

T/CANSI

中国船舶工业行业协会团体标准

T/CANSI 133—2024

液化天然气（LNG）燃料动力船舶槽车气试加注 作业安全要求

Technical requirements for gas test and bunkering of truck for liquefied natural
gas (LNG) fueled ships



2024-11-18 发布

2024-12-1 实施

中国船舶工业行业协会 发布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 一般要求 2

 4.1 作业相关方 2

 4.2 作业人员 2

 4.3 受注船 3

 4.4 码头 3

 4.5 水域 3

 4.6 陆域 4

 4.7 设备和系统 4

5 作业要求 5

 5.1 一般要求 5

 5.2 加注作业前 6

 5.3 加注作业中 7

 5.4 加注作业后 8

6 安全技术要求 9

 6.1 通则 9

 6.2 气象 9

 6.3 通风 9

 6.4 通讯 10

 6.5 照明 10

 6.6 消防 10

 6.7 防静电 11

 6.8 气体探测 11

 6.9 烟火管制 11

 6.10 热工作业 11

 6.11 区域管控 11

 6.12 安全防护 12

 6.13 标志标识 12

7 应急管理要求 12

附录 A（资料性）气试加注作业检查表 14

附录 B（规范性）气试加注流程 18

附录 C（资料性）气试加注作业完工确认单 19

附录 D（资料性）气试加注作业应急物资清单 20

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国船舶工业行业协会标准化分会提出。

本文件由中国船舶工业行业协会归口。

本文件起草单位：江苏科技大学、启东华润燃气有限公司、中船恒宇能源（上海）有限公司、扬州中远海运重工有限公司、招商局金陵鼎衡船舶（扬州）有限公司、上海江南长兴造船有限责任公司、中船澄西船舶修造有限公司、江苏新扬子造船有限公司、山港（山东）海工装备有限公司、中国船舶集团有限公司综合技术经济研究院。

本文件主要起草人：包国治、濮春荣、李永正、王普、张剑、胡宏宇、李政、李倩倩、乔石磊、朱金、李巧平、张刚、刘恒序、翟亚军、张曙光、蒋清华、秦建国、方云虎、高道清、任海兵、周科伟、杜成忠、陆麒、陈淼、王林、陈继康、王啸晔、赵隼、茅文虎、孔志宏、陈武争、徐剑、吴侃、陈伟、王学波、刘金平、严兴春、徐磊。



液化天然气（LNG）燃料动力船舶槽车气试加注作业安全要求

1 范围

本文件规定了液化天然气（LNG）燃料动力船舶槽车气试加注的一般要求、作业要求、安全技术要求和应急管理要求等。

本文件适用于在沿江或沿海码头（不限于生产性码头）使用槽车对新造、改装、营运等阶段的LNG动力船舶燃料舱进行气试加注作业，LNG运输、加注船舶液货舱可参照使用。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB 13365 机动车排气火花熄灭器
- GB/T 20801.3 压力管道规范 工业管道 第3部分：设计和计算
- GB/T 27921 风险管理 风险评估技术
- GB 42283—2022 液化天然气燃料水上加注作业安全规程
- GB/T 51312 船舶液化天然气加注站设计标准
- JT/T 1320 水上液化天然气加注站/船应急响应计划编制要求
- NB/T 47058 冷冻液化气体汽车罐车
- TSG D0001—2009 压力管道安全技术监察规程—工业管道
- TSG R0005—2011 移动式压力容器安全技术监察规程
- 中国船级社 油气定量风险评估指南（2020）
- IGC规则 国际散装运输液化气体船舶构造和设备规则 1974
- IGF规则 使用气体或其它低闪点燃料船舶国际安全规则 2015

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

受注船 LNG filled ship

接受加注液化天然气作为主发动机动力燃料的船舶。

3.2

气试加注 gas test and bunkering

对受注船进行干燥惰化、预冷、天然气置换、升温、惰化、空气化以及从液化天然气槽罐车将液化天然气输送至受注船的过程。

3.3

气试加注装置 gas test and bunkering device

由卸车装置、气化装置、进料控制装置、船岸连接装置及回气处理装置等组成，作为船舶气试加注期间船舶和槽车之间的连接装置。

3.4

作业区 operation area

气试加注作业活动的区域。

3.5

危险区 hazardous area

可燃气体可能泄漏的区域。

3.6

限制区 restricted area

气试加注装置周围限制人员进出的区域。

3.7

警戒区 warning area

为防止无关船舶、其他活动进入或靠近作业区而设置的管控区域。

4 一般要求

4.1 作业相关方

4.1.1 气试加注作业宜由受注船方、码头方、气试加注作业服务方和槽车运输单位等共同参与。

4.1.2 气试加注作业服务方应取得危险化学品经营许可证或燃气经营许可证等相应资质，且具有船级社所签发的 LNG 船舶气试加注相关原则认可证书，建立相应的气试加注管理体系。

4.1.3 槽车运输单位应具备交通运输主管部门核发的道路运输经营许可证和道路运输证。

4.1.4 气试加注作业前，应按当地主管机关的有关规定进行资料信息的准备、报批或报备。

4.2 作业人员

4.2.1 气试加注作业服务方现场管理人员应持有危险化学品安全管理证书；作业人员应持有相应的操作资格证书（如压力容器操作证或充装操作证等）。

4.2.2 从事槽车驾驶的人员应取得公安部门核发的有效机动车驾驶证及交通运输主管部门核发的危险品道路运输从业人员从业资格证；槽车押运人员应取得交通运输主管部门核发的危险品道路运输从业人员从业资格证。

4.2.3 作业人员应经专业的气试加注作业培训并记录备案，培训内容至少应包括气试加注作业方式、作业程序、危险源、安全风险分析、风险控制措施、应急处置方案。

4.2.4 参与作业的槽车司机和押运员应提前进行厂内交通教育和安全交底。

4.3 受注船

4.3.1 受注船为 LNG 运输、加注船舶时，应符合《国际散装运输液化气体船舶构造和设备规则》（IGC 规则）或船级社有关规定，受注船相关系统已获得船级社检验合格的证明文件。

