

中华人民共和国国家标准

GB/T XXXXX—XXXX

液化天然气（LNG）加液装置

Liquefied natural gas (LNG) fueling installations

征求意见稿

2020-07-29

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

国家市场监督管理总局
中国国家标准化管理委员会

发布

目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义、缩略语	3
3.1 术语和定义	3
3.2 缩略语	5
4 分类、代号和型号	5
5 结构和材料	6
5.1 一般要求	6
5.2 结构	7
5.3 焊接	18
5.4 材料	18
6 要求	26
6.1 外观	26
6.2 外形尺寸	26
6.3 无损检测	26
6.4 强度	27
6.5 气密性	27
6.6 切断装置性能	27
6.7 放散装置性能	27
6.8 电气安全性能	27
6.9 防爆性能	27
6.10 低温氮气试验	28
6.11 整机模拟工况运行试验	28
7 试验方法	29
7.1 一般要求	29
7.2 外观检查	29
7.3 外形尺寸	29
7.4 无损检测	29
7.5 强度试验	30
7.6 气密性试验	31
7.7 切断装置性能试验	32
7.8 放散装置性能试验	32
7.9 电气安全性能试验	32
7.10 防爆性能试验	32

7.11	低温氮气试验	33
7.12	整机模拟工况运行试验	33
7.13	材料及零部件检验	34
8	检验规则	34
8.1	检验分类	34
8.2	检验项目	34
8.3	出厂检验	35
8.4	型式检验	35
8.5	判定规则	35
9	质量证明文件、标志、包装、运输和贮存	35
9.1	质量证明文件	36
9.2	标志	36
9.3	包装和运输	37
9.4	贮存	37
附录 A	(规范性) 低温氮气试验	38
附录 B	(规范性) 储罐及附件	42

前 言

本文件按照GB/T 1.1-2020的规定起草。

本文件由中华人民共和国住房和城乡建设部提出并归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

液化天然气（LNG）加液装置

1 范围

本文件规定了液化天然气（LNG）加液装置（以下简称加液装置）的分类、代号和型号、结构和材料、要求、试验方法、检验规则、质量证明文件、标志、包装、运输和贮存。

本文件适用于在城镇液化天然气供应站、汽车加气站等场站内使用的液化天然气（LNG）加液装置。城镇液化天然气供应站内使用的液化天然气（LNG）装卸装置可参照执行。

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/T 150 （所有部分）压力容器
- GB/T 191 包装储运图示标志
- GB/T 229 金属材料 夏比摆锤冲击试验方法
- GB/T 1220 不锈钢棒
- GB/T 3098.6 紧固件机械性能 不锈钢螺栓、螺钉和螺柱
- GB/T 3098.15 紧固件机械性能 不锈钢母
- GB/T 3190 变形铝及铝合金化学成分
- GB/T 3280 不锈钢冷轧钢板和钢带
- GB 3836.1 爆炸性环境 第1部分：设备 通用要求
- GB 3836.2 爆炸性环境 第2部分：由隔爆外壳“d”保护的的设备
- GB 3836.3 爆炸性环境 第3部分：由增安型“e”保护的的设备
- GB 3836.4 爆炸性环境 第4部分：由本质安全型“i”保护的的设备
- GB 3836.5 爆炸性环境 第5部分：由正压外壳“p”保护的的设备
- GB 3836.9 爆炸性环境 第9部分：由浇封型m保护的的设备
- GB 3836.14 爆炸性环境 第14部分：场所分类 爆炸性气体环境
- GB 3836.15 爆炸性环境 第15部分：电气装置的设计、选型和安装
- GB/T 4208 外壳防护等级（IP代码）
- GB/T 4272 设备及管道绝热技术通则
- GB 4943.1-2011 信息技术设备 安全 第1部分：通用要求
- GB/T 6388 运输包装收发货标志
- GB/T 7306.2 55°密封管螺纹 第2部分：圆锥内螺纹与圆锥外螺纹
- GB 7723 固定式电子衡器
- GB/T 8423.3 石油天然气工业术语 第3部分：油气地面工程
- GB 8624 建筑材料及制品燃烧性能分级
- GB/T 9113 整体钢制管法兰

- GB/T 9124 (所有部分) 钢制管法兰
- GB/T 12221 金属阀门 结构长度
- GB/T 12224 钢制阀门 一般要求
- GB/T 12230 通用阀门 不锈钢铸件技术条件
- GB 12358 作业场所环境气体检测报警仪 通用技术要求
- GB/T 12459 钢制对焊管件 类型与参数
- GB/T 12716 60° 密封管螺纹
- GB/T 13401 钢制对焊管件 技术规范
- GB/T 13955 剩余电流动作保护装置安装和运行
- GB/T 14383 锻制承插焊和螺纹管件
- GB/T 14525 波纹金属软管通用技术条件
- GB/T 14976 流体输送用不锈钢无缝钢管
- GB 15322 (所有部分) 可燃气体探测器
- GB 16808 可燃气体报警控制器
- GB/T 17116.1 管道支吊架 第1部分:技术规范
- GB/T 17393 覆盖奥氏体不锈钢用绝热材料规范
- GB/T 17371 硅酸盐复合绝热涂料
- GB/T 18442 (所有部分) 固定式真空绝热深冷压力容器
- GB/T 19204 液化天然气的一般特性
- GB/T 20801 (所有部分) 压力管道规范-工业管道
- GB/T 24918 低温介质用紧急切断阀
- GB/T 24925 低温阀门技术条件
- GB/T 25986 汽车用液化天然气加注装置
- GB/T 25997 绝热用聚异氰脲酸酯制品
- GB/T 26640 阀门壳体最小壁厚尺寸要求规范
- GB/T 29026 低温介质用弹簧直接载荷式安全阀
- GB/T 36126 汽车用液化天然气加气机
- GB 50028 城镇燃气设计规范
- GB 50057 建筑物防雷设计规范
- GB 50058 爆炸危险环境电力装置设计规范
- GB 50093 自动化仪表工程施工及质量验收规范
- GB 50126 工业设备及管道绝热工程施工规范
- GB 50156 汽车加油加气站设计与施工规范
- GB 50160 石油化工企业设计防火规范
- GB 50217 电力工程电缆设计标准
- GB 50235 工业金属管道工程施工规范
- GB 50236 现场设备、工业管道焊接工程施工规范
- GB 50257 电气装置安装工程 爆炸和火灾危险环境电气装置施工及验收规范
- GB 50264 工业设备及管道绝热工程设计规范
- GB 50316 工业金属管道设计规范
- GB 50493 石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计规范
- GB 50650 石油化工装置防雷设计规范
- GB 50683 现场设备、工业管道焊接工程施工质量验收规范

HG/T 20222 铝及铝合金焊接技术规程
 HG/T 20592 钢制管法兰（PN系列）
 HG/T 20610 钢制管法兰用缠绕式垫片（PN系列）
 HG/T 20611 钢制管法兰用具有覆盖层的齿形组合垫（PN系列）
 HG/T 20613 钢制管法兰用紧固件（PN系列）
 HG/T 20615 钢制管法兰（Class系列）
 HG/T 20632 钢制管法兰用具有覆盖层的齿形组合垫（Class系列）
 HG/T 21608 液体装卸臂工程技术要求
 NB/T 47020~NB/T 47023 压力容器法兰分类与技术条件
 JB/T 2549 铝制空气分离设备制造技术规范
 JB/T 7248 阀门用低温钢铸件技术条件
 JB/T 12621 液化天然气阀门 技术条件
 JB/T 12624 液化天然气用截止阀、止回阀
 JB/T 12625 液化天然气用球阀
 JB/T 12665 真空绝热低温管
 JJF 1524 液化天然气加气机型式评价大纲
 NB/T 47009 低温承压设备用合金钢锻件
 NB/T 47010 承压设备用不锈钢和耐热钢锻件
 NB/T 47013（所有部分）承压设备无损检测
 NB/T 47014 承压设备焊接工艺评定
 NB/T 47020~NB/T 47023 压力容器法兰分类与技术条件
 SH/T 3019 石油化工仪表管道线路设计规范
 SH/T 3097-2017 石油化工静电接地设计规范
 SY/T 6503 石油天然气工程可燃气体检测报警系统安全规范
 TSG 21 固定式压力容器安全技术监察规程
 TSG D0001 压力管道安全技术监察规程-工业管道
 TSG R0006 气瓶安全技术监察规程

3 术语和定义、缩略语

3.1 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1.1

液化天然气 liquefied natural gas; LNG

主要由甲烷组成，可能含有少量的乙烷、丙烷、氮气或通常存在于天然气中的其他组分的一种无色低温液态流体。

[来源：GB/T 8423.3-2018, 2.1.14]

3.1.2

液化天然气（LNG）加液装置 LNG fueling installations

将LNG的储存设备、LNG泵、LNG加气机、计量设备、管道及附件、安全放散装置、可燃气体报警装置、监控装置等设备全部或部分装配于一个底座上的元件组合装置，能够实现对LNG气瓶、罐箱或其他储存设备充装LNG，集加注计量、自动控制、安全监控、自动报警等附属功能一体化的装置。

3.1.3

LNG 泵 LNG pump

输送LNG液体的泵。

3.1.4

泵池 pump tank

由内容器、外壳和真空绝热层等构成的用于放置浸润潜液泵的罐体。

3.1.5

LNG 加气机 LNG dispenser

用于向液化天然气汽车储气瓶充装LNG，并带有计量、计价装置的专用设备。

[来源：GB/T 50156-2012（2014），2.1.31，有修改]

3.1.6

安全拉断阀 safety breakaway valve

安装在加气机、加（卸）气柱软管上，在一定的外力作用下能自动断开，断开后的两端部均具有自密封功能，能防止软管被拉断发生泄漏事故的专用安全保护装置。

[来源：GB/T 50156-2012（2014），2.1.8，有修改]

3.1.7

加气切断装置 fueling shut off device

加气软管在外力作用下，加气系统具有自切断功能的安全装置。

3.1.8

LNG 增压器 LNG vaporizer

利用热源将 LNG 气化从而提高 LNG 储罐或 LNG 槽车压力的装置。包括储罐增压器和卸车增压器。

3.1.9

气化器 vaporizer

用于气化液态 LNG 的设备。

3.1.10

放散气 emission ambient gas

当系统超压、检修时，液化天然气厂站集中放散的天然气。

3.1.11

放散气加热器 EAG heater

与集中放散管连接，利用热源加热放散的低温天然气的设备。

3.1.12

紧急切断装置 emergency cut-off device

发生紧急情况时能就地或遥控操作，切断 LNG 加液装置设备内部 LNG 流动的设施。

3.1.13

紧急泄放装置 emergency relief device

紧急情况下用于迅速排放 LNG 加液装置设备内的天然气、释放其内部压力的装置。

3.1.14

事故切断系统 emergency shutdown device

使阀门或设备在紧急情况下迅速切断或停止运行的装置。

3.1.15

可燃气体检测报警系统 combustible gas detection and alarm system

实现可燃气体检测、报警以及联动控制的控制系统。

3.1.16

不锈钢围堰 stainless dike

用于拦蓄 LNG 储罐事故时溢出的 LNG 的耐低温不锈钢制构筑物

3.1.17

保冷 cold insulation

为减少周围环境中的热量传入低温设备及管道内部，防止低温设备及管道外壁表面凝露，在其外表面采取的包覆措施。

3.1.18

绝热结构 thermal insulation construction

由绝热层、防潮层、保护层等组成的结构综合体。

3.1.19

低温氮气试验 cryogenic nitrogen test

在设备投入使用前，使用低温氮气对 LNG 管道进行降温，以检验系统性能及适用性的冷却性试验。

3.1.20

最大工作压力 maximum operating pressure

在设计温度范围内，系统在正常工作条件下可连续工作的最大压力。

3.2 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

EAG: 放散气(emission ambient gas)

ESD: 事故切断系统(emergency shutdown device)

LEL: 爆炸下限(lower explosive limit)

LNG: 液化天然气(liquefied natural gas)

4 分类、代号和型号

4.1 分类

4.1.1 按最大工作压力可分为：1.6MPa、2.5MPa 等。

4.1.2 按加注对象可分为：LNG 汽车车用瓶加液装置、LNG 焊接绝热气瓶加液装置。

4.1.3 按功能分为：加注、卸车。

4.2 代号

4.2.1 产品代号，LFI。

4.2.2 最大工作压力，以其数值表示，如：1.6、2.5 等。

4.2.3 结构型式代号，以各设备代号和数量的组合表示，各设备用“+”连接，见表 1。

4.2.4 加注量，以各路加注量数值表示，单位为：kg/h 或 l/min。

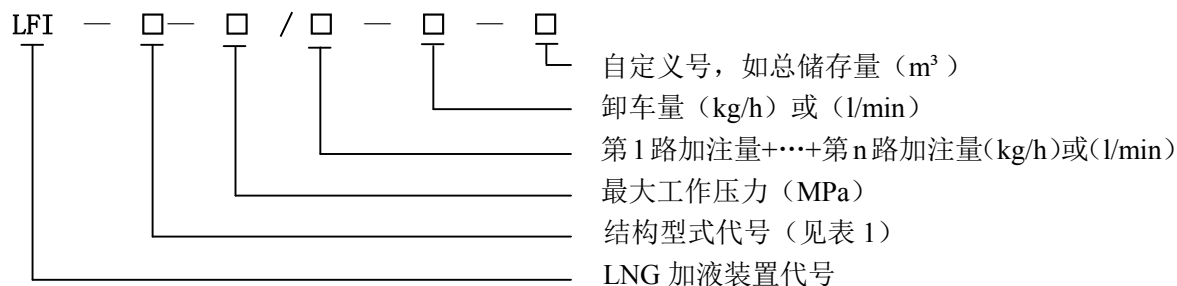
表1 结构型式代号

设备	设备代码	结构组合代号	示例
泵	B	B(泵的数量)	两台泵：B2
加气机/灌装秤	J/G	J(加气机数量)/G(灌装秤数量)	两台加气机数量：J2/两台秤数量：G2
卸车增压器	X	X(卸车增压器数量)	两台卸车增压器：X2
其他设备	…	…	…

注1：结构型式代号中，各设备用“+”连接，并用设备代码和数量的组合表示，无设备时，对应代号缺省。

4.3 型号

型号编制按以下格式：



示例：

最大工作压力为 1.6 MPa，配置两台泵、两台加气机、壹台卸车增压器，加注量分别为 240kg/h、240kg/h，卸车量为 500kg/h，自定义储存量为 20m³ 的液化天然气加液装置，表示为：

LFI - B2+J2+X-1.6/240+240+500-20。

最大工作压力为 1.6 MPa，配置两台泵、两台灌装称、壹台卸车增压器，加注量分别为 120kg/h、120kg/h，卸车量为 500kg/h，自定义储存量为 20m³ 的液化天然气加液装置，表示为：

LFI - B2+G2+X-1.6/240+240+500-20。

5 结构和材料

5.1 一般要求

5.1.1 LNG 加液装置应能够承受温度、压力变化导致的管道的拉伸、压缩和弯曲载荷。

5.1.2 LNG 加液装置与外部管道的连接界面应符合下列要求：

- a) 焊接连接的第一道环向接头端面；
- b) 螺纹连接的第一个螺纹接头端面；
- c) 法兰连接的第一个法兰密封面；
- d) 专用连接件或管件连接的第一个密封面。

