



中国船级社

液化天然气燃料加注船舶规范

2015

2015年12月1日生效

北京

目 录

第1章 通则	1
第1节 一般规定	1
第2节 定义	1
第3节 入级符号与附加标志	2
第4节 船舶检验	2
第5节 产品检验	5
第6节 图纸资料	5
第2章 船舶布置	9
第1节 一般规定	9
第2节 处所位置和分隔	9
第3节 通道的布置	9
第4节 连接设备的布置	9
第5节 锚泊、系泊设备及护舷设施的布置	10
第6节 耐碰撞设计	11
第3章 货物围护系统	12
第1节 一般规定	12
第2节 设计载荷	12
第4章 加注系统	14
第1节 一般规定	14
第2节 加注管系	14
第3节 补给管系	15
第4节 加注设备	15
第5章 动力系统	21
第1节 一般规定	21
第6章 监控、报警及安全系统	22
第1节 一般规定	22
第2节 加注系统及供气系统的补充功能要求	22
第3节 紧急切断系统	23
第7章 电气设备	25
第1节 电气设备	25
第2节 危险区域划分	27
第3节 电力推进补充要求	27
第8章 消防	29
第1节 一般规定	29
第2节 防火和灭火	29

第1章 通则

第1节 一般规定

1.1.1 一般要求

1.1.1.1 《液化天然气燃料加注船舶规范》（以下简称本规范）适用于设有液化天然气（LNG）围护系统和加注系统，为他船加注 LNG 燃料的船舶。

1.1.1.2 液化天然气燃料加注船舶，除本规范明确要求外，海上航行 LNG 燃料加注船舶尚应满足本社《散装运输液化气体船舶构造与设备规范》的有关要求；内河航行 LNG 燃料加注船舶尚应满足《内河散装运输液化气体船舶构造与设备规范》的有关要求。

1.1.1.3 同时具备为他船加注闪点大于 60℃（闭杯试验）船用燃油和 LNG 燃料加注船舶，其货油区域应满足本社规范中关于油船的相关要求。

1.1.1.4 船舶设计时应根据加注作业的水域环境条件，明确 LNG 燃料加注船的作业限制条件，并在安全操作手册中说明。

1.1.2 材料

1.1.2.1 LNG 液货舱、加注设备、管路及附件等与 LNG 或低温 LNG 蒸发气体接触的任何部件应采用与其温度和压力相适应的材料。该材料除满足本规范要求外，尚应满足本社《材料与焊接规范》及《散装运输液化气体船舶构造与设备规范》或《内河散装运输液化气体船舶构造与设备规范》的有关要求。

1.1.3 风险评估

1.1.3.1 对于不同于本规范要求的设计和/或布置，应进行风险评估，评估报告应经本社认可。

第2节 定义

1.2.1 除本章明确规定者外，本社《散装运输液化气体船舶构造与设备规范》和《内河散装运输液化气体船舶构造与设备规范》的相关定义适用本规范。

1.2.1.1 加注船：系指设有 LNG 围护系统和加注系统，用于船用 LNG 燃料加注的自航船舶。

1.2.1.2 受注船：系指接受加注船所提供燃料加注服务的船舶。

1.2.1.3 加注系统：系指由驳运设备、增压装置（如设有）、连接设备及相关管系等组成的用于 LNG 燃料加注的一套系统。

1.2.1.4 连接设备：系指连接加注船与受注船用于 LNG 燃料加注的设备，通常分为柔性连接设备和加注臂。

1.2.1.5 柔性连接设备：系指通常由软管、软管操作设备（吊臂/托架）、加注接头及拉断阀等部件组成的连接设备。

1.2.1.6 加注臂：系指通常由立柱、臂、旋转接头、紧急脱离装置、加注接头及刚性管路等部件组成的连接设备。

1.2.1.7 营业室：系指办理燃料加注手续的舱室。

1.2.1.8 ESD（Emergency shutdown）：系指紧急切断。

第3节 入级符号与附加标志

1.3.1 一般要求

1.3.1.1 申请入本社船级的加注船，应符合本规范的规定，并满足本社《钢质海船入级规范》第1篇或《国内航行海船入级规则》或《内河船舶入级规则》的相关要求。

1.3.2 入级符号

1.3.2.1 凡船舶的船体（包括设备）与轮机（包括电气设备）经批准入级，将根据本社《钢质海船入级规范》第1篇或《国内航行海船入级规则》或《内河船舶入级规则》的相应规定授予相应的入级符号。

1.3.3 附加标志

1.3.3.1 凡符合本规范要求并申请入级的加注船，可在本社规定的散装运输液化气体船舶附加标志后授予如表 1.3.3.1 所示附加标志：

表 1.3.3.1

附加标志	说明		应满足技术要求
LNG Bunkering Ship	液化天然气燃料加注船	具有加注液化天然气燃料功能的船舶	《液化天然气燃料加注船舶规范》

第4节 船舶检验

1.4.1 一般要求

1.4.1.1 加注船的检验包括建造中检验和建造后检验；建造后检验包括年度检验、中间检验、特别检验等。

1.4.1.2 对于加注船的检验程序、检验方式、检验种类、检验间隔期、检验条件、检验前准备、检验和试验要求以及船舶图纸、资料、证书、记录和报告等的保存，本章未规定者，对于海船，应按本社《散装运输液化气体船舶构造与设备规范》中关于液化气体运输船的有关规定执行；对于内河船舶，应按本社《内河散装运输液化气体船舶构造与设备规范》中关于液化气体运输船的有关规定执行。

1.4.2 建造中检验

1.4.2.1 加注船的建造中检验除按本社有关规范对液化气体运输船的建造检验的要求进行检验外，尚应增加下列项目：

- (1) 核查LNG加注系统及设备的布置；
- (2) LNG液货舱（包含鞍座）的安装和试验（如适用）；
- (3) LNG液货舱的真空度检查（如适用）；
- (4) LNG液货舱安全附件（安全装置、报警装置、压力释放阀等）的检查；
- (5) 危险区域通风系统的安装和试验；
- (6) 加注系统的安装和试验，包括LNG泵、连接设备、阀件和管路等；
- (7) 补给系统的安装和试验，包括LNG泵（如适用）、阀件和管路等；
- (8) ESD装置的安装和试验；

- (9) 气体探头的安装位置、数量，并进行气体探测报警系统的试验；
- (10) 防爆设备或防点燃设备的确认和安全检查；
- (11) 防火、灭火装置的安装与试验；
- (12) 防雷、防静电、防杂散电流设施的检查；
- (13) 确认可燃气体探测系统及手持式气体探测装置配备。

1.4.2.2 确认船上已配备下列所需文件：

- (1) 安全操作手册；
- (2) 加注作业有关的图纸和资料；
- (3) 深冷防护和紧急排放的说明书；
- (4) 人员培训记录簿；
- (5) 加注船应急响应计划。

1.4.3 建造后检验

1.4.3.1 一般要求

(1) 年度检验通常宜在加注作业期间进行。因此，LNG 液货舱或惰化货舱不需要进行除气，除非规范有专门要求。

(2) 中间检验通常不应在装卸货或加注作业期间进行，检验应在除气状态下进行。

(3) 特别检验通常应在坞内和除气状态下进行。

1.4.3.2 年度检验

(1) 检查自上次检验以来气体装置运行记录，以确认系统过去时间的性能并且评估操作过程中是否已显示出不正常状态。需考虑液货舱气体蒸发率以及惰性气体消耗；

(2) 检查液货泵舱，液货压缩机室及货物控制室；

(3) 真空绝热C型独立液货舱（如适用）

① 检查罐体的颜色、色带、字样、字色和标志图形是否满足要求。检查罐体铭牌是否清晰、牢固可靠，内容是否齐全。

② 检查液货舱液位指示仪是否处于工作状态以及高液位报警和高液位自动关闭系统是否处于满意状态；

③ 检查液货舱压力释放阀的最大开启压力调定值；

④ 检查液货舱压力、温度指示装置和所附连的报警装置是否处于满意状态；

⑤ 检查液货舱罐壳、外部管路以及阀门是否有剥蚀、腐蚀，或刮伤、凹陷、变形、焊缝缺陷、外壳结霜、冒汗等现象的检查；

⑥ 目视检查液货舱罐外壳和高应力部分（包括焊接接缝）的完整性；

⑦ 确认液货舱安全操作程序（包括液货舱主阀的安全控制、液位容积对照表、压力释放阀紧急隔离、加注预冷要求等）保存在船上；

⑧ 液货舱真空度检测；

⑨ 液货舱防爆装置外观检查；

⑩ 液货舱与基座连接螺栓检查。

(4) 检查手动应急关闭系统以及 LNG 泵的自动关闭是否处于满意状态；

(5) 固定式甲板泡沫灭火系统是否处于满意状态（如适用）；

(6) 检查 LNG 泵运行及其泵池外观情况（如适用）；

(7) 加注臂（如适用）

① 检查加注臂的整体情况；

② 对加注臂上管路进行外观检查；

③ 核查加注臂管路的密性；

④ 紧急脱离系统的效用试验；
⑤ 检查回转轴承的润滑、旋转接头的主密封、绝缘法兰的电阻以及主驱动钢丝绳拉长的情况。

(8) 柔性连接设备（如适用）

① 检查加注软管的完整性；
② 确认加注软管无损坏、无缺陷；
③ 进行压力试验，试验压力应加到LNG泵的最大工作压力或压力释放阀设定的压力；

④ 检查加注软管法兰接头的完好、绝缘电阻的测定应处于满意状态；

⑤ 检查拉断阀的完好性；

⑥ 检查软管端部接头的完好性；

⑦ 检查软管吊架/托架的完好性。

(9) 检查人员保护设备、安全设备及急救设备；

(10) 确认船上配有本章 1.4.2.2 中要求的安全操作手册等技术文件，并核查有关文件记录；

(11) LNG 系统效用试验，并在进行 LNG 加注或补给作业期间对 LNG 管路和相关设备，如加注管路、LNG 泵、LNG 热交换器和加注臂或加注软管进行目视检查。

