



中国船级社

液化天然气燃料加注船舶规范

2023

生效日期：2023 年 4 月 1 日

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	3
第 5 节 产品检验	6
第 6 节 图纸资料	7
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 加注站	9
第 4 节 通道的布置	10
第 5 节 连接设备的布置	11
第 6 节 锚泊、系泊设备及护舷设施的布置	11
第 7 节 耐碰撞设计	12
第 8 节 LNG 加注兼容性	13
第 3 章 货物围护系统	13
第 1 节 一般规定	14
第 2 节 设计载荷	14
第 4 章 加注系统	16
第 1 节 一般规定	16
第 2 节 加注管系	16
第 3 节 加注设备	17
第 4 节 惰性气体系统	19
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 4 节 通讯系统	25
第 7 章 电气设备	26
第 1 节 电气设备	26
第 2 节 危险区域划分	29
第 8 章 消 防	30
第 1 节 一般规定	30
第 2 节 防火和灭火	30
第 9 章 附加营运功能	32
第 1 节 一般规定	32
第 2 节 附加 BOG 处理营运功能	32
第 3 节 附加气试服务营运功能	33
附录 1 风险评估	34
第 1 节 一般规定	34
第 2 节 风险评估方法	34
第 3 节 风险缓解措施	35

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）适用于散装载运液化天然气（LNG）且为他船加注 LNG 燃料的船舶。

1.1.1.2 液化天然气燃料加注船舶，除应满足本规范要求外，还应满足中国船级社（CCS）《钢质海船入级规范》《散装运输液化气体船舶构造与设备规范》或《钢质内河船舶建造规范》《内河散装运输液化气体船舶构造与设备规范》等规范（以下简称相关规范）的相关要求。

1.1.1.3 同时具备为他船加注船用燃油和 LNG 燃料功能的加注船舶，其货油区域应满足 CCS 规范中关于油船（运载闪点大于 60°C 货油）的相关要求。

1.1.1.4 船舶设计时应明确 LNG 燃料加注船的作业适应环境条件，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 CCS《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 采取不同于本规范要求的设计/布置时，应进行风险评估，评估报告应经 CCS 认可。

1.1.3.2 液化天然气运输船改造为液化天然气燃料加注船，应进行风险评估，评估报告应经 CCS 认可。

1.1.3.3 风险评估可参照本规范附录 1 进行。

第 2 节 定 义

1.2.1 除本章明确规定者外，CCS《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，用于向其他船舶加注 LNG 燃料的船舶（加注趸船除外）。

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、安保和控制设备以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、加注接头及紧急脱离装置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，即在特定情况下，安全有效地停止所有与 LNG 加注相关的操作和驳运设备，终止 LNG 传输并使加注系统处于安全状态的安全操作。

1.2.1.9 加注站：系指设有 LNG 加注系统，包括加注接头、回气接头（如设有）、相关阀件、控制系统和安全系统等的位置或处所。

1.2.1.10 紧急脱离系统 (ERS)：系指能够通过激活紧急脱离装置使受注船与加注船连接管路安全分离的系统。

1.2.1.11 紧急脱离装置 (ERC)：系指通过在预设截面施加外力，或在紧急情况下手动/自动激活以实现加注臂（加注软管）与船舶连接管路干式快速脱离的装置。该装置为紧急脱离系统的主要部件。

1.2.1.12 干式快速接头：系指可在不使用螺栓的情况下，以安全的方式将加注设施的软管加注系统与受注船的汇管快速连接和断开的一种机械装置。该接头由加注端和受注端两部分组成。

1.2.1.13 气试服务：系指 LNG 加注船在 LNG 运输船或天然气燃料动力船进行气体试验过程中，对其 LNG 液货舱/燃料舱及相关管路提供干燥、惰化、预冷等相关服务。

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 CCS 船级的加注船，应符合本规范的规定，并满足 CCS《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 CCS《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，可授予如表 1.3.3.1 所示附加标志。

表 1.3.3.1

船舶类型	特殊设备和系统附加标志	说 明	技术要求
------	-------------	-----	------

LNG Bunkering Ship	-	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1章~第8章
	BOG-X ¹	除具备 LNG 加注功能外，还具有安全接收或处理来自天然气燃料动力船舶（受注船）蒸发气（BOG）的设施/设备，不会将 BOG 排放到大气中	《液化天然气燃料加注船舶规范》第9章第2节
	Gas Trial Service (D, I, C)	除具备 LNG 加注功能外，还具有为天然气燃料动力船舶、LNG 运输船气体试验提供液舱和相关管系干燥、惰化、预冷服务的功能。 授予 Gas Trial Service 附加标志的液化天然气燃料加注船，后缀一个或多个 D、I 和 C 标志，其含义如下： D: 为天然气燃料动力船舶、LNG 运输船气体试验提供液舱和相关管系干燥服务； I: 为天然气燃料动力船舶、LNG 运输船气体试验提供液舱和相关管系惰化服务； C: 为天然气燃料动力船舶、LNG 运输船气体试验提供液舱和相关管系预冷服务。	《液化天然气燃料加注船舶规范》第9章第3节
注 1: X 为 BOG 处理能力 (kg/h)。			

