

# 中华人民共和国国家标准

GB/T 41319—2022

---

## 液化天然气(LNG)加液装置

Liquefied natural gas(LNG) fueling installations

2022-03-09 发布

2022-10-01 实施

国家市场监督管理总局  
国家标准化管理委员会 发布

## 目 次

前言 .....	IV
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
4.1 分类 .....	5
4.2 代号 .....	5
4.3 型号 .....	5
5 结构和材料 .....	6
5.1 一般要求 .....	6
5.2 结构 .....	7
5.2.1 管路系统 .....	7
5.2.2 卸车、储罐增压系统 .....	9
5.2.3 EAG 加热系统 .....	9
5.2.4 LNG 泵输送系统 .....	9
5.2.5 加注计量系统 .....	11
5.2.6 灌装计量系统 .....	11
5.2.7 装卸附件 .....	12
5.2.8 仪表系统 .....	13
5.2.9 电气控制系统 .....	13
5.2.10 安全设施系统 .....	15
5.2.11 可燃气体泄漏报警系统 .....	15
5.2.12 紧急切断系统 .....	16
5.2.13 箱体、底座 .....	16
5.3 焊接 .....	16
5.4 材料 .....	16
5.4.1 一般要求 .....	16
5.4.2 管路组件 .....	17
5.4.3 低温阀门 .....	18
5.4.4 过滤器 .....	19
5.4.5 支吊架、管托 .....	19
5.4.6 保冷 .....	19
5.4.7 增压器 .....	20
5.4.8 LNG 泵及泵池 .....	21
5.4.9 LNG 加气机 .....	21

5.4.10	LNG 灌装秤	21
5.4.11	装卸附件	22
5.4.12	仪表	22
5.4.13	安全切断、放散装置	23
5.4.14	箱体和底座	23
5.5	电气控制	23
5.5.1	一般要求	23
5.5.2	电气装置	24
5.5.3	电气仪表	24
5.6	可燃气体泄漏报警装置	24
6	要求	24
6.1	外观	24
6.2	外形尺寸	24
6.3	无损检测	24
6.4	强度	25
6.5	气密性	25
6.6	切断装置性能	25
6.7	放散装置性能	25
6.8	电气安全性能	25
6.9	防爆性能	25
6.10	低温氮气试验	26
6.11	整机模拟工况运行试验	26
7	试验方法	27
7.1	一般要求	27
7.2	外观检查	27
7.3	外形尺寸	27
7.4	无损检测	27
7.5	强度试验	29
7.6	气密性试验	29
7.7	切断装置性能试验	30
7.8	放散装置性能试验	30
7.9	电气安全性能试验	30
7.10	防爆性能试验	31
7.11	低温氮气试验	31
7.12	整机模拟工况运行试验	31
7.13	材料及零部件检验	32
8	检验规则	33
8.1	检验分类	33
8.2	检验项目	33
8.3	出厂检验	33
8.4	型式检验	33
8.5	判定规则	34

9 质量证明文件、标志、包装和运输·····	34
9.1 质量证明文件·····	34
9.2 标志·····	35
9.3 包装和运输·····	35
附录 A（规范性） 低温氮气试验·····	37
参考文献·····	40

## 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：中国市政工程华北设计研究总院有限公司、厚普清洁能源股份有限公司、安瑞科（廊坊）能源装备集成有限公司、天津佰焰科技股份有限公司、港华投资有限公司、天津市益斯达燃气设备有限公司、优普能源技术有限公司、温州蓝天能源科技股份有限公司、合肥市久环给排水燃气设备有限公司、杭州新亚低温科技有限公司、昆仑能源有限公司、湖州三井低温设备有限公司、特瑞斯能源装备股份有限公司、中国市政工程西南设计研究总院有限公司、陕西首创天成工程技术有限公司、无锡辉腾科技有限公司、淄博博山绿源燃气设备有限公司、无锡欧谱纳燃气轮机科技有限公司、深圳市燃气集团股份有限公司、深圳中燃哈工大燃气技术研究院有限公司、天津国化集团有限公司、佛燃能源集团股份有限公司、国家燃气用具质量监督检验中心。

本文件主要起草人：王洪林、王启、黄吉、陈福洋、潘自登、应援农、陈兴文、张昀、吴晨、常保平、张笑波、刘金岚、吴波、郑安力、杨罗、袁亮、俞军、翟鲁涛、徐毅、冯志明、聂廷哲、黄德玺、尹祥、张梦婷、胡敬。

# 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、包装和运输。

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(以下简称“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 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 不锈钢螺母
- 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/T 3797 电气控制设备
- GB/T 3836(所有部分) 爆炸性环境
- 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/T 4437.1 铝及铝合金热挤压管 第1部分:无缝圆管
- GB 4943.1—2011 信息技术设备 安全 第1部分:通用要求
- GB/T 5330.1 工业用金属丝筛网和金属丝编织网 网孔尺寸与金属丝直径组合选择指南 第1部分:通则
- GB/T 6388 运输包装收发货标志
- GB/T 6892 一般工业用铝及铝合金挤压型材
- GB/T 6893 铝及铝合金拉(轧)制无缝管
- 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/T 7723 固定式电子衡器
- GB/T 7999 铝及铝合金光电直读发射光谱分析方法
- GB 8624—2012 建筑材料及制品燃烧性能分级
- GB/T 12224 钢制阀门 一般要求
- 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 18442(所有部分) 固定式真空绝热深冷压力容器
- GB/T 18443(所有部分) 真空绝热深冷设备性能试验方法
- GB/T 16912 深度冷冻法生产氧气及相关气体安全技术规程
- GB/T 20801(所有部分) 压力管道规范 工业管道
- GB/T 20975(所有部分) 铝及铝合金化学分析方法
- 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 26479 弹性密封部分回转阀门 耐火试验
- GB/T 26482 止回阀 耐火试验
- 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 35981 冶金设备 焊接吊耳 技术规范
- GB/T 36126 汽车用液化天然气加气机
- GB/T 38343 法兰接头安装技术规定
- GB/T 38810 液化天然气用不锈钢无缝钢管
- 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 汽车加油加气加氢站技术标准
- GB 50160 石油化工企业设计防火标准
- GB 50217 电力工程电缆设计标准
- 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/T 50493 石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计标准
- 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 20570.5 泵的系统特性计算和设备相对安装高度的确定  
 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 20631 钢制管法兰用缠绕式垫片(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 20634 钢制管法兰用紧固件(Class 系列)  
 HG/T 21608 液体装卸臂工程技术要求  
 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 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  
 SH/T 3005 石油化工自动化仪表选型设计规范  
 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  
 SH/T 3521 石油化工仪表工程施工技术规程  
 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 23 气瓶安全技术规程  
 TSG D0001 压力管道安全技术监察规程——工业管道  
 TSG D7002 压力管道元件型式试验规则

### 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 19204—2020,3.1]

##### 3.1.2

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

将 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,整装出厂,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**

输送液化天然气液体的泵。

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—2021,2.1.36,有修改]

3.1.6

**安全拉断阀 safety breakaway valve**

安装在 LNG 加气机、加(卸)气柱软管或装卸臂上,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,能防止软管或装卸臂被拉断发生泄漏事故的专用安全保护装置。

[来源:GB/T 50156—2021,2.1.20,有修改]

3.1.7

**LNG 增压器 LNG pressure build-up(PBU)vaporizer**

将 LNG 气化升压,提高 LNG 储罐或 LNG 槽车储罐压力的装置。

注:包括储罐增压器和卸车增压器。

3.1.8

**放散气 emission ambient gas;EAG**

当系统超压、检修时,液化天然气厂站集中放散的天然气。

3.1.9

**EAG 加热器 EAG heater**

与集中放散管连接,加热放散低温天然气的设备。

3.1.10

**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,切断加液装置内部 LNG 流动的装置。

3.1.11

**安全放散装置 safety relief device**

紧急情况下用于迅速排放加液装置设备内的天然气、释放其内部压力的装置。

3.1.12

**紧急切断系统 emergency shutdown system**

在紧急情况下(如火灾、超压、超温、泄漏等),使加液装置迅速切断 LNG 泵等的电源和关闭重要的 LNG 管道阀门的安全防护系统。

3.1.13

**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。

3.1.14

**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试验。

## 3.1.15

**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)

FS:满量程 (full scale)

