁；

⑤ 通风筒和空气管。

5.1.9.2　如就地修理上述缺陷有困难时，经 CCS 同意，在确保安全的前提下，可允许浮式装置前往有能力的修理场地完成上述修理。可能要求浮式装置为该次修理迁移减载和/或进行临时性修理。

5.1.9.3　如上述 5.1.9.1（1）提及的结构损坏是局部的且不会影响到浮式装置结构完整性或通过强度计算评估并已妥善处理，则验船师可考虑允许进行适当的临时性修理以确保水密或风雨密完整性，并按要求给出特定期限要求的遗留项目/船级条件。

5.1.9.4　如验船师认为检验中发现的腐蚀或结构缺陷将影响浮式装置的迁移安全时，则浮式装置在迁移前应采取适当的补救措施。

5.1.9.5　如影响或有可能影响浮式装置船级的结构、机械装置或设备的修理由作业方在作业或迁移过程中进行，则该修理应予以预先计划。修理程序应包括所需修理的范围，以及任何在作业或迁移过程需验船师进行检验的需要，该修理程序应在合理的提前时间内提交CCS认可。未能在修理前通知 CCS 可能导致浮式装置船级的暂停。

5.1.10　测厚与近观检验

5.1.10.1　任何种类的检验，即特别检验、中间检验、年度检验或包含这些检验范围的其他检验，对于要求实施近观检验的区域内的结构测厚应与近观检验同步进行。

5.1.11　业主的结构检查和维护保养计划

5.1.11.1　CCS 鼓励浮式装置业主实施船体结构检查和维护保养计划，以促进浮式装置在两次检验之间，保持浮式装置符合船级和法定要求，但这些计划不能替代或取代由 CCS 验船师按要求进行的浮式装置的船级和/或法定检验。

5.1.12 浮式装置港口国滞留检验和登浮式装置处理

5.1.12.1 任何情况下，当 CCS 级浮式装置发生主管机关发现影响到浮式装置船级或法定证书有效性的缺陷时，业主应在浮式装置迁移前通知 CCS，以便 CCS 可以登浮式装置检验，及评估，并在必要时，纠正缺陷，或其他可能影响浮式装置船级和/或 CCS 签发法定证书有效性的事宜。

5.1.12.2 如果浮式装置滞留时业主未通知 CCS，CCS 保留浮式装置船级暂停或取消，或相关的法定证书失效的权力。

5.1.13 港口国/主管机关要求登浮式装置

5.1.13.1 当港口国/主管机关有要求时，CCS 验船师将登浮式装置，以配合港口国/主管机关，并应浮式装置业主要求，进行检验，以利于纠正任何报告的缺陷或其他影响或可能影响浮式装置船级的偏差。

5.1.13.2 如港口国/主管机关有要求，CCS 也将向港口国/主管机关检查员提供相关背景资料（如浮式装置船级状况、检验到期日及证书有效期等）。

5.1.14 船舶安全管理体系

5.1.14.1 在执行任何检验过程中，如果 CCS 验船师发现浮式装置的船舶安全管理体系未有效运行或 ISM 规则要求未得到满足的证据，CCS 将与相关主管机关或其代表主管机关签发船舶安全管理证书的机构沟通，供其考虑并采取相应措施。

第 2 节 检验种类与周期

5.2.1 年度检验

5.2.1.1 所有浮式装置应进行年度检验。年度检验应在初次入级检验日期或上次特别检验日期的每周年日的前后 3 个月内进行。检验的内容见本章第 4 节至第 8 节的有关要求。

5.2.2 中间检验

5.2.2.1 所有浮式装置应进行中间检验。中间检验应在第 2 次或第 3 次年度检验之时进行。该中间检验替代 1 次年度检验。除年度检验要求之外的项目，也可在第 2 次和第 3 次年度检验之间进行。检验内容见本章第 4 节至第 8 节的有关要求。

5.2.3 浮式装置底外部及有关项目的检验

5.2.3.1 浮式装置底外部及有关项目的检验既可以在干船坞或在船排上进行，也可以在漂浮的状态下进行。在干船坞或在船排上进行检验称为坞内检验，在浮式装置漂浮状态下的检验称为水下检验。

5.2.3.2 在每五年进行的特别检验周期内，至少应进行两次浮式装置底外部及有关项目的检验，但其中 1 次应与特别检验同时进行，在所有情况下，任何两次检验的间隔不超过 36 个月。在例外情况下[①]，可允许坞内检验到期后展期 3 个月进行。检验内容见本章第 9 节的有关要求。

5.2.3.3 根据浮式装置水下结构的具体情况和特别检验的间隔期，CCS 可缩短其坞内检验间隔期限。

5.2.3.4 对浮式装置底外部及有关项目的检验通常应在干船坞内进行。但是，对船龄 15 年及以下的浮式装置，可考虑用水下检验来代替坞内检验。根据水下结构的具体情况，CCS 可缩短水下检验的周期或取消水下检验而以坞内检验代替。水下检验内容见本章第 9 节的有关要求。

5.2.3.5 对船龄 15 年以上浮式装置，当业主提出用水下检验替代坞内检验的申请时，CCS 将根据浮式装置的具体情况和上次检验状况，特别考虑是否接受该申请。

① 见本篇第 2 章 2.1.3.1（21）定义。

5.2.4 特别检验

5.2.4.1 所有浮式装置应经受特别检验，特别检验应在 5 年间隔期内进行，以便更新入级证书。第 1 次特别检验应在初次入级检验之日起 5 年内完成，其后特别检验应在上次特别检验起 5 年内完成。对于入级证书有效期小于 5 年的浮式装置，可缩减特别检验周期。

5.2.4.2 特别检验可在到期之日前 1 个年度检验开始，于到期之日前完成。如特别检验开始的时间早于到期日前 1 个年度检验，则全部特别检验应在特别检验开始后的 15 个月内完成。在此情况下特别检验开始时进行的项目，方可作为特别检验的组成部分。

5.2.4.3 在例外情况下，如在特别检验到期之日业主未能安排进行浮式装置的特别检验，根据业主到期之日前的书面申请，可按本篇第 2 章第 10 节的要求给予以展期。

5.2.4.4 如特别检验在到期日 3 个月前完成，则下次特别检验的日期从特别检验完成日算起。如特别检验在到期日前 3 个月以内完成，则下次特别检验的日期从原特别检验到期日算起。如特别检验在到期日以后完成，则下次特别检验的日期仍从原特别检验到期日算起。

5.2.4.5 不接受将中间检验时对于处所的检验和测厚同时作为特别检验的组成部分。

5.2.4.6 特别检验内容见本章第 4 节至第 8 节的有关规定。

5.2.5 螺旋桨轴与尾管轴检验

5.2.5.1 螺旋桨轴与尾管轴检验的间隔期和检验内容，见本章第 10 节的规定。

5.2.6 锅炉检验

5.2.6.1 锅炉检验的间隔期和检验内容，见本章第 11 节的规定。

5.2.7 循环检验

5.2.7.1 结构循环检验系统

（1）结构循环检验系统是特别检验的替代检验系统；

（2）根据业主申请并经CCS[①]同意，满足结构特别检验要求的结构全面检验，可以在循环检验系统的基础上进行；

（3）采用循环检验时，结构特别检验的所有要求，应在 5 年特别检验期满之前完成；

（4）在循环检验周期内，所有特别检验项目，应尽实际可能在特别检验周期内（5 年内）均匀分配在每年度进行检验（必要时应作试验）；

（5）业主有权确定结构检验项目的顺序。但是，各检验周期内的顺序应与之前检验周期内的顺序相关联，以确保在两个周期内的检查项目间隔时间不超过 5 年。只要符合本章第 9 节的相关要求，坞内检验也可以在 5 年船级检验期内任何时候进行。对于船龄在 10 年以上的浮式装置，压载舱在每一个 5 年船级检验期内应进行两次内部检查，即一次在中间检验范围内，另一次在替代特别检验的结构循环检验系统内；

（6）如检查中发现缺陷，验船师可以扩大检查范围；

（7）CCS 可以撤回基于循环检验体系的检验协议。

5.2.7.2 轮机循环检验系统

（1）应业主要求并经 CCS 同意，油气水处理设备、通用机械、电气设备的特别检验的所有检查和试验项目，可采用循环检验的方式来进行；

（2）采用循环检验时，应将油气水处理设备、通用机械、电气设备的特别检验所有项目，应尽实际可能在特别检验的周期内（5 年内）均匀分配在每年度进行检查；

（3）循环检验每一项目的最长检查间隔期不应超过 5 年，所有检查项目应像特别检验的状态那样提交检查，即在打开和清洁情况下提交检查。但检验时如发现有缺陷，CCS 验船师可要求作进一步打开检查。而对控制、报警和安全系统通常仅作动作试验或模拟试验；

（4）根据业主要求，同意经 CCS 授权的工作人员按 CCS 授权的检验项目进行检验。检查后，应将所检查的项目和情况记载于循环检验报告上，并应在下次浮式装置检验时提交检验报

[①] 循环检验系统的浮式装置不得排除在其他定期检验之外。

告；

（5）CCS 或业主根据循环检验系统实施情况，可以终止循环检验系统，而采用特别检验。

5.2.7.3 作为特别检验替代的循环检验，循环检验计划的一份副本同检验记录应存放在浮式装置上，并在证书上予以相应批注。

5.2.7.4 对实行循环检验的浮式装置，年度检验和中间检验应照常进行。

5.2.8 机械计划保养系统检验

5.2.8.1 按计划维护保养的油、气、水处理设备，通用机械及电气设备，CCS 可同意采用机械计划保养系统检验作为替代油、气、水处理设备，通用机械及电气设备的特别检验和循环检验，详见 CCS《海上油气处理系统规范》和 CCS《钢质海船入级规范》第 1 篇第 5 章附录 16，条件是：

（1）制订浮式装置上所有机械、装置和设备的维护保养计划，并经 CCS 认可；

（2）浮式装置上实施计划人员应遵守认可的维护保养计划，按计划进行维护保养并作出记录；

（3）浮式装置上实施计划的人员应持有 CCS 颁发的资格证书或相当的培训记录；

（4）维护保养计划记录应每年进行一次检查，以确认处于有效状态。

5.2.8.2 当计划维护保养记录不能完全满足建造后的检验要求时，则实施的机械计划保养系统检验将予取消，其后采用特别检验或循环检验的方式进行。

5.2.9 搁置检验

5.2.9.1 一般要求

（1）具有 CCS 级的浮式装置搁置，业主应书面通知 CCS；

（2）为保持船级，搁置浮式装置：

① 搁置开始时，应申请进行搁置开始检验；

② 在搁置期间，应进行搁置状态年度检验；

③ 搁置结束时，应申请恢复营运检验。

（3）如搁置浮式装置具有经 CCS 同意的搁置维护方案，而且其搁置期跨过船级特别检验已到期日期，只要能够满意地完成本款（2）②所述的搁置状态年度检验，则在搁置期间，所有已过期的建造后检验展期到重新营运日期；

（4）浮式装置在其搁置期间，根据业主要求，特别考虑检验范围和日期，可进行部分或全部的建造后检验。这些所进行的检验可在确定浮式装置重新营运检验范围，和/或确定下一次相同类别建造后检验的有效期时予以考虑。

5.2.9.2 搁置开始检验

（1）对浮式装置在搁置阶段开始时所进行的检验旨在确认浮式装置安全状况、保养措施、搁置位置和系泊布置是否符合 CCS 已同意的搁置维护方案；

（2）搁置开始检验完成并认为满意后，签发浮式装置搁置开始报告，在入级证书上签署并注明浮式装置已处于搁置期。

5.2.9.3 搁置状态的年度检验

（1）在浮式装置搁置期中，每年度所进行的检验以代替正常的年度船级检验，旨在确定浮式装置是否继续满足搁置维护方案。检验范围应包括核查搁置布置是否变更，以及浮式装置保养工作和试验，是否按浮式装置保养要求进行并记录在搁置浮式装置日志；

（2）搁置期间配员的浮式装置应符合消防要求。如果浮式装置处于压载，以及原油区域处于清洁除气状态，该要求可仅限于机器区域和火灾高风险区域；

（3）搁置状态年度检验完成并满意后，在入级证书上签署。

5.2.9.4 恢复营运检验

（1）浮式装置结束搁置期，业主应通知 CCS，并在重新投入营运之前，申请如下检验：

① 临时检验，其检验范围取决于浮式装置搁置期的长短和曾经接受检验的情况；

② 所有按 5.2.9.1（3）展期的其他建造后检验，考虑 5.2.9.1（4）规定。

（2）如果浮式装置重新营运之日已超过原特别检验到期日，且已按 5.2.9.1（3）展期，和按 5.2.9.1（4）检验，则在浮式装置投入营运之前，应进行完整的特别检验。可以接受在重新营运以前 15 个月内曾经检验过的符合浮式装置船级特别检验要求的项目；

（3）检验完成并满意后，应重新签发入级证书。

5.2.10 初次入级检验

5.2.10.1 初次入级检验系指对申请入级的浮式装置，在第一次授予其 CCS 浮式装置船级和颁发入级证书之前，所进行的符合性检查，以确认其文件、结构和设备的设计、配置和技术状况以及管理等符合 CCS 入级规范、规则及 CCS 承认的其他技术要求。

5.2.10.2 现有浮式装置和不在 CCS 检验下的建造中浮式装置的初次入级检验应按本章第 12 节有关规定进行。

5.2.10.3 新建浮式装置的初次入级检验应按本篇第 4 章有关规定进行。

5.2.11 临时检验

5.2.11.1 临时检验系指不属于各种定期检验的任何检验。按检验浮式装置的不同部分，该检验可以定义为结构、油气处理、通用机械、锅炉、电气和自动控制与遥控系统等临时检验。

5.2.11.2 浮式装置发生下列情况时，浮式装置业主或其代理人应申请临时检验：

（1）浮式装置名称、船藉港、船旗和业主或操作者变更；

（2）遭受影响入级的浮式装置及其设备的损坏；

（3）港口国当局/主管机关检查；

（4）涉及入级的任何修理或改装或更换时；

（5）检验的延期或建议。

5.2.11.3 临时检验根据情况可以是总体或部分的，应确保维修和任何换新业已有效地进行，且浮式装置及其设备继续适合于浮式装置所从事的作业任务。

5.2.11.4 完成临时检验，应在浮式装置入级证书中作相应的签注。

第 3 节 现有浮式装置追溯性要求

5.3.1 一般要求

5.3.1.1 本节规定适用于现有机动船式浮式装置。

5.3.1.2 现有机动船式浮式装置追溯性要求，详见 CCS《钢质海船入级规范》第 1 篇第 5 章第 3 节。

第 4 节 结构与设备检验

5.4.1 一般要求

5.4.1.1 本节规定适用于所有浮式装置的结构包括设备的各种检验。

5.4.1.2 检验时，若浮式装置的法定证书已由主管机关签发或签署，CCS 将根据情况进行与证书相关项目的总体检验，以确认其符合规范的规定。检验范围将根据具体情况而定。

5.4.1.3 本节规定包含检查、测厚和液舱试验的最低限度。如发现显著腐蚀和/或结构缺陷，应扩大检验范围，并包括必要的附加近观检验。

5.4.1.4 对于政府租用或拥有并用于军事目的浮式装置，本节有关要求的应用可予以特别考虑。

5.4.1.5 如果基于风险的检验（RBI）能被证明与相关的定期检验达到等效的效果，基于风险的检验可以作为相应定期检验的替代措施。

5.4.1.6 对于机动的船式浮式装置，应符合 CCS《钢质海船入级规范》第一篇第五章的相应要求。

5.4.2 年度检验

5.4.2.1 所有浮式装置一般要求

（1）年度检验的目的应是尽实际可能确认结构、舱口盖、舱口围板，关闭设施，设备和管系保持良好的状态。年度检验间隔期见本章第 2 节的有关规定；

（2）年度检验时，露天甲板、水线以上的结构外板、特殊构件、舱口盖和舱口围板及水密贯穿件应进行总体检查，并确认其处于满意状态；

（3）年度检验应尽量与法定年度检验同时进行。

5.4.2.2 所有浮式装置的检验范围

（1）结构；

① 全面检查可见的结构及其关闭装置；

② 在所能观察到的情况下，检查锚泊（尽实际可能对锚、锚链、锚机包括其基座、原动机、轴系、锚链轮、刹车、止链器等设备进行检查）和系泊设备，如果临时锚泊设备是定位系泊系统的一部分，则该部分的定位系泊系统也应尽实际可行进行检查；

③ 在所能观察到的情况下，检查防撞舱壁（适用时）和其他水密舱壁及舱壁甲板以上进行控制的阀；

④ 检查和试验（就地和遥控）水密舱壁上所有的水密门，确认干舷甲板以下的壳板开口的关闭装置；

⑤ 检查每台舱底泵并且确认每个水密舱室的舱底排水系统都合格；

⑥ 检查内部处所时，尽量检查通向原油处所和其他留空处所的通道设施；

⑦ 确认从上次检验以来，浮式装置上未新安装含石棉的材料。

（2）载重线一般要求：

① 总体检查，确认主体结构强度保持符合规范要求；

② 检查甲板线和载重线的位置，如有必要，应重新勘划和重新涂漆；

③ 检查结构或上层建筑未发生将影响确定载重线位置的计算的任何改变；

④ 检查上层建筑端壁和设于其上的开口及其关闭装置；

⑤ 检查在干舷和上层建筑甲板上的舱口及其他开口的风雨密紧固装置；

⑥ 检查通风筒和空气管，包括其围板和关闭装置，特别应检查空气管和甲板间连接焊缝及所有露天甲板上的空气管头的外部；

⑦ 检查干舷甲板以下的任何舷侧开口的关闭装置的水密完整性；

⑧ 检查泄水孔、进水孔和排水孔；

⑨ 检查舷窗和风暴盖；

⑩ 检查舷樯，包括排水舷口的位置，应特别注意任何装有盖板的排水舷口；

⑪ 检查为保护浮式装置人员和进出居住舱室及工作处所而设的栏杆、舷梯、通道和其他设施；

⑫ 如适用时，检查使锚链管和锚链舱进水减至最少的设施。

（3）载重线—货舱开口的保护（适用时）：

① 确认舱口盖、舱口围板及其紧固和密封装置自上次检验以来，未进行未经批准的更改；

② 检查露天舱口盖以确认保持风雨密的结构完整性。如发现钢质舱口盖大范围锈蚀和／或严重腐蚀，则对其进行测厚，以确定其腐蚀程度和范围，对超出允许极限的部位，要求换新或修理；

（4）露天甲板：

① 检查原油舱开口包括填料、舱盖板、舱口围板和防火网；

② 检查原油舱透气系统和辅助透气系统的压力/真空阀及防火网；

③ 检查所有燃油舱，含油压载舱和污油水舱透气管上的防火网；
④ 检查原油、原油洗舱、燃油、压载和通风管系统及其防火板以及原油区域甲板上的设施包括集气桅和集气管；
⑤ 模块结构。

（5）原油泵舱和管隧（如有时）：
① 确认原油泵舱及其邻近区域内无潜在火源（如松动齿轮、可燃材料等）存在。没有不当的渗漏痕迹且进出梯道处于良好状态；
② 泵舱舱壁是否有渗漏或裂纹迹象，特别要注意舱壁贯穿件的密封装置；
③ 尽实际可行检查泵舱内的所有管系；
④ 确认安装在原油管路、外输管路上的压力表和液位指示系统处于良好状态；
⑤ 尽实际可行检查泵舱内的原油泵、压载泵、舱底泵和扫舱泵在轴封处有无过度泄漏，电气和机械遥控操纵及切断设施的动作是否正常，泵舱舱底水系统工作是否正常以及泵底座是否完好；
⑥ 确认泵舱通风系统，包括通风管道完整、风闸的动作和网的清洁；
⑦ 确认泵舱内用于舱壁密封和报警的温度传感装置及其听觉和视觉报警信号处于良好状态（如适用）；
⑧ 确认泵舱内舱底水位监测装置及其报警装置处于良好状态（如适用）。

（6）对特殊结构区域仔细检查，尤其是经受了恶劣气象条件（如强台风）后的首次检验，必要时进行无损检测。尽实际可能对不限于如下区域进行检查：
① 模块基础及其加强；
② 定位系泊区域支撑结构及邻近结构；
③ 火炬臂/塔同主体结构的连接结构；
④ 原油外输设备底座及其加强；
⑤ 起重机底座及延伸至主体结构中的结构；
⑥ 直升机甲板及与主体结构连接区域等。

（7）其他设备：
① 舵设备如适用时，主、辅操舵装置包括其附属设备、控制系统应进行检查和试验，如合适还应确认其在航海日志上作记录；
② 检查安全通往船首的步桥或通道；
③ 确认专用压载水舱内设有的防腐系统保持状况；
④ 适用时，尽实际可行检查其拖带、应急拖带装置，并确认其处于良好的工作状态。

（8）压载舱：
① 当特别检验和中间检验结果有要求时，压载舱应予检查。验船师认为必要，或存在普遍腐蚀时，应进行测厚，并如测厚结果显示显著腐蚀，应增加扩大测厚范围。这些扩大的测厚应在检验完成之前进行。
② 全面检查结构可疑区域，包括对在以前检验所确定的可疑区域进行全面检验和近观检验，必要时测厚。当测厚显示显著腐蚀时，应附加测厚的范围以确定显著腐蚀的区域范围。本章 5.3.5.2（4）可作为附加测厚的指南。这些扩大的测厚应在年度检验完成前进行。
③ 对在以前各检验所确定的显著腐蚀区域进行测厚，对超出允许极限的部位，要求立即彻底修理。

（9）稳性资料和装载手册：
① 核查批准的稳性资料、装载手册；
② 根据批准的装载计算测试报告，核查作为稳性资料的补充的装载仪处于正常工作状态，同时核查装载仪的用户指导手册是否保存在浮式装置上（适用时）。

5.4.2.3 船式浮式装置的附加检验范围：

除 5.4.2.2 适用的检验项目外，尽实际可行检查关键载荷传递点，如原油区域内底边舱斜板

与边纵桁/水平桁连接处、原油舱大肘板趾端等结构。

5.4.2.4 柱稳式浮式装置的附加检验范围：

除 5.4.2.2 适用的检验项目外，立柱、斜撑及水平撑连同水线以上人员可到达的上壳体支撑结构。

5.4.2.5 以前检验提出的入级条件或遗留项目和/或主管机关提出的限制条件应按规定予以消除。

5.4.2.6 如 CCS 认为必要时，在柱稳式浮式装置完工后第 1 次年度检验时，CCS 可要求对浮式装置主要构件进行包括无损探伤检查在内的检查，检查范围应于检验开始前由 CCS 和业主/操作者商定。

5.4.3 中间检验

5.4.3.1 一般要求

（1）中间检验间隔期见本章第 2 节的有关规定；

（2）中间检验应尽量与法定中间检验及坞内检验同时进行；

（3）中间检验除应包括本节 5.4.2.2～5.4.2.5 规定的适用项目外，还应包括按船龄在本节 5.4.3.4～5.4.3.6 规定的检查项目，并确认其处于满意状态。

5.4.3.2 利用锚机对临时锚泊设备进行部分降落和起升试验。

5.4.3.3 应尽可能对露天甲板上的原油管、原油洗舱管、燃油管、压载管、蒸汽管、通风管系以及通风管桅和集管进行检查。如检查时对管系产生怀疑，则可要求对管系进行压力试验或厚度测量，或两者都进行；对诸如焊接补板修理应予以特别关注。

5.4.3.4 船龄 5～10 年的浮式装置：

（1）对船式浮式装置，应检验所有压载舱。如验船师认为必要时应进行测厚和试验，以确保其结构完整性；对双壳浮式装置，可选择有代表性的海水压载舱进行全面检查。对柱稳式浮式装置：下壳体或可进入通海舱室中的代表性压载舱，适用时，立柱或上壳体中至少 2 个压载舱。如检查未发现明显的结构性缺陷，则检查可仅限于对其硬保护涂层保持“良好”状态的确认。

（2）如在压载舱内，发现涂层技术状态差、腐蚀或其他缺陷，或在建造时未使用保护涂层，则此种检查应扩大至其他同类形的压载舱。

（3）压载舱，如存在下列情况之一时，应在随后的每隔一年予以检查：

① 在建造时未使用硬保护涂层；

② 使用软涂层；

③ 在舱内发现显著腐蚀；

④ 发现硬保护涂层未达到“良好”的状况，且该涂层未进行验船师满意的修补。

（4）除上述要求以外，在以前的各检验时所确定的可疑区域应予检查。

5.4.3.5 船龄 10～15 年的浮式装置：

（1）本节 5.4.3.4 的规定应予以遵守；

（2）对所有压载舱和原油/压载两用舱应作全面检验。如检查未发现明显的结构性缺陷，则检查可仅限于对其硬保护涂层保持“良好”状态的确认；

（3）至少应选择两个代表性原油舱进行全面检验；

（4）机械和锅炉处所包括液舱顶、舱底及隔离舱、海水吸口和舷外排出口的总体检查。

5.4.3.6 船龄大于 15 年的浮式装置：

（1）本节 5.4.3.5 的规定应予以遵守；

（2）对一个原油舱进行近观检验。如发现保护涂层处在“良好”状况，则近观检验的范围将予以特殊考虑。

5.4.3.7 当发现普遍腐蚀时，可要求进行测厚，当超过耗蚀极限时予以换新。

5.4.4 特别检验

5.4.4.1 一般要求

（1）特别检验间隔期见本章第 2 节的有关规定；

（2）特别检验应尽量与法定换证检验同时进行。在特别检验开始前应举行一次检验计划会议。

5.4.4.2 所有浮式装置的检验范围一般规定

（1）特别检验除应包括本节 5.4.2.2 至 5.4.2.5 规定的适用项目外，还应包括足够范围的检查、试验和核查，以确保主体结构和 5.4.4.2（3）要求的有关管系处于满意的状态，并在进行适当的维护和操作，以及到期接受各种定期检验的情况下，适宜于在下一个 5 年浮式装置船级周期内的预期用途；

（2）结构检验应辅之以如 5.4.5 和 5.4.4.5 要求的测厚和试验，以确定结构的完整性保持有效。检查应能足以发现可能出现的显著腐蚀、重大变形、裂纹、损坏或其他结构缺陷；

（3）甲板上的原油管路包括原油洗舱管路以及上述液舱和处所内原油管路和压载管路，均应予检查，并在工作压力下进行操作试验，确认其密性和技术状况处于满意状态。应特别注意原油舱内的压载管路和压载舱及空舱内的原油管路情况。在修理期间，当打开这些管路包括阀和附件时，应通知验船师，并可以对其进行内部检查；

（4）在干坞内的检验是特别检验的一部分，如对原油舱和压载舱轻载水线以下部分进行全面检验、近观检验和测厚（如适用）尚未实施，应按特别检验的适用要求进行。但在此次特别检验到期前 15 个月内完成的坞内检验，可接受为此次特别检验的检验项目。

5.4.4.3 液舱的保护

（1）原油舱内防腐蚀系统的状况（如有时）应予以检查；

（2）压载舱，如存在下列情况之一时，应在随后每 1 年间隔期予以检查，验船师认为必要时应予以测厚：

① 在建造时未使用硬保护涂层；

② 使用软涂层；

③ 在舱内发现显著腐蚀；

④ 发现硬保护涂层未达到“良好”的状况。且该涂层未进行验船师满意的修补。

5.4.4.4 全面检验和近观检验的范围：

（1）所有液舱和处所在每一次特别检验时应进行全面检验；

（2）特别检验时，近观检验的最低要求：

① 浮式装置的近观检验最低要求见表 5.4.4.4(2)①的规定；

② 双壳浮式装置的近观检验最低要求见表 5.4.4.4(2)②的规定。

（3）验船师考虑检验时液舱的维护、防腐保护系统的状况以及下述情况，认为必要时，可扩大近观检验的范围：

① 特别是，根据可获得的资料，具有曾经在类似的液舱或类似的浮式装置上产生过缺陷的结构布置或构件的液舱；

② 具有因液舱内使用认可的腐蚀控制系统，而采用经批准的减少构件尺寸结构的液舱。

（4）如发现液舱内硬保护涂层状态处于“良好”状态，则表 5.4.4.4(2)①或②规定的近观检验要求可予以特别考虑。

5.4.4.5 液舱密性试验范围

（1）液舱密性试验的最低要求见表 5.4.4.5(1)的规定；

（2）如验船师认为必要时，可以扩大液舱密性试验范围；

（3）对压载舱的边界进行试验的液体压头应至空气管顶部；

（4）对原油舱边界进行试验的液体压头应至在其各种服务状态下液体可能上升的最高点；

（5）对于双壳浮式装置，如对双层底舱和其他不是设计用于装载液体的处所的内部检查和内底板检查结果认为满意，则可不必进行液舱密性试验；

（6）如液舱的内部检查是在浮式装置漂浮状态下进行，则液舱试验可在浮式装置漂浮状态

下进行；

（7）在液舱边界的外部检查满意，以及从浮式装置总监的陈述中确认有关压力试验已根据要求进行，并取得满意结果的基础上，液压试验可作特别考虑。验船师认为必要时可以扩大试验范围；

（8）某些液舱进行液压试验有困难时，可以用气密试验来代替；

（9）若外板或舱壁板或任何液舱边界进行修理，则修理完毕后应进行试验。

浮式装置特别检验时近观检验的最低要求　　表 5.4.4.4（2）①

第 1 次特别检验 船龄≤5 年	第 2 次特别检验 5 年<船龄≤10 年	第 3 次特别检验 10 年<船龄≤15 年	第 4 次特别检验 船龄>15 年
（A）1 个完整的横向环状框架（在 1 个压载边舱内，如设置：或者 1 个主要用于水压载的原油边舱内）。 （B）1 甲板强横梁（在 1 个原油舱内）。 （D）1 横舱壁（在 1 个压载舱内）； （D）1 横舱壁（在 1 个原油边舱内）； （D）1 横舱壁（在 1 个中央原油舱内）	（A）所有完整的横向环状框架（在 1 个压载边舱内，如设置：或者 1 个主要用于水压载的原油边舱内）。 （B）1 甲板强横染（在每 1 个余下的压载舱内，如设置）： （B）1 甲板强横梁（在 1 个原油边舱内）； （B）1 甲板强横染（在 2 个中央原油舱内）。 （C）2 横向舱壁（在 1 个压载边舱内，如设置；或者 1 个主要用于水压载的原油边舱内）。 （D）1 横舱壁（在每 1 个余下的压载舱内）； （D）1 横舱壁（在 1 个原油边舱内）； （D）1 横舱壁（在 2 个中央原油舱内）	（A）所有完整横向环状框架（在所有压载舱内）； （A）所有完整横向环状框架（在 1 个原油边舱内）； （A）所有完整的横向环状框架中至少 30%①（在其余的每个原油边舱内）。 （C）所有横舱壁（在所有原油舱和压载舱内）。 （E）甲板和底部横材至少 30%，包括邻接的结构件（在每一个中央原油舱内）。 （F）验船师认为必要时的部分	同第 3 次特别检验；如 CCS 认为必要，包括附加的横向构件

注：

A）完整的横向环状框架，包括相邻的结构构件；

B）甲板强横梁，包括相邻的结构构件；

C）完整的横向舱壁，包括纵桁系统及相邻构件；

D）横舱壁下部，包括纵桁系统及相邻构件；

E）甲板及船底横框架，包括相邻的结构构件；

F）附加的完整横向环状框架。

5.4.4.6　其他

（1）原油舱内发现显著腐蚀及未能得到纠正，则在年度检验和中间检验时应经受检查，必要时应进行测厚；

（2）应对特殊区域的结构进行检查和探伤；

（3）舱口盖和舱口围板应按如下要求进行检查：

① 5.4.2.2（3）所列项目；

② 检查所有机械操作的舱口盖是否处于良好的操纵状况，包括：

a、开启状态下的存放和系固；

b、关闭状态下的准确定位和密封装置的有效性；

c、液压系统、动力部件、钢索、链子和驱动连接的操纵试验。

③ 通过冲水试验或等效方法检查所有舱口盖的密封装置的有效性。

（4）桅、稳索（如设置）应予检查；

（5）临时锚泊系统

① 应检查锚、锚架、锚链及其导向装置的附件；
② 清洁和检查全部锚泊元件及锚索上所有其他附属元件。检查锚链时应注意锚链的磨耗、裂纹、弯扭变形、链环横档松动及脱落情况；检查钢缆时，应注意其磨耗、腐蚀及变平状况，和钢丝的断裂；
③ 应检查连接卸扣腐蚀、磨耗、弯曲及其横销松动等情况；
④ 所有已使用 4 年以上的肯特连接卸扣应予以拆开，并进行磁粉检查，其他类型的连接卸扣应视具体情况进行部分或全部拆开检查；
⑤ 锚链在第 2 次及以后的特别检验中应予测量，如发现任何链环的最大磨损部分的平均直径[①]比规范规定直径减少 12%及以上时，应予换新；
⑥ 锚链舱、链端固定装置、锚链筒、掣链器及锚机应予检查，锚链舱的泵吸装置应予试验。

（6）确认影响浮式装置船级的浮式装置人员自修项目符合规范规定，且工艺等方面均令人满意、满足浮式装置的预定用途；

（7）机舱结构应予检查，应特别注意液舱顶部、液舱顶部处外板、与肋骨和液舱顶部连接的肘板、液舱顶部和污水阱处的机舱舱壁。还应注意海水吸入口、海水冷却管、舷外排出阀及与其连接的外板。如发现损耗或有怀疑时，则应进行测厚，当损耗超过允许的极限时，则应予以换新或修理。

双壳浮式装置特别检验时近观检验的最低要求　　表 5.4.4.4(2)②

第 1 次特别检验 船龄≤5 年	第 2 次特别检验 5 年<船龄≤10 年	第 3 次特别检验 10 年<船龄≤15 年	第 4 次特别检验 船龄>15 年
1 根强肋骨（1）（在一个压载舱内（见注 1））	所有强肋骨（1）（在 1 个压载舱内（见注 1）） 一根强肋骨的船体折角区域和其上部（约 5m）（在剩余每个压载舱（6）内）	所有强肋骨（1）（在所有压载舱内）	同 10 至 15 年的特别检验。 如 CCS 认为必要，包括附加的横向构件
1 根甲板强横梁（在 1 个原油舱（2）内）	一根甲板强横梁（在 2 个原油舱（2）内）	所有强肋骨（7）（1 个原油舱内），包括甲板强横梁和横撑材（如设置）；1 根强肋骨（7）（在剩余的每个原油舱内），包括甲板强横梁和撑杆（如设置）	
1 个横舱壁（4）（在一个压载舱（见注 1）内）	1 个横舱壁（4）（在每个压载舱（见注 1）内）	所有横舱壁（在所有原油舱（3）和压载舱（4）内）	
1 个横舱壁（5）（在 1 个中央原油舱内） 1 个横舱壁（5）（在 1 个原油边舱 （见注 2）内）	1 个横舱壁（5）（在 2 个中央原油舱内） 1 个横舱壁（5）（在 1 个原油边舱（见注 2）内）		

①平均直径是指该链环一个横截面上量得的最小直径加上与该横截面垂直方向量得的直径之和的一半。

图 5.4.4.4（2） ②中的（1）、（2）、（3）、（4）、（5）、（6）和（7）为船式浮式装置近观检验和厚度测量的区域：

（1）压载舱内的强肋骨系指边舱内的垂直桁材，底边舱内的桁材、双层底舱内的肋板和双甲板舱内（如设置）的甲板强横梁，包括邻接构件。首尖舱和尾尖舱内的强肋骨系指 1 个完整的横向环形强框架，包括邻接构件

（2）甲板强横梁包括邻接甲板构件（或在液舱甲板上的外部结构，如合适）

（3）原油舱内的完整横舱壁，包括桁材系统、邻接构件（例如纵舱壁）和上下凳（如设置）的内部构件

（4）压载舱内的完整横舱壁，包括桁材系统、邻接构件（例如纵舱壁、双层底舱内的桁材、内底板、底边舱舷侧、连接肘板）

（5）原油舱内横舱壁的下部，包括桁材系统、邻接构件（例如纵舱壁）和底凳（如设置）的内部构件

（6）主体结构折角区域及其上部（约 5m），包括邻接构件。主体结构折角区域系指底边舱斜板与内壳舱壁及与内底板连接处 2 m 范围的强肋骨区域。

（7）原油舱内的强肋骨系指甲板强横梁、纵舱壁的垂直桁材和撑杆（如设置）包括邻接构件

注 1：压载舱系指双层底舱加上双舷侧边舱加上双甲板舱（取适用者），即使它们是分开的，也是如此。

2：不设置纵中油舱（例如设中纵舱壁），边原油舱内的横舱壁应予检验。

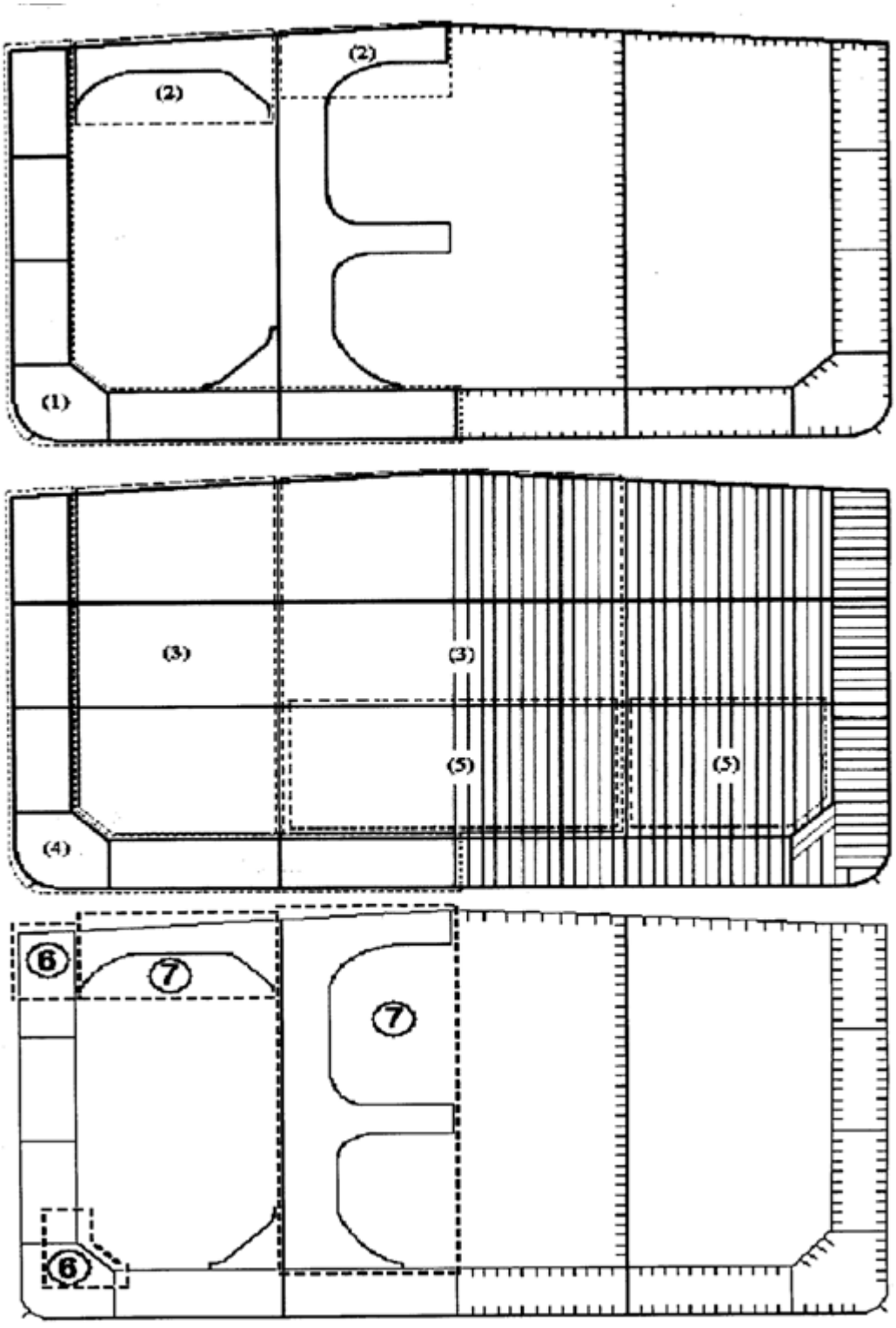


图 5.4.4.4(2) ② 双壳油船要求近观检验的区域（1）至（7）

浮式装置在特别检验时液舱试验的最低要求 **表 5.4.4.5(1)**

第 1 次特别检验 船龄≤5 年	第 2 次及以后特别检验 船龄>5 年
1.所有压载舱边界 2.面对压载舱、空舱、管隧、泵舱或隔离舱的原油舱边界	1.所有压载舱边界 2.所有原油舱舱壁

5.4.4.7 柱稳式浮式装置

柱稳式浮式装置还应包括下述项目的检查：

应对立柱及斜撑与上壳体和下壳体或片体的连接处进行检查，应对主要支承结构、斜撑、撑杆和水平撑以及扣板和肘板等结点进行检查，应对它们的内部延续结构或支承结构同时进行检查，可疑部位可要求进行无损探伤检查。

5.4.4.8 拖带/应急拖带装置（如设有）的检查：

（1）确认拖力点、短拖索、拖带连接、回收装置、防擦装置和指示浮标处于良好和有效状态；

（2）短拖索、回收装置和防擦装置的磨损情况在允许的范围；

（3）导缆装置按规定进行正常的维护保养。

5.4.4.9 原油外输装置，应确认其处于可用状态并得到正常维护保养。

5.4.4.10 具有自动关闭装置的空气管头部应按表 5.4.4.10 的要求作全面检验（包括外部和内部）。对于设计成不能从外部对其内部进行适当检查者，则应将其头部从空气管上卸下。应特别注意镀锌钢质空气管头部的锌涂层的状态。

特别检验中自动空气管头部的检验要求 表 5.4.4.10

第 1 次特别检验 船龄≤5 年	第 2 次特别检验 5 年<船龄≤10 年	第 3 次及以后特别检验 船龄>10 年
（1）浮式装置首 0.25L 范围内露天甲板上两个空气管头部，左右舷各一个，建议取压载舱的空气管头部； （2）浮式装置首 0.25L 以后露天甲板上用于服务处所的两个空气管头部，左右舷各一个，建议取压载舱的空气管头部； （3）由现场验船师对所选择的空气管头部进行检查； （4）根据检查结果，验船师可要求检查露天甲板上的其他空气管头部	（1）浮式装置首 0.25L 范围内露天甲板上所有空气管头部； （2）浮式装置首 0.25L 以后露天甲板上用于服务处所的空气管头部至少 20%，建议取压载舱的空气管头部； （3）由现场验船师对所选择的空气管头部进行检查； （4）根据检查结果，验船师可要求检查露天甲板上的其他空气管头部	（1）露天甲板上的所有空气管头部，对 5 年内已换新过的空气管头部可免于检查。
注：水面式浮式装置外的其他浮式装置，检查自动空气管的选取为表的适用要求		

5.4.5 主体结构测厚与探伤

5.4.5.1 一般要求

（1） 在每次年度检验、中间检验或特别检验时，如发现主体结构的任何部位有显著腐蚀，对其厚度有怀疑时，均应进行测厚检查；

（2） 在每次特别检验时，应对重要结点进行无损探伤检查；

（3） 厚度测量可以从特别检验开始时进行，或特别检验到期前 15 个月内的厚度测量报告可认作本次特别检验的厚度测量报告。

5.4.5.2 厚度测量

（1）在特别检验时，各式浮式装置测厚的最低要求见表 5.4.5.2（1）①、②的规定；

（2）测量位置应选择最有代表性的可能遭受最严重腐蚀的区域；

（3）检查发现液舱内涂层处于“良好”状态的区域，则表 5.4.5.2（1）①、②所规定的测厚要求可予以特别考虑；

（4）显著腐蚀区域的板以每 $1m^2$ 用 5 点形测量，构件以每 1m 测 3 点，测量结果取平均值来确定腐蚀程度；

（5）验船师认为必要，可更进一步扩大测厚范围；

（6）测厚的横剖面应选择在怀疑结构尺寸减小最大处或由甲板测厚显示结构尺寸减小最大处；

（7）如需要测量 2 个或 3 个横剖面的情况，则至少应有 1 个横剖面位于船中 0.5L 范围内的压载舱；

（8）对于船长 130m 及以上（船长定义参见现行国际载重线公约）且船龄在 10 年以上的机动船式浮式装置，如需要，按 CCS《钢质海船入级规范》第 1 篇第 5 章 5.6.1.3 条进行总纵强度的评估，测厚的取样方式见 CCS《钢质海船入级规范》第 1 篇第 5 章附录 2 的附

件3的规定；

（9）厚度测量通常应由CCS认可的公司进行，测量可用超声波测量仪，该设备的精度应经验船师确认满意，测量人员应持有CCS接受的资格证书；

（10）厚度测量通常应在验船师的监督下进行，以确定测量结果的准确性。验船师还可接受不在其监督下的厚度测量，但认为必要时应予抽测，以确定测量的准确性；

（11）厚度测量记录应标示测量位置、实测厚度、测厚设备的型号、测量日期、测量者签名和验船师签名。

船式浮式装置特别检验时的测厚最低要求　　表5.4.5.2（1）①

第1次特别检验 船龄≤5年	第2次特别检验 5年<船龄≤10年	第3次特别检验 10年<船龄≤15年	第4次及以后特别检验 船龄>15年
1　在原油区域内全船宽的1个甲板剖面(在1个压载舱处，如设置；或1个主要用于水压载的原油舱内) (注1)。 2　按本节表5.4.4.3(2)①、②经受近观检验的结构构件的测量点。 3　可疑区域	1　在原油区域： a) 每块甲板板； b) 1个横剖面。 2　月池边界壁板 3　按本节表5.4.4.3(2)①、②经受近观检验的结构构件的测量点。 4　可疑区域。 5　原油区域以外选择的舷侧干湿交变列板。	1　在原油区域： a) 每块甲板板； b) 2个横剖面(注2)。 c) 所有舷侧干湿交变列板。 2　月池边界壁板 3　按本节表5.4.4.3(2)①、②经受近观检验的结构构件的测量点。 4　可疑区域。 5　原油区域以外选择的舷侧干湿交变列板。	1　在原油区域： a) 每块甲板板； b) 3个横剖面(注2)； c) 每块船底板。 2　月池边界壁板 3　按本节表5.4.4.3(2)①、②经受近观检验的结构构件的测量点。 4　可疑区域。 5　全长范围内所有舷侧干湿交变列板。

注：1 括号内的说明不适用于双壳油船。

2 对双壳浮式装置，在船中0.5L区域内至少应有1个剖面，该剖面应包含在1个压载舱内。

柱稳式浮式装置特别检验时的测厚最低要求　　表5.4.5.2（1）②

第1次特别检验 船龄≤5年	第2次特别检验 5年＜船龄≤10年	第3次特别检验 10年＜船龄≤15年	第4次及以后特别检验 船龄>15年
（1）可疑区域； （2）飞溅区内耗蚀明显的立柱和撑杆 （3）在原油区域内全船宽的1个甲板剖面(在1个压载舱处，如设置；或1个主要用于水压载的原油舱内)	（1）可疑区域； （2）飞溅区内及下壳体或柱靴以上至少3m范围内立柱和撑杆的有代表性测厚； （3）耗蚀明显的主要和特殊构件； （4）下壳体或立柱易受锚链或锚缆磨损的部件（认为必要时）； （5）在原油区域： a) 每块甲板板； b) 1个横剖面。 （6）原油区域以外选择的舷侧干湿交变列板	（1）可疑区域； （2）每2根立柱和2根撑杆中选1根立柱或撑杆在飞溅区内及在下壳体或柱靴以上至少3m范围内各1个横剖面的壳板及骨材（认为必要时）； （3）主要和特殊构件有代表性的测厚； （4）锚链或锚缆处耗蚀明显的下壳体或立柱的壳板； （5）在1组立柱之间的左、右下壳体各1个横剖面的壳板和甲板板； （6）锚链舱内部骨材（认为必要时）； （7）在原油区域： a) 每块甲板板； b) 2个横剖面(注2)。 c) 所有舷侧干湿交变列板。 （8） 原油区域以外选择的	（1）可疑区域； （2）一半立柱和撑杆在飞溅区内及在下壳体或柱靴以上至少3m范围内各1个横剖面的壳板及骨材（认为必要时）； （3）主要和特殊构件的广泛性测厚； （4）锚链或锚缆处耗蚀明显的下壳体或立柱的壳板； （5）在1组立柱之间的左、右下壳体各1个横剖面的壳板和甲板板； （6）锚链舱内部骨材（认为必要时）； （7）在原油区域： a) 每块甲板板； b) 3个横剖面(注2)； c) 每块船底板。 （8）全长范围内所有舷侧干湿交变列板。

		舷侧干湿交变列板	

第5节 通用机械设备的检验

5.5.1 **一般要求**

5.5.1.1 本节规定适用于浮式装置通用机械装置与系统的各种检验；油、气、水处理设备检验见本章第6节的规定；螺旋桨轴与尾管轴的检验见本章第10节的规定；锅炉和热油加热器的检验见本章第11节的规定。

5.5.1.2 通用机械装置与系统检验的目的是通过检验确认机械装置和系统得到良好的维护保养，并处于良好和有效状态，符合预定用途。通用机械装置与系统的检验一般应与浮式装置结构的相应检验同时进行。

5.5.1.3 业主应根据检验种类做好检验前准备，包括检验场所的清洁、照明和接近检验项目的安全通道、安全设施以及检验提供所需的各种足够的资料、说明书和图表等。

5.5.1.4 检验时，若某些项目已由主管机关进行了检验，CCS将根据情况进行与证书相关项目的总体检验，以便确认其符合本规范的要求，检验范围视具体情况而定。

5.5.2 **年度检验**

5.5.2.1 年度检验间隔期见本章第2节的有关规定。

5.5.2.2 年度检验应与法定的年度检验协调进行。

5.5.2.3 年度检验的目的是确认有关机械装置与系统的总体状况，从上一次检验以来得到良好的维护保养，且符合预定用途。

5.5.2.4 通用机械设备检验项目：

（1）确认机器、锅炉和其他压力容器，及其管系和属具的安装和保护，已充分考虑到其运动部件、热表面和其他危险情况，对船上人员安全的危险减至最低程度；

（2）确认即使在任何一重要辅机发生故障时，推进机械仍能保持或恢复正常的操作；

（3）确认已有措施，保证在没有外来帮助的情况下，机器能够从瘫船状态运转起来；

（4）机器、锅炉、所有蒸汽、液压、气动和其他系统及其相关属具进行总体检查，确认其保持良好工作状态，特别是对火灾和爆炸等危险的预防措施；

（5）检查和试验主操舵装置和辅助操舵装置及其有关设备和控制系统的运行状态；

（6）确认液压动力操作的、电动和电动液压的操舵装置所要求的各种报警装置的运行令人满意，并且确认液压动力操作的操舵装置的重新充液装置保持良好状态；

（7）检验主机和对浮式装置安全所必要的辅机的操作，适当时包括从驾驶室遥控操作主机以及从机器控制室操作主机和其他辅机的装置；

（8）确认通用机械处所的通风系统运行良好；

（9）检查周期性无人值班机器处所的布置，尤其是抽查报警、自动功能和停车功能试验；

（10）尽可能，确认结构防火未作改动，检查所有手动和自动防火门，验证其操作功能，试验所有通风系统进出口的关闭装置，以及从所服务处所外面试验停止动力通风机的装置；

（11）确认居住处所、机器和其他处所的脱险通道令人满意；

（12）海水系统所有膨胀接头进行目视检查；

（13）确认机械处所和锅炉处所结构未发生未经批准的变更；

（14）确认机械处所和锅炉处所的门处于良好有效状态，且脱险通道保持畅通；

（15）确认主推进装置包括主推进机械、齿轮装置和轴系，动力定位装置等，按规范规定进行维护保养，处于良好工作状态；

（16）确认为主推进和动力定位系统服务的泵系统和管路系统得到维护保养，处于良好工作状态；

（17）确认发电机原动机和其他辅助机械，以及为其服务的泵系统和管路系统，处于良好工作状态；

（18）确认安全保护装置，包括锅炉、废气锅炉、经济器、蒸汽加热蒸汽发生器和非为推进用的锅炉（压力大于0.35MPa和受热面积大于4.5m^2）和热油加热器和热水加热器的安全阀，以及压力容器（压力大于0.7MPa）的压力释放阀、燃油系统和燃油装置的安全装置和紧急切断装置等，处于良好工作状态；确认所有运动部件和热表面的安全防护设施良好有效；

（19）确认机械处所和锅炉处所的舱底水系统和污水阱，包括舱底泵的操作和水位报警等尽实际可行进行检查；

（20）确认初始起动装置处于有效状态；

（21）确认驾驶室/中央控制站与机械处所、与舵机舱、与应急操舵位置（如设有时）和应急消防控制站间的通信设施良好有效；

（22）确认压载系统得到维护保养，处于良好状态；

（23）尽实际可行确认原油泵舱和泵舱内的所有管系并确认其处于良好状态；

（24）原油泵、舱底水泵、压载泵、扫舱泵等进行总体检查，尽实际可行确认其的轴封情况，及原油泵舱舱底水系统的遥控操作设施以及泵底座的完整性；

（25）原油舱、污油水舱的透气系统包括呼吸阀进行总体检查；

（26）原油洗舱系统、热水洗舱系统进行外部检查；

（27）确认在航行中船员自行修理项目处于良好工作状态；

（28）确认以前检验提出的建议、要求遗留项目按要求得到处理。

5.5.2.5 具有惰性气体系统（IGS）附加标志的附加检验要求

（1）具有惰性气体系统（IGS），应对下列项目进行检验和/或试验，确认其处于良好工作状态：

① 货物区域甲板上的所有管路、透气管和通过船壳外板舷外排出管等经目视检查，确认其无气体或流出物的泄漏痕迹；

② 确认两台惰性气体鼓风机能运转正常；

③ 确认洗涤器室的通风系统运转正常；

④ 确认甲板水封的自动注水和疏水工作正常；

⑤ 确认所有遥控操作阀或自动控制阀包括烟气隔离阀工作正常；

⑥ 确认吹灰器的连锁装置工作正常；

⑦ 确认当惰性气体鼓风机被关闭时，惰性气体压力调节阀能自动关闭；

⑧ 尽可能对惰性气体系统的下列安全装置和报警器采用模拟条件进行检查/试验：

a. 惰性气体总管内气体含氧量高；

b. 惰性气体总管内气体压力低；

c. 甲板水封供水压力低；

d. 惰性气体总管内气体温度高；

e. 洗涤器水压低或水流速度低；

f. 用计量气体方法来核定可携式和固定式氧气测量仪；

g. 洗涤器内水位高；

h. 惰性气体鼓风机失效；

i. 气体压力调节阀的自动控制及惰性气体总管内的气体含氧量高的显示器和记录仪的供电失效；

j. 惰性气体总管内气体压力高。

⑨ 确认惰性气体系统运转正常运行。

5.5.2.6 机舱自动化和机械附加标志的附加检验项目

具有机舱自动化和机械附加标志，还应对下列项目尽实际可行进行总体检查或效用试验，确认其处于良好工作状态：

（1）报警指示器的功能试验；

（2）对主、辅机的控制系统的功能进行检查：

① 主机的自动控制；

② 主、辅锅炉的自动控制；

③ 应急发电机的自动起动和控制；

④ 服务于主机的重要泵的备用泵自动起动或切换功能；

⑤ 机舱舱底水的水位探测和报警系统及泵的起动效用试验。

（3）驾驶室与轮机员起居处所的延伸报警功能和通信功能；

（4）对固定式失火、探火与报警系统的功能检查；

（5）对其他重要机械设备的自控及遥控系统的修理项目，在年度检验时应进行效用试验；

（6）检查上1次检验以来机舱控制系统全面操作记录，若出现不正常或功能失效，应采取修正措施。

5.5.2.7 具有轮机其他附加标志，诸如螺旋桨轴状态监控系统及柴油机滑油状态监控系统等，应按规范对其的各自要求进行总体检验，确认其处于良好和有效工作状态。

5.5.3 中间检验

5.5.3.1 中间检验间隔期见本章第2节的有关规定。

5.5.3.2 除本节年度检验的适用要求外，中间检验还应增加如下项目：

（1）驱动发电机的原动机应在工作情况下进行运转试验，确认其处于良好工作状态；

（2）机械处所和锅炉处所的舱底水吸口和舷外排出阀应进行检验；

（3）对锚机应进行总体检验，且用部分降落和提升锚对锚机进行负荷试验。

5.5.4 特别检验

5.5.4.1 特别检验间隔期见本章第2节的有关规定。

5.5.4.2 检验条件：

（1）业主应为检验提供必要条件和安全设施，如检验项目的拆开或打开和清洁，以及到达检验项目的安全通道及照明等；

（2）特别检验的目的是通过足够项目的检查、试验和核查，确认机械装置得到良好的维护保养，且能适合于下一个5年内的预定用途。

5.5.4.3 通用机械设备检查和试验项目：

（1）本章5.5.3.2中间检验项目；

（2）本章5.9.2.1规定的适用项目，但在此次特别检验到期前15个月内在干坞内完成坞内检验，可接受为此次特别检验时同时进行的检验；

（3）对主推进系统的所有轴（螺旋桨轴与尾管轴、方位螺旋桨装置、喷水推进装置除外）和所有轴承应进行检验。若轴线或轴承磨损正常，轴承的下瓦一般可不拆出检验；

（4）齿轮装置应打开检查，确认主齿轮、辅齿轮、轴、轴承、推力轴、推力轴承和润滑系统等工作状况；对1120kW及以下的常规齿轮装置和所有外摆线齿轮装置，如业主能提供满意的运转记录，则可不必打开检查；

（5）辅机、空气压缩机及其中间冷却器、过滤器和油水分离器以及安全装置应进行检验；

（6）所有为推进和动力定位装置服务的泵及其系统部件应打开进行检查；

（7）舵机，包括主、辅操作操舵装置应进行检查，系统安全压力释放阀进行试验，其整定值应核查；

（8）锚机，包括运转试验，刹车和底座应进行检查，安全装置应试验；

（9）主机、辅机、齿轮箱、推力座和中间轴承座的地脚螺栓和垫片应进行检验；

（10）所有热交换器（包括中间冷却器）和工作压力0.7MPa及以上的压力容器，以及其附件、阀打开应进行检查，如发现腐蚀或损坏时应进行压力试验以确定其工作压力。并在工作状态下核定其安全阀；某些小型热交换器和0.7MPa及以上的压力容器打开检查有困难时，可采用1.25倍的工作压力的液压试验来代替；

（11）舱底系统的阀、旋塞和过滤器连同其管路在工作压力下进行试验；

（12）燃油、润滑油、冷却水、给水和压载系统的连接和盲断设施进行检验或试验，必要时打开检验；

（13）不参与浮式装置体结构的燃油舱应进行检验，当验船师认为必要时可进行压力试验。若外部检验满意，船龄10年以下的燃油舱可免内部检验。

5.5.4.4 机舱自动化和机械附加标志的附加检验项目

除5.5.2.7外，还应对下列项目进行总体检查，确认其处于良好工作状态：

（1）主推进机械自动化系统的模拟效用试验：

① 主控制系统（包括主推进机械的起动、运行、停止、换向等的自控、机舱集控室和驾驶室遥控）；

② 控制系统的转换和通信；

③ 安全系统；

④ 报警系统；

⑤ 越控系统；

⑥ 备用设备的自动起动；

⑦ 确认遥控系统故障时转为手动控制的功能；

⑧ 控制系统、安全系统和报警系统动力源（电力、液压和气动）失效后，当动力源恢复后各系统的功能试验。

（2）锅炉自动化系统的模拟效用试验：

① 燃烧安全系统（包括燃料供应泵自动停止、给水泵自动起停、扫气、温度自动控制等）；

② 监控、报警系统；

③ 手动控制装置。

（3）发电机系统和电站的自动控制和报警（包括备用发电机组的自动起动、接入、并联运行、负载分配和切断）。

（4）其他重要机械设备的模拟效用试验：

① 按实际可行，对控制系统、安全系统和报警系统（包括报警指示器、显示屏）进行效用试验；

② 自控、遥控系统的部件（元件、阀门、执行器、仪表等）外观检查，必要时应进行拆检和试验。

（5）水线以下吸入阀和排出阀的遥控操作效用试验。

（6）检查故障记录仪的记录信息，查阅自控、遥控设备使用日志，确认各系统的工作可靠性。

5.5.4.5 惰性气体系统（IGS）附加标志的附加检验项目

除5.5.2.6外，还应对下列项目进行检验和/或试验，以确认其处于良好状态：

（1）惰性气体发生器、洗涤器，当发现有气体或流出物泄漏痕迹时，应打开检查；

（2）惰性气体的分配管和截止阀，包括吹灰器的连锁装置，当发现异常时应予拆开检查；

（3）甲板水封和止回阀应打开检查；

（4）冷却水系统包括流出管和洗涤器的舷外排出管应予检查，阀应拆开检查；

（5）所有自动关闭装置和报警器应进行功能试验；

（6）惰性气体系统应在工作情况下进行完整性检查；

（7）如业主要求，惰性气体系统装置的特别检验可采用循环检验方法进行。即装置的各个机械项目尽实际可能在规定的间隔期内（通常为5年）打开进行检查。每一个项目连续检验的间隔期不得超过5年。每年大约有五分之一项目应安排检验。若在循环检验中发现缺陷，则应扩大到相关部件打开检查，检查中发现的任何缺陷都应处理使之处于满意状态；

（8）应对整个系统在工作情况下进行检查。

5.5.4.6 柴油机

应对柴油机下列部件在打开的情况下进行检验：

（1）气缸套、气缸盖、阀及其装置、活塞、活塞杆、十字头、导板、连杆、曲轴及所有轴承、曲轴箱、机座、机架、曲轴箱导门的系固和防爆释放装置、扫气箱安全释放装置、

扫气泵或扫气风机、增压器及其中冷器、燃油泵及其附件、凸轮轴驱动装置和平衡设施、振动阻尼器或减振器、弹性联接器、离合器、换向机构、机带的泵和冷却装置；

（2）选择一段起动空气管路并拆开进行内部检验和敲击试验。若发现管内有润滑油积聚，除用蒸汽吹洗外，还应对靠近主起动阀管段和空气压缩机排出管段拆开进行检验；

（3）机器进行操纵试验，初始起动装置应进行试验；

（4）气缸直径300mm及以下的柴油机，如按制造厂预定的维护计划进行维护，则其检验可按制造厂维护计划进行。该计划的记录，包括润滑油使用记录应提供审查。而当制造厂预定的维护计划要求定期拆检维护保养时，验船师应现场见证。

5.5.4.7 燃气轮机

应对燃气轮机下列部件在拆开状态下进行检验：

（1）燃气轮机的叶轮或叶片、转子、空气压缩机的外壳和转子、燃烧室、内冷器、燃气管和空气管、启动器和换向装置；

（2）燃气轮机可按制造厂建议打开进行维护保养。业主应提交每一型号燃气轮机在其规定服务间隔期内，对燃烧室和热气通道和其他项目的维护保养计划；

（3）对于持续使用的燃气轮机，每一个检验周期内（通常为5年），至少应对一个燃气轮机的热气通道进行检查，包括转子、固定叶片（喷嘴环），燃烧室，进气涡壳，排气涡壳，空气阀控制和保护装置等。其他部件和附属设备，若提供的记录与以前比较，如发生明显变化应打开检查；

（4）在热气通道检查过程中，如从进气端经目视检查未发现增压器导风轮或导风轮叶片有缺陷，压气机部分的检查可结合其他项目的检查同时进行；

（5）每一检验周期（通常为5年）至少应要求一台辅燃气轮机，根据实际运转时间和状况，按制造厂建议进行检查并做操作试验，包括对其保护装置（如适用时）；

（6）如辅燃气轮机装置从浮式装置上移至另一场所进行内部检查。在浮式装置上进行重新安装时验船师应进行检查，确认其安装等各方面均满意；

（7）所有燃油管系和滑油管系在重新装妥/重新安装后，燃气轮机及其排气系统在全负荷运转状态下进行密性检查，燃油管的护套和双套管壁应进行检查；

（8）自由活塞燃气发生器的气缸、活塞、端盖、阀和阀装置、泵和附件，同步控制机构，冷却系统，防爆装置包括旁通装置等应打开检查；

（9）燃烧燃气发生器的空气压缩机包括壳体、转子，燃烧室、燃烧系统，内空气冷却系统、热交换器、燃气管和空气管应打开检查。

第6节 油、气、水处理设备检验

5.6.1 一般要求

5.6.1.1 油、气、水处理设备的检验，应按照CCS《海上油气处理规范》的相关规定执行。

第7节 电气设备检验

5.7.1 一般要求

5.7.1.1 本节规定适用于所有浮式装置电气设备的各种检验。

5.7.1.2 检验时，若某些电气设备已由主管机关进行了检验和试验，CCS将根据情况进行与证书相关项目的总体检验，以便确认其符合本规范的要求，检验范围根据具体情况而定。

5.7.1.3 对于政府租用或拥有并用于军事目的浮式装置，本节有关要求的应用可予以特别考虑。

5.7.2 年度检验

5.7.2.1 年度检验间隔期见本章第2节的有关规定。

5.7.2.2 年度检验应尽量与法定的年度检验同时进行。

5.7.2.3 检验项目：

（1）确认中央控制室、驾驶室（设有时）与所有机械控制站的通信设施和舵角指示器工作正常；

（2）确认在设有应急操舵位置的浮式装置上，设置向应急操舵位置传递首向信息的装置以及（设有时）提供可视罗经读数的装置；

（3）确认主机传令钟、中央控制室或驾驶室与机器处所的第二种通信手段，以及任何其他机器控制位置的通信设施的运行正常；

（4）确认在轮机员起居舱室中，能清晰地听到轮机员报警系统的警报；

（5）确认发电机和重要设备的电动机及其控制装置处于正常状态。如可能，在运行状态下进行；

（6）应对主电源、应急电源及对浮式装置安全重要的应急电气设备的满意运行予以验证，包括应急电源的起动装置。如电源设有自动供电装置，则应按自动方式进行试验；

（7）对电力推进装置、系泊定位辅助推进装置的推进电动机、发电机、电缆及所有附属设备、控制设备应进行检验，并测量绝缘电阻；

（8）应对与浮式装置安全有关的电气设备的故障指示和报警器进行检查和试验；

（9）航行灯应在工作状态下进行试验，以验证其供电故障或航行灯故障的正确显示和报警；

（10）应急照明、临时应急照明、附加照明、通用报警和公共广播系统应尽实际可行进行试验；

（11）应尽量在工作状况下对电气设备进行目检，包括主电源、主、应急照明系统和电缆；

（12）应总体检查是否采取防止触电、电气火灾及其他由电气引起的灾害预防措施，例如，控制静电的搭接片和接地装置应予以检查（设有时）；

（13）确认危险处所内无潜在火源存在，确认危险区内所有的电气设备都适合于该处所服役，并处于良好状态，而且得到恰当的维护；

（14）确认在作业/迁移中船员自行修理项目；

（15）以前检验提出的入级条件或遗留项目和/或主管机关提出限制条件应按规定予以消除。

5.7.3 中间检验

5.7.3.1 中间检验间隔期见本章第 2 节的有关规定。

5.7.3.2 中间检验应尽量与法定的中间检验一起进行。

5.7.3.3 检验项目：

（1）本节 5.7.2.3 对该浮式装置适用的项目；

（2）发电机应在工作状况下进行运转试验，确认其处于良好工作状态；

（3）危险区域内的电气设备或通过危险区域的电路应进行检验，确认无任何危险的存在、无缺陷、无不正当的设备安装、无未经认可的设备及空端线路等；

（4）对危险区内（诸如：原油泵舱和与原油舱相邻处所）的电气线路进行绝缘电阻测量。但是如保持有适当的测量记录，则应考虑采纳最近数据。

5.7.4 特别检验

5.7.4.1 特别检验间隔期见本章第 2 节的有关规定。

5.7.4.2 特别检验应尽量与法定换证检验同时进行。

5.7.4.3 检验条件：业主应为检验提供必要的条件和安全设施。如检验项目的拆开或打开和清洁，以及到达检验项目的安全通道和照明等。

5.7.4.4 检验和试验项目：

（1）本节 5.7.3.3 对该浮式装置适用项目；

（2）本节 5.9.2 对该浮式装置适用项目，但在此次特别检验到期前 15 个月内在干坞内完成坞内检验，可接受为此次特别检验时同时进行的检验；

（3）电气设备和电路的绝缘电阻应进行测量；

（4）主配电板、应急配电板和分配电板上的附件应进行检验，验证过载电流保护和熔断器，确认其对各自的保护是合适的；

（5）发电机的空气断路器应进行试验，以验证其保护装置，包括动作和延时是令人满意的；

（6）所有电缆应进行检验，确认夹具和保护罩无松动；

（7）重要用途的电动机连同它的辅助控制和操作机构应进行检验，必要时在工作情况下进行运转试验。所有的发电机和操舵电动机应进行检验和在工作条件下进行试验，必要时可同时进行全负荷试验；

（8）重要用途供电的变压器若是湿式的，则业主应将液体取样送权威机构测定其击穿电压、酸度和水分，试验结果报告应提交验船师；

（9）自动和遥控系统

① 所有机械、液压及气动控制执行机构及其动力系统均应进行检查，验船师认为必要时应作试验；

② 应测量电控制电动机或执行机构绕组的绝缘电阻，所有线路应分别按不同的电压测试并使验船师满意，见本条（3）；

③ 对无人机械处所的控制系统，应在码头或坞内按推进机械的低功率进行运转试验，以确保所有自动功能、报警及安全系统的性能良好。

第 8 节　防火防爆安全设备检验

5.8.1　一般要求

5.8.1.1　本节规定适用于所有浮式装置的防火防爆设备的各种检验。

5.8.1.2　检验时，若某些防火防爆设备已由主管机关进行了检验和试验，CCS 将根据情况进行与证书相关项目的总体检验，以便确认其符合本规范的要求，检验范围将根据具体情况而定。

5.8.1.3　对于政府租用或拥有并用于军事目的浮式装置，本节有关要求的应用可予以特别考虑。

5.8.2　年度检验

5.8.2.1　年度检验间隔期见本章第 2 节的有关规定。

5.8.2.2　年度检验应尽可能与法定的年度检验同时进行。

5.8.2.3　验船师应对下列项目进行检查，并确认其处于有效状态：

（1）查核结构防火的布置未作重大变更；

（2）检查防火墙/舱壁、甲板及贯穿件的技术状况及完整性，防火门及防火闸应予以检查并做操作试验；

（3）灭火控制室、灭火剂站室检查，查核防火控制图按规定张贴和存放；

（4）检查自动探火和失火报警系统、手动报警按钮的效用以及可燃气体探测和报警系统（包括手提式可燃气体探测仪）的效用；

（5）检查水消防系统包括自动喷淋系统（如设有时），确认每台消防泵（包括应急消防泵）及其管路均处于有效状态，以保证在浮式装置任何部位的两个不同的消火栓能提供两股水柱而消防总管仍保持所需压力；

（6）水带、水枪、泡沫枪、水雾枪、扳手、手提和舟车式灭火机处于工作状态，维护保养正常，并放在各自规定的位置；

（7）检查国际通岸接头的配备及存放位置；

（8）检查固定灭火系统（包括：压力水喷淋灭火系统、CO_2 灭火系统、泡沫灭火系统等）的控制器、管路、操作阀、喷嘴、标志和说明，核查系统日常维护记录中的设备保养状况及上次试验日期，核查高压 CO_2 灭火系统管路的压力试验日期；

（9）查核固定灭火系统的灭火剂量，包括驱动气体的压力（如适用时）。对固定泡沫灭

火系统，应查明灭火剂的质量处于有效状态；对高压 CO_2 储瓶每两年进行称重；

（10）检查起居和服务处所内带有油漆和/或易燃液体以及深油烹饪设备的处所的灭火系统；

（11）检查直升机甲板灭火设施；

（12）按实际可行检查通风机、油泵等电机的遥控切断装置及机器处所供油管路的遥控关闭装置；

（13）检查通风筒、烟囱环围空间、天窗、门道及轴隧的关闭装置（如适用时）。对挡火闸应作操纵试验；

（14）检查面向危险区的窗、舷窗以及固定装置完好有效性。对有水幕保护的窗应做喷水试验，观察其有效性；

（15）查核消防员装备、应急呼吸器有效、完整并处于良好状态；

（16）查核危险区的范围有否变动；

（17）检查防止气体进入安全区域和较低危险区的保护系统，并确认其处于有效状态；

（18）检查防止气体从围蔽或半围蔽危险区逸出的保护系统，并确认其处于有效状态；

（19）检查应急关断系统，并确认其处于有效状态；

（20）验证自动关断和报警装置动作可靠；

（21）对与正压型防爆设备或正压处所相关的报警和联锁装置，应进行正确运作试验；

（22）对逃生及脱险通道应进行检查确保其处于良好状态并无障碍及标志清晰；

（23）对危险区通风及内部的直接受火加热的容器和柴油机进行检查；

（24）对危险区（如原油泵舱及原油区域上方）及相邻处所内的电气设备、电缆、控制器、防爆设备、器具进行检验，确认无不正确的设备安装、无未经认可的设备及空端线路等；

（25）确认货泵舱内所有舱壁无渗漏迹象，无潜在火源，诸如无松动机械、货泵舱内的舱底水中未含有过量的货物和未含有过多的货物蒸气和可燃物质，且梯道处于良好状态；

（26）对以前检验提出的入级条件或遗留项目和/或主管机关提出的限制条件应按规定予以消除。

5.8.3 中间检验

5.8.3.1 中间检验间隔期见本章第 2 节的有关规定。

5.8.3.2 中间检验应尽量与法定的中间检验同时进行。

5.8.3.3 中间检验除包括本节 5.8.2 规定的适用项目外，尚应对下列项目进行检查：

（1）核查高压 CO_2 储瓶的称重记录；

（2）对固定灭火系统的管路进行畅通试验；

（3）校核低压 CO_2 系统中安全阀的启闭压力；

（4）选择适当数量的水喷淋系统喷嘴进行喷水试验；

（5）对泡沫浓缩液进行化验。

5.8.4 特别检验

5.8.4.1 特别检验间隔期见本章第 2 节的有关规定。

5.8.4.2 特别检验应尽可能与法定的换证检验同时进行。

5.8.4.3 特别检验除包括本节 5.8.3 规定的适用项目外，尚应对下列项目进行检查：

（1）对每台消防泵（包括应急消防泵）进行效用试验；

（2）对惰气发生器、洗涤塔、风机、甲板水封、冷却水泵进行打开检验；

（3）危险区域：

围蔽危险处所，诸如原油泵舱、原油区域上方的处所应予以检查。围蔽危险处所界限舱壁上门和关闭装置的有效性应予以验证。照明、设备和仪表应予以检查，证明是令人满意的，并对防爆型进行验证。围蔽危险处所的通风系统包括导管、风扇、进排风口位置应予以检查、试验及证明是令人满意的，通风报警系统也应证明是令人满意的。电动机应予以检查，包括大功率直流电动机闭式循环通风系统。在通风失效情况下电动机自动动力断开应证明是令人满意的。应对危险区域内各种设备装置和其他系统的管系的泄漏、腐蚀以及阀的安全操作进行检查，验船师要求时应做试验；

（4）遥控关断装置：

要求遥控关闭的原油、燃油输送泵、通风设备以及油舱/箱出口阀的遥控关断装置应证明是令人满意的。所有电气设备包括主发电机、应急发电机的应急开关应证明是令人满意的。诸如脱险通道和登乘站等要害部位的报警和通信系统，以及照明应证明是令人满意的。

第9节 浮式装置底外部与有关项目检验

5.9.1 一般要求

5.9.1.1 浮式装置底外部与有关项目的检验，可以在干船坞内或船排上进行，或采用水下检验进行。接受水下检验代替坞内检验的条件见本章第2节5.2.3规定。

5.9.1.2 浮式装置底外部与有关项目的检验间隔期，按本章第2节规定。

5.9.2 浮式装置底外部检验范围

5.9.2.1 所有浮式装置

（1）当浮式装置在干船坞内或船排上，为方便对舷侧外板等构件的检查，包括浮式装置底板和首板、尾框架和舵、海底阀及海水阀箱、螺旋桨等，应设有足够高度的底墩，并提供必要的台阶；

（2）舷侧外板的过度腐蚀或因磨损、触底以及任何异常凹陷或屈曲引起的缺陷应予以检查。应特别注意舭列板和舭龙骨的连接处。对重要外板的凹陷或无需立即修理的其他缺陷应作记录；

（3）海底阀及其格栅板、通海件、舷外排出阀、海水旋塞以及船体或海底阀的附属设施应予以检查；

（4）螺旋桨、舵的可见部分、舵销、舵轴及法兰和尾柱应予以检查。为检查舵销，如验船师认为需要，应抬升舵叶或拆除舵销的检查孔板。舵轴承的间隙应予以确定并记录。舵轴承磨耗间隙的极限值见CCS《钢质海船入级规范》第1篇第5章附录4。如验船师认为确有必要，在可行的情况下，可要求进行舵的压力试验；

（5）应检查侧推器的可视部分；

（6）机动浮式装置在坞修时，应进行系泊试验确认主辅机械运转状态正常。如对主辅机械或者操舵装置进行重大修理，则应考虑进行海上试验；

（7）检查和单点连接结构，必要时进行无损探伤；

（8）应检查外部阴极保护系统和涂层；

（9）防污底系统检查和水下检验标志检查(若适用)。

5.9.2.2 柱稳式浮式装置

（1）应对上壳体或浮式装置、柱靴、下壳体、立柱、撑杆及其连接部分和推进装置（适用时）等的外表面进行有选择的清洁和检查；

（2）对立柱与上/下壳体，撑杆等关键节点或验船师发现的可疑区域，均应进行无损探伤检查。

5.9.3 水下检验

5.9.3.1 一般要求

（1）被授予IWS附加标志的浮式装置，除本章5.2.3规定外，可以采用水下检验的方式进行水线以下主体结构和机械项目的检验。水下检验的要求具体见本规范第9篇第5章的要求；

（2）根据业主的申请并在特定的环境条件下，CCS也可以同意对无IWS附加标志的浮式装置进行水下检验，以代替其本节5.9.2的坞内检验。

5.9.3.2 水下检验条件

（1）原则上，主体结构壳板、舵、螺旋桨和螺旋桨轴的水线以下部分，没有需要修理的遗留项目，除非CCS认为浮式装置在漂浮状态下进行这样的修理是可行的；

（2）应选择在遮蔽且平静水域或良好的检验环境，如水流平稳（包括潮流）、水下能见

度及水线以下主体结构清洁度应能使验船师和潜水员确定板、附体及焊缝的状况；潜水员在主体板上的定位方法应使 CCS 满意，必要时，定位点的选择应利用主体板上的永久性标记；

（3）水下检验之前，应会同有关各方讨论在水下检验中用于观察和报告的设备、程序，并可执行水下检验的潜水公司有适当的时间预先进行所有设备的调试；

（4）水下检验应由 1 名或多名合格的潜水员在 CCS 验船师的在场下进行。这些潜水员应是由 CCS 认可的作为服务供应方的公司雇员；潜水员与验船师之间应有有效的双向通信联系。

5.9.3.3 检验范围和报告

（1）水下检验应能提供与正常坞内检验所能获得的相同的浮式装置底检验信息。水下检验的范围，应尽实际可能与 5.9.2 所列检验项目相同，但对舵轴承间隙和油润滑尾管轴承的尾轴衬套间隙的测定，可根据运行历史、船上试验和油样分析予以特别考虑。这些特别考虑的事宜由船东事先在水下检验申请中提出，以便 CCS 确认并同意有关水下检验所需布置；

（2）完成检验后，执行水下检验的潜水公司，应向 CCS 现场验船师提交 1 份详细的检查报告,包括图象摄取录像带和主要部分的照片；

（3）如水下检验发现任何损坏或需要及时处理的缺陷，应要求浮式装置进坞作详细的检验或必要的修理。

第 10 节 螺旋桨轴与尾管轴检验

5.10.1 一般要求

5.10.1.1 螺旋桨轴或尾管轴检验应按照 CCS《钢质海船入级规范》第 1 篇第 5 章第 12 节的有关规定进行。考虑到浮式装置尾轴的运转时数较常规船低，尾轴检验间隔期可在下述条件的基础上适当延长，并使验船师满意：

（1）潜水员对尾管轴承和舷外密封部分的外部检查，包括尽可能的磨损测量；

（2）机舱内尾轴密封部分的内部检查；

（3）确认滑油记录（良好的滑油损耗率、无不可接受污染的迹象）；

（4）按照密封件厂商建议检查或更换密封元件。

第 11 节 锅炉检验

5.11.1 一般要求

5.11.1.1 锅炉检验应按照 CCS《钢质海船入级规范》第 1 篇第 5 章第 13 节的有关规定进行。

第 12 节 不在 CCS 检验下建造浮式装置的初次入级检验

5.12.1 一般要求

5.12.1.1 不在 CCS 检验下建造浮式装置的初次入级检验包括：

（1）建造中的浮式装置初次入级检验；

（2）建造后的浮式装置初次入级检验。

5.12.1.2 本节所述的初次入级也包括有关的附加标志的检验。

5.12.1.3 CCS 一旦收到浮式装置转级申请，如原浮式装置入级的船级社是 CCS 接受的船级社，则应将如下信息书面通知业主：

（1）只有完成 5.12.3.1 规定的检验并满意后，才能入级；

（2）对船龄小于 15 年的浮式装置，只有在 CCS 完成如下项目，才能签发临时入级证书：

① 所有过期的检验；

② 原船级社提出的所有过期的浮式装置船级条件。

（3）对船龄15年及以上的浮式装置，只有CCS确认原船级社完成如下项目，CCS才能签发临时入级证书：

① 所有过期的检验；

② 原船级社提出的所有过期的船级条件。

（4）任何未完成的船级条件应在其到期日之前予以处理；

（5）上述（1）～（3）也适用于原船级社在初次提供检验信息后，对该浮式装置提出的任何附加船级条件（由于在临近申请转级之前原船级社刚完成该浮式装置的某些检验），如CCS在签发临时入级证书后收到这些已过期的附加船级条件，则根据船龄应在浮式装置停靠的第一个港口予以解决；

（6）CCS应获得本节规定的图纸资料，作为签发全期入级证书的必备条件。

5.12.1.4 经检验符合要求，按本规范第3篇第3章第2节要求勘划载重线标志。

5.12.2 建造中的浮式装置初次入级检验

5.12.2.1 CCS接受的船级社检验的浮式装置的初次入级检验：

（1）所有建造的图纸、计算书和其他技术文件（由原船级社按其规范批准的）应送交CCS核查。浮式装置一般可按原批准图纸继续进行建造；

（2）除按新建造浮式装置的正常检验项目外，还应对下列项目进行检查（除非原船级社已进行检验并有相应的记录）：

① 对已检查的项目或已确认的项目，建造厂应提交记录供审核；

② 对已检查的所有舱、处所和装置应进行全面检验，对材料尺寸、工艺和布置验船师应确认其符合批准图纸的规定；

③ 对已参加过的舱的检查和试验的资料，经确认认为有效的可以接受，但如某些舱进行再试验时应予参加，如为迁航试验则要求对某些舱进行效用试验，特别是对压载水舱的检查和试验；

④ 无损检测记录应予以审核，必要时可要求对已进行的无损检测进行抽测，任何无损检测应符合规范的规定；

⑤ 建造用的材料（包括锻件、铸件）、锚和锚链的制造和试验应满足CCS所接受标准的要求；

⑥ 主推进机械（适用时）和重要辅助机械的制造、安装和试验，应按CCS规范的规定或CCS接受的标准进行；

⑦ 如锚和锚链尚未交付到建造厂，则应按CCS规范的规定进行检验发证；

⑧ 任何遗留项目均应予以消除。

5.12.2.2 其它船级社检验的浮式装置的初次入级检验：

（1）所有建造图纸、计算书和其他技术文件应送交CCS审批。如审查结果对原批准的图纸有任何修改，则浮式装置建造应按新批准的图纸进行相应的修改；

（2）原则上，检验应与本节5.12.2.1的要求相同，必要时，可对已完成的检验项目进行抽查。

5.12.3 建造后的浮式装置初次入级检验

5.12.3.1 IACS成员检验的浮式装置的初次入级检验：

（1）已取得IACS成员签发证书的浮式装置的初次入级检验：

① 申请浮式装置初次入级检验时，业主应至少将下列图纸资料、计算书和其他技术文件至少1份送CCS核查，作为CCS签发长期入级证书的先决条件。

a、主要图纸

（a）浮式装置的浮体及设备说明书；

（b）总布置图；

（c）环境条件资料；

（d）舱容图；

（e）静水力曲线图；

（f）操作手册和装载手册（如要求时）。

b、主体结构图

（a）主要横剖面图；

（b）基本结构图，包括纵剖面、各层甲板、内底结构、上层建筑和甲板室结构图；

（c）横舱壁图；

（d）外板展开图；

（e）舵和舵杆图（适用时）；

（f）舱口盖图；

（g）对柱稳式浮式装置，还包括立柱、柱靴或下壳体、斜撑和撑杆结构图（h）；

（i）建造说明书。

c、机械部分图

（a）机舱布置图；

（b）舱底水和压载水管系图；

（c）电缆布置图；

（d）对自航浮式装置，还包括：

a）中间轴、推力轴和螺旋桨轴图；

b）螺旋桨图；

c）主机、推进装置和离合系统图（或制造厂、型号和规格资料）；

d）操舵系统管系和布置图和舵机制造厂及型号资料；

e）扭振计算，船龄小于2年的浮式装置应提交扭振计算；

f）具有冰级附加标志的浮式装置，尚应提供推进轴的弹性联轴器和/或轴扭矩限位装置图（或制造厂、型号和规格资料）；

（e）泵舱布置图；

（f）首、尾泵吸布置图和隔离舱及泵舱排水图；

（g）舱内和甲板上原油管布置图；

（h）透气系统布置图；

（i）具有周期性无人值班机舱还应附加下列图纸：

a）测量仪表和报警明细表；

b）火警信号装置；

c）自动安全功能表(例如，减缓、关闭等)；

d）功能试验图。

d、电气部分

（a）电力系统图；

（b）防爆设备布置图及设备明细表；

（c）具有机器处所周期无人值班附加标志的浮式装置，还包括：

a）测量仪表和报警明细表；

b）火警信号装置；

c）自动安全功能表（例如减缓、关闭等）；

d）功能试验图；

e、防火防爆部分

（a）防火控制图；

（b）危险区划分图；

（c）固定灭火系统管路和仪表图；

（d）惰性气体系统图（适用时）；

（e）火警探测和报警系统图；

（f）可燃气体探测和报警系统图；

f、主管机关要求的任何其他资料：

（a）安全图；

（b）稳性资料；

（c）破损稳性计算书（如适用时）；
（d）破损控制图（如适用时）；
（e）固定灭火系统布置图；
（f）防油污系统布置图；

g、浮式装置特殊特征的资料（适用时）；

h、干舷计算书。

② 如无法按上述①要求提交图纸资料，建议业主授权原船级社将其所拥有的浮式装置图纸资料按 CCS 要求直接转交给 CCS。CCS 也可接受用其他有关技术资料作为等效替代；

③ 如浮式装置稳性资料（包括完整稳性、破损稳性）、操作手册和装载手册（适用时）已由主管机关或授权组织批准，且经 CCS 确认浮式装置上的布置等方面与批准的资料相符，则 CCS 可接受此批准文件作为授予船级或签发证书的依据；

④ 除根据船龄和原船级社的检验状况进行外，检验内容还应对下列项目进行检查：

a、结构部分：

（a）船龄 5 年以下的浮式装置，应进行年度检验；
（b）船龄 5 年及以上但小于 10 年的浮式装置，除上述（a）的要求外，还应增加 20%代表性压载舱的检查；
（c）船龄 10 年及以上但小于 20 年的浮式装置，除上述（b）的要求外，对还应增加 20%代表性原油舱的检查；
（d）船龄 20 年及以上的浮式装置，应按特别检验的要求进行，本条也适用于实行结构循环检验的浮式装置；
（e）对于由油轮改装的浮式装置，自改装为浮式装置开始计时的 20 年之内进行转级时，应进行年度检验，并附加检验 20%的压载舱和 20%的原油舱。自改装为浮式装置开始计时的 20 年以后进行转级时，应进行特别检验；
（f）当转级检验时坞内检验未到期，经总部同意可采取水下检验代替（d）和（e）要求的坞内检验。但对船龄超过 25 年以上的浮式装置，不考虑采用水下检验代替坞内检验；
（g）在上述（a）～（f）检验范围内，按下述两种情况，应业主申请并经 CCS 总部同意，可以考虑接受原船级社的测厚报告，但需要评审其与检验要求的符合性，并进行验证性测厚；
——当转级检验结合保持船级的定期检验一起进行时，且原船级社的测厚工作在 CCS 船级定期检验的时间窗口内；或
——转级检验不结合保持船级的定期检验一起进行时，对于需按照结构特别检验范围进行的转级检验，原船级社的测厚工作在转级检验完成前的 15 个月内；对于需按照中间检验范围进行的转级检验，原船级社的测厚工作在转级检验完成前的 18 个月内；
（h）如适用，在执行上述（c）至（f）时，如果转级检验不结合保持船级的定期检验一起进行，对于船龄 15 年以上的船舶，液舱试验不作为转级检验要求的一部分；如果转级检验结合保持船级的定期检验一起进行，则 CCS 可以考虑接受原船级社的液舱试验结果，条件是原船级社进行的液舱试验在 CCS 船级定期检验的时间窗口内；
（i）如适用，在执行上述（a）至（f）时，如果转级检验不结合保持船级的定期检验一起进行，则要求结合船级定期检验符合规范要求(如本章第 3 节 5.3.5)的内容可不必作为转级检验的一部分。

b、机械（包括电气设备）部分：

所有基本的机械设备应进行全面检验，一般包括：

（a）在工作状态下对锅炉、经济器、蒸汽加热器、蒸汽发生器进行检查，并确认浮式装置上存放的安全阀校验记录；
（b）确认所有压力容器应与提交的图纸和证书相符合；

（c）应对绝缘电阻、发电机熔断器、优先跳闸继电器及发电机原动机调速器进行试验，并应进行并车和配载试验；

（d）任何情况下，应检查航行灯及其指示器工作状况，和主电源及应急电源的供电情况；

（e）舱底水系统和燃油燃烧装置，连同应急消防泵燃油阀的遥控装置，燃油泵、滑油泵以及强力通风设备应在工作状态下进行检查和试验；

（f）应确认再循环及除冰装置与附加标志的有关要求一致（当有冰级要求时）；

（g）应对自航浮式装置航行所必需的主、辅机械设备及其主要控制装置和舵机进行效用试验，对辅助操舵方式进行试验。如浮式装置已搁置较长的一段时间，应按验船师的要求，进行一次短程航行试验；

（h）初始启动装置应予以确认；

（i）在危险处所内的货油系统和电气设备应检查其是否符合规范规定，对于安装故障安全型的设备，验船师应确认这些设备是由 IACS 成员社或受权组织批准的。应确认安全装置、报警器和惰性气体系统重要装置工作情况，并再系统的进行一般性检查以确保它们对浮式装置没有构成危害。

c、防火防爆安全部分：

（a）对灭火系统进行全面检查；

（b）对防爆设备的适宜性及技术状态进行全面检查；

（c）对探火及可燃气体探测系统进行报警试验。

d、如果 5.12.3.1（1）的初次入级检验（也称“转级检验”）的第一个港口不具备检验和修理条件，则可分步进行，经 CCS 同意，可允许浮式装置单次迁航至具备检验和修理的港口完成全部要求的检验，但在第一个港口，CCS 或原船级社应尽实际可能完成最大范围的检验项目。任何情况下，第一个港口检验范围不得小于结构年度检验和 5.12.3.1（1）④b 要求的机械附加检验。

e、转级检验可结合规定的建造后定期检验一起进行。如果转级检验不结合浮式装置船级的相关定期检验进行，则要求结合定期检验完成的未过期的船级条件不必在转级检验时进行检验。

f、完成本节 5.12.3.1（1）①～④的检验后，浮式装置检验周期可与原船级社的检验周期相衔接。

g、有关双船级或双重船级浮式装置的要求：

（a）如作为双船级，检验范围参照 5.12.3.1（1）①及④的要求；

（b）如作为双重船级，检验范围至少应按照年度检验的范围进行。

（2）未取得 IACS 成员签发证书的浮式装置的初次入级检验：

① 图纸资料的提交与检查及检验项目，应按本节 5.12.3.1（1）的规定进行；

② 业主应提交原建造过程中的有关检验、试验和测量记录、报告，以及主要产品的证书及试验等资料；

③ 验船师应对主要结构尺寸进行检查，以确认其符合本规范的有关规定；

④ 必要时，应进行确认试验和/或检验。

5.12.3.2 其它船级社检验的浮式装置的初次入级检验：

（1）本条适用于未按 CCS 规范建造，并且未加入过 CCS 或 IACS 成员船级的浮式装置；

（2）浮式装置一般应满足 CCS 现行规范要求，至少应满足建造时适用的 CCS 规范要求；

（3）浮式装置一般应按 CCS 规范中浮式装置建造的要求送审图纸。对于与浮式装置建造过程中质量控制有关的送审图纸，如果浮式装置难以提供相关图纸，则应提供对相关结构或设备进行评定和验证的方法，经 CCS 评定可以接受，并在入级检验时进行验证，可以免于送审相关图纸。无论如何，应确保 CCS 至少获得并审批本节 5.12.3.1（1）①所列的图纸资料、计算书和有关技术文件；

（4）检验除应按 CCS 规范对相同种类和船龄浮式装置的要求的特别检验范围进行，包

括坞内检验、螺旋桨轴和尾管轴检验、锅炉检验、油水处理系统和惰性气体系统检验之外，尚应包括如下项目：

① 按不低于第 4 次特别检验最低测厚要求进行主体结构体测厚；

② CCS 根据对浮式装置进行状况勘验、营运历史和修理历史的审阅情况，提出的进一步检验要求，包括对主体结构重要焊缝抽取一定比例进行无损检测，并视情况扩大检测范围等；

③ 审查浮式装置原建造过程的检验、试验和测量记录，包括浮式装置使用的材料、建造方式、试验方式、结构焊缝无损检测标准和范围、系泊和航行试验记录以及船用产品证书，并在检验中进行必要的验证；

④ 按 5.12.3.2（3）中所接受的验证方法对相关结构或设备进行验证。

第 13 节　附加标志设备检验

5.13.1　一般要求

5.13.1.1　本节规定适用于与本篇第 2 章 2.3.2.5 规定的 C 类、D 类和 E 类附加标志有关设备的各种检验。

5.13.1.2　附加标志设备的各种检验应符合本规范或 CCS 其他适用规范或指南的规定，见本篇第 2 章 2.3.2.5：

5.13.1.3　下述附加标志设备的各种检验应符合本节要求：

（1）直升机甲板（HELDK）；

（2）定位系泊系统（PM）。

5.13.2　直升机甲板

5.13.2.1　年度检验

（1）应对直升机甲板及其支撑结构、系固设施、安全网、视觉辅助设备等进行总体检查；

（2）通道包括脱险通道应处于良好状态，确保无障碍及标志清晰；

（3）水带、水枪、泡沫枪、手提和手推灭火机应予以检查，并处于良好工作状态及存放在规定的位置上；

（4）加油作业所有设备包括接地装置、紧急关断装置及漏油排泄设施等应予以总体检查，并处于良好有效状态。

5.13.2.2　特别检验

除包括 5.13.2.1 要求的检验项目外，还应按本章 5.5.4、5.7.4 及 5.8.4 的适用项目进行检验。

5.13.3　定位系泊系统

5.13.3.1　业主应制定定位系泊系统定期检验大纲，并提交 CCS 审查及保存在浮式装置上供使用。

5.13.3.2　年度检验项目

在每次年度检验时，应按检验大纲的规定轮流对系泊系统的部件进行总体检查，以尽实际可行确定系泊系统的部件磨耗、腐蚀、缺陷等的总体状况，包括锚链、锚缆、附件、连接件、导向设备及锚机。验船师应对所有部件和设备保持在良好状况感到满意。对下述部位的锚链或钢缆应予以特别注意：

（1）绞盘或锚机附近的系泊部件；

（2）与导向设备如导缆孔、导向滚轮、导向弯管，以及止链/缆器接触的系泊部件；

（3）飞溅区内的系泊部件；

（4）连接链环和索节。

5.13.3.3　特别检验项目：

（1）锚机及其驱动装置应予以检查和试验；

（2）全面清洁和检查全部系泊部件。检查锚链时应注意锚链的磨耗、腐蚀、裂纹、弯扭变形、链环横档松动或脱落状况；检查锚缆时应注意其磨耗、腐蚀及变平状况和钢丝的断裂；

（3）检查连接卸扣腐蚀、磨耗、弯曲及其横销松动状况；

（4）对所有已使用 4 年以上的肯特型连接卸扣应拆开检查及进行磁粉探伤检查，或采用 CCS 同意的满足检验要求的其他检测技术；其他类型的连接卸扣应视具体情况进行部分或全部拆开检查；

（5）选择环端耗蚀较严重的，约占全部 5%的链环测量锚链平均直径。视目检结果，验船师可要求增加待测链环的数量，所选取的链环应尽量均匀分布在锚链工作段中。锚环平均直径比原始直径减少 5%或以上时应予以更换；

（6）对设有铠装或护套的系泊锚缆，应检查铠装及护套。检查时应注意护套的裂缝、撕裂及磨损状况；

（7）全面检查系泊锚缆索节及连接件，特别注意索节附近锚缆磨耗和腐蚀状况；

（8）当采用水下检验时，水下检验计划（包括系泊部件的清洁、检查范围和方法）应提交 CCS 认可。水下检验所采用的设备、深潜器或其他适用的工具，其被认可的情况均应经验船师确认。担任水下检验的潜水员应具有资质证书，潜水公司应经 CCS 认可。水下检验应在验船师监督下进行。

第 14 节　其他检验

5.14.1　浮式装置重大改建、修理和改装的检验

5.14.1.1　一般要求

（1）本规定适用于现有浮式装置重大特征的改建、修理、改装（以下简称”重大改装”）的检验，包括：

① 浮式装置主尺度；

② 浮式装置用途；

③ 浮式装置分舱水平；

④ 主管机关认为的其他重大改装。

5.14.1.2　检验

（1）重大改装浮式装置的图纸资料应送 CCS 批准。其浮式装置结构部分，包括原浮式装置结构和新改装结构，应满足现行规范要求。改装后的浮式装置结构强度应按现行规范进行强度评估；□

（2）所用材料等级，应与原批准图纸上记载的材料等级相同或等效；□

（3）焊缝进行密性试验，如密性试验不现实或影响附件设备性能，则进行目视检查或其他等效措施检查，某些重点焊缝还应按 CCS 规范规定进行无损检测；

（4）改装后的浮式装置，CCS 将根据具体情况进行全面的或局部的检查和试验，且材料和工艺等在各方面均为满意，适合预定用途。并适用时，按第 3 篇第 3 章第 2 节要求勘划载重线标志；

（5）浮式装置改装后，将根据新的浮式装置尺度、预定用途，签发新的入级证书。新证书的有效期按检验情况而定，一般应尽量与原证书的有效期衔接。如浮式装置改装将授予新的入级符号和附加标志时，则新证书的有效期可从检验完成日算起；

（6）重大改装浮式装置一般应进行倾斜试验，如免做倾斜试验，则应征得主管机关同意；

（7）除满足下列所有条件外，经重大改装具有推进装置的船式浮式装置一般应进行航行试验：

① 未改变主推进系统；

② 未改变舵系；

③ 未改变船舶主尺度及型线；

④ 未增加吃水。

5.14.2　临时检验

5.14.2.1　一般要求

（1）涉及本章 5.2.11 范围的临时检验，业主或浮式装置经营人应向 CCS 申请检验；

（2）如对浮式装置的损坏和修理，业主或浮式装置经营人直接申请本规范规定的任何一种相关的定期检验，可不必单独申请临时检验；

（3）申请临时检验时，除应满足本条相关要求外，还应满足本章第 2 节的相关要求；

（4）在临时检验过程中，如发现缺陷，验船师认为必要可以扩大检验范围。

5.14.2.2　损坏检验

（1）当影响浮式装置船级或可能影响浮式装置船级的海损或机损发生时，业主应及时

申请 CCS 检验，以便确定损坏的程度和必要的修理；

（2）损坏检验范围应涉及能充分查明导致损坏的原因和程度所必需的范围，一般应检查包括浮式装置损坏项目和/或部位及其附近/附连的舱室、机械和设备；

（3）对于影响浮式装置船级保持的任何损坏应根据相关规范，结合浮式装置损坏的范围和程度予以修理。修理的范围及其相关方案，应能使浮式装置的状况能达到恢复或保持船级的水平。损坏检验一般涉及影响船级的损坏项目；

（4）对不能立即彻底修理的浮式装置损坏项目，根据业主要求并经 CCS 评估，认为不影响安全的情况下，可接受暂不修理，或局部或适当的临时性修理方案，但应签署相应的营运限制。

5.14.2.3 修理检验

（1）涉及浮式装置船级的任何浮式装置修理，均应在验船师的监督下进行，以确保消除缺陷，恢复其原技术状况，不对浮式装置的结构和性能作重大改变；

（2）涉及浮式装置船级的任何修理，业主或浮式装置经营人应申请 CCS 检验。在进行本规则规定的任何定期检验期间，如浮式装置发生任何涉及浮式装置船级的修理应通知实施检验的验船师；

（3）修理检验应核实缺陷或损坏情况，提出修理要求，确认修理方案，实施监督检验，以确保修理结果符合相应的规范要求。监督检验可包括审查修理工艺、检验和试验；

（4）对临时性修理项目确保符合安全可靠和在限制条件下使用的要求；

（5）修理检验完成应签署相关的检验报告，阐明修理性质、确认其技术状况和其他必要的建议。

5.14.2.4 港口国/主管当局检查

（1）如港口国/主管当局检查的结果发现缺陷，业主应立即将检查结果报告 CCS 并申请临时检验以证实这些缺陷；

（2）与入级证书或由 CCS 受权颁发的法定证书有关的缺陷，应在适当的期限内改正和/或进行必要的修理工作。

5.14.2.5 浮式装置名、浮式装置藉港、业主或浮式装置经营人和船旗变更的检验

（1）当浮式装置变更浮式装置名、浮式装置籍港、业主或经营人和船旗时，业主应将变更的信息尽量提前通知 CCS，并申请临时检验；

（2）在浮式装置的业主变更中，凡是与浮式装置船级有关的资料均不得向任何第三方提供或证实，除非提出申请的一方正式签署书面文件并得到现有业主的授权。

（3）检验要求：

① 对浮式装置名、浮式装置船籍港变更的检验内容，一般包括核实浮式装置及其相关文件、证书等有关的浮式装置名和浮式装置籍港予以更改，经确认后，更改或签发变更浮式装置名或浮式装置籍港的新的入级证书，并签发相应的检验报告；

② 当浮式装置的业主发生变更时，只要新业主向 CCS 提交申请，包括接受 CCS 的规范和浮式装置的船级条件（如有时），可仍保持现有的浮式装置；

③ 对浮式装置船旗变更的检验内容，应包括新的国籍证书的确认，并核实浮式装置及其相关文件、证书等有关船旗国等内容的变更，一般结合法定检验进行。



中 国 船 级 社

海上浮式装置入级规范

2014

第 2 篇 结构与设备

目 录

第 1 章 通则 2-1

第 1 节 一般规定 2-1
第 2 节 定义 2-1
第 3 节 图纸和资料 2-8
第 4 节 结构用钢 2-9
第 5 节 结构的焊缝设计 2-11
第 6 节 高强度钢的使用 2-13
第 7 节 结构模型化 2-13

第 2 章 总体设计原则和布置 2-39

第 1 节 总体设计原则 2-39
第 2 节 总体布置 2-41
第 3 节 舱室和模块布置 2-42
第 4 节 通道布置 2-45
第 5 节 转塔的布置 2-46
第 6 节 作业考虑 2-46

第 3 章 油轮改装为浮式装置时的设计考虑 2-48

第 1 节 一般规定 2-48
第 2 节 钢材换新评估 2-53
第 3 节 疲劳考虑（剩余疲劳寿命） 2-55

第 4 章 新建浮式装置时的设计考虑 2-57

第 1 节 一般规定 2-57
第 2 节 结构尺寸 2-57
第 3 节 结构强度及疲劳强度评估 2-57
第 4 节 结构设计 2-58

第 5 章 设计基础和环境条件 2-62

第 1 节 设计基础和文件 2-62
第 2 节 设计工况 2-62
第 3 节 环境条件 2-63

第 6 章 设计载荷 2-73

第 1 节 一般规定 2-73
第 2 节 静载荷分量 2-74
第 3 节 动载荷分量 2-78
第 4 节 晃荡和冲击载荷 2-88
第 5 节 意外载荷 2-96
第 6 节 载荷的组合 2-97

第 7 章 构件尺寸 2-118

第 1 节 总纵强度 2-118
第 2 节 货油舱区域 2-132
第 3 节 第一货油舱之前的结构 2-149

第 4 节 机器处所 2-154
第 5 节 尾部 2-160
第 6 节 关于晃荡和冲击载荷的结构评估 2-163
第 7 节 其他结构尺度要求 2-176
第 8 节 冰区加强 2-182

第 8 章 浮体结构强度设计验证 2-183

第 1 节 船体梁极限强度评估 2-183
第 2 节 强度评估（有限元方法） 2-184

第 9 章 屈曲和极限强度 2-216

第 1 节 一般规定 2-216
第 2 节 刚度和尺度比 2-219
第 3 节 描述性屈曲要求 2-224
第 4 节 直接强度分析屈曲要求 2-227
第 5 节 屈曲能力 2-236

附录 1 基于应力的参考应力 2-266

1.1 一般规定 2-266
1.2 参考应力 2-266

第 10 章 疲劳强度 2-270

第 1 节 一般规定 2-270
第 2 节 疲劳校核部位 2-270
第 3 节 疲劳分析方法 2-271
第 4 节 疲劳损伤计算 2-271
第 5 节 疲劳失效准则 2-274

第 11 章 上部模块及附属设施结构 2-275

第 1 节 一般规定 2-275
第 2 节 许用应力 2-275
第 3 节 疲劳校核 2-276
第 4 节 上部模块 2-277
第 5 节 起重机基座和支撑结构 2-278
第 6 节 火炬塔 2-279
第 7 节 与系泊装置连接的船体结构 2-279
第 8 节 生活楼结构 2-280
第 9 节 救生艇平台 2-281

第 12 章 舾装 2-282

第 1 节 一般规定 2-282
第 2 节 临时锚泊设备 2-282
第 3 节 舵设备 2-284
第 4 节 拖曳设备 2-284
第 5 节 其他舾装设备 2-284

第 13 章 防腐 2-285

第 1 节 一般规定 2-285
第 2 节 图纸及资料 2-286
第 3 节 阴极保护系统 2-287

第 4 节 涂层保护 2-289
第 5 节 腐蚀余量 2-289
第 6 节 换新衡准 2-292

第1章 通则

第1节 一般规定

1.1.1 一般要求

1.1.1.1 除另有规定者外，本篇适用于焊接结构的钢质船式浮式装置，包括永不解脱或者风暴条件下可解脱的船式浮式装置。

1.1.1.2 在本篇中，如无特殊说明，浮式装置均指船式浮式装置，对其他类型的浮式装置，可见本规范第9篇的有关内容。

1.1.1.3 对于本章第2节定义的船舶区域的结构，除本篇有明文规定外，应符合CCS《钢质海船入级规范》第2篇的有关规定。

1.1.1.4 对于本章第2节定义的海工区域的结构，除本篇有明文规定外，应符合CCS《海上移动平台入级规范》第2篇的有关规定。

1.1.1.5 浮式装置的结构和布置应满足国际海事组织发布的海上人命安全公约、防污公约、载重线公约等公约和规则的适用要求。

1.1.1.6 浮式装置应满足该装置的船旗国和拟作业海域的沿岸国的有关要求。

第2节 定义

1.2.1 定义

1.2.1.1 规范船长 L（m）：是沿夏季载重线自首柱前缘量至舵柱后缘的长度；L 不得小于夏季载重水线总长的96%，且不必大于97%。对无舵柱的船舶，是由首柱前缘量至舵杆中心线的长度；对于箱形船体，L 为沿夏季载重线自船首端壁前缘量至船尾端壁后缘的长度。对于无舵杆的船舶，L 为夏季载重水线总长的97%。本篇在不引起歧义的情况下简称为“船长”。

1.2.1.2 载重线船长 L_L（m）：按载重线公约附则I第3条的定义。

1.2.1.3 型宽 B（m）：在浮式装置的最宽处，由一舷的肋骨外缘量至另一舷的肋骨外缘之间的水平距离。

1.2.1.4 型深 D（m）：在船长中点处，沿船舷由平板龙骨上缘量至上层连续甲板横梁上缘的垂直距离；对甲板转角为圆弧形的浮体，则由平板龙骨上缘量至横梁上缘延伸线与肋骨外缘延伸线的交点。

1.2.1.5 吃水 T（m）：在船长中点处，由平板龙骨上缘量至夏季载重线的垂直距离。

1.2.1.6 T_{sc}（m）：结构吃水，是满足关于浮式装置浮体结构尺度强度要求下的最大设计吃水。

1.2.1.7 T_{LT}（m）：浮式装置轻载状态下的最小吃水。

1.2.1.8 方形系数 C_b：方形系数 C_b 由下式确定：

$$C_b = \frac{\nabla}{LB_{WL}T_{sc}}$$

式中：∇——相应于结构吃水时的型排水体积，m^3；

L——见本节1.2.1.1；

B_{WL}——在船中量取的结构吃水水线处的型宽，m

T_{sc}——见本节1.2.1.6。

1.2.1.9 所考虑装载工况的方形系数 $C_{b\text{-}LC}$ 的定义为：

$$C_{b-LC} = \nabla_{LC} / LB_{WL}T_{LC}$$

式中：∇_{LC}——T_{LC} 处的型排水体积，m^3；

L——见本节 1.2.1.1；

B_{WL}——在船中量取的 T_{LC} 吃水水线处的型宽，m；

T_{LC}——所考虑装载工况下，在船中处的吃水，m。

1.2.1.10 垂线间长 L_{pp}（m）：是自首柱前缘至舵柱后缘，或如果没有舵柱则是至舵杆中心的沿结构吃水水线距离。

1.2.1.11 首垂线（F.P.）：是夏季载重线与首柱前缘相交处的垂线。F.P.是规范船长 L 的前端。

1.2.1.12 尾垂线（A.P.）：是从 F.P 量起规范船长 L 后端处的垂线。

1.2.1.13 载重线方形系数 C_{bL} 在载重线公约中的定义如下：

$$C_{bL} = \nabla_L / L_L B T_L$$

式中：∇_L——在型吃水 T_L 下的型排水体积，m^3；

L_L——见 1.2.1.2 所定义的载重线长度，m；

B——见 1.2.1.3 所定义的型宽，m；

T_L——量至最小型深 85%处水线，m。

1.2.1.14 载重量（DWT）：是浮式装置漂浮在 1.025 比重水中且在夏季载重线吃水时的载重量，吨。

1.2.1.15 位置 1：在露天的干舷甲板上和后升高甲板上，以及位于从首垂线起 $0.25L_L$ 内的露天上层建筑甲板上的任何部位。

1.2.1.16 位置 2：位于从首垂线起 $0.25L_L$ 之后的露天上层建筑甲板上的任何部位。

1.2.1.17 坐标系统

本篇所用坐标系统见图 1.2.1.17。向前、向上和左舷方向的单一水平的运动和位移视为正值。围绕 X、Y 或 Z 轴沿顺时针方向的角运动视为正值。

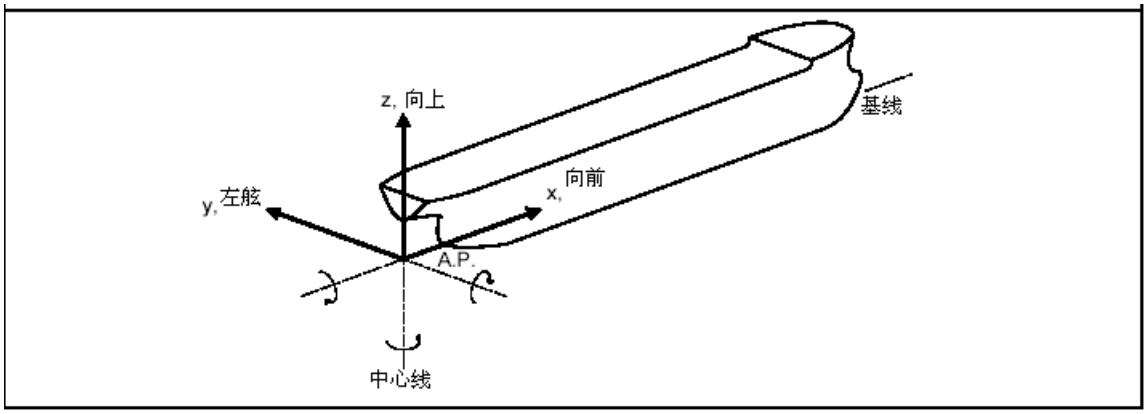


图 1.2.1.17 坐标系统

1.2.1.18 干舷甲板：按载重线公约量计干舷高度的甲板。

1.2.1.19 次要构件：其失效不会影响浮式装置结构整体完整性的非重要的构件，如肋骨、纵骨、横梁、舱壁扶强材、组合肋板的骨材等。

1.2.1.20 主要构件：对浮式装置结构整体完整性有重要作用的构件，如强肋骨、舷侧纵桁、强横梁、甲板纵桁、实肋板、船底桁材、舱壁桁材等。

1.2.1.21 特殊构件：在关键载荷传递点和应力集中处的主要构件，如船中 0.4L 区域内的强力甲板处的舷顶列板和强力甲板处的甲板边板、摇臂（YOKE）等。

1.2.1.22 船式浮式装置：指具有单浮体，且浮体为船型或者驳船型的浮式装置，该浮式装置可为新造或者由现有船舶改建而成，可带有主推进装置或者动力定位装置。

1.2.1.23 船舶区域：CCS《钢质海船入级规范》所涉及的结构区域，其结构设计、材料选择、节点连接、焊接工艺、制造公差以及检验要求等，都与无限航区的船舶类似，因此将该部分称为船舶区域，以便借鉴使用船舶工业的成熟经验，参见表 1.2.1.23。当依照船舶规范的要求与本篇的要求不一致时，则本篇的要求优先。

1.2.1.24 海工区域：浮式装置上海洋工程所特有的结构区域，如表 1.2.1.23 所示，应按照 CCS《海上移动平台入级规范》第 2 篇的相关要求进行设计和校核。当上述规范要求与

本篇要求不一致时，则本篇的要求优先。

船舶区域与海工区域分类　　表 1.2.1.23

结构	区域类别
单点系泊区域及邻近结构	海工区域
主甲板上上部模块基础结构	
月池开口区域，如设有	
吊机基座及其延伸至船体中的结构	
散布式系泊系统支撑结构，如设有	
直升机甲板结构	
火炬臂支撑结构	
外输软管吊基础及其延伸至船体中的结构	
外输设备基础	
立管接收平台及其延伸至船体中的结构	
其他结构	船舶区域

1.2.1.25　浮体区域界面结构：定位锚泊系统和浮体结构之间、甲板上安装的上部模块和浮体结构之间、火炬塔塔架与浮体结构之间的连接，称之为浮体区域界面结构。

1.2.2　命名约定

1.2.2.1　舱壁术语

图 1.2.2.1（a）、1.2.2.1（b）和 1.2.2.1（c）所示为本篇使用的一般结构术语。

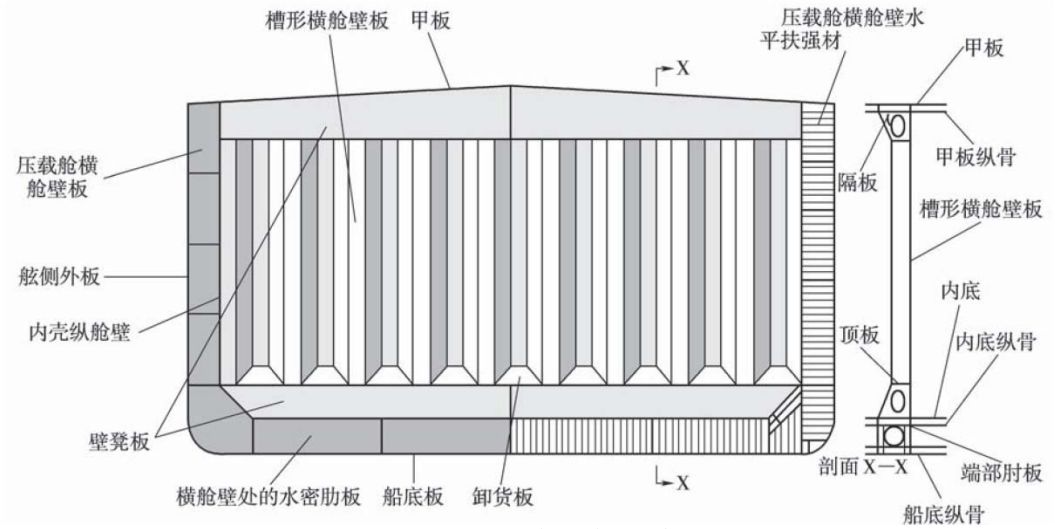


图 1.2.2.1（a）　槽形横舱壁名称

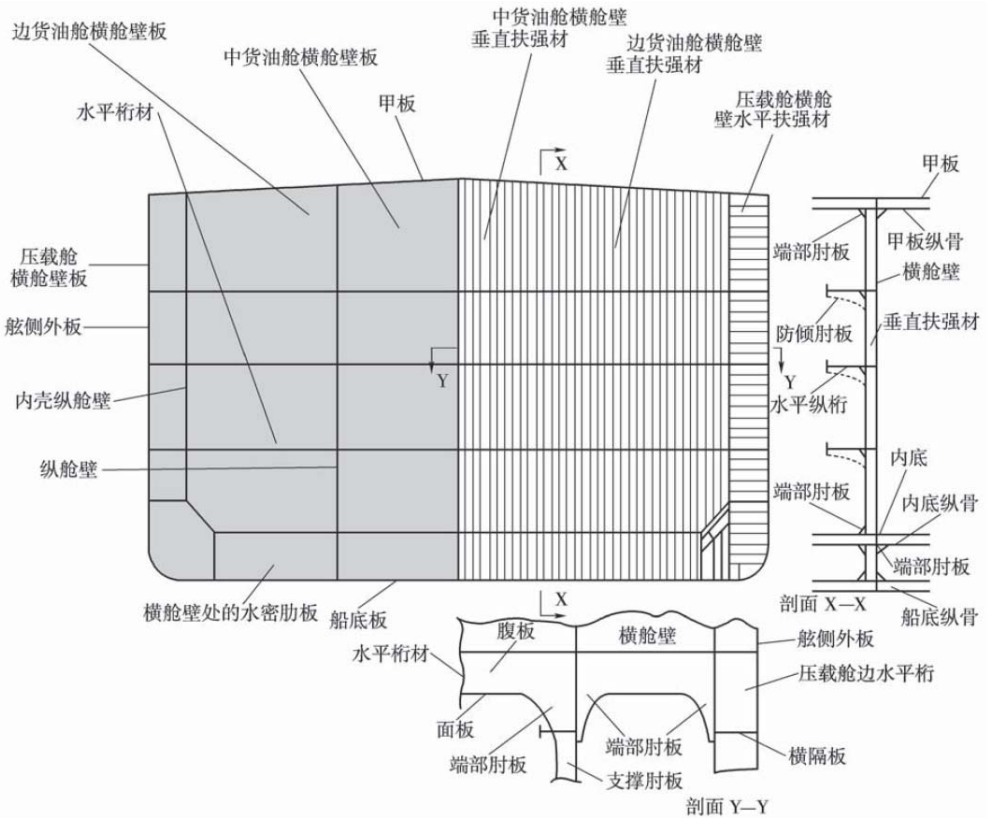


图 1.2.2.1（b）　平面横舱壁名称

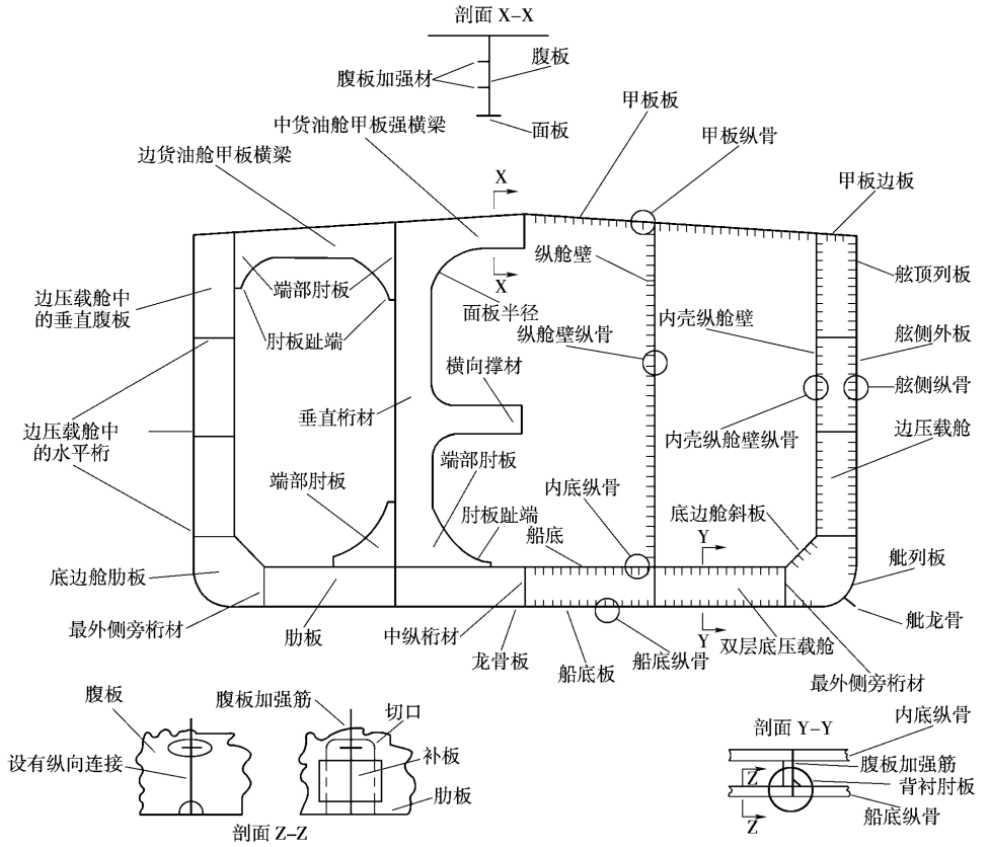


图 1.2.2.1（c）　中货舱横剖面名称

1.2.3 术语汇总

1.2.3.1 本篇所用之术语汇总于表 1.2.3.1。

术语定义 **表 1.2.3.1**

术语	定义
起居甲板	主要用于船员起居舱室的甲板
舷梯	舷侧的一具便携式梯子，供人员从小艇或码头登船用
尾尖区域	尾尖舱舱壁之后的区域
尾尖舱壁	浮体尾部向前第一道主水密横舱壁
尾尖舱	尾尖舱舱壁之后的浮体尾部狭窄部分的舱室
锚	一端与锚链相连，放入海床使浮式装置定位的装置；设计成当浮式装置在风和水流影响下要飘移而拉动它时，能咬住海底；通常由铸件或重型铸件制成。
压载水舱	用于存储压载水的舱室
跨	相邻横框架或横舱壁之间的区域
舭龙骨	一块沿舭部垂直设置在船壳上以减少横摇运动的板
舭部板	在浮体底部外壳和舷侧外壳间的曲线型板的区域。如下所取：从船底处舭部圆弧下缘的开始处到舷侧外壳的舭部圆弧上缘终端处或基线/局部中心线升高以上 0.2*D* 处两者的较小位置
舭列板	在舭部板的较低的列板
桨毂	螺旋桨毂是桨叶所附的中心部分，桨轴端在此穿过
船底外板	主要组成船体外壳平底的外壳板材，包括平板龙骨
船首	浮体首端的结构布置和外形
首锚	安置在船首的锚
肘板	用以增加两个构件结合部强度的外加构件
肘板趾端	锥形肘板的窄端
挡浪板	露天甲板上的倾斜加强板结构，用以挡开涌上船首的水流
船首肘板	在首柱处连接左右舷构件的三角形平板肘板
球扁钢	不是利用独立折边，而是利用腹板外端增加钢材质量的扶强材
舱壁	将浮式装置内部分为各个舱室的结构分隔壁
舱壁甲板	连接到水密横舱壁和船壳板的最上层连续甲板
壁凳	槽形舱壁的上座或下座
舱壁结构	有扶强材和桁材的横舱壁或纵舱壁
舷墙	露天甲板四周紧接船舷上缘的垂直板材
燃油舱	存储浮式装置机器所用燃油的舱室
锚缆	与锚相连的索或链
梁拱	露天甲板从两舷向浮体中线的升高
货油舱舱壁	分隔货油舱的限界舱壁
货油舱区域	浮体这一部位包括货油舱、货油/污油水舱、以及与其相邻区域（包括压载水舱、燃油舱、隔离舱、空舱），并且还包括上述处所之上的浮体部位全长和全宽范围内的甲板区域。它包括防撞舱壁和货油区域后端的横舱壁
短梁	用于补足规则加强结构布置的加强构件
舱棚	任何处所的防护盖或舱壁
分隔结构	用两个间距紧密的界限和利用内部隔板构成数个小舱室的结构布置
中纵桁材	位于浮式装置中纵线处的纵向构件
锚链	由金属圆环或链环构成，用以拉住锚或拴紧木材货物等
锚链舱	通常在浮式装置首端，用以存放锚链的舱室，对于分布式锚泊的浮式装置，则可能位于装置两舷的首部和尾部

术语定义 **表 1.2.3.1（续）**

术语	定义
锚链管	供锚链穿入和穿出锚链舱的一段管子
挚链器	在下锚时以及在将锚固定于锚链筒内遮蔽位置时拉住链缆的装置，可减轻锚机负荷
舱口围板	舱口或天窗的垂直限界结构
隔离空舱	两道舱壁或甲板之间的处所，主要设计为防止油从一个舱室渗漏至另一舱室
补板	用以部分或完全闭合纵向加强筋穿过横向腹板所开洞口的补板
防撞舱壁	最前部主要水密横舱壁
升降口	浮式装置甲板通往下面处所的风雨密入口
舱室	由舱壁或板材限界的内部处所
限制处所	由以下特征之一确定的处所： 进出开口受限，自然通风不良或设计为非连续工作场所
槽形舱壁	以槽形式样布置的板材构成的舱壁
撑材	连接到纵向舱壁且用以抵抗静水力载荷和水动力载荷的大的横向结构构件
甲板	限定舱室上部或下部界限的水平构件
甲板室	干舷或上层建筑甲板上不延伸到浮体两舷的结构，
甲板结构	有加强筋、桁材和支撑支柱的甲板板材
深舱	在两层甲板间或外板/内底和以上或更高甲板间延伸的任何液舱
排放管	通过浮式装置两舷的任何管路，用以输送舱底水、循环水、排放水等
坞墩肘板	在双层底内为进坞而局部加强船底结构的肘板
双层底结构	在内底顶之下的有加强筋外板和以下其他构件且包括内底板
复板	一小块板用以附连到一大块要求在确定位置进行加强的板，通常在加强筋的连接处
双壳构件	双壳构件定义所指的构件，系指其理想化的梁模型中包括腹板和上、下面板，且其上、下面板由附板构成
箱形龙骨	箱形板材制成的龙骨，延伸至货油舱的长度。用以容纳通向船首的压载水管路和其他管路，如无此龙骨，这些管路即须穿越货油舱
封闭上层建筑	前和/或后舱壁设有风雨密门和关闭装置的上层建筑
机舱舱壁	直接位于机舱前部或后部的横舱壁
面板	一段加强构件经由腹板附于板材的部分，通常与板材表面平行
翼板	一段加强构件，一般连接到腹板，但有时由腹板弯曲形成，通常与板材表面平行
扁钢	仅由一个腹板构成的加强筋
肋板	船底横向构件
首楼	船首的短上层建筑
首尖区域	防撞舱壁向前的船舶区域
首尖甲板	一段短的升高甲板，从船首向后延伸
干舷甲板	一般指最上层的暴露到风雨和海水的完整甲板，有关闭所有露天开口的永久性设施
排水舷口	舷墙上的开口，可让从舷侧进入甲板的水自由流向舷外
步桥	上层建筑之间，例如首楼和桥楼之间或桥楼和尾楼之间的升高走道
桁材	主要支撑结构构件的通用术语
舵钮	中间有一孔容纳舵销的垫块，位于尾柱上，对舵起支撑作用并使其可摆动
舷缘	船舷上缘
角板/封槽板	通常用以在两个构件的强度接合部对力起分布作用的板
舱口	浮式装置甲板上的开口，一般为矩形，作为向下通入舱室的出入口
锚链筒	锚索或锚缆通过的钢管，在船首位于首柱任一侧，也称为锚链管
缆索	拖带或系泊用的粗大钢索或纤维绳
底边舱斜板	内底和内壳纵舱壁垂直部分之间舱室的斜面全长板材
HP	荷兰型材

术语定义 **表 1.2.3.1（续）**

术语	定义
独立液舱	独自支撑的液舱
内壳	构成浮式装置壳体第二层的最内部板材
间断纵向构件	浮式装置肋板或肋骨之间的纵向非连续构件
龙骨	浮体主要构件或主骨架，沿浮体底中线纵向延伸。通常为在其壳内中纵线处由垂直板加强的平板，
折边	构件的不连续处
减轻孔	构件上用以减轻其重量的开孔
流水孔	肋骨或板材上的小排水孔，用以防止水或油积聚
局部支撑构件	局部支撑构件定义为局部加强构件，仅对单一板格的结构（例如甲板梁）完整性有影响
中纵舱壁	位于浮体中心线的纵舱壁
纵向船体梁结构构件	对船体梁纵向强度有贡献的结构构件，包括甲板，舷侧板，内底板，如设置则还包括上端斜板的纵向舱壁，底边舱斜板，舭部板，纵舱壁，双层底桁材和边压载水舱的水平桁材
纵向船体梁剪切结构构件	对抵抗船体梁剪切载荷的强度有贡献的结构构件，包括舷侧板，内壳纵向舱壁，底边舱斜板，舭部板，纵舱壁，双层底桁材
人孔	甲板、液舱等的圆形或椭圆形开孔，用作通道
内底边板	内底外侧列板。内底边板（或桁材）在向下翻倒舭部时，构成双层底的外部界限
切口	焊接造成的构件不连续处
支柱	置于不由船壳或舱壁支撑甲板之间的垂直支撑结构
舵销	舵前缘的竖销，使舵可悬挂于尾柱并可在安入舵枢时摇摆
管隧	在内底和外板之间沿船中首尾线延伸的空舱，构成对舱底水管路、压载水管路和机舱至液舱的其他管路的保护处所
尾楼	浮体最后端封闭上层建筑之下的处所
尾楼甲板	浮体后端遮蔽甲板之上第一层甲板
主要支撑构件	确保船壳和液舱界限例如双层底肋板和桁材，舷侧横向结构，甲板横梁以及舱壁水平桁和纵舱壁垂直桁材等的总体结构完整性的梁，桁材和水平桁类型的构件
舵	用以驾驶浮式装置的装置。普通型舵有垂直尾鳍，能从左舷 35 度移至右舷 35 度；舵的特征由面积、长宽比和形状表示。
扇形孔	加强构件上的开孔，用以连续焊接板缝
嵌接肘板	用在两个偏置结构项目之间的肘板
尺度	结构的物理尺寸
泄水孔	将甲板上的水直接或通过管路流出的任何开孔
小开口	甲板或别处通入某一舱室的小开口，通常设有盖或罩或门
挡货板	用以提高槽形舱壁和骨架构件结构稳性的斜板
舷顶列板	船侧外板的顶列板
顶板	舱壁凳顶的水平板材
外壳板	构成有效船体梁的外板
舷侧外板	舭部板以上组成船体外壳板舷侧部分的船体外壳板
单壳构件	单壳构件所指的构件系由理想化的梁组成腹板，其顶折边由附板构成，底折边由面板构成
天窗	设有或不设有窗玻璃的甲板开口，供机舱、住舱等通风用

术语定义 **表 1.2.3.1（续）**

术语	定义
污油水舱	用以从洗舱之后的货油舱收集油水混合物的液舱
处所	包括液舱在内的单独舱室
撑板	舷墙和舱口围板肘板
首柱	在浮体首端外板外侧处的一块型材或板材
尾框架	单螺旋桨或三螺旋桨船的强力构件，它与承舵柱合为一体
尾轴管	轴穿过该管达到螺旋桨，用作轴系的后轴承，可用水或油润滑
加强筋	次要支撑构件的通用术语
壁凳	支撑液舱舱壁的结构
板列	一排或一列外板、甲板板、舱壁板或其他板材
强力甲板	最上层连续甲板
水平纵桁	连接垂直强框架的水平桁材
甲板边板	甲板板的外列板
上层建筑	干舷甲板上的舱面结构，延伸至少达船宽的 92%
舱顶	构成货油舱底的水平板材
拖缆	用于有效拖带浮式装置的一根长绳
尾封板	浮式装置尾端的结构布置和形状
横向环肋	在双层底肋板、竖桁和甲板横向桁材处，船体横截面内所有横向材料
横向强框架	连接纵向构件的主要横向桁材
防倾肘板	用以加强承受压缩力构件的肘板，以抵抗扭力
中间甲板	其在此处所用英语“tweendeck”是“between deck”的缩写，位于上甲板和货油舱的舱顶之间
舱空量	液舱空余空间所表示的数量
空舱	浮式装置的封闭空处所
制荡舱壁	液舱的穿孔舱壁或局部舱壁
水密	水密系指能在周围结构的设计水头下，防止水通过结构
露天甲板	暴露于自然环境的甲板或一段甲板，其所有舱口和开口均有风雨密关闭措施
风雨密	表示在任何海况下水不能渗透到船中
腹板	与板面垂直相接的加强构件的一部分
干湿交替列板	浮式装置舷侧外板在压载水线和最深载重水线之间的列板
锚机	收放锚链用的机器
边舱	以内壳纵舱壁和舷侧外板为界的处所

第 3 节 图纸和资料

1.3.1 一般要求

1.3.1.1 新建的浮式装置申请入级时，申请人应在施工前提交下列图纸和资料一式四份送 CCS 审查，必要时 CCS 可要求扩大送审图纸资料的范围。图纸应清晰地表明构件尺寸、结构布置、材料类型和等级、节点详图、焊接或其他连接方式：

（1）总布置图；

（2）固定和可变重量分布概要；

（3）甲板载荷说明书和图；

（4）基本结构图：包括纵剖面、各层甲板和平台、内底结构、上层建筑和甲板室，包括溢流管和空气管的位置；

（5）主要横剖面图；

（6）油密和水密舱壁图，包括溢流管和空气管的位置；

（7）外板展开图；

（8）首部结构与尾部结构图；

（9）机舱结构图；

（10）型线图及型值表；

（11）结构接点图册；

（12）焊接规格表；

（13）风、浪、流、系泊及其他环境载荷计算书，包括结冰影响（适用时）；
（14）总纵强度计算书及装载手册；
（15）疲劳强度计算书，包括船中货油舱纵骨端部和单点系泊区域关键点；
（16）与单点连接的船体结构设计报告；
（17）系泊转塔或系泊摇臂结构图，包括表明其工作原理的相应机械详图，以及强度计算书；
（18）油气处理上部模块基座结构图，包括强度计算书；
（19）桅、起重机基座及其支撑结构图，包括强度计算书；
（20）火炬塔结构图及结构强度设计报告；
（21）直升机甲板结构图及强度设计报告；
（22）重要设备基座结构及其支撑结构图，包括强度计算书；
（23）自航浮式装置的尾轴架结构图，以及舵、舵杆和舵柄，包括强度计算书；
（24）冰区加强结构图（适用时）；
（25）防腐控制，包括涂装和阴极保护；
（26）建造程序和原则工艺说明书，包括焊接方式和规格、无损探伤及密性试验；
（27）临时锚泊和拖曳设备布置图，包括舾装数计算及拖曳设备强度计算；
（28）操作手册；
（29）建造说明书；
（30）下列图纸资料备查：
① 设计任务书（必要时）；
② 结构及设备说明书；
③ 肋骨型线图；
④ 舱容图；
⑤ 液舱测深表；

第 4 节 结构用钢

1.4.1 一般要求

1.4.1.1 浮式装置结构用钢的化学成份、力学性能、制造和试验应符合 CCS《材料与焊接规范》第 1 篇对船体结构用钢及焊接结构用高强度淬火回火钢的规定。结构用锻钢件及铸钢件也应符合 CCS《材料与焊接规范》的有关规定。如拟采用其他钢材时，应提交其化学成分，力学性能和热处理规程等资料，并经 CCS 在适当考虑其屈服强度与抗拉强度的比值、拟使用部位及设计温度基础上，按所采用的标准或技术规格审查和检验合格后方可使用。

1.4.2 结构构件分类

1.4.2.1 根据浮式装置构件所承受的载荷、应力水平及模式、关键载荷传递和应力集中以及失效后果，浮式装置的所有结构构件可分为次要构件、主要构件、特殊构件，见本章第 2 节相关定义。

1.4.2.2 船式浮式装置构件分类

（1）次要构件：
① 舱壁板、扶强材（船中 0.4L 区域内，作为主要构件或特殊构件者除外）；
② 露天甲板板；包括首楼甲板和尾楼甲板（船中 0.4L 区域内，作为主要或特殊构件者除外）；
③ 舷侧板；
④ 强力甲板处的舷顶列板（船中 0.6L 区域外）；
⑤ 强力甲板处的甲板边板（船中 0.6L 区域外）；
⑥ 纵舱壁处的甲板列板（船中 0.6L 区域外）；
⑦ 舭列板（船中 0.6L 区域外）；
⑧ 救生艇平台；

⑨ 组块甲板板及桁材（作为主要构件者除外）；
⑩ 组块甲板扶强材；
⑪ 上部组块侧壁扶强材；
⑫ 上层建筑顶部甲板板及桁材
⑬ 直升机甲板和甲板室。

（2）主要构件：
① 船底板，包括平板龙骨（船中 0.4L 区域内）；
② 强力甲板板（船中 0.4L 区域内，作为特殊构件者除外）；
③ 强力甲板以上的纵向连续构件，除舱口围板（船中 0.4L 区域内）；
④ 纵舱壁最上一列板（船中 0.4L 区域内）；
⑤ 强力甲板处的舷顶列板（船中 0.4L 区域外，0.6L 区域内）；
⑥ 强力甲板处的甲板边板（船中 0.4L 区域外，0.6L 区域内）；
⑦ 纵舱壁处的甲板列板（船中 0.4L 区域外，0.6L 区域内）；
⑧ 舭列板（船中 0.4L 区域外，0.6L 区域内）；
⑨ 月池开口角隅处的内底板和月池四周围板，如设有；
⑩ 支持上部生产模块的主要框架、基墩及其端部连接、基座的螺栓；
⑪ 悬臂式直升机甲板和救生艇平台的主要支撑构件；
⑫ 重型底座和设备支撑，如起重机基座、推进器基座、锚索导向装置及其支撑结构；
⑬ 单点系泊中单点轴承的支撑结构；
⑭ 转塔的支撑结构；
⑮ 外部单点的支撑结构；
⑯ 立管支撑结构；
⑰ 燃烧臂支撑结构；
⑱ 桁架式组块中的主桁；
⑲ 上部组块甲板板及桁材；
⑳ 上部组块侧壁板及桁材；

（3）特殊构件：
① 强力甲板处的舷顶列板（船中 0.4L 区域内）；
② 强力甲板处的甲板边板（船中 0.4L 区域内）；
③ 纵舱壁处的甲板列板（船中 0.4L 区域内）；
④ 月池开口角隅处的甲板板或船底板，如设有；
⑤ 舭列板（船中 0.4L 区域内）；
⑥ 纵向连续且长度超过 0.15L 的舱口围板。
⑦ 锚索导向装置及其支撑结构；
⑧ 其它位于关键载荷传递点，承受显著集中载荷作用的结构，如摇臂（YOKE）以及其它类似结构；

1.4.3 材料的最低设计温度

1.4.3.1 钢材的最低设计温度系指构件钢材等级选择时的基准温度，并假定等于日平均气温年最低值在浮式装置设计期限内（至少 20 年）的平均值，该值应根据浮式装置预期作业海域的气象资料所确定。

1.4.3.2 水下结构钢材的设计温度通常可取 0℃。

1.4.3.3 除另有规定者外，内部结构的设计温度一般假定与邻接的外部结构的设计温度相同，但永久加热舱室内部结构的设计温度通常不必低于 0℃。

1.4.4 浮式装置结构用钢材的选择

1.4.4.1 确定浮式装置结构所采用的钢材时，除应考虑钢材的化学成分和力学性能外，尚应考虑各部位结构所承受的应力状态、构件的厚度、设计环境温度、所接触的介质以及钢材的断裂韧性、疲劳性能和抗层状撕裂的能力。

1.4.4.2 对船舶区域，除本规范另有规定者外，其结构用钢应按CCS《钢质海船入级规范》第2篇的有关规定选择，此时，特殊构件、主要构件和次要构件所要求的钢级分别与CCS《钢质海船入级规范》第2篇第1章第3节中的级别III、级别II和级别I相当。

1.4.4.3 船舶区域的结构构件分类见1.4.2.2，对更详细的要求可见CCS《钢质海船入级规范》第2篇第1章第3节。

1.4.4.4 对海工区域，除本规范另有规定者外，其结构用钢应按CCS《海上移动平台入级规范》第2篇第1章第4节的有关规定选择。

第5节 结构的焊缝设计

1.5.1 一般要求

1.5.1.1 本节规定适用于船式浮式装置结构和构件的焊缝设计，特殊结构应另行考虑。浮式装置结构的焊接工艺应符合CCS《材料与焊接规范》的有关规定。

1.5.1.2 对于浮式装置的船舶区域和海工区域，将依照船舶与海工各自的标准进行焊缝设计，见本节1.5.3和1.5.4。当焊缝处于两者界面处时，则取要求更高者。

1.5.1.3 结构的焊缝布置应考虑到便于焊工施焊。施焊时焊接位置尽可能采用平焊。

1.5.1.4 各种焊接结构应避免将焊缝布置于应力集中区域。在结构剖面突变之处应有足够的过渡区域，尽量避免焊缝过于集中。

1.5.1.5 主要结构中的平行焊缝应保持一定的距离。对接焊缝之间的平行距离应不小于100mm，且避免尖角相交；对接焊缝与角焊缝之间的平行距离应不小于50mm。

1.5.1.6 对外板、甲板、内底板及舱壁板，其板与板之间的连接均应采用对接焊缝。

1.5.1.7 板材的连接，特别是高负荷区域的板材一般不宜采用搭接焊接。

1.5.1.8 浮式装置结构中，凡承受高应力的焊缝，应尽量避免采用固定垫板连接。

1.5.1.9 浮式装置结构下列部位的角焊缝应采用双面连续焊缝：

（1）风雨密甲板和上层建筑外围壁边界的角焊缝，包括舱口围板、升降口和其他开口处；

（2）液舱、水密舱室的周界；

（3）机座和机器支承结构的连接处；

（4）尾尖舱内所有结构（包括舱壁扶强材）的角焊缝；

（5）液舱内所有搭接焊缝；

（6）首部0.25L区域内，主要构件和次要构件与底板连接处的所有角焊缝；

（7）中桁材与龙骨板的连接角焊缝；

（8）厨房、配膳室、洗衣室、浴室、厕所和蓄电池室等处的周界角焊缝；

（9）所有主要、次要构件端部与板材连接的角焊缝和肘板端部与板材连接的搭接焊缝；

（10）其他特殊结构、在高强度钢板上安装附件和连接件时的角焊缝应特殊考虑。

1.5.1.10 高强度钢角焊缝通常应为双面连续焊缝。

1.5.1.11 结构主要构件焊接的细节，包括焊缝型式和尺寸，应清楚地标明在提交审核的图纸上。自动焊的使用范围应在图纸上注明。

1.5.1.12 布置浮式装置外板边接缝时，应考虑甲板、纵桁和纵骨等纵向构件的布置，外板边接缝与纵向构件的角焊缝应避免重合或形成过小的交角，外板端接缝尽量避开内部纵向构件的趾端及横向构件的角焊缝。

1.5.2 焊接材料

1.5.2.1 结构所用的焊接材料应符合CCS《材料与焊接规范》的规定。所选用焊接材料的级别应与浮式装置结构用钢的钢级相适应。

1.5.3 海工区域

1.5.3.1 对浮式装置的海工区域部分结构，除本规范另有规定者外，结构的焊缝设计应依照CCS《海上移动平台入级规范》第2篇第1章第5节的有关规定。

1.5.4　**船舶区域**

1.5.4.1　对浮式装置的船舶区域部分结构，除本规范另有规定者外，结构的焊缝设计应依照 CCS《钢质海船入级规范》第 9 篇第 6 节的有关规定。

1.5.4.2　对于组合截面梁，腹板与面板的连接应采用双面连续角焊缝。同时，对于组合梁的腹板与船壳外板的连接也推荐采用双面连续角焊缝，此时的焊喉厚度应不小于 CCS《钢质海船入级规范》第 9 篇第 6 节的有关规定。

1.5.4.3　横向强框架中的强横梁和肋板以及强水平桁与横舱壁的连接处的焊缝尺寸应依照图 1.5.4.3（1）和图 1.5.4.3（2）进行加强。图中的全焊透部分的长度应不小于以下值中的大者：

（1）垂直于焊缝的拉应力超过焊缝填充金属拉伸强度的 30%的区域内的长度；

（2）平行于焊缝的剪应力超过焊缝填充金属拉伸强度的 30%的区域内的长度；

（3）400mm。

上述（1）和（2）中应力应基于细化有限元分析得到的单元中心点的结果，细化区域的单元尺寸应不大于 50mm×50mm。全焊透长度应为 50mm×50mm 单元的整数倍。

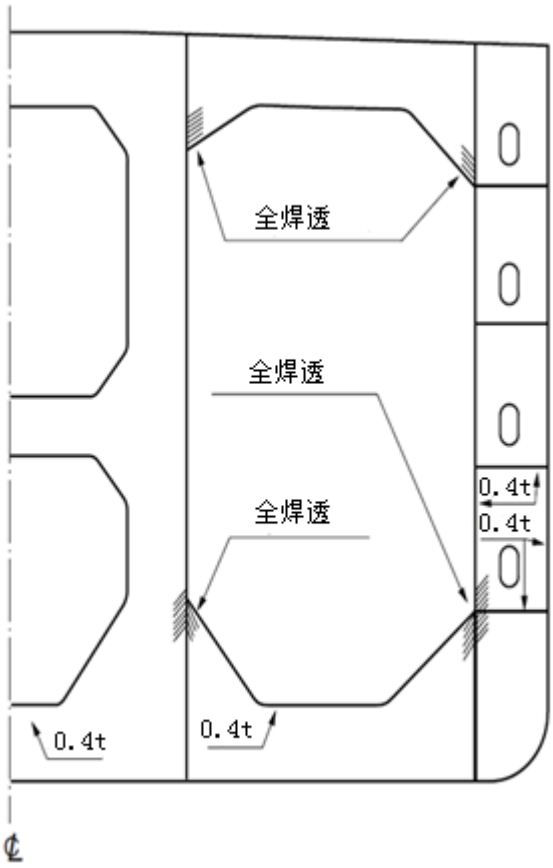


图 1.5.4.3（1）　横向强框架中的强横梁和肋板连接处的焊缝尺寸加强示意图

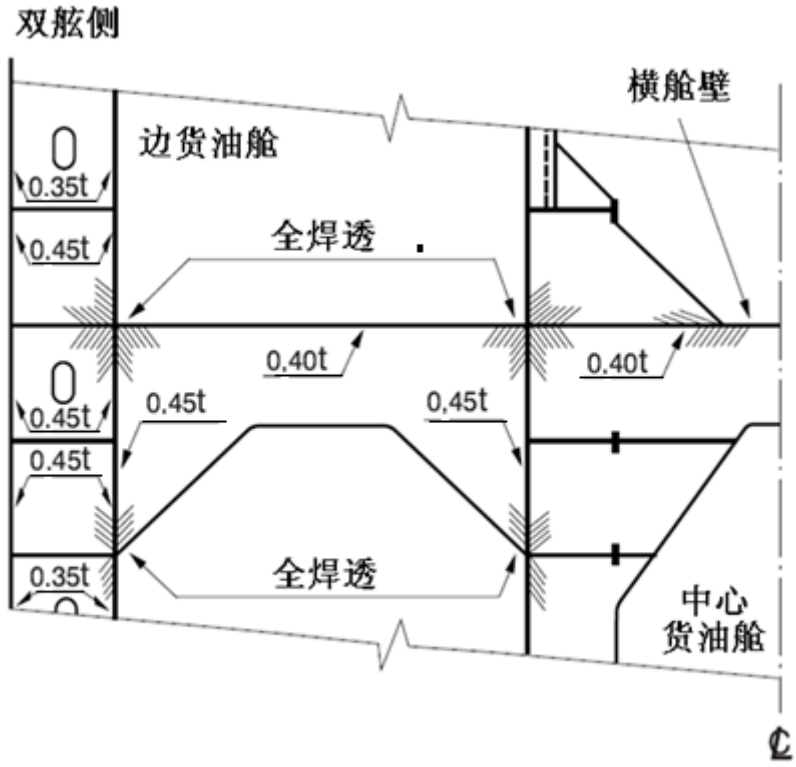


图 1.5.4.3（2） 强水平桁与横舱壁的连接处的焊缝尺寸加强示意图

第 6 节 高强度钢的使用

1.6.1 一般要求

1.6.1.1 高强度钢的化学成分和力学性能应符合 CCS《材料与焊接规范》的有关要求。

1.6.1.2 浮式装置使用高强度钢时，其种类、等级及分布情况应在结构图上注明，以便检查维修。

1.6.1.3 材料系数 k 与材料的最小屈服强度 R_{eH} 相关，见表 1.6.1.3。

材料系数 *K* **表 1.6.1.3**

R_{eH}（N/mm^2）	k
235	1
315	0.78
355	0.72
390	0.68

第 7 节 结构模型化

1.7.1 跨距定义

1.7.1.1 局部支撑构件的有效弯曲跨距

（1）加强筋有效弯曲跨距 l_{bdg} 在本款（3）至（7）按典型布置作出定义。当布置不同于图 1.7.1.1（1）~（3）、图 1.7.1.2（1）~（3）、图 1.7.1.4 和图 1.7.1.5 所示时，跨距定义可特殊考虑。

（2）可接受由于肘板而减少弯曲跨距，但肘板须由相邻结构有效支撑，否则有效弯曲跨距长度应取为主要构件支撑之间加强筋的全长。

（3）若腹板加强筋在一端削斜或不连接到所考虑的加强筋，除非设置背衬肘板，否则有效弯曲跨距取两个主要支撑构件间的全长，见图 1.7.1.1（2）。

（4）当肘板设置在加强筋的翼板或自由边时，则有效弯曲跨距可以减少。若肘板设置在与加强筋相反的带板一边，则在计算有效弯曲跨距时不作减少。

（5）构成双壳布置一部分的加强筋，其有效弯曲跨距 l_{bdg} 的取值如图 1.7.1.1（1）所示。

（6）构成单壳布置一部分的加强筋，其有效弯曲跨距 l_{bdg} 的取值如图 1.7.1.1（2）所示。

（7）由主要支撑构件一侧的肘板支撑的加强筋，其有效弯曲跨距取值如图 1.7.1.1（2）（a） 所示主要支撑构件之间的总距离。如果主要支撑构件两侧均有肘板，其有效长度的取值如图 1.7.1.1（2）（b）、图 1.7.1.1（2）（c） 和图 1.7.1.1（2）（d）。

（8）如果沿肘板曲缘的加强筋面板是连续的，弯曲跨距点应取在肘板高度等于加强筋高度四分之一之处，见图 1.7.1.1（3）。

（9）跨距点的计算，肘板长度不得取为大于舱壁或基座臂长的 1.5 倍。

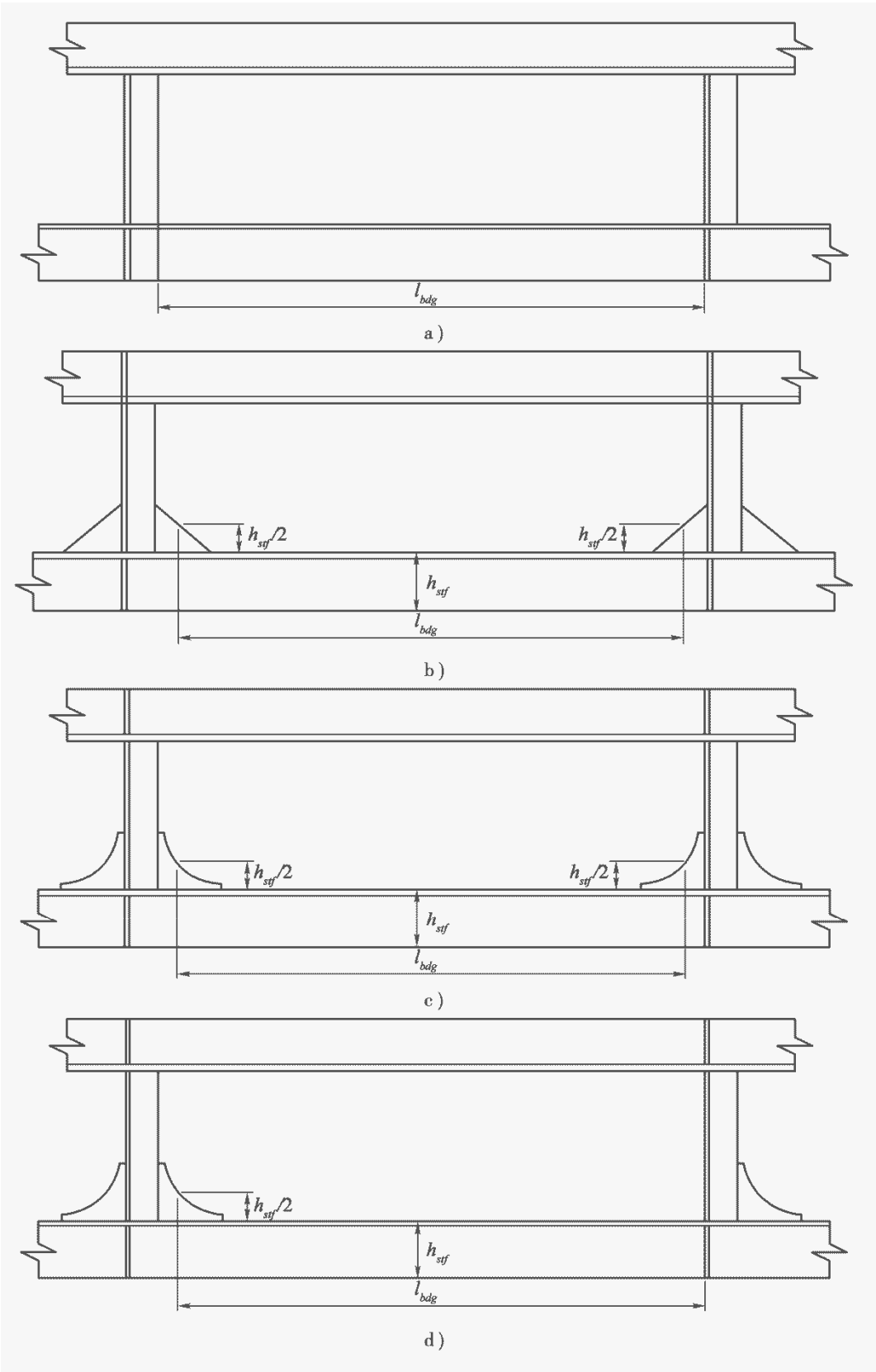


图 1.7.1.1（1） 由腹板加强筋支撑的有效弯曲跨距（双壳结构）

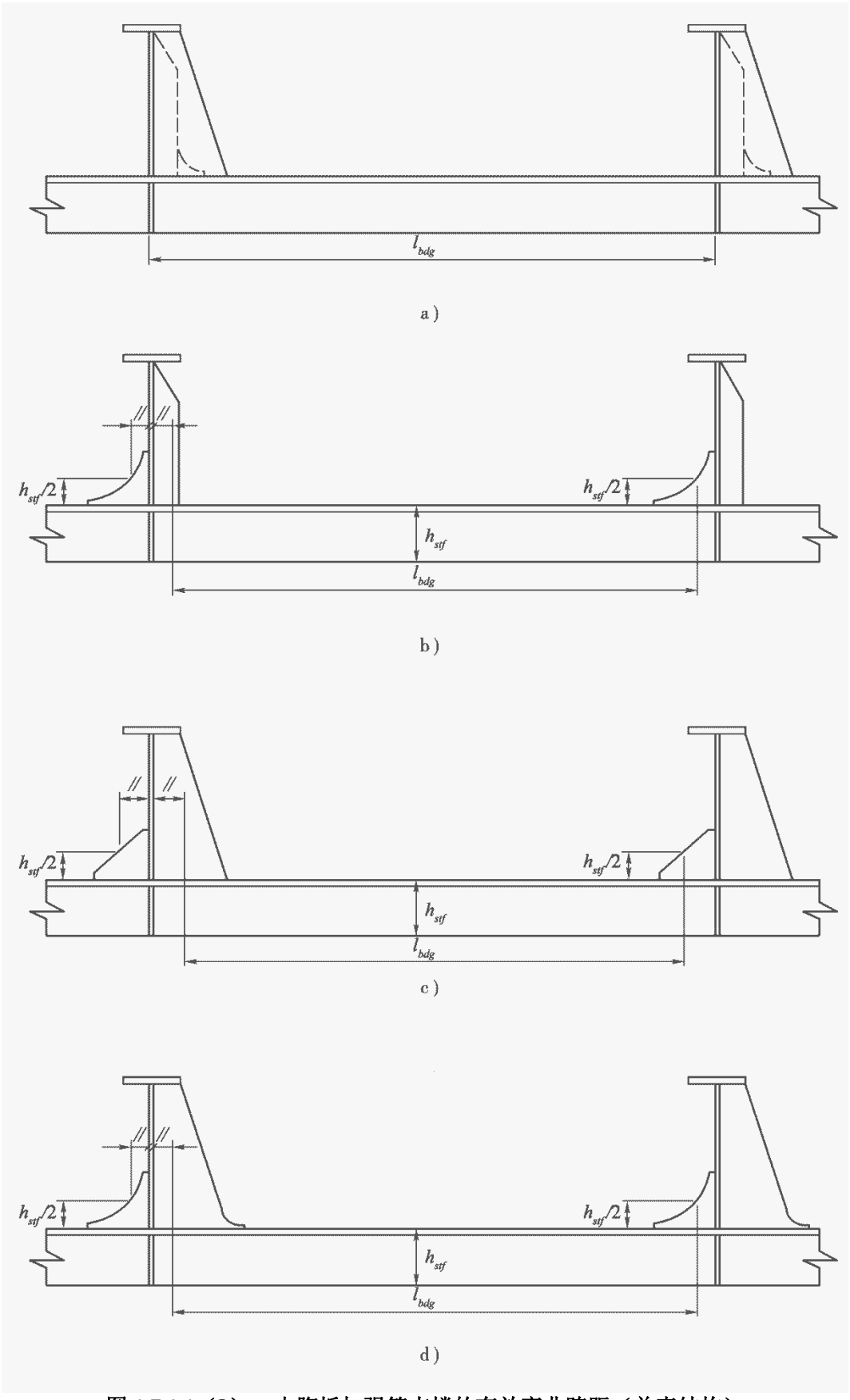


图 1.7.1.1（2） 由腹板加强筋支撑的有效弯曲跨距（单壳结构）

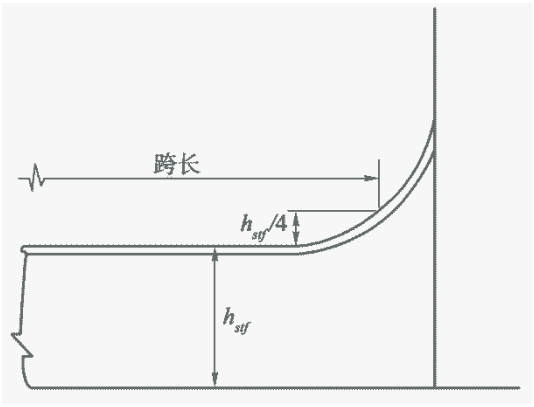


图 1.7.1.1（3）　由带沿肘板边的连续面板的局部支撑构件的有效弯曲跨距

1.7.1.2 局部支撑构件的有效剪切跨距

（1）加强筋有效剪切跨距 l_{shr} 在本款（5）至（7）按典型布置作出定义，其他布置的有效弯曲跨距将特殊考虑。

（2）若设置的肘板由相邻结构有效支撑，则有效剪切跨距可以减少。否则，有效剪切跨距取如本款（4）给出的全长。

（3）由于加强筋自由边或翼板上设置肘板，或加强筋背面带板上设置肘板，则有效剪切跨距可以减小。若在加强筋翼板或自由边和加强筋背面带板上都设置肘板，则可以采用较长的有效肘板臂来计算有效剪切跨距.

（4）不论支撑细节，有效剪切跨距在构件每端最小可折减 s/4000 m，为此有效剪切跨距 l_{shr} 不必大于：

$$l_{shr} \le l - \frac{s}{2000} \quad \text{m}$$

式中：l——主要支撑构件之间加强筋全长，m；

s——加强筋间距，mm，如 1.7.2.1 定义。

（5）构成双壳布置部分的加强筋的有效剪切跨距 l_{shr} 如图 1.7.1.2（1）所取。

（6）构成单壳布置部分的加强筋的有效剪切跨距 l_{shr} 如图 1.7.1.2（2）所取。

（7） 如加强筋面板沿肘板曲缘是连续的，则有效剪切跨距取为如图 1.7.1.2（3）所示。

（8） 对于曲线型和/或长肘板（高的长/高比率），有效肘板长度取作如图 1.7.1.2（1）（c）和图 1.7.1.2（2）（c）所示的最大比率 1:1.5 的肘板。

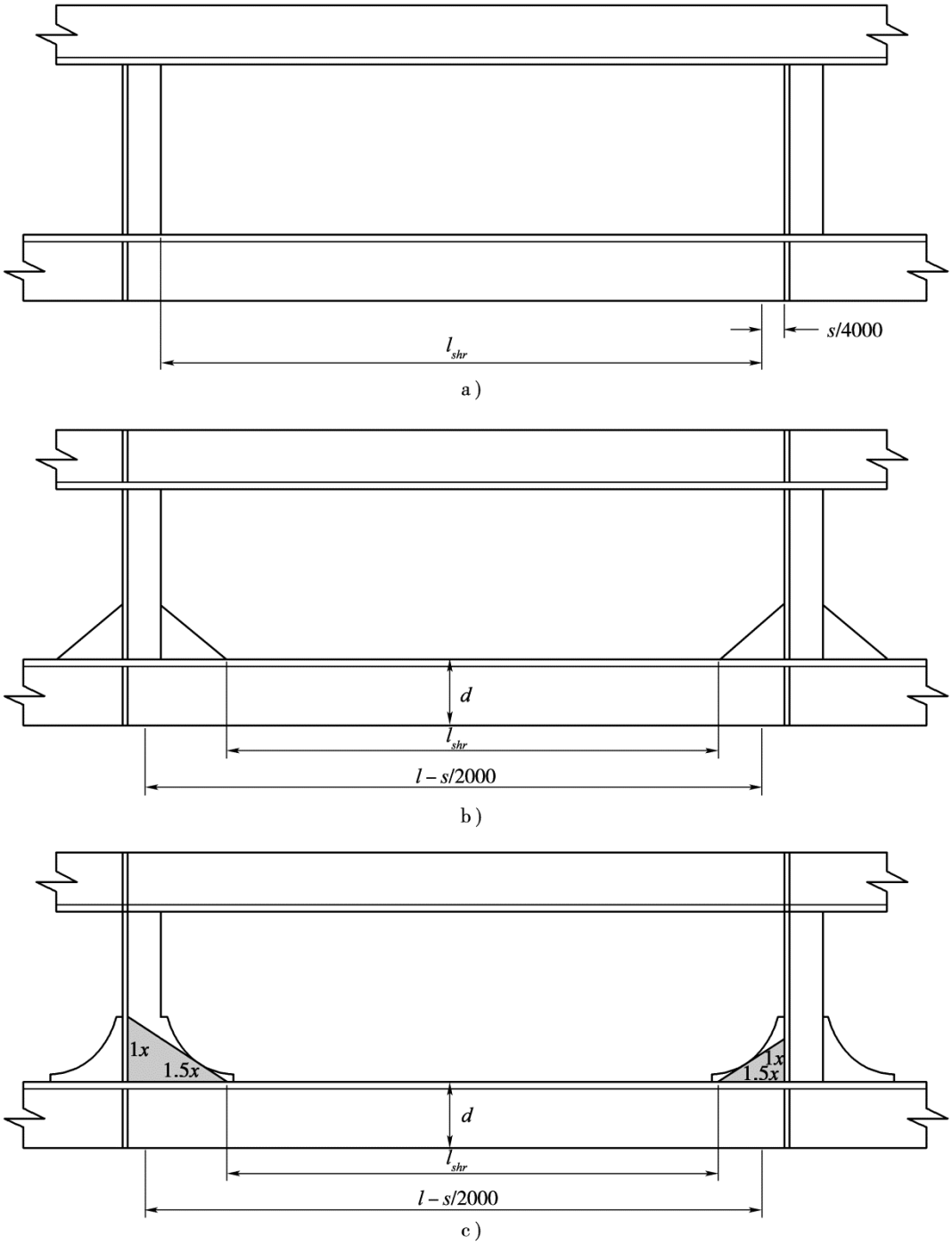


图 1.7.1.2（1）　由腹板加强筋支撑的加强筋有效剪切跨距（双壳结构）

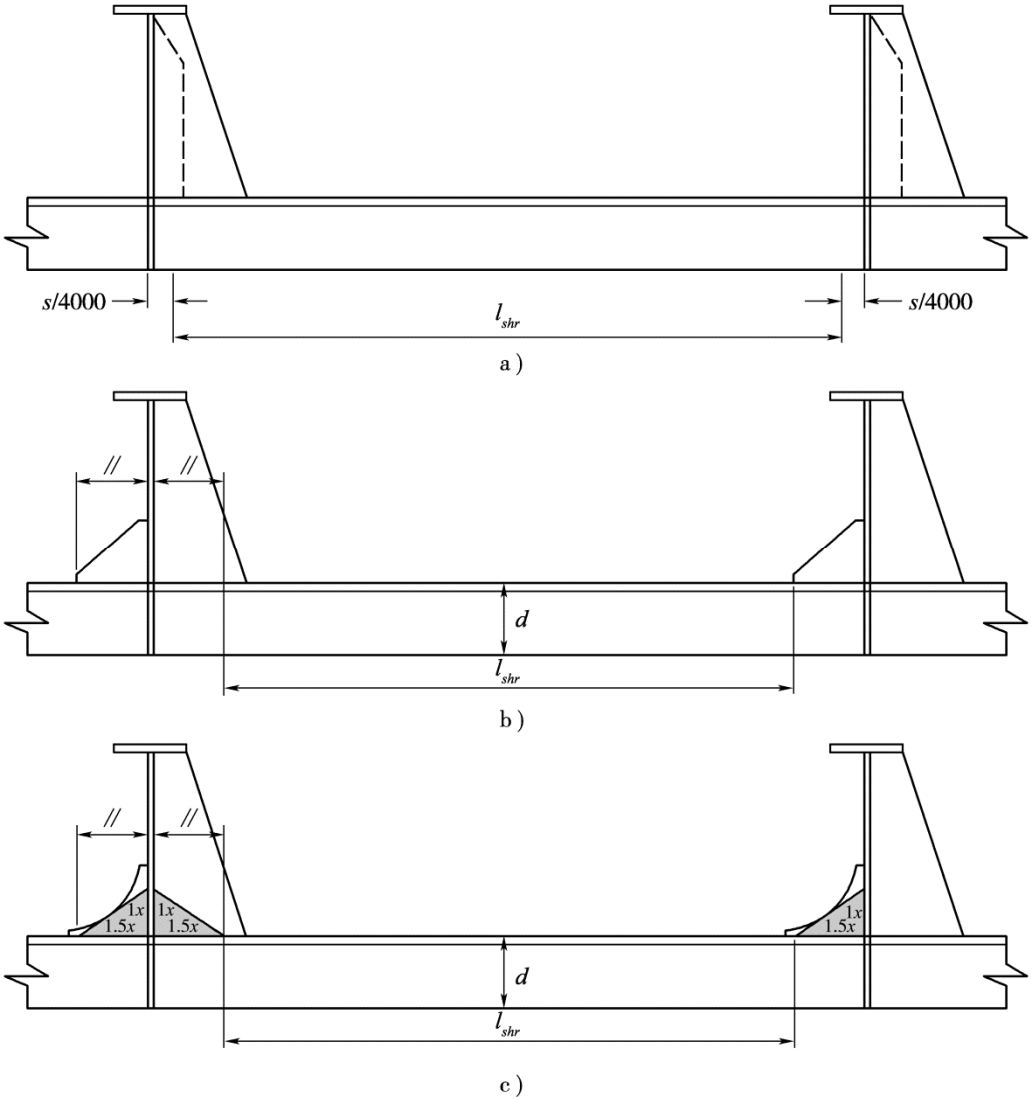


图 1.7.1.2（2） 由腹板加强筋支撑的加强筋有效剪切跨距（单壳结构）

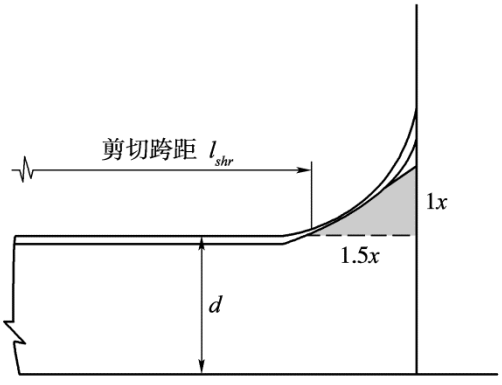


图 1.7.1.2（3） 带沿肘板边连续面板的局部支撑构件的有效剪切跨距

1.7.1.3 船体线型对局部支撑构件跨距的影响

（1）主要支撑构件之间加强筋全长 *l* 对有翼板的加强筋沿翼板量取，对扁钢加强筋则沿自由边量取。曲线形加强筋的跨距定义为跨距点之间的弦长。有效跨距的计算应符合1.7.1.1 给出的要求。

1.7.1.4 主要支撑构件的有效弯曲跨距

（1）若设置合适的端部肘板，则主要支撑构件有效弯曲跨距 l_{bdg} 可取小于支撑间构件的全长。

（2）对于主要支撑构件的面板沿着肘板边不连续的布置，如肘板焊接在主要支撑构件上，有效弯曲跨距量取用的构件各端的跨距点，应取在量自离构件面的端肘板深度等于构件高度一半之处，如图 1.7.1.4（b）所示。通常定义跨距点的有效肘板如本款（4）所给出。

（3）如果主要支撑构件面板沿肘板面板是连续的，如肘板是主要支撑构件的完整部分，该肘板跨距点应取为构件高度的 0.25 倍，见图 1.7.1.4（a）、（c）和（d）。通常定义跨距点的有效肘板如本款（4）所给出。

（4） 对于正好设置在内侧的三角形肘板，有效肘板定义为长高比为 1:1.5 的最大尺寸，对于曲线肘板，三角点通常定义为设置处，如图 1.7.1.4 例子所示。

（5）对于长高比大于 1.5 的直线肘板，跨距点取到有效肘板；对于直立型肘板，跨距点取到所设置的肘板。

（6）对于曲线形肘板，跨距点取到在设置肘板和有效肘板间切点以上跨距位置处所设置的肘板。对于切点以下的跨距位置，跨距点从有效肘板量起。

（7）对于主要支撑构件面板设置有肘板和背衬肘板的布置，跨距点的位置不必取到大于两倍主要支撑构件高度的总高度位置。设有小和大背衬肘板的布置如图 1.7.1.4（e）和（f）所示。

（8）对于主要支撑构件高度保持一致和面板宽度沿支持点增大的布置，有效弯曲跨距可取到面板宽度达到正常宽度两倍的位置。

1.7.1.5 主要支撑构件的有效剪切跨距

（1）量取剪切跨距所用的主要支撑构件每端的跨距点，应取在对构件起支撑作用的有效肘板的趾处。有效肘板的趾见图 1.7.1.5。用作定义趾点的有效肘板如 1.7.1.4（4）给出。

（2）对于有效背衬肘板大于面板处的有效肘板的布置，剪切跨距取之如图 1.7.1.5（f）所示的有效肘板趾端间的平均距离。

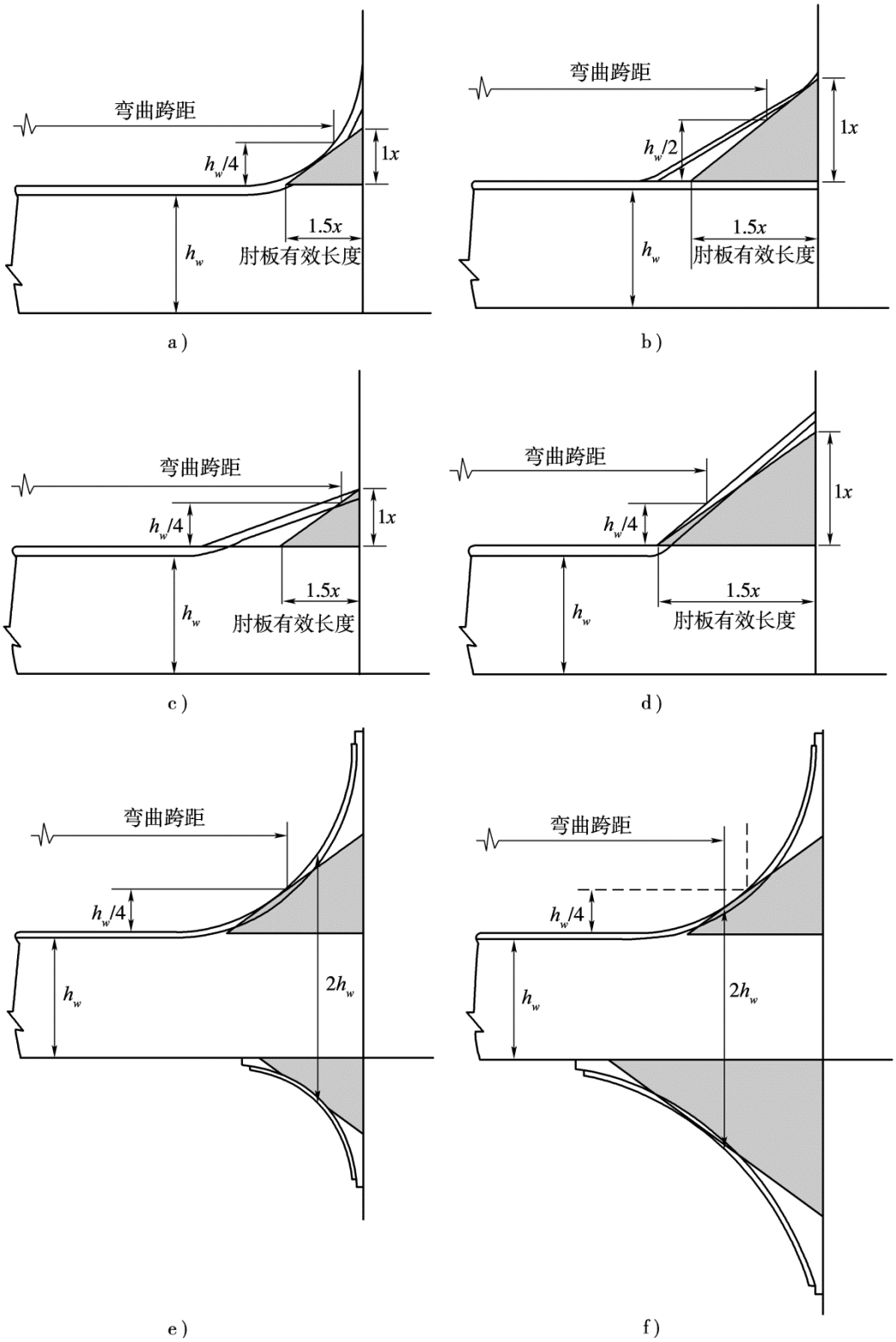


图 1.7.1.4　用于弯曲评估的主要支撑构件有效跨距

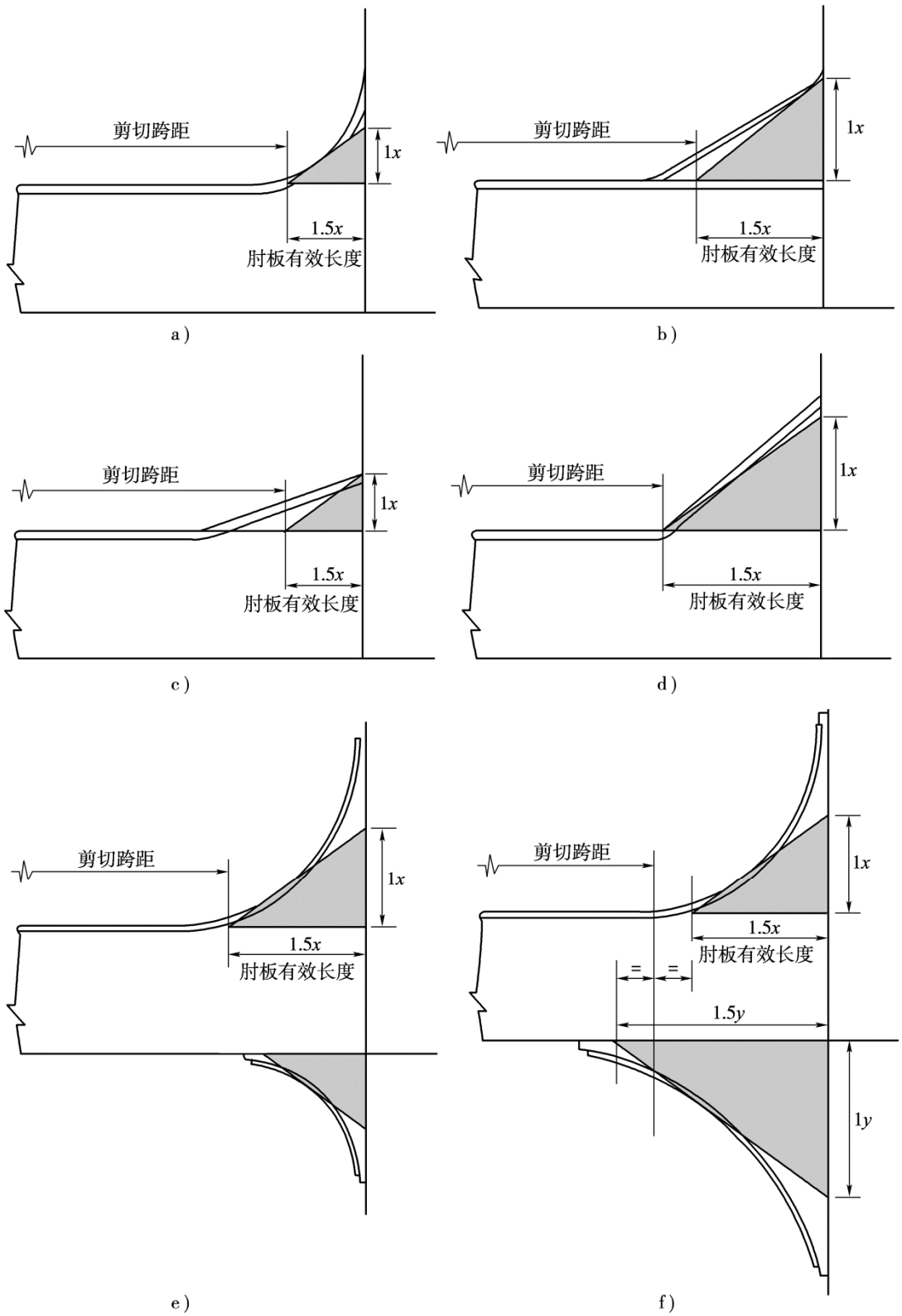


图 1.7.1.5　用于剪切评估的主要支撑构件有效跨距

1.7.2　间距和支撑宽度定义

1.7.2.1　局部支撑构件的承载宽度

加强筋每侧相邻间距的平均值 *s* 用于计算加强筋承载宽度和加强筋有效翼板，见图1.7.2.1。

1.7.2.2 主要支撑构件的间距和承载宽度

（1）用于计算主要支撑构件有效翼板的主要支撑构件间距 S 应取为相邻主要支撑构件的平均间距，如图 1.7.2.1 所示。

（2）除本篇另有具体定义外，桁材的承载宽度定义为每端主要支撑构件间距总和的一半。见图 1.7.2.1。

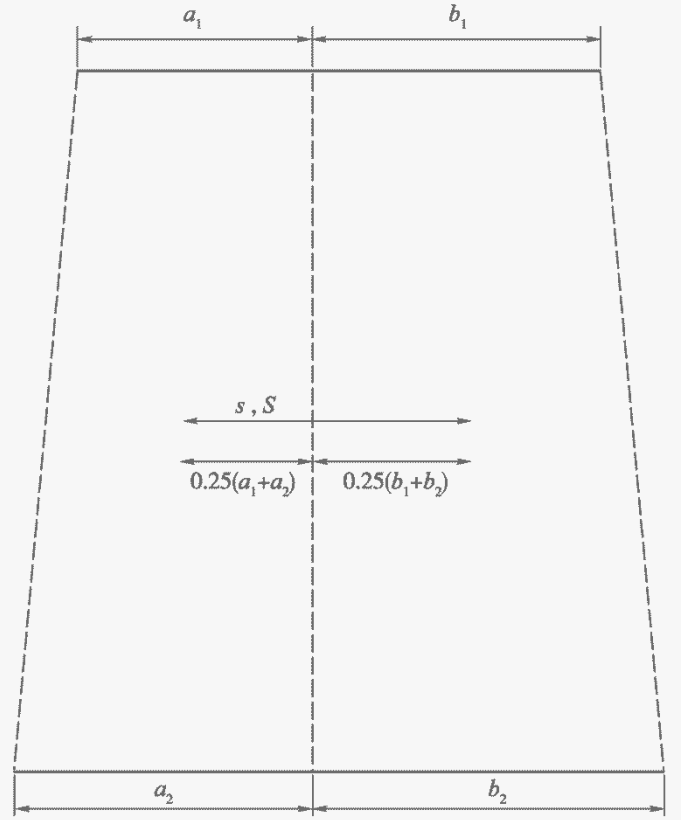


图 1.7.2.1 局部和主要支撑构件的带板宽度和承载宽度

1.7.2.3 曲板的有效间距

对曲形板，加强筋间距 s 或主要支撑构件间距 S 应于构件之间的平均弦处量取。

1.7.3 板的有效宽度

1.7.3.1 用于强度评估的局部支撑构件带板的有效宽度

（1）本款（2）定义的有效宽度适用于如本篇第 7 章所示的加强筋尺度要求。

（2）用于计算加强筋和带板组合剖面模数的带板有效宽度 b_{eff} 取为 1.7.2.1 所给出的加强筋平均间距 s。但如带板净厚度小于 8 mm，则其有效宽度不得大于 600 mm。

1.7.3.2 用于强度评估的主要支撑构件带板和翼板的有效宽度

（1）本款（2）到（4）定义的有效宽度适用于本篇第 7 章的主要支撑构件的尺度要求。

（2）在不设有效端部肘板的跨距端部，用于计算主要支撑构件剖面模数和/或惯性矩的带板有效宽度 b_{eff} 由下式得出。

$$\text{如果}\left(1-\frac{1}{\sqrt{3}}\right)\left(\frac{l_{bdg}}{2S}\right)\le 3\text{，则 } b_{eff}=0.67S\sin\left[\frac{\pi}{6}\left(\frac{l_{bdg}(1-\frac{1}{\sqrt{3}})}{2S}\right)\right]\quad \text{m}$$

$$\text{如果}\left(1-\frac{1}{\sqrt{3}}\right)\left(\frac{l_{bdg}}{2S}\right)>3\text{，则 } b_{eff}=0.67S\quad \text{m}$$

式中：*S*——*1.7.2.2* 定义的在所考虑位置主要支撑构件平均间距，m；

l_{bdg}——*1.7.1.4* 定义的有效弯曲跨距，m。

注：sin（）是以弧度计算

（3）在跨距中点，用于计算主要支撑构件剖面模数和/或惯性矩的带板有效宽度 b_{eff} 由下式得出：

$$\text{如果}\left(\frac{l_{bdg}}{S\sqrt{3}}\right)\le 9\text{，则 } b_{eff}=S\cdot\sin\left[\frac{\pi}{18}\left(\frac{l_{bdg}}{S\sqrt{3}}\right)\right]\quad \text{m；}$$

$$\text{如果}\left(\frac{l_{bdg}}{S\sqrt{3}}\right)\rangle 9\text{，则 } b_{eff}=1.0S\quad \text{m}$$

式中：*S*——1.7.2.2 所定义的在所考虑位置主要支撑构件平均间距，m；

l_{bdg}——1.7.1.4 所定义的有效弯曲跨距，m。

注：sin（）是以弧度计算

（4）在设置有效端部肘板的跨距端部，用于计算主要支撑构件剖面模数的带板有效宽度 b_{eff} 取作由本款（2）和（3）计算的平均值。当如图 1.7.1.4 定义的长度大于或等于 $0.1l_{bdg}$ 时，肘板被认为有效的。

（5）当防倾肘板如按照本篇第 9 章 9.2.5.1 的要求设置，单壳结构主要支撑构件自由翼板一般可视为完全有效。曲形面板见 1.7.3.4。

1.7.3.3 用于疲劳强度评估的局部支撑构件带板的有效宽度

（1）如本款（2）和（3）所定义的有效宽度适用于第 10 章的局部支撑构件的疲劳强度评估.

（2）在跨距端部和端部肘板及支撑，用于计算加强筋和其带板组合剖面模数的带板有效宽度 b_{eff} 由下式得出：

$$\text{如果}\left(\frac{1000l_{bdg}(1-\frac{1}{\sqrt{3}})}{2s}\right)\le 3\text{，则 } b_{eff}=0.67s\sin\left[\frac{\pi}{6}\left(\frac{1000l_{bdg}(1-\frac{1}{\sqrt{3}})}{2s}\right)\right]\quad \text{mm}$$

$$\text{如果}\left(\frac{1000l_{bdg}(1-\frac{1}{\sqrt{3}})}{2s}\right)>3\text{，则 } b_{eff}=0.67s\quad \text{mm}$$

式中：*s*——1.7.2.1 所定义的加强筋间距，mm；

l_{bdg}——1.7.1.1 所定义的有效弯曲跨距，m。

注：sin（）是以弧度计算

（3）在跨距中点，用于计算加强筋和其带板组合剖面模数的带板有效宽度 b_{eff} 由下式得出：

$$\text{如果}\left(\frac{1000l_{bdg}}{s\sqrt{3}}\right)\le 9\text{，则 } b_{eff}=s\sin\left[\frac{\pi}{18}\left(\frac{1000l_{bdg}}{s\sqrt{3}}\right)\right]\quad \text{mm}$$

$$\text{如果}\left(\frac{1000l_{bdg}}{S\sqrt{3}}\right)>9\text{，则 } b_{eff}=1.0S\quad \text{m}$$

式中：*s*——1.7.2.1 所定义的加强筋间距，mm；

l_{bdg}——1.7.1.1 所定义的有效弯曲跨距，m。

注：sin（）是以弧度计算

1.7.3.4 主要支撑构件带板或曲形面板的有效面积

（1）本款（2）和（3）所定义的有效面积适用于如下的主要支撑构件：

① 导出为本篇第 7 章尺度要求中计算主要支撑构件剖面模数用的曲形面板和曲形带板的有效净面积。

② 导出在第8章第2节强度评估用的曲形面板和建模的梁单元的有效净面积。

（2）主要支撑构件的曲形翼板或带板的有效净面积 $A_{eff-net50}$ 应取作：

$$A_{eff-net50} = C_f t_{f-net50} b_f \qquad \text{mm}^2$$

式中：C_f——翼板有效系数，见图 1.7.3.4（1）；

$$= C_{f1} \frac{\sqrt{r_f t_{f-net50}}}{b_1}$$ 但不得取为大于 1.0；

C_{f1}——对称和不对称面板，见图 1.7.3.4（1）的曲线 1：

$$= \frac{0.643(\sinh\beta\cosh\beta + \sin\beta\cos\beta)}{\sinh^2\beta + \sin^2\beta};$$

有两个腹板的箱形桁材的带板，见图 1.7.3.4（1）的曲线 2：

$$= \frac{0.78(\sinh\beta + \sin\beta)(\cosh\beta - \cos\beta)}{\sinh^2\beta + \sin^2\beta};$$

有多个腹板的箱形桁材的带板，见图 1.7.3.4（1）的曲线 3：

$$= \frac{1.56(\cosh\beta - \cos\beta)}{\sinh^2\beta + \sin^2\beta};$$

β—— $\dfrac{1.285 b_1}{\sqrt{r_f t_{f-net50}}}$ rad；

b_1——对称面板：

$$= 0.5(b_f - t_{w-net50})$$

不对称面板：

$$= b_f$$

箱形桁材带板：

$$= s_w - t_{w-net50};$$

s_w——箱形桁材的支撑腹板间距，mm

$t_{f\text{-}net50}$——翼板净厚，mm：

$$= t_{f-grs} - 0.5 t_{corr};$$

对于不对称面板的 C_f 和 β 的计算，$t_{f\text{-}net50}$ 不得取为大于 $t_{w\text{-}net50}$；

$t_{f\text{-}grs}$——翼板总厚度，mm

$t_{w\text{-}net50}$——腹板净厚，mm：

$$= t_{w-grs} - 0.5 t_{corr};$$

$t_{w\text{-}grs}$——腹板总厚，mm；

t_{corr}——第 13 章第 5 节所定义的腐蚀余量，mm；

r_f——曲形面板或带板的半径，mm；

b_f——面板或带板宽度，mm。

（3）由径向肘板支撑的曲形面板或由圆柱加强筋支撑带板的有效净面积 $A_{eff\text{-}net50}$ 由下式得出：

$$A_{eff-net50} = \frac{3 r_f t_{f-net50} + C_f s_r^2}{3 r_f t_{f-net50} + s_r^2} t_{f-net50} b_f \qquad \text{mm}^2$$

式中：C_f——见本款（2）；

$t_{f\text{-}net50}$——翼板净厚度，见本款（2）；

s_r——防倾肘板或腹板加强筋或垂直于腹板加强筋的间距，见图 1.7.3.4（2），mm；

b_f——面板或带板宽度，mm，见图 1.7.3.4（2）；

r_f——曲形面板或带板的半径，mm，见图 1.7.3.4（2）。

（4）本款（2）和（3）给出的有效面积仅适用于主要支撑构件的面板和带板，但不适用于平行于面板的腹板加强筋的面积。

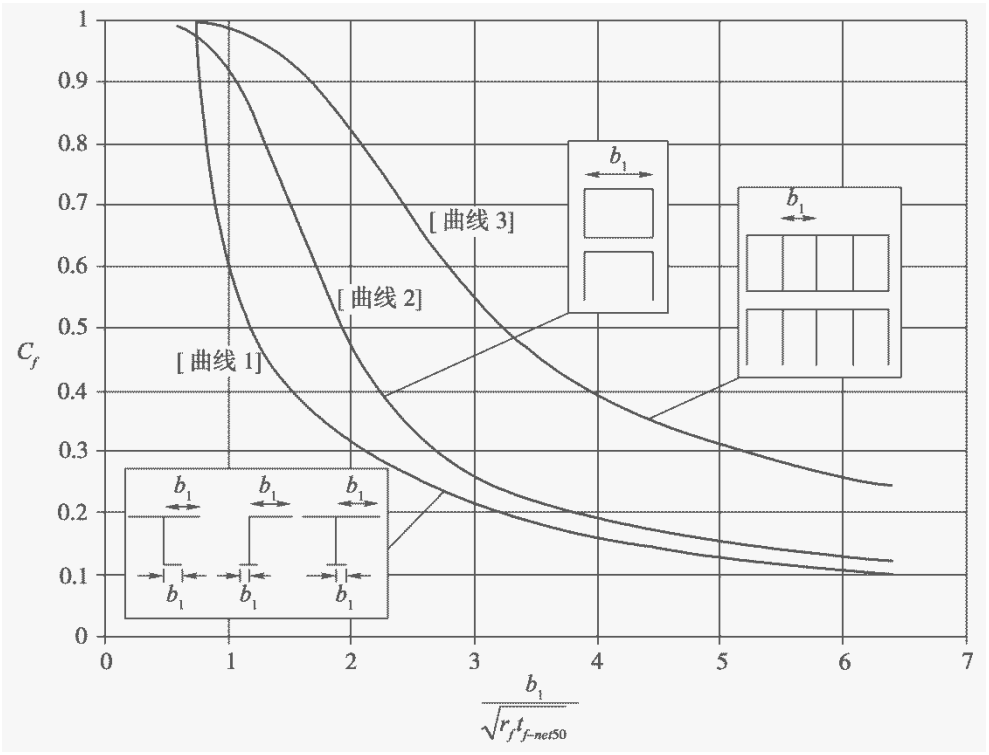


图 1.7.3.4（1） 可替换结构型式的曲形面板的有效宽度

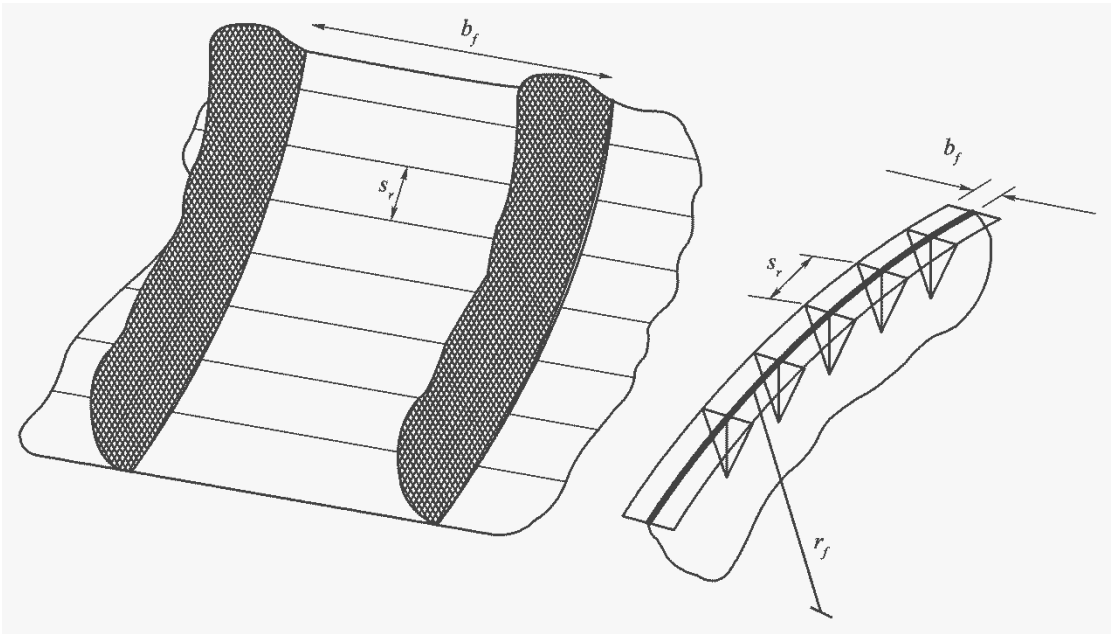


图 1.7.3.4（2） 曲形外板板格和面板

1.7.4 局部支撑构件的几何特性

1.7.4.1 局部支撑构件的净剖面特性值计算

（1）应采用带板、腹板和面板的净厚度计算局部支撑构件的净剖面模数、惯性矩和剪切面积特性。

（2）典型型材的净尺寸描述在图 1.7.4.1 给出。

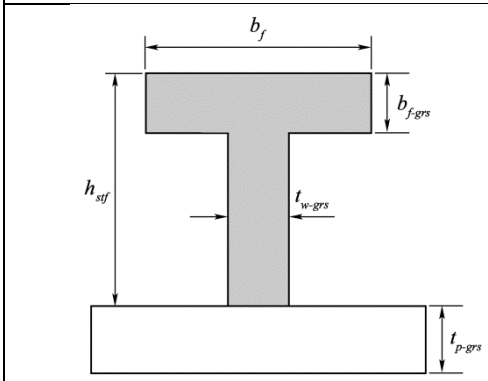
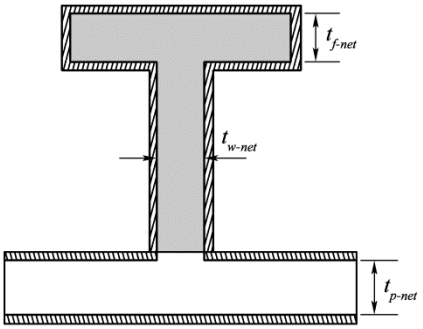
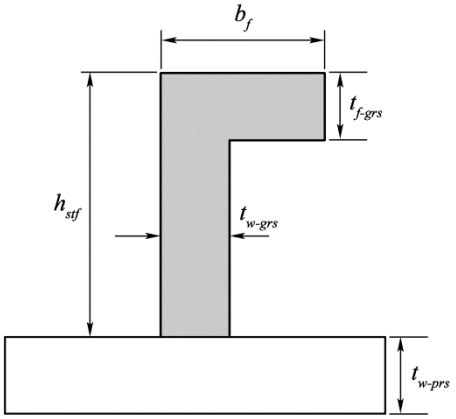
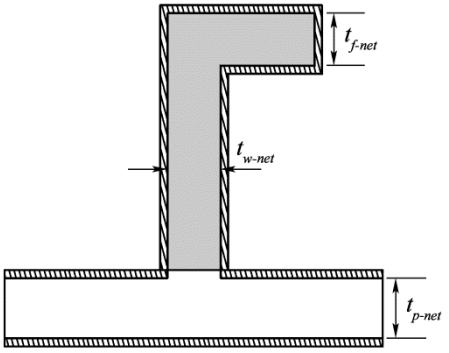
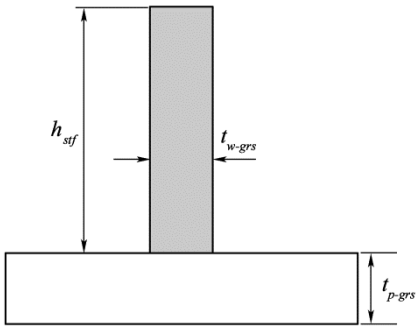
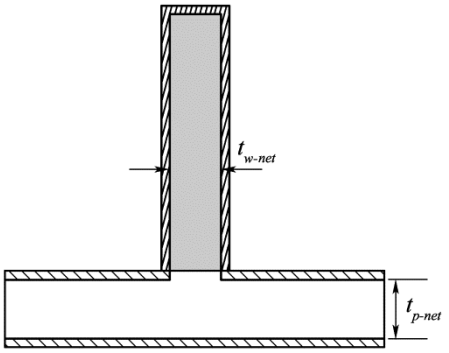
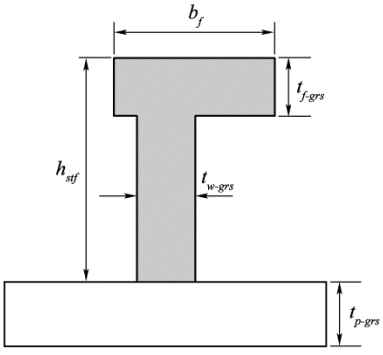
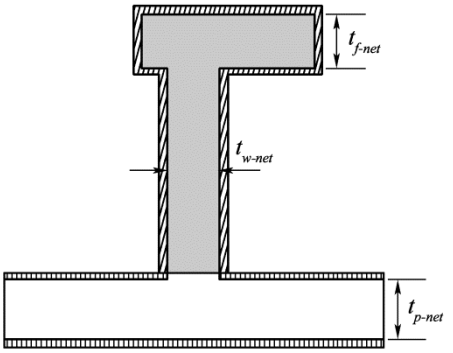
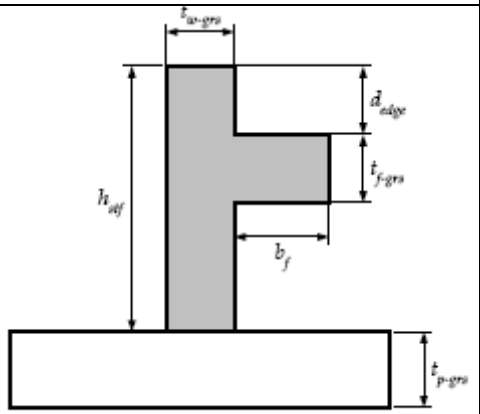
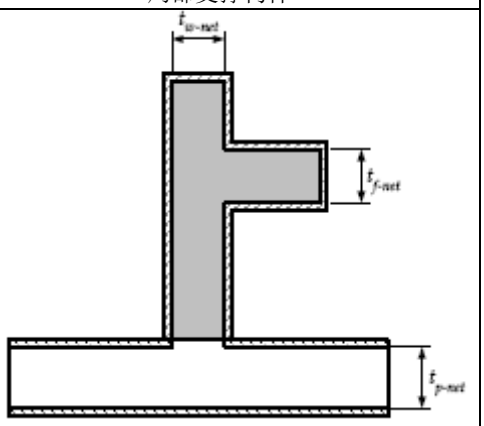
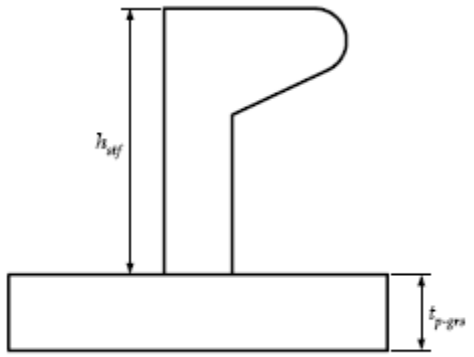
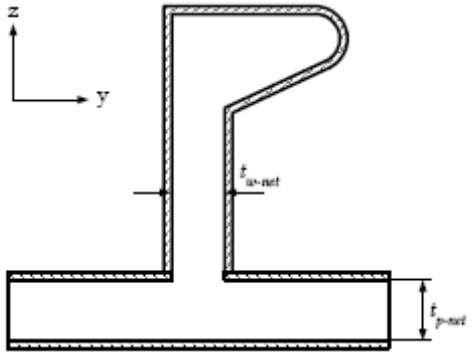
型材	折减方法 局部支撑构件
 T– 型材	
 L– 型材	
 扁钢 – 型材	
 L2– 型材	

图 1.7.4.1 局部支撑构件剖面净特性值

<table>
<tr><td>型材</td><td>折减方法
局部支撑构件</td></tr>
<tr><td>

L3－型材</td><td>
</td></tr>
<tr><td>

球扁钢-简化型材</td><td>

该型材的横截面净面积、y-轴惯性矩和相关中和轴位置的确定，应假定从型材横截面减去腐蚀量$0.5t_{corr}$</td></tr>
</table>

图 1.7.4.1　局部支撑构件剖面净特性值（续）

1.7.4.2　局部支撑构件的有效弹性剖面特性

（1）局部支撑构件的净弹性剪切面积 $A_{shr\text{-}el\text{-}net}$ 取作：

$$A_{shr-el-net} = (h_{stf} + t_{p-net})(t_{w-net})\,sin\varphi_w / 100 \qquad \text{cm}^2$$

式中：h_{stf}——包括面板在内的加强筋高度，mm，另见 1.7.4.1（2）；

$t_{p\text{-}net}$——带板净厚度，mm；

$t_{w\text{-}net}$——腹板净厚度，mm；

φ_w——加强筋腹板和带板之间角度，度，见图 1.7.4.2，若该角度大于或等于 75 度则取 90 度。

（2）加强筋的有效剪切高度 d_{shr} 取作：

$$d_{shr} = (h_{stf} + t_{p-net})\sin\varphi_w \qquad \text{mm}$$

式中：h_{stf}——包括面板在内的加强筋高度，mm，另见 1.7.4.1（2）；

$t_{p\text{-}net}$——带板净厚度，mm；

φ_w——加强筋腹板和带板之间角度，度，见图 1.7.4.2，若该角度大于或等于 75 度则取 90 度。

（3）局部支撑构件的剖面弹性净模数 $Z_{el\text{-}\varphi\text{-}net}$ 取作：

$$Z_{el-\varphi-net} = Z_{stf-net}\sin\varphi_w \qquad \text{cm}^3$$

式中：$Z_{stf\text{-}net}$——相应直立加强筋的净剖面模数，cm^3，即当 φ_w 等于 90 度；

φ_w——加强筋腹板和带板之间角度，度，见图 1.7.4.2，若该角度大于或等于 75 度则取 90 度。

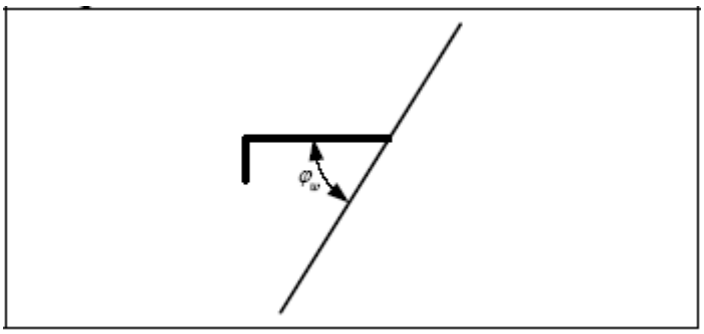


图 1.7.4.2 加强筋腹板和面板间的角度

1.7.4.3 加强筋的有效塑性剖面模数和剪切面积

（1）局部支撑构件的塑性剪切净面积 $A_{shr\text{-}pl\text{-}net}$ 取作：

$$A_{shr-pl-net} = (h_{stf} + t_{p-net})(t_{w-net})\sin\varphi_w / 100 \qquad \text{cm}^2$$

式中：h_{stf}——包括面板在内的加强筋高度，mm，另见 1.7.4.1；

$t_{p\text{-}net}$——带板净厚度，mm；

$t_{w\text{-}net}$——腹板净厚度，mm；

φ_w——加强筋腹板和带板之间角度，度，见图 1.7.4.2，若该角度大于或等于 75 度则取 90 度。

（2）局部支撑构件有效净塑性剖面模数 $Z_{pl\text{-}net}$ 取作：

$$Z_{pl-net} = \frac{f_w d_w^2 t_{w-net}\sin\varphi_w}{2000} + \frac{(2\gamma-1)A_{f-net}(h_{f-ctr}\sin\varphi_w - b_{f-ctr}\cos\varphi_w)}{1000} \qquad \text{cm}^3$$

式中：f_w——腹板剪应力因子：

=0.75，当 $n = 1$ 或 2 的折边型材横截面：

=1.0，当 $n = 0$ 的折边型材横截面和扁钢加强筋：

n ——每个构件弯矩有效端部支撑的数量，取 0、1 或 2。可在下列位置考虑一个弯矩有效端部支撑：

① 加强筋在支撑处连续；

② 加强筋通过支撑板，且当加强筋在它终端处用短梁（或相当）与相邻加强筋连接；

③ 加强筋连至相邻的抗弯加强筋或肘板。当肘板与另一根加强筋（不是屈曲加强筋）相连时，可认为其有效抗弯；

d_w——加强筋腹板高度，mm

$=h_{stf} - t_{f\text{-}net}$ 对于 T、L（轧制和组合）和 L2 型材

$=h_{stf}$ 对于扁钢和 L3 型材

对于球扁钢应按表 1.7.4.3（a）和表 1.4.7.3（b）取

h_{stf}——加强筋高度，mm，见图 1.7.4.1

γ——等于 $0.25(1+\sqrt{3+12\beta})$

β——取 0.5，除了对于跨距中点不设防倾肘板的 L 型材外的所有情况

$= \dfrac{10^6 (t_{w-net})^2 f_b l_f^2}{80 b_f^2 (t_{f\text{-}net}) h_{f\text{-}ctr}} + \dfrac{t_{w\text{-}net}}{2b_f}$，但不大于 0.5，对于跨距中点不设防倾肘板的 L（轧制和建造）型材

$A_{f\text{-}net}$——翼板横截面净面积，mm^2：

$= 0$，对于扁钢加强筋；

$= b_f t_{f-net}$，其他情况；

b_f——翼板宽度，mm，见图 1.7.4.1。对于球扁钢见表 1.7.4.3（a）和表 1.7.4.3（b）

$b_{f\text{-}ctr}$——加强筋腹板一半厚度处至翼板面积中心的距离：

$= 0.5(b_f - t_{w-net})$， 对于轧制角钢

=0， 对于 T 型材，

球扁钢由表 1.7.4.3（a）和表 1.7.4.3（b）给出

$h_{f\text{-}ctr}$——量至翼板厚度中点的加强筋高度：

h_{stf}– 0.5 $t_{f\text{-}net}$，对于 L3 型材除外，有矩形折边的型材。

h_{stf}–d_{edge}– 0.5 $t_{f\text{-}grs}$ ，对于 L3 型材

球扁钢由表 1.7.4.3（a）和表 1.7.4.3（b）给出

d_{edge}——腹板上边缘至翼板顶部距离，mm，L3 型材见图 1.7.4.1

f_b——一般为 1.0

有端部肘板的连续翼板为 0.8。连续翼板定义为连续穿过主要支撑构件连续不剪断的翼板。

有端部肘板的非连续翼板为 0.7。非连续翼板定义为翼板在主要支撑构件处削斜或在支持的另一边中断且不设置对齐构件。

l_f——位于大的支持腹板之间的加强筋翼板长度，m，但设有端部肘板的加强筋要减去端部肘板的力臂长度

$t_{f\text{-}net}$——翼板净厚度，mm：

=0，对于扁钢加强筋

球扁钢由表 1.7.4.3（a）和表 1.7.4.3（b）给出

$t_{w\text{-}net}$——加强筋腹板净厚度，mm

φ_w——加强筋腹板和带板之间角度，度，见图 1.7.4.2，若该角度大于或等于 75 度则取 90 度。

HP 球扁钢特征翼板数据（见图 1.7.4.3） 表 1.7.4.3（a）

h_{stf}（mm）	d_w*（mm）	$b_{f\text{-}grs}$*（mm）	$t_{f\text{-}grs}$*（mm）	$b_{f\text{-}ctr}$（mm）	$h_{f\text{-}ctr}$（mm）
200	171	40	14.4	10. 9	188
220	188	44	16.2	12.1	206
240	205	49	17.7	13.3	225
260	221	53	19.5	14.5	244
280	238	57	21.3	15.8	263
300	255	62	22.8	16.9	281
320	271	65	25.0	18.1	300
340	288	70	26.4	19.3	318
370	313	77	28.8	21.1	346
400	338	83	31.5	22.9	374
430	363	90	33.9	24.7	402
注：翼板特征数据转化为净尺寸为 $b_f \approx b_{f-grs}^{*} + 2t_{w-net}$；　$b_{f-net} = t_{f-grs}^{*} - t_{corr}$；　$t_{w-net} = t_{w-grs} - t_{corr}$					

JIS 球扁钢的典型翼板数据（见图 1.7.4.3） 表 1.7.4.3（b）

h_{stf}（mm）	d_w*（mm）	$b_{f\text{-}grs}$*（mm）	$t_{f\text{-}grs}$*（mm）	$b_{f\text{-}ctr}$（mm）	$h_{f\text{-}ctr}$（mm）
180	156	34	11.9	9.0	170
200	172	39	13.7	10.4	188
230	198	45	15.2	11.7	217
250	215	49	17.1	12.9	235
注：翼板特征数据转化为净尺寸为 $b_f \approx b_{f-grs}^{*} + 2t_{w-net}$；　$b_{f-net} = t_{f-grs}^{*} - t_{corr}$；　$t_{w-net} = t_{w-grs} - t_{corr}$					

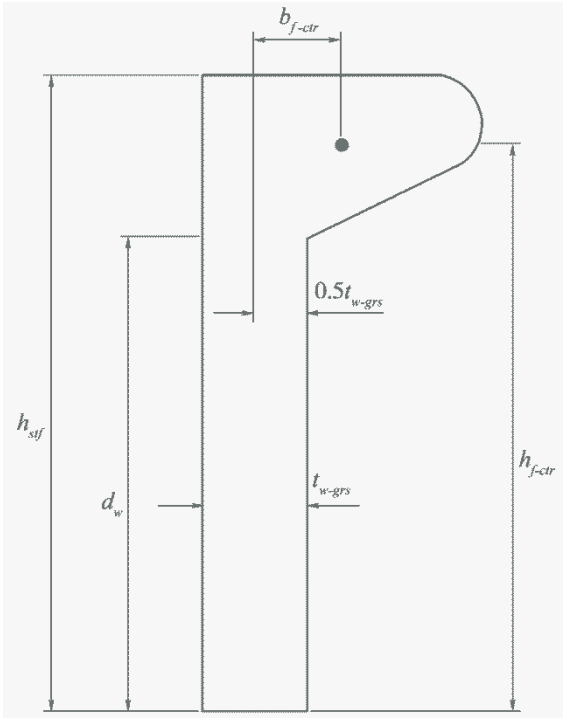


图 1.7.4.3 球扁钢特征数据

1.7.5 主要支撑构件的几何特性

1.7.5.1 主要支撑构件的有效剪切面积

（1）用于主要支撑构件剪切面积计算的腹板高度 hw 是取主要支撑构件的型高。

（2）对于单壳和双壳的主要支撑构件，有效净剪切面积 $A_{shr\text{-}net50}$ 取作：

$$A_{shr-net50} = 0.01 h_n t_{w-net50} \sin\varphi_w \quad \text{cm}^3$$

式中：h_n——对于单壳的主要支撑构件，见图 1.7.5.1（1），有效腹板高度（mm），取为以下中的较小值：

（a）h_w

（b）$h_{n3}+h_{n4}$

（c）$h_{n1}+h_{n2}+h_{n4}$

对于双壳的主要支撑构件，有效腹板高度采取相同的原则确定；

h_w ——主要支撑构件的腹板高度，mm

h_{n1}，h_{n2}，h_{n3}，h_{n4}——如图 1.7.5.1（1）所示

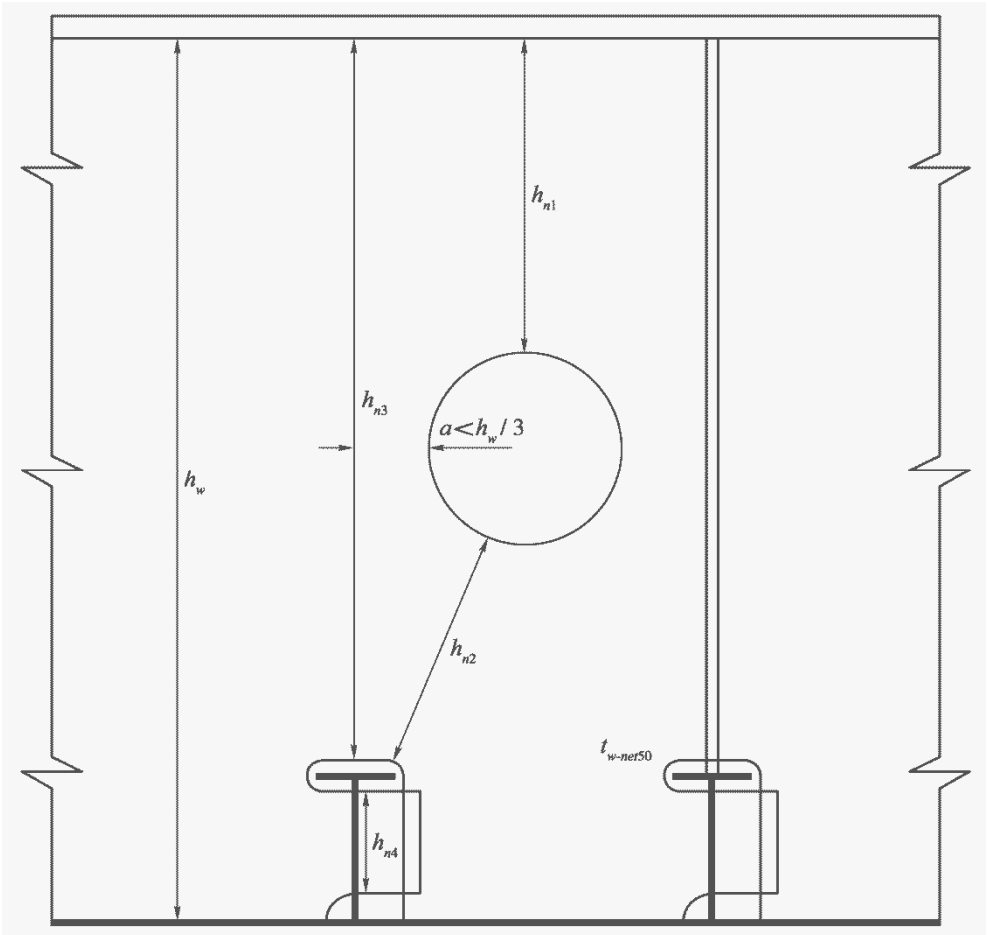
$t_{w\text{-}net50}$——腹板净厚，mm：

$=t_{w\text{-}grs} - 0.5\, t_{corr}$

$t_{w\text{-}grs}$——腹板总厚，mm

t_{corr}——腐蚀余量，在第 13 章第 5 节中给出，mm

φ_w——腹板和带板之间角度，度，见图 1.7.4.2，若该角度大于或等于 75°，则取 90°。



注：图示的是单壳浮式装置的主要支持构件的有效腹板高度，对于双壳浮式装置的主要支持构件的有效腹板高度遵循相同原理。

图 1.7.5.1（1） 开口处的有效剪切面积

（3）如果开口在距所计及横截面小于 $h_w/3$ 处，则 h_n 应取为通过开口的净高和净距离两者中的较小值。见图 1.7.5.1（1）。

（4）如果单壳主要支撑构件的桁材翼板不与带板轴线平行，有效净剪切面积 $A_{shr\text{-}net50}$ 取作：

$$A_{shr-net50} = 0.01 h_n t_{w-net50} + 1.3 A_{f-net50} \sin 2\theta \sin\theta \quad \text{cm}^2$$

式中：$A_{f\text{-}net50}$——翼板/面板净面积，cm^2

$= 0.01 b_f t_{f\text{-}net50}$

b_f——翼板或面板宽度，mm

$t_{f\text{-}net50}$——翼板净厚，mm

$= t_{f\text{-}grs} - 0.5 t_{corr}$

$t_{f\text{-}grs}$——翼板总厚，mm

t_{corr}——腐蚀余量，在第 13 章第 5 节中给出，mm

θ——连续翼板的倾斜角，度，见图 1.7.5.1（2）

$t_{w\text{-}net50}$——腹板净厚度，定义同本款（2），mm

h_n——腹板有效高度，如图 1.7.5.1（1）定义

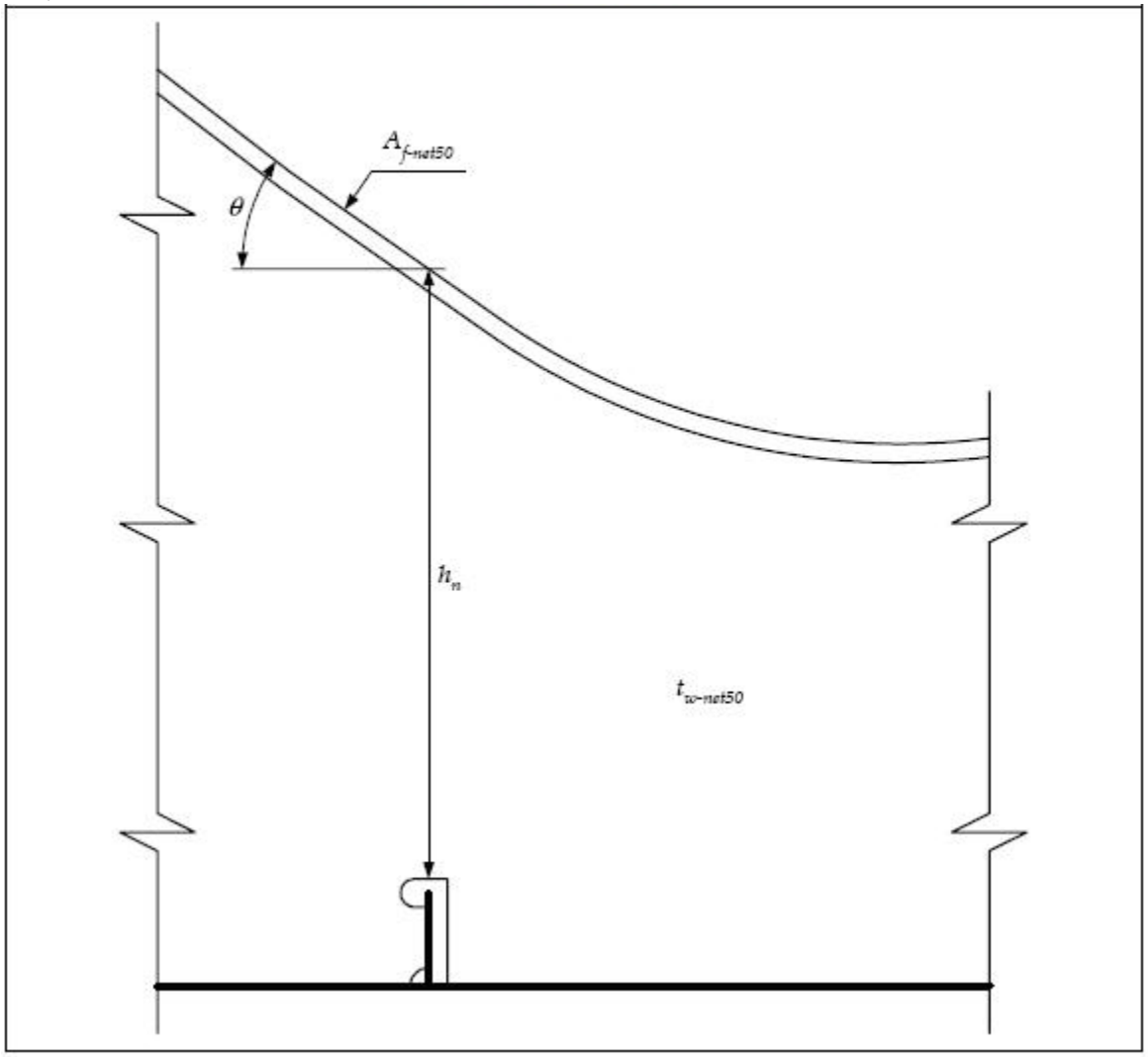


图 1.7.5.1（2）肘板处的有效剪切面积

1.7.5.2 主要支撑构件的有效剖面模数

采用带板，腹板和面板（或双壳桁材的顶部带板）净厚度计算主要支撑构件的净剖面模数，其中的净厚度应取为：

$t_{w-net50} = t_{w-grs} - 0.5 t_{corr}$对于腹板净厚，㎜

$t_{p-net50} = t_{p-grs} - 0.5 t_{corr}$对于下带板净厚，㎜

$t_{f-net50} = t_{f-grs} - 0.5 t_{corr}$对于上带板或面板净厚，㎜

式中：$t_{w\text{-}grs}$——腹板总厚，mm；

$t_{p\text{-}grs}$——下带板总厚，mm；

$t_{f\text{-}grs}$——上带板或面板总厚，mm；

t_{corr}——腐蚀余量，在第 13 章第 5 节中给出，mm。

注：主要支撑构件的曲形面板见 1.7.3.4。

当主要支撑构件腹板与翼板夹角小于 75°时，剖面模数应直接计算。

1.7.6 船体梁横剖面的几何特性

1.7.6.1 船体梁垂向剖面模数

（1）在基线以上任何垂向位置 z 的船体梁有效垂向剖面模数 Z_v 定义为：

$$Z_v = \frac{I_v}{|z - z_{NA}|} \qquad \text{m}^3$$

式中：I_v ——是在 1.7.6.3 给出的开口折减后，所考虑横剖面中所有纵向连续构件内的船体梁垂向惯性矩，m^4；

z ——从所考虑结构构件到基线的距离，m；

z_{NA}——从船体梁剖面水平中和轴到基线的距离，m。

（2）为了计算本篇第 7 章要求的用于强度评估的船体梁垂向净剖面模数 $Z_{\text{v-net50}}$，船体梁垂向净剖面惯性矩和水平中和轴位置是基于对于所有包括在船体梁剖面中的有效构件的总厚减去腐蚀余量 $0.5t_{corr}$ 计算，t_{corr} 在第 13 章第 5 节中定义。

（3）为了计算第 10 章要求的疲劳强度评估的船体梁垂向净剖面模数 $Z_{v\text{-}net75}$，船体梁垂向净剖面惯性矩和水平中和轴位置是基于对于所有含在船体梁剖面的有效构件的总厚减去腐蚀余量 $0.25t_{corr}$ 计算。t_{corr} 在第 13 章第 5 节中定义。

1.7.6.2 船体梁水平剖面模数

（1）在任何横向坐标 y 的有效水平船体梁剖面模数 Z_h 定义为：

$$Z_h = \frac{I_h}{|y - y_{NA}|} \qquad \text{m}^3$$

式中：I_h——是如 1.7.6.3 中的开口折减后所考虑横剖面中所有纵向连续构件内的船体梁水平惯性矩，m^4；

y——横向坐标，m；

y_{NA}——船体梁横剖面垂直中和轴到横剖面中心线的距离，m。

（2）为了计算本篇第 7 章要求的强度评估的船体梁水平净剖面模数 $Z_{h\text{-}net50}$，船体梁水平净剖面惯性矩和垂向中和轴位置是基于对于所有含在船体梁剖面的有效构件的总厚减去腐蚀余量 $0.5t_{corr}$ 计算。t_{corr} 在第 13 章第 5 节中定义。

（3）为了计算第 10 章要求的疲劳强度评估的船体梁水平净剖面模数 $Z_{h\text{-}net75}$，船体梁水平净剖面惯性矩和垂直中和轴位置是基于对于所有含在船体梁剖面的有效构件的总厚减去腐蚀余量 $0.25t_{corr}$ 计算。t_{corr} 在第 13 章第 5 节中定义。

1.7.6.3 计算船体梁惯性矩和剖面模数用的有效面积

（1）船体梁有效剖面积包括所有开口折减后的纵向连续构件。本款（2）中所给出的构件不应包括在船体梁有效剖面积中。折减开口和自由开口折减的定义由本款（4）-（9）给出。非连续舱壁和甲板的有效面积定义在本款（10）中给出。

（2）由于结构的非连续性，下列构件不能有效计入船体梁横剖面面积，因此在计算中应排除在外：

① 不构成强力甲板的上层建筑；
② 甲板室；
③ 垂直槽形舱壁；
④ 舷墙和槽板；
⑤ 舭龙骨；
⑥ 削斜或不连续的纵向加强筋若所考虑的横剖面离开加强筋端部接近加强筋高度的两倍。

（3）应用如下的开口定义：

① 大开口指长度超过 2.5m 和/或宽度超过 1.2m 的开口，其中长度从如图 1.2.1.17 定义的船舶全船 x-轴方向量起；

② 小开口指不是大的开口，如人孔、减轻孔等；

③ 独立开口指在船的横向/垂向开口间隔不小于 1m 的开口。

（4）在计算剖面模数时，非独立的大小开口应从计算剖面面积中扣除。

（5）在纵向扶强材或桁材上的独立小开口，如果其高度超过腹板高度的 25%，则也应扣除。

（6）如果上述的几个开口位于或靠近同一个剖面，则应扣除组合开口的总等效宽度 Σb_{ded}，见本款（7）至（8）和图 1.7.6.3 （1）。

（7）独立的多个小开口只要其在同一横剖面上的宽度或投影面积宽度总和，不降低甲板或基线上的船体梁剖面模数超过 3%，就可以不扣除。作为替换的，独立的多个小开口只要其总等效宽度小于以下公式，则可以不扣除：

$$\Sigma b_{sm} = 0.06\left[B_{sect} - \Sigma b_{ded}\right]$$

式中：Σb_{sm} ——小开孔的总等效宽度，见图 1.7.6.3（1）

$$\Sigma b_{sm} = b_{sm1} + b_{sm2} + b_{sm3}$$

B_{sect} ——所考虑剖面处船舶的宽度

Σb_{ded} ——本款（7）中规定的组合开口的总等效宽度，m，应考虑扣除开口投影面积的影响。

（8）在计算小开口的总等效宽度 Σb_{sm} 时，每一开口应假定有一纵向阴影面积，见图 1.7.6.3 （1），该面积通过画两条与船舶纵轴成 15°角的切线确定。

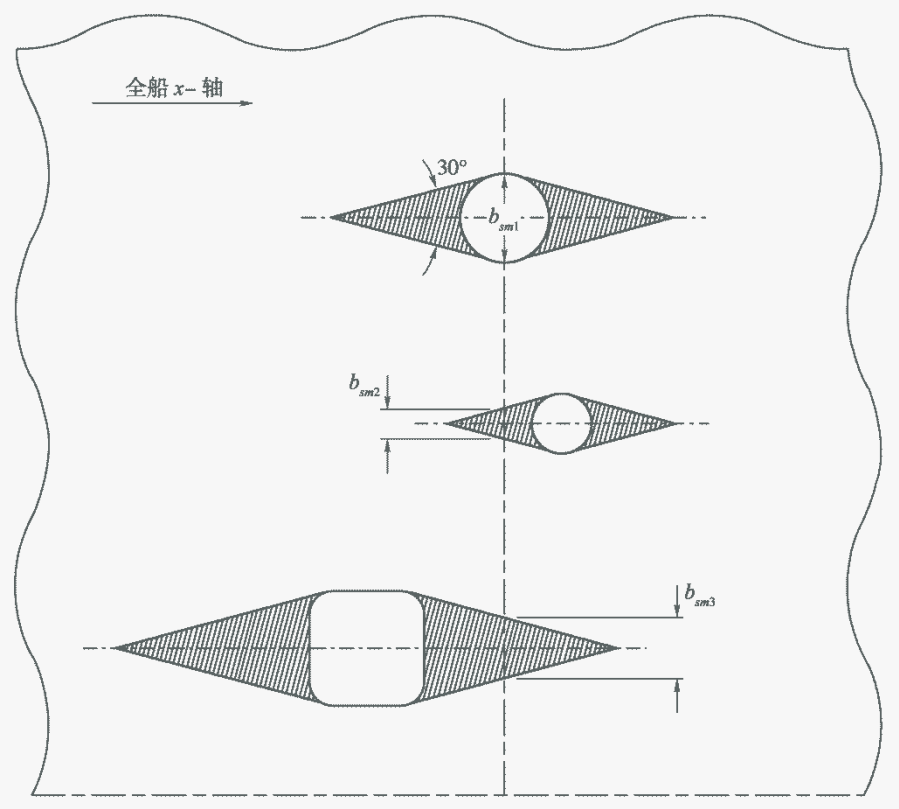


图 1.7.6.3（1） 等效宽度

（9）对开口的全部或部分强度补偿可通过提供增加板材剖面面积、纵向扶强材或桁材或其他适宜的结构来实现。补偿区域应完全覆盖开口前后端。任何开口的局部边界加强不得计入船体梁剖面模数计算的有效面积内。根据本款（7）对不作折减的开口没必要作补偿。

（10）当计算大开口和非连续甲板和纵舱壁的非有效面积时，所取有效面积如图 1.7.6.3（2）所示。表示非有效面积阴影区域是通过画两条与船纵轴成 15 度的切线得到。

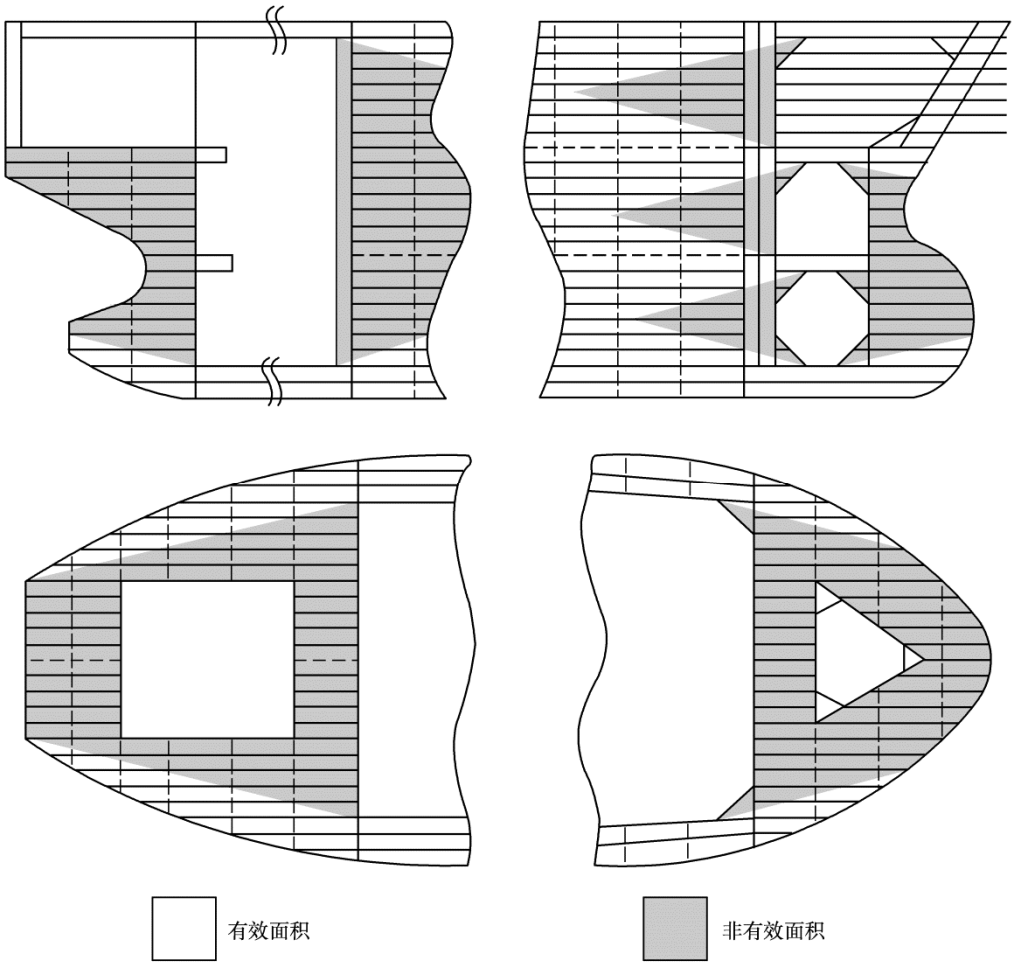


图 1.7.6.3（2） 非连续甲板和舱壁处的有效面积

1.7.6.4 船体梁垂向有效剪切面积

（1）船体梁垂向有效净剪切面积包括包括舭部的舷侧外板， 包括底边舱斜板和舷外侧以下桁材的内壳和包括在线上的双层底桁材的纵舱壁的板材净面积.

