



中华人民共和国国家标准

GB/T 30719—2014/ISO 13984:1999

液氢车辆燃料加注系统接口

Liquid hydrogen land vehicle fuelling system interface

(ISO 13984:1999, Liquid hydrogen—Land vehicle fuelling system interface, IDT)

2014-06-09 发布

2014-10-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言 I

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 技术要求 2

5 试验和检验方法 7

6 人员资质 9

7 安全和防护..... 10

8 维护..... 10

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准使用翻译法等同采用 ISO 13984:1999《液氢 车辆燃料加注系统接口》。

本标准由全国氢能标准化技术委员会(SAC/TC 309)提出并归口。

本标准起草单位:同济大学、中国标准化研究院、上海舜华新能源系统有限公司、清华大学、浙江大学。

本标准主要起草人:马建新、潘相敏、王赓、刘绍军、李燕、王诚、徐平、欧可升。

液氢车辆燃料加注系统接口

1 范围

本标准规定了所有类型液氢车辆的燃料供给和加注系统的要求。

本标准适用于液氢(LH₂)燃料供给和加注系统的设计和安装。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是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。

ISO 1106-3 熔焊接头射线检验推荐实施方法 第3部分:壁厚≤50 mm钢管的熔焊环接头(Recommended practice for radiographic examination of fusion welded joints—Part 3: Fusion welded circumferential joints in steel pipes of up to 50 mm wall thickness.)

ISO 1182 建筑材料的阻燃防火测试 不燃测试(Reaction to fire tests for building products—Non-combustibility test)

ISO 9303 无缝和焊接(埋弧焊除外)钢制压力管道 纵向缺陷的全周向超声检测[Seamless and welded(except submerged arc-welded) steel tubes for pressure purposes—Full peripheral ultrasonic testing for the detection of longitudinal imperfections]

ISO 10286 气瓶 术语(Gas cylinders—Terminology)

ISO 11484 钢制压力管道 无损检测(NDT)人员的资格和认证[Steel tubes for pressure purposes—Qualification and certification of non-destructive testing (NDT) personnel]

ISO 12095 无缝和焊接钢制压力管道 液体渗透检测(Seamless and welded steel tubes for pressure purposes—Liquid penetrant testing)

ISO 13663 焊接钢制压力管道 焊缝周围分层缺陷探测用超声检测(Welded steel tubes for pressure purposes—Ultrasonic testing of the area adjacent to the weld seam for the detection of laminar imperfections)

ISO 13664 无缝和焊接钢制压力管道 管端分层组织探测用磁粉检测(Seamless and welded steel tubes for pressure purposes—Magnetic particle inspection of the tube ends for the detection of laminar imperfections)

ISO 13665 无缝和焊接钢制压力管道 管身表面缺陷探测用磁粉检测(Seamless and welded steel tubes for pressure purposes—Magnetic particle inspection of the tube body for the detection of surface imperfections)

ASTM A240/A240M-97a 压力容器用耐热铬及铬镍不锈钢板、薄板和钢带(Heat-resisting chromium and chromium-nickel stainless steel plate, sheet, and strip for pressure vessels)

