

中国船级社

CCS

海上高速船入级与建造规范

1996

1996年10月15日生效

地址 Add：北京市东黄城根南街40号
40 Dong Huang Cheng Gen Nan Jie,
Beijing 100006,China.
电话 Tel：(010)65136633
传真 Fax：(010)65130188
电传 Tlx：210407 CCSBJ CN
邮码 Postcode：100006

285

目　录

第1章　一般规定 …… (1)
　第1节　通则 …… (1)
　第2节　入级符号和附加标志 …… (3)
　第3节　图纸和资料 …… (5)
　第4节　检验 …… (7)
第2章　船体结构 …… (12)
　第1节　通则 …… (12)
　第2节　结构设计原则 …… (12)
　第3节　水密完整性和试验 …… (14)
　第4节　结构设计载荷 …… (17)
　第5节　铝、钢船体结构的构件尺寸 …… (21)
　第6节　纤维增强塑料船体结构的构件尺寸 …… (25)
　第7节　总强度 …… (29)
　第8节　构件稳定性 …… (33)
　第9节　船体振动 …… (38)
第3章　舣装 …… (39)
　第1节　舵设备 …… (39)
　第2节　锚泊及系泊设备 …… (44)
第4章　轮机 …… (46)
　第1节　通则 …… (46)
　第2节　泵和管系的1般规定 …… (48)
　第3节　泵和管系的材料和试验 …… (50)
　第4节　船舶管系和舱室通风系统 …… (53)
　第5节　动力管系 …… (58)
　第6节　机器设备 …… (61)
　第7节　轴系和振动 …… (63)
　第8节　推进器 …… (67)
　第9节　方向控制装置 …… (71)
　第10节　国际航行高速船的特殊要求 …… (72)
第5章　电气装置 …… (74)
　第1节　通则 …… (74)
　第2节　配电系统 …… (79)
　第3节　主电源 …… (81)
　第4节　应急电源 …… (83)
　第5节　辅机和设备的电力拖动 …… (88)
　第6节　照明 …… (90)
　第7节　航行灯及信号灯 …… (91)
　第8节　内部通信和报警装置 …… (91)
　第9节　蓄电池组 …… (93)
　第10节　电缆 …… (94)
　第11节　外来电源的连接 …… (95)
第6章　消防 …… (96)

第7章 材料 …… (97)
第1节 通则 …… (97)
第2节 铝合金 …… (97)
第3节 铝合金铆钉 …… (101)
第4节 纤维增强塑料 …… (103)
第5节 围裙材料及其连接件 …… (105)
第6节 防腐 …… (107)
第7节 钢和其他材料 …… (109)
第8章 船体结构建造工艺 …… (110)
第1节 通则 …… (110)
第2节 工艺认可 …… (111)
第3节 铝合金结构焊接 …… (115)
第4节 纤维增强塑料船成型工艺 …… (120)
第5节 铆接 …… (122)
第6节 质量检验 …… (124)
附录 纤维增强塑料结构节点及施工缺陷分析 …… (126)
A 结构构造细则 …… (126)
B 纤维增强塑料结构建造中易产生的缺陷及其成因 …… (140)

第1章 一般规定

第1节 通 则

1.1.1 适用范围

1.1.1.1 本规范适用于最大航速 V 满足下式的船舶：

$$V \geqslant 3.7\nabla^{0.1667} \quad \text{m/s}$$

式中：∇ ——设计水线对应的排水体积，m^3；

V ——船舶处的最大营运重量状态以核定的最大持续推进功率，在静水中航行能达到的航速， m/s。

船长小于 15m 的高速船可按本社《小艇入级与建造规范》的规定执行。

1.1.1.2 上述 1.1.1.1 所述船舶包括：

(1) 在其营运的航线上，满载并以其营运航速航行至避难地不超过 4h 的高速客船；

(2) 在其营运的航线上，满载并以其营运航速航行至避难地不超过 8h 的 500 总吨及以上的高速货船。

但从事国内航行的上述高速船，其营运水域还不应超过由本章第 2 节 1.2.2.4 所定义的相应航区营运限制。

1.1.2 入级条件

1.1.2.1 凡船舶符合本规范或等效要求，且船舶的完整稳性和分舱及破舱稳性符合主管机关的要求，或虽无主管机关的批准，但船舶的完整稳性和分舱及破舱稳性不低于 SOLAS 公约第 X 章规定的标准，本社将授予相应的船级，并载入本社的船舶录。

1.1.2.2 已在本社入级的船舶，如能遵照本章第 4 节规定的保持船级的各种检验，并经检验后认为仍符合入级要求者，将继续保持其相应的船级。

1.1.2.3 任何可能影响已授予的船级的损坏或缺陷，应及时向本社报告，并申请本社验船师检查。

1.1.3 营运

1.1.3.1 船舶在营运中必须遵守规定的装载(包括勘划的设计水线)和附加标志限制的条件，并应在本社批准的其他附加条件下运行。

1.1.4 申请

1.1.4.1 申请船舶入级时，应由制造厂或设计单位(对新船)或船东(对现有船)按规定的格式向本社提交申请表。

1.1.5 定义

1.1.5.1 最大营运重量(t)系指船舶在允许的装载状态营运时达到的最大总重量。

1.1.5.2 设计水线系指船舶静浮于水面时，其最大营运重量或满载排水量所对应的水线。

1.1.5.3 船长 L (m)系指船舶静浮于水面时，其刚性水密船体位于设计水线以下部分的总长，不包括设计水线处及以下的附体。

1.1.5.4 船宽 B (m)系指刚性水密船体的最大型宽，不包括设计水线处及以下的附体。

1.1.5.5 水线宽 B_{WL} (m)系指船舶静浮于水面时，沿设计水线量得的最大型宽。对于多体船(如双体船、双体气垫船等)系指设计水线处各片体最大型宽之和。

1.1.5.6 型深 D (m)系指船长 L 中点处(船中)截面由基线量至干舷甲板边线的垂直距离。

1.1.5.7 吃水 d (m)系指船舶静浮于水面时，沿设计水线在船中处量得的刚性水密船体的型吃水。

1.1.5.8 满载排水量 Δ (t)系指船舶满载出港状态静浮时的排水量，通常等于最大营运重量。

1.1.5.9 方形系数 C_b 系指按下式算得的船型系数：

$$C_b=\frac{\Delta}{1.025LB_{WL}d}$$

1.1.5.10 干舷甲板系指所有水密横舱壁达到的最上层的连续甲板。

1.1.5.11 营运航速系指 1.1.1.1 定义的最大航速的 90%。

1.1.5.12 避难地系指船舶遭遇恶劣气候条件时，能为其提供庇护的任何天然或人工的遮蔽地区。

1.1.5.13 客船系指载客超过 12 人的船舶。

1.1.5.14 货船系指客船外的其他高速船。这类船的任意一舱破损后，其他未受损处所的主要功能和安全设施仍应能维持。

1.1.5.15 气垫船系指船舶不论在静止或运动时，其全部重量或大部重量能被连续产生的气垫所支承的船。

1.1.5.16 全垫升气垫船(ACV)系指藉助柔性围裙保持气垫，并藉助气垫支承其全部重量的一种气垫船。

1.1.5.17 水面效应船(SES)系指藉助浸在水中的永久性硬结构完全或部分地保持气垫的一种气垫船，如双体气垫船、侧壁气垫船。

1.1.5.18 水翼船系指非排水状态航行时能被水翼产生的水动升力支承在水面以上的船。

1.1.5.19 A 类客船系指满足下列条件的高速客船：

(1) 船舶在其规定的营运航线的任何地点出事，有很大把握能在以下三者中的最短时间内将船上所有旅客和船员救出：

——救生艇筏内的人员因受冻以至伤亡的时间；

——与该航线所处的环境条件和地理特点相适应的时间；

——4h。

(2) 载客不超过 450 人。

1.1.5.20 B类客船系指A类客船外的高速客船，这类船的机械和安全系统的设置应保证：一旦一舱发生破损且舱内的主要机械和安全系统失效，该船仍能保持安全航行的能力。

第2节 入级符号和附加标志

1.2.1 入级符号

1.2.1.1 凡经本社批准入级的高速船，其船体(包括设备)、轮机(包括电气设备)将根据不同情况分别授予不同的入级符号。船级符号由以下三个部分组成：

(1) ★表示船体(包括设备)、轮机(包括电气设备)和特殊设备在本社监督下建造，符合1.1.2的要求，并保持良好有效的技术状况，适宜于海上航行；或

★表示船体(包括设备)、轮机(包括电气设备)和特殊设备在本社承认的船级社监督下建造，但经本社检验和审查，认为符合本社的入级要求，适宜于海上航行。

(2) CSA(H)船体(包括设备)入级符号；

CSM(H)轮机(包括电气)入级符号。

(3) 分数：5/5或4/5或3/5表示船级的有效期。分母中的5表示完全符合1.1.2的船舶的特别检验间隔期为5年。分子中的数字表示根据船舶的技术状态和保养情况实际授予的特别检验期年限。

例如：对于在本社监督下建造完全符合1.1.2的要求的船体，其入级符号为：

★CSA(H)5/5

根据船舶的技术状态和保养情况，当本社认为尚可给予船级，但有必要缩短其特别检验间隔期时，可授予相应的船级符号。如：

★CSA(H)4/5或3/5

★CSA(H)4/5或3/5

例如：船舶的推进机械及重要辅助机械，在本社监督下按本规范建造、安装和试验，授予★CSM(H)。

船舶的推进机械及重要辅助机械在本社承认的船级社监督下，按相当的规范进行建造，但在本社检验下进行安装和试验，授予★CSM(H)。

船舶的推进机械及重要辅助机械，不在本社检验下进行建造、安装和试验，但经本社检验、试验和审查认为可以接受，授予★CSM(H)。

1.2.2 附加标志

1.2.2.1 凡经本社批准入级的高速船，将根据具体条件，在入级符号后加注下述一个或数个附加标志。

1.2.2.2 船舶类型附加标志如下表：

船舶类型	附加标志
全垫升气垫船	ACV
水面效应船(双体、侧壁气垫船)	SES
高速双体船	CAT
高速单体船*	MONO
水翼船	FOIL

注：* 包括最大航速 V 大于 $7.8\nabla^{0.1667}$ m/s 的滑行艇。

1.2.2.3 客、货船类别附加标志如下表：

客、货船类别	附加标志
A类客船	Passenger A
B类客船	Passenger B
货　船	Cargo

1.2.2.4 营运限制附加标志如下表：

营运限制附加标志	营运条件
GCSR	近海航区营运限制(简称近海营运限制)①
CSR	沿海航区营运限制(简称沿海营运限制)②
SWSR	遮蔽航区营运限制(简称遮蔽营运限制)③
CWSR	平静水域营运限制(简称平水营运限制)④

注：① 近海航区营运限制(Greater Coastal Service Restriction)：系指航行于距岸不超过 200nmile 的水域，且船舶在其经营的航线上，满载并以其营运航速航行至避难地：对客船不超过 4h；对货船不超过 8h。如上述某些水域的海况较为恶劣，则本社可视其情况对上述距离提出更严格的要求。如船旗国主管机关或其所在营运区的海岸主管机关对该水域有特定距离的规定时，则应根据该主管机关的规定执行。

② 沿海航区营运限制(Coastal Service Restriction)：系指航行于距岸不超过 20nmile 的水域，且船舶在其经营的航线上，满载并以其营运航速航行至避难地：对客船不超过 4h；对货船不超过 8h。如上述某些水域的海况较为恶劣，则本社可视其情况对上述距离提出更严格的要求。如船旗国主管机关或其所在营运区的海岸主管机关对该水域有特定距离的规定时，则应根据该主管机关的规定执行。

③ 遮蔽航区营运限制(Sheltered Water Service Restriction)：系指航行于沿海航区内由海岸与岛屿，岛屿与岛屿围成的遮蔽条件较好、波浪较小的海域，在该海域内岛屿之间、岛屿与海岸之间距离不超过 10nmile；或距岸不超过 10nmile 的水域，船舶满载并以其营运航速航行航程不超过 2h。并限制在风级不超过 7 级(蒲氏风级)且最大波高不超过 2.5m 的海况下航行。

④ 平静水域营运限制(Calm Water Service Restriction)：系指航行于距岸不超过 5nmile 的水域，船舶满载并以其营运航速航行航程不超过 2h，并限制在风级不超过 6 级(蒲氏风级)且最大波高不超过 1.3m 的海况下航行。

对于本社船级悬挂非中国旗的高速船的航区限制附加标志的授予应根据船旗国主管当局的规定执行。在给予附加标志时，应注明具体国家或地区。

1.2.2.5 国际航线附加标志对于航行国际航线的高速船，加注国际航线附加标志：International Voyage。

第3节 图纸和资料

1.3.1 通则

1.3.1.1 高速船建造前应将本节所列项目的图纸和资料一式四份送本社审查。

1.3.1.2 高速船建造过程中如有重大修改，应将修改涉及的图纸、资料重新送交本社审查。

1.3.2 应送审的图纸和资料

1.3.2.1 船体图纸和资料

*(1) 总布置图；

*(2) 主要横剖面结构图；

*(3) 基本结构图；

*(4) 典型结构节点图；

*(5) 结构强度计算书或结构规范计算书(包括总纵强度、总横强度和局部强度)；

*(6) 上层建筑和甲板室结构图；

*(7) 主舱壁结构图；

*(8) 外板展开图；

(9) 纤维增强塑料铺层设计图(如有时)；

(10) 主机座和推力轴承座结构图；

(11) 尾轴架和空气螺旋桨基座结构图；

(12) 水翼结构图(如有时)；

(13) 水翼强度计算书(如有时)；

(14) 围裙布置图与结构图(如有时)；

(15) 围裙连接图(如有时)；

*(16) 全船门、窗、盖的结构材料和布置图(包括露天外门和盖的围槛、围板高度注明，窗玻璃的厚度计算等)；

*(17) 舵结构及外形图(包括舵叶、舵杆、舵承及连接等结构)及其强度计算书；

(18) 舾装数计算书；

*(19) 锚泊及系泊设备布置图；

(20) 纤维增强塑料船体的锚泊、系泊、旅客座椅等受力较大部位的预埋件结构图(如有时)；

(21) 备查图纸资料如下：

*① 总说明书；

*② 型线图；

*③ 静水力曲线图(包括舱容图)；

*④ 淡水舱和油舱布置图(包括舱容图)；

⑤ 重量重心计算书；

⑥ 总吨位计算书；

⑦ 船体局部振动计算书；

⑧ 船体材料清单和力学性能试验报告。

1.3.2.2 机械图纸和资料

*(1) 机舱布置图；

*(2) 舱底水管系图；

(3) 压载管系图；

(4) 空气、测量、溢流和注入管系图；

(5) 疏排水管系图；

(6) 滑油管系图；

(7) 冷却水管系图；

*(8) 燃油管系图；

(9) 液压管系图；

(10) 压缩空气管系图；

(11) 排气管系图；

(12) 机舱通风管系图；

(13) 轴系布置图；

*(14) 轴系各轴零件图；

(15) 尾管总图，包括密封装置和尾管轴承图；

(16) 推进器图(水螺旋桨或空气螺旋桨或喷水推进器及等效装置)；

(17) 轴系强度计算书；

*(18) 推进轴系扭转振动计算书；

(19) 推进轴系回旋振动计算书；

(20) 垫升轴系扭转振动计算书；

(21) 垫升轴系回旋振动计算书；

(22) 推进器强度计算书；

*(23) 空气螺旋桨叶片固紧预紧力计算书；

*(24) 螺旋桨液压装配图及计算书；

*(25) 舵传动装置总图；

*(26) 舵装置操纵系统图；

(27) 备查图纸资料如下：

① 轮机说明书；

② 机械设备明细表。

1.3.2.3 电气图纸和资料

(1) 电力负荷计算；

(2) 蓄电池容量计算书；

(3) 主要电力设备布置图；

*(4) 电力系统图；

(5) 全船主照明和应急照明系统图和布置图；

(6) 主干电缆走向图(适用于船长 L 大于 20m 的客船)；

(7) 船内通信系统图和布置图；

(8) 船内报警系统图和布置图；

(9) 主配电板(或蓄电池充放电板)单线图和外视图；

(10) 应急配电板(或蓄电池充放电板)单线图和外视图；

(11) 备查图纸资料如下：

① 全船电气说明书；

② 电气设备明细表。

1.3.2.4 消防图纸和资料

*(1) 结构防火布置图(防火分隔、梯道、通道、控制站、脱险通道和出口等)；

*(2) 水灭火系统布置图(消防泵排量、压头及其位置，消火栓位置等)；

*(3) 固定式灭火系统图(站室位置、灭火剂用量计算书、容器数量、喷头布置等)；

(4) 固定式探火和失火报警系统布置图；

*(5) 全船通风系统布置图(通风管材料、关闭装置、通风风机控制处所等)；

*(6) 机舱、电站通风系统布置图(通风管材料、关闭装置及其操纵处所、通风风机控制处所等)；

*(7) 防火控制图(防火挡板位置、火警探测器、风机制动器。防火区域划分，应急通道，通风系统，灭火设备布置等)。

1.3.2.5 铝合金焊接工艺技术文件

在开工建造前，制造厂应提交船体建造焊接工艺计划表。计划表中应针对船舶建造中出现的不同位置、形式和尺寸的重要结构与结点，列出拟使用的焊接工艺规程的名称、编号和本社批准日期(如有时)。

未曾批准过的工艺应制定详细的工艺规程提交本社认可，并经工艺认可试验合格后方可使用。

1.3.2.6 本社认为必要的其他图纸和资料。

1.3.2.7 未在本社监督下建造的高速船入级，应将 1.3.2.1 至 1.3.2.4 中注有 * 符号的图纸资料一式一份送本社审查。

第 4 节 检 验

1.4.1 入级检验

1.4.1.1 高速船的建造入级检验，除本章规定外，尚应符合本社《钢质海船入级与建造规范》第 1 篇的有关规定(如适用时)。

1.4.1.2 不在本社检验下建造船舶的入级检验，船东至少应按本章 1.3.2.7 向本社提交图纸资料一份供评估，并按下列情况进行检验：

(1) 对现有国际船级社协会(IACS)成员船级船舶的转级检验，按拟申请的船级符号、附加标志等，对船舶进行检查，确认船舶实际状况是处于良好状态或需要更改和修理或提出改变营运限制等意见，并报总部。本社将授予相应船级符号，并签发船级证书；

(2) 对除(1)外的其他船舶的初次入级检验，按特别检验范围进行检验，并包括坞内检验和视实际情况适当增加的检验。如所述检验项目不能在一次完成时，根据检验的具体状况，本社可考虑同意有限期的航行，先发临时船级证书和遗留项目报告，待检验全部完成后，再发船级证书(包括船级符号和附加标志)。

1.4.2 保持船级的定期检验

1.4.2.1 高速船保持船级的定期检验有下列几种：

(1) 年度检验；

(2) 坞内检验；

(3) 中间检验；

(4) 特别检验。

1.4.2.2 年度检验

(1) 年度检验应在高速船投入营运或特别检验日期(按其适用情况)的每周年前后三个月内进行。

(2) 年度检验系对船舶及其相关项目作一般性的检查，但验船师对故障多和船龄长的船舶可要求对个别的结构、机械和设备作较详尽的检验。

(3) 船体部分的年度检验内容除按本社《钢质海船入级与建造规范》第1篇规定外，应增加下列项目：

① 检查船体结构不连续处及首部波浪冲击区的结构是否完好；

② 对双体船和双体气垫船要注意检查连接桥结构以及连接桥和片体连接处的结构；

③ 对气垫船，检查浮箱和提供浮力的结构的水密性；

④ 检查铆接结构，有无松动和漏水现象；

⑤ 异种金属连接处电化腐蚀情况；

⑥ 检查围裙或首、尾封的撕裂情况以及围裙或首尾封与船体连接处情况；

⑦ 检查气道；

⑧ 检查吊艇钩及着陆垫；

⑨ 检查空气螺旋桨和舵叶有否损坏或空蚀(对全垫升气垫船)；

⑩ 检查水翼支架与船体连接处的结构等。

(4) 轮机部分的年度检验内容如下：

① 对机舱进行总体检查，特别应注意推进及辅助机械所在处所是否有失火和爆炸危险存在。检查脱险通道是否堵塞；

② 按实际可行检查舱底水系统和污水井，包括泵的动作。如装有延伸杆和水位报警时，也要进行动作试验；

③ 对锅炉受压容器及其附属装置进行总体检查；

④ 检验操舵装置及其附属装置，并对控制和报警系统进行效用试验；

⑤ 检查齿轮传动装置(包括离合器)和弹性联轴节；

⑥ 检查垫升风机装置(如设有时)；

⑦ 检查空气螺旋桨(如设有时)；

⑧ 检查锚设备。

(5) 电气部分的年度检验项目如下：

① 对配电板、开关装置和其他电气设备进行总体检查；

② 对蓄电池组及其充放电装置进行检查；

③ 对应急电源进行效用试验。

(6) 消防部分的年度检验项目如下：

① 检查结构防火，包括脱险出口和脱险通道的设置是否完好，其布置是否有重大变更；

② 对手动和自动防火门(如设有时)进行操纵试验；

③ 防火控制图按规定张贴和存放；

④ 检查探火和烟雾探测系统；

⑤ 检查水消防系统，确认每台消防泵及其管路均处于有效状态，并进行效用试验；

⑥ 检查固定灭火系统的有效性；

⑦ 检查消防用品和消防员装备及维护保养，是否处于工作状态；

⑧ 检查通风挡火闸、油泵和风机的遥控关断装置，以及机器处所的供油关断装置；

⑨ 检查通风筒、天窗、门道等的关闭装置。

1.4.2.3 坞内检验

(1) 高速客船应每年进行一次坞内(或上排)检验，其他高速船每二年进行一次坞内检验。

(2) 坞内检验项目如下：

① 水下部分的船壳外板腐蚀情况及有无擦碰、搁浅造成的损坏；

② 压浪板和船体的连接(如有时)；

③ 水翼及其与支架的连接(如有时)；

④ 减摇鳍及其收放装置(如有时)；

⑤ 海水阀箱、海底阀、舷外排出阀及其连接件以及海水进口处的格栅；

⑥ 对螺旋桨和舵设备进行检查，同时测量舵轴承间隙，测量螺旋桨轴承间隙并检查轴承密封的有效性；

⑦ 喷水推进装置：

(a) 检查叶片变形和有无损伤，测量叶轮叶片与叶轮室壳的间隙；

(b) 检查尾封板腐蚀情况；

(c) 拆检轴封，检查磨损情况；

(d) 检查进水导管锌块、尾封板法兰的锌板是否完整；

(e) 检查轴承的密封装置有无漏泄；

(f) 检查所有紧固螺栓是否松动；

(g) 检查液压系统、润滑系统、遥控操纵系统的工作情况。

1.4.2.4 中间检验

(1) 中间检验应在船舶投入营运后或特别检验后第二次或第三次年度检验时进行。

(2) 中间检验系统对船体结构、机械和电气设备作外观检查，以便查明船舶是否仍能保持预定营运的能力。

(3) 所有特别检验间隔期超过三年的船舶，在每一特检间隔期内应经受一次中间检验。中间检验应安排在靠近中间的一个年度检验时进行，该次的年度检验由中间检验代替。

(4) 中间检验的项目除应包括年度检验规定的项目外，还应包括下列项目：

① 对机舱内的液舱顶部、舭部、隔离舱、海水吸入和排出设施等作一般性检查；

② 检查锚泊和系泊设备。

(5) 对船龄超过5年的钢质船，验船师还可视情况，要求测量船体某些部位的板厚。

1.4.2.5 特别检验

(1) 特别检验的间隔期一般为5年。

(2) 特别检验系对船体结构、机械和设备所作的重要检验，该检验包括外观检验、测量和试验，通过该检验将判定该船是否仍满足本规范要求和仍具有保持预定营运的能力。

(3) 船体部分的特别检验项目应包括年度检验和坞内检验规定的项目。对于船龄超过5年的钢质船。验船师可视情况，要求对局部结构、船中0.5L范围内的二个横剖面及强力甲板等测量板的厚度。

(4) 轮机部分的特别检验项目如下：

① 对驱动推进装置或垫升装置的原动机，进行拆检；

② 检查减速齿轮装置包括大齿轮、小齿轮、轴、轴承和推力轴承；检查离合器和倒车装置；

③ 检查主机和辅机、齿轮箱 、推力轴承和中间轴承的底脚螺栓和垫块；

④ 辅机、空气压缩机及其中冷器、安全设施以及各种重要用途的泵和部件应打开检查；

⑤ 重要用途的空气瓶和其他压力容器连同附件、阀和安全设施，应在内部清洁后进行内外部检查，并校验安全阀。如不能进行内部检查，应以液压试验代替；

⑥ 检查主、辅操舵装置包括附属设备和控制系统，并作效用试验，确认其处于良好的工作状态；

⑦ 检查锚机及其驱动设备(如设有时)并做操作试验；

⑧ 舱底水系统应在工作状态下进行检查和试验。如有必要，阀、阀箱、旋塞、过滤器和泥箱应打开检验；

⑨ 压载水系统在工作状态下进行检查和试验。必要时，阀、阀箱和旋塞应打开检查；

⑩ 燃油、滑油、冷却水以及其他重要用途的压力滤器，加热器和冷却器，必要时应打开检查；

⑪ 燃油舱柜上的阀、附件和遥控装置；

⑫ 推进机械工作状态进行操纵试验，对设有遥控的应进行试验以证明其处于良好的工作状态；

⑬ 喷水推进系统包括操纵系统在内全面拆检：

(a) 检查进水导管的腐蚀、裂纹、变形情况；

(b) 检查叶轮的叶片、导向叶片的变形及有无损伤；

(c) 检查轴承磨损情况；

(d) 检查轴封的磨损、腐蚀情况；

(e) 检查操舵液压系统；

(f) 其他必要的检查。

⑭ 螺旋桨轴和尾管轴检验：

(a) 检验间隔：

(i) 安装水螺旋桨的轴，如果是不锈钢材质，或是装有连续铜套或是认可油封装置的，轴的检验间隔为5年；

(ii) 喷水推进器泵轴的检验间隔期为5年；

(iii) 可调桨检验间隔期为5年。

(b) 检验范围：

(i) 轴、衬套、键槽、键、锥体大端、衬套的末端、螺纹和法兰的圆角；

(ii) 螺旋桨轴锥体部分的前缘应作裂纹探测检验；

(iii) 轴承和油封装置；

(iv) 轴拆出前和安装后的间隙；

(v) 螺旋桨和轴的配合情况；

(vi) 可调桨应拆开，检查工作部件和控制机构。

(5) 电气部分的特别检验项目如下：

① 主配电板、应急配电板上的附件应作检查；过电保护和熔断器应作检查和校核；

② 发电机空气开关应尽实际可行进行试验，校核保护装置的动作整定值；

③ 重要用途的电动机及其控制器应作检查。舵机电动机应在工作状态下进行检查和运行试验，但不需作满负荷或同时进行试验；

④ 航行灯的控制箱指示灯应在工作状态下进行试验，检验正确显示和报警电源故障或航行灯故障；

⑤ 对敷设的电缆应尽实际可行进行检查。测量电缆和主要电气设备的绝缘电阻。

1.4.2.6 各种检验的项目，责任验船师可视船体和设备的实际情况作适当增减。

第2章　船体结构

第1节　通　则

2.1.1　适用范围

2.1.1.1　本章适用于以铝合金、钢和纤维增强塑料为船体结构材料的高速船，包括双体船、单体船、水面效应船、全垫升气垫船和水翼船等。

2.1.1.2　对于一些结构新颖的高速船的船体结构，如本规范未作规定，设计部门可采用合理方法设计，但须经本社同意。

2.1.1.3　如采用2.1.1.1所述之外的材料作为船体结构材料的高速船，其材料和船体结构设计须经本社同意。

2.1.2　载荷

2.1.2.1　船体结构应能承受该船处于"临界设计条件"下作用在船体结构上的各种静力、动力和周期性激振力而不致损坏。

2.1.2.2　静力，如船上的人员、设备、行李和货物的重力、船体内液体静压力、船体外水浮力、气垫静压力、停放船体的支架支撑力、吊运船体的起吊力等。

2.1.2.3　动力，如船体在波浪上运动时产生的惯性力、波浪冲击力、气垫支撑力、水翼的水动升力、全垫升气垫船在陆上降落时地面的反冲力等。

2.1.2.4　周期性激振力，主要指主机和螺旋桨周期性运转所产生的力。

2.1.3　定义

2.1.3.1　设计载荷 P (kN/m^2)系指船体局部强度计算中，构件单位面积上承受正压力的设计值。

2.1.3.2　骨材间距 S (m)，通常指纵骨间距，对桁材或助板为其承载面积的宽度。

2.1.3.3　骨材跨距 l (m)，当骨材端部不设置肘板时，跨距点取在骨材端部。当骨材端部设置肘板时，跨距点可取在肘板长度之半处。

第2节　结构设计原则

2.2.1　一般要求

2.2.1.1　单体船和水翼船的船体结构通常采用纵骨架式。双体船和水面效应船的船体结构通常采用混合骨架式，片体为纵骨架式，连接桥为横骨架式。

2.2.1.2　纵骨架式结构的纵向构件应保持连续或等效连续。

2.2.1.3　纵骨架式结构的纵骨间距和横骨架式结构的横梁间距一般应不大于500mm。

2.2.1.4　船底强肋板、船侧强肋骨和甲板强横梁应在同一横剖面内有效连续。

2.2.1.5　纵骨应由肘板、强肋骨、强横梁或舱壁支持。

2.2.2 船底、舷侧及甲板结构

2.2.2.1 船底桁材应符合下列要求：

(1) 计入总纵强度的船底纵桁的腹板应穿过水密横舱壁，或保持等效连续；

(2) 为进坞需要，一般均应设置中桁材或中内龙骨；

(3) 桁材两端(即距舱壁 1.5 倍桁材高度范围内)不得开减轻孔；

(4) 主机底座下的桁材应自船底直升到机座面板，并应适当扶强和防倾；

(5) 推力轴承处桁材应予以加强。

2.2.2.2 在机舱每个肋位上都应设置强肋板，在推力轴承处须另行加强。

2.2.2.3 机舱内的主机前、后端须设置强肋骨。

2.2.2.4 客舱甲板(包括上层建筑内的客舱甲板)的结构，应能承受高速船高速碰撞时旅客座椅作用在客舱甲板上的冲击力。碰撞载荷可按国际海事组织颁布的《国际高速船安全规则》的有关规定计算。

2.2.3 上层建筑和甲板室

2.2.3.1 上层建筑和甲板室的前端壁由上甲板下的横舱壁支持，如无横舱壁则用强横梁和支柱代替。参加总纵强度的上层建筑和甲板室，其侧壁下应设有纵桁。

2.2.3.2 上层建筑或甲板室内部应设置横隔壁或等效的主要构件以增强横向强度。

2.2.3.3 上层建筑端部处应注意与船体结构的平滑过渡。

2.2.3.4 距甲板室四个角偶的 0.5m 范围内，围壁下的纵桁和强横梁的腹板上不能有任何开孔。

2.2.3.5 计入总纵强度的上层建筑或甲板室侧壁上如开窗孔，其四角应为圆角，开孔上下方应设加强材。如开门孔，其四周应予以加强。

2.2.4 舱壁

2.2.4.1 本条涉及水密分舱的舱壁、液体舱的水密舱壁和制荡舱壁。

2.2.4.2 应设置下述水密舱壁：

(1) 船首的水密防撞舱壁，该舱壁应位于沿满载水线自首柱向后量起 $0.05L \sim 0.05L + 3\text{m}$ 范围内；

(2) 机舱前后端的水密舱壁；

(3) 水密尾尖舱壁(适用于船长 L 大于 20m 的船舶)。

除以上要求外，如再需要可增设其他横舱壁以增加船的横向强度或分散局部应力。

2.2.4.3 油舱和淡水舱之间应设隔离空舱。

2.2.4.4 液体舱舱壁应符合下列要求：

液体舱如自船的一舷伸至另一舷，且其宽度超过 4m，则舱内应在中心位置上设一制荡舱壁。如舱宽超过 8m，则应在左、右舱的上半部加装半制荡舱壁。首尖舱宽度超过 4m，其中心线处也应设一制荡舱壁。

2.2.5 围裙

2.2.5.1 本条适用于全垫升气垫船的柔性围裙，侧壁式气垫船和气垫双体船上的柔性首、尾封。

2.2.5.2　围裙所用材料见第7章第5节。

2.2.5.3　围裙设计时应充分考虑气垫船的稳性、操纵性、适航性、舒适性。

2.2.5.4　围裙沿船边各段应考虑所受负荷各不相同，首、尾、中各分段的结构设计应考虑：

首部围裙在遇到障碍物时，应能向内偏斜，

尾部围裙在遇到障碍物时，应能向后偏斜，以保证顺利通过障碍物，

中段围裙应保证有较大的偏斜自由度。

2.2.5.5　围裙结构应能防止兜水和泥沙。

2.2.5.6　围裙与船体的连接应坚固，工艺上应能防止围裙撕裂。

2.2.5.7　气垫船在应急迫降时，围裙结构应能保证完好。

2.2.5.8　围裙结构应便于检查和维修。

2.2.5.9　围裙上不允许有任何原始缺陷。

(1)　裙囊开口应为圆形或椭圆形，不得在围裙上有锐角开口；

(2)　围裙上任何开口和围裙的底边均应予以加强并光顺，不允许存在毛边；

(3)　织物应十分均匀，在涂胶粘结时不能有气泡和杂质；

(4)　围裙的裙段连接结构应使接缝处紧密，尽量减少该处的空气泄漏。

2.2.5.10　围裙与裙囊的连接结构应简便实用，便于维修。

2.2.5.11　围裙上应尽量减少金属连接件的使用数量。

2.2.5.12　围裙和船体的连接方式应可靠、有效。所有安装中使用的连接件如压条、螺栓等均应有足够强度，并耐腐蚀。

2.2.5.13　围裙分段的组合应保证在个别裙段破损时不影响安全营运。

2.2.5.14　围裙上应有装配空位记号，以明显的颜色标记在围裙上。

2.2.5.15　在进行围裙的强度设计时，要充分考虑动态的最危险的状态，并有足够的安全系数。

2.2.5.16　围裙的设计应考虑其振动状态，防止低频振动向气垫船船身传递，导致结构损坏；还应防止使围裙材料易于分层剥离的高频振动。

2.2.6　水翼

2.2.6.1　应对水翼船的水翼装置(包括前、后水翼和水翼的支柱)进行强度计算，校核是否能满足强度和稳定性要求。

2.2.6.2　作用在水翼上的水动升力与波高和船速有关，应取翼航时的最大航速和允许波高作为计算航速和波高。

第3节　水密完整性和试验

2.3.1　外部水密完整性

2.3.1.1　所有船体外部开口均应设有风雨密关闭装置能保证风雨密。对于航行遮蔽航区营运限制和平静水域营运限制的船舶第一层上层建筑以上的上层建筑或甲板室的侧壁和后壁上外门的密性可另行考虑。

2.3.2 内部水密完整性

2.3.2.1 位于干舷甲板以下的所有水密舱壁上的开口(包括门、管子和电缆通道)均应保证水密。

2.3.2.2 防撞舱壁位于干舷甲板以下部分不准设门。

2.3.2.3 除防撞舱壁外,水密舱壁位于干舷甲板以下部位允许设置水密门。在该舱壁的两侧每扇水密门上应装有指示牌或报警装置,以确保该门在航行时保持关闭。在满足船舶设计和正常运行情况下,水密舱壁上的开口数量应尽可能少;

2.3.2.4 防撞舱壁位于干舷甲板以上部分的开口应有风雨密设施。

2.3.3 露天门、窗、盖等开口的其他要求

2.3.3.1 门

(1) 所有风雨密门可以采用钢、铝或纤维增强塑料制造。其强度应与其相邻的建筑结构的强度等同;

(2) 所有旅客舱、船员舱的门通常应为外开,便于逃生;

(3) 位于干舷甲板上的上层建筑和升降口罩上的外门,凡是通至干舷甲板以下处所者,其门槛高度不应小于380mm。如果该船的浮力储备超过100%满载排水量,上述门槛高度允许减小至180mm。

(4) 船舶的浮力储备可按中华人民共和国船舶检验局颁布的《高速船安全技术规则》的有关规定计算。

2.3.3.2 窗

(1) 所有上层建筑和甲板室的外窗的结构和固定型应保证风雨密;

客舱的窗和驾驶室前窗应采用钢化安全玻璃或聚碳酸脂玻璃。

(2) 安全玻璃的厚度 t 应不小于下式计算所得的值:

$$t=\frac{b}{31.6}\sqrt{\frac{CP}{[\sigma_B]}} \quad \text{mm}$$

式中:b ——窗开口的短边长度, mm;

P ——窗玻璃承受的载荷,kN/m²,可按2.4.4.6取值;

$[\sigma_B]$ ——玻璃的许用弯曲应力, MPa,

$[\sigma_B]=44$ 对钢化玻璃,

$[\sigma_B]=30$ 对聚碳酸脂玻璃;

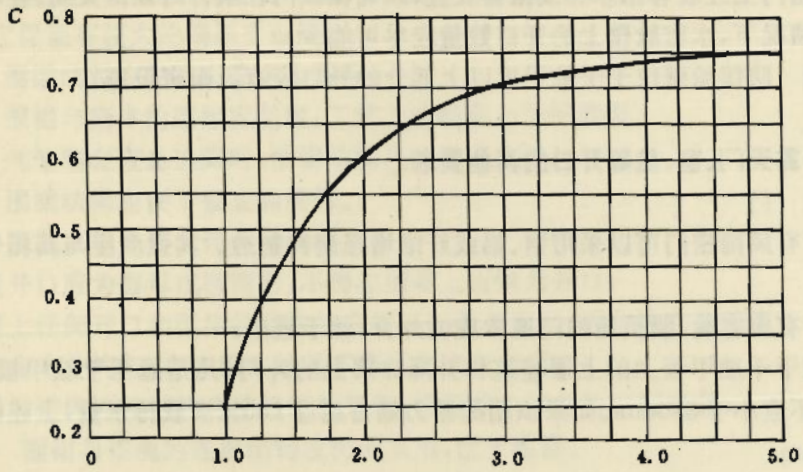
C ——系数,查图2.3.3.2(2)。

所取厚度 t 还应不小于下列最小值 t_{min}:

$t_{min}=5.0$mm 对钢化玻璃;

$t_{min}=6.0$mm 对聚碳酸脂玻璃。

(3) 干舷甲板以下处所的舷窗应装置有绞链的可靠的内侧舷窗盖,其装置应能有效地关闭和保证水密;



窗开口长宽比＝长边/短边

图 2.3.3.2(2)

(4) 干舷甲板以上处所的方窗，应按表 2.3.3.2 配置可卸式风暴盖，该风暴盖应为金属材料制成，其强度应与周围的船体结构相同，平时应存放在易取之处。

表 2.3.3.2

营运限制附加标志	方窗设置		风暴盖数量(方窗数量之百分数/数量)	
	第一层上层建筑前壁	第一层上层建筑侧壁 第二层上层建筑前壁	第一层上层建筑前壁	第一层上层建筑侧壁 第二层上层建筑前壁
GCSR	不许可	许可	—	每种型式方窗配一个
CSR	许可	许可	50%	
SWSR	许可	许可	25%	
CWSR	许可	许可	0	

2.3.3.3 舱口盖

(1) 所有露天甲板上的舱口盖，其强度和关闭装置应保证风雨密。人孔盖应保证水密；

(2) 干舷甲板上的舱口盖的围板高度通常为 380mm。如果该船的浮力储备大于 100%满载排水量，则上述围板高度可减小至 180mm，浮力储备计算同 2.3.3.1(4)。