（2）对于船体梁垂向净剪切面积的计算，板的净面积计算是基于净厚度，t_{net50}由在本款（1）中给出的所有有效构件的总厚减去0.5t_{corr}的腐蚀余量得到。t_{corr}在第13章第5节定义。

（3）对于组成船体梁强框架的与垂向斜交的纵向强力构件，剪力计算中的构件面积基于垂直面的投影面积。见图1.7.6.4。

（4）垂向和水平槽形舱壁的有效剪切净面积计算基于有效等价净厚度，$t_{cg\text{-}net50}$，由下式决定：

$$t_{cg-net50} = \left[0.5\left(t_{w-grs} + t_{f-grs}\right)\frac{b_{cg}}{b_{w-cg} + b_{f-cg}} \right] - 0.5t_{corr} \qquad \text{mm}$$

式中：$t_{w\text{-}grs}$——槽形腹板总厚度，mm；

$t_{f\text{-}grs}$——槽形翼板总厚度，mm；

b_{cg}——如图 1.7.6.4 中定义的一个槽形投影长度；

$b_{w\text{-}cg}$——如图 1.7.6.4 中定义的一个槽形腹板投影宽度；

$b_{f\text{-}cg}$——如图 1.7.6.4 中定义的一个槽形翼板投影宽度；

t_{corr}——腐蚀余量，如第 13 章第 5 节定义，mm。

（5）等效槽形净厚度，$t_{cg\text{-}net50}$仅用于有效面积 $A_{eff\text{-}net50}$和剪力分布因子 f_i的计算，f_i按本篇第 7 章 7.1.4.3（1）定义。

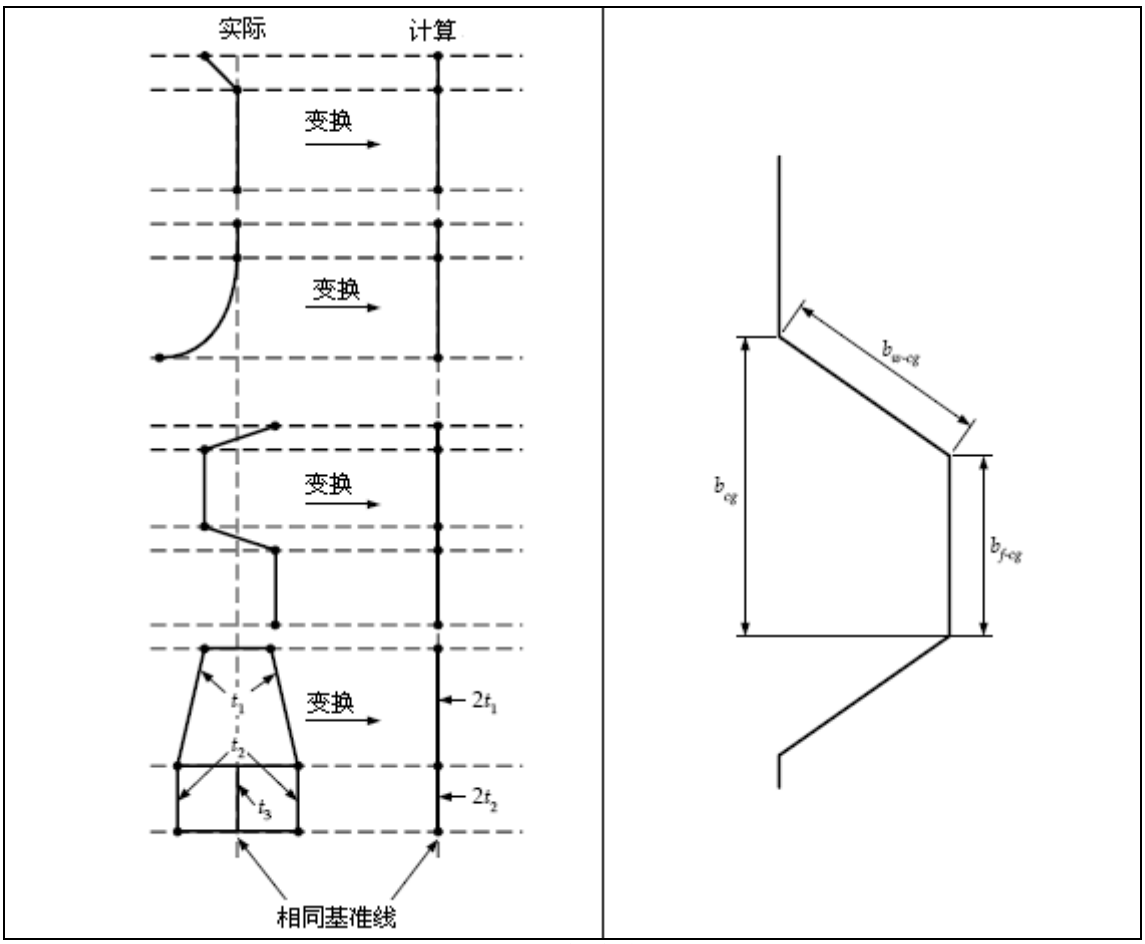


图 1.7.6.4　有效剪切面积

第2章 总体设计原则和布置

第1节 总体设计原则

2.1.1 总体设计原则的目标

2.1.1.1 浮式生产装置应设计和建造成在规定的实际寿命内，在实施其预定使命的同时是安全和环保的，即在规定的营运和环境条件下经适当的营运和维护，在完整状况和规定的破损条件下在其整个寿命期内均是安全和环保的。

2.1.1.2 浮式生产装置典型的预定使命可包括生产和/或储存、外输、钻井及其组合。

2.1.1.3 安全和环保系指浮式生产装置应具有足够的强度、水密完整性和稳性，能将因结构和机械失效包括结构损坏而导致进水或丧失水密完整性所造成的浮体灭失或海洋环境污染的风险减至最低。

（1）环保还包括浮式生产装置是由可回收利用的环保材料建成的。

（2）安全还涉及供安全通道、脱险、检查和维护，以及安全作业所用的结构、配件及布置。

2.1.1.4 规定的营运和环境条件由浮式装置在其整个寿命期内预定作业的海域所确定，包括建造安装期内的迁航航线和可解脱浮式生产装置的迁航航线。

2.1.1.5 要设计出有效的系泊系统和柔性立管系统，这些系统将容许浮式装置在波浪中自由移动，但同时又将立管顶端的位移限制在它的设计限度之内。

2.1.1.6 在南中国海浮式装置的设计还受到恶劣环境的高度影响和控制，要求转塔的系泊容许浮式装置随风向转动，并使作用在系泊系统上的环境载荷降至最小。

2.1.1.7 浮式装置应选择具有良好运动特性的合适的浮体尺度和型式。

2.1.1.8 浮式装置上部生产设施的设计要使由船舶运动引起的停工降至最低。

2.1.1.9 浮体尺度要提供足够的缓冲储存容量，以最大限度地减少由于穿梭油轮卸油所引起的停工。

2.1.2 功能要求

2.1.2.1 浮式装置是用来支持为实施其预定功能所必需的设施和设备的，其典型的预定功能包括：

（1）生产；

（2）储存和/或外输；

（3）钻井和生产；

（4）生产、储存和外输；

（5）钻井、生产、储存和外输。

2.1.3 安全要求

2.1.3.1 浮式装置安全要求的总原则是保障海上人命和财产安全，保护海洋环境。在本规范的框架内，这些原则应通过下述措施予以实现：

（1）合格的装置设计和/或评估，确定浮式装置具有能承受在规定设计寿命期内可能出现的环境载荷和其他内外部载荷的能力；

（2）制定安全作业程序，以识别对人员伤害、环境污染的风险，并尽量将风险后果降至最低；

（3）识别和评估可能的意外事件，和其后果的减轻措施。可能的事故包括碰撞、坠物、失火、爆炸、进水等；

（4）进行危险评估，以确保可能的故障不会造成对人员和/或结构完整性的危险；

（5）符合所有有关的法定要求。

2.1.3.2 应在浮式装置的设计和操作手册的编制中充分贯彻2.1.3.1所述的安全原则，通

常应采用综合安全评估来达到此要求。综合安全评估是危险识别、风险定量和减轻危险措施的确定等通用方法。

2.1.3.3 在浮式装置的设计和营运中，应将总的安全原则应用在装置寿命期内的所有阶段中，这些阶段包括但不限于：

（1）在位作业，如生产、钻井、储存和外输；

（2）在位检查和维护；

（3）建造、迁航和安装。

2.1.4 结构设计原则

2.1.4.1 浮式装置结构、构件和细部的设计建造和维护应适合其预定的用途。通常，结构设计应考虑下述要求：

（1）设计寿命：浮式装置结构的设计寿命应由业主/设计者根据油田规模、预期寿命和升采计划等予以规定，但一般应不小于 20 年。

（2）环境条件：浮式装置应按预定的作业海域和可能的迁航航线的环境条件（包括长期和短期分布）进行设计。

（3）结构强度

① 总体设计：浮式装置结构构件的设计应与处所的用途相容，并确保适当的结构连续性。构件的设计应计及所有可能装载工况的静动载荷；

② 变形和失效模式：结构强度评估应考虑过大的变形和失效模式，包括但不限于屈曲、屈服和疲劳；

③ 极限强度：浮式装置应设计成具有足够的极限强度，包括船体梁的极限能力以及相关板材和扶强材的极限强度。

④ 安全裕度：浮式装置应设计成具有适当的安全裕度：

a. 在完整状况下，构件的净尺寸应能承受规定的设计寿命期内预计出现的环境载荷和可能的装载工况所产生的合力的作用，装载工况应包括均匀装载和隔舱装载、部分装载和压载，以及生产和/或外输作业中偶尔出现的异常装载；

b. 设计涉及的所有具有不确定性的设计参数均应有适宜的安全裕度。这些参数包括但不限于载荷、结构模型和能力、疲劳、腐蚀、材料缺陷、建造误差、屈曲、剩余和极限强度。

（4）疲劳寿命：结构应具有足够的设计疲劳寿命。构件的设计疲劳寿命应根据浮式装置的设计寿命、构件疲劳失效后果严重性、检验维护可达性及环境予以确定。

（5）剩余强度

① 结构应设计成具有足够的强度，以承受诸如碰撞、搁浅、进水、坠物、失火和爆炸等意外事故引起的载荷，以及在破损状况下具有抵抗有关环境载荷和内部载荷的剩余能力而不致造成整个结构的溃坏。剩余强度计算应考虑到结构包括船体梁的极限储备能力，包括永久变形和后屈曲特性。

② 应在合理可行的范围内对可预见的事故场景进行调查分析。

（6）腐蚀保护：应采取适当的措施确保在规定的设计寿命期内满足结构强度要求所需的构件净尺寸能得到保持。腐蚀保护措施包括但不限于涂层、腐蚀余量、阴极保护系统（牺牲阳极和/或外加电流阴极保护系统）。

① 涂层：涂层应按产品厂有关表面处理、涂层选择、涂装和维护的技术规格书进行涂装和维护。涂层的设计寿命应予规定。涂层应按照舱室的预定用途、材料和是否联合应用其他防腐系统（如阴极保护系统）来加以选择。

② 采用合理的腐蚀余量。

（7）结构冗余：浮式装置的设计和构造应具有冗余，使任一加强构件的局部损坏（如局部永久变形、破裂或焊缝损坏）不会导致整个加筋板格立即随之崩溃。

（8）水密和风雨密完整性：应按浮式装置预定用途设计成具有适当水密和风雨密完整性，且船体开口的紧固装置具有适当强度和冗余度。

（9）人为因素：结构和装置应使用工效学原理进行设计和布置，以确保操作、检查和

维护时的安全。这些考虑应包括但不限于梯道、垂直梯、跳板、走道和用作检验通道的站立平台、工作环境、检查和维护以及操作便利。

（10）设计透明度：浮式装置的设计过程应可靠、受控和透明，并按确认新建浮式装置的安全所需的程度予以开放，并应充分考虑到知识产权。随时可供使用的文件资料应包括主要目标型参数和所有可能限制浮式装置营运的相关设计参数。

（11）建造质量程序：浮式装置应按受控的和透明的质量生产标准进行建造，并充分考虑到知识产权。建造质量程序应包括但不限于材料规格、制造、对中、装配、连接和焊接工艺、表面处理和涂层。

（12）建造检验：应结合船型和设计，制定浮式装置建造阶段的检验计划。检验计划应含有一套要求，其中包括规定建造检验的程度和范围，并确定在检验过程中需要特别注意的区域，以确保建造符合强制性船舶/海洋工程结构物建造标准。

（13）检验和维护：浮式装置的设计和建造应便利检验和维护，特别要避免形成过于狭窄的处所，以便进行适当的检验和维护工作。应确定在浮式装置整个寿命期限内，检验过程中需要特别注意的区域，特别应包括在选择设计参数时假定的所有必要的营运期间检验和维护，对永久系泊的浮式装置这一点尤为重要。

（14）结构的通达：浮式装置的设计、建造和设备应能提供到达所有内部构件的适当检验通道，以便利进行全面检查、近观检查以及测厚，更详细要求可参见本章第4节。

（15）回收利用：浮式装置的设计和建造应使用可回收利用的环保材料，且不危及浮式装置的安全和不降低操作效率。

第2节 总体布置

2.2.1 总体布置原则

2.2.1.1 浮式装置的总体布置应充分考虑人员的安全、防止环境污染和财产的保护，并应遵循下列设计原则：

（1）浮式装置的布置应使事故发生、蔓延和升级的风险降至最低；

（2）应根据功能和潜在的危险将装置划分成不同危险程度的区域；

（3）应实施风险隔离原则，将划分为危险区的区域和模块与含有引火源和引爆源的区域和模块尽量远离，或者当远离不可行时，应采用合适的防火墙和/或防爆墙或隔离舱进行隔离；

（4）应采用危险由低到高的原则，即低危险区域应位于高危险区域与安全区域之间；

（5）居住区和安全重要区应位于安全区域，并尽可能远离生产区、储存区、井口、立管和钻井等危险区域。应尽量保护居住区和控制站等免受事故后果的影响。应设有保障人员安全撤离的措施。

（6）浮式装置的总体布置应确保其完整和破损稳性符合本规范第3篇和适用的国际和国内法规的规定。

2.2.1.2 浮式装置的总体布置和总方位一般应考虑利用主风向：

（1）浮式装置的总方位应使危险区域和重要的安全保障区能得到足够的自然通风，并尽量使居住模块不在钻井、井口、工艺区、火炬和油舱透风口的主风向的下方；

（2）使危险区溢出的可燃气体，进入含有引爆源的区域的可能性减至最低；

（3）使火炬燃烧产生的废气以及冷放空的可燃气体远离浮式装置；

（4）当万一发生火灾或爆炸时，不应使烟气带入居住区、避难所、登艇集合和撤离处所。

2.2.2 风险分析

2.2.2.1 必要时，应进行风险分析以验证浮式装置布置的适宜性，并确定设备和系统所承担的事故载荷。生产设施设计和危险分析可参照美国石油学会《海上生产设施设计和风险分析推荐做法》（API-RP 14J）的最新要求进行。

第 3 节 舱室和模块布置

2.3.1 一般要求

2.3.1.1 本节要求适用于各种类型的浮式装置。所有浮式装置的布置应符合国际海上组织《防污公约》的适用规定。此外，船式浮式装置还应符合国际海上组织《海上人命安全公约》和《国际载重线公约》的适用规定。

2.3.1.2 为确保在所有波候条件下均可满意操作，诸如机械处所，应急发电机室配电板房和控制站等的重要设备处所的通风进出口应设置在无需关闭装置的地方。

2.3.1.3 有压力的工艺设施通常应不位于主浮体内。

2.3.2 生产工艺和公用设备模块

2.3.2.1 生产工艺设备模块系指油气水处理模块，公用设备模块包括发电机组模块、热介质加热模块和惰气发生器模块。

2.3.2.2 生产工艺设备模块通常位于生产甲板上，通常该甲板高于储油舱甲板 3m 以上，以减小甲板上浪的冲击。工艺和公用设备模块甲板与储油舱甲板之间的空间应设计成易于进入以便于操作、检查和维修，且足够开敞可得到充足的自然通风和进行灭火。

2.3.2.3 船体柔性甲板上支承占甲板相当长度的刚性大型模块，应考虑需要在它们的支承上植入一些柔性，以避免高的船体应力传输到模块中。对所有的支承，由于作用在预组装装置/模块上的船体柔性和惯性负荷，在支承设计中充分考虑疲劳是很重要的。

2.3.2.4 将模块结构从与船体相关的区域移开，并作为一项安全措施，在万一顶部结构发生爆炸或火灾时，最大可能地减小对浮体内原油舱的风险。

2.3.2.5 工艺设备模块与公用设备模块之间至少应有 3m 的间隔，否则应采用防火/防爆墙进行隔离。

2.3.2.6 工艺设备模块应远离居住模块，公用设备模块与居住模块之间应至少有 10m 的距离。工艺/通用设备模块应布置在自船舷向内凹进至少 1m 处。

2.3.2.7 工艺设备模块要有合适的生产疏排水系统和围栏以收集生产和事故泄排水。以防止大量油泄漏和消防水危害逃生通道或蔓延到储油舱甲板。

2.3.2.8 公用设备模块中的内燃机、发电机、燃烧设备和惰气发生装置等应布置在罩壳器或封闭的处所内，但不构成引火和/或引爆源的设备本体部分可露天布置。

2.3.2.9 所有工艺和通用设备应尽实际可行布置在甲板上浪淹没区的上方，如不可行，则诸如排水柜、电缆管、管路、梯子等布置在模块甲板以下的设施应按甲板上浪压力设计。

2.3.3 居住模块和控制站

2.3.3.1 居住模块和控制站应位于非危险区内，不应位于井口、工艺或储油区的上方。

2.3.3.2 居住模块和控制站至直升机甲板和登艇处应有直接的通道。

2.3.3.3 居住模块和控制站上的出入口、空气进口和其他开口不应面向原油区，应该在不面向原油区域的端壁上，或位于侧壁上，且距其面向原油区的端壁至少为 3m。上述开口的位置应使油气或烟进入的风险降至最低。

2.3.4 临时避难所

2.3.4.1 临时避难所应设在最安全的地方并靠近撤离地点。

2.3.4.2 临时避难所应有防火隔热、防烟雾及有害气体进入的措施，其内应有监控和控制事故升级的功能，如通风、关断及启动消防系统的功能。

2.3.5 直升机甲板

2.3.5.1 直升机甲板应邻接居住模块。

2.3.5.2 直升机甲板的位置应考虑远离内燃机或其他燃烧装置的废气排出口。

2.3.6 火炬

2.3.6.1 火炬的选位应使烟、热以及不正常喷发的液体等对浮式装置产生的不良影响减至最低。

2.3.6.2 火炬的选位应尽量远离居住模块和直升机起降区。

2.3.7 起重机

2.3.7.1 起重机设备的布置和操作应考虑避免吊物越过储油舱、油气处理设备和重要安全设备和管路的上方，如不可避免则应采取合适的保护措施。

2.3.7.2 储油舱甲板应不用作吊/堆放区。通常可在居住模块与公用设备模块之间设置物料吊/堆放平台，该平台上宜采用防止冲击和发生火花的材料。

2.3.8 安全焊接处所

2.3.8.1 安全焊接处所不得与任何油舱及可能积存可燃气的危险处所相邻接，其排污系统应与危险区的排污系统分开，该处所应有充分的通风。

2.3.9 二氧化碳站室

2.3.9.1 二氧化碳站室的位置应能从开敞处所直接可以进入。

2.3.10 氧、乙炔瓶的贮存间

2.3.10.1 氧、乙炔瓶的贮存间不许设在舱壁甲板下。该贮存间及氧、乙炔瓶的存放应满足第 8 篇第 1 章第 4 节的要求。

2.3.11 立管与管系

2.3.11.1 立管的位置应能避免受到火灾、爆炸和坠物/冲撞等的破坏。把立管布置在主结构内或设置防护结构可避免上述破坏。

2.3.11.2 如实际可行，高压烃类管系的路径应使喷火或火焰不直接对准储油舱甲板。必要时，储油舱应对这种火有适当的防护。

2.3.11.3 外输系统与居住模块、空气进口和重要安全设备之间应有足够的安全距离。特别要考虑发生穿梭油轮碰撞事故时对重要安全系统的保护。

2.3.11.4 管系清洁器的发送和回收装置应设置在开敞、通风良好的区域内，且其开口直通舷外，并远离有压力的设备或其他重要设备。

2.3.11.5 立管的应急停止阀应设在易于到达、开敞和通风良好的区域，应避免波浪冲击、火灾、爆炸和机械冲撞引起的破坏。

2.3.12 出入口和开口

2.3.12.1 居住处所、机械处所、服务处所和控制站的入口和开口，当其位于面向危险区域的舱壁上、或位于侧壁上且距其面向危险区的端壁 3m 内、或在危险区内，则应设有气锁间。

2.3.12.2 面向货油区的边界应：

（1）在这些边界上可设置气密的螺栓固定的可拆板供迁移机械用。附近应张贴警示牌，并应明确标明这些板应保持关闭，除非该浮式装置已经除气；

（2）驾驶室的窗应是非开启型的，并设有内部钢盖，或者与边界具有同等的防火防爆等级。

2.3.13 原油储存区和隔离舱

2.3.13.1 原油舱与机舱应没有共同的边界。

2.3.13.2 在原油舱、污油水舱与相邻的非危险区（例如机械处所、居住处所）之间应设隔离舱。货泵舱、压载泵舱和压载舱可作为隔离舱。泵舱的入口应设在开敞甲板。

2.3.13.3 隔离舱要足够大以便于进出及应遮隔全部相邻舱壁。舱壁间的最小距离为 600mm。

2.3.13.4 原油舱、污油水舱和其相邻的封闭处所应设有适当的入口供检查构件时使用。

2.3.13.5 如安全处所与原油舱呈角对角布置时，在角隅处可设置斜隔板予以隔离。这些隔离舱如能进入，则应予以通风；如不能进入，则应充填适宜的物料。

2.3.13.6 燃油舱通常不设在货油舱区域内，但可设在货油舱区前后端以代替隔离舱。双层底燃油舱位于原油舱下面是不允许的。

2.3.13.7 原油舱的舱口、通风口、测量口或其他甲板开口不应布置在封闭舱室内。

2.3.14 污油水舱

2.3.14.1 应至少设两个污油水舱以收集含油污水，主要来自于油舱的洗舱水。

2.3.14.2 污油水舱的设计要特别考虑水、油和固体物的分离。入口、出口、挡板或堰的布置应避免油或油水乳化液的过度湍流和雾沫。

2.3.14.3 污油水舱可用作工艺区域的开式或闭式危险泄放的泄放舱。液体应先收集在一个中间舱内再经闭式管路泵至污油水舱。如果设置中间舱不实际可行，则透气系统应设计成能适应最大的气体排放率。

2.3.14.4 应借助有效和可靠的措施（例如包括一道水封和液位报警的双屏障），防止惰性气体从污油水舱向开式危险泄放箱的回流。

2.3.14.5 污油水舱或中间集污舱应设计成能收集任何工艺阶段可能遇到的最大容量的开式或闭式排放系统泄放的液体。

2.3.15 货油泵舱和管弄

2.3.15.1 货油泵舱应位于货油区域内，并应在开敞甲板上设有易于进出的通道。

2.3.15.2 货油泵舱应完全独立于其他机器处所，且不应与其他机器处所直接相通。

2.3.15.3 货油泵舱的下部可能凸到机舱或锅炉舱之内以容纳泵。通常凸入部分的顶甲板应不超过基线以上型深的 1/3。在小于 25000 载重吨的船式浮式装置中，如果经文件证实这个高度不能满足通道和管系布置，则到 1/2 型深也可接受。

2.3.15.4 如可行，为限制烃类在封闭处所泄露的风险，可使用深井泵。

2.3.15.5 管弄要有足够的管系检查空间。

（1）管弄中的管道距离船底应尽可能高。在管弄和机舱之间应设有接口（无论是通过管子还是人孔）。

（2）管弄入口通常应布置在泵舱、类似的危险处所或开敞甲板。泵舱内的管弄入口应设水密盖。

2.3.16 系泊系统

2.3.16.1 系泊系统包括绞车、张紧器、掣链器等应设在开敞的非危险区内。如不可行，则应采取专门的预防措施确保它们不会成为着火源。

2.3.16.2 锚链舱和锚链管应布置在安全区内。如不可行，则要设置锚链舱和锚链管的固定除气装置（充气或抽气）。

2.3.16.3 系泊系统应设计成在正常作业或维护期间万一其失效对立管的损坏减至最小。系泊系统的设计除了满足通常对浮式装置定位系泊的强度要求之外，系泊还要求浮式装置的漂移限制在柔性立管系统容许的漂移范围内，极端的漂移将导致立管脱离位置和环境污染。

2.3.16.4 浮式装置的系泊系统具有很长的寿命，不希望对系泊缆进行频繁的检查，因为这种检查将干扰生产，系泊元件必须具有很高的可靠性。

2.3.17 其他

2.3.17.1 救生艇筏应设在非危险区，并尽量远离和避免面向危险区。

2.3.17.2 所有有人值班的区域及工艺模块、公用模块应设有两个互相远离的明显的通路向登艇处及直升机登乘处。

2.3.17.3 经过居住区的原油外输管或油气输入管应从开敞的靠近舷侧部位路过，并且不许设可拆卸的接头。

2.3.17.4 艉部卸油站应尽量远离居住处所、临时避难所及撤离区。

第4节 通道布置

2.4.1 通道设置方式

2.4.1.1 对于拟取得“PMA”附加标志的浮式装置，在浮式装置整个寿命期间内，应在浮式装置内的每一处所都设置至少一个固定通道，以供主管机关、业主、验船师以及工作人员和其他人员必要时对浮式装置的结构进行全面检查、近观检查和测厚。

2.4.1.2 对于不申请“PMA”附加标志的浮式装置，在浮式装置整个寿命期间内，应在浮式装置内的每一处所都应设置至少一个固定通道，以供主管机关、业主、验船师以及工作人员和其他人员必要时对浮式装置的关键结构进行全面检查、近观检查和测厚。

2.4.1.3 如固定通道在正常作业中容易损坏或设置固定平台不切实际，作为替代，CCS可允许设置满足国际海事组织《检验通道技术规定》中要求的移动式或便携式通道；但固定、安装、悬吊和支撑便携式通道的装置应为平台结构的固定组成部分。所有便携式设备均应易于浮式装置上的人员进行布置架设。

2.4.1.4 所有通道的构造和材料以及其与平台结构的连接均应使CCS满意。

2.4.1.5 对于拟取得“PMA”附加标志的浮式装置，其通道设置尚应符合2.4.3和海上安全委员会MSC.133（76）决议通过的《检验通道技术规定》。

2.4.1.6 对于不需要“PMA”附加标志的浮式装置，本节2.4.3为推荐的技术要求。

2.4.2 进入货舱、液舱、压载舱和其他处所的安全通道

2.4.2.1 货舱、隔离空舱、液舱和其他处所的安全通道应能直接从开敞甲板进入并能确保对这些处所进行全面检查。如安全通道从开敞甲板进入不切实际，可从机器处所、泵舱、深隔离空舱、管隧、货舱、双壳处所或不载运油或危险品的类似处所进入。

2.4.2.2 长度为35m或以上的液舱，应至少设置尽量相互远离的2个出入舱口和梯子。长度小于35m的液舱应至少有1个出入舱口和梯子。当一个液舱被1道或多道制荡舱壁或类似的结构所分开时，如不易布置从该舱一端至另一端的通道，则应至少设置2个出入舱口和梯子。

2.4.2.3 每个货舱应至少设置2个尽量相互远离的出入通道。通常，出入通道应按对角线布置，例如1个出入通道布置在左舷靠近货舱前端壁处，另1个出入通道就应布置在右舷靠近货舱后端壁处。

2.4.2.4 对在货油舱舱壁上装设附有油密盖板的永久性修理／保养出入开口的任何建议，将作特殊考虑，且应注意关于载重线和这种布置的溢油问题的主管机关要求。

2.4.3 一般技术规定

2.4.3.1 通过水平开口、舱口或人孔的通道，其尺寸应足以保证穿戴自储式呼吸器和保护设备的人员上下梯子不受阻碍，而且净孔尺寸应便于将负伤人员从狭窄处所底部提升上来。最小的净孔尺寸应不小于600mm×600mm，相应的角隅圆半径最大值应不大于100mm。如净孔尺寸较上述最小尺寸增大，角隅圆半径也应相应增大。当货舱通道布置为通过与甲板平齐的人孔或货舱口进入时，梯子的顶部应尽可能靠近甲板或舱口围板；如通道出入处舱口围板的高度超过900mm，则在舱口围板外侧还应设有踏板。

2.4.3.2 通过制荡舱壁、肋板、纵桁和强肋骨上的垂直开口和人孔到达该处所所有部位的通道，其最小开口尺寸应不小于600mm×800mm，且应位于底板以上不超过600mm处，除非设有格栅或踏板。

2.4.3.3 在实施本节2.4.3.1和2.4.3.2规定时，在特殊情况下，如能证明这些开口处通行和转移伤员的能力，经主管机关同意，可设置较小尺度的开口，但任何情况下开口不应小于400mm ×600mm或450mm ×550mm，而且要求开孔后的构件有足够的强度保证。

2.4.4 通往船首的安全通道

2.4.4.1 船式浮式装置应按照经修正的海上人命安全公约第 II-1/3-3 条的规定设置进入船首的安全通道。

2.4.5 浮式装置人员安全通道

2.4.5.1 除本节 2.4.1 至 2.4.4 的要求外，浮式装置还应按载重线公约 1988 年议定书附件 B 修正案的附则 I 的要求设置人员安全通道。

第 5 节 转塔的布置

2.5.1 转塔位置

2.5.1.1 对船形浮式装置的转塔系泊系统，转塔位置是影响系泊系统载荷的最重要因素之一。转塔坐落在离船中向前越远（即越靠近船首），浮体就越容易随风向而改变方位到新的平衡方位（风向标效应）。另一方面，当转塔安装离船中越远，由于浮体艏部运动而引起的导缆孔处的垂向运动就越大，对锚链系泊力产生不利的影响。

2.5.1.2 除考虑转塔对系泊力的影响外，影响转塔位置确定的重要因素还有：

（1）货油舱容积的损失；

（2）纵向强度的损失；

（3）为有效传递转塔载荷所需的额外加强；

（4）根据立管、系泊系统和转塔设备的空间要求，所决定的最小转塔结构直径；

（5）为有效将系泊载荷从转塔传递到浮式装置主体结构上所需的转塔轴承尺寸。

2.5.1.3 当考虑转塔对船体的整体影响时，实践表明船首转塔可能在温和环境和恶劣环境中都有更高经济效益。船首转塔可以按两种方式来布局：

（1）整体式船首转塔（嵌入浮体船首结构内）；

（2）悬臂式船首转塔（伸出于浮体船首之外）。

2.5.1.4 如适用时，可在浮体上安装防浪结构以保护转塔的管汇区免遭可能的波浪（如甲板上浪）破坏。

2.5.1.5 吊机位置通常应考虑到为转塔服务，以便旋转接头以及其它相关设备的维护。

2.5.1.6 对转塔立柱必须进行气体监测。火灾和气体探测装置安装在管汇的旋转接头区。所有这些火灾和气体监控信号应传输到浮式装置的中控室内。

第 6 节 作业考虑

2.6.1 一般规定

2.6.1.1 浮式装置的设计应考虑该装置长期服务、并在现场进行检查和维修的需要，以及在进行上述工作过程中的安全要求，且对生产活动的干扰最小。

2.6.1.2 应开发一个综合的管理计划，此项工作应与浮式装置结构/系统、以及系泊系统的设计工作并行进行。这一文件将包括检查方针、检查频率、可接受的检查结果的标准、修理或更换损坏部件的计划、以及履行上述工作所允许的时间限制。设计安全系数、疲劳寿命、冗余度和腐蚀余量都应与在综合管理计划中的检查范围相一致。

2.6.1.3 浮式装置设计应使人员在海上能安全地进入所有舱室和空闲区域进行检查和维修。还应考虑在双舱壁翼舱和双层底中确定加强筋的位置，在上述夹层中可便于检查，而不用进入货载空间。另外，也应提供置换泵和阀的进入通道。

2.6.1.4 舱室的安排应提供足够的舱室数量，以使所选择的舱室为检查和维修作业已经清洁干净的情况下，生产作业还能连续在接近最佳效率的情况下进行。舱的通风安排应便于为选择进入的舱室进行清洗。

2.6.1.5 对许多与油轮作业相关的问题，船舶和石油公司国际海事论坛国际理事会的出版物《对油轮和终端的安全指南》（ISGOTT）是一个很好的参考资料。

2.6.1.6 浮式装置作业中还可参考以下资料：

（1）油轮结构合作论坛的《条件评估和油轮结构维护》，主要涉及腐蚀问题；

（2）油轮结构合作论坛的《油轮结构的检查和条件评估的指南手册》，涉及焊接缺陷和可能的修理细节。

2.6.1.7 系泊完整性计划应包括一个监测每一系泊缆和锚的可靠方法，以及替换一根有故障的系泊缆所能容许的延迟时间。这将取决于在一年当中的什么时间，以及环境荷载超过已经减小了的系泊系统能力的可能性。

第 3 章　油轮改装为浮式装置时的设计考虑

第 1 节　一般规定

3.1.1　一般要求

3.1.1.1　现有船舶改装成浮式装置被称为改装浮式装置。直接应用本篇第 7 章至第 10 章中所述的尺寸衡准，作为改装船的结构的验收标准，是值得鼓励的改装设计方法。作为替代方法，本节给出的经修订的部分验收标准可用于改装浮式装置的结构设计。

3.1.1.2　本规范所述的所有适用标准均可用于改装浮式装置的结构设计。

3.1.1.3　改装浮式装置与新造浮式装置设计衡准的主要差异在于船体梁强度和局部尺寸的取法，具体差异详见本章 3.1.2 条，主要差异总结如下：

（1） 船体梁强度及局部尺寸要求基于 CCS《钢质海船入级规范》，参见本章 3.1.4 条。

（2） 强度分析及应力校核，含有限元分析，基于重新评估后的净尺寸（见本章第 2 节），验收衡准参见本章 3.1.2 条。

（3）对于改造后的船舶而言，船体结构最少要求的疲劳寿命也完全不同。对于新建船舶，最低设计使用疲劳寿命为 20 年；对于改装浮式装置而言，最低基于作业环境的预期疲劳寿命可少于 20 年（参见本章第 2 节）。

3.1.2　船体结构的验收衡准

3.1.2.1　简述

（1）对于改装浮式装置，现有船体、上层建筑、甲板室的设计和构造有两种验收标准：

① 满足原始建造时船舶的 CCS《钢质海船入级规范》的适用标准或相当标准，或者

② 若适用，应满足以下本节 3.1.4 条。

（2）对于验收标准①，除满足原始建造时 CCS《钢质海船入级规范》要求外，船体结构还应同时满足本节 3.1.3 中所述剩余疲劳寿命要求以及本篇第 11 章的要求。

（3）对于验收标准②，是基于本节 3.1.4 条的标准并考虑本篇第 6 章 6.3.2 所定义的环境烈度因子，并满足本篇第 7 章~第 10 章中的船体梁强度、构件尺寸及设计验证的要求。应用上述环境烈度因子所得出的构件尺寸，不得小于当环境烈度因子等于 1.0 时所要求的构件尺寸的 85%。如目标海域的风、浪、流环境条件十分温和，诸如我国渤海湾沿海或类似海域，则位于该区域的浮式装置的构件尺寸可依据场地的环境条件予以特殊考虑。

（4）为合适使用上述第②种方法中尺寸折减的设计，需要证实拟作业海域的动载荷（环境烈度因子见本篇第 6 章 6.3.2）较北大西洋海况缓和，还需证实船体梁强度满足本篇第 7 章 7.1.3~7.1.5 的要求。

（5）应注意国际海事组织颁布的载重线公约、海上人命安全公约和防污公约中的适用条款和最新要求，并使主管机关满意。

3.1.2.2　浮体结构评估

（1）改装的浮式装置应满足经重新评估而确定的换新标准。应首先进行本章第 2 节中所述的换新尺寸评估计算，以得到最小换新构件尺寸。

（2）某些浮式装置设计要求不间断作业，无任何进坞计划或无进坞条件，设计者或所有者应提供作业环境下使用寿命期间的腐蚀预期，并在设计中予以考虑。应综合考虑拟采用的腐蚀保护措施、以往的运营经验、储存液体的类型和温度等影响腐蚀的因素，对年腐蚀率进行预估。无论如何，船底板、甲板、舷侧板的腐蚀余量不得低于 1.0 mm，其他板材和骨材的腐蚀余量不得低于 0.5 mm。

（3）规范要求构件尺寸即为上述（1）求得的最小换新尺寸加上上述（2）中确定的最

低腐蚀余量。但是对浮式装置后续的营运检验而言，如果所测厚度在换新厚度和显著腐蚀厚度（各种显著腐蚀厚度定义见CCS《钢质海船入级规范》第9篇第12章）之间，腐蚀区域要么换新或维修，或者在后续年检时对显著腐蚀区域每年进行测厚。

3.1.2.3 浮体结构工程分析

（1）由于浮式装置的特殊性，需要补充分析以校核浮体结构的其它部分，主要包括用于甲板上上部模块的支撑结构及与定位系泊系统的连接结构，见本篇第11章。

（2）如果被改装船舶的构件尺寸不低于其换新极限，或者改造时某些构件换新，可在结构分析模型中使用“评估净尺寸”，评估净尺寸为原建造尺寸减去设计腐蚀余量，见本篇第13章第5节。

（3）评估计算文件应提交审查。

3.1.2.4 浮体结构的强度分析

（1）结构有限元分析应基于环境烈度因子及评估净尺寸，有限元分析模型可采用三舱段模型或者全部舱段模型（或全船模型）。如果结构特殊布置或新颖设计实质地影响浮体应力分布，该结构必须包含在有限元分析模型中。

（2）分析采用的载荷工况参见本篇第7章。

3.1.2.5 货舱整体模型/全船模型

（1）结构模型

① 作为三舱段货舱模型方法的替代，改装浮式装置的有限元强度评估可依据本篇第8章第2节8.2.3.4“整体有限元计算分析”进行。

② 模型范围包括货舱/全船范围内所有货油舱、压载舱及空舱，所有主要纵向和横向结构支撑构件都应进行建模，包括甲板、底板、桁材、横向和垂直桁材框架、水平桁材腹板、横向和纵向舱壁结构，所有骨材及桁材加强筋。上部模块的支撑结构也应包含模型之中。网格划分规则见本篇第8章第2节8.2.3或CCS《钢质海船入级规范》第二篇第1章1.14.6.3至1.14.6.6。强度评估方法参见本篇第8章第2节8.2.4。

（2）装载工况（静载荷工况）

静载荷工况来自浮式装置装载资料的典型装载工况，反映的是船体梁和舱室结构的最不利的负荷。静载荷工况应包含最小舱室装载率的以下各工况：

① 压载工况或最小吃水工况；
② 33% 部分装载工况；
③ 50% 部分装载工况；
④ 67% 部分装载工况；
⑤ 满载工况；
⑥ 拖航工况；
⑦ 检查及维修工况；
⑧ 结构试验工况（在改造期间和完工）。

注：结构试验工况⑧应考虑为静水状态。第①到⑦的静载荷工况应与环境条件产生的动工况相结合，即静+动工况的组合。

（3）动载荷工况

① 应使用认可浮体运动分析软件和流体动力学软件，考虑作业海域的波浪环境和浪向角，以确定浮式装置在某一重现期（对于自存工况，通常取为100年）所对应环境条件下的运动响应和结构载荷。作用在浮体上的系泊系统载荷和甲板上上部模块载荷分量（静+动载荷）均应包括在内。

② 波浪载荷基于等效设计波方法（本篇第6章6.6）施加，等效设计波参数为：波幅、波长、浪向角、波峰位置。各工况的等效设计波由下列长期预报确定：作业工况的波浪载荷取为作业海域100年重现期所对应的波浪载荷、迁航工况的波浪载荷取为迁航路线海域10年重现期所对应的波浪载荷、检查及维修工况的波浪载荷取为作业海域的温和海况的100年重现期所对应的波浪载荷。

③ 系泊装置对垂向波浪弯矩和剪力、运动加速度、横摇角的影响应通过浮体运动软件进行评估，并在模型中考虑。

④ 对每一工况，应将该工况下的所有静载荷和动载荷均施加在模型上进行有限元分析，动载荷包含一个主导的控制响应以及与其同时作用的其他响应（见本篇第 8 章 8.2.2.1（2）），包括外部波浪压力、内部舱体压力、甲板载荷和结构设备的集中质量的惯性载荷（本篇第 6 章 6.3.4）。

3.1.2.6 疲劳强度

① 改装浮式装置剩余疲劳寿命应进行评估，评估计算资料应提交审查。腐蚀和磨蚀对现有结构的剩余疲劳寿命的影响应予以考虑。

② 疲劳强度是基于累积损伤度理论，即结构可能会在有限次数的交变应力循环后损坏。对于改装浮式装置，在其生命周期中，作为商船已经历了多次应力循环，改装成浮式装置后，将承受新的交变应力周期，需保证总的交变应力循环次数低于导致损坏所需的次数。

③ 当作业海况的疲劳载荷比 CCS《钢质海船入级规范》无限航区的疲劳载荷较缓和时，可增加预期疲劳寿命。反之，则需要使用作业海域环境数据。

④ 对关键结构应没有任何裂纹，并且应力集中的影响应使之最小化，并确定应力集中系数。关键结构需要进行特别的分析和检验。

⑤ 疲劳强度分析考虑三个阶段：改装前作为商船运营时期的疲劳损伤，改装为浮式装置后拖航时期的疲劳损伤，作为浮式装置在作业海域的疲劳损伤（包括装载和外输时段的疲劳损伤）。

3.1.2.7 验收衡准

整体结构的验收衡准包括以下屈服、屈曲、极限强度、疲劳的验收衡准：

（1）屈服强度衡准

参见本篇第 8 章和第 11 章的衡准。

（2）屈曲和极限强度

参见本篇第 9 章的衡准。

（3）疲劳

改装浮式装置的最低可接受疲劳寿命取以下三者中的大者：

① 作业海域的服务期限；

② 距下一次特别检验到期日；

③ 五年。

无论哪个疲劳寿命被认定，都需列入检验报告的记录中。对于现有船舶改装的浮式装置，构件的最小疲劳寿命可低于 20 年。

（4）船体梁极限强度

参见本篇第 7 章第 1 节和第 8 章第 1 节。

3.1.3 其它主要结构的分析和设计

3.1.3.1 主船体连接结构（含转塔式系泊系统）所要求的分析，参见本篇第 11 章。

3.1.3.2 改装浮式装置的连接结构最低要求的疲劳寿命，请参见本节 3.1.2.7 中的（3）。

3.1.4 浮体结构的评估

3.1.4.1 改装浮式装置的评估流程见图 3.1.4.1。首先是基于对原船体设计的核查，包括船体梁强度和货舱区域构件尺寸的评估。

3.1.4.2 核查的两个主要目的是评估船体梁强度和局部强度，为未来营运检验确定构件的换新尺寸。为了确定构件未来的换新尺寸，本条 3.1.4.4 列出了几种可能的方法。

现有船舶（改装前）可按照下述分为以下三个基本类别：

（1）建造时船级满足 CCS《钢质海船入级规范》的船舶；

（2）持有 IACS 其他成员船级社证书或由 IACS 其他成员船级社转入 CCS 船级；

（3）过去和现在均无 IACS 成员船级证书。

3.1.4.3 属于上述（1）或（2）的船舶可考虑进行浮式装置改装。对于第（3）类的船舶的改装验收标准，应由 CCS 特别考虑。

3.1.4.4 浮体设计核查验收衡准

（1）现有浮体结构的核查只适用无限航区船级的船舶，不必考虑浮式装置在作业海域长期工作、系泊状态下的局部构件特殊要求。核查过程允许某些验收标准的变更，但基于下述验收标准：

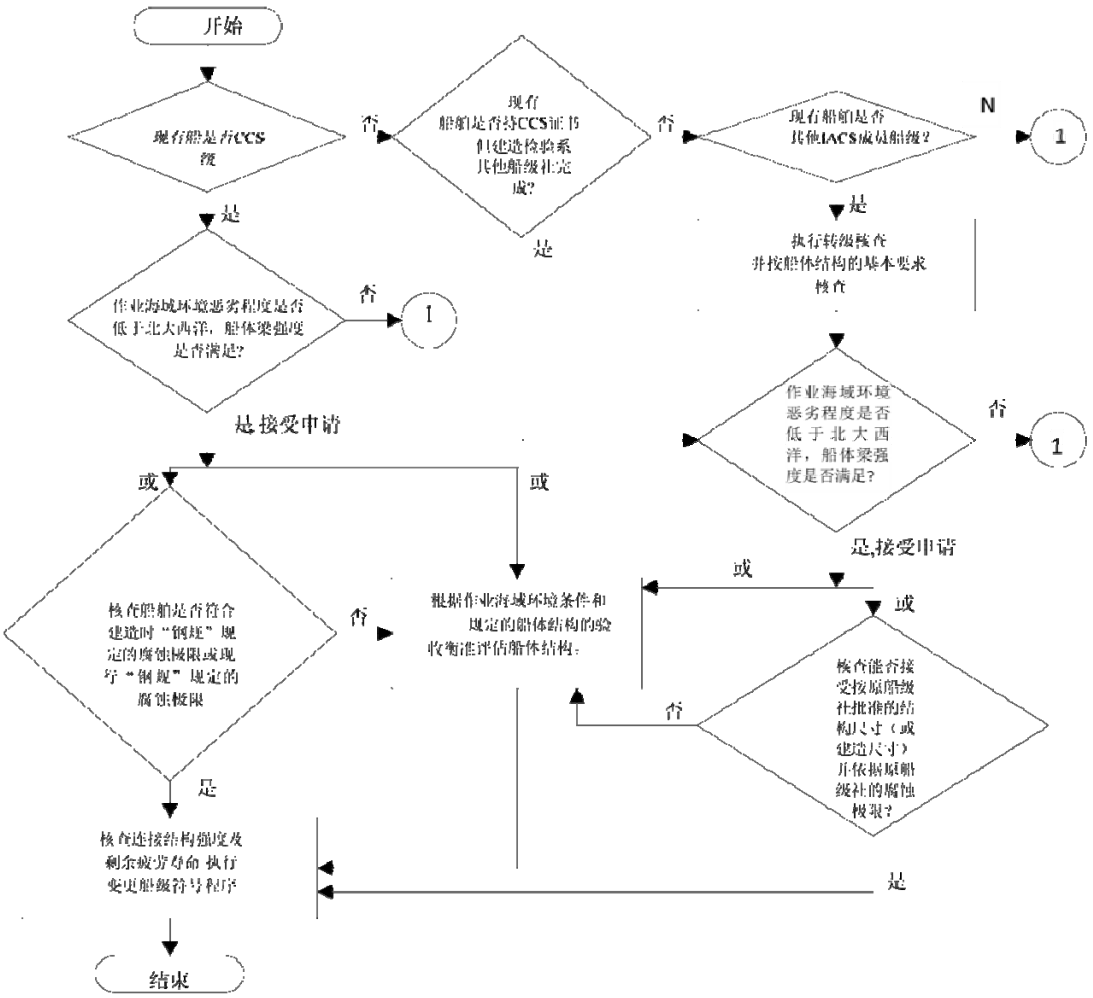
① 船舶建造时的 CCS 规范以及 CCS 允许的腐蚀极限；
② 现行 CCS《钢质海船入级规范》以及 CCS 允许的腐蚀极限；
③ 原船级社（IACS 成员）规范规定的腐蚀极限（或作为建造尺寸）。但是，如果原船级社规定的腐蚀极限大于 CCS 规范规定，那么纵向构件腐蚀极限应基于船舶建造（即使原船建造时非 CCS 船级）时的 CCS 规范规定。

（2）基于以上①、②或③中的验收标准，距甲板和船底 0.15 倍型深范围内的甲板和船底结构、舷侧外板和纵舱壁中的板和骨材换新构件尺寸均应在改装时确定。板和骨材允许的材料折减要基于以下二者中的较小值：

① 依据上述①、②或③中给出的腐蚀极限，或
② 基于屈曲强度校核（本篇第 9 章）的许用腐蚀极限。基于屈曲强度的许用腐蚀极限适用于在船体梁弯曲和剪应力作用下的板和骨材屈曲衡准。当验收标准基于上述③时，可使用原 IACS 成员船级社基于屈曲强度校核后的腐蚀极限。

（3）结合上述构件尺寸的核查方法和考察作业海域对整体和局部浮体结构强度要求的影响，制定出复查程序。

（4）如果需要考虑作业海域的环境对构件尺寸的影响以及影响程度和范围，则必须基于该环境条件确定要求的构件换新尺寸。这将需要对浮体结构设计进行重新评估，以确定改造结构的换新构件尺寸。浮体结构的验收标准见本章 3.1.2。



图例:
1: 本篇第6、7、8、9、10、11章。

图 3.1.4.1 改装浮式装置浮体结构评估流程图

3.1.5 改装检验要求

3.1.5.1 浮式装置在作业海域永久系泊，因此没有船舶那样的便利通道进入维修和维护设备，应遵守下述最低浮体检验要求。

3.1.5.2 改装检验要求

坞内检验、特别检验参见本规范第 1 篇第 5 章的要求。

3.1.5.3 改装

船舶的所有改装均应依据批准的图纸，并取得现场验船师满意。

3.1.5.4 结构维修/钢材换新

换新材料应选用相同或更高等级的材料，按批准的要求设计构件尺寸。工艺可遵照国际船级社协会第 47 号建议案的有关要求（IACS REC. No.47 “船舶建造及修理质量标准”）执行。

3.1.5.5 船底板麻点腐蚀维修

下列维修方法建议适用于在压载及货舱底板出现的麻点腐蚀。主要有四种方式用于处理严重的底部麻点腐蚀问题。

（1）部分割除和更换受影响的船底外板。部分割除和换新要点是：合适的焊接工艺、合理尺寸换新板材以及适用无损探伤方法。

（2）清洁麻点腐蚀区域并覆盖特殊涂层，不必使用填焊或堆焊，仅适用于在最大允许

麻点深度范围内的麻点。

（3）清理麻点腐蚀区域并填充塑料混合物。使用环氧树脂之类的塑料混合填隙料，仅适用于在最大允许麻点深度范围内的麻点，因为不能保证填隙料材料的强度。

（4）采用填焊的方式进行修补。

（5）船底外板的填塞焊处理建议

① 对腐蚀深度为15% 船底外板厚度的麻点腐蚀。此时无需立即采取任何补救措施。但如果麻坑腐蚀相邻区域有特涂，由于受特涂保护与未受保护表面的面积分布比率影响，麻坑腐蚀区域的腐蚀进程会非常迅速，因此若可能则应立即修复涂层。

② 腐蚀深度达33%（1/3t）船底外板的分散麻点腐蚀。如果麻坑腐蚀的列板上的横剖面面积损失未超过10%，那么这些麻点腐蚀可用环氧树脂或其它适用的保护性化合物填充。采用这种方法维修的所有区域都必须标注位置，以便近观检验时关注。

③ 倘若麻坑底部至少有6mm剩余板厚，并且相邻麻坑外缘之间至少有75 mm间距，则可对任何深度的麻点进行焊补。通过焊补的麻坑最大名义直径都不能超过300 mm。

（6）麻点焊接的要求

① 麻坑焊补：建议船底外板的麻坑堆焊应至少高于底板之上3 mm，然后打磨平齐。对于D级和 E级的高强度钢材，直径小于 75 mm的麻坑、以及在漂浮状况下完成的焊接，此焊补要求为强制要求。

② 表面处理：在焊接之前，应彻底清理麻点腐蚀区域的锈蚀、油渍、货物残留。

③ 填充金属：在焊接时，若适用，应预热并采用与麻坑区域母材相同的堆焊材料。

④ 水上焊补：在水线以下区域的焊补，应使用完全干燥的低氢型焊条。对背水侧的麻点腐蚀区域应充分进行预热，以便祛除可能存在的湿气。预热应扩展至焊接区域之外至少 100 mm，或者母材原始厚度的四倍，取较大者。

⑤ 堆焊层清理：从麻坑中心至麻坑外缘存在一层螺纹状焊材沉淀。焊渣应彻底清除，清理后的堆焊高度应高于母材至少 3 mm。

⑥ 显著麻坑腐蚀维修：对于钢材等级为 D、E及更高强度的钢材的显著麻坑腐蚀维修（麻坑密度大于20%），当钢材反面有水时不建议使用焊补方式。

⑦ 无损检测：船底外板麻坑腐蚀区域的所有焊缝都将进行无损探伤，需要特别注意堆焊区域边缘和与原结构焊缝相交处。同时，对于更高强度钢材的焊缝，无损探伤方法还应能识别非表面缺陷。

⑧ 涂层：为了减少焊接区域发生电化学腐蚀，应考虑在该区域使用诸如环氧树脂/玻璃鳞片漆之类的化合物涂层。焊补区域小面积涂层损坏者应修复涂层，以避免大面积涂层保护区域中小面积裸露区域可能产生的加速腐蚀。

⑨ 复板：不推荐采用麻坑腐蚀上焊接复板的维修方法。

第 2 节　钢材换新评估

3.2.1　一般要求

3.2.1.1　浮式装置改装主要关注点包括现有船舶的原始设计和设计基础，如设计标准、船舶船级、船龄、条件、维护和运营历史以及改造结构的设计、检验、维护要求。

3.2.1.2　应注意改装后浮式装置的预定作业要求、强度、疲劳要求、规则/发证要求。

3.2.1.3　本章第 1 节 3.1.2 中所描述的最低换新尺寸为改装浮式装置设定了最基本船级条件。同时基于可预期的未来服役期的腐蚀而确定改装浮式装置所要求的最小构件尺寸。

3.2.2 结构换新评估程序

3.2.2.1 确定构件换新尺寸要求基于作业环境对船舶构件尺寸进行重新评估。首先进行规范结构评估，然后将规范结构重新评估的构件尺寸纳入有限元分析进行设计验证。

3.2.2.2 船中 0.4L 以内最小换新构件尺寸

构件尺寸评估首先评估纵向构件（板和骨材）的强度。强度评估主要适用于船中 0.4L 区域的结构，包含下述步骤：

（1）根据作业海域环境条件，运用水动力软件计算环境烈度因子。

（2）构件尺寸的确定：

① 甲板板和船底外板厚度按建造厚度扣减 15%-20%，骨材和加强筋按建造尺寸，作为“规范评估尺寸”。

② 计算船体梁剖面模数和各纵骨的剖面模数。

③ 确定指定作业海域环境下的船体梁强度和局部强度要求。

④ 检查是否满足船体梁和局部强度要求。如果没有，则调整构件尺寸并返回步骤②。

⑤ 当船体梁和局部强度要求满足时，如有需要，也还可进一步调整构件尺寸。

⑥ 确定规范评估构件尺寸作为设计验证的构件尺寸。

（3）确定换新构件尺寸：

① 依据表 3.2.2.2 中所述的许用腐蚀余量，确定换新纵骨的构件尺寸。

② 检查纵向构件的换新尺寸（即板材和纵骨）是否满足板格和骨材/加强筋屈曲要求。如果不满足，调整规范评估的构件尺寸并返回第（2）②步。

③ 计算显著腐蚀构件尺寸（构件尺寸腐蚀至许用腐蚀余量的 75%）。

④ 加上预估腐蚀消耗，得出改装浮式装置换新值。

（4）规范评估尺寸和换新构件尺寸的设计验证：

① 检查规范评估尺寸是否满足检验工况、修理工况和迁航工况下的船体梁弯曲强度。

② 检查规范评估尺寸是否满足船体梁强度和局部构件尺寸要求。

③ 检查规范评估尺寸是否满足本篇第 7 章第一节要求的船体梁极限强度要求。

④ 检查规范评估尺寸是否满足船体梁剪切强度要求。

⑤ 检查规范评估尺寸是否满足液舱周界的晃荡强度要求。

⑥ 如果以上所述规范评估阶段的要求未满足，调整规范评估的构件尺寸，并返回第（2）②步。

（5）得出换新结构尺寸，至少包含下述信息：

① 规范评估和换新后甲板和船底的船体梁剖面模数；

② 所有纵向构件的规范评估结果：包括构件名称、原建造构件尺寸、重新评估的构件尺寸（圆整至 0.5 mm）、换新构件尺寸、显著腐蚀构件尺寸、预期服役期的腐蚀量、改装浮式装置要求的换新尺寸；

③ 通过有限元分析（FEM）对规范评估的构件尺寸进行验证；

④ 根据②确定所有构件的最终结果。

上述过程是一个反复迭代的过程，其间需要满足若干个强度和屈曲要求。

以上过程确定了船中 0.4L 以内的规范评估和换新的构件尺寸。也可使用类似的步骤，确认整个货舱区域的构件尺寸。船中 0.4L 以外的货舱结构的货舱区域评估和换新的构件尺寸评估步骤与上述一致，只是船体梁载荷及舱室局部载荷不同。货舱区域内的规范评估尺寸将通过有限元分析进行验证。

90m 以上改装浮式装置船体构件允许腐蚀极限 表 3.2.2.2

普通钢或高强度钢	双层底	单底单壳或双壳
强力甲板板	20%	20%
连续的长舱口围或外翻到甲板上箱型梁	20%	—
开口线类甲板或船端甲板	30%	30%
艏楼、尾楼、桥楼或上层建筑后端壁	30%	30%
二甲板板	—	——
舷顶列板	20%	20%

舷侧外板	20%	25%
舭部列板	20%	20%
船底板	20%	20%
龙骨板(1)		
内底板的最外列板	20%	—
内底板的其他列板	20%	—
纵舱壁顶部列板和顶边舱斜板的顶部列板	20%	20%
纵舱壁的下列板	20%	20%
纵舱壁、顶边舱斜板、底边舱斜板其它列板和横舱壁板	20%	25%， 20%（仅对横舱壁）
内部构件包括纵骨、桁材、横向强框架、撑材、舱壁桁材、纵桁、肘板、舱口边纵桁	20%	25%
液舱顶部的板材	25%	30%
甲板下的箱形桁（纵向或横向）	20%	—
舱口盖、舱口围板、舱口围撑柱	30%	30%

注：（1）平板龙骨的厚度达到邻近底板的最小许用厚度时需换板。

3.2.2.3 距船端 0.125*L* 处的最小换新船材尺寸

（1）若距船端 0.125*L* 船体在货舱范围内，距 0.125*L* 区域规范的和换新的构件尺寸，可采用原建造尺寸进行确认，也可以依据本章 3.2.2.2 中所述程序进行确定。但是，如果距船端 0.125L 超出货舱区域之外，该区域的规范评估构件尺寸只能采用原建造尺寸，换新构件尺寸应依据规范评估尺寸确定。

（2）如船舶长度由于浮式装置改装而增长或减短，那么距船端 0.125*L* 处的构件尺寸应根据新船长进行评估。如果长度增加，则需要调整结构或考虑对船端结构提前换新。

3.2.2.4 船中 0.4*L* 和距船端 0.125*L* 之间区域的最小构件尺寸换新

（1）如整个货舱区域的规范评估和换新的构件尺寸已按本章 3.2.2.2 中所述程序确定，那么规范评估和换新的构件尺寸已有。如果没有，那么船体梁的纵向连续构件将在船中 0.4*L* 保持不变，在 0.4*L* 以外至距船端 0.125*L* 的区域逐渐削斜过渡，但须满足局部强度和船体梁强度要求。

（2）如构件尺寸依据静水弯矩包络线确定，船中船体梁剖面模数应进行必要延伸，以满足所考察剖面处要求的船体梁剖面模数（船中 0.4*L* 以外区域）。

第 3 节 疲劳考虑（剩余疲劳寿命）

3.3.1 一般要求

3.3.1.1 作为现有船，与钢材的腐蚀与磨蚀类似，由于改装前的营运历史，现有船体结构累积了一些疲劳损伤。为计及已发生的疲劳损伤以确定剩余疲劳寿命，就应通过下述步骤进行结构细节的疲劳评估：

（1）若适用，确定以前作为商船特定营运环境条件而累积的疲劳损伤。

（2）确定从改建场地到作业海域的拖航途中产生的疲劳损伤。

（3）计算在上述服役周期内纵骨总疲劳损伤度，见本篇第 10 章 10.2.1.2。

（4）计算纵骨的剩余疲劳寿命，见本篇第 10 章 10.2.1.2。

（5）为（4）中剩余疲劳寿命不足的纵骨端部连接方式制定换新或加强方案。

3.3.2 纵骨端部的剩余疲劳寿命

3.3.2.1 对于改装浮式装置，根据其已知历史运营航线和未来预定作业海域，计算改装前后的疲劳寿命。剩余疲劳寿命的计算基于改装前后纵骨趾端结构型式不变的条件。对于新增纵骨，或者在趾端型式变更的情况，预期或设计疲劳寿命按照本篇第 4 章新建浮式装置的要求进行计算。

3.3.3 主要支撑构件趾端的剩余疲劳寿命

3.3.3.1 以下部位应根据名义应力筛选疲劳热点，然后使用细网格有限元分析热点区域的疲劳应力：

（1） 水平桁或纵桁在横舱壁上的端部节点；

（2） 大肘板趾端在舷侧、内底、甲板和纵舱壁上的节点。

第4章 新建浮式装置时的设计考虑

第1节 一般规定

4.1.1 适用范围

4.1.1.1 本章适用于船长 L 不超过 500m，宽度不超过其长度 1/5 或强力甲板深度 2.5 倍的装置。超过上述比例的浮式装置应视具体情况处理。

4.1.1.2 本章阐述了海上浮式装置的基本设计要求，并反映了相比于无限航区服务船舶所具有的不同结构性能和需求。

第2节 结构尺寸

4.2.1 一般要求

4.2.1.1 依据本规范所得到浮式装置的尺寸为本篇第 13 章第 5 节所规定的净厚度，即该尺寸提供了承受载荷所需的强度特性，不包括任何腐蚀余量和船东自愿增加的厚度，如船东的额外裕度（如有时）。

4.2.1.2 浮式装置的总纵强度应符合第 7 章的要求，并考虑波浪载荷、静水载荷、系泊载荷等一系列载荷共同作用的情况。

4.2.1.3 当浮式装置定位在某一场地长期服务时，如果可以证明浮式装置在该场地的波浪弯矩和剪力值小于无限航区航行时所对应的波浪弯矩和剪力值，则波浪弯矩和剪力值可依据该场地的环境条件确定。但任何情况下，根据场地环境条件确定的波浪弯矩和剪力值应不小于无限航区航行时所对应的波浪弯矩和剪力值的 50%。

4.2.1.4 浮体的总纵强度应依照第 7 章第 1 节的要求进行校核。货舱区域和非货舱区域的构件尺寸应依照第 7 章第 2~6 节的相应要求进行校核。

第3节 结构强度及疲劳强度评估

4.3.1 一般要求

4.3.1.1 应校核浮式装置在各设计工况下的结构强度并提交 CCS 审核。

4.3.1.2 应校核货舱区域主要构件的尺寸，同时需满足有限元直接计算的要求，见第 8 章第 2 节。

4.3.1.4 承受显著动态载荷的主要结构的连接处、主要的甲板设备支撑结构以及浮体结构与主要结构的连接处均需进行疲劳分析。

4.3.1.5 应校核转塔、系泊设备、上部模块、起重机等支撑结构的疲劳强度，见第 10 章。

4.3.2 强度评估区域

4.3.2.1 应依照表 4.3.2.1 对所示区域进行结构强度评估。如果浮式装置所处区域的环境条件比无限航区更恶劣，可在进行浮体强度和疲劳寿命评估时，结合作业场地和迁航路线的环境烈度因子，考虑浮式装置因所处海域特殊环境而引起的装载和载荷影响。

结构强度评估 **表 4.3.2.1**

校核区域		屈服校核	屈曲校核	极限强度校核	疲劳校核
局部结构	板	√	√	√	—
	加强筋	√	√	√	√
主要支撑构件		√	√	√	√

船体梁	√	√	√	—
浮体区域界面结构	√	√	√	√

注：（1）√表示需进行结构强度评估。
（2）屈曲和极限强度校核见本篇第 9 章。
（3）疲劳校核见本篇第 10 章。

第 4 节 结构设计

4.4.1 一般要求

4.4.1.1 如果浮式装置作业场地和迁航区域的海况条件低于北大西洋无限航区下的海况条件，为了反映这些海况条件差异对设计的影响，可适当降低浮体结构各种构件的设计标准。但是，当海况条件产生更高的要求时，将强制要求适当提高设计标准。此标准将通过环境烈度因子调节。

（1）不同动载荷分量的环境烈度因子应根据具体的海况资料通过直接计算得到，具体需要计算的动载荷分量环境烈度因子见本篇第 6 章第 3 节 6.3.2。

（2）任何场地和迁航路线所要求的任何净尺寸最小值都不允许小于依照环境烈度因子等于 1.0（即北大西洋无限航区条件）所获数值的 85%。如目标海域的风、浪、流环境条件十分温和，诸如我国渤海湾沿海或类似海域，则位于该区域的浮式装置的构件尺寸可依据场地的环境条件予以特殊考虑。

（3）对于由船舶改装的浮式装置，如果该浮式装置所在场地的环境条件较无限航区温和，则可将由无限航区计算得到的总弯矩用于判定结构净尺寸的最小要求值，此总弯矩应包含现有船舶的最大静水弯矩和波浪弯矩，同时所有 β 值应设定为 1.0。

（4）设计中同样要考虑到液舱试验压力产生的载荷。在某些情况下，这些条件可能会影响设计，例如：

① 当溢流管高度大于通常在油运服务中所遇到的高度；
② 外部环境因素引起的载荷分量严重程度低于油运服务中相应载荷；
③ 货物比重要比正常情况高时，如深舱中的钻井泥浆。

4.4.2 附加载荷

4.4.2.1 本条中提及的载荷包括液货舱或压载舱中的液体晃动、甲板上浪、吃水线以上的波浪作用导致的船首冲击、船底砰击、以及甲板上生产设施引起的甲板载荷，上述载荷见第 6 章。

4.4.2.2 晃荡分析的载荷见本篇第 6 章 6.4.2。

4.4.2.3 甲板上浪载荷，见本篇第 6 章 6.3.6.3。

4.4.2.4 船底砰击载荷，见本篇第 6 章 6.4.3。

4.4.2.5 船首冲击载荷，见本篇第 6 章 6.4.4。

4.4.2.6 甲板载荷，本篇见第 6 章 6.2.2.4、6.3.6.5 及 6.3.6.6。

4.4.3 上层建筑及甲板室

4.4.3.1 见本章第 5 节 4.5.5。

4.4.4 直升飞机甲板

4.4.4.1 直升飞机甲板结构的设计见本规范第 9 篇第 7 章的要求。

4.4.5 临时锚泊设备

4.4.5.1 浮式装置关于临时锚泊设备的要求见本篇第 12 章。

4.4.6 材料与焊接

4.4.6.1 浮式装置的结构用钢要求见本篇第 1 章第 4 节。

4.4.6.1 浮式装置的焊缝设计要求见本篇第 1 章第 5 节。

4.4.7 机械和设备基座

4.4.7.1 对于承受高周期载荷的设备基座，应对其进行分析以验证其具有足够的强度和抗疲劳能力。设计者应将焊接细节的计算书和图纸提交 CCS 审查。

4.4.8 机器处所的基座

4.4.8.1 机器处所的基座要求，见第 7 章 7.4.5。

4.4.9 舭龙骨

4.4.9.1 建造和材料

（1）舭龙骨材料的拉伸性应和与其连接的舭列板的材料一致。

（2）与如图 4.4.9.1 所示不同设计的舭龙骨，应特别考虑。

（3）应提交所有舭龙骨的平面图，以批准舭龙骨的材料强度和等级、焊接连接和设计细节。

（4）单腹板舭龙骨的设计应保证在浮体复板失效前舭龙骨腹板先失效。通常，保证舭龙骨腹板厚度不超过复板厚度，就可满足该要求。

4.4.9.2 复板

（1）如安装了舭龙骨，则应使用复板或双层板将其固定在外板上，通常复板应连续。见图 4.4.9.1 和图 4.4.9.2。

（2）复板的最小总厚度应与舭列板的厚度相同，或 14mm，取小者。

（3）复板的材料强度应和与之相连的舭列板相同，且钢级应和舭列板钢级相同。

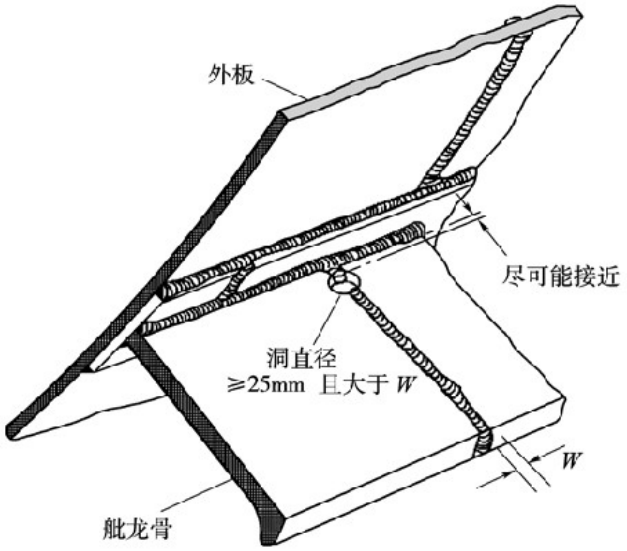


图 4.4.9.1 舭龙骨构造

4.4.9.3 端部细节

（1）舭龙骨的端部应适当削斜并终止于内部支撑构件处。符合本小节要求的典型布置，如图 4.4.9.2 所示。其他端部布置如与之等效，则认为可以接受。

（2）复板和舭龙骨的端部应当削斜或打磨。如端部削斜，则斜度应渐进，最小比例为 3:1，见图 4.4.9.2a）、4.4.9.2b）、4.4.9.2d）和 4.4.9.2e）。如端部打磨，细节如图 4.4.9.2c）所示。“A”区以内舭龙骨腹板不允许开口，“A”区如图 4.4.9.2b）和 4.4.9.2e）所示。

（3）舭龙骨腹板端部距离复板端部应不小于 50mm，但不大于 100mm。见图 4.4.9.2a）和 4.4.9.2d）。

（4）在舭龙骨腹板端部和舭龙骨腹板端部与复板端部中点之间应设置一个内部横向支撑构件。见图 4.4.9.2a）、4.4.9.2b）和 4.4.9.2c）。

（5）如内部设置一根与舭龙骨腹板对准的纵向扶强材，则扶强材应向前后至少延伸至

“A”区中最近的横向构件，见图 4.4.9.2b）和 4.4.9.2e）。在这种情况下，4.4.9.3（4）对内部横向支撑构件的要求不适用。

4.4.9.4 焊接

（1）根据表 4.4.9.1，复板与外板的连接应采取连续角焊，舭龙骨与复板的连接采取连续角焊缝。

（2）舭龙骨和复板的对接焊缝应彼此远离，与外板的对接缝也应错开。通常，复板位置的外板对接缝应磨平，舭龙骨位置的复板对接缝也应磨平。应避免复板对接焊缝与外板的对接焊缝直接连接和舭龙骨对接焊缝与复板的对接焊缝直接连接。

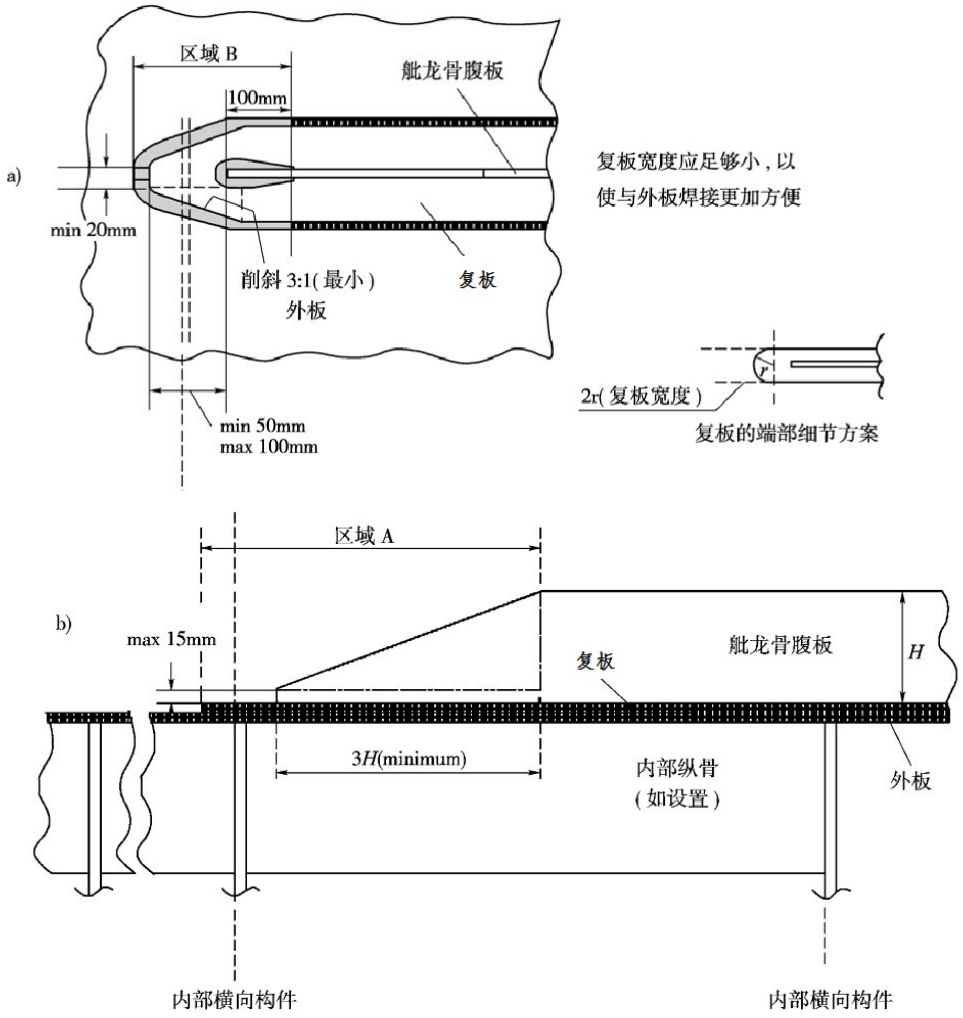
（3）舭龙骨对接焊缝通常不采用扇形孔和切口。在舭龙骨对接焊缝上的止裂孔应尽可能靠近复板，洞孔应大于对接焊缝的宽度，且直径最小为 25mm，如图 11.3.4 所示。如对接焊缝已采用无损检测，则不必开止裂孔。

（4）“B”区，见图 4.4.9.2a）和 4.4.9.2d），位于复板和外板的焊缝端部以及舭龙骨复板和复板连接处端部的焊喉应符合表 4.4.9.1 给定的“端部”值。焊趾应打磨，以使其与母材平整连接。

舭龙骨端部的焊接要求 **表 4.4.9.1**

连接的结构构件	焊喉高度（mm）	
	端部	其他部位
复板与外壳连接	$0.44\,t_{grs}$	$0.34\,t_{grs}$
舭龙骨与复板连接	$0.34\,t_{grs}$	$0.21\,t_{grs}$

表中：t_{grs}——连接构件的总厚度，mm。



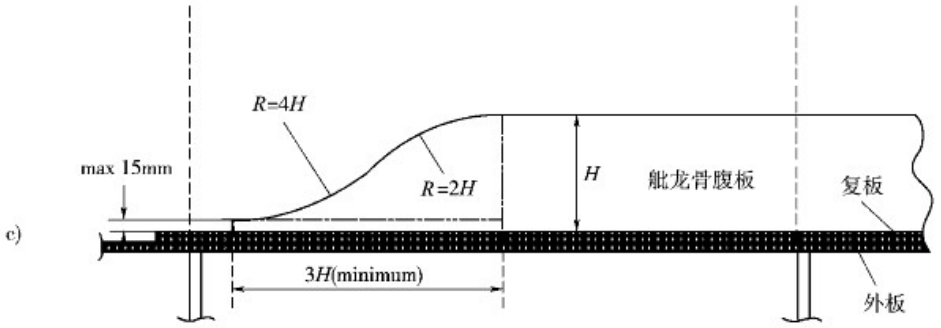


图 4.4.9.2 a）~c）舭龙骨端部设计

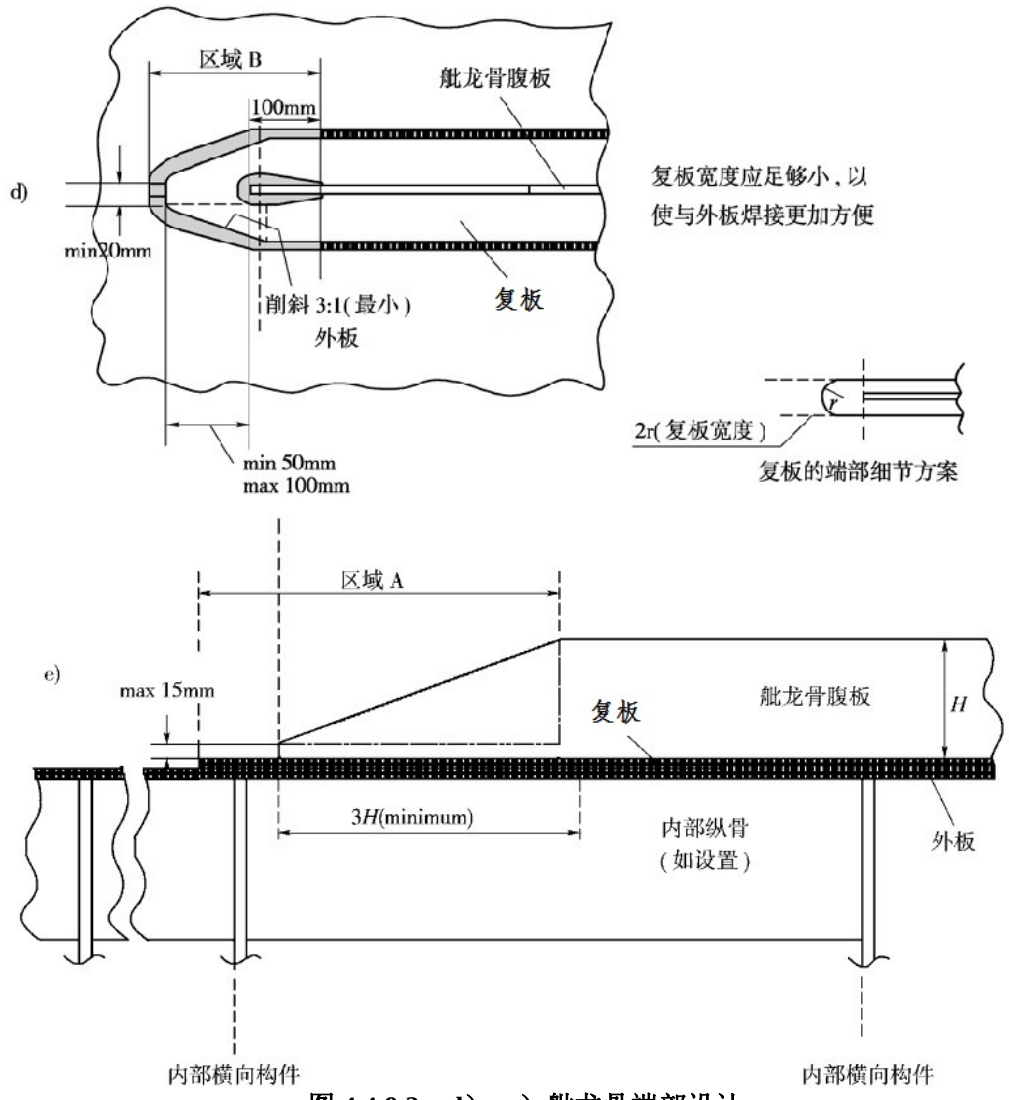


图 4.4.9.2 d）~e）舭龙骨端部设计

第5章 设计基础和环境条件

第1节 设计基础和文件

5.1.1 设计基础

5.1.1.1 浮式装置的设计基础中，业主/设计者应明确规定装置的生产效率、储存能力、装载能力和外输周期等要素。设计中，应充分考虑特定作业海域环境条件对浮式装置系统的影响。

5.1.1.2 设计者应考虑主风向的影响，以便将通风和燃烧油气给作业人员、设备、生活处所和逃生通道等所带来的危险降至最小。通常，大气通风孔、火炬系统和应急气体放空孔的布置应有利于主风使热源/未燃烧气体远离装置上的潜在引燃源。

5.1.1.3 设计环境条件应包含浮式装置生命周期内的作业、安装和迁航等各个阶段。本章主要包含了下列内容的环境条件设计标准：

（1）定位系泊系统；

（2）结构强度和疲劳寿命。

5.1.2 设计文件

5.1.2.1 提交的设计文件中应包括报告、计算书、图纸和其他必要的文件，用以证明浮式装置本身具有足够的结构强度，及锚泊系统、生产处理装置和立管系统（如入级）具有足够的能力进行预期的作业操作。

第2节 设计工况

5.2.1 一般要求

5.2.1.1 设计者应充分考虑浮式装置在场地自存和迁航工况下的载荷组合。

5.2.2 定位系泊系统

5.2.2.1 浮式装置的定位系泊系统应具备在极端环境工况下自存和在正常作业工况下作业的能力。对于可解脱的系泊系统，设计者应指明可解脱或者重新系泊的限定工况。

5.2.2.2 极端环境工况

极端环境工况用于规定系泊系统设计所定义的极限环境条件，其包含了特定的风、浪和流载荷的组合。可以产生最恶劣载荷组合的极端环境工况如下所示：

（1）百年一遇的波浪，相关联的风及流的组合：

（2）百年一遇的风，相关联的波浪及流的组合；

（3）百年一遇的流，相关联波浪及风的组合。

对于出现高速流和内波的区域，附加的环境载荷工况应予以考虑。

百年一遇的波浪载荷通常由有义波高、一定范围内的谱峰周期和相应的海浪谱来表征。

浮式装置系泊系统的极端环境工况的重现期建议不小于100年。如征得主管机关的同意，重现期可以取50年。重现期小于上述环境工况重现期的载荷组合，如其能产生更大的系泊载荷响应，均应予以考虑。

对于可解脱的系泊系统，系泊系统的可解脱工况将作为限定的极限工况；处于该工况时，装置须从系泊系统上解脱。此外，应配备一套可靠的监控系统，用于辅助操作者确定浮式装置从锚泊系统上解脱与否。而对于永久系泊系统，其必须设计为能抵御百年一遇的环境载荷。

5.2.2.3 正常作业工况

正常作业工况用于规定浮式装置正常作业时系泊系统的限定环境条件。正常作业工况的

重现期由业主/设计者规定，但不得小于1年。

5.2.2.4 安装工况

安装工况用于规定安装作业时系泊系统的限定环境条件。影响安全安装作业的环境条件限定应明确规定并在操作手册中记录。

5.2.2.5 风浪流的方向分布

对于单点系泊系统，需考虑风浪流载荷之间的同向和非同向问题。对于极端环境工况，应基于实际场地环境条件的研究确定风浪流载荷之间的合理的方向分布。如无实测数据，可将下列两种环境载荷非同向的角度组合作为最低设计值使用：

（1）风和流同向，与波浪成30度夹角；

（2）风与波浪成30度夹角，流与波浪成90度夹角。

对于限定浮式装置首转角（一般小于20度）的分布式系泊系统，设计时采用起控制作用的同向的风浪流载荷组合。

对于每一设计海况资料，系泊分析时通常采用长峰波谱进行分析。

5.2.3 结构强度和疲劳寿命

5.2.3.1 场地自存工况

场地自存工况时，其结构强度评估应基于100年的重现期和相应的环境条件数据进行。循环装卸的影响应在疲劳寿命评估中予以考虑。设计者所采用的重现期通常不应小于100年；如征得主管机关的同意，可采用不小于50年的重现期。不同的环境条件作用在浮体上，产生最严重响应的结构部位将有所不同。波浪载荷诱导产生的最大的运动响应和结构响应可能基于不同的波浪周期。因此，设计者要考虑下述两种环境条件，其中计算值较大者，将用于计算得到最大的运动响应和结构响应：

（1）基于100年的重现期的短期预报；必要时，需计及台风等极端恶劣条件的影响。

（2）基于长期波浪统计资料的长期预报（统计的时间范围至少应为5年）。

对于上述环境条件，下列因素应予以考虑：

（1）浪向分布概率（基于不同的系泊形式）；

（2）针对不同的设计条件，合理选择使用长峰波谱或者短峰波谱。

5.2.3.2 迁航工况

设计者应确定迁航路线（建造场地至作业场地）上的典型风浪条件和迁航的气象条件窗口期。除具有可解脱附加标志的浮式装置外，作业期间的其他迁航操作均应提请船级社的审查。在进行此类航行之前，验船师将登船检验。

考虑风速时，所采用的重现期不得小于10年，如有迁航路线的具体气象条件资料可另行考虑。对于预定的迁航路线和窗口期，如适合，设计载荷可基于季节性环境条件获得。

校核迁航期间的浮体强度时，应特别关注可能遭受运动载荷/甲板上浪影响的结构区域，诸如火炬臂、吊机基座和处理装置的支撑结构等。对于入级的上层建筑及其支撑结构，需考虑其在迁航期间遭受运动诱导载荷的影响。

5.2.3.3 可解脱浮式装置

对于在限定的极限环境条件下可解脱的浮式装置，其结构强度应满足无限作业区域环境条件的要求。对具有营运限制附加标志的浮式装置，可根据具体作业区域的环境条件对设计载荷条件做适当折减。

第3节 环境条件

5.3.1 一般要求

5.3.1.1 应根据浮式装置实际载荷情况确定其在迁航、场地自存等设计工况下的运动响应和载荷。

5.3.1.2 业主/设计者应规定作为入级基础的设计工况和相应的环境条件。

5.3.1.3 环境载荷

环境载荷系指直接或间接由环境作用引起的载荷，包括由环境载荷引起的所有外力，如

系泊力、运动惯性力、液舱晃荡力等。

环境载荷一般由下列载荷组成：

（1）风载荷；

（2）波浪载荷；

（3）海流载荷。

如果业主/设计者认为需要且必要，则地震、海床承载能力、温度、冰/雪等对载荷的影响也应考虑。

5.3.1.4 如可能，设计环境条件应根据可靠及足够的实测资料由统计分析确定。

5.3.1.5 环境载荷除按本章给出的方法确定外，亦可采用其他公认的方法进行计算，必要时应通过数学模拟计算或物理模型试验来确定。

5.3.1.6 在操作手册中应注明每种工况的设计限制条件。

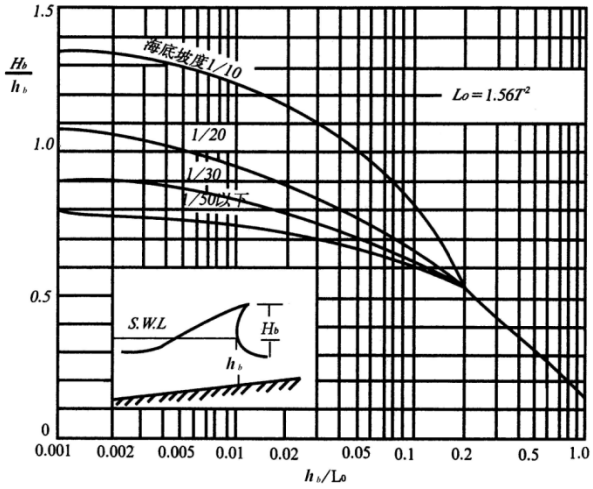
5.3.2 波浪与波浪载荷

5.3.2.1 设计波

业主/设计者规定的设计波要素可用设计波能谱或用具有适当形状、尺度和周期的确定性设计波来描述。

5.3.2.2 设计波波高

（1）设计波波高 H_d 应采用最大波高可能值 $\mu(H_{\max})$ 与破碎临界波高 H_b 中的较小值。H_b 可由图 5.3.2.2 求得。



H_b －破碎临界波高；L_O －深水波长；h_b －破碎水深；T －波浪周期

图 5.3.2.2 行进波的破碎波临界波高

（2）某一波列的 $\mu(H_{\max})$ 可由该波列的平均波高 $\bar{H}$、波浪个数 N 及水深 h 等参数求得。$\mu(H_{\max})/\bar{H}$ 的比值可按表 5.3.2.2 选取。相应的波浪个数 N 选取如下：

东海、南海 N ＝1000；

黄海、渤海 N ＝100～1000；

浅海水域 N ＝100～300。

最大波高可能值 $\mu(H_{\max})$ 与平均波高 $\bar{H}$ 的比值 **表 5.3.2.2**

N	$\bar{H}/h$										
	0.00	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50
10	1.78	1.745	1.705	1.670	1.635	1.600	1.565	1.530	1.495	1.460	1.420
20	2.01	1.955	1.900	1.845	1.795	1.745	1.690	1.640	1.590	1.540	1.490
50	2.27	2.195	2.10	2.050	1.980	1.920	1.850	1.780	1.715	1.650	1.580
100	2.45	2.360	2.270	2.190	2.110	2.030	1.950	1.870	1.795	1.720	1.650
200	2.62	2.520	2.415	2.320	2.220	2.130	2.035	1.950	1.860	1.770	1.690
500	2.83	2.710	2.595	2.480	2.270	2.260	2.155	2.050	1.955	1.860	1.770

1000	2.98	2.850	2.720	2.590	2.470	2.350	2.235	2.125	2.015	1.910	1.810

5.3.2.3 波浪周期

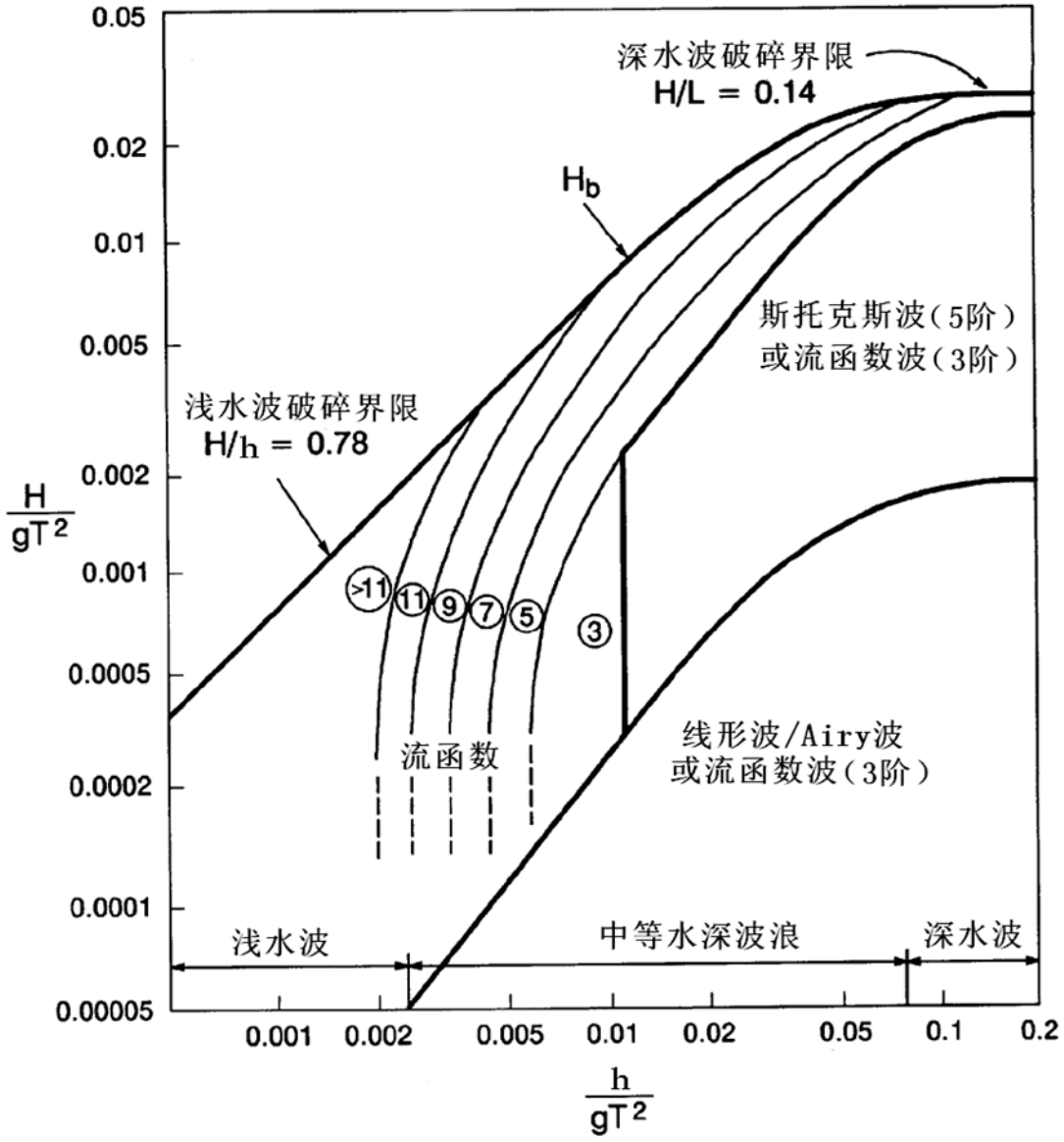
（1）设计波波高确定之后，其相应波浪周期T应在$\sqrt{6.5H_d} \le T \le 18s$的范围内，用几个不同的值对浮式装置结构应力进行估算，最终取使浮式装置结构产生最大应力的值。

（2）对某些周期的波浪，虽然波高小于$\min\{\mu(H_{\max}), H_b\}$，但可能对结构构件有更大的影响，亦应予以考虑。

5.3.2.4 波浪理论

（1）波形取决于所采用的波浪理论，如无特别考虑，图5.3.2.4（1）可作为选定波浪理论的参考。

（2）静水面以上的波峰高度可参考图5.3.2.4（2）。



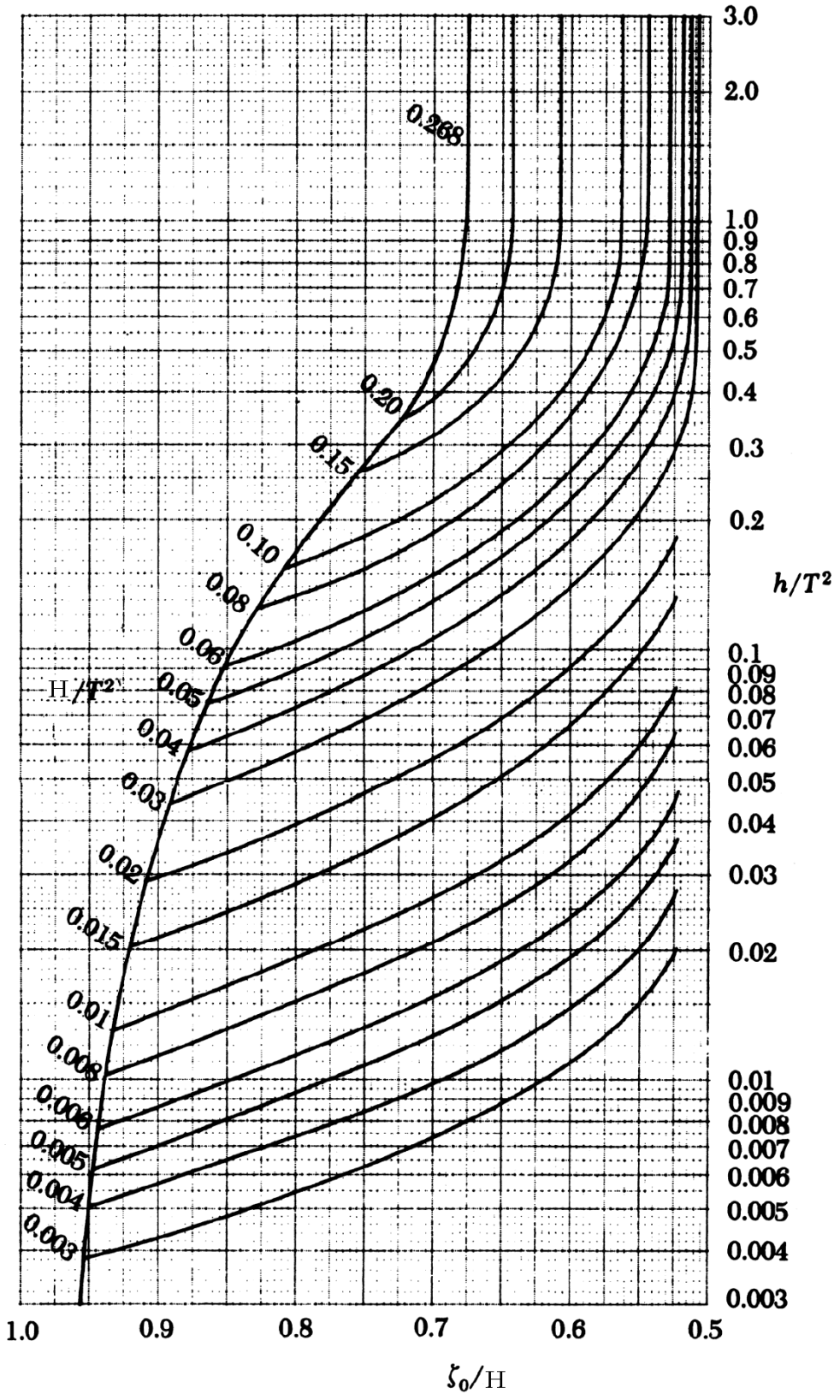
H/gT^2：无因次波陡　　h：平均水深

h/gT^2：无因次相对水深　　T：波浪周期

H：波高　　g：重力加速度

H_b：破碎波高　　L：波长

图 5.3.2.4（1） 各种波浪理论的适用范围



ξ_0：静水面以上的波峰高度　　H：波高

T：波浪周期　　h：静水水深

图 5.3.2.4（2）　波峰高度

5.3.2.5 波浪载荷

（1）小尺度孤立桩柱上的波浪力

一般以 $D/L \le 0.2$（D：构件截面的特征尺度，L：波长）作为小尺度孤立桩柱，对这类构件的波浪载荷可用莫里逊（Morison）公式计算。

莫里逊公式的一般形式为：

$$F = F_D + F_I \qquad \text{kN/m}$$

式中：F ——小尺度构件垂直于其轴线方向单位长度上的波浪力；

F_D ——单位长度上的曳力，kN/m

$$F_D = 1/2\rho_{sw} C_D A|u-\dot{x}|(u-\dot{x})；$$

F_I ——单位长度上的惯性力，kN/m

$$F_I = \rho_{sw} C_A V(\dot{u}-\ddot{x}) + \rho_W V\dot{u}$$

$$= \rho_{sw} V(C_M\dot{u} - C_A\ddot{x})$$

ρ_{sw} ——海水密度，t/m^3；

A ——单位长度构件在垂直于矢量$(u-\dot{x})$方向上的投影面积，m^2/m

C_D ——曳力系数；

C_A ——附连质量系数；

C_M ——惯性力系数，$C_M = C_A + 1$；

V ——单位长度构件的体积，m^3/m；

u ——垂直于构件轴线水质点速度分量，m/s；当海流与波浪联合作用时，u 为波浪水质点的速度矢量与海流速度矢量之和在垂直于构件方向上的分量；

$\dot{u}$ ——垂直于构件轴线水质点加速度分量，m/s^2；

$\dot{x}$ ——垂直于构件轴线构件速度分量，m/s；

$\ddot{x}$ ——垂直于构件轴线构件加速度分量，m/s^2。

C_D 和 C_M 为经验系数，一般如可能应与波浪运动学理论相配合。在波动流中，C_D 和 C_M 不仅与雷诺数 R_e 和构件表面相对粗糙度有关，还与库尔根－卡培数 K_C 有关。

对圆形构件，可取 C_D＝0.6～1.2，C_M ＝1.3～2.0，且取用的系数值均应不小于上述范围的下限值。对非圆截面的构件，其 C_D 和 C_M 可按公认的文献选取。必要时，C_D 和 C_M 应由试验确定。

注：R_e 数定义为：

$$\mathrm{R}_e = Du/\nu$$

K_C 数定义为：

$$K_c = uT/D$$

式中：u ——垂直于构件轴线水质点速度分量，m/s；

D ——构件特征尺度，m；

T ——波浪周期，s；

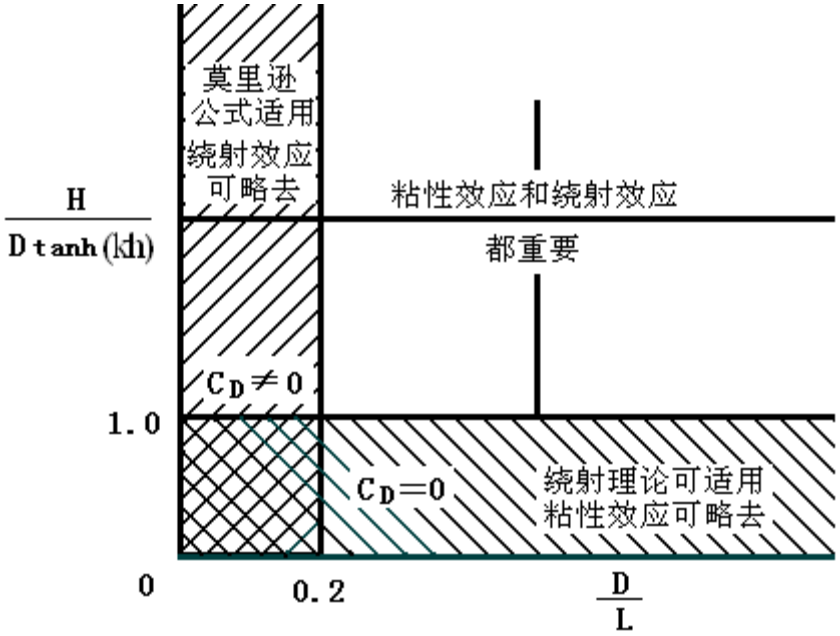
ν ——海水运动粘滞系数，m^2/s。

（2）大尺度物体上的波浪力

对大尺度物体，一般应采用绕射理论通过对作用在物体湿表面上整个水动压力的积分计算波浪载荷。

在绕射理论中，流场用速度势函数来描述，该速度势应在流体各处满足拉普拉斯方程，并满足物体表面、自由表面、海底及无穷远处的边界条件。通常总速度势由入射势、绕射势（假定物体固定）和运动着物体在静水中产生的辐射势组成。

莫里逊公式和绕射理论的适用范围可参照图 5.3.2.5 确定。



H－波高，D－桩柱的特征尺度，L－波长，h－水深，k－波数

图 5.3.2.5　波浪理论适用范围

5.3.3　风与风载荷

5.3.3.1　风速

不同设计工况的风载荷应基于实测数据获得，由业主/设计者提供。通常，设计风速的重现期不得小于 100 年。

5.3.3.2　风压 P 应按下式计算：

$$P = 0.613 \times 10^{-3} V^2 \qquad \text{kPa}$$

式中：V——设计风速，m/s。计算定常风力时，取平均海平面以上 10m 处时距为 1 分钟的平均风速。

5.3.3.3　风载荷

作用于构件上的风力 F 应按下式计算，并应确定合力作用点的垂直高度：

$$F = C_h C_S S P \qquad \text{kN}$$

式中：P ——风压，kPa；

S ——浮式装置在正浮或倾斜状态时，受风构件的正投影面积，m^2；

C_h——受风构件的高度系数，其值可根据构件高度 h（构件型心到设计水面的垂直距离）由表 5.3.3.3（1）选取；

C_S——受风构件形状系数，其值可根据构件形状由表 5.3.3.3（2）选取，也可根据风洞试验确定。

5.3.3.4　计算风力时，推荐下列作法：

（1）当浮式装置有立柱时，应计入全部立柱的投影面积，不考虑遮蔽效应。

（2）对于因倾斜产生的受风面积， 如甲板下表面和甲板下构件等，应采用合适的形状系数计入受风面积中。

（3）对于密集的甲板室，可用整体投影面积来代替计算每个面积，此时形状系数可取为 1.1。

（4）对于孤立的建筑物、结构型材和起重机等，应选用合适的形状系数，分别进行计算。

（5）通常用作井架、吊杆和某些类型桅杆的开式桁架结构的受风面积，可近似地取每侧满实投影面积的 30%，或取双面桁架单侧满实投影面积的 60%，并按表 5.3.3.3（2）选用合适的形状系数。

高度系数 C_h **表 5.3.3.3（1）**

海平面以上的高度 h（m）	高度系数 C_h
0－15.3	1.00
15.3－30.5	1.10
30.5－46.0	1.20
46.0－61.0	1.30
61.0－76.0	1.37
76.0－91.5	1.43
91.5－106.5	1.48
106.5－122.0	1.52
122.0－137.0	1.56
137.0－152.5	1.60
152.5－167.5	1.63
167.5－183.0	1.67
183.0－198.0	1.70
198.0－213.5	1.72
213.5－228.5	1.75
228.5－244.0	1.77
244.0－259.0	1.79
259 以上	1.80

形状系数 C_S **表 5.3.3.3（2）**

构 件 形 状	C_S
球 形	0.4
圆柱形	0.5
大的平面（浮体、甲板室、平滑的甲板下表面）	1.0
甲板室群或类似结构	1.1
钢 索	1.2
井 架	1.25
甲板下暴露的梁和桁材	1.3
小部件	1.4
独立的结构（起重机、梁等）	1.5

5.3.3.5 由公认实验室进行的具有代表性的浮式装置模型风洞试验数据，可作为确定风压及其合力的依据。

5.3.4 海流与海流载荷

5.3.4.1 海流

设计流速应取为在浮式装置作业海区范围内可能出现的最大流速值，包括潮流流速、风暴涌流速和风成流流速。应考虑作业海区流速的垂向分布。在波浪存在时，应对无波浪时的流速垂向分布进行修正，以使瞬时波面处的流速保持不变，建议可按图 5.3.4.1 进行修改。

$$当 z \leqslant h_0 时，\ V = V_t + V_s + V_w[(h_0 - z)/h_0] \quad m/s$$

$$当 z > h_0 时，\ V = V_t + V_s \quad m/s$$

式中：各字母的含义见图 5.3.4.1。

5.3.4.2 海流载荷

（1）当只考虑海流作用时，作用在浮式装置水下部分构件的海流载荷可按下式计算：

$$F = \frac{1}{2} C_D \rho_{sw} V^2 A \quad kN$$

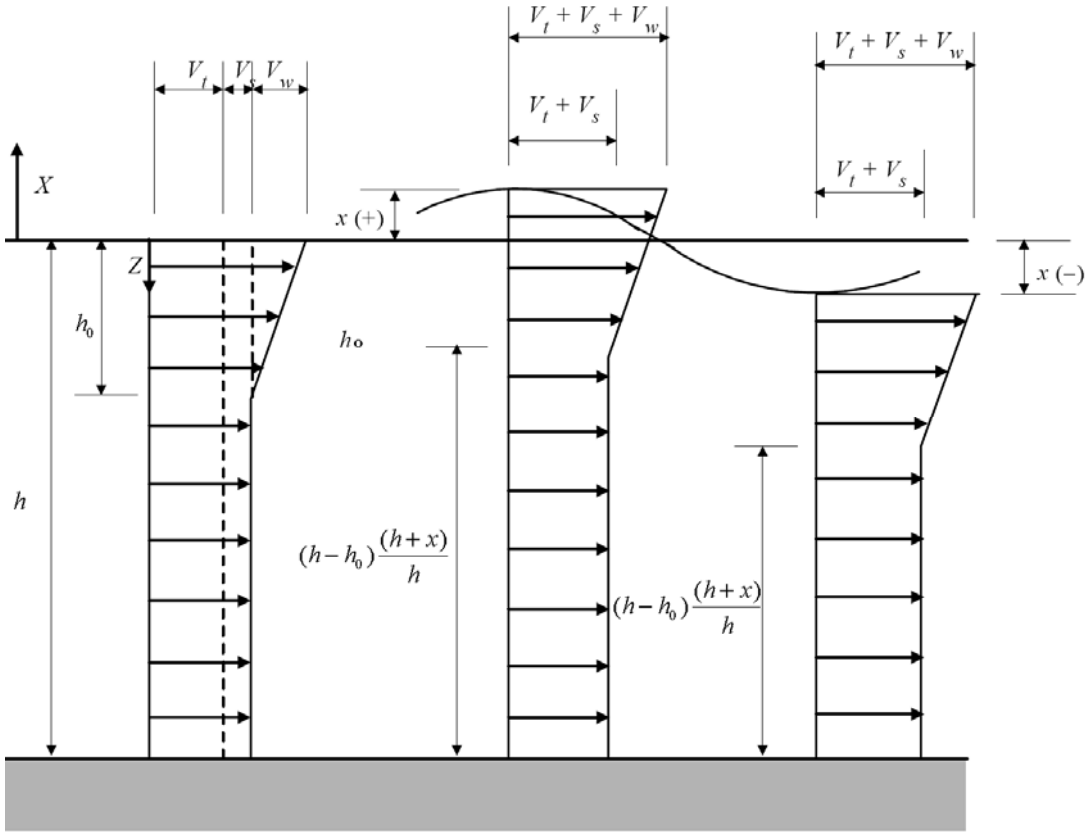
式中：C_D——曳力系数，见 5.3.2.5；

ρ_{sw}——海水密度，t/m^3；

V——设计海流流速，m/s；

A——构件在与流速垂直平面上的投影面积，m^2。

（2）应注意海流与波浪的相互作用。当采用莫里逊公式计算波浪载荷时，应将波浪水质点速度与海流速度矢量相加，见5.3.2.5。当采用绕射理论计算波浪载荷时，海流载荷应按5.3.4.2（1）计算，并和波浪载荷矢量相加。



V －设计海流流速，V_t －潮流流速，V_s －风暴涌流速，V_w －风成流流速

h_0 －风成流的参考水深，z －水质点在静水面以下的垂直距离，h －静水水深

图 5.3.4.1　流速垂向分布示意图

5.3.6　地震载荷

5.3.6.1　必要时，对于张力腿平台需要考虑地震载荷的影响。浮式装置应具有足够的强度和刚度，以保证结构在遭受作业场地可能的地震运动水平时，结构不发生明显损伤。在遭受强烈地震运动时，浮式装置的结构发生损伤，但不至崩塌。作业场地的地震条件应由业主/设计者提供。

5.3.7　海床条件

5.3.7.1　浮式装置的作业海床条件由业主/作业者提供并承担相应责任，本规范与海床条件有关的所有入级要求应基于业主/操作者提供的海床条件。业主/作业者应确保浮式装置的实际海床条件不劣于其设计的假定值。海床条件应记录在浮式装置的操作手册中。

5.3.8　方向特性

5.3.8.1　需根据具体的环境条件情况考虑载荷的方向特性。

5.3.9　卡门涡列引起的振动

5.3.9.1　对于柱形构件，应考虑由冯－卡门（Von Karman）涡列引起的交变力的频率与结构自振频率接近而出现共振的可能性。

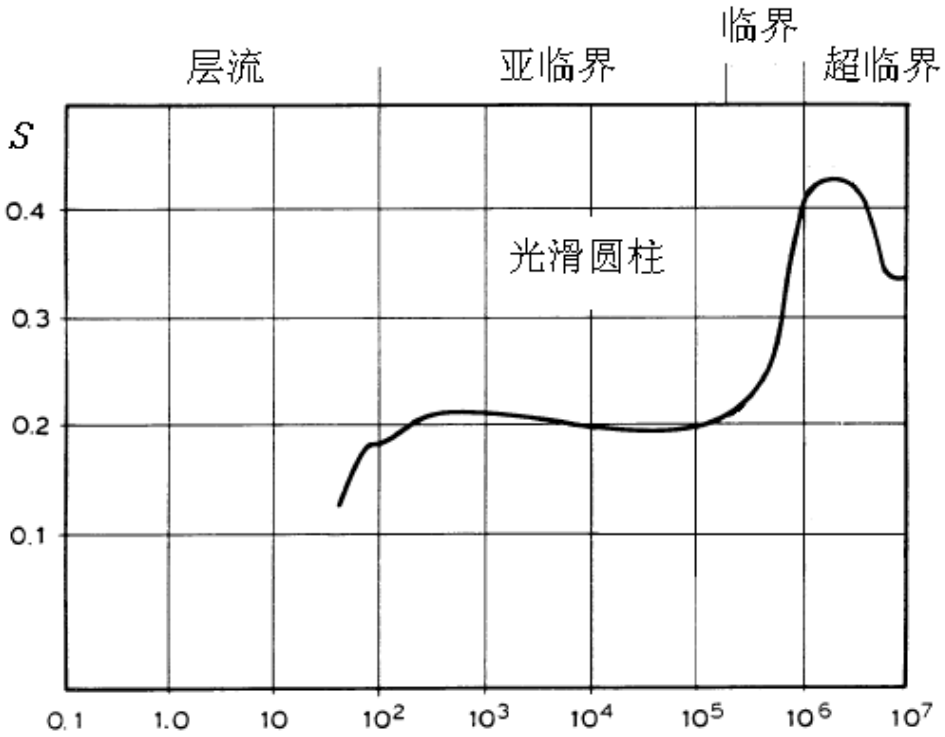
交变力的频率 f_k 可按下式估算：

$$f_k = S\frac{V_n}{D} \qquad 1/s$$

式中：V_n——垂直于构件轴线的水质点速度矢量或风速，m/s；

D——圆柱的直径或柱的特征尺度，m；

S——斯特哈尔（Strouhal）数，由图 5.3.9.1 按雷诺数 R_e 确定。



$$R_e = \frac{V_n D}{\nu}$$

R_e——雷诺数；ν——液体运动粘滞数 m^2/s

图 5.3.9.1 斯特哈尔数与雷诺数关系图

第6章 设计载荷

第1节 一般规定

6.1.1 适用范围

6.1.1.1 本节详细阐述了用于构件尺寸计算和强度评估的载荷与载荷组合，涵盖了所有操作模式的载荷状况，将载荷划分为静载荷分量、动载荷分量、晃荡和冲击载荷。用于疲劳强度评估的载荷见本篇第10章。

6.1.2 定义

6.1.2.1 坐标系统

（1）本章采用右手坐标系统，坐标原点位于尾垂线与基线交点处，X轴正向指向船首，Y轴正向指向浮式装置左舷。

（2）波浪方向根据x轴和波浪行进方向之间的夹角 β 确定，参见图6.1.2.1。

① 迎浪系指沿负x方向行进的波浪；

② 横浪系指沿正或负y方向行进的波浪；

③ 斜浪系指介于迎浪与横浪（或随浪与横浪）之间行进的波浪；

④ 随浪系指沿正x方向行进的波浪。

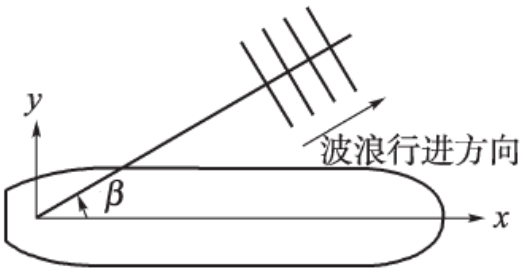


图 6.1.2.1 波浪方向的定义

6.1.2.2 符号约定

（1）运动的正方向如图6.1.2.2（1）所示，且定义如下：

① 正纵荡（Surge）为沿x轴正向的直线运动；

② 正横荡（Sway）为沿y轴正向的直线运动；

③ 正垂荡（Heave）为沿z轴正向的直线运动；

④ 正横摇（Roll）为右舷下降，左舷上升；

⑤ 正纵摇（Pitch）为船首下降，船尾上升；

⑥ 正首摇（Yaw）为船首向浮式装置左舷旋转，船尾向右舷旋转。

注：图6.1.2.2所示为旋转轴而非坐标系，坐标原点位于浮式装置重心处。

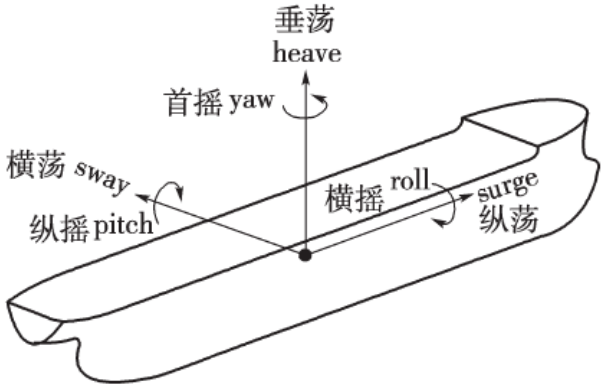


图 6.1.2.2（1） 运动的正向定义

（2）正加速度系指：

① 纵向正加速度为沿 x 轴正向的加速度；

② 横向正加速度为沿 y 轴正向的加速度；

③ 垂向正加速度为沿 z 轴正向的加速度。

（3）船体梁正垂向剪力的符号约定如图 6.1.2.2（2）。

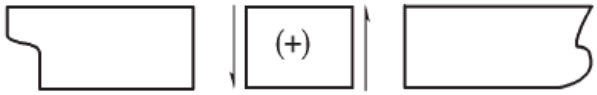


图 6.1.2.2（2） 正垂向剪力

（4）船体梁正弯矩的符号约定如图 6.1.2.2（3）和图 6.1.2.2（4）所示，且定义如下：

① 正垂向弯矩为中拱弯矩，负垂向弯矩为中垂弯矩；

② 正水平弯矩为右舷受拉，左舷受压。



图 6.1.2.2（3） 正垂向弯矩

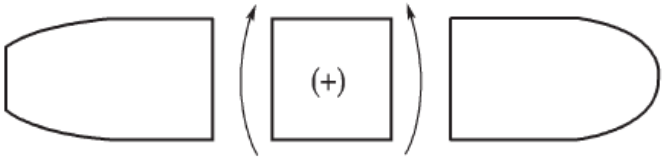


图 6.1.2.2（4） 正水平弯矩

第 2 节 静载荷分量

6.2.1 船体梁静载荷

6.2.1.1 船体梁许用静水弯矩和剪力

（1）设计者应提供船体梁许用中拱和中垂静水弯矩，对应航行工况是 $M_{sw-perm-sea}$，对应场地自存工况是 $M_{sw-perm-oper}$，对应检查维修工况是 $M_{sw-perm-im}$。

（2）设计者应提供船体梁许用中拱和中垂静水剪力，对应航行工况是 $Q_{sw-perm-sea}$，对应

场地自存工况是$Q_{sw-perm-oper}$，对应检查维修工况是$Q_{sw-perm-im}$。

（3）需要给出以下各剖面处的船体梁许用中拱/中垂静水弯矩和剪力：货舱区域的各横舱壁、货油舱中部、防撞舱壁、机舱前舱壁以及机舱前后舱壁之间中间点处和结构明显不连续处（特别是内转塔处）。

（4）船体梁许用中拱/中垂静水弯矩和剪力包络值应通过对（3）中所述纵向位置处的数值进行线性插值得到。

（5）船体梁许用中拱/中垂静水弯矩和剪力包络线应包含在装载手册中。

（6）船体梁许用中拱/中垂静水弯矩和剪力包络线应包络住装载手册中给出的任何工况计算得到的最严重的中拱/中垂静水弯矩和剪力。

6.2.1.2 新建浮式装置

（1）所有操作模式的典型装载工况应予以评估，使浮体结构产生最大结构响应的工况应予以考虑；

（2）用于组合工况的静载工况应基于预定的作业状态获得。通常，下列工况应予以考虑：

① 满载工况；

② 压载工况；

③ 两相邻货油舱空载，其他货油舱满载工况；

④ 任一货油舱满载，其他货油舱空载工况；

⑤ 不利部分装载载工况。

（3）关于新建浮式装置的详细规定见本篇第 4 章。

6.2.1.3 改装浮式装置

通常，改装浮式装置的设计工况应按新建浮式装置的设计工况考虑；但是，如已对改装的浮式装置进行了装载限定，可以视具体情况予以适当的调整。关于改装浮式装置的详细规定见本篇第 3 章。

6.2.2 局部静载荷

6.2.2.1 一般规定

（1）下列静载荷应予以考虑：

① 舷外海水静压力；

② 液舱静压力；

③ 液舱过载压力；

④ 甲板静载荷；

⑤ 意外载荷。

6.2.2.2 舷外海水静压力

舷外海水静压力P_{hys}按下式计算：

$$P_{hys} = \rho_{sw} g(T_{LC} - z) \qquad \text{kN/m}^2$$

式中：z——载荷计算点的垂向坐标，m，且应不大于T_{LC}，参见图 6.2.2.2；

ρ_{sw}——海水密度，为 1.025 t/m^3；

T_{LC}——所考虑装载工况下的吃水，m；

g——重力加速度，9.81 m/s^2。

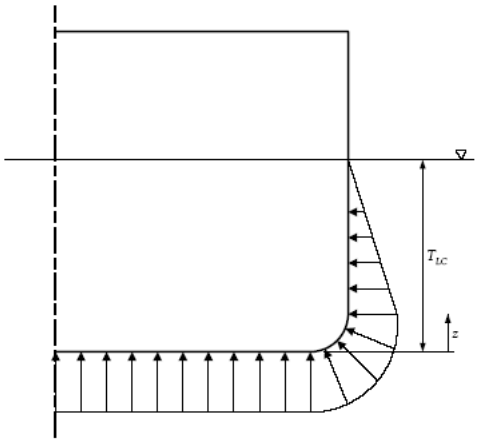


图 6.2.2.2 舷外海水静压力

6.2.2.3 液舱静压力

（1）液舱静压力，P_{in-tk}，按下式计算：

$$P_{in-tk} = \rho g z_{tk} \qquad \text{kN/m}^2$$

式中：z_{tk}——液舱最高点（不包括小舱口）到载荷计算点的垂向距离，m，参见图 6.2.2.3；

ρ——液舱内液体密度，t/m^3，在计算货油舱的疲劳强度时应不小于 0.9，其它情况下应不小于 1.025；

g——重力加速度，9.81 m/s^2

（2）在用径流法交换压载水过程中，溢流或进流情况下的液舱静压力，P_{in-air}，按下式计算：

$$P_{in-air} = \rho_{sw} g z_{air} \qquad \text{kN/m}^2$$

式中：z_{air}——从空气管或溢流管的顶端到载荷计算点的垂直距离，m，取小者，参见图 6.2.2.3；

ρ_{sw}——海水密度，为 1.025，t/m^3；

g——重力加速度，9.81 m/s^2；

h_{air}——空气管或溢流管的高度，m，且取值应不小于液舱最高点（不包括小舱口）以上 0.76m。如果液舱顶部低于露天甲板，除非主管机关允许降低高度，否则空气管或溢流管高度应取不小于甲板边线以上 0.76m，参见图 6.2.2.3。

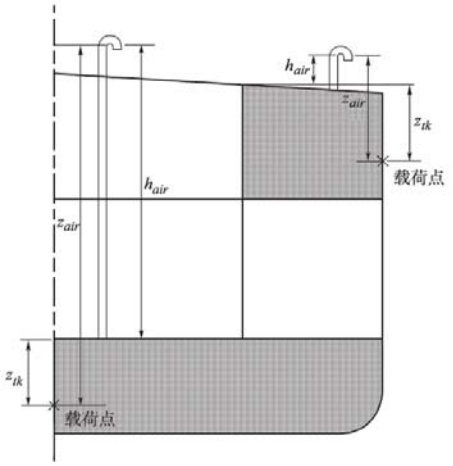


图 6.2.2.3 用于计算液舱静压力的压头和距离

（3）在用径流法交换压载水过程中，由于持续不断的液流通过空气管或溢流管而造成的附加过载压力，P_{drop}，取为 25kN/m^2。当管路的布置可能导致一个更高的压力损失时，可要求进行附加计算。

（4）液舱试验压力，$P_{in-test}$，取以下计算值中大者，另参见第 1 篇第 4 章表 4.3.4.1 的

试验要求：

$$P_{in-test} = \rho_{sw} g z_{test} \qquad \text{kN/m}^2$$

$$P_{in-test} = \rho_{sw} g z_{tk} + P_{valve} \qquad \text{kN/m}^2$$

式中：z_{test}——到载荷计算点的垂向距离，m，取以下值中大者：

① 溢流管顶部；

② 液舱顶部以上 2.4m。

z_{tk}——液舱最高点（不包括小舱口）到载荷计算点的垂向距离，m，参见图 6.2.2.3；

ρ_{sw}——海水密度，1.025 t/m^3；

g——重力加速度，9.81 m/s^2；

P_{valve}——压力释放阀的设置压力，kN/m^2，如装设，取值应不小于 25 kN/m^2。

6.2.2.4 甲板载荷

（1）甲板静载荷均布在支承结构上时

甲板静载荷产生的压力 P_{stat} 按下式计算：

$$P_{stat} = P_{deck} \qquad \text{kN/m}^2$$

式中：P_{deck}——下甲板及上层建筑内甲板，包括机舱内以及装设重型机械构件的其他处所的平台甲板上的均布压力，kN/m^2。P_{deck} 取值应不小于 16 kN/m^2。

（2）甲板静载荷线性分布在支承结构上时

甲板静载荷产生的压力 P_{stat-L} 按下式计算：

$$P_{stat-L} = P_{deck-L} \qquad \text{kN/m}$$

式中：P_{deck-L}——下甲板及上层建筑内甲板，包括机舱内以及装设重型机械构件的其他处所的平台甲板上的均布压力，kN/m。

（3）甲板静载荷集中作用在支承结构上时

甲板静载荷集中作用在支承结构上时，作用在设备支承结构上的作用力 F_{stat} 按下式计算：

$$F_{stat} = m_{un} g \qquad \text{kN}$$

式中：m_{un}——设备质量，t；

g——重力加速度，9.81 m/s^2。

6.2.2.5 进水或破舱状态下，舱室和液舱中的压力 $P_{in-flood}$ 按下式计算：

$$P_{in-flood} = \rho_{sw} g z_{flood} \qquad \text{kN/m}^2$$

式中：z_{flood}——破舱状态下，从载荷计算点到最深平衡水线的垂向距离，该水线通过恰当的破舱稳性计算获得：如未给出该破舱水线，则取到干舷甲板位置处；

ρ_{sw}——海水密度，为 1.025，t/m^3；

g——重力加速度，9.81 m/s^2。

第 3 节 动载荷分量

6.3.1 一般要求

6.3.1.1 基本组分

（1）本节给出了浮式装置运动和加速度的定义。

（2）动载荷基本分量包络值的定义也在本节给出，基本动载荷分量为：

① 垂向波浪弯矩和剪力；

② 水平波浪弯矩；

③ 波浪动压力；

④ 液舱动压力。

6.3.1.2 载荷包络值

载荷包络值将基于表 6.3.1.3 规定的重现期和概率因子 f_{prob} 给出。

6.3.1.3 概率因子 f_{prob}

f_{prob} 考虑了浮式装置的操作工况和相应的重现期，用来调整动载荷分量。概率因子应采用表 6.3.1.3 中的推荐值，或通过波浪载荷预报计算得到。对于具有风向标效应的浮式装置，应先进行首向分析。

重现期及概率因子 **表 6.3.1.3**

操作模式	航行	拖航	场地自存	检查维修	意外
重现期	25 年	1 年	100 年	100 年(2)	1 年
概率因子 f_{prob}	1.0	0.8(1)	1.0	1.0(3)	0.8
环境条件	全球海况	全球海况	作业海域海况	作业海域海况	作业海域海况

注：（1）拖航线路上的概率因子 f_{prob} 可采用基于 10 年重现期的季节性环境条件所计算获得的值，但取值不应小于 0.5；

（2）此处 100 年的重现期，是指温和海况下的百年一遇，不包括台风等恶劣高海况；

（3）可采用基于作业区域的季节性环境条件所计算获得的概率因子 f_{prob}，但取值不应小于 0.5，

（4）首向概率分布应根据实际情况计算得到。如无法得到，初始设计时，可参考本篇第 7 章表 7.2.2.1（3）中的推荐值。

6.3.1.4 初稳性高度和回转半径

（1）初稳性高度 GM 和横摇回转半径 $r_{roll-gyr}$，与规范装载工况或表 6.3.1.4 定义的吃水有关。

GM 和 $r_{roll-gyr}$ **表 6.3.1.4**

	T_{LC}	GM	$r_{roll-gyr}$
满载	$0.9T_{sc}$ 和 T_{sc} 之间	$0.12B$	$0.35B$
部分装载	$0.6T_{sc}$	$0.24B$	$0.40B$
压载	T_{bal}	$0.33B$	$0.45B$
其中：B：型宽，m； T_{LC}：规定装载工况下的吃水，m； T_{sc}：结构吃水，m； T_{bal}：压载吃水，m。			

（2）GM 应取装载手册中给出的修正初稳性高度。当对某一工况或紧急压载工况的 GM 未作规定时，对于平均吃水大于或等于 $0.9T_{sc}$ 的情况，GM 取 $0.12B$；对于吃水小于或等于 $0.6T_{sc}$ 的情况，GM 取 $0.24B$。对于其他未作定义的平均吃水可选装载工况，GM 值应基于 $0.6T_{sc}$ 和 $0.9T_{sc}$ 的数值通过线性插值得到。

（3）$r_{roll-gyr}$ 应取装载手册中提供的数值。当某一工况或紧急压载工况的 $r_{roll-gyr}$ 未作规定时，对于平均吃水大于或等于 $0.9T_{sc}$ 的情况，$r_{roll-gyr}$ 取 $0.35B$；对于平均吃水小于或等于 $0.6T_{sc}$

的情况，$r_{roll-gyr}$ 取 $0.40B$。对于其他未作定义的平均吃水可选装载工况，$r_{roll-gyr}$ 值应基于 $0.6T_{sc}$ 和 $0.9T_{sc}$ 的数值通过线性插值得到。

6.3.2 环境烈度因子

6.3.2.1 为了合理反映浮式装置在特定作业场地下的动载荷分量，引入环境烈度因子，β，对北大西洋无限航区海况和浮式装置特定作业区域的海况剧烈程度进行对比调整。环境烈度因子将根据浮式装置波浪载荷和运动预报结果计算得到，如下式所示：

$$\beta = \frac{L_S}{L_u}$$

式中：L_S——在规定海况下的动载荷极值，重现期见表 6.3.1.3；

L_u——基于北大西洋无限航区海况条件下的动载荷极值，重现期为 25 年。

6.3.2.2 默认在北大西洋无限航区下的 β 为 1.0，如果 β 值小于 1.0 就说明北大西洋无限航区对该动载荷的作用比特定海域条件剧烈。为了防止设计参数确定的太低，β 的最小值不能低于 0.5。应用环境烈度因子所得出的构件尺寸，不得小于当环境烈度因子等于 1.0 时计算所得的构件尺寸的 85%。如目标海域的风、浪、流环境条件十分温和，诸如我国渤海湾沿海或类似海域，则位于该区域的浮式装置的构件尺寸可依据场地的环境条件予以特殊考虑。

6.3.2.3 不同动载荷分量的环境烈度因子 β 应根据具体的海况资料通过直接计算得到，需要计算下列动载荷分量的环境烈度因子：

（1）垂向波浪弯矩，β_{VBM}；

（2）水平波浪弯矩，β_{HBM}；

（3）垂向剪力，β_{QV}；

（4）垂向加速度，β_{av}；

（5）横向加速度，β_{at}；

（6）纵向加速度，$\beta_{a\ln g}$；

（7）横摇运动，β_{roll}；

（8）纵摇运动，β_{pitch}；

（9）外部海水压力，$\beta_{\exp}$。

外部海水压力的环境烈度因子 $\beta_{\exp}$ 需要至少计算船中、$0.85L$ 和首垂线处之值，中间位置之值通过线性插值得到。

6.3.2.4 计算规定海况下的动载荷极值 L_S 时，应结合实际的环境条件做相应处理。如实际的环境条件有台风影响，计算 L_S 时就需要分别计算长期预报极值和短期预报极值，取二者的大者。如实际的环境条件无台风影响，计算 L_S 时只需计算涵盖了高海况的长期极值即可。

（1）L_S 的计算

L_S 的计算主要分为两部分，即 RAO 的计算和载荷极值预报。其中，RAO 的计算是极值预报的基础。

① RAO 计算

各动载荷分量的幅频响应计算，推荐采用基于势流理论的三维线性方法进行计算，并求解六自由度运动响应、压力响应、剖面载荷响应和速度加速度响应等，用于后续的长短期极值预报。

a、作业场地和装载工况

针对浮式装置的不同作业场地和装载工况，进行波浪载荷和运动的 RAO 计算。装载工况按照所给的装载手册而定，推荐选取满载、压载和空载工况进行计算。

b、浪向角

各动载荷成分的 RAO 包含所有可能遇到的浪向角，选取浪向角范围为 0 度到 360 度，浪向间隔至少为 15 度。在航行和解脱状态时，认为各浪向出现的概率相同。在单点系泊状

态时，应根据具体海域和作业情况确定各个浪向角的发生概率。

c、波浪频率

波浪频率的范围需根据各作业场地具体的波浪条件进行选取，推荐 0.2rad/s~1.8rad/s，间隔 0.05rad/s。

d、水深

根据作业场地的具体水深情况，采用有限水深或无限水深相应的计算理论方法进行计算。

e、航速

在预期作业场地和维修检查场地时，航速取为 0kn；在运输航线时，航速取为迁航速度。

② 载荷极值预报

a、海浪谱

根据浮式装置作业场地的海况资料选取恰当的海浪谱进行极值预报。对于在中国渤海和南海作业的浮式装置，推荐选取 Jonswap 谱进行极值预报。

b、波浪扩散函数

采用长峰波进行载荷极值预报时，不需要考虑波浪扩散。实际海洋中的波浪来自不同的方向，为短峰波形式。为了体现波浪按不同方向的扩散情况，在波浪谱中需引入扩散函数 $f(\theta)$。

c、海况

根据浮式装置具体的作业海域，选取对应的海况。长期预报时，选取对应的海况散布图；短期预报时选取对应的短期海况。

d、浪向概率

长期预报时需要根据系泊方式考虑不同的浪向概率。短期预报时不考虑浪向概率。

③ 预报极值的选取

a、对于长期预报，采用考虑首向分析和不考虑首向分析二者中较大的预报值作为最终的长期预报值，并且区分长峰波和短峰波下的预报值，分别作为 L_S。

b、采用短期预报，并和上述长期预报值作比较，取二者中比较大的预报值作为最终预报值，区分长峰波和短峰波下的预报值，作为 L_S。

（2）L_u 的计算

基于北大西洋无限航区海况条件下的动载荷极值 L_u，系指计算相应环境条件下的长期预报极值。L_u 为动载荷成分在无限航区海况下的极值响应，和 Ls 的计算过程相似，通过基于波浪谱和波浪散布图的长期预报方法得到。

计算 L_u 时，海浪谱推荐使用 ISSC 推荐的双参数 PM 谱；海况散布图采用 IACS 推荐的 NO.34 北大西洋波浪散布图。

6.3.3 运动

6.3.3.1 一般规定

浮式装置运动的包络值应基于表 6.3.1.3 中的规定重现期给出。

6.3.3.2 横摇运动

（1）横摇固有周期，U_{roll}，按下式计算：

$$U_{roll} = \frac{2.3\pi r_{roll-gyr}}{\sqrt{gGM}} \quad \text{s}$$

式中：GM——初稳性高，m；

$r_{roll-gyr}$——横摇回转半径，m。

（2）横摇角 θ 按下式计算：

$$\theta = \beta_{roll}\frac{50}{B+75}(1.25-0.025U_{roll})f_{bk} \quad \text{rad}$$

式中：f_{bk}——取 1.2，对于未设有舭龙骨的浮式装置；

取 1.0，对于设有舭龙骨的浮式装置；

B——型宽，m；

U_{roll}——横摇固有周期，s。

6.3.3.3 纵摇运动

（1）纵摇固有周期，U_{pitch}，按下式计算：

$$U_{pitch}=\sqrt{0.6\frac{2\pi}{g}(1+f_T)L} \qquad \text{s}$$

式中：f_T——等于$\frac{T_{LC}}{T_{sc}}$；

T_{sc}——结构吃水，m；

T_{LC}——所考虑装载工况下的吃水，m；

L——规范船长，m。

（2）纵摇角，ϕ，按下式计算：

$$\phi=960\beta_{pitch}(\frac{10}{C_b})^{0.25}\frac{1}{L}\frac{\pi}{180} \qquad \text{rad}$$

式中：C_b——方形系数；

L——规范船长，m。

6.3.4 加速度

6.3.4.1 一般规定

本条规定了由六个自由度方向上的运动产生的合成线加速度包络值。横向和纵向加速度包含了横摇和纵摇运动引起的重力分量。

6.3.4.2 加速度参数

加速度参数a_0按下式计算：

$$a_0=(1.58-0.47C_b)(\frac{2.4}{\sqrt{L}}+\frac{34}{L}-\frac{600}{L^2}) \qquad \text{m/s}^2$$

式中：C_b——方形系数；

L——规范船长，m。

6.3.4.3 垂向加速度

任一位置的垂向加速度包络线a_v，按下式计算：

$$a_v=f_{prob}\beta_{av}\sqrt{a_{heave}^2+a_{pitch-z}^2+a_{roll-z}^2} \qquad \text{m/s}^2$$

式中：f_{prob}——概率因子，按表6.3.1.3选取；

β_{av}——根据本节6.3.2的方法确定；

a_{heave}——等于$a_0 g$，m/s^2，由垂荡运动产生的垂向加速度；

$a_{pitch-z}$——等于$(0.3+\frac{L}{325})\phi(\frac{2\pi}{U_{pitch}})^2|x-0.45L|$，m/s^2，由纵摇运动产生的垂向加速度；

a_{roll-z}——等于$1.2\theta(\frac{2\pi}{U_{roll}})^2|y|$，m/s^2，由横摇运动产生的垂向加速度；

a_0——加速度参数；

g——重力加速度，9.81 m/s^2；

ϕ——纵摇角，rad；

U_{pitch}——纵摇固有周期，s；

L——规范船长，m；

θ——横摇角，rad；

U_{roll}——横摇固有周期，s；

x——计算点纵向坐标，m；

y——计算点横向坐标，m。

6.3.4.4 横向加速度

任一位置的横向加速度包络线 a_t，按下式计算：

$$a_t = f_{prob}\beta_{at}\sqrt{a_{sway}^2 + (g\sin\theta + a_{roll-y})^2} \qquad \text{m/s}^2$$

式中：f_{prob}——概率因子，按表 6.3.1.3 选取；

β_{at}——根据本节 6.3.2 的方法确定；

$a_{sway} = 0.3ga_0$，m/s^2，由横荡和首摇产生的横向加速度；

$a_{roll-y} = \theta(\frac{2\pi}{U_{roll}})^2 R_{roll}$，$\text{m/s}^2$，由横摇运动产生的横向加速度；

θ——横摇角，rad；

U_{roll}——横摇固有周期，s；

R_{roll}——等于 $z-(\frac{D}{4}+\frac{T_{LC}}{2})$ 或 $z-(\frac{D}{2})$，取大者，m；

g——重力加速度，9.81 m/s^2；

a_0——加速度参数；

T_{LC}——规定装载工况下的吃水，m；

D——型深，m；

z——计算点垂向坐标，m。

6.3.4.5 纵向加速度

任一位置的纵向加速度包络线 $a_{\ln g}$，按下式计算：

$$a_{\ln g} = 0.7f_{prob}\beta_{a\ln g}\sqrt{a_{surge}^2 + \left[\frac{L}{325}(g\sin\phi + a_{pitch-x})\right]^2} \qquad \text{m/s}^2$$

式中：f_{prob}——概率因子，按表 6.3.1.3 选取；

$\beta_{a\ln g}$——根据本节 6.3.2 的方法确定；

$a_{surge} = 0.2ga_0$，m/s^2，由于纵荡产生的纵向加速度；

$a_{pitch-x} = f_V\phi(2\pi/U_{pitch})^2 R_{pitch}$，$\text{m/s}^2$，——由纵摇运动产生的纵向加速度：

ϕ——纵摇角，rad；

U_{pitch}——纵摇固有周期，s；

R_{pitch}——纵摇半径，m，取 $z-(\frac{D}{4}+\frac{T_{LC}}{2})$ 或 $z-(\frac{D}{2})$ 的大者；

g——重力加速度，9.81 m/s^2；

a_0——加速度参数；

T_{LC}——规定装载工况下的吃水，m

D——型深，m；

L——规范船长，m；

z——计算点垂向坐标，m。

6.3.5 船体梁动载荷

6.3.5.1 垂向波浪弯矩

中拱和中垂的垂向波浪弯矩包络值 M_{wv-hog} 和 M_{wv-sag}，按下式计算：

$$M_{wv-hog} = f_{prob}\beta_{VBM}0.19f_{wv-v}C_{wv}L^2BC_b \qquad \text{kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{wv-sag} = -f_{prob}\beta_{VBM}0.11f_{wv-v}C_{wv}L^2B(C_b+0.7) \qquad \text{kN}\cdot\text{m}$$

式中：f_{prob}——概率因子，按表 6.3.1.3 选取；

β_{VBM}——根据本节 6.3.2 的方法确定；

f_{wv-v} ——垂向波浪弯矩沿船长的分布因子，按如下规则选取：

0.0 尾垂线处

1.0 距尾垂线 0.4L 到 0.65L 之间

0.0 首垂线处

中间位置之值通过线性插值计算得到，参见图 6.3.5.1；

C_{wv} ——波浪系数，按下式计算：

$$= 10.75 - (\frac{300 - L}{100})^{\frac{3}{2}}, \qquad \text{当} 90 \le L \le 300 \text{ 时}$$

$$= 10.75, \qquad \text{当} 300 \le L \le 350 \text{ 时}$$

$$= 10.75 - (\frac{L - 350}{150})^{\frac{3}{2}}, \qquad \text{当} 350 \le L \le 500 \text{ 时；}$$

L ——规范船长，m；

B ——型宽，m；

C_b ——方形系数。

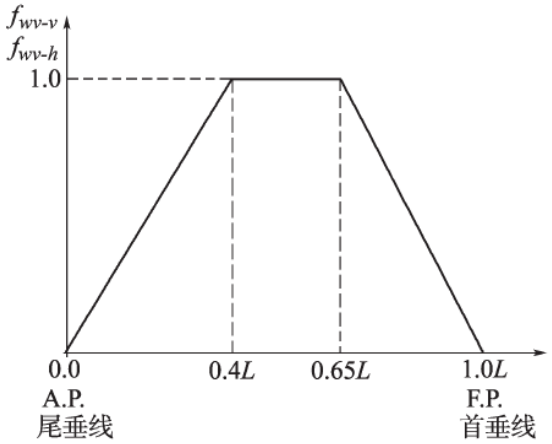


图 6.3.5.1 对于构件尺寸要求和强度评估的垂向和水平波浪弯矩分布因子

6.3.5.2 水平波浪弯矩

（1）水平波浪弯矩包络值 M_{wv-h}，按下式计算：

$$M_{wv-h} = f_{prob}\beta_{HBM}(0.3 + \frac{L}{2000}) f_{wv-h} C_{wv} L^2 T_{LC} C_b \qquad \text{kN·m}$$

式中：f_{prob} ——概率因子，按表 6.3.1.3 选取；

β_{HBM} ——根据本节 6.3.2 的方法确定；

f_{wv-v} ——垂向波浪弯矩沿船长的分布因子，按如下规则选取：

0.0 尾垂线处

1.0 距尾垂线 0.4L 到 0.65L 之间

0.0 首垂线

中间位置之值通过线性插值计算得到，参见图 6.3.5.1；

C_{wv} ——波浪系数，按 6.3.5.1 确定；

T_{LC} ——所考虑装载工况下的吃水，m；

C_b ——方形系数。

6.3.5.3 垂向波浪剪力

正、负垂向波浪剪力包络值 Q_{wv-pos} 和 Q_{wv-neg}，按下式计算：

$$Q_{wv-pos} = 0.3 f_{prob}\beta_{QV} f_{qwv-pos} C_{wv} LB(C_b + 0.7) \qquad \text{kN}$$

$$Q_{wv-neg} = -0.3 f_{prob}\beta_{QV} f_{qwv-neg} C_{wv} LB(C_b + 0.7) \qquad \text{kN}$$

式中：f_{prob} ——概率因子，按表 6.3.1.3 选取；

β_{QV} ——根据本节 6.3.2 的方法确定；

$f_{qwv-pos}$ ——正垂向波浪剪力沿船长方向的的分布因子，按如下规则选取：

0.0 尾垂线处

$1.59\dfrac{C_b}{C_b+0.7}$ 距尾垂线 0.2L 到 0.3L

0.7 距尾垂线 0.4L 到 0.6L

1.0 距尾垂线 0.7L 到 0.85L

0.0 首垂线处

f_{qwvneg} ——负垂向波浪剪力沿船长方向的分布因子，按如下规则选取：

0.0 尾垂线处

0.92 距尾垂线 0.2L 到 0.3L

0.7 距尾垂线 0.4L 到 0.6L

$1.73\dfrac{C_b}{C_b+0.7}$ 距尾垂线 0.7L 到 0.85L

0.0 首垂线处

中间位置之值通过线性插值计算得到，参见图 6.3.5.3（1）和图 6.3.5.3（2）；

C_{wv} ——波浪系数，按 6.3.5.1 的规定选取；

L ——规范船长，m；

B ——型宽，m；

C_b ——方形系数。

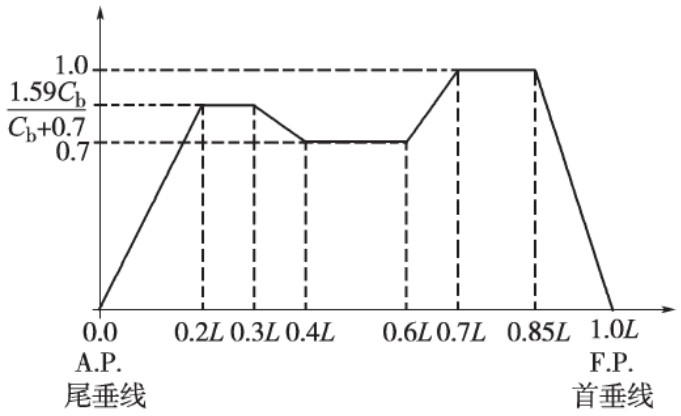


图 6.3.5.3（1） 正垂向波浪剪力沿船长分布因子

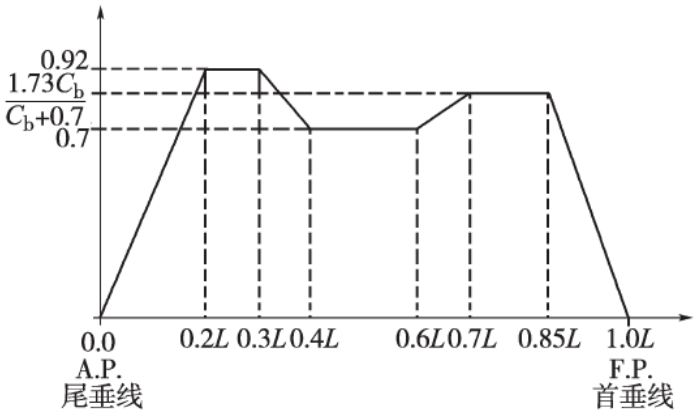


图 6.3.5.3（2） 负垂向波浪剪力沿船长分布因子

6.3.6 局部动载荷

6.3.6.1 一般规定

（1）此处给出了波浪动压力、液舱动压力、上浪载荷和甲板动载荷的包络值。

（2）6.3.6.3 中给出的上浪载荷包络值仅适用于构件尺寸要求和强度评估。

（3）液舱动压力为垂向、横向和纵向加速度产生的惯性分量的组合。

6.3.6.2 波浪动压力

（1）波浪动压力 P_{ex-dyn} 应取 P_1 和 P_2 的大者。P_1 和 P_2 按下式计算：

$$P_1 = 2 f_{prob} \beta_{\exp} f_{n1-P1} \left[\left(P_{11} + \frac{135 B_{local}}{4(B+75)} - 1.2(T_{LC} - z) \right) f_1 + \frac{135 B_{local}}{4(B+75)} f_2 \right] \quad \text{kN/m}^2$$

$$P_2 = 26 f_{prob} \beta_{\exp} f_{n1-P2} \left[\begin{array}{l} \left(\frac{B_{local}}{8}\theta + f_T C_b \frac{0.25 B_{local} + 0.8 C_{wv}}{14} (0.7 + \frac{2z}{T_{LC}}) \right) f_1 \\ + \left(\frac{B_{local}}{8}\theta + f_T C_b \frac{0.25 B_{local}}{14} (0.7 + \frac{2z}{T_{LC}}) \right) f_2 \end{array} \right] \quad \text{kN/m}^2$$

式中：f_{prob} ——概率因子，按表 6.3.1.3 选取；

$f_{n1-P1} = 0.9$；

$f_{n1-P2} = 0.65$；

$\beta_{\exp}$ ——根据本节 6.3.2 的方法确定；

B_{local} ——所考虑装载工况吃水下水线位置处的局部型宽，m，且取值不应小于 $0.5B$；

θ ——横摇角，参见 6.3.3.2；

P_{11} ——等于 $(3 f_s + 0.8) C_{wv}$；

C_{wv} ——波浪系数，按 6.3.5.1 定义；

L ——规范船长，m；

B ——型宽，m；

T_{LC} ——所考虑装载工况下的吃水，m；

T_{sc} ——结构吃水，m；

C_b ——方形系数；

$f_1 = f_{\ln g} - f_{\ln g} f_2 + f_2$

f_2 ——当 $|y| < 0.25 B_{local}$ 时，等于 $0.25(\frac{4|y|}{B_{local}} - 1)$；

当 $|y| \geq 0.25 B_{local}$ 时，$(\frac{4|y|}{B_{local}} - 1)$

f_T ——等于 $\frac{T_{LC}}{T_{sc}}$；

f_s ——按下式计算：

$C_b + \frac{1.33}{\sqrt{C_b}}$ 在尾垂线及其之后处

C_b 距尾垂线0.2L至0.7L之间

$C_b + \frac{1.33}{C_b}$ 在首垂线及其之前处

中间位置之值通过线性插值计算得到；

$f_{\ln g}$ ——按照下式计算：

1.0 在尾垂线处及其之后处

0.7 距尾垂线开始0.2L至0.7L之间

1.0 在首垂线处及其之前处

中间位置之值通过线性插值计算得到；

y ——横向坐标，m；

z ——垂向坐标，m。

（2）最大波浪动压力包络值 $P_{ex-\max}$（见图 6.3.6.2（1））和最小波浪动压力包络值 $P_{ex-\min}$（见图 6.3.6.2（2）），可按下式计算：

$$P_{ex-\max}\begin{cases}=P_{ex-dyn} & \text{在静水线以下}\\ =P_{WL}-10(z-T_{LC}) & \text{当}T_{LC}<z\le T_{LC}+\dfrac{P_{WL}}{10}\text{时}\\ =0 & \text{当}z>T_{LC}+\dfrac{P_{WL}}{10}\text{时}\end{cases}\quad \text{kN/m}^2$$

$$P_{ex-\min}\begin{cases}=-P_{ex-dyn} & \text{在静水线以下}\\ =0 & \text{在静水线以上}\end{cases}\quad \text{kN/m}^2$$

$P_{ex-\min}$ 取值应不小于 $-\rho_{sw}g(T_{LC}-z)$

式中：P_{ex-dyn} ——波浪动压力包络值，kN/m^2，按 6.3.6.2（1）确定；

P_{WL} ——水线位置处的压力，kN/m^2，取静水线位置处的 P_{ex-dyn} 之值；

T_{LC} ——所考虑装载工况下的吃水，m；

ρ_{sw} ——海水密度，取 1.025 t/m^3；

z ——计算点垂向坐标，m。

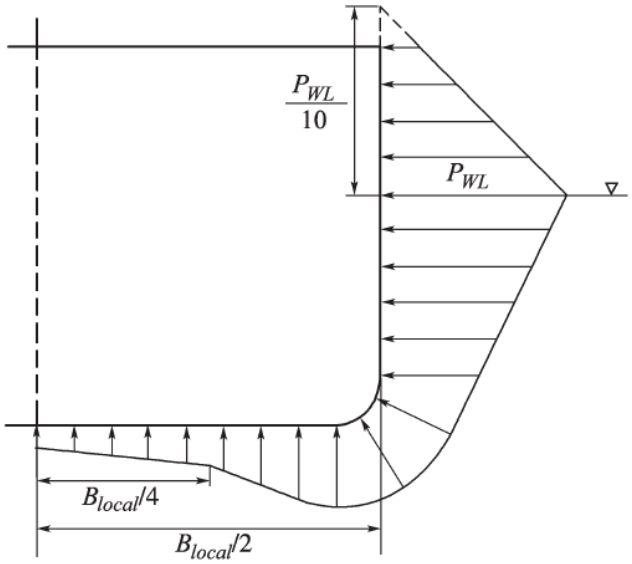


图 6.3.6.2（1） 对于构件尺寸要求和强度评估的最大波浪动压力的横向分布

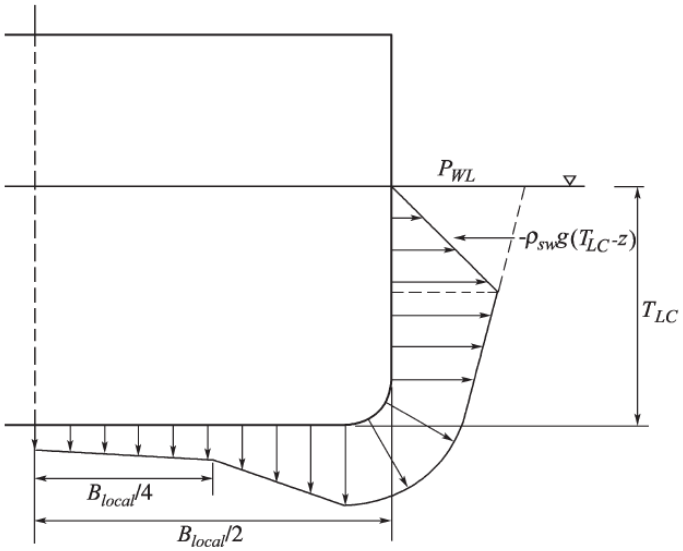


图 6.3.6.2（2） 对于构件尺寸要求和强度评估的最小波浪动压力的横向分布

6.3.6.3 上浪载荷

露天甲板上浪载荷 P_{wdk} 应取下列值的大者：

$$P_{wdk}\begin{cases}=f_{1-dk}(f_{op}P_{1-WL}-10z_{dk-T}) & \text{kN/m}^2\\ =0.8f_{2-dk}(P_{2-WL}-10z_{dk-T}) & \text{kN/m}^2\\ =34.3 & \text{kN/m}^2\end{cases}$$

式中：f_{1-dk}——等于 $0.8+\dfrac{L}{750}$；

f_{2-dk}——等于 $0.5+\dfrac{|y|}{B_{wdk}}$；

f_{op}——取 1.0，距尾垂线 0.2L 及其之前处；

取 0.8，尾垂线及其之后处；

中间位置之值通过线性插值计算得到。

P_{1-WL}——所考虑工况吃水的静水线位置处的 P_1 压力，kN/m^2，参见 6.3.6.2；

P_{2-WL}——所考虑工况吃水的静水线位置处的 P_2 压力，kN/m^2，参见 6.3.6.2；

z_{dk-T}——在所考虑的装载工况下，从甲板到可适用吃水的静水线的距离，m；

B_{wdk}——露天甲板处的局部船宽，m；

L——规范船长，m；

y——载荷计算点的横向坐标，m。

6.3.6.4 液舱动压力

（1）由液舱垂向加速度产生的液舱动压力包络值 P_{in-v}，按下式计算：

$$P_{in-v}=\rho a_v(z_0-z) \qquad \text{kN/m}^2$$

式中：ρ——液舱内液体的密度，取 1.025 t/m^3；

a_v——垂向加速度包络值，m/s^2，取液舱装载货物重心处之值；

z——载荷计算点的垂向坐标，m；

z_0——参照点的垂向坐标，m，参见 6.6.2.7。

（2）由液舱横向加速度产生的液舱动压力包络值 P_{in-t}，按下式计算：

$$P_{in-t}=f_{ull-t}\rho a_t(y_0-y) \quad \text{kN/m}^2$$

式中：ρ——液舱内液体的密度，取 1.025 t/m3；

f_{ull-t}——计及液舱充装不足的因子：

0.67 货油舱，包括设计为可兼做压载水舱的货油舱
1.0 压载舱和其他舱

a_t ——横向加速度包络值，m/s^2，取液舱装载货物重心处之值；

y ——载荷计算点的横向坐标，m；

y_0 ——参照点的横向坐标，m，参见 6.6.2.7。

（3）由液舱纵向加速度产生的内部动压力包络值 $P_{in-\ln g}$，按下式计算：

$$P_{in-\ln g} = f_{ull-\ln g}\rho a_{\ln g}(x_0 - x) \quad \text{kN/m}^2$$

式中：ρ ——液舱内液体的密度，取 1.025 t/m^3；

$f_{ull-\ln g}$ ——计及液舱充装不足的因子：

0.62 货油舱，包括设计为可兼做压载水舱的货油舱
1.0 压载舱和其他舱

$a_{\ln g}$ ——纵向加速度包络值，m/s^2，取液舱装载货物重心处之值；

x ——载荷计算点的纵向坐标，m；

x_0 ——参照点的纵向坐标，m，参见 6.6.2.7。

对于构件尺寸要求和强度评估，同时作用的液舱动压力，P_{in-dyn}，应取所考虑的动载荷工况下分量的综合，参见 6.6.2.7。

6.3.6.5 来自分布载荷的甲板动载荷

甲板、舱底和舱口盖上的甲板动压力包络值 $P_{deck-dyn}$，按下式计算：

$$P_{deck-dyn} = P_{deck}\frac{a_v}{g} \quad \text{kN/m}^2$$

式中：a_v ——垂向加速度包络值，m/s^2，按 6.3.4.3 定义；

P_{deck} ——下甲板及上层建筑内甲板上的均布压力，按 6.2.2.4 定义；

g ——重力加速度，9.81m/s^2。

6.3.6.6 来自重物的动载荷

作用在重货、设备或结构构件的支承结构上的垂向、横向和纵向甲板动载荷的包络值 F_v、F_t 和 $F_{\ln g}$，按下式计算：

$$F_v\begin{cases} = m_{un}a_v \\ = m_{un}a_{\mathrm{t}} \\ = m_{un}a_{\ln g} \end{cases} \quad \text{kN}$$

式中：m_{un}——物件质量，t；

a_v ——所考虑物件重心处的垂向加速度包络值，m/s^2，按 6.3.4.3 定义；

a_t ——所考虑物件重心处的横向加速度包络值，m/s^2，按 6.3.4.4 定义；

$a_{\ln g}$ ——所考虑物件重心处的纵向加速度包络值，m/s^2，按 6.3.4.5 定义。

第 4 节 晃荡和冲击载荷

6.4.1 一般要求

6.4.1.1 载荷分量

本节将给出液舱内的晃荡载荷，船首冲击载荷和船底砰击载荷。

6.4.2 液舱晃荡载荷

6.4.2.1 适用范围和限制

（1）从 6.4.2.2 到 6.4.2.4 中给出的晃荡载荷系指由于浮体运动导致液舱液体自由移动引起的压力。

（2）给出的压力不包括由于高速冲击液舱边界或内部结构所引起的冲击压力影响。对

于在 $0.05h_{max}$ 至 $0.95h_{max}$ 的任一液面高度，最大有效晃荡宽度 b_{slh} 超过 $0.56B$ 或者有效晃荡长度 l_{slh} 超过 $0.13L$ 的液舱，应根据船级社的程序进行额外的冲击计算。

6.4.2.2 液体纵向运动产生的晃荡载荷

（1）在特定的充装高度下，由于液体纵向运动产生的作用在横向密性舱壁和制荡舱壁处的晃荡压力 $P_{slh-\ln g}$，按下式计算：

$$P_{slh-\ln g}=\rho g l_{slh} f_{slh}\left[0.4-(0.39-\frac{1.7l_{slh}}{L})\frac{L}{350}\right] \qquad \text{kN/m}^2$$

式中：ρ ——液舱内液体密度，取值应不小于 1.025 t/m^3；

l_{slh}——有效晃荡长度，m，对于横向密性舱壁和横向制荡舱壁，分别见 6.4.2.2（3）和 6.4.2.2（4）；

$f_{slh}=1-2(0.7-\frac{h_{fill}}{h_{\max}})^2$；

L——规范船长，m；

h_{fill}——装载高度，从舱底开始丈量，参见图 6.4.2.2（1），m；

$h_{\max}$——最大舱室高度包括小的舱口，从舱底开始丈量，参见图 6.4.2.2（1），m；

g——重力加速度，9.81m/s^2。

（2）由于纵向液体运动产生的晃荡载荷 $P_{slh-\ln g}$，应在液舱总深度范围内取常量值，且应取充装高度从 $0.05h_{\max}$ 到 $0.95h_{\max}$ 之间，以 $0.05h_{\max}$ 为步长递增计算所得晃荡压力的大者。

（3）在计算横向密性舱壁处的晃荡载荷时，有效晃荡长度 l_{slh}，按下式计算：

$$l_{slh}=\frac{(1+n_{wash-t}\alpha_{wash-t})(1+f_{wf}\alpha_{wf})l_{tk-h}}{(1+n_{wash-t})(1+f_{wf})} \qquad \text{m}$$

式中：n_{wash-t}——液舱内横向制荡舱壁的数目；

α_{wash-t}——横向制荡舱壁系数（参见图 6.4.2.2（1））：

$\alpha_{wash-t}=\frac{A_{opn-wash-t}}{A_{tk-t-h}}$；

α_{wf}——横向强框架系数（参见图 6.4.2.2（2））：

$$\alpha_{wf}=\frac{A_{opn-wf-h}}{A_{tk-t-h}}$$

当液舱形状沿船长变化和/或设有不同形状的横向强框架时，横向强框架系数可取液舱内所有强框架位置上的加权平均值，即为：

$$\alpha_{wf}=\frac{\sum_{i=1}^{n}\frac{A_{opn-wf-h-i}}{A_{tk-t-h-i}}}{n_{wf}}$$

$A_{opn-wash-t}$——制荡舱壁处横剖面开口在所考虑的充装高度以下的总面积，m^2；

A_{tk-t-h}——液舱横剖面在所考虑的充装高度以下的总面积，m^2；

$A_{opn-wf-h}$——强框架处横剖面开口在所考虑充装高度以下的总面积，m^2；

f_{wf}——液舱内计及横向强框架和横向制荡舱壁数目的因子：

$f_{wf}=n_{wf}/(1+n_{wash-t})$；

n_{wf}——液舱内横向强框架数目，不包括制荡舱壁；

l_{tk-h}——所考虑充装高度处的液舱长度，m。

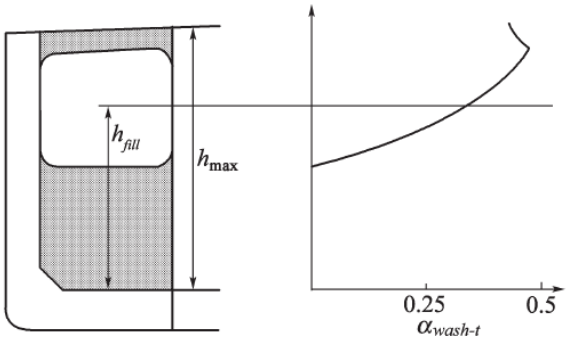


图 6.4.2.2（1） 横向制荡舱壁系数

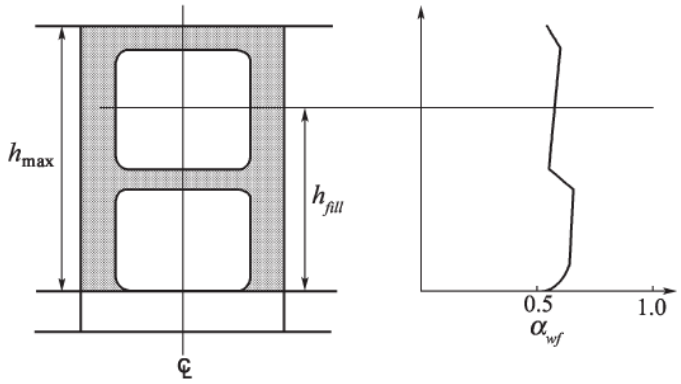


图 6.4.2.2（2） 横向强框架系数

（4）在计算横向制荡舱壁处的晃荡载荷时，有效晃荡长度l_{slh}，按下式计算：

$$l_{slh}=\frac{[1+(n_{wash-t}-1)\alpha_{wash-t}](1+f_{wf}\alpha_{wf})l_{tk-h}}{(1+n_{wash-t})(1+f_{wf})} \qquad \text{m}$$

式中：n_{wash-t}——液舱内横向制荡舱壁的数目；

α_{wash-t}——横向制荡舱壁系数，参见 6.4.2.2（3）定义；

α_{wf}——横向强框架系数，参见 6.4.2.2（3）定义；

$A_{opn-wash-t}$——制荡舱壁处横剖面开口在所考虑的充装高度以下的总面积，m^2；

A_{tk-t-h}——液舱横剖面在所考虑的充装高度以下的总面积，m^2；

$A_{opn-wf-h}$——强框架处横剖面开口在所考虑充装高度以下的总面积，m^2；

f_{wf}——液舱内计及横向强框架和横向制荡舱壁数目的因子：

$f_{wf}=n_{wf}/(1+n_{wash-t})$；

n_{wf}——液舱内横向强框架数目，不包括制荡舱壁；

l_{tk-h}——所考虑充装高度处的液舱长度，m。

（5）对于设有内部强框架的液舱，作用在与密性横舱壁或制荡舱壁邻近的强框架上的晃荡压力P_{slh-wf}，只要其位置距舱壁$0.25l_{slh}$之内，则按下式计算：

$$P_{slh-wf}=P_{slh-\ln g}(1-\frac{s_{wf}}{l_{slh}})^2 \qquad \text{kN/m2}$$

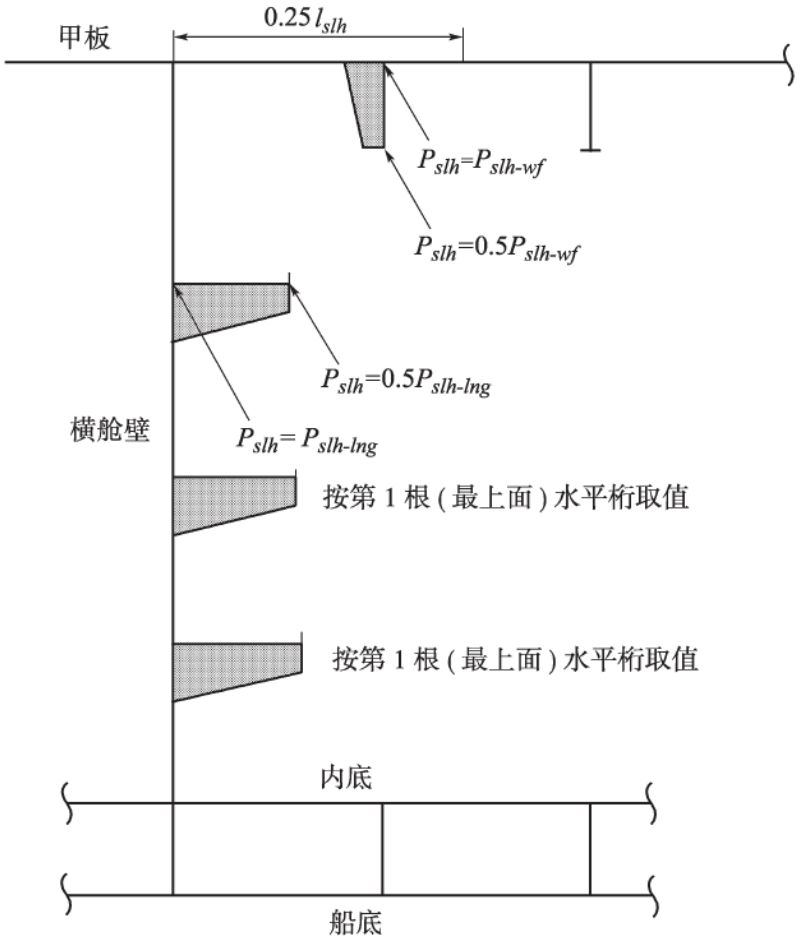
式中：$P_{slh-\ln g}$——作用在舱壁上的晃荡载荷，参见 6.4.2.2（1）；

s_{wf}——从舱壁到特定强框架的距离，m；

l_{slh}——在所考虑的充装高度下，分别根据 6.4.2.2（3）和 6.4.2.2（4）规定所计算得到的有效晃荡长度，m。

整个强框架上的压力分布见图 6.4.2.2（3）。

（6）对于设有内部横舱壁水平桁和/或强框架的液舱，晃荡压力越过上述构件时的分布见图 6.4.2.2（3）。



6.4.2.2（3） 桁材和强框架上的晃荡载荷分布

6.4.2.3 液体横向运动产生的晃荡载荷

（1）在特定充装高度下，由于液体横向运动产生的作用在纵向密性和制荡舱壁处的晃荡载荷 P_{slh-t}，按下式计算：

$$P_{slh-t}=7\rho g f_{slh}(\frac{b_{slh}}{B}-0.3)GM^{0.75} \quad \text{kN/m}^2$$

式中：ρ ——液舱内液体密度，取值应不小于 1.025，t/m^3；

b_{slh} ——有效晃荡宽度，m，对于纵向密性舱壁和纵向制荡舱壁，分别见 6.4.2.3（3）和 6.4.2.3（4），且取值不小于 0.3B；

GM ——初稳性高，对于压载水舱中的晃荡载荷计算，取 0.33 B；对于货油舱中的晃荡载荷计算，取 0.24B；

f_{slh} ——等于 $1-2(0.7-\frac{h_{fill}}{h_{\max}})^2$；

B ——型宽，m；

h_{fill} ——充装高度，m，从舱底板量起，参见图 6.4.2.2（1）；

$h_{\max}$ ——舱室最大高度（包括小舱口），m，从舱底板量起，参见图 6.4.2.2（1）；

g ——重力加速度，9.81m/s^2。

（2）由于横向液体运动引起的晃荡载荷 P_{slh-t}，应在液舱总深度范围内取常量值，且应取充装高度从 0.05 $h_{\max}$ 到 0.95 $h_{\max}$ 之间，以 0.05 $h_{\max}$ 为步长递增计算所得晃荡压力的大者。

（3）对于纵向密性舱壁处的晃荡载荷计算，有效晃荡宽度 b_{slh}，按下式计算：

$$b_{slh}=\frac{(1+n_{wash-\ln g}\alpha_{wash-\ln g})(1+f_{grd}\alpha_{grd})b_{tk-h}}{(1+n_{wash-\ln g})(1+f_{grd})} \quad \text{m}$$

式中：$n_{wash-\ln g}$——液舱内纵向制荡舱壁的数目；

$\alpha_{wash-\ln g}$——纵向制荡舱壁系数

$\alpha_{wash-\ln g}=\frac{A_{opn-wash-\ln g}}{A_{tk-\ln g-h}}$；

α_{grd}——桁材系数

$$\alpha_{grd}=\frac{A_{opn-grd-h}}{A_{tk-\ln g-h}}$$；

$A_{opn-wash-\ln g}$——在特定装载高度以下的制荡舱壁处纵向开口的总面积，m^2；

$A_{tk-\ln g-h}$——在特定装载高度以下的液舱纵剖面的总面积，m^2；

$A_{opn-grd-h}$——在特定装载高度以下的桁材处纵向开口的总面积，m^2；

f_{grd}——液舱内纵向桁材和纵向制荡舱壁的数目的因数：

$$f_{grd}=n_{grd}/(1+n_{wash-\ln g})$$；

n_{grd}——液舱内纵向桁材的数目，包括纵向制荡舱壁；

b_{tk-h}——特定装载高度处的液舱宽度，m。

（4）对于纵向制荡舱壁处的晃荡载荷计算，有效晃荡宽度b_{slh}，按下式计算：

$$b_{slh}=\frac{\left[1+(n_{wash-\ln g}-1)\alpha_{wash-\ln g}\right](1+f_{grd}\alpha_{grd})b_{tk-h}}{(1+n_{wash-\ln g})(1+f_{grd})} \quad \text{m}$$

式中：$n_{wash-\ln g}$——液舱内纵向制荡舱壁的数目；

$\alpha_{wash-\ln g}$——纵向制荡舱壁系数：

$$\alpha_{wash-\ln g}=\frac{A_{opn-wash-\ln g}}{A_{tk-\ln g-h}}$$；

α_{wf}——桁材系数

$$\alpha_{wf}=\frac{A_{opn-grd-h}}{A_{tk-\ln g-h}}$$；

$A_{opnwash\ln g}$——制荡舱壁处纵剖面开口在所考虑的充装高度以下的总面积，m^2；

$A_{tk\ln g\,h}$——液舱纵剖面在所考虑的充装高度以下的总面积，m^2；

$A_{opngrd\,h}$——纵剖面开口在所考虑充装高度以下的总面积，m^2；

f_{grd}——液舱内计及纵桁和纵向制荡舱壁数目的因子；

$f_{grd}\ \ n_{grd}/(1\ n_{wash\ln g})$

n_{grd}——液舱内纵桁的数目，不包括纵向制荡舱壁；

b_{tkh}——所考虑充装高度处的液舱宽度，m。

（5）对于设有内部纵桁和强框架的液舱，作用在与纵向制荡舱壁邻近的纵桁/强框架上的晃荡压力，P_{slhgrd}，只要其位置距舱壁$0.25b_{slh}$之内，按下式计算：

$$P_{slh-grd}=P_{slh-t}(1-\frac{s_{grd}}{b_{slh}})^2 \quad \text{kN/m}^2$$

式中：P_{slh-t}——作用在舱壁上的晃荡压力，参见6.4.2.3（1）；

s_{grd}——由纵向舱壁到所考虑纵桁的距离，m；

b_{slh}——有效晃荡宽度，m，对于纵向密性舱壁和纵向制荡舱壁，分别见6.4.2.3（3）和6.4.2.3（4）；

（6）对于设有内部纵向水平桁材和或纵桁/强框架的液舱，晃荡压力超过上述构件时的

分布如图 6.4.2.3 所示。

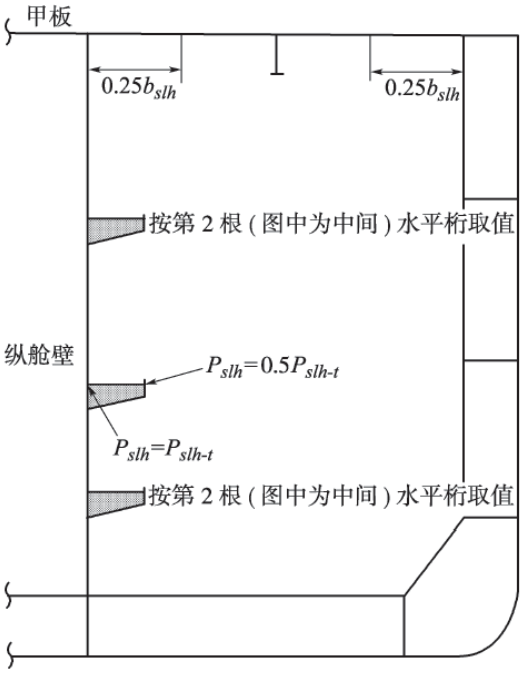


图 6.4.2.3　水平桁和纵桁的压力分布

6.4.2.4　最小晃荡压力

（1）除格形构造的液舱外，货油舱和压载舱中的最小晃荡载荷 $P_{slh-\min}$，应取为 20 kN/m^2。

（2）格形构造的压载水舱中的最小晃荡载荷 $P_{slh-\min}$，应取为 12kN/m^2。

6.4.3　船底砰击载荷

6.4.3.1　适用范围和限制

本节中规定的砰击载荷适用于 $C_b \geq 0.7$ 且船底砰击吃水 $\geq 0.01L$，且 $\leq 0.045L$ 的船舶。对于深吃水砰击载荷，应予以特别考虑。

6.4.3.2　砰击压力

（1）船底砰击压力 P_{slm} 取下面两式大者：

$$P_{slm-mt} = f_{slm}\beta_{\exp}130gc_{slm-mt}e^{c_1} \quad \text{kN/m}^2\text{，当压载舱为空舱时}$$

$$P_{slm-full} = f_{slm}\beta_{\exp}130gc_{slm-full}e^{c_1} - c_{av}\rho g z_{ball} \quad \text{kN/m}^2\text{，当压载舱为满载时}$$

式中：f_{slm}——纵向砰击分布因子，参见图 6.4.3.2，且按如下规定取值：

0，在 0.5L 处

1，距首垂线 $[0.175 - 0.5(C_{bl} - 0.7)]L$ 处

1，距首垂线 $[0.1 - 0.5(C_{bl} - 0.7)]L$ 处

0.5，在首垂线及之前处

中间位置之值通过线性插值计算得到；

$\beta_{\exp}$——根据 6.3.2 确定的方法选取，初始设计时取压载状态下的计算值；

C_{bl}——方形系数，C_b 参见第 4/1.1.9.1 节，但应不小于 0.7 或大于 0.8

c_{slm-mt}——等于 $5.95 - 10.5(\frac{T_{FP-mt}}{L})^{0.2}$；

$c_{slm-full}$——等于 $5.95 - 10.5(\frac{T_{FP-full}}{L})^{0.2}$；

c_1——等于 0　　当 $L \leq 180$ m

等于 $-0.0125(L-180)^{0.705}$　　当 $L > 180$ m；

T_{FP-mt} ——船底砰击区域的压载舱为空舱时的首垂线处的设计砰击压载吃水，按6.4.3.2（2）定义；

$T_{FP-full}$ ——船底砰击区域的压载舱为满舱时的首垂线处的设计砰击压载吃水，按6.4.3.2（3）定义；

L ——规范船长，m；

g ——重力加速度，9.81 kN/m^2；

c_{av} ——动载荷系数，取1.25；

z_{ball} ——从舱顶到载荷计算点的垂向距离，m。

（2）设计者应提供设计砰击吃水T_{FP-mt}与和$T_{FP-full}$。

（3）首垂线处的设计砰击吃水T_{FP-mt}，应不大于装载手册中给出的所有工况下，船底砰击区域的压载舱为空舱时首垂线处的最小吃水。包括使用压载水交换“排空注入”方法的船底砰击区域以内舱室的任一装载工况。

（4）首垂线处的设计砰击吃水$T_{FP-full}$，应不大于装载手册中给出的所有工况下，船底砰击区域的压载舱为满载时首垂线处的最小吃水。包括使用压载水交换“径流”方法的船底砰击区域以内舱室的任一装载工况。

（5）装载指南中应明确标明设计砰击吃水和每个压载舱的压载水交换方法，参见本篇第7章/7.1.2。

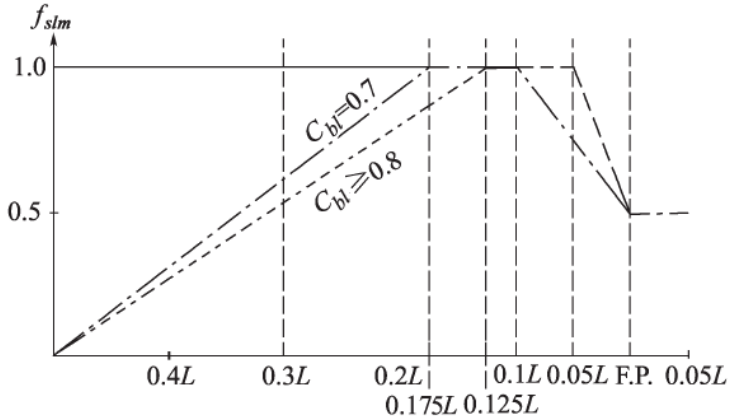


图 6.4.3.2 砰击压力的纵向分布

6.4.4 船首冲击载荷

6.4.4.1 适用范围和限制

船首冲击压力适用于首垂线后0.1 L处之前的区域，并位于压载吃水T_{bal}和最高甲板边线之间的结构。

6.4.4.2 船首冲击压力

船首冲击压力P_{im}按下式计算：

$$P_{im} = 1.025 f_{im} c_{im} V_{im}^2 \sin\gamma \qquad \text{kN/m}^2$$

式中：f_{im}=0.55，首垂线后0.1L处

=0.9， 首垂线后0.0125L处

=1.0， 首垂线及之前处

中间位置之值通过线性插值计算得到

V_{im} ——冲击速度，m/s：

$$V_{im} = 0.514 V_{fwd} \sin\alpha_{wl} + \sqrt{L}$$ ；

V_{fwd} ——前进速度，kn：

$V_{fwd} = 0.75V$，但取值应不小于10；

V ——取最大拖航速度，kn，但不得小于8 kn；

α_{wl}——所考虑位置处的局部水线角，但不应小于35°，参见图6.4.4.2；

γ_{wl}——船首局部冲击角度，在垂直于所考虑位置处的外壳的铅垂面内，由水平线量至该点切线的夹角，但不应小于50°，参见图6.4.4.2；

c_{im}——取1.0，当砰击位置位于吃水T_{bal}和T_{sc}之间时；

等于$\sqrt{1+\cos^2\left[90\dfrac{(h_{fb}-2h_0)}{h_{fb}}\right]}$　当砰击位置位于吃水T_{sc}之上时

h_{fb}——吃水T_{sc}水线到最高甲板边线处的垂向距离，m，参见图6.4.4.2；

h_0——吃水T_{sc}水线到所考虑位置的垂向距离，m，参见图6.4.4.2；

L——规范船长，m；

T_{sc}——结构吃水，m；

T_{bal}——正常压载工况的最小设计压载吃水，m；

WL_j——所考虑位置处的水线，参见图6.4.4.2。

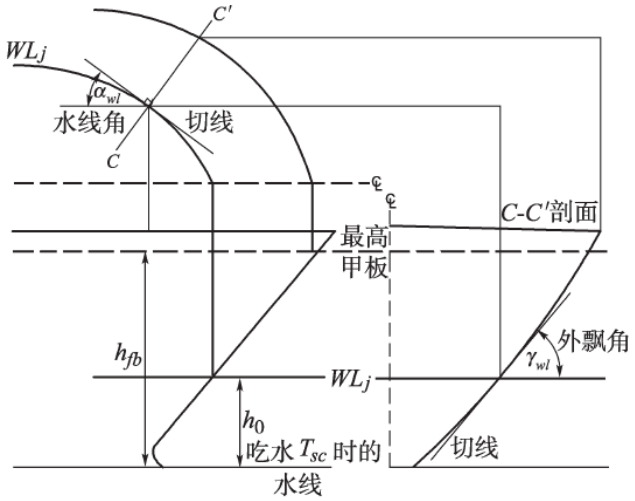


图 6.4.4.2　船首几何形状定义

第 5 节 意外载荷

6.5.1 进水状态

6.5.1.1 总体载荷

在进水状态下，应确定每一进水状态时的静水弯矩和剪力，考虑破损舱室浸没至平衡水线。

6.5.1.2 局部压力

进水状态或破舱状态下，舱室和液舱内的压力取为 $P_{in-flood}$，参见 6.2.2.6。

6.5.2 碰撞载荷

6.5.2.1 一般要求

浮式装置碰撞载荷主要由供应船的动能决定，动能由供应船的质量、附连水的质量和碰撞时瞬时速度决定。由于碰撞情况不同，碰撞后会保留一部分动能，另外动能将转化为浮式装置的应变能。碰撞通常会引起浮式装置的塑性变形或者结构破坏。浮式装置转化的应变能由力—变形关系来估计。浮式装置变形后应能满足总体完整性和稳性的要求。

碰撞的动能通常不小于：

（1）14MJ（兆焦）侧面撞击；

（2）11MJ（兆焦）首部或尾部撞击。

相当于一艘 5000 吨的供应船以 2m/s 速度撞击的能量。考虑具体的环境条件和操作情况可适当降低上述标准。

撞击能量按下式计算：

$$E=\frac{1}{2}(M+a)v^2 \qquad \text{kJ}$$

式中：M ——供应船的排水量，t；

a ——船附加质量，t，侧面撞击为 0.4M，首部或尾部撞击为 0.1M；

v ——撞击速度，m/s。

6.5.2.2 碰撞分析方法

碰撞结构响应通常可通过非线性动力有限元方法或者能量法与简单的弹塑性方法结合来计算。参考浮式装置/供应船应变能转化的程度，可采用以下 3 种方法，见图 6.5.2.2。

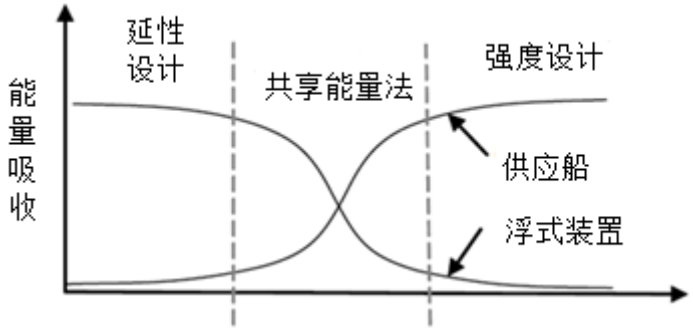


图 6.5.2.2 能量转化与设计方法关系图

（1）强度法

浮式装置拥有足够结构强能够抵御碰撞力，发生较小的变形时，船体发生变形吸收能量；

（2）延性设计

浮式装置发生塑性变形，吸收碰撞的大部分能量；

（3）共享能量法

浮式装置及供应船均发生变形，吸收能量差异较小。

若采用非线性有限元方法计算时，除非有充足的资料证明浮式装置的刚度足够大，能量主要由供应船发生变形而吸收，否则一般采用（2）中的方法，采用此方法计算，浮式装置

的变形最大，最为保守。

6.5.2.3 衡准

通过碰撞分析后，若浮体结构能够满足如下条件，则认为其具有足够的强度：

（1）碰撞后，浮式装置仍能保持其结构完整性；

（2）浮式装置发生破损进水后，能满足稳性的要求。

6.5.3 坠物载荷

在计算由物体坠落引起的意外载荷时，其冲击能量应不小于下式计算值：

$$E = Mgh \qquad \text{kJ}$$

式中：M——物体重量，t；

g——重力加速度，9.81 m/s^2；

h——坠落高度（空气中），m。

对于最大起吊能力大于 30 吨的起重机，海平面处的冲击能量取值不得小于 5kJ；海面下冲击能量认为与水面处相同。

第 6 节 载荷的组合

6.6.1 一般要求

6.6.1.1 本节给出了用于构件尺寸要求和强度评估（有限元法）的设计载荷工况和载荷组合，设计载荷组合见表 6.6.1.1。

6.6.1.2 对于每一种载荷工况，将本章第 3 节中给出的载荷包络值乘以动载荷组合因子，以得到同时作用的动载荷。

6.6.1.3 用于同时作用的动载荷的计算流程在本节 6.6.2 中给出。

6.6.1.4 动载荷组合因子的计算方法在本节 6.6.3 中给出。

6.6.1.5 航行和解脱工况的动载荷组合因子在 6.6.4 中给出，场地自存工况的动载荷组合因子在 6.6.5 中给出。

设计载荷组合表 **表 6.6.1.1**

设计载荷组合 / 载荷分量		场地自存工况		维修/检查工况		航行/解脱工况		意外工况	
		S	S+D	S	S+D	S	S+D	S	S+D
$M_{v-total}$		$M_{sw-perm-oper}$	$M_{sw-perm-oper}+M_{wv}$	$M_{sw-perm-im}$	$M_{sw-perm-im}+M_{wv}$	$M_{sw-perm-sea}$	$M_{sw-perm-sea}+M_{wv}$	—	—
$M_{h-total}$		—	M_h	—	M_h	—	M_h	—	—
Q		$Q_{sw-perm-oper}$	$Q_{s_{sw-perm-oper}}+Q_{wv}$	$Q_{sw-perm-im}$	$Q_{sw-perm-im}+Q_{wv}$	$Q_{sw-perm-sea}$	$Q_{sw-perm-sea}+Q_{wv}$	—	—
P_{ex}	露天甲板	—	$P_{wdk-dyn}$	—	$P_{wdk-dyn}$	—	$P_{wdk-dyn}$	—	$\text{Max}(P_{hys}+P_{wv-dyn}, P_{wdk-dyn})$
	船体外壳	P_{hys}	$P_{hys}+P_{wv-dyn}$	P_{hys}	$P_{hys}+P_{wv-dyn}$	P_{hys}	$P_{hys}+P_{wv-dyn}$	P_{hys}	$P_{hys}+P_{wv-dyn}$
P_{in}	压载舱	$P_{in-air}+P_{drop}$	$P_{in-tk}+P_{in-dyn}$	$P_{in-test}$	$P_{in-test}+P_{in-dyn}$	P_{in-air}	$P_{in-tk}+P_{in-dyn}$	$P_{in-flood}$	$\text{Max}(P_{in-tk}, P_{in-flood})+P_{in-dyn}$
	货油舱	$P_{in-tk}+P_{valve}$	$P_{in-tk}+P_{in-dyn}$	$\max(P_{in-tk}+P_{valve}, P_{in-test})$	$P_{in-test}+P_{in-dyn}$	$P_{in-tk}+P_{valve}$	$P_{in-tk}+P_{in-dyn}$	$P_{in-flood}$	$\text{Max}(P_{in-tk}, P_{in-flood})+P_{in-dyn}$
	其他装液体的舱室	P_{in-air}	$P_{in-tk}+P_{in-dyn}$	$P_{in-test}$	$P_{in-test}+P_{in-dyn}$	P_{in-air}	$P_{in-tk}+P_{in-dyn}$	$P_{in-flood}$	$\text{Max}(P_{in-tk}, P_{in-flood})+P_{in-dyn}$
	水密边界/空舱	—	—	$P_{in-test}$	$P_{in-test}+P_{in-dyn}$	—	—	$P_{in-flood}$	$\text{Max}(P_{in-tk}, P_{in-flood})+P_{in-dyn}$
	干燥处所	—	—	—	—	—	—	$P_{in-flood}$	$P_{in-flood}+P_{in-dyn}$
P_{dk}	干燥处所的内甲板	P_{stat}	$P_{stat}+P_{dk-dyn}$	P_{stat}	$P_{stat}+P_{dk-dyn}$	P_{stat}	$P_{stat}+P_{dk-dyn}$	P_{stat}	$P_{stat}+P_{dk-dyn}$
	重物甲板	F_{stat}	$F_{stat}+F_{dk-dyn}$	F_{stat}	$F_{stat}+F_{dk-dyn}$	F_{stat}	$F_{stat}+F_{dk-dyn}$	F_{stat}	$F_{stat}+F_{dk-dyn}$

注：单独的载荷要求可能在强度评估（有限元）和构件尺寸要求中予以说明。

表中：S——静态设计载荷组合，涵盖所有形影静态载荷的应用；

S+D——静加动载荷组合，涵盖了所有相应静态载荷加上同时发生的动载荷事项的实际组合的应用；

$M_{v-total}$ ——垂向设计弯矩，kN·m；

$M_{sw-perm-oper}$ ——作业工况的船体梁许用中拱和中垂弯矩的包络值，kN·m，见 6.2.1；

$M_{sw-perm-im}$ ——检查维修工况的船体梁许用中拱和中垂弯矩的包络值，kN·m，见 6.2.1；

$M_{sw-perm-sea}$ ——航行工况的船体梁许用中拱和中垂弯矩的包络值，kN·m，见 6.2.1；

M_{wv} ——所考虑动载荷工况的垂向波浪弯矩，kN·m，参见 6.6.2.2；

$M_{h-total}$ ——水平设计弯矩，kN·m；

M_h ——所考虑动载荷工况的水平波浪弯矩，kN·m，见 6.6.2.3；

Q ——垂向设计剪力，kN；

$Q_{sw-perm-oper}$ ——场地自存工况的船体梁许用正、负静水剪力限值，kN·m，见 6.2.1；

$Q_{sw-perm-im}$ ——检查维修工况的船体梁许用正、负静水剪力限值，kN·m，见 6.2.1；

$Q_{sw-perm-sea}$ ——航行工况的船体梁许用正、负静水剪力限值，kN·m，见 6.2.1；

Q_{wv} ——所考虑动载荷工况的垂向波浪剪力，kN，见 6.6.2.4；

P_{ex} ——设计海水压力，kN/m^2；

$P_{wdk-dyn}$ ——所考虑动载荷工况的上浪载荷，kN/m^2，见 6.6.2.6；

P_{hys} ——所考虑装载工况下的海水静压力，kN/m^2，见 6.2.2.2；

P_{wv-dyn} ——所考虑动载荷工况的波浪动压力，kN/m^2，见 6.6.2.5；

P_{in} ——液舱设计压力，kN/m^2；

P_{in-air} ——在用径流法进行压载水交换过程中，空气管溢流或进流造成的液舱静压力，kN/m^2 见 6.2.2.3；

P_{drop} ——液流通过空气管或溢流管造成的附加压力，kN/m^2，见 6.2.2.3；

P_{in-tk} ——液舱静压力，kN/m^2，见 6.2.2.3；

P_{in-dyn} ——所考虑动载荷工况的液舱动压力，kN/m^2，见 6.6.2.7

$P_{in-test}$ ——液舱试验压力，kN/m^2，见 6.2.2.3；

$P_{in-flood}$ ——进水/破舱状态下舱室和液舱的舱内部压力，kN/m^2，见 6.2.2.5；

P_{stat} ——作用在甲板和舱底上的静压力，kN/m^2，见 6.2.2.4；

P_{dk} ——甲板设计压力，kN/m^2；

P_{dk-dyn} ——所考虑动载荷工况的甲板、舱底和舱口盖上的动压力，kN/m^2，见 6.6.2.8；

F_{stat} ——作用在重货、设备或结构构件的支承结构和系固系统上的载荷，kN，见 6.2.2.4；

F_{dk-dyn} ——作用在重货、设备或结构构件的支承结构和系固系统上的动载荷，kN，见 6.6.2.8。

6.6.2 动载荷应用

6.6.2.1 浪向修正因子，f_β，按下列要求选取：

对于拖航和航行工况：

$f_\beta = 0.8$，横浪动载荷工况

$f_\beta = 1.0$，其他浪向的动载荷工况

对于其他操作工况：

$$f_\beta = 0.8$$

6.6.2.2 所考虑的某一动载荷工况的垂向波浪弯矩同时作用的垂向波浪弯矩，M_{wv}，按下式计算：

$$M_{wv} = f_\beta f_{wv} M_{wv-hog} \quad \text{kN}\cdot\text{m} \quad \text{当 } f_{mv} \geq 0$$

$$M_{wv} = -f_\beta f_{wv} M_{wv-sag} \quad \text{kN}\cdot\text{m} \quad \text{当 } f_{mv} < 0$$

式中：M_{wv-hog}——中拱垂向波浪弯矩，kN·m；

M_{wv-sag}——中垂垂向波浪弯矩，kN·m；

f_{wv}——所考虑动载荷工况的垂向波浪弯矩组合因子；

f_β——浪向修正因子。

6.6.2.3 所考虑的某一动载荷工况的水平波浪弯矩同时作用的水平波浪弯矩，M_h，按下式计算：

$$M_h = f_\beta f_{wh} M_{wv-h} \quad \text{kN}\cdot\text{m}$$

式中：M_{wv-h}——水平波浪弯矩，kN·m；

f_{wh}——所考虑动载荷工况的水平波浪弯矩组合因子；

f_β——浪向修正因子。

6.6.2.4 所考虑的某一动载荷工况的垂向波浪剪力同时作用的垂向波浪剪力，Q_{wv}，按下式计算：

$$Q_{wv} = f_\beta f_{qv} Q_{wv-pos} \quad \text{kN} \quad \text{当 } f_{qv} \geq 0$$

$$Q_{wv} = -f_\beta f_{qv} M_{wv-neg} \quad \text{kN} \quad \text{当 } f_{qv} < 0$$

式中：Q_{wv-pos}——正垂向波浪剪力包络值，kN；

Q_{wv-neg}——负垂向波浪剪力包络值，kN；

f_{qv}——所考虑动载荷工况的垂向波浪剪力组合因子；

f_β——浪向修正因子。

6.6.2.5 所考虑的某一动载荷工况的波浪动压力分布

（1）对于所考虑的某一动载荷工况，货油舱区域内的左右舷同时作用的波浪动压力，P_{wv-dyn}，应按下式计算得到，但静水线以下位置的取值应不小于$-\rho_{sw} g(T_{LC} - z)$，对静水线以上位置的取值应不小于0。

$$P_{wv-dyn}\begin{cases} = P_{ctr} + \dfrac{|y|}{0.5B_{local}}(P_{bi\lg e} - P_{ctr}) & \text{底部中心线与舭部起始位置之间} \\ = P_{bi\lg e} + \dfrac{z}{T_{LC}}(P_{WL} - P_{bi\lg e}) & \text{舭部终点位置与静水线之间} \\ = P_{WL} - 10(z - T_{LC}) & \text{静水线以上的舷侧外板} \end{cases}$$

舭部附近的P_{wv-dyn}中间值通过沿垂向距离进行线性插值得到

式中：P_{ctr}——船底板中线位置处的波浪动压力，取为：

$$P_{ctr} = f_{ctr} P_{ex-\max} \quad \text{kN/m}^2$$

$P_{bi\lg e}$——$z = 0$且$y = B_{local}/2$位置处的波浪动压力，取为：

$$P_{bilge} = f_{bilge} P_{ex-\max} \quad \text{kN/m}^2$$

P_{WL}——水线位置处的波浪动压力，取为：

$$P_{WL} = f_{WL} P_{ex-\max} \quad \text{kN/m}^2$$

$P_{ex-\max}$——最大波浪动压力包络值，kN/m^2，见 6.3.6.2；

f_{WL}——所考虑的动载荷工况下，静水线位置处波浪动压力的动载荷组合因子；

f_{bilge}——所考虑的动载荷工况下，舭部位置处波浪动压力的动载荷组合因子；

f_{ctr}——所考虑的动载荷工况下，船底板中线位置处波浪动压力的动载荷组合因子；

B_{local}——所考虑吃水水线位置处的局部船宽，m；

T_{LC}——所考虑装载工况的吃水，m；

y——横向坐标，m；

z——垂向坐标，m；

ρ_{sw}——海水密度，取 1.025，t/m^3；

g——重力加速度，9.81m/s^2。

（2）对于所考虑的某一动载荷工况，货油舱区域以外的左右舷同时作用的波浪动压力，P_{wv-dyn}，应通过 P_{ctr} 和 P_{WL} 之间进行线性插值得到，但对静水线以下位置的取值应不小于 $-\rho_{sw} g(T_{LC} - z)$，对静水线以上位置的取值应不小于 0。

$$P_{wv-dyn} \begin{cases} = P_{ctr} + \dfrac{z}{T_{LC}}(P_{WL} - P_{ctr}) & \text{船底板中心线与静水线之间} \\ = P_{WL} - 10(z - T_{LC}) & \text{静水线以上} \end{cases}$$

