



规范文件
R001CN01-2025

中 国 船 级 社

钢质海船入级规范

变 更 通 告

2025 第 1 次

2025 年 1 月 1 日生效

北 京

总目录

第 01 篇 入级规则

第 02 篇 船 体

第 03 篇 轮 机

第 04 篇 电气装置

第 06 篇 消 防

第 07 篇 自动化系统

第 08 篇 其他补充规定

《钢质海船入级规范》变更通告

第 1 篇

目 录

第 2 章 入级范围与条件	1
第 1 节 一般规定	1
第 4 章 建造中检验	2
第 5 节 在设计业经初始入级的船级社批准时新造船船级的授予	2
第 6 节 新造船双重船级的授予	4
第 5 章 建造后检验	5
第 4 节 船体与设备检验	5
第 5 节 普通干货船船体与设备检验补充要求	5
第 14 节 不在 CCS 检验下建造船舶的初次入级检验	5
附录 1 船体结构换新衡准	6
附录 23 无损检测服务供应商 NDT 供方认可规定	7

第2章 入级范围与条件

第1节 一般规定

2.1.3 定义

2.1.3.1 除另有规定外，本规范有关定义如下：

(29) **双船级船舶**：系指某一船舶在两家船级社入级，且每家船级社均将自己视为唯一的入级船级社及按照自己的规范要求和检验计划进行所有的检验工作按照各自的规范和检验时间，独立完成所有的检验。

(30) **双重船级船舶**：系指某一船舶在两家船级社入级，且两家船级社有一份书面双边协议，概述了工作共享，包括工作计划和程序，如果是新造船，还与船厂签订了一份书面三方协议。

(31) **双边协议**：系指双重船级船舶所涉及的两个船级社之间签署的协议。

(32) **三方协议**：系指船厂与双重船级船舶所涉及的两家船级社（第一船级社和第二船级社）之间用于说明新造船期间各自职责的协议。

(33) **第一船级社**：系指按船东要求，与另一船级社签订船舶加入双船级或双重船级协议的船级社。

(34) **第二船级社**：系指按船东要求，根据双船级或双重船级协议，接受已在或将在另一船级社入级的船舶入其船级的船级社。

(35) **船级条件**：系指需限期处理的特定措施、修理、检验等实施要求，以保持船级。

(36) **CSR 船舶**：系指符合共同结构规范[®]规定的船舶。

(37) **无船级**：系指船级被暂停或取消。

(38) **关键结构区域**：系指通过计算确定需要进行监控的区域或从该船舶或类似船舶或姐妹船(适用时)的营运历史中确定的容易发生影响船舶结构整体性的裂纹、屈曲或腐蚀的区域。

第4章 建造中检验^①

第5节 在设计业经初始入级的船级社^②批准时新造船船级的授予

4.5.1 一般要求

4.5.1.1 本节适用于采用 CCS 与船厂及船东（如适用）之间的谅解备忘录（MoU）进行新造船船级的授予，该谅解备忘录应包括 CCS 接受初始入级的船级社先前对新造船设计认可的内容。

4.5.2 基于本规范和 CCS 与船厂及船东（如适用）之间的谅解备忘录授予新造船船级

4.5.2.1 当船东/船厂要求 CCS 对设计业经初始入级的船级社批准的新造船授予船级时，应适用如下程序：

（1）新造船的设计业经初始入级的船级社认可且 CCS 确认所有意见已经认可该设计的初始入级的船级社处理；

（2）在满足下述（3）、（4）和（5）的条件下，CCS 可根据 CCS 与船厂之间签订的谅解备忘录对新造船授予船级。该谅解备忘录应明确规定下述 4.5.3 有关提交图纸的要求，以协调和解决业经初始入级的船级社批准的新造船图纸及应处理的意见。

（3）CCS 基于本规范对图纸进行审批。作为最小范围，CCS 要求对下述 4.5.3 列出的图纸进行批准以验证其符合本规范。CCS 应记录上述图纸符合本规范或根据本规范确认可接受的其他要求的书面证据。

（4）CCS 应根据本规范，在产品制造、船舶建造和测试期间进行检验。

（5）CCS 应根据本规范，对制造商的材料和部件进行认证。

4.5.3 船厂应向 CCS 提交的图纸

4.5.3.1 本条列出了船厂应向 CCS 提交的图纸。每一艘船舶的图纸名称可不尽相同，但至少应包含以下图纸的内容。

4.5.3.2 主要图纸

（1）总布置图；

（2）舱容图；

（3）静水力曲线图；

（4）装载手册（如要求时）；

（5）破损稳性计算书（如要求时）。

4.5.3.3 船体结构图纸

（1）船中横剖面图；

（2）基本结构图；

（3）甲板结构图；

（4）外板展开图；

（5）横舱壁图；

（6）舵和舵杆图；

（7）舱口盖图；

（8）对 CSR 船舶，图上应标示每个构件的建造厚度、换新厚度和任何自愿增加厚度；

（9）液舱试验图。

4.5.3.4 轮机和电气图纸

（1）机舱布置图；

^① 建造中的船舶初次入级检验要求见本规范第5章第14节 5.14.2。

^② 初始入级的船级社系指先前使用其自有规范进行设计认可的船级社且该船级社能够提供令人满意的证据证明其持续符合 QSCS 要求。

- (2) 中间轴、推力轴和螺旋桨轴图；
- (3) 螺旋桨图；
- (4) 联轴器和轴系校中计算；
- (5) 主机、推进装置和离合器系统图（或制造厂、型号和规格资料）；
- (6) 对蒸汽涡轮机船，还应提交主锅炉、过热器和经济器图（或制造厂、型号和规格资料）及蒸汽管系图；
- (7) 舱底水和压载水管系图；
- (8) 电力系统图；
- (9) 操舵系统管系和布置图以及舵机制造厂及型号资料；
- (10) 空气、测深和溢流系统图；
- (11) 冷却水系统图（海水和淡水）；
- (12) 燃油系统图；
- (13) 滑油系统图；
- (14) 用于重要设备或位于机器处所内的液压系统图；
- (15) 海水和/或淡水管路系统图；
- (16) 主电源和应急电源电力负荷估算书；
- (17) 船舶自动化总体说明书；
- (18) 重要设备系统详细说明书；
- (19) 自动化电路中使用的元器件清单和参考资料（制造商、型式等）；
- (20) 显示各种装置的监控和/或控制位置的总图，并标明进入的方式和各位置之间以及
与轮机员之间的通信方式；
- (21) 自动化系统的供电电路图，标识电源；
- (22) 报警/监控和安全系统的监控参数列表；
- (23) 压缩空气系统图。
- 4.5.3.5 扭振计算书。
- 4.5.3.6 具有冰级附加标志的船，还应提供推进轴中的弹性联轴器和/或轴扭矩限位装置
图（或制造厂、型号和规格资料）。
- 4.5.3.7 对油船还应附加下列图纸：
 - (1) 首、尾泵吸布置图和隔离舱及泵舱排水图。
- 4.5.3.8 具有机器处所周期无人值班附加标志的船，还应附加下列图纸：
 - (1) 测量仪表和报警明细表；
 - (2) 固定式探火报警系统布置图；
 - (3) 自动安全功能列表（如降速、停车等）；
 - (4) 功能试验图。
- 4.5.3.9 替代设计和布置的批准资料（如有时）。
- 4.5.3.10 根据船舶类型的不同，还应附加规范要求的其他图纸。

第 6 节 新造船双重船级的授予

4.6.1 一般要求

4.6.1.1 根据两家船级社和船厂通过的三方协议，每家船级社均可代表另一家船级社。该协议应明确规定图纸提交、适用规范、协调和解决船级社之间的图纸批准意见等方式。

4.6.2 图纸提交与检验

4.6.2.1 船厂应向各船级社提交与入级要求相关的图纸和文件；

4.6.2.2 应向第二船级社提供一整套经第一船级社全部批准的图纸和文件，每家船级社将根据各自的入级规范对图纸进行审批。作为最小范围，第二船级社应要求对本篇第 4 章第 5 节 4.5.3 列出的图纸进行审批，以验证其是否符合适用的入级规范。第二船级社应记录上述批准图纸符合其规范或根据其规范确认可接受的其他要求的书面证据；

4.6.2.3 每家船级社应在产品制造、船舶建造和测试期间，根据其各自的入级规范，并按照两家船级社商定的工作以及三方协议和/或两家船级社通过的双边协议（如有）中所述的工作进行检验。

第 5 章 建造后检验

第 4 节 船体与设备检验

5.4.1 一般要求

5.4.1.3 测厚验收衡准

(1) 测厚验收衡准根据船龄及有关结构件按照本章附录 1 的相关规定, 例如 2.4 对槽形横舱壁, 2.6 或 2.7 对露天甲板上所有货舱舱口盖及舱口围板。

第 5 节 普通干货船船体与设备检验补充要求^①

5.5.1 一般要求

5.5.1.2 测厚验收衡准

(1) 测厚验收衡准根据船龄及有关结构件按照本章附录 1 的相关规定, 例如 2.4^②对槽形横舱壁, 2.6^③或 2.7 对露天甲板上所有货舱舱口盖及舱口围板。

第 14 节 不在 CCS 检验下建造船舶的初次入级检验

5.14.2 建造中的船舶初次入级检验

5.14.2.3 有关双船级或双重船级船舶的要求:

(1) 如作为双船级, 检验范围参照 5.14.2.1 或 5.14.2.2 的要求。

(2) 如作为双重船级:

① 图纸提交与检验应满足本篇第 4 章第 6 节 4.6.2 的要求。

② 检验范围应按照两家船级社签订的双方协议或者两家船级社与船厂签订的三方协议进行。但如船舶在下水前申请双重船级, 则图纸提交与检验范围应参照 5.14.2.1 或 5.14.2.2 的要求。

① 对船体结构的检验、评估和修理, 参见 IACS Rec.55《普通干货船船体结构检验、评估和修理指南》。

② 如适用, 本规范 2006 版或之后的版本或勘误。

③ 对 2012 年 7 月 1 日或之后签订建造合同的船舶, 参见本规范 2012 版第 2 篇第 2 章第 20 节 2.20.2.10 的规定。对 2016 年 7 月 1 日或之后签订建造合同的船舶, 参见本规范 2016 修改通报第 2 篇第 2 章第 20 节 2.20.2.10 的规定。

附录 1 船体结构换新衡准

2 局部强度标准

2.7 对 2024 年 7 月 1 日及以后签订建造合同船舶的所有露天甲板上的货舱钢质风雨密舱口盖，其双壳舱口盖的板、单壳舱口盖、舱口围板、舱口围撑板和扶强材的测量厚度小于 $t_{\text{net}}+0.5\text{mm}$ 时应要求换新；当测量厚度在 $t_{\text{net}}+0.5\text{mm}$ 和 $t_{\text{net}}+1.0\text{mm}$ 之间时，可通过采用涂装^②或年度测厚的措施替代换新。当 CCS 验船师根据舱盖板腐蚀和变形情况，对舱口盖顶板或底板换新或认为有必要时，应对双壳舱口盖的内部结构进行测厚，如测量厚度小于 t_{net} ，内部结构应要求换新。当腐蚀余量 $t_s=1.0\text{mm}$ 时，钢材换新的厚度是 t_{net} ，当测量厚度在 t_{net} 和 $t_{\text{net}}+0.5\text{mm}$ 之间时，可通过采用涂装或年度测厚的措施替代换新。其中， t_{net} 是净厚度，根据本规范第 2 篇第 2 章第 20 节 2.20.2 之规定计算。

2.78 对船长 150m 及以上的载货密度在 1.78t/m^3 及以上货物的下列散货船，当第 1、2 货舱之间水密槽形横舱壁的实测厚度小于 $t_{\text{net}}+0.5\text{mm}$ 时应采取换新措施，当第 1、2 货舱之间水密槽形横舱壁的实测厚度介于 $t_{\text{net}}+0.5\text{mm}$ 与 $t_{\text{net}}+1.0\text{mm}$ 之间时，可对槽形横舱壁按照涂层制造商的要求敷设涂层或采取每年测厚的方式作为监控手段。其中的 t_{net} 根据 IACS UR S19 之规定计算：

(1) 1998 年 7 月 1 日以前签订建造合同的不满足 IACS URS18 的船舶；

(2) 1999 年 7 月 1 日以前安放龙骨或处于相似建造阶段的不满足 IACS URS18 的船舶；

2.89 对于不按本规范第 2 篇第 8 章第 3 节要求建造的散货船，当货舱舷侧肋骨的实测厚度小于 $(t_{\text{REN}})\text{mm}$ 时应采取换新措施，当货舱舷侧肋骨的实测厚度介于 $t_{\text{REN}}\text{mm}$ 与 $t_{\text{COAT}}\text{mm}$ 之间时，可对货舱舷侧肋骨喷砂除锈敷设涂层并采取加强措施，且在特别检验和中间检验时保持涂层“如新”状态或等效状态(即无涂层脱落或无锈)。其中的 t_{REN} 和 t_{COAT} 根据 IACS UR S31 之规定计算。

2.910 极地级船舶冰区加强的船体区范围内的外板腐蚀/磨耗大于本规范第 8 篇第 13 章表 13.2.11.2 规定的值减去 0.5mm 时，则要求对冰区加强的结构进行钢板换新。

② 涂层应保持按本章 5.1.5.1 (15) 规定的良好状态。

附录 23 无损检测服务供应商 NDT 供方认可规定

1 总则

1.1 范围

在船舶和海上结构/部件上提供 NDT（无损检测）服务的公司需要满足本规定的要求。在本规定中，这些公司将被称为供方。

1.1.1 为新建造船舶和海上结构提供无损检测（NDT）和先进无损检测（ANDT^①）服务的公司需满足本规定。在本规定中，此类公司统称为“无损检测服务供应商”。

1.1.2 本规定适用于：

（1）独立的无损检测公司；

（2）进行无损检测的制造商（如造船厂、船体分段/型材制造商）的内部部门。

本规定的无损检测涵盖了在新建造的制造阶段对以下船体结构和相关项目的服务：

（1）船舶或海上结构构件的焊接；

（2）独立燃料舱或液货舱（包括用于低闪点燃料的液舱，如 IMO 的 IGC 和 IGF 规则中描述的 A、B 和 C 型独立液舱）的制造；

（3）船体结构相关定义，参见本篇第 4 章附录 1 的 2.1；

（4）焊接结构的舵。

1.1.3 本规定的无损检测服务供应商未包括在本篇第 5 章附录 8 的范围内。CCS 应按本规定对无损检测服务供应商进行认可。

1.2 目的

1.2.1 本程序规定提供供方的无损检测服务供应商的认可规定程序，需具备合格的认证人员、NDT 的培训、实践、教育、检查、认可、性能、应用、控制、验证和报告的书面程序。此外，无损检测服务供应商供方应提供与专业服务相应的设备和设施。

1.3 术语和定义

以下术语和定义适用于本规定。

无损检测 非破坏性测试：一种对材料或工件实施不损害和不影响其未来使用性能和用途的检测手段，以测量其几何特性并检测、定位、测量和评估缺陷。无损检测又称无损探伤（NDE）、无损检查（NDI）和无损评估（NDE）。包括但不限于以下方法和技术：MT、PT、RT、~~RT-D~~、VT、UT、~~PAUT~~、~~TOFD~~ 和 ET。~~和/或 ACFM 的方法和技术。~~

先进无损检测 上述无损检测的定义适用，但 ANDT 包括 RT-D、PAUT、TOFD 和 AUT 等先进方法。

无损检测服务供应商供方 独立的 NDT 公司或作为公司一部分的 NDT 部门/机构，在船舶和/或海上结构/部件上提供 NDT 服务的公司，为新建造船舶和海上结构提供 NDT 服务，适用于对本规定 1.1.2 所列项目执行 NDT 的机构。

SOCIETY	船级社
MT	磁粉检测
PT	渗透检测
RT	射线照相检测
RT-D	数字射线检测（RT 方法中的几种技术，例如计算机射线照相或直接射线照相）。
UT	超声波检测
PAUT	相控阵超声波检测（UT 方法中的技术）
TOFD	衍射检测（UT 方法中的技术）
AUT	自动超声波检测。这是一种借助机械控制探头对物体进行超声波检测，并自动收

^① 本规定涉及 NDT 的内容，也包括 ANDT。

ET	集超声波数据的技术。
VT	电磁检测（即涡流测试和/或交流电场检测[ACFM]）
工业领域	目视检测
	专业无损检测的行业或技术部门，具备产品相关的特定知识，技能，设备和/或培训。
产品领域	可能根据制造、加工类型和/或形状定义的，可能具有独特的和/或通用的制造/加工缺陷特征的组件类别。产品领域的例子包括（但不限于）铸件、锻制品（锻件）、轧制品、挤压品和焊接件。NDT 人员可能持有与产品领域相关的证书。

1.4 参考

以下参考文件可用于本规定。凡不注日期的引用文件，其最新版本（包括任何修改版）适用于本规定。

- (1) ISO9712:[20212012](#)；无损检测 - 无损检测人员的资格和认证；
- (2) ISO/IEC 17020:2012；合格评定 - 执行检查的各类机构的运作要求；
- (3) ISO/IEC 17024:2012；合格评定 - 经营人员认证机构的一般要求；
- (4) ISO 9001:2015；质量管理体系 - 要求；
- (5) [SNT-TC-1A:2020；无损检测人员资格认证；](#)
- (6) [ANSI/ASNT CP-189:2020；ASNT 无损检测人员资格认证标准。](#)

其他国家对上述标准的采用被认为是接受的，可以与本规定一起使用。

2 无损检测服务供应商供方要求

[无损检测服务供应商供方](#)应按 2.2 至 2.9 的要求记录其具有执行指定服务所需的能力和控制在。

2.1 文件要求

按要求，认可本社 [CCS](#) 供方需提供以下文件：

- (1) [无损检测服务供应商供方](#)组织和管理结构概述，包括任何子公司；
- (2) [无损检测服务供应商供方](#)质量管理体系结构的信息；
- (3) 质量手册和程序文件，涵盖 2.2 项要求；
- (4) 对于拥有内部人员认证计划的公司，根据公认的标准或建议的做法（即 ASNT 的 SNT-TC-1A, [20202016](#), ANSI / ASNT CP-189, [20202016](#)或类似）；
- (5) 每种 NDT 方法的操作工作程序，包括选择 NDT 技术；
- (6) NDT 操作员的培训和后续计划，包括各种船舶和海上产品的实践培训；
- [\(7\) 雇主根据认证范围出具书面声明，授权操作员执行指定任务；](#)
- [\(8\) 授权无损检测操作员的监督程序；](#)
- ~~(7) 主管部门对无损检测供方的授权程序；~~
- [\(9\) \(8\) 无损检测服务供应商供方在指特定服务领域的经验；](#)
- [\(10\) \(9\) 对于从认证机构获得认证的公司，在相关服务领域内，提供 NDT 操作员供方](#)
培训记录和工作清单，包括根据 ISO 9712:[20212012](#)人员认证计划和第三方认证；
- [\(11\) \(10\) 无损检测服务供应商供方提供服务的设备介绍；](#)
- [\(12\) \(11\) NDT 操作员使用上述设备的指南；](#)
- [\(13\) \(12\) 用于记录第 2.9 项所述服务结果的记录格式；](#)
- [\(14\) \(13\) 有关可能引起利益冲突的其他活动的信息 \(如适用\)；](#)
- [\(15\) \(14\) 客户索赔和纠正措施的记录 \(如适用\)；](#)
- [\(16\) \(15\) 过去/目前法院对公司提起的任何法律诉讼 \(如适用\)。](#)