5.1.3 LNG 加液装置工艺配置应符合下列要求：

5.1.3.1 汽车加气站用 LNG 加液装置应符合下列要求：

- a) 基本配置：低温泵、阀门、管路组件、安全放散装置、紧急切断装置、可燃气体报警装置、仪表、电气控制装置、必要的支撑防护等相关配套设备。
- b) 可选配置：加气机、卸车增压器、储罐增压器、EAG 加热器等。

5.1.3.2 城镇液化天然气供应站用 LNG 加液装置应符合下列要求：

- a) 基本配置：低温泵、阀门、管路组件、安全放散装置、紧急切断装置、可燃气体报警装置、仪表、电气控制装置、必要的支撑防护等相关配套设备。
- b) 可选配置：计量设备、卸车增压器、储罐增压器、EAG 加热器等。

5.1.4 LNG 加液装置设备和管道的布置应做到结构合理、布线规范、便于操作和观测、方便检修。

5.1.5 LNG 加液装置应能适应工作环境的温度、湿度、风速、海拔等，并应符合下列要求：

- a) LNG 加液装置内工艺设备和管道的设计压力、设计温度的选择应满足最苛刻的压力和温度组合工况；
- b) LNG 加液装置的强度应能抵抗使用环境可能存在的大风、结冰、雪等偶然负荷。

5.1.6 加液装置的材料应依据其使用条件（设计温度、设计压力、介质特性和操作特点等）、材料的性能（力学性能、化学性能、物理性能和工艺性能）、制造工艺以及经济合理性综合因素选择，并应符合 GB/T 18442、GB/T 150、GB 50156、GB 50028、GB/T 20801、TSG 21、TSG D0001 的规定。

5.1.7 加液装置的材料应具有足够的机械强度和化学稳定性，且与充装介质接触的材料应与介质相容。

5.1.8 箱体内设备之间的安全间距应符合 GB 50156、GB 50028 的规定。

5.1.9 装液管道的连接口应符合罐车卸液软管接口的要求。

5.1.10 加气机附件应设压缩空气或氮气吹扫接口。

5.1.11 储罐的结构和材料应符合附录 B 的要求。

5.2 结构

5.2.1 管路系统

5.2.1.1 管道及连接

5.2.1.1.1 低温管道应进行柔性计算，柔性计算的范围和方法应符合 GB 50316 的规定。

5.2.1.1.2 LNG 加液装置工艺管道的设计应符合 TSG D0001、GB/T 20801 和 GB 50316 的有关规定。

5.2.1.1.3 LNG 低温管道系统的设计温度不应高于 $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

5.2.1.1.4 LNG 加液装置的管道及管件的设计压力不应低于最大工作压力 1.2 倍，且不应小于所连接设备（或容器）的设计压力与静压头之和。

5.2.1.1.5 与设备连接的管道，其设计压力不应低于连接设备的设计压力，且其在任何情况下均不低于安全阀的开启压力。

5.2.1.1.6 LNG 管道流速，泵前宜小于 1m/s，泵后宜小于 3m/s。

5.2.1.1.7 LNG 焊接绝热气瓶的充装时间不应小于 3min。

5.2.1.1.8 管路及安全附件、阀门、仪表等装置布局应合理，各安全泄放装置出口、放空口等应分不同压力级制集中放散

5.2.1.1.9 低温管道补偿方式应采用自然补偿。

5.2.1.1.10 LNG 加液装置与其上、下游管道的连接应符合下列要求：

- a) 法兰端：兰结构尺寸及密封面型式应符合 HG/T 20592、HG/T 20615、NB/T 47020~NB/T 47023、GB/T 9113 等的规定；
- b) 管螺纹：适用于公称尺寸不大于 DN50 的管路，并应符合 GB/T 7306.2 或 GB/T 12716 的规定。

5.2.1.1.11 LNG 加液装置的设备、管道的连接应符合下列要求：

- a) 低温管道与管道、LNG 储罐、设备等应采用对接焊接或法兰连接，阀门公称直径大于等于 DN50 的应采用对焊连接；
管道和管道、阀门连接应采用焊接连接，管道和 LNG 储罐、设备连接宜采用法兰。
- b) LNG 阀门应适用于液化天然气介质，LNG 管道低温阀门应采用加长阀杆和能在线检修结构的阀门（液化天然气钢瓶自带的阀门除外），连接方式宜采用焊接；
- c) 承压件采用焊接连接时，应考虑材料焊接性能，保证低温下焊缝的可靠性。

5.2.1.2 低温阀门

低温阀门结构应符合下列要求：

- a) 低温切断阀应选用球阀或截止阀，低温切断阀宜采用一体化顶装结构，与管道焊接连接，执行机构宜采用单作用弹簧复位型气动执行机构；
- b) 低温阀门的结构宜采用整体式，上装式阀门应能不需要拆卸阀体进行在线阀门内件的维护；
- c) 低温阀门阀体和阀盖应采用螺柱连接，阀杆应采用加长阀杆，阀门（止回阀除外）应能在与垂直方向成 45° 内安装和操作；
- d) 低温阀门的阀盖应根据不同的使用温度要求采用便于保冷的长颈阀盖结构，以保证填料函底部的温度保持在 0℃ 以上。阀盖加长颈的长度应符合 JB/T 12621 的规定；
- e) 阀门设置隔离滴盘时，隔离滴盘的位置应符合 JB/T 12621 的规定。隔离滴盘和加长颈之间应密封，隔离滴盘宜采用焊接或螺栓夹紧方式固定在阀盖加长颈上；
- f) 低温截止阀应具有上密封结构，上密封应位于阀盖加长颈靠近填料函的下部，阀瓣应采用锥面或球面密封结构，不应使用平面密封的阀瓣；
- g) 球阀应为防火、防静电结构，整个放电路径的最大电阻值不应超过 10 Ω；
- h) 低温切断球阀应有超压自泄放功能；
- i) 双向密封的球阀应有阀腔泄压结构。对有泄压方向要求的阀门，阀体上应有泄放方向的标志。
- j) 低温阀门采用焊接结构时，应为对焊型式，应保证材料焊接性能及低温下焊缝的可靠性；
- k) 阀门的最小壁厚应符合 GB/T 26640 的规定；
- e) 紧急切断阀宜选用气动阀，紧急切断阀关闭响应时间不应大于 5s；
- f) 控制气源应为不间断气源；气源管路采用电磁阀时，应选防爆型结构，且应选用断电放气关闭的紧急切断阀。
- g) 紧急切断阀易熔金属塞的熔断温度宜为 70±5℃。
- l) 在工作条件下，手动操作阀门时，在手柄或手轮边缘最大作用力应不超过 360 N，低温阀门在开启或关闭瞬间的最大操作力应符合 JB/T 12621 的要求；
- m) 远程控制的阀门均应有手动操作功能。

n) 阀门上应有开关位置指示。

5.2.1.3 过滤器

过滤器的设置应符合下列要求：

- a) 加液泵入口管路和流量计前应设过滤器，卸液泵入口管道上宜设过滤器。
- b) 过滤精度应能满足加液泵、卸液泵和流量计的运行要求，且过滤目数不低于 40 目。
- c) 过滤器设置应满足通过介质最大流量的要求，并应符合检修的要求。

5.2.1.4 法兰、垫片、紧固件

法兰、垫片、紧固件应符合下列要求：

- a) 法兰、垫片和紧固件应根据介质性质、特性、压力配套选用；
- b) 法兰、垫片、紧固件的配置应与相连装置、阀门等压力等级、规格相一致。
- c) 低温垫片宜选柔性石墨填充金属缠绕垫片、柔性石墨覆盖波齿/齿形复合垫片等型式的垫片，适用温度-196 ℃；

5.2.1.5 支吊架、管托

5.2.1.5.1 管道支架应有足够的强度和刚度。管道支架设置位置、间距应满足强度和热胀冷缩应力位移的要求。

5.2.1.5.2 管托应有足够的强度和刚度，并适应 LNG 低温工况，能承受管道热胀冷缩应力。

5.2.1.5.3 支架应设有适当的起吊装置。

5.2.1.5.4 箱体底板应设置为防滑的花纹钢板，应有接地措施。

5.2.1.5.5 箱体应包覆的设备

5.2.1.6 保冷

5.2.1.6.1 LNG 加液装置在预冷完成后应对低温管线保冷，保冷设计温度不应高于-196 ℃（外表面温度）。

5.2.1.6.2 管线、设备的保冷应符合 GB/T 4272、GB 50264、GB 50126 的规定。

5.2.1.6.3 保冷结构应符合下列要求：

- a) 保冷结构应由保冷层、防潮层和保护层组成；
- b) 保冷结构的保冷层、防潮层系统应密封良好，在管道膨胀或收缩情况下应具有良好的水汽阻隔性能。

5.2.1.7 LNG 饱和循环系统

5.2.1.7.1 加注装置中应设置用以提高 LNG 储罐中 LNG 饱和压力或温度的循环系统，应具备向 LNG 车用瓶充装 0.8MPa 饱和液体的能力，以满足汽车 LNG 燃料发动机对供气压力的要求。

5.2.1.7.2 LNG 饱和循环系统应配置气化器，其设计应满足以下要求：

- a) 气化器的汽化量应按照 LNG 储罐容积、充装液体的饱和温度及 LNG 燃料发动机要求的供气压力等参数进行选择。
- b) 气化器的设计压力不应小于 1.2 倍 LNG 储罐最大工作压力。

5.2.2 卸车、储罐增压系统

5.2.2.1 卸车、储罐增压器

5.2.2.1.1 LNG 增压器应满足设计压力、温度和使用介质等要求。

5.2.2.1.2 LNG 增压器及管线部件的设计温度不应高于 -196°C 。LNG 经气化、加热后的温度应保证后续设备及管道在允许工作温度范围工作。

5.2.2.1.3 卸车、储罐增压器的压力等级应与储罐、瓶组设计压力相匹配，卸车、储罐增压器设计工作压力应不小于 LNG 泵的最大排出压力和储罐系统压力的最大值。

5.2.2.1.4 卸车、储罐增压器的设计压力不低于最大工作压力的 1.2 倍且不应低于 1.6 MPa。

5.2.2.1.5 卸车、储罐增压器所选材料应与 LNG 介质相容，且应考虑使用工况材料的热胀冷缩影响。

5.2.2.1.6 卸车、储罐增压器的气化量应能满足设计卸液速率和升压速率的要求。

5.2.2.1.7 增压气化器的液相进口应设置在增压气化器的底部，气体回流管路应设置在顶部。

5.2.2.1.8 卸车、储罐增压器的最大压降不宜大于 0.05 MPa。

5.2.2.1.9 卸车、储罐增压器进口管线上应设紧急切断阀，出口管线应设有截止阀，并在截止阀之前应设安全阀。安全阀的泄放能力应为增压气化器额定气化量的 1.5 倍。

5.2.2.1.10 卸车、储罐增压器 LNG 入口管线上宜设压力检测装置，出口管线上应设温度、压力检测仪表，并应与相关阀门连锁。

5.2.2.1.11 并联增压器其进出口均应有切断阀门。

5.2.2.2 卸车管路

5.2.2.2.1 连接槽车的卸液管道上应设置紧急切断阀和止回阀和过滤器，气相管道上应设置切断阀，液相、气相装卸管道或装卸软管上应设置防拉脱的连锁保护装置。

5.2.2.2.2 LNG 卸车点应有储罐高、低液位声光报警装置。

5.2.2.2.3 卸液管道连接口应满足卸液软管接口的要求。

5.2.2.2.4 LNG 卸液软管应采用奥氏体不锈钢波纹软管，其公称压力不小于装卸系统工作压力的 2 倍，最小爆破压力不应小于公称压力的 4 倍，并按 TSG 21 的要求每年进行一次液压试验。

5.2.3 EAG 加热系统

5.2.3.1 加热器

5.2.3.2 EAG 加热器应满足设计压力、温度、使用介质等要求。

5.2.3.3 EAG 加热器管线及相连部件的设计温度不应高于 -196°C 。LNG 经气化、加热后的温度应保证后续设备及管道在允许工作温度范围。

5.2.3.4 EAG 加热器的设计压力不低于最大工作压力的 1.2 倍且不应低于 1.6 MPa。

5.2.3.5 EAG 加热器出口温度不应低于 -107°C ，且低温气体不应对后端管道造成破坏。

5.2.3.6 EAG 加热器宜采用空温式气化器。

5.2.4 LNG 泵输送系统

5.2.4.1 LNG 加液泵

5.2.4.1.1 泵的性能(如流量、扬程、必需汽蚀余量等)除满足用户的使用要求之外,还应与受液容器的容积相适应。

5.2.4.1.2 宜选用低温潜液泵。泵的流量应与充装的气瓶和储罐相匹配，并符合下列要求：

a) 容积小于 5m^3 的小型接受储罐,单路流量不宜超过 340 L/min;

b) 充装汽车车用瓶时,单路流量不应超过 200L/min; 充装杜瓦瓶时,单路流量不应超过 90L/min。

5.2.4.1.3 输送 LNG 的卸液泵、加注泵应选用防爆设备。

- 5.2.4.1.4 在输送泵出口管道上应设置全启封闭式安全阀和紧急切断阀，泵出口还应设置止回阀。
- 5.2.4.1.5 输送泵的安装位置应便于拆装和维修。
- 5.2.4.1.6 泵应设超温、超压自动停泵保护装置，泵应与紧急切断系统（ESD）联锁，当 ESD 动作后泵应停止运行。
- 5.2.4.1.7 输送泵的出口管线上应设置压力表、温度二次仪表并远程控制。
- 5.2.4.1.8 泵进液管路设计压力应不低于罐的设计压力，出液管路的设计压力不低于泵可能达到的最大输出压力。
- 5.2.4.1.9 输送泵的安全阀口和放空阀口应接通，并应经 EAG 加热器加热后排入放散管集中放散。
- 5.2.4.1.10 泵入口管路应设过滤器，过滤精度应能满足卸液泵的要求。
- 5.2.4.1.11 潜液泵的进口位置应低于内容器的出液位置，以保证 LNG 介质可以顺畅进入潜液泵。
- 5.2.4.1.12 泵应有预冷措施。
- 5.2.4.1.13 多台泵并联布置时，应符合下列要求：
- a) 多台并联运行时应设隔离以便于检修。
 - b) 多台泵并联布置时，应同程设计，防止相互干扰，且每台泵的出液管线上应分别设置一个止回阀。
 - c) 每台泵均应配卸压装置或者安全阀，或者两者兼有，以防止泵超压。
 - d) 每台泵池的安全阀口、放空阀口和排污阀口应接入集中放散管，经 EAG 加热器加热后，并通过装有阻火装置的放散总管放空。
 - h) 泵后管道尽量短，不同规格泵前后管道宜分路布置，不宜汇合一起。
- 5.2.4.2 LNG 卸液泵**
- 5.2.4.2.1 卸液泵出口之后的管路设计压力不应低于受液储罐的设计压力。
- 5.2.4.2.2 卸液泵入口之前的管路设计压力不应低于给液储罐的设计压力。
- 5.2.4.2.3 管路设计压力应不低于罐体安全泄压装置的整定压力，卸液泵出口管路的设计压力不小于泵出口压力。
- 5.2.4.3 LNG 潜液泵池**
- 5.2.4.3.1 潜液泵池的设计应符合 GB/T 18442、GB/T 150、TSG 21 的规定。
- 5.2.4.3.2 泵池的内容器的设计温度不应高于 -196°C ，设计压力不小于正常工作时可能出现的最大内外压力差，不低于最大工作压力的 1.2 倍且不应低于 1.6MPa。外容器的设计压力不小于 0.1MPa。
- 5.2.4.3.3 潜液泵池的设计计算应考虑管路压力损失和液体的压力降，防止泵发生气蚀。潜液泵池的布置位置应能确保潜液泵的轴承能被 LNG 介质完全浸润。
- 5.2.4.3.4 LNG 储罐的底部（外壁）与潜液泵池的顶部（外壁）的高差，应满足 LNG 潜液泵的性能要求。
- 5.2.4.3.5 潜液泵池应有真空绝热设施，顶盖应设置隔热层，进、出潜液泵池的液相和气相管线应有绝热保护。
- 5.2.4.3.6 潜液泵池的回气管道宜与 LNG 储罐的气相管道接通。利用潜液泵卸车时，宜与 LNG 槽车罐的气相管道接通。
- 5.2.4.3.7 潜液泵池应设温度和压力检测仪表，温度和压力检测仪表应能就地指示，并将检测信号传送到中控室连锁控制。