2.3.4 排水舷口

2.3.4.1 当舷墙在露天甲板的某些区域形成可能积水的“阱”时，应在舷墙上设有足够的排水面积的排水舷口，排除阱内积水。

2.3.5 密性试验

2.3.5.1 应在船体建造的合适阶段，通过下列密性试验，检验船体有关结构及开口关闭装置的密性是否满足 2.3.1 和 2.3.2 的要求。

2.3.5.2 对下列项目应作冲水试验，并使验船师满意：

(1) 水密舱壁、水密平台及轴隧；

(2) 舱壁水密门、垫升的气道；

(3) 风雨密的门、窗、盖；

(4) 铝合金铆接的上层建筑和甲板室的接缝。

冲水试验时，出水口的水压力不低于 0.05MPa，喷咀内径不小于 16mm，喷咀离被试验处的距离应不大于 3m，水柱移动速度应不大于 0.1m/s。

2.3.5.3 应对下列部位进行水压试验：

(1) 空的首、尾尖舱压水到最大破损水线；

(2) 所有水舱、油舱、液体压载舱以及装液体的首、尾尖舱均压水到该舱舱顶以上 1.5m 或到其溢流管顶，取其大者；

(3) 全垫升气垫船的浮箱应压水到最大破损水线；

(4) 如在船台上进行水压试验有困难，可在船下水后进行。但应在下水前在船台上对船体的水下部分及下水后无法检查的部分用适宜的方法检查密性，并使验船师满意。

2.3.5.4 2.3.5.3 所要求的水压试验可以用充气试验代替，充气试验的压力应不小于 0.02MPa，但不应大于 0.03MPa，试验时一般可充气到 0.02MPa，保持压力 15min，检查压力无明显下降后，再将舱内气压降至 0.014MPa，然后涂刷肥皂水进行渗漏检查。

2.3.5.5 配膳室、厕所、盥洗室、蓄电池室等围壁下沿应灌水试验，灌水至门槛高。

第 4 节 结构设计载荷

2.4.1 重心处的垂向加速度

2.4.1.1 高速船船体结构受到的外载荷与常规船不同主要在于：高速船在其营运航区可能出现的浪中高速航行时，船体将受到较大波浪冲击力的作用。该波浪冲击力值与高速船重心处的垂向加速度的大小密切相关。

2.4.1.2 取重心处垂向加速度的百分之一最大值 a_{cg} 作为决定结构设计载荷的设计值，该值与有义波高 $H_{1/3}$ 和该波高对应的航速 V_H 三者的关系如下：

$$a_{cg}=\frac{K_T}{426}\left(\frac{V_H}{\sqrt{L}}\right)^{1.4}\left(\frac{H_{1/3}}{B_{WL}}+0.07\right)(50-\beta)\left(\frac{L}{B_{WL}}-2\right)\frac{B_{WL}^3}{\Delta}g \quad \text{m/s}^2$$

式中：g ——重力加速度，取 $g=9.81$，m/s²；

V_H ——船在有义波高 $H_{1/3}$ 的波浪中航行的航速，kn；

$H_{1/3}$ ——有义波高，m；

β ——船体重心处横剖面的船底斜升角(°)，取 $\beta_{max}=30°$；

K_T ——船舶类型系数，根据船舶类型确定：

$K_T=1$　　对于单体、双体船；

$K_T=0.8$　　对于全垫升气垫船和水面效应船；

$K_T=0.7$　　对于水翼船。

2.4.1.3　设计部门应按营运限制的类别，假设一组船舶可能遭遇的有义波高$(H_{1/3})_1 \sim (H_{1/3})_i$；其最大值$H_{1/3max}$应不大于下列规定值：

$H_{1/3\,max}=6.0$m　　近海航区营运限制；

$H_{1/3\,max}=4.0$m　　沿海航区营运限制；

$H_{1/3\,max}=2.0$m　　遮蔽航区营运限制；

$H_{1/3\,max}=1.0$m　　平静水域营运限制。

2.4.1.4　对应于2.4.1.3一组假设的有义波高，设计部门可参考同型船的经验数据或船模试验值或经本社同意的其他方法，提出相应的一组航速$(V_H)_1 \sim (V_H)_i$。

2.4.1.5　根据2.4.1.3和2.4.1.4的每一组$(H_{1/3i}, V_{Hi})$，按2.4.1.2公式算出相应的垂向加速度a_{cgi}，对此，设计部门可调整，取客船的$a_{cgi} \leqslant 1.0g$，取货船的$a_{cgi} \leqslant 1.2g$，但须相应调整V_{Hi}值，直至按2.4.1.2公式算得的a_{cgi}不大于所取之值。

2.4.1.6　按2.4.1.5确定的一组a_{cgi}，取其中的最大值作为重心处垂向加速度的设计值。

2.4.1.7　由2.4.1.3至2.4.1.6确定的一组$H_{1/3} \sim V_H$对应关系应记录在“船舶操纵手册”中。并制成标牌固定展示在驾驶室内。

2.4.2　船底波浪冲击压力

2.4.2.1　本条适用于满载状态高速航行时，仍有部分船体浸在水中的高速船，如单体船、双体船、水面效应船，其船底所受的波浪冲击力。该处的“船底”系指船体颌线，舭弯曲部或防溅条以下的部位。

2.4.2.2　船底波浪冲击压力P_{sl1}由下式确定：

$$P_{sl1}=1.16K_{l1}\left(\frac{\Delta}{A}\right)^{0.3}a_{cg}d_w \qquad \text{kN/m}^2$$

式中：K_{l1}——纵向压力分布系数。距尾$0.5L \sim 1.0L$处，取$K_{L1}=1$，尾端取$K_{l1}=0.5$，其他处用插入法求得；

A——受力点计算面积，m^2；

对板格$A \geqslant 2.5S^2$；

对加强筋或桁材A＝承载宽度×跨距；

d_w——波浪中航行时的冲击吃水，$d_w=cd$，m，

d为满载静浮状态吃水。对于单体、双体船取$c=1.0$，对于水面效应船取$c=0.75$。

2.4.3　水面以上的平底的波浪冲击压力

2.4.3.1　所谓“水面以上的平底”系指双体船和水面效应船的片体或侧壁连接桥结构的

顶部，对于全垫升气垫船和水翼船系指已脱离水面的船底。当船在波浪中高速航行时，这部分结构仍将受到波浪冲击力的作用。

2.4.3.2　2.4.3.1 所述的冲击压力 P_{sl2} 由下式确定：

$$P_{sl2}=0.75K_{l2}\left(\frac{\Delta}{A}\right)^{0.3}a_{cg} \qquad \text{kN/m}^2$$

但不得小于按 2.4.4.1 算得的舷侧计算压力。

式中：K_{l2} ——纵向压力分布系数；

对于双体船：舯前取 $K_{l2}=1.0$，舯后取 $K_{l2}=0.5$；

对于水面效应船和全垫升气垫船：舯前取 $K_{l2}=0.8$，

舯后取 $K_{l2}=0.5$；

对于水翼船：舯前、舯后均取 $K_{l2}=0.5$；

A ——受力点计算面积，m^2，同 2.4.2.2。

2.4.4　舷侧、甲板、上层建筑和舱壁的载荷

2.4.4.1　舷侧计算压力 P_s 由下式确定：

$$P_s=9.81h+0.15P_{sl} \qquad \text{kN/m}^2$$

式中：h ——压力计算点到上甲板的垂直距离，m，应不小于 0.8m，也不必大于舷侧范围高度的 0.8 倍；

P_{sl} ——该处底部的波浪冲击力，kN/m^2，除全垫升气垫船和水翼船取 $P_{sl}=P_{sl2}$（见 2.4.3.2）外，其他高速船均取 $P_{sl}=P_{sl1}$（见 2.4.2.2）。

2.4.4.2　露天甲板计算压力 P_{d1} 由下式确定：

$$P_{d1}=K_{l3}(0.2L+C) \qquad \text{kN/m}^2$$

式中：K_{l3} —— 纵向压力分布系数，舯前取 $K_{l3}=1.0$，舯后取 $K_{l3}=0.75$；

C ——航区系数：

$C=7.6$　近海和沿海航区营运限制，

$C=4.6$　遮蔽和平水航区营运限制。

2.4.4.3　非露天甲板计算压力 P_{d2} 由下式确定：

$P_{d2}=0.1L+6.2$　kN/m^2　近海和沿海航区营运限制；

$P_{d2}=0.1L+4.6$　kN/m^2　遮蔽和平水航区营运限制。

2.4.4.4　旅客舱室甲板的计算压力取 $P_d=4.5$　kN/m^2。

2.4.4.5　如甲板上装载重物，则除重物本身重量外，还应考虑船舶的垂向加速度 a_v 对甲板受压的影响。重物的垂向加速度可取 $0.5a_v$。船舶的垂向加速度 a_v 按下式确定：

$$a_v=K_v\cdot a_{cg} \qquad \text{m/s}^2$$

式中：K_a——垂向加速度分布系数，舯后取 $K_a = 1.0$，

船首取 $K_a = 2.0$，中间可线性内插；

a_{cg}——按 2.4.1 确定的重心处设计垂向加速度，m/s^2。

2.4.4.6 上层建筑和甲板室的计算压力 P_{ud} 由下式确定：

$$P_{ud} = 15.6K_1K_2(CL + 0.8 - 0.3h) \qquad kN/m^2$$

式中：K_1——位置系数，按下列情况取值：

第一层上层建筑前壁：$K_1 = 1$；

第二层上层建筑前壁：$K_1 = 0.75$；

上层建筑、甲板室的侧壁、后壁：$K_1 = 0.5$；

上层建筑、甲板室的顶板：$K_1 = 0.4$。

K_2——位置系数，按上层建筑和甲板室所在位置取值：

位于舯前区域：$K_2 = 1.0$；

位于舯后区域：$K_2 = 0.75$。

C——航区系数：

$C = 0.047$　　近海航区和沿海营运限制；

$C = 0.035$　　遮蔽航区营运限制；

$C = 0.024$　　平水航区营运限制。

h——压力计算点到满载静浮水线的垂直距离，m。

第一层上层建筑前端壁的最小计算压力 P_{min} 应不小于按 2.4.4.2 公式算得的舯前露天甲板的计算压力。

2.4.4.7 舱壁的计算压力 P 按下式确定：

(1) 防撞舱壁、水密舱壁：

$$P = 10h \qquad kN/m^2$$

式中：h——从压力计算点到舱壁顶或该处破损水线的垂直距离，取二者中大值，m。

(2) 液舱舱壁：取以下三者中的大值：

$$P = (g + 0.5a_v)h \qquad kN/m^2$$

$$P = 10(h + 1.5) \qquad kN/m^2$$

$$P = 10(h + \frac{2}{3}h_p) \qquad kN/m^2$$

式中：a_v——该处船舶垂向加速度，m/s^2，按 2.4.4.5 取值；

h——压力计算点到液舱顶的垂直距离，m；

h_p——液舱顶到空气管顶的垂直距离，m。

第 5 节　铝、钢船体结构的构件尺寸

2.5.1　一般要求

2.5.1.1　凡以铝合金和钢为材料的船体结构。其构件尺寸除应符合节规定外，还应符合本章第 7 节总强度，第 8 节稳定性和第 9 节振动的有关规定。

2.5.1.2　符号：

t ——规范规定的板厚，mm；

W ——规范规定的骨材剖面模数（包括附连翼板）　cm^3；

σ_S ——材料屈服强度，N/mm^2，对铝材，取 $\sigma_S = \sigma_{0.2}$，见第 7 章表 7.2.8.1(1)和表 7.2.8.1(2)；

σ_{SW} ——材料焊接后屈服强度，N/mm^2。对于钢材 $\sigma_{SW} = \sigma_S$，对于铝材 σ_{SW} 取材料退火状态的屈服强度 $\sigma_{0.2}$，见第 7 章表 7.2.8.1(1)。

2.5.2　最低要求

2.5.2.1　最小板厚 t_{min} 按下式计算：

$$\text{铝质板：} t_{min} = K_o\sqrt{L} \quad \text{mm}$$

$$\text{钢质板：} t_{min} = 1.1K_o\sqrt{L} \quad \text{mm}$$

式中：K_o ——查表 2.5.2.1。

对单体船、双体船和水面效应船的平板龙骨，其最小板厚应另外增加 2mm。

表 2.5.2.1

构件名称		K_o	
		单体船、双体船	水面效应船、水翼船、全垫升气垫船
船底外板		0.80	0.60
水面以上平底板		0.75	0.50
舷侧外板		0.70	0.45
甲板：露天/非露天		0.60/0.40	0.40/0.30
上层建筑	前端壁	0.60	0.40
	侧壁、后壁	0.45	0.30
	顶板	0.30	0.20
舱壁		0.50	0.35
舵及尾轴架等处底板		1.60	1.20
机座		0.90	0.90

2.5.2.2　船底组合型材（包括机座）须满足下列要求：

(1)　腹板：$t \leqslant h/59$（铝合金），$t \leqslant h/70$（钢材）

其中 t 为腹板厚度，h 为腹板高度；

(2) 面板：$t \leqslant b/12$（铝合金），$t \leqslant b/15$（钢材）

其中 t 为面板厚度，b 为面板宽度。

2.5.2.3 甲板支柱

不论管形支柱或组合型支柱，其最小壁厚不应小于 4mm。

铝质的甲板支柱的许用载荷 P 按下式计算：

$$P=A(6-0.0349\frac{l}{r})\sigma_s \cdot 10^{-2} \qquad \text{kN}$$

式中：A ——支柱的剖面面积，cm^2；

l ——支柱长度，cm；

r ——支柱剖面最小惯性半径，cm。

钢质的甲板支柱按照本社《钢质海船入级与建造规范》的相应规定。

2.5.3 铝合金结构弯曲强度

2.5.3.1 板

板厚度 t 应不小于按下式计算之值：

$$t=KC_1C_2S\sqrt{\frac{P}{\sigma_{sw}}} \qquad \text{mm}$$

式中：K ——查表 2.5.3.1；

C_1 ——有曲率板的折减系数，$C_1=1-0.5\frac{S}{r}$，r 为板的曲率半径，m；

C_2 ——板格短边与长边比的修正系数。

如 $S/l<0.5$，$C_2=1.0$，如 $S/l=1.0$，$C_2=0.92$，中间值可内插；

如采用带筋成型板，焊缝离板边较远，上式中的 σ_{sw} 可取为 σ_s，见 2.5.1.2。如为铆接结构，σ_{sw} 则取 $0.9\sigma_s$。

2.5.3.2 骨材

骨材剖面模数 W（包括带板）应不小于按下式计算值：

$$W=K \cdot \frac{l^2SP}{\sigma_{sw}} \qquad \text{cm}^3$$

(1) 式中 K 值查表 2.5.3.1；

(2) 除舱壁扶强材，所有部位纵骨屈服强度均采用材料焊接后屈服强度 σ_{sw}；

(3) 除船底及水上平底结构，所有部位桁材，强肋骨及强横梁均可不采用材料焊接后屈服强度 σ_{sw}，而采用材料的屈服强度 σ_s；

(4) 若为铆接结构，σ_{sw} 则取 $0.9\sigma_s$。

K 值表　　表 2.5.3.1

名称		K		
		板 格	纵骨、扶强材	桁材、肋板、强肋骨、强横梁
船底、水上平底		25.0	115	133
舷侧结构		25.8	130	150
甲板结构		27.8	130	150
上层建筑	前端壁	25.8	130	150
	侧壁	25.8	130	150
	顶板	27.8	130	150
舱壁	防撞、液舱	25.8	130	150
	水密舱壁	22.4	105	150

2.5.4　钢结构弯曲强度

2.5.4.1　板

板的厚度 t 应不小于按下式计算之值：

$$t=K_1C_1C_2S\sqrt{\frac{P}{\sigma_s}} \quad \text{mm}$$

式中：K_1 ——查表 2.5.4.1；

C_1 ——有曲率板的折减系数，$C_1=1-0.5\frac{S}{r}$，r 为板的曲率半径，m；

C_2 ——板格短边与长边比的修正系数，$C_2=(1.1-0.25\frac{S}{l})^2$。

2.5.4.2　骨架

骨材剖面模数 W（包括带板）应不小于按下式计算之值：

$$W=K_2\cdot\frac{l^2SP}{\sigma_s} \quad \text{cm}^3$$

式中：K_2 ——查表 2.5.4.2。

表 2.5.4.1

名称		K_1		
		首垂线 0.1L	船舯 0.4L	尾垂线 0.1L
船底、连接桁		21.5	25.0	21.5
舷侧	近船底	20.5	25.0	20.5
	近中和轴	20.5	20.5	20.5
	近甲板	20.5	25.0	20.5
甲板		21.5	25.0	21.5
上层建筑		21.5		
横舱壁	防撞舱壁	21.5		
	水密舱壁	19.0		
	液舱舱壁	21.5		

表 2.5.4.2

名称		K_2		
		纵向骨材	横向骨材	扶强材
船底、水上平底、甲板		136	149	
舷侧	近船底、甲板处	136	149	
	中和轴附近	127	149	
上层建筑、甲板室		149	149	149
舱壁	防撞舱壁、液舱壁			149
	水密舱壁			109

2.5.5 骨材的剪切强度

2.5.5.1 纵骨端部的有效剪切面积 A_e 应不小于按下式计算所得之 A_{emin} 值：

$$A_{emin}=22.67\frac{(l-S)SP}{\sigma_{SW}} \quad \text{cm}^2$$

A_e 按下式计算：

$$A_e=0.01ht \quad \text{cm}^2$$

式中：h ——纵骨腹板高度，mm；

t ——纵骨腹板厚度，mm。

2.5.5.2 桁材端部的有效剪切面积 A_e 应不小于按下式计算所得之 A_{emin} 值：

$$A_{emin}=13.5\frac{SlP}{\sigma_{SW}} \quad \text{cm}^2$$

A_e 按下式计算：

$$A_e=0.01h_wt_w \quad \text{cm}^2 \quad \text{端部无肘板}$$

$$A_e=0.01h_wt_w+\Delta A_e \quad \text{cm}^2 \quad \text{端部有肘板}$$

式中：h_w ——计算剖面处减去开孔后的腹板实效高度，mm；

t_w ——腹板厚度，mm；

ΔA_e ——端部有肘板时的附加剪切面积，cm^2，按肘板面板的水平倾角 θ 取值，见图 2.5.5.2。

$\theta = 45°$ 时，$\Delta A_e = 0.9f_1$；$\theta = 0°$ 时，$\Delta A_e = 0$；θ 为中间值时，可用插入法求取 ΔA_e。f_1 为计算剖面处肘板面板的截面积，cm^2。

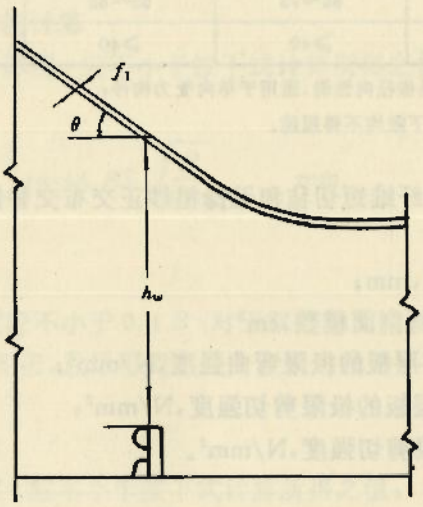


图 2.5.5.2

第 6 节　纤维增强塑料船体结构的构件尺寸

2.6.1　一般要求

2.6.1.1　凡以纤维增强塑料为材料的船体结构，其构件尺寸除应符合本章规定外，还应符合本章第 7 节总强度、第 8 节稳定性和第 9 节振动的有关规定。

2.6.1.2　本节规定的船体构件尺寸均以层板的两个主方向上弹性模量之差不超过 20% 为基准。

2.6.1.3　以玻璃纤维及其制品增强的船用层板试件性能应不低于表 2.6.1.3 的要求。

表 2.6.1.3

项目 \ 指标 \ 增强材料	短切毡	短切毡与无捻粗纱正交布交替	无捻粗纱正交布	4:1 无捻粗纱单向布①
拉伸强度 N/mm²	80	100	180	350
拉伸模量 N/mm²	5000	7000	11000	20000
弯曲强度 N/mm²	125	150	180	350
弯曲模量 N/mm²	5000	7000	11000	20000
压缩强度 N/mm²	80	90	119	180
压缩模量 N/mm²	5000	7000	11000	20000
树脂重量含量 %②	65～75	55～65	45～55	45～55
巴氏硬度	≥40	≥40	≥40	≥40

注：① 表中 4:1 单向布性能是指径向性能，适用于单向受力构件；

② 表中树脂含量范围上、下限均不得超越。

2.6.1.4 推荐使用以纤维短切毡和无捻粗纱正交布交替铺糊成型的层板。

2.6.1.5 符号：

t ——规范规定的板厚，mm；

W ——规范规定的骨材剖面模数，cm^3；

σ_{fm} ——纤维增强塑料层板的极限弯曲强度，N/mm^2；

τ_u ——纤维增强塑料层板的极限剪切强度，N/mm^2；

τ_c ——夹层芯材的极限剪切强度，N/mm^2。

2.6.2 最低要求

2.6.2.1 单板结构层板的最小板厚 t_{min} 按下式计处：

$$t_{min}=K_o\sqrt{L} \quad mm$$

式中：K_o ——由表 2.6.2.1 查取。

表 2.6.2.1

	船底外板 水面以上平底板	舷侧板	甲板	上层建筑			横舱壁	
				前墙壁	侧后壁	顶板	水密舱	防撞舱、液舱
K_o	1.45	1.25	1.10	1.10	0.95	0.90	1.20	1.30

2.6.2.2 夹层板面板的最小厚度（单面）t_{min} 按下式计算：

$$t_{min}=K_o\sqrt{L} \quad mm，外露面板①$$

① “外露面板”系指板的一个侧面持续受到液体的浸沉或可能受到局部机械磨损或冲击载荷。

$$t_{min}=K_1\sqrt{L}-0.5 \quad \text{mm，且不应小于 1.5mm，被保护面板}①$$

式中：K_o ——由表 2.6.2.2 查取。

表 2.6.2.2

	船底外板水面以上平底板	舷侧板	甲板	上层建筑			舱壁	
				前端壁	侧后壁	顶板	水密舱	防撞舱、液舱
K_o	0.70	0.60	0.50	0.50	0.40	0.40	0.45	0.55

2.6.3 单板结构层板厚度的计算

2.6.3.1 单板结构层板的厚度 t 应不小于按下式计算所得之值：

$$t=44.8S\sqrt{\frac{P}{\sigma_{fm}}} \quad \text{mm}$$

式中：σ_{fm} ——同 2.6.1.5。

2.6.3.2 平板龙骨的宽度应不小于 $0.1B$（对于双体船及水面效应船 B 为片体宽度），其厚度不得小于船底板厚度的 1.5 倍，且尽可能在整个船长内保持不变。

2.6.4 夹层板板厚的计算

2.6.4.1 夹层板的总厚度 t 应不小于按下式计算所得之值：

$$t=\frac{1.428}{K}\left(1+\frac{1}{\gamma}\right)\frac{PS}{\tau_c} \quad \text{mm}$$

式中：γ ——两面板厚度中心线的距离与两面板的平均厚度之比，且 $6\leqslant\gamma\leqslant14$；

τ_c ——同 2.6.1.5；

K ——系数，对聚氨酯泡沫塑料芯层板，$K=1.86-0.06\gamma$，且 $K\leqslant1$；对聚氯乙烯泡沫塑料芯夹层板，$K=1.95-0.079\gamma$，且 $K\leqslant1$；对胶合板芯夹层板，K 取 1.0。

2.6.5 骨材的弯曲强度

2.6.5.1 骨材的剖面模数 W 应不小于按下式计算所得之值：

$$W=K\frac{l^2SP}{\sigma_{fm}} \quad \text{cm}^3$$

式中：σ_{fm} ——同 2.6.1.5；

① “被保护面板”系指板的一个侧面不承受上述载荷。

K ——由表 2.6.5.1 查取。

表 2.6.5.1

	K	
	纵桁、强肋骨、强肋板、强横梁	纵骨、肋板、肋骨、横梁、扶强材
船底	480	400
连接桥	480	400
舷侧	480	400
甲板	480	400
上层建筑	—	400
水密舱壁	—	400
液体舱壁 防撞舱壁	—	480

2.6.5.2 各构件剖面模数的要求值均为连带板的最小要求值。构件带板有效宽度 b_e 按下述规定选取：

(1) 带板为单层板时，取下列算得的小者：

$$b_e = S, \quad b_e = 23t + b_t \qquad \text{mm}$$

(2) 带板为夹层板：

① 如芯材为泡沫塑料、轻木等无效芯材时，取下列算得的小者：

$$b_e = S, \quad b_e = 11d \qquad \text{mm}$$

② 如芯材为胶合板等有效芯材时，取下列算得的小者：

$$b_e = S, \quad b_e = 35d \qquad \text{mm}$$

式中：t ——带板的总厚度，mm；

d ——带板的两面板厚度中心线的距离，mm；

b_t ——骨材的净宽度，mm。

2.6.5.3 骨材若采用松木、胶合板等有效材料作芯材时，其剖面模数的计算应计入芯材的影响，芯材的剖面积应乘以芯材的弯曲弹性模量与层板材料的弯曲弹性模量之比。

2.6.6 骨材剪切强度

2.6.6.1 桁材的有效腹板面积 A_e 应不小于按下式计算所得之 A_{emin} 值：

$$A_{emin} = \frac{25.5SlP}{\tau_c} \qquad \text{cm}^2$$

式中：τ_c ——同 2.6.1.5。

A_e 按下式计算：

$$A_e = 0.01h_w \cdot t_w \qquad \text{cm}^2 \qquad \text{端部无肘板}$$

$$A_e = 0.01h_w \cdot t_w + \Delta A_e \qquad \text{cm}^2 \qquad \text{端部有肘板}$$

式中：h_W、ΔA_e ——同 2.5.5.2；

t_W ——纤维增强塑料腹板的总厚度，cm。

2.6.7 支柱

2.6.7.1 甲板支柱可采用铝合金或钢质，详见 2.5.2.3。若采用其他材料的支柱应经本社同意。

第 7 节 总强度

2.7.1 一般要求

2.7.1.1 对于船长 L 小于或等于 50m 的单体船、双体船、水面效应船和全垫升气垫船，如果其 L/D 小于 12 且船体结构如能满足本章第 5 节或第 6 节的局部强度要求，则可免于校核船体的总纵强度。

2.7.1.2 对于船长 L 大于 50m 的单体船、双体船、水面效应船和全垫升气垫船，或者虽船长 L 小于或等于 50m，但其 L/D 大于或等于 12，则应分别校核高速航行波浪冲击状况下的总纵强度和排水状态航行时的总纵强度。

2.7.1.3 双体船和水面效应船，不论其尺度，均应校核两片体连接结构的总横强度和扭转强度。

2.7.1.4 水翼船应分别校核起飞状态、排水状态和翼航状态时的总纵强度。

2.7.1.5 全垫升气垫船还应补充校核上岸着地状态时的总纵强度。

2.7.1.6 所有高速船总强度校核时的装载状态均取满载出港装载情况。

2.7.1.7 对近海航区营运限制的高速船，如果上层建筑和甲板室满足 2.7.7.1(2)的规定，认为其不参与船体梁总纵强度，其剖面模数不计入船中剖面模数，但所采取措施应最大程度不使该上层建筑和甲板室参与总纵弯曲。

2.7.2 高速船高速航行时波浪冲击力引起的总纵弯矩

2.7.2.1 假设船体首尾出水，波浪冲击在船重心附近区域引起的中拱弯矩 M_{Hog} 可按下式计算：

$$M_{Hog}=\frac{\Delta}{2}[l_x-0.15C_bL(1+0.2\eta)](1+\eta)g \quad \text{kN·m}$$

式中：l_x ——船中前的半体重心至船中后的半体重心的纵向距离之半，m；

η ——船的重心处设计垂向加速度 a_{cg} 与重力加速度 g 的比值：$\eta=a_{cg}/g$。

2.7.2.2 假设船中部出水，波浪冲击在船首、尾引起的中垂弯矩 M_{sag} 可按下式计算：

$$M_{sag}=\frac{\Delta}{2}[\frac{L}{2}-l_x-0.15C_bL(1+0.2\eta)](1+\eta)g \quad \text{kN·m}$$

式中：l_x、η ——同 2.7.2.1。

2.7.3 高速船排水状态航行时的总纵弯矩

2.7.3.1 船体所受的总纵弯矩可用静水弯矩加上波浪弯矩的方法分别确定中拱弯矩和中垂弯矩。

2.7.3.2 按船舶营运航区的最大波高(有义值),且波长等于船长的假设计算波浪弯矩。

2.7.4 水翼船的总纵弯矩

2.7.4.1 对深浸式自控水翼船和割划式水翼船,当其在最大设计波高的海浪中起飞时所受的总纵弯矩 M 可按下式计算:

$$M=0.654\left[\frac{C(3.175-\lg\Delta)}{\mathrm{tg}^{2/3}\beta}+1.25\right]\Delta L \qquad \mathrm{kN\cdot m}$$

式中:C ——系数,可按下式计算:

中垂状态:

$$C=0.28H_w(F_{r\nabla}-1)(1-0.016H_w-0.086F_{r\nabla})-0.0434$$

中拱状态:

$$C=0.22H_w(F_{r\nabla}-1.51)(1-0.026H_w-0.03F_{r\nabla})-0.1026$$

H_w ——最大设计波高,m,对于深浸式自控水翼船,取 $H_w=H_{1/3}$;

对于割划式水翼船,取 $H_w=1.3H_{1/3}$;$H_{1/3}$ 为有义波高,同 2.4.1.2;

$F_{r\nabla}$ ——体积傅汝德数,$F_{r\nabla}=V_f/\sqrt{g\nabla^{1/3}}$,$V_f$ 为起飞速度,m/s,g 为重力加速度,m/s²,Δ 为船满载时排水体积,m³;

β ——艇底斜升角(°),中垂状态时,在距尾 $0.8L$ 处的横剖面量取;中拱状态时,在船中处的横剖面量取。

2.7.4.2 排水状态时的总纵弯矩可按 2.7.4.1 所列公式计算。计算时,波高仍取最大设计波高 H_w,航速按排水状态时在最大设计波高的波浪中航行时的航速取值。

2.7.4.3 翼航状态的总纵弯矩仅需计及中垂状态,中垂状态的静水弯矩按船体出水无浮力矩,船体重量全部由水翼水动升力支承计算。中垂波浪弯矩 M_{ww} 可按下式计算:

$$M_{ww}=M_{w_s}\cdot\frac{4.135}{l_k}H_{1/3}\left(1+\frac{0.415V}{l_k}\right)\left[1-\frac{\pi(d_f+d_A)}{l_k}\right] \qquad \mathrm{kN.m}$$

式中:M_{w_s} ——翼航时静水弯矩,kN·m,此值可从船身全部重力与水翼的水动升力相平衡,用常规方法确定;

V ——静水翼航时的航速,kn;

$H_{1/3}$ ——翼航时的最大波高(有义值),m,同 2.4.1.2;

l_k ——前后水翼间距,m;

d_f ——前水翼浸深,m;

d_A ——后水翼浸深,m。

2.7.5 总纵弯矩引起的剪力

2.7.5.1 对于2.7.1.2涉及的高速船和2.7.1.4涉及的水翼船，其总纵弯矩引起的垂向剪力 Q 在距首垂线 $L/4$ 和 $3L/4$ 剖面处最大，可按下式计算：

$$Q=\frac{4M_B}{L} \qquad \text{kN}$$

式中：M_B ——取2.7.2、2.7.3和2.7.4中所得的中拱弯矩 M_{Hog} 和中垂弯矩 M_{sag} 中的大值，kN·m。

2.7.5.2 对于采用纤维增强塑料为船体材料的高速船，台其舷侧外板和纵舱壁(如有)为泡沫塑料芯的夹层板，计算舷侧外板和纵舱壁上的应切力 τ 时，上述夹层板芯材的剖面积不应计入，仅计入夹层板两面板的厚度和。

2.7.6 双体船和水面效应船的总横弯矩、垂向剪力和扭矩

2.7.6.1 双体船和水面效应船的总横弯矩 M_t 可按下式计算：

$$M_t = C_1 \Delta a_{cg} b \qquad \text{kN} \cdot \text{m}$$

式中：C_1 ——系数，查表2.7.6；

b ——片体(或侧壁)中心线间距，m。

2.7.6.2 双体船和水面效应船在连接桥中纵剖面处的垂向剪力 Q_t 可按下式计算：

$$Q_t = C_2 \Delta a_{cg} \qquad \text{kN}$$

式中：C_2 ——系数，查表2.7.6

2.7.6.3 两片体(或侧壁)因不同步纵摇引起的对横向 X 轴的扭矩 M_p 可按下式计算：

$$M_p = 0.125 \Delta a_{cg} L \qquad \text{kN} \cdot \text{m}$$

表2.7.6

航区营运限制	C_1	C_2
近海营运限制	0.155	0.20
沿海营运限制	0.135	0.182
遮蔽营运限制	0.125	0.167
平水营运限制	0.115	0.154

2.7.7 船体梁的剖面模数

2.7.7.1 计算总纵强度时，通常取船长 L 之半处的船中横剖面作为校核剖面。

(1) 凡在船中 $0.4L$ 范围内连续的船体纵向构件都可计入船中横剖面模数。但是上述构

件上的开孔面积应予以扣除；

(2) 船中 0.4L 范围内，长度超过 0.2L 的上层建筑和甲板室一般可认为参与总纵强度。如在上述上层建筑和甲板室的侧壁上有大量开孔，且开孔纵向孔径之和超过该上层建筑长度之半，或上层建筑和甲板室与主船体的连接采用弹性结构型式时，则认为该建筑不参与总纵强度；

(3) 只有满足本章第 8 节结构稳定性要求的纵向构件，方可计入船中横剖面模数。

2.7.7.2 计算总横强度时，应取船宽 B 之半处的船中纵剖面作为校核剖面。只有在两片体(或侧壁)中心线间距 b 范围内连接的船体横向构件方可计入船中纵剖面模数，且这些构件上的开孔面积应予以扣除。

2.7.7.3 对于采用纤维增强塑料夹层结构作为部分船体构件的高速船，应引入“相当剖面模数 W_e”的概念。

船体梁总纵弯曲时，由若干夹层结构构件组成的船中剖面的相当剖面模数 W_e 应按下式计算：

$$W_e=\frac{\Sigma E_i I_i}{EY} \quad \text{cm}^3$$

式中：E ——计算点处材料的弹性模量，N/mm²；

Y ——计算点至船中剖面中和轴的垂向距离，cm；

E_i、I_i ——分别为船中剖面的各个构件材料的弹性模量(N/mm²)和各个构件对船中剖面中和轴的惯性距(cm⁴)。

计算双体船和水面效应船的连接桥总横强度时，其中纵剖面的相当剖面模数可参照上式计算。

2.7.8 计算总强度时的许用应力

2.7.8.1 铝质船体或钢质船体的许用应力如下：

(1) 纵向构件的拉伸许用应力 $[\sigma]=0.67\sigma_{sw}$，对于钢质船体 $\sigma_{sw}=\sigma_s$；

(2) 纵向构件的压缩许用应力见本章第 8 节；

(3) 剪切许用应力 $[\tau]=0.38\sigma_{sw}$，对钢质船体 $\sigma_{sw}=\sigma_s$；

(4) 等效应力的许用值 $[\sigma_e]=0.75\sigma_{sw}$，对于钢质船体 $\sigma_{sw}=\sigma_s$；

等效应力应按下式进行计算：

$$\sigma_e=\sqrt{\sigma_x^2+\sigma_y^2-\sigma_x\sigma_y+3\tau^2}$$

式中：σ_x ——校核点处，x 方向的正应力；

σ_y ——校核点处，y 方向的正应力；

τ ——在 xy 平面上，校核点的剪应力；

σ_s ——构件材料的屈服强度，N/mm²；

σ_{sw} ——构件材料焊接后的屈服强度，N/mm²，同 2.5.1.2。

2.7.8.2 纤维增强塑料船体的许用应力如下：

(1) 对于一般高速船纵向构件的拉伸许用应力 $[\sigma_b]=0.3\sigma_{bu}$；对于滑行艇纵向构件的拉伸许用应力 $[\sigma_b]=0.24\sigma_{bu}$；$\sigma_{bu}$ 为层板的极限拉伸强度，N/mm²；

(2) 对于一般高速船纵向构件的压缩许用应力 $[\sigma_p]=0.3\sigma_{pu}$；对于滑行艇纵向构件的压缩许用应力 $[\sigma_p]=0.24\sigma_{pu}$；$\sigma_{pu}$ 为层板的极限压缩强度，N/mm²；

(3) 对于单板的许用剪切应力的 $[\tau]=0.25\tau_u$，τ_u 为层板的极限剪切强度，N/mm²。

对于夹层板的许用剪切应力 $[\tau]=0.5\tau_{cr}$，τ_{cr} 为夹层板面板的临界剪切应力，N/mm²，τ_{cr} 取下列二式计算值中的小者：

$$\tau_{cr}=0.3(E_f^{45°}E_cG_c)^{1/3} \qquad \text{N/mm}^2$$

$$\tau_{cr}=0.4\gamma G_c \qquad \text{N/mm}^2$$

式中：$E_f^{45°}$ ——夹层板面板沿 45°方向的压缩弹性模量，如面板为正交布层板，$E_f^{45°}$ 可取 60%，N/mm²；

E_c ——芯材的压缩弹性模量，N/mm²；

G_c ——芯材的剪切弹性模量，N/mm²；

γ ——同 2.6.4.1。

2.7.9 船体刚度

2.7.9.1 水翼船船中剖面惯性矩 I 应满足下式要求：

$$I>10.88\frac{\Delta l_k^2}{E}\times10^6$$

式中：l_k ——前后水翼的间矩，m；

E ——材料的弹性模量，N/mm²。

2.7.9.2 纤维增强塑料为船体结构材料的高速船，其船中剖面惯性矩 I 应满足下式要求：

$$I>4.0W_oL \qquad \text{cm}^4$$

式中：$W_o=\dfrac{M}{[\sigma]}$，cm³；

其中：M ——按 2.7.2、2.7.3 和 2.7.4 条确定的最大总纵弯矩，N·m；

$[\sigma]$——2.7.8.2 条中 $[\sigma_p]$ 和 $[\sigma_p]$ 的小者，N/mm²。

第 8 节 构件稳定性

2.8.1 一般要求

2.8.1.1 对铝质船体和钢质船体的船底、甲板板和舷侧外板及其纵向骨材均应进行总纵弯曲情况下的稳定性校核。但对按 2.7.1.1 可免于校核船体总纵强度的船舶，其构件的纵向稳

定性亦可免于校核。

2.8.1.2 对具有夹层结构的纤维增强塑料船体应对其承受压力的夹层面板进行稳定性校核。

2.8.2 金属矩形平板

2.8.2.1 船底板和甲板板的理论屈曲应力 σ_E 由下式计算：

$$\sigma_E = 3.6E\left(\frac{t}{S}\right)^2 \qquad N/mm^2$$

式中：E ——材料弹性模数：

铝合金板：$E = 0.69\times10^5$ N/mm^2；

钢板：$E = 2.06\times10^5$ N/mm^2；

t ——板厚，mm；

S ——纵骨间距，mm。

2.8.2.2 舷侧外板的理论屈曲应力 σ_E 由下式计算：

$$\sigma_E = \frac{7.56}{\varphi+1.1}E\left(\frac{t}{S}\right)^2 \qquad N/mm^2$$

式中：E、t、S ——同 2.8.2.1；

φ ——应力分布系数（板的上边应力为 σ，下边为 $\varphi\cdot\sigma$），$0 \leqslant \varphi \leqslant 1$。

2.8.2.3 板的临界屈曲应力 σ_{cr} 由下式计算：

$$\sigma_{cr} = \sigma_E，当\ \sigma_E \leqslant \frac{\sigma_S}{2}时；$$

$$\sigma_{cr} = \sigma_S\left(1-\frac{\sigma_S}{4\sigma_E}\right)，当\ \sigma_E > \frac{\sigma_S}{2}时。$$

式中：σ_E ——理论屈曲应力，同 2.8.2.1，N/mm^2；

σ_S ——材料的屈服强度，N/mm^2。取 0.2%变形时的屈服强度且不大于 70%抗拉强度。

2.8.2.4 板的计算压应力 σ_d 应不大于按下式计算所得的许用临界屈曲应力 $[\sigma_{cr}]$：

$$[\sigma_{cr}] = \eta\sigma_{cr} \qquad N/mm^2$$

式中：η ——稳定性安全因子；

当 $S/t < 60$ 时，$\eta = 0.8$；$S/t < 120$ 时，$\eta = 0.9$；中间值可用插入法确定。

S ——纵骨间距，mm；

t ——板厚，mm。

2.8.2.5 如板格 $S/t > 2.7\sqrt{E/\sigma_S}$，允许计算压力应力 σ_d 超过临界屈曲应力，但不得大

于按下列各式计算的平均极限应力 σ_{ul} 的 0.8 倍：

$$\sigma_{ul}=350\frac{t}{S}\sqrt{\sigma_S} \qquad \text{N/mm}^2 \qquad \text{铝板}$$

$$\sigma_{ul}=810\frac{t}{S}\sqrt{\sigma_S} \qquad \text{N/mm}^2 \qquad \text{钢板}$$