式中：P_{ctr}——船底板中心线位置处的波浪动压力，取为：

$$P_{ctr} = f_{ctr} P_{ex-\max} \quad \text{kN/m}^2;$$

P_{WL}——静水线位置处的波浪动压力，取为：

$$P_{WL} = f_{WL} P_{ex-\max} \quad \text{kN/m}^2;$$

$P_{ex-\max}$——最大波浪动压力包络值，kN/m^2，见 6.3.6.2；

f_{WL}——所考虑的动载荷工况下，静水线位置处波浪动压力的动载荷组合因子；

f_{ctr}——所考虑的动载荷工况下，船底板中线位置处波浪动压力的动载荷组合因子；

z——垂向坐标，m；

ρ_{sw}——海水密度，取 1.025，t/m^3；

g——重力加速度，9.81m/s^2。

（3）图 6.6.2.5（1）到 6.6.2.5（3）对波浪动压力的同时作用进行了说明。

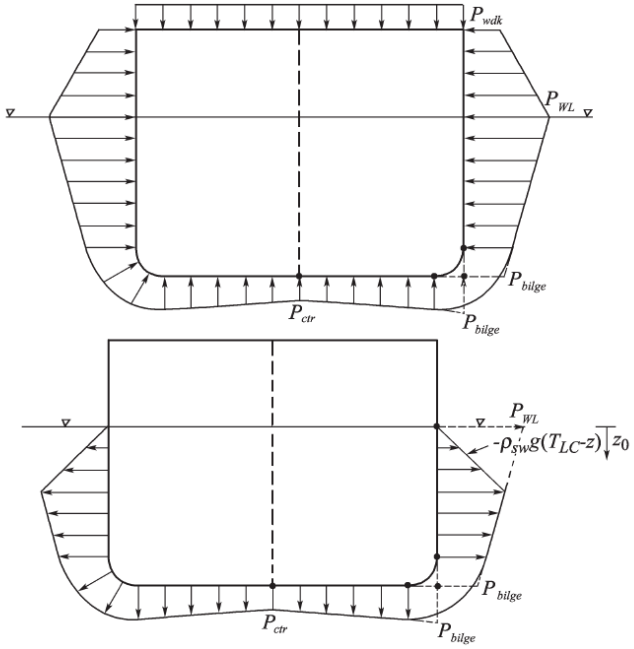


图 6.6.2.5（1） 迎浪动载荷工况的波浪动压力分布

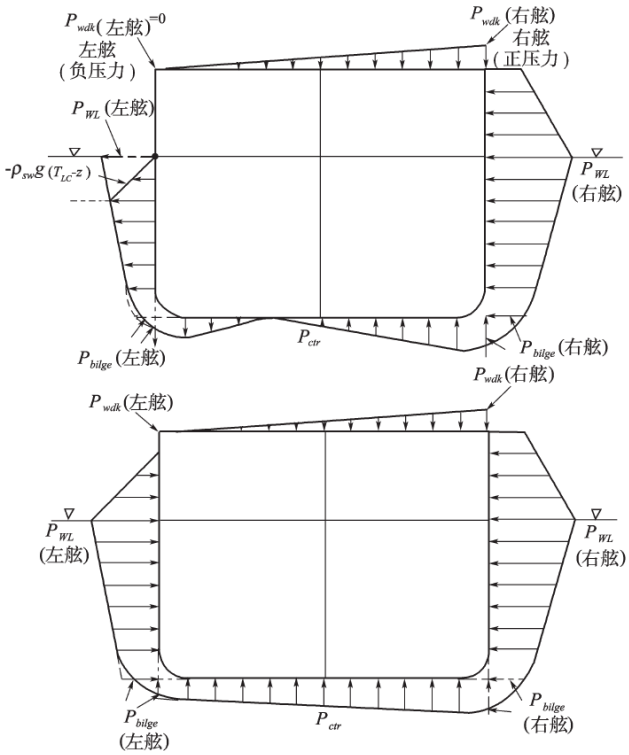


图 6.6.2.5（2） 横浪和斜浪动载荷工况的波浪动压力分布

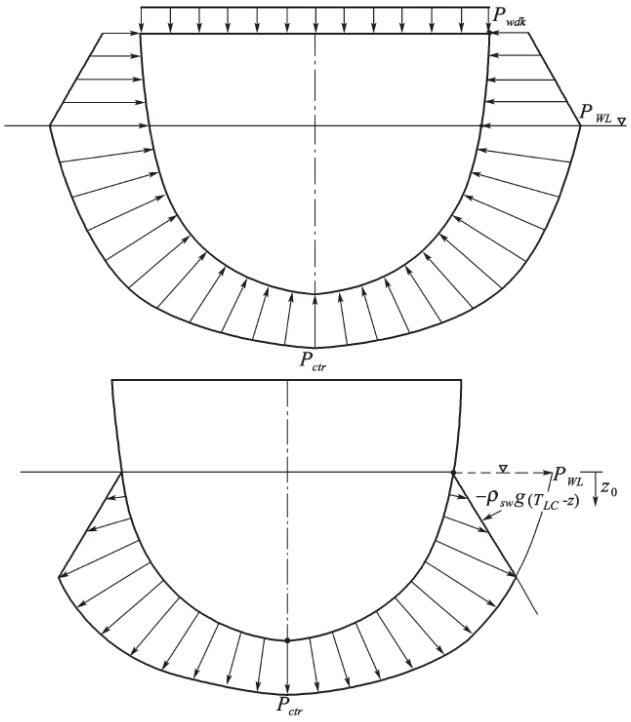


图 6.6.2.5（3） 首、尾部波峰和波谷的波浪动压力分布

6.6.2.6 所考虑的某一动载荷工况的上浪载荷

（1）用于强度评估的同时作用的上浪载荷，$P_{wdk-dyn}$，应通过 P_{wdk-pt} 和 $P_{wdk-stb}$ 之间进行线性插值得到：

左舷处的上浪载荷 P_{wdk-pt}，取下列两式计算值之大者：

$$P_{wdk-pt} = f_{1-dk}(f_{WL}f_{op}P_{1-WL} - 10z_{dk-T}) \quad \text{kN/m}^2$$

$$P_{wdk-pt} = = 0.8(f_{WL}P_{2-WL} - 10z_{dk-T}) \quad \text{kN/m}^2$$

当 f_{WL}=1.0，且当浮式装置设计工况的吃水大于等于 $0.9T_{sc}$ 时，P_{wdk-pt} 的取值应不小于 34.3 kN/m^2。

右舷的上浪载荷 $P_{wdk-stb}$ 取下面两式大者：

$$P_{wdk-stb} = f_{1-dk}(f_{WL}f_{op}P_{1-WL} - 10z_{dk-T}) \quad \text{kN/m}^2$$

$$P_{wdk-stb} = 0.8(f_{WL}P_{2-WL} - 10z_{dk-T}) \quad \text{kN/m}^2$$

当 f_{WL}=1.0，且当浮式装置设计工况的吃水大于等于 $0.9T_{sc}$ 时，$P_{wdk-stb}$ 的取值应不小于 34.3 kN/m^2。

P_{wdk-pt} 和 $P_{wdk-stb}$ 均不小于 0。

式中：f_{1-dk} ——等于 $0.8+\dfrac{L}{750}$；

f_{op} ——系数，1.0，距尾垂线 0.2L 及向前处；

0.8，尾垂线及之后处；

中间值通过线性插值得到；

P_{1-WL} ——所考虑吃水的静水线位置处的 P_1 压力，kN/m^2，见 6.3.6.2；

P_{2-WL} ——所考虑吃水的静水线位置处的 P_2 压力，kN/m^2，见 6.3.6.2；

f_{WL} ——所考虑的动载荷工况下，静水线位置处波浪动压力的动载荷组合因子；

z_{dk-T} ——所考虑的动载荷工况下，从甲板到相应吃水静水线位置处的垂直距离，m；

L ——规范船长，m。

（2）用于构件尺寸要求的露天甲板上的同时作用的上浪载荷 $P_{wdk-dyn}$，应取下列两式计

算值之大者：

$$P_{wdk-dyn} = f_{1-dk}(f_{WL} f_{op} P_{1-WL} - 10 z_{dk-T}) \qquad \text{kN/m}^2$$

当 f_{WL}=1.0，且当浮式装置设计工况的吃水大于等于 $0.9T_{sc}$ 时，其取值应不小于 34.3 kN/m^2。

$$P_{wdk-dyn} = f_{2-dk}(f_{WL} P_{2-WL} - 10 z_{dk-T}) \qquad \text{kN/m}^2$$

当 f_{WL}=1.0 且 f_{2-dk}=1.0，且当浮式装置设计工况的吃水大于等于 $0.9T_{sc}$ 时，P_{wdk-pt} 的取值应不小于 34.3 kN/m^2。

式中：f_{1-dk} ——等于 $0.8+\dfrac{L}{750}$；

f_{2-dk} ——等于 $0.5+\dfrac{|y|}{B_{wdk}}$；

f_{op} ——系数，1.0，距尾垂线 0.2L 及向前处；

0.8，尾垂线及之后处；

中间值通过线性插值得到；

P_{1-WL} ——所考虑吃水的静水线位置处的 P_1 压力，kN/m^2，见 6.3.6.2；

P_{2-WL} ——所考虑吃水的静水线位置处的 P_2 压力，kN/m^2，见 6.3.6.2；

f_{WL} ——所考虑的动载荷工况下，静水线位置处波浪动压力的动载荷组合因子；

y ——横向坐标，m；

z_{dk-T} ——所考虑的装载工况下，从甲板边线到相应吃水静水线位置处的垂直距离，m；

B_{wdk} ——露天甲板处的局部船宽，m；

L ——规范船长，m。

6.6.2.7 所考虑的某一动载荷工况的液舱动压力

（1）货油舱区域内同时作用的液舱动压力 P_{in-dyn}，按下式计算：

$$P_{in-dyn} = f_{\beta}(f_v P_{in-v} + f_t P_{in-t} + f_{\ln g} P_{in-\ln g}) \qquad \text{kN/m}^2$$

式中：P_{in-v} ——由垂向加速度引起的，由 6.3.6.4（1）给出的液舱动压力包络值，参照点 z_0 取为（参见图 6.6.2.7（1））：

（a）舱顶；

（b）设计为采用径流法进行压载水交换的压载舱的空气管/溢流管顶部；

P_{in-t} ——由横向加速度引起的，由 6.3.6.4（2）给出的液舱动压力包络值，参照点 y_0 取为（参见图 6.6.2.7（2））：

（a）左舷舱顶，$f_t > 0$

（b）右舷舱顶，$f_t < 0$

$P_{in-\ln g}$ ——由纵向加速度引起的，由 6.3.6.4（3）给出的液舱动压力包络值，参照点 x_0 取为（参见图 6.6.2.7（3））：

（a）液舱前端舱壁，$f_{\ln g} > 0$

（b）液舱后端舱壁，$f_{\ln g} < 0$

f_v ——所考虑的动载荷工况下，垂向加速度的动载荷组合因子；

f_t ——所考虑的动载荷工况下，横向加速度的动载荷组合因子；

$f_{\ln g}$ ——所考虑的动载荷工况下，纵向加速度的动载荷组合因子；

f_{β} ——浪向修正因子；

x_0 ——参考点纵向坐标，m；

y_0 ——参考点横向坐标，m；

z_0 ——参考点垂向坐标，m。

注：（1）对于非平行液舱，y_0 应选择前端舱壁或后端舱壁上与参考点 x_0 相对应的位置。如果纵向载荷组合因子 $f_{\ln g} = 0$，则 y_0 应从较大船宽位置处的舱壁上选取。

（2）垂向、横向和纵向加速度应取所考虑工况下目标舱室货物重心位置处之值。

（2）货油舱区域以外的液舱动压力 P_{in-dyn}，按下式计算：

$$P_{in-dyn} = f_\beta (f_{v-mid} P_{in-v} + |f_t P_{in-t}| + |f_{\ln g} P_{in-\ln g}|) \qquad \text{kN/m}^2$$

式中：P_{in-v} ——由垂向加速度引起的，由 6.3.6.4（1）给出的液舱动压力包络值，参照点 z_0 取为（参见图 6.6.2.7（1））：

（a）舱顶；

（b）设计为采用径流法进行压载水交换的压载舱的空气管/溢流管顶部；

P_{in-t} ——由横向加速度引起的，由 6.3.6.4（2）给出的液舱动压力包络值，且用 $(y_0 - y)$ 作为舱室的极端宽度；

$P_{in-\ln g}$ ——由纵向加速度引起的液舱动压力，由 6.3.6.4（3）给出的液舱动压力包络值，且用 $(x_0 - x)$ 作为舱室的极端长度；

f_{v-mid} ——所考虑的动载荷工况下，垂向加速度的动载荷组合因子；

f_t ——所考虑的动载荷工况下，横向加速度的动载荷组合因子；

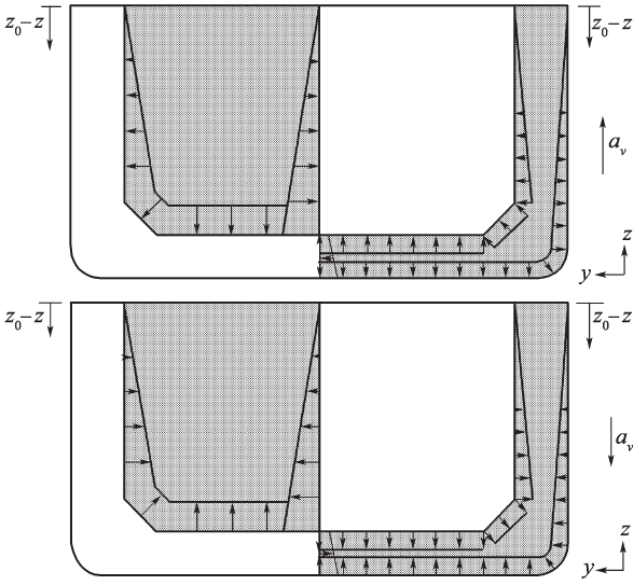
$f_{\ln g}$ ——所考虑的动载荷工况下，纵向加速度的动载荷组合因子；

f_β ——浪向修正因子；

x_0 ——参考点纵向坐标，m；

y_0 ——参考点横向坐标，m；

z_0 ——参考点垂向坐标，m。



注：如压载舱设计为用径流法进行压载水交换，则参考点 z_0 应取在舱室空气管/溢流管的顶点位置处。

图 6.6.2.7（1） 由液舱正、负垂向加速度产生的货油舱（左边）和压载舱（右边）的液舱内部动压力

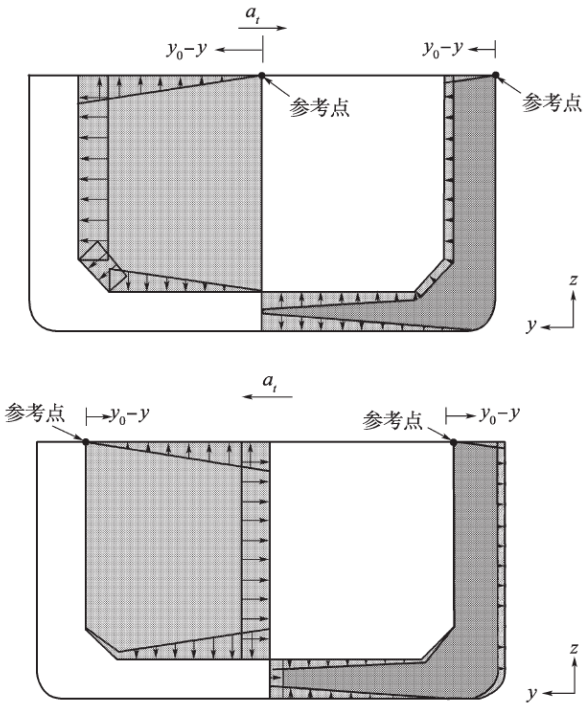


图 6.6.2.7（2） 由液舱负、正横向加速度产生的货油舱（左边）和压载舱（右边）的液舱内部动压力

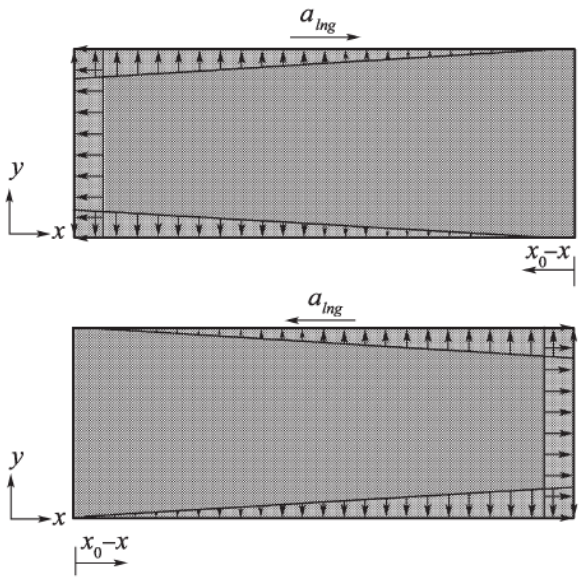


图 6.6.2.7（3） 由液舱正、负纵向加速度产生的货油舱的液舱内部动压力

6.6.2.8 所考虑的某一动载荷工况的甲板动载荷

（1）对于艏楼或尾楼内的封闭上层甲板或其他下甲板，同时作用的局部甲板动载荷，P_{dk-dyn}，按下式计算：

$$P_{dk-dyn} = f_\beta f_{v-mid} P_{deck-dyn} \qquad \text{kN/m}^2$$

式中：$P_{deck-dyn}$——作用在甲板、舱底或舱口盖上的甲板动压力，kN/m^2，见 6.3.6.5；

f_{v-mid}——所考虑的动载荷组合工况下，垂向加速度的动载荷组合因子；

f_β——浪向修正因子。

（2）作用在重货、设备或结构构件的支承结构上的重物垂向动力，F_{dk-dyn}，按下式计算：

$$F_{dk-dyn} = f_\beta f_{v-mid} F_v \qquad \text{kN}$$

式中：F_v——重型部件的垂直动载荷，kN，见 6.3.6.6；

f_{v-mid}——所考虑的动载荷组合工况下，垂向加速度的动载荷组合因子；

f_β——浪向修正因子。

6.6.3 动载荷组合因子

6.6.3.1 在任一动载荷工况中，均同时作用着不同的动载荷分量。在进行强度评估和构件尺寸要求评估时，选取某一分量作为控制载荷，并使其达到最大值；此时，其他载荷分量不一定同时达到各自的最大值。对应的其他载荷分量应取为控制载荷达到最大值时其各自对应的瞬时值，各载荷的瞬时值由各动载荷的包络值乘以对应的动载荷组合因子（DLCF）获得。

6.6.3.2 动载荷组合因子按下式计算获得：

$$DLCF = \frac{V_S}{V_L}$$

式中：V_S——动载荷分量瞬时值；

V_L——动载荷分量长期分析极值。

6.6.3.3 动载荷组合因子计算流程

（1）选取某一载荷作为控制载荷，运用设计波法确定使该控制载荷达到极值响应的等效设计波，即确定了响应特定周期、长期分析极值，即可通过下述公式计算等效设计波幅：

$$A_{EDW}(T_0)=\frac{V_L}{RAO(T_0)}$$

式中：A_{EDW}——等效设计波波幅，m；

V_L——动载荷分量长期分析极值；

T_0——等效设计波周期，s，参见图 6.6.3.2；

RAO——幅频响应算子（对应周期 T_0）。

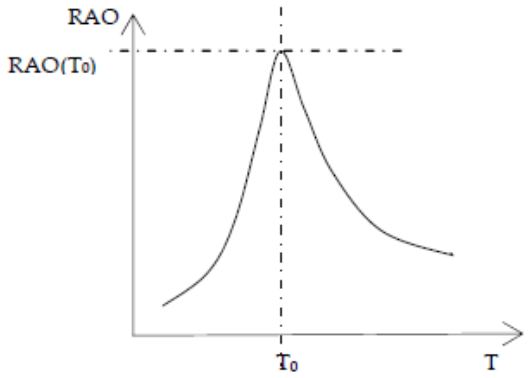


图 6.6.3.2 RAO 示意图

（2）当控制载荷为动载荷分量 i 时，动载荷 j 的动载荷组合因子的数值计算方法如下式所示：

$$DLCF=\frac{V_{S-j}}{V_{L-j}}=\frac{A_{EDW-i}(T_i)\times RAO(T_i)\times\cos(\Delta\varepsilon)}{V_{L-j}}$$

式中：A_{EDW-i}——控制载荷分量 i 对应的等效设计波波幅，m；

RAO——控制载荷分量 i 的幅频响应算子（对应周期 T_0）；

$\Delta\varepsilon$——对应周期 T_i，当控制载荷分量到达极值时，控制载荷分量 i 与载荷分量 j 之间的相位差；

V_{S-j}——当控制载荷分量到达极值时，动载荷分量 j 的瞬时值；

V_{L-j}——动载荷分量 j 长期分析极值；

T_i——控制载荷分量 i 对应的等效设计波周期，s。

同时，可以得到动载荷分量 j 的等效设计波幅的计算公式：

$$A_{EDW-j}(T_j)=\frac{V_{L-j}}{RAO_j(T_j)}$$

由上述公式可以推导得到：

$$V_{L-j}=A_{EDW-j}(T_j)\times RAO_j(T_j)$$

式中：A_{EDW-j}——动载荷分量 j 对应的等效设计波波幅，m；

V_{L-j}——动载荷分量 j 长期分析极值；

T_j——动载荷分量 j 对应的等效设计波周期，s；

RAO_j——动载荷分量 j 幅频响应算子（对应周期 T_j）。

基于上述公式和理论，可以得到：

$$DLCF=\frac{A_{EDW-i}(T_i)}{A_{EDW-j}(T_j)}\times\frac{RAO(T_i)}{RAO_j(T_j)}\times\cos(\Delta\varepsilon)$$

6.6.4 航行/解脱状态的载荷工况和载荷组合

6.6.4.1 对于强度评估（有限元法），动载荷工况和用于获得同时作用的动载荷的动载荷组合因子见表 6.6.4.1。

6.6.4.2 动载荷组合因子（DLCF）表的使用应根据所考虑的纵向位置，详见图 6.6.4.2

和表 6.6.4.2。

6.6.4.3 对于构件尺寸要求评估，动载荷工况应适用于针对设计载荷组合 S＋D 的一套设计载荷。动载荷工况和用于获得同时作用的动载荷的动载荷组合因子见表 6.6.4.3（1）~6.6.4.3（6）。

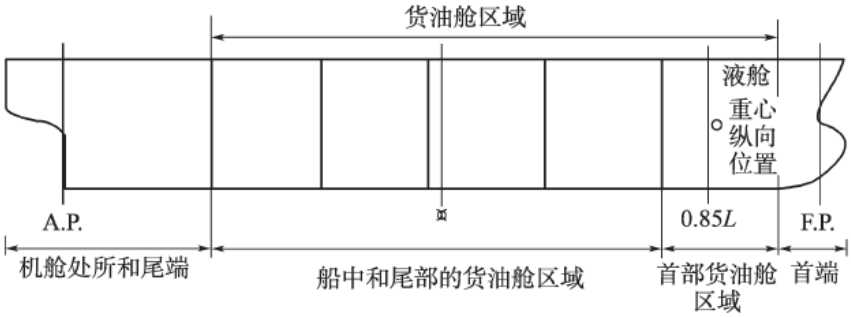


图 6.6.4.2 结构区域示意图

用于构件尺寸评估的动载荷组合因子表 **表 6.6.4.2**

结构区域	机舱处所和尾端	船中和尾部货油舱区域	首部货油舱区域	首 端
适用的舱室和处所	最后的货油舱之后	货油舱纵向重心位于 0.85L 之后	货油舱纵向重心位于 0.85L 之前	最前端舱壁之前
装载工况	6.6.4.3（5）	6.6.4.3（1）	6.6.4.3（3）	6.6.4.3（5）
压载工况	6.6.4.3（6）	6.6.4.3（2）	6.6.4.3（4）	6.6.4.3（6）

强度评估（有限元法）的动载荷工况 **表 6.6.4.1**

波浪方向			迎　浪				横　浪		斜　浪	
最大响应			M_{wv} (中拱)	M_{wv} (中垂)	Q_{wv} (中拱)	Q_{wv} (中垂)	a_v		$M_{wv\text{-}h}$ (中拱)	
动载荷工况			1	2	3	4	5S	5P	6S	6P
总体载荷	M_{wv}	f_{wv}	-1.0	1.0	-1.0	1.0	0.4	-0.4	-0.2	0.4
	Q_{wv}	f_{wv}	1.0	-1.0	1.0	-1.0	-0.2	0.2	0.2	0.0
	$M_{wv\text{-}h}$	$f_{wv\text{-}h}$	0.0	0.0	0.1	-0.1	0.2	-0.2	1.0	-1.0
加速度	a_v	f_v	0.6	-0.6	0.6	-0.6	1.0	-1.0	0.0	-0.1
	a_t	f_t	0.0	0.0	-0.1	0.1	0.2	-0.2	0.0	0.0
	a_{lng}	f_{lng}	-0.3	0.3	0.3	-0.3	-0.1	-0.1	0.4	0.5
左舷波浪动压力	P_{WL}	f_{WL}	-0.5	0.5	-0.5	0.5	-0.2	-0.7	0.1	0.3
	P_{bilge}	f_{bilge}	-0.2	0.2	-0.2	0.2	-0.5	-1.0	0.1	0.4
	P_{ctr}	f_{ctr}	-0.4	0.4	-0.4	0.4	-0.9	-1.0	-0.2	0.3
右舷波浪动压力	P_{WL}	f_{WL}	-0.5	0.5	-0.5	0.5	-0.7	-0.2	0.3	0.1
	P_{bilge}	f_{bilge}	-0.2	0.2	-0.2	0.2	-1.0	-0.5	0.4	0.1
	P_{ctr}	f_{ctr}	-0.4	0.4	-0.4	0.4	-1.0	-0.9	0.3	-0.2
注：表中各参数的定义参见本章第 3 节、6.6.2 和表 6.6.1.1。										

装载工况下船中和尾部货油舱区域的动载荷工况 表 6.6.4.3（1）

波浪方向			迎 浪		横 浪					
最大响应			M_{wv}	a_v	a_t		P_{ctr}		P_{WL}	
动载荷工况			1	2	3S	3P	4S	4P	5S	5P
总体载荷	M_{wv}	f_{wv}	1.0	-1.0	-0.1	-0.1	-0.2	-0.2	-0.3	-0.3
	$M_{wv\text{-}h}$	$f_{wv\text{-}h}$	0.0	0.0	-0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
加速度	$a_{v\text{-}mid}$	$f_{v\text{-}mid}$	-0.2	0.5	0.5	0.5	1.0	1.0	1.0	1.0
	$a_{v\text{-}pt}$	$f_{v\text{-}pt}$	-0.2	0.5	0.2	0.6	0.8	1.0	0.8	1.0
	$a_{v\text{-}stb}$	$f_{v\text{-}stb}$	-0.2	0.5	0.6	0.2	1.0	0.8	1.0	0.8
	a_t	f_t	0.0	0.0	1.0	-1.0	0.5	-0.5	0.6	-0.6
	$a_{lng\text{-}mid}$	$f_{lng\text{-}mid}$	0.3	-0.6	-0.1	-0.1	-0.5	-0.5	-0.6	-0.6
	$a_{lng\text{-}pt}$	$f_{lng\text{-}pt}$	0.3	-0.6	-0.1	-0.1	-0.5	-0.5	-0.6	-0.6
	$a_{lng\text{-}stb}$	$f_{lng\text{-}stb}$	0.3	-0.6	-0.1	-0.1	-0.5	-0.5	-0.6	-0.6
	$a_{lng\text{-}ctr}$	$f_{lng\text{-}ctr}$	0.3	-0.6	-0.1	-0.1	-0.5	-0.5	-0.6	-0.6
右舷波浪动压力	P_{bilge}	f_{bilge}	0.7	-0.6	0.5	0.5	1.0	1.0	0.9	0.9
	P_{ctr}	f_{ctr}	0.3	-0.2	0.8	-0.3	0.9	0.4	1.0	0.4
	P_{WL}	f_{WL}	0.3	-0.3	0.5	-0.2	0.8	0.4	1.0	0.4
左舷波浪动压力	P_{ctr}	f_{ctr}	0.7	-0.6	0.5	0.5	1.0	1.0	0.9	0.9
	P_{bilge}	f_{bilge}	0.3	-0.2	-0.3	0.8	0.4	0.9	0.4	1.0
	P_{WL}	f_{WL}	0.3	-0.3	-0.2	0.5	0.4	0.8	0.4	1.0

注：表中各参数的定义参见本章第 3 节、6.6.2 和表 6.6.1.1。

$a_{v\text{-}mid}$——中间货油舱的垂向加速度，m/s^2；
$a_{v\text{-}pt}$——左舷货油舱的垂向加速度，m/s^2；
$a_{v\text{-}stb}$——右舷货油舱的垂向加速度，m/s^2；
$f_{v\text{-}mid}$——与中间货油舱的垂向加速度有关的动载荷组合因子；
$f_{v\text{-}pt}$——与左舷货油舱或压载舱的垂向加速度有关的动载荷组合因子；
$f_{v\text{-}stb}$——与右舷货油舱或压载舱的垂向加速度有关的动载荷组合因子；
$a_{lng\text{-}mid}$——中间货油舱的纵向加速度，m/s^2；
$a_{lng\text{-}pt}$——左舷货油舱的纵向加速度，m/s^2；
$a_{lng\text{-}stb}$——右舷货油舱的纵向加速度，m/s^2；
$a_{lng\text{-}ctr}$——双层底中部压载舱的纵向加速度，m/s^2；
$f_{lng\text{-}mid}$——与中间货油舱的纵向加速度有关的动载荷组合因子；
$f_{lng\text{-}pt}$——与左舷货油舱或压载舱的纵向加速度有关的动载荷组合因子；
$f_{lng\text{-}stb}$——与右舷货油舱或压载舱的纵向加速度有关的动载荷组合因子；
$f_{lng\text{-}ctr}$——与双层底中部压载舱的纵向加速度有关的动载荷组合因子。

压载工况下船中和尾部货油舱区域的动载荷工况 表 6.6.4.3（2）

波浪方向			迎 浪		横 浪					
最大响应			M_{wv}	a_v	a_t		P_{ctr}		P_{WL}	
动载荷工况			1	2	3S	3P	4S	4P	5S	5P
总体载荷	M_{wv}	f_{wv}	1.0	-1.0	-0.1	-0.1	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2
	$M_{wv\text{-}h}$	$f_{wv\text{-}h}$	0.0	0.0	0.1	-0.1	-0.1	0.1	-0.2	0.2
加速度	$a_{v\text{-}mid}$	$f_{v\text{-}mid}$	-0.1	0.4	0.5	0.5	1.0	1.0	1.0	1.0
	$a_{v\text{-}pt}$	$f_{v\text{-}pt}$	-0.1	0.4	0.1	0.8	0.7	1.0	0.6	1.0
	$a_{v\text{-}stb}$	$f_{v\text{-}stb}$	-0.1	0.4	0.8	0.1	1.0	0.7	1.0	0.6
	a_t	f_t	0.0	0.0	1.0	-1.0	0.8	-0.8	0.6	-0.6
	$a_{lng\text{-}mid}$	$f_{lng\text{-}mid}$	0.2	-0.1	0.0	0.0	-0.2	-0.2	-0.1	-0.1
	$a_{lng\text{-}pt}$	$f_{lng\text{-}pt}$	0.2	-0.1	0.0	0.0	-0.2	-0.2	-0.1	-0.1
	$a_{lng\text{-}stb}$	$f_{lng\text{-}stb}$	0.2	-0.1	0.0	0.0	-0.2	-0.2	-0.1	-0.1
	$a_{lng\text{-}ctr}$	$f_{lng\text{-}ctr}$	0.2	-0.1	0.0	0.0	-0.2	-0.2	-0.1	-0.1
右舷波浪动压力	P_{ctr}	f_{ctr}	1.0	-0.8	0.3	0.3	0.8	0.8	0.4	0.4
	P_{bilge}	f_{bilge}	0.3	-0.2	0.9	-0.4	0.9	0.3	0.9	0.2
	P_{WL}	f_{WL}	0.3	-0.2	0.7	-0.4	0.9	0.2	1.0	0.2
左舷波浪动压力	P_{ctr}	f_{ctr}	1.0	-0.8	0.3	0.3	0.8	0.8	0.4	0.4
	P_{bilge}	f_{bilge}	0.3	-0.2	-0.4	0.9	0.3	0.9	0.2	0.9
	P_{WL}	f_{WL}	0.3	-0.2	-0.4	0.7	0.2	0.7	0.2	1.0
注：表中各参数的定义参见本章第 3 节、6.6.2、表 6.6.1.1 和表 6.6.4.3（1）。										

装载载工况下首部货油舱区域的动载荷工况 表 6.6.4.3（3）

波浪方向			迎 浪		斜 浪				横 浪	
最大响应			a_v	a_{lng}	P_{bilge}		P_{WL}		a_v	
动载荷工况			1	2	3S	3P	4S	4P	5S	5P
总体载荷	M_{wv}	f_{wv}	-0.7	0.9	-0.3	-0.3	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4
	$M_{wv\text{-}h}$	$f_{wv\text{-}h}$	0.0	0.0	-0.1	-0.1	0.2	-0.2	-0.1	0.1
加速度	$a_{v\text{-}mid}$	$f_{v\text{-}mid}$	0.7	0.6	0.9	0.9	0.7	0.7	1.0	1.0
	$a_{v\text{-}pt}$	$f_{v\text{-}pt}$	0.7	0.6	0.9	1.0	0.7	0.7	0.9	1.0
	$a_{v\text{-}stb}$	$f_{v\text{-}stb}$	0.7	0.6	1.0	0.9	0.7	0.7	1.0	0.9
	a_t	f_t	0.0	0.0	0.7	-0.7	0.5	-0.5	0.6	-0.6
	$a_{lng\text{-}mid}$	$f_{lng\text{--}mid}$	-0.8	1.0	-0.5	-0.5	-1.0	-1.0	-0.5	-0.5
	$a_{lng\text{--}pt}$	$f_{lng\text{--}pt}$	-0.8	1.0	-0.5	-0.5	-1.0	-0.7	-0.5	-0.5
	$a_{lng\text{--}stb}$	$f_{lng\text{--}stb}$	-0.8	1.0	-0.5	-0.5	-0.7	-1.0	-0.5	-0.5
	$a_{lng\text{-}ctr}$	$f_{lng\text{--}ctr}$	-0.8	1.0	-0.5	-0.5	-1.0	-1.0	-0.5	-0.5
右舷波浪动压力	P_{ctr}	f_{ctr}	1.0	-0.9	0.8	0.8	0.5	0.5	0.8	0.8
	P_{bilge}	f_{bilge}	0.6	-0.7	1.0	0.5	0.7	0.3	1.0	0.5
	P_{WL}	f_{WL}	0.3	-0.5	0.9	0.4	1.0	0.2	0.9	0.4
左舷波浪动压力	P_{ctr}	f_{ctr}	1.0	-0.9	0.8	0.8	0.5	0.5	0.8	0.8
	P_{bilge}	f_{bilge}	0.6	-0.7	0.5	1.0	0.3	0.7	0.5	1.0
	P_{WL}	f_{WL}	0.3	-0.5	0.4	0.9	0.2	1.0	0.4	0.9
注：表中各参数的定义参见本章第 3 节、6.6.2、表 6.6.1.1 和表 6.6.4.3（1）。										

压载工况下首部货油舱区域的动载荷工况 表 6.6.4.3（4）

波浪方向			迎 浪		斜 浪				横 浪	
最大响应			a_v	a_{lng}	P_{bilge}		P_{WL}		a_v	
动载荷工况			1	2	3S	3P	4S	4P	5S	5P
总体载荷	M_{wv}	f_{wv}	-0.8	0.9	-0.2	-0.2	-0.3	-0.3	-0.1	-0.1
	$M_{wv\text{-}h}$	$f_{wv\text{-}h}$	0.0	0.0	-0.5	0.5	0.3	-0.3	-0.4	0.4
加速度	$a_{v\text{-}mid}$	$f_{v\text{-}mid}$	0.7	-0.6	0.6	0.6	0.9	0.9	1.0	1.0
	$a_{v\text{-}pt}$	$f_{v\text{-}pt}$	0.7	-0.6	0.3	0.8	0.7	0.7	0.5	1.0
	$a_{v\text{-}stb}$	$f_{v\text{-}stb}$	0.7	-0.6	0.8	0.3	0.7	0.7	1.0	0.5
	a_t	f_t	0.0	0.0	0.9	-0.9	0.2	-0.2	0.7	-0.7
	$a_{lng\text{-}mid}$	$f_{lng\text{--}mid}$	-0.9	1.0	-0.3	-0.3	-0.9	-0.9	0.0	0.0
	$a_{lng\text{--}pt}$	$f_{lng\text{--}pt}$	-0.9	1.0	-0.5	0.2	-0.9	-0.6	0.0	0.0
	$a_{lng\text{--}stb}$	$f_{lng\text{--}stb}$	-0.9	1.0	0.2	-0.5	-0.6	-0.9	0.0	0.0
	$a_{lng\text{-}ctr}$	$f_{lng\text{--}ctr}$	-0.9	1.0	-0.3	-0.3	-0.9	-0.9	0.0	0.0
右舷波浪动压力	P_{ctr}	f_{ctr}	1.0	-0.7	0.6	0.6	0.6	0.6	0.4	0.4
	P_{bilge}	f_{bilge}	0.5	-0.4	1.0	-0.3	0.9	0.2	0.8	0.2
	P_{WL}	f_{WL}	0.3	-0.2	0.9	-0.3	1.0	0.1	0.8	0.2
左舷波浪动压力	P_{ctr}	f_{ctr}	1.0	-0.7	0.6	0.6	0.6	0.6	0.4	0.4
	P_{bilge}	f_{bilge}	0.5	-0.4	-0.3	1.0	0.2	0.9	0.2	0.8
	P_{WL}	f_{WL}	0.3	-0.2	-0.3	0.9	0.1	1.0	0.2	0.8
注：表中各参数的定义参见本章第 3 节、6.6.2、表 6.6.1.1 和表 6.6.4.3（1）。										

装载工况下货油舱区域以外处所的动载荷工况 表 6.6.4.3（5）

位置			尾 部							首 部			
波浪方向			随浪	斜 浪		横 浪				横 浪			
最大响应			P_{ctr}	P_{WL}		a_v		a_t		a_v		a_t	
动载荷工况			1	2S	2P	3S	3P	4S	4P	5S	5P	6S	6P
总体载荷	M_{wv}	f_{wv}	-1.0	-0.7	-0.7	-0.4	-0.4	-0.1	-0.1	—	—	—	—
加速度	$a_{v\text{-}mid}$	$f_{v\text{-}mid}$	0.6	0.9	0.9	1.0	1.0	0.3	0.3	1.0	1.0	0.3	0.3
	$a_{v\text{-}pt}$	$f_{v\text{-}pt}$	0.6	—	0.9	—	1.0	—	0.4	—	1.0	—	0.3
	$a_{v\text{-}stb}$	$f_{v\text{-}stb}$	0.6	0.9	—	1.0	—	0.4	—	1.0	—	0.3	—
	a_t	f_t	0.0	0.2	-0.2	0.5	-0.5	1.0	-1.0	0.7	-0.7	1.0	-1.0
	a_{lng}	f_{lng}	0.8	0.7	0.7	0.6	0.6	-0.1	-0.1	-0.7	-0.7	-0.1	-0.1
右舷波浪动压力	P_{ctr}	f_{ctr}	1.0	0.8	0.8	0.7	0.7	0.2	0.2	1.0	1.0	0.2	0.2
	P_{WL}	f_{WL}	0.5	1.0	0.2	0.8	0.3	0.5	-0.3	1.0	0.8	0.2	0.0
左舷波浪动压力	P_{ctr}	f_{ctr}	1.0	0.8	0.8	0.7	0.7	0.2	0.2	1.0	1.0	0.2	0.2
	P_{WL}	f_{WL}	0.5	0.2	1.0	0.3	0.8	-0.3	0.5	0.8	1.0	0.0	0.2

注：表中各参数的定义参见本章第 3 节、6.6.2、表 6.6.1.1 和表 6.6.4.3（1）。

压载工况下货油舱区域以外处所的动载荷工况 表 6.6.4.3（6）

位置			尾 部							首 部			
波浪方向			随浪	斜 浪		横 浪				横 浪			
最大响应			P_{ctr}	P_{WL}		a_v		a_t		a_v		a_t	
动载荷工况			1	2S	2P	3S	3P	4S	4P	5S	5P	6S	6P
总体载荷	M_{wv}	f_{wv}	-1.0	-0.3	-0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	—	—	—	—
加速度	$a_{v\text{-}mid}$	$f_{v\text{-}mid}$	0.6	0.9	0.9	1.0	1.0	0.3	0.3	1.0	1.0	0.3	0.3
	$a_{v\text{-}pt}$	$f_{v\text{-}pt}$	0.6	—	0.9	—	1.0	—	0.5	—	1.0	—	0.5
	$a_{v\text{-}stb}$	$f_{v\text{-}stb}$	0.6	0.9	—	1.0	—	0.5	—	1.0	—	0.5	—
	a_t	f_t	0.0	0.1	-0.1	0.6	-0.6	1.0	-1.0	0.7	-0.7	1.0	-1.0
	a_{lng}	f_{lng}	0.7	0.8	0.8	0.2	0.2	0.0	0.0	-0.3	-0.3	0.0	0.0
右舷波浪动压力	P_{ctr}	f_{ctr}	1.0	0.7	0.7	0.5	0.5	0.1	0.1	0.6	0.6	0.1	0.1
	P_{WL}	f_{WL}	0.8	1.0	0.3	0.6	0.1	0.4	-0.3	0.7	0.3	0.3	-0.1
左舷波浪动压力	P_{ctr}	f_{ctr}	1.0	0.7	0.7	0.5	0.5	0.1	0.1	0.6	0.6	0.1	0.1
	P_{WL}	f_{WL}	0.8	0.3	1.0	0.1	0.6	-0.3	0.4	0.3	0.7	-0.1	0.3
注：表中各参数的定义参见本章第 3 节、6.6.2、表 6.6.1.1 和表 6.6.4.3（1）。													

6.6.5 场地自存状态的载荷工况和载荷组合

6.6.5.1 一般规定

（1）如新造浮式装置的船型尺度及作业区域与原有建造的浮式装置实例相似，可采用其动载荷组合因子用于初始设计。

（2）设计者亦可根据模型试验/本节 6.6.3 所述方法计算新造浮式装置的动载荷组合因子，但应计及下列因素：

- 作业区域载荷；
- 系泊系统/立管载荷；
- 浮式装置方位及波浪方向；
- 装载状态。

6.6.5.2 动载荷组合因子（DLCF）的计算应考虑构件的纵向位置，详见图 6.6.5.2。

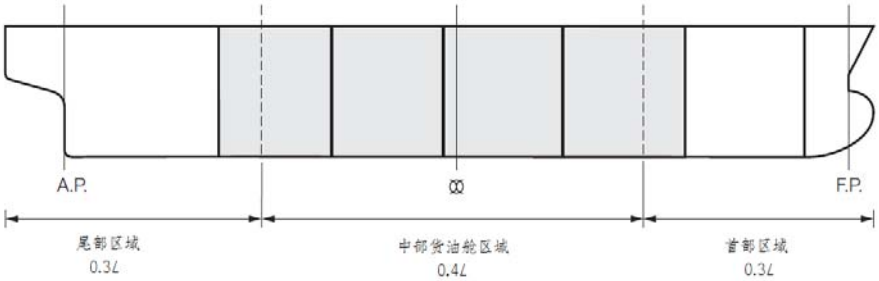


图 6.6.5.2　结构区域示意图

第 7 章 构件尺寸

第 1 节 总纵强度

7.1.1 一般规定

7.1.1.1 本章给出了船式浮式装置船舶区域的构件尺寸公式，对于船式浮式装置的海工区域构件尺寸，还应满足 CCS《海上移动平台入级规范》第 2 篇第 3 章的适用要求。

7.1.1.2 对于其他类型浮式装置的构件尺寸，可参考 CCS《海上移动平台入级规范》第 2 篇第 3 章的适用要求。

7.1.2 装载指南

7.1.2.1 所有浮式装置应备有足够信息的装载指南资料，以指导浮式装置进行装载、外输、压载以及为检验和维修进行的调载，确保浮式装置处于规定的操作限度之内。装载指南资料应包括批准后的装载手册和装载仪。

7.1.2.2 装载指南资料应基于浮式装置的最终数据，并且装载手册上应清晰地表明所有的装载工况和装载限制。装载仪应安装在浮式装置上并实时监控浮式装置的静水弯矩和剪力以保证其处于允许的范围内。

7.1.2.3 如果改造引起浮式装置主要数据的变化（空船重量、浮力分布、液舱容积或使用率等），则要求对装载手册进行更新和重新批准，随后装载仪系统也应进行更新和重新批准。但是，如果变化后的浮体吃水、静水弯矩和剪力与原先批准的数据相差不超过 2%，则不必重新提交新的装载指南。

7.1.2.4 装载指南应采用使用者能理解的语言编写。如果该语言不是英文，则应包括英译本。如果可行，还应提供装载仪系统的输入和输出数据的英译文件。

7.1.2.5 浮式装置的装载手册可参考 CCS《钢质海船入级规范》第 9 篇第 8 节的相关适用要求进行编制。

7.1.2.6 装载仪应满足 CCS《钢质海船入级规范》第 2 篇第 2 章的适用要求。

7.1.3 船体梁弯曲强度

7.1.3.1 7.1.3.4 和 7.1.3.5 中对船体梁剖面模数的要求适用于从尾垂线到首垂线的船体梁全长范围。

7.1.3.2 船体梁剖面的构件还应满足 7.1.5 中的屈曲要求。

7.1.3.3 在船中横剖面内，对于水平中和轴的船体梁净垂向惯性矩 $I_{v\text{-}net50}$，应不小于规范最小船体梁垂向惯性矩 $I_{v\text{-}min}$，其定义如下：

$$I_{v-\min} = 2.7C_{wv}L^3B(C_b + 0.7)\cdot 10^{-8} \quad \text{m}^4$$

式中：C_{wv}——波浪系数，如表 7.1.3.3 定义；

L——规范船长，m，如本篇第 1 章第 2 节定义；

B——型宽，m，如本篇第 1 章第 2 节定义；

C_b——方形系数，如本篇第 1 章第 2 节定义，但应不小于 0.7。

波浪系数 C_{wv} **表 7.1.3.3**

规范船长	*Cwv*
$150 \le L \le 300$	$10.75 - [(300 - L)/100]^{3/2}$
$300 < L < 350$	10.75
$350 \le L \le 500$	$10.75 - [(L - 350)/150]^{3/2}$

7.1.3.4 关于水平中和轴的船体梁净剖面模数 $Z_{v\text{-}net50}$ 应不小于规范要求的基于许用静水弯矩和设计波浪弯矩的船体梁剖面模数 $Z_{v\text{-}req}$，其定义为：

$$Z_{v-req} = \frac{\left|M_{sw-perm} + M_{wv-v}\right|}{\sigma_{perm}} 10^{-3} \quad \text{m}^3$$

式中：$M_{sw\text{-}perm}$——船体梁许用中拱或中垂静水弯矩，kNm，见表 7.1.3.4；

$M_{wv\text{-}v}$——中拱或中垂的垂向波浪弯矩，kNm，见表 7.1.3.4；

σ_{perm}——船体梁许用弯曲应力，N/mm^2，见表 7.1.3.4。

7.1.3.5 如 7.1.3.4 定义的船体梁垂向净剖面模数要求应对中拱和中垂两种状态进行评估。

用于船体梁弯曲评估的载荷和相应的验收衡准 **表 7.1.3.4**

设计载荷组合	静水弯矩 $M_{sw\text{-}perm}$	波浪弯矩 $M_{wv\text{-}v}$	船体梁许用弯曲应力 σ_{perm} (1)	
（S）	$M_{sw\text{-}perm}$	0	143/k	0.4L 船中区域
			105/k	0.9L 到首垂线区域、以及尾垂线到 0.1L 区域
（S+D）	$M_{sw\text{-}perm}$	$M_{wv\text{-}v}$	190/k	0.4L 船中区域
			140/k	0.9L 到首垂线区域、以及尾垂线到 0.1L 区域
式中：$M_{sw\text{-}perm}$——浮式装置在静载荷（S）或者静载荷加动载荷（S+D）工况下、中拱和中垂状态时的船体梁许用静水弯矩，kNm，如本篇第 6 章 6.2.1.1 定义； $M_{wv\text{-}v}$——中拱和中垂状态下的垂向波浪弯矩，kNm，如本篇第 6 章 6.3.5.1 定义，取作： $M_{wv\text{-}hog}$：用于中拱垂向波浪弯矩评估； $M_{wv\text{-}sag}$：用于中垂垂向波浪弯矩评估； k——高强度钢系数，见第 2 篇第 1 章第 6 节。				
注：（1）σ_{perm} 中间值由所给数值线性插值获得				

7.1.3.6 在计算船体梁剖面模数时，从水平中和轴量起的有效甲板高度 $z_{dk\text{-}eff}$，取作：

（1）当在高于连接型甲板边线处和沿船中线向上偏离中和轴 $(z_{dk-side} - z_{NA-net50})/0.9$ 处两点的连线位置无任何有效纵向强度构件：

$$z_{dk-eff} = z_{dk-side} - z_{NA-net50} \quad \text{m}$$

（2）当在高于连接型甲板边线处和沿船中线向上偏离中和轴 $(z_{dk-side} - z_{NA-net50})/0.9$ 处两点的连线位置有任何有效纵向强度构件。

$$z_{dk-efff} = (z_y - z_{NA-net50})\left(0.9 + 0.2\frac{y_{cl}}{B}\right) \quad \text{m}$$

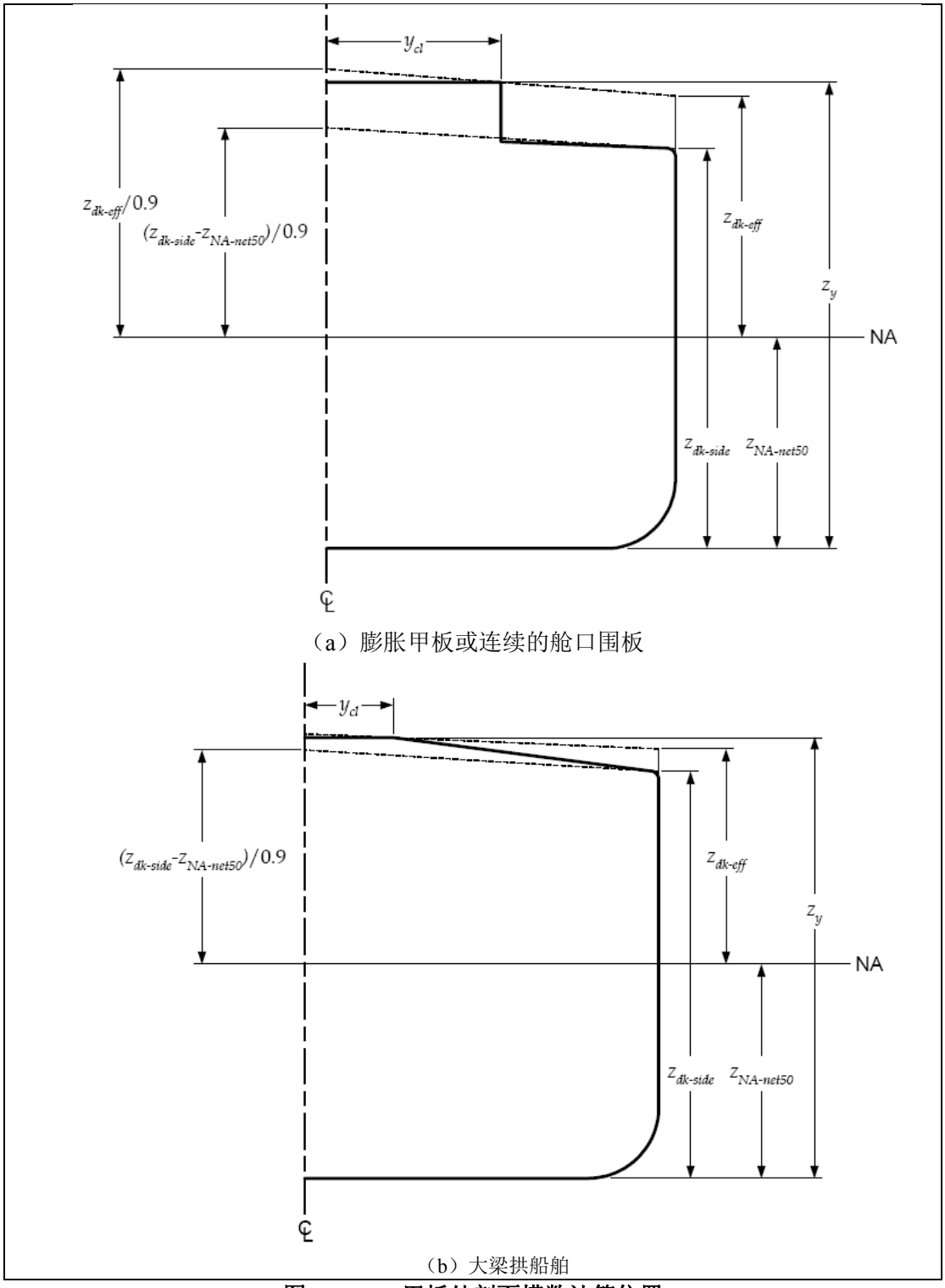
式中：z_y——从基线到偏离船中线 y 处的连续强力构件顶端的距离，m，以取得 $z_{dk\text{-}eff}$ 最大值为准，见图 7.1.3.6；

$z_{NA-net50}$——从基线到水平中和轴的距离，m，见图 7.1.3.6；

y_{cl}——从连续强力构件顶端到船中线的距离，m，以取得 $z_{dk\text{-}eff}$ 最大值为准，见图 7.1.3.6；

B——型宽，m，如本篇第 1 章第 2 节定义；

$z_{dk\text{-}side}$——从基线到型甲板边线的距离，m，见图 7.1.3.6。



（a）膨胀甲板或连续的舱口围板

（b）大梁拱船舶

图 7.1.3.6　甲板处剖面模数计算位置

7.1.4　**船体梁剪切强度**

7.1.4.1　船体梁剪切强度要求适用于从尾垂线到首垂线的船体梁全长范围。

7.1.4.2　本条剪切强度要求适用于图 7.1.4.2 中所示的结构型式，对于其他结构型式将特殊考虑。

7.1.4.3　船体梁剪切强度评估

（1）如 7.1.4.3（2）中定义的船体梁净剪切强度 $Q_{v\text{-}net50}$，应不小于如下所要求垂向剪力 $Q_{v\text{-}req}$：

$$Q_{v-req}=Q_{sw-perm}+Q_{wv} \quad \text{kN}$$

式中：$Q_{sw\text{-}perm}$——船体梁许用静水正剪力或负剪力，kN，见表 7.1.4.3；

Q_{wv}——垂向波浪正剪力或负剪力，kN，见表 7.1.4.3。

（2）船体梁许用静水正剪力和负剪力，$Q_{sw\text{-}perm}$ 和 $Q_{sw\text{-}perm}$ 应满足：

$$Q_{sw-perm} \le Q_{v-net50} - Q_{wv-pos} \quad \text{kN，用于最大的许用正剪力。}$$

$$Q_{sw-perm} \ge -Q_{v-net50} - Q_{wv-neg} \quad \text{kN，用于最小的许用负剪力。}$$

式中：$Q_{sw\text{-}perm}$——船体梁许用静水剪力，kN，见表 7.1.4.3；

$Q_{v\text{-}net50}$——船体梁垂向净剪切强度，取作对船体梁剪切能力有贡献的所有板单元中的最小值，

$$= \frac{\tau_{ij-perm} t_{ij-net50}}{1000 q_v} \quad \text{kN；}$$

$\tau_{ij\text{-}perm}$——用于板 ij 的船体梁许用剪切应力 τ_{perm}，N/mm^2，见表 7.1.4.3；

$Q_{w\text{-}pos}$——正的垂向波浪剪力，kN，见表 7.1.4.3；

$Q_{wv\text{-}neg}$——负的垂向波浪剪力，kN，见表 7.1.4.3；

$t_{ij\text{-}net50}$——板 ij 的等效净厚度，t_{net50}，mm。对于货油舱间的纵舱壁，t_{net50} 视情况取作 $t_{sfc\text{-}net50}$ 和 $t_{str\text{-}k}$，见本章第 1 节 7.1.4.4（1）和 7.1.4.5（1）；

t_{net50}——板的净厚度，mm

$= t_{grs} - 0.5 t_{corr}$；

t_{grs}——板的总厚度，mm，对于槽形舱壁板的总厚度取作 $t_{w\text{-}grs}$ 和 $t_{f\text{-}grs}$ 的最小者；

$t_{w\text{-}grs}$——槽形腹板的总厚度，mm；

$t_{f\text{-}grs}$——槽形翼板的总厚度，mm；

t_{corr}——腐蚀余量，如第 13 章第 5 节定义；

q_v——基于净尺度的所考虑板的每毫米的单位剪流。当单位剪流不能直接计算时，可取：

$$= f_i \left(\frac{q_{1-net50}}{I_{v-net50}} \right) .10^{-9} \quad \text{mm}^{-1}$$

f_i——所考虑的主要纵向船体梁剪切承载构件的剪力分布因子，标准结构形式 f_i 如图 7.1.4.2 定义；

$q_{1\text{-}net50}$——所考虑剖面处在剪应力计算点与垂向顶部间的有效纵向构件的关于水平中和轴的静矩，cm^3，静矩基于净厚度 t_{net50} 进行计算；

$I_{v\text{-}net50}$——船体梁垂向净惯性矩，m^4，如本篇第 1 章第 7 节 1.7.6.1（1）定义。

用于船体梁剪切强度评估的载荷和相应的验收衡准　　表 7.1.4.3

设计载荷组合	静水剪力 $Q_{sw\text{-}perm}$	垂向波浪弯矩 Q_{wv}	船体梁许用剪应力，$\tau_{ij\text{-}perm}$
（S）	$Q_{sw\text{-}perm}$	0	对于板 ij，$105/k$
（S+D）	$Q_{sw\text{-}perm}$	Q_{wv}	对于板 ij，$120/k$

式中：$Q_{sw\text{-}perm}$——浮式装置船体梁许用静水正剪力或负剪力，kN，如本篇第 6 章第 2 节 6.2.1 定义

Q_{wv}——垂向波浪正剪力或负剪力，kN，如本篇第 6 章第 3 节 6.3.5.3 定义，取作：

$Q_{wv\text{-}pos}$ 用于最大正的许用静水剪力的评估；

$Q_{wv\text{-}neg}$ 用于最小负的许用静水剪力的评估；

板 ij——对于板 j，下标 i 代表组成板 j 的子构件；

k ——高强度钢系数，见第 2 篇第 1 章第 6 节。

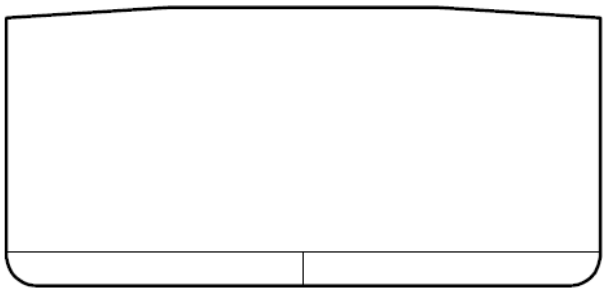
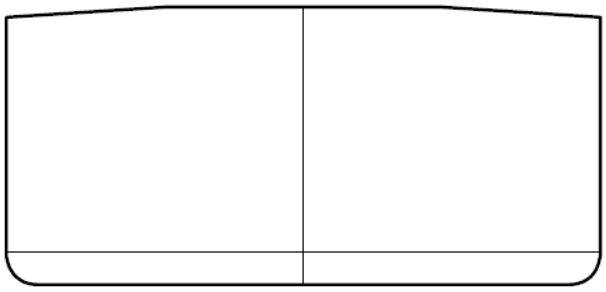
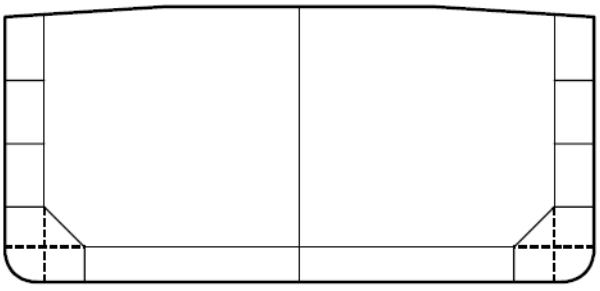
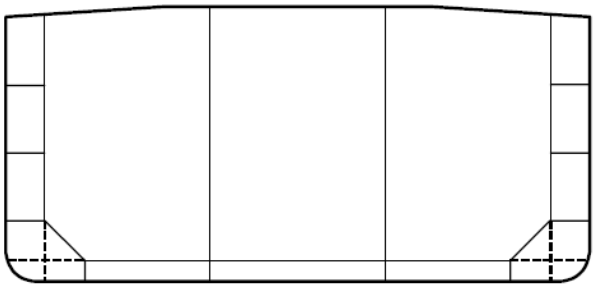
船体结构形式	f_i因子
非货油舱区域（无纵舱壁） 	舷侧外板 $f_1=0.5$
非货油舱区域（设中间纵舱壁） 	舷侧外板 $f_1 = 0.231 + 0.076\frac{A_{1-net50}}{A_{3-net50}}$ 纵舱壁 $f_3 = 0.538 - 0.152\frac{A_{1-net50}}{A_{3-net50}}$
设一道中纵舱壁 	舷侧外板 $f_1 = 0.055 + 0.097\frac{A_{1-net50}}{A_{2-net50}} + 0.020\frac{A_{2-net50}}{A_{3-net50}}$ 内壳 $f_2 = 0.193 - 0.059\frac{A_{1-net50}}{A_{2-net50}} + 0.058\frac{A_{2-net50}}{A_{3-net50}}$ 纵舱壁 $f_3 = 0.504 - 0.076\frac{A_{1-net50}}{A_{2-net50}} - 0.156\frac{A_{2-net50}}{A_{3-net50}}$
设两道纵舱壁 	舷侧外板 $f_1 = 0.028 + 0.087\frac{A_{1-net50}}{A_{2-net50}} + 0.023\frac{A_{2-net50}}{A_{3-net50}}$ 内壳 $f_2 = 0.119 - 0.038\frac{A_{1-net50}}{A_{2-net50}} + 0.072\frac{A_{2-net50}}{A_{3-net50}}$ 纵舱壁 $f_3 = 0.353 - 0.049\frac{A_{1-net50}}{A_{2-net50}} - 0.095\frac{A_{2-net50}}{A_{3-net50}}$
式中：i——下标不同取值代表构件如下 1，舷侧外板 2，内壳 3，纵舱壁 A_i ——结构构件 i 扣除 $0.5t_{corr}$ 后的净面积，见本篇第 1 章第 7 节 1.7.6.4。计算时仅考虑剖面一舷相应构件的面积，中纵舱壁面积 $A_{3\text{-}net50}$ 为实际的净面积，不必考虑其中线的对称性而进行折减。	

图 7.1.4.2　剪力分布因子

7.1.4.4　货油舱间纵舱壁的剪力修正

（1）对用于计算船体梁剪切强度 $Q_{v-net50}$ 的货油舱间纵舱壁，其在内底板以上的板 i j 的有效净板厚 $t_{sfc-net50}$ 应对于局部剪力分布进行修正，按下式计算：

$$t_{sfc-net50}=t_{grs}-0.5t_{corr}-t_{\Delta} \qquad \text{mm}$$

式中：t_{grs}——板总厚度，mm；

t_{corr} ——腐蚀余量，mm，如第 13 章第 5 节定义；

$t_{\triangle}$——板 *ij* 的折减厚度，mm，见本条（2）。

（2）假定剪力修正的厚度折减垂向分布呈三角形，如图 7.1.4.4（a）所表明，计及剪力修正的折减厚度 $t_{\triangle}$取作：

$$t_{\Delta}=\frac{\delta Q_3}{h_{blk}\tau_{ij-perm}}\left(1-\frac{x_{blk}}{0.5l_{tk}}\right)\left(2-\frac{2(z_p-h_{db})}{h_{blk}}\right) \qquad \text{mm}$$

式中：$\delta Q3$——纵舱壁的剪力修正，kN，对于一道和两道纵舱壁的浮体分别如本条（3）和（5）定义；

l_{tk}——货油舱长度，m；

h_{blk}——纵舱壁高度，m，定义为内底到舱壁顶部甲板的距离，如图 7.1.4.4（a）所示；

x_{blk}——计算剖面到最近的货油舱横舱壁的最小纵向距离，m，取正值且不大于 0.5 l_{tk}；

z_p ——从板 *ij* 下缘到基线的垂直距离，m。且不小于 h_{db}；

h_{db}——双层底高度，m，如图 7.1.4.4（a）所示；

$\tau_{ij-perm}$——板 *ij* 的船体梁许用剪切应力，τ_{perm}，N/mm^2，

$=120/k_{ij}$；

k_{ij}——板 *ij* 的高强度钢系数，*k*，见第 2 篇第 1 章第 6 节。

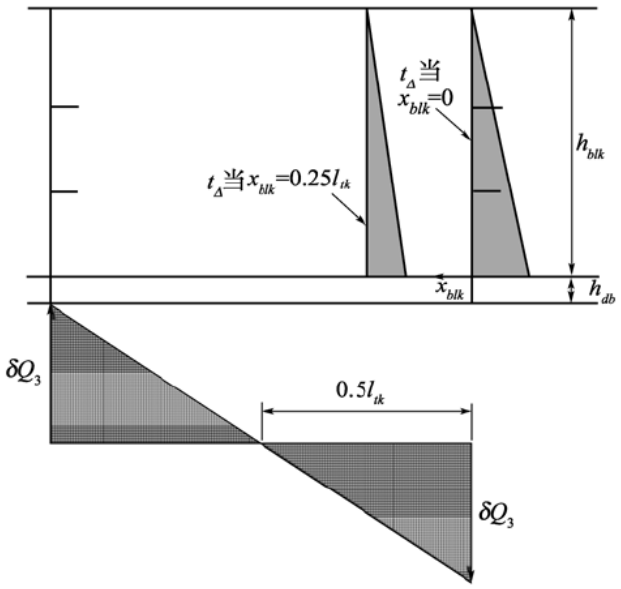


图 7.1.4.4（a） 纵舱壁的剪力修正

（3）货油舱间设一道中纵舱壁的浮体，横舱壁处的剪力修正 δQ_3，取作：

$$\delta Q_3=0.5K_3F_{db} \qquad \text{kN}$$

式中：K_3——修正因子，见本款（4）定义；

F_{db}——货油舱双层底上的最大作用力，kN，如本条（7）定义。

（4）货油舱间设一道中纵舱壁的浮式装置，横舱壁处的剪力修正因子 K_3，取作：

$$K_3=\left[0.40\left(1-\frac{1}{1+n}\right)-f_3\right]$$

式中：*n*——横舱壁间的肋板数量；

f_3——剪力分布因子，见图 7.1.4.2。

（5）货油舱间设两道纵舱壁的浮体，剪力修正 δQ_3，按下式计算：

$$\delta Q_3=0.5K_3F_{db} \qquad \text{kN}$$

式中：K_3——修正因子，见本款（6）；

F_{db}——货油舱双层底上的最大作用力，kN，见本条（7）。

（6）货油舱间设两道纵舱壁的浮式装置，横舱壁处的剪力修正因子 K_3，取作：

$$K_3 = \left[0.5\left(1-\frac{1}{1+n}\right)\left(\frac{1}{r+1}\right) - f_3\right]$$

式中：n——横舱壁间的肋板数量；

r——纵舱壁与双壳之间的制荡舱壁和肋板承载部分载荷的比例，按下式计算：

$$r = \left[\frac{A_{3-net50}}{A_{1-net50}+A_{2-net50}} + \frac{2\times10^4 b_{80}\left(n_s+1\right)A_{3-net50}}{l_{lk}\left(n_s A_{T-net50}+R\right)}\right]^{-1}$$ （注：初步计算时，r可取0.）；

l_{tk}——边货油舱长度，在边油舱横舱壁间，m；

b_{80}——在货油舱长度中点处纵舱壁到内壳纵舱壁距离的 80%，m；

$A_{T\text{-}net50}$——边货油舱内横向制荡舱壁的净剪切面积，包括其下面对应的双层底肋板在内，cm^2，取垂向剖面的最小面积，$A_{T\text{-}net50}$ 基于净厚度 $t_{grs}-0.5t_{corr}$ 进行计算；

$A_{1\text{-}net50}$——净面积，m^2，如图 7.1.4.2 所示；

$A_{2\text{-}net50}$——净面积，m^2，如图 7.1.4.2 所示；

$A_{3\text{-}net50}$——净面积，m^2，如图 7.1.4.2 所示；

f_3——剪力分布因子，如图 7.1.4.2 所示；

n_S——边货油舱内制荡舱壁的数目；

R——边货油舱内横向主要支撑构件的总有效性，按下式计算：

$$R = \left(\frac{n-n_s}{2}-1\right)\frac{A_{Q-net50}}{\gamma} \qquad \text{cm}^2$$

$$\gamma = 1+\frac{300{b_{80}}^2 A_{Q-net50}}{I_{psm-net50}}$$

$A_{Q\text{-}net50}$——边货油舱内横向主要支撑构件的净剪切面积，cm^2，取肋板、横撑和甲板强横梁三者剪切面积之和。$A_{Q\text{-}net50}$ 计算基于净厚度 $t_{grs}-0.5t_{corr}$。取构件的跨距中点位置计算净剪切面积。

$I_{psm\text{-}net50}$——边货油舱内横向主要支撑构件的净剖面惯性矩，cm^4，取肋板、横撑和甲板强横梁三者惯性矩之和。基于净厚度 $t_{grs}-0.5t_{corr}$ 计算。取包括宽度等于主要支撑构件间距的带板在内构件的跨距中点位置计算净剖面惯性矩

t_{grs}——总厚度，mm；

t_{corr}——腐蚀余量，mm，如第 13 章第 5 节定义。

（7）液舱内双层底上的最大作用力 F_{db}，取作：

$$F_{db} = g\left|W_{CT}+W_{CWBT}-\rho_{sw}b_2 l_{tk}T_{mean}\right| \qquad \text{kN}$$

式中：W_{CT}——货油重量，t，如表 7.1.4.4（a）定义；

W_{CWBT}——压载水重量，t，如表 7.1.4.4（a）定义；

b_2——宽度，m，如表 7.1.4.4（a）定义；

l_{tk}——货油舱长度，在边货油舱的横舱壁间，m；

T_{mean}——所考虑装载工况下货油舱长度中点处的吃水，m；

g——重力加速度，9.81 m/s^2；

ρ_{sw}——海水密度，1.025 t/m^3。

双层底的设计工况表 7.1.4.4（a）

结构形式	W_{CT}	W_{CWBT}	b_2
设一道纵舱壁的浮体	货油舱的货物重量，t，最小密度取 1.025t/m^3	左右舷内壳之间的压载水重量，t	货油舱中部位置的左右舷内壳之间的最大宽度，m，见图 7.1.4.4（b）
设两道纵舱壁的浮体	中间货油舱的货物重量，t，最小密度取 1.025t/m^3	中间货油舱下面的压载水重量，t	中间货油舱中部位置的最大宽度，m，见图 7.1.4.4（b）

（8）液舱双层底上的最大作用力 F_{db}，任何情况下 F_{db} 不得小于表 7.1.4.4（b）给出的规范最小工况要求。

双层底的规范最小工况表 7.1.4.4（b）

结构形式	正/负力，F_{db}	最小工况
设一道纵舱壁的浮体	最大的正的净垂向力，F_{db}^{+}	$0.9T_{sc}$，货油舱和压载舱均空舱
	最大的负的净垂向力，F_{db}^{-}	$0.6T_{sc}$，货油舱装满和压载舱空舱
设两道纵舱壁的浮体	最大的正的净垂向力，F_{db}^{+}	$0.9T_{sc}$，货油舱和压载舱均空舱
	最大的负的净垂向力，F_{db}^{-}	$0.6T_{sc}$，中间货油舱装满和压载舱空舱

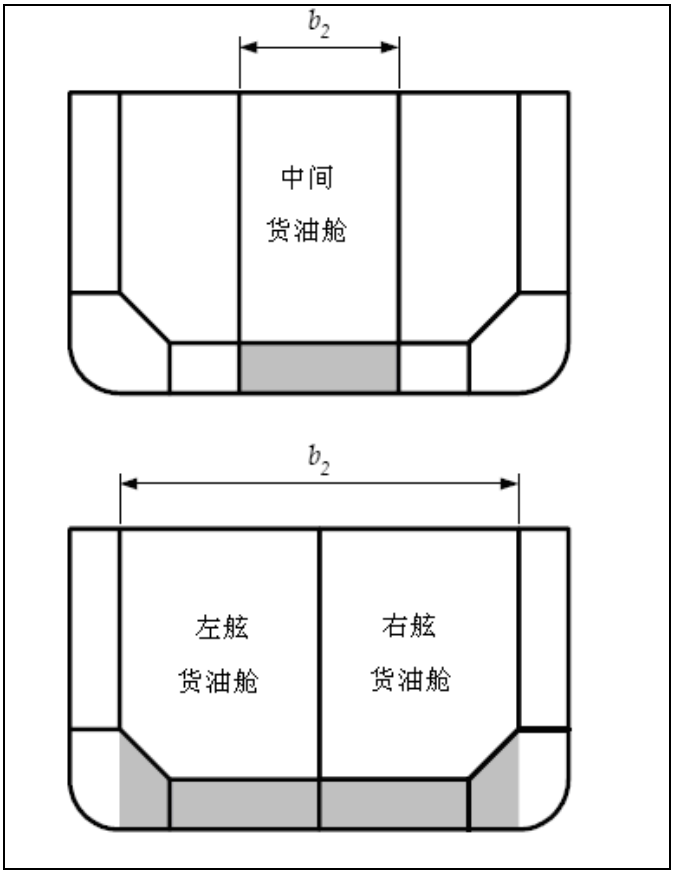


图 7.1.4.4（b） 不同形式油船所包括的货油舱宽度

7.1.4.5 由横舱壁水平桁载荷引起的剪力修正

（1）在横舱壁水平桁连接处，如图 7.1.4.5（b）所指定的区域内，用于船体梁剪切强度计算的板的等效净厚度 $t_{str\text{-}k}$ 应不得大于下列计算值，其中下标 k 是水平桁的标识号。

$$t_{str-k} = t_{sfc-net50}\left(1-\frac{\tau_{str}}{\tau_{ij-perm}}\right) \quad \text{mm}$$

式中：$t_{sfc\text{-}net50}$——有效净板厚，mm，如本章第 1 节 7.1.4.4（1）定义，计算位置取相应的水平桁高度位置的横舱壁处；

$\tau_{ij\text{-}perm}$——板 *ij* 的船体梁许用剪切应力，τ_{perm}，

$=120/k_{ij}$，N/mm^2；

k_{ij}——板 *ij* 的高强度钢系数，*k*，见第 2 篇第 1 章第 6 节；

τ_{str}——等于 $\dfrac{Q_{str-k}}{l_{str}t_{sfc-net50}}$，N/mm^2；

l_{str}——水平桁连接长度，m，见图 7.1.4.5（a）；

Q_{str}——货油舱平排满载工况下由水平桁传递到纵舱壁上的剪力，

$$=0.8F_{str-k}\left(1-\frac{z_{str}-h_{db}}{h_{blk}}\right) \quad \text{kN};$$

$F_{str\text{-}k}$——水平桁总支撑力，kN，如本款以下（2）中定义；

h_{db}——双层底高度，m，见图 7.1.4.5（b）；

h_{blk}——舱壁高度，m，定义为从内底到舱壁顶部甲板的距离，见图 7.1.6.4；

z_{str}——从基线到所考虑水平桁的垂直距离，m。

（2）纵舱壁的水平桁总支撑力 $F_{str\text{-}k}$，取作：

$$F_{str-k}=\frac{P_{str}b_{str}(h_k+h_{k-1})}{2} \quad \text{kN}$$

式中：P_{str}——水平桁上的压力，kN/mm^2，取作 $10h_{tt}$；

h_{tt}——从舱顶到水平桁以下 $h_k/2$ 到水平桁以上 $h_{k\text{-}1}/2$ 之间载荷区域中心的高度， m；

h_k——从所考虑水平桁到其以下一道水平桁之间的垂直距离。对于最底下的水平桁，该距离取水平桁到内底平均垂直距离的 80%，m；

$h_{k\text{-}1}$——从所考虑水平桁到其以上一道水平桁之间的垂直距离。对于最顶上的水平桁，该距离取水平桁至上甲板平均垂直距离的 80%，m；

b_{str}——作用于水平桁上的载荷宽度，m，见图 7.1.4.5（c）和图 7.1.4.5（d）。

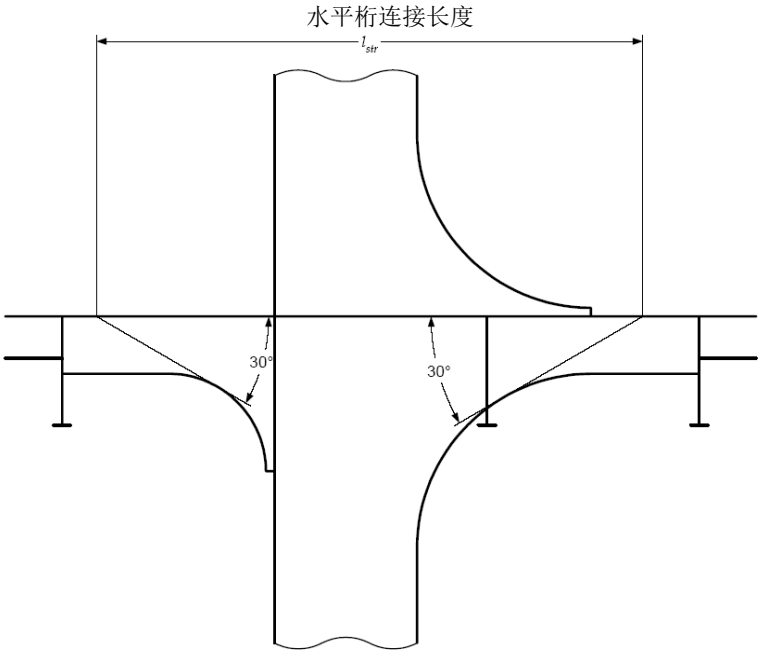


图 7.1.4.5（a） 水平桁的有效连接长度

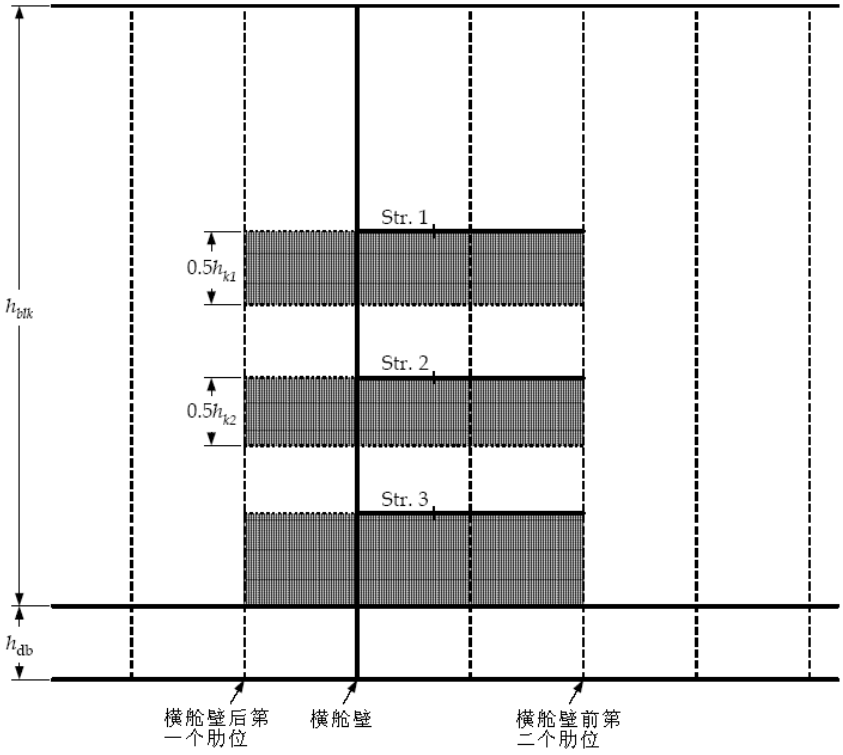


图 7.1.4.5（b） 设三根水平桁浮体的水平桁修正区域，t_{ij}

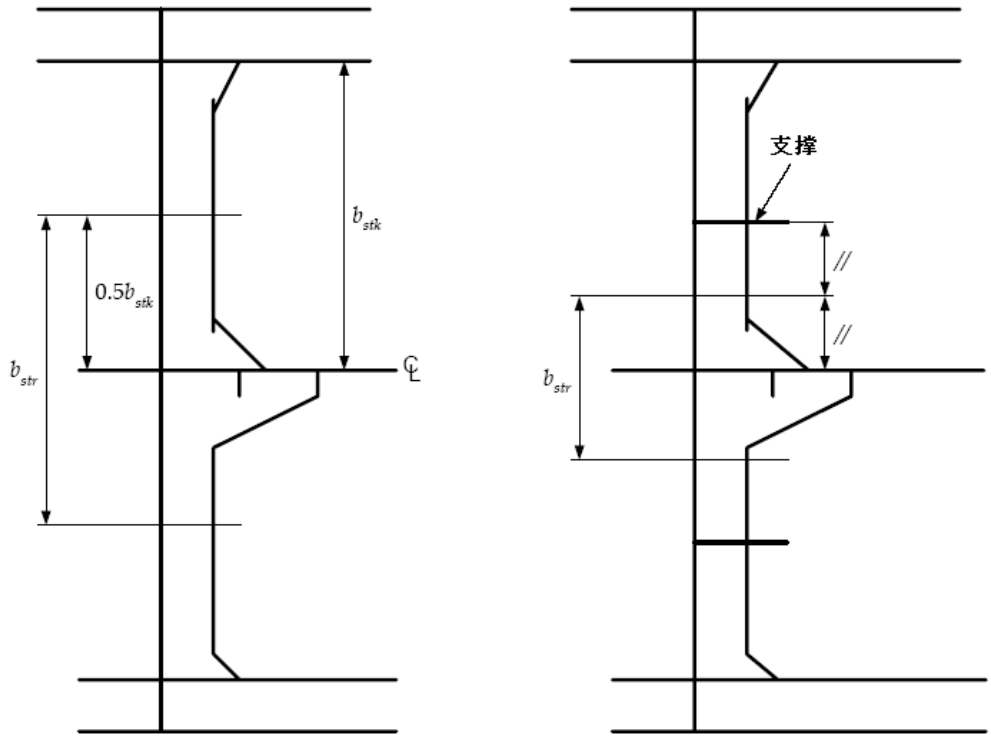
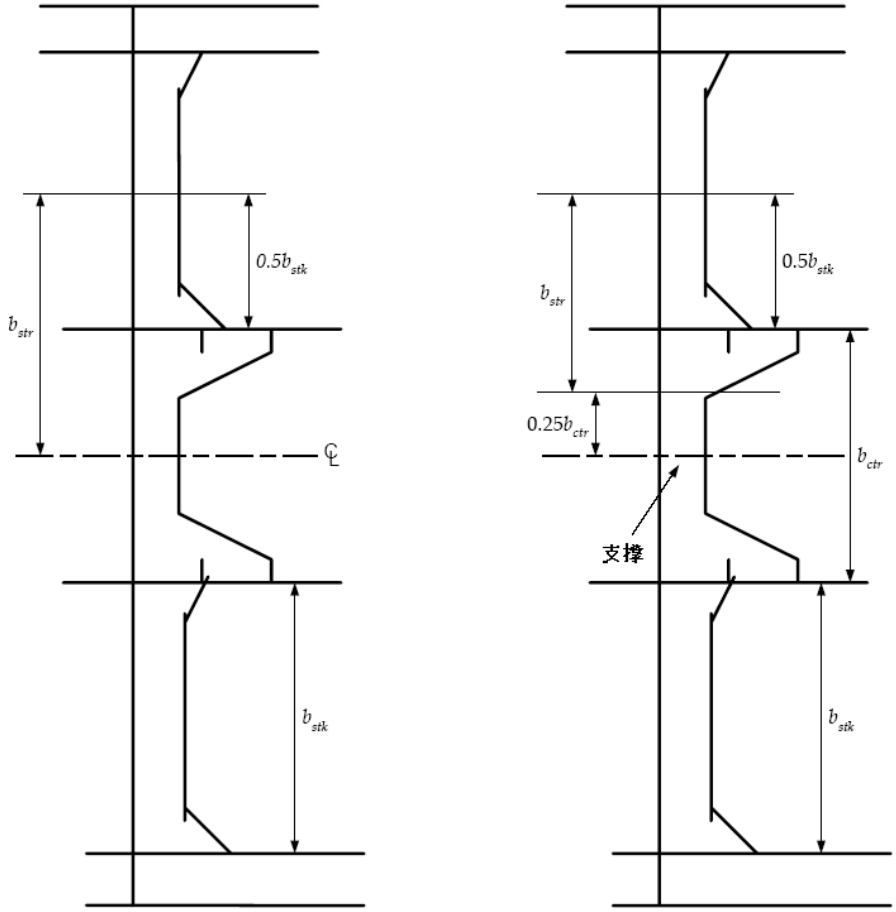


图 7.1.4.5（c） 设一道中纵舱壁的浮体的水平桁载荷宽度

（3）如为达到上述要求而需进行加强，基于 $t_{str\text{-}k}$ 的加强面积应纵向伸展到整个水平桁连接长度且至少覆盖舱壁前后各一个肋位。垂直加强范围应从水平桁位置向上和向下各延伸 $0.5h_k$ 的距离，h_k 为所考虑水平桁到其下面水平桁的垂向距离，如本款（2）中所定义。对于最下面的水平桁，板厚要求 $t_{str\text{-}k}$ 应向下延伸至内底，见图 7.1.4.5（b）。



注：（1）b_{stk}为边货油舱的宽度，m；
（2）b_{ctr}为中间货油舱的宽度，m。

图 7.1.4.5（d）设两道内纵舱壁的浮体的水平桁载荷宽度

7.1.5 船体梁屈曲强度

7.1.5.1 本要求适用于承受船体梁压应力和剪应力的板格和纵骨。其应力应基于本篇第6章第2节6.2.1给出的许用静水弯矩及剪力和本篇第6章第2节6.3.5给出的波浪弯矩及剪力。

7.1.5.2 船体梁屈曲强度要求适用于沿浮体从首柱至尾柱之间的整个长度范围。

7.1.5.3 出于本小节中评估船体梁屈曲强度目的，应对以下作分开考虑：

（a）船体梁轴向压应力，满足本节7.1.5.4（6）和本节7.1.5.4（8）要求

（b）船体梁剪切应力，满足本节7.1.5.4（7）要求。

7.1.5.4 屈曲评估

（1）板格和纵骨的屈曲评估应按基于船体梁净剖面特性计算船体梁应力的本篇第9章确定。

（2）对于屈曲评估的屈曲强度应采用局部净尺度，t_{net}，由下式求得：

$$t_{net} = t_{grs} - t_{corr} \qquad \text{mm}$$

式中：t_{grs}——板材总厚度，mm

t_{corr}——腐蚀余量，mm，按第13章第5节定义。

（3）对于屈曲评估，由于弯曲引起的船体梁压应力，$\sigma_{hg\text{-}net50}$，应采用船体梁净剖面特性计算，并取下列值中的较大者：

$$\sigma_{hg-net50} = \left| \frac{(z - z_{NA-net50})(M_{sw-perm} + M_{wv-v})}{I_{v\text{-}net50}} \right| 10^{-3} \qquad \text{N/mm}^2$$

$$\sigma_{hg-net50} = \frac{30}{k} \quad \text{N/mm}^2$$

式中：$M_{sw\text{-}perm}$——静态和动态组合工况（S+D）下的许用静水弯矩，kNm，按本篇第 6 章 6.2.1 定义，正负号按 7.1.5.4（4）给出

$M_{wv\text{-}v}$——中拱和中垂的垂向波浪弯矩，kNm，按本篇第 6 章 6.3.5.1 定义，正负号按 7.1.5.4（4）给出，$M_{wv\text{-}v}$取作：

$M_{wv\text{-}hog}$用于中拱静水弯矩下的评估

$M_{wv\text{-}sag}$用于中垂静水弯矩下的评估

z——从所考虑的构件至基线距离，m

$z_{NA\text{-}net50}$——从基线至水平中和轴的距离，m，见图 7.1.3.6

$I_{v\text{-}net50}$——船体梁垂向净剖面惯性矩，m^4，按本篇第 1 章第 7 节 1.7.6.1（1）定义

k——高强度钢系数，见第 2 篇第 1 章第 6 节

（4） 对中和轴以上的构件，应取 $M_{sw\text{-}perm}$ 和 $M_{wv\text{-}v}$ 的中垂弯矩值。对中和轴以下的构件，应取中拱弯矩值。

（5）应基于船体梁净剖面特性对用于屈曲评估的船体梁设计剪切应力$\tau_{hg\text{-}net50}$进行计算，取作：

$$\tau_{hg-net50} = \left| (Q_{sw-perm} + Q_{wv})(\frac{1000 q_v}{t_{ij-net50}}) \right| \quad \text{N/mm}^2$$

式中：$Q_{sw\text{-}perm}$——静态和动态组合工况（S+D）的正、负许用静水剪力，kN，按本篇第 6 章第 2 节 6.2.1 定义

Q_{wv}——正、负垂向波浪剪力，kN，按本篇第 6 章第 3 节 6.3.5.3 定义，Q_{wv}取为：

$Q_{wv\text{-}pos}$——用于许用正静水剪力下的评估

$Q_{wv\text{-}neg}$——用于对许用负静水剪力下的评估

$t_{ij\text{-}net50}$——板 ij 的净厚度，mm

$= t_{ij-grs} - 0.5 t_{corr}$；

$t_{ij\text{-}grs}$——板 ij 的总厚度，mm，对于槽形舱壁板的总厚度取作 $t_{w\text{-}grs}$ 和 $t_{f\text{-}grs}$ 的最小者；

$t_{w\text{-}grs}$——槽形腹板的总厚度，mm；

$t_{f\text{-}grs}$——槽形翼板的总厚度，mm；

t_{corr}——腐蚀余量，如第 13 章第 5 节定义；

q_v——所考虑板的单位剪流，按 7.1.4.3（2）定义

注：1．对于设计剪切应力计算，应基于正剪力（静水+波浪）和负剪力（静水+波浪）的最大值

2．对船体梁剪切能力有贡献作用的所有板单元 ij 应予评估。另见表 7.1.4.3 和图 7.1.4.2

（6）板格的受压屈曲强度，应满足下列衡准：

$$\eta \le \eta_{allow}$$

式中：η——屈曲利用因子

$$= \frac{\sigma_{hg-net50}}{\sigma_{cr}}$$

$\sigma_{hg-net50}$——基于船体梁净剖面特性的船体梁压应力，见 7.1.5.4（3）定义

σ_{cr}——临界受压屈曲应力，N/mm^2，为适用的σ_{xcr}或σ_{ycr}，见本篇第 9 章第 5 节 9.5.2.2。临界受压屈曲应力应仅用于对船体梁压应力效果的计算。其他膜应力和横向压力的效果应予忽略。本篇第 13 章第 5 节表 13.5.4.2 所述净厚度为 $t_{grs} - t_{corr}$，应将其用于计算σ_{cr}。

η_{allow}——许用屈曲利用因子：

=1.0，对 0.5D 处或 0.5D 以上的板格

=0.9，对 0.5D 以下的板格。

t_{grs}——板材总厚，mm

t_{corr}——腐蚀余量，mm，见第 13 章第 5 节

（7）板格的剪切屈曲强度，应满足下列衡准：

$$\eta \le \eta_{allow}$$

式中：η ——屈曲利用因子

$$= \frac{\tau_{hg-net50}}{\tau_{cr}}$$

$\tau_{hg-net50}$ ——船体梁设计剪切应力，N/mm^2，按 7.1.5.4（3）定义

τ_{cr} ——临界剪切屈曲应力，N/mm^2，见本篇第 9 章第 5 节 9.5.2.2。临界剪切屈曲应力应仅用于对船体梁剪切应力效果的计算。其他膜应力和横向压力的效果应予忽略。第 13 章第 5 节表 13.5.4.2 所述净厚度为 $t_{grs} - t_{corr}$，应将其用于计算 τ_{cr}；

η_{allow} ——许用屈曲利用因子：

=0.95;

t_{grs}——板材总厚，mm

t_{corr}——腐蚀余量，mm，见第 13 章第 5 节。

（8）纵向加强筋的受压屈曲强度，应满足下列衡准：

$$\eta \le \eta_{allow}$$

式中：η ——屈曲利用因子。屈曲利用因子应仅用于对船体梁压应力效果的计算。其他膜应力和横向压力的效果应忽略。

η_{allow} ——许用屈曲利用因子：

=1.0，对 0.5D 处或 0.5D 以上的加强筋

=0.9，对 0.5D 以下的加强筋。

7.1.6 纵向船体梁的过渡和结构连续性

7.1.6.1 基于 7.1.3.3 给出的惯性矩要求的船体梁所有连续纵向构件尺度应在船中 0.4L 区域内保持不变。

7.1.6.2 如果符合 7.1.3.4 和 7.1.3.5 给出的沿全船范围船体梁弯曲和 7.1.5 给出的沿全船范围船体梁屈曲要求，如 7.1.3.3 给出的规范最小剖面惯性矩所要求的船中 0.4L 区域以外的构件尺度可以逐渐递减到在端部的局部要求。对于高强度钢的过渡见 7.1.6.3 和 7.1.6.4。

7.1.6.3 若使用高强度钢，则高强度钢的使用范围在船长范围内应保持连续直至纵向应力水平在低碳钢许用范围之内，见图 7.1.6.3。

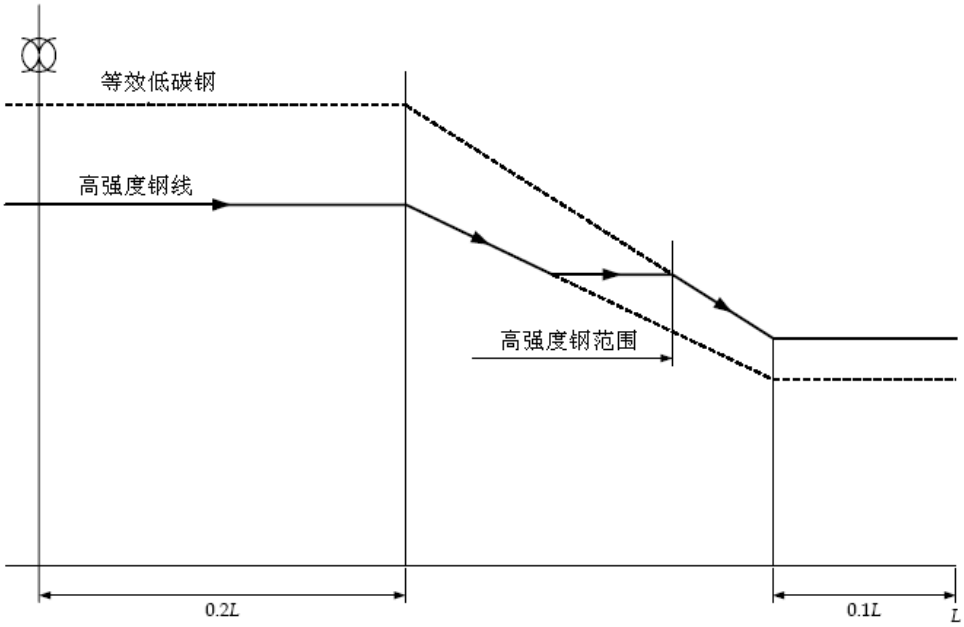


图 7.1.6.3 高强度钢的纵向范围

7.1.6.4 用于甲板或船底的高强度钢的垂向范围，z_{hts}，从型甲板边线或龙骨量起应不得小于下式计算值，见图 7.1.6.4。

$$z_{hts} = z_1\left(1-\frac{190}{\sigma_1 k_i}\right) \qquad \text{m}$$

式中：z_1——从水平中和轴分别到型甲板边线或龙骨的距离，m；

σ_1——对于船体梁甲板和龙骨分别取作 σ_{dk} 和 σ_{kl}，N/mm^2；

σ_{dk}——型甲板边线处的船体梁弯曲应力取作：

$$= \frac{\left|M_{sw-perm}+M_{wv-v}\right|}{I_{v-net50}}(z_{dk-side}-z_{NA-net50})\cdot 10^{-3}，\ \text{N/mm}^2；$$

σ_{dk}——龙骨处的船体梁弯曲应力由下式给出：

$$= \frac{\left|M_{sw-perm}+M_{wv-v}\right|}{I_{v-net50}}(z_{NA-net50}-z_{kl})\cdot 10^{-3}，\ \text{N/mm}^2；$$

$M_{sw\text{-}perm}$——适用的静力加动力组合工况（S+D）下船体梁许用静水弯矩，kNm，如第 6 章/6.2.1 定义；

$M_{wv\text{-}v}$ ——中拱和中垂垂向波浪弯矩，kNm，如本篇第 6 章 6.3.5.1 定义，为：

$M_{wv\text{-}hog}$ 用于中拱垂向波浪弯矩下的评估

$M_{wv\text{-}sag}$ 用于中垂垂向波浪弯矩下的评估

$I_{v\text{-}net50}$——船体梁垂向净惯性矩，m^4，如本篇第 1 章第 7 节 1.7.6.1（1）定义；

$z_{dk-side}$——从基线到型甲板边线的距离，m；

z_{kl}——从基线到龙骨的垂直距离，m；

$z_{NA\text{-}net50}$——从基线到水平中和轴的距离，m；

k_i——如图 7.1.6.4 定义的对于面积 i 的高强度钢系数，k 见第 2 篇第 1 章第 6 节。

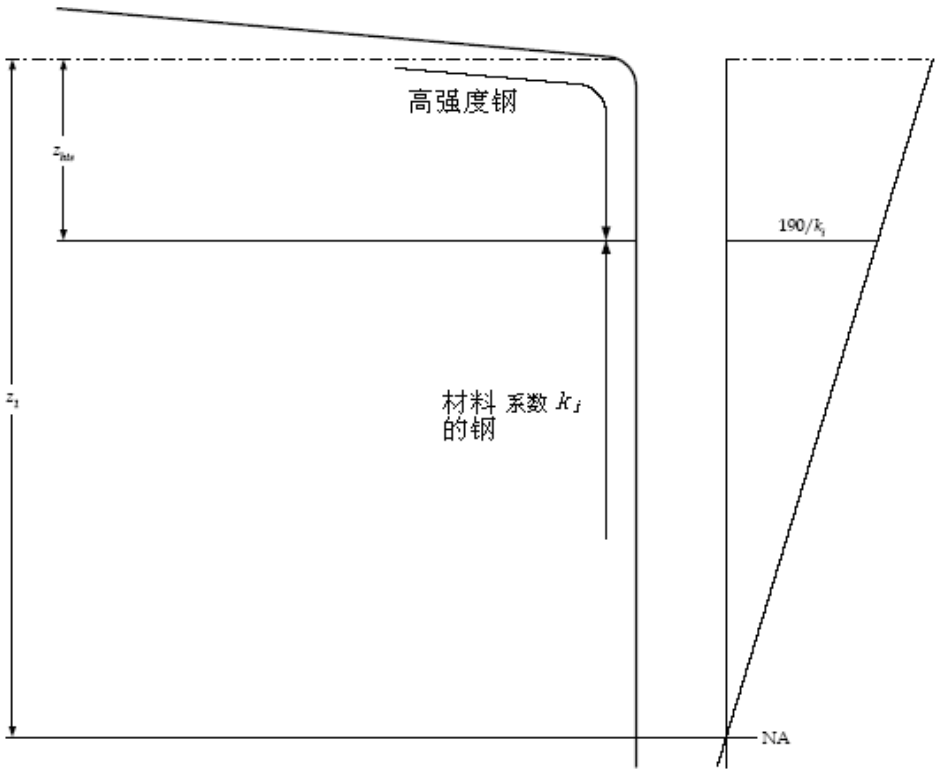


图 7.1.6.4 高强度钢的垂向范围

7.1.6.5 若在任何纵向位置均符合 7.1.4.3 给出的要求，则剪切加强的纵向过渡是允许的。在中间位置处的剪切强度控制是根据舱壁处和液舱中间处的许用剪切限制的线性插值获得。

7.1.6.6 为保证纵舱壁的结构连续性，应用适当的斜向布置来确保强度的连续性并避免结构突变。特别的，纵舱壁应在有效横舱壁处中断且大的过渡肘板应安装在与纵舱壁对齐位置。

7.1.6.7 为保证纵向加强筋的结构连续，应：

（1）在纵向加强筋中断和在由横骨架式替代处，应采取合适的布置以避免结构突变。

（2）当甲板纵骨由于开口而中断，在该开口处应采取补偿措施以确保该区域的结构连续性，补偿范围应延伸超过开口的前后端且不小于纵骨的中断范围。应考虑加强筋中断处的应力集中和相关的板和板架的屈曲强度。

第 2 节 货油舱区域

7.2.1 一般要求

7.2.1.1 本节要求适用于浮式装置货油舱区域的船体结构，包括船壳、甲板、内底和舱壁板、加强筋以及主要支撑构件。

7.2.1.2 本小节中所叙的净尺度与总尺度的关系如下：

（1）对于 7.2.1.5 与 7.2.1.6 中规定的最小厚度要求的应用，从适用要求通过加上第 13 章第 5 节规定的全部腐蚀余量获得总厚度。

（2）对于板与局部支撑构件，从适用要求通过加上第 13 章第 5 节规定的全部腐蚀余量获得总厚度与总剖面特性。

（3）对于主要支撑构件，从适用要求通过加上第 13 章第 5 节规定的一半腐蚀余量获得总剪切面积、总剖面模数以及其他总横剖面特性。

（4）对于本篇第 9 章的屈曲要求的应用，从适用要求通过加上第 13 章第 5 节规定的全部腐蚀余量获得总厚度与总剖面特性。

7.2.1.3 尺度评估

（1）下述尺度要求基于如下假设，即所有结构的连接节点和焊接细节的设计和制造能够承受所考虑位置的预期工作应力。在高应力区域设计中，应考虑结构的连接节点和细节的装载模式、应力集中和潜在失效模式。

（2）如适用时，其尺度应进行评估确保在所有纵向位置满足强度衡准。

（3）局部尺度的增加应涵盖局部变化，例如间距增大、加强筋跨距增大、上浪压力载荷。局部尺度增加也应要求涵盖首部加强要求，见本章第 3 节。

7.2.1.4 一般尺度要求

（1）船体结构应符合的适用要求

① 船体梁总纵强度，见本章第 1 节

② 承受晃荡与冲击的强度，见本章第 6 节

③ 船体梁极限强度，见本篇第 8 章

④ 强度评估（有限元法），见本篇第 8 章

⑤ 疲劳强度，见本篇第 10 章

⑥ 屈曲与极限强度，见本篇第 9 章

（2）局部支撑构件与主要支撑构件的净剖面模数、剪切面积与其他净剖面特性应按本篇第 1 章第 7 节确定。

（3）局部支撑构件与主要支撑构件的剖面模数、剪切面积与其他剖面特性应用于不计端部肘板的区域。

（4）局部支撑构件与主要支撑构件的跨距在本篇第 1 章第 7 节 1.7.1 中定义。

（5）主要支撑构件的惯性矩应按跨距中点确定并计入有效带板，如本篇第 1 章第 7 节 1.7.3.2（3）规定。

（6）结构所有部位应根据要求设置排水孔和空气孔，保证管道的液流畅通，通风情况良好。

（7）所有壳的骨架、舱边界加强筋通常都应保持连续，或者在端部设置肘板。

（8）用于永久通道的加大加强筋（带有或不带腹板加强筋）须满足本篇第 9 章第 1 节 9.1.2.3 的相关要求。

7.2.1.5 货油舱区域板与加强筋厚度要求应符合表 7.2.1.5 给出适用的最小厚度要求。

货油舱区域板与局部支撑构件的最小净厚度 **表 7.2.1.5**

构件位置			净厚度（mm）
板	外壳	平板龙骨	$6.5+0.03L_2$
		船底板/舭列板/舷侧外板	$4.5+0.03L_2$
	上甲板		$4.5+0.02L_2$
	其他结构	船体内部液舱边界	$4.5+0.02L_2$
		非密性舱壁、干舱间舱壁、其他普通板	$4.5+0.01L_2$
局部支撑构件	密性边界上的局部支撑构件		$3.5+0.015L_2$
	其他结构上的局部支撑构件		$2.5+0.015L_2$
防倾肘板			$5.0+0.015L_2$
式中：L_2 规范船长 L，如本篇第 1 章第 2 节定义，但取值不必大于 300m			

7.2.1.6 货油舱区域主要支撑构件腹板与面板的厚度应符合表 7.2.1.6 给出适用的最小厚度要求。

货油舱区域主要支撑构件最小净厚度 **表 7.2.1.6**

构件位置	净厚度（mm）
双层底中纵桁	$5.5+0.025L_2$
其他双层底桁材	$5.5+0.02L_2$
双层底肋板、舷侧横框架腹板、双壳内水平桁	$5.0+0.015L_2$
纵舱壁垂直强框架腹板与面板、横舱壁水平桁腹板与面板、甲板强横梁腹板与面板（在上甲板以上与以下）、横向撑材腹板与面板	$5.5+0.015L_2$
式中：L_2——规范船长 L，如本篇第 1 章第 2 节定义，但取值不必大于 300m。	

7.2.2 船体外板

7.2.2.1 平板龙骨

（1）平板龙骨应在船舶整个船长底部平直部分延伸，宽度b_{kl}应不小于：

$$b_{kl} = 800 + 5L_2 \quad \text{mm}$$

式中：L_2——规范船长L，如本篇第1章第2节定义，但取值不必大于300m

（2）平板龙骨厚度也应符合7.2.2.2的要求。

7.2.2.2 船底外板厚度应符合表7.2.2.2中的要求。

板的厚度要求 **表 7.2.2.2**

最小净厚度t_{net}应为表7.2.2.3中所有设计载荷组合计算所得结果的最大值：

$$t_{net} = 0.0158\alpha_p s\sqrt{\frac{|P|}{C_a R_{eH}}} \quad \text{mm}$$

式中：P——在所考虑的设计载荷组合下，载荷计算点的设计压力，kN/m^2；

α_p——板格形状率的修正因子

$$= 1.2 - \frac{s}{2100 l_p}$$，不大于1.0；

s——加强筋间距，见本篇第1章第7节1.7.2定义，mm；

l_p——板格长度，除设置短梁外，取为主要支撑构件间距S，m；

R_{eH}——材料的规定最小屈服应力，N/mm^2；

C_a——所考虑设计载荷组合下许用弯曲应力系数；

$\beta_a - \alpha_a \frac{|\sigma_{hg}|}{R_{eH}}$，不大于$C_{a-\max}$

验收衡准	结构构件		β_a	α_a	$C_{a-\max}$
AC1	纵向强力构件	纵向加筋板	0.9	0.5	0.8
		横向或垂直加筋板	0.9	1.0	0.8
	其他构件		0.8	0	0.8
AC2	纵向强力构件	纵向加筋板	1.05	0.5	0.95
		横向或垂直加筋板	1.05	1.0	0.95
	其他构件，包括水密边界板		1.0	0	1.0

σ_{hg}——在所考虑设计载荷组合下（见表7.2.2.3），计算点计算得到的船体梁弯曲应力；

$$= \left(\frac{(z - z_{NA-net50}) M_{v-total}}{I_{v-net50}} - \frac{y M_{h-total}}{I_{h-net50}} \right) 10^{-3} \qquad \text{N/mm}^2$$

$M_{v-total}$——在所考虑设计载荷组合下，计算点所在的纵向剖面的设计垂向弯矩，kNm。静水弯矩$M_{sw-perm}$应与同时作用的波浪弯矩M_{wv}同号；

$M_{h-total}$——在所考虑设计载荷组合下，计算点所在的纵向剖面的设计水平弯矩，kNm；

$I_{v-net50}$——所考虑纵向剖面垂向船体梁净惯性矩，m^4，见本篇第1章第7节1.7.6.1定义；

$I_{h-net50}$——所考虑纵向剖面水平船体梁净惯性矩，m^4，见本篇第1章第7节1.7.6.2定义；

y——所考虑载荷计算点的横向坐标，m；

z——所考虑载荷计算点的垂向坐标，m；

$z_{NA-net50}$——从基线到水平中和轴的距离，m，见本篇第1章第7节1.7.6.1定义。

7.2.2.3 舭列板

（1）舭列板厚度应不小于按7.2.2.2要求的相邻船底板厚度或按本节7.2.2.4（1）要求的相邻舷侧外板厚度，取大值。

（2）未设置纵向加强时，舭列板净厚度t_{net}应不小于：

$$t_{net}=\frac{\sqrt[3]{r^2S_tP_{ex}}}{100}\quad \text{mm}$$

式中：P_{ex} ——所考虑设计载荷组合在舭部圆弧下缘计算所得的设计海水压力，kN/m^2，见表 7.2.2.3；

r ——有效舭部半径，mm；

$=r_0+0.5(a+b)$ mm；

r_0 ——曲率半径，mm，见图 7.2.2.3；

S_t ——横向扶强材、腹板或舭部肘板间距离，m；

a ——舭部圆弧下缘与最外侧船底纵骨间的距离，mm，见图 7.2.2.3 与 7.2.3.1（2）。当最外侧船底纵骨在舭部圆弧内时，此距离取为零；

b ——舭部圆弧上缘与舷侧最下端纵骨间的距离，mm，见图 7.2.2.3 与 7.2.3.1（2）。当舷侧最下端纵骨在舭部圆弧内时，此距离取为零。

当板缝线位于舷侧最下端纵骨下方的平板上时，若板缝线距舷侧最下端纵骨的距离不大于 $s_b/4$，则对于舭列板的任何要求增加的厚度不必延伸至舭列板之上相邻的板。同样的对于相邻的船底板平面部分，若板缝线距最外侧船底纵骨的距离不大于 $s_a/4$，则舭列板的任何增加的厚度不必适用。规则的纵向加强的舭列板作为加筋板评估。本要求中舭龙骨不应作为纵向加强考虑。

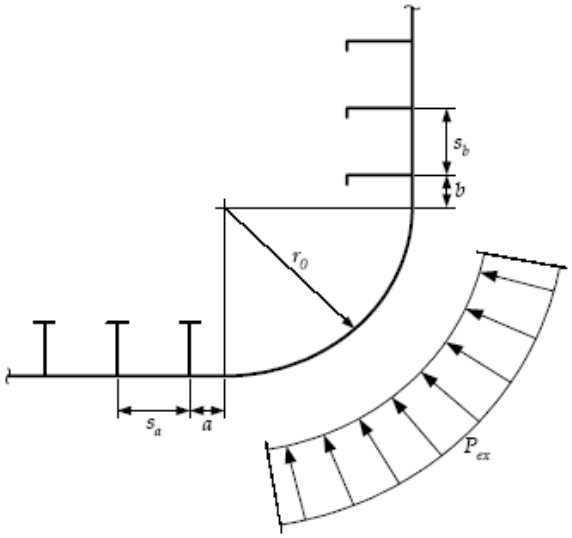


图 7.2.2.3　未加强的舭列板

（3）当舭部不设纵骨时，船中 0.4L 之外的舭列板厚度应考虑到与船体结构形式与内部扶强材布置有关的支持。一般来说，船中 0.4L 之外的舭列板尺度与布置应符合相同区域的舷侧外板或船底板的一般要求。在船舶前部区域应考虑增加的载荷。

7.2.2.4　舷侧外板

（1）舷侧外板厚度应符合表 7.2.2.2 的要求。

（2）本款（3）所规定范围的舷侧外板净厚度t_{net}应不小于：

$$t_{net}=26\left(\frac{s}{1000}+0.7\right)\left(\frac{BT_{SC}}{R_{eH}^2}\right)^{0.25}\quad \text{mm}$$

式中：s ——加强筋间距，mm，见本篇第 1 章第 7 节 1.7.2 定义。

B ——型宽，m，如本篇第 1 章第 2 节定义

T_{SC} ——结构吃水，m，如本篇第 1 章第 2 节定义

R_{eH} ——材料的规定最小屈服应力，N/mm^2

（3）本款（2）中的厚度要求适用于下列范围内的舷侧外板，见图 7.2.2.4：

①　纵向范围：船中之后水线处船宽大于 0.9B 的剖面与船中之前水线处船宽大

于 0.6B 的剖面之间；

② 垂向范围：船中轻载时最小设计水线 T_{LT} 以下 300mm 处与吃水 T_{sc} 以上 $0.25T_{sc}$ 或 2.2m（取大者）处之间。

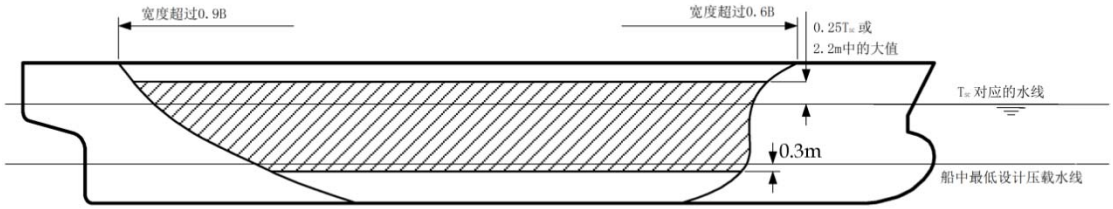


图 7.2.2.4 舷侧外板延伸范围

7.2.2.5 舷顶列板

（1）舷顶列板应符合 7.2.2.4 的要求。

（2）圆弧形舷顶列板的甲板舾装应避免焊接在船中 0.6L 区域之内。

（3）当舷顶列板超出甲板边板时，舷顶列板的顶端应远离切口或独立的焊接舾装，并当切割面不光滑时应对此进行打磨至光滑圆弧形边。在纵向可以允许有平滑过渡的排水孔。

7.2.2.6 甲板板厚度应符合表 7.2.2.2 的要求。

7.2.3 船体外壳骨架

7.2.3.1 一般要求

（1）货油舱区域船底、内底和甲板应为纵骨架式结构。舷侧、内壳舱壁与纵舱壁通常应为纵骨架式。当舷侧外板为纵骨架式时，内壳舱壁应采用类似结构。其他合适的考虑抗屈曲的骨架形式应特殊考虑。

（2）当舭部不设纵骨时，应在船底和舷侧靠近舭部圆弧起始的位置设置纵骨。舭部圆弧下缘与船底最外侧纵骨间的距离 a，一般不应大于船底最外侧两根纵骨间距 s_a 的 1/3；同样，舭部圆弧上缘与舷侧最下端纵骨间的距离 b，一般不应大于舷侧最下端两根纵骨间距 s_b 的 1/3。见图 7.2.2.3

7.2.3.2 船体外壳骨架的剖面模数和厚度应符合表 7.2.3.2（a）和表 7.2.3.2（b）给出的要求。

加强筋的剖面模数要求 **表 7.2.3.2（a）**

最小净剖面模数 Z_{net} 应为表 7.2.2.3 中所有适用设计载荷组合计算所得结果的最大值：

$$Z_{net}=\frac{|P|sl_{bdg}^2}{f_{bdg}C_sR_{eH}} \quad \text{cm}^3$$

式中：P ——在所考虑的设计载荷组合下，载荷计算点的设计压力，kN/m^2；

f_{bdg} ——弯矩因子，对连续扶强材，当端部连接处的设置与理想化的扶强材有相同的固定端时，有：

=12 对水平扶强材

=10 对垂向扶强材

对减弱端部约束的加强筋，见本章第 7 节；

l_{bdg} ——有效弯曲跨距，m，见本篇第 1 章第 7 节 1.7.1 定义；

s ——加强筋间距，见本篇第 1 章第 7 节 1.7.2 定义，mm；

R_{eH} ——材料的规定最小屈服应力，N/mm^2；

C_s ——所考虑设计载荷组合下许用弯曲应力系数，取为：

船体梁弯曲应力 σ_{hg} 符号	侧面压力作用在	验收衡准
拉（+ve）	加强筋一侧	$C_s=\beta_s-\alpha_s\frac{\lvert\sigma_{hg}\rvert}{R_{eH}}$，不大于 $C_{s-\max}$
压（−ve）	板一侧	
拉（+ve）	板一侧	$C_s=C_{s-\max}$，$C_{s-\max}$ 取值见下表
压（−ve）	加强筋一侧	

验收衡准	结构构件	β_s	α_s	$C_{s-\max}$
AC1	纵向构件	0.85	1.0	0.75
	横向或垂向构件	0.75	0	0.75
AC2	纵向构件	1.0	1.0	0.9
	横向或垂向构件	0.9	0	0.9
	水密边界加强筋	0.9	0	0.9

σ_{hg} ——在所考虑设计载荷组合下，所考虑的计算点计算得到的船体梁弯曲应力

$$=\left(\frac{(z-z_{NA-net50})M_{v-total}}{I_{v-net50}}-\frac{yM_{h-total}}{I_{h-net50}}\right)10^{-3} \quad \text{N/mm}^2;$$

$M_{v-total}$ ——所考虑设计载荷组合下，纵向位置处设计垂向弯矩，kNm。$M_{v-total}$ 应根据本篇第 6 章表 6.6.1.1 计算，并且取如下的许用中拱或中垂静水弯矩 $M_{sw-perm}$；

扶强材位置	$M_{sw-perm}$	
	作用在板一侧压力	作用在扶强材一侧压力
中和轴之上	中垂静水弯矩	中拱静水弯矩
中和轴之下	中拱静水弯矩	中垂静水弯矩

$M_{h-total}$ ——所考虑设计载荷组合下，计算点所在纵向剖面的设计水平弯矩，kNm，见本篇第 6 章表 6.6.1.1；

$I_{v-net50}$ ——计算点所在纵向剖面处，垂向船体梁净惯性矩，m^4；

$I_{h-net50}$ ——计算点所在纵向剖面处，水平船体梁净惯性矩，m^4；

y ——参考点的横向坐标，m；

z ——参考点的垂向坐标，m；

$z_{NA-net50}$ ——从基线到水平中和轴的距离，m。

加强筋的腹板厚度要求 表 7.2.3.2（b）

最小净腹板厚度 t_{w-net} 应取为表 7.2.2.3 中所有适用设计载荷组合计算所得结果的最大值：

$$t_{w-net}=\frac{f_{shr}\left|P\right|sl_{shr}}{d_{shr}C_t\tau_{yd}} \quad \text{mm}$$

式中：P ——在所考虑的设计载荷组合下，载荷计算点的设计压力，kN/m^2；

f_{shr} ——剪力分布因子，对连续扶强材，当端部连接处的设置与理想化扶强材的固定端相一致

=0.5 对水平扶强材

=0.7 对垂向扶强材

对减弱端部约束的加强筋，见本章第 7 节；

d_{shr} ——有效剪切高度，见本篇第 1 章第 7 节 1.7.4.2 定义，mm；

C_t ——所考虑设计载荷组合下许用剪应力系数，取为

=0.75 对验收衡准 AC1

=0.9 对验收衡准 AC2

s ——加强筋间距，见本篇第 1 章第 7 节 1.7.2 定义，mm；

l_{shr} ——有效剪切跨距，m，见本篇第 1 章第 7 节 1.7.1.2；

τ_{yd} ——$=\frac{R_{eH}}{\sqrt{3}}$ N/mm^2；

R_{eH} ——材料的规定最小屈服应力，N/mm^2。

7.2.4 内底

7.2.4.1 内底板

（1）内底板厚度应符合表 7.2.2.2 给出的要求。

（2）在焊接的底边舱折角处，内底板应嵌接以确保载荷向周围结构的传递，减小应力集中。

（3）设置槽形舱壁凳时，在舱壁凳与内底板连接处，应特别注意贯穿厚度特性和保证强度连续性的结构布置。对于有规定贯穿厚度特性的板的要求，要考虑使用具有规定厚度方向性能的 Z 向钢。

7.2.4.2 内底纵骨的剖面模数和腹板厚度应符合表 7.2.3.2（a）和表 7.2.3.2（b）给出的要求。

7.2.5 舱壁

7.2.5.1 一般要求

（1）内壳和纵舱壁一般应为平面纵骨架式。槽形舱壁应符合 7.2.5.6 给出的要求。

（2）货油或压载管系穿过舱壁时，相关结构布置应足能承受因管道中液体压力造成的舱壁载荷。

7.2.5.2 纵向的液舱边界舱壁板

（1）纵向的液舱边界舱壁板厚度应符合表 7.2.2.2 给出的要求。

（2）内壳和纵舱壁应尽可能地向船首和船尾延伸，并应有效地嵌接到连接结构。

7.2.5.3 对底边舱结构，底边舱折角处板应有旁桁材和平台，或高腹板纵骨支撑。

7.2.5.4 横向液舱边界舱壁板厚度应符合表 7.2.2.2 给出的要求。

7.2.5.5 纵向或横向液舱边界舱壁上的扶强材的剖面模数和腹板厚度应符合表 7.2.3.2（a）和表 7.2.3.2（b）给出的要求。

7.2.5.6 槽形舱壁

（1）7.2.5.6 和 7.2.5.7 中定义的槽形舱壁尺度要求为净要求。总尺度要求应由适用要求的计算值加上第 13 章第 5 节规定的全部腐蚀余量获得。

（2）通常，槽形舱壁应设计有槽形角度 ϕ，在 55°至 90°之间，见图 7.2.5.6。

（3）槽形舱壁、底凳和顶凳，如设置，以及毗连周围结构的附件的整体强度应通过船中区域舱段有限元（FEM）模型进行验证，见第 8 章。船中区域以外槽形舱壁的整体强度

计算应基于舱段有限元模型和使用所考虑舱壁的合适压力的结果。如果船中区域前后的货油舱舱壁与中部货油舱区域舱壁在舱壁几何、结构细节与支撑布置方面相差较大，则应对船中区域前后的货油舱舱壁进行另外的有限元分析。

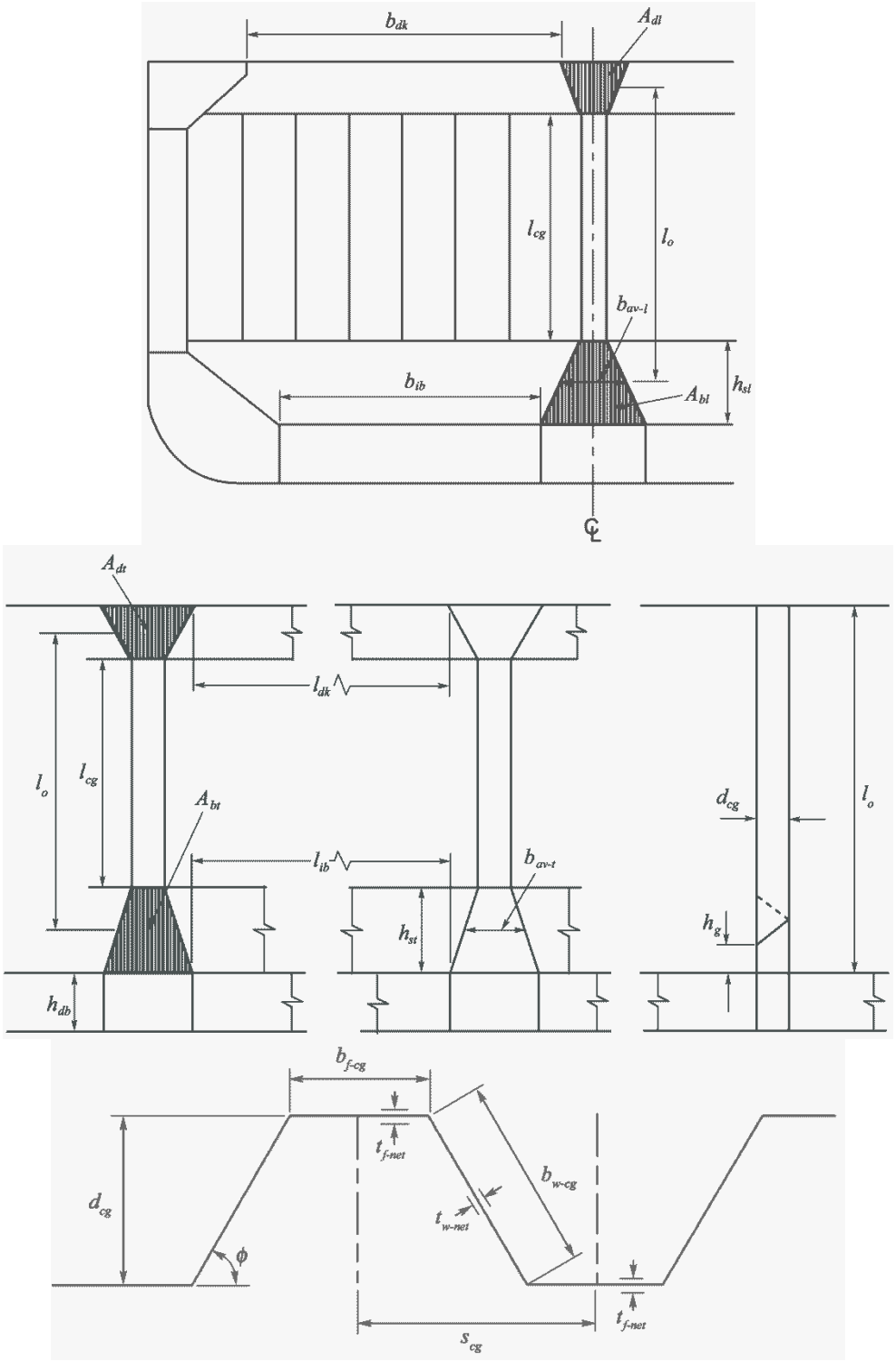


图 7.2.5.6　槽形舱壁的参数定义（具有中纵舱壁的油船）

（4）槽形舱壁的腹板和面板净厚度t_{net}应取表 7.2.2.3 给出的所有适用设计载荷组合计算所得结果的最大值，且有：

$$t_{net} = 0.0158 b_p \sqrt{\frac{|P|}{C_a R_{eH}}} \qquad \text{mm}$$

式中：P——计算点在所考虑设计载荷组合下的设计压力，kN/m^2，设计载荷组合见表 7.2.2.3。

b_p——板的宽度

$=b_f$，对于面板，mm，见图 7.2.5.6；

$=b_w$，对于腹板，mm，见图 7.2.5.6；

C_a——许用弯曲应力系数

= 0.75，对于验收衡准组 AC1；

= 0.90，对于验收衡准组 AC2；

R_{eH}——材料的规定最小屈服应力，N/mm^2；

（5）当槽形舱壁的腹板与面板厚度不同时，二者净厚度大者t_{m-net}，应取为表 7.2.2.3 给出所有适用设计载荷组合计算所得结果的最大值：

$$t_{m-net}=\sqrt{\frac{0.0005b_p^2|P|}{C_aR_{eH}}-t_{n-net}^2} \qquad \text{mm}$$

式中：t_{n-net}——腹板或面板的厚度较小的净厚度，mm；

b_p——腹板或面板的厚度较大者的宽度，mm；

P——计算点在所考虑设计载荷组合下的设计压力，kN/m^2；

C_a——许用弯曲应力系数

= 0.75　对于验收衡准组 AC1；

= 0.90　对于验收衡准组 AC2；

R_{eH}——材料的规定最小屈服应力，N/mm^2。

7.2.5.7　垂直槽形舱壁

（1）除 7.2.5.6 的要求，垂直槽形舱壁还应满足 7.2.5.7 的要求。

（2）本款（5）和（6）要求的净板厚应在从底端起 2/3 槽形长度l_{cg}内保持不变。槽形长度l_{cg}在本款（3）中定义。其上区域的净板厚可减小 20%。

（3）槽形下端 15％区域腹板净厚度t_{w-net}应取为表 7.2.2.3 给出的所有适用设计载荷组合下计算所得结果的最大值。此要求不适用于无底凳的槽形舱壁，见本款（9）。

$$t_{w-net}=\frac{1000|Q_{cg}|}{d_{cg}C_{t-cg}\tau_{yd}} \qquad \text{mm}$$

式中：Q_{cg}——施加在槽形底端腹板上的设计剪力

$$=\frac{s_{cg}l_{cg}|3P_l+P_u|}{8000} \quad \text{kN}$$

P_l——在槽形底端计算出的在所考虑设计载荷组合下的设计压力，kN/m^2，设计载荷组合见表 7.2.2.3；

P_u——在槽形顶端计算出的在所考虑设计载荷组合下的设计压力，kN/m^2，设计载荷组合见表 7.2.2.3；

s_{cg}——槽形间距，mm，见图 7.2.5.6；

l_{cg}——槽形长度，m，定义为由底凳到顶凳的距离，当无顶凳时，为到顶端的距离，见图 7.2.5.6；

d_{cg}——槽形深度，mm，见本款（4）和图 7.2.5.6；

C_{t-cg}——许用剪切应力系数；

= 0.75　对于验收衡准组 AC1；

= 0.90　对于验收衡准组 AC2；

τ_{yd} ——$=\frac{R_{eH}}{\sqrt{3}}$ N/mm^2；

R_{eH} ——材料的规定最小屈服应力，N/mm^2。

（4）槽形深度d_{cg}应不小于

$$d_{cg}=\frac{1000l_{cg}}{15} \quad \text{mm}$$

式中：l_{cg}——槽形长度，m，定义为由底凳（当无底凳时取为内底板）到顶凳（当无顶凳时取为顶端）的距离，见图 7.2.5.6。

（5）槽形舱壁面板净厚度t_{f-net}从底端起 2/3 槽形长度内应取为表 7.2.2.3 中给出的所有适用设计载荷组合下计算所得结果的最大值，由下式给出。此要求不适用于无底凳的槽形舱壁，见本款（9）。

$$t_{f-net}=\frac{0.00657b_f\sqrt{\sigma_{bdg-\max}}}{C_f} \quad \text{mm}$$

式中：$\sigma_{bdg-\max}$——面板的最大垂向弯曲应力；弯曲应力在槽形底端和槽形长度跨距中点计算

$$=\frac{1000M_{cg}}{Z_{cg-act-net}} \quad \text{N/mm}^2;$$

M_{cg}——如本款（6）定义；

$Z_{cg-act-net}$——在槽形底端和槽形长度中点处的实际净剖面模数，cm^3；

b_f——面板宽度，mm，见图 7.2.5.6；

b_w——腹板宽度，mm，见图 7.2.5.6；

C_f——系数，

$$=7.65-0.26\left(\frac{b_w}{b_f}\right)^2。$$

（6）在单元槽条的槽形底端、顶端和槽形长度中点（$l_{cg}/2$）的净剖面模数Z_{cg-net}应取为表 7.2.2.3 中给出的所有适用设计载荷组合下计算所得结果的最大值，由下列给出。此要求不适用于无底凳的槽形舱壁，见本款（9）。

$$Z_{cg-net}=\frac{1000M_{cg}}{C_{s-cg}R_{eH}} \quad \text{cm}^3$$

式中：M_{cg}——等于$\frac{C_i|P|s_{cg}l_0^2}{12000}$ kNm；

P——等于$\frac{P_u+P_l}{2}$，kN/m^2；

P_l，P_u——分别为槽形底端和顶端在所考虑设计载荷组合下的设计压力，kN/m^2

① 对于横向槽形舱壁，计算距离每一液舱纵舱壁$b_{tk}/2$处剖面的压力；

② 对于纵向槽形舱壁，计算液舱端部的压力；例如前或后横舱壁与纵舱壁相交处；

b_{tk}——所考虑液舱在舱壁处最大宽度，m；

s_{cg}——槽形间距，mm，见图 7.2.5.6；

l_0——槽形有效弯曲跨距，从底凳深度中点量至顶凳深度中点或者顶端（无顶凳时），m，见图 7.2.5.6；

l_{cg}——槽形长度，m，定义为底凳到顶凳的距离，或若无顶凳，则到顶端的距离，见图 7.2.5.6；

C_i——表 7.2.5.7 给出的相关弯矩系数；

C_{s-cg}——许用弯曲应力系数；

① 在槽形长度l_{cg}中点

$=c_e$对验收衡准组 AC1，不应取大于 0.75；

$=c_e$对验收衡准组 AC2，不应取大于 0.90；

② 在槽形长度l_{cg}的底端或顶端

=0.75 对验收衡准组 AC1；

=0.90 对验收衡准组 AC2；

$c_e=\frac{2.25}{\beta}-\frac{1.25}{\beta^2}$对$\beta\geq 1.25$；

$c_e=1.0$对$\beta<1.25$；

$\beta=\frac{b_f}{t_{f-net}}\sqrt{\frac{R_{eH}}{E}}$；

b_f——面板宽度，mm，见图 7.2.5.6；

t_{f-net}——槽形面板净厚度，mm；

E——弹性模量，N/mm^2；

R_{eH}——材料的规定最小屈服应力，N/mm^2。

C_i值 **表 7.2.5.7**

舱壁	l_{cg}底端	l_{cg}中点	l_{cg}顶端
横舱壁	C_1	C_{m1}	$0.8C_{m1}$
纵舱壁	C_3	C_{m3}	$0.65C_{m3}$

式中：C_1——$=a_1+b_1\sqrt{\frac{A_{dt}}{b_{dk}}}$，不小于 0.60

$=a_1-b_1\sqrt{\frac{A_{dt}}{b_{dk}}}$，对横舱壁无底凳的情况，但取值不小于 0.55

$a_1=0.95-\frac{0.41}{R_{bt}}$

=0.6 ，对横舱壁无底凳的情况

b_1——$=-0.20+\frac{0.078}{R_{bt}}$

=0.13，对横舱壁无底凳的情况

C_{m1}——$=a_{m1}+b_{m1}\sqrt{\frac{A_{dt}}{b_{dk}}}$，不小于 0.55

$=a_{m1}-b_{m1}\sqrt{\frac{A_{dt}}{b_{dk}}}$，对横舱壁无底凳的情况，但取值不小于 0.60

a_{m1}——$=0.63+\frac{0.25}{R_{bt}}$

=0.96 ，对横舱壁无底凳的情况

$$b_{m1} —— = -0.25 - \frac{0.11}{R_{bt}}$$

=0.34，对横舱壁无底凳的情况

$C_3 —— = a_3 + b_3\sqrt{\frac{A_{dl}}{l_{dk}}}$，不小于 0.60

$= a_3 - b_3\sqrt{\frac{A_{dl}}{l_{dk}}}$，对纵舱壁无底凳的情况，但取值不小于 0.55

$$a_3 —— = 0.86 - \frac{0.35}{R_{bl}}$$

=0.60，对纵舱壁无底凳的情况

$$b_3 —— = -0.17 + \frac{0.10}{R_{bl}}$$

=0.13，对纵舱壁无底凳的情况

$C_{m3} —— = a_{m3} + b_{m3}\sqrt{\frac{A_{dl}}{l_{dk}}}$，不小于 0.55

$= a_{m3} - b_{m3}\sqrt{\frac{A_{dl}}{l_{dk}}}$，对纵舱壁无底凳的情况，但取值不小于 0.60

$$a_{m3} —— = 0.32 + \frac{0.24}{R_{bl}}$$

=0.90，对纵舱壁无底凳的情况

$$b_{m3} —— = -0.12 - \frac{0.10}{R_{bl}}$$

=0.19，对纵舱壁无底凳的情况

$R_{bt} —— = \frac{A_{bt}}{b_{ib}}\left(1 + \frac{l_{ib}}{b_{ib}}\right)\left(1 + \frac{b_{av-t}}{h_{st}}\right)$，对横舱壁

$R_{bl} —— = \frac{A_{bl}}{l_{ib}}\left(1 + \frac{l_{ib}}{b_{ib}}\right)\left(1 + \frac{b_{av-l}}{h_{sl}}\right)$，对纵舱壁

A_{dt} ——横舱壁顶凳型线包围的横截面面积，m^2；

=0，假如未设置顶凳

A_{dl} ——纵舱壁顶凳型线包围的横截面面积，m^2；

=0，假如未设置顶凳

A_{bt} ——横舱壁底凳型线包围的横截面面积，m^2；

=0，假如未设置底凳

A_{bl} ——纵舱壁底凳型线包围的横截面面积，m^2；

=0，假如未设置底凳

b_{av-t} ——横舱壁底凳平均宽度，m，见图 7.2.5.6；

b_{av-l} ——纵舱壁底凳平均宽度，m，见图 7.2.5.6；

h_{st} ——横舱壁底凳高度，m，见图 7.2.5.6；

h_{sl} ——纵舱壁底凳高度，m，见图 7.2.5.6；

b_{ib} ——底边舱之间或底边舱与底凳中心线之间，在内底平面的货油舱宽度，m，见图 7.2.5.6；

b_{dk} ——顶边舱之间或顶边舱与中心甲板箱之间，当未设置顶凳时，为槽形翼板间，在甲板平面的货油

舱宽度，m，见图 7.2.5.6；

l_{ib} ——横向底凳之间在内底平面的货油舱长度，m，见图 7.2.5.6；

l_{dk} ——横向顶凳之间，当未设置顶凳时，为槽形舱壁面板之间，在甲板平面的长度，m，见图 7.2.5.6。

（7）对于液舱的有效晃荡宽度b_{slh}大于$0.56B$或有效晃荡长度l_{slh}大于$0.13L$，应根据CCS《油船结构强度直接计算指南》第 3 章的要求进行附加晃荡分析以评估单位槽条的剖面模数。

（8）对于型深大于或等于 16m 的浮体，应设置符合下列要求的底凳：

①一般要求：

- 底凳高度和深度应不小于槽形深度
- 底凳的设置应和双层底肋板或桁材对齐
- 底凳结构内的边板扶强材和垂直腹板（隔板）应尽可能与其下结构对齐，保证将合适的载荷传递到双层底内结构。

②底凳顶板：

- 底凳顶板的净厚度应不小于相连槽形舱壁的厚度要求且至少具有与相连槽形相同的材料屈服强度。
- 至槽形之外顶板的延伸范围不小于槽形面板的建造厚度。

③底凳边板和内部结构：

- 从底凳顶板起一个槽形高度的范围内，底凳边板净厚度不小于本款（2）对在底端处槽形舱壁的面板厚度要求的 90%，并且至少应有相同的材料屈服强度
- 底凳边板净厚度与底凳边板扶强材净剖面模数不小于 7.2.5.2、7.2.5.4 和 7.2.5.5 对横向或纵向舱壁板和扶强材的有关要求
- 底凳边板垂直扶强材的端部应连接到底凳上下两端的肘板
- 槽形腹板与底凳内支持肘板应尽可能保持连续。肘板净厚度应不小于槽形舱壁腹板要求厚度的 80%，并且至少应具有相同的材料屈服强度
- 禁止在底凳边板与内底板和底凳顶板的连接横隔板上开扇形孔。

（9）对于型深小于 16m 的浮式装置，如符合下列要求时，可以不设置顶凳：

①一般要求：

- 双层底肋板或桁材应分别与横舱壁或纵舱壁的槽形面板对齐
- 内底与底边舱下设置肘板/短梁与槽形腹板对齐。若不合适，则设置有泄货板的封槽板，见本款（9）中③的内容和图 7.2.5.6。
- 槽形舱壁及其支撑结构应按第 8 章进行有限元分析。此外，应符合 7.2.5.6 中（4）与（5）的局部尺度要求与 7.2.5.7 中（4）的最小槽形深度要求。

②内底与底边舱斜板

- 槽形处的内底与底边舱斜板的净厚度不小于相连的槽形舱壁的净厚度，且至少有与相连槽形相同的材料屈服强度

③支撑结构

- 内底板下一个槽形深度范围内，双层底支撑肋板或纵桁的净厚度应不小于槽形舱壁底端面板的净厚度，并且至少应具有相同的材料屈服强度
- 双层底支撑肋板或纵桁上的垂直扶强材上端应用肘板与相邻结构相连
- 与槽形腹板对齐布置的肘板/短纵梁的深度应不小于 0.5 倍槽形深度并且净厚度不小于槽形舱壁腹板净厚度的 80%，并且至少应具有相同的材料屈服强度
- 槽形面板对齐的沿双层底支撑肋板或纵桁的扶强材切口应安装全补板
- 在由有封槽板的卸货板支撑处，图 7.2.5.6 中的封槽板高度 h_g 至少等于槽

形深度，并且应在每一槽形安装有卸货板的封槽板。封槽板应安装在槽形面板间并与其对齐。封槽板与卸货板的净厚度应分别不小于100%和80%的槽形面板厚度，并且至少应具有相同的材料屈服强度。参见本款（11）

- 在与内底和与槽形舱壁腹板和面板连接处，禁止在肘板、封槽板与泄货板开扇形孔。

（10）通常应设置符合下列要求的顶凳：

①一般要求：

- 当未设置顶凳时，应进行有限元分析来验证与上甲板结构的舱壁支撑结构细节和布置是足够的
- 顶凳结构内的边板扶强材和垂直腹板（横隔板）应与其相邻结构对齐，保证适当的载荷传递
- 顶凳和甲板结构间应设置肘板

②顶凳底板：

- 顶凳底板的净厚度不小于相连槽形舱壁的厚度要求，且至少有与相连槽形相同的材料屈服强度
- 延伸至槽形舱壁之外的顶凳底板厚度不少于槽形舱壁面板的建造厚度。

④ 凳边板和内部结构：

- 顶凳底板之上一个槽形舱壁深度区域内，顶凳边板净厚度不小于本款（2）对槽形舱壁顶端面板厚度要求的 80%，并且至少应具有相同的材料屈服强度。若采用不同屈服强度的材料，则所要求的厚度通过两个材料因子（k）的比率来调整。k 见本篇第1章第6节定义。
- 顶凳边板净厚度与顶凳边板扶强材的净剖面模数不小于 7.2.5.2、7.2.5.4和7.2.5.5对横向或纵向舱壁的板和扶强材的有关要求
- 顶凳边板垂直扶强材的端部应连接在顶凳上下两端的肘板上
- 禁止在顶凳边板与甲板和顶凳底板的连接横隔板上开扇形孔。

（11）在与内底或底凳的槽形端部连接处安装有泄货板或泄货板（斜板）的封槽板，应采取合适的措施尽可能防止这些板产生气囊。

7.2.5.8 非密性舱壁

（1）非密性舱壁（制荡舱壁），如安装时，应与横向腹板、舱壁或类似结构对齐。该结构是水平或垂向加筋的平面结构，应符合7.6.2中的晃荡要求。通常，非密性舱壁上的开口应具有较大半径，并且开口面积总和不小于舱壁面积的10%。

板和局部支撑构件的设计载荷组合 **表 7.2.2.3**

结构构件空间类型				场地自存工况			检查/维修工况			迁航/解脱工况			意外工况		
				吃水	S 载荷	S+D 载荷	吃水	S 载荷	S+D 载荷	吃水	S 载荷	S+D 载荷	吃水	S 载荷	S+D 载荷
外部构件	接受衡准				AC1	AC2		AC1	AC2		AC1	AC2		AC2	AC3
	暴露甲板	甲板以上空间	甲板上浪	满载		P_{ex}	满载		P_{ex}	满载		P_{ex}	进水		P_{ex}
		甲板下空间	液舱	压载 满载	P_{in}	P_{in}	压载 满载	P_{in}	P_{in}	压载 满载	P_{in}	P_{in}			
			水密边界/空舱				压载 满载	P_{in}	P_{in}						
			干燥处所												
	舭列板，舷侧外板，舷顶列板	外侧（海水侧）	海水	满载	P_{ex}	P_{ex}	满载	P_{ex}	P_{ex}	满载	P_{ex}	P_{ex}	进水	P_{ex}	P_{ex}
		内部空间	液舱	压载 满载	P_{in}	P_{in}	压载 满载	P_{in}	P_{in}	压载 满载	P_{in}	P_{in}		P_{in}	P_{in}
			水密边界/空舱				压载 满载	P_{in}	P_{in}						
			干燥处所												
	平板龙骨、船底外板	外侧	海水	满载	P_{ex}	P_{ex}	满载	P_{ex}	P_{ex}	满载	P_{ex}	P_{ex}	进水	P_{ex}	P_{ex}
		板格以上空间	液舱	压载 满载	P_{in}	P_{in}	压载 满载	P_{in}	P_{in}	压载 满载	P_{in}	P_{in}			
			水密边界/空舱				压载 满载	P_{in}	P_{in}						
			干燥处所	压载 满载	P_{dk}	P_{dk}	压载 满载	P_{dk}	P_{dk}	压载 满载	P_{dk}	P_{dk}			

板和局部支撑构件的设计载荷组合 **表 7.2.2.3（续）**

结构构件空间类型				场地自存工况			检查/维修工况			迁航/解脱工况			意外工况		
				吃水	S 载荷	S+D 载荷	吃水	S 载荷	S+D 载荷	吃水	S 载荷	S+D 载荷	吃水	S 载荷	S+D 载荷
	接受衡准				AC1	AC2		AC1	AC2		AC1	AC2		AC2	AC3
内部构件	内甲板，内底，舱顶	甲板以上	液舱	压载 满载	P_{in}	P_{in}	压载 满载	P_{in}	P_{in}	压载 满载	P_{in}	P_{in}	进水	P_{in}	P_{in}
			水密边界/空舱				压载 满载	P_{in}	P_{in}				进水	P_{in}	P_{in}
			干燥处所	压载 满载	P_{dk}	P_{dk}	压载 满载	P_{dk}	P_{dk}	压载 满载	P_{dk}	P_{dk}	进水	$P_{dk}+P_{in}$	$P_{dk}+P_{in}$
		甲板以下	液舱	压载 满载	P_{in}	P_{in}	压载 满载	P_{in}	P_{in}	压载 满载	P_{in}	P_{in}	进水	P_{in}	P_{in}
			水密边界/空舱				压载 满载	P_{in}	P_{in}				进水	P_{in}	P_{in}
			干燥处所										进水	P_{in}	P_{in}
	舭列板，舷侧外板，舷顶列板 平板龙骨	外侧空间	液舱	压载 满载	P_{in}	P_{in}	压载 满载	P_{in}	P_{in}	压载 满载	P_{in}	P_{in}	进水	P_{in}	P_{in}
			水密边界/空舱				压载 满载	P_{in}	P_{in}				进水	P_{in}	P_{in}
			干燥处所										进水	P_{in}	P_{in}
		内侧空间	液舱	压载 满载	P_{in}	P_{in}	压载 满载	P_{in}	P_{in}	压载 满载	P_{in}	P_{in}	进水	P_{in}	P_{in}
			水密边界/空舱				压载 满载	P_{in}	P_{in}				进水	P_{in}	P_{in}
			干燥处所										进水	P_{in}	P_{in}

注：

- 当浮式装置结构型式不能如上描述时，则用来确定结构边界尺度要求的适用载荷组合应选择为一侧的一个舱为满舱而与其相邻的货舱或处所都为空舱。边界应按照两侧载荷进行评估。应基于液舱或处所内容来选择设计载荷组合使得边界压力达到最大。浮体的吃水应根据本表的设计载荷组合取用。设计载荷组合 S 与 S＋D 均应选择。
- 对于露天甲板的载荷，应计及甲板上其它的均布或者集中载荷，但此时可忽略同时发生的甲板上浪压力。对内部甲板的载荷，也应计及甲板上其它的均布或者集中载荷。
- 应依据所选择的载荷工况来得到计算浮体运动的参数（初稳性高度和横摇回转半径，见本篇第 6 章 6.3.1.4）。
- 轻载吃水应根据所考虑的实际运营状态（如场地自存、检查维修、迁航）来选择，因此不同的运营状态下的轻载吃水可能不同。
- 重载吃水也应根据所考虑的实际运营状态（如场地自存、检查维修、迁航）来选择，因此不同的运营状态下的重载吃水可能不同。

- 破损状态下的吃水选择应使计算舱室吃水最深时的破损状态下的吃水。
- 在浮体一直处于海上的假定下，则其外表面的海水静压力一直存在，因此，当计算由内部压力控制的外板时，则其设计载荷应取为 P_{in}-P_{ex}。

7.2.6 主要支撑构件

7.2.6.1 一般要求

（1）主要支撑构件的尺寸应满足 7.2.1.6 的最小厚度要求。

（2）当简化为一根梁时，主要支撑构件的剪切面积通常应满足本章第 7 节 7.7.2.3（5）的要求。

（3）主要支撑构件的尺度应通过第 8 章的货油舱结构有限元（FE）分析校核。

（4）通常，主要支撑构件端部应具有足够的端部约束，并且主要支撑构件应布置在同一平面内，以形成连续的横向框架。

（5）主要支撑构件应进行侧向稳定性和腹板屈曲强度的校核；

（6）如在主要支撑构件上开有加强筋穿越孔且不封闭时，则腹板的高度应不小于 2.5 倍的穿越孔高度。

第 3 节 第一货油舱之前的结构

7.3.1 一般要求

7.3.1.1 适用范围

（1）本节的要求适用于最前端货油舱之前的首部结构。当最前面货油舱的前端位于自 F.P.起向后 0.1L 之后的船体长度时，应特别考虑本节要求和本章第 2 节要求的适用性。

（2）本小节中描述的净尺度与下列总尺度有关：

① 对于 7.3.1.4 的最小厚度要求应用，总厚度由适用要求计算值加上第 13 章第 5 节中规定的全部腐蚀余量获得。

② 对于板和局部支撑构件，其总厚度和总横剖面特性由适用要求计算值加上第 13 章第 5 节规定的全部腐蚀余量得到。

③ 对于主要支撑构件，其总剪切面积、总剖面模数和其他总横剖面特性由适用要求计算值加上 0.5 倍的第 13 章第 5 节规定的相关全部腐蚀余量获的。

④ 对于本篇第 9 章屈曲要求的应用，总厚度和总横剖面特性由适用要求计算值加上第 13 章第 5 节的全部腐蚀余量获取。

7.3.1.2 一般尺度要求

（1）船体结构应符合下列适用要求：

① 船体梁纵向强度，见本章第 1 节

② 承受晃荡和冲击载荷的强度，见本章第 6 节

③ 屈曲/极限强度，见本篇第 9 章。

（2）在甲板设备以及上部模块下方，其甲板板材及其支撑结构应进行足够的加强。

7.3.1.3 结构连续性

（1）外板、上甲板和内底的尺度应向前端过渡。见 7.1.6。

（2）所有外板骨架以及液舱边界扶强材应保持连续，或者在其端部设置肘板。

7.3.1.4 除本小节给出的厚度、剖面模数和扶强材腹板剪切面积要求外，首部区域的板材和扶强材厚度还应符合表 7.2.1.5 和表 7.2.1.6 中关于货油舱区域的最小尺寸要求，除表 7.3.1.4 给出的要求外。

最前货油舱之前的结构的最小净厚度 **表 7.3.1.4**

尺度位置	厚度（mm）
支柱舱壁	7.5
强胸横梁	6.5
肋板和底部桁材	$5.5+0.02L_2$
主要支撑构件的腹板	$6.5+0.015L_2$
式中：L_2——规范船长，L，单位 m，定义见本篇第 1 章第 2 节，但不大于 300m	

7.3.2 **船底结构**

7.3.2.1 平板龙骨应尽可能地向前延伸，并满足 7.2.2.1 给出的尺度要求。

7.3.2.2 船底外板的厚度应符合 7.3.10.2（1）的要求。

7.3.2.3 船底纵骨应满足如下要求：

（1）船底纵骨应尽可能地向前延伸。此外，应设置适当加强的框架。

（2）船底纵骨的剖面模数和厚度应符合 7.3.10.2（2）和 7.3.10.2（3）的要求。

7.3.2.4 船底肋板应该安装在每一个强框架的位置。纵向中心线处肋板最小高度不得小于货油舱区域双层底的要求高度。

7.3.2.5 船底桁材应满足如下要求：

（1）应在中心线处提供支撑结构，可通过将中纵桁材延伸至船首、或提供高腹板桁材、或设置中纵舱壁以实现。

（2）如果设置中纵桁材，则其最小高度和厚度不得小于货油舱区域中纵桁的要求，且中纵桁的上端边界应加强。如果具备中纵制荡舱壁，则其最低部列板的厚度不得小于中纵桁的要求。

（3）在纵向制荡舱壁支撑底部横梁时，舱壁上开孔的细节和布置要构造成避免在制荡舱壁与底部横梁连接的位置出现高应力区。

7.3.2.6 钢板首柱应满足如下要求：

（1）钢板首柱应由水平桁材和平台以及与船首不超过 1500mm 间距的中间强胸横梁支撑。当首柱半径较大时，应安装中心线支撑结构。

（2）在首柱的最小设计轻载吃水 T_{LT} 和结构吃水 T_{sc} 之间，钢板首柱的净厚度 $t_{stem\text{-}net}$ 不应小于：

$$t_{stem-net} = \frac{L_2}{12}\sqrt{\frac{235}{R_{eH}}} \quad \text{mm，但不大于 21mm}$$

式中：L_2——规范船长 L， m，定义见本篇第 1 章第 2 节，但不大于 300m；

R_{eH} ——材料的规定最小屈服应力，N/mm^2。

在结构吃水以上的钢板首柱的厚度可逐渐过渡到上甲板处船体外板的要求厚度。

在最小设计压载吃水以下的平板首柱的厚度可逐渐过渡到平板龙骨的要求厚度。

7.3.2.7 防撞舱壁之后、最前货油舱之前的肋板和桁材应符合 7.3.2.4 和 7.3.2.5 的要求，并符合 7.3.10.3（3）的剪切面积要求。

7.3.3 **舷侧结构**

7.3.3.1 舷侧外板应满足如下要求：

（1）舷侧外板的厚度应符合 7.3.10.2（1）的要求。如适用时，舷侧外板的厚度应符合本章第 2 节 7.2.2.4（2）的要求。

（2）如果设置首楼，舷侧外板的要求也适用于伸展到首楼甲板升高处的板材。

7.3.3.2 舷侧外壳局部支撑构件应满足如下要求：

（1）舷侧外壳纵向骨架应尽可能向船首延伸。

（2）船体外壳骨架的剖面模数和厚度应符合 7.3.10.2（2）和 7.3.10.2（3）的要求。

（3）在横舱壁处的纵骨端部连接应具备足够的刚度以及侧向支撑，并且在非连续区域应安装软鼻肘板。肘板不得与纵骨搭接。

7.3.3.3 舷侧外壳主要支撑结构应满足如下要求：

（1）通常，强框架间距 S 应取为：

$$S = 2.6 + 0.005L_2\text{，但 } S \text{ 不得大于 3.5m}$$

式中：L_2 为规范船长 L，见本篇第 1 章第 2 节定义，但不大于 300m。

（2）通常，位于防撞舱壁水平桁材之前的横向骨架的间距应近似取为 3.5m。水平桁材的有效跨距不得超过 10m，并且应得到强框架结构的充分支撑。防撞舱壁之后如果用横骨架式结构，水平桁材的间距可增大。

（3）应设置开孔平台以限制强框架有效跨距，使其不超过 10m。

（4）船首区域支撑纵骨架的强肋骨以及支撑横骨架的水平桁材和/或强肋骨的尺度应根据 7.3.10.3 以及下列附加要求进行确定：

① 不设置横撑材：

- 要求的强肋骨剖面模数应在从底端起有效弯曲跨距的 60%内保持不变。用于计算剩余强肋骨剖面模数的弯矩值可以适当折减，但不得超过 20%
- 要求的强肋骨下端剪切面积应在从底端测起的剪切跨距的 60%内保持不变

② 设置一个横撑材

- 强肋骨或水平桁材的有效弯曲和剪切跨距可以忽略不计横撑材。剪力和弯矩可以折减到忽略横撑材值的 50%。对于强肋骨，强肋骨的下端所要求的剖面模数和剪切面积应向上到横撑材保持不变，而强肋骨上端所要求的剖面模数和剪切面积应在横撑材以上剖面保持不变。
- 横撑材应满足应用表 7.2.2.3 中的设计载荷要求。（因为在货油舱区域把主要支撑构件的要求删除了，故而无法像 CSR 那样指向原来的 2.6.8）

③ 多根横撑材的结构应根据 7.3.3.3 （4）中的④予以特别考虑

④ 如果浮式装置具备复合框架结构，这些主要支撑结构尺度的适用性应采用更高级的计算方法确定。

（5）主要支撑构件的腹板高度应不小于弯曲跨距的 14%，且在加强筋开孔不封闭的情况下，腹板高度至少应为开口高度的 2.5 倍。

7.3.4 甲板结构

7.3.4.1 甲板板应满足如下要求：

（1）甲板板的厚度应符合 7.3.10.2（1）与侧向压力、甲板上浪和甲板载荷有关的要求。

（2）除（1）的要求外，甲板净厚度 t_{net} 还不得小于：

$$t_{net} = 0.009s \quad \text{mm}$$

式中：s 为扶强材间距，单位 mm。

7.3.4.2 甲板扶强材的剖面模数和厚度应符合 7.3.10.2（2）和 7.3.10.2（3）与侧向压力、甲板上浪和甲板载荷有关的要求。

7.3.4.3 甲板主要支撑结构应满足如下要求：

（1）主要支撑构件的剖面模数和剪切面积应符合 7.3.10.3 的要求。

（2）主要支撑构件的腹板高度不得小于无支撑弯曲跨距的 10%。

（3）如果受到重型设备的集中载荷，甲板结构的尺度应根据实际载荷进行确定。

7.3.4.4 支柱应满足如下要求：

（1）支柱应尽可能安装在同一垂直线上，并且应采取有效布置使载荷分散在所有支柱的上下端。如果支柱受到偏心载荷，则应针对施加的额外弯矩进行加强。

（2）管状和空心的方支柱应在其上下端通过有效肘板/者腹板或内嵌板（如设置）进行连接，以有效传送载荷。支柱应通过连续焊接连接在上下端。在采用轧制型式支柱的上下端，应通过肘板和其他等效方法分布载荷。

（3）液舱内支柱的剖面应为实心。当静水压力有可能导致支柱受到拉应力时，支柱及其端部受到的拉应力不得超过材料的规定最小屈服应力的 45%。

（4）支柱的尺度应符合 7.3.10.5 要求。

（5）当重型设备的载荷超过 7.3.10.5 的设计载荷时，支柱尺度应根据实际装载情况确定。

7.3.5 液舱舱壁

7.3.5.1 液舱可设有隔舱或深制荡板，以最大限度地降低结构的动态应力。

7.3.5.2 在任何情况下，液舱边界舱壁的尺度应不小于水密舱壁的要求。

7.3.5.3 液舱边界舱壁的尺度应满足如下要求：

（1）液舱边界板材的厚度应符合 7.3.10.2（1）的要求。

（2）扶强材的剖面模数和厚度应符合 7.3.10.2（2）和 7.3.10.2（3）的要求。

（3）主要支撑构件的剖面模数和剪切面积应符合 7.3.10.3 的要求。

（4）主要支撑构件的腹板板材高度不得小于无支撑弯曲跨距的 14%。

（5）槽形舱壁的尺度应符合 7.3.10.4 的要求。

7.3.6 水密边界

7.3.6.1 水密边界应根据稳性和抗沉性的有关要求设置。

7.3.6.2 应根据浮式装置的设计和作业要求尽实际可能减少水密边界上的开孔。如由于通道、管系、通风以及电缆敷设等原因不可避免地要穿越水密边界和内甲板时，则应保持舱壁的水密完整性。

7.3.6.3 水密边界的尺度应满足如下要求：

（1）边界板材的厚度应符合 7.3.10.2（1）的要求。

（2）扶强材的剖面模数和厚度应符合 7.3.10.2（2）和 7.3.10.2（3）的要求。

（3）主要支撑构件的剖面模数和剪切面积应符合 7.3.10.3 的要求。

（4）主要支撑构件的腹板板材高度不得小于未支撑弯曲跨距的 10%。

（5）槽形舱壁的尺度应符合 7.3.10.4 的要求。

7.3.7 上层建筑

7.3.7.1 首楼结构应受到与高腹板的横梁和强框架相连的桁材的支撑，通常要布置成完整的横向环形框架结构，并且由延伸至结构下端的支柱支撑。如设有高腹板横梁和桁材时，应把高腹板横梁、强框架、和/或桁材的间距限制在大约 3.5m。支柱应符合 7.3.4.4 的要求。主要结构相交处应仔细安装，尤其注意支柱上下端处的连接，并避免应力集中。

7.3.8 系泊系统支撑结构

7.3.8.1 当结构承受来自系泊软臂或者刚臂、外转塔或者系泊缆等施加的集中载荷时，其结构尺寸和布置应予以特殊考虑。应对浮体和系泊系统相连的部分进行有限元分析以保证系泊载荷能够合理地传递到浮体结构上，许用应力应按照 CCS《海上移动平台入级规范》第 2 篇第 3 章第 4 节进行选取。

7.3.9 其他结构

7.3.9.1 支柱舱壁应满足如下要求

（1）支持桁材或支柱的舱壁和替代桁材的纵向舱壁应得到加强，以提供不小于支柱所要求强度的有效支撑。支柱剖面的作用载荷与所要求的净横剖面面积采用 7.3.4.4 的要求确定。扶强材净惯性力矩的计算采用板材宽度为 $40t_{net}$。t_{net} 为板净厚度，单位 mm。

（2）支柱舱壁应符合下列要求：

① 舱壁扶强材之间的距离不得超过 1500mm。

② 如果为槽形，槽形的高度不应小于 100mm。

7.3.10 尺度要求

7.3.10.1 表 7.2.2.3 给出了计算局部支撑构件和主要支撑构件结构要求的设计载荷组合。静和动载荷分量的组合应符合本篇第 6 章表 6.6.1.1 和本篇第 6 章 6.6.2 的要求。

7.3.10.2 板和局部支撑构件

（1）对于受侧向压力的板材，其净厚度 t_{net} 要满足表 7.2.2.2 中的要求，所有适用设计载荷组合应根据表 7.2.2.3 选取，且计算中 C_a 的取值见表 7.3.10.2（a）。

板材的许用弯曲应力系数　　表 7.3.10.2（a）

验收衡准组合	结构构件	C_a
AC1	全部板材	0.80
AC2	船体外板	0.95
	内部边界板	1.00

（2）对于受侧向压力的局部支撑构件，其净剖面模数要求 Z_{net} 应满足表 7.2.3.2（a），所有适用设计载荷组合应根据表 7.2.2.3 选取，且计算中 C_s 的取值见表 7.3.10.2（b）。

扶强材的许用弯曲应力系数　　表 7.3.10.2（b）

验收衡准组合	结构构件	C_s
AC1	所有扶强材	0.75
AC2	所有扶强材	0.90

（3）对于受侧向压力的扶强材，基于剪切要求的腹板净厚度 t_{net} 应满足表 7.2.3.2（b），所有适用设计载荷组合应根据表 7.2.2.3 选取，且计算中 C_t 的取值见表 7.3.10.2（c）

扶强材许用剪切应力系数　　表 7.3.10.2（c）

验收衡准组合	结构构件	C_s
AC1	所有扶强材	0.75
AC2	所有扶强材	0.90

7.3.10.3　主要支撑构件

（1）对于与曲线型船体剖面连接或处于曲线型船体剖面的主要支撑构件，端部肘板的有效性应包括船体曲率的影响。对于舷侧横向框架，由于横撑材的设置，要求可以降低，见 7.3.3.3（4）。

（2）对于受侧向压力的主要支撑构件，其净剖面模数应按照 7.7.2.3（4），所有适用设计载荷组合应根据表 7.2.2.3 选取。

（3）对于受到侧向压力的主要支撑构件，其有效净剪切面积 $A_{shr-net50}$，应按照 7.7.2.3（5）计算，所有适用设计载荷组合应根据表 7.2.2.3 选取。

（4）主要支撑构件的分析通常采用描述特定结构类型的计算方法。如有必要也可采用更高级的计算方法去确保主要支撑构件的名义应力水平低于许用应力或者所受适用设计载荷组合下的本款（2）和（3）中的应力系数。

7.3.10.4　槽形舱壁

（1）如设置槽形舱壁时，其批准应特别考虑。可将货油舱区域槽形舱壁尺度要求作为基础，见 7.2.5.6 和 7.2.5.7

7.3.10.5　支柱

支柱所承受的最大载荷取自表 7.2.2.3 中的所有适用设计载荷组合中计算得到的最大值，并且小于或等于下式所给出的许用支柱载荷，其中 $W_{pill-perm}$ 是基于支柱的净特性。

$$W_{pill} \le W_{pill-perm}$$

式中：W_{pill} ——应用的支柱轴向载荷，

$$= Pb_{a-\sup} l_{a-\sup} + W_{pill-upr} \quad \text{kN};$$

$W_{pill-perm}$ ——支柱的许用载荷，

$$= 0.1 A_{pill-net50} \eta_{pill} \sigma_{crb} \quad \text{kN};$$

P——所考虑设计载荷组合的设计压力，在所考虑支柱所支撑的甲板区域的中心点计算，kN/m^2；

$b_{a-\sup}$ ——支撑区域的平均宽度，m；

$l_{a-\sup}$ ——支撑区域的平均长度，m；

$W_{pill-upr}$ ——支柱或支柱以上承受的轴向载荷，kN；

$A_{pill-net50}$ ——支柱的净横剖面面积，cm^2；

η_{pill} ——所考虑设计载荷组合的利用因子：

＝0.5，对于验收衡准 AC1

＝0.6，对于验收衡准 AC2

σ_{crb} ——支柱的临界压缩屈曲应力，见本篇第 9 章第 5 节 9.5.3.1。

第 4 节 机器处所

7.4.1 一般要求

7.4.1.1 适用范围

（1）本节要求适用于布置于浮体长度方向任何强肋位处的一处或多处机器处所，例如布置于船首的机器处所。本节的内容适用于布置于任何区域的机器处所。对于传统的自航式的浮式装置，也可参照 CCS《钢质海船入级规范》第 9 篇第 8 节第 4 小节的适用内容。

（2）当机器处所允许与本章第 3 节和第 5 节所定义的区域有重叠时，则对机器处所的设计要求应优先取两者要求中更高者。

（3）当机器处所位于首部或者尾部容易遭受波浪冲击或者砰击时，则应依照本章第 6 节的要求考虑额外的加强。

7.4.1.2 本小节规定的净尺度与下列总尺度有关：

（1）在应用 7.4.1.5 的最小厚度要求时，总厚度由适用要求的计算值加上第 13 章第 5 节中定义的全部腐蚀余量得到。

（2）对于局部支撑构件和板，其总厚度和总横剖面特性由适用要求的计算值加上第 13 章第 5 节的全部腐蚀余量得到。

（3）对于主要支撑构件，其总剪切面积、总剖面模数和其他总横剖面特性由适用要求的计算值加上第 13 章第 5 节的相关全部腐蚀余量的 0.5 倍获得。

（4）在应用本篇第 9 章第 2 节的屈曲要求时，总厚度和总横剖面特性通过加上第 13 章第 5 节的全部腐蚀余量的适用要求来获取。

7.4.1.3 总尺度要求

（1）船体结构应符合下列有关要求：

① 船体梁纵向强度，见本章第 1 节

② 承受晃荡和冲击载荷的强度，见本章第 6 节

③ 屈曲/极限强度，见本篇第 9 章。

（2）局部和主要支撑构件的净剖面模数，剪切面积和其他剖面特性由第 1 章第 7 节决定。

（3）局部支撑构件的剖面模数和腹板厚度适用于离开端部肘板的区域。主要支撑构件的剖面模数和横剖面剪切面积计算应采用表 7.7.1.1 的系数。

（4）尺度衡准基于的假定是：所有结构连接点和焊接细节的设计和制造应能够承受所考虑位置的预期工作应力水平。在高应力区域设计时，应考虑到装载模式、应力集中以及潜在的结构节点和细节的失效模式。

（5）所有结构部分应设置排污孔和排水孔、及通风孔，以确保泵吸管的液流通畅且通风情况良好。应做好液舱以上处所的排水布置。

7.4.1.4 布置

（1）当机器处所的甲板/舱壁上有开孔时，结构布置应确保甲板、舷侧和底部结构的足够支撑。

（2）所有机器和轴等部件应有足够支撑，将所受载荷分散到浮式装置结构上去，附近的结构也应适当加强。

（3）主要支撑构件的位置应充分考虑扶强材贯穿以及支柱支撑的同轴性，以形成有效的结构设计。

（4）应根据机器的重量、功率以及大小确定加强结构的尺寸以及结构与机器的接触面积，尤其当机器相对于基座宽度而言处于较高的位置。

（5）主机以及装设有的减速齿轮箱、轴和推力轴承的基座以及支撑这些基座的结构，应在所有预期载荷条件下保持对中性和刚度。应考虑提交上述图纸给机器制造商以供审核。

（6）在货油区域和机器处所之间应提供隔离处所。泵舱、压载舱或燃油舱都可作为该

类隔离处所。

（7）当主机布置在露天甲板以上，则应设置甲板室予以保护。

7.4.1.5 除 7.4.2 至 7.4.8 节给出的厚度、剖面模数和剪切面积要求外，机器处所板和加强筋的厚度还应符合表 7.4.1.5 给出的适用最小厚度要求。

机器处所结构的最小净厚度 **表 7.4.1.5**

尺度位置		净厚度（mm）
板材	下层甲板和平台	$3.3+0.0067s$
	内底	$6.5+0.02L_2$
肋板和船底旁纵桁		$5.5+0.02L_2$
主要支撑构件的腹板		$5.5+0.015L_2$
式中： L_2 为规范船长 L，m，见本篇第 1 章第 2 节定义，但不超过 300m； s 为加强筋间距，见本篇第 1 章第 7 节 1.7.2 定义，mm		

7.4.2 船底结构

7.4.2.1 通常机器处所内应设置双层底。双层底的高度至少应等于货油区域的双层底高度。当机器处所内的双层底高度与相邻舱室不同时，应在合适纵向范围内通过倾斜的内底保持纵向材料的连续性。若双层底结构总强度不削弱，则局部区域的双层底高度可以适当减小。

7.4.2.2 船底外板应满足如下要求：

（1）龙骨板的宽度应符合本章第 2 节 7.2.2.1 要求。

（2）船底外板（包括龙骨板）的厚度应符合本节 7.4.8.1（1）要求。

7.4.2.3 船底外板扶强材的剖面模数和厚度应符合本节 7.4.8.1（2）和 7.4.8.1（3）的要求。

7.4.2.4 桁材和肋板应满足如下要求：

（1）双层底应安装中纵桁。

（2）在主机位置应安装全深的船底桁材以有效分散其重量，并确保结构的足够刚度。桁材应尽可能向前后延伸，并在两端进行合适支撑，以分布机器产生的载荷。桁材应在其要求的范围以外进行过渡。

（3）如设置旁桁材，其应与相邻舱室上的船底旁桁材对齐。

（4）如果双层底为横骨架式，应在所有肋位上设置肋板。

（5）如果双层底为纵骨架式，应在所有主机和推力轴承的肋位上设置肋板。主机和轴承基座以外的位置，可隔档设置肋板。

（6）如果重型设备直接安置在内底，则应相应增加肋板和桁材的厚度。

7.4.2.5 当主机或推力轴承直接通过螺拴固定在内底时，内底板的净厚度应至少为 19mm。地脚螺栓的布置应尽可能靠近肋板和纵向桁材。板厚和地脚螺栓的布置也要考虑制造商的建议。

7.4.2.6 如果内底或双层底结构组成海底阀箱的一部分，则板材的厚度不得小于相同位置的外板厚度，并应考虑无支撑板材的最大宽度。

7.4.3 舷侧结构

7.4.3.1 一般要求

（1）舷侧外板和纵骨的尺度应从船中区域到首、尾端进行适当过渡。

（2）在纵骨架式中断并由横骨架式取代处，应对纵骨架式作恰当的嵌接布置。

（3）在扶强材和主要支撑构件的末端应设置支撑。

7.4.3.2 舷侧外板的厚度应符合 7.4.8.1（1）的要求。如果适用，舷侧外板的厚度应符合 7.2.2.4（2）的要求。

7.4.3.3 舷侧外壳局部支撑构件应满足如下要求：

（1）舷侧纵骨和垂直扶强材的剖面模数和厚度应符合 7.4.8.1（2）和 7.4.8.1（3）的要求。

（2）纵骨在横舱壁处的端部连接应具备足够的刚度以及侧向支撑，当其不连续时要安

装软趾肘板。不得设置与纵骨重叠的肘板。

7.4.3.4 舷侧外壳的主要支撑构件应满足如下要求：

（1）强框架上下两端应与足够刚度的构件相连，并得到甲板横梁的支撑。

（2）横骨架式机器处所的强框架间距通常不得超过横向骨架间距的 5 倍。

（3）主要支撑构件的剖面模数和剪切面积应符合 7.4.8.2 的要求。

（4）如果切口不闭合，腹板高度不得小于临近肋骨腹板高度的 2.5 倍。

（5）主要支撑构件的腹板高度不得小于无支撑弯曲跨距的 14%。

7.4.4 甲板结构

7.4.4.1 一般要求

（1）所有开口应设置骨架。应注意结构的连续性，避免形状、剖面或板材厚度的突然变化。

（2）机器处所开孔边缘应有合适的形状和设计以使应力集中降低到最小。

（3）在机器开孔处，甲板或平台的强度应足以有效支撑舷侧横向肋骨或强框架。

（4）如果采用横骨架式，则应采用与支柱或支柱舱壁相连的纵向桁材的合适布置对甲板扶强材进行支撑，若设置甲板横梁，则其布置应与强框架对齐，以提供端部的刚度以及强度的横向连续性。

（5）如果采用纵骨架式，则应采用与支柱或支柱舱壁相连的甲板横梁对甲板纵骨进行支撑。

（6）机舱棚应通过与支柱或支柱舱壁相连的甲板横梁及纵向桁材的合适布置进行支撑。如果机舱棚的开孔很大，则可要求使用横撑材。这些布置都应与甲板横梁对齐。

（7）如果甲板构成液舱边界的一部分，那么结构尺度不得小于液舱边界的要求。

（8）如果甲板构成水密处所的一部分，那么结构尺度不得小于水密舱壁的要求。

7.4.4.2 甲板尺度

（1）甲板板材的厚度应符合 7.4.8.1（1）的要求。

（2）甲板扶强材的剖面模数和厚度应符合 7.4.8.1（2）和 7.4.8.1（3）的要求。

（3）甲板扶强材的腹板高度不得小于 60mm。

（4）主要支撑构件的剖面模数和剪切面积应符合 7.4.8.2 的要求。

（5）在货舱和干舱内，主要支撑构件的腹板高度分别不得小于 10%和 7%的无支撑抗弯跨距，并且，若腹板开孔未封闭，则腹板高度不小于 2.5 倍的开孔高度，对板架结构，无支撑跨距为与其他主要支撑构件连接处之间的距离。

（6）重型设备导致集中载荷处，甲板结构的尺度应根据实际装载情况进行确定。

7.4.4.3 支柱

（1）支柱应尽可能安装在同一根垂直线上，并且应合理布置使载荷在所有支柱的首尾进行有效分布。当支柱承受偏心载荷时，应针对所承受的额外弯矩进行加强。

（2）如适用，管状和空心的方支柱应在其首端和底端以有效肘板或复板/内嵌板连接，以有效传送载荷。支柱在上下端的连接应采用连续焊接。在轧制型材支柱的上下端，载荷可以通过肘板或其他方式进行分布。

（3）在支柱间距较大的双层底上，肋板与桁材的连接以及肋板、桁材与内底的连接应进行加强。当支柱不直接位于肋板和桁材连接处上方时，应安装局部肋板和间断纵向构件对支柱进行必要的支撑。人孔不得布置在支柱底部以下的肋板和桁材上。

（4）液舱内支柱的应为实心剖面。当静水压力有可能导致支柱受到拉应力时，支柱及其端部的拉应力不得高于材料的规定最小屈服应力的 45%。

（5）支柱的尺度应符合 7.4.8.4 的要求。

（6）当重型设备导致的支柱载荷超过 7.4.8.4 中所要求的设计载荷时，支柱尺度应根据实际装载情况确定。

7.4.5 机器基座

7.4.5.1 一般要求

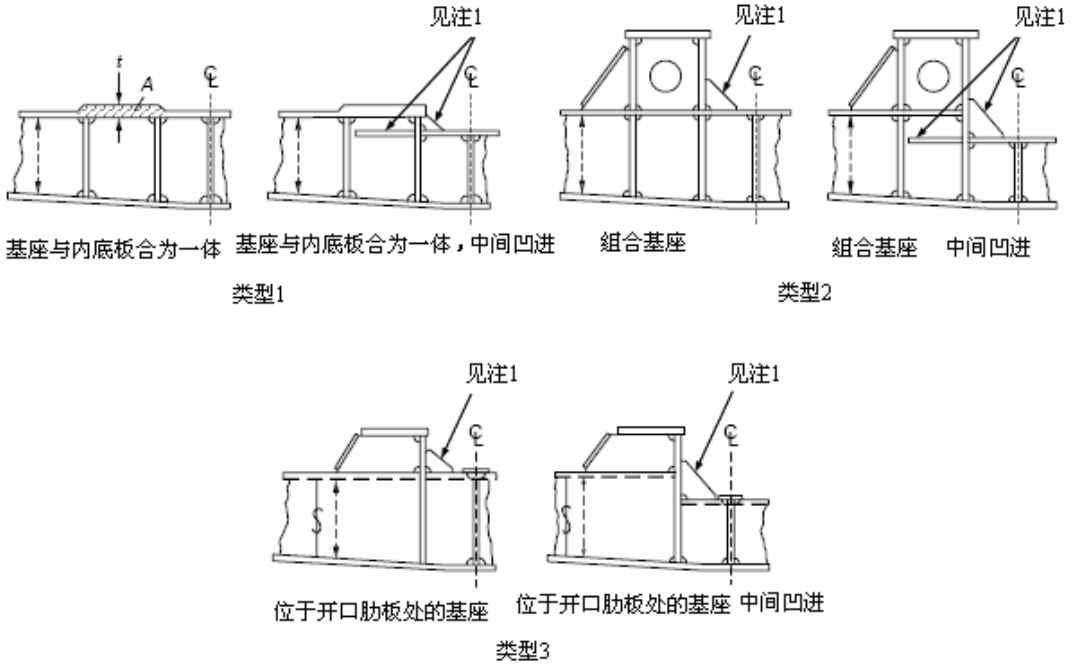
（1）对于设有主推进装置的浮式装置，其基座应满足本条的有关要求。

（2）主机和推力轴承应通过基座有效固定在船体结构上，基座应具备足够强度承受变化的重力、推力、扭力、动力以及振动力。

（3）如果是大功率内燃机或涡轮机装置，其基座通常为双层底结构的一部分。主机基座板或涡轮机齿轮箱以及推力轴承处的内底板材厚度应得到实质性加强，见图 7.4.5.1，类型 1。

（4）如果主机是由图 7.4.5.1 中的类型 2 基座进行支撑，从主机传递到相连结构的力尽可能均匀地分布。支撑基座的纵向构件应与双层底的桁材相连，且横向加强应与肋板对齐，见图 7.4.5.1，类型 2。

（5）对于在机器处所内有开口肋板的浮式装置，则基座通常布置在肋板顶板以上位置并通过肘板进行固定，见图 7.4.5.1，类型 3。



注 1：肘板应尽可能的大。根据机器制造商的建议，肘板可以免设以避免与机器基座桁材的冲突。

图 7.4.5.1 机器基座

7.4.5.2 内燃机和推力轴承的基座

（1）在确定内燃机和推力轴承的基座尺度时，应考虑主机整体刚度以及其平衡力以外的设计特征。

（2）通常在内燃机和推进轴承的基座上应安装两根桁材。

（3）通常当对应的推进器的最大连续输出功率是 3500 kW 或更大时，基座顶板的总厚度不得小于 45mm。

7.4.5.3 辅机应固定在基座上，基座应有合适的大小和布置以将机器的载荷均匀分布到支撑结构中。

7.4.6 液舱舱壁

7.4.6.1 液舱应隔舱或具备深制荡板，以使结构上的动应力减至最小。

7.4.6.2 在任何情况下，液舱边界舱壁的尺度不应小于水密舱壁的要求。

7.4.6.3 液舱边界舱壁的尺度

（1）液舱边界板材的厚度应符合本节 7.4.8.1（1）的要求。

（2）扶强材的剖面模数和厚度应符合本节 7.4.8.1（2）和 7.4.8.1（3）的要求。

（3）主要支撑构件的剖面模数和剪切面积应符合本节 7.4.8.2 的要求。

（4）主要支撑构件的腹板板材高度不得低于未支撑弯曲跨距的 14%。

7.4.7 水密边界

7.4.7.1 机器处所内的水密舱壁应符合稳性和抗沉性的有关要求。

7.4.7.2 水密边界的尺度

（1）水密边界板材的厚度应符合本节 7.4.8.1（1）的要求。

（2）扶强材的剖面模数和厚度应符合本节 7.4.8.1（2）和 7.4.8.1（3）的要求。

（3）主要支撑构件的剖面模数和剪切面积应符合本节 7.4.8.2 的要求。

（4）主要支撑构件的腹板板材高度不应小于无支撑弯曲跨距的 10%。

7.4.8 尺度要求

7.4.8.1 板和局部支撑构件

（1）对于受侧向压力的板材，其净厚度 t_{net} 要满足本章第 2 节表 7.2.2.2 中的要求，所有适用设计载荷组合应根据本章第 2 节表 7.2.2.3 选取，且计算中许用弯曲应力系数 C_a 的取值见本节表 7.4.8.1（a）

（2）对于受侧向压力的局部支撑构件，其净剖面模数要求 Z_{net} 应满足本章第 2 节表 7.2.3.2（a），所有适用设计载荷组合应根据本章第 2 节表 7.2.2.3 选取，且计算中 C_s 的取值见本节表 7.4.8.1（b）。

（3）对于受侧向压力的局部支撑构件，其基于剪切面积要求的净腹板厚度应符合本章第 3 节 7.3.10.2（3）要求。

板材的许用弯曲应力系数 表 7.4.8.1（a）

对于所考虑的设计载荷组合，许用弯曲应力系数取作：

$C_a = \beta_a - \alpha_a \dfrac{|\sigma_{hg}|}{R_{eH}}$，但是不应大于 $C_{a-\max}$

式中：β_a，α_a，$C_{a-\max}$取值如下：

验收衡准组合	结构构件		β_a	α_a	$C_{a-\max}$
AC1	纵向强度构件	纵向加筋板	0.85	0.5	0.80
		横向、垂向加筋板	0.85	1.0	0.80
	其他构件		0.75	0	0.80
AC2	纵向强度构件	纵向加筋板	1.05	0.5	0.95
		横向、垂向加筋板	1.05	1.0	0.95
	其他构件，包括水密边界		1.0	0	1.00

σ_{hg} ——对应所考虑的设计载荷组和并在载荷计算点计算的船体梁弯曲应力，

$$= \frac{(z - z_{NA-net50})M_{v-total}}{I_{v-net50}} 10^{-3} \quad \text{N/mm}^2;$$

$M_{v-total}$ ——所考虑的纵向位置处在设计载况组合的垂向设计弯矩，kNm。静水弯矩 $M_{sw-perm}$ 与同时作用的波浪弯矩符号相同，见本篇第 6 章表 6.6.1.1；

$I_{v-net50}$ ——所考虑纵向位置处的船体梁垂向净惯性矩，m^4，见本篇第 1 章第 7 节 1.7.6.1 中定义；

z——所考虑计算点的垂向坐标，m；

$z_{NA-net50}$ ——从基线到水平中和轴的距离，见本篇第 1 章第 7 节 1.7.6.1 中定义，m；

R_{eH} ——材料的规定最小屈服应力，N/mm^2。

扶强材的许用弯曲应力系数 表 7.4.8.1（b）

许用弯曲应力系数取作：

船体梁弯曲应力σ_{hg}符号	压力作用的侧	验收衡准
拉（＋）	扶强材一侧	$C_s=\beta_s-\alpha_s\frac{\lvert\sigma_{hg}\rvert}{R_{eH}}$，但不大于$C_{s-\max}$
压（－）	板一侧	
拉（＋）	板一侧	$C_s=C_{s-\max}$
压（－）	扶强材一侧	

式中：

β_s，α_s，$C_{s-\max}$：许用弯曲应力因子，应取为：

验收衡准组合	结构构件	β_S	α_s	$C_{a-\max}$
AC1	纵向有效扶强材	0.85	1.0	0.75
	其他扶强材	0.75	0	0.75
AC2	纵向有效扶强材	1.0	1.0	0.9
	其他扶强材	0.9	0	0.9
	水密边界扶强材	0.9	0	0.9

σ_{hg}——对应所考虑的设计载荷组下参考点计算的船体梁弯曲应力，

$$=\frac{(z-z_{NA-net50})M_{v-total}}{I_{v-net50}}10^{-3}\quad \text{N/mm}^2$$

$M_{v-total}$——在设计载荷组合下所考虑的纵向位置处的垂直设计弯矩，kNm。$M_{v-total}$根据本篇第6章表6.6.1.1采用中垂或中拱静水弯矩来计算。

扶强材位置	许用静水弯矩	
	压力作用在板一侧	压力作用在扶强材一侧
中和轴以上	中垂静水弯矩	中拱静水弯矩
中和轴以下	中拱静水弯矩	中垂静水弯矩

$I_{v-net50}$——所考虑纵向位置处的船体梁垂向净惯性矩，见本篇第1章第7节1.7.6.1中定义。

z ——所考虑参考点的垂向坐标，m

$z_{NA-net50}$——从基线到水平中和轴的距离，见本篇第1章第7节1.7.6.1中定义，m

R_{eH}——材料的规定最小屈服应力，N/mm^2

7.4.8.2 主要支撑构件

（1）对于与曲线型船体剖面相交或处于曲线型船体剖面上的主要支撑构件，端部肘板的有效性应包括船体曲率的影响。

（2）对于受侧向压力的主要支撑构件，其净剖面模数应符合本章第3节7.3.10.3（2）的要求。

（3）对于受侧向压力的主要支撑构件，其腹板的净横剖面面积应符合本章第3节7.3.10.3（3）的要求。

（4）对于特殊结构类型通常采用所述的特定方法来分析主要支撑构件。可采用更高级的计算方法以确保主要支撑构件的名义应力水平低于许用应力或者所受适用的设计载荷下7.3.10.3（2）和7.3.10.3（3）中给出的应力系数。

7.4.8.3 槽形舱壁

如设置槽形舱壁，应特别考虑其批准。建议以货油舱区域槽形舱壁尺度要求作为基础，见7.2.5.6和7.2.5.7。

7.4.8.4 支柱

支柱所承受的最大载荷取自本章第2节表7.2.2.3中的所有适用设计载荷组合中计算得

到的最大值，并且小于或等于下式所给出的许用支柱载荷，其中$W_{pill-perm}$是基于支柱的净特性。

$$W_{pill} \le W_{pill-perm}$$

式中：W_{pill}——应用的支柱轴向载荷，

$$= Pb_{a-\sup} l_{a-\sup} + W_{pill-upr} \quad \text{kN};$$

$W_{pill-perm}$——支柱的许用载荷，

$$= 0.1 A_{pill-net50} \eta_{pill} \sigma_{crb}\ ,\ \text{kN};$$

P——所考虑设计载荷组合的设计压力，在所考虑支柱所支撑的甲板区域的中心点计算，kN/m^2；

$b_{a-\sup}$——支撑区域的平均宽度，m；

$l_{a-\sup}$——支撑区域的平均长度，m；

$W_{pill-upr}$——支柱或支柱以上承受的轴向载荷，kN；

$A_{pill-net50}$——支柱的净横剖面面积，cm^2；

η_{pill}——所考虑设计载荷组合的利用因子：

=0.5，对于验收衡准 AC1；

=0.6，对于验收衡准 AC2；

σ_{crb}——支柱的临界压缩屈曲应力，见本篇第 9 章第 5 节 9.5.3.1。

第 5 节 尾部

7.5.1 一般要求

7.5.1.1 适用范围

（1）本小节要求适用于尾尖舱舱壁和浮式装置尾端之间的结构。

（2）本小节要求不适用下列结构：

① 挂舵臂

② 不与船体连接的结构如舵、导流管、螺旋桨

③ 其他船体永久附件

④ 若设置这些项目，则应符合各船级社的相关要求。

（3）7.5.1 至 7.5.7 所述的净尺度与总尺度的关系如下：

① 在应用 7.5.1.4 的最小厚度要求时，总厚度由适用要求的计算值加上第 13 章第 5 节中定义的全部腐蚀余量来得到。

② 对于局部支撑构件和板，其总厚度和总横剖面属性由适用要求的计算值加上第 13 章第 5 节的全部腐蚀余量得到。

③ 对于主要支撑构件，其总剪切面积、总剖面模数和其他总横剖面特性由适用要求的计算值加上第 13 章第 5 节的相关全部腐蚀余量的 0.5 倍获取。

④ 在适用本篇第 9 章的屈曲要求时，总厚度和总横剖面特性由适用要求的计算值并加上第 13 章第 5 节的全部腐蚀余量获取。

7.5.1.2 一般尺度要求

（1）浮体结构应符合有关要求：

① 船体梁纵向强度，见本章第 1 节

② 承受晃荡和冲击载荷的强度，见本章第 6 节

③ 屈曲/极限强度，见本篇第 9 章。

（2）在舵机、锚机和其他甲板机器处的甲板板材厚度及其支撑结构应适当加强。

（3）局部支撑构件和主要支撑构件的净剖面模数，剪切面积和其他剖面特性根据本篇第 1 章第 7 节确定。

（4）局部支撑构件的剖面模数和腹板厚度的要求适用于没有端部肘板的区域。主要支撑构件的剖面模数和横剖面剪切面积的要求见表 7.7.1.1 中的说明。

（5）尺度衡准基于的假定条件是：所有结构连接点和焊接细节的设计和制造使其能够承受所考虑位置的预期工作应力水平。在高应力区域设计时，应考虑到装载模式、应力集中以及潜在的结构接点和细节失效的模式。

（6）结构所有部分应根据需要保留开口和通风孔，以确保吸管的液流通畅且通风情况良好。应做好深舱以上处所的排水布置。

7.5.1.3 结构连续性

（1）外板、上甲板和内底的尺度应向尾端过渡。见本章第 1 节 7.1.6。

（2）在尾尖舱向前过渡到机器处所的区域内，应考虑到主要支撑构件的过渡。

（3）强力甲板的纵骨架式应向船尾延伸。

（4）所有外壳骨架以及液舱边界扶强材通常应保持连续，或者在端部设置连接肘板。

7.5.1.4 最小厚度

除 7.5.2 至 7.5.7 的厚度、剖面模数和扶强材腹板剪切面积要求外，尾部区域的板材和扶强材厚度还应符合表 7.5.1.4 给出的适用的最小厚度要求。

尾尖舱舱壁之后的结构的最小净厚度 表 7.5.1.4

尺度位置	净厚度（mm）
支柱舱壁	7.5
底部纵桁和尾尖舱肋板	$5.5+0.02L_2$
主要支撑构件的腹板板	$6.5+0.015L_2$
式中：L_2 为规范船长，L 的定义见本篇第 1 章第 2 节定义，但不大于 300m	

7.5.2 船底结构

7.5.2.1 一般要求

（1）肋板应设置在尾尖舱每一肋位上并至少达到尾轴管之上的高度。如果肋板没有延伸至平台或甲板，其上端应用翼板进行加强。

（2）船底中纵桁材应尽可能地向船尾延伸，并连接到尾框架上。

（3） 对于采用传统推进和舵系统的自航式浮式装置，应满足 CCS《钢质海船入级规范》的适用要求。

7.5.3 船壳结构

7.5.3.1 外板

（1）舷侧外板和尾封板的净厚度 t_{net} 应符合 7.3.10.2（1）的要求，且不得小于下式的值：

$$t_{net} = 0.035(L_2 - 42) + 0.009s \quad \text{mm}$$

式中：L_2——规范船长，定义见本篇第 1 章第 2 节，但不大于 300m；

S——扶强材间距，见本篇第 1 章第 7 节 1.7.2 定义，mm。

（2）与尾柱连接的外板净厚度 t_{net} 应符合本章第 3 节 7.3.10.2（1）的要求，且不得小于下列公式的值：

$$t_{net} = 0.094(L_2 - 43) + 0.009s \quad \text{mm}$$

式中：L_2 和 s 见本款（1）

（3）在螺旋桨桨毂和踵板上，外板净厚度 t_{net} 不得小于：

$$t_{net} = 0.105(L_2 - 47) + 0.011s \quad \text{mm}$$

式中：L_2 和 s 见本款（1）

（4）在 7.2.2.4（3）规定的范围中，舷侧外板的厚度应符合 7.2.2.4（2）的要求。

7.5.3.2 外壳局部支撑构件

船体外壳骨架的剖面模数和厚度应符合 7.3.10.2（2）和 7.3.10.2（3）的要求。

7.5.3.3 外壳主要支撑构件

（1）7.5.3.3 的要求适用于由垂直腹板和/或水平桁材或平台系统支撑的单壳构造。

（2）如果采用纵骨架式，则应通过从肋板延伸至上甲板的垂直主要支撑构件对纵骨进行支撑。甲板强横梁应与强框架对齐。

（3）如果采用横骨架式，应通过横跨垂直主要支撑构件间的水平主要支撑构件对肋骨进行支撑。

（4）强框架支撑、纵向框架、水平桁和横框架的尺度由 7.3.10.3 节确定。

（5）主要支撑构件的腹板高度不得小于弯曲跨距的 14%。当过梁孔不封闭时，腹板高度至少应为扶强材开口高度的 2.5 倍。

7.5.4 甲板结构

7.5.4.1 甲板板

（1）甲板板的厚度应符合 7.3.10.2（1）的要求。

（2）除（1）的要求，甲板板的净厚度 t_{net} 还不得小于：

$$t_{net} = 0.009s \text{ mm}$$

式中：s——扶强材间距，见本篇第 1 章第 7 节 1.7.2 定义，mm

7.5.4.2 甲板扶强材的剖面模数和厚度应符合 7.3.10.2（2）和 7.3.10.2（3）的要求。

7.5.4.3 甲板主要支撑构件

（1）主要支撑构件的剖面模数和剪切面积应符合 7.3.10.3 节的要求。

（2）在货舱和干舱内，主要支撑构件的腹板高度分别不得小于 10%和 7%的无支撑抗弯跨距，并且，若腹板开孔未封闭，则腹板高度不小于 2.5 倍的开孔高度，对板架结构，无支撑跨距为与其他主要支撑构件连接处之间的距离。

（3）如果受到重型设备的集中载荷，甲板结构的尺度应根据实际载荷进行确定。

7.5.4.4 支柱

（1）支柱应尽可能安装在同一垂直线上，并且应采取有效布置使得载荷在所有支柱上下端分散。如果支柱受到偏心载荷，则应针对额外弯矩对支柱进行加强。

（2）如设有，管状和空心的方支柱的上下端应连接在有效肘板或复板/嵌板，以有效传递载荷。支柱上下端连接采用连续焊接。在轧制型材支柱的上下端，可以通过肘板和其他等效措施分散载荷。

（3）液舱内的支柱应为实心剖面。当静水压力有可能导致支柱受到拉应力时，支柱及其端部连接的拉应力不得高于材料的规定最小屈服应力的 45%。

（4）支柱的尺度应符合 7.3.10.5 节要求。

（5）当重型设备载荷超过 7.3.10.5 中的设计载荷时，支柱尺度应根据实际装载情况确定。

7.5.5 液舱舱壁

7.5.5.1 液舱应设有隔舱或深制荡结构，以把作用于结构上的动态应力降低至最小。

7.5.5.2 在任何情况下，液舱边界舱壁的尺度不得小于对水密舱壁的要求。

7.5.5.3 液舱边界舱壁的尺度

（1）液舱边界板材的厚度应符合 7.3.10.2（1）的要求。

（2）扶强材的剖面模数和厚度应符合 7.3.10.2（2）和 7.3.10.2（3）的要求。

（3）主要支撑构件的剖面模数和剪切面积应符合 7.3.10.3 节的要求。

（4）主要支撑构件的腹板高度不得低于无支撑弯曲跨距的 14%。

7.5.6 水密边界

7.5.6.1 水密边界应根据稳性和抗沉性的有关要求进行设置。

7.5.6.2 应根据浮式装置的设计和作业要求尽实际可能减少水密边界上的开孔。如由于通道、管系、通风以及电缆敷设等原因不可避免地要穿越水密边界和内甲板时，则应保持舱壁的水密完整性。

7.5.6.3 尾尖舱舱壁

（1）尾尖舱舱壁结构构件的尺度应符合 7.5.5 和 7.5.6.4 的适用要求。

7.5.6.4 水密边界的尺度

（1）边界板材的厚度应符合 7.3.10.2（1）的要求。

（2）扶强材的剖面模数和厚度应符合 7.3.10.2（2）和 7.3.10.2（3）的要求。

（3）主要支撑构件的剖面模数和剪切面积应符合 7.3.10.3 的要求。

（4）主要支撑构件的腹板高度不得小于无支撑弯曲跨距的 10%。

7.5.7 其他结构

7.5.7.1 支柱舱壁

（1）支持桁材、支柱的舱壁和代替桁材的纵向舱壁应加强，以提供不小于支柱所需的有效支撑能力。支柱剖面的作用载荷与所要求横剖面面积应根据 7.5.4.4 的要求计算。扶强材净惯性矩的计算中，板材宽度为 $40t_{net}$，t_{net} 为板材净厚度，mm。

（2）支柱舱壁应符合下列要求：

①舱壁扶强材之间的距离不得超过 1500mm。

②如果为槽形舱壁，槽形的深度不得小于 100mm。

7.5.7.2 舵杆套筒

当装设有舵杆套筒时，舵杆套筒的尺度应符合 7.5.3.1 和 7.5.3.2 对外板和框架的要求。如果舵杆套筒通往海水，则应在最深的载重线上安装封盖或封套，以防止海水进入舵机舱。

7.5.7.3 尾侧推管隧

（1）管隧板材的净厚度 $t_{tun-net}$ 应不小于尾侧推器周围外板的厚度。此外，$t_{tun-net}$ 不得小于：

$$t_{tun-net} = 0.008 d_{tun} + 1.8 \text{ mm}$$

式中：d_{tun}——为管隧的内直径，mm，但不得小于 970mm

（2）当管隧舷侧外端设有杆或格栅时，应对杆或格栅进行有效加固。

第 6 节 关于晃荡和冲击载荷的结构评估

7.6.1 一般要求

7.6.1.1 适用范围

（1）本小节要求包括可能发生于液舱的局部晃荡和可能发生于首部结构的局部冲击的加强要求。在 7.6.2 至 7.6.4 中所应用的晃荡和冲击载荷见本篇第 6 章第 4 节。

（2）本小节所述的净尺度与总尺度关系如下：

（a）对于板和局部支撑构件，在适用的要求上增加第 13 章第 5 节规定的全部的腐蚀余量得到总厚度和总横剖面特性；

（b）对于主要支撑构件，在适用要求上增加 0.5 倍的第 13 章第 5 节规定的腐蚀余量得到总剖面面积、总剖面模数和其他总横剖面特性。

7.6.1.2 一般尺度要求

（1）除本章的其他适用要求外，还应满足 7.6.2 至 7.6.4 的要求。

（2）由于冲击或晃荡载荷引起的局部尺度的增加，应结合所考虑细节结构型式且要避免硬点，切口和其他有害的应力集中。

7.6.2 液舱内的晃荡

7.6.2.1 范围与限制

（1）7.6.2 的要求规定了承受晃荡载荷的液舱的边界和内部结构的尺度要求。液舱内液体自由运动产生晃荡载荷在本篇第 6 章第 4 节 6.4.2 中给出。

（2）货油舱、污油水舱、压载舱以及大深舱如燃油舱和主要淡水舱的结构应进行晃荡评估。小液舱则不必进行晃荡压力评估。

（3）所有货油舱和压载舱的构件尺度适用于无限制装载高度。

（4）应评估下列结构构件：

① 构成液舱边界的板和扶强材；
② 制荡舱壁板和扶强材；
③ 液舱内主要支撑构件的腹板与腹板上的加强筋；
④ 液舱内支持主要支撑构件的防倾肘板。

（5）对于有效晃荡宽度 b_{slh} 超过 0.56B 或者有效晃荡长度 l_{slh} 超过 0.13L 的液舱，应根据 CCS《油船结构强度直接计算指南》第 3 章的要求进行附加晃荡冲击评估。有效晃荡长度 l_{slh} 和宽度 b_{slh} 分别在本篇第 6 章第 4 节 6.4.2.2 和 6.4.2.3 中定义。

7.6.2.2 晃荡压力的应用

（1）根据本款（2）至（4）应对下列液舱进行设计晃荡压力 $P_{slh\text{-}lng}$ 和 $P_{slh\text{-}t}$ 的评估：

① 货油舱和污油舱；
② 首尖压载舱和尾尖压载舱；
③ 其他允许液体自由运动的液舱，以下情况除外：

- 有效晃荡长度小于 0.03L 时，不必进行关于 $P_{slh\text{-}lng}$ 的晃荡计算；
- 有效晃荡宽度小于 0.32B 时，不必进行关于 $P_{slh\text{-}t}$ 的晃荡计算。

在 7.6.2.1（2）中提到的其他液舱的设计晃荡压力取如本篇第 6 章第 4 节 6.4.2.4 定义的最小晃荡压力 $P_{slh\text{-}min}$。

（2）由于液体纵向运动产生的如本篇第 6 章第 4 节 6.4.2.2（1）定义的设计晃荡压力 $P_{slh\text{-}lng}$ 适用于如图 7.6.2.2（a）所示的下列构件：

① 密性横舱壁；
② 横向制荡舱壁；
③ 横向密性舱壁和横向制荡舱壁上的水平桁；
④ 横舱壁与邻近横舱壁的第一个强框架之间的范围或距离横舱壁 $0.25l_{slh}$ 的范围，取较小范围内的纵舱壁、甲板和内壳的板以及扶强材。

（3）除本款（2）外，如果邻近密性横舱壁或横向制荡舱壁的第一个强框架位于距离横舱壁 $0.25l_{slh}$ 的范围之内，见图 7.6.2.2（a），应对其进行反射晃荡压力 $P_{slh\text{-}wf}$ 的评估，$P_{slh\text{-}wf}$ 如本篇第 6 章第 4 节 6.4.2.2（5）定义。

（4）本篇第 6 章第 4 节 6.4.2.4 定义的最小晃荡压力 $P_{slh\text{-}min}$ 适用于所有其他构件。

（5）由于液体横向运动产生的设计晃荡压力 $P_{slh\text{-}t}$，如本篇第 6 章第 4 节 6.4.2.3（1）定义，适用于见图 7.6.2.2（b）的下列构件：

① 密性纵舱壁；
② 纵向制荡舱壁；
③ 密性纵舱壁和制荡舱壁上的水平桁和垂直腹板；
④ 纵舱壁与邻近纵舱壁的第一道桁材之间的区域和距离纵舱壁 $0.25b_{slh}$ 的区域，取较小区域，其内的密性横舱壁包括水平桁和甲板的板以及扶强材。

（6）除本款（5）外，如果邻近密性纵舱壁或制荡舱壁的第一道桁材位于距离纵舱壁 $0.25b_{slh}$ 的范围之内，见图 7.6.2.2（b），应对其进行反射晃荡压力 $P_{slh\text{-}grd}$ 的评估，$P_{slh\text{-}grd}$ 见本篇第 6 章第 4 节 6.4.2.3（5）定义。

（7）如本篇第 6 章第 4 节 6.4.2.4 定义的最小晃荡压力 $P_{slh\text{-}min}$ 应适用于其他所有构件。

（8）由液体横向和纵向运动导致的晃荡压力假定为独立作用，因此结构构件应基于液体横向和纵向运动导致的最大晃荡压力进行评估。

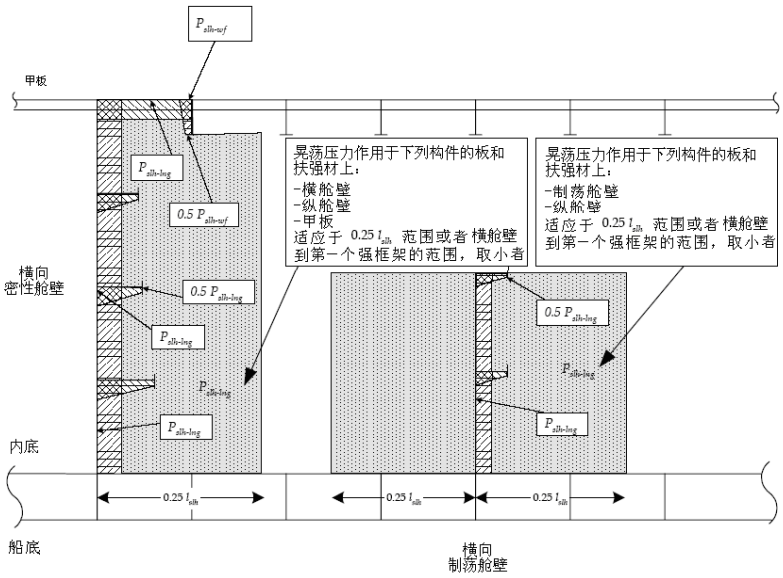


图 7.6.2.2（a） 液体纵向运动导致的晃荡载荷的适用范围

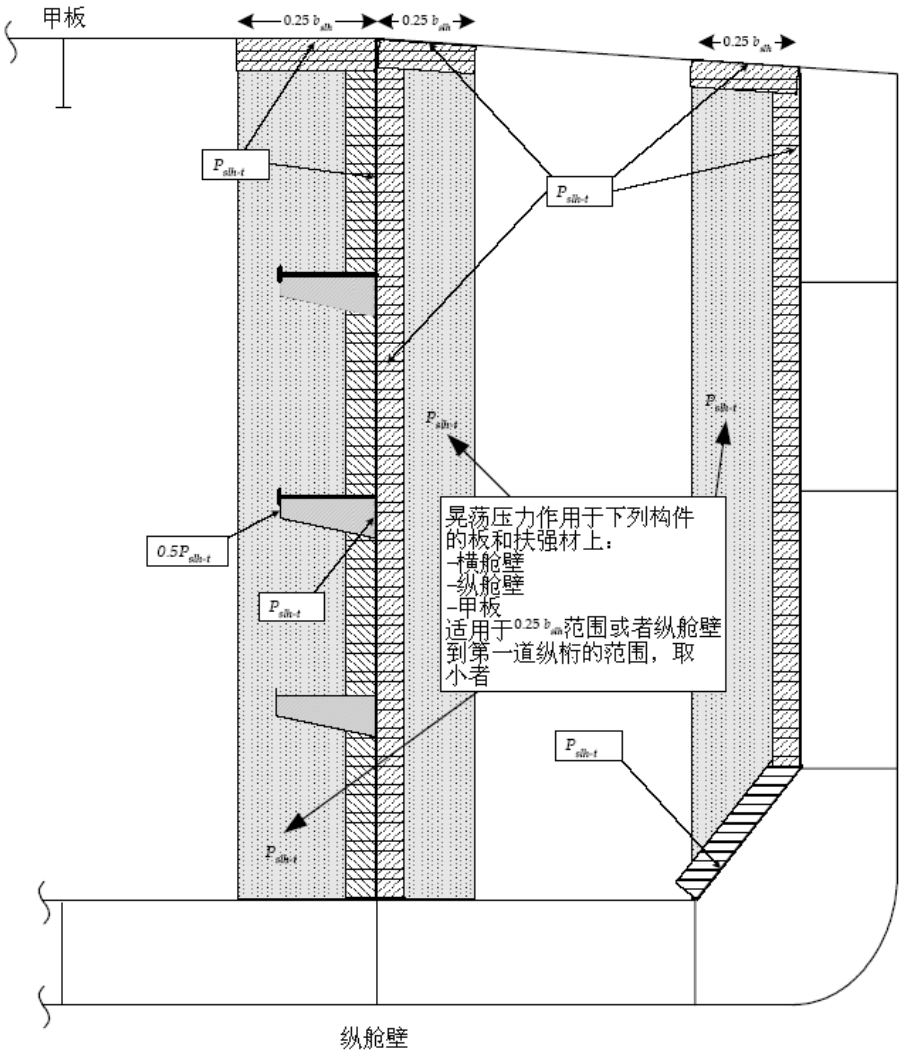


图 7.6.2.2（b） 液体横向运动导致的晃荡载荷的适用范围

7.6.2.3 构成液舱边界的板的晃荡评估

（1）承受晃荡压力的液舱边界板的净厚度应不小于：

$$t_{net} = 0.0158\alpha_p s\sqrt{\frac{P_{slh}}{C_a R_{eH}}} \qquad \text{mm}$$

式中：α_p——板格长宽比的修正因子，

$= 1.2 - \frac{s}{2100 l_p}$，但应不大于 1.0；

s——扶强材间距，mm，如本篇第 1 章第 7 节 1.7.2 定义；

l_p——板格长，应取主要支撑构件的间距 S，除非设有短梁，m；

P_{slh}——取 $P_{slh\text{-}lng}$、$P_{slh\text{-}t}$ 或 $P_{slh\text{-}min}$ 的最大值，见本节 7.6.2.2；

C_a ——表 7.6.2.3 给出的板的许用弯曲应力系数；

R_{eH} ——材料的规定的最小屈服应力，N/mm^2。

7.6.2.4 液舱边界板上的扶强材的晃荡评估

（1）承受晃荡压力的液舱边界板上的扶强材的净剖面模数 Z_{net} 应不小于：

$$Z_{net} = \frac{P_{slh} s l_{bdg}^{\ 2}}{f_{bdg} C_s R_{eH}} \qquad \text{cm}^3$$

式中：l_{bdg}——扶强材的有效弯曲跨距，m，见本篇第 1 章第 7 节 1.7.1 定义；

C_s——许用弯曲应力系数，在表 7.6.2.4 中给出；

P_{slh}——取 $P_{slh\text{-}lng}$、$P_{slh\text{-}t}$ 或 $P_{slh\text{-}min}$ 的最大值，见 7.6.2.2；

s——扶强材间距，mm，见本篇第 1 章第 7 节 1.7.2；

R_{eH} ——材料的规定的最小屈服应力，N/mm^2；

f_{bdg}——弯矩因子：

=12 两端旋转固定的扶强材，通常适用于所有连续的扶强材；

=8 一端或者两端可以自由转动的水平扶强材，通常适用于不连续的扶强材；

对于其他形式的弯矩因子取值见本章表 7.7.1.1。

7.6.2.5 主要支撑构件的晃荡评估

（1）货油舱和压载舱内的水平桁、桁材和强框架的腹板、腹板加强筋和防倾肘板应基于 7.6.2.2 给出的晃荡压力进行评估。

（2）主要支撑构件的腹板净厚度 t_{net} 应不小于：

$$t_{net} = 0.0158\alpha_p s\sqrt{\frac{P_{slh}}{C_a R_{eH}}} \qquad \text{mm}$$

式中：α_p——板格长宽比的修正因子，

$= 1.2 - \frac{s}{2100 l_p}$，但应不大于 1.0；

s——扶强材间距，mm，见本篇第 1 章第 7 节 1.7.2 定义；

l_p ——板格长，板格长边上局部支撑构件间的平均间距，一般取作防倾肘板的间距，m；

P_{slh}——取 $P_{slh\text{-}lng}$、$P_{slh\text{-}t}$、$P_{slh\text{-}wf}$、$P_{slh\text{-}grd}$ 或 $P_{slh\text{-}min}$ 中的最大值，如 7.6.2.2 规定。应取载荷计算点处的压力，且考虑压力沿构件高度方向的分布，见图 7.6.2.2（a）；

C_a——板的许用弯曲应力系数，在表 7.6.2.3 中给出；

R_{eH} ——材料的规定的最小屈服应力，N/mm^2。

（3）承受晃荡压力的主要支撑构件的腹板上的每个加强筋的净剖面模数 Z_{net} 应不小于：

$$Z_{net} = \frac{P_{slh} s l_{bdg}^{\ 2}}{f_{bdg} C_s R_{eH}} \qquad \text{cm}^3$$

式中：P_{slh}——取 $P_{slh\text{-}lng}$、$P_{slh\text{-}t}$、$P_{slh\text{-}wf}$、$P_{slh\text{-}grd}$ 或 $P_{slh\text{-}min}$ 的中最大值，见 7.6.2.2。应取载荷计算点处的压力，且考虑压力沿构件高度方向的分布，见图 7.6.2.2（a）和图 7.6.2.2（b）；

s——扶强材间距，mm，如本篇第 1 章第 7 节 1.7.2 定义；

l_{bdg}——本篇第 1 章第 7 节 1.7.1 定义的腹板加强筋的有效弯曲跨距，m，；

C_s——用弯曲应力系数，在表 7.6.2.4 给出；

f_{bdg}——弯矩因子

=12 两端转动位移固定的加强筋，通常适用于所有连续的加强筋，

=8 一端或者两端可以自由转动的加强筋，通常适用于不连续的加强筋；

对于其他形式的弯矩因子取值见表 7.7.1.1；

R_{eH}——材料的规定的最小屈服应力，N/mm^2。

（4）货油舱和压载舱内的主要支撑构件的防倾肘板在根部的净剖面模数 Z_{net} 应不小于：

$$Z_{net} = \frac{1000 P_{slh} s_{trip} l^2_{trip}}{2 C_s R_{eH}} \quad \text{cm}^3$$

式中：P_{slh}——取 $P_{slh\text{-}lng}$、$P_{slh\text{-}t}$、$P_{slh\text{-}wf}$、$P_{slh\text{-}grd}$ 或 $P_{slh\text{-}min}$ 的最大值，如 7.6.2.2 规定。平均压力取防倾肘板中点处的压力，且考虑如图 7.6.2.2（a）和图 7.6.2.2（b）所示的分布；

s_{trip}——防倾肘板或其他主要支撑构件或舱壁之间的平均间距，m

l_{trip}——防倾肘板的长度，m，见图 7.6.2.5；

C_s——防倾肘板的许用弯曲应力系数，

=0.75；

R_{eH}——材料的规定的最小屈服应力，N/mm^2。

（5）货油舱和压载舱内的主要支撑构件的防倾肘板扣除开孔和切口后的净剪切面积 $A_{shr\text{-}net}$ 应不小于：

$$A_{shr-net} = 10 \frac{P_{slh} s_{trip} l_{trip}}{C_t \tau_{yd}} \quad \text{cm}^3$$

式中：P_{slh}——取 $P_{slh\text{-}lng}$、$P_{slh\text{-}t}$、$P_{slh\text{-}wf}$、$P_{slh\text{-}grd}$ 或 $P_{slh\text{-}min}$ 的最大值，如 7.6.2.2 规定。平均压力取防倾肘板中点处的压力，且考虑如图 7.6.2.2（a）和图 7.6.2.2（b）所示的压力分布；

s_{trip}——防倾肘板或其他主要支撑构件或舱壁之间的平均间距，m；

l_{trip}——防倾肘板的长度，m，见图 7.6.2.5；

C_t——许用剪切应力系数，见表 7.6.2.5；

τ_{yd}——$= \frac{R_{eH}}{\sqrt{3}}$，N/mm^2；

R_{eH}——材料的规定的最小屈服应力，N/mm^2。

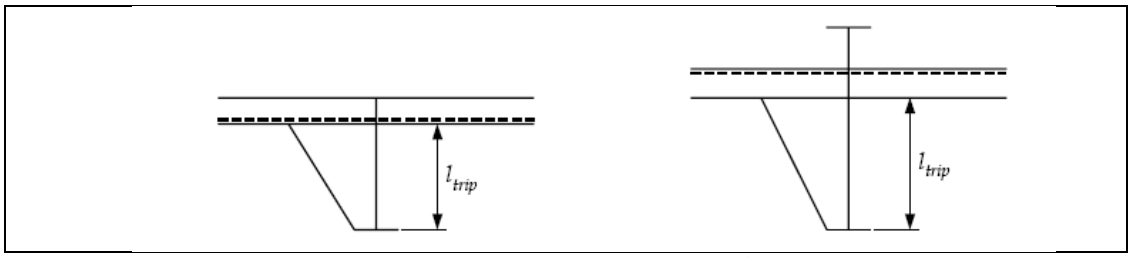


图 7.6.2.5 防倾肘板的有效长度

用于板的晃荡评估的许用弯曲应力系数，Ca **表 7.6.2.3**

用于设计载荷组和的许用弯曲应力系数按下式计算：

$$C_a = \beta_a - \alpha_a \frac{|\sigma_{hg}|}{R_{eH}}$$，但不大于 $C_{a\text{-}max}$。

式中：

$\alpha_a, \beta_a, C_{a-\max}$，许用弯曲应力因子，取值如下表：

验收衡准组合	结构构件		β_a	α_a	$C_{a\text{-}max}$
AC1	货油舱区域的纵向强力构件，包括但不限于： -甲板 -平面纵舱壁 -水平槽形纵舱壁 -货油舱区域的纵桁和水平桁	纵向加强筋板	0.9	0.5	0.8
		横向或垂向加强筋板	0.9	1.0	0.8
	其他强力构件，包括： -垂直槽形纵舱壁 -平面横舱壁 -槽形横舱壁 -横向水平桁和强框架 -货油舱区域以外的液舱边界板和主要支撑构件的板		0.8	0	0.8

σ_{hg}——用于设计载荷组合的载荷计算点处的船体梁弯曲应力，按下式计算：

$$\sigma_{hg} = \left(\frac{(z - z_{NA-net50}) M_{sw-perm-sea}}{I_{v-net50}} \right) 10^{-3} \quad N/mm^2$$

z——所考虑构件的载荷计算点处的垂向坐标，m；

$z_{NA\text{-}net50}$——从基线到水平中和轴的距离，m，见本篇第 1 章第 7 节 1.7.6.1 定义；

$M_{sw\text{-}perm\text{-}sea}$——迁航工况下计算位置处的船体梁中拱和中垂许用静水弯矩，kNm，取中拱和中垂弯矩的最大值，见本篇第 6 章第 2 节；

$I_{v\text{-}net50}$——计算纵向位置处的船体梁净剖面垂向惯性矩，m^4，见本篇第 1 章第 7 节 1.7.6.1 定义；

R_{eH}——材料的规定的最小屈服应力，N/mm^2。

用于加强筋的晃荡评估的许用弯曲应力系数，Cs **表 7.6.2.4**

用于设计载荷组合的许用弯曲应力系数按下式计算：

$$C_s = \beta_s - \alpha_s \frac{|\sigma_{hg}|}{R_{eH}}$$，但不大于 $\boldsymbol{C_{s\text{-}max}}$。

式中：

$\alpha_s, \beta_s, C_{s-\max}$，许用弯曲应力因子，取值如下表：

验收衡准组合	结构构件		β_s	α_s	$C_{s\text{-}max}$
AC1	货油舱区域的纵向强力构件，包括但不限于： -甲板纵骨 -纵舱壁扶强材 -货油舱区域的纵桁和水平桁上的加强筋	纵向加强筋	0.85	1.0	0.75
		横向或垂向加强筋	0.7	0	0.7
	其他强力构件，包括： -横舱壁扶强材 -横向水平桁和强框架上的加强筋 -货油舱区域以外的液舱边界板上的扶强材和主要支撑构件上的加强筋		0.75	0	0.75

σ_{hg}——用于设计载荷组合的载荷计算点处的船体梁弯曲应力，按下式计算：

$$\sigma_{hg} = \left(\frac{(z - z_{NA-net50}) M_{sw-perm-sea}}{I_{v-net50}} \right) 10^{-3} \quad N/mm^2$$；

z——所考虑构件的载荷参考点的垂向坐标，m；

$z_{NA\text{-}net50}$——从基线到水平中和轴的距离，m，见本篇第 1 章第 7 节 1.7.6.1；

$M_{sw\text{-}perm\text{-}sea}$——迁航工况下计算位置处的船体梁中拱和中垂许用静水弯矩，kNm，取中拱和中垂弯矩的最大值，见本篇第 6 章第 2 节；