1.4.3.3 中间检验

(1) 本规范 1.4.3.2 规定的检验项目；

(2) 尽实际可行检查 LNG 液货舱和处理管系，液氮(若有)、压载、扫舱和透气管系。若管系检查有疑问，则需要压力试验或厚度测量或两者都进行；

(3) 检查透气管路的排水装置；

(4) 确认液货管路及独立液货舱电气接地；

(5) 检查安装在液货加注和补给管路、液货舱的压力测量系统和相关报警；

(6) 检查液货舱液位报警装置的电路（如适用时）的有效性；

(7) 确认测量氧气含量的仪器和便携式气体探测设备的有效性及其适用性；

(8) 应对LNG加注控制系统进行试验，以验证该系统具有停止LNG泵的功能；

(9) 加注臂主驱动钢丝绳检查，如有损伤，应换新。

1.4.3.4 特别检验

(1) 本规范 1.4.3.3 规定的检验项目；

(2) 真空绝热 C 型独立液货舱（如适用）

① 液货舱连同其气、液相接管进行气密性试验。进行气密性试验前，必须经舱内气体成分检测合格，否则严禁用空气作为试验介质；

② 液货舱连同其气、液相接管进行压力试验。如果液货舱支撑处的板、塔结构、支座和管子连接件以及甲板贯通处的密封装置完好，且气体泄漏监测系统的工作情况满意，使用记录或检验情况表明无任何运行不正常情况，验船师可决定不作压力试验；

③ 对所有直接与液货舱连通的阀和旋塞应打开检查，对连接管应作内部检查（如实际可行）；

④ 对液货舱的压力释放阀应打开检查，对释放阀的调定值应作校核（如适用时）。

⑤ 应进行无损检测作为液货舱检验的补充，应特别注意液货舱外壳和高应力部分（包括验船师认为必要的焊接接缝）的完整性。下列部位应认为高应力部件：鞍座和与液货舱外壳连接根部、管的连接端。

(4) 应对液货泵、气体压缩机和气体增压器及其原动机进行检修和对安全装置进行性

能试验。作为原动机的电动机的检修可予免除¹。

(5) 对热交换器、受压容器和蒸发器应进行检修，对压力释放阀应进行性能试验。如无法对受压容器进行内部检查，应进行受压容器的压力试验和压力释放阀的性能试验。

(6) 加注臂

- ① 全面彻底检查，特别进行旋转接头拆解检查，必要时更换零部件或密封件；
- ② 全面检查加注臂的液相管和气相管，一般进行外观检查、壁厚测定、耐压试验和泄漏试验。

第5节 产品检验

1.5.1 产品检验和持证要求

1.5.1.1 除本章规定外，加注船持证及产品检验要求，尚应满足本社《钢质海船入级规范》第1篇或《国内航行海船入级规则》或《内河船舶入级规则》的有关要求。

1.5.1.2 与LNG燃料加注有关的设备、管系、阀件等产品持证要求应满足表1.5.1.2的持证要求。

表 1.5.1.2

序号	产品名称	证件类别		认可模式				审图	备注
		C/E	W	DA	TA-B	TA-A	WA	PA	
1	加注臂	X	—	O	O	O	—	X	
2	加注软管	X	—	—	X	O	—	X	
3	低温阀件	X	—	—	X	—	—	X	
4	LNG拉断阀	X	—	—	X	—	—	X	
5	快速连接器	X	—	—	X	—	—	X	
6	快速接头	X	—	—	X	—	—	X	
7	LNG热交换器	X	—	—	X	—	—	X	
8	LNG泵	X	—	—	X	O	—	X	
9	LNG泵池	X	—	—	—	—	X	X	
10	与LNG有关仪表（液位测量装置及变送器、温度测量装置、压力表及压力变送器等）	—	X	—	X	—	—	X	随W应提供型式认可证书
11	压力、温度、液位测量报警系统	X	—	—	X	O	—	X	适用于LNG液货舱

符号说明：

- 1) C——船用产品证书； E——等效证明文件； W——制造厂证明； X——适用； O——可选。
- 2) DA——设计认可； TA-B——型式认可 B； TA-A——型式认可 A； WA——工厂认可； PA——图纸审查。

第6节 图纸资料

1.6.1 送审图纸和资料

1.6.1.1 加注船除按本社《散装运输液化气体船舶构造与设备规范》或《内河散装运

¹ 如实施计划的机械维修制度，则在特别检验时对每一设备进行目视检查来替代打开检查。

液化气体船舶构造与设备规范》以及其他有关规范的要求提交图纸资料外，还应按照本节要求送审相关图纸资料。

1.6.1.2 应将下列图纸资料一式 3 份提交本社船舶审图批准：

(1) 显示下列处所位置的布置图

- ① 机器处所、起居处所、燃油舱、隔离舱、服务处所和控制站；
- ② 围护系统和货油舱；
- ③ 气体压缩机室；
- ④ 带有补给或加注接头的气体管路；
- ⑤ 连接设备的布置；
- ⑥ LNG液货舱舱口、透气管和通向LNG液货舱的其他开口的布置；
- ⑦ 气体危险处所的通风管、门和开口布置；
- ⑧ 通向起居处所、服务处所和控制站的入口、空气进口的布置；
- ⑨ 惰性气体布置；
- ⑩ 气体危险区域。

(2) 下列管系图及相关技术文件：

- ① LNG加注管系图和说明，包括安全释放阀透气管路；
- ② LNG补给管系图和说明，包括安全释放阀透气管路；
- ③ 支管、回管、弯头、伸缩接头和波纹管等类似装置的技术文件；
- ④ 气体管路系统中法兰、阀和其他装置的图纸和说明；
- ⑤ 气体管路材料、焊接、焊后热处理和无损检测试验技术文件；
- ⑥ 气体管路压力试验（强度和密性试验）技术文件；
- ⑦ 管路电气接地技术文件；
- ⑧ 在切断补给或加注接头之前从燃料管中去除燃料的措施的技术文件。

(3) 下列控制和监控系统：

- ① 气体探测系统；
- ② LNG液货舱监控系统；
- ③ 加注设备监控系统；
- ④ 气体压缩机控制和监控系统。

(4) 对具有加注燃油功能的加注船，还应将下列图纸一式 3 份提交批准：

- ① 货油管系图；
- ② 货泵舱和隔离空舱舱底水管系图；
- ③ 透气系统布置图（包括驱气除气系统）；
- ④ 闭式测量系统图（如采用时）；
- ⑤ 锅炉管系图（如采用时）；
- ⑥ 加热管系图（如采用时）；
- ⑦ 货泵舱布置图。

(5) LNG 泵自动停止装置的技术文件；

(6) 下列结构图纸资料

- ① 加注臂/软管吊臂基座结构图（如适用）；
- ② LNG 液货舱基座及其支撑结构强度计算书（如适用）

(7) 真空绝热 C 型独立液货舱

- ① 液货舱详图，包括内部结构、隔热、管路、阀件和接头等；
- ② 液货舱及连接管路的材料说明书；
- ③ 液货舱设计载荷和结构分析的技术文件；

④ 液货舱的完整应力分析资料；
⑤ 液货舱压力释放阀的排量计算书；
⑥ 液货舱焊缝的无损检测、强度和罐体密性试验的资料；
⑦ 液货舱焊接工艺说明书；
⑧ 液货舱保温寿命和储罐附带测试装置（压力、液位和温度等）及仪表寿命的证明材料。

(8) LNG 泵

- ① LNG的总装图；
- ② 主要零部件图；
- ③ 主要技术参数；
- ④ 零部件规格及材料明细表；
- ⑤ LNG泵管路系统和附属设备布置图（包括传感器设置、安全阀（如设有）等）。