式中：t、S ——同 2.8.2.1；

σ_S ——同 2.8.2.3。

2.8.3 **金属纵骨和桁材**

2.8.3.1 带板的纵骨或桁材的理论屈曲应力 σ_E 按下式计算：

$$\sigma_E=C\frac{\pi^2E}{l^2}\cdot\frac{I}{A} \qquad \text{N/mm}^2$$

式中：I ——连同带板的剖面惯性矩，cm^4；

A ——连同带板的剖面面积，cm^2；

l ——纵骨或桁材的跨距，cm；

E ——材料弹性模数，同 2.8.2.1；

C ——纵骨或桁材的端点的固定系数，端点处如有足够尺寸的肘板，可认为该端点刚性固定，如无肘板则认为该端点简支。

两端简支：$C=1$；

一端简支，一端刚性固定：$C=2$；

两端刚性固定：$C=4$。

2.8.3.2 计算 2.8.3.1 中的剖面惯性矩 I 和剖面面积 A 时的带板宽度，应用减缩后的有效宽度 b_e，对于纵骨和纵桁分别按下式规定计算：

(1) 纵骨板的有效宽度 b_e：

$$b_e=[0.44+0.56\frac{[\sigma_{cr}]}{\sigma_S}]S \qquad \text{mm}$$

但 b_e 值不应大于 $0.8S$。

式中：S ——同 2.8.2.1；

σ_S ——同 2.8.2.2；

$[\sigma_{cr}]$—— 系按 2.8.2.3 条公式求得的 σ_{cr} 乘以 0.8 而得，计算时公式中的 σ_E 按下式计算：

$$\sigma_E=11.5E(\frac{t}{S})^2$$

(2) 纵桁带板的有效宽度

纵桁的带板面积应包括带板有效宽度上的纵骨的50%的剖面面积。

纵桁带板有效宽度 b_e 按下式确定：

$$b_e = C \cdot b \qquad \text{mm}$$

式中：b ——纵桁支承面积的平均宽度，mm；

C ——系数，按表 2.8.3.2(2)确定。

表 2.8.3.2(2)

r \ a/b	0	1	2	3	4	5	6	>7
≥6	0.00	0.38	0.67	0.84	0.93	0.97	0.99	1.00
5	0.00	0.33	0.58	0.73	0.84	0.89	0.92	0.93
4	0.00	0.27	0.49	0.63	0.74	0.81	0.85	0.87
≤3	0.00	0.22	0.40	0.52	0.65	0.73	0.78	0.80

注：r ——纵桁跨距上等间距支承的数量；

a ——纵桁的计算跨距，mm，计取如下：

$a = l - h$ 两端简支

$a = 0.6(l - h)$ 两端刚性固定

式中：h ——纵桁腹板高度，mm；

l ——纵桁跨距，mm。

上述端点边界可根据 2.8.3.1 规定判别。

2.8.3.3 桁材的面板和腹板的理论屈曲应力 σ_E 分别按下式计算：

(1) 面板：

$$\sigma_E = 0.38E\left(\frac{t_f}{b_f}\right)^2 \qquad \text{N/mm}^2$$

式中：t_f ——面板厚度，mm；

b_f ——桁材的面板宽度，mm；

对 T 型材取面板宽度的一半。

对于纵桁，如面板很长，可在跨度内装设防倾肘板，此时面板的理论屈曲应力 σ_E 按下式计算：

$$\sigma_E = 0.38E\left(\frac{t_f}{b_f}\right)^2 + 0.9E\left(\frac{t_f}{l_f}\right)^2 \qquad \text{N/mm}^2$$

式中：l_f ——肘板间的面板跨距，mm。

(2) 腹板：

$$\sigma_E = 3.8E\left(\frac{t}{h}\right)^2 \qquad N/mm^2$$

式中：t ——腹板厚度，mm；

h ——腹板高度，mm。

2.8.3.4 纵骨、桁材以及桁材的面板、腹板的临界屈曲应力按 2.8.2.3 方法计算。

2.8.3.5 纵骨以及桁材的面板、腹板的许用临界屈曲应力按 2.8.2.4 方法计算。

2.8.3.6 桁材的许用临界屈曲应力 $[\sigma_{cr}]$ 按下式计算：

$$[\sigma_{cr}] = \eta\sigma_{cr}$$

式中：σ_{cr} ——临界屈曲应力，同 2.8.3.4；

η ——稳定性安全因子，按下式计算：

$$\eta = \frac{K}{1+\frac{l}{r}}$$

但 η 值不必小于 0.3。

式中：K ——系数一般取 0.7，如设计载荷主要是动载荷，则取 0.6；

r ——剖面惯性半径；cm；

l ——桁材的跨距，m。

2.8.3.7 受压构件的实际计算应力 σ_d 不得大于 2.8.3.6 确定的许用临界屈曲应力 σ_d 按下式计算：

$$\sigma_d = 10\frac{P}{A}$$

式中：P ——构件承受的压力，kN；

A ——构件剖面积，cm^2。

2.8.4 纤维增强塑料夹层板

2.8.4.1 芯材为聚氨酯(PU)泡沫塑料的夹层板的面板临界屈曲应力 σ_{cr} 取以下两式计算值中小者：

$$\sigma_{cr} = 0.5(E_f E_c G_c)^{1/3} \qquad N/mm^2$$

$$\sigma_{cr} = 1.39\gamma^{0.639}G_c \qquad N/mm^2$$

式中：E_f ——面板的压缩弹性模量，N/mm^2；

E_c ——芯材的压缩弹性模量，N/mm^2；

G_c ——芯材的剪切弹性模量，N/mm^2；

γ ——同 2.6.4.1。

2.8.4.2 芯材为聚氯乙烯(PVC)泡沫塑料的夹层板的面板临界屈曲应力 σ_{cr} 取以下两式计算值中小者：

$$\sigma_{cr} = 0.5(E_f E_c G_c)^{1/3} \qquad N/mm^2$$

$$\sigma_{cr} = 1.52\gamma^{0.585} G_c \qquad N/mm^2$$

式中：E_f、E_c、G_c、γ 均与 2.8.4.1 同。

2.8.4.3 以上两种夹层面板的计算压应力不应大于按 2.8.4.1 和 2.8.4.2 算得的 σ_{cr} 的 0.3 倍，也不应大于面板极限拉伸强度 σ_{su} 的 0.3 倍。

2.8.4.4 胶合板芯的夹层板的极限压缩强度 σ_{pcu} 按下式计算：

$$\sigma_{pcu} = 0.15(E_f E_c G_c)^{1/3} \qquad N/mm^2$$

式中：E_f、E_c、G_c 均与 2.8.4.1 同。

2.8.4.5 胶合板芯夹层板的计算压应力不得大于其极限压缩强度 σ_{pcu} 的 0.6 倍。

第 9 节 船体振动

2.9.1 一般要求

2.9.1.1 高速船在满载航行情况下，应保证无强烈的总振动和船壳(外板、甲板等)的局部振动。尤应注意螺旋桨区域内船底板材，以及主机和风机区域内的板材，以避免结构的损伤，妨碍机器和设备的正常运行和影响船员的工作，旅客的生活。

2.9.1.2 局部船体振动可参照中华人民共和国船舶检验局指导性文件《船体有害振动的预防》或其他有效方法计算。

2.9.2 测量

2.9.2.1 高速船实船试航时如发现存在严重的船体振动问题，本社可要求进行实船振动测量。

2.9.2.2 对于已发生剧烈振动的部位应进行振动应力测量。对于铝焊接构件其应力值不得超过 12N/mm²，对于钢焊接构件其应力值不得超过 23.5N/mm²。对于能用计算方法算得的振动应力值也可按此衡准来衡量。

2.9.2.3 衡量高速船尾部结构振动是否严重，可以上甲板尾部端点的振动加速度值为衡准，如该振动加速度值超过 1.962m/s² 时，应对该船尾部结构的振动情况作进一步检查测量。

2.9.2.4 通过测量证实该船船体存在严重振动问题时，则应采取必要的避振和减振措施。

第3章 舵 装

第1节 舵设备

3.1.1 一般要求

3.1.1.1 本节规定适用于悬挂式的普通流线型水舵。

3.1.1.2 对于空气舵、喷射器等其他型式控制高速船航向的设备应特殊考虑。

3.1.1.3 本节规定适用于屈服强度 σ_s 为 235N/mm² 的普通碳素钢，如采用其他钢材，构件尺寸可按材料系数 f_1 作相应换算。换算所用的材料系数 $f_1=(\frac{\sigma_s}{235})^a$。其中 σ_s 为所用钢材的屈服强度，N/mm²。

当 $\sigma_s > 235$ N/mm² 取 $a=0.75$，当 $\sigma_s \leqslant 235$N/mm² 时，取 $a=1$。

3.1.1.4 舵杆、舵承、键以及螺栓等的材料的抗拉强度一般不可低于 400N/mm² 或高于 900N/mm²。舵设备材料尚应符合本规范第7章的有关规定。

3.1.2 舵力

3.1.2.1 舵力 F 可按下式计算：

$$F = 0.145KAV^2 \quad \text{kN}$$

式中：A ——舵面积，m²；

V ——计算航速，取 1.1.5.11 定义的营运航速的 0.9 倍，kn；

K ——系数，按下式计算：

$$K=\frac{\lambda+2}{3}$$

式中：λ ——展舷比，按下式计算：

$$\lambda=\frac{2l_1}{C_1+C_2}$$

其中：l_1、C_1 和 C_2 见图 3.1.2.1，其单位均为 m。

但 λ 不应取大于 2。

3.1.2.2 位于螺旋桨尾流之外的舵所受的舵力为按 3.1.2.1 公式算得舵力的 0.8 倍。

3.1.2.3 船倒车时舵上所受力为按 3.1.2.1 公式算得舵力的 0.8 倍，但公式中的 V 应取该船最大倒车航速。

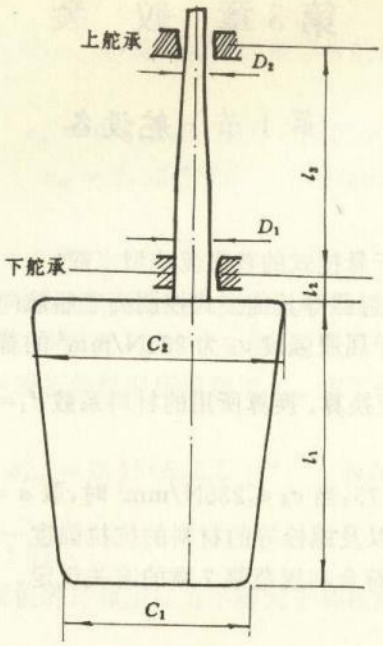


图 3.1.2.1

3.1.3 舵杆

3.1.3.1 舵杆扭矩 M_T 可按下式计算：

$$M_T = FR \qquad \text{kN} \cdot \text{m}$$

式中：F ——舵力，kN，按 3.1.2 计算；

R ——臂距，m，按下式计算：

$R = C(\alpha - \beta)$，m，正车时，$R_{min} = 0.1C$

式中：C ——舵叶平均宽度，m；

$C = \frac{1}{2}(C_1 + C_2)$

C_1、C_2 ——见图 3.1.2.1；

α ——系数，正车时取 0.33，倒车时取 0.66；

β ——A_f/A，其中 A_f 为舵杆中心线前方的舵叶面积，m^2。

3.1.3.2 下舵承处舵杆弯矩 M_B 可按下式计算：

$$M_B = F\left[l_2 + \frac{l_1(2C_1 + C_2)}{3(C_1 + C_2)}\right] \qquad \text{kN} \cdot \text{m}$$

式中：F ——舵力，kN，按 3.1.2 计算；

l_1、l_2、C_1、C_2 见图 3.1.2.1，单位均为 m。

3.1.3.3 舵杆在下舵承处直径 D_1 和上舵承处直径 D_2 可分别按下式计算：

$$D_1=42\sqrt[6]{1+\frac{4}{3}\left(\frac{M_B}{M_T}\right)^2}\cdot\sqrt[3]{\frac{M_T}{f_1}}\quad \text{mm}$$

$$D_2=42\sqrt[3]{\frac{M_T}{f_1}}\quad \text{mm}$$

3.1.3.4 设计舵杆时，还应考虑到在船最大倒车航速时使用舵而不致损坏。

3.1.3.5 下舵承以上的舵杆直径应尽可能保持与下舵承处的舵杆直径一致，然后可逐渐减小至舵柄处的直径，但锥体长度应不小于直径差额的3倍。

3.1.4 舵叶

3.1.4.1 舵面积应保证在只有一台主机工作情况下仍能保持船的稳定航向。

3.1.4.2 舵叶的外板（包括旁板、顶板、底板）厚度 t 应不小于按下式计算所得之值：

$$t=\frac{5.5}{\sqrt{f_1}}CS\sqrt{d+\frac{0.1F}{A}}+t_1\quad \text{mm}$$

式中：C ——系数，$C=(1.1-0.25\frac{s}{b})^2$，$C$ 不得大于1.0；

d ——使用该舵叶的最大设计吃水，m；

S ——舵叶旁板板格的短边长度，m；

b ——舵叶旁板板格的长边长度，m；

$t_1=2$ 当采用普通钢时，

$t_1=0$ 当采用不锈钢时。

3.1.4.3 舵叶内设置的水平隔板和垂直隔板的厚度应不小于舵旁板厚度的0.7倍。

3.1.4.4 舵叶内部应涂以防锈涂料。舵的上、下部应有排泄孔，并配有不锈金属制成的栓塞。

3.1.5 舵杆和舵叶的连接

3.1.5.1 舵杆和舵叶用水平法兰连接

(1) 连接法兰的螺栓直径 d_b 应不小于按下式计算所得之值：

$$d_b=0.62\sqrt{\frac{f_{1b}}{f_{1r}}\cdot\frac{D_1^3}{nl_b}}\quad \text{mm}$$

式中：f_{1b} ——螺栓材料系数；

f_{1r} ——舵杆材料系数；

n ——螺栓总数，至少应有6个；

l_b ——螺栓中心至螺栓系中心的平均距离，mm；

D_1 ——下舵承处舵杆直径，mm。

(2) 螺栓中心至法兰中心的平均距离应不小于 $0.9D_1$；

(3) 螺栓孔外侧的材料宽度应不小于 $0.67d_b$；

(4) 连接法兰的螺栓应为绞孔螺栓，应采取有效设施将螺母安全固紧；

(5) 连接法兰的厚度 t 应不小于按下列二式计算值中大者：

$$t=d_b\sqrt{\frac{f_{1f}}{f_{1b}}} \quad \text{mm}$$

$$t=0.9d_b$$

式中：f_{1f} ——法兰材料系数；

f_{1b} ——螺栓材料系数。

(6) 如果舵杆与水平法兰采用焊接连接时，则应在整个接合面焊透。

3.1.5.2 舵杆和舵叶用键和螺母锥形连接

(1) 插入舵叶内的舵杆下端圆锥体的锥度为 1/8～1/12，锥体长度应不小于 $1.5D_1$；

(2) 锥形连接上应装有键。键应设置在舵的前后方向上。键的剪切面积 A_r 应不小于按下式计算所得之值：

$$A_r=\frac{16M_{TS}}{D_r\sigma_S}\times 10^3 \quad \text{cm}^2$$

式中：M_{TS} ——舵杆的设计屈服扭矩，kN·m；

D_r ——舵杆锥体装键处的平均直径，mm；

σ_S ——键材料的屈服强度，N/mm²。

(3) 舵杆的设计屈服扭矩 M_{TS} 可按下式计算：

$$M_{TS}=26.64D_2^3f_1\times 10^{-6} \quad \text{kN}\cdot\text{m}$$

式中：D_2 ——按 3.1.3.3 算得的舵杆上舵承处直径，mm，如果实际直径大于 D_2，应取实际直径，但不必大于 $1.15D_2$；

f_1 ——舵杆材料系数。

(4) 键与舵杆或者键与舵叶内承间的接触面积应不小于按下式计算所得之值：

$$A_a=\frac{0.3A_r}{f_1} \quad \text{cm}^2$$

式中：f_1 ——应取键、舵杆、舵叶内承三者材料系数中最小者。

(5) 舵杆最下端应用螺母紧固。该螺母螺纹外径应不小于 $0.65D_1$。螺母长度应不小于其螺纹外径的 0.6 倍。螺母应有开口销或其他措施可靠止动。

3.1.6 舵承

3.1.6.1 舵承的接触面积 $A_b = \pi D_{11} h_b$，该面积应符合下式：

$$A_b \leqslant \frac{P}{[P]} \times 10^6 \quad \text{mm}^2$$

式中：D_{11} ——舵承衬套处的舵杆直径，mm；

h_b ——舵承接触的高度，mm；

P ——舵承上的接触反力，kN。

上、下舵承的反力 P 可按下式计算：

$$\text{上舵承} \quad P = \frac{M_B}{l_3} \quad \text{kN}$$

$$\text{下舵承} \quad P = F + \frac{M_B}{l_3} \quad \text{kN}$$

其中：M_B ——作用在舵杆上的弯矩，kN·m，可按 3.1.3.2 计算；

l_3 ——上、下舵承中心线间距，m，见图 3.1.2.1；

F ——作用在舵杆上的舵力，kN，可按 3.1.2 计算；

$[P]$ ——舵承能承受的最大许用压强，kN/m²，取决于舵杆与舵承接触面的材料：

$[P] = 7000$ kN/m² 钢与不锈钢或青铜；

$[P] = 4500$ kN/m² 钢与白合金(油润滑)；

$[P] = 5500$ kN/m² 钢与肖氏硬度① 60～70 的合成材料(水润滑)；

$[P] = 2500$ KN/m² 钢或青铜与铁犁木。

3.1.6.2 舵承衬套厚度 t 应不小于下式计算之值：

$$t = 0.32\sqrt{P} \quad \text{mm}$$

式中：P ——舵承上的反力，kN，按 3.1.6.1 计算。

t 一般不小于 8mm。对于铁犁木衬套，最小厚度为 22mm。

3.1.6.3 舵承衬套外侧厚度应不小于该处舵杆直径的 1/4。

3.1.6.4 舵承的径向间隙 δ 应不小于按下式计算所得之值：

$\delta = 0.001 d_{b1} + 1$ mm 对于金属舵承；

$\delta = 0.002 d_{b1} + 1$ mm 对于合成材料的舵承。

式中：d_{b1} ——舵承衬套内径，mm。

① 肖氏硬度试验应在 23℃及相对湿度 50%情况下，按公认的标准进行。合成材料应是认可型的。

第 2 节　锚泊及系泊设备

3.2.1　舾装数

舾装数 N 应按下式计算：

$$N=(\Delta^{2/3}+2BH+\frac{A}{10})\cdot K$$

式中：Δ ——满载时排水量，t；

B ——见 1.1.5.2 定义，m；

H ——从相应于 Δ 的水线向上量至最高层宽度大于 $B/4$ 的甲板室顶的有效高度，m；由下式计算：$H=a+\Sigma h_i\sin\theta_i$

a ——船中处相应于 Δ 的水线至上甲板的垂向距离，m；

h_i ——宽度大于 $B/4$ 的各层甲板室高度，m；

A ——相应于 Δ 的水线以上的船体和宽度超过 $B/4$ 的各层甲板室的侧投影面积，m^2；

θ_i ——相应于 h_i 的甲板室前端壁的后倾角（与水平线夹角），°；

K ——系数，按船舶营运限制的类别取值：

$K=1.5$　　近海和沿海航区营运限制；

$K=1.0$　　遮蔽航区营运限制；

$K=0.7$　　平水航区营运限制。

对于双体船，应从舾装数计算公式的 BH 中扣除水线以上隧道的横剖面积。

3.2.2　锚泊设备

3.2.2.1　应在船首配置一个认可型的大抓力锚。该锚的重不得小于根据舾装数按表3.2.2查得的锚重。如配置非大抓力锚，则锚重不得小于按表3.2.2查得锚重的1.3倍。如在船首配置两个锚，则每个锚的锚重不得小于单锚锚重的0.7倍。

3.2.2.2　锚链和锚索

(1)　可以全部采用锚链，也可采用钢索或合成纤维索代替锚链，如后一种情况，通常应在锚和锚索之间加设一段短锚链。其长度取下面两种情况中较长者：10m 及锚的收藏位置到锚机之间的距离。

(2)　锚链直径根据舾装数 N 按表3.2.2查得，表中 AM_1 和 AM_2 系本社《钢质海船入级与建造规范》第九篇规定的有挡锚链的二种级别；

(3)　锚链或锚索的长度以及锚索的破断负荷根据舾装数 N 查表3.2.2得到。

3.2.2.3　锚泊装置设计时应考虑到：凡是锚链索有可能碰擦的任何表面（如船体、锚链筒）都不应使锚链索受到损伤或缠绕，且在所有操作情况下都能将锚固定好。

3.2.2.4　船体应该受到保护，使锚及锚链索在正常情况下不损伤船体。

3.2.3　系泊设备

3.2.3.1　纤维系索的长度和破断负荷应根据舾装数 N 按表3.2.2查得，但按3.2.1公式计算舾装数 N 时，系数 K 总是取1。系索直径不得小于15mm，系索总长在任何情况下不得小

于船长的四倍。

表3.2.2

般装数 N		首锚	锚链直径		锚链或锚索		纤维系索	
超过	不超过	大抓力锚重量 kg	AM_1 mm	AM_2 mm	长度 m	锚索的破断负荷 kN	长度 m	破断负荷 kN
—	5	12	8	8	75	29.4	2×22.5	25
5	10	12	8	8	75	29.4	2×22.5	25
10	15	14	8	8	75	29.4	2×25	25
15	20	20	8	8	80	29.4	2×25	30
20	25	25	8	8	84	29.4	2×25	30
25	30	31	8	8	87	29.4	2×35	30
30	35	37	8	8	90	29.4	2×40	32
35	40	43	8	8	93	29.4	2×40	32
40	50	51	8.5	8	97	29.4	2×40	32
50	70	67	9.5	8.5	105	38.3	3×40	34
70	90	90	11	9.5	113	50.8	3×50	37
90	110	112	12.5	11	121	63.3	3×55	39
110	130	135	13.5	12	127	75.8	3×55	44
130	150	157	14.5	13	134	88.3	3×60	49
150	170	183	15.5	14	140	102.2	3×60	54
175	200	215	17	15	147	119.2	3×60	59
205	230	250	18.5	16	154	136.9	4×60	64
230	255	205	20.5	17.5	161	175	4×60	69
255	205	320	22.0	19.0	169	200	4×60	69
285	315	355	24.0	20.5	177	237	4×70	74
315	345	390	26.0	22.0	185	278	4×70	78
345	380	426	26.0	22.0	194	298	4×70	88
380	415	463	28.0	24.0	204	321	4×70	98
415	450	500	30.0	26.0	215	368	4×70	98

第4章 轮 机

第1节 通 则

4.1.1 适用范围

4.1.1.1 入级高速船舶的原动机、推进装置、风机装置、齿轮传动装置、锅炉和受压容器、辅助系统、机械设备等的设计、制造、安装和试验均应符合本章的有关规定。

4.1.1.2 对于不符合本章规定的设施，经本社审定并确认为等效时，也可予以采用。

4.1.2 环境条件

4.1.2.1 主辅机轴系传动装置以及与船舶安全有关的机械设备，其设计、选型和布置均应符合表 4.1.2.1 中船舶倾斜角的规定，以保证其正常运转。

表 4.1.2.1

装置和设备	倾斜角(°)①			
	横向		纵向	
	静态	动态	静态	动态
主机和辅机	15	22.5	5	7.5
安全设备： 应急发电机装置 应急消防泵及其传动装置	22.5	22.5	10	10

① 横向和纵向倾斜可能同时发生。

4.1.3 振动

4.1.3.1 推进系统和垫升系统的设计、结构布置和安装应避免在常用转速范围内因振动而产生过大的应力。

4.1.3.2 所有的机械设备的设计、布置和安装应能使设备在由波浪或船舶颠簸而致的垂向和水平加速度不小于 $0.5g$ 的情况下正常运转。

$$g = 9.81 \quad m/s^2$$

4.1.3.3 所有机械设备的设计、布置和安装应能使设备在垂向冲击加速度 $a_v = 1.0g$ 下正常运转。

4.1.4 倒车功率

4.1.4.1 为了保证船舶在任何正常情况下具有足够的机动性，主推进系统应能倒车运转。

4.1.4.2 主推进机械在瞬变状态下发出的倒车功率应能使船舶在适当的时间内制动。

4.1.4.3 对具有换向离合装置，可变螺矩螺旋桨或电力推进装置的主推进系统，倒车运

转时不应使推进机械装置过载。

4.1.5 原动机

4.1.5.1 推进主机的性能应能适应频繁的负荷变化，且应能在 30s 内从惰性升到最大持续运转转速。

4.1.5.2 对于驱动喷水推进装置的推进主机，应尽可能设计达到从最大持续功率点卸负荷到最大持续功率的 20%，和依靠调整再加速到最大持续功率。

4.1.5.3 发电机的原动机应具有短时(15min)超负荷 10%的能力。

4.1.6 应急动力源

4.1.6.1 为避免包括动力源在内的机器设备因故障而全船动力装置停止工作致使船舶失去动力，应有可靠有效的措施以确保应急电源随时可投入使用。

4.1.7 燃料

4.1.7.1 一般应避免使用最低闪点低于 43℃的燃油。如果在系统设计、舱柜布置、通风、防爆等方面按照本规范的有关要求予以特别的考虑，则经本社批准后，可以在燃气轮机上使用闪点较低但不低于 35℃的燃油。

4.1.8 布置

4.1.8.1 机舱出入口布置应符合以下规定：

(1) 航行时有人的机舱应至少设有一个不包括脱险通道在内的出入口；

(2) 机舱出入口设置的门应使所在舱壁的完整性不因此而受到破坏。

4.1.8.2 机器处所应有足够的通风，以保证在任何气候条件下该处所内机器全功率运转时，能供给充足的空气，确保处所人员安全舒适和机器的正常运转。

4.1.8.3 为了保护船上人员不受伤害和防止火灾发生，应设有必要的防护设施：

(1) 对含有高速旋转部件的机器设备，其设计和安装应考虑到防止高能量碎片可能危及人员和船舶安全，应尽可能装设罩壳等防护设施；

(2) 所有温度超过 220℃的热表面均应包覆隔热层，隔热层应采用抗易燃液体及其蒸气渗透的材料；

(3) 有人值班的机器处所内过大的噪声源应予以隔离，使之降低到可以接受的程度，否则应设噪声庇护所且应为进入该机器处所人员配备护耳器；

(4) 对于全垫升气垫船，应在空气螺旋桨的进风口处设置必要的防护装置，防止人员吸入桨内。

4.1.9 通信

4.1.9.1 机器处所或集控室与驾驶室之间应设有通信设施。

4.1.10 资料数据

4.1.10.1 对于船体结构是铝合金或纤维增强塑料的高速船，为评估轴系的安全性，必要

时本社可以要求提交船体最大变形等有关技术资料数据。

4.1.11 弹性安装

4.1.11.1 主机机械设备采用弹性安装时，应符合以下规定：

(1) 弹性支承的设计、安装必须确保其能在机械设备本身及船体可能变形等而出现的有关附加载荷作用下正常地工作；

(2) 弹性安装的机械设备的所有外部联接应采用挠性联接。

4.1.12 船用产品

4.1.12.1 凡属中华人民共和国船舶检验局颁布的《船用产品检验规则》(1983)第二章所列的船用产品的制造厂均应按以下规定向我社申请办理认可，并具有本社颁发的船用产品证书：

(1) 上述规则第二章第九条所列的产品应申办工厂认可；

(2) 上述规则第二章第十条所列的产品应申办型式认可。

4.1.12.2 根据下列相应规定所列产品，可以相应免予条款 4.1.12.1 规定的工厂认可(若是)或型式认可(若是)，但仍须申请由我社直接进行产品制造检验或出厂检验及颁发船用产品合格证书。

(1) 适用于所有海上高速船：

① 功率小于 135kW 的发动机；

② 航空用油泵和油马达；

③ 航空用液压元件及装置；

④ 航空用管材；

⑤ 排量不大于 0.5m³/h 的空气压缩机；

⑥ 喷水推进器(对推进、方向控制组合装置还包括方向控制装置)。

(2) 只适用于全垫升气垫船：

① 主柴油机；

② 离心式离合器；

③ 弹性联轴器；

④ 推进系统传动装置的传动皮带；

⑤ 航空用油滤器；

⑥ 空气螺旋桨。

4.1.12.3 在我社对 4.1.12.2 所列产品无法直接进行检验时，本社将作特别考虑。

4.1.13 试验

4.1.13.1 轮机装置安装完毕后，应根据本规范有关规定和本社同意的试验大纲进行系泊试验和航行试验。

第 2 节 泵和管系的一般规定

4.2.1 管系等级

4.2.1.1 不同用途的压力管系按其设计压力和设计温度分为三级，如表 4.2.1.1 所示。

表 4.2.1.1

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
燃油	>1.6	或>150	<1.6	和<150	<0.7	和<60
其他介质	>4.0	或>300	<4.0	和<300	<1.6	和<200

注：① 当管系的设计压力和设计温度其中一个参数达到表中Ⅰ级规定时，即定为Ⅰ级管系；当设计压力和设计温度两个参数均达到表中Ⅰ级或Ⅱ级规定时，即定为Ⅰ级管系或Ⅱ级管系；

② 其他介质是指空气、水、滑油和液压油等；

③ 不受压的开式管路如泄水管、溢流管、透气管和锅炉放气管等也为Ⅲ级管系。

4.2.2 设计

4.2.2.1 泵和管系的设计工作能力应适当大于船舶实际需要的工作能力，但机带泵可除外。

4.2.2.2 管系设计压力应是管系最高许用工作压力。

4.2.2.3 管系设计温度应取管内流体的最高温度，但不得低于 50℃。

4.2.3 布置

4.2.3.1 管子穿过气密或水密结构处，应采用贯通配件或座板。

4.2.3.2 淡水管不得通过油舱。油管也不得通过淡水舱。如不可避免时，应在油密隧道或套管内通过。其他管子通过燃料舱时，管壁应加厚，且不得有可拆接头。

4.2.3.3 应避免燃油舱柜的空气管、溢流管、测量管通过居住舱室。如必须时，则通过该类舱室的管子不得有可拆接头。

4.2.3.4 下列舱室相邻布置时，应以隔离空舱或等效设施隔开：

(1) 滑油舱柜与燃油舱柜；

(2) 滑油舱柜与淡水舱柜；

(3) 燃油舱柜与淡水舱柜。

隔离空舱和等效设施应设有适当的排水装置和空气管。

4.2.4 防护

4.2.4.1 蒸汽管、油管、水管、油柜和其他液体容器应避免设在配电板上方及后面。若不可避免时，则应有可靠的防护措施。

4.2.4.2 油管、油柜应避免设在排气管、消音器和主配电板上方。如必须时。则应采用有效措施，防止油类滴落在上述管路或设备的热表面上。

4.2.4.3 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。对于水管路，若安全阀的排水

泄到舱底，则该阀应位于易于见到之处，且阀的排水应便于观察。

4.2.4.4 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。

4.2.4.5 必要时，管系应设有放泄装置。

4.2.4.6 排气管和温度较高的管路，应包扎绝热材料，绝热层表面温度一般不应超过60℃。

4.2.5 其他

4.2.5.1 舷旁阀和船底阀应是认可型的。

第3节 泵和管系的材料和试验

4.3.1 材料

4.3.1.1 管系金属材料的熔点一般应高于900℃。

4.3.1.2 材质为碳钢、低合金钢、不锈钢的管路或阀件应符合以下规定：

(1) 用于Ⅰ级和Ⅱ级管系的管子须为无缝钢管或按经本社认可的焊接工艺制造的焊接管；

(2) 碳钢和碳锰钢的管子、阀件及附件等一般不能用于介质温度超过450℃的管系，但是，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，那么它们可以用于更高温度的管系；

(3) 管段直接连接可采用下列方式：

① 管子之间或管子与阀箱或其他附件之间对接焊，对接焊应为全焊透型式，并对根部质量有特殊规定，或全焊透型式对根部质量无特殊规定；

② 套筒焊接连接，套筒焊接应按照本社的规范或公认的标准，以适当尺寸的套筒与有关焊接工艺进行；

③ 认可型的螺纹套筒连接；

④ 螺纹连接。

(4) 上述管子连接方式的使用范围，应符合表4.3.1.2的规定：

表4.3.1.2

连接方式	适用管系等级	适用外径
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	
套筒焊接连接	Ⅲ	
螺纹套筒连接	Ⅲ、可燃介质管系除外	≤57mm
螺纹连接	Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ	≤32mm

4.3.1.3 材质为铜或铜合金的管子、阀件及附件等应符合以下规定：

(1) 在Ⅰ级和Ⅱ级管系中采用的铜或铜合金管应是无缝管；

(2) 一般铜或铜合金材质不可用于介质温度超过下列温度规定限的任何管系：

200℃：对于铜或铝黄铜；

300℃：对于铜镍合金；

260℃：对于适合于高温用途的特殊青铜。

(3) 铜或铜合金管穿过水密舱壁、防火舱壁或甲板时，在铜或铜合金管损坏后应不使这些舱壁和甲板的完整性受到破坏；

(4) 起动空气管外径大于 44.5mm 时，不允许采用铜或铜合金管。

4.3.1.4 材质为球墨铸铁的管子、阀件及附件等，应符合以下规定：

(1) 铁素体球墨铸铁管子、阀件和附件不可用于介质温度超过 350℃的管系；

(2) Ⅰ级和Ⅲ级管系中若采用铁素体球墨铸铁材料，则材料的最低延伸率在标距为 $5.56\sqrt{A}$ 时不得小于 12%。式中 A 为试样的横截面积；

(3) 材质为铁素体球墨铸体的舷旁阀和舷旁管，其材料性能应符合本规范材料第七篇的有关规定。

4.3.1.5 在符合下列规定的前提下，允许使用铝管：

(1) 铝管仅限于在下列管系中使用：

海水系统；

压载水系统；

淡水系统；

压载水舱及淡水舱的空气管和测量管；

生活污水管。

(2) 当铝管穿过水密舱壁、防火舱壁或甲板时，在铝管损坏后应不使这些舱壁或甲板的完整性受到破坏。

4.3.1.6 船上所采用的塑料管和复合材料管，其材料、性能和布置均应满足本社《钢质海船入级与建造规范》的有关规定。

4.3.1.7 机器和固定管路之间需要采用软管时，应符合下列规定：

(1) 弹性软管应是认可型的，且软管应具有认可型的管端附件；

(2) 新型式的非金属软管，应进行原型压力试验，其爆破压力不得小于最大许可工作压力的 4 倍；

(3) 一般只有在机器冷却管路中，当由软管连接机器两固定点之间的两个金属管时，才可使用管卡作为管端固定的方法。其他部件使用管卡应经本社同意。

4.3.2 金属管壁厚

4.3.2.1 本节表 4.3.2.2 和表 4.3.2.3 所规定的管壁最小厚度不允许因制造的负公差或弯管而致使厚度减小。

4.3.2.2 钢管和铝管的最小公称壁厚应照表 4.3.2.2 的规定选取。

4.3.2.3 铜和铜合金管的最小壁厚应按表 4.3.2.3 的规定选取。

4.3.2.4 不锈钢管的最小壁厚规定与表 4.3.2.3 中铜合金管壁厚规定相同。

表 4.3.2.2

外 径 D mm	最小壁厚 t mm
10.2～12	1.6
13.2～17.2	1.8
20.0～44.5	2.0
48.3～63.5	2.3
70.0～82.5	2.6
88.9～108	2.9
114.3～127	3.2
113～139.7	3.6
152.4～168.3	4.0
177.8	4.5

注：① 具有有效防蚀措施的管子，其最小壁厚可以适当减薄，但减薄量最多不得超过 1mm；

② 螺纹管的壁厚，应量到螺纹根部。

表 4.3.2.3

外 径 D mm	最小壁厚 mm	
	铜	铜合金
$D \leqslant 10$	1.0	0.8
$10 < D \leqslant 20$	1.2	1.0
$20 < D \leqslant 44.5$	1.5	1.2
$44.5 < D \leqslant 76.1$	2.0	1.5
$76.1 < D \leqslant 108$	2.5	2.0
$108 < D \leqslant 159$	3.0	2.5
$159 < D \leqslant 267$	3.5	3.0

4.3.3 试验

4.3.3.1 所有Ⅰ级和Ⅱ级管系用管，以及设计压力大于 0.34MPa 的给水管、压缩空气管和燃油管连同它们的附件一起，在制造完工后包扎绝热材料或涂上涂层前，均应进行液压试验。试验压力不得低于 1.5 倍设计压力值。

4.3.3.2 内径小于 15mm 的管子的液压试验，经本社同意可免除。

4.3.3.3 装船后，燃油管应以 1.5 倍的设计压力（但不小于0.4MPa）和液压管系应以 1.25 倍设计压力（但不必大于设计压力加上 7MPa）进行液压试验。

4.3.3.4 除 5.3.3.5 外的所有阀和附件的受压部件装配前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上 7MPa。

4.3.3.5 舷旁阀和船底阀应进行液压试验，试验压力不得小于 0.5MPa。如果这些阀是蝶阀，则阀瓣的每一面都须做压力不小于 0.5MPa 的液压试验。

4.3.3.6 位于静止浮态水线以下的舷旁旋塞和舷旁接管应进行液压试验，试验压力不得

小于 0.5MPa。

第 4 节　船舶管系和舱室通风系统

4.4.1　一般要求

4.4.1.1　阀、旋塞、管子或其他附件直接连接于舱柜壁板以及要求水密结构的舱壁、甲板等时，如采用螺柱旋入固紧方法，则不允许穿透甲板，也可采用螺栓或舱壁贯通配件焊在壁板上加以固定。

4.4.1.2　所有遥控阀均应设有与遥控操纵机构无关的就地手动操纵装置。且使用手动装置进行启闭后，遥控系统的功能应不因此而受到影响。

4.4.2　舷旁阀件和附件

4.4.2.1　所有的海水进口及其舷外排出口，均应装设直接固定在壳板上或附连于壳板的钢质海水箱箱壁上的阀与旋塞。

4.4.2.2　如有困难时，4.4.2.1 所述的阀或旋塞也可装在焊于舷侧外板的短管上，短管壁厚一般应不小于外板的厚度。

4.4.2.3　钢质舷旁阀和附件以及海水箱等应有适当的防蚀保护措施。

4.4.2.4　海水箱的布置应避免形成气囊，如在海水箱顶部装设透气管时，应在其根部装设截止阀。透气管的开口端应高至舱壁甲板以上或在舱壁甲板附近通至舷外并装设舷旁截止阀。

4.4.2.5　所有低于浮态水线的海水进、出口阀均应在水线以上位置设置手操纵的机械关闭装置。

4.4.3　舱底水系统

4.4.3.1　舱底水系统应能有效地排出任何非永久性储存液体的水密舱内的舱底水，并应防止水从一个水密舱室流入另一个水密舱室。

4.4.3.2　舱底水系统应在该船受到设计已估计考虑到的不会根本危及船舶安全的破舱后，在所有实际可能出现的纵横倾状态下保持正常的工作能力。

4.4.3.3　对个别舱室，如果通过计算或必要的验证，表明该船的安全不会因该舱的排水而受到影响，则经本社同意可以免设排水装置。

4.4.3.4　每一个机器处所，至少应设置两个舱底水吸口，对于设有独立舱底泵的处所，其中一个吸口应为直通舱底泵吸口。

4.4.3.5　机器处所舱底水吸口的布置应满足：

(1)　对于单体高速船，吸口应布置在中纵剖面处；

(2)　对于多体高速船、侧壁式气垫船，吸口应布置在每一片体的中纵剖面处；

(3)　对于全垫升气垫船，每一机舱可只设一个吸口。

4.4.3.6　机器处所的舱底水吸口应设有泥箱，且泥箱应尽量易于接近和便于拆装清洗。对于装设泥箱有困难的小型高速船本社可作特别考虑。

4.4.3.7　除机舱外的每个需设舱底水系统的舱室，应至少设有一个舱底水吸口，且该吸

口的布置应能使该舱室的水有效排出。

4.4.3.8 除机器处所外的其他舱室的舱底水吸入管的开口端应封闭在滤网内。所有滤网箱应便于拆装和清理，且其通流面积不得小于该舱底水吸入管截面积的2倍。

4.4.3.9 对于用可携式泵排水的舱室，应有便于泵吸该舱室内所有舱底水的通道。

4.4.3.10 任何情况下，舱底水总管的内径不得小于最大舱底水支管的直径。

4.4.3.11 一般舱底水支管内径应不小于40mm。对于船长不大于20m的高速船其舱底水支管内径可以适当减小，但不得小于25mm。

4.4.3.12 为防止水密舱室间、水密舱与机器处所间、干燥舱室与海水或舱柜间出现沟通，下列管路或附件上应装设截止止回阀：

(1) 直通舱底泵吸入管；

(2) 舱底泵和舱底水总管的连接管；

(3) 舱底水分配阀箱；

(4) 直接与舱底泵或与舱底水吸入总管相连的舱底水吸入软管接管。

4.4.3.13 低于限界线下的防撞舱壁只准穿过一根管子，以处理首尖舱内的液体。该管应有能在舱壁甲板以上操作的阀和表明阀启闭状态的指示装置，且该阀须装设在首尖舱舱壁的首尖舱一侧。经本社同意后也可以采用手动泵对首尖舱进行排水。