$I_{v\text{-}net50}$ ——计算纵向位置处的船体梁净剖面垂向惯性矩，m^4，见本篇第 1 章第 7 节 1.7.6.1；

R_{eH}——材料的规定的最小屈服应力，N/mm^2。

许用剪切应力系数 **表 7.6.2.5**

验收衡准组合	结构构件	C_t
AC1	防倾肘板	0.75

7.6.3 船底砰击

7.6.3.1 适用范围

（1）本篇第 6 章第 4 节 6.4.3.2（1）规定的最小首吃水 $T_{FP\text{-}mt}$ 或 $T_{FP\text{-}full}$ 小于 0.045L 时，船底前端应进行附加加强以抵抗船底砰击压力。

（2）船底加强所对应的吃水值应在外板展开图和装载指南资料中注明。

（3）本条中所描述的尺度是净尺度，与之相关的总尺度见 7.6.1.1。主要支撑构件的剪切面积和剖面模数根据本篇第 1 章第 7 节 1.7.5 进行确定。

（4）局部支撑构件的剖面模数和腹板厚度适用于远离端部肘板的区域，主要支撑构件的横剖面剪切面积根据 7.3.7.3 和 7.3.7.4 要求进行计算。

（5）对于采用传统单螺旋桨作为推进且具有船式尾部型线的浮式装置，通常不用进行额外的尾部砰击加强。对于尾部非常丰满的浮式装置，应从尾垂线向前 0.3L 区域内进行加强。对于采用尾部升高或者非常规尾部剖面且可能遭受尾部砰击的浮式装置应给予特殊考虑。

（6）对于在恶劣环境条件下运营的浮式装置，其底部砰击加强应基于模型试验或者实际计算得到的载荷。

7.6.3.2 加强范围

（1）首垂线向后 0.3L 的船底平坦区域及从基线起 500mm 高度范围内相连接的板和扶强材，见图 7.6.3.2。

（2） 船底砰击加强区域以外的结构尺度应逐渐过渡以保持纵向和/或横向强度的连续性。

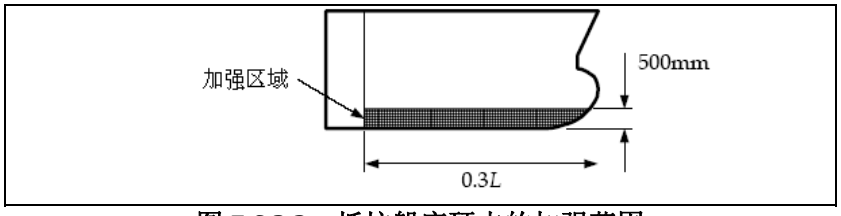


图 7.6.3.2 抵抗船底砰击的加强范围

7.6.3.3 抵抗船底砰击载荷的设计

（1）船底砰击区域的加强筋的端部连接设计应确保其端部的固定性，可通过使加强筋连续穿过支撑构件或者采用端部肘板的方法来实现。如果无法符合上述要求，可采用替代的端部布置形式，但加强筋的净塑性剖面模数应不小于：

$$Z_{pl-alt-net} = \frac{16 Z_{pl-net}}{f_{bdg}} \qquad \text{cm}^3$$

式中：$Z_{pl\text{-}net}$——净塑性剖面模数，cm^3，见 7.6.3.5（1）要求；

f_{bdg} ——弯矩因子：

$$= 8\left(1 + \frac{n_s}{2}\right);$$

n_s——=0 两端简单固定（简支），

=1 一端刚固，另一端简支。

（2）主要支撑构件包括舱壁的结构尺度和布置应符合 7.6.3.7 的要求。

7.6.3.4 船体外板

船体外板的净厚度 t_{net} 应不小于：

$$t_{net} = \frac{0.0158 \alpha_p s}{C_d} \sqrt{\frac{P_{slm}}{C_a R_{eH}}} \qquad \text{mm}$$

式中：α_p——板格长宽比的修正因子：

$= 1.2 - \frac{s}{2100 l_p}$，但应不大于 1.0；

s——扶强材间距，mm，见本篇第 1 章第 7 节 1.7.2 定义；

l_p——板格长，取作主要支撑构件（见本篇第 1 章第 7 节 1.7.2.2）或板格间断构件的间距，m；

P_{slm}——本篇第 6 章第 4 节 6.4.3 给出的载荷计算点处的船底砰击压力，kN/m^2；

C_d——板能力修正系数：

=1.3；

C_a——许用弯曲应力系数：

=1.0，用于验收衡准组合 AC3；

R_{eH} ——材料的规定的最小屈服应力，N/mm^2。

7.6.3.5 船体外板扶强材

（1）每个独立扶强材的塑性净剖面模数 $Z_{pl\text{-}net}$ 应不小于：

$$Z_{pl-net} = \frac{P_{slm} s l_{bdg}^{\ 2}}{f_{bdg} C_s R_{eH}} \qquad \text{cm}^3$$

式中：P_{slm}——本篇第 6 章第 4 节 6.4.3 给出的载荷计算点处船底砰击压力，kN/m^2；

s——扶强材间距，mm，见本篇第 1 章第 7 节 1.7.2 定义；

l_{bdg}——有效弯曲跨距，m，见本篇第 1 章第 7 节 1.7.1；

f_{bdg}——弯矩因子：

$$=8\left(1+\frac{n_s}{2}\right);$$

n_s——=2.0，用于连续的扶强材或两端设有肘板的扶强材，对于替代布置见 7.6.3.3（1）；

C_s——许用弯曲应力系数：

=0.9，用于验收衡准组合 AC3；

R_{eH}——材料的规定的最小屈服应力，N/mm^2。

（2）每根纵骨腹板的净厚度 $t_{w\text{-}net}$ 应不小于：

$$t_{w-net}=\frac{P_{slm}sl_{shr}}{2d_{shr}C_t\tau_{yd}} \quad \text{mm}$$

式中：l_{shr}——有效剪切跨距，m，见本篇第 1 章第 7 节 1.7.1.2 定义；

s——扶强材间距，mm，见本篇第 1 章第 7 节 1.7.2 定义；

P_{slm}——本篇第 6 章第 4 节 6.4.3 给出的载荷计算点处船底砰击压力，kN/m^2；

d_{shr}——扶强材腹板的有效高度，mm，见本篇第 1 章第 7 节 1.7.4.2 定义；

C_t——许用剪切应力系数：

=1.0，用于验收衡准组合 AC3

τ_{yd}——$=\frac{R_{eH}}{\sqrt{3}}$，N/mm^2；

R_{eH}——材料的规定的最小屈服应力，N/mm^2。

（3）每根纵骨的细长比应符合本篇第 9 章的要求。

7.6.3.6 主要支撑构件的理想船底砰击载荷区域的定义

（1） 7.6.3.7 规定的构件尺度是基于本篇第 6 章第 4 节 6.4.3 定义的砰击压力在船体外板理想区域的应用，砰击载荷区域 A_{slm} 为：

$$A_{slm}=\frac{1.1LBC_b}{1000} \quad \text{m}^2$$

式中：L——规范船长，m，见本篇第 1 章第 2 节定义；

B——型宽，m，见本篇第 1 章第 2 节定义；

C_b——方形系数，见本篇第 1 章第 2 节定义。

7.6.3.7 主要支撑构件

（1）考虑到 7.6.3.7（2）的剪切面积要求，应尽可能减少在肋板和纵桁的腹板上开口的数目和尺寸。

（2） 每个主要支撑构件在其跨距范围内的任何位置处的腹板净剪切面积 $A_{shr-net50}$ 应不小于：

$$A_{shr-net50}=10\frac{Q_{slm}}{C_t\tau_{yd}} \quad \text{cm}^2$$

式中：Q_{slm} ——考虑位置处的由于砰击引起的最大剪力，kN，基于块载荷 F_{slm} 作用在最严重位置，如 7.6.3.7（3）确定；

C_t——许用剪切应力系数：

=0.9，用于验收衡准组合 AC3；

τ_{yd}——$=\frac{R_{eH}}{\sqrt{3}}$，N/mm^2；

R_{eH}——材料的规定的最小屈服应力，N/mm^2。

（3）对于主要支撑构件的简单布置，可忽略板架的影响，剪力 Q_{slm} 按下式计算：

$$Q_{slm}=f_{pt}f_{dist}F_{slm} \quad kN$$

式中：f_{pt}——作用于单个主要支撑构件上的块载荷的比例修正因子：

$$=0.5\left(f_{slm}{}^3-2f_{slm}{}^2+2\right);$$

f_{slm} ——块载荷变换因子：

$$f_{slm} = 0.5\frac{b_{slm}}{S}$$，但不大于1.0;

f_{dist}——最大剪力沿跨距方向的分布因子，见图 7.6.3.7；

F_{slm}——$=P_{slm}l_{slm}b_{slm}$；

P_{slm}——本篇第 6 章第 4 节 6.4.3 给出的载荷计算点处船底砰击压力，kN/m^2；

l_{slm}——沿跨距方向砰击载荷区域的长度：

$=\sqrt{A_{slm}}$，m，但应不大于 l_{shr}；

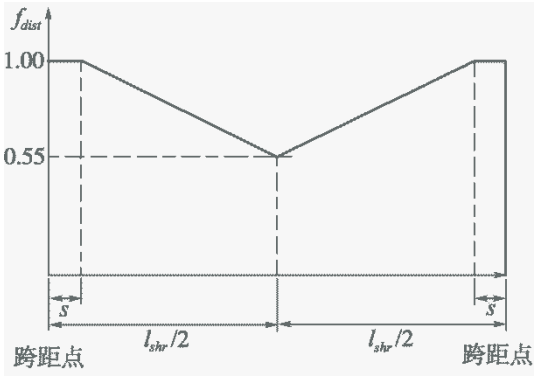
l_{shr}——有效剪切跨距，m，见本篇第 1 章第 7 节 1.7.1.2 定义；

b_{slm}——主要支撑构件支撑的砰击区域的宽度：

$=\sqrt{A_{slm}}$，m，但应不大于 S；

A_{slm}——见 7.6.3.6 定义；

S——主要支撑构件间距，m，见本篇第 1 章第 7 节 1.7.2 定义。



图中：s——加强筋间距，见本篇第 1 章第 7 节 1.7.2 定义，mm；

l_{shr}—有效剪切跨距，见本篇第 1 章第 7 节 1.7.1.2 定义，m。

图 7.6.3.7 f_{dist}沿简单主要支撑构件跨距方向的分布

（4）对于主要支撑构件的复杂布置，沿每个主要支撑构件跨距方向任何位置处的最大剪力 Q_{slm} 应根据表 7.6.3.7 由直接计算得到。

求 Qslm 的直接计算方法 **表 7.6.3.7**

分析类型	梁理论	双层底板架
模型范围	有效弯曲支撑间构件的全跨距	纵向范围为一个货油舱的长度，横向范围是从底边舱在内底的折角处到船中线之间。
假定肋板端部固定	端部固定	模型边界处的肋板和纵桁刚固。
注：在主要支撑构件跨距范围内多处位置应施加载荷块来获得沿每个主要支撑构件的最大剪力的包络线，见 7.6.3.7（2）。		

（5）外板附近的主要支撑构件腹板的净厚度 $t_{w\text{-}net}$ 应不小于：

$$t_{w-net} = \frac{s_w}{70}\sqrt{\frac{R_{eH}}{235}} \quad \text{mm}$$

式中：s_w——板宽度，mm，取腹板加强筋间距

R_{eH}——材料的规定的最小屈服应力，N/mm^2。

7.6.4 船首冲击

7.6.4.1 适用范围

（1）从 F.P.开始 0.1L 区域内的舷侧结构应进行加强，以抵御船首冲击力。

（2）本条所指的尺度为净尺度，与总尺度的关系见 7.6.1.1（2）。

（3）局部支撑构件的剖面模数和腹板厚度要求适用于远离端部肘板的区域。主要支撑

构件的剖面模数适用于沿弯曲跨距远离端部肘板的区域，且主要支撑构件的横剖面面积应用于端部/支撑并且可以逐渐沿跨距减小，以及远离端部/支撑如图 7.6.3.7 中所示的 f_{dist} 分布的区域。

7.6.4.2 加强范围

（1）加强部分应从 F.P.开始 0.1L 区域内以及在最小设计压载吃水 T_{bal}（定义见本篇第 1 章第 2 节）以上的垂直部分。见图 7.6.4.2。

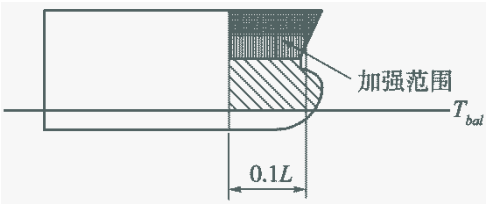


图 7.6.4.2 抵抗船首冲击的加强范围

（2）在 7.6.4.2（1）给出的加强区域外的尺度应进行过渡，以保持纵向和/或横向强度的连续性。

7.6.4.3 抵御船首冲击载荷的设计

（1）在船首冲击区域，纵骨架式应尽可能地向前延伸。

（2）船首冲击区域的扶强材的端部连接设计应确保端部固定，可通过扶强材连续穿过支撑或提供符合要求的端部肘板来实现。如果无法符合上述要求，则替换端部固定的布置的净塑性剖面模数 $Z_{pl-alt-net}$，不得小于：

$$Z_{pl-alt-net} = \frac{16 Z_{pl-net}}{f_{bdg}}$$

式中：Z_{pl-net} ——有效净塑性剖面模数，如 7.6.4.5 要求，cm^3

f_{bdg}——弯矩因子

$$= 8\left(1 + \frac{n_s}{2}\right)$$

n_s——=0 两端简单固定（简支）

=1 一端为刚固，另一端为简支

（3）主要支撑结构包括甲板和舱壁的尺度和布置应符合 7.6.4.7。在承受最大船底冲击载荷的区域，通常应布置与船体外板相垂直的腹板加强筋，并提供双侧补板连接。

（4）为防止屈曲，支撑外板骨架的甲板和舱壁的主要扶强方向应布置成平行于受支撑外板骨架的跨距方向。

7.6.4.4 舷侧外板

舷侧外板的净厚度 t 不应小于：

$$t_{net} = 0.0158 \alpha_p s \sqrt{\frac{P_{im}}{C_a R_{eH}}} \quad \text{mm}$$

式中：α_p ——板格长宽比修正因子

$= 1.2 - \frac{s}{2100 l_p}$，但不得超过 1.0；

s——加强筋间距，见本篇第 1 章第 7 节 1.7.2 定义，mm；

l_p ——板格长度，取主要支撑构件的间距，见本篇第 1 章第 7 节 1.7.2，或间断件间距，m；

P_{im}——在局部计算点计算的设计船首冲击压力，kN/m^2，见本篇第 6 章第 4 节 6.4.4，

C_a——许用弯曲应力系数，

=1.0 对于验收衡准组 AC3；

R_{eH} ——材料的规定的最小屈服应力，N/mm^2。

7.6.4.5 舷侧外板扶强材

（1）每一个扶强材连同有效带板的有效净塑性剖面模数 Z_{pl-net} 不得小于：

$$Z_{pt-net}=\frac{P_{im}sl_{bdg}^2}{f_{bdg}C_sR_{eH}} \quad \text{cm}^3$$

式中：P_{im}——载荷计算点计算的设计船首冲击压力，kN/m^2，见本篇第 6 章第 4 节 6.4.4；

s——扶强材间距，见本篇第 1 章第 7 节 1.7.2 中的定义；

l_{bdg} ——有效弯曲跨距，见本篇第 1 章第 7 节 1.7.1.1 定义；

f_{bdg} ——弯矩因子

$=8\left(1+n_s/2\right)$；

n_s ——=2，为连续扶强材或两端都有肘板的扶强材

对于其他布置见 7.6.3.3（1）；

C_s ——许用弯曲应力系数，0.9，对于验收衡准组 AC3；

R_{eH} ——材料的规定的最小屈服应力，N/mm^2。

（2）每一个扶强材的净腹板厚度 t_{w-net} 不得小于：

$$t_{w-net}=\frac{P_{im}sl_{shr}}{2d_{shr}C_t\tau_{yd}} \quad \text{mm}$$

式中：l_{shr} ——有效剪切跨距，见本篇第 1 章第 7 节 1.7.1.2 中定义，m；

s——扶强材间距，见本篇第 1 章第 7 节 1.7.2，mm；

P_{im} ——局部计算点计算的设计船首冲击压力，kN/m^2，见本篇第 6 章第 4 节 6.4.4；

d_{shr} ——扶强材有效腹板高度，见本篇第 1 章第 7 节 1.7.4.2（2）中定义；

C_t ——许用剪切应力因子，

=1.0，对于验收衡准组合 AC3；

τ_{yd} ——材料的规定的最小剪切应力，N/mm^2

$=\frac{R_{eH}}{\sqrt{3}}$；

R_{eH} ——材料的规定的屈服应力，N/mm^2；

（3）各纵骨的细长比应符合本篇第 9 章第 2 节的要求。

（4）首柱肘板/隔板的最小净厚度不得小于：

$$t_{w-net}=\frac{s}{70}\sqrt{\frac{R_{eH}}{235}} \quad \text{mm}$$

式中：s——腹板加强筋的间距，mm。见本篇第 1 章第 7 节 1.7.2。如果没有安装扶强材，s 取腹板的高度值。

R_{eH} ——材料的规定的最小屈服应力，N/mm^2

7.6.4.6 主要支撑构件的理想冲击载荷区域的定义

（1） 7.6.4.7 的尺度是基于将本篇第 6 章第 4 节 6.4.4 规定的船首冲击压力应用于船体外板的理想区域。船首冲击载荷区域 A_{slm} 为：

$$A_{slm}=\frac{1.1LBC_b}{1000} \quad \text{m}^2$$

式中：L——规范船长，见本篇第 1 章第 2 节；

B——型宽，见本篇第 1 章第 2 节；

C_b——方型系数，见本篇第 1 章第 2 节。

7.6.4.7 主要支撑构件

（1）船首冲击区域的主要支撑构件应确保有效的强度连接和防止出现硬点。

（2）为限制极端船首冲击载荷下的变形并确保板格的边界约束力，沿支撑纵向框架的

强框架或支撑横向框架的水平桁的外板尺度间距 S 不得大于：

$$S \ 3\ 0.008L_2 \qquad \text{m}$$

式中：L_2——规范船长，见本篇第 1 章第 2 节，但不得大于 300m

（3）主要支撑构件端肘板的边缘应进行适当加强。肘板趾部的设计是为了将横剖面急剧变化的可能性降低到最小程度。

（4）防倾布置应符合本篇第 9 章第 2 节的要求。此外，防倾肘板应安装在端部肘板的趾部以及主要支撑构件翼板折角或曲线处。

（5）每一个主要支撑构件的净剖面模数 Z_{net50} 不得小于：

$$Z_{net50} = 1000\frac{f_{bdg-pt}P_{im}b_{slm}f_{slm}l_{bdg}^2}{f_{bdg}C_sR_{eH}} \qquad \text{cm}^3$$

式中：f_{bdg-pt}——所考虑局部载荷下、端部的弯矩修正因子：

$= 3f_{slm}^3 - 8f_{slm}^2 + 6f_{slm}$；

f_{slm}——局部载荷修正因子：

$= \dfrac{l_{slm}}{l_{bdg}}$

l_{slm}——沿跨距的船首冲击载荷区域的范围，m

$= \sqrt{A_{slm}}$，但不得超过 l_{bdg}；

A_{slm}——船首冲击载荷区域，m^2，见 7.6.4.6（1）；

l_{bdg}——有效弯曲跨距，m，见本篇第 1 章第 7 节 1.7.1.4 的定义；

P_{im}——在载荷计算点计算的船首冲击压力，kN/m^2，见本篇第 6 章第 4 节 6.4.4；

b_{slm}——主要支撑构件支撑的冲击载荷区域的宽度，取主要支撑构件的间距，见本篇第 1 章第 7 节 1.7.2.2，但不得超过 l_{slm}，m；

f_{bdg}——弯曲应力因子

=12，对带末端固定连续面板、扶强材，或通过肘板固定两端的主要支撑构件；

C_s——许用弯曲应力系数，=0.8 对于验收衡准组 AC3；

R_{eH}——材料的规定的最小屈服应力，N/mm^2；

（6）在支撑/肘板趾端处每个主要支撑构件的腹板净剪切面积 $A_{shr-net50}$ 不得小于：

$$A_{shr-net50} = \frac{5f_{pt}P_{im}b_{slm}l_{shr}}{C_t\tau_{yd}} \qquad \text{cm}^2$$

式中：f_{slm}——局部载荷修正因子：

$= \dfrac{l_{slm}}{l_{bdg}}$；

l_{slm}——沿跨距的船首冲击载荷区域的范围，m；

$= \sqrt{A_{slm}}$，但不得超过 l_{bdg}

l_{shr}——有效剪切跨距，见本篇第 1 章第 7 节 1.7.1.2，m；

P_{im}——载荷计算点计算的船首冲击压力，kN/m^2，见本篇第 6 章第 4 节 6.4.4；

b_{slm}——主要支撑构件支撑的冲击载荷区域的宽度，取主要支撑构件的间距，见本篇第 1 章第 7 节 1.7.2.2，但不得超过 l_{slm}，m；

C_t——许用剪切应力系数，=0.75 对于 AC3；

τ_{yd}——材料规定的最小剪切应力，N/mm^2；

$= \frac{R_{eH}}{\sqrt{3}}$；

R_{eH}——材料的规定的最小屈服应力，N/mm^2；

（7）各主要支撑构件的腹板的净厚度$t_{w=net}$，包括舷侧外板上的甲板/舱壁在内，不得小于：

$$t_{w-net} = \frac{P_{im} b_{slm}}{\sin\varphi_w \sigma_{crb}} \quad \text{mm}$$

式中：P_{im}——载荷计算点处的船首冲击压力，kN/m^2，见本篇第 6 章第 4 节 6.4.4；

b_{slm}——主要支撑构件支撑的冲击载荷区域的宽度，取主要支撑构件的间距，见本篇第 1 章第 7 节 1.7.2，但不得超过l_{slm}，m；

φ_w——主要支撑构件的腹板和舷侧外板的夹角，度，见图 7.6.4.7；

σ_{crb}——在受力下主要支撑构件或甲板/舱壁的腹板的临界屈曲应力，见本篇第 9 章。

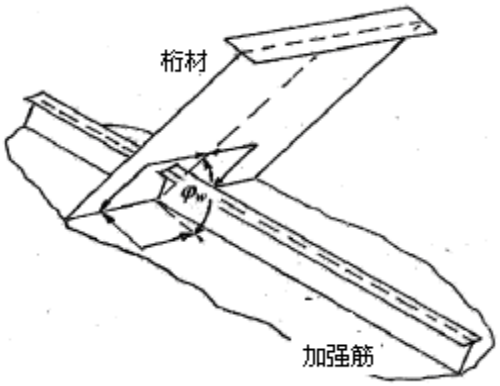


图 7.6.4.7 外板主要构件与外板之间的夹角

第 7 节 其他结构尺度要求

7.7.1 一般要求

7.7.1.1 适用范围

（1）当本章第 2 节至第 5 节假设的基本结构布置或强度模型不适用时，可采用本小节要求进行板以及局部和主要支撑构件的尺寸校核。这些要求是包含各种载荷假设和端部支持条件的一般的强度要求。当本章第 2 节至第 5 节适用时，这些要求不得同时适用。

（2）7.7.2 中净尺度与总尺度关系如下：

① 对于板和局部支撑构件，总厚度和总剖面特性通过 7.7.2.2 的要求加上第 13 章第 5 节规定的全部腐蚀余量获得。

② 对于主要支撑构件，总剪切面积、总剖面模数和其他总剖面特性通过 7.7.2.3 的要求加上第 13 章第 5 节规定的一半腐蚀余量获得。

（3）对于特殊的结构构件，这些要求的使用应结合第 8 章、第 9 章、第 10 章的其他近似要求，包括总纵强度、最小厚度、比例和结构稳定性、强度评估（有限元方法）、疲劳和船体梁极限强度。

（4）当构件为以下主要或局部支撑构件时应特别考虑：

① 交叉梁系结构的一部分

② 端部支持间承受较大相对变形

③ 表 7.7.1.1 中没有出现的载荷模型或端部支持条件

（5）可替换方法或更多高级方法的应用应特别考虑。

7.7.2 尺度要求

7.7.2.1 一般要求

局部与主要支撑构件适用的设计载荷组合如本篇第 2 章表 7.2.2.3 所示，用于所考虑的特殊结构。静载荷与动载荷分量组合按照本篇第 6 章表 6.6.1.1 以及本篇第 6 章 6.6.2 的要求。

7.7.2.2 板和局部支撑构件

（1）承受侧向压力的板要求净厚度 t_{net} 应为所有适用设计载荷组合计算所得结果的最大值：

$$t_{net} = 0.0158\alpha_p s\sqrt{\frac{|P|}{C_a R_{eH}}} \qquad \text{mm}$$

式中：α_p ——板格长度比修正因子

$$= 1.2 - \frac{s}{2100 l_p};$$

P ——所考虑设计载荷组合下，计算点处计算所得设计压力，kN/m^2；

s ——扶强材间距，mm，见本篇第 1 章第 7 节 1.7.2 定义；

l_p ——板格长度，除安装短梁外，取为主要支撑构件间距 S，m；

C_a ——所考虑设计载荷组合下许用弯曲应力系数，用于所考虑单个构件，见表 7.2.2.2、表 7.3.10.2（a）或表 7.4.8.1（a）；

R_{eH} ——材料的规定的最小屈服应力，N/mm^2。

（2）对于承受侧向压力、点载荷、或其载荷组合的加强筋，要求净剖面模数 Z_{net} 应为所有适用设计载荷组合计算所得结果的最大值：

$$Z_{net} = \frac{|P| s l_{bdg}^2}{f_{bdg} C_s R_{eH}}, \quad \text{对侧向压力载荷，cm}^3$$

$$Z_{net} = \frac{1000|F| l_{bdg}}{f_{bdg} C_s R_{eH}}, \quad \text{对点载荷，cm}^3$$

$$Z_{net} = \frac{\left|\sum \frac{P_i s l_{bdg}^2}{f_{bdg-i}} + \sum \frac{1000 F_j l_{bdg}}{f_{bdg-j}}\right|}{C_s R_{eH}}, \quad \text{对组合载荷，cm}^3$$

式中：P ——所考虑设计载荷组合下，计算点计算所得设计压力，kN/m^2

s ——扶强材间距，mm，见本篇第 1 章第 7 节 1.7.2 定义

l_{bdg} ——有效弯曲跨距，m，见本篇第 1 章第 7 节 1.7.1

f_{bdg} ——弯矩因子，对连续扶强材，当端部连接处的固定和具有固定端的扶强材理想化相一致：

=12 对水平扶强材

=10 对垂向扶强材

对其他形式的弯矩系数可见本节表 7.7.1.1

C_s ——所考虑设计载荷组合下许用弯曲应力系数，用于所考虑单个构件，见表 7.2.3.2（a）、表 7.3.10.2（b）或表 7.4.8.1（b）

R_{eH} ——材料的规定的最小屈服应力，N/mm^2

F ——所考虑设计载荷组合的点载荷，kN

i ——载荷组合 i 的序号

j ——载荷组合 j 的序号

（3）对于承受侧向压力、点载荷、或其载荷组合的加强筋，基于剪切要求的净腹板厚度 t_{w-net} 应为所有适用设计载荷组合计算所得结果的最大值：

$$t_{w-net}=\frac{f_{shr}|P|sl_{shr}}{d_{shr}C_t\tau_{yd}}\ \text{mm}，对侧向压力载荷$$

$$t_{w-net}=\frac{1000f_{shr}|F|}{d_{shr}C_t\tau_{yd}}\ \text{mm}，对点载荷$$

$$t_{w-net}=\frac{\left|\sum f_{shr-i}P_isl_{shr}+\sum 1000f_{shr-j}F_j\right|}{d_{shr}C_t\tau_{yd}}\ \text{mm}，对组合载荷$$

式中：P ——所考虑设计载荷组合下，计算点计算所得设计压力，kN/m^2

f_{shr} ——剪力系数，对连续扶强材，当端部连接处的固定和具有固定端的扶强材理想化相一致时：

=0.5　对水平扶强材；

=0.7　对垂向扶强材；

对其他形式的弯矩系数可见表 7.7.1.1；

s ——扶强材间距，mm，见本篇第 1 章第 7 节 1.7.2 定义；

l_{shr} ——有效剪切跨距，m，见本篇第 1 章第 7 节 1.7.1.2；

d_{shr} ——见本篇第 1 章第 7 节 1.7.4.2（2），mm；

C_t ——所考虑设计载荷组合下许用剪切应力系数，用于所考虑单个构件，见表 7.2.3.2（b）或表 7.3.10.2（c）；

τ_{yd} ——$=\frac{R_{eH}}{\sqrt{3}}$ N/mm^2；

R_{eH} ——材料的规定的最小屈服应力，N/mm^2；

F ——所考虑设计载荷组合的点载荷，kN；

i ——载荷组合 i 的序号；

j ——载荷组合 j 的序号。

7.7.2.3　主要支撑构件

（1）7.7.2.3 的要求适用于可以理想化为单跨梁的主要支撑构件。当承受适用的设计载荷组合时，更多高级计算方法应用来确保所有主要支撑构件的名义应力小于 7.7.2.3（4）与 7.7.2.3（5）所给的许用应力和应力系数。也可见 7.7.1.1（4）。

（2）局部支撑构件所要求的净剖面模数和腹板厚度适用于远离端部肘板的区域。主要支撑构件所要求的剖面模数和剪切面积要求如表 7.7.1.1 注。

（3）对于与曲线型船体剖面连接或处于曲线型船体剖面的主要支撑构件，端部肘板应足够以提供船体的曲率。

（4）对于主要支撑构件，要求净剖面模数 Z_{net50} 应为所有适用设计载荷组合计算所得结果的最大值：

$$Z_{net50}=\frac{1000|P|Sl_{bdg}^2}{f_{bdg}C_{s-pr}R_{eH}}\ \text{cm}^3，对侧向压力载荷$$

$$Z_{net50}=\frac{1000|F|l_{bdg}}{f_{bdg}C_{s-pr}R_{eH}}\ \text{cm}^3，对点载荷$$

$$Z_{net50}=\frac{\left|\sum\frac{1000P_iSl_{bdg}^2}{f_{bdg-i}}+\sum\frac{1000F_jl_{bdg}}{f_{bdg-j}}\right|}{C_{s-pr}R_{eH}}\ \text{cm}^3，对组合载荷$$

式中：P ——所考虑设计载荷组合下，计算点计算所得设计压力，kN/m^2；

S ——主要支撑构件间距，mm，见本篇第 1 章第 7 节 1.7.2 定义；

l_{bdg} ——有效弯曲跨距，m，见本篇第 1 章第 7 节 1.7.1.4；

f_{bdg}——弯矩因子，见表 7.7.1.1；

C_{s-pr}——所考虑设计载荷组合下许用弯曲应力系数，适用于所考虑单个构件，见表 7.7.2.3，载荷组合见表 7.2.2.3；

R_{eH}——材料的规定的最小屈服应力，N/mm^2；

F——所考虑设计载荷组合的点载荷，kN；

i——载荷组合i的序号；

j——载荷组合 j 的序号。

（5）对于主要支撑构件，要求腹板净剪切面积 $A_{shr-net50}$ 应为所有适用设计载荷组合计算所得结果的最大值：

$$A_{shr-net}=\frac{10f_{shr}|P|Sl_{shr}}{C_{t-pr}\tau_{yd}} \quad \text{cm}^2\text{，对侧向压力载荷}$$

$$A_{shr-net}=\frac{10f_{shr}|F|}{C_t\tau_{yd}} \quad \text{cm}^2\text{，对点载荷}$$

$$A_{shr-net}=\frac{\left|\sum 10f_{shr-i}P_i l_{shr}+\sum 10f_{shr-j}F_j\right|}{C_t\tau_{yd}} \quad \text{cm}^2\text{，对组合载荷}$$

式中：P——所考虑设计载荷组合下，计算点的设计压力，kN/m^2；

S——主要支撑构件间距，m，见本篇第 1 章第 7 节 1.7.2 定义；

l_{shr}——有效剪切跨距，m，见本篇第 1 章第 7 节 1.7.1.2；

f_{shr}——剪力因子，见表 7.7.1.1；

C_{t-pr}——所考虑设计载荷组合下，许用剪切应力系数，适用于所考虑单个构件，见表 7.7.2.3；

τ_{yd}——$=\frac{R_{eH}}{\sqrt{3}}$ N/mm^2；

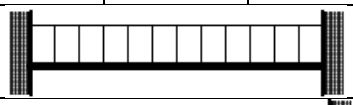
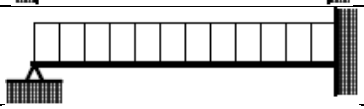
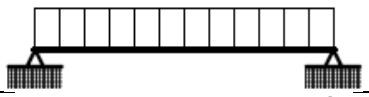
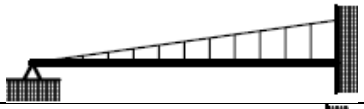
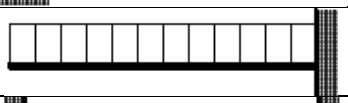
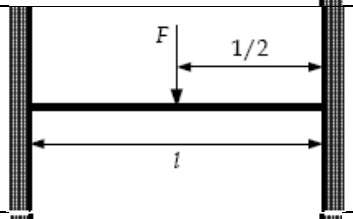
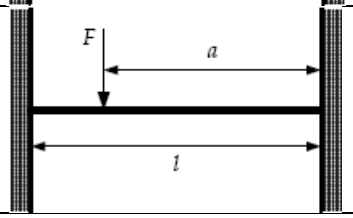
R_{eH}——材料的规定的最小屈服应力，N/mm^2；

F——所考虑设计载荷组合的点载荷，kN；

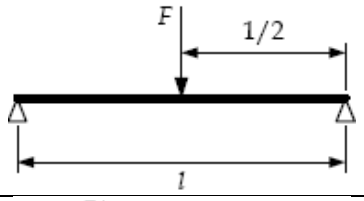
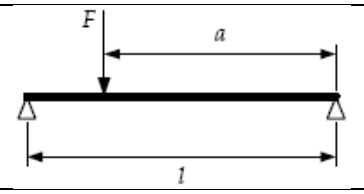
i——载荷组合i的序号；

j——载荷组合 j 的序号。

f_{bdg} 和 f_{shr} 值 **表 7.7.1.1**

载荷和边界条件				弯矩和剪力因子（基于跨中的载荷变化）			适用范围
载荷模型	位置 (1)			1	2	3	
	1 支持	2 力场	3 支持	f_{bdg1} f_{shr1}	f_{bdg2} –	f_{bdg3} f_{shr3}	
A				12.0 0.50	24.0 -	12.0 0.50	两端固定 均布压力
B				- 0.38	14.2 -	8.0 0.63	一端固定 一端简支 均布压力
C				- 0.50	8.0 -	- 0.50	两端简支（两端可自由旋转） 均布压力
D				15.0 0.30	23.3 -	10.0 0.70	两端固定 线性变化压力分布
E				- 0.20	16.8 -	7.5 0.80	一端固定 一端简支 线性变化压力分布
F				- -	- -	2.0 1.0	悬臂梁 均布压力
G				8.0 0.5	8.0 -	8.0 0.5	两端固定 跨距中点单点载荷
H				$\frac{l^3}{a^2(l-a)}$ $\frac{a^2(3l-2a)}{l^3}$	$\frac{l^4}{2a^2(l-a)^2}$ –	$\frac{l^3}{a(l-a)^2}$ $\frac{(l-a)^2(l+2a)}{l^3}$	两端固定 跨距任意点单点载荷

f_{bdg} 和 f_{shr} 值 **表 7.7.1.1（续）**

载荷和边界条件				弯矩和剪力因子（基于跨中的载荷变化）			适用范围
载荷模型	位置(1)			1	2	3	
	1 支持	2 力场	3 支持	f_{bdg1} f_{shr1}	f_{bdg2} –	f_{bdg3} f_{shr3}	
I				- 0.50	4 -	- 0.50	两端简支 跨距中点单点载荷
J				- $\frac{a}{l}$	$\frac{l^2}{a(l-a)}$ -	- $\frac{l-a}{l}$	两端简支 跨距任意点单点载荷

注：

1. 对于局部与主要支撑构件，支持位置的弯矩系数 f_{bdg} 适用于有效弯曲跨距端部开始 $0.2l_{bdg}$ 的距离。
2. 对于局部与主要支撑构件，支持位置的剪力系数 f_{shr} 适用于有效剪切跨距端部开始 $0.2l_{shr}$ 的距离。.
3. 局部支撑构件 f_{bdg} 和 f_{shr} 的应用：

（a）局部支撑构件的剖面模数要求的确定，应采用 f_{bdg1}、 f_{bdg2} 和 f_{bdg3} 的最小值。

（b）局部支撑构件的剪切面积要求的确定，应采用 f_{shr1} 和 f_{shr3} 的最大值。

4. 主要支撑构件的 f_{bdg} 和 f_{shr} 的应用：

（a）从有效跨距端部开始 $0.2l_{bdg}$ 区域内剖面模数要求的确定，通常采用 f_{bdg1} 和 f_{bdg3}，但 f_{bdg} 不大于12

（b）跨中的剖面模数的确定，通常采用 $f_{bdg}=24$，或表中的 f_{bdg2}（取较小值）

（c）从有效跨距端部开始的 $0.2l_{shr}$ 区域内端部连接的要求剪切面积，应采用 $f_{shr}=0.5$，或 f_{shr1} 和 f_{shr3} 的较大值

（d）对于从 A 到 F 的载荷模型，如果 f_{shr} 为 f_{shr1} 和 f_{shr3} 的较大值，在跨距中间 $0.2l_{shr}$ 到 $0.5l_{shr}$ 的区域内，f_{shr} 可逐渐减小。

式中：l——有效跨距，l_{bdg} 与 l_{shr}

l_{bdg} ——对局部支撑构件，见本篇第 1 章第 7 节 1.7.1 定义；对主要支撑构件，见第 1 章第 7 节 1.7.1.4 定义

l_{shr} ——对局部支撑构件，见本篇第 1 章第 7 节 1.7.1.2 定义；对主要支撑构件，见第 1 章第 7 节 1.7.1.5 定义。

主要支撑构件的许用应力系数 **表 7.7.2.3**

验收衡准组合	许用弯曲应力系数 C_{s-pr}	许用剪切应力系数 C_{t-pr}
AC1	0.70	0.70
AC2	0.85	0.85

第 8 节 冰区加强

7.8.1 一般要求

7.8.1.1 凡是拟作业于冰区并要求取得本节 7.8.1.2 规定的冰级标志，且符合表 7.8.1.2 对应要求的具有 CCS 船级的浮式装置，可授予其对应的冰级附加标志。冰级附加标志的要求是在主船级基础之上的附加补充要求。

7.8.1.2 本规范浮体结构要求的各个冰级附加标志、适用范围以及对应要求见表 7.8.1.2。

冰级附加标志与要求一览 **表 7.8.1.2**

适用的冰区	冰级附加标志	对应要求的规范章节
冬季波罗的海或其他相似冰况海域	B1*、B1、B2 和 B3	CCS《钢质海船入级规范》第 2 篇第 4 章第 2 节适用要求
除大块固定冰以外的漂流浮冰海域（如中国北方冬季沿海）	B	CCS《钢质海船入级规范》第 2 篇第 4 章第 3 节适用要求

7.8.1.3 CCS 的 B1*、B1、B2、B3 和 B 级冰级标志加强要求与 2010 年《芬兰－瑞典冰级规则》（FSICR）中的冰级标志对等关系如表 7.8.1.3 所示。

CCS 冰级附加标志与 2010 年《芬兰－瑞典冰级规则》冰级标志对比表 **表 7.8.1.3**

CCS	《芬兰－瑞典冰级规则》
B1*	IA Spuer
B1	IA
B2	IB
B3	IC
B	II
注：实际上，B 级的要求高于 II	

第 8 章 浮体结构强度设计验证

第 1 节 船体梁极限强度评估

8.1.1 一般要求

8.1.1.1 适用范围

应对船体梁极限弯曲能力予以评估和校核，以确保其符合以下衡准。（此衡准适用于极端海况下的完整浮体结构，并不包括港内或破损情况。）

本节中的尺度要求适用于船中 0.4L 区域内，此外还需满足本章的所有其他要求。

8.1.2 衡准

8.1.2.1 操作手册中所列场地作业装载工况对应目标横剖面的船体梁垂向极限弯曲能力应满足以下衡准：

$$\gamma_s M_{sw} + \gamma_w M_{wv} \le \frac{M_U}{\gamma_R}$$

式中：M_{sw}——静水弯矩，kN·m；

M_{wv}——垂向中拱或中垂波浪弯矩，kN·m，重现期至少为 100 年的水动力直接预报极值；

M_U——垂向极限弯曲能力，kN·m，按《钢质海船入级规范》第 9 篇附录 A/1.1.1 定义；

γ_s、γ_w、γ_R——设计载荷组合的分项安全因子，按 8.1.4 定义。

8.1.3 船体梁弯曲能力

8.1.3.1 垂向极限弯曲能力 M_U 的计算应根据《钢质海船入级规范》第 9 篇附录 A 的船体梁极限能力计算部分的相关要求进行。该能力应基于腐蚀增量为 $0.5t_{corr}$ 的净尺度，见第 13 章第 5 节。

8.1.4 分项安全因子

8.1.4.1 表 8.1.4 中给出的分项安全因子适用于 M_U 按《钢质海船入级规范》第 9 篇附录 A/2.1 中的一步法或《钢质海船入级规范》第 9 篇附录 A/2.2 中的增量—叠代方法计算。

分项安全因子 **表 8.1.4**

设计工况组合	静水弯矩 M_{sw}	γ_s	γ_w	γ_R
S+D	场地作业许用中拱静水弯矩，$M_{sw-perm-hogging}$，kN·m，见本篇 6.2.1.1	1.0	1.2	1.21
	场地作业许用中垂静水弯矩，$M_{sw-perm-sagging}$，kN·m，见本篇 6.2.1.1	1.0	1.2	1.1
	场地作业均匀满载时操作手册中的中垂静水弯矩 $M_{sw-full}$，kN·m	1.0	1.3	1.1

式中：γ_s——中垂静水弯矩的分项安全因子；

γ_w——涵盖环境和波浪载荷预报不确定性的垂向波浪弯矩分项安全因子；

γ_R——涵盖材料、几何及强度预报不确定性的垂向极限弯曲能力的分项安全因子。

第 2 节 强度评估（有限元方法）

8.2.1 一般要求

8.2.1.1 应采用有限元方法评估验证浮体结构的强度，有限元分析包括以下两部分，分析流程见图 8.2.1.1：

（1）粗网格分析——评估船体梁纵向构件、主要支撑构件及横舱壁部位的结构强度；

（2）细化网格分析——对局部结构细节进行精细的应力水平分析。

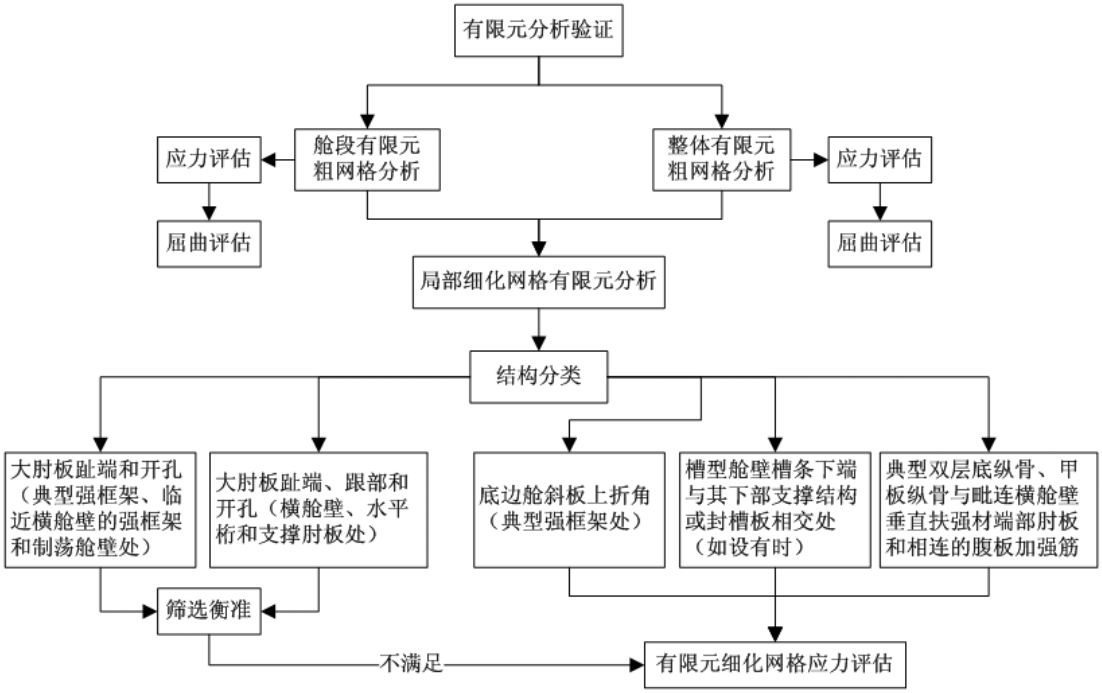
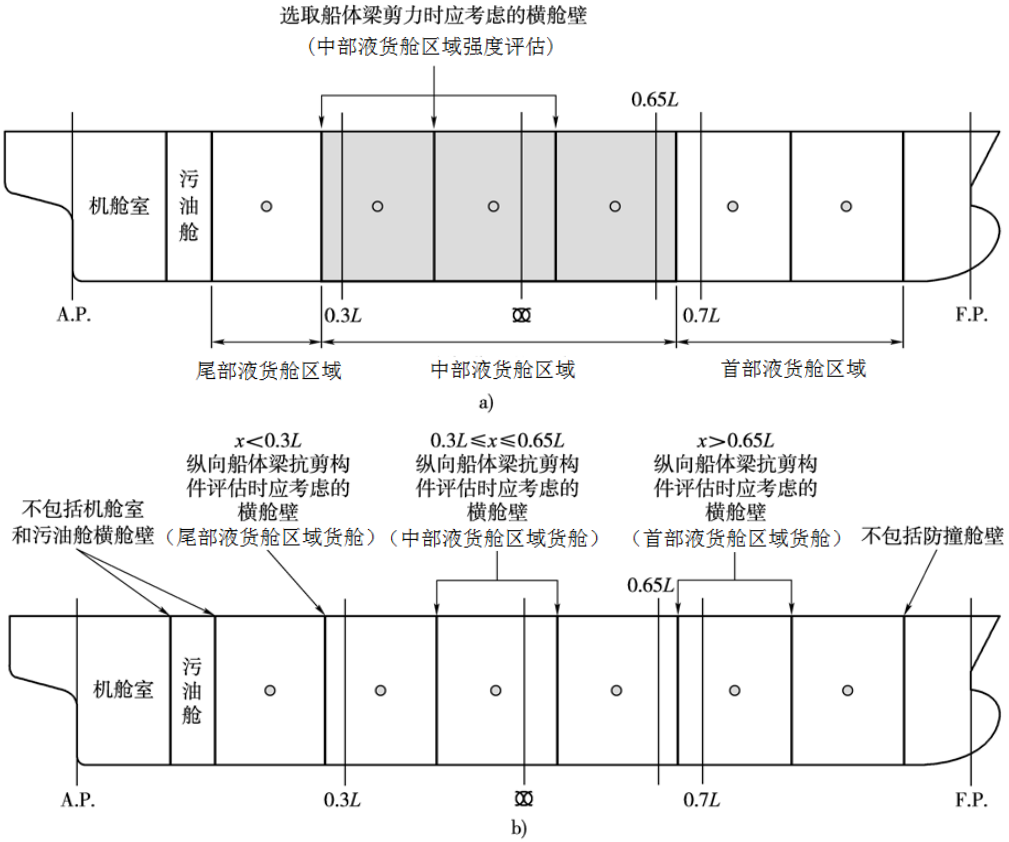


图 8.2.1.1 有限元分析验证流程示意图

8.2.1.2 本节所述三舱段有限元评估方法只适用于液货舱区域（包括中部，尾部和首部液货舱区域，不包括首部和尾部结构），尾部和首部液货舱区域三舱段有限元模型的前后过渡舱段应具备相对于目标舱段长度而言足够的长度，且过渡舱段末端应具有自露天甲板至外底板完整的水密横舱壁。

8.2.1.3 本节要求适用于纵向船体梁构件、主要支撑构件和横舱壁的强度评估，但纵向船体梁抗剪构件的强度评估不适用于首部防撞舱壁、机舱横舱壁和污油舱横舱壁处。

8.2.1.4 进行有限元结构评估的液货舱区域定义见图 8.2.1.4。



（a)液货舱区域强度评估；b)纵向船体梁抗剪构件评估）

图 8.2.1.4 有限元结构评估的液货舱区域定义

注：1. 首部液货舱区域的舱室是指其重心纵向位置位于距 A.P. 0.7L 处向前的舱室。

2. 中部液货舱区域的舱室是指其重心纵向位置位于距 A.P. 0.3L 处至距 A.P.0.7L 处之间（包括距 A.P.0.3L 和距 A.P.0.7L 处）的舱室。

3. 尾部液货舱区域的舱室是指其重心纵向位置位于距 A.P. 0.3L 处向后的舱室。

8.2.1.5 对于液货舱区域的船体梁纵向构件、主要支撑构件和横舱壁的构件尺寸评估，应按照本章的要求进行舱段有限元分析；对于超出液货舱区域的船体梁构件，可按 8.2.3.4 的要求对全船做整体有限元计算评估。

8.2.1.6 单元类型

（1）结构评估应基于三维结构模型的有限元线性分析。有限元分析所使用的单元类型通常如表8.2.1.6所示。

单元类型 **表 8.2.1.6**

杆（或桁架）单元	线单元，仅具有轴向刚度，且沿单元长度其横剖面积不变。
梁单元	线单元，具有轴向、扭转和双向剪切和弯曲刚度，且沿单元长度其特性不变。
膜（或平面应力）板单元	板单元，具有双向和面内刚度，且厚度不变。
壳（或弯曲板）单元	板单元，具有面内刚度和面外弯曲刚度，且厚度不变。

（2）应用2节点线单元和3或4节点板/壳单元描述浮体结构，也可使用更高阶的单元。

（3）按照本章要求所进行的粗网格和细化网格强度分析，评估应基于板单元的膜（或面内）应力与应力验收衡准进行比较。

8.2.2 工况及载荷

8.2.2.1 工况

（1）装载工况

① 一般要求

操作手册中用于结构有限元计算分析的设计装载工况应包括：

- 卸货前的均匀满载（结构吃水）；
- 卸货后的压载或最小吃水（所有液货舱空载）；
- 部分装载 33%，50%，67%（可根据满载和压载之间的平均吃水差选取）；
- 品字形装载情况；
- 除任意单个液货舱满载外，其余空载；
- 除任意 2 个相邻液货舱空载外，其余满载（可用于营运中的检验维修操作）；
- 检验、维修（只用于静载状态）；
- 液舱测试（只用于静载状态）。

② 此外，可参考表 8.2.2.1（1）和表 8.2.2.1（2）选取与表中所列典型装载模式相对应的操作手册中的设计装载工况对目标结构区域进行有限元分析。

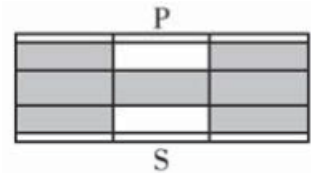
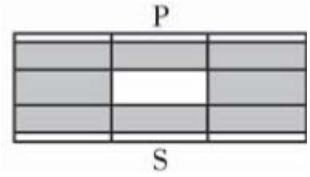
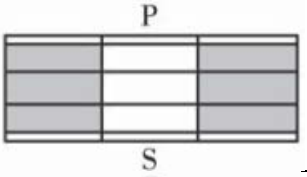
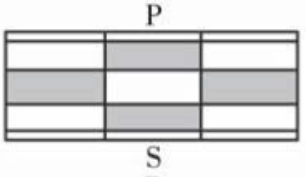
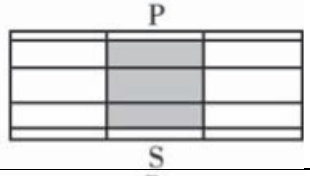
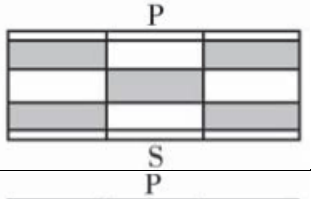
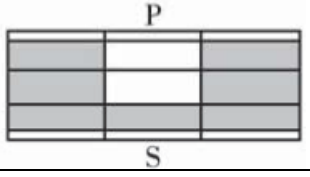
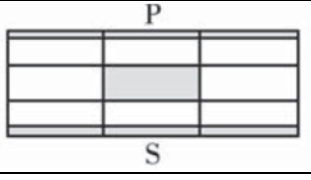
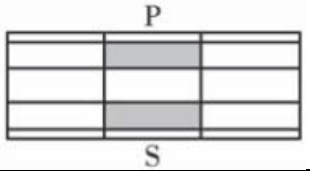
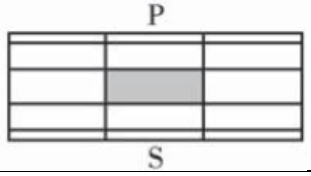
③ 以上所选取用于对目标结构区域进行有限元计算分析的装载工况应能包含控制响应（见 8.2.2.1（2）②）可能出现最大值及净水弯矩分别为中拱和中垂最大值的情况。

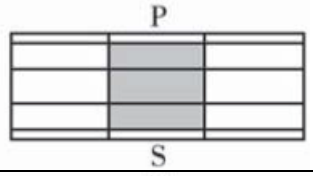
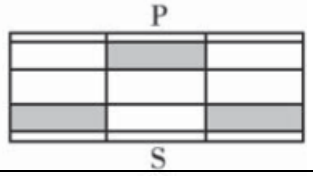
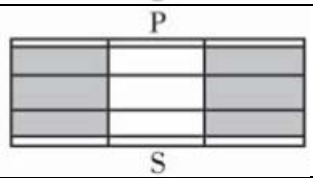
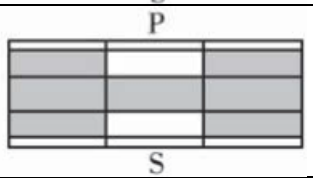
④ 每一个 S+D 设计载荷组合包括两部分：

（a）静载荷：由装载工况确定的吃水、船体梁静水弯矩和静水剪力，以及液货对舱壁的静压力等。

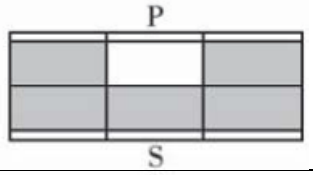
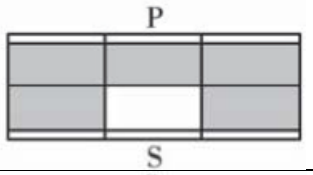
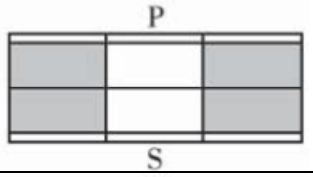
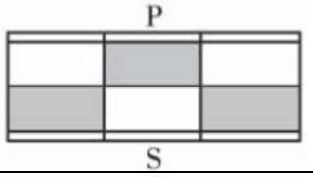
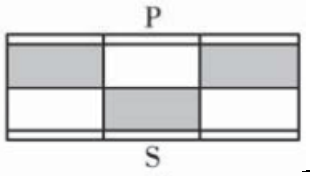
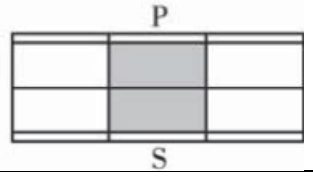
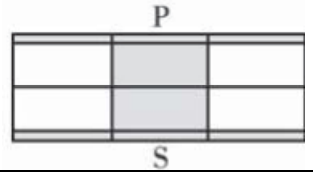
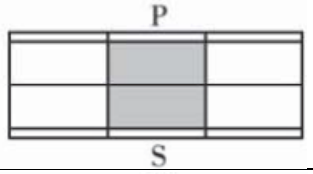
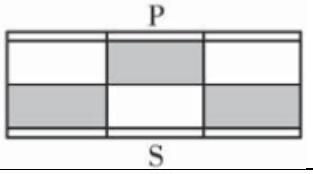
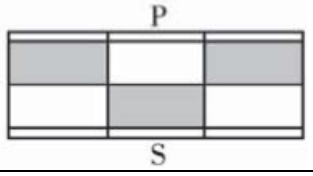
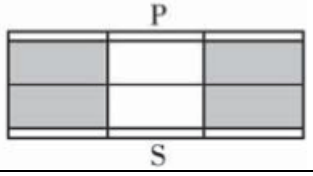
（b）动载荷：由动载荷工况确定，见 8.2.2.1（2）。

目标结构分析区域的典型装载模式（两道水密纵舱壁） 表 8.2.2.1（1）

装载模式	图	装载模式	图
设计载荷组合 S+D（作业、迁航工况）			
A1		A2	
A3		A4	
A5		A6	
A7		A8	
设计载荷组合 S（港内和舱室试验工况）			
A9		A10	

A11		A12	
A13		A14	
注：阴影舱室表示该液舱非空，包括满载和非满载状态。			

目标结构分析区域的典型装载模式（一道水密纵舱壁） 表 8.2.2.1（2）

装载模式	图	装载模式	图
设计载荷组合 S+D（作业、迁航工况）			
B1		B2	
B3		B4	
B5		B6	
B7			
设计载荷组合 S（港内和舱室试验工况）			
B8		B9	
B10		B11	
注：阴影舱室表示该液舱非空，包括满载和非满载状态。			

（2）动载荷工况

① 水动力响应极值预报

有限元结构分析应使用水动力响应直接预报结果，具体要求见表 8.2.2.1（3）。

水动力响应极值预报相关要求 表 8.2.2.1（3）

	迁航	作业
波浪环境	北大西洋海况	作业地点海况
设计重现期	25年	至少100年
波浪谱（推荐）	PM谱	特定波浪谱[1)]
首向概率分布 （响应极值长期方法）	0°至360°等概率分布	0°：60%[2)] ±15°：30% ±30°：10%
响应极值 短期方法	基于设计重现期的有义波高Hs及相对应的单个或多个谱峰周期Tp或跨零周期Tz	基于设计重现期的有义波高Hs及相对应的单个或多个谱峰周期Tp或跨零周期Tz
短峰波扩散（推荐）	Cos^2（主浪向角±90°）	N.A.[3)]

注：

1．如没有相对更适合的波浪谱，一般可采用JONSWAP谱。

2．适用于具有风标效应的单点系泊装置，首向概率分布可由首向分析结果确定，如无法获得该结果，则可参照本表推荐的首向概率分布进行水动力响应长期预报。

3．计算作业状态的水动力响应时，不推荐使用短峰波。

② 控制响应

控制响应指当其为极值时可能使强度验证所关注的结构区域产生最大结构响应的某个水动力响应。控制响应可分为载荷控制响应、加速度控制响应及运动控制响应，在有限元结构计算验证分析中，目标舱段的控制响应可参考但不局限于表 8.2.2.1（4）中所列项各项：

控制响应的分类及组成 表 8.2.2.1（4）

	控制响应分类	英文表述	中文含义
控制响应	载荷控制响应	M_{WV}	垂向波浪弯矩
		Q_{WV}	垂向波浪剪力
		M_{WV-h}	水平波浪弯矩
		P_{bilge}	舭部波浪动压力
		P_{ctr}	底部横向中心处动压力
		T	扭矩
		…	…
	加速度控制响应	a_V	垂向加速度
		…	…
	运动控制响应	θ	横摇角
		…	…

③ 动载荷组合

每个装载工况对应的动载荷工况应由控制响应及与其同时作用的其他响应联合确定，如表 8.2.2.1（5）所示。当浮式装置具有大开口甲板结构形式时（如浮式液化液化天然气装置），动载荷工况的控制响应和其他响应中应包含有扭矩。

装载工况对应的动载荷工况 表 8.2.2.1（5）

		控制响应								
		M_{WV}	Q_{WV}	M_{WV-h}	P_{bilge}	P_{ctr}	$T^{5)}$	a_V	θ	…
动载荷工况		Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ	Ⅵ	Ⅶ	Ⅷ	…
其他响应	M_{WV}	±Max[1)]	～	～	～	～	～	～	～	～
	Q_{WV}	～[3)]	±[2)]Max	～	～	～	～	～	～	～
	M_{WV-h}	～	～	±Max	～	～	～	～	～	～
	P_{bilge}	～	～	～	±Max	～	～	～	～	～
	P_{ctr}	～	～	～	～	±Max	～	～	～	～
	$T^{5)}$	～	～	～	～	～	±Max	～	～	
	a_V	～	～	～	～	～	～	±Max	～	～
	θ	～	～	～	～	～	～	～	±Max	～
	ϕ	～	～	～	～	～	～	～	～	～
	a_T	～	～	～	～	～	～	～	～	～
	a_L	～	～	～	～	～	～	～	～	～
	P_{wl}	～	～	～	～	～	～	～	～	～
	$F_{deck}^{4)}$	～	～	～	～	～	～	～	～	～
	…	～	～	～	～	～	～	～	～	～

注：
1．Max 表示水动力响应预报极值。
2．±所表示动载荷的符号，其相应物理意义见本篇第 6 章。
3．～表示当控制响应为极值的瞬时，同时作用的其他响应大小。
4．F_{deck} 表示露天甲板所受模块和设备等对其的作用力，详见本章 8.2.2.2（8）及本篇第 11 章的要求。
5．扭矩 T 只在浮式装置具有大开口甲板结构形式时才予以考虑。

当采用长期方法计算水动力响应时，应先预报出控制响应极值，然后确定控制响应的幅频响应算子最大值对应的波浪方向和频率（幅频响应算子的计算范围见表 8.2.2.1（6））从而构造等效规则设计波：

$$a = \frac{CHR_{Max}}{RAO_{Max}}$$

式中：a ——等效规则设计波波幅；

CHR_{Max} ——控制响应极值；

RAO_{Max} ——控制响应的最大幅频响应算子。

控制响应的幅频响应算子计算范围 表 8.2.2.1（6）

	范围	增加步长
频率（rad/s）	0.1~1.5	0.05
浪向（度）	-180~180	≦10
注：中间浪向角对应的幅频响应算子可用线性插值确定。		

其他响应应根据其与控制响应的相位差及等效规则设计波波幅和特定幅频响应算子确定，特定幅频响应算子对应的浪向和频率应与等效规则设计波的浪向和频率相同：

$$SOR = RAO_{SOR-S} \times a \times COS\left(\theta_{CHR} - \theta_{SOR}\right)$$

式中：RAO_{SOR-S}——其他响应的特定幅频响应算子；

a——等效规则设计波波幅；

θ_{CHR}——控制响应的相位角；

θ_{SOR}——其他响应的相位角。

当采用短期极值预报方法计算水动力响应时，应先根据控制响应的幅频响应算子计算结果确定等效设计规则波的浪向和频率（与长期方法相同）；再根据所确定的浪向进行控制响应的短期极值预报；接着确定等效规则设计波的波幅，进而确定出等效规则设计波；最后确定其他响应的大小（与长期方法相同）。

8.2.2.2 载荷

（1）加载时，根据单元中心计算求得压力，用压力载荷常数施加于板单元。也可采用单元节点之间的线性压力分布加载。

（2）结构重量、液货和压载水的密度

① 设计液货密度应取 1.025t/m^3。

② 海水密度应取 1.025t/m^3。

③ 有限元分析中应考虑船舶结构重量，船用钢密度应取 7.85t/m^3。

（3）海水静压力

① 由于吃水浸深而施加在板单元上的海水静压力应按照 6.2.2.2 计算。

② 每个有限元计算工况的吃水应按照实际选取工况而定。舱段有限元模型的整个长度范围内，吃水应保持不变。

③ 对于所有有限元计算工况，应施加船舶正浮状态时由吃水引起的海水静压力。船舶横摇引起的海水静压力变化已在波浪动压力中考虑。

（4）波浪动压力

① 波浪动压力分布，应按照三舱段有限元模型中间舱段形心所在横剖面的纵向位置确定动压力包络值。其中底部中心处动压力 P_{ctr}，舭部动压力 P_{bilge} 以及水线处动压力 P_{WL} 应根据各有限元计算工况的动载荷工况直接计算获得，其余部位的波浪动压力参考本篇 6.3.6.2 规定采用线性插值方法得到，并且施加于整个三舱段有限元模型长度范围。

② 由于上浪引起的露天甲板压力分布应施加于整个舱段有限元模型长度范围内的露天甲板上。大小由左舷处上浪载荷 $P_{wdk\text{-}pt}$ 和右舷处上浪载荷 $P_{wdk\text{-}stb}$ 线性插值而定（参考 6.3.6.3），且 $P_{wdk\text{-}pt}$ 和 $P_{wdk\text{-}stb}$ 均不小于 0。

$$P_{wdk-pt} = P_{WL-pt} - 10z_{dk-T} \quad kN/m^2$$

$$P_{wdk-stb} = P_{WL-stb} - 10z_{dk-T} \quad kN/m^2$$

式中：P_{WL-pt}——左舷静水线处波浪动压力，由直接载荷预报获得，kN/m^2；

P_{WL-stb}——右舷静水线处波浪动压力，由直接载荷预报获得，kN/m^2；

z_{dk-T}——甲板与舷侧交界边线到静水线的垂向距离，m。

（5）船体梁垂向弯矩和垂向剪力

① 三舱段有限元模型中间舱舱长范围内的某一剖面或全部强框架和横舱壁所

在剖面处，船体梁垂向弯矩应能达到要求值 $M_{vg\text{-}targ}$：

$$M_{vg-targ} = M_{sw} + M_{wv}$$

式中：M_{sw}——垂向静水弯矩，取操作手册中目标舱段对应纵向位置处的装载工况实际值；

M_{wv}——动载荷工况中的垂向波浪弯矩，取目标舱段对应纵向位置处的水动力直接计算结果。对于静水弯矩在目标舱段中间部位出现极值的情况，$M_{vg\text{-}targ}$ 取目标舱段所涵盖纵向范围内不同对应位置的极值；对于净水弯矩在目标舱段前后两端出现极值的情况，$M_{vg\text{-}targ}$ 取各强框架和横舱壁的实际对应值，另见 8.2.3.2（4）和（5）。

② 三舱段有限元模型中部舱的前舱壁和后舱壁处，船体梁垂向剪力应能达到下列要求值 Q_{targ}：

$$Q_{targ} = Q_{sw} + Q_{wv}$$

式中：Q_{sw}——施加于有限元载荷工况的前舱壁和后舱壁各对应的垂向静水剪力，取操作手册中对应装载工况实际值；

Q_{wv}——动载荷工况下的垂向波浪剪力，取前舱壁和后舱壁各对应的动载荷工况水动力直接预报计算结果。

③ 施加要求的剪力和弯矩分布的步骤见 8.2.3.2 的相关要求。

（6）船体梁水平波浪弯矩

① 对于目标舱段为中部液货舱的三舱段有限元模型，目标水平弯矩为沿中部目标舱舱长范围内的某一剖面处，船体梁水平波浪弯矩应能达到相应动载荷工况下的该舱段长度范围内的水动力直接预报结果；对于目标舱段非中部液货舱的三舱段有限元模型，各强框架和横舱壁的目标水平弯矩为各自目标舱段相应动载荷工况下的水动力直接预报结果。

② 调整水平波浪弯矩要求值的步骤见 8.2.3.2 的相关要求。

（7）液货舱和压载舱的压力

液舱内，流体压力由静压力和动压力叠加组成，可由下式计算得到：

$$p = p_o + \rho h_i \sqrt{\left(g_V + a_V\right)^2 + \left(g_T + a_T\right)^2 + \left(g_L + a_L\right)^2}$$

式中：p ——液舱边界所受液体压力

p_o ——取液舱内蒸气压力，或压力/真空阀的设定压力（适用时），但当液舱满载时，还应考虑空气管液柱高度（取 760mm）的影响（如图 8.2.2.2（1）所示），如配备经 CCS 审核认可的保护装置可防止过载所致空气管内液柱的存在，则空气管液柱高度的不利影响可不予考虑；

ρ ——液货或压载水密度，1025 kg/m^3

h_i——舱内液体计算压头：应考虑因加速度引起的液面变化，可认为液面始终保持平面状态，见图 8.2.2.2（1）和图 8.2.2.2（2），先考虑因纵向加速度的作用产生的不同横剖面的纵向等效液面压头 h，再考虑横向加速度作用并最终确定计算压头 h_i。（注意：满载时，h 取液舱顶部端点和空气管头（如适用）二者确定的大值，见图 8.2.2.2（1））

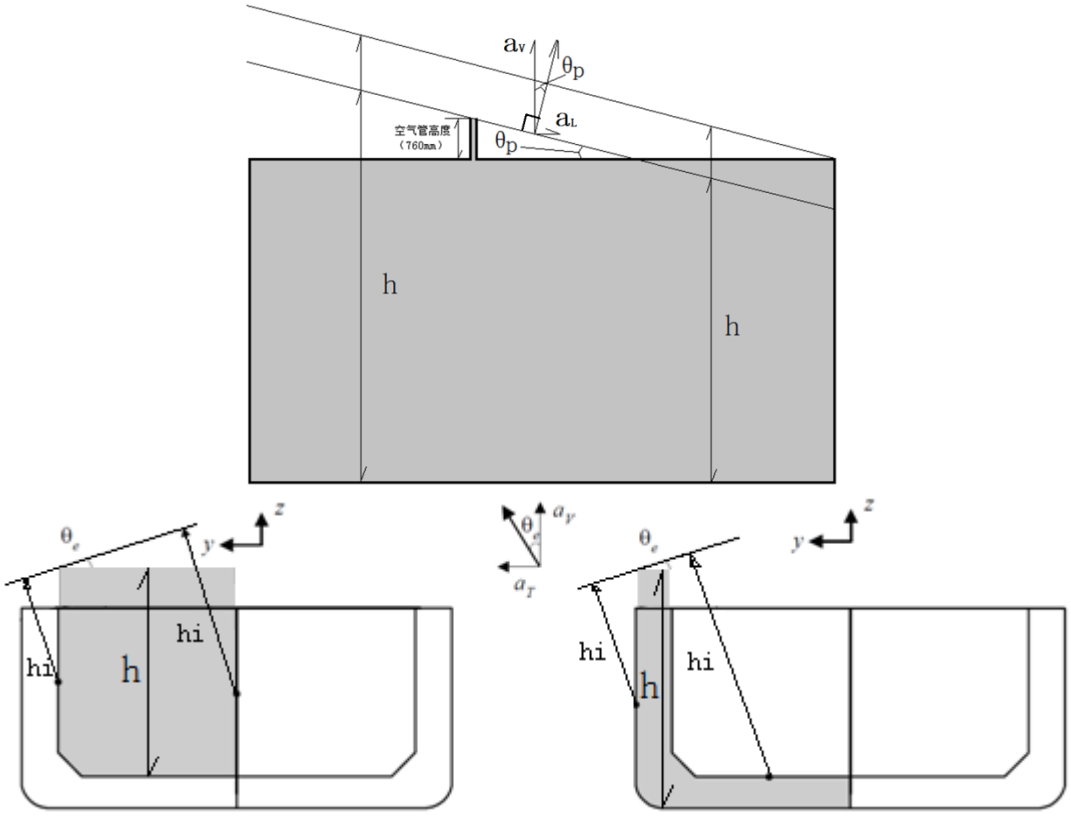


图8.2.2.2（1）满载液舱液体压头示意图

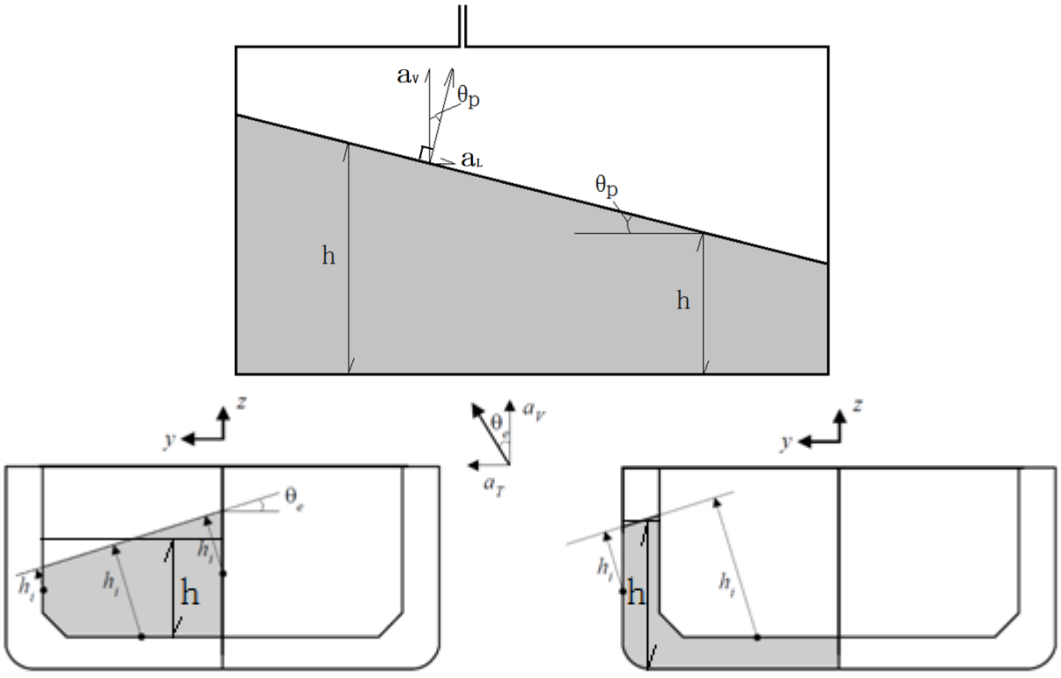


图8.2.2.2（2）部分装载液舱液体压头示意图

g_L, g_T, g_V ——由浮体纵摇和横摇引起的重力加速度在船体坐标系中纵向、横向和垂向的投影，大小为$(g_L, g_T, g_V) = (-g\sin\phi, g\sin\theta, g\cos\phi\cos\theta)$，其中$\phi$和$\theta$分别为纵摇角和横摇角。

g ——重力加速度，9.81 m/s^2

a_L, a_T, a_V ——相对于浮体坐标系，由浮体运动引起的液舱中液体重心处纵向，横向

和垂向加速度大小，由下式计算得到：

$$\begin{vmatrix} a_L \\ a_T \\ a_V \end{vmatrix} = \vec{a}_{CG} + \vec{\Theta} \times \vec{R} = \begin{vmatrix} a_{CG-L} \\ a_{CG-T} \\ a_{CG-V} \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} \alpha_{CG-roll} \\ \alpha_{CG-pitch} \\ \alpha_{CG-yaw} \end{vmatrix} \times \begin{vmatrix} R_L \\ R_T \\ R_V \end{vmatrix}$$

式中：$\vec{a}_{CG}$——浮体重心处纵荡、横荡、垂荡加速度向量，由$\left(a_{CG-L}, a_{CG-T}, a_{CG-V}\right)$组成；

$\vec{\Theta}$——浮体重心处横摇、纵摇、首摇加速度向量，由$\left(\alpha_{CG-roll}, \alpha_{CG-pitch}, \alpha_{CG-yaw}\right)$组成；

$\vec{R}$——浮体重心到液舱液体重心的向量，由$\left(R_L, R_T, R_V\right)$组成。

当空气管位置不明确时，应假定其位于合理但较不利的位置计算满载液体对舱壁结构压力；如果纵向和横向加速度较小，即引起较小的液体自由面纵倾角θ_p和横倾角θ_e，可不考虑纵向和横向加速度对压头液面变化的影响。

（8）由局部加速度和运动引起的空船重量、设备及上部模块载荷

用于有限元结构计算分析的由空船重量、设备及上部模块引起的载荷由准静态载荷和动载荷矢量叠加而成。

在有限元分析中，应能合理准确地模拟出上部模块惯性力在模块支撑构件上的分布情况，所使用的载荷施加方法不能限制模块支撑构件之间的相对运动，且应得到CCS的认可。

准静态部分由浮体纵倾和横倾引起，而动载荷即惯性力部分由某目标控制响应达到极值时同时发生的局部加速度引起。

所施加载荷可由下式计算得到：

$$F_L = m\left(a_L + g_L\right)；\ F_T = m\left(a_T + g_T\right)；\ F_V = m\left(a_V + g_V\right)$$

式中：F_L——纵向载荷；F_T——横向载荷；F_V——垂向载荷；

m——结构构件或设备质量；

a_L——局部纵向加速度；a_T——局部横向加速度；a_V——局部垂向加速度；

$g_L = -g\sin\phi$；$g_T = g\sin\theta$；$g_V = g\cos\theta\cos\phi$（$\phi$和$\theta$分别为纵摇角和横摇角）

a_L, a_T, a_V——相对于浮体坐标系，由浮体运动引起的局部纵向，横向和垂向加速度，由下式计算得到：

$$\begin{vmatrix} a_L \\ a_T \\ a_V \end{vmatrix} = \vec{a}_{CG} + \vec{\Theta} \times \vec{R} = \begin{vmatrix} a_{CG-L} \\ a_{CG-T} \\ a_{CG-V} \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} \alpha_{CG-roll} \\ \alpha_{CG-pitch} \\ \alpha_{CG-yaw} \end{vmatrix} \times \begin{vmatrix} R_L \\ R_T \\ R_V \end{vmatrix}$$

式中：$\vec{a}_{CG}$——船体重心处纵荡、横荡、垂荡加速度向量，由$\left(a_{CG-L}, a_{CG-T}, a_{CG-V}\right)$组成；

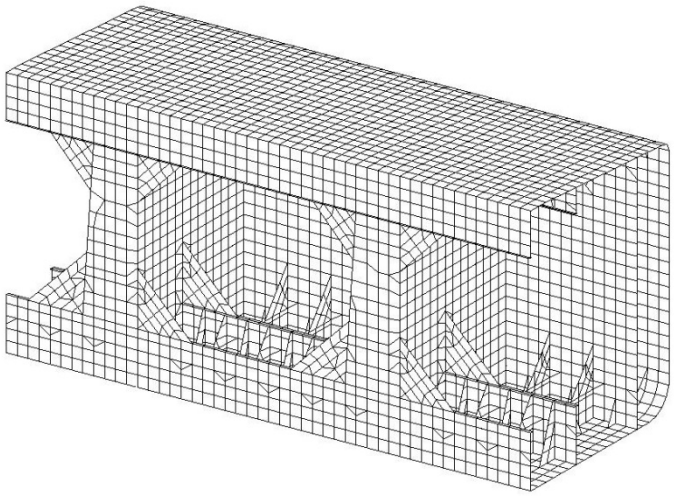
$\vec{\Theta}$——船体重心处横摇、纵摇、首摇加速度向量，由$\left(\alpha_{CG-roll}, \alpha_{CG-pitch}, \alpha_{CG-yaw}\right)$组成；

$\vec{R}$——船体重心到局部对象重心位置的向量，由$\left(R_L, R_T, R_V\right)$组成。

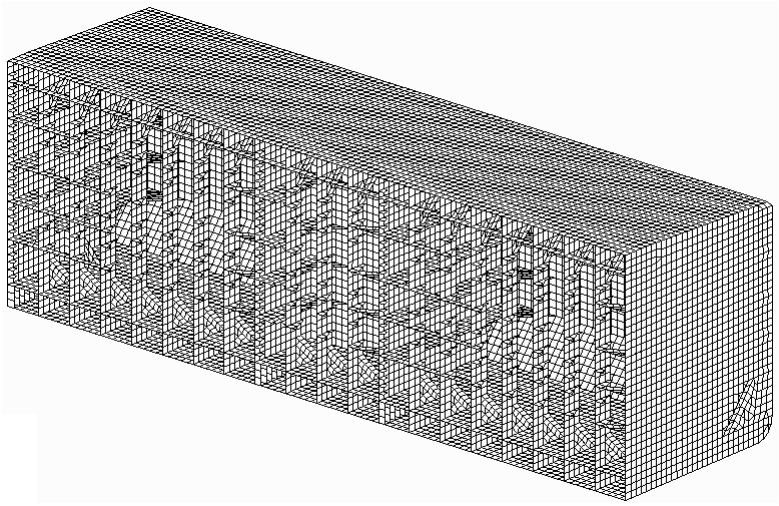
8.2.3 有限元模型

8.2.3.1 一般要求

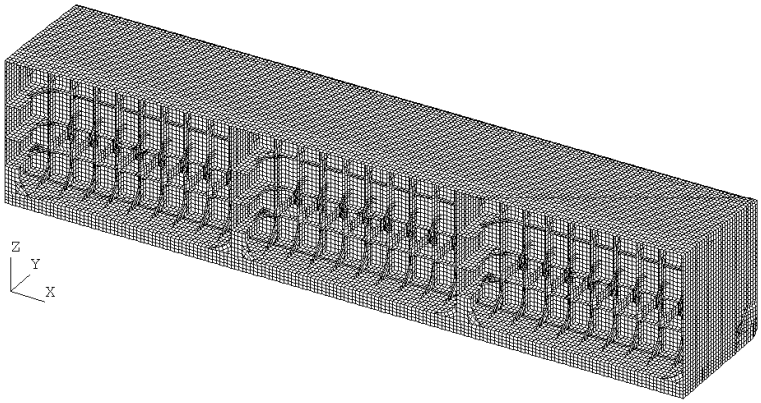
（1）舱段有限元（FE）模型的纵向范围应覆盖三个液货舱长度。有限元模型可以是棱柱形。模型两端应包括横舱壁。当货舱设置槽形横舱壁时，模型前后端应包括槽形横舱壁的完整壁凳结构，前后端超出端部横舱壁的模型长度应相等，模型端部的强框架应一并建模。不同结构布置型式的中部液货舱区域典型有限元模型见图8.2.3.1（1）。



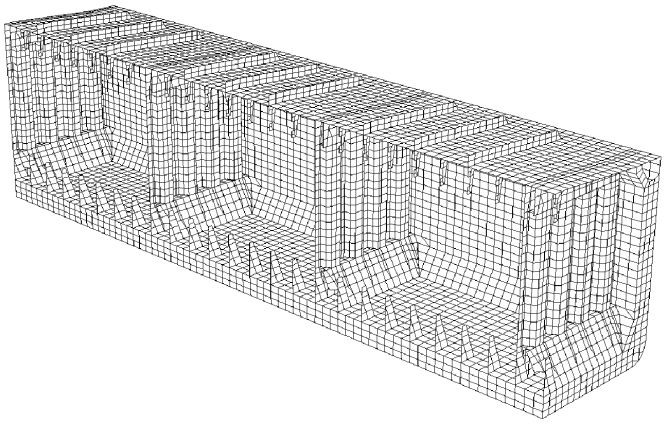
典型中国渤海单底双舷侧浮式装置模型示意图



典型中国南海双底双舷侧浮式装置模型示意图



VLCC 的典型舱段模型（仅显示全宽模型的左舷）



成品油船的典型舱段模型（仅显示全宽模型的左舷）

图 8.2.3.1（1） 典型舱段模型示意图

（2）对首、尾部液货舱区域横舱壁处，承受船体梁垂向载荷的纵向船体梁抗剪构件的评估可在中部舱段有限元模型的基础上进行，评估时应对板和骨材特性进行适当修改。如果剪切强度评估使用另外的舱段有限元模型，模型长度应覆盖三个液货舱区域。

（3）有限元模型应包括浮体的左舷和右舷及整个型深。

（4）建模中应包括所有纵向和横向主要构件，这些构件包括：内壳和外板结构、双层底肋板和纵桁系统、横向强框架和垂直桁材、水平桁材、横舱壁和纵舱壁。构件上所有的板材和骨材、包括腹板加强筋，都应模型化，见8.2.3.1（11）。

（5）舱段有限元模型中所有板材、骨材的腹板和面板应使用缩减尺寸，按下式计算：

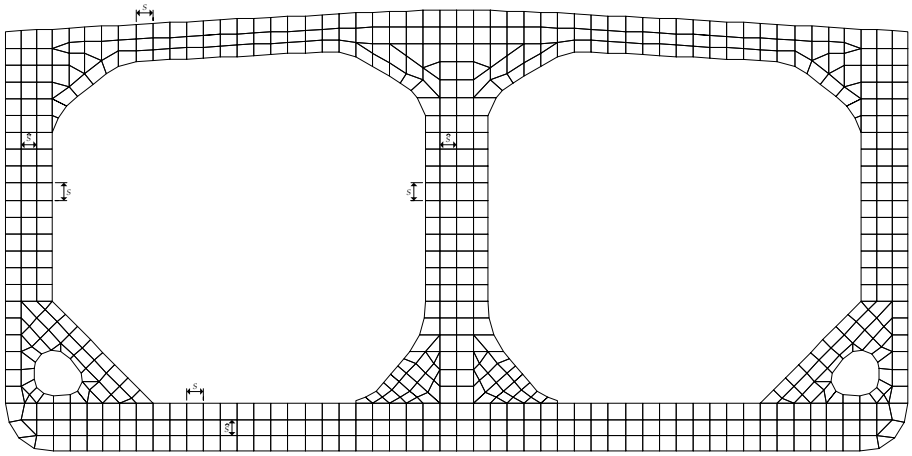
$$t_{FEM-net50} = t_{grs} - 0.5t_{corr}$$

式中：t_{grs} ——总厚度，不包括业主的额外要求厚度，见本篇第 13 章第 5 节

t_{corr} ——腐蚀增量，见本篇第 13 章第 5 节

（6）板单元网格应尽可能遵从骨材实际排列规律以表示骨材之间的实际板格。通常，板单元网格应满足以下要求：

① 每两相邻纵骨之间为一个单元，见图 8.2.3.1（2），沿纵向的单元长度应不大于 2 个纵骨间距。

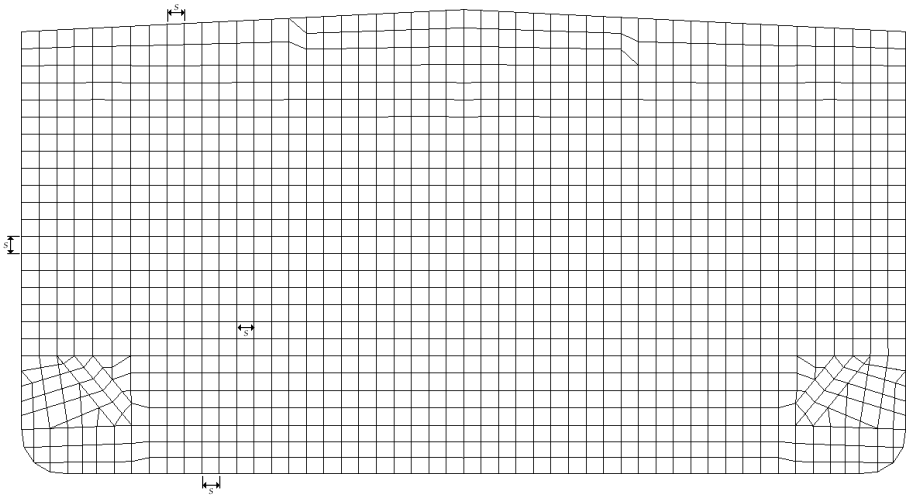


（s为骨材间距）

8.2.3.1（2）强框架的典型有限元网格

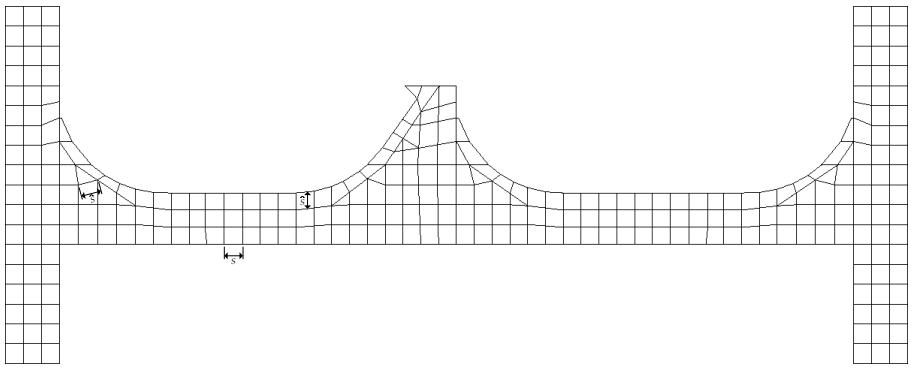
② 横舱壁，每两相邻垂直扶强材之间为一个单元，见图 8.2.3.1（3）。

③ 横框架、垂直桁材、撑材和水平桁材上，每两相邻腹板加强筋之间为一个单元，见图 8.2.3.1（2）和图 8.2.3.1（4）。



（s为骨材间距）

图8.2.3.1（3）横舱壁的典型有限元网格



（s为骨材间距）

图8.2.3.1（4）横舱壁上水平桁的典型有限元网格

④ 双层底纵桁和肋板、横框架、垂直桁材、横舱壁上水平桁材，沿腹板高度至少划分为三个单元。撑材、甲板强横梁、制荡舱壁和纵舱壁上水平桁材，如腹板高度较小，则沿腹板高度可以用两个单元表示，但在腹板每两相邻加强筋之间应至少为一个单元。与其相邻结构的网格尺寸可适当调整。

⑤ 底边舱强框架的网格应足够精细，以描述强框架上开孔的实际形状，见8.2.3.1（2）。

⑥ 对主要支撑构件的大肘板自由边的曲率应准确描述，以避免由于几何不连续导致不真实的高应力。一般情况下，网格大小取骨材间距。如模型中肘板臂长不超过肘板的实际臂长，则肘板趾部可在最近的模型节点处中断。肘板面板不应与列板连接，见图8.2.3.1（5）。面板削斜部分的建模应按照8.2.3.1（14）的要求进行。可接受的网格单元见图8.2.3.1（5）。肘板趾部的详细应力分析应使用更细网格，见8.2.5。

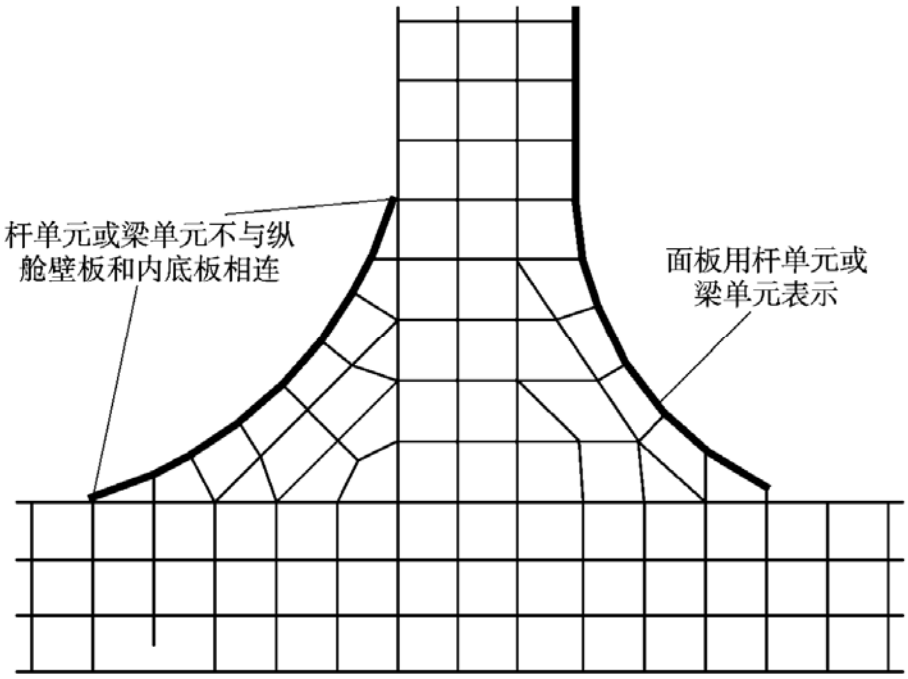


图8.2.3.1（5）横框架大肘板的典型有限元网格

（7）槽形舱壁和壁凳应用壳单元建模，见图8.2.3.1（6），模型应包括壁凳隔板和壁凳板上的内部纵向、垂向加强筋。建模按照以下要求进行：

① 槽条面板、腹板的壳单元网格通常应遵循壁凳的骨材间距。

② 当槽条网格与壁凳网格直接匹配有困难时，为使槽形舱壁保持其原有几何形状，可适当调整与槽条相连处的壁凳网格，使之匹配。但是，如果为简化建模而调整了槽条形状，在评估应力时应按照 8.2.4.6 的要求考虑由此产生的影响。

③ 对于无顶凳和/或底凳的槽形舱壁，可能必须调整几何形状以简化建模，但是调整时应保持槽条和主要支撑构件的形状和位置。因此，如必要时，调整是针对骨材和板缝线而进行的。

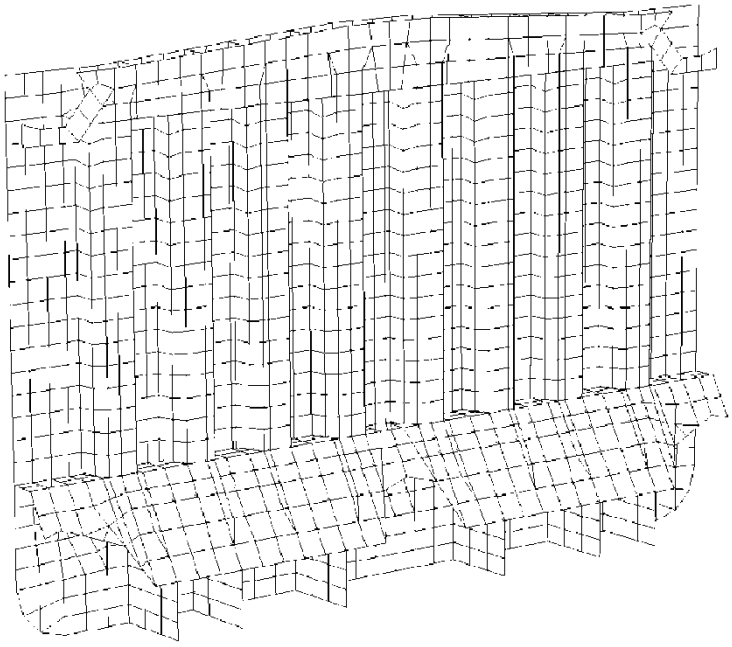
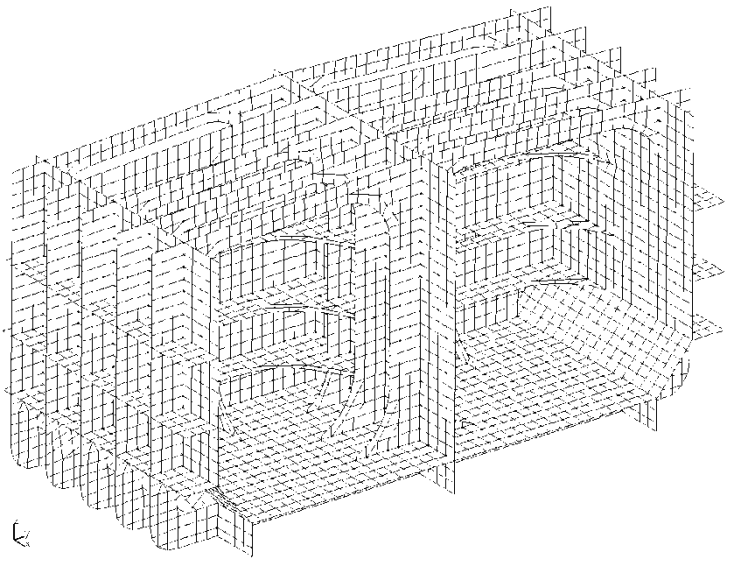


图8.2.3.1（6）槽形横舱壁结构的典型有限元网格

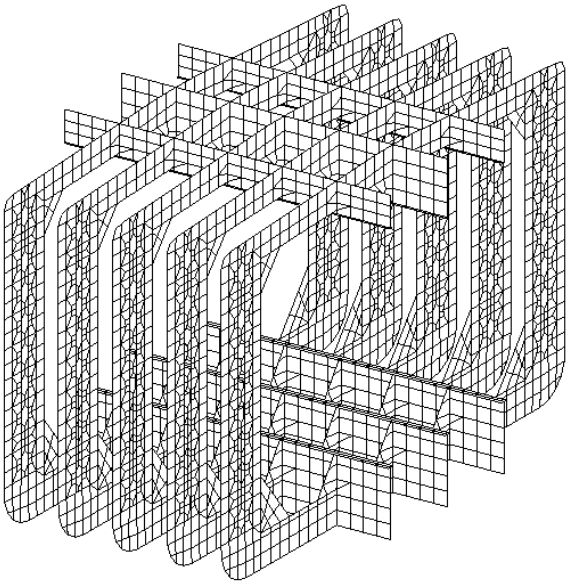
（8）板单元的长宽比通常应不超过3。模型中应尽可能减少使用三角形板单元。在可能

产生高应力或高应力梯度的区域内，板单元的长宽比应尽可能接近1，并应避免使用三角形单元。

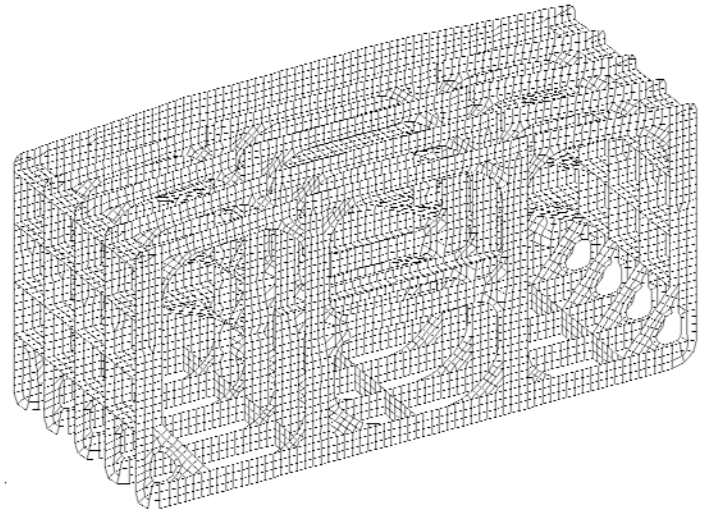
（9）液货舱结构的典型网格布置见图8.2.3.1（7）。



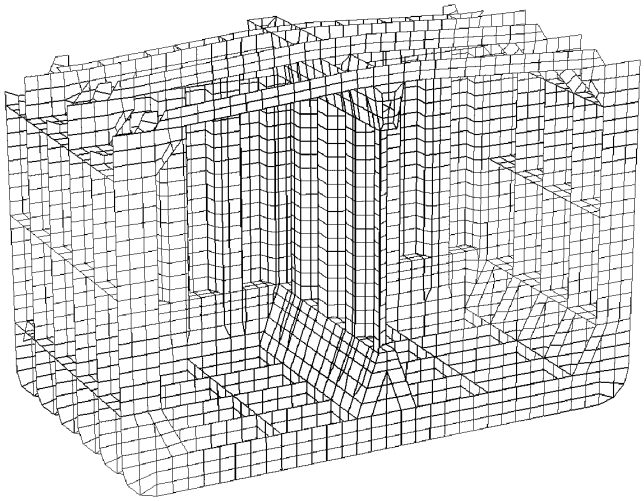
典型中国南海浮式装置



典型中国渤海浮式装置



VLCC



成品油船

图8.2.3.1（7）货舱结构的典型有限元网格分布

（10）承受侧向压力的加筋板格，应用壳单元连同梁单元表示。承受侧向压力的非加筋板格，应用壳单元表示。对于不承受压力载荷的非密性结构，可用膜单元和杆单元表示。

（11）所有的局部骨材都应模型化。这些骨材可用位于板面内的线单元来建模。承受侧向载荷的区域应使用梁单元，而不承受侧向载荷的内部构件上的骨材可使用杆（桁架）单元。线单元应具有以下特性：

① 对于梁单元，面外弯曲特性应能表示板和骨材组合后的惯性矩，骨材每边的带板应取 1/2+1/2 的骨材间距。此时中和轴的偏心不要求建模表示。

② 对于梁单元和杆单元，其他剖面特性应基于表示扶强材的横剖面面积，但不包括带板面积。

（12）不连续骨材的有效横剖面面积应按照表8.2.3.1（1）计算。

骨材线单元的有效横剖面面积 表 8.2.3.1（1）

线单元表示的结构	有效面积 Ae	
距削斜（不连续）端 $2d_w$ 以内的骨材	所有剖面	$A_e = 25\% A_{n\text{-}net50}$
距削斜（不连续）端 $2d_w$ 以外的骨材	所有剖面	$A_e = 100\% A_{n\text{-}net50}$
式中： $A_{n\text{-}net50}$——线单元沿单元长度方向的平均横剖面面积； d_w ——骨材腹板高度，不包括带板。		

（13）主要支撑构件的腹板的加强筋应模型化，当这些加强筋与有限元主要网格不一致

时，如果调整距离不超过骨材间距的0.2倍，可沿最邻近的节点设置线单元，计算所得到的应力和屈曲因子可不必修正。大肘板、甲板强横梁、水平桁上平行于面板的防倾骨材应模型化，这些加强筋可用杆单元建模。

（14）主要支撑构件和肘板的面板可用杆单元建模。面板弯曲部分的有效剖面积按照第2章第7节进行计算。代表面板削斜部分的杆单元的横剖面面积应基于杆单元长度范围内的面板平均横剖面面积。

（15）主要支撑构件腹板上开孔的描述应按照表8.2.3.1（2）进行。局部骨材的开孔、扇形孔、污水孔和空气孔可不描述。

桁材上腹板开孔的表达 **表 8.2.3.1（2）**

$h_0/h < 0.35$ 且 $g_0 < 1.2$	开孔无需建模
$0.5 > h_0/h \geqslant 0.35$ 且 $g_0 < 1.2$	板建模厚度为 $t_{1\text{-net}50}$
$h_0/h < 0.5$ 且 $2 > g_0 \geqslant 1.2$	板建模厚度为 $t_{2\text{-net}50}$
$h_0/h \geqslant 0.5$ 或 $g_0 \geqslant 2$	开孔的几何形状应建模

式中：

$g_o = 1 + \dfrac{l_o^{\,2}}{2.6(h-h_o)^2}$

$t_{1\text{-net}50} = \dfrac{h-h_o}{h} t_{w-net50}$

$t_{2\text{-net}50} = \dfrac{h-h_o}{hg_o} t_{w-net50}$

$t_{w\text{-net}50}$ ——腹板缩减厚度；

l_o ——垂直于桁材腹板高度方向的开孔长度，见图 8.2.3.1（8）；

h_o ——平行于桁材腹板高度方向的开孔高度，见图 8.2.3.1（8）；

h ——开孔处的腹板高度，见图 8.2.3.1（8）；

t_{corr} ——腐蚀增量，见第 13 章第 5 节。

注：

1．如连续开孔之间的距离 d_0 小于 0.25h，长度 l_0 应取跨越连续开孔的长度值，如图 8.2.3.1（9）所示。

2．l_0、h_0、h 的单位应一致。

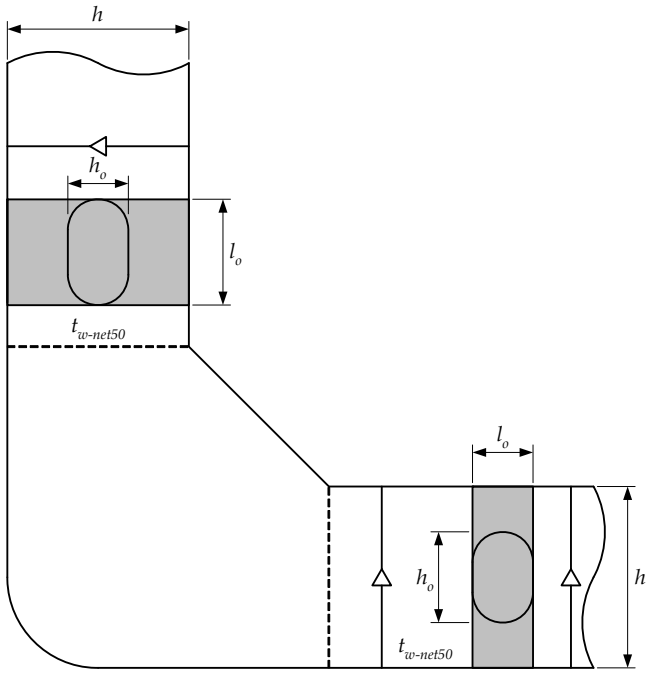


图 8.2.3.1（8）腹板开孔

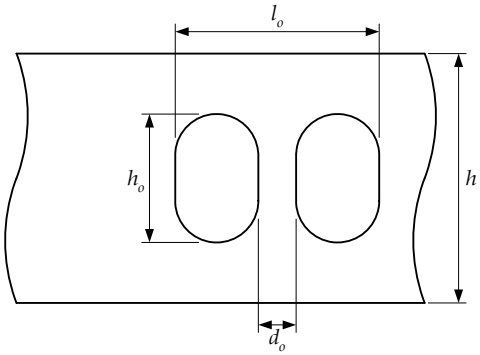


图 8.2.3.1（9）连续开孔之间的距离 d_0＜（h/4）时的 l_0 长度

（16）有限元模型中应建立上部模块支撑构件，用以传递来自上部模块的载荷。

（17）对于设有独立液舱的浮式装置（如浮式液化天然气装置）有限元模型应包含独立液舱本身及主船体对其的支撑系固构件，支撑系固构件可以用线弹性单元（如杆单元、弹簧单元等）或非线性单元（如接触单元）进行模拟，其中线弹性单元不可承受拉应力。

8.2.3.2 舱段有限元模型弯矩和剪力的调整

（1）一般要求

① 本款所述方法适用于调整三舱段有限元模型的船体梁水平弯矩、垂向剪力和垂向弯矩分布以达到目标要求值，不包括扭矩的调整。对于需要考虑扭矩对船体强度影响的具有大开口甲板结构形式的浮式装置，应通过计算目标扭矩、局部载荷引起的扭矩从而得到施加到舱段有限元模型端部的加载扭矩，加载扭矩的计算步骤、计算结果及加载方式应合理准确，并提交 CCS 进行审查。

② 垂向分布载荷施加于每一档强框架上，与模型端部的垂向弯矩一起作用，使模型的中部舱前舱壁和后舱壁处达到垂向剪力要求值、中部舱舱长范围内的某一剖面处达到垂向弯矩要求值。要求值见 8.2.2.2（5）要求。

③ 模型端部应施加水平弯矩，使有限元模型的中部舱舱长范围内的某一剖面处达到水平弯矩要求值。要求值见 8.2.2.2（6）要求。

（2）局部载荷引起的剪力和弯矩

① 有限元模型中应对中部舱横舱壁处计算由于局部载荷产生的垂向剪力，应对三舱段有限元模型的中部舱沿长度方向计算由于局部载荷产生的垂向弯矩分布。计算时可用有限元模型来计算剪力和弯矩值，也可用一个代表三舱段有限元模型长度的简支梁模型来计算剪力和弯矩值。

② 横浪和斜浪海况下，有限元模型中应对中部舱沿长度方向计算由于波浪动压力和舱室动压力引起的水平弯矩分布。

③ 在计算船体梁剪力和弯矩时，应考虑以下局部载荷：

（a）三舱段有限元模型沿长度方向的结构重量分布（静载荷）。当使用简单梁模型时，每个舱的结构重量可沿该舱长平均分布。结构重量应基于建立有限元模型时，减去 $0.5t_{corr}$ 后的缩减厚度（见 8.2.3.1（5））计算。

（b）液货和压载水重量（静载荷）。

（c）海水静压力、波浪动压力和甲板上浪载荷（如适用时）。设计载荷组合 S（港内和舱室试验工况）下，仅需施加海水静压力。

（d）对于设计载荷组合 S+D（作业、迁航工况），舱室动压力载荷。

④ 因局部载荷引起的纵向不平衡力：

当局部载荷在有限元模型的纵向合力不为 0 时，应在被约束纵向位移的模型前端的所有受弯矩影响纵向构件的节点上施加纵向平衡反力，应按下式计算：

$$\left(F_x\right)_j = \frac{F_i}{A_{x-n50}} \cdot \frac{A_{j-n50}}{n_j}$$

式中：$(F_x)_j$——施加于第 j 个单元其中任一节点的纵向力，kN；

F_i——由局部载荷引起的有限元模型纵向合力，kN；

A_{j-n50}——第 j 个单元的静截面积，m^2；

A_{x-n50}——有限元模型前端面净截面积，m^2，可按下式计算：

$$A_{x-n50}=\sum_j A_{j-n50}$$

n_j——第 j 个单元在模型前端面上的节点数，对于梁单元取 1，对于四边形单元取 2。

（3）调整垂向剪力分布的步骤

① 横舱壁处要求调整的剪力（如表 8.2.3.2（1）所示的 ΔQ_{aft} 和 ΔQ_{fwd}），可通过在强框架处施加垂向载荷得到，如图表 8.2.3.2（2）所示。

② 为了产生横舱壁处的剪力要求值，有限元模型的中部舱前、后横舱壁处剪力的调整值由下式求得：

$$M_{Y-aft}=\frac{x_{fore}-x_{aft}}{2}\cdot\frac{Q_{targ-fwd}-Q_{fwd}+Q_{targ-aft}-Q_{aft}}{2}$$

$$M_{Y-fore}=M_{Y-aft}$$

$$\Delta Q_{fwd}=\frac{Q_{targ-fwd}-Q_{fwd}-\left(Q_{targ-aft}-Q_{aft}\right)}{2}$$

$$\Delta Q_{aft}=-\Delta Q_{fwd}$$

式中：x_{fore}，x_{aft}——有限元模型前后端纵向坐标值；

M_{Y-aft}，M_{Y-fore}——施加于有限元模型两端的垂向调节弯矩，以实现对目标剪力的调整；

ΔQ_{aft}——中部舱后舱壁处要求的剪力调整值；

ΔQ_{fwd}——中部舱前舱壁处要求的剪力调整值；

$Q_{targ-aft}$——中部舱后舱壁处要求达到的剪力值，见 8.2.2.2（5）；

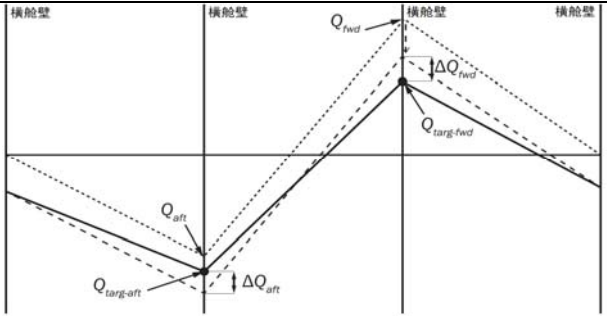
$Q_{targ-fwd}$——中部舱前舱壁处要求达到的剪力值，见 8.2.2.2（5）；

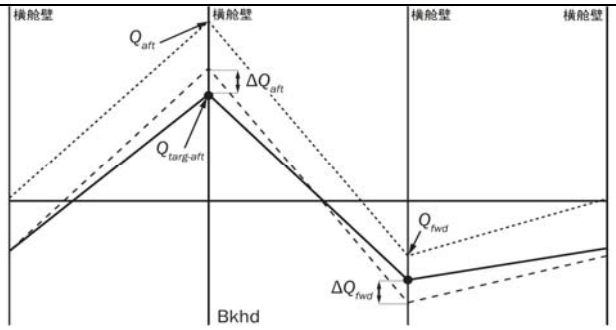
Q_{aft}——中部舱后舱壁处由于局部载荷引起的剪力，见 8.2.2.2（5）；

Q_{fwd}——中部舱前舱壁处由于局部载荷引起的剪力，见 8.2.2.2（5）。

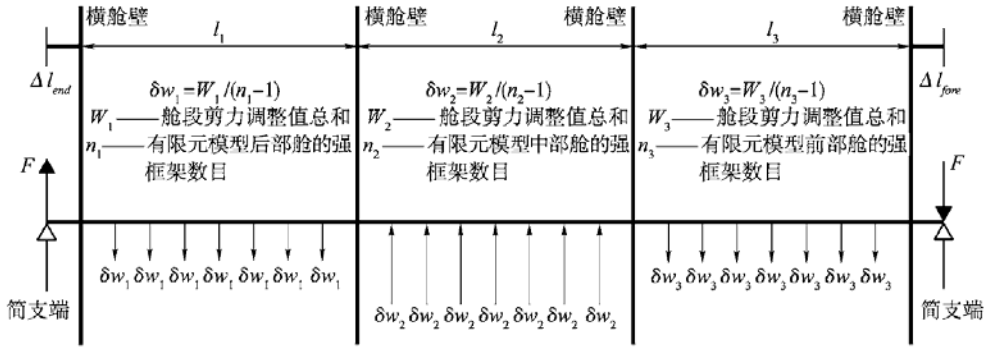
③ 为调整横舱壁处剪力而施加到每个强框架上的垂向载荷可以用简单梁模型计算得到。如果每个舱内强框架间距一致，施加到每个强框架的垂向力可按照表 8.2.3.2（1）计算。

剪力目标值位置和横舱壁处要求调整的剪力　　表 8.2.3.2（1）

	后舱壁	前舱壁
	剪力目标值	剪力目标值
	小	大

	大	小

强框架处垂向调整力分布以及所产生的剪力分布　　表 8.2.3.2（2）

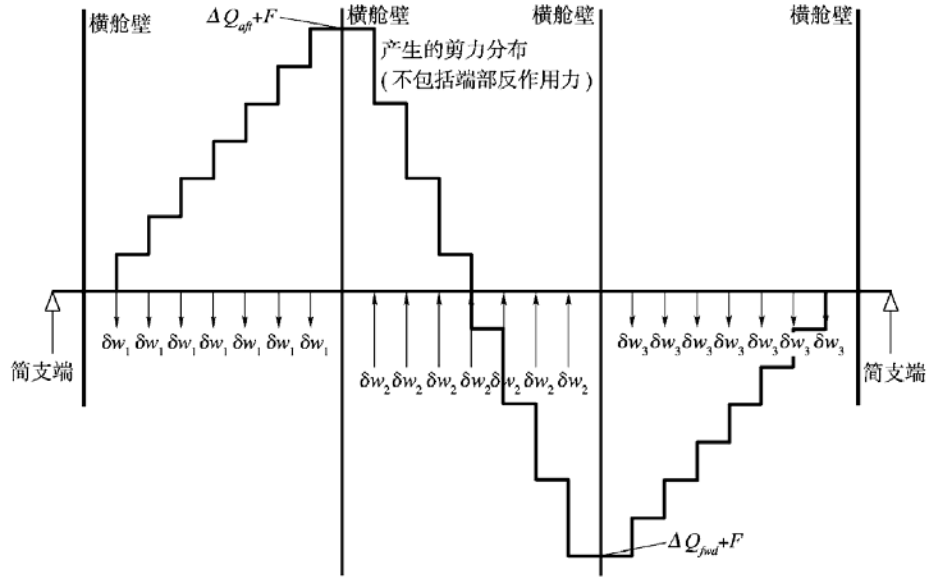


注：

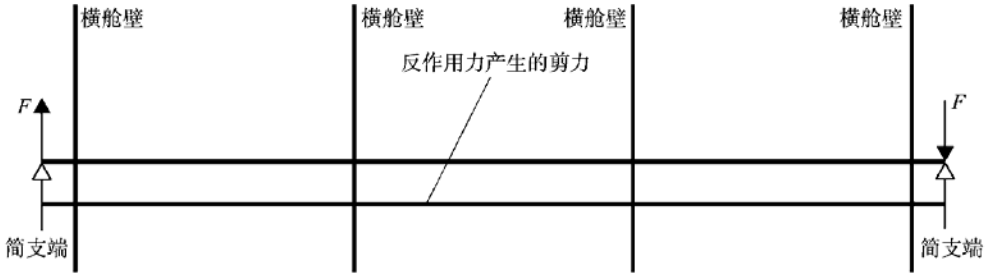
1．横舱壁处不施加垂向力；

2．前部舱前端舱壁之前的强框架和后部舱后端舱壁之后的强框架不施加垂向力；

3．F为支承端产生的支反力。



由于强框架调整垂向力引起的剪力分布



注：

如$l_1=l_3$ 和$\Delta l_{fore}=\Delta l_{end}$，且载荷关于模型长度中点对称，则F=0。

调整垂向剪力的垂向载荷计算公式 表8.2.3.2（3）

$$\delta w_1 = \frac{\Delta Q_{aft}(2l - l_2 - l_3) + \Delta Q_{fwd}(l_2 + l_3)}{(n_1 - 1)(2l - l_1 - 2l_2 - l_3)}$$

$$\delta w_2 = \frac{(W_1 + W_3)}{(n_2 - 1)} = \frac{(\Delta Q_{aft} - \Delta Q_{fwd})}{(n_2 - 1)}$$

$$\delta w_3 = \frac{-\Delta Q_{fwd}(2l - l_1 - l_2) - \Delta Q_{aft}(l_1 + l_2)}{(n_3 - 1)(2l - l_1 - 2l_2 - l_3)}$$

$$F = 0.5\left(\frac{W_1(l_2 + l_1) - W_3(l_2 + l_3)}{l}\right)$$

式中：

l_1 ——模型后部舱的长度；

l_2 ——模型中部舱的长度；

l_3 ——模型前部舱的长度；

ΔQ_{aft} ——中部舱的后横舱壁处剪力的调整值；

ΔQ_{fwd} ——中部舱的前横舱壁处剪力的调整值；

F ——由于强框架处垂向载荷而在支承端产生的反作用力；

W_1 ——模型后部舱施加的均匀分布垂向力总和，（n1-1）δw1；

W_2 ——模型中部舱施加的均匀分布垂向力总和，（n2-1）δw2；

W_3 ——模型前部舱施加的均匀分布垂向力总和，（n3-1）δw3；

n_1 ——模型后部舱的强框架间距数；

n_2 ——模型中部舱的强框架间距数；

n_3 ——模型前部舱的强框架间距数；

δw_1 ——模型后部舱强框架处的分布载荷；

δw_2 ——模型中部舱强框架处的分布载荷；

δw_3 ——模型前部舱强框架处的分布载荷；

Δl_{end} ——从模型后部舱的后舱壁到模型后端的距离；

Δl_{fore} ——从模型前部舱的前舱壁到模型前端的距离；

l ——有限元模型（梁）的总长度，包括超出端部横舱壁以外的部分：

$l = l_1 + l_2 + l_3 + \Delta l_{end} + \Delta l_{fore}$

注：

1．公式中载荷、剪力和剪力调整值的正向应按照表8.2.3.2（1）和表8.2.3.2（2）所示。

2．$W_1 + W_3 = W_2$

3．仅当每个舱内强框架间距一致时，上述公式才适用，舱段的舱长和强框架间距可不同。

④ 施加到每个横向强框架剖面的修正载荷 δw_i 应分布在如表 8.2.3.2（4）所示的结构的有限元节点上。当模型中使用 4 节点或 3 节点有限元时，施加到板单元每一个节点的力由下式给出：

$$F_{i-grid} = \frac{0.5\sum_{1}^{n} A_{i-elem-net50}}{A_{s-net50}} F_S$$

式中：F_{i-grid} ——施加到单独结构构件（如舷侧板、纵舱壁、双层底纵桁、内壳、底边舱斜板、顶边舱斜板和最外侧旁桁材）上第 i 个有限元节点上的载荷，见表 8.2.3.2（4）；

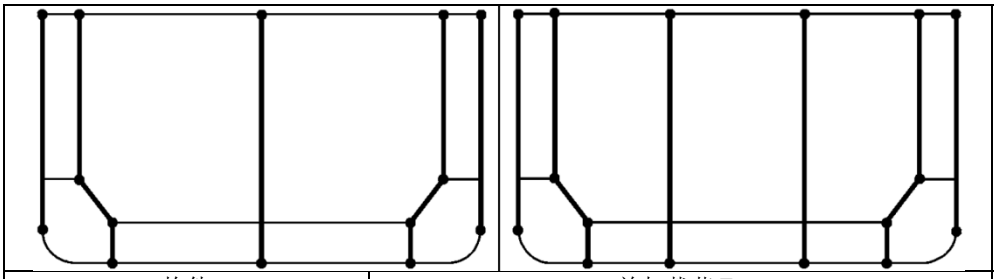
$A_{i-elem-net50}$ ——单独结构中与第 i 个有限元节点相连的每一个板单元的剖面积，见表 8.2.3.2（4）；

n ——与第 i 个有限元节点相连的板单元数目；

F_S ——施加到单独结构的总载荷，见表 8.2.3.2（4）；

$A_{s-net50}$ ——单独结构即舷侧板、纵舱壁、双层底纵桁、内壳、底边舱斜板、顶边舱斜板和最外侧旁桁材等板材剖面积（见表 8.2.3.2（4））。

横剖面上的修正载荷分布 **表 8.2.3.2（4）**



构件	施加载荷 Fs
舷侧板	$f \cdot \delta w_i$
纵舱壁（包括其下的船底纵桁）	$f \cdot \delta w_i$
内壳（垂直部分）	$f \cdot \delta w_i \cdot \frac{A_{Ih-net50}}{A_{2-net50}}$
底边舱斜板	$f \cdot \delta w_i \cdot \frac{A_{Hp-net50}}{A_{2-net50}}$
顶边舱斜板	$f \cdot \delta w_i \cdot \frac{A_{Usp-net50}}{A_{2-net50}}$
最外侧旁桁材	$f \cdot \delta w_i \cdot \frac{A_{Og-net50}}{A_{2-net50}}$

其中：

δw_i——施加于每一个强框架的垂向载荷，见表 8.2.3.2（3）；

f——按照表 8.2.3.2（5）计算得到的舱中部处结构的剪力分布因子；

$A_{Ih\text{-}net50}$——单独内壳的板材剖面积；

$A_{Hh\text{-}net50}$——单独底边舱斜板的板材剖面积；

$A_{Ush\text{-}net50}$——单独顶边舱斜板的板材剖面积；

$A_{Og\text{-}net50}$——单独最外侧旁桁材的板材剖面积；

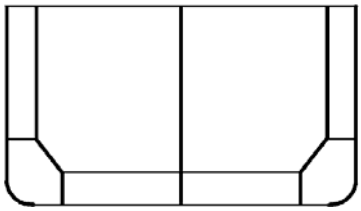
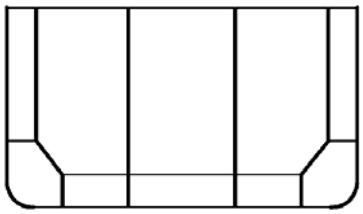
$A_{2\text{-}net50}$——按照表 8.2.3.2（5）计算的板材剖面面积。

注：

1．修正载荷应施加于沿内壳底边舱斜板和顶边舱斜板平面内。

2．各修正载荷值应施加到相应单独结构构件上。

剪力分布因子 **表 8.2.3.2（5）**

	船侧板	$f = 0.055 + 0.097\frac{A_{1-net50}}{A_{2-net50}} + 0.020\frac{A_{2-net50}}{A_{3-net50}}$
	内壳	$f = 0.193 - 0.059\frac{A_{1-net50}}{A_{2-net50}} + 0.058\frac{A_{2-net50}}{A_{3-net50}}$
	中纵舱壁	$f = 0.504 - 0.076\frac{A_{1-net50}}{A_{2-net50}} - 0.156\frac{A_{2-net50}}{A_{3-net50}}$
	船侧板	$f = 0.028 + 0.087\frac{A_{1-net50}}{A_{2-net50}} + 0.023\frac{A_{2-net50}}{A_{3-net50}}$
	内壳	$f = 0.119 - 0.038\frac{A_{1-net50}}{A_{2-net50}} + 0.072\frac{A_{2-net50}}{A_{3-net50}}$
	纵舱壁	$f = 0.353 - 0.049\frac{A_{1-net50}}{A_{2-net50}} - 0.095\frac{A_{2-net50}}{A_{3-net50}}$

式中：

$A_{1\text{-}net50}$——单边舷侧板的板材剖面积（一侧），包括舭部；

$A_{2\text{-}net50}$——单独内壳纵舱壁的板材剖面积（一侧），包括底边舱斜板和其下部双层底旁纵桁，顶边舱斜板（如设有时）；

$A_{3\text{-}net50}$——单独纵舱壁的板材剖面积，包括其下部双层底纵桁。

注：

1．如部分结构不是垂直的，则其面积应用垂直方向投影面积计算；

2．所有板材面积应基于舱段有限元模型的建模厚度进行计算；

3．对于垂直槽形纵舱壁，用于计算剪力分布因子 f 的槽条厚度，应按照 1.7.6.4 进行修正。

（4）当目标舱段弯矩极值出现在前后舱壁之间时调整垂向和水平弯矩的步骤

① 垂向弯矩

舱段有限元模型两端应施加附加垂向弯矩，使模型中部舱内产生垂向弯矩要求值。端部附加垂向弯矩可按下式计算：

$$M_{v-end} = M_{v-targ} - M_{v-peak}$$

式中：M_{v-end}——有限元模型两端施加的附加垂向弯矩；

M_{v-targ}——垂向中拱（正）弯矩或中垂（负）弯矩的要求值，见 8.2.2.2（5）；

M_{v-peak}——有限元模型中部舱内，由于 8.2.3.2（2）规定的局部载荷和 8.2.3.2（3）规定的为产生要求的剪力而施加的附加垂向载荷和端面弯矩引起的最大或最小弯矩，还应包括因平衡有局部载荷引起的轴向不平衡力而可能产生的垂向弯矩；如果 $M_{v\text{-}targ}$ 为中拱（正），则 $M_{v\text{-}peak}$ 应取最大弯矩值，如果 $M_{v\text{-}targ}$ 为中垂（负），则 $M_{v\text{-}peak}$ 应取最小弯矩值。$M_{v\text{-}peak}$ 可由有限元分析得到，也可基于简支梁模型按下式计算：

$$M_{V-peak} = max\left\{M_{V_FEM}(x) + M_{lineload} + M_{Y_aft}\left(2\frac{x - x_{aft}}{x_{fore} - x_{aft}} - 1\right)\right\}$$

式中：$M_{V_FEM}(x)$——x 位置处，由局部载荷引起的弯矩；

$M_{lineload}$——x 位置处，由于 8.2.3.2（3）规定的为产生剪力要求值而在强框架处施加的垂向载荷所引起的垂向弯矩，可由下式计算得到：

$$M_{lineload} = \left(x - x_{aft}\right)F - \sum_i \left(x - x_i\right)\delta w_i$$

② 水平弯矩

在横浪和斜浪工况中，舱段有限元模型两端应施加附加水平弯矩，使模型中部舱某一剖面处产生水平弯矩要求值。端部附加水平弯矩可按下式计算：

$$M_{h-end}=M_{h-targ}-M_{h-peak}$$

式中：M_{h-end}——有限元模型端部施加的附加水平弯矩；

M_{h-targ}——水平弯矩的要求值，见 8.2.2.2（6）；

M_{h-peak}——有限元模型中部舱内，由于 8.2.3.2（3）规定的局部载荷引起的最大水平弯矩，还应包括因平衡有局部载荷引起的轴向不平衡力而可能产生的水平弯　矩；如果 $M_{h\text{-}targ}$ 为正（右舷受拉），则 $M_{h\text{-}peak}$ 应取最大弯矩值，如果 $M_{h\text{-}targ}$ 为负（左舷受拉），则 $M_{h\text{-}peak}$ 应取最小弯矩值。

（5）当目标舱段弯矩极值出现在前后舱壁处时调整垂向和水平弯矩的步骤

① 垂向弯矩

为了使目标舱段在其所有强框架和横舱壁处达到垂向弯矩的目标设计值，须在有限元模型的强框架和横舱壁处施加调整弯矩m_{vi}（如图8.2.3.2所示），相应横舱壁和强框架处的调整弯矩值可按下式计算：

$$f(i)=-M_{V-targ}(i)+M_{V-FEM}(i)+M_{lineload}(i)+M_{Y-aft}\left(2\frac{x_i-x_{aft}}{x_{fore}-x_{aft}}-1\right)$$

$$m_{vi}=\frac{f(i)+f(i+1)}{2}-\sum_{j=0}^{i-1}m_{vj}$$

$$m_{v-end}=-\sum_{j=0}^{n_t}m_{vj}$$

式中：i——横框架或横舱壁编号，编号从 1 直到 n_t，i=1 表示模型后端横剖面对应的编号；

n_t——在横框架或横舱壁处施加调整弯矩的总数；

m_{vi}——在编号为 i 的横剖面处所施加的调整弯矩；

m_{v-end}——在模型前端横剖面处施加的调整弯矩（对应编号为 n_t+1）；

m_{vj}——$m_{vj}=0\left(j=0\right)$或$m_{vj}=m_{vi}\left(j=i\right)$；

$M_{V-targ}(i)$——目标弯矩（在编号为 i 的横框架或横剖面处）；

$M_{V-FEM}(i)$——由局部载荷引起的弯矩（在编号为 i 的横框架或横剖面处）；

$M_{lineload}(i)$——在编号为 i 的横框架或横剖面处，由于 8.2.3.2（3）规定的为产生剪力要求值而在强框架处施加的垂向载荷所引起的垂向弯矩，图 8.2.3.2。

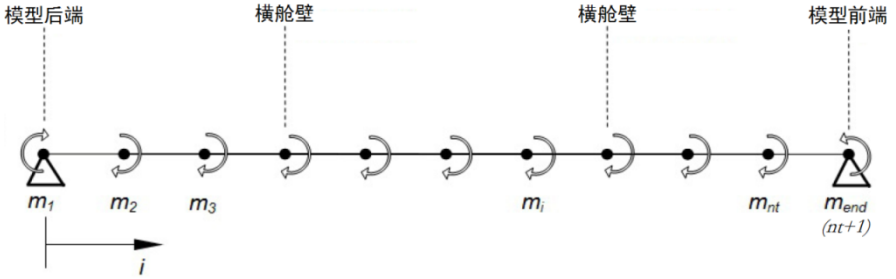


图 8.2.3.2　当目标舱段弯矩极值出现在前后舱壁处时有限元模型的调整弯矩施加示意图

② 水平弯矩

为了使目标舱段在其所有强框架和横舱壁处达到水平弯矩的目标设计值，须在有限元模型的强框架和横舱壁处施加调整弯矩m_{hi}（如图8.2.3.2所示），相应横舱壁和强框架处的调整弯矩值可按下式计算：

$$f(i) = -M_{h-targ}(i) + M_{H-FEM}(i)$$

$$m_{hi} = \frac{f(i) + f(i+1)}{2} - \sum_{j=0}^{i-1} m_{hj}$$

$$m_{h-end} = -\sum_{j=0}^{n_t} m_{hj}$$

式中：i——横框架或横舱壁编号，编号从 1 直到 n_t，i=1 表示模型后端横剖面对应的编号；

n_t——在横框架或横舱壁处施加调整弯矩的总数；

m_{hi}——在编号为 i 的横剖面处所施加的调整弯矩；

m_{h-end}——在模型前端横剖面处施加的调整弯矩（对应编号为 n_t+1）；

m_{hj}——$m_{hj} = 0\left(j = 0\right)$ 或 $m_{hj} = m_{hi}\left(j = i\right)$；

$M_{h-targ}(i)$——目标弯矩（在编号为 i 的横框架或横剖面处）；

$M_{H-FEM}(i)$——由局部载荷引起的弯矩（在编号为 i 的横框架或横剖面处）；

（5）施加到有限元模型端部的弯矩

舱段模型两端应施加附加垂向弯矩$M_{v\text{-}end}$和附加水平弯矩$M_{h\text{-}end}$，施加弯矩的两种方法可按照以下两种方法进行：

① 节点力方法：

垂向和水平弯矩的施加可按照简单梁理论，通过在模型端部所有纵向构件节点上施加轴向力得到，轴向力计算如下式：

$$(F_x)_i = \frac{M_{v-end}}{I_{y-net50}} \frac{A_{i-net50}}{n_i} z_i \quad ，对于垂向弯矩$$

$$(F_x)_i = \frac{M_{h-end}}{I_{z-net50}} \frac{A_{i-net50}}{n_i} y_i \quad ，对于水平弯矩$$

式中：M_{v-end}——模型端部施加的垂向弯矩；

M_{h-end}——模型端部施加的水平弯矩；

$(F_x)_i$——第 i 个单元一个节点施加的轴向力；

$I_{y-net50}$——端部剖面关于水平中和轴的船体梁垂向惯性矩；

$I_{z-net50}$——端部剖面关于垂直中和轴（通常为中心线）的船体梁水平惯性矩；

z_i——中和轴到第 i 个单元横剖面中心的垂直距离；

y_i——中和轴到第 i 个单元横剖面中心的水平距离；

$A_{i-net50}$——第 i 个单元的横剖面面积；

n_i——第 i 个单元横剖面上的节点数，对于 4 节点板单元，n_i=2。

② 独立点弯矩方法：

垂向和水平弯矩也可施加在垂直中和轴(通常为中心线)和水平中和轴相交的独立点处，见8.2.3.3。端部剖面所有纵向单元节点应与独立点刚性连接并在θ_y（垂向弯曲），θ_z（水平弯曲）和δ_x三个自由度相关。独立点除刚性连接外，应不与模型相连。刚性连接应保证模型端面在施加端面弯矩作用下仍保持平断面，相当于根据简单梁理论在节点上施加了强迫位移。

8.2.3.3 边界条件

（1）一般要求

① 本款规定的所有边界条件均按照 1.2.1.17 规定的总体坐标系描述。舱段有

限元模型端部施加的边界条件应见表 8.2.3.3（1）。分析中可将所有载荷作为一个完整工况施加到模型中得到应力响应，也可通过叠加多个子工况的应力结果得到应力响应。

② 总体坐标系 y 自由度上有刚度的弹簧单元（即单元一端的所有 6 个自由度约束）应沿甲板、内底板和外底板节点上施加，如图 8.2.3.3 所示。

③ 总体坐标系 z 自由度上有刚度的弹簧单元应沿舷侧板、内壳板和水密纵舱壁的垂直部分处节点上施加，如图 8.2.3.3 所示。

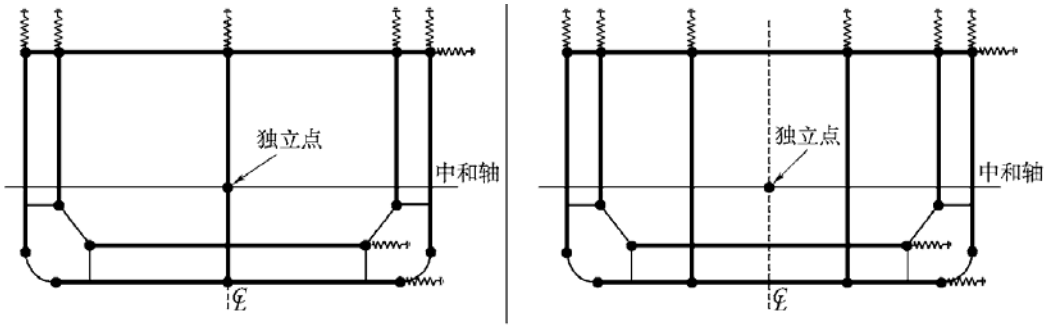


图8.2.3.3 模型端部的弹簧约束

模型端部的边界约束 **表 8.2.3.3（1）**

位置	平移			转动		
	δ_x	δ_y	δ_z	θ_x	θ_y	θ_z
后端						
后端（所有纵向单元）	相关	—	—	—	相关	相关
后端独立点，见图 8.2.3.3	约束	—	—	—	$M_{v\text{-}end}$	$M_{h\text{-}end}$
甲板，内底板和外板	—	弹簧	—	—	—	—
舷侧，内壳和纵舱壁	—	—	弹簧	—	—	—
前端						
前端（所有纵向单元）	相关	—	—	—	相关	相关
前端独立点，见图 8.2.3.3	—	—	—	—	$M_{v\text{-}end}$	$M_{h\text{-}end}$
甲板，内底板和外板	—	弹簧	—	—	—	—
舷侧，内壳和纵舱壁	—	—	弹簧	—	—	—

其中：
— ：不施加约束（自由）
相关：所有纵向单元节点与中心线中和轴处的独立点刚性连接

注：
1．所有平移和转动位移均采用 1.2.1.17 规定的总体坐标系。
2．如果前后端面不施加 $M_{h\text{-}end}$，则独立点在 θ_z 是自由的。
3．如果前后端面不施加 $M_{v\text{-}end}$，则独立点在 θ_y 是自由的。
4．如果前后端面不施加弯矩，则独立点在 θ_z 和 θ_y 是自由的。
5．如果前后端面弯矩是以节点力的方式施加在模型上，则独立点的相应转动自由度（θ_z 和/或 θ_y）是自由的。

④ 本款不适用于具有大开口甲板结构形式的浮式装置；具有大开口甲板结构浮式装置的舱段有限元模型分析所使用的边界条件应能准确反映目标舱段的受扭状态，并提交 CCS 进行审查。

（2）弹簧刚度的计算

① 施加于舱段模型两端每个构件的独立弹簧单元的刚度 c，由下式求得：

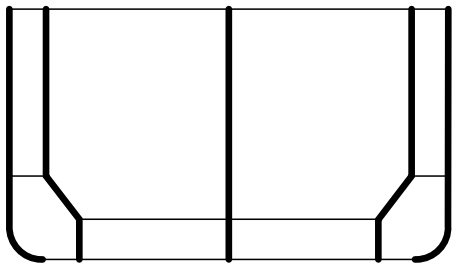
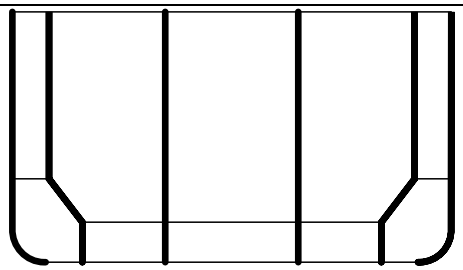
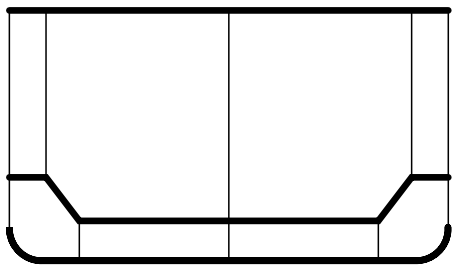
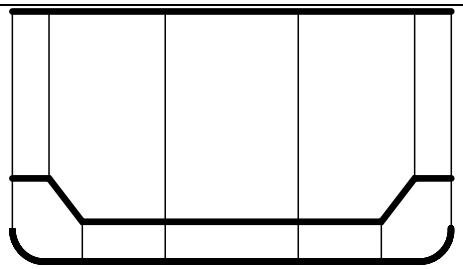
$$c = \left(\frac{E}{1+v}\right)\frac{A_{s-net50}}{l_{tk}\,n} = 0.77\,\frac{A_{s-net50}\,E}{l_{tk}\,n} \quad \text{N/mm}$$

式中：$A_{s\text{-}net50}$——单独构件的剪切面积，即甲板、内底板、外底板、舷侧板、内壳纵舱壁或者水密纵舱壁。$A_{s\text{-}net50}$ 应基于舱段有限元模型的建模厚度对表 8.2.3.3（2）所示构件部位进行计算，mm^2；

v——材料泊松比；

l_{tk}——舱段有限元模型中部舱的横舱壁之间的长度，mm；
E——材料弹性模量，N/mm^2；
n——构件上施加弹簧单元的节点数目。

计算弹簧刚度时应考虑的剪切面积　　表 8.2.3.3（2）

垂向弹簧	
	舷侧板：舷侧板板材面积，包括舭部 内壳纵壁板：内壳板材面积，包括底边舱斜板和其下部的双层底旁纵桁纵舱壁：纵舱壁板材面积，包括其下部双层底纵桁 注： 如果构件的部分区域不垂直，则应用垂直方向投影面积进行计算。
	
水平弹簧	
	甲板：甲板板材面积 内底：内底板板材面积，包括底边舱斜板和相连水平桁材 外底板：外底板板材面积，包括舭部 注： 如果构件的部分区域不水平，则应用水平方向投影面积进行计算。
	

② 对于垂直槽形纵舱壁，用于确定弹簧刚度 c 的槽条厚度应按照 1.7.6.4 计算。

③ 也可用杆单元代替弹簧单元。杆单元的等效横剖面面积为(c·l)/E，其中 l 为杆单元的长度、E 为弹性模量，杆单元的一端所有 6 个自由度均约束。

8.2.3.4 整体有限元计算分析

采用整体有限元模型进行结构强度分析，应注意以下几方面：

（1）整体有限元模型计算分析同样包含粗网格和细网格两部分（见图8.2.1.1），有限元单元尺寸、腐蚀扣除等规定与舱段有限元模型相同（见本章8.2.3）；整体有限元模型应包括主体结构（见图8.2.3.4（1））、上层建筑、甲板室及甲板上部模块支撑构件（参见8.2.2.2（8））等重要组成部分。

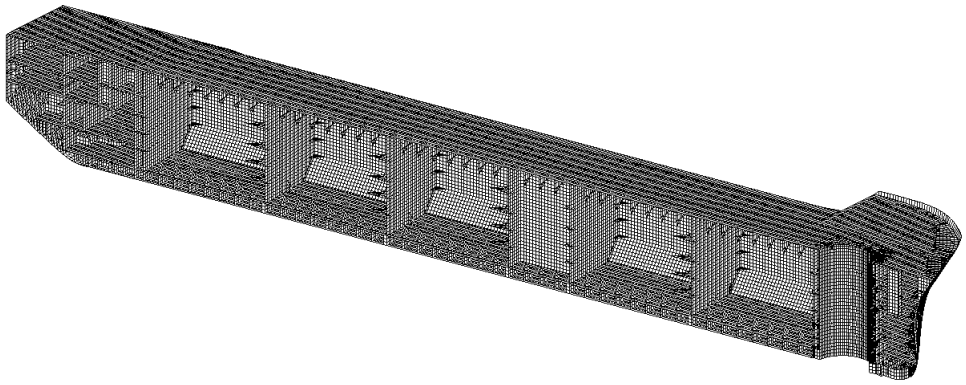


图8.2.3.4（1）典型内转塔浮式装置主体结构整体有限元模型（延中纵剖面剖分）

（2）模型整体空船重量和所受静载荷应遵照操作手册沿船长方向合理分布；整体模型排水量、垂向静水弯矩与操作手册中相应装载工况对应值的相对误差应小于：

① 排水量的 2%；

② 垂向静水弯矩的 10%。

（3）船体梁所受波浪弯矩和波浪剪力以瞬时湿表面压力（包括静压力和波浪动压力）的形式施加到有限元模型上，该瞬时代表目标控制响应达到极值的瞬时。

采用线性频域理论计算出的波浪动压力只能表示水线以下部分，应确保舷外静压力和动压力的矢量和不小于0，如小于0则应按0处理，当水线处波浪动压力为正值时，应按照8.2.2.2（4）中规定的方法对各横剖面处施加水线以上因波面升高引起的波浪动压力及甲板上浪载荷，舷外水压力的施加应体现出规则设计波波面沿船长范围内的升高和降低，如图 8.2.3.4（2）所示。

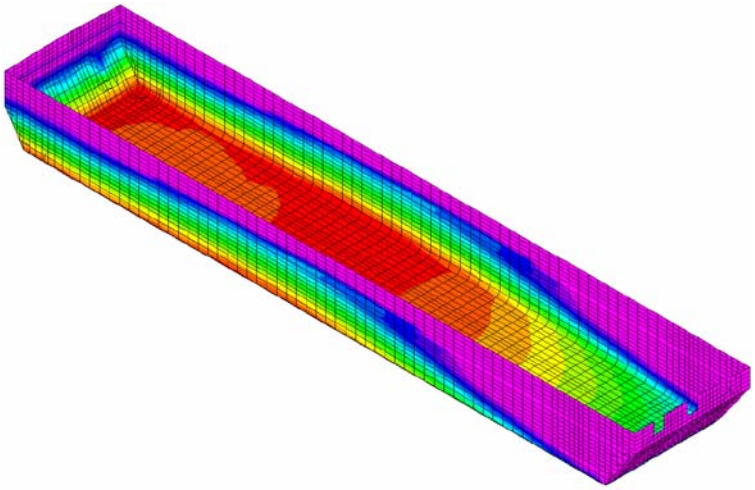


图8.2.3.4（2）典型浮式装置整体有限元模型所施加舷外水压力示意图

（4）舱内液货和压载水压力的施加与舱段有限元方法相同，见8.2.2.2（7）。

（5）应对因加速度引起的浮体结构、设备及上部模块自身的惯性力给予充分合理的考虑，并施加到有限元单元上，见8.2.2.2（8）。

（6）应确保当以上静载荷、动载荷、惯性载荷施加到整体有限元模型上时，模型受力情况接近平衡状态，即应满足：迎浪状态，不超过对应排水量的1%；横浪及斜浪状态，应不超过对应排水量的2%。整体有限元模型静载荷、动载荷及惯性力施加及调整的详细步骤和结果应提交CCS进行审查。

（7）满足（6）中所述条件的整体不平衡力，可在进行结构计算之前采用惯性释放方法平衡，或采用表8.2.3.4推荐的边界条件将船体约束。

船式浮式装置整体有限元计算分析模型边界条件 表 8.2.3.4

约束点位置	位移			旋转		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1 个有限元节点（首端）	~	约束	约束	~	~	~
1 个有限元节点（尾端与左舷侧板交界处）	约束	~	约束	~	~	~
1 个有限元节点（尾端与右舷侧板交界处）	~	约束	约束	~	~	~
注：~表示自由；坐标系按照 1.2.1.17 规定；尾端左右两舷所选约束点应对称于浮体中纵剖面。						

（8）如CCS认为整体有限元模型计算结果的准确性需要验证，则设计方应根据本章要求使用舱段有限元模型方法进行验证。

8.2.4 基于粗网格有限元分析应力结果的评估

8.2.4.1 一般要求

应对整体有限元模型的目标关注结构区域及如图8.2.4.1所示的纵向区域内包括三舱段有限元模型中部舱和中部舱横舱壁水平桁材向前后的延伸区域的所有结构进行验证，表明结果满足验收衡准。

对于液货舱区域的强度评估，应对所有纵向船体梁构件、主要支撑构件和横舱壁构件的应力水平和屈曲能力（详见本篇第9章）进行验证。

对于横舱壁处承受船体梁剪切载荷的舷侧板、内壳（顶边舱，如设有时）、底边舱、纵舱壁和双层底纵桁的尺寸加强评估，其应力水平和屈曲能力（详见本篇第9章）应进行验证。

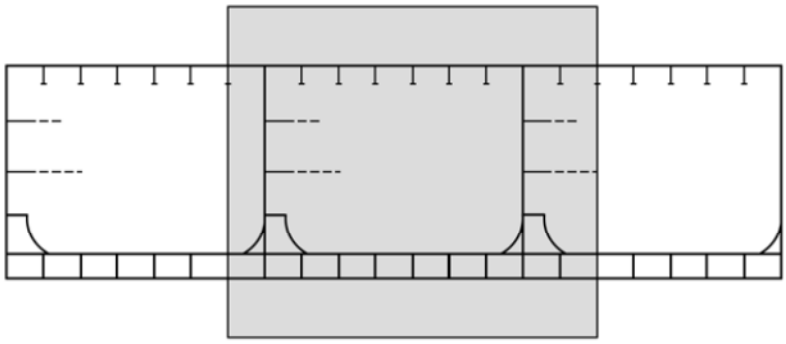


图8.2.4.1 有限元模型中按照验收衡准进行验证的范围

8.2.4.2 应力不超过下表的许用值：

最大许用应力 表 8.2.4.2

构件	屈服利用因子
舱室内部结构	
所有非密性构件的板，包括横向强框架、制荡舱壁、内部隔板、水平桁材、肋板及纵桁。采用板单元或杆单元建模的主要支撑构件面板。	$\lambda_y \leqslant 1.0$ （载荷组合 S+D） $\lambda_y \leqslant 0.8$ （载荷组合 S）
舱室边界结构	
甲板板、舷侧板、内壳板、底边舱斜板、舭部板、液货舱平面纵舱壁板和槽形纵舱壁板，密性肋板、纵桁和隔板。	$\lambda_y \leq 0.9$ （载荷组合 S+D） $\lambda_y \leqslant 0.72$（载荷组合 S）
内底板、外底板、平面横舱壁板和槽形横舱壁板。	$\lambda_y \leq 0.8$ （载荷组合 S+D） $\lambda_y \leqslant 0.64$（载荷组合 S）
其中： λ_y 屈服利用因子：	

	$= \frac{\sigma_{vm}}{\sigma_{yd}}$，通常对板单元 $= \frac{\sigma_{rod}}{\sigma_{yd}}$，通常对杆单元
σ_{vm}	基于单元形中心处的膜应力得到的 Von Mises 应力，N/mm^2
σ_{rod}	杆单元的轴向应力，N/mm^2
σ_{yd}	规定的材料屈服应力，N/mm^2。对于应力集中处，在载荷组合 S+D 工况下应取不大于 $315N/mm^{2(2)}$

注：
1．本表中给出的结构项仅供指导。有限元模型中根据 8.2.4.1 规定的所有构件的应力均应按照许用应力衡准进行验证。
2．应力集中处为：开孔角隅处、折角连接处、主要支撑构件和骨材的趾部和跟部。
3．如槽形横/纵舱壁不设置底凳时，最大许用应力应减少 10%。
4．当液货舱间的平面和槽型舱壁两侧舱室均为空或均为满时，其屈服利用因子可取为非密性构件的值。纵舱壁下的水密底纵桁必须按水密构件处理。

8.2.4.3 最大许用应力的规定基于8.2.3描述的网格尺寸和单元类型。

8.2.4.4 Von Mises应力σ_{vm}应根据板单元的膜应力和剪应力来计算。当建模使用壳单元时，应取壳单元的中面应力进行评估，使用板单元时，应取单元中心处应力进行评估。

8.2.4.5 除8.2.4.6外，腹板开孔处单元的剪切应力，应对剪切面积的损失进行修正，修正应按照下式进行。按照验收衡准进行校核时，单元的Von Mises应力时应采用经过修正后的单元剪切应力进行计算。

$$\tau_{cor} = \frac{h \times t_{mod-net50}}{A_{s-net50}} \tau_{elem}$$

式中：τ_{cor}——修正后的单元剪切应力；

h——开孔处的腹板高度，见图 8.2.3.1（8），如果开孔的几何形状已经建模，h 应取减去模型开孔高度的净高度；

$t_{mod-net50}$——开孔处的腹板建模厚度，见表 8.2.3.1（2）；

$A_{s-net50}$——腹板的实际有效剪切面积，应考虑由于开孔导致扶强材面积的损失，按照 1.7.5 计算。腹板厚度应基于总厚度减去 $0.5t_{corr}$ 后的缩减厚度；

τ_{elem}——修正前的单元剪切应力。

8.2.4.6 以下情况下，无需修正剪切应力：

（1）局部扶强材上的槽口，已设置补板或领板；

（2）模型中的剪切面积与实际有效剪切面积（见1.7.5.1）之间差别，小于20%的模型剪切面积；

（3）屈服利用因子小于许用利用因子80%（见表9.2.1）。

8.2.4.7 如果槽条未按照实际几何形状建模，则槽条面板的轴向应力应进行修正。修正后轴向应力σ_{fl-act}应取下列两式之大值：

$$\sigma_{fl-act} = \sigma_{fl-FEM} \frac{Z_{corr-FEM-net50}}{Z_{corr-act-net50}} \frac{l_{corr-act}}{l_{corr-FEM}}$$

$$\sigma_{fl-act} = \sigma_{fl-FEM}$$

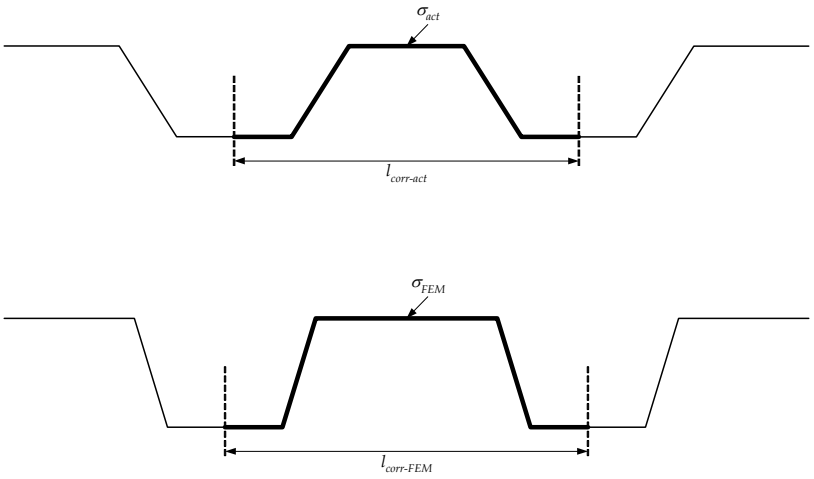
式中：σ_{fl-FEM}——有限元分析得到的轴向应力，如图 8.2.4.7 所示；

$Z_{corr-FEM-net50}$——有限元模型中槽条剖面模数，如图 8.2.4.7 所示；

$Z_{corr-act-net50}$——槽条实际剖面模数，如图 8.2.4.7 所示；

$l_{corr-act}$ ——槽形剖面长度，如图 8.2.4.7 所示；

$l_{corr-FEM}$ ——槽形剖面长度，如图 8.2.4.7 所示。



注：$l_{corr-act}$ ——用于计算 $Z_{corr-act-net50}$ 的槽形剖面的长度；

$l_{corr-FEM}$ ——用于计算 $Z_{corr-FEM-net50}$ 的槽形剖面的长度。

图8.2.4.7 槽条面板的轴向弯曲应力

8.2.5 局部细化网格结构强度分析

8.2.5.1 目的和范围

（1）对于常规结构布置的船式浮式装置，作为最低要求，应对中部液货舱区域的下述部位进行校核：

① 位于中间舱的典型强框架关键部位的大肘板趾部和开孔、底边舱上折角。当设置制荡舱壁时，其横框架和垂直桁材关键部位的大肘板趾部和开孔。

② 邻近横舱壁的典型强框架位于水平桁附近的关键部位的大肘板趾部及开孔。

③ 水平桁材关键部位的大肘板趾部、跟部及开口。横舱壁与双层底桁材相交处、典型横舱壁的支撑肘板。

④ 横向和纵向槽形舱壁与底凳相交处，如不设底凳时，横向和纵向槽形舱壁与内底和双层底支撑结构相交处。如设置封槽板，则槽形与封槽板上部连接处应进行评估。

⑤ 双层底和甲板的典型纵骨和相连的横舱壁垂直扶强材的端部肘板和相连的腹板加强筋。

（2）上所述进行细化网格计算的构件关键部位的选择应按照《钢质海船入级规范》第9篇附录B/3.1要求。

（3）除（1）所述以外的其他部位，如果结构的应力集中部位的应力水平超出舱段分析验收衡准，应进行细化网格分析，以表明构件尺度满足要求。

（4）如果舱段有限元模型不足以反映几何形状，可用细化网格分析表明构件尺度满足要求。在这种情况下，与液货舱分析所规定面积（通常为s乘以s）相等的面积内的应力应符合表8.2.4.2的要求（参见表8.2.5.5注1）。

8.2.5.2 结构建模

（1）细化网格结构模型应按照《钢质海船入级规范》第9篇附录B/3.2要求。

（2）细化网格分析可通过一个包括细化网格区域的独立的局部有限元模型进行，边界条件从舱段有限元模型得到；也可通过把细化网格区域并入舱段或整体有限元模型中进行。

（3）局部有限元模型的范围应使关注区域的应力不会受到边界条件和施加载荷的显著影响。局部有限元模型范围的详细要求见《钢质海船入级规范》第9篇附录B/3.2。

（4）细化网格区域应能代表局部高应力区域。细化网格区域内的有限元网格尺度应不大于50mm×50mm。细化网格区域的范围应按照《钢质海船入级规范》第9篇附录B/3.2。

（5）细化网格模型应基于第6节/3.3.6.3（与前章内容对应）和《钢质海船入级规范》第9篇附录B/3.2规定的净尺度。

8.2.5.3 载荷及装载工况

细化网格详细的应力分析同粗网格情况一样，应按照8.2.2进行。

8.2.5.4 载荷施加和边界条件

有限元模型的载荷施加和边界条件应按照《钢质海船入级规范》第9篇附录B/3.4的要求。

8.2.5.5 验收衡准

（1）按照验收衡准对应力结果进行验证，应按照《钢质海船入级规范》第9篇附录B/3.5进行。

（2）结构评估应表明：由细化网格有限元分析得到的Von Mises应力结果不超过表8.2.5.5规定的最大许用应力衡准。

细化网格分析的最大许用膜应力 表 8.2.5.5

单元应力	屈服利用因子
不邻近焊缝的单元	$\lambda_y \leq 1.7$（载荷组合 S+D） $\lambda_y \leq 1.36$（载荷组合 S）
邻近焊缝的单元	$\lambda_y \leq 1.5$（载荷组合 S+D） $\lambda_y \leq 1.2$（载荷组合 S）

其中：

λ_y 屈服利用因子

$= \dfrac{k\,\sigma_{vm}}{235}$ ，板单元

$= \dfrac{k\,\sigma_{rod}}{235}$ ，杆单元或梁单元

σ_{vm} 基于单元形中心处的膜应力得到的 Von Mises 应力，N/mm^2；

σ_{rod} 杆单元的轴向应力，N/mm^2；

k 高强度钢系数，N/mm^2，见 1.6.1.3 规定，但载荷组合 S+D 时应取不小于 0.78。

注：

1．舱段有限元模型中，如果位于应进行细化网格校核区域的单元的 Von Mises 应力超出表 8.2.4.2 规定的许用值，则由细化网格分析得到的、面积相当于舱段有限元模型网格大小的细化网格 Von Mises 应力计算结果的平均值应不超过表 8.2.4.2 规定的许用值。

2．最大许用应力基于 50mm×50mm 的网格大小。如使用更小网格尺度，则应根据《钢质海船入级规范》第 9 篇附录 B/3.5.1，用与上述网格尺度面积相当的单元平均 Von Mises 应力与许用应力作比较。

3．Von Mises 平均应力应基于单元面积进行加权计算：

$$\sigma_{vm-av} = \frac{\sum_{1}^{n} A_i \sigma_{vm-i}}{\sum_{1}^{n} A_i}$$

式中：σ_{vm-av}——Von Mises 平均应力；

σ_{vm-i}——考虑区域的第 i 个板单元的 Von Mises 应力；

A_i——考虑区域内的第 i 个板单元的面积；

n——考虑区域内的单元的个数。

4．应力平均不得在结构不连续处和竖向结构处进行；

5．如槽形横/纵舱壁不设置底凳时，其细化网格校核区域的最大许用应力应减少 10%。

第 9 章 屈曲和极限强度

第 1 节 一般规定

9.1.1 基本假定

9.1.1.1 本章给出了用于局部支撑构件、主要支撑构件及其他构件，如支柱、槽型舱壁和肘板的屈曲和极限强度评估的强度衡准。衡准适用于船体局部尺度和直接强度分析。

9.1.1.2 结构构件特征屈曲强度应取最不利/临界的屈曲失效模式。

9.1.1.3 除另有规定外，本章中对结构构件的尺度要求应基于从总提供厚度中扣除腐蚀余量（t_{corr}）后得到的净尺度，腐蚀余量定义见第 13 章第 5 节。

9.1.1.4 本章中将压应力、剪应力取为正值，拉应力取为负值。

9.1.2 适用范围

9.1.2.1 屈曲评估应根据下面的要求实施：

（1）本章第 2 节用于板件、纵向和横向加强筋、主要支撑构件和肘板的长细比要求；

（2）本章第 3 节用于板件、纵向和横向加强筋、支撑构件和其他结构的描述性屈曲要求；

（3）本章第 4 节用于板件、加筋板和其他结构的有限元分析屈曲要求；

（4）本章第 5 节用于描述性和有限元屈曲要求的屈曲能力。

9.1.2.2 加强筋

本章规定仅用于校核沿板格长边方向布置的加强筋。

9.1.2.3 加大加强筋

用作永久通道（PMA）的加大加强筋（包括设有或未设腹板加强筋），均须满足以下要求：

（1）主要支撑构件的以下长细比要求：

① 对加大加强筋的腹板，见本章第 2 节 9.2.4.1（1）；

② 对加大加强筋的翼板，见本章第 2 节 9.2.4.1 和本章第 2 节 9.2.5.1；

③ 对加大加强筋腹板上设置的加强筋，见本章第 2 节 9.2.3.1 和 9.2.3.3。

（2）下列规范性屈曲要求：

① 对加大加强筋的腹板，见本章第 3 节 9.3.4.2；

② 对加大加强筋腹板上设置的加强筋，见本章第 3 节 9.3.4.1 和 9.3.4.3。

（3）对于用于 PMA 的所有结构单元，如适用，应满足本章第 4 节中给出有限元分析的屈曲要求。

（4）对于加大加强筋腹板上未设加强筋的纵向永久通道（PMA）平台的屈曲强度应采用本章第 3 节 9.3.4.1 和 9.3.4.3 中的局部支撑构件的衡准进行校核。

9.1.3 定义

9.1.3.1 屈曲

屈曲作为一个描述结构强度的广义名词，一般用以描述结构在面内压力和/或剪力以及侧向载荷作用下的强度。屈曲强度或能力应考虑到外载荷引起的内力重新分布、长细比和结构类型的影响。

9.1.3.2 屈曲能力

基于本原则的屈曲能力给出了结构极限能力的下限估计值，或者板格所能承受的最大载荷，且不遭受较大的永久变形。

屈曲能力评估利用了板的弹性后屈曲积极效应，并考虑到了结构部件之间（如板和加强筋之间）的载荷重新分布。对于较柔性的结构，基于该方法计算给出的能力值通常会高于理

想弹性屈曲应力（最小特征值）。允许较柔性加筋板结构发生弹性屈曲，隐含说明了在较高的屈曲利用水平下将会发生大的弹性挠曲且面内刚度会降低。

9.1.3.3 评估方法

考虑不同的边界条件类型，应按照下面两种方法之一进行屈曲评估：

（1）方法 A：受到周围结构/邻接板的约束作用，基本板格的所有边界都强迫保持直线（但可以在面内各方向上做自由移动）。

（2）方法 B：由于边界处的面内刚度较小和/或没有周围结构/邻接板的约束作用，基本板格的边界不是强迫保持直线。

9.1.3.4 屈曲利用因子

屈曲利用因子η定义为施加的载荷和对应的极限能力或屈曲强度之比。

对于组合载荷，屈曲利用因子η_{act}定义为施加的等效应力和对应的屈曲能力之比，如图 9.1.3.4 所示，即：

$$\eta_{act} = \frac{W_{act}}{W_u} = \frac{1}{\gamma_c}$$

式中：W_{act}——组合膜应力所施加的等效应力；

W_u——等效屈曲能力；

γ_c——结构发生失效时的应力倍增因子，定义见本章第 5 节。

对于每一种典型的失效模式，对应的板格能力应基于施加的实际应力组合，然后按照比例增大或者减小应力直至垮塌进行计算。

图 9.1.3.4 描述了一个结构构件在σ_x、σ_y应力作用下的屈曲能力和屈曲利用因子。

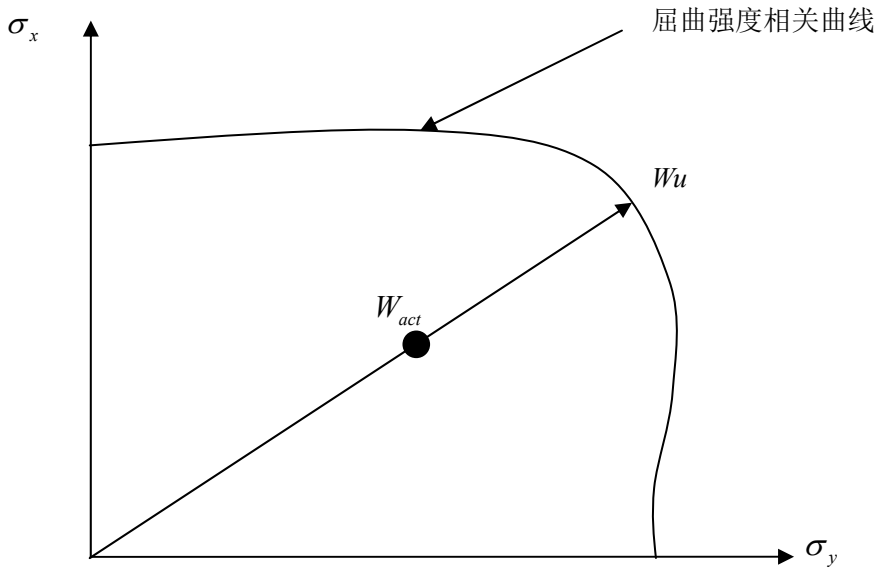


图 9.1.3.4 屈曲能力和屈曲利用因子示例

9.1.3.5 许用屈曲利用因子

对于一般结构单元，许用屈曲利用因子的定义如表 9.1.3.5 所示。

许用屈曲利用因子 **表 9.1.3.5**

结构部件	η_{all}，许用屈曲利用因子
板和加强筋 加筋和非加筋板格 开口处腹板	对于 S+D 载荷组合，1.00 对于 S 载荷组合，0.80
支杆、支柱、横撑材、独立构件	对于 S+D 载荷组合，0.75

	对于 S 载荷组合，0.65
受液体载荷的侧向压力作用的有底凳的垂直槽型舱壁槽条和水平槽型舱壁槽条，仅指板壳单元 无底凳槽型舱壁下端的支撑结构	对于 S+D 载荷组合，0.90 对于 S 载荷组合，0.72
受液体载荷的侧向压力作用的无底凳的垂直槽型舱壁槽条，仅指板壳单元	对于 S+D 载荷组合，0.81 对于 S 载荷组合，0.65
注：(1)槽型横舱壁的支撑结构是指沿着纵向位于横舱壁前、后各半个强框架间距以内，且沿着垂向一个槽深以内的区域。 (2)槽型纵舱壁的支撑结构是指沿着横向位于其两侧各三个强框架间距以内，且沿着垂向一个槽深以内的区域。	

9.1.3.6 屈曲接受衡准

如果一个结构单元满足下面的衡准，则认为其具有可接受的屈曲强度：

$$\eta_{act} \leq \eta_{all}$$

式中：η_{act}——基于所施加应力的屈曲利用因子，定义见 9.1.3.4；

η_{all}——许用屈曲利用因子。

第 2 节 刚度和尺度比

9.2.1 一般要求

9.2.1.1 所有结构单元均应满足本节中给出的适用长细比和尺度比要求。

9.2.2 板格

9.2.2.1 板格的净厚度应满足以下衡准：

$$t_p \geq \frac{b}{C}\sqrt{\frac{R_{eH}}{235}}$$

式中：C——长细比系数，取为：

C=100，船壳外板和货物及液舱边界；

C=125，其他结构；

b——板格的短边长度，mm；

t_p——板的净厚度，mm；

R_{eH}——板件材料的最小屈服应力，N/mm^2

如果某列板满足了第 3 节和第 4 节中对于普通钢的要求，则在应用该长细比要求校核时，可以用普通钢的屈服应力值。

9.2.3 加强筋

9.2.3.1 加强筋的尺度比

加强筋的净厚度应满足下面的衡准：

（1）加强筋腹板

$$t_w \geq \frac{h_w}{C_w}\sqrt{\frac{R_{eH}}{235}}$$

（2）翼板

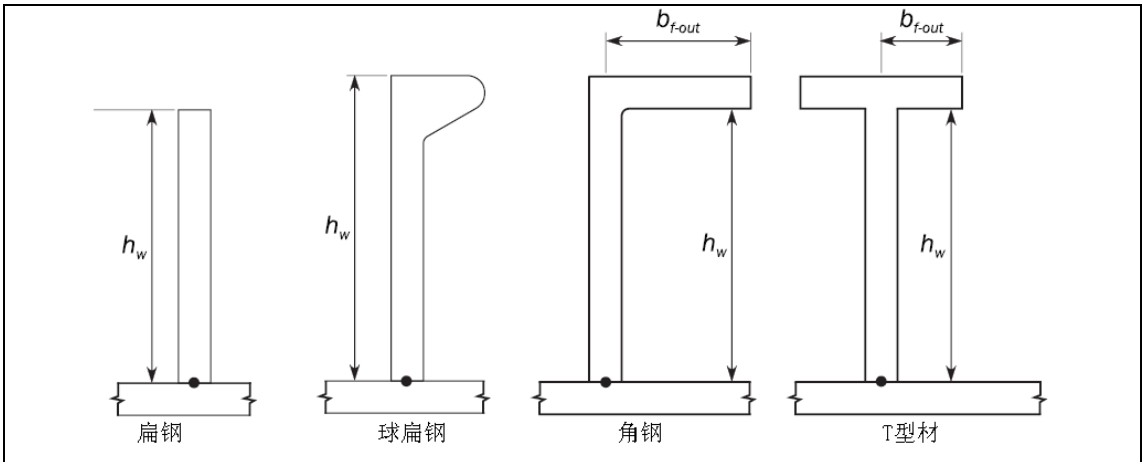
$$t_f \geq \frac{b_{f-out}}{C_f}\sqrt{\frac{R_{eH}}{235}}$$

式中：C_w, C_f——长细比系数，由表 9.2.3.1 给出。

t_w——腹板的净厚度，mm。

t_f——翼板的净厚度，mm；

长细比系数 **表 9.2.3.1**



加强筋类型	C_w	C_f
角钢	75	12

T 型材	75	12
球扁钢	45	—
扁钢	22	—

9.2.3.2 角钢和 T 型材的净尺寸

角钢和 T 型材的翼板总宽 b_f（mm），应满足下面的衡准：

$$b_f \geq 0.25h_w$$

式中：h_w——加强筋板高度，mm，如表 9.2.3.1 所示。

9.2.3.3 加强筋的弯曲刚度

与加强筋的有效带板 S_{eff} 平行的中和轴的净惯性矩 I_{st}（mm），应不小于：

$$I_{st} \geq C\ell^2 A_{eff} \frac{R_{eH}}{235}$$

式中：A_{eff}——包括有效带板 s_{eff} 的加强筋净横截面积，cm^2；

R_{eH}——带板材料的最小屈服应力，N/mm^2；

ℓ——加强筋跨距，mm，等于主要支撑构件之间的间距；

C——长细比系数，取为：

C=1.43，对于纵向加强筋，包括削斜加强筋；

C=0.72，其他结构。

9.2.4 **主要支撑构件**

9.2.4.1 腹板和翼板的尺度比

主要支撑构件的腹板和翼板的净厚度应满足以下衡准：

（1）腹板

$$t_w \geq \frac{s_w}{C_w}\sqrt{\frac{R_{eH}}{235}}$$

（2）翼板

$$t_f \geq \frac{b_{f-out}}{C_f}\sqrt{\frac{R_{eH}}{235}}$$

式中：s_w——板格宽度，mm，取腹板加强筋的间距；

t_w，t_f，b_{f-out}——见 9.2.3.1；

C_w——腹板的长细比系数，取为：

$C_w = 100$；

C_f——翼板的长细比系数，取为：

$C_f = 12$。

9.2.4.2 甲板横向主要支撑构件

对承受船体梁轴向压应力的甲板加强筋起支持作用的甲板横向主要支撑构件，在其中部半个弯曲跨距范围内的净惯性矩，$I_{prm-n50}$（cm^4），应满足以下衡准：

$$I_{psm-n50} \geq 300 \frac{\ell_{bdg}^4}{S^3 s} I_{st}$$

式中：$I_{psm-n50}$——甲板横向主要支撑构件连同 0.8S 的有效带板宽度的净惯性矩，cm^4；

ℓ_{bdg}——甲板横向主要支撑构件的有效弯曲跨距，m，其定义见本篇第 1 章第 7 节 1.7.1；

S——甲板横向主要支撑构件的间距，m，其定义见本篇第 1 章第 7 节 1.7.2；

s——板横向加强筋的间距，m，其定义见本篇第 1 章第 7 节 1.7.2；

I_{st} ——中部半个跨距范围内甲板加强筋的惯性矩，cm^4，其定义见 9.2.3.3。

9.2.4.3 主要支撑构件的腹板加强筋

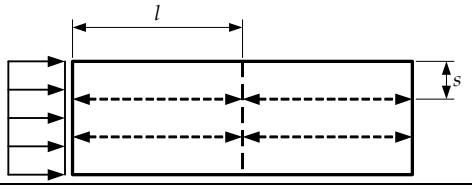
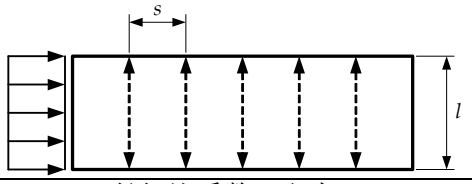
（1）腹板加强筋的尺度比

设置在主要支撑构件上的腹板加强筋的腹板和翼板的净厚度应满足 9.2.3.1 和 9.2.3.2 中给出的要求。

（2）腹板加强筋的弯曲刚度

设置在主要支撑构件上的腹板加强筋，连同有效带板 S_{eff} 的净惯性矩 I_{st}（cm^4），应不小于表 9.2.4.3 中给出的最小惯性矩。

腹板加强筋的刚度衡准 **表 9.2.4.3**

加强筋布置形式		腹板加强筋的最小惯性矩（cm^4）
A	腹板加强筋沿着 PSM 跨距方向布置 	$I_{st} \geq C\ell^2 A_{eff} \frac{R_{eH}}{235}$
B	腹板加强筋垂直于 PSM 跨距方向布置 	$I_{st} \geq 1.14\ell s^2 t_w \left(2.5\frac{1000\ell}{s} - 2\frac{s}{1000\ell}\right)\frac{R_{eH}}{235}\cdot 10^{-5}$

式中：C——长细比系数，取为：

C=1.43，对于纵向加强筋，包括削斜筋；

C=0.72，其他加强筋；

ℓ ——腹板加强筋的长度，m

（1）对焊接在局部支撑构件（LSM）上的腹板加强筋，长度在局部支撑构件翼板之间量取；

（2）对削斜的腹板加强筋，长度在侧向支撑之间量取，例如主要支撑构件翼板之间的总距离，如加强筋布置 B 所示；

A_{eff} ——腹板加强筋的净剖面积，包括有效宽度假定为 80％加强筋间距 s 的带板，cm^2；

s——加强筋的间距，m，其定义见本篇第 1 章第 7 节 1.7.2；

t_w ——主要支撑构件的腹板净厚度，mm；

R_{eH} ——主要支撑构件腹板规定的材料最小屈服应力，N/mm^2。

9.2.5 **肘板**

9.2.5.1 防倾肘板

（1）翼板的无支撑长度

主要支撑构件翼板的无支撑长度，即防倾肘板之间的距离，应不大于：

$$s_b = b_f C \sqrt{\frac{A_{f-n50}}{\left(A_{f-n50} + \frac{A_{w-n50}}{3}\right)}\left(\frac{235}{R_{eH}}\right)}$$，但不必小于 $S_{b-\min}$

式中：b_f ——主要支撑构件翼板宽度，mm；

C ——长细比系数，取为：

（1）0.022，对于对称翼板；

（2）0.033，对于非对称翼板

A_{f-n50}——翼板净横截面积，cm^2；

A_{w-n50}——腹板净横截面积，cm^2；

R_{eH}——主要支撑构件材料的最小屈服应力，N/mm^2；

$S_{b-\min}$——翼板的最小无支撑长度；

（1）对货油/货舱区域、液舱/货舱边界或船体外板包括外部甲板上的主要支撑构件，$S_{b-\min}$=3.0m；

（2）对其他区域，$S_{b-\min}$=4.0m。

（2）边缘加强筋

如果主要支撑构件上的防倾肘板的有效边缘长度，如表 9.2.5.2 中定义 ℓ_b，大于以下值时，应设翼板或边缘加强筋进行加强：

$$\ell_b = 75t_b$$

式中：t_b——肘板的腹板净厚度，mm。

9.2.5.2 端肘板

（1）尺度比

承受压应力的端肘板的腹板净厚度，mm，应不小于：

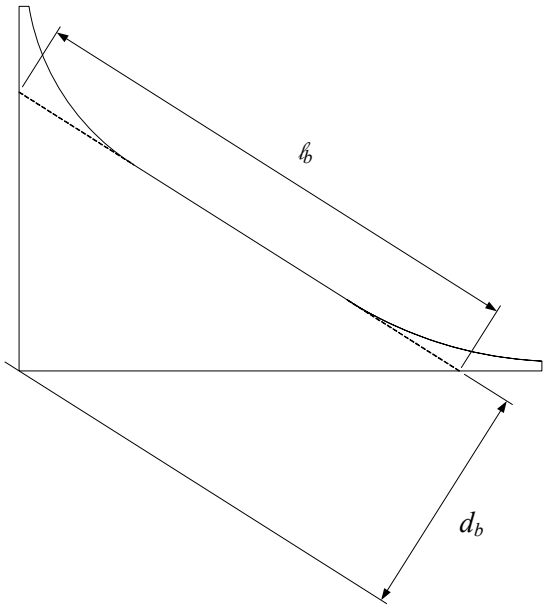
$$t_b = \frac{d_b}{C}\sqrt{\frac{R_{eH}}{235}}$$

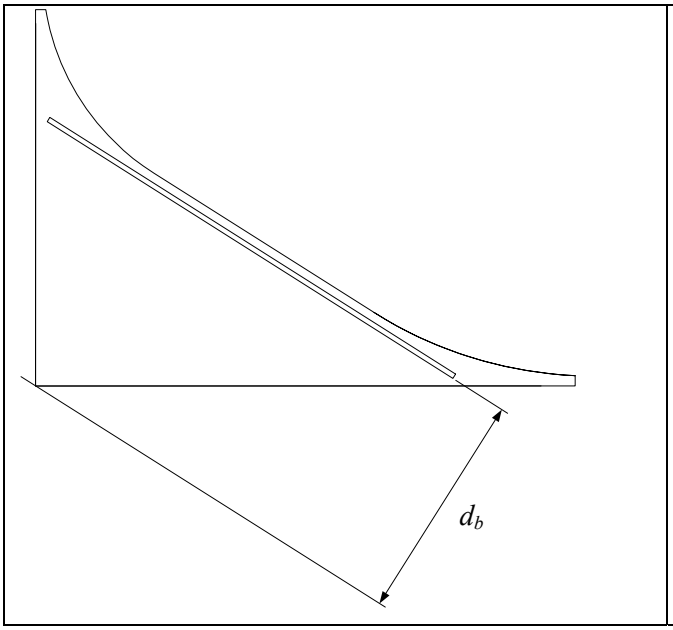
式中：d_b——肘板高度，mm，定义见表 9.2.5.2；

C——长细比系数，定义见表 9.2.5.2；

R_{eH}——端肘板材料的最小屈服应力，N/mm^2。

用于肘板尺度比的屈曲系数，C **9.2.5.2**

模式	C
边缘未设加强筋的肘板  	$C = 20\left(\frac{d_b}{\ell_b}\right) + 16$ 式中， $0.25 \le \frac{d_b}{\ell_b} \le 1.0$
边缘设置加强筋的肘板	$C = 70$



9.2.5.3 肘板边缘加强

肘板边缘处的边缘加强筋的腹板高度，h_w，mm，应不小于：

$$h_w = C\ell_b\sqrt{\frac{R_{eH}}{235}} \quad \text{，或 50mm，取大者}$$

式中：C——长细比系数，取作：

（1）对端肘板，C=75；

（2）对防倾肘板，C=55；

R_{eH}——加强筋材料的最小屈服应力，N/mm^2。

边缘加强筋的腹板和翼板的净厚度应满足 9.2.3.1 和 9.2.3.2 的要求。

9.2.6 其他结构

9.2.6.1 支柱

（1） I 型截面支柱的尺度比

对于 I 型截面，腹板和翼板的厚度应满足 9.2.3.1 和 9.2.3.2 的要求。

（2）箱型截面支柱的尺度比

薄壁箱型截面的壁厚应满足 9.2.3.1（1）中给出的要求。

（3）圆管截面支柱的尺度比

圆管截面支柱的净厚 t 应满足以下衡准：

$$t \geq \frac{r}{50}$$

式中：r——圆管中面处的半径，mm。

9.2.6.2 开口处的边缘加强

（1）边缘加强筋的腹板高度

如果在开口处安装了如图 2 所示的边缘加强筋，则腹板高度，h_w，mm，应不小于：

$$h_w = C\ell\sqrt{\frac{R_{eH}}{235}} \text{，或 50mm，取大者}$$

式中：C——长细比系数

C =50；

R_{eH}——边缘加强筋材料的最小屈服应力，N/mm^2。

（2）边缘加强筋的尺度比要求

边缘加强筋的腹板和翼板的净厚度应满足 9.2.3.1 和 9.2.3.2 的要求。典型的边缘加强见图 9.2.6.2。

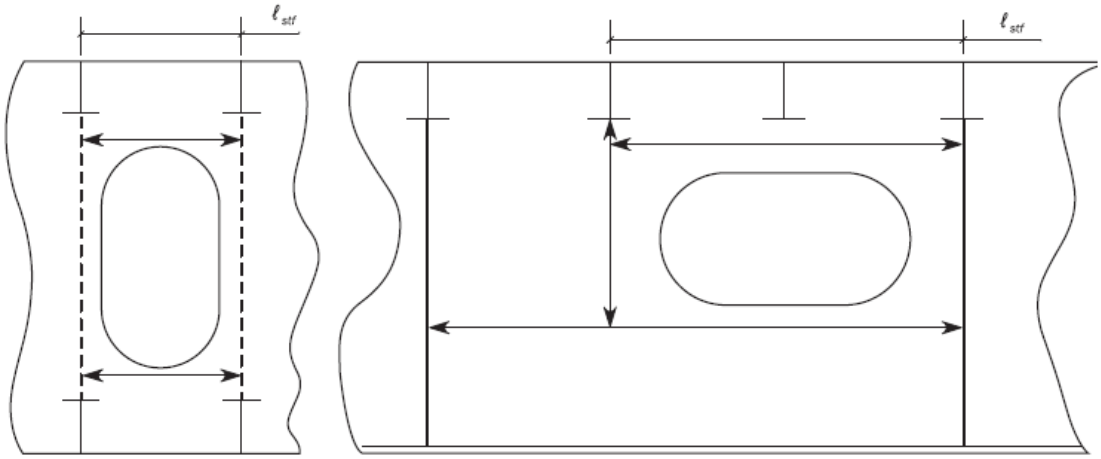


图 9.2.6.2　典型的边缘加强

第 3 节　描述性屈曲要求

9.3.1　适用范围

9.3.1.1　本节适用于承受船体梁压应力和剪应力的板格。此外，承受压应力的下述结构也应予以校核：

（1）垂直槽型横舱壁的槽条

（2）槽型纵舱壁的槽条

（3）支杆

（4）支柱

（5）横撑材

9.3.1.2　船体梁屈曲强度要求适用于整个船长范围。

9.3.1.3　设计载荷组合

对于所有完整和进水工况下的设计载荷组，都应进行屈曲校核。

9.3.2　等效板格

9.3.2.1　对于纵向加筋布置，如果基本板格（定义见《钢质海船入级规范》第 9 篇第 3 节 5.1）的板厚在宽度 b 跨区上变化，则屈曲校核可按厚度等于较小板厚 t_1 的等效基本板格进行。此等效基本板格的宽度 b_{eq}，mm，定义如下：

$$b_{eq} = \ell_1 + \ell_2 \left(\frac{t_1}{t_2} \right)^{1.5}$$

式中：ℓ_1——基本板格中较小板厚 t_1 部分的宽度，mm，定义见图 9.3.2.1；

ℓ_2——基本板格中较大板厚 t_2 部分的宽度，mm，定义见图 9.3.2.1。

如果一个板格是由不同材料的板构成的，则在其屈曲评估中应采用最小屈服强度。

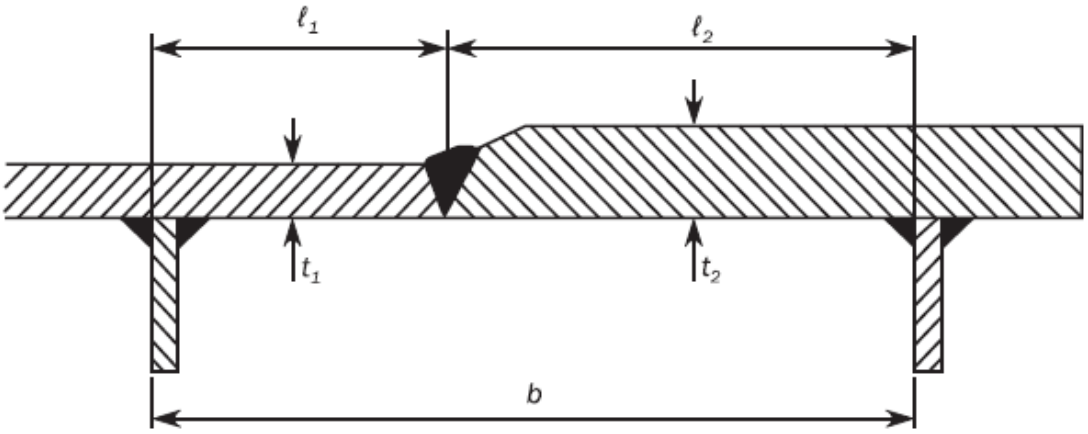


图 9.3.2.1 在宽度跨区上的板厚变化

9.2.3.2 对于横向加筋布置，如果基本板格内板厚有所不同，则板和加强筋的屈曲校核应针对每个板厚分别进行，并视其为在整个板格范围内保持不变。所施加的应力和侧向压力应取自板格的载荷计算点。

9.2.3.3 如果板格是由不同的材料构成的，则在屈曲评估时应采用其中最小的材料屈服强度。

9.3.3 船体梁应力

9.3.3.1 一般规定

（1）船体梁弯曲应力 σ_{hg}，N/mm^2，由所在剖面处垂向弯矩和水平弯矩引起，可通过下式计算。

$$\sigma_{hg}=\left(\frac{M_{sw}+M_{wv-lc}}{I_{y-n50}}\left(z-z_n\right)-\frac{M_{wh-lc}}{I_{z-n50}}\right)10^{-3}$$

式中：M_{sw}——静水弯矩，kN·m，见本篇第 6 章第 2 节 6.2.1；

M_{wv-lc}——垂向波浪弯矩，kN·m，装载工况下板格所在剖面处垂向波浪弯矩值，见本篇第 6 章第 2 节 6.3.5；

M_{wh-lc}——垂向波浪弯矩，kN·m，装载工况下板格所在剖面处水平波浪弯矩值，见本篇第 6 章第 2 节 6.3.5；

I_{y-n50}——船体梁净垂向惯性矩，m^4，板格所在剖面处的净垂向惯性矩；

I_{z-n50}——船体梁净水平惯性矩，m^4，板格所在剖面处的净水平惯性矩；

y——载荷计算点的横坐标，m；

z——载荷计算点的垂向坐标，m；

z_n——水平中和轴到基线的距离，m。

（2）对于板 i 的船体梁剪应力 τ_{hg}，N/mm^2（剪力计算见本篇第 7 章第 1 节 7.1.4）应根据下式确定：

$$\tau_{hg}=\frac{Q_{Tot}(x)q_{vi}}{t_{i-n50}}10^3$$

式中：$Q_{Tot}(x)$——在船体纵向 x 位置处总的垂向剪力，kN；

q_{vi}——板 i 处的贡献比例，m^{-1}，通过剪流计算获得；

t_{i-n50}——板 i 的净厚度，mm，用于剪应力计算。

9.3.3.2 应力组合

针对下面的应力组合，每一个基本板格和加强筋都需要满足 9.3.4 中给出的衡准：

（1）纵向加筋布置：

应力组合 1：

$$\sigma_x = \sigma_{hg}$$
$$\sigma_y = 0$$
$$\tau = 0.7\tau_{hg}$$

应力组合 2：

$$\sigma_x = 0.7\sigma_{hg}$$
$$\sigma_y = 0$$
$$\tau = \tau_{hg}$$

（2）横向加筋布置：

应力组合 1：

$$\sigma_x = 0$$
$$\sigma_y = \sigma_{hg}$$
$$\tau = 0.7\tau_{hg}$$

应力组合 2：

$$\sigma_x = 0$$
$$\sigma_y = 0.7\sigma_{hg}$$
$$\tau = \tau_{hg}$$

式中：σ_{hg}——基本板格或加强筋的船体梁弯曲应力，N/mm^2，定义见 9.3.3.1。

τ_{hg}——基本板格或加强筋的船体梁剪应力，N/mm^2，定义见 9.3.3.1。

9.3.4 屈曲衡准

9.3.4.1 整体加筋板格

整体加筋板格的屈曲强度应满足以下衡准：

$$\eta_{Overall} \le \eta_{all}$$

式中：$\eta_{Overall}$——本章第 5 节 9.5.2.1 中定义的最大屈曲利用因子。

9.3.4.2 板件

基本板格的屈曲强度应满足以下衡准：

$$\eta_{Plate} \le \eta_{all}$$

式中：η_{Plate}——根据本章第 5 节 9.5.2.2 中的定义，由方法 SP-A 计算的板的最大屈曲利用因子。

9.3.4.3 加强筋

加强筋的屈曲强度应满足下面的衡准：

$$\eta_{Stiffener} \le \eta_{all}$$

式中：$\eta_{Stiffener}$——本章第 5 节 9.5.2.3 中定义的加强筋的最大屈曲利用因子。

注：该项能力校核仅当满足 9.3.4.1 中定义的整体加筋板能力后才进行。

9.3.4.4 垂直槽型横舱壁和纵舱壁

垂直槽型横舱壁和纵舱壁应满足以下衡准：

$$\eta_{Shear} \le \eta_{all}$$

式中：η_{Shear}——槽型舱壁的最大剪切屈曲利用因子；

$$\eta_{Shear} = \frac{\tau_{bhd}}{\tau_c}$$

τ_{bhd}——槽型舱壁的剪应力，N/mm^2

（1）对于纵舱壁：9.3.3.1 中定义的剪应力；

（2）对于横舱壁：槽条中的剪应力；

τ_c ——临界剪应力，N/mm^2，定义见本章第 5 节 9.5.2.2（3）。

9.3.4.5 水平槽型纵舱壁

对于每个“1/2 面板+1 腹板＋1/2 面板”的槽条组合单元，都应满足以下衡准：

$$\eta \le \eta_{all}$$

式中：η——整体柱屈曲利用因子，定义见本章第 5 节 9.5.3.1。

9.3.4.6 支杆、支柱、横撑材

支杆、支柱、横撑材的屈曲强度应满足下面的衡准：

$$\eta \le \eta_{all}$$

式中：η——支杆、支柱、横撑材的最大屈曲利用因子，定义见本章第 5 节 9.5.3.1。

第 4 节 直接强度分析屈曲要求

9.4.1 适用范围

9.4.1.1 本节要求适用于直接强度分析中承受压应力、剪应力和侧向压力的屈曲评估。

9.4.1.2 按照第 8 章的有限元分析中的所有结构单元都应分别进行屈曲评估。下列结构单元都应进行屈曲评估：

（1）加筋和非加筋板格

（2）开口处腹板

（3）槽型舱壁

（4）支杆、支柱、横撑材和独立构件

9.4.2 加筋和非加筋板格

9.4.2.1 船体结构中的板格应模拟成加筋或非加筋板格。应根据表 9.4.2.1 和图 9.4.2.1（1）～（6），选用本章 9.1.3 中定义的方法 A 和方法 B 进行评估。

结构单元 **表 9.4.2.1**

结构单元	评估方法	常规板格定义
纵向结构，见图 9.4.2.1（1）		
纵向加筋板格 外壳板 甲板 内壳 底边舱斜板 纵舱壁	SP-A	长度：强框架之间 宽度：主要支撑构件之间（PSM）
与纵舱壁对齐或与底边舱斜板相连的双层底纵桁	SP-A	长度：强框架之间 宽度：整个腹板高度
不与纵舱壁对齐或与底边舱斜板相连的双层底纵桁腹板	SP-B	长度：强框架之间 宽度：整个腹板高度
双壳边舱内，与底边舱斜板相连的纵向平台板	SP-A	长度：强框架之间 宽度：整个腹板高度
双壳边舱内，不与底边舱斜板相连的纵向平台板	SP-B	长度：强框架之间 宽度：整个腹板高度
单壳纵桁腹板	UP-B	局部加强筋 / 面板 /PSM 之间
横向结构，见图 9.4.2.1（2）		
甲板横向桁材腹板，包括肘板	UP-B	局部加强筋 / 面板 /PSM 之间
双壳边舱横隔板	SP-B	长度：整个腹板高度 宽度：主要支撑构件之间
所有不规则的加筋板格，如底边舱和舭部处的腹板板格	UP-B	局部加强筋 / 面板 /PSM 之间

双层底肋板	SP-B	长度：整个腹板高度 宽度：主要支撑构件之间
垂直桁材，包括肘板	UP-B	垂直桁材加强筋 / 面板 /PSM 之间
横撑材腹板	UP-B	垂直桁材加强筋 / 面板 /PSM 之间
横向油密和水密舱壁，见图 9.4.2.1（3），以及横向制荡舱壁，见图 9.4.2.1（4）		
所有规则的舱壁加筋板格，包括与常规扶强材垂直的次要屈曲扶强材（如小筋）	SP-A	长度：主要支撑构件之间 宽度：主要支撑构件之间
所有不规则的舱壁加筋板格，如底边舱和舭部处的腹板板格	UP-B	局部加强筋 / 面板 之间
舱壁水平桁腹板，包括肘板	UP-B	局部加强筋 / 面板 之间
槽型横舱壁和舱口间甲板，见图 9.4.2.1（5）		
顶/底凳，包括加强筋	SP-A	长度：隔板之间 宽度：凳的边长
凳的隔板	UP-B	局部加强筋 / 面板 /PSM 之间
舱口间甲板	SP-A	局部加强筋 / PSM 之间
注（1）：SP 和 UP 分别表示加筋板格和非加筋板格； 注（2）：A 和 B 分别表示方法 A 和方法 B；		

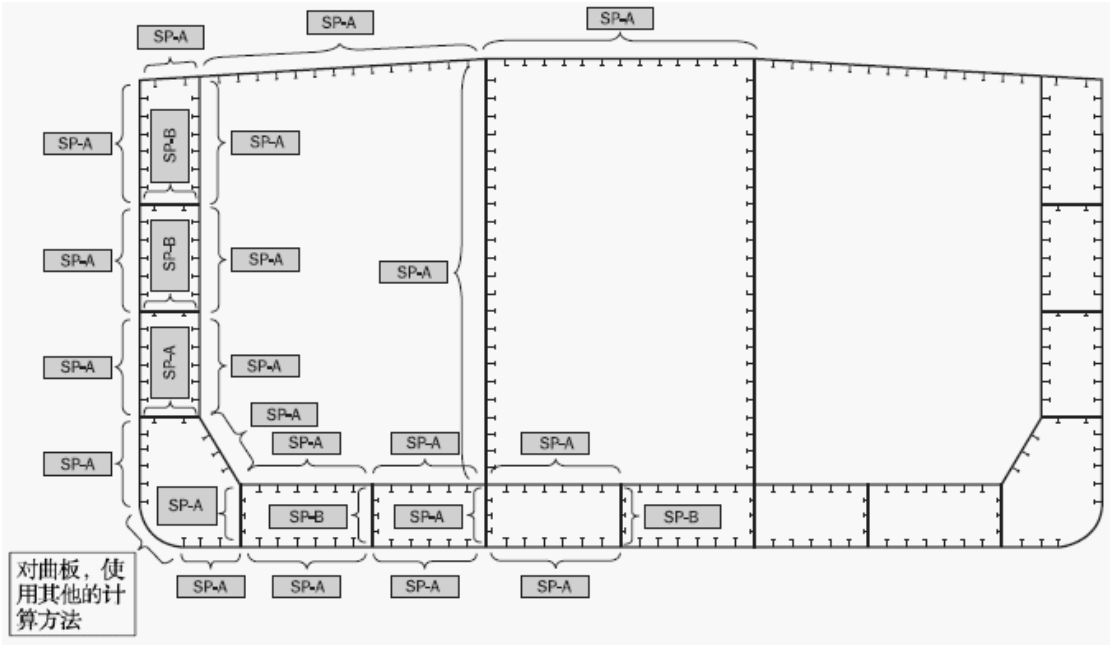


图 9.4.2.1（1） 浮式装置的纵向板格

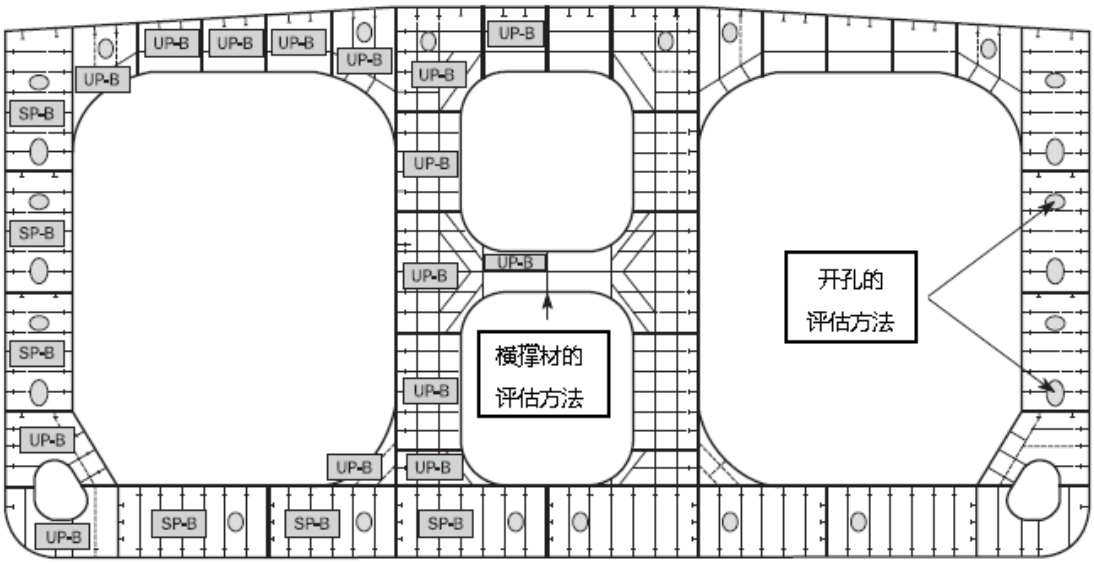


图 9.4.2.1（2） 浮式装置的横向强框架

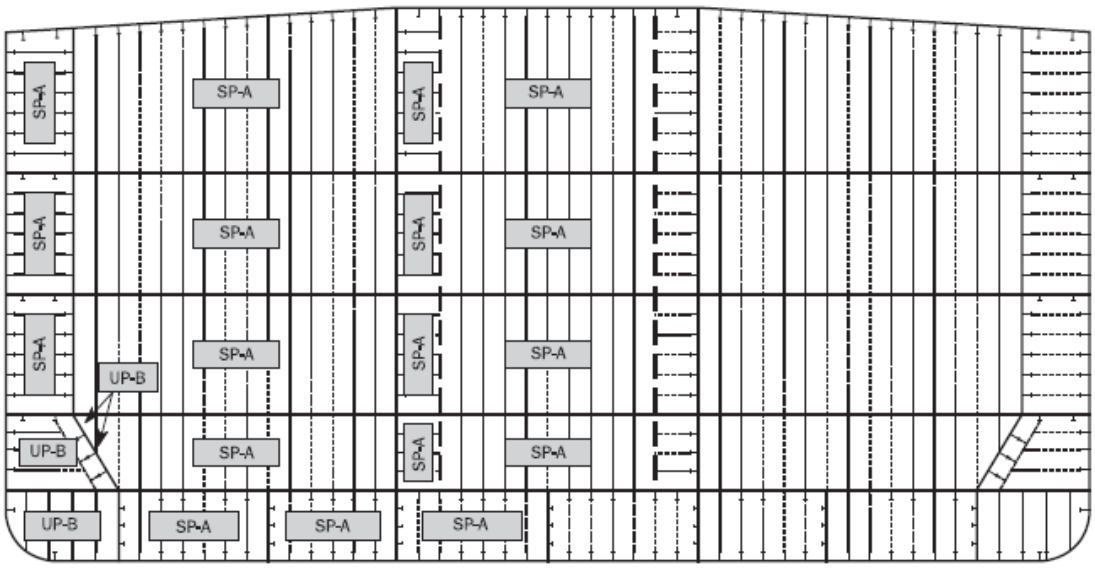


图 9.4.2.1（3） 浮式装置的横舱壁

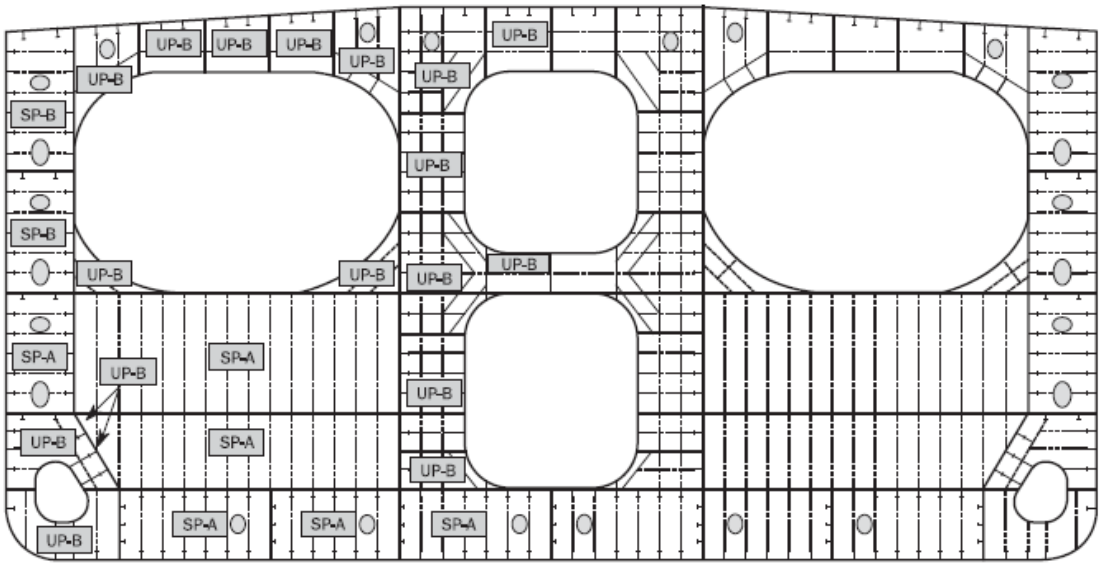


图 9.4.2.1（4）横撑材

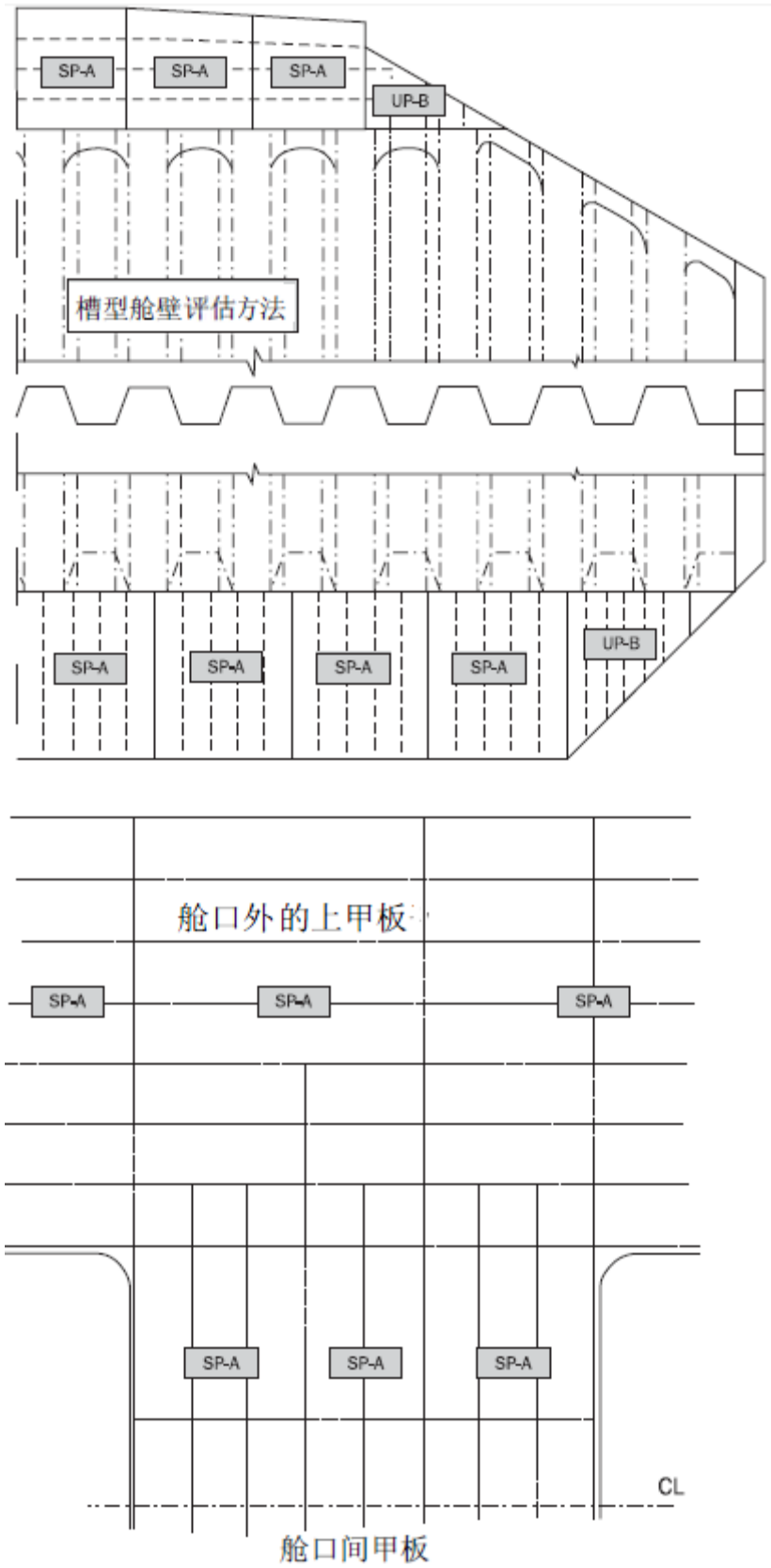


图 9.4.2.1（5） 槽型舱壁及舱口间甲板

9.4.2.2 板格的平均厚度

如果板格内厚度不一，用于屈曲评估的板格应根据第 8 章进行建模，并采用下面的加权平均板厚：

$$t_{avr}=\frac{\sum_{1}^{n}A_i t_i}{\sum_{1}^{n}A_i}$$

式中：A_i——第 i 个板单元的面积；

t_i——第 i 个板单元的净厚度；

n——构成屈曲板格的有限单元个数。

9.4.2.3 板格的屈服应力

板格的屈服应力 R_{eH_P} 取为板格内所有单元的屈服应力的最小值。

9.4.2.4 加筋板格

为了表征整体屈曲行为，每一个加强筋连同带板应模拟成一个加筋板格，其尺寸范围定义见表 9.4.2.1。

如果一个加筋板格内的加强筋属性或者加强筋间距有变化，则应对该板格的所有构件，即对每一个加强筋和加强筋间的板件分别进行计算。计算位置处的板厚、加强筋属性和加强筋间距假设应用于整个板格。

9.4.2.5 非加筋板格

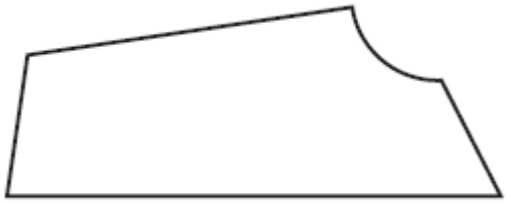
（1）不规则板格

在强框架、水平桁材和肘板处，板格的几何形状（即由腹板加强筋/面板围成的边界）有可能为非矩形形状。对此，应分别根据（2）和（3）将不规则几何形状和三角形形状的板格定义为等效的矩形板格，并应满足屈曲评估。

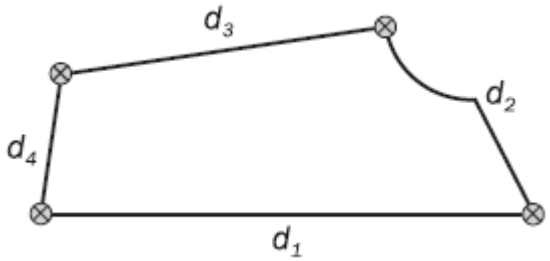
（2）不规则几何形状非加筋板格的模拟

为了进行板的屈曲评估，对于不规则几何形状的非加筋板格，应根据下面的步骤理想化为等效板格。

① 确定板格多边形边界上的最接近直角（90°）的四个角。

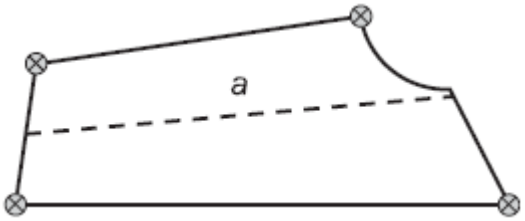


② 计算角与角之间沿板格多边形边界的距离，即端点之间所有直线线段的总和。



③ 确定总长度最小的对边，即 d1+d3 和 d2+d4 的最小值；

④ 在选定的对边的中点作连线（中点定义为距一端点为一半距离的点）。该线定义了能力模型的纵向。其长度定义为该能力模型的长度 a。

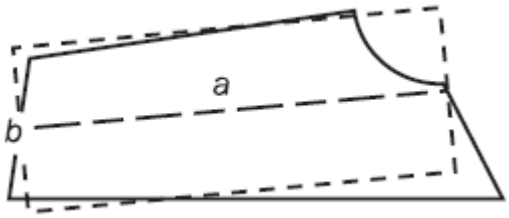


⑤ 短边长度b，mm，应取为：

$$b = A / a$$

式中：A——板的面积，mm^2；

a——上面④中定义的长度，mm。

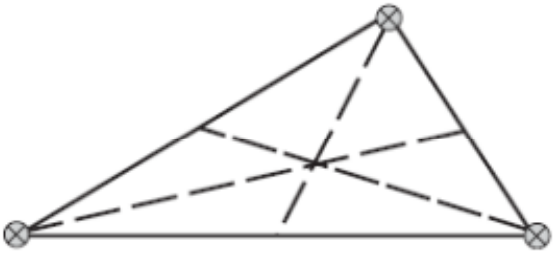


⑥ 直接强度分析得到的应力，应先转化到等效矩形板格的局部坐标系统中，再用于屈曲评估。

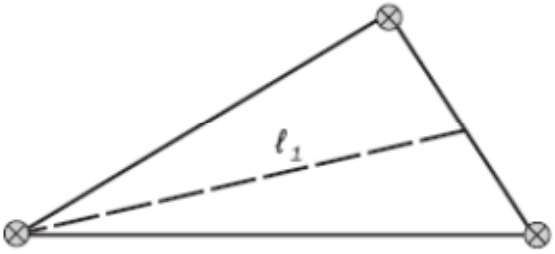
（3）三角形非加筋板格的模拟

为了进行板的屈曲评估，对于三角形形状的非加筋板格，应根据下面的步骤理想化为等效板格。

① 画出如下所示的中线。



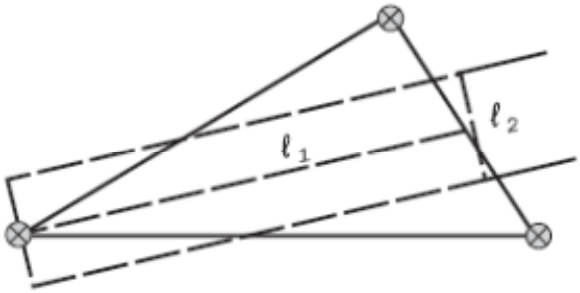
② 找出最长的中线。该中线的长度设为ℓ_1，mm，则由其定义了能力模型的纵向。



③ 模型的宽度ℓ_2，mm，取为

$$\ell_2 = A / \ell_1$$

式中：A——板的面积，mm^2；



④ 等效矩形板格的短边长度 b 和长边长度 a，mm，取为：

$$b = \frac{\ell_2}{C_{tri}}$$

$$a = \ell_1 C_{tri}$$

式中：C_{tri}——等于 $0.4\frac{\ell_2}{\ell_1}+0.6$。

⑤ 直接强度分析得到的应力，应先转化到等效矩形板格的局部坐标系统中，再用于屈曲评估。

9.4.2.6 参考应力

应力分布应取自直接计算分析，并施加到屈曲模型上。参考应力用附录 1 中基于应力的参考应力计算方法得到。

9.4.2.7 侧向压力

施加在直接计算分析中的侧向压力也应该施加到屈曲评估中。

如果在由几个有限板单元构成的屈曲板格范围内所施加的侧向压力不为常数，则应根据下面的公式计算得到一个平均侧向压力，N/mm^2。

$$P_{avr} = \frac{\sum_1^n A_i P_i}{\sum_1^n A_i}$$

式中：A_i——第 i 个板单元的面积，mm^2；

P_i——第 i 个板单元的侧向压力，N/mm^2；

n——屈曲板格内有限单元的个数。

9.4.2.8 屈曲衡准

（1）UP-A 方法

UP-A 方法的屈曲强度应满足以下衡准：

$$\eta_{UP-A} \le \eta_{all}$$

式中：η_{UP-A}——根据本章第 5 节 9.5.2.2 中定义的方法 A 计算得到的板的最大屈曲利用因子。

（2）UP-B 方法

UP-B 方法的屈曲强度应满足以下衡准：

$$\eta_{UP-B} \le \eta_{all}$$

式中：η_{UP-B}——根据本章第 5 节 9.5.2.2 中定义的方法 B 计算得到的板的最大屈曲利用因子。

（3）SP-A 方法

SP-A 方法的屈曲强度应满足以下衡准：

$$\eta_{SP-A} \le \eta_{all}$$

式中：η_{UP-A}——加筋板格的最大屈曲利用因子，取为下列各项的最大值：

① 本章第 5 节 9.5.2.1 中定义的整体加筋板屈曲能力；

② 根据本章第 5 节 9.5.2.2 中定义的方法 A 计算得到的板的屈曲能力；

③ 本章第 5 节 9.5.2.3 中定义的加强筋的屈曲强度，且对于加强筋两侧的基本板格，分别单独考虑其属性（厚度、尺寸）、9.4.2.7 中定义的侧向压力和参考应力。

注：只有当本章第 5 节 9.5.2.1 中定义的整体加筋板屈曲能力满足后才进行加强筋的屈曲能力检查。

（4）SP-B 方法

SP-B 方法的屈曲强度应满足以下衡准：

$$\eta_{UP-B} \le \eta_{all}$$

式中：η_{UP-B}——加筋板格的最大屈曲利用因子，取为下列各项的最大值：

① 本章第 5 节 9.5.2.1 中定义的整体加筋板屈曲能力；

② 根据本章第 5 节 9.5.2.2 中定义的方法 B 计算得到的板的屈曲能力；

③ 本章第 5 节 9.5.2.3 中定义的加强筋的屈曲强度，且对于加强筋两侧的基本板格，分别单独考虑其属性（厚度、尺寸）和参考应力。

注：只有当本章第 5 节 9.5.2.1 中定义的整体加筋板屈曲能力满足后才进行加强筋的屈曲能力检查。

（5）开口处腹板

主要支撑构件的开口处腹板应满足以下衡准：

$$\eta_{opening} \le \eta_{all}$$

式中：$\eta_{opening}$——本章第 5 节 9.5.2.4 中定义的开口处腹板的最大屈曲利用因子。

9.4.3 槽型舱壁

9.4.3.1 对于槽型舱壁，应对其如下三种屈曲失效模式进行评估：

（1）槽条的整体柱屈曲；

（2）槽条翼板的屈曲；

（3）槽条腹板的屈曲。

9.4.3.2 参考应力

（1）对于每个槽条翼板和腹板，都应进行屈曲评估。

（2）应采用单元中心的膜应力进行屈曲评估。

（3）平行于槽条方向的最大正应力和最大剪应力应根据如下方法进行定义：

① 对于所考虑的构件（翼板或腹板），应对其宽度范围内单元的应力进行平均；

② 如果距离端部 b/2 处的应力值不能从有限单元中直接得到，则该水平处的应力应针对该区域内的单元通过插值得到。可通过距端部 3b 范围内的单元进行差值得到 b/2 处的应力值，平行于槽型舱壁的正应力可通过二阶多项式曲线进行差值得到，剪应力可通过线性插值得到。

③ 对该构件的屈曲评估应采用最大平均应力。

其中： b 为所计算的槽条构件（即翼板或腹板）的宽度。

（4）如果翼板采用了一种以上的板厚，则对于每个不同的板厚区域，都应该得到其最大应力，并分别进行屈曲评估。

9.4.3.3 整体柱屈曲

（1）槽型舱壁在轴向压应力作用下的整体屈曲失效模式应针对柱屈曲（如水平槽型舱壁和承受局部垂向力的垂直槽型舱壁）进行校核，见表 9.4.3.3。

针对槽型舱壁的整体柱屈曲应用　　表 9.4.3.3

	槽条方向	
	水平	垂直
纵舱壁	有要求	当承受局部垂向力（如起重机载荷）的时候有要求
横舱壁	有要求	

（2）对于每一个由 $\frac{1}{2}$ 面板+1 个腹板＋$\frac{1}{2}$ 面板构成的槽条单元（即，如图 9.4.3.3 中灰色区域所示的单个槽条），应满足以下衡准：

$$\eta_{Overall} \le \eta_{all}$$

式中：$\eta_{Overall}$——根据本章第 5 节 9.5.3.1 和 9.5.3.2 定义的最大整体柱屈曲利用因子，且将支柱的无支撑长度取为槽条的长度。