2.2 质量管理体系

2.2.1 [无损检测服务供应商供方](#)应有书面的质量管理体系文件，至少包括：

- (1) 所有任务和操作的工作程序，包括[无损检测服务供应商供方](#)所涉及的各种 NDT 方法和 NDT 技术；
- (2) 准备，发布，维护和控制文件；
- (3) 维护和校准设备；
- (4) NDT 供方和主管部门的培训计划；

- (5) 维护 NDT 操作员的记录以及主管部门的培训，人员资格和认证；
- (6) NDT 供方的认证，包括重新验证和重新认证；
- (7) 操作者视力测试；
- (8) 监督和验证操作，以确保符合 NDT 程序；
- (9) 子公司的质量管理；
- (10) 工作准备；
- (11) 检测记录系统，其中每个参与都可追溯到进行测试的时间，地点和地点；
- (12) 记录和报告信息，包括记录的保留时间；
- (13) 无损检测服务供应商供方活动的行为准则，特别是 NDT 活动；
- (14) 定期审查工作程序；
- (15) 纠正和预防措施；
- (16) 反馈和持续改进；
- (17) 内部审计；
- (18) 提供必要代码，标准和程序，以协助 NDT 操作。

2.2.2 质量管理体系需具备上述的质量体系和 ISO/IEC 17020:2012 最新版本的内容。无损检测服务供应商供方应满足 ISO/IEC 17020:2012 中所述的 A 类型、B 类型或 C 类检验机构的要求。在任何情况下，对于 C 类检验机构，严禁生产人员对其所执行的工作进行自检。

2.3 无损检测人员的资格和认证

2.3.1 无损检测服务供应商供方根据 ISO 9712:~~2021~~~~2012~~ 认可的认证计划对其执行部门和分包商进行资格认证，最好是第三方认证。

2.3.2 如果 无损检测服务供应商供方经过 本社-CCS 的审查并认为可以接受以雇主为基础的资格认证计划的人员资格，例如 SNT-TC-1A, ~~2020~~~~2016~~ 或 ANSI / ASNT CP-189, ~~2020~~~~2016~~。除认证机构和/或授权机构的公正性要求外，无损检测服务供应商供方的人员资格至少应符合 ISO 9712:~~2021~~~~2012~~ 的要求。

对于持有由雇主主导的认证计划颁发证书的无损检测操作员，当双方终止雇佣关系时，雇主的认证应视为被撤销。

2.3.3 监管员和操作员的证书和能力应包括无损检测服务供应商应用的所有工业领域、产品领域和技术。

2.3.4 III 级人员的认可由认证机构进行认证。三级人员应通过以下任一方式获得资格认证：

- (1) 获得被授权认证机构的认证。
- (2) 依据书面操作规程，通过考试程序，在雇主管理的认证计划下取得认证。若获取认证的方式为雇主管理的认证计划，则不得在未进行考试的情况下，直接授予任何人三级认证证书。

2.4 监管员监督

供方应有一名监督员或主管人员，负责 NDT 的执行并按标准操作（包括工作程序的专业管理）。~~供方应按照项目 2.3 的要求，在全职的基础上至少雇用一名独立认证至相关方法第 III 级的主管。任命 III 级人员必须经认可的认证机构进行认证。供方在不具备相关检测 III 级人员时，允许在不属于供方全职 III 级的方法中使用经过独立认证的外部 III 级人员。~~

~~主管人员应直接参与 NDT 程序，NDT 报告，NDT 设备和工具校准的审查和验收。主管人员应代表供方每年重新评估操作员的资格。~~

无损检测服务供应商应有一名或多名监管员，负责以下工作：

- (1) 验证由 3 级人员制定和审核的无损检测作业指导书和规程；
- (2) 审查无损检测报告；
- (3) 监督各级无损检测人员的所有任务和无损检测操作；
- (4) 检查无损检测设备、工具和校准；
- (5) 每年代表无损检测服务供应商重新评估操作员的资格。

通常，无损检测服务供应商应全职聘用一名 3 级人员为监管员，此 3 级人员依据本规定的要求获得资格证书。

无损检测服务供应商可能无法在其所服务的所有检测方法中，都直接聘用一名具备 3 级资格的监管员。在这种情况下，可聘用由权威认证机构认证的外部 3 级人员，以补充无损检测服务供应商全职 3 级人员所不具备的方法。

或者，经 CCS 同意后，无损检测服务供应商可指定一名公司内部全职无损检测人员作为监管员，该监管员无需持有 3 级人员资格证书，但至少持有 2 级人员资格证书。对于采用此替代方案的无损检测服务供应商，必须满足本规定的所有其他要求，并应聘用（兼职或合同形式）无损检测服务供应商之外的 3 级人员执行如程序开发、程序认证、咨询顾问、审核等职能。外聘 3 级人员应由权威认证机构就无损检测服务供应商所涉服务范围内所有适用的检测方法进行认证。

2.5 操作员

2.5.1 执行无损检测和解释指示的操作员至少应具备相关无损检测方法中 ~~2H~~ 级的资格并经过认证，如 2.3 项所述。如操作员仅进行 NDT 方法数据收集而不进行数据解释或数据分析，可由 ~~1H~~ 级人员进行。

2.5.2 操作员应充分了解材料，焊接，结构或部件，NDT 设备以及每种 NDT 方法合理运用。

2.6 设备

2.6.1 无损检测服务供应商供方应保存所使用的 NDT 设备的记录与维护，校准和验证活动的相关详细信息。如果供方借用设备，此类设备应具有更新的校准记录，并且操作员在使用之前应熟悉的设备。在任何情况下，无损检测服务供应商供方应拥有足够的设备来执行作为本社 CCS 要求的 NDT 范围的服务。

2.6.2 如设备具有独特性，在使用该设备进行无损检测之前，无损检测操作员应由有能力的人员进行设备使用培训和操作。

2.7 工作说明和程序

无损检测服务供应商供方应用制定 NDT 制定书面程序。这些程序应由 ~~3H~~ 级人员（内部或外部，如第 2.4 节所述）编写，验证或批准。程序应定义相关信息，包括根据通用规则对验收标准进行缺陷评估。所有 NDT 程序和说明书都应妥善记录，以便回溯和/或重复执行和测试。所有无损检测程序均应为本社 CCS 接受。

2.8 分包商

2.8.1 如果提供的服务的任何部分是分包的，包括 3 级人员（如第 2.4 节所述），无损检测服务供应商供方应提供协议。无损检测服务供应商供方在分包合同的后续工作中应重点关注分包商的质量管理体系。

2.8.2 分包商应满足与无损检测服务供应商供方相同的任何 NDT 规定。

2.9 报告

2.9.1 所有无损检测都应妥善记录，以便能够回溯和/或重复执行和测试。报告应确定测试区域中存在的缺陷，以及关于材料，焊接，部件或结构是否满足验收标准的结论性陈述。

2.9.2 报告应包括应用 NDT 方法/技术中的标准，NDT 程序和 NDT 验收标准的说明，验收标准应符合通用规则。报告应由具有相应认证级别和质量管理体系中规定的具有签字人资格的人员签署。

《钢质海船入级规范》变更通告

第 2 篇

目 录

第 2 章 船体结构	1
附录 5 船舶结构单元屈曲强度评估	1
第 3 章 舾 装	2
附录 1 弯矩及剪力分布计算指南	2

第 2 章 船体结构

附录 5 船舶结构单元屈曲强度评估

第 1 节 应用与定义

1.1.2 本附录的应用

1.1.2.1 本附录的章节及应用说明

屈曲校核应按以下进行：

- (1) 第 1 节 与屈曲能力有关的一般性定义、许用屈曲利用因子和屈曲校核衡准；
- (2) 第 2 节 纵骨和横向骨材的长细比要求^①；
- (3) 第 3 节 承受船体梁应力的板、纵骨和横向骨材、主要支撑构件及其他构件的描述性屈曲要求^②；
- (4) 第 4 节 舱口盖结构件（包括板、骨材和主要支撑构件）的直接强度分析（通常采用有限元）的屈曲要求；
- (5) 第 5 节 板格、骨材、主要支撑构件和柱结构的屈曲能力确定。

1.1.2.2 本附录的屈曲评估

对于船体梁、舱口盖或其他结构组件，应根据适用的相关统一要求，校核第 2 节中定义的长细比要求和第 3 节或第 4 节中规定的屈曲要求。

1.1.2.3 替代方法

本附录包含了确定板、纵骨、主要支撑构件和柱屈曲能力的一般方法。对于本附录中未涵盖的特殊情况，例如在两个方向上具有加强筋的整个板结构（即同时设有主、次加强筋的加筋板），经 CCS 同意，可使用其他更先进的方法，如有限元分析方法。

^① 本附录第 2 节要求仅适用于舱口盖结构的骨材。

^② 本附录第 3 节不作为强制性要求。

第3章 舾 装

附录1 弯矩及剪力分布计算指南

2 舵—舵杆系统的受力

2.5 有二个共轭弹性支点的半悬挂舵

分析数据

K_{11} , ~~K_{22}~~ , ~~K_{12}~~ , K_{12} , K_{22} ——挂舵臂柔性常数, 按有二个共轭弹性支点的挂舵臂计算, 见图 2.5.1。这二个共轭弹性支撑在水平位移 y_i 方面由下式定义:

在挂舵臂下轴承处:

$$y_1 = -K_{12}B_2 - K_{22}B_1$$

在挂舵臂上轴承处:

$$y_2 = -K_{11}B_2 - K_{12}B_1$$

式中: y_1, y_2 ——挂舵臂上下轴承处水平位移, m;

B_1, B_2 ——挂舵臂上下轴承处水平支撑力, kN;

K_{11} , ~~K_{22}~~ , ~~K_{12}~~ , K_{12} , K_{22} ——以 m/kN 计, 按下式计算所得:

$$K_{11} = 1.3 \times \frac{\lambda^3}{3EJ_{1h}} + \frac{e^2\lambda}{GJ_{th}}$$

$$\del{K_{22}}K_{12} = 1.3 \times \left[\frac{\lambda^3}{3EJ_{1h}} + \frac{\lambda^2(h-\lambda)}{2EJ_{1h}} \right] + \frac{e^2\lambda}{GJ_{th}}$$

$$\del{K_{12}}K_{22} = 1.3 \times \left[\frac{\lambda^3}{3EJ_{1h}} + \frac{\lambda^2(d-\lambda)}{EJ_{1h}} + \frac{\lambda(h-\lambda)^2}{EJ_{1h}} + \frac{(h-\lambda)^3}{3EJ_{2h}} \right] + \frac{e^2\lambda}{GJ_{th}}$$

《钢质海船入级规范》变更通告

第 3 篇

目 录

第 1 章 通则	1
第 2 节 一般规定	1
第 2 章 泵与管系	3
第 1 节 一般规定	3
第 5 节 管路连接、热处理与无损检测	4
第 7 节 试验	5
附录 3 机械接头的型式认可	7
第 4 章 动力管系	8
第 9 节 液货船锅炉使用原油或污油作为燃料的有关要求	8
第 9 章 柴油机	9
第 5 节 起动装置	9
附录 1 低压气体天然气 燃料发动机安全	10
第 11 章 轴系与螺旋桨	23
第 3 节 轴系传动装置	23

第1章 通 则

第2节 一般规定

1.2.1 环境条件

1.2.1.1 主、辅机和轴系传动装置，以及与船舶入级有关的机械设备，其设计、选型和布置均应符合表 1.2.1.1 中船舶倾斜角 1.2.1.2 和 1.2.1.3 的规定，以保证其能正常运转。考虑到船舶的类型、尺寸和营运情况，可采用较小的倾斜角，具体要求见表 1.2.1.1。

1.2.1.2 考虑到船舶的类型、尺寸和营运情况，可采用较小的倾斜角，具体要求见表 1.2.1.2。

船 舶 倾 斜 角

表 1.2.1.12

装置和设备	倾斜角 ^① (°)			
	横向		纵向	
	横倾	横摇	纵倾	纵摇
主机和辅机	15	22.5	5 ^②	7.5
安全设备： 如应急发电机装置、 应急消防泵及其驱动装置	22.5 ^③	22.5 ^③	10	10

注：①横向和纵向倾斜可能同时发生。

②当船舶长度大于 100m 时，纵倾倾斜角可取 500/L，式中 L 为船舶总长度，m。

③装运液化气体、化学品的船舶，其应急电源还应在船舶进水以致于最终横倾达 30°的极限状态下能保持供电。

1.2.1.3 主推进和操舵装置以及与推进、操舵、船舶安全相关的重要辅助机械，应能够在加速和运动的影响下正常工作。

应按照以下要求向 CCS 提交设备适用性文件证明。

(1) 资料

对于 SOLAS 公约船舶，船厂应识别并记录机械和设备可能受到的船舶加速度和运动周期。预期的加速度和船舶运动周期应在机械和设备制造商的要求范围内。估算应考虑船舶类型，机械或设备位置以及预期的工作条件。

(2) 设备适用性评估

机械和设备制造商应向船级社提交如下证据，证明其机械或设备可以在 1.2.1.2 中规定的条件下运行，并且至少在本条规定的船上加速度水平下工作：

- ① 典型工况下的试验报告；或
- ② 使用公认的计算方法进行理论验证的报告，并附有详细和相关的验证数据；或
- ③ 提供令人满意的经验及相关历史数据。

(3) 安装和操作

机械和设备制造商应提交船上机械和设备安装的要求/建议的详细信息，确保在 1.2.1.2 中描述的条件下且至少在本条要求的加速度水平下其能正常工作。

注：设备的定位应考虑最大程度地减少由于船舶运动而对轴承产生的动态载荷。

[船厂应提交详细资料，证明船上机械和设备的安装符合制造商的要求/建议。](#)

1.2.1.24 与船舶入级有关的机械设备，其设计和布置均应符合表 1.2.1.24 中环境温度的规定，以保证其能正常运转。

环 境 温 度

表 1.2.1.24

环 境	位 置	温 度 (°C)
大气	室内	0~45
	在特定处所内或机械设备上	按特定处所或设备的实际温度
	开敞甲板	-25~45
海水	所有位置	32

对有限航区船舶，环境温度可按航区实际情况选取。

1.2.1.35 确定无限航区船舶主、辅往复式内燃机的功率，应采用下列基准环境条件：

绝对大气压 0.1MPa

环境温度 45°C

相对湿度 60%

海水温度(中冷器进口处) 32°C

发动机制造厂在试验台上不必按本条规定提供模拟的基准环境条件。

1.2.1.46 有限航区的船舶，确定主、辅机功率所根据的环境条件，应适应于该航区的情况。

第2章 泵与管系

第1节 一般规定

2.1.1 一般要求

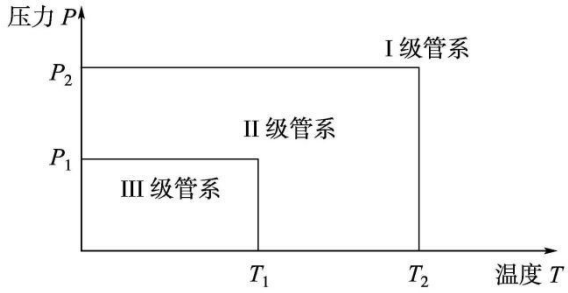
2.1.1.1 除另有说明外，本章规定适用于所有船舶的管系。化学品货物管系、化学品处理管系和液化气体货物管系、液化气体处理管系以及液化天然气、液化石油气、氨、甲醇/乙醇等燃料管系应分别符合 CCS 满足《散装运输危险化学品船舶构造与设备规范》、和《散装运输液化气体船舶构造与设备规范》、以及《船舶应用天然气燃料规范》、《船舶应用液化石油气燃料指南》、《船舶应用氨燃料指南》、《船舶应用甲醇乙醇燃料指南》等适用的 CCS 规范和指南的相关要求。

2.1.5 管系等级

2.1.5.1 为确定适当的试验要求、连接型式以及热处理和焊接工艺规程，不同用途的压力管系按其设计压力 and 设计温度分为 3 级，如表 2.1.5.1 所示。

管 系 等 级

表 2.1.5.1

						
管 系	I 级		II 级		III 级	
	设计压力 >P ₂ (MPa)	设计温度 >T ₂ (°C)	设计压力 ≤P ₂ (MPa)	设计温度 ≤T ₂ (°C)	设计压力 ≤P ₁ (MPa)	设计温度 ≤T ₁ (°C)
蒸汽	>1.6	或>300	≤1.6	和≤300	≤0.7	和≤170
热油	>1.6	或>300	≤1.6	和≤300	≤0.7	和≤150
燃油、滑油、 可燃液压油	>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 and 设计温度其中 1 个参数达到表中 I 级规定时，即定为 I 级管系；当设计压力 and 设计温度其中 1 个参数达到表中 II 级规定时，即定为 II 级管系；两参数均不超过表中 III 级两个参数均达到表中规定时，即定为 II 级或 III 级管系。

②有毒和腐蚀介质、加热温度超过其闪点的可燃介质和闪点低于 60°C 介质、以及液化气体等一般为 I 级管系；如设有安全保护措施以防泄漏和泄漏后产生的后果（如管路通过管套、防护套、屏蔽保护，以确保管内液体泄漏后不会导致周围区域发生潜在的危险或损坏），也可为 II 级管系，但有毒介质除外。