4.4.3.14 舱底水总管不得布置在该船能考虑到的可能出现的破舱穿透深度范围内。舱底水管应有防止装有舱底水吸管的舱室，因该管断裂或管子在其他舱室内由于碰撞或搁浅受损致使此舱浸水的设施，为此，当该管子的任何部分位于上述破舱穿透深度范围内时，应在其开口端所在舱室内的管子上装设止回阀。

4.4.3.15 首尖舱以上的锚链舱和水密舱(若有)，尾尖舱以上的小围蔽舱室和机舱室，应设手动泵或通过接至动力舱底泵的吸口进行排水。

4.4.3.16 控制舱底水吸入的必要的阀，应能从基准面以上进行操纵。

4.4.3.17 与舱底水抽吸装置相连的所有分配阀箱以及手动操纵阀的所在地点，在正常情况下均应易于接近。

4.4.3.18 海水进口阀的阀杆，应延伸到机舱花钢板以上的适当高度。

4.4.3.19 所有的舱底水吸入管直到与舱底泵连接前，应独立于其他管系。

4.4.3.20 在预期最不利的破损情况下，任何位于水面以上的处所，可以通过装有止回阀的排水管，把水直接排至舷外。

4.4.3.21 任何要求设置舱底水抽吸装置的无人值班处所，均应设有舱底水报警装置。

4.4.3.22 所有的动力舱底泵，均应为自吸式泵。

4.4.3.23 连接应急舱底水吸口的冷却水泵，不必为自吸式泵。

4.4.3.24 在多体高速船的每一片体及每艘单体高速船上，应设有符合下列规定的舱底泵：

(1) 至少应设有两台舱底泵，其中一台可为机带泵；

(2) 舱底泵应是动力驱动的泵，可以是固定式的，也可以是可携式的。对于船长小于20m的高速船，允许只设一台动力舱底泵。对于排量小于1.5m³/h的舱底泵允许采用手摇泵；

(3) 每台舱底泵的排量Q不得小于按下式计算的值：

$$Q = 3.75(1 + L/36)^2 \quad m^3/h$$

式中：L ——排水状态时设计水线处钢体船体的长度，m。

经本社同意，可以采用较小排量的舱底水泵，但每一台泵的排量应不小于下式计算值：

$$Q = 0.05W_t \quad m^3/h$$

最小为 1 m^3/h。

式中：W_t ——空船重量，t。

(4) 对于多体高速船，如果某一个片体内的舱底水可以由其他片体内的舱底泵抽吸时，该片体内可仅设一台舱底水泵；

4.4.3.25 对于全垫升气垫船机器处所的舱底水系统的布置，在取得本社同意后，可作特别考虑。

4.4.3.26 B类高速客船应满足以下要求：

(1) 舱底水管系的布置应至少有一台动力舱底水泵在高速船被要求的所有浸水情况下可以使用。此项要求可采取下列方法之一予以满足：

① 所要求的舱底水泵之一应为一台有应急动力源的可靠的潜水式泵；或

② 各舱底水泵及其动力源应分布在高速船的全长范围内，浸水时至少在未破损的舱室内有一台泵能供使用。

(2) 与舱底水抽吸系统相连的分配阀箱、旋塞和阀的布置，应在任一舱室万一浸水时，所设的舱底水泵之一可以工作。另外，一台泵或其与舱底水总管的连接管损坏，不应使舱底水系统失去作用。在除了主舱底水抽吸系统之外，还设有一个应急舱底水抽吸系统时，他应独立于主系统，且其布置应有一台泵在任一舱室发生可能的浸水情况下可以工作，在这种情况下仅应急系统运转需要的那些阀，应能在基准面以上进行操作；

(3) 在4.4.3.26(2)中所述的所有能从基准面以上操作的旋塞和阀，应在操作地点设置带有明显标记的控制装置，此外，还应设有指示开、关的设施。

4.4.5 排水口和卫生排泄管

4.4.5.1 在各层甲板上，均应设置适当数量和大小的排水孔以便有效地排水。

4.4.5.2 非封闭的上层建筑或甲板室内的处所，其排水孔应通向舷外。

4.4.5.3 干舷甲板以下处所，或干舷甲板上封闭的上层建筑和甲板室内的处所，其排水孔可通向舭部水沟。上述处所的卫生排泄孔，可通向卫生排泄舱柜。

4.4.5.4 在干舷甲板以下处所或干舷甲板上的封闭上层建筑和甲板室内的排水管，当通过在外板上的开孔通至舷外时，均应装设坚固的和便于检查的关闭装置，以防海水浸入船内。

通常，每一独立的舷外排水口均应装设能在干舷甲板以上操纵的截止止回阀。该阀应能从干舷甲板上直接操作，在操纵位置应装有表示该阀开启和关闭的指示器。

4.4.5.5 起源于任何水平面的泄水孔和排水管，不论是在干舷甲板以下大于 450mm 处或在夏季载重水线以上小于 600mm 处穿过外板，均应在外板处设置止回阀。除本节 1.8.3.4 要求外，如管子的壁厚满足下述要求，则此阀可省略。

(1) 管子外径小于或等于 80mm 时，壁厚不小于 7.0mm；

(2) 管子外径等于 180mm 时，壁厚不小于 10mm；

(3) 管子外径等于或大于 220mm 时，壁厚不小于 12.5mm。

管子外径为中间值时，壁厚可用内插法来决定。

4.4.5.6 不属于 4.4.5.5 所述的管子，其壁厚应按下列规定：

(1) 管子外径等于或小于 155mm，其厚度建议不小于 4.5mm；

(2) 管子外径等于或大于 230mm，其厚度建议不小于 6.0mm；

管子外径为中间值时，其厚度可用内插法决定。

4.4.5.7 在 4.4.5.5 条中所要求的阀件和外板附件，应由钢、青铜或其他经本社认可的塑性材料制造，不得采用普通铸铁或类似材料。

4.4.6 空气管

4.4.6.1 所有油舱、水舱、隔离空舱均应装设空气管。空气管应从舱柜的高处引出并远离注入管。

4.4.6.2 当舱柜仅装设一根空气管时，则该空气管不得兼作注入管。

4.4.6.3 空气管不得兼作测量管。

4.4.6.4 空气管的布置，应在任一舱柜破舱浸水后，不致使海水通过空气管进入位于其他水密舱室内的舱柜。

4.4.6.5 空气管的终止应符合下列规定：

(1) 燃油舱、与燃油舱相邻的隔离空舱、位于机器处之外且未设溢流管并能用泵灌装的舱柜的空气管，均应引至干舷甲板以上的露天地点；

(2) 除 4.4.6.5(1)的规定的舱柜外的隔离舱、双层底舱及海水可能涌入的舱柜的空气管，均应引至舱壁甲板以上；

(3) 燃油舱柜的空气管的开口端应位于不致因溢油或油气而产生危险的处所，其管端应装设耐腐蚀和便于更换的金属防火网；

(4) 延伸至露天甲板的所有空气管开口，应装设有效而适当的自动关闭装置，以防在恶劣的气候条件下海水涌入船内；

(5) 滑油舱柜的空气管，如果其出口端位于溢油不致和电气设备及热表面接触之处，则可以终止于机器处所内；

(6) 延伸至干舷甲板或上层建筑甲板以上的空气管，其可能进水处离甲板的高度应分别不小于 760mm 和 450mm。

4.4.6.6 空气管尺寸应符合下列规定：

(1) 对于能用泵通过注入总管灌装的所有舱柜，每一舱柜空气管的总横截面积应比各自注入管有效截面积至少大 25%。且任何情况下上述舱柜空气管的内径不得小于 50mm；

(2) 如舱柜装有溢流管，则该舱柜空气管的横截面积至少应为该舱柜注入管横截面积的 20%。若各自装有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) 露天甲板上的空气管管壁厚度应适当加大。对于钢管，其管壁厚度不得小于下列规定，对于其他管材的管壁厚度应经本社同意：

6mm	钢管外径≤80mm
8.5mm	钢管外径≥160mm

中间值用内插法决定。

4.4.7 溢流管

4.4.7.1 燃油沉淀舱柜、燃油日用舱柜应装设溢流管，且应引向有足够容积的溢流柜或预留有溢流空间的贮存舱柜。

4.4.7.2 溢流管上应装设具有良好照明的观察器，作为等效办法也可装设报警装置。

4.4.7.3 溢流管上不得装设截止阀或旋塞。

4.4.7.4 溢流管的布置，应在任一舱柜破舱浸水后，不致使海水通过总溢流管进入位于其他水密舱室内的舱柜。

4.4.8 测量管

4.4.8.1 所有舱柜、隔离空舱均应设置测量管。除短测量管外，测量管一般应引至舱壁甲板以上易接近地点。燃油舱柜和滑油舱柜的测量管则应引至开敞甲板上的安全地址。

4.4.8.2 舱柜的测量管可用认可型的测量管装置代替。对于容积不大于 500L 的舱柜，如果对液面计的结构、强度和防止机械损坏措施予以特别考虑，经本社同意后可采用玻璃管液面计。

4.4.8.3 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。

4.4.8.4 测量管下端开口处的座板下，应装有适当的防击板。

4.4.8.5 燃油舱和滑油舱柜的短测量管应安装符合规定的自闭式旋塞。

4.4.8.6 测量管的内径不得小于 32mm。

4.4.9 压载系统

4.4.9.1 压载系统的布置和压载舱吸口的数量，应使船舶在正常营运条件下能排除和注入压载舱的水。

4.4.9.2 压载管系布置不得使船外的水或压载舱内水进入货舱机器处所或其他舱室。

4.4.9.3 压载水管不得通过饮水舱、滑油舱。压载管系不得与干货舱及机、炉舱的舱底管系和油舱管系接通。但泵与阀箱之间的连接管、泵排出舷外总管除外。

4.4.9.4 饮用淡水舱兼作压载水舱时，为避免两个系统相互沟通，压载管系应装有盲板或其他隔离装置。

4.4.9.5 用燃油配载的方法进行压载的系统，应符合：

(1) 本章有关燃油系统的全部规定；

(2) 该系统应与水压载系统(若有)可靠地隔离。

4.4.10 舱室通风系统

4.4.10.1 通风管不得通过舱壁甲板以下的水密舱壁，至少应不低于限界线。

4.4.10.2 通风管甲板接管的高度超过 900mm 时，则须有适当的加强支撑。

4.4.10.3 通过非封闭的上层建筑的通风筒，应在干舷甲板上有坚固的钢质或其他相当材料的围板。围板厚度不得小于甲板厚度。

4.4.10.4 通风系统还须符合本规范第 6 章消防的有关规定。

4.4.10.5 机器处所应有足够的通风，以保证该处所中的机器在所有气候包括恶劣气候

条件下全功率运转时，该处所能有充足的空气供应，从而确保工作人员的安全和舒适以及机器的运转。

4.4.10.6 贮存易燃、易爆物品或可能积聚有毒气体、易爆气体的舱室，均应设有安全和有效的通风装置。

4.4.10.7 通风帽应设在开敞甲板上，并尽可能远离排气管、开窗等。

4.4.10.8 通风管口应设有效的风雨密装置，该装置应符合国际载重线公约的有关规定。

第5节 动力管系

4.5.1 燃油管系

4.5.1.1 用于高速船的燃油须符合本章4.1.7.1的规定。当使用闪点为35℃～43℃的燃油时，则燃油系统除应符合本节所有有关规定外，还应符合下列规定：

(1) 燃油贮存舱柜应位于机器处所外，且应布置为距舱壁、甲板、船顶板、底板均应不小于760mm；

(2) 所有安全阀、空气管和溢流管的排出端应设有阻焰器；

(3) 燃油箱柜所在处所应配备有每小时换气不小于6次的机械通风设备。所用的通风机须能避免点燃可燃气体混合物。进、出风口应装有适用的滤网。排气出口应被引至本社认为安全的地点排放。此类处所的出入口应张贴"禁止吸烟"的标牌；

(4) 除接地的本质安全电路之外，不能使用接地配电系统；

(5) 在燃油可能泄漏的所有处所(包括通风系统)采用的电气设备均应是认可安全型的，且在这些处所只能安装满足操作需要的基本的电气设备和附件；

(6) 燃油管路通过的每一个处所均应装设固定式气体探火系统；同时在连续有人的控制站安装报警装置。

4.5.1.2 在不构成船体结构部分的油柜、燃油泵、燃油滤器以及需经常打开进行清洁和调整的燃油装置下面，均应设置油盘。油盘内的残油应泄至专设的污油容器内。

4.5.1.3 用于燃油管系的垫片应采用耐油、耐热的材料制成。

4.5.1.4 燃油柜不得位于因其中燃油溢漏到热表面上而造成危险的地点，设有燃油沉淀柜、日用油柜的处所应有良好的通风并易于人员出入。

4.5.1.5 所有燃油舱柜均应设有安全有效的油位测量装置。不准采用玻璃管液面计。对于因机械损坏或过量注入均不会导致燃油溢出的燃油舱柜，可以采用不需要在舱柜顶板以下穿孔的测量设施。若采用测量管，则应满足：

(1) 测量管不得终止在存在可能点燃测量管溢油危险的处所内。特别是不能终止于公共处所、船员舱室或机器处所内；

(2) 测量管终端应设有适当的关闭装置，以及能防止加油作业时溢油的预防措施。

4.5.1.6 在满足下列条件下，可用其他的油位表来代替4.5.1.5中所述的测量管：

(1) 在客船上，它们不需要从油柜顶部以下部位穿过，而且它们损坏后或燃油柜加油过量时，不得有燃油溢出；

(2) 在货船上。可允许采用本社认可的平板玻璃液面计，但在液面计和燃油柜之间应设有自闭阀；

(3) 如果燃油柜设置在较小失火危险处所，则允许使用玻璃管液面计，但在液面计和燃油柜之间的上、下端连接处，应设有自闭阀。如果上端连接处高于最高液面，则上端的自闭阀可以免设。此外，还应对液面计的结构、强度和防止机械损坏措施给予特别考虑。

4.5.1.7 应采取预防措施，防止任何燃油柜或包括注油管在内的燃油系统的任何部分超压。任何安全阀以及空气管或溢流管，均应排放到安全地点。

4.5.1.8 所有独立驱动的燃油泵的动力供应除能就地切断外，尚须能在所在的处所外面易于到达地点进行应急切断。

4.5.1.9 燃油供油管路上至少应安装两只滤器或一只双联滤器，其布置应能在不中断供给过滤燃油的情况下对滤器进行清洗。

4.5.1.10 泵与吸入管以及排出管之间应设有阀或旋塞，以便将泵和管路切断并打开进行维修。

4.5.1.11 燃油管路必须与其他管路隔离。

4.5.1.12 燃油和其他易燃油类的管系中的接头数量应保持最少，管路应予以遮蔽或适当保护，尽可能避免油雾或漏油射向热表面、电气设备、进入机器空气进口或其他着火源。如布置确有困难时，则该管子应位于良好照明与易于观察之处，且可拆卸管子接头应用带有适当泄放装置的防护遮蔽。

4.5.1.13 燃油和其他易燃油类，不得装在公共处所和船员舱室之前。

4.5.1.14 燃油柜不应位于较大失火危险区域或者与其相连接。但如果油柜由钢或其他等效材料制成，则可以在这种区域存放闪点不低于60℃的燃油。铝合金燃油舱柜的布置，应对船体的破损予以特别考虑。

4.5.1.15 燃油管及其阀件均应是钢质的或其他经认可材料制成，安装在燃油舱柜并承受静压头的阀件，可允许使用球墨铸铁。而且，普通铸铁的阀件可用在设计压力低于0.7MPa和设计温度低于60℃的燃油管系上。经本社同意，必要地方可限制地使用挠性管，但这种挠性管及其端部附件均应采用耐火的具有足够强度的认可材料制成，且这种管路不得穿过水密舱。

4.5.1.16 燃油管路不得穿过乘客舱、船员舱、行李舱或货舱。

4.5.1.17 燃油管路应布置在明显可见和易于接近的地方，并应适当设置固定或弹性元件以避免产生过大的位移和振动。

4.5.1.18 每一燃油管如损坏后会使燃油从设在双层底上方的贮油柜、沉淀柜和日用油柜溢出，则应在这些油柜上装设旋塞或阀门，当油柜所在处所失火时，能在该处所外的安全地点加以关闭。

上述阀门或旋塞除能就地关闭外，尚须能在该舱柜所在处所之外易于接近且安全的地点进行遥控关闭。舱柜容量不大于500L的阀门或旋塞，可免设遥控关闭装置，但日用燃油柜除外。

4.5.1.19 沉淀舱柜应有放水设施。如果未设沉淀舱柜。则燃油舱或日用油柜应有放水设施。放水用的旋塞或阀应为自闭式的，且应有收集油柜排出含油污水的适当舱柜。

4.5.1.20 船舶应通过固定的燃油管加油。注入管应伸入燃油舱柜内并尽可能接近底部。

4.5.2 滑油管系

4.5.2.1 滑油泵排量及管路布置应能确保主机最大功率运转的需要。

4.5.2.2 滑油管系应符合4.5.1.2、4.5.1.18和4.5.1.4至4.5.1.7的规定，但下列二

种情况除外：

(1) 只要经试验表明，玻璃视流器具有适当的耐火能力。则并不排除其在润滑系统中的应用；

(2) 如果装有适当的关闭装置，则可允许测量管位于机器处所内。

(3) 容积小于 500L 的润滑油储存柜，可允许不设 4.5.1.18 所要求的遥控阀。

4.5.2.3 滑油管系应与其他管系隔开。

4.5.2.4 滑油管系应装有滤器。滤器的结构应保证在不停机和不减少向发动机供应过滤滑油的情况下进行内部清洗。

4.5.2.5 滑油管系应设置下列规定的声、光安全装置：

(1) 滑油低压报警装置；

(2) 滑油失压自动停车安全装置。

4.5.2.6 如装有两台或两台以上柴油机，则每台柴油机油底壳引至滑油循环舱柜的泄油管应是独立的。

4.5.3 冷却系统

4.5.3.1 冷却系统应能够在所有运行工况下对润滑油和液压动力油(若设有时)进行合理的冷却，且使油温可靠地维持在规定的温度范围。

4.5.3.2 闭式冷却系统应设淡水膨胀水箱。

4.5.3.3 海水冷却管系或循环系统的冷却水泵应连接不少于两个舷外海水吸口，吸口应尽可能分布在两舷。

4.5.3.4 海水箱和海水冷却泵之间的管路应装有过滤器。其布置应使滤器清洗时不致中断冷却水的供应。

4.5.3.5 所有海水冷却的装置，均应有防蚀措施。

4.5.4 液压传动系统

4.5.4.1 液压系统的设计必须能可靠而满意地完成预定的用途。液压管路及配件强度应能承受管系内可能产生的最高波动压力。

4.5.4.2 液压传动管系中应设有滤油器和溢流阀，溢流一般应回至油箱。

4.5.4.3 管系中如设有蓄能器，则应在进油端装设溢流阀。气压式蓄能器的空气端应设有安全阀或易熔塞，否则应在管路上装设。

4.5.4.4 重要用途液压传动装置中的动力油泵应设有备用泵，且能迅速转换作用。

4.5.5 起动系统

4.5.5.1 驱动推进装置，垫升装置或发电机的柴油机或其他发动机，采用压缩空气起动时，压缩空气系统应符合以下规定：

(1) 空气瓶总量应在不补充空气情况下足以对每台柴油机起动不少于 6 次；

(2) 船上的充气设备的总排量应能在 1h 内由大气压力升至 5.5.5.1(1)规定连续起动所需的压力；

(3) 每台空气压缩机的排出管应直接接至空气瓶。在压缩机和空气瓶之间设有油气分离器或过滤器；

(4) 在通往每台发动机的起动空气管上应设截止止回阀；

(5) 气缸直径大于 230mm 柴油机。其起动空气系统应安装火焰阻止器；

(6) 从空气瓶到主、辅机的起动管路应与空气压缩机的排气管完全分开；

(7) 空气压缩机应设压力表和安全阀。安全阀的开启压力不大于 1.1 倍工作压力。

4.5.5.2 驱动推进装置，垫升装置或发电机的发动机采用电起动方式时，启动设备的总容量必须在不再充装的情况下，足以对每台发动机起动不少于 6 次。

4.5.6 排气系统

4.5.6.1 发动机的排气管一般应设有有效的消音措施。

4.5.6.2 每台发动机的排气系统应为独立的。如 2 台或 2 台以上的柴油机排气管通向共同的消音器或经济器时，每个排气管应装设烟气隔离装置。

4.5.6.3 发动机排气系统的布置应最大限度减少排出废气进入发动机、风机(若有)、有人舱室以及空调系统的进气口。

4.5.6.4 如果排气管穿过位于水线附近的外板引至舷外，则应装设防止海水进入排气管的适当关闭装置。排气管舷外出口高于浮态水线 300mm 以上时，关闭装置可免设。

第 6 节 机器设备

4.6.1 柴油机

4.6.1.1 柴油机应具有本社签发或认可的船用产品合格证书。

4.6.1.2 柴油机的设计与结构应能确保其安全可靠工作，且能符合下列规定：

(1) 柴油机的运动部件应有足够强度，应能承受在设计运转范围内可能出现 的最大热载荷和动力载荷；

(2) 柴油机的机架、机座应有足够的强度和刚度，应能承受设计转速范围内可能出现的最不利的复合载荷，它们包括：

① 正常运转和发生难于完全避免的故障情况下产生的载荷(包括振动载荷)；

② 惯性载荷和回旋载荷。

4.6.1.3 柴油机自由端驱动垫升风机或重要辅助机械时，应满足下列规定：

(1) 曲轴自由端驱动机械总功率应不超过该柴油机允许的前端输出功率；

(2) 应将前端输出功率等有关技术资料提供本社备查，以确保前端传动设计的可靠合理。

4.6.1.4 柴油机在船上的安装应符合下列规定：

(1) 机座应用可靠的方法固定在具有适当刚性的基础上；

(2) 对于带有隔振支承的柴油机弹性安装时：

① 应对支承的整个发动机系统的机械振动进行频率估算，且应向本社提供估算结果以避免共振转速落入实际运行范围；

② 隔振支承的固紧螺栓应严格按照制造厂规定的预紧力矩进行固紧；

③ 对柴油机外部联接的部件，如管路等，应采用挠性联接；

④ 应合理考虑轴系校中，以确保轴系正常运转。

(3) 安装中若采用环氧树脂垫片，则所用的环氧树脂应是经本社认可的，且实际施工应照所认可的规定进行。

4.6.1.5 气缸直径大于 200mm 或曲轴箱容积为 0.6m³ 及以上的柴油机，均应设有有足够释放面积的曲轴箱防爆门。

4.6.1.6 曲轴箱防爆门须经本社认可。防爆门开启压力应不超过 0.02MPa。防爆门的排气应有必要的防火或阻火设施。以尽量减少窜出火焰可能造成的危险和损伤。

4.6.1.7 驱动推进装置或垫升装置的每一台柴油机的调速器和保护装置应符合下列规定：

(1) 应装设两套任何运转工况下均能使柴油机应急停车的可靠装置；

(2) 应装有可靠的调速器，以使柴油机转速不超过额定转速的 115%；

(3) 应装设独立于调速器的超速保护装置，以防止柴油机转速超过额定转速 20%。

4.6.1.8 驱动发电机的每一台柴油机须装的调速器和安全装置应符合下列规定：

(1) 突然卸去或突然加上额定负荷时，其瞬时调速率和稳定调速率应不大于额定转速的 10%或 5%。突加额定负荷时，稳定时间应不大于 5s；

(2) 柴油机额定功率大于 220kW 时，应装设独立于调速器的超速保护装置，以防止柴油机转速超过额定转速的 115%。

4.6.1.9 柴油机的高压油管应可靠地固定和围护，且漏出的燃油应泄至适当的集油柜中，采用软管围护时，软管应是认可型的。

4.6.1.10 柴油机零部件应按下列规定进行液压试验：

(1) 燃油喷射系统(高压油泵体的受压面、喷油器及高压油管)应以最大工作压力的 1.5 倍或最大工作压力加 30MPa 进行液压试验；

(2) 气缸套(冷却腔整个长度内)应进行 0.7MPa 的液压试验；

(3) 排气阀、排气管、增压器等的冷却腔、冷却器，主机自带泵的壳体，试验压力为工作最大压力的 1.5 倍，但不得小于 0.4MPa。

4.6.1.11 驱动推进器装置和垫升装置的柴油机至少应设有下列规定的声、光报警装置：

(1) 滑油低压报警装置；

(2) 冷却水高温报警装置。

4.6.1.12 驱动发电机的柴油机功率大于 35kW，应设滑油低压声、光报警装置。

4.6.2 燃气轮机

4.6.2.1 用于海上高速船的燃气轮机应具有本社认可的船用产品合格证书。

4.6.2.2 燃气轮机的设计、布置和安装应能使其在最高稳定转速内可靠地运转。并且不会因其可能出现的故障而损伤或危及船上人员或船舶的安全。

4.6.2.3 应设有适当的设施将燃气轮机在误起动或停车后可能进入喷管或排气系统内部的燃油排放至安全地点。

4.6.2.4 涡轮机应尽可能加以保护，防止可能吸入工作环境中的沾染物而受到损坏。应采取措施，减少盐垢在压气机和涡轮上积聚，必要时，还要防止进气口结冰。

4.6.2.5 当设有隔音罩时，该隔音罩应把燃气发生器和高压油管完全包围，并设有隔音罩的探火和灭火系统。

4.6.2.6 每台发动机都设有应急超速停车装置，如可能，该装置应直接与每根转子轴连

接。

4.6.2.7 燃气轮机除应装设调速性能为本社可以接受的可靠调速器外，还应设有独立于调速器的超速保护装置，以防止燃气轮机转速超过额定转速15%。

4.6.2.8 中间冷却器和热交换器的每侧应分别进行液压试验。试验压力为每侧最高工作压力的1.5倍。

4.6.3 齿轮传动装置

4.6.3.1 用于海上高速船推进系统和垫升系统的齿轮传动装置应具有本社认可的船用产品合格证书。

4.6.3.2 齿轮轴直径应不小于本章第7节对推力轴直轴的规定直径尺寸。

4.6.3.3 齿轮箱箱体应有足够的强度和刚度，并应设有观察窗和适当的透气装置。

4.6.3.4 齿轮传动装置的任意换排转速(若是)应不低于额定转速的50%。

4.6.3.5 可倒顺齿轮传动装置的换向时间应不大于15s。

4.6.3.6 齿轮传动装置的润滑油温度应不高于70℃。如果齿轮轴承为滚动轴承时，滑油温度应不高于80℃。

4.6.3.7 齿轮传动装置的压力润滑油系统(若是)应：

(1) 设置滑油低压声、光报警装置；

(2) 输入功率大于1470kW时，应设滑油高温声、光报警装置。

4.6.3.8 压力润滑系统中应设有滤器，并应能在不中断供应过滤油的情况下清洗滤器。对于燃气轮机齿轮传动装置的润滑系统应设有磁性滤器。

第7节 轴系和振动

4.7.1 一般规定

4.7.1.1 轴系的设计与布置必须对系统内所有的外力或内力、可能的热膨胀、机器的弹性安装、弹性联接等诸类因素的影响予以必要的考虑。

4.7.1.2 主推进轴系及其传动装置应能承受足够的倒车功率，倒车运转时应不引起主机的超负荷。

4.7.1.3 轴系的材料应符合本规范第7章的有关规定。轴采用锻钢制造时，其材料的抗拉强度应符合下列规定：

(1) 碳钢和碳锰钢为430～600N/mm²；

(2) 合金钢不超过800N/mm²。

4.7.1.4 若轴系中采用碳钢和合金钢以外的材料，本社将作特别考虑。

4.7.2 轴尺寸

4.7.2.1 轴的直径d应不小于按下式计算的值：

$$d=100\cdot C\cdot\sqrt[3]{\frac{N_e}{n_e}\cdot\left(\frac{608}{\sigma_b+176.5}\right)}\quad \text{mm}$$

轴的材料为不锈钢时，轴的直径 d 可取上式计算值的 0.8 倍。

式中：N_e ——轴传递的额定功率，kW；

n_e ——轴传递 N_e 时的转速，r/min；

σ_b ——轴材料抗拉强度 N/mm²，对于中间轴，若 $\sigma_b > 800N/mm^2$，取 $800N/mm^2$，对于螺旋桨轴和尾管轴，若 $\sigma_b > 600N/mm^2$，取 $600N/mm^2$；

C ——系数，按如下规定取值：

$C=1$ 中间轴、垫升轴系、传动轴；

$C=1.1$ 推力轴在推力环处向外等于一个推力轴直径的部分，其余部分可按圆锥减少到中间轴直径；

$C=1.22$ 空气螺旋桨轴，无键套合的或法兰连接的水螺旋桨轴、喷水推进泵轴；

$C=1.26$ 键套合的水螺旋桨轴。

4.7.2.2 对于中空轴，当中孔直径 d_o 大于 $0.4d$ 时，轴的直径需按下式进行修正：

$$d_c = d \cdot \sqrt[3]{\frac{1}{1-(d_o/d_s)^4}} \quad mm$$

式中：d_c ——修正后的轴直径，mm；

d ——4.7.2.1 计算规定的轴直径，mm；

d_o ——轴实际的中孔直径，mm

d_s ——实际轴的直径，mm。

4.7.2.3 直轴上有键时，至少在轴的键槽和从键槽两端延伸到轴直径的 20%长度范围内，轴直径应规定增加 10%，键槽横截面底部的过渡圆角半径应不小于规定直径的 1.25%。

4.7.2.4 轴上钻有径向孔时，至少在孔及从孔两边缘延伸到轴直径的 20%长度范围内，轴直径应较规定直径增加 10%，孔径不得大于规定的轴直径的 30%。

4.7.2.5 轴上槽与孔的边缘应磨光滑。

4.7.3 轴套

4.7.3.1 螺旋桨轴在轴承挡处的铜套厚度 t 应不小于下式规定的值：

$$t = 0.015d + 3.8 \quad mm$$

式中：t ——螺旋将轴在轴承挡处的直径，mm。

位于轴承挡之间的铜套厚度可适当减小，但不得小于 $0.75t$。

4.7.3.2 轴套应是整体铸造。必要时，可以允许轴段由几段组成，但须采用本社认可的方法将其焊成一体。

4.7.3.3 若两段轴套之间的轴使用玻璃钢或其他等效物包覆，则其包覆工艺及轴套衔接处的结构应能有效地防止海水浸入。

4.7.3.4 轴套套入到轴上前，应进行压力为 0.2MPa 的液压试验。

4.7.4 尾管及轴承

4.7.4.1 海水润滑的尾管后轴承的长度应不小于螺旋桨轴规定直径的4倍。

4.7.4.2 油润滑的尾管后轴承的长度应不小于螺旋桨轴规定直径的2倍，且：

(1) 应装有认可型的油封装置；

(2) 应有冷却润滑油的措施。

4.7.4.3 对于本社已认可的有关新型轴承合成材料(如飞龙、赛龙等)，其尾管后轴承长度经本社批准后可适当减小。

4.7.4.4 尾管在船上安装之前，应作压力为0.2MPa的液压试验。

4.7.5 轴系传动装置

4.7.5.1 连接两轴的法兰联轴器，其法兰厚度应不小于4.7.2.1中间轴规定直径的20%。或不小于与轴材料抗拉强度相等的联轴器螺栓直径，二者取大者。法兰根部的过渡圆角应不小于联轴器处实际轴径的8%。

4.7.5.2 连接螺旋桨的法兰联轴器，其法兰厚度应不小于邻近联轴器法兰处螺旋桨轴实际直径的25%。法兰根部的过渡圆角半径应不小于联轴器处实际轴径的12.5%。

4.7.5.3 法兰联轴器圆角处应光滑，且在螺栓头和螺帽处不形成凹槽。

4.7.5.4 夹壳式联轴器应装有键，夹紧长度应不小于联轴器处实际轴直径的1.2倍，且需保证夹紧后产生的摩擦力矩不小于传递的额定扭矩及必需考虑的振动扭矩之和。

4.7.5.5 联轴器完全依靠键安装到轴上时，键材料的抗拉强度不得小于轴材料的抗拉强度，键受剪切的有效截面积应满足下式的规定：

$$BL \geqslant \frac{d^3}{2.6 d_m} \quad \text{mm}$$

式中：B——键的宽度，mm；

L——键的有效长度，mm；

d——本节4.7.2.1确定的中间轴直径，mm；

对于合金钢轴，取$\sigma_b = 430\text{N/mm}^2$后，按4.7.2.1公式计算所得值，mm；

d_m——键中部处轴直径，mm。

4.7.5.6 无键液压套合到轴上的联轴器，应符合下列规定：

(1) 一般可按经本社审查批准的轴向推入量进行液压套合；

(2) 套筒式联轴器应具有至少能传递2.7倍额定扭矩的能力，其最大过盈的当量应力不超过传递元件材料的屈服应力的70%。

4.7.5.7 联轴器接合面处的螺栓应符合下列规定：

(1) 紧配螺栓的直径d_f应不小于按下式规定的计算值：

$$d_f = 15.92 \cdot \sqrt{\frac{N_e \cdot 10^6}{n_e \cdot Z \cdot D \cdot \sigma_b}}$$

式中：N_e——轴传递的额定扭矩，kW；

n_c ——轴传递 N_c 时的转速，r/min；

Z ——螺栓数；

D ——节圆直径，mm；

σ_b ——螺栓材料抗拉强度，N/mm²。所选材料抗拉强度不应小于 430N/mm²，计算时所取值应不小于中间轴材料的抗拉强度，但不高于 1000N/mm²。

(2) 如采用普通螺栓时：

① 螺栓螺纹根部直径 d_n 应不小于下式计算的规定值：

$$d_n = 25 \cdot \sqrt{\frac{N_c \cdot 10^6}{n_c \cdot Z \cdot D \cdot \sigma_b}}$$

式中符号意义与 4.7.5.7(1)相同；

② 该螺栓安装时的预紧力计算需提交本社审查批准。

4.7.5.8 单桨推进系统的液压离合装置应设有必要设施以便在失去液压的应急情况下至少能传递额定扭矩的 1/3。

4.7.6 轴系校中

4.7.6.1 推进轴系、垫升轴系的校中应做到在所有运转状态下具有合理的轴承反力和本社可接受的轴弯曲应力。

4.7.6.2 轴承的数量以及布置应合理，且尽量把船体变形对轴系校中可能产生的影响减至最小。

4.7.7 轴系振动

4.7.7.1 只有在轴系振动计算书批准后，整个轴系和推进器的批准才是有效的。

4.7.7.2 所有海上高速船推进轴系的扭转振动特性计算应提交本社审查，且应符合本社有关规定。

4.7.7.3 功率大于 220kW 的垫升轴系的扭转振动特性计算应提交本社审查，且其轴系部件(轴、联轴器、齿轮箱等)应符合本社对推进轴系的相应规定。

4.7.7.4 所有海上高速船推进轴系的回旋振动特性计算应提交本社审查。一般轴系回旋振动叶片次共振转速不应在 0.85～1 倍额定转速范围内出现。

4.7.7.5 气垫船垫升轴系的回旋振动特性计算应提交本社审查。一般轴系的回旋振动一次共振转速不应在 0.85～1.2 倍额定转速范围内出现。

4.7.7.6 轴系的扭转振动应力或振动扭矩超过本社规定的持续运转许用值，应设置“转速禁区”在此禁区内，机器不得持续运转。一般在0.8～1倍额定转速范围内不得设禁区。禁区范围照如下规定划分：

$$\frac{16n_c}{18-r} \sim \frac{(18-r)n_c}{16}$$

式中：n_c——共振转速，r/min；

n_e ——额定转速，r/min；

$r = n_c/n_e$。

第 8 节　推进器

4.8.1　一般规定

4.8.1.1　用于海上高速船的推进器包括水螺旋桨、空气螺旋桨、喷水推进器或其他等效的推进装置。

4.8.1.2　螺旋桨桨叶固紧螺栓应是锻钢材料制成，其材料最小抗拉强度不得小于 430N/mm²。

4.8.2　水螺旋桨

4.8.2.1　螺旋桨及其附件的固定螺钉、螺母等，均应有可靠的防止松动及防蚀措施。

4.8.2.2　为改善螺旋桨激励给予船体影响，应考虑螺旋桨与船壳板间必要的最小间隙。

4.8.2.3　螺旋桨桨叶厚度

(1)　螺旋桨桨叶厚度 t（固定螺距螺旋桨为 0.25R 和 0.6R 剖面处，可调螺距螺旋桨为 0.35R 和 0.6R 剖面处）应不小于按下式计算所得的值：

$$t=\sqrt{\frac{Y}{K-X}}$$

式中：Y——功率系数，按下式计算；

$$Y=\frac{1.3A_1N_e}{Zbn_e}$$

其中：$A_1=\frac{D}{P}(K_1-K_2\frac{D}{P_{0.7}})+K_3\frac{D}{P_{0.7}}-K_4$

D ——螺旋桨直径，m；

P ——计算剖面处的螺距，m；

$P_{0.7}$ —— 0.7R 剖面处的螺距，m；

R ——螺旋桨半径，m；

N_e ——主机的最大持续功率，kW；

Z ——桨叶叶数；

b ——计算剖面处的桨叶宽度，m；

n_e ——主机最大持续功率时螺旋桨的转速，r/min；

K_1、K_2、K_3、K_4 ——系数，查表 4.8.2.3(1)；

K ——材料系数，查表 4.8.2.3(2)，表以外的材料的 K 值可参照决定，并应取得本社同意；

X ——转速系数，按下式计算：

$$X=\frac{A_2GA_dn_e^2D^3}{10^{10}Zb}$$

其中：$A_2=\frac{D}{P}(K_5+K_6\varepsilon)+K_7\varepsilon+K_8$

D、P、n_r、Z、b——同 4.8.2.3(2)；

ε——桨叶后倾角，°；

G——桨叶材料密度，g/cm³；

A_d——螺旋桨圆盘面积比；

K_5、K_6、K_7、K_8——系数，查表 4.8.2.3(1)。

表 4.8.2.3(1)

K_i / r	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	K_6	K_7	K_8
0.25R	634	250	1410	4	82	34	41	380
0.35R	520	285	1320	16	64	28	57	420
0.60R	207	151	635	34	23	12	65	330

表 4.8.2.3(2)

材　料	铜　合　金			奥不氏锈体钢	铁氏素体体不与锈马钢
	Cu1 锰青铜 Cu2 镍锰青铜	Cu 镍铝青铜	Cu 锰铝青铜		
最小抗拉强度 σ_b N/mm²	440	590	630	450	500
材料密度 G g/cm³	8.3	7.6	7.5	7.9	7.9
材料系数 K	1	1.38	1.17	1.04	1.04

(2) 对于随边尾翅的机翼型剖面，其 A_1 值应在按 4.8.2.3(1)中列出的 A_1 公式算得的值的基础上增加 ΔA_1 值。ΔA_1 值取 30% A_1 或者按该尾翅剖面的实际剖面数 W 计算：

$$\Delta A_1=(\frac{11.25t^2b}{W}-95)\%A_1$$

式中：t——计算剖面的桨叶厚度，mm；

b——计算剖面处桨叶宽度，mm；

W——计算剖面的实际剖面模数，mm³。

(3) 若根据可靠的伴流测量数据及详尽的疲劳分析方法设计螺旋桨，所得的桨叶厚度小于 4.8.2.3(1)的规定时，则应将详细的桨叶应力计算书提交本社审查；

(4) 根据螺旋桨的使用情况，本社可以要求提供详细的伴流数据或增大叶片厚度；

(5) 对于 n_r 超过 1000r/min，轴系斜率超过 5°的螺旋桨，为避免在桨叶根部产生空蚀现

象，应在每个桨叶的根部开减压孔，如通过螺旋桨模型试验证实的桨叶根部没有空泡产生，则可不开减压孔，但应向本社提交模型试验报告。如桨叶根部开有减压孔，则决定根部剖面的桨叶厚度时应计及开孔的剖面损失；