(9) 柔性连接设备

- ① 加注软管及其支撑结构布置图；
- ② 加注软管材料说明书；
- ③ 加注软管使用说明书；
- ④ 主动或被动脱开装置（包括拉断阀）的设置细节等。

(10) 拉断阀

- ① 产品标准（或产品技术条件）；
- ② 总装图；
- ③ 主要零部件图；
- ④ 主要技术参数；
- ⑤ 零部件规格及材料明细表；
- ⑥ 强度及性能计算书；
- ⑦ 使用说明书；
- ⑧ 产品试验大纲。

(11) 快速接头

- ① 产品标准（或产品技术条件）；
- ② 总装图；
- ③ 主要零部件图；
- ④ 主要技术参数；
- ⑤ 零部件规格及材料明细表；
- ⑥ 强度及性能计算书；
- ⑦ 使用说明书；
- ⑧ 产品试验大纲。

(12) 加注臂及其设计细节的相关资料

- ① 总图和包络线图；
- ② 结构详图，包括旋转接头及回转支撑、紧急脱离装置、杂散电流防护、电气连续性、接地、阀门、法兰和接管等细节；
- ③ 主要零部件图；
- ④ 焊接工艺规格书；
- ⑤ 零部件规格及材料明细表；
- ⑥ 焊缝的无损检测、强度、低温试验、密性试验、功能试验大纲等资料；
- ⑦ 加注臂设计载荷和结构分析技术文件；

- ⑧ 液压控制系统图（如设有时）；
- ⑨ 紧急脱离装置系统图。
- ⑩ 使用说明书；
- (13) 快速连接器
 - ① 快速连接器结构详图；
 - ② 快速连接器设计载荷和结构分析技术文件；
 - ③ 产品试验大纲。

1.6.2 备查图纸和资料

1.6.2.1 下列图纸资料一式 3 份提交本社备查：

- (1) 低温管系的隔热布置说明；
- (2) 相关风险分析报告（如适用）；
- (3) 安全操作手册。

注：实际图纸的名称可以与上述图纸不同，但应反映其内容要求。

1.6.3 其他送审图纸和资料

1.6.3.1 本社认为必要的其他图纸和资料。

1.6.4 加注船上应保存的资料

1.6.4.1 货物控制室应配有安全操作手册，且应根据设备和程序的变更及时更新。

1.6.4.2 安全操作手册应至少列出：

- (1) 补给、加注等操作程序及相关加注作业限制条件，包括加注操作检查表；
- (2) LNG 各个设备检查和维护程序；
- (3) 对设备检查的方式和频率；对设备维修的操作过程。

1.6.4.3 加注作业有关的图纸和资料，主要包括：

(1) 设备及管路的作业流程图和工序及仪表系统图，应涵盖加注设备、LNG 液货舱的所有的管路及设备；

(2) 加注系统图，涵盖加注设备布置的详细图纸、加注设备图纸、管路设计图纸（包括安装和绝热）、通风管、阀门及装置、压力释放装置、膨胀节、通风、吹扫布置、蒸发气管理等；

(3) 危险区域的划分图、危险区域的入口和通风布置；

(4) 加注区域内电气设备和机械设备的布置清单；

(5) 设备说明书应包括图纸和流程图，包含的安全要素有：使用、维护、检查、正确操作的校正以及维修；

(6) 安全系统说明书、主动和被动防火系统说明书及紧急切断布置说明书，应涵盖控制、监控和报警的列表。

1.6.4.4 深冷防护和紧急排放的说明书。

1.6.4.5 人员培训记录。

1.6.4.6 应急响应计划，应包含加注作业风险评估结论，并应包括必要的人员培训要求。

第2章 船舶布置

第1节 一般规定

2.1.1 一般要求

2.1.1.1 除本章规定外，船舶的布置尚应满足本社《散装运输液化气体船舶构造与设备规范》第2章和第3章或《内河散装运输液化气体船舶构造与设备规范》第2章和第3章中有关船舶布置的要求。

2.1.1.2 加注船两舷应勘划“LNG加注船”标记，该标记应醒目可见，且能在夜间识别。

第2节 处所位置和分隔

2.2.1 货物区域的分隔

2.2.1.1 对于同时具备加注 LNG 燃料和船用燃油的加注船，LNG 货舱处所与油舱之间应采用间距不小于 900mm 的隔离舱或货泵舱予以分隔；对于真空绝热 C 型 LNG 货舱处所可用形成 A-60 级分隔的全焊接结构的单层气密舱壁予以分隔。

2.2.2 油舱

2.2.2.1 设有货油管系及其操作设备的甲板区域，应设置高度不小于 100mm 的防止溢油蔓延的固定挡板。挡板上应设置适当数量的排水孔及堵孔塞。

2.2.3 营业室

2.2.3.1 就本规范而言，应将营业室视作服务处所，其布置应满足关于服务处所的有关要求。

第3节 通道的布置

2.3.1 与受注船之间的通道

2.3.1.1 加注船与受注船之间如设有供人员紧急情况下离船的通道，该通道应尽可能远离加注作业区域。

2.3.2 干舷甲板安全通道

2.3.2.1 在加注作业区域附近，沿干舷甲板的两舷应设置宽度不小于 850mm 的安全通道，通道上不应布置妨碍人员通行的设备、管路等障碍物，但为作业需要临时布置的设备和管路除外。

第4节 连接设备的布置

2.4.1 一般要求

2.4.1.1 连接设备应根据其工作及复位状态尺寸、船舶尺度、船舶布置以及服务对象等情况进行合理布置。

2.4.1.2 连接设备在满足加注作业需要的同时，应距离舷侧有足够的距离，以避免船舶靠泊或加注作业过程中连接设备受损。

2.4.2 柔性连接设备

2.4.2.1 船舶连接设备为柔性连接设备时，加注软管应设有不作业时的安全固定装置，能承受设计工况下恶劣气候变化。

2.4.3 加注臂

2.4.3.1 船舶连接设备为加注臂时，如加注臂成组布置，在单台加注臂工作时，应能保证相邻加注臂不相互干涉；加注臂在复位状态时，相邻加注臂最外缘突出物之间的净距离应至少为 0.6m。

2.4.3.2 在作业状态时，加注臂与船上的其他设备、管路等的净距离至少为 0.3m。

2.4.4 连接设备底座加强

2.4.4.1 软管吊架/托架或加注臂与船体应牢固连接。船体上应设置与软管吊架/托架或加注臂立柱连接的底座，底座结构及其与船体结构连接部位处的强度应按照《船舶与海上设施起重设备规范》3.10 节的要求进行分析。

第5节 锚泊、系泊设备及护舷设施的布置

2.5.1 锚泊

2.5.1.1 加注船的锚泊设备的配备除应考虑自身锚泊需要外，尚应考虑拟加注作业水域的水流、风力大小以及拟受注船的基本情况。

2.5.2 系泊

2.5.2.1 供受注船使用的系泊设备的设计和布置应能适合各类船型的安全操作。

2.5.2.2 受注船的系泊缆绳应采用合成纤维或其他防静电材料制成的缆绳。

2.5.2.3 加注船系泊配备应有紧急脱开措施。

2.5.3 护舷

2.5.3.1 船舶周围至少应设置两道钢质护舷材，护舷材可采用加厚板或半圆形的护舷材，亦可采用其他等效设施。

2.5.3.2 半圆形护舷材板的厚度可取船中 0.4L 处舷侧外板的厚度。内部应设有肘板和水平加强筋，其厚度应与护舷材相同。

2.5.3.3 护舷设施应与靠泊的船舶绝缘，护舷材外表面应间断设置橡胶垫片或采用其他等效措施防止因船舶摩擦而产生火花。

2.5.3.4 两道护舷材之间应设竖向护舷材，其间距应不大于 2.5m。

2.5.3.5 竖向护舷材应尽可能位于强肋骨或横舱壁的另一肋位上。竖向护舷材的尺寸应与护舷材相同。

2.5.3.6 船舶四周应布置有足够数量和强度的碰垫，且碰垫应与受注船相适应。碰垫应能使加注船与受注船绝缘。

第6节 耐碰撞设计

2.6.1 一般要求

2.6.1.1 应通过如下两种方式对内河加注船 LNG 液货舱进行耐碰撞设计：

(1) 船舶舷侧板厚度不小于本社《钢质内河船舶建造规范》中所规定厚度的 1.15 倍，加强范围为纵向液货区，垂向自舳列板至舷侧顶列板；对于采用高强度船体结构钢的船舶应将高强度钢换算成一般强度船体结构钢，然后在此基础上加厚，且 LNG 液货舱距离舷壳外板的最小距离应不小于 1.0m；或

(2) 甲板边板的厚度以及内外舷侧板的厚度分别不小于本社《钢质内河船舶建造规范》中所规定厚度的 1.25 倍和 1.35 倍，且 LNG 液货舱距离舷壳外板的最小距离应不小于 0.8m。