- ③货油管系一般为 III 级管系。
- ④不受压的开式管路如泄水管、溢流管、排气管、透气管和锅炉放汽管等也为 III 级管系。
- ⑤其他介质是指空气、气体、水、不可燃液压油[和用于选择性催化还原\(SCR\)系统的尿素（管系材料根据 ISO 18611-3:2014 选取时）等；另外，氧气和乙炔管系应为 I 级管系（有开口的泄放管除外）。](#)
- ⑥热油是指本篇第 4 章第 8 节热油系统所用的循环油液。

第 5 节 管路连接、热处理与无损检测

2.5.1 管段连接

2.5.1.2 上述管子连接方式的使用范围如下：

- (1) 对接焊连接和套筒焊接连接应符合表 2.5.1.2(1)的规定。

管 段 连 接		表 2.5.1.2(1)
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	$D\leq 88.9\text{ mm}$
	I、II，但有毒介质或预期工作中可引起疲劳、严重腐蚀 或缝隙腐蚀 的管系除外	

(2) 螺纹套筒连接应符合公认的标准。螺纹套筒连接可用于下列外径的管系，但不应用于输送有毒或易燃介质或预期工作中可引起疲劳、严重腐蚀[或缝隙腐蚀](#)的管系，[用于将小口径仪表（例如压力/温度传感器）连接到易燃介质输送管路的外径不大于 25mm 的螺纹套筒连接除外](#)。二氧化碳系统中的螺纹连接只可用于被保护处所内和二氧化碳气瓶室。

- ①锥形螺纹的螺纹连接可适用于外径不大于 33.7mm 的 I 级管系和外径不大于 60.3mm 的 II 级和 III 级管系；
- ②平行螺纹的螺纹连接可用于外径不大于 60.3mm 的 III 级管系；
- ③在特殊情况下，如其满足公认的国际或国家标准的要求，可以接受大于上述规定的尺寸。

2.5.3 机械接头

管系等级下的机械接头的应用

表 2.5.3.1(3)

接头型式	系统管系等级		
	I 级	II 级	III 级
管接头			
电焊和铜焊型	× ($D_0 \leq 60.3\text{mm}$)	× ($D_0 \leq 60.3\text{mm}$)	×
压力接头			
锻粗型	×	×	×
咬合型	× ($D_0 \leq 60.3\text{mm}$)	× ($D_0 \leq 60.3\text{mm}$)	×
典型压力型	× ($D_0 \leq 60.3\text{mm}$)	× ($D_0 \leq 60.3\text{mm}$)	×
扩管型	× ($D_0 \leq 60.3\text{mm}$)	× ($D_0 \leq 60.3\text{mm}$)	×
压紧型	-	-	×
滑套接头			
机械槽型	×	×	×
夹扣型	-	×	×
滑动型	-	×	×

注:

× ——允许使用;

- ——不允许使用;

 D_0 ——管子外径。

第 7 节 试 验

2.7.3 装船后的试验

2.7.3.1 所有管系均应在工作情况下检查泄漏情况。

2.7.3.2 液体燃料(油或气)管系、油舱加热管系、通过双层底舱或深舱的舱底水管路以及液压管系,应按照表 2.7.3.2 的要求进行液压试验。

装船后的液压试验

表 2.7.3.2

管 系	试 验 压 力
液体燃料(油或气)管系	1.5 倍设计压力, 但不小于 0.4MPa
油舱加热管系	

管 系	试 验 压 力
通过双层底舱或深舱的舱底水管路	不小于该舱的试验压力
液压管系	1.25 倍设计压力，但不必超过设计压力加 7MPa

2.7.3.3 当 I 级和 II 级管系在船上安装过程中采用对接焊连接时，则在焊接后应根据本节 2.7.1.1~2.7.1.4 的要求进行液压试验。在安装过程中和液压试验之前，除接头处外，管段可以包扎绝热材料。

2.7.3.4 如上述对接焊焊缝的整个圆周均应经超声波或射线检测，并取得良好结果，则本节 2.7.3.3 所要求的液压试验可以免除。

2.7.3.5 对水敏感的管系，可采用气压试验来替代液压试验。在某些场合下，管系也可采用液压-气压组合试验，即其中系统部分充满水，上方自由空间用测试气体（通常是空气或氮气）加压。当气压试验不可避免时，安全防护措施应充分。

附录 3 机械接头的型式认可

1.5 试验、程序和要求

机械接头的试验程序

表 1.5.1

试 验 项 目		机械接头的型式			备 注
		压力接头 和 管式接头	滑套接头		
			夹扣型和 机械槽型	滑动型	
1	密性试验	×	×	×	1.5.5(1)
2	振动(疲劳)试验	×	×	-	1.5.5(2)
3	压力脉冲试验 ^①	×	×	-	1.5.5(3)
4	爆破压力试验	×	×	×	1.5.5(4)
5	脱拉试验	×	×	-	1.5.5(5)
6	耐火试验	×	×	×	1.5.5(6) 如本规范第 3 篇第 2 章 2.5.3.7 要求
7	真空试验	× ^③	×	×	1.5.5(7) 仅适用于吸入管路
8	重复装配试验	× ^②	×	-	1.5.5(8)

注：×——要求试验；

- ——不要求试验。

①适用于所有 I 级和 II 级管系以及有脉冲压力(水锤除外)存在的 III 级管系统。

②永久连接型（如压紧型和锻粗型）除外。

③具有金属与金属密封面的接头除外。

第4章 动力管系

第9节 液货船锅炉使用原油或污油作为燃料的有关要求

4.9.1 一般要求

4.9.1.1 本节要求适用于使用原油或污油作为锅炉燃料的液货船,当燃料闪点低于 60°C 时,应优先符合 SOLAS 第 II-1/ 55、56 和 57 条中的相关规定。

4.9.1.42 按下列要求,液货船上的主或辅锅炉可以使用原油或污油作为燃料。为此,原油装置的所有布置图包括管路敷设图和安全设备,在每一情况下均应提交批准。

4.9.1.23 锅炉使用的原油或污油,可直接取自货油舱或溢流污油舱或其他适当油柜。这些油柜应设在货油舱区域,并以气密舱壁的隔离空舱与非气体危险区域分隔开。

4.9.1.34 锅炉和燃烧器的结构与制造工艺,应证明适宜于原油工作。

锅炉的整个表面应同机舱气密隔开。锅炉在使用前应进行气密试验。泵、滤器、分油机和加热器的整个系统(如设有时),应设在货泵舱或认为是危险的另外舱室,并应以气密舱壁与机舱和锅炉舱相分隔。当原油以蒸汽或热水加热时,加热盘管的出口应引至同上述部件安装在一起的独立观察柜。此闭式柜应按照液货船的规定,装有引至露天安全地点的透气管,且在出口处设有抗蚀材料制成的、易于拆下清洁的、合适的防火金属丝网。

4.9.1.45 驱动泵和分油机的电动机、内燃机和蒸汽机(蒸汽温度大于 220°C),应设在机舱或其他非危险舱室内。

如驱动轴穿过泵舱的舱壁或甲板时,应设有气密填料函,该填料函应自泵舱之外能对其进行有效润滑。

4.9.1.56 泵应在排出端装有释压旁通管路,使油通到吸入端,且泵应可以由位于锅炉前端附近或机器控制室和机舱外部进行遥控,使其关停。

4.9.1.67 原油或污油必需进行预热时,其温度应进行自动控制,并应设有高温报警器。

第9章 柴 油 机

第5节 起动装置

9.5.1.2 用压缩空气起动的主推进柴油机，应设有2台或2台以上空气压缩机，至少其中1台应由主推进柴油机以外的动力驱动，且所述独立驱动该台压缩机之一的排量或独立驱动压缩机的组合排量应不小于所要求总排量的50%。

这些空气压缩机总的排量，应在1h内由大气压力升至9.5.1.6中规定的连续起动所需的压力，除应急压缩机之外（为满足9.5.1.1的要求可能安装），总的排量一般应平均分配给每一台压缩机。

附录 1 低压气体天然气燃料发动机安全

1 一般要求

1.1 应用和范围

1.1.1 本附录适用于采用天然气为燃料的筒形活塞船用往复式低压气体燃料发动机，也适用于使用主要成分为甲烷（如生物甲烷或合成甲烷）的类似燃料的发动机。本附录仅规定了天然气燃料使用相关的要求，天然气燃料发动机还应满足本章的有关规定。供气系统应确保供给发动机的天然气始终处于气态，本附录不包括供应的天然气为液体或低温气体的要求。天然气发动机可以是双燃料发动机（以下简称 DF 发动机）、仅天然气发动机（以下简称 GF 发动机）或掺混燃烧发动机。DF 发动机和 GF 发动机不宜做应急用途。

1.1.2 本附录仅为规范的补充，拟用于气体运输船的天然气燃料发动机还应符合 CCS《散装运输液化气体船舶构造与设备规范》的有关规定，拟用于气体运输船以外其他船舶上的天然气燃料发动机，还应符合 CCS《船舶应用天然气燃料规范》的有关规定。

1.1.3 本附录中，未引用 CCS《散装运输液化气体船舶构造与设备规范》或者 CCS《散装运输液化气体船舶构造与设备规范》没有明确规定的情况下，引用 CCS《船舶应用天然气燃料规范》的部分特殊要求可适用于任何船舶（不管其船型、尺寸和航行区域）安装的天然气燃料发动机。

~~1.1.4 气体燃料发动机可以是双燃料发动机，或者是单一气体燃料发动机。气体燃料可以通过以下方式引入：—~~

~~(1) 喷入进气总管、扫气空间或气缸进气通道；或者~~

~~(2) 在增压器前与空气混合（预混式气体燃料发动机）。—~~

~~气缸内的气体/空气混合物可以通过一定量的引燃油燃烧点火，或者是通过点火装置（如火花塞）点火。—~~

~~1.1.5 本附录包含了如下气体燃料发动机的应用（但不限于）：—~~

~~(1) 机械推进；—~~

~~(2) 用于主推进和辅助用途的发电机组；—~~

~~(3) 单机或多机布置。—~~

1.2 定义

(1) 合格防爆设备（Certified safe equipment）：系指由独立的国家测试机构或主管机构认证的设备，符合危险区域电气设备的公认标准。~~合格防爆型（Certified safe type）：系指按公认的标准（如 IEC 60092-502 或其他等效标准）认证的电气设备。电气设备的认证应与甲烷气体的类型和组份相适应。—~~

~~注：参考 IEC 60079 系列，爆炸性气体；IEC 60092 502:1999 船舶电气设备-第 502 部分液货船特殊要求。~~

(2) 双截止透气阀（Double block and bleed valve）：系指 CCS《散装运输液化气体船舶构造与设备规范》16.4.5、CCS《船舶应用天然气燃料规范》1.1.2.10 和 6.2.1.5 所述的一组阀。

(3) 双燃料发动机（Dual fuel engine）~~（以下简称（DF 发动机））~~：系指天然气模

式可同时燃烧天然气燃料和液体燃料（微量引燃油或者更多的液体燃料），柴油模式也可以仅使用液体柴油运行的发动机。

(4) ~~发动机室 (engine room)~~：系指设有气体燃料发动机的机器处所或围蔽处所。~~防爆装置 (Explosion relief device)~~：系指在发生气体爆炸时保护人员和部件免受过压冲击的装置。该装置可以是阀、爆破片或其他装置（如适用）。

(5) 气体 (Gas)：系指用作燃料的天然气，主要由甲烷组成。在温度 37.8°C 条件下蒸汽压力超过 0.28MPa （绝对压力）的流体。

注：气体也可以是生物甲烷或以甲烷为主要成分的合成甲烷等。

(6) 气体喷射阀 (Gas fuel injection (admission) valve)：系指发动机上，可根据气缸实际发动机的气体燃料需要控制气缸燃气供应的阀或喷嘴。

(7) 天然气燃料发动机 (Gas fuel Engine)：系指单一天然气燃料发动机或双燃料发动机或掺混燃烧发动机。

(8) 单一天然气燃料发动机 (Gas fuel only engine) ~~（以下简称 GF 发动机）~~：系指只能以天然气燃料运行而不能转换到燃油燃料运行的发动机。

(9) 气体管路 (Gas piping)：系指发动机上含有气体或气体/空气混合物的管路，包括透气管。

(10) 气体阀件单元 (Gas valve unit (GVU))：系指用来控制每台用气设备气体燃料供应的一组阀和附件，包括手动截止阀、控制截止阀和透气阀、气体压力传感器和变送器、气体温度传感器和变送器、气体压力控制阀、滤器等，还包括一个惰性气体扫气接口。高压气体 (High pressure gas)：是指最大工作压力大于 1.0MPa 的气体。

(11) IGC 规则：系指经修订的《散装运输液化气体船舶构造与设备国际规则》~~（IMO MSC.370 (93)、MSC.411 (97) 和 MSC.411 (99) 决议修订）~~。

(12) IMO：系指国际海事组织。

(13) IGF 规则：系指《使用气体或其他低闪点燃料船舶安全国际规则》（经 IMO MSC.391 (95) 决议修订通过，并经 MSC.422 (98) 决议修订）。

(14) 低压气体 (Low pressure gas)：系指最大工作压力小于或等于 1.0MPa 的气体。

(15) 低热值 (Lower heating value (LHV))：系指一定量的燃料完全燃烧后所产生的热量（除去水的蒸发潜热）。

(16) 甲烷值 (Methane Number)：系指气体燃料抗爆性能的一个指标，通过试验燃料在爆震试验台上按相同爆震强度进行测试获得。

注：纯甲烷气体作为抗爆参考燃料，甲烷值设为 100，纯氢气作为爆震敏感参考燃料，甲烷值设为 0。

(17) 引燃油 (Pilot fuel)：系指喷入气缸用于点燃主气体/空气混合物的燃油（DF 发动机）。

(18) 预混式发动机 (Pre-mixed engine)：系指气体在增压器前或之后的进气总管混合、以空气混合物形式供应的发动机。

(19) 公认标准 (Recognized standards)：系指 CCS 接受的适用国际标准或国家标准，或者由满足 IMO 接受标准并且船级社公认的组织制定和维护的标准。

(20) 安全理念 (Safety concept)：是指描述气体燃料使用安全理论的一份文件，该文件详细说明了在各种可预见且合理的非正常条件下、以及可能的失效场景下，如何控制该燃料相关的风险以及控制措施。风险分析的结果（见 1.4）应反映在安全理念中。

注：可能的爆炸所造成的潜在伤害应进行详细评估，并在发动机安全理念文件中予以反映。

1.3 图纸资料

1.3.1 除 CCS《钢质海船入级规范》第 3 篇第 9 本章 9.1.12.1 规定的图纸资料以外，气

体燃料发动机认可还应提交下列图纸资料批准：

序号	图纸资料
(1)	发动机上气体燃料系统原理图或等效文件
(2)	气体管系（包括双层壁布置（如适用））
(3)	气体燃料喷射系统部件 ^②
(4)	防爆安全阀布置（包括曲轴箱 ^① 、空气进气总管、排气总管和发动机上的排气系统）（如适用）
(5)	合格防爆设备清单和相关证明文件
(6)	发动机上燃油系统（主燃油和引燃油）引燃油系统原理图或其他等效文件（仅 DF 发动机适用）
(7)	引燃油系统高压油管防护组件（仅 DF 发动机适用）
(8)	引燃油喷射系统高压部件 ^② （仅 DF 发动机适用）
(9)	点火系统原理图或其他等效文件（仅 GF 发动机适用）
注：	
① 按 CCS《钢质海船入级规范》第 3 篇第 9 本章 9.1.12、本附录 2.2.5.1 要求；	
② 包括设计压力、工作压力、管路尺寸、材料等技术规格。	

1.3.2 除 CCS《钢质海船入级规范》第 3 篇第 9 本章 9.1.12.2 规定的图纸资料以外，气体燃料发动机认可还应提交下列图纸资料备查：

序号	图纸资料
(1)	安全理念
(2)	风险分析报告 ^①
(3)	气体燃料规格
(4)	CCS 认为必要的其他图纸资料
注：	
① 见本附录 1.4。	

1.4 风险分析

1.4.1 风险分析至少应考虑如下范围：

- (1) 发动机天然气模式运行相关的系统或部件失效或故障；
- (2) 气体阀件单元双截止透气阀下游段发生气体泄漏；
- (3) 天然气模式运行时，紧急停机或全船突然失电情况下发动机的安全；
- (4) 发动机和气体燃料系统之间的相互关联动作。

注：关于风险分析范围，需要注意：发动机外部系统（如燃料储存、燃料供应系统）故障或报警时会需要发动机的控制和监测系统动作，反过来，从船舶角度出发，这些外部系统失效可能除了发动机安全系统的安全动作（风险分析确定）以外，还需要采取附加的安全动作。

1.4.2 风险分析应按国际标准 ISO-IEC 31010-：2019 风险管理-风险评估技术或其他公认的标准进行。

所要求的分析应基于单项故障原则，即同时仅考虑一项故障。分析时可探测或不可探测的故障都需要考虑。对于其他部件的单项故障即可直接导致另一部件故障这种情况也需要考虑。

1.4.3 风险分析按如下程序进行：

- (1) 识别相关设备和系统可能导致如下后果的所有故障：

- ① 部件或者位置存在可燃气体（本身设计时不存在可燃气体），或者；
- ② 点燃、火灾或爆炸。
- (2) 评估故障所产生的后果（参见本附录 2.1.2）；
- (3) 识别故障的探测方法（如有必要）；
- (4) 如风险无法完全消除，需识别相应的纠正措施，比如在系统设计方面，通过冗余配置，或者采取安全装置、监测或报警设施等限制系统的安全运行；在系统运行方面，通过启动冗余设置或者触发替代工作模式。

风险分析的结果应以文件形式予以记录。

1.4.4 风险分析应至少包括如下设备和系统：

- (1) 气体相关的系统或部件故障，尤其是气体管路及其护罩（如设有）、[进气气缸气体供应](#)阀等。对于柴油机以外的气体供应系统部件故障，比如双截止透气阀、气体[供应系统阀门单元内](#)的其他部件，可不在气体燃料发动机的风险分析中考虑。
- (2) 点火系统故障，对于 DF 发动机，主要是引燃油喷射相关的故障，对于 GF 发动机，主要是指火花塞、[电热塞](#)等点火故障。
- (3) 空燃比控制系统故障，包括进气旁通阀、气体压力控制阀等。
- (4) 对于涡轮增压器压缩机上游[供应喷射](#)气体的柴油机，可能形成点火源（热点）的部件故障。
- (5) 气体燃烧故障或燃烧不正常，如死火、敲缸等。
- (6) 气体燃料发动机控制、监测和安全系统故障。

