



中国船级社

散装运输液化气体船舶构造与设备规范

修改通报

2025

(初稿)

简要编写说明

序号	篇章节号	条文号	概要说明/注释
1	第 2 篇附录 4	6.5.2.1	对于 C 型独立液货舱的“货舱处所”及“液货舱周围处所”不明确，易产生歧义，故修改。
2	第 2 篇附录 5	整附录	根据业界需求和“液化气体运输船货物系统关键技术标准研究”（2024-20）的课题研究报告，新增再液化系统的适用要求，以设备安全、质量和功能为前提，按系统组成和布置要求来编写。
3	第 2 篇附录 6	整附录	根据业界需求和“液化气体运输船货物系统关键技术标准研究”（2024-20）的课题研究报告，新增气体燃烧装置的适用要求，以设备安全、质量和功能为前提，按系统组成和布置要求来编写。
4	第 3 篇第 1 章	CCS1. 1. 6	根据 MSC.565（108）决议修订。
5	第 3 篇第 4 章	4.9.1	将 liquid level guages 统一译为“液位计”。
6	第 3 篇第 5 章	CCS5. 13. 1. b	根据 IACS UR G3 修订。
7	第 3 篇第 11 章	CCS11. 1. 3	新增。 纳入 MSC.1/Circ.1668 通函“IGC 规则中 LNG 加注船上配备的加注总管布置的统一解释”。
8	第 3 篇第 11 章	CCS11. 3. 1. 7a	根据业界反馈及内部研讨，将“救生筏从存放位置到舷边的转移路线应用喷水系统保护”的强制要求，改为建议性要求“可考虑”。
	第 3 篇第 11 章	11.3.5	删除“经 XXX 认可”描述，与 MSC.370(93) 决议统一。
9	第 3 篇第 11 章	11.4.3	删除“经 CCS 同意”描述，与 MSC.370(93) 决议统一。
10	第 3 篇第 13 章	13.6.2	原 IGC 译文易造成歧义，“系统”中应包括气体探测和报警，而不是气体探测“系统”和报警，故修改。
11	第 3 篇第 16 章	CCS16. 1. 3	新增。 对采用液化石油气（LPG）货物为燃料的液化气体运输船，可参考 IMO《使用 LPG 货物为燃料临时导则》的规定（MSC.1/Circ.1679 通函）。
12	第 3 篇第 19 章	最低要求一览表	编辑性勘误。

目 录

第 2 篇 入级检验和船体结构的补充规定	1
附录 4 专门散装运输液化二氧化碳船舶的适用要求.....	1
第 6 节 货物围护系统.....	1
附录 5 再液化系统的适用要求.....	2
第 1 节 一般规定.....	2
第 2 节 货物蒸气 (BOG) /液化天然气回路.....	4
第 3 节 制冷系统.....	5
第 4 节 仪表和安全系统.....	6
第 5 节 电气系统.....	7
第 6 节 位置和安装.....	7
第 7 节 机械通风.....	7
第 8 节 气体探测系统.....	8
第 9 节 辅助系统.....	8
第 10 节 管路系统.....	8
第 11 节 灭火系统.....	8
第 12 节 检验.....	9
附录 6 气体燃烧装置的适用要求.....	12
第 1 节 一般规定.....	12
第 2 节 货物蒸气回路.....	15
第 3 节 气体燃烧器单元和燃烧器管理系统.....	16
第 4 节 燃油先导燃烧器/电点火系统.....	16
第 5 节 强制风机和稀释风机.....	16
第 6 节 燃烧室和相关耐火材料.....	17
第 7 节 排气管.....	17
第 8 节 通风.....	17
第 9 节 气体探测.....	18
第 10 节 自动停机系统.....	18
第 11 节 灭火系统.....	19
第 12 节 检验.....	19
第 3 篇 国际散装运输液化气体船舶构造与设备规则	22
第 1 章 总则.....	22

第 4 章 货物围护	23
第 5 章 处理用压力容器及液体、蒸气和压力管系	24
第 11 章 防火与灭火	27
第 13 章 仪表和自动化系统	29
第 16 章 用货物作燃料	30
第 19 章 最低要求一览表	31

新加坡

第2篇 入级检验和船体结构的补充规定

附录4 专门散装运输液化二氧化碳船舶的适用要求

第6节 货物围护系统

6.5.2.1 对于货物围护系统的屏壁蔽间处所和货舱处所（除C型独立液货舱以外的货物围护系统）以及未设置次屏壁蔽的C型独立液货舱周围处所，应充填合适的干燥空气，船上应设有能产生足够的合适质量的干燥空气的设备，以保持上述处所的环境。如果货物在环境温度下载运，干燥空气的要求不适用。

附录5 再液化系统的适用要求

第1节 一般规定

1.1 一般要求

1.1.1 液化天然气运输船安装有再液化系统时，满足相应要求后，可授予附加标志“RELIQ-x”，x为数字1，2，表示再液化系统满足本附录的要求范围，具体要求如下：

(1) 如再液化系统的设计、建造和试验满足本规范第3篇第7章的要求和本附录的要求，则可根据客户申请授予附加标志“RELIQ-1”。

(2) 如再液化系统的设计、建造和试验满足本规范第3篇第7章的要求和本附录除1.4.2外的其他要求，则可根据客户申请授予附加标志“RELIQ-2”。如再液化系统不是船上唯一的控制温度和压力的措施，则不满足本附录1.2.2(3)、3.2.2、3.2.3、4.1.1、4.1.2、4.1.3、4.2.2(4)、9.1(2)的要求情况下，也可根据客户申请授予附加标志“RELIQ-2”。

1.1.2 对于未申请附加标志“RELIQ-x”的再液化系统，其设计、建造和试验应至少满足本规范第3篇第7章的相关要求和本附录除1.1、1.2、1.4.2、2.2、2.3、3.2.2、3.2.3、3.2.4、4.1.1、4.1.2、4.2.1、4.2.2(1)、4.2.2(4)、4.3.1(1)、9.1(1)、9.1(2)、10.2外的其他要求。

1.1.3 本附录的再液化系统附加标志“RELIQ-x”授予液化天然气运输船。其他类型液化气体船，如液化石油气运输船、乙烷运输船和乙烯运输船等，可参照本附录的要求执行，经CCS评估后，可授予相应的附加标志。

1.2 目的及功能要求

1.2.1 本附录所述再液化系统的设计、建造、运行和维护应能使液货舱压力和温度保持在围护系统设计限制和/或货物载运要求范围内。

1.2.2 为了实现上述目的，再液化系统的设计、建造和维护应符合以下功能要求：

(1) 避免使用破坏环境的物质。

(2) 再液化系统的处理能力设计应确保货物围护系统在不考虑其他蒸发气处理系统的情况下，能在较高的环境设计温度条件下承受货物的全部蒸气压力。

(3) 为系统或设备组件提供冗余/可靠性，使任何有效组件或系统出现单个故障时不会导致主要功能丧失。

(4) 再液化回流管路应具有足够的压力将液化天然气无障碍地回流到货舱，且不得超过充装极限。

(5) 应提供防止杂质进入货舱的措施。

(6) 危险区域不应影响安全/非危险区域和设备的安全。

- (7) 在所有使用条件下都能承受最大工作应力。
- (8) 压缩机的设计应避免在运行过程中因振动而产生临界共振和失效共振。
- (9) 考虑蒸发气密度和潜在的点火源，应提供足够的通风设备以防止易燃蒸气的积聚。
- (10) 应提供保护和警报措施，防止人员中毒和低氧/窒息。
- (11) 应提供装置处理或清除船内空间因冷凝、泄漏、清洗、消防而积聚的液体，这些装置应在规定的航海和环境条件下运行。
- (12) 如系统可能承受的压力超过设计压力，则应安装保护装置。
- (13) 设备的设计应与特殊性质对应的环境温度相适合。
- (14) 在正常运行和应急情况/部件故障时，应提供有效监控、操作和安全停机设备及其附属设备的措施。
- (15) 控制系统在单一故障/失效的情况下应保持可操作性。