第3章 货物围护系统

第1节 一般规定

3.1.1 一般要求

3.1.1.1 除本章明确规定外，加注船的货物围护系统应符合本社《散装运输液化气体船舶构造与设备规范》第4章的有关规定。

3.1.2 围护系统的设计

3.1.2.1 货物围护系统的设计寿命应不小于船舶的设计寿命。设计寿命应综合考虑围护系统绝热寿命、附带测试装置和仪表寿命等，如附带测试装置和仪表寿命与围护系统设计寿命不协调，应保证其可更换。

3.1.2.2 围护系统应对塑性变形、屈曲和疲劳失效模式进行评估。

3.1.2.3 围护系统应考虑三类主要设计条件：

(1) 极限设计条件。设计应考虑本社《散装运输液化气体船舶构造与设备规范》4.3.4.1中所述载荷的适当组合。

(2) 疲劳设计条件。货物围护系统结构及其结构件不应在累积循环载荷下失效。

(3) 意外设计条件。货物围护系统应满足下列衡准：

——对于碰撞，货物围护系统的布置位置应符合本社《散装运输液化气体船舶构造与设备规范》第2章或本社《内河散装运输液化气体船舶构造与设备规范》第2章的规定，在承受碰撞载荷时其支持构件或支持构件处的液货舱结构无变形，从而不可能危及液货舱结构。

——对于火灾，货物围护系统应在无破裂的情况下，在预期的失火情景时能够承受压力释放阀的最大允许调定值(MARVS)的20%的内部压力升高。

——在液货舱上形成浮力的浸水舱—止浮装置应满足预定用途，且应无危及船体的塑性变形。

3.1.2.4 除本规范明确规定外，真空绝热C型独立液货舱的设计、制造与安装应符合本社《天然气燃料动力船舶规范》附录1的相关要求。其管阀系统、仪表等附件应符合本社《液化天然气燃料水上加注趸船入级与建造规范》的相关要求。。

3.1.2.5 对于真空绝热C型独立液货舱，当最高液面以下有进出液开口时，其外壳应采用耐低温材料建造。如该液货舱布置在围蔽处所，尚应按本社《天然气燃料动力船舶规范》中对气罐连接处所的相关要求设置冷箱。冷箱应连接于液货舱外壳结构上，作为液货舱液面以下进出液管路泄漏源（包括深冷阀件、法兰、LNG泵等）的泄漏防护结构。

3.1.3 装载极限

3.1.3.1 LNG液货舱装载极限应满足本社《散装运输液化气体船舶构造与设备规范》第15章有关要求。

第2节 设计载荷

3.2.1 静横倾载荷

3.2.1.1 对于内河航行船舶，应考虑对应于在0°到20°范围内的最不利的静横倾角的载荷；对于海船，应考虑对应于在0°到30°范围内的最不利的静横倾角的载荷。

3.2.2 晃荡载荷

3.2.2.1 货物围护系统和内部构件上的晃荡载荷应基于不同液位高度进行评估，至少包括充装率为 20%、40%、60%、80%和极限充装率进行评估。

3.2.2.2 当预计存在较大的晃荡引起的载荷时，应要求作专门的试验或计算，至少包括对上述不同充装率进行评估。

3.2.3 其他载荷

3.2.3.1 除上述载荷外，还应考虑本社《散装运输液化气体船舶构造与设备规范》规定的其他载荷的合理组合。

第4章 加注系统

第1节 一般规定

4.1.1 一般要求

4.1.1.1 本章适用于所有可能接触液化天然气或液化天然气蒸发气体、用于 LNG 燃料加注的设备、管路、阀件和附件等。

4.1.1.2 除另有规定外，加注系统的管路布置、管壁厚度、设计压力、许用应力、应力分析、管路连接、焊接后热处理和管系试验等应满足本社《散装运输液化气体船舶构造与设备规范》或《内河散装运输液化气体船舶构造与设备规范》中第 5 章的相关要求。

4.1.1.3 加注系统的设计应考虑以下要素：

- (1) 加注船和受注船之间的加注系统兼容性，如舱型、加注接头等；
- (2) 加注船和受注船之间的安全系统兼容性，如 ESD 系统等；
- (3) 船舶运动的影响，环境条件的影响，如船舶的相对运动、风、浪、流等；
- (4) 加注作业操作程序，如惰化、置换、预冷、吹扫和除气等；
- (5) 加注开始、全负荷、补足操作的 LNG 传输速度；
- (6) LNG 液货舱的压力、温度和液位控制；
- (7) 加注系统的设计压力和设计温度。

4.1.1.4 必要时，应对低温管路与其邻接的船体构件进行绝热保护，以防止船体温度降低到船体材料的设计温度以下。当液体管路预计其可能有液体泄漏时（如低温管路接头、加注管路和连接设备的连接处、补给管路连接总管接头处等），则应对其下方的船体部分提供耐低温保护措施。