5.2.4.3.8 潜液泵出口管道应设全启封闭式安全阀和紧急切断阀，泵出口应设止回阀。安全阀的整定压力应不高于泵池的设计压力。

5.2.4.3.9 泵前后宜设不锈钢金属软管以避免泵承受外力或应力，同时吸收温差引起的收缩和膨胀。

5.2.4.3.10 泵池的进液管直径不应小于泵吸入口的直径，泵池的出液管直径不应小于泵出口管径。进液管道应短而直。

5.2.4.3.11 潜液泵池应设排污阀，排污阀与泵池的连接应采用焊接，阀体材质应与管子材质相适应。

5.2.4.3.12 潜液泵池支撑结构应能承受运输和操作工况下的静载荷和动载荷。

5.2.4.3.13 泵池的安全阀口、放空阀口和排污阀口应接至集中放空管，经 EAG 加热器加热后放空。

5.2.5 加注计量系统

5.2.5.1 LNG 加气机

5.2.5.1.1 加气机应与 LNG 介质相容，设计温度应不高于 -196°C ，设计压力不低于泵最大出口压力。

5.2.5.1.2 加气机的充装压力不应大于加注气瓶或储罐的最大工作压力；

5.2.5.1.3 为防止储气容器过充，加气过程中，加气机加气和回气功能应避免同时工作。

5.2.5.1.4 加气机应配备紧急停机装置，在发生泄漏、火灾、拉断等紧急情况下，迅速手动触发或加气机可提供紧急信号，关闭重要的 LNG 阀门和切断 LNG 潜液泵电源，且触发后应经人工确认方可复位。紧急停车装置应设在明显位置并标示其功能，同时具有保护措施，防止误动作。

5.2.5.1.5 加气机的防爆型式和防爆性能应符合 GB 3836 和 GB 50058 中满足液化天然气使用场合的防爆要求，并取得防爆合格证。

5.2.5.1.6 加气机附近应配置氮气或压缩空气吹扫接头。

5.2.5.1.7 车用天然气瓶充装枪应当具有防伪识读信息化标签的功能，只能对可以识读的气瓶进行充装；

5.2.5.1.8 车用液化天然气加液装置应当具备向气瓶充装蒸汽压不小于 0.8 MPa 的饱和液体的能力。

5.2.6 灌装计量系统

5.2.6.1.1 灌装计量系统的电器、仪表配置、安装验收应符合 GB 50058 和 GB 50257 的要求。

5.2.6.1.2 LNG 焊接绝热气瓶应采用称重法进行充装。

5.2.6.1.3 应配备与充装接头数量相匹配、具有防超装自动切断功能的计量衡器。复检与充装的计量衡器应分开使用。计量衡器应符合下列要求：

- a) LNG 充装所采用的称重计量衡器的量程、校验应符合国家有关标准的规定，应能适应加注量变化的工况，保证最高、最低流量工况下的计量精度；
- b) 计量衡器的最大称量值不得大于所充气瓶实重（包括气瓶自重与充装液体重量）的 3 倍，且不小于 1.5 倍；
- c) LNG 灌装电子衡器应符合 GB/T 7723 的有关规定，精度应不低于 3 级秤的要求；
- d) 计量衡器应按规定定期检定，每天使用前应校正一次，保证其示值准确可靠；
- e) 称重计量衡器应设置过量充装报警装置及潜液泵自动停泵的连锁装置。

5.2.6.1.4 灌装计量系统的供电负荷可为三级，控制系统应有 UPS 不间断电源，并有失效保护功能，即使电源或仪表风中断时，系统能处于安全状态。

5.2.6.1.5 LNG 气瓶应在灌装台进行灌装，灌装应符合下列要求：

- a) 严禁在储罐不锈钢围堰设置 LNG 气瓶灌装台（口）；
- b) 灌装台应设置计量衡器、泄漏检测设施、识别气瓶剩余气体的检测设备和检测卸车或充装管道、气瓶内体积含氧量超标的检测装置；
- c) 灌装台应保证气瓶直立充装, 严禁卧放或斜放充装；
- d) 应采用防错装装置, 防止产品混装；
- e) 充装量不能超过气瓶铭牌规定的最大充装量, 并应逐瓶对充装量复验, 不得过量充装, 过量充装气瓶应进行处置, 不得出站；
- f) 装后应检查阀门应关闭, 管路及各附件无漏气现象。气瓶外观无结霜、结露现象；
- g) 灌装台爆炸危险场所应设置可燃气体检测报警装置。可燃气体报警探测器一级报警设定值应小于等于天然气爆炸下限的 20%。

5.2.6.1.6 设备及管道上的压力指示计应根据所装介质的特性选用。压力计的精度不低于 1.6 级, 指针式压力计表盘直径不小于 100 mm。

5.2.6.1.7 管道应设置防止气化超压的安全阀, 低温液体管道上的两个切断阀之间必须设置安全阀。安全阀结构应符合低温性能要求。安全阀下部设置的阀门应处于常开位置, 并设置指示启闭的标识。安全阀泄放宜引至安全地点集中处理放散。

5.2.6.1.8 应按 GB50057 的规定设置可靠的防雷装置, 静电接地应符合 HG/T 20675 的规定。管道、阀门、储罐等应设置导除静电的可靠接地装置, 其接地电阻不得大于 $10\ \Omega$, 管道法兰间的跨接电阻不应大于 $0.03\ \Omega$, 装卸及充装软管的电阻值不大于 $0.5\ \Omega$ 。

5.2.6.1.9 卸车管道、气瓶充装间充装管道必须采用可靠的绝热保温措施, 确保低温液体在卸车和气瓶充装过程中不产生集中气化现象。管道的保温材料应采用不燃烧材料, 该材料应具有良好的防潮性和耐候性。

5.2.7 安全设施系统

5.2.7.1 紧急切断装置一般由紧急切断阀、远程控制系统以及易熔合金塞组成。紧急切断装置应操作灵活、性能可靠、便于检修且不应兼作他用。

5.2.7.2 紧急切断阀应符合下列规定：

- a) LNG 加液装置应设置超压紧急切断阀, 且紧急切断阀应采用人工复位方式；
- b) LNG 卸车、储罐增压器的进液管道上应设置紧急切断阀, 应与出口天然气管道的温度信号连锁；
- c) LNG 低温紧急切断阀宜为气动阀或电动阀；
- d) 紧急切断阀应具有现场和远程操作, 紧急切断阀应仅能手动现场复位；
- e) LNG 槽车卸车出液管道应设有紧急切断装置。

5.2.7.3 远程控制系统应满足如下要求：

- 1) 当远程控制系统采用气动控制系统时, 所用气体宜采用外置压缩空气或氮气源, 且满足下列要求：
 - 压缩空气或氮气应无油且洁净、干燥；
 - 压缩空气或氮气的压力应与紧急切断阀的操作压力匹配, 且应为不间断稳定的气源；
- 2) 关闭操作装置应设置在人员易于达到的位置, 并有明显指示标识。

5.2.7.4 安全放散阀应符合下列规定：

- a) LNG 液相管道安全阀应采用弹簧微启式, 气相管道安全阀应采用弹簧全启式, 安全阀的性能应符合 GB/T 29026 的规定。

- b) LNG 液相管道上的两个截断阀之间应按 GB 50028 的规定设置安全阀, 安全阀设定压力应不大于管道设计压力的 120%和系统试验压力的最小值。
- c) 增压器和加热器出口管道上应设置安全阀, 安全阀应选择全启式安全阀。安全阀泄放能力应满足在 1.1 倍的设计压力下, 泄放量不小于气化器设计额定流量的 1.5 倍;

5.2.7.5 放散管应符合下列要求:

- a) LNG 加液装置宜设置集中放散管, LNG 储存设备的放散管应接入集中放散管, 其他设备和管道的放散管宜接入集中放散管;
- b) 放散总管可设置在加液装置上, 应确保放散气体不会沉积。放散口应高出 LNG 储罐顶 2m 以上, 且距地面不低于 5m, 放散管管口不宜设雨罩等影响放散气流垂直向上的装置, 放散管底部应有排污措施;
- c) 放散低温气体应经 EAG 加热器加热后集中放散, 温度不应低于 -107°C 。
- d) 放散路上应设置管道阻火器, 保证气体放空安全。

5.2.7.6 LNG 泵应设超温、超压自动停泵保护装置, 并应与紧急切断装置联锁。

5.2.8 装卸附件

5.2.8.1 装卸阀门

装卸阀门应符合如下要求:

- a) 卸液泵进口前的装卸阀门公称压力不应低于罐体设计压力, 卸液泵出口后的装卸阀公称压力不应低于该段管路的设计压力;
- b) 装卸阀门的公称压力应不低于罐体的设计压力, 阀门耐压试验压力为阀门公称压力的 1.5 倍, 阀门气密性试验压力为阀门公称压力;
- c) 阀门应在全开和全关状态下经气密性试验合格;
- d) 手动阀门应在试验压力下正常启闭操作, 且不应有卡阻止现象。

5.2.8.2 低温金属软管

低温金属软管除应符合 GB/T 14525 《波纹金属软管通用技术条件》的规定外, 还应符合下列要求:

- a) 卸液管道上应设紧急切断阀、止回阀, 宜设过滤器, 气相管道上应设切断阀;
- b) 加注机软管应设切断阀和安全拉断阀;
- c) 低温金属软管应适用于装卸系统的设计温度, 且不应高于 -196°C ;
- d) 加气低温金属软管长度不宜大于 6 m;
- e) 卸液管道的连接口应满足罐车的软管接口的要求;
- f) 低温金属软管环松套法兰接头要有良好的密封结构;

5.2.8.3 充装接头

5.2.8.3.1 充装接头应与气瓶或储罐匹配。充装接头应符合 GB/T 25986 的规定。

5.2.8.3.2 快速接头要有良好的密封结构。

5.2.8.3.3 充装连接接头应配备的互锁装置防止在管线断开时泄漏, 或配备在断开时能自动关闭的自闭合接头。

5.2.8.4 装卸臂、装卸柱

装卸臂、装卸柱应符合下列要求:

- a) 装卸臂、装卸柱的设计、制造应符合 HG/T 21608、TSG D0001 的规定, 应进行强度和柔性设计。装卸臂应选密闭式装卸。
- b) 装卸臂、装卸柱的布置应能避免管道工作时振动。

- c) 液体装卸臂应设超位报警、锁紧杆等设施，保证整个过程的安全性。
- d) 装卸臂、装卸柱宜配置拉断阀，在超出规定范围时自动紧急断开，保护装卸设施及受液设备。
- e) 装卸臂、装卸柱应设快速接口，并在断开时能安全自闭。
- f) 装卸臂、装卸柱气相及液相均应配置低温阀门；
- g) 装卸臂、装卸柱应设锁紧机构，所有运动部件应在复位位置锁紧，锁紧机构应能在最大负荷下安全可靠，内壁水平状态及内壁回转应有机械锁紧。液体装卸臂正常操作时，锁紧机构应保持打开状态；
- h) 装卸臂、装卸柱应设真空短路装置。真空短路装置宜采用不锈钢材料；
- i) 装卸臂、装卸柱上的旋转接头应能在不拆卸情况下加注润滑脂；

5.2.8.5 安全拉断阀

安全拉断阀应符合下列要求：

- a) 安全拉断阀拉断后应能联锁自动停泵，两端应自动密封；
- b) 加气机加气软管上应设安全拉断阀，额定脱离拉力宜为 600N~900N；
- c) 加气机的回气软管应设安全拉断阀，额定脱离压力宜为 400N~600N；

5.2.9 仪表系统

5.2.9.1 流量计

装置配流量计时，流量计应符合下列要求：

- a) 应选择适应 LNG 介质的低温质量流量计，流量计的流量范围、工作温度范围、压力范围、适用介质应符合加气机、加气柱（卸气柱）的使用要求；流量计的量程还应与加液（卸液）泵输出流量匹配；
- b) 流量计前后直管段的设计应保证流量测试的稳定性；
- c) 流量计应具有现场显示和数据远传功能；
- d) 流量计防爆型式和防爆性能应符合 GB 3836 和 GB 50058 中满足液化天然气使用场合的防爆要求，并取得防爆合格证；
- e) 流量计防护等级不应低于 GB/T 4208 规定的 IP 65；
- f) 用于贸易结算时，应同时安装测量加气量的液相流量计和测量回气量的气相流量计。

5.2.9.2 测温装置

LNG 增压器的出口应设置测温装置并应与相关阀门连锁；

5.2.9.3 压力表

压力表应符合下列要求：

- a) LNG 泵池压力表除应符合 5.4.14.2 的要求外，还应符合 GB/T 150、GB/T 18442 和 TSG 21 的要求；
- b) 选用带远传二次仪表的压力传感器时，应为隔爆产品，应能直接指示压力值。
- c) 压力表应设在便于观察的位置，且应避免受到振动、冻结等不利因素影响。

5.2.9.4 真空表

真空设备应按 GB/T 18442 配备真空度检测设备或设置检测接口。

5.2.9.5 液位计

液位计应符合下列要求：

- a) 液位计应根据介质、工作压力和温度正确选用；液位计应结构牢固、准确，精度等级不应低于 2.5 级；
- b) 液位计应能适应液体密度的变化，应安装在便于观察的位置，更换不应影响储罐使用操作；

c) 液位计应采用防爆型结构，且应有防止泄漏的保护装置；

5.2.10 箱体和底座

5.2.10.1 箱体结构应有足够的强度，应稳固、结实、布局合理，应能容纳 LNG 加液装置的储存设备、管路系统、加注泵、加注机、可燃气体报警装置、仪表、控制箱等设备部件。