例如，一艘液化天然气燃料加注船舶，由 CCS 按照《液化天然气燃料加注船舶规范》进行建造检验，无限航区航行，采用了相当严格的防漏保护措施，液货舱采用 C 型独立液货舱，最大蒸气压力为 0.375Mpa，最低货物温度为-164℃，具有压载舱涂层保护，可在轻微冰况下航行，配备了总强度、完整稳性计算和破舱稳性计算装载仪，BOG 处理能力为 300kg/h，能够提供干燥、惰化和预冷气试服务，水下检验，机器处所周期性无人值班，螺旋桨轴状况监控，双燃料发动机。授予下列入级符号和附加标志：

★ CSA LNG Bunkering Ship; Type C Independent Tank; Max. Vapour Pressure 0.375 Mpa; Min Cargo Temperature -164℃; PSPC (B) ; Ice Class B; Loading Computer (S, I, D) ; BOG-300; Gas Trail Service (D, I, C) ; In-Water Survey

★ CSM AUT-0; SCM; DFD

第 4 节 船舶检验

1.4.1 一般要求

1.4.1.1 所有检验程序、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，对于海船应按 CCS《钢质海船入级规范》《散装运输液化气体船舶构造与设备规范》的有关规定执行；对于内河船舶，应按 CCS《内河船舶入级规则》《内河散装运输液化气体船舶构造与设备规范》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 CCS 相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) 真空独立C型液货舱的真空度检查（如适用）；
- (3) 确认按批准的图纸布置和安装加注和补给系统，包括LNG泵、连接设备、阀件和管路等；
- (4) 在初始冷却期间，见证加注管系运行合格；
- (5) ESD系统的安装和试验；
- (6) 核查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；
- (7) 防爆设备的确认和安全检查；
- (8) 防火、灭火装置的安装与试验；
- (9) 防雷、防静电、防杂散电流设施的检查。

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) 人员培训记录簿；
- (4) 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) 年度检验通常宜在装卸货/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/加注作业期间进行，检验应在除气状态下进行。若中间检验采用水下检验的方式，则不需要进行除气。
- (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

年度检验除按CCS相关规范对液化气体运输船的年度检验的要求进行检验外，尚应增加下列项目：

- (1) 检查自上次检验以来液货舱、惰性气体装置等设备的运行记录，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) 真空绝热C型独立液货舱（如适用）
 - ① 检查罐体、鞍座、外部管路及阀门的整体外观状态是否良好，检查罐壳、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，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 确认液货舱压力释放阀（PRV）在校准有效期内；
 - 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 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;

- ⑥ 液货舱真空度检测(如适用);
- ⑦ 液货舱防爆装置外观检查;
- ⑧ 液货舱与基座连接螺栓检查。

(3) 检查固定式甲板泡沫灭火系统是否处于满意状态(如适用);

(4) 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。

(5) 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 确认加注软管适合于其预定用途,并经过型式认可或标识试验日期;
- 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 检查紧急脱离装置的完好性;
- ⑥ 检查软管端部接头的完好性;
- ⑦ 检查软管吊臂/托架及活动部件和绳索的完好性。

(6) 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;

(7) 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;

(8) 检查锚系泊设备和碰垫的外观状态;

(9) 确认空气干燥系统和惰性气体系统工作状态正常(如适用);

(10) 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(如适用)。

1.4.3.3 中间检验

中间检验除按CCS相关规范对液化气体运输船的中间检验的要求进行检验外,尚应增加下列项目:

(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,及液氮(若有)、压载、扫舱和透气管系。若管系检查有疑问,则需要进行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) 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;

(5) 检查液货舱液位报警装置的电路(如适用时)的有效性;

(6) 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;

(7) 加注臂主驱动钢丝绳检查(如适用时),如有损伤,应换新。

1.4.3.4 特别检验

特别检验除按CCS相关规范对液化气体运输船的特别检验的要求进行检验外，尚应增加下列项目：

- (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，试验介质应为干燥、洁净的氮气或空气。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、液相接管进行液压试验。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，则可不作液压试验；

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位：鞍座与液货舱外壳连接根部、管的连接端。

(3) 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 船用产品持证应满足 CCS《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》的要求。

1.5.1.2 液化天然气燃料加注船产品持证除需满足液化天然气运输船产品持证要求外，还应满足表 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	紧急脱离装置	X	—	—	X	—	—	X	
3	快速接头	X	—	—	X	—	—	X	
4	船船/船岸连接系统	X	—	—	—	—	—	X	如产品包含在综合系统（IAS）中，无需重复持证
5	应急切断系统	X	—	—	—	—	—	X	如产品包含在综合系统（IAS）中，无需重复持证

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 除按 CCS《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》以及其他有关规范的要求提交图纸资料外，还应按照本借要求送审相关图纸资料。

1.6.1.2 应将下列图纸资料提交批准：

(1) 显示下列位置的布置图

- ① 加注控制站；
- ② 带有补给或加注接头的气体管路；
- ③ 连接设备的布置。

(2) 下列管系图及相关技术文件

- ① LNG加注和补给管系图，包括安全释放阀透气管路。

(3) 下列控制和监控系统

- ① 加注设备监控系统。

(4) 对具有加注燃油功能的加注船，还应将下列图纸提交批准

- ① 货油舱布置图；
- ② 货油管系图；
- ③ 货泵舱和隔离舱舱底水管系图；
- ④ 透气系统布置图；
- ⑤ 测量系统图（如设有）；
- ⑧ 货泵舱布置图；
- ⑨ 固定式甲板泡沫系统控制站布置图；
- ⑩ 固定式甲板泡沫系统原理图和布置图。