4.3.2 受注船为 LNG 动力船舶时，应符合《使用气体或其它低闪点燃料船舶国际安全规则》（IGF 规则）或船级社有关规定，受注船相关系统已获得船级社检验合格的证明文件。

4.3.3 应对 LNG 燃料舱及系统进行维护、保养，并按照相关规定定期检测检验。

4.3.4 应对船上消防设施设备进行维护、保养，并定期检测，检测记录应由相关人员签字。

4.3.5 受注船应设置 2 条对外的应急逃生通道，水域侧和陆域侧各 1 条。

4.3.6 当受注船为新造或改装船舶时，应符合下列要求：

- a) 船上所有系统工程全部建造完成，包括燃料系统、消防系统、系泊系统、自动控制系统、配电系统及水幕保护系统等已安装完成；
- b) LNG 系统的强度试验、气密性试验和管路清扫清洁已完成；
- c) LNG 系统、燃料舱维护系统（包括安全阀、压力表等）已安装完整并校验合格；
- d) LNG 系统的相关辅助系统和安保系统调试已完成，且防静电接地测试合格。

4.4 码头

4.4.1 码头长度、吨级及前沿水深等条件应能满足受注船靠离泊要求。

4.4.2 码头泊位应能满足受注船航行、掉头、靠离泊、装卸作业、防台风，以及受注船频繁进出的要求。

4.4.3 码头宜选择在人员密集的建筑物或户外活动场所全年最小频率风向的上风侧位置，邻近江河的城镇、重要桥梁、大型锚地和船厂等的下游位置，不宜选择在明火或散发火花地点的下风侧。

4.4.4 码头宜为独立泊位码头，散装液体化工码头不应作为作业码头。

4.4.5 码头应无影响装置摆放、槽车及应急抢修救援车辆进出的固定设施，且宽度不宜小于 20 m。

4.4.6 码头为海港码头时，其系泊泊位与附近通行其他船舶的航道边线的净距应不小于 100 m；为河港码头时，其系泊泊位与附近通行其他船舶的航道边线的净距应不小于 50 m。

4.4.7 位于桥梁、渡槽、大坝的上游且其间距小于 1600 m，以及位于桥梁、渡槽、大坝的下游且与其间距小于 800 m 的码头不应作为作业码头。

4.4.8 下列区域未采取相应保护措施码头不应作为作业码头：

- a) 航道急弯、狭窄、急流、滩险航段；
- b) 地质构造复杂和存在晚近期活动性断裂等抗震不利地段；
- c) 水底电缆、水底管线及过河建构筑物保护区内。

4.5 水域

4.5.1 受注船水域侧 50m 范围内应禁止其他无关船舶靠近, 并安排工作船进行巡逻值守, 工作船的位置选取应能确保工作船在 4min 内赶到靠泊区。

4.5.2 受注船靠泊泊位与其他船舶泊位相邻时, 受注船与相邻泊位船舶净距应不小于 50 m; 受注船外档不应停靠任何船舶, 且船艏宜朝向有利于船舶紧急撤离的方向。

4.5.3 码头两侧均设有靠泊泊位时, 两侧靠泊船舶净距应不小于 25 m, 且同一作业时段内, 只允许有一艘船舶进行作业。

4.6 陆域

4.6.1 回气处理装置应距离卸车装置至少 80m; 应急车辆停车区位置选取应能确保区域内车辆在 4min 内赶到作业区; 槽车等待区应设置在警戒区以外。

4.6.2 作业区应按风险等级设置危险区、限制区和警戒区; 以船岸连接加注口为中心设置 25 m 半径的危险区、50 m 半径的限制区、200 m 半径的警戒区。

4.6.3 作业场地路面不应为沥青路面。

4.6.4 作业区宜设置两个进出口, 分别作为车辆的入口和出口。

4.6.5 气试加注装置的摆放应远离变配电设施; 气试加注装置的位置设置应能确保变配电设施位于危险区之外且与危险区边界线的距离应不小于 3 m, 距离无法保证的变配电设施应断电。

4.6.6 现场应指定车辆行进路线, 槽车及消防车进出道路宽度应不小于 4 m, 转弯半径宜不小于 9 m, 净空高度应不小于 5 m。

4.6.7 警戒区内不应进行与加注无关的作业, 且危险区内的电气设备均应为本质安全的防爆设备。

4.6.8 作业区应至少设置 1 条对外应急逃生通道, 同时在限制区外设置登船梯作为受注船陆域侧应急逃生通道, 并在限制区外 800 m 设置紧急疏散集合点。

4.7 设备和系统

4.7.1 设备和系统主要包括 LNG 船舶加注口法兰及槽车卸车法兰之间的所有设备装置(含回气处理装置)和管路系统(含软管)。

4.7.2 装置应能满足气试加注作业方式、作业程序以及安全和环保等的要求, 且与码头和受注船结构形式相适应, 布置在受注船加注站接口附近。同时, 应考虑具备返回蒸汽/废气处理的功能, 除在必要时处于安全考虑外, 作业过程中不允许未经处理的返回蒸汽/废气直接排放至大气或自然水体中。

4.7.3 当船岸连接采用低温软管时, 应符合下列规定:

- a) 软管应采用奥氏体不锈钢波纹软管或其他满足要求的软管, 其设计温度应不高于 -196°C ;
- b) 软管的公称压力不应小于卸料系统最大工作压力的 2 倍, 其最小爆破压力应大于公称压力的 4 倍;
- c) 软管前端或末端应设安全拉断阀, 安全拉断阀的设计压力、设计温度应与系统相匹配;
- d) 软管长度宜不超过 15 m;
- e) 与软管连接的接头宜为快速接头, 快速接头应在连接过程中有效锁紧, 其设计压力 and 设计温度应与系统阀门相同。

4.7.4 当船岸连接采用加注臂时, 应符合下列规定:

- a) 设计压力和设计温度应与相连的管道系统相适应；
- b) 应有紧急脱离装置；
- c) 应在受注船的正常漂移范围内与其随动，并应具有声光报警功能。

4.7.5 气试加注装置均为撬装移动式，作业现场码头不应设固定基础和储罐。气试加注装置应满足如下要求：

- a) 所有电气设备的防爆等级应不低于 Exd II BT4 Gb；
- b) 符合国家和行业规定的相关规范标准，具备第三方专业检测机构出具的检测合格报告；
- c) 按照相关法规、规范和标准要求及时定期进行检验，具有有效的证书；
- d) 除考虑满足必要的气试加注功能外，还应考虑外界条件对气试加注作业的影响（如潮汐、大风、极端天气等）；
- e) 具有有效的船岸连接，且具备紧急切断和应急脱离功能；
- f) 气体排放口设置应符合 GB/T 51312 的有关规定。若气试加注系统排放的天然气通过火炬系统燃烧处理，则火炬系统应布置在限制区外、警戒区内，与槽车卸车口距离 80 m 以上，与受注船距离 15 m 以上；
- g) 相应检验检测记录文件保存不少于一年或符合主管机关要求的时限要求。

4.7.6 槽车应具备公安机关交通管理部门核发的车辆行驶证、市场或质量技术监督部门核发的特种设备使用登记证和罐体检验合格证明，并应符合 TSG R0005—2011 和 NB/T 47058 的有关规定。

4.7.7 管路系统设计应符合 TSG D0001—2009、GB/T 20801.3 等的有关规定，且应符合下列规定：

- a) 系统的设计压力应不小于最大工作压力的1.2倍；
- b) 管道组成件的设计温度宜不高于-163℃；
- c) 应考虑正常操作过程中出现的极限的压力和温度组合工况；
- d) 液相管路上应设置切断阀和止回阀，气相管路上应设置切断阀；
- e) 液相管路两个阀门之间应设置安全阀，安全泄放阀的设定压力不应小于管道的最大操作压力，且不应大于管道的设计压力，泄压排放的气体应集中接入回气处理系统处理排放。
- f) 气液相管路应设置温度和压力检测仪表；远传仪表宜具有就地显示功能。

4.7.8 回气处理若采用燃烧处理的方式，则应采用地面封闭式火炬或同类装置（如封闭式焚烧炉等），火炬筒体高度应高出所在地面 8 m 及以上，并应高出周边 12 m 范围内的平台或建（构）筑物 2 m 以上，平台或建（构）筑物不应进入火炬筒口水平 12 m 以外斜上 45° 的范围内。

5 作业要求

5.1 一般要求

5.1.1 气试加注作业前，应开展安全风险评估，落实安全管理措施。当气试加注安全条件发生重大变化时，应进行重新评估。

5.1.2 气试加注作业风险评估应按照 GB/T 27921，以及《油气定量风险评估指南（2020）》或其他船级社的要求进行。

5.1.3 气试加注作业风险评估应至少包括以下几个方面：

- a) 受注船作业前的准备及系泊；

- b) 气试加注装置作业前的准备及连接;
- c) 气试加注过程的管理;
- d) 作业完成后的装置拆除;
- e) 作业全过程的相关检查;
- f) 人员及环境。

5.1.4 风险评估应由具有合适资质和丰富经验成员构成的小组进行, 成员应是风险评估应用、工程设计、应急响应和气试加注作业等方面的专家。

5.2 加注作业前

5.2.1 受注船方和气试加注作业服务方应联合制定气试加注作业技术方案, 主要包括加注作业基本情况、作业程序、安全保障方案和应急预案等, 并组织专家评审。

5.2.2 受注船方和气试加注作业服务方应联合编制气试加注作业检查表(见附录A), 以便作业过程做好记录并留档。

5.2.3 受注船靠泊码头前应已完成如下信息确认:

- a) 码头靠泊条件(航道信息、净空高度、泊位水深、潮汐、码头长度及等级等)是否得到确认;
- b) 受注船参数(船长、船宽、型深及吃水深度等)是否得到确认;
- c) 作业控制、安保系统和接口等的兼容性;
- d) 码头方、气试加注作业服务方和受注船方三方的应急响应计划是否协调一致;
- e) 作业参与方对设定的作业程序及作业目标参数(加注量等)是否达成一致;
- f) 通过风险评估提出的建议项是否已改正;
- g) 作业过程中是否能确保没有天然气排放到大气中;
- h) 各种作业条件下, 作业码头和受注船之间的高度差是否在船岸连接软管或加注臂的可操作范围内, 受注船船体与码头碰垫是否能保持适当位置;
- i) 按照系泊计划检查系泊设施和布置;
- j) 通信系统和信号是否一致;
- k) 气试加注系统是否匹配;
- l) 作业码头和受注船的危险区域之间是否存在冲突;
- m) 不同的紧急关闭系统是否兼容;
- n) 是否配备避免因人为因素导致液相管路与气相管路连接的安全措施;
- o) 对不可控点火源和可能掉落的物体是否已检测确认;
- p) 作业参与方对气试加注及回气处理的计划是否已达成共识;
- q) 天气、水文情况是否允许作业;
- r) 低温保护系统是否兼容, 例如水幕和软管绝缘套。