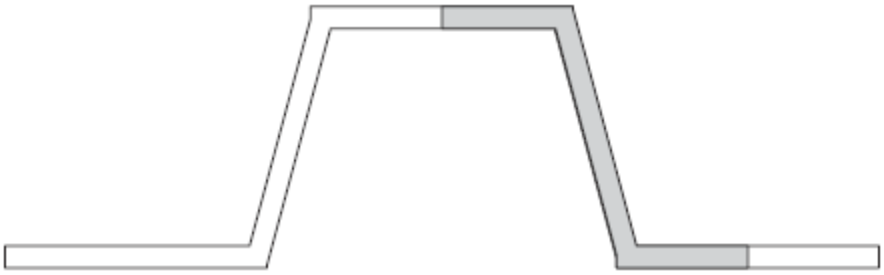


图 9.4.3.3　单个槽条

（3）关于端部约束因子 f_{end}，如果凳的宽度超过了槽深的 2 倍，则取为与端部固支相对应的值，否则应取为与简支相对应的值。

9.4.3.4　局部屈曲

对于槽型舱壁的每一个翼板和每一个腹板，其屈曲强度都应满足以下衡准：

$$\eta_{Corr} \le \eta_{all}$$

式中：η_{Corr}——根据本章第 5 节 9.5.4.1 定义的每一个面板或每一个腹板的最大屈曲利用因子，注意应考虑下面的两种应力组合：

① 平行于槽条方向的最大正应力位置处的剪应力和垂直于槽条方向的应力，以及该最大正应力本身；

② 最大剪应力位置处，分别平行于和垂直于槽条方向的两个正应力，以及该最大剪应力本身；

所考虑的屈曲板格长度 a 等于 2b，即 $\alpha = 2$，b 的定义见 9.4.3.2（3）。

屈曲评估所用的板厚为构件上最大压应力/剪应力位置处的板厚。

9.4.5　支杆、支柱和横撑材和独立构件

9.4.5.1　支杆、支柱和横撑材的屈曲强度应满足以下衡准：

$$\eta_{Pillar} \le \eta_{all}$$

式中：η_{Pillar}——本章第 5 节 9.5.3.1 中定义的支杆、支柱和横撑材的最大屈曲利用因子。

第 5 节　屈曲能力

9.5.1　一般规定

9.5.1.1　符号定义

A_s　不包括带板时加强筋的净横截面积，mm^2；

a　表 9.5.2.2（2）中定义的板格长边长度，mm；

b　表 9.5.2.2（2）中定义的板格短边长度，mm；

b_{eff}　加强筋的有效带板宽度，mm，定义 9.5.2.3（5）；

b_{eff1}　不考虑剪滞效应的加强筋有效带板宽度，mm，取为：

（1）如果 $\sigma_x > 0$，

对描述性评估：

$$b_{eff1} = \frac{C_{x1}b_1 + C_{x2}b_2}{2}$$

对有限元分析

$$b_{eff1} = C_x b$$

（2）如果$\sigma_x \le 0$，

$b_{eff1} = b$

b_f 加强筋的翼板宽度，mm；

b_1, b_2 所考虑的加强筋每一侧的板格宽度；

C_{x1}, C_{x2} 对于所考虑的加强筋，针对每一侧板格 EPP1 和 EPP2，根据表 9.5.2.2（2）工况 1 所定义的折减因子；

e_f 从带板到翼板中心的距离，mm，如图 9.5.1.1 所示，取为：

（1）对扁钢：$e_f = h_w$

（2）对球扁钢：$e_f = h_w - 0.5t_f$

（3）对角钢和 T 型材：$e_f = h_w + 0.5t_f$

F_{long} 9.5.2.2(4)中定义的系数；

F_{tran} 9.5.2.2(5)中定义的系数；

h_w 加强筋的腹板高度，mm，如图 9.5.1.1 所示；

ℓ 加强筋跨距，mm，等于主要支撑构件之间的间距；

R 曲板板格的半径，mm；

R_{eH_P} 板件的最小屈服应力，N/mm^2；

R_{eH_S} 加强筋的最小屈服应力，N/mm^2；

S 分项安全因子，取为：

S=1.1，对于承受局部集中载荷（如舱口盖上的集装箱载荷、基座）的露天结构；

S =1.15，对于舱口围板、顶边舱和底边舱斜板、内底、内壳、单舷侧构造的舷侧外板和横舱壁的顶凳和底凳上的加强筋；

S =1.0，对于其他结构。

t_p 板格的净厚度，mm；

t_w 加强筋的腹板净厚度，mm；

t_f 加强筋的翼板净厚度，mm；

x 轴 平行于矩形屈曲板格长边的局部坐标轴；

y 轴 平行于矩形屈曲板格短边的局部坐标轴；

α 表 9.5.2.2（2）中定义的板格长宽比，取为：

$$\alpha = \frac{a}{b};$$

β 系数，取为：

$$\beta = \frac{1-\psi}{\alpha};$$

ω 系数，取为：

$\omega = Min(3;\alpha)$

σ_x 施加在板格边缘上沿 x 方向的应力，N/mm^2；

σ_y 施加在板格边缘上沿 y 方向的应力，N/mm^2；

σ_1 最大应力，N/mm^2；

σ_2 最小应力，N/mm^2；

σ_E 弹性屈曲应力，N/mm^2，定义为

$$\sigma_E = \frac{\pi^2 E}{12(1-\nu^2)}\left(\frac{t_p}{b}\right)^2$$；

τ 施加的剪应力，N/mm^2；

τ_c 剪切屈曲强度，N/mm^2，定义 9.5.2.2（3）；

ψ 边缘应力比，定义为

$$\psi = \frac{\sigma_2}{\sigma_1}$$；

γ 作用在载荷上的应力倍增因子，当该因子使得载荷达到相关方程成立时，$\gamma = \gamma_c$；

γ_c 失效时的应力倍增因子。

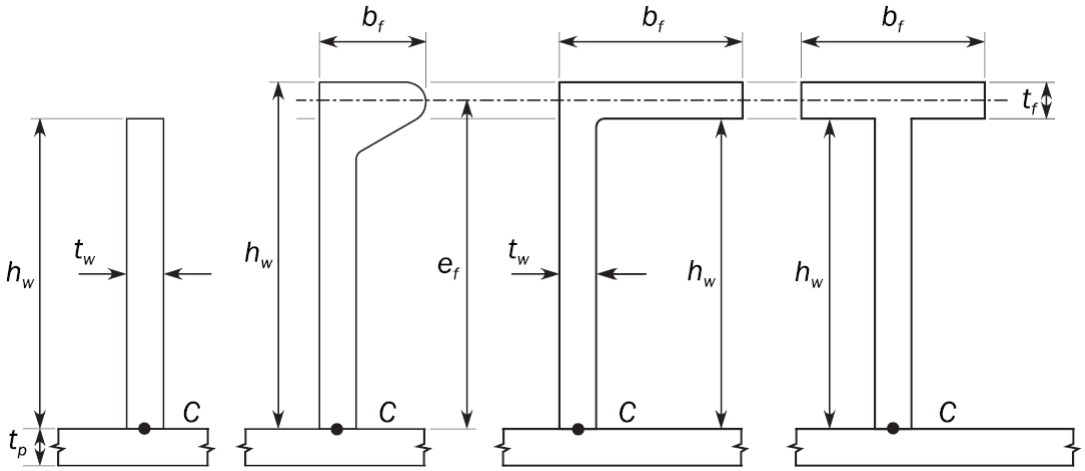


图 9.5.1.1 加强筋横截面

9.5.1.2 适用范围

本节给出了用于确定板格、加强筋、主要支撑构件、支杆、支柱、横撑材和槽型舱壁的屈曲能力的方法。应用本节规范时，施加在结构部件上的应力σ_x、σ_y和τ定义如下：

（1）对于描述性屈曲要求，参见本章第 3 节。

（2）对于有限元分析屈曲要求，参见本章第 4 节。

9.5.1.3 极限屈曲能力

计算极限屈曲能力，首先要施加实际的应力组合，然后调整γ_c的值，直到 9.5.2.1、9.5.2.2（1）、9.5.2.3（4）中定义的相关方程等于 1.0 为止。

9.5.1.4 屈曲利用因子

结构部件的屈曲利用因子为其不同屈曲模式得到的利用因子的最大值。

9.5.1.5 侧向压力

在屈曲强度评估中，侧向压力应视为常数。

9.5.2 相关方程

9.5.2.1 整体加筋板格能力

加筋板格弹性极限状态应基于以下相关方程

$$\frac{P_Z}{c_f} = 1$$

式中：c_f、P_Z——定义见 9.5.2.3（4）。

9.5.2.2 板件能力

（1）板件极限状态

板件极限状态应基于下面的相关方程：

$$\text{对}\sigma_x \geq 0\text{，}\ \frac{\gamma_{c1}\sigma_x S}{\sigma_{cx3}} = 1$$

$$\text{对}\sigma_y \geq 0\text{，}\ \frac{\gamma_{c2}\sigma_y S}{\sigma_{cy3}} = 1$$

$$\frac{\gamma_{c3}|\tau|S}{\tau_c} = 1$$

$$\left[\left(\frac{\gamma_{c4}\sigma_x S}{\sigma_{cx1}}\right)^2 + \left(\frac{\gamma_{c4}\sigma_y S}{\sigma_{cy1}}\right)^2 - \left(\frac{\gamma_{c4}\sigma_x S}{\sigma_{cx1}}\right)\left(\frac{\gamma_{c4}\sigma_y S}{\sigma_{cy1}}\right)\right]\zeta + \left(\frac{\gamma_{c4}|\sigma_x|S}{\sigma_{cx2}} + \frac{\gamma_{c4}|\sigma_y|S}{\sigma_{cy2}}\right)(1-\zeta) = 1$$

$$\gamma_c = \min\left(\gamma_{c1}, \gamma_{c2}, \gamma_{c3}, \gamma_{c4}\right)$$

式中：σ_x, σ_y——施加在板格边界上的正应力，N/mm^2，定义见（7）；

τ——施加在板格边界上的剪应力，N/mm^2；

ζ——权重系数，取值见表 9.5.2.1；

$\sigma_{cx1}, \sigma_{cx2}, \sigma_{cx3}$——极限临界应力，N/mm^2，定义见（3）；

τ_c——极限临界剪应力，N/mm^2，定义见（3）；

$\gamma_{c1}, \gamma_{c2}, \gamma_{c3}, \gamma_{c4}$——对应于不同失效模式下的应力倍增因子，$\gamma_{c1}, \gamma_{c2}$ 分别考虑 σ_x, σ_y 大于零时的情况。

权重系数 ζ 值和系数 $\kappa_{x1}, \kappa_{x2}, \kappa_{y1}, \kappa_{y2}$ **表 9.5.2.1**

应力		ζ	κ_{x1}	κ_{x2}	κ_{y1}	κ_{y2}
$\sigma_x \geq 0$	$\sigma_y \geq 0$	$\min\left[1, 0.6\dfrac{\min(5,\alpha)^{0.2}}{\beta_\rho^{1/\min(5,\alpha)}}\right]$	κ_{x3}		κ_{y3}	
$\sigma_x < 0$ 或 $\sigma_y < 0$		1.0	κ_{x4}	-	κ_{y4}	-

（2）参考细长度

参考细长度定义为

$$\lambda = \sqrt{\frac{R_{eH_P}}{K\sigma_E}}$$

式中：K——屈曲因子，定义见表 9.5.2.2（2）和表 9.5.2.2（3）。

（3）极限临界应力

板格的极限临界应力为

$$\sigma_{cx1} = \kappa_{x1}R_{eH_P} \qquad \sigma_{cx2} = \kappa_{x2}R_{eH_P} \qquad \sigma_{cx3} = \kappa_{x3}R_{eH_P}$$

$$\sigma_{cy1} = \kappa_{y1}R_{eH_P} \qquad \sigma_{cy2} = \kappa_{y2}R_{eH_P} \qquad \sigma_{cy3} = \kappa_{y3}R_{eH_P}$$

受剪板格的极限临界应力为

$$\tau_c = C_\tau \frac{R_{eH_P}}{\sqrt{3}}$$

式中：$\kappa_{x1}, \kappa_{x2}, \kappa_{y1}, \kappa_{y2}$——系数，见表 9.5.2.1 定义；

$\kappa_{x3}, \kappa_{x4}, \kappa_{y3}, \kappa_{y4}$——系数，按下式计算：

$$\kappa_{x3}=\frac{C_x^2}{2\zeta_{x\tau}}\left\{\sqrt{\left(\frac{1-\zeta_{x\tau}}{C_x}\right)^2-\frac{4\zeta_{x\tau}}{C_x^2}\left[\zeta_{x\tau}\left(\frac{\gamma_c|\tau|S}{\tau_c}\right)^2+(1-\zeta_{x\tau})\frac{\gamma_c|\tau|S}{\tau_c}-1\right]}-\frac{1-\zeta_{x\tau}}{C_x}\right\}$$

$$\kappa_{y3}=\frac{C_y^2}{2\zeta_{y\tau}}\left\{\sqrt{\left(\frac{1-\zeta_{y\tau}}{C_y}\right)^2-\frac{4\zeta_{y\tau}}{C_y^2}\left[\zeta_{y\tau}\left(\frac{\gamma_c|\tau|S}{\tau_c}\right)^2+(1-\zeta_{y\tau})\frac{\gamma_c|\tau|S}{\tau_c}-1\right]}-\frac{1-\zeta_{y\tau}}{C_y}\right\}$$

$$\kappa_{x4}=\kappa_{y4}=\sqrt{1-3\left(\frac{\gamma_c|\tau|S}{R_{eH_P}}\right)^2}$$

$$\zeta_{x\tau}=\frac{1}{\sqrt{\beta_\rho}}$$

$$\zeta_{y\tau}=\frac{\min(5,\alpha)^{0.3}}{\sqrt{\beta_\rho}}$$

$$\beta_\rho=\frac{b}{t_p}\sqrt{\frac{R_{eH_P}}{E}}$$

C_x, C_y, C_τ——屈曲因子，定义见表 9.5.2.2（2）和表 9.5.2.2（3）。

① 对 SP-A 和 UP-A，应采用如下 c_1，根据表 9.5.2.2（2）计算 C_y

$$c_1=\left(1-\frac{1}{\alpha}\right)\geq 0$$

② 对 SP-B 和 UP-B，应采用如 c_1，根据表 9.5.2.2（2）计算 C_y

$$c_1=1$$

③ 对于槽型舱壁的槽条，应采用如下 c_1，根据表 9.5.2.2（2）计算 C_y

$$c_1=\left(1-\frac{1}{\alpha}\right)\geq 0$$

板的边界条件应视为简支，参见表 9.5.2.2（2）中的工况 1、2 和 11。如果板的边界条件与简支相差很大，可以在 CCS 同意的前提下，根据表 9.5.2.2（2）的不同工况，采用更恰当的边界条件。

（4）修正因子 F_{long}

修正因子 F_{long} 依赖于屈曲板格长边边缘上的加强筋类型，其定义参见表 9.5.2.2（1）。对于具有不同边缘加强筋的板格，应采用 F_{long} 的平均值。对于表 9.5.2.2（1）中以外的加强筋类型，c 值应得到 CCS 认可。在该情况下，只要能够用非线性有限元分析通过屈曲强度校核对其进行确认，并经 CCS 认可，c 值可大于表 9.5.2.2（1）中给出的数值。

修正因子 F_{long}　　表 9.5.2.2（1）

结构单元类型			F_{long}	c
非加筋板			1.0	N/A
加筋板	两端均无固定		1.0	N/A
	两端均固定	扁钢(1)	如果 $\frac{t_w}{t_p}>1$，则 $F_{long}=c+1$；	0.1
		球扁钢		0.3

		角钢	如果 $\frac{t_w}{t_p} \le 1$，则 $F_{long} = c\left(\frac{t_w}{t_p}\right)^3 + 1$	0.4
		T 型材		0.3
		刚度较大的桁材（如底肋板）	1.4	N/A
注（1）：t_w 为腹板净厚度，mm，且不按照 9.5.2.3(2)中的定义进行修正。				

（5）修正因子 F_{tran}

修正因子 F_{tran} 应取为 1。

（6）曲板板格

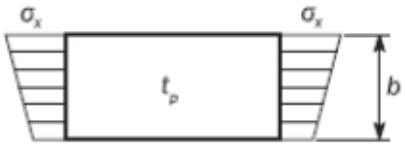
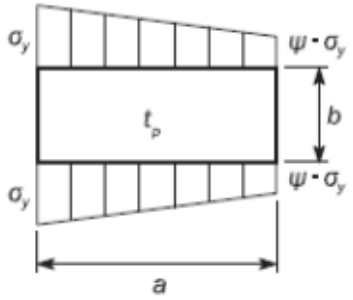
表 9.5.2.2（3）适用于 $R/t \le 2500$ 的曲板板格。否则，应该采用表 9.5.2.2（2）。

表中的应力和系数应按下式计算：

当 $d \ge g$ 时，$\sigma_{ax} = \sigma_x, \sigma_{tg} = \sigma_y, C_x = C_{ax}, C_y = C_{tg}$

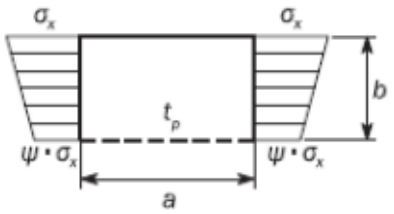
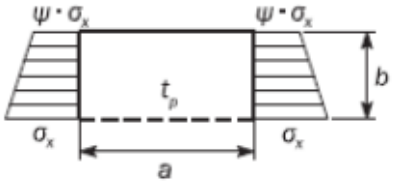
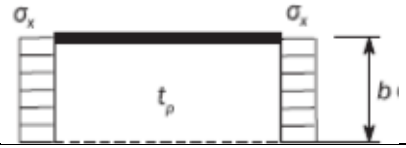
否则，$\sigma_{ax} = \sigma_y, \sigma_{tg} = \sigma_x, C_x = C_{tg}, C_y = C_{ax}$

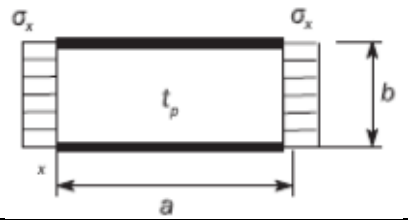
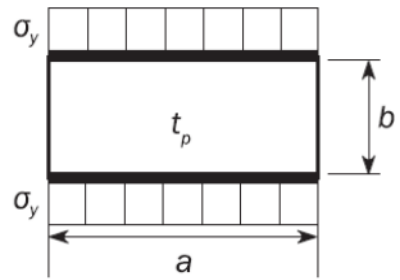
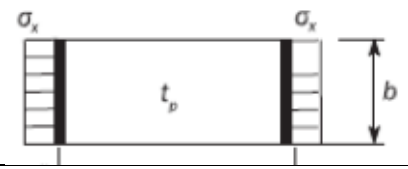
平面板格的屈曲因子和折减因子　　**表 9.5.2.2（2）**

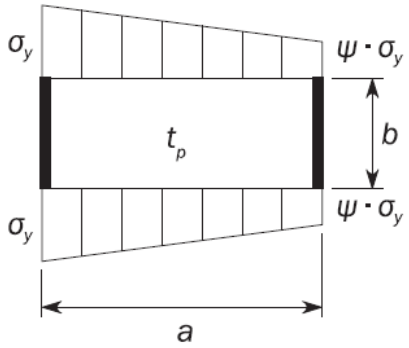
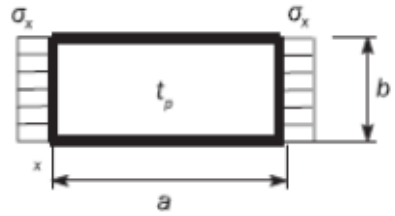
工　况	应力比ψ	长宽比α	屈曲因子 K	折减因子 C
1 	$1 \ge \psi \ge 0$	$K_x = F_{long}\dfrac{8.4}{\psi+1.1}$		当$\sigma_x \le 0$时，$C_x = 1$； 当$\sigma_x > 0$时： $C_x = 1$　对$\lambda \le \lambda_c$ $C_x = c\left(\dfrac{1}{\lambda}-\dfrac{0.22}{\lambda^2}\right)$　对$\lambda > \lambda_c$ 其中： $c = (1.25-0.12\psi) \le 1.25$ $\lambda_c = \dfrac{c}{2}\left(1+\sqrt{1-\dfrac{0.88}{c}}\right)$
	$0 > \psi > -1$	$K_x = F_{long}\left[7.63-\psi(6.26-10\psi)\right]$		
	$\psi \le -1$	$K_x = F_{long}\left[5.975(1-\psi)^2\right]$		
2 	$1 \ge \psi \ge 0$	$K_y = F_{tran}\dfrac{2\left(1+\dfrac{1}{\alpha^2}\right)^2}{1+\psi+\dfrac{(1-\psi)}{100}\left(\dfrac{2.4}{\alpha^2}+6.9f_1\right)}$		当$\sigma_y \le 0$时，$C_y = 1$； 当$\sigma_y > 0$时： $C_y = c\left(\dfrac{1}{\lambda}-\dfrac{R+F^2(H-R)}{\lambda^2}\right)$ 其中： $c = (1.25-0.12\psi) \le 1.25$ $R = \lambda(1-\lambda/c)$　对$\lambda < \lambda_c$

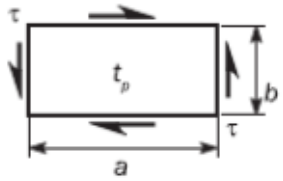
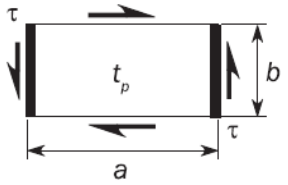
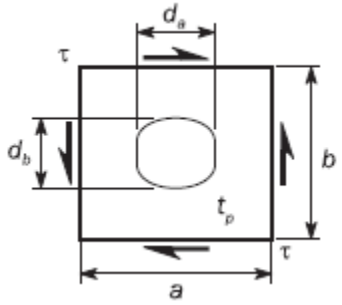
<table>
<tr><td rowspan="4"></td><td rowspan="2"></td><td>$\alpha \le 6$</td><td>$f_1 = (1-\psi)(\alpha-1)$</td><td rowspan="4">$R = 0.22$ 对$\lambda \ge \lambda_c$
$\lambda_c = 0.5c(1+\sqrt{1-0.88/c})$
$F = \left(1-\left(\frac{K}{0.91}-1\right)\Big/\lambda_p^2\right)c_1 \ge 0$
$\lambda_p^2 = \lambda^2 - 0.5$ 且 $1 \le \lambda_p^2 \le 3$
$c_1 = 1$ 的定义见 9.5.2.2(3)。
$H = \lambda - \frac{2\lambda}{c(T+\sqrt{T^2-4})} \ge R$
$T = \lambda + \frac{14}{15\lambda} + \frac{1}{3}$</td></tr>
<tr><td>$\alpha > 6$</td><td>$f_1 = 0.6(1-\frac{6\psi}{\alpha})(\alpha+\frac{14}{\alpha})$
但不大于$14.5-\frac{0.35}{\alpha^2}$</td></tr>
<tr><td rowspan="3">$1-\frac{4\alpha}{3} \le \psi < 0$</td><td colspan="2">$K_y = \frac{200F_{tran}\left(1+\beta^2\right)^2}{(1-f_3)(100+2.4\beta^2+6.9f_1+23f_2)}$</td></tr>
<tr><td>$\alpha > 6(1-\psi)$</td><td>$f_1 = 0.6(\frac{1}{\beta}+14\beta)$
但不大于$14.5-0.35\beta^2$
$f_2 = f_3 = 0$</td></tr>
<tr><td>$3(1-\psi) \le \alpha \le 6(1-\psi)$</td><td>$f_1 = \frac{1}{\beta}-1$
$f_2 = f_3 = 0$</td></tr>
</table>

		$1.5(1-\psi) \le \alpha < 3(1-\psi)$	$f_1 = \frac{1}{\beta} - (2-\omega\beta)^4 - 9(\omega\beta-1)(\frac{2}{3}-\beta)$ $f_2 = f_3 = 0$	
		$1-\psi \le \alpha < 1.5(1-\psi)$	如果 $\alpha > 1.5$，则 $f_1 = 2\left(\frac{1}{\beta} - 16\left(1-\frac{\omega}{3}\right)^4\right)(\frac{1}{\beta}-1)$ $f_2 = 3\beta - 2$ $f_3 = 0$ 如果 $\alpha \le 1.5$，则 $f_1 = 2\left(\frac{1.5}{1-\psi}-1\right)\left(\frac{1}{\beta}-1\right)$ $f_2 = \frac{\psi(1-16f_4^2)}{1-\alpha}$ $f_3 = 0$ $f_4 = (1.5 - Min(1.5;\alpha))^2$	
		$0.75(1-\psi) \le \alpha < 1-\psi$	$f_1 = 0$ $f_2 = 1 + 2.31(\beta-1) - 48\left(\frac{4}{3}-\beta\right)f_4^2$ $f_3 = 3f_4(\beta-1)\left(\frac{f_4}{1.81} - \frac{\alpha-1}{1.31}\right)$ $f_4 = (1.5 - Min(1.5;\alpha))^2$	
	$\psi < 1 - \frac{4\alpha}{3}$	$K_y = 5.972F_{tran}\frac{\beta^2}{1-f_3}$ 式中， $f_3 = f_5\left(\frac{f_5}{1.81} + \frac{1+3\psi}{5.24}\right)$		

		$f_5 = \frac{9}{16}(1 + Max(-1;\psi))^2$		
3 	$1 \geq \psi \geq 0$	$K_x = \frac{4(0.425 + 1/\alpha^2)}{3\psi + 1}$		$C_x = 1$ 对 $\lambda \leq 0.7$ $C_x = \frac{1}{\lambda^2 + 0.51}$ 对 $\lambda > 0.7$
	$0 > \psi > -1$	$K_x = 4(0.425 + 1/\alpha^2)(1 + \psi) - 5\psi(1 - 3.42\psi)$		
4 	$1 \geq \psi \geq -1$	$K_x = \left(0.425 + \frac{1}{\alpha^2}\right)\frac{3 - \psi}{2}$		
5 	-	$\alpha \geq 1.64$	$K_x = 1.28$	

		$\alpha < 1.64$	$K_x = \frac{1}{\alpha^2} + 0.56 + 0.13\alpha^2$	
6 	–	$K_x = 6.97$		$C_x = 1$ 对$\lambda \le 0.83$ $C_x = 1.13\left(\frac{1}{\lambda} - \frac{0.22}{\lambda^2}\right)$ 对$\lambda > 0.83$
7 	–	$K_y = 4 + \frac{2.07}{\alpha^2} + \frac{0.67}{\alpha^4}$		$C_x = 1$ 对$\lambda \le 0.83$ $C_x = 1.13\left(\frac{1}{\lambda} - \frac{0.22}{\lambda^2}\right)$ 对$\lambda > 0.83$
8 	–	$\alpha \ge 4$	$K_x = 4$	$C_x = 1$ 对$\lambda \le 0.83$ $C_x = 1.13\left(\frac{1}{\lambda} - \frac{0.22}{\lambda^2}\right)$ 对$\lambda > 0.83$

		$\alpha < 4$	$K_x = 4 + 2.74\left[\frac{4-\alpha}{3}\right]^4$	
9 	-	K_y 与工况 2 中的相同。		如果 $\alpha < 2$，则 $C_y = C_{y2}$； 如果 $\alpha \geq 2$，则 $C_y = \left(1.06 + \frac{1}{10\alpha}\right)C_{y2}$； 上式中，$C_{y2}$ 是指根据工况 2 计算的 C_y。
10 	–	$\alpha \geq 4$	$K_x = 6.97$	$C_x = 1$ 对 $\lambda \leq 0.83$ $C_x = 1.13\left(\frac{1}{\lambda} - \frac{0.22}{\lambda^2}\right)$ 对 $\lambda > 0.83$
		$\alpha < 4$	$K_x = 6.97 + 3.1\left[\frac{4-\alpha}{3}\right]^4$	

11 	–	$K_\tau = \sqrt{3}\left[5.34 + \frac{4}{\alpha^2}\right]$	$C_\tau = 1$ 对 $\lambda \le 0.84$ $C_\tau = \frac{0.84}{\lambda}$ 对 $\lambda > 0.84$
12 	–	$K_\tau = \sqrt{3}\left\{5.34 + \max\left[\frac{4}{\alpha^2}, \frac{7.15}{\alpha^{2.5}}\right]\right\}$	
13 	–	$K_\tau = K_{\tau case11} r$ $K_{\tau case11}$ 是指按工况 11 计算得到的 K_τ r = 开口折减因子，取作： $r = \left(1 - \frac{d_a}{a}\right)\left(1 - \frac{d_b}{b}\right)$ $\frac{d_a}{a} \le 0.7$ 且 $\frac{d_b}{b} \le 0.7$	

边缘的边界条件：

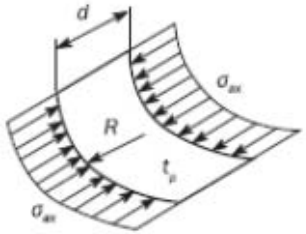
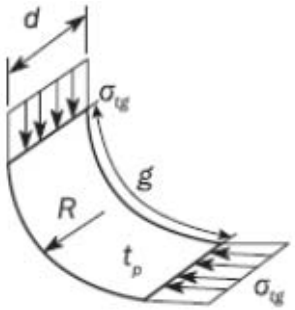
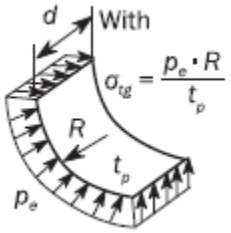
- - - - - - - - - - - - 板边缘自由

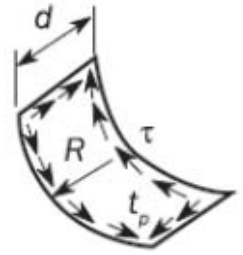
———————— 板边缘简支

▬▬▬▬▬▬▬▬ 板边缘夹紧

注（1）：表中列出的是一般工况，其中的应力分量(σ_x, σ_y)应理解为在局部坐标系中。

具有 $R/t \le 2500$ 的曲面板格的屈曲因子和折减因子　　表 9.5.2.2（3）

工况	长宽比	屈曲因子 K	折减因子 C
1  	$\frac{d}{R} \le 0.5\sqrt{\frac{R}{t_p}}$	$K = 1 + \frac{2}{3}\frac{d^2}{Rt_p}$	对于一般性应用： $C_{ax} = 1$　对　$\lambda \le 0.25$ $C_{ax} = 1.233 - 0.933\lambda$　对　$0.25 < \lambda \le 1$ $C_{ax} = 0.3/\lambda^2$　对　$1 < \lambda \le 1.5$ $C_{ax} = 0.2/\lambda^2$　对　$\lambda > 1.5$ 对于单个曲面区域，其边界由平面板格所围的舭列板，则 $C_{ax} = \frac{0.65}{\lambda^2} \le 1.0$
	$\frac{d}{R} > 0.5\sqrt{\frac{R}{t_p}}$	$K = 0.267\frac{d^2}{Rt_p}\left[3 - \frac{d}{R}\sqrt{\frac{t_p}{R}}\right] \ge 0.4\frac{d^2}{Rt_p}$	
2a  	$\frac{d}{R} \le 1.63\sqrt{\frac{R}{t_p}}$	$K = \frac{d}{\sqrt{Rt_p}} + 3\frac{(Rt_p)^{0.175}}{d^{0.35}}$	对于一般性应用： $C_{tg} = 1$　对　$\lambda \le 0.4$ $C_{tg} = 1.274 - 0.686\lambda$　对　$0.4 < \lambda \le 1.2$ $C_{tg} = \frac{0.65}{\lambda^2}$　对　$\lambda > 1.2$ 对于单个曲面区域，其边界由平面板格所围的舭列板，则 $C_{tg} = \frac{0.8}{\lambda^2} \le 1.0$
2b  p_e 是指外部压力，N/mm^2。	$\frac{d}{R} > 1.63\sqrt{\frac{R}{t_p}}$	$K = 0.3\frac{d^2}{R^2} + 2.25\left(\frac{R^2}{dt_p}\right)^2$	
3  	$\frac{d}{R} \le \sqrt{\frac{R}{t_p}}$	$K = \frac{0.6d}{\sqrt{Rt_p}} + \frac{\sqrt{Rt_p}}{d} - 0.3\frac{Rt_p}{d^2}$	同工况 2a

	$\frac{d}{R} > \sqrt{\frac{R}{t_p}}$	$K = 0.3\frac{d^2}{R^2} + 0.291\left(\frac{R^2}{dt_p}\right)^2$	
4 	$\frac{d}{R} \le 8.7\sqrt{\frac{R}{t_p}}$	$K = \sqrt{3}\sqrt{28.3 + \frac{0.67d^3}{R^{1.5}t_p^{1.5}}}$	$C_\tau = 1$ 对 $\lambda \le 0.4$ $C_\tau = 1.274 - 0.686 \cdot \lambda$ 对 $0.4 < \lambda \le 1.2$ $C_\tau = \frac{0.65}{\lambda^2}$ 对 $\lambda > 1.2$
	$\frac{d}{R} > 8.7\sqrt{\frac{R}{t_p}}$	$K = \sqrt{3}\frac{0.28d^2}{R\sqrt{Rt_p}}$	
边缘的边界条件： - - - - - - - - - - - - 板边缘自由 ———————— 板边缘简支 ▬▬▬▬▬▬▬▬ 板边缘夹紧			
注（1）：对曲面板格，其 C 值不必取小于其按伸展为平面板格所得之值；			

（7）施加在板格上的正应力

施加在板格上用于9.5.2.2（1）中板格能力计算的正应力σ_x和σ_y，N/mm^2，应取为：

① 对于有限元分析，见本章第4节9.4.2.6中的参考应力定义；

② 对于描述性屈曲评估，轴向和横向压应力应根据本章第3节9.3.3.2进行计算，板格载荷计算点定义见《钢质海船入级规范》第9篇第3节5.1；

③ 对于交叉梁系分析，其应力是根据梁理论得到，应根据下式计算得到：

$$\sigma_x = \frac{\sigma_{xb} + \nu\sigma_{yb}}{1-\nu^2}$$

$$\sigma_y = \frac{\sigma_{yb} + \nu\sigma_{xb}}{1-\nu^2}$$

式中：σ_{xb}, σ_{yb}——根据交叉梁系分析得到的分别沿着所连接带板的x和y方向的应力，N/mm^2；

ν——泊松比；

τ——用于9.5.2.2（1）板格能力计算的剪应力，N/mm^2，取作：

① 对于有限元分析，本章第4节9.4.2.6中定义的参考剪应力；

② 对于描述性屈曲评估，根据本章第3节9.3.3.2计算得到的剪应力，板格载荷计算点定义见《钢质海船入级规范》第9篇第3节5.1；

③ 对于交叉梁系分析，所连接屈曲板格的剪应力$\tau = 0$。

9.5.2.3 加强筋

（1）屈曲模式

应对下列屈曲模式进行校核：

① 加强筋失效导致的屈曲失效（SI）；

② 附连板失效导致的屈曲失效（PI）；

（2）扁钢的腹板厚度

为计及局部侧向变形引起的刚度降低，对于扁钢加强筋，在（4）中计算其净截面积A_s、净模量Z和惯性矩I时应该采用以下定义的有效腹板厚度，mm：

$$t_{w_red} = t_w\left(1 - \frac{2\pi^2}{3}\left(\frac{h_w}{s}\right)^2\left(1 - \frac{b_{eff1}}{s}\right)\right)$$

（3）球扁钢的理想化

球扁钢应视为等效的角钢，定义见《钢质海船入级规范》第10篇第3章第6节4.1.1。

（4）极限屈曲能力

当$\sigma_a + \sigma_b + \sigma_w > 0$时，加强筋的极限屈曲能力应根据以下相关方程进行校核：

$$\frac{\gamma_c\sigma_a + \sigma_b + \sigma_w}{R_{eH}} S = 1$$

式中：σ_a——加强筋跨中位置处施加在加强筋及其带板上的有效轴向应力，N/mm^2：

$$\sigma_a = \sigma_x \frac{st_p + A_s}{b_{eff1}t_p + A_s}$$

σ_x——施加在加强筋及其带板上的名义轴向应力，N/mm^2

① 对于有限元分析，σ_x是指将带板中沿着加强筋轴向方向的应力按照（6）的定义修正后的有限元应力；

② 对于描述性评估，σ_x是指根据本章第3节9.3.3.2计算的轴向应力，计算点的定义参见《钢质海船入级规范》第9篇第3节5.2；

③ 对于交叉梁系分析，σ_x是指作用在所连接屈曲板格x方向的应力。

R_{eH}——给定的材料最小屈服应力，N/mm^2

① 对于加强筋导致的失效（SI），$R_{eH} = R_{eH_S}$

② 对于附连板导致的失效（PI），$R_{eH} = R_{eH_P}$

σ_b ——加强筋的弯曲应力，N/mm^2

$$\sigma_b = \frac{M_o + M_1}{1000Z}$$

Z ——加强筋的净剖面模数，包括根据（5）定义的带板有效宽度， cm^3

① 对于加强筋导致的失效（SI），取加强筋翼板顶部计算的剖面模数；

② 对于附连板导致的失效（PI），取带板上计算的剖面模数；

C_{PI} ——附连板导致的失效模式的压力系数：

① 如果侧向压力施加在加强筋背侧，则 $C_{PI} = 1$；

② 如果侧向压力施加在与加强筋同侧，则 $C_{PI} = -1$；

C_{SI} ——加强筋导致的失效模式的压力系数

① 如果侧向压力施加在加强筋背侧，则 $C_{SI} = -1$；

② 如果侧向压力施加在与加强筋同侧，则 $C_{SI} = 1$；

M_1 ——由于侧向压力 P 引起的弯矩，Nmm，

① 对于连续加强筋

$$M_1 = C_i \frac{|P| s\ell^2}{24 \cdot 10^3}$$

② 对于削斜的加强筋

$$M_1 = C_i \frac{|P| s\ell^2}{8 \cdot 10^3}$$

P ——侧向压力，kN/m^2

① 对于有限元屈曲分析，P 是指本章第 4 节 9.4.2.7 中定义的带板平均压力；

② 对于描述性屈曲评估，P 是指在《钢质海船入级规范》第 9 篇第 3 节 5.2 中定义的加强筋载荷计算点处计算得到的压力；

C_i ——压力系数：

① 对于加强筋导致的失效（SI），$C_i = C_{SI}$；

② 对于附连板导致的失效（PI），$C_i = C_{PI}$；

M_0 ——由于加强筋的侧向变形 w 引起的弯矩，Nmm

$$M_0 = F_E \left(\frac{P_z w}{c_f - P_z} \right)，\text{且} c_f - P_z > 0$$

F_E ——加强筋的理想弹性屈曲力，N

$$F_E = \left(\frac{\pi}{\ell} \right)^2 EI \cdot 10^4；$$

I ——加强筋的惯性矩，cm^4，包括按（5）要求的带板有效宽度。I 应符合下面的要求：

$$I \geq \frac{st_p{}^3}{12 \cdot 10^4}；$$

t_p ——净板厚，mm，定义为：

① 对描述性要求: 指两个带板板格的平均厚度；

② 对有限元分析: 指所考虑的加强筋一侧基本板格的厚度；

P_z——由带板上的应力σ_x、σ_y、τ引起的，作用在加强筋中间跨距位置处的名义侧向压力，N/mm^2,

$$P_z = \frac{t_p}{s}\left(\sigma_{xl}\left(\frac{\pi s}{\ell}\right)^2 + 2c\gamma\sigma_y + \sqrt{2}\tau_1\right)$$

$$\sigma_{xl} = \gamma\sigma_x\left(1+\frac{A_s}{st_p}\right)$$

$$\tau_1 = \gamma|\tau| - t_p\sqrt{R_{eH_P}E\left(\frac{m_1}{a^2}+\frac{m_2}{b^2}\right)} \geq 0;$$

σ_y——作用在屈曲板格边缘上沿着y轴方向的应力，N/mm^2，但不小于0；

① 对于有限元分析，σ_y是指根据（6）中定义，在带板中沿着与加强筋垂直方向的修正后的应力；

② 对于描述性评估，σ_y是指根据本章第3节9.3.3.2计算得到的最大压应力，且计算点为《钢质海船入级规范》第9篇第3节5.2中定义的加强筋带板的载荷计算点；

③ 对于交叉梁系分析，σ_y是指作用在所连接屈曲板格y方向的应力。

τ——施加的剪应力，N/mm^2

① 对于有限元分析，τ是指根据本章第4节9.4.2.7定义的带板中的参考剪应力；

② 对于描述性评估，τ是指根据本章第3节9.3.3.2计算得到的剪应力，且计算点为《钢质海船入级规范》第9篇第4节5.2中定义的加强筋带板的载荷计算点；

③ 对于交叉梁系分析，所连接屈曲板格的剪应力$\tau = 0$。

m_1，m_2——系数，取值如下：

① 如果$\alpha \geq 2$，则

$m_1 = 1.47 \quad m_2 = 0.49$

② 如果$\alpha < 2$，则

$m_1 = 1.96 \quad m_2 = 0.37$

c——考虑带板中垂直于加强筋轴线方向应力影响的系数，取为：

① 如果$0 \leq \psi \leq 1$，则$c = 0.5(1+\psi)$；

② 如果 $\psi < 0$，则$c = \dfrac{1}{2(1-\psi)}$。

ψ——根据表9.5.2.2（2）定义的工况2的边缘应力比。

w——加强筋的变形，mm，取为：

$w = w_0 + w_1$

w_0——假定的缺陷，mm，取为：

① 一般情况，$w_0 = \ell/1000$；

② 对两端削斜的加强筋，考虑加强筋导致的失效（SI）$w_0 = -w_{na}$

③ 对两端削斜的加强筋，考虑附连带板导致的失效（PI）$w_0 = w_{na}$

w_{na}——带板中点至计及（5）定义的带板有效宽度的扶强材中和轴的距离。

w_1——由侧向载荷P导致的加强筋在其跨距中点处的变形，mm。如为均布载荷，w_1可取为：

① 一般情况，$w_1 = C_i \dfrac{|P| s \ell^4}{384 \cdot 10^7 EI}$；

② 对于两端削斜的加强筋，$w_1 = C_i \dfrac{5|P| s \ell^4}{384 \cdot 10^7 EI}$。

c_f——加强筋提供的弹性支持，N/mm^2，取为：

$$c_f = F_E \left(\frac{\pi}{\ell} \right)^2 (1 + c_p)$$

$$c_p = \frac{1}{1 + \dfrac{0.91}{c_{xa}} \left(\dfrac{12 I}{s\, t_p^{\,3}} 10^4 - 1 \right)}$$

c_{xa}——系数，取为

① 如果$\ell \geq 2s$，则$c_{xa} = \left[\dfrac{\ell}{2s} + \dfrac{2s}{\ell} \right]^2$；

② 如果$\ell < 2s$，则 $c_{xa} = \left[1 + \left(\dfrac{\ell}{2s} \right)^2 \right]^2$。

σ_w——扭转变形引起的应力，N/mm^2，取为：

① 对于加强筋导致的失效（SI）

$$\sigma_w = E y_w \left(\frac{t_f}{2} + h_w \right) \Phi_0 \left(\frac{\pi}{\ell} \right)^2 \left(\frac{1}{1 - \dfrac{0.4 R_{eH_S}}{\sigma_{ET}}} - 1 \right)$$

② 对于附连带板导致的失效（PI）

$\sigma_w = 0$

y_w——从加强筋横截面中心到加强筋翼板自由边缘的距离，mm，取为：

① 对扁钢，$y_w = \dfrac{t_w}{2}$；

② 对角钢和球扁钢，$y_w = b_f - \dfrac{h_w t_w^2 + t_f b_f^2}{2 A_s}$；

③ 对 T 型材，$y_w = \dfrac{b_f}{2}$。

Φ_0——系数，取为：

$$\Phi_0 = \frac{\ell}{h_w} 10^{-3}$$

σ_{ET}——扭转屈曲参考应力，N/mm^2

$$\sigma_{ET} = \frac{E}{I_p} \left(\frac{\varepsilon \pi^2 I_\omega 10^2}{\ell^2} + 0.385 I_T \right)$$

I_p——加强筋的净极惯性矩，cm^4，按表 9.2.5.3 定义，且与图 9.5.1.1 所示的点 C 相关。

I_T——加强筋的净圣维南惯性矩，cm^4，按表 9.2.5.3 定义。

I_ω——加强筋净扇形惯性矩，cm^6，按表 9.2.5.3 定义，且与图 9.5.1.1 所示的点 C 相

关。

ε ——固定程度，取为：

$$\varepsilon = 1 + \frac{\left(\frac{\ell}{\pi}\right)^2 10^{-3}}{\sqrt{I_\omega \left(\frac{0.75s}{t_p^3} + \frac{e_f - 0.5t_f}{t_w^3}\right)}}$$

A_w ——腹板净面积，mm^2；

A_f ——翼板净面积，mm^2；

其他参数见 9.5.1.1。

惯性矩 **表 9.2.5.3**

剖面特性	扁钢(1)	球扁钢、角钢和 T 型材
I_P	$\frac{h_w^3 t_w}{3 \cdot 10^4}$	$\left(\frac{A_w (e_f - 0.5t_f)^2}{3} + A_f e_f^2\right) 10^{-4}$
I_T	$\frac{h_w t_w^3}{3 \cdot 10^4}\left(1 - 0.63\frac{t_w}{h_w}\right)$	$\frac{(e_f - 0.5t_f) t_w^3}{3 \cdot 10^4}\left(1 - 0.63\frac{t_w}{e_f - 0.5t_f}\right)$ + $\frac{b_f t_f^3}{3 \cdot 10^4}\left(1 - 0.63\frac{t_f}{b_f}\right)$
I_ω	$\frac{h_w^3 t_w^3}{36 \cdot 10^6}$	对球扁钢和角钢：$\frac{A_f e_f^2 b_f^2}{12 \cdot 10^6}\left(\frac{A_f + 2.6A_w}{A_f + A_w}\right)$ 对 T 型材：$\frac{b_f^3 t_f e_f^2}{12 \cdot 10^6}$
注（1）：t_w 为腹板净厚度，mm，本表不用于 9.5.2.3(2)中定义的 t_{w_red}。		

（5）有效带板宽度

加强筋的有效带板宽度，b_{eff}，mm，应取为：

① 当 $\sigma_x > 0$ 时：

对于有限元分析 $b_{eff} = \min\left(C_x b, \chi_s s\right)$

对于描述性评估 $b_{eff} = \min\left(\frac{C_{x1} b_1 + C_{x2} b_2}{2}, \chi_s s\right)$

② 当 $\sigma_x \le 0$ 时：

$b_{eff} = \chi_s s$

式中：χ_s ——有效宽度系数，取为：

如果 $\frac{\ell_{eff}}{s} \ge 1$，则

$$\chi_s = \min\left[\frac{1.12}{1+\frac{1.75}{\left(\frac{\ell_{eff}}{s}\right)^{1.6}}};1.0\right]$$

如果$\frac{\ell_{eff}}{s}<1$，则

$$\chi_s = 0.407\frac{\ell_{eff}}{s}$$

l_{eff}——加强筋有效长度，N/mm^2，取为：

① 对于两端固支的加强筋，$\ell_{eff}=\frac{\ell}{\sqrt{3}}$；

② 对于一端简支、一端固支的加强筋，$\ell_{eff}=0.75\ell$；

③ 对于两端简支的加强筋，$\ell_{eff}=\ell$；

（6）针对加强筋能力的有限元修正应力

当根据本章第 4 节 9.4.2.6 有限元分析得到的参考应力σ_x和σ_y都是压应力时，应根据下列公式进行修正：

① 如果$\sigma_x<\nu\sigma_y$，则：

$$\sigma_{xcor}=0$$

$$\sigma_{ycor}=\sigma_y$$

② 如果$\sigma_y<\nu\sigma_x$，则：

$$\sigma_{xcor}=\sigma_x$$

$$\sigma_{ycor}=0$$

③ 对于其他情况，则：

$$\sigma_{xcor}=\sigma_x-\nu\sigma_y$$

$$\sigma_{ycor}=\sigma_y-\nu\sigma_x$$

9.5.2.4 主要支撑构件

（1）开口处腹板

开口处主要支撑构件腹板的屈曲评估应基于轴向压应力和剪切应力的联合作用。

与开口两边邻接的腹板应视为单独的非加筋板格，如表 9.5.2.4 所示。

应采用 9.5.2.2（1）的相关方程，且：

$$\sigma_x=\sigma_{av}$$

$$\sigma_y=0$$

$$\tau=\tau_{av}$$

式中：σ_{av}——按表 9.5.2.2(2)中的工况 1、2 或 3，所考虑腹板区域内的平均压应力，N/mm^2；

τ_{av}——按表 9.5.2.2(2)中的工况 11 或 13，所考虑腹板区域内的平均剪切应力，N/mm^2；

可应用表 9.5.2.4 计算加权平均剪应力τ_{av}：

1) 如果模型中建立了主要支撑构件上开口的模型：

① 对于构形 a)，当应用工况 13 时，

- 对 P1： $\tau_{av} = \tau_{av}(P1)(h-h_0)/h$
- 对 P2： $\tau_{av} = \tau_{av}(P2)(h-h_0)/h$

② 对于构形 b)，当应用工况 11 时，

- 对 P1： $\tau_{av} = \tau_{av}(P1)$
- 对 P2： $\tau_{av} = \tau_{av}(P2)$

③ 对于构形 c)，

- 对 P1，当应用工况 13 时： $\tau_{av} = \tau_{av}(P1)(h-h_0)/h$
- 对 P2，当应用工况 13 时： $\tau_{av} = \tau_{av}(P2)(h-h_0)/h$
- 对 P3，当应用工况 11 时： $\tau_{av} = \tau_{av}(P3)$

2) 如果模型中没有建立主要支撑构件上开口的模型：

① 对于构形 a)，当应用工况 13 时，

- $\tau_{av} = \tau_{av}(web)$

② 对于构形 b)，当应用工况 11 时，

- 对 P1： $\tau_{av} = \tau_{av}(P1)h/(h-h_0)$
- 对 P2： $\tau_{av} = \tau_{av}(P2)h/(h-h_0)$

③ 对于构形 c)，

- 对 P1，当应用工况 13 时： $\tau_{av} = \tau_{av}(web)$
- 对 P2，当应用工况 13 时： $\tau_{av} = \tau_{av}(web)$
- 对 P3，当应用工况 11 时： $\tau_{av} = \tau_{av}(P3)h/(h-h_0)$

式中：h ——开口处主要支撑构件腹板的高度，m；

h_0——沿着腹板深度方向测量的开口的高度，m；

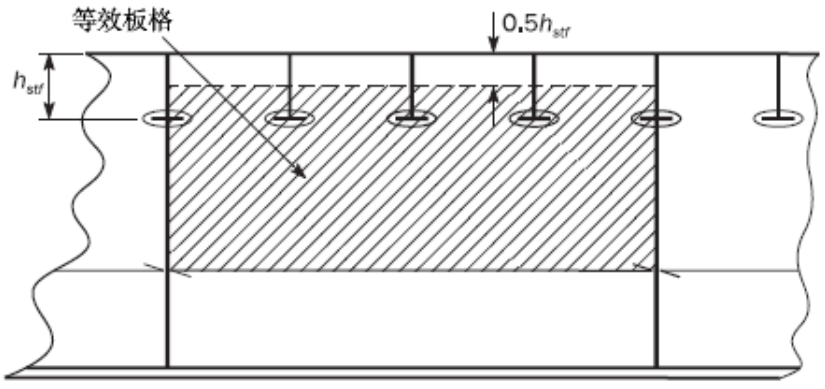
$\tau_{av}(P1), \tau_{av}(P2), \tau_{av}(P3)$ ——表 9.5.2.4 中所示的 P1、P2、P3 区域的加权平均剪应力，N/mm^2；

$t_{av}(web)$——表 9.5.2.4 中在腹板上用点划线标识的矩形区域的加权平均剪应力，N/mm^2。

（2）开口处腹板的折减因子

与开口两边邻接的腹板板格的折减因子 C_x 或 C_y 与 C_τ 组合，应按表 9.5.2.4 所示选取。

（3）主要支撑构件的腹板有与之垂直的加强筋穿过，则应根据图 9.5.2.4 将其理想化为等效板格。

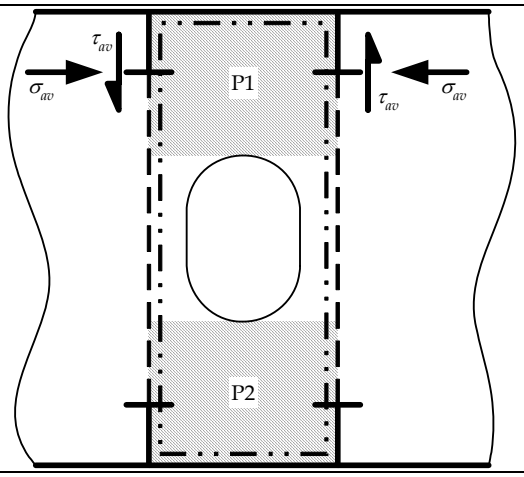
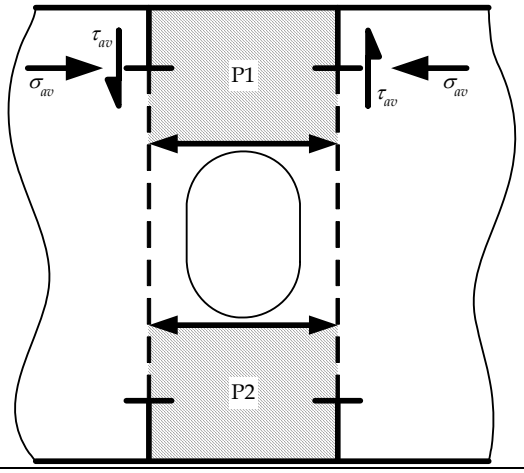
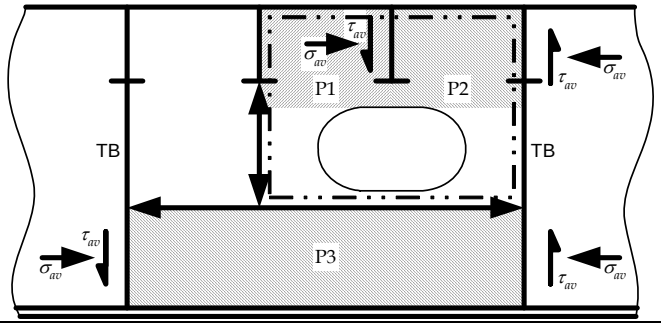


注：板格宽度的校正也适用于其他有或无领板的开孔形式，但腹板 / 领板须连到经过的扶强材上。

图 9.5.2.4 腹板的理想化

折减因子 **表 9.5.2.4**

构形	C_x，C_y	C_τ
(a) 边缘未加强	对于 P1 和 P2 区域，	对于标注为

	应采用各自的折减因子，按表 9.5.2.2（3）中 的工况 3 选取，且板边应力比取 ψ＝1.0。	 的区域，P1 和 P2 区域应采用共同的折减因子，且按表 9.5.2.2（3）中 的工况 13 选取。
(b) 边缘有加强 	对于 P1 和 P2 区域，应采用独自的折减因子，按表 9.5.2.2（3）中 的工况 3 选取，且为： C_x，按工况 1；或 C_y，按工况 2。 且板边应力比取 ψ＝1.0。	对于 P1 和 P2 区域，应采用独自的折减因子，按表 9.5.2.2（3）中 的工况 11 选取
(c) 腹板上开口示例 	板格 P1 和 P2 应按照（a）评估；板格 P3 应按照（b）评估	
注：1. 腹板开口处屈曲评估应考虑的板格如图中阴影所示，编号为 P1、P2 等。		

9.5.2.5 承受轴向应力和弯曲应力组合作用的独立构件

（1）对于承受轴向拉伸和弯曲组合作用的独立构件，其极限状态应基于下面的相关方程。

对于圆管构件：

$$\gamma_c \frac{\sigma_a + \sqrt{\sigma_{by}^2 + \sigma_{bz}^2}}{R_{eH}} = 1.0$$

对于非圆管构件：

$$\gamma_c \frac{\sigma_a + \sigma_{by} + \sigma_{bz}}{R_{eH}} = 1.0$$

式中：γ_c——失效时的应力倍增因子；

σ_a——轴向拉伸应力，N/mm^2；

σ_b ——弯曲应力，N/mm^2；

σ_{by} σ_{bz} ____构件关于横截面 y 和 z 轴的弯曲应力，N/mm^2；

R_{eH} ——材料最小屈服应力，N/mm^2。

（2）对于承受轴向压缩和弯曲组合作用的独立构件，其极限状态应基于下面的相关方程。

对于圆管构件：

当 $\dfrac{\sigma_a}{[\sigma_a]} \le 0.15$ 时，
$$\gamma_{c1}\left(\frac{\sigma_a}{\min(R_{eH},\sigma_{cr},\sigma_{l_cr})}+\frac{\sqrt{\sigma_{by}^2+\sigma_{bz}^2}}{\min(R_{eH},\sigma_{l_cr})}\right)=1.0$$

当 $\dfrac{\sigma_a}{[\sigma_a]} > 0.15$ 时，
$$\gamma_{c1}\frac{\sigma_a}{\min(R_{eH},\sigma_{cr},\sigma_{l_cr})}+\gamma_{c1}\frac{\sqrt{\left(\dfrac{C_{my}\sigma_{by}}{(1-\dfrac{\sigma_a}{\sigma'_{ey}})}\right)^2+\left(\dfrac{C_{mz}\sigma_{bz}}{(1-\dfrac{\sigma_a}{\sigma'_{ez}})}\right)^2}}{\min(R_{eH},\sigma_{l_cr})}=1.0$$

此外，构件端部还应满足：
$$\gamma_{c2}\frac{\sigma_a}{R_{eH}}+\frac{\sqrt{\sigma_{by}^2+\sigma_{bz}^2}}{\min(R_{eH},\sigma_{l_cr})}=1.0$$
$$\gamma_c=\min(\gamma_{c1},\gamma_{c2})$$

对于非圆管构件：

当 $\dfrac{\sigma_a}{[\sigma_a]} \le 0.15$ 时，
$$\gamma_{c1}\left(\frac{\sigma_a}{\min(R_{eH},\sigma_{cr},\sigma_{l_cr})}+\frac{\sigma_{by}+\sigma_{bz}}{\min(R_{eH},\sigma_{l_cr})}\right)=1.0$$

当 $\dfrac{\sigma_a}{[\sigma_a]} > 0.15$ 时，
$$\gamma_{c1}\frac{\sigma_a}{\min(R_{eH},\sigma_{cr},\sigma_{l_cr})}+\gamma_{c1}\frac{\dfrac{C_{my}\sigma_{by}}{(1-\dfrac{\sigma_a}{\sigma'_{ey}})}+\dfrac{C_{mz}\sigma_{bz}}{(1-\dfrac{\sigma_a}{\sigma'_{ez}})}}{\min(R_{eH},\sigma_{l_cr})}=1.0$$

此外，构件端部还应满足：
$$\gamma_{c2}\frac{\sigma_a}{R_{eH}}+\frac{\sigma_{by}+\sigma_{bz}}{\min(R_{eH},\sigma_{l_cr})}=1.0$$
$$\gamma_c=\min(\gamma_{c1},\gamma_{c2})$$

式中：γ_{c1} γ_{c2} γ_c——不同失效模式对应的应力倍增因子，γ_c 取 γ_{c1} γ_{c2} 的较小值；

σ_a ——轴向应力，N/mm^2；

σ_{by} σ_{bz} ——构件关于横截面 y 和 z 轴的弯曲应力，N/mm2；

R_{eH} ——材料最小屈服应力，N/mm^2。

σ'_{ey} ——构件关于横截面 y 轴的折减欧拉应力，N/mm^2；
$$\sigma'_{ey}=\frac{12\pi^2E}{23(K_yl_y/r_y)^2}$$

σ'_{ez} ——构件关于横截面 z 轴的折减欧拉应力，N/mm^2；
$$\sigma'_{ez}=\frac{12\pi^2E}{23(K_zl_z/r_z)^2}$$

E ——弹性模量，取为 2.06×10^5N/mm^2；

l_y ——杆件关于横剖面 y 轴的平面内无支撑长度，mm；

l_z ——杆件关于横剖面 z 轴的平面内无支撑长度，mm；

r_y ——杆件对应于 l_y 的横剖面回转惯性半径，mm；

r_z ——杆件对应于 l_z 的横剖面回转惯性半径，mm；

K_y ——杆件的有效长度系数，根据长度 l_y 两端的支持情况计算，见表 9.5.2.5；

K_z ——杆件的有效长度系数，根据长度 l_z 两端的支持情况计算，见表 9.5.2.5；

C_m ——计算弯矩作用平面内屈曲时的等效弯矩系数（C_{my} 对应于 XOY 平面弯矩、C_{mz} 对应于 XOZ 平面弯矩），按以下确定：

（1）弯矩作用平面内有侧移的刚架压杆，$C_m = 0.85$；

（2）无侧移刚架压杆：

① 无横向载荷作用时，可选择如下：

$$C_m = 0.6 - 0.4\frac{M_1}{M_2}$$，且不小于 0.4

式中：M_1 和 M_2 为两个端部的面内弯矩，使构件产生反向曲率（有反弯点）时取同号，使构件产生同向曲率（无反弯点）时取异号，且 $|M_2| \geq |M_1|$；

② 有横向载荷作用时，代替严格分析，可选择如下：

（a）两端有约束转动的构件，$C_m = 0.85$；

（b）两端无约束转动的构件，$C_m = 1.0$。

注：① 无侧移刚架系指刚架中设有支撑结构，且其抗侧移刚度不小于刚架本身（去除支撑结构后）抗侧移刚度的 5 倍者；

② 有侧移刚架系指刚架中未设有支撑结构，或支撑结构的抗侧移刚度小于刚架本身（去除支撑结构后）抗侧移刚度的 5 倍者。

σ_{cr} ——最小临界屈曲应力，N/mm^2，见 9.5.3.1。

σ_{l_cr} ——局部临界屈曲应力，N/mm^2；

（1）对于不设或加设环筋的圆柱壳，如 $\frac{D}{t} \leq 60$，则不需校核局部屈曲，

对于 $\frac{D}{t} < 300$ 且 t≥6mm 的圆柱壳，其局部临界屈曲应力 σ_{l_cr} 可取下列各式结果小者：

弹性屈曲：$\sigma_{l_cr} = \dfrac{0.6Et}{D}$ N/mm^2；

非弹性屈曲：$\sigma_{l_cr} = \begin{cases} R_{eH} & D/t \leq 60 \\ \left(1.64 - 0.23\sqrt[4]{D/t}\right)R_{eH} & D/t > 60 \end{cases}$ N/mm^2；

（2）型材腹板和面板的局部屈曲

① 如扶强材满足以下要求，则可不必考虑扶强材本身的局部屈曲：

a 轧制型钢；或

b 扁钢：

$$\frac{h_w}{t_w} \leq 0.45\sqrt{\frac{E}{R_{eH}}}$$

c 带翼板扶强材：

扶强材翼板：$\dfrac{b_f}{t_f} \leq 0.45\sqrt{\dfrac{E}{R_{eH}}}$

扶强材腹板：$\dfrac{h_w}{t_w} \leq 1.4\sqrt{\dfrac{E}{R_{eH}}}$

式中：h_w——扶强材腹板高度，mm；

t_w——扶强材腹板厚度，mm；

t_f——扶强材面板厚度，mm；

b_f——对角钢取面板的宽度，对 T 型材取面板的半宽，mm；

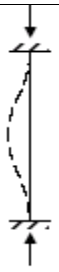
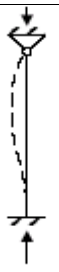
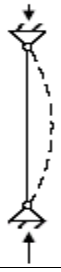
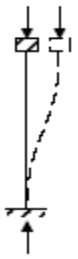
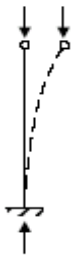
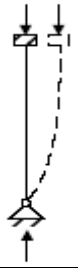
E、R_{eH} 同上。

② 对不满足上述①的扶强材，其局部屈曲的理想弹性屈曲应力 σ_{l_cr} 可按下式计算：

$$\sigma_{l_cr}=\begin{cases}3.8E(\dfrac{t_w}{h_w})^2 & \text{N/ mm}^2 \quad \text{对腹板}\\ 0.9[0.43+(\dfrac{b_t}{l})^2]E(\dfrac{t_f}{b_f})^2 & \text{N/ mm}^2 \quad \text{对面板}\end{cases}$$

式中：符号同①。

杆件的有效长度系数 *K* **表 9.5.2.5**

	无侧移			有侧移		
杆件的失稳形式（虚线表示）						
理论值	0.50	0.70	1.00	1.00	2.00	2.00
理想条件下，K 的推荐值	0.65	0.80	1.00	1.20	2.10	2.00

端部约束条件	线位移	角位移
	固定	固定
	固定	自由
	自由	固定
	自由	自由

9.5.3 支杆、支柱和横撑材和独立构件

9.5.3.1 屈曲利用因子

对于轴向受压的支杆、支柱和横撑材，其屈曲利用因子 η 应取为：

$$\eta=\frac{\sigma_{aV}}{\sigma_{cr}}$$

式中：σ_{av}——构件中的平均压应力，N/mm^2；

σ_{cr}——最小临界屈曲应力，N/mm^2，取为：

（1）$\sigma_{cr}=\sigma_E$，　对 $\sigma_E\le 0.5R_{\text{eH_S}}$

（2）$\sigma_{cr}=\left(1-\dfrac{R_{\text{eH_S}}}{4\sigma_E}\right)R_{\text{eH_S}}$，　对 $\sigma_E>0.5R_{\text{eH_S}}$

σ_E——最小弹性受压屈曲应力，N/mm^2，对各个屈曲模式分别给出，见 9.5.3.2 至 9.5.3.4。

R_{eH_S}——规定的材料最小屈服应力，N/mm^2。对于组合构件，应采用规定的材料最小屈服应力的小者。

9.5.3.2 弹性柱屈曲应力

轴向受压构件的弹性柱屈曲应力σ_{EC}，N/mm^2，应取为：

$$\sigma_{EC} = \pi^2 E f_{end} \frac{I}{A\ell_{pill}^2} 10^{-4}$$

式中：I——横截面的最小净惯性矩， cm^4；

A——构件的净横截面积， cm^2；

ℓ_{pill}——构件的长度， m，取为：

（1）对于支柱和支杆：构件的无支撑长度；

（2）对于横撑材：

① 对于中货油舱室的横撑材：在连接横撑材水平加强筋的右舷和左舷纵舱壁的纵向加强筋面板间距离；

② 对于边舱的撑材：在连接横撑材水平加强筋的纵舱壁的纵向加强筋面板至内壳板之间的距离；

f_{end}——端部约束因子，取为：

① 对于支柱和支杆：

$f_{end} = 1.0$，两端铰支；

$f_{end} = 2.0$，一端铰支，另一端固定；

$f_{end} = 4.0$，两端固定；

② 对于横撑材

$f_{end} = 2.0$

如支柱的端部装设有效的肘板，则可视为固定。该肘板应由比支柱弯曲刚度大的构件支持。

9.5.3.3 弹性扭转屈曲应力

轴向受压构件的弹性扭转屈曲应力σ_{ET}，N/mm^2，取为：

$$\sigma_{ET} = \frac{GI_{sv}}{I_{pol}} + \frac{\pi^2 f_{end} E c_{warp}}{I_{pol}\ell_{pill}^2} 10^{-4}$$

式中： I_{SV}——净圣维南惯性矩， cm^4，对于一些横截面示例参见表9.5.3.4；

I_{pol}——关于横截面剪切中心的净极惯性矩，cm^4，$I_{pol} = I_y + I_z + A(y_0^2 + z_0^2)$；

c_{wap}——翘曲常数，cm^6，对于一些横截面示例参见表9.5.3.4；

ℓ_{pill}——构件的长度， m，定义见9.5.3.2；

y_0——相对于横剖面形心的剪切中心位置y坐标，cm^6，对于一些横截面示例参见表9.5.3.4；

z_0——相对于横截面形心的剪切中心位置z坐标，cm^6，对于一些横截面示例参见表9.5.3.4；

A——净横截面积， cm^2，定义见9.5.3.2；

I_y——关于y轴的净惯性矩，cm^4；

I_z——关于z轴的净惯性矩，cm^4。

9.5.3.4 弹性扭转/柱屈曲应力

对于形心和剪切中心不重合的横剖面，应校核扭转和柱屈曲模式之间的相互作用。对应于轴向受压的弹性扭转/柱屈曲应力σ_{ETF}应取为：

$$\sigma_{ETF}=\frac{1}{2\varsigma}\left[(\sigma_E+\sigma_{ET})-\sqrt{(\sigma_E+\sigma_{ET})^2-4\varsigma\sigma_E\sigma_{ET}}\right]$$

式中：ς ——系数，取值为：

$$\zeta=1-\frac{\left(y_0^2+z_0^2\right)A}{I_{pol}}$$

y_0 ——相对于横剖面形心的剪切中心位置，cm，定义见 9.5.3.3；

z_0 ——相对于横剖面形心的剪切中心位置，cm，定义见 9.5.3.3；

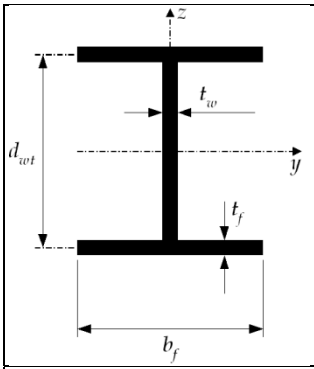
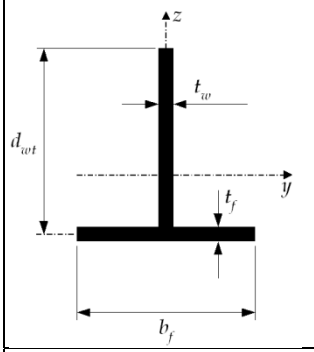
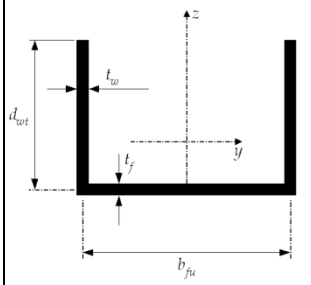
A ——净横剖面积， m，定义见 9.5.3.2；

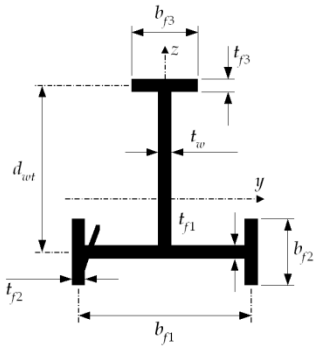
I_{pol} ——关于横剖面剪切中心的净极惯性矩，cm^4，定义见 9.5.3.3；

σ_{EC} ——弹性柱屈曲应力，定义见 9.5.3.2；

σ_{ET} ——弹性扭转屈曲应力，定义见 9.5.3.2。

横剖面属性 **表 9.5.3.4**

	$I_{sv}=\frac{1}{3}\left(2b_f t_f^3+d_{wt}t_w^3\right)10^{-4}$ cm^4
	$c_{warp}=\frac{d_{wt}^2 b_f^3 t_f}{24}10^{-6}$ cm^6
	$I_{sv}=\frac{1}{3}\left(b_f t_f^3+d_{wt}t_w^3\right)10^{-4}$ cm^4
	$y_0=0$ cm $z_0=-\frac{0.5d_{wt}^2 t_w}{d_{wt}t_w+b_f t_f}10^{-1}$ cm $c_{warp}=\frac{b_f^3 t_f^3+4d_{wt}^3 t_w^3}{144}10^{-6}$ cm^6
	$I_{sv-net50}=\frac{1}{3}\left(b_{fu}t_f^3+2d_{wt}t_w^3\right)10^{-4}$ cm^4
	$y_0=0$ cm $z_0=-\frac{d_{wt}^2 t_w 10^{-1}}{2d_{wt}t_w+b_f t_f}-\frac{0.5d_{wt}^2 t_w 10^{-1}}{d_{wt}t_w+b_f t_f/6}$ cm $c_{warp}=\frac{b_{fu}^2 d_{wt}^3 t_w\left(3d_{wt}t_w+2b_{fu}t_f\right)}{12\left(6d_{wt}t_w+b_{fu}t_f\right)}10^{-6}$ cm^6

<table>
<tr><td rowspan="2">
</td><td>$$I_{sv}=\frac{1}{3}\left(b_{f1}t_{f1}^3+2b_{f2}t_{f2}^3+b_{f3}t_{f3}^3+d_{wt}t_w^3\right)10^{-4}\quad \text{cm}^4$$</td></tr>
<tr><td>$$y_0=0\quad \text{cm}$$
$$z_0=z_s-\frac{\left(b_{f3}d_{wt}t_{f3}+0.5d_{wt}^2t_w\right)10^{-1}}{d_{wt}t_w+b_{f1}t_{f1}+2b_{f2}t_{f2}+b_{f3}t_{f3}}\quad \text{cm}$$
$$C_{warp}=I_{f1}Z_S^2+\frac{I_{f2}b_{f1}^2}{200}+I_{f3}\left(\frac{d_{wt}}{10}-Z_s\right)^2\quad \text{cm}^6$$
$$I_{f1}=\left(\frac{\left(b_{f1}-t_{f2}\right)^3t_{f1}}{12}+\frac{b_{f2}t_{f2}b_{f1}^2}{2}\right)10^{-4}\quad \text{cm}^4$$
$$I_{f2}=\frac{b_{f2}^3t_{f2}}{12}10^{-4}\quad \text{cm}^4$$
$$I_{f3}=\frac{b_{f3}^3t_{f3}}{12}10^{-4}\quad \text{cm}^4$$
$$z_s=\frac{I_{f3}d_{wt}}{I_{f1}+I_{f3}}10^{-1}\quad \text{cm}$$</td></tr>
<tr><td colspan="2">注（1）：所有尺寸单位为 mm；
（2）：其他类型剖面的属性应直接计算确定。</td></tr>
</table>

9.5.4 槽型舱壁

9.5.4.1 槽型舱壁的面板和腹板的屈曲利用因子应基于组合轴向压应力和剪应力计算。应根据 9.5.2.2（1）给出的相关曲线，并采用下列系数：

$$\alpha=2$$

$$\psi_x=\psi_y=1$$

附录 1 基于应力的参考应力

1.1 一般规定

1.1.1 符号说明

a 本章第 5 节中定义的板格长边长度，mm

b 本章第 5 节中定义的板格短边长度，mm

A_i 屈曲板格中第 i 个板单元的面积，mm^2。

n 屈曲板格中的板单元数。

σ_{xi} 作用在屈曲板格短边方向，在第 i 个板单元的形心位置沿着 x 方向的实际应力，N/mm^2。

σ_{yi} 作用在屈曲板格长边方向，在第 i 个板单元的形心位置沿着 y 方向的实际应力，N/mm^2。

ψ 边缘应力比，定义见本章第 5 节。

τ_i 屈曲板格第 i 个板单元形心位置处的实际膜剪应力，N/mm^2。

1.1.2 基于应力的方法

1.1.2.1 本附录给出了一种根据线性最小二乘法计算屈曲板格边缘应力的方法。该方法称为应力法。参考应力是指将板单元中心处的应力变换到所考虑屈曲板格局部坐标系下的应力分量。

1.1.2.2 定义

规则板格是指形状为矩形的板格。非规则板格是指不规则的板格，详见本章第 4 节 9.4.2.5。

1.1.3 应力施加

1.1.3.1 规则板格

如果一个规则板格满足如下条件，则其参考应力应按照 1.2.1 针对规则板格的定义进行选取：

（1）在规则板格长边 a 的每 1/3 部分中，都至少包括一个板单元的形心；

（2）在沿着板格的局部 x 坐标方向，该单元的形心与相邻的 1/3 板格部分中的至少一个单元形心的距离应不小于 a/4。

否则，其参考应力应按照 1.2.2 针对非规则板格的定义进行选取。

1.1.3.2 非规则板格

非规则板格的参考应力应按照 1.2.2 的定义进行选取。

1.2 参考应力

1.2.1 规则板格

1.2.1.1 纵向应力

作用在屈曲板格短边上的纵向应力σ_x应根据如下方法进行计算：

对于板件的屈曲校核，将$\sigma_x(x)$的分布假设为如下二阶多项式曲线形式：

$$\sigma_x = Cx^2 + Dx + E$$

应力$\sigma_x(x)$的最佳拟合曲线可以考虑将各个单元的面积作为加权因子的面积加权平方差$\prod$为最小得到：

$$\Pi = \sum_{i=1}^{n} A_i \left[\sigma_{xi} - (Cx^2 + Dx + E) \right]^2$$

上式中的未知系数 C、D 和 E 应使得 $\prod$ 分别对 C、D 和 E 的第一阶偏导数为零，即

$$\frac{\partial \Pi}{\partial C} = 2\sum_{i=1}^{n} A_i x_i^2 \left[\sigma_{xi} - (Cx_i^2 + Dx_i + E) \right] = 0$$

$$\frac{\partial \Pi}{\partial D} = 2\sum_{i=1}^{n} A_i x_i \left[\sigma_{xi} - (Cx_i^2 + Dx_i + E) \right] = 0$$

$$\frac{\partial \Pi}{\partial E} = 2\sum_{i=1}^{n} A_i \left[\sigma_{xi} - (Cx_i^2 + Dx_i + E) \right] = 0$$

未知系数 C、D 和 E 可以通过联立求解上述方程组得到。

$$\sigma_{x,1} = \frac{1}{b}\int_0^b \sigma_x(x)dx = \frac{b^2}{3}C + \frac{b}{2}D + E$$

$$\sigma_{x,2} = \frac{1}{b}\int_{a-b}^{a} \sigma_x(x)dx = \left(a^2 - ab + \frac{b^2}{3} \right)C + \left(a - \frac{b}{2} \right)D + E$$

如果 $-D/2C < b/2$ 或者 $-D/2C > a - b/2$，则 σ_{x3} 应予以忽略。否则，σ_{x3} 应取为：

$$\sigma_{x,3} = \frac{1}{b}\int_{x_{\min}}^{x_{\max}} \sigma_x(x)dx = \frac{b^2}{12}C - \frac{D^2}{4C} + E$$

上式中，

$$x_{\min} = -\frac{b}{2} - \frac{D}{2C}$$

$$x_{\max} = \frac{b}{2} - \frac{D}{2C}$$

纵向应力应为：

$$\sigma_x = \max(\sigma_{x,1}; \sigma_{x,2}; \sigma_{x,3})$$

边缘应力比应为：

$$\psi_x = 1$$

对于加强筋的屈曲评估，作用在附连板短边上的应力 $\sigma_x(x)$ 应为：

$$\sigma_x = \frac{\sum_{1}^{n} A_i \sigma_{xi}}{\sum_{1}^{n} A_i}$$

应力 σ_x 的边缘应力比等于 1.0。

1.2.1.2 横向应力

施加在屈曲板格长边上的横向应力 σ_y，应通过对所考虑屈曲板格内的所有单元的横向应力进行插值计算到短边边缘上得到。

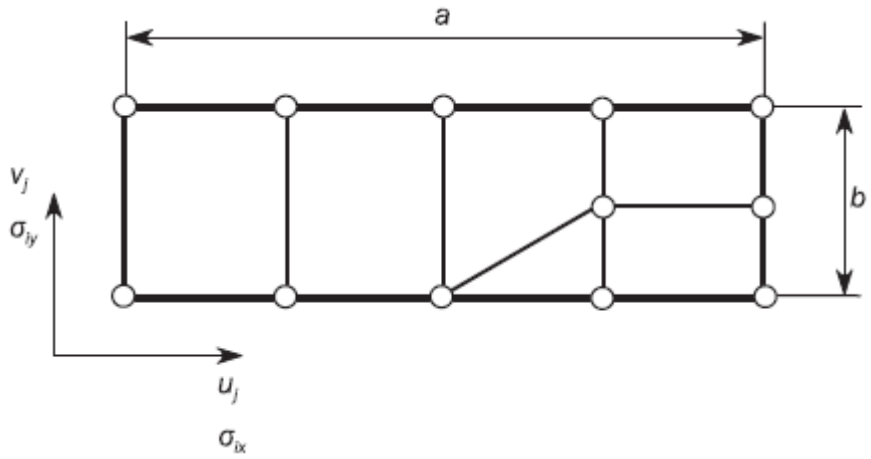


图 1.2.1.2　屈曲板格

$\sigma_y(x)$ 的分布假设为直线，即

$$\sigma_y(x) = A + Bx$$

$\sigma_y(x)$ 的最佳拟合曲线应通过最小二乘法，考虑将各个单元的面积作为加权因子的面积加权平方差 Π 为最小得到

$$\Pi = \sum_{i=1}^{n} A_i \left[\sigma_{yi} - (A + Bx_i) \right]^2$$

未知数 A 和 B 应使得 Π 分别对 A 和 B 的第一阶偏导数为零。

$$\frac{\partial \Pi}{\partial A} = 2\sum_{i=1}^{n} A_i \left[\sigma_{yi} - (A + Bx_i) \right] = 0$$

$$\frac{\partial \Pi}{\partial B} = 2\sum_{i=1}^{n} A_i x_i \left[\sigma_{yi} - (A + Bx_i) \right] = 0$$

求解上述两个方程，可以得到未知数 A 和 B 如下：

$$\begin{cases} A = \dfrac{\left(\sum_{i=1}^{n} A_i \sigma_{yi}\right)\left(\sum_{i=1}^{n} A_i x_i^2\right) - \left(\sum_{i=1}^{n} A_i x_i\right)\left(\sum_{i=1}^{n} A_i x_i \sigma_{yi}\right)}{\left(\sum_{i=1}^{n} A_i\right)\left(\sum_{i=1}^{n} A_i x_i^2\right) - \left(\sum_{i=1}^{n} A_i x_i\right)^2} \\ B = \dfrac{\left(\sum_{i=1}^{n} A_i\right)\left(\sum_{i=1}^{n} A_i x_i \sigma_{yi}\right) - \left(\sum_{i=1}^{n} A_i x_i\right)\left(\sum_{i=1}^{n} A_i \sigma_{yi}\right)}{\left(\sum_{i=1}^{n} A_i\right)\left(\sum_{i=1}^{n} A_i x_i^2\right) - \left(\sum_{i=1}^{n} A_i x_i\right)^2} \end{cases}$$

$$\sigma_y = \max(A, A + Ba)$$

如果 $\sigma_y \geq 0$，则 $\psi_y = \dfrac{\min(A, A + Ba)}{\max(A, A + Ba)}$

如果 $\sigma_y < 0$，则 $\psi_y = 1$

1.2.1.3　剪应力

剪应力 τ 应采用面积加权平均方法，根据下式计算得到：

$$\tau = \frac{\sum_{1}^{n} A_i \tau_i}{\sum_{1}^{n} A_i}$$

1.2.2 非规则板格

1.2.2.1 参考应力

纵向、横向和剪应力都应采用面积加权平均方法，根据下式计算得到：

$$\sigma_x = \frac{\sum_{1}^{n} A_i \sigma_{xi}}{\sum_{1}^{n} A_i}$$

$$\sigma_y = \frac{\sum_{1}^{n} A_i \sigma_{yi}}{\sum_{1}^{n} A_i}$$

$$\tau = \frac{\sum_{1}^{n} A_i \tau_i}{\sum_{1}^{n} A_i}$$

边缘应力比为：

$$\psi_x = 1$$

$$\psi_y = 1$$

第 10 章 疲劳强度

第 1 节 一般规定

10.1.1 **一般要求**

10.1.1.1 疲劳校核的目的是确保浮式装置结构在营运期间具有足够的疲劳寿命。疲劳寿命的计算结果可用作制定浮式装置在制造和工作期间检验规程的依据。

10.1.1.2 疲劳分析的预期作业模式和海况环境条件由业主提供，但所考虑工况应不少于本章要求的工况。

10.1.1.3 结构的疲劳设计寿命在考虑所在部位的疲劳安全系数后应不小于浮式装置的设计年限，且不小于 20 年。

10.1.1.4 循环载荷中应重点考虑波浪（包括引起砰击和变化的浮力效应）、风（特别是作用在细长杆上的湍风流）、海流（对波浪产生的力和/或诱导的湍流有作用时）以及由作业的机械设备引起的机械振动等。

10.1.1.5 对于检验人员较难到达的区域以及水下焊接部位应适当增加疲劳强度的安全度；对于可能造成人员损失、显著腐蚀以及重大经济损失等严重影响的疲劳破坏应予以特别考虑。

10.1.1.6 疲劳分析中应考虑腐蚀环境的影响，在模型中应考虑减去腐蚀余量的一半，即$-0.5t_{corr}$。

10.1.1.7 对于可能产生潜在疲劳裂纹的任一焊缝和引起应力集中的结构形式均应进行抗疲劳设计。必要时，应进行结点细部的疲劳分析。校核部位应至少包括本章第 2 节要求的部位。

第 2 节 疲劳校核部位

10.2.1 **一般要求**

10.2.1.1 除本规范另有要求外，应对浮式装置的下述部位进行疲劳校核：

10.2.1.2 在每一货油舱内：

（1）位于底板、舷侧、以及甲板上的纵骨与下述位置的交点：

① 横向水密舱壁或制荡舱壁；

② 横向强框架。

（2）以下构件的端部或者肘板端部（当设有时）

① 纵桁；

② 肋板；

③ 水平桁材；

④ 支持水平桁材的垂向肘板。

（3）横向强框架面板与防倾肘板相交处

10.2.1.3 上部模块与主甲板相连处。

10.2.1.4 吊机基座与浮体主结构相连处。

10.2.1.5 锚泊系统与浮体主结构相连处。

10.2.1.6 火炬臂与浮体主结构相连处。

10.2.1.7 转塔区域，对此区域，转塔的设计者应提供转塔的长期应力分布。

10.2.1.8 除上述结构以外，局部计算应力超过所用钢材最小屈服强度的结构位置也应进行疲劳分析。

第 3 节 疲劳分析方法

10.3.1 疲劳分析方法

10.3.1.1 应使用公认的疲劳分析方法，如基于 S-N 曲线的线性累计损伤方法。也可用断裂力学方法代替。所有的疲劳分析报告应送 CCS 批准。

10.3.1.2 在进行疲劳分析时，首先用简化方法确定疲劳寿命相对较短的疲劳危险区域；然后用较为精确的疲劳分析方法对该结构细部进行计算分析。

10.3.1.3 对疲劳损伤起作用的所有显著的应力范围均应予以考虑。应力范围的长期分布可由确定性方法或谱分析方法得到。

10.3.1.4 对浮式装置的疲劳分析可参考 CCS《海洋工程结构物疲劳强度评估指南》，当本规范相关内容与该指南的内容有冲突时，则以本规范的要求优先。

10.3.2 疲劳简化分析方法（或称简化方法）

10.3.2.1 简化方法可用于抗疲劳设计的初期阶段。在确定危险结点后，需再进行更详细的随机疲劳分析。

10.3.2.2 在简化方法中对设计参数的取用应适当保守。可用双参数的威布尔（Weibull）分布描述应力范围的长期分布。

10.3.3 随机疲劳分析方法（或称谱分析方法）

10.3.3.1 随机疲劳分析应用公认的方法和准则进行计算。

10.3.3.2 疲劳分析载荷应基于预期作业海域或北大西洋长期分布的环境数据资料。

10.3.3.3 如总体结构分析采用简化的结构形式（如空间刚架模型）表征平台模型，则随机分析应在拟分析的部位上（如结构相交的关键区域）建立一个细化模型用于进行疲劳分析。

第 4 节 疲劳损伤计算

10.4.1 一般要求

10.4.1.1 疲劳损伤计算应考虑足够数量的装载工况。

（1）对具有双舷侧或双壳的浮式装置，校核时应至少考虑图 10.4.1.1（a）所示的四个装载工况。

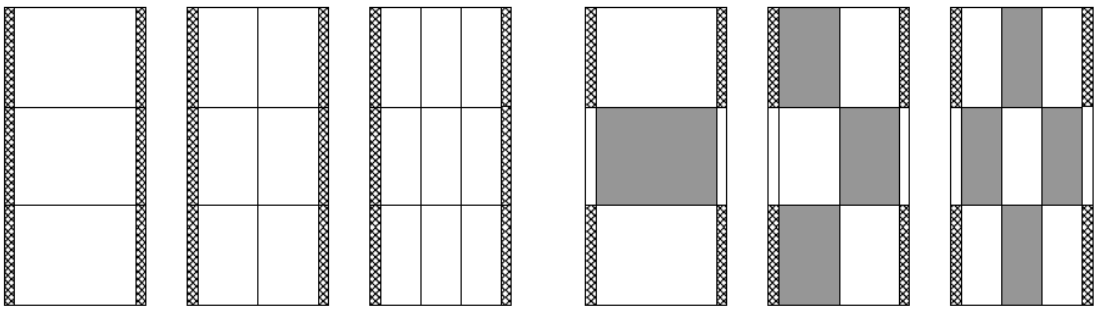
（2）对具有单壳的浮式装置，校核时应至少考虑图 10.4.1.1（b）所示的四个装载工况。

（3）在使用图 10.4.1.1（a）和图 10.4.1.1（b）时应注意：

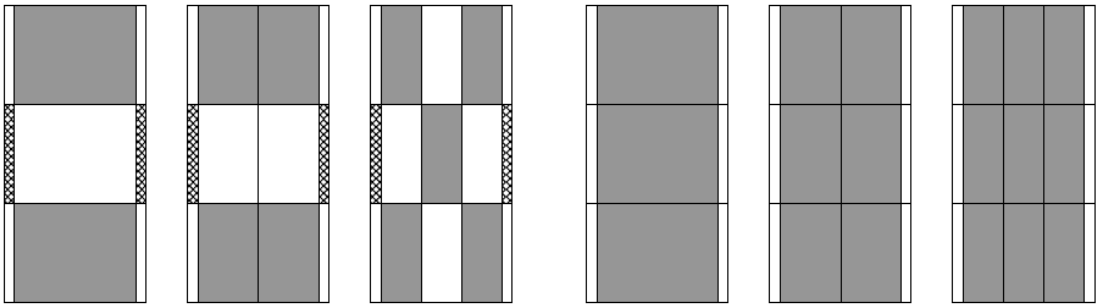
① 对工况 1 所示的压载工况，如浮式装置在场地的实际作业中压载吃水大于 40%的结构吃水，那么可以采用实际的压载吃水，但不得大于 60%的结构吃水。

② 对中间装载工况的工况 2 和工况 3，其吃水取为将工况 1 和工况 4 所对应吃水间隔进行 3 等分时两个中间等分点所对应的吃水点，见图 10.4.1.1（c）。

③ 对满载工况 4，如实际的吃水大于 90%的结构吃水，则取为实际吃水。

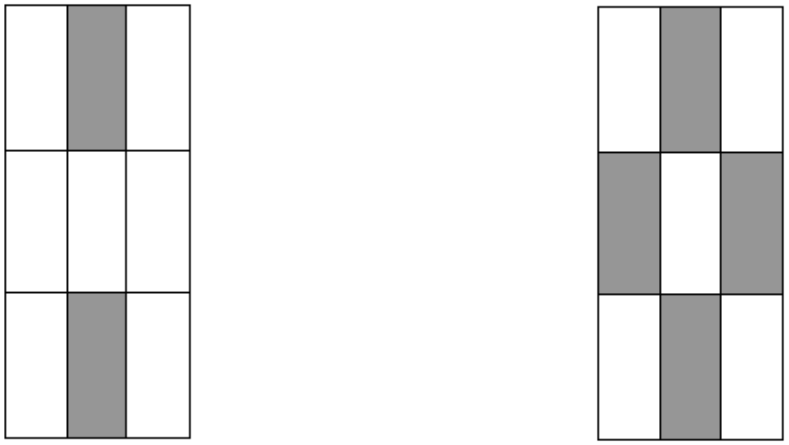


装载工况 1：吃水为 40%的结构吃水　　装载工况 2：吃水为 57%的结构吃水

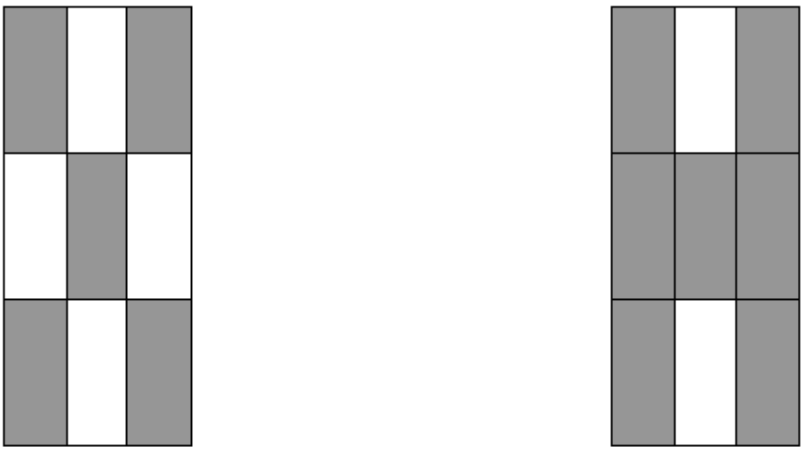


装载工况 3：吃水为 73%的结构吃水　　装载工况 4：吃水为 90%的结构吃水

图 10.4.1.1（a） 具有双壳或双舷侧的浮式装置在疲劳强度校核时应考虑的 4 个工况



装载工况 1：吃水为 40%的结构吃水　　装载工况 2：吃水为 57%的结构吃水



装载工况 3：吃水为 73%的结构吃水　　装载工况 4：吃水为 90%的结构吃水

图 10.4.1.1（b） 具有单壳的浮式装置在疲劳强度校核时应考虑的 4 个工况

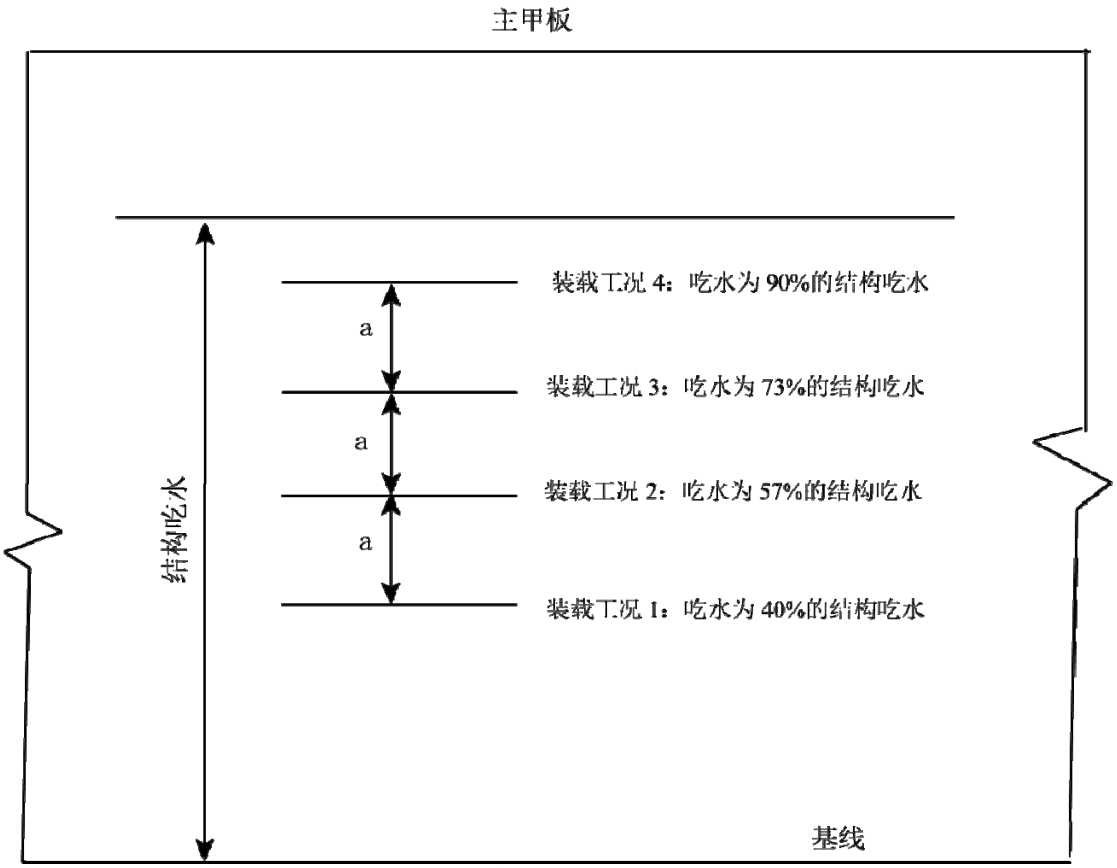


图 10.4.1.1（c） 四个装载工况对应的吃水间的关系

10.4.1.2 疲劳强度校核中，对简化疲劳分析波浪载荷计算应基于一年一遇的环境条件，对谱疲劳分析应基于浮式装置作业场地的长期波浪散布图进行。计算所考虑的浪向角应不小于 5 个，载荷传递函数计算的波浪频率应不小于 25 个。

10.4.1.3 应使用合适的波谱，且用百分比表征全部（包括所考虑的每一方向）的累积损伤谱。当计算的方向数量有限时，在计算中应运用结构的对称性。

10.4.1.4 累积损伤评估通常应基于 Palmgren-Miner 线性累积损伤理论，疲劳损伤度 D 按下式计算：

$$D=\sum_{i=1}^{r}(\frac{n_i}{N_i})$$

式中：r ——应力范围直方图中的直方个数；

n_i ——应力范围直方图中的直方个数为 i 时的应力循环次数（即应力范围为 S_i 时，构件预计承受的循环次数）；

N_i ——从所考虑结点细部的相关 S-N 曲线中得到的对应应力循环次数（即应力范围为 S_i 时，构件不出现疲劳断裂的允许最大循环次数）。

10.4.1.5 在计算浮式装置的疲劳寿命时，由于浮式装置往往具有多个工况且各工况在服役期间所占时间比例不同。因此，应对每一种需考虑载荷工况分别计算损伤度。然后再按照各种工况在评估目标服役期中的比例加权计算总的损伤度：

$$D=\sum_{i=1}^{m}p_iD_i$$

式中：D——结构中某一计算点的总疲劳累积损伤；

m——结构服役期中疲劳损伤计算的工况数；

D_i ——如服役期均为第 i 个工况时结构中某一计算点的疲劳损伤；

p_i ——第 i 个工况在结构服役期间所占的时间比例。

10.4.1.6 当海上浮式生产装置是由油船改装而成时，则在评估该海上浮式生产装置的剩余疲劳寿命时，要计入该船作为油船使用时已经造成的疲劳损伤，且应注意以下要求：

（1）当计算过去服役期中的疲劳损伤时，应采用该船过去实际航行路线的波浪海况，而不该像对新造油船一样采用假定航线的波浪海况。

（2）当计算该油船在过去服役期的疲劳累积损伤，要考虑该船的航速，即在计算应力幅值响应算子（RAOs）和应力循环次数时要采用遭遇频率。

10.4.1.7 适用时，由液货装载和外输造成的疲劳损伤可参照 CCS《海洋工程结构物疲劳强度评估指南》第 6 章第 4 节的相关内容进行计算。

10.4.2 S-N 曲线

10.4.2.1 非圆管结构和管结点以外的 S-N 曲线可参照 CCS《海洋工程结构物疲劳强度评估指南》第 2 章第 5 节的规定或国际公认并经 CCS 认可的钢结构规范和焊接规范。

10.4.2.2 圆管结构和管结点的 S-N 曲线可参照 CCS《海洋工程结构物疲劳强度评估指南》第 2 章第 5 节的规定或国际公认并经 CCS 认可的钢结构规范和焊接规范。

第 5 节 疲劳失效准则

10.5.1 一般规定

10.5.1.1 疲劳失效准则可以基于疲劳损伤或者疲劳寿命。当基于疲劳损伤时，所计算点的疲劳强度应满足：

$$D \le \frac{1.0}{S_{ftg}}$$

式中：D ——疲劳损伤度；

S_{ftg} ——疲劳强度安全系数，按 CCS《海洋工程结构物疲劳强度评估指南》第 4 章第 1 节表 4.1.1 取；

当基于疲劳寿命时，所计算点的疲劳强度应满足：

$$T_{ftg} \ge T_D \cdot S_{ftg}$$

式中：T_{ftg} ——计算得到的疲劳寿命；

T_D —— 结构设计寿命。

第 11 章　上部模块及附属设施结构

第 1 节　一般规定

11.1.1　一般要求

11.1.1.1　本章要求适用于上部模块、起重机支撑结构、火炬塔、直升机甲板、生活楼和与系泊装置连接的船体结构以及其他重要设备的基座及支撑结构。其他钢质构件的设计应符合本篇其他章节的相应规定。

11.1.1.2　结构设计时应满足构件的强度、稳定和疲劳的要求，同时还应避免构件产生过大的变形和振动。许用应力的选取应符合本章规定。

11.1.2　结构构件分类

11.1.2.1　根据构件失效后对结构影响的严重程度，可将构件分为：

（1）次要构件：该类构件失效不影响结构的整体完整性。

（2）主要构件：该类构件对保持结构的整体完整性有重要作用。

（3）特殊构件：该类构件传递极端载荷并可能有应力高度集中或易导致在厚度方向的层状撕裂。

11.1.3　材料与焊接

11.1.3.1　材料与焊接应符合第 1 篇第 4 节、第 5 节的要求。

第 2 节　许用应力

11.2.1　一般要求

11.2.1.1　在对构件进行强度校核对，应根据不同的外力条件选用不同的许用应力。

11.2.2　屈服失效准则

11.2.2.1　本章规定的结构以及海工区域的结构构件应按以下规定确定其许用应力值 $[\sigma]$：

$$[\sigma] = R_{eH} / S \qquad \text{N/mm}^2$$

式中：R_{eH}——材料的最小屈服应力，N/mm^2；

S ——安全系数，按表 11.2.2.1 取用。对于板材，按表 11.2.2.2 取用等效应力安全系数。

安全系数　　**表 11.2.2.1**

	静载工况	组合工况
轴向或弯曲应力	1.67	1.25
剪切应力	2.50	1.88

11.2.2.2　板材屈服校核

板材按下式进行屈服校核：

$$\sigma_{eq} \le \frac{R_{eH}}{S}$$

式中：σ_{eq}——等效应力，$\sigma_{eq} = \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 - \sigma_x\sigma_y + 3\tau_{xy}^2}$，$\text{N/mm}^2$，取板单元形心处的中面应力值（膜应力）计入。

σ_x ——单元 x 方向的应力，N/mm^2；

σ_y ——单元 y 方向的应力，N/mm^2；

τ_{xy} ——单元 xy 平面的剪应力，N/mm^2；

R_{eH} ——见本节 11.2.2.1；

S ——安全系数，按表 11.2.2.2 取用。对于结构不连续处所产生的高应力值一般可按 11.2.2.3 考虑；

等效应力安全系数 **表 11.2.2.2**

静载工况	组合工况
1.43	1.11

注：若计算应力为压应力时，还应按 11.2.3 相应规定考虑校核结构的屈曲强度。

11.2.2.3 局部高应力区屈服失效准则

板材应力计算应计及切口、应力增高和局部应力集中效应的影响。当高应力区集中于某几个单元时，其许用应力可给予特殊考虑。对于采用细网格有限元分析（高应力区域的网格尺寸为 50mm×50mm），其等效应力按下式校核：

$$_{eq}\ C_{yd}$$

式中：$_{eq}$——等效应力，与 11.2.2.2 相同；

C ——系数，按下式计算：

$$C=\begin{cases}1.0 & \text{对静载工况}\\ 1.286 & \text{对于组合工况}\end{cases}$$

σ_{yd} ——规定的材料应力，MPa，按以下表 11.2.2.3 取值：

局部高应力校核中不同材料的 σ_{yd} 值 **表 11.2.2.3**

材料屈服强度（MPa）	静载工况	组合工况
235	235	235
315	301	301
355	326	301
390	346	301

如使用更小网格尺寸，可使用与上述网格尺寸相当面积上的单元平均等效应力与许用应力作比较。计算平均应力时，仅当单元的所有边界都在上述网格尺寸区域内才计入。平均应力的计算基于单元形心处应力，不使用内插法和/或外推法得到应力值。平均等效应力应基于单元面积进行加权计算：

$$\sigma_{vm-av}=\sum_1^n A_i\sigma_{vm-i}\Big/\sum_1^n A_i$$

式中：σ_{vm-av}——单元平均等效应力；

σ_{vm-i} ——考虑区域第 i 个板单元的等效应力，与 11.2.2.2 中 σ_{eq} 的取值方法相同；

A_i ——考虑区域内的第 i 个板单元的面积；

n ——考虑区域内的单元的个数。

11.2.2.4 在对构件进行强度校核时，也可按照 API、AISC 或其他国际公认的标准选用许用应力。

第 3 节 疲劳校核

11.3.1 校核范围

11.3.1.1 本章 11.1.1.1 所包含的构件，应根据设计所考虑的作业工况和区域进行疲劳分析，凡所受变化应力可能发生疲劳断裂的，都应进行疲劳校核，但应特别注意以下结构：

（1）上部模块基础及支撑结构

（2）船体和系泊装置连接部位

（3）火炬塔

11.3.1.2 凡属以下情况之一的构件不必进行疲劳校核：

（1）应力幅值低于所有的 S-N 曲线疲劳极限应力幅值者；

（2）应力交变现象只是偶然出现而且次数不多者；

（3）有可对比的先例足以说明该构件不会发生疲劳断裂者；

（4）传统不作疲劳分析，而在实际使用中亦未发生过疲劳断裂者。

11.3.2 计算及衡准

11.3.2.1 疲劳校核可使用通用的计算方法，无论是按断裂力学的方法，还是用 S-N 曲线方法，都要把计算中所使用的数据及其根据予以说明。如使用电算，则应提交所用程序名称或说明和输入数据供审查。

11.3.2.2 应按照本篇第 10 章第 4 节的要求计算疲劳损伤，但疲劳强度安全系数应不小于 2.0。

第 4 节 上部模块

11.4.1 一般规定

11.4.1.1 上部模块是指原油区域甲板上的油、气、水处理模块和通用机械模块，在上部模块结构的设计中应主要考虑以下因素：

（1）船体变形；

（2）工作状态的载荷（质量）范围。（如：贮罐和压力容器的满载和空载）；

（3）由于船体运动造成的惯性力分量；

（4）在完整稳性和破舱稳性下的最大倾斜角；

（5）局部温度效应的影响；

（6）偶发事件的影响（例如：爆炸、坠物、直升机事故撞击等）；

（7）局部振动的影响（例如：由于船体运动和设备自振导致的机械设备振动和风引起的涡激振动等）；

（8）吊装和运输产生的载荷。

11.4.1.2 在上部模块结构的设计中应注意控制质量分布，包括固定荷载和可变荷载。控制所有质量的质心高度和大小，使其当船舶运动时，产生尽可能小的惯性力和惯性力矩。

11.4.1.3 提供审查的计算文件应包括系统构件的尺寸、设计载荷、输入及输出数据，简化假定和引用资料的来源。

11.4.1.4 设计工况通常至少考虑下述几种载荷：

（1）静载荷：应包括所有固定不变的重力载荷，还应考虑作业所需的最大可变载荷。

（2）动力载荷：船体运动产生的惯性力。

（3）风载荷。

（4）船体变形载荷。

11.4.1.5 在有限元分析模型中，应注意边界条件的确定，模型边界应距分析区域有合适的距离，以保证边界条件不会影响到计算结果。

11.4.1.6 在有限元分析模型中，应选取合适的单元尺寸，以保证计算结果具有足够的精度。在进行整体计算时，单元尺寸可按整个尺寸的大小合理确定；在进行局部计算时，单元尺寸应比整体时显著缩小；应特别注意船体和上部模块的连接单元的模拟，确保能够准确模拟其实际的连接和约束情况。

11.4.1.7 在强度分析计算时，应保证其应力小于许用应力。

11.4.1.8 在振动分析中，应避免共振的影响，设计分析时至少计算设备或模块的前三阶自振周期或频率，并与整个结构环境激励和其他激励进行比较。

第 5 节 起重机基座和支撑结构

11.5.1 一般规定

11.5.1.1 起重机的基座和支撑结构应满足 CCS《船舶与海上设施起重设备规范》3.10 节的有关规定，或采用 API、AISC 或其他国际公认的标准。

11.5.1.2 起重机基座和支撑结构应考虑下列载荷条件进行强度计算：

（1）自重载荷

（2）起升载荷

（3）由起重机的各种运动所产生的惯性力

（4）由船舶倾斜所产生的力

（5）荷重非垂直吊运时，因荷重摆动产生的力

（6）风力与环境的影响

（7）通道与平台上的载荷

11.5.2 载荷工况和载荷组合

11.5.2.1 起重机设计应考虑下述 4 种工况所产生的组合载荷。

11.5.2.2 工况 1 起重机工作于无风状态，应考虑的载荷如下：

（1）自重载荷；

（2）[起升载荷+船舶倾斜（横倾与纵倾）所产生的起升载荷水平分力]×起升系数；

（3）其他最不利的水平力（通常由回转加速度产生）；

（4）由船舶倾斜（横倾与纵倾）产生的自重载荷水平分力。

组合载荷可用下述方式表示：[（1）+（2）+（3）+（4）]×作业系数

11.5.2.3 工况 2 起重机工作于有风状态，应取 11.5.2.2 规定的组合载荷加上最不利的风载荷。

11.5.2.4 工况 3 起重机处于放置状态，应取下述各载荷的组合：

船舶倾斜、船舶运动所产生的力和风的作用力。如有铺定、锁紧和绑扎等情况时，亦应考虑在内。

11.5.2.5 工况 4 起重机承受特殊载荷，这些载荷为：

（1）碰撞缓冲器的作用力；

（2）引起到钢索破断或带平衡重的起重机平衡重突然跌落；

（3）起重机进行试验时的试验负荷。

11.5.2.6 起重机的基座和支撑结构设计载荷一般应基于上述载荷工况及组合，应至少包括以下最大载荷作用：

（1）垂向载荷；

（2）水平载荷；

（3）倾覆力矩；

（4）扭矩。

11.5.2.7 对于船舶运动响应及诱导的起重机设备的惯性力，除按 CCS《船舶与海上设施起重设备规范》3.2.11.2 得出外，也接受通过使用公认的软件，按可能遭遇的最严重海况进行船舶耐波性分析和准静力分析方法求得。

11.5.2.8 对于风载荷、水平惯性力和其他水平载荷及倾覆力矩，应通过搜索试算方法得到对支撑结构最不利的作用方位角，也可按经验及作业实际情况选取纵向、横向、不同斜向等几个典型的作用方位角。

11.5.2.9 许用应力符合 CCS《船舶与海上设施起重设备规范》3.11.7 的规定。

11.5.3 疲劳设计

11.5.3.1 起重机支撑结构疲劳强度应符合 API SPEC 2C-2012 6.4 节的有关规定，结构的疲劳寿命应不小于起重机预期使用寿命，下面的方法可以用来代替详细的疲劳分析，但是应考虑波浪载荷导致的波频疲劳影响。

11.5.3.2 在下列条件下，假定的最小循环次数为 1，000，000 次：

（1）0.5 倍的安全工作载荷（包括大钩及配重块重量）和相应的水平载荷作用于吊臂位置，起重机朝向为使支撑结构产生最大应力的方向。

（2）应力幅值为吊臂在相同位置上，加载上述载荷和空载状态下的差值。

第 6 节 火炬塔

11.6.1 一般要求

11.6.1.1 火炬塔的设计应依据 API RP 2A（WSD）的有关规定进行。

11.6.1.2 应采用直接计算的方法，建立三维有限元分析模型，对火炬塔的结构强度进行校核，并保证具有足够的精度。

11.6.2 强度校核

11.6.2.1 在计算时其计算工况应按下述载荷进行组合。

（1）火炬塔重量；

（2）当风、浪、流以相同角度入射、不同角度入射时由于船舶运动引起的惯性力；

（3）环境荷载：

主要计及风力对结构的影响，入射方向与工况（2）相同，作用在结构上的风载荷，应按照本篇第 5 章第 3 节 5.3.3 的要求计算。

（4）组合工况：

工况（1）+工况（2）+工况（3）；

11.6.2.2 许用应力的选取应符合本章第 2 节的规定。

11.6.2.3 对火炬塔还应按照本章第 3 节的要求进行疲劳强度的校核。

第 7 节 与系泊装置连接的船体结构

11.7.1 一般要求

11.7.1.1 海上浮式装置的系泊装置通常有单点系泊装置和多点系泊装置两种。单点系泊装置通常通过轭架或转塔同浮式装置的主船体进行连接。

11.7.1.2 系泊装置的支撑结构是船体结构的一部分，应能承受系泊产生的载荷。

11.7.1.3 应对其连接结构的屈服、屈曲和疲劳强度进行校核。

11.7.1.4 对与系泊装置连接的船体结构在设计中应进行局部加强，此区域的材料可选择高强度钢。

11.7.1.5 单点系泊装置的设计、建造和入级应符合 CCS《海上单点系泊装置入级与建造规范》的相关要求。

11.7.1.6 单点系泊装置如果是转塔式连接，且转塔布置在主船体内，应根据本篇第 7 章要求校核转塔位置处的船体梁的总纵强度。

11.7.2 强度校核

11.7.2.1 校核结构强度应考虑以下载荷：

（1）系泊载荷

系泊载荷由极端环境下决定，长期分布按照设计者推荐。

（2）重量载荷

结构和设备产生的重量载荷。

（3）船体梁载荷

如有时，船体梁载荷应可虑极端风暴条件下的载荷。

（4）局部外载荷

正浮及倾斜状态下，相关的海水压力，货舱和压载舱的液体压力。

（5）不同吃水工况

至少考虑最大和最小吃水工况。

（6）惯性力载荷

应考虑船体运动所产生的惯性力载荷。

11.7.2.2 直接计算建模要求

（1） 应建立一个与实际结构等效的三维结构模型（包括边界条件），并按照极端工况下的系泊载荷进行结构构件强度校核，许用应力的选取应符合本章的规定。

（2）有限元分析模型应注意边界条件的确定，模型边界应距分析区域有合适的距离，这个区域应足够消除边界效应的影响，以保证边界条件不会影响到计算结果。

（3）有限元的分析模型，应选取合适的单元尺寸，单元尺寸不应过大并应用板壳单元对甲板、舱壁、强纵梁及强横梁等主要构件进行模拟，对骨材等可用梁单元进行模拟。

（4）对于单点系泊装置

① 如果转塔布置在首部之前、船体结构之外，可建立首部局部模型。

② 如果转塔布置在船首部、货舱区域之前，模型的范围一般从船首至第一货舱尾端，第一货舱尾端的横舱壁可作为固定端。分析时应准确的模拟质量分布和惯性力，以确保固定端的弯矩、剪力符合实际情况。

③ 如果转塔布置在货舱区域内，模型的范围一般应包括转塔区域附近的前后货舱。前后货舱的末端可作为固定端，并保证模型受力平衡。

④ 船体结构应考虑不同的方向系泊载荷，至少考虑 0°、45°、90°三个方向（或者水动力分析认为最可能出现的方向，但不小于 60°）。

⑤ 转塔与船体通过轴承系统传递载荷，轴承对船体反作用压力的分布应根据设计载荷报告确定。如果没有指定压力的分布，轴承的反作用力可按 120°范围内余弦分布。

⑥ 除需考虑系泊载荷外，尚应考虑船体运动与轭架、转塔运动不协调引起的惯性力的影响。

（5）对于多点系泊装置，应施加系泊设计者提供的力，以校核连接区域结构强度。模型的范围和平衡应经本社同意。

11.7.2.3 应根据系泊载荷长期分布，并按照本章第 3 节的要求校核连接区域的疲劳强度。

第 8 节 生活楼结构

11.8.1 一般要求

11.8.1.1 本节规定适用于浮式装置上的生活楼结构设计（可带有或不带有直升机甲板），但不排除国际公认的并经本社认可的其他设计方法。

11.8.1.2 应对生活楼的强度、屈曲进行校核，许用应力的选取应符合本章的规定。

11.8.1.3 生活楼结构应进行吊装分析、运输分析（在作为单独一块异地制造时）。

11.8.1.4 生活楼结构要有足够的刚度，防止在制造、安装和使用中产生过大的变形。

11.8.4.5 在生活楼可能遭受偶发爆炸冲击时，应进行抗爆炸设计。

11.8.2 设计工况

11.8.2.1 应考虑下列载荷的联合作用：

（1）直升机降落工况（在带有直升机和甲板时）；

（2）生活楼的重量（包括结构重、舾装重和有关设施重量）；

（3）风载荷；

（4）相应环境下由浮式装置运动而产生的惯性力。

（5）活荷载。

（6）浮式装置倾斜产生的力。

（7）船体变形产生的载荷（适用时）。

第 9 节 救生艇平台

11.9.1 一般规定

11.9.1.1 救生艇平台的设计应满足下列要求：

（1）在最不利横倾和纵倾状态下，满载满员的救生艇下降时救生艇平台支撑结构的许用应力应为 0.22 倍的抗拉强度。

（2）在迁航工况且浮式装置处于最危险运动状态时，救生艇平台的许用应力为 0.8 倍的屈服强度。

11.9.1.2 救生设备及其附属设备还应满足国际海事组织（IMO）《国际救生设备规则》的相关要求。

第 12 章　舾装

第 1 节　一般规定

12.1.1　适用范围

12.1.1.1　本章适用于浮式装置的舾装设备，包括锚泊设备、舵设备、拖曳设备。

第 2 节　临时锚泊设备

12.2.1　一般要求

12.2.1.1　浮式装置拖航状态时的锚泊设备应根据其作业水域并根据 12.2.1.3 所求得的舾装数 N，按表 12.2.1.3 的要求配备，但并不作为入级的必需项目，仅为指导性要求。

12.2.1.2　对于为长期不解脱的浮式装置为拖航所配备的临时锚泊系统, 允许待其定位后予以拆除。

12.2.1.3　舾装数 N 按下式计算：

$$N = \Delta^{\frac{2}{3}} + 2Bh + \frac{A}{10}$$

式中：Δ——夏季载重线下的型排水量，t；

B ——船宽，m；

h ——从夏季载重水线到最上层舱室顶部的有效高度，m；最下层的层高 h_i 应从上甲板中心线量起，或当具有不连续上甲板时，h_i 应从上甲板最低线及其平行于升高部分甲板的延伸线量起，即：

$$h = a + \sum h_i$$

式中：a ——从船中夏季载重水线至上甲板的距离，m；

h_i——各层宽度大于 B/4 的舱室，在其中心线处量计的高度，m；

A ——船长 L 范围内夏季载重水线以上的浮体部分和上层建筑以及各层宽度大于 B/4 的甲板室的侧投影面积的总和，m^2。

临时锚泊设备　　**表 12.2.1.3**

序号	舾装数 N		首锚		首锚有档锚链			
	超过	不超过	数量	每个重量 kg	总长度 m	直径 mm		
						等级 1	等级 2	等级 3
1	50	70	2	180	220	14	12.5	
2	70	90	2	240	220	16	14	
3	90	110	2	300	247.5	17.5	16	
4	110	130	2	360	247.5	19	17.5	
5	130	150	2	420	275	20.5	17.5	
6	150	175	2	480	275	22	19	
7	175	205	2	570	302.5	24	20.5	
8	205	240	3	660	302.5	26	22	20.5
9	240	280	3	780	330	28	24	22
10	280	320	3	900	357.5	30	26	24
11	320	360	3	1020	357.5	32	28	24
12	360	400	3	1140	385	34	30	26
13	400	450	3	1290	385	36	32	28
14	450	500	3	1440	412.5	38	34	30
15	500	550	3	1590	412.5	40	34	30
16	550	600	3	1740	440	42	36	32

临时锚泊设备　　**表 12.2.1.3**

序号	舾装数 N		首锚		首锚有档锚链			
	超过	不超过	数量	每个重量 kg	总长度 m	直径 mm		
						等级 1	等级 2	等级 3
17	600	660	3	1920	440	44	38	34
18	660	720	3	2100	440	46	40	36
19	720	780	3	2280	467.5	48	42	36
20	780	840	3	2460	467.5	50	44	38
21	840	910	3	2640	467.5	52	46	40
22	910	980	3	2850	495	54	48	42
23	980	1060	3	3060	495	56	50	44
24	1060	1140	3	3300	495	58	50	46
25	1140	1220	3	3540	522.5	60	52	46
26	1220	1300	3	3780	522.5	62	54	48
27	1300	1390	3	4050	522.5	64	56	50
28	1390	1480	3	4320	550	66	58	50
29	1480	1570	3	4590	550	68	60	52
30	1570	1670	3	4890	550	70	62	54
31	1670	1790	3	5250	577.5	73	64	56
32	1790	1930	3	5610	577.5	76	66	58
33	1930	2080	3	6000	577.5	78	68	60
34	2080	2230	3	6450	605	81	70	62
35	2230	2380	3	6900	605	84	73	64
36	2380	2530	3	7350	605	87	76	66
37	2530	2700	3	7800	632.5	90	78	68
38	2700	2870	3	8300	632.5	92	81	70
39	2870	3040	3	8700	632.5	95	84	73
40	3040	3210	3	9300	660	97	84	76
41	3210	3400	3	9900	660	100	87	78
42	3400	3600	3	10500	660	102	90	78
43	3600	3800	3	11100	687.5	105	92	81
44	3800	4000	3	11700	687.5	107	95	84
45	4000	4200	3	12300	687.5	111	97	87
46	4200	4400	3	12900	715	114	100	87
47	4400	4600	3	13500	715	117	102	90
48	4600	4800	3	14100	715	120	105	92
49	4800	5000	3	14700	742.5	122	107	95
50	5000	5200	3	15400	742.5	124	111	97
51	5200	5500	3	16100	742.5	130	111	97
52	5500	5800	3	16900	742.5	130	114	100
53	5800	6100	3	17800	742.5	132	117	102
54	6100	6500	3	18800	742.5		120	107
55	6500	6900	3	20000	770		124	111
56	6900	7400	3	21500	770		127	114
57	7400	7900	3	23000	770		132	117
58	7900	8400	3	24500	770		137	122
59	8400	8900	3	26000	770		142	127
60	8900	9400	3	27500	770		147	132
61	9400	10000	3	29000	770		152	132
62	10000	10700	3	31000	770			137
63	10700	11500	3	33000	770			142
64	11500	12400	3	35500	770			147
65	12400	13400	3	38500	770			152
66	13400	14600	3	42000	770			157
67	14600	16000	3	46000	770			162

注：表列第 3 个首锚为备用锚。

12.2.2　**锚**

12.2.2.1　每个首锚的重量可以与表 12.2.1.3 所列锚重相差±7%，但首锚的总重量应不小于表列锚重的总和。

12.2.2.2　普通无杆锚的锚头重量，包括梢子与转轴在内，应不小于该锚总重量的 60%。

12.2.2.3　可以采用有杆的首锚，但其重量（不包括横杆）应不小于本节表 12.2.1.3 所规定的无杆锚重的 80%。

12.2.2.4　当采用大抓力锚作为首锚时，每只锚的重量可以为本节表 12.2.1.3 内规定的普通无杆首锚重量的 75%，其具体要求详见 CCS《材料与焊接规范》。

12.2.3　**锚链**

12.2.3.1　本节表中所列锚链直径如等于及小于 17mm，可用试验负荷相等的无档锚链或破断负荷相等的钢丝绳或纤维绳代替。

12.2.3.2　锚链于连接锚的一端应装设一个转环。

12.2.3.3　锚链的内端应系固在浮体结构上，并能在锚链舱外易于到达的地方使其迅速解脱。

12.2.3.4　船上应至少储备 1 个锚卸扣和 4 个连接卸扣或连接链环。

12.2.3.5　拉伸应力小于 400N/mm^2 的等级 1 链不能用于大抓力锚。等级 3 链仅适用于链径为 20.5mm 或以上的锚链。

第 3 节　舵设备

12.3.1　**一般要求**

12.3.1.1　具有自航能力的浮式装置均应配备舵设备。舵设备应符合 CCS《钢质海船入级规范》第 2 篇第 3 章的有关规定。

第 4 节　拖曳设备

12.4.1　**一般要求**

12.4.1.1　非自航浮式装置均应设置适当的拖曳设备。

12.4.1.2　拖曳系统和应急拖曳系统及其拖曳设备的配备、布置、设计和制造均应符合 CCS《海上拖航指南》的有关规定。

12.4.1.3　拖曳设备的安全工作负荷和其缆索的破断载荷应在送审图纸资料上标注。

12.4.1.4　拖曳系统要素、设计载荷和操作须知均应载入操作手册中。

12.4.1.5　应配备拖船拖索、短缆及万一断裂时的龙须链/缆回收系统。

12.4.1.6　拖曳系统及设备还应注意符合主管机关对平台拖航的有关规定。

第 5 节　其他舾装设备

12.5.1　**一般要求**

12.5.1.1　其他舾装设备一般包括，但不限于：

- 通道；
- 开口；
- 栏杆（舷墙）、扶手；
- 门窗。

12.5.1.2　在 12.5.1.1 中所列装置和设备应满足“SOLAS 公约”和“国际载重线公约”的相关适用要求。

第 13 章　防腐

第 1 节　一般规定

13.1.1　适用范围

13.1.1.1　本章所述的防腐保护适用于第 1 篇定义的浮式装置。

13.1.1.2　为防止腐蚀引起的整体损坏，所有钢结构都应设有效的保护。有效的保护系统一般包括涂层、金属镀层、阴极保护、腐蚀余量或其他认可的方法。经本社同意，几种方法可以同时使用。设计防腐保护系统时应特别注意装置的设计寿命和保护的可维护性。

13.1.1.3　对于防腐保护系统未明确说明者，应符合 CCS《船舶结构防腐检验指南》的相关规定。

13.1.2　定义

13.1.2.1　飞溅区：浮式装置在吃水变动和波浪作用下干湿交替的外部区域。

13.1.2.2　大气区：浮式装置在飞溅区以上的外部区域。

13.1.2.3　全浸区：浮式装置在飞溅区以下的外部区域。

13.1.2.4　腐蚀余量：在设计强度以外，为补偿腐蚀损耗而增加的构件厚度。

13.1.2.5　内部区域：压载舱，液舱和其他舱室。

13.1.3　外部区域保护

13.1.3.1　浮式处理装置外部区域钢结构最小保护要求为：

（1）全浸区的主船体用阴极保护和涂层共同保护。

（2）飞溅区的主船体用涂层保护。

（3）大气区的所有结构仅用涂层保护。

13.1.3.2　对于拟用水下检验代替坞内检验的装置，船体水线以下部分应采用高效防腐蚀涂料，该涂料的细则应提交本社备查。在海底阀箱内应设有防止海生物的措施。

13.1.4　内部区域

13.1.4.1　压载舱可以使用涂层保护或涂层与阴极同时保护。

13.1.4.2　对于拟取得“PSPC”附加标志的浮式装置，其所有专用海水压载舱保护涂层的设计、施工和检验应符合 CCS《实施 IMO<所有类型船舶专用海水压载舱和散货船双舷侧处所保护涂层性能标准>暂行指南》的相关规定。

13.1.4.3　对于新造装置，所有海水压载舱都应按业主要求以环氧漆或其他相当漆有效保护。涂层的持久性影响舱室检验的频率，同时浅颜色的涂层可以提高以后检验的有效性，建议这些因素在拟使用涂层保护的装置的规格书予以考虑。

13.1.4.4　储存产品可能引起腐蚀时，储存舱室应予以防腐保护。碳氢化合物储存舱的舱底水和细菌引起的腐蚀应特别予以注意。有效的保护方法包括涂层和生物抑制剂。

13.1.5　不同金属连接

13.1.5.1　不同金属的连接部分，应以有效的方法防止微电流腐蚀，具体方法提交本社批准。

第 2 节　图纸及资料

13.2.1　一般规定

13.2.1.1　为了对浮式装置的防腐系统进行全面的评估，应提交本节规定的所有资料。

13.2.2　阴极保护系统

13.2.2.1　阴极保护系统的设计资料至少应提交下列资料：

（1）阴极保护设计计算书；

（2）牺牲阳极布置图，或；

（3）外加电流阴极保护布置图；

13.2.2.2　阴极保护设计计算书应包括下列内容：

（1）阴极保护方式的选择；

（2）被保护部位（区域）的面积；

（3）保护电位范围、保护电流密度和保护电流总量；

（4）当采用牺牲阳极保护时，牺牲阳极材料、大小、形式、重量、电容量、发生电流、使用寿命和设计使用数量；

（5）当采用外加电流保护时，恒电位仪的型号、辅助阳极的型号、数量和重量、参比电极型号和螺旋桨及舵接地装置型号。

13.2.3　牺牲阳极

13.2.3.1　牺牲阳极布置图应符合建造说明书的要求，牺牲阳极布置图应包含以下内容：

（1）牺牲阳极的材质和型号；

（2）牺牲阳极的尺寸；

（3）牺牲阳极的安装形式和安装要求；

（4）牺牲阳极布置的坐标位置。

13.2.4　涂层系统

13.2.4.1　涂层系统至少应提交下资料：

（1）涂料的符合证明或认可证书的副本。

（2）底漆对后续焊接或者涂装不应有显著的不良影响的证明资料。

（3）涂料产品说明书副本，至少包括：

① 产品名称，识别标记和/或编号；

② 最小和最大干膜厚度；

③ 涂层系统的材料，成分和组成，颜色；

④ 涂装方式、工具和/或机械；

⑤ 涂装前表面处理情况；

⑥ 环境限制条件。

（4）化学品安全技术说明书（MSDS）。

（5）涂装规格书，至少包括：

① 施工范围

② 涂层系统类型，准备涂装的层数和总干膜厚度；

③ 涂装前表面处理方法和参考标准，参考标准应基于国际/国家标准；

④ 涂装方法；

⑥ 环境条件；

⑦ 验收标准和检查。

（6）涂装作业记录、检查、修补程序、运营期图册系统的维护和修理程序等涂层技术文件。

第 3 节　阴极保护系统

13.3.1　一般要求

13.3.1.1　目的

（1）全浸区的阴极保护系统的设计应同结构物的设计寿命或干坞周期相匹配，能极化钢结构到足够程度以减少腐蚀。

（2）可以使用牺牲阳极或外加电流系统，或者同时使用。

13.3.1.2　电流的连续

（1）所有结构部件应保持电流的连续性，接头应使验船师满意。

（2）不适于用金属条连接的部位，应考虑补充的阴极保护系统。

13.3.1.3　阴极保护的标准

浮式装置需要进行阴极保护时，可根据 CCS《船舶结构防腐检验指南》附录 C 和 D 的计算方法进行阴极保护的设计，也可采用有限元阴极保护设计软件进行阴极保护的设计。阴极保护电流密度可参考表 13.3.1.3。因可能的氢脆影响，应避免使用高强度钢做连接材料，最大硬度为 300 维克。

阴极保护电流密度　　**表 13.3.1.3**

保护部位	介质	保护方式	保护电流密度 mA/㎡	涂层
压载水舱	海水	牺牲阳极	3~10	有
外板（水下）	海水	牺牲阳极	8~18	有
外板（水下）	海水	外加电流	30~50	有

13.3.2　牺牲阳极

13.3.2.1　一般要求

（1)拟安装在浮式处理装置上的牺牲阳极的制造应满足本节的要求。牺牲阳极的尺寸、数量及布置应符合 CCS《船舶结构防腐检验指南》7.3~7.5 节的要求。

（2）制造商在制造之前，应提供包括阳极名义尺寸、公差和制造细节的图纸供批准。

（3）制造厂的质量管理体系应经第三方的认可。

13.3.2.2　牺牲阳极的电化学性能应满足以下要求：

牺牲阳极的电化学性能　　**表 13.3.2.2**

牺牲阳极类型		开路电位 V	工作电位 V	实际电容量 Ah/kg	消耗率 kg*（A*a）$^{-1}$	电流效率	溶解性能
锌铝镉合金牺牲阳极		-1.09~1.05	-1.05~1.00	≥780	≤11.23	≥95	表明溶解均与，腐蚀产物容易脱落
铝-锌-铟系合金牺牲阳极	1 型	-1.18~1.10	-1.12~1.05	≥2400	≤3.65	≥85	
	2 型	-1.18~1.10	-1.12~1.05	≥2600	≤3.37	≥90	

注：（1）参比电极－－饱和甘汞电极。

（2）介质－－海水介质采用人造海水或天然海水。

（3）2 型为铝-锌-铟-镁-钛阳极，其他为 1 型阳极。

13.3.2.3　阳极安装

（1）阳极的安装位置和安装方法应经本社认可。

（2）阳极的安装应保证其在装置的服役期内牢固。阳极应安装在扶强材上或平面舱壁板上与扶强材对齐的位置，但不得连接到船壳上。两端不得接到能作相对移动的分离的构件上，此外应对坠物提供防护。除非有相邻结构保护外，它们不应位于液舱或巴氏洗舱开口之下。

（3）所有阳极与结构的连接方式应确保其在使用初期和过程中均保持紧固。可接受钢

芯通过足够横截面的连续填角焊缝与结构相连，或者用适当旋紧的贯穿螺栓或其他牢靠的紧固装置连接。使用带固定螺钉定位的夹具应以经本社的认可。

（4）钢芯或支架如果焊到局部支撑或主要支撑结构上，应与端部支撑、肘板趾部和类似的应力集中点保持距离。如将其焊到不对称构件上时，焊缝应距腹板边缘至少 25 mm。如果扶强材或桁材有对称面板，则可与腹板相连或与面板中线相连，但应远离自由边。一般而言，阳极不得装到高强度钢的面板上。

（5）液舱内的永久性阳极不应为镁合金阳极，但仅用于装压载水的液舱除外。外加电流保护系统由于产生能引起爆炸的氯和氢，不得用于液舱。

（6）阳极的支撑物可直接焊接于低应力区，但应避开焊缝。

（7）焊接于主要结构的阳极应经批准，对于不能焊接于结构的区域可以加小的复板。

（8）所有焊接都应由有资格的焊工按认可的程序进行。

（9）焊缝可用磁粉或其他的无损探伤方法检验。

（10）阳极不应安装在易被来船损坏的部位。

（11）阳极不应使用在高应力区域。

（12）装有阳极的液舱应有足够的开孔使空气流通，防止气体在该处积聚。

13.3.3　外加电流阳极系统

13.3.3.1　一般要求

（1）外加电流阴极保护的辅助阳极材料可为铅银合金、铅银铂复合材料、高硅铸铁和镀铂钛。经本社同意也可采用其他材料。外加电流阴极保护设计中，其保护电位范围通常应达到-0.80V~-1.00V（相对于 Ag/AgCl 参比电极）。特殊情况下，当阳极布置位置受到限制时，保护电位范围可为-0.75V~-1.00V。

（2）外加电流阴极保护系统的电气设备（如电源、测量装置、电缆等）的设计、制造和安装应符合第 6 篇有关规定。

（3）所有设备应适于拟安装的区域，通向阳极的电缆不能穿过货油舱。电缆穿过空舱时应以壁厚 10mm 的钢管保护。

（4）电缆和绝缘材料应能抵抗氯、碳氢化合物和其他化学物质的影响。

（5）电缆和阳极体的连接应水密，且机械性能和电气性能良好。

（6）应有适当的电绝缘护套保护，以防止过高的负电位。

13.3.3.2　外加电流的辅助阳极一般均匀布置在水线以下的外壳上。

13.3.4　固定电位监测系统

13.3.4.1　对于外加电流阴极保护系统应安装永久的监测系统。建议牺牲阳极系统也安装监测系统。

13.3.4.2　应使用 Zinc 或 Ag/AgCl 参比电极。

13.3.4.3　参比电极不应安装在高应力区和焊缝上。

13.3.4.4　参比电极的安装应能使其足以监测阴极保护系统。

13.3.4.5　监测系统的设计应便于定期检查钢结构的电位。

13.3.5　舱室的阴极保护

13.3.5.1　舱室不能使用外加电流阴极保护系统。

13.3.5.2　舱室的牺牲阳极应满足以下要求：

（1）铝和铝合金的牺牲阳极允许在装油或压载水的液舱中使用，但仅限于势能不超过 275J 的部位。阳极的重量应取装配时的重量，包括衬垫和装置设施；

（2）阳极的高度通常应从液舱底部量至阳极中心，如果牺牲阳极位于或紧靠近于一个水平构件的上表面（如舱壁水平桁），而该水平构件的宽度不小于 1.0m，且有不小于 75mm 向上的折边或面板时，则阳极的高度也可以从该水平构件上表面量起；

（3）除非有邻近构件的保护外，铝阳极不应设在液货舱舱口或洗舱机开口的下面；

（4）镁和镁合金阳极仅允许在专门作为水压载舱中使用；

（5）锌和锌合金阳极的使用位置可不受限制。

第 4 节　涂层保护

13.4.1　**一般要求**

13.4.1.1　含有硝化纤维素或其他高可燃基的油漆、稀释剂不能在居住或机器处所或其他高危险处所使用。

13.4.1.2　使用于居住处所和其他相似火灾危险处所的涂料应具有低播焰性。

13.4.1.3　除非有合适的试验证明油漆不可能激励火花或者铝含量低于 10%（按重量计），含铝的油漆或其他涂料不能在可能聚集可燃气体的区域使用。

13.4.1.4　在居住处所、控制室和应急逃生通道等内，甲板漆应使用不立即点燃类型的涂料。

13.4.1.5　油漆和涂料应适于拟使用的区域。

13.4.2　**表面处理**

13.4.2.1　所有采用涂层保护的钢结构，其表面在涂装前应进行抛（喷）丸（或其他磨料）除锈，抛（喷）丸除锈不到的部位，应进行手工除锈。抛（喷）丸除锈和手工除锈的质量等级应符合本社同意的标准，并应满足涂料产品说明书的要求。

13.4.2.2　涂有保养底漆的钢材，在装置建造过程中，底漆损伤的部位，应重新除锈，其质量等级应符合本社同意的标准，并满足涂料产品说明书的要求。

13.4.2.3　涂料要求

（1）底漆的成分对以后的焊接工作不应有显著的不良影响。

（2）涂料应与预处理底漆相匹配。

（3）原料应用标记完好，密封的涂料桶运送。涂料桶应储存在安全、清洁和通风良好的地方。

（4）使用之前，油漆保存在未开封的涂料桶内。除涂料厂另有说明，有效期为 6 个月。

第 5 节　腐蚀余量

13.5.1　**一般要求**

13.5.1.1　钢结构要求的净厚度应加上本小节规定的腐蚀余量。

13.5.1.2　本小节规定的腐蚀余量适用于碳锰钢。

13.5.1.3　腐蚀余量在规范计算中的应用见 13.5.4。

13.5.1.4　本节定义的腐蚀余量为最小腐蚀余量，业主或设计者可根据实际情况增加额外的腐蚀余量，并且在相关的图纸和计算书中标明。

13.5.2　**净厚度方法**

13.5.2.1　净厚度方法的原理是：

（1）将新造船阶段的强度计算所用厚度与营运阶段可接受的最小厚度直接联系起来；

（2）使结构的腐蚀状态在船舶整个使用寿命期间能够被明确。

13.5.2.2　在局部和整体采用不同的净厚度模型。局部腐蚀定义为局部结构单元如单块板和加强筋的均匀腐蚀。整体腐蚀定义为较大面积，如主要支持构件和船体梁的总平均腐蚀。对于局部和整体腐蚀都是新建船舶评审和营运船评估的基础。

13.5.2.3　局部腐蚀的净厚度方法如图 13.5.2.3 所示，对于新造船的厚度，有：

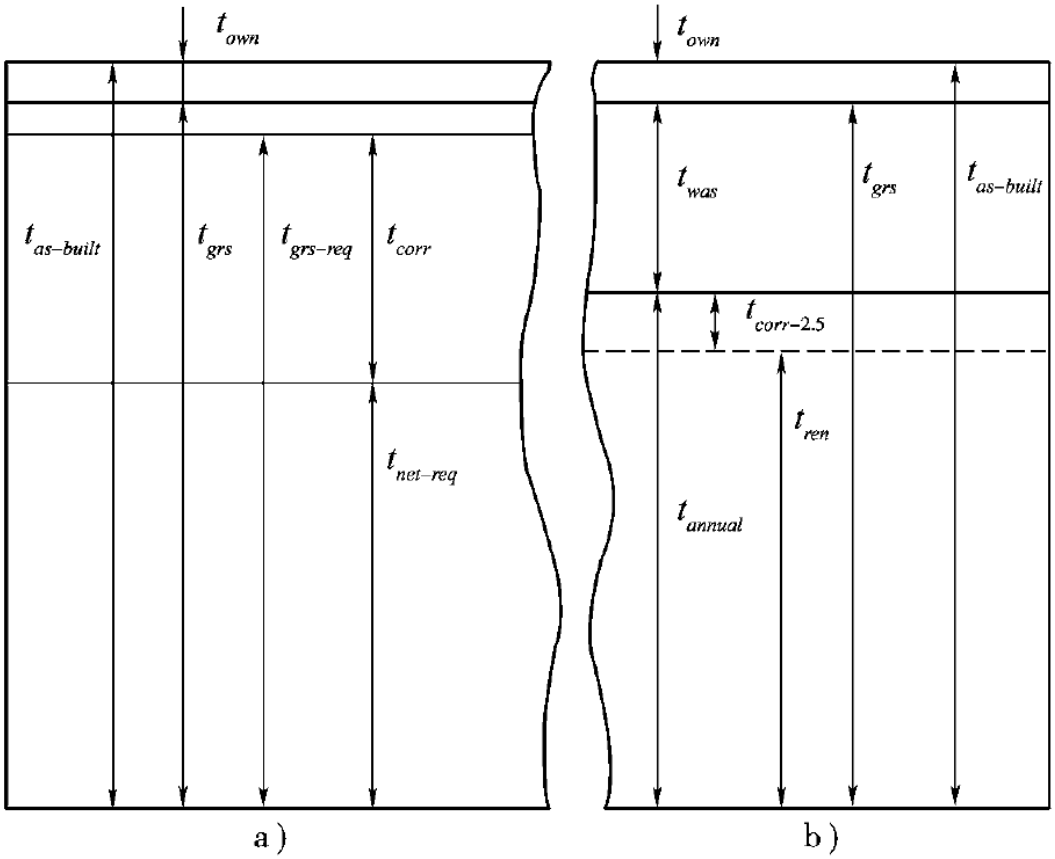
（1）局部强度要求基于圆整后的净厚度（$t_{net\text{-}req}$）；

（2）所要求的总厚度（$t_{grs\text{-}req}$）由所要求圆整后的净厚度（$t_{net\text{-}req}$）加上腐蚀余量（t_{corr}）得到；

（3）总厚度（t_{grs}）是设计者根据（$t_{grs\text{-}req}$）选取的实际厚度，它大于或等于所要求的总厚度（$t_{grs\text{-}req}$）；

（4）建造厚度等于总厚度（t_{grs}）加上船东额外要求余量（t_{own}）；

（5）船东作为额外要求（t_{own}）提出的任何增加厚度不包含在对所要求总厚度（t_{grs}）评估中。



a）尺度要求应用；b）营运要求的应用

图 13.5.2.3　局部损耗的净厚度方法

13.5.3　**腐蚀余量**

13.5.3.1　腐蚀余量 t_{corr} 由构件两面所处环境的年腐蚀速率和涂层寿命决定，按照下式计算，并按 0.5mm 圆整：

$$t_{corr} = N_r(t_{c1} + t_{c2})$$

$$N_r = N_{FD} - N_{coating}$$

式中：N_r ——腐蚀年限，涂层失效后腐蚀的年限，对于新建浮式装置取值不小于 10 年，对于改造浮式装置取值不小于 5 年；

N_{FD} ——浮式装置设计寿命；

$N_{coating}$ ——涂层寿命；

t_{c1}, t_{c2} ——单面年腐蚀速率，取值见表 13.5.3.1。

结构构件单面腐蚀余量　　表 13.5.3.1

舱室类型	结构构件	年腐蚀速率（mm/y）
压载舱(4)	舱顶以下 3m(1) 其他位置	0.15 0.10
货油舱	舱顶以下 3m(1) 单层底底板 其他位置	0.125 0.125 0.075
暴露在空气中	露天甲板 其他位置	0.1 0.075
暴露在海水中	舷侧板	0.075
燃油和滑油舱(3)		0.05
淡水舱		0.05
污油水舱		0.15
空舱(2)	不易到达的舱室，如只能通过人孔、管隧等才能到达的舱室	0.05
干舱	甲板室、机舱、泵舱、储藏室、舵机舱等舱室的内部	0.05

注：（1）仅适用于露天甲板为舱顶的货油舱和压载舱。
（2）管隧通道处外板的腐蚀速率与压载水舱相同。
（3）对压载舱和加热的货油舱之间的板材边界，暴露于压载水的板材面应增加 0.07mm/y。在压载水舱内与压载水舱和加热货油舱之间的边界相连的腹板的每一表面扶强材的面板应增加 0.03mm/y。加热的货油舱的定义为布置有任何形式的加油能力。
（4）转塔舱、生产水舱等浮式装置特有舱室的腐蚀速率参数参考压载舱。

13.5.3.2　火炬臂相邻处甲板及舷侧靠船区域的外板的腐蚀余量应适当增加。

13.5.3.3　表 13.5.3.1 中压载舱的腐蚀速率基于如下假定：

（1）在整个生命周期内 50%时间空舱、50%时间满舱

（2）钢板在阳极有效保护下

对于指定压载舱室腐蚀速率可按照下式计算：

$$C_{v1} = \frac{e_t}{50} \times C_v$$

式中：C_{v1}——指定压载舱年腐蚀速率，mm/y；

e_t——空舱时间占所有时间的百分比，但取值不小于 25，%；

C_v——表 13.5.3.1 中对应的压载舱的腐蚀速率，mm/y。

13.5.3.4　一般情况下认为涂层寿命为 15 年。如指定了涂层寿命，腐蚀余量按照 13.5.3.1 计算。

13.5.3.5　为应对舱底出现麻点腐蚀的风险，舱室底板的总厚度 t_{grs}，mm，应不小于下式计算值：

$$t_{grs} > 6 + N_t \left(20t_{c1} + t_{c2}\right)$$

式中：N_t——检验的时间间隔年限，对于新建浮式装置不小于 5 年，改装浮式装置不小于 2.5 年；

t_{c1}——见 13.5.3.1，t_{c1} 为所处舱室的腐蚀速率，mm/y。

注：该要求为确保舱底板有足够的厚度，从而保证下次检验时底板的完整性。

13.5.4　腐蚀余量的应用

13.5.4.1　除规范具体要求另有规定外，腐蚀余量的应用应符合 13.5.4.2 至 13.5.4.7 的规定。

13.5.4.2　可按以下方式之一符合规范：

（1）拟用总尺度与要求总尺度相比较，在此情况下将适用腐蚀余量加到规范要求的净值上；

（2）拟用净尺度与要求净尺度相比较，在此情况下将适用腐蚀余量从规范要求的总尺

度减去。

方法（1）和（2）适于厚度计算。方法（2）最适于如剖面模数、面积和惯性矩等的剖面参数计算。

用于导出净尺度的 13.5.4.3 至 13.5.4.8 的总尺度不应包括船东的任何额外厚度。

13.5.4.3　用于船体梁纵向强度计算

（1）本篇第 7 章第 1 节规定的纵向强度评估所作船体梁应力计算，应基于船体梁净剖面特性。即从构成船体梁横截面的所有构件总尺度减去腐蚀余量的一半，即-0.5t_{corr}。

（2）承受船体梁应力的板材和扶强材局部屈曲能力应按本篇第 7 章第 1 节 7.1.5 给出的净尺度进行计算。此净尺度为总尺度减去全部腐蚀余量，即-1.0t_{corr}。

13.5.4.4　用于板材和局部支撑构件的尺度评估

（1）板材和局部支撑构件要求总尺度的计算方式为，把全部腐蚀余量，即+1.0t_{corr} 加到符合本篇第 7 章第 2 节至第 7 节尺寸要求的净尺度上。

（2）局部支撑构件净剖面参数的计算方式为，腹板、翼板和带板板的总厚度减去全部腐蚀余量，即-1.0t_{corr}。局部支撑构件的剖面模数、惯性矩和剪切面积应符合本篇第 7 章第 2 节至第 7 节的要求。

（3）在对承受局部和全船组合载荷的构件作强度评估时，船体梁应力计算应基于由组成船体梁横截面的所有结构件的总厚度减去一半腐蚀余量，即-0.5t_{corr}，所得的船体梁净剖面参数进行计算。

（4）板材和局部支撑构件要求的最小总厚度的计算方式为，将全部腐蚀余量，即+1.0t_{corr} 加到第 7 章第 2 节第 7 章第 2 节 7.2.1.5 要求的最小净厚度上。

13.5.4.5　对于主要支撑构件尺度强度评估的腐蚀余量的应用

（1）主要支撑构件要求的总厚度的计算方式为，将腐蚀余量的一半，即+0.5t_{corr} 加到符合本篇第 7 章第 2 节 7.2.6 和第 7 章第 3 节至第 7 节强度要求的净厚度上。

（2）主要支撑构件净剖面参数应根据从腹板和翼板的总厚度减去腐蚀余量的一半，即-0.5t_{corr} 之后的尺寸计算。局部支撑构件剖面模数、惯性矩和面积应符合本篇第 7 章第 2 节 7.2.6 和第 7 章第 3 节至第 7 节的要求。

（3）主要支撑构件要求的最小总厚度的计算方式为，将腐蚀余量的一半，即+0.5t_{corr} 加到本篇第 7 章第 2 节 7.2.1.6 要求的最小净厚度上。

13.5.4.6　对于船体梁极限强度分析的腐蚀余量的应用

（1）船体梁极限能力 M_u 的计算，见本篇第 8 章第 1 节，应基于由组成船体梁横截面的所有结构件的总厚度减去一半腐蚀余量，即-0.5t_{corr}，所得的船体梁净剖面参数进行计算。

（2）用于导出船体梁极限强度的构件屈曲能力应是根据从板材和扶强材腹板和面板的总厚度减去腐蚀余量的一半，即-0.5t_{corr} 之后的尺寸进行计算。

13.5.4.7　对于有限元分析的腐蚀余量的应用

（1）对于货油舱结构强度分析，见 8 章，其有限元模型所用的厚度应是对所有构件均从总厚度减去腐蚀余量的一半，即-0.5t_{corr}。

（2）板材和扶强材局部屈曲能力应是根据从总厚度减去全部腐蚀余量，即-1.0t_{corr} 之后的尺寸计算。

（3）对局部细网格结构强度分析模型，见第 8 章第 2 节，其建模时所用的厚度应是从总厚度减去腐蚀余量的一半，即-0.5t_{corr}。规定的细网格区域应是从总厚度减去全部腐蚀余量，即-1.0t_{corr} 之后的尺寸进行建模。

13.5.4.8　对于疲劳强度评估的腐蚀余量的应用

有限元建模所用的厚度应是从总尺度减去腐蚀余量的一半，即-0.5t_{corr}。

第 6 节　换新衡准

13.6.1　船体结构的许用厚度折减

13.6.1.1　适用范围

（1）本节的目的是提供营运船舶船体结构的许用厚度折减衡准。

（2）本节仅适用于按照本篇设计和建造的船舶。

（3）本节要求使用船体结构的测厚值作为评估船体结构的换新衡准。

13.6.1.2　许用厚度折减概念

（1）许用厚度折减包括局部厚度折减和船体梁整体折减。其中，局部厚度折减将在 13.6.4 中说明，船体梁整体折减在 13.6.5 中说明。

（2）在船舶营运阶段，对局部和整体船体梁折减均要求进行评估。

（3）若测厚结果超出了局部或整体船体梁折减衡准，则要求采取换新措施。

（4）对已包括相关腐蚀余量的新建船舶，已考虑了船舶的所有相关载荷及失效模式（如屈服、屈曲、疲劳）。若船体结构的厚度大于本节要求的换新厚度，则不需再对上述失效模式进行评估。

13.6.1.3　图纸要求

（1）船上所备的图纸，须包括 13.6.4 所定义的建造厚度和换新厚度。所有的船东额外的增加厚度也要明确标示在图纸上。

（2）船上所备的船中剖面图上，须列表注明每个货舱区域的最小许用船体梁剖面特性，见 13.6.5。

13.6.2　测厚值的评估

13.6.2.1　测厚厚度分别不小于 13.6.4 和 13.6.6 中定义的平均腐蚀换新厚度、局部麻点/边缘腐蚀的换新厚度，可参见 13.6.3。

13.6.2.2　当检验确定构件换新是必须的，或验船师认为构件的缺陷削弱了船舶继续营运的需求，则必须在船舶营运前采取补救措施。

13.6.2.3　在年度检验和中间检验中，当测厚厚度 t_m 小于许用的年度检验换新厚度 t_{annual}，则需要对结构构件重新检验和附加测厚，其中 t_{annual} 按下式计算：

$$t_{annual} = t_{as_built} - t_{own} - t_{corr} + 0.5 \qquad \text{mm}$$

式中：t_{as_built} ——构件建造厚度，mm；

t_{own} ——船东/船厂增加厚度，mm；

t_{corr} ——腐蚀余量，mm。

13.6.2.4　当依据 13.6.2.3 规定需要结构构件重新检验和附加测厚时，应根据表 13.6.2.4 确定的构件腐蚀范围进行附加检查。

$t_{tm} < t_{annual}$ 时，结构构件的附加测厚　　表 13.6.2.4

结构构件	测厚范围	测厚模式
板	可疑区域和相邻板	1 ㎡范围内的 5 点
扶强材	可疑区域	在腹板同一横截线上 3 个测量点 在翼板同一横截线上 3 个测量点

13.6.2.5　每次特检应对验船师认为有必要检验的关键区域进行测厚。关键区域包括不符合 13.6.2.3 要求和/或表现出快速腐蚀的区域。

13.6.2.6　对于船体梁总体腐蚀的评估，船体梁剖面的选取符合 IACS 统一要求 Z10.4 的规定。船体梁剖面特性计算基于测厚值，剖面特性计算结果不小于 13.6.5.3 中定义的最小许用船体梁剖面特性。基于测厚厚度计算和符合 IACS 统一要求 Z10.4 的船体梁实际剖面特性应提交本社审查。

13.6.3　腐蚀类型

13.6.3.1　平均腐蚀

（1）平均腐蚀是指一定面积范围内材料的厚度均匀减少。

（2）平均腐蚀的换新衡准见 13.6.4。

13.6.3.2　麻点腐蚀

（1）麻点腐蚀是指局部范围内材料的厚度点状/或小面积减少，且厚度减少量大于其周围材料的平均腐蚀厚度。

（2）麻点腐蚀密度的定义见图 13.6.3.2。

（3）麻点腐蚀的换新衡准见 13.6.6.2。

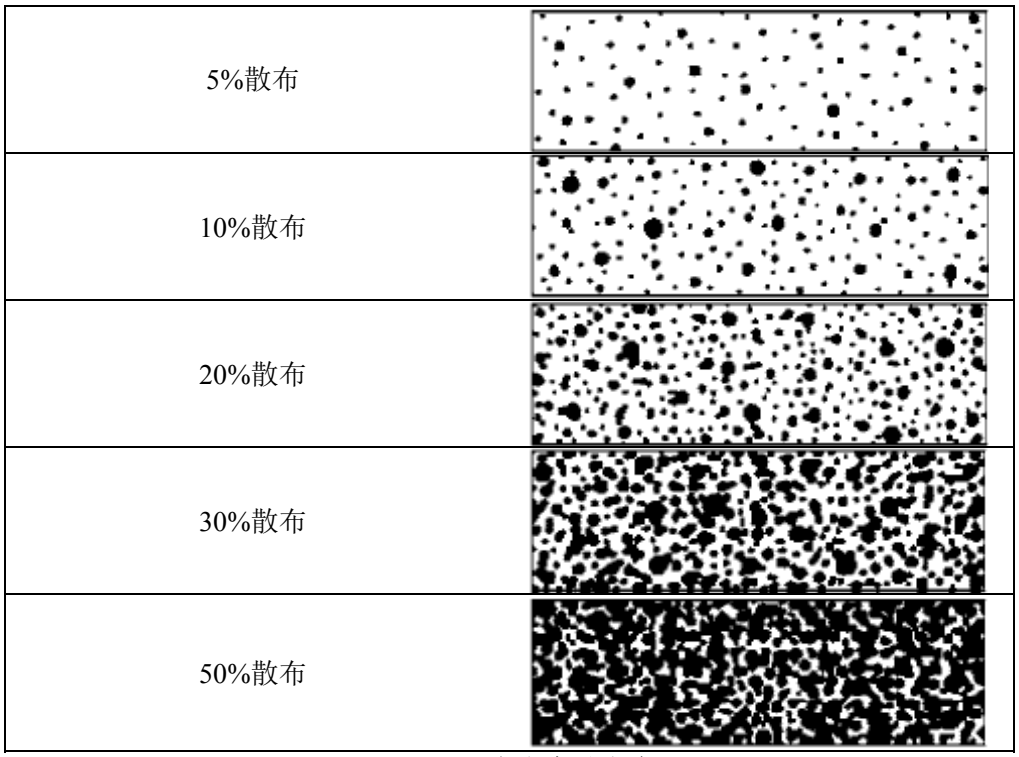


图 13.6.3.2　麻点腐蚀密度图

13.6.3.3　边缘腐蚀

（1）边缘腐蚀是板材、扶强材、主要支撑构件和开孔的自由边缘的局部厚度减少。边缘腐蚀示意图见图 13.6.3.3。

（2）边缘腐蚀的换新衡准见 13.6.6.3。

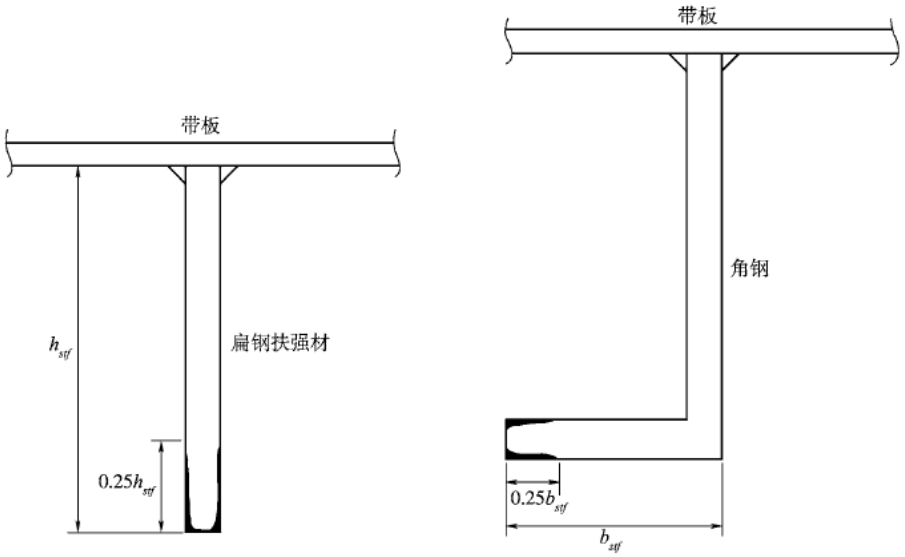


图 13.6.3.3　边缘腐蚀图

13.6.3.4　沟槽腐蚀

（1）沟槽腐蚀是扶强材与扶强材、扶强材与板材的焊缝连接处典型的局部厚度减少。沟槽腐蚀示意图见图 13.6.3.4。

（2）沟槽腐蚀的换新衡准见 13.6.6.4。

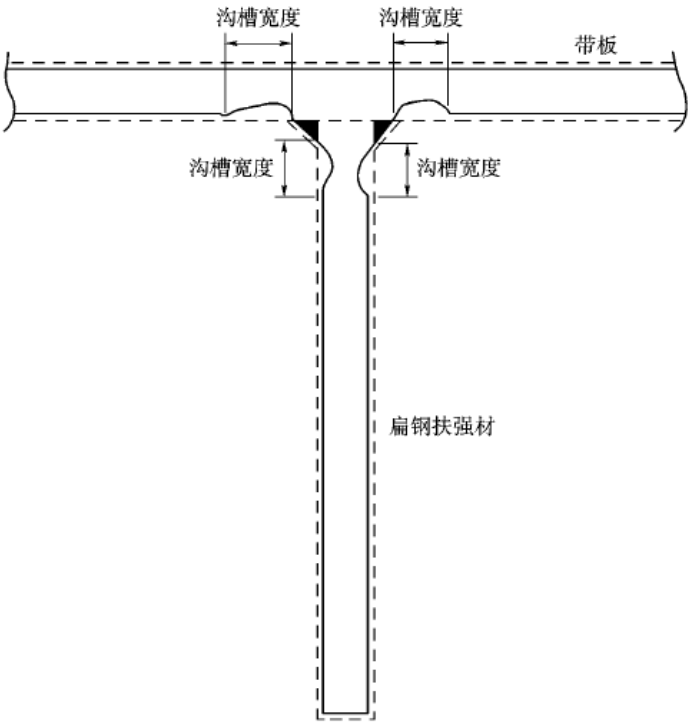


图 13.6.3.4　沟槽腐蚀图

13.6.4　**局部构件平均腐蚀的换新衡准**

13.6.4.1　本小节中的换新衡准仅适用于平均腐蚀类型的船体构件。

13.6.4.2　如果测厚厚度 t_m 小于换新厚度 t_{ren}，则需要结构构件换新，即：

$$t_{ren} = t_{as_built} - t_{own} - t_{corr} \qquad \text{mm}$$

式中：t_{as_built} ——构件建造厚度，mm；

t_{own} ——船东/船厂增加厚度，mm；

t_{corr} ——腐蚀余量，mm 见 13.5.3.1。

13.6.4.3　基于 13.6.4.2 的换新衡准需要更换的区域，其构件的换新应相同于或大于原构件建造时的等级和强度，并且厚度不小于 t_{repair}，即：

$$t_{repair} = t_{as_built} - t_{own} \qquad \text{mm}$$

式中参数定义同 13.6.4.2。

13.6.5　**均匀腐蚀下船体梁剖面特性折减的换新衡准**

13.6.5.1　在船舶营运期间，要求对以下船体梁剖面特性进行验证，参见 13.6.5.2，13.6.5.3：

（1）关于水平中和轴的船体梁的垂向惯性矩，I_v；

（2）关于水平中和轴的甲板处船体梁剖面模数，Z_{v-dk}；

（3）关于水平中和轴的船底处船体梁剖面模数，Z_{v-kl}；

（4）关于垂向轴的舷侧处船体梁剖面模数，Z_{h-side}；

（6）船体梁垂向剪切面积，A_{v-shr}。

13.6.5.2　换新衡准

（1）应根据测厚值计算船体梁剖面特性 I_{v-tm}，$Z_{v-tm-dk}$，$Z_{v-tm-kl}$，$Z_{h-tm-side}$，$A_{v-tm-shr}$，如果计算得到的船体梁剖面特性不大于 13.6.5.3 中给出的最小船体梁剖面特性许用值，则需要结构构件换新。

（2）在（1）中列出的实际船体梁剖面特性应根据《钢质海船入级规范》第 9 篇第 4

节 2.6 的规定，使用测厚厚度进行计算。

（3）由于船体梁剖面特性减少而导致构件换新时，只要求局部的换新已腐蚀的船体构件。船体构件局部的换新后，应使换新后的船体梁剖面特性计算值符合（1）的要求。局部换新的构件应符合 13.6.4.3 的要求。

13.6.5.3　最小船体梁剖面特性许用值的计算

（1）在 13.6.5.1 中所列的最小船体梁剖面特性许用值应依据《钢质海船入级规范》第 9 篇第 4 节 2.6 的要求计算，并采用（2）所定义的厚度值。

（2）结合新建船舶和营运船舶的衡准，对已腐蚀的船体梁最小许用剖面特性按新建船舶的相同腐蚀厚度减少量取值，则最小船体梁剖面特性许用值的计算基于厚度 t，即：

$$t = t_{as_built} - 0.5t_{corr} - t_{own} \quad \text{mm}$$

式中：t_{as_built} ——构件建造厚度，mm；

t_{own} ——船东/船厂增加厚度，mm；

t_{corr} ——腐蚀余量，mm 见 13.5.4.1。

13.6.6　麻点腐蚀、沟槽腐蚀和边缘腐蚀的许用厚度折减

13.6.6.1　如果测厚厚度分别小于以下所定义的换新衡准时，应进行麻点腐蚀、沟槽腐蚀和边缘腐蚀的构件换新。

13.6.6.2　麻点腐蚀

（1)对麻点腐蚀密度小于 20%的板，所有构件的测厚厚度 t_{tm}，应符合下式中的较小者：

$$t_{tm} \geq 0.7(t_{as_built} - t_{own}) \quad \text{mm}$$

$$t_{tm} \geq t_{ren} - 1 \quad \text{mm}$$

式中：t_{as_built} ——构件建造厚度，mm；

t_{own} ——船东/船厂增加厚度，mm；

t_{ren}——按 13.6.4.2 定义的均匀腐蚀换新厚度，mm。

（2）板的任何横截面的平均厚度不小于 13.6.4.2 所定义的平均腐蚀的换新衡准。

13.6.6.3　边缘腐蚀

（1）如果扶强材翼板或腹板边缘腐蚀的宽度（或高度）小于扶强材面板宽度（或腹板高度）的 25%，构件的测厚厚度 t_{tm}，应符合下式中的较小者：

$$t_{tm} \geq 0.7(t_{as_built} - t_{own}) \quad \text{mm}$$

$$t_{tm} \geq t_{ren} - 1 \quad \text{mm}$$

式中：t_{as_built} ——构件建造厚度，mm；

t_{own} ——船东/船厂增加厚度，mm；

t_{ren}——按 13.6.4.2 定义的均匀腐蚀换新厚度，mm。

（2)扶强材的面板或腹板的平均测厚厚度不小于 13.6.4 所定义的平均腐蚀的换新衡准。

（3）在以下（a）或（b）两种情况下，位于人孔和减轻孔等开孔的板材的边缘允许小于 13.6.4 所定义的最小换新厚度：

① 厚度减小量低于 1.4.2 节要求的开孔边缘的最大范围不大于开孔的最小尺寸的 20%，且不大于 100mm；

② 对开孔边缘的锈蚀区域切割修整后，开孔尺寸的最大增加不大于 10%。

13.6.6.4　沟槽腐蚀

（1）如果沟槽宽度大于腹板高度的 15%，且不大于 30mm，见图 13.1.3，构件的测厚厚度 t_{tm}，应符合下式的小者：

$$t_{tm} \geq 0.75(t_{as_built} - t_{own}) \quad \text{mm}$$

$$t_{tm} \geq t_{ren} - 0.5 \quad \text{mm}$$

$$t_{tm} \geq 6 \qquad \text{mm}$$

式中：t_{as_built} ——构件建造厚度，mm；

t_{own} ——船东/船厂增加厚度，mm；

t_{ren} ——按 13.6.4.2 定义的均匀腐蚀换新厚度，mm。

（2）对沟槽腐蚀范围大于（1）要求的构件，则按照 13.6.4 所定义的平均腐蚀的换新衡准来评估。



中 国 船 级 社

海上浮式装置入级规范

2014

第 3 篇 稳性、分舱与载重线

目 录

第 1 章 通 则 3-1
第 1 节 一般规定 3-1
第 2 章 稳 性 3-2
第 1 节 倾斜试验 3-2
第 2 节 复原力矩与风倾力矩 3-2
第 3 节 完整稳性 3-4
第 4 节 破损稳性 3-5
第 3 章 载重线 3-8
第 1 节 一般规定 3-8
第 2 节 干舷核定 3-9
第 4 章 水密及风雨密完整性 3-10
第 1 节 一般规定 3-10
第 2 节 与水密完整性有关的开口 3-10
第 3 节 与风雨密完整性有关的外部开口 3-11

第1章 通 则

第1节 一般规定

1.1.1 适用范围

1.1.1.1 除另有规定外，本篇适用于船式浮式装置。

1.1.1.2 除满足本篇规定外，浮式装置的稳性、分舱和载重线还应满足主管机关的其它相关要求。

1.1.2 浮式装置稳性分类及定义

1.1.2.1 根据浮式装置所处的不同状态对浮式装置稳性有不同的要求。浮式装置的稳性可分为以下2种类型：

（1）完整稳性；

（2）破损稳性。

1.1.2.2 浮式装置的完整稳性系指漂浮着的浮式装置依靠倾斜后其自身的复原力矩来抵抗外加倾覆力矩的能力。

1.1.2.3 浮式装置的破损稳性系指浮式装置在遭受外部破损或内部进水导致的浮力损失后，依靠其自身倾斜产生的复原力矩，在静水中可满足规范对浮态及稳性的最小要求，以及在规定的外加风力作用下仍能保持不再继续进水的能力。

1.1.2.4 对其他类型的浮式装置除本篇提到的适用要求外，其稳性、分舱、载重线及水密和风雨密完整性应满足CCS《海上移动浮式装置入级规范》第3篇的相关要求。

1.1.3 图纸和资料

1.1.3.1 送审图纸和资料

新建及改造浮式装置申请入级时，申请人在施工前应提交下列图纸和资料一式四份送CCS审查，必要时CCS可以要求扩大送审图纸和资料的范围。

（1）完整稳性计算书；

（2）破损稳性计算书；

（3）干舷计算书（适用时）；

（4）载重线标志及水尺图；

（5）许用重心高度计算书及曲线图；

（6）水密、风雨密门和窗及其它开口水密及风雨密关闭装置图；

（7）外部水密、风雨密完整性范围图（适用时）；

（8）备查图纸资料：

① 型线图

② 静水力曲线图

③ 稳性横交曲线图

④ 舱容图

⑤ 水密舱区划分图

第2章 稳 性

第1节 倾斜试验

2.1.1 一般要求

2.1.1.1 每座浮式装置应尽可能在接近完工时进行倾斜试验，以准确测定包括空船重量和重心位置在内的空船数据。

2.1.1.2 倾斜试验或空船重量校核和因重量差异而进行的校正倾斜试验等的结果，应在载入操作手册之前提交 CCS 审核。

2.1.1.3 凡影响空船数据的机械、结构、舾装及设备的所有变更记录，均应保存在操作手册或空船重量变更记录簿中，并在日常操作中给予考虑。

2.1.1.4 对新建或经历少量改装的浮式装置均应进行倾斜试验，但当满足以下条件且当 CCS 征得主管机关同意后，对新建装置可免除一次倾斜试验，对经历改装的装置可用重量校核的结果代替一次新的倾斜试验：

（1）新建或经历改装的船式浮式装置：当与首制系列浮式装置（或姐妹浮式装置）或改装前空船排水量的偏差对船长 160 米或以上的小于 1%以及对船长 50 米或以下的小于 2%（中间船长按线性内插法确定，此处船长系指载重线公约第 3 条定义的长度），且空船重心纵向位置偏差小于 0.5%Ls（Ls 为 1974 海上人命安全公约 II-1/2.1 定义船舶分舱长度）；

（2）新建或经历改装的非船式浮式装置：当与其首制系列浮式装置（或姐妹浮式装置）或改装前的空船重量差异小于1%，且重心位置差异小于水平主尺度的1%。

2.1.1.5 进行倾斜试验或空船重量检验时，应有 CCS 验船师在场。

第2节 复原力矩与风倾力矩

2.2.1 一般要求

2.2.1.1 应在全部漂浮作业吃水范围内，包括迁航工况的吃水，计算并绘制足够数量的相应于最危险轴的复原力矩和风倾力矩曲线（如图 2.2.1.1 所示）。在上述计算中应考虑到最大的甲板负荷和设备处于实际可能的最不利位置，并应计及液舱内自由液面的影响。就计算而言，应假定浮式装置处于无系泊约束的自由漂浮状态，但当系泊约束对浮式装置的稳性有不利影响时，则应加以考虑。

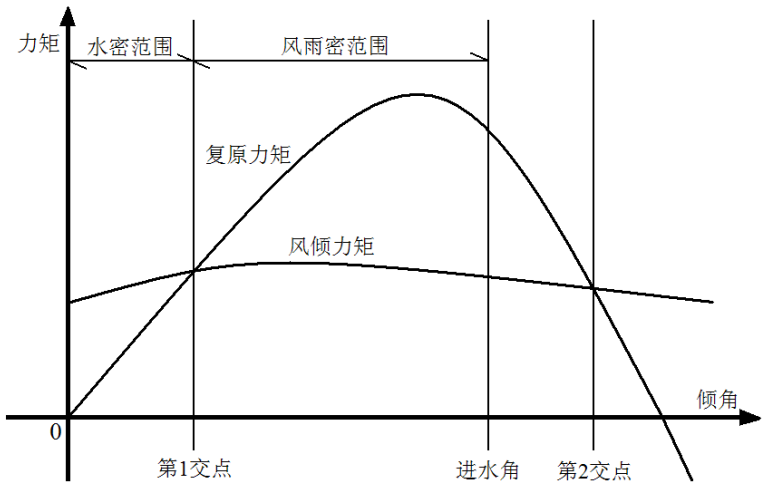


图 2.2.1.1

2.2.1.2 如果设备是可以放下存放的，则可要求计算及绘制此时的风倾力矩曲线和复原力矩曲线，并需明确标明这种设备的位置。

2.2.1.3 风倾力矩曲线应按能够确定该曲线的足够数量的倾斜角来计算。特别地，对于船式壳体可假定该曲线随倾斜角按余弦函数变化。

2.2.1.4 作用在浮式装置上的风倾力矩M_q由下式确定：

$$M_q = FZ \qquad \text{kN·m}$$

式中：

F——计算风力，kN；

Z——计算风力作用力臂，m。

上式中 F 的定义如下：

$$F = C_h C_S SP$$

式中：

P ——风压，kPa；

S ——浮式装置在正浮或倾斜状态时，受风构件的正投影面积，m^2；

C_h ——受风构件高度系数，其值可根据构件高度 h（构件形心到设计静水面的垂直距离）由表 2.2.1.4 选取；

C_S ——受风构件形状系数，其值可根据构件形状由表 2.2.1.4 选取，也可根据风洞试验确定。

上式中 P 的定义如下：

$$P = 0.613\times10^{-3}V^2 \qquad \text{kPa}$$

式中：

V——设计风速，m/s。

高度系数C_h和形状系数C_S **表 2.2.1.4**

海平面以上的高度 h(m)	高度系数 C_h	构件形状	形状系数 C_S
0-15.3	1.00		
15.3-30.5	1.10	球形	0.4
30.5-46.0	1.20		
46.0-61.0	1.30	圆柱形	0.5

61.0-76.0	1.37		
76.0-91.5	1.43	大的平面（船体、甲板室、平滑的甲板下表面）	1.0
91.5-106.5	1.48		
106.5-122.0	1.52		
122.0-137.0	1.56	甲板室群或类似结构	1.1
137.0-152.5	1.60		
152.5-167.5	1.63	钢索	1.2
167.5-183.0	1.67		
183.0-198.0	1.70	井架/塔架	1.25
198.0-213.5	1.72		
213.5-228.5	1.75	甲板下暴露的梁和桁材	1.3
228.5-244.0	1.77		
244.0-259.0	1.79	小部件	1.4
259 以上	1.80		

2.2.1.5 计算风力作用力臂应取为受风面积压力中心至浮式装置水下部分侧向阻力中心间的垂直距离，若浮式装置装备了动力定位推进器，则计算时须合理且充分地虑及其影响。

2.2.1.6 对来自任何方向作用于浮式装置的风力均应加以考虑，其风速值应按下述要求计算，对于船式壳体可主要考虑侧向风力的影响：

（1）对迁航和正常作业装载工况，最小风速应取 36m/s（70kn）；

（2）对自存装载工况，最小风速应取 51.5m/s（100kn）；

（3）对具有营运限制附加标志的浮式装置，其迁航和正常作业工况的风速可以适当减小，但不小于 25.8m/s（50kn），且此作业限制条件应载入操作手册中。

2.2.1.7 复原力矩（RM）等于复原力臂（RA）与对应吃水下排水量（△）的乘积，同理适用于风倾力矩（HM）和风倾力臂（HA）的关系，即：

$$RM = RA \cdot \Delta ; \quad HM = HA \cdot \Delta$$

2.2.2 风洞试验

从具有代表性的浮式装置模型风洞试验得到的风倾力矩结果可代替上述方法计算值。这种风倾力矩的测定应包括各个适用横倾角的升力和曳力效应。

第 3 节 完整稳性

2.3.1 一般稳性衡准

2.3.1.1 船式浮式装置在迁航和各种作业工况下的完整稳性均应符合以下衡准：

（1）不考虑风速的影响：

① 至横倾角 θ=30°，复原力臂曲线下的面积应不小于 0.055m·rad；至 θ=40°或进水角 θ_f（如该角度小于 40°）复原力臂曲线下面积应不小于 0.09m·rad。此外，在横倾角为 30°和 40°间或 30°与 θ_f（如果此角度小于 40°）之间复原力臂曲线下的面积应不小于 0.03m·rad，其中 θ_f 指船体、上层建筑或甲板室上不能风雨密关闭的开口浸没时的横倾角；

② 复原力臂在横倾角等于或大于 30°时的最大值应至少为 0.2m；

③ 最大复原力臂应尽量在横倾角大于 30°时出现，如不满足则最大值出现时所对应的倾角不得小于 25°。

（2）考虑风速影响：

① 正浮至第 2 交点或进水角处复原力矩曲线下面积中的较小者，至少应比到同一限定角处风倾力矩曲线下面积大 40%，见图 2.2.1.1；

② 复原力矩曲线从正浮至第 2 交点的所有角度范围内，均应为正值，见图 2.2.1.1。

（3）在所有漂浮作业工况涵盖的吃水范围内，经自由液面修正后的初稳性高度应不小于 0.15m。

2.3.1.2 当持续风速不小于 51.5m/s 时，浮式装置应具有在合理的时间段内从作业工况转变到自存工况的能力。在所有情况下，应规定极限风速，并在操作手册中注明通过重新调整可变载荷及装备，或通过调整吃水，或二者兼用以改变浮式装置操作模式的须知，和上述调整所需的大约时间。这些操作程序和时间长短既要考虑作业工况也要考虑迁航工况。

2.3.2 替代稳性衡准

2.3.2.1 如果能保持等效的安全水平，且能证实具有足够的正初稳性高，则 CCS 可以考虑接受其他稳性衡准作为替代。在确定送审的替代衡准合适性时，CCS 将至少考虑下述诸项：

（1）表示适合于在世界范围内多种工况下作业的实际的风（包括阵风）和波浪的环境条件；

（2）浮式装置的动力响应，此分析应酌情包括风洞试验，波浪水池模型试验和非线性模拟的结果，所使用的风谱和波浪谱应包括足够的频率范围以确保能得到临界运动响应；

（3）计及动力响应和波形后进水的潜在可能性；

（4）考虑浮式装置的复原能力及由平均风速和最大动力响应所产生静倾斜情况下的倾覆敏感性；

（5）考虑不确定性所需的足够安全裕量。

第 4 节 破损稳性

2.4.1 一般要求

2.4.1.l 应选取最坏的稳性状态进行破损稳性计算，并假定浮式装置处于无系泊的漂浮状态，但当系泊约束对稳性有不利影响时，则应加以考虑。

2.4.1.2 破损稳性计算中，各处所或处所一部分的渗透率应符合表 2.4.1.2 的规定：

舱室渗透率 表 2.4.1.2

处所	渗透率
贮物处所	0.95
起居处所	0.95
机器处所	0.85
空舱处所	0.95
液体处所	0.00 或 0.95[1)]
注 1：视何者导致较严重的后果而定	

2.4.1.3 尽管浮式装置破损后可以利用系泊力或对舱室泵出或泵入压载水等措施来减少倾斜角，但仍不得以此作为降低下述破损稳性要求的理由。

2.4.2 破损稳性衡准

2.4.2.1 不考虑风速影响的情况

应满足防污公约附则Ⅰ第 28 条的要求，其中应特别注意该条要求对破损范围尤其是 20000 载重吨以上的补充要求，与该条要求相对应的典型静稳性曲线形式如图 2.4.2.1 所示。

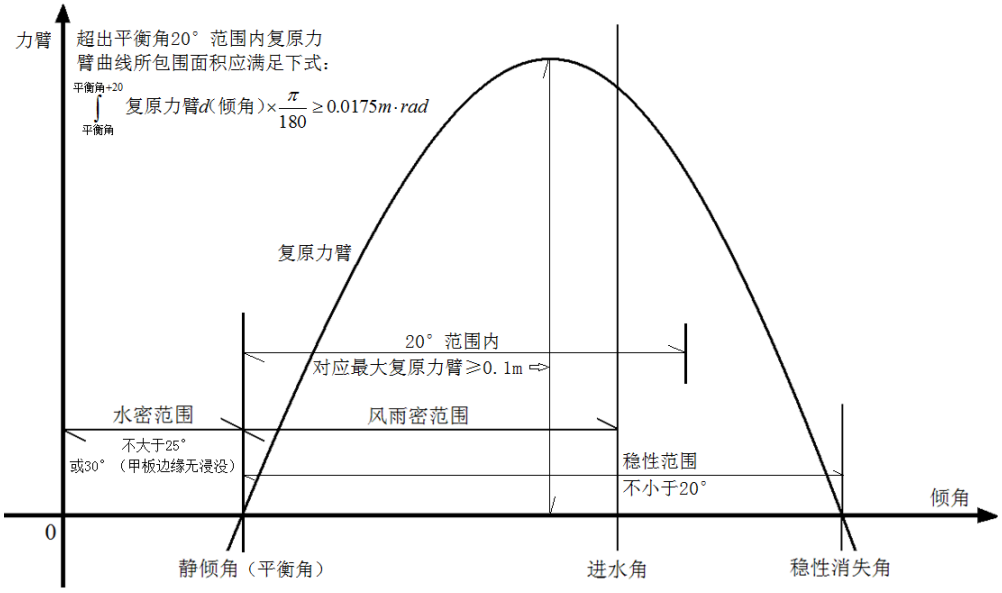


图 2.4.2.1 与防污公约附则Ⅰ第 28 条要求相关的静稳性示意图

2.4.2.2 考虑风速影响的情况

（1）应具有足够的干舷、储备浮力和稳性，以便在任何作业或迁航工况下任一舱室受到2.4.2.2（2）规定的破损后，并在来自任何方向，风速为25.8m/s（50kn）的风倾力矩作用下，计及下沉、纵倾和横倾的联合影响后，最终水线应低于可能发生继续浸水的任何开口的下缘，即：实际的水密范围应不小于最小要求水密范围，见图2.4.2.2。

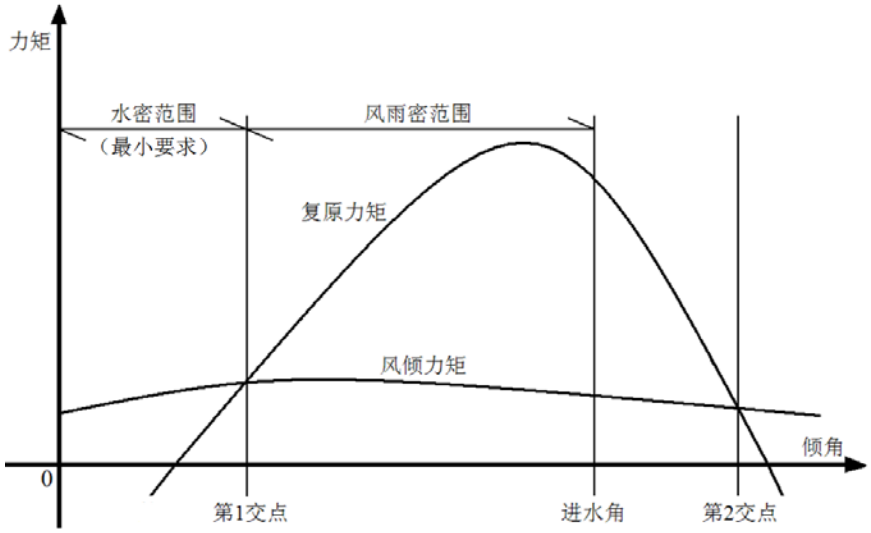


图2.4.2.2 破损状态下水密范围的最小要求

（2）破损范围：

① 评定船式浮式装置的破损稳性时，有效水密舱壁之间的破损范围假定如下：

- 水平贯入：1.5m；
- 垂直范围：自底板向上无限制。

② 位于假定的水平贯入范围内的有效水密舱壁之间或其最近台阶部分之间的距离，应不小于 3.0m；否则，一个或几个相邻舱壁应假定不存在。

③ 如果小于①假定范围的破损会导致更为严重的情况，则应考虑这种较小范围的破损。

④ 处于①所述破损范围内管路、通风系统、围壁通道等，应假定均遭破损。在水

密限界处应设有可靠的关闭设施，以防止其它预定为完整的处所发生继续浸水。

2.4.3 替代稳性衡准

如果能保持等效的安全水平，CCS 可考虑接受其他稳性衡准作为替代。在决定接受此衡准时，至少应考虑下述诸项：

（1）2.4.2.2（2）所述的破损范围；

（2）提供抵抗倾覆的足够裕量。

第3章 载重线

第1节 一般规定

3.1.1 一般要求

3.1.1.1 浮式装置的最小干舷一般应符合载重线公约的规定。对某些不能用该公约规定的常规方法来确定最小干舷的浮式装置（如柱稳式浮式装置），其最小干舷应按满足迁航工况和漂浮状态下进行有关作业的相应完整稳性，破损稳性及结构强度的要求来确定。

3.1.1.2 所有浮式装置的甲板、上层建筑、甲板室、门、舱口盖、其他开口、通风筒、空气管、泄水孔、进水孔和排水孔等的风雨密性、水密性和其他要求均应符合载重线公约的有关规定。但柱稳式浮式装置上壳体甲板上的开口还应根据完整稳性和破损稳性的要求予以特别考虑。

3.1.1.3 露天位置的舱口和通风筒围板、空气管、门槛等，其外露高度和关闭设施一般还应综合考虑完整稳性和破损稳性两者的要求而定。

3.1.1.4 浮式装置在完整漂浮状态下对应图 2.2.1.1 中第 1 交点之前可能浸没的所有开口均应设置水密关闭装置，从第 1 交点至达到要求的完整复原力臂曲线下面积所对应的倾斜角之前可能浸没的所有开口，均应设置风雨密关闭装置。

3.1.1.5 应对紧急状况下不能关闭的开口（例如：应急发电机的空气进口）给予特别考虑，同时注意完整复原力矩曲线和假定破损后的最终水线。

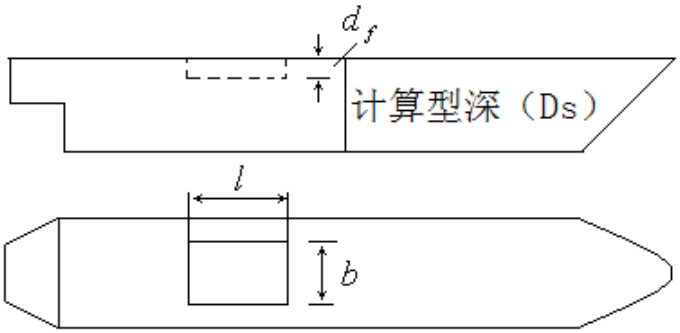
3.1.2 载重线标志与勘划

3.1.2.1 载重线标志与勘划应符合载重线公约附则 I 第 4、5、6、7、8 条的规定。且载重线标志应勘划在易于为从事系泊及其他操作的人员见到之处。

3.1.2.2 如果为满足完整稳性和/或破损稳性的要求以及所需核定的干舷较最小干舷为大时，圆环中心线以上的季节性标志不应勘划，而圆环中心线以下的季节性标志应予以勘划。如果是应责任方的要求，对浮式装置核定的干舷较最小干舷为大时，则不需适用载重线公约第 6（6）条的规定。

3.1.3 月池修正

3.1.3.1 如果干舷甲板上布置有开敞的井或凹坑，且该井或凹坑不伸展到浮式装置舷侧，则经过所有其他修正后（除浮式装置首高度修正外）所得的干舷应对浮力损失加以修正，修正量等于井或凹坑体积除以浮式装置计算型深D_S的 85%处水线面面积，如图 3.1.3.1 所示。如果经上述浮力损失修正后的干舷大于以量至井或凹坑底部的型深所决定的最小干舷，则可采用该最小干舷。稳性计算中应计入井或凹坑浸水后的自由液面影响。（计算型深D_S为浮式装置中部处型深（D）加干舷甲板边板的厚度。）



干舷增加量=$\frac{l \times b \times d_f}{A_W}$； A_W：$0.85D_S$处水线面面积

图 3.1.3.1

3.1.3.2 如在浮式装置体内设有与海相通的月池，则通海月池的体积不应包括在任何静水力性能计算中。

如在 $0.85D_S$水线以上较之其下，通海月池具有较大的横截面积，则几何干舷应增加与所损失的浮力相适应的修正值。这个 $0.85D_S$水线以上超过部分浮力损失的干舷增加值应按照 3.1.3.1 对井或凹坑的修正规定进行计算。

如果封闭上层建筑包含部分通海月池，则上层建筑有效长度应予以相应的折减。

3.1.3.3 如浮式装置尾部设有小型凹口或较窄开口，则应按 3.1.3.1 或 3.1.3.2 的规定进行干舷修正。

3.1.3.4 浮式装置尾部狭窄的舷侧延伸部分应视为浮式装置的附体，在确定浮式装置长度（L）和计算干舷时，应不考虑延伸部分。

第 2 节 干舷核定

3.2.1 船式浮式装置

船式浮式装置的载重线一般应按载重线公约中对 B 型船舶干舷的规定进行计算核定，并应符合该公约核定干舷的全部条件。

如所核定最小干舷小于按载重线公约中对 B 型船舶最小干舷的规定进行计算核定，则可按载重线公约中对 A 型船舶最小干舷的规定进行计算核定，前提是须严格满足该公约对 A 型船舶干舷核定的所有要求，尤其应该注意该公约附则Ⅰ第 26 条和 27 条的相关内容。

3.2.2 非船式浮式装置

3.2.2.1 非船式浮式装置如不能按载重线公约的规定计算其几何干舷（如：柱稳式、圆筒式等浮式装置），则应按满足迁航工况和漂浮作业工况的相应完整稳性、破损稳性及结构强度要求来确定。

3.2.2.2 非船式浮式装置如可按载重线公约的规定计算其几何干舷，则应按照载重线公约中对 B 型船舶干舷的规定进行计算核定，可参考 CCS《海上移动浮式装置入级规范》第 3 篇第 3 章相关要求进行。

第 4 章 水密及风雨密完整性

第 1 节 一般规定

4.1.1 一般要求

4.1.1.l 水密分隔上的开口数目应在与浮式装置设计和正常作业相适应的情况下保持最少。如果为了出入口、管路、风管、电缆等的通过需在水密甲板和舱壁上开孔时，则应采取措施保持该水密甲板和舱壁的水密完整性。

4.1.1.2 如在水密界限处设有保持水密完整的阀门，则这些阀门应能从泵舱或其他通常有人员的处所、露天甲板或浸水后最终水线以上的甲板进行遥控操作，并在遥控站设置阀位指示器。对柱稳式浮式装置，操作处所则是中央压载控制站。

4.1.1.3 保持开口水密完整性的关闭装置应具有足够的强度、填料和紧固设施，以使其在所涉及的水密界限的设计水压力作用下能保持水密完整性。

第 2 节 与水密完整性有关的开口

4.2.1 内部开口

4.2.1.1 浮式装置漂浮作业时要使用的、确保水密完整性的门及舱口盖，应能从中央压载控制站进行遥控，并且也能从舱壁两侧就地进行操作。在控制站，应设置开启/关闭指示器。此外，为确保在海上使用的内部开口的水密完整性而设置的门须是滑动水密门，且该门在关闭时应能发出声响报警。在主动力失灵时，该门的动力、控制和指示器应能工作。特别应注意减少控制系统失灵的影响。每一个动力操纵的滑动水密门应有一个独立的手动机械操纵装置，该装置应能从门的任一边用手开启和关闭该门。

4.2.1.2 对浮式装置漂浮作业时仅用于提供检验通道，且保持永久关闭的、确保水密完整性的内部开口应符合下述规定：

（1）应在每个这样的门或舱口盖上贴上一块“漂浮时应保持关闭”的铭牌，但装有紧密螺栓固定盖的人孔不必贴此铭牌；

（2）应在浮式装置作业日志或在类似日志上注明这种门或舱口盖的开启和关闭情况。

4.2.2 外部开口

4.2.2.1 浮式装置漂浮作业时要使用的诸如空气管、通风管、通风进出口、非水密舱口及风雨密门等，在任何完整或破损条件下当浮式装置倾斜到复原力矩曲线与风倾力矩曲线的第 1 交点时，不得浸入水中。但诸如固定式舷窗、人孔和小舱口等通常关闭并配有确保水密完整性装置的开口可以浸入水中。上述小舱口通常用于人员出入，应用钢质或等效材料制成的认可型速闭水密盖关闭。还应设有向就地和中央控制站人员显示这些舱盖的开启或关闭状态的报警装置（如灯光信号）。此外应在每个这种盖上贴上一块“漂浮时应保持关闭，仅作临时使用”的铭牌。小舱口不应作为应急逃生口。

4.2.2.2 浮式装置漂浮时保持永久关闭的、设有确保水密完整性装置的外部开口，应满足 4.2.1.2 的规定。

4.2.2.3 若锚链舱或其他可提供浮力的空间有可能浸水，则这些处所的开口在进行稳性

计算分析时应视为进水点。

第 3 节 与风雨密完整性有关的外部开口

4.3.1 一般要求

4.3.1.1 在下列两种情况中，诸如空气管、通风筒、通风进出口和非水密的舷窗、小舱口、升降扶梯口和门等所有下缘浸没的开口须设置适当的风雨密关闭装置：

（1）当浮式装置在完整漂浮状态下倾斜到图 2.3.1.1 中第 1 交点所对应倾角至为满足 2.3.1.1（2）①相关要求对应的倾角所在范围时；

（2）柱稳式浮式装置应满足 CCS《海上移动平台入级规范》第 3 篇第 4 章适用的相关要求。

4.3.1.2 浮式装置漂浮时保持永久关闭的、设有确保风雨密完整性装置的外部开口，应在每个这样的开口贴上一块“漂浮时应保持关闭”的铭牌。



中 国 船 级 社

海上浮式装置入级规范

2014

第 4 篇 井流输入、井流处理、原油储存和外输系统

目　录

第 1 章　一般规定 4-1

第 1 节　一般要求 4-1

第 2 章　井流输入系统 4-2

第 1 节　水下生产系统 4-2
第 2 节　立管系统 4-2

第 3 章　井流处理系统 4-3

第 1 节一般规定 4-3

第 4 章　原油储存系统 4-4

第 1 节　一般规定 4-4
第 2 节　原油舱透气系统 4-5
第 3 节　原油舱的惰性气体保护系统 4-7
第 4 节　洗舱、扫舱和清舱系统 4-7

第 5 章　原油外输系统 4-9

第 1 节　一般规定 4-9
第 2 节　原油外输泵与管系 4-10
第 3 节　卸油软管、软管卷筒和缆索 4-12
第 4 节　卸油控制、监控和解脱系统 4-13

第 1 章 一般规定

第 1 节 一般要求

1.1.1 井流的输入方式

1.1.1.1 井流可从水面以上井口通过海底管道和单点输入到浮体上进行处理。

1.1.1.2 井流可从设在自身浮体上的水面以上井口直接输入到浮体上进行处理。

1.1.1.3 井流可通过水面以下井口即通过水下生产系统把井流输送至浮体上进行处理。

1.1.2 井流的处理原则

1.1.2.1 井流处理后所得到的原油应是符合国家或行业标准的稳定原油即要达到安全运输的条件。

1.1.2.2 在经济合理的条件下尽量回收天然气，不能回收的天然气应焚烧排放。

1.1.2.3 生产水经处理符合防污公约的规定和沿岸国政府规定的排放标准后方可排海。

1.1.3 原油外输方式

原油外输方式见本篇第 5 章 5.1.1 至 5.1.5 的规定。

1.1.4 一体化设计

在浮式生产设施设计中应对井流输入系统、井流处理系统以及处理后油气产品的储存和外输系统进行统筹规划和一体化设计，各界面之间应有清晰的定义。

1.1.5 海底管道

海底管道应符合本社《海底管道系统规范》的规定。

1.1.6 单点系泊装置

单点系泊装置应符合本社《海上单点系泊装置入级与建造规范》的规定。

1.1.7 图纸资料

应将下列图纸资料一式三份提交 CCS 审查，水下生产系统应提交的图纸见本社《海上油气处理系统规范》的相应规定：

(1) 立管结构图；
(2) 立管解脱控制图；
(3) 立管解脱程序；
(4) 原油洗舱和扫舱系统流程图；
(5) 原油洗舱和扫舱系统管路和仪表图；
(6) 原油洗舱作业程序；
(7) 原油输入、驳运和外输系统流程图；
(8) 原油输入、驳运和外输系统管路和仪表图；
(9) 原油舱透气系统布置图；
(10) 原油外输作业程序；
(11) 原油外输软管解脱程序。

第 2 章 井流输入系统

第 1 节 水下生产系统

2.1.1 概述

通过水下系统把井流输送至浮体上进行处理是通常采用的实际做法。有关水下生产系统的详细要求见本社《海上油气处理系统规范》的相关规定。

第 2 节 立管系统

2.2.1 范围

本节要求适用于海底管道末端管汇接头和浮体接头之间的硬性或柔性立管以及与立管相连的部件。

2.2.2 立管的功能

（1）生产立管的功能是为海底设备和浮体之间提供井流和注入的供输送通道。

（2）外输立管的功能是为浮体上的外输管汇和海底管道之间提供烃流输送通道。

（3）立管和支撑结构可为辅助管线和控制脐带缆提供支持。

（4）立管一般具有风标旋转和解脱、再连接能力。

2.2.3 承认的标准

本社认可下列标准对立管系统进行设计和制造：

（1）ISO 13628 海底生产系统的设计和作业；

（2）ISO 1042 海底及海上用软管系统；

（3）API RP 17B 软管；

（4）ISO 13268-2/API SPEC 17J 非粘合柔性管规范。

2.2.4 立管的保护

2.2.4.1 如可能，立管应通过在浮体内的合适位置或提供保护结构对其进行保护以免受碰撞损坏。

2.2.4.2 立管系统的设计应考虑到避免个别立管和锚泊缆等之间的碰撞。

2.2.4.3 设计成快速解脱的立管在解脱过程中不能损坏，也不能对其他部件造成严重的损坏。

2.2.5 立管应急关断阀

2.2.5.1 应设有立管应急关断阀以便在应急情况下切断浮体和立管之间的物流流动。

2.2.5.2 立管应急关断阀及其相关的驱动器及控制应具有可靠性并避免遭受机械损伤和意外的负荷，在应急情况下它们的完好性应保持足够的时间以切断烃的流动。

2.2.6 立管的解脱

2.2.6.1 柔性立管无论何时超极限或浮体的动力定位系统是唯一的定位方式时应考虑应急解脱，应基于风险评价的结果，考虑超过设计极限的可能性和超过设计极限的后果来确定应急解脱必要性。

2.2.6.2 应能从两个独立的位置，如转塔处或立管应急关断阀处和主控室对立管进行解

脱。遥控解脱系统失效时，应考虑能用人工备用系统（如手动泵）进行解脱。

2.2.6.3 立管及其解脱系统的设计应保证在立管解脱后或重新连接期间立管应有持压能力，立管或与之有关的海底设备至损的可能性应减至最小。

2.2.6.4 在立管解脱时，不应对环境造成破坏。作为最低要求，立管解脱端应安装切断阀，在立管解脱前切断阀应关闭。

2.2.6.5 控制系统一个元件失效不应招致立管的意外的解脱。

2.2.6.6 应能在对立管不进行实际解脱的情况下对解脱系统的重要功能进行试验(如阀的关闭，连接器的解脱)。

2.2.7 监控和控制

2.2.7.1 从主生产处理系统控制站应能对立管系统进行监控。

2.2.7.2 与立管系统操作相关的浮体移动的控制应能从主控制站操纵，作为特殊安排，也可考虑在其他位置操纵。

2.2.7.3 立管系统操作极限达到之前应有报警。

2.2.8 立管的制造和检验

2.2.8.1 水下设备应按我社批准的质量体系和图纸资料进行制造。

2.1.8.2 立管及与立管相连的部件应满足各自产品的具体要求并应通过出厂验收试验和系统集成测试的验证。

2.1.8.3 应在制造现场全面执行验收测试程序以保证部件按具体要求进行制造并满足系统的性能要求。

2.2.9 安装和调试

2.2.9.1 立管应按我社已批准的程序进行运输、安装和调试。

2.2.9.2 投产前，立管应与水下生产系统一起进行调试以验证各个接口和整个系统处于良好状态并具备试投产的条件。

第 3 章 井流处理系统

第 1 节一般规定

3.1.1 概述

井流处理系统的主要任务是从井流中分理出合格的稳定原油并输送到储存舱;原油生产过程中分离出的天然气进一步处理后可当作燃料气使用，也可回注底层，如果经济合算也可从天然气中回收液化石油气；原油生产过程中分离出的水经进一步处理后可回注底层，也可排放到海中，其条件是符合排放标准。

3.1.2 生产工艺舱的设置和功能要求

与井流处理系统相关的工艺舱的设置和功能要求如下：

（1）污油水舱

浮式装置和油轮一样应设两个污油水舱以便接受洗舱水，也可接受闭式排放罐、火炬罐或开式排放罐的污油水。污油水舱分离出的油宜泵入原油生产系统进行再处理，分离的水宜泵入生产水处理舱进行处理。

污油水舱和生产水舱可作为缓冲舱设在泵舱和原油储存舱之间。

（2）原油处理舱

当处理高粘度重质原油时，通过常规的三级处理很难达到含水不高于 0.5%的要求，因此，常要求在浮体内部设置电脱水处理器之后再进行沉降处理的原油处理舱，其舱内温度可

达 90℃以上，由于舱温高，其透气口上宜设有冷却器。原油处理舱一般分为两级处理，经分离出的原油宜泵入原油稳定舱；原油处理舱分离出的生产水宜泵入生产水稳定舱。

为了减少热量损失，原油处理舱宜设在原油储存舱之间，重质原油舱的温度一般保持在60℃和 65℃之间。

（3）生产水处理舱

应设置生产水处理舱以处理来自污油水舱的分离水、原油稳定舱的分离水、生产水稳定舱的分离水以及注水系统和化学药剂系统来的污水。生产水处理舱的水一般分为两级处理，经分离出的原油宜泵入原油稳定舱，经处理过的生产水可用作洗舱水、注入水或达标后排海。

（4）原油稳定舱

可根据需要设置原油稳定舱，其底部的沉降水宜泵入生产水处理舱，分离出的油宜泵入原油储存舱。

（5）生产水稳定舱

可根据需要设置生产水稳定舱，经分离的沉降水应泵入生产水处理舱，分离出的油宜泵入污油水舱。

3.1.3 生产工艺舱与原油储存舱

本篇第 4 章对原油舱的布置要求、倒舱驳运要求、洗舱和驳运要求、惰化要求和透气要求等也适用于生产工艺舱，但生产工艺舱的惰化和透气管系可独立于原油储存舱的惰化和透气管系。

3.1.4 相关规范

井流处理系统及为其服务的辅助系统的详细要求应符合本社《海上油气处理系统规范》的规定。

第 4 章 原油储存系统

第 1 节 一般规定

4.1.1 原油储存的目的

原油储存的主要目的是解决油田原油生产的连续性与原油外运断续性之间的矛盾；此外，原油储存可进一步起到沉降分离水的作用；还有对稳定原油参数起一定作用。

4.1.2 原油储存的能力

4.1.2.1 浮式装置原油储存的能力的设计应考虑到高峰期的产油量、穿梭油轮提油周期及恶劣气候对提油周期的影响。

4.1.2.2 如果高峰年产量能维持 2 至 3 年，则宜按高峰产量考虑；如果高峰产量不足 1 年则宜按高峰产量的 85%至 90%来设计储油舱容。

4.1.2.3 卸油周期一般按 5 至 7 天为宜，卸油周期最长一般不超过 10 天，最低不能小于 3 天。

4.1.2.4 原油储存舱容分为有效舱容和无效舱容，无效舱容主要是指顶部要留有惰性保护气体的容积，底部残留的不能输出的原油的体积以及测深管等所占的体积，一般外输油量的有效容积取整个舱容的 90%至 95%。

4.1.3 原油储存舱的设计和布置

原油舱的数量、位置和布置的设计应与本篇第 3 章所述的生产工艺舱一并考虑。

原油舱的布置应符合本规范第 2 篇的要求。

4.1.4 原油舱的注入

4.1.4.1 原油舱的注入系统分为生产原油的直接注入以及倒舱和驳运注入两种。

4.1.4.2 原油舱的注入管应符合下列要求：

（1）注入管应深入到舱底以防飞溅产生静电，舱底与管口的距离一般不大于注入管的直径；

（2）注入管口应尽量远离外输管口；

（3）注入管上不应设置任何隔离阀。

4.1.5 原油的倒舱、驳运

4.1.5.1 为了在外输作业时保持浮体的平衡和稳性以及清舱的需要应有能使原油在各油舱间进行调驳的措施。

4.1.5.2 原油舱与生产工艺舱之间以及各工艺舱之间的油和水应根据需要设置倒舱、驳运措施。

4.1.5.3 原油舱的倒舱、驳运一般由原油外输泵、洗舱泵和扫舱泵进行。

4.1.5.4 生产工艺舱通常由专门设置的输油泵和输水泵进行驳运。

4.1.6 原油舱的加热

4.1.6.1 加热原油的介质温度不应超过 220℃。

4.1.6.2 加热原油的管路只能从原油舱的顶部进入和引出，在进、出口处应设隔离阀。

4.1.6.3 当采用蒸汽加热时，凝水总管应接至凝水观察柜以观察是否漏油，此外，每一原油舱的凝水支管的出口处还应设有检查每一加热盘管是否漏油的阀件，该阀件的开口应位于开敞甲板上。

4.1.6.4 当采用热油加热时，应符合本规范第 5 篇第 3 章第 13 节的规定。

4.1.7 原油舱的监测系统

4.1.7.1 液位测量和监控

（1)每个原油舱应在甲板上设有至少两个相互远离的测深管，每一测深管应设甲板阀。

（2）每个原油舱均应设有认可型的在主控制室可以监控的闭式液位遥测系统（如雷达时液位遥测系统），该系统在使用中不得有气体自原油舱中逸出。

（3）原油舱应设有超高液位报警，一旦出现高高报警应停止原油注入作业。

4.1.7.2 温度测量和监控

原油舱应设有上、中、下层的原油温度检测装置，并能在主控制室进行监控。

4.1.7.3 压力测量和监控

原油舱应设有惰气压力检测装置，并能在主控制室进行监控。

4.1.7.4 原油舱气体组分监测

原油舱包括原油区域的压载舱应设有覆盖气体组分的监测系统。

4.1.8 原油舱的作业

原油的注入、倒舱、外输、压载和清舱等作业应使由于浮体变形对管路和甲板模块结构所产生的影响减至最低。

4.1.9 原油舱的防腐锌块

原油舱的底部应设有防腐锌块。

4.1.10 原油舱的隔离

应有隔离每一原油舱的措施以便进行维修、保养和检查。

第 2 节 原油舱透气系统

4.2.1 一般要求

4.2.1.1 本节所指的原油舱也包括污油水舱和为油、气生产服务的舱室如生产水舱、原油泄油舱的透气视情况也应符合本节的规定。

4.2.1.2 每个原油舱均应设有透气装置以限制原油舱内的压力和真空度。原油舱的透气管不得与其他舱柜的空气管相连接。透气装置应具有如下的功能.:

（1）在原油注入、驳运、外输以及驱气和除气的过程中,使大量的气体通过本装置进出原油舱。考虑到原油注入是连续的，并且注入的流量和原油驳运的流量不大可能是一致的，建议增加一套专为原油注入服务的压力透气阀。

（2）在原油注入、驳运和外输作业停止时，由于温度变化,使舱内少量的气体排出原油舱或少量的空气进入原油舱。

4.2.1.3 对本节 4.2.1.2 （1）所规定的大量透气装置应设有一套辅助设施以备失效时之用。作为替代，可在每一被保护的原油舱中设置压力传感器。传感器的监测系统应布置在原油控制室或通常进行原油操作位置处。监测设备还应备有通过对原油舱内过压或真空状况进行探测报警的报警装置

4.2.1.4 本规范第 8 篇第 10 章所要求的惰性气体总管上设有的压力真空防护装置可视为另一套辅助透气设施。

4.2.1.5 当调整主、辅助透气装置时应保证主透气装置先于辅助透气装置而动作。

4.2.2 透气装置

4.2.2.1 每一原油舱的透气装置可以是独立的,亦可与其他原油舱连在一起，并且可以与惰性气体统管系并为一体。

4.2.2.2 如透气装置是与其他原油舱连在一起，则应装有隔离阀或其他可接受的设施，以隔绝每一原油舱。若安装的是隔离阀，其应配备锁闭装置，由负责的人员控制。应设有能清晰显示阀的工作状态的标示，或者采用其他可接收的措施。如已对原油舱进行隔绝，应确保在对那些舱开始注入或驳运或卸载前，相应的隔离阀已经开启。任何隔离措施必须使由于油舱内温度变化所产生的气体能持续流通。

如对与公共透气装置隔离的原油舱或原油舱组进行注入、驳运或卸载，这些原油舱或原油舱组应有两套过压或低压保护装置进行保护。

4.2.2.3 在压力真空阀上或通向压力真空阀的管子上，不得装设隔离阀。但可装设旁通阀或设有能使压力真空阀保持开启位置的装置,并应有指示旁通阀已开启或压力真空阀已固定于开启位置的设施。

4.2.2.4 压力真空阀应位于开敞甲板以上，且应有能易于检查其效用的设施。

4.2.2.5 压力真空阀应能调整舱内的压力，以防止原油舱承受高于该舱压力的正压和负压，一般正压不大于 0.021MPa 而负压不低于 0.007MPa。

4.2.2.6 原油注入或驳运时，考虑到舱内气体可能增加的因素，为防止任何原油舱的压力超过设计压力，每个原油舱透气管的截面积，应根据最大设计装油速率乘以至少为 1.25 的系数来决定。

4.2.2.7 透气装置应接至每一原油舱的顶部，并在浮式装置处于纵倾和横倾的所有正常情况下,应能自行把液体排泄到原油舱。如果不能装设自行排泄管路,则应设有永久性装置，以使透气管路液体排泄至原油舱。

4.2.3 透气出口的布置

4.2.3.1 透气管出口和必要时压力真空阀的进、出口应设有易于更换的金属防火网或认可型的安全帽。金属网应由耐腐蚀的材料制成。

4.2.3.2 透气管出口和压力阀的出口应布置成使油气垂直向上排出。透气管的出口和压力真空阀的进、出口均应设有防止雨水进入原油舱的措施。

4.2.4 透气管口的排气速度

4.2.4.1 本节 4.2.1.2（1）规定的大量气体排出口应使排泄气体的节流速度不小于 30m/s。

4.2.4.2 本节 4.2.1.2 （2）规定的少量气体排出口可采用自由流通的方式排出。

4.2.5 透气管出口的高度和位置

4.2.5.1 透气口应布置在离原油舱甲板以上不小于 6m 之处；当透气管位于油、气、水处理或通用模块平台范围内或接近该平台 4m 时,则应高出该平台不小于 6m。惰性气体总管上设有的压力真空防护装置在符合本节 4.2.1.5 的情况下，则不必满足本款的高度要求，也可免设金属防火网。

4.2.5.2 透气排出口离任何含有着火源的围蔽处所的进气口和开口以及可能构成着火源的任何设备的水平距离应不小于 10m。

4.2.6 防止液体上升至透气管

应采取措施，以防止透气系统内液体上升至可能超过原油舱设计压头的高度。这一措施可以采用高液位报警器、溢流控制系统或其他等效设施，连同测量装置和原油舱注油程序来实现。

第 3 节 原油舱的惰性气体保护系统

4.3.1 一般要求

4.3.1.1 浮式装置上惰气的来源宜利用热介质炉和其他燃烧装置的废气，当废气烟气不够用时可另设专门的燃烧炉来补充烟气。

4.3.1.2 要充惰的烟气温度应低于 60℃；惰气中的除尘率应在 90%以上；惰气中的脱硫率应在 95%以上；惰气中的除湿率应在 99%以上。

4.3.1.3 惰气的进舱口应远离透气出口以防形成短路。

4.3.1.4 惰性气体的详细要求还应符合本规范第 8 篇第 10 章的规定。

第 4 节 洗舱、扫舱和清舱系统

4.4.1 洗舱

4.4.1.1 洗舱的目的是：

（1）清除积存于原油舱和生产工艺舱结构物上的沉积物以提高舱容有效利用率；

（2）满足装载不同油品时，必须清舱的要求；

（3）满足人员进入舱内进行维修作业时，必须清舱的要求。

4.4.1.2 洗舱作业分为油洗和水洗，油洗一般采用自产的原油，其作业油温宜控制在 60℃至 80℃之间。水洗一般采用生产水或海水，其作业水温宜控制在 80℃至 90℃之间。

4.4.1.3 洗舱作业主要由洗舱机完成，洗舱机分为甲板固定式、舱内浸没式和甲板移动式三种。洗舱机的布置和数量以及喷嘴的性能应能基本保证清洗面全覆盖。

4.4.1.4 浮式装置上宜设有专用洗舱泵，潜油式原油外输泵也可当作洗舱泵使用。

4.4.2 扫舱

4.4.2.1 扫舱的目的是：

（1）抽吸原油舱、生产工艺舱的残液；

（2）抽吸原油泵等设备内的残液；

（3）抽吸洗舱后的残液。

4.4.2.2 浮式装置上宜设有专用扫舱泵，潜油式原油外输泵也可当作扫舱泵使用。扫舱泵应略大于洗舱泵，也可当作洗舱泵的备用泵。另外专用扫舱泵也可与真空自吸装置组成独立的扫舱系统。

4.4.3 清舱

4.4.3.1 清舱的目的是为人员进舱进行检查、维修作业创造适宜的工作环境。

4.4.3.2 清舱作业应严格遵守我社批准的程序进行。

4.4.4 原油洗舱

4.4.4.1 概述

油舱洗舱分为原油洗舱和清水洗舱两种，原油洗舱与清水洗舱相比，其优点是：

（1）防止海洋油污染效果好；

（2）洗舱液溶解的附着物可同原油一起卸掉从而增加了卸油量和载货容积；

（3）可以防止油舱腐蚀。

4.4.4.2 设置要求

为了达到洗舱的目的并减少由于洗舱可能带来的污染，每一浮式装置应设有原油洗舱系统。

4.4.4.3 应符合的规范

浮式装置上的原油洗舱系统应符合国际海事组织 A.446（XI）决议《经修订的原油洗舱系统设计、操作和控制规范》以及其后的 A.497（XII）和 A.897（21）决议对该规范的修正。

4.4.4.4 洗舱安全要求要点

海事组织有关原油洗舱的三个决议涉及的是安全要求，其要点如下：

（1）原油洗舱的管路

原油供给管路和原油洗舱管路及所有阀门，应由钢质或其他等效材料制成，具有足够的强度，以适应可能承受的压力；原油供给管路应设有超压的措施；管路在船上安装之后，应以 1.5 倍的工作压力进行试验。

（2）洗舱机

原油洗舱机应固定安装，其设计需得到主管机关的认可，每一货油舱都需安装洗舱机。

（3）原油洗舱泵

原油洗舱用泵可以是货油泵，或者是原油洗舱专用泵。泵的排量应满足在所需压力下（一般为 1.2MPa）按《操作及设备手册》中规定的最高台数洗舱机同时工作所需的排量，同时还要供给扫舱用喷射器所需的驱动液。

洗舱时应避免“脏油”（即洗过舱的货油）再循环。

（4）扫舱系统

为了保证洗舱效果，必须装有有效的扫舱系统。扫舱泵应使用有效的容积泵、自吸式离心泵、喷射器或其他经主管机关认可的设备。一般来说，扫舱装置的额定排量至少应为所有洗舱机同时操作所需总排量的 1.25 倍。

（5）惰性气体系统

洗舱时必须保证舱内的含氧量低于 8 %，且惰性气体系统必须正常工作。在原油洗舱时供给的惰性气体必须连续地监测。

（6）油位测量装置

在原油洗舱作业期间，为了提高洗舱效率和正确掌握舱内原油的残油量，必须设有油位测量装置。

（7）通信联络设备

在进行原油洗舱作业时，货油控制室与有关的各部位之间应设有安全可靠的通信联络装置，以便能及时地调整卸油和原油洗舱作业。这种通信联络装置应是经主管机关认可的防爆对讲机。

（8）操作和设备手册

《操作和设备手册》必须经主管机关认可，其内容应包括：《经修订的原油洗舱系统设计、操作和控制规范》的全文；原油洗舱系统的简图；标有原油洗舱系统的泵、管路和洗舱机的各自位置；原油洗舱系统的说明书和检查原油洗舱设备是否处于正常运转的操作程序检查单；原油洗舱系统漏油的危险性、必要的防止漏油方法及出现漏油时须采取的措施；供船员在每次卸油时使用的原油洗舱前的操作检查单等。