(5) 下列结构图纸资料

- ① 加注臂/软管吊臂基座结构图（如适用）。

(6) 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。

(7) 安全操作手册，应至少包含1.6.3.2条内容。

1.6.1.3 应将下列图纸资料提交 CCS 备查：

- (1) 低温管系的隔热布置说明；
- (2) 相关风险评估报告（如适用）；
- (3) 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。

注：实际图纸资料的名称可以与上述图纸不同，但应反映其内容要求。

1.6.2 其他送审图纸和资料

1.6.2.1 CCS 认为必要的其他图纸和资料。

1.6.3 加注船上应保存的资料

(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；

(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适应环境条件，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。

(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。

(4) 深冷防护和紧急排放的说明书；

(5) 人员培训记录簿；

(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 CCS《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。

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 货舱处所与货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 C 型 LNG 货舱处所，若液货舱外壳至舱壁距离满足 900mm，可用全焊接结构的单层气密舱壁予以分隔；对于真空绝热 C 型 LNG 货舱处所，则可直接用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 设有船用燃油管系及其操作设备的甲板区域，应设置连续性挡板以防止甲板上货物操作溢油排放舷外，还应设置溢油泄放系统，能将甲板溢油泄放至甲板收集舱货污水舱。挡板应满足 CCS《绿色生态船舶规范》第 3 章关于油船挡板的设置要求。

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 加注站

2.3.1 一般要求

2.3.1.1 加注站应位于露天甲板上，以使其具有足够的自然通风。

2.3.1.2 加注站应设有防止在加注过程中 LNG 泄漏到周围船体或甲板上，使其遭受低温损伤的措施，如集液盘、舷侧水幕等。

2.3.1.3 加注站应有充足的照明，夜间加注时，照度应满足本规范 7.1.4.4 的要求。

2.3.1.4 加注站的布置应考虑作业船员的安全通道。

2.3.2 加注总管

2.3.2.1 加注总管的接头部分的布置应满足从监控处所和加注控制站观察时不存在盲点。如无法从上述位置看到，可接受远程视频，但需考虑气候对其能见度影响，相应作业限制应在操作手册中进行说明。

2.3.2.2 加注总管应设计成能承受加注期间的外部载荷¹。

2.3.3 集液盘

2.3.3.1 加注总管接头及其它可能产生泄漏位置的下方，应设置集液盘。

2.3.3.2 集液盘及其管系应由耐低温材料制成。

2.3.3.3 集液盘与船舶结构之间所采用的连接形式，应使其周围船体或甲板结构在液体燃料泄漏时，不会面临无法承受的低温。

2.3.3.4 集液盘应设置排水阀，以将雨水排放至舷外。排水阀及其管路应采用耐低温材料并与船体进行有效的隔热。

2.3.3.5 集液盘应具有足够的容量，以确保能处理可能发生的最大泄漏量，确定容量时应考虑 ESD 阀关闭时间、管径、加注速率等因素。

2.3.4 舷侧水幕

2.3.4.1 应在加注接头下的船体处安装供水系统，提供低压水幕为船体钢材和舷侧结构提供额外保护，舷侧水幕应能在加注或补给作业时工作，供水应能均匀覆盖舷侧结构船体钢材。

2.3.5 加注控制站

2.3.5.1 加注控制站一般设置在货物控制室内，若布置在其他位置，应满足《散装运输液化气体船舶构造与设备规范》中对货物控制室的相关要求。

2.3.6 人员防护

2.3.6.1 LNG 加注船应配备用于正常加注作业的人员防护装备。人员防护装备包括且不限于：

- (1) 带面罩的安全帽；
- (2) 防静电工作鞋；
- (3) 低温防护手套；
- (4) 静电防护服。

第 4 节 通道的布置

2.4.1 与受注船之间的通道

¹ 参见 SGMF—Manifold arrangements for gas fuelled vessels。

2.4.1.1 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。

2.4.2 甲板安全通道

2.4.2.1 在加注作业区域附近应设置安全通道便于操作人员通行或紧急情况下人员撤离，通道上不应布置妨碍人员通行的设备、管路等障碍物。

第 5 节 连接设备的布置

2.5.1 一般要求

2.5.1.1 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。

2.5.1.2 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。

2.5.2 柔性连接设备

2.5.2.1 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。

2.5.2.2 应设有在加注过程中能让加注软管保持适当弯曲半径的支撑装置，同时提供活动空间保证加注过程中加注双方可能出现的正常相对运动。

2.5.2.3 为防止软管在紧急脱开后撞击船体外板造成双方损失，应设有安全防护装置，如缓冲吊索等。

2.5.3 加注臂

2.5.3.1 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。

2.5.3.2 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。

2.5.4 连接设备底座加强

2.5.4.1 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 6 节 锚泊、系泊设备及护舷设施的布置

2.6.1 锚泊

2.6.1.1 加注船拟在锚地进行加注作业时，锚泊分析应考虑拟加注作业水域的波浪、涌浪、水流、风力、水深等因素以及加注船和拟受注船的基本情况。

2.6.2 系泊

2.6.2.1 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。

2.6.2.2 加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，亦可采用钢丝绳与合成纤维尾缆组合的方式。