5.2.10.2 箱体的结构设计应经应力分析和强度、刚度计算，并满足整体吊装、运输和安装要求。

5.2.10.3 箱体应设地脚螺栓孔及吊耳（或吊装孔），且应有足够的强度。

5.2.10.4 箱体宜采用敞开式设计。非敞顶的箱体应采取通风措施，宜配备符合防爆要求的强制通风设施，通风设施应与可燃气体探测器联锁。

5.2.10.5 箱体通风设施、通风换气次数和通风口面积应符合 GB 50156 的要求。

5.2.10.6 箱体顶面应有防止雨水积聚的坡度，并应设集中排水设施。箱体百叶窗应能有效防止雨水淋入箱体内部。

5.2.10.7 箱内设备应有可靠的接地装置。金属接地板应涂导静电防腐涂料。底座上应设置不少于两处的接地点。

5.2.10.8 箱体和底座应进行防腐处理料。

5.2.11 电气控制系统

5.2.11.1 电气、防雷、防静电

LNG加液装置电气、防雷、防静电应符合下列要求：

- a) 加液装置供电宜使用电压为 380/220V 的外接电源；
- b) 爆炸危险区域内的电气设备选型、安装、电力线路敷设等，应符合 GB 50058、GB 50257 的有关规定；
- c) 爆炸危险区域的等级范围划分应符合 GB 50058、GB 50028 等的规定，爆炸危险场所的电力装置设计应符合 GB 50058 的规定，电气设备应符合 GB 3836 的规定；
- d) LNG 加液装置防雷设计应符合 GB 50057、GB 50650 和 GB 50028 的有关规定；
- e) LNG 加液装置内的金属容器、气化设备、加注泵、加注机、金属支架及金属管道等应进行静电接地，静电接地应符合 GB 50160 和 SH/T 3097 的有关规定；
- f) 加液装置的 LNG 卸液接口处，应设置卸车接地装置。爆炸危险区域内的所有钢制法兰两侧应采用金属导线跨接。
- g) 设备防雷接地、防静电接地、电气设备的工作接地、保护接地及自控系统的接地等，宜共用接地装置，其接地电阻不应大于 $4\ \Omega$ ；
- h) 当各自单独设置接地装置时，电气系统的工作接地和保护接地电阻不应大于 $4\ \Omega$ ；电缆桥架、配线电缆金属外皮两端和保护钢管两端的接地装置的接地电阻不应大于 $10\ \Omega$ ；设静电接地装置，接地电阻不应大于 $100\ \Omega$ ；

5.2.11.2 仪表及自动控制系统

仪表、自控系统设备的选型和设计应符合下列要求：

- a) 仪表、自控系统设备的选型和设置应符合《石油化工自动化仪表选型设计规范》SH/T 3005 的有关规定并满足工艺系统的动作和控制的要求；
- a) 仪表、自控系统的安装、检验应符合《石油化工仪表工程施工技术规程》SH/T 3521 和《自动化仪表工程施工及质量验收规范》GB 50093 的规定；
- b) 仪表自控系统应设供电时间不小于 1h 的不间断电源，并应有失效保护，即使电源或仪表风中断时，系统能处于安全状态。

- c) 仪表应满足安装环境要求，暴露在潮湿、含盐空气中的仪表外壳，防护等级不应低于 IP 65；

5.2.11.3 仪表测量管路

LNG加液装置仪表测量管路应符合下列要求：

- a) 仪表测量管路设计应符合 SH/T 3019 的要求；
- b) 仪表引压管线测量低温时应消除低温冷缩的影响；
- c) 测量低温压力时，引压管的长度应确保 LNG 充分气化，无法满足时，应采取伴热措施；
- d) 用于消防联动、报警控制的控制电缆应满足耐火要求。

5.2.11.4 仪表风系统应符合以下要求：

- a) 仪表风系统应能满足加液装置设备的工作用气需求；
- b) 压缩空气应经除油、除水处理，并达到-20℃的露点；
- c) 压缩空气压力应稳定在 0.6 MPa~0.8 MPa。

5.2.11.5 监测和控制

LNG加液装置的监测和控制应符合下列要求：

- a) LNG 卸车、储罐增压器出口管道应设带就地和远传功能的温度检测仪表以及压力监测仪表，出口温度低时应能停止 LNG 液体进入；
- b) LNG 泵应设温度检测装置，并应设高限报警，还应设压力监测装置，并应设高、低限报警；
- c) 仪表风系统应设置压力检测装置，并应设置高低限报警；
- d) 输送泵自控系统至少应采集以下远传信号：
 - 1) 泵前压力；
 - 2) 泵后压力；
 - 3) 泵回气温度；
- e) 加气机自控系统应具备对远传信号进行采集、显示、储存、查询，并可对上下限值设置超限报警以及具有与泵通讯、控制切断等。
- f) 控制柜应设过载、过流、欠压、零位保护、防雷防静电和自锁装置。

5.2.12 报警系统

LNG加液装置可燃气体报警系统应符合下列要求：

- a) LNG 加液装置应设置可燃气体检测报警系统连续监测可燃气体浓度，应根据释放源的特性、地理条件及环境气候，设置在燃气易于积聚、便于采样检测和安装的位置。可燃气体探测器的数量、安装高度应满足燃气泄漏检测的要求。
- b) 可燃气体探测器和报警控制器的设计、选用和安装应符合 GB 50493、GB 50058、SY/T 6503 的有关规定。
- c) 可燃气体泄漏报警系统应符合 GB 12358、GB 15322 和 GB 16808 的规定，其防爆性能还应符合 GB 3836.1、GB 3836.2、GB 3836.4、GB 3836.14 和 GB 3836.15 的规定。
- d) 可燃气体检测系统系统防护性能应符合 GB/T 4208 的规定；
- e) 可燃气体检测报警系统应独立于集散控制系统设置，应采用固定式可燃气体检测器，检测器采样方式宜选用扩散式；
- f) 可燃气体检测系统应采用两级报警，可燃气体的一级报警浓度设定值不应大于其爆炸下限值（体积分数）的 20%，可燃气体的二级报警浓度设定值不应大于其爆炸下限值（体积分数）的 40%；二级报警优先于一级报警；
- g) 可燃气体探测器达到报警浓度设定值时，应能联锁紧急切断阀和声光报警器；
- h) 可燃气体检测范围应为 0~100%LEL，检测误差不应大于±5%FS，重复性不应大于±2%FS；

- i) 检测器应能提供模拟量信号或数字量输出信号；
- j) 报警系统应配置 UPS 不间断电源或内置蓄电池。

5.2.13 紧急切断系统（ESD）

LNG加液装置紧急切断系统应符合下列要求：

- a) 应设置 ESD 系统，应能在紧急情况时快速正确动作，切断重要的 LNG 管道阀门和切断 LNG 泵电源或关闭事故设备；
- b) ESD 应是独立的控制系统；
- c) ESD 系统应具有失效保护设计，应为故障安全型；
- d) ESD 启动按钮应至少设置在下列位置：
 - 1) 加气机附近人员容易接近的位置；
 - 2) 控制柜上；
 - 3) 距卸车点 5m 以内。
- e) ESD 系统应能手动、自动或手动自动同时起动，手动起动器应位于事故时人能到达的位置，并应标识明显；
- f) 复位方式应为现场手动复位。ESD 系统动作后，在操作人员采取有效措施前，系统应一直处于故障保护状态。

5.3 焊接

5.3.1 材料应有质量合格证及质量证明文件，且应符合国家现行有关标准的规定。

5.3.2 材料应保证适配性、可焊性以及低温下的韧性和稳定性能，焊接前应对材料以及焊材核实，必要时复验。焊接工艺评定应符合 NB/T 47014 的规定。

5.3.3 焊接应按 GB/T 20801、GB 50236、TSG D0001 和 TSG 21 等执行。

5.3.4 焊缝应平整，应无裂纹、气孔、夹渣、未焊透、未熔合等缺陷，对接焊缝应与母材圆滑过渡，角焊缝外形应呈凹形圆滑过渡，角焊缝的几何形状应圆滑过渡到母材。焊缝外观质量应符合 GB 50683 规定的 I 级。

5.4 材料

5.4.1 一般要求

5.4.1.1 加液装置的材料规格与性能应符合有关标准的规定，应与使用温度、使用工况相适应，接触 LNG 的材料应对 LNG 相容。

5.4.1.2 加液装置材料的选择应满足 LNG 介质特性、性能需求、外部环境、设计压力、设计温度等条件的要求。管道及附件的压力级别不应小于系统设计压力。

5.4.1.3 加液装置承压部件使用的材料应提供有效的质量证明文件，其质量不得低于有关标准的规定，并按供货方提供的化学成分、无损检验和力学性能报告等证明文件验收，必要时进行复验。

5.4.1.4 加液装置用钢管、管件、阀门等承压设备和管道元件材料应依据设计压力、工作温度、工作介质及材料性能等选用，并应符合 GB/T 20801、TSG D0001、GB/T 18442、GB/T 150 和 TSG 21 等的规定。

5.4.1.5 罐体、管路和阀体材料应具有良好的低温冲击韧性，并根据最低设计温度选材。

5.4.1.6 LNG 卸车、储罐增压器所选空温式气化器的设计压力、气化量应满足设计的使用要求。

5.4.1.7 工艺设备和管道的保温层应采用不燃烧材料，保冷层应采用不燃烧材料或难燃烧材料，且应具有良好的防潮性和耐候性。高真空多层绝热中的绝热材料应当采用导热系数小、放气率低的材料。

5.4.1.8 低温潜液泵的扬程、流量、公称压力、设计温度等参数及性能应满足设计使用要求。潜液泵电机、绝缘材料、电缆等所有零部件的设计温度不应高于-196℃。

5.4.1.9 电气仪表应采用防爆设计，并应符合 GB 50058 等的规定，防爆电器设备应有防爆合格证。

5.4.2 管路组件

5.4.2.1 管道及附件应根据选用的材料、管径、壁厚、介质特性、使用温度及施工环境温度等因素，对材料提出低温冲击试验的要求。

5.4.2.2 管路部件中的液、气相管路宜采用保冷绝热材料或真空绝热管道，真空绝热管道应符合 JB/T 12665、GB/T 18443、TSG D7002 等的规定。

5.4.2.3 LNG 加液装置管路及组件材料应符合下列要求：

- a) 管道应采用奥氏体不锈钢无缝钢管，其技术性能应符合 GB/T 14976 的规定。（不锈钢材料宜采用双证不锈钢）
- b) 管件材料应为奥氏体不锈钢，其技术性能应符合 GB/T 12459、GB/T 13401 的规定，锻钢承插焊管件应符合 GB/T 14383 的规定，管件中所用的锻件，应符合 NB/T 47010 的规定，应选Ⅲ级以上锻件。
- c) 加液装置常用材料应符合表 2 的规定，或选用不低于表 2 规定的其他材料，其力学成分、材料力学性能除应符合相应产品标准外，还应符合 GB/T 20801、TSG D0001 等的规定。

表2 常用管路组件材料

材料	牌号等级	标准号	备注
无缝钢管	S30408 (06Cr19Ni10)、 S31608 (06Cr17Ni12Mo2)、 S32168 (06Cr18Ni11Ti)	GB/T 14976	LNG 液相、气 相管路 (≤-20℃)
无缝管件	S30408 (06Cr19Ni10)、 S31608 (06Cr17Ni12Mo2)、 S32168 (06Cr18Ni11Ti)	GB/T 12459、 GB/T 13401	低温气相管 路 (≤-20℃)
	S30408 (06Cr19Ni10)、 S31608 (06Cr17Ni12Mo2)、 S32168 (06Cr18Ni11Ti)	GB/T 12459、 GB/T 13401、 GB/T 14383	低温液相管 路 (≤-20℃)
法兰	S30408 (06Cr19Ni10) III、 S31608 (06Cr17Ni12Mo2) III	HG/T 20592、HG/T 20615, NB/T 47010	低温管路 (≤-20℃)
	S30408 (06Cr19Ni10) III、 S31608 (06Cr17Ni12Mo2) III	GB/T 9124, NB/T 47010	
垫片	D2232 型 06Cr19Ni10-聚四氟乙烯缠绕垫	HG/T 20610、 HG/T 20631	低温管路 (≤-20℃)
	缠绕式垫片 (柔性石墨填充)	HG/T 20610、 HG/T 20631	
	304F4 型、316F4 型 覆盖聚四氟乙烯齿形组合垫片	HG/T 20611、 HG/T 20632	

	具有覆盖层的齿形组合垫片 (柔性石墨覆盖)	HG/T 20611、 HG/T 20632	
螺栓、螺柱、螺母	A4-80 螺栓	GB/T 3098.6	专业级
	A4-70 螺母	GB/T 3098.15	专业级
	06Cr19Ni10 全螺纹螺柱	HG/T 20613、 HG/T 20634	专业级
	06Cr19Ni10 六角螺母	HG/T 20613、 HG/T 20634	专业级

- d) 管道材料的压力-温度等级应符合 GB/T 20801 的规定；
- e) 钢管和管件低温冲击试验应符合下列要求：
- 1) 低合金钢钢管，最低工作温度低于或等于-20℃时，应进行低温冲击试验；
 - 2) 奥氏体不锈钢，含碳量大于 0.1%、最低工作温度低于-20℃时，应进行低温冲击试验；
 - 3) 冲击试验方法及要求应符合 GB/T 229 的规定。

5.4.3 低温阀门

低温阀门性能应符合下列要求：

- a) 阀体在受介质压力和温度交变产生的应力及管道安装引起的附加应力的载荷下，应能保持足够的强度和刚度，在工作温度下，材料性能应稳定，不应产生低温脆性破坏；
- b) 低温阀门内部零部件材料在低温工况下应经久耐用，操作中不应出现卡阻、咬合和擦伤等现象，材料应具有耐腐蚀和耐燃气性能
- c) 制造低温阀门的材料应符合 JB/T 7248、GB/T 12230、GB/T 24925 有关标准的规定。不应使用铸铁、塑料等脆性材料；
- d) 阀门的使用温度、工作压力应符合 GB/T 20801.2、GB/T 12224、GB/T 24925 的规定；
- e) 低温阀门应选用公称压力不低于 2.5 MPa 的产品，应能适应液化天然气介质，且应符合 GB/T 24925、JB/T 12621、JB/T 12624、JB/T 12625 等的规定；
- f) 低温紧急切断阀应符合 GB/T 24918、GB/T 24925 的规定。

5.4.4 过滤器

低温过滤器的壳体及滤网应采用奥氏体不锈钢材料制造，壳体材料应符合 NB/T 47010 的规定，其性能不应低于 06Cr19Ni10、06Cr17Ni12Mo2、06Cr18Ni11Ti 等 III 级以上锻件的要求，不锈钢丝滤网应符合 GB/T 5330.1 的规定。

5.4.4.1 法兰、垫片、紧固件

法兰、垫片、紧固件应符合下列要求：

- a) 法兰、垫片和紧固件应根据介质性质、特性、压力配套选用；
- b) 法兰应选用公称压力不低于设计压力且不低于 1.0 MPa 的产品，应与管道有良好的焊接性能；
- c) 管路设计压力大于等于 1.6 MPa 时，应选带颈对焊法兰；
- d) 对于设计温度低于-20℃的管道法兰应采用奥氏体不锈钢材质，其技术性能应符合 HG/T 20592、HG/T 20615、GB/T 9124 等的规定，锻件材料应符合 NB/T 47010 的要求，应选 06Cr19Ni10、06Cr17Ni12Mo2，III 级以上锻件；
- e) 低温螺栓采用 HG/T 20613、HG/T 20634 精制 06Cr19Ni10 全螺纹螺柱，螺母采用 HG/T 20613、HG/T 20634 精制 06Cr19Ni10 II 型六角螺母；或螺栓采用 GB/T 3098.6 精制 A4-80 级奥氏体不锈钢螺柱，螺母采用 GB/T 3098.15 精制 A4-80 级奥氏体不锈钢螺母。