5.2.4 作业流程应符合附录B的要求。

5.2.5 落实作业区、槽车等待区及进出道路等的安全管控措施, 包括清场、围蔽、警戒警示、签发作业人员标识牌、出入口安保管控措施等。

5.2.6 受注船方和气试加注作业服务方应共同确认受注船按照系泊要求进行系泊。

- 5.2.7 受注船和气试加注装置确认已有效等电位接地。
- 5.2.8 完成气试加注系统组装连接并进行气密检查，尤其检查船岸连接软管或加注臂。
- 5.2.9 应急车辆停车区内应至少配备 1 辆救护车（含随车医护人员）；工作船区应至少配备 1 艘工作拖轮进行值守；受注船应在艏艉备妥应急拖缆。
- 5.2.10 确认槽车的有关证件及标志齐全有效、排气管已安装火星熄灭器、停放在指定位置、采取措施防止意外移动、进行电气接地。
- 5.2.11 对槽车及气试加注系统各设备及仪表进行检查，确认其工作状态良好。
- 5.2.12 作业参与方应在作业开始前 24h 内各自指定专人测试其紧急切断（ESD）系统处于可用状态，确认有效并做好书面记录。
- 5.2.13 气试加注作业服务方应对作业兼容性进行检查，至少包括以下内容：
- a) 气试加注系统；
 - b) 通信系统；
 - c) 自增压设备；
 - d) 拉断保护装置；
 - e) 紧急切断装置；
 - f) 惰性气体系统；
 - g) 船岸连接形式、尺寸及压力等级。
- 5.2.14 作业参与方应对作业安全性进行检查，至少包括以下内容：
- a) 消防系统、紧急切断系统、紧急脱离系统、照明系统、静电接地系统、系泊系统、船岸连接系统、水幕保护系统、通风系统等；
 - b) 受注船生活区开口；
 - c) 安全通道及警示标志；
 - d) 个人防护装备及设备。
- 5.2.15 准备阶段检查后，填写附录 A 的表 A.1、表 A.2，并由参与方代表签字认可。

5.3 加注作业中

- 5.3.1 首次进行 LNG 加注的情形有如下两种：
- a) 新建的 LNG 动力船舶；
 - b) 现有船舶进行 LNG 动力改装或检修后再次投入使用。
- 5.3.2 对于首次进行 LNG 加注的船舶，应在加注前对其 LNG 燃料舱及管路系统进行干燥惰化、置换及冷却，相关操作应按照 GB 42283—2022 中 5.3 的要求进行，并满足下列要求：
- a) 应采用氮气对 LNG 燃料舱和管路系统进行干燥惰化，氮气的露点应低于 -45°C ，干燥惰化后 LNG 燃料舱及管路系统含氧量应小于 2%，露点应低于 -40°C 。
 - b) 采用天然气常温气体对 LNG 燃料舱和管路系统的惰性气体进行置换，当 LNG 燃料舱和管路系统内天然气含量超过 99% 时，置换完成。
 - c) 液化天然气通过 LNG 燃料舱内的上喷淋管对 LNG 燃料舱进行冷却，冷却速率不应超过 $10^{\circ}\text{C}/\text{h}$ ，当舱内或罐内平均温度达到 -130°C 以下，冷却完成。

注：也可先利用低温氮气或液氮对 LNG 燃料舱和管路系统进行冷却，再进行天然气低温置换，最终参数要求不变。

5.3.3 作业过程中的每个阶段开始前,应确保所有阀门处于关闭状态,根据各个阶段工艺需求,按顺序依次开启相应阀门。

5.3.4 应先对槽车进行增压,使槽车与受注船之间具有足够的压差,以使其能对受注船进行正常作业。

5.3.5 初始加注作业时应缓慢开启槽车液相阀,采用小流量输送的方式从 LNG 燃料舱顶部喷淋管喷淋加注,直至 LNG 燃料舱底部有积液,可将顶部缓慢喷淋加注方式切换到底部大流量快速加注方式。

5.3.6 作业过程中,受注船方应持续监测 LNG 燃料舱压力,防止超压现象出现;若受注船 LNG 燃料舱压力上涨,在气试阶段时可降低进气速度,在加注阶段时可切换顶部喷淋降温。

5.3.7 作业过程中,气试加注作业服务方应持续监测槽车压力,槽车压力不足时,应及时对槽车进行增压,以保持正常作业。

5.3.8 加注阶段最高加注速率不宜超过 3 m/s。

5.3.9 当受注船加注液位接近装载上限时,应注意 LNG 燃料舱的液位和压力,以防发生高液位报警并触发应急切断动作。

5.3.10 当加注量达到商定值时,停止加注,利用槽车内剩余的液化天然气气化后的气态天然气或直接利用槽车气相空间的气态天然气将加注管路中的液体驱赶至受注船 LNG 燃料舱。

5.3.11 气试加注过程中返回或产生的低温气体宜经过复热器加热成比空气轻的气体后方可进入回气处理系统处理排放。

5.4 加注作业后

5.4.1 管路中液体驱赶完成后,应关闭槽车和受注船管路上的气液相进出阀门并拆除槽车连接管路,槽车驶离作业区域。

5.4.2 用氮气或其他惰性气体将加注管路中的天然气驱气至受注船 LNG 燃料舱内,或关闭受注船进液进气阀,用氮气或其他惰性气体将加注管路中的天然气驱气至回气处理系统,在管路末端取样口检测天然气含量小于 2%VOL,则管路惰化合格。

5.4.3 检查后,填写附录 A 的表 A.3,并由参与方代表签字认可后拆除船岸连接管路。船岸连接管路拆除后方能关闭水幕系统。

5.4.4 若受注船方和气试加注作业服务方之间存在有线通信连接,在作业完成后可断开连接,然后收回。

5.4.5 受注船加注 LNG 完毕后,LNG 燃料舱、管路系统、燃气设备间、气体阀件单元、透气管透气口及通风口区域等涉及 LNG 的管路区域,应设置“危险区域”警示标识,纳入危险区域管理。

5.4.6 作业完成后,受注船可燃气体探测仪和低氧传感器功能启用,对危险区域内的可燃性气体、氧气含量进行实时监控。

5.4.7 作业完成后应及时对受注船接口加装盲板,防止杂物进入管道内。

5.4.8 确认作业区域内无火源存在后,检查气试加注装置管路无压力下,方可开始拆除气试加注装置,并对接口进行有效封堵。

5.4.9 现场所有气试加注装置拆除并清理完成后对作业现场进行测爆检查,测爆检查合格后方可通电。

5.4.10 作业工作全部完成后,气试加注作业服务方填写附录 C 的气试加注作业完工确认单并交付受注船方签字确认。受注船应在《航海日志》和《轮机日志》上如实记录作业时间、地点、作业方式、加注数量以及作业单位名称。受注船应将加注单据留存在船三年。