2.6.2.3 加注船系泊配备应有紧急脱开措施¹。

2.6.2.4 锚地加注作业系泊分析的方法、工况、校核衡准可参考 CCS《船对船过驳指南》第 6 章第 6 节的相关内容。

2.6.2.5 港口码头加注作业系泊分析工况和校核衡准还可参考相关行业标准²。

2.6.3 碰垫

2.6.3.1 碰垫应能吸收加注作业时两船的碰撞接触能量，并且保持两船间有足够间距，使得碰垫压缩直径总是足以确保在两船旁靠期间横摇不会导致两船接触。

2.6.3.2 主碰垫的宽度应足够到能够阻止靠泊过程中船舶横摇导致的接触。

2.6.3.3 辅助碰垫应设置在相应的位置，以防止船体间碰撞接触。

2.6.3.4 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。

2.6.3.5 加注船碰垫配备应根据受注船特点，并满足 CCS《船对船过驳指南》第 9 章第 1 节和附录 H 的相关要求。

第 7 节 耐碰撞设计

2.7.1 一般要求

2.7.1.1 应通过如下两种方式对内河加注船 LNG 液货舱对应舷侧区域进行耐碰撞设计：

(1) 船舶舷侧内外舷厚度不小于 CCS《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，垂向自舳列板下沿至舳顶列板上沿；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 CCS《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。

¹ 如快速脱缆钩、太平斧或泊绞车卷筒刹车紧急释放，亦或 CCS 认可的其他等效措施。

² 如 OCIMF Mooring Equipment Guidelines, OCIMF Effective Mooring Guidelines,《JTS 165-2013 海港总体设计规范》，《JTS 165-2021 液化天然气码头设计规范》等。

第 8 节 LNG 加注兼容性

2.8.1 一般要求

2.8.1.1 加注船和受注船的布置和设备应满足加注兼容性，布置设计和设备配备应考虑包括但不限于以下内容：

- (1) 加注总管位置和布置；
- (2) 加注总管连接接头、变径接头、快速接头等；
- (3) 碰垫选型；
- (4) 软管长度；
- (5) 加注软管或加注臂工作包络范围；
- (6) 软管支撑设备；
- (7) 软管起吊设备；
- (8) 加注安全系统（ESD 连接）和连接；
- (9) ERS 系统功能，ESD 功能；
- (10) 系泊设备；
- (11) 系泊布置，包括碰垫布置。

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 除本章规定外，加注船的货物围护系统应符合 CCS《散装运输液化气体船舶构造与设备规范》第 2 篇第 A4 章和附录、第 3 篇第 4 章或 CCS《内河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。

3.1.1.2 LNG 液货舱装载极限应满足 CCS《散装运输液化气体船舶构造与设备规范》第 3 篇第 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装载高度进行评估。针对含内部构件的液舱，用于晃荡评估的装载高度一般为 0.1 倍至 0.9 倍液舱高度；针对无内部构件的光滑液舱，用于晃荡评估的装载高度一般为 0.05 倍至 0.95 倍液舱高度。用于晃荡评估的装载高度不包括装载手册限制的装载高度，计算步长应不大于 0.05 倍液舱高度。晃荡评估应满足 CCS《液舱晃荡载荷及构建尺寸评估指南》的相关要求。

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 CCS《散装运输液化气体船舶构造与设备规范》或 CCS《内河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 3 节 真空绝热 C 型独立货物围护系统

3.3.1 一般要求

3.3.1.1 真空绝热 C 型独立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材料性能维持寿命、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。

3.3.1.2 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 CCS《船舶应用天然气燃料规范》中对燃料舱接头处所的相关要求设置液货舱接头处所。液货舱接头处所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。

3.3.1.3 对于真空绝热 C 型独立液货舱，当外壳采用耐低温材料建造时，其鞍座也应采用耐低温材料建造（设计温度至少应与外壳相同），且鞍座与船体基座的连接面应采取有效的绝热措施。

3.3.1.4 真空绝热 C 型独立液货舱内容器与外壳之间应设置监测真空层绝对压力的仪器或检测接口。

3.3.1.5 真空绝热 C 型独立液货舱应特别注意其支撑设计的疲劳强度，还应特别考虑对其内外壳间进行检验的局限性。

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。加注站、通道、连接设备等相关布置应符合本规范第 2 章的规定。

4.1.1.2 除本章规定外，LNG 加注系统应满足 CCS《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》第 5 章、第 6 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、补给操作的 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；
- (8) 对系泊布置的影响；
- (9) 危险区域。

4.1.1.4 LNG 加注系统应能够通过使用紧急脱离装置实现紧急脱离的功能。

4.1.1.5 应对低温管路与其邻接的船体构件进行热隔离，以防止船体温度降低到船体材料的设计温度以下。液体管路需经常被拆开或存在泄漏风险的位置（如低温管路接头、加注和补给管路与连接设备的连接处等），应对其下方的船体提供耐低温保护措施¹。

4.1.1.6 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。

4.1.1.7 除紧急情况外，加注船不应主动向大气排放天然气。

4.1.1.8 用于 LNG 泄漏防护的集液盘应满足本规范 2.3.3 的要求。

4.1.1.9 加注系统应满足本规范第 7 章中防静电和防杂散电流的要求。

第 2 节 加注和补给管系

4.2.1 一般要求

4.2.1.1 管路的接头应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

¹ 如满足 4.1.1.8 规定的集液盘、满足 4.1.1.9 规定的水帘。

撑。

4.2.1.2 加注和补给管路应独立于 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。

4.2.1.3 应设有能在 LNG 加注/补给结束后将 LNG 从加注/补给管路中排回至液货舱的设施。

4.2.2 加注和补给管系

4.2.2.1 每一加注和补给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 加注和补给管路应能进行惰化和除气。