5.4.5 支吊架、管托

- 5.4.5.1 管道支吊架材料应符合 GB/T 17116.1 的要求。
- 5.4.5.2 保冷管托、隔热块宜选用高密度异氰酸酯或高密度聚氨酯材料。
- 5.4.5.3 保冷管托用低温黏结剂、密封胶应满足设计温度的要求。
- 5.4.5.4 保冷管托防潮层应采用弹性树脂、复合铝箔材料，并应与保冷材料相容。
- 5.4.5.5 保冷管托防护层宜采用不锈钢材料，厚度不低于 0.6 mm。

5.4.6 保冷

5.4.6.1 保冷材料的选择应符合下列要求：

- 设备和管道的保冷层应采用不燃烧材料或外层为不燃材料，内层为难燃材料的复合保冷材料；
- 保冷应选用闭孔型材料及其制品，不宜选用纤维材料或其制品，不得选用石棉材料及其制品；
- 保冷材料宜选用聚异三聚氰酸酯(PIR)制品和泡沫玻璃(FG)制品；
- 设备和管道的绝热材料应选择燃烧性能不低于 GB 8624 中规定的 B1 级材料，其氧指数不应小于 30%；
- 与奥氏体不锈钢表面接触的绝热材料，其氯化物、氟化物、硅酸根、钠离子的含量应符合 GB/T 17393 的有关规定，在 25℃ 时其浸出液的 PH 值应为 7.0~11.0；
- 绝热材料性能应符合表 4 的要求，或选择不低于表 3 规定的其他材料。绝热材料的主要物理性能和化学性能、导热系数等应符合 GB 50264 等的规定。

表3 LNG 加液装置常用绝热材料

材料		材料牌号	材料标准号	推荐使用温度 ℃	燃烧性能
保冷层	聚异三聚 氰酸酯	聚异三聚氰酸酯(PIR)	GB/T 25997、GB 50264	-196~120	不低于GB 8624 难 燃B1级，氧指数应 ≥30%。
		高密度聚异三聚氰酸酯 (HDPIR)	GB/T 25997、GB 50264	-196~100	
保护层	不锈钢板	0.30mm~0.35mm	GB/T 3280	—	不低于 GB 8624 难 燃 A2 级
粘结剂		沥青类低温粘结剂	GB 50264	-196~60	—
		聚氨酯类低温粘结剂	GB 50264	-196~100	—
密封胶		—	GB 50264	-196~65	—
耐磨剂		—	GB 50264	-196~80	—
阻燃性玛蹄脂		DH31	GB 50264	-60~65	氧指数≥30%，施 工时无引火性，干 燥后离开火源 1s 自 熄
聚氨酯防水卷材		0.3mm, 0.6mm	GB 50264	-45~110	氧指数≥30%

5.4.6.2 防潮层材料应符合下列要求：

- 防潮层材料应选化学性能稳定、无毒且耐腐蚀的材料，并不得对绝热材料和保护层材料产生腐蚀或溶解作用；
- 防潮层材料应具有良好抗渗透性、防水性和防潮性，且其吸水率不大于 1.0%；

- c) 防潮层材料应阻燃，其氧指数不应小于30%；
 - d) 防潮层材料应选择安全使用温度范围大、不软化、不起泡、不脆化、不开裂、不脱落的产品。
- 5.4.6.3 保护层材料应符合下列要求：
- a) 保护层宜采用金属材料，材料应具有防水、防潮、抗大气腐蚀、化学性能稳定、机械强度高，且在使用环境下不软化、不脆化的材料，并不应对防潮层或绝热材料产生腐蚀或溶解作用；
 - b) 保护层在环境变化与振动情况下，不应渗水、散落和脱落；
 - c) 保护层材料的耐燃性能不应低于GB 8624中A2级（耐易燃介质）。
- 5.4.6.4 粘结剂、密封剂应符合下列要求：
- a) 应根据保冷材料的性能及使用温度选择，应在使用温度范围保持粘结性能和密封性能；
 - b) 粘结剂、密封剂和耐磨剂等辅材不应应对金属产生腐蚀，且不应引起保冷材料溶解。
- 5.4.7 增压器
- 5.4.7.1 LNG 增压器应满足设计压力、温度、使用介质等要求。
- 5.4.7.2 卸车、储罐增压器所选材料应与 LNG 介质相容，且应考虑使用工况材料的热胀冷缩影响。
- 5.4.7.3 卸车、储罐增压器宜选用空温式气化器，所用空温式气化器应符合下列要求：
- a) 增压器的设计、制造应符合GB/T 16912、JB/T 2549、HG/T 20222等的相关要求。
 - b) 增压器承压材料应由表5规定的金属材料制造，允许采用材料性能不低于表4规定的其他材料。
 - c)

表4 气化器常用承压材料

材料	牌号	标准号
不锈钢无缝管	S30408 (06Cr19Ni10)、 S31608 (06Cr17Ni12Mo2)、 S32168 (06Cr18Ni11Ti)	GB/T 14976
	S30408 (06Cr19Ni10)、 S31608 (06Cr17Ni12Mo2)、 S32168 (06Cr18Ni11Ti)	GB/T 13296
铝合金翅片管 ^a	3A21、6061、6063-T5	GB/T 6892、GB/T 3190
铝合金连接件 ^a	6063-T5、6061	GB/T 6892、GB/T 3190
铝合金无缝管 ^a	3A21、6061、6063-T5	GB/T 6893、GB/T 3190
	3A21、6061、6063-T5	GB/T 4437.1、GB/T 3190
^a 设计温度高于 65℃时，不应采用含镁量大于或等于 3%的铝合金。		

- d) 铝合金材料化学成分应符合GB/T 3190的要求，必要时应按GB/T 7999或GB/T 20975规定的方法进行分析复验；
 - e) 铝合金翅片管材料应不低于GB/T 6892 规定的3A21、3003、6063级别；
 - f) 铝合金无缝管材料应不低于GB/T 6893或GB/T 4437.1规定的3A21、3003、6063级别；
 - g) 铝合金翅片管、无缝管管道最小壁厚应不低于2.5 mm，气化器主翅片厚度不低于2.1 mm、辅翅片厚度不低于1.9 mm。
- 5.4.8 LNG 泵及泵池

5.4.8.1 LNG 泵及泵池的材料应满足 LNG 介质组分、设计温度和压力的条件要求，LNG 泵及泵池内容器与 LNG 接触的材料设计温度不高于-196℃。

5.4.8.2 潜液泵和泵池的材料应符合 GB/T 18442、GB/T 150、TSG 21 的规定。

5.4.9 LNG 加气机

5.4.9.1 加气机应符合 GB/T 36126、JJF 1524 的规定。

5.4.9.2 加气机应至少具备以下功能：

- a) 计量和计价功能；
- b) 示值指示、付费金额指示、打印功能；
- c) 防过充、防软管拉断功能；
- d) 交易数据、加注状态信息实时显示功能；
- e) 数据断电显示、数据防丢失保护功能；（掉电保护和数据复显功能）
- f) 重要参数设定防修改功能；
- g) 加气完毕自动停机功能。

5.4.9.3 加气机的流量范围应为 10kg/min~80kg/min，加气机计量误差宜不大于±1.5%，最小质量变量应不大于 0.01kg。

5.4.9.4 加气机加气接口应符合 GB/T 36126 的要求。

5.4.9.5 电子计控制器应具有指示功能、回零功能、误差调整功能和付费金额指示功能。

5.4.9.6 加气机在加气过程中，因故障停电而中断加气时，应能完整保留所有数据。故障发生时，当次加气数据显示时间不应少于 30min，或故障发生后 1h，单次或多次累积复显时间不应少于 20min。

5.4.9.7 LNG 灌装秤

5.4.9.7.1 选用的 LNG 灌装电子衡器（如电子汽车衡、电子地中衡、电子地上衡等）应符合现行国家标准《固定式电子衡器》GB 7723 的有关规定。

5.4.9.7.2 LNG 充装所采用的称重计量衡器的量程、校验应符合国家有关标准的规定，称重计量衡器应设置过量充装报警装置及潜液泵自动停泵的联锁装置。

5.4.9.7.3 LNG 气瓶充装时间不应小于 3min，灌装泵出液回流管应用大口径管。

5.4.10 装卸附件

5.4.10.1 装卸阀门

装卸阀门应符合如下要求：

- a) 装卸阀门的阀体材料应与充装的介质相容，设计温度应不高于-196℃；
- b) 装卸阀门的阀体宜采用奥氏体不锈钢材质；
- c) 装卸阀门的公称压力应不低于罐体的设计压力；
- d) 阀门应在全开和全关状态下经气密性试验合格；
- e) 手动阀门应在试验压力下正常启闭操作，且不应有卡阻现象。

5.4.10.2 低温金属软管

低温金属软管应符合下列要求：

- a) 低温金属软管及环松套法兰接头材料应能适应 LNG 低温介质、耐低温、耐腐蚀，在最低使用温度下应有良好的韧性；

- b) 低温金属软管应采用奥氏体不锈钢波纹软管或柔性金属软管,其公称压力不应小于卸液系统工作压力的 2 倍,其设计爆破压力不应小于公称压力的 5 倍,且其最小爆破压力不应小于公称压力的 4 倍;
- c) 低温金属软管应适用于装卸系统的设计温度,且不应高于 $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- d) 低温金属软管长度不宜大于 6 m;
- e) 低温金属软管的电阻应小于 $0.5\ \Omega$;
- f) 低温金属软管的性能应符合 GB/T 14525 的要求。

5.4.10.3 充装接头

5.4.10.3.1 充装接头与充装介质接触的部分应能耐磨损、耐低温、耐腐蚀。

5.4.10.3.2 充装接头材质应选用奥氏体不锈钢。

5.4.10.3.3 气瓶充装接头应符合 GB/T 25986、TSG R0006 的规定。

5.4.10.4 装卸臂、装卸柱

5.4.10.4.1 装卸臂、装卸柱的材料应根据工艺、介质特性、使用条件综合确定,选用的材料符合 TSG D0001 的规定。

5.4.10.4.2 装卸臂、装卸柱与 LNG 介质接触的密封件材料应适应 LNG 介质,满足安全及寿命要求。

5.4.10.4.3 装卸臂、装卸柱应选符合 HG/T 21608 的低温液体装卸臂。

5.4.10.5 安全拉断阀

- a) 安全拉断阀的阀体材料应与充装的介质相容,设计温度不应高于 $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- b) 安全拉断阀的阀体宜采用奥氏体不锈钢材质。

5.4.11 安全切断、放散装置

5.4.11.1 紧急切断装置性能应符合如下要求:

- a) 紧急切断阀应符合 GB/T 24918 的规定,阀体应采用奥氏体不锈钢材料制造;
- b) 当紧急控制系统管路采用不锈钢材料时,紧急切断装置应设置易熔合金塞。易熔合金塞的熔融温度不高于 $75\pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- c) 紧急切断阀应保证在工作压力下全开,并持续放置 48h 不致引起自然闭止;遇火时,紧急切断阀能自动关闭,并能进行远程控制操作。
- d) DN 50 以下的紧急切断阀关阀时间不超过 5s, DN 50 及以上的紧急切断阀关阀时间不超过 10s;

5.4.11.2 安全阀的材料应符合 GB/T 29026、TSG 21 的要求,温度不低于 $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

5.4.11.3 放散管应采用耐低温材料制作,设计温度不应低于 $-107\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

5.4.12 仪表

5.4.12.1 流量计

装置配流量计时,流量计应符合下列要求:

- a) 流量计应适应流量变化的工况,保证最高、最低流量工况下的计量精度;计量准确度等级不应低于 0.5 级;
- b) 流量计前后直管段的设计应保证流量测试的稳定性;
- c) 流量计应具有现场显示和数据远传功能;
- d) 流量计防爆性能应符合 GB 386.1、GB 3836.2、GB 3836.3、GB 3836.4、GB 3836.9、GB 3836.14、GB 3836.15 的规定,防护等级不应低于 GB/T 4208 中 IP 65。

5.4.12.2 测温装置

测温装置应符合下列规定：

- a) 温度计应适宜测量 LNG 液相温度；
- b) 温度计的测量范围应为 $-200^{\circ}\text{C}\sim+80^{\circ}\text{C}$ ，精度等级不应低于 1.0 级。采用温度变送器时，应选防爆产品。

5.4.12.3 压力表

压力表应符合下列要求：

- a) 压力表应能适用 LNG 低温介质，工作温度应与 LNG 相适应；
- b) 压力表最小爆破压力应按照安全系数为 4 情况下的压力和温度设计；
- c) 压力表盘的量程应为泄压装置设定动作压力的 1.2 倍；
- d) 压力表应符合 JB/T 6804 的要求，精度等级不应低于 1.6 级，压力表的测量范围宜为 1.5~3.0 倍工作压力，表盘直径不应小于 100mm。

5.4.12.4 真空表

真空设备应按 GB/T 18442 配备真空度检测设备或设置检测接口。

5.4.12.5 液位计

液位计应符合下列要求：

- a) 不应选用玻璃管（板）液位计或其他易碎材料制作；
- b) 磁性液位计应根据介质的不同选择奥氏体不锈钢材料，磁浮子材质宜选用钛材料。

5.4.13 电气控制

5.4.13.1 一般要求

5.4.13.1.1 电气仪表、电气装置应符合 GB 50093、GB 50028、GB 50156 的规定。电气设备、电气仪表防爆应符合 GB 50058 的规定。

5.4.13.1.2 电气设备、电气仪表控制系统可能接触 LNG 及低温蒸汽应选用耐低温材料制造，或采取防低温保护措施。

5.4.13.2 电气装置

电气装置应符合下列要求：

- a) 电气设备应符合 GB 3836 的规定；
- b) 爆炸危险环境场所内安装的电气仪表应具备防爆性能，电气仪表的防爆等级应符合 GB 50058 的规定。

5.4.13.3 电气仪表

电气仪表应符合下列要求：

- a) 自控系统设备应符合 GB 50217 和 GB 50058 的有关规定；
- b) 自控设备和仪表选型应满足使用环境的防爆要求，爆炸危险环境场所内安装的电气仪表应具备防爆性能，电气仪表的防爆等级应符合 GB 50058 的规定。

5.4.13.4 仪表测量管路

仪表测量管路应符合下列要求：

- a) 测量管道的材料，应按被测介质的物性、温度、压力等级和所处环境条件等因素选择，不应低于管道材料等级的规定；
- b) 测量管道宜选用不锈钢；

c) 用于消防联动、报警控制的控制电缆应满足耐火要求。

5.4.14 可燃气体泄漏报警装置

5.4.14.1 可燃气体探测器和报警控制器应按 GB 50493、SY/T 6503 的规定选用。

5.4.14.2 可燃气体泄漏报警系统应符合下列要求：

- a) 系统技术性能应符合 GB 12358、GB 15322 和 GB 16808 的规定；
- b) 系统防爆性能应符合 GB 3836.1、GB 3836.2、GB 3836.4、GB 3836.14 和 GB 3836.15 的规定；
- c) 可燃气体检测范围应为 0~100%LEL, 检测误差不应大于±5%FS, 重复性不应大于±2%FS；
- d) 检测器防爆类型应符合 GB 50058 的规定；
- e) 防护性能应符合 GB/T 4208 中 IP65 的规定；
- f) 检测器应能提供模拟量信号或数字量输出信号。