注：如发动机包含了电控系统，则应按 [CCS《钢质海船入级规范》第3篇第9本章 9.1.12.2（23）](#)和注 5 的要求进行 FMEA 分析。

(7) 发动机部件（如 [DF 或 GF](#) 发动机的进气总管、[扫气空间](#)和排气总管）和与之连接的外部系统（如排气管、[冷却水系统](#)、[液压油系统等](#)）漏入可燃气体。

(8) DF 发动机不同工作模式的转换，包括燃油模式、[天然气燃料](#)模式或其他工作模式之间的相互转换。

(9) [筒形活塞式下部空间直接与曲轴箱相通](#)的发动机，曲轴箱内气体燃料积聚的潜在风险。参见 CCS《船舶应用天然气燃料规范》7.2.1.6 [和本章第 7 节](#)。

[\(10\) 曲轴箱机械通风导致外部空气进入曲轴箱的爆炸风险。](#)

2 设计要求

2.1 基本原则

2.1.1 制造厂应声明适合发动机的气体成分限值、最小和最大（如适用）甲烷值。

2.1.2 含有或可能含有可燃气体的部件，其设计应基于如下安全原则：

- (1) 火灾和爆炸的风险降至最小，以证明其安全水平与燃油发动机相当；
- (2) 安装合适的认可型压力释放装置，或者部件的强度设计足以承受最恶劣情况下泄漏气体被点燃后产生的超压，使爆炸后果减轻到一个可以接受的剩余风险水平。

[部件强度或防爆装置应提供说明（例如作为风险分析的一部分）或以其他方式证明足以应对最恶劣情况下的爆炸。](#)

参见 CCS《船舶应用天然气燃料规范》[第 7 章第 1 节 7.1.2](#)、第 2 节。

注：—

[2.1.3④](#) 压力释放装置应能防止压力泄放时火焰通过并进入机器处所，其布置应保证泄放不会危及工作人员或者损坏其他发动机部件或系统。

[2.1.4②](#) 泄放装置应安装阻火器。

2.2 设计要求

2.2.1 发动机上的气体管路，~~对于~~气体运输船来说，应按 CCS《散装运输液化气体船舶构造与设备规范》第 5 章 5.1-5.9、第 16 章的规定进行设计和制造，~~对于~~气体运输船以外的其他船舶，应按 CCS《船舶应用天然气燃料规范》第 3 章规定的气体管路标准（如设计压力、壁厚、材料、管路制造和连接细节等）进行设计；[管系等级要求如下：](#)

- (1) [所有单壁或高压气体管应视为 I 级；](#)
- (2) [低压双壁管应视为 II 级；](#)
- (3) [双层壁气体管的外管应视为 II 级；](#)
- (4) [单壁透气管应视为 I 级，如可证明最大累积压力小于 0.5MPa 可视为 II 级；](#)
- (5) [双层壁透气管内管应视为 II 级；](#)
- (6) [双层壁透气管外管应视为 III 级。](#)

[气体管路设计压力要求见表 1。](#)

[气体管路设计压力](#) [表 1](#)

	设计压力	
低压气体管路	参见 CCS《船舶应用天然气燃料规范》 3.2.3.1	参见 CCS《散装运输液化气体船舶构造与设备规范》 5.4.1
高压气体管路	参见 CCS《船舶应用天然气燃料规范》 3.2.3.1	参见 CCS《散装运输液化气体船舶构造与设备规范》 5.4.1
低压外管	参见 CCS《船舶应用天然气燃料规范》 6.4.1.3	参见 CCS《散装运输液化气体船舶构造与设备规范》 5.4.4
高压外管	参见 CCS《船舶应用天然气燃料规范》 6.4.1.3	参见 CCS《散装运输液化气体船舶构造与设备规范》 5.4.4
敞口管	参见 CCS《船舶应用天然气燃料规范》 3.2.3.2	参见 CCS《散装运输液化气体船舶构造与设备规范》 5.4.1

[发动机天然气系统中使用的柔性波纹管应根据 CCS《船舶应用天然气燃料规范》 13.7.2 和《散装运输液化气体船舶构造与设备规范》 5.13.1.2（如适用）的要求进行批准。](#)

[发动机设计方应规定波纹管在实际使用中的循环次数、压力、温度、轴向运动、扭转运动和径向运动限值。](#)

[应对振动载荷引起的高循环疲劳的耐久性通过试验进行验证，或 CCS 认可的第三方进行计算或记录（如超过 10⁷ 个循环）。](#)

[注：波纹管作为发动机的组成部件，无需按照 CCS《船舶应用天然气燃料规范》 13.7.2.4 中的规定进行船舶变形引起的疲劳试验。](#)

2.2.42 发动机上的气体管路布置应满足如下要求：

- (1) 含有气体燃料的管路和设备定义为 0 类危险区（参见 CCS《船舶应用天然气燃料规范》 9.2.2.1）；
- (2) 气体燃料管和外管壁或通风管管壁之间的空间定义为 1 类危险区（参见 CCS《船舶应用天然气燃料规范》 9.2.2.2（6））；
- (3) 对于气体运输船来说，发动机上的气体燃料管系应按 CCS《散装运输液化气体船舶构造与设备规范》 16.4.3 的规定布置，对于气体运输船以外的其他船舶，发动机上的气体

燃料管系应按 CCS《船舶应用天然气燃料规范》6.4.1.1 和 6.4.1.2 规定的原则和要求进行布置。

双层壁管或管路应按 CCS《船舶应用天然气燃料规范》3.3.1.4、6.4.1.3 和 6.4.1.4 的规定进行设计。

气体燃料管系采用通风管布置方案时，对于气体运输船，通风进口应按 CCS《散装运输液化气体船舶构造与设备规范》16.4.3.2 的规定布置，对于气体运输船以外的其他船舶，应按 CCS《船舶应用天然气燃料规范》10.6.1.3 的规定布置。

管路或管路应按 ~~CCS《钢质海船入级规范》第 3 篇第 2 章 2.7.11.5 倍设计压力~~的要求进行压力试验，确保气密完整性，并表明其可以承受气体管路破裂时可能的最大压力。

(4) 单层壁气体管路仅在如下条件下可以接受：

- ① ~~供应低压气体和~~安装在 ESD 保护机器处所（见 CCS《船舶应用天然气燃料规范》2.3.1.1（2）定义）的发动机，并满足 CCS《船舶应用天然气燃料规范》其他相关要求（如 2.3.3）；
- ② CCS《船舶应用天然气燃料规范》6.4.1.2（1）规定的情况。

对于气体运输船，应满足 CCS《散装运输液化气体船舶构造与设备规范》的要求。

对于 ESD 保护机器处所设计，当发生气体泄漏导致该处所内的发动机停机时，船舶仍应保持足够的推进和操纵能力（包括重要的系统和安全系统），因此，发动机的安全理念文件中应对气体管路应用的双层壁布置或者单层壁布置进行说明。

注：所需保持的最小功率应根据船舶的操作特性进行评估确定。

2.2.3 发动机增压空气系统~~和排气系统~~应满足如下要求：

- (1) 发动机上的增压空气系统~~和排气系统~~应按上述 2.1.2 的要求进行设计。
- (2) 单机配置情况下，因爆炸导致压力释放阀打开后发动机应能持续运行，且发出的功率足以维持重要设备运行所需要的电力，保持足够的推进功率。

注：应根据发动机的配置情况（如单机或多机）以及压力泄放装置的泄放方式（比如压力泄放后可自关闭的安全阀或者压力泄放后无法关闭的爆破片），考虑降低功率。

2.2.4 ~~排气系统应满足如下要求：~~

~~(1) 发动机上的排气系统应按上述 2.1.2 的要求进行设计。~~

~~(2) 单发动机配置情况下，因爆炸导致压力释放阀打开后发动机应能持续运行，且发出的功率足以维持重要设备运行所需要的电力，保持足够的推进功率。不允许压力泄放装置（如爆破片）打开后排气持续泄放到机舱内或者其他封闭处所。~~

应为进气总管、扫气空间和排气系统设有爆炸压力释放系统，除非其设计成能够承受由于泄漏气体被点燃或发动机安全理念所证明的最恶劣情况下的超压。应进行有关进气总管、扫气空间和排气系统中超压潜在危险的详细评估，并将其反映在发动机的安全理念中。

进气和排气总管的防爆装置应进行型式认证。

应考虑以下因素，确定必要的总泄放面积和防爆装置的设计参数：

-初始压力和气体浓度决定的最恶劣情况下的爆炸压力；

-组件的体积和几何形状，以及

-组件的强度。

该设计应在风险分析（见 1.4.4.（7））中确定，并反映在安全理念中。

2.2.5 曲轴箱保护应满足如下要求：

(1) 曲轴箱应按 ~~CCS《钢质海船入级规范》第 3 篇第 9 章~~ 9.7.4 的要求安装曲轴箱安全阀，参见 CCS《船舶应用天然气燃料规范》7.2.1.6。~~对于本章 9.7.4 的要求未涵盖的发动机，按照本附录 1.4.4（7）的要求进行详细评估，以确定是否需要配置曲轴箱防爆安全阀。~~

(2) 曲轴箱应设有接口或其他方式，用于发动机维护时对曲轴箱进行惰化、通风和气体

浓度测量。

(3) 曲轴箱通风（送风或抽风），如果设有，应符合《船舶应用天然气燃料规范》10.3.1的规定，并在安全理念中反映。用于曲轴箱、油底壳和其它类似发动机空间的通风系统应独立于其它发动机的通风系统。

2.2.6 气缸内的气体燃料点火，对于气体运输船，应满足 CCS《散装运输液化气体船舶构造与设备规范》16.7 的要求，对于气体运输船以外的其他船舶，应满足 CCS《船舶应用天然气燃料规范》第 7 章第 2 节的要求。

2.2.7 发动机的控制、监测、报警和安全系统应满足如下要求：

- (1) 发动机的控制系统应独立于安全系统；
- (2) 进气燃气喷射阀应能通过发动机控制系统或由发动机的气体燃料需要进行控制；
- (3) 气缸内的燃烧状态应能实现单个气缸缸内燃烧状态的监测；
- (4) 当探测到单个气缸燃烧不良时，如满足 CCS《船舶应用天然气燃料规范》7.2.1.13 的规定，可允许发动机以气体燃料继续运行；

(5) 如由于发动机尺寸和设计等原因，无法实现单个气缸的燃烧状态监测，则可接受整体燃烧状态监测。

(6) 除非通过本附录 1.4 要求的风险分析证明，否则除了本《钢质海船入级规范》规定的柴油机监测和安全系统功能以外，DF 或 GF 发动机还应按本附录表 42 的要求设置气体燃料使用相关的监测和安全系统功能。

注：对于 DF 发动机，表 42 仅适用于天然气模式。

气体燃料发动机监测和安全保护 表 42

监测项目	报警	双截止透气阀自动动作	自动转换到燃油模式 ^①	停机
气体燃料供应压力异常	×	×	×	× ^⑤
气体燃料供应系统故障	×	×	×	× ^⑤
引燃油喷射或火花点火系统故障	×	× ^②	×	× ^{②⑤}
单缸排气温度-高	×	× ^②	×	× ^{②⑤}
单缸排气温度与平均温度偏差-大 ^③	×	× ^②	×	× ^{②⑤}
气缸压力或点火失败，包括熄火、爆震和燃烧不稳定	×	× ^{②④}	× ^④	× ^{②④⑤}
曲轴箱油雾浓度或轴承温度 ^⑥ -高	×	×		× ^⑨
曲轴箱压力-高 ^{④⑧}	×	×	×	
发动机停车（任何原因）	×	×		
双截止透气阀工作介质故障	×	×	×	
曲轴箱通风系统故障(如适用)	×	×	×	
符号说明：× 适用。				
注：				
① 仅适用 DF 发动机以天然气模式运行时。				
② 对于 GF 发动机，当故障仅影响到一个气缸，该气缸可单独切断，并经风险分析证明发动机可以在这种情况下安全运行的情况下，双截止透气阀可不动作，发动机继续以气体燃料运行。				
③ 仅熄火探测需要时适用。				

- ④ 如故障可通过系统自动调整予以纠正,可仅触发报警,如故障持续超过设定时间,则触发安全系统动作。
- ⑤ 仅适用于 GF 发动机。
- ⑥ 如按 [CCS《钢质海船入级规范》第3篇第9章](#) 9.7.6 的要求安装。
- ⑦ [根据发动机制造商的规定自动触发安全动作,参见本章 9.7.6 的要求。](#)
- ⑧ [仅适用于筒状活塞式发动机,该压力传感器不能更换或替代气体探测器。](#)
- ⑨ [仅适用于筒状活塞式发动机,对于十字头发动机,应减速。参见本规范第7篇第3章表 3.10.1.1。](#)

2.2.8 [电动进气体喷射](#)阀应按如下危险区域划分进行安全认证:

(1) 阀的内部含有气体,因此应按 0 类危险区进行认证;

(2) 按 2.2.2 (2) 的规定,当气体喷射阀设在双壁管或通风管之内时,阀外部分应按 1 类危险区认证;

(3) 按照 2.2.2 (4) 规定的 ESD 保护机器处所设计理念,气体喷射阀没有设任何气密围护,如机器处所内探测到气体泄漏时气体喷射阀予以断电,则阀外部分不需要按危险区的要求进行认证。

但是,如气体喷射阀未按拟工作的危险区域等级进行认证,则应按 IEC 60079-10-1 或 IEC 60092-502 标准进行分析,并以文件的形式记录证明该阀适合于所工作区域。

[由液压驱动的进气阀应配备密封装置,以防止气体进入液压油系统。](#)

3 特殊设计要求

3.1 DF 发动机

3.1.1 考虑到气体燃料[成分及质量或发动机设计](#)对发动机功率输出的影响,DF 发动机[天然气](#)模式运行时发出的最大持续功率,允许低于已认可柴油机的 MCR (如燃油模式)。制造厂应声明 DF 发动机[天然气](#)模式下的最大持续功率及相应条件,[并在型式试验期间进行验证。在按照 CCS《钢质海船入级规范》第3篇第9章附录4中1.3、附录6中2.3和3.4的规定,实施本附录4.1.4、4.2.1和4.3时,DF发动机的气体模式不要求进行110%负荷试验。](#)

3.1.2 DF 发动机应能使用燃油或者气体[为主](#)燃料[起动](#),并设有引燃油用于点火。发动机应能迅速从[天然气](#)模式转换到燃油模式。当转换到任一燃料供应时,发动机都应能使用该燃料持续运行而不影响动力供应。

向[天然气](#)模式转换应仅在规定的功率水平和条件下进行,在该功率水平和条件下进行[天然气](#)模式转换的安全性和可靠性已通过试验进行了证明。

从[天然气](#)模式转换到燃油模式应能在任何条件和功率水平下进行。

发动机燃料模式转换(从[天然气](#)模式转换为燃油模式或反之)应自动进行,但在任何情况下均应能实现人工干预。

[如果功率水平或其他条件不允许安全可靠地以天然气模式运行,则应自动切换到燃油模式。](#)

气体燃料供应切断时,发动机应能仅使用燃油持续运行。

3.1.3 引燃油喷射没有动作的情况下,应保证不会向燃烧室供应气体燃料。

注:引燃油喷射应予以监测,比如通过燃油压力和燃烧参数监测。

3.2 GF 发动机

3.2.1 火花点火失败情况下,发动机应停机,除非这种点火故障仅限于一个气缸,且点

火故障气缸的气体燃料供应能立即切断,发动机单缸熄火条件下的运行安全已经风险分析和试验证明,则可接受发动机继续运行。

3.3 预混式气体燃料发动机

3.3.1 预混式发动机的进气总管、涡轮增压器、增压空气冷却器等应视为燃料供应系统的组成部分,风险分析时应考虑这些部件失效可能导致的气体泄漏(见本附录 1.4)。

3.3.2 每个气缸盖之前应安装阻火器,除非通过风险分析证明该风险可控,可不必安装阻火器。风险评估时应考虑增压空气系统中的气体浓度、气体-空气混合物所经过的路径长度等发动机设计参数。

3.4 二冲程发动机

3.4.1 应[按照 1.4 要求进行风险分析以考虑扫气空间中可能的气体聚集带来的影响。](#)

3.4.2 应[按照 1.4 要求进行风险分析以考虑活塞杆填料函可能的故障。](#)

4 型式试验、工厂接受试验和船上试验

4.1 型式试验

4.1.1 DF 和 GF 发动机应按 ~~CCS《钢质海船入级规范》第 3 篇第 9 本章~~ 9.10.1 和 9.10.2 的要求进行型式认可,并考虑以下附加要求。

4.1.2 除 ~~CCS《钢质海船入级规范》第 3 篇第 9 本章~~ 9.1.2.1 (1) 规定的柴油机类型定义要素外,天然气燃料发动机类型还包括如下要素:

(1) 气体燃料喷射方式(~~压缩冲程后~~气缸直喷射、~~压缩冲程前~~增压空气空间气缸单独喷射或者预混);

(2) ~~进气燃气喷射~~ 阀操作(机械或电子控制);

(3) 点火系统(引燃油点火、火花塞点火、电热塞点火)/气体自燃;

(4) 点火系统操作(机械或电子控制)。

[注:气缸-压缩冲程之前的单独喷射可以是从小缸进气门之前的进气口喷射到进气通道中、在压缩冲程之前或期间喷射到气缸中,或类似的设计。](#)

4.1.3 除 ~~CCS《钢质海船入级规范》第 3 篇第 9 本章~~ 附录 4 中-1.2 规定的安全措施以外,天然气燃料发动机起动前,机上的气体管路气密性应进行验证。

4.1.4 型式试验应按 ~~CCS《钢质海船入级规范》第 3 篇第 9 本章~~ 附录 4 中-1.3 规定的程序进行,[同时应综合考虑本节的额外要求。](#)

~~对于 DF 发动机气体模式下的负荷试验,试验负荷取气体模式最大输出功率的各个百分比(见本附录 3.1.1)。~~

气体燃料甲烷值和 LHV 的影响不需要在型式试验 B 阶段进行验证,但制造厂应通过内部试验或计算进行评价,并在型式试验报告中予以说明。

4.1.5 除 ~~CCS《钢质海船入级规范》第 3 篇第 9 本章~~ 附录 4 中 1.4 规定的测量和记录参数以外,还应包括如下数据:

(1) 气体和燃油(如适用)燃料指数(或等效读数);

(2) 气体总管进口处的气体压力和温度;

[\(3\) 引燃油温度和压力\(供应或共轨,视情况而定\);](#)

[\(34\) 曲轴箱气体浓度。](#)

[注:曲轴箱中的气体浓度通常应在曲轴箱内部或曲轴箱出口\(曲轴箱通风管\)处测量。如柴油机制造](#)