4.2.2.3 应设置与受注船 LNG 燃料舱连通的 LNG 蒸发气回路。

4.2.2.4 若加注和补给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/补给侧的管路。

4.2.2.5 对于加注和补给过程中加注船自身产生的蒸发气体（BOG），应采取 CCS 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。CCS 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、加压储存等）；
- (4) 蒸发气燃烧。

4.2.2.6 加注船应具备处理加注过程中产生的混合气体（天然气和惰性气体）的能力。

4.2.2.7 LNG 加注管路的液相出口和气相进口管路应具有足够的强度和可靠的支撑结构，以承受加注过程中的附加载荷和振动。

第 3 节 加注设备

4.3.1 一般要求

4.3.1.1 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。

4.3.1.2 柔性连接设备应满足本节 4.3.4 至 4.3.8 的适用要求。

4.3.2 LNG 泵

4.3.2.1 LNG 泵应满足 CCS《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》第 3、5、6、13 和 17 章的适用要求。

4.3.2.2 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）。

4.3.2.3 LNG 泵应采取有效措施防止产生气蚀现象。

4.3.2.4 LNG 泵应按照公认的标准¹进行设计、制造和试验。

¹ 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。

4.3.2.5 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。

4.3.2.6 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。

4.3.2.7 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效润滑的确保永久性的气密装置或其他装置。

4.3.2.8 若 LNG 泵为潜液泵，且安装在管路上，则尚应满足本节 4.3.2.9 至 4.3.2.12 的要求。

4.3.2.9 潜液泵应安装在泵池内，泵池的设计应满足 CCS 接受的压力容器设计标准。

4.3.2.10 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。

4.3.2.11 潜液泵池的回气管道应与 LNG 液货舱的气相管道相接通。

4.3.2.12 潜液泵的电气设备的设计应满足本规范第 6 章和第 7 章的有关要求。

4.3.3 LNG 热交换器

4.3.3.1 热交换器应满足 CCS 接受的标准要求¹。

4.3.3.2 不应使用燃烧式热交换器，熔点低于 925°C 的材料不得用于制造热交换器中与 LNG 燃料接触的管壳和附件。

4.3.3.3 热交换器出口处应设置压力和温度监测装置。

4.3.4 加注软管

4.3.4.1 除本节另有规定外，软管的设计和试验尚应满足 CCS《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》对船用货物软管的规定及 CCS 接受的标准²要求。

4.3.4.2 软管应配有紧急情况下脱开的紧急脱离装置。

4.3.4.3 软管应定期检测，并根据实际试验情况进行更换。

4.3.4.4 软管的配备要考虑加注船的布置、受注船的加注站的布置、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），软管长度不小于兼容性评估所要求的最小长度。

4.3.4.5 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°C 的合适材料制造。

4.3.4.6 加注软管的安装、拆卸应采取有效措施，避免软管低温对船体结构造成低温伤害。

4.3.5 软管支撑结构

4.3.5.1 软管吊臂/托架应满足 CCS《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。

4.3.5.2 软管吊臂、托架、鞍座等支撑结构上所有与 LNG、低温部件接触或可能遭受低温影响的材料应满足 CCS《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》第 6 章的要求。

1 如 GB150 压力容器、GB151 管壳式换热器、NB/T47007 空冷式热交换器等。

2 如 SY/T 6986.2 液化天然气设备与安装船用输送系统的设计与测试 第 2 部分：输送软管的设计与测试、BS EN 1474-2 Installation and equipment for liquefied natural gas— Design and testing of marine transfer systems Part 2 等。

4.3.5.3 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。

4.3.5.4 在软管连接点、软管悬挂点等存在较大局部应力处应采用吊臂、托架或鞍座进行支撑,这些支撑结构应具有足够的强度,且不应妨碍紧急脱离系统的正常运行。

4.3.6 紧急脱离装置

4.3.6.1 紧急脱离装置应能在一定外力作用下或遥控驱动下能够实现安全断开且两端自动封闭,断开后溢出的 LNG 应尽可能的少,且不对周围船体造成低温伤害。

4.3.6.2 致断螺栓式、拉索断开式紧急脱离装置的设计、制造和试验应满足 CCS 接受的标准¹要求。

4.3.6.3 用于型式试验的紧急脱离装置不应用于加注船上。

4.3.6.4 除致断螺栓式、拉索断开式紧急脱离装置外,其它新颖设计紧急脱离装置应能提供操作说明、技术标准等文件,并提交 CCS 认可。

4.3.7 快速接头

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

4.3.7.2 快速接头的设计、制造和试验应满足 CCS 接受的标准²要求。

4.3.7.3 用于型式试验的快速接头不应用于加注船上。

4.3.8 法兰接头

4.3.8.1 法兰接头的规格应满足 CCS 接受的标准³要求,且与受注船充装法兰匹配。

4.3.8.2 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。

4.3.9 加注臂

4.3.9.1 加注臂设计应考虑使用过程中所有可能遇到的因素和工况,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。