6 安全技术要求

6.1 通则

6.1.1 气试加注作业宜在白天进行。

6.1.2 作业现场应按功能进行分区布置,如靠泊区、工作船区、设备区、卸车区、回气处理区、槽车等待区、应急车辆停车区等。

6.1.3 作业过程中,应保持槽车发动机处于关闭状态;加注作业不应与其他油品加注作业同时进行。

6.1.4 码头方应对作业码头的吊机设备、消防设施等进行经常性维护、保养,确保随时可用。

6.1.5 受注船方应对涉及天然气的管道系统和船上消防设施进行维护、保养,并按相关规定进行检测检验。

6.1.6 气试加注作业服务方应对气试加注装置进行维护、保养,并按照相关规范或产品说明书的规定进行定期检测检验。

6.1.7 受注船及气试加注装置均应在所有可能产生泄漏的阀件、法兰和接头下面设置绝热的抗低温集液盘或其他合适的防护措施。

6.1.8 气试加注作业服务方应对槽车、槽车驾驶员及押运员资质进行核对,证件存在问题或人证、车证不一致的,不应允许槽车和有关人员进入警戒区和槽车等待区。

6.2 气象

6.2.1 作业前,作业参与方应提前获取作业地点的天气预报,确保天气状况(如风浪、雷暴等)满足作业条件,且作业时随时监控天气变化。

6.2.2 作业期间,作业地点附近出现雷电或大风(大于 6 级)等可能影响作业安全的天气时,应立即停止作业。

6.2.3 当风浪(顺浪大于 1.0 m 或横浪大于 0.8 m)或潮差可能对船岸连接软管或加注臂造成过度应力时,应停止作业,必要时应拆除船岸连接软管或加注臂。

6.2.4 其他气象条件(如电磁风暴、冰雹、大雾、龙卷风、台风、暴雪等)可能影响作业安全时,应及时停止作业。

6.2.5 作业码头高处应设置显见的风向标。

6.3 通风

6.3.1 受注船机舱、压缩机室、货泵舱、燃气设备间等其他涉及燃气设备的围蔽处所(需要保持惰化状态的处所除外)的通风系统,在气试加注作业期间应保持运行状态。

6.3.2 人员进入可能积聚天然气气体的处所之前应进行有效通风,并经指定的责任人许可后方可进入。在处所外的明显位置应有进入前应进行通风的警告标识。

6.3.3 作业期间,甲板以上建筑的所有门、窗和其他开口应保持关闭;从LNG燃料舱区域吸入空气的空调系统应关闭;装设在居住舱室内不从外界吸入空气的空调系统应保持运行。

6.4 通讯

6.4.1 在作业区内使用的通讯设备应是合格防爆型,且在作业前应进行稳定性测试。作业负责人或总指挥,应随身携带手持式防爆对讲机。

6.4.2 作业参与方应至少设置两组可靠并独立的通讯方式。作业期间,船岸应保持良好的通信联络,通信工具发生故障而无法保持联络时,应停止作业。

6.4.3 受注船上所有发射天线应可靠接地,若发射天线区域可能存在可燃气体,则不允许进行无线电发射。

6.4.4 作业期间,雷达设备应关闭或将其设置为待命状态。

6.4.5 作业期间,使用超高频(UHF)和甚高频(VHF)对讲时,应将其发射功率设置为低功率(小于或等于1W)。

6.5 照明

6.5.1 夜间作业期间,作业区域、受注船甲板及船岸通道应有良好的照明。人员通道照度不低于30lx,设备阀门操作处照度不低于100lx。若照明失效或作业时处于低照明条件,作业应立即停止直到照明恢复。

6.5.2 不允许在应急照明下进行作业;作业过程中禁止维修照明设备。

6.5.3 危险区和限制区内所用的照明设备应是合格防爆型,使用前应仔细检查,保证在使用过程中绝缘良好,电缆连接牢固,护套材料无损坏。

6.5.4 作业期间,作业人员还应配备合格的防爆型手电筒,并保持正常可用状态。

6.6 消防

6.6.1 受注船消防设备及系统应处于良好状态。

6.6.2 作业现场应按下列要求配置消防设施和器材,并保持良好工作状态。

- a) 限制区内配置不少于2组消防水带和直流、水雾两用水枪,并应保证危险区内的任何地方均有2支水枪的充实水柱同时覆盖。
- b) 限制区内应至少配置2台35 kg推车式干粉灭火器。中心距离不大于30 m的2个装置可共用1台推车式干粉灭火器,但灭火器放置地点距离装置中心不应大于18 m。
- c) 气试加注装置应至少配置10具2 kg手提式干粉灭火器,若装置中有电气设备,至少还应配置2具2 kg手提式二氧化碳灭火器。中心距离不大于15 m的2个装置可共用手提式灭火器,但灭火器放置地点距离装置中心不应大于9 m。
- d) 受注船加注口附近至少配置10具2 kg手提式干粉灭火器和2具2 kg手提式二氧化碳灭火器,船上已配齐船用消防设施设备的,可使用船用消防设施设备。
- e) 卸车区每个槽车停车位应至少配置2具5 kg手提式干粉灭火器。

6.6.3 船岸安全通道应保持畅通,受注船船长超过150 m的船舶应设有第二安全通道,如果条件不允许,则应使船舶外舷的一艘救生艇处于随时降落状态或备妥外舷梯。

6.6.4 槽车等待区内的每辆槽车旁应至少配备 1 具 2 kg 手提式干粉灭火器。

6.6.5 若作业码头 2 km 范围有消防站，且作业前已通知消防车辆和人员进行配合，确保发生紧急情况时消防车能在 4 min 内抵达作业码头，否则应急车辆停车区应至少配备 1 辆消防车（含随车消防人员）随时待命。