第 5 章 原油外输系统

第 1 节 一般规定

5.1.1 原油外输的类型

原油外输可以通过下述类型中的一种或其组合：

（1）立管和海底管道；

（2）油轮输送；

（3）岸边输送。

岸边输送是指浮式装置装满油以后脱离可解脱式单点系泊并自行运油的系统。采用此系统的油田需要周期性停产。

选择何种外输方式主要由经济性决定，目前采用最多的是穿梭油轮运输方式。

5.1.2 穿梭油轮外输方式

穿梭油轮外输的方式有如下三种可供选择，设计者应根据每种方式的优缺点和油田所处的环境选择较为安全和经济的外输方式。

（1）串靠式外输；

（2）旁靠式外输；

（3）独立的卸载系泊系统外输。

5.1.3 串靠式外输系统

5.1.3.1 概述

（1）串靠式外输系统也称艉输系统，与旁靠输送方式相比，串靠输送方式可以在更苛刻的环境中使用。串靠是比较常用的一种外输方式。

（2）使用具有独立定位的油轮可以提高操作限制并对浮式装置的系泊系统带来更低的冲击。

5.1.3.2 卸载软管和缆索

卸载软管和缆索应符合本章第 3 节的相关规定。

5.1.4 旁靠式外输系统

5.1.4.1 概述

旁靠式外输系统又称舷靠式或并靠式的外输系统。此系统通常用于气候条件较好的区域的船式浮式装置。

5.1.4.2 软管输送

（1）浮式装置与旁靠船舶如通过船用软管输送原油，则该软管应符合石油公司国际海事论坛《软管标准》的规定。

（2）输油软管应受到输油软管架或起重机的保护。

（3）应有措施防止软管与浮式装置边缘发生有害的磨损。

（4）在外输油船端应设有自动断开型接口以防止过强拉力和碰撞造成软管破裂并应设计成断开时溢油量最少。

5.1.4.3 卸油臂输送

（1）卸油臂运动的设计范围应满足系泊和防护物的限制，并且应承受预计的吃水范围及油轮与浮式装置之间的相对升沉、横摇、纵摇运动。

（2）卸油臂的设计、制造和检验应遵循本社承认的标准，如石油公司国际论坛的《船用卸油臂设计和建造规范》。

（3）应编制由定位信息和预设定的运动限制组成的报警次序程序，并将程序与卸油臂端部的应急解脱系统相连。

5.1.4.4 护舷装置

（1)护舷装置应设计成能吸收计划中最大油轮停靠在浮式装置旁边而对其组成的冲击。

（2）护舷装置宜首选漂浮型并充满空气或泡沫的橡胶。

（3）护舷装置的布置应使碰撞力沿浮式装置舷侧均匀分布。

（4）为了避免外输油轮靠近或离开浮式装置时造成碰撞，小的辅助性的防护装置宜安装在艏部和艉部来提供额外的保护。

（5）护舷吊装装置应设计成满足所用最大尺寸和最大重量类型的护舷。

（6）应对护舷区域的局部失稳进行检查并在设计中给与合适的考虑。

5.1.5 独立的卸载系泊系统

5.1.5.1 独立的卸载系泊系统是指穿梭油轮将单独系泊在浮式装置较远的地方，并且通过一条或多条输送流体的立管和海底管道与浮式装置相连接。

5.1.5.2 当把浮式装置与穿梭油轮分离开来对安全非常重要时或空间太有限而不允许安全串靠输送时应使用独立的卸载系泊系统。这种专设的外输终端更能适合于恶劣海况下作业。

5.1.5.3 海底管道和单点系泊应分别符合本社《海底管道系统规范》和《海上单点系泊装置入级与建造规范》的规定。

5.1.6 原油外输的安全和环保

5.1.6.1 为了保证原油外输作业安全和防止污染海洋环境，应对外输作业所遇到的风险进行系统全面的分析，找出应对之策并编制出书面的原油外输作业程序。该程序至少应包括下列内容：

（1）外输作业的气象和海况限制；

（2）储油舱储量、油轮到达时间和海况周期之间的协调；

（3）与外输作业相关系统（如惰气、压载、氮气扫线、消防等系统）应具备的技术条件；

（4）各外输作业人员的岗位分工和职责范围；

（5）自动和应急解脱程序。

5.1.6.2 穿梭油轮作业应参照独立油轮船东协会出版的《对全世界海上位置穿梭油轮作业的风险降低指南》和石油公司国际海事论坛出版的《海上提油安全指南》进行。

5.1.6.3 应设有围板以收集软管连接处以及输油管汇处的可能的漏油，围板的高度应考虑到浮体运动的影响。

5.1.6.4 原油外输作业应尽量在白天进行。

5.1.7 故障保护

卸油系统应设计成单一故障和操作失误时，不能招致人员受伤、大量烃漏泄和机械损伤。

第 2 节 原油外输泵与管系

5.2.1 原油外输泵的布置形式

浮式装置上外输泵的布置形式通常有以下两种，设计者应根据每种方式的优缺点进行选择：

（1）集中式泵舱布置

集中式泵舱布置，即把原油外输泵集中布置在泵舱内，其主要优点是便于集中管理、技术成熟、价格较低。

（2）分散式原油舱布置

分散式泵舱布置，即把潜油式液压驱动原油外输泵分散布置到每个原油储存舱内。分散式泵舱布置具有很多优点，主要应用于大型油轮和浮式装置上。

5.2.2 **原油外输泵**

5.2.2.1 对于集中式的泵舱布置，除主用泵外，至少应配备一台与主用泵能力相同的备用泵。

5.2.2.2 原油外输泵（也称原油泵）除可兼作泵舱排水、原油洗舱排水以及注入和排除原油舱内的压载水外，仅可作为原油舱的注入和排出。

5.2.2.3 对于工作时有可能使压力超过其系统设计压力的原油泵，均应装设安全阀。安全阀排出的油应流回至泵的吸入端，并能有效地将泵的排出压力限制在该系统的设计压力。防止泵的排出端超压的其他措施本社将给与特殊考虑。

5.2.2.4 泵的保护系统、设定点和响应时间的设计应能防止下游设备和管路的损坏。

5.2.2.5 泵的排出端应装设止回阀以防回流。

5.2.2.6 每一原油泵出口端应设有原油压力表。

5.2.2.7 原油泵应位于独立泵舱内。其原动机和泵本身应满足本规范第 8 篇第 7 章的防爆要求。

5.2.2.8 若采用蒸汽温度不超过 220℃的蒸汽机或汽轮机作为原油泵的原动机，则其可设在泵舱内。若采用装于泵舱内的液压马达作为原油泵的原动机，应采取相应的措施以避免在正常情况油马达的油被原油污染。

5.2.2.9 当原油泵由穿过泵舱舱壁或甲板的轴系驱动时，应在泵舱的一侧安装轴的气密填料函。该填料函应能在泵舱的外侧进行润滑，其结构应设计成能防止发生过热，填料函的密封部件应由不致产生火花的材料制成。如采用波纹管贯通附件时，则应在安装前作试验压力为 0.34MPa 的液压试验。

5.2.2.10 对安装于原油泵舱并由穿过泵舱舱壁的轴驱动的原油泵，应装设能从原油泵舱外部监测原油泵轴的舱壁填料函和轴承温度的温度传感器，并当上述填料函或轴承温度过高时触发报警。温度监测应满足本规范第 8 篇的相关规定。

5.2.2.11 应在泵的原动机处所内及其处所以外设置关闭原油外输泵的装置。

5.2.2.12 原油外输时，如果充惰压力或原油舱压力达到低限时，应关断原油外输泵。

5.2.3 **深井泵（潜液泵）的附加要求**

5.2.3.1 当原油储存舱内原油的驳运通过位于各自舱内的一台单独的深井泵进行时，应提供能在深井泵故障时排出舱内原油的措施。

5.2.3.2 设置在油舱内的液压驱动的潜液泵的设计，在正常作业条件下，不应使操作介质与原油发生污染。

5.2.3.3 在设计主甲板以上的模块时，应注意为泵的移出留有足够的净空高度。

5.2.4 **原油管路**

5.2.4.1 伸入到原油舱（含污油水舱和生产水舱）的注入管应尽量接近舱底以防飞溅产生静电。

5.2.4.2 原油管路只能敷设在原油区域之内，如无法避免，可允许原油外输管引至艏、艉尾部开敞的非危险区。当原油外输管路穿过居住区时则应在开敞部位穿过，在穿过的该区域及附近不应设有非焊接的接头。

5.2.4.3 与外输卸油软管直接连接的原油装卸管路的终端接管、阀件及其他附件，均应为钢质或同等延展性材料制成，并应具有坚固的结构和牢固的支撑。

5.2.4.4 原油装卸管路应按需要设置膨胀环。为减少漏泄的可能性不宜设置柔性连接的或伸缩装置的膨胀接头。

5.2.4.5 原油装卸管路应有能将管路内和泵内的原油排至原油舱、污油水舱或其它合适舱柜的设施，当泄油柜在泵舱内时，应设置为闭式结构，并设空气，测量管通向开敞甲板。

5.2.4.6 原油舱内的阀门传动装置应引至开敞甲板上，如原油舱与甲板以下的泵舱或管隧相邻，则传动装置可装在泵舱或管隧内的舱壁上。原油舱阀门的传动装置在穿过甲板或舱壁处应设密封填料函，其结构应能在原油舱外面更换填料。传动装置应设有指示阀门开或闭的装置。

5.2.4.7 原油管路的阀件、传动杆及原油泵挠性联轴器等的摩擦部分应选用在动作时不

致产生火花的材料制成。

5.2.4.8 原油管路不应穿过压载舱，如不可避免，则其管壁应采取加厚措施，且不应采用非焊接接头。

5.2.4.9 所有的管线均应有效的接地。

5.2.4.10 原油管路的布置应考虑与主甲板和上部平台保留适当的间距。

5.2.4.11 管路应是自排式的且应是具有最少法兰接头的焊接结构，应设有惰化和清洁卸载系统的接头。

5.2.4.12 应设有放泄卸载系统（包括软管）的设施，每次卸载作业后应对软管进行吹扫。

5.2.5 遥控阀

5.2.5.1 甲板上和泵舱内的阀，如设有遥控，一般情况下，应设有独立于遥控操作机构的就地手动操作。

5.2.5.2 当阀及其驱动器位于原油舱内时，则应在每一原油舱内设置两个独立的吸口或一旦驱动器产生故障时设有能抽空原油舱的替代措施。

5.2.5.3 所有的驱动器应是这样的一种型式即一旦操作介质失压时应能防止阀被无意地打开。应在遥控控制站显示阀是开着或是关着的。

5.2.5.4 油舱内的驱动器和管路的建造材料应与欲使用的舱内的原油相适应。

5.2.5.5 压缩空气不能用于原油舱内驱动器的操作。

5.2.5.6 液压系统中驱动器的操作介质的闪点应等于或大于 60℃（闭杯）并与欲使用的舱内的原油相匹配。

5.2.5.7 驱动器的设计，在正常作业条件下，不应使操作介质与原油发生污染。

5.2.5.8 当操作介质是油或其他流体时，其供液柜应位于原油舱顶部以上尽可能实际高的地点，且所有的驱动器的供液管线应自原油舱的最高部位引入。供液柜应为封闭式并装有引至开敞甲板上安全处所的空气管，空气管开口端应装有金属防火网。该柜尚应设有高、低液位声、光报警。如果驱动器和管路设在原油舱的外部，则此款要求可不必满足。

5.2.5.9 如遥控阀不设手动操作，则建议一旦甲板上的主液压回路损坏时应提供操作阀驱动器的应急措施。对于阀设在原油舱内的情况，此应急措施可通过下述方法实现：即至驱动器的供液管线由甲板垂直引入原油舱内，且在甲板上设有带隔离阀的接头，该接头可与浮式装置上备有的便携式泵相连接。

5.2.6 外输计量

5.2.6.1 原油外输应经过计量站，计量仪器的精度应符合国家计量标准。

5.2.6.2 为了达到极高的计量精度宜设现场校正仪。

5.2.6.3 为了及时计算输送流体的体积宜使用流量计算机。

第 3 节 卸油软管、软管卷筒和缆索

5.3.1 卸油软管

5.3.1.1 卸油软管应按认可的标准进行设计和制造。石油公司国际海事论坛(OCIMF)的《海上系泊用软管的制造和采购指南》是本社认可的标准之一。

5.3.1.2 对于与管汇水平连接的软管，当软管必须弯过浮体边缘时，建议采用一种过导轨式的软管；对于垂直连接的软管且软管悬吊在管汇接头上时，应采用加强型的软管。

5.3.1.3 在易于引起软管扭结或连续弯曲的地方宜采用尾式（如哑铃型）软管。

5.3.1.4 软管串的油轮一侧的软管端应配备吊链、快速关闭/打开装置盲板法兰、捡起线和浮漂。

5.3.1.5 若环境温度低于原油的倾点或原油含蜡高，则应设有防止原油在软管中凝固和结蜡的措施。

5.3.1.6 应设有冲洗软管的措施。

5.3.1.7 浮式装置与软管，软管与软管之间应连续地保持导电连接，软管与穿梭油轮的连接应采取非导电连接。

5.3.1.8 装卸软管应装设故障安全型的隔离阀，当装卸软管解脱或破断时能自动关断。

5.3.1.9 卸油软管的设计参数（如流量、压力、允许最小弯曲半径）及操作环境限制应清楚地表明。

5.3.1.10 软管应配备一个已被设计验证过的弱连接器以防浮式装置和油轮之间一旦发生控制的和非可控的突然断开时，得以将原油向海中的溢出最小化。

5.3.2 缆索

5.3.2.1 为了防止腐蚀缆索宜用尼龙、聚丙烯或聚酯纤维材料制成。

5.3.2.2 缆索的终端接头至少要有 3 倍的安全系数。

5.3.2.3 系泊缆应急解脱系统和其基础的设计负荷应是系泊缆的最小破断强度，解脱系统中的应力不应大于屈服应力或不大于最小破断应力的 80%，取小者。

5.3.2.4 应设有快速解脱缆索总成的接头。

5.3.2.5 应定期对缆索进行检查和试验。

5.3.3 缆索与软管

5.3.3.1 卸油软管及缆索的布置不能影响螺旋桨的工作。

5.3.3.2 在对卸油软管和缆索移动时，应避免金属磨擦而产生火花。

5.3.3.3 破断点，弱点接头以及解脱点的位置及布置应考虑当万一破断和解脱时不使人员处于危险状态。

5.3.4. 软管的收放卷筒

5.3.4.1 输油软管的收放一般分为两种形式即滚筒式和平放式。

5.3.3.2 软管滚筒的设计应保证软管平滑收放，并避免管段和接头被戳穿、缠绕和过应力。

5.3.4.2 回转接头/鹅颈管的设计应是已被验证过的。

5.3.4.4 应备有卷筒保养和软管替换的周密计划。

第 4 节 卸油控制、监控和解脱系统

5.4.1 一般要求

5.4.1.1 卸油系统中应装设仪表以连续监测下列参数：

（1）卸油压力；

（2）软管和缆索的连接状况；

（3）连接设备的张力(如软管绞车)；

（4）缆索的张力。

5.4.1.2 控制系统应设有必要的连锁功能以避免卸载系统漏油误操作（比如，软管连接断开则系统跳车或卸载软管连接之前不能启动原油输送泵）

5.4.1.3 控制站与其他相关的控制站及穿梭油轮至少应有两套相互独立的通信设备。

5.4.2 卸载操作控制站

5.4.2.1 应设有遥控操作和监控卸载操作的控制站。该控制站应有直接的视野监控或通过闭路电视监控相关的船舶系统。

5.4.2.2 闭路电视摄像头应具有适当的质量和可供使用的、必要的操作功能，也应有执行刮水和清洗的功能。

5.4.2.3 控制站应具有下列功能：

（1）控制和监控操作；

（2）关断卸油操作；
（3）遥控/就地应急解脱浮式装置上的缆索；
（4）遥控/就地应急解脱浮式装置上的软管。

5.4.3 就地控制室

5.4.3.1 除了上述卸载操作控制站之外，还应在卸载软管附近设有直接观察作业的就地控制室。当软管与穿梭油轮连接时使用该控制室。连接之后则使用遥控监控站。

5.4.3.2 就地控制室应设置在被保护的位置以免受注入软管破裂、火灾、可燃气体进入等不测事件的影响。如设置在危险区则应设置内部正压通风并设有便于逃生的通道。

5.4.4 对穿梭油轮的要求

浮式装置的卸油应与穿梭油轮的装载紧密配合，穿梭油轮应具有下列功能：
（1）关断卸油操作；
（2）遥控应急解脱设在穿梭油轮上的接头；
（3）手动应急解脱设在穿梭油轮上的接头。

5.4.5 解脱

5.4.5.1 解脱分为自动（正常）解脱和应急（手动）解脱。

5.4.5.2 自动解脱应是故障安全型的，应急解脱系统应独立于自动解脱系统。

5.4.5.3 正常的和应急的解脱不应招致漏油、产生引火源或任何形式的超负荷或对浮式装置造成任何损坏。

5.4.5.4 应备有系泊缆和软管在正常和应急情况下解脱的详细说明性的文件，该文件应包括一个显示所有仪器、安全装置、连锁和遥测装置系统图。系统的设计限制如，流量、设计压力、温度、最小软管弯曲半径、破断负荷以及天气等的限制应清楚地说明。

5.4.5.5 系泊缆应急解脱系统及其基础的设计负荷至少应等于系泊缆的最小破断强度，解脱系统的最大应力不应超过屈服应力或最小破断应力的 80%，取小者。



中 国 船 级 社

海上浮式装置入级规范

2014

第 5 篇 通用系统

目 录

第 1 章 通 则 5-1

第 1 节 一般规定 5-1
第 2 节 布置与安装 5-3

第 2 章 管路设计通则 5-6

第 1 节 一般规定 5-6
第 2 节 设计条件 5-8
第 3 节 材 料 5-13
第 4 节 管路元件的连接 5-14
第 5 节 阀 件 5-19
第 6 节 管路的布置与安装 5-20
第 7 节 试验 5-21

附录 1 浮式装置用塑料管的生产与应用 5-23

1.1 术语与定义 5-23
1.2 适用范围 5-23
1.3 一般要求 5-23
1.4 根据用途和/或使用的部位对管子/管系的要求 5-24
1.5 制造过程中材料的认可和质量控制 5-26
1.6 安装 5-27
1.7 塑料管的试验说明 5-28

附录 2 挠性软管 5-30

1.1 定义 5-30
1.2 适用范围 5-30
1.3 设计和建造 5-30
1.4 安装 5-30
1.5 试验 5-31
1.6 标记 5-31

第 3 章 泵送系统 5-32

第 1 节 一般规定 5-32
第 2 节 舱底系统 5-34
第 3 节 开式排放系统 5-37
第 4 节 压载系统 5-39
第 5 节 舱柜透气系统 5-41
第 6 节 溢流系统 5-43
第 7 节 测量系统 5-43
第 8 节 柴油系统 5-44
第 9 节 天然气、原油燃料系统 5-48
第 10 节 直升机加油系统 5-50
第 11 节 滑油系统 5-50
第 12 节 液压系统 5-51
第 13 节 热油系统 5-52
第 14 节 锅炉给水、排污与凝水系统 5-57

第 15 节 淡水供应系统 5-57
第 16 节 海水系统 5-59
第 17 节 压缩空气系统 5-60
第 18 节 废气排放系统 5-62

第 4 章 通风系统 5-65

第 1 节 一般规定 5-65
第 2 节 生活区域的通风 5-66
第 3 节 机器处所的通风 5-66
第 4 节 防火防爆对通风的要求 5-67

第1章 通 则

第1节 一般规定

1.1.1 范围

1.1.1.1 本篇的规定适用于船式浮式装置的通用（公用）系统，其它型式浮式装置上的通用系统应符合本篇相适用的要求。

1.1.1.2 具有自航能力的浮式装置，其推进装置应符合中国船级社《钢质海船入级规范》的相关规定。

1.1.1.3 柱稳式平台的公用系统应满足中国船级社《海上移动平台入级规范》的相适用的规定。

1.1.2 目的

本章规定的目的是为浮式装置的井流输入、原油处理、原油储存和外输以及生活提供安全有效的支持。

1.1.3 功能要求

为达本章规定的目的公用机械应具有如下功能：

（1）设备的选型适宜于海洋环境；

（2）发电设备满足浮式装置最大负荷的需要，并有一定的余量；

（3）锅炉、压力容器的容量满足浮式装置热能和压力能的需求；

（4）空压机、泵和风机的能力满足所服务系统输送流体的需求；

（5）设备的安装坚固、可靠；

（6）设备及其布置利于安全、环保，便于操作、保养。

1.1.4 环境条件

1.1.4.1 所有与浮式装置安全相关的机械设备、系统应能在浮式装置直立和表 1.1.4.1 规定的静倾和动倾的条件下进行安全操作。考虑到浮式装置的尺寸和作业条件等实际情况，可采用较小的倾斜角。

倾斜角 **表 1.1.4.1**

系统或部件	倾角[1]（°）			
	横向		纵向	
	静倾	动倾	静倾	动倾
与安全相关设备	15	22.5	5	7.5
应急安全设备：如应急发电机、消防泵等	22.5	22.5	10	10

注：1 横向和纵向倾斜可能同时发生

1.1.4.2 与浮式装置安全有关的机械设备、系统，其设计和布置均应符合表 1.1.4.2 中环境温度的规定，以保证其能正常运转。对有限制营运区的浮式装置，环境温度可按营运区实际情况选取。

环境温度 **表 1.1.4.2**

环境	位置	温度（℃）
大气	室内	0～45

	露天甲板	-25～45
	在特定处所内或机械设备上	按特定处所或设备的实际温度
海水	所有位置	32

1.1.4.3 对作业无限制区的浮式装置，其柴油机的额定功率应采用表 1.1.4.3 基准环境条件。

柴油机制造厂在试验台上不必按本规定提供模拟的基准环境条件，但应提供基准环境条件下柴油机功率的修正值。

基准环境条件 **表 1.1.4.3**

绝对大气压	0.l MPa
环境温度	45 ℃
相对湿度	60 %
海水温度（中冷器进口处）	32 ℃

1.1.4.4 限制作业区的浮式装置，确定柴油机功率所根据的环境条件，应适应于该营运区的情况。

1.1.5 超负荷能力

发电机组的原动机，应具有 110％额定功率运转的能力。

1.1.6 瘫船启动

浮式装置机械设备的设计应使其能在 30 min 内从瘫船状态只通过浮式装置上可用的设备而达到运转的目的。

瘫船状态是指由于缺少动力致使主推进装置锅炉和辅机不能运转的状态。

1.1.7 人机界面

1.1.7.1 机器处所的布置和设计应提供一个有利于人员安全、健康和发挥工作效率的工作环境，使人员减低能力和误操作的危险降至最低。

1.1.7.2 机械设备宜有功能识别标志，管系宜按公认的国际、国内或行业标准进行颜色和流向标识，电缆宜设有耐久的识别标签。

1.1.7.3 控制面板的设计和布置宜符合公认的国际人体工程学标准。

1.1.7.4 在作业期间需要人员操作、调试和维修检查的设备或部件（如阀件和仪表），其安装位置应便于人员进行上述活动。

1.1.7.5 备件和工具的存放宜便于使用。

1.1.8 失效保护

1.1.8.1 部件和系统一旦失效，应维持在对机器、人员和环境造成危害最低的状态或处于失效安全状态。

1.1.8.2 部件失效引起损坏或致使其他部件失效的概率应降低至可接受的水平。

1.1.8.3 系统中作为冗余的部件，其失效不能招致系统中备用部件或并联部件的损坏和失效。

1.1.9 防腐蚀

暴露于腐蚀环境的零部件应采用耐腐蚀的材料制成，或采取有效的防腐措施。

1.1.10 材料

1.1.10.1 机械装置和管子在制造中所用的材料，应符合 CCS《材料与焊接规范》的有关规定。

对 CCS《材料与焊接规范》未做规定的材料应经必要的检验和试验合格并经相关部门

认可后，也可采用。

1.1.10.2 浮式装置上禁用石棉材料。

1.1.11 自动化

对取得自动化附加标志的浮式装置，则应符合本规范第 7 篇的有关规定。

1.1.12 通信

机器处所或通常控制发动机的控制室与驾驶室之间的通信应满足本规范第7篇第7章的相关要求。

1.1.13 机械设备详细要求

1.1.13.1 柴油机、锅炉和受压容器应符合 CCS《钢质海船入级规范》第 3 篇的相关规定。

1.1.13.2 空气压缩机和泵应符合本篇第 3 章第 1 节的相关规定。

1.1.14 试验

通用机械设备安装完毕后，应根据本规范的有关规定和同意的试验大纲，进行系泊试验和航行试验。

试验结束后，应由船厂提供有关试验的技术文件和试验报告。

1.1.15 图纸资料

1.1.15.1 应将下列图纸资料提交 CCS 审查：

（1）系统图图例、符号和说明；
（2）舱底系统管路和仪表图；
（3）开排系统管路和仪表图；
（4）压载系统管路和仪表图；
（5）舱柜透气系统管路和仪表图；
（6）溢流系统管路和仪表图；
（7）测量系统管路和仪表图；
（8）燃油系统管路和仪表图；
（9）直升机加油系统管路和仪表图；
（10）滑油系统管路和仪表图；
（11）液压系统管路和仪表图；
（12）热油系统管路和仪表图；
（13）锅炉给水、排污与凝水系统管路和仪表图；
（14）冷却水系统管路和仪表图；
（15）压缩空气系统管路和仪表图；
（16）废气排放系统管路和仪表图；
（17）管子壁厚和直径设计计算书；
（18）动力通风系统图及通风导管布置图；
（19）通用机械与系统说明书；
（20）通用机械明细表；
（21）通用机械与管系计算书；
（22）通用机械与系统试验大纲；
（23）通用机械与系统操作手册；
（24）通用机械处所布置图；
（25）其他 CCS 认为必要的图纸和资料。

1.1.15.2 图纸上应注明管子、阀和管件等的材料、尺寸、类型、设计压力和设计温度等。如无另附计算书，图上还应有必要的规范计算。

第 2 节 布置与安装

1.2.1 设备的布置

1.2.1.1 燃烧设备（如内燃机、锅炉）应尽量设置在非危险区内。

1.2.1.2 安装在非围蔽的处所之内的设备，应适合于露天环境。

1.2.1.3 设备、部件和管路的布置应考虑到不使漏泄的或溢流液体喷落在带电物体上。

1.2.1.4 消防泵的分舱布置要求，见第 8 篇消防水系统的相关规定。

1.2.1.5 发电设备、锅炉、受压容器、液压装置、空气压缩机、泵等与安全相关的设备应设在假定的破损范围之外；此外，应急发电机和集中控制室应设在最终破损水线以上。

1.2.2 火灾预防的布置

1.2.2.1 温度超过 220℃的高温表面，若绝热材料是吸油的或能被油渗透，则应采用薄钢板或类似材料妥善包裹。

1.2.2.2 应采取措施以防止可燃油从泵、分油机、滤器及其他可拆卸的接头处漏泄飞溅至高温表面。

凡可能漏油的地方（如不构成船体结构部分的油柜、油泵、由滤器、锅炉燃烧器、油燃料装置的下面）均应设置集油盘并引至收集容器内。

1.2.2.3 油柜不应设在锅炉、烟道、排气管、消音器及其他热源的上方，如不可避免则应采取措施防止可燃油类滴落在热表面上。

1.2.2.4 锅炉与油柜的距离不应小于表 1.2.2.4 的规定。

锅炉与燃油舱之间的距离（mm） 表 1.2.2.4

		双层底燃油舱的顶板	燃油舱壁
水管锅炉	外壁	—	450
	底部	600	—
烟管锅炉	后封头	—	600
	底部	450	—

1.2.2.5 燃油舱柜尽可能成为浮式装置结构的一部分，并尽可能位于 A 类机器处所之外。除双层底舱柜外，其他燃油舱柜如必需与 A 类机器处所相邻或位于 A 类机器处所之内时，至少他们的垂直侧面之一应与该机器处所限界面相邻接，其底部不应与可能发生的火灾直接接触。燃油舱柜与机器处所共同的限界面的面积应保持最小。

当上述舱柜位于 A 类机器处所之内时，不应用它们盛装闪点（闭杯试验）低于 60℃的燃油。

一般情况下，应避免使用孤立架设的燃油柜，如准许使用时，则该油柜下应设置足够大小的油密溢油盘，此盘应有能导至适当尺寸的溢油柜的适当排放管。

此款原则也适用于其他可燃油柜。

1.2.2.6 A 类机器处所的天窗应为钢质，且不应包含玻璃板。

应采取适当措施，以便在发生火灾后，使烟气能从被保护处所释放。

1.2.2.7 工作压力高于 1.5 MPa 的液压装置应与热源分别设置在不同的处所内或采取其他措施以防止漏泄的液压油喷到引燃源上。

1.2.3 设备的安装

1.2.3.1 所有设备应牢固地安装在底座上，底座应焊接在具有足够强度的甲板或舱壁上。

1.2.3.2 泵应立装或卧装，泵的马达应牢固固定、避免过大的振动并应露出花格板以上。

1.2.4 设备的通达性

机器处所应设有便于照看、操作和维修设备的通道，需要登高的地方应设有梯道、扶手和栏杆，必要时应设置带有栏杆的平台。

1.2.5 设备的维修

1.2.5.1 在正常作业期间需要拆检的设备应留有便于设备拆检或零部件抽出的空间。

1.2.5.2 为拆装设备方便，在机器处所内应设有必要的起吊设备。

1.2.5.3 轴系通过水密舱壁处应设有填料箱，其设置应便于从机舱方面压紧和更换填料。尾管的前端密封处和中间轴的轴承处，应便于接近和维修。

1.2.6 液柜（舱）的分隔

1.2.6.l 滑油柜与水柜或燃油柜相邻时，应以隔离空舱隔开。

1.2.6.2 淡水柜与任何油柜相邻时，应以隔离空舱隔开。

1.2.6.3 日用滑油柜、滑油循环柜或液压油柜不能与任何其他液柜共用一个壁板。

1.2.7 人员防护

1.2.7.1 可能对工作人员造成危害的运动部件，应设置护罩、栏杆或其它安全防护设施。

1.2.7.2 超过 2m 深的甲板开口的边缘，均应设置可靠的安全防护栏杆。

1.2.7.3 所有工作区、走道的地板表面及梯子表面等人员经常通过的地方，均应考虑防滑措施，以保证人员的安全。

1.2.7.4 凡有羁绊、磕碰、跌落危险之处应设有醒目的标识。

1.2.7.5 人行通道应设有适当的净空高度；梯子两边应设扶手和栏杆，梯子和地板间夹角不宜大于 60°。

1.2.7.6 为避免高温表面灼伤人员，应对高温表面进行隔热包扎，使其表面温度降至 60℃以下，如达不到此要求，应设置围栏以防止人员触及高温表面。

对于低于 0℃的表面宜采取适当的绝热保护。

1.2.7.7 应有防止触电、电气火灾及其他电气灾害的预防措施。

1.2.7.8 应采取措施将机器处所的噪声减至可接受的等级。如噪声不能充分地降低，应将过大的噪声源适当地加以隔离或隔绝，如该处所有人值班，则应设有噪声隔离室。如人员需要进入这类处所则应配备护耳器。

1.2.8 误操作的预防

1.2.8.1 通用机械设备的布置应能防止由于单一操作的失误而导致浮式装置和人员处于危险状态。

1.2.8.2 设备和管路的布置应能防止由于操作疏忽而导致液体进入干舱或导致油液或化学品排入海中。

1.2.8.3 系统和舱柜的布置应能防止由于漏泄或阀件的操作而使不同液体混合进而导致对设备和人员构成威胁。

1.2.8.4 应急停车、应急关断等类似的手动按钮应有防止误操作的保护盖。

1.2.8.5 阀门开和关的位置应显而易见。

1.2.8.6 为避免机械设备和系统在操作及转换中的差错，应设有安全操作说明标牌和标签。

1.2.9 A 类机器处所的逃生通道

A 类机器处所的逃生通道应符合本规范第 8 篇第 12 章的相关要求。

第 2 章 管路设计通则

第 1 节 一般规定

2.1.1 目的

本节规定的目的是保证管路的强度和密性。

2.1.2 功能要求

为达本章所规定的目的管路应具有下列功能：

（1）管路应能在预定的设计压力、温度和流量下输送流体；

（2）管路的材料应与外部环境、内含的介质、防火性能、承受的压力和温度和承担的用途相适应；

（3）管路的连接应能保证流体在密闭的系统中流动，并便于拆检保养；

（4）管路应根据需要设有隔离和放泄介质以及控制流量的措施；

（5）管路应设置在不易被破损和一旦发生漏泄时不会招致火灾以及不对电、仪设备造成危害的地方。

2.1.3 定义

2.1.3.1 管（管子）系指用于传送流体或传递流体压力的密封圆筒。

2.1.3.2 管路（管道）系指用于传送、分配、混合、分离、排放、测量或控制流体流量的管路元件的组合并包括管子的支撑。

2.1.3.3 管路元件系指管子、管件、法兰及紧固件、阀门、管膨胀节、过滤器、阻火器、消音器、视流器等。

2.1.3.4 管件系指弯头、三通、四通、管帽、加强焊管嘴（boss）、支管台（o-lets）、异径短节（reduce nipple）、螺纹短节、机械接头、丝堵、仪表管咀、软管快速接头、漏斗、小喷头等。

管件的主要功能是改变管路方向、改变管径、进行管路分支、进行局部加强、终止管路、实现管路连接。

2.1.3.5 管路系统（管系）：承受相同设计条件的相互连接的管路。

2.1.4 管子的等级

2.1.4.1 管子分级的目的是：选择合理的管路元件连接型式（对接焊、承插焊、套筒焊的选择、法兰型式的选择，机械接头形式的选择及膨胀接头型式的选择）；确定适宜的材料、焊接、无损探伤和试验要求。

2.1.4.2 不同用途的压力管子按其设计压力和设计温度分为三级，如图 2.1.4.2 和表 2.1.4.2 所示。

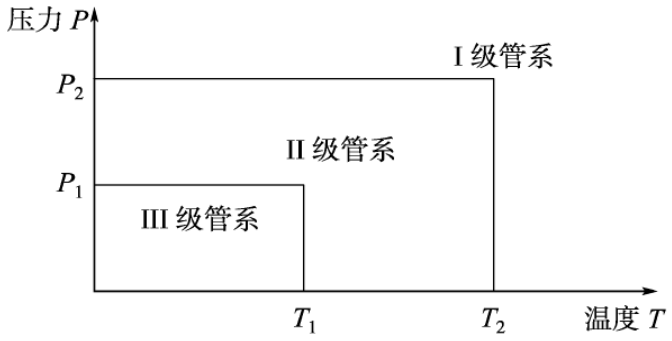


图 2.1.4.2 管子的等级

管子的等级 **表 2.1.4.2**

管 系	I 级		II 级		III 级	
	设计压力（MPa）	设计温度（℃）	设计压力（MPa）	设计温度（℃）	设计压力（MPa）	设计温度（℃）
蒸 汽	>1.6	或>300	≤1.6	和≤300	≤0.7	和≤170
热 油	>1.6	或>300	≤1.6	和≤300	≤0.7	和≤150
燃油、滑油	>1.6	或>150	≤1.6	和≤150	≤0.7	和≤60
可燃液压油						
其他介质	>4.0	或>300	≤4.0	和≤300	≤1.6	和≤200

注：① 当管子的设计压力和设计温度其中一个参数达到表中 I 级时，即定为 I 级管；当设计压力和设计温度两参数均达到表中 II 级或III级规定时，既定为 II 级管或III级管；
② 有毒和腐蚀介质、加热温度超过其闪点的可燃介质和闪点低于 60℃介质、以及液化气体等一般为 I 级管；如设有安全保护措施以防泄漏和泄漏后产生的后果，也可为 II 级管，但有毒介质除外；
③ 不受压的开式管路如泄水管、溢流管、排气管、透气管和锅炉放汽管等也为III级管；
④ 其他介质是指空气、水和不可燃液压油等；
⑤ 热油是指本篇第 3 章第 13 节热油系统所用的循环油液。

2.1.4.3 管路中的管件、阀和其他元件的强度，应与它们所连接的管子的强度相一致，并在最高工作压力下能有效的工作。

2.1.5 压力保护

2.1.5.1 使用时压力可能超过设计压力的管路，应在泵的输出端管路上设置安全阀。对于油管路，由安全阀溢出的液体应流回至泵的吸入端或舱柜内。管路中的加热器和空气压缩机的冷却器也应装设安全阀。安全阀的调整压力，一般不超过管路的设计压力。

2.1.5.2 压力管路上如装有减压阀时，应在减压阀后装设安全阀及压力表，并应设有旁通管路。

2.1.6 防腐蚀

2.1.6.1 处于腐蚀环境中的钢管应有防止锈蚀的保护措施，并在全部加工（即钢管弯制、成形和焊接）完成后，施以保护涂层。

2.1.6.2 管路中如有不同金属件相连，则应设有防电化学腐蚀的措施。

2.1.7 隔热包扎

2.1.7.1 所有蒸汽管、排气管和温度较高的管路，应包扎隔热材料，隔热层表面温度一般应不超过 60℃。可拆接头及阀件处的绝热材料应便于拆换。若隔热层的表面是吸油的或可能被油渗透，应加防油保护。

2.1.7.2 非冷藏装置的管路通过冷藏舱时，应包扎防冻材料，以防管路表面由于结水、结霜而腐蚀加快，并与钢构件作隔热分隔。

2.1.7.3 一般情况下，通过温度为 0℃或低于 0℃舱室的管子，应与该舱室的钢构件作隔热分隔。

2.1.8 管材产品

钢管或铜管产品的要求应分别符合 CCS《材料与焊接规范》第 1 篇第 4、9 章和第 2 篇第 4 章的规定。

第 2 节 设计条件

2.2.1 设计压力

2.2.1.1 一般情况下，管路的设计压力应不低于作业期间所预计的由内压（或外压）与温度构成的最苛刻条件下的压力。如果管路中装有安全泄放装置，则设计压力应不低于安全泄放装置的设定压力。

2.2.1.2 燃油管路的设计压力可按表 2.2.1.2 取值。

燃油管路的设计压力表　　表 2.2.1.2

工作温度 / 工作压力	T ≤ 60 °C	T > 60 °C
P≤0.7 MPa	0.3 MPa 或最高工作压力，取较大者	0.3 MPa 或最高工作压力，取较大者
P>0.7 MPa	最高工作压力	1.4 MPa 或最高工作压力，取较大者

2.2.1.3 在特殊场合，设计压力另行规定。

2.2.2 设计温度

2.2.2.1 一般情况下，管路的设计温度应不低于作业期间所预计的最苛刻条件下的温度，但在任何情况下不能小于 50℃。

2.2.1.2 在特殊场合，设计温度另行规定。

2.2.3 管壁厚度的计算

2.2.3.1 受内压的金属管最小壁厚 δ 的计算公式

受内压的金属管，其最小壁厚 δ 应不小于按下式计算所得之值：

$$\delta = \delta_0 + b + c \quad \text{mm}$$

式中：δ_0 ——基本计算壁厚，mm，见本节 2.2.3.2 的规定；

b ——弯曲附加裕量，mm，见本节 2.2.3.4 的规定；

c ——腐蚀裕量，mm，见本节 2.2.3.5 的规定。

2.2.3.2 金属管基本计算壁厚公式

（1）当 D/δ 不小于 6 时，基本计算壁厚 δ_0 应按下式计算：

$$\delta_0 = pD/(2[\sigma] + p) \quad \text{mm}$$

式中: p ——设计压力，MPa，见本节 2.2.1 规定；

D ——钢管外径，mm；

[σ]——许用应力，N/mm^2。

（2）当 D/δ 小于 6 时及高压管线的壁厚计算应按 CCS 接受的标准进行计算。

2.2.3.3 许用应力

（1）钢管许用应力$[\sigma]$应取下列公式计算的最小值；

$$[\sigma]=\sigma_b/2.7 \quad \text{N/mm}^2$$
$$[\sigma]=\sigma_s^T/1.6 \quad \text{N/mm}^2$$
$$[\sigma]=\sigma_D^T/1.6 \quad \text{N/mm}^2$$
$$[\sigma]=\sigma_c^T \quad \text{N/mm}^2$$

式中：σ_b——材料在常温下（20℃）的最低抗拉强度，N/mm^2；

σ_s^T——材料在设计温度下的最低屈服应力或 0.2%的验证应力$(\sigma_{P0.2})$，N/mm^2；

σ_D^T——材料在设计温度下 100000h 内产生破断的平均应力，N/mm^2；

σ_c^T——材料在设计温度下 100000h 内产生 1%蠕变的平均应力。

σ_b、σ_s^T、σ_D^T应符合 CCS《材料与焊接规范》的有关规定，σ_c^T由 CCS 根据其可靠性在认为必要时自行取用。

（2）铜和铜合金管许用应力应取自表 2.2.3.3。

铜和铜合金管许用应力[σ] **表 2.2.3.3**

管子材料	测试条件	抗拉强度（N/mm^2）	许用应力（N/mm^2） 设计温度（℃） 50	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300
铜	退火	215	41	41	40	40	34	27.5	18.5	—	—	—	—
铝黄铜	退火	325	78	78	78	78	78	51	24.5	—	—	—	—
铜银合金 CuNi5Fe1Mn CuNi10Fe1Mn	退火	275	68	68	67	65.5	64	62	59	56	52	48	44
铜镍合金 CuNi30	退火	365	81	79	77	75	73	71	69	67	65.5	64	62

注：① 如金属温度处于表中所列数值之间，则许用力可采用线性内插法求得；

② 表内未包括的材料的许用应力的选取应提交详细的资料。

2.2.3.4 弯曲附加裕量

弯曲附加裕量b应不小于按下式计算之值：

$$b=0.4\frac{D}{R}\delta_0$$

式中:R——平均弯曲半径，mm，通常R应不小于$3D$；

D——钢管外径，mm；

δ_0——基本计算壁厚，mm，见本节 2.2.3.2 的规定。

2.2.3.5 腐蚀余量

（1）碳钢与低合金钢管的腐蚀裕量值如表 2.2.3.5（1）所示；

对于穿过舱柜的管路，应增加一个计及外部腐蚀的附加腐蚀裕量，该腐蚀裕量取决于外部介质；若采用涂层、衬层等措施对管子及其接头进行了有效的防蚀保护，则至多可减少 50% 的腐蚀裕量。当使用有足够抗蚀性能的特种钢时，其腐蚀裕量可以减少，甚至可减少到零。

（2）有色金属管的腐蚀裕量值如表 2.2.3.5（2）所示。

2.2.3.6 本节 2.2.3.1 所述最小壁厚δ未考虑制造负公差，因此有制造负公差时，管子的壁厚

δ_m 应不小于按下式计算之值：

$$\delta_m = \frac{\delta}{1-a} \quad \text{mm}$$

式中：a ——制造负公差与管子公称壁厚之比。

钢管腐蚀裕量 C mm　　表 2.2.3.5（1）

管 系 用 途	C	管 系 用 途	C
过热蒸汽系统	0.3	滑油系统	0.3
饱和蒸汽系统	0.8	燃油、热油系统	1.0
储油舱蒸汽加热系统	2.0	原油系统	2.0
锅炉开式给水系统	1.5	冷藏装置制冷剂系统	0.3
锅炉闭式给水系统	0.5	淡水系统	0.8
锅炉排污系统	1.5	海水系统	3.0
压缩空气系统	1.0	冷藏舱室盐水系统	2.0
液压油系统	0.3		

有色金属管腐蚀裕量 C mm　　表 2.2.3.5（2）

管子材料	C（mm）
铜、黄铜与类似合金，铜锡合金（含铅者除外） 铜镍合金（含 Ni ≥10%）	0.8 0.5
注：对用于无腐蚀作用介质的管子以及具有足够抗腐蚀能力的特殊合金管子，腐蚀裕量可减至零。	

2.2.4 最小壁厚的确定

2.2.4.1 对于受内压的碳钢与低合金钢管，当由本节 2.2.3.6 所述公式计算所得的最小壁厚小于表 2.2.4.1（1）、表 2.2.4.1（2）、表 2.2.4.1（3）所列数值时，则应采用表列相应的标准管的最小公称壁厚。

钢管外径与最小公称壁厚 δ mm　　表 2.2.4.1（1）

外 径 D	最 小 公 称 壁 厚 δ			
	一般用管③④⑥⑧	与浮式装置体结构有关的舱柜的空气管、溢流管和测量管①②③④⑥⑦	舱底、压载水管、一般海水管和液舱内的蒸汽加热盘管①③④⑤⑥⑦	通过压载舱和燃油舱的舱底水管、空气管、溢流管和测量管。通过燃油舱的压载管和通过压载舱的燃油管①②③④⑤⑥⑦
10.2～12	1.6			
13.5～19.3	1.8			
20	2.0			
21.3～25	2.0		3.2	
26.9～33.7	2.0		3.2	
38～44.5	2.0	4.5	3.6	6.3
48.3	2.3	4.5	3.6	6.3
51～63.5	2.3	4.5	4.0	6.3
70	2.6	4.5	4.0	6.3
76.1～82.5	2.6	4.5	4.5	6.3
88.9～108	2.9	4.5	4.5	7.1

外 径 D	最 小 公 称 壁 厚 δ			
	一般用管③④⑥⑧	与浮式装置体结构有关的舱柜的空气管、溢流管和测量管①②③④⑥⑦	舱底、压载水管、一般海水管和液舱内的蒸汽加热盘管①③④⑤⑥⑦	通过压载舱和燃油舱的舱底水管、空气管、溢流管和测量管。通过燃油舱的压载管和通过压载舱的燃油管①②③④⑤⑥⑦
114.3～127	3.2	4.5	4.5	8.0
133～139.7	3.6	4.5	4.5	8.0
152.4～168.3	4.0	4.5	4.5	8.8
177.8	4.5	5.0	5.0	8.8
193.7	4.5	5.4	5.4	8.8
219.1	4.5	5.9	5.9	8.8
244.5～273	5.0	6.3	6.3	8.8
298.5～368	5.6	6.3	6.3	8.8
406.4～457	6.3	6.3	6.3	8.8

注：① 如采用涂层、衬层等措施对管子及其接头进行有效的防蚀保护，其最小壁厚可以适当减薄，但减薄最多不超过 1 mm；
② 除储油闪点小于 60℃的液舱测量管外，表列测量管的最小管壁厚系适用于液舱外部的测量管；
③ 对于允许采用的螺纹管，最小壁厚应自螺纹根部量起；
④ 焊接钢管和无缝钢管的外径和壁厚的数值取自 ISO 的推荐文件 R336，若按其他标准选取管子壁厚可允许适当减少；
⑤ 通过深舱的舱底水管和压载管的最小壁厚应另行考虑，通过储油舱的压载水管的最小壁厚应不小于第 3 章表 3.1.9.6 规定的值；
⑥ 外径大于 457 mm 的管子的最小壁厚可参照国家或国际标准，但任何情况下其最小壁厚应不小于表 2.2.4.1（1）中管子外径为 406.4～457 mm 所对应的值；
⑦ 本表所列的最小壁厚一般是指公称壁厚，因此不必考虑负公差和弯曲减薄裕量；
⑧ 排气管的最小壁厚应另行考虑。

不锈钢管外径 D 与最小公称壁厚 δ mm　　表 2.2.4.1（2）

管子外径（D）	不锈钢管最小公称壁厚（δ）	管子外径（D）	不锈钢管最小公称壁厚（δ）
≤10	1.0	247～340	3.5
11～18	1.5	341～426	4.0
19～83	2.0	427～511	4.5
84～169	2.5	512～597	5.0
170～246	3.0		

奥氏体不锈钢管外径 D 与最小公称壁厚 δ mm　　表 2.2.4.1（3）

管子外径（D）	最小公称壁厚（δ）	管子外径（D）	最小公称壁厚（δ）
10.2～17.2	1.0	219.1	2.6
21.3～48.3	1.6	273.0	2.9
60.3～88.9	2.0	323.9～406.4	3.6
114.3～168.3	2.3	>406.4	4.0
注：可接受按国家或国际标准选取外径及壁厚。			

2.2.4.2 对于受内压的铜与铜合金管，当由本章 2.2.3.6 所述公式计算所得的最小壁厚小于表 2.2.4.1（4）所列数值时，则应采用表 2.2.4.1（4）中相应的标准管的最小公称壁厚。

2.2.4.3 螺纹管的壁厚，应量至螺纹根部。

2.2.4.4 甲板排水管和泄水管的最小壁厚应符合本规范第 3 章第 3 节的有关规定。

2.2.4.5 露天甲板以上的空气管的最小壁厚应符合规范第 3 章第 5 节 3.5.7 的有关规定。

2.2.4.6 二氧化碳灭火钢管的壁厚见本规范第 8 篇第 6 章第 9 节表 6.9.4.1（5）的规定。

铜和铜合金外径与最小公称壁厚 δ_m mm　　表 2.2.4.1（4）

管子外径 D	最小公称壁厚	
	铜	铜合金
8～10	1.0	0.8
l2～20	l.2	1.0
25～44.5	1.5	1.2
50～76.1	2.0	1.5
88.9～l08	2.5	2.0
133～159	3.0	2.5
193.7～267	3.5	3.0
273～470	4.0	3.5
508	4.5	4.0

注：① 外径和壁厚的数值取自 ISO 标准；
② 若按其他标准选取管径，管子壁厚可允许适当减小。

2.2.5 管子直径的选择

2.2.5.1 在管子直径选取时应考虑介质的流速应适中，过低的流速不易带走管内的杂质，过高的流速易造成冲蚀。

2.2.5.2 水介质在铜管中的流速不宜大于 1m/s。

2.2.5.3 水介质在下列材料制成的管子中的流速通常不小于 1m/s，而其最大流速不宜超过表 2.2.5.3 所列之值。

水介质在不同管材下的流速 m/s　　表 2.2.5.3

管材类别	流速
镀锌钢管	3
铝铜合金	3
90/10 铜镍铁合金	3.5
70/30 铜镍合金	5

2.2.5.4 舱底、测量、空气和溢流管的最小内径应为表 2.2.5.4 所列之值。

舱底、测量、空气和溢流管的最小内径 mm　　表 2.2.5.4

管 名	内 径
舱底管	50
测量管	32
空气和溢流管	50

2.2.5.5 舱底水总管的内径选择见本篇第 3 章第 2 节 3.2.9 的相关规定。

第 3 节 材 料

2.3.1 **一般规定**

各种管、管件及阀件所使用的材料应与介质和管路承担的用途相适应。

2.3.2 **碳钢和低合金钢钢管、管件和阀件**

2.3.2.l Ⅰ级和 II 级的管子，应为无缝钢管或是按认可的焊接工艺而制造的焊接管。

2.3.2.2 有纵向对接焊缝的锻造管子不能用于燃油、油加热盘管或压力超过 0.4 MPa 的压力容器内。

2.3.2.3 碳钢和碳锰钢钢管、管件和阀件一般不能用于流体温度超过 400℃的管路，但如果它们的冶金性能和高温耐久强度（100000h 以上的最大抗拉极限强度）符合国家或国际规则和标准，并且这些数值能由钢厂保证，则可以用于更高温度的管路。

2.3.3 **铜和铜合金管、管件和阀件**

2.3.3.l Ⅰ级和Ⅱ级管路中所使用的铜和铜合金管应为无缝管。

2.3.3.2 Ⅲ级管路所用的铜和铜合金材料，应根据认可的技术标准进行制造和试验。

2.3.3.3 铜和铜合金管、阀件和附件的使用温度应不超过表 2.3.3.3 的规定。

使用温度 **表 2.3.3.3**

铜和铝黄铜	200 ℃
铜镍合金	380 ℃
适合高温用途的特殊青铜	260 ℃

2.3.4 **灰铸铁管、管件和阀件**

2.3.4.1 灰铸铁管、管件和阀件一般不用于Ⅰ级和Ⅱ级管路，但设计压力和设计温度分别不超过 1.3 MPa 和 220℃的 II 级蒸汽管路的阀和附件可以采用灰铸铁材料。

2.3.4.2 灰铸铁管、阀和附件一般可用于Ⅲ级管系及浮式装置储油舱内的储油管路和压载管路，但不应用于下列用途：

（1）通过储油舱引向首部压载舱的清洁压载管路；

（2）储存闪点低于或等于 60 ℃原油的浮式装置露天甲板上的输油管路；

（3）介质温度超过 220 ℃的管路；

（4）遭受压力冲击、过大应力和振动的管路；

（5）舷旁阀和海水箱上的阀；

（6）安装在防撞舱壁上的阀；

（7）锅炉排污管路；

（8）蒸汽管、消防水管、舱底水管和压载水管；

（9）燃油舱外壁上受静压的阀。

灰铸铁一般也可用于在浮式装置露天甲板上压力不大于 1.6 MPa 的储油管路，但与储油装卸软管连接的分配总管及其阀件和附件除外。

2.3.5 **球墨铸铁管、管件和阀件**

2.3.5.1 Ⅱ级和Ⅲ级管路中使用的铁素体球墨铸铁管、管件和阀件，其材料的最低伸长率在标距为 $5.65\sqrt{A}$ 时应不小于 12%，式中 A 为试样的横截面积。

2.3.5.2 铁素体球墨铸铁管、管件和阀件不得用于介质温度超过 350℃的管路。

2.3.5.3 铁素体球墨铸铁管、阀和附件用于舷旁管和舷旁阀时，其材料性能应符合 CCS《材料与焊接规范》的有关规定。

2.3.5.4 当球墨铸铁材料的伸长率小于本节 2.3.5.1 的最低要求时，则应作为灰铸铁处理。

2.3.6 **塑料管**

2.3.6.1 塑料管在浮式装置上的应用范围及其部位应按本章附录 1 中的表 1.4.1.3 规定，并满足表中规定的防火要求。

2.3.6.2 浮式装置上所用塑料管应根据其化学成分、机械性能和耐温极限选取。

2.3.6.3 塑料管一般不用于介质温度高于 60℃或低于 0℃的管系。

2.3.6.4 浮式装置上所用塑料管的设计、制造、使用和试验应符合本章附录 1 的有关规定。

2.3.7 **挠性软管**

2.3.7.1 挠性软管通常指带有为安装而预制的端部配件的金属或非金属的短软管。

2.3.7.2 挠性软管可用于固定管路系统和机械部件之间的固定连接，亦可用于便携式设备和管路之间的临时连接。

2.3.7.3 浮式装置上所用软管的设计、制造、使用和试验应符合本章附录 2 的有关规定。

第 4 节 管路元件的连接

2.4.1 **一般要求**

2.4.1.1 管路中元件的连接可采用以下方式：

（1）焊接；

（2）法兰连接；

（3）螺纹接头连接；

（4）机械接头（管箍）连接；

（5）经 CCS 认可的其它特殊连接方式。

2.4.1.2 管子的焊接准备及焊接除应符合本节要求外，还应符合 CCS《材料与焊接规范》第 3 篇第 9 的要求。

2.4.2 **焊接**

2.4.2.1 对接焊连接

（1）对接焊包括管与管、管与颈式对接法兰（图 2.4.3.2 中的 A_1）、管与松套法兰（图 2.4.3.2 中的 A_2）、管与管件等的对接焊；

（2）一般情况下，对接焊法兰和对接焊管件应按国际、国家或行业标准选取；

（3）相连的对接件的内径应相匹配，可采用扩管，机加工等方法来进行，但应保证管壁的厚度不小于设计值。不同管壁的管子相连时，管壁稍厚的管子应逐渐削薄至对接处使两者一致；

（4）对接焊应为全焊透型式并对根部质量有特殊规定，或全焊透型式但对根部质量无特殊规定。

2.4.2.2 承插焊连接（参见图 2.4.2.2 （a））

（1）承插焊管件应为锻钢，其材质应与相关管路相容；

（2）承插焊管件的壁厚应符合本章 2.2.4 的要求，但不应小于其连接管壁厚的 1.25 倍；

（3）承插焊管件的内径和连接管的外径之间的径向间隙不应超过 0.8 mm，承插座与连接管的端头应有大约 1.5 mm 的间隙；

（4）连接管和承插管件的填角焊的焊脚高度不应低于管子的公称壁厚。

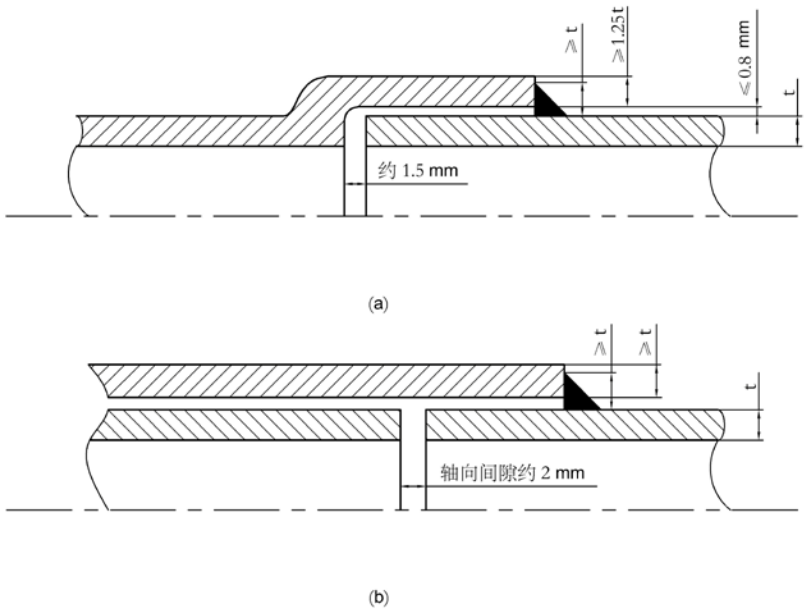


图 2.4.2.2 承插焊和套筒焊连接

2.4.2.3 套筒焊连接（参见图 2.4.2.2 （b））

（1）套筒的材质应与相关管路相容；

（2）套筒的壁厚应符合本章 2.2.4 的要求，但不应小于其连接管的壁厚；

（3）套筒焊管件的内径和连接管的外径之间的径向间隙不应超过下列之值：

① 1 mm，当连接管公称直径≤50 mm 时；

② 2 mm，当连接管公称直径＞50 mm，而≤200 mm 时；

③ 3 mm，当连接管公称直径＞200 mm 时。

（4）连接管的端头应在套筒管件中间，其轴向间隙约为 2 mm；

（5）套筒的最小长度应符合下列公式：

$$Ls = 0.14D+36\ mm$$

式中： *Ls*—套筒的长度，mm

D—连接管的外径，mm

（6）连接管和套筒的填角焊的焊脚不能低于管子的公称壁厚；

（7）套筒焊接头除符合表 2.4.2.4 之外，不能用于下列之处：

① 深舱舱底管路；

② 储油舱之外的外输管线；

③ 通过储油舱的空气和测量管。

2.4.2.4 各种焊接的适用范围如表 2.4.2.4 所示。

各种焊接的适用范围 **表 2.4.2.4**

连接方式		适用管路等级	适用外径
对接焊接连接	采取改善焊缝根部质量措施的对接焊	Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ	不限
	不采取改善焊缝根部质量措施的对接焊	Ⅱ、Ⅲ	
承插焊接连接		Ⅲ	不限

套筒焊接连接	Ⅰ、Ⅱ，但有毒介质或预期工作中可引起疲劳、严重腐蚀的管路除外	D≤88.9 mm

2.4.3 法兰连接

2.4.3.1 一般要求

（1）法兰及其螺栓的尺寸应根据国家标准选取，对于特殊用途的法兰及其螺栓的尺寸应另行考虑；

垫片尺寸和形状应根据国家标准或可接受的标准选取，并应适于在设计压力和设计温度下所输送的介质。

法兰连接应符合国际、国家或行业标准，并适于使用的管路系统以及输送的流体、设计压力和温度条件、外部的和周期的载荷及其所在的位置。

（2）法兰按附连于管的方式可分为焊接法兰、螺纹法兰（图 2.4.3.2 D）和松套（活动）法兰（图 2.4.3.2 A_2、F）；

（3）认可型的法兰接头示于图 2.4.3.2 中。

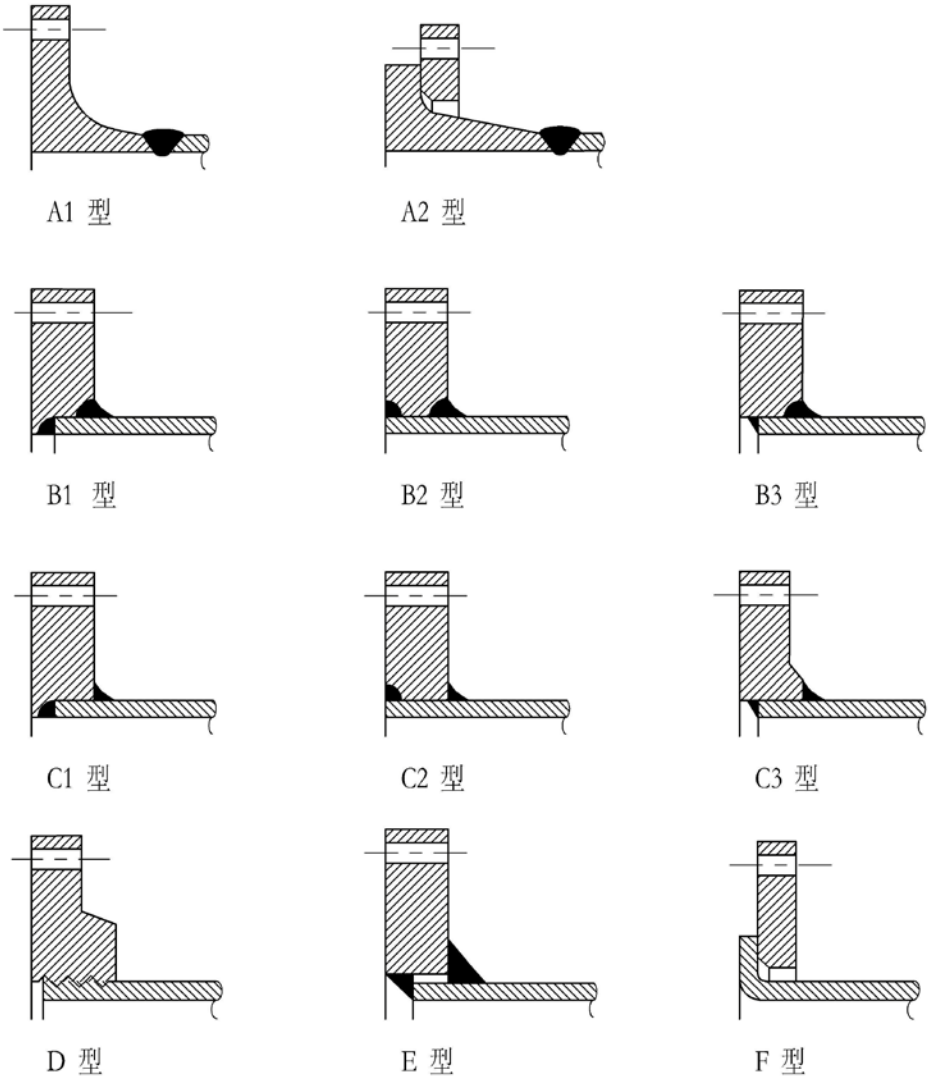


图 2.4.3.2 认可型的法兰接头

2.4.3.2 焊接法兰

（1）对接焊法兰一般应为全焊透型。当在 A_1 和 A_2 法兰中采用背圈时，背圈应与管内径紧密配合，焊接后应将背圈及时移走，背圈的材料应与管材料一致或采用含硫量小于 0.05%的低碳钢制成；

（2）承插焊和套筒焊（又称平焊）法兰和管子不允许紧密配合，法兰内表面和管外径在任一点的间隙不允许大于 3 mm，任一点的径向总间隙不允许大于 5 mm；

（3）图 2.4.3.2 脚焊缝的焊脚、法兰坡口熔深尺寸一般应等于 1.5 倍的管子壁厚，但不小于 5 mm；

（4）可采用手工电弧焊、惰气保护焊和乙炔焊，但通常情况下乙炔焊不适用于管径大于 100 mm 或管壁厚度大于 9.5 mm 的管路焊接；

（5）B、C 型法兰包括有毂和无毂两种。

2.4.3.3 螺纹法兰

（1）螺纹法兰（如图 2.4.3.2D 所示）和管子上的螺纹应自端部开始逐渐减少并消失。螺纹部分的管径应略小于不带螺纹部分的管径，管子和法兰连接并紧固好以后，需将管子胀紧到法兰上；

（2）螺纹的长度应不小于螺距的 3 倍，螺纹根部的直径应逐渐加大到螺纹顶部的直径；

（3）这种连接的管路可用于设计压力小于 3.0 MPa，设计温度小于 370 ℃ 的蒸汽管系中，亦可用于设计压力小于 5.0 MPa 的给水管系中。

2.4.3.4 各种法兰的适用范围和限制条件如表 2.4.3.4 所示。

各种法兰的适用范围和限制条件　　表 2.4.3.4

管路等级	有毒或有腐蚀性的介质④，可燃介质④，液化气	滑油和燃油	蒸汽③和热油	其他介质①②③
I	A、B⑥	A、B	A、B⑥	A、B
II	A、B、C	A、B、C、E⑦	A、B、C、D⑤、E⑦	
III		A、B、C、E	A、B、C、D、E	A、B、C、D、E、F②

注：① 包括水、空气、其他气体、液压油；
② F 型仅适用于水介质并且是在末端有开口的管线上；
③ 设计温度超过 400℃时，仅适用 A 型；
④ 设计压力超过 1 MPa 时，仅适用 A 型；
⑤ 设计温度超过 250℃时，不得用 D 型和 E 型；
⑥ B 型仅适用于外径小于 150 mm 的管子；
⑦ E 型仅适用于设计温度小于 150℃和设计压力小于 1.6 MPa 的油管。

2.4.4 螺纹接头连接

2.4.4.1 螺纹连接仅适用于外径不大于 51 mm 的管子。螺纹管件应符合国际、国家或行业标准。

2.4.4.2 螺纹套筒连接

符合国际、国家或行业标准的螺纹套筒接头可以与碳钢管一起使用。螺纹套筒不适用于易于产生疲劳及严重冲蚀或裂纹腐蚀的管路或内含可燃或有毒介质的管路。二氧化碳系统中的螺纹连接只可用于被保护处所内和二氧化碳气瓶室。螺纹套筒连接的其他限制条件如表 2.4.4.2 所示。

螺纹套筒连接的使用条件　　表 2.4.4.2

螺纹类型	管子的外径（mm）		
	I 级	II 级	III 级
锥型螺纹	<33.7	<60.3	<60.3

平行螺纹	—	—	<60.3

2.4.4.3 在特殊情况下，如其满足公认的国际或国家标准的要求，可以接受大于上述规定的尺寸。

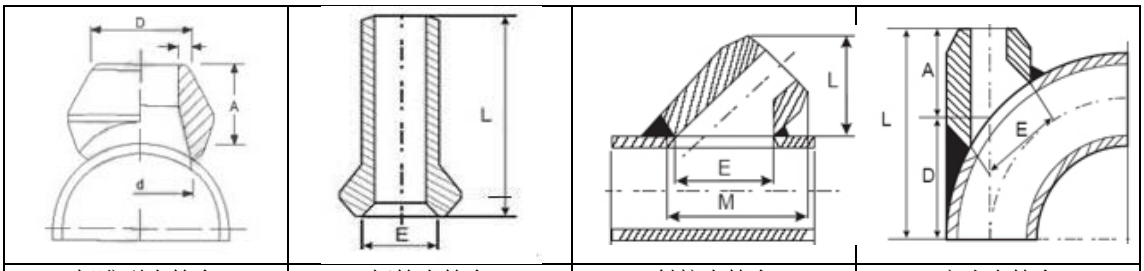
2.4.5 支管台连接

2.4.5.1 支管台是用于支管连接的补强型管件。典型支管台型式如图 2.4.5.1 所示。

2.4.5.2 支管台管件应按国际、国家或行业标准进行选取。

2.4.5.3 支管台本体应采用优质锻件，其材料应与管道材料相同。

2.4.5.4 支管台与主管应采用焊接。



标准型支管台	短管支管台	斜接支管台	弯头支管台

图 2.4.5.1 典型支管台

2.4.5.5 支管台与支管或其他管（如短管、丝堵等）、仪表、阀门的连接有对焊、承插焊、螺纹等多种型式。

（1）当支管的公称直径等于大于 50 mm 时，一般为对接焊；

（2）当支管的公称直径小于 50 mm 时，一般为承插焊；

（3）当支管连接仪表时，一般为螺纹连接。

2.4.5.6 除用支管台连接之外，支管可采用其他焊接的方式付连于管上，其条件是该管在支管处通过补偿板或座圈或其他认可的方式得以加强。

2.4.6 机械接头

认可的机械接头应满足 CCS《钢质海船入级规范》第 3 篇 2.5.3 相关要求。

2.4.7 膨胀补偿接头

2.4.7.1 承受胀缩或其他应力的管子，应采取管子弯曲或膨胀接头等必要的补偿措施。油管和消防水管的膨胀补偿装置和法兰垫片应由不燃材料制成。

2.4.7.2 管路中所使用的膨胀接头应为认可的型式，与膨胀接头毗连的管子应适当校直和固定，必要时，波纹管型膨胀接头需加以防护，以防机械损伤。

2.4.7.3 一般滑动式膨胀接头只能用于正常工作或迁航中工作人员可随时到达进行检查处所的管子。深舱等不便检查处所的管子，不应装设滑动式膨胀接头。但位于装载与管子内所输送液体相同的舱柜内的管子可使用滑动式膨胀接头。

滑动式膨胀接头不应用于下列管路中:

（1）I 级管路；

（2）II 级管路中的油（如燃料油、润滑油、液压油、热油）管路；

（3）舵机液压系统；

（4）起动空气和控制空气系统；

（5）锅炉供水系统；

（6）固定式气体灭火系统；

（7）位于深舱和双层底舱内的舱底水管路；

（8）位于 A 类机器处所、起居处所及无机械通风的管弄内的 III 级管路中的油 （如燃料

油、润滑油、液压油、热油）管路；

（9）通过其他液舱的管路；

（10）排气系统。

第 5 节 阀 件

2.5.1 一般要求

2.5.1.1 阀件应按认可的国家和行业标准进行设计或制造。

2.5.1.2 阀件应使用钢、铸铁、铜合金或其他认可的材料制造并适宜其预定的用途。

2.5.1.3 阀件、阀盘、阀座及其他易磨部件应用抗腐蚀的材料制造并适宜其预定的用途。

2.5.1.4 阀件应以顺时针方向转动为关闭，反之为开启。

2.5.1.5 管路中所选用阀件的压力、温度等级不应低于管路的压力、温度等级。阀件的口径应与管子的口径相匹配。

2.5.1.6 阀件型式的选择应与其预定的用途相适应。

2.5.2 标识

2.5.2.1 重要用途的阀件应有标明其用途的字迹清晰的名牌。

2.5.2.2 重要用途的阀件上的手轮应有开与关的方向指示器。

2.5.2.3 重要用途的阀件应设有该阀开与关的状态指示器。

2.5.3 密封

2.5.3.1 阀件的结构设计应保证在操作阀时，不使阀盖或压盖松动。

2.5.3.2 没于液体中的阀件应适合阀内外两种介质阀杆的密封应能够承受内外介质的最大工作压力。

2.5.3.3 阀件的密封材料应与其接触的介质相适应。

2.5.4 耐火性能

2.5.4.1 对于当失火时需要遥控关闭的阀门，阀件及其操纵机构应由钢质材料制造或具有可接受的耐火设计。

2.5.4.2 阀的阻隔件或密封件若不耐火，则不应用于由于失火而导致火灾漫延、浸水或使系统失去主要功能的处所。

2.5.5 液压试验

2.5.5.1 阀在装配前应进行液压试验，其试验压力应为 1.5 倍的设计压力。

2.5.5.2 安装在载重水线之下的外板上的通海阀件、旋塞和接管应进行压力不小于 0.5 MPa 的液压试验。

2.5.5.3 安全阀流量试验

对带有安全阀的容积式泵，安全阀的调整压力和相应于泵最大标定流量时安全阀的流量应进行试验。

2.5.6 安装

2.5.6.1 阀、旋塞与水密舱柜的连接应采用螺柱旋入焊于面板上的座板而不穿透座板的方法加以固定。阀、旋塞也可装在焊在水密舱柜面板上的短管上。

2.5.6.2 如阀与其他部件进行焊接，则阀体上的焊接颈部应有足够的长度，以保证阀不因接头处的焊接和焊后热处理而变形。

2.5.6.3 管路上的安全阀应竖直安装在易于观察的地点。

第 6 节 管路的布置与安装

2.6.1 一般要求

2.6.1.1 管路的布置应整齐，离地板有一定的距离以便于维修检查；冷、热管应分开设置。

2.6.1.2 易受碰损的管子，应具有可靠的、便于拆装的防护罩。

2.6.1.3 为了保证管路的密性，管路中的可拆卸接头应减少到维修保养所必须的最低数量。

2.6.1.4 管路中的法兰、管件和阀件的布置应便于检查、维修和操作。

2.6.1.5 管路的设计和布置应防止液体管路特别是离心泵的吸入管路中产生气袋，气体管路中形成液袋。

2.6.1.6 管子穿过水密或气密结构处，应采用贯通配件或座板。管子用螺栓固定在水密舱壁上时，螺栓孔不应穿舱壁。

穿过有防火分隔的甲板或舱壁处，其布置不应破坏甲板或舱壁的防火分隔。

2.6.1.7 淡水管应避免通过油舱，油管也应避免通过淡水舱，如不可避免时，应在液密的隧道或套管内通过。其他管子通过燃油舱时，管壁应加厚，且不得有可拆接头。

2.6.1.8 液体、蒸汽管路应避免设在配电板的上方或附近。如不可避免时，则应有可靠的防护措施。

2.6.2 破舱保护

2.6.2.1 破舱稳性要求

管路应避免设在假定的破损区，如不可避免则应进行分析，假如在破损区的管子被撞坏之后，不会通过已破损的管路招致被破损舱室之外的舱室的进一步浸水，则此管路可以设在假定的破损区。

2.6.2.2 重要功能要求

除破舱稳性要求外，为保证浮式装置重要功能不受破损的影响，为发电机和推力装置服务的管路、压载管路、舱底管路、舱底水吸口及污水井不应设在假定的破损区。

2.6.3 防火保护

2.6.3.1 油管路不应直接设在热源（如锅炉、蒸汽管线、排气总管、消音器等）电气设备及其他引火源的上方和附近，如不可避免，应采取措施（如不设可拆卸的接头）防止油喷射或滴落在热表面上。

2.6.3.2 油管路中的可拆卸的接头的数量应保持在拆检所必需的最低数量。

2.6.3.3 油管路中的垫片以及油柜上的人孔和手孔上的垫片应由耐油和耐热的材料制成。

2.6.3.4 油管路中可能发生漏泄和在运行中需要放泄之处应设置油盘并把漏油收集至安全地点。

2.6.3.5 油管路应避免穿过起居处所和控制站。

2.6.3.6 油管路的布置应便于观察并有良好的照明。

2.6.3.7 燃油管路中，凡压力超过 0.18 MPa 的燃油加热部件，应尽可能不设置在隐蔽处所，以便于检视。上述部件设置处，应设有足够照明。

2.6.3.8 高压燃油泵与喷油器之间的外露高压输油管线应使用套管加以保护，该套管能容纳高压管线失效而漏出的燃油，这种套管连同其内的高压输油管应构成一个固定的组装件。套管管路系统应包括漏油收集装置和燃油管线失效报警装置。

2.6.4 管路的安装

2.6.4.1 管子在设备上的安装应自由对中，以防对设备产生附加的应力。

2.6.4.2 管路应加以合理的支撑和固定，管路之间不能相互支撑，并应考虑维修和拆卸方便及热膨胀。

2.6.4.3 应考虑管系的挠性，如有必要应进行挠性分析，避免造成由此引起的变形、泄漏和

损坏以及过度附加应力等。管路的安装应尽量减少振动的传播。

2.6.4.4 所有的管路应用指定的颜色加以标识。

第 7 节 试验

2.7.1 安装浮式装置前的试验

2.7.1.1 所有 I 级和 II 级管路用管以及设计压力大于 0.3 MPa 的蒸汽管、给水管、压缩空气管和燃油管连同它们的附件一起，在制造完工后包扎隔热材料或涂上涂层之前，均应经液压试验。

2.7.1.2 所有材料用管及管件的液压试验的试验压力 P_S，应不低于下式计算之值：

$$P_S = 1.5p \quad \text{MPa}$$

式中： p ——管路设计压力，MPa；见本章 2.2.1 的规定。

2.7.1.3 当设计温度超过 300℃时，所使用的碳钢和低合金钢管及管件的试验压力 P_S，应由下式决定。

（1）对碳钢和碳锰钢管，试验压力 P_S：

$$P_S = 2p \quad \text{MPa}$$

（2）对合金钢管，试验压力 P_S 不低于下式计算之值，但不必超过 $2p$。

$$P_S = 1.5\frac{[\sigma]_{100}}{[\sigma]_t}p \quad \text{MPa}$$

式中: p —同本节 2.7.1.2；

$[\sigma]_{100}$ —100℃时的许用应力，N/mm^2；

$[\sigma]_t$ —设计温度下的许用应力，N/mm^2。

为了避免在弯曲处和支管处产生过大的应力，上述试验压力可以减小到 $1.5p$。在试验温度下，薄膜应力应不超过屈服点的 90%。

2.7.1.4 当管路的液压试验在浮式装置上进行时，可以和安装在浮式装置之后的密性试验一起进行。

2.7.1.5 内径小于 15 mm 的管子的液压试验，经同意可以免除。

2.7.1.6 由于技术原因，在安装浮式装置前无法对管路的各段进行完整的液压试验，可对所有管路的闭合长度作试验，应特别注意闭合处的接缝。

2.7.2 安装在浮式装置上的试验

2.7.2.l 所有管路在浮式装置上安装完毕在进行液压试验之前，应进行冲洗以清除管路内部的油污和杂质。燃油管路、滑油管路及液压油管路在液压试验后应进行投油冲洗。

2.7.2.2 所有管路均应在工作情况下检查泄漏情况。

2.7.2.3 燃油管路、油舱加热管路、通过双层底舱或深舱的舱底水管路以及液压管路，在浮式装置上安装后的液压试验应按照表 2.7.2.3 的要求进行。

安装在浮式装置上的液压试验 **表 2.7.2.3**

管　　系	试 验 压 力
燃油管路、滑油管路及其他可燃油气管路	1.5 倍设计压力，但不小于 0.4 MPa
油舱加热管路	

蒸汽管路、给水管路及压缩空气管路	
液压管路	1.5 倍设计压力，但不必超过设计压力加 7 MPa

2.7.2.4 当Ⅰ级和Ⅱ级管路在浮式装置上安装过程中采用对接焊连接时，则在焊接后应根据本节 2.7.1.l 至 2.7.1.4 的要求进行液压试验。在安装过程中和液压试验之前，除接头处外，管段可以包扎隔热材料。

如果上述对接焊焊缝的整个圆周均经超声波或射线检测，并取得良好结果，则本节 2.7.2.3 所要求的液压试验可以免除。

附录 1 浮式装置用塑料管的生产与应用 ①

1.1 术语与定义

（1）塑料：系指经增强或未经增强的热塑性材料或热固塑性材料两种，诸如聚氯乙烯（PVC）与纤维增强塑料（FRP）；

（2）（塑料）管路/管系：系指由塑料制成的、要求符合性能标准的管子、管件、管子接头、连接方法以及任何内外衬、护层与涂层；

（3）（塑料管路）连接：系指使用粘接剂、层压、焊接等方法连接管路；

（4）（塑料）管件：系指用塑料制成的弯头、肘形弯管、组装分支管；

（5）（塑料管子）标定压力：系指本附录 1.3.1 要求的最大许用工作压力；

（6）（塑料管子）设计压力：系指工作条件下可能遇到的最大工作压力或系统中任何安全阀或压力释放装置的最高设定压力（如装有这种装置）；

（7）（塑料管子）耐火性：系指管子遇到火灾时，在一预先设定的时间内保持其强度与完整性（能够起到其应起的作用）的能力。

1.2 适用范围

（1）本附录适用于浮式装置用塑料管/管系；

（2）本附录不适用于挠性管、软管以及金属管系中使用的机械连接法兰；

（3）由热塑性材料（如聚乙烯、聚丙烯、聚丁烯）制成并在非必需的系统中服务的管系应满足公认的标准和本符录 1.5 和 1.6 的要求。

1.3 一般要求

管子的技术要求应按照 CCS 接受的国家或国际标准。此外，还应符合下列规定。

1.3.1 强度

1.3.1.1 管子强度是在标准条件下，将管子试样以液压试验的爆破压力来确定：大气压等于 0.1 MPa，相对湿度 30%，环境与充装液体的温度 298K（25℃）。

1.3.1.2 管件与接头的强度应不小于管子的强度。

1.3.1.3 标定压力应根据下列条件确定：

（1）内压

内压 Pn int 应取下列较小者：

$$Pn\ int \leq Psth/4 \text{ 或 } Pn\ int \leqslant Plth/2.5$$

式中:□

Psth—短期液压试验的爆破压力，MPa；

Plth—长期液压试验的爆破压力（100000h），MPa。

（2）外压

外压□ $Pn\ ext \leq Pcol/3$

① 《船用塑料管的生产与应用》是国际船级社协会（IACS）根据国际海事组织（IMO）第 A.753（18）号决议的条款提出的。

式中:□Pcol ——管子破损压力，MPa。

1.3.1.4 破损压力应不小于 0.3MPa。

1.3.1.5 最大工作外压是管内真空度与管子外部液体压头的总和。

1.3.1.6 最大许用工作压力应根据制造厂建议的最大许用工作温度确定。

1.3.2 **轴向强度**

1.3.2.1 由于压力、重量和其他负荷引起的纵向应力的总和应不超过纵向的许用应力。

1.3.2.2 对纤维增强塑料管，其纵向应力之和，应不超过由标定内压作用下引起的标定周向应力的一半（见本附录 1.3.1）。

1.3.3 **耐冲击性**

1.3.3.1 塑料管和接头应具有按照接受的国家和国际标准规定的最低耐冲击性。

1.3.3.2 试验后，试样应进行其 2.5 倍的设计压力且不少于 1h 的液压试验。

1.3.4 **温度**

1.3.4.1 决定工作压力的许用工作温度应遵循制造厂的建议，但在每一种情况下，许用工作温度应低于管子材料的最低受热变形温度至少 20℃（按 ISO 75 方法 A 或等效标准确定）。

1.3.4.2 最低受热变形温度应不低于 80℃。

1.4 根据用途和/或使用的部位对管子/管系的要求

1.4.1 **耐火性**

1.4.1.1 对浮式装置安全有重大影响的管子和其连接管件应符合 IMO A.753（18）决议（如适用）附件 1 或 2 的最低耐火要求。

1.4.1.2 根据管系保持其强度与完整性的能力，共有 3 种不同等级的管系耐火性：

（1）I 级：管子如通过 IMO A.753（18）决议附件 1 规定的在干燥情况下，经过至少 1 h 的耐火试验而不损坏其完整性，可被视为符合 I 级（L1）耐火标准；

（2）II 级：管子如通过 IMO A.753（18）决议附件 1 规定的在干燥情况下，经过至少 30 min 的耐火试验，可被视为符合 II 级（L2）耐火标准；

（3）III 级：管子如通过 IMO A.753（18）决议附件 2 规定的在湿式情况下，经过至少 30 min 的耐火试验，可被视为符合 III 级（L3）耐火标准。

1.4.1.3 根据管子的耐火性能，允许其应用的部位和系统见表 1.4.1.3。

1.4.2 **播焰性**

1.4.2.1 除安装在开敞甲板和舱柜、隔离舱、管隧及导管内的管子外，所有管子的表面低播焰性的性能应不超过 IMO A.653（16）决议规定的平均值。

1.4.2.2 IMO A.653（16）决议的程序中规定表面播焰性的特性，并考虑对曲线型管子表面的修整，见 IMO A.753（18）的附件 3。

1.4.3 **防火涂层**

当管子和管件的防火涂层为达到所要求的耐火标准时，应满足下列规定：

（1）一般制造厂发货时，管子应有保护涂层；

（2）涂层的耐火性在受到盐水、油或舱底污水作用时应不会降低，涂层对管子可能接触的产品有抵抗性；

（3）考虑防火涂层时，应考虑到热膨胀、抗振性和伸缩性；

（4）防火涂层应具有足够的抗冲击特性，以保持其完整性。

1.4.4 导电性

为确保导电性，管子和管件的电阻应不超过 $1\times10^5\ \Omega/m$。

耐火要求 **表 1.4.1.3**

管 系	部 位								
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	**G**	**H**	**I**
	A 类机器处所	其他机器处所和泵舱	原（货）油泵舱	原（货）油舱	燃油舱	压载水舱	隔离舱、空舱、管隧和导管	居住处和服务处所，控制室	露天
闪点≤60℃的油液									
1 原油管路	NA	NA	L1	O	NA	NA	O	NA	L1②
2 原油洗舱管路	NA	NA	L1	O	NA	NA	O	NA	L1②
3 透气管路	NA	NA	NA	O	NA	NA	O	NA	×
惰性气体									
4 水封流出管路	NA	NA	O①	O①	O①	O①	O①	NA	O
5 洗涤器流出管	O①	O①	NA	NA	NA	O①	O①	NA	O
6 总管	O	O	L1	NA	NA	NA	O	NA	L1⑥
7 分配管	NA	NA	L1	O	NA	NA	O	NA	L1②
闪点>60℃的油液									
8 基油管路	×	×	L1	NA③	O	NA	O	NA	L1
9 燃油管	×	×	L1	NA③	O	O	O	L1	L1
10 润滑油管	×	×	L1	NA	NA	NA	O	L1	L1
11 液压油管	×	×	L1	O	O	O	O	L1	L1
海 水①									
12 舱底水总管及支管	L1	L1	L1	NA	O	O	O	NA	L1
13 消防总管及水喷淋管	L1	L1	L1	NA	NA	O	O	×	L1
14 泡沫系统	L1	L1	L1	NA	NA	NA	O	L1	L1
15 自动喷水器系统	L1	L1	L3	NA	NA	O	O	L3	L3
16 压载系统	L3	L3	L3	NA	O	O	O	L2	L2
17 重要用途的冷却水	L3	L3	NA	NA	NA	O	O	NA	L2
18 洗舱用固定机械系统	NA	NA	L3	O	NA	O	O	NA	L3②
19 非重要系统	O	O	O	NA	O	O	O	O	O
淡 水									
20 重要用途的冷却水管	L3	L3	NA	NA	O	O	O	L3	L3
21 冷凝回水	L3	L3	L3	NA	NA	NA	O	O	O
22 非重要系统	O	O	O	NA	O	O	O	O	O
卫生/泄水/排水									
23 甲板泄放（内部）	L1④	L1④	NA	NA	O	O	O	O	O
24 卫生泄水（内部）	O	O	NA	NA	O	O	O	O	O
25 排水孔和排水（舷外）	O①⑦	O①⑦	O①⑦	O	O	O	O	O①⑦	O
测深/空气									
26 水舱/干燥处所	O	O	O	NA	O	O	O	O	O
27 油舱（闪点＞60℃）	×	×	×	×③	O	NA	O	×	×
其 他									
28 控制用空气管	L1⑤	L1⑤	L1⑤	NA	O	O	O	L1⑤	L1⑤
29 日用空气管（非重要用途）	O	O	O	NA	O	O	O	O	O
30 盐水管	O	O	NA	NA	NA	NA	O	O	O
31 辅助低压蒸汽管（≤0.7 MPa）	L2	L2	O⑧	O	O	O	O	O⑧	O⑧

注：L1——干燥状态耐火试验（IMO A.753（18）决议 附件 1），60 min；

L2——干燥状态耐火试验（IMO A.753（18）决议 附件 1），30 min；
L3——湿式状态耐火试验（IMO A.753（18）决议 附件 2），30 min；
O ——不要求耐火试验；
NA——不适用；
× ——熔点大于 925℃的金属材料；
① 当使用非金属管子时，应在浮式装置舷侧设置遥控控制阀（该阀应从安装阀的处所以外进行控制）；
② 原油舱内应设置遥控关闭阀；
③ 当原油舱装有闪点大于 60℃的可燃液体时， 可以用“O”替代“NA”或“×”；
④ 对于仅供有关处所用的泄水管， 可以用“O”替代“L1”；
⑤ 当法定要求或规定不要求具备控制功能时， 可以用“O”替代“L1”；
⑥ 对于机器处所的甲板水封之间的管子，可以用“O”替代“L1”；
⑦ 用于 1966 年载重线公约第 13 条规定的位置 1 和位置 2 处的露天甲板的排水管，应为“×”，如在其上端装有防止向下注水的关闭装置且能从干舷甲板进行操作时，可以例外；
⑧ 用于燃油舱加热和浮式装置气笛等重要管路时， “×”应替代“O”；
部位定义：
A——A 类机器处所
系指海上人命安全公约[①]第II—2/3.19 条定义的A类机器处所；
B——其他机器处所和泵舱
系指 A 类机器处所和泵舱以外的处所，包括推进机械、锅炉、蒸汽机和内燃机、发电机和主要电动机、泵、加油站，冷藏装置、防摇装置、通风机和空调装置，以及类似处所及通往这些处所的围壁通道；
C——原（货）油泵舱
装有原油泵的处所及通往这些处所的出入口和围壁通道；
D——原（货）油舱
系指所有用于装载原油的处所及通往这些处所的围壁通道；
E——燃油舱
系指所有用于装载液体燃油的处所及通往这些处所的围壁通道；
F——压载水舱
系指所有供压载水用的处所及通往这些处所的围壁通道；
G——隔离舱、空舱等
系指两个相邻舱室的舱壁之间的空处所；
H——起居、服务处所
系指海上人命安全公约①第 II-2/3.1，3.45 条定义的居住处所、服务处所；
I——露天甲板
系指海上人命安全公约①第 II-2/3.50 定义的露天甲板处所。

1.5 制造过程中，材料的认可和质量控制

（1）管子和管件的样品应按国际船级社协会统一要求（IACS UR）进行短期和长期的设计强度、耐火和表面低播焰性、电阻（导电管子）和抗冲击性试验；

（2）管子和管件的代表性试样样品的选取应使 CCS 满意；

（3）制造厂应具有符合 ISO 9000 系列标准或等效的质量体系。该体系应有必要的要素所组成，以便确保管子和管件的制造具有持久和统一的机械和物理性能；

（4）每一管子和管件应由制造厂以不小于 1.5 倍的标定压力进行液压试验。对于按 CCS 接受的国家或国际标准制造的不是采用手工糊制的硬制塑料管子和附件，其液压试验亦可按该国家和国际标准中所规定的液压试验要求进行，但制造厂应有一个有效的质量体系；

（5）管子和管件应有永久性的识别标志。识别标志应包括额定压力、制造管子和管件所依据的设计标准以及制造管子和管件所用的材料；

（6）如制造厂没有符合 ISO 9000 系列或等效的经认可的质量体系，管子和管件应按 IACS UR 进行试验，并且每批管子均应使验船师满意。

① 经 1978 年议定书修正的 1974 年海上人命安全公约及 1981 年和 1983 年修正案（综合文本）。

1.6 安装

1.6.1 支架

1.6.1.1 浮式装置上系统中管路支架的选择和间距应取决于许用应力和最大挠度。支架之间的距离应不大于管子制造厂所推荐的距离。选择管架和间距应考虑管子尺寸、管材的机械和物理性能、管子和管内液体的质量以及该系统可能遇到的外压、工作温度、热膨胀影响、外力引起的负荷、冲击力、水锤现象、振动、系统能经受流体流动的最大加速度，并应考虑到综合负荷。

1.6.1.2 每一支架的全宽范围上应均匀承担管子及其内部介质的荷重。管子与支架相接触时，应采取措施以减小管子磨损。

1.6.1.3 管系中的重部件，如阀和膨胀接头应作单独支撑。

1.6.2 膨胀

1.6.2.1 每一管路均应有适当的措施，以允许塑料管和钢结构之间的相对运动，还应考虑：

（1）热膨胀系数不同；

（2）壳体及其结构变形。

1.6.2.2 当计算热膨胀时，应考虑系统的工作温度和组装时的温度。

1.6.3 外部负荷

1.6.3.1 安装管路时，应允许有适当的临时集中负荷。这种允许包括至少在任何大于 100mm 公称外径的管子上，在其跨度中间以 100kg 负荷（人）而产生的压强。

1.6.3.2 除按本附录 1.3.1 规定，所有管路（包括端部开口的管路）的最小壁厚已有足够的坚固性外，根据浮式装置上的实际工作条件 CCS 可要求适当增加管子的最小壁厚。

1.6.3.3 必要时，管子应设有避免机械损伤的防护措施。

1.6.4 连接强度

1.6.4.1 连接强度应不低于其所安装的管系强度。

1.6.4.2 管子可采用粘接剂粘接、焊接、法兰或其他接头方法进行组装。

1.6.4.3 采用组装接头时，粘接剂应能确保管子和管件之间在其使用的温度和压力范围内保持永久密封。

1.6.4.4 接头的紧密性应达到制造厂说明书的要求。

1.6.5 导电管的安装

1.6.5.1 对于管系中流体的导电率小于 1000pS/m 时，如精加工产品和蒸馏液应采用导电管。

1.6.5.2 如管路穿过危险区，无论其输送何种液体，塑料管路均应是导电的。管系中的任何一点接地电阻应不超过 $1\times10^6\Omega$。管子和管件的导电性最好相同。具有导电层的管子和管件可以防止因火花引起损坏管壁的可能性。应有良好的接地。

1.6.5.3 安装完成后，接地电阻应进行校验。接地导线应能便于检查。

1.6.6 防火涂层的应用

1.6.6.1 管子液压试验完成后，如需满足本附录 1.4.3 的耐火要求时，应在接头上涂上防火涂层。

1.6.6.2 涂防火涂层应根据制造厂推荐的在各种特定情况下采用经认可的工艺规程。

1.6.7 穿过分隔

1.6.7.1 如塑料管穿过 A 或 B 级分隔，应采取措施以确保耐火性不受损坏。这些措施应按修正的 A.754（18）决议关于 A、B 和 C 级舱壁防火试验程序的建议进行试验。

1.6.7.2 当塑料管穿过水密舱壁或甲板时，应有措施保持舱壁或甲板的水密完整性。

1.6.7.3 如舱壁或甲板也为防火分隔，则烧毁的塑料管可能引起舱内液体流入，应在舱壁或甲板上安装一个能在干舷甲板上进行操纵的金属关闭阀。

1.6.8 安装的控制

1.6.8.1 安装应按制造厂的指南进行。

1.6.8.2 开工之前连接工艺应经 CCS 批准。

1.6.8.3 浮式装置上管路安装之前，应按 IACS UR 规定进行试验和检测。

1.6.8.4 担任该项工作的人员应有相应的资格和使 CCS 满意的证明。

1.6.8.5 粘接工序包括：

（1）所用材料；

（2）工具和定位器；

（3）接头准备要求；

（4）塑化温度；

（5）尺寸要求和公差；

（6）组装完工试验的接受标准。

1.6.8.6 任何改变而影响接头的物理和机械性能的工序应重新认可。

1.6.9 粘接工序质量试验

1.6.9.1 试验组装件应根据认可的粘接工序进行组装，并且至少由一个管与管接头和一个管与管件接头组成。

1.6.9.2 当试验组装件固化后，为安全，组装件应进行其 2.5 倍的设计压力且不少于 1h 的液压试验。接头不允许出现泄漏或裂开。试验时，接头应保持其纵向和轴向都受力。

1.6.9.3 选取试验组装件的管子应符合下列规定:

（1） 连接的最大尺寸为 200 mm 公称外径或更小时，试验组装件应取最大尺寸的管子连接；

（2）当连接的最大管子大于 200 mm 公称外径时，则试验组装件的尺寸应选取 200 mm 或最大管径的 25%，取其较大的尺寸。

1.6.9.4 当进行操作鉴定时，每一个粘接器和每一个粘接人员应按上述规定的尺寸和数量装配试验组装件。

1.6.10 浮式装置上安装后的试验

1.6.10.1 重要用途的管系应进行压力试验，试验压力应不小于 1.5 倍的设计压力或 0.4 MPa，取其中大者。

1.6.10.2 非重要用途的管系应在工作状态下检查泄漏。

1.6.10.3 对于要求导电的管路，应检查接地并抽验电阻。

1.7 塑料管的试验说明

1.7.1 一般要求

本节包含了塑料管型式认可的要求。该要求适用于刚性管子、管接头和管件。

1.7.2 资料

塑料管、管件和接头应提交下列资料供备查和批准：

（1）总的信息资料：

① 管子和管件的尺寸；

② 最大内部和外部工作压力；

③ 工作温度范围；
④ 拟使用和安装的位置；
⑤ 耐火性；
⑥ 导电性；
⑦ 拟服务的流体；
⑧ 流速限制；
⑨ 使用寿命；
⑩ 安装说明；
⑪ 标记说明。

（2）图纸和支持资料：
① 已进行的试验证书和报告；
② 相关标准的详述；
③ 所有相关的设计图纸、目录、数据、计算和功能说明；
④ 标明管子、管件和管接头的完整详细的组装图。

（3）材料：
① 树脂的类型；
② 增强聚脂树脂管使用的催化剂和加速剂或增强环氧树脂管使用的固化剂的种类和混合比例；
③ 列举在纤维缠绕的工艺中所用到的所有增强材料，如果参考代码不能表明增强材料的单位面积含量或纤维纱的粗细，那么应该有一个详细的描述；
④ 如适用，列举在制造中使用的表面涂层或热塑性内衬的详细信息；
⑤ 固化/后固化条件。使用树脂/增强剂比例固化和后固化的温度和时间；
⑥ 缠绕角和方向。

1.7.3 **试验**

1.7.3.1 应按本附录的要求进行型式认可，试验证明管子、管件和接头的符合性。

1.7.3.2 管子、接头和管件应按CCS接受标准[①]的要求进行试验。

① 如 IACS Rec.86 所列

附录 2 挠性软管

1.1 定义

挠性软管组件[①]：系指通常带有管端安装配件的金属或非金属短软管。

1.2 适用范围

（1）本符录适用于固定管系和机械部件之间固定连接的金属或非金属挠性软管。本附录也可适用于临时连接的挠性软管或可携式设备使用的软管；

（2）符合本附录要求的挠性软管组件，可用于燃油、滑油、液压和热油系统、淡水和海水冷却系统、压缩空气系统、舱底和压载系统以及 III 级蒸汽管路系统。挠性软管不应用于高压燃油喷射系统；

（3）本附录不适用于拟用于固定式灭火系统的软管；

（4）钻井装置中的高压软管应符合 CCS《钻井装置发证指南》或 CCS 可接受的标准。

1.3 设计和建造

（1）由橡胶材料制成并拟用于舱底、压载、压缩空气、燃油、滑油、液压及热油系统的挠性软管，内部应有单层或多层紧密编织的完整的金属丝编织层，或其他合适材料制成的加强层。

由塑料材料制成并拟用于上述同样系统的挠性软管，如聚四氟乙烯或尼龙，其内部不能通过紧密编织的完整的金属丝编织层来加强，应尽可能使用合适材料制成的加强层。

如橡胶或塑料的挠性软管用于燃烧器的供油管路，则这些软管除设有上述加强层外，还应设有金属编织的外部保护层。用于蒸汽系统的挠性软管应由金属材料制成；

（2）挠性软管应备有符合制造厂说明书要求的管端配件，且该管端配件应为按本附录要求经 CCS 产品认可的。非法兰的管端接头应视使用情况符合本章 2.4.6 的要求，且每一类型的软管/配件组合体应经原型试验，试验标准与软管所需的有关压力和脉冲试验的标准相同；

（3）软管夹或类似的端部配件不应用于蒸汽、可燃介质、起动空气系统或破损后可能导致进水的海水系统管系中的挠性软管。软管夹可用于工作压力小于 0.5 MPa 的其他管系中，但在每一端部连接处应设有二个软管夹；

（4）用于工作中预期发生脉冲压力和/或高振动烈度的挠性软管组件，应设计成能承受所预期的最大脉冲压力和由于振动产生的力。本附录 1.5 要求的试验应考虑到最大的预期工作压力、振动频率和由于安装产生的力；

（5）下列非金属挠性软管组件，应为耐火型[②]的：

① 用于可燃介质；

② 用于故障可能导致进水的海水管系中。

（6）挠性软管组件的选择应视具体的服务要求，考虑使用的环境条件、在工作压力和工作温度下与液体的相容性。

1.4 安装

① 挠性软管应按公认的国家或国际标准进行设计和制造；

② 其耐火性能应按 ISO 15540 和 ISO 15541 要求的试验来验证。

（1）一般情况下，挠性管的长度应尽可能的短，该长度应限制在仅为固定的机械/设备或系统和可能存在相对运动的部件或系统之间的连接提供必需的相对移动；

（2）挠性软管组件不应用于在正常工作条件下可能受到扭转变形（扭曲）的位置；

（3）尽管可以在本附录 1.2.2 所述的管系中使用挠性软管，但在这些管系中应尽可能少的使用挠性软管，且其使用应符合本附录 1.2.1 的要求；

（4）用于可燃液体管系中的挠性软管应远离热表面。如无法避免，则位于热表面附近的上述挠性软管，应采用屏板或其他类似的保护措施，以免由于软管破损而泄漏的可燃液体接触热表面而导致火灾；

（5）挠性软管应安装在具有足够照明和易于到达察看之处；

（6）挠性软管组件的使用和安装应符合制造厂说明书的使用和安装要求，并应特别注意下列几点：

① 定位；
② 连接端的支撑（如必要）；
③ 避免可能引起软管摩擦和磨损的接触；
④ 最小的弯曲半径。

1.5 试验

（1）挠性软管组件应经原型试验。挠性软管的原型试验程序应符合其适用标准的要求，并应提交审批；

（2）按不同的使用要求，不同公称直径的软管类型以及管端附件，应分别按适用标准[①]的要求进行压力、爆破、脉冲阻力和耐火性能的试验；

（3）所有挠性软管组件应按适用标准[②]的要求经原型爆破试验，以证明其能够承受不小于 4 倍设计压力的爆破压力而不会破损或泄漏。试验中在 4 倍最大工作压力时无需有任何持续时间。

1.6 标记

挠性软管应作如下永久性标记：

（1）制造厂的名称或商标；
（2）制造日期（月/年）；
（3）软管类型；
（4）公称直径；
（5）压力等级；
（6）温度等级。

如挠性软管组成中的各部件来自于不同制造商，则这些部件均应作清晰的标记并可追溯原型试验的证明。

① 具体适用标准如下：
（1） ISO 6802－橡胶和塑料软管及软管组件－无弯曲液压脉冲试验；
（2） ISO 6803－橡胶和塑料软管及软管组件－有弯曲液压脉冲试验；
（3） ISO 15540－船舶和造船技术－软管组件耐火性能－试验方法；
（4） ISO 15541－船舶和造船技术－软管组件耐火性能－试验台要求；
（5） ISO 10380－管道工程－槽形金属软管和软管组件；

② 如 EN 或 SAE 中的非金属软管爆破试验，要求将压力增加至软管组件爆破，在 4 倍最大工作压力时无需任何压力持续时间。

第3章 泵送系统

第1节 一般规定

3.1.1 一般要求

3.1.1.1 本节的目的是对本章所定义的泵送系统中的通用要求做出规定。

3.1.1.2 本章所规定的泵送系统通常是按介质或用途划分的，它包括泵、压缩机（个别系统可能无泵）、管路或管系以及其他功能设备（如容器）。

3.1.1.3 本章对浮式装置上的、除消防之外的系统做出了规定，消防系统的要求见本规范第8篇的规定。

3.1.1.4 各系统中管路的设计、制造和检验应满足本篇第2章的要求。

3.1.2 空气压缩机

3.1.2.1 空气压缩机的吸口应设置在非危险区内，并设有空气滤清器，并保证不吸入可燃气体。

3.1.2.2 空气压缩机装置应设有从气体中分离油和水的设施。

3.1.2.3 空气压缩机应设下列安全保护装置：

（1）安全阀（压缩机的每一级、后冷却器及油水分离）；

（2）滑油的低压报警和关断；

（3）排气端的高压及低压报警；

（4）排气端的高温报警。

3.1.3 泵

3.1.3.1 泵应按承认的标准进行设计制造。

3.1.3.2 液压试验

所有泵的受压部件应在车间进行液压试验，试验压力为1.5倍设计压力，但不必大于设计压力加7 MPa。

3.1.3.3 流量试验

应按泵的设计条件（标定转速和标定压力）检查泵的流量。对离心泵的特性曲线（压头—流量曲线）应由验船师确认。

对已经做过流量试验的同类泵，可不进行流量试验。

3.1.3.4 安全阀流量试验

对带有安全阀的容积式泵，安全阀的调整压力和相应于泵最大标定流量时安全阀的流量应进行试验。

对已经做过安全阀流量试验的同型号泵的安全阀，可不进行安全阀的流量试验。

3.1.3.5 容积泵的排出端应设有溢流阀，如泵送的液体是可燃的或有毒的，则溢流阀的排出端应引向泵的吸入端。

3.1.3.6 离心泵的排出端应设止回阀。

3.1.4 系统的隔离

3.1.4.1 内含危险介质的系统应与内含非危险介质的系统进行隔离。

3.1.4.2 润滑油系统应与液压油系统进行隔离。

3.1.4.3 燃油系统应与压载系统进行隔离。

3.1.5 设备、仪表的隔离

3.1.5.1 为便于检修，管路中的设备（如泵、压缩机）在管的输入和输出端应设隔离阀，

隔离阀应尽量靠近设备。系统中每一冗余设备或每一冗余部件的失效或被隔离不能影响系统的正常工作。

3.1.5.2 应有隔离仪表及传感器的措施，在对其进行更换或修理时不会破坏系统的完整性。

3.1.6 放泄和放气装置

3.1.6.1 各种系统应根据需要在泵、滤器和其他设备上以及管路上设有放泄阀或旋塞。

3.1.6.1 应根据系统运行和维修的需要在设备、部件和管路上设置放气阀。

3.1.7 静电控制

设在危险区的设备和管路应可靠地接地，它们与浮式装置结构间的电阻不应超过1MΩ。

3.1.8 阀件的操作

3.1.8.1 所有阀的位置应易接近，并便于操作。

3.1.8.2 凡设在地板以下不便于操作的阀，应将阀杆接长至易接近易操作之处或配备便于操作的工具，花钢板根据需要相应开孔及加盖。海底阀的手轮，一般至少应高出地板以上450 mm。

3.1.8.3 所有遥控阀均应设有与遥控操纵机构无关的且能就地手动操纵的装置（包括延伸杆手动操纵装置）。使用手动装置进行开闭后，不能使阀的遥控系统的功能受到影响。对浸入液体或很难接近的阀的就地控制可用延伸杆或用永久性的手摇泵代替。

3.1.8.4 在每一可以控制阀门的地方应当安装指示阀门启闭的装置。该显示器应依靠阀杆的移动进行指示，或者其布置具有等效的可靠性。

3.1.8.5 所有遥控阀的动力故障不能招致整个系统失效。

3.1.8.6 水密限界处设有保持水密完整性的阀门的操作应符合本规范第 3 篇第 4 章第 1 节的相关规定。

3.1.9 通海阀

3.1.9.1 通海阀除符合本条要求外，还应符合本节 3.1.8 的要求。

3.1.9.2 在最大载重水线以下的所有的通海口均应装设阀门并应符合下列要求：

（1）所有的海水进口应设有牢靠关闭型的阀门，该阀门应能在破损水线以上有人值班的控制室进行遥控，也应能在破损水线以上的适当地点用机械或等效的手摇泵进行控制；

（2）所有的排海口应设有牢靠关闭型的阀门和自动止回阀，舱底、压载和海水系统中的阀门除能就地控制外，还应能在破损水线以上有人值班的控制室进行遥控。设在边水密舱室内外板上的排出阀可在该水密舱室之外通过延伸杆或永久性的手摇泵进行就地控制；

（3）压载系统中遥控的海水进出口阀应设计成当动力源失效时自动关闭；

（4）为发电机服务的海水系统中的海水进出口阀应设计成当驱动阀的动力源失效时自动定位（即保持阀在失效前的阀位）；

（5）凡设计成失效定位的海水进口遥控阀应提供一个独立的第二套关闭措施，该第二套关闭措施可以是一个独立的遥控控制或在破损水线以上的机械控制或等效的手摇泵控制；

（6）失效关闭的遥控阀与失效定位的遥控阀不能共用同一个海水吸入管；

（7）通海阀如设在有人值守的处所内并便于接近，可用舱底水报警装置来代替阀的遥控操作。

3.1.9.3 在最大载重水线以上和最终破损水线以下的排海口宜设牢靠关闭型阀门和自动止回阀。

3.1.9.4 舱壁甲板以上处所的排水管如通过外板上的开孔排水则应符合现行的载重线公约的相关规定。

3.1.9.5 外板上的通海口不能使用对夹式的阀。

3.1.9.6 通海阀件应直接固定在外板或附连于外板的钢质海水箱箱壁上并应满足下列要

求之一：

（1）阀应采用螺柱旋入焊于外板或海水阀箱上的座板，而不穿透座板的方法加以固定；

（2）阀可装在焊于外板或海水阀箱壁的短管上，短管壁厚应满足表 3.1.9.6 的要求。短管应有足够的加强，以保证刚性。

短管壁厚 **表 3.1.9.6**

管子公称直径 mm	管子壁厚 mm
50	6.3
100	8.6
l25	9.5
150	11.0
200 及以上	12.5

3.1.9.7 所有直接固定在外板上的通海阀均应装有贯通外板的凸肩。如通海阀装在座板或接管上，而座板或接管在外板上已构成凸肩时，则阀和旋塞的凸肩可以免除。锅炉排污阀或旋塞的凸肩穿过外板处，应在外板外侧焊有护环。

3.1.9.8 外板上的排水孔应避免开在救生艇的正上方，如布置有困难时，则应有防止水排至救生艇内的有效措施。

3.1.9.9 钢质通海阀和其配件以及海水箱等，应有适当的防蚀保护措施。

3.1.10 海水阀箱

3.1.10.1 海水箱的进水开口，应装设格栅，栅条一般沿舷侧纵向布置，格栅的有效流通面积 一般不应小于海底阀通流面积的 2 倍，且应设有用低压蒸汽或压缩空气吹洗格栅的设施。

3.1.10.2 海水箱的布置应避免形成气囊，为达到此目的可采取如下措施之一：

（1）在海水箱顶部的舷侧板上开设透气孔；

（2）在海水箱顶部装设透气管，其根部装设截止阀，透气管的开口应终止于载重水线以上的开敞处所；

3.1.10.3 连接两个海底阀箱的横贯管上应设一个隔离阀。该阀的就地和遥控要求与海底阀相同。

3.1.10.4 如设置公用的海水吸入或排除阀箱，其设计应保证不同的泵同时工作时不会造成相互影响。

3.1.10.5 不同用途的海水至少能从两个海底阀箱取水，海底阀箱的布置位置应注意左、右舷和高、低位搭配以防冰塞和吸入沙泥。

第 2 节 舱底系统

3. 2. 1 目的

本节规定的目的是：

（1）抽除及排干每一水密舱室中的可能的积水，以保证浮式装置浮力和稳性在可接受的范围内；

（2）防止干水密舱室中的设备浸泡在水中使其失去效能。

3. 2. 2 功能要求

为达本节规定的目的舱底系统应具有以下功能：

（1）舱底泵的排量依抽出最大一个水密舱室内积水（破舱进水，临海水密舱壁失效浸水，管路失效浸水，消防水枪释放、水喷淋释放积水，水密、风雨密装置失效漏水和设备、

管路的正常放泄和漏泄积水）的需要进行确定；

（2）舱底泵具有自吸能力；

（3）系统能在本篇第 1 章 1.1.4 的规定的环境条件下工作；

（5）任一水密处所的进水不能通过舱底管路而招致其他处所进水；

（6）机舱和泵舱吸水管及吸口的布置具有冗余性；

（7）危险区域的舱底水系统与非危险区域的舱底水系统相互独立；

（8）污油系统与舱底水系统相互独立。

3.2.3 设置要求

3.2.3.l 浮式装置应设有有效的将任何水密舱室中积水排海的舱底水系统，但固定用来装载淡水、压载水、燃油或其他液体舱室以及设有另一种有效抽除设施的处所除外。

3.2.3.2 危险区域舱底水系统的设置应完全独立于非危险区域的舱底水系统。

3.2.4 舱底泵数量

3.2.4.1 浮式装置上应至少设有两台符合本节规定排量要求的动力舱底水泵。

3.2.4.2 独立动力的压载泵及总用泵，如其排量足够且为自吸式泵或带自吸装置的泵并与舱底水管系有适当连接时，均可作为独立动力舱底泵。

3.2.4.3 舱底水喷射器如有适当压力的海水泵供水并与舱底水管系有适当连接时，可取代一台所要求的独立动力舱底泵。

3.2.5 舱底泵的型式

所有的动力舱底泵，均应为自吸式泵。

3.2.6 舱底泵的排量

3.2.6.1 每一舱底泵的排量 Q 应不小于按下述公式计算之值：

$$Q = 5.66 d_1^2 \times 10^{-3} \quad \mathrm{m^3/h}$$

式中：d_1——舱底水总管内径（取向上圆整后之值），mm

3.2.6.2 对于使用消防水、水喷淋的处所，舱底泵的排量不能低于由于消防、水喷淋所释放总量的排量的 125%。

3.2.7 舱底水管尺寸

3.2.7.1 舱底水总管的内径应不小于最大舱底水支管内径的 1.414 倍。

3.2.7.2 每一舱室舱底水支管的内径 d_2 应不小于按下式计算所得之值：

$$d_2 = 25 + 2.15\sqrt{A} \quad \mathrm{mm}$$

式中：A—当舱内进水一半时，不包括扶强材在内的该舱被浸湿的表面面积，$\mathrm{m^2}$

对不规则形状的舱室，A 值应专门考虑。

任何舱底水支管内径应不小于 50 mm。

3.2.7.3 直通舱底泵的舱底水管内径，应不小于舱底水总管的内径。

3.2.8 舱底泵和舱底水管的连接

3.2.8.1 舱底泵与舱底水管系的连接，应确保当其他舱底泵在拆开检修时，至少有一台泵仍可继续工作。

3.2.8.2 所有舱底水吸入管路，直至与舱底泵吸入阀箱连接之前，不应与其他管路有任何连接。

3.3.8.3 位于划分为安全区的机器处所之内的舱底泵，当抽吸浮式装置首端或尾端舱室的舱底水时，其管路不应通过原油舱，必要时，这些管路可通过货油区域的压载舱和空舱。

3.2.9 舱底泵及相关阀件的控制

所有与舱底水泵送装置相连接的分配阀箱和手动操纵阀门，应设置在一般情况下容易接

近的位置。如果这些阀门设在载重线以下经常无人的处所内，并且未设舱底水高位报警器，那么则应能从舱室的外侧对这些阀门进行操作。

3.2.10 止回布置

为了防止水密舱室之间、水密舱室与机器处所间、干舱室与海水或舱柜间发生沟通的可能性，下列附件上应装设螺杆式（或等效的）截止止回阀：

（1）舱底水分配阀箱；

（2）舱底泵或舱底水总管上舱底水吸入软管的接管；

（3）直通舱底泵吸入管；

（4）应急吸口的吸入管；

（5）舱底泵与舱底水总管之间的连接管。

在舱底水吸入管路上的遥控阀应是截止止回阀或采用一个截止阀串联一个止回阀。

3.2.11 吸口的一般布置

3.2.11.1 任何舱室或水密区域内的积水，均能通过至少一个吸口予以排出。为此，除在短而狭的舱室内设置一个吸口即可有效地排水以外，其余舱室，一般均应增设吸口。

3.2.11.2 吸口的布置位置应使水易于流向吸口。

3.2.12 机器处所的排水

3.2.12.1 机器处所内舱底水排除装置的布置，应在浮式装置正浮或横倾不大于 5°时，至少能通过两个舱底水吸口进行排水，上述吸口之一应为支吸口，另一个为直通舱底泵吸口。

3.2.12.3 当舱底向两端升高不小于 5°时，可在尽量靠近中线的位置设置一直通吸和一支吸口。

3.2.12.4 当舱底向两端升高小于 5°时，应再设置一附加的支吸口。

3.2.12.5 机器处所内应设置应急吸口，并通过截止止回阀与机舱内的一个排量最大的泵相连。应急吸口阀应设有清楚而永久性铭牌。应急吸管上不应设泥箱和滤器。

3.2.13 货（原）油泵舱的排水

3.2.13.1 货油泵舱应有专用舱底泵或喷射器进行排水。若用货油泵或扫舱泵进行排水，则应在舱底水管吸入端装设截止止回阀，在泵的吸入管与舱底水阀箱之间装设截止阀。

3.2.13.2 货油泵舱的舱底水吸入管不得进入机器处所。

3.2.13.3 泵舱舱底水的排放应遵守有关防止油污染的规定。建议排入污油水舱。

3.2.13.4 货油泵舱应设有舱底水位监测装置，以及适当的同步报警装置。

3.2.14 货油区域内隔离空舱的排水

隔离空舱的舱底水抽吸设备应安装在货油区域内。可采用货油泵或扫舱泵进行排水，此时应符合 3.2.13.1 的规定，隔离舱亦可用舱底水喷射器进行排水。

3.2.15 首、尾舱的排水

首、尾舱如作为干舱，应装设舱底水支管及吸口或用有效的手动泵排水，手动泵吸口至泵的高度应不大于 7 m。

3.2.16 首、尾尖舱和机器处所之上的处所的排水要求

3.2.16.1 锚链舱和艏尖舱以上的水密舱室，应设手动泵或通过接至动力舱底泵的吸口或其他设备进行排水。

3.2.16.2 尾尖舱以上的小围蔽舱室和舵机舱应设手动泵或接至动力舱底泵的吸口进行排水。这些舱室亦可用直径不小于 38mm 的疏水管将水泄入机器处所内，并在易于观察的地点装设自闭式旋塞。

3.2.17 通过双层底舱和深舱的舱底水管

3.2.17.1 舱底水管应尽量避免通过双层底舱，如不能避免时，则通过双层底舱的舱底水管的管壁厚度应符合本篇表 2.2.4.1（1）的规定，并且不能装设滑动式膨胀接头。

3.2.17.2 舱底水管应尽量避免通过深储液舱，如不能避免，最好从管隧内通过，否则管壁厚度应符合本篇表 2.2.4.1（1）的规定，并采用焊接接头或其他可靠接头，接头数量应保持最少。对非钢制舱底水管的壁厚应给予特别考虑。

3.2.17.3 在深舱内的舱底水管应装设非滑动式膨胀接头。安装完成后，通过液舱的管路应经压力试验，试验压力不小于该舱的试验压力。

3.2.17.4 通过深舱的舱底水吸入管的开口端应安装认可型的止回阀，以减少浸水危险。

3.2.18 舱底附件

3.2.18.1 在机器处所内，应将舱底水吸口设于污水井中。污水井应由钢板制成，其容积应不小于 $0.3m^3$。

3.2.18.2 机器处所的每根舱底水支吸管及直通舱底泵吸管，均应设置泥箱，该泥箱应易于接近，并自泥箱引一直管至污水井或污水沟，直管下端不得装设滤网箱。

直管的开口端与污水井或污水沟的底板应有足够的距离以便于水的流动不受限制。

3.2.18.3 除机器处所外的其他舱室舱底水吸入管的开口端，应封闭在网孔直径不大于 10 mm 的滤网箱内。滤网箱的通流面积应不小于该舱底水吸入管截面积的两倍。滤网箱应便于拆装和清理。

3.2.18.4 舱底阀件、旋塞和泥箱应尽可能装在靠近机器处所的花钢板处或在花钢板之上，如果装在花钢板之下时，则花钢板应有活门或盖子以及指明上述附件存在的铭牌。

3.2.19 空舱

与海水或液舱相邻的空舱和输送液体的管子通过的空舱，应由固定的舱底排水系统或可移式设施进行排水。如采用可移式泵，则应设置两台且其布置应易于接近。上述空舱如不装设符合上述要求的舱底排水系统，则应进行浮式装置稳性分析计算。

3.2.20 管隧

管隧内一般应在尾端设 1 只舱底水支吸口，如首端有积水可能或其长度超过 35m 时，则应在首端增设吸口。

3. 2. 21 高液位报警

3.2.21.1 水线以下，通常无人看管的机舱和泵舱应设有高水位报警装置。

3.2.21.2 对于邻于液体舱，海水限界面或有液体管路通过的舱室未装设吸口而排入其他具有排水能力的舱室时，这些舱室应装设水位探测装置。

3.2.22 防污染

舱底水系统的设置，应满足 MARPOL 防污公约附则 I 的相关规定。

第 3 节 开式排放系统

3.3.1 范围

3.3.1.1 本节所指的开式排系统包括：

（1）露天甲板区域的开式排放；

（2）围蔽处所舱底水的开式排放；

（3）储存柜、容器或设备周围油盘的开式排放；

（4）围蔽的生活区卫生水（生活污水）的排放。

3.3.1.2 原油处理系统的开式排放除符合本节规定外应符合中国船级社《海上油气处理

系统规范》的相关规定。

3.3.2 目的

本节规定的目的是：

（1）防止露天甲板积水；

（2）防止围蔽处所积水；

（3）收集可能引起火灾的漏油；

（4）收集可能引起污染的漏液；

（5）生活污水的无害排放。

3.3.3 功能要求

为达本节规定的目的开排系统应具有以下功能：

（1）把无污染的液体和不含油雨水畅通地疏至浮式装置外；

（2）收集含油雨水；

（3）收集正常作业或检修时放泄的污油液并引至安全的容纳地点；

（4）可能漏油和溢油的地方设置油盘，把漏油及溢油收集起来并引至安全的容纳地点；

（5）把有毒液体排放至专门的收集容器；

（6）收集卫生水经处理符合排放标准后排海；

（7）防止气体通过卫生排放系统使处所间相互沟通；

（8）防止可燃气通过开排系统从危险区窜至非危险区或从危险较高的处所窜至危险较低的处所。

3.3.4 系统的隔离

3.3.4.1 危险区域的开式排放系统应与非危险区的开式排放系统分开设置，也可以管路分开设置而共用一个开式排放柜（舱），但所有通向排放柜内的进口管处应设水封，并将进口管末端延伸至排放舱内最低液位以下。

3.3.4.2 收集硫化物的开式排放系统应独立设置。

3.3.4.3 卫生排放系统应独立设置。

3.3.4.4 储存柜、容器或设备放泄阀的污油泄放可直接排放至污油柜。

3.3.4.5 直升机加油装置的漏油收集系统应独立设置。

3.3.5 泄放口

泄放口应设在油盘、地板、甲板的最低点以防止漏泄的液体、冲洗水或雨水在油盘中或地板上的积聚。泄放口上应设格栅或孔板。

3.3.6 管路

3.3.6.1 管路中应尽量减少弯头和其他流动限制。

3.3.6.2 排放管路向排放方向的安装坡度一般不应小于 10 mm/m。

3.3.7 水封

3.3.7.1 为防止危险区与非危险区之间发生串通的水封其高度不应低于 300 mm；其他水封的高度不应低于 150 mm；卫生排放系统的水封应有适当的高度。

3.3.7.2 不应使用止回阀来代替水封装置。

3.3.8 露天甲板区的开式排放

3.3.8.1 上层建筑、甲板室的露天甲板水可直接泄至舷外或主甲板。

3.3.8.2 主甲板上模块的排水

（1）危险区内各撬块的集液盘的排水和非危险区内各撬块的集液盘的排水应分别引至各自的总管并分别进入开排柜。

（2）甲板上撬块外的排水可直接排至主甲板。

3.3.8.3 主甲板上不含油的雨水可直接通过排海口入海。排海口应设阀或橡胶塞以便当甲板溢油时关闭或阻塞排海管口。

3.3.8.4 主甲板上的含油污水应收集起来排至开排舱。

3.3.8.5 直升机甲板上的水可通过甲板四周的阻火排水沟汇集起来直接排放入海。

3.3.9 开排柜

（1）开排柜的容量至少应容纳 10 min 的降雨量，降水率按 25 mm/h 计算；

（2）开排柜应设有高低液位指示及报警装置；

（3）开排柜的透气口应引至安全地点；

（4）含油污水应经处理符合防污公约附则 I 的排放标准后方可排放。

3.3.10 **生活区围蔽处所内的开式排放**

3.3.10.1 生活区内的所有卫生水、生活用水应全部收集，经处理之后符合防污公约附则 IV 的要求后方可排放入海，但浴室的洗澡水可直接旁通入海。

3.3.10.2 生活区内的每一泄放孔宜设水封以防异味散发至处所内。

第 4 节 压载系统

3.4.1 **目的**

压载系统设置的主要目的是：

（1）调整浮体的纵、横倾、吃水和重心以保持较好的稳性和操作性以及适应环境条件；

（2）满足浮体注油、卸油和破损工况的需要。

3.4.2 **功能要求**

为达本节规定的目的压载系统应具有以下功能：

（1）压载系统具有与注油和卸油速率相匹配的能力；

（2）压载系统具有冗余性；

（3）压载系统具有失效保护的特性；

（4）压载系统具有在假定浸水情况下工作的能力；

（5）压载系统具有遥控控制和就地控制能力。

（6）压载系统具有较好的抗腐蚀能力。

3.4.3 一般规定

3.4.3.1 压载舱的容量和位置的设计应保证随着原油储存舱的卸空或部分装满，浮体的吃水和纵倾满足稳性的要求、满足生产设备作业的最大的纵倾要求以及满足最小首吃水以防浮体底部受抨击的要求。

3.4.3.2 压载系统的设计应考虑到浮式装置的下列特殊性：

（1）卸油和压载作业的频率远比从事贸易的油轮大，泵磨损较快；

（2）海上卸油和压载作业与码头作业不一样，必须考虑浮体的纵摇和纵倾；

（3）如果泵失效将严重影响生产，设计时应重视泵的可靠性和冗余性；

（4） 浮式装置长期不能进坞，现场维护和修理存在困难，应选高等级和耐腐蚀的材料，海底阀箱的设计应考虑到容易被堵住以便维修船体内侧的阀门。

（5）压载舱的透气口的设计应保证没有被堵塞的风险。

3.4.3.3 压载水装置的布置，应能保证系统单一的故障或操作失灵不至于导致整个系统失去对舱内液体的控制。系统中泵、管路和控制系统不应布置在限定的破损区之内。

3.4.3.4 当压载舱的长度超过 35m 时，应尽可能在前后端均设吸口。

3.4.3.5 压载管系的布置，应避免舷外的水或压载舱内的水进入其他舱室。

3.4.3.6 货油区域内的压载水舱和双层底舱的压载水管系应与货油区域外压载水舱的压载系统相互独立。

3.4.3.7 若货油区域之外的尾尖舱（当居住区域置于首部时）或首尖舱（当居住区域置于尾部时）与货油区域的压载系统相连，此时的尾尖舱或首尖舱应视为危险区。该舱的一切开口应通向开敞甲板并远离着火源。在开敞甲板上还应能测量舱内可燃气体的浓度。

3.4.3.8 压载舱应：

（1）设有除手动测量方法之外的液位遥测装置；

（2）设有气体取样管；

（3）根据需要设加热装置和温度遥测装置。

3.4.3.9 压载水的通海阀和海底阀箱应符合本章第 1 节的相关的要求。

3.4.4 货油区域压载系统的压载泵

3.4.4.1 至少应配备 2 台独立驱动的压载泵，其中任一一台的故障，不应影响另一台的工作。应考虑将其布置于不同的舱室中，以免万一一舱进水、火灾或其他损坏时，而另一未受影响的舱室中的泵是可工作的。

3.4.4.2 每台压载泵的排量应与原油排放到穿梭油轮的速率相一致并保证在卸油期间能满足本节 3.4.3.1 的要求。

3.4.4.3 压载泵应具有自吸能力，根据其予定的用途证明是不必要者可除外。离心泵如带有自充水系统即为具有自吸能力的泵。

3.4.4.4 压载泵应设在货油区域内的适当处所或设在货油泵舱内。

3.4.4.5 当压载泵设置于货油泵舱时，该泵的海水进口应与货油泵的海水进口完全分开。

3.4.4.6 压载泵宜设有振动测量设备对其进行连续的状况监控。

3.4.5 压载水管路

3.4.5.1 压载管路应为钢管或等效材料制成，通过原油舱的管路应为重型钢管，且应用焊接或重型法兰接头。在原油舱范围内的管子壁厚不小于表 3.4.5.1 的要求，接头的数量应保持最少，如采用较碳钢更耐腐蚀的材料时管壁厚度可减少。

原油舱内管子壁厚　　表 3.4.5.1

管子外径　mm	管子壁厚 mm
50	6.3
100	8.6
125	9.5
150	11.0
200 及以上	12.5

3.4.5.2 原油舱内的压载管如需要应设置弯管膨胀接头或波纹膨胀接头，但不得采用滑动式膨胀接头。

3.4.5.3 压载管路可以在泵舱内通过活动短管与原油管路连接作为应急排放之用，但应在压载管路的接管上装有止回阀和截止阀，在原油管路的接管上装有截止阀。

3.4.5.4 压载管路的布置应能使压载舱之间进行驳运作业。

3.4.5.5 吸入管线上应避免有形成气袋的弯头。

3.4.6 阀件

3.4.6.1 所有的阀件应清楚地标明它们的功能。

3.4.6.2 在阀的控制位置应能清楚地标明阀开与关的位置，阀的指示应依赖于阀杆的位移。

3.4.6.3 阀件应能通过机械方式或动力操作方式关闭。动力操作方式可由具有不少于两套动力装置供应的贮能系统或者一套电力供应系统进行操作。应考虑在浸没情况下阀件的可靠操作。应采取措施预防减轻舱室浸水的风险。

3.4.6.4 必要时应限制动力操纵阀的关闭速度，以防止产生过大的压力波动。

3.4.7 泵和阀件的控制

3.4.7.1 所有泵和动力操纵的阀件均应设置除在中控站的遥控控制以外的独立就地控制系统。就地控制也可以是手动控制。每一泵的就地控制和与之有关的舱柜阀件应处在同一位置。此就地控制位置应易于到达。如实际可行，到达路线不应设在规定的破损区。压载系统有代表性的那一部分原理图应张贴在每一位置。

3.4.7.2 控制系统和指示系统应在功能上相互独立或有足够的冗余性。一个系统的故障不应影响另一个系统的操作。

3.4.7.3 故障时关闭的阀件，当动力恢复时仍应处于关闭的状态直至操作员重新恢复系统控制为止。

3.4.7.4 在遥控操纵板上应设有遥控压载泵运转的指示装置。

3.4.7.5 压载控制室应有有资质的人员全天候值班，无资质人员不能进行压载操作，操作手册应随时可以获得。

第 5 节 舱柜透气系统

3.5.1 目的

本节规定的目的是：

（1）防止由于常压储存舱柜超压或负压引起损坏；

（2）防止油舱的空气管进入火种；

（3）防止空气管进入海水和雨水；

（4）防止通过空气管溢出的流体发生火灾和爆炸。

3.5.2 功能要求

为达本节规定的目的空气管路应具有以下功能：

（1）空气管的设计满足所服务舱柜的透气需要；

（2）通过空气管溢出的油类液体至露天无火源的地点；

（3）通过空气管呼出的可燃气体至安全地点；

（4）通过空气管溢出的液体不会进入要求水密的处所；

（5）在浮式装置处于正常静、动倾和假定破损情况下，不能通过空气管招致所服务处所的浸水；

（6）外部火灾不会通过空气管引燃储存的油液。

3.5.3 设置

3.5.3.1 所有常压储液舱柜、隔离空舱和管隧都应装设空气管。

3.5.3.2 在大气状况下储存闪点不大于 60℃油类舱柜应设透气装置（呼吸阀）。

3.5.3.3 原油储存舱的透气详见本篇第 4 章第 2 节的相关规定。

3.5.4 布置

3.5.4.1 空气管应从舱柜的最高点引出。

3.5.4.2 空气管在舱柜上的出口位置应远离注入口。

3.5.4.3 顶板的长度或宽度不小于 7m 的舱柜以及顶部形状特殊或不规则的舱柜，其空气管的数目和位置可根据实际情况来决定，并经 CCS 同意。

3.5.4.4 具有阴极保护的舱柜，应在其前、后端设置空气管。

3.5.4.5 日用燃油舱柜、沉淀舱柜及滑油舱柜的空气管的安装和布置应即使在空气管破损时也不会导致飞溅海水和雨水进入。

3.5.4.6 空气管的布置，应在任一个舱柜破舱浸水后，不致使海水通过空气总管进入位于其他水密舱室内的舱柜。

3.5.5 **终止**

3.5.5.1 储油舱柜及与之相邻的隔离空舱上的空气管应终止于破损水线以上的露天、安全（不致因溢油或油气而产生危险的处所）地点。

3.5.5.2 位于机器处所之外且未设溢流管并能用泵灌装的舱柜的空气管应终止破损水线以上的露天地点。

3.5.5.3 滑油舱柜或容积小于 $0.5m^3$ 的燃油放泄柜（非动力注入柜）的空气管，如其出口端位于溢油不致与电气设备及热表面接触之处，则可以终止于机器处所之内。

3.5.5.4 终止于露天甲板上的空气管应设有防止雨水及海水进入的措施。

3.5.5.5 在空气管的管口，应具有永久附装于管口的合适的关闭装置。

3.5.5.6 当关闭装置为非自动型时，应采取措施，以防液舱向外排放时产生真空。

3.5.5.7 因载运甲板货而不能到达的空气管，应装有自动关闭装置。

3.5.6 **流通面积**

3.5.6.1 凡用泵注入的舱柜，其空气管的流通总横截面积应不小于该舱柜注入管的有效流通面积的 1.25 倍，但在任何情况下其内径都不小于 50 mm。

3.5.6.2 当舱柜上设有溢流管时，则空气管的流通横截面积应不小于该舱柜注入管流通面积的 1.2 倍。当装有本章第 6 节规定的溢流管的几个舱柜共用一根空气管时，则该空气管的横截面积，至少应为独立舱柜中两根最大注入管横截面积之和的 20%。

3.5.6.3 管隧所安装的空气管，其内径应不小于 75 mm。

3.5.6.4 对于冰区航行的浮式装置，空气管的截面积应适当增大。

3.5.7 **壁厚**

3.5.7.1 参与浮式装置体结构的舱柜，其空气管的壁厚，应符合本篇表 2.2.4.1（1）的规定。

3.5.7.2 露天甲板上的空气管，其壁厚应不小于表 3.5.7.2 中的规定值。

露天甲板上的空气管 **表 3.5.7.2**

管子外径	壁厚
管子外径 80 mm 及以下	6.0 mm
管子外径 160 mm 及以上	8.5 mm
中间值	可用内插法决定

3.5.8 **露出甲板的高度**

空气管露出开敞甲板至水可能进入管口那一点的高度，在干舷甲板上应不小于 760 mm，在高于干舷甲板上的甲板上应不小于 450 mm，其结构应坚固。

3.5.9 **防火网**

3.5.9.1 油类舱柜及其它可能产生可燃气的舱柜，其空气管的出口端应设耐腐蚀和便于更换的金属防火网。

3.5.9.2 防火网的净流通面积应不小于对该空气管所要求的横截面积。

3.5.9.3 原油舱透气口上对阻燃器的要求见第 3 章第 3 节的相关规定。

3.5.10 **防虫网**

3.5.10.1 淡水舱柜及其他对储存液清洁度要求高的舱柜上宜设防虫网。

3.5.10.2 防虫网的净流通面积不应小于空气管的流通面积。

3.5.11 **铭牌**

空气管应设有铭牌。

3.5.12 材料

空气管应以钢或其他认可材料制造。

3.5.13 专用

空气管只能用于透气，不应当做测量管使用。

3.5.14 水密及风雨密要求

水密及风雨密对空气管的要求见本规范第 3 篇第 4 章的相关规定。

第 6 节 溢流系统

3.6.1 目的

本节规定的目的是：

（1）防止液体注满舱柜时，继续注入从空气管中溢出造成危害；

（2）假定浮式装置破损时，能防止通过溢流管进水。

3.6.2 功能要求

为达本节规定的目的溢流管路应具有以下功能：

（1）溢流管的设计满足所服务舱柜的溢流的需要；

（2）通过溢流管流出的液体不能造成污染；

（3）在浮式装置处于假定的破损情况下，不能通过溢流管招致其他水密处所浸水。

3.6.3 设置

相应于空气管高度的液体压头大于该舱柜所能承受的压力或空气管的截面积小于本章 3.5.6 的要求时，则所有能用泵灌装的舱柜，均应装设高液位报警及溢流管。

3.6.4 流通面积

溢流管的流通面积，应不小于该舱柜注入管流通面积的 1.25 倍。

3.6.5 布置

3.6.5.1 油柜及有毒液体柜上的溢流管应分别引向专门的有足够容积的收集柜内。

3.6.5.2 没有回收价值，不造成污染的溢流液体可直接排入海中。

3.6.5.3 溢流管上不应装设截止阀或旋塞。

3.6.5.4 溢流管上应装设具有良好照明的观察器，观察器应安装在垂直管上易于察看之处。作为等效办法，也可装设报警装置，以便当舱柜溢流或油量达到舱柜的预定液面高度时予以报警。

3.6.5.5 溢流管的布置，应在任一舱柜破舱浸水后，不致使海水通过溢流总管进入位于其他水密舱室内的舱柜。

3.6.6 等效措施

为达到本节规定的目的也可在液柜上设有高液位报警及超高液位停止注入源的装置来代替溢流管，并经 CCS 同意。

第 7 节 测量系统

3.7.1 目的

本节规定的目的是：

（1）探知液柜和散料柜的储量；
（2）探知不易经常接近的污水井的水位；
（3）探知水密的空舱是否漏入液体。

3.7.2 功能要求

为达本节规定的目的测量系统应具有以下功能：
（1）所有的液柜及散料柜都应设有液（料）位显示仪表或测量管；
（2）储存闪点不大于60℃的可燃油类的油柜，应设认可型的闭式测量装置；认可型的闭式测量装置可代替液位显示仪表和测量管；
（3）凡是装设液面遥测系统的柜，均应备有手动测量装置。

3.7.3 设置

3.7.3.1 所有舱柜、隔离空舱、管隧以及不易经常接近的污水沟或污水井，均应设置测量管，其管路布置应有利于手工测深。

3.7.3.2 油柜上可以使用液位计来代替测量管，但该液位计应是平板玻璃式的，玻璃管式液位计不准使用。液位计使用的阀应为自闭式的阀。

3.7.3.3 可用遥控测量装置来代替舱柜的测量管。测量装置在装浮式装置后应经试验合格。

3.7.4 布置

3.7.4.1 测量管一般应引至舱壁甲板以上随时可以接近的地点。

3.7.4.2 测量管应尽可能靠近抽吸口。

3.7.4.3 为防止海水通过测量管进入舱柜，所有可能进水的测量管均应装有永久附连的可靠关闭装置。

3.7.4.4 测量管下端开口处的底板上，应安装适当厚度和尺寸的防击板。

3.7.5 测量管尺寸

测量管的内径应不小于32 mm，重燃油舱柜和长度超过20 m的测量管的内径应不小于50 mm。当测量管通过温度不大于0℃的舱室时，其内径应不小于65 mm。

3.7.6 原油储存舱的液位测量

原油储存舱的液位测量详见本篇第3章第15节的相关规定。

第8节 柴油系统

3.8.1 目的

本节规定的目的是:
（1）为燃烧设备提供适宜的燃烧用油；
（2）为化学药剂系统提供适宜的用油；
（3）为修井、清洗和置换作业提供适宜的用油；
（4）采取措施防止为火灾提供燃料源。

3.8.2 功能要求

为达本节规定的目的柴油系统应具有以下功能：
（1）系统具有向燃烧设备连续供油的能力；
（2）系统设有低压报警；
（3）系统具有净化柴油的能力；
（4）系统具有防止油漏泄的能力；
（5）系统具有漏油收集能力；

（6）高压喷射管路设有漏泄防喷保护。

3.8.3 柴油燃料的品质

3.8.3.1 柴油燃料用户主要有涡轮主发电机、往复式柴油主发电机、往复式柴油应急发电机、往复式柴油消防泵、柴油起重机和锅炉。

3.8.3.2 柴油中的硫、钠、钾、铅以及碱性氟化物和氯化物对设备具有腐蚀性，汞化物对含有铅、铜、铝和银的设备具有腐蚀性；钙和镁和其他氧化物会在设备上产生很硬的结垢物；固体颗粒或水溶性金属化合物会加剧关键元件的磨损。所有这些有害成分应加以限制。

3.8.3.3 柴油燃料应满足用户对质量的要求，不同用户对柴油燃料的质量要求不同，柴油燃料系统的设计者应与用户的供货商沟通以便获得用户对柴油燃料的具体质量要求。

通常情况下涡轮发动机对柴油燃料的质量要求为：

（1）供油温度在 0 ~ 60℃之间；

（2）在供油温度条件下，柴油粘度应在 2.0 ~ 7.5 cSt 之间；

（3）体积含水量应低于 0.05%；

（4）含钒量应小于 1mg/L；

（5）钠、钾含量应小于 1mg/L；

（6）含钙量应小于 1mg/L；

（7）不能含铅；

（8）含硫量须小于 0.5%（质量分量）；

（9）含粉尘量须小于 0.01%（质量分量）；

（10 柴油倾点的温度至少要低于供油温度 5.6℃。

通常情况下往复式发动机对柴油燃料的质量要求为：

（1）API 重度最小为 30；

（2）十六烷值应高于 40；

（3）硫的最大含量为 0.5%；

（4）37.8℃时，粘度在 1.5 ~ 7cSt 之间；

（5）水含量要少于 0.1%；

（6）倾点的温度必须低于环境温度 5.6℃；

（7）灰尘的最大含量是 0.02%；

（8）蒸馏曲线应为：232℃时蒸发 10%以上;246 ~ 288℃时蒸发 50%;357℃时的蒸发量最多为 90%，而终馏点为 385℃。

3.8.3.4 为了防止空气污染，柴油燃料的质量还应满足防污公约附则 IV 对含硫量和氮化物排放的要求。

3.8.4 柴油的闪点

3.8.4.1 燃烧设备及其他用户所使用的柴油，其闪点（闭杯试验）一般应不低于 60℃；应急发电机组的原动机所用柴油的闪点应不低于 43℃。

3.8.4.2 对于限制作业区的浮式装置，如有专门措施，其柴油的贮藏或使用处所环境温度能限制在低于该柴油闪点 10℃以下范围内时，可允许使用闪点低于 60℃但不低于 43℃的柴油。

3.8.4.3 使用天然气或原油燃料应符合本章第 9 节的规定。

3.8.5 柴油泵

3.8.5.1 当柴油机设有柴油供给泵时，应设有一台有足够容量的独立动力驱动的主供给泵和一台备用泵。当装有多台机并各设有独立的供给泵时，则可仅设 1 台能供立即使用的备用泵或每台机的供给泵互为备用，其条件是每台泵的容量能够满足两台机同时使用。

3.8.5.2 柴油驳运泵、柴油输送泵、柴油增压泵、喷油器冷却泵等均应设有主用泵和备用泵。

3.8.5.3 所有独立驱动的柴油驳运泵、柴油输送泵、燃烧设备的柴油供给泵、柴油增压泵、分油机及柴油系统中的其他泵的动力源除能就地切断外，还应能在其所在舱室外面易于

到达的地点进行应急切断。

3.8.6 柴油舱柜

3.8.6.1 柴油舱柜的构造与布置应符合本篇第 1 章 1.2.2 的要求。

3.8.6.2 柴油储舱的容积设计应考虑到浮式装置上所有用户的日消耗总量和供应船的最长供货周期，再加至少 20%的富裕量。

3.8.6.3 日用油柜

（1）日用油柜系指仅装有即可使用的高质柴油的柜，即其中柴油的等级和质量符合设备制造商所要求的规格。

（2）一般情况下每一柴油用户都应设有一个柴油日用柜，在质量和日消耗量都满足的情况下也可公用一个日用油柜。

（3）发电和重要系统所必需的每一种柴油应配备两个柴油日用柜或等效布置。柴油日用柜的设置，应满足当一个油柜在清洁或修理时，另一个油柜可持续供应柴油。每一油柜的容量至少能供正常工作负荷情况下工作 8h。

3.8.6.4 沉淀舱柜

沉淀舱柜应有放水的设施。如未设沉淀舱柜时，则柴油储存舱或日用油柜应有放水的设施。

3.8.6.5 所有舱柜放水用的阀或旋塞应为自闭式的，且应收集至污油舱柜。油柜上设有的取样阀或旋塞亦应为自闭式的。

3.8.6.6 油柜的防火布置和分隔布置应分别符合本篇 1.2.2 和 1.2.6 相关要求。

3.8.7 柴油柜上的阀件

3.8.7.1 对于如有损坏会使柴油从设在双层底以上的油柜（包括但不限于储存柜、沉淀柜或日用柜）溢出的柴油管，应为其在油柜上直接装设一个旋塞或阀门，该旋塞或阀门除能就地控制外，还应能在旋塞或阀门所在处所之外便于到达之处进行遥控关闭。对于进油管线可设一只自动止回阀来代替切断阀。容积小于 500L 的油柜可免去此项要求。

3.8.7.2 遥控切断阀可采用手动机械传动进行关闭，或采用动力（如液压、气压或电动）关闭。如采用动力关闭，其动力源应可靠，并应设在该阀所在处所之外。阀件及其所在处所内的关闭机构，应是耐火型的材料制成。

3.8.7.3 油柜上阀门的安装应符合本篇 2.5.6 的规定。

3.8.7.4 应急发电机和柴油消防泵的柴油阀遥控切断的控制和位置，应与其他阀的遥控切断控制分开。

3.8.7.5 如所要求的切断阀位于轴隧、管隧或类似处所内，其关闭也可在轴隧、管隧或类似处所之外的管路上加装的附加阀来进行控制，如这种附加阀是安装在机器处所，则此阀应能于该机器处所之外予以关闭。

3.8.7.6 其他可燃油柜亦应符合本条之规定。

3.8.8 柴油管路

3.8.8.1 柴油管路应与其他管路隔离

3.8.8.2 柴油管、管件和阀件应用钢质或其他等效的材料制成。安装在柴油舱（柜）并承受静压头的阀件，可使用球墨铸铁。而且普通铸铁的阀件可用在设计压力低于 0.7 MPa 和设计温度低于 60℃的柴油管系上。

3.8.8.3 浮式装置注油管路应符合下列规定：

（1）注油应通过固定的管路进行。注入管应伸入舱柜内并尽可能接近底部。

（2）注入管路上应有计量仪表和防止超压的设施。如安装安全阀作为防止超压措施，则该阀的溢油应排至溢流舱柜或其他安全处所。

（3）注入管路的设计应能把浮式装置储存舱中的柴油驳运至供应船。

（4）加油软管应有良好的韧性、耐压性和防油性。

（5）如浮式装置上设有加油站，则该站应与其他处所隔离，并能有效的排水和通风。加油站还应布置成能安全地从浮式装置的两侧进行加油。

3.8.8.4 从双层底舱抽吸的每根吸油管，均应装设阀或旋塞。

3.8.8.5 从锅炉旁的控制阀到燃烧器的短连接管段，可使用结构坚固的锥型螺纹接头。

3.8.8.6 燃烧器接管可以使用挠性软管，但应备有足够数量的带有连接接头的备用挠性软管。挠性软管应符合本篇第 2 章的相关要求。

3.8.8.7 管路的防火要求应符合本篇 2.6.3 的规定。

3.8.9 发动机供油

在使用同一供油来源的多台发动机装置中，应提供隔离各自发动机供油和溢油管线的装置。隔离装置不应影响其他发动机的工作，并应能够从不会因任何发动机失火而无法靠近的位置操作。隔断装置应能手动可靠关闭。

3.8.10 锅炉的供油

3.8.10.1 锅炉应设有不少于 2 套柴油供油装置，每套装置通常包括 1 台压力泵。

3.8.10.2 燃烧器应布置为当燃烧器的柴油供应未切断前，燃烧器不能抽出，并在燃烧器与供油管线未正确地连接前不能供油。

3.8.10.3 每台锅炉的供油总管上，应安装 1 只速闭总阀。该总阀应位于适当的地点，使在应急情况下能直接操纵，或能在适当地点予以遥控。

3.8.10.4 应有可靠措施（比如，设两个串联的切断阀）以防在切断柴油供应后，柴油从管路中漏入炉内。

3.8.10.5 应有可靠的止回装置，以防止在切断燃烧器的供油后，柴油从回油系统流至燃烧器。

3.8.10.6 柴油、废气交替使用的锅炉燃烧室应符合本章 3.18.3.3 的规定。

3.8.10.7 周期无人值班锅炉的燃烧控制和安全系统应符合第 6 篇的相关规定。

3.8.11 柴油的净化

3.8.11.1 浮式装置上应根据需要设置柴油净化系统以去除柴油中的水分和有害杂质。

离心分油机在运用中还可掺入适量的新鲜水将柴油的有害物如钠、钾、钙等清除

3.8.11.2 柴油净化系统至少应设置两套，每一套的净化能力应能满足发动机最大连续负荷的需要；任一系统的失效，不能影响另一套系统的正常工作。

对于轻质柴油，可根据需要仅设置一套净化系统。

3.8.11.3 如柴油净化系统需要加热，则应为每套系统配备加热器，每套加热器应能满足净化系统的需要。

3.8.12 滤器

3.8.12.1 每一用户的供油管路上应安装滤器，其布置应做到当对过滤器进行清洗时，能保证不中断过滤柴油的供应。为达此目的，通常装设双联滤器。

3.8.12.2 双联滤器的布置，应使在压力下因误操作而打开滤器的可能性降至最小。滤器／滤器腔应有适当的措施，以在投入运用时透气，在打开之前释放压力。为此，应设有泄放至安全地点的泄放阀和管路。

3.8.12.3 柴油输送泵前的吸入管线上宜设有小型的过滤器（如“Y”型过滤器），而在柴油输送泵的排出管线宜设有过滤聚结器。

3.8.12.4 滤器前后应装设压差监控装置。

3.8.13 柴油加热

3.8.13.1 柴油是否需要加热和伴热应以环境温度和用户的需要决定，如选择加热，加热后的柴油其最高温度至少应比它们的闪点低 10℃。

3.8.13.2 如采用蒸汽或热水加热，加热后的凝水或回水，应排至具有良好照明的专用凝水观察柜内。凝水观察柜的布置应易于看清凝水或回水中是否有油存在。

3.8.13.4 当采用电加热器加热时，应采取措施，以保证在有电流通过时，全部加热器件

始终都浸没在油液之中。

3.8.14 柴油的切换

燃烧重柴油的柴油机燃烧系统，应有能立即换用轻柴油的切换设施。

3.8.15 闪点低于60℃，但不低于43℃柴油的应用

3.8.15 .1 除双层底舱外，其储存油柜不应设在A类机器处所内。

3.8.15 .2 在泵的吸入端应设温度测量装置。

3.8.15 .3 滤器的两端应设截止阀。

3.8.15 .4 管子的连接应采用焊接或球面式的活接头连接。

3.8.16 漏油收集和集油盘的设置

系统中漏油收集和集油盘的设置应分别符合本篇1.2.2和2.6.3的相关规定。

3.8.17 厨房油灶

3.8.17 .1 柴油柜应设在厨房之外，并采用安全的方式进行装油和透气。

3.8.17 .2 燃烧器的供油控制位置应在厨房着火时便于接近。

3.8.17 .3 厨房应有良好的通风。

第9节 天然气、原油燃料系统

3.9.1 目的

本节规定的目的是为燃烧设备提供适宜的天然气或原油燃料，减小爆炸的发生概率。

3.9.2 功能要求

为满足本节规定的目的，天然气、原油燃料系统应具有如下功能：

（1）系统具有连续向燃烧设备供应适宜的燃料的能力；

（2）系统具有在泄漏、失火、通风失效的情况关断燃料供应的能力；

（3）燃料管线独立于其他管线并有可靠的防泄漏措施；

（4）天然气、原油的储存和运送设备设在危险区；

（5）燃烧设备适宜使用天然气或原油燃料，燃料在设备中能充分燃烧并保证设备稳定运行。

3.9.3 天然气系统

3.9.3.1 燃料气供应的布置

（1）直接取自生产流程中的天然气应经适当干燥处理使之达到燃料气的要求，脱出的油及水应引至闭式排放系统；

（2）每一燃烧设备应配备独立的燃料气供应管线，每一管线上应配备一个总控阀。总控阀应设在危险区；总控阀除能在有人值守的控制室遥控外，还应在下列情况下自动关闭：

① 双壁燃料管夹层中失压或探到可燃气体；

② 内含燃料管的通风导管内通风失效或探到可燃气体；

③ 燃烧设备所在处所内探到可燃气体或失火。

（3）在总控阀和燃烧设备之间的管线上应配有双关断一透气装置，该装置由三个自动控制阀组成，其中两个阀与供气管线串连可使燃气关断，而另一个阀设在两个串连阀之间的透气管上，透气出口应引至安全的地点。

两个关断阀的位置设置应使燃烧设备所在处所内的管段能够进行透气。

这些阀的布置，应在3.9.3.1（2）所述情况下和在锅炉燃烧用空气供应失效、炉内熄火、燃料供应压力不正常时，能自动关闭两个串连的阀同时自动打开透气阀。或者两个串连阀之一的功能可与透气管路上的阀组合为一个阀体（三通阀），当发生上述情况之一时能切断燃

气供应同时把透气口打开。这些阀应设置手动复位。

双关断一透气装置的阀应能在控制室进行摇控。当这些阀件动作时应在控制室发出报警；

（4）从总控阀至燃烧设备之间的燃料管段应提供清除可燃性气体和惰化的措施。

3.9.3.2 燃料管路在进入燃烧设备处所之前的管段应设在开敞区。如要通过围蔽的非危险区，则应采取特别的安全措施。

燃料管应使用无缝的重型钢管并采用全焊透对接焊，焊缝全部射线探伤，法兰连接应采用重型法兰。此种管路应按合适的颜色标准，进行明显的标识。

3.9.3.3 除非采取 3.9.3.4 中的措施，否则燃烧设备所在处所应符合下列规定：

（1）燃烧设备设在露天甲板上，并设有环境保护罩壳。对于锅炉其本体部分可直接露天布置，仅其炉前部分需设遮蔽保护；

（2）罩壳的设计应能够抵抗海水和雨水的进入，并能达到 A-0 级防火标准；

（3）内燃机的罩壳应与发电机的罩壳分开设置，罩壳内仅限于装设内燃机和其必要的设备；

（4）对于锅炉，罩壳内可仅限于装设燃烧器控制装置；

（5）罩壳内的通风换气次数至少为 30 次/h，风机应为合格的防爆型式，罩壳内的所有设备应适宜安装在 2 类危险区；

（6）如果罩壳内设备达不到 2 类危险区的要求或表面温度超过燃料自燃点的 80%或 280℃（当不知自燃点时），则罩壳内的通风换气次数至少应达到 90 次/h，以使罩壳内变为非危险区；罩壳内的通风除设主用风机之外，还应设置相同容量的备用风机，当主用风机失效时，应能在有人值守的控制室发出报警，并使备用风机自动投入工作。风机应为合格的防爆型式；

（7）通风的布置应使罩壳内的空气具有良好的循环，避免形成死角；

（8）应采取措施在启动燃烧设备之前，应对罩壳内进行换气次数不少于 5 次/h 的预扫风；当燃烧设备停止后，通风应适当滞后停止，以保证罩壳内不产生有害的高温；

（9）罩壳内应设有可燃气体探测和火灾探测装置；

（10）罩壳内、外的灭火装置应符合本规范第 8 篇第 6.12.7 的规定；

（11）燃料管的工作压力不大于 1 MPa，如大于 1 MPa 则应符合本节 3.9.3.4（1）的要求；燃烧管的设计压力至少比工作压力大 50%，且最低不小于 1 MPa。

3.9.3.4 燃料管线进入机器处所的布置

（1）燃料管路在机器处所之内的布置应符合下列之一的要求：

① 通过双壁管的内管供应燃料，在同心管之间的空间充有大于燃料压力的惰性气体，只要内管存有燃料，则惰性气体的压力应始终保持大于内管燃料的压力，当惰性气体压力失效时，应在有人值守的控制室发出报警；

② 把燃料供应管设在一个气密的具有机械抽风的导管内。导管风机的容量应使导管达到每小时 30 次的换气量并维持导管内的气压低于大气压力；假如，在导管内探到可燃气时，能向导管内充入惰气，则风机的容量可减至使导管达到每小时 10 次的换气量。风机应为防爆型，其原动机如不是防爆型的则应设在导管的外面。导管通风进口的布置应不使可燃气吸入，其通风出口应引至安全地点。当管内存在燃料时应保持导管的风机连续运转。导管内应设可燃气体探测装置。

（2）每一燃烧设备应设置合适的罩壳以尽可能容纳燃烧器和与之相关的阀件和管子，且不能妨碍空气进入燃烧器的调节器。罩壳的安装应保证通风空气扫过围起的可拆的管接头、阀件及燃烧控制单元等，还应安装必要的气密检查孔以便于对管线的连接处、阀件进行检查。

3.9.4 原油燃料系统

3.9.4.1 原油应经处理已达到燃烧设备所使用的质量要求。

3.9.4.2 当对原油舱柜加热时，温度应是自动控制的并装设高温报警和关断装置。

当采用电加热时，应有措施保证带电的加热部件始终处于浸没状态。

当原油以蒸汽或热水加热时，加热盘管的出口应引至独立的观察柜内，此柜应设在危险区并设有透气管把气体引至安全地点，透气口上应设金属防火网。

3.9.4.3 应设有防止系统结蜡的措施。

3.9.4.4 供油泵的排出端上应设压力释放阀并把释放的液体引至泵的吸入端。泵除就地

控制外还应能在燃烧设备附近和控制室进行遥控。

3.9.4.5 系统中应设有合适高度的油盘或油槽以收集泵、滤器、燃烧器、阀件和管路中节头处的漏油，油盘或油槽应设有放泄管，将油泄至独立的封闭的收集柜，收集柜的透气口应引至安全地点并设有防火网。

3.9.4.6 应设有探测系统漏油的措施。

3.9.4.7 燃料管路应向燃烧设备方向向上倾斜，在一旦管路漏泄时，使油回流至收集机舱外的装置上。

3.9.4.8 对于锅炉供油管线，应符合本节 3.9.3.1（3）的要求，但双关断一透气装置应改为双关断一放泄装置。

3.9.4.9 应设有柴油置换系统中原油的措施。

3.9.4.10 应符合本节 3.9.3.1（2）、3.9.3.2、3.9.3.3、3.9.3.4 的要求。

第 10 节 直升机加油系统

3.10.1 目的

本节规定的目的是为浮式装置直升机安全地输送燃料。

3.10.2 功能要求

为达本节规定的目的直升机加油系统应具有以下功能：

（1）系统的设计满足直升机加油的需要；

（2）系统的设计使失火爆炸的危险减至最低。

3.10.3 直升机加油系统的详细要求

直升机加油系统的详细要求见本规范第 9 篇第 7 章第 4 节的相关规定。

第 11 节 滑油系统

3.11.1 目的

本节规定的目的是为浮式装置上需要润滑的设备提供安全、适宜的润滑。

3.11.2 功能要求

为达本节规定的目的润滑系统应具有下列功能：

（1）系统中的设计能力能满足各种设备润滑的需要，关键部件具有冗余润滑能力；

（2）润滑油具有适宜的品质；

（3）设备的性能、管路的设计和布置适宜其预定的用途及防火要求；

（4）系统具有报警与安全双重保护。

3.11.3 滑油泵

3.11.3.1 主机及其齿轮传动装置均应设有 1 台在其输出最大持续功率时，有足够容量的主滑油泵和 1 台能使浮式装置正常运行的足够容量的备用泵，备用泵应为独立动力驱动，并应能供立即使用。

对多主机的浮式装置，可只设 1 台独立动力备用泵；如每台机及其齿轮传动装置各装有自带滑油泵，则可设 1 台便于安装和连接的完整的备品泵代替独立动力备用泵。

3.11.3.2 发电机及其他重要用途的辅机，如设有备用机且每台机均带有滑油泵，则可不设备用泵，如多台机共用一滑油管系，则仍应设备用泵。

3.11.4 **滑油舱柜**

3.11.4.1 所有浮式装置均应设有适当容量的滑油储存柜。

3.11.4.2 舱柜上阀件的设置及速闭阀的要求应符合本章 3.8.7 的要求，如设计方确认当误动滑油舱柜上的遥控关闭阀会危及发动机的运转安全时，则可以不设遥控关闭装置。

3.11.4.3 沉淀舱柜应有放水设施，放水用的阀/旋塞以及取样用的阀/旋塞应为自闭式。

3.11.4.4 油柜的防火布置和分隔布置应分别符合本篇 1.2.2 和 1.2.6 相关要求。

3.11.5 **管系**

3.11.5.1 滑油管系应与其他管系隔开。发动机与齿轮箱不宜采用共同的滑油系统。

3.11.5.2 滑油管系应设有当滑油压力明显下降时能发出视觉和听觉的报警装置以及滑油失压时的应急停车装置。

3.11.5.3 滑油的净化、过滤以及滑油的加热应分别符合本章 3.8.11、3.8.12 和 3.8.13 的相关要求。

第 12 节 液压系统

3.12.1 **目的**

本节规定的目的是为浮式装置上的液压用户提供安全、合格的液压源。

3.12.2 **功能要求**

为达本节规定的目的液压系统应具有下列功能：

（1）系统中的设计能力能满足各种液压用户的需要；

（2）液压油具有合格的品质；

（3）设备的性能、管路的设计和布置适宜其预定的用途及防火要求；

（4）系统能得到有效控制和保护。

3.12.3 **泵**

重要用途液压传动装置中的动力油泵，应设有备用泵，且能迅速转换使用。

3.12.4 **管系**

3.12.4.1 液压管系不应用于该管系外的任何机件的润滑。

3.12.4.2 液压管及配件的强度，应能承受管系内可能产生的最高波动压力。

3.12.4.3 管系中应设有防止压力脉冲的措施，液体的流态应保持层流。

3.12.4.4 液压管系中应设有溢流阀，溢流一般应回至油箱。

3.12.4.5 液压管系和液压油缸等设备应有放气装置，管系布置应避免空气的储积。

3.12.4.6 管系中如设有蓄能器，则应在进油端装设溢流阀。气液式蓄能器的空气端应装有安全阀或易熔塞，否则应在管路上装设。

3.12.4.7 在失火情况下，要继续使用的管路和设备应是耐火型的。

3.12.4.8 在恶劣情况下，液压返回管线应有最大的设计回流量，要特别注意避免在滤器或透气管处发生的堵塞以及由于机械损坏或误操作阀所发生的堵塞。

3.12.4.9 循环柜和膨胀柜上的空气管应引向安全地点。

3.12.4.10 在投入使用之前，应对管路进行冲洗和清洁。

3.12.4.11 液压传动遥控的重要阀件，应能用手动泵应急操纵，并在操纵处所装有指示开或关的装置。

3.12.4.12 软管的使用应符合本篇 2.3.7 的相关要求。软管的布置，应避免急转弯和扭曲，并远离振源和热源。

3.12.4.13 液压管系中应设有滤器并应符合本章 3.8.12 的相关要求。

3.12.5 材料

3.12.5.1 液压传动管系中的所有部件，应由不受浸蚀、与液压油不起化学作用的材料制造。

3.12.5.2 液压油应有良好的化学稳定性和粘温性能。

3.12.5.3 液压动力传输系统中起主要作用的部件一般应采用钢质材料制造。材料试验应按 CCS《材料与焊接规范》的要求进行。

3.12.6 液压流体

液压流体的性能应能满足作业环境温度的要求并对系统部件不产生化学腐蚀，其闪点应不低于 60℃。

3.12.7 布置

高压液压部件的布置应符合本篇 1.2.2.8 的要求。

第 13 节 热油系统

3.13.1 目的

本节规定的目的是：

（1）为浮式装置提供加热的热能；

（2）防止系统引起火灾和爆炸。

3.13.2 功能要求

为达本节规定的目的，热油系统应具有下列功能：

（1）系统中的设计能力能满足预定的加热需要；

（2）热油的质量满足热量传递及传递过程中的安全；

（3）设备的性能、管路的设计和布置适宜其预定的用途及防火防爆要求；

（4）系统能得到有效控制和保护；

（5）系统具有可靠的密闭性，使火灾（如炉管破裂火灾，大量漏泄火灾，绝缘火灾）和爆炸发生的概率降至最低；

（6）在炉膛和加热器室内备有灭火装置。

3.13.3 定义

3.13.3.1 热油的温度：热油流动横截面中心部位的温度。

3.13.3.2 热油膜温度：受热面热油边管壁上油膜的温度。

3.13.4 热油的选择

3.13.4.1 热油应按国际、国家或行业标准进行生产。

3.13.4.2 热油在使用过程中应无毒性。

3.13.4.3 制造商应提供热油的参数如闪点、自燃点、膜温、黏度、密度、热稳定性、初馏点，纯度和洁净度等以及热油的使用技术条件。

3.13.4.4 热油的凝点应低于热油储存的环境温度。

3.13.4.5 热油应与被加热的物质在一旦漏泄接触时具有相容性。

3.13.4.6 热油的使用状态应为液相。

3.13.4.7 热油的使用寿命宜为 4 年，但最少不许低于 1 年。

3.13.5 防热油劣化

3.13.5.1 应采取下列措施之一以防热油氧化：

（1）在膨胀柜内设惰性密封覆盖气体；

（2）如膨胀柜上的空气管直接通大气，则热油与空气直接接触的温度不许超过 50℃。

3.13.5.2 应采取下列措施之一以防热油裂化：

（1）热油应在供应商限制的最高使用温度和最高允许膜温下使用，在加热器出口温度和最大允许膜温之间应至少保持 50℃的安全裕度；

（2）保证热油不会出现个别的高温点的措施见本节 3.13.9.3 的规定。

3.13.5.3 热油系统投入使用之前应进行过滤和除水。

3.13.5.4 防热油催化的材料要求见本章 3.13.16.2 的规定。

3.13.6 油品化验

热油化验频率宜如下：

（1）一般一年一次；

（2）当热油温度接近最高使用温度时或使用两年后，每半年一次；

（3）接近报废标准时，每季一次；

（4）当系统出现不正常情况时，应及时进行化验。

3.13.7 油品报废参考标准

当以下两项超标时热油宜被更换：

（1）粘度变化大于 15％；

（2）残碳值达 15％或正戊烷大于 15％；

（3）酸值大于 0.5mg KOH/g；

（4）闪点下降大于 20%；

（5）馏程变化大于 20%。

3.13.8 热油的循环

3.13.8.1 紊流

热油在热交换器内的流动应达到紊流状态以增加传热效果。

3.13.8.2 防爆

（1）热油系统进入危险区，其管路和设备的表面温度应低于该处所可能存在的可燃油气的自燃点温度或不大于 200℃；

（2）当热油的温度在热油的闪点以上运行时，热油循环系统所在处所应视为 2 类危险区，其内的设备应为合格的防爆型设备；全焊接管路所经过的处所可视为非危险区；

（3）为防止可爆流体（见本规范第 8 篇第 1 章中的定义）漏入热油系统中去，宜采取下列措施之一：

① 热油系统的工作压力大于被加热介质的压力。对于常压原油储存罐进行加热的系统，可在油罐加热盘管的进出口处设截止阀，当热油系统不工作时，关闭盘管进出口阀以保持盘管中的静压始终大于储罐压力 3m 水柱以上；

② 设计成双回路系统，即主热油加热循环系统先加热一个中间加热器，中间加热器加热独立的第二回路热油循环系统，第二回路系统用于专门加热可爆流体。

3.13.9 热油加热器

3.13.9.1 设置

（1）热油加热器应设在单独的房间内，其布置应便于操作、检查和保养；

（2）热油加热器房应视为 A 类机器处所，其通风和防火安全应满足 A 类机器处所的相应的要求；

（3）热油加热器房内的通风应满足本篇第 4 章的相关规定；

（4）热油加热器房内的灭火设备的配备应符合本规范第 8 篇 6.12.16 的规定。

3.13.9.2 设计压力

加热器与油接触的受热面至少应能承受 1 MPa 的压力。

3.13.9.3 构造设计

加热器的构造设计应能保证受热面加热均匀，不会出现个别的高温点。

3.13.9.4 检查孔

加热器应设有检查燃烧室的检查孔。

3.13.9.5 热油进出口阀的控制

热油进口阀和出口阀应能从加热器所在处所外面加以控制，或者做为替代办法，也可以设有能将热油靠重力迅速泄至收集柜的装置。

3.13.9.6 释放阀

每一加热器应至少配备一个释放阀。其释放能力至少应等于在最大的加热功率下热油所增加的量，在阀释放期间，压力的增加不能超过加热器设计压力的 10%。

3.13.9.7 温度测量装置

（1）每一加热器的热油进口和出口以及烟气的出口应设温度测量装置；

（2）温度测量和监控传感器应通过焊接的浸没管引入到系统中去。

3.13.9.8 流量显示器

每一加热器宜设有热油流量显示器。

3.13.9.9 炉膛灭火

（1）加热器的炉膛内应设有适当的灭火系统（如气体灭火系统），该系统应与炉膛永久连接并能从加热器所在处所外进行控制；

（2）对废气加热器应设固定式灭火和冷却系统，为此，可装设水喷淋系统，但在加热器的下面应设有收集和排水的设施。

3.13.9.10 废气加热器的设计：

（1）应避免由于气柱的摆动而发生共振损坏；

（2）应防止油的漏泄直接进入机器或增压器内；

（3）应在废气的进口及出口处设置便于检查保养的人孔。

3.13.10 热油膨胀柜

3.13.10.1 设置

膨胀柜应设置在系统的最高点。

3.13.10.2 设计压力

膨胀柜即使在常压下使用其设计压力也不能低于 0.2 MPa。

3.13.10.3 容积

应根据不同温度下热油的密度和热油循环总量计算出循环系统的膨胀容积，膨胀柜的设计容积应不低于下列要求：

（1）当膨胀柜的容积不大于 $1m^3$ 时，至少应取系统膨胀容积的 1.5 倍；

（2）当膨胀柜的容积大于 $1m^3$ 时，至少应取系统膨胀容积的 1.3 倍。

3.13.10.4 透气

膨胀柜的透气口应引至安全地点并设有防火网。

3.13.10.5 膨胀管

为了防止膨胀柜内的残水通过膨胀管进入系统，膨胀管宜伸入到略高于柜底且低于最低液位的位置上。

3.13.10.6 液位保护

（1）膨胀柜上应设有液位表，高低液位报警及低液位限制开关。当低液位开关动作时应关断燃烧器及循环油泵并与之联锁；

（2）膨胀柜上应设溢流管。

3.13.10.7 压力保护

当膨胀柜内设有惰性密封覆盖气体时，则应设有压力指示及防止超压的措施。

3.13.10.8 快速放泄阀

当膨胀柜设在加热器房内时，其上应设快速放泄阀以便当起火时能把热油快速放泄至低位收集柜。

3.13.10.9 速闭阀

当膨胀柜设在加热器房外时，在接近膨胀柜的膨胀管上应设速闭阀以便当加热器房内起火时切断燃料供应。

3.13.11 **收集柜（储油柜）**

用于收集加热器释放阀流出的热油及膨胀柜溢出或快速放泄的热油的收集柜应定期进行排水以防大量蒸汽产生造成危害。收集柜应单独设在一个远离加热器室出口的安全地点。

如储油柜当作收集柜使用则应满足此条要求。

3.13.12 **泵**

3.13.12.1 配备

每一循环系统应至少设有 2 台循环泵；当一台泵故障时，另一台泵自动投入工作；每一台泵的容量均应满足所有工况的要求。

3.13.12.2 阀件的配备

泵的前后应设截止阀，出口端还应设止回阀。

3.13.12.3 安全操作

（1）热油循环泵应能从其所在处所以外进行关闭；

（2）当加热器的热量输入源停止工作时，热油循环泵应继续工作直至剩余的储存热被吸收为止；

（3）离心泵冷态启动时，热油的粘度宜低于 $300x10^{-6}m^2/s$ 以防启动阻力过大。

3.13.13 **分离器**

在泵的吸入端应设气液分离器以防泵抽空，分离器的液、气腔宜分别与膨胀柜的液、气腔相连通。

3.13.14 **滤器**

每一循环系统应至少设有 2 台滤器以过滤系统中的有害杂质，每一滤器前后应设压力表。

3.13.15 **油盘**

热油加热器、泵、滤器及其他可能漏油的设备处应设油盘以把漏油收集到安全地点。

3.13.16 **管路的材料**

3.13.16.1 热油管路中的管、管件、法兰、阀件及其他元件应采用钢质或同等延展性材料制造。

3.13.16.2 对热油具有催化作用的有色金属材料（如铜及铜合金）应避免使用。热油系统中设备的材料也应符合本款的规定。

3.13.17 **管段连接**

3.13.17.1 热油管路应为焊接连接，为检查和维修所采用的法兰接头应减少到最低限度。热油管路不许使用螺纹连接。

3.13.17.2 为加强管路的密性，宜选择高于设计压力等级的法兰、阀件及其他密封元件。

3.13.17.3 应采取措施以防油从可拆卸的接头处飞溅导致危险。凡可能漏油的地方都应设置集油盘并引至安全地点。

3.13.17.4 热油管路中应设有补偿器或膨胀接头。

3.13.18 **取样装置**

管路中应设有热油取样装置，其取样位置一般设在泵的出口端。

3.13.19 **隔热绝缘**

3.13.19.1 热油炉和热油管路均应包覆隔热绝缘层，但法兰处不应被隔热材料覆盖。所有的绝缘表面应有不锈钢板、镀锌钢板或铝板覆盖。

3.13.19.2 在可能的漏泄点（如法兰处）处隔热材料应为无孔材料以防漏油渗入；在可能漏泄点处的每一边无孔隔热材料的长度不应小于 0.5m 且在其底部钻一漏油孔。

3.13.20 **阀件**

在阀件安装许可的情况下，阀杆宜侧装以使漏出的热油沿阀杆离开管路。

3.13.21 **温度控制**

为控制加热器的热油出口温度，在加热器上应设有自动调节热量输入的措施，并保证在循环泵无意停止时，热油的膜温不会超过极限。

3.13.22 **温度监控**

3.13.22.1 当加热器的热油出口温度超过许用值时，应自动切断燃烧器并由温度限制器进行联锁。

3.13.22.2 对于并联的受热面，每一受热面的热油出口应有温度监控。

3.13.22.3 如果烟气超温时，燃烧器必须关断并被联锁。

3.13.23 **流量监控**

3.13.23.1 应采取预防措施以保证热油的最大膜温在允许的范围内。

3.13.23.2 在火加热器上应设热油流量限制器，当流量小到预定值时应关断燃烧器并被联锁。

3.13.23.3 燃烧器的启动应与循环泵进行联锁，当循环泵停止时燃烧器不能启动。

3.13.24 **漏泄监控**

加热器应配备漏油探测器，当探测器动作时关断燃烧器并与之联锁，如果加热器处于备用状态，当探测器动作时应不能启动燃烧器。

3.13.25 **火焰故障与点火失败监控**

加热器应配备火焰故障探测器当出现火焰故障和点火失效时应自动关断燃料供应。

3.13.26 **强力通风监控**

当供加热器燃烧的强力通风失效时应自动关断燃料供应。

3.13.27 **关断装置**

加热器应设有关断装置，此关断装置应能在加热器所在处所之外进行关断。

3.13.28 **无人看管的热油加热器**

对无人看管的热油加热器的监控应符合表 3.13.28 的规定。

热油加热器的监控项目 表 3.13.28

内容	报警	备注
膨胀油柜液位	低	燃烧器自动关闭
热油流量	低	燃烧器自动关闭
热油压力	低	燃烧器自动关闭
热油出口温度	高	
	高高	燃烧器自动关闭
燃烧室空气压力	低	燃烧器自动关闭
燃油压力	低	
燃油温度/黏度	高和低	仅对重油而言
燃油雾化/空气压力	低	
燃烧器火焰和点火	失败	每个燃烧器均应监控。燃烧器自动关闭*

*当燃烧器火焰和点火失败时，在重新点火之前，燃烧室应进行扫风。

第 14 节 锅炉给水、排污与凝水系统

3.14.1 目的

本节规定的目的是保证锅炉水的供应、安全排污和及时收回凝水。

3.14.2 功能要求

为达本节规定的目的系统应具有以下功能：

（1）供水系统具有可靠性；

（2）凝水系统具有冗余性；

（3）排污系统具有安全性。

3.14.3 给水泵

3.14.3.1 重要用途的辅锅炉或供重油加热用蒸汽辅锅炉，至少应有 2 台独立动力的给水泵，在任何一台给水泵发生故障停止工作时，其余泵的排量应足够补给全负荷工况下的锅炉用水。

3.14.3.2 强制循环锅炉应有 2 台独立动力循环水泵，其中 1 台为备用。对于非重要用途的强制循环辅助锅炉，可只设 1 台循环水泵。

3.14.4 给水管系

3.14.4.1 重要用途的辅锅炉应有 2 套独立的给水管系（包括给水泵在内），当其中一套停止工作时，另一套管系应能保证锅炉的正常工作。

3.14.4.2 给水管系的布置应使油或含油污水不致混入到锅炉内的水中。

3.14.5 冷凝水泵

应至少设有2台独立动力冷凝水泵，以处理冷凝器的冷凝水，其中1台为备用。独立动力给水泵可作为备用冷凝水泵。

第 15 节 淡水供应系统

3.15.1 概述

浮式装置上的淡水按用途主要分为生产用水和生活用水，生产用水主要是指设备冷却、消防水管路充压、化学药剂配水和钻井用水等，生活用水主要是指饮用、淋浴、洗涤和卫生用水。

3.15.2 目的

本节规定的主要目的是：为浮式装置提供足量、合格的淡水并保证生产和生活用水安全。

3.15.3 功能要求

为达本节规定的目的淡水供应系统应具有下列功能：

（1）系统中的设计能力能满足生产、设备运行和日常生活用水的需要；

（2）淡水压力柜具有自动补给能力；

（3）机器冷却系统、日常生活用水系统的泵具有冗余能力；

（4）冷却系统具有调节能力和报警保护。

3.15.4 淡水储存舱

3.15.4.1 储存舱舱容的设计应根据生产用水和生活用水日耗量和浮式装置自持力由设计者确定。

3.15.4.2 每个淡水储存舱宜设高低位吸口、液位测量和显示装置以及温度测量和显示装置。

3.15.4.3 在寒冷区域作业的浮式装置应设有保温和加热装置。

3.15.5 淡水压力柜

3.15.5.1 为了防止供水泵的频繁启动宜设压力水柜向用户供水。

3.15.5.2 压力水柜内应充入适当压力和容积的压缩空气，既能保证供水压力又能防止泵的频繁启动。

3.15.5.3 压力水柜的出口压力设计应使最不利（最高和最远）用户出口至少维持 3kPa 的压力。

3.15.5.4 压力水柜应设有安全阀。

3.15.5.5 压力水柜应设压力继电器以便自动补水和停水。

3.15.5.6 热水压力柜应设温度控制装置，热水柜的温度宜控制在 50℃~70℃范围内。

3.15.5.7 应按行业标准（如 CB 455—91）对压力水柜进行设计、制造和检验。

3.15.6 淡水泵

3.15.6.1 压力水柜供水泵的排量应与压力柜的容量相匹配，压力水柜供水泵的压力应与压力柜的压力相协调。

3.15.6.2 压力水柜供水泵应能自动启、停和运行。

3.15.6.3 压力水柜供水泵应设有备用泵。

3.15.6.4 为了节省淡水的消耗热水系统应设有热水循环泵，泵和密封材料应经得住 100℃的高温。

3.15.7 饮用水供应系统

3.15.7.1 饮用水一般是从陆上运来的合格自来水，应采取措施防止运输过程的污染。制淡装置出来的淡水达标后也可饮用。

3.15.7.2 饮用柜和水管系宜选用不锈钢材料制成，饮用水舱表面的防腐涂料应是无毒的。

3.15.7.3 制淡装置的饮用水宜通过矿化滤器以在水中补充人体需要的某些微量元素。矿化滤器宜具有反冲洗功能。

3.15.7.4 饮用水应进行杀菌、消毒处理，比较常用的是紫外线杀菌装置。

3.15.7.5 应设有旁通矿化滤器和杀菌装置的管路，一旦该两种装置出现故障或修理时能保证连续供水。

3.15.7.6 饮用水应符合最新版的 GB 5749《饮用水卫生标准》的要求。

3.15.8 淡水冷却系统

3.15.8.1 冷却水泵

（1）每台发电柴油机应设有一台在柴油机输出最大功率时，有足够容量的主冷却水泵和一台能使浮式装置正常运行的足够容量的备用泵，备用泵应为独立动力驱动并应能供立即使用。

当装有多台发电柴油机时，如各自均带有或各自设有冷却水泵，则可不设备用冷却水泵。其他用途的柴油机应视情况设置备用冷却水泵。

（2）油气处理系统中的热交换器的淡水泵、烃压缩机的淡水冷却泵应设有足够容量的主用泵和备用泵。

3.15.8.2 冷却管系

（1）冷却管系的布置，应能有效地调节冷却水的进水温度。

（2）闭式冷却系统应设有淡水膨胀水箱，膨胀管应从管系的最高点引出并终止在膨胀水箱内。

（3）冷却系统应设有温度警报装置。

（4）启动时需要暖缸的柴油机，其淡水冷却管系应装设适当的加热设备。

3.15.9 交叉污染危害的预防

（1）热交换器冷却边和被冷却边的压力设计应考虑到使海水向淡水渗漏的可能性减至最低。

（2）直接加热流程介质的淡水系统，其淡水压力应始终高于被加热的流程系统压力。

（3）冷却煜压缩机的淡水系统或与天然气进行热交换器的淡水系统应有可靠的措施防止天然气漏入淡水系统中。

（4）加热柴油的淡水系统应满足本章第 3 章第 3 节相关要求。

（5）加热原油的淡水系统应满足本篇第 3 章第 3 节相关要求。

第 16 节 海水系统

3.16.1 范围

3.16.1.1 本节规定的海水系统主要用于设备冷却及其他杂用。

3.16.1.2 压载用海水系统、消防海水系统应分别符合本章第 4 节和本规范第 8 篇第 6 章第 2 节的要求。

3.16.1.3 海水注入系统应符合本社《海上油气处理系统规范》第 6 章辅助工艺系统的相关规定。

3.16.1.4 阀件的操作、通海阀和海底门应分别符合本章第 1 节 3.1.8, 3.1.9 和 3.1.10 的相应规定。

3.16. 目的

本节规定的目的是：

（1）为浮式装置上的需要冷却的设备提供适宜、可靠的冷却源；

（2）为浮式装置提供可靠的杂用海水供应。

3.16.2 **功能要求**

为达本节规定的目的冷却系统应具有下列功能：

（1）系统中的设计能力能满足各种设备冷却和杂用的需要；

（2）系统具有防腐能力；

（3）系统具有一定的冗余能力；

（4）系统具有调节能力和报警保护。

3.16.3 **海水泵**

3.16.3.1 浮式装置上至少应有 2 台独立动力的海水提取泵，在任何一台泵失效时，其余泵的排量应满足浮式装置用水的需要。

3.16.3.2 根据用户需要，每一用户可设置独立的海水子系统或几个用户可共用一个子系统。

3.16.3.3 为油气处理系统和发动机服务的海水冷却子系统及其他重要用途的海水子系统应设有主用泵和备用泵。

3.16.4 **滤器**

3.16.4.1 每一海底门的出口应装设粗滤器，对于浮游生物较多及水质较差的海域宜选用自动反洗过滤器。

3.16.4.2 每一用户的供水泵的吸入端应设细滤器，根据需要，在用户前可加装更细的滤器。

3.16.5 防海生物装置

3.16.5.1 为了防止海生物在泵入口处的增长，应设置防海生物装置。

3.16.5.2 当使用次氯酸钠防海生物装置时，应满足以下要求：

（1）由于电极板存在结垢，需要对电极进行定期酸洗，为了在维修期间仍能产生次氯酸钠，电解槽需有100%的备用；

（2）次氯酸钠腐蚀性较强，凡与次氯酸钠溶液接触的设备及管道需使用耐腐蚀材料制成。

（3）在电解海水过程中产生的氢气应引至安全地点。为了防止氢气聚集，风机应连续运转并设有100%备用风机。

3.16.6 海水压力柜

如果浮式装置上压力水柜进行供水，则应满足本章3.15.5的适用的要求，海水压力柜除设有主供水泵外，还应设有备用泵。

3.16.7 海水淡化装置

对于远离陆岸的浮式装置宜设有海水淡化装置以防止天气、海况和意外事故的影响，供应船不能如期送水。

3.16.8 防腐

海水冷却系统应设有有效的防蚀措施。

3.16.9 防冻措施

在低温中作业的浮式装置应设有防止海水系统发生冻结的措施。

第17节 压缩空气系统

3.17.1 目的

本节规定的目的是为浮式装置安全地提供合格的驱动动力用气、柴油机启动用气、仪表和控制用气、散料输送用气、火炬雾化用气以及其他杂用。

3.17.2 功能要求

为达本节规定的目的，压缩空气系统应具有下列功能：

（1）主供气系统的设计应在一台空压机和一个空气瓶失效的情况下能满足各种用气的需要；

（2）重要用途的空气供应（如仪表和控制用气）应有冗余性；

（3）空气的质量（如水分和油分的要求）满足系统服务的需要；

（4）系统具有低压报警和自动充气的能力；

（5）总管的布置具有适当的冗余性；

（6）空压机、气瓶、管路设有超压保护，泄放的气体引至安全地点。

3.17.3 空气压缩机

至少应设有两台独立的动力空气压缩机，当任一台压缩机发生故障而停止工作时，其余压缩机的排量应满足浮式装置全负荷用气的需要。

3.17.4 空气瓶

3.17.4.1 主用空气瓶至少应设两套。

3.17.4.2 除主用空气瓶之外，应根据需要单独设置启动空气瓶、仪表和控制用空气瓶、吹灰用空气瓶、杂用空气瓶等。

3.17.4.3 空气瓶上应设有压力继电器，当压力低于允许值时应能发出报警并自动启动压缩机进行补气或自动从上游的主空气瓶中补气。

3.17.4.4 发电柴油机启动用的空气瓶至少应设两个，两个气瓶的总容量，在不补充气的情况下，至少能供每台柴油机连续启动 3 次，但总的启动次数不必超过 8 次；

如设置独立的启动空气压缩机，则至少设置两台，两台压缩机的总容量应能在 1h 内由大气压充至两个空气瓶连续启动次数所要求的压力。

3.17.5 管路

3.17.5.1 重要用途的空气总管宜设计成环形管路，环形管路上宜设置适当数量的截止阀以便隔离损坏的管段。

3.17.5.2 仪表和控制空气管路应与其它空气管路隔离，除非其他管路所供应的空气质量符合仪表和控制空气的质量。

3.17.5.3 空气压缩机的吸气口应从安全区吸气并避免吸收废气。

3.17.5.4 压缩空气系统中的管路应与液体雾化燃烧用的空气系统完全分开布置。

3.17.5.5 如进入火炬前的井液是用空气或蒸汽进行雾化，则应在空气或蒸汽管路上装设止回阀。此阀应易于接近并尽可能靠近火炬臂。

3.17.6 减压

如需减压，则管路上应设两套并联的减压装置，一套主用，另一套备用，每套减压阀后应装安全阀及压力表。

3.17.7 过滤与干燥

3.17.7.1 空气压缩机的吸入端应设滤器。

3.17.7.2 仪表及控制用气管路上应设有滤清器及干燥器。

3.17.7.3 用于吹灰的压缩空气管路应装有空气干燥设备。

3.17.7.4 所有滤器（空压机吸口滤器除外）和干燥器应按双套并联、全流量设计以便维修。

3.17.8 仪表和控制气系统

3.17.8.1 仪表空气的质量要求

（1）为了防止管路和节流孔板发生阻塞和磨损，仪表空气中的最大含尘颗粒不应大于 3.2 u m。

（2）为了防止仪表元件发生阻塞和磨损而引起仪表空误操作，仪表空气中的最大含油量不应高于 1 ppm。

（3）仪表空气应是干燥气体，工作压力下的空气的露点应比环境温度至少低 10℃。

3.17.8.2 应有措施保证仪表、控制用空气瓶的压力稳定。

3.17.8.3 仪表、控制用空气瓶的容量应能保证在最大耗气量的情况下，可连续供气 20min 而无需补气。

3.17.8.4 为防在管路内积存液体，干管应成倾斜布置，并在最低点设有放泄装置。

3.17.8.5 当系统服务于一个以上功能（如两个控制回路）时，其减压阀和滤器应设两套。

3.17.8.6 就地安装的作为关键系统备用空气源的蓄能器应避免无意被隔断和避免导致影响正确操作的机械损坏。

3.17.8.7 投入使用之前，应对管路进行清洁和干燥。

3.17.9 消防员装备用空气瓶、应急逃生呼吸装置（EEBD）以及防硫化氢呼吸装置的充气

宜设专用的呼吸空气系统，以便对消防员装备用空气瓶、应急逃生呼吸装置及防硫化氢装置进行充气（参见第 8 篇 6.1.7 和第 12 章第 6 节、第 7 节的要求）。

第 18 节 废气排放系统

3.18.1 目的

本节规定的目的是使浮式装置燃烧废气的排放符合经济、安全和环保的要求。

3.18.2 功能要求

为达本节规定的目的废气排放系统应具有下列功能：

（1）管路的设计不使燃烧设备产生不可接受的背压；

（2）废气排放不能产生不可接受的噪音；

（3）废气排放不能产生具有引爆能力的火花；

（4）不同燃烧设备间的排放不能相互干扰；

（5）排气管的设计和安装不能使燃烧设备产生不可接受的附加应力；

（6）废气的热能尽量得到利用。

3.18.3 布置

3.18.3.1 除废气锅炉外，锅炉烟道不应与柴油机的排气管相连接。

3.18.3.2 每台内燃机应设置单独的排烟管，如几台机器通入共用的消音器或废气锅炉时，则每一机器排烟管上应设隔离阀。

3.18.3.3 对交替使用内燃机废气和燃油的锅炉燃烧室，废气进入管上应设隔离装置和连锁机构以保证只有在隔离装置关闭时，燃油才能供入燃烧室。

3.18.4 消声器

3.18.4.1 内燃机的排气管上应安装消音器，并设置适当的清洁及放泄装置。

3.18.4.2 消声器的外部应包扎绝热材料。

3.18.5 火星熄灭器

每一排气管上应设有火星熄灭器。

3.18.6 放泄装置

3.18.6.1 排气管上应设适当的、便于到达的放泄装置。

3.18.6.2 放泄的流体宜引入水封中，水封的放泄应引至污水井。

3.18.7 水冷排烟管的保护

采用水冷的排烟管应设有防止水冷空间超压和干烧的措施。

3.18.8 防雨水进入

应采取措施防止雨水进入到发动机中。

3.18.9 排气口位置

排气口应设置在安全的地点，并应尽量远离生活区和直升机甲板。

3.18.10 热水器

3.18.10.1 排气、排烟管道上如设置热水器，则一般应为开式。如设置闭式热水器，则应符合锅炉和受压容器的相关规定。

3.18.10.2 开式热水器的透气管直径应足够大，透气管上不应装有任何关闭装置。

第 4 章 通风系统

第 1 节 一般规定

4.1.1 目的

本章规定的目的是：

（1）为浮式装置上的人员在围蔽的生活和工作区提供舒适的空气环境；

（2）为燃烧设备提供充足的氧气；

（3）排出散热设备散发的热量，使其温度保持在容限之内；

（4）防止通过通风导管使围蔽处所进水；

（5）通风系统涉及防火防爆的目的见第 8 篇第 3 章的相关规定。

4.1.2 功能要求

为达本章规定的目的通风系统应具有以下功能：

（1）通风系统的设计应能满足各类处所人员呼吸、燃烧和散热用风的需要；

（2）起居处所、服务处所、控制站、有人工作的机器处所、机修间、电气间等应设有冷暖空调系统；

（3）位于开敞处所的通风筒设有风雨密装置；

（4）在浮式装置处于正常动、静倾和假定的破损的情况下，不能通过进排风口招致所服务处所的浸水；

（5）通风系统涉及防火防爆的功能要求见第 8 篇第 3 章的相关规定。

4.1.3 进排风口的布置

4.1.3.1 围蔽处所的室外进风口与出风口的布置应能保证排出的气体不被进风口吸入。

4.1.3.2 围蔽处所的室内进风口与出风口的布置应能防止短路循环并使整个处所进行有效的通风。

4.1.3.3 围蔽的非危险处所的室外进风口应设在非危险区，并应离开危险区 3m 的距离，以防吸入可燃气体。

4.1.3.4 围蔽的危险处所的室外排风口应远离围蔽的非危险处所的一切开口和远离一切有引燃源的设备；该室外排风口也可置于与被通风处所危险区类别相同的开敞的危险区内。

4.1.4 舱室通风的设计基础

4.1.4.1 一个处所的通风设计要求基于换气次数、每人所需的新鲜空气量、温升限制三者的最大值。

4.1.4.2 通风处所换气次数的符合性计算应基于处所外形尺寸所包围的总容积（不减除设备、家具所占的容积）。

4.1.4.3 泥浆舱换气次数的计算应基于假定该舱无泥浆时外形尺寸所包围的总容积。

4.1.5 通常不进入的舱室的通风

空舱、双层底舱、管隧等人通常不进入的处所，当人员进入时，应进行有效的机械通风，可采用水力风机或移动式风机。

4.1.6 空调系统

4.1.6.1 所有的空调设备应适宜海洋环境。

4.1.6.2 空调系统应按公认的标准进行设计和制造。

4.1.6.3 每个处所的室温应能单独进行调节。

4.1.6.4 设备选型和空气流速的设计应考虑使噪音减至可接受的范围内。

4.1.7 水密及风雨密要求

水密及风雨密对通风筒、通风进出口的要求见本规范第 3 篇第 4 章的相关规定。

第 2 节 生活区域的通风

4.2.1 一般要求

4.2.1.1 生活区域内的起居处所、服务处所、控制站应设有冷暖空调系统。

4.2.1.2 厨房应设置独立的空调系统，如采用中央空调系统，则应满足第 8 篇第 11 章第 11.2.1.2 的要求。

4.2.1.3 中心控制站除设有正常工作用的空调通风系统以外，还应设置一套独立的空调通风系统。

4.2.1.4 为防止可燃或有毒气体进入生活区，生活区的进风口应远离危险区（如油气处理区），并在进风口处设可燃气体和硫化氢探测器。

4.2.1.5 生活区域应保持正压通风以防外界不良气体的渗透。

4.2.1.6 生活区内的走廊和逃生通道的压力应稍高于邻接的舱室的压力，以便在发生火灾时进行烟气控制。

4.2.1.7 生活区内的厨房、空调压缩机房、洗衣间、厕所、洗浴间、换衣间相对于邻接的舱室应保持轻微的低压以防外界不洁的气体向邻接的舱室渗透。

4.2.1.8 医疗间和病房的排风应单独直接排至室外，不能当做空调的回风使用。

4.2.1.9 吸烟室、厨房、厕所、沐浴间排风应单独或成组地直接排至室外，不能当做空调的回风使用。

4.2.1.10 紧急情况下，通风系统的电源应可在居住室以外的一个或几个地方切断。

4.2.1.11 发生火灾时，通风系统的主吸风口和排风口应能在通风机房以外的地方予以关闭。

4.2.1.12 住室内的通风口不应正对着床铺。

4.2.2 换气次数（通风量）

生活区内各处所的通风量或换气次数宜符合以下规定：

（1）居住室的新风量应至少每人 30m^3/h；

（2）餐厅和娱乐室的换气次数应至少 6 次/h；

（3）厨房的换气次数应至少 20 次/h；

（4）卫生处所的换气次数应至少 20 次/h；

（5）医务处所的换气次数应至少 10 次/h。

第 3 节 机器处所的通风

4.3.1 一般要求

4.3.1.1 所有的机器处所都应有有效的通风，以防有害气体的积聚和缺氧。

4.3.1.2 燃烧设备所在处所的通风应独立设置。

4.3.1.3 独立的分油机间的通风应独立设置。

4.3.1.4 二氧化碳储存室和洁净灭火药剂储存室的通风应分别符合第 8 篇第 6 章第 9 节和第 10 节的相关规定。

4.3.1.5 通风导管内的流速的设计应考虑到噪音在可接受的范围内。

4.3.2 机械设备处所的通风

4.3.2.1 内燃机、锅炉及其他燃烧设备所在的机器处所的通风应：

（1）能在所有气候条件下，在燃烧设备满负荷运行时为设备燃烧提供足量的空气；

（2）对于主发电机舱，当任一风机失效时，应能保证主机和发电机正常工作；

（3）保证机器处所内的压力稍高于室外的压力。

4.3.2.2 一般机械处所、配电板间、机修间、电修间以及经常有人工作的处所应设有冷暖空调通风。

第 4 节 防火防爆对通风的要求

除满足本章规定外，防火防爆对通风的特殊要求详见本规范第 8 篇第 3 章的规定。



中 国 船 级 社

海上浮式装置入级规范

2014

第 6 篇 电气装置

目 录

第 1 章 通 则 6-1

第 1 节 一般规定..... 6-1
第 2 节 环境条件和工作条件..... 6-4
第 3 节 设备的设计、制造与安装..... 6-6
第 4 节 接地..... 6-10
第 5 节 危险区域的电气设备..... 6-13

第 2 章 电气装置 6-16

第 1 节 主电源..... 6-16
第 2 节 应急电源..... 6-17
第 3 节 外来电源..... 6-19
第 4 节 供电与配电..... 6-20
第 5 节 系统保护..... 6-22
第 6 节 辅助机械..... 6-27
第 7 节 照 明..... 6-30
第 8 节 航行灯及信号灯..... 6-31
第 9 节 电伴热..... 6-32
第 10 节 蓄电池组和不间断电源（UPS）装置..... 6-33
第 11 节 电 缆..... 6-36
第 12 节 交流高压电气装置特殊要求..... 6-48

第1章 通 则

第1节 一般规定

1.1.1 一般要求

1.1.1.1 本篇的规定适用于非自航浮式装置上的电气装置。

具有自航能力的浮式装置，其推进装置应符合中国船级社《钢质海船入级规范》的相关规定。

柱稳式平台的电气装置应满足中国船级社《移动平台入级规范》的相关规定。

1.1.1.2 本篇的规定尽管包括了国际海事组织《国际海上人命安全公约》的有关规定，但仍应注意浮式装置登记国主管机关的有关法定要求。

1.1.1.3 本篇未涉及的内容以及在浮式装置上使用的各种电气设备的制造和试验，应符合CCS《钢质海船入级规范》的有关规定。

1.1.1.4 浮式装置上生产作业的工业生产设备，只需符合CCS接受的标准，必要时应作环境条件的修正。

1.1.1.5 电气装置还应符合本规范第1篇的通用要求。

1.1.1.6 电气装置应能：

（1）确保为保持浮式装置正常作业和满足正常生活条件所必需的所有电气设备供电，而不需求助于应急电源；

（2）确保在主电源供电失效的情况下，向安全所必需的电气设备供电；

（3）确保人员和浮式装置的安全，免受电气事故的危害。

1.1.2 图纸和资料

1.1.2.1 应将下列要求的图纸资料（如适用时）提交CCS批准：

（1）主电源和应急电源电力负荷估算书；

（2）短路电流计算书（适用于发电机总容量大于250kVA的浮式装置）；

（3）表明符合本篇2.5.1.1和2.5.4要求的保护电器协调动作的分析（适用于并联发电机总量大于250kVA的浮式装置）；

（4）UPS（不间断电源）的容量计算书；

（5）主配电板单线图，图中应标明：

① 保护电器（例如短路、过载、逆功率和卸载保护等）的型号、规格和整定值；

② 测量仪表；

③ 同步装置；

④ 遥控切断；

⑤ 接地故障监视和报警；

⑥ 联锁。

（6）应急配电板（或应急蓄电池充放电板）单线图，图中应标明：

① 保护电器（例如短路、过载保护等）的型号、规格和整定值；

② 测量仪表；

③ 接地故障监视和报警；

④ 联锁。

（7）电力系统图，图中应标明：

① 电机、变压器、蓄电池组和电力电子设备的主要额定参数；

② 主配电板和应急配电板引出的所有馈电线；

③ 区配电板（若设有时）和分配电板；

④ 电缆的型号、截面积和负载电流；

⑤ 断路器和熔断器的型号和主要额定参数。

（8）主要电力设备布置图，应标明下列设备的安装位置：

① 主发电机和应急发电机；

② 主配电板和应急配电板（或应急蓄电池充放电板）；

③ 应急蓄电池组；

④ 重要设备。

（9）电伴热系统（包括电伴热计算书、典型节点的电伴热敷设安装图）；

（10）输油电气系统图；

（11）主照明系统图及布置图；

（12）应急照明和临时应急照明（如设有时）系统图和附加应急照明（如设有时）系统图及布置图；

（13）主干电缆走向图（适用于高压系统）；

（14）危险区域电气设备布置图，应标明危险区域内所有电气设备和下述设备信息：

① 防爆类型、防爆类别和温度组别；

② 防护等级；

③ 安装区域的危险类别（若图中未标明危险区域类别时）。

（15）对于具有附加标志的浮式装置，送审图纸还应增加相应附加标志的图纸。

1.1.2.2 应将电气说明书交 CCS 备查。

1.1.2.3 CCS 认为必要时，可要求增加送审图纸和资料范围。

1.1.2.4 电气设备的制造厂应按 CCS 的有关规定，另行送审有关图纸和资料。

1.1.3 定 义

1.1.3.1 重要设备系指对浮式装置操纵和安全所必需的设备，以及具有特殊附加标志浮式装置上的特殊设备。

（1）依赖于电力的放弃系统；

（2）重要机械设备启动用空气压缩机；

（3）压载泵、舱底泵、循环冷却水泵、冷凝循环泵、滑油泵、燃油泵；

（4）锅炉系统：

① 强制鼓风机；

② 给水泵。

（5）防火、探火及灭火：

① 火灾和气体探测及报警系统；

② 消防泵；

③ 惰性气体风机和洗涤塔及甲板封闭泵；

④ 自动喷淋系统；

⑤ 固定气体或泡沫灭火系统及灭火剂施放报警系统。

（6）照明系统；

（7）航行设备：

① 航行灯及法定要求的特殊信号灯；

② 航行设备（当法定有要求时）。

（8）油水分离器；

（9）阀门遥控系统；

（10）机舱、锅炉间通风机；

（11）危险区域通风机；

（12）水密门及其他电操作的关闭装置；

（13）绞缆机、锚机；

（14）电伴热系统（适用时）；

（15）浮式装置的内部通信系统；

（16）对维持浮式装置起重要作用的转塔机械；

（17）重要的油气处理设备；

（18）原油管道应急关闭系统；

（19）压载系统；

（20）供给上述设备的电源和分配系统。

1.1.3.2 非重要设备系指短时间不运转不会对浮式装置推进和操舵有损害，也不会危及船员、浮式装置以及机械安全的设备。

1.1.3.3 应急设备：系指在主电源失电后，须由应急电源供电的设备。

1.1.3.4 主电源：系指向主配电板供电，并通过主配电板对为保持浮式装置处于正常操作和居住条件所必需的所有设备配电的电源。

1.1.3.5 应急电源：系指在主电源供电发生故障的情况下，用来向应急配电板供电的电源。

1.1.3.6 瘫船状态：系指主推进装置、锅炉和辅机已停止运行，且在恢复推进的过程中，假定无储存的能源起动和运行推进装置、主发电机和其他重要辅机的状态。

1.1.3.7 一次配电系统：系指与发电机有电气连接的系统。

1.1.3.8 二次配电系统：系指与发电机无电气连接的系统，例如用双绕组变压器加以隔离的系统。

1.1.3.9 低压系统：系指工作于额定频率为 50Hz 或 60Hz、导体间最高电压不超过 1000V 的交流系统，或在额定工作条件下导体间最高瞬时电压不超过 1500V 的直流系统。

1.1.3.10 高压系统：系指额定电压大于 1kV 但不超过 15kV，额定频率为 50Hz 或 60Hz 的交流系统，或在额定工作条件下最高瞬时电压超过 1500V 的直流系统。对于超过该电压的系统，应经 CCS 同意。

1.1.3.11 开关设备和控制设备组件：系指一个或多个开关电器，连同控制、测量、信号、保护和调节设备等的组合，由制造厂负责加上所有电气和机械的内部连接件和结构件组装完

成的组件。

1.1.3.12 主配电板：系指由主电源直接供电、并分配和控制电能至浮式装置上各种设备的开关设备和控制设备组件。

1.1.3.13 应急配电板：系指正常情况下由主配电板供电，而在主电源供电系统发生故障的情况下，由应急电源或临时应急电源直接供电，并分配和控制电能至各种应急设备的开关设备和控制设备组件。

1.1.3.14 分配电板：系指用于控制和分配电能至最后分路的开关设备和控制设备组件。

1.1.3.15 最后分路：系指位于配电系统最后一个过电流保护电器之后的部分。

1.1.3.16 完全选择性保护：系指在有 2 个或 2 个以上过电流保护电器串联的电路中，当发生过电流故障时，只是最接近故障点的保护电器起保护作用，而不会导致其他保护电器动作的过电流选择性保护。

1.1.3.17 部分选择性保护：系指在有 2 个或 2 个以上过电流保护电器串联的电路中，当发生过电流故障时，只是在一定的短路电流范围内，才能做到最接近故障点的保护电器起保护作用，而不会导致其他保护电器动作的过电流选择性保护。

1.1.3.18 后备保护：系指由于最接近故障点的保护电器有故障或缺乏能力，或者其它保护电器有故障，以致不能及时清除系统故障的情况下起作用的保护设备或系统。

1.1.3.19 供电连续性：系指在某电路发生故障期间以及故障之后，非故障电路的供电能始终得以保证。

1.1.3.20 危险区域：系指通常可能聚集易燃或易爆蒸汽、气体、粉尘或爆炸物的区域。

1.1.3.21 围蔽处所：系指由舱壁和甲板所围蔽的处所，可以有可关闭的门、窗或其他开口。

1.1.3.22 半围蔽处所：系指由于具有诸如顶板、风障和舱壁等结构，以致其自然通风条件与在开敞甲板上的处所有显著差异，且其布置又使气体不易扩散的处所。

1.1.3.23 浮式装置失电：系指主、辅助机械，包括主电源不能工作，但起动他们的设备（如压缩空气、起动蓄电池等）仍然可用的状态。

1.1.3.24 蓄电池的贮存寿命：系指蓄电池在规定条件下的贮存期间，在此期间的最后仍能保持其规定的性能。

1.1.4 试验

1.1.4.1 当电气装置在浮式装置上安装完工后，应按 CCS 审查同意的试验大纲进行系泊试验和/或航行试验。

第 2 节 环境条件和工作条件

1.2.1 环境条件

1.2.1.1 除另有规定，所有电气设备均应在下列环境条件下正常工作：

（1）环境空气温度如表 1.2.1.1（1）所列，但适用于电子设备的环境空气温度的上限应为 55℃；

环境温度 表 1.2.1.1（1）

介质	部 位	温 度（℃）
空气	封闭处所内	0 至 45
	开敞甲板	-25 至 45
	有发电机、电动机的处所	上限可至 50

（2）倾斜和摇摆如表 1.2.1.1（2）所列：

倾斜和摇摆 表 1.2.1.1（2）

设备组件	横向（°）①		纵向（°）①	
	静倾	动倾	静倾	动倾
与安全相关的设备	15	22.5	5	7.5
应急电源	22.5	22.5	10	10

注： ① 横向静倾和纵向静倾以及横向动倾和纵向动倾可能同时发生。

（3）浮式装置作业所产生的振动和冲击；

（4）潮湿空气、盐雾、油雾和霉菌；

（5）危险区域中的石油气、天然气；

（6）永久在某一固定海域工作的浮式装置，其电气设备工作环境条件，本社可予特别考虑。

1.2.1.2 当电气设备安装在环境温度受到控制的处所时，适用于电气设备的最高环境空气温度可以由+45℃降低至不低于+35℃，其条件是：

（1）该设备是非应急设备，并位于机器处所之外；

（2）至少有 2 套制冷单元进行温度控制，在其中 1 套制冷单元失效时，其余单元能保持其设计温度；

（3）该设备开始时能在环境空气温度+45℃下处于安全工作状态，直至达到较低环境空气温度时止。冷却设备应以 45℃环境空气温度为准；

（4）在连续有人的控制站内设有听觉和视觉报警，以指示制冷单元的任何故障；

（5）有关电缆的载流量，应以其整个长度上所遭遇到的最高环境空气温度为准来确定。

1.2.1.3 在二氧化硫、硫化氢、石油气和天然气等环境条件下使用的电气设备应与所使用的环境相适应。

1.2.2 电压和频率波动

1.2.2.1 电气设备应能在表 1.2.2.1 规定的电压和频率偏离额定值的波动情况下（在设备的输入端测量）可靠工作：

电压和频率波动 表 1.2.2.1

设 备		参数	稳态（%）	瞬态	
				（%）	恢复时间（S）
一般交流设备		电压	+6～-10	±20	1.5
		频率	±5	±10	5
由直流发电机供电或经整流器供电的直流设备		电压	±10	--	--
		电压周期性波动	5	--	--
		纹波电压	10	--	--
由蓄电池供	充电期间接于蓄电池①	电压	＋30～-25	——	——

电的设备：	不充电接于蓄电池者		＋20～-25	——	——

注： ① 应对由充/放电特性决定不同的电压波动予以考虑，包括充电设备的波动电压。

1.2.3 谐波成分

1.2.3.1 交流电气设备应能在供电电源的谐波成分不大于5%的情况下正常工作。由半导体变流器供电者，则应能在可能出现较大谐波成分的情况下正常工作。

第3节 设备的设计、制造与安装

1.3.1 一般要求

1.3.1.1 电气设备的设计、制造与安装应考虑安全和便于检修。操作和维修空间应不小于表1.3.1.1的规定。

操作和维修空间 表1.3.1.1

系统电压	正面	后面
低于500V	0.8 m	0.6 m
大于500V小于1 000V	0.8 m	0.8 m
1000 V以上	1.0 m	1.0 m

1.3.1.2 电气设备不同电位的带电部件之间和带电部件与接地金属之间，按其绝缘材料的性质和工作条件，应具有适应其工作电压的足够的电气间隙和爬电距离。

1.3.1.3 除整步开关外，电气设备经开关断开电源后，不应经控制电路或指示灯继续保留电压。

1.3.1.4 电气设备连接和紧固用的螺钉和螺母，均应有防止其受振动而松脱的措施。

1.3.1.5 制造电气设备所用的材料，应符合下列要求：

（1）应采用耐久、滞燃和耐潮的材料制成，除非对可能遭受到的大气环境和温度作了适当的防护；

（2）绝缘材料和绝缘绕组均应能耐潮、耐海上空气和耐油雾，除非针对这些因素采取了专门的防护措施；

（3）导电部分一般应用耐腐蚀的铜或铜合金制造；

（4）金属部分除其材料本身有较好的耐腐蚀性能外，均应有可靠的防护层；

（5）禁止新装电气设备使用石棉。

1.3.1.6 当非铝质金属电气附件与铝质件相连接时，应采取适当的防止电解腐蚀的措施。

1.3.1.7 凡具有内部接线的电气设备，均应附上带有接线编号的电路原理图或接线图。电气设备的接线端头，应具有与图纸相符的耐久标志或符号。

1.3.1.8 应急报警装置的控制器，应为红色和设有标明其用途的耐久铭牌。

1.3.1.9 调节电阻、启动电阻、充电电阻、电热器具以及其他在工作时能产生高温的电气设备，在安装时应有防止导致附近物体过热和起火的措施。

1.3.1.10 电气设备不应贴近油舱、油柜外壁表面安装。若必需安装时，则电气设备与油

舱、油柜外壁表面之间，至少应有 50mm 的距离，但本节 1.3.1.9 中所规定的电气设备，严禁在油舱、油柜外壁表面安装。

1.3.1.11 在机器处所内花钢板以下、封闭的燃油和润滑油分离机室内，不应安装插座。

1.3.1.12 应将发电机组安装成使其转轴与浮式装置首尾线平行。对于卧式电动机也应尽量使其转轴与首尾线平行安装。

1.3.1.13 除安装在专用舱室内的电气设备外，其他电气设备的对地电压或工作电压超过 50V 的带电部分，均应有防止触及的防护措施。

1.3.1.14 当电气设备的外壳温度超过 80℃时，应加防护措施或在布置上予以安排，以防止工作人员偶然触及而灼伤。

1.3.1.15 在水密的舱壁、甲板、甲板室的外围壁上，不应钻孔以螺钉紧固电气设备及电缆。

1.3.1.16 电气设备及电缆，不应安装在浮式装置外板上。

1.3.1.17 导线和电气设备应离开磁罗经适当的距离，或者对这些导线和电气设备加以屏蔽，以使其外部对磁场的干扰能减至最低限度。

1.3.1.18 对油浸式电气设备，应设适当的盛油装置，以免当其损坏时介质油泄露造成失火危险。

1.3.2 外壳防护

1.3.2.1 电气设备的外壳防护型式，应符合CCS接受的标准[1]的规定。表示防护等级的标志由IP字母后面加两位数字组成：

IP × ×
｜ ｜ └第二位数字见表 1.3.2.1（2）
｜ └— 第一位数字见表 1.3.2.1（1）
└———特征字母

第一位数字所代表的防护等级 表 1.3.2.1（1）

第一位数字	防护等级	
	简要说明	定义
0	无防护	无专门的防护
1	防护大于 50mm 的固体	人体大面积部分，如手（但对有意识的接触并无防护）。直径超过 50mm 的固体
2	防护大于 12mm 的固体	手指或类似物，长度不超过 80mm，直径超过 12mm 的固体
3	防护大于 2.5mm 的固体	直径或厚度大于 2.5mm 的工具、电线等。直径超过 2.5mm 固体
4	防护大于 1.0mm 的固体	厚度大于 1mm 的线或片状物，直径不超过 1mm 的固体
5	防尘	并不防止全部尘土进入，但进入量不能达到妨碍设备正常运转的程度
6	尘密	无尘进入

第二位数字所代表的防护等级 表 1.3.2.1（2）

第二位数字	防护等级	
	简要说明	定义

[1]参见国际电工委员会（IEC）60529 号出版物《外壳防护形式的分级》或与其等效标准。

0	无防护	无专门的防护
1	防滴	垂直滴水应无有害影响
2	15°防滴	设备与垂直线成15°角时，滴水应无有害影响
3	防淋水	与垂直线成60°范围的淋水应无有害影响
4	防溅	任何方向溅水应无有害影响
5	防冲水	任何方向冲水应无有害影响
6	防猛烈海浪	猛烈海浪或强列冲水时进入机壳水量应无有害影响
7	防浸水	浸沉在规定压力的水中经规定的时间后，进入水量应无有害影响
8	防潜水	能长期潜水，其技术条件由制造厂规定 注：通常设备应完全密封，但对某些类型设备，在不产生有害影响的前提下，可允许水进入设备

1.3.2.2 电气设备的外壳防护型式的选择，应与安装的场所相适应，其最低防护等级应符合表1.3.2.2的要求。

外壳防护等级的最低要求 表 1.3.2.2

（1）	（2）	（3）	（4）设备							
处所	环境条件	防护等级	配电板、控制设备、电动机起动器	发电机	电动机	变压器、半导体变流器	照明设备	电热器具	电炊设备	附具（例如开关、接线盒）
干燥的居住处所	只有触及带电部分的危险	IP20	X	—	X	X	X	X	X	X
干燥的控制室			X	—	X	X	X	X	X	X
控制室（驾驶室）	滴水和（或）中等机械损伤危险	IP22	X	—	X	X	X	X	X	X
机器处所（平台以上）			X	X	X	X	X	X	X	IP44
舵机舱			X	X	X	X	X	X	—	IP44
冷藏机室（氨装置除外）			X	—	X	X	X	X	—	IP44
应急机械室			X	X	X	X	X	X	—	IP44
一般储藏室			X	—	X	X	X	X	—	X
配膳室			X	—	X	X	X	X	X	IP44
粮食库			X	—	X	X	X	X	—	X
浴室	较大的水和（或）机械损伤危险	IP34	—	—	—	—	X	IP44	—	IP55
机器处所（平台以下）			—	—	IP44	—	X	IP44	—	IP55
围蔽的燃油分离室			IP44	—	IP44	—	X	IP44	—	IP55
围蔽的滑油分离室			IP44	—	IP44	—	X	IP44	—	IP55
压载泵舱	较大的水和（或）机械损伤危险	IP44	X	—	X	X	X	X	—	IP55
冷藏舱			—	—	X	—	X	X	—	IP55
厨房和洗衣间			X	—	X	X	X	X	X	X
双层底中的轴隧或管隧	喷水危险、严重机械损伤、腐蚀性气体	IP55	X	—	X	X	X	X	—	IP56
生产平台	风雨及冲水的危险	—	—	—	—	—	X	—	—	X
主甲板	海浪及浸水的危险	IP56	X	—	X	—	—	X	—	X

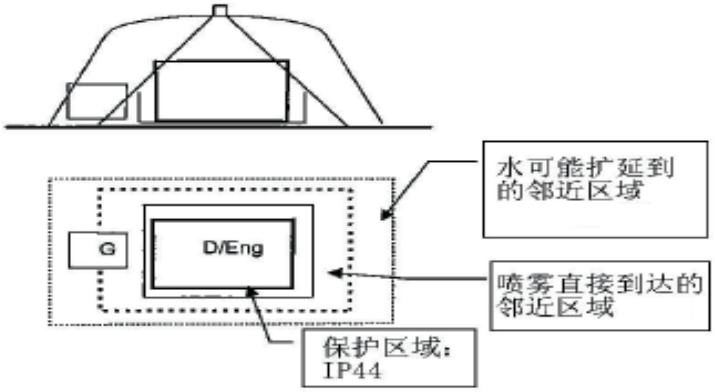
注： ① 表中“×”表示按（3）栏要求，如不能满足（3）栏要求时，则按注②要求；表中“－”表示一般不应安装此种设备。

② 设备本身不能达到防护要求时，应采用其他措施，或改善安装场所条件来确保本表要求。

③ 如在危险区域安装的电气设备，则应符合本章第 4 节的规定。

1.3.2.3 在机舱中，位于固定式局部水基灭火系统所保护的区域及其喷雾直接到达的邻近区域（见图 1.3.2.3）中的电气和电子设备，应有不低于 IP44 的防护等级。如果能提供适合在上述区域中使用的证据并经 CCS 认可，则可以使用较低的防护等级。

1.3.2.4 在机舱中，位于本节 1.3.2.3 规定区域之外水可能扩延到的邻近区域（见图 1.3.2.3）中的电气和电子设备，如提供适合在这些区域中使用的证据，考虑到其设计和配置：例如进风口的位置、冷却空气流向，则可以使用较低的防护等级。



G—发电机； D/Eng—柴油机

图 1.3.2.3 固定式局部水基灭火系统保护区域示意图

1.3.3 电磁兼容性

1.3.3.1 应采取适当的措施，以减小由于电磁能量所产生的干扰，从而保证所有电气设备和电子设备在浮式装置电磁环境中能正常工作。

1.3.3.2 各类电气设备和电子设备所产生的干扰电压（电流）允许值和抑制干扰的措施，参照CCS接受标准 [2]的规定。

1.3.4 视觉和听觉信号

1.3.4.1 除本节 1.3.4.2 另有规定者外，视觉信号的颜色应符合表 1.3.4.1 的规定。

视觉信号的颜色表 表 1.3.4.1

颜色	含 义	说 明	应用举例
红	危险或报警	危险或需要立即采取行动的警告	重要设备停止运转； 水、油等温度或压力达到临界值； 重要电路失电。
黄	注意	状态的改变或即将改变	温度或压力值异常， 但未达到临界值；
绿	安全（正常运转或正常工作状态）	安全状态指示	机械正常运转； 液体正常循环； 温度、压力和电流等在限定值内
蓝	指导/信息（根据需要给予	可赋予上述红、黄、绿三色未	电动机准备启动；

[2] 参见 IEC60533 号出版物《船舶电气设备和电子设备的电磁兼容性》或者 IMO A.813（19）决议通过的所有电气设备和电子设备电磁兼容性一般要求；

	特定的含义）	涉及的特定含义	空载发电机准备合闸； 停转电动机加热电路接通
白	无具体含义	任何含义，可在认为红、黄、绿三色不适用时	对地绝缘指示； 同步指示； 电话呼叫； 自动控制的设备

1.3.4.2 除了上述规定之外，视觉和听觉信号应符合CCS接受的规则或标准[3]。

第 4 节 接地

1.4.1 保护接地

为电气安全，将系统、装置或设备的一点或多点接地。

1.4.1.1 电气设备的带电部件以外的所有可接近的金属部分均应接地。但下列情况除外：

（1）灯头；

（2）安装在非导电材料制成或覆盖的灯座或照明设备上的灯罩、反光镜和防护件；

（3）设在非导电材料上的金属部件和拧入或贯穿非导电材料的螺钉，这些金属部件和螺钉并以非导电材料与带电部件和接地的非带电部件相隔离， 因此在正常使用中它们不可能带电和接触接地部件；

（4）具有双重绝缘和/或加强绝缘的可携式设备，但应满足公认的安全要求；

（5）为防止轴电流的绝缘轴承座；

（6）荧光灯管的紧固件；

（7）工作电压不超过 50V 的设备。对交流，此项电压为方均根值，且不应使用自耦变压器取得此项电压；

（8）电缆紧固件。

1.4.1.2 当电气设备直接紧固在浮式装置的金属结构上或紧固在与浮式装置金属结构有可靠电气连接的底座或支架上时，可不另设专用导体接地。

1.4.1.3 不论是专用导体接地或靠设备底座或支架接地，其接触面均应光洁平贴，保证有良好的接触，并应有防止松动和生锈的措施。

1.4.1.4 若采用专用接地，则其导体应用铜或导电良好的耐蚀材料制成，必要时应有防止机械损伤及防蚀措施。不同型式的铜接地导体的标称截面积应不小于表 1.4.1.4 的规定。

1.4.1.5 可移动和可携电气设备的不带电裸露金属部分，应以附设在软电缆或软电线中的连续接地导体，并通过插头和插座接地，其接地导体的截面积应符合表 1.4.1.4 的规定。

接地导体的截面积 表 1.4.1.4

接地导体的型式	相关的载流导体截面积S（mm^2）	铜接地导体的最小载面积Q（mm^2）
软电缆或软电线中的连续接地导体	S≤16	Q=S
	S＞16	Q=S/2，但不小于 16

[3] 参见 IMO A.1021（26）决议《报警器和指示器规则》；

固定敷设电缆中的连续接地导体	S≤16	Q＝S，但不小于 1.5
	S＞16	Q=S/2，但不小于 16
单独固定的接地导体	S≤2.5	Q＝S，但不小于 1.5
	2.5＜S≤120	Q=S/2，但不小于 4
	S＞120	Q＝70

1.4.1.6 电缆的金属护套或金属外护层应于两端作有效接地，但最后分路允许只在电源端接地。对于控制和仪表设备的电缆，由于技术上的原因，若一端接地较为有利时，则不必两端接地。

1.4.1.7 电缆的金属护套或金属外护层可采用下列方式之一进行接地：

（1）用金属夹箍夹住，并以专用铜接地导体连接至浮式装置的金属结构上。该接地导体的截面积 Q 与电缆导体截面积 S 间的关系应符合下列规定：

当 S≤25mm^{2}时，Q≥1.5mm^2；

当 S＞25mm^{2}时，Q≥4mm^2；

（2）用专用接地填料函接地，这种填料函能保证有效的接地连接；

（3）用电缆紧固件接地，这种电缆紧固件应以耐腐蚀的金属材料制成，并应能使电缆金属护套或金属外护层与接地金属之间有良好的导电接触。

1.4.1.8 应保证电缆的金属护套或金属外护层在其全长上，特别是在连接处和分支处保证电气上的连续性。

1.4.1.9 不能只用电缆的铅护套作为接地的唯一措施。

1.4.1.10 利用浮式装置结构作回路的工作接地线的截面积，应与绝缘敷设极或相的导线相同。

1.4.1.11 用于平时不载流的工作接地线，其截面积应为载流导线的截面积的一半，但应不小于 1.5mm^2。

1.4.1.12 接地配电系统的系统接地应与电气设备的平时不带电部分的接地分开。

1.4.1.13 连续接地导体或单独接地导体与浮式装置结构的各连接点，应位于浮式装置上易于到达之处，并应以直径不小于 4mm 的黄铜或其他耐腐蚀材料制成的螺钉紧固，该螺钉应仅作接地之用。

1.4.1.14 所有井架的金属构件、桅杆、直升飞机甲板和移动构件均应可靠接地，若不能通过正常构造达到这一要求时，则应采取专门的有效接地措施。

1.4.1.15 如铝上层建筑用加绝缘方式紧固在钢质平台上，以达到防止电解腐蚀目的，则在上层建筑与平台之间应设置单独的跨接线，且其连接方式应能防止电解腐蚀，其连接点设在便于检查之处。

1.4.1.16 起重机械的旋转部分应与固定部分可靠地电气连接并接地。

1.4.2 防雷电

为雷电保护装置（避雷针、避雷线和避雷器等）向大地泄放雷电流而设的接地。

1.4.2.1 防止直接结构损坏

（1）在突出高的金属结构上装有电气设备或雷电天气可能有工作人员时，应装设符合下列要求的避雷装置：

① 接闪器与接地端子间的电阻不应超过 0.02Ω；

② 接闪器应以直径不小于 12mm 的铜或铜合金导电杆组成，至少高出桅顶 300mm。

也可用其他材料，如不锈钢、铝合金和经防锈处理的铁杆等，但应符合 1.4.2.1（1）①的要求。所有材料均应耐海水腐蚀。

③ 位于桅杆顶端或其附近的可燃气体通风口应有接闪器进行保护；接闪器应高出通风口至少 2m。如果钢桅高出通风口 2m，则其可作为接闪器。

④ 需要时，应以截面积不小于 70mm2 的铜带与浮式装置的钢结构牢固地相连接；为防止表面放电，铜带应有绝缘且成圆形。也可用其他材料，但应符合 1.4.2.1（1）①的要求。该引下线的敷设尽可能成直线，若必须弯曲时，则弯曲半径至少为导体等效直径的 10 倍。引下线的连接应以铜铆钉或夹钳的方式进行，不允许有软焊连接存在。

（2）各类支索与浮式装置的钢结构间应进行有效的电气连接。

1.4.2.2 防止间接损坏

（1）在所有浮式装置上，设备的安装均应能减小雷击所引起的对电气系统的间接损坏效应。

（2）设备的金属外壳应可靠接地，对处于桅顶或其他突出构件上的航行灯和其他设备应予以特别注意。

（3）通常作为抑制信号干扰的电缆屏蔽或铠装的接地不能作为唯一的避雷接地通路，应设有（2）所要求的专门接地。

（4）在（2）所要求的避雷系统中的引下线附近，应避免有电缆环或如管子之类的金属环存在。贴近引下线的电缆应安装在接地的金属管中。

（5)沿金属甲板的电缆应贴近甲板敷设，并应充分利用电缆束附近或其上的例如栏杆、管子等的接地金属构件的屏蔽作用。

（6)应设有将可能在无线电和航行设备等天线中感生的任何雷电能量泄放至地的措施。应考虑安装例如火花放电器或浪涌分流器等设备作保护，以防止过高的电压瞬变。

1.4.3 防静电

为防止静电对易燃油、天然气贮罐和管道等的危险作用而设的接地。

1.4.3.1 为了避免由于液体 /气体/蒸汽的流动产生的静电释放造成危害，应采取措施使得在油舱、污油水舱、管路系统和设备的任何表面部位与船体之间的电阻不超过 1MΩ。

1.4.3.2 布置在危险区域内的原油舱（柜）、处理装置、管系等，它们与浮式装置的钢结构间的电阻大于 1MΩ时，其间应加专门的接地塔接片进行有效的电气连接和接地。

1.4.3.3 如油舱、污油水舱、管路系统和设备未与船体永久连接或与船体间的电阻大于 1MΩ，则应采取专门的接地金属搭接片与船体相连。例如：

（1）独立的油舱；

（2）与船体电气分开的油舱、管路系；

（3）可移动管线的管路连接头。

1.4.3.4 对设备和管系防静电电气连接和接地的跨接片应设计和安装成：

（1）清楚可见，并易发现任何缺陷；

（2）以截面积不小于 $10mm^2$ 的铜导体或其他导电良好的耐腐蚀金属制成；

（3）能防止机械损伤和锈蚀的影响；

（4）应以直径不小于 4 mm 的黄铜或其他耐腐蚀的材料制成的专用螺钉紧固，其位置应易于检查和更换。

1.4.3.5 浮式装置上输送油或油气的管线以及压缩空气、二氧化碳和干粉系统中的金属管线和设备，在它们的每个连接接头处都要有可靠地电气连接，并至少有两处接地。

1.4.3.6 浮式装置上平行敷设的管道，当它们之间的距离小于 100mm 时，每隔 20m 须用金属导体将它们连接并接地；交叉距离小于 100mm 时，亦需用金属导体将其互连接并接地。

1.4.3.7 易燃液体和气体输送管系的头部、尾部及其分支管系都应可靠地接地。

1.4.3.8 储存易燃液体和气体的储罐都应接地。容积大于 50m3 的储罐，沿其直径不能少于两处接地。

1.4.3.9 浮式装置上架空管道进入建筑物时，应将入口处的管道接地。并在距管道入口处 25m 范围内，应将管道至少重复接地一次。

1.4.3.10 浮式装置应设置有与穿梭油轮跨接的防静电接地装置，用 35mm^2 多股铜芯电缆进行 2 处相连，以保证输油状态下的等电位连接。

1.4.3.11 浮式装置与软管之间、软管与软管之间、软管与穿梭油轮之间，应连续的保持导电连接。

.