4.1.1.5 连接设备操作区域内的管路应有适当的防护，以免机械损伤。

4.1.1.6 除紧急情况外，加注船上严禁主动向大气中排放天然气。

第2节 加注管系

4.2.1 一般要求

4.2.1.1 管路的接头应尽可能减少至管系安装和维护所需的最小数量。所有的管路应进行合适的支撑。

4.2.1.2 加注管路应独立于 LNG 货物系统之外的其他管路，且不应穿过起居处所、服务处所和控制站。

4.2.2 加注管系

4.2.2.1 每一加注管路与连接设备的连接处应串联安装 1 个手动截止阀和 1 个应急截止阀，或 1 个手动截止阀和应急截止阀的组合阀。

4.2.2.2 应有对加注管路进行除气和惰性气体吹扫的措施。

4.2.2.3 应设置与受注船 LNG 储存舱连通的 LNG 蒸发气回路。

4.2.2.4 若加注管路上设有交叉管路，则应通过合理隔离措施确保没有任何燃料被无意输送到非加注侧的管路。

4.2.2.5 对于加注过程中产生的蒸发气体（BOG），应采取本社认可的方式安全地利用或处理，以防止将其直接排放至大气。本社认可的方式包括但不限于：

- (1) 蒸发气利用（如气体燃料发动机）；
- (2) 蒸发气再液化；
- (3) 蒸发气储存（如设置BOG储存罐）；
- (4) 蒸发气燃烧。

4.2.2.6 LNG 加注管路的液相出口和气相进口管路应安装足够的加强和支撑结构以承受加注过程中可能产生的载荷。

4.2.2.7 加注管路可兼做补给管路，此种情况下，加注管路还应满足本章第 3 节的相关要求。

4.2.2.8 若加注船具有加注燃油功能，则加油软管应配有与 LNG 连接设备等同功能的脱离装置。

第3节 补给管系

4.3.1 一般要求

4.3.1.1 本节适用于对加注船 LNG 货物补给的管系。

4.3.2 补给管系

4.3.2.1 液相和气相的连接总管接头附近应串联安装 1 个应急截止阀和 1 个手动截止阀，或 1 个手动截止阀和应急截止阀的组合阀。

4.3.2.2 补给管路应能进行惰化和除气，除非不除气的后果业经评估，并经本社认可，否则补给管路闲置时，应保持除气状态。

4.3.2.3 液相和气相连接总管应安装足够的加强和支撑结构以承受补给过程中可能产生的载荷。

第4节 加注设备

4.4.1 一般要求

4.4.1.1 本节适用于加注船的加注设备，包括 LNG 泵、增压设备、连接设备等。

4.4.1.2 柔性连接设备应满足本节 4.4.4 至 4.4.9 的适用要求。

4.4.2 LNG 泵

4.4.2.1 LNG 泵应满足本社《散装运输液化气体船舶构造与设备规范》第 3、5、6、13 和 17 章的适用要求。

4.4.2.2 LNG 泵的结构应能适应其设计压力、设计温度和工作环境（如振动、倾斜、加速等）。

4.4.2.3 LNG 泵应采取有效措施防止产生气蚀现象。

4.4.2.4 LNG 泵应采用公认的标准²进行设计、制造和试验。

4.4.2.5 LNG 泵的出口管路上应设置压力监测装置，并能在货物控制室监测。

4.4.2.6 应提供合适的方式以将 LNG 泵吸入口含有的液体进行压力释放和移除。液体应被排放到液货舱或其它合适位置。

4.4.2.7 若 LNG 泵由穿过舱壁或甲板的轴驱动时，在轴穿过舱壁或甲板的部位应设置带有有效润滑的确保永久性的气密装置或其他装置。

4.4.2.8 若 LNG 加注泵为潜液泵，且安装在管路上，则尚应满足本节 4.4.2.9 至 4.4.2.12

² 如 ISO 24490 低温容器-低温设备用泵、EN 13275 低温容器-低温设备用泵等。

的要求。

4.4.2.9 潜液泵应安装在泵池内，泵池的设计应满足公认的压力容器设计标准。

4.4.2.10 LNG 液货舱的底部与潜液泵池的顶部的净高度差应满足潜液泵的安装使用要求。

4.4.2.11 潜液泵池的回气管道应与 LNG 液货舱的气相管道相接通。

4.4.2.12 潜液泵的电气设备的设计应满足本规范第 7 章的有关要求。

4.4.3 LNG 热交换器

4.4.3.1 热交换器应满足本社《天然气燃料动力船舶规范》中有关热交换器的要求。

4.4.3.2 不应使用燃烧式热交换器。

4.4.3.3 热交换器出口处应设置压力和温度监测装置。

4.4.4 加注软管

4.4.4.1 除本节另有规定外，软管的设计和试验尚应满足本社《散装运输液化气体船舶构造与设备规范》中有关船用货物软管的规定。

4.4.4.2 加注软管应配有紧急情况下脱开的主动或被动保护装置（包括拉断阀），以防止破损。

4.4.4.3 软管应定期检测，并根据实际试验情况进行更换。

4.4.4.4 软管的配备要考虑加注船的布置、受注船的充装站、以及加注中的操作条件（包括系统能适应的船与船之间的相对运动）。

4.4.4.5 用于加注船与受注船连接的复合软管，其缠绕层合成材料可采用熔点低于 925℃ 的合适材料制造。

4.4.5 软管吊臂/托架

4.4.5.1 软管吊臂/托架应满足本社《船舶与海上设施起重设备规范》中的有关起重设备的适用要求。

4.4.5.2 软管吊臂/托架上所有与 LNG、低温部件接触或可能遭受低温影响的材料应满足本社《散装运输液化气体船舶构造与设备规范》第 6 章的要求。

4.4.5.3 软管吊臂/托架的电气设备与材料，应满足本规范第 7 章的有关要求，符合其使用环境。

4.4.6 拉断阀

4.4.6.1 拉断阀应在一定外力作用下或遥控驱动下能够实现脱离功能，拉断阀切断后溢出的 LNG 应尽可能的少，且不应对外围船体造成低温伤害。

4.4.6.2 拉断阀的材料应与工作压力和温度相适应，设计压力应不低于 2.0MPa。

4.4.6.3 应提供拉断阀脱离时承受的最大冲击力计算书。致断螺栓式拉断阀应提供拉断力计算书，至少包括与拉断阀轴向成 0°、45° 和 90° 三个方向的拉力值。

4.4.6.4 拉断阀的设计应避免由于外部结霜导致无法脱离。

4.4.6.5 每一新型致断螺栓式拉断阀应进行原型试验，原型试验包括液压试验、轴向脱离试验、非轴向脱离试验、介质冲击试验和跌落试验。

(1) 环境温度下液压试验：不小于 1.5 倍设计压力下无明显泄漏；

(2) 设计温度下液压试验：不小于 1.5 倍最大工作压力下无明显泄漏；

(3) 轴向脱离试验：拉力值从零开始，逐步增加轴向拉伸力直至拉断阀脱离，记录分离时的拉力值和泄漏量；

(4) 非轴向脱离试验：拉断阀受到 45°和 90°方向的拉力，拉力值从零开始，逐步增加该方向的拉伸力直至拉断阀脱离，记录分离时的拉力值和泄漏量；

(5) 介质冲击试验：拉断阀脱离后，进口端部应按照设计计算书规定的最大允许流量进行介质冲击试验；

(6) 跌落试验：拉断阀脱离后，两端分别从 2.5m 高处重复跌落 4 次试验，无明显泄漏。

4.4.6.6 原型试验用过的致断螺栓式拉断阀应不再用于 LNG 输送。但每个拉断阀投入使用前，应在环境温度进行液压试验，试验压力应不小于规定的最大工作压力的 1.5 倍。尚应在设计温度下进行低温性能试验，试验压力不小于 0.5MPa。

4.4.6.7 每一新型拉断阀均应测量并记录其流量-压降特性。被动强制脱离的拉断阀应在证书中标注其拉力值范围。

4.4.6.8 除致断螺栓式拉断阀外，其它新颖设计拉断阀应能提供成功应用经验证明、操作说明、技术标准等文件，并提交本社认可。

4.4.7 快速接头

4.4.7.1 快速接头能在最小的泄漏量下实现快速连接和脱离，接头两端带有自动快速关闭的密封阀瓣或其它装置。

4.4.7.2 快速接头的材料应与工作压力和温度相适应，设计压力应不低于 2.0MPa。

4.4.7.3 快速接头的设计应避免由于外部结霜导致无法脱离。

4.4.7.4 每一新型快速接头应进行原型试验，原型试验包括液压试验、脱开试验、介质冲击试验和爆破试验。

(1) 环境温度下液压试验：不小于 1.5 倍设计压力下无明显泄漏；

(2) 设计温度下液压试验：不小于 1.5 倍最大工作压力下无明显泄漏；

(3) 脱开试验：对快速接头正常脱开后的泄漏量进行测量；

(4) 介质冲击试验：快速接头脱离后，两端应按照设计计算书规定的最大允许流量进行介质冲击试验；

(5) 爆破试验：不小于 5 倍最大工作压力。

4.4.7.5 原型试验用过的快速接头不应再用于 LNG 输送。但每个快速接头投入使用前，应在环境温度下进行液压试验，试验压力应不小于 1.5 倍设计压力。尚应在设计温度下进行低温性能试验，试验压力应不小于 0.5MPa。

4.4.7.6 每一新型快速接头均应测量并记录其流量-压降特性。

4.4.7.7 快速接头上应清晰标明“仅适用于 LNG”、“仅适用于 NG”或类似字样。

4.4.7.8 快速接头的规格应满足本社接受的或公认的技术标准³。

4.4.8 快速连接器

4.4.8.1 快速连接器系指不用螺栓而将加注设备的接口法兰夹紧在受注船充装法兰的手动或液压驱动接头设备。

4.4.8.2 快速连接器均应有与其联接的各种规格的法兰配有找正及对中装置。

4.4.8.3 快速连接器应能适应受注船法兰的公差带。夹紧机构的设计应能够补偿常规被加注船加注管路法兰至少 5mm 的厚度不均匀度。

4.4.8.4 考虑到可能的结霜层，快速连接器也应能够连接设备带来载荷下拆卸。

4.4.8.5 快速连接器设计、建造及试验应满足本社接受的或公认的技术标准⁴。

3 如 ISO、SIGTTO、EN 等组织的有关标准。

4 如我国化工行业标准 HG/T 21608-2012《液体装卸臂工程技术要求》、OCIMF《船用装卸臂设计规范》及 EN1474-1《船用传输系统的设计与试验》等。

4.4.9 法兰接头

4.4.9.1 法兰接头的规格应满足本社接受的或公认的技术标准⁵，且与受注船充装法兰匹配。

4.4.9.2 如采用法兰接头型式，在长时间不进行加注时，应采用盲板法兰进行盲断，法兰应具有和管路相同的设计压力。

4.4.10 加注臂

4.4.10.1 一般要求

(1) 加注臂的设计应考虑使用过程中可能遇到的所有因素和工况，包括船舶运动、干舷变化、气象水文及 LNG 特性等因素，以使其满足预定用途；

(2) 加注臂驱动方式可采用手动、气动或液压传动等方式。加注臂控制系统设计应满足本社或现行国家标准的有关规定⁶；

(3) 加注臂的工作包络范围一般分为对接区、工作区、报警区以及紧急脱离区；

(4) 加注臂应设有主动保护装置（如紧急脱离装置），以防止破损。紧急脱离装置分离后，加注臂外臂末端应向上移动使受注船安全离开，并能上抬至水平位置以上；

(5) 加注臂的三维旋转接头应能在所有姿态下保持平衡从而使接口法兰保持在垂直面 3°内，便于与受注船 LNG 管路法兰对接；

(6) 加注臂应进行空载平衡设计，空载时，加注臂在任意位置均应处于平衡状态。当加注臂不使用时，应能安全固定；

(7) 加注臂应安装绝缘法兰，以使加注船与受注船舶之间电气绝缘。绝缘法兰的材料应满足 LNG 传输的需要，且能承受加注臂的设计载荷；

(8) 加注臂的端部连接器可采用法兰、快速接头或快速连接器。

4.4.10.2 设计载荷

(1) 加注臂的自重计算一般情况下应包括结霜层（密度按 800kg/m³ 计），结霜层不累计；

寒冷季节：所有部件上6mm；

液化天然气：LNG输送部件上25mm；

若加注船布置在极其寒冷的地区，应根据当地气候条件计算结霜层。

(2) 加注臂的设计风速一般应为：工作状态小于或等于 20m/s，复位状态为 55m/s。加注臂应按最大受风面积进行风载荷计算，并符合本社《船舶与海上设施起重设备规范》中关于起重机的风载荷的要求。