6.7 防静电

6.7.1 船岸连接管路应保持对船或对地的接地。

6.7.2 船岸连接宜采用绝缘方式防止静电，船岸连接软管或加注臂可采用绝缘法兰或其他防止静电方式（如等电位接地）。

6.7.3 受注船登船梯的连接铰链处应进行静电跨接并接地。

6.7.4 作业过程中，作业槽车应有效接地。

6.7.5 所有静电接地电阻值应不超过 100 Ω 。

6.7.6 在限制区入口以及受注船登船梯口和燃气设备间门口分别设置静电释放仪，进入指定区域的人员应消除人体可能携带的静电后方可进入相应区域。

6.8 气体探测

6.8.1 受注船及气试加注装置应按规定配置好气体探测与报警装置，并确保处于可用状态。

6.8.2 人员进入可能积聚天然气气体的处所，应事先通风，并经过可燃气体和氧气含量检测，确认安全后方可进入。进入人员应携带便携式气体检测仪，处所外应有专人看护。

6.8.3 作业期间，现场实操人员和关键岗位人员应全程随身携带便携式气体探测设备。

6.9 烟火管制

6.9.1 严禁在限制区和受注船吸烟、使用明火，严禁携带火种进入限制区和受注船。

6.9.2 限制区应使用合格防爆型工具及设备（如锤子、扳手、甲烷检测仪、对讲机等），避免产生火花，且应禁止非防爆电子产品的使用。

6.9.3 当配电系统发生低绝缘警报时，应立即停止作业，查找并隔离故障点，以避免在危险区形成电火花。

6.10 热工作业

所有热工作业应在作业前完成，作业期间禁止受注船或作业码头进行热工作业。若作业期间确需热工作业，则应先停止气试加注作业工作，并将受注船和气试加注装置完全惰化后，方可进行热工作业，当条件不允许时应经过专项评估后，方可进行。

6.11 区域管控

6.11.1 危险区、限制区和警戒区应设置警戒线、警示牌和专人监控等管控措施。限制区和警戒区边缘应分别设置围蔽和警示标志措施，且其出入口设置 24h 值守检查岗并安排专人对槽车及人员进行登记、资料核对和进出管理。所有进入限制区和警戒区的人员应持有相应区域的准入证。

6.11.2 作业期间，限制区内的码头供配电站、配电箱应处于断电源状态，停止供配电操作。

- 6.11.3 作业期间，处于码头警戒区内的其他船舶，不应进行与 LNG 加注无关的作业。
- 6.11.4 作业期间，所有进入作业区的车辆均应在车辆排气管出口安装符合 GB 13365 规定的火花熄灭器。
- 6.11.5 外来人员进入警戒区或登船应经现场负责人或总指挥同意，并按规定登记进入。
- 6.11.6 气体排放口应处于室外安全处，在排放口周围 4.5 m 范围外设置警戒线或警戒标识，作业人员应处于排放口 4.5 m 范围以外，防止排放的气体造成人员窒息或中毒。若需要靠近排放口检测气体含量，应佩戴使用自给式空气呼吸器。
- 6.11.7 等待作业的槽车应停放在槽车等待区，槽车等待区内的槽车最多允许 2 辆槽车并排停放，且与首尾方向的其他槽车至少保证 20 m 的间距，并确保在紧急情况下具备立即驶离的条件。

6.12 安全防护

- 6.12.1 受注船及作业码头现场应配备必要的安全装备、急救装备、防毒面具以及其他的人员保护设备，且保存在易于接近并有明显标志的适当处所，妥善保管，以便随时可用。
- 6.12.2 现场作业人员应穿戴防静电工作服、防静电工作鞋、安全帽。槽车等待区内人员应穿戴防静电服、防静电鞋，区域内禁止一切明火，且应安排专人 24h 值守。
- 6.12.3 在作业过程中可能接触到低温管道、阀门以及可能发生泄漏处时，应根据需求正确穿着防护装备（如防护面屏、防冻手套等）；现场配备低温防护服。
- 6.12.4 作业区和人行走道宜配备防滑垫或防滑格栅。
- 6.12.5 在产生飞溅或喷射的区域抢险操作时，应穿戴全罩式面罩。
- 6.12.6 在泄漏产生蒸汽云的区域内抢险操作时，应佩戴自给式呼吸器。
- 6.12.7 临水作业的人员应穿戴救生衣；登高作业的人员应穿戴高空作业安全带。
- 6.12.8 受注船和气试加注作业区适当位置应放置洗眼器。
- 6.12.9 气试加注装置和受注船均应在可能产生低温液体泄漏的阀件、法兰和接头下方设置绝热的不锈钢集液盘或其他合适的防护措施。在船岸连接软管与船体接触部位应采取垫高隔离措施（如鞍座）。
- 6.12.10 作业期间，受注船加注站舷侧保护水幕应保持开启状态。对于不适合水幕保护的受注船，可采用抗低温钢板槽或类似方式进行保护。

6.13 标志标识

- 6.13.1 装置上及危险区、限制区、警戒区入口应按安全管理要求，设置明确的安全标识。
- 6.13.2 紧急疏散集合点应选用“紧急疏散集合点”标志，作业码头至紧急疏散集合点应喷涂或设置安全通道标识。
- 6.13.3 槽车厂内行进路线应设置引导标识和限速标志，限速 5 km/h。

7 应急管理要求

- 7.1 受注船方和气试加注作业服务方应针对气试加注作业按照相关法规及标准制定应急响应计划。
- 7.2 应急组织架构应与气试加注作业组织架构相统一，作业负责人或总指挥宜为同一人。

7.3 LNG 船舶槽车气试加注受注船方和气试加注作业服务方都应当制定应急响应计划，将应急响应计划、应急设备和器材配置情况报主管机关备案。

7.4 应制定下列现场应急处置方案：

- a) LNG泄漏事故现场处置方案；
- b) 火灾爆炸事故现场处置方案；
- c) 冻伤事故现场处置方案；
- d) 窒息中毒事故现场处置方案；
- e) 车辆伤害事故现场处置方案；
- f) 淹溺事故现场处置方案。