(6) 螺旋桨制造材料应经本社认可。

4.8.2.4 可调螺距螺旋桨还应符合下列规定：

(1) 可调螺距螺旋桨的液压传动系统必须装有独立的备用泵，其容量应不小于单机正常运转时所需的容量；

(2) 螺旋桨的液压传动系统、操纵系统等，应能确保桨的可靠正常工作；

(3) 任意工况下，可调桨应能稳定工作，0°螺距角时，其波动值不超过±0.5°；

(4) 额定转速下操纵可调桨，从正(或负)全负荷螺距角的1/3到负(或正)全负荷螺距角1/3所需时间不超过15s；

(5) 可调桨的叶片与桨毂间应有良好的防水、沙渗入及润滑油脂泄漏的密封装置。

4.8.2.5 螺旋桨与螺旋桨轴的安装应符合下列规定：

(1) 螺旋桨与螺旋桨轴的连接螺栓应为紧配螺栓，其直径至少应比4.7.5.7(1)计算的值增大5%；

(2) 螺旋桨轴锥端的锥度应不超过1/12，油压无键安装的螺旋桨，锥度应不超过1/15；

(3) 螺旋桨轴或桨毂孔的圆柱体与圆锥体交界处应光滑过渡，不应有凸肩或圆角；

(4) 如用键安装时，桨毂前端配合面的长度应不小于螺旋桨轴直径，轴上键槽前端应平滑，轴上键槽前端到轴锥部大端的距离应不小于0.2倍锥部大端的直径。键应用螺钉固定在轴上。螺钉孔不应放在距前端键长1/3范围内。螺钉孔深度应不超过螺钉孔直径，且孔边缘应打磨光滑。

(5) 对于完全用键传递扭矩时，键材料抗拉强度不应小于轴材料抗拉强度，键受剪切的有效截面积应满足下列规定：

$$BL>\frac{d^3}{2.35d_m} \quad \text{mm}^2$$

式中：B——键的宽度，mm；

L——键的有效长度，mm；

d——4.7.2.1确定的中间轴直径，mm，对于合金钢轴，取$\sigma_b=430\ \text{N/mm}^2$后，按4.7.2.1公式计算所得值；

d_m——键中部处轴直径，mm。

(6) 螺旋桨油压无键安装：

① 螺旋桨套合到轴上的推入量S应满足下式规定：

$$S_1\leqslant S\leqslant S_2 \quad \text{mm}$$

$$S_1=\frac{1}{K}\left[47750\times10^4\frac{N_e}{An_e}\left(\frac{C_1}{E_1}+\frac{C_2}{E_2}\right)+(\alpha_2-\alpha_1)(35-t)d_1+0.03\right] \quad \text{mm}$$

$$S_2=\frac{1}{K}\left[0.7\sigma_S d_1\frac{K_2^2-1}{\sqrt{3K_2^4+1}}\left(\frac{C_1}{E_1}+\frac{C_2}{E_2}\right)-(\alpha_2-\alpha_1)d_1 t\right] \quad \text{mm}$$

式中：S_1 ——最小轴向推入量，mm；

S_2 ——最大轴向推入量，mm；

K ——螺旋桨轴端锥度，$K\leqslant 1/5$；

N_e ——传递到螺旋桨轴的额定功率，kW；

n_e ——传递 N_e 时的转速，r/min；

A ——螺旋桨毂与螺旋桨轴的理论接触面积，mm^2；

$C_1=\dfrac{1+K_1^2}{1-K_1^2}-\mu_1$；

$C_2=\dfrac{K_2^2+1}{K_2^2-1}+\mu_2$；

$K_1=\dfrac{d_0}{d_1}$；

$K_2=\dfrac{d_2}{d_1}$；

d_0 ——轴中孔直径，mm；

d_1 ——套合接触长度范围内轴的平均直径，mm；

d_2 ——桨毂的平均外径，mm；

μ_1 ——0.30；

μ_2 ——螺旋桨材料的泊松比，对铜质一般可取 $\mu_2=0.34$；

$E_1=20.6\times10^4$ N/mm^2；

E_2 ——螺旋桨材料的弹性模数，对铜质一般可取 $E_2=11.77\times10^4$ N/mm^2；

t ——螺旋桨套合时的温度，℃；

$\alpha_1=11\times10^{-6}$ 1/℃；

α_2 ——螺旋桨材料的线膨胀系数，对铜质的一般可取 $\alpha_2=18\times10^{-6}$ 1/℃；

σ_S ——螺旋桨材料的屈服强度，N/mm^2。

② 在套合之前，桨毂与轴锥部的实际接触面积应不小于理论接触面积的70%，一般可着色进行检查；

③ 在套合之前，应使螺旋桨与轴的温度相等，配合表面应清洁、无油脂。螺旋桨的配合情况应在车间内进行验证；

④ 作出与温度有关的安装曲线及相应的负荷资料，应保留在船上。同时应备有必要的拆装专用工具。

4.8.3 **空气螺旋桨**

4.8.3.1 空气螺旋桨应具有适用的产品合格证书方可装船使用。

4.8.3.2 空气螺旋桨的材料应经本社同意。

4.8.3.3 空气螺旋桨的设计、制造及安装应能确保其具有满意的工作性能，且有足够的强度，应能可靠安全工作。

4.8.4 喷水推进器

4.8.4.1 高速船采用的喷水推进器应具有本社的船用产品合格证书。

4.8.4.2 喷水推进器应具有承受所有可能运转工况的负荷的能力。

4.8.4.3 喷水推进器泵轴还应符合 4.7.2 的有关规定。

4.8.4.4 喷水推进器的安装，包括轴系的对中，应使推进系统所有运转工况正常安全工作。

4.8.4.5 喷水推进器壳体应进行 1.5 倍最大工作压力的液压试验。

4.8.4.6 应装设认可型的油封以防海水进入喷水推进器的油润滑部件。

4.8.4.7 喷水推进器起方向控制装置功能作用的部分应符合本章第九节的有关规定。且其控制系统应能从驾驶室内外操纵。

4.8.4.8 船体为铝合金时，喷水推进器安装在船上时，应考虑有效地防止电化腐蚀。

4.8.4.9 应在驾驶室设有显示喷水器水泵转速和喷水器倒车斗位置的指示装置。

第 9 节 方向控制装置

4.9.1 一般要求

4.9.1.1 本节是对水舵、空气舵、舵桨装置以及其他等效的方向操纵控制装置的规定。

4.9.1.2 操舵装置应具有本社认可的船用产品合格证书。

4.9.1.3 操舵装置的液压系统还须符合本章第 5 节的有关规定。

4.9.2 定义

4.9.2.1 “主操舵装置”是在正常航行情况下为驾驶船舶而使舵产生动作所必须的机械、舵执行器、操舵动力设备（如设有）以及附属设备和对舵杆施加扭矩的设施（如舵柄或舵扇）。

4.9.2.2 “辅助操舵装置”是如主操舵装置失效时为驾驶船舶所必须的设备。它不属于主操舵装置的任何部分。但不包括转动舵柄、舵扇或作同样用途的部件。

4.9.2.3 “操舵装置动力设备”是：

(1) 如为电动舵机是指电动机及其辅助的电气设备；

(2) 如为电动液压舵机是指电动机及其辅助的电气设备，以及与电动机相连接的泵；

(3) 如为其他液压舵机是指原动机及其连接的泵。

4.9.3 可靠性

4.9.3.1 海上高速船应设有主操舵装置和辅助操舵装置，以确保船舶的操舵控制不因它们中之一失效而受影响。

4.9.3.2 如果主操舵装置具有两台或两台以上的动力设备，则满足下列条件之一时，可免设辅助操舵装置：

(1) 当任一台动力设备不工作时，主操舵装置的工作仍能使本社满意；

(2) 主操舵装置的管系或一台动力设备发生单项故障时，能采用隔离的方法，使操舵能力得以保持或迅速恢复。

4.9.3.3 采用具有方向控制功能喷水推进器的高速船，可免设辅助操舵装置。

4.9.3.4　主操舵装置采用非动力操纵控制的机构时，可免设辅助操舵装置。

4.9.3.5　操舵装置动力设备的动力源发生故障失效再恢复工作时动力设备应能立即起动运转。

4.9.4　报警

4.9.4.1　液压动力操舵装置每一液压系统的循环油箱应设低位报警器，且能在机器处所和驾驶室发出声、光报警信号。

4.9.4.2　操舵装置动力设备的动力源发生故障时，应在驾驶室发出声、光报警信号。

4.9.5　其他

4.9.5.1　人力操舵装置只有当其操作力在正常情况下不超过160N，且确保结构不致对操舵手轮产生破坏性的反冲作用时，方允许装船使用。

4.9.5.2　所有海上高速船包括全垫升气垫船首推进器操作控制装置在内的操舵装置，其传动链中的任何故障出现应不会危及到船舶的安全。

第10节　国际航行高速船的特殊要求

4.10.1　B类高速客船应满足下列要求：

4.10.1.1　应至少设有两套独立推进装置，以便在一台发动机或其支持系统发生故障时，不致造成另外的发动机或发动机系统失效，而且应在机器处所内或机器处所附近设有附加的机器控制装置。

4.10.1.2　万一任一舱室发生火灾或其他灾祸时，应能维持重要机器和控制装置的运转和操作能力，以便该高速船依靠其自身的动力返回避难港口。

4.10.2　高速货船应满足下列要求：

4.10.2.1　万一任一舱室发生火灾或其他灾祸时，应能维持重要机器和控制装置的运转和控制能力。

4.10.3　舱底水系统

4.10.3.1　每一舱底泵的排量Q不得小于按下式计算之值：

$$Q = 5.66d_1^2 \times 10^{-3} \qquad m^3/h$$

式中：d_1——舱底水总管内径，mm；按4.10.3.2所述公式计算。

4.10.3.2　舱底水总管的内径d_1应不小于按下式计算之值：

$$d_1 = 25 + 1.68\sqrt{L(B+D)} \qquad mm$$

式中：L——第1章所定义的船长，m；

B——对单体高速船为第1章1.1.5.4所定义的船宽；而对多体高速船为每个片体在设计水线处或设计水线以下的船体宽度，m；

D——至基准面处高速船的型深，m。

4.10.3.3 每片体舱底泵的总排量，应不低于4.10.3.1所定义的舱底泵排量的2.4倍。

4.10.3.4 在舱底水抽吸管系布置中，除了公共处所和船员居住舱室前面的舱室以外的处所，若未设舱底水总管时，每一处所至少应设有一台固定式的潜水泵，此外，还至少应设有一台能用于各个处所的移动式泵，而该泵要是电动泵，则应由应急电源供电。每台潜水泵的排量应不小于下述规定：

$$Q_s = Q/(N-1) \qquad t/h$$

最小值为$8m^3/h$。

式中：N——潜水泵数量；

Q——4.10.3.3所规定的总排量，m^3/h。

4.10.3.5 B类高速船至少应设3台而A类高速船至少应设2台与舱底水总管相连的动力舱底泵，其中之一可由推进主机驱动。满足4.10.3.4条规定者除外。

4.10.3.6 每一艘高速客船均应满足4.4.3.27(1)至4.4.3.27(3)条的要求。

4.10.3.7 对于高速货船，至少应设置2台与舱底水总管相连接的动力舱底泵，其中一台可由推进主机驱动，如果本社认为高速船的安全未受损害，则个别舱室内的舱底水抽吸装置可以免除。或者可按照4.10.2.4的要求来设置舱底水抽吸装置。

4.10.3.8 对于多体高速货船，除非在一个片体内的一台舱底水泵能抽吸其他片体内的舱底水，否则，每片体至少应设有2台动力舱底水泵，而至少有一台应为独立动力泵。

4.10.3.9 多体高速客船的每一片体至少应设2台舱底水泵。

4.10.3.10 每个设有推进原动机的机器处所，应设有一个应急舱底水吸口，该吸口应通往除舱底泵及油泵以外的最大可用动力泵。

4.10.4 动力管系

4.10.4.1 本章4.5.1.6(3)条不应适用于各种高速船。

第5章 电气装置

第1节 通 则

5.1.1 一般要求

5.1.1.1 本章规定适用于各种海上高速船上的电气装置。

5.1.1.2 本章仅对与高速船安全有关的电气装置的系统设计和安装等作出规定。在高速船上使用的各种电气设备的制造和试验，应符合本社《钢质海船入级与建造规范》第4篇的有关规定。但环境条件应遵照本章规定。

5.1.1.3 船上电气装置应能确保：

(1) 为保持船舶处于正常操纵状态和满足正常生活条件所必需的所有电力辅助设备供电，而不需求助于应急电源；

(2) 在各种紧急状态下，向安全所必需的电气设备供电；

(3) 乘客、船员及船舶免受电气事故的危害。

5.1.1.4 电气设备的设计和安装应使船舶在航行时极少有发生故障的可能。

5.1.2 环境条件和工作条件

5.1.2.1 电气设备应在下列环境条件下正常地工作：

(1) 环境温度如下表所列，但适用于电子设备的环境空气温度的上限为：55℃。

介质	部 位	温 度 ℃	
		无限航区	除热带海区以外的有限航区
空气	封闭处所	0～45	0～40
	温度超过45℃(或40℃)和低于0℃的处所	按这些处所的温度	按这些处所的温度
	开敞甲板	−25～45	−25～40
水		32	25

(2) 倾斜摇摆如下表所列：

设备、组件	倾 斜 角 °			
	横 倾	横 摇	纵 倾	纵 摇
应急电气设备、开关设备、电器和电子设备	22.5	22.5	10	10
上列以外的设备、组件	15	22.5	5	7.5

(3) 潮湿空气、盐雾、油雾和霉菌。

(4) 船舶在正常营运中所产生的振动和冲击。

5.1.2.2 电气设备应能在下表规定的电压和频率偏离额定值的波动情况下可靠工作：

设 备	参 数	稳态 %	瞬 态	
			%	恢复时间 s
一般设备	电 压	+6 至 −10	±20	1.5
	频 率	±5	±10	5
由蓄电池供电的设备：				
充电期间接于蓄电池者	电 压	+30 至 −25		
充电期间不接于蓄电池者	电 压	+20 至 −25		

5.1.2.3 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。

5.1.3 设计和安装

5.1.3.1 所有电气设备的设计和安装应考虑安全和便于检修。

5.1.3.2 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和防止电化腐蚀的措施。

5.1.3.3 应急警报装置的控制器，应涂上红色和设有标明其用途的耐久铭牌。

5.1.3.4 调节电阻、起动电阻、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。

5.1.3.5 电气设备不应贴近油舱、油柜等外壁表面安装，若必须安装时，则电气设备与此类表面之间，至少应有50mm的距离，但5.1.3.4中规定的电气设备，严禁在上述油舱、油柜外壁表面安装。

5.1.3.6 在机器处所内花钢板以下封闭的燃油分离机处所内不准安装插座。

5.1.3.7 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，均应有防止偶然触及的防护措施。

5.1.3.8 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。

5.1.3.9 在水密的舱壁、甲板上，不应钻孔以螺钉紧固电气设备及电缆。

5.1.3.10 电气设备及电缆，不应安装在最高一层连续甲板以下的船舶外板上。

5.1.3.11 电气设备的外壳防护型式，应符合国际电工委员会(IEC)第529号出版物《外壳防护型式的分级》或与其等效的国家标准的规定。表示防护等级的标志符号由IP字母后面加两位数字组成：

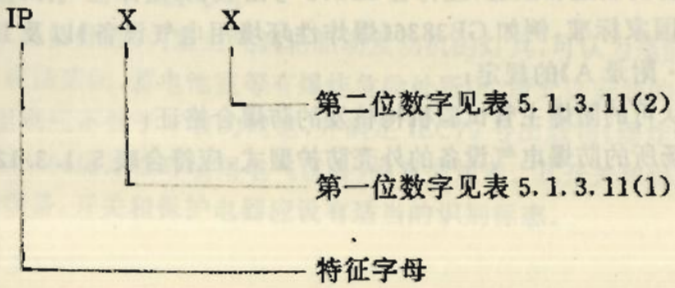


表 5.1.3.11(1)

第一位数字	防护等级	
	简要说明	定义
0	无防护	没有专门的防护
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 的固体
4	防护大于 1.0mm 的固体	厚度大于 1mm 线或片状物，直径超过 1mm 的固体
5	防尘	并不防止全部尘土进入，但进入量不能达到防碍设备正常运转的程度
6	尘密	无尘土进入

表 5.1.3.11(2)

第二位数字	防护等级	
	简要说明	定义
0	无防护	没有专门的防护
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°角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	猛烈海浪或强烈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

5.1.3.12　电气设备的外壳防护型式的选择，应与安装的场所相适应，除另有明文规定外，其最低防护等级应符合表 5.1.3.12 的要求。

5.1.3.13　若需在有爆炸危险的处所安装电气设备，则必须为符合下列要求的合格防爆电气设备：

(1)　防爆电气设备的制造和试验，应符合 IEC79 号出版物《爆炸性气体环境中使用的电气设备》或与其等效的国家标准，例如 GB3836《爆炸性环境用电气设备》以及 IEC92—502 号出版物《专辑——油船·附录 A》的规定；

(2)　应具有本社认可的防爆主管试验机构核发的防爆合格证；

(3)　安装在不同场所的防爆电气设备的外壳防护型式，应符合表 5.1.3.12 的规定。

表 5.1.3.12

(1) 处所	(2) 环境条件	(3) 防护等级	(4) 设备							
			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	×	—	×	×	×	×	×	×
干燥的控制室			×	—	×	×	×	×	×	×
控制室（驾驶室）	滴水和（或）中等机械损伤危险	IP22	×	—	×	×	×	×	×	×
机炉舱（花钢板以上）			×	×	×	×	×	×	×	IP44
舵机室			×	×	×	×	×	×	—	IP44
冷藏机室（氨装置室除外）			×	—	×	×	×	×	—	IP44
机炉舱（花钢板以下）	较大的水和机械损伤危险	IP34	—	—	IP44	—	×	IP44	—	IP55
封闭的燃油分离器室			IP44	—	IP44	—	×	IP44	—	IP55
封闭的润滑油分离器室			IP44	—	IP44	—	×	IP44	—	IP55
压载泵舱	较大的水和机械损伤危险	IP44	×	—	×	×	IP34	×	—	IP55
干货舱	喷水危险货物粉尘存在，严重机械损伤，腐蚀性气体	IP55	—	—	—	—	×	—	—	×
露天甲板	大量浸水的危险	IP56	×	—	×	—	IP55	×	—	×

注：① 表中“×”表示按(3)栏要求；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，应采取其他措施，或改善安装场所条件来确保本表要求。

5.1.3.14 除另有明文规定者外，高速船上通常使用下列几种类型的防爆电气设备：

(1) 本质安全型 E_x“i”；

(2) 隔爆型 E_x“d”；

(3) 增安型 E_x“e”；

(4) 正压型 E_x“p”。

此外，具有正压型外壳、内装空气涡轮驱动发动机的灯具，可认为是防爆灯具。

5.1.3.15 在油漆间、蓄电池室等有爆炸危险处所中，所允许安装的合格防爆电气设备的类、级别和温度组别应不低于下表的规定，并满足 IEC79 号出版物《爆炸性气体环境中使用的电气设备》或 GB3836《爆炸性环境用电气设备》的有关规定。其开关和保护电器均应能分断所有极或相。这些设备、开关和保护电器应设有适当的识别标志。

表 5.1.3.15

处　所	类、级别	温度组别
蓄电池室	ⅡC	T1
油漆间	ⅡB	T3
乙炔贮藏室	ⅡC	T2

5.1.4　接地

5.1.4.1　电气设备的带电部件以外的所有可接近的金属部件均应接地，除非这些电气设备符合下列条件之一：

(1)　所用电的电压，直流不超过 50V 或导体间均方根不超过 50V；不应用自耦变压器实现这个电压；或

(2)　由安全绝缘的变压器供电，电压不超过 250V，同时这种变压器只向一个用电装置供电；或

(3)　是根据双层绝缘的原理制造的。

5.1.4.2　如果电气设备直接紧固在船体的金属结构上或紧固在与船体金属结构有可靠电气连接的底座(支架)上，可不另设置专用导体接地。

5.1.4.3　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。

5.1.4.4　若采用专用导体接地，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低于表 5.1.4.4 规定。

表 5.1.4.4

接地导体的型式	相关的载流导体截面积 S mm²	铜接地导体为最小截面积 Q mm²
软电缆或软电线中的连续接地导体	$S \leqslant 16$	$Q = S$
	$S > 16$	$Q = S/2$，但不小于 16
固定敷设电缆中的连续接地导体	$S \leqslant 16$	$Q = S$，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	$S \leqslant 2.5$	$Q = S$，但不小于 1.5
	$2.5 < S \leqslant 120$	$Q = S/2$，但不小于 4
	$S > 120$	$Q = 70$

5.1.4.5　可移动和可携电气设备的不带电的裸露金属部分，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 5.1.4.4 的要求。

5.1.4.6　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。

5.1.4.7　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。

5.1.4.8　不能允许只有用电缆的铅护套作为接地的唯一措施。

5.1.4.9　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 1.5mm²。

5.1.4.10　非金属船体的高速船应满足如下规定：

(1)　船上全部电气设备的金属部件应连接在一起，以形成一个连续的导电系统，并连接至一块面积不小于 0.2m² 的任何金属表面的接地板上，此金属接地板的位置应保证在任何航行状况下均浸没在水中。在连接时应尽可能考虑到不同金属之间的电化腐蚀；

(2)　燃油舱中金属部件里的独立元器件也应连接至接地导体；

(3)　每一个压力加油点应设一能使加油设备与船舶连续接地导体连接的设施；

(4)　能释放静电的金属管应在其全长上保持电气连续性，并应可靠接地；

(5)　用作静电释放或设备的搭接而将船上金属部件相互连接的导体应以截面积不小于 5mm² 的铜导体或具有相同载流能力的铝导体制成；

(6)　应设有可靠的避雷针；

(7)　避雷针应以直径不小于 8mm 的铜导体或具有相同载流能力的铝导体制成，避雷针应至少高出桅顶 150mm；

(8)　避雷针应以截面积不小于 50mm² 的铜导体或具有相同载流能力的铝导体与(1)所述的金属接地板作可靠的电气连接；

(9)　接地导体与金属部件之间的电阻不应超过 0.05Ω，除非经证明更高的电阻不会引起危险。连接导体应具有足够的截面积以使传送其所承受的最大电流而无过多的电压降。

5.1.4.11　对金属船体而具有非金属桅的高速船，其避雷装置应满足 5.1.4.10 中(6)、(7)、(8)、(9)的规定。

第 2 节　配电系统

5.2.1　配电系统

5.2.1.1　可采用下列配电系统：

(1)　直流：双线绝缘系统；

(2)　交流：双线绝缘系统；

三线绝缘系统；

四线绝缘系统。

注：① 当使用闪点为 35℃～43℃的燃油时，则应满足 4.5.1.1(4)和(5)的规定。

② 如采用四线绝缘系统，应采取措施保证中性线对地电压不超过安全电压。

5.2.1.2　直流或交流配电系统的最高电压应不超过表 5.2.1.2 的规定。

表 5.2.1.2

序号	用途	最高电压(V)	
		直流	交流
1	(1) 固定安装并连接于固定布线的动力设备、电炊设备和除室内取暖器以外的电热设备； (2) 固定安装的动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； (3) 以软电缆与插座连接，运行中不需手握持，并以截面积符合 5.1.4.4 要求的连续接地导体可靠接地的可移动设备，例如电焊、变压器等	500	500
2	(1) 居住舱室内的照明设备、取暖器 (2) 向下列设备供电的插座： ① 具有双重绝缘的设备； ② 以符合 5.1.4.4 要求的连续接地导体接地的设备	250	250
3	人特别容易触电的场所。例如：特别潮湿、狭窄处所中的插座： (1) 用或不用隔离变压器供电； (2) 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	50 250

经本社同意，可采纳较高的电压供推进之用。

5.2.1.3 交流配电系统的标准频率为 50Hz 或 60Hz。

5.2.1.4 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，均应设有能监测绝缘电阻，且能在绝缘电阻异常低时发出声或光报警信号的绝缘电阻监测装置。对国际航行船舶，该装置应能连续监测，但对局部二次配电系统，本社可允许采用手动对绝缘检测设备。

5.2.2 电路保护

5.2.2.1 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。各保护电器的选择、安排和性能应能实现安全和协调的自动保护，以尽可能保证：

(1) 在某一处发生故障的情况下，通过保护电器的选择性作用保持对非故障电路，特别是包含重要设备的非故障电路的连续供电；

(2) 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；

在这种情况下，在允许的时间内，系统中的所有元件应能承受可能出现的过电流(包括短路)所产生的热效应和机械应力。

5.2.2.2 在配电系统的所有极或相上均应设有短路保护。

5.2.2.3 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。

5.2.2.4 应采用能同时分断所有极或相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 200%～250%，延时时间：直流最长为 0.2s，交流最长为0.6s。

5.2.2.5 容量小于 50kW，且不并联运行的发电机可以一多极开关加熔断器作保护。

5.2.2.6 电力和照明变压器的初极电路，应以多极断路器或熔断器作短路保护和过载保护。过载保护也可以在次级电路中。

5.2.2.7 每一馈电线路应以同时分断所有极或相的多极断路器或多极开关加熔断器作过载和短路保护。

5.2.2.8 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或小于 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。

5.2.2.9 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。

5.2.2.10 操舵装置馈电线路的保护应符合 5.5.2.2 的规定。

5.2.2.11 岸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，此项保护应设在岸电箱中。

5.2.2.12 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。

5.2.2.13 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。

5.2.2.14 每一照明电路应设有过载和短路保护。

5.2.2.15 蓄电池组(除起动用蓄电池外)均应设有短路保护，其保护电器应尽可能靠近蓄电池组。

5.2.2.16 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。

5.2.2.17 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。

5.2.2.18 应有标明每一电路过载保护电器额定值或相应整定值的耐久标志，该标志应设于保护电路的所在位置。

第 3 节 主电源

5.3.1 一般要求

5.3.1.1 每一高速船应至少配备二组主电源，每组电源的容量应满足高速船正常航行情况下的需要，当一组电源失效时，另一组电源仍能保证正常航行供电。

5.3.1.2 主电源可以是：

(1) 由独立的原动机驱动的发电机；

(2) 由主机轴带的发电机；

(3) 蓄电池组。

5.3.1.3 5.3.1.2 所述主电源可以组合使用，但应满足下列要求：

(1) 当独立和组合连接时，电源应正常供电；

(2) 任一电源失效或发生故障时，都不应发生危险和损害其他电源对所有重要设备供电的能力。

5.3.1.4 主电源装置应是：不论主机或轴系的转速和旋转方向如何，均应保证 5.1.1.3 所述所有设备的供电。

5.3.1.5 若采用在船舶航行中会改变转速的主机驱动的轴带发电机作为主电源，应满足下列要求：

(1) 发电机应设有控制装置；

(2) 在发电机的整个设计转速范围内变化时，其端电压的变化应保证受电设备仍能可靠地工作；

(3) 至少在主机额定转速的 75%～100%范围内发电机应能输出额定功率；

(4) 具有一定的过载能力；

(5) 线电压波形的正弦性畸变率可以高于 5%，但应采取措施，以保证不干扰受电设备或其他设备，如无线电、航行设备的工作(仅适用交流发电机)。

5.3.1.6 第 5.3.1.2 条规定的主电源的布置和设计，应可维持船舶的一切运行状态和保证基本生活条件。

5.3.1.7 任一电源失效时，其他电源应能对本社认为必需的那些设备供电，这些设备用于船舶推进、驾驶、排水和防火，主要内部通信和信号、船舶安全航行，包括在瘫船状态下启动主推进机械。

5.3.1.8 当以蓄电池组作为唯一主电源或它们与发电机组合使用时，则蓄电池组的容量，应足以在本社规定并考虑船舶航区的时间内，对 5.3.1.7 条的所有设备供电。

5.3.1.9 凡以蓄电池作为主电源的船舶，应在船上设有容量足够的充电装置。

5.3.1.10 当以蓄电池作为主电源时，应在船舶操纵处所装设能指示蓄电池工作状况的电压表和电流表。

5.3.1.11 如果变压器成为供电系统的重要组成部分，则其容量的配置应能保证 5.3.1.1 或 5.3.1.2 所要求的系统供电的连续性。

5.3.2 国际航行高速船的附加要求

5.3.2.1 应至少配备二台发电机组作为主电源。

5.3.2.2 这些发电机组的容量应能在任一发电机组停止工作或发生故障时，仍能继续对正常推进运行、船舶安全所必需的设备供电。同时还应使基本生活条件得以保证，包括：炊事、取暖、食品冷冻、机械通风、卫生和淡水等设备的供电。

5.3.2.3 发电机组应能在任一发电机或其原动机停止工作时，其余发电机组仍能供给从瘫船状态起动主推进装置所必需的电力。应急电源可用于从瘫船状态起动主推进装置，其条件是其容量不论是单独使用或与其他发电机联合使用，应足以向 5.4.6 和 5.4.7 所规定的各项设备提供足够的电力。

5.3.2.4 主汇流排应至少分成两部分，通常应由断路器或其他经认可的装置来连接，发电机组之间和其他双套设备的连接应尽实际可行在这两部分中平均分配，经本社同意，也可采用等效的设施。

5.3.3 主配电板的安装

5.3.3.1 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界限内的机器控制室所提供的围蔽，不能视作配电板与发电机离开。

5.3.3.2 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。

5.3.3.3 工作电压大于 50V 的主配电板的前后，均应铺有防滑和耐油的绝缘地毯或绝缘处理的木格栅。

第 4 节 应急电源

5.4.1 一般要求

5.4.1.1 高速船一般应设有独立的应急电源。

5.4.1.2 应急电源、临时应急电源和应急配电板应安装在第 2 章规定的破损状态下船舶最终处所的水线以上部位和易于到达的处所内。

5.4.1.3 应急电源、临时应急电源和应急配电板相对于主电源的位置应确保在主电源所在处所或任何机器处所发生火灾或其他事故时，不致妨碍应急电源的供电配电。设有应急电源、临时应急电源和应急配电板的处所，应尽实际可能不与机器处所或主电源所在处所的界限面相毗邻。

5.4.1.4 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，则应急发电机可以例外用来短时间地向非应急电路供电。

5.4.1.5 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，并由适当的原动机驱动，其燃油的闪点应符合第四章的规定；

(2) 在主电源供电失效时应能自动启动，并自动连接至应急配电板，且 5.4.4 和 5.4.5 规定的各项设备也应能自动换接至应急发电机供电；自动起动系统和原动机的特性，均应能使应急发电机在安全和实际可行的前提下尽快地承载额定负载(最长不超过 45s)；

(3) 客船和国际航行货船应设置符合 5.4.1.9 规定的临时应急电源。

5.4.1.6 国内航行的货船如设有符合 5.4.1.5(2)所规定的应急发电机，则可不设置临时应急电源。

5.4.1.7 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) 承载应急负载而不必再充电，并在整个放电期间蓄电池组的电压变化应能保持在额定电压的±12%范围内；

(2) 当主电源供电失效时，能自动连接至应急配电板；

(3) 至少能立即向 5.4.4.，5.4.5 和 5.4.6 所列各项设备供电。

5.4.1.8 国际航行船舶若以蓄电池组作为应急电源时，应由可靠的船上电源就地向其充电。

5.4.1.9 作为临时应急电源的蓄电池组应符合下列要求：

(1) 承载应急负载而不必再充电，并在放电期间蓄电池组的电压变化应能保持在额定电压的±12%范围内；

(2) 当主电源或应急电源供电失效时，均应能立即自动向 5.4.4 和 5.4.5 所规定的各项设备供电。

5.4.1.10 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，则应急配电板应与应急发电机安装在同一处所；

(2) 作为应急电源或临时应急电源用的蓄电池组，不应与应急配电板安装在同一处所，除非采取了抽出蓄电池组所排放的气体的适当措施，或采用密封式蓄电池组，并征得本社同意者。

5.4.1.11 在船舶操纵室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的蓄电池组正在供电。

5.4.1.12 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。该馈电线应按 5.2.2.12 的规定设置保护，并应能在主电源供电失效时在应急配电板处自动切断。

5.4.1.13 为了保证应急电源的迅速获用，必要时应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。

5.4.2 应急发电机组的起动装置

5.4.2.1 应急发电机组的原动机，在 0℃下应具有冷机起动的能力。如不具备这种能力，或可能遇到更低温度时，可装设一个加热辅助装置以保证应急发电机组的低温起动性能。

5.4.2.2 每台应急发电机组应备有至少能供三次连续起动的能源的起动装置，除非备有应急发电机的第二套独立起动装置，否则如仅配备一套能源则应加防护，以防自动起动系统引起能源耗尽。此外，还应配备在 30min 内能起动三次的第二能源，但人工起动能被证明是有效者除外。

5.4.2.3 所储备的起动能源，应始终保持如下：

(1) 电力和液压起动系统应由应急配电板保持；

(2) 压缩空气起动系统可由主或辅空气瓶通过一个适当的止回阀或由一台应急空压机来供气，如应急空压机用电力驱动，则由应急配电板供电；

(3) 所有起动、充电和能源储备装置应设于应急发电机处所。这些装置除起动应急发电机组外不应作其他目的使用。但这并不排除通过设在应急发电机处所内的止回阀从主或辅压缩空气系统向应急发电机组的空气瓶供气。

5.4.3 应急电源的免设

5.4.3.1 载客少于 100 人的遮蔽或平水航区营运限制的 A 类客船和遮蔽或平水航区营

运限制的货船可不设 5.4.1 所要求的应急电源，但应设一独立的蓄电池组作为附加电源，该附加电源不应与主电源在同一处所，其容量应足以对下列设备供电 1h：

(1) 失控灯；

(2) 通用报警系统；

(3) 甚高频无线电话。

5.4.3.2 若高速船上的主电源分设于两个或两个以上处所中，各处所中的主电源均自成系统，包括配电和控制系统在内均完全相互独立，从而能使在某一处所发生火灾或其他事故情况下，不致影响到其他处所的正常配电或对 5.4.4.1 和 5.4.5.1 所要求的各项设备供电，并能符合下列要求，可以不另设应急电源：

(1) 应满足 5.4.1.2～5.4.1.5 和 5.4.1.8(1)以及 5.4.1.10 的要求。以保证 5.4.4.1 和 5.4.5.1 所规定的设备能随时从一个电源获得供电；

(2) 在两个或两个以上处所中的每个处所中，至少应设一台符合 5.1.2.1 对应急设备环境条件要求的发电机组，每台发电机组的容量应足以向 5.4.4.1 和 5.4.5.1 的各项设备供电；

(3) 本条(2)所要求的发电机组的安装位置应使其在任何一个舱室破损或浸水后仍能正常工作。

5.4.4 适用于载客少于 100 人的国内航行 A 类客船的供电范围和时间

5.4.4.1 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。在计及了起动电流和某些负载的瞬变特性后，应至少能同时按以下规定的时间对下列设备供电：

(1) 对下列各处的应急照明供电 1h：

① 救生设备存放处；

② 所有逃生通道，如走廊、梯道、居住和服务处所的出口、救生艇筏登乘处；

③ 乘客舱室内；

④ 机器处所及主应急发电机处所，包括它们的控制位置；

⑤ 操纵站内；

⑥ 消防员装备贮放处所；

⑦ 操舵装置处。

(2) 对下列设备供电 1h：

① 主要航行灯(失控灯除外)；

② 在疏散时用于通知旅客和船员的船内通信设备；

③ 探火和通用报警系统以及手动失火报警按钮。

(3) 对下列设备间断工作 2h：

① 白昼信号灯，若本身无独立蓄电池组供电者；

② 船舶号笛(若为电动时)。

(4) 对下列设备供电 2h：

① 主要电动仪表和推进器的控制装置，若这些设备无替换电源时；

② 应急状态下所需的无线电设备以及其他负载。

(5) 对失控灯供电 12h；

(6) 对下列设备供电 10min：方向控制设备的电力传动装置，包括那些要求向前和向后

推进的设备，除非有使本社认可的手动装置。

5.4.5 适用于国内航行、载客100人及以上的A类客船和国内航行货船的供电范围和时间

5.4.5.1 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。在计及了起动电流和某些负载的瞬变特性后，应至少能同时按以下规定时间对下列设备供电：

(1) 对下列各处的应急照明供电2h：

① 救生设备存放处；

② 所有逃生通道，如走道、梯道、居住和服务处所的出口处、救生艇筏登乘处；

③ 乘客舱室及货船的公共处所(如设有)内；

④ 机器处所及主应急发电机处所，包括它们的控制位置；

⑤ 操纵站内；

⑥ 消防员装备贮放处所；

⑦ 操舵装置处。

(2) 对下列设备供电2h：

① 主要航行灯(失控灯除外)；

② 在疏散时用于通知旅客和船员的船内通信设备；

③ 探火及通用报警系统以及手动失火报警按钮。

(3) 对下列设备间断供电4h：

① 白昼信号灯，若本身无独立蓄电池供电者；

② 船舶号笛(若为电动时)。

(4) 对下列设备供电4h：

① 主要电动仪表和推进机器的控制装置；若这些设备无替换电源时；

② 应急状态下所需的无线电设备以及其他负载。

(5) 对失控灯供电12h；

(6) 对下列设备供电10min；方向控制设备的电力传动装置，包括那些要求向前和向后推进的设备，除非有使本社认可的手动装置。

5.4.6 适用于国内航行的B类客船和国际航行A类客船的供电范围和时间

5.4.6.1 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。在计及了起动电流和某些负载的瞬变特性后，应至少能同时按以下规定的时间对下列设备供电：

(1) 对下列各处的应急照明供电5h：

① 救生设备存放处；

② 所有逃生通道，如走道、梯道、居住和服务处所的出口处，救生艇筏登乘处；

③ 乘客舱室内；

④ 机器处所及主应急发电机处所，包括它们的控制位置；

⑤ 操纵站内；

⑥ 消防员装备贮放处所；

⑦ 操舵装置处。

(2) 对下列设备供电 5h：

① 主要航行灯(失控灯除外)；

② 在疏散时用于通知船员和旅客的船内通信设备；

③ 探火及通用报警系统以及手动失火报警按钮。

(3) 对下列设备间断供电 4h：

① 白昼信号灯，若本身无独立蓄电池供电者；

② 船舶号笛(若为电动时)。

(4) 对下列设备供电 5h：

① 主要电动仪表和推进机器的控制装置：若这些设备无替换电源时；

② 应急状态下所需的无线电设备以及其他负载。

(5) 对失控灯供电 12h；

(6) 对下列设备供电 10min：方向控制设备的电力传动装置，包括那些要求向前和向后推进的设备，除非有使本社认可的手动装置。

5.4.7 适用于国际航行的 B 类客船和国际航行货船的供电范围和时间

5.4.7.1 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应考虑到这些设备可能要同时工作。在计及了起动电流和某些负载的瞬变特性后，应至少能同时按以下规定的时间对下列设备供电：

(1) 对下列各处的应急照明供电 12h：

① 救生设备存放处；

② 所有逃生通道，如走道、梯道、居住和服务处所的出口处，救生艇筏登乘处；

③ 乘客舱室及货船的公共处所(如设有时)内；

④ 机器处所及主应急发电机处所，包括它们的控制位置；

⑤ 操纵站内；

⑥ 消防员装备贮放处所；

⑦ 操舵装置处。

(2) 对下列设备供电 12h：

① 国际避碰规则所要求的航行灯和其他灯；

② 在疏散时用于通知旅客和船员的船内通信设备；

③ 探火及通用报警系统以及手动失火报警按钮；

④ 灭火系统的遥控装置(如果是电动时)。

(3) 对下列设备间断供电 4h：

① 白昼信号灯，若本身无独立蓄电池供电者；

② 船舶号笛。

(4) 对下列设备供电 12h：

① 航行设备，当此项规定为不合理或不可行时，经本社同意可免除这一要求；

② 主要电动仪表和推进机器的控制装置，若这些设备无替换电源时；

③ 第 6 章中所要求的消防泵中的一个；

④ 喷水泵和洒水泵(如设有)；

⑤ 应急舱底水泵和第4章所要求的为电动遥控舱底水阀操作所需的所有设备；

⑥ 无线电设备以及其他负载。

(5) 对以下设备供电0.5h：

① 第2章所要求的任何电动水密门和它们的指示器及报警装置。

(6) 对以下设备供电10min：

① 方向控制系统中的电力传动装置，包括要求向前和向后推进的设备，除非设有经本社认可的手动装置。

5.4.8 临时应急电源

5.4.8.1 5.4.1.9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供电0.5h，如具有装设于适当位置，可供应急状态使用，且足以按规定时间供电的独立蓄电池组供电者除外。