厂能够提供试验方法和结果的有效记录,则可以在内部试验中进行曲轴箱气体浓度测量。

根据设计评估可要求附加的参数测量。

4.1.6 A 阶段-内部试验。应按 CCS《钢质海船入级规范》第3篇第9章附录4中2.1的规定进行,对于DF发动机,还应考虑如下试验条件:

(1) 负荷试验应在发动机类型适用的天然气模式和燃油模式(运行时有/无引燃油喷射)进行;

(2) 液/气比可变的DF发动机,应在最小和最大允许值之间选定不同液/气比进行负荷试验;

(3) 在不同负荷条件下验证天然气模式和燃油模式之间的转换;。

(4) 气体燃料甲烷值和LHV对发动机在天然气模式下的最大持续功率的影响。

4.1.7 B 阶段-见证试验。应按 CCS《钢质海船入级规范》第3篇第9章附录4中2.2的规定进行,并考虑如下要求:

(1) 负荷试验时,对于DF发动机应考虑如下试验条件:

① 所有负荷试验应在发动机类型适用的天然气模式和燃油模式下进行,包括超速试验超速保护装置必须在天然气模式和柴油模式下均进行测试。

② 液/气比可变的DF发动机,应在最小和最大允许值之间选定不同液/气比进行负荷试验(应选择不同负荷下最常用和最关键的液/气比进行试验)。

天然气模式下的最大可用连续功率(见本附录3.1.1)应被验证。如超负荷情况下DF发动机自动转换为燃油模式,则无需在天然气模式下进行超负荷试验。对于DF发动机气体模式下的负荷试验,试验负荷取气体模式最大持续功率的各个百分比。

(2) 功能试验还应进行如下项目:

① DF发动机,在燃油模式和天然气模式下验证规定的最低转速;

② DF发动机,在不同负荷条件下验证天然气模式和燃油模式之间的转换;。

③ DF发动机,当负载超过气体模式下可用的最大持续功率时,验证自动转换到柴油模式(见本附录3.1.1和3.1.2);

④⑤ 通风型或其他认可型双壁气体管路的通风效用试验;。

④一缸气体喷射阀发生气体泄漏模拟。

拟用于发电的发动机,应进行如下试验:

① 按 CCS《钢质海船入级规范》第3篇第9章9.7.10.1的要求进行突加突卸载荷的能力验证;

② 对于GF发动机和增压器前预混式发动机,应通过理论分析确定LHV、甲烷值和环境条件对动态负荷特性试验结果的影响,并在试验报告中予以说明。应参考本附录2.1.1规定的气体燃料特性限值,确定满足动态负荷特性所需要的限值裕量。

注1:对于DF发动机,必要时,动态特性试验时允许转换到燃油模式进行。

注2:按 CCS《钢质海船入级规范》第3篇第9章9.7.10.1的规定,允许以多于二次的加载方式进行加载。

(3) GF和DF发动机应通过整合试验验证整个机械、液压和电子系统的反应与各种工作模式的预计相一致。试验的范围应根据风险分析结果确定,并征得CCS同意,至少包括如下项目:

① 点火失效(火花点火或引燃油喷射系统),单缸点火单元和公共点火系统失效;

② 进单缸燃气喷射阀失效;

③ 燃烧故障(如:通过熄火、爆震、排气温度偏差等进行探测);

④ 气体压力异常;

⑤ 气体温度异常*。

注*: 经 CCS 同意, 上述试验允许采用模拟或其他替代方法进行。

4.1.8 C 阶段-部件检查。试验结束后, 除 ~~CCS《钢质海船入级规范》第3篇第9本章~~附录 4.2.3 规定的部件检查要求外, 还应包括:

- (1) 进气体喷射阀, 包括预燃室 (如适用);
- (2) 火花塞 (GF 发动机);
- (3) 引燃油喷射阀 (DF 发动机)。

4.1.9 发动机型式认可证书

对于 DF 发动机, 如果不同运行模式下的最大持续功率不一致, 应在型式认可证书上标明柴油模式下的最大持续功率和天然气模式下可用的最大持续功率。

4.2 工厂接受试验

4.2.1 工厂接受试验应按 ~~CCS《钢质海船入级规范》第3篇第9本章~~附录 6 的规定进行, 并考虑以下附加要求。

对于 DF 发动机, 以天然气模式和燃油模式进行 ~~CCS《钢质海船入级规范》第3篇第9本章~~附录 6 中 2.3 规定的负荷试验时, 试验负荷取天然气模式和燃油模式最大持续输出功率 (见本附录 3.1.1) 的各个百分比。应证明天然气模式下的最大持续功率 (见 3.1.1)。

4.2.2 除 ~~CCS《钢质海船入级规范》第3篇第9本章~~附录 6 中 1.1 规定的安全措施以外, 天然气体燃料发动机起动前, 还应验证发动机上气体管路的气密性。

4.2.3 除 ~~CCS《钢质海船入级规范》第3篇第9本章~~附录 6 中 2.2 规定的测量和记录要求以外, 还应包括如下数据:

- (1) 气体和燃油 (如适用) 燃料指数 (或等效读数);
- (2) 气体总管进口处的气体压力和温度;—
- (3) 引燃油温度和压力 (供应或共轨, 视情况而定)。

4.2.4 各种用途发动机的试验负荷见 ~~CCS《钢质海船入级规范》第3篇第9本章~~附录 6 中 2.3 的规定。对于 DF 发动机, 所有负荷试验应在适用的天然气模式和燃油模式下运行。另外, 试验范围可根据柴油机的用途、营运经验或其他原因予以扩充。

4.2.5 天然气体燃料发动机应通过整合试验验证整个机械、液压和电子系统的反应与各种工作模式的预计相一致。

试验的范围应根据风险分析结果确定, 并征得 CCS 同意, 至少包括如下项目:

- ① 点火失效 (火花点火或引燃油喷射系统), 单缸点火单元和公共点火系统失效;
- ② 进单缸燃气喷射阀失效;
- ③ 燃烧故障 (如: 通过熄火、爆震、排气温度偏差等进行探测);
- ④ 气体压力异常;
- ⑤ 气体温度异常。

注: 经 CCS 同意, 上述试验允许采用模拟或其他替代方法进行。

4.3 船上试验

4.3.1 在船上安装后, 气体管路系统应进行气密性试验, 检查泄漏情况。

4.3.12 船上试验应按 ~~CCS《钢质海船入级规范》第3篇第9本章~~附录 6 的规定进行,同时应考虑以下要求:

(1) 对于 DF 发动机, 所有的负荷试验应在各种运行模式下进行 (如天然气模式、燃油模式等), 如适用 (见本附录 3.1.1)。天然气模式下可用最大持续功率应得到验证。

注: 如所有操作模式下负荷试验可不间断地进行 (以相同的功率和转速直接切换), 则按本章附录 6 中 3.4 规定的运行时间可计入所有模式下的总持续时间, 但每种模式下的试验时间不得少于一小时。

(2) 发动机起动操作应在柴油模式和天然气模式下（如适用）进行。

(3) 对于 DF 发动机，应验证从天然气模式自动切换至燃油模式。此外，要验证从柴油模式到天然气模式的手动转换，反之亦然。

(4) 应验证通风型或其他认可型双壁气体管路的效用。

对于 DF 发动机，以天然气模式进行 CCS《钢质海船入级规范》第 3 篇第 9 章附录 6 中 3.4 规定的负荷试验时，试验负荷取天然气模式最大输出功率（见本附录 3.1.1）的各个百分比。

5 发动机部件认证

5.1 一般要求

5.1.1 应按照本章第 2 节中的要求进行发动机部件验证，除表 9.2.2.1 规定的部件外，表 3 中列出的发动机部件同样应按照规定要求进行检验。

发动机部件检验、试验表

表 3

序号	部件	材料性能	无损检测	压力试验	焊缝目视检查	
1	低压双壁气体管路	W(CC+M)	W ^{②, ⑥}	W ^④	VT	
2	单壁气体管路	W(CC+M)	W ^①	W ^④	VT	C
3	高压气体管路	W(CC+M)	W ^①	W ^④	VT	C
4	气体管路的双层壁	W(CC+M)	W ^②	W ^③	VT	
5	气体管路低压法兰*	W(CC+M)	W ^{②, ⑥}		VT	
6	气体管路高压法兰*	W(CC+M)	W ^①		VT	C
7	气体管路低压管件等部件	W(CC+M)		W ^④	VT	
8	气体管路高压管件等部件	W(CC+M)		W ^④	VT	C
9	气体管路低压阀体 ^⑦	W(CC+M)		W ^④		
10	气体管路高压阀体 ^⑦	W(CC+M)		W ^④		C
11	累积压力小于 0.5MPa 的气体通风管和法兰*	TR(CC+M)	W ^②	W ^④	VT	
12	含双层壁累积压力 0.5MPa 及以上的气体通风管和法兰*	TR(CC+M)	W ^②	W ^④	VT	
12	累积压力 0.5MPa 及以上的气体通风管和法兰*	W(CC+M)	W ^①	W ^④	VT	C
13	气体通风管双层壁			W ^⑤	VT	

注：

① 按 CCS《材料与焊接规范》的有关规定对所有对焊接头进行 100% 射线或超声波检测；

② 按 CCS《材料与焊接规范》的有关规定对焊接头的 10%进行射线或超声波检测；

③ 在 1.5 倍设计压力下压力测试，以确保气密完整性，不低于气体管路破裂时的预期最大压力；

④ 1.5 倍设计压力下的压力试验；

⑤ 泄漏测试；

⑥ 如内径大于 75mm 或壁厚大于 10mm: 按 CCS《材料与焊接规范》的有关规定对所有对焊接头进行射线或超声波检测；

⑦ 如公称直径大于 25mm;

⑧ * 系指与发动机直接连接的法兰。

第 11 章 轴系与螺旋桨

第 3 节 轴系传动装置

11.3.6 调距桨传动装置

11.3.6.17 主推进用调距桨的控制系统应按以下要求进行试验和记录，以证明控制系统故障和控制位置转换时螺旋桨推力无显著变化，且螺距响应时间不超过最大值。

(1) 全范围螺距响应试验，以验证螺旋桨螺距与转速组合曲线的符合性，控制手柄应在正车和倒车方向的至少三个位置（例如，微速正车/倒车、半速正车/倒车、全速正车/倒车）进行测试，试验应在正常和应急工况下进行；不受控制位置影响的试验可仅从某一控制位置进行。

(2) 故障安全性试验，以证明螺距命令和控制或反馈信号的故障会触发报警，并且不会引起推力的显著变化，这些故障应能被清楚地识别并包含在测试程序中。

(3) 试验应记录控制手柄的位置、实际螺距（本地显示和遥控显示）、螺旋桨转速、螺距响应时间（螺距改变指令发出直至螺距和转速就位之间的响应时间），以及控制位置转换时螺旋桨推力的变化。

(4) 试验程序（包括需要记录的参数清单和螺距响应时间最大值）应由螺距控制系统制造商或集成商准备和提交，并经 CCS 同意。

《钢质海船入级规范》变更通告

第 4 篇

目 录

附录 2 塑料制电缆托架/保护封闭罩壳的型式认可程序.....	1
---------------------------------	---

附录 2 塑料制电缆托架/保护封闭罩壳的型式认可程序

2.4.1 电阻率测试

经过危险区域的塑料制电缆托架/保护封闭罩壳应具有导电性，应确保其任何一点与船体之间保持良好接地。

电缆托架/保护封闭罩壳和装置的容体积电阻率应低于 $10^5 \Omega \cdot m$ ，表面电阻率应低于 $10^6 \sim 10^8 \Omega$ 。应根据 IEC 62631-3-1 和 IEC 62631-3-2 对电缆托架/保护封闭罩壳进行测试。

~~该设备上任何一点的接地电阻都不应超过 $10^6 \Omega$ 。~~

《钢质海船入级规范》变更通告

第 6 篇

目 录

第 3 章 防火安全措施	1
第 4 节 其 他	1

第3章 防火安全措施

第4节 其他

3.4.5 压载管和液货管的加厚壁厚

3.4.5.1 73/78 国际防止船舶污染公约（以下简称“MARPOL 公约”）附则 1 第 ~~19.6.3.6~~ 19.3.6 条定义的穿过货油舱的压载管系和穿过专用压载舱的货油管系应满足下列要求：

- (1) 管子应为重规格钢管，其最小壁厚应满足表 3.4.5.1 的要求，管子应具有焊接的或重型法兰^①接头，其数量应保持最小；
- (2) 在货油舱中的压载舱管系和压载舱中的货油管系上仅允许设置膨胀弯头管^② ~~（非滑动式膨胀接头）~~。

管子的最小壁厚 表 3.4.5.1

公称直径（mm）	最小壁厚（mm）	公称直径（mm）	最小壁厚（mm）
50	6.3	150	11.0
100	8.6	200 及以上	12.5
125	9.5		

^① 重型法兰接头是指焊接法兰接头，其压力等级至少为 PN10、或高于所要求的设计压力，取大者。

^② 膨胀弯头管是指安装在管系中，用来抵消由于热膨胀或船体变形而引起的过度应力或位移的弯管，比如 Ω 弯头。膨胀弯头管可以采用直管制造。

《钢质海船入级规范》变更通告

第 7 篇

目 录

第 2 章 基本要求	1
第 8 节 驾驶室遥控主推进装置	1
第 4 章 有人值班机器处所自动化附加标志的要求	1
第 3 节 BRC 附加标志的要求	1

第 2 章 基本要求

第 8 节 驾驶室遥控主推进装置

2.8.1.13 驾驶室控制站对主汽轮机的控制应满足本篇 3.2.3.2 (1) 的要求,但当机器处所有人值班时,低速盘车可设置为手动操作。

第 4 章 有人值班机器处所自动化附加标志的要求

第 3 节 BRC 附加标志的要求

4.3.2.5 驾驶室控制站对主汽轮机的控制应满足本篇 3.2.3.2 的要求,但如低速盘车设置为手动操作,则不要求自动盘车。

4.3.2.6—驾驶室控制站的报警:

(1) 驾驶室控制站报警的项目和报警方式见本章表 4.3.4.1 第 5 栏,被监控的机电设备和自动化监控系统的故障报警一般可以 4 种方式延伸到驾驶室控制站:安全系统动作的组合报警、单独报警、严重故障的组合报警和一般故障的组合报警;

(2) 在驾驶室控制站的听觉报警信号允许在报警被应答后消声,但视觉报警信号应在故障排除后消除,而且,视觉报警信号应能在故障报警被应答前后有所区别。

4.3.2.67 如主机由驾驶室控制站遥控起动时,驾驶室控制站应显示主机起动空气压力或起动蓄电池组电压。

《钢质海船入级规范》变更通告

第 8 篇

目 录

第 2 章 牲畜运输船补充规定	1
第 1 节 一般规定	1
第 2 节 船体结构与布置	1
第 3 节 稳性	11
第 4 节 牲畜处所的服务设施	13
第 5 节 牲畜处所的消防设施	17
第 6 节 电气设备	18
<u>第 38 章 风电运维船补充规定</u>	<u>20</u>
<u>第 1 节 一般规定</u>	<u>20</u>
<u>第 2 节 船体结构</u>	<u>21</u>
<u>第 3 节 分舱与稳性</u>	<u>21</u>
<u>第 4 节 系统与设备</u>	<u>21</u>
<u>第 5 节 检验</u>	<u>22</u>

第2章 牲畜运输船补充规定

第1节 一般规定

2.1.1 适用范围

2.1.1.1 本章规定仅适用于牲畜运输船。

2.1.1.2 符合本章规定的牲畜运输船，授予附加标志：Livestock Carrier。

2.1.1.3 牲畜运输船除应符合本章的规定外，还应符合本规范其他篇章对牲畜运输船的适用规定、CCS《材料与焊接规范》和船旗国主管机关的有关规定（如有时）。

2.1.1.4 对预计不超过24小时航行的牲畜运输船，经CCS同意，可放宽或免除本章的相应要求。

2.1.2 定义

2.1.2.1 牲畜运输船：系指建造成或改装成专门从事牲畜运输的钢质海船。牲畜包括羊、牛、马（骡子或驴）、猪及骆驼等动物。

2.1.2.2 次电源：主电源失效时，能独立向牲畜服务系统供电的电源。

2.1.3 图纸资料

2.1.3.1 除本规范有关篇章规定的图纸资料外，还应将下列图纸资料提交批准：

(1) 牲畜处所人员通道布置图；

(1) (2) 牲畜围栏及通道布置图；

(2) (3) 牲畜围栏及通道结构图；

(3) (4) 牲畜饲料、饮用水的储存和分配系统图；

(4) (5) 牲畜处所的清洗系统图；

(5) (6) 牲畜处所的污水泄放及排放系统图；

(6) (7) 牲畜处所的消防设施布置图；

(7) (8) 次电源系统图；

(8) (9) 次电源处所布置图；

(9) (10) 与次电源相关的管系图；

(11) 货物系固手册（如适用）。

2.1.3.2 除本规范有关篇章规定的图纸资料外，还应将下列图纸资料提交备查：

(1) 牲畜处所的通风系统图，并附有所总容量和换气率计算书；

(2) 牲畜处所的消防设施明细表；

(3) 次电源燃油消耗估算书及次电源再次（或恢复）启动的时间估算书（如适用）。

第2节 船体结构与布置

2.2.1 船体结构

2.2.1.1 牲畜运输船结构应符合本规范第2篇第2章的相关要求。

2.2.1.2 当上层建筑甲板为强力甲板（参与总纵强度）时，除首楼外的甲板板厚度应符合第2篇第2章2.17.5.4的规定，还应满足第2篇第2章第2节总纵强度的屈曲强度要求，但均不应小于6mm。

2.2.1.3 当上层建筑甲板为强力甲板（参与总纵强度）时，上层建筑甲板骨架应满足第

2 篇第 2 章第 8 节的有关要求，还应满足第 2 篇第 2 章第 2 节总纵强度的屈曲强度要求。

2.2.2 对牲畜的布置和对牲畜的保护

2.2.2.1 牲畜需要用围栏进行分隔。牲畜围栏的尺度应适应于装载牲畜，并满足表2.2.3.5本节的有关要求。

2.2.2.2 对牲畜的布置应~~该尽量避免牲畜受到来自天气、海水以及热源的伤害~~保护牲畜免受伤害和痛苦，并避免露天和暴露于海水的布置方式。

2.2.2.3 ~~在船舶的任何部位，如果牲畜、牲畜设备及运送布置会发生如下情形，则不允许该船装载或运送牲畜在船上，牲畜、牲畜围栏结构、牲畜设备和牲畜运输布置不得：~~