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 按最大工作压力加液装置可分为:1.6 MPa、2.5 MPa 等。

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

4.1.3 按功能加液装置可分为:加注、卸车。

## 4.2 代号

4.2.1 产品代号为 LFI,含义为液化天然气加液装置的英文缩写。

4.2.2 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。

4.2.3 最大工作压力,以其数值表示,如:1.6、2.5 等。单位为兆帕(MPa)。

4.2.4 加注流量,以各路的加注流量数值表示,单位为千克每分(kg/min)。

4.2.5 卸车流量,以卸车流量数值表示,单位为千克每分(kg/min)。

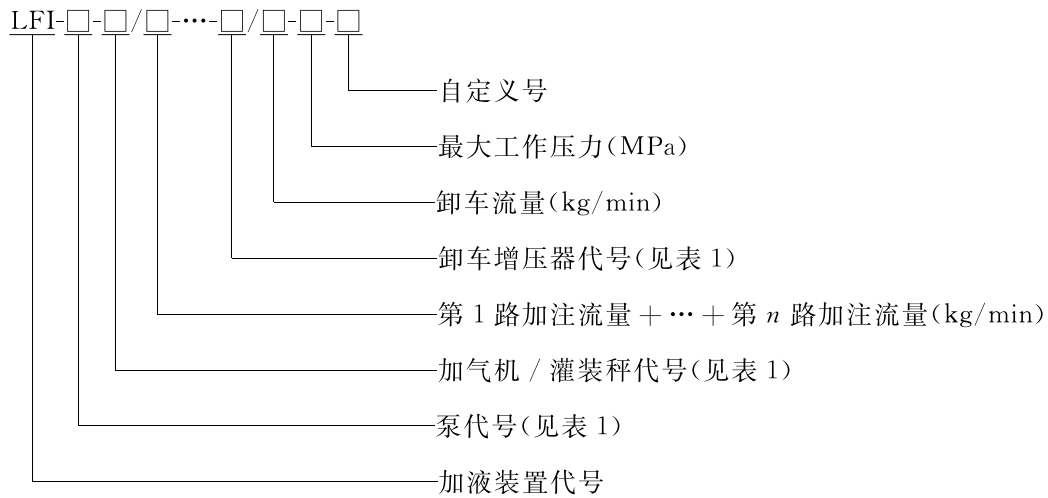
表 1 结构型式代号

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:J2/两台灌装秤: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。			
注 2: 各设备的参数用“/”标注在设备代码后面,有多台设备时,各参数用“+”连接,无设备参数时,缺省。			

## 4.3 型号

## 4.3.1 型号编制

型号编制按以下格式。



### 4.3.2 示例

加液装置型号示例如下：

- a) LFI-B2-J2/4+4-X/8-1.6-V20,表示配置2台泵、2台加气机、1台卸车增压器,加注流量分别为4 kg/min、4 kg/min,卸车流量为8 kg/min,最大工作压力为1.6 MPa自定义为V20的液化天然气加液装置；
- b) LFI-B2-G2/2+2-X/8-1.6-V20,表示配置2台泵、2台灌装秤、1台卸车增压器,加注流量分别为2 kg/min、2 kg/min,卸车流量为8 kg/min,最大工作压力为1.6 MPa自定义为V20的液化天然气加液装置。

## 5 结构和材料

### 5.1 一般要求

5.1.1 加液装置的管道和设备应能承受设计工况下温度、压力变化导致的管道的拉伸、压缩和弯曲载荷等各种载荷叠加、耦合作用。

5.1.2 加液装置与外部管道的连接界面划分如下：

- 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 汽车加气站用加液装置的工艺配置应符合下列要求：

- a) 基本配置:低温泵、阀门、管路组件、安全放散装置、EAG加热器、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、储罐增压器等。

5.1.4 城镇液化天然气供应站用加液装置的工艺配置应符合下列要求：

- a) 基本配置:低温泵、阀门、管路组件、安全放散装置、EAG加热器、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、储罐增压器等。

5.1.5 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。

5.1.6 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) 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强度计算中管道组成件需要

最大厚度及最高公称压力时的参数；

b) 加液装置的强度应能抵抗使用环境可能出现的大风、结冰、雪等偶然负荷。

5.1.7 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,并应符合国家现行有关标准的规定。

5.1.8 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。

5.1.9 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。

5.1.10 加液装置内各设备之间的间距应符合 GB 50156、GB 50028 的有关规定。

5.1.11 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、电缆等所有零部件应能适应低温 LNG 介质运行工况。

5.1.12 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。

5.1.13 装卸管道的连接口应与罐车卸液接口相匹配。

5.1.14 加气机附近应设压缩空气或氮气吹扫接口,气源压力、露点应满足工艺要求。

## 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 加液装置工艺管道的设计应符合 TSG D0001、GB/T 20801(所有部分)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 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。加液泵出口管道的设计压力,不应小于泵出口最大工作压力的 1.2 倍。

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整定压力。

5.2.1.1.6 LNG 管道流速,泵前宜小于  $1\text{ m/s}$ ,泵后宜小于  $3\text{ m/s}$ 。

5.2.1.1.7 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、放空口等应集中放散。

5.2.1.1.8 低温管道补偿方式应采用 L 型、Z 型等自然补偿。

5.2.1.1.9 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:法兰结构尺寸及密封面型式应符合 HG/T 20592、HG/T 20615 等的规定,法兰装配应符合 GB/T 38343 的规定;
- b) 管螺纹:公称尺寸不大于 DN50 的管路可采用管螺纹连接,并应符合 GB/T 7306.2 或 GB/T 12716 的规定;
- c) 焊接:管道焊接应按 GB/T 20801(所有部分)、GB 50236、TSG D0001 等的规定。

5.2.1.1.10 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、设备等应采用对接焊接或法兰连接,阀门公称直径大于或等于 DN50 的宜采用对焊连接;
- b) LNG 阀门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

5.2.1.2.1 低温阀门结构除应符合 JB/T 12621 的规定外,还应符合下列要求:

- a) 低温切断阀应选用低温球阀或低温截止阀;阀门宜采用整体式结构;上装式阀门的结构应满足在线维修的要求;远程控制的阀门均应有手动操作功能;
- b) 阀门应具有防静电结构,防静电结构的最大电阻值不应超过  $10\ \Omega$ ;
- c) 阀门(止回阀除外)应能在水平管道与垂直方向成  $45^\circ$  内安装和操作;
- d) 阀门的最小壁厚应符合 GB/T 26640 的规定;
- e) 阀门上应有开关位置指示;
- f) 当用户有耐火要求时,应符合 GB/T 26479 和 GB/T 26482 的规定,或按订货合同的要求。

5.2.1.2.2 低温截止阀除应符合 JB/T 12621、JB/T 12624 的规定外,还应符合下列要求:

- a) 低温截止阀应采用上装式结构,阀体和阀盖应采用螺柱连接,阀杆应采用加长阀杆;
- b) 低温截止阀密封副采用金属密封式时,应采用锥面或球面密封,不应采用平面密封;采用密封副金属对非金属密封时,非金属阀座应防止产生冷流变形,软密封面宜采用金属支撑。

5.2.1.2.3 低温球阀除应符合 JB/T 12621、JB/T 12625 的规定外,还应符合下列要求:

- a) 低温球阀应设计泄压结构,泄压孔应设置在球体或阀座上;泄压方向应设置在上游高压侧,泄压方向标志应标识在球阀外侧,阀门管路保温时该标志不能被覆盖;
- b) 低温球阀密封副应设计成金属对非金属的软密封副结构;
- c) 低温球阀应为防静电结构,防静电结构的最大电阻值不应超过  $10\ \Omega$ 。