第 5 节 危险区域的电气设备

1.5.1 一般要求

1.5.1.1 危险区域的划分见第 8 篇第 7 章。用于危险区的电气设备的制造、测试、标识和安装应根据国际标准 [4]。

1.5.1.2 在危险区内安装的电气设备和线路，应限于为操作目的所必需者，可安装本章所述的电缆和规定型式的设备。危险区内设备和电缆的选择和安装应根据国际标准选择和安装。

1.5.1.3 电缆的选择和敷设除应满足本节 1.5.3 要求外还应满足本篇第 2 章第 11 节的有关要求。

1.5.1.4 在有爆炸危险的区域或处所中一般不应安装插座。必须安装时，其选用的插座应符合本节 1.5.2 的有关要求。

1.5.1.5 安装在露天甲板危险区域或处所以外的插座应使用带开关的组合插座，且应与其开关联锁，使开关在接通位置时，插头不能插入和拔出。该开关应能分断电路的所有极或相。

1.5.1.6 在危险区域或处所内允许安装的合格防爆电器设备，其电源开关和保护装置应能分断全部的极或相。设备、开关和保护装置应有清晰而耐久的标志，以便于识别。

1.5.1.7 发射天线和所属索具的位置均应远离易燃或易爆的蒸汽或气体的出口。

1.5.1.8 在必须有照明的危险处所内应安装防爆型灯具，至少应分成两个独立分路供电；两分路的灯点应相互交错布置，以便当其中一个分路检修时，另一个分路仍可保持足够的照明。这些处所内的照明应由安装在非危险区域或处所内的单独控制箱控制。为了便于识别，

[4] 参见 IEC60079 出版物《爆炸性气体环境中使用的电气设备》或与其等效的标准，例如 GB3836《爆炸性环境用防爆电气设备》等。

灯具开关和保护电器均应适当标明。

1.5.1.9 应设有连续监测绝缘电阻，并于绝缘电阻异常低时发出报警的装置。此项装置的监测范围特别应包括接往安装在危险处所的电气设备或路过危险处所的所有电路，但本质安全电路除外。

1.5.2 防爆电气设备

1.5.2.1 防爆电气设备的制造和试验，应符合 CCS 接受的有关标准（同本节 1.5.1.1）的规定；并应具有 CCS 认可的防爆主管试验机构核发的防爆合格证。

选择用于危险区内的电气设备时，应考虑如下因素：

（1）设备使用的区域；

（2）可能存在气或蒸气的引燃敏感性，用气体级别表示；

（3）可能存在气或蒸气为热表面所引燃的敏感性，用温度组别表示。

1.5.2.2 浮式装置上可采用下列类型的防爆电气设备：

（1）本质安全型 Ex“ia”或“ib”

（2）隔爆型 Ex “d”

（3）增安型 Ex “e”

（4）正压通风型 Ex “p”

（5）浇封型 Ex “m”

（6）无引燃火花型 Ex “n”

（7）充油型 Ex “o”

（8）充砂型 Ex “q”

（9）特殊型 Ex “s”

此外，具有正压型外壳，内装空气涡轮驱动发电机的灯具，可认为是正压型防爆灯具。

1.5.2.3 适用于各类危险区的电气设备如表 1.5.2.3 所示。

1.5.2.4 所有防爆电气设备应选用适应可燃气体环境的Ⅱ类设备。

1.5.2.5 当采用“i”、“d”及部分“n”型防爆电气设备时，尚应根据处所可燃气体种类选用对应类别的电气设备，如表 1.5.2.5 所示。

危险区用防爆电气设备型式 表 1.5.2.3

防护类型	ia	ib	d	e	m	n	o	p	q	s
0 类危险区	x									
1 类危险区	x	x	x	x	x		x	x	x	
2 类危险区	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

防爆电气设备的类别 表 1.5.2.5

类别	ⅡA	ⅡB	ⅡC
环境中的典型危险气体	石油气、氨气	油漆烯料	乙炔气、氢气

除 Ex “i”、 Ex “d”及部分 Ex “n”型外，其他型式的防爆电气设备应选用Ⅱ类，不分级。

1.5.2.6 防爆电气设备以其工作时表面的最高温度划分为 6 个组别，应根据可燃气的自燃点温度适当选用，如表 1.5.2.6 所示。

防爆电气设备的温度组别 表 1.5.2.6

温度组别	T1	T2	T3	T4	T5	T6
表面最高温度 ℃	450	300	200	135	100	85

注： ① 当处所内遇到的是以甲烷为主的天然气混合气体时，其类别可选ⅡA，其温度组别可取 T3。
② 位于危险的钻井和泥浆处理区的电气设备至少应为ⅡA 级别和 T3 温度组别。

1.5.3 危险区域中的电缆的类型及其敷设

1.5.3.1 除了本安型电路中的电缆外，敷设在危险区域中的电缆，至少应具有下列之一的保护层：

（1）非金属不透性护套，加上金属编织层或其他金属覆盖层；

（2）矿物绝缘电缆应具有铜或不锈钢护套。对于特殊用途，可以考虑采用具有铝护套的矿物绝缘电缆。

1.5.3.2 本质安全型电路的电缆应具有金属屏蔽，并至少加上非金属不透性护套。

1.5.3.3 电缆应满足如下要求：

（1）在 0 类危险区只准使用与“ia”设备有关的电缆；

（2）2 类危险区域的固定线路应使用热塑性铠装电缆、热固性铠装电缆或弹性铠装电缆；

（3）必要时在 1 类和 2 类区域使用的柔性电缆和可移动式电缆应使主管机关满意；

（4）穿过 1 类危险区域永久安装的固定电缆应装有导电的覆盖物、编织物或用以接地探测的铠装。

1.5.3.4 如果电缆被油长期浸没，则电缆的结构应能经受这些物质的浸泡，或者将电缆密封在能经受这些物质的封闭罩壳（例如金属管）中。

1.5.3.5 每个本质安全电路应具有各自专用电缆，并应与非本质安全电路的电缆分开敷设（例如：不应束聚在一起，不应放在同一罩壳、管道或穿舱件内，也不应用同一夹线板固定）。

1.5.3.6 电缆或电缆管穿越分隔危险与非危险区域或处所的气密舱壁或甲板时，其布置不应破坏舱壁或甲板的气密完整性。

1.5.3.7 电缆敷设时应与甲板、舱壁、油柜以及各种管子离开足够的距离。电缆穿过舱壁时与蒸汽管道法兰的距离，当蒸汽管直径大于 75mm 时，应不小于 450 mm，当蒸汽管直径小于或等于 75mm 时，应不小于 300mm。

1.5.3.8 敷设在甲板上或步桥上的电缆应作保护，避免发生应变和擦伤；且应考虑到装置钢结构的膨胀变形，而留有一定余量；当采用膨胀弯时，膨胀弯的设置地点应便于接近维护，但不应设在离任何油柜开口或气体、蒸汽出口 3m 范围以内的区域。

1.5.3.9 连接可携电气器具的移动式软电缆或电线，不应通过危险区域或处所。

1.5.3.10 应对敷设在原油泵间里的电缆做适当防护，以防机械损伤。

1.5.3.11 除原油泵间照明电缆外，只允许在原油泵间入口处路径敷设电缆，但应敷设在接头为气密的厚壁钢质管子或管道内。

1.5.3.12 可能经受腐蚀的所有电缆，应在金属编织层、铠装或金属护套外加上非金属不透性外护套。

第 2 章 电气装置

第 1 节 主电源

2.1.1 主电源

2.1.1.1 每一浮式装置应至少配备二台发电机组作为主电源。

2.1.1.2 这些发电机的功率，应能在任一发电机组停止工作时，仍能保证 1.1.1.6（1）所述各项设备发挥效用。

2.1.1.3 在交流系统中，当一台发电机停止工作时，其余的机组应有足够的储备容量，以使当最大电动机起动时所导致的系统电压的大幅度降落，不会使任何电机失速或使任何其他设备失效。

2.1.1.4 如果变压器或变流器成为供电系统的必要部分，则其台数、容量和布置应满足下列要求：

（1）应能在任何一台变压器停止工作时，其余变压器应足以保证正常推进、浮式装置安全所必需设备安全运转，同时基本生活条件也应得到保证，至少应包括适当的炊事、取暖、食品冷冻、机械通风、卫生和淡水等设备的供电；

（2）每一变压器均应具有外壳或等效的分隔，以能形成一独立单元，且其初级和次级侧均应设有独立的电路；

（3）每一初级电路的每一相上均应设有开关和保护；

（4）每一次级电路应设有多极隔离开关。

2.1.1.5 主配电板的汇流排应至少分成两个独立的分段，平时这些分段应由断路器或 CCS 认可的其他器件加以连接，并尽可能使发电机和其他双套设备均分地连接于这些分段上。

2.1.2 配电板的安装

2.1.2.1 主配电板相对于一个主发电站的位置，应尽可能具有正常供电的完整性，使其只有在同一处所发生火灾或其他事故才会受到影响。主配电板的围蔽，例如利用位于该处所主界限以内的机器控制室所提供的围蔽，不能视作配电板与发电机隔开。

2.1.2.2 主配电板的后面和上方不应设有水、油及蒸汽管、油柜以及其他液体容器。若不能避免时则应有可靠的防护措施。

2.1.2.3 除安装在机器控制室中的主配电板外，对于板后维修的主配电板应在其后通道的入口处配置带锁的门。当主配电板长度超过 6m 时，主配电板后通道的两端均应设门。

2.1.2.4 主配电板的前后均应铺有防滑和耐油的绝缘地毯或经绝缘处理的木格栅。

第 2 节 应急电源

2.2.1 一般要求

2.2.1.1 浮式装置应设有独立的应急电源。

2.2.1.2 应急电源的布置应符合下列要求：

（1）应急电源连同其变换器（如设有时）、临时应急电源和应急配电板和应急照明配电板应安装在破舱水线以上，第 3 篇第 2 章规定的假定破损范围之外和易从开敞甲板到达的处所内。且它们不应安装在防撞舱壁（如设有时）之前；

（2）应急电源连同其变换器（如设有时）、临时应急电源和应急配电板和应急照明配电板相对于主电源的位置应经 CCS 同意。应确保在主电源所在处所或任何 A 类处所发生火灾或其他事故时，不致妨碍应急电源的供应和分配。设有应急电源、临时应急电源和应急配电板的处所，应尽可能不与 A 类机器处所或主电源所在处所的界限面相毗邻。如果应急电源、临时应急电源和应急配电板与 A 类机器处所或主电源所在处所，或者 1 类或 2 类危险区相毗邻，则其相毗邻的界面应符合第 8 篇第 7 章的有关规定。

2.2.1.3 应急电源可以是发电机，该发电机应符合下列要求：

（1）由一台具有独立的冷却装置和燃油供给，并设有符合要求的起动装置的柴油机驱动，其燃油的闪点（闭杯试验）不应低于 43℃；

（2）除设有本节 2.2.1.5 规定的临时应急电源外，在主电源供电失效时应能自动起动、并自动连接至应急配电板，且本节 2.2.2.2 规定的各项设备应能自动地换接至应急发电机供电；

（3）除非所设应急发电机既能对本节 2.2.2 规定的各项设备供电，又能自动起动和尽快地对所需供应的用电设备安全供电，最长不超过 45s。否则应设有符合本节 2.2.1.5 规定的临时应急电源。

2.2.1.4 应急电源也可以是蓄电池组，该蓄电池组应符合下列要求：

（1）承载应急负载而无需再充电，并在整个放电期间蓄电组的电压变化应保持在额定电压的±12％范围内；

（2）当主电源的供电失效时，能自动连接至应急配电板；

（3）至少立即向本节 2.2.2.1 所列各项设备供电。

2.2.1.5 除非设有符合本节 2.2.1.3 要求的自动起动的应急发电机，则应设置一蓄电池组作为临时应急电源，并应符合下列要求：

（1）承载应急负载而无需再充电，并在整个放电期间蓄电池组的电压变化应保持在额定电压的±12％范围内；

（2）当主电源或应急电源供电失效时，均能立即自动向本节 2.2.2.2 所列各项设备供电。

2.2.1.6 如果从浮式装置瘫痪状态恢复推进必需依靠应急电源，则其容量应足以供给浮式装置推进机械，如适用时还包括其他机械从瘫痪状态恢复运转的用电，并应在主电源失电后 30min 时间内完成。

2.2.1.7 应急配电板应尽可能靠近应急电源安装，并符合下列要求：

（1）若应急电源为发电机，则应急配电板最好与应急发电机安装在同一处所；当处在不同处所内（围蔽）时，需 CCS 批准。

（2）作为应急电源或临时应急电源的蓄电池组不得与应急配电板安装在同一处所内；

（3）应急配电板的前后通道等，应符合本章 2.1.2.2～2.1.2.4 的要求。

2.2.1.8 在主配电板或机器控制室内的适当地点应装设指示器，以指示应急电源或临时应急电源蓄电池组正在供电。

2.2.1.9 在正常情况下，应急配电板应通过相互连接的馈电线由主配电板供电，在主配电板上应设有该馈电线的过载和短路保护。并应在主电源供电失效时能在应急配电板处将其自动切断。

2.2.1.10 为了保证应急电源的迅速获用，必要时应设有在应急配电板上自动将非应急电路切断的设施，以确保向应急电路供电。

2.2.1.11 若采取了适当措施使在所有情况下均能确保独立的应急操作，则应急配电板可以向非应急电路供电，应急发电机可以例外用来短时间地向非应急电路供电。

2.2.1.12 应对包括自动起动装置在内的整个应急电源系统进行定期试验。

2.2.2 应急电源的供电范围和时间

2.2.2.1 应急电源应有足够的容量，以确保在应急情况下向必要的设备供电，并应考虑到这些设备可能要同时工作。应急电源在计及某些负载的起动电流和瞬变性质后，应至少能对下列设备（如依靠电力工作时）按以下规定的时间供电：

（1）对下列各处的应急照明供电 18h；

① 每一位于甲板上救生艇筏的登乘站和舷外；

② 所有服务及起居处所内的通道、梯道、出口、乘人电梯内及其围壁通道;

③ 机器处所和主发电站（包括控制位置）；

④ 所有控制站和机器控制站；

⑤ 所有作业处所和装有对上述作业进行控制所必需的机械控制装置、发电设备和应急关断装置所在处所；

⑥ 消防员装备的存放位置；

⑦ 直升飞机甲板，包括周边和直升飞机甲板状态灯、风向指示器照明和相关的障碍物标志灯（如设有时）；

（2）对为标示浮式装置的任何信号灯和声响信号供电 96h；

（3）对下列设备供电 18h：

① 现行国际海上避碰规则所要求的航行灯、其他信号灯和声响信号；

② 现行《海上移动式钻井浮式装置构造和设备规则》所要求的甚高频无线电话、中频无线电设备（若设有时）、船舶地面站（若设有时）以及中频/高频无线电设备（若设有时）；

③ 直升机降落信号灯和与直升机通信的设备。

（4）对下列设备供电 18h：

① 所有在紧急状态下所需要的内部通信设备；

② 探火和失火报警系统、可燃气体探测报警系统；

③ 断续使用的手动失火报警按钮和所有在紧急状态下所需的内部信号设备；

④ 关闭防喷器和使浮式装置脱开井口装置的能力（如系电力控制）。原油输入管道应急分离关闭系统、重要的油气处理设备和仪器、应急切断装置；

⑤ 对维持浮式装置安全起重要作用的转塔机械（如适用时）。

对上列（4）①至④所列设备，如具有安装于适当位置，且能供电 18h 的独立蓄电池组

供应急状态使用者，则可除外。

（5）对消防泵（包括供水泵）之一（若为应急发电机供电者）供电 18h；

（6）对固定安装的潜水员设备（如系依靠浮式装置的电力者）供电 18h；

（7）对下列设备供电 0.5h：

① 第 3 篇 4.2.1 要求的水密门（或舱口盖）操纵设备，但不要求同时操纵所有水密门。若设有独立的能源则可除外；

② 第 3 篇 4.2.2 要求的控制和指示设备。

2.2.2.2 2.2.1.5 所要求的临时应急电源应具有足够的容量，至少应能对下列各项设备（若依靠电力操作者）供电 0.5h：

（1）2.2.2.1 （1）至（2）要求的信号灯和应急照明。在此阶段中机器处所、起居与服务处所中的应急照明，可由固定安装且能自动充电和工作的独立的蓄电池灯提供；

（2）2.2.2.1（4）①、②所规定的所有重要的内部通信设备；

（3）2.2.2.1（4）③、④所规定的各项设备的断续工作。

对上述（2）、（3）所列各项设备，如具有安装于适当位置，且能按规定时间供电的独立蓄电池供应急状态使用者，则可除外。

2.2.3 应急发电机的起动装置

2.2.3.1 应急发电机应在其冷机状态的温度降至 0℃，仍能立即起动。如果这无法做到，或如果可能遇到更低的温度，则应考虑设置主管机关可接受的方式设置加热装置并对其维护保养，以保证能立即起动。

2.2.3.2 凡属自动起动的应急发电机，均应设有主管机关可接受的起动装置，其储能容量至少能连续起动 3 次。除能证明手动（人工）启动有效外，还应设有在 30 分钟内再起动 3 次的第二能源。

2.2.3.3 应有设施在任何时候均保持储备能量。

2.2.3.4 电力和液压的起动系统应从应急配电板保持供电。

2.2.3.5 压缩空气起动系统可由主或辅压缩空气瓶通过一个适当的止回阀保持供气，或通过一个由应急配电板供电的应急空气压缩机保持供气。

2.2.3.6 所有这些起动、充能和储能的装置应安装在应急发电机室；这些装置除操作应急发电机组外，不得有任何其他用途。但这并不排除通过设在应急发电机室内的一个止回阀，由主或辅压缩空气系统向应急发电机组的空气瓶供气。

2.2.3.7 当本规定不要求自动起动且能证明手动（人工）起动有效，则可允许用手动（人工）起动，例如手摇曲柄、惯性启动器、人工液压蓄能器或火药填充筒。

2.2.3.8 当手动（人工）起动为不可行时，应符合 2.2.3.2 和 2.2.3.3 到 2.2.3.6 的规定，但可用人工起动者除外。

第 3 节 外来电源

2.3.1 临时外来电源供电

2.3.1.1 若浮式装置上的设备需由岸电或其他外来电源供电，则应在浮式装置上便于连

接来自外部电源软电缆的适当地方，设置符合要求的外来电源配电箱。在外来电源配电箱与主配电板间应以固定敷设并具有足够容量的电缆相连。

2.3.1.2 在主配电板上应设有外来电源指示灯，以指示外来电源连接电缆已经通电。

2.3.1.3 当外来电源为中性点接地的交流三相系统时，则须设有将浮式装置结构与外来电源相连接的设施。

第 4 节 供电与配电

2.4.1 配电系统

2.4.1.1 可采用下列配电系统：

（1）直流双线绝缘系统；

（2）交流单相双线绝缘系统；

（3）交流三相三线绝缘系统；

（4）不通过浮式装置钢结构做回路中点接地（包括直接、高阻及低阻接地）的三相四线系统。

经 CCS 同意后，可采用上述以外的配电系统。

2.4.1.2 不得采用利用浮式装置结构作回路的配电系统，但下列情况所流过浮式装置结构的电流是允许的：

（1）外加电流型阴极保护系统；

（2）有限和局部的接地系统，如果由此产生的任何电流并不直接流过任何危险区；

（3）在最不利的情况下循环电流不超过 30mA 的绝缘电阻监测设备；

（4）本质安全型电路；

（5）供电、控制和仪表电路，如因技术上或安全上原因不能使用不接地的系统，且在正常和故障情况下可能产生的钢结构电流不超过 5A；

（6）相间电压为 1000V 及以上的交流配电系统， 如果由此可能产生的任何电流不直接流过任何危险处所。

2.4.1.3 高压系统的供电和配电系统见本篇 2.12。

2.4.2 电压和频率

2.4.2.1 直流或交流配电系统的最高电压应不超过表 2.4.2.1 的规定。超过 2.4.2.1 规定的电压等级，应满足 IEC 的相关标准，并经 CCS 同意。

配电系统的最高供电电压 表 2.4.2.1

序号	用途	最高电压（V）
1	固定安装，接于固定布线的电力设备	15000
2	⑴固定安装并连接于固定布线的电力设备、电炊设备和除室内取暖器以外的电热设备； ⑵固定安装的电力设备和除室内取暖器以外的电热设备，由于使用上的原因需用软电缆连接者，例如可移动的起重机等； ⑶以软电缆与插座连接，运行中不需手握持，并以连续接地导体可靠	1000

序号	用途	最高电压（V）
	接地的可移动设备，例如电焊变压器等。	
3	⑴居住舱室内的照明设备、取暖器 ⑵ 向下列设备供电的插座： ① 有双重绝缘的设备； ② 以连续接地导体接地的设备。	250
4	人特别容易触电的场所，例如：特别潮湿、狭窄处所中的插座： ⑴用或不用隔离变压器供电； ⑵由只供一个用电设备的安全隔离变压器供电； 这些插座系统的两根导线均应对地绝缘	50 250

注： ① 电压为 500V 以上配电系统的控制电压见本节 2.4.2.2 的规定。

2.4.2.2 500V 以上的配电系统，除了电压不高于 1000V 配电系统中所有控制设备均封闭在相应的控制柜内者外，其控制电压均应不高于 250V。

2.4.2.3 交流配电系统的标准频率为 50Hz 或 60Hz。

2.4.3 负载的平衡

2.4.3.1 对交流三线系统，应在最后分路上将用电设备加以组合，以便在正常情况下，使各相负载在分配电板、区配电板以及主配电板处尽可能平衡在其各自额定负载的 15%以内。

2.4.4 绝缘配电系统

2.4.4.1 在绝缘配电系统中，发电机的中性点不应连接在一起。

2.4.4.2 用于电力、电热和照明的绝缘配电系统，不论是一次系统还是二次系统，均应设有连续监测绝缘电阻，且能在绝缘电阻异常低时发出听觉或视觉报警信号的绝缘电阻监测报警器。

2.4.5 需用系数

2.4.5.1 供电给 2 个或 2 个以上最后分路的电路，其电流定额可以根据总负载乘以一个合理的需用系数来确定。当在区配电板或分配电板上留有备用线路时，则采用需用系数之前，应将增添负载所留的余量加到总负载中去。

2.4.5.2 在计算电缆的截面积、开关设备和熔断器的定额时，可以应用需用系数。

2.4.6 重要设备供电

2.4.6.1 除另有明文规定者外，重要设备应直接由主配电板或应急配电板（要求应急电源供电者）供电，但如其获得完全选择性保护则可例外。

2.4.7 无线电设备与航行设备的供电

2.4.7.1 《国际海上人命安全公约》第 IV 章要求的无线电设备（以下简称无线电设备）和第 V 章要求的电气/电子航行设备（以下简称航行设备）的供电，应符合 2.4.7.2-2.4.7.5 的规定。

2.4.7.2 无线电分配电板应与航行设备分配电板相互独立。

2.4.7.3 无线电设备分配电板和需由应急电源供电的航行设备分配电板，均应由主配电板和应急配电板设独立馈电线供电，并应在每一分配电板上设有主电源与应急电源之间的转换器具。这一转换一般应能自动进行。

2.4.7.4 每一用电设备应由各自的分配电板设独立最后分路供电。

2.4.7.5 还应配备 1 个或多个独立于浮式装置推进动力和浮式装置电力系统的备用电源，在浮式装置主电源和应急电源发生故障时向无线电装置供电，以便进行遇险和安全通信。该备用电源的容量应足以同时向下列设备供电 lh：

（1）甚高频无线电装置；

（2）中频无线电装置或船舶地面站或中频/高频无线电装置；

（3）操纵无线电设备的无线电控制台上适当的照明设备。

2.4.8 辅助机械电动机等设备供电

2.4.8.1 除上述供电要求以外，辅助机械电动机、照明设备、航行灯、浮式装置内通信系统以及乘员与浮式装置安全系统等的供电，应符合本章相应节的要求。

2.4.9 插座

2.4.9.1 供一般可携设备用的插座应符合本章表 2.4.2.1 中序号 3 和序号 4 的规定。

2.4.9.2 不同电压和/或不同频率配电系统中的插座，应使用不可互换的插头和插座连接。

2.4.9.3 在机器处所内花钢板以下、围蔽的燃油和润滑油分离机室内不准安装插座。

2.4.9.4 如必须在货舱中安装插座，则应安装在能防止机械损伤之处。

2.4.9.5 用于电力电路并且额定电流大于 16A（交流）或 l0A（直流）的插座，应具有联锁功能，以确保当插座有电时，不能插入/拔出插头。

2.4.10 变压器并联供电

2.4.10.1 并联运行的变压器应符合下列要求：

（1）变压器绕组的联接组应该相同；

（2）变压器应有相同的额定电压比（偏差在允许范围内）；

（3）变压器应有相同的阻抗电压（相互之间阻抗电压的比值应在 0.9-1. 1 的范围以内）；

（4）当多台变压器并联运行时，该组中最小变压器额定容量应不小于并联运行中最大变压器额定容量的 50%。

2.4.11 原动机的安全、控制和报警系统供电

2.4.11.1 本条原动机系指驱动构成主电源的发电机的柴油机、燃气轮机和汽轮机等。

2.4.11.2 原动机的安全、控制和报警系统应由 2 个独立电源供电，其供电电源和布线应保证在出现单一故障时，能满足本章 2.1.1.2 的要求。

2.4.12 柴油机电控系统供电

2.4.12.1 柴油机电控系统的供电应满足 CCS《钢质海船入级规范》第 3 篇第 9 章附录 2 第 2.2.4 的要求。

第 5 节 系统保护

2.5.1 一般要求

2.5.1.1 电气装置中应设置合适的保护电器，以能在发生包括短路在内的意外过电流故障时对其进行保护。各保护电器的性能及其布置应能提供完善的自动保护，以保证在某处发生故障的情况下，通过保护电器的选择性作用确保无故障重要设备电路的供电连续性，消除故障的影响，以尽可能减少对系统的损害和发生火灾的危险。

在下述保护电器间应能提供协调的保护：

（1）主发电机保护电器、主汇流排分段断路器（如设有脱扣器时）、连接主汇流排馈电线保护电器（如设有时）以及主汇流排上引出馈电线保护电器之间；

（2）除本节 2.5.3.6 另有规定者外，对含有重要设备的分配电板，其馈电保护电器和分配电板分支电路保护电器之间；

（3）应急发电机、应急汇流排上引出馈电线保护电器之间；主配电板至应急配电板的互连馈线保护电器和应急汇流排上引出馈电线保护电器之间。

2.5.1.2 在配电系统的每一不接地的极或相上均应设有短路保护。

2.5.1.3 过载保护应设置在：

（1）直流双线绝缘系统或交流单相绝缘系统：至少一个极（或相）上；

（2）交流三相绝缘系统：至少二相上；

（3）接地系统：每一不接地的相上。

2.5.1.4 在配电系统中，凡接地导体上均不应装设熔断器以及与绝缘极不相联动的开关。

2.5.2 短路电流计算

2.5.2.1 在计算最大预期短路电流时，应考虑到：

（1）满足最大需要功率的可能并联连接的所有发电机；

（2）需同时运行的所有电动机。

2.5.2.2 必要时，应对交流系统短路回路的预期短路功率因数进行计算，如该计算值小于与所选用的开关电器的接通或分断能力相对应的功率因数的规定值时，则其分断能力应相应地减少。

2.5.2.3 短路计算应参照 CCS《钢质海船入级规范》第 4 篇“电力系统的短路计算”或 CCS 接受的其他方法进行计算。

2.5.2.4 一般应计算下列各处的短路电流：

（1）发电机输出端短路；

（2）主汇流排短路；

（3）应急配电板、区配电板以及分配电板的汇流排短路；

（4）电力和照明变压器次级短路。

此外，为了判断保护电器动作的选择性，必要时尚应进行单台最小发电机供电情况下，被保护电路末端短路情况下短路电流的计算。

2.5.3 短路保护电器的选择

2.5.3.1 应采用熔断器或断路器作短路保护。

2.5.3.2 除本节 2.5.3.3 和 2.5.3.5 另有规定外,作短路保护的电器的短路分断能力应符合下列要求：

（1）熔断器和一般用途断路器的额定短路分断能力，应不低于其安装点所应分断的最

大预期短路电流。对于交流系统，其额定短路分断能力应不低于其安装点的预期对称短路电流（方均根值）；

（2）重要设备有关电路用断路器的额定运行短路分断能力，应不低于其安装点所应分断的最大预期短路电流。对于交流系统，其额定运行短路分断能力应不低于其安装点的预期对称短路电流（方均根值）。

2.5.3.3 使用类别 B 断路器（带短延时）的额定短时耐受电流，应不低于其安装点其触头分断瞬间的最大预期短路电流。对于交流系统，其额定短时耐受电流应不低于其安装点其触头分断瞬间的预期对称短路电流（方均根值）。

2.5.3.4 除本节 2.5.3.5 另有规定者外，所有可能在短路情况下接通的断路器或开关，其额定短路接通能力应不低于其安装点的预期短路电流的最大峰值。

2.5.3.5 如果在发电机侧设有必需的额定短路通断能力的熔断器或断路器（但不是发电机断路器）作为后备，则允许使用额定短路分断能力和/或额定短路接通能力低于其安装点最大预期短路电流的断路器。

该后备保护组合的短路性能应至少具备CCS接受的标准 [5]对单个断路器的要求。该断路器应具有与该后备保护组合中负载侧断路器相同的使用类别，以及等于该组合电源端处最大预期短路电流的额定短路通断能力。

2.5.3.6 符合本节 2.5.3.5 规定的后备保护可以用于非重要设备电路和具有自动转换功能的双套重要设备电路。在非重要设备电路中，同一熔断器或断路器可作为一个以上断路器的后备保护。

2.5.3.7 可以使用熔断器接在负载侧的带熔断器断路器，但其提供后备保护的熔断器与断路器应设计成协调动作，从而保证当它们承受会引起熔断器熔断的过电流的情况下，熔断器能在适当的时候熔断，以防止在断路器的极间或极与金属部件之间产生飞弧。

2.5.3.8 在确定对上述后备保护组合的短路性能要求时，允许计及该组合中各元件的阻抗。例如当该组合中的负载侧断路器离开其后备保护熔断器或断路器较远时，可以计及它们之间的连接电缆的阻抗。

2.5.4 短路选择性保护

2.5.4.1 除本节 2.5.3.6 另有规定者外，重要设备电路的短路保护应是选择性保护，并应符合下列规定：

（1）在发生短路故障情况下，应保证仅限最接近故障点的保护电器动作切断故障电路；

（2）串联连接的保护电器的动作时间应统筹协调；

（3）在选择性保护所要求的时间内，保护电器应有能承载其安装处的短路电流而不分断的能力。

2.5.5 过载保护电器的选择

2.5.5.1 用作过载保护的断路器，应具有与其保护对象的过载能力以及系统的选择性要求相适应的脱扣特性（过电流-脱扣时间）。

2.5.5.2 等于及小于 320A 的熔断器，若具有合适的特性可用作过载保护，但 200A 以上时推荐采用断路器或与它相类似的设备作过载保护。

[5] 参见 IEC60947-2 号出版物《低压开关设备和控制设备第 2 篇断路器》。

2.5.6 发电机的保护

2.5.6.1 应采用能同时分断所有绝缘极的断路器作发电机的过载和短路保护，其过载保护应与发电机的热容量相适应。并应满足下列要求：

（1）过载 10%～50%之间，经少于 2min 的延时断路器应分断；建议整定在发电机额定电流的 125%～135%，延时 15～30s 断路器分断；

（2）过电流大于 50%，但小于发电机的稳态短路电流，经与系统选择性保护所要求的短暂延时后断路器应分断。断路器的短延时脱扣器建议按如下规定进行整定：始动值为发电机额定电流的 200%～250%，延时时间：直流最长为 0.2s，交流最长为 0.6s；

（3）在可能有 3 台及以上发电机并联连接的情况下，还应设有瞬时脱扣器，并应整定在稍大于其所保护发电机的最大短路电流下断路器瞬时分断。

2.5.6.2 单机容量小于 50kW（或 kVA）且不并联运行的发电机，可用一多极联动开关，并在每一绝缘极上设一熔断器作保护。

2.5.6.3 容量 1500kVA 或以上的发电机应配备一合适的保护装置或系统，以便在发电机内部或发电机至其断路器之间的供电电缆发生短路的情况下，使发电机灭磁并使其断路器分断。

2.5.6.4 并联运行的交流发电机应设有延时 3～10s 动作的逆功率保护。并联运行的直流发电机应设在瞬时或经短暂延时（少于 1s）动作的逆电流保护。并联运行的发电机的逆功率（或逆电流）值按原动机的类型不同可整定为：

（1）原动机为柴油机：发电机额定功率（电流）的 8%～15%；

（2）原动机为涡轮机：发电机额定功率（电流）的 2%～6%。

当供电电压下降至额定电压的 50%时，逆功率或逆电流保护不应失效，但其动作值可以有所改变。

逆电流保护，应适当考虑由浮式装置电网例如起货机所产生的逆电流。如果有均压线，则逆电流保护应设在直流发电机的正极。

2.5.6.5 并联运行的发电机应设有欠电压保护并能满足如下要求：

（1）当发电机不发电时为避免断路器闭合，欠压保护功能应瞬时动作；

（2）当电压降至额定电压的 70％～35％时，欠压保护功能应延时动作，延时的时间应该满足系统选择性保护要求。

2.5.6.6 并联运行的直流涡轮发电机组中的涡轮机的超速限制器动作时，应能同时切断发电机的断路器。

2.5.6.7 作发电机保护的保护电器应符合如下要求：

（1）在发电机转速显著下降的情况下仍保持有效；

（2）当过载保护电器动作后，发电机应能立即恢复供电。

2.5.7 自动卸载

2.5.7.1 应设有适当的卸载设备，以能在任何一台发电机过载时能自动地将非重要负载卸除。根据发电机组的过载能力，此种卸载可分为一级或多级进行。

2.5.8 电力和照明变压器的保护

2.5.8.1 电力和照明变压器的初级电路，应以多极断路器或熔断器作短路保护和过载保护。过载保护也可设在次级电路中。

2.5.8.2 并联运行变压器的次级电路应设有隔离措施，作此用途的开关或断路器应能承受冲击电流。

2.5.9 馈电线路的保护

2.5.9.1 每一馈电线路应以同时分断所有绝缘极的多极断路器或多极开关加熔断器作过载和短路保护。

2.5.9.2 当采用多极开关加熔断器作过载和短路保护时，应满足如下要求：

（1）主配电板引出的馈电分路上的熔断器，应设于汇流排与开关之间；

（2）分配电板引出的等于及小于 60A 的最后分路，且由它供电的用电设备可在它的附近关闭时，则可免设开关。

2.5.9.3 供电给具有独立过载保护的用电设备（例如电动机）的线路可仅设短路保护。

2.5.9.4 外来电源配电箱至主配电板间的固定敷设连接电缆，应以断路器或开关加熔断器进行保护。此项保护应设于外来电源配电箱中。

2.5.9.5 一般情况下由主配电板供电给应急配电板的互连馈线，应在主配电板上设有过载和短路保护。若允许反向供电时，则还应在应急配电板上至少设有该馈线的短路保护。

2.5.9.6 操舵装置馈电线路的保护应符合本规范第 4 篇第 5 章第 1 节的有关规定。

2.5.10 电动机的保护

2.5.10.1 容量大于 0.5kW 和所有重要设备电动机，均应设有独立的过载、短路保护以及符合本节 2.5.10.5 要求的欠电压保护。

电动机及其专用馈电电缆允许采用公共的短路保护。

2.5.10.2 保护电器应设计成允许在正常使用条件下电动机在正常加速期间的电流通过。当电动机的过载保护电器的时间—电流特性与电动机的起动周期不相适应时，则在电动机加速过程中，可允许过载保护有短暂的失效，但短路保护仍应保持有效。

2.5.10.3 对连续工作制的电动机的保护电器，应保证电动机在过载情况下有可靠热保护的延时特性，其最大持续电流，应不超过被保护电动机额定电流的 125%。

2.5.10.4 断续工作制电动机的保护电器的整定电流和延时特性，应在考虑实际使用情况后选定。

2.5.10.5 电动机应设有下述两者之一的欠电压保护：

（1）欠电压保护，在电压降低或失电时分断电路并防止电动机自动重新起动；

（2）欠电压释放，在电压降低或失电时分断电路，当电压恢复时电动机可重新自行起动，但应避免过大的电压降落或过大的冲击电流。

当电压在额定电压的 85%以上时，保护电器应允许电动机起动。当电压低于额定电压的 20%左右，且在额定频率下，保护电器应分断电路，同时在需要时应有一定的延时。

2.5.10.6 当多相电机采用熔断器保护时，应设置防止单相运转保护。

2.5.11 照明电路的保护

2.5.11.1 每一照明电路应设有过载和短路保护。

2.5.12 蓄电池的保护

2.5.12.1 蓄电池组（除内燃机的起动用蓄电池外）均应设有短路保护，其保护电器应尽可能靠近蓄电池组。

2.5.12.2 每一蓄电池充电器，应设有由于充电器电源电压的降低或丧失而导致蓄电池放电的合适的保护。

2.5.13 电表、指示灯和控制电路的保护

2.5.13.1 电压表、测量仪表的电压线圈、接地指示器、指示灯以及它们的连接导线应采用熔断器加以保护。但若满足下列所有条件时，则指示灯本身可以不设保护：

（1）指示灯与设备装在同一壳体内；

（2）指示灯从设备壳体内部电路供电；

（3）设备中保护电器的定额小于 25A；

（4）指示灯电路的故障不会导致重要设备供电的失效。

2.5.13.2 控制和保护用电器及设备的电压线圈应采用熔断器进行保护。但若满足下列所有条件，则其本身可不设保护：

（1）线圈与设备在同一壳体内，且由一总的保护电器进行保护；

（2）线圈由设备的电路供电，且该电路的保护电器的定额小于 25A。

2.5.14 电力半导体设备的保护

2.5.14.1 电力半导体设备应设有过载和短路保护。

第 6 节 辅助机械

2.6.1 一般要求

2.6.1.1 额定功率等于或大于 1kW 的电动机及所有重要用途的电动机，均应由独立的最后分路供电。

2.6.1.2 每台电动机均应设置有效的起动和停止装置，其位置一般在电动机旁，且应便于电动机管理人员的操纵。

2.6.1.3 额定功率等于或大于 0.5kW 的电动机及其控制装置，应设置能够把满负载从电源的所有带电电极上切断的装置。如果这种控制装置是装在主配电板或其他配电板上，或者是邻近于这些配电板之处，则可以用这些配电板上的切断开关来切断上述负载的电源，否则应在控制装置箱内装设一个切断开关或者单独装设一个有封闭外壳的切断开关。

2.6.1.4 当起动器或用于切断电动机的任何其他电器装置远离电动机时，则应采取下列的任何一种措施：

（1）能够在"分断"位置上把电路锁定在断开状态的措施；

（2）在邻近电动机处装设一附加的切断开关；

（3）使安装在每一个带电极或相上的熔断器可以方便地由专职人员卸除和保管。

2.6.1.5 如采用公共起动系统（即以一套起动器逐个起动多台电动机）时，此系统中每台电动机均应配备欠电压保护、过电流保护、切断设施和运转指示器，其有效程度应不低于每台电动机单独使用一套起动器时的要求。若起动系统属于自动类型，则应另备适当的手动操作设施。若此项起动器是用于重要用途的电动机，则其起动部分应为双套，且应设置转换设施，当其中一套发生故障时，能立即进行转换。

2.6.1.6 用改变励磁进行调速的电动机，应设有在全励磁的情况下才能起动的装置。

2.6.1.7 电动机的欠电压、过载及短路保护应符合本章第 5 节的有关规定。

2.6.2 固定式潜水舱底泵

2.6.2.1 固定式潜水舱底泵的电动机应接于应急配电板。馈电电缆应从电动机的接线端连续敷设至舱壁甲板上。电缆应具有不透性的护套和铠装。电缆及其端头应能承受与舱壁甲板高度相等的水柱压力。

2.6.2.2 在任何情况下固定式潜水舱底泵应能自舱壁甲板以上进行起动。若固定式潜水舱底泵的电动机附近另有“起动”、“停止”按钮时，则应保证在舱壁甲板上还能将该“起动”、“停止”按钮的所有控制线路切断。

2.6.3 甲板机械

2.6.3.1 电动甲板机械的电磁制动器，应附有人工释放装置。

2.6.3.2 锚机、绞缆机的电动机，若技术条件中未作特殊要求时，其工作定额应不少于 30min。

2.6.3.3 吊艇机电力拖动装置应设有当艇回复到原位时的限位开关。

2.6.3.4 吊艇机电力拖动装置应与手动装置以及手动制动器相联锁。

2.6.4 风机及油泵的应急切断

2.6.4.1 一切起居处所、服务处所、控制站和机器处所的动力通风，应能从其服务的处所外面易于到达的位置上将其停止。此位置应在其所服务的处所失火时，不易被隔断。

机器处所内动力通风机的停止装置，应同其他处所内通风的停止装置完全分开。

2.6.4.2 厨房排气管道的抽风机应能在厨房内予以关停。

2.6.4.3 动力装置用各种油泵电动机，应在其处所外备有紧急切断装置。

2.6.4.4 油气处理生产装置用电动机、油气输送泵电动机及其控制设备，应设紧急切断（停止）装置。该停止装置可设在处所外进入口附近和与处所相分隔的控制室内或其它当处理装置处所失火时仍能易于到达的位置。

2.6.4.5 应设有适当设施，以便在释放二氧化碳等灭火剂之前，能自动停止被保护处所的所有通风。

2.6.5 由工程作业引起的紧急情况下的切断和关闭

2.6.5.1 由工程作业引起的紧急情况下的切断和关闭应符合第 7 篇第 4 章的相关要求。

2.6.6 定位系泊设备

2.6.6.1 定位系泊设备的控制、报警和安全系统的设计、构造和安装应符合本规范第 8 篇的有关要求。

2.6.6.2 控制站

（1）绞车、锚机及相关的刹车、止链/缆器和棘爪都应能从防风雨的控制站就地控制；该控制站应能观察到被操作的设备和相关锚的运转情况。

（2）坐落在驾驶台或独立操作控制室的中心控制站应能遥控释放绞车刹车、止链/缆器和棘爪。

（3）每个绞车、锚机的就地控制站应设有下述指示装置：

① 锚索的张力；

② 已放出锚索的长度；

③ 锚索释放速度。

（4）上述 2.6.6.2 （3）①②所要求的指示应在中心控制站予以复示；另外，在中心控制站还应设有下述指示装置：

① 锚泊方式和悬链状况；

② 绞盘操作状态；

③ 浮式装置的位置和首向；

④ 步桥角度和延伸长度；（如适用）

⑤ 立管角度；（如适用）

⑥ 风速和风向。

（5）在中央控制站、每一个就地控制站和抛锚艇（如适用时）之间设置话音通信设备。

2.6.6.3 报警器

（1）在中心控制站和就地应设有下述故障状况的报警器：

① 锚索张力过大；

② 锚索失去张力；

③ 步桥角度和延伸长度过大；（如适用）

④ 立管角度过大；（如适用）

（2）在绞车和锚机附近应设有在进行遥控操作期间能向现场人员发出警报的报警器。

（3）在中心控制站应设有下述故障状况的报警器：

① 当浮式装置从它的预定作业区域发生偏离时；

② 当浮式装置从它的预定首向限度发生偏离时；

这些警报器应能进行调整，但不能超出其规定的限定值。应设有固定和识别其设定值的装置。

2.6.6.4 控制器

（1）在就地控制站应设有足够的控制器以便对绞车进行满意的操作；

（2）刹车系统的布置应是在正常电源出现故障时刹车不能释放；

（3）应设有应急电源，以便在紧急情况下能使绞车刹车在 15s 内释放。该种释放装置只能在每个绞车就地控制和中心控制站操作，并且应能在操作人员控制下将全部锚索放下；

（4）应急电源应具有在操作人员控制放下锚索期间，进行一次刹车，然后再行释放的能力；

（5）在锚索的张力达到锚索最小额定破断强度时，应急电源应能从就地控制站或中心控制站释放锚索止动器或棘爪等机械装置。这些机械装置应能在设计的破舱进水倾斜状态的最大角度下释放；

（6）当适用时，至少配备一套位置参照系统和电罗经或等效设备，以便对规定作业区域和首向的偏离进行有效监视；

（7）位置参照系统应由相适应的定位测量技术组成；这些技术可以是声学装置、无线电、雷达、张紧绳、立管角度、步桥延伸长度和角度以及其他根据服务状况可以接受的方法；

（8）如适用，应配备垂直面参考传感器，以测量浮式装置的横倾和纵倾；

（9）应配备探测浮式装置上实际风速和风向的设备。

2.6.6.5 定位系泊推力器控制系统的一般要求：

（1）在中心控制站应设有适当的处理和比较技术来验证控制系统的输出，以保证定位系泊推力器系统的最佳性能；

（2）当上述（1）要求的正确性检查出现非正常信号应能发出报警；

（3）在其全部作业范围内，控制系统应能稳定工作并满足规定的性能和精度标准；

（4）应设有控制计算机系统的故障报警；

（5）在中央控制站应装设足够的仪表，以保证对系统进行有效地控制和监视；

（6）首向和/或位置的偏离度应能调节，但不能超过规定限度。应有固定和指示首向和/或位置设定值的装置。

第 7 节 照 明

2.7.1 照明的一般要求

2.7.1.1 安装在外走道及其他易受机械损伤处所的灯具应有坚固的保护栅。

安装在振动较大处所的灯具应采取减振措施。

直接固定在木板或其他易燃材料上的灯具，应采取防火隔热措施。

2.7.1.2 消防控制站、粮食舱、冷藏舱及其他类似舱室的照明开关不应设在室内。

潮湿处所及有爆炸危险处所，其照明开关应能切断所有绝缘极。

粮食舱、冷藏舱的照明在开关处，应装有接通指示灯。

2.7.1.3 邻近工作电压高于 250V 放电灯的处所和其他必要的地方，应设置提醒人们注意的“高压危险”的警告标志。

2.7.2 供电、控制及布置

2.7.2.1 照明分配电板每一容量大于 16 A 的最后分路的供电灯点应不超过一个。每一容量小于或等于 16A 的最后分路的供电灯点数应不超过：

对于 50V 及 50V 以下的电路： 10 点；

对于 51～120V 电路： 14 点；

对于 121～250V 电路： 24 点。

2.7.2.2 供电给灯头紧贴成簇的檐板照明、壁灯、安全（或逃生）指示标志等最后分路，若其最大工作电流不超过 10A，所供应的灯点可不受限制。

2.7.2.3 照明电路的最后分路不应向电热及电力设备供电，但对于小型的厨房设备（如面包片烘烤器、小搅拌器、咖啡壶）、小型的电动机（如台扇、舱室电扇、电冰箱）、衣橱加热器和类似用具可以除外。

2.7.2.4 下列重要处所的照明至少应由照明用的两个最后分路供电。当其中任何一路不能供电时，另一路仍应能保持该处所必要的照明。

（1）A 类机器处所；

（2）大型厨房；

（3）公共处所；

（4）通向艇甲板及直升飞机甲板的通道、梯道。

当安装有应急发电机时，其中一路应由主配电板供电，另一路可由应急配电板供电。

2.7.2.5 每一主竖区至少需有两路独立照明的馈电线，其中一路可为应急照明馈电线。

2.7.2.6 各种场所安装的照明灯具，其保护等级应符合本篇表 1.3.2.2 的要求。对某些有特殊要求的场所，其照明开关应按本节 2.7.1.2 的规定进行安装。

2.7.2.7 照明电路应按本章 2.5.11.1 设置保护。

2.7.2.8 主照明系统应向浮式装置工作人员正常出入和使用的部位提供照明，并从主电源得到电源供应。

2.7.2.9 除应急照明外，液货泵舱的照明应与通风联锁，使得在开启照明时即开始通风。通风系统失灵不应使照明熄灭。

2.7.3 对应急照明的特殊要求

2.7.3.1 应急照明的灯点设置等应符合本章 2.2.2 的有关规定。

2.7.3.2 各种应急照明灯均应在灯具上有明显的标志，或在结构上与一般照明灯不同。

2.7.3.3 不应在临时应急照明的馈电线上装设开关。

2.7.3.4 除驾驶室、救生艇、筏存放处的舷外的应急照明灯以及应急照明兼作主照明灯以外，在本章 2.2.2.1（1）规定的应急照明电路中不应装设就地开关。

2.7.3.5 主照明系统和应急照明系统各自的电源、相关的变换设备（如设有时）、主或应急配电板和照明配电板（不包括区配电板和分配电板）不应安装在同一处所内，以使设有这些设备的任一处所发生火灾或其它事故时，两系统不致同时失效。

2.7.3.6 应急照明提供的亮度应足以允许人员在紧急并可能有烟雾的情况下安全撤离。

2.7.3.7 在海上工作人员或船员居住的每个主要舱室的安全出口都应有应急照明。

2.7.3.8 安装的应急灯带有减光器时，应有当主照明断电时能自动恢复到应急照明正常亮度的措施。

2.7.3.9 应急照明系统的布置，应能在设有应急电源（包括变压器或变流机，如设有）所在处所内发生火灾或其他故障时，不会使本节所要求的主照明系统失效。

2.7.4 电热器具的一般要求

2.7.4.1 所有电取暖器应固定安装。

2.7.4.2 除在第 8 篇规定的 1 类或 2 类危险区中，允许安装符合本篇第 1 章第 5 节规定的合格防爆型设备外，不得在任何危险区或有可燃气体和尘埃易于聚集的地方装设电热设备。

2.7.4.3 电热器具的安装对甲板、舱壁或其他周围物品应不致产生过热的危险。

2.7.4.4 当电加热用于油类加热时，应设置被加热介质高温、低液位报警和保护。当报警器位于无人值班处所时，其听觉和视觉报警应延伸至有人值班处所。

2.7.4.5 每个电热器和电炊设备，应作为一个完整的单元用一个安装在其邻近的多极联动开关进行控制。

2.7.4.6 每只电热器应分别接到一个独立的电热最后分路上，但数量不多于 10 只，且总的电流定额不超过 16A 的小型电热器可共用连接至一个独立的电热最后分路上。

第 8 节 航行灯及信号灯

2.8.1 **航行灯的供电及控制**

2.8.1.1 每 1 盏航行灯均应由安装在驾驶室（控制室 ）内易于接近位置上的航行灯控制箱引出的独立分路供电，而且应在这些分路的每个绝缘极上用安装在该控制箱内的开关和熔断器或断路器进行控制和保护。

2.8.1.2 如果按本章第 2 节的要求设置临时应急电源时，航行灯控制箱应直接由应急配电板和临时应急充放电板供电，否则，航行灯控制箱应直接由主配电板和应急配电板供电。

2.8.1.3 应在航行灯控制箱上或驾驶室的适当位置设置转换开关，以能对本节 2.8.1.2 所要求的供电电源进行转换。

2.8.1.4 应设有在每 1 盏航行灯发生故障时能发出听觉和视觉报警信号的自动指示器，如果采用与航行灯串联连接的灯光指示，则应有防止由于信号灯故障而导致航行灯熄灭的措施，并应设有航行灯控制箱电源故障的听觉和视觉报警。

2.8.1.5 航行灯的供电和控制还应考虑浮式装置主管国家的有关规定。

2.8.1.6 航行灯不应安装在危险区域，若不可避免时，应选用与所安装处所相适应的防爆灯具。

2.8.2 **其他信号灯的供电和控制**

2.8.2.1 标示海上建筑物的信号灯以及直升飞机降落信号灯应由主电源和应急电源供电。

2.8.2.2 直升飞机降落信号灯至少应由两个独立的最后分路供电。

第 9 节 电伴热

2.9.1 **定义**

电伴热是利用电伴热带或其它电加热来补充被伴热物体在使用过程中所散失的热量，以维持介质温度在一定范围内，防止工艺生产设施和平台上的生活设施中各种工艺管线以及容器中的液体凝结而设置的电加热系统。

2.9.2 **电伴热设施的一般要求：**

2.9.2.1 电伴热分为正常电伴热系统和应急电伴热系统，注意在铭牌及标识上应能区分。

2.9.2.2 存在腐蚀性气体和介质的条件下，电伴热的绝缘层应有适合于该区域的抗腐蚀性能。

2.9.2.3 电伴热带及配套使用的控制电气设备应设有过载、短路及漏电的检测、控制和保护装置。

2.9.2.4 电伴热带的敷设要按厂家的工艺要求进行。既要考虑到便于对电伴热带的检修，也要考虑到便于管线中阀体和液位计等可拆部件的修理和更换。在管网的主体图中应该标明，电伴热带在保温层内的实际走向，接线盒的实际位置，已尽量减少维修中保温层的拆除量及维修工作量。

2.9.3 电加热设备的一般要求：

（1） 电加热设备应具有适合于该设备被加热介质要求的抗蚀外壳；

（2） 电加热设备应具有温度超过限定值时，能自动将电源切断的控制与保护设备；

（3） 在电压 380V 以下的电加热设备的绝缘电阻不应低于 0.5MΩ；

（4） 电加热设备不应对周围建筑、设备及物品产生过热的危险。

2.9.4 电伴热和电加热设备的防护要求和防爆等级应满足所在处所的要求。

第 10 节 蓄电池组和不间断电源（UPS）装置

2.10.1 一般要求

2.10.1.1 所有蓄电池组均应设适当的充电设备。

2.10.1.2 当由较高电压的直流系统进行充电时，应有使蓄电池组与低压系统隔离的措施。

2.10.1.3 应急蓄电池组的自动放电装置应不受蓄电池组是否充电的影响，能随时自动向应急电路供电。

2.10.1.4 当蓄电池充放电单元或 UPS 装置，及与充放电相关的分配电板作为辅助电源、应急电源、或临时电源时，应满足本节相关要求。

2.10.2 定义

2.10.2.1 不间断电源（UPS）：变流器、开关和储能装置（如蓄电池）组合构成的，在输入电源故障时，用以维持负载供电连续性的电源设备。

2.10.2.2 后备式 UPS 装置：正常运行时负载由旁路（为经处理的主电源）供电，当旁路供电故障或输入电源超出预设限值时，负载转移至由逆变器供电，上述转换不可避免的导致负载的短时断电（2—10ms）。如图 2.10.2.2 所示意。

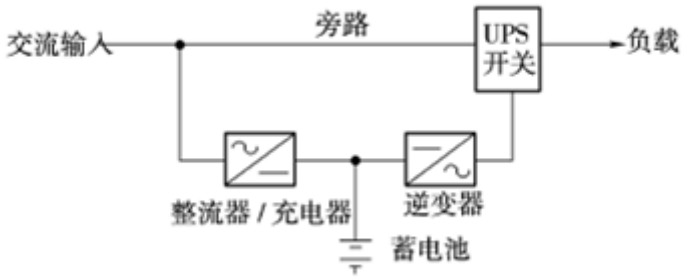


图 2.10.2.2 后备式 UPS 装置示意图

2.10.2.3 互动式 UPS 装置：在正常运行方式下，由 UPS 逆变器或电源接口向负载供电。当输入电源超出预先设定的电压和频率限值时，负载转由储能供电，电源接口切断输入电源的后备式 UPS 装置。如图 2.10.2.3 所示意。

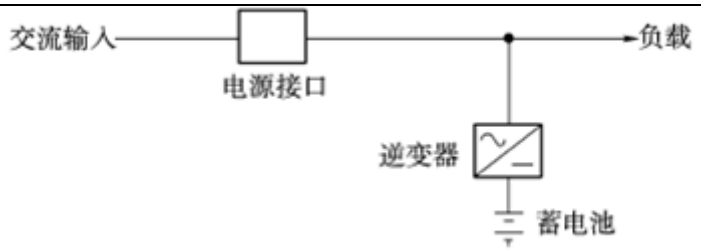


图 2.10.2.3 互动式 UPS 装置示意图

2.10.2.4 在线式 UPS 装置：正常工作时，负载由逆变器供电，因此电源故障或超出限值时可不间断的持续工作。如图 2.10.2.4 所示意。

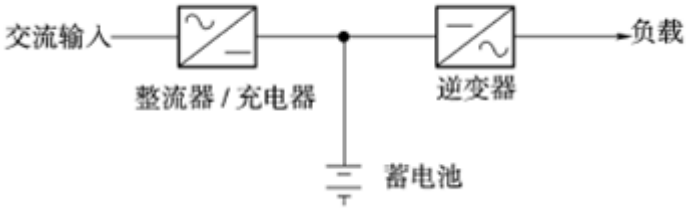


图 2.10.2.4 在线式 UPS 装置示意图

2.10.3 **布置**

2.10.3.1 蓄电池组和 UPS 装置应安放在不受过热、过冷、溅水、蒸汽、其他损害其性能或加速其性能恶化影响的处所内。其安装应不致因其所产生的气体或电解液的泄露，而导致人员遭受危险和设备遭受损坏。

2.10.3.2 蓄电池组应布置得易于接近，以便对其进行更换、检查、 测试、注液和清洁。UPS 装置应位于适合于应急适用。尽可能近地布置在供电对象附近，同时满足本章其它电气设备布置要求。

2.10.3.3 蓄电池组不应安装在起居处所。但如果充电时不会产生危险气体的气密蓄电池可以例外。

2.10.3.4 如果蓄电池组有遭受机械损伤或下落物体的危险，则应有适当的防护措施。

2.10.3.5 充电功率[①]大于 2kW 的蓄电池组，应安放在专用处所内，也可安放在开敞甲板上的箱或柜中。

注： ① 充电功率系指蓄电池组的标称电压乘以最大充电电流值。

2.10.3.6 充电功率为 0.2kW 至 2kW 的蓄电池组，可安放在适当处所内的箱或柜中，或者敞开安放在机器处所内通风良好的地方。

2.10.3.7 充电功率小于 0.2kW 的蓄电池组，可以安放在任何合适处所中的开敞位置上或者蓄电池箱内。

2.10.3.8 每只蓄电池周围间隙应大于 20mm，并应用不吸潮、耐电解液腐蚀的绝缘材料楔隔、衬垫和固定。并采取防止漏出的电解液与钢结构接触的措施。

2.10.3.9 安放蓄电池的专用处所、箱、柜及其通风管道等，凡可能经受电解液或电解液逸出气体引起腐蚀的表面均应有防腐蚀措施。

2.10.3.10 原动机起动蓄电池组应尽可能接近该原动机安装。

2.10.3.11 用作应急电源和临时应急电源的蓄电池组的安装位置应符合本章第 2 节的有关规定。

2.10.3.12 在蓄电池室的门、箱和柜的外面应有禁止烟火的标志。

2.10.3.13 酸性蓄电池和碱性蓄电池严禁放在同一处所或箱（柜）中。

2.10.4 通风

2.10.4.1 在蓄电池室、箱和柜内均应设有通风，蓄电池室应设有机械通风，以避免可燃气体的危险积聚。

2.10.4.2 安装透气型蓄电池组的专用处所、箱或柜，如果蓄电池组的总充电功率大于：

——3kW，对于铅酸蓄电池，或

——2kW，对于镍镉蓄电池，

则应设有机械通风装置。

2.10.4.3 除了安放在开敞甲板上或本节 2.10.3.6 和 2.10.3.7 规定的处所的箱、柜以外，蓄电池室、箱或柜的通风系统应独立于其他通风系统。其排气管道应通向能安全稀释可燃气体且无点燃源之处，其进风口应开向可燃气体可能积聚之处。其出风口应设在顶部，进风口应设在底部，并有防止水和火焰进入的措施。

2.10.4.4 蓄电池室、箱或柜的机械通风装置，应有防止通风叶片偶然与机壳发生摩擦产生火花的措施。非金属的通风叶片应用抗静电材料制成。

2.10.4.5 除通风口外，蓄电池室的其他开孔均应作有效封闭、以防止爆炸性气体进入邻近舱室。

2.10.4.6 装有透气型蓄电池组的室、箱或柜通风装置的排气量 Q 应不少于：

$$Q = 0.11\ In \quad m^3/h$$

式中：I ——产生气体期间的最大充电电流，但不小于充电设备能够输出的最大充电电流的 25%，A；

n ——蓄电池数量，只。

2.10.4.7 装有阀控密封型蓄电池的室、箱或柜的排气量可减少至本节 2.10.4.7 规定排气的 25%。

2.10.5 充电设备

2.10.5.1 所有蓄电池组均应设有充电设备，该充电设备应能将蓄电池组从完全放电状态开始在不超过 10h 的时间内充至额定容量。

2.10.5.2 应设有控制和监视蓄电池组充电的适当措施，以及本篇规定的保护。

2.10.5.3 对浮充电路或在充电期间负载连接至蓄电池组的其他情况，最大蓄电池电压应不超过与其连接设备的安全值。

2.10.5.4 如果设有快速充电设备，则蓄电池室应设有机械通风装置，并在其通风装置发生故障时自动切断充电设备的措施。

2.10.6 电气设备

2.10.6.1 在蓄电池室内应避免安装电气设备，如必需安装时，应选用符合本篇有关规定的防爆电气设备。

2.10.7 蓄电池组型式、位置和维护周期记录

2.10.7.1 对用于重要设备和应急设备的蓄电池组，应编制维护计划并保持更新。这个计划应经 CCS 审核，并至少包括蓄电池组的下列信息：

——型式和制造厂的型号；

——电压和安时定额；

——位置；

——所服务的设备和/或系统；

——维护/更换循环日期；

——上一次维护和/或更换循环日期；

——储存中的更换蓄电池的制造日期和储存寿命。

2.10.7.2 应提出更换蓄电池的程序，以保证在更换蓄电池时，换上的新蓄电池均为具有等效性能的蓄电池。

2.10.7.3 若将阀控密封型蓄电池更换成透气型蓄电池，则应保证有本节 2.10.4 要求的适当通风，其位置和安装应符合本节的有关要求。

2.10.7.4 上述经验船师审核的详细记录表和程序，应纳入到浮式装置日常工作中去。

2.10.8 蓄电池充放电单元和 UPS 装置的报警

2.10.8.1 应对蓄电池充放电单元和 UPS 装置进行监测，并在通常有人的值班处所显示下列声光报警：

（1）负载供电电源故障（电压和频率）；

（2）接地故障；

（3）电池保护设备工作；

（4）电池放电；

（5）在线式 UPS 旁路工作。

第 11 节 电 缆

2.11.1 一般要求

2.11.1.1 电缆的选择应根据敷设场所的环境条件、敷设方法、电流定额、工作定额、需用系数和允许电压降等因素来确定。

2.11.1.2 任何电缆的额定电压应不低于它所在电路的额定电压。

2.11.1.3 可携式电气设备应采用移动软电缆。

2.11.1.4 在非接地系统中使用的电缆，应具有合适的定额以便能承受在发生故障时施加在电缆绝缘上的附加应力。

2.11.1.5 如电缆采用母线干线系统则应参照 IEC 相关标准和国际船级社协会技术决议文件 67 号建议案的相关要求。

2.11.2 绝缘材料和电压等级的选择

2.11.2.1 绝缘材料的最高工作温度，至少应比电缆安装场所可能存在的最高环境温度高 10℃。

2.11.2.2 电缆绝缘材料一般应根据表 2.11.2.2 来选用。若选用其他绝缘材料应符合 IEC60092 系列出版物的规定。

绝缘材料及其最高工作温度 表 2.11.2.2

绝 缘 材 料		缩写	导体最高工作温度（℃）	
			正常工作	短路
热塑性复合物①	聚氯乙烯 氯乙烯与醋酸乙烯的共聚体	PVC	70	150
弹性或热固性复合物	乙丙橡胶	EPR	90	250
	高模量或硬质乙丙橡胶	HEPR	90	250
	交联聚乙烯	XLPE	90	250
	硅橡胶③	S95	95	350②
	无卤乙丙橡胶	HF EPR	90	250
	高模量或硬质无卤乙丙橡胶	HF HEPR	90	250
	无卤交联聚乙烯	HF XLPE	90	250
	无卤硅橡胶	HF S95	95	350②
	用于无卤电缆的交联聚烯烃	HF 95	90	250
其他材料	矿物③	——	95	——

注：① 不适用于电力电缆。

② 不适用于镀锡铜导体，仅适用于电力电缆。

③ 硅橡胶和矿物绝缘，当它们在船员不易接触的地方时，可允许较高的工作温度（如硅橡皮为 150℃；矿物绝缘则不作限制），但应经 CCS 同意；

2.11.2.3 电缆的额定电压用 U_0/U 表示，U_0 为电缆任一导体和“地”（电缆的金属护层或周围介质）之间的电压。U 为电缆任何两相导体之间的电压。在交流绝缘系统中，或者在交流高阻抗接地系统中（发生接地故障时电源不断开），电缆的额定电压应不低于表 2.11.2.3 所列值。

交流系统电缆的选择 表 2.11.2.3

系统额定（相间）电压（kV）	电缆额定电压 U_0/U（kV）
≤0.25	0.15/0.25
≤1.0	0.6/1.0
≤3.0	3.6/6.0
≤6.0	6.0/10.0
≤10.0	8.7/15.0

2.11.3 保护层的选择

2.11.3.1 固定敷设在露天甲板、浴室、冷藏处所、机器处所或可能出现凝结水或有害蒸气（例如油蒸气）的任何其他地点的电缆，均应具有金属不透性护套（铜、铅合金）或非金属不透性护套（聚氯乙烯、氯丁橡皮、氯磺化聚乙烯等）。护套的性质应满足环境条件的要求。

2.11.3.2 敷设在永久潮湿的处所，而以吸潮材料作绝缘的电缆，均应采用金属护套。

2.11.3.3 所有电气设备以外的电缆及布线至少应为滞燃型。当采用单根滞燃的电缆，而需成束敷设时，应符合CCS接受标准[6]。

2.11.3.4 在失火状况下必须维持工作的设备的电缆，包括其供电电缆，若穿过较大失火危险区或甲板时，则除了这些区域本身的电缆外，应采用已通过 CCS 接受标准（同本节 2.11.3.3）规定试验的耐火型电缆。但下列设备可除外：

（1）有自我监测功能的系统；

（2）按故障安全原则设计的系统；

（3）双套系统，且其电缆是远离分开敷设的。

2.11.3.5 需在失火状态下工作的设备电缆，包括其供电电缆，如穿过较大失火危险处所[7]，应布置成任一处所或主竖区内失火不会影响到其他处所或主竖区内设备的工作。可采取下列的任何一种措施来满足上述要求：

（1）在较大失火危险处所采用符合 CCS《钢质海船入级规范》第 4 篇第 3 章 3.5.1.1 规定，其安装和连续敷设应保持防火完整性，如图 2.11.3.5 所示；

（2）至少为双环路/辐射型配电，且其电缆是远离敷设的，并且在失火状态下环路/辐射型配电中至少一路能保持工作。

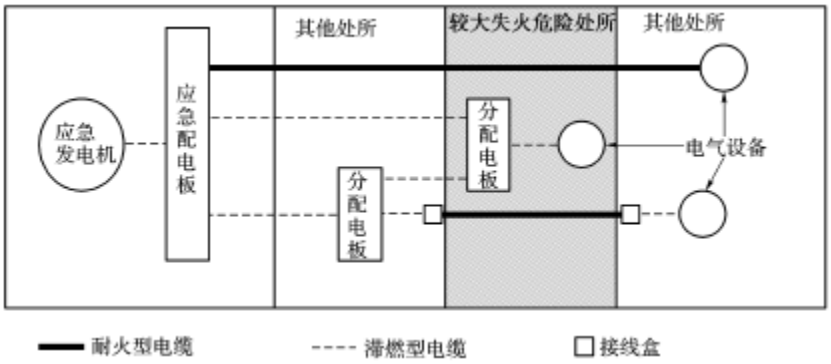


图 2.11.3.5 需在失火状态下工作的设备的电缆

2.11.3.6 需在失火状况下维持工作的设备包括：

（1）通用紧急报警系统；

（2）探火和失火报警系统；

（3）灭火系统和灭火剂施放报警系统；

（4）公共广播系统；

（5）应急照明；

（6）低位照明系统；

（7）动力操作的防火门的控制和动力系统以及所有防火门的状态指示系统；

（8）动力操作的水密门的控制和动力系统以及所有水密门的状态指示系统；

（9）可能形成火灾和/或爆炸蔓延系统的遥控停止/关闭设备；

---

[6] 参见有关 IEC60092 系列出版物和 IEC60331 出版物《电缆的耐火特性》或与其等效的标准。

[7] “较大失火危险处所”是指：

（1）海上人命安全公约公约第Ⅱ-2 第 3.20 所定义的机器处所；（2）装有燃油处理设备或其他易燃物质的处所；（3）厨房和装有烹饪设备的配膳间；（4）装有烘干设备的洗衣房等。

（10） 应急消防泵。

2.11.3.7 至应急消防泵的电缆，应尽可能不穿过装有主消防泵及其动力源和/或原动机的机器处所。如果由于浮式装置布置使至应急消防泵的电缆必须穿过这些机器处所，则应采用耐火电缆，并应有防止机械损伤的保护（例如敷设在厚壁钢管中）。

2.11.3.8 特殊情况下必要时，例如射频电缆或数字计算机信息传输系统电缆，经 CCS 同意可以使用不符合本节 2.11.3.3 要求的特种电缆。

2.11.3.9 在选择不同类型的外护层时，应着重考虑对每根电缆在安装和使用时可能受到的机械作用。如果认为外护层的机械强度不够，则电缆应安装在管子或管道或电缆槽内或采取其他防护措施。

2.11.4 导体截面积的确定

2.11.4.1 电缆所能承载的最大连续负载，应不超过该电缆经过校正系数校正后的标称电流。在估算最大连续负载时，可以考虑各个负载需用系数和最大负载的持续时间。

2.11.4.2 当电缆在正常工作条件下承载最大电流时，从主配电板或应急配电板的汇流排到任何安装点的电压降，应不超过额定电压的 6%。由蓄电池供电，其电压不超过 50V 者，可增至 10%。

对于航行灯线路应有较小的电压降，以保持其足够的亮度和颜色。

2.11.4.3 在确定照明电路的电流定额时，每一灯座应按能与它连接的最大负载计算，但最小为 60W。若灯具的结构只能装接定额低于 60W 的灯者，则可除外。

每个照明插座应按二个灯座计算。

2.11.4.4 馈电给起货机或旋转起重机及绞缆机的电缆定额， 应与工作定额相适应。

2.11.4.5 直流发电机均压线电缆的截面积应不小于主电路电缆截面积的 50%；三相四线制中性线截面积应为相线的 50%，当相线截面积小于或等于 16 mm^2 时，中性线截面积应与相线截面积相同。

2.11.4.6 在危险区域敷设的电力和照明系统的电缆的最小截面积为 1.5mm^2。

2.11.5 连续工作制的电流定额

2.11.5.1 电缆承载的最大连续负载，应不超出表 2.11.5.1 所列数值。

表中所列的电流定额，系以表 2.11.2.2 所列的导体最高工作温度为基础而规定的。若根据经验或者计算得出的数据对电流定额进行更精确的估定时，则可将详细内容提交 CCS 审查。

电缆连续工作时的电流定额 （基准环境温度 45℃） 表 2.11.5.1

绝缘	热塑性复合物			热固性复合物			硅橡胶和矿物绝缘		
导体最高工作温度	70℃			90℃			95℃		
mm^2	单芯	双芯	三芯或四芯	单芯	双芯	三芯或四芯	单芯	双芯	三芯或四芯
1	12	10	8	16	14	11	20	17	14
1.5	15	13	11	23	20	16	26	22	18
2.5	21	18	15	40	26	21	32	27	22

4	29	25	20	51	34	28	43	37	30
6	37	31	26	52	44	36	55	47	39
10	51	43	36	72	61	50	76	65	53
16	68	58	48	96	82	67	102	87	71
25	90	77	63	127	108	89	135	115	95
35	111	94	78	157	133	110	166	141	116
50	138	117	97	196	167	137	208	177	146
70	171	145	120	242	206	169	256	218	179
95	207	176	145	293	249	205	310	264	217
120	239	203	167	339	288	237	359	305	251
150	275	234	193	389	331	272	412	350	288
185	313	266	219	444	377	311	470	400	329
240	369	314	258	522	444	365	553	470	387
300	424	360	297	601	511	421	636	541	445

2.11.6 电流定额的校正系数

2.11.6.1 不同环境温度时的校正系数

当已知环境温度不同于 45℃时，应采用表 2.11.6.1 所示的校正系数。

电流定额的校正系数 表 2.11.6.1

环境温度（℃） 导体最高工作温度（℃）	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85
60	1.29	1.15	1.00	0.82	—	—	—	—	—	—	—
65	1.22	1.12	1.00	0.87	0.71	—	—	—	—	—	—
70	1.18	1.10	1.00	0.89	0.77	0.63	—	—	—	—	—
75	1.15	1.08	1.00	0.91	0.82	0.71	0.58	—	—	—	—
80	1.13	1.07	1.00	0.93	0.85	0.76	0.65	0.53	—	—	—
85	1.12	1.06	1.00	0.94	0.87	0.79	0.71	0.61	0.50	—	—
90	1.10	1.05	1.00	0.94	0.88	0.82	0.74	0.67	0.58	0.47	—
95	1.10	1.05	1.00	0.95	0.89	0.84	0.77	0.71	0.63	0.55	0.45

2.11.6.2 成束电缆敷设时的校正系数

（1）按下列方式之一敷设的电缆，若能保证每束电缆周围冷却空气自由循环，则可直接采用表 2.11.5.1 所列的电流定额：

① 不超过 6 根的电缆成束敷设在导板上，或管道、管子或电缆槽内；

② 超过 6 根的电缆按下列方式组合：

在任何两组 6 根束集之间的距离应至少等于最粗电缆的直径：

○○○○○○ ○○○○○○ ○○○○○○

或在任何两组三根束集之间的水平及垂直距离应至少等于最粗电缆的直径

○○○ ○○○ ○○○

○○○ ○○○ ○○○

（2）对于可能以额定负荷同时工作而又靠紧在一起，且周围无空气自由循环的 6 根以上的电缆束，则应采用 0.85 的校正系数；

注： ① 成束电缆系指两根或多根电缆敷设在单独的管道、电缆槽或电缆通道内，或者是未加封闭且相互间不可分开的一束电缆。

② 当采用 0.85 的校正系数时，应注意电缆敷设层数，一般每束电缆不宜超过两层。

2.11.6.3 非连续工作制的校正系数

（1）“0.5h”或“1h”工作制的校正系数，可采用图 2.11.6.3（1）所给出的相应的校正系数。

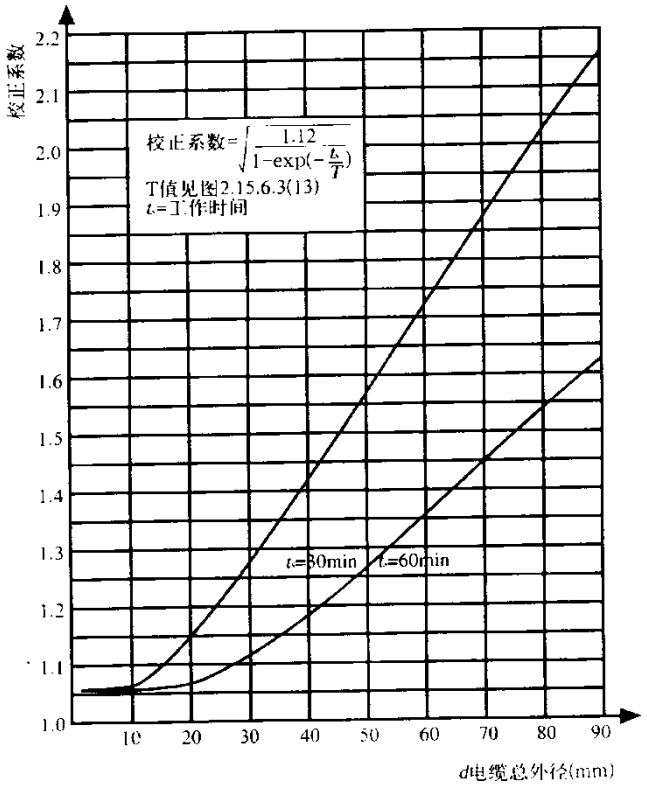


图 2.11.6.3（1）“0.5h”和“1h”工作制的校正系数

注：图 2.11.6.3（1）仅对停止工作的时间长于临界持续时间（临界持续时间等于电缆时间常数的 3 倍）的时候才适用。

（2）重复短时工作制的校正系数，可采用图 2.11.6.3（2）所给出的相应的校正系数。

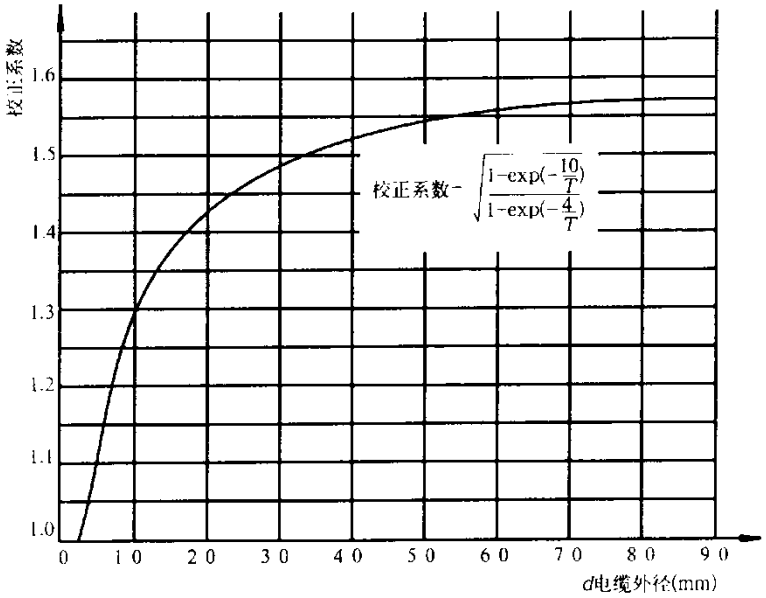


图 2.11.6.3（2）重复短时工作制的校正系数

注：图 2.11.6.3（2）所给出的校正系数是按 10min 为周期的粗略计算，其中 4min 为恒定负载，6min 为空载。

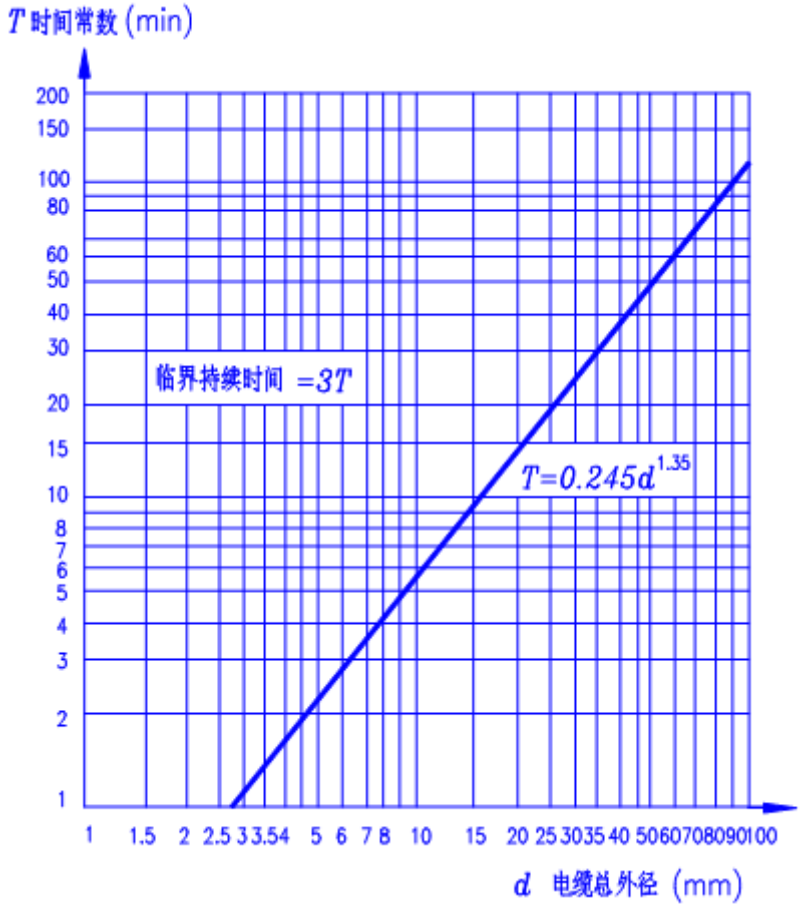


图 2.11.6.3（3）电缆的时间常数

（3）电缆的时间常数如图 2.11.6.3（3）所示。

2.11.7 电缆的并联使用

2.11.7.1 导体截面等于或大于 10 mm^2 时，才允许作并联使用。进行并联使用的所有电缆应为相同的阻抗、截面和导体最高工作温度，其电流定额应为所有并联导体的定额之和。

2.11.8 短路容量

2.11.8.1 电缆及其绝缘导体应能耐受最大短路电流所产生的机械应力和热效应。

2.11.9 电缆的走线

2.11.9.1 电缆的走线应尽可能平直且易于检修。

2.11.9.2 电缆的走线应避免潮气或水滴凝结的影响。

2.11.9.3 电缆的走线应尽量远离锅炉、热管、电阻器等的热源，并具有不受机械损伤的保护。

2.11.9.4 导体最高工作温度不同的电缆不应敷设在一起。如此种成束敷设不可避免时，则任何一根电缆的工作温度不应达到高于该束中温度定额最低的电缆所允许的温度。

2.11.9.5 具有不同护套或外护层的电缆，若敷设时可能损坏其他电缆的护套或外护层时，则不应成束敷在一起。

2.11.9.6 对要求两路供电的重要设备，例如操舵装置的供电及其控制用的两路电缆，应尽最大可能在水平及垂直方向远离敷设。

2.11.9.7 对具有双套设备的重要设备或互为备用完成同一重要功能（例如机舱传令钟等）的双套系统[8]，其各自的供电及其控制用电缆应尽可能在水平及垂直方向远离敷设。

2.11.9.8 用于重要设备或应急动力设备、应急照明、以及应急状态下使用的内部通信或信号设备的电缆应尽量远离厨房、洗衣间、机器处所及其舱棚，以及其他高度失火危险处所，但对这些处所中的设备供电的电缆可例外。

如果可能，所有这些电缆的敷设方式应能防止由于邻近处所失火时可能造成的舱壁高温而使其失效。

2.11.9.9 主干电缆和重要设备的供电和控制用电缆应远离具有较大失火危险的机械、机械部件敷设。除非是：

（1）这些设备本身的电缆；

（2）以钢质舱壁或甲板与这些设备隔开的电缆；

（3）采用耐火电缆。

注： 包含易燃物的机械、机械部件或设备被认为是具有较大失火危险的机械、机械部件或设备。

2.11.9.10 若电缆系成束敷设，应采用限制火焰沿电缆束蔓延的下列措施之一：

（1）采用通过CCS接受标准[9]规定试验的成束滞燃要求的电缆；

（2）在电缆束路径的适当地方设置挡火板或涂以经 CCS 认可的耐火涂料。

2.11.9.11 干线电缆暗式敷设的路径上的封闭板应便于开启。

2.11.9.12 电缆不应直接埋在用可燃材料制成的隔热或隔音绝缘层内。采用不燃材料包

[8] 若主配电板安装于独立的封闭舱室（例如安装在主机控制室）中，则该要求不适用于安装在该封闭舱中的设备和电缆。

[9] 参见 IEC 332－3 号出版物《电缆在火焰条件下的试验 第 3 篇 成束电线或电缆》或与其等效的标准。

复后，将绝缘层分开时，则允许敷设在绝缘层内，但这些电缆应该相应降低负荷。

2.11.9.13 耐火电缆的布置与走线应符合下列要求：

（1）电缆应布置成由于在本节 2.11.3.5 规定的处所或区域之一的局部火灾所引起的有关设备的功能减损为最小；

（2）电缆应尽可能平直走线。

2.11.9.14 动力电缆和信号电缆及控制电缆一般不应同束敷设。

2.11.9.15 每个本质安全电路应具有各自的专用电缆，并应与非本质安全电路的电缆分开敷设（例如：不应束聚在一起，不应放在同一罩壳或管道内，也不应用同一夹线板固定）。本质安全电路电缆的外护套应为蓝色或具有蓝色条纹标识。蓝色条纹应清晰可见。

2.11.10 电缆的机械保护

2.11.10.1 容易受到机械损伤的电缆，应以金属缆槽或罩壳或钢管来保护，如果其外护层能足以承受这种可能的损坏者，则可例外。

2.11.10.2 用作电缆机械性保护的金属罩壳，应有有效的防腐蚀措施。

2.11.10.3 若电缆通过舱底花钢板下敷设时，应有防止油水浸渍和防止机械损伤的可靠措施。

2.11.11 弯曲半径

2.11.11.1 在敷设电缆时，弯曲最小内半径一般应符合表 2.11.11.1 的规定。

固定敷设的电缆最小弯曲内半径 表 2.11.11.1

电缆结构		电缆外径 D，mm	最小弯曲内径
绝缘	外护层		
热塑性或热固性材料（铜导体为圆形）	非铠装或非编织	≤25	4D
		＞25	6D
	金属编织屏蔽或铠装	任何	6D
	金属线铠装、金属条铠装或金属护套	任何	6D
	合成聚脂/金属薄片带屏蔽或组合带屏蔽	任何	8D
热塑性或热固性材料（铜导体为特定形状）	任何	任何	8D
矿物	硬金属护套	任何	6D

2.11.12 电缆的紧固

2.11.12.1 电缆除用于可携式设备以及敷设在管子、管道、电缆槽或特别罩壳内以外，均应有效地加以支承和紧固。

2.11.12.2 电缆紧固件或扎带应坚固，并应具有足够的表面积和一定的形状，使电缆能保持紧固而不损伤其护套或外护层。

2.11.12.3 电缆紧固件、支承和附件均应用耐蚀材料制成，或在安装前进行适当的防蚀处理。

2.11.12.4 支承件之间的距离，应按电缆的类型和承受振动的可能性适当地选择，其距离一般应符合表 2.11.12.4 的规定。

2.11.12.5 电缆采用非金属电缆紧固件或扎带固定，并且未敷设在水平电缆托架或支承件之上时，应以最大不超过 1m 的间隔附加金属电缆紧固件，防止火灾时电缆脱落，引起人

员伤害或对逃生通道造成阻碍。

电缆外径与支承件距离 表 2.11.12.4

电缆的外径（mm）		支承间距离（mm）	
超过	不超过	非铠装电缆	铠装电缆
—	8	200	250
8	13	250	300
13	20	300	350
20	30	350	400
30	—	400	450

2.11.13 电缆贯穿隔舱壁

2.11.13.1 电缆贯穿水密隔舱壁或甲板时，可采用单独水密填料函，或用容纳多根电缆的水密填料箱，但完工后应保持隔舱壁或甲板的水密完整性。

2.11.13.2 当电缆穿过非水密舱壁或结构钢时，孔口应用铅或者其他认可的材料作衬垫。若钢材厚度等于或大于 6mm，则适当倒圆孔口可以被认为与衬垫等效。

2.11.13.3 电缆贯穿有某种防火要求的舱壁和甲板时，应保证不会削弱甲板和舱壁的防火完整性。

2.11.13.4 穿过甲板的电缆，应用适当高度的金属导管或围框加以保护。

2.11.13.5 用作填料函和衬垫的材料，不应对电缆或船体构件有腐蚀危险。

2.11.13.6 若在舱壁或结构钢中切割方形孔时，则孔角应有一定的曲率半径。

2.11.14 电缆在金属管子或管道或电缆槽中敷设

2.11.14.1 当电缆在金属管子、管道、电缆槽内敷设时，应符合下列规定：

（1）管子或管道或电缆槽内壁应光滑，并应有防蚀措施；

（2）管子或管道或电缆槽的端部应采取措施以使电缆的护套或外护层不致受损；

（3）管子或管道的内截面积和弯曲半径，应允许其所容纳的电缆容易拉进和拉出；管子或管道的弯曲内径应不小于电缆弯曲半径的允许值；外直径等于或大于 63mm 的管子，其弯曲内半径应不小于管子外直径的 2 倍；

（4）穿管系数（电缆外径截面积的总和与管子或管道或电缆槽内截面积之比）应不大于 0.4；

（5）管子或管道或电缆槽在接头处应保证机械上和电气上的连续性，并应可靠接地；

（6）管子或管道或电缆槽的布置应使水不能在内部积聚（因考虑可能凝水）；

（7）必要时应设置通风开口，以流通空气并避免管子或管道或电缆槽线路上的任何部分有积水的可能。通风开口最好设在管子或管道或电缆槽的最高点及最低点；

此项通风开口仅在不会因此而增加火灾危险的情况下方可设置。

（8）当管子很长且必要时，应设膨胀接头；

（9）应避免把没有任何外护层的铅包电缆敷设在管子、管道或电缆槽内。

2.11.14.2 若电缆系敷设在围壁通道内，则围壁通道的构造，不应使之成为火灾由一甲板间或舱室传到另一处的通道。

2.11.14.3 用作冷阴极辉光放电灯的电缆，除非用金属护套或屏蔽加以保护，否则均不应安装在金属管中。

2.11.15 电缆在冷藏处所中的敷设

2.11.15.1 与冷藏处所无关的电缆，不应穿过冷藏处所敷设。敷设在冷藏处所中的电缆，应具有水密的或不透性的护套，而且应有防止遭受机械性损伤的防护。若采用铠装电缆，则铠装（除非是已经镀过锌的）应进一步采用耐潮外护层以防止腐蚀。

2.11.15.2 冷藏处所中的电缆应全部明线敷设。

2.11.15.3 如电缆必需穿过冷藏处所的热绝缘层，则电缆应敷设在金属管子里垂直穿过。管子的两端应设置水密填料函。

2.11.15.4 固定电缆的金属支承件均应镀锌或采用其他防腐蚀措施。

2.11.15.5 应有预防措施以防止沿电缆放置临时悬挂物件的铁钩。

2.11.15.6 在冷藏处所中一般不使用以聚氯乙烯为绝缘或护套的电缆，除非该聚氯乙烯混合物是适合于低温工作的。

2.11.16 减少张力

2.11.16.1 电缆的敷设应使其本身重量或任何其他原因所施加在电缆上的张力减至最小。特别是对于小截面的电缆和垂直敷设或敷在垂直管子内的电缆。

2.11.17 电动力

2.11.17.1 为防止由于短路导致的电动力作用，单芯电缆应牢靠地固定，支承件的强度应承受预期短路电流相当的电动力。

2.11.18 交流单芯电缆的敷设

2.11.18.1 交流电力系统应尽量采用双芯或多芯电缆，如必需采用单芯电缆而线路电流又超过 20A 者，则应符合下列规定：

（1）电缆应为非铠装的或为以非磁性材料铠装和覆盖的；

（2）属于同一线路导线应装在同一管子或管道或电缆槽内；紧固电缆的紧固件应将各相导线一同夹持。若紧固件系以非磁性材料制成，则不在此限；

（3）当由二根、三根或四根单芯电缆分别构成单相电路，三相电路或三相四线电路时，电缆应尽量相互紧贴敷设。在各种情况下，两相邻电缆外护层之间的间隙不应大于单根电缆的直径；

（4）额定电流大于 250A 的单芯电缆，必需靠近钢质舱壁敷设时，电缆与舱壁之间至少应有 50mm 的间隙，但不同相的单芯电缆系按品字形敷设时，则可例外；

（5）磁性材料不应用于同一线路的一群单芯电缆之间。在电缆穿越钢板时，应将同一线路的所有导线都在一起穿过钢板或填料函，其布置应使电缆之间无磁性材料存在；电缆和磁性材料之间的间隙应不小于 75mm，但不同相的单芯电缆系按品字形敷设时，则可例外；

（6）为使导线截面积等于或大于 185mm^2 的单芯电缆所构成的相当长的三相线路的阻抗达到一定程度的平衡，应每隔 15m 以内，将各相换位一次；亦可将三根不同相的单芯电缆按品字形敷设；如走线的长度不超过 30m 者，则不必采取此项措施；

（7）若线路中每相有几根单芯电缆并联时，所有电缆应沿相同的路径敷设和具有相同的截面积；

此外，为了防止电流负载的分配不均匀，属于同相的电缆应尽量同其他相的电缆交错排列。例如：每相有六根电缆时，正确的排列次序见表 2.11.18.1。

（8）单芯电缆的金属护套或金属外护层，只能在一点接地。

电缆的排列 表 2.11.18.1

每相并联根数	一层排列次序	二层排列次序
2	ABC CBA	ABC ABC
3		ABCA BCABC
4		ABCABC CBACBA
5		ABCABCA BCABCABC
6		ABCABCABC CBACBACBA

2.11.19 电缆防电磁干扰的敷设

2.11.19.1 为了尽可能避免不必要的电磁干扰，电缆的敷设应参CCS接受标准 [10]的有关规定。

2.11.20 电缆金属护套或金属护层的接地

2.11.20.1 电缆金属护套或金属外护层的接地应符合本篇第 1 章第 4 节的有关要求。

2.11.21 电缆端头的处理

2.11.21.1 截面积大于 4 mm^2 的各种导线的端接头，应为焊接的接线头、压接型接线头或者机械夹头，不应采用腐蚀性焊剂。

2.11.21.2 电缆接头和接线端头的温度，一般应不超过电缆绝缘的最高工作温度。

2.11.21.3 在护套层下具有辅助绝缘带的电缆，如其线端的绝缘带已被剥去时，则在每一芯线的绝缘与接地金属接触或可能接触之处应设附加绝缘。

2.11.21.4 导体在接线端固定时，无论在连接处或分支处， 均应能承受短路电流的热效应和机械应力。

2.11.21.5 矿物绝缘电缆的端头，应按电缆制造厂的说明书的要求施工。

2.11.21.6 具有吸潮性绝缘的（即矿物绝缘等）电缆，应将其端部密封，以防潮气进入。

2.11.22 电缆的连接和分支

2.11.22.1 电缆的敷设通常不应有接头，如由于维修或分段建造需要连接接头时，这种接头的导电连续性、 绝缘性、机械强度和防护性、接地和耐火或滞燃等特性均应不低于对电缆的相应要求。

2.11.22.2 电缆应在适当的接线盒内进行连接和分支，应使所有的导线加以适合紧固和绝缘，并防止大气的作用。接线端或汇流排应具有适合于电缆定额的尺寸。

2.11.22.3 连接和分支处应有清晰的标志。

2.11.23 接线盒

2.11.23.1 接线盒应用滞燃材料制成，导电部分应架设在坚固耐久、滞燃和耐潮的材料上，并具有永久性的高介电强度的绝缘电阻。

2.11.23.2 接线盒内的导电部分之间应用滞燃绝缘材料作适当阻挡，以使不同极性的导

[10] 参见国际电工委员会（IEC）第 533 号出版物《船舶电气和电子设备的电磁兼容性》。

线间或导线和接地金属之间不致发生短路。

2.11.23.3 所有接线盒应有说明其用途的铭牌或与敷设图上相一致的耐久编号标志。若接线盒的安装为暗式，则封闭板应便于开启。

第 12 节 交流高压电气装置特殊要求

2.12.1 一般要求

2.12.1.1 本节的规定适用于额定电压（相间电压）超过 1kV 的交流三相高压电气装置。除另有明文规定外，低压电气设备的构造和安装一般也适用于交流高压电气装置。

2.12.1.2 系统额定电压应不超过 15kV。如有特殊需要，经 CCS 同意可以采用更高的电压。

2.12.1.3 电压超过 1kV 的高压电气设备和低压电气设备不应组合在同一外壳内，除非采取隔离或其他合适的措施，以确保人员能够无危险地接近低压设备。

2.12.2 系统设计

2.12.2.1 交流高压电气装置的配电应符合下列要求：

（1）应将主配电板至少分成 2 个独立的分段，通过至少一个断路器或其他合适的隔离设备分隔开，每 1 分段至少由 1 台发电机供电。如果 2 个独立配电板由电缆进行连接，则在电缆的每一端应设有断路器。

双套设备应分别连接至主配电板的不同分段或者相互连接的不同的独立配电板上；

（2）采用中性点接地系统时，接地故障电流既不大于配电板上或配电板分段上最大 1 台发电机的额定电流，又不小于其接地故障保护电器最小动作电流的 3 倍。

不论采用何种方式供电，都应保证至少有一电源中性点接地。中性点直接接地的电气设备或其他中性点接地系统中，应能承受单相接地故障电流，直至其接地故障保护电器脱扣所需的时间为止；

（3）每台发电机均应设有将其中性点接地连接切断的设施，以便能切断其中性点连接后进行维修和测量绝缘电阻；

（4）所有接地电阻器都应与浮式装置钢结构相连接，其与浮式装置钢结构连接中的任何环流都不会对无线电通信和控制设备电路产生干扰；

（5）在中性点接地的系统中，若系统分成几个部分，则每一部分都应将中性点与浮式装置的钢结构相连接。

2.12.2.2 高压电气设备的外壳防护等级应与其安装场所相适应，应满足下列要求：

（1）旋转电机的外壳防护等级至少应为 IP23，其接线盒的防护等级至少应为 IP44。安装在非专职人员可以到达处所的电动机，其外壳防护等级至少为 IP4X，以防止人员接近或触及电机的带电或转动部分；

（2）变压器的外壳防护等级至少为 IP23，若安装在非专职人员可以到达的处所时，则其外壳防护等级至少为 IP4X。

变压器若没有外壳，其安装应符合本节 2.13.7.1 的规定；

（3）具有金属外壳的控制设备、配电设备组件和静止变换器的外壳防护等级至少应为

IP32，若安装在非专职人员可以到达的处所时，则其外壳防护等级至少为 IP4X。

2.12.2.3 高压电气设备的电气间隙和爬电距离应符合：

（1）通常对未经型式试验的设备，其非绝缘部件的相对相和相对地之间的电气间隙应不小于表 2.12.2.3 的规定值；

最小电气间隙 表 2.12.2.3

额定电压（kV）	最小电气间隔（mm）
3（3.3）	55
6（6.6）	90
10（11）	120
15	160

注：若电压为所列额定电压的中间值，则应取电压高的这一档次值。若电气间隙低于表 2.12.2.3 所列值，则应进行相应的冲击电压试验。

（2）带电部件之间及带电部件与接地金属部件之间的爬电距离，应符合 IEC 出版物关于系统的额定电压、绝缘材料特性和开关及故障时产生瞬间过电压的规定。

开关设备的汇流排分段上的非标准部件，最小爬电距离应至少 25mm/kV，在限流设备后 16mm/kV。

2.12.2.4 对高压电力系统的保护有如下特殊要求：

（1）应设有保护装置，以对发电机至主配电板之间的连接电缆出现相间故障和发电机内部绕组出现故障进行保护。该保护电器应能使发电机断路器脱扣，并自动对发电机进行灭磁；在中性点接地的分配系统中，相对地间故障也应按上述要求处理；

（2）系统中任何接地故障应有视觉和听觉报警。在低阻抗或直接接地的系统（有效接地的系统，其接地系数[11]小于 0.8）中，应设有自动切断故障电路的保护设备。在高阻抗接地系统（非有效接地的系统，其接地系数大于 0.8）中，如果发生接地故障时输出电源未断开，则设备的绝缘应按相对相电压来设计；

（3）电力变压器应设有过载和短路保护。若变压器需并联运行，则其初级侧保护电器的脱扣应能自动分断连接于次级侧的开关；

（4）在电压互感器的次级侧应设有过载和短路保护；

（5）不允许用熔断器作过载保护；

（6）通过变压器从高压系统获得供电的低压系统应设有过电压保护，这可采取下列方式：

① 低压系统直接接地；

② 适当的中性点电压限制器；

③ 变压器初级和次级绕组间的接地屏蔽。

2.12.3 旋转电机

2.12.3.1 应引出发电机定子绕组所有相的端头，以便安装差动保护。

2.12.3.2 在定子绕组应设有温度检测器，以便能在温度一旦超过允许值时，触发安装在通常有人值班处所内的视觉和听觉报警器发出报警信号。

若采用埋置式温度检测器，则应设有电路的过电压保护。

[11] 接地系数：指相对地电压与相对相的电压之比，在 $1/\sqrt{3}$ 和 1 之间取值。

2.12.3.3 除了通常对旋转电机要求的试验项目外，对单个线圈还应按照CCS接受的标准[12]进行高频高压试验，以验证匝间绝缘对陡峭前沿的操作过电压的承受能力是令人满意的。

2.12.4 电力变压器

2.12.4.1 干式变压器应符合CCS接受的标准[13]，液冷式变压器也应符合CCS接受的标准[14]。

2.12.4.2 油浸式变压器应设有下列保护：

（1）低油位--报警；

（2）油温高—报警；

（3）低油位—脱扣或降低负荷；

（4）油温高—脱扣或降低负荷；

（5）高气压继电器—脱扣。

2.12.5 控制设备和配电设备组件

2.12.5.1 控制设备和配电设备组件应按照CCS接受的标准[15]制造。

2.12.5.2 控制设备和配电设备组件的结构应符合下列要求：

（1）应具有符合CCS接受的标准[16]的金属封闭结构或绝缘材料封闭型结构；

（2）抽出式断路器或开关不论是在工作位置，还是在断开位置上，均应有机械锁定机构。为维修之便，抽出式断路器、开关和固定安装的断路器可采用健式锁定；在抽出式断路器处于工作位置情况下，其固定部件之间应无相对位移；

（3）抽出式断路器和开关的固定触头，应安排成在抽出状态下，其带电触头被自动覆盖；

（4）应提供足够数量的接地和短路设备，以保证对电路能安全地进行维修工作。

2.12.5.3 对辅助系统的要求：

（1）若电能或机械能用做断路器和开关的操作能源，则应能提供所有部件至少连续 2 次操作的储备能源。

但是，用于过载、短路或欠压的脱扣应独立于任何电源储备。如果释放电路断路器或电源发生故障而产生报警的话，可采用分励脱扣；

（2）当辅助电路必须外电源供电时，应至少设有 2 套外电源，并布置成使其中 1 套发生故障或丧失功能的情况下，而导致 1 台以上发电机和/或成组的重要设备不能工作。

如果必要，上述电源之一应是能从浮式装置瘫痪状态启动的应急电源；

（3）辅助设备（包括各种仪表、继电器）应能承受由于开关的分、合闸产生的振动，而不会误动作。

2.12.5.4 任一控制设备和配电设备组件均应进行工频高压试验。试验程序和电压值应符

---

[12] 参见 IEC60034—15 出版物《旋转电机第 15 篇模绕定子线圈的交流旋转电机的耐压等级》或其他等效标准。

[13] 参见 IEC60076-11 出版物《干式电力变压器》或其他等效标准。

[14] 参见 IEC60076 出版物《电力变压器》或其他等效标准。

[15] 参见 IEC60298 出版物《交流额定电压 1kV 以上至 72.5kV 金属封闭开关设备和控制设备》和符合 IEC60466 出版物《交流额定电压 1kV 以上至 38kV 绝缘材料封闭式开关设备》或其他等效标准。

[16] 参见 IEC60298 出版物《交流额定电压 1kV 以上至 72.5kV 金属封闭开关设备和控制设备》或其他等效标准。

合 CCS 接受的标准③的规定。

2.12.6 电缆

2.12.6.1 高压电缆应按照CCS接受的标准 [17]制造。

2.12.7 安装

2.12.7.1 若设备没有外壳，而是安装在构成设备“外壳”的处所时，则应设有仅在电源断开和设备已经接地的情况下，该处所的门方可打开的联锁措施。

在安装高压设备处所的入口，应设有适当的标志牌，以指明高压危险。安装在上述处所以外的高压设备也应有类似的标志牌。

2.12.7.2 高压电缆的敷设及试验应符合下列要求：

（1）高压电缆路经居住处所时，应敷设在封闭的罩壳内；

（2）高压电缆应与不同工作电压的电缆分开敷设，特别是它们不应敷设在同一电缆管或电缆槽、同一管道或者同一箱（盒）中。

当不同电压等级的电缆安装在同一电缆托架上时，电缆间的电气间隙应不小于按本节 2.12.2.3（1）所要求的较高电压等级的最小值。但高压电缆不应与额定电压 1 kV 以下的电缆安装在同一电缆托架上；

（3）通常，具有连续有效接地的金属护套或铠装高压电缆应安装在托架上。否则，整根电缆均应安装在有效接地的金属槽或金属管道中；

（4）高压电缆所有导体的端头应尽实际可能有效地覆盖上合适的绝缘材料，在接线盒中若导体无绝缘层，则相间和相对地间均应用合适的绝缘材料制成的坚固隔板隔开。径向场类型的高压电缆，如在绝缘中具有控制电场的导电层，应具有提供电应力控制的端头。端头的接头型式应与电缆的绝缘和保护层材料相适应，且应将电缆的所有金属保护层（例如金属带、金属线等）接地；

（5）高压电缆应有合适的标志，以便识别；

（6）高压电缆安装完毕，投入运行前，应对每一完工的电缆及其附件应在绝缘电阻试验之后进行耐电压试验，试验方法可按CCS接受的标准 [18]或下述方法进行：

① 当进行直流电压耐压试验时，电压应不小于：

电缆额定电压（U_0）为 3.6kV及以下：1.6（2.5 U_0+2kV）

电缆额定电压（U_0）大于 3.6kV：4.2 U_0

注：式中U_0是导体和地或金属屏蔽间电缆设计的额定电压。

试验电压应保持至少 15min。在试验完毕后导体应连接至地一段足够的时间，以便清除任何聚集的电荷。然后重复绝缘电阻试验。

② 当进行交流电压耐压试验时，施加电压应不小于电缆的正常工作电压，并应至少保持 24h。

2.12.7.3 对于有压力释放口的高压配电板或控制箱，电缆的敷设要远离压力释放口。

---

[17] 参见 IEC60092-353 出版物《额定电压 1kV、3kV 单芯和多芯挤出型固体绝缘非径向场类型电力电缆》和 IEC60092-354 出版物《额定电压 6kV、10kV 和 15kV 单芯和三芯挤出型固体绝缘电力电缆》或其他等效标准。

[18] 参见 IEC60502 出版物《额定电压 1kV 至 30kV 挤出型绝缘和附件的电力电缆》或其他等效的标准。



中 国 船 级 社

海上浮式装置入级规范

2014

第 7 篇 自动化、安全与通信系统

目 录

第 1 章 通 则 7-1

第 1 节 一般规定 7-1
第 2 节 环境与工作条件 7-4

第 2 章 基本要求 7-5

第 1 节 一般规定 7-5
第 2 节 控制系统 7-6
第 3 节 安全系统 7-8
第 4 节 报警系统（包括显示） 7-8
第 5 节 控制站（室） 7-9
第 6 节 计算机系统 7-10
第 7 节 传 感 器 7-10

第 3 章 过程控制系统 7-12

第 1 节 主要功能和目的 7-12
第 2 节 船舶管理系统 7-12
第 3 节 生产模块控制系统 7-13
第 4 节 与外部的接口 7-13

第 4 章 应急关断 7-14

第 1 节 应急关断的设置要求 7-14
第 2 节 应急关断的技术要求 7-15

第 5 章 火灾与探测系统 7-17

第 1 节 一般要求 7-17
第 2 节 技术要求 7-17
第 3 节 配备要求 7-20
第 4 节 关断和释放 7-21

第 6 章 可燃气体和硫化氢气体探测系统 7-22

第 1 节 固定式探测和报警系统 7-22
第 2 节 便携式探测器 7-23
第 3 节 防硫化氢呼吸装置 7-23

第 7 章 安全与通信系统 7-24

第 1 节 一般规定 7-24
第 2 节 播发安全信息的系统 7-24
第 3 节 通用紧急报警系统 7-26

第 4 节 防止浸水..... 7-26
第 5 节 其他报警和安全装置..... 7-28
第 6 节 内部通信系统..... 7-29
第 7 节 外部通信系统..... 7-30

第1章 通 则

第1节 一般规定

1.1.1 一般要求

1.1.1.1 本篇的规定适用于非自航浮式装置上的自动化、安全与通信系统。

具有自航能力的浮式装置，其推进装置应符合中国船级社《钢质海船入级规范》的相关规定。

柱稳式平台的自动化、安全与通信系统应满足中国船级社《移动平台入级规范》的相关规定。

1.1.1.2 本篇的规定尽管包括了国际海事组织《海上人命安全公约》的有关规定，但仍应注意浮式装置登记国和进行工作水域主管机关的有关法定要求。

1.1.1.3 对于满足本篇要求的不同自动化等级的浮式装置，可授予下列附加标志：

（1）主要机械设备由驾驶室或主控制站遥控，机器处所包括机械处所集控站（室）周期性无人值班的浮式装置——AUT-0；

（2）机器处所集中监控机电设备的浮式装置——MCC。

1.1.1.4 设有符合本篇要求的自动化系统的浮式装置的安全性，应与机电设备有人直接看管的浮式装置相同，并应有措施保证在自动化系统失效时能在机旁对机电设备进行有效的人工操作。

1.1.1.5 本篇仅对与浮式装置中央控制系统的设计和安装等做出了规定。相关电气设备的性能、制造和试验，应符合本规范第 5 篇和 CCS《钢质海船入级规范》第 4 篇第 1 章和第 3 章的有关规定，但环境条件应遵照本章第 2 节执行。

1.1.1.6 浮式装置中央控制系统一般包括过程控制系统、应急关断系统（ESD）、火灾与可燃气体探测报警系统（F&G）、信息管理系统（包括生产、计划管理和备件管理）等。过程控制系统、应急关断系统和火气探测系统这三套控制系统应完全独立，并通过系统集成的手段设计成一个整体，实现分散控制，集中管理。

1.1.1.7 浮式装置上的中央控制系统可具有以下功能：

——为船舶管理人员提供日常工作的管理信息；

——为原油生产人员提供日常工作的过程处理信息，保证生产安全、连续运行；

——为全船人员提供必要的安全信息，保障人员安全；

——接受与处理各项实时信息以防止潜在的危险和趋势分析；

——实现数据的有序的录入和输出；

——为公司管理层提供必要的实时信息，便于公司的管理；

——在船上实现与国际互联网的安全连接，便于与外界联系。

1.1.1.8 浮式装置上的中央控制系统应能保障人员安全、生产正常运行、处理设施的安全及保护海上环境不受污染。

1.1.2 **图纸和资料**

1.1.2.1 新建浮式装置申请入级时，申请人应在施工前提交下列图纸一式四份送 CCS 审查；必要时 CCS 可要求扩大送审机械和生产处理设备图纸资料的范围。

1.1.2.2 将下列要求的图纸资料（如适用时）提交批准：

（1）内部通信系统图和布置图，包括：

① 公共广播系统；

② 主机传令钟系统；

③ 电话系统；

④ 轮机员呼叫系统；

（2）报警系统图和布置图，包括：

① 探火和失火报警系统；

② 灭火剂施放预报警系统；

③ 通用紧急报警系统；

④ 水密门关闭报警系统；

⑤ 防火风闸、防火门电气系统图

⑥ 冷库门误关报警系统；

（3）应急关断系统

① 界面和电源布置的方框图；

② 控制台面板布置图；

③ 手动关断、复位和越控设备的详细说明；

④ 应急关断系统控制板、辅助板和手动关断位置布置图；

⑤ 应急关断系统的逻辑图；

（4）阀门遥控系统；

（5）液位遥测电气系统图；

（6）货油压载电气系统图；

（7）测量显示点；

（8）报警点（包括控制站、室内报警信号显示的位置、报警方式）；I/O 点清单

（9）中央控制系统的动力源（包括电力、气动、液压）系统图；

（10）计算机系统应提交的图纸依据 CCS《钢质海船入级规范》第 7 篇第 1 章的有关规定。安全系统的项目；

1.1.2.3 应将下列图纸资料提交备查：

（1）浮式装置中央控制系统说明书，包括：

① 自动控制与遥控系统示意图及功能说明；

② 控制站（室）的监控功能（包括控制站、室之间的控制转换）的说明；

③ 报警点的整定值、报警系统的检查方法和自检功能说明。

（2）与自动控制与遥控系统相关的设备清单。

1.1.2.4 如有必要，还应提交 CCS 要求送审的其他图纸资料。

1.1.3 **定义**

1.1.3.1 本篇有关定义如下：

（1）自动控制：系指具有自动调节功能，无需操作人员参与即可按预定指令对设备进

行操作的控制；

（2）遥控：系指由操作人员通过机械、电气、电子、气动、液压、电磁（无线电）及光学方式或组合方式远距离对设备进行操作的控制；

（3）就地控制：系指位于机电设备近旁由操作人员对设备进行直接的人工操作的控制；

（4）控制站（室）：系指具有监视功能且能够对安全设备、生产处理设备及通用机电设备实施控制的处所。在本章中的控制站（室）主要有以下3类：

① 主控制站（中央控制站/室）：系指所有自动控制设备的监控设施集中布置并在正常工作实施操作监控的处所；

② 就地控制站：系指对机电设备旁或附近实施就地控制的控制站；

③ 辅助控制站：系指除上述两种以外的其他控制站。

（5）安全系统：系指当发生危及主推进装置、电站、生产设施及其他重要机电设备的严重故障时，能使发生故障的设备按下列三种类型自动产生保护性动作的系统：

a类：立即停止运行，如锅炉紧急停炉、紧急切断用电设备电源等，且非经人工复位该设备不应再投入运行；

b类：暂时调节到可以勉强运行状态，如推进装置降低功率或转速等；

c类：启动和投入备用设备使系统恢复正常的运行状态。

（6）报警：系指当受监控的机电设备或系统运行超出预定参数范围时，所发出的听觉和视觉信号，并能识别机器处所内具体的故障情况和位置；

（7）组合报警：系指受监控的机电设备或系统处于任何非正常状态下发出的任一报警，通过一个报警通道所发出的公用报警；

（8）故障安全原则：系指当一个元件或一个系统出现故障或误动作时，该元件或系统的输出能自动处于预定的安全状态而不使故障扩大；

（9）越控：系指越过控制过程中的某一程序或某一安全保护功能，在短时间内强制机电设备继续运行，以保证浮式装置安全或减少损失的特殊控制措施；

（10）紧急停止装置：系指独立于控制系统，在紧急状况下用人工来切断机电设备运行的装置；

（11）冗余设计：系指当系统或设备发生故障时所采用的备用技术手段，依靠其能即刻参与相应的功能而使动作状态持续运行，或者通过恢复原有功能而使运行状态得以延续；

（12）网络：系指计算机之间进行数据传递和交换的通信网；

（13）节点：系指数据通信联络的内部连接点；

（14）重大改装：系指浮式装置上的计算机系统除外围设备外，发生下列之一或组合的情况导致功能和安全性能发生实质性改变：

① 计算机硬件配置的改变；

② 软件升级；

③ 网络（包括拓扑结构）的更改。

1.1.4 试验

1.1.4.1 中央控制系统应连同被监控的机、电设备一起，按经CCS审查同意的试验大纲进行系泊和/或航行试验。

1.1.4.2 应记录经试验满足本规范要求所确定的中央控制系统报警点和安全系统参数的整定值，并保存在船上备查。

第 2 节 环境与工作条件

1.2.1 环境条件

1.2.1.1 控制装置及安全通讯系统应能在表 1.2.1.1 所述环境空气温度下正常工作。

环境空气温度 **表 1.2.1.1**

安装位置	温度 ℃
开敞甲板、无保温措施的甲板室	-25～+55
其它处所	+5～+55

1.2.1.2 中央控制系统应能在下列相对湿度下正常工作：

温度达 +45℃ 时： 95%±3%；

温度高于+45℃时： 70%±3%。

1.2.1.3 中央控制系统应能在表 1.2.1.3 所述振动条件下正常工作，如果在下述频率范围内发生共振，当振动超过下述规定值时，应采取适当措施予以抑止。

振 动 **表 1.2.1.3**

安 装 位 置	振 动 参 数	
一般处所	2.0Hz～13.2Hz 振幅±1mm	13.2Hz～100Hz 加速度±0.7g
往复机械上（例如柴油机、空压机上）及其他类似处所	2.0Hz～25Hz 振幅±1.6mm	25Hz～100Hz 加速度±0.7g
其他特殊部位，例如柴油机（特别是中、高速柴油机）的排气管上	40Hz～2000 Hz 加速度±10.0g（温度 600℃）	

1.2.1.4 中央控制系统应能适应浮式装置上盐雾、油雾、霉菌及灰尘等环境。

1.2.1.5 中央控制系统应能满足第 6 篇表 1.2.1.1（2）倾斜和摇摆的要求。

1.2.2 其它工作条件

1.2.2.1 电压和频率应能在满足本规范第 6 篇第 1 章第 2 节 1.2.2 条件下正常工作。

1.2.2.2 谐波应能在满足本规范第 6 篇第 1 章第 2 节 1.2.3 条件下正常工作。

1.2.2.3 电磁兼容性应能满足本规范第 6 篇第 1 章第 3 节 1.3.4 条件。

1.2.2.4 中央控制系统的液压和气动设备，应能在动力源压力变化额定值的±20%时正常工作，在设计压力值的 1.5 倍时不损坏。

第 2 章 基本要求

第 1 节 一般规定

2.1.1 一般要求

2.1.1.1 本章的规定适用于控制装置的设计与安装。

2.1.1.2 构成控制、报警和安全系统设备的主要部件都应具有 CCS 颁发的船用产品证书。

2.1.1.3 当设备要求对环境进行控制时，应有替代方法，一旦在正常空调系统出现故障时，能保持所要求的环境。

2.1.2 电源

2.1.2.1 控制系统、安全系统和报警系统应由主电源和应急电源（或备用电源）供电。当主电源失电时，安全系统、报警系统及在主电源失电时仍有必要供电的控制系统（例如电站的自动控制系统及中央控制站的计算机系统）应能自动转接到备用电源（该备用电源可以是蓄电池组或不间断电源装置（UPS））保持连续供电。该备用电源的容量应至少维持 30min 供电需要。

若上述系统可能因电源的中断而受到有害影响时，则应采用不中断的方式转换到备用电源。

2.1.2.2 当安全系统、报警系统和控制系统的电源故障时应发出视觉和听觉报警。

2.1.2.3 控制系统、安全系统和报警系统应由独立的最后分路供电，并设有短路和过载保护。

2.1.3 安全通信

2.1.3.1 各种不同用途的信号及报警装置，其声响应有不同的音调和响度，以利分辨。

2.1.3.2 安装于噪声较大场所的听觉信号应有足够的响度，并需附有灯光信号。

2.1.3.3 各种自动听觉和视觉组合报警器，应设有能切断听觉信号而不切断视觉信号的装置。

2.1.3.4 在主控制站、辅助控制站、浮式装置经理办公室、供应商办公室和操作人员居住处所之间应备有适当的通信设备。

2.1.4 电缆

2.1.4.1 控制电缆按满足第 5 篇第 1 章第 5 节和第 2 章第 9 节的要求。

2.1.4.2 火灾与可燃气体系统与过程控制系统完全独立时，它们之间的信号应通过硬线连接。

2.1.5 接地

2.1.5.1 仪表与控制系统的接地应满足第 6 篇第 1 章第 4 节的要求。

2.1.5.2 本质安全型仪表电路的接地应与非本质安全型仪表电路的接地分开。

2.1.6 危险区域内的电气仪表和控制装置

2.1.6.1 应按第 6 篇的相关要求执行。

2.1.7 故障安全

2.1.7.1 中央控制系统应按故障安全的原则设计。故障安全原则不仅应考虑自动化系统本身以及与之有关的机械，而且应考虑全部浮式装置包括人员的安全。

2.1.7.2 中央控制系统的设计应使运行过程中出现的一个故障不会导致其他故障的产生，并且其产生的危险性会降到尽可能低的程度。

2.1.7.3 自动控制和遥控系统应确保持续、有效、可靠地运行。

2.1.8 独立性

2.1.8.1 中央控制系统应设计成或使其功能相互独立，当其中的某一或多个系统发生故障时，应不影响其他系统的正常工作。

2.1.8.2 在任何情况下，a 类安全系统应独立于控制系统和报警系统，使之不受其他系统故障的影响，但 b、c 类安全系统不要求与其他的控制系统和报警系统完全独立。

2.1.8.3 机电设备不同单元的安全系统也应各自独立。当其中某一部分的安全系统发生故障时应不妨碍另一部分安全系统的正常工作。

2.1.9 检测和锁定

对中央控制系统的功能应能进行检查。如果控制设备、安全设备和报警设备的灵敏度和极限值等设定值可以调节，则整定的数值应易于检查、辨认并予以锁定。

2.1.10 其他

2.1.10.1 应设有确保易于识别机械故障的报警显示系统和能及时地对相关的设备实施满意监控的控制系统。该系统可以设置在一个主控制站（如驾驶室控制站、机舱集控站（室））内，或者作为替代措施，也可以设置在多个辅控制站（如就地控制站、其他控制站）内。如采取后者，还应在主控制站内设有主要的报警显示，显示出当有故障发生时是哪一个辅控制站发生的。

2.1.10.2 从机器处所到主控制站（或辅控制站）的报警通信应该使值班员知道下列情况：

（1）某一故障已经发生；

（2）发生的故障已被注意到（如应答、消声等）；

（3）故障已被消除。

可使用这种功能作为主控制站（或辅控制站）和机器处所（集控站或就地控制站）之间的替代通信措施。

2.1.10.3 如设置一个主控制站和多个辅控制站时，控制转换应满足本章 2.5.2 的要求。

第 2 节 控制系统

2.2.1 一般要求

2.2.1.1 控制系统包括自动控制系统和遥控系统。

2.2.1.2 控制系统应具有良好的控制品质。控制系统以及被控制的机电设备，在其全部运行工况范围内应能稳定工作，不会使机电设备受到有害的机械负荷和热负荷，并具有必要的控制精度。

2.2.1.3 控制系统的设计应使控制系统中出现的故障对控制过程产生的危险性尽可能降到最低的程度，并不会使备用的自动和/或手动控制失效。

2.2.1.4 使用遥控或自动控制时，应在相关控制站设有足够仪表确保有效地控制和指示系统工况的正确性。

2.2.1.5 当自动或遥控设备发生故障时，应能：

（1）发出报警信号；

（2）可及时更换损坏的部件或投入备用设备，恢复自动或遥控功能；

（3）平稳地转换到就地手动控制。

2.2.1.6 在就地手动控制站应设有仪表，以确保机械和生产处理设备的有效操作。

2.2.1.7 当控制系统设有可调节其灵敏度或设定值时，最终设定值应有清楚的指示。

2.2.1.8 除非操作上必需，主推进装置（包括主机和可调桨）、锅炉和电站的控制系统应各自独立，每一独立推进装置应设有独立的控制系统。

2.2.2 液压和气动动力源

2.2.2.1 控制系统的液压动力源及管系应符合本规范第4篇第2章和第3章第12节的有关规定。当液压动力源的压力低于规定值时，相应的备用液压泵应能自动启动投入工作，并同时发出报警；当压力低于正常工作所需压力时，应发出报警。

2.2.2.2 以压缩空气为控制系统的动力源应符合本规范第4篇第2章的有关规定和下列要求：

（1）气动控制用空气瓶可由空气动力总管或专用的空气压缩机供气；

（2）当气动控制用空气瓶由专用空气压缩机供气时，应设置2台空气压缩机，其中1台为备用，当气压低于规定值时，备用空气压缩机应能自动启动并投入工作；

（3）气动控制的供气管路中应设置安全阀。安全阀的开启压力应为额定工作压力的1.1倍；

（4）供气管路中应设置减压阀、滤器、油水分离和干燥器，以使空气保持干燥，不含杂质和油分。减压阀、滤器和干燥器一般应设2只，并联装设。如有措施保证上列器件能迅速保养、更换而不影响气动控制系统的正常工作时，滤器和干燥器允许各设1只。

2.2.2.3 卸油系统应设有仪器仪表连续监测卸油压力、软管连接状况以及连接处的张力。

2.2.2.4 控制系统应有必要的连锁功能以避免溢油或误操作（比如当软管断开时关断整个系统）。

2.2.2.5 正常或应急解脱不应导致漏油、产生引爆源或任何形式的超负荷或造成任何损坏。

2.2.2.6 应急解脱应能遥控操作，也能本地手动操作。本地操作时应不受遥控操作的影响。

第3节 安全系统

2.3.1 一般要求

2.3.1.1 当发生危及主推进装置、电站、生产设施及其他重要设备的严重故障时，安全系统应能使发生故障的机电设备按本章1.1.2.1（5）规定的3种类型自动产生保护性动作，并应在相关控制站发出报警。

2.3.1.2 如果因安全系统的动作使机电设备停止运行，则非经人工复位，该设备不允许再自动投入运行。

2.3.1.3 安全系统应设计成独立于控制和报警系统，使其不受控制和报警系统故障的影响。

2.3.1.4 各类装置的安全系统应予分开，以便当某一部分的安全系统出现故障时，不会影响其他部分安全系统的操作。

2.3.1.5 当安全系统动作时，应在控制站发出听觉和视觉报警，以指示安全动作的原因。

2.3.1.6 当安全系统设有可调节的设定值时，最终设定值应有清楚的指示。

2.3.1.7 为了避免机电设备发生不必要的运行中断，安全系统应在报警系统动作后随即以下列方式动作，使其产生的危害性尽可能低：

（1）起动和投入备用设备；

（2）降低负载或停止运行。

2.3.2 越控

2.3.2.1 为保证浮式装置的安全，浮式装置的主机（如主柴油机、主汽轮机、主燃气轮机和电力推进装置等）和应急关断系统一般应设有越控功能。

2.3.2.2 实施越控时，应予以指示并发出报警。

2.3.2.3 越控按钮的布置和结构型式应能防止被误触动。

2.3.3 气动力源及管系

2.3.3.1 安全系统的气动力源及管系应符合本章2.2.3的规定，而且管系应尽实际可能与控制系统分开。

第4节 报警系统（包括显示）

2.4.1 一般要求

2.4.1.1 对机械、生产处理设备、安全和控制系统里的故障都应设置报警。

2.4.1.2 对被监控的机电设备和监控系统本身的所有故障，应在有关的控制站（室）发出报警信号，以便把故障情况通知值班人员。

2.4.1.3 所有报警应同时发出视觉和听觉报警信号。视觉信号应清晰可见；严重故障的报警光色一般采用红色，普通故障报警光色一般采用黄色。听觉信号应有足够的响度。机电设备的报警信号在光色和音响上，应与电话、火警等有明显的区别。

2.4.1.4 报警系统应能对同时发生的所有故障发出报警信号。对某个故障的报警和/或对报警的应答，不应妨碍对其他同时发生的故障的报警和/或应答。

2.4.1.5 对报警信号应答后，可消除听觉信号和改变视觉信号（如闪光转换为平光等）。视觉信号应一直保留到事故消除，报警通道自动恢复正常工作时为止。机器处所的听觉报警信号的消声按钮，只允许设在控制室。

2.4.1.6 若单项报警在机器处所的集控站（室）或主控制站上已有显示，则也应在其他相关的辅助控制站显示报警信号，但可采用组合报警的方式显示。

2.4.1.7 报警系统应尽可能设计成独立于控制和安全系统，使其不受控制和安全系统故障的影响。

2.4.1.8 当报警系统设有可调节的设定值时，最终设定值应有清楚的指示。

2.4.2 报警系统的自检、检测和锁定

2.4.2.1 报警系统应具有自检功能，即对自身的故障自动进行检测和报警（或指示）。自检的范围及程度可与维修更换的措施配合考虑。自检出故障时，应发出视觉和听觉报警信号。

2.4.2.2 报警系统应能对某些过程中无意义的报警信号进行闭锁。当闭锁由人工实施时，应予以指示。

2.4.3 显示

2.4.3.1 可采用仪表、显示器等进行参数显示。参数可以逐一显示，也可以选择显示；可用文字显示，也可以用图形显示，但显示均应清晰明了。指示灯信号的光色一般采用绿色或白色。与计算机配用的显示器及显示要求，见本章第6节的规定。

2.4.3.2 应按报警发生的顺序显示报警；对于要求停车或减速的报警应给予突出的视觉显示。

第5节 控制站（室）

2.5.1 控制站（室）的布置

2.5.1.1 中央控制室应设置在非危险区域之内，并尽可能设置在振动和噪声较小的地方。

2.5.1.2 机舱集控站（室）应尽可能设在振动和噪声较小的地方。

2.5.1.3 机器处所内的机舱集控站（室）应设计成具有隔声性能，窗玻璃应采用防碎型，并设有两个尽可能远离的进出口通道，其中之一应尽可能接近机器处所的脱险通道或者设有专用的脱险通道。

2.5.1.4 中央控制室（站）应能监控下列系统：

（1）火灾探测与报警系统

（2）可燃气体探测与报警系统

（3）应急关断系统

（4）通用报警系统

（5）灭火系统

（6）生产及公用系统

（7）装配载控制系统

（8）尾部卸油系统

（9）外输计量系统

2.5.1.5 控制站（室）内监控设备、信号显示位置、操作手柄、开关、按钮等的布置应考虑人体工程学的原则，以利于操作、监视、维护以及人员的安全。

2.5.1.6 就地控制站应满足本篇 1.1.1.5 及 2.5.2 的有关要求。当其他控制站或者推进装置的自动或遥控系统任何部分出现故障或失效时，不应妨碍就地控制站对设备就地控制的功能。

2.5.1.7 在遥控站应有显示遥控阀启与闭的装置。

2.5.2 控制转换

2.5.2.1 各控制站（室）之间应能在其共同控制的机电设备正常运行或发生故障时实施控制转换。在进行这种转换时，不应引起机电设备运行状态的严重变化。

2.5.2.2 同一时间，只能在一个控制站对机械设备进行控制。

2.5.2.3 在主控制站和所有辅助控制站应显示对机械设备正在进行控制的控制站。系统中应有联锁或其他适当的方法来确保有效的控制转换。

2.5.2.4 控制转换应在得到应答后，方可进行。

2.5.2.5 在所有控制站（室）均应指示出哪个控制站（室）正在进行控制。

2.5.2.6 可由两个以上控制站（室）进行控制的机电设备，同一时刻仅能由一个控制站（室）控制。在各控制站（室）对主推进装置的控制器可以互联控制位置。

2.5.2.7 如从机舱集控站（室）通过直接的机械连接机构对主推进装置或其他机电设备进行控制，则可免设其相应的就地控制站。

2.5.2.8 应设置能由主控制站或辅助控制站进行操作的轮机员报警，并应能在轮机员居住舱室、餐厅、会议室等处清晰地听到。

第 6 节 计算机系统

2.6.1 一般要求

2.6.1.1 本节适用于安装于入级平台上，提供符合入级要求的控制、报警、监测或安全功能的计算机系统，包括可编程电子系统；不适用于装载仪和国际海事组织已有具体性能标准的无线电通信、航行设备等。

2.6.1.2 计算机系统应符合 CCS《钢质海船入级规范》第 7 篇第 2 章有关规定

第 7 节 传 感 器

2.7.1 一般要求

2.7.1.1 传感器应能长期稳定地正常工作。其量程及频率特性（如适用时）应与被测参

数的预计的最大变化范围及变化速率相适应，并应具有适当的精度和灵敏度。

2.7.1.2 传感器应在其安装位置对环境条件有良好的适应性。传感器应坚固耐用，且应具有良好的机械保护、可靠的电气连接和良好的绝缘性能。

2.7.1.3 传感器的安装位置应能正确反映出被监测参数，并应易于接近、测试和拆装。为便于维修和更换，传感器宜加装保护罩。在难以接近和拆装的位置，还应另装1个备用传感器。

2.7.1.4 本章1.1.2.1（5）中a类保护动作应设置单独的传感器；若无特殊规定，b类保护动作可与显示、报警合用1只传感器；c类保护动作可与其本身报警合用1只传感器。

第3章 过程控制系统

第1节 主要功能和目的

3.1.1 功能要求

浮式装置上的过程控制系统可具有以下功能：

（1）对浮式装置上的生产过程进行监控，完成参数的设定、分析和调整，监视和诊断系统和仪表工作状态；

（2）对井口平台的生产过程进行监控。实现对井口平台的遥测、遥控、遥信；

（3）监视浮式装置上辅助系统与公用系统的工作状况；

（4）动态显示生产流程、主要工艺参数及主要设备运行状态，以声光报警形式显示浮式装置及井口平台生产和安全的异常状态，并打印记录备案；

（5）对生产过程进行监控，可在线设定、修改设定值和调节参数，完成各种控制功能。

3.1.2 浮式装置的中央控制系统

浮式装置的中央控制系统，在考虑浮式装置上的工艺和公用设施的同时，还应注意各井口平台的工艺和公用系统与浮式装置间的关联（当浮式装置与井口平台有关联时），确保整个油田生产安全、协调地进行，保护人员和设备的安全，防止环境污染。

第2节 船舶管理系统

3.2.1 船舶管理系统

它是主要用于提供船舶日常管理放入计算机信息系统。它包括了功率管理系统、阀门遥控系统、液位遥测系统、货油泵控制系统、监测报警系统、装载计算机系统、数字摄像监视系统等信息，它能帮助船舶管理人员对船用各子系统进行安全、有效、可靠、及时地管理。

原油装卸与压载控制系统应具有独立的运算和控制功能，其工作状态信息要传送到中央控制以便集中监视。在火灾或紧急关断的情况下，应执行来自中央控制系统的关断指令。

1、液位遥测系统至少应具有以下功能：

液位遥测：

随时监测各液体舱室的液位、温度、压力等变化情况；

自动测量原油密度，计算液体体积、重量、密度，测量船舶吃水及大气温度、压力。

阀门和泵的控制：系统根据装载计算机运算结果和货油/压载计划，自动或手动对相关船舱的阀位及泵进行控制，完成货油管理、原油外输、船舶调载、配载等功能。

2、装载计算机系统

装载计算机系统应能模拟计算和在线计算各种装载状态下船舶吃水、船体重心、稳性、排水量等各种稳性数据，完成原油装卸和压载过程的计算、操作、记录、显示和控制功能。

3、阀门遥控系统

为了便于货油货油管理、阀门遥控系统设计时应确保系统工作的安全性和可靠性。阀门的状态信息应自动转送到控制系统进行显示。

第3节 生产模块控制系统

3.3.1 **生产模块过程控制系统主要为原油加工模块的生产管理人员提供动态的生产流程信息，显示主要工艺参数，监视主要生产模块设备的运行情况，处理报警事件，并可以为生产模块管理人员提供如在线修改参数等的人机交互功能。**

3.3.2 生产模块过程控制系统的具体要求可参照 GB/T 21109-2007 过程工业领域安全仪表系统的功能安全的有关规定执行。

3.3.3 在卸油控制站（室）内应有监控卸油操作、卸油关断及遥控应急解脱的措施。

3.3.4 卸油控制、监控和解脱系统还应满足第4篇5章的要求。

第4节 与外部的接口

3.4.1 当中央控制系统与下列系统具有接口时：

3.4.1.1 与电站管理系统的接口。

应具有监视船舶电站运行状况，防止发电机过载、避免船上断电的监控程序。要求 PMS 提供电站的运行数据，如发电机开关状态、发电机的负荷信号等。

3.4.1.2 与动力定位的接口

根据浮式装置系泊方式的不同，与单点系泊系统、内转塔式系泊系统和动力定位系统之间也有接口。

3.4.1.3 与岸上的接口

中控系统网络与岸上计算机网络的安全连接，中控系统网络通过海事卫星站与岸上通讯，把本船的数据、信息通过卫星船站发送，与岸上的计算机网络通信。同时要采取适当措施，确保在任何状态下不会因此类接口及其后续设备的任何故障影响到中控系统的操作。”

第4章 应急关断

第1节 应急关断的设置要求

4.1.1 通用要求

4.1.1.1 供油的切断

（1）设在双层底以上的储油柜、沉淀柜或日用柜的每一吸油管上，应装设一个旋塞或阀门，该旋塞或阀门应能在这些油柜所在处所失火时从该处所外部予以关闭。在深舱位于轴隧或管隧内的特殊情况下，深舱上应设阀门，但在失火时的控制，可由加装在隧道外的管路或线路上的附加阀门来实行。

（2）油燃料输送泵、油燃料装置用泵和其他类似的燃料泵，应在其所在处所外部设遥控装置，以便在其所在处所失火时能将其关闭。

4.1.1.2 通风的关停

（1）应配备停止起居处所、服务处所、控制站、机器处所及工作处所的通风机和关闭所有通向这些处所的门道、通风筒、烟囱周围的环形空间和其他开口的设施。在失火时，这些设施应能从各处所的外部进行操纵。

（2）机器处所、厨房、主控制室（中央控制站）或危险区应设置各自独立的动力通风停止装置。

4.1.1.3 浮式装置发生紧急情况时，考虑到可燃气体可能延伸到正常划分的危险区之外的情况，应配备专门装置以便有选择地将下列系统和装置关停，关停的位置应设在危险区之外有人值守的地点（如主控制室等）：

（1）通风系统，向发电机原动机供给燃烧空气所需的风扇除外；

（2）主发电机原动机，包括其通风系统；

（3）应急发电机原动机；

（4）在1类危险区之外的不适宜在1类危险区使用的所有电气设备；

（5）除4.1.1.4之外的应急设备。

4.1.1.4 在应急关停后，至少下列设施应能工作：

（1）起居处所的通道、梯道、出口及人员升降机通道内的应急照明0.5h；

（2）所有控制站或机器处所的控制位置的应急照明0.5h；

（3）救生登乘处所的应急照明0.5h；

（4）通用报警系统；

（5）有线公共广播系统；

（6）电池供电的无线电通信设备。

4.1.1.5 设在开敞区不关断的设备应为适宜在2类危险区使用的防爆电气设备。

4.1.2 浮式装置具有采油功能时

4.1.2.1 应设置应急关断系统以便在应急情况下关断油井、油气水系统中的处理站包括

海底管线以及所有的生产活动。

4.1.2.2 应急关断系统可以分成几个独立的系统，当需要时应能继续使用电站和消防系统。

4.1.2.3 探火回路的易熔塞元件可以纳入到应急关断的控制回路中。

4.1.3 浮式装置具有储油功能时

浮式装置上应设置原油进入和输出设备的应急关断系统。

4.1.4 关断级别

浮式装置应根据具体情况采用以下几个关断级别及相应的关断内容，确定不同的关断级别及相应的关断内容。

（1）单元关断

可关断单台设备或单系列设备。单元关断可采用自动关断或手动关断实现。

（2）生产关断

可关断生产过程中的部分或所有设备，关断原油输入管线、原油外输管线。

生产关断可由生产系统的重要监控信号、仪表气压过低信号、生产管线压力过高或过低信号、供电系统故障信号、热介质系统故障信号等引发完成。

（3）火灾关断

由火灾或可燃气体探测系统探测到的异常情况自动或经人工确认后手动地启动火灾关断。

火灾关断应导致生产关断。但消防设施、通信设备、直升机甲板边界灯、障碍灯、雾灯、雾笛、应急照明及发电和供电设备应保持工作状态。

（4）最终关断

在遇有不可抗拒的情况时，人员撤离浮式装置前，应执行最终关断。最终关断只能手动启动。

4.1.5 整个浮式装置的关断——最终关断

每一浮式装置应至少在下列地点能够进行整个浮式装置的关断：

（1）艇筏登乘地点；

（2）直升机甲板；

（3）应急撤离地点；

（4）主控制站；

（5）连接浮式装置之间的步桥处（如设有）；

（6）其他认为必要的地点。

第2节 应急关断的技术要求

4.2.1 一般要求

4.2.1.1 应急关断的设计应保证由于误操作和故障引起的无意关断的可能性降低到最

小。

4.2.1.2 应急关断系统应按照“故障安全”原则进行设计。“故障安全”操作的特性不能仅仅在应急关断系统以及与其相关的机械和流程的基础上，而是在整个设施的基础上来进行评估。

4.2.1.3 应急关断应按预先定义的逻辑进行，定义的逻辑及响应时间应考虑系统之间的相互作用和动态影响。

4.2.1.4 关断逻辑应根据不同程度的应急情况进行响应，关断逻辑应尽可能简单。

4.2.1.5 采油系统的应急关断不应导致不利的级联反应，可通过启用其他的保护系统来维持处理站（设施）处于安全状态。关断系统应保证在关断触发后任何正进行的操作可安全地结束。

4.2.1.6 较高层次的关断应自动包括较低层次的关断。

4.2.1.7 应急关断阀应以耐热和耐蚀的材料制成。

4.2.2 应急关断系统的操作

4.2.2.1 应急关断系统的操作应是手动执行的，但探火系统中不会发生误动作的易熔塞回路也可自动执行应急关断。每一手动操作按钮应有防止误动作的措施。

4.2.2.2 每一关断站应能显示每一关断功能，并且能显示关断的位置。

4.2.2.3 应急关断系统应设有手动复位。

4.2.2.4 如果应急关断系统具有越控功能，则在主控制站应有此项功能的视觉指示，并有防止误操作的措施。

4.2.3 电源和报警

4.2.3.1 应急关断系统的电缆的选用应按本规范第 6 篇第 2 章有关规定执行，其敷设路径应尽可能远离各种危险源。

4.2.3.2 应急关断系统应设有当主电源失效时能自动转换到备用电源的措施。

4.2.3.3 应急关断系统的任何电源故障都应发出视、听报警。

4.2.3.4 用于气动和液压系统的蓄电池应有足够的容量，在按顺序执行关断过程中无需充电。

4.2.3.5 当流程关断时，在中央控制室应有报警和显示。

第5章 火灾与探测系统

第1节 一般要求

5.1.1 目的

本章规定的目的是自动和人工监控失火危险处所火灾的发生，并在火灾发生时发出报警以提醒人员迅速采取后续措施，或自动触发关断动作、启动灭火系统。

5.1.2 功能要求

为实现本节规定的目的，火灾探测系统应具有下列功能：

（1）系统应能自动监控每一失火地点的火灾，尽可能探知火灾的初期阶段，探头的选取适合于处所的环境、性质和潜在的失火征兆；

（2）当探测到火灾时，系统应能立即动作并显示失火地点和发出声光报警；

（3）系统应能自动监测线路发生的故障；

（4）可靠性好的探测系统可自动触发关断动作，自动启动灭火系统；

（5）探火系统的设计应能承受一般出现的电压变化和瞬时波动、环境温度变化、振动、潮湿、冲击、撞击和腐蚀，驾驶室（集中控制室）内或临近所有电气和电子设备应做电磁兼容性试验

（6）应合适地布置手动报警按扭，以便随时可用。

5.1.3 定义

5.1.3.1 分区系指指示器装置标示的一组火灾探测器和手动报警按钮。

5.1.3.2 分区识别能力系指系统具有识别已触发的探测器或手动报警按钮所在分区的能力。

5.1.3.3 可逐一识别系指系统能力识别已触发的探测器或手动报警按钮的准确位置和类型，并且能将该设备信号与所有其他信号区分。

第2节 技术要求

5.2.1 系统的设计

探火系统应设计成：

（1）控制和监测所有与之相连的火警探测器和感烟探测器以及手动报警按钮的输入信号；

（2）向驾驶室、连续有人值班的中央控制站或平台上安全中心提供输出信号，以告知平台工作人员火情和故障情况；

（3）监控系统运行所必需的电源和电路的断电和故障情况；

（4）系统可布置成将信号输出至其他消防安全系统，包括：

① 传呼系统、失火报警或公共广播系统；

② 风扇停止装置；

③ 防火门；

④ 挡火闸；

⑤ 喷水器系统；

⑥ 低位照明系统；

⑦ 固定式局部使用灭火系统；

⑧ 闭路电视（CCTV）系统；

⑨ 其他消防安全系统。

5.2.2 与平台决策管理系统的连接

探火系统可与决策管理系统相连，但：

（1）决策管理系统应与探火系统相兼容；

（2）决策管理系统应能被切断而不丧失本章对探火系统所要求的任何功能；

（3）接口设备和连接设备的任何故障在任何情况下不应影响探火系统。

5.2.3 逐一识别系统

具有逐一识别功能的探火系统，应按如下要求布置：

（1）应采取措施以保证发生在回路中的任何故障（如电源中断、短路、接地）将不会导致整个回路失效；

（2）整个布置应能使系统在发生失效（电气的、电子的、信息的）时及时恢复到最初正常状态；

（3）最先发出的火灾报警信号应不**妨碍**任何其他探测器发另外的火灾报警信号。

（4）回路不应两次或两次以上通过某一处所，当这不切实际时（例如：对于大的公共处所），则第二次通过该处所的回路部分应尽量远离回路的另一部分。

5.2.4 电源

5.2.4.1 供探火系统所使用的电源应不少于 2 套，其中 1 套应为应急电源。应由专用的独立馈电线供电，这些馈电线应接至位于或邻近于探火系统的控制板上的自动转换开关。

5.2.2.2 应有充足的电源供系统在所有探测器触发的情况下持续运行，但其数量不必超过 100。

5.2.5 探测器

5.2.5.1 探测器应通过热、烟或其他燃烧产物、火焰或任何这些组合因素而动作，可考虑采用通过能显示出早期火灾的其他因素而动作的探测器，但其灵敏度应不低于前述那些探测器。

5.2.5.2 所有起居处所梯道、和走廊内的脱险通道所要求的感烟探测器应经验证，在烟密度超过每米 12.5%的减光率前应动作，但在超过每米 2%的减光率之前不应动作。试验应按 EN54: 2001 和 IEC60092-505: 2001 标准进行。安装在其他处所的感烟探测器应在合适的灵敏度范围内动作，并要考虑到避免探测器不灵敏和过度灵敏的情况。

5.2.5.3 感温探测器应经验证，当温度以每分钟不大于 1℃的速率升高时，在空气温度、超过 78℃前动作，但在超过 54℃之前不应动作。试验应按 EN54: 2001 和 IEC60092-505: 2001 标准进行。温升率更大时，应在合适的灵敏度范围内动作。

5.2.5.4 在干燥室和通常处于高温环境的类似处所的感温探测器的动作温度可以是 130℃，桑拿室内可到 140℃。

5.2.5.5 火焰探测器应按试验应按 EN54: 2001 和 IEC60092-505: 2001 标准进行试验。

5.2.5.6 所有探测器应是这样一种类型，其能进行正确动作试验，并能恢复到正常工作状态而不更换任何部件。

5.2.5.7 安装在危险区的探测器应选择合格的防爆型的设备。

5.2.6 分区

5.2.6.1 探测器和手动报警按钮应被分成若干分区。

5.2.6.2 覆盖一个控制站、一个服务处所或一个起居处所探测器的一个分区，不应包括 A 类机器处所。对于设有远程可逐一识别的火灾探测器的固定式探火系统，其覆盖起居处所、服务处所和控制站火灾探测器的分区不应包括 A 类机器处所的火灾探测器。

5.2.6.3 若固定式探火系统不包括远程逐一识别每一探测器的装置，一般不允许起居处所、服务处所和控制站内的一个分区的覆盖范围超过一层甲板，但覆盖一个围闭梯道的分区除外。为了避免延误识别火源，每一分区内包括的围闭处所的数量应有限制。若探火系统设有远程和逐一识别的火灾探测器，则分区可覆盖几层甲板，且所服务的围闭处所数目不受限制。

5.2.7 探测器的位置

5.2.7.1 探测器的位置应便于发挥其最佳性能。应避开靠近横梁和通风管道的位置或气流模式会影响探测器性能的其他位置以及撞冲或物理损坏可能发生的位置。除走廊、小室和梯道内之外，位于顶部的探测器与舱壁至少应保持 0.5 m 的距离。

5.2.7.2 探测器的最大间距应符合表 4.2.7.2 的规定，根据已证实的探测器特性的试验资料，可以要求或允许不同于上述表内规定的间距。

探测器的间距 **表 5.2.7.2**

探测器类型	每一探测器的 最大地板面积	两个探测器中心 之间的最大距离	离开舱壁的 最大距离
感温式	37 m^2	9 m	4.5 m
感烟式	74 m^2	11 m	5.5 m

5.2.7.3 梯道的探测器应至少在扶梯的顶层和以下每隔一层安装。

5.2.8 电缆及其布置

5.2.8.1 电路中所使用的电缆应为符合 IEC60332-1 标准的阻燃型。

5.2.8.2 系统的电线应避免布置在厨房、A 类机器处所以及具有高度失火危险的其他围闭处所，但有必要在此类处所配置探火或火灾报警或有必要接通至相应的电源者除外。

5.2.8.3 具有区域编址识别能力的探火系统的回路，失火时，其损坏部位不得超过 1 个。

5.2.9 报警和显示

5.2.9.1 任何探测器或手动报警按钮动作时，应在中央控制站内的控制板和显示装置上发出声、光火警信号。如果 2 min 内信号未引起注意，则应向所有船员起居处所和服务处所、控制站以及 A 类机器处所自动发出声响报警。这一声响报警系统不必作为探测系统的组成部分。

5.2.9.2 控制板应位于驾驶室或连续有人值班的中央控制站内。控制板应按 EN54: 2001 和 IEC60092-505: 2001 标准进行试验。

5.2.9.3 显示装置应至少能表明已经动作的探测器或手动报警按钮所在的分区。至少有一套显示装置应位于负责的工作人员在任何时候都能容易到达的地点。如果控制板位于中央防火控制站内，则应有一套显示装置在驾驶室内。

5.2.9.4 在每一显示装置上或其附近应清楚地表示该装置所保护的处所和分区的位置。

5.2.9.5 应对系统操作所必需的电源和电路的断电或故障包括如下情况进行适当的监控，故障发生时应在控制板上发出声、光故障信号，这一信号应与失火信号有区别：

（1）电线断开引起的单一开路故障动力切断故障；

（2）电线道题接触金属部件引起的单一接地故障；

（3）两个或更多电线导体接触引起的线对线单一故障。

5.2.9.6 控制板应设有手动应答所有报警和故障信号的方式。控制板和指示装置上的听觉报警器可手动消声。控制板应明确区分正常、报警、报警应答、故障和消声状态。

5.2.9.7 系统应布置成在消除报警和故障情况后自动复位到正常运行状态。

5.2.10 试验

5.2.10.1 探火系统的功能应在安装后经过各种通风条件下的试验。

5.2.10.2 探火系统的功能应定期进行试验，并应达到试验要求。试验所使用设备应能产生按探测器设计要求做出反应的适当温度的热空气，或适当浓度或颗粒尺寸的烟或悬浮颗粒，或与早期火灾相联系的其他现象。

5.2.10.3 平台上应备有适当的说明书及试验和维修用的备件。

第 3 节 配备要求

5.3.1 一般要求

5.3.1.1 应根据处所内失火后产生的早期和主要现象来选择感应该现象的探测器。

5.3.1.2 在选择探测器种类时应考虑到该探测器对所在处所环境的适应性。

5.3.1.3 当设置感光探测器时，其位置和角度应避开火炬的照射。

5.3.2 各处所探测器的配备要求

5.3.2.1 应在起居处所和服务处所内设自动探火系统。

5.3.2.2 在起居处所内的住室、梯道走廊和脱险通道内应设感烟探测器。在厨房及其他产生蒸气和烟气的其他处所内宜设感温探测器。

5.3.2.3 在电气间和控制站应设感温式探测器。

5.3.2.4 在非连续有人管理的通用机器处所内应设符合下列要求的探火系统。

（1）系统的设计和探测器的布置应在机器处所的任何部位，在机器的任何正常工作状况和可能的环境温度范围内所发生的通风变化下，能迅速地探出火灾征兆。除处所的高度受到限制和特别适宜使用的情况之外，不允许仅使用感温探测器的探火系统。

（2)探火系统应能发出声光报警信号，且这两种信号应不同于非火灾报警系统的信号，并且这些警报信号的设置地点要足够，以保证驾驶室和负责的轮机员听到和看到该报警的信号。当驾驶室无人值班时，应能在负责船员的值班处发出声响警报。

5.3.2.5 在开敞的井口区、泥浆处理区宜设火焰或感温探测器。

5.3.2.6 在油气水处理区应设易熔塞回路式感温系统以及感焰探测系统。

5.3.3 手动火警按钮

5.3.3.1 手动火警按钮应遍及起居处所、服务处所和控制站，每一个通道出口应装一个手动火警按钮。在每一层甲板的走廊内，手动火警按钮应便于到达，并使走廊任何部分与手动火警按钮的距离不大于 20 m。

5.3.3.2 在机器处所、井口、油气处理和原油储存区以及其他认为必要的地点也应设手动火警按钮。

5.3.3.3 应有防止对手动报警系统的误操作的措施。

第 4 节 关断和释放

5.4.1 自动关断

5.4.1.1 油气水处理区所安装的易熔塞火灾探测回路可以自动关断为火灾提供燃料源的管路和设备，并发出报警。

5.4.1.2 探火系统可在控制板上设自动关闭防火门和类似的关闭功能。

5.4.2 自动释放灭火剂

除下列情况之外，不许探火系统自动释放灭火剂。

（1）可靠性较高的探测系统（如易熔塞回路）可以自动释放对人体无害的灭火剂（如水喷淋)；

（2）在航行或作业期间无人进入的处所（如燃气轮机罩壳内)。

第 6 章 可燃气体和硫化氢气体探测系统

第 1 节 固定式探测和报警系统

6.1.1 目的

本章规定的目的是探知可燃气体和硫化氢气体，并发出预告报警和危险的浓度报警。

6.1.2 功能要求

为实现本章规定的目的，该探测系统应具有如下功能：

（1）固定探测系统应能自动连续监测可燃气体和硫化氢气体的漏泄。

（2）可燃气体探测系统预告报警的设定值应不超过可燃气体爆炸下限的 25%；高浓度报警的设定值应不超过可燃气体爆炸下限的 60%。高浓度报警应能发出表明危险的视听报警并宜关断该处所内的油气漏泄源以及可能的引爆源。

（3）硫化氢的低浓度报警设定值应为 10 ppm，高浓度报警设定值应不高于 300 ppm。高浓度报警应能启动撤离平台的报警。

（4）如果主控制站的硫化氢气体报警在 2 分钟内没有得到应答，则有毒气体（硫化氢气体）报警和直升机甲板状态灯自动启动。

（5）探测器应与主控制室内具有指示器的视听报警系统相连。系统能够清楚地指示可燃气体和硫化氢气体存在的位置。

（6）系统应能自动监测线路发生的故障。

（7）系统的设计应能承受一般出现的电压变化和瞬时波动、环境温度变化、振动、潮湿、冲击、撞击和腐蚀。

（8）供探火系统所使用的电源应不少于 2 套，其中 1 套应为应急电源。

6.1.3 控制和显示

6.1.3.1 在中央控制站内应设置显示被测处所的不正常可燃和硫化氢气体积聚及其部位的装置，并发出视听报警信号。该控制站内应配备一定的人员或设备，以保证该系统发出的任何报警能被负责的人员收到。

6.1.3.2 在系统的指示装置处，应有图表或文字，以表明该装置所保护的处所，并应有试验和维护保养的适当说明。

6.1.4 电线布置

6.1.4.1 应由专用的独立馈电线供电，这些馈电线应接至位于或邻近于探测系统的控制板上的自动转换开关。供电线路应避免布置在高度失火危险的围蔽处所，但为该处所的探测或为连接至通达相应的配电板而必须者除外。

6.1.4.2 探测器以及穿过危险区的电缆，应为认可的防爆型式，并适宜用在所安装的危险区类别内。

6.1.5 配备和设置要求

6.1.5.1 下列处所和地点应装设可燃气体探测器：

（1）划分为 1 类、2 类危险区的围蔽处所及其排风口处；

（2）与危险区相邻接的围蔽的非危险处所的通风进口处；

（3）使用天然气或原油为燃料的燃烧设备的罩壳内；

（4）天然气或原油燃料管所在的通风导管内；

（5）第 4 篇第 2 章 4.2.1.4 所述的生活区的进风口处；

（6）CCS 认为需要特别监测的地点。

6.1.5.2 下列处所和地点应装设硫化氢气体探测器：

（1）采油系统、油气水处理及储存装置中有可能漏泄硫化氢的地点；

（2）第 4 篇第 2 章 4.2.1.4 所述的生活区的进风口处。

6.1.5.3 每一处所应设置的气体探头的数量应根据处所大小以及可能的漏泄源确定，但不能少于 2 个。

6.1.5.4 气体探头的布置应考虑到被探测气体的比重特性、可能的漏泄源的位置、空间的几何形状以及气流方向，以尽早探知气体的漏泄。

第 2 节 便携式探测器

6.2.1 技术要求

6.2.1.1 便携式的探测设备应处于随时可用状态。

6.2.1.2 对设有惰性气体的平台，可燃气体探测器不仅能在空气环境中测量可燃气体的浓度，而且在惰化的状态下也能测量可燃气体的浓度。

6.2.2 配备要求

可能发生可燃气体漏泄的每一浮式装置应至少配备两台便携式可燃气体探测器；可能发生硫化氢漏泄的每一浮式装置应至少配备两台便携式硫化氢气体探测器。

第 3 节 防硫化氢呼吸装置

防硫化氢呼吸装置应符合本规范第 8 篇第 12 章的相关规定。

第 7 章 安全与通信系统

第 1 节 一般规定

7.1.1 一般要求

7.1.1.1 各种不同用途的内部通信装置，其声响信号应有不同的音调，以利辨别。

7.1.1.2 在内部通信和报警电路的电源直接取自动力或照明电路，或者在由其他电源供电而电压超过 50V 的情况下，则应符合本规范第 6 篇第 2 章动力或照明电路的有关规定。

第 2 节 播发安全信息的系统

7.2.1 人员警告系统

7.2.1.1 设置的人员警告系统应满足本节 7.2.1.2 至 7.2.1.7 的要求。

7.2.1.2 在下列位置应设有浮式装置状态视觉指示器：

——所有工作处所的入口；

——起居处所的入口；

——娱乐场所和餐厅；

——直升飞机甲板；

——主控制站；（包括消防控制站）

——主要办公室（如队长等）；

7.2.1.3 浮式装置状态视觉指示器的显示应同设施从“正常”状态到“弃浮式装置”状态可能存在的潜在危险相适应。所用信号应限于：普通紧急情况、有毒气体（硫化氢）、可燃气体、火警和放弃浮式装置信号。这些信号应在应变部署表和操作手册中予以说明。

7.2.1.4 浮式装置状态视觉指示器的控制应放在主控制站和消防控制站（如设有）。

7.2.1.5 在浮式装置上发出的火灾或气体灾害初始警报在浮式装置状态视觉指示器上的显示应由火灾和气体探测系统发出的信号自动触发。

7.2.1.6 浮式装置状态视觉指示系统应能在正常电源失效时自动转换到备用电源。

7.2.1.7 浮式装置状态视觉指示器系统的任何电源发生故障时，应有独立的电源故障听觉和视觉指示。

7.2.2 公共广播系统

7.2.2.1 应设有能将广播信息有效地发送到各居住舱室、服务处所、走廊、公共处所、控制站及甲板的公共广播系统。该公共广播系统应符合下列要求：

（1）应能从主控制站和消防控制站和/或驾驶室（如设有）或其他要害位置（例如紧急响应中心、发动机控制室、压载控制站、甲方办公室、转塔、临时避难所、救生艇筏集合和登乘地点、直升飞机甲板等）发送广播信息；

（2）应不需要接收者进行任何操作，即可接收广播信息；

（3）应有防止未经许可使用的保护；

（4）放大器应有足够的输出功率，以使做广播紧急通告用的所有扬声器同时工作；

（5）该系统的布置应能防止反馈或其他干扰；

（6）当浮式装置在正常工作（包括移动时），广播紧急通告的声压级不低于：

① 内部处所 75dB（A），并应至少高于语音干扰声压级 20dB（A）；

② 外部处所 80dB（A），并应至少高于语音干扰声压级 15dB（A）。

（7）应能由主电源和应急电源供电；在主电源供电失效时，应自动转换至应急电源供电。

（8）在主控制站和驾驶台（如设有）的控制位置上应能切断本广播系统从其他位置上发出的任何广播；

（9）至少应有两个独立分开的放大器，并独立供电；

（10）每一防火区应至少设有 2 个与各自放大器相连接的扬声器环路，其电缆并应在整个长度上都尽可能分开敷设；

（11）每一扬声器均应设有独立的短路保护；

7.2.2.2 如果公共广播系统能符合下列要求以及对通用紧急报警系统的要求，则可兼作通用紧急报警系统和发送火灾报警信号：

（1）符合本节 7.2.2.2（4）、（5）和（6）及本章第 3 节的要求；

（2）随时都能发送清晰而不失真的音响报警信号，在发送报警信号时，其他音响娱乐信号应能自动停止；

（3）如果扬声器上附有音量控制器，则在发送报警信号时该音量控制器应不起作用，以保证报警信号随时都能以最大音量发送；

（4）对于多个放大器的供电，不能因为一个放大器的失效，而导致其他放大器的失效；

（5）如果几个扬声器电路连接至一个放大器，则每一扬声器电路发生短路故障时，应不影响其他扬声器的正常工作；

（6）扬声器电路应布置适当，以保证即使在一个放大器或一个扬声器失效时， 仍能接收到报警信号，但音量可有所降低；

（7）应设有一个以上的紧急报警声响信号发生器。

7.2.2.3 如果有多个音响报警通过公共广播系统播发，它们应有便于识别的不同特性；且其中一个电信号出现故障时，不能影响其余音响信号的播发。

第3节 通用紧急报警系统

7.3.1 为了发出通用紧急报警信号，应设有由号笛或气笛以及附加电铃或小型振膜电警笛或其他等效设备组成的通用紧急报警系统。

7.3.2 在所有起居处所、工作处所和开敞甲板上均应听到该系统的报警信号。在外部处所中，该紧急报警的最小声压级应为80dB（A），并至少高出浮式装置在中等气候条件下的正常设备运转情况下的环境噪声高出10dB（A）。在居住舱室内睡眠位置和浴室内的声压级应至少为75dB（A），并至少高出环境噪声10dB（A）。

7.3.3 通用紧急报警系统应能在主控制站、驾驶室（如设有）、消防控制站和临近报警信号分配板位置等处所进行控制。报警器在被触发后一直保持报警状态，直至人工将其关闭或由于广播系统工作而暂时中止。

7.3.4 当通用紧急报警系统工作时，应自动关闭娱乐音响系统。

7.3.5 通用紧急报警系统应由主配电板和应急配电板两路独立线路供电；在主报警信号分配板上或临近地点设置自动转换装置，在主电源供电失效时，应能自动转换至应急电源供电。

7.3.6 每一电铃或小型振膜电警笛或其他等效电气声响设备应设有独立的短路保护。

7.3.7 除电铃外，报警音响信号的频率应在200Hz～2500Hz之间。

7.3.8 在噪声较大的舱室，如机舱等，还应带有灯光或闪光报警设备。

7.3.9 通用紧急报警系统尚应以公共广播系统或其他适当的通信设备作为补充。

第4节 防止浸水

7.4.1 **一般要求**

7.4.1.1 对水密门和舱盖的操作控制应设有报警显示和控制系统；对于半潜式（柱稳式）浮式装置还应有进水报警。

7.4.1.2 半潜式（柱稳式）浮式装置的报警显示和控制应设在压载控制站的集中控制板上。

7.4.1.3 水面型的报警显示和控制应设在压载控制站和主控制站、驾驶台或操作点（如适用）的集中控制板上。

7.4.1.4 保证内部通路的水密完整性设置的并且在浮式装置漂浮操作期间需要使用的门和舱盖应能遥控控制。详细的报警、指示和控制要求应符合电动操作或液压操作水密门和舱盖的相关规定。

7.4.1.5 在浮式装置漂浮状态保证内部通路的水密完整性所需要的且正常保持关闭的门和舱盖应按照本节3.4.4的要求设置报警指示。

7.4.1.6 半潜式（柱稳式）浮式装置所要求的舱底传感器和水位指示应符合本节 3.4.5 的要求。

7.4.2 电动操作的水密门和舱盖

7.4.2.1 电动操作的水密门和舱盖（水密门和舱盖，以下简称为“水密门”），其布置应符合本节 3.4.2.2 至 7.4.2.10 的要求。

7.4.2.2 电动操作的水密门所要求的电源应独立于任何其他动力线路，且应从应急配电板或从位于破损以后最终水线以上适当位置的专用分配电板供电。相关的控制、指示和报警线路也应从应急配电板或从位于破损以后最终水线以上适当位置的专用分配电板供电

7.4.2.3 动力操作水密门动力操作系统或控制系统中的单一电气故障，不应导致一扇关闭的门被开启或妨碍任何门的手动操作。

7.4.2.4 在门操作设备附近供电线路某一点上，应连续监控电源供电的有效性。任何这种供电失效，应在集中控制台和指示板发出听觉和视觉报警。

7.4.2.5 电源、控制装置、指示器和报警电路应设置下述方式的防止故障保护，即某一扇门的电路中的故障不应引起任何其他门的电路故障。一扇门的报警或指示器的电路短路或其他故障不应导致丧失该门的动力操作。其布置应保证水渗漏进位于破损后最终水线以下的电器设备时不致使门开启。

7.4.2.6 必需装设在破损后最终水面以下的电气部件的外壳应设有防止进水的适当保护措施[①]。

7.4.2.7 水密门的电气控制设备包括其电缆应尽可能靠近装设该门的舱壁，以减少当浮式装置遭受破损时这些装置也被破损的可能性。

7.4.2.8 应设置一个同本区域内其他警报不同的听觉报警器。当该门用动力遥控关闭时，这个音响报警应在门移动前至少 5s 但不超过 10s 发出音响，且连续发声报警直至该门完全关闭。在噪声水平超过 85dB（A）的区域里，可为听觉报警器增配一个间歇视觉信号。

7.4.2.9 在集控板应有一个“控制模式”开关，它应具有：

（1）正常使用的“就地控制”模式，即不使用自动关闭装置就能使任何门就地开启和就地关闭；

（2）应急使用的“关闭门”模式，它能自动关闭任何开启着的门；并准许任何门被就地开启，且当脱开就地控制机构时应能自动重新关闭门。

7.4.2.10 “控制模式”开关应布置成正常处于“就地控制”模式位置，并应清楚地标示出其应急功能。

7.4.2.11 在集控板应有标明每扇门位置的图，并附有视觉指示器，以显示出每扇门的开启或关闭状态。应使用红灯表示一扇门完全开启，而绿灯表示一扇门完全关闭。当遥控关闭时，红灯应以闪烁表示门处于关闭过程中。指示电路应与每扇门的控制电路分开。

---

① 参见 IEC 60529 出版物：

1）电动机、有关的电路及控制部件的保护达到 IPX7 标准；

2）门位置指示器及有关的电路部件的保护达到 IPX8 标准；其外壳水压试验，应基于该部件位置处进水 36h 过程中可能出现的压力。

3）门移动报警信号器的保护达到 IPX6 标准。

7.4.3 液压操作的水密门和舱盖

7.4.3.1 液压操作的水密门和舱盖的设置应具有本节 7.4.2.2 至 7.4.2.10 所要求的等效性能。

7.4.3.2 为液压操作的水密门和舱盖设置的电气指示应满足本节 7.4.2.2 至 7.4.2.10 的要求。

7.4.3.3 单个液压动力源供给 4 个以上的门和舱盖时，应配置两套液压泵。

7.4.4 门、舱盖和其他关闭设施的指示器

7.4.4.1 本节 7.4.1.5 和 7.4.1.6 要求的指示器应满足本节 7.4.4.2 至 7.4.4.3 的要求。

7.4.4.2 指示系统应按照故障安全原理设计。当门、舱盖或关闭设施关闭时用绿灯指示，当它们没有完全、可靠地关闭时用红灯指示。

7.4.4.3 指示系统的电源应同操作及固定门和舱盖的任何电源独立分开。

7.4.5 舱底水位和进水水位报警和指示

7.4.5.1 半潜式（柱稳式）浮式装置应按照本节 7.4.5.2 至 7.4.5.4 设置舱底水高位报警和进水报警。

7.4.5.2 在压载控制室相应的集控板上应设置舱底水高位报警和进水高位报警。

7.4.5.3 在可能影响到完整稳性和破舱稳性而需要保持水密的所有较大的舱室都应装设舱底水高位和进水高位报警。在压载控制室设有液位指示显示的液舱可以除外。

7.4.5.4 水线下的机器处所和原油舱应设高水位报警装置。对于半潜式（柱稳式）海上浮式装置，其浮体内的机舱和泵舱应设有两个探测舱底水高水位的独立系统，可在压载水集中控制站发出视觉和听觉报警。

7.4.5.5 对半潜式（柱稳式）浮式装置应设有水下撑杆渗漏探测系统，并在压载水集中控制站发出视觉和听觉报警。

第 5 节 其他报警和安全装置

7.5.1 火灾和气体报警指示和控制系统

火灾和气体报警指示和控制系统应符合第 7 篇第 5 章的规定。

7.5.2 可燃气体检测及报警装置

可燃气体检测及报警装置应符合第 7 篇第 6 章的有关规定。

7.5.3 水密门的指示和报警装置

水密门关闭和开启指示装置和水密门并闭时的听觉报警装置还应符合国际海事组织《海

上移动式钻井浮式装置构造和设备规则》的规定。

7.5.4 灭火剂施放前报警

7.5.4.1 在通常有人工作或出人的任何处所内，应设有施放灭火剂的自动听觉报警系统。该系统应在灭火剂施放前至少工作 20s。

7.5.4.2 该报警系统应由应急电源供电。

7.5.5 电梯报警

7.5.5.1 具有内部控制器的电梯应设有一能从其轿厢内操作的应急听觉呼叫器，这一报警信号应传送至通常有人的位置。

7.5.5.2 该应急听觉呼叫器应独立于电梯的动力和控制电路，并应由应急电源、供电。

7.5.6 冷藏处所关闭报警

7.5.6.1 不能从其内部开启，则应设有能从该处所内部触发误关报警，并将其传送至通常有人位置的设施。

第 6 节 内部通信系统

7.6.1 电话系统

7.6.1.1 在紧急情况下需采取行动的所有处所之间，应设有能互通信息的内部通信设备。该通信设备的电源应独立于浮式装置上的电力系统，一般应由蓄电池供电，且应具有插入忙线通话性能。

7.6.1.2 在主控制站、辅助控制站、浮式装置经理/队长办公室、甲方办公室和操作人员居住处所之间应备有可靠的通信设备。

7.6.1.3 在控制室、驾驶室（如有时）和设有操作无线电设备装置的位置（或几个位置）之间应设立有效的通信手段。

7.6.1.4 在电梯内应装有可靠地通信设备，以保持与外部的联系。该通信设备的电源应独立于浮式装置上的电力系统，一般应由蓄电池供电。

7.6.2 应急情况下的通信

7.6.2.1 在救生艇筏集合和登乘地点与主控制站和/或驾驶台（如设有）之间，应设有能传送命令的相互通信系统。

7.6.2.2 该通信系统可由可携式设备或固定安装的设备组成，并应在主电源失电情况下仍能工作。

7.6.3 半潜式（柱稳式）浮式装置和水面式浮式装置的附加要求

7.6.3.1 对半潜式（柱稳式）海上浮式装置浮式装置：在压载水集中控制站与装有压载泵或压载阀的处所之间，或与可能装有操作压载系统所必须的设备的其它处所之间，应设有独立于浮式装置主电源且固定安装的通信设施。

7.6.3.2 对半潜式（柱稳式）海上浮式装置和水面式浮式装置：应在锚泊操作至关重要的各个位置之间配备可靠的通信设施。

第 7 节 外部通信系统

7.7.1 与其它平台的通信

7.7.1.1 当浮式装置与其它井口平台之间存在的工艺和公用系统的关联时，可设置与其它井口平台之间的通信。

7.7.2 与直升飞机的通信

7.7.2.1 与直升飞机的通信应满足民航总局第 151 号的要求。



中 国 船 级 社

海上浮式装置入级规范

2014

第 8 篇 防火防爆安全

目 录

第 1 章 通 则 8-1

第 1 节 一般规定 8-1
第 2 节 定 义 8-2
第 3 节 火灾和爆炸的预防 8-5
第 4 节 氧、乙炔瓶的布置与存放 8-6
第 5 节 厨房炉灶的使用要求 8-7
第 6 节 安全操作要求 8-8

第 2 章 防火防爆对海上浮式装置布置的要求 8-10

第 1 节 一般规定 8-10

第 3 章 防火防爆对通风的要求 8-11

第 1 节 一般规定 8-11
第 2 节 通风导管及挡火闸 8-11
第 3 节 围蔽处所通风 8-13

第 4 章 火灾探测 8-14

第 1 节 一般要求 8-14

第 5 章 火灾的限制 8-15

第 1 节 一般规定 8-15
第 2 节 舱壁和甲板的耐火完整性 8-15
第 3 节 起居处所、服务处所和控制站的保护 8-20

第 6 章 控火与灭火 8-22

第 1 节 消防用品 8-22
第 2 节 消防水灭火系统 8-24
第 3 节 固定式水喷淋系统 8-27
第 4 节 高压水雾灭火系统 8-28
第 5 节 固定式泡沫灭火系统 8-30
第 6 节 直升机甲板固定式泡沫灭火系统 8-31
第 7 节 机器处所使用的高倍泡沫系统 8-32
第 8 节 干粉灭火系统 8-32
第 9 节 固定式气体灭火系统 8-33
第 10 节 洁净气体灭火系统 8-37
第 11 节 湿化学品灭火系统 8-40
第 12 节 灭火设备配备 8-40

第 7 章 危险区的划分 8-44

第 1 节 一般规定 8-44
第 2 节 危险区类别及范围的划分 8-45
第 3 节 区域间出入口的设计要求 8-46

第 8 章 适宜危险区的设备 8-48

第 1 节 一般规定 8-48
第 2 节 适宜危险区的泵和压缩机 8-48
第 3 节 适宜危险区的燃烧设备 8-49

第 9 章 可燃气体和硫化氢气体的探测 8-50

第 1 节 一般规定 8-50

第 10 章 惰性气体系统 8-51

第 1 节 一般规定 8-51
第 2 节 烟气发生系统 8-52
第 3 节 氮气发生系统 8-55

第 11 章 应急关断 8-58

第 1 节 一般规定 8-58

第 12 章 脱 险 8-59

第 1 节 一般规定 8-59
第 2 节 撤离通知 8-59
第 3 节 逃生通道 8-59
第 4 节 集合站 8-60
第 5 节 应急照明、标记和警示牌 8-60
第 6 节 应急逃生呼吸装置 8-61
第 7 节 防硫化氢呼吸装置 8-61

第1章 通 则

第1节 一般规定

1.1.1 目标

本篇规定的安全目标为：

（1）预防火灾和爆炸的发生；

（2）使火灾和爆炸所产生的后果减至最低程度。

1.1.2 功能要求

为了实现本篇规定的目标，海上浮式装置应具有下列功能：

（1）控制可燃、可爆流体于密闭的系统中，防止其外溢外漏，一旦溢漏应收集到安全地点；

（2）把系统中必须释放的可燃气体引至安全地点进行焚烧或放空；

（3）限制可燃材料的使用；

（4）探知可能漏泄和积聚的可燃气体；

（5）对危险处所进行合格的通风以防可燃气体的积聚；

（6）在失火危险处所采取措施消灭引火源；

（7）在危险区内采取措施消灭引爆源；

（8）对参与海上浮式装置浮体结构强度的原油舱进行惰化；

（9）探知失火危险处所内的任何火灾；

（10）设置和保护灭火通道；

（11）保证灭火设备的即时可用性；

（12）采用耐火分隔限制火灾蔓延；

（13）海上浮式装置上的各功能区及重要设备有合理的布置；

（14）设置并保护逃生通道和救生设备；

1.1.3 图纸资料

应将下列图纸资料提交CCS审批：

（1）总体布置及危险区划分图；

（2）防火分隔图；

（3）防火墙壁、甲板及门的结构详图；

（4）防火门控制原理图；

（5）通风系统布置图及挡火闸控制图；

（6）固定式灭火系统管路及仪表图；

（7）固定式灭火系统设计计算书（如灭火剂用量）；

（8）固定式探火及失火报警系统图；

（9）防火控制图；

（10）可燃气体探测和报警系统图；

（11）惰性气体系统图；

（12）氧、乙炔瓶及其管路布置图；

（13）液化石油气炉灶布置图；

（14）逃生路线图；

（15）防爆设计报告；

（16）CCS 认为其他需要提交的资料。

1.1.4 认可

1.1.4.1 防火、防爆用的主要材料、设备、装置、系统等均应经 CCS 认可。

1.1.4.2 消防设备的任何免除、代用或等效措施应经 CCS 认可。

1.1.4.3 经本社认可，在安全等效的原则下，可同意在浮式装置上使用本篇规定之外的设备、用具、灭火剂、装置等。

1.1.5 杂项

1.1.5.1 烃类气体易于积存的处所禁止使用铝涂料。

1.1.5.2 如果在起居处所、服务处所和控制站内使用甲板敷料，应选用不易引燃的认可材料，并根据国际海事组织 MSC.61（67）号决议通过的《国际耐火试验程序应用规则》（以下简称《耐火试验规则》）来确定。

1.1.5.3 防硫化氢装置包括硫化氢气体探测与报警系统和防硫化氢呼吸装置。硫化氢气体探测与报警系统应符合本篇第 9 章的相关规定，防硫化氢呼吸装置应符合本篇第 12 章第 7 节的规定。

第 2 节 定 义

1.2.1 材料

1.2.1.1 不燃材料：系指某种材料加热至约 750℃时，既不燃烧，亦不产生足量的可造成自燃的易燃蒸气。这是根据《耐火试验规则》所确定的。除此以外的任何其他材料均为“可燃材料”。

1.2.1.2 钢或其他等效材料：系指任何不燃材料本身或由于所设隔热物，经受标准耐火试验规定的相应曝火时间至结束时，在结构性和完整性上与钢具有同等的效能（例如，设有适当隔热材料的铝合金）。

1.2.2 低播焰性

低播焰性：系指所述表面能有效地限制火焰的蔓延，根据《耐火试验规则》来确定。

1.2.3 标准耐火试验

1.2.3.1 H 级标准耐火试验：系指按 ISO 834 耐火试验中规定的 H 级耐火试验。

1.2.3.2 A、B 级标准耐火试验：系指《耐火试验规则》中规定的 A、B 级耐火试验。

1.2.4 耐火分隔

1.2.4.1 H 级分隔，是由符合下列要求的舱壁与甲板组成的分隔：

（1）它们应以钢或其他等效的材料制造；

（2）它们应有适当的防挠加强；

（3）它们的构造，应在 2h 的标准耐火试验至结束时能防止烟及火焰通过；

（4）它们应用认可的不燃材料隔热，使在下列时间内，其背火一面的平均温度，较原始温度增高不超过 140℃，且在包括任何接头在内的任何一点的温度较原始温度增高不超过 180℃：

“H-120”级 120 min

“H-60”级 60 min

“H-0”级 0 min

1.2.4.2 A 级分隔，是由符合下列要求的舱壁与甲板组成的分隔：

（1）它们应以钢或其他等效的材料制造；

（2）它们应有适当的防挠加强；

（3）它们的构造，应在 1 h 的标准耐火试验至结束时能防止烟及火焰通过；

（4）它们应用认可的不燃材料隔热，使在下列时间内，其背火一面的平均温度，较原始温度增高不超过 140℃，且在包括任何接头在内的任何一点的温度较原始温度增高不超过 180℃：

“A-60”级 60 min

“A-30”级 30 min

“A-15”级 15 min

“A-0”级 0 min

（5）主管机关或主管机关授权的组织已要求按《耐火试验规则》对原型舱壁或甲板进行一次试验，以保证满足上述完整性和温升的要求。

1.2.4.3 B 级分隔，是由符合下列要求的舱壁、甲板、天花板或衬板所组成的分隔：

（1）它们的构造应在最初 0.5 h 的标准耐火试验至结束时，能防止火焰通过；

（2）它们应具有这样的隔热值，使在下列时间内，其背火一面的平均温度，较原始温度增高不超过 140℃，且在包括任何接头在内的任何一点的温度，较原始温度增高不超过 225℃；

“B-15”级 15 min

“B-0”级 0 min

（3）它们应以认可的不燃材料制成，参与制造和装配的“B 级分隔”所用的一切材料应为不燃材料。但是，并不排除可燃镶片的使用，如这些材料符合本章的其他要求；

（4）主管机关或主管机关授权的组织已要求按《耐火试验规则》对原型分隔进行一次试验，以保证满足上述完整性和温升的要求。

1.2.4.4 C 级分隔，应以认可的不燃材料制成，它们不需要满足有关防止烟和火焰通过以及限制温升的要求。允许使用可燃镶片，如这些材料符合本章的其他要求。

1.2.4.5 连续 B 级天花板或衬板：系指只终止于“A”级或“B”级分隔的“B”级天花板或衬板。

1.2.5 区域

1.2.5.1 井口区：系指钻台或采油树和分配管汇所在的区域。

1.2.5.2 油气水处理区：系指油气水处理系统，包括计量分离设备所在的区域。

1.2.5.3 原油储存区：系指原油储存设备所在的区域。

1.2.5.4 通用机械区：系指为油、气生产和安全服务的机械设备（例如，发电机和锅炉）所在的区域。

1.2.5.5 生活区：人员居住、休息和娱乐的场所。

1.2.5.6 危险区：系指由于可燃性气体环境的存在，在使用机械或电气设备时未加适当考虑以致可能引起爆炸或火灾的区域。

1.2.6 处所

1.2.6.1 公共处所：系指起居处所中用作大厅、餐室、休息室，以及类似的固定围蔽处所。

1.2.6.2 起居处所：系指用作公共处所、走廊、盥洗室、居住舱室、办公室、医务室、放映室、游戏室、娱乐室、理发室、无烹调设备的配膳室，以及类似的处所。

1.2.6.3 服务处所：系指用作厨房、设有烹调设备的配膳室、储物间和储藏室、不属于机器处所组成部分的工作间，以及类似处所和通往这些处所的围蔽通道。

1.2.6.4 A 类机器处所：系指装有下列设备的处所和通往这些处所的围壁通道：

（1）用作主推进的内燃机；

（2）用作非主推进的合计总输出功率不小于 375 kW 的内燃机；或

（3）任何燃油锅炉或其他燃油装置，或锅炉以外的任何燃油设备，如惰性气体发生器、焚烧炉等。

1.2.6.5 机器处所：系指一切 A 类机器处所和其他装有推进机械、锅炉和其他燃烧设备、燃油装置、蒸汽机和内燃机、发电机和主要电动机、加油站、制冷机、防摇装置、通风机和空调机的处所以及类似处所，和通往这些处所的围壁通道。

1.2.6.6 控制站：系指海上浮式装置无线电设备或主要航行设备所在的处所，或者是火警指示器或失火控制设备或动力定位控制系统集中的处所，或灭火系统所在的处所。对于柱稳式海上浮式装置，集中压载控制站应视为控制站。

1.2.6.7 围蔽处所：系指由地板、舱壁和（或）甲板为界限的处所，可以有门和（或）窗。

1.2.6.8 半围蔽处所：系指由于具有诸如顶板、风障和舱壁等结构，致使其自然通风条件与在开敞甲板上者有显著的差异、且其布置使气体不会发生扩散的处所。

1.2.6.9 开敞处所：系指除围蔽处所和半围蔽处所之外的处所。

1.2.7 装置

燃油装置：系指准备为燃油锅炉输送油类燃料或准备为内燃机输送经加热的油类燃料的设备，以及用于处理油类且压力超过 0.18MPa 的任何压力油泵、过滤器和加热器。

1.2.8 甲板

露天甲板：系指至少在其两侧和上方完全暴露在露天的甲板。

1.2.9 惰性气体系统

1.2.9.1 惰性状态：系指由于充入惰性气体而使整个被惰化舱柜内气体的体积含氧量降低到 8%或更少的状态。

1.2.9.2 惰化：系指为达到本节 1.2.9.1 所指的“惰性状态”而向舱柜送入惰性气体的操作。

1.2.9.3 驱气：系指向已处于惰性状态的舱柜输入惰性气体以求：

（1）进一步降低含氧量；

（2）使烃类气体浓度降低到即使让空气引入舱内亦不致在舱内形成可燃的混合气体。

1.2.9.4 除气：系指向舱内送入新鲜空气以排除有毒、可燃及惰性气体，并使舱内空气的体积含氧量增到21%。

1.2.10 流体

可爆流体：系指可燃气体、闪点不高于 60℃的可燃液体或二者的混合物以及由于加热而导致的在闪点以上运行的可燃液体。

1.2.11 释放源

1.2.11.1 连续释放源：系指连续或近似连续释放的释放源。

1.2.11.2 1类释放源：系指在正常的工况下会有释放的释放源。

1.2.11.3 2类释放源：系指在正常的工况下不大可能出现释放，即使释放也只持续很短时间的释放源。

1.2.12 通风

合格的通风：系指危险区每小时换气次数不低于12次的通风。海上浮式装置上的开敞危险区被认为具有合格的通风。

1.2.13 气密门

气密门系指一种设计为在正常大气条件下能阻止气体通过的配合紧密的实心门。

第3节 火灾和爆炸的预防

1.3.1 目的

本节规定的目的是减小火灾和爆炸发生的概率。

1.3.2 功能要求

1.3.2.1 减少火灾和爆炸发生概率的根本性措施是控制可燃和可爆材料、引燃源及氧化剂源，使可燃和可爆材料与引燃源或氧化剂源隔离。

1.3.2.2 可燃、可爆材料的控制

（1）在居住处所、服务处所、控制站、临时避难所、集合站和登乘地点应限制使用可燃材料，如使用可燃材料则应符合下列要求：

① 面板和衬板按所用厚度的面积所具有的发热值不得超过 $45MJ/m^2$；

② 面板、嵌条及装饰物的总体积不得超过相当于墙壁和顶板 2.5mm 厚度的总体积；

③ 所使用的可燃材料包括表面涂料在失火时不能放出过量烟气和毒性物质。

（2）所有的废物箱应以不燃材料制成，其四周和底部不得开孔。

（3）可燃、可爆流体在密闭的系统中进行处理、运送和储存并采取下列措施防止其外溢外漏：

① 系统的材料设计强度符合规定；

② 系统中连接部位的密性满足要求；

③ 系统中的腐蚀和冲蚀得到控制；

④ 系统的压力、温度、液位受到监控。

实现本项功能的详细要求见本规范第 4 篇和 CCS《海上油气处理规范》的相关规定。

（4）在可燃、可爆流体系统中应设有适当的止回装置以防止系统故障时，发生回流漏泄，其具体要求见本规范第 4 篇和 CCS《海上油气处理规范》的相关规定。

（5）可燃、可爆流体系统中设有符合第 6 篇第 4 章要求的关断装置以防漏泄的扩大。

（6）海上浮式装置上设有符合本规范第 5 篇第 3 章规定的开式排放系统，当漏泄发生时，把可燃、可爆流体收集到安全地点。

（7）可燃气体可能漏泄的处所应有合格的通风。

1.3.2.3 引燃源的控制

（1）在可能失火的处所应采取以下措施消除引火源：

① 吸烟应在规定的处所内进行；

② 热工作业应在规定处所内进行；

③ 火炬及冷放空应有防回燃措施；

④ 燃烧设备（锅炉、加热器等）应在密闭的空间燃烧，表面温度和烟气不能成为引火源；

⑤ 预防烹饪起火；

⑥ 预防闪电灾害；

⑦ 预防机械磨擦起火；

⑧ 预防系统设备热表面起火；

⑨ 应采取措施防止自燃（比如隔热包扎含油处的自燃）的发生；

⑩ 如果使用电取暖器，应予以固定装设，其构造应能最大限度地减少失火危险。不应使用因暴露的电气元件的热度而使衣服或其他类似物件被烤焦或起火的取暖器。

（2）在危险区内控制引爆源的措施详见本篇第 7、8 章和本规范第 6 篇第 1 章的相关规定。

1.3.2.4 氧化剂源的控制

参与浮式装置整体结构强度的原油存储舱保持惰化状态。

第 4 节 氧、乙炔瓶的布置与存放

1.4.1 一般要求

1.4.1.1 氧、乙炔固定管系应按 CCS 接受的适用标准和规则进行设计和试验。

1.4.1.2 如每种气体有两瓶或以上且要求存放在围蔽处所，则应为每种气体配备独立的储存室，乙炔储藏室应安装相应探测报警器。储存室应用钢材建造，不应位于露天甲板以下，且通风良好，有通向开敞甲板的出入口。通风布置应独立于其他的通风系统。

1.4.1.3 固定管路及其附件、接头、阀件应满足Ⅰ级管系的要求，整个乙炔固定管路不允许使用铜或含铜量超过 65%的铜合金。乙炔气瓶与调压阀之间的高压管段应采用钢质材料构造。氧气固定管路应采用钢质或铜质材料构造。氧气和乙炔系统所有构件应具有耐腐蚀

性能，固定管路中所有管子均应使用无缝钢管。

1.4.1.4 若氧-乙炔气焊工作处所与气瓶储存室相距超过一层甲板及以上或穿过舱壁时，在气瓶与气焊工作处所之间应设置固定管路，在穿过甲板或舱壁处应有适当的保护。出口端应设有关闭阀。

1.4.1.5 乙炔储存室内不应有引燃源，如需安装电气设备，则应为合格的防爆型设备。

1.4.1.6 气瓶紧固装置应能容易而快速地松脱，以便在发生火灾时能将气瓶迅速移走。

1.4.1.7 气瓶储存室应有显著而永久的“严禁吸烟”的标志。

1.4.1.8 如气瓶存放在露天场所，则应采取下列措施：

（1）保护气瓶及其管路免受损坏；

（2）尽可能少地暴露于烃环境中；

（3）确保适当的排水；

（4）防止暴晒、远离热源；

（5）气瓶应存放在专用的气瓶架内。

1.4.2 灭火

乙炔储存区的灭火设备的配备应符合本篇 6.12.17 的规定。

第 5 节 厨房炉灶的使用要求

1.5.1 一般要求

1.5.1.1 厨房内宜使用电灶，尽可能不使用液化石油气炉灶，禁止使用天然气炉灶。如使用液化石油气灶，则应符合本节 1.5.2 的要求，如使用燃料油灶，则应符合本节 1.5.3 的要求。

1.5.1.2 炉灶灭火设备的配备应符合本篇 6.12.16 的规定。

1.5.2 液化石油气炉灶

如厨房内设置液化石油气炉灶时则应满足下列要求：

（1)液化石油气的燃具、钢瓶、角阀及减压阀等均应符合 CCS 接受的有关标准的规定；

（2）液化气瓶应存放于开敞甲板或开口仅朝向开敞甲板的通风良好的处所；

（3）储存的液化石油气量应经 CCS 核定，不应超额储存；

（4）厨房内不应设有通往位于其下方处室的开口及梯道；

（5）厨房应设有通向开敞甲板的门、窗，且应为向外开启。并应能保证厨房内其上部和下部空间有可流通的自然通风或动力通风以保证为燃烧提供足量空气；

（6）液化石油气燃具应可靠地固定在设计位置上，且应有防止移动的措施；

（7）液化石油气钢瓶应垂直地放置，并有牢靠的固定装置。固紧的瓶箍应能方便、快速地脱开，钢瓶底部应有防撞击的木质垫料；

（8）液化石油气钢质管系的连接应采用焊接。燃具、阀件、检测仪表等与管路以及阀的连接可用螺纹连接，其结合处应装有耐油密封圈或涂以粘合剂，以保证气密。

橡胶软管与减压阀、燃具或钢管连接之处，应用金属管箍夹紧，管箍间的连接应可靠，拆装方便，并保证气密；

（9）燃气管应以钢或其他等效材料制造，并设有自动关闭装置，当炉灶熄火时能自行

关断燃气；

（10）炉灶上、下及周围应设有足够的防火保护和隔热层；

（11）液化石油气管系进行强度和密性试验的试验压力应符合表 1.5.2 的规定。

液化石油气管系的试验 表 1.5.2

液化石油气管系	试验压力	
	强度试验（在车间）MPa	密性试验（装船后）MPa
钢瓶至减压阀管系	2.4	2.0
减压阀至燃具管系	0.2	0.1

1.5.3 厨房油灶

1.5.3.1 燃油柜应设在厨房之外，并采用安全的方式进行装油和透气。

1.5.3.2 燃烧器的供油控制位置应在厨房着火时便于接近。

1.5.3.3 厨房的通风应符合本规范第 5 篇第 4 章的相关规定。

第 6 节 安全操作要求

1.6.1 维护保养

浮式装置上应备有防火防爆设施的维修保养计划，并按计划及时进行维修、检查和试验以保持防火防爆设施的即时可用性。

1.6.2 培训和演习

浮式装置上应备有培训手册并对相关人员进行培训和实际演练使他们掌握应知应会的防火防爆知识和技能。

1.6.3 防火防爆安全操作手册（或程序）

1.6.3.1 浮式装置上应设有防火防爆安全操作手册或设有这方面的操作程序。

1.6.3.2 浮式装置上应固定展示防火控制图供工作人员参考。图上应清楚地标明：

（1）火灾控制站、室的位置；

（2）各级耐火分隔所围壁的防火区域；

（3）火灾探测器探头的布置；

（4）火灾手动报警按扭的布置；

（5）可燃气体探测器探头的布置；

（6）硫化氢气体探测器探头的布置；

（7）防硫化氢呼吸装置的布置；

（8）通用报警启动位置；

（9）各种灭火设备布置；

（10）消防员装备位置；

（11）直升机消防工具箱；

（12）水喷淋喷嘴的布置；

（13）应急关断操作位置（例如油类燃料源的关断位置、发动机的关断位置等）；

（14）水密门的布置和遥控位置；

（15）通风系统中，挡火闸位置、风机的控制位置和数量；

（16）燃油泵及油柜上的速闭阀应急关断站的位置；

（17）油气水处理系统应急关断站的位置；

（18）灭火通道、逃生通道及逃生路线显示；

（20）应急集合站及救生设备的布置；

（21）机械设备应急关断站的位置。

1.6.3.3 本条 1.6.3.2 的内容也可编成图册，每位高级工作人员人手一册，另有一册存放于浮式装置上易于到达处，以便随时查阅。防火控制图或图册资料内容应与当时实际情况一致，如实际情况有变更时，则防火控制图或图册应做相应的更正。

1.6.3.4 浮式装置上灭火和抑制火灾用的所有设备和装置的保养及操作的说明，应保存在一个封套内，并放在易于到达的地方，以便随时取用。

1.6.3.5 在浮式装置上，应有一套防火控制图或具有该图的小册子的复制品，永久性地置于甲板室外面有醒目标示的风雨密封闭的盒子里，以有助于外来的消防人员。

第 2 章 防火防爆对海上浮式装置布置的要求

第 1 节 一般规定

2.1.1 目的

本节规定的目的是：

（1）使危险区与非危险区相互隔离，生活区设置在最安全的地方，中心控制室和应急设备处所设置在受保护的位置；

（2）使系统和设备的设置有利于减少火灾和爆炸的发生，有利于减轻火灾和爆炸所产生的后果；

（3）在应急情况下，便于人员进行应急响应和撤离。

2.1.2 功能要求

2.1.2.1 凡划分为危险区的区域应与含有引燃源的区域尽量远离，其最小距离不能小于3m。

2.1.2.2 区域布置应考虑利用常年主导的风向：

（1）使危险区逸出的可燃气体，进入含有引燃源的区域的可能性降至最低；

（2）使火炬和燃烧设备燃烧的废气以及冷放空的可燃气体直接向脱离海上浮式装置的方向散去；

（3）当一旦失火或爆炸发生时，不使烟气进入生活区、避难所、应急集合站及撤离地点。

2.1.3 技术要求

浮式装置布置的具体要求详见本规范的第 2 篇第 2 章的相关规定。

第 3 章 防火防爆对通风的要求

第 1 节 一般规定

3.1.1 目的

本章规定的目的是：

（1）防止可燃气体的危险积聚；

（2）防止火灾和烟气通过通风导管漫延；

（3）防止为已失火的围蔽处所提供氧气；

（4）防止已释放灭火剂的围蔽处所通过通风导管漏泄灭火剂。

3.1.2 功能要求

为达本章规定的目的，通风系统应具有的防火防爆功能如下：

（1）划分为 1 类和 2 类危险区（见本篇第 7 章第 1 节的定义）的处所具有合格的通风；

（2）危险区的动力通风独立于非危险区的动力通风；

（3）避免通过通风导管使危险区内的可燃气体扩散到非危险区，或使较高级别危险区内的可燃气体扩散到较低级别的危险区；

（4）通风系统应设有风机的应急停止装置；

（5）通风筒上设有在灭火时能够关闭通风筒的挡板；

（6）通风导管所在处所的火灾不能通过该导管漫延到其他处所；

3.1.3 相关篇章

除本章规定外，通风系统还应符合本规范第 5 篇第 4 章的相关规定及本篇第 11 章的相关规定。

第 2 节 通风导管及挡火闸

3.2.1 材料和耐火试验要求

3.2.1.1 通风导管应为不燃材料制成。但对长度一般不超过 2 m、内净横截面积不超过 0.02 m^2 的短导管，如其符合下列条件者除外：

（1）导管是用低播燃材料制成；

（2）导管只用作通风装置的末端；

（3）且沿着导管量起，这些导管的敷设位置离开 A 级或 B 级分隔（包括 B 级连续天花板）的开口间距不小于 600 mm。

3.2.1.2 应对挡火闸包括其相关操作装置和穿过“A”级分隔的导管贯穿件应进行耐火试验，如钢套通过铆接、法兰或焊接与通风导管连在一起，则不要求进行试验。

3.2.2 通风导管的布置

3.2.2.1 穿过耐火分隔的通风导管应保证其所穿过的耐火分隔的完整性不遭削弱。

3.2.2.2 A 类机器处所、厨房的通风导管不应通过起居处所、服务处所或控制站，但符合下列两种情况之一者除外：

（1）A 类机器处所、厨房到每一挡火闸以外至少 5m 处，导管隔热至 A-60 级标准，且：

① 导管为钢质，如宽度或直径为 300 mm 及以下，所用钢板厚度至少为 3 mm；如其宽度或直径为 760 mm 及以上，所用钢板厚度至少为 5 mm；如导管宽度或直径在 300 mm 和 760 mm 之间，所用钢板厚度按内插法求得；

② 导管有适当支承和加强；

③ 导管在紧靠贯穿的限界面处设有自动挡火闸；

（2）穿过起居处所、服务处所或控制站的导管隔热至 A-60 级，且钢质导管符合本款（1）中①和②的规定。

3.2.2.3 起居处所、服务处所或控制站的通风导管，均不得通过 A 类机器处所、厨房，但符合下列两种情况之一者除外：

（1）保持 A 类机器处所、厨房的限界面在贯穿处的完整性，且钢质导管通过 A 类机器处所、厨房的导管符合本节 3.2.2.2 （1）中①、②和③的规定。

（2）在 A 类机器处所、厨房内的导管隔热至 A-60 级，且通过 A 类机器处所、厨房的导管符合本节 3.2.2.2 （1）中①和②的规定。

3.2.2.4 服务于危险处所和非危险处所的通风导管不应相互穿过。

3.2.2.5 服务于 2 类和 1 类危险区的通风导管不应穿过 0 类危险区（见本篇第 7 章第 1 节的定义）。

3.2.2.6 一般情况下，服务于 2 类和 1 类危险区的通风导管不应相互穿过，当不可避免时，应采取如下措施：

（1）如果服务于 2 类危险区的通风导管通过 1 类危险区，通风导管内应具有相对于 1 类危险区较高的压力；

（2）如果服务于 1 类危险区的通风导管通过 2 类危险区，通风导管内应具有相对于 2 类危险区较低的压力；

3.2.2.7 遭遇负压的通风导管应为能够保持其稳定性的刚性结构。

3.2.3 通风导管贯穿细节

3.2.3.1 若净截面积不超过 0.02 m^2 的薄板导管通过 A 级舱壁或甲板，开口应衬有厚度至少为 3 mm，长度至少为 200 mm 的钢质套管，其在舱壁两侧各 100 mm 为宜，若穿过甲板，宜完全位于被贯穿甲板的底侧。

3.2.3.2 若净截面积超过 0.02 m^2 的通风导管通过 A 级舱壁或甲板，除非通过舱壁或甲板的导管在通过甲板或舱壁的邻近处为钢质构成，否则其开口应装有钢质套管。这里的导管和套管应符合下列要求：

（1）导管或套管的壁厚至少为 3 mm，长度至少为 900 mm。当通过舱壁时，该长度最好分成在舱壁的两侧各为 450 mm，导管或装在这些导管上的套管应设有耐火隔热物。此项隔热物应至少与导管通过的舱壁或甲板具有同等的耐火完整性；

（2）净横截面积超过 0.075 m^2 的导管，除应符合本款 （1）的要求外，还应设置挡火闸。挡火闸应能自动操纵，但也应能在舱壁或甲板的两侧手动关闭。挡火闸上应装有指示器，用以显示其启闭状态，但如导管通过被 A 级分隔包围的处所，而该处所又不使用该导管时，只要那些导管同其穿过的分隔具有同等的耐火完整性，则不必设置挡火闸。

3.2.3.3 通过 B 级舱壁的净横截面积超过 0.02 m^2 的通风导管，应装有长度 900 mm 的钢质套管，该套管最好分成在舱壁的两侧长度各为 450 mm，但该导管为钢质时除外。

3.2.4 厨房炉灶排气导管

通过起居处所内含可燃材料的处所的厨房炉灶的排气导管应用“A 级分隔”制造。每一排气导管应设有下列装置：

（1）1 个易于拆下清洗的集油器；

（2）一个位于排气导管厨房端的自动遥控挡火闸，且另有一个位于排气导管排出端的遥控挡火闸；

（3）能在厨房内操纵的关闭抽风机的装置；

（4）符合本篇 6.12.16 规定的灭火装置。

第 3 节 围蔽处所通风

3.3.1 通风的控制

失火时，对通风的关停控制要求应符合第 7 篇第 4 章的相关规定。

3.3.2 围蔽的危险处所的动力通风

3.3.2.1 围蔽的 1 类和 2 类危险处所应有合格的动力通风，其通风次数不应少于每小时 12 次。

3.3.2.2 天然气和原油燃料系统中燃烧设备所在罩壳或燃烧设备所在机器处所的通风以及燃料管所在导管内的通风应符合第 5 篇第 3 章第 9 节的相关规定。

3.3.2.3 围蔽的危险处所与围蔽的非危险处所相邻接时，危险处所内的气压应低于非危险处所的气压。

3.3.2.4 通风进口和出口的布置应使整个处所进行有效的通风，对于气体可能积聚和漏泄的地点应注意布置抽风口。

3.3.2.5 非危险处所的通风进口应设在非危险区，并应离开危险区域至少 3m 的距离。

3.3.2.6 危险围蔽处所的所有空气进口均应位于非危险区。

3.3.3 影响危险区范围的通风条件

影响危险区范围的通风条件见本篇第 7 章的相关要求。

第 4 章 火灾探测

第 1 节 一般要求

4.1.1 目的

本章规定的目的是自动和人工监控失火危险处所火灾的发生，并在火灾发生时发出报警以提醒人员迅速采取后续措施，或自动触发关断动作、启动灭火系统。

4.1.2 功能要求

为实现本节规定的目的，火灾探测系统应具有下列功能：

（1）系统应能自动监控每一失火地点的火灾，尽可能探知火灾的初期阶段，探头的选取适合于处所的环境、性质和潜在的失火征兆；

（2）当探测到火灾时，系统应能立即动作并显示失火地点和发出声光报警；

（3）系统应能自动监测线路发生的故障；

（4）可靠性好的探测系统可自动触发关断动作，自动启动灭火系统；

（5）探火系统的设计应能承受一般出现的电压变化和瞬时波动、环境温度变化、振动、潮湿、冲击、撞击和腐蚀，驾驶室（集中控制室）内或临近所有电气和电子设备应做电磁兼容性试验

（6）应合适地布置手动报警按扭，以便随时可用。

4.1.3 技术要求

浮式装置火灾探测具体的技术要求详见本规范的第 7 篇第 5 章的相关规定。

第 5 章 火灾的限制

第 1 节 一般规定

5.1.1 目的

本节规定的目的是把火灾限制在发生地点以减轻火灾的后果。

5.1.2 功能要求

为达到本节规定的目的，防火结构应具有下列功能要求：

（1）用耐火分隔将海上浮式装置分隔成若干个区域；

（2）根据处所的特点和对安全的重要程度，合理设置不同等级的耐火分隔；

（3）耐火分隔上的所有门、窗和贯穿不应削弱其耐火完整性。

第 2 节 舱壁和甲板的耐火完整性

5.2.1 材料

5.2.1.1 浮体、上层建筑、结构舱壁、甲板及甲板室应以钢或其他等效材料建造。

5.2.1.2 如结构的任何部分为铝合金，则应符合下列要求：

（1）A 或 B 级分隔的铝合金部件的隔热，除不承载负荷的结构外，在标准耐火试验的任何适用的曝火时间内，其隔热层应能使结构芯材的温度升高不超过其环境温度 200℃。

（2）应特别注意用于支撑救生艇、筏的存放、降落和登乘区域以及支撑 A 或 B 级分隔的铝合金圆柱、支柱和其他构件的隔热要求，以保证：

①对于支承救生艇、筏区域以及 A 级分隔的构件，在标准耐火试验 1 小时末，应符合本节 5.2.1.2（1）规定的温升限度；

②对用于支撑 B 级分隔的构件，在标准耐火试验的 0.5 小时末，应符合本节 5.2.1.2（1）规定的温升限度。

5.2.1.3 A 类机器处所的顶盖及舱棚，应为足够隔热的钢结构，其上的任何开口（如有时），均应适当布置和保护，以防止火灾蔓延。

5.2.1.4 外露的内部表面上的油漆、清漆及其他表面饰层应不致产生过量的烟及毒性产物。

5.2.1.5 A 级分隔上的所有门、门框及其在关闭时的制牢装置、其构造应尽实际可行具有等效于其所在舱壁的耐火性以及阻止烟和火焰穿过的效能。这些门及门框应由钢材或其他等效材料建造。

5.2.1.6 每个门应仅需一人即能将其开启及关闭，且应能在舱壁的两侧均可操作。

5.2.1.7 要求自闭的门不应装设门背钩，但装有故障型遥控释放设备的门背装置可以使用。

5.2.1.8 本章 5.2.1.1 规定用钢或其他等效材料制成的外部限界面，如果没有其他条文对这种界面提出 A 级完整性要求，就可以开孔，供安装窗和舷窗之用。同样，此种不要求具有 A 级完整性限界面上的门，可为其他适当材料。

5.2.2 舱壁和甲板的耐火分隔

5.2.2.1 各表应按下列要求予以应用：

表 5.2.2 （1）和表 5.2.2 （2）分别适用于分隔相邻处所的舱壁和甲板。

为了确定应用于相邻处所之间分隔适当的耐火完整性标准，这些处所按其失火危险程度分为下述 （1）至 （11）类。每类的标题只是举例而不是限制。每类前面括号内的数字，系指表中相应的“列”或“行”数。