1.2.3 当船舶安装使用的再液化系统符合本附录规定性要求或当替代布置获得批准时，即被视为符合入级范围内的目的和功能要求。

1.3 处理量

1.3.1 再液化系统的处理量应基于本规范第 3 篇第 7 章 7.1.1 的要求确定。

1.3.2 再液化系统应能在蒸发气速率降低的情况下正常运行，例如在压载航行期间，货舱中残留一定量的液化天然气时可能出现的情况。

1.3.3 如再液化系统是满足本规范第 3 篇第 7 章 7.1.1 的唯一方法，则该系统的可用性应符合本规范第 3 篇第 7 章 7.8 的规定。

1.4 液化天然气返回货舱

1.4.1 再液化系统的布置应确保返回货舱的液化天然气分配方式不会导致任何货舱的液位超过本规范第 3 篇第 15 章 15.1.1 所允许的液位。

1.4.2 如再液化系统通过重力或压力系统回流液化天然气而不使用泵，则应提交已安装系统的压降计算。该计算应考虑船舶运动和货舱内的流体运动。

1.5 提交的图纸和数据

1.5.1 产品检验发证阶段应提交审查的图纸资料如下：

1.5.1.1 下列图纸资料应提交批准：

- (1) 产品主要性能规格表（包括申请认可产品的产品型号、最大许用压力、冷量、功耗、工作介质、工作介质流量等）；
- (2) 再液化系统原理图；
- (3) 设备总图；

- (4) 管道仪表图；
- (5) 控制系统图；
- (6) 监控报警清单；
- (7) 主要零部件图；
- (8) 主要零件材料理化性能一览表；
- (9) 设备清单；
- (10) 型式试验大纲。

1.5.1.2 下列图纸资料应提交备查：

- (1) 工艺流程图及主要工艺文件（焊接工艺及热处理等（如适用））；
- (2) 设计计算书（应包含冷量计算书、管路应力计算书，管系壁厚计算书，电机计算书，强度计算书等）；
- (3) 产品说明书、铭牌和出厂合格证样本（如用于国际航行船舶，应提供中/英文双语版本）；
- (4) 风险分析报告。

1.5.2 船上安装、试验和检验阶段应提交审查的图纸资料如下：

- (1) 再液化系统舱室的总体布置，包括气体探测器、电气设备和照明的位置；
- (2) 再液化系统舱室的通风系统；
- (3) 固定的气体探测和报警系统；
- (4) 控制和监测系统的说明和原理图；
- (5) 再液化系统舱内所有电气设备的详情；
- (6) 故障模式、影响和危害性分析（FMECA），以确定再液化系统安全运行中可能出现的故障及其影响（备查）；
- (7) 紧急停机布置；
- (8) 海试/气试期间的测试程序，包括功能、故障响应、性能、与其他系统的接口及人机界面等（现场审批）；
- (9) 操作和维护说明书（备查，船上保存）；
- (10) CCS 认为需要的其他图纸和资料。

第 2 节 货物蒸气（BOG）/液化天然气回路

2.1 货物蒸气压缩机

2.1.1 压缩机应按照本规范第 3 篇第 5 章 CCS5.13.1.b 进行设计和试验。

2.1.2 压力和温度测量与控制见本附录第 12 节表 12.4.1。

2.2 液化天然气泵

2.2.1 泵的设计与测试应符合本规范第 3 篇第 5 章 CCS5.13.1.b。

2.3 杂质分离

2.3.1 在液化天然气从再液化系统返回货舱之前，应分离蒸发气中的杂质，例如氮气。杂质可通过分离器或其他经批准的方式分离，应提交分离器的详细资料。

第 3 节 制冷系统

3.1 一般要求

3.1.1 制冷系统应使用环境可接受的制冷剂，不得使用《关于消耗臭氧层物质的蒙特利尔议定书》规定的消耗臭氧层制冷剂（ODP）。

3.2 制冷剂

3.2.1 制冷剂应符合本规范第 3 篇第 7 章 7.3 的规定。

3.2.2 制冷剂容量要求如下：

(1) 当船舶制氮系统提供氮气作为制冷剂时，至少应安装两个独立的制氮机组，以便在任何一个制氮机组失效的情况下，可提供所需的 100%制冷剂容量。

(2) 如果安装了级联系统，船上必须有足够容量的制冷剂，以便对系统进行一次再充填。

3.2.3 如果使用的是需在船上储存制冷剂的级联系统，则制冷系统应安装一个能够容纳制冷机组全部制冷剂的接收器。如果每个制冷机组都配有单独的接收器，则接收器的容量应足以容纳该制冷机组的制冷剂。

3.2.4 在使用液氮作为制冷剂时，可将部分制冷剂排入大气。

3.3 压缩机/膨胀机

3.3.1 压缩机/膨胀机的认证应符合本规范第 3 篇第 5 章 CCS5.13.1.b 的规定。

3.3.2 压缩机的仪表、监测和控制系统，见本附录第 12 节表 12.4.1。

3.4 低温热交换器及冷箱

3.4.1 热交换器应按照 CCS《钢质海船入级规范》第 3 篇第 6 章和本附录 1.3 进行设计、建造和认证。如氮气制冷压缩机位于气体安全空间，为减少蒸发气通过制冷剂系统返回制冷压缩机的危险，则制冷剂回路的压力须始终保持大于蒸发气回路的压力。

3.4.2 冷箱内的管路必须采用全焊接结构。如果必须使用法兰连接，则应提交详细资料说明必要性。

3.4.3 压力和温度测量及控制见本附录第 12 节表 12.4.1。

3.4.4 当热交换器封闭在冷箱中时，适用以下要求：

(1) 冷箱的设计应能承受在使用中可能遇到的氮气吹扫压力，并应安装压力和真空泄压装置，以防止过压或欠压。

(2) 为防止氮气或 BOG/LNG 泄漏造成冷箱超压，应安装安全泄压阀。冷箱安全泄压阀的排气口应通向室外。

(3) 应设有检测冷箱内蒸发气泄漏的装置。一旦发现气体泄漏，探测系统将在货物控制站和驾驶台发出声光报警。

(4) 如果冷箱是隔热的，则应配备用氮气或其他适当的惰性气体对隔热空间进行持续吹扫的装置。

第 4 节 仪表和安全系统

4.1 一般要求

4.1.1 再液化系统的控制系统可为综合控制系统的一部分，也可为独立系统。

4.1.2 应分析再液化系统的失效模式和影响，并提交文件以识别部件的关键性（FMECA）。

4.1.3 整个系统的设计应基于单一故障准则。系统的设计应确保单个部件的故障不会导致灾难性后果。

4.1.4 再液化系统应满足本规范第 3 篇第 18 章 18.10.3 中规定的 ESD 控制相关要求。

4.2 控制及监测系统

4.2.1 应提供自动控制、警报及安全功能，以便在满载及压载情况下，操作均在预设参数范围内。

4.2.2 再液化系统中的温度和压力应控制如下：

(1) 应在货控室安装控制和监测系统。此外，在蒸发气压缩机和制冷压缩机电机附近应设置电机控制面板。

(2) 控制系统的设计应能识别设备和处理系统的故障。控制和监测系统应满足 CCS《钢质海船入级规范》第 7 篇第 2 章的适用要求。

(3) 按照本附录第 12 节表 12.4.1 和 FMECA（见本附录 4.1.2）设定过程安全有效运行所需的参数指标。

(4) 所有电气控制系统应由主电源和备用电源供电，每路供电方式应单独监控故障。

(5) 所有基于计算机的控制系统应满足 CCS《钢质海船入级规范》第 7 篇第 2 章的适用要求。

4.2.3 对于轴流式或离心式压缩机，应设置防喘振保护。

4.3 安全停机系统

4.3.1 应配备独立的停机系统。该安全停机系统应基于以下原则：

- (1) 应能指示导致停机的参数。
 - (2) 安全停机系统启动后，正常控制位置和就地控制位置将发出警报。
 - (3) 在安全停机系统启动或船舶紧急停机系统（ESD）启动的情况下，除非系统复位，否则不得自动重新启动。
 - (4) 安全停机系统应由主电源和备用电源供电。
 - (5) 安全停机后应能排空系统中剩余液化天然气。
- 4.3.2 安全停机应符合本附录第 12 节表 12.4.1 的规定。