5.2.1.2.4 紧急切断阀应符合 GB/T 24918 的规定。气动紧急切断阀还应符合下列要求:

- a) 紧急切断阀采用气动控制时,气动执行机构宜采用单作用弹簧复位型;
- b) 阀门应选用气开型常闭阀,控制气源应为不间断气源,气源管路应采用防爆电磁阀进行控制;
- c) 易熔金属塞的熔断温度宜为  $70\ ^\circ\text{C} \pm 5\ ^\circ\text{C}$ 。

### 5.2.1.3 过滤器

过滤器的设置应符合下列要求:

- a) LNG 泵和流量计前,宜设过滤器;
- b) 过滤精度应能满足 LNG 泵和流量计的运行要求;
- 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、工作压力和温度配套选用;
- b) 法兰、垫片、紧固件的配置应与相连装置、阀门等压力等级、规格相匹配;
- c) 低温垫片宜选适用温度  $-196\ ^\circ\text{C}$  的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、聚四氟乙烯缠绕垫等型式的垫片;
- d) 当采用聚四氟乙烯垫片时,应选用膨胀或填充改性型聚四氟乙烯垫片。

### 5.2.1.5 支架、管托及吊耳

5.2.1.5.1 管道支架应有足够的强度、刚度和稳定性,支架应能承受管道一次、二次应力作用荷载,管道支架位置、间距应符合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 加液装置应按 GB/T 35981 的要求设置吊耳,底座或框架宜设吊耳。

### 5.2.1.6 保冷

5.2.1.6.1 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 $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

5.2.1.6.2 管道、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。

### 5.2.2 卸车、储罐增压系统

#### 5.2.2.1 卸车、储罐增压器

5.2.2.1.1 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 增压器及管线部件的设计温度不应高于 $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。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 增压器的设计压力应与储罐设计压力相匹配。

5.2.2.1.4 增压器的设计压力不应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 增压器所选材料应与 LNG 介质相适应,且应考虑使用工况材料的热胀冷缩影响。

5.2.2.1.6 增压器的气化量应能满足设计升压速率的要求。

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

5.2.2.1.8 增压器进口液相管道上应设切断阀,出口气相管道上应设置截止阀,并在增压器与截止阀之间的气相管道上设安全阀。

5.2.2.1.9 增压器进口液相管道上宜设压力检测装置,出口管线上应设压力检测仪表,并应与相关阀门连锁。

5.2.2.1.10 并联增压器其进出口均应设置切断阀门。

#### 5.2.2.2 卸车管路

5.2.2.2.1 连接槽车的卸液管道应设置切断阀、止回阀,宜设过滤器,气相管道应设置切断阀,液相、气相卸车管道或卸车软管应设置拉断阀。

5.2.2.2.2 加液装置卸液管道接口应与罐车卸液接口相匹配。

5.2.2.2.3 LNG 卸液软管应采用奥氏体不锈钢波纹管,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。

### 5.2.3 EAG 加热系统

5.2.3.1 EAG 加热器应满足设计压力、温度、使用介质等要求。

5.2.3.2 EAG 加热器管线及相连部件的设计温度不应高于 $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

5.2.3.3 EAG 加热器出口温度不应低于 $-107\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,LNG 经 EAG 加热器加热后的介质温度应保证后续设备及管道在允许工作温度范围,且低温气体不对后端设备及管道造成破坏。

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 LNG 加液泵的性能(如流量、扬程、必需汽蚀裕量等)应满足使用要求。

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

- a) 容积小于  $5 \text{ m}^3$  的小型接受储罐,单路流量不宜超过  $150 \text{ kg/min}$ ;
- b) 充装汽车车用瓶时,单路流量不宜超过  $90 \text{ kg/min}$ ;充装 LNG 焊接绝热气瓶时,单路流量不宜超过  $40 \text{ kg/min}$ 。

5.2.4.1.3 在符合 GB 50058 规定的防爆分区内使用的泵应符合防爆区域的设备要求。

5.2.4.1.4 在 LNG 加液泵出口管道上应设置全启封闭式安全阀和紧急切断阀,泵出口宜设置止回阀。

5.2.4.1.5 LNG 加液泵的安装位置应方便拆装和维修。

5.2.4.1.6 LNG 加液泵应设超温、超压自动停泵保护装置,泵应与紧急切断系统联锁,当紧急切断系统动作后泵应停止运行。

5.2.4.1.7 LNG 加液泵的出口管线上应设置压力表、压力变送器并远程监控。

5.2.4.1.8 LNG 加液泵进液管路设计压力应不低于储罐设计压力与静液柱之和,出液管路的设计压力不低于泵吸入压力与泵扬程之和并留有瞬变压力波荷载作用裕度。

5.2.4.1.9 LNG 加液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 LNG 加液泵入口管路应设过滤器,过滤精度应能满足要求。

5.2.4.1.11 LNG 加液泵应有预冷措施。

5.2.4.1.12 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) 每台泵均应配安全阀以防止泵超压;
- 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 加热器加热后放散;
- e) 泵入口管道不宜过长,不同规格泵前、后管道宜分路布置,不宜汇合在一起。

#### 5.2.4.2 LNG 卸液泵

5.2.4.2.1 卸液泵出口管路工作压力选择,应符合槽罐工作压力、受液罐静液注、泵扬程的工艺要求。

5.2.4.2.2 卸液泵出口管路的设计压力不应低于泵出口最大工作压力的 1.2 倍,且不应高于受液罐安全阀的整定压力。

5.2.4.2.3 卸液泵入口之前的管路设计压力不应低于槽车储罐设计压力与静液柱之和,且不应低于该区段管路上液相安全阀的整定压力。

#### 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(所有部分)、GB/T 150(所有部分)、TSG 21 的规定。

5.2.4.3.2 潜液泵池的内容器的设计温度不应高于  $-196 \text{ }^\circ\text{C}$ ,设计压力不应小于正常工作时可能出现的最大内外压力差,不应低于最大工作压力的 1.2 倍且不应低于  $1.6 \text{ MPa}$ 。外容器的外压设计压力不应小于  $0.1 \text{ MPa}$ 。

5.2.4.3.3 潜液泵池的设计计算应考虑管路压力损失,防止泵发生气蚀,潜液泵池的布置应符合 HG/T 20570.5 的要求。

5.2.4.3.4 潜液泵池应采用真空绝热的保冷结构,泵池的进、出管路应采取保冷措施,泵池的顶盖宜设置保冷结构。

5.2.4.3.5 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,宜预留与 LNG 槽车罐的气相相连接的管道。

5.2.4.3.6 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,并将检测信号传送至控制室连锁控制。

5.2.4.3.7 潜液泵池应设全启封闭式安全阀,安全阀的整定压力不应高于泵池的设计压力。

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

5.2.4.3.9 潜液泵池应设排污阀,排污阀与泵池的连接应采用焊接,且阀体材质应与管材相适应。

5.2.4.3.10 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。

5.2.4.3.11 泵池的安全阀口、放空阀口和排污阀口应接至集中放散管,并经 EAG 加热器加热后放空。

## 5.2.5 加注计量系统

5.2.5.1 LNG 加气机应与 LNG 介质相容,设计温度应不高于 $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,设计压力不应低于泵最大出口压力。

5.2.5.2 LNG 加气机的充装压力不应大于加注气瓶或受液罐的最大工作压力。

5.2.5.3 LNG 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,并应具有防止误动作的保护措施。

5.2.5.4 LNG 加气机的防爆型式和防爆性能应符合 GB/T 3836.1、GB/T 3836.2、GB/T 3836.3、GB/T 3836.4、GB/T 3836.5、GB/T 3836.9、GB 3836.14、GB/T 3836.15 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。