4.3.9.2 加注臂的设计、制造和试验应满足 CCS 接受的标准⁴要求。

第 4 节 惰性气体系统

4.4.1 一般要求

1 如国标 GB/T 38520 - 2020《船用超低温拉断阀》等。

2 如 ISO 21593 Ships and marine technology — Technical requirements for dry disconnect/connect couplings for bunkering liquefied natural gas、GB/T 39038 - 2020《船舶与海上技术 液化天然气加注干式快速接头技术要求》等。

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

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。

4.4.1.1 本节适用于吹扫加注和补给管路的惰性气体系统。

4.4.1.2 LNG 加注船应配备惰性气体系统,用于对 LNG 加注管路进行惰化或吹扫,以及在 LNG 加注前对加注连接系统进行密性测试。

4.4.1.3 惰性气体系统除满足本节要求外,还应满足 CCS《散装运输液化气体船舶构造与设备规范》第 3 篇第 9 章 9.4 和 9.5 的相关要求。

4.4.2 布置要求

4.4.2.1 如氮气发生器或氮气储存设施安装于机器处所外的单独舱室内,该舱室应设置独立的机械抽吸式通风系统,每小时换气次数不小于 6 次,且应设置 2 个低氧报警装置。氧气水平低于 19% 时低氧报警装置应在处所内外都能发出声光报警。

4.4.2.2 围蔽处所内的氮气管路除安装阀件、仪表、传感器等必须的法兰外,应为全焊接连接。

4.4.3 惰化能力

4.4.3.1 惰化能力应根据加注操作进行设计,应不小于需要吹扫的软管和管路容积的 5 倍。

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 除本章规定外，以 LNG 为燃料的动力系统应满足 CCS《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》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 CCS 同意，专用 LNG 燃料舱可布置在货物区域之外，但应满足 CCS《船舶应用天然气燃料规范》中有关燃料舱的布置要求。

5.1.1.3 从 LNG 液货舱到专用 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的位置进行操作。该段管路应能进行吹扫和惰化。

5.1.1.4 气体燃料发动机设计、气体燃料发动机安装布置、气体燃料供应、气体燃料使用相关的控制监测及试验，应满足 CCS《液化气体运输船气体燃料发动机系统设计与安装指南》的要求。

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 CCS《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加注控制站遥控控制外，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加注控制站，机器处所及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，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 液货舱应设置压力监测，并在加注控制站进行集中显示。

6.2.1.2 LNG 液货舱应设置高压报警，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 液货舱应设置液位监测，并在加注控制站进行集中显示。

6.2.1.4 LNG 液货舱应设置高液位及低液位报警。

6.2.1.5 LNG 液货舱应设置温度监测，并在加注控制站进行集中显示。

6.2.1.6 BOG 罐（如设有）应设置压力监测，并在加注控制站进行集中显示。

6.2.1.7 LNG 热交换器出口应设置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 泵出口应设置管路高压报警，并自动停止 LNG 泵运行。

6.2.1.9 LNG 泵池（罐内泵则为 LNG 储罐）应设置低液位报警，LNG 潜液泵泵后应设置压力低报警。

- 6.2.1.10 LNG 泵电机应设置过载和短路保护，并将报警信号送至加注控制站进行显示。
- 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 加注系统应设置对各加注设备异常状态的报警，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 液货舱向他船 LNG 燃料舱驳运 LNG 过程中，当监测到燃料舱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，仅向内河受注船提供加注服务的船舶除外。

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。ESD 系统应能使得 LNG 输送泵在应急截止阀关闭前停止运行。

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 系统动作时应在加注操作位置和货物控制室/加注控制站发出声光报警。

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¹，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；

¹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。

- (3) 报警项目；
- (4) 阀门的实际位置。

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 加注船应配备与受注船相适应的通讯系统，用来传输数据和 ESD 信息，ESD 信息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 6.3.2.2 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¹；
- (4) ESD系统故障；
- (5) LNG阀遥控系统失去动力源故障；
- (6) 任何位置探测到可燃气体浓度超过限值；
- (7) 加注臂运动范围超限；
- (8) 与受注船之间的通讯失败；
- (9) LNG液货舱压力低；
- (10) LNG输送泵出口压力陡降；
- (11) 紧急脱离装置断开；
- (12) 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 CCS 接受的标准²实现船岸连接。

6.3.3.3 加注船应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 (7) 所述情形；
- (2) LNG液货舱过充液位高高位报警³；
- (3) 与岸站之间的通讯失败；
- (4) LNG液货舱液位高；
- (5) 接收到岸站ESD信号。

¹ 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。

²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。

³液位高高位报警应独立于 LNG 液货舱液位测量系统。

第 4 节 通讯系统

6.4.1 一般要求

6.4.1.1 6.3.2.2 和 6.3.3.3 中加注船和受注船/岸站之间的通讯系统，可通过电气、光纤、气动、无线及其组合的方式实现数据、ESD 信息、ERS 信息和语音的传输。

6.4.1.2 ESD 信息应采用电气或光纤的方式传输，并具有备用的 ESD 信息通讯系统。

6.4.1.3 ESD 信息和 ERS 信息不应采用无线传输方式。

6.4.1.4 位于危险区域的通讯系统部件应为合格防爆型设备。

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 除本章规定外，电气设备还应满足 CCS《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 船舶应设有连续监测系统绝缘电阻，且在系统绝缘电阻异常低时发出视觉和听觉报警的装置。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、燃料补给、燃料供应和 LNG 液货舱的监测报警及安全系统。