7.5 应根据现场处置方案类别组织人员进行培训和演练，并对演练效果进行评估。

7.6 气试加注作业期间发生事故或加注系统出现异常情况，应当按照应急响应计划和应急处置方案采取有效措施。

7.7 应急响应计划的响应和编制应符合法律法规和 JT/T 1320 的有关规定。

7.8 落实应急物资、应急设备及应急队伍备勤，应急物资清单见附录 D。



附录 A
(资料性)
气试加注作业检查表

A.1 气试加注准备阶段检查表格式见图A.1。

气试加注准备阶段检查表			
作业日期和时间:		作业地点:	
气试加注作业服务方:		受注船方: _____	
序号	检查项目	气试加注作业服务方	受注船方
1	LNG 船舶槽车气试加注技术方案作业参与已确认并通过评审。		
2	气试加注技术方案报主管机关备案且意见已闭环。		
3	已通知主管机关和码头方即将开始进行气试加注作业。		
4	所有参与气试加注作业的人员均已经过适任培训，明确各自岗位的工作职责，熟悉本次气试加注作业的操作程序。		
5	槽车进出道路及停车场地已清空，槽车总重不超过码头允许的最大值。		
6	作业区域具有充分的照明，风向标已悬挂，应急车辆已就位。		
7	所有的气、液传输和气体探测设备均经过认证，处于良好的状态且工作正常。		
8	参与方已议定具体的气试加注作业操作程序。		
9	槽车和受注船防静电措施已到位。		
10	作业区、限制区及警戒区已明确，安全管控措施已到位。		
11	遵守法规关于点火源的规定，如禁止吸烟、禁止携带火种、穿戴防静电工作服工作鞋等。		
12	所有的强制性消防设备保持立即可用状态，如消防水龙带和手提式灭火器等。		

签字

气试加注作业服务方代表: _____

受注船方代表: _____

日期: _____

图A.1 气试加注准备阶段检查表格式

A. 2 气试加注作业阶段检查表格式见表A. 2。

表A. 2 预输送检查表

作业日期和时间:		作业地点:		
气试加注作业服务方:		受注船方: _____		
序号	检查项	受注船方	气试加注作业服务方	备注
1	在实际操作前, 表 A. 1 已完成。			
2	气试加注作业人员安全和技术交底已完成。			
3	天气和风浪条件满足作业要求。			
4	受注船安全系泊, 遵守系泊规定, 护舷措施就位。			
5	应急拖缆已备妥就位。			
6	船岸之间设有应急逃生通道, 船上及码头紧急撤离路线及集合标识已设置。			
7	受注船舷外应急撤离软梯或措施已备妥。			
8	船岸上下登船梯已做好防摩擦火花措施。			
9	所有强制性消防设备立即可用。			
10	作业区域照明条件良好, 便携式防爆手电已准备。			
11	作业码头风向标已悬挂且易见。			
12	受注船和槽车能向安全和无障碍的方向自主移动。			
13	参与各方负责监督气试加注作业的人员就位, 且全程保持有效观察。			
14	作业负责人/总指挥已建立有效的沟通方式, 防爆对讲机已备妥。			
15	急停信号和紧急切断程序已商定, 经测试, 并向所有作业人员告知。			
16	作业区、限制区和警戒区已建立, 警示标志正常。			
17	作业区非防爆电气设备已断电。			
18	限制区域内没有未经允许的人员、设备及点火源。			
19	受注船外门、舷窗和起居室通风口等已关闭, 且不应被锁死。			
20	气体探测设备经过运行测试且处于良好的工作状态。			
21	便携式可燃气体探测器和氧气浓度检测仪已准备且处于良好工作状态。			
22	作业所使用的气质参数已确认。			
23	遵守法规关于点火源的规定。			
24	适当且充足的防护服和设备且随时可用。			
25	参与软管连接和断开的人员及现场作业人员均应穿戴好防护装备。			
26	拉断阀已安装到位。			

表 A.2 预输送检查表（续）

作业日期和时间：		作业地点：		
气试加注作业服务方：		受注船方：_____		
序号	检查项	受注船方	气试加注作业服务方	备注
27	受注船水幕系统已通过测试且立即可用。			
28	满足条件的集液盘已就位，船上和码头作业区域排水孔已封堵。			
29	船体和甲板低温保护措施到位。			
30	受注船泵和压缩机处于良好的工作状态。			
31	受注船主要无线电发射天线已接地，雷达已关闭。			
32	受注船惰性气体系统处于良好工作状态。			
33	所有的控制阀维护良好且处于良好工作状态。			
34	管路系统温度、压力等监控仪表处于良好工作状态。			
35	受注船储存舱室温度、压力和液位监控仪表处于正常工作状态。			
36	气试加注装置上的所有安全和控制设备均经过检查、测试且处于良好工作状态。			
37	受注船和气试加注装置的紧急切断系统已经过测试且处于良好工作状态。			
38	气试加注管路作业过程中使用的管线已经过检查，其他不使用的接口已关闭，加装盲板并己用螺栓锁紧。			
39	船岸连接软管、临时连接管路都处于良好的状态，被正确装配、支撑，正确连接。			
40	受注船通风系统处于正常工作状态。			
41	受注船和槽车均已采取有效的防静电措施。			
42	槽车厂内行进路线明确，道路分叉及转弯处设置明显标识或专人引导。			
43	槽车已有效接地，且为了防止槽车移动已在车轮下防止木楔。			
44	在连接和断开卸车软管及气试加注作业期间，槽车发动机熄火。			
45	应急车辆及守护拖轮已就位。			
46	应急物资及防爆工具已备妥。			
47	受注船应急消防控制图应放置在外部。			
48	船岸连接接头已确认。			
49	现场安全应急演练已完成。			
50	已告知主管机关气试加注作业即将开始，并请求主管机关通知附近其他船舶。			

签字

气试加注作业服务方代表：_____ 受注船方代表：_____ 日期：_____

A.3 气试加注完成阶段检查表格式见图A.3。

气试加注完成阶段检查表			
作业日期和时间：		作业地点：	
气试加注作业服务方：		受注船方：_____	
序号	检查项目	气试加注作业服务方	受注船方
1	气试加注系统所有管路已吹扫合格，检查管路无压力，且已准备好断开连接。		
2	远程和手动控制阀已关闭且准备好断开连接。		
3	作业码头测爆已合格，准备好通电。		
4	断开连接后管控区域解除，撤除警戒标志。		
5	通知主管机关和码头方，气试加注作业已完成。		
6	如有险情和事故发生，已上报主管机关。		
签字			
气试加注作业服务方代表：		受注船方代表：	日期：