5.2.5.5 LNG 加气机附近应配置氮气或压缩空气吹扫接头。

5.2.5.6 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。

## 5.2.6 灌装计量系统

5.2.6.1 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 的规定。

5.2.6.2 LNG 焊接绝热气瓶应采用称重法进行灌装。

5.2.6.3 灌装计量系统应配备与灌装接头数量相匹配、具有防超装自动切断功能的称重计量衡器。称重计量衡器应符合下列要求:

- a) 称重计量衡器的量程、校验应符合国家有关标准的规定,应能适应加注流量变化的工况,且应保证最高、最低流量工况下的计量精度;
- b) 称重计量衡器的最大称量值不应大于所充气瓶实重(包括气瓶自重与灌装液体重量)的 3 倍,且不应小于 1.5 倍;
- c) LNG 电子式称重计量衡器应符合 GB/T 7723 的规定,精度不应低于 3 级秤的要求;
- d) 称重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) 复检与灌装的称重计量衡器应分开使用;
- f) 称重计量衡器应设置过量灌装报警装置和潜液泵自动停泵的连锁装置。

5.2.6.4 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,并应有失效保护功能。

5.2.6.5 LNG 气瓶应在灌装台进行灌装,并应符合下列要求:

- a) 不应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、泄漏检测设施和氧量检测装置,宜设置识别气瓶剩余气体的检测设备;
- c) 灌装台应保证气瓶直立灌装,严禁卧放或斜放灌装;
- d) 应采用防错装装置,防止气瓶混装;
- e) 气瓶灌装前、灌装后的检查及气瓶的充装应按国家有关标准的规定;



f) 灌装台爆炸危险场所应设置可燃气体检测报警装置,可燃气体报警检测器一级报警设定值不应大于天然气爆炸下限的 20%。

5.2.6.6 设备及管道上的压力表应能适应 LNG 介质。压力表的精度不应低于 1.6 级,指针式压力表表盘直径不小于 100 mm。

5.2.6.7 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应设置低温安全阀。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。

5.2.6.8 加液装置应按 GB 50057 的规定设置可靠的防雷装置,静电接地应符合 SH/T 3097—2017 的规定。管道、阀门等应设置可靠的导除静电的接地装置,其接地电阻不应大于 10  $\Omega$ ,管道法兰间的跨接电阻不应大于 0.03  $\Omega$ ,装卸软管的电阻值不应大于 0.5  $\Omega$ 。

5.2.6.9 灌装管道应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,并应具有良好的防潮性和耐候性。

## 5.2.7 装卸附件

### 5.2.7.1 低温金属软管

低温金属软管除应符合 GB/T 14525 的规定外,还应符合下列要求:

- a) 加气机软管和卸液软管连接端上应设安全拉断阀;
- b) 低温金属软管的设计温度不应高于 -196  $^{\circ}\text{C}$ ;
- c) 加气机低温金属软管长度不宜大于 6 m;
- d) 低温金属软管松套法兰接头应有良好的密封结构。

### 5.2.7.2 充装接头

5.2.7.2.1 充装接头应与气瓶匹配,并应符合 GB/T 25986 的要求。

5.2.7.2.2 快速接头应有密封结构和销栓啮合锁紧机构。

5.2.7.2.3 充装连接接头应具备在断开时能自动关闭的自闭合功能。

### 5.2.7.3 装卸臂

装卸臂应符合下列要求:

- 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;
- b) 应选用低温液体装卸臂,装卸臂与 LNG 接触的密封材料应能适应 LNG 介质;
- c) 装卸臂应采用密闭式装卸、应采用带回气管的结构型式,采用氮封或平衡管使气相平衡,气相返回储罐或槽车;
- d) 装卸臂的设置应能避免管道工作时振动;
- e) 液体装卸臂应设超位报警、锁紧杆等设施;
- f) 装卸臂宜配置拉断阀,在超出规定范围时应能自动紧急断开,以保护装卸设施及受液设备;
- g) 装卸臂应设快速接口,并应在断开时能安全自闭;
- h) 装卸臂气相及液相均应配置低温阀门;
- i) 装卸臂应设锁紧机构,各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;
- j) 装卸臂应设真空短路装置,真空短路装置宜安装在三维接头处,真空短路装置的阀门宜采用不锈钢材料;

- k) 装卸臂上的旋转接头应能在不拆卸情况下加注润滑脂；
- l) 装卸臂应配置氮气吹扫设施。

#### 5.2.7.4 安全拉断阀

安全拉断阀应符合下列要求：

- a) 加气机加液软管、回气软管及卸车液相软管上应设安全拉断阀，安全拉断阀拉断后两端应自动密封；
- b) 安全拉断阀的额定脱离拉力应符合国家有关标准的规定。

### 5.2.8 仪表系统

#### 5.2.8.1 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 介质的低温流量计，流量计的流量范围、工作温度范围、压力范围应符合加气机、加气柱（或卸气柱）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) 流量计应具有现场显示和数据远传功能。

#### 5.2.8.2 测温装置

LNG 泵池内或在泵池进、出口管路内应设置测温装置。

#### 5.2.8.3 压力表

压力表应符合下列要求：

- a) LNG 泵池压力表的选用应符合 GB/T 150（所有部分）和 TSG 21 等的要求；
- b) 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。

#### 5.2.8.4 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，并应结构牢固、准确；
- 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，更换不应影响泵池操作；
- c) 带远传的差压变送式液位计应采用防爆型结构，且应有防止泄漏的保护装置；
- d) 带远传的电容式液位计应符合防爆要求，且应选用电容传感器测量精确高、一致性好、可靠性高、密封良好、耐低温的液位计；
- e) 磁翻板式液位计应设根部阀。

### 5.2.9 电气控制系统

#### 5.2.9.1 电气、防雷、防静电

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 V/220 V 的外接电源；供电负荷可为三级，控制系统应设 UPS 不间断电源，并应有失效保护功能；
- b) 加液装置应有事故应急照明，当采用灯具内附电池组作备用电池时，其连续工作时间不应小于 30 min，应急照明的设置应符合 GB 50156 的规定；
- c) 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；

- d) 爆炸危险区域的等级范围划分应符合 GB 50058、GB 50156、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(所有部分)的规定;
- e) 加液装置防雷设计应符合 GB 50057、GB 50650 和 GB 50028 的有关规定;
- f) 加液装置内的金属容器、增压器、EAG 加热器、LNG 泵、LNG 加气机、金属管道及金属支架等应进行静电接地,静电接地应符合 GB 50160 和 SH/T 3097—2017 的有关规定;
- g) 加液装置的 LNG 卸液接口处,应设卸车接地装置,爆炸危险区域内的钢制法兰应采用金属导线跨接;
- h) 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。

#### 5.2.9.2 仪表及自动控制系统

仪表、自控系统设备应符合下列要求:

- a) 仪表、自控系统设备的选型和设置应符合 SH/T 3005 的有关规定,并满足工艺系统的动作和控制的要求;
- b) 仪表、自控系统的安装、检验应符合 SH/T 3521 和 GB 50093 的规定;
- c) 仪表自控系统应设供电时间不小于 1 h 的不间断电源,并应有失效保护,即使电源或仪表风中断时,系统也应能处于安全状态;
- d) 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。

#### 5.2.9.3 仪表测量管路

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 的规定;
- 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。

#### 5.2.9.4 仪表风系统

仪表风系统应符合下列要求:

- 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,压力露点应满足设备使用场所的要求,不宜高于 $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。
- c) 压缩空气压力应稳定在 0.6 MPa~0.8 MPa。

#### 5.2.9.5 监测和控制

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压力监测仪表,压力超压时应能报警停机;
- b) LNG 泵应设温度检测装置,并应设高限报警停机,还应设压力监测装置,并应设高、低限报警停机;
- c) 仪表风系统应设置压力检测装置,并应设高低限报警;
- d) 输送泵自控系统应至少采集下列远传信号:
  - 1) 泵前压力,
  - 2) 泵后压力,
  - 3) 泵池内温度或泵池进、出口管道温度;
- 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信、控制切断等。