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) 加注控制站、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	30
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，不低于该场所要求的主照明照度值的 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 CCS 接受的标准¹要求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、LNG 货舱区和加注作业区，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

¹ 参见 IMO A.752(18)决议《关于客船低位照明的评估试验和应用指南》和 ISO15370 出版物《船舶和海上技术-客船低位照明-布置》。

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，应不小于下列数值：

水压试验前：电压 >1000V 时，≥10000Ω

水压试验后或作业状态：电压为 20V 时，≥1000Ω

7.1.7.11 不应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、驾驶室、营业室（如适用）、加注控制站等重要地点要求设有声力电话或蓄电池供电的固定电话作为通讯工具。

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布置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加注控制站或驾驶室。

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 CCS《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）或蒸气（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IIA，T2，蓄电池室的防爆设备的类、级别和温度组别应不低于IIC，T1。

7.2.1.3 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 8 章 消 防

第 1 节 一般规定

8.1.1 一般要求

8.1.1.1 除本章规定外，加注船消防尚应满足 CCS《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、锅炉、焚烧炉等燃烧设备的排气管出口应装有火星熄灭器。

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 CCS《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 CCS《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开敞区域，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 CCS《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 CCS《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，该化学干粉灭火系统的保护范围应能够覆盖甲板上布置有加注设备（如加注管路、连接设备及相关阀件等）的区域。

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 CCS 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，普通蛋白泡沫与船上所使用的干粉灭火剂具有相容性，则 CCS 可允许使用普通蛋白泡沫。

8.2.5 消防员装备

8.2.5.1 消防员装备的配备应满足 CCS《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。

第 9 章 附加营运功能

第 1 节 一般规定

9.1.1 一般要求

9.1.1.1 本章规定了液化天然气燃料加注船附加营运功能要求，满足本章规定者，可取得本规范第 1 章第 3 节中相应的特殊设备和系统附加标志。

第 2 节 附加返回 BOG 处理营运功能

9.2.1 BOG 处理

9.2.1.1 加注船和受注船之间设置蒸气返回管路或系统时，该管路或系统应设计成具有能够接受或处理返回蒸发气体流量不小于附加营运功能符号标称的处理能力。

9.2.1.2 除处理加注船自身自然蒸发气、加注期间加注船产生蒸发气体外，加注船还应有足够能力处理受注船上的蒸发气体。

9.2.1.3 用于处理来自受注船返回蒸发气体的管路应有特别考虑，避免加注船液货舱压力过大。应对液体燃料加注、受注船蒸气返回和自有液货舱压力/温度控制同时操作进行 BOG 处理能力测算。

9.2.1.4 如果采用热氧化方法处理蒸发气体，废气的最高出口温度应不超过 250℃。其排气口方向不应与加注作业时使用的加注总管方向相同。

9.2.1.5 蒸发气体回收期间，热氧化操作安全时，扩散分析可作为最高出口温度限制的替代方案，分析应包含可实现所需稀释的操作条件（风速和相对方向）。

9.2.1.6 当货物围护系统基于加注船压缩蒸发气体体积聚时，应考虑安全操作裕度（压力至少不应超过货物围护系统压力释放阀 MARVS 的 90%）。加注船应有能够将货物压力/温度保持在设计限制范围内的额外压力控制措施。

9.2.1.7 如配有从受注船抽取蒸发气体的压缩机，其应配备自动压力和流量控制装置，并配有气体激增保护和紧急关闭装置。

9.2.1.8 如采用储罐接收来自受注船的蒸发气，应考虑允许接受蒸发气的体积、速率及两船的初始条件（如充装率、舱压等），并在操作手册中明确相关限制条件。

9.2.2 图纸资料

9.2.2.1 除本规范第 1 章第 6 节要求的图纸资料外，还应提交 BOG 管理程序以供 CCS 备查。

第 3 节 附加气试服务营运功能

9.3.1 干燥能力

9.3.1.1 应设有能产生足够的合适质量干燥气体的设备或足够容量的液氮储存容器，以满足预期的需要。

9.3.1.2 干燥能力应满足气试过程中对受注船燃料舱/液货舱和相关管路的干燥需求。

9.3.2 惰化能力

9.3.2.1 惰性气体系统应满足第 4 章第 4 节的相关要求。

9.3.2.2 惰化能力应满足气试过程中对受注船燃料舱/液货舱和相关管路的惰化需求。

9.3.3 BOG 处理能力

9.3.3.1 除自身自然蒸发气外，加注船应能处理受注船在气试过程中产生的全部蒸发气及混合气体，确保没有 BOG 释放到大气中。

9.3.4 图纸资料

9.3.4.1 除本规范第 1 章第 6 节要求的图纸资料外，还应提交气试服务程序以供 CCS 备查。

附录 1 风险评估

第 1 节 一般规定

1.1 一般要求

1.1.1 本附录适用于加注船设计、LNG 加注、储存、供气及使用环节。

1.1.2 风险评估旨在消除可能给人员和环境带来的风险，如 LNG 泄漏、储罐超压、受注船意外的移动、失电以及其他影响系统正常运行的失效等，必要时应提出风险缓解措施。