第 5 节 电气系统

5.1 再液化系统的电气系统应根据本小节、CCS《钢质海船入级规范》第 4 篇和本规范第 3 篇第 10 章（如适用）的要求进行设计、建造、测试、认证和安装。

5.2 电机及其控制应符合 CCS《钢质海船入级规范》第 4 篇的适用要求。

5.3 采用电动机驱动的气体压缩机（货物及制冷剂，如适用），轴承区域内电动机外壳各方向的振动数据应由制造商提供，并符合国际公认的标准。否则，在没有振动标准数据的情况下，应按照以下标准测量宽带振动：

- (1) 对于刚性安装的压缩机，小于 4.5 毫米/秒，以及
- (2) 对于柔性安装的机械，小于 7.1 毫米/秒。

注：

- 刚性基座装置的定义是：在测量方向上，机器和支撑系统组合的最低固有频率至少比主激励频率高 25%。
 - 所有其他系统可视为柔性系统。
- 可根据具体情况考虑其他限制条件。

第 6 节 位置和安装

6.1 蒸发气压缩机、低温热交换器、分离器（如已安装）和液化天然气泵应位于货物区域。

6.2 制冷压缩机/膨胀机、驱动电机和中间/后冷却器应位于甲板室内的气体安全空间或主/辅机械处所内。

6.3 甲板室的结构以及甲板下对再液化系统的结构加强应符合 CCS《钢质海船入级规范》第 2 篇第 2 章的规定。

6.4 甲板室的门及开口应符合本规范第 3 篇第 3 章 3.2.4 的规定。

第 7 节 机械通风

7.1 制冷设备所在空间的通风布置应满足本规范第 3 篇第 12 章 12.1 的要求。

7.2 甲板室中装有电动机的空间的通风装置应具有每小时至少 8 次换气的能力,并且为正压式。

第 8 节 气体探测系统

8.1 甲板室内装有蒸发气压缩机、低温热交换器和冷箱、分离器和液化天然气泵及相关电动机的气体探测系统应符合本规范第 3 篇第 13 章 13.6 规定。

8.2 甲板室内装有制冷设备的空间应安装低氧水平检测系统（另见本附录第 12 节表 12.4.1）。

8.3 如所使用的制冷剂被认为是有毒的,则应安装气体检测和报警系统,当超过规定的浓度时,应发出报警,并采取相应措施。

8.4 关于有毒或易燃蒸气泄漏到非危险区域的检测和报警应符合本规范第 3 篇第 7 章 7.8.4 的规定。

第 9 节 辅助系统

9.1 制冷系统需要冷却水时,冷却水供应应符合下列规定:

(1) 符合本规范第 3 篇第 7 章 7.8 的可用性要求; 以及

(2) 在使用海水的情况下,每个泵应至少有两根海水吸入管,在可行的情况下从海底箱引出,最好是左舷和右舷各一根。

(3) 再液化系统应配备指定的独立冷却水系统。如果冷却水系统用于其它气体设备,冷却水系统应能同时供应再液化系统和其它气体设备所需的冷却水。

(4) 装有冷却水管路的机器处所应配备舱底警报器和舱底排水装置。

第 10 节 管路系统

10.1 制冷剂管路系统应满足本规范第 3 篇第 5 章的适用要求。

10.2 自动膨胀阀应配备手动旁通阀。另外,冗余制冷系统中的冗余自动膨胀阀也可接受。

10.3 与气体压缩机组相连的管路系统应提交文件证明其各方向的振动均符合国际公认的标准。替代振动限值须经 CCS 技术评估和批准。替代限值应提交疲劳计算报告证明,报告应说明分析方法和所做的任何工程假设,以供审查。

第 11 节 灭火系统

11.1 装有本附录第 6 节所述设备的甲板室应配备符合本规范第 3 篇第 11 章 11.5.1 的灭火装置。

第 12 节 检验

12.1 一般要求

12.1.1 本节规定了再液化系统在制造商工厂制造过程中的检验，以及在船上的安装、试验和检验等相关要求。

12.2 在制造商工厂进行的试验和检验

12.2.1 再液化系统采用单件/单批检验发证模式，该装置的主要部件应持有 CCS 船用产品证书。

12.2.2 在再液化系统出厂前，应进行下列试验项目，以满足设计要求：

(1) 冷却水管路应进行水压试验以检验其强度，水压测试压力应为 1.5 倍最大工作压力，保压时间不少于 30min。

(2) 制冷剂回路、液化天然气或 BOG 回路进行气压试验，测试压力为 1.25 倍设计压力，测试时可使用盲板代替预设的安全阀或爆破片，测试后检查各部位是否无变形、无泄漏、无异常。

(3) 制冷剂气体回路及液化天然气或 BOG 回路应进行气密性测试，测试压力应为 1.0 倍设计压力（如采取更低的压力，应经验船师同意），对所有焊接、设备连接等部位用检漏仪进行检测。

(4) 通过制冷剂充注口向制冷剂管路中充注氮气等相似气体进行吹扫，使用仪器检测出口气体露点及含氧量。

(5) 运行试验，对每种设计运行模式（一般为预冷模式，冷却模式，暖机模式）进行实际功能验证试验。检验额定负荷的制冷量是否满足设计制造标准。

(6) 绝缘电阻测试，应对再液化系统进行冷、热态绝缘电阻测试，测试结果满足本社批准技术文件要求。

(7) 安全保护及报警装置试验。

12.2.3 当验船师前往制造商工厂进行检验时，应核查主要部件的持证情况，验船师应：

(1) 确认生产、制造或维修再液化系统或其主要部件的工厂具有并有效运行质量控制程序，涵盖设计、采购、制造和试验（如适用），并符合适用于其产品的公认标准的要求。

(2) 对焊工资格、焊接工艺流程和相应的工艺评定记录进行鉴定或核实，以达到在场验船师认为必要的程度。

(3) 核实材料证书/文件，特别是管路材料、阀门的主要承压部件，包括带有法兰或螺纹端或其他特殊配件的安全阀，见证规范要求的材料试验。

(4) 检验最终焊接件。

(5) 必要时，见证焊缝无损检测试验，并审查无损检测记录。

(6) 根据申请和制造程序的要求，见证设备部件和整体的压力和/或负荷测试。

(7) 根据制造程序的要求，见证部件和成品的试验。

(8) 验证所有经认证的安全系统、电机控制器、控制台、仪表和控制面板符合经批准的图纸。

(9) 按照制造前会议的约定，进行其他检查并见证最终的工厂验收测试。

12.3 安装检验

12.3.1 在安装和测试期间，应对再液化系统及相关系统进行下列检验，以使在场验船师满意：

- (1) 对管路系统需按规范要求进行目视检查和压力测试。
- (2) 电气线路和连接应符合规范要求，并检查其连续性和敷设工艺。
- (3) 测试仪器仪表，确认其按预定设定值正常工作。
- (4) 应对减压阀和安全阀进行测试。
- (5) 控制系统和停机都要进行测试以确保正常运行。
- (6) 检查再液化系统是否正常运行。