(3) 加注臂设计时应考虑船舶倾斜载荷和船舶运动带来的载荷，该载荷要求与本社《船舶与海上设施起重设备规范》中关于起重机的船舶倾斜载荷和船舶运动载荷要求一致。

(4) 加注臂的计算尚应考虑由于材料的温差引起的热载荷。

(5) 加注臂在操作过程中可能产生的其他载荷。

(6) 加注臂生产厂应提交加注臂在工作范围内所有姿态下的载荷组合的应力分析报告。

(7) 对于加注臂结构部件其基本设计许用应力 $[\sigma]$ 应选用下述两者的较小值：

5 如我国化工行业标准《钢质法兰、垫片、紧固件》HG/T 20592~20635 —2009 中相应的 PN 系列或 CLASS 系列。

6 如 GB/T 7932-1987《气动系统通用技术条件》；GB/T 3766-2001《液压系统通用技术条件》；GB/T7935-2005《液压元件通用技术条件》；ISO 4413-2010《液压传动--系统及其部件的一般规则和安全要求》等。

$$R_{eh}/1.5 \text{ 或 } R_m/2.35$$

其中, R_{eh} 系指材料的屈服强度; R_m 系指材料的抗拉强度; R_{eh} 和 R_m 应是本社《材料与焊接规范》或其他公认的技术标准⁷对材料在设计温度下的规定值。

(8) 加注臂的传动钢丝绳应符合现行国家标准, 钢丝绳与紧固件应具备至少 5 倍断裂强度的安全系数。

4.4.10.3 紧急脱离装置 (ERS)

(1) 紧急脱离装置通常由两个联锁的断流阀及位于其间的紧急脱离接头组成, 产品设计时应尽可能考虑减少装置在脱离过程中的泄漏量。

(2) 紧急脱离装置宜安装在三维旋转接头的垂直管段。

(3) 紧急脱离装置应能承受在加注臂的设计压力、设计温度下的在紧急脱离装置处的最大外载荷。

(4) 紧急脱离装置应能在装置表面覆盖 25mm 结霜层的条件下能准确、安全地关闭紧急脱离装置阀门、打开并释放紧急脱离接头后将加注臂与被加注船分离。

(5) 紧急脱离装置在接到脱离信号后, 应快速启动。脱离所需时间应在 5s~30s 之间。

(6) 加注臂应有机械或液压联锁以防止紧急脱离接头在紧急脱离装置的断流阀完全关闭以前动作。

(7) 紧急脱离装置在其两倍的最大的外载荷下不应产生泄漏、变形及失效。

(8) 紧急脱离装置的阀门与液压管应符合公认技术标准⁸的防火要求。

(9) 紧急脱离装置释放机构应结合蓄能器特性确保切实的脱离及突破可能的冰堵。

(10) 在寒冷条件下紧急脱离装置应能够被从船上拆下或装上。

(11) 加注臂的紧急脱离装置的脱离后的泄漏状态和结果须经验船师的认可。

(12) 紧急脱离装置到加注臂紧急脱离区时应能自动启动脱离功能; 手动启动应有误操作防护功能。

4.4.10.4 旋转接头

(1) 旋转接头应能满足规定设计温度和设计压力下的荷载试验, 旋转接头应转动灵活, 不得产生永久变形且在 0.6MPa 时每厘米密封直径上泄漏量不得超过 10.0cm³/min。

(2) 旋转接头的密封件应满足设计温度、设计压力、输送 LNG 的需要。密封应能防止潮气及杂质进入。

(3) 旋转接头应能承受 0.05MPa 压力短暂真空状态且随后仍能良好密封。

(4) 旋转接头应有合适的润滑系统, 以保证加注作业时良好的旋转性能。

4.4.10.5 报警和监控系统

(1) 加注臂应配备加注臂摆动及回转的两级报警系统, 以监测受注船的过大的漂移量。

(2) 一级报警的动作应能关闭加注操作, 应能自动关闭加注船的加注泵、LNG 液货舱的增压设备及回气管路。

(3) 二级报警应能自动关闭紧急脱离装置的断流阀, 以及启动紧急脱离装置。

(4) 当加注臂设有在一级和二级报警以外附加预警。除非有人工介入, 预警不启动任何功能。

(5) 报警限值的探测 (除触动自动关闭系统的警报外) 应触动在加注船控制站处的声光信号。

(7) 加注臂的液压、电气和其他功能的失效不应导致紧急脱离装置的误激活。

7 如 ASME B31.3 或 ASME IID 等。

8 如 SY/T 6960-2013 《阀门试验 耐火试验要求》或 ISO 10497-2010 《阀门试验 阀门耐火试验要求》等。

4.4.10.6 加注臂在生产厂组装完成后以及上船安装完成后，均应进行相关试验，包括臂架强度试验、压力试验、密性试验、低温旋转接头试验、快速连接器试验、低温紧急脱离装置试验、以及整机性能试验。相关试验要求应满足本社有关规范及《液体装卸臂工程技术要求》HG/T21608-2012 的有关要求。

第5章 动力系统

第1节 一般规定

5.1.1 一般要求

5.1.1.1 除本章有明确规定者外，以 LNG 为燃料的动力系统应满足本社《散装运输液化气体船舶构造与设备规范》第 16 章的有关要求。

5.1.1.2 设有专用 LNG 燃料舱的船舶，其专用 LNG 燃料舱应布置在货物区域；若布置确有困难，经本社同意，LNG 燃料舱可布置在货物区域之外，但应满足本社《天然气燃料动力船舶规范》中有关气罐的布置要求。

5.1.1.3 从 LNG 液货舱到 LNG 燃料舱的每个液相管路中均应串联安装 1 个手动截止阀和 1 个应急截止阀，或 1 个手动截止阀和应急截止阀的组合阀。手动截止阀或组合阀的手柄应能在易于到达位置进行操作。该段管路应能进行吹扫和惰化。

5.1.1.4 气体燃料发动机（如设有）的设计、制造、安装和试验，尚应满足本社《天然气燃料动力船舶规范》第 11 章、附录 2 和附录 3 的相关要求。

5.1.1.5 应保证当从 LNG 燃料舱至用气设备的气体燃料供应系统发生故障时，不会导致不可接受的功率损失。

5.1.1.6 单一气体燃料动力系统应满足如下要求：

- (1) 设置至少两套完全独立的气体燃料供应系统；
- (2) 如气体燃料仅来自专用 LNG 燃料舱，则应：
 - 采用两个或多个尺寸相近的 LNG 燃料舱，并分别布置在不同的处所；
 - 采用一个 C 型 LNG 燃料舱，并设有两个完全独立的冷箱。

第6章 监控、报警及安全系统

第1节 一般规定

6.1.1 一般要求

6.1.1.1 监控/报警和安全功能之间应保持适当的分隔以限制单个故障的影响。这应包括要求提供指定功能的自动化系统的所有部分，包括连接设备和供电。

6.1.1.2 除本章第2节要求外，监控、报警及安全系统尚应满足《散装运输液化气体船舶构造与设备规范》或《内河散装运输液化气体船舶构造与设备规范》仪表及自动化系统的其他相关要求。

6.1.1.3 除本章第2节明确要求外，监控、报警及安全系统还应涵盖 LNG 补给、储存、加注及供气等系统在所有可能的工况出现的其他异常及故障点。

6.1.1.4 LNG 加注泵的控制除了在货物控制室遥控控制外，还应能就地控制。

6.1.1.5 除另有规定外，LNG 储存和加注系统的报警应布置在货物控制室，机器处所；气体燃料供应系统的报警应布置在驾驶室或机舱有人值班的位置。

6.1.1.6 本章紧急切断（ESD）系统的目的是当货物液体或蒸气在转运时出现紧急情况时，停止货物流动或泄漏。ESD 系统旨在将货物系统回归到安全的静态状态，以便可以采取补救行动。ESD 系统为安全系统的一部分。

第2节 加注系统及供气系统的补充功能要求

6.2.1 功能要求

6.2.1.1 LNG 液货舱压力监控，并在货物控制室进行集中显示。

6.2.1.2 LNG 液货舱高压报警，储罐压力超过压力释放阀整定值 90%时应触发高压报警；

6.2.1.3 LNG 液货舱液位监控，并在货物控制室进行集中显示。

6.2.1.4 LNG 液货舱高液位及低液位报警。

6.2.1.5 LNG 液货舱温度监控，并在货物控制室进行集中显示。

6.2.1.6 BOG 罐（如设有）压力监控，并在货物控制室进行集中显示。

6.2.1.7 LNG 热交换器出口压力及温度异常报警，并自动关闭 LNG 输送泵（如设有）及相关的阀件。

6.2.1.8 LNG 泵出口管路高压报警，并自动停止 LNG 泵运行。

6.2.1.9 LNG 潜液泵低液位及排出压力低报警。

6.2.1.10 LNG 泵电机过载和短路保护，并将报警信号送至货物控制室进行显示。

6.2.1.11 LNG 加注管路的截止阀和加注设备与受注船连接接头之间应设置压力表。

6.2.1.12 加注设备异常报警，并自动关闭加注管路上的应急截止阀及关停相应的 LNG 输送泵。

6.2.1.13 LNG 液货舱向 LNG 燃料罐驳运 LNG 过程中，当监测到燃料罐罐压力高时应发出报警，同时应自动关闭驳运管路上的应急截止阀及停止 LNG 输送泵。

第3节 紧急切断系统

6.3.1 一般要求

6.3.1.1 应设置紧急切断（ESD）系统，在补给和加注期间，ESD 系统应能快速和安全的停止 LNG 转运作业并隔离船舶（如适用）。

6.3.1.2 除本节明确要求外，ESD 系统尚应满足《散装运输液化气体船舶构造与设备规范》或《内河散装运输液化气体船舶构造与设备规范》的其他相关要求。

6.3.1.3 ESD 系统应提供手动和自动的操作方式。

6.3.1.4 ESD 系统的手动操作位置应至少包括 2 处，其中之一为加注控制室或等效位置，另一处应设置在便于观察操作的位置，同时应尽可能易于达到和撤离，一般设置在逃生通道路径上，且其布置应能防止被误触动。ESD 的手动操作不应借助其他关断系统来完成其功能。