## 5.2.10 安全设施系统

### 5.2.10.1 紧急切断装置应符合下列规定：

- a) 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 低温紧急切断阀宜为气动阀或电动阀；
- c) 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。

### 5.2.10.2 远程控制系统应符合如下要求。

- a) 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：
  - 1) 压缩空气或氮气应无油且洁净、干燥,压力露点不应低于 $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；
  - 2) 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。
- b) 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。

### 5.2.10.3 安全放散装置应符合下列要求：

- 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,安全阀设定压力不应大于管道设计压力的 1.2 倍和系统严密性试验压力的最小值；
- c) 增压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。

### 5.2.10.4 放散管应符合下列要求：

- a) 加液装置应设置集中放散管,并按 GB 50156、GB 50028 的要求接至安全处放散；
- b) 放散总管的设置应确保放散气体不会沉积,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 $-107\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；
- d) 放散管路上应设管道阻火器,保证气体安全放散。

### 5.2.10.5 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连锁。

## 5.2.11 可燃气体泄漏报警系统

加液装置可燃气体泄漏报警系统应符合下列要求：

- a) 在 LNG 卸车点、加气机、灌装台等 LNG 易泄漏部位应设泄漏报警装置,连续监测可燃气体浓度；
- b) 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和布置应能满足燃气泄漏检测的要求；
- c) 可燃气体探测器和报警控制器的选用和安装应符合 GB/T 50493、GB 50058、SY/T 6503 的有关规定；
- d) 可燃气体泄漏报警系统设计应符合 GB 12358、GB 15322(所有部分)和 GB 16808 的规定,其防爆性能还应符合 GB/T 3836.1、GB/T 3836.2、GB/T 3836.4、GB 3836.14 和 GB/T 3836.15 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探测器,探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,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%,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二级报警浓度设定值时,应能联锁紧急切断阀、LNG 泵和声光报警器;
- h) 报警系统应配置 UPS 不间断电源或内置蓄电池。

### 5.2.12 紧急切断系统

加液装置紧急切断系统应符合下列要求。

- a) 应设置紧急切断系统,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) 紧急切断系统应具有失效保护设计,应为故障安全型。
- c) 紧急切断系统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 5 m 以内。
- d) 紧急切断系统应能手动或自动,手动起动机应位于事故时人能到达的位置,并应标识明显。
- e) 复位方式应为现场手动复位。紧急切断系统动作后,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。

### 5.2.13 箱体、底座

#### 5.2.13.1 当设置箱体时,箱体应符合下列要求。

- a) 箱体结构应有足够的强度,应稳固、结实、布局合理,应能容纳加液装置的管路系统、加注泵、加气机、可燃气体报警装置、仪表、控制箱等设备部件。
- b) 箱体的结构设计应经应力分析和强度、刚度计算,并符合整体吊装、运输和安装要求。
- c) 箱体应设地脚螺栓孔、吊耳(或吊装孔),且应有足够的强度。
- d) 箱体宜采用敞开式设计。非敞开式设计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。
- e) 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。
- f) 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。
- g) 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。箱体底座上应设置不少于两处的接地点。
- h) 箱体顶部宜设防雷接地装置。

#### 5.2.13.2 箱体和底座应进行防腐处理。

### 5.3 焊接

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

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

5.3.3 管道焊接应按 GB/T 20801(所有部分)、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国家有关标准的规定,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。管道及附件的设计压力不应小于系统设计压力。

5.4.1.2 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,其质量不应低于国家有关标准的规定,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。

5.4.1.3 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(所有部分)、TSG D0001、GB/T 18442(所有部分)、GB/T 150(所有部分)和 TSG 21 等的规定。

5.4.1.4 管道及附件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。

5.4.1.5 工艺设备和管道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。

## 5.4.2 管路组件

5.4.2.1 管道及附件应根据材料、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要求。

5.4.2.2 管路部件中的液相管路应采用保冷绝热结构或真空绝热管道。真空绝热管道应符合 JB/T 12665、GB/T 18443(所有部分)、TSG D7002 等的规定,且应避免在温度变化剧烈、有振动的工况使用。

5.4.2.3 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、GB/T 38810 的规定;
- 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(所有部分)、TSG D0001 等的规定;

表 2 常用管路组件材料

材料	牌号等级	标准编号	备注
无缝钢管	S30408(06Cr19Ni10)、 S31608(06Cr17Ni12Mo2)、 S32168(06Cr18Ni11Ti)	GB/T 14976、 GB/T 38810	LNG 液相、气相管路
无缝管件	S30408(06Cr19Ni10)、 S31608(06Cr17Ni12Mo2)、 S32168(06Cr18Ni11Ti)	GB/T 12459、 GB/T 13401、 GB/T 14383	低温气相管路
	S30408(06Cr19Ni10)、 S31608(06Cr17Ni12Mo2)、 S32168(06Cr18Ni11Ti)	GB/T 12459、 GB/T 13401、 GB/T 14383	低温液相管路
法兰	S30408(06Cr19Ni10)Ⅲ、 S31608(06Cr17Ni12Mo2)Ⅲ	HG/T 20592、 HG/T 20615、 NB/T 47010	低温管路
	S30408(06Cr19Ni10)Ⅲ、 S31608(06Cr17Ni12Mo2)Ⅲ	NB/T 47010	

表 2 常用管路组件材料(续)

材料	牌号等级	标准编号	备注
垫片	D2232 型 06Cr19Ni10-聚四氟乙烯缠绕垫	HG/T 20610、 HG/T 20631	低温管路
	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	专用级
	A4-70 螺母	GB/T 3098.15	专用级
	06Cr19Ni10 全螺纹螺柱	HG/T 20613、 HG/T 20634	专用级
	06Cr19Ni10 六角螺母	HG/T 20613、 HG/T 20634	专用级

- d) 管道材料的压力-温度等级应符合 GB/T 20801(所有部分)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,最低工作温度不高于 $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 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 $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 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。

#### 5.4.2.4 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 $1.0\text{ MPa}$ 的产品,应与管道有良好的焊接性能；
- c) 管路设计压力不小于 $1.6\text{ MPa}$ 时,应选带颈对焊法兰；
- d) 对于设计温度低于 $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 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 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 专用级 06Cr19Ni10 全螺纹螺柱,螺母采用 HG/T 20613、HG/T 20634 专用级 06Cr19Ni10 Ⅱ型六角螺母；或螺栓采用 GB/T 3098.6 专用级 A4-80 级奥氏体不锈钢螺柱,螺母采用 GB/T 3098.15 专用级 A4-80 级奥氏体不锈钢螺母。

#### 5.4.2.5 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。

#### 5.4.3 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、NB/T 47010 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 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。

#### 5.4.5 支吊架、管托

5.4.5.1 管道支吊架材料应符合 GB/T 17116.1 的规定。

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。

- a) 设备和管道的保冷层应采用不燃材料或外层为不燃材料,内层为难燃材料的复合保冷材料。
- b) 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,不应选用石棉材料及其制品。
- c) 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。
- d) 设备和管道的绝热材料应选择燃烧性能不低于 GB 8624—2012 中规定的 B<sub>1</sub> 级材料,其氧指数不应小于 30%。
- e) 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。
- f) 绝热材料性能应符合表 3 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 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—2012 难燃 B <sub>1</sub> 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	≥0.3mm	GB/T 3280	—	不低于 GB 8624—2012 难燃 A2 级



表 3 加液装置常用绝热材料（续）

材料	材料牌号	材料标准号	推荐使用温度 ℃	燃烧性能
黏结剂	沥青类低温黏结剂	GB 50264	-196~60	—
	聚氨酯类低温黏结剂	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 $\geq 30\%$ ,施工时无引火性,干燥后离开火源 1 s 自熄
聚氨酯防水卷材	0.3 mm,0.6 mm	GB 50264	-45~110	氧指数 $\geq 30\%$

## 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，并不应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%；
- 防潮层材料应阻燃，其氧指数不应小于 30%；
- 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：