1.1.3 风险评估可采用定性、半定量或定量方法，所采用的方法应经 CCS 同意。

1.1.4 风险评估应由具有合适资质和丰富经验成员组成的小组进行，成员应是风险评估应用、工程设计、应急响应和 LNG 加注船舶等方面的专家。

1.2 风险评估理念

1.2.1 风险评估应基于单一故障理念，即不考虑两个故障同时发生。

第 2 节 风险评估方法

2.1 定性风险评估

2.1.1 定性方法包括“如果-怎么样”（What-if）分析、危险与可操作性分析（HAZOP）、失效模式和影响分析（FMEA）、故障树分析（FTA）和事件树分析（ETA）等。应根据评估对象和评估条件，选择适用的评估方法。

2.1.2 定性风险评估可用于以下场景，例如，加注船设计阶段的设计优化，运营阶段的补液、加注作业等。

2.1.3 定性风险评估可识别出主要的风险点，制定相应的事故场景，为后续的定量风险评估做输入，并制定相应的风险缓解措施等。

2.2 定量风险评估

2.2.1 定量风险评估是对事故频率和后果进行定量分析，并与风险可容许标准进行比较的系统方法。

2.2.2 事故频率的确定可参考 CCS《油气定量风险评估指南》第 4 章相关内容。

2.2.3 定量风险评估应使用国内外公认的后果分析数学模型，能够计算分析灾害的影响波及范围，通常至少应包括以下灾害类型和灾害程度计算：

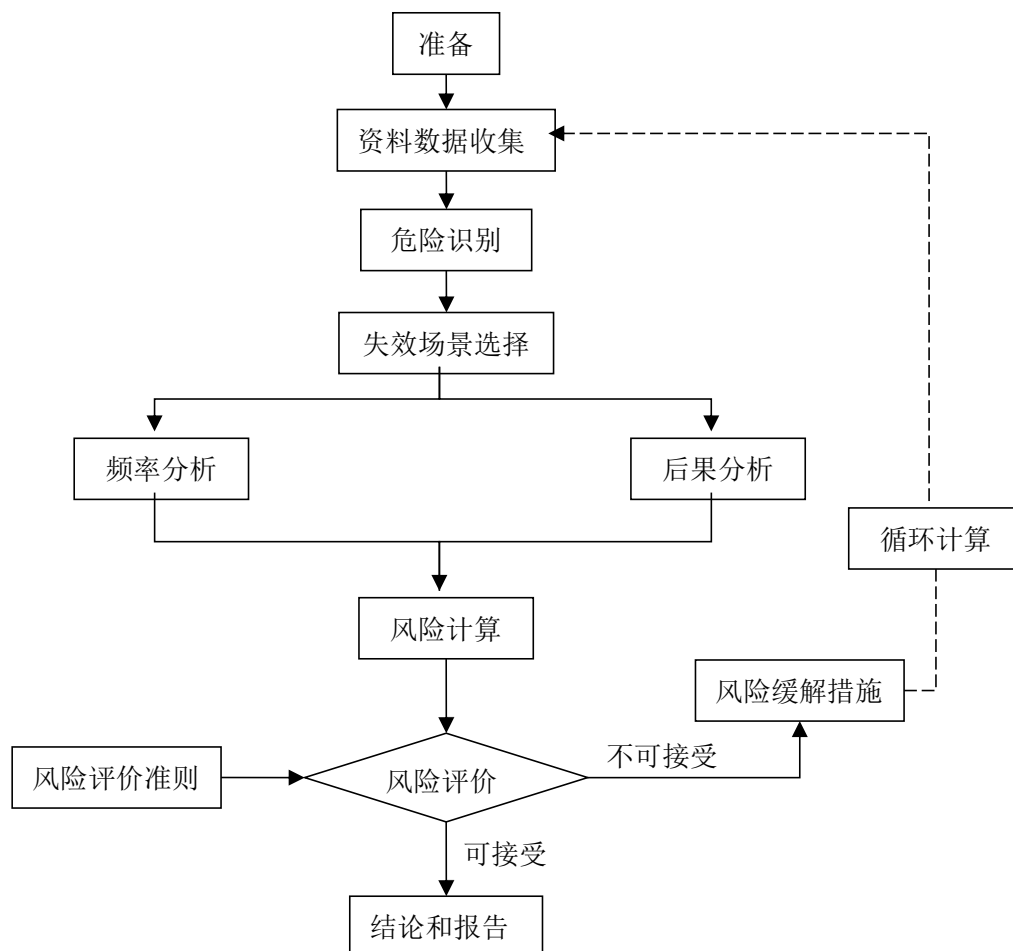
- (1) 蒸气云扩散；
- (2) 热辐射；

(3) 爆炸冲击波。

2.2.4 灾害接受衡准可参照 CCS《油气定量风险评估指南》第 5 章相关内容。

2.2.5 风险接受准则可参照 CCS《油气定量风险评估指南》第 6 章相关内容。

2.2.6 定量风险评估流程图见附图 2.2.6。



附图2.2.6 定量风险评估流程图

第 3 节 风险缓解措施

3.1 一般要求

3.1.1 当所计算的风险处于不可容许区或处于尽可能降低区边界时，应通过实施附加缓解措施把风险减低到可容许区域。

3.1.2 当所计算的风险落在尽可能降低区时，则需在可能的情况下尽量减少风险，即对各种缓解措施进行成本效益分析等，以决定是否采取这些措施。

3.1.3 缓解措施包括但不限于：在设计中结合最新技术和仪器，优化设备布置设计、使用升级设备、改善泄漏报警装置、应急响应程序和操作步骤等。

3.1.4 所采用的缓解措施应经 CCS 同意。