(1) 5.4.4.1、5.4.5.1、5.4.6.1和5.4.7.1所指设备；

(2) 供操作水密门所需要的电力，但不必同时操作所有的水密门，除非设有一独立的过渡性储备能源；

(3) 对操作水密门有关的控制设备、指示器和报警电路供电0.5h。

5.4.9 附加应急照明

5.4.9.1 凡设有特种处所的客船，除设有以上要求的应急照明外，还应设有符合下列要求的附加应急照明：

(1) 在所有的乘客公共处所和走廊应设有附加应急照明，并符合下列要求：

① 在所有其他电源发生故障和在各种横倾条件下，至少应能维持照明3h；

② 所提供的照明应能照亮逃生设施的周围；

③ 其电源应是设置于灯具内部的蓄电池，该蓄电池应尽实际可能地由应急配电板连续充电。或者，也可用其他的照明设备替代，但该照明设备至少是由本社认可是有效的；

④ 该附加照明设备的故障应能立即为人所发现；

⑤ 设置在灯具内部的蓄电池应定期地更换，其间隔期应考虑到蓄电池在使用中所经受的环境条件规定的使用寿命。

(2) 在每一船员处所的走廊、娱乐场所和通常有人在的工作处所，除非设有符合(1)款要求的附加应急照明，否则均应配备可携式充电电池灯。

5.4.9.2 凡国内航行高速船和国际航行A类高速船，如果其公共处所较小，并在这些处所中设置了满足5.4.9.1规定的附加应急照明，则在这些公共处所中可不设应急照明和临时应急照明。

第5节 辅机和设备的电力拖动

5.5.1 一般要求

5.5.1.1 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，均应由配电板设独立的最后分路供电。

5.5.1.2 每台电动机均应装设有效的起动和停止措施，其位置一般在电动机旁，且应便于管理人员的操纵。

5.5.1.3 额定功率等于或大于 0.5kW 的电动机及其控制设备，应装设能够把满负载从电源的所有带电电极上切断设施。如果这种控制设备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，否则应在控制设备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。

5.5.1.4 当起动器或用于切断电动机的任何其他电器远离电动机时，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) 在邻近电动机之处装设一个附加的切断开关；

(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。

5.5.1.5 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，过电流保护切断设备和运转指示器，其有效程度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。

5.5.1.6 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设备。

5.5.1.7 电动机的欠电压、过载及短路等保护应符合本章 5.2.2 的规定。

5.5.2 操舵和稳定

5.5.2.1 若船舶的操舵或稳定主要是依靠一种本身需要连续供电的装置，例如，单板舵或桨塔，则应至少由两路独立的馈线供电，其中一路或来自应急电源或来自一独立电源，该电源的布置不应受到主电源的火灾或浸水的影响。在转换至由备用电源供电时，任一供电故障应不会对船舶或旅客造成任何危害，并且转换时间应满足 5.4.1.5 对应急发电机的起动时间的要求。

5.5.2.2 这些电路应配备短路保护和过载报警装置，如配备过电流保护装置，该装置的整定值应不小于所保护的电动机及电路的满负载电流的 2 倍，并应调整妥当以便在留有余量的情况下能承受相应的起动电流。若使用三相电源，则应在船舶操纵室内易于观察处设置报警以便显示任何一相的故障。

5.5.2.3 如果操舵及稳定装置并非主要依靠电力的连续可用性，而至少有另一套不需要电源的替换装置，则其电力和控制系统可由 5.5.2.2 所述的加以保护的电路供电。

5.5.3 风机及油泵的应急切断

5.5.3.1 应配备停止机器处所及工作处所动力通风设备的设施，这些设施，在失火时应能从各该处所的外部进行操纵。

5.5.3.2 强力送风机与抽风机、电动加压风机，燃油驳运泵、燃油装置泵以及其他类似的燃油泵的驱动机械，应在有关处所的外部装设遥控装置，以便当其所在处所失火时能将其关掉。

5.5.3.3 厨房排气管道的抽风机，应能在厨房内进行关停。

5.5.3.4 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

的所有通风机。

第6节 照 明

5.6.1 一般要求

5.6.1.1 在有可能发生爆炸的处所，若采用隔壁灯照明时，则照明窗的结构应坚固及气密，并设有防止机械损伤的保护栅。

5.6.1.2 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，并能防止其温度升高而损伤电缆和电线以及防止其周围材料过热和被照射的物体引起燃烧。

5.6.1.3 邻近气体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。

5.6.2 供电、控制及布置

5.6.2.1 照明分配电板每一容量大于16A的最后分路的供电灯点不应超过一个。每个容量等于或小于16A的最后分路的供电灯点数不应超过：

对于50V及50V以下的电路，10点；

对于51V～120V电路，　14点；

对于121V～250V电路，　24点。

供电给灯头紧贴成簇的槽板照明、壁灯、电标志等最后分路，若其最大工作电流不超过10A，所供应的灯点可不受限制。

5.6.2.2 照明电路的最后分路不应向电热及动力设备供电，但小型的厨房设备（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。

5.6.2.3 机舱、通道（包括出入口）、以及公共处所等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，另一路仍应能保持上述所必要的照明。机舱的照明灯点应交错布置。

5.6.2.4 潮湿处所的照明开关应能分断所有极或相。

5.6.2.5 照明电路应按5.2.2.14设置保护。

5.6.2.6 主照明系统应向船上乘客或船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。

5.6.2.7 主照明系统的布置，应使在设有主电源连同变换装置（如设有时）、主配电板和主照明配电板的处所内发生火灾或其他严重事故时，不致造成第4节所要求的应急照明系统失效。

5.6.3 对应急照明的特殊要求

5.6.3.1 应急照明的灯点设置等应符合第4节的有关规定。

5.6.3.2 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。

5.6.3.3 除驾驶室、救生艇、筏存放处的舷外应急照明灯外，不应在应急照明及临时应急照明电路中设就地开关。

5.6.3.4 应采用白炽灯作临时应急照明。

5.6.3.5 应急照明系统的布置，应使在设有应急电源连同变换装置(如设有时)、应急配电板和应急照明配电板的处所内发生火灾或其他严重事故时，不致造成主照明系统失效。

5.6.4 可携照明灯

5.6.4.1 可携照明灯可以选用下列的任一种方式：

(1) 用供电电缆的连续接地导体接地；

(2) 双重绝缘或加强绝缘；

(3) 用不超过 50V 的电压供电；

(4) 由只对一盏灯具供电的隔离变压器供电。

5.6.4.2 在有爆炸危险的处所内，应采用带有自给式蓄电池的本质安全型、增安型、隔爆型或空气驱动型的可携式灯具。可携式照明灯具不得使用电缆供电。

第 7 节 航行灯及信号灯

5.7.1 航行灯的供电及控制

5.7.1.1 航行灯控制箱应由两路馈电线供电。其中一路应直接由主配电板供电，而另一路则应来自应急配电板。在本章 5.4.3 不要求设置应急电源的情况下，则应由附加电源或操纵室内的照明配电板供电。

两路馈电线的转换开关需设在控制箱上或驾驶室内的适当处所。每只航行灯均应由航行灯控制箱引出的独立分路供电，而且必须在这些分路的所有极或相上用安装在该控制箱内的开关和熔断器或断路器来进行控制和保护。

5.7.1.2 国际航行船舶必须设置在每一航行灯发生故障时，能发出声响和视觉信号的自动指示器，如果采用与航行灯串联连接的灯光信号，则应有防止由于灯光信号故障而导致航行灯熄灭的措施。

5.7.1.3 失控灯应由主电源和应急电源供电，在 5.4.3 不要求设置应急电源的情况下，则应由附加电源供电。

5.7.2 信号灯的供电及控制

5.7.2.1 信号灯均应由主电源供电。

5.7.2.2 白昼信号灯除由主电源供电外，还应由应急电源和临时应急电源(本章 5.4.1 和 5.4.8 要求设有时)供电，否则应自带蓄电池。

5.7.2.3 黄色闪光灯应由主电源和应急电源供电。

第 8 节 内部通信和报警装置

5.8.1 一般要求

5.8.1.1 各种不同用途的内部通信和报警装置，其声响信号应有不同的音色，以利辩别。

5.8.1.2 内部通信和报警电路的电源若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，则应符合动力或照明电路的有关规定。

5.8.2 有线广播系统

5.8.2.1 应设有能从控制站将指令传送到船员和乘客，在正常情况下可能出现的所有处所。

5.8.2.2 在主电源供电失效时，有线广播系统应自动转换至蓄电池组供电。

5.8.3 通用报警系统

5.8.3.1 应设有能向全体人员有效地发出危险警报的通用报警系统，该通用报警系统应能在船舶操纵室和其他重要位置进行操作。

5.8.3.2 通用报警系统应由主电源和应急电源供电，在 5.4.3 不要求设置应急电源的情况下，则应由附加电源供电。

5.8.3.3 应设有足够数量的警报器，以保证船上的所有人员收听到报警信号。

5.8.3.4 如有必要，在噪声较大的舱室内还应带有灯光或闪光报警设备。

5.8.4 探火和报警

5.8.4.1 探火和失火报警系统应由主配电板和应急配电板直接设独立馈线供电，这些馈电线应接至位于或邻近自动探火系统的控制板上的自动转换开关。

5.8.4.2 任何探火装置或手动火警按钮动作时，应在控制板和指示装置上发出声、光火警信号，如果在 2min 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警报。

5.8.4.3 探火和失火报警系统还应符合第 6 章的有关规定。

5.8.4.4 探火和失火报警系统的控制板应位于操纵室。

5.8.5 传令钟

5.8.5.1 应设有将操纵室的指令发送至机舱主机的正常控制位置上的机舱传令钟，该传令钟应在机舱和操纵室均有指令与应答的视觉指示。

应于操纵室内设置主机传令钟的失电、声、光报警器，其电源不应与传令钟接入同一电源线上。

不能在机舱中操纵主机的船舶可不设传令钟。

5.8.6 指挥电话

5.8.6.1 在操纵室至机舱和操纵室至舵机舱（设有舵机舱并能应急操舵时）应设有直通声力电话或蓄电池供电的指挥电话，若采用具备插入忙线通话性能的电话，则可采用多门声力或蓄电池供电的电话，其总机应设在操纵室，在机舱和舵机舱中各设分机。

5.8.7 特别考虑

5.8.7.1 下述国内航行高速船的内部通信和报警装置，经本社同意，可作特殊考虑：

(1) 载客少于100人；

(2) 航程不超过1h；

(3) 布置比较特殊的机舱(为全垫升气垫船的机舱)。

第9节 蓄电池组

5.9.1 一般要求

5.9.1.1 作为主电源的蓄电池组和国际航行船舶上作为应急电源的蓄电池组均应在船上设有充电装置。

5.9.1.2 在直流系统中，当由较高的电压系统充电时，应设有使蓄电池组与低压系统隔离的措施。

5.9.1.3 应急蓄电池组的自动放电装置，应使蓄电池不论是否在充电，均能随时自动向应急电路供电。应采取措施尽可能减少蓄电池组过充电或过热引起的损坏。

5.9.2 保护

5.9.2.1 蓄电池及其充电设备应按本章5.2.2.15和5.2.2.16的规定设置保护。

5.9.2.2 当采用浮充电工况或在充电工况且负载接至蓄电池上时，充电的最大电压应不超过任何连接设备的安全值，如设备不能在最大允许充电电压下运行时，应装设电压控制装置。

5.9.3 布置和安装

5.9.3.1 蓄电池组应适当地围蔽起来，用于存放蓄电池组的处所应有良好的通风。

5.9.3.2 充电功率大于2kW的蓄电池组，应安放在专用舱室内。若安装在开敞甲板上，则可以安放在箱或柜中。

充电功率小于或等于2kW的蓄电池组可以安放在专用的箱或柜中。

蓄电池组不得安放在生活区域内，但对密封式蓄电池，并经本社同意者可以除外。

5.9.3.3 每只蓄电池周围间隙应大于20mm，并应采用不吸潮、耐电解液腐蚀的绝缘材料楔隔、衬垫和固定，并采取措施防止漏出的电解液与船舶接触。

5.9.3.4 蓄电池组的安装应便于更换、检测、充液和清洁。

5.9.3.5 酸性蓄电池和碱性蓄电池不应安放在同一舱室、箱或柜中。

5.9.3.6 原动机起动蓄电池，应尽可能接近该原动机安装，它们的安装处所应保证有适当通风。

5.9.3.7 应急电源(包括临时应急电源)的蓄电池组安装位置应符合第4节的要求。

5.9.4 通风

5.9.4.1 安装蓄电池的专用舱室、箱、柜及其通风道等，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。

5.9.4.2 蓄电池室、箱、柜应有独立通风装置，其出风口在顶部，进风口在底部，并有防止

水和火焰进入的措施，出风管应直通开敞甲板外。

5.9.4.3 蓄电池室、箱、柜不应采用轴流式机械通风装置。采用其他形式的机械通风装置，应有防止通风叶片偶然与机壳发生摩擦产生火花的措施。

5.9.4.4 除受风口外，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。

5.9.5 警告牌

5.9.5.1 在蓄电池室的门、箱、柜的外面应有"禁止烟火"的标志。

第10节 电 缆

5.10.1 电缆的选择

5.10.1.1 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。

5.10.1.2 任何电缆的的额定电压不应低于它所在的电路的额定电压。

5.10.1.3 可携式电气设备应采用移动软电缆。

5.10.1.4 绝缘材料的最高额定工作温度，至少应比电缆安装场所可能存在的最高环境温度高10℃。

5.10.1.5 电缆绝缘材料一般应根据表5.10.1.5来选择。若选用其他绝缘材料应经本社同意。

表5.10.1.5

绝缘材料	导体最高额定工作温度 ℃	最高环境温度 ℃
乙丙橡皮	85	75
交联聚乙烯	85	75
硅橡皮	95	85
聚氯乙烯	60	50
矿 物	95	85

注：① 硅橡皮和矿物绝缘，当它们安装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）但应经本社同意；

② 导体的温度系环境温度与负载所产生的温升之和。

5.10.1.6 所有电缆和电气设备的外接线至少应为滞燃型。在特殊情况下，例如射频电缆或数字信息传输系统电缆，经本社同意可以使用不符合上述要求的特种电缆。

5.10.1.7 除非经本社同意，否则，电缆的金属护套和金属外护层均应在其全长上保持电气连续性，并应可靠接地。

5.10.1.8 电缆所能承载的最大连续负载，不应超过电缆经过校正系数校正后的标称电流。

5.10.1.9 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不应超过额定电压的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。

5.10.2 电缆的安装

5.10.2.1 电缆不应直接安装在船壳板上，电缆的走线应尽可能平直且易于检修。

5.10.2.2 电缆的敷设应尽量远离热源、油污或潮湿的地方，并且有不受机械损伤的保护。

5.10.2.3 如电缆安装在易失火或易爆炸区，则应采取本社认可的特殊防护措施，以排除由于电缆的故障而发生火灾或爆炸的可能性。

5.10.2.4 所有导体的端头和接头均应保持电缆的原有电气性能、机械性能、滞燃性能或耐火性能。

5.10.2.5 穿越舱壁或甲板的电缆，应不影响舱壁或甲板原有的防护性能。

5.10.2.6 电缆除用于可携设备以及敷设在管、电缆槽内以外，均应有效地加以支承和紧固。

5.10.2.7 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船内通信或信号设备的电缆应尽量远离机器处所及其舱棚，以及其他有较大失火危险的处所，但对这些处所中的设备供电的电缆可除外。

如果可能，所有这些电缆的敷设方法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。

5.10.2.8 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。

5.10.2.9 不同用途的电缆不应成束敷设在一起，用于遥控遥测的信号电缆与其他电力电缆也应分束敷设。

5.10.2.10 对要求两路供电的重要设备，其供电及控制用的两路电缆，应尽最大可能在水平及垂直方向远离敷设。

第11节 外来电源的连接

5.11.1 外来电源的连接

5.11.1.1 若船上的设备需由岸电或其他外来电源(以下简称岸电)供电，则应在船上便于连接岸电软电缆的适当地方设置岸电箱。在岸电箱与主配电板间应以固定敷设并具有足够定额的电缆相连。

5.11.1.2 当岸电为中性点接地的交流三相系统时，则须设有将船体与岸地相连接的设施。

5.11.1.3 在主配电板上应设有岸电指示器，以指示岸电电缆已经通电。

第6章 消 防

入级的高速船，其防火、探火和灭火性能应满足中华人民共和国船舶检验局颁布的《高速船安全技术规则》第7章消防中规定的相应要求或者船旗国主管机关的有关规定。

第7章 材 料

第1节 通 则

7.1.1 适用范围

7.1.1.1 凡在本社入级的高速船船体结构(包括水翼、围裙)、机械以及受压容器和管系用的材料均应符合本章的规定。

7.1.1.2 用于建造高速船船体结构、机械以及受压容器和管系的铝合金板材、棒材、型材和管材应符合本章第2节的规定。

7.1.1.3 用于建造高速船船体结构、机械、受压容器、管系以及锚和系泊设备的轧制钢材、锻钢件、铸钢件、铸铁件以及钢丝绳和纤维绳等,均应符合本章第7节和本社《钢质海船入级与建造规范》第9篇的有关规定。

7.1.1.4 用于建造高速船的纤维增强塑料原材料,应符合本章第4节的规定。

7.1.1.5 如果采用本章规定以外的材料或产品,应将其化学成分、力学性能、焊接性能和抗海水腐蚀性能等技术资料提交本社审核。经同意后,可按有关国家标准或本社认可的其他技术条件验收。

7.1.2 制造与验收

7.1.2.1 用于高速船建造和修理的材料或产品,应由本社认可的工厂制造。如果材料或产品以其他工厂提供的半成品为基础制造,则提供半成品的生产厂也应经本社认可。

7.1.2.2 除本章规定外,材料和产品的制造与验收,应符合本社《钢质海船入级与建造规范》第9篇的有关规定。

第2节 铝合金

7.2.1 适用范围

7.2.1.1 本节规定适用于建造高速船船体、上层建筑、甲板室、舱盖等结构的铝合金板材、棒材、型材和管材。

铝合金应具有良好的耐海水腐蚀性和可焊性。除经特别同意外,AlSiMg合金一般不允许用于直接接触海水的场合。

7.2.1.2 用于高速船的铝合金锻件和铸件,其化学成分、制造工艺和力学性能等技术资料应提交本社审核。经同意后,可按有关国家标准或本社认可的其他技术条件验收。

7.2.2 制造

7.2.2.1 铝合金可用锭模,也可采用经本社认可的连续或半连续铸造工艺生产。板材可按所要求的力学性能,采用热轧或冷轧方法制成。棒材和型材可采用挤压、轧制或拉拔等方法成型。

7.2.3 外观质量和尺寸

7.2.3.1 铝合金产品表面不应有裂纹、分层、腐蚀、氧化夹杂物、起皮、气泡、硝盐痕和严重的机械损伤以及影响后续加工或使用的有害缺陷，缺陷的判定应符合有关国家标准或本社认可的其他技术条件。

7.2.3.2 铝合金产品边缘应齐平、无毛刺，外形尺寸和公差范围应符合有关国家标准或本社认可的其他技术条件。

7.2.4 缺陷的修整

7.2.4.1 铝合金产品局部表面的轻微缺陷，在征得本社验船师的同意后，可以用机加工或研磨的方法去除，任何修整部位的深度不得超出厚度的允许负偏差，并保证最小厚度，且不允许对材料产生任何不利的影响。除非另有协议，所有的修整均应在本社验船师的监督下进行。

7.2.4.2 对不能按 7.2.4.1 中规定予以修整的表面缺陷，除能证明焊补不会影响该铝合金产品的强度和使用外，一般不允许对缺陷进行焊补。

7.2.5 化学成分

7.2.5.1 铝合金的化学成分应符合表 7.2.5.1 中的要求。本社可要求作耐腐蚀性及可焊性等特殊试验或提供有关资料。其他铝合金或不完全符合表 7.2.5.1 中要求的铝合金，须经本社特殊考虑同意后，方可采用。

表 7.2.5.1

铝合金牌号	相应的AA牌号	化学成分 %									
		Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti①	Al	其他元素
AlMg3	5754	≤0.5	≤0.5	≤0.1	≤0.5②	2.6～3.6	≤0.35	≤0.2	≤0.2	余量	每种≤0.05 总量≤0.15
AlMg3Mn	5454	≤0.5	≤0.5	≤0.1	0.3～1.0	2.4～3.4	≤0.35	≤0.2	≤0.2	余量	
AlMg4	5086	≤0.5	≤0.5	≤0.1	≤0.8③	3.5～4.6	≤0.35	≤0.2	≤0.2	余量	
AlMg4.5Mn	5083	≤0.5	≤0.5	≤0.1	0.3～1.0	4.0～4.9	≤0.35	≤0.2	≤0.2	余量	
AlMg5Mn	5456	④		≤0.1	0.5～1.0	4.7～5.5	0.05～0.2	≤0.2	≤0.2	余量	
AlMg6.5	⑤	≤0.3	≤0.4	≤0.1	0.3～0.7	6.0～7.0	0.1～0.2	≤0.2	≤0.15	余量	
AlSiMg	6082	0.6～1.6	≤0.5	≤0.1	0.4～1.0	0.4～1.4	≤0.35	≤0.2	≤0.2	余量	

注：① Ti 可以全部或部分由其他细化晶粒元素代替；

② 0.1%≤Mn+Cr≤0.5%；

③ 0.15%≤Mn+Cr≤0.9%；

④ Si+Fe≤0.4%；

⑤ 国内牌号为 LF15 或 2101 合金，除表中所列元素处，还应含 0.1～0.2%的 Zr，其他元素含量每种≤0.05%，总量≤0.10%。

7.2.6 交货状态

7.2.6.1 铝合金板材、棒材、型材和管材可采用下列状态之一提交检验：

(1) 加工硬化；

(2) 热轧；

(3) 退火；

(4) 固溶处理加自然(或人工)时效;

(5) 挤压。

7.2.6.2 在力学性能与本节规定相近的情况下,经本社同意,允许采用其他状态交货。

7.2.7 试样与试验

7.2.7.1 铝合金板材、棒材、型材和管材可按批提交试验,如一批提交试验的产品重量大于1000kg,则应从每1000kg或不足1000kg的余量中分别截取拉伸试样。

7.2.7.2 提交试验的每批产品,应由同一熔次号、同一化学成分、同一产品类型(如板材、型材或棒材)、同一交货状态以及尺寸规格相近的材料组成。如产品以热处理状态交货,则每批应装入同一炉内进行热处理或者使用连续热处理炉进行同一最终热处理。

7.2.7.3 对于轧制产品,截取试样时应使其纵轴垂直于最终轧制方向;对于挤压产品,应使其纵轴平行或垂直于挤压方向,应尽可能采用全截面拉伸试样。否则应从截面最厚部分或主要部分距边缘1/4～1/3厚度的范围内截取。

7.2.7.4 拉伸试样的制备方法和尺寸,应符合本社《钢质海船入级与建造规范》第9篇的有关规定。

7.2.8 力学性能

7.2.8.1 轧制产品和挤压产品在各种状态下的力学性能应分别符合表7.2.8.1(1)和表7.2.8.1(2)的规定。

7.2.8.2 若试验不符合要求,可按本社《钢质海船入级与建造规范》第9篇的有关规定进行复试。若复试仍不合格,则该批材料不予验收。

7.2.9 目检和无损检验

7.2.9.1 制造厂应对所有铝合金成品的表面质量和尺寸进行检验。

7.2.9.2 除另有协议外,一般不要求进行无损检验。

7.2.10 标记

7.2.10.1 制造厂对经本社验收的所有铝合金成品,应至少在一个位置清晰地标出本社的印记和下列标记:

(1) 制造厂的名称或商标;

(2) 合金牌号;

(3) 能追溯产品全部生产过程的识别标志。

若产品成捆包扎时,征得验船师同意后,可仅对每捆最上面的产品作标记,或者在每捆上栓上包含标记的牢固标签。

表 7.2.8.1(1)

铝合金牌号	交货状态		屈服强度 $\sigma_{0.2}$ 不小于 N/mm²	抗拉强度 σ_b 不小于 N/mm²	伸长率 δ $L_0=5.65\sqrt{A}$ 不小于 %
			厚度范围：2mm≤t≤40mm ①		
AlMg3	形变硬化		140	230	10
	热轧(允许轻微加工硬化)		120	200	10
	退火或相当的热处理		80	200	18
AlMg3Mn	形变硬化		210	280	5
	热轧(允许轻微加工硬化)		180	260	10
	退火或相当的热处理		80	210	18
AlMg4	形变硬化	1/4 硬化	165	260	10
		1/2 硬化	220	300	5
	热轧(允许轻微加工硬化)		110	240	10
	退火或相当的热处理		95	240	16
AlMg4.5Mn	形变硬化	1/4 硬化	220	300	10
		1/2 硬化	270	340	5
	热轧(允许轻微加工硬化)		125	275	12
	退火或相当的热处理		120	260	16
AlMg5Mn	形变硬化	1/4 硬化	220	310	10
		1/2 硬化	280	370	5
	退火或相当的热处理		130	290	16
AlMg6.5	形变硬化		245	365	8
	热轧(允许轻微加工硬化)		165	325	10
	退火或相当的热处理		165	325	15
AlSiMg	固溶处理加自然时效		115	200	10
	固溶处理加人工时效		250	310	10

注：① 厚度大于 10mm 者，经本社同意，其力学性能可略低于表中的规定。

表 7.2.8.1(2)

铝合金牌号	交货状态	屈服强度 $\sigma_{0.2}$ 不小于 N/mm²	抗拉强度 σ_b 不小于 N/mm²	伸长率 δ $l_0=5.65\sqrt{A}$ 不小于 %
		适用于 130mm 以下的各种厚度		
AlMg3	挤压	80	180	14
AlMg3Mn	挤压	100	230	10
AlMg4	挤压	100	230	10
AlMg4.5Mn	挤压	120	270	10
AlMg5Mn	挤压	130	300	10
AlMg6.5	挤压	170	330	10
AlSiMg	固溶处理加自然时效	115	200	10
	固溶处理加人工时效①	250	310	10

注：① 对于复杂型材以及最厚或主要部分的厚度小于 5mm 的型材，允许其最小屈服强度为 240N/mm²，最小抗拉强度为 290N/mm²。

7.2.11 合格证书

7.2.11.1 制造厂应对所有经本社验收的产品提供包括下述内容的合格证书：

(1) 订货方名称和合同号；

(2) 尺寸规格；

(3) 能追溯产品全部生产过程的识别标志；

(4) 化学成分和交货状态；

(5) 力学性能试验结果；

(6) 热处理工艺(如进行过)。

第 3 节 铝合金铆钉

7.3.1 适用范围

7.3.1.1 本节规定适用于建造高速船的铝合金铆钉。

7.3.2 制造与检验

7.3.2.1 铝合金铆钉应按本章第 2 节的有关规定进行制造和质量、尺寸检验。

7.3.3 化学成分

7.3.3.1 用于制造铆钉的线材，其化学成分应符合表 7.3.3.1 的规定。

表 7.3.3.1

铝合金牌号	相应的AA牌号	化学成分 %									
		Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti①	Al	其他元素
AlMg2.5	5052	≤0.5	≤0.5	≤0.1	≤0.4②	2.2～2.8	≤0.35	≤0.2	≤0.2	余量	每种≤0.05 总量≤0.15
AlMg3	5754	≤0.5	≤0.5	≤0.1	≤0.5②	2.6～3.6	≤0.35	≤0.2	≤0.2	余量	
AlMg3.5	5154	≤0.5	≤0.5	≤0.1	≤0.5②	3.1～3.9	≤0.35	≤0.2	≤0.2	余量	
AlMg4	5086	≤0.5	≤0.5	≤0.1	≤0.8③	3.5～4.6	≤0.35	≤0.2	≤0.2	余量	
AlSiMg	6082	0.6～1.6	≤0.5	≤0.1	0.4～1.0	0.4～1.4	≤0.35	≤0.2	≤0.2	余量	

注：① Ti可以全部或部分由其他细化晶粒元素代替；

② 0.1%≤Mn+Cr≤0.5%；

③ 0.15%≤Mn+Cr≤0.9%。

7.3.4 热处理

7.3.4.1 铆钉用线材或铆钉成品应以下列状态之一提交检验：

(1) 退火；

(2) 固溶处理加自然时效。

7.3.5 试样与试验

7.3.5.1 用于制造铆钉的线材可按批提交试验。如果一批的重量超过250kg，则应从每250kg或不足250kg的余额中各取一个拉伸试样和一个镦粗试样。

必要时，本社可要求进行铆钉用线材的剪切试验，试验结果应符合有关国家标准或本社认可的其他技术条件。

7.3.5.2 提交试验的每批线材，应由同一熔次号、同一化学成分、同一直径的材料组成，且每批线材应装入同一炉内，按模拟成品铆钉的热处理方式，对线材整个截面进行同一热处理。

7.3.5.3 试样截取方向和部位，应符合本章第2节7.2.7.3的规定。拉伸试样的制备和尺寸，应符合本社《钢质海船入级与建造规范》第9篇的有关规定；镦粗试样端面应与其轴线垂直，其长度等于试样的直径。

7.3.6 力学性能

7.3.6.1 拉伸试验结果应符合表7.3.6.1的规定。

7.3.6.2 镦粗试验应在常温下进行，镦粗试样应压缩到使其直径增大到原来直径的1.6倍，且无裂纹出现。

表 7.3.6.1

铝合金牌号	交货状态	屈服强度 $\sigma_{0.2}$ 不小于 N/mm²	抗拉强度 σ_b 不小于 N/mm²	伸长率 δ $L_0=5.65\sqrt{A}$ 不小于 %
		适用于所有厚度或直径		
AlMg2.5	退火	70	170	16
AlMg3	退火	80	190	16
AlMg3.5	退火	90	210	16
AlMg4	退火	100	230	16
AlSiMg	固溶处理加自然时效	115	200	16

7.3.7 成品铆钉的试验

7.3.7.1 对于成品铆钉，应以每 100kg 或不足 100kg 的余额各取一个镦粗试样，按本节 7.3.6.2 的规定进行镦粗试验。

若试验不符合要求，可再取双倍数量的铆钉进行复试，如复试中仍有不合格者，则该批铆钉不能验收。

7.3.8 标记

7.3.8.1 经验收的成品铆钉的每一包装件均应拴上标签，其上应标明本社的印记和下列标记：

(1) 制造厂名称和商标；

(2) 合金牌号；

(3) 铆钉证书。

7.3.9 合格证书

7.3.9.1 制造厂应对所有经本社验收的铆钉提供包括下述内容的合格证书：

(1) 订货方名称和合同号；

(2) 尺寸规格；

(3) 能追溯产品全部生产过程的识别标志；

(4) 化学成分和交货状态；

(5) 力学性能试验结果。

第 4 节 纤维增强塑料

7.4.1 材料认可

7.4.1.1 生产纤维增强塑料船的主要原材料应经本社认可，认可合格后方能使用。

7.4.1.2 经认可的原材料通常每年应进行一次年度检验。如检验合格，认可继续有效，否则将撤销对其产品的认可。

7.4.1.3 对于其他纤维的增强材料，需经本社认可后方能使用。

7.4.2 基体树脂

7.4.2.1 所用的树脂应为船用的通用型不饱和聚酯树脂或环氧树脂。

7.4.2.2 树脂的包装应标明出厂日期、贮藏条件和有效期限。

7.4.2.3 不饱和聚酯树脂的技术要求应符合 GB8237 的要求。其固化后树脂浇铸体试样应符合下列性能要求：

(1) 巴氏硬度≥35；

(2) 热变形温度≥55℃；

(3) 断裂伸长率(%)≥2.0。

7.4.2.4 环氧树脂的液态物理性能和化学参数应符合下列要求：

(1) 软化点：12～28℃或常温下为液体(按不同种类)；

(2) 环氧值(当量/100g)≥0.38～0.54(按不同种类)；

(3) 无机氯值(当量/100g)≤0.001；

(4) 有机氯值(当量/100g)≤0.02；

(5) 挥发物(110℃，3h)1～2%(按不同种类)。

7.4.3 胶衣树脂

7.4.3.1 胶衣树脂应为船用耐水型聚酯树脂，其包装应与 7.4.2.2 相同。

7.4.3.2 胶衣树脂与纤维增强塑料间应有良好的附着性能，胶衣树脂的断裂伸长率应大于基体树脂的伸长率，其差值应不大于 1%。

7.4.4 增强材料

7.4.4.1 纤维增强塑料船所用的增强材料应为无碱玻璃纤维，高强纤维以及上述纤维的织物或制品。

7.4.4.2 增强材料应无杂质、水分、霉变等缺陷，且贮存在干燥、通风、无尘、温度变化不大的场所。

7.4.4.3 增强材料与树脂间应有良好的粘结性和浸润性。

7.4.5 添加剂

7.4.5.1 加入树脂中的各种固化剂(包括引发剂和促进剂)、颜料、填料、阻燃剂、触变剂等添加剂应受到限量，且不得明显影响树脂的各项性能。

7.4.5.2 所用固化剂的种类和比例应符合原材料生产厂的规定，可根据操作条件和环境条件作适当调整。严禁引发剂与促进剂直接接触。

7.4.5.3 所用的填料必须为树脂生产厂推荐的种类。船壳板的树脂中不应添加任何填料。

7.4.6 芯材

7.4.6.1 芯材一般采用闭孔结构的硬质泡沫塑料、轻木、胶合板、松木等材料。

7.4.6.2 芯材应与基体树脂相适应。使用泡沫塑料作夹层板芯材时，其密度应不小于 80kg/m³，其基本力学性能应不低于表 7.4.6.2 的要求。芯材使用前应向本社提交包括密度(实测值)在内的基本力学性能。

表 7.4.6.2

材料	密度 kg/m³	压缩强度 N/mm²	压缩弹性模量 N/mm²	剪切强度 N/mm²	剪切弹性模量 N/mm²
聚氨酯泡沫塑料(PU)	80	0.40	11.0	0.34	5.20
	100	0.60	16.0	0.47	8.70
	120	0.86	21.0	0.60	12.0
	140	1.15	27.0	0.74	17.0
聚氯乙烯泡沫塑料(PVC)	80	0.40	12.0	0.35	7.60
	100	0.57	18.0	0.47	11.0
	120	0.75	25.0	0.60	14.6
	140	1.00	33.0	0.75	18.8

7.4.6.3 使用松木、胶合板等木质材料作芯材时，这些木质芯材应经干燥处理，含水率不应超过18%。芯材使用前应向本社提交其基本力学性能(包括拉伸、压缩、弯曲、平剪、垂剪)的实测值。对于松木类，应注意木质纤维的方向对力学性能的影响。

7.4.7 预埋材料

7.4.7.1 预埋材料应耐腐蚀，且不影响树脂的固化。

7.4.7.2 预埋材料在使用前应进行表面处理，使其具有良好的粘接性。

7.4.7.3 使用木质材料作预埋件时，要求木材充分干燥，没有明显的节疤、横纤维、腐烂等缺陷。

7.4.7.4 木材表面应涂以加有溶剂稀释了的树脂涂料。粘合处应不透水，并应耐水解。

第5节 围裙材料及其连接件

7.5.1 适用范围

7.5.1.1 本节规定适用于侧壁式气垫船和全垫升气垫船围裙裙布及其连接件的制造和试验。

7.5.2 制造

7.5.2.1 围裙裙布应由本社认可的工厂制造。

7.5.2.2 围裙裙布生产厂应具备必需的制造和试验设备。在所有情况下，均应提交混炼胶的制备、涂敷织物的压延、围裙拼接成型以及硫化等工艺规程供本社审查。

7.5.3 围裙裙布材料

7.5.3.1 裙布应是增强织物和弹性材料的复合物。织物(如尼龙等)和弹性涂敷材料(如天然橡胶、氯丁橡胶以及它们的并用胶料等)的物理性能和外观质量以及裙布的厚度和单位面积重量应符合有关国家标准或本社认可的其他技术条件。

7.5.4 试验与试样

7.5.4.1 裙布应按有关国家标准或本社认可的其他标准进行扯断、撕裂、剥离、搭接接头拉伸强度以及拍打试验。

7.5.4.2 裙布试样必须在生产围裙的同一批裙布中截取。取样时，试样应距裙布经向边缘 0.1m 以上，距裙布末端 1m 以上，同一批裙布应由同一织物编织结构、同一粘接、硫化工艺的裙布组成。试样的制备、试样的尺寸以及试样数量应符合下述规定：

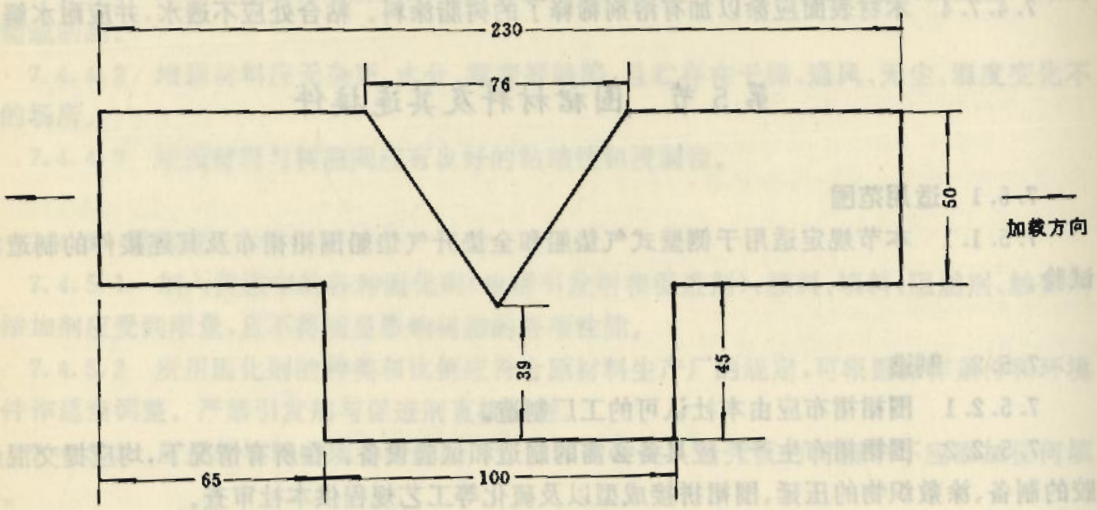
(1) 扯断试验：试样尺寸为 200mm×50mm，每批裙布应至少沿其经向和纬向各取 5 个扯断试样。试样的长方向应严格平行于织物的经向和纬向；

(2) 撕裂试验：试样为如图 7.5.4.2(2)所示的鸟翼状撕裂试样，每批裙布应至少沿裙布经向和纬向各取 3 个试样；

(3) 剥离试验：试样应为双重迭 200mm×50mm 的条状试样，重迭部分长 150mm。对每批裙布应至少截取 3 个经向或纬向试样；

(4) 搭接接头试验：采用两块裙布做成围裙布拼幅成型的搭接接头，搭接宽度为 50mm。硫化后，垂直于搭接缝剪成 50mm 宽的条状试样。对每批围裙应至少制备 5 个搭接接头试样；

(5) 拍打试验：必要时，本社可要求进行裙布的拍打试验。试样尺寸为 200mm×400mm，每批裙布至少应沿裙布的经向和纬向各取三个试样，按本社认可的有关标准进行试验，以试样的平均破损面积为试验结果提交本社审核。



单位：mm

图 7.5.4.2(2)

7.5.5 裙布的力学性能

7.5.5.1 裙布的力学性能应符合表 7.5.5.1 的规定。

表 7.5.5.1

围裙裙布等级	扯断强度 N/5cm 不小于		扯裂强力 N 不小于		剥离强度 N/5cm 不小于	搭接接头强度 N/5cm 不小于
	经向	纬向	经向	纬向		
A	2940	2940	340	340	590	2940
B	4410	4410	585	585	680	4410
C	4900	4900	780	780	680	4900