- 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；
- 保护层在环境变化与振动情况下，不应渗水、散落和脱落；
- 保护层材料的耐燃性能不应低于 GB 8624—2012 中 A2 级（耐易燃介质）。

## 5.4.6.4 黏结剂、密封剂应符合下列要求：

- 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黏结性能和密封性能；
- 黏结剂、密封剂和耐磨剂等辅材不应与金属产生腐蚀，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 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 增压器宜选用空温式气化器，并应符合下列要求：

- 增压器的设计、制造应符合 GB/T 16912、JB/T 2549、HG/T 20222 的相关要求；
- 增压器承压材料应由表 4 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；

表 4 增压器常用承压材料

材料	牌号	标准号
不锈钢无缝钢管	S30408(06Cr19Ni10)、 S31608(06Cr17Ni12Mo2)、 S32168(06Cr18Ni11Ti)	GB/T 14976

表 4 增压器常用承压材料(续)

材料	牌号	标准号
铝合金翅片管 <sup>a</sup>	3A21、3003、6061、6063-T5	GB/T 6892、GB/T 3190
铝合金连接件 <sup>a</sup>	6063-T5、6061	GB/T 6892、GB/T 3190
铝合金无缝管	3A21、3003、6061、6063-T5	GB/T 6893、GB/T 3190
	3A21、3003、6061、6063-T5	GB/T 4437.1、GB/T 3190
<sup>a</sup> 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。		

- c) 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(所有部分)规定的方法进行分析复验;
- d) 铝合金翅片管材料不应低于 GB/T 6892 规定的 3A21、3003、6063 级别;
- e) 铝合金无缝管材料不应低于 GB/T 6893 或 GB/T 4437.1 规定的 3A21、3003、6063 级别;
- f) 当铝合金翅片管内无不锈钢内衬承压管时,铝合金翅片管、铝合金无缝管管道最小壁厚不应低于 2.5 mm,气化器主翅片厚度不应低于 2.1 mm、辅翅片厚度不应低于 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应高于-196℃。

5.4.8.2 潜液泵和泵池的材料应符合 GB/T 18442(所有部分)、GB/T 150(所有部分)、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 加气机应至少具备下列功能:

- 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 加气机的流量范围宜为 3 kg/min~80 kg/min,加气机计量误差不宜大于±1.5%,最小质量变量不应大于 0.01 kg。

5.4.9.4 加气机加气接口应符合 GB/T 36126 的规定。

5.4.9.5 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 30 min,或故障发生后 1 h,单次或多次累积复显时间不应少于 20 min。

#### 5.4.10 LNG 灌装秤

5.4.10.1 选用的 LNG 灌装电子衡器符合 GB/T 7723 的有关规定。

5.4.10.2 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。

5.4.10.3 LNG 焊接绝热气瓶充装时间不应小于 3 min。

#### 5.4.11 装卸附件

##### 5.4.11.1 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耐低温金属材料制造的柔性金属软管，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) 低温金属软管的电阻应小于  $0.5\ \Omega$ ；
- e) 低温金属软管的性能应符合 GB/T 14525 的规定。

##### 5.4.11.2 充装接头

5.4.11.2.1 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。

5.4.11.2.2 充装接头材质应选用奥氏体不锈钢或铜。

5.4.11.2.3 气瓶充装接头应符合 GB/T 25986、TSG 23 的规定。

##### 5.4.11.3 装卸臂

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

5.4.11.3.2 装卸臂与 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。

5.4.11.3.3 装卸臂应符合 HG/T 21608 的低温液体装卸臂。

##### 5.4.11.4 安全拉断阀

安全拉断阀性能应符合下列要求：

- 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。

#### 5.4.12 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 1.0 级；
- b) 流量计防爆型式和防爆性能应符合 GB 3836(所有部分)和 GB 50058 中满足液化天然气使用场合的防爆要求；
- c) 流量计防护等级不应低于 GB/T 4208 规定的 IP65。

##### 5.4.12.2 测温装置

测温装置应符合下列要求：

- a) 温度计应适宜测量 LNG 液相温度；
- b) 测量 LNG 温度计的精度等级不应低于 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) 压力表盘的量程应为泄压装置设定动作压力的 1.2 倍；
- c) 压力表精度等级不应低于 1.6 级,压力表的测量范围宜为 1.5 倍~2.0 倍工作压力,表盘直径不应小于 100 mm；
- d) 选用带远传二次仪表的压力传感器时,应为防爆产品。

### 5.4.12.4 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) 磁性液位计应选择奥氏体不锈钢材料,磁浮子材质宜选用钛材料；
- c) 数字式液位计应选用响应快、分辨率高、稳定性好,能输出 4 mA~20 mA 或其他信号的液位计；
- d) 液位计的精度等级不应低于 2.5 级。

### 5.4.13 安全切断、放散装置

#### 5.4.13.1 紧急切断装置性能应符合下列要求。

- 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) 当紧急切断阀及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  $70\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。
- c) 紧急切断阀应保证在工作压力下全开,并持续放置 48 h 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) 紧急切断阀关闭时间不超过 10 s。

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

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

### 5.4.14 箱体和底座

#### 5.4.14.1 加液装置如设置箱体时,箱体应符合下列要求：

- a) 箱体应采用金属材料；
- b) 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—2012 中 A2 级(耐易燃介质)要求。

#### 5.4.14.2 框架角柱、端梁、侧梁及支撑板、型材应有良好的可焊性、足够的强度和冲击韧性,且应符合相应材料标准的规定。框架支撑材料还应考虑外界环境腐蚀作用和环境温度影响。

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

## 5.5 电气控制

### 5.5.1 一般要求

#### 5.5.1.1 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。

#### 5.5.1.2 电气设备、电气仪表控制系统可能接触 LNG 及低温蒸气应选用耐低温材料制造,或采取防低

温保护措施。

### 5.5.2 电气装置

电气装置应符合下列要求：

- a) 电气设备应符合 GB/T 3836.1、GB/T 3836.2、GB/T 3836.3、GB/T 3836.4、GB/T 3836.5、GB/T 3836.9、GB 3836.14、GB/T 3836.15 的规定；
- b) 爆炸危险环境场所内安装的电气设备应具备防爆性能，电气设备的防爆等级应符合 GB 50058 的规定。

### 5.5.3 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。

### 5.6 可燃气体泄漏报警装置

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

5.6.2 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(所有部分)和 GB 16808 的规定；
- b) 系统防爆性能应符合 GB/T 3836.1、GB/T 3836.2、GB/T 3836.4、GB 3836.14 和 GB/T 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 IP 65 的规定；
- f) 检测器应能提供模拟量或数字量输出信号。

## 6 要求

### 6.1 外观

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

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。插接件应接触良好，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信的物理接口。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 加液装置承压工艺管路应进行无损检测，检测方法包括射线检测、超声检测、渗透检测等。

6.3.2 加液装置应按 NB/T 47013(所有部分)进行射线检测、超声检测和渗透检测，并应符合下列要求：

- a) 承压元件焊接接头采用 100%射线检测时，射线检测的技术等级不低于 AB 级，质量等级不应低于 II 级；

- b) 承压元件焊接接头采用 100% 超声检测时,检测技术等级不低于 B 级,质量等级不应低于 I 级;
- c) 承压元件焊接接头采用 100% 渗透检测时,质量等级不应低于 I 级。

## 6.4 强度

- 6.4.1 加液装置承压工艺管路应进行强度试验。
- 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 用空气或氮气作为试验介质时,试验压力应为 1.15 倍设计压力。
- 6.4.4 强度试验应无渗漏、无可见变形,试验过程中应无异常响声。