(1) 控制站为本篇第 1 章第 2 节定义的处所。

(2) 走廊指走廊和前厅。

(3) 起居处所为本篇第 1 章第 2 节定义的处所，但走廊、舆洗室和没有烹调设备的配膳室除外。

(4) 梯道指内部梯道、升降电梯、自动扶梯（完全设在机器处所内者除外）以及其环围。对于仅在一层甲板设有环围的梯道，应视为未用防火门与之隔开处所的一部分。

(5) 失火危险较小的处所指不存放可燃材料的橱柜、储藏室和工作间、干燥室和洗衣间。

(6) A 类机器处所为本篇第 1 章第 2 节定义的处所。

(7) 其他机器处所为本篇第 1 章第 2 节定义的处所，但不包括 A 类机器处所。

(8) 原油泵舱指设有原油泵的处所以及通往这些处所的入口和围壁通道。

(9) 失火危险较大的服务处所指存放可燃材料的橱柜、储藏间和工作间，设有烹调设备的厨房、配膳室，以及油漆间和不作为机器处所组成部分的工作间。

分隔相邻处所的舱壁的耐火完整性 **表 5.2.2 （1）**

处所	（1）	（2）	（3）	（4）	（5）	（6）	（7）	（8）	（9）	（10）
控制站 （1）	A-0[c]	A-0	A-60	A-0	A-15	A-60	A-15	A-60	A-60	*
走廊 （2）		C	B-0	B-0 A-0[a]	B-0	A-60	A-0	A-60	A-0	*
起居处所 （3）			C	B-0 A-0[a]	B-0	A-60	A-0	A-60	A-0	*
梯道 （4）				B-0 A-0[a]	B-0 A-0[a]	A-60	A-0	A-60	A-0	*
失火危险较小的服务处所（5）					C	A-60	A-0	A-60	A-0	*
A 类机器处所 （6）						*	A-0	A-0[d]	A-60	*
其他机器处所 （7）							A-0[b]	A-0	A-0	*
原油泵舱 （8）								*	A-60	*
失火危险较大的服务处所（9）									A-0[b]	*
开敞甲板 （10）										—

见表 5.2.2 （2）下面的附注。

分隔相邻处所的甲板的耐火完整性 **表 5.2.2.（2）**

注：根据情况适用于表 5.2.2 （1）和表 5.2.2 （2）两个表。

甲板上处所 / 甲板下处所	（1）	（2）	（3）	（4）	（5）	（6）	（7）	（8）	（9）	（10）
控制站 （1）	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0	A-60	A-0	—	A-0	*
走廊 （2）	A-0	*	*	A-0	*	A-60	A-0	—	A-0	*
起居处所 （3）	A-60	A-0	*	A-0	*	A-60	A-0	—	A-0	*
梯道 （4）	A-0	A-0	A-0	*	A-0	A-60	A-0	—	A-0	*
失火危险较小的服务处所（5）	A-15	A-0	A-0	A-0	*	A-60	A-0	—	A-0	*
A 类机器处所 （6）	A-60	A-60	A-60	A-60	A-60	*	A-60[e]	A-0	A-60	*
其他机器处所 （7）	A-15	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0	*	A-0	A-0	*
原油泵舱 （8）	—	—	—	—	—	A-0[d]	A-0	*	—	*
失火危险较大的服务处所（9）	A-60	A-0	A-0	A-0	A-0	A-60	A-0	—	A-0[b]	*
露天甲板 （10）	*	*	*	*	*	*	*	*	*	—

（a）为分清适用哪一等级，见本章 5.3.1.3 和 5.3.1.4。

（b）属于同一数字类别且有上标“b”的处所，只有当相邻处所用途不同时，才要求表中所示等级的舱壁或甲板（例如第（9））。相邻的厨房之间不要求用舱壁分隔，但厨房与油漆间相邻则要求用“A-0”级舱壁分隔。

（c）分隔驾驶室、海图室和无线电室的舱壁可以为“B-0”级。

（d）在原油泵舱和 A 类机器处所之间的舱壁和甲板可以让原油泵轴的填料函以及类似的填料函盖贯穿件穿过，但应在舱壁或甲板的贯穿处采用有效的润滑达到气密或采用其他能保证永久性气密的装置。

（e）如果第（7）类中的机器处所没有或只有较小失火危险性，则可不装设耐火隔热层。

（f）预计遭受烃类火灾的舱壁或甲板其热负荷大于 100W/m^{2}时建议采用H级分隔。

表中“”号处，表示分隔要求为钢质或等效材料，但不要求为“A”级标准。但是，除开敞甲板外，如果甲板被贯穿以供电缆、管线和通风管道，应对此类贯穿件进行密封以防止火焰和烟气通过。除非安装了固定式气体灭火系统，控制站（应急发电机室）和开敞甲板之间的分隔可以设有不带关闭装置的空气进入开口。

(10) 露天甲板指不是危险区的开敞甲板处所。

(11) 卫生间和类似处所指公共卫生设备如淋浴室、浴室、舆洗室等，以及没有烹调设备的隔离配膳室。用于一个处所且只能从该处所进入的卫生设施应作为该处所的一部分。

5.2.2.2 可以接受与相关甲板或舱壁相连的连续“B”级天花板或衬板作为要求分隔的隔热和完整性的全部或部分。

5.2.2.3 对于钢或铝结构的甲板或舱壁，其隔热应至少延伸至超过贯穿处、接头处或终止点 450 mm 处。如果由“A”级标准的甲板或舱壁分隔的处所有不同的隔热等级，等级高的隔热物应在等级低的隔热物所在的甲板上至少延伸 450 mm。

5.2.2.4 除驾驶室的窗外，窗和舷窗应为永闭式的。驾驶室的窗如设计为迅速关闭的，可以是开启式。经 CCS 批准，可允许危险区以外的窗和舷窗为开启式的。

5.2.2.5 舱门的耐火性能应尽可能与安装舱门的分隔的耐火性能相同。上层建筑和甲板舱室的外部舱门应至少采用“A-0”级的标准建造，并尽可能为自闭式舱门。

5.2.2.6 耐火舱壁上的自闭式门不应装设背钩。但是，设有故障安全型的遥控释放装置的背钩可以使用。

5.2.2.7 如浮式装置上设有桑拿房，则其构造和布置应符合海上人命安全公约公约对货船桑拿房的相应要求。

5.2.3 分隔的贯穿

5.2.3.1 若电缆、管子、围阱、导管等或者桁材、横梁或其他构件穿过 A 级分隔时，应采取措施以保证分隔的耐火性不受损害。

5.2.3.2 如 B 级分隔为通过电缆、管子、围阱、导管等，或为装设通风导管、照明灯具和类似装置所贯穿，应采取措施以保证分隔的耐火性不受损害。

5.2.4 直升机甲板

当直升机甲板下留有不足 1m 的空隙时，至少应达 A-0 级标准。

5.2.5 H 级分隔

预计遭受烃类火灾的限界面，当其热负荷大于 100kW/m^2 时，建议采用 H 级分隔以代替相应的 A 级分隔。

5.2.6 限界面开口的限制

5.2.6.1 除本条 5.2.6.2 准许的情况以外，通往起居处所、服务处所、控制站和机器处所的出入门、空气进口和开口，均不应通向原油区域，而应位于不面向原油区域的横舱壁上，或位于上层建筑或甲板室外侧距离上层建筑或甲板室面向原油区域的端壁至少为船舶长度的 4%，但不少于 3m 处。此距离不必超过 5m。

5.2.6.2 可以允许在面向原油区域的限界面舱壁，或在本条 5.2.6.1 规定的 5m 限制范围内设置通向原油区主控制站和诸如食品间、储藏室及物料间这类服务处所的出入门，但是这些出入门不得直接或间接通往包括有或用作起居处所、控制站的任何其他处所，或诸如厨房、配膳室或工作间的服务处所，或含有油气着火源的类似处所。这种处所的限界面应隔热至“A-60”级标准，但面向原油区域的限界面除外。在本条 5.2.6.1 规定的限制范围内可设置拆移机器时用的由螺栓紧固的门板。驾驶室的门窗可以位于本条 5.2.6.1 规定的限制范围内，

只要其设计能确保驾驶室迅速而有效地达到气密和油气密。

5.2.6.3 面向原油区域和在本条 5.2.6.1 规定的限制范围内的上层建筑及甲板室侧壁上的窗和舷窗应为永闭（不能开启）型。

5.2.6.4 如果从管隧到主泵舱有永久性通道，应安装符合下列要求的水密门：

（1）除能从驾驶室操作外，该水密门还应能从主泵舱入口外侧手动关闭；

（2）在浮式装置正常作业期间，水密门应保持关闭，但在需要进入管隧时除外。

5.2.6.5 可准许在分隔原油泵舱和其他处所的舱壁和甲板上，安装用于原油泵舱照明的认可型永固式气密围罩照明灯，但这种照明灯应具有足够强度并保持舱壁或甲板的完整性和气密性。

5.2.6.6 通风出口和入口以及甲板室和上层建筑边界处所的其他开口，特别是机器处所的通风口，应尽实际可能位于后部。当浮式装置设有尾部装卸设备时，对这一点应给以充分考虑。诸如电气设备之类着火源，其布置应避免造成爆炸危险。

第 3 节 起居处所、服务处所和控制站的保护

5.3.1 一般要求

5.3.1.1 起居处所、服务处所和控制站通常不应与危险区相邻接。但是，在上述邻接不可避免时，应进行工程分析以保证将这些舱室和危险区隔离开来的舱壁和甲板的防火和防爆水平足以应对可能发生的危险。

5.3.1.2 所有属于“A”级分隔的舱壁应从甲板延伸至甲板，并延伸到甲板室的侧壁或其他的限界。

5.3.1.3 形成“B”级分隔的所有舱壁，除非舱壁两侧都有连续的“B”级天花板或衬板，否则应从甲板延伸到甲板，并延伸到甲板室侧壁或其他限界，在这种情况下，该舱壁可以在连续的天花板或衬板处终止。在走廊舱壁，只有在卧室、公共处所、办公室和卫生处所的门上和门下面可开通风口，且只能开在门的下半部。当这些开口设在门上或门下面时，任何一个或所有开口的总净面积不应超过 0.05 m^2。当门上开口时，应设不可燃材料制成的格栅。在构成梯道环围分隔的门上不应设这种开口。

5.3.1.4 梯子应用钢或等效材料建造。

5.3.1.5 只穿过一层甲板的梯道，至少应在一层甲板处用“A”或“B”级分隔和自闭式门予以保护，以限制火焰从一层甲板迅速蔓延至另一层甲板。人员升降机围壁应以“A”级分隔保护。穿过一层以上甲板的梯道和升降机围壁应在各层甲板处用“A”分隔环围并用自闭式门予以保护。居住区面向危险区一侧的舱壁应隔热至 A-60 级。

5.3.1.6 封闭在天花板、镶板或衬板后面的空隙，应安装紧密且间距不超过 14 m 的挡风条予以分隔。在垂直方向上，包括梯道衬板后面的空隙、围壁等在内的上述封闭的空隙应在每一层甲板处封闭。

5.3.1.7 在起居处所和服务处所内，以不燃的 B 级或 C 级分隔作内部分隔舱壁。一般不设有自动喷水器、探火和失火报警系统，但应设有符合本规范第 7 篇第 5 章要求的认可型的固定式探火和失火报警系统，其安装和布置应在起居处所的所有走廊、梯道和逃生通道内提供感烟式探测保护和手动火警按钮。

本条或其他条文中未要求为 A 级或 B 级分隔的一切起居和服务处所内的舱壁，至少应

为C级。

5.3.2 **材料要求**

5.3.2.1 除冷藏舱的绝缘物外，隔热材料、管子和通风导管包套、天花板、衬板和舱壁应是不燃材料制成的。冷却系统管件和蒸汽隔板的隔热材料以及与隔热材料一起使用的防潮层和粘结剂不必是不燃材料，但使用应保持在最低数量，且其外露表面应具有低播焰性。

5.3.2.2 舱壁的构架包括基板和连接件，以及衬板、天花板和挡风条，均应为不可燃材料。

5.3.2.3 走廊和梯道环围内所有的外露表面，以及起居处所、服务处所和控制站内隐蔽处或不易到达处的表面应具有低播焰性。起居处所、服务处所和控制站内外露的天花板表面也应具有低播焰性。

5.3.2.4 舱壁、衬板和天花板上可以装有可燃的镶板，这种镶板的厚度不应超过2.5 mm；但装在走廊、梯道环围和控制站内者除外，在这些处所内，镶板厚度不应超过1.5 mm。用于这些表面的可燃性材料在使用厚度区域内的热值应不超过45 MJ/m^2。

5.3.2.5 如果在起居处所、服务处所和控制站内使用甲板基层敷料，则该敷料应为经批准的不易引燃的材料。

5.3.2.6 通风导管的材料和试验以及贯穿要求应符合本篇第3章第2节的相关规定。

5.3.2.7 分隔住室与单独的内部卫生间如淋浴室的门可以用可燃材料。

5.3.2.8 原油泵舱的大窗应用钢制成，不应含有玻璃，并应能在原油泵舱外部予以关闭。

5.3.2.9 环围起居处所的上层建筑和甲板室的外部限界面包括支承这些起居处所的任何悬架甲板，其面向原油舱的全部限界面及前方限界面之后3m以内，应隔热至A-60级标准，并建议机器处所与原油泵舱相邻接的舱壁也隔热至A-60级标准。

第 6 章 控火与灭火

第 1 节 消防用品

6.1.1 概述

6.1.1.1 消防用品包括消防员装备和灭火器。

6.1.1.2 消防员装备由一套个人配备、一具呼吸器和一根救火绳组成。个人配备包括防护服、消防手套、消防靴、消防头盔、安全灯（手提灯）和太平斧。

6.1.1.3 灭火器分为手提灭火器、大型灭火器和手提式泡沫喷枪。

6.1.2 目的

本节规定的目的是：

（1）为消防员配备合适的装备以便救火和救人；

（2）在失火危险处所配备合适的手提灭火器以便现场工作人员迅速消灭初始火灾；

（3）在油类失火危险处所除配备手提灭火器之外，还配有大型移动灭火器以便扑灭迅速漫延的手提灭火器无法灭掉的油类火灾。

6.1.3 功能要求

为达到本节规定的目的，消防用品应满足下列功能：

（1）消防员装备的设置和品质应便于人员进行救火、救人而不受到伤害。

（2）手提灭火器应处于随时可用状态，操作便捷。

（3）大型可移灭火器应处于随时可用状态，操作简单。

6.1.4 消防员装备的技术要求

6.1.4.1 个人配备：

（1）防护服的材料应能保护皮肤不受火焰的热辐射，并不受蒸汽的灼伤和烫伤。衣服的外表应是防水的；

（2）消防靴和手套应由橡胶或其他不导电材料制成；

（3）消防头盔能对撞击提供有效防护；

（4）电安全灯（手提灯）应是认可型的，其照明时间至少为 3h，用于危险区的安全灯应为防爆型；

（5）太平斧的手柄应具有高压绝缘。

6.1.4.2 呼吸器

呼吸器应为一具自给式压缩空气呼吸器，其筒内空气储存量在标准大气状况下至少应有 1200*l*，或一具其他型式的自给式呼吸器，其可供使用的时间至少为 30min。呼吸器所用的空气瓶应能互换。

6.1.4.3 救生绳

每根耐火救生绳的长度至少为 30m，此绳应一次性通过静载荷为 3.5kN、时间为 5min 的认可试验。此绳应能用弹簧卡钩系在呼吸器的背带上，或系在一条分开的腰带上，以防止在拉拽救生绳时与消防员脱开。

6.1.5 消防员装备的存放

消防员装备应保持即刻用状态，并应存放在易于到达之处，存放位置应有永久性的清晰标志，各套储存的位置应尽量互相远离。其中至少有两套应存放在直升机甲板附近。

6.1.6 消防员装备的配备

6.1.6.1 每一海上浮式装置上至少应配备 4 套符合本章 6.1.4 要求的消防员装备，且每套都配有测量氧和可燃气体浓度的手提仪器。

6.1.6.2 每一所要求的呼吸器应配备两个备用充气瓶，如在适当位置设有无污染的充气设备，则可仅设一个备用充气瓶。

6.1.7 消防员装备空气瓶的再次充气

6.1.7.1 如果配备了气瓶充气装置，其电力应由主电源和应急电源或独立的柴油机供给，或其构造和配备能够使气瓶再次充气后可立即投入使用。其最低排量按每副所要求的呼吸器为 60*l*/min，但不超过 420*l*/min。

6.1.7.2 空气瓶再次充气装置应适当地置于海上浮式装置主甲板以上一个有遮蔽的处所。

6.1.7.3 空压机的吸入口应从干净的空气源吸入空气。

6.1.7.4 空气经压缩后要进行过滤除去压缩机油污。

6.1.7.5 充气能力应符合下列要求之一：

（1）如采用空气压缩机充气，其最低排量按每副所要求的呼吸器为 60*l*/min，但不超过 420*l*/min；

（2）如采用自给式高压储气瓶充气，其容量按每副所要求的呼吸器至少可充 1200*l*，但不超过 50000*l* 自由空气。

6.1.7.6 如果本篇 12 章第 7 节所述的防硫化氢固定式呼吸空气系统满足本节 6.1.7.5 的充气能力要求，则可用该系统为消防员装备空气瓶进行充气。

6.1.8 灭火器的技术要求

6.1.8.1 手提灭火器

每具手提式干粉或 CO_2 灭火器的容量应不小于 5kg，而每具泡沫灭火器应至少具有 9*l* 的容量。所有手提灭火器的质量不应超过 23kg，且其灭火性能至少与 9*l* 液体灭火器相当。

6.1.8.2 大型灭火器

用于扑灭油类火灾的 45*l* 或 135*l* 泡沫灭火器应设有滚轮和足够长的软管以保护其所覆盖的溢油火险区域。

6.1.8.3 手提式泡沫喷枪

手提式泡沫喷枪应包括一具能以消防水带连接于消防总管的吸入式空气泡沫枪，连同 1 只至少能盛装 20*l* 泡沫浓缩液的可携式容器和一只备用容器。泡沫枪应能至少产生 1.5m^3/min 适合于扑灭油类火灾的有效泡沫。

6.1.9 灭火器的布置

6.1.9.1 灭火器应布置在易于看到，且在失火时能迅速和容易到达的地点。

6.1.9.2 用于任何处所的手提灭火器，其中一具应设在该处所的入口处。

6.1.10 备用灭火器

6.1.10.1 每种手提灭火器的备用数量应按前 10 个灭火器的 100%和余下灭火器 50%的量进行配备，但总数不必超过 60 个备份。

6.1.10.2 对于能够在海上浮式装置上进行充装的每种手提灭火器，其备用灭火剂的数量应等于本节 6.1.10.1 中规定的备用灭火器所使用的剂量。

6.1.11 灭火器的配备

灭火器的配备要求见本章第 12 节的规定。

第 2 节 消防水灭火系统

6.2.1 目的

本节规定的目的是为海上浮式装置及时提供消防用水以便当火灾发生时，进行控火、灭火和冷却保护。

6.2.2 功能要求

为达到本节规定的目的，消防水灭火系统应满足下列功能：

（1）系统的设计应能保证每一失火危险处所都能得到有效保护；

（2）系统的设计应能保证随时立刻向每一被保护处所供水；

（3）系统的布置应考虑在火灾和爆炸的情况下其主要功能不遭破坏；

（4）系统的设计能力适应其预定的控火、灭火和冷却保护的用途；

（5)海上浮式装置与码头、海上浮式装置与船舶之间应设有消防水能迅速接通的装置。

6.2.3 管路

6.2.3.1 消防水管路的设计应能满足消防所需的最大流量和压力要求。

6.2.3.2 消防水总管宜设计成环形管路并布置在不易受损的被保护位置。当管路紧靠油气处理设备铺设时，则应考虑包敷阻火绝缘。

6.3.3.3 主用和备用泵的排出管路应分别连接到总管上，其连接点应相互远离。

6.2.3.4 对于具有下壳体的海上浮式装置，每一下壳体应能由该壳体内的消防泵单独供水消防，除此之外，还应通过环形总管供水消防。

6.2.3.5 在低温环境中作业的海上浮式装置应设有防止消防水管发生冻结的措施。

6.2.3.6 消防水管路不应使用在热作用下易于失效的材料。

6.2.3.7 管路材料的选择应考虑耐火和防海水腐蚀性能。当使用碳钢材料时，应采取防腐措施；当使用玻璃钢管时，应符合有关国家或行业的标准。

6.2.4 隔离阀

为隔离损坏的管段，在消防管路上，应按下列原则设隔离阀：

（1）环式消防总管上至少应设适当数量的隔离阀。

（2）分几个区段供水的应在每个分支处设隔离阀。

6.2.5 消防泵的配置数量

每一海上浮式装置上应至少设置两台符合本节 6.2.6 至 6.2.9 要求的消防泵（一台主用，

一台备用）。

6.2.6 消防泵的排量

6.2.6.1 应根据本章第 12 节的要求，配备消防栓、消防炮、水喷淋系统和泡沫对存在失火危险的区域和处所进行保护。

6.2.6.2 应根据 6.2.6.1 所要求的灭火系统的配备来计算每一消防泵的排量，其值应不低于下述较大者再加上 40 m^3/h：

（1）两个消防水炮（如设有）所需的流量 200 m^3/h；

（2）最大一个处所水喷淋所需的流量；

（3）最大一个处所泡沫灭火系统所需流量；

（4）同一处所既有泡沫保护，又需喷淋保护者，则取二者之和的流量。

6.2.7 消防泵、动力源及吸水源的布置

6.2.7.1 消防泵及其动力源以及吸水源的布置应保证当任何一个处所失火时不能使两台消防泵同时失去效用。

6.2.7.2 每台消防泵的吸口应设耐腐蚀的滤器。每台泵至消防总管的管段上应设截止阀，对于离心泵还应设止回阀。

6.2.7.3 每一海上浮式装置至少应设有两个吸水源（海底门、海底阀、滤器和管道）等任一吸水源的失效不能招致所有吸水源同时失效。

6.2.8 消防泵的压力

6.2.8.1 每台泵的输送压力应保证在任何两个消防栓通过消防水带和 19mm 水枪同时出水的情况下，能使任一消防栓处保持 0.35MPa 的最低压力。另外，如备有用于保护直升机甲板的泡沫系统，则泵应能在泡沫系统中至少保持 0.7MPa 的压力，或保持的压力能在直升机甲板预计可供直升机作业使用的所有气象条件下将泡沫喷射至直升机甲板的所有部分。

6.2.8.2 当泵为水炮、水喷淋或其他泡沫系统供水时，则应满足水炮、水喷淋以及泡沫系统所需压力。

6.2.8.3 任何消防栓处的压力不应超过可有效控制消防水带所限制的压力。

6.2.8.4 如果消防泵所产生的压力可能超出管、栓、阀或水带的设计压力，则应设有保护措施。

6.2.9 消防泵的控制

消防泵应能自动、遥控和就地启动。

6.2.10 消防栓

每一消防栓应由阀和接扣组成，以便在消防泵工作时，可以拆卸任何消防水带。

6.2.11 消防栓的布置

6.2.11.1 消防栓的布置应至少能使两股不是由同一消防栓射出的水柱从不同的方向上射到有任何失火危险的地方。

6.2.11.2 在邻近每个区域或处所的出入口的地方宜设置消防栓。

6.2.12 消防水带

6.2.12.1 消防水带应由防腐、防霉、耐油和耐化学腐蚀的材料制成。每根消防水带配有一支水枪和必需的接头。本节所规定的每根消防水带应与其必要的配件与工具一起存放在消防栓或接头附近的明显部位，以备随时取用。

6.2.12.2 消防水带的长度应至少为 10m，但是最大长度应符合下列规定：

（1）在机器处所内不超过 15m；

（2）在其他处所内和露天甲板上不超过 20m；

（3）在最大宽度超过 30m 的露天甲板上不超过 25m。

6.2.12.3 每个消防栓处应备有一根消防水带，消防水带的存放方式应便于迅速投入使用。

6.2.13 消防水枪

6.2.13.1 消防水枪应用耐腐蚀的材料制成。

6.2.13.2 标准水枪的口径为 12mm、16mm 和 19mm 或与之相接近的尺寸。在起居、服务和机器处所内不必使用口径大于 12mm 的水枪。

6.2.13.3 水枪应为认可的喷水喷雾两用水枪。

6.2.14 消防水炮

海上浮式装置上如设置消防水炮，每一消防水炮的流量应不低于 $100\,m^3/h$。

6.2.15 消防水炮的布置

海上浮式装置上如设置消防水炮，消防水炮的布置应考虑到：

（1）每一井喷火灾至少能用两个水炮进行灭火；

（2）每一失火地点应能使用至少两个水炮进行控火、冷却保护和灭火；

（3）水炮可为自动、遥控或手动，手动操作的水炮应设在被保护的位置，在应急时便于人员到达和操作。

6.2.16 国际通岸接头

6.2.16.1 需要船舶帮助救火的海上浮式装置应备有此项接头。

6.2.16.2 国际通岸接头的法兰尺寸应符合表 6.2.16.2 所列要求。

国际通岸接头的法兰尺寸 表 6.2.16.2

名 称	尺 寸
外 径	178 mm
内 径	64 mm
螺栓节圆直径	132 mm
法兰槽口	直径为 19 mm 的孔 4 个，等距离分布，在上述直径的螺栓节圆上，开槽口至法兰外缘。
法兰厚度	至少为 14.5 mm
螺栓及螺母	4 套，直径 16 mm，长度 50 mm

6.2.16.3 国际通岸接头应用钢材或其他适合的材料制成，并设计成能承受 1.0MPa 工作压力，其一端应为平面法兰，另一端应为配合海上浮式装置上消火栓和消防水带的接口。国际通岸接头应能与承受 1.0MPa 工作压力的任何材料的 1 只垫片及长度为 50mm、直径为 16mm 的 4 只螺栓和 8 只垫圈一起保存在海上浮式装置上。

第 3 节 固定式水喷淋系统

6.3.1 目的

本节规定的目的是：

（1）对可爆流体系统中的主要设备、管段提供冷却保护；

（2）防止火炬对海上浮式装置结构和设备造成有害的影响；

（3）为耐火分隔上的透明窗提供水帘保护。

6.3.2 功能要求

为达本节规定的目的固定式水喷淋系统应具有下列功能：

（1）系统中的设计能力足以达到冷却保护用途；

（2）管路的设计和布置，雨淋阀的设置位置和设计，喷嘴的型式和布置适宜其预定的用途及环境要求。

6.3.3 喷嘴

6.3.3.1 应采用认可型的喷嘴。

6.3.3.2 喷嘴应用耐热、耐腐蚀的材料制成。

6.3.3.3 为避免堵塞，喷嘴应为单孔式，其内径不应小于 10mm。

6.3.3.4 喷头的布置应使其在被保护的面积上均匀地喷淋。

6.3.4 管路

6.3.4.1 喷淋系统的管路应采用内外镀锌钢管或等效材料。

6.3.4.2 喷淋系统应分区段布置，每个区段应设雨淋阀。

6.3.4.3 喷淋系统应与消防总管相连，在连接管上设截止止回阀，喷淋系统中的水不能流入消防水系统。

6.3.5 雨淋阀

6.3.5.1 雨淋阀可以设计成人工操纵和自动控制，或者遥控和就地控制。

6.3.5.2 雨淋阀应设有开与关的指示器。雨淋阀应设在被保护处所之外并便于到达，当被保护的区段失火时不被阻隔。

6.3.5.3 感温式火灾探测器可以自动开启雨淋阀，其他型式的探测器如采取了相应措施，当其动作的可靠性得到保证时，也可自动开启雨淋阀。

6.3.6 供水泵

6.3.6.1 应设一台专用的泵，泵及其动力源应设在被保护的处所之外。

6.3.6.2 可允许消防水灭火系统中的消防泵来代替专用的供水泵，此时水喷淋就与水灭火系统共用一个消防总管，消防泵除满足本节的要求外，还应满足本章 6.2.6 的要求。

6.3.6.3 供水泵的排量应能满足最大一个被保护处所上对井口区、油气处理设备进行冷却保护所需的水量。当被保护处所面积较大时，可仅满足一个分区的水量，每一分区的尺度选取应经 CCS 批准。

6.3.7 系统的设计

6.3.7.1 需要水喷淋的处所，其供水率应符合下列要求：

（1）井口区：20.4 *l*/ min·m^2；

（2）受压容器、设备和管汇：10 *l*/ min·m^2；当计算所需水的流量时，容器的面积应以外表面积计取。

（3）结构冷却保护：4 *l*/ min·m^2；

（4）围蔽处所内的控火与灭火：5 *l*/ min·m^2；

（5）水帘保护：15~ 45 *l*/ min·m。

6.3.7.2 整个系统的设计应经水力计算，以使泵的排量、压力和管路的直径与喷嘴的流量和压力相互匹配。

6.3.7.3 水喷淋系统的设计、安装和布置不能影响海上浮式装置的正常操作和保养。

6.3.7.4 水喷淋系统的设计应考虑有效的排水措施。

6.3.8 试验

水喷淋系统在投入使用之前应做水喷淋实效试验。

第 4 节 高压水雾灭火系统

6.4.1 目的

本节规定的目的是为居住区、机器处所提供高效的灭火。

6.4.2 功能要求

为达到本节所规定的目的，高压水雾灭火系统应满足下列功能：

（1）系统能力应基于最大一个被保护处所的面积和由试验得出的最大喷水率来设计；

（2）系统应保持即可用性，既能自动释放，又能手动操作；

（3）系统应能同时使用主电源和应急电源；

（4）系统应能连续供水 30 min，如仅采用局部应用系统对柴油机进行灭火，则可仅需连续供水 20 min；

（5）系统应能经受海上浮式装置上通常遇到的环境温度变化、震动、湿度、冲击、撞击和腐蚀，位于被保护处所内的部件应能承受火灾期间可能出现的高温；

（6）系统应装有永久性的海水吸入口并能连续使用海水工作；

（7）系统应设置试验装置，以保证所需的压力和流量。

6.4.3 泵

泵的配备应有冗余度，并能提供系统所需的压力和流量。

6.4.4 供水量

6.4.4.1 系统的供水源应立即可以获得，蓄水器至少应能满足泵在额定压力和流量下至少运行 1 min。

6.4.4.2 淡水储存柜的容量至少应满足系统连续工作 30 min 所需的水量。

6.4.5 **管路**

管路尺寸应通过液力计算确定，以保证获得系统良好工作性能所必需的压力和流量要求。如采用汉斯-威廉姆斯（Hazen-Williams）方法，则摩擦系统 C 应按表 6.4.5.1 选取。

摩擦系统 表 6.4.5.1

管子类型	C
黑皮管或渡锌低碳钢管	100
铜和铜合金管	150
不锈钢管	150

6.4.6 **喷嘴**

6.4.6.1 应选择认可型的喷嘴。

6.4.6.2 应按认可的标准对喷嘴进行标志。

6.4.6.3 喷嘴流量常数由下式确定：

$$K = Q / P^{0.5}$$

式中： P — 压力，bar（巴）

Q — 流量，*l*/min（升/分）

6.4.6.4 每一型式的喷嘴应按表 6.4.6.4 要求配备备件

喷嘴备件 表 6.4.6.4

安装的喷嘴数量（只）	备件最低数量（只）
＜50	3
50 - 300	6
301 - 1000	12
＞1000	24

6.4.7 **分配阀**

6.4.7.1 每一被保护处所或每一分支应设分配阀。

6.4.7.2 分配阀的动作应在被保护处所或有人值班的控制室发出声光报警。

6.4.8 **操作和保养**

6.4.8.1 每一操作地点应张贴操作须知。

6.4.8.2 应按制造厂提供的说明书对系统进行检查和保养。

6.4.9 **居住区应用系统的附加要求**

6.4.9.1 系统应符合 IMO 大会 A.800 （19）决议的要求。

6.4.9.2 系统应为湿管式，但在必要时，小的暴露部分可以是干式、预作用式、雨淋式或防冻式。

6.4.9.3 该系统应能在多种火负载、燃料布置、房间几何形状和通风的状况下对火灾做出控制或抑制。

6.4.9.4 对于居住和服务处所喷嘴标称温度的额定值应在 57℃~79℃之间，对于可能出现

高温的地方可将标称温度比预定的高温增高 30℃。

6.4.9.5 该系统既具有探火功能又具有火灾控制和抑制功能。

6.4.10 机器处所局部应用系统的附加要求

6.4.10.1 系统应符合 IMO 海上安全委员会 MSC/Circ.913 通函的要求。

6.4.10.2 系统应能在机舱风机运转并向保护处所输入空气的情况下，实施对火的抑制或通过系统施放时自动切断风机的空气供应，以保证灭火介质不被吹散。

6.4.10.3 系统的启动不能招致失电。

6.4.10.4 喷嘴位置的布置应考虑避开可能对灭火系统的喷射构成障碍的构造。

6.4.10.5 系统压力源的电器元件至少应具有 IP54 防护等级。

6.4.10.6 系统的压力源部件应设在被保护处所之外。

6.4.10.7 该系统可以是一套中心水雾灭火系统的一部分。

6.4.10.8 为防止误动作的发生，至少两种火灾探头同时动作才能触发水雾系统自动工作。

6.4.11 机器处所应用系统

6.4.11.1 系统应符合 IMO 海上安全委员会 MSC/Circ.1165、MSC/Circ.1237 和 MSC/Circ.1269 通函的要求。

6.4.11.2 系统亦应符合本节 6.4.10.5、6.4.10.6 和 6.4.10.8 的要求。

第 5 节 固定式泡沫灭火系统

6.5.1 目的

本节规定的主要目的是扑灭可能发生的油类火灾。

6.5.2 功能要求

为达本节规定的目的固定式泡沫灭火系统应具有如下功能：

（1）泡沫浓缩液的储量满足最大一个被保护处所的需要；

（2）泵、泡沫枪、泡沫炮及泡沫喷口符合泡沫供给率的要求；

（3）系统操作应简单而迅速。

6.5.3 供水泵

6.5.3.1 泡沫系统的供水泵可以是专用泵，也可由水消防泵供水，当用消防泵供水时，其排量要求应符合本章 6.2.6 规定。

6.5.4 泡沫溶液的供给率及供给时间

6.5.4.1 被保护处所的甲板

（1）如采用蛋白及氟蛋白泡沫，其供给率为 6.5 $l/m^2 \cdot min$，供给时间为 15 min；

（2）如采用水膜式泡沫（AFFF）或膜式氟蛋白泡沫，其供给率为 4.1 $l/m^2 \cdot min$，供给时间为 15 min。

6.5.4.2 具有固定顶的储油罐

（1）使用炮或枪保护，其供给率为 6.5 $l/m^2 \cdot min$，供给时间为 65min；

（2）使用固定喷口向罐内输送泡沫，其供给率为 4.1 $l/m^2 \cdot min$，供给时间为 55 min。

6.5.5 泡沫浓缩液剂量的配备

6.5.5.1 泡沫浓缩液剂量的配备应满足本章 6.5.4 中最大一个被保护处所所需要的量。在实际设计时，对于被保护的甲板，选取最大一层甲板上需要的量；对于储油罐选取最大一个储油罐的需要量，然后再选其中较大者。

6.5.5.2 泡沫的倍数（即所产生的泡沫体积与泡沫水溶液的体积之比）一般不超过 12：1。如果泡沫系统产生泡沫的倍数超过 12：1，则所需的泡沫剂的量仍按倍数 12：1 计算。

6.5.6 泡沫炮和泡沫枪

6.5.6.1 开敞甲板宜采用泡沫炮进行保护，当使用泡沫炮时，应设适当数量的泡沫枪以保护泡沫炮达不到的地方。

6.5.6.2 可设置单独的泡沫喷枪系统对被保护的处所进行保护。当使用枪对被保护处所进行保护时，每一失火地点应能同时使用两个泡沫枪进行灭火。每一个泡沫枪的供给率应不小于 400 *l*/min。

6.5.6.3 泡沫炮和枪的设置及布置应考虑到被保护处所每一地点都能喷到泡沫，同时又要考虑到使灭火人员处在最有利的保护位置。应考虑在每一层甲板的梯道处，在通用机械区面向危险区的一侧，在靠近生活区面向可能发生油类火灾的一侧设置泡沫炮或枪。

6.5.7 对储油罐的保护

6.5.7.1 当储罐直径大于 18m 时不应使用炮进行保护；当储罐直径大于 9m 或高度超过 6m 时不应使用喷枪进行保护。不宜使用炮或枪保护的储罐，则应在罐顶部的侧壁上设置固定式泡沫喷口，并在喷口处设置泡沫发生器。

6.5.7.2 为防止日常作业中储油罐内的可燃气体通过泡沫喷口窜至泡沫管系中，在泡沫喷口处应设密封装置，但此密封装置的强度不能阻止泡沫喷入到罐内。

6.5.7.3 当储油罐的直径小于 24m 时可设一个泡沫喷口；当储油罐直径不大于 36m 但大于 24m 时应至少设两个喷口；当储油罐直径大于 36m 时，直径每增加 6m 再增加一个喷口。

6.5.7.4 应采取措施使泡沫进入罐内后平稳地到达油液表面上，以防泡沫冲入油面以下。

6.5.7.5 经认可，也可采用从罐底部注入泡沫的方法。

6.5.7.6 储油罐周围的甲板上应至少设两只泡沫枪以便扑灭可能发生溢油火灾。

6.5.8 隔离阀

为了隔离总管的损坏部分，泡沫总管和消防总管（后者如果是泡沫系统整体的构成部分）均应装设阀，这些阀应安装在紧接任何泡沫炮之下游。

6.5.9 试验

系统完工后应进行泡沫喷射试验。

第 6 节 直升机甲板固定式泡沫灭火系统

6.6.1 目的

本节规定的目的是扑灭直升机甲板上或加油装置所在处所的火灾。

6.6.2 功能要求

直升机甲板及其设施的消防应满足下列功能性要求：

（1）直升机甲板结构应足以保护海上浮式装置免受与直升机作业相关的火灾危险；

（2）消防设备的配备应足以保护海上浮式装置免受与直升机作业相关的火灾危险；

（3）加油设施及其操作应有必要的措施以保护海上浮式装置免受与直升机作业相关的火灾危险；

（4）应提供直升机设施的操作手册和培训。

6.6.3 技术要求

海上浮式装置直升机甲板固定式泡沫灭火系统的技术要求见本规范第 9 篇第 7 章的相关规定。

第 7 节 机器处所使用的高倍泡沫系统

6.7.1 目的

扑灭机器处所内的油类火灾。

6.7.2 功能要求

为达本节规定的目的高倍泡沫灭火系统应具有如下功能：

（1）泡沫灭火系统储备的浓缩液所产生的泡沫量应不少于最大一个被保护处所容积的 5 倍；

（2）泡沫灭火系统应能通过固定喷口向最大一个被保护处所以每分钟至少铺盖 1m 厚度的速率喷射泡沫；

（3）泡沫膨胀率不应超过 1000：1。

6.7.3 布置要求

6.7.3.1 输送泡沫的供给导管、泡沫发生器的空气进口及泡沫生产装置的数量应使泡沫能有效地产生和分配。

6.7.3.2 泡沫发生器的输送导管的布置应在被保护处所发生火灾时，使泡沫发生设备不受影响。如果泡沫发生器邻近于被保护处所，泡沫输送导管的安装应使发生器和被保护处所有 450mm 的间距。泡沫输送导管应由厚度不少于 5mm 的钢管制成。此外，厚度不少于 3mm 的不锈钢挡板（单叶或多叶）应安装在泡沫发生器和受保护处所之间的限界舱壁或甲板的开口处，该挡板应通过与其有关的泡沫发生器的遥控方式进行自动（电动、气动或液压）操作。

6.7.3.3 泡沫发生器及其动力源、泡沫液以及系统的控制设施应易于到达和便于操作，且应尽可能分组在较少的处所，其所在位置应不会因受保护处所内的火灾而切断。

第 8 节 干粉灭火系统

6.8.1 目的

本节规定的目的是使用干粉灭火系统扑灭油类火灾、气体类火灾和电气火灾。

6.8.2 功能要求

为达本节规定的目的干粉灭火系统应具有如下功能：

（1）灭火剂宜选用多用途干粉灭火剂；

（2）在露天开敞处所，单位面积释放量不应小于 1.0 kg/m^2；

（3）在围蔽处所，单位体积释放量不应小于 0.6 kg/m^3；

（4）应能在 30 秒内将灭火剂全部释放到被保护处所内；

（5）应采取措施防止干粉在储存时发生板结现象；

（6）管路的设计应有利于干粉在管内的流动。

第 9 节 固定式气体灭火系统

6.9.1 目的

本节规定的目的是安全、有效地扑灭受保护的围蔽处所的火灾。

6.9.2 功能要求

为达到本节规定的目的固定式气体灭火系统应具有下列功能：

（1）灭火剂的质量和浓度足以扑灭已失火处所的火灾；

（2）灭火剂释放前要确认要释放处所的油源、风源以及所有开口已经关闭，并确认人员已经撤离；

（3）灭火剂储存容器和输送管路满足强度、密性和释放时间的要求；

（4）设有合适的灭火剂容器储存室。

6.9.3 一般要求

6.9.3.1 输送灭火剂至被保护处所的管子应设有分配控制阀，并应清楚地标明这些管子通往的被保护处所。应有适当的措施防止灭火剂因疏忽而注入任何处所。

6.9.3.2 若要求灭火剂数量能保护一个以上处所时，则可供使用的灭火剂数量不必大于被保护的任何一处所所需的最大数量。

6.9.3.3 应设有设施用以关闭可能使空气进入或灭火气体从被保护处所泄出的所有开口。

6.9.3.4 对于任何经常有人员在内工作或出入的处所，应设有施放灭火剂的自动声响报警装置。该报警装置在灭火剂施放之前应至少工作 20 秒。

6.9.3.5 储存灭火剂的受压容器应置于被保护处所的外面。

6.9.3.6 系统的控制应能易于接近和操纵简便，且应成组地安装于尽可能少的处所。该处所应有足够的照明，除主照明以外，还应设有应急照明。其所在位置应不使被保护处所的火灾所切断。为了人员的安全，在每一处所应备有指导操作该系统的说明书。

6.9.3.7 有人工作的处所一般不允许采用自动释放灭火剂的装置，自动探火装置的可靠性及灭火剂浓度对人的低危害性经 CCS 认可后也可采用。施放到被保护处所的控制阀以及容器上的释放阀应能手动操作。

6.9.3.8 存放灭火剂的容器及其承压部件应考虑到其位置和航行及作业中可能遇到的最大环境温度。

6.9.3.9 在任何处所中，空气瓶内含有的自由空气量如因失火释放在该处所内，将会严重影响固定灭火系统的有效性时，应额外增加灭火剂数量。

6.9.3.10 灭火分配管路以及喷嘴的设置应能将灭火剂均匀地分布于被保护处所内。

6.9.3.11 储存灭火剂的站室应符合下列要求：

（1）站室应与被保护处所完全分开，并与任何相邻处所进行气密分隔；

（2）站室内的通风应保证室内换气不低于每小时 6 次；

（3）站室只用于存放灭火剂容器以及与系统有关的部件及设备；

（4）站室应有与主控制站直接联系的通信设施；

（5）站室或控制站门的开启钥匙应置于有玻璃面罩的盒子内，该盒子应设在门附近明显而易于接近的地点；

（6）站室内应设有清楚而永久性的示意图，以表明与灭火剂的施放及分配直接有关的容器、总管、支管和附件等的布置，并对系统的操作方法作简要的说明。

6.9.4 高压二氧化碳灭火系统

6.9.4.1 二氧化碳管路应符合下列要求：

（1）每个二氧化碳瓶的瓶头阀至集合管的连接管上应装有止回阀；

（2）集合管至分配阀箱的总管上应装有量程为 0～24.5MPa 的压力表；

（3）二氧化碳管路不得通过起居处所和服务处所；

（4）通往机器处所和控制站的二氧化碳管应有足够的尺寸和喷嘴数量，以使上述处所所需二氧化碳量的 85%能在 2min 内喷入被保护处所，约 10%的二氧化碳总量应排放到机舱底层花钢板以下的保护处所；

（5）通往本款 6.9.4.1 （4）所述处所的二氧化碳管的直径应根据预计输送的二氧化碳量来决定，相应管径所能通过的最大二氧化碳数量示于表 6.9.4.1 （5）中；

管子内径与流通量　　表 6.9.4.1 （5）

管子内径 mm	管内可流通的最大二氧化碳量 kg
15	60
20	100
25	135
32	275
40	500
50	1100
65	1600
80	2400
90	3300
100	4750
114	6800
127	9500
152	15250

二氧化碳钢管最小壁厚　　表 6.9.4.1 （6）

管子外径 mm	管壁厚度 mm	
	分配阀箱前的总管	分配阀箱至被保护舱室支管
21.3～26.9	3.2	2.6
30.0～48.3	4.0	3.2
51.0～60.3	4.5	3.6

管子外径 mm	管壁厚度 mm	
	分配阀箱前的总管	分配阀箱至被保护舱室支管
63.5～76.1	5.0	3.6
82.5～88.9	5.6	4.0
101.6	6.3	4.0
108.0～114.3	7.1	4.5
127.0	8.0	4.5
133.0～139.7	8.0	5.0
152.4～168.3	8.8	5.6

（6）二氧化碳系统钢管的最小壁厚应符合表 6.9.4.1 （6）的规定。为了选用符合标准的钢管，其壁厚可以允许与表列壁厚稍有差异；

（7）在总管或分配阀箱上应装设压缩空气吹扫管接头；

（8）二氧化碳管子应为无缝钢管。

6.9.4.2 二氧化碳容器应符合如下规定：

（1）二氧化碳容器应为无缝钢瓶，其水压试验压力为 24.5MPa，每一钢瓶均应具有合格证件，瓶体上应清晰而永久地标明容器重量、容积、液压试验压力、试验日期、出厂编号和检验印记；

（2）容器本体与“二氧化碳（或 CO_2）”字样应漆以醒目的有区别的颜色，上述印记处漆为白色，以便核查；

（3）容器充装率不应大于 0.67kg/*l*；

（4）瓶头阀应装一根直径为 10～12mm 且尾部为斜切口的钢管或铜管，该管应伸至接近容器底部；

（5）瓶头阀应有安全膜片或其他认可的安全装置。安全膜片应在压力达到 18.6±1MPa 时自行破裂。安全膜片破裂后，自瓶头阀释放出的灭火剂应由管路引至站室外开敞甲板处的大气中。但如果二氧化碳钢瓶储存室温度不超过 45℃（如设有温度报警装置），则可免设上述排气管；

（6）瓶头阀应由锻制青铜或其他适当材料制成；

（7）二氧化碳瓶应根据各被保护舱室对二氧化碳的需要进行分组，如由人力直接开启施放装置时，则每组瓶数应不超过 12 瓶。

6.9.4.3 二氧化碳瓶和瓶头阀应经液压试验，试验压力为 24.5MPa。安全膜片应抽样 10%进行爆破试验。安全膜片应在压力达到 18.6±1MPa 时自行破裂。

6.9.4.4 二氧化碳瓶与瓶头阀装妥后，应在车间内进行气密试验，试验压力为该瓶的设计压力。

6.9.4.5 二氧化碳系统的管子及阀件应经液压试验。瓶头阀至分配控制阀的管道（含分配控制阀）的试验压力至少为 11.8MPa。自分配控制阀至喷头间的管段的试验压力为 4.1MPa。上述液压试验可在车间内进行，液压试验完毕后，所有管路应以压缩空气进行压力不小于 0.69MPa 的气密试验。试验时，各二氧化碳管排出口应密闭，以检查各接头的密性。

6.9.4.6 完工后，二氧化碳系统应进行气体压力不少于 2.47MPa 的功能试验，以检查二氧化碳释放机构动作是否正常。

6.9.4.7 二氧化碳系统的控制装置应符合下列规定：

（1）应设置两套独立的控制装置，以将二氧化碳释放至被保护处所，并确保报警装置的动作。其中一套控制装置应用于将气体从所储存的容器中排出；另一套控制装置应用于开启安装在将气体输送至被保护处所的管路上的阀门；

（2）两套控制装置应布置在清楚地标明所通往处所的施放箱内，如装有控制装置的施放箱平时用锁锁住，则用于开启施放箱的钥匙应置于带有易碎玻璃面罩的盒子里，该盒子应布置在施放箱附近明显位置处。

6.9.4.8 被保护处所所需二氧化碳的浓度规定如下：

（1）对于机器处所、电气间和控制站所释放的二氧化碳自由体积至少占总容积的 35%；

（2）对于闪点低于 60℃的油类失火危险处所，所释放的二氧化碳自由体积应至少占总容积的 45%；

（3）二氧化碳自由气体的容积以 0.56m^3/kg 计算。

6.9.5 低压二氧化碳灭火系统

6.9.5.1 灭火系统中二氧化碳释放到被保护处所的时间、被保护处所内喷嘴的位置和灭火系统激发的报警装置以及被保护处所所需二氧化碳气体浓度等应符合本节高压二氧化碳系统的有关要求。

6.9.5.2 灭火系统的容器、制冷装置、控制设备和其他设备应位于符合高压二氧化碳系统规定的处所。

6.9.5.3 容器及有关设备应符合下列要求：

（1）额定的二氧化碳量应储存在工作压力为 1.8～2.2MPa 范围内的容器中。在容器内正常液体充装量应加以限制，以便提供足够的蒸气空间，允许液体在最高储存温度下膨胀，液体充装量应不大于容器容积的 95%；

（2）容器的设计、制造和试验应符合《钢规》第 3 篇的规定。此外，还应设有：

① 压力表；

② 高压报警器（在 2.2MPa 压力时报警）；

③ 低压报警器（在 1.8MPa 压力时报警）；

④ 爆破膜片；

⑤ 具有截止阀的灭火剂充装支管；

⑥ 排气管；

⑦ 安装在容器上的液体二氧化碳液位仪，并在有遥控释放二氧化碳处设遥控液位指示器；

⑧ 两只安全释放阀，其布置应使当任一只阀关闭时另一只阀接通容器。释放阀的调定压力应不小于 2.2MPa，每一只阀的排泄量应使在着火条件下排放所产生的蒸气时，容器内的压力升高应不超过调定压力的 20%。从安全释放阀排出的蒸气应排放到大气中。

（3）对永久充装二氧化碳的容器和输出管应有隔热层，以便当环境温度为 45℃时，制冷装置失去动力源 24h 内防止安全阀动作。隔热材料及衬套应使得 CCS 满意，特别应考虑材料的防火性能及机械性能，以及防止水蒸气浸入的保护。

6.9.5.4 制冷装置应符合下列要求：

（1）容器应设有两台专用的完全独立的自动制冷装置。每台制冷装置包含 1 台压缩机及其原动机、蒸发器和冷凝器；

（2）在海上浮式装置所在海域最不利的海水温度和环境温度下，每一台装置的制冷能量和自动控制应能在 24h 内连续运转情况下保持二氧化碳容器不超过所需的温度；

（3）当任一台制冷装置失效时，另一台应能自动启动。制冷装置应设有就地手动控制装置；

（4）每台电动制冷装置应由主配电板汇流排通过独立的馈电线供电；

（5）制冷装置冷却水应由至少两台冷却水泵提供，其中一台为备用泵。备用泵可以是用于其他用途的泵，但运用此泵供应冷却水时，应不会影响其他重要设备的供水。

6.9.5.5 管路应符合下列要求：

（1）管子、阀和管件应符合本规范第 4 篇第 2 章的有关要求，其设计压力应不小于二氧化碳容器的设计压力；

（2）任何被截止阀隔断的管段内，如其介质压力有可能超过该管段任何部件的设计压力时，应设置安全释放阀；

（3）管系的设计应使液体二氧化碳以液态流至释放喷嘴。喷嘴端压力应不小于 1.0MPa。

6.9.5.6 在失火控制站和有关工作人员舱室应设置视觉和听觉报警器，当发生下列情况时，应激发报警信号：

（1）容器内压力达到本节 6.9.5.3 （2）所述的下限或上限值；

（2）任一制冷装置操作失效；

（3）容器内的液体达到最低许可液位。

6.9.5.7 低压二氧化碳灭火系统的释放控制措施应满足下列要求：

（1）二氧化碳灭火系统的释放应由人工启动，若自动启动应经 CCS 特别批准；

（2）若设有自动调节装置能将二氧化碳释放到被保护处所内，该装置也同样需手动调节；

（3）若该系统保护多于一个处所，则应设有控制二氧化碳释放量的设备，如自动计时器或在指示位置有准确的液位指示器。

6.9.5.8 低压二氧化碳系统试验要求如下：

（1）管子、阀、管件和集合管的试验应符合本规范第 4 篇第 2 章第 7 节的有关规定；

（2）从容器到分配集管释放阀的管子应进行液压试验，试验压力应为 1.5 倍设计压力，上述液压试验可在车间里进行；

（3）从分配集管释放阀至喷嘴的管子，在安装上海上浮式装置后，应进行压力为 1.0MPa 的密性试验和二氧化碳自由流通的试验；

（4）在制冷装置安装上后，应对其是否正常运转进行检验；

（5）完工后，二氧化碳系统应进行功能试验，以检查二氧化碳施放机构动作是否正常。

第 10 节 洁净气体灭火系统

6.10.1 目的

本节规定的目的是使用洁净环保的灭火剂来扑灭围蔽处所的火灾。

6.10.2 功能要求

为达本节规定的目的洁净药剂灭火系统应具有如下功能：

（1）设有适宜的灭火剂储存室；

（2）灭火剂容器、管路符合强度和密性要求；

（3）灭火剂的质量和灭火浓度足以扑灭保护区的火灾，同时能保护被保护区人员的安全；

（4）灭火剂释放迅速，并在空间内均匀释放；

（5）系统的控制具有冗余性。

6.10.3 灭火剂储存室

6.10.3.1 海上浮式装置上应设有专用的并与其他处所进行气密分隔的灭火剂容器储存室。储存室易从开敞甲板上进入。

6.10.3.2 储存室内应设有永久性的、清晰可见的灭火系统示意图，并对操作程序做出简要说明。

6.10.3.3 储存室与灭火控制站和集中控制室间应设有通讯设施。

6.10.3.4 储存室内应设有通风装置，其换气次数不低于 6 次。

6.10.3.5 储存室内的温度不应超过 50℃。

6.10.3.6 储存室内应有应急照明。

6.10.4 储存容器

6.10.4.1 储存容器应使用无缝钢瓶。

6.10.4.2 储存容器应按国家或行业标准进行制造。

6.10.4.3 储存容器上应设有永久性的铭牌，并应标明每个容器的编号、容积、皮重、灭火剂名称、充装量、充装日期和充压压力。

6.10.4.4 储存容器应设有压力表和超压保护装置。

6.10.4.5 储存容器应有支座，并加以可靠的固定。

6.10.4.6 储存容器的布置应便于维修和操作。

6.10.5 管路

6.10.5.1 集管应用钢质材料制成，其上应设有压力表和超压保护装置。

6.10.5.2 集管与容器之间应采用挠性连接。

6.10.5.3 通向每个被保护区的支管上应设有分配控制阀，每个分配控制阀处应设有标明受保护区的铭牌。

6.10.5.4 管及管件应采用符合国家或行业标准的无缝钢管，并采用内外防腐处理。输送启动气体的管路可采用钢管。

6.10.5.5 公称直径大于 50mm 的管子应采用焊接或法兰连接。

6.10.6 喷头

6.10.6.1 喷头的布置应使灭火剂施放后在保护区内得到均匀分布，喷头射流方向不应直接朝向液体表面。

6.10.6.2 喷头的保护高度和保护半径应符合下列要求：

（1）最大保护高度不宜大于 6.5m，最小保护高度不应小于 0.3m；

（2）当安装高度小于 1.5m 时，所保护的半径不宜大于 4.5m；

（3）当与装置高度不小于 1.5m 时，所保护的半径不应大于 7.5m。

6.10.6.3 喷头宜贴近保护区的顶部安装，距顶面的最大距离不宜大于 0.5m。

6.10.7 适宜保护的处所

6.10.7.1 在海上浮式装置上洁净药剂灭火系统适宜保护的围蔽处所是：

（1）机器处所；

（2）控制站；

（3）电气间；

（4）钻井液处理区。

6.10.7.2 单个保护处所的面积不宜大于 800 m^2，且其容积不宜大于 3600 m^3。

6.10.8 灭火剂

6.10.8.1 洁净药剂的质量应符合国家和行业标准。

6.10.8.2 灭火剂储备的数量不小于海上浮式装置上最大一个保护区所需要的量。

6.10.9 释放时间

6.10.9.1 七氟丙烷灭火系统所保护的控制室和电气间，其设计释放时间不应大于 8 秒；对于其他保护处所，其设计喷射时间不应大于 10 秒。

6.10.9.2 当烟烙尽灭火剂释放出设计用量的 95%时，其释放时间不应大于 60 秒且不应小于 48 秒。

6.10.10 单位容积所需要灭火剂的量

6.10.10.1 七氟丙烷

（1)保护处所单位容积灭火剂用量应不小于 0.6338 kg/m^3 ，处所的容积以净容积计算。

（2）对有人工作的区域，应核算其灭火剂的实际使用浓度，此浓度不应大于 10.5%。

6.10.10.2 烟烙尽

（1)保护处所单位容积灭火剂用量应不小于 0.7342 kg/m^3 ，处所的容积以净容积计算。

（2）对有人工作的区域，应核算其灭火剂的实际使用浓度，此浓度不应大于 52%。

6.10.11 操作与控制

6.10.11.1 系统应设计成自动控制、手动遥控和手动应急操作三种启动方式。

6.10.11.2 自动控制应在接到两个独立火灾信号后才能启动，在有人工作的保护区应设有不大于 30 秒的可控延时喷射，对于无人工作的保护区应设置为无延时喷射。

6.10.11.3 手动遥控应能在集中控制室和每一保护区逃生的门外进行遥控启动。

6.10.11.4 手动控制是指就地用手动打开分配阀和手动开启启动瓶以及可以直接手动开启灭火剂储存瓶。自动和遥控的失效不能影响手动应急操作。

6.10.11.5 无论何种控制分配阀的开启不应迟于灭火剂储存瓶的开启。

6.10.11.6 对实际的灭火浓度大于无毒性反应浓度（七氟丙烷为 9%，烟烙尽为 43%）的保护区，应设有手动与自动控制的转换装置，当人员进入保护区时，将自动转换为手动，当人员离开时，将手动转换为自动。保护区内外应设有手动、自动控制状态显示器。

6.10.11.7 灭火系统的手动操作按钮应有防止误操作的措施。

6.10.12 人员进入灭火剂释放处所的安全

6.10.12.1 灭火剂释放后，至少应保持 20 分钟，以便使火完全扑灭。

6.10.12.2 人员进入已释放的处所之前，应进行充分的通风，换气次数至少 5 次之后方

可进入。

第 11 节 湿化学品灭火系统

6.11.1 目的

本节规定主要目的是保证厨房用湿化学品灭火系统的灭火效果。

6.11.2 功能

为达本节规定的目的湿化学品系统应具有以下功能：

（1）系统的设计应适用于海洋环境；

（2）系统应能在 0-49℃范围内正常工作；

（3）系统应是 CCS 认可型的或经过制造检验的产品；

（4）系统中材料的物理和化学性能应与湿化学品溶液相容；

（5）系统中的材料应是耐火和抗腐蚀型的，管路不允许使用镀锌钢管和管件；

（6）喷嘴应按预定用途进行设计，喷嘴应配有不影响释放灭火剂的盖子，以防油脂气、杂质进入管路；

（7）火灾探测器应是认可的感温式探测器；

（8）湿化学品灭火剂应是主管机关或权威机构认可的产品；

（9）不同型号的化学品灭火剂不能混合使用；

（10）湿化学品储存容器和驱动气体应便于操作维修和再充装；

（11）存储灭火剂的存量以及驱动气体的存量和压力应便于检查；

（12）系统应能够进行自动释放和手动释放，手动释放应能在厨房出入口附近进行；

（13）灭火系统启动时应能自动切断被保护设备的燃料源和动力源；

（14）在失火时火势可能相互蔓延的设备应尽量使用同一个灭火系统保护，如使用两个或多个系统进行保护时，这些灭火系统应同时动作。

第 12 节 灭火设备配备

6.12.1 目的

本节规定的目的是使每一失火危险处所都能得到控火、灭火保护。

6.12.2 功能要求

为实现本节规定的目的，灭火设备配备的功能要求如下：

（1）每一有人可达的失火危险的处所应配备消灭初始火灾的手提灭火器；

（2）每一有较大油类失火危险的处所应配备大型可移灭火器和/或手提式泡沫喷枪；

（3）每一有失火危险的处所应配备扑灭大火的固定式灭火系统；

（4）上述每一种灭火手段都应有冗余性。

6.12.3 生活区

6.12.3.1 在生活区内的每层甲板上应至少设置三具符合本章第 1 节要求的手提灭火器。不准使用二氧化碳灭火器。

6.12.3.2 在生活区内的每层甲板上应设置符合本章第 2 节规定的消防栓。

6.12.3.3 生活区内如设置高压水雾灭火系统，则应符合本章第 4 节的相关规定。

6.12.4 设有燃油设备的 A 类机器处所

6.12.4.1 应至少配备三具符合本章第 1 节要求的手提泡沫或干粉灭火器。

6.12.4.2 应至少配备一具符合本章第 1 节要求的容量不小于 135*l* 的大型泡沫灭火器或等效的干粉灭火器。

6.12.4.3 应至少配备符合本章第 1 节要求的手提式泡沫喷枪一套。

6.12.4.4 应配备下列固定式灭火系统之一：

（1）符合本章第 4 节要求的高压水雾系统；

（2）符合本章第 7 节要求的高倍泡沫灭火系统；

（3）符合本章第 8 节要求的干粉灭火系统；

（4）符合本章第 9 节要求的固定式气体灭火系统之一；

（5）符合本章第 10 节要求的洁净气体灭火系统之一；

6.12.4.5 应设置符合本章第 2 节规定的消防栓。

6.12.5 设有内燃机的 A 类机器处所

6.12.5.1 在处所的每一出入口以及在处所内每十米步行距离设置一具符合本章第 1 节要求的手提泡沫灭火器或干粉灭火器。

6.12.5.2 应至少设置一具容量不小于 45*l* 的大型泡沫灭火器或等效的干粉灭火器。

6.12.5.3 本节 6.12.4.3，6.12.4.4，6.12.4.5 的要求也适用于设有内燃机的 A 类机器处所。

6.12.6 除 A 类之外的机器处所

6.12.6.1 应配备至少两具手提灭火器。

6.12.6.2 柱稳式海上浮式装置的泵舱和推进器舱应符合本节 6.12.4.4 的要求。

6.12.6.3 如处所内具有一定数量的燃料，则应符合本节 6.12.4.4 的要求；如对于失火危险较小的机械处所可免设固定式灭火系统。

6.12.6.3 应配备符合本章第 2 节规定的消防栓。

6.12.7 原油泵舱

6.12.7.1 应至少配备 2 具手提式泡沫或干粉灭火器。

6.12.7.2 应按本节 6.12.4.4 配备固定式灭火系统。

6.12.8 油气水处理区

6.12.8.1 每十米步行距离应设一具手提式泡沫或干粉灭火器，其中在该区域的每一出入口应设一具。

6.12.8.2 应设置两具容量不小于 45*l* 的泡沫灭火器或等效的干粉灭火器。

6.12.8.3 应设置符合本章第 5 节要求的泡沫灭火系统。

6.12.8.4 应设置符合本章第 3 节要求的水喷淋系统。

6.12.8.5 应配备符合本章第 2 节规定的消防栓。

6.12.9 原油储存区

6.12.9.1 原油储罐内应用符合本章第 5 节要求的泡沫系统进行保护。

6.12.9.2 原油储存区甲板应至少装置两具泡沫喷枪进行保护。

6.12.9.3 应配备符合本章第 2 节规定的消防栓。

6.12.10 直升飞机甲板

直升机甲板灭火设备的配备应符合本章章第 6 节的相关规定。

6.12.11 配电室、控制室

6.12.11.1 应至少设置两具手提气体灭火器，较小处所可在门外附近设置。

6.12.11.2 独立于生活区的控制室宜设置符合本章第 9 节或第 10 节要求的气体灭火系统。

6.12.11.3 应设置符合本章第 2 节规定的消防栓。

6.12.12 油漆间和易燃液体物料间

6.12.12.1 应设置符合本节 6.12.4.4 规定的固定灭火系统。

6.12.12.2 对于面积不足 $4m^2$ 的油漆间和易燃液体物料间，可使用手提二氧化碳或干粉灭火器来代替固定灭火系统，但其剂量应满足灭火浓度的要求。在油漆间和易燃液体物料间上应设喷放孔，在不进入室内的情况下可以向内喷放，所要求的手提灭火器应存放在喷放孔附近。

6.12.13 内燃机罩壳

6.12.13.1 应设置符合本章第 9 节或第 10 节要求的气体灭火系统或设独立单元式的气体灭火装置。

6.12.13.2 并在罩壳外设两具手提式干粉灭火器。

6.12.14 热介质加热器和/或燃油型惰气发生器

6.12.14.1 热油加热器/或燃油型惰气发生器内应设置符合本章第 9 节或第 10 节要求的气体灭火系统或设独立单元式的气体灭火装置。

6.12.14.2 如热介质加热器/或燃油型惰气发生器设在罩壳内，则应满足本节 6.12.13 的要求。

6.12.14.3 如热介质加热器/或燃油型惰气发生器设置在有人值守或定期无人值守的机房内，则应按本节 6.12.4 的要求配备灭火设备。

6.12.15 二冲程柴油机的扫气箱

二冲程柴油机的扫气箱宜设独立单元式的气体灭火装置对其进行保护。

6.12.16 厨房

6.12.16.1 每一厨房内或在门附近至少应设一具手提灭火器。

6.12.16.2 应设置符合本章第 11 节规定的湿化学品灭火系统或其他合适的灭火系统对厨房排气导管和炉灶进行保护。

6.12.16.3 应设置符合本章第 2 节规定的消防栓。

6.12.17 氧、乙炔储存区

6.12.17.1 对于永久性的乙炔瓶围蔽储存室灭火设备的配备宜符合本节 6.12.4.4 的规定。

6.12.17.2 应设置符合本章第 2 节规定的消防栓。

6.12.18 **转塔式单点系泊装置舱**

6.12.18.1 应设置固定式泡沫灭火装置。

6.12.18.2 应设置固定式水喷淋装置。

6.12.19 **天然气冷放空管**

6.12.19.1 在天然气冷放空管上应设有万一放空气体被点燃时的灭火措施。灭火喷嘴应设在距放空管顶部以下 10 倍于管径处，并使灭火介质直接喷入放空管内。灭火喷嘴的数量至少应设两个。

6.12.19.2 当用二氧化碳灭火时，二氧化碳气体流入放空管的体积流量至少为天然气体积流量的 5 倍，持续时间不低于 30 秒。二氧化碳灭火剂的储量应有备份。

6.12.19.3 经 CCS 认可，可采用其他等效灭火措施。

第 7 章 危险区的划分

第 1 节 一般规定

7.1.1 目的

对危险区进行识别和划分的目的是便于有区别地、合理地选择防爆电气设备、电缆和机械装置以及消除其他潜在的引爆源以避免爆炸的发生。

7.1.2 功能要求

对危险区进行划分的功能要求是：

（1）识别危险区的类别；

（2）确定各类危险区的范围。

7.1.3 危险区的类别

根据防爆电气设备选择需要，依照爆炸性气体存在的可能性和时间长短，危险区分为如下三类：

（1）0 类危险区：系指在正常工作条件下持续和长期存在爆炸性气体环境的区域。

（2）1 类危险区：系指在正常工作条件下可能出现爆炸性气体环境的区域。

（3）2 类危险区：系指在正常工件条件下不大可能出现爆炸性气体环境，即使出现也只是短时间存在的区域。

7.1.4 释放源与危险区

7.1.4.1 爆炸性气体环境的存在通常与运送、储存可爆流体的密闭系统的正常和不正常释放有关，即危险区与本篇第 1 章第 2 节定义的释放源有关。连续释放源所在的区域将导致 0 类危险区；1 类释放源所在区域将导致 1 类危险区；2 类释放源所在区域将导致 2 类危险区。

7.1.4.2 无任何可拆连接的全部焊接管路可不视为释放源，但管子的布置应符合本规范的相关规定。

7.1.5 通风与危险区

7.1.5.1 爆炸性气体环境存在的时间长短往往与通风有关，划分为 1 类和 2 类危险区的处所应有合格的通风，如通风不合格或没有通风其危险区类别将相应升级。

7.1.5.2 在特殊情况下经 CCS 同意可采用加大通风量的办法来降低危险区的类别。

7.1.6 地形与危险区

由于地形的遮挡或凹陷造成爆炸性气体的积聚不易散去，其危险区要升级或危险区范围要扩大。

7.1.7 气体的性质与危险区

当可燃气体的比重大于空气时，从释放源向下或沿地板的扩散范围要变大。

7.1.8 透气速度与危险区

当设有高速透气阀时，如透气速度大于 150m/s 则透气口以下就达不到爆炸范围。本节 7.1.4 至 7.1.8 各条款是危险区划分的基本原则，此原则贯穿于本章的各条文中，在本章第 2 节中未提及的危险处所，其危险区类别按以上原则进行划分。

7.1.9 危险区的变更

7.1.9.1 当建造完工图纸与原批准的图纸不相符时，应按完工图纸重新划分危险区。

7.1.9.2 当海上浮式装置进行重大改建后，应重新划分危险区。

7.1.10 标注危险区内可燃气体的种类

为便于选择防爆电气设备，应标明每一危险区内可能存在的可燃气体种类。

第 2 节 危险区类别及范围的划分

7.2.1 0 类危险区

划分为 0 类危险区的处所如下：

（1）原油舱、污油水舱及直接与之相连通的管子的内部空间；

（2）油气处理系统中从采油树至油气处理终端一切含有烃类物质的内部空间；

（3）原油及天然气运输系统中的管路、泵、压缩机等内部空间；

（4）原油及天然气燃料系统中的管路、泵、压缩机、容器等的内部空间；

（5）其他一切运送、储存、处理可爆流体的内部空间。

7.2.2 1 类危险区

划分为 1 类危险区的处所如下：

（1）原油泵舱；

（2）与原油舱、污油水舱相接近的空舱以及压载水舱；

（3）在原油舱污油水舱上方并与之相邻的围蔽及半围蔽处所；

（4）原油泵舱通风口周围以 3m 为半径的球体空间；

（5）原油处理系统天然气空放口周围以 3m 为半径的球体空间；

（6）原油舱、污油水舱透气口周围以 3m 为半径的球体空间；

（7）贮存原油软管的舱室；

（8）转塔式的单点系泊装置舱；

（9）闪点高于 60℃的燃料油舱的气腔部分；

（10）内含 1 类释放源且通风合格的任何围蔽处所。

7.2.3 2 类危险区

划为 2 类危险区的处所如下：

（1）原油舱及污油水舱整个区域向前、后各延伸 3m 的甲板上向上延伸 2.4m 的区域；

（2）原油处理系统所在的整个模块上的区域；

（3）原油总管从进入浮式装置开始至原油处理模块之间的管段中任何法兰、阀件及非焊接的管件周围以 3m 为半径的区域；

（4）布置在原油处理区域之外的卸油管上的任何法兰、阀件及软管接头处周围以 3m 为半径的区域；

（5）用原油区域压载泵进行压载作业的首尖舱（机舱及居住区尾置时）或尾尖舱（机器处所及居住区首置时）应视为 2 类危险区；

（6）燃气轮机罩的内部空间，一般情况下为 2 类危险区，当罩内的通风换气次数达 90 次时，可按安全区对待；

（7）使用天然气或原油做燃料的燃烧设备的罩壳内部空间，一般情况下划为 2 类危险区；

（8）油漆间、蓄电池间和含有原油输送软管的围蔽处所；

（9）本节 7.2.2（6）所规定的 1 类危险区沿直径方向再向外延伸 7m 的球体空间；

（10）内含 2 类释放源且通风合格的任何围蔽处所。

第 3 节 区域间出入口的设计要求

7.3.1 影响危险区范围的开口、出入口和通风条件

7.3.1.1 除由操作上的原因外，不应在下列部位设出入门或其他开口：

（1）非危险区和危险区之间；

（2）2 类危险区处所和 1 类危险区处所之间。

7.3.1.2 若有出入口直接通向任何 1 类危险区或 2 类危险区的围蔽处所，除下述者外，该围蔽处所即与该危险区同类：

（1）有出入口与任何 1 类危险区直接相通的围蔽处所，该围蔽处所可视为 2 类危险区，但须符合下列要求：

① 该出入口设有一个开向 2 类危险区的气密门；

② 当门开着时，通风空气是从 2 类危险区流向 1 类危险区的；

③ 通风失灵时，应在有人值班的操纵台上报警。

（2）有出入口与任何 2 类危险区直接相通的围蔽处所，该围蔽处所可不视为危险区，但须符合下列要求：

① 该出入口设有一个开向非危险区的自闭式气密门；

② 当门开着时，通风空气是从非危险区流向 2 类危险区的；

③ 通风失灵时，应在有人值班的操纵台上报警。

（3）有出入口与任何 1 类危险区直接相通的围蔽处所，该围蔽处所可不视为危险区，但须符合下列要求：

① 该出入口设有符合本款 （4）规定的气锁间；

② 该围蔽处所对危险区具有不小于 98Pa 的正压通风；

③ 正压通风停止时，应在有人值班的操纵台上报警。

如果验船师认为，预定的非危险围蔽处所的通风装置足以防止 1 类危险区域的气体进入该处所，则可用一扇开向非危险区且无门背钩装置的自闭式气密门来代替形成气锁的两扇自

闭门，但当正压通风失灵时应在有人值班的操纵台上报警。

（4）气锁间

① 气锁间应设有两扇间距不小于 1.5m，但也不必大于 2.5m 的气密门；

② 气密门应为自闭式的，且没有任何门背钩装置，当其中一扇门要求风雨密或水密时，也可以不设自闭装置，但门正常时应处于关闭位置，并且要设有保持正常关闭的警示牌；

③ 气锁间应自非危险处所进行机械通风，并且应对相邻的危险区域保持正压。

7.3.2 出入口的限制

在舱壁甲板以下的原油泵舱与其他机器处所之间不许设出入口。

第 8 章 适宜危险区的设备

第 1 节 一般规定

8.1.1 目的

本节规定的目的是在危险区内要消除一切可能的引爆源。

8.1.2 功能要求

8.1.2.1 在危险区内不许存在本篇第 1 章 1.2.12.1 中所规定的引爆源。

8.1.2.2 设在危险区内的设备不能有超过可燃气体自燃点 80 %的表面高温。

8.1.2.3 危险区内设备的运动部件应避免由于碰撞、磨擦而产生具有引爆能力的火花和表面高温。

8.1.2.4 在危险区内使用工具应避免由于撞击而产生火花。

8.1.2.5 在危险区内应有防止无线电频率诱发火花的措施。

8.1.2.6 进入危险区的加热介质不应高于可能存在的可燃气体自燃点温度的 80%。

8.1.2.7 在危险区内的设备和系统应有防止静电引爆的措施。

8.1.2.8 在危险区内如使用电气设备，则应是合格的防爆型设备。

8.1.2.9 在危险区内使用的电缆应是合格的适宜危险区使用的电缆。

8.1.2.10 在危险区内如使用泵、压缩机应符合本章第 2 节的规定。

8.1.2.11 燃烧设备不许设在危险区，如不可避免则应符合本章第 3 节的规定。

第 2 节 适宜危险区的泵和压缩机

8.2.1 一般要求

在危险区使用的泵和压缩机一般没有防爆取证要求，但应采取实际试验和检查的方法证明其不会引爆。

8.2.2 试验

在设备初次投入使用前或维修之后应做满负荷试验以保证：

（1）设备的表面温度应低于 200℃，或应低于该设备所在区域可能存在的可燃气体自然点温度的 80%；

（2）没有机械火花产生；

（3）设备进行了充分的导电连接和接地；

（4）如装有皮带传动，则皮带应是防静电型的。

8.2.3 高温报警

所有运行时表面温度可能超过 150℃的泵和压缩机应设高温报警装置。

第 3 节 适宜危险区的燃烧设备

8.3.1 柴油机

柴油机不许设在 1 类危险区；采取下列措施之后，可允许设在 2 类危险区：

（1）排气管应采用水冷，其表面温度应低于 200℃，或应低于该排气管所在区域可能存在的可燃气体自然点温度的 80%；

（2）机身表面温度在超负荷运转情况下应低于 200℃，或应低于该柴油机所在区域可能存在的可燃气体自然点温度的 80%；

（3）气缸头上不许设置示功阀；

（4）废气排出口上设有阻火器；

（5）如采用电启动系统，则电气设备及电缆应为合格的防爆型设备。

8.3.2 被保护的受火直接加热的压力容器

采油系统若使用受火直接加热的换热器，且采取了下列措施，可用于 2 类危险区：

（1）设备及烟囱的表面的温度低于 200℃，或应低于该烟囱所在区域可能存在的可燃气体自然点温度的 80%；

（2）烟囱上设有阻火器；

（3）始终保持燃烧在封闭的燃烧室中进行，火焰不可能喷出燃烧室之外；

（4）具有防止点火时发生爆燃的可靠措施。

第 9 章 可燃气体和硫化氢气体的探测

第 1 节 一般规定

9.1.1 目的

本章规定的目的是探知可燃气体和硫化氢气体，并发出预告报警和危险的浓度报警。

9.1.2 功能要求

为实现本章规定的目的，该探测系统应具有如下功能：

（1）固定探测系统应能自动连续监测可燃气体和硫化氢气体的漏泄；

（2）可燃气体探测系统预告报警的设定值应不超过可燃气体爆炸下限的 25%；高浓度报警的设定值应不超过可燃气体爆炸下限的 60%。高浓度报警应能发出表明危险的视听报警并宜关断该处所内的油气漏泄源以及可能的引爆源；

（3）硫化氢的低浓度报警设定值应为 10 ppm，高浓度报警设定值应不高于 300 ppm。高浓度报警应能启动撤离海上浮式装置的报警；

（4）如果主控制站的硫化氢气体报警在 2 分钟内没有得到应答，则有毒气体（硫化氢气体）报警和直升机甲板状态灯自动启动；

（5）探测器应与中央控制室内具有指示器的视听报警系统相连。系统能够清楚地指示可燃气体和硫化氢气体存在的位置；

（6）系统应能自动监测线路发生的故障；

（7）系统的设计应能承受一般出现的电压变化和瞬时波动、环境温度变化、振动、潮湿、冲击、撞击和腐蚀；

（8）供探火系统所使用的电源应不少于 2 套，其中 1 套应为应急电源。

9.1.3 技术要求

海上浮式装置的可燃气体和硫化氢气体探测技术要求见本规范第 7 篇第 6 章。

第 10 章 惰性气体系统

第 1 节 一般规定

10.1.1 适用范围

构成海上浮式装置浮体结构的原油舱应由惰性气体进行保护。而位于露天甲板上具有独立结构的储油罐可不受惰性气体保护。

10.1.2 目的

本章规定的目的是对原油舱进行惰化以防爆炸的发生。

10.1.3 功能要求

为达本章规定的目的，惰气系统应能：

（1）降低每一被保护舱柜内大气的含氧量，使舱柜内大气达到不能支持燃烧的程度而被惰化；

（2）在营运中保持被保护舱柜内任何部分的大气含氧量（以体积计）不超过 8%，并处于正压状态；

（3）在正常作业中，空气不能进入被保护舱柜；

（4）驱除空油舱柜内的烃气，使其后的除气过程中，舱柜内不致形成可燃气体。

10.1.3 惰性气体的来源

10.1.3.1 惰性气体可以是经处理的烟气、氮气或能达到等效安全标准的其他气体。烟气可以是燃烧装置排出的废气或专用设备产生的烟气。不准使用二氧化碳气体作为惰性气体，除非 CCS 确信系统本身产生的静电引爆危险已降至可接受的程度。

10.1.3.2 惰性气体系统至少应能以最大卸油率的 125%的速率（以体积计）向被保护舱柜输送惰性气体。

10.1.3.3 惰性气体总管上惰性气体的含氧量（以体积计）应不超过 5%。

10.1.4 系统布置要求

10.1.4.1 惰性气体发生器、洗涤塔、鼓风机、惰性气体调节阀应设在非危险区。

10.1.4.2 惰性气体总管上的止回装置应设在危险区。

10.1.5 试验

10.1.5.1 惰性气体压力管道应在车间以 1.5 倍设计压力进行液压试验，装船后以 1.25 倍设计压力进行密封试验。

10.1.5.2 惰性气体系统包括的报警装置和安全装置安装完工后，应在工作条件下进行试验。

10.1.6 操作

海上浮式装置上应备有惰性气体系统维护保养和安全操作说明书，并由适任的人员进行操作。

第 2 节 烟气发生系统

10.2.1 防止烟道气体漏泄

10.2.1.1 对洗涤塔和风机及其有关管路和附件的设计和布置应能防止烟气漏入围蔽处所。

10.2.1.2 为便于安全维修，应在烟气隔离阀和洗涤塔之间或在洗涤塔烟气进入处设置一个附加水封装置或其他有效装置以防止烟气泄漏。

10.2.2 烟道气体隔离阀

锅炉烟道出口至烟气洗涤器的惰性气体供应总管上，应装设隔离阀。该阀应设有显示开闭状态的指示装置，并与锅炉吹灰器之间设有连锁装置或其他有效装置，以防止当隔离阀打开时锅炉吹灰。此外，还应设有此阀的吹洗设施，使阀座上不沾污烟灰，保持气密。

10.2.3 燃油泵

燃油型惰性气体发生器应设有两台燃油泵。如海上浮式装置上备有燃油泵及其原动机的足够备件，允许只装一台燃油泵。

10.2.4 洗涤塔

10.2.4.1 应设置一台烟气洗涤塔，用来有效地冷却烟气并去除烟气中的固体颗粒和硫的燃烧产物。

10.2.4.2 应装设滤器或等效装置，使带往惰性气体风机的水分减至最少。

10.2.5 风机

10.2.5.1 至少应设有两台惰性气体风机，当它们一同工作时，至少应符合本章 10.1.3.2 的要求。

10.2.5.2 惰性气体系统的设计，应使其作用在任何被保护舱柜的最大压力不超过该舱柜的试验压力。

10.2.5.3 在每台惰性气体风机的进、排气口上，均应装设截止阀。

10.2.5.4 应设有能用新鲜空气清除被保护舱柜内气体的设施。如果采用风机清除被保护舱柜内的气体，则它们的空气进口应设有盲断装置。

10.2.6 冷却水

10.2.6.1 洗涤器冷却水系统的布置，应能连续向惰性气体系统供应充分的冷却水而不影响其他设备的工作。除主用泵外，还应有替代的备用冷却水供水设备。

10.2.7 惰性气体调节阀

10.2.7.1 应安装一个自动控制的惰性气体调节阀，该阀应在出现下述情况之一时能自动关闭：

（1）洗涤塔冷却水压力或流量降低到预定极限值；

（2）洗涤塔内水位升高至预定极限值；

（3）惰性气体温度升高至预定极限值；

（4）惰性气体风机发生故障。

10.2.7.2 如果惰性气体风机未设有转速自动控制装置，则上述惰性气体调节阀还应有自动调节送往各被保护舱柜的惰性气体流量的功能。

10.2.8 止回装置

10.2.8.1 在惰性气体调节阀和通往被保护舱柜之间的惰性气体总管上，至少应安装两个止回装置，其中之一应为水封装置，以防止烃类气体回流至安全处所，该水封装置应设在危险区。

10.2.8.2 甲板水封装置应能由两台独立的水泵供水，每台泵均应能随时保证足够的供水量。水封装置及其附属设备的布置，应在各种工作情况下，均能防止烃类气体的倒流并确保正常的密封作用。

10.2.8.3 应有确保防止水封装置冻结的措施，也不得由于过热而损害密封装置的完整性。

10.2.8.4 所有与水封装置有关的供水和排水管以及通往安全处所的透气管或压力传感管，均应安装弯流水封管或其他认可的装置。弯流水封管应设有防止被真空吸空的措施。

10.2.8.5 甲板水封和所有的弯流水封管，应在压力等于被保护舱柜试验压力时能防止烃类气体倒流。

10.2.8.6 本节 10.2.8.1 中所述及的第二个止回装置应为止回阀或等效装置，以防止烃类气或液体倒流，且应安装在甲板水封装置和被保护舱柜之间的管路上。上述装置应装有可靠的关闭装置，作为此可靠关闭装置的替代措施可在止回阀前装设一只具有上述关闭作用的阀，使甲板水封能与通往被保护舱柜的惰性气体总管隔离。

10.2.8.7 作为防止可能从甲板总管倒流来的烃类气体或液体的一项附加措施，应设有透气装置，以便在 10.2.8.6 所述的第二个止回装置关闭时，使该装置和惰性气体调节阀之间的管段能安全透气。

10.2.9 管路

10.2.9.1 惰性气体总管在经本节 10.2.8.1 所述的 2 个止回装置后可分成两个或两个以上的支管。

10.2.9.2 惰性气体供气总管应装有通向每一被保护舱柜的支管。惰性气体支管应装有截止阀或等效装置，当需要时可使每一舱柜与其他舱柜隔离，如装设截止阀时，则它们应设有锁闭装置。

10.2.9.3 应有保护设施，以便使被保护舱柜与惰性气体总管隔离时免受由于温度变化而引起超压和真空的影响。

10.2.9.4 管系的设计应能在所有正常情况下，防止在管路中积聚液体。

10.2.9.5 应有适当的设施使惰性气体总管能与外部惰性气体供送管路连接。

10.2.9.6 应设有一个或多个压力/真空防护装置，以防止被保护舱柜承受高于该舱柜试验压力的正压或低于 700mm 水柱的负压。上述保护装置应设在惰性气体总管上。

10.2.9.7 为了在开始卸油之前使惰性气体装置能保持稳定运转，应在惰性气体系统内设有循环管路或等效装置。

10.2.9.8 如果惰性气体总管和原油管系之间装有连接管时，则应设有隔离装置，该装置应由 2 个带有截止阀或有一个带有盲板的短管装置组成，并确保在两系统间可能出现较高压差时能有效地隔离。设有两个截止阀时，则两阀之间的空间还应有可安全透气的措施。

10.2.9.9 隔离惰性气体总管与原油总管并位于总管一侧的阀，应为带有可靠关闭装置的止回阀。

10.2.10 空舱惰化、驱气和除气

10.2.10.1 原油空舱及其他需要进行惰化、驱气和除气的舱柜，其惰化和驱气装置应使在被驱气的舱柜内部构件形成烃类气体的积聚减至最小，舱柜内应装设用于空舱惰化、驱气的排出管，该排出管的进口可位于舱柜底平面或在舱柜底以上不高于 1m 处，其出口高度应不小于 6m。这些出口应有能防止火焰通过的适当装置。

10.2.10.2 排出管的截面积，在任何 3 个油舱被同时供送惰性气体时，应能保持出口速度至少为 20m/s。

10.2.10.3 排出管应位于与惰性气体/空气进口尽量远离的地点，其出口应装设适当的盲断装置。

10.2.10.4 对需要除气的舱柜必须先进行驱气，使舱内烃类气体的浓度（以体积计）降至 2%以下之后方可进行除气作业。

10.2.11 仪表和报警装置

10.2.11.1 在中央控制站或其他有人连续监控的地点，应设有监测惰性气体状况的下列仪器：

（1）惰性气体风机排出端检测惰性气体温度和压力的指示器；

（2）检测和记录惰性气体总管内气体压力的仪表，该压力传感器应设置在止回阀和被保护舱柜之间的总管上；

（3）检测和记录惰性气体风机排出端惰性气体总管内惰性气体含氧量的仪表。

10.2.11.2 在惰性气体发生器处所应设有下列装置：

（1）始终显示本节 10.2.11.1 （2）所规定的压力仪表；

（2）应设有显示惰性气体风机排出端总管内惰性气体含氧量的仪表。

10.2.11.3 应设有测量氧气和可燃蒸气浓度的便携式仪器，且每个被保护舱柜应有适当的设施以便能使用这些便携式仪器测定舱柜内气体的状态。

10.2.11.4 应设有校准本节 10.2.11.1、10.2.11.2 及 10.2.11.3 所述的固定式和手提式气体浓度测量仪器的零位刻度的适当设备。

10.2.11.5 惰性气体系统应设有表 10.2.11.5 （1）所指示的声光报警装置和自动停止装置。应对于无人看管的惰性气体发生器设置表 10.2.11.5 （2）所示的报警和安全保护。

声光报警及自动停止　　表 10.2.11.5 （1）

序号	项 目	报警装置动作	相应要求
1	惰性气体含氧量	过高（容积浓度达8%时）	应立即改善惰性气体质量，否则应中止原油舱作业并关闭隔离阀

序号	项 目	报警装置动作	相应要求
2	惰性气体温度	过高	达到预定高温时，自动停止惰性气体风机和关闭惰性气体调节阀
3	惰性气体压力	过低（1kPa）	停止从油舱内泵出油
		过高	——
4	洗涤塔供水压力或流量	过低	达到预定值时，自动停止惰性气体风机和关闭惰性气体调节阀
5	洗涤塔内水位	过高	达到预定值时，自动停止惰性气体风机和关闭惰性气体调节阀
6	甲板水封装置水位	过低	在不供应惰性气体时，报警装置应处于工作状态
7	惰性气体风机	故障	惰性气体调节阀应自动关闭
8	惰性气体调节阀的自动控制系统和指示装置的动力供应	故障	——

无人看管的惰性气体发生器报警和安全保护 表 10.2.11.5 （2）

序号	项目	报警	备注
1	惰气出口温度	高	自动关闭燃油
2	燃烧空气压力	低	自动关闭燃油
3	燃油压力	低	——
4	燃油温度或粘度	低和高	仅适用于重油
5	火焰和点火	故障	自动关闭燃油①
6	冷却水压力或流量	低	自动关闭燃油
7	冷却水温度	高	——
8	燃油供应	不足	——
9	电源	故障	惰气调节阀自动关闭
10	自动控制电源	故障	——

10.2.11.6 装设燃油型的惰性气体发生器的系统，除应满足按本节表 10.2.11.5 规定外，还应加设报警装置以显示：

（1）燃油供给不足；

（2）发生装置的动力供应失效；

（3）发生装置自动控制系统的动力供应失效。

10.2.11.7 惰性气体含氧量过高、惰性气体压力过低和惰性气体调节阀自动控制系统以及指示装置的动力故障的报警装置，应安装在主控制站内，但在任何情况下，在上述地点发生的报警信号，应能立即被负责的人员收到。

10.2.11.8 应设有独立于本节表 10.2.11.5 中第 8 项惰性气体报警装置的声响报警系统或原油泵自动停止装置，它们均应在惰性气体总管内的气体压力达到预定低压极限值时动作。

第 3 节 氮气发生系统

10.3.1 一般要求

10.3.1.1 本节所规定的氮气发生系统，其氮气是采用使压缩空气通过一束空心纤维半渗透膜或吸附材料来分离空气的成份而获得的。

10.3.1.2 本章第 2 节中 10.2.7，10.2.9，10.2.10 和 10.2.11 中的相适应的要求或与之等效的国际海事组织的 A.567 （14）的要求仍然对管系布置、报警器以及气体发生器下游的仪器仪表适用。

10.3.1.3 氮气发生系统包括一套空气供给处理系统和任意数目的薄膜并联的吸附模块，以满足达到额定容量。

10.3.1.4 空压机和氮气发生器宜安装在一个独立的舱室内。在防火方面，该独立舱室可视为本篇第 5 章 5.2.2.2 （7）所定义的“其他机器处所”之一。

10.3.1.5 本节 10.3.1.4 中的独立舱室应装有一套独立的能每小时换气 6 次的机械抽风系统。此外，还应装有一套低氧报警装置。该舱室应无直接通向起居处所、服务处所和控制站的通道。

10.3.1.6 氮气发生器应能生成高纯度的氮气，其中氧气体积含量不超过 5%。该系统还应装有自动装置以便在起动和非正常操作时能将有害气体排放到大气中。

10.3.2 空压机

该系统应配有两台空压机。系统的总功率最好由这两台压缩机平均分担，且在任何情况下，任何一台压缩机的功率不应小于所需功率的 1/3。如果海上浮式装置上配备有足够的空压机和原动机备件并且工作人员能够自行修理，则允许仅配备一台空压机。

10.3.3 供气处理系统

应装有供气处理系统，以便能够除去压缩空气中的水份、颗粒和油滴，并保证达到所要求的温度。

10.3.4 氮气储存装置或缓冲器

10.3.4.1 如合适时，可在设有空压机和发生器的专用舱室或独立舱室中，或在危险区内装设氮气存储装置或缓冲柜。如果氮气存储装置或缓冲柜安装在闭式处所，该处所的通道只能通往开敞甲板，且该通道的门只能向外开启，并按照本节 10.3.1.5 的要求应设有永久通风和报警装置。

10.3.4.2 由氮气发生器产生的高浓度氧以及由氮气存储器保护装置排出的高浓度氮气产品，应能排放到开敞甲板的安全位置。

10.3.4.3 为便于维护保养，应在发生器与存储装置之间设有分隔装置。

10.3.5 止回装置

在惰性气体总管上应设有下述两个止回装置：

（1）双关断一透气装置即在管路上串连两个关断阀并在两阀之间透气管上设有透气阀。阀件的操作要求如下：

阀应自动操作，阀的启、闭控制信号应直接来自系统的参数（如流量和压差）。应设有阀的故障操作报警。

（2）自闭式止回装置。

10.3.6 报警与仪表

10.3.6.1 应设置可连续显示下列位置处空气温度和压力的仪器设备：

（1）在空压机的排气口；

（2）在氮气发生器的进气口。

10.3.6.2 当惰性气体产生时，应在氮气发生器的惰性气体排气口设有可连续探测含氧量的仪表，并应在主控制站为此仪表设置一套显示和永久记录的设备。

10.3.6.3 应设有视听报警信号以指示：

（1）本节 10.3.6.1 （1）中所指位置处过低的空气压力；

（2）本节 10.3.6.1 （1）中所指位置处过高的空气温度；

（3）本节 10.3.3 中所指的分水器自动泄水管的高冷凝水水位；

（4）电加热器故障（如设有时）；

（5）超过本节 10.3.1.6 所要求的氧气含量；

（6）本节 10.3.6.2 中所指的仪器设备的电源故障。

10.3.6.4 在本节 10.3.6.3 （1）至 （5）所要求的报警条件下系统应能自动关闭。

10.3.6.5 如可能，本节 10.3.6.3 （1）至 （6）所要求的报警器应安装在主控制站或其他有人值班的处所。

第 11 章 应急关断

第 1 节 一般规定

11.1.1 范围

本章所规定应急关断是指：

（1）在失火后，通过人工关断继续为火灾提供燃料的设施以及关闭为火灾继续提供助燃剂的风机和围蔽开口；

（2）在发生井喷的时候，通过人工关闭防喷器并有选择地关断非防爆的机、电设备和通风；

（3）在油气处理系统发生非正常漏泄的情况下，通过人工有选择地关断系统中的处理站包括海底管线以及所有的采油活动；

（4）在油气处理系统所在处所发生火灾的情况下，易熔塞回路自动关断采油系统；

（5）海上浮式装置上油气进出口的关断；

（6）当放弃海上浮式装置时，人工启动整个海上浮式装置的关断。

11.1.2 目的

本章规定的目的是减少油气大量漏泄和防止火灾升级。

11.1.3 功能要求

为达到本章规定的目的，应急关断系统应满足下列功能要求：

（1）在失火后，通过人工关断为火灾继续提供燃料的设施（如油管路、可燃气管路、油柜出油口、油泵和可燃气体压缩机）以及关闭为火灾继续提供助燃剂的通风系统和失火围蔽处所的一切开口；

（2）有选择地关断非防爆的机、电设备和通风；

（3）在设有采油系统的浮式装置上设有采油系统的关断；

（4）每一浮式装置上，在所有人员撤离时，能够关断海上浮式装置上的一切设备和系统，但必要的航行灯除外。

11.1.4 技术要求

海上浮式装置的应急关断技术要求见本规范第 7 篇第 4 章。

第 12 章 脱 险

第 1 节 一般规定

12.1.1 一般要求

12.1.1.1 本章规定的目的是一旦发生油气泄漏、井喷、火灾或海损等事故而无法控制时，应能将海上浮式装置上的人员迅速撤离以便脱离危险。

12.1.1.2 海上浮式装置上人员脱险所用的无线电通讯设备、救生设备应符合主管机关的法定要求。

12.1.1.3 海上浮式装置上应备有符合主管机关要求的应急操作程序。

第 2 节 撤离通知

12.2.1 通用报警系统

海上浮式装置上应备有本规范第7篇第7章规定的通用报警系统以便召集人员至集合地点进行撤离。

第 3 节 逃生通道

12.3.1 布置原则

12.3.1.1 海上浮式装置上有人工作的处所应设有两个彼此远离的、安全的和无障碍的逃生通道至应急集合站或其他撤离的地点，逃生通道的设计应考虑到在任何一个地点发生事故时，至少一个逃生通道不遭破坏，在一般情况下，逃生通道应沿海上浮式装置的两侧设置。

12.3.1.2 凡以下未做规定的处所应按本节 12.3.1.1 进行布置，考虑到处所的大小、性质等因素也可免设一个逃生通道。

12.3.2 露天甲板下的机器处所

12.3.2.1 每一 A 类机器处所逃生通道的设置应符合下列之一：

（1）尽可能远离的两部钢梯通向该处所上部同样远离的门，由这些门可到达露天甲板。其中一部钢梯应从该处所下部至该处所以外的一个安全地点提供连续的防火遮蔽，并在下端设一个自闭式的防火门。防火遮蔽与 A 类机器处所的相邻接的部分应达到 A-60 级标准，其余部分应达到“A-0”级标准。防火遮蔽的内部尺寸至少应为 800mm×800mm，并应设有应急照明。

（2）一部钢梯通向该处所上部的一个门，由此门可到达露天甲板；另外，在该处所下部远离上述钢梯的位置装设一个能从两面进行开关的钢门，由此门可进入从该处所下部到露天甲板的安全逃生通道。

12.3.2.2 除 A 类以外的机器处所应设有两条逃生通道，但对于只是偶然进入的处所和到门的最大步行距离不大于 5m 的处所，可只设一条逃生通道。

12.3.3 围蔽的生活区

12.3.3.1 围蔽的生活区内应设有彼此尽可能远离的两个分开的逃生通道至露天甲板和撤离地点。

12.3.3.2 生活区内端部封闭的走廊长度不许超过 7m。

12.3.3.3 电动的升降梯不能当作逃生通道使用。

12.3.4 控制站

中央控制室、驾驶室及无线电室应设有两个出口。

12.3.5 走道、梯道、直梯和门

12.3.5.1 逃生通道的地面、梯道踏板应防滑、易清洁、不易积存液体。

12.3.5.2 脱险路线在高度发生改变时，应使用梯道，一般情况下不应使用直梯。

12.3.5.3 梯道的倾斜角度宜为 45°，但不得大于 50°，而机器处所可放宽为 60°。

12.3.5.4 逃生通道上的门应易于操作并开向逃脱的方向，但住室和小办公室的门可向任何方向开启。在特殊情况上可同意开向非逃脱方向，但门上应有明显的开向指示。

12.3.6 逃生通道的尺寸

逃生通道应有合适的尺寸以使需要逃离的人员迅速有效地逃离，并便于担架的使用和消防器材的移动。

第 4 节 集合站

海上浮式装置上应设有能容纳装置上总人数的应急集合站，该集合站应设在被保护的位置上，并接近艇筏存放的地点。

第 5 节 应急照明、标记和警示牌

12.5.1 应急照明

12.5.1.1 所有有人工作和休息的地方都应有应急照明以便在应急情况下迅速做出反应。

12.5.1.2 逃生通道、通路、出口处应设有合适的应急照明。

12.5.1.3 集合站、救生艇筏处及直升机登乘处应设有合适的应急照明。

12.5.1.4 应急电源和应急照明的要求还应符合本规范第 5 篇第 2 章第 2 节的有关规定。

12.5.2 标记和警示牌

12.5.2.1 逃生通道应有明显的区别于其他通道的标记。

12.5.2.2 沿逃生通道应设有足够数量的显示出口和逃离方向的警示牌。

12.5.2.3 应在海上浮式装置的所有侧面设有白天和夜晚都能目视的海上浮式装置名称，以便船舶或直升机前来救助。

第 6 节 应急逃生呼吸装置

12.6.1 技术要求

应急逃生呼吸装置（EEBD）应符合《国际消防安全系统规则》的规定。海上浮式装置上应存有备用的应急逃生呼吸装置。

12.6.2 配备要求

12.6.2.1 应急逃生呼吸装置应按照下列规定配备：

（1）在设有用于主推进的内燃机的 A 类机器处所内，EEBD 的放置位置应符合下列规定：

① 如果发动机控制室位于机器处所内，则其内应放置一套 EEBD。

② 工作间内应放置一套 EEBD。但是，如果有一个从工作间直接通往逃生通道的出入口，则不要求放置一套 EEBD。

③ 在每层甲板或靠近逃生梯处放置一套 EEBD。该梯子构成机器处所的第二逃生通道（另一逃生通道为一个围蔽的脱险围阱或该处所下部的一扇水密门）。

④ 作为替代，考虑处所的布置和尺寸或正常的人员配备，经 CCS 批准，可以确定不同的数量或放置位置。

（2）对于不设有用于主推进的内燃机的 A 类机器处所，应在每层甲板或靠近逃生楼梯处至少放置一套 EEBD。该梯子构成机器处所的第二逃生通道（另一逃生通道为一个围蔽的脱险围阱或该处所下部的一扇水密门）。

（3）其他机器处所内 EEBD 的数量和位置视情况而定确定。

12.6.2.2 如防硫化氢呼吸装置满足 EEBD 的要求，且同一处所同时要求两种呼吸装置时，则可仅配备防硫化氢呼吸装置。

第 7 节 防硫化氢呼吸装置

12.7.1 配备要求

12.7.1.1 海上浮式装置上的防硫化氢呼吸装置应符合 12.7.1.2 或 12.7.1.3 的要求。

12.7.1.2 在海上浮式装置上有可能遭遇到硫化氢气体的工作处所，应为每一位工作人员配备一套符合下列要求的防硫化氢呼吸装置：

（1）该装置应为正压自给式的；

（2）该装置应为全面罩式的；

（3）该装置的额定供气时间应至少为 30min。

应为位于其他区域的每位人员配备一套符合 12.7.1.2 （1）和 （2）要求的防硫化氢呼吸装置，其额定供气时间至少为 15 min。

12.7.1.3 海上浮式装置上的每一人员应配备符合下列要求的防硫化氢呼吸装置：

（1）该装置应符合 12.7.1.2 （1）和 （2）的要求；

（2）该装置应能和固定式呼吸空气系统配合使用；

（3）该装置应设有储气瓶低压报警装置；

（4）该装置的额定供气时间至少为 15min。

12.7.2 供气站的布置

12.7.1.3 （2）所述的固定式呼吸空气系统的供气站应位于下列地点：

（1）居住区；

（2）撤离/集合站；

（3）井口区；

（4）泥浆处理区；

（5）其他工作区域。



中 国 船 级 社

海上浮式装置入级规范

2014

第 9 篇 其他类型浮式装置及特殊系统

目 录

第 1 章 张力腿平台 9-1

第 1 节 一般规定 9-1
第 2 节 图纸资料 9-2
第 3 节 设计载荷和工况 9-2
第 4 节 总体性能和载荷预报 9-4
第 5 节 结构 9-5
第 6 节 稳性 9-5

第 2 章 柱稳式（半潜式）平台 9-7

第 1 节 一般规定 9-7

第 3 章 深吃水单立柱式平台 9-8

第 1 节 一般规定 9-8

第 4 章 海上浮式液化气终端 9-9

第 1 节 一般规定 9-9

第 5 章 水下检验 9-11

第 1 节 一般规定 9-11
第 2 节 水下标记 9-11
第 3 节 专门措施 9-11

第 6 章 定位系统 9-13

第 1 节 一般规定 9-13
第 2 节 环境载荷及浮式装置运动 9-14
第 3 节 系泊分析和设计衡准 9-16
第 4 节 系泊设备 9-25
第 5 节 锚机及推力器 9-26
第 6 节 电气及控制装置 9-26
第 7 节 单点定位系泊系统 9-26
第 8 节 场地测试 9-26
第 9 节 建造检验 9-26

第 7 章 直升机甲板 9-28

第 1 节 一般规定 9-28
第 2 节 直升机甲板构造及布置 9-29
第 3 节 直升机甲板结构 9-33
第 4 节 消防 9-34

第 1 章 张力腿平台

第 1 节 一般规定

1.1.1 一般要求

1.1.1.1 张力腿平台的设计和建造应遵循本规范、CCS《海上移动平台入级规范》以及美国石油学会《张力腿平台规划、设计和建造的推荐作法》（API RP 2T）以及其他等同采用的石油行业规范的适用要求。但可以根据张力腿平台的特点进行相应的调整以反映张力腿平台的不同性能和结构特点。

1.1.1.2 张力腿平台应满足国际海事组织发布的载重线公约、避碰规则、海上人命安全公约及其修正案、防污公约及其修正案等公约的适用要求。

1.1.1.3 张力腿平台应满足该平台拟作业海域的船旗国/沿岸国的有关要求。

1.1.1.4 当本规范要求与船旗国/沿岸国的要求不一致时，以船旗国/沿岸国的要求优先。

1.1.1.5 张力腿平台结构防腐系统的设计应按照国际公认的标准进行并得到 CCS 的认可。

1.1.2 附加标志

1.1.2.1 凡符合本章规定的张力腿平台，授予结构类型附加标志：TLP。

1.1.3 定义

1.1.3.1 张力腿平台

系指通过张力腿系统固定在海底的浮式海洋平台。张力腿系统能够保证平台在风、浪、流的作用下保持位置并限制平台的运动，见图 1.1.3.1。

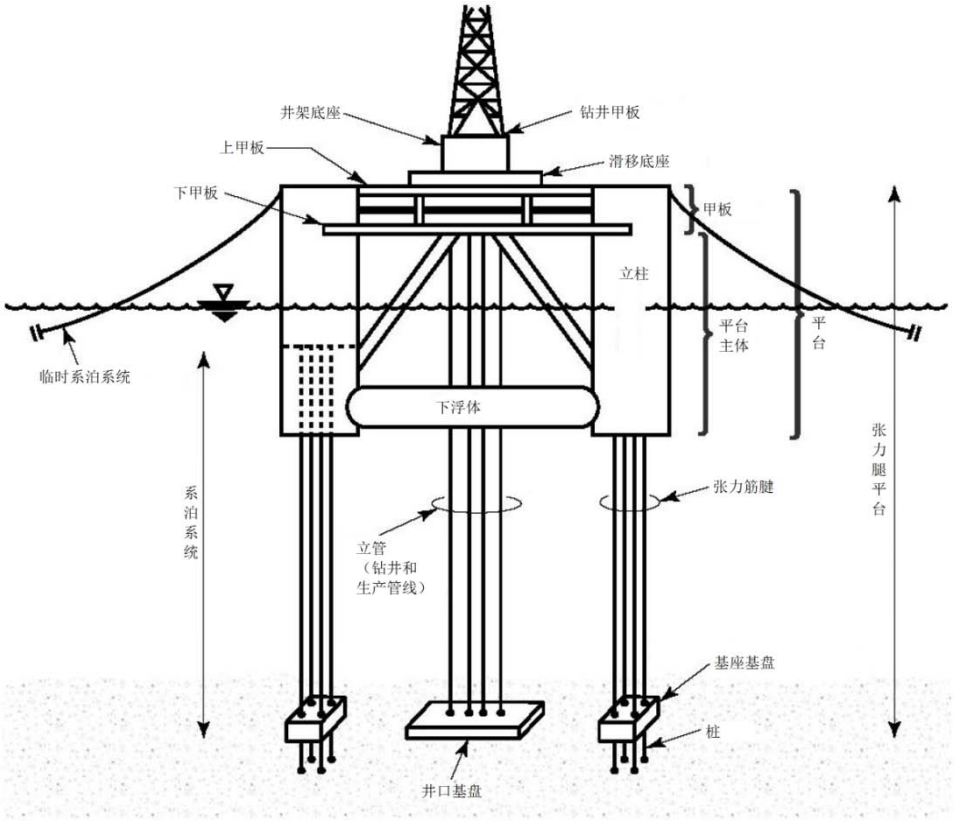


图 1.1.3.1 张力腿平台名词术语

1.1.3.2 张力腿平台主体

张力腿平台主体可具有多种型式，最常见的有：

（1）传统的张力腿平台（Conventional TLP），其设计遵循四立柱的柱稳式平台的原则，张力筋腱的上端设置于四个立柱内部或者与立柱连为一体的筋腱接头（tendon porches）

（2）延伸式张力腿平台（Extended TLP），立柱更靠近平台中心，但是下壳体具有径向往外延伸，同时张力筋腱的上端接头设置在延伸下壳体远离平台中心的末端，从而可以产生更大的力矩，同时也减少了甲板的跨距。

（3）海星张力腿平台（Seastar TLP），通常具有一个位于平台中心的立柱和至少三个径向往外延伸的下壳体，同时张力筋腱的上端接头设置在延伸下壳体远离平台中心的末端。

1.1.3.3 张力腿系统

系指把平台固定在海底，从而使保持平台位置并限制平台在风浪流作用下运动的系泊系统，主要包括张力筋腱、上端和下端接头、海底基础、载荷监测系统等。张力筋腱可具有多种型式，最常见的有：

（1）通过连接头连接的管状单元，内部可充水、部分充水或者不充水；

（2）通过焊接连接的管状单元或者杆单元；

（3）由一束金属线或者合成纤维组成的缆索。

1.1.3.4 海底基础

系指位于海床上将张力筋腱上的载荷传递到海床土壤中的基础结构。

第 2 节 图纸资料

1.2.1 一般规定

1.2.1.1 除本规范其他篇章规定的图纸资料外，还应提交本型式平台适用的其他图纸资料供 CCS 批准或备查。

第 3 节 设计载荷和工况

1.3.1 一般要求

1.3.1.1 本节给出了用于张力腿平台结构强度校核采用的设计载荷和工况。

1.3.1.2 应根据平台实际载荷（重力及功能载荷和有关的环境载荷）情况研究平台在装船、运输、安装、作业、自存等设计工况下的运动响应和载荷。

1.3.1.3 业主/设计者应规定作为入级基础的各设计工况和相应的环境条件。

1.3.1.4 张力腿平台的设计应至少考虑以下两种状态下最不利的载荷及其组合：

（1）就位前工况，包括装船、运输和安装工况；

（2）在位工况：包括作业工况和生存工况。

1.3.2 环境载荷

1.3.2.1 环境载荷系指直接或间接由环境作用引起的载荷，包括由环境载荷引起的所有外力，如系泊力、运动惯性力、液舱晃荡力等。

环境载荷一般由下列载荷组成：

（1）风载荷；

（2）波浪载荷；

（3）海流载荷。

如果业主/设计者认为需要，则地震、海床承载能力、温度、污底、冰/雪等对载荷的影响也应考虑。

1.3.2.2 如可能，设计环境条件应根据可靠及足够的实测资料由统计分析确定，自存工况设计环境条件的重现期建议不小于 100 年。运输过程中的重现期建议取拟定路线的 10 年一遇环境条件。

1.3.2.3 对于下壳体、立柱、立柱上部桁架以及上甲板底部构件等可能遭受波浪砰击的结构，还应考虑在运输过程中和在位后营运过程中的波浪砰击载荷。

1.3.2.4 环境载荷除按本章给出的方法外，还可采用其他公认的方法进行计算，必要时应通过数学模拟计算或物理模型试验来确定。

1.3.2.5 在操作手册中应注明每种工况的设计限制条件。

1.3.3 重力及功能载荷

1.3.3.1 重力及功能载荷系指在静水条件下由平台重量、使用及作业引起的载荷。

重力及功能载荷一般由下列载荷组成：

（1）空船重量；

（2）油、水、泥浆、存储品等消耗品；

（3）钻井和起重作业等载荷，比如：大钩载荷，转盘、立根盒和张紧器载荷等，并考虑生产和处理、储罐等设备的重量，如适用时。

（4）甲板载荷；

（5）压载载荷；

（6）系泊载荷；

（7）筋腱和立管载荷（适用时）；

（8）海生物、露天结构上积聚的冰/雪载荷（适用时）

1.3.4 安装载荷

1.3.4.1 应考虑张力腿平台在就位前可能产生的各种载荷，包括装船、运输、下水、扶正和安装等，例如运输过程中的风激振动、波浪砰击、下水和扶正过程中的压载/排载和静水压、张力筋腱安装过程中的压载/排载和静水压。

1.3.5 设计工况

1.3.5.1 张力腿平台的强度分析应至少考虑以下设计工况：就位前工况、正常作业工况、极端环境工况、自存工况、破损工况。

1.3.5.2 就位前工况

（1）就位前工况包括：

① 装船

② 湿拖，适用时

③ 干拖，适用时

④ 甲板和上部模块安装

⑤ 张力筋腱预安装

⑥ 张力筋腱在安装前的自由站立工况，适用时

⑦ 张力筋腱和立管与张力腿平台的连接

（2）拖航工况的要求还应满足相关主管机关的要求。

1.3.5.3 正常作业工况

对结构设计，正常作业工况的环境载荷重现期取不小于 1 年。

1.3.5.4 极端环境工况

对结构设计，极端环境工况的环境载荷重现期取不小于 100 年。

1.3.5.5 降低的极端环境工况

对结构设计，该环境条件对应的是张力腿平台在局部破损或者张力筋腱移除/浸水后状态，该状态发生概率较小。降低的极端环境工况对应的环境重现期可以根据概率分析得到，并使该事件与相应的环境载荷重现期得到的联合概率的风险水平与1.2.4.4的风险水平相当。在无详细分析的情况下，降低的极端环境工况的环境载荷重现期取不小于 10 年。

1.3.5.6 平静环境工况

有些作业必须要在平静的海况下才可进行，这种工况下的风、浪、流力可以忽略不计。

1.3.5.7 自存环境工况

对结构设计，自存环境工况的环境载荷重现期取不小于 1000 年。

第 4 节 总体性能和载荷预报

1.4.1 一般规定

1.4.1.1 总体性能和载荷可通过模型试验或者仿真的手段进行预报。

1.4.1.2 总体性能预报的目标是确定张力腿平台及其附属结构（如立管、张力筋腱等）在环境载荷下的整体响应。

1.4.1.3 总体性能预报应涵盖本章第 3 节 1.3.5 中的各个海况，并对以下内容进行预报：

（1）平台六个自由度的运动；

（2）张力筋腱的张力，包括最大和最小张力以及用于张力筋腱设计的疲劳载荷；

（3）整体结构分析的等效设计波高和相应周期；

（4）用于整体结构分析的水动压力；

（5）用于确定惯性载荷的平台各个位置的加速度。

1.4.1.4 模型中应包含平台主体、甲板、张力筋腱以及立管，并对平台的各个载荷工况进行分析，以便得到平台各个不同结构部位的响应极值。为达到此目的，可采用多个不同的模型进行分析，对不同的分析模型及方法可参考美国石油学会《张力腿平台规划、设计和建造的推荐作法》（API RP 2T）中的相关内容。

1.4.2 频域分析

1.4.2.1 频域分析包括张力腿平台六个自由度的波频分析以及纵荡、横荡和首摇的低频分析。

1.4.2.2 为了获得平台和张力筋腱的一阶响应，通常在频域分析中采用线性波浪理论。

1.4.2.3 在频域中，风、浪、流等载荷通常以风和流的入射以及波浪的辐射衍射理论进行求解，在分析中需用到浮体的平均湿表面。分析的结果包括一阶激振力、静水力、势流阻尼、附加质量、一阶响应幅算子（RAOs）、二阶慢漂力系数和风、流载荷谱。这些结果可直接用在频域的耦合分析中。在时域耦合法中，可将频域法得到的水动力分析进行卷积积分，转换成时域法可用的数据。

1.4.2.4 非线性的二阶慢漂力会引起浮体低频运动。如果平台的固有频率较高，也就是高于 25s，可以采用一种线性的频域法，如 Newman 近似法。

1.4.2.5 随机海况下的二阶波浪力的合频分量会引起张力腿平台在垂荡、横摇和纵摇的共振，即为弹振（springing）。此外，深水张力腿平台也可能会在高频段产生较大的击振（ringing）共振。此时，通常需要采用时域法估算张力腿平台的高频响应。

1.4.2.6 应根据已有的工程经验或者模型试验确定分析中的阻尼并在报告中明确给出。

1.4.3 时域分析

1.4.3.1 时域分析是评估张力腿平台响应的非线性效应的理想方法，计及的非线性效应包括平台主体拖曳力、有限波幅效应、筋腱和立管的非线性回复力、弹振和击振、以及平台主体、筋腱和立管三者间的耦合效应。

1.4.3.2 时域分析是在时域里求解描述平台平均、低频和波频组合响应的一般运动方程。外力函数包括由于风、浪、流产生的平均力、低频力和波频力。平台、张力筋腱和立管载荷都可以在同一个时域动力学方程组中模拟，从而获得所有系统参数（平台位移、筋腱张力等）的时间历程，然后对时间历程进行统计而得到期望的极值。时域模拟的时间应该足够长以得到稳定的统计峰值。

1.4.3.3 对于深水张力腿平台，应进行时域分析并提交 CCS 审查。

1.4.4 峰隙

1.4.4.1 峰隙系指平台在就位后，平台上部甲板最低构件下缘与最大设计波高的波峰之间的净空距离，峰隙建议按以下设计：

（1）在本章第 3 节 1.3.5.4 中的极端环境工况下，峰隙不小于 1.5 米；

（2）在本章第 3 节 1.3.5.7 中的自存环境工况下具有合理的峰隙。

1.4.4.2 峰隙通常应通过模型试验予以确定。

第5节 结构

1.5.1 一般规定

1.5.1.1 张力腿平台的构件尺寸可基于美国石油学会《张力腿平台规划、设计和建造的推荐作法》（API RP 2T）及CCS《海上移动平台入级规范》的适用要求。

1.5.1.2 当张力腿平台所在场地环境条件要比移动平台的设计所要求的环境条件温和时，其构件尺寸可依据场地的环境条件进行适当的折减。

1.5.1.3 当张力腿平台所在场地环境条件要比移动平台的设计所要求的环境条件更恶劣时，其构件尺寸应依据场地的环境条件进行相应的增加。

1.5.2 平台结构强度直接计算

1.5.2.1 张力腿平台的结构强度计算可基于美国石油学会《张力腿平台规划、设计和建造的推荐作法》（API RP 2T）及CCS《海上移动平台入级规范》的适用要求。

第6节 稳性

1.6.1 一般规定

1.6.1.1 平台在湿拖过程中的稳性应满足满足沿岸国及船旗国相关要求。

1.6.1.2 如在湿拖过程中平台上留有人员，则所有设计湿拖装载工况的稳性应满足CCS《移动平台入级规范》第3篇对柱稳式平台稳性的相关要求。在进行稳性计算校核时可根据拖航航线的具体环境条件确定计算风速大小，但需经CCS认可。

1.6.1.3 当平台处于打/排压载的安装过程中时（张力筋腱保持连接状态），经自由液面修正后平台的最小初稳性高度（GM）应保持正值状态。

1.6.1.4 当平台处于就位状态时，为保证平台和张力筋腱的完整性及应对张力筋腱可能的松弛趋势，平台的张力筋腱须确保处于张紧状态。

1.6.1.5 完整稳性应考虑平台所有作业程序对应重心位置处的情况。

1.6.1.6 当处于设计操作状态的平台发生如下任何一种进水情形时，须确保张力筋腱处于张紧状态：

（1）任何单个处于设计水线或位于其下的水密舱室；

（2）假设在设计水线以上3m至以下5m的区域内，发生宽3m高3m自外板水平贯入1.5m范围的破损。垂向舱壁应假定不破损，但当某垂向舱壁与距其最近的垂向舱壁之间距离小于水线处立柱外缘周长的1/8或3m时的情况除外；

（3）任何单个张力筋腱处所。

1.6.1.7 应通过计算分析证明当发生以上假定破损进水时张力筋腱仍可处于张紧状态，且计算分析应充分合理地虑及设计作业环境条件的影响。

1.6.2 水密及风雨密完整性

1.6.2.1 需提交一张可显示全部非自动关闭装置的开/关状态，及显示所有配备风雨密、水密关闭装置的开口和无保护开口位置的图纸，该图纸应在平台交付前提交CCS审图，审图通过后纳入平台操作手册中。

1.6.2.2 风雨密完整性

平台外部开口应满足载重线公约的相关要求，任何情况均应为下缘低于平台外部风雨密范围与非保护范围边界线的开口配备风雨密保护装置。

风雨密保护装置应能有效避免开口因间歇性浸没而引起的渗水。

1.6.2.3 水密完整性

（1） 为确保平台的水密完整性，所有下缘低于水密范围和风雨密范围边界面的内部以

及外部开口均应配备水密关闭装置。

（2）配备水密关闭装置的内部开口须满足以下要求：

① 门和舱口盖应是速闭型且配备可向就近以及控制站工作人员发出可显示其开/关状态信号的指示系统（如光信号）；

② 配备螺栓盖的人孔可不必按照 1.6.2.3（2）①要求配备信号指示系统；

③ 水密关闭装置应具有足够的强度和密封性使得其在设计水压作用下能保证结构的水密完整性。

（3）外部开口应满足以下要求：

① 空气管、通风筒及无论是否装备了关闭设备的通风进/出口及非水密舱口盖和风雨密门，这些开口的下缘须高于平台水密范围和风雨密范围的边界面。

② 配备螺栓盖的人孔可不必满足上条要求。

③ 配备水密关闭装置的外部开口，通常应保持关闭状态，且应满足 1.6.2.3（2）的要求。

1.6.2.4 边界贯通

（1）为满足破损稳性而必须布置的水密舱壁和水密平台应是整体水密的。当管线系统服务于多个舱室处所或位于破损范围之内时，相关管线和设备的布置设计应能阻止通过管线而引起更严重的进水。

（2）水密边界贯通处的阀门应能从平台上船体顶部以上地点遥控操纵。

（3）电缆的布置要依照设计规格书和建造程序进行。

（4）应提交水密边界密性实船试验结果资料。

第 2 章 柱稳式（半潜式）平台

第 1 节 一般规定

2.1.1 一般要求

2.1.1.1 柱稳式平台的设计和建造应遵循本规范、CCS《海上移动平台入级规范》中柱稳式平台的适用要求、美国石油学会《浮式生产系统规划、设计与建造的推荐作法》（API RP 2FPS）、《浮式结构物定位系统设计与分析的推荐作法》（API RP 2SK）、国际标准组织中石油及天然气工业部分的《浮动式海洋平台--第 1 部分：单体船、半潜式平台和深吃水单立柱式平台》（ISO 19904-1）以及其他等同采用的石油行业规范的相关要求。但可以根据柱稳式平台的特点进行相应的调整以反映柱稳式平台的不同特点。

2.1.1.2 柱稳式平台应满足国际海事组织发布的载重线公约、避碰规则、海上人命安全公约、防污公约等公约的适用要求。

2.1.1.3 柱稳式平台应满足该装置船旗国和拟作业海域沿岸国的有关要求。

2.1.1.4 当本规范要求与船旗国/沿岸国的要求不一致时，以船旗国/沿岸国的要求优先。

2.1.1.5 柱稳式平台结构防腐系统的设计应按照国际公认的标准进行并得到 CCS 的认可。

2.1.2 附加标志

2.1.2.1 凡符合本章规定的柱稳式平台，授予结构类型附加标志：Column Stabilized。

2.1.3 图纸资料

2.1.3.1 除本规范其他篇章规定的适用图纸外，还应将柱稳式平台的特殊图纸提交 CCS 批准和审查。

第 3 章 深吃水单立柱式平台

第 1 节 一般规定

3.1.1 一般要求

3.1.1.1 深吃水单立柱式平台（SPAR 平台）是一种由浮体和上部甲板组成的深吃水平台，上部甲板位于浮体的上部。浮体分为上部浮体、中间部分浮体和下部浮体。上部甲板是空间桁架式甲板，上面布置生产设备、钻/修井装置、居住区和海上支持系统，承受这些设备的载荷（包括操作载荷）。

3.1.1.2 浮体的设计应符合 CCS《海上移动平台入级规范》和国际标准组织中石油及天然气工业部分的《浮动式海洋平台--第 1 部分：单体船、半潜式平台和深吃水单立柱式平台》（ISO 19904-1）的适用要求。上部甲板的设计和建造应符合美国石油学会《海上固定平台规划、设计和建造的推荐做法——工作应力设计法》（API RP 2A-WSD）或其他等同采用的石油行业规范的适用要求。由于深吃水单立柱式平台具有长期在同一特定地点作业的特点，在结构的性能和要求上与移动平台有所不同，所以应对《海上移动平台入级规范》的要求进行调整以适应深吃水单立柱式平台的特点

3.1.1.3 深吃水单立柱式平台应满足国际海事组织发布的载重线公约、避碰规则、海上人命安全公约、防污公约等公约的适用要求。

3.1.1.3 深吃水单立柱式平台应满足该平台船旗国和拟作业海域沿岸国的有关要求。

3.1.1.4 当本规范要求与船旗国/沿岸国的要求不一致时，以船旗国/沿岸国的要求优先。

3.1.1.5 深吃水单立柱式平台结构防腐系统的设计应按照国际公认的标准进行并得到 CCS 的认可。

3.1.2 附加标志

3.1.2.1 凡符合本章规定的深吃水立柱式平台，授予结构类型附加标志：Spar。

3.1.3 图纸资料

3.1.3.1 除本规范其他篇章规定的适用图纸外，还应将深吃水立柱式平台的特殊图纸提交 CCS 批准和审查。

第 4 章 海上浮式液化气终端

第 1 节 一般规定

4.1.1 适用范围

4.1.1.1 本章适用于海上浮式液化气终端（简称终端）的设计、制造和检验。

4.1.2 定义

4.1.2.1 海上浮式液化气终端是指至少具有液化气储存和转运功能的海上浮动结构物。海上浮式液化气终端通常分为以下几类：

（1）海上浮式液化天然气生产终端；

（2）海上浮式液化石油气生产终端；

（3）海上浮式液化天然气出口终端；

（4）海上浮式液化天然气进口（接受）终端。

4.1.3 入级符号

4.1.3.1 入级符号是终端主要特性的表述，具有强制性。

4.1.3.2 终端（无推进或具有推进）入级符号的授予应符合本规范第 1 篇第 2 章 2.3.1 的规定。

4.1.4 入级标志

4.1.4.1 符合本规范规定的终端将在入级符号之后加注下列标志：

Offshore Liquefied Gas Terminal—表示海上液化气终端。

4.1.4.2 符合本规范规定，根据液化气终端的功能不同在本节 4.1.4.1 规定的入级标志之后将加注下列标志之一：

（1）**LNG FPLSO**—表示浮式天然气生产、液化、储存和转运；

（2）**LPG FPLSO**—表示浮式石油气生产、液化、储存和转运；

（3）**LNG+LPG FPLSO**—表示浮式天然气和石油气生产、液化、储存和转运（即在生产 LNG 的同时把 LPG 提取出来单独储存和转运）；

（4）**LNG FLSO**—表示浮式天然气液化、储存和转运；

（5）**LNG FSRO**—表示浮式天然气储存、再气化和转运。

4.1.5 附加标志

4.1.5.1 符合本社《海上油气处理系统规范》的规定，根据天然气净化、液化和再气化工艺的不同在入级标志之后将加注下列附加标志：

（1）**PROCESS（LNG）**—表示天然气预处理、净化和液化；

（2）**PROCESS（LPG）**—表示液化石油气的回收；

（3）**PROCESS（LNG）+（LPG）**—表示天然气预处理、净化和液化以及液化石油气的回收；

（4）**REGAS**—表示液化天然气的再气化。

4.1.5.2 终端上特殊系统和设施附加标志、机舱自动化和机械附加标志以及环境保护附加标志应符合本规范第 1 篇第 2 章 2.3.2 的适用要求并加注在本节 4.1.5.1 规定的附加标志之

后。

4.1.6 技术要求

4.1.6.1 终端应符合本社下列规范中相适用的要求：

（1）《散装运输液化气体船舶构造与设备规范》；

（2）《薄膜型液化天然气运输船检验指南》；

（3）《海上油气处理系统规范》

4.1.6.2 根据国际海事组织2010年5月25日通过的MSC-MEPC.2/Circ.9通函的规定，具有自航功能的终端，其安全、安保和环保应符合国际海事组织相关公约、规则、决议及业界导则的规定。

第 5 章 水下检验

第 1 节 一般规定

5.1.1 一般规定

5.1.1.1 本章适用于 5.1.2 附加标志要求的，拟以水下检验替代坞内检验的浮式装置。

5.1.2 附加标志

5.1.2.1 凡符合本章规定的浮式装置，授予附加标志：IWS。

5.1.3 图纸资料

5.1.3.1 包含下述适用项目的图纸资料应提交审查：

（1）舵销/轴及其轴承间隙测量和状况验证的方法；

（2）推力器检查、保养和拆卸详情和方法；

（3）螺旋桨轴承检查和测量方法；

（4）海水箱和通海阀保养和检查详情；

（5）水下标记图及焊接工艺；

（6）水下结构涂层和阴极保护图；

（7）系泊系统的锚链、缆绳相关附属设备图。

5.1.3.2 包含 5.1.3.1 所述项目的批准的图纸资料应保存在浮式装置上。

第 2 节 水下标记

5.2.1 一般规定

5.2.1.1 拟进行水下检验装置的水下部分外板上应有为潜水员确定位置的永久性标记，以清楚地标注出骨架、舱壁、装置和结点等位置，并和水下标记图相一致。

5.2.1.2 标记应由凸起的线条、数字和字母组成。

5.2.1.3 如果标记是焊制的，则焊缝应为连续，且焊接质量应与主体结构相当。应使用大直径焊条连续施焊，避免浮焊。焊缝表面应成型均匀、致密、平滑地向母材过渡、无裂纹，以及不应有焊瘤、弧坑和咬边等缺陷存在。不准在高应力区域或在既有的对接焊缝上焊接标识。

5.2.1.4 在 D 级或 E 级钢材上或在高强度钢上，应采用与母材相适应级别的低氢焊条施焊。在高强度钢上焊接标记时，应预热约 100°C。

第 3 节 专门措施

5.3.1 一般规定

5.3.1.1 为方便水下检查，下述专门措施应结合在浮式装置的设计中。检查和测量的结果应载入浮式装置记录和检验报告以供下次检验时参照：

（1）海水吸入口：

应提供措施使潜水员能确认海水吸入开口是清洁的。铰链式海水吸口格栅将方便此作业；

（2）通海阀：

对与特别检验同时进行的水下检验，必须提供措施检查任何的通海阀；

（3）油漆：

浮式装置水线以下部分的保护涂层应为高效防锈漆。

（4）螺旋桨轴轴承：

对自航浮式装置，应提供措施来查明油润滑密封装置的完整性及验证轴承间隙或磨损不至于过大。当使用磨损量规时，上一次轴承测量厚度应保存在浮式装置上。每当衬套更新或机加工时，磨损量规的基准读数应重新调定并载入浮式装置记录和检验报告中；

（5）舵轴承：

对自航浮式装置，应提供措施来确定舵轴承的状况和间隙，并确认舵销和舵钮所有零部件是完整、可靠的。这可能需要螺栓固定的可拆盖和测量设施；

第 6 章 定位系统

第 1 节 一般规定

6.1.1 一般要求

6.1.1.1 浮式装置的定位型式包括动力定位型式和系泊定位型式，系泊定位是浮式生产装置的主要定位型式，动力定位的相关要求需满足 CCS《海上移动平台入级规范》的适用内容。

6.1.1.2 本章适用于实现浮式装置系泊定位功能的定位系泊系统，可包括辐射式定位系泊系统、单点定位系泊系统和推力器辅助定位系泊系统。

6.1.1.3 定位系泊系统将在业主/设计者规定的作业限制和程序的基础上考虑入级。作为入级条件的上述作业限制和程序应载入操作手册中。

6.1.1.4 定位系泊系统除满足本章要求外，还应符合本规范其他适用要求和主管机关的有关要求。

6.1.2 附加标志

6.1.2.1 凡符合本章规定的海上浮式装置，授予附加标志：PM 或 PM-TA。

6.1.3 定义

6.1.3.1 除另有规定外，本章的定义如下：

（1）辐射式定位系泊系统：由多根连接到固定于海床上桩或拖曳锚的悬链式系泊索组成的系统，一般每根悬链式系泊索的另一段都通过浮式装置上的导向孔连接到绞车或掣链器上，悬链线可以为一段或多段，沿线可布置浮筒或配重块；

（2）单点定位系泊系统：系指一个系泊和转运装置，它在海底管道和系泊的装置之间提供一种联系，需要时可供输送流体货物用，在环境条件下，系泊的装置能绕系泊点转动，常用的单点定位系泊系统有悬链浮筒式、单锚腿式和转塔式三种形式；

（3）悬链浮筒式单点定位系泊系统：由一个大型浮筒和多根锚固在海床上的悬链式系泊索组成，浮式装置通过柔性缆（可多根）或一刚性轭架臂连接到浮筒上；

（4）单锚腿式单点定位系泊系统：一般包括一段筒柱、筒柱连接海床立管和筒柱连接浮式装置钢臂组成，也可用系缆代替钢臂、锚链代替立管，该系统在水面处有相当大的浮力，此浮力通过预张紧的立管或锚链承担；

（5）转塔式单点定位系泊系统：是多根悬链线系泊索连接在一个转塔上，转塔带有轴承，使浮式装置可以绕转塔转动，在浮式装置和转塔之间只允许角位移，因此浮式装置具有风标效应，转塔可设在浮式装置内部或前后端；

（6）轭架臂：系指连接浮式装置端部和系泊浮筒的刚性结构；

（7）推力器辅助定位系泊系统：系指有一个推力器装置辅助主系泊定位功能的系统，可减轻主系泊系统的载荷。

6.1.4 定位系泊系统的组成

6.1.4.1 悬链浮筒式和转塔式定位系泊系统一般由下列部件和设备组成：

（1）锚、吸力锚或锚桩；

（2）系泊索，包括锚链、钢丝绳、缆；

（3）系泊索附件，包括卸扣、连接环、缆端嵌环、快速释放装置；

（4）导向装置，包括导向弯管、导向滑轮及导向孔；

（5）掣链/缆器；

（6）锚机/绞车；

（7）构成定位系泊系统的其他结构件或机械件。

6.1.4.2 推力器辅助定位系泊系统还将包括：

（1）推力器及其原动机、传动轴和机构、电气设备；

（2）推力器的控制、报警和安全系统。

6.1.4.3 单锚腿式等其它型式定位系泊系统的组成依靠其型式确定。

6.1.5 图纸资料

6.1.5.1 申请人应将下列图纸资料一式四份提交 CCS 批准：

（1）定位系泊布置图，包括系泊模式、系泊部件和设备；

（2）系泊部件和设备详图，包括底座及与浮式装置连接系统；

（3）锚机结构图及锚机动力系统图；

（4）对推力器辅助定位系泊系统，还包括：

① 推力器辅助定位系泊系统布置图，包括推力器的布置、系泊模式、系泊部件和设备；

② 推力器及其动力系统图；

③ 推力器控制、报警和安全系统图。

6.1.5.2 下述支持图纸资料应提交一份供备查：

（1）风、浪、流、潮和水深等设计环境条件的资料；

（2）作用在浮式装置上的风、流及波浪力的计算书或模型试验报告；

（3）浮式装置的波频及低频运动计算书或模型试验报告；

（4）系泊分析计算书；

（5）锚、系泊索及附件、导向装置、掣链/缆器、锚机及其他部件的强度计算书；

（6）推力器的功率及推力计算书，包括推力器之间、推力器与浮式装置之间及推力器与海流之间的相互作用。

第 2 节 环境载荷及浮式装置运动

6.2.1 一般要求

6.2.1.1 本节要求仅涉及系泊系统分析所需的环境载荷及由风、浪和流引起的系泊浮式装置的运动。

6.2.1.2 业主/设计者应规定正常作业和自存环境条件，通常应与浮式装置主体结构的设计环境条件相适应。环境条件一般包括风、浪、流、潮和水深，海床土壤参数，以及气温和水温。水深对系泊系统的能力有较大的影响，不同水深下系泊系统的极限环境条件（风、浪、流）可以不同。

6.2.1.3 在定位系泊系统的设计分析中，应考虑风、浪、流足够数量的来向角，以及风、浪、流实际可能的最严重的组合。通常按相同来向角的风、浪、流确定每根系泊索的最大张力。如欲在特定地区作业时，还应考虑任何合适的可能导致更高系泊载荷的不同方向的风、浪、流的组合。

6.2.1.4 当采用模型试验确定环境载荷和系泊浮式装置运动时，试验模型的水上或水下形状应能表征实际的浮式装置，及适当考虑推力器（设有时）、舭龙骨及其他附件的影响。模型试验的流动特征应与实际浮式装置相同。模型试验的程序及方法应与 CCS 协商决定。

6.2.2 环境条件

6.2.2.1 定位系泊系统设计时，环境载荷一般应考虑最大设计条件和最大作业条件，永久系泊仅考虑最大设计条件。

6.2.2.2 最大设计条件是指用于系泊系统设计的风、浪、流环境条件的组合。定位系泊系统应该按照设计环境造成极值载荷的风、浪、流组合进行设计。实际设计中，一半通过多重设计准则的组合近似值得到。

如，对重现期为 N 年的设计环境，通常研究如下三种设计准则：

（1）重现期为 N 年的波浪，加上相对应的风和流；

（2）重现期为 N 年的风，加上相对应的波浪和流；

（3）重现期为 N 年的流，加上相对应的波浪和风。

6.2.2.3 永久性定位系泊系统应采用重现期最少为 100 年的设计准则。如果定位系泊系统的设计寿命实际上低于 20 年，选用较短的重现期更为合理，在这种情况下，重现期应通过计入定位系泊系统失效后果的风险分析来决定。

6.2.2.4 对于有快速解脱设计的永久性定位系泊系统，最大设计条件可取为浮式装置系泊时的最恶劣环境条件。但是，定位系泊系统本身（未系泊浮式装置）还应能抵御永久性系泊的最大设计环境条件。

6.2.2.5 浮式装置的运动常由低频运动主导。由于低频运动幅值随着波浪周期的减小而增加，重现期为 100 年的波浪有可能不会产生最严重的系泊荷载。而较短周期的较小波浪可能会产生更大的低频运动，从而造成更大的系泊荷载。

6.2.3 风、浪、流相对浮体的作用方向

6.2.3.1 对于固定方向系泊的船式和半潜式装置，假设风、浪、流作用在同一个方向。

6.2.3.2 对称系泊布置的定位系统，至少应进行首向、45º 方向、横向及一个系泊索方向的风、浪、流方向条件分析。

6.2.3.3 如有，也可应用风、浪、流的方向分布图进行分析。

6.2.3.4 计算浮式装置偏移时，除了考虑本节 6.2.3.2 给出的方向外，还有要考虑一个风、浪、流同时作用在两个系泊索中间的方向条件。

6.2.3.5 对于非对称系泊布置的定位系统，应在 0º 至 360º 范围内，最大间隔 30º 考虑一个风、浪、流同时作用的方向条件，另外，至少有一个方向和某个系泊索方向一致。也可用风、浪、流的方向分布图代替（如有）。

6.2.3.6 对于依靠艏向控制具有风标效应的浮式装置，如转塔式系泊定位，应使用风、浪、流方向分配的场地适用数据。

6.2.3.7 如果没有适用的方向分配场地数据，可以用以下两种方法替代：

（1）同向环境条件，风、浪、流作用在同一方向，作用方向和浮式装置艏向夹角为 15º。

（2）不同向环境条件，浪作用方向和浮式装置艏向夹角为 0º，风与浪夹角为 30º，流与浪夹角为 45º，且风和流在浮式装置的同一侧。

6.2.3.8 在 6.2.3.7 中的替代方法也适用于完全风标效应浮式装置，即浮式装置完全依靠环境条件的作用旋转到一个对应的平衡位置。

6.2.3.9 具有风标效应的浮式装置也可应用风、浪、流的方向分布图进行分析（如有），应认为风、浪、流的方向分布是不相关的。

6.2.4 环境载荷

6.2.4.1 风载荷

（1）风载荷考虑通常有两种方法，一种是只考虑作用在系泊浮式装置上的定常风力，另一种是在定常风力叠加风波动分量引起的低频风力。在永久定位系泊系统的最终设计阶段，应采用定常风力叠加低频风力方法，除非证明只考虑定常风力方法更安全。风载荷可由模型试验或计算得到。风载荷的计算方法见第 2 篇第 5 章的有关规定。

（2）只计算定常风力时，设计风速取为平均海平面以上 10m 处时距为 1min 的平均风速。定常风力外还考虑低频风力时，定常风速一般按 1h 平均风速计算，其波动风速按合适的经验阵风谱考虑。定常风速的时距应和确定风谱时所使用的平均风速相一致。

6.2.4.2 海流载荷

（1）海流载荷通常按定常力考虑。海流载荷可由模型试验或计算得到。

（2）海流载荷的计算方法见第 2 篇第 5 章的有关规定。

6.2.4.3 波浪载荷和运动

（1）波浪作用在浮式装置上时，有三种力作用在系泊浮式装置上：

① 以波频振荡的一阶力，它将引起浮式装置的一阶运动（也可称为波频运动）；

② 以低于波频振荡的二阶力，它将引起系泊浮式装置的二阶运动（也称为低频运动）；

③ 二阶力中的定常部分（也称为波漂力）。

波浪载荷可由模型试验或计算分析予以确定。

（2）一般应采用绕射理论通过对作用在浮式装置湿表面上整个水压力的积分计算波浪载荷。

6.2.5 系泊浮式装置运动

6.2.5.1 系泊浮式装置在风力（定常）、海流力和波漂力的联合作用下将从无环境力作用时的初始位置偏移至新的平均位置，在此平均位置，系泊系统的复原力将平衡所施加的上述定常力。波浪将关于此新的平衡位置引起系泊浮式装置的波频和低频运动。

6.2.5.2 波频运动和低频运动应由模型试验或计算分析求得。波频运动一般可与低频运动分开计算。在波频运动分析中，由于浮式装置的纵荡、横荡和首摇运动的固有周期远大于波浪周期，一般可不考虑系泊系统质量及弹性对波频运动的影响。在低频运动分析中，一般可只考虑系泊浮式装置的低频纵荡、横荡和首摇运动。系泊浮式装置的低频运动为集中在系泊浮式装置固有频率附近的极度狭带的响应。运动幅值取决于系泊系统的刚度和阻尼。因此在低频运动计算中，精确估计阻尼十分重要。

6.2.6 涡激运动

6.2.6.1 由圆柱型结构组成的浮式装置，如深吃水单柱式，张力腿式和半潜式，在流的作用下易发生涡激运动，已有的众多工程经验已经证明涡激运动对深吃水单柱式浮式装置影响显著。因此，在系泊定位系统的设计时应考虑这些载荷。

6.2.6.2 涡激振动可能促使浮式装置产生横流向涡激振动和顺流向涡激振动，并使浮式装置偏离静水平衡位置。涡激运动会增加系泊定位系统在流向的平拖曳力，增大偏移量，最终导致系泊力增大，涡激运动的附加作用应在最大系泊力时考虑，另外，应考虑涡激振动效应对疲劳寿命的影响。

6.2.6.3 如果浮式转置某一主要圆柱状结构的涡旋发散频率接近系泊浮体装置的固有频率时，可能发生明显的涡激运动。应考虑系泊浮体的横流向振动固有频率，即横荡和横摇，他们可以和以下公式计算的涡旋发散频率做比较：

$$f_v = S_t \frac{V_c}{D_c}$$

其中，V_c是流速，S_t是斯德鲁哈尔数，D_c是立柱直径。

斯德鲁哈尔数的大小取决于雷诺数，对应于 6.2.6.1 所述浮式装置应用的大尺度立柱，雷诺数一般大于10^7，因此，考虑所对应的斯德鲁哈尔数约为 0.22。

6.2.6.4 分析涡激运动是否发生，仅应考虑最大流速。如果系泊装置固有频率明显大于涡旋发散频率，不用考虑涡激运动的影响，否则应考虑。

6.2.6.5 设计中最好能排除涡激运动的产生，增加系泊系统的刚度从而确保固有频率大于涡旋发散频率在一些项目中是可行的，但同时，增加的刚度会导致更高的系泊索张紧力、高磨损、高浮式装置承载，应综合考虑该方法的应用条件。

6.2.6.6 如果设计中不能排除涡激运动的产生和影响，应分析涡激运动影响，当前涡激运动响应主要来自模型试验。涡激运动分析应得到：

（1）各种流速下的横流向涡激运动幅值；

（2）与涡激运动幅值对应的平均拖曳力系数；

（3）2 倍涡旋发散频率下的拖曳力变化幅值。

第 3 节 系泊分析和设计衡准

6.3.1 一般要求

6.3.1.1 定位系泊系统应设计成在任一系泊索突然失效时，不会导致其他系泊索相继失效。

6.3.1.2 浮式装置的定位系泊系统分析应考虑下述设计工况：

（1）完整自存工况：在规定的自存环境条件下，所有系泊索完整的定位系泊系统的计算工况；

（2）破损自存工况：在规定的自存环境条件下，定位系泊系统中任一根系泊索失效时的计算工况，在完整状态下承担最大载荷的系泊索破损后不一定导致最恶劣的系泊状态。对于带有快速解脱功能的定位系泊系统，可以不计算该工况，但对于不对称布置系泊索的系统，一般需要计算该工况。对于单锚腿单点系泊系统，可以考虑筒柱的一个舱室进水作为替代。对于推力器辅助定位系泊系统，可以考虑一个推力器或机械装置失效作为替代，但具体失效部件的选择应根据每个项目的具体情况单独分析；

（3）瞬态自存工况：在规定的自存环境条件下，任一根系泊索突然失效而导致的瞬态运动。该工况适用于浮式装置邻近有其他结构物存在，该分析应包括系泊浮式装置在达到新平衡位置以前瞬态运动过程中浮式装置移动路径、方位以及系泊索张力。

6.3.1.3 系泊系统分析方法可分为：

（1）准静力分析法；

（2）动力分析法，又可分为频域法和时域法。

6.3.1.4 应根据分析对象和复杂程度选择分析方法，永久系泊系统的最终设计应采用动力分析法。

6.3.1.5 对于带有大量立管的深水浮式装置，系泊分析时应考虑立管载荷，及立管系统与浮式装置相互作用的刚度和阻尼。

6.3.1.6 永久定位系泊系统应进行系泊索的疲劳强度分析。

6.3.2 偏移和系泊索张力

6.3.2.1 偏移

（1）平均偏移是指在海流力、风力和波漂力联合作用下浮式装置的位移。

（2）最大偏移是指平均偏移加上经适当组合的浮式装置波频和低频运动幅值。最大偏移应按下述两式计算，并取其中较大值：

$$X_{\max} = \overline{X} + X_{\max,lf} + X_{1/3,wf}$$

$$X_{\max} = \overline{X} + X_{1/3,lf} + X_{\max,wf}$$

式中：$X_{\max}$ ——最大偏移，m；

$\overline{X}$ ——平均偏移，m；

$X_{\max,lf}$ ——浮式装置低频运动最大单幅值，m；

$X_{1/3,lf}$ ——浮式装置低频运动有义单幅值，m；

$X_{\max,wf}$ ——浮式装置波频运动最大单幅值，m；

$X_{1/3,wf}$ ——浮式装置波频运动有义单幅值，m。

若采用其他方法确定最大偏移，则应经 CCS 批准。

6.3.2.2 系泊索张力

（1）平均张力系指与浮式装置平均偏移相应的系泊索张力。

（2）最大张力系指平均张力与经适当组合的波频及低频张力之和。最大张力应按下述两式计算，并取其中较大值：

$$T_{\max} = \overline{T} + T_{\max,lf} + T_{1/3,wf}$$

$$T_{\max} = \overline{T} + T_{1/3,lf} + T_{\max,wf}$$

式中：$T_{\max}$ ——最大张力，kN；

$\overline{T}$ ——平均张力，kN；

$T_{\max,lf}$ ——最大低频张力，kN；

$T_{1/3,lf}$ ——有义低频张力，kN；

$T_{\max,wf}$ ——最大波频张力，kN；

$T_{1/3,wf}$ ——有义波频张力，kN。

若采用其他方法确定最大张力，则应经 CCS 批准。

6.3.3 随机响应的统计特性

6.3.3.1 对于可表示为具有瑞利分布峰的窄带高斯随机过程的波频和低频响应（运动、张力等），其最大值和有义值可按下式计算：

$$\text{最大值} = \sqrt{2\ln N}RMS$$

$$\text{有义值} = 2RMS$$

式中：*RMS*——随机过程均方根，当以谱矩表示时，$RMS = \sqrt{m_0}$；

N ——振荡次数，$N = \dfrac{T}{T_a}$；

T ——风暴持续时间，s；

T_a ——平均上跨零周期，s，$T_a = 2\pi\sqrt{\dfrac{m_0}{m_2}}$；

m_i ——第 i 阶谱矩，$m_i = \int_0^\infty \omega^i S_x(\omega)d\omega$；

$S_x(\omega)$ ——谱密度。

对低频量，T_a 可取为系泊浮式装置的固有周期 T_e，可按下式计算：

$$T_e = 2\pi\sqrt{m/c}$$

式中：m ——系泊浮式装置质量，包括低频附连质量，ton(吨)

c ——系泊系统刚度，取系泊浮式装置处于平均位置时的数值，kN/m。

风暴持续时间应按具体情况确定，一般应不少于 3h。

当采用模型试验或时域模拟来确定最大值时，模型试验或时域模拟应反复进行以得到几个运动或张力响应记录，并将这些记录最大值的平均值作为随机响应的最大值。

另外，对非高斯过程，本条最大值计算公式可能估计不足。

6.3.4 准静力分析程序

6.3.4.1 在准静力分析法中，先静态偏移系泊浮式装置，再在承载最大系泊索的导索点处施加合适的波浪运动，以考虑波浪动力载荷。在该法中，可忽略导索点的垂直运动，以及与系泊索质量、阻尼、流体动力等有关的动力效应。

6.3.4.2 准静力分析法的一般程序简述如下：

（1）确定系泊系统静刚度特性。系泊系统的刚度特性可按公认的理论、数值分析或模型试验来确定。悬链线方程通常可用于由单一材料组成的系泊索段。应考虑系泊索的弹性伸长，特别对浅水中绷得较紧的系泊系统尤应予以考虑。此外，视具体情况，尚应计及海流、海底倾斜以及海底与系泊索之间摩擦等的影响；

（2）确定系泊浮式装置的平均偏移 $\overline{X}$ 。把流力、风力、波漂力作为静力考虑，确定作用在系泊浮式装置上稳态环境力。再根据系泊系统静刚度特性，确定系泊浮式装置偏离其原始位置的静偏移，即平均偏移 $\overline{X}$ ；

（3）确定平均偏移处的系泊刚度，根据此系泊刚度进行系泊浮式装置的低频运动分析，以确定系泊浮式装置低频运动有义及最大单幅值；

（4）确定系泊浮式装置波频运动有义及最大单幅值；

（5）确定系泊浮式装置最大偏移和系泊索最大张力。应按照 6.3.2.1 的规定适当组合浮式装置波频和低频运动，确定浮式装置最大偏移。根据系泊索静刚度特性确定系泊索最大张力；

（6）确定系泊索最大悬挂长度。对不能承受上拔力的锚设备，最大悬挂索长应小于舷

外索长；

（7）确定锚最大载荷。锚承受的最大载荷 P 应按下式确定：

$$P = T_{\max} - Wh - F \quad \text{kN}$$

式中：$T_{\max}$ ——系泊索最大张力，kN；

W ——系泊索单位长度水中重量，kN/m；

h ——水深，m；

F ——系泊索与海底间摩擦力，kN。

（8）按照 6.3.11 规定的系泊系统设计衡准，校核系泊索张力、浮式装置平均偏移及最大偏移、锚最大载荷。

6.3.4.3 上述准静力分析法适用于完整系泊系统的系泊分析，也适用于任一根系泊索失效后的破损系泊系统的系泊分析。但对破损系泊系统的瞬态运动分析，准静力分析法不适用，一般要求进行时域分析。为简化起见，也常采用时域（瞬态运动）和频域（浮式装置运动）组合分析法。

6.3.5 动力分析程序一般要求

6.3.5.1 动力分析法可适用于所有的系泊系统分析。在动力分析中，应考虑质量、阻尼和流体加速度等随时间变化的效应。

通常可采用频域分析法或时域分析法确定系泊索对导索点运动的响应。

导索点运动应根据系泊浮式装置纵荡、横荡、垂荡、纵摇、横摇和首摇运动通过转换求得。通常可只考虑系泊索平面内导索点垂直和水平运动。

6.3.5.2 在动力分析中，应考虑下述对系泊索性态有重要影响的非线性因素：

（1）系泊索应变或切向拉伸与张力间的非线性。锚链和钢缆可认为是线性的。这仅出现在合成纤维缆中（如尼龙缆），可采用有代表性的切线或割线模量予以线性化；

（2）系泊索几何非线性。与系泊索形状大的变化有关；

（3）作用在系泊索上流体载荷非线性。当采用莫里逊公式计算作用在系泊索上流体载荷时，由于曳力正比于流体和系泊索间相对速度的平方，造成流体载荷非线性；

（4）海底效应非线性。系泊索与海底间相互作用是非线性摩擦过程。此外，着地索长度经常在变化，这又引起几何非线性。

6.3.5.3 可忽略浮式装置运动和系泊索动力位移间的动力耦合作用。

在动力分析法中，先静态将系泊浮式装置移到与平均偏移加上有效或最大低频运动相应位置处，再把波频导索点运动加到拟分析的系泊索上，采用动力系泊分析程序计算波频响应。

6.3.5.4 系泊索动力分析模型为由一系列质量、弹簧、阻尼器组成的二维平面模型。

6.3.6 频域动力分析法

6.3.6.1 在频域分析法中，所有非线性项必须通过直接法或迭代法予以线性化。对 6.3.5.2 中所述非线性项，建议按下述方法线性化：

（1）系泊索拉伸非线性。通过在系泊索各点处假定一个确定的模量予以线性化；

（2）系泊索几何非线性。由于系泊浮式装置动力运动引起悬链线形状变化一般不大，所以可在系泊浮式装置平均位置（由稳态环境力确定的位置）处进行线性化；

（3）流体载荷非线性。应将相对速度平方项用随机等价线性关系替代；

（4）海底效应非线性。在频域法中，不能精确表达着地索与海底间摩擦性态。可采用着地索“平均”或等效性能予以线性化。

6.3.6.2 各非线性项的相对影响与许多参数有关，特别与水深、系泊索组成及运动幅值有关。

在频域法中近似处理非线性的方法应能反映出各参数的重要性。

6.3.6.3 对高度非线性的系泊系统，例如很大一部分系泊索与海底接触，重块或弹性浮筒接近系泊索着地起始点，弹性浮筒按近水面，或垂直载荷作用在锚上等，频域分析法可产生很大的误差，应采用时域法进行动力分析。

6.3.6.4 频域动力分析法的一般程序简述如下：

（1）确定系泊系统静刚度特性。系泊系统的刚度特性可按公认的理论、数值分析或模型试验来确定。悬链线方程通常可用于由单一材料组成的系泊索段。应考虑系泊索的弹性伸长，特别对浅水中绷得较紧的系泊系统尤应予以考虑。此外，视具体情况，尚应计及海流、海底倾斜以及海底与系泊索之间摩擦等的影响；

（2）确定系泊浮式装置的平均偏移 $\overline{X}$ 。把流力、风力、波漂力作为静力考虑，确定作用在系泊浮式装置上稳态环境力。再根据系泊系统静刚度特性，确定系泊浮式装置偏离其原始位置的静偏移，即平均偏移 $\overline{X}$ ；

（3）确定平均偏移处的系泊刚度，根据此系泊刚度进行系泊浮式装置的低频运动分析，以确定系泊浮式装置低频运动有义及最大单幅值；

（4）确定系泊浮式装置波频运动有义及最大单幅值；

（5）确定浮式装置最大偏移和系泊索最大悬挂长度。应按照 6.3.2.1 的规定适当组合浮式装置波频和低频运动，以确定浮式装置最大偏移及系泊索最大悬挂长度；

（6）确定系泊索最大张力和锚最大载荷。应采用下述步骤确定系泊索最大张力和锚最大载荷：

① 将浮式装置移到与平均偏移加上有效低频运动相应位置处。计算系泊系统在此位置的静响应。然后把波频导索点运动施加于拟分析的系泊索上，采用频域动力系泊分析程序计算系泊索张力的波频响应。从而求得系泊索波频张力均方根、最大波频张力、最大张力及锚最大载荷；

② 将浮式装置移到与平均偏移加上最大低频运动相应位置处。计算系泊系统在此位置的静响应。然后把波频导索点运动施加于拟分析的系泊索上，采用频域动力系泊分析程序计算系泊索张力的波频响应。从而求得系泊索波频张力均方根、有效波频张力、最大张力及锚最大载荷；

③ 分别比较①和③求得的最大张力及锚最大载荷，取较大值作为系泊索最大张力及锚最大载荷。

（7）由上述得到的浮式装置平均偏移及最大偏移，系泊索最大张力及锚最大载荷应符合 6.3.11 的规定。

6.3.7 时域动力分析法

6.3.7.1 除 6.3.6.4（6）①、②中系泊索最大张力或有效波频张力应采用时域动力系泊分析程序予以确定外，时域动力系泊分析法的其余计算程序与频域法相同。

6.3.7.2 在按时域法确定系泊索波频张力时，应先照按海浪谱，产生一个至少 3h 的波高程时历。据根导索点波频运动响应幅值算子将波高程时历换转为在系泊索平面内导索点的水平和垂直运动时历。采用时域动力分析计算程序按此导索点运动时历，计算张力响应时历。最后，确定最大波频张力、有效波频张力。

6.3.7.3 波高程时历可按下述方法产生；

$$h(t)=\sum_{j=1}^{N}A_j\cos\left(\omega_j t+\varphi_j\right)$$

式中：$h(t)$——波高程时历，m；

A_j——波幅，$A_j=\sqrt{2S\left(\omega_j\right)\Delta\omega}$，m；

ϕ_j——[0,2π]间随机相位；

$S\left(\omega_j\right)$——波频ω_j处波谱密度，$m^2\cdot s$

$\Delta\omega$——频率间距，如图 6.3.7.3 所示。

为产生一个实际的时历，至少需要 50 个波频。在产生波浪高程时历时，应使时间序列不会过早重复。通常可采用不同的频率间距来满足此要求。

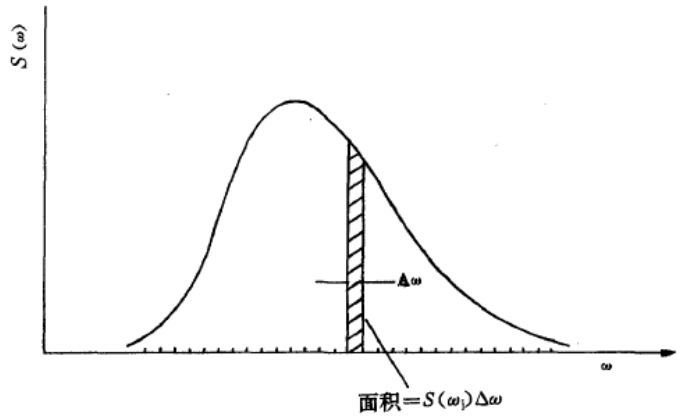


图 6.3.7.3 波谱密度

6.3.7.4 由于按不同的随机相位可产生不同的波高程时历，因此对相同的导索点运动响应幅值算子可产生无数个不同的导索点时历，及得到极不同的最大或有效波频张力。建议采用下述近似法求得合理近似值。

对系泊索最大波频张力，有：

（1）方法 A —— 对一些导索点运动时历，反复计算最大波频张力，直至最大波频张力平均值达到一个稳定值。

（2）方法 B —— 对按一次计算运行得到的最大波频张力予以修正。具体过程如下：

（a）产生规定风暴期内一个导索点运动时历，计算导索点切向运动的最大值 X_m 与均方根 X_{max} 的比值 R，即 $R= X_m / X_{max}$；

（b）在上述风暴期内导索点运动时历中选取一段导索点运动时历，该段时历中心位于切向运动最大值附近。该段时历的长度应足以消除动力系泊分析中的瞬态效应；

（c）根据该段导索点运动时历，采用时域动力系泊分析程序，求得最大波频张力；

（d）按下式对（c）中得到的最大波频张力进行修正：

$$T_{\max,wf} = T'_{\max,wf} \frac{\sqrt{2\ln N}}{R}$$

式中：$T_{\max,wf}$ ——修正后最大波频张力，kN；

$T'_{\max,wf}$ ——（c）中求得的最大波频张力，kN；

R ——比值，按（a）确定；

N ——风暴期内波浪循环次数，按 6.3.3.1 规定确定。

（3）方法 C——根据一个导索点运动时历，采用时域动力系泊分析程序得到一个张力时历，再按此张力时历得到张力谱，并据此谱计算张力均方根。最后按下式计算最大波频张力：

$$T_{\max,wf} = T_{rms}\sqrt{2\ln N}\ \text{kN}$$

式中：T_{rms} ——波频张力均方根，kN。

本方法中的张力时历应足够长，以能对所有重要的频率提供相应的张力分量。对高度非线性系泊系统，按本法求得的最大波频张力可能估计不足。

对系泊索有效波频张力,有：

（1）方法 A——按照一个张力时历计算有效张力，但该时历应足够长以能产生一个稳定的有效值；

（2）方法 B——除计算最大波频张力方法 1 中（d）外，其余过程均应与该法相同。有效波频劲力应按下式进行修正：

$$T_{1/3,wf} = T'_{1/3,wf} \frac{2}{R}\text{kN}$$

式中：$T_{1/3,wf}$ ——修正后有效波频张力，kN；

$T'_{1/3,wf}$ ——由最大波频张力方法 B 中（c）求得的有效波频张力，kN；

R ——比值，按系泊索最大波频张力方法 B 中（a）确定。

（3）方法 C —— 与计算最大张力方法 C 相同, 除了应按下式计算有效波频张力外：

$$T_{1/3,wf} = 2T_{rms}\ \text{kN}$$

经 CCS 批准，也可采用其他计算最大或有效波频张力的方法，但应有文件证实这些方法确能在统计上给出实际响应水平。

6.3.8 破损系泊系统分析

6.3.8.1 除对完整系泊系统进行系泊分析和校核外，尚需对任一根系泊索失效后的破损工况进行系泊分析。

必要时，还需进行瞬态运动分析。

6.3.8.2 应按具体情况，采用本节 6.3.4、6.3.6、6.3.7 所述方法对破损系泊系统进行分析。

6.3.8.3 破损系泊系统分析程序简述如下：

（1）从完整系泊系统平均（平衡）位置，破断一根系泊索；

（2）确定在一根系泊索破断后，在平均载荷作用下系泊系统的新平衡位置；

（3）按本节 6.3.4、6.3.6、6.3.7 所述方法确定系泊索最大张力；

（4）必要时，对系泊浮式装置从完整系泊系统平衡位置达到新平衡位量前的瞬态运动进行分析；

（5）对每根系泊索, 重复上述（1）～（3）步，或（1）～（4）步，以求得最严重的情况；

（6）按 6.3.11 的规定校核系泊索的最大张力。

6.3.9 瞬态分析

6.3.9.1 系泊浮式装置在任一根系泊索断裂或推力器系统失效后，到达新的平衡位置之前，会经历瞬态运动。风、浪、流、推力器等载荷作用下的系泊浮式装置瞬态分析一般用时域方法求解。为了简化分析，可以使用时域和频域联合分析法。

6.3.9.2 当系泊浮式装置邻近有其它结构物时，需要用瞬态分析校核浮式装置的偏移和系泊索张力：

6.3.9.3 时域和频域联合分析法

在时域和频域联合分析法中，首先使用时域方法确定最大的瞬态运动，然后在瞬态运动上叠加频域方法得到的浮式装置运动。推荐计算过程如下：

（1）计算完整系泊状态时，平均载荷作用下的平衡位置；

（2）破断一根系泊索，计算平均环境载荷作用下新的平衡位置；

（3）用时域法计算系泊浮式装置仅在平均载荷作用下的最大瞬态运动，计算中系泊系统的刚度应在每一时间步长处予以修正。

（4）确定浮式装置最大位移和系泊索张力。

浮式装置最大位移按下式确定：

$$X_{\max} = \bar{X} + X_t + X_{1/3,wf} + X_{1/3,lf}\ \text{m}$$

式中：$\bar{X}$ ——按步骤（1）计算得到的平均位移，m；

X_t ——按步骤（3）确定的关于步骤（1）的平衡位置的最大瞬态运动，m；

$X_{1/3,wf}$ ——按频域法计算得到的有义波频运动，m；

$X_{1/3,lf}$ ——使用破损系泊系统刚度，按频域法计算得到的有义低频运动，m。

系泊索最大张力按下式确定：

$$T_{\max} = \bar{T} + T_t + T_{1/3,wf} + T_{1/3,lf}\ \text{kN}$$

式中：$\bar{T}$ ——按步骤（2）计算得到的平均环境载荷产生的系泊索张力，kN；

T_t ——按步骤（3）计算得到的最大瞬态运动 X_t 产生的系泊索张力，kN；

$T_{1/3,wf}$ ——有义波频张力，kN；

$T_{1/3,lf}$ ——有义低频张力，kN。

6.3.9.4 时域瞬态分析

应对一定数量的波浪力时历反复进行瞬态分析，在每一波浪力时历中应对发生在不同时刻系泊索的断裂反复进行计算。选取的设计值应该是这些模拟中得到的最大值，或按这些模拟结果估算的可能最大值。

6.3.9.5 浮式装置与邻近结构物仍能保持足够的间隙，一般可要求此间隙不小于 10m。

6.3.10 系泊索疲劳分析

6.3.10.1 系泊索的疲劳分析应采用 S-N 方法，对永久定位系泊系统应进行详细疲劳分析。

6.3.10.2 应对每条系泊索部件进行疲劳分析，每个系泊索部件的 S-N 曲线应建立在疲劳实验数据和回归分析的基础上。

6.3.11 定位系泊系统设计衡准

6.3.11.1 定位系泊系统的下述要素应按本条要求进行校核：

（1）平均偏移及最大偏移；

（2）系泊索张力；

（3）系泊索长度；

（4）锚抓力。

6.3.11.2 偏移

业主/设计者应根据设备限制和间距要求，对浮式装置的许用平均偏移和许用最大偏移作出规定。

6.3.11.3 系泊索设计

（1）系泊索张力安全系数取决于设计工况及所采用的系泊分析方法，在分析时应考虑系泊索的腐蚀裕量和磨损。

（2）当采用准静力分析法和动力分析法时，锚链或钢丝绳张力的安全系数应不小于表 6.3.11.3（1）的规定值。其他材料系泊索的安全系数应经 CCS 专门批准。

（3）张力安全系数 F 规定为：

$$F = \frac{P_B}{T_{\max}}$$

式中：P_B——系泊索的最小额定拉断强度，kN；

$T_{\max}$——按本节求得的系泊索最大张力，kN。

系泊索张力安全系数表 6.3.11.3（1）

	准静力	动力
完整自存工况	2.00	1.67
破损自存工况（新平衡位置）	1.43	1.25
破损自存工况（瞬态）	1.18	1.05

（4）永久定位系泊系统的疲劳安全系数与部件的可检测条件和位置相关，系泊索各部件的疲劳安全系数应不小于表 6.3.11.3（2）中的规定值。

系泊索部件疲劳安全系数表 6.3.11.3（2）

	可检测部分	不可检测且关键部分
疲劳寿命与设计寿命比值	3	10

6.3.11.4 系泊索长度

如果采用大抓力锚，则系泊索应具有足够的舷外长度，以使系泊系统达到破损条件下最

大偏移时系泊索仍有一段与海底接触。

对具有其他锚系统（如锚桩）的系泊系统，可采用较短的系泊索。

6.3.11.5 锚系统的抓力

（1）对于大抓力锚，计算抓力时可考虑系泊索在海床上的摩擦力，摩擦系数取决于抛锚位置海床的实际情况以及锚索的类型，通用的锚链和钢丝绳摩擦系数可参考表 6.3.11.5（1），业主/设计者应提供设定锚型式和海床条件的锚抓力分析报告供 CCS 审查；

（2）传统桩锚具有同时承担上拔力和水平力的能力，使用设定土壤条件的桩锚承载力分析及其疲劳分析应送 CCS 审查；

（3）吸力锚有同时承担上拔力和水平力的能力，业主/设计者应提供吸力锚的锚抓力和结构分析报告供 CCS 审查，包括疲劳分析报告；

（4）大抓力锚和和吸力锚的最小安全系数要求见表 6.3.11.5（2），桩锚应满足 CCS《浅海固定平台建造与检验规范》中对桩承载力安全系数的要求，浮式装置定位系泊系统需要的最大锚抓力应基于考虑系泊索动态效应的动力分析方法得到。

系泊索摩擦系数表 6.3.11.5（1）

	静摩擦	滑动摩擦
锚链	1.00	0.70
钢丝绳	0.60	0.25

锚抓力安全系数表 6.3.11.5（2）

	完整自存工况	破损自存工况
大抓力锚	1.50	1.00
吸力锚（横向）	1.60	1.20
吸力锚（轴向）	2.00	1.50

6.3.12 **推力器辅助定位系泊系统的分析**

6.3.12.1 对设有推力器辅助定位的浮式装置，在所有设计工况下可考虑部分或全部净推力效应。该效应取决于推力器控制系统和设计工况。推力器可以是手动控制或自动控制。许用的推力应按表 6.3.12.1 选取。

推力器辅助系泊系统中推力效应许用值 (1) 表 3.3.12.1

设计工况	推力器控制系统	
	手动遥控	自动遥控 (3)
完整自存工况	除 1 个以外,其余推力器 净推力的 70% (2)	除 1 个以外,其余推力器 净推力的 100% (2)
破损自存工况	所有推力器净推力的 70%	所有推力器净推力的 100%
注：（1）本表适用于具有备用动力源的推力器系统； （2）如果推力器的推力效应不同，则应扣除 1 个最大推力效应的推力器； （3）无备用控制系统时，应按相应净推力的 70%考虑。		

6.3.12.2 净推力计算应基于零航速下有效系柱推力，并应考虑任何方向限止，浮式装置运动、海流、推力器与浮式装置壳体之间、推力器与推力器之间相互干扰的影响。

6.3.12.3 在系泊系统中采用的许用推力由制造商提供证明文件，并在推力器系统海上试验中核验。

6.3.12.4 在推力器辅助系统中，推力器和系泊系统之间的载荷分配是复杂的，只能在时

域系统动力分析中充分考虑。对推力器辅助系泊分析，一般可采用简单的平均载荷扣除法。如采用系统动力分析法，进行特殊考虑。

第 4 节 系泊设备

6.4.1 一般要求

6.4.1.1 锚、系泊索及其附件、导向装置及掣链/缆器的材料、设计、制造及试验等均应符合 CCS《材料与焊接规范》第 1 篇第 10 章的适用要求，或公认的国家或国际标准的有关要求。

6.4.1.2 浮式装置系泊在单点系泊装置上时，应根据单点系泊装置的系泊能力及作业海区的环境条件设计浮式装置与单点系泊装置的连接形式。

6.4.1.3 对于通过轭架连接的定位系泊，其结构设计应进行直接计算。与单点系泊的管路相连接的设备应能方便地连接和解脱，轭架式系泊装置应具有尽快解脱的可能。

6.4.1.4 带有系泊索的系泊定位应设置快速解脱装置。应在控制室设显示浮式装置与单点系泊装置相对位置监控设备。

6.4.1.5 内部转塔式系泊装置，其与主船体的连接部分的结构应设计进行直接计算。

6.4.1.6 浮式装置应根据运输油轮的尺度、吨位及靠泊形式配备供运输油轮系泊使用的绞车、缆桩、导缆孔等设施。在靠泊运输油轮的舷侧应配备吸收能量的护舷装置，护舷装置的设计应符合 OCIMF “ship to ship”的规定。

6.4.2 锚

6.4.2.1 定位系泊锚的数量和抓力应足以适合其预定的用途，见本章 6.3.11.5。

6.4.2.2 锚的型式和设计应使 CCS 满意。

6.4.2.3 迁移时，锚的存放应能防止其移动。

6.4.3 系泊索

6.4.3.1 系泊索通常采用有档锚链、钢丝绳和合成纤维绳或其组合。

6.4.3.2 有档锚链及其附件一般应采用符合 CCS《材料与焊接规范》第 1 篇第 10 章第 3 节对海上设施定位系泊用锚链及其附件的规定，按其强度等级分为 OM3、OM3S、OM4，OM4S 和 OM5 五个等级。经 CCS 同意也可采用其它等效的材料。

6.4.3.3 钢丝绳应具有适用其用途的构造，通常可采用具有独立钢丝绳股芯的 6 股 37 丝构造的钢丝绳。钢丝绳应镀锌。钢丝绳及其端附件应符合公认的标准。

6.4.3.4 合成纤维绳应符合 CCS《材料与焊接规范》第 2 篇第 7 章第 2 节的规定。

6.4.3.5 系泊索附件的强度应不低于系泊索的强度。

6.4.4 导向装置

6.4.4.1 导向孔、导向滑轮等导向装置的设计应允许系泊索在所有系泊模式下均能自由滑动，并不使系泊索受到过大的弯曲和磨损。

6.4.4.2 导向装置及其支撑结构应能承受当系泊索达到其拉断强度时施加其上的载荷，其许用应力应符合第 2 篇第 8 章对组合工况的规定。

6.4.4.3 锚链导向滑轮至少应具有 5 个凹槽。钢丝绳导向装置的直径通常不小于钢丝绳直径的 20 倍。

6.4.5 掣链/缆器

6.4.5.1 根据锚机/绞车的配置，可要求设置掣链/缆器。

6.4.5.2 掣链/缆器及其支撑结构应能承受当系泊索达到其拉断强度时施加其上的载荷，其许用应力应符合第 2 篇第 8 章对组合工况的规定。

第 5 节 锚机及推力器

6.5.1 一般要求

6.5.1.1 供定位系泊用的锚机/绞车应符合本社《海上移动平台入级规范》第 4 篇第 5 章的规定。

6.5.1.2 推力器应符合 CCS《钢质海船入级规范》的有关要求或认可标准的要求。

第 6 节 电气及控制装置

6.6.1 一般要求

6.6.1.1 控制站，显示、控制及报警装置，和控制模式应符合本规范第 6 篇第 2 章的规定。

6.6.1.2 对推力器辅助定位系泊系统，推力器的控制系统应符合本社《海上移动平台入级规范》第 5 篇第 2 章的规定。

第 7 节 单点定位系泊系统

6.7.1 一般要求

6.7.1.1 单点定位系泊系统的其它要求应满足 CCS《海上单点系泊装置入级与建造规范》，该规范未包括部分应满足公认的行业标准。

第 8 节 场地测试

6.8.1 一般要求

6.8.1.1 在定位系泊系统现场布置完成后，每根系泊索都应进行拉力测试，测试期间，每根系泊索应拉至动力方法计算完整自存工况条件下的最大拉力，并保持 30 分钟。

6.8.1.2 对于应用于软土条件的高效拖曳锚，场地测试拉力可减小，但不应小于最大完整工况条件下设计拉力的 80%。

6.8.1.3 所有型式的锚都应验证在场地的嵌入海床深度达到了最小设计深度。

6.8.1.4 CCS 将根据海床土工调查数据、载荷大小、土工设计分析方法和关注区域的海床经验来确定最大拉力测试的必要性。对于吸力桩，CCS 还需要审查安装记录以保证安装抽吸压力和计算抽吸压力一致。对于传统桩锚，CCS 还需要审查安装记录，验证计算打桩锤击数和实际锤击数是否一致，从而保证桩锚打到设计深度。

6.8.1.5 如果不进行最大拉力测试，CCS 要求对每个锚预张拉到一个可以使其发挥最大锚抓力的载荷，但该载荷不能小于完整工况下的平均张力，以保证系泊索的完整和对直。

6.8.1.6 对于可解脱系泊定位系统，拉力测试的最大载荷应取下面两个值中的最大值：

（1）解脱环境条件下的最大设计载荷，也就是在该环境条件下，浮式装置必须与定位系泊系统解脱；

（2）无连接浮式装置设计环境条件下的最大设计载荷，也就是解脱后定位系泊系统单独承受极端环境条件下的最大载荷。

第 9 节 建造检验

6.9.1 **一般要求**

6.9.1.1 用于定位系泊系统的部件在制造过程中需进行检验并获得 CCS 验船师认可，需要认可的部件见表 6.9.1.1。

6.9.1.2 焊接设备的工艺要求需满足 CCS《材料与焊接规范》。

定位系泊系统需认可产品目录表 6.9.1.1

部件名称	是否需要发证
锚	是
绞车	是
导缆器	是
锚链及其附件	是
钢丝绳	是
纤维缆组件	是
掣链器	是
系泊缆浮力单元	是

第 7 章 直升机甲板

第 1 节 一般规定

7.1.1 一般要求

7.1.1.1 本章要求适用于设有直升机正常起降场地及其设施的海上浮式装置。

7.1.1.2 本章所涉及的直升机甲板设施系指浮式装置上专门用于直升机起降和存放（按需要设置）的桁架式独立甲板平台结构型式，其甲板平台结构、消防设施和其他保障直升机安全作业所必需的设备。利用浮式装置部分甲板作为直升机甲板的型式可参照 CCS《钢质海船入级规范》第 2 篇第 2 章第 18 节和第 6 篇第 5 章的要求。

7.1.1.3 除满足本章规定外，直升机甲板设施的设计、构造和布置及安全要求必须满足国际民航组织和浮式装置所在海域国家民航主管机关以及海事主管机关的有关条令。

7.1.1.4 如果直升机甲板平台作为露天甲板或其他用途甲板的一部分，则尺寸应不低于相同位置上对这些甲板的要求。

7.1.2 附加标志

7.1.2.1 凡符合本章规定的海上浮式装置，授予附加标志：HELDK。

7.1.3 定义

7.1.3.1 LD 或 LD 值：本章中系指直升机当旋翼旋转时从主旋翼的翼尖轨迹平面最前端至尾旋翼的翼尖轨迹平面或直升机结构的最后端所测量到的最大尺寸。

7.1.3.2 最终抵/离区：本章中系指一设置的区域，直升机要在该区域上完成最后阶段的悬停或降落飞行动作和开始起飞的飞行动作。

7.1.3.3 障碍限制区：本章中系指一向外伸展的扇形区，由 360°圆弧中除无障碍区部分以外的弧段形成，其中心为确定无障碍区的参照点。在障碍限制区内的障碍物受到规定高度的限制。

7.1.3.4 障碍：本章中系指位于预定供直升机在直升机甲板上操作的区域内的任何物体或物体的部分，或延伸到一个为保护飞行中的直升机所确定的限定面之上的任何物体或物体的部分。

7.1.3.5 无障碍区：本章中系指一个复合的周界面，其起始于直升机甲板上最终抵/离区边缘处的参照点并从该点展开，由两个部分组成，一个在直升机甲板之上，一个在直升机甲板之下。为保证飞行安全，该区内仅允许存在指定的障碍。

7.1.3.6 降落/起飞区：本章中系指一个承受动力载荷的区域，直升机可在上面降落或起飞。对于直升机甲板，假设最终抵/离区和降落/起飞区是一致的。

7.1.3 图纸资料

7.1.3.1 应将下列图纸资料一式四份提交 CCS 批准或审查：

（1）直升机甲板布置详图（包括总体外形尺寸、降落区域、停放系固布置和甲板拴系点布置及设施等）；

（2）直升机甲板结构图及强度计算书；

（3）直升机存放（如直升机甲板平台上提供该项服务）系固布置图；

（4）直升机甲板的结构防火布置图（包括甲板的防火分隔、脱险通道、开口、排水设施等）；

（5）直升机甲板消防设备配备和布置图（包括灭火剂量计算书）。

7.1.3.2 操作手册中应包括拟使用的最大直升机型号及其参数（包括最大起飞重量、旋翼直径、LD 值、轮印尺寸和轮距等），并应同时提交 CCS 备查。

第 2 节 直升机甲板构造及布置

7.2.1 直升机甲板构造

7.2.1.1 直升机甲板的布置应有足够的尺度，且应保证使用该甲板的最大型号直升机能在对应于直升机操作的预期的最恶劣条件下不受阻碍地执行起降任务。

7.2.1.2 直升机甲板的布置应考虑拟使用的直升机的最大型号、风况、湍流、海况、水温和冰况等环境气候因素，且应满足如下要求：

（1）恶劣气候条件：

① 直升机甲板应有足够的尺度，可容纳一个能为单旋翼直升机划出一个直径不小于 LD 的圆圈的区域（LD 的定义见本章 7.1.3.1）；

② 直升机甲板的无障碍区应由两个部分组成，一个部分在直升机甲板以上，一个部分在直升机甲板以下，如图 7.2.1.2（1）a 所示：

（a）在直升机甲板平面以上：周界面应为一个以直升机甲板地面为标高的水平面，该（扇形）水平面的弦对弧角应至少为 210°，从位于参照圆 LD 的外围上的顶点向外伸展，其伸展距离应能让使用该直升机甲板的直升机有一个无障碍的离开通道；和

（b）在直升机甲板平面以下：在（最小）210°的扇形区域内，周界面应从直升机甲板平面下的安全网边缘以 5：1 的坡度向下延伸至海平面，所对应的弧应不小于 180°，并通过最终抵/离区中心向外伸展，其伸展距离应能让使用该直升机甲板的直升机在发动机发生故障时，能安全避开直升机甲板下的障碍物（见图 7.2.1.2（1）a）；

③ 对单旋翼直升机，在 150°的障碍限制区内，从障碍限制区的原点起向外至 0.12 LD的距离范围内，各物体高度不应超过直升机甲板上 0.25m。从该外边界弧线再向外 0.21 LD的距离范围内，障碍物的最大高度应限制在以直升机甲板平面上 0.05 LD为起始高度，并以垂直方向与水平方向之比为 1：2 的坡度界限内（见图 7.2.1.2（1）b1）；

④ 因其功能而需要放置在直升机甲板上最终抵/离区内的障碍物应限于着陆网（如需要）和某些照明系统，并且不应超过降落区地面以上 0.025m。这些物体应在不会对直升机作业造成危险时，才可存在；和

⑤ 主管机关应对纵列式双旋翼直升机的作业予以特殊考虑。

（2）温和气候条件：

① 直升机甲板的尺度应足以包含一个直径不小于 0.83 LD 的圆（LD 的定义见本章 7.1.3.1）；

② 直升机甲板的无障碍区应由两个部分组成，一个部分在直升机甲板以上，一个部分在直升机甲板以下（见图 7.2.1.2（1）a）：

（a）在直升机甲板平面以上：周界面应为一个以直升机甲板地面为标高的水平面，该（扇形）水平面的弦对弧角应至少为 210°，从位于参照圆 LD 的外围上的顶点向外伸展，其伸展距离应能让使用该直升机甲板的直升机有一个无障碍的离开通道；和

（b）在直升机甲板平面以下：在（最小）210°的扇形区域内，周界面应从直升机甲板平面下的安全网边缘以 5：1 的坡度又向下延伸至海平面，所对应的弧应不小于 180°，并通过最终抵/离区中心向外伸展，其伸展距离应能让使用该直升机甲板的直升机在发动机发生故障时，能安全避开直升机甲板

[1] 如果最终抵/离区域周界标志以内的直升机甲板动态承载区域的形状不是圆形，则障碍限制区节段的范围不是用弧线，而是用平行于降落区域周界的线段表示。图 10.2.1.2（1）b 系基于假定设有八边形直升机甲板而绘制。

下的障碍物（见图 7.2.1.2（1）a）；

③ 对单旋翼直升机，从 0.415LD至 0.5LD的范围内，各物体高度不应超过 0.025m。在 150°的障碍限制区内，从障碍限制区的原点起向外至 0.12LD的距离范围内，各物体高度不应超过直升机甲板上 0.05m。从该外边界弧线再向外 0.21LD的距离范围内，障碍限制区以直升机甲板平面上 0.05LD为起始高度，并以垂直方向与水平方向之比为 1：2 的坡度上升（见图 7.2.1.2（2）2）；

④ 因其功能而需要放置在直升机甲板上最终抵/离区内的障碍物应限于着陆网（如需要）和某些照明系统，并且不应超过降落区地面以上 0.025m。这些物体应在不会对直升机作业造成危险时，才可存在；

⑤ 主管机关应对纵列式双旋翼直升机的作业予以特殊考虑。

7.2.1.3 直升机甲板表面应防滑。

7.2.1.4 当直升机甲板构造采用格栅形式，下甲板应使地面效应得以保持。

7.2.2 直升机甲板布置

7.2.2.1 直升机甲板应有系牢直升机的埋头栓系点。

7.2.2.2 除有结构性保护的地方外，直升机甲板的边缘应设置安全网。安全网应从直升机甲板边缘以下向上以 10°倾斜且其水平宽度为 1.5m，其外缘不得高出该甲板边缘。

7.2.2.3 直升机甲板应设有尽可能相互远离的一条主用和一条应急的人员通道。

7.2.2.4 直升机甲板应设有防止液体积存和流落到浮式装置其他地方的排水设施，该设施应满足以下要求：

（1）应为钢制构造或提供其他等效的消防安全布置；

（2）应独立于其他系统，直接将水排向舷外；

（3）其设计应使排出的水不会落到浮式装置上的任何部位。

7.2.3 视觉辅助设备

7.2.3.1 风向指示器

（1）浮式装置上应设置风向指示器，尽实际可能指示降落/起飞区上方的风况，且不受附近物体或机翼产生的下降气流引起的气流颠簸的影响。风向指示器应可从在直升机甲板上方飞行或悬停的直升机上可见。若降落/起飞区可能受到气流颠簸的影响，则应在紧靠该区域处增设若干风向指示器，指示这些区域的表面风况。风向指示器的安置不得危及障碍防护界面；

（2）有直升机夜航作业的浮式装置，应给风向指示器配备照明；

（3）风向指示器应为截锥形的轻质结构，其最小尺寸如下：

长 1.2 m

直径（大头） 0.3 m

直径（小头） 0.15 m

（4）风向指示器的颜色选择应使其从直升机场上空至少 200 m 的高度处清晰可见并易懂，并应考虑背景的影响。如可行，应使用单色，最好是白色或橙色。如需合用 2 种颜色达到在变动不停的背景下仍十分醒目，最好用橙色和白色，或者红色和白色，并应排列成 5 条颜色交替的彩条，第一条和最后一条为深色。

7.2.3.2 直升机场识别标志应设置在本章 7.2.3.6 中所述的降落/定位标志的中心，由 4 m 高、3 m 宽的白色“**H**”构成，字母笔划宽度为 0.75m。

7.2.3.3 LD 值标志

（1）直升机甲板的实际 LD 值应以 0.1m 高的文字与数字，涂在直升机甲板上按照 7.2.3.7 所划的 V 形内；

（2）直升机甲板的LD值还应以图 7.2.3.3（2）中所示的形式，用一种与直升机甲板地

[2] 如果最终抵/离区域周界标志以内的直升机甲板动态承载区域的形状不是圆形，则障碍限制区节段的范围不是用弧线，而是用平行于降落区域周界的线段表示。图 10.2.1.2（2）系基于假定设有八边形直升机甲板而绘制。

面形成反差的颜色（最好是白色，晚上使用要避免黑色或灰色）标在直升机甲板的周边。LD值应取最接近的整数，舍去 0.5 以下，例如，18.5 即标注为 18。某些直升机场的标志可能需要特殊考虑。[3]

7.2.3.4 最大许可质量标志

（1）应在降落/起飞区内设置最大许可质量标志，并布置成可从最终进场方向（即面向无障碍扇形区的原点）读数；

（2）最大许可质量标志应由 2 位或 3 位数字及紧跟其后的字母“t”组成，以吨（1000kg）为单位表明许可的直升机最大质量。该标志应按一个小数位表示，舍入至最近的 100kg；

（3）数字的高度应为 0.9m，线条宽度约为 0.12m，用与直升机甲板地面形成反差的颜色（最好是白色）。如有可能，应将最大许可质量标志与浮式装置识别标志尽量分开，以避免可能发生的识别混淆。

7.2.3.5 降落/起飞区周界标志应沿着降落/起飞区的周边设置，并应由一条宽度至少为 0.3 m 的连续白线构成。典型的降落/起飞区周界标志用于 1LD 或 0.83LD 值，见图 7.2.1.2（1）b 和 7.2.1.2（2）。

7.2.3.6 降落/定位标志

（1）应设置一个降落/定位标志，使驾驶员座位在标志上方时，整个起落架将在降落/起飞区内，且直升机的所有部位都将以一定安全距离避开任何障碍物；

（2）降落/定位标志的中心应与降落/起飞区中心同心；[4]

（3）降落/定位标志应为用宽度为 1 m 的黄线划出的一个圆圈，该圆圈的内径应为降落/起飞区设计所依据的最大直升机的 LD 值的一半。

7.2.3.7 直升机甲板无障碍扇形区标志

（1）除下述 7.2.3.7（2）所规定者外，应在降落/起飞区周界标志上设置一个直升机甲板无障碍区标志，用一个黑色 V 形表示，每边长 0.8m，宽 0.1m，以图 7.2.3.3（2）所示的样式形成夹角。无障碍区标志应显示无障碍扇形区的原点、扇形区界限的方向和经验证的直升机甲板的 LD 值。如在图中所示之处没有余地布置 V 形标志，可将该 V 形标志朝向圆心移动，但应保持原点位置不变；

（2）对于小于 1LD 的直升机甲板（即符合本章 7.2.1.2（2）的直升机甲板），应在与降落/起飞区中心的距离等于降落/起飞区内所能划下的最大圆圈的半径或 0.5LD（取大者）处，设置一个直升机甲板无障碍区标志；

（3）V 形标志的高度应等于降落/起飞区周界标志的宽度，但应不小于 0.3m。V 形标志应为黑色，可涂在本章 7.2.3.5 所述的降落/起飞区周界标志之上。

7.2.3.8 浮式装置识别标志

（1）浮式装置的名称应在浮式转置识别牌上清晰展现，这些识别牌应设置在从空中和海上所有正常进场角度和方向都能容易识别浮式装置的位置处。字的高度应至少为 0.9m，线条宽约 0.12 m。浮式装置识别牌应在所有光线条件下非常清晰可见，并位于浮式装置的高处（例如，钻井井架上）。应为夜晚使用和能见度差的情况下使用提供适当的照明；

（2）浮式装置的名称应标在直升机甲板上，位于降落/定位标志的有障碍物一侧，字符高度不小于 1.2m，应采用与背景形成反差的颜色；

7.2.3.9 周界灯

（1）应采用可在降落区域或其上方从所有方向均可见的绿色灯勾画出降落/起飞区的周界。这些灯应在甲板平面以上，但灯的高度对于符合本章 7.2.1.2（1）规定尺寸的直升机甲板不应超过 0.25m，对于符合本章 7.2.1.2（2）规定尺寸的直升机甲板不应超过 0.05 m。这些灯应以不超过 3 m 的间隔围绕降落/起飞区的周界均等放置，与本章 7.2.3.5 所述的勾画周界的白线重合。对于方形或长方形的甲板，应沿着每一边至少设 4 盏灯，包括在降落/起飞区的每个角隅设 1 盏。如果需要将直升机或大型设备移出降落/起飞区，在降落/起飞区内缘（150°障碍限制区原点）可使用与甲板平齐的嵌入灯；

---

[3] 专为 AS332L2 和 EC225 直升机（各自 D 值均为 19.5m）设计的直升机甲板，应近似取值 20，以区别于专为 L1 型直升机设计的直升机甲板。

[4] 如果航空研究表明该标志偏离无障碍区的原点是有利的，则可偏离不超过 0.1LD，但偏离的标志不得对安全作业有不利影响。

（2）周界灯应符合表 7.2.3.9-1 规定的色度特性和表 7.2.3.9-2 规定的垂直光束扩散和光强特性。

周界灯的色度特性 表 7.2.3.9-1

黄色边界	x = 0.36 - 0.08y
白色边界	x = 0.65y
蓝色边界	y = 0.9 - 0.171x

绿色周界灯的光强 表 7.2.3.9-2

仰角	光强 （cd）
0° - 90°	最大 60 (1)
> 20° - 90°	最小 3
> 10° - 20°	最小 15
0° - 10°	最小 30
方位角 +180° - 180°	

注：（1）如果在白天提供较高强度的照明以弥补能见度差的条件，则应加入一个调节装置，使夜间使用时强度减低至不超过 60cd。

7.2.3.10 直升机甲板强光照明灯的位置应能避免使驾驶员眩目，并应采取措施定期检查强光照明灯的排列。强光照明灯的布置和对准方向应使其能照亮直升机甲板的标志，并使阴影减至最低限度。强光照明灯应符合本章 7.2.3.9 中对周界灯规定的同样高度限制。

7.2.3.11 障碍标志和照明

（1）可能对直升机造成危险的固定障碍物和永久性设备，诸如起重机吊杆，应在白天从空中容易地看到。如有必要,应对其进行配色涂刷以便在白天更容易识别，建议涂刷宽度不小于 0.5m 但不超过 6m 的黑白、黑黄、或红白相间的彩条；

（2）应在适当的位置安装光强至少为 10cd 的全方位红色灯，就可能对直升机造成危险的障碍物以及高于降落区域和靠近降落区或限制障碍区边界的物体的接近程度和高度，为直升机驾驶员提供视觉信息。这种灯应满足下述要求：

① 高于降落区域 15 m 的物体上应装设光强相同的中间红色灯，向下每隔 10m 装设一个，直至降落区域平面（所述灯将被其他物体遮挡的地方除外）；

② 诸如火炬臂和塔之类的结构可用强光照明灯替代中间红色灯，但强光照明灯的布置应使其照亮整个结构，同时不应干扰直升机驾驶员的夜间视力；

③ 可根据国际民航组织的建议采用替代的等效技术突显直升机甲板附近的主要障碍物。

（3）应在浮式装置的最高点，装设一个光强为 25～200cd 的全方位红色灯。若在最高点不可行（例如火炬塔），该灯应尽可能接近端点。

7.2.3.12 应安装状态灯，对浮式装置上存在可能危及直升机或其乘员的情况发出警告。状态灯应是一盏（或几盏）闪烁的红色灯 [5]，应使驾驶员从任何进场方向和任何着陆航向均能看到。该系统应在当本社《海上移动平台入级规范》第 5 篇第 3 章规定的有毒气体警报启动时自动启动，并能够在直升机甲板上手动启动。状态灯的可视范围应超出可能危及直升机或直升机开始目视进场的距离。状态灯系统应满足下列要求：

（1）安装在直升机甲板上或直升机甲板相邻处。如须满足可从所有进场方向（即 360° 方位内）看到信号的要求，可在平台上其他位置增设状态灯；

（2）有效光强在水平面以上 2°至 10°之间至少为 700cd，在所有其他仰角范围内至少为 176cd；

（3）设有装置能使灯（如启用及启用时）的发光强度在直升机降落直升机甲板上时减弱至不超过 60cd；

[5] 闪烁红色灯在航空业内的含义为“不要降落，机场不能降落”或“飞离降落区域”。

（4）可从所有可能的进场方向看见，当直升机在直升机甲板上降落时，不论航向都如上所述有一垂直光束扩射；

（5）采用国际民航组织定义的“红色”灯[6]；

（6）以每分钟 120 闪的速率闪烁，若需要两盏或多盏灯来满足该要求时，灯光应同步以确保按同一时间间隔（误差在 10%以内）闪烁。如有直升机在直升机甲板上时，应采取措施将闪烁速率降至每分钟 60 闪。最大负载循环应不大于 50%；

（7）在直升机甲板上有对系统的自动启用进行手动越控的装置；

（8）任何时候在不少于 3s 的时间内应达到满负荷光强；

（9）其设计应使在单一故障时不妨碍系统有效运行。如为满足闪光速率要求而使用多于一盏灯，可接受在故障状况下一段限定的时间内闪光频率减至每分钟至少 60 闪；以及；

（10）如为达到“甲板上”360°方位覆盖而采用辅助的“复现”灯，这些灯应对所有方位角和仰角具有最小 16cd 和最大 60cd 的光强。

7.2.4 运动传感系统

7.2.4.1 浮式装置运动对直升机操作有潜在的危险。船型浮式装置应配备一个电子的运动传感系统，该系统能测量或计算直升机甲板相对空间固定坐标垂直线的纵摇、横摇和升沉的幅度和速率。应在按有关要求配备的航空移动 VHF 无线电话台设置运动传感系统的一个显示器，使该信息可转发给直升机驾驶员。报告的格式应经航空服务提供者同意。

第 3 节 直升机甲板结构

7.3.1 一般要求

7.3.1.1 直升机甲板区域的结构应按拟使用该甲板的最大型号直升机来考虑。

7.3.2 设计工况

7.3.2.1 直升机平台结构的设计应考虑以下 3 种工况：

（1）甲板均布载荷工况：

① 考虑整个甲板区域上面覆盖 $2\,\mathrm{kN/m^2}$ 的均布载荷。

（2）直升机着陆时碰撞工况，应考虑下列载荷的联合作用：

① 直升机正常降落时的垂直冲击载荷 $P_H = 1.5P$（P 为最大起飞重量），并均匀分布在直升机着陆时着地的轮印上（一般情况下假定为两轮同时着地）。如无实际轮印尺寸资料，轮印尺寸可取 0.30m×0.30m 的正方形面积。结构构件的设计应按其受力最不利的直升机着地位置考虑。

当直升机平台的起降甲板为上层建筑或甲板室顶甲板，且其下处所通常有人活动（如控制室、船员住室等）时，则上述垂直冲击载荷 $P_H = 1.75P$；

② 直升机平台结构自重；

③ 必要时，尚应考虑 $0.5\,\mathrm{kN/m^2}$ 的均布载荷，以考虑雪、冰或其他环境载荷；

（3）直升机存放工况，应考虑下列载荷的联合作用：

① 承受最大起飞重量的机轮载荷，其着地承载面积可按直升机撞击工况中的假定；

② 直升机平台结构自重；

③ 必要时，尚应考虑 $0.5\,\mathrm{kN/m^2}$ 的均布载荷，以考虑雪、冰或其他环境载荷；

④ 尚应考虑在可存放的相应环境条件下，直升机和直升机平台结构由于浮式装置运动和倾斜而产生的静动载荷。如无合适资料，则水平惯性力和垂直惯性力可取存放的直升机和直升机平台结构自重相应载荷的 0.5 倍。

---

[6] 参见国际民航组织公约附则 14 第 1 卷附录 1“地面航空灯颜色”。

7.3.2.2 对具有非轮式降落机构的直升机，其着地承载面积应按照直升机制造商提供的数据予以确定。

7.3.3 强度校核

7.3.3.1 直升机甲板构件的安全系数见表 7.3.3.1。

直升机甲板构件的安全系数 表 7.3.3.1

构件 / 设计工况	甲板板 (1)	甲板纵骨和横梁等甲板次要构件	甲板纵桁、甲板强横梁等甲板主要构件和平台支柱、撑杆等平台桁架构件 (2)
甲板均布载荷工况	1.67	1.67	1.67
直升机着陆时碰撞工况	1.00 (1)	1.00	1.10
直升机存放工况	1.00	1.10	1.25

注：（1）： ① 甲板板的应力可按承受垂向分布载荷的四边铰支板进行求解。对于直升机着陆碰撞工况，若采用充分保守的方法，则 CCS 可适当增大该项的许用应力；

② 除上述直接计算外，甲板板的厚度还需满足表 7.3.3.1（1）的最小厚度要求。

（2）对于承受轴向压缩的构件，应按许用弯曲应力和许用临界屈曲应力之小者进行校核。

最小厚度要求 表 7.3.3.1（1）

骨材间距（mm）	最小厚度（mm）
460	4.0
610	5.0
760	6.0

7.3.3.2 直升机甲板构件的许用弯曲应力和许用临界屈曲应力应基于 7.3.3.1 所得的安全系数，按 CCS《海上移动平台入级规范》第 2 篇第 3 章规定的方法确定。

7.3.3.3 直升机甲板构件的强度计算方法应基于 7.3.3.2，按 CCS《海上移动平台入级规范》第 2 篇篇第 3 章相应要求进行。

第 4 节 消防

7.4.1 一般要求

7.4.1.1 直升机甲板及其设施的消防应满足下列功能性要求：

（1）直升机甲板结构应足以保护浮式装置免受与直升机作业相关的火灾危险；

（2）消防设备的配备应足以保护浮式装置免受与直升机作业相关的火灾危险；

（3）加油设施及其操作应有必要的措施以保护浮式装置免受与直升机作业相关的火灾危险；

（4）应提供直升机设施的操作手册和培训。

7.4.1.2 直升机甲板应为钢或其他等效材料结构。如果直升机甲板构成甲板室或上层建筑的顶甲板，则应将其按“A-60”级标准隔热。如果主管机关允许直升机甲板使用铝或其他不与钢等效的低熔点金属建造，则应符合下列规定：

（1）如果直升机甲板是位于浮式装置一侧的悬臂式甲板，在每次可能影响到直升机甲板或其支撑结构完整性的火灾后，都应对直升机甲板进行一次结构分析以确定其是否适于继续使用；

（2）如果直升机甲板位于浮式装置的甲板室或类似结构以上，则应满足下列条件：

① 位于直升机甲板以下的甲板室的顶部和舱壁应无开口；

② 直升机甲板以下的窗应设有钢质窗盖；

③ 在直升机甲板或其支撑结构每次失火后，都应对直升机甲板进行一次结构分析，

以确定其是否适于继续使用。

7.4.1.3 直升机甲板应有 1 条主脱险通道和 1 条应急脱险通道，以及供消防和救助人员使用的通道。这些通道应尽可能相互远离，最好位于直升机甲板上相对的两侧。

7.4.1.4 在靠近直升机甲板处，应在通往该甲板的通道附近配备和存放下列消防设备：

（1）至少两具总容量不小于 45kg 的干粉灭火器，但每具容量不小于 9kg；

（2）总容量不小于 18kg 的二氧化碳灭火器或等效设备：

（3）一套由泡沫炮或泡沫发生支管组成的泡沫喷射系统，它能在直升机甲板预计可供直升机作业使用的所有气象条件下将泡沫喷射至直升机甲板的所有部分。泡沫产生系统的最低能力取决于其所要保护区域的大小、泡沫的使用率、所安装设备的释放速率和预期的持续使用时间：

① 在直径等于 LD 值的圆内的最低使用率是每分钟 6l/m2；

② 应具有至少 5min 的释放能力；

③ 应在系统启动后 30s 内以最低的使用率喷射泡沫。

（4）主要灭火剂应适于与盐水一起使用；

（5）应至少有两具经认可的两用（水柱/水雾）水枪和足以达到直升机甲板任何部分的水龙带；

（6）消防员装备的配备和存放应符合第 8 篇第 6 章第 1 节的相关规定；

（7）应至少备有如下装备，其存放方式应使其可立即使用且有风雨防护：

① 活络扳手；

② 耐火毯；

③ 600mm 螺栓刀具；

④ 抓钩或捞钩；

⑤ 高负荷钢锯，配有 6 根备用锯条；

⑥ 梯子；

⑦ 5mm 直径起重绳，长 30m；

⑧ 侧剪钳子；

⑨ 全套分类螺丝刀；

⑩ 带有可佩挂刀鞘的工具刀；

⑪ 撬杠。

7.4.1.5 如果浮式装置具有直升机加油装置，则应符合如下规定：

（1）应设有用于储存燃料罐的专门区域，该区域应：

① 尽可能远离起居处所、脱险通道和登乘站；

② 与含有蒸气引燃源的区域隔离。

（2）燃料存储区域应设有将溢漏燃料收集起来并排往安全位置的装置；

（3）对油罐及所属设备应加以保护，防止受到机械损伤以及临近处所或区域火灾造成的危害；

（4）若采用移动式燃料储罐，应特别注意下列各项：

① 罐的设计应符合其预期用途；

② 安放和紧固布置；

③ 电气的导电连接；

④ 检查程序。

（5）储存罐的燃料泵应设有在失火时能从远处安全位置关闭的装置。如果安装了重力式加油系统，应设有隔离燃料源的等效关闭装置；

（6）燃料泵送装置应一次与一个燃料罐连接，燃料罐与泵送装置之间的管路应用钢或等效材料制成，尽可能短，并加以保护，防止受到损坏；

（7）电动燃料泵送装置及相关控制设备的类型应适合其位置及潜在的危险；

（8）燃料泵送装置中应附有一套防止输油或注油软管超压的装置；

（9）加油作业使用的设备应进行导电连接；

（10）应在各相应的位置设有“禁止吸烟”的标志。

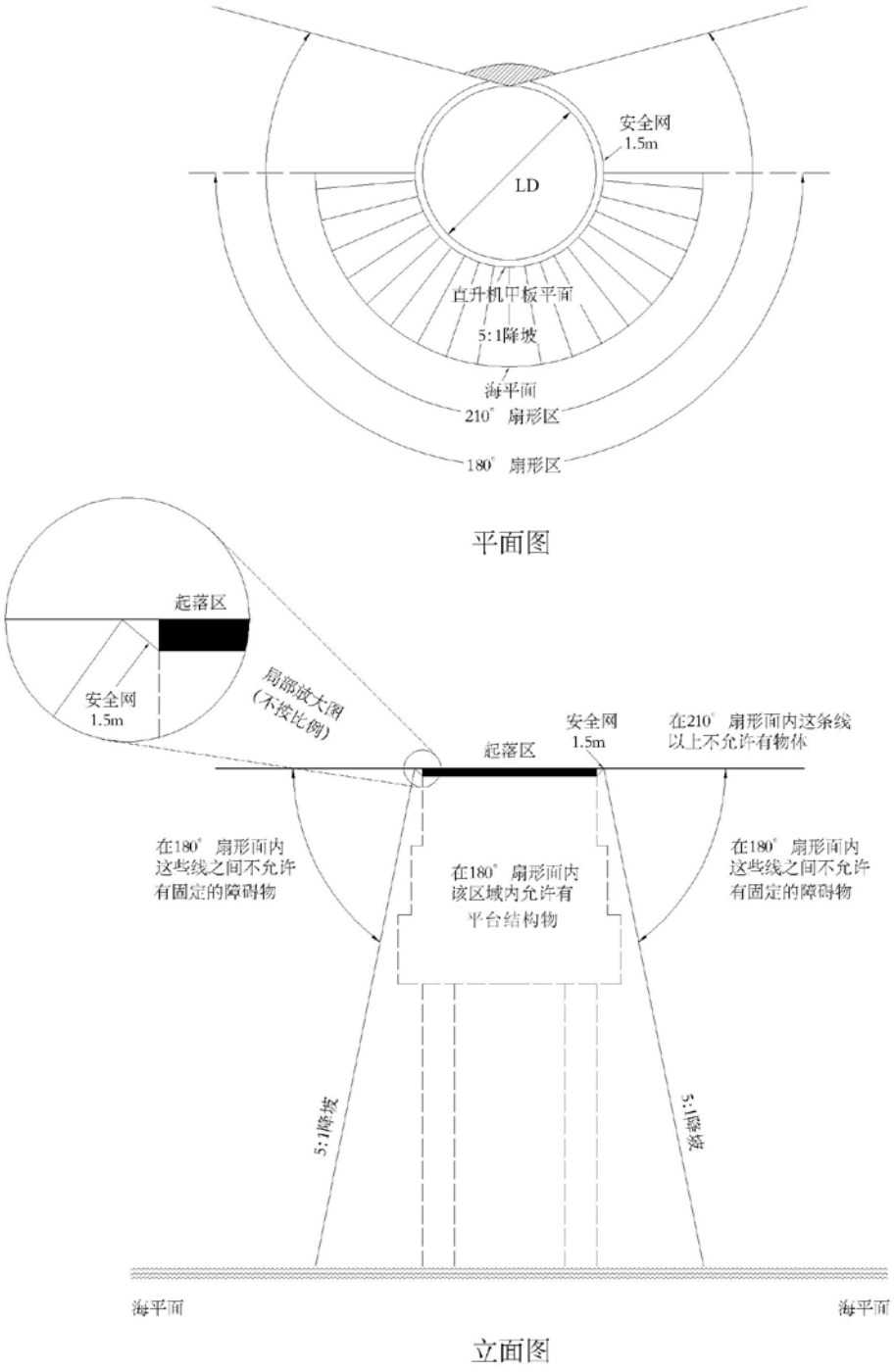


图 7.2.1.2（1）a 无障碍区–起落区平面以下

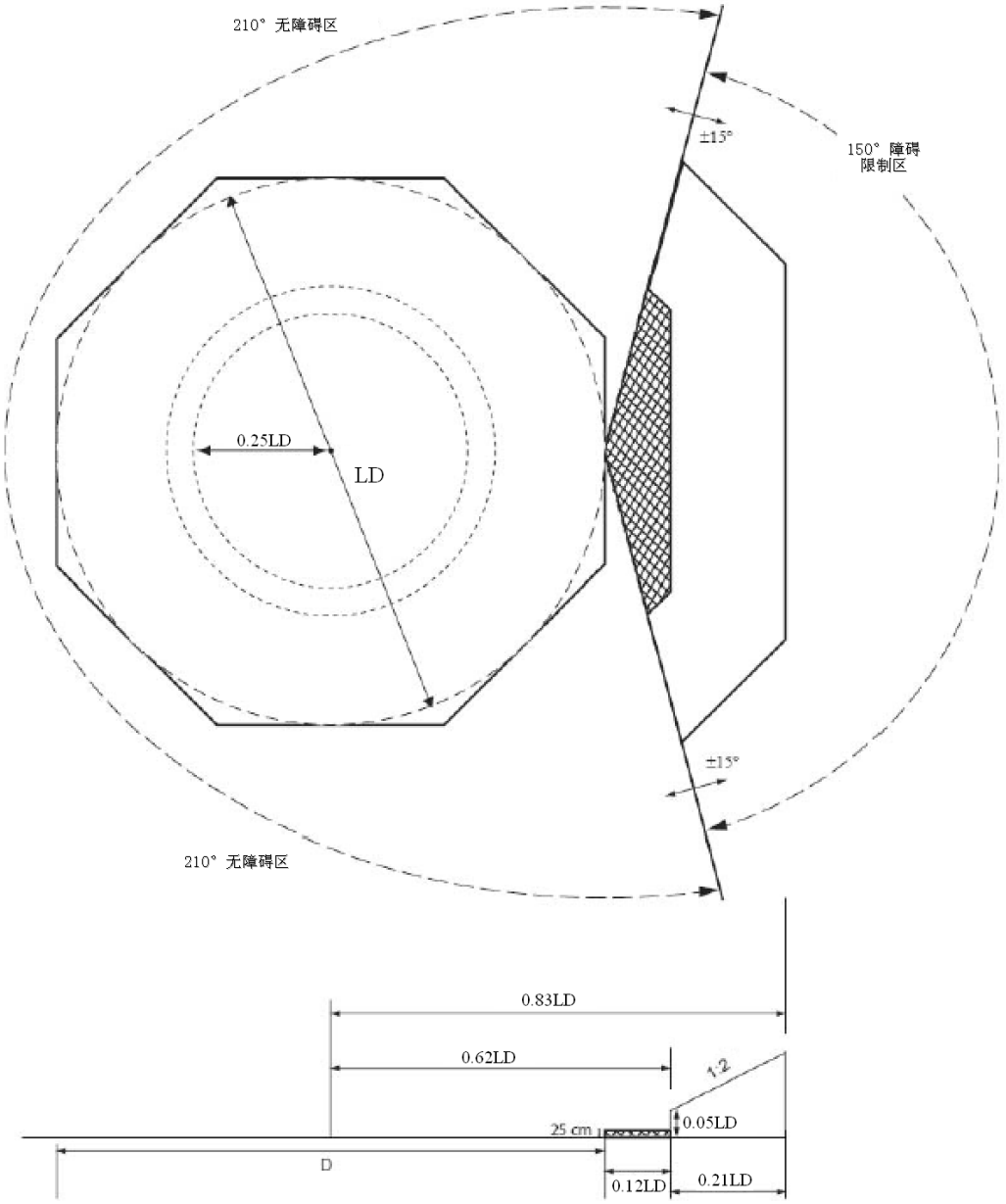


图 7.2.1.2（1）b 直升机甲板的障碍限制区：单旋翼直升机

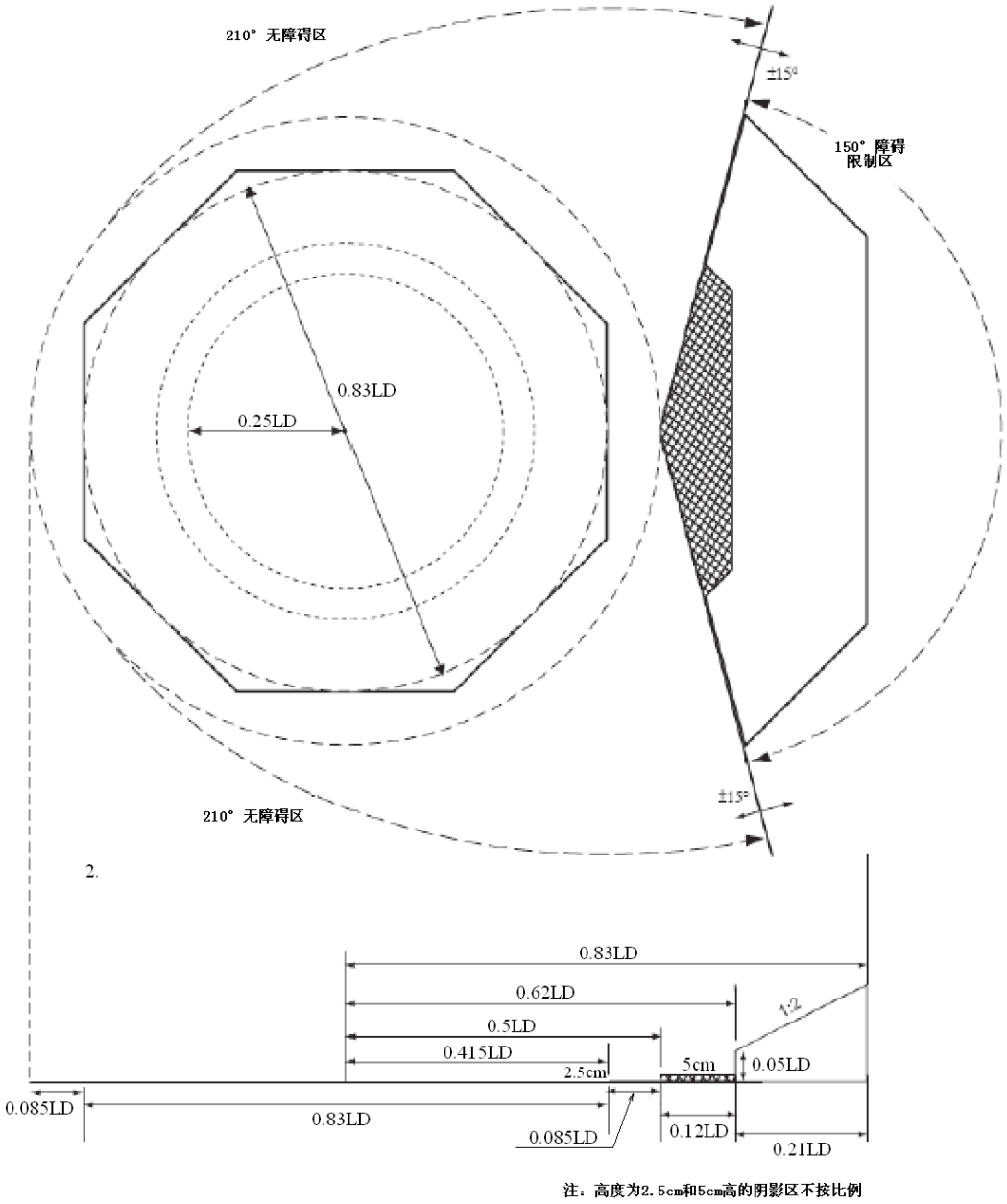


图 7.2.1.2（2）直升机甲板的障碍限制区：
对于沿岸国同意的温和气候条件下的单旋翼直升机

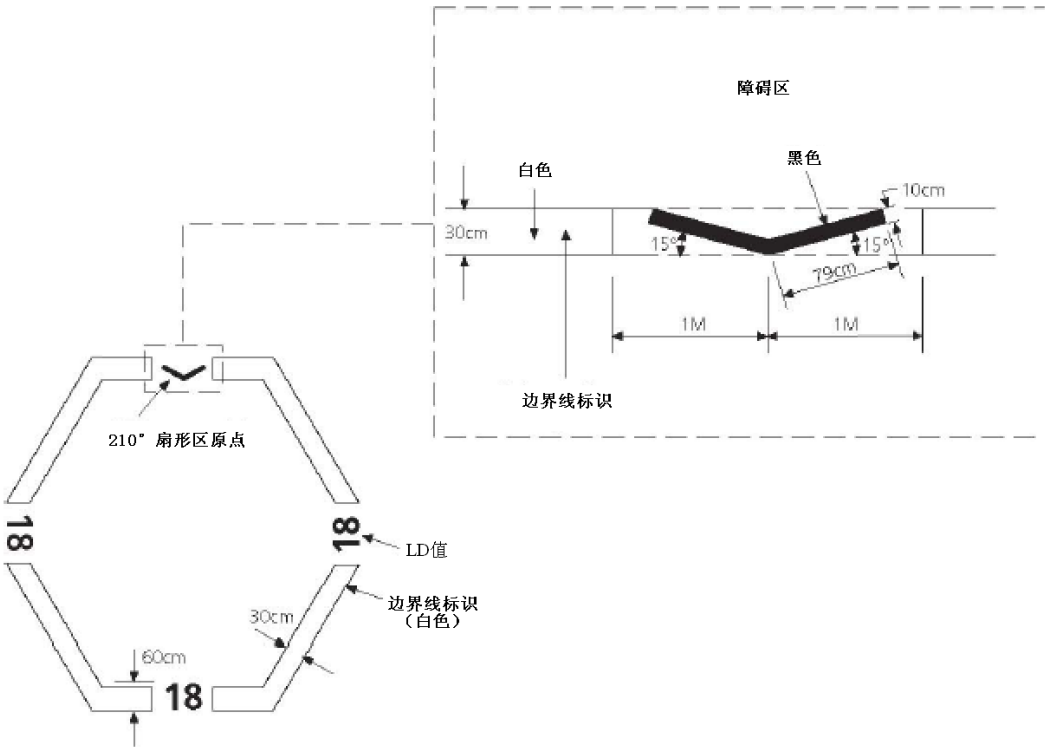


图 7.2.3.3（2）无障碍区标志