5.4.15 箱体和底座

5.4.15.1 箱体应采用金属材料, 钢梁、角件、箱板、门等部件宜选用集装箱通用件。

5.4.15.2 加液装置底座应有足够的强度、刚度及稳定性, 底座应采用耐低温材料或采取防止低温破坏的其他措施。

5.4.15.3 箱体顶部及四周侧板应采用不燃烧材料, 材料耐燃性能不应低于 GB 8624 中 A2 级(耐易燃介质)要求)

6 要求

6.1 外观

6.1.1 LNG 加液装置应配置完整, 表面应无损伤和缺陷, 管路布局合理, 美观; 安全警示标识齐全。

6.1.2 焊缝外观质量应符合 5.3.4 的要求。

6.1.3 紧固件应连接牢固、无松动。插插件应接触良好, 连接导线应压接或焊接良好。

6.1.4 控制系统应具备与外界设备通讯的物理接口。显示屏显示的信息应清晰、完整、正确。

6.2 外形尺寸

加液装置的外形尺寸应符合图样及技术文件要求。

6.3 无损检测

6.3.1 LNG 加液装置工艺管路无损检测方法包括射线检测、超声检测、渗透检测, 检测方法应符合 NB/T 47013 的规定。

6.3.2 焊接接头射线、超声、渗透检测, 应按 NB/T 47013 执行。检测结果应符合下列要求:

- a) 承压元件焊接接头进行 100%射线检测时, 射线检测的技术等级不低于 AB 级, 质量等级不低于 II 级为合格;
- b) 承压元件焊接接头进行 100%超声检测时, 检测技术等级不低于 B 级, 质量等级不低于 I 级为合格;
- c) 承压元件焊接接头进行 100%渗透检测, 质量等级不低于 I 级为合格。

6.4 强度

- 6.4.1 LNG加液装置工艺管路应进行耐压试验。
- 6.4.2 用水作为试验介质时，试验压力应为1.5倍设计压力。
- 6.4.3 用空气或氮气为试验介质时，试验压力应为1.15倍设计压力。
- 6.4.4 试验应无泄漏，无可见变形，试验过程中应无异常响声。

6.5 气密性

- 6.5.1 LNG加液装置工艺管路应在耐压试验合格后进行整体气密性试验。
- 6.5.2 泵前和泵后管道的气密性试验应分别进行。试验压力应为管路设计压力。
- 6.5.3 气密性试验应无泄漏，试验过程中温度如有波动时，压力经温度修正后不应变化。

6.6 切断装置性能

DN 50以下的紧急切断阀关阀时间不超过5s，DN 50及以上的紧急切断阀关阀时间不超过10s。

6.7 放散装置性能

LNG加液装置的放散装置启动压力的设定值，并应符合用户的使用要求或厂家声明值，设定误差不应大于设定值的±5%。

6.8 电气安全性能

- 6.8.1 LNG加液装置对地泄漏电流应符合GB 4943.1-2011中5.1的规定，不应超过3.5 mA。
- 6.8.2 漏电保护应符合GB/T 13955的规定，当漏电电流大于30 mA时，保护开关应能瞬间断开。
- 6.8.3 LNG加液装置应有足够的抗电强度，在一次电路与机身之间或一次电路与二次电路之间施加有效值为1.5 kV、频率为50 Hz的交流试验电压，保持60 s，试验期间绝缘不应被击穿。
- 6.8.4 LNG气化供气装置的接地端子或接地接触件与需要接地的零部件之间的连接电阻应符合GB 4943.1-2011中2.6.3.4的规定，不应超过0.1 Ω。
- 6.8.5 LNG加液装置静电接地应符合下列要求：
 - a) 有静电要求的管道，各段间应导电良好，每对法兰或螺纹接头间电阻值大于0.03 Ω时，应设导线跨接。
 - b) 有静电要求的不锈钢和有色金属管道，其跨接线或接地引线不得与管道直接连接，应采用同材质连接板过渡。
 - c) 防雷接地、防静电接地、电气设备工作接地、保护接地等宜共用接地装置，其接地电阻不应大于4 Ω。各自单独设置接地装置时，接地电阻不应大于10 Ω，保护接地不应大于4 Ω，工艺管线接地装置的接地电阻不应大于30 Ω，防静电接地装置的接地电阻不应大于100 Ω。
- 6.8.6 在常温下，电气设备的电气回路之间，电气回路与金属壳体之间的绝缘电阻不应小于20 MΩ。
- 6.8.7 LNG加液装置电气保护及连锁装置应能正常运行，性能可靠。

6.9 防爆性能

LNG加液装置电气仪表、电气设备应采用防爆设计，防爆性能应符合GB 3836.1、GB 3836.2、GB 3836.3、GB 3836.4、GB 3836.5、GB 3836.9、3836.14、GB 3836.15和GB 50058中满足液化天然气使用场合的防爆等级的要求，并应取得防爆证书。

6.10 低温氮气试验

6.10.1 LNG 加液装置应在气密性试验合格后进行低温氮气试验。

6.10.2 LNG 加液装置低温密封性试验用液氮作为试验介质，试验压力为设计压力，试验温度为 LNG 加液装置各部分管路设计温度，最低不应高于-100。

6.10.3 LNG 加液装置低温密封性试验法兰、接头应无泄漏，阀门应密封良好、启闭灵活、无冻堵、卡阻现象。仪表在低温条件下应运行正常。管道最大位移满足设计要求，试验过程中应无异常响声，则低温氮气试验合格。

6.11 整机模拟工况运行试验

6.11.1 一般要求

加液装置应采用液氮预冷合格后进行模拟工况运行试验。

6.11.2 加注系统性能

6.11.2.1 最大允许误差

加液装置加气机的最大允许误差不应超过厂家声明值，且不应超过±1.5%。

6.11.2.2 防过充功能

当加液装置加气机流量低于额定加注流量的1%~3%时，加液装置应能自动停机。

6.11.2.3 最大加注能力

加液装置的最大加注能力不应低于厂家声明值的90%。

6.11.2.4 加注管道、阀门密封性能

加注管道、阀门应无泄漏，阀门应启闭正常。

6.11.2.5 加注泵低温负荷运转

加注泵低温负荷运转应符合下列要求：

- a) 泵应运行平稳，不应有颤动、异常噪声和摩擦现象，各紧固件不得有松动；
- b) 泵的运行参数应符合技术文件的规定，各密封点应无泄漏。
- c) 各信号采集、通讯是否正常、显示正常。

6.11.3 卸液系统性能

6.11.3.1 卸液管道、阀门密封性能

卸液管道、阀门应无泄漏，阀门应启闭正常。

6.11.3.2 泵卸车系统性能

卸液泵低温负荷运转应符合6.11.2.5。

6.11.4 紧急切断系统（ESD）性能

6.11.4.1 加气机、LNG 泵紧急停机功能

加气机、LNG 泵紧急停机功能应符合下列要求：

- a) 手动触发紧急切断系统按钮或由加气机提供紧急信号，LNG 加液装置紧急停机装置应能关闭 LNG 紧急切断阀和切断 LNG 加气机、LNG 泵电源。
- b) 紧急停机装置触发后应仅能人工复位。

6.11.4.2 响应时间和关断时间

紧急切断系统响应时间不超过2 s，紧急切断关闭时间 ≤ 5 s DN 50以下的紧急切断阀关闭时间不超过5s，DN 50及以上的紧急切断阀关闭时间不超过10s。

7 试验方法

7.1 一般要求

7.1.1 试验环境温度

试验环境的温度应为 (20 ± 15) °C，试验过程中温度波动应小于5 °C。

7.1.2 试验介质

7.1.2.1 承压件液压强度的试验用介质应为温度不低于15 °C洁净水（可加入防锈剂）。奥氏体不锈钢材料部件进行试验时，所使用的水含氯化物量不超过25 mg/L。

7.1.2.2 气压试验、气密试验用介质应为洁净的干空气或惰性气体。

7.1.3 试验设备及测量精度

7.1.3.1 试验用仪表应经过检定或校验合格，并在有效期内。

7.1.3.2 强度试验用压力表的精度不应低于0.4级，压力表的量程应根据试验压力选择。

7.1.3.3 气密性试验用压力表的精度不应低于0.4级，压力表的量程应根据试验压力选择。

7.1.3.4 大气压测量仪表的分辨率不应大于10 Pa。

7.1.3.5 流量计的精度不应低于1.5%。

7.1.3.6 测量容器容积精度为 $\pm 0.2\%$ ；

7.1.3.7 温度测量仪表的分辨率不应大于0.5 °C。

7.2 外观检查

7.2.1 目测检查LNG加液装置外观质量应符合6.1的要求。

7.2.2 用目测及焊缝检验尺等对焊缝表面形状尺寸及外观检查，应符合6.1的要求。

7.3 外形尺寸

采用游标卡尺、钢卷尺及专用量具测量加液装置的外形尺寸，应符合6.2的要求。

7.4 无损检测

7.4.1 无损检测方法

7.4.1.1 无损检测应按如下方法进行：

- a) 射线检测方法应符合NB/T 47013.2的规定；
- b) 超声检测方法应符合NB/T 47013.3的规定；
- c) 渗透检测方法应符合NB/T 47013.5的规定。

7.4.1.2 焊接接头的检测位置应随机抽取。

7.4.2 焊接接头分类

LNG加液装置的工艺管路焊接接头分为A、B、C、D四类，见图1，应符合下列要求：

- a) 圆筒部分的纵向对接接头为A类焊接接头；

- b) 管与管对接的接头、管件大小头与管子对接的接头、管帽或封头与管子对接的接头、长颈法兰与接管连接的对接接头，均属 B 类焊接接头；
- c) 法兰与管子或接管的内外接头属于 C 类焊接接头；
- d) 主管与管子、管子与缘、接管与缘、补强圈与管壳、仪表接头与管壳的焊接接头，均属 D 类焊接接头。

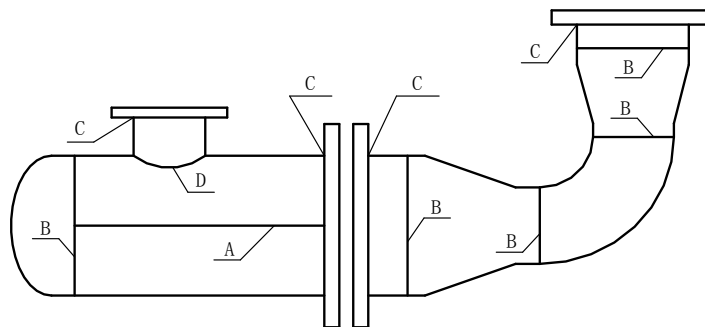


图1 焊接接头分类

7.4.3 无损检测比例

LNG加液装置无损检测比例应符合下列要求：

- a) 无损检测分为全部（100%）；
- b) 设计温度低于 $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的承压钢管应进行 100%无损检测。A 类、B 类焊接接头应进行 100%射线或超声波检测，C 类、D 类焊接接头应进行 100%渗透或磁粉检测；
- c) 设计温度不小于 $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的承压钢管无损检测，应按 7.4.4、7.4.5 的方法进行 100%；
- d) 装置上的单体设备，应按照单体设备的图样及技术文件进行。

7.4.4 射线和超声波检测

7.4.4.1 LNG 加液装置的工艺管路 A、B 类焊接接头应进行射线或超声波检测。当采用超声检测时，检测设备应带超声检测记录仪。

7.4.4.2 下列 LNG 加液装置的工艺管路 A、B 类焊接接头应进行 100%射线或超声波检测：

- a) 采用钢板卷制的筒节纵向 A 类对接接头；
- b) 设计压力大于 0.8 MPa 时；
- c) 设计温度低于 $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时；
- d) 图样注明 100%检测时。

7.4.5 渗透检测

7.4.5.1 凡符合下列条件之一的焊接接头，按图样规定采用渗透检测：

- a) 凡属 7.4.2 设备上的 C、D 类焊接接头；
- b) 开孔直径与主管直径之比大于 1/2 的 D 类焊接接头。

7.4.5.2 焊接接头按渗透检测检测时，检测比例应为 100%。

7.4.6 试验结果

7.4.6.1 焊接接头采用射线检测、超声检测、渗透检测，检测结果应符合 6.3.2 的要求。

7.5 强度试验

7.5.1 一般要求

加液装置工艺管路应在无损检验合格后进行强度试验，开孔补强圈应在强度试验前通入0.4MPa~0.5MPa的压缩空气检查焊接接头质量。

7.5.2 试验条件

7.5.2.1 水压试验：用水作为试压介质时，应使用无腐蚀性的洁净水（可加入防锈剂），水温应在15℃以上，当环境温度低于5℃时，应采取防冻措施。奥氏体不锈钢材料制造的部件进行试验时，所使用的水含氯化物量不超过25 mg/L。

7.5.2.2 气压试验：当设计压力小于或等于0.6 MPa时或当条件不允许使用液体进行压力试验时，必须有设计文件规定，在经公司安全管理部门审批，并采取安全防护措施的情况下，允许采用气体作为强度试验介质。压力试验用气体应为干燥、洁净的氮气、空气或其他惰性气体。试验气体的温度不低于15℃。严禁使试验温度接近金属的脆性转变温度。

7.5.2.3 试验用压力表量程应为试验压力的1.5~3倍，且以试验压力的2倍为宜，精度不低于0.4级，表盘直径不小于100 mm，试验时使用压力表不少于两块。

7.5.3 试验步骤

7.5.3.1 水压强度试验步骤应按下列要求：

- a) 试验前，应注水排尽承压组件内的气体；
- b) 水压试验时压力应缓慢上升，直至升至设计压力，保压5 min，并对所有焊缝、连接部位检查，确认无泄漏、异常后再进行下一阶段升压，直至升至试验压力；
- c) 达到规定试验压力后，保压时间不少于30 min。然后对承压件的所有焊接接头和连接部位进行检查，如无泄漏及异常再将试验压力降至设计压力，保压30 min检查，应符合6.4的要求；
- d) 试验过程中如有渗漏，应停止试验，泄压后修补好再重新试验；
- e) 试验结束后，应将水排尽，并用压缩空气或氮气干燥，管道露点温度应低于-40℃；
- f) 试验过程应做好安全防护，不准许带压拆卸。

7.5.3.2 气压强度试验步骤应按下列要求：

- a) 试验前应进行预试验，预试验的试验压力为0.2 MPa；
- b) 试验管道应装临时压力泄放装置，其设定压力不得高于试验压力的1.1倍；
- c) 气压压力试验时，应缓慢升压；
- d) 当达到试验压力的10%时，保压10 min，对连接部位及焊接接头进行检查；
- e) 如无泄漏或其它异常现象可继续升压到规定试验压力的50%；
- f) 如仍无异常现象，其后按试验压力的10%逐级升压，每级稳压3min，直至升压至规定试验压力后，保压10 min；
- g) 然后降至设计压力，保压30 min，对焊接接头和连接部位、阀门填料函，法兰或螺纹连接处等密封点进行检查，应符合6.4的要求；
- h) 试验过程中如有泄漏，应停止试验，泄压后修补好再重新试验；
- i) 试验过程应做好安全防护，不准许带压拆卸；
- j) 试验合格后应及时缓慢泄压。