(1) 阻碍进入居住区、服务于船舶安全航行必要的工作区，或任何舱室或甲板下处所的出口通道；

(2) 影响救生或灭火设施的操作与运行；

(3) 影响液舱测量设施或舱底管系或舱底的测量设施的布置与运作；

(4) 影响关闭装置的操作；

(5) 影响排水舷口的使用；

(6) 影响船舶其他部位的照明或通风；

(7) 影响船舶的正常航行。

2.2.2.4 如果机舱、锅炉处所或热油舱等热源处所的围壁形成载运牲畜的舱室边界，则应采取适当的隔热措施。

2.2.2.5 应采用如下措施避免牲畜移动时裸露钢结构对牲畜的伤害：

(1) 所有上下通道两侧应加装保护围板；

(2) 靠近舱壁一侧的围栏，如遇扶强材等类似结构，应加设保护围板。

2.2.3 牲畜围栏、通道及牲畜甲板

2.2.3.1 ~~应布置用于牲畜装/卸载的坡道或通道。通道应避免内部或与船体相连处有间隔，通道的坡度要适合装/卸载的牲畜。~~

2.2.3.2 ~~牲畜通道布置应满足如下要求：—~~

~~—(1) 双侧围栏应有足够强度和高度，以防止牲畜逃出；—~~

~~—(2) 应具有适宜牲畜行走的地板；—~~

~~—(3) 应设置通道关闭装置。~~

2.2.3.3 ~~牲畜通道如果构成船舶设施的一部分，则应能承受表2.2.4.3中的均布载荷。~~

表2.2.4.3

牲畜种类	载荷(N/m ²)
牛或马	4700
羊或猪	2400

2.2.3.4 ~~牲畜通道的许用应力见表2.2.4.4：—~~

表2.2.4.4

材料	许用应力
钢	$R_{eH}/2$
铝	$R_{p0.2}/2$
其他材料	由船级社特别考虑

2.2.3.5 ~~牲畜围栏和通道应满足表2.2.3.5的要求。~~

羊畜、猪畜围栏和通道的限制 表2.2.3.5 (1)

最大宽度	4.5m
最小宽度	2.0m
最大长度	≤2倍宽度
最小长度	≥宽度
围栏内最大净面积	40.5m ²
围栏内最小净高	1.1m
围栏栏杆垂向最大净距	0.3m
围栏最下层栏杆与甲板面的最大净距	0.2m
围栏最下层栏杆下缘距离甲板面的垂向最大净距	0.05m
围栏最上缘距离围栏地板的垂向最小距离	0.9m
相邻通道的最小宽度（扣除食槽或其他构件）	0.55m

~~牛畜围栏和通道的限制~~ ~~表2.2.3.5 (2)~~

最大宽度	4.5m
最小宽度	2.1m
最小长度	2.3m
围栏内最大净面积	21m ²
围栏最下层栏杆上缘与围栏地板面的最大净距	0.6m
围栏内最小净高	有机通风设备时1.8m 其他情况2.3m
相邻通道的最小宽度（量取通道围栏间净距，通道两侧均布置围栏，且牛畜的装卸通过围栏进行的）	1.0m
相邻通道的最小宽度（从任意固定结构物、设备、食槽或阻挡物量取，通道两侧均布置围栏，且牛畜的装卸通过围栏进行）	0.7m
相邻通道的最小宽度（从任意固定结构物量取，通道两侧均布置围栏，且牛畜的装卸通过通道进行）	1.0m
相邻通道的最小宽度（量取通道围栏间净距，仅通道一侧布置围栏）	0.75m

~~马畜围栏和通道的限制~~ ~~2.2.3.5 (3)~~

栏内最大长度		2.5m
栏内最小长度		2.3m
最小净通道	(1)两列栏舍的前围栏之间	1.7m
	(2)两列栏舍的前后围栏之间	1.2m
	(3)其他情况	1.0m
栏内最小宽度	(1)如果围栏横向布置	0.7m
	(2)如果围栏纵向布置	0.9m
最高的前端、后端和侧面围栏从围栏甲板面到顶的高度		1.15m
最低的前端、后端和侧面围栏从围栏甲板面到顶		0.75m

的高度	
-----	--

注：专门装载其他牲畜的围栏应提交CCS特别考虑。

2.2.3.6 牲畜围栏应按式(2.2.3.6)进行设计：

$$F = \alpha b (0.574 + 0.0252 (Z + \gamma)) \quad \text{N/m}$$

式中：α——系数，对于羊或猪取1668，对于牛或马等牲畜取3336；

b——围栏最大宽度，m；

Z——船舶最小吃水水线距离牲畜围栏甲板面的距离，m；

γ——系数，对于羊或猪取0.5，对于牛或马等牲畜取0.75；

载荷作用区域为：

对于羊、猪：均布作用在离牲畜围栏甲板面高度不超过0.9m的围栏栏杆上；

对于牛、马：均布作用在离牲畜围栏甲板面高度不超过1.4m的围栏栏杆上。

2.2.3.7 牲畜围栏甲板或平台应按式(2.2.3.7)进行设计，载荷均布作用于牲畜围栏任意2/3区域：

$$P = \beta [1 + ((0.094 - 0.00035L)y) / d + (7.4 - 0.016L)] \quad \text{N/m}^2$$

式中：β——系数，对于羊或猪取2500，对于牛或马等牲畜取5000；

d——船舶最小吃水，m；

y——围栏中心距离船中的纵向距离，m；

L——船舶垂线间长，m。

2.2.4 牲畜处所的人员通道布置

2.2.4.1 每一载运牲畜的处所应至少布置两条人员脱险通道，两条通道应彼此远离并且通往开敞甲板。

2.2.4.2 通往牲畜围栏的人员通道需要保障安全。在甲板间的人员通道如果与牲畜坡道兼用，该人员通道应设置防护围栏与牲畜坡道隔开。

2.2.4.3 通往牲畜围栏的通道应设有关闭装置，其结构强度应等同于牲畜围栏强度。

2.2.4.4 如果由于船舶安全和操纵等原因需要在舷侧和牲畜围栏之间设置通道，则舷侧栏杆或舷墙到牲畜围栏的栏杆之间净距应至少为750mm。确有困难时，不得小于550mm。

2.2.4.5 在牲畜转移过程中，如果有人员处于牲畜通道中，该牲畜通道中应布置专门的人员通道。该人员通道宽度应不小于550mm，并应满足如下要求：

(1) 防护围栏从行走表面量起高度至少1m，中间约在550mm高度处增加一水平栏杆；

(2) 应在合适的地方安装踏板。

2.2.4.6 载运牲畜的处所的通道高度不得小于2m。

2.2.3 牲畜处所的出口和人员通道

2.2.3.1 船上每个牲畜处所应至少设有2个出口，出口应互相远离并设有通向开敞甲板的通道。

2.2.3.2 如果人员通过将牲畜装载到船舶的坡道，则：

(1) 应设有防护栅栏将人员通道与牲畜通道隔离：

① 防护栅栏的高度不小于1m；

② 防护栅栏中间应设有位于行走面上方高度不小于500mm且不大于600mm的水平栏杆。

(2) 人员通道的宽度应不小于550mm，并在合适的步距设置踏板。

2.2.3.3 牲畜围栏或类似结构应设有人员出入口，该出入口应设置可锁牢的关闭装置。关闭装置的结构强度应与牲畜围栏及其连接结构的强度一致。

2.2.3.4 牲畜围栏与船舶栏杆或舷墙之间的人员通道宽度应不小于750mm。牲畜围栏外如有容器、管道或其他牲畜服务设施等突出物，该处人员通道宽度可小于750mm但应不小于550mm。

2.2.3.5 人员通道的净高应不小于2m。

2.2.4 牲畜进出船舶的通道

2.2.4.1 应设有合适的坡道或其他通道将牲畜装载到船上或从船上卸载牲畜。向下倾斜的坡道不适用于将骆驼装载至牲畜处所。

2.2.4.2 坡道或其他通道应：

- (1) 每5年进行一次负载试验，试验应满足 2.2.13 的要求。
- (2) 确保其在使用中的任何时候与船体之间都不产生间隙；
- (3) 设置能在坡道顶端或底端控制开启和闭合的关闭装置：
 - ① 对于绵羊、猪、山羊等牲畜，应为一扇能够快速关闭的门；
 - ② 对于牛、马或骆驼，应为一扇能够快速关闭的滑动门；
 - ③ 对于所有种类，该关闭装置应靠近或位于船舶入口处。
- (4) 表2.2.5.1中种类的牲畜坡道应满足该表要求；
- (5) 表2.2.5.1中种类以外的牲畜坡道：
 - ① 应设置一个适合装载或卸载的坡度；
 - ② 应设置表面无突出物、且强度和高度足够的侧面板以防止牲畜逃跑；
 - ③ 行走表面应防滑，并应设有适合该牲畜种类的踏步。

2.2.4.3 骆驼装卸时，一般应套上挽具。装卸骆驼的通道的净高应不小于2.4m。

2.2.4.4 构成船舶设施一部分的坡道或其他通道，应能承受表2.2.4.4中的均布载荷。

表2.2.4.4

牲畜种类	载荷 (N/m ²)
牛，马和骆驼	4700
绵羊，山羊和猪	2400

2.2.4.5 坡道或其他通道材料的许用应力见表2.2.4.5：

表2.2.4.5

材料	许用应力
钢	$0.5R_{eff}$
铝	$0.5R_{p0.2}$
其他材料	由CCS特别考虑

注： R_{eff} ——屈服强度；

$R_{p0.2}$ ——规定非比例延伸长度为原始试样标距 0.2%时所对应的强度。

2.2.5 牲畜在甲板之间移动的坡道、牲畜围栏

2.2.5.1 牲畜在甲板之间移动的坡道应满足表2.2.5.1的要求：

表2.2.5.1

项目	要求	绵羊、猪、山羊	牛	马
1	坡度	$\leq 1:2$	$\leq 1:2$	$\leq 1:2$
2	净宽	$\geq 550\text{mm}$	$\geq 750\text{mm}$	$\geq 750\text{mm}$

3	垂直于坡道地板测量的侧面高度	$\geq 900\text{mm}$	$\geq 1.4\text{m}$	$\geq 2\text{m}$
4	垂直于坡道地板测量的镶板或护套的侧面高度	二	$\geq 1.2\text{m}$	$\geq 2\text{m}$
5	侧面无突出物	是	是	是
6	踏步	是	是	是
7	踏步的高度	$\geq 25\text{mm}$	$\geq 50\text{mm}$	$\geq 50\text{mm}$
8	踏步的宽度	$\geq 10\text{mm}$	$\geq 25\text{mm}$	$\geq 25\text{mm}$
9	踏步的棱边倒圆	是	是	是
10	踏步的间距	$\leq 300\text{mm}$	$\leq 300\text{mm}$	$\leq 300\text{mm}$
11	坡道顶端或底端距离第一根踏步	$\leq 100\text{mm}$	$\leq 200\text{mm}$	$\leq 200\text{mm}$

2.2.5.2 若需要在甲板之间转移牛，则甲板之间的牛坡道旁应设有一个人员坡道，该坡道：

- (1) 宽度应至少为500mm；
- (2) 在远离牛坡道的一侧应设有一个1米高的护栏；
- (3) 在每层甲板上都应设有出入口，以避免人员穿过牛群；
- (4) 应设有踏步或防滑表面。

2.2.5.3 牲畜围栏或牲畜通道的关闭装置可以为滑动门或转动门或便携式栏杆，其关闭方式应：

- (1) 保持强度的连续性，并与相邻边缘对齐；
- (2) 防止意外提升或脱落。

2.2.5.4 如果牲畜围栏位于露天甲板上，则最高处的牲畜围栏应设置顶棚，该顶棚应：

- (1) 满足牲畜围栏的最小净高要求；
- (2) 不透水；
- (3) 延伸至围栏占据的甲板区域以外至少450mm。

2.2.5.5 对位于最上层连续甲板及以上的最前端的牲畜围栏及其喂食和供水设备，应采取防止海水溅入的保护措施，且应在任何适航海况下，防止海水进入。

2.2.6 绵羊、猪和山羊围栏的结构

2.2.6.1 绵羊、猪和山羊围栏的结构，应满足表2.2.6.1的要求。

表2.2.6.1

项目	设计细节	尺寸
1	最大宽度	4.5m
2	最小宽度	2.0m
3	最大长度	≤ 2 倍宽度
4	最小长度	$\geq$ 宽度
5	围栏内最大净地板面积	40.5m ²
6	围栏内最小净高	设置机械通风系统处1.8m，
		其他处所2.3m
7	围栏栏杆垂向最大净距	300mm
8	围栏最下层栏杆下缘与甲板面的垂向最大净距	200mm
9	上层围栏的最下层栏杆下缘距离围栏	50mm

	底部的垂向最大净距（除非按照2.2.7.2设置了垂直挡板）	
10	对于绵羊和猪：围栏地板距离最上层栏杆顶部边缘的最小高度（如果最上层栏杆顶部边缘以上净空间小于300mm，该高度可以适当降低）	900mm
11	考虑容器和其它突出物后的相邻通道的最小宽度	550mm

注：（1）对于第5项，净地板面积是指围栏的面积，不包括围栏内的固定容器及其他物体或结构，但包括符合储存要求的饲料储存面积。

（2）对于露天甲板上的开放式结构物，如果围栏或围栏门形成外部周边围护结构，则：

- ① 最低栏杆下缘与甲板之间的间距应不超过100mm；
- ② 最低栏杆上方栏杆之间的间距应不超过200mm；
- ③ 栏杆应延伸至船舶顶部结构下方不超过200mm的高度。

（3）围栏、通道和甲板之间的坡道，应具有为绵羊提供防滑立足点的表面。

2.2.6.2 构成绵羊、猪或山羊围栏边界的栏杆和支柱，应能承受的均布载荷，可按下式计算：

$$F = 1668 B (0.574 + 0.0252 Z) \quad \text{N/m}$$

式中：F——边界载荷，N/m；

B——围栏的最大宽度，m；

Z——从围栏地板上方0.5m处到船舶最轻载水线的垂直距离，m。

注：（1）经批准的船舶稳性手册包含了载荷计算的信息；

（2）中心点高于围栏地板900mm以上的栏杆可不必计算。

2.2.6.3 围栏区域内，任意三分之二面积的甲板，应能100%承受均布在该围栏区域的甲板载荷。甲板载荷可按下列式计算：

$$F = 2500 [1 + ((0.094 - 0.00035 L)y + (7.4 - 0.016 L))/d] \quad \text{N/m}^2$$

式中：F——甲板载荷，N/m²；

d——与预期最轻载重水线相对应的船舶吃水，m；

L——船舶垂线间长，m；

y——围栏中点到船中部的纵向距离，m。

注：经批准的船舶稳性手册包含了载荷计算的信息。

2.2.3.82.2.6.4 牲畜围栏和牲畜甲板的许用应力见表2.2.3.8围栏及围栏区域甲板材料的许用应力，应满足表2.2.6.4的要求。

表2.2.3.82.2.6.4

材料	许用正应力	许用剪应力
钢	$0.75R_{eH}$	$0.375R_{eH}$
铝	$0.75R_{p0.2}$	$0.375R_{p0.2}$
其他材料	由CCS特别考虑	由CCS特别考虑

注：R_{eH}——屈服强度；

R_{p0.2}——规定非比例延伸长度为原始试样标距0.2%时所对应的强度。

2.2.7 对绵羊、猪和山羊的围栏、走道和通道的附加要求

2.2.7.1 每个围栏的至少一侧应设有一个通道。

2.2.7.2 若下层围栏在通道旁边有水或食物容器，则其上层围栏与通道相邻的一侧应设置紧贴围栏地板且高度至少为225mm的垂直挡板，以防止下层牲畜的食物和水受到污染。

2.2.7.3 若围栏在甲板上建造超过1层，则应设置走道，以使围栏地板在甲板或走道上 方不高于1.5m。

2.2.7.4 对山羊运输的附加要求：

(1) 围栏栏杆的高度在围栏地板上方应不小于1.5m，或者最高栏杆上方的净高小于 300mm；

(2) 对于任何不在双层结构上层的山羊围栏：

① 栏杆之间的空间应封闭，例如钢丝网被视为一种有效的封闭方法；

② 饲料和水容器应设在围栏内。

2.2.8 牛的围栏和通道的设计

2.2.8.1 牛围栏和相邻通道的尺寸应满足表2.2.8.1。

表2.2.8.1

项目	设计细节	尺寸
1	最大宽度	4.5m
2	最小宽度	2.1m
3	最小长度	2.3m
4	围栏内最大净面积	21m²
5	相邻围栏的最下层栏杆上缘与围栏地板面的最大距离	600mm
6	非相邻围栏的围栏边界最下层栏杆上缘与围栏地板面的最大距离	300mm
7	围栏的两根相邻栏杆之间的最大间距	300mm
8	露天甲板上，围栏栏杆形成围栏区域的外围周边，最上层栏杆与上方船体结构之间的最大距离	300mm
9	围栏内最小净高	设置机械通风系统处1.8m， 其他处所2.3m
10	相邻通道的最小宽度（量取通道围栏间净距，通道两侧均布置围栏，且牛的装卸通过围栏进行）	1.0m
11	相邻通道的最小宽度（测量时不包括任意固定结构物、设备、食槽或阻挡物，通道两侧均布置围栏，且牛的装卸通过围栏进行）	0.7m
12	相邻通道的最小宽度（测量时不包括任意固定结构物，通道两侧均布置围栏，且牛的装卸通过通道进行）	1.0m

注：对于第4项，净地板面积是指围栏的面积，不包括围栏内的固定容器、其他物体或结构，但包括固定的饲料堆。

2.2.8.2 如果牛围栏外部安装了水或食物容器，或饲料分布在围栏外的地板上，则靠近通道一侧的围栏的相邻栏杆之间的垂直净间距可设计为不超过500mm，用于给围栏内的牲畜喂水或喂食。