7.5.6 外观检查

7.5.6.1 裙布上不允许有任何原始应力缺陷或其他影响围裙正常使用的缺陷。

7.5.7 围裙连接件

7.5.7.1 围裙连接材料应能耐海水腐蚀，对油、酸等有抗腐蚀和抗老化能力。

7.5.7.2 围裙连接件的连接强度应至少与裙布扯断强度相等。

7.5.7.3 必要时，连接件应进行抗拉、抗剪切及疲劳强度试验。

第6节 防 腐

7.6.1 适用范围

7.6.1.1 本节规定适用于高速船用材的防腐保护。

7.6.1.2 高速船铝合金船体结构的防腐保护应采用涂料、胶布、牺牲阳极、外加电流保护装置等方法。

7.6.1.3 用于高速船的钢质材料和产品的防腐保护应符合本节的特殊要求和本社《钢质海船入级与建造规范》第2篇的有关规定。

7.6.2 检验与维护

7.6.2.1 高速船所使用的防腐方法及其防腐效果至少应每服役一年检验一次。船体水下部分的腐蚀情况应在船体完全离水的情况下进行检验。检验程序应提交本社认可。

7.6.2.2 检验时如发现船体结构表面存在均匀或局部的腐蚀，则应以本社认可的方法进行修补，然后再次涂覆。

7.6.3 涂料

7.6.3.1 用于铝合金船舶防腐的涂料应经本社认可。

7.6.3.2 涂料的化学成分应与铝合金相适应，其中不得含有铜、铅、汞或其他能导致铝合金产生电化学腐蚀或其他类型腐蚀的成分。拟用于防止电化学腐蚀的绝缘涂料，不得含有石墨或其他导电材料。

7.6.3.3 涂料应按制造厂的产品说明书使用。被涂覆表面，包括焊缝和边角，应进行适当的清洁和化学处理。涂覆时，金属表面温度应高于露点3℃以上。涂层应无空隙，划痕或其他易于引起局部腐蚀的有害缺陷。此外，厂方还应提供涂层的组成、涂层的厚度、干燥时间、涂覆间

隔以及涂覆时金属表面的干湿状况等技术资料以供审核。

7.6.3.4 年检时涂层应完好无损，且其厚度应符合要求，任何可见的损伤，如起泡、剥落、分层等应予修补。

7.6.4 铝合金与其他金属接触面的防腐

7.6.4.1 应采取适当的措施，如绝缘胶布(无捻不吸水)，将铝合金船体结构与其他金属分隔，以避免直接接触，使用其他类型的绝缘胶布应提交本社认可。

7.6.4.2 对于非铝合金管系，应采取适当的措施，如特殊的管子架，防止其与铝合金船体之间存在电回路。在管道通过舱壁板、甲板、舱顶板和船壳等有水密要求的结构时，应采用特殊的贯通件，以保证非铝合金管道与铝合金绝缘。

7.6.4.3 对于机座、泵座、螺旋桨轴、舵等非铝合金部件的支承部位，应采用非金属的支承隔层、不导电的衬垫材料以及合适的胶布(无捻不吸水)、涂层等与铝合金船体绝缘。

7.6.5 铝合金与非金属接触面的防腐

7.6.5.1 应采用适当的涂料或包覆防止与铝合金直接接触的木材或绝缘材料中的杂质对铝合金的腐蚀。

7.6.5.2 任何用于粘结铝合金与绝缘材料的粘结剂中不得含有对铝合金有腐蚀作用的成分。用于绝缘的泡沫塑料中不得含有对铝合金有害的成分，如氟利昂等。

7.6.5.3 对于经常有污垢和灰尘积聚的地方，应采用涂层或其他方法，以防止铝合金产生点蚀。

7.6.6 潮湿环境下的防腐

应采取适当的舱室布置，以避免在潮湿处产生的铝合金缝隙腐蚀；对有缝隙的部位应采用腻子捻缝，在可能产生剥离腐蚀的舭部、锚链舱等处，所使用的铝合金应经过适当的热处理，使其具有抗剥离腐蚀的能力。

7.6.7 高温环境下的防腐

对于60℃以上的工作环境，应使用特别指定在该温度下工作的铝合金和焊接材料。

7.6.8 阴极保护

7.6.8.1 对于存在腐蚀的场合，应考虑使用牺牲阳极或外加电流对铝合金船体结构进行保护。

7.6.8.2 牺牲阳极的材料、数量、尺寸、位置及其固定方式等的详细资料应提交本社审查。对于外加电流保护系统，应采取措施以防止过保护，并应提供阳极类型、电压、布置等资料供本社审查。必要时，验船师可要求进行电位试验。

7.6.8.3 阴极保护装置一般应保证至少五年的服役期。年检时如发现有必要，可以进行更新或修补。

7.6.9 漏电流的保护

船舶在坞内时，应防止焊接等电流对铝合金船体产生不利影响。交流电应与船体绝缘。直

流电应尽量避免接地于铝合金船体。当出于安全考虑必须接地时，应将负极接于船体。

7.6.10 钢结构表面的防腐

所有钢结构的表面，除油舱内壁外，均应进行防腐涂覆。涂覆可根据涂料制造商的产品说明书进行。

第7节 钢和其他材料

7.7.1 适用范围

7.7.1.1 本节规定适用于建造高速船船体、机械、锅炉、受压容器及管系的轧制钢板、扁钢、型钢等厚度不超过50mm的钢材，以及船体、机械和系泊设备用的锻钢件、铸钢件、铸铁件以及钢丝绳、纤维绳等。

7.7.2 轧制钢板、扁钢和型钢

7.7.2.1 用于建造高速船船体、机械、锅炉、受压容器及管系的轧制钢板、扁钢、型钢等厚度不超过50mm的钢材应符合本社《钢质海船入级与建造规范》第9篇的有关规定。

7.7.3 锻钢件、铸钢件和铸铁件

7.7.3.1 用于建造高速船船体、机械和系泊设备用的锻钢件、铸钢件和铸铁件应符合本社《钢质海船入级与建造规范》第9篇的有关规定。

7.7.3.2 如高速船轴系采用不锈钢时，应提交其化学成分、力学性能和热处理工艺等资料供本社审查，经认可后方可使用

7.7.4 其他

7.7.4.1 用于建造高速船锚及系泊设备的铸钢件、铸铁件、钢丝绳、纤维绳等应符合本社《钢质海船入级与建造规范》第9篇的有关规定。

7.7.4.2 用于建造高速船锅炉、受压容器及管系所用的材料和产品应符合本社《钢质海船入级与建造规范》第9篇的有关规定。

第8章 船体结构建造工艺

第1节 通 则

8.1.1 适用范围

8.1.1.1 本章适用于在本社验船师检验下，采用焊接、纤维增强塑料成型或铆接方法建造船体结构的海上高速船。

8.1.1.2 除本章另有规定者外，船体钢结构的焊接制造应符合本社《钢质海船入级与建造规范》第8篇的有关规定。

8.1.2 人员资格

8.1.2.1 从事海上高速船焊接生产的焊工应按本社执行或认可的《焊工考试规则》进行培训和考试。只有持有本社颁发或认可的《焊工合格证》方可从事与其证书等级相应的焊接工作。

8.1.2.2 从事纤维增强塑料船成型工作的工人应经专门培训，使其了解并掌握纤维和树脂的特点、成型工艺要点、缺陷判断和排除方法。

8.1.2.3 无损检测人员应持有本社颁发或认可的《无损检测人员资格证书》，并从事与其证书的种类和等级相符的无损检测工作。

8.1.2.4 从事结构铆接工作的人员应经专门的培训，使其了解并掌握铆接生产的工艺要点。

8.1.3 生产条件

8.1.3.1 高速船生产厂的场地应保持整洁。焊接场地应有良好的接地布置。

8.1.3.2 生产所用的设备和装置应完整、适用于拟定的用途，并始终保持良好的工作状态。

8.1.3.3 造船材料的贮存、运输以及使用前的处理应符合材料生产厂的使用说明书的要求。

8.1.4 监督

8.1.4.1 船舶建造厂应有健全的质量保证管理机构和足够数量的熟练检验人员，以保证整个建造过程质量能得到有效的控制。

8.1.4.2 船舶的重要结构结点处的施工应有经验丰富的人员指导和监督，以确保施工的质量。

8.1.5 材料

8.1.5.1 高速船船体结构用的各种构造材料均应经本社认可，未经本社认可的材料在使用前应将其化学成分、力学性能等有关的技术资料提交本社审核，并在必要时进行认可试验。试验结果良好，并经本社验船师同意方可投入使用。

8.1.5.2 高速船结构用的各种连接材料如焊接材料、铆钉、螺栓或粘接材料均应与结构

材料相适应。

第2节　工艺认可

8.2.1　一般规定

8.2.1.1　本节适用于船厂在进行高速船生产前对船体建造工艺的认可。

8.2.1.2　在开工建造前，工厂应结合本厂的技术条件和生产经验，制订船体建造连接工艺计划表交验船师备查。计划表中应针对船舶建造中出现的不同位置、形式和尺寸的重要结构与结点列出拟使用的焊接、铺糊和铆接工艺规程的名称、编号和本社批准日期。

未曾批准过的工艺应制定详细的工艺规程提交本社认可，并经工艺认可试验合格后方可使用。

8.2.1.3　提交的焊接工艺规程应包括下列内容：

(1)　母材的种类、级别及厚度；

(2)　焊接材料(焊条、焊丝、焊剂和保护气体等)的型号、等级和规格；

(3)　焊接设备的型号和主要技术参数；

(4)　坡口设计和加工要求；

(5)　焊道布置和焊接顺序；

(6)　焊接位置(平、立、横、仰焊等)；

(7)　焊接参数(电源极性、焊接电流、电弧电压、焊接速度和保护气体流量)；

(8)　焊前预热和道间温度控制、焊后热处理及消除焊接热应力的措施等；

(9)　其他有关的特殊要求。

8.2.1.4　提交的纤维增强塑料成型工艺应包括下列内容：

(1)　原材料的种类、类型(树脂成分、织物编织型式等)、生产厂、技术参数和制造日期；

(2)　各种原材料的配合比例(相当于纯树脂质量的百分比)；

(3)　成型工艺(包括织物方向、铺敷方式和顺序等)；

(4)　脱模方式和脱模的技术参数；

(5)　部件和构件的连接方式(包括分段合拢、二次胶接、金属与非金属构件的连接、芯材粘接工艺等)；

(6)　铺敷设备种类、型号及特征参数；

(7)　固化说明(包括树脂的温度与固化时间的关系)。

8.2.1.5　提交的铆接工艺应包括下列内容：

(1)　铆接材料的牌号、型号和厚度；

(2)　铆钉的牌号、形式和直径；

(3)　铆接方法(冷铆、热铆、压铆、锻铆等)；

(4)　防电化学腐蚀的措施；

(5)　填料或绝缘材料的牌号与厚度；

(6)　铆接顺序等。

8.2.1.6　通常在采用新工艺或原工艺规程的参数有所改变、且可能影响结构性能时(如改变材料性能或接头形式等)，须进行工艺认可试验，以证实该建造工艺的适用性。

8.2.1.7 对必须进行认可试验的工艺，应在验船师在场时进行试验。试验结束后应将试验结果记入工艺认可试验报告，并将其附在提交认可的工艺规程后，一起交本社认可。

8.2.1.8 经本社认可的工艺规程不得随意改变，以后按此工艺施工时可免除工艺认可试验。

8.2.2 认可工艺的适用范围

8.2.2.1 钢结构焊接工艺的适用范围应符合本社《钢质海船入级与建造规范》第8篇的有关规定。

8.2.2.2 铝合金焊接工艺的认可范围应符合如下规定：

(1) 认可的母材与焊接填充材料应与试验用的材料相同；

(2) 材料厚度的认可范围为试验材料厚度的50%～200%；

(3) 焊接方法不能改变；

(4) 焊缝坡口形式不能任意改变；

(5) 保护气体的成份不能任意改变。

8.2.3 焊接工艺认可试验

8.2.3.1 钢结构的焊接工艺认可试验应按本社《钢质海船入级与建造规范》第8篇的有关规定进行。

8.2.3.2 铝合金结构的焊接工艺认可试验的试样制备应符合下列规定：

(1) 对接焊试件应截取两块400mm×150mm的试板，厚度根据实际产品的厚度确定；

(2) 角接焊试件应截取两块100mm×300mm的试板，厚度可取为实际生产产品厚度的平均值；

(3) 试板的取向为轧制方向平行于焊缝的纵向；

(4) 坡口形状、装配、焊接及焊后热处理工艺等均应与工艺规程中规定的相同；

(5) 焊接位置与实际生产位置相同；

(6) 焊接操作应由合格焊工进行。

8.2.3.3 试件焊毕后应进行外观检查，焊缝表面应成形均匀，平滑地向母材过渡，无裂纹、无明显的焊瘤和咬边等缺陷；必要时可进行无损检测，以证实焊缝质量符合相关的检验标准。

8.2.3.4 除特殊要求外，铝合金对接焊试件应按图8.2.3.4所示，截取如下试样：

(1) 焊缝横向拉力试样2个；

(2) 焊缝横向弯曲试样4个(正弯2个，反弯2个)；

(3) 焊缝宏观试样1个(可利用截弃段制取)。

8.2.3.5 铝合金角接焊试件应按图8.2.3.5所示截取如下试样：

(1) 焊缝破断试样2个；

(2) 焊缝宏观试样1个。

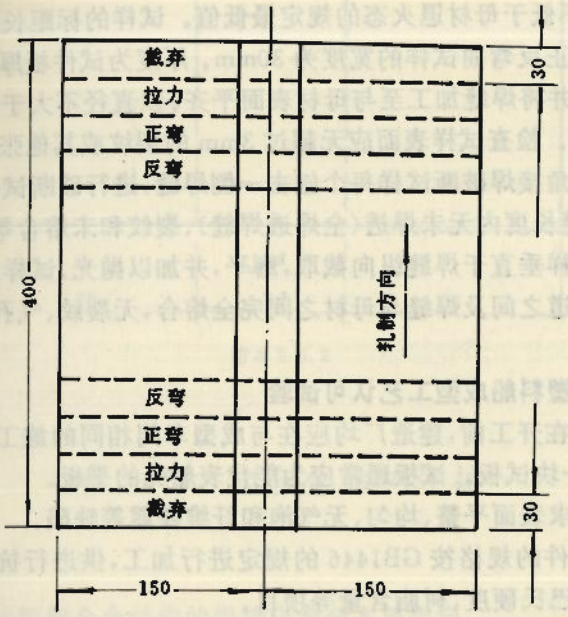


图 8.2.3.4

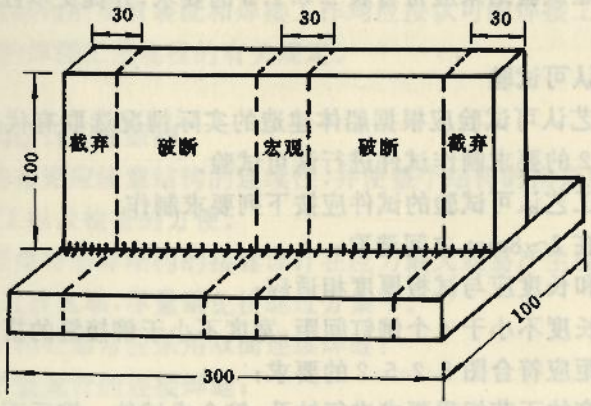
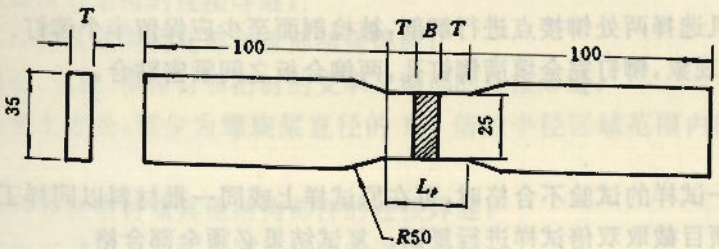


图 8.2.3.5



B—母材宽度；T—母材厚度；L_P—标距长度

图 8.2.3.6

8.2.3.6　铝合金焊缝横向拉力试样如图 8.2.3.6 所示，焊缝表面应加工至与母材表面齐平。拉力试验的结果均应不低于母材退火态的规定最低值。试样的标距长度应记入报告。

8.2.3.7　铝合金正反弯曲试样的宽度为 30mm。厚度为试件板厚的全厚度。试样边角部位允许倒圆 1～2mm。并将焊缝加工至与母材表面平齐。以直径不大于板厚 6 倍的压头对试样进行正、反弯曲至 180°。检查试样表面应无超过 3mm 的裂纹或其他张开型缺陷。

8.2.3.8　将两个角接焊破断试样每个刨去一侧焊缝，进行破断试验。在破断试样的断裂表面上应显示整个焊缝长度内无未焊透（全焊透焊缝）、裂纹和未熔合等缺陷。

8.2.3.9　宏观试样垂直于焊缝纵向截取，磨平，并加以抛光。试样应显示焊缝根部完全焊透（全焊透焊缝），各焊道之间及焊缝与母材之间完全熔合，无裂纹、气孔、夹钨等缺陷。

8.2.4　纤维增强塑料船成型工艺认可试验

8.2.4.1　每艘船在开工前，建造厂均应在与成型车间相同的施工条件下，由普通工人按送审的工艺规程糊制一块试板。试板通常应为能代表船壳的平板。

8.2.4.2　试板要求表面平整、均匀、无气泡和纤维裸露等缺陷。

8.2.4.3　层板试件的规格按 GB1446 的规定进行加工，供进行抗拉、抗弯等力学性能试验。同时测定其密度、巴氏硬度、树脂含量等项目。

8.2.4.4　对于夹层试板，应按 ISO 1922 或其他有关标准进行剪切试验。此外，还应做夹层面板试板，供其他性能试验。试验要求、方法和结果与层板试板相同。

8.2.4.5　上述性能试验结果应符合表 2.6.1.3 的要求，并提交本社验船师确认。

8.2.5　铆接工艺认可试验

8.2.5.1　铆接工艺认可试验应根据船体建造的实际情况选取有代表性的接缝进行工艺认可试验，或按 8.2.5.2 的要求制作试件进行认可试验。

8.2.5.2　铆接缝工艺认可试验的试件应按下列要求制作：

（1）　试板厚度可在 2～8mm 之间选取；

（2）　铆钉的直径和长度应与试板厚度相适应；

（3）　两块试板的长度不小于 4 个铆钉间距，宽度不小于铆接缝的搭接宽度加 50mm；

（4）　铆钉孔的间距应符合图 8.2.5.2 的要求；

（5）　试板应按提交的工艺规程要求进行钻孔，铆合成试件。铆后不允许捻缝。

8.2.5.3　检查试样表面应平整，被铆位置无明显的压痕。铆钉的钉头和墩头均成形良好，符合有关标准的要求。铆钉无松动或裂纹现象。

8.2.5.4　随机选择两处铆接点进行解剖，被检剖面至少应保留半个铆钉。剖面应显示铆钉的中心线无偏斜现象，铆钉完全填满铆钉孔，两铆合板之间紧密贴合。

8.2.6　复试

8.2.6.1　任一试样的试验不合格时，可在原试样上或同一批材料以同样工艺重新制作的试样上，对不合格项目截取双倍试样进行复试。复试结果必须全部合格。

8.2.6.2　若复试结果不合格，经本社验船师同意可重新制作试件，再进行一次全部项目的试验。试验结果必须全部合格。

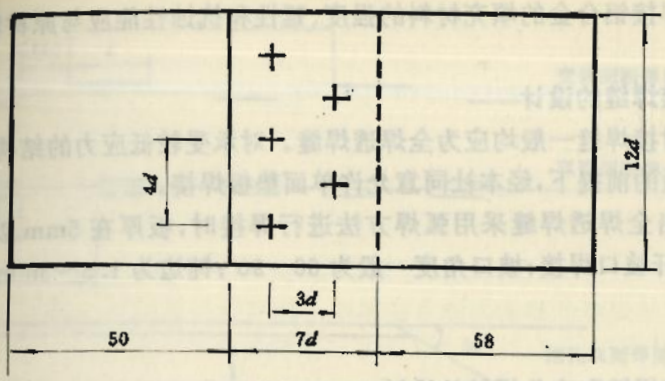


图 8.2.5.2

第 3 节　铝合金结构焊接

8.3.1　一般规定

8.3.1.1　海上高速船铝合金结构的焊接应符合本节规定。

8.3.1.2　铝合金结构的焊接建议采用熔化极(TIG)或非熔化极(MIG)惰性气体保护焊接方法。若采用其他方法须经本社同意。

8.3.1.3　铝合金结构的所有装配和焊接工作均应按认可的焊接工艺规程进行。所用的焊接材料应符合已认可的焊接工艺规程的有关规定。

8.3.2　焊接结构设计一般原则

8.3.2.1　接缝的布置应注意结构的连续性，并使整个结构的拘束度降至最小。同时应考虑便于焊接与铆接施工以及检查的方便。

8.3.2.2　应当避免将船体结构的接缝设计在应力最大或易产生应力集中的区域。结构截面突变处应有足够的过渡区域，尽量避免接缝过分集中。

8.3.2.3　下列结构处通常应采用双面连续焊缝：

(1)　中桁材与平板龙骨的连接焊缝；

(2)　机器基座与支撑结构的连接焊缝；

(3)　油密、水密结构周界的连接焊缝；

(4)　舵机处所有结构的连接焊缝；

(5)　处于冲击区域内的底部和首部结构焊缝；

(6)　扶强材、支柱、横撑材和桁材的支承及端部的连接焊缝；

(7)　螺旋桨上方处，至少为螺旋桨直径的 1.5 倍的半径区域范围内的所有构件连接焊缝；

(8)　肘板与邻接桁材或其他结构部件的连接焊缝；

(9)　承受较大剪应力的桁材腹板端部的连接焊缝；

(10)　肘板与舱壁板的的连接焊缝。

8.3.2.4　当采用钢铝成形接头时，应考虑接头的承载能力，尽量减少成形接头的正应力水平。

8.3.2.5　焊接铝合金的填充材料的强度、延性和抗蚀性能应与原材料相配合。

8.3.3　对接焊缝的设计

8.3.3.1　对接焊缝一般均应为全焊透焊缝。对承受较低应力的结构，在双面焊接无法实施时，在保证质量的前提下，经本社同意允许单面垫板焊接。

8.3.3.2　当全焊透焊缝采用弧焊方法进行焊接时，板厚在 5mm 以下可以不开坡口焊接；8mm 以上应开坡口焊接；坡口角度一般为 60～90°；钝边为 1.5～3mm；间隙在 0～4mm 之间。

8.3.4　搭接焊缝和定位焊缝的设计

8.3.4.1　搭接接头通常不能用于传递拉伸或压缩载荷的构件的连接。必须使用搭接接头时，应使两板具有适当的搭接宽度。

8.3.4.2　定位焊缝的间距一般不大于板厚的 20 倍，焊缝长度至少为板厚的 4 倍。在角部、端部及受力较大或应力集中的部位应避免设置定位焊。

8.3.5　角接焊缝的设计

8.3.5.1　角接焊缝的形式可为 T 型接头或十字形接头。且通常均应是双面焊缝（如图 8.3.5.1(a)所示）。两种接头形式又可分为双面连续焊、双面间断焊和交错间断焊（如图 8.3.5.1(b)所示）。

8.3.5.2　对承受较高应力的角焊缝可采用立板开坡口的深熔焊，甚至采用全焊透的双面角焊缝。在中等应力条件下允许采用链式间断焊或交错间断焊。若采用单面角缝焊必须经本社同意。

8.3.5.3　要求双面连续焊的角焊缝，其焊喉厚度 h 值应不小于按下式计算之值：

$$h = Wt$$

式中：W ——焊接系数，船体结构的焊接系数规定在表 8.3.5.3 中；

t ——构件的最小厚度，mm；指角焊缝连接的构件中较薄一块板的厚度。

当采用深熔焊时，焊喉厚度可以降低 10%；但降低值不大于1.5mm。

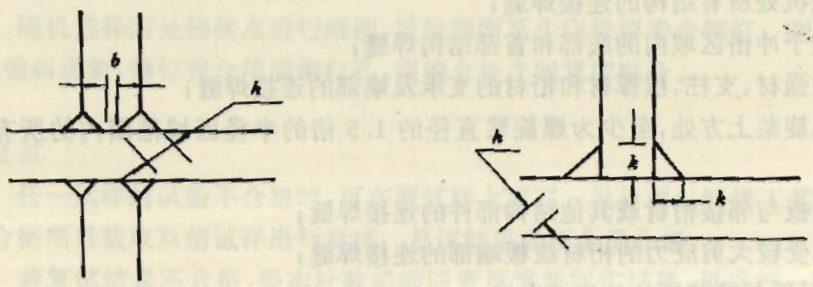


图 8.3.5.1(a)

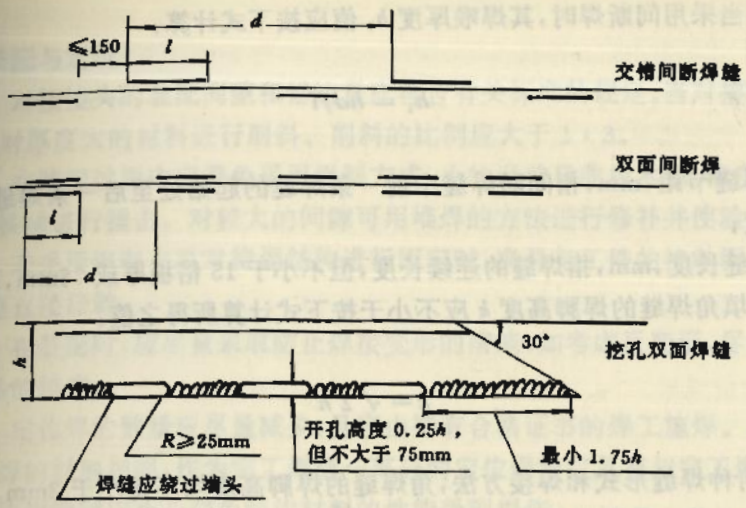


图 8.3.5.1(b)

表 8.3.5.3

项　　目	焊接系数	备　　注
(一) 一般结构		
水密或油密周界	0.34	允许间断焊
非密性板材的周界	0.13	
一般的搭接焊缝	0.27	在液舱处取为 0.13
纵骨、肋骨、横梁和其他扶强构件	0.10	在端部连接处为 0.21
对外板、甲板或舱壁板		
(二) 底部结构		
非密性中桁材对甲板	0.27	
对底板	0.21	不能挖孔
非密性肋板、旁桁材和肘板的周界	0.21	
内底纵骨或主机座纵桁对面板	0.44	连续焊
对船体结构	0.44	连续焊
螺旋桨毂部位	0.27	
(三) 船体骨架		
腹板框架的腹板和纵桁对外板	0.13	
对面板	0.13	
(四) 甲板与支承结构		
露天甲板对外板	0.44	连续焊
其他甲板对外板或舱壁板	0.21	连续焊
(作为液舱周界的除外)		
纵桁腹板对甲板以及端部肘板对甲板	0.10	
在端部肘板处纵桁腹板对甲板	0.21	连续焊
纵桁面板对腹板	0.10	
(五) 上层建筑、甲板室和围蔽处所		
外围壁与甲板的连接	0.34	
内围壁处	0.13	

8.3.5.4 当采用间断焊时，其焊喉厚度 h_1 值应按下式计算：

$$h_1 = hd/l$$

式中：d ——焊缝节距，mm，指间断焊缝中前一条焊缝的起始处至后一条焊缝的起始处的长度；

l ——焊缝长度，mm，指焊缝的连续长度，但不小于 15 倍板厚或 75mm，取其较小值。

8.3.5.5 填角焊缝的焊脚高度 k 应不小于按下式计算所得之值：

$$k = \sqrt{2}\,h$$

不论采用何种焊缝形式和焊接方法，角焊缝的焊脚高度均不得小于 3mm，也不必超过较薄构件厚度的 1.5 倍。间断焊缝的焊脚高度一般不必大于 7mm。

8.3.5.6 在采用间断焊时，对下列部位的包角焊缝的规定长度内应采用双面连续角焊缝：

(1) 肘板趾端的包角焊缝长度应不小于连接骨材的高度，且不小于 75mm；

(2) 型材端部，特别是短型材的端部削斜时，其包角焊缝的长度应为型材的高度或不小于削斜长度，取大者；

(3) 各种开孔、切口处端部和所有相互垂直的连接构件的垂直交叉处，应不小于 75mm。

8.3.5.7 当结构构件穿过液舱舱壁时，在舱壁两面至少应有长度不少于 75mm 的双面全焊透角焊缝。

8.3.6 焊接环境

8.3.6.1 铝合金焊接的场地应有防潮、防尘、防寒和防风的设施。施工的风速应小于 0.5m/s。

8.3.6.2 施工场地应保持清洁，场地周围不应有油料、杂物等易污染物堆放，应避免与钢结构混同施工。

8.3.7 施工前准备

8.3.7.1 铝合金材料可采用机械或等离子方法进行切割。坡口一般应采用机械方法(如锯、刨、磨等方法)，按认可图纸的尺寸制备。坡口应均匀，无疵点。

8.3.7.2 当采用惰性气体保护焊时，焊前应检查保护气体的成分是否符合焊接工艺规程的要求。

8.3.7.3 铝合金焊接前应对焊丝、被焊工件的坡口及其临近区域(包括垫板)进行彻底清洁，使这些部位无氧化物、油污或其他可能影响焊缝质量的杂质。清洁的方法可分为：

(1) 汽油、丙酮或其他溶剂去除表面油污等污垢；

(2) 用化学药剂去除铝合金表面的氧化膜；

(3) 机械方法，如刮刀、不锈钢丝刷等，去除表面的氧化膜。

8.3.7.4 焊丝与工件被清洁后应保持清洁与干燥，并尽快进行焊接。通常清洁部位应在 24h 内施焊，否则应对该部位采取有效的保护措施或重新进行清洁。

8.3.8 装配与定位

8.3.8.1 对接接头的装配间隙和错边量应符合有关标准的规定。当对接材料的厚度差大于3mm时，应对厚度大的材料进行削斜。削斜的比例应大于1：3。

8.3.8.2 在装配过程中应避免采用强制方式。小的误差只能用木锤、橡皮锤或铝锤敲打，不得直接使用铁锤进行锤击。对较大的间隙可用堆焊的方法进行修补并使验船师满意。

8.3.8.3 若采用钢制夹具对待焊结构进行固定时，夹具与工件的接触面一般应垫以铝板或橡胶，以避免直接接触。

8.3.8.4 在装配时，应尽量采取防止焊接变形的措施，如考虑反变形、尽量减少装配间隙等，以确保成品的精度。

8.3.8.5 定位焊的数量应尽量减少，且应由持有合格证书的焊工施焊。定位焊的焊接材料应与正式施焊的材料相同，作为完工焊缝一部分的定位焊缝应具有与完工焊缝相同的质量。去除临时的定位焊缝时应小心避免结构材料的性能受到损伤。

8.3.9 焊前预热

8.3.9.1 凡符合下列情况之一者，可以考虑对焊接区域进行预热：

(1) 当铝合金材料的厚度大于8mm，或；

(2) 环境温度低于0℃时，或；

(3) 环境湿度大于80%时。

8.3.9.2 铝合金的预热不宜采用氧—乙炔火焰加热的方法。通常应用电吹风、电加热板等非火焰的加热工具进行预热。

8.3.9.3 铝镁系合金的预热温度通常为50℃±10℃。

8.3.10 结构焊接

8.3.10.1 重要对接缝的焊接，应在接缝的两端，焊上与母材相同材料的引弧板和熄弧板。

8.3.10.2 主要对接缝应尽量采用倾角小于20°的位置进行平对接焊。

8.3.10.3 为使变形减至最小程度，焊接时应遵循以下原则：

(1) 单条长焊缝应采用分中对称焊或逐步退焊法；

(2) 密集性的多条长焊缝应采用中间向四周对称焊的顺序；

(3) 在满足设计要求的基础上尽可能不加大焊缝的尺寸。

8.3.10.4 焊缝时应避免不适当的中断。当焊接中断，再引弧时，应对接弧处进行清理，重新焊接时焊道应有一定长度的重叠(25mm左右)。

8.3.10.5 对全焊透对接焊缝，在正面焊毕后应对反面扣槽，直至焊缝没有缺陷为止。扣槽只准使用铲、刨、铣等机械的方法或其他不影响焊缝质量的有效方法，不得使用火焰方法。

8.3.10.6 多道焊时，后道焊缝焊前，应将前一道焊缝表面清理干净，道间温度应尽可能控制在60℃以下。

8.3.10.7 采用熔化极气体保护焊焊接时，若喷嘴附有明显的飞溅物，则应更换喷嘴或予以清洁。采用非熔化极气体保护焊接时，发现钨极氧化或形状不良时，应及时更换钨极或进行修磨。若焊接时发生钨极触及熔池或焊丝，应立即停止焊接，夹钨焊缝应铲除干净。沾污的焊

丝和钨极要清理干净，排除产生夹钨原因。

8.3.10.8 当焊接钢铝成形接头时，须严格控制焊接的线能量，防止对成形接头产生不良影响。

8.3.10.9 对重要结构的小角度相交部位，通常应在反面开坡口进行焊接，并保证角焊缝的焊脚高度符合图纸的规定。

8.3.10.10 重要的焊缝均应有焊工记录备查。

8.3.11 焊后处理

8.3.11.1 为保证材料的性能免受不良影响，用火焰进行点状或线状加热矫正的方法仅在特别认可后才能采用。

8.3.11.2 发现有超标缺陷的焊缝必须用机械方法彻底清除缺陷，必要时可采用无损检测方法进行检验，证实缺陷完全清除，然后重新焊接。

8.3.11.3 铝合金焊缝的焊补次数一般应不超过2次。超过2次的焊补应经特别同意。

第4节 纤维增强塑料船成型工艺

8.4.1 一般要求

8.4.1.1 纤维增强塑料船的成型车间应有良好的照明，并具有通风设备，但应避免阳光和人工照明直接照射而影响树脂的正常固化。

8.4.1.2 成型车间的温度应在10～32℃之间，相对湿度应小于85%，并保持稳定。

8.4.1.3 成型模具应有足够刚度和强度，且不易变形。模具的尺寸、光洁度应满足产品的要求。

8.4.1.4 模具应清洁干燥，且脱模容易。

8.4.1.5 脱模剂应均匀地涂于模具的表面，严禁遗漏。

8.4.1.6 成型前必须进行凝胶试验，以确定树脂的最佳配比。

8.4.1.7 表面胶衣树脂的厚度应在0.4～0.6mm之间，且应厚薄均匀。

8.4.1.8 配胶时，树脂中加入引发剂和促进剂后应逐一搅拌均匀，严禁引发剂直接与促进剂接触。一次配胶量不宜过大。

8.4.1.9 成型应在胶衣树脂初步凝胶后较短时间内进行。

8.4.1.10 船体等主要构件成型时，应做好验证试件。验证试件应与实际生产相同的环境条件、原材料、配方和工艺方法下(除胶衣层外)，由普通操作人员在约45°角放置的平板模具上糊制，待其固化后取样，测定试件的各项性能，并提交本社。

8.4.1.11 若采用木材作有效芯材时，则木材的纤维方向应与其主要受力方向一致。

8.4.2 成型工艺

8.4.2.1 以下规定仅适用于以玻璃纤维和不饱和聚酯树脂为主要原材料的手糊成型或喷射成型的造船工艺。

8.4.2.2 手糊成型时，第一层增强材料应采用表面毡，然后铺1～2层短切毡。

8.4.2.3　手糊成型时，树脂应均匀涂刷于每层增强材料间，且应使纤维充分浸渍。

8.4.2.4　手糊成型的纤维应尽可能连续，同一层纤维间可采用搭接或对接方式连接。相邻层间的接缝应至少错开100mm，五层之内接缝应不重叠。若采用搭接时，搭接宽度应不少于50mm。

8.4.2.5　严格控制每层树脂的用量，各种增强材料的树脂含量应控制在表2.6.1.3要求的范围内。

8.4.2.6　层板厚度变化应缓慢，过渡区的宽度至少为厚度差的30倍。

8.4.2.7　喷射成型仅在喷射施工易于保证成型良好的结构面上使用。

8.4.2.8　喷射设备在使用前应进行校准，以保证喷出的纤维百分比符合预定的要求，喷射厚度要求均匀。

8.4.2.9　当喷射纤维量达600g/m²时，应使用滚压法或其他方法消除气泡。

8.4.2.10　若采用分次成型时，二次成型的界面所用的树脂应选择无蜡树脂。如采用有蜡树脂，则成型前需要进行打毛处理。

8.4.2.11　二次成型间应采取措施，保持成型界面的清洁，对有气泡、皱折等缺陷的界面应进行修补。

8.4.3　脱模

8.4.3.1　船体的脱模应在其巴氏硬度大于或等于40后及加强材、隔舱板成型安装后进行。其余大型构件也应在加强材成型固化后方可脱模。

8.4.3.2　脱模后，模具和制品应放在支架上，避免产生变形。

8.4.4　连接

8.4.4.1　应根据受力情况和工作状态选择合理的连接形式，主要的连接形式有胶接、机械连接和二者并用。

8.4.4.2　当大骨材与小骨材交叉时，应在大骨材上开孔，使小骨材保持连续。当相近尺寸的骨材交叉时，一般应使纵向骨材保持连续。

8.4.4.3　胶接时，应合理地选择胶粘剂和确定胶接层的厚度及长度，使胶接区处于最佳受力状态。

8.4.4.4　胶接表面应平整、干净，但不宜光滑。胶接前应预先进行打毛处理。

8.4.4.5　在二次胶接时，应在胶接面中放一层短切纤维毡，对于承受动载荷的接头，还应在外面糊几层纤维增强角材，见图8.4.4.5。

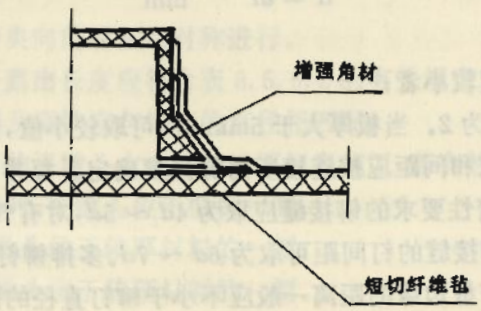


图8.4.4.5

8.4.4.6　角接一般均应两侧连接，每一侧角接层的厚度应大于被连接构件中较薄者厚度的一半，角接布层尺寸应由里到外逐层放大 25mm。

8.4.4.7　对于承受冲击、振动等载荷的部位，一般应采用螺栓等机械连接。

(1)　机械连接应在被连接件充分固化后进行；

(2)　连接孔的设计应尽可能降低应力集中，对被削弱的层板应考虑适当的补偿；

(3)　螺栓和层板应垂直安装，在连接处应设置垫圈；

(4)　为保证层板的密封性，螺栓顶部可用浸透树脂的纤维丝缠绕后再安装；

(5)　机械连接时，连接孔的端距、边距、行距、列距应不小于表 8.4.4.7 的要求。

表 8.4.4.7

板厚 mm	端距 mm	边距 mm	行距 mm	列距 mm
<5	$2.5d$	$1.5d$	$\geqslant 4d$	$>4d$
$\geqslant 5$	$2d$	$1.25d$	$\geqslant 4d$	$>4d$

注：d ——连接孔的直径，mm。

8.4.4.8　推荐使用几种典型构件的连接形式见附录 A 所示，如采用其他连接形式应经本社同意。作为参考，附录 B 给出了纤维增强塑料易产生的缺陷及其成因。

第 5 节　铆　接

8.5.1　一般规定

8.5.1.1　本节规定仅适用于采用铆接方法进行连接的铝合金的船体结构。

8.5.1.2　铆接生产的场地应保持清洁与干燥。铆接施工应按认可工艺规程进行。

8.5.2　铆接缝的设计

8.5.2.1　设计铆接缝时应避免将铆接缝设计在船体结构应力较大或易产生应力集中的区域。

8.5.2.2　接缝上的铆钉一般应以等间距布置。多排铆钉前后排一般应交错布置。

8.5.2.3　铆钉直径 d 一般可按下式选取：

$$d = at \qquad \text{mm}$$

式中：t ——连接板中厚度较小者；

a ——系数，通常取为 2。当板厚大于 5mm 时，可取较小值，但不得小于 1.5。

8.5.2.4　铆钉的排数和间距应按连接所需的强度确定。每排钉与钉的间距一般应在 $3d$ 至 $7d$ 之间。通常有油、水密性要求的铆接缝应取为 $4d \sim 5d$，对有气密要求的铆接缝的间距可取为 $3d \sim 4d$，非密性的铆接缝的钉间距可取为 $6d \sim 7d$。多排铆钉的排间距一般为 $3d$ 。