7.6 气密性试验

7.6.1 一般要求

经强度试验合格后，加液装置工艺管路整体进行气密性试验。

7.6.2 试验条件

7.6.2.1 LNG 加液装置工艺管路整体用压缩空气或惰性气体进行气密性试验时，气体的温度不应低于 5℃，保压过程中温度波动不应超过±5℃。

7.6.2.2 试验压力表量程应为试验压力的 1.5~2 倍，精度不低于 0.4 级，表盘直径不得小于 100 mm。试验时使用压力表不得少于两块。

7.6.3 气密性试验

气密性试验步骤应按下列要求：

- a) 试验前用空气或惰性气体进行预试验，试验压力不超过 0.2 MPa；
- b) 试验时分别向泵前后管道内增压（加液装置的泵应处于隔离状态，并对泵及泵池采取保护措施），压力应缓慢上升，应当先缓慢升压至规定试验压力的 10%，保压 5 min，并且对所有焊缝和连接部位，阀门填料函，法兰或螺纹连接处等所有密封点进行泄漏检查进行初步检查；
- c) 如无泄漏及异常可继续升压到规定试验压力的 50%，再检查；
- d) 如无异常现象，其后按照规定试验压力的 10%逐级升压，每级稳压 3 min，直到试验压力，用检漏液对其所有焊接接头和连接部位，阀门填料函，法兰或螺纹连接处等所有密封点进行泄漏检查进行泄漏检查，保压不少于 60 min；
- e) 经检查无泄漏后将压力降低至工作压力，用发泡剂检查应无泄漏，且应符合 6.5 的要求；
- f) 如有泄漏，应卸压修补后重新试压，不允许带压修正；
- g) 试验过程应做好安全防护，不准许带压拆卸；
- h) 试验完成后，应将气体缓慢排尽泄压。

7.7 切断装置性能试验

用氮气按切断阀流向施加最高工作压力，启动紧急切断按钮，观察并记录切断装置开始动作时至完全关闭所需时间，重复 3 次，关闭时间应符合 6.6 的要求。

7.8 放散装置性能试验

核对安全阀校验报告的型号、整定压力等信息是否与安全阀标注的一致，核对安全阀的铅封是否完好，核对整定压力是否符合 6.7 的要求。

7.9 电气安全性能试验

7.9.1 LNG 加液装置对地泄漏电流的允许值应按 GB 4943.1-2011 中 5.1 的规定进行试验。

7.9.2 采用漏电检测仪检测进行测试，应符合 6.10.2 的要求。

7.9.3 LNG 加液装置的抗电强度应按 GB 4943.1-2011 中 5.2 的规定进行试验。

7.9.4 接地端子或接地接触件与需要接地的零部件之间的连接电阻应按 GB 4943.1-2011 中 2.6.3.4 的规定进行试验。用低电阻测试仪测量 LNG 加液装置电气设备金属外壳与总接地连接件，总接地连接件与电气控制柜的接触电阻，加液装置的总接地连接件与各电气设备金属外壳接地连接件之间的接触电阻不应大于 0.1 Ω。

7.9.5 静电接地电阻检测方法应按 SH/T 3097-2017 中附录 A 进行。

7.9.6 绝缘电阻测定及绝缘介电强度试验应按 GB/T 3797 的有关规定进行。

7.9.7 对电气保护及连锁装置应进行试验，检查是否可靠有效。

7.10 防爆性能试验

防爆性能检查应按下列要求进行：

- a) 核对加液装置使用的电气仪表、电气设备等防爆元件的名称、型号规格、防爆标志、防爆合格证编号等是否与批准的防爆证书一致；
- b) 核对防爆电气设备的配线电缆的牌号、规格是否与图纸规定一致；
- c) 检查防爆电气设备接地、等电位连接的方法和采取的防爆措施是否符合标准要求；
- d) 检查铭牌和警示牌的内容是否符合标准要求。

7.11 低温氮气试验

7.11.1 低温氮气试验应按附录 A 规定的试验方法进行。

7.11.2 低温氮气试验应在装置安装完毕，并应完成吹扫、强度试验、气密试验、调压性能试验、切断装置、放散装置等试验验收合格、系统氮气干燥合格，且标识齐全时进行。

7.11.3 将 LNG 加液装置接入图 A.1 试验系统，降温速率控制在 8 °C/h~10 °C/h 充入液态氮，管道温度降至-5 °C~-10 °C 时，关闭氮气气源，对低温氮气试验管道上所有阀门进行开关测试，检查阀门密封性和启闭灵活性及是否冻堵、卡阻现象。在冷却过程中，每降低 20 °C 重复一次开关操作。试验过程中如出现阀门冻堵，法兰、接头泄漏等做好标识和记录，处理完毕后，重新进行低温氮气试验。

7.11.4 试验温度达到各管路设计温度时低温氮气冷却可结束。关闭氮气供应系统阀门，关闭出口阀门，检查各管路连接处有无泄漏。

7.11.5 试验过程应检查及监测管道温度变化、阀门冻堵，法兰、接头泄漏等情况。

7.12 整机模拟工况运行试验

7.12.1 一般要求

加液装置应在采用液氮预冷合格后进行模拟工况运行试验。液氮模拟连续运行时间不应少于30min。

7.12.2 加注系统性能试验

7.12.2.1 最大允许误差试验

检查加气机产品质量检测报告，核实最大允许误差与声明值是否一致。若无产品检测报告，加液装置的加气机最大允许误差试验参照GB/T 36126的要求进行试验。

7.12.2.2 防过充功能试验

当加液装置加气机防过充功能试验参照GB/T 36126的要求，检查当流量低于额定加注流量的1%~3%时，加液装置是否能自动停机。

7.12.2.3 最大加注能力试验

最大加注能力试验按下列方法进行：

- a) 加液装置后端连接质量流量计，流量计的前后直管段应符合计量要求。在液氮预冷合格后，采用液氮作为试验介质进行模拟工况运行试验；
- c) 在正常工作压力下启动运行加液装置，记录加液装置的正常工作下的最大流量；
- d) 实测流量按公式（1）换算成液态 LNG 流量；
- e) 检查试验结果是否符合 6.11.2.3 的要求。

$$Q = Q_m \times \sqrt{\frac{d_m}{d}} \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中：

Q ——LNG的额定流量，单位为千克每小时（kg/h）；

Q_m ——试验介质的工况流量，单位为千克每小时（m³/h）；

d ——LNG的相对密度；

d_m ——试验介质的相对密度，对于空气， $d_m=1$ 。

7.12.2.4 加注管道、阀门密封性能试验

目视检查加注管道连接处、阀门密封处和连接处，是否符合6.11.2.4的要求。

7.12.2.5 加注泵低温负荷运转试验

试验按下列方法进行：

- a) 检查泵运行是否平稳，是否存在有颤动和异常噪声和摩擦现象，紧固件是否有松动；
- b) 检查泵的运行参数应符合技术文件的规定，各密封点是否有泄漏；
- c) 检查各信号采集、通讯是否正常、显示是否正常；
- d) 检查结果是否符合 6.11.2.5 的要求。

7.12.3 卸液系统性能

7.12.3.1 卸液管道、阀门密封性能

卸液管道、阀门密封性能试验方法按7.12.2.2的方法进行。

7.12.3.2 泵卸车系统性能

泵卸车系统性能试验按7.12.2.5的方法进行。

7.12.4 紧急切断系统（ESD）性能试验

7.12.4.1 加气机、LNG 泵紧急停机功能试验

加气机、LNG泵紧急停机功能试验按下列方法进行：

- a) 手动控制启动紧急切断系统按钮或由加气机模拟发送紧急信号，检查紧急停机装置是否能联锁关闭 LNG 紧急切断阀和切断 LNG 加气机电源；
- b) 检查紧急停机装置触发后，是否仅允许经人工确认后方可复位。

7.12.4.2 响应时间和关断时间试验

响应时间和关断时间试验按下列方法进行：

- a) 手动控制启动紧急切断系统按钮或由加气机模拟发送紧急信号，观察并记录紧急切断装置响应时间，重复 3 次，检查是否符合 6.11.4.2 的要求。
- b) 手动控制启动紧急切断系统按钮或由加气机模拟发送紧急信号，观察并记录紧急切断装置开始动作至完全关闭所需时间，重复 3 次，检查是否符合 6.14.4.2 的要求。

7.13 材料及零部件检验

查验供货方提供的质量检测报告。核查储罐增压器、卸车增压器、EAG加热器、泵及泵池、流量计、加气机等材料的质量证明文件，或按规定进行复验。

8 检验规则

8.1 检验分类

检验分为出厂检验和型式检验。

8.2 检验项目

检验项目见表5。

表5 加液装置检验项目

序号	检验项目	型式检验	出厂检验	技术要求条款	试验方法条款
1	外观	△	△	6.1	7.2
2	外形尺寸	△	△	6.2	7.3
3	无损检测	△	△	6.3	7.4
4	强度 ^a	△	△	6.4	7.5
5	气密性	△	△	6.5	7.6
6	切断装置性能	△	△	6.6	7.7
7	放散装置性能	△	△	6.7	7.8
8	电气安全性能	△	△	9.8	7.9
9	防爆性能	△	——	6.9	7.10
10	低温氮气试验	△	——	6.10	7.11
11	整机模拟工况运行试验	△	△	6.11	7.12
12	材料及零部件检验	△	△	5.4	7.13
注：带“△”为需要作检验的项目，“——”不需要作检验的项目。					
^a 承压件液压强度允许在零部件检验中进行。					

8.3 出厂检验

每台产品在出厂之前均应进行出厂检验，出厂产品由质检部门对产品进行检验，检验合格后签发产品质量合格证明方可出厂。出厂检验项目按表6的规定及技术文件要求的其他检验项目

8.4 型式检验

8.4.1 在下列情况之一时，应进行型式检验：

- a) 定型产品试制完成时；
- b) 正式生产时，如结构、工艺、材料、设备发生重大变化，可能影响产品性能时；
- c) 转厂迁址后恢复生产的试制定型鉴定；
- d) 停产1年以上重新恢复生产时；
- e) 正常生产时，每年进行一次；
- f) 出厂检验或抽样检验结果与上次型式检验有较大差异时；
- g) 国家质量有关监督提出进行型式试验的要求时。

8.4.2 型式检验项目按表5的规定执行。

8.5 判定规则

8.5.1 出厂检验的所有项目均应合格，方能出厂。不合格项目允许返工后进行复检，若仍不合格，该加液装置应判定为不合格，不可出厂。

8.5.2 型式检验中各项指标均符合要求时，应判该次型式检验合格。

9 质量证明文件、标志、包装、运输和贮存

9.1 质量证明文件

9.1.1 产品出厂质量证明文件应包括以下部分：

- a) 产品合格证；
- b) 产品说明书；
- c) 质量证明书。

9.1.2 产品合格证应至少包括下列内容：

- a) 厂名及生产日期；
- b) 厂技术质量检验部门公章；
- c) 质量检验员的代号及检验日期；
- d) 产品名称、型号、规格及材料。

9.1.3 产品说明书应至少包括下列内容：

- a) 安装说明；
- b) 操作运行说明；
- c) 维修与保养；
- e) 主要设备说明书[储存设备、增压器、加液泵及泵池、加气机、流量计、计量衡器、切断阀、放散阀、可燃气体探测器等（若有）]。

9.1.4 质量证明书应至少包括下列内容：

- a) 产品设计的主要参数；
- b) 承压部件用原材质、管件的规格、执行标准；
- c) 外观几何尺寸检验结果；
- d) 主要元器件配置一览表；
- e) 无损检测焊接接头标识示意图（无需无损检测除外）；
- f) 无损检测报告（无需无损检测除外）；
- g) 强度试验与气密性试验结果；
- h) 储存设备、增压器、加液泵及泵池、加气机、流量计、计量衡器、切断阀、放散阀、可燃气体探测器等的质量证明书（若有）；
- i) 出厂检验报告。

9.2 标志

9.2.1 铭牌

铭牌应固定于明显的位置，且应永久性，清楚地应至少标明下列内容：

- a) 制造单位名称和/或商标；
- b) 产品型号和名称；
- c) 产品编号或批号；
- d) 执行标准号（本标准编号）；
- e) 额定电压、功率；
- f) 防爆标志；
- g) 防爆合格证号；
- h) 设计压力，MPa；
- i) 最大工作压力，MPa；
- j) 储存量， m^3 ；（若有）

- k) 加注量, kg/h 或 l/h;
- l) 出厂日期;
- m) 设备重量, kg。

9.2.2 警示标志

警示标志应符合下列要求:

- a) 应在加液装置的显著位置设置警示标志, 标志上的字体高度不应低于 15cm, 颜色应为白底红字, 警示标志应至少包括下列内容:
 - “严禁烟火”;
 - “低温液体, 防止冻伤”;
 - “可燃性气体”。
- b) 警告标志、标识应字迹工整, 牢固, 清晰可见。
- c) 标记应采用与基材相容的材料, 不应采用对管道或设备有腐蚀性的材料做标记材料。

9.2.3 其他标志

9.2.3.1 加液装置的进、出口标志。

9.2.3.2 LNG 气相、液相, 进出口(若有)标志。

9.2.3.3 事故紧急切断标志。

9.2.3.4 加液装置泵进出口、管道进出口的明显部位还应有以箭头表示的介质流向(永久)。

9.2.3.5 加液装置包装箱上应有包装储运图示标志和运输包装收发货标志, 应按 GB/T 191 和 GB/T 6388 的规定编制。

9.3 包装和运输

9.3.1 加液装置包装应进行防碰、防划伤处理, 还应对管路、阀门、设备、仪表、法兰、螺纹接口等采取保护措施, 防止运输过程损坏。

9.3.2 包装结构和方式应根据结构尺寸、重量、运输距离、运输方法等确定。并应有足够的强度保证运输安全。

9.3.3 单独交付的零配件、备品备件及专用工具等宜单独包装或装箱。

9.3.4 质量证明书、说明书等出厂资料应分类装订成册。

9.3.5 运输前, 储罐、泵池及管路系统应用氮气密封, 密封压力不应小于 0.05MPa。

9.3.6 加液装置在运输中应防止冲击或强烈振动及化学品的侵蚀, 应避免损伤, 搬运时应轻放。

9.3.7 装卸时应使用专用吊具, 运输中应固定牢固。

9.4 贮存

9.4.1 加液装置应贮存于干燥、通风良好的场所, 并做好防腐保质措施, 不得与酸、碱等腐蚀性物品共同储存。

9.4.2 加液装置宜置于仓库内保管, 避免露天堆放。

附 录 A
(规范性)
低温氮气试验

A.1 范围

本附录规定了LNG加液装置的LNG管道低温氮气试验的试验要求、区域划分、供应系统、试验步骤、合格标准和应急保障措施。

A.2 低温氮气试验要求

A.2.1 应具备的试验条件

A.2.1.1 LNG加液装置应组装完毕，紧急切断、超压放散等安全装置安装完毕，并完成吹扫、强度试验、气密试验等试验已完成，且标识齐全。

A.2.1.2 被测试管道及相连系统应干燥置换完毕。干燥应采用高纯瓶装氮气，或液氮气化加热后的氮气，氮气温度的不低于0℃。LNG管道、BOG管道应进行氮气干燥，干燥过程时，在出口排气侧接入露点仪，管道露点温度低于-40℃为干燥合格。

A.2.1.3 氮气供应系统安装完毕，并具备运行条件。

A.2.1.4 被测试的系统有关阀门、仪表及控制系统应具备操作条件。

A.2.2 基本要求

A.2.2.1 应制定低温氮气试验方案和应急预案，并对操作人员进行技术和安全培训。

A.2.2.2 低温氮气试验宜包括以下管道：

- a) 储罐进液管、出液管；
- b) LNG储罐增加器、卸车增加器、EAG加热器、BOG加热器；
- c) LNG进口管道。
- d) LNG出口、切断阀前管路。
- e) BOG总管；
- f) EAG总管。