## 6.5 气密性

- 6.5.1 加液装置承压工艺管路应在强度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

加液装置在紧急情况下,紧急切断阀应能正常启动,关阀时间不应超过 10 s。

## 6.7 放散装置性能

加液装置的安全放散阀或安全阀启动压力的设定值,应符合用户的使用要求或制造商声明值,设定误差不应大于设定值的  $\pm 5\%$ 。

## 6.8 电气安全性能

- 6.8.1 加液装置对地泄漏电流不应超过 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 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 加液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不应超过 0.1  $\Omega$ 。
- 6.8.5 加液装置的电气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  $\Omega$  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应与管道直接连接,应采用同材质连接板过渡。
  - c) 防雷接地、防静电接地、电气设备的工作接地、保护接地及控制系统等宜共用接地装置,其接地电阻不应大于 4  $\Omega$ 。各自单独设置接地装置时,防雷接地装置的接地电阻不应大于 10  $\Omega$ ,电气系统的工作接地、保护接地电阻不应大于 4  $\Omega$ ,工艺管线接地装置的接地电阻不应大于 30  $\Omega$ ,防静电接地装置的接地电阻不应大于 100  $\Omega$ 。
- 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 M $\Omega$ 。
- 6.8.7 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

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/T 3836.1、GB/T 3836.2、GB/T 3836.3、GB/T 3836.4、GB/T 3836.5、GB/T 3836.9、3836.14、GB/T 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,应有防爆产品合格证。

## 6.10 低温氮气试验

6.10.1 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 加液装置低温密封性试验用低温氮气作为试验介质,试验压力为设计压力,试验温度不应高于 $-100\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

6.10.3 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。

## 6.11 整机模拟工况运行试验

### 6.11.1 一般要求

加液装置应在低温氮气试验或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制造商声明值,且不应超过 $\pm 1.5\%$ 。

#### 6.11.2.2 防过充停机功能

当加液装置加气机流量低于额定加注流量的 $3\%$ 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流量不应低于厂家声明值。

#### 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,各紧固件不应有松动;
- 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、通信应正常、显示应正常。

### 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 卸液泵低温负荷运转

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,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应超过 2 s,紧急切断阀关阀时间不应超过 10 s。

## 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 $(20\pm 15)^{\circ}\text{C}$ ,试验过程中温度波动应小于 $5^{\circ}\text{C}$ 。

#### 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 $15^{\circ}\text{C}$ 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 $25\text{ mg/L}$ 。

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 $10\text{ Pa}$ 。

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 $0.5^{\circ}\text{C}$ 。

### 7.2 外观检查

7.2.1 目测检查加液装置外观质量是否符合 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,是否符合 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,是否符合 6.2 的要求。

### 7.4 无损检测

#### 7.4.1 无损检测方法

7.4.1.1 无损检测应采用下列方法:

- 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

加液装置的承压工艺管路焊接接头可分为 A、B、C、D 四类,见图 1,并应符合下列要求:

- 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,为 B 类焊接接头;
- c) 法兰与管子或接管连接的内外接头,为 C 类焊接接头;
- d) 主管与管子、管子与缘、接管与缘、仪表接头与管壳的焊接接头,为 D 类焊接接头。

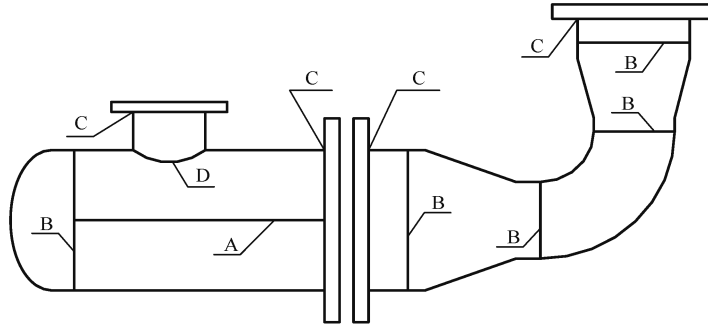


图 1 焊接接头分类

### 7.4.3 无损检测比例

加液装置承压工艺管路无损检测比例应符合下列要求。

- a) 无损检测比例为全部(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%渗透检测。

### 7.4.4 射线和超声波检测

7.4.4.1 加液装置的承压工艺管路 A 类、B 类焊接接头应进行射线或超声波检测。

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

- a) 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,应按图样规定采用渗透检测:

- a) 凡属 7.4.2 设备上的 C 类、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时,检测比例应为 100%。

### 7.4.6 试验结果

焊接接头采用射线检测、超声检测、渗透检测后,检查检测结果是否符合 6.3.2 的要求。

## 7.5 强度试验

### 7.5.1 一般要求

加液装置承压工艺管路应在无损检验合格后进行强度试验。

### 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 5℃ 以上,否则应采取防冻措施。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水压试验时,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 5℃,保压过程中温度波动不应超过 ±5℃。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 倍~2 倍,精度不低于 0.4 级,表盘直径不应小于 100 mm,试验时使用压力表不应少于 2 块。

### 7.5.3 试验步骤

7.5.3.1 水压强度试验应按下列步骤进行。

- 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,直至升压至设计压力,保压 5 min,并对所有焊缝、连接部位检查,确认无渗漏、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,如无渗漏及异常再将试验压力降至设计压力,保压 30 min,检查是否符合 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 气压强度试验应按下列步骤进行:

- 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,其设定压力不应高于试验压力的 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) 如无泄漏或其他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 3 min,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,是否符合 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,加液装置承压工艺管路应整体进行气密性试验。

## 7.6.2 试验条件

7.6.2.1 加液装置承压工艺管路整体按设计压力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 倍~2 倍,精度不低于 0.4 级。试验时使用压力表不应少于 2 块。

## 7.6.3 试验步骤

气密性试验应按下列步骤进行:

- 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;
- 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,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,用发泡剂检查是否泄漏;
- f) 如有泄漏,应卸压修补后重新试压,不准许带压修正;
- 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,检查关闭时间是否符合 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。

当无法提供校验报告或有疑问时,应进行试验。升高放散装置进口端的压力,直至放散装置启动,记录放散装置启动压力,反复三次,检查是否符合 6.7 的要求。

## 7.9 电气安全性能试验

7.9.1 加液装置对地泄漏电流的允许值按 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,试验结果是否符合 6.8.2 的要求。

7.9.3 加液装置的抗电强度按 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步骤进行：

- 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、防爆标志等是否与防爆产品合格证(质量证明文件)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,且标志齐全时进行。

7.11.3 将加液装置接入图 A.1 试验系统,低温氮气试验降温速率控制在  $8\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{h}\sim 10\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{h}$ ,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。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,卸压处理完毕后,重新进行低温氮气试验。

7.11.4 达到 6.10 规定的试验温度时,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 试验过程应检查并监测管道温度变化、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

加液装置应在低温氮气试验或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 15 min。

### 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。当未提供产品检测报告或有疑问时,加液装置的加气机最大允许误差试验可参照 GB/T 36126 执行。

#### 7.12.2.2 防过充停机功能试验

加液装置加气机防过充停机功能试验可参照 GB/T 36126 执行,检查当流量低于额定加注流量的 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

最大加注能力试验应按下列步骤进行：

- a) 加液装置后端连接质量流量计,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；
- b) 在正常工作压力下启动运行加液装置,记录加液装置正常工作下的最大流量；
- c) 实测流量按公式(1)换算成液态 LNG 流量；

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

式中：

- Q ——LNG 的额定流量,单位为千克每分(kg/min)；
- Q<sub>m</sub>——试验介质的工况流量,单位为千克每分(kg/min)；
- d ——LNG 的相对密度；
- d<sub>m</sub>——试验介质的相对密度,对于水,d<sub>m</sub>=1。

d) 检查试验结果是否符合 6.11.2.3 的要求。

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

试验按下列步骤进行：

- 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、通信是否正常、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 卸液系统性能试验

7.12.3.1 卸液管道、阀门密封性能试验

卸液管道、阀门密封性能试验按 7.12.2.4 的方法进行。

7.12.3.2 卸液泵低温负荷运转

卸液泵低温负荷运转试验按 7.12.2.5 的方法进行。

7.12.4 紧急切断系统性能试验

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步骤进行：

- 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步骤进行。

- 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 6.11.4.1 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 6.11.4.2 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。核查钢管、管件、阀门、EAG 加热器、泵及泵池、加气机或灌装秤