2.2.8.3 牛围栏甲板、通道、甲板间的坡道，其表面应为牛提供防滑立足点。

2.2.8.4 构成牛围栏边界的栏杆和支柱，应能承受的均布载荷，可按下式计算：

$$F = 3336 B (0.574 + 0.0252 Z)$$
 N/m

式中：F——边界载荷，N/m；

B——牛围栏的最大宽度，m；

Z——从牛围栏地板上方0.75m处到船舶最轻载水线的垂直距离，m。

注：（1）经批准的船舶稳性手册包含了载荷计算的信息；

（2）中心点高于牛围栏地板1.4m以上的栏杆可不必计算。

2.2.8.5 牛围栏区域内，任意三分之二面积的甲板，应能100%承受均布在该围栏区域的甲板载荷。甲板载荷可按下式计算：

$$F=5000 [1 + ((0.094 - 0.00035 L)y + (7.4 - 0.016 L))/d] \quad \text{N/m}^2$$

式中：F——甲板载荷，N/m²；

d——与预期最轻载重水线相对应的船舶吃水，m；

L——船舶垂线间长，m；

y——牛围栏中点到船中部的纵向距离，m。

注：经批准的船舶稳性手册包含了载荷计算的信息。

2.2.8.6 上述2.2.8.4、2.2.8.5适用于牛围栏的地板支撑，无论其是否也构成下层围栏的顶部边界。

2.2.8.7 牛围栏地板的构造方法和尺寸应与牛围栏基本相同。

2.2.8.8 牛围栏边界和地板结构材料的应力应满足表2.2.6.4的要求。

2.2.8.9 应分别设有通往牛围栏的一条通道和进入围栏的一个出入口，以便照料和移走牛。

2.2.8.10 每个牛围栏后面应设有一个通道。

2.2.9 马的围栏和通道的设计

2.2.9.1 围栏和通道的尺寸应满足表2.2.9.1：

表2.2.9.1

项目	设计细节	类别	尺寸
1	围栏内部最大净长度		马，2.5m； 骡子或驴，2.3m
2	围栏内部最小净长度		2.3m
3	通道的最小净宽度	两排围栏之间，以前栏杆为界	马，1.7m； 骡子或驴，1.5m
		两排围栏之间，以后栏杆为界	1.2m
		其他	1.0m
4	围栏内部最小净宽度	围栏沿船宽方向排列	0.7m
		围栏沿船长方向排列	0.9m
5	从地板到最高栏杆前、后和侧面上边缘的高度		1.15m
6	从地板到最低栏杆前、后和侧面上边缘的高度		0.75m

2.2.9.2 马围栏的栏杆和支柱材料的强度应至少与公称孔径为50mm的大口径钢管的强度相同。

2.2.9.3 马围栏的地板应能承受按照2.2.8.5计算的甲板载荷。

2.2.9.4 船上的每匹马应安置在单独的马围栏里。

2.2.9.5 每个马围栏前面应设有一条通道。围栏在每匹马的尾部应设有入口。

2.2.9.6 马围栏的地板应便于排水和清洁。

2.2.9.7 马围栏的地板若铺设木板，则：

(1) 木板的铺设要求:

- ① 围栏前部的木板应紧密铺设;
- ② 围栏后部的木板相距 20mm 至 30mm;
- ③ 木板应防止抬升。

(2) 木板上应铺设木踏步:

- ① 高度至少为 50mm;
- ② 宽度至少为 50mm;
- ③ 边缘圆整。

2.2.9.8 马围栏的地板若铺设混凝土, 则:

- (1) 应修整混凝土, 以提供防滑表面;
- (2) 提供适当的站位。

2.2.9.9 马围栏的地板若铺设金属网, 则:

- (1) 金属丝的直径在8至10mm之间;
- (2) 网格不超过50mm×50mm;
- (3) 提供适当的站位。

2.2.9.10 若马围栏位于露天甲板上, 则:

- (1) 位于舷边处的围栏部位应安装防护罩;
- (2) 位于最前端的暴露的围栏, 应在围栏前端部位安装防护罩。

2.2.9.11 对防护罩的要求:

- (1) 从围栏外部安装的防护罩, 应能拆卸;
- (2) 应有效遮蔽围栏及其喂食和喂水布置, 使其免受海浪的影响;
- (3) 不得妨碍自然通风。

2.2.9.12 若围栏后端形成通道的边界或另一个围栏的边界, 则应在该围栏后端安装踢脚板, 栏杆与踢脚板之间的净距离应不超过150mm。

2.2.9.13 应采取以下措施约束马:

- (1) 配有皮革或其他合适材料制成的项圈;
- (2) 每个围栏应备有十字系带和合适的扣件, 以便与项圈配合使用;
- (3) 如果十字系带由链条制成, 则船上应携带一套可切割链条的切割器, 并随时可用。

2.2.10 骆驼的围栏和通道的设计

2.2.10.1 骆驼围栏和相邻通道的尺寸除了应满足表2.2.8.1的要求外, 还应满足以下要求:

- (1) 围栏内的最小净高应不小于2.4m;
- (2) 若在围栏外侧安装了水或食物容器, 或者饲料分布在围栏外侧的地板上, 则靠近通道一侧的围栏的相邻栏杆之间的垂直净间距应至少为450mm但不超过500mm。

2.2.10.2 若骆驼围栏设有踢脚板或覆盖有网格, 则踢脚板和网格应延伸至围栏地面以上至少1m, 以防止其袭击人员或啃咬船上的电缆或管道等部件。

2.2.10.3 骆驼围栏的结构强度要求等同于牛围栏的结构强度要求。

2.2.10.4 骆驼难于在船上移动, 故骆驼围栏应靠近船舶入口。

2.2.10.5 骆驼围栏不能与其他牲畜的围栏相邻。

2.2.10.6 围栏里的骆驼应大小相近、性别相同。

2.2.11 其他种类的牲畜运载要求

2.2.11.1 若运载除绵羊、猪、山羊、牛、马或骆驼以外的牲畜：

- (1) 应设置牲畜围栏；
- (2) 应能在航行期间安全地控制牲畜；
- (3) 应根据牲畜的尺寸、其他特性和需求作出安排，以充分喂养、喂水和照料牲畜；
- (4) 应为牲畜和附近人员提供与本章要求相当的安全措施；
- (5) 应设有合适的医院围栏。

2.2.12 医院围栏

2.2.12.1 医院围栏的设置要求：

- (1) 医院围栏应清楚标识；
- (2) 医院围栏的建造要求与相应的牲畜种类相同；
- (3) 在计算医院围栏的数量或面积时，可以不计入单独圈养的动物；
- (4) 若甲板由水密门分隔成独立的舱室，则应在该层甲板为这些独立的舱室各设置一个医院围栏。

2.2.12.2 绵羊、猪和山羊的医院围栏：

- (1) 医院围栏的总面积应不小于绵羊、猪或山羊围栏区域总面积的0.25%；
- (2) 每层运载甲板上应设有一个医院围栏；
- (3) 若医院围栏的长度和宽度不满足表2.2.6.1的要求，则该围栏的任何一侧长度均应不小于1.5m。

2.2.12.3 牛的医院围栏：

- (1) 医院围栏的总面积应不小于牛围栏总面积的1%；
- (2) 每层运载甲板上应设有一个医院围栏；
- (3) 若某层运载甲板上的牛围栏面积小于500m²，且牛可以从该层甲板不通过水密开口容易转移至另一层甲板的医院围栏，则医院围栏可位于该层甲板相邻的上层或下层甲板；
- (4) 若医院围栏的长度和宽度不满足表2.2.8.1的要求，则该围栏的任何一侧长度均应不小于1.5m。

2.2.13 牲畜坡道的试验

2.2.13.1 坡道应根据设计的操作要求，按表2.2.13.1中规定的试验负荷进行试验，试验程序应经同意。

表 2.2.13.1

<u>安全工作负荷 SWL (kN)</u>	<u>试验负荷 (kN)</u>
<u>SWL≤196</u>	<u>1.25×SWL</u>
<u>196<SWL≤490</u>	<u>SWL+49</u>
<u>SWL>490</u>	<u>1.1×SWL</u>

2.2.13.2 试验完毕后，应对坡道及其附属装置进行全面检查，核实其是否有损坏或永久性变形。

第 3 节 稳性

2.3.1 一般要求

2.3.1.1 牲畜运输船的稳性应符合本节要求，或船旗国主管机关的有关要求。

2.3.1.2 牲畜运输船的稳性应符合本规范第 2 篇第 1 章第 9 节和第 10 节对货船的要求。

2.3.2 稳性附加要求

2.3.2.1 牲畜运输船的完整稳性，应考虑牲畜在牲畜围栏内的移动、颗粒状饲料（如有时）的移动和风对稳性的影响。在完整状态下，牲畜运输船应满足下列衡准：

- （1）风作用下的横倾角应不大于 10° ；
- （2）考虑牲畜在牲畜围栏内的移动、颗粒状饲料的移动和风的共同作用下，剩余面积 A 满足如下要求，如下图 2.3.2.1 所示：

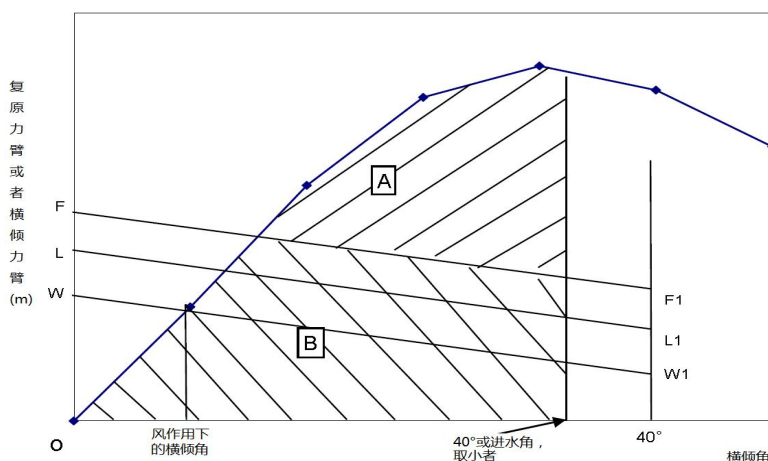


图 2.3.2.1 横摇衡准

其中： $A_{(A+B)}$ ——复原力臂曲线下的面积 A 和 B 之和，如图 2.3.2.1 所示。

$$A \geq 0.018m \cdot \text{rad} + 0.2A_{(A+B)}$$

图 2.3.2.1 中定义如下：

- OW —— 0° 时风作用下的横倾力臂；
- WW_1 —— 风作用下的横倾力臂曲线；
- WL —— 0° 时牲畜的移动下的横倾力臂；
- LL_1 —— 风和牲畜移动联合作用下的横倾力臂曲线；
- LF —— 0° 时饲料移动下的横倾力臂；
- FF_1 —— 风、牲畜移动以及饲料移动的联合作用下的横倾力臂曲线；
- θ —— 风作用下的横倾角。

注：若饲料不是散装的颗粒，饲料的移动力矩则为 0。

- （3）风作用下横倾力臂曲线，按下述要求进行计算：

- ① 0° 时风作用下的横倾力臂

$$OW = \frac{PAH}{\Delta}$$

式中： Δ —— 排水量，t；

P —— 风压，504pa；

A —— 水线面以上船舶的侧投影面积， m^2 ；

H —— 水线面以上船舶的侧投影面积的形心到水下侧面积的形心的距离，其中对多数船舶而言，水下侧面积的形心位置可取为平均吃水的一半；

- ② 40° 时风引起的横倾力臂取 0° 时对应值的 0.8 倍；

- ③ 0° 和 40° 之间的横倾力臂曲线为直线。

- （4）牲畜的移动引起的横倾力臂曲线，按下述要求进行计算：

① 0°时牲畜移动时的横倾力臂为：

$$\frac{m \cdot C}{f \cdot \Delta}$$

式中： m ——拟装载牲畜的平均重量，t；

f ——拟装载的每头平均重量的牲畜所要求的占地面积， m^2 ；

C ——牲畜移动常量， $C = \frac{1}{6} \sum lb^2$ ， l 为每个牲畜围栏的长度，m； b 为每个牲畜围栏的宽度，m；对于围栏宽度相同的船舶，该常量为：1/6（围栏宽度×总围栏面积）；对于围栏宽度不同的船舶，可采用最大宽度进行计算，即该常量为：1/6（围栏最大宽度×总围栏面积）；

② 40°时牲畜移动引起的横倾力臂取 0°时对应值的 0.8 倍；

③ 0°和 40°之间的横倾力臂曲线为直线。

(5) 饲料的移动引起的横倾力臂曲线，按下述要求进行计算：

① 0°时牲畜移动时的横倾力臂为：

$$\frac{M_f}{s \cdot \Delta}$$

式中： M_f ——为颗粒状饲料横向移动体积矩的总和，其中，每个舱室的移动力矩可计算如下： $0.044lb^3$ （ l 为舱室最大长度， b 为舱室最大宽度，m）；或者可直接计算体积矩，对满载舱假定表面发生与水平方向成 15°的倾角，对部分装载舱假定产生 25°的倾角；

s ——为积载因数（即颗粒状饲料单位重量的体积）。

② 40°时饲料移动引起的横倾力臂取 0°时对应值的 0.8 倍；

③ 0°和 40°之间的横倾力臂曲线为直线。

第 4 节 牲畜处所的服务设施

2.4.1 一般要求

2.4.1.1 牲畜处所应设有相应的为牲畜日常服务的设施或系统。这些服务设施或系统拟用于：

- (1) 为牲畜供给食物、水及新鲜空气；
- (2) 牲畜处所和通道的清洁；
- (3) 牲畜所产生的污水物的舱内泄放和收集、处理、存储和满足要求的舷外排放。

2.4.1.2 除本节另有规定外，管系还应满足本规范第 3 篇第 2 章和第 3 章中的适用要求。

2.4.2 通风系统

2.4.2.1 所有载运牲畜的封闭处所，无论封闭或非封闭，均应设有机械通风系统，该通风系统应有足够的容量使其所通风处所的换气率，总通气量应满足表 2.4.2.1 的要求。

—(1)—如处所的最低净高是 2.30m 或以上时，换气次数应不低于每小时 20 次；—

—(2)—如处所的最低净高是 1.80m 时，换气次数应不低于每小时 30 次；—

—(3)—如处所的最低净高在 1.80m 至 2.3m 之间，换气次数应是与本条 (1) 和 (2) 要求成比例的数。可采用线性内插法求得。

本条所述的封闭处所容积是指由处所舷侧板、隔板（横舱壁）、舱顶板（或甲板）所围成的空间容积，减去围栏结构内任何气密的舱（柜）的容积，但牲畜、围栏或其他牲畜设备

所占有的空间不应扣除。

总通风量

表 2.4.2.1

序号	空间最小净高 (x)	必须完全换气的次数
1	$x \leq 1.8\text{m}$	至少每 2 分钟进行一次
2	$x \geq 2.3\text{m}$	至少每 3 分钟进行一次
3	$1.8\text{m} < x < 2.3\text{m}$	2 到 3 分钟, 具体时间可由线性插值计算获得

2.4.2.2 下列载运牲畜的未封闭处所应提供机械通风系统:

(1) 处所的结构多于一层, 甲板上设有围栏, 处所的宽度大于20m; 或

(2) 由于处所的部分封闭, 自然通风受到限制。

总通风量应满足2.4.2.1的要求。

本条所述的未封闭处所容积是指: 由围栏结构端部外侧所围蔽的空间 (计入舷侧通道或围栏结构的末端), 减去围栏结构内任何气密的舱 (柜) 的容积, 但牲畜、围栏或其他牲畜设备所占有的空间不应扣除。

2.4.2.3 机械通风系统的布置应能确保对所有牲畜处所进行足够的通风。

(1) 对于牲畜处所, 应确保:

① 空气尽可能清洁和新鲜;

② 进气和排气的再循环量最小。

注: 垂直高速排气系统有助于防止排气和进气的再循环。

(2) 排气出口不得设置在船舶上的住宿、办公处所或进风口附近;

(3) 为牲畜处所提供服务的通风机必须在全天候下保持运行状态。

2.4.2.4 每个处所的通风系统应至少设有两台独立的风机。当其中一台失效时其余风机的容量仍可使所通风的处所保持上述2.4.2.1和2.4.2.2要求的通风量。

尽管有上述规定, 如果机械通风系统设有适当的备件, 可接受仅设一台风机, 适当的备件至少包括: 每一型号风机有一组轴承、一根转子或风扇轴、1台完整电动机。

2.4.2.5 机械通风系统的冗余应满足:

(1) 如果安装了机械通风系统, 船舶必须为系统中每种类型的风机携带:

① 备用风机; 或

② 备件, 包括:

(a) 完整的电动机;

(b) 完整的转子或叶轮;

(c) 维修所需的任何其他部件。

(2) 如果安装了机械通风系统, 风机起动器至少应有2组起动器面板;

(3) 每组起动器面板应:

① 位于与另一组起动器面板所在的处所不相邻的处所中;

② 由主电源和次电源供电;

③ 联锁, 以防止从主电源和次电源同时供电。

2.4.2.6 每个风机起动器均应由主电源和次电源供电, 且上述两种电源供电应分开并远离, 主电源供电线路不应穿过次电源任何部分所在处所, 反之亦然。每个风机屏起动器应设置联锁以防止两种电源同时供电。

2.4.2.7 如每个处所的通风管路上设有2台及以上独立的风机, 则不同风机的起动器至少布置在两个不同位置, 且满足该两个处所中任一个处所操作风机都能保证牲畜处所的有效通风。

2.4.2.8 应在船舶桥楼上设有声光报警, 以便当机械通风系统出现故障时立即发出警告。

2.4.3 饲料和饮水供给系统

2.4.3.1 装载牲畜处所（包括围栏、厩或类似围场）应提供给牲畜喂食和饮水的容器。

2.4.3.2 容器容量至少为处所（围栏、厩或类似围场）内的动物总数每日所需饲料和水量的33%。除非饲料和饮水是由自动系统提供的。

~~2.4.3.3 上述2.4.3.1和2.4.3.2所要求的喂养容器：—~~

- ~~—(1) 适合牲畜种类；—~~
- ~~—(2) 牲畜易于接近；—~~
- ~~—(3) 在处所（围栏、厩或类似围场）之外能对其进行服务；—~~
- ~~—(4) 放置后不妨碍通风；和~~
- ~~—(5) 其构造和放置点应使饲料粉尘不被通风气流吹起。—~~