8.5.2.5　铆钉中心与板边缘的距离一般应不小于铆钉直径的两倍。

8.5.2.6　铆接缝应有适当的搭接宽度。通常铆接缝的搭接宽度 B 应不小于按下式计算

之值：

$$B = d(3n + 1) \qquad \text{mm}$$

式中：d ——铆钉直径，mm；

n ——接缝上的铆钉排数。

8.5.3 铆接材料

8.5.3.1 铆接用的铆钉应与结构材料相适应，并符合本规范第七章的有关规定。

8.5.3.2 铆接缝中的密封填料应与结构材料相适应，不会产生电化腐蚀和化学反应。

8.5.4 铆钉孔加工

8.5.4.1 铆钉孔的加工通常只能用电钻或风钻进行。对冷作硬化材料加工时，应慎重而正确地操作。

8.5.4.2 采用沉头或半沉头铆钉而需对构件进行锪孔时，锪孔的锥角应与铆钉相配合。当板厚与锪孔深度相同时，孔深可减小 0.5mm。

8.5.4.3 构件之间的铆钉孔应对准并与铆钉有良好的配合，铆钉孔四周应光洁，不应有毛刺或棱角。

8.5.4.4 加工后的钉孔，其直径、椭圆度和中心偏差应符合有关标准的公差规定，铆钉孔中心线垂直度偏差应小于构件厚度的十分之一。

8.5.5 铆前准备

8.5.5.1 一般情况下，铆接工作应在待铆接部位及其相邻部位的焊接、开孔和矫正等工作完毕后才能进行。

8.5.5.2 铆接的结合面应平顺、清洁、紧密，不应夹有杂物。干燥后才可涂刷防锈漆或密性填料。密性填料应在整个长度内厚度保持基本一致。

8.5.5.3 为保证铆接工作的顺利进行，铆前应取适当的间隔，在铆钉孔位开直径略小于铆钉的定位孔，用螺钉作临时固定。

8.5.5.4 铆接前，应对铆钉、铆钉孔、锪孔等进行检查。符合规定要求后才能进行铆接作业。

8.5.6 结构铆接

8.5.6.1 铆接应由中央向前后左右对称进行。

8.5.6.2 铆钉的钉杆露出长度应符合表 8.5.6.2 的有关规定。

8.5.6.3 使用的气锤及顶铁应与铆钉的直径相匹配。

8.5.6.4 平墩头铆钉的平墩头方向应按以下规定施工，若有特殊情况应经验船师同意。

(1) 板材与型材铆接时，平墩头位于型材一侧；

(2) 厚度不同时，平墩头位于较厚材料的一侧；

(3) 硬度不同时，平墩头位于较硬材料的一侧。

表 8.5.6.2

钉直径 d mm	墩头种类	墩头形状	露出长度 T mm	备注
3～25	半沉头		$0.8d \sim 1.2d$	平墩头应取表中较大值，三层重叠露出长度应有 1mm 左右余量
3～25	圆　头		$1.5d \sim 1.7d$	
3～13	平　头		$1.3d \sim 1.4d$	

8.5.6.5　不同材料进行铆接时，在两种不同的金属材料之间应加上耐腐蚀绝缘材料，以防止产生电化学腐蚀。

8.5.6.6　铆接时应尽可能一次成形，不宜反复修整。

第 6 节　质量检验

8.6.1　一般规定

8.6.1.1　本节适用于钢、铝、纤维增强塑料及其混合结构的海上高速船的船体检验。

8.6.1.2　为使验船师能顺利进行检验，工厂应提供必要的检验手段和方便。

8.6.1.3　检验前，接缝区域应予以清洁，不得用涂料、油漆等复盖接缝表面。

8.6.1.4　超标缺陷应用适当的方法予以彻底清除，然后重新用认可的方法连接。

8.6.2　焊缝检验

8.6.2.1　所有完工焊缝均应经外观检查。外观检验可用眼观或 5 倍放大镜检查。焊缝的尺寸应符合图纸或有关标准的要求，表面平顺，成形良好。

8.6.2.2　焊缝表面不允许有裂纹、夹钨、未填满、气孔、焊穿、过烧和焊瘤等缺陷。板厚小于或等于 3mm 者，不允许存在咬边；板厚大于 3mm 者，咬边深度应不大于 0.5mm，其累计长度不得超过单条焊缝长度的 10%，且不得大于 100mm。

8.6.2.3　船体主要结构的焊缝应经无损检测，检测范围由工厂与验船师商定。建议射线检查范围应不少于主船体对接焊缝的 5%。重要结构的角焊缝应经超声波检查。缺陷的评定标准应经本社同意。

8.6.2.4　当船体结构需要进行无损检测时，工厂应制定详细的检测工艺规程，并提交验

船师认可，规程中至少应包括拟采用的检测方法、检测范围以及检测点的布置等内容。

8.6.3 纤维增强塑料的检验

8.6.3.1 纤维增强塑料在成型过程中应随时检查制品表面，如有明显气泡、分层、皱摺、树脂堆积和流胶等缺陷应予以修补。

8.6.3.2 脱模后应检查制品外表面，发现缺陷应予以修补。同时检查船长、船宽和型深等主尺度值。

8.6.3.3 对所建的船舶必须确认完工的船壳，甲板铺层各主要构件的连接、单体分段的安装等是否与图纸一致。

8.6.4 铆接缝检验

8.6.4.1 铆接的各铆钉间距、排距及铆钉直径应符合图纸的要求。

8.6.4.2 铆固后铆钉周围的构件表面应紧贴，被铆位置无明显的压痕。

8.6.4.3 铆钉的钉头尺寸应符合有关标准的要求；铆钉不得有松动、墩头偏心、裂纹等现象。

附录　纤维增强塑料结构节点及施工缺陷分析

A　结构构造细则

A1　一般要求

A1.1　本附录推荐了在实践中已被证实的各种有效的连接形式。设计和建造单位可以在保证强度和连接目的的条件下，提出其他连接形式，但应经验船部门同意。

A2　甲板与舷侧板的连接

A2.1　甲板与舷侧板的连接除应保证结构的完整性以承受总纵弯矩之外，还应能承受由甲板局部载荷造成的角变形。甲板与舷侧板的连接示例见图 A2.1(1)至图 A2.1.(12)。

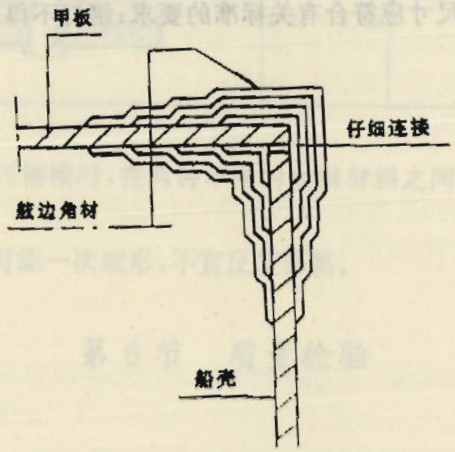


图 A2.1(1)

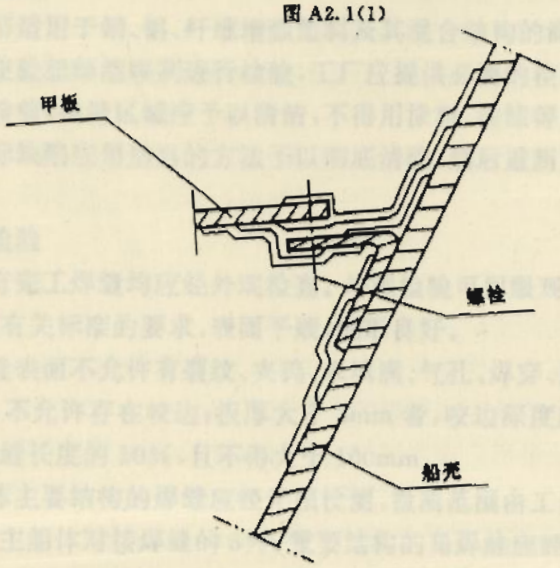


图 A2.1.(2)

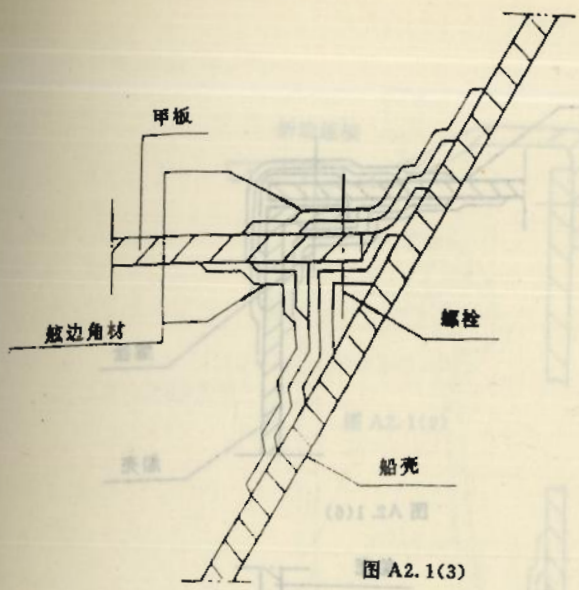


图 A2.1(3)

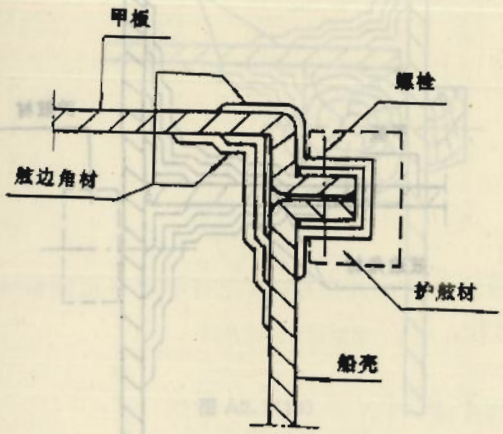


图 A2.1(4)

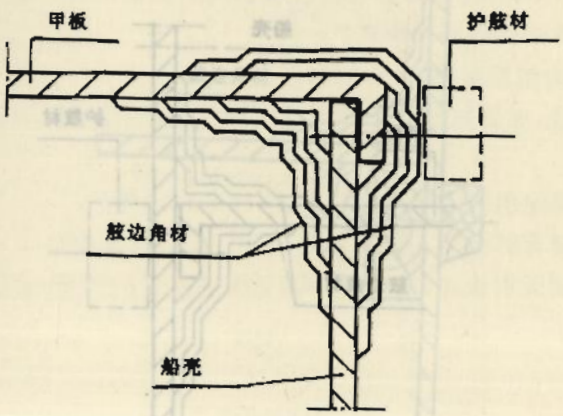


图 A2.1(5)

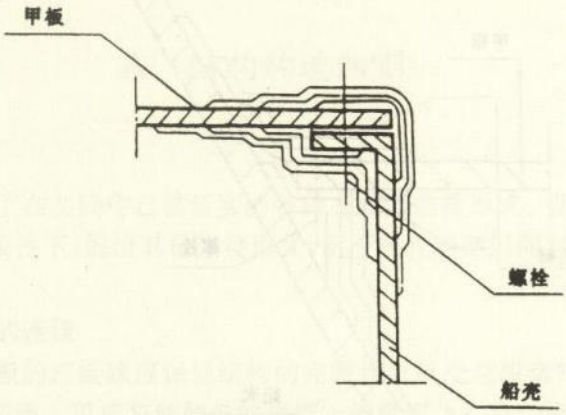


图 A2.1(6)

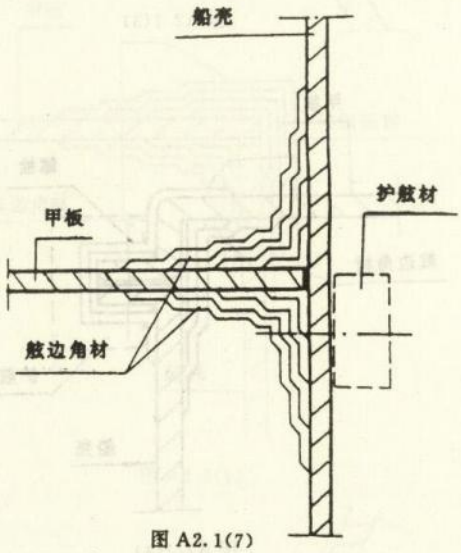


图 A2.1(7)

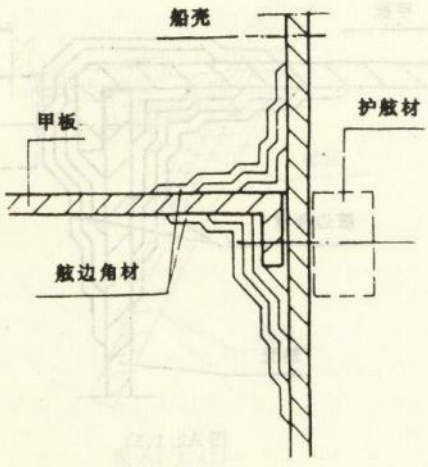


图 A2.1(8)

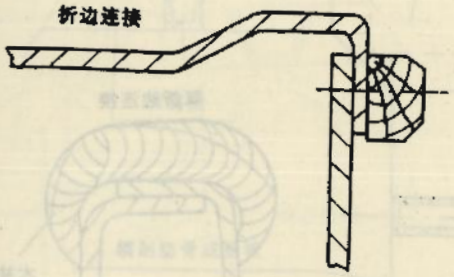


图 A2.1(9)

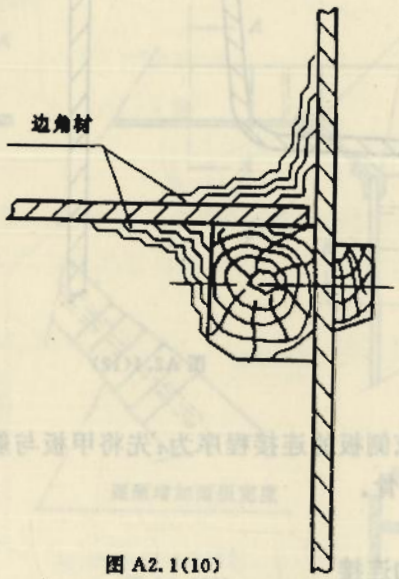


图 A2.1(10)

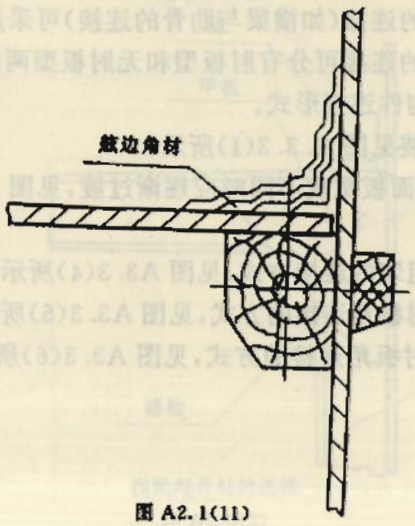


图 A2.1(11)

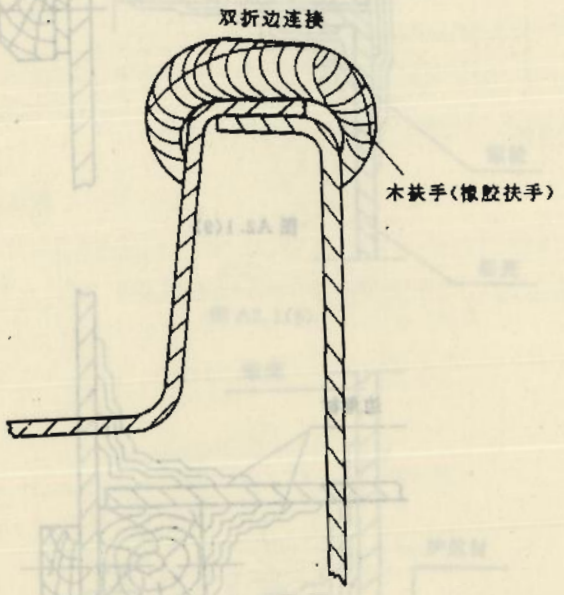


图 A2.1(12)

A2.2 通常甲板与舷侧板的连接程序为:先将甲板与舷侧板连接,接着铺敷角材,然后再连接与之正交的横梁和肋骨。

A3 骨架构件之间的连接

A3.1 骨架构件之间的连接(如横梁与肋骨的连接)可采用机械连接和胶接两种方式。

A3.2 骨架构件之间的连接可分有肘板型和无肘板型两种。为了增加角部连接的刚性。一般多采用有肘板的骨架构件连接形式。

A3.3 预制肘板的组装见图 A.3.3(1)所示;

单腹板骨材的角接,在面板宽度不同时应逐渐过渡,见图 A3.3(2)所示;横梁与骨材的连接见图 A3.3(3);

预制骨材按对接规定组装的连接方式,见图 A3.3(4)所示;

帽型骨材现场糊制有肘板角连接的方式,见图 A3.3(5)所示;

帽型骨材现场糊制无肘板角连接的方式,见图 A3.3(6)所示,去除甲板后,其节点连接如图 A3.3(7)所示。

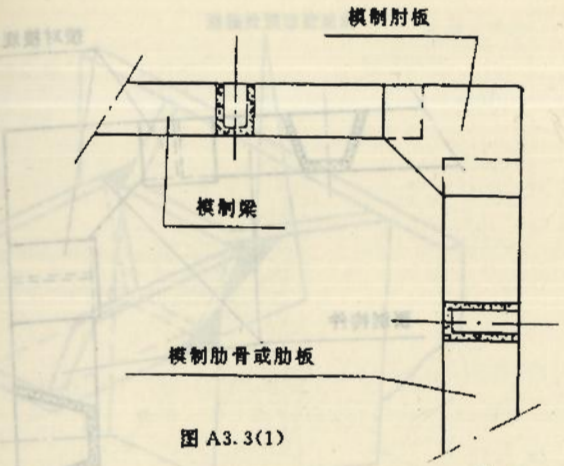


图 A3.3(1)

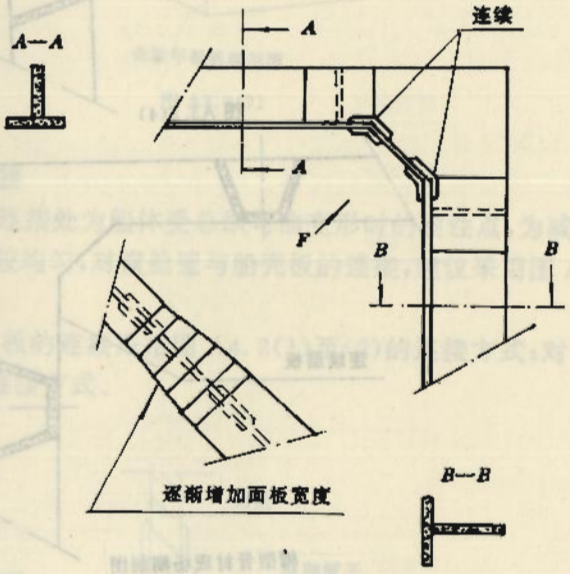
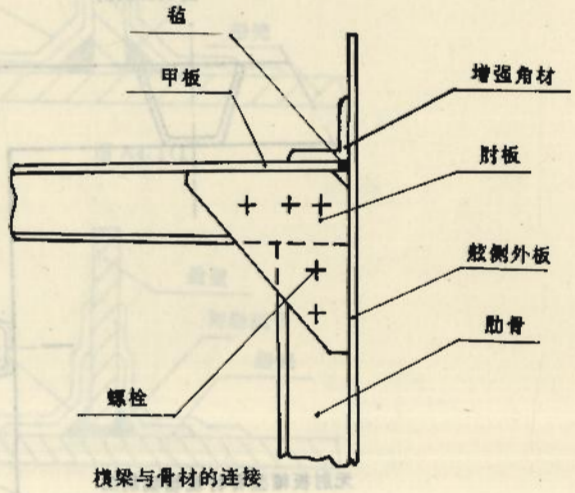


图 A3.3(2)



横梁与骨材的连接

图 A3.3(3)

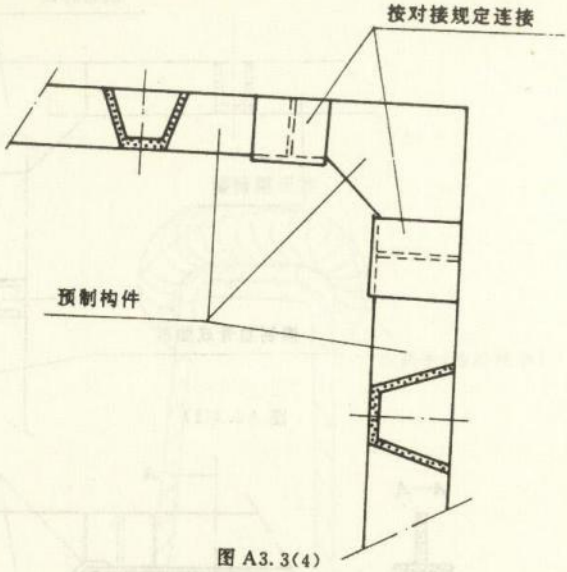
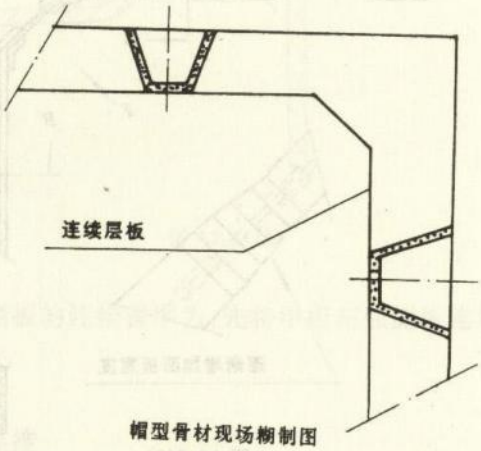
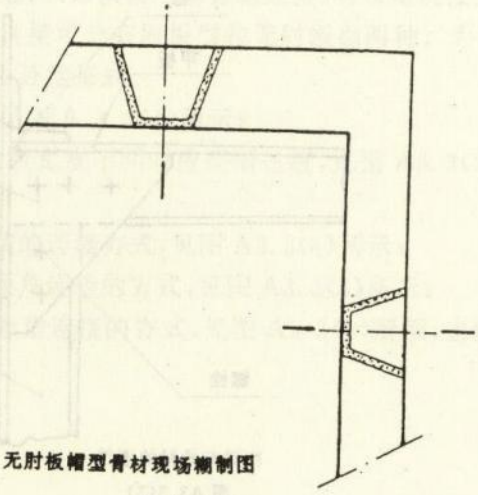


图 A3.3(4)



帽型骨材现场糊制图

图 A3.3(5)



无肘板帽型骨材现场糊制图

图 A3.3(6)

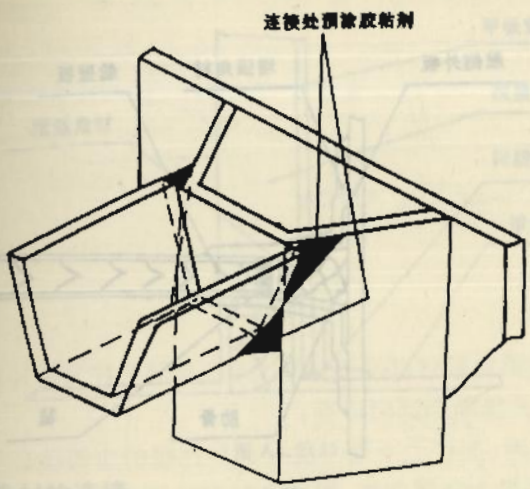


图 A3.3(7)

A4 舱壁与船壳板的连接

A4.1 舱壁与船壳板的连接处为船体受总纵弯曲变形时的刚性点，为减少其连接刚性而使其在小变形时的应力分布较均匀，对横舱壁与船壳板的连接，建议采用图 A4.1(1)至(3)的连接方式。

A4.2 对纵舱壁与船底板的连接采用图 A4.2(1)至(2)的连接方式；对甲板室围壁与甲板的连接采用图 A4.2(3)的连接方式。

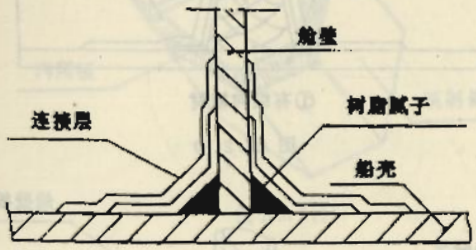


图 A4.1(1)

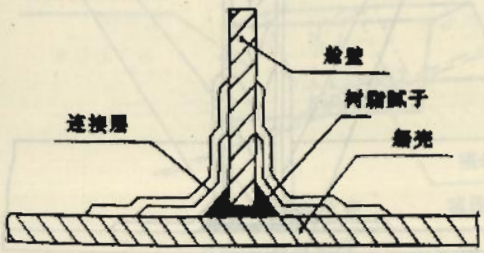


图 A4.1(2)

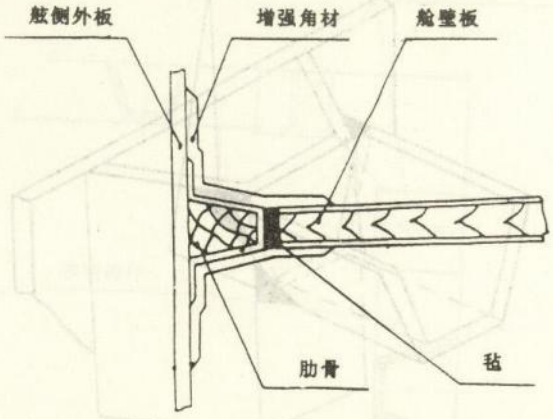
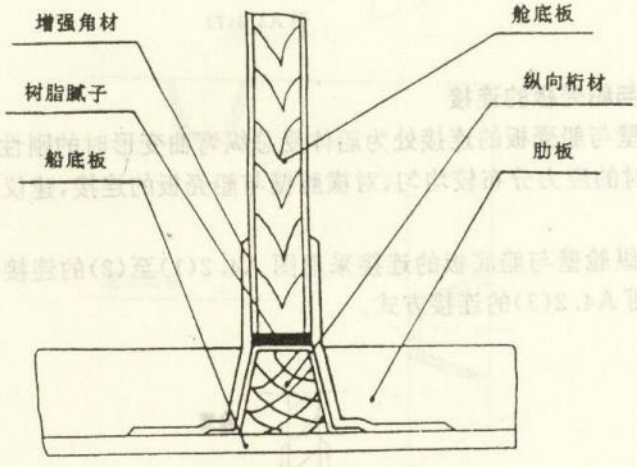
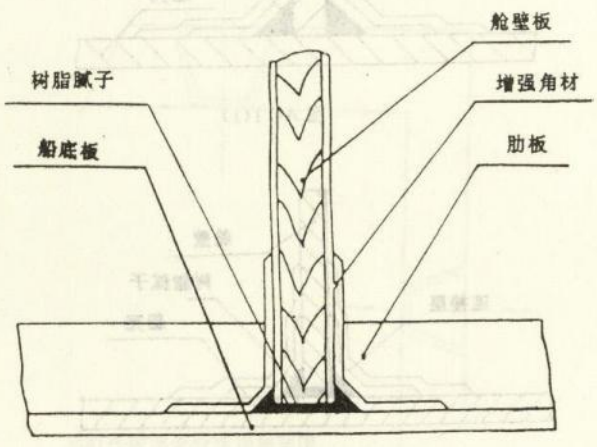


图 A4.1(3)



①有纵向桁材

图 A4.2(1)



②无纵向桁材

图 A4.2(2)

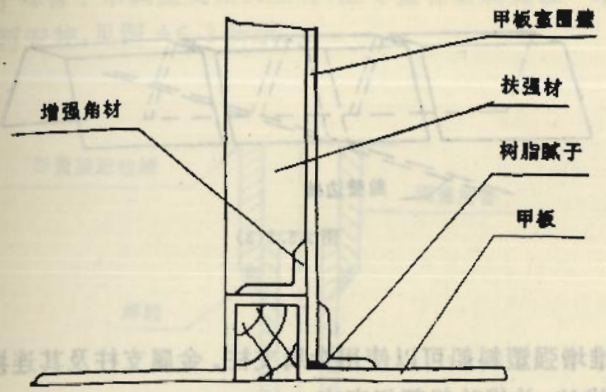


图 A4.2(3)

A5 水密舱壁与骨材的连接

A5.1 为了保证水密舱壁在破舱情况下保持水密，对穿过舱壁的连续骨材本身在水密舱壁处也应是水密的。

A5.2 图 A5.2.(1)、A5.2(2)、A5.2(3)显示了装有水密内隔板的帽型骨材的装配方法。水密舱壁与帽型骨材连接应是将带有隔板的帽型骨材预制件先在船壳板上装好，然后再进行舱壁定位。

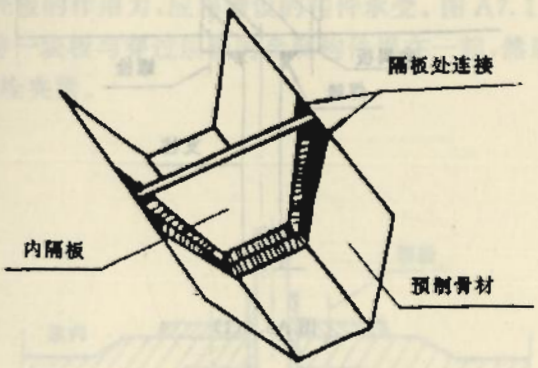


图 A5.2(1)

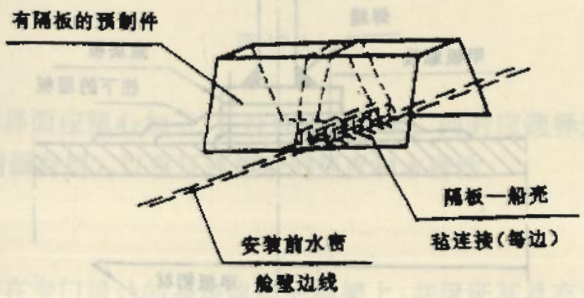


图 A5.2(2)

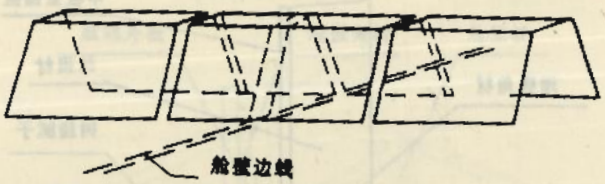


图 A5.2(3)

A6 支柱

A6.1 玻璃纤维增强塑料船可以使用金属支柱。金属支柱及其连接板在纤维增强塑料上的安装，应制定工艺措施，并报验船部门审查。

A6.2 安装金属支柱时，支柱上下端与复合材料连接的金属板必须先与支柱焊接成一个整体，不允许先装金属板再焊上金属支柱，见图 A6.2(1)和(2)所示。

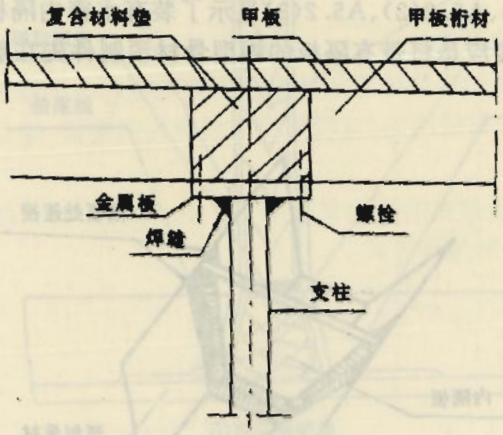


图 A6.2(1)

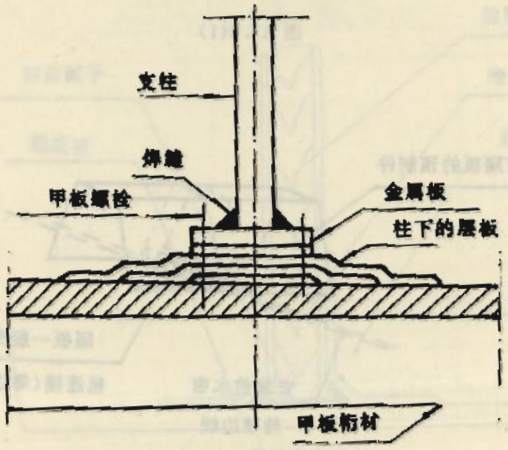


图 A6.2(2)

A6.3 当采用管子套管子来调整支柱长度时，应尽量在金属支柱一端进行调整。调好定位尺寸后，卸下焊毕后再安装，见图 A6.3 所示。

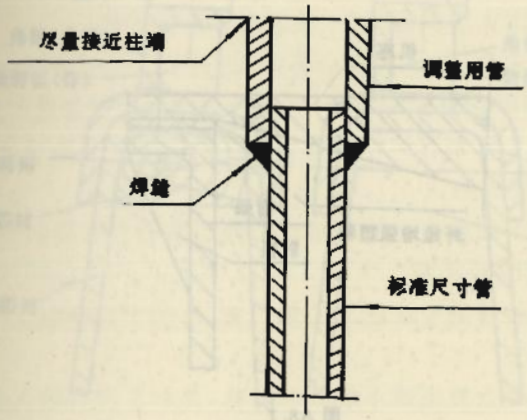


图 A6.3

A7 穿过船壳的金属构件与船壳的连接

A7.1 在金属构件穿过船体壳板的部位，特别是如舵杆、尾轴架、轴系等位于水线以下的和有可能受到振动影响的部位，通常应采用增加壳板厚度或增设扶强构件的方法予以加强，对由金属构件引起垂直于壳板的作用力，应用增设的构件承受。图 A7.1 是一个金属构件穿过船体壳板的一个实例。先将一块板与穿过层板的金属构件焊在一起，然后装配到位，在层板的另一面套上一个垫环，用螺栓夹紧。

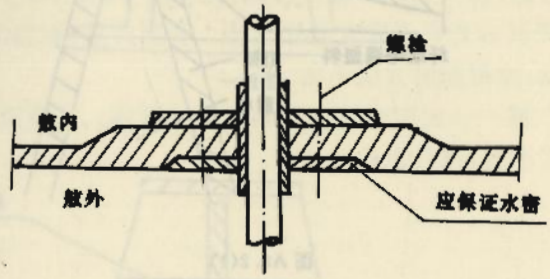


图 A7.1

A7.2 所有的连接界面应精心加工，并符合装配要求。同时应选择适应金属和纤维增强塑料的树脂(也可加入增强材料)，以保证连接后的强度和水密性。

A8 基座结构

A8.1 机座应安装在专门设计的基座纵桁的构架上，并保证其具有良好的刚性，图 A8.1 给出了几种实用的基座结构形式。

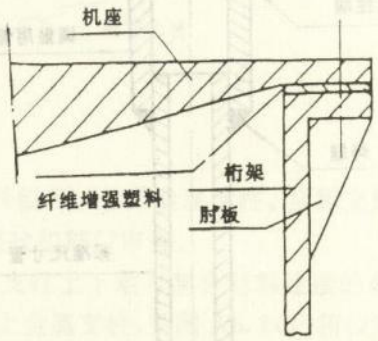


图 A8.1

A8.2　基座结构也可以采用在纤维增强塑料构件上或木基座上加装金属帽的结构，见图A8.2(1)～(4)所示。安装金属帽的螺栓处可以使用木质芯材。

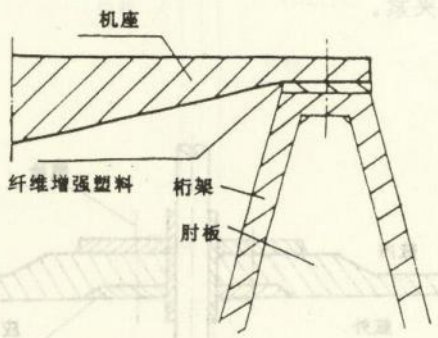


图 A8.2(1)

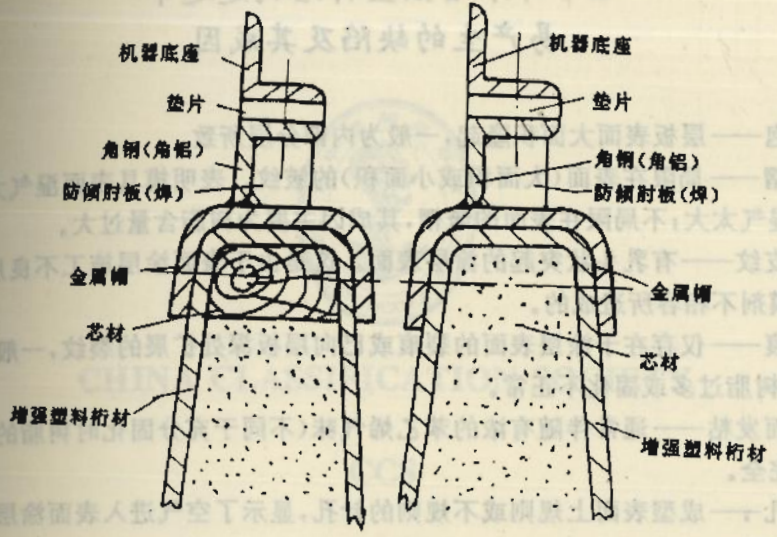
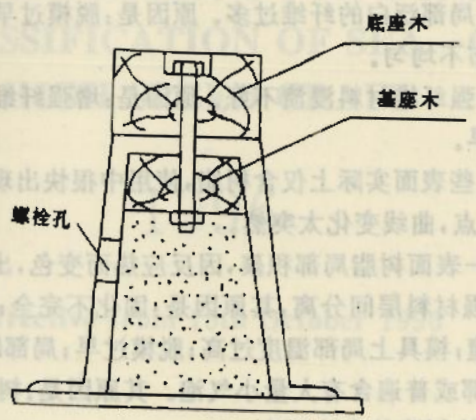
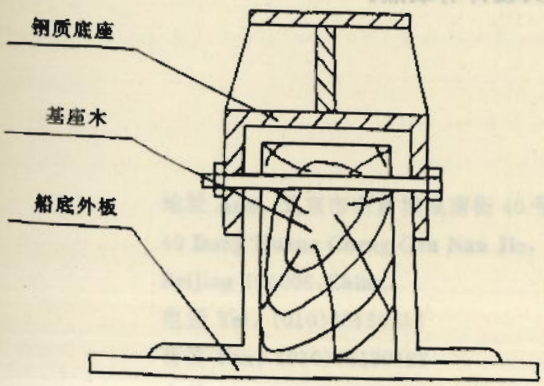


图 A8.2(2)



一般型

图 A8.2(3)



加强型

图 A8.2(4)

B 纤维增强塑料结构建造中易产生的缺陷及其成因

B1 鼓泡——层板表面大面积隆起，一般为内部分层所致。

B2 皱褶——局限在表面(大面积或小面积)的皱纹。表明模具表面湿气太大，或糊制时固化辅料中湿气太大；不局限在表面的皱褶，其成因主要为树脂含量过大。

B3 桔皮纹——有乳头状突起的涂层表面。这是由于表面涂层施工不良所致，或因涂层化合物与脱模剂不相容所造成的。

B4 裂痕——仅存在于涂层表面的裂痕或已向层板深处扩展的裂纹，一般意味着固化速度太快，其处树脂过多或固化不正常。

B5 表面发粘——通常伴随有浓的苯乙烯气味(不同于充分固化时树脂的微弱气味)，意味着固化不完全。

B6 针孔——成型表面上规则或不规则的针孔，显示了空气进入表面涂层或进入表面涂层与脱模剂之间。

B7 纤维裸露——局部泛白的纤维过多。原因是：脱模过早；树脂与纤维或其浸润剂不相适应；纤维增强材料分布不均匀。

B8 缺胶面——增强纤维材料浸渍不好。原因是：增强纤维材料局部过多；糊制时树脂分布不均匀；凝胶硬化过早。

B9 积胶面——这些表面实际上仅含树脂，使用中很快出现裂缝。原因是：部件设计没有适应纤维增强塑料的特点，曲线变化太突然。

B10 局部积胶——表面树脂局部积聚，因反应热而变色，出现裂缝，属操作不良所致。

B11 分层——增强材料层间分离，其原因是：固化不完全；固化不正常；糊制时有潮气存在；在完全固化前受碰撞；模具上局部温度过高；脱模过早；局部缺少树脂。

B12 气泡——局部或普遍含有大量小气泡。其原因是：树脂滚轧不充分；糊制时树脂流动困难；增强材料潮湿；涂树脂的方法不当。

B13 增强材料位移——成型时增强纤维撕裂或位移。其原因是：树脂粘度太高；凝胶过早；增强材料结构样式不当；模具设计有缺点。