12.4 试航检验

12.4.1 在初次气体试航期间，应确认再液化系统，包括相关的控制、警报和停止是否运行良好。气体试航期间的测试应按照 CCS 批准的测试程序进行。再液化系统应在船舶海上航行时且在推进系统全部功率范围内运行，以证明该装置足以处理规定的正常蒸发率下的挥发气。

表 12.4.1 仪表和报警

项目		显示	报警	自动停机	A	B	C
					本附录 1.1.1(1)	本附录 1.1.1(2)	本附录 1.1.2
BOG 压缩机	流量	X	低		X		
	驱动电机	运行	停止		X		
	滑油温度	X	高		X	X	X
	分离器液位 (如适用)	X	高		X		
	吸入管路压力	X	高/低	X (高高)	X	X	X
	吸入管路温度	X	高	X (高高)	X	X	
	排放管路压力	X	低	X (低低)	X	X	
	排放管路温度	X	高/低	X (高高)	X	X	X
	冷箱气体检测		X (30%)	X (60%)	X	X	X
	低温热交换器入口温度	X	高	X (高)	X	X	
制冷压缩机	滑油温度	X	高	X (高高)	X	X	X
	驱动电机	运行	停止		X		
	吸入管路压力	X	低	X (低低)	X	X	
	吸入管路温度	X	高/低	X (高高)	X	X	X
	排放管路压力	X	高	X (高高)	X	X	X
	排放管路温度	X	高/低		X	X	
	密封气体压力	X	低	X (低低)	X	X	
	密封气体泄漏膨胀器压力	X	高	X (高高)	X	X	X

存放制冷设备的空间	氧气水平检测系统	X	低		X	X	X
	制冷剂浓度检测系统（如适用）	X	高		X	X	X

船舶安全

附录6 气体燃烧装置的适用要求

第1节 一般规定

1.1 一般要求

1.1.1 气体燃烧装置（GCU）可用于处理在满足本规范第3篇第7章7.1.1.2要求的所有操作模式中不能使用的蒸发气体。GCU不应被视为用于满足本规范第3篇第7章7.1.1或在装载操作期间消耗闪蒸气体的主要方式。

1.1.2 液化天然气运输船安装有GCU时，满足相应要求后，可授予附加标志“GCU-x”，x为数字1，2，表示GCU满足本附录的要求范围，具体要求如下：

（1）如GCU的设计、建造和试验满足本规范第3篇第7章的相关要求和本附录的要求，则可根据客户申请授予附加标志“GCU-1”。

（2）如GCU被用于满足本规范第3篇第7章7.1.1.2要求，其设计、建造和试验要求应满足第3篇第7章的相关要求和本附录除6.2和6.3外的其他要求，则可根据客户申请授予附加标志“GCU-2”。

1.1.3 对于未申请附加标志“GCU-x”的气体燃烧装置，其设计、建造和试验要求应满足本规范第3篇第7章的相关要求和本附录除1.3.1、1.3.2、1.3.4、1.3.5、3.1、3.2、3.3、6.2、6.3、9.1（2）、9.1（3）、9.1（4）外的其他要求。

1.1.4 本附录的气体燃烧装置附加标志“GCU-x”授予液化天然气运输船。其他类型液化气体船，如液化石油气运输船、乙烷运输船和乙烯运输船等，可参照本附录的要求执行，经CCS评估后，可授予相应的附加标志。

1.1.5 一套气体燃烧装置包括以下主要部件：

- （1）挥发气压缩机；
- （2）热交换器；
- （3）自动燃气关断阀及相关管道；
- （4）供气管路（如双壁管等）；
- （5）燃气阀组单元及其透气；
- （6）燃烧器单元，包括先导油燃烧器（如适用）和燃烧器管理系统；
- （7）燃烧室及相关耐火材料；
- （8）强制风机和稀释风机；
- （9）排烟筒；
- （10）控制单元，包括控制柜、配电柜、点火柜等；
- （11）乙二醇水加热器（根据需要新增）；

(12) 辅助燃油泵组 (如适用)。

1.1.6 GCU 操作模式:

(1) 待机模式: GCU 处于随时可用状态, 可以快速启动至 100%负荷运行;

(2) 气体模式: BOG 来自压缩机后, 可用燃油辅助点火, 供气压力较高;

(3) 自由流动模式: BOG 直接来自货舱内, 可用燃油辅助点火, 供气压力与货舱压力一致, 通过加热器将-163℃左右的 BOG 加热至 0-50℃供给 GCU;

(4) 冷舱驱气或暖舱充气模式: 气体直接来自货舱, 完全燃烧需要有柴油助燃, 氮气浓度不固定, 随冷舱或暖舱过程变化。

1.2 目的及功能要求

1.2.1 本附录所述的气体燃烧装置的设计、制造、操作和维护应能使液货舱压力和温度保持在围护系统设计限制和/或货物载运要求范围内。

1.2.2 为实现本附录 1.2.1 目的, 气体燃烧装置的设计、制造和维护应符合以下功能要求:

(1) GCU 的处理量设计应使货物围护系统能够在较高的环境设计温度条件下承受货物的全部蒸汽压力, 而不考虑其他任何处理蒸发气体的系统。

(2) 提供防止在非危险区域因气体燃料管道泄漏而发生火灾/爆炸的布置。

(3) 在火焰探测器失效的情况下, 提供自动关闭每个气体燃烧器/燃油先导燃烧器的燃料供应的装置。

(4) 在自动关闭失败的情况下, 提供手动关闭每个气体燃烧器的燃气供应的装置。

(5) 为燃烧风机和稀释风机提供冗余/可靠性, 使单个故障不会导致主要功能的丧失。

(6) 测量和监测燃烧强制通风气流和稀释通风气流, 以确保为充分燃烧和排放温度提供足够的空气。

(7) 应提供保护燃烧室壁不过热的措施。

(8) 提供在操作过程中尽量减少或防止与船员接触热表面的措施。

(9) 燃烧室的设计应保持壳体的一定温度, 并考虑到所有的操作模式。

(10) 用气设备所在处所应设有机械通风系统, 其布置应考虑蒸气密度和潜在的点火源, 防止处所内可能的气体积聚。通风系统应与其他处所的通风系统分开。

(11) 为气体探测器提供冗余/可靠性, 使单个故障/探测器故障不会导致主要功能的丧失。

(12) 应采用限制点火源的布置, 如气体燃料管道, 以尽量减少可燃蒸气着火的可能性。

(13) 应采用危险区域不会危及设备安全的布置。

(14) 在 GCU 双壳体情况下, 提供检测壳体内气体泄漏的装置。

(15) 能够从本地位置操作和控制燃烧器单元, 以及通过自动或远程控制系统操作和控制燃烧器单元。

(16) 在正常运行和组件的紧急情况/故障时, 主控制站应提供有效监控、操作和安全关闭设备

及其附属设备的措施。

(17) 提供分析安全程序的方法，以确保、管理和控制 LNG 运输船在所有模式下气体燃烧器的安全运行。

1.3 处理量

1.3.1 GCU 系统的处理量基于本规范第3篇第7章7.1.1的要求。

1.3.2 GCU 燃烧器系统的调节范围应有能力处理货舱的蒸发气，并在货舱有 LNG 留存的情况下，在压载航次中使用减少的蒸发气也能令人满意地运行。

1.3.3 如 GCU 用于处理货舱惰化和除气过程中从货舱中排出的气体，则 GCU 应设计成在这些操作模式下安全运行。

1.3.4 应提交文件以证明控制系统运行能力应能满足所有可预见的操作。

1.3.5 如 GCU 在自由流动模式下使用，管道尺寸、电气点火系统和燃油先导燃烧器等设计因素应提交 CCS 进行技术评估和批准。

1.4 适用范围

1.4.1 当船舶安装使用的气体燃烧装置符合本附录规定性要求或当替代布置获得批准时，即被视为符合入级范围内的目标和功能要求。

1.4.2 本附录适用于船舶安装使用的气体燃烧装置的设计、制造、审图和检验。

1.4.3 其他型式的热氧化系统可参考使用。

1.5 提交的图纸和数据

1.5.1 产品检验发证阶段应提交审查的图纸资料如下：

(1) 产品主要技术参数；

(2) 气体燃烧装置布置图；

(3) 系统原理图、电气原理图及工作流程图；

(4) 总装配图；

(5) 主要设备及部件清单；

(6) 故障模式与影响分析；

(7) 安全保护故障报警项目清单及设定值；

(8) 计算书（管路强度、风机换气次数等）；

(9) 其他需提交批准的图纸、资料；

(10) 产品使用说明书（若其他文件已涵盖说明书内容时，可不必提交）。

1.5.2 船上安装、试验和检验阶段应提交审查的图纸资料如下：

(1) GCU 舱室的总体布置，包括气体探测器、电气设备和照明的位置；

- (2) GCU 舱室的通风系统；
- (3) 固定气体检测和报警系统，以及相关的切断和停机系统；
- (4) 气体燃料管路系统，包括管路和相关附件的详细信息，设计压力和设计温度；
- (5) 控制和监测系统的说明和原理图，包括异常情况的设定值；
- (6) GCU 舱室内所有电气设备的详细信息；
- (7) 应急关断布置；
- (8) 海试和气体试航期间的试验程序（现场批准）；
- (9) 操作和维护说明书（船上保存，备查）；
- (10) CCS 认为需要的其他图纸和资料。

第 2 节 货物蒸气回路

2.1 压缩机

2.1.1 用于将蒸发气体送至 GCU 的压缩机也可用于其他货物用途。

2.1.2 BOG 压缩机的设计和试验应满足本规范第 3 篇第 5 章 CCS5.13.1.b。

2.1.3 压缩机应急关断控制应满足本规范第 3 篇第 16 章 16.5.2 和第 18 章 18.10.3 的要求，压缩机应能在就地停止。

2.1.4 压力和温度测量和控制要求参照本附录第 12 节表 12.4.1。

2.2 热交换器

2.2.1 热交换器的设计、制造和发证应满足 CCS《钢质海船入级规范》第 1 篇第 3 章附录 1D。

2.3 GCU 燃气供应

2.3.1 气体燃料管路不应通过起居处所、服务处所、电气设备间或控制站。气体燃料管路如满足以下条件之一，则可通过或延伸至其他处所：

(1) 气体燃料供应管路的安装满足本规范第 3 篇第 16 章 16.4，以及 CCS《船舶应用天然气燃料规范》第 6 章的要求。

(2) 如燃气供应管路采用单层壁设计，并且相关阀门包括 GCU 上的燃烧器燃气连接位于机舱或其他气体安全空间内的气密舱室内，则其布置如下：

① 燃气供应管路中的压力不超过 10bar（10.2 kgf/cm²，145 psi）；

② 管道应采用全焊接结构，仅在与设备的连接处采用法兰连接；

③ 这个舱室应有通道通向露天甲板，否则，从非危险区域进出该舱室应通过符合第 3 篇第 3 章 3.6 要求的空气闸；

④ 该舱室应安装符合本附录第 8 节的机械通风系统；

- ⑤ 该舱室应安装符合本附录第 9 节的气体探测系统；
- ⑥ 气体供应管路应采用联锁阀布置，并满足吹扫要求，参考本规范第 3 篇第 16 章 16.4.5 的要求；
- ⑦ 报警和停机分别符合本附录第 12 节表 12.4.1 和本附录第 10 节的要求。

第 3 节 气体燃烧器单元和燃烧器管理系统

3.1 适用于所有操作模式的气体燃烧器管理控制逻辑应提交，同时也需要进行安全分析，识别出系统所有故障模式和启停顺序，必要时进行风险分析。

3.2 当 GCU 有 BOG 自由流动模式时，GCU 控制系统的设计应能够安全管理这种操作模式。

3.3 气体喷嘴的安装方式应使气体燃料由本附录第 4 节所述的燃油先导燃烧器的火焰或由电点火系统点燃。

3.4 气体燃烧器应安装火焰检测器。火焰检测器应为双检测器或一个自检式检测器。火焰检测器控制是为了提供一个不超过 10 秒的点火试验时间，在此期间可以提供气体燃料以建立火焰。如果火焰未在 10 秒内建立，则燃烧器的气体燃料供应应立即自动切断。在火焰熄灭的情况下，切断应在火焰熄灭后 4 秒内完成。在火焰检测器故障的情况下，气体燃料供应应立即自动切断。火焰检测器数量应考虑冗余设置。

3.5 气体燃料进入气体燃料管路前，管路应进行除气和惰化。在火焰熄灭后，气体燃烧器供应管路和燃烧室应按照本规范第 3 篇第 7 章 7.4.4 和第 16 章 16.6.3 的要求进行吹扫。

3.6 燃烧器管理系统的布置应使气体燃烧器在强制通风和稀释风机流量建立之前不能点燃。

3.7 气体燃烧器装置应具备带有手动就地控制的自动操作能力。

3.8 在每个气体燃烧器的管路上应安装一个手动关闭阀。

3.9 燃油管路的布置，应满足 CCS《钢质海船入级规范》第 3 篇第 4 章的相关要求。

第 4 节 燃油先导燃烧器/电点火系统

4.1 每个气体燃料燃烧器单元应配备一个燃油先导燃烧器和/或电点火器。燃油先导燃烧器的管路系统、燃料的储存和加热的布置应符合 CCS《钢质海船入级规范》第 3 篇第 4 章第 2 节的适用要求。

4.2 燃油先导燃烧器应配备火焰检测器，用于在火焰失效时自动切断燃烧器的燃料供应。切断应在火焰熄灭后的 6 秒内完成。在火焰检测器故障的情况下，气体燃料供应应立即自动切断。

第 5 节 强制风机和稀释风机

5.1 每个气体燃烧装置至少要配置两台强制风机，强制风机总的供气量应不小于 GCU 全负荷运行所需总供气量的 200%。应配置至少 1 台备用强制风机，确保无论何时，正常运行的稀释风机总的供气量应不小于 GCU 全负荷运行所需总供气量的 100%。强制风机的电机应安装在气体安全的空间内。如操作或结构要求使电机无法安装在气体安全空间，则应提供以下经过认证的合格防爆型电机：

(1) 增安隔爆型；或

(2) 正压型。

5.2 至少要配置两台稀释风机，稀释风机总的供气量应不小于 GCU 全负荷运行所需总供气量的 200%。应配置至少 1 台备用稀释风机，确保无论何时，正常运行的稀释风机总的供气量应不小于 GCU 全负荷运行所需总供气量的 100%。应提供测量和监测强制通风气流和排放侧稀释气流的装置。

5.3 如采用制冷装置作为控制货物压力/温度措施时，还应满足本规范第 3 篇第 7 章 CCS7.8.1.a 条要求。

5.4 风机的风量、风压等应经计算，满足 GCU 在各种操作模式下的使用要求。

第 6 节 燃烧室和相关耐火材料

6.1 燃烧室壁应用绝缘耐火砖/耐火材料和/或冷却系统加以保护。操作过程中可能与船员接触的热表面应适当防护或绝缘。

6.2 燃烧室和耐火材料的设计应使在稀释风机失效的情况下，外壳的温度不超过 230℃ (446°F)。

6.3 如因所用材料的温度限制，需要冷却燃烧室的外壳，则可以按照本附录第 5 节的要求使用稀释风机来实现。其他冷却方式需提供相关资料，经批准后方可采用。

6.4 设计要考虑到 GCU 可预见操作工况下的频率和可能的振动。

6.5 燃烧室的设计应使火焰长度在所有操作模式下始终保持在气体燃烧装置的范围内。

第 7 节 排气管

7.1 内燃机和燃烧设备的排气管道系统应满足 CCS《钢质海船入级规范》第 3 篇相关要求。

第 8 节 通风

8.1 通风布置应符合本规范第 3 篇第 16 章 16.3 的规定，但如本附录 2.3.1 (2) 所述，如果燃气供应管路为单层壁设计，则含有单层壁设计燃气供应管路和相关阀门包括 GCU 上的燃烧器燃气连接的空间通风应满足下列要求：