~~2.4.3.4 如饲料分配系统依赖于电力供应，则该系统应由主电源和次电源供电。—~~

2.4.3.3 牲畜每日用水和饲料最低限额如下：

(1) 牲畜的每日饮水量为：

- ① 牛——每平方米围栏面积 36L；
- ② 绵羊、猪和山羊——每头 6L。

(2) 牲畜每日饲料用量为：

- ① 牛——每平方米围栏面积 5.7kg；
- ② 绵羊、猪和山羊——每平方米围栏面积 4.8kg。

注：食用非干饲料时，应根据饲料的含水率估算供给的水量和饲料用量。

2.4.3.4 水和饲料的利用率，应满足：

- (1) 在装载牲畜之前，应开启自动喂食和喂水系统，并能够按照2.4.3.3提供水和饲料；
- (2) 应在开始装载后12小时内向牲畜提供水和饲料。

2.4.3.5 应设置饲料分配系统，且满足：

- (1) 为牲畜提供饲料的储存和分配；
- (2) 如果饲料分配系统由电力供电，则：
 - ① 由主电源和次电源供电；
 - ② 如果在包含主电源的处所发生火灾或其他紧急情况，能够正常运行。
- (3) 散装储存的饲料应存放在至少2个独立的处所内；
- (4) 只有在以下情况下，饲料才能储存在封闭的牲畜处所中：
 - ① 储存符合通风、照明和排水的标准；
 - ② 不妨碍符合本章第2节规定的通道要求。
- (5) 作为货物单元的饲料应按照《货物系固手册》装载、储存和固定。

2.4.3.6 饲料和水的容器设置应满足以下要求：

- (1) 每个围栏有一个饲养牲畜的容器和一个供给牲畜饮水的容器；
- (2) 在以下情况下牛围栏不需要设置饲料容器：
 - ① 围栏毗邻一个通道，牛可以很容易地吃掉分布在通道地板上的干草；
 - ② 对牛的尿液和粪便或用于清洗围栏后的水，有措施防止其污染通道。
- (3) 第(1)款所述的容器应：
 - ① 适合牲畜种类；
 - ② 使牲畜易于接近；
 - ③ 可从围栏外使用；
 - ④ 安装位置不妨碍通风；
 - ⑤ 对成年绵羊，容器最高部分距离围栏地面不超过 550mm；

⑥ 其构造和放置点应使饲料粉尘不受通风气流的干扰。

(4) 如果围栏内固定有装水或饲料的容器，则为了尽量减少对容器的污染，应安装一根管子或板条：

① 高度适合围栏中的牲畜种类；

② 与容器边缘的水平距离至少为：

(a) 对于绵羊——75mm；

(b) 对于牛——150mm。

2.4.4 淡水供应系统

2.4.4.1 所有牲畜处所均应设有淡水供应设施，以便在船上随时为牲畜提供新鲜饮用水。淡水供应系统应具有满足预定航行需求的能力。应确保用于储存牲畜饮用水的水箱保持良好状态，以防止水的污染。

2.4.4.2 淡水供应系统应设有1台主供应泵和1台备用泵，每台泵的容量均应足够满足对牲畜处所连续供水。

如淡水供应系统不是自动的，则备用泵可由1台随时可连接到至少1只淡水舱的便携式泵替代。

泵应满足如下要求：

(1) 这些泵及其连接的供应系统不得用于除服务牲畜供水系统以外的任何目的；

(2) 应有1台泵：

① 位于主电源处所外；

② 当主电源中断时，能够维持水的分配。

2.4.4.3 如淡水供应系统依赖于电力供应，则该系统应由主电源和次电源供电。并且当主电源所在处所发生火灾或其他事故，系统应能依靠次电源持续工作。此外，与主电源布置在同一处所的淡水泵应由主电源供电，另一淡水泵则应在主电源所在处所火灾或其他事故时，仍然能由次电源供电。

2.4.4.4 如采用自动供水方式时，饮水槽应设有自动水位控制装置。供水装置应设有防止水由饮水槽流回淡水舱的设施。

2.4.4.5 服务于牲畜处所的淡水系统应完全独立于服务于船上人员处所的淡水系统。

2.4.4.5 应急水的储备应满足以下要求：

(1) 航行周期不超过14天的船舶应急淡水储备容量应满足在船牲畜3天的应急用水需求。

(2) 航行周期超过14天的船舶应急淡水储备容量应满足在船牲畜7天的应急用水需求。

注：储备容量根据在船牲畜数量、种类的每日用水量进行估算。

2.4.5 水清洗系统

2.4.5.1 牲畜处所和通道（含坡道）应设有适当的水清洗系统接头，用以清洗牲畜处所。

2.4.5.2 应为牲畜处所和通道（含坡道）区域提供必要的辅助消杀措施并可接受与水清洗系统共用。

2.4.5.3 应考虑为上述2.4.5.1区域提供必要的辅助干燥措施。

2.4.6 污水的泄放和排放系统

2.4.6.1 拟装运牲畜的每个处所均应设有足够尺寸的管路或排水沟以泄放或排放牲畜产生的污水和清洗的污水。污水排放系统应与牲畜饮用水系统分开，不得以任何方式连通。

2.4.6.2 排污布置应使来自一个围栏的污水尽可能避开其他围栏、相关的工作和通道处

所。如必要，泄排水沟和泄排水管路的上开口端应设有带滤孔的覆盖板。

2.4.6.3 牲畜处所的污水系统应完全独立于船上其他处所的任何管系，特别是舱底水系统。

2.4.6.43 污水系统的管路及其附件的构成材料应能抵抗由污水引起的腐蚀。

2.4.6.5 污水收集舱、阱、泄排放管的上开口端应可从牲畜围栏之外进入，以便检查和清洗。

2.4.6.64 服务于污水舱或阱的泵（包括喷射泵）应能传送半固体物，并通过船舶舱底管路以外的管路排空污水舱或污水阱。

2.4.6.75 污水的泄放和排放系统本小节2.4.6中所涉及的电力设备应由主电源和次电源供电。

2.4.6.6 船舶应从运送牲畜的围栏，在任何预期的艏艉纵倾或横倾情况下，有效地排放污水。

2.4.6.7 排水管的设置应满足：

(1) 船舶应在围栏或一组围栏的每个角落都设有如下排水管：

① 甲板宽度超过 20 米的船舶：

(a) 横向至少安装 3 根排水管；

(b) 甲板宽度超过 20 米的部分每 5 米额外增加一根排水管。

② 每个舱或牲畜处所的排水管纵向间距不超过 20 米；

③ 用于运送绵羊或山羊以外牲畜的船舶，其通往甲板以下的排水管应：

(a) 内径至少为 300 mm；

(b) 其开口至少应在下方甲板或下方污水阱以上 250mm。

(2) 如果排水管安装在围栏内，则应加以保护，以便：

① 牲畜的脚不能被困在水道里；

② 任何保护措施都不能阻止污水的正常排放。

2.4.6.8 为了检查和清洁，应从牲畜围栏外部进入以下区域/部位：

(1) 污水舱；

(2) 污水阱；

(3) 排水管顶部。

2.4.7 人道屠宰和处理设施

2.4.7.1 船上应设有适合所运载的各种牲畜的人道屠宰设施。

2.4.8 对自动化系统的附加要求

2.4.8.1 如果船上饲养牲畜的正常措施的任何功能通过自动化系统实现，则应有替代措施，以应对自动化系统出现的故障。

第 5 节 牲畜处所的消防设施

2.5.1 消防栓和消防水带

2.5.1.1 消防栓的数目和位置应使不是由同一消防栓流出的至少二股水柱可以同时抵达牲畜所在处所或甲板的任何部位。其中一股这样的水柱应是来自1根单段的消防水带，且消防水带不能越过或穿过围栏。

2.5.1.2 封闭处所内的每只消防栓应设有消防水带。非封闭处所内或露天甲板上，每间距间隔50m或不足50m处应设有消防水龙带。

2.5.1.3 每条消防水带应配有必要的接头和一支水雾和水柱两用型的水枪。

2.5.1.4 每条消防水带应能与任何消防栓相连，也能与其他消防水带（机舱处所和起居处所内的除外）相连。

2.5.1.5 消防水带应位于显著位置，挨着消防栓或靠近处所的进出口或通道。

2.5.1.6 消防栓应连接到船舶的消防总管上。

2.5.2 其他消防设施

2.5.2.1 与牲畜有关的结构，包括牲畜甲板、围栏及通道等，除了水管、水槽等服务于牲畜的设施外，应使用不燃材料建造。

2.5.2.2 若牲畜处所载有或使用了干草、稻草或麦秸，则该处所还应设有固定式水消防系统，或在间隔不超过18m处设有便携式水灭火器，其中一个灭火器放置在该处所的入口。应有以下设施之一：

(1) 手提式灭火器：

① 使用水作为灭火介质；

② 在处所入口附近放置1个灭火器；

③ 至少每18米放置1个灭火器。

(2) 经批准，使用水为灭火剂的灭火装置。

2.5.2.3 除本章第6节所述的电气设备外，若在封闭的牲畜处所内设有除照明系统外的其他电气设备，则应提供适合电气设备灭火的消防措施，即：

(1) 足够数量的手提式灭火器；或

(2) 一个固定的灭火装置。

2.5.2.4 消防标识应显著显示，禁止在牲畜处所和储存饲料、干草、稻草、麦秸、垫草或其他易燃材料的处所吸烟或使用明火。

第6节 电气设备

2.6.1 一般要求

2.6.1.1 牲畜运输船的电气装置除应满足本规范第4篇的适用要求外，还需符合本节的规定。

2.6.2 牲畜船的电源

2.6.2.1 主电源应满足下列要求：

应配备满足本规范第4篇第2章第2.1.1.1条的主电源，并且在不借助应急电源的情况下，确保对所有为牲畜运输船正常操作和居住条件所必需的电气次设备（其中包括牲畜服务设备）供电。

2.6.2.2 次电源应满足下列要求：

(1) 次电源的布置不应与任何包含主电源或其组成部分的处所相邻，并且应独立于任何由上述处所或通过任何上述处所提供的服务。如果任何处所火灾或其他事故，包括主电源或其组成部分损失，次电源必须能够向牲畜服务供电72小时。

(2) 当主电源供电失效时，次电源的原动机应能确保30分钟内向系统供电。其启动电源可为布置有效的独立电源或满足SOLAS II-1章第43条第1.1、1.4及第2款要求的应急电源。

(3) 主电源和次电源转换的操作说明应在船上提供。上述操作说明的复印件应张贴在包括牲畜服务的电源所处所，且该处所要求设置SOLAS II-1章第43.2.2条的应急照明。上述操作说明应包含其他一些细节，例如启动方式、配电板的电源转换以及牲畜服务的供电电

源转换。

(4) 次电源系统的电缆布置应尽量远离主电源系统的电缆布置，且通常不穿过同一处所。

2.6.3 照明

2.6.3.1 牲畜处所、牲畜围栏和牲畜通道入口之间的走廊，以及这些处所之间和到达这些处所的地方应有充足的照明。

2.6.3.2 牲畜运输船应急照明应布置在船舶下列所有处所：牲畜运输区域、牲畜围栏间的走廊和这些处所之间或通向这些处所的通道，以及这些处所之间和到达这些处所的地方。这些所有的走廊和牲畜通道入口应能提供连续不小于15min的应急照明。当主电源故障时，上述应急照明应能自动点亮。应急照明灯具的灯罩应漆成红色便于区分。

2.6.3.3 如果最高连续甲板以上区域使用固定式照明，则这些照明应能在航行驾驶室进行控制。

2.6.3.4 照明灯具应具有足够的强度，并在灯具外安装防护格栅，防止牲畜破坏，其布置应远离牲畜接触。

2.6.4 电气设备在粉尘环境中的使用

2.6.4.1 对于可能存在可燃粉尘环境的区域（如：散装储存饲料或拆包处理袋装饲料的处所），其安装于这些区域的电气设备及电缆，应满足本规范第4篇第2章第2.18.3.2条要求。

2.6.4.2 照明灯具，或者便携式照明灯具的插座，如布置在运输散装饲料的处所，则应由设置在驾驶室，或者由饲料处理机控制站的开关进行控制，且应能提供接通指示灯，显示照明或插座带电。

第 38 章 风电运维船补充规定

第 1 节 一般规定

38.1.1 适用范围

38.1.1.1 本章规定适用于为海上风电场运行维护作业提供支持及保障服务的船舶。

38.1.1.2 除本章规定外，风电运维船设计、建造、检验还应符合本规范其他适用篇章、CCS《材料与焊接规范》的相关要求和船旗国主管机关的有关规定（如有时）。

38.1.2 附加标志

38.1.2.1 对于符合本章规定的船舶，可授予附加标志：Windfarm Service Vessel。

38.1.3 人员输送方式及功能

38.1.3.1 风电运维船应至少采用以下其中一种方式输送运维人员：

(1) 船首顶靠方式

根据本章第2节，船首装有护舷材或首部结构满足强度校核要求，采用船首顶靠的方式输送运维人员。

(2) 登乘栈桥方式

船舶装有满足本章第4节要求的登乘栈桥，采用栈桥输送运维人员。

38.1.3.2 风电运维船还可具备以下功能：

(1) 滩涂两栖功能

船舶底部结构满足本章第2节的坐底要求，能够在滩涂进行两栖作业。

38.1.4 定义

38.1.4.1 风电运维船：系指从事海上风电场运维作业，具备载运运维人员、运维工具、运维备件等功能的船舶。

38.1.4.2 运维人员：系指除为本船服务的船员外，从事海上风电场运维作业服务的人员。

38.1.5 图纸资料

38.1.5.1 除本规范有关篇章规定的图纸资料外，还应将下列适用的图纸资料提交CCS批准：

(1) 护舷布置图；

(2) 登乘栈桥基座及与船体连接处结构图；

(3) 登乘栈桥电气控制系统图；

(4) 包含有驾驶室/动力定位（DP）控制室视野或视频监控系统的图纸。

38.1.5.2 应将下列适用的图纸资料提交CCS备查：

(1) 登乘栈桥布置图；

(2) 登乘栈桥“故障模式与失效分析（FMEA）”报告。

38.1.5.3 对特殊结构和布置，如CCS认为必要，可要求增加送审图纸资料的范围。

38.1.5.4 登乘栈桥操作手册应在船上留存供船员使用，操作手册应包含足够的安全操作技术要求。

第 2 节 船体结构

38.2.1 一般要求

38.2.1.1 船体结构应符合本规范第2篇或其他规范的适用要求。

38.2.2 船首顶靠

38.2.2.1 当船舶采用船首顶靠风机基础的方式转运人员或设备时，宜在船舶靠泊区域设置橡胶护舷或等效吸能护舷装置。

38.2.2.2 船舶顶靠风机基础时应能够安全接触和脱离。护舷在作业环境载荷作用下所吸收的能量应满足下式要求：

$$E_f \leq 0.6 \cdot E_{\text{allow}}$$

式中： $E_f = 0.5 \Delta V_i^2 C_s C_m$ ，kJ；

Δ ——船舶排水量，t；

V_i ——顶靠作业时船舶与风机基础的瞬时相对速度，m/s，取不小于 0.6；

C_s ——护舷硬度系数，软性护舷取 1，硬性护舷取 0.9；

C_m ——考虑船舶运动附加质量的系数，取为 1.1；

E_{allow} ——护舷制造商许可的护舷吸收能量，kJ。

38.2.2.3 当船舶未设置护舷或拟在4级及以上海况作业时，应采用直接计算方法开展水动力运动分析和船体结构强度校核。

38.2.3 坐底

38.2.3.1 如船舶采用坐底方式在滩涂进行两栖作业时，应符合本规范第2篇第14章第7节14.7.2船底结构加强的相关要求。

第 3 节 分舱与稳性

38.3.1 分舱与稳性

38.3.1.1 船舶的设计应具有在完整和破损情况下均能提供足够稳性标准的水密性和风雨密性边界。

38.3.1.2 船上风电运维人员超过12人时，应满足国际海事组织海安会MSC.527(106)决议《国际载运工业人员船舶安全规则》第IV部分第2条分舱与稳性的要求。

第 4 节 系统与设备

38.4.1 登乘栈桥

38.4.1.1 当装设登乘栈桥输送系统时，登乘栈桥应符合CCS《海上可伸缩式登乘栈桥指南》的适用要求。

38.4.1.2 为保障船舶和栈桥的联动安全，驾驶室/动力定位（DP）控制室与栈桥需满足以下要求：

- (1) 驾驶室/DP 控制室应能通过目视或视频监控系统实时观测登乘栈桥状态；
- (2) 栈桥控制室（站）与驾驶室/DP 控制室应配备实时通讯系统；
- (3) 栈桥的故障报警应至少以组合报警的形式延伸到驾驶室/DP 控制室；
- (4) 如存在夜间登乘操作需求，栈桥部位应提供足够照明。

第 5 节 检验

38.5.1 一般要求

38.5.1.1 风电运维船的建造中检验、建造后检验除按本规范第1篇外，还应按以下 38.5.2~38.5.5 的要求实施。

38.5.1.2 当装设登乘栈桥输送系统时，登乘栈桥的检验按照CCS《海上可伸缩式登乘栈桥指南（2023）》（以下简称《栈桥指南》）的检验要求实施。

38.5.2 初次入级

38.5.2.1 根据船舶具备38.1.3所述的功能类别，进行以下适用项目的检验：

- (1) 检查首部顶靠护舷按照批准的图纸正确制作、安装；
- (2) 登乘栈桥的检验，按照《栈桥指南》第 7 章实施；
- (3) 检查登乘栈桥的控制室（站）与驾驶室/DP 控制室的通讯、报警以及对登乘栈桥的视频监控功能（如有）；
- (4) 检查登乘栈桥外部照明系统（如有）。

38.5.3 年度检验

38.5.3.1 执行以下适用检验项目：

- (1) 采用首部顶靠方式的船舶，检查首部护舷及首部结构，确认其无破损、裂纹、扭曲和腐蚀等缺陷，必要时，应进行无损检测；
- (2) 采用登乘栈桥的船舶，检验按照《栈桥指南》第 8 章 8.1.2 的要求，以及本节 38.5.2.1(3)~(4)的要求实施；
- (3) 对具有滩涂两栖功能的船舶，从船体内部检查底部结构，确认外底板及内部构件无凹陷、屈曲、开裂。

38.5.4 中间检验

38.5.4.1 执行以下适用检验项目：

- (1) 采用首部顶靠方式的船舶，检验范围同年度检验；
- (2) 采用登乘栈桥的船舶，检验按照《栈桥指南》第 8 章 8.1.3 的要求，以及本节 38.5.2.1(3)~(4)的要求实施；
- (3) 对具有滩涂两栖功能的船舶，检验范围同年度检验。

38.5.5 特别检验

38.5.5.1 执行以下适用检验项目：

- (1) 采用首部顶靠方式的船舶，检验范围同年度检验；
- (2) 采用登乘栈桥的船舶，检验按照《栈桥指南》第 8 章 8.1.4 的要求，以及本节 38.5.2.1(3)~(4)的要求实施；
- (3) 对具有滩涂两栖功能的船舶，检验范围同年度检验。