6.3.1.5 ESD 系统动作时应能切断本船加注/补给管路上的应急截止阀并关停 LNG 输送泵，每一加注管路上的应急截止阀的操作应相互独立。

6.3.1.6 ESD 系统动作时应能切断并脱开加注设备（如适用）。

6.3.1.7 除 6.3.1.5 和 6.3.1.6 明确要求外，在紧急情况下（在补给和加注期间），ESD 动作还应涵盖其它必要设备关闭和停止，如用于货物蒸气返回、管路清洗的设备等，以实现 6.3.1.1 的总体功能目标。

6.3.1.8 ESD 系统动作时应应在加注操作位置和货物控制室发出声光报警。

6.3.1.9 探测到货物区域和/或 LNG 压缩机、泵、货物处理装置所在的处所的露天甲板失火时，ESD 系统应自动启动。露天甲板上使用的探测方法应至少覆盖液货舱的液体和蒸气室、加注/补给总管和液体管路经常被拆开的区域。探测可通过设计成在温度 98℃ 和 104℃ 之间熔化的易熔元件⁹，或通过区域失火探测方法。

6.3.1.10 ESD 系统应能显示的信息包括但不限于：

- (1) ESD 状态；
- (2) ESD 事件、异常和故障的历史记录；
- (3) 报警项目。

6.3.2 加注作业 ESD 系统功能要求

6.3.2.1 本节内容适用于海上航行加注船 ESD 系统。

6.3.2.2 ESD 系统应能与受注船通讯，ESD 信息应通过一条硬线数据链传输数据，该通讯应至少涵盖两船液货或燃料系统重要故障和异常的综合自动报警和手动报警。

6.3.2.3 如 6.3.3.2 实施确有困难，加注船应能提供 ESD 发讯设备供受注船操作人员就地手动操作，该 ESD 发讯设备应通过有线连接的方式与加注船 ESD 系统连接。

6.3.2.4 ESD 系统在出现包含但不限于如下情形时应自动执行 6.3.1.5 至 6.3.1.8 所述动作：

- (1) 手动触发；
- (2) 6.3.1.9 所述区域或处所失火；
- (3) 电源供应失效¹⁰；
- (4) ESD 系统故障；
- (5) LNG 阀遥控系统失压故障；

⁹如采用温度熔断器或类似电子元件作失火检测，应在每一位置安装两个温度熔断器，其一用作 ESD 系统触发动作，其二用作失火位置指示。

¹⁰ LNG 泵及其它动力设备应设计为当恢复供电后不应自动重新启动。

(6) 接收到受注船 ESD 信号，ESD 信号可以是 6.3.2.2 所述的报警信号。

6.3.3 补给作业 ESD 系统功能要求

6.3.3.1 本节内容适用于在靠岸补给的 ESD 系统。

6.3.3.2 船舶 ESD 系统可按照公认标准¹¹包含船岸连接。

6.3.3.3 加注船可配备与岸站相适应的通讯系统，用来传输数据、ESD 信号、ERS 信号和语音。

6.3.3.4 ESD 系统在出现包含但不限于如下情形时应自动执行 6.3.1.5 至 6.3.1.8 所述动作：

- (1) 6.3.2.4 (1) 至 (5) 所述情形；
- (2) LNG 液货舱过充液位高高位报警¹²；
- (3) 接收到岸站 ESD 信号。

¹¹如 ISO 28460:2010 石油和天然气工业-液化天然气用设备和设施-自船至岸上的分界面和港口作业等。

¹²液位高高位报警应独立于 LNG 液货舱液位测量系统。

第7章 电气设备

第1节 电气设备

7.1.1 一般要求

7.1.1.1 除满足本章要求外，电气设备还应满足本社《钢质海船入级规范》或《国内航行海船建造规范》或《钢质内河船舶建造规范》的相关要求。

7.1.1.2 加注船所配备的电气装置应能使易燃货品失火和爆炸的危险降至最低程度。

7.1.2 配电系统

7.1.2.1 可采用下列配电系统：

- (1) 直流双线绝缘系统；
- (2) 交流单相双线绝缘系统；
- (3) 交流三相三线绝缘系统。

7.1.2.2 应设有连续监测系统绝缘电阻异常低时发出报警的装置。此项装置的监测范围应包括接往安装在危险处所的电气设备或路过危险处所的所有电路(本质安全电路除外)。

7.1.2.3 LNG泵及其他加注动力设备应直接由主配电板供电，但如其获得完全选择性保护则可例外。

7.1.3 电源

7.1.3.1 主电源装置应能确保为保持加注船处于正常操作状态和满足正常操作条件所必需的所有电气设备供电。

7.1.3.2 主电源应至少由2台独立的发电机组组成。

7.1.3.3 加注船应设有应急电源，应急电源应选用独立的蓄电池组或发电机组。

7.1.3.4 除相关规范明确规定外，还应对下列设备提供应急供电：

- (1) 气体探测系统；
- (2) 视频监控系统；
- (3) 加注作业紧急操作所需的动力设备（如紧急脱离装置）；
- (4) 加注设备、燃料供应和LNG液货舱的监测报警系统。

7.1.3.5 除相关规范明确规定外，还应对下列各处提供应急照明：

- (1) 货物控制室、营业室、加注设备就地操作位置；
- (2) 加注船与受注船的人员通道（如适用）；
- (3) 加注设备与受注船的连接处；
- (4) 布置有加注设备的区域及其通道。

7.1.3.6 应急电源供电时间，应符合《钢质海船入级规范》、《国内航行海船建造规范》或《钢质内河船舶建造规范》第3篇第4章中对货船应急电源供电时间的有关要求。

7.1.4 照明

7.1.4.1 主照明系统应向全船人员容易到达和使用的全部处所和空间提供充分的照明，并应由主电源供电。

7.1.4.2 加注船与受注船之间区域应有良好照明。

7.1.4.3 加注作业时必要的设施及操作地点应有照明。

7.1.4.4 加注操作主照明照度应不低于表 7.1.4.4 中的要求。

主照明照度要求

表 7.1.4.4

位置	参考平面及其高度	照度标准值 (lx)
LNG 相关设备 (如: 泵、压缩机、阀、加注设备等) 的操作位	操作位高度	100
仪表显示位置, 如指示仪表、液位计等	测控点高度	150
露天甲板 LNG 相关设备	顶部	75
人员通道	地面	30

7.1.4.5 加注船应设置应急照明, 应急照明范围应符合 7.1.3.5 的规定。

7.1.4.6 应急照明的照度值除另有规定外, 不低于该场所一般照明照度值的 10%, 且用于疏散通道的照明照度值不低于 0.5lx。

7.1.4.7 由营业室至干舷甲板救生设备登乘处的脱险通道全线 (包括拐弯和岔路口) 距甲板高度不超过 0.3m 处, 应设置本社接受的标准的灯光或光致发光条显示标志。该显示标志应使外来人员能够辨认出整个脱险通道出口。

若采用灯光, 则应由应急电源供电。

7.1.4.8 应在加注作业区中易于观察的位置安装可以自动和手动控制的红色警示灯, 警示灯应在加注过程开始时自动启动。警示灯闪光频率为每分钟 50~70 闪次。

7.1.5 视频监控系统

7.1.5.1 加注船应配备视频监控系统, 视频监控的范围应至少覆盖露天甲板的储罐、布置有加注设备的区域, 并在控制室或有人值班地点集中进行显示。

7.1.6 防雷

7.1.6.1 加注船应设置有效的措施, 以降低雷击、静电和杂散电流可能带来危害的风险。

7.1.6.2 布置在开敞甲板的 LNG 液货舱, 外层壳体为非金属或厚度小于 4mm 的钢质材料时, 应设置防直击雷的装置, 防直击雷装置离开液货舱外壳的距离应不小于 3m。