(1) 气体燃烧装置舱室应配备一个机械通风系统, 该通风系统的总排气量根据舱室的总容积每小时至少换气 30 次。通风系统至少配置 2 台风机。每台风机的总排气量应不小于所需总容量的 100%, 且 1 台风机备用。

(2) 通风管道应设置在气体燃烧装置的舱室内, 以便能立即从整个舱室中排空泄漏的气体, 而不会导致在某些角落区域积聚气体。在所有可能的运行模式下进行气体扩散分析或物理烟气试验, 以证明通风管道的进气口位置合理, 可以有效地从舱室中排空泄漏的气体。

(3) 气体燃烧装置舱内的通风系统应与其他空间的通风系统分开。通风进气口和排气口应分别从安全的位置进出。

(4) 通风风机应采用非火花结构 (见本规范第 3 篇第 12 章 12.1.7), 这些风机的电动机应位于气流带之外。

第 9 节 气体探测

9.1 气体探测装置应符合本规范第 3 篇第 13 章 13.6 的规定, 但气体燃料供应管路为本附录 2.3.1

(2) 所述的单层壁设计时, 气体探测装置应符合以下要求:

(1) 气体燃烧装置舱内至少有两个独立的固定气体探测系统, 用于连续监测泄漏气体的存在。

(2) 每个气体探测系统应是自主监控型。

(3) 当自主监控功能检测到探测系统故障时, 探测系统的输出应自动断开, 以避免探测器故障导致误紧急停机。

(4) 每个气体探测系统的布置应使其在任何一个系统失效时都能提供功能冗余。

(5) 气体探测设备的设计应使其易于测试。

9.2 探测器的位置对气体探测的有效性至关重要, 设计时应基于气体扩散分析或物理烟气试验, 气体探测器的确切位置要根据气体探测器在现存的气流下的灵敏度来确定。

9.3 当 GCU 装有双层外壳时, 应注意防止气体泄漏到外壳的留存死角中并被困在留存死角中。外壳内应装有气体探测探头, 外壳上应装有防爆门。

第 10 节 自动停机系统

10.1 气体燃料供应系统的监测和安全系统功能应符合本附录第 12 节表 12.4.1 要求。报警信号应反馈至集控室。此外, 通用报警信号应反馈至驾驶室和货控室。停机布置应符合本规范第 3 篇第 16 章 16.4 的规定, 但气体燃料供应管路为本附录 2.3.1 (2) 所述的单层壁设计的情况除外, 停机布置应符合如下要求:

(1) 当舱内气体发生泄漏时, 当舱内气体浓度达到可燃气体爆炸极限容积的 30% 时报警。

(2) 如果舱内气体浓度继续上升到可燃气体爆炸极限容积的 60%, 主气体阀将自动关闭, 联锁

阀将动作，舱内所有未认证的电气设备将与其电源断开。通风风机将继续工作，直到舱内的气体浓度达到可进入的安全水平。

(3) 当舱室通风系统发生故障时（本附录第 8 节），在集控室、货控室和驾驶室发出报警，整个气体燃烧装置停机，气体截止阀自动关闭。

第 11 节 灭火系统

11.1 本附录 2.3.1 (2) 所述的舱室应配备符合 SOLAS 公约第 II-2 章、CCS《钢质海船入级规范》第 6 篇和本规范第 3 篇第 11 章等规定的固定灭火系统。

第 12 节 检验

12.1 一般规定

12.1.1 本节涉及在制造商工厂制造期间的检验以及 LNG 运输船上气体燃烧装置的安装和试验。

12.2 在制造商工厂进行的试验和检验

12.2.1 气体燃烧装置采用单件/单批检验发证模式，该装置的主要部件应持有 CCS 船用产品证书。

12.2.2 在气体燃烧装置出厂前，应进行下列试验项目，以满足设计要求：

(1) 气体管路、燃油管路（如有时）及氮气管路应进行液压试验，试验压力为设计压力的 1.5 倍；

(2) 安全阀效用试验（如适用）；

(3) 燃烧性能试验，包括点火性能、燃烧充分性、燃烧稳定性、负荷调节、烟气排放及温度控制等；

(4) 安全保护及报警功能试验；

(5) 控制性能试验，包括运行时序、防护等级、绝缘性能、燃油控制、燃气控制、燃烧风控制、稀释风控制等。

12.2.3 当检验师前往制造商工厂进行检验时，应核查主要部件的持证情况，验船师应：

(1) 确认生产、制造或修理气体燃烧装置或其主要部件的工厂具有并有效运行质量控制程序，包括设计、采购、制造和试验，并符合适用于其产品的公认标准的要求；

(2) 对焊工资格、焊接工艺规程和相应的焊接工艺评定记录进行鉴定或核查，以达到验船师认为必要的程度；

(3) 核查材料证书/文件，特别是管路材料，阀门的主要受压部件，包括带有法兰或螺纹端部

的安全阀或其他特殊配件。见证规范要求的材料试验；

- (4) 检验最后的焊接件；
- (5) 必要时，见证无损检测试验并审查无损检测记录；
- (6) 根据申请和制造程序的要求，见证设备部件和整体的压力和/或负荷试验；
- (7) 根据制造程序的要求，见证部件和完整产品的试验；
- (8) 验证所有经过认证的安全系统、电机控制器、控制台、仪表和控制面板符合批准的图纸；
- (9) 按照制造前会议的约定，进行其他检查并见证最终的工厂验收试验。

12.3 安装检验

12.3.1 在气体燃烧装置及相关系统的安装及试验过程中，需进行下列检验和试验，以令验船师满意：

- (1) 管路系统需根据规范要求进行目视检查和压力试验；
- (2) 电缆和连接应符合规范要求，并检查其连续性和敷设工艺；
- (3) 要对仪表进行测试，以确保其按照设计的设定值正常运行；
- (4) 压力释放安全阀应进行测试；
- (5) 控制系统和安全保护试验应在合适的运行模式下进行测试，包括各种停机安保试验等；
- (6) 气体燃烧装置应在合适的运行模式下进行检查，包括燃烧风机运行试验及故障切换、稀释风机运行试验等；
- (7) 核实船上备有操作手册。

12.4 气体试航时的检验

12.4.1 在气体试航期间，气体燃烧装置应被确认其令人满意的运行，包括氮气吹扫试验、燃气泄漏检查、自由流动试验、火焰失效、全负荷试验、燃气切断试验、各种操作模式验证等。试验应按照 CCS 批准的试验程序在气体试航期间进行，试航结束后应对燃烧室进行目视检查。燃气燃烧装置应在船舶在海上航行且推进系统额定功率推进时运行，以证明该装置足以处理正常蒸发率下的挥发气。

表 12.4.1 仪表和报警

项目	显示	报警	自动停机	A 本附录 1.1.2(1)	B 本附录 1.1.2(2)	C 本附录 1.1.3	
全封闭气体阀箱	气体探测	30%LEL	停机： 60%LEL	X	X	X	
	BOG 流量	X	低	停机：X (低低)	X	X	---
	BOG 温度	X	低	X	X	X	
	通风风机	运行	停机	停机：X (故障)	X	X	X
遥控阀控制气源	压力	X	低	X	X	X	
惰性气体	压力	X	高高/低低	停机：X	X	X	