图A.3 气试加注完成阶段检查表格式

附录 B
(规范性)
气试加注流程

气试加注流程见图B. 1。

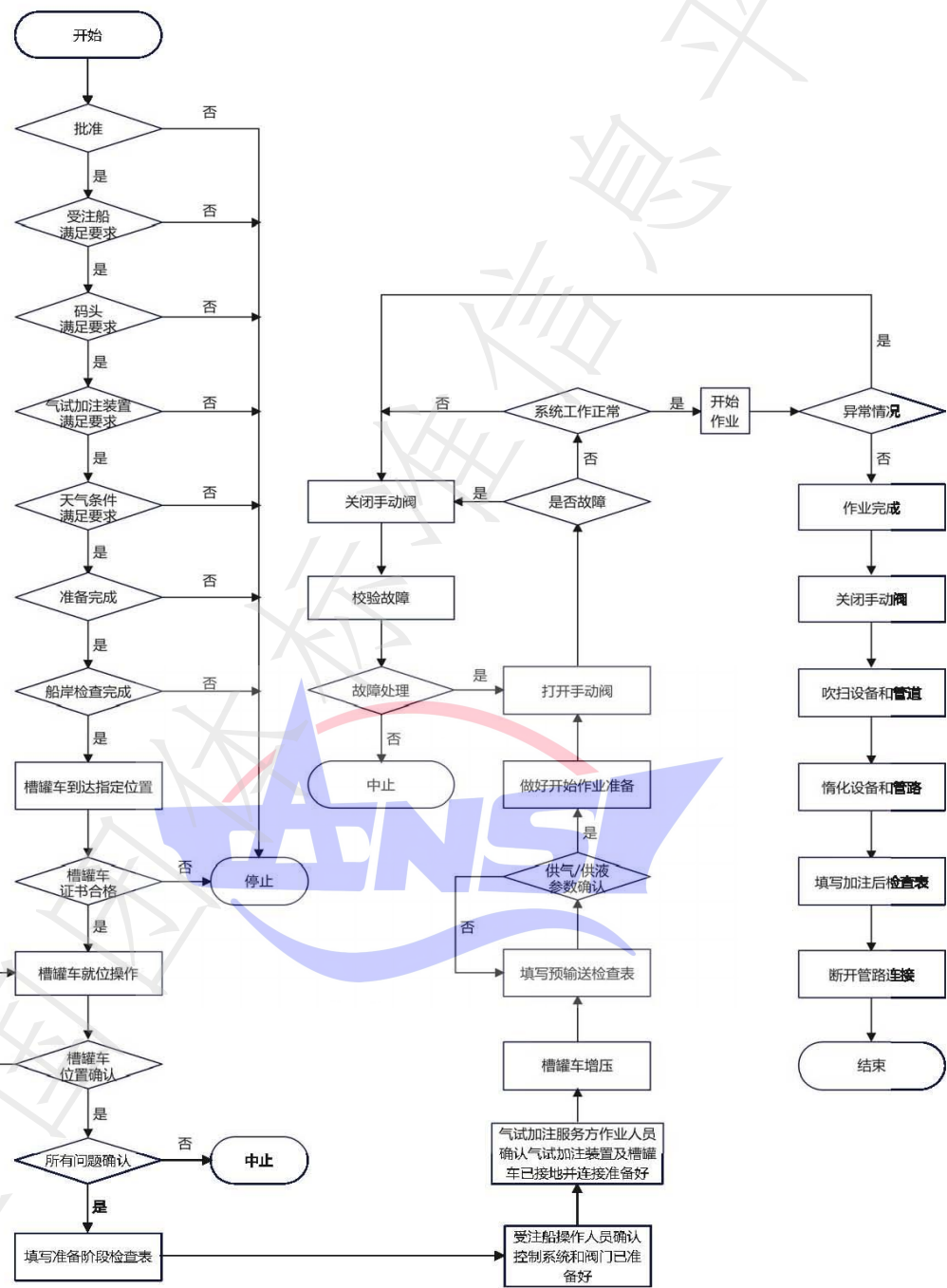


图 B. 1 气试加注流程图

附录 C
(资料性)
气试加注作业完工确认单

气试加注完工确认单格式见图C.1。

气试加注作业完工确认单			
受注船方		气试加注作业服务方	
船 型		作业地点	
船 号		作业日期	
船级社		作业时长 (天)	
船 东		液氮用量 (吨)	
舱内 LNG 净留存量 (吨)		LNG 用量 (吨)	
备 注			

签字

气试加注作业服务方代表:

受注船方代表:

日期:

图C.1 气试加注作业完工确认单格式



附录 D
(资料性)

气试加注作业应急物资清单

气试加注作业应急物资清单见表D.1。

表 D.1 气试加注作业应急物资清单

序号	应急物资	规格型号	数量	分布位置
1	推车式干粉灭火器	35kg	2 具	装置附近
2	手提式干粉灭火器	2kg	10 具	装置附近
3	手提式干粉灭火器	5kg	每辆 LNG 槽车 2 具	卸车区附近
4	手提式干粉灭火器	2kg	10 具	受注船上加注口附近
5	手提式二氧化碳灭火器	2kg	2 具	装置附近
6	手提式二氧化碳灭火器	2kg	2 具	受注船上加注口附近
7	消防水带（含直流、水雾两用枪头）	—	2 套	装置附近
8	消防车	—	1 辆	警戒区外待命
9	救护车	—	1 辆	警戒区外待命
10	甲烷检测仪	—	1 台	受注船
11	二合一气体检测仪（氧气、可燃气体）	—	2 台	受注船和装置附近
12	防爆手电筒	—	若干	作业人员随身携带
13	防爆对讲机	—	若干	作业人员随身携带
14	防冻手套	—	4 双	受注船和装置附近
15	防护面屏	—	4 个	受注船和装置附近
16	防静电工作服	—	若干	作业人员随身
17	防静电工作鞋	—	若干	作业人员随身
18	低温防护服	—	2 套	受注船和装置附近
19	全罩式面罩	—	2 个	受注船和装置附近
20	救生衣	—	3 件	受注船和装置附近
21	自给式呼吸器	—	2 套	受注船和装置附近
22	警戒线（带）	—	若干	现场围蔽