7.1.6.3 布置在开敞甲板的 LNG 液货舱, 当液货舱外层壳体为厚度不小于 4mm 钢质材料时, 可不必单独设置接闪器 (如需要设置时, 应设置避雷网或避雷线, 但不应设置避雷针), 但液货舱外壳应有良好接地, 接地点不应少于两处, 接地导体截面积满足雷电流下引的要求 (铜质: 截面积不小于 70mm²; 钢质: 截面积不小于 100mm²; 铝合金: 截面积不小于 84mm²)。

7.1.6.4 可燃气体透气管应装设避雷针进行保护, 透气管应位于避雷针保护范围内, 且避雷针应高于管口 2m, 避雷针距管口的水平距离应不小于 3m。但有措施保证或能证明火焰无法沿该透气管向下蔓延时, 可不设置避雷针。

7.1.7 防静电及杂散电流

7.1.7.1 为防止静电放电危害, LNG 液货舱及其处理装置和管系, 除直接或通过支承件焊接固定安装在船体上之外, 应加专用的接地搭接片; 采用法兰接头的各燃料管的管段之间、采用不导电材料 (例如聚四氟乙烯) 垫片或密封件的膜片阀亦应加搭接片连接, 并与船体结构保持良好的电气连接。该搭接片应用铜或导电良好的耐腐蚀材料制成, 其截面积应不小于 10mm²。

7.1.7.2 在加注船对受注船舶及码头的人员入口附近, 应设置能消除人体静电的接地

装置。

7.1.7.3 LNG 液货舱内不应存在任何未接地的浮动物。

7.1.7.4 金属设备在装入 LNG 液货舱前，必须有效安全地与船体结构跨接，且必须保持接地直至被拆除。

7.1.7.5 加注船的护舷设施应与靠泊的受注船舶绝缘。

7.1.7.6 加注船与受注船之间的通道（如有）不应成为两者间的电气通路。

7.1.7.7 加注船应在柔性连接设备和加注臂上装有一个绝缘法兰或单独的一段不导电软管。

7.1.7.8 绝缘法兰或单段不导电软管，不宜因与外部金属接触而形成短路。

7.1.7.9 绝缘法兰和不导电软管应定期测试，其中加注软管绝缘法兰或不导电软管电阻值应不小于 1000Ω。

7.1.7.10 加注臂绝缘法兰的电阻值，在其处于空载时，应不下小于下列数值：

水压试验前：电压 > 1000V 时， $\geq 10000\Omega$

水压试验后或作业状态：电压为 20V 时， $\geq 1000\Omega$

7.1.7.11 不应用断开阴极保护系统代替绝缘法兰或不导电软管。

7.1.7.12 不应使用跨接电缆连接受注船和加注船。

7.1.8 通信及广播系统

7.1.8.1 在加注操作位置、货物控制室、驾驶室、营业室（如适用）等重要地点要求设有声力电话或蓄电池供电的电话作为通讯工具。

7.1.8.2 应至少配备 3 台合格防爆型无线电对讲机，以满足作业需要。

7.1.8.3 应配备广播系统，广播系统的扬声器应至少在工作人员居住的舱室和通常有人的工作处所，还应具备对受注船单向传话的功能。

7.1.8.4 广播系统遥控装置应安装在货物控制室或驾驶室。

第2节 危险区域划分

7.2.1 危险区域划分及设备

7.2.1.1 危险区域划分及设备配备应满足本社《散装运输液化气体船舶构造与设备规范》第 10 章或《内河散装运输液化气体船舶构造与设备规范》第 10 章的有关要求。

7.2.1.2 电气设备的防爆类、级别和温度组别，应根据电气设备周围可能出现的任何气体（混合物）或蒸汽（混合物）的气体分类、分级和引燃温度予以选取。适用于可能存在天然气的危险区域的防爆设备的防爆类、级别和温度组别应不低于 II A，T2，蓄电池室的防爆设备的类、级别和温度组别应不低于 II C，T1。

7.2.1.3 加注船的设备布置，还应考虑加注船与受注船舶和岸站之间的相互影响，在舷边宜布置防爆型电气设备。

7.2.1.4 营业室内如设有与加注作业有关的监测仪表设备，则营业室内的仪表设备应采用间接读出系统，且应将仪表设备设计成在任何情况下能防止可燃气体泄漏至营业室内。

第3节 电力推进补充要求

7.3.1 一般要求

7.3.1.1 电力推进系统应通过系统设计或设备布置的方式来确保船舶的机动性的冗余

性，使得船舶不会由于单点故障使得丧失全部机动性，但机舱失火和进水除外。

7.3.1.2 应设置功率管理系统，功率管理系统应设计成当其发生故障时不会影响到实际可用功率，功率管理系统的故障应能进行报警指示。

7.3.1.3 电力推进系统应设置就地控制，就地控制应能独立于远程控制系统实现推进控制。

7.3.1.4 电力推进系统应具备功率限制功能，在公共电站可用功率不足时自动限制推进功率水平。

7.3.1.5 电力推进的控制系统的通讯故障或数据丢失不应引起螺旋桨转速显著升高。

7.3.1.6 应在电力推进系统所有的操作位置装设紧急停车装置，该装置应独立于正常停车装置起作用，每一推进支路紧急停车装置应彼此独立。

第8章 消 防

第1节 一般规定

8.1.1 一般要求

8.1.1.1 除本章有明确规定者外，加注船消防尚应满足本社《散装运输液化气体船舶构造与设备规范》或《内河散装运输液化气体船舶构造与设备规范》的相关要求。

8.1.1.2 加注船发动机排气管应装有火星熄灭器。

第2节 防火和灭火

8.2.1 消防总管和消防栓

8.2.1.1 加注船消防总管和消防栓应满足本社《散装运输液化气体船舶构造与设备规范》或《内河散装运输液化气体船舶构造与设备规范》的相关要求。

8.2.2 水雾系统

8.2.2.1 加注船上应安装用于冷却、防火以及船员防护的水雾系统，该水雾系统的覆盖范围除满足本社《散装运输液化气体船舶构造与设备规范》或《内河散装运输液化气体船舶构造与设备规范》的相关要求外，尚应覆盖甲板上布置有加注设备的区域，如设有加注管路、连接设备及相关阀件的区域。

8.2.2.2 如果加注船水雾系统分为2个或多个区段，则应由一个独立的区段服务于布置有加注设备的区域。

8.2.2.3 水雾系统供水泵的排量应足以供应同时向所有区域喷水所需的水量，或者，如果系统本已分成几个区段，则供水泵的布置和排量应能达到同时向任一区段、布置有加注设备区域及本社《散装运输液化气体船舶构造与设备规范》或《内河散装运输液化气体船舶构造与设备规范》所规定的范围供水。

8.2.3 化学干粉灭火系统

8.2.3.1 加注船舶应安装满足本社《散装运输液化气体船舶构造与设备规范》或《内河散装运输液化气体船舶构造与设备规范》规定的固定式化学干粉灭火系统。

8.2.3.2 加注船在下述位置应配备相应数量的可携式干粉灭火器：

(1) 布置有加注设备的区域附近应设置1具至少5 kg的手提式干粉灭火器。

(2) 在气体燃料发动机附近及其所在机器处所的入口处，应至少各设置1具容量不小于5 kg的手提式干粉灭火器。

8.2.4 固定式甲板泡沫灭火系统

8.2.4.1 同时具备加注LNG燃料和燃油功能的加注船，应配备固定式甲板泡沫灭火系统。

8.2.4.2 固定式甲板泡沫灭火系统应满足以下功能：

(1) 供给泡沫的装置应能将泡沫输送到整个油舱甲板区域，并且能送入甲板已经破裂

的任何货油舱内。

(2) 甲板泡沫系统操作应简单而迅速。系统的主控制站应布置在油舱区以外靠近起居处所的适当处，且在被保护区域万一失火时能易于到达和可操作的地点。

8.2.4.3 固定式甲板泡沫灭火系统的配备应根据油舱舱容满足本社有关规范中闪点不大于 60℃油船的相关要求，对于油舱区燃油载重量小于 4000t 的加注船可不要求装设泡沫炮，而只要求装设泡沫枪。

8.2.4.4 应只提供一种类型的泡沫原液，不应使用普通蛋白泡沫。若能够提供证明，船上所使用的干粉灭火剂与普通蛋白泡沫具有相容性，则本社可允许使用普通蛋白泡沫。

8.2.5 水幕系统

8.2.5.1 应在靠近 LNG 加注区域的舷侧设置水幕系统，用于可能发生火灾时用于防护。水幕系统的设置范围应延伸至加注区域两端以外各 5m。

8.2.5.2 水幕系统形成的水幕高度应足够保护加注操作人员及加注设备。

8.2.5.3 水幕喷头的安装不应影响船舶的系缆和燃料加注作业。

8.2.5.4 水幕系统的控制装置应布置在远离连接设备的适当地点。

8.2.6 消防员装备

8.2.6.1 消防员装备的配备应满足本社《散装运输液化气体船舶构造与设备规范》或《内河散装运输液化气体船舶构造与设备规范》的相关要求。