				(高高/低低)			
惰性气体	温度	X	高高/低低	停机: X (高高/低低)	X	X	X
气体阀调节	低负荷压缩机压力	X	高	停机: X (高高)	X	X	X
	烟气排放温度	X	高/低	停机: X (高高)	X	X	---
氧化单元和燃烧器壳体	强制风机	运行	停机/待机 自动启动		X	X	X
	稀释风机	运行	停机/待机 自动启动		X	X	X
	火焰检测器		X	故障	X	X	X
	燃烧器火焰		X	故障	X	X	X
	炉膛温度	X	高		X	X	---
	炉膛内空气压力	X	高高/低低	停机 (高高/低低)	X	X	X
	火灾或烟道高温	X	高	停机: X (高高)	X	X	X
	气体燃料压力		低	停机: X (低低)	X	X	---
	气体燃料温度		高/低	停机: X (高高/低低)	X	X	X
燃烧器管理与控制系统	控制电源供应		故障		X	X	X
	应急停机		X		X	X	X
电源故障	显示	X	X	停机	X	X	X
紧急停止按钮	显示	X	X	停机	X	X	X
GCU 区域火灾	显示	X	X	停机	X	X	X
GCU 区域可燃气体探测	30%LEL	X	X	故障	X	X	X

第3篇 国际散装运输液化气体船舶构造与设备规则

第1章 总则

1.1 适用范围和实施

CCS1.1.6 对于液氢专用运输船，IMO已制订并发布“经修订的散装运输液化氢的临时建议案（MSC.420-(97)-MSC.565(108)）”，以便于制定试点船的三方协议。该临时建议案如应用于试点船以外的船舶，可由三方协议予以评审确认。

第4章 货物围护

4.9 相关结构和设备

4.9.1 货物围护系统应设计成能承受相关结构和设备施加的载荷。相关结构和设备包括泵塔、货物气室、货泵和管系、清舱泵和管系、氮气管系、通道舱口、梯子、管系贯穿件、[液位计液位表](#)、独立液位报警表、喷嘴和仪表系统（例如压力、温度和应力表）。

第5章 处理用压力容器及液体、蒸气和压力管系

5.13 试验要求

CCS5.13.1.b 液货泵的试验液货泵和气体/再液化/再制冷压缩机

(1) 压缩机和泵应适合其预定用途，所有设备和机械的设计均应充分考虑到UR E10和UR M46，以确保适用于海洋环境。生产商应提交文件，说明设备的设计符合上述标准。考虑的项目包括但不限于：

- ① 环境
- ② 船舶振动和加速度；
- ③ 俯仰、倾斜和滚动等运动的影响；以及
- ④ 产品的物理和化学特性。

(2) 液货泵的试验

(1) 型式试验

- ① 每种型式和尺寸的液货泵，应经设计评估和型式试验进行认可。型式试验应有CCS验船师在场见证。如根据生产商提交资料，现有液货泵的设计已经过船级社认可，且该型泵具有良好的营运使用记录，则CCS可考虑作为型式试验的替代。对于泵的设计评估，可考虑使用ISO 13709:2009 和ISO 24490:2016，以及CCS接受的其他适用公认标准。
- ② 根据本篇6.2.2，除与介质直接接触的边界部件以及设计温度低于-55℃的部件外，泵材料试验无需CCS验船师在场见证。

注：如以下泵部件可视为边界部件。

对于离心泵：叶轮、诱导器、导叶、机壳、轴和联轴器。

往复式泵：缸盖、阀盖、缸套、活塞和活塞杆、曲轴、曲轴箱。

②③ 型式试验

- (a) 型式试验应包括泵体1.5倍设计压力的液压试验和泵排量试验。电动机驱动的浸没式液货泵，泵排量试验应使用设计介质，或使用低于最低工作温度的介质进行试验。轴驱动的深井泵，泵排量试验的介质可用水。另外，轴驱动的深井泵，应在最低设计温度下进行旋转试验，以验证轴承间隙、耐磨环和密封装置令人满意。旋转试验不需要采用全部长度传动轴进行试验，但应选择足够长度的传动轴，其至少应包括一个轴承和密封装置。试验完毕后，泵应打开进行检查。

(b) 机械和设备的振动标准应由泵生产商提供，应与适用于设计的国际公认标准^①进行比较，并得到船级社的认可。

(2) ④ 产品试验

④ (a) 所有液货泵应在产品制造厂由CCS验船师见证进行试验。试验应包括泵体1.5倍设计压力的液压试验和泵排量试验。电动机驱动的浸没式液货泵，泵排量试验应使用设计介质或使用低于最低工作温度的介质进行试验。轴驱动的深井泵，泵排量试验可使用水作为试验介质。

④ (b) 如果生产商要求替代上述试验，泵的发证可按如下要求：

- i. 泵已按CCS 5.13.1b (12) ②和③的要求进行型式认可试验。和
- ii. 生产商有经认可的质量体系，该体系得到CCS的评估和发证并定期审核。和
- iii. 质量控制计划包括每个泵泵体1.5倍设计压力的液压试验和泵排量试验的内容。生产商应保持试验记录。

(3) 气体/再液化/再制冷压缩机的试验

① 每种型式和尺寸的压缩机，应经设计评估和型式试验进行认可。型式试验应有CCS验船师在场见证。对于气体压缩机的设计评估，可考虑使用API 617:2014（附勘误表1:2016）、618:2016或619:2010，以及CCS可接受的其他适用的公认标准。

② 根据本篇6.2.2，除与介质直接接触的边界部件以及设计温度低于-55℃的部件外，压缩机材料试验无需CCS验船师在场见证。

注：如以下压缩机部件可视为边界部件：

离心式压缩机：叶轮、诱导器、导叶、机壳、轴和联轴器。

往复式压缩机：气缸盖、气阀盖、气缸套、活塞和活塞杆、曲轴、曲轴箱。

③ 型式试验

(a) 型式试验应符合设计评估所适用的标准，并应包括压缩机压力边界部件的液压试验、机械运转试验和性能试验。液压试验应在1.5倍设计压力（试验流体为可压缩流体时为1.25倍设计压力）的压力下进行，时间至少为30分钟。机械运行试验和性能试验应包括记录所用气体、温度、压力，报警、停机和泄压装置的测试，以及振动测量，以确保不超过生产商提出的限制，并确保与设备性能有关的其他

① 以下标准可作为指导：

ISO 7919-3:2009/AMD1:2017，机械振动 - 通过测量旋转轴评估机器振动 - 第3部分：耦合工业机器。

ISO 10816-3:2009/AMD1:2017，通过测量非旋转部件评估机器振动--第3部分：原位测量时，额定功率高于15 kW、额定转速在120 r/min至15000 r/min之间的工业机器。

ISO 10816-7:2009，机械振动 - 通过测量非旋转部件评估机器振动 - 第7部分：工业应用的旋转动力泵，包括对旋转轴的测量。

ISO 10816-8:2014，机械振动 - 通过测量非旋转部件评估机器振动 - 第8部分：往复式压缩机系统。

ISO 20816-1:2016，机械振动--机器振动的测量和评估--第1部分：一般准则。

ISO 20816-8:2018，机械振动--机器振动的测量和评估--第8部分：往复式压缩机系统。

特征符合规格。在性能测试期间，应记录耗电量和气体负荷。

(b) 机械设备的振动标准应由生产商提供，并与适用于设计的公认标准^①保持一致。

在没有振动标准数据的情况下，应提交正常运行条件下均方根（RMS）振动速度总值标准作为参考的说明。

(c) CCS可接受经疲劳计算证明的其他限制。

④ 产品试验

(a) 每台压缩机应在产品制造厂由CCS验船师见证进行试验。试验包括压缩机压力边界部件的液压测试。液压试验应在1.5倍设计压力（试验流体为可压缩流体时为1.25倍设计压力）的压力下进行，时间至少为30分钟。