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	要求	试验方法	不合格分类
1	外观	△	△	6.1	7.2	B
2	外形尺寸	△	△	6.2	7.3	B
3	无损检测	△	△	6.3	7.4	A
4	强度 <sup>a</sup>	△	△	6.4	7.5	A
5	气密性	△	△	6.5	7.6	A
6	切断装置性能	△	—	6.6	7.7	A
7	放散装置性能	△	—	6.7	7.8	A
8	电气安全性能	△	△	6.8	7.9	A
9	防爆性能	△	—	6.9	7.10	A
10	低温氮气试验	△	△	6.10	7.11	B
11	整机模拟工况运行试验 <sup>b</sup>	△	—	6.11	7.12	B
12	材料及零部件检验	△	△	5.4	7.13	B

注 1: 带“△”为需要做检验的项目,“—”为不需要检验项目。  
注 2: 根据涉及安全的严重程度,将不合格项目分为 A 类和 B 类。A 类为最高级,B 类为比 A 类稍低级别。

<sup>a</sup> 强度试验允许在管段组装前检验。  
<sup>b</sup> 整机模拟工况运行试验应在低温氮气试验或预冷合格后进行。

### 8.3 出厂检验

8.3.1 每台产品在出厂之前均应进行出厂检验,出厂检验应逐台进行。检验合格后签发产品质量合格证明方可出厂。

8.3.2 出厂检验项目按表 5 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:

- 定型产品试制完成时;
- 正式生产时,如结构、工艺、材料有较大改变可能影响产品性能时;
- 转厂迁址后恢复生产的试制定型鉴定;
- 停产 1 年以上重新恢复生产时;

e) 出厂检验或抽样检验结果与上次型式检验有较大差异时。

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

出厂检验的所检项目应合格,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

型式检验中各项指标符合要求时,应判该次型式检验合格。

## 9 质量证明文件、标志、包装和运输

### 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) 厂名及出厂日期;
- 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;
- d) 主要设备说明书[增压器、加液泵及泵池、加气机、流量计、称重计量衡器、切断阀、放散阀、可燃气体探测器等(若有)];
- e) 自控系统说明书。

9.1.4 质量证明书应至少包括下列内容:

- a) 产品主要设计参数;
- b) 承压部件用原材质、管件的规格、执行标准;
- c) 加液装置外观几何尺寸检验结果;
- d) 主要元器件配置一览表及合格证;
- 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) 质量证明文件[增压器、加液泵及泵池、加气机、流量计、称重计量衡器、切断阀、放散阀、可燃气体探测器等(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(本文件);
- e) 设计压力,单位为 MPa;
- f) 最大工作压力,单位为 MPa;
- g) 加注流量,单位为 kg/min;
- h) 卸车流量,单位为 kg/min(若有);
- i) 出厂日期;
- j) 设备重量,单位为 kg。

### 9.2.2 警示标志

警示标志应符合下列要求。

- a) 加液装置应在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) 警示标志应字迹工整,牢固,清晰可见。
- c) 标志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志材料。

### 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永久标志出介质流向。

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,并应符合 GB/T 191 和 GB/T 6388 的规定。

9.2.3.6 其他提示标志,如公用或其他紧急情况时使用的电话号码标志等。

## 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,泵池及管路系统应用氮气密封,密封压力不应小于 0.05 MPa。



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。在运输过程中,应对能够产生上下移动的活动端进行固定,或拆下单独包装固定在同一箱内。

9.3.7 装卸时应使用专用吊具,运输中应固定牢固。

**附 录 A**  
(规范性)  
**低温氮气试验**

**A.1 试验要求****A.1.1 试验条件**

A.1.1.1 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,并应完成吹扫、强度试验、气密试验等试验已完成,且标识齐全。

A.1.1.2 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,氮气温度不低於 0℃。LNG 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,管道露点温度低於-40℃为干燥合格。

A.1.1.3 氮气供应系统安装完毕,并具备运行条件。

A.1.1.4 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.1.2 基本要求**

A.1.2.1 试验前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.1.2.2 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;
- c) LNG 进口管道;
- d) LNG 出口、切断阀前管路;
- e) EAG 总管。

A.1.2.3 试验前应编制低温氮气试验检查记录表。

A.1.2.4 低温氮气试验临时设施及工具应准备就绪。

A.1.2.5 氮气排放点位置应设置警示标志,做好安全防范。

**A.1.3 技术要求**

A.1.3.1 低温氮气试验温度不应低於系统各部分的设计最低温度,宜控制在 0℃~-100℃。

A.1.3.2 低温氮气试验压力不应高於系统工作压力。

A.1.3.3 管道同一位置上、下表面最大温差宜不超过 50℃,降温速率宜控制在 8℃/h~10℃/h,最大不应超过 20℃/h。

A.1.3.4 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.1.3.5 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。管道位移变化量按公式(A.1)计算:

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

式中:

$\Delta L$  ——管道的热伸长量,单位为米(m);

$\alpha$  ——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( $^{\circ}\text{C}$ );

$t_2$  ——管道现在温度,单位为摄氏度( $^{\circ}\text{C}$ )。

## A.2 试验区域划分

A.2.1 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.2.2 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.2.3 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。

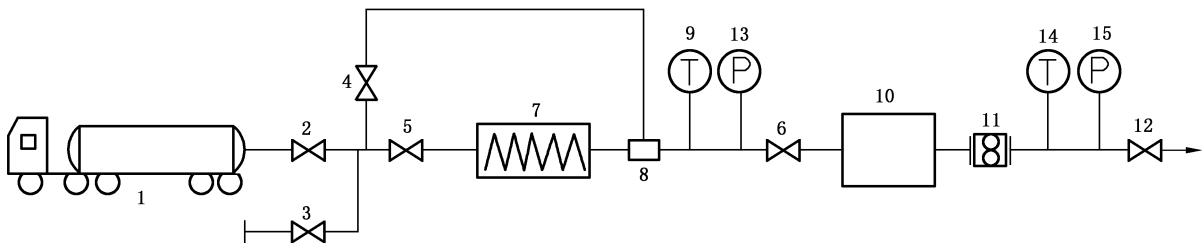
## A.3 氮气供应系统

A.3.1 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.3.2 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.3.3 宜设置备用气源供应接口,保证氮气供应连续。

A.3.4 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示意图见图 A.1。



标引序号说明:

1 ——液氮槽车(绝热气瓶);

2~6、12——阀门;

7 ——气化器;

8 ——混合器;

9、14 ——温度计;

10 ——加液装置;

11 ——流量计;

13、15——压力表。

图 A.1 低温氮气供应系统流程示意图

低温氮气供应系统原理:

- 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加液装置入口管道;
- 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;
- 通过阀门调节供气量及低温氮气的温度。

## A.4 试验步骤

A.4.1 按照低温氮气试验流程图将加液装置进行试验系统,设置阀门开关状态。

A.4.2 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.4.3 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.4.4 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.4.5 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.4.6 检查及监测管道温度变化。

A.4.7 液化天然气管道温度降至 $-5^{\circ}\text{C} \sim -10^{\circ}\text{C}$ 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 $20^{\circ}\text{C}$ 重复一次开关操作。

- A.4.8 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.4.9 低温氮气试验管道温度达到试验温度(最低 $-100\text{ }^{\circ}\text{C}$ )时冷却可结束,关闭排放口阀门。
- A.4.10 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.5 合格判定

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 $-100\text{ }^{\circ}\text{C}$ );
- 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.6 应急保障措施

- A.6.1 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.6.2 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.6.3 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的事故。
- A.6.4 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.6.5 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.6.6 在冷却过程中,每降 $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 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.6.7 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.6.8 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.6.9 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。

参 考 文 献

- [1] GB/T 19204—2020 液化天然气的一般特性
-