A.2.2.3 应编制低温氮气试验检查记录表。

A.2.2.4 低温氮气试验临时设施及工具准备就绪。

A.2.2.5 氮气排放点位置应设置警示标志，做好安全防范。

A.2.3 技术要求

A.2.3.1 低温氮气试验温度不应低于系统各部分的设计最低温度，宜控制在0℃~-100℃。

A.2.3.2 低温氮气试验压力不应高于系统工作压力。

A.2.3.3 管道同一位置上、下表面最大温差不宜超过50℃，降温速率宜控制在8℃/h~10℃/h，最大不应超过20℃/h。

A.2.3.4 试验过程中应对温度、压力检查和监控，防止管道降温过快、防止系统超压，做好监控记录，并根据需要进行相关阀门开关测试。

A.2.3.5 管道温降应均匀，防止管道位移过大，管道位移变化量应符合设计要求。管道位移变化量按式(A.1)计算。

$$\Delta L = \alpha \times L \times (t_2 - t_1) \quad \dots\dots\dots (A.1)$$

式中：

ΔL ——管道的热伸长量，单位为米(m)；

α ——管材的线膨胀系数，单位为米每米摄氏度[m/(m·℃)]；

L ——管道长度，单位为米(m)；

t_1 ——管道初始温度，单位为摄氏度(℃)；

t_2 ——管道现在温度，单位为摄氏度(℃)。

A.3 低温氮气试验区域划分

A.3.1 宜将压力等级相同、工作温度相同、相通、靠近的管道划分为同一区域。

A.3.2 应在流程图上标识出低温氮气试验区域及氮气注入点、排放点等。

A.3.3 宜按照工艺流程顺序将液化天然气管道分区进行低温氮气试验。

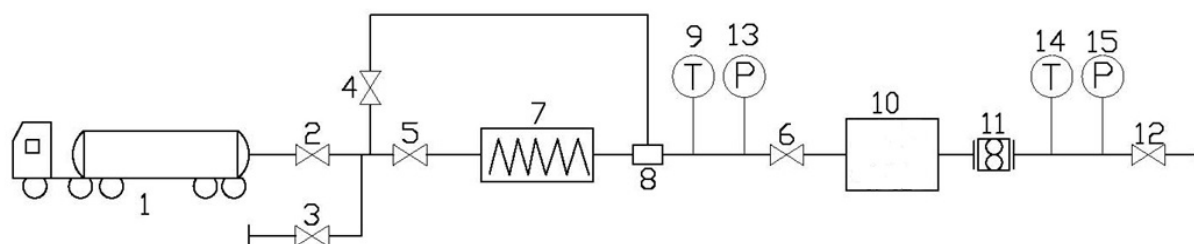
A.4 氮气供应系统

A.4.1 应配备必要的低温氮气试验临时设施，包括液氮槽车(或低温绝热气瓶组)、气化器及必要的阀门、仪表等。

A.4.2 应配备必要的检测、监测温度、压力、流量的仪器设备和仪表，其精度等级、性能应符合要求。

A.4.3 宜设置备用气源供应接口，保证氮气供应连续。

A.4.4 宜使用混合器调节低温氮气的出口温度，低温氮气供应系统流程图见图A.1。



说明：

1——液氮槽车(绝热气瓶)；

8——混合器；

11——流量计；

2~6、12——阀门；

9、14——温度计；

13、15——压力表。

7——气化器；

10——LNG加液装置；

图A.1 低温氮气供应系统流程图

低温氮气供应系统原理：

a) 液氮从槽车里输出后分为两路，一路经气化器气化为氮气，另一路保持液态，两路介质在混合器里混合，混合后的低温氮气流向 LNG 加液装置入口管道；

- b) 试验用低温氮气的温度及流量应通过流经混合器的气、液进行缓慢调节；
- c) 通过阀门调节供气量及低温氮气的温度。

A.5 低温氮气试验步骤

- A.5.1 按照低温氮气试验流程图将LNG加液装置进行试验系统，设置阀门开关状态。
- A.5.2 启动氮气供应系统，向低温氮气试验系统引入氮气，缓慢开启阀门。
- A.5.3 检查管道、阀门、法兰连接部位是否有泄漏，螺栓是否因冷缩而使预紧力减小松动。
- A.5.4 检查及监测管道位移和支托变化。如果管道位移量过大，适度提高氮气温度，或暂停预冷。
- A.5.5 检查和记录主管道与支管道、钢结构及相邻管道的变化情况。
- A.5.6 检查及监测管道温度变化。
- A.5.7 液化天然气管道温度降至 $-5\text{ }^{\circ}\text{C}\sim-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时，关闭氮气气源，对低温氮气试验管道上所有阀门进行开关测试，检查阀门密封性和启闭灵活性及是否冻堵、卡阻现象。在冷却过程中，每降低 $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 重复一次开关操作。
- A.5.8 将存在冻堵的阀门、泄漏法兰、接头等做好标识和记录，处理完毕后，重新进行低温氮气试验。
- A.5.9 低温氮气试验管道温度达到试验温度（最低 -100 ）时冷却可结束，关闭排放口阀门。
- A.5.10 关闭氮气供应系统阀门，使液化天然气管道内微正压，同时观察系统压力，根据需要适当排放，防止超压。

A.6 低温氮气试验的合格标准

以下条件同时满足时，低温氮气试验合格：

- a) 低温氮气试验管道温度达到试验温度（最低 -100 ）；
- b) 管道阀门无冻堵现象，法兰、接头无泄漏；
- c) 所有仪表在低温条件下操作正常；
- d) 管道最大位移满足设计要求。

A.7 应急保障措施

- A.7.1 试验前应对被测试区域挂牌警戒，氮气排放口设置警戒线，现场设置专职安全员，做好应急预案，联系医护车辆，通知附近作业人员，做好安全防范。
- A.7.2 所有试验人员应学习试验方案，了解低温氮气泄漏时出现冻伤及窒息事故的潜在危险。
- A.7.3 对所有试验人员应进行应急预案演练，以应对低温试验中可能出现事故。
- A.7.4 为防止温度下降过快，应设专人在控制室观测管线表面温度读数变化，对于没有表面温度传感器的地方，可用红外测温仪测量管道的未保冷部分。

- A. 7.5 为防止管线位移过快过大，应设专人监测管线位移情况，应重点关注管线和钢结构、管线与管线间容易碰撞的地方，管线的位移情况，避免造成破坏。如果管线位移量过大，适度提高氮气温度或暂停预冷。
- A. 7.6 在冷却过程中，每降20 °C宜对被试验管线上的阀门进行开关操作（包括手动和气动阀门）一次，以查验是否被冻住。
- A. 7.7 应设专人负责用氧含量分析仪或检漏液对设备管线所有法兰进行周期性检查，发现氧含量低报警、出现泄漏时，应派专业人员对泄漏点进行处理。
- A. 7.8 出现冻伤或窒息事故时，应立即把伤者运离现场，紧急处理后送医院治疗。
- A. 7.9 当出现管线位移超过设计允许量或者出现管道开裂、部件失效、泄漏及其他紧急情况时，应迅速中止试验。

附 录 B
(规范性)
储罐及附件

B.1 一般要求

B.1.1 LNG储存设备及附件应符合GB/T 18442、GB/T 150、GB 50156、GB 50028、TSG 21、TSG R0006等标准的规定。

B.1.2 LNG储罐容积、安全间距、消防设施、围堰设置等应符合国家现行有关标准对所使用场站的规定。

B.2 结构

B.2.1 储存系统

B.2.1.1 LNG储存设备及附件的设计、制造应符合GB/T 18442、GB/T 150、GB 50156、GB 50028、TSG 21、TSG R0006等标准的规定。

B.2.1.2 LNG 储罐外表面可能接触泄漏的LNG或低温蒸汽的部位，应设计成适宜低温或有不受低温影响的保护措施。

B.2.1.3 储罐阀门的设置应符合下列要求：

- a) LNG 储罐安全阀的设置应符合 TSG 21 的有关规定。应设置 2 个奥氏体不锈钢封闭全启式安全阀，其中 1 个应为备用；
- b) 安全阀与储罐之间应设切断阀，切断阀在正常操作时应处于铅封开启状态；
- c) 储罐进、出液管应设置低温紧急切断阀，并与储罐液位联锁控制；
- d) LNG 储罐液相管道根部阀门与液相管的连接应采用焊接，材质应同为奥氏体不锈钢材料；
- e) LNG 储罐安全阀的性能应符合 GB/T 29026、TSG 21 的要求。

B.2.1.4 LNG储罐液位、压力、温度仪表的设置应符合下列要求：

- a) 储罐应设置液位计及高、低液位报警器，高液位报警器应与进液管道紧急切断阀连锁；
- b) 储罐最高液位以上部位应设置压力表和超压报警器；
- c) 在内罐与外罐之间应设置检测环形空间绝对压力的仪器或检测接口；
- d) LNG 储罐应设置满足正常操作、高压和低压监测需要的压力表。高压、低压监测仪表应具有报警和连锁功能；
- e) 储罐外壁下部及管口侧下部设温度监测装置，并能温度达到低限值时连锁报警；
- f) 液位计、压力表应能就地指示和远传。

B.2.2 LNG饱和循环系统

B.2.2.1 加注装置中应设置用以提高LNG储罐中LNG饱和压力或温度的循环系统，应具备向LNG车用瓶充装0.8MPa饱和液体的能力，以满足汽车LNG燃料发动机对供气压力的要求。

B. 2. 2. 2 LNG饱和循环系统应配置气化器，其设计应满足以下要求：

- a) 气化器的汽化量应按照LNG储罐容积、充装液体的饱和温度及LNG燃料发动机要求的供气压力等参数进行选择。
- b) 气化器的设计压力不应小于1.2倍LNG储罐最大工作压力。

B. 2. 3 储罐仪表

B. 2. 3. 1 测温装置

测温装置应符合下列规定：

- a) LNG 储罐上应配备温度检测装置；
- b) LNG 储罐和泵池的基础，应配备温度监测系统。

B. 2. 3. 2 压力表

压力表应符合下列要求：

- a) LNG 储罐应设置满足正常操作、高压、低压检测的压力表。高压、低压压力仪表应具有报警和联锁功能；
- b) 选用带远传二次仪表的压力传感器时，应为隔爆产品，应能直接指示压力值。
- c) 压力表应设在便于观察的位置，且应避免受到振动、冻结等不利因素影响。

B. 2. 3. 3 真空表

真空设备应按GB/T 18442配备真空度检测设备或设置检测接口。

B. 2. 3. 4 液位计

液位计应符合下列要求：

- a) 储罐应配置就地和远传的液位计，并应设置高、低液位报警装置，达到警戒液位时应报警和联锁；
- b) 液位计应有液位指示刻度与容积的对应关系数据，且附有工作温度上限和下限的介质密度、压力与体积对照表。
- c) 液位计应能适应液体密度的变化，应安装在便于观察的位置，更换不应影响储罐使用操作；
- d) 液位计应采用防爆型结构，且应有防止泄漏的保护装置；
- e) 液位计应选用磁浮子或磁致伸缩型结构，液位计远传和液位上下报警开关应采用防爆型结构，防爆等级应不低于 Exd II BT4；外壳防护等级应不低于 IP65，并应取得防爆合格证。

B. 2. 4 不锈钢围堰

配置储罐的LNG加液装置，采用在箱体上设置耐低温不锈钢围堰时，应符合下列要求：

- a) LNG 设备主箱体应包覆的设备。主箱体侧板高出拦蓄池侧板以上的部位和箱顶应设置百叶窗，百叶窗应能有效防止雨水淋入箱体内部；
- b) 围堰容积不应小于 LNG 储罐的总容积，且拦蓄池侧板的高度不应小于 1.2m，LNG 储罐外壁至拦蓄池侧板的净距不应小于 0.3m。

B. 3 材料

B. 3. 1 LNG储存设备

B.3.1.1 LNG 储罐罐体材料应符合GB/T 18442、GB/T 150、GB 50028、TSG 21的规定。LNG 气瓶材料应符合GB 50028、TSG R0006的规定。

B.3.1.2 LNG 储罐应采用低温真空绝热储罐，并应符合下列要求：

- a) 储罐宜采用卧式罐；
- b) 储罐内罐的设计温度不应高于-196℃，设计压力应符合现行国家有关标准的规定；
- c) 储罐的容积应符合国家现行有关标准对所使用场站的规定；
(解释：LNG 汽车加气站 50156 规定撬装设备 60m³，混合使用 30m³，城镇燃气场站 50028 20m³))
- d) 储罐充装量不应大于储罐容积的 90 %；
- e) 内罐与外罐之间应设绝热层，绝热层应与 LNG 和天然气相适应，并应为不燃材料。外罐外部着火时，绝热层不应因熔融、塌陷等使绝热层的绝热性能明显降低；
- f) 储罐附件的额定工作压力不应低于储罐的最大允许工作压力；
- g) 对于真空隔绝的，储罐内部、外部以及内部管道均应做真空泄漏试验。

B.3.2 储罐仪表

B.3.2.1 测温装置

测温装置应符合下列规定：

- a) 温度计应适宜测量 LNG 液相温度；
- b) 温度计的测量范围应为-200℃~+80℃，精度等级不应低于 1.0 级。采用温度变送器时，应选防爆产品。

B.3.2.2 压力表

压力表应符合下列要求：

- a) 压力表应能适用 LNG 低温介质，工作温度应与 LNG 相适应；
- b) 压力表最小爆破压力应按照安全系数为 4 情况下的压力和温度设计；
- c) 压力表盘的量程应为泄压装置设定动作压力的 1.2 倍；
- d) 压力表应符合 JB/T 6804 的要求，精度等级不应低于 1.6 级，压力表的测量范围宜为 1.5~3.0 倍工作压力，表盘直径不应小于 100mm。

B.3.2.3 真空表

真空设备应按GB/T 18442配备真空度检测设备或设置检测接口。

B.3.2.4 液位计

液位计应符合下列要求：

- a) 不应选用玻璃管（板）液位计或其他易碎材料制作；
- b) 磁性液位计应根据介质的不同选择奥氏体不锈钢材料，磁浮子材质宜选用钛材料。

B.3.3 不锈钢围堰

配置储罐的 LNG 加液装置，采用在箱体上设置耐低温不锈钢围堰时，应符合下列要求：

- a) 箱体材料应为金属材料，不得采用可燃材料。
- b) 围堰应采用耐低温奥氏体不锈钢材料，并保证拦蓄池有足够的强度和刚度；
- c) 围堰应进行盛水试验，试验中不允许出现泄漏和变形；
- d) 围堰底部应设置手动排水阀。排水阀的设计温度应按-196 ℃进行选型。

B.4 监测和控制

LNG加液装置储罐的监测和控制应符合下列要求：

- a) LNG 储罐应设置液位检测装置，并应设定高低位报警和警戒液位与控制阀控制进行连锁；
 - b) LNG 储罐应设置压力检测装置，并应设定高低限报警；
 - c) 在 LNG 储罐易泄漏危险处应设置低温检测器；
 - d) 储罐进出液管道上应设置紧急切断阀。进液管紧急切断阀应与储罐高高液位信号连锁，出液管紧急切断阀应与储罐低低液位信号及高高压力信号连锁。
-