(b) 如果生产商要求替代上述试验，压缩机的发证可按如下要求：

- i. 压缩机已按CCS 5.13.1b (3) ②和③的要求进行认可试验。且
- ii. 生产商有经认可的质量体系，该体系得到CCS的评估和发证并定期审核。和
- iii. 质量控制计划包括每台压缩机机体1.5倍设计压力（试验流体为可压缩流体时为1.25倍设计压力）且至少30分钟的液压试验，以及机械运转和性能试验的内容。生产商应保存试验记录。

⑤ 与船舶系统相连的整套压缩机组件应用空气或其他适当介质进行泄漏试验，试验压力取决于所使用的泄漏检测方法。试验应有CCS验船师在场见证，如未发现接头泄漏，则认为试验合格。

① 以下标准可作为指导：

ISO 7919-3:2009/AMD1:2017，机械振动 - 通过测量旋转轴评估机器振动 - 第3部分：耦合工业机器。

ISO 10816-3:2009/AMD1:2017，通过测量非旋转部件评估机器振动--第3部分：原位测量时，额定功率高于15 kW、额定转速在120 r/min至15000 r/min之间的工业机器。

ISO 10816-7:2009，机械振动 - 通过测量非旋转部件评估机器振动 - 第7部分：工业应用的旋转动力泵，包括对旋转轴的测量。

ISO 10816-8:2014，机械振动 - 通过测量非旋转部件评估机器振动 - 第8部分：往复式压缩机系统。

ISO 20816-1:2016，机械振动--机器振动的测量和评估--第1部分：一般准则。

ISO 20816-8:2018，机械振动--机器振动的测量和评估--第8部分：往复式压缩机系统。

第 11 章 防火与灭火

11.1 防火安全要求

CCS11.1.3 液化气体加注船额外配备额外的货物驳运设备（包括驳运装载臂、加注臂、驳运软管、异径接头、短管和驳运软管卷盘等）应沿着船周围不同位置安装，且在使用时应适当满足本章第 11.3.1.4、11.3.1.5、11.4.1、11.4.3 和 18.10.3.2 条关于货物区域火灾探测和防火的要求（如易熔元件、ESD 功能、喷水系统保护、化学干粉灭火系统和承滴盘等），包括船体低温保护。

11.3 喷水系统

11.3.1 在载运易燃和/或有毒货品的船上，应安装用于冷却、防火以及船员防护的喷水系统，其范围应包括：

- 1 暴露的液货舱气室、液货舱的任何暴露部分和含有货物的相邻设备着火时暴露于热的液货舱盖的任何部分（例如暴露的增压泵/加热器/再气化或再液化装置，以下称为露天甲板上的气体处理装置）；
- 2 在甲板上暴露的用于易燃或有毒货品的储存容器；
- 3 甲板上的气体处理装置；
- 4 货物液体和蒸气的装卸连接，包括法兰及其控制阀所在的区域，其范围至少等于所设滴盘的区域；
- 5 货物液体和蒸气管中所有暴露的应急关闭（ESD）阀，包括向用气装置供气的总阀；
- 6 面向货物区域的暴露限界面，例如经常有人的上层建筑和甲板室的舱壁、货物机器处所、装有高度失火危险物品的储藏室和货物控制室。这些区域暴露的水平限界面不要求保护，除非在其上面或下面布置可拆卸的货物管路连接。对不存放高度失火危险物品或设备的无人首楼结构的限界面，不要求喷水保护；

CCS11.3.1 喷水系统也应覆盖安装有内燃机和/或燃料处理装置的舱室、闪点不大于 60℃ 易燃液体储藏室和油漆间面向货物区域的边界。

- 7 面向货物区域的暴露救生艇、救生筏和集合站，不论至货物区域的距离；和

CCS11.3.1.7.a 暴露的登乘站应考虑用喷水系统予以保护。~~除非救生筏存放在两舷附近，并随时可抛投，救生筏存放位置到船舷之间的暴露的转移路线也应考虑用喷水系统予以保护。如救生筏未存放在两舷附近并随时可降落，其存放位置到船舷之间暴露的转移路线也可考虑用喷水系统予以保护。~~

11.3.5 ~~经 CCS 认可~~，通常被用作其他用途的水泵也可向喷水系统总管供水。

11.4 化学干粉灭火系统

11.4.3 化学干粉灭火系统应设计成具有不少于2个独立装置。11.4.2要求的任何被保护部分应能从不少于2个独立装置及其控制装置、加压介质的固定管路、干粉炮或手持软管达到。对于其液货舱容量小于1000 m³的船舶，~~经CCS同意，~~可设一套上述装置。干粉炮应布置成能保护任何装卸连接区域，且能对其进行就地和遥控启动和喷洒。如果干粉炮能从一个位置将所需的干粉喷洒到整个所需覆盖的区域，则不要求干粉炮具有遥控瞄准的能力。面向起居处所并随时可进入的货物区域末端左舷和右舷处应设有1个软管。



第 13 章 仪表和自动化系统

13.6 气体探测

13.6.2 下列处所/空间内应设有固定安装的气体探测和报警系统，报警指的是以及视觉和听觉报警：

- .1 包含气体管道、气体设备或用气设备的所有围蔽货物和货物机器处所（包括转塔舱）；
- .2 可能积聚货物蒸气的其他围蔽或半围蔽处所，包括除C型独立液货舱之外的独立液货舱的屏壁间处所和货舱处所；
- .3 空气闸；
- .4 16.7.3.3中所述的气体燃料内燃机中的处所；
- .5 第16章要求的通风罩和气体管道；
- .6 7.8.4要求的冷却介质/加热介质环路；
- .7 惰性气体发生器供应联箱；和
- .8 用于货物装卸机械的电动机舱。

第16章 用货物作燃料

16.1 通则

16.1.1 除16.9的规定外,甲烷(LNG蒸气或蒸发气体)是可用于A类机器处所的唯一货物,且仅限用于这些处所内的锅炉、惰性气体发生器、内燃机、气体燃烧装置(GCU)和燃气轮机系统。

CCS16.1.1 采用甲烷(LNG蒸气或蒸发气体)为燃料的气体燃料发动机动力系统,还应满足CCS《钢质海船入级规范》、《液化气体运输船气体燃料发动机系统设计与安装指南》的有关要求。

CCS16.1.2 ESD保护机器处所设计的应用应经主管机关同意。

CCS16.1.3 按本章16.9的规定,采用液化石油气(LPG)货物为燃料时,还应考虑IMO《使用LPG货物为燃料临时导则》的规定(MSC.1/Circ.1679通函)。

第 19 章 最低要求一览表

a 货品名称	b	c 船型	d 要求的 C 型独立液 货舱	e 液货舱内 蒸气空间 的控制	f 气体 探测	g 测 量	h	i 特殊要求	CCSj 液体相对密度 在大气压力沸 点下(水=1)	CCSk 气体相对 密度(空 气=1)	CCSl 沸点 (°C)	CCSm 临界温 度 (°C)	CCSn' 温度 组别	CCSn'' 防爆 类别
环氧乙烷 Ethylene oxide		1G	Yes	Inert	F+T	C		14.4, 17.2.2, 17.3.2, 17.4.1, 17.5, 17.6.1, 17.14	0.896	1.52	10.73	195.7	T2	II B
环氧乙烷/环氧丙烷混合物, 但 环氧乙烷含量按重量计不超过 30%* Ethylene-oxide- oxide-propylene oxide mixtures with ethylene oxide content of not more than 30% by weight*		2G/2PG	-	Inert	F+T	C		14.4.3, 17.3.1, 17.4.1, 17.6.1, 17.9, 17.10, 17.18					T2	II B