3 术语和定义

ISO 10286界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

设计压力 design pressure

计算管道系统各组件最小壁厚时的基本设计载荷条件。

注：设计压力不应小于实际运行中会遇到的最极端内外压力和温度条件下的压力。

3.2

燃料箱 fuel tank

安装在车辆上的液氢容器，并具有可与加氢站连接的附件。

3.3

检查员 inspector

由第三方国家机构或国际机构聘用的有资质的检查人员。

3.4

液氢 liquid hydrogen; LH₂

液体状态的氢气。

3.5

最高允许工作压力 maximum permissible operating pressure; MPOP

管路系统工作时允许的最大有效表压。

3.6

不可燃材料 noncombustible material

按照 ISO 1182 规定，不能着火、不燃烧、不助燃且不释放可燃气体的材料。

3.7

工作压力 operating pressure

管道系统工作时的表压。

注：工作压力不应超过最高允许工作压力。

3.8

工作温度范围 service temperature range

从液氢温度(−253 °C)到环境温度(54 °C)的温度范围。

3.9

液氢储罐 storage tank

安装于加氢站，为车辆供应液氢燃料的液氢容器。

4 技术要求

4.1 适用性

本标准只适用于处理液氢和低温氢气的系统组件。

4.2 燃料加注系统

4.2.1 与液氢和低温氢气的兼容性

与液氢和低温氢气接触的燃料加注系统组件应与液氢及低温氢气相容。

当管路系统温度波动至工作温度范围外时，应考虑其热膨胀、收缩和空气凝结的影响。

4.2.2 材料要求

液氢用管道材料宜采用奥氏体不锈钢，或其他具有相同性能的材料。

4.2.3 管道

4.2.3.1 设计

管道、阀门、连接件、垫片和密封件应适用于一定工作温度和压力下的氢气介质中。

管道永久连接应采用焊接或铜焊,不应用法兰或螺纹连接。承压连接件仅可用于气体管道与仪表和泄压阀的连接。阀门和配件的材料应适用于工作温度范围内的液氢介质。液氢的传输操作宜采用插销连接。

所有管道、阀门、连接件和软管的爆破压力应不小于储罐设计压力的四倍,且不小于泵或其他设备正常工作时对其施加压力的四倍。

阀门的额定压力和工作温度应不低于储罐或带阀门部分的管道的设计压力和温度,以二者最大值为准。阀门应与液氢或低温氢气相容。

应避免人员接触管道,并防止冷凝水接触管道、结构构件和不能承受富氧或低温的表面。当发生遇火、受热、遇冷或浸水等紧急状况时,绝热装置应保持系统性能。绝热装置的外层应设有蒸汽密封盖,以防绝热装置内发生空气凝结和富氧。绝热装置材料和外壳设计应防止正常运行条件下发生自然磨损。

4.2.3.2 厚度计算

直管段的名义厚度由式(1)计算:

$$\delta_n = \delta + c \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:

δ_n ——名义厚度,单位为毫米(mm);

δ ——计算厚度,单位为毫米(mm);

c ——腐蚀裕量与钢板厚度负偏差,单位为毫米(mm)。

设计厚度 δ 由式(2)计算:

$$\delta = \frac{PD_0}{2([\sigma] \cdot E + P \cdot Y)} \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:

P ——内部设计表压,如果真空绝热还应加上真空压力,单位为兆帕(MPa);

D_0 ——管道的外径,单位为毫米(mm);

$[\sigma]$ ——表1中材料的基本许用应力值,单位为兆帕(MPa);

E ——材质系数,对于不锈钢和无缝钢管取1.0;

Y ——系数,对奥氏体不锈钢等于0.4。

表1 奥氏体不锈钢管和管道在受压状态下的基本许用应力 $[\sigma]$

名称	拉伸强度下限值 R_m /MPa	屈服强度下限值 R_{eL} /MPa	最低温度下的最大基本 许用应力 $[\sigma]$ /MPa (屈服强度的2/3)
ASTM A 240-97a 中 304	517	207	138
ASTM A 240-97a 中 304L	482	172	115
ASTM A 240-97a 中 316	517	207	138
ASTM A 240-97a 中 316L	482	172	115

4.2.3.3 循环效应

4.2.3.3.1 循环载荷

管道及部件的设计应考虑系统热循环造成的金属疲劳的影响。应特别注意管道、管件、阀门、配件和锚定区域壁厚发生变化的地方。

循环的设计条件应考虑压力、温度的一致性和接头本身的端点位移与热膨胀。由瞬态条件(启动、关机和非正常工作)造成的循环,应单独说明。

4.2.3.3.2 持续载荷和位移应变所产生的计算应力的范围

4.2.3.3.2.1 内部压力应力

管道组件(包括所有加强筋)壁厚达到 4.2.3.2 的要求时,由内部压力产生的应力是安全的。

4.2.3.3.2.2 纵向应力(σ_L)

由于压力、重量和其他持续载荷,管道系统任何组成部分的纵向应力的总和 σ_L ,不得超过式(4)中的 $[\sigma_h]^t$ 。

用于计算应力值 σ_L 的管道厚度 δ 应是公称厚度 δ_n 减去腐蚀裕量与钢板厚度负偏差 c 。

4.2.3.3.2.3 计算位移应力范围 σ_E

由式(3)得到的管道系统位移应力范围 σ_E 不得超过由式(4)得到的许用位移应力 $[\sigma]_A$ 。

$$\sigma_E = \sqrt{\sigma_b^2 + 4\sigma_t^2} \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中:

σ_E ——位移应力,单位为兆帕(MPa);

σ_b ——合成弯曲应力,单位为兆帕(MPa);

σ_t ——切应力,单位为兆帕(MPa)。

4.2.3.3.2.4 许用位移应力范围 $[\sigma]_A$

$$[\sigma]_A = f(1.25[\sigma]_c^t + 0.25[\sigma]_h^t) \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中:

$[\sigma]_A$ ——许用位移应力,单位为兆帕(MPa);

$[\sigma]_c^t$ ——在所分析的位移循环周期内的最低金属温度下的基本许用应力,单位为兆帕(MPa);

$[\sigma]_h^t$ ——在所分析的位移循环周期内的最高金属温度下的基本许用应力,单位为兆帕(MPa)。

当 $[\sigma]_h^t$ 大于 σ_L 时,它们之间的差距应增加至式(4)的 $0.25[\sigma]_h^t$ 中。在这种情况下,许用位移应力由式(5)计算:

$$[\sigma]_A = f[1.25([\sigma]_c^t + [\sigma]_h^t) - \sigma_L] \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中:

σ_L ——由压力、重量和其他持续载荷作用产生的管道系统任何组成部分的纵向应力的总和,单位为兆帕(MPa);

f ——从表 2 或从式(6)计算得出的应力范围减少系数。

$$f = 6.0[N]^{-0.2} \leq 1 \quad \dots\dots\dots (6)$$

式中:

N ——在管道系统的预计使用寿命中的全位移循环数。

表 2 应力范围减少系数 f

循环数 N	系数 f
$N \leq 7\,000$	1.0
$7\,000 < N \leq 14\,000$	0.9
$14\,000 < N \leq 22\,000$	0.8
$22\,000 < N \leq 45\,000$	0.7
$45\,000 < N \leq 100\,000$	0.6
$100\,000 < N \leq 200\,000$	0.5
$200\,000 < N \leq 700\,000$	0.4
$700\,000 < N \leq 2\,000\,000$	0.3

当计算应力范围在热膨胀或其他条件下产生变化时, σ_E 定义为最大的计算位移应力范围。这种情况下 N 的值可以由式(7)计算得到:

$$N = N_E + \sum (r_i^2 N_i) \quad i = 1, 2, \dots, n \quad \dots\dots\dots (7)$$

式中:

N_E ——最大计算位移应力范围循环周期数;

r_i —— σ_i 和 σ_E 的比值 σ_i/σ_E ;

σ_i ——任何小于 σ_E 计算位移应力范围;

N_i ——与位移应力范围 σ_i 相关的循环周期数。

4.2.3.4 固定管道

外部管道应良好支撑并安装于地面之上,避免机械损伤和管道腐蚀。

加注系统管道应良好支撑、固定和绝热。

储罐分配管的安装应减少振动,并应安装在安全地点,或用保护罩避免危险物体的损害。

管道和配件应洁净,没有切削毛刺和鳞屑,且所有管道的端部应经过铰孔。

管道制造应确保其压力等级不低于其设计压力。

接头或连接的位置应便于维护。

氢气只能在安全排空点排放。排气管应设置到储罐顶部,以防止残留氢气聚集,排气管管端应防止雨、雪和固体的进入。垂直排气管应有底部排水设施。

4.2.3.5 管道支承

管道支承,包括管道绝热系统在内,应能防火和抗低温。

4.2.4 加注软管

加注软管应按最新技术工艺及制造商的经验进行设计。

加注软管应抽真空或保温。软管的安装应利于氢气的通畅排放。

当发生遇火、受热、遇冷或浸水等紧急状况时,绝热装置应能保持系统性能。

一旦检测到真空度下降,或者使用中软管外表出现凝结或霜冻,应立即停止软管工作,直至恢复真空状态。

应采用适合液氢介质且大小合适的垫片材料,以防软管连接件泄漏。不应使用易腐蚀的散纤维垫片材料,以防松散颗粒污染系统。O型圈应与O形圈沟槽良好配合,以适应低温和氢气介质的工作

条件。

传输设备的最大允许工作压力应不低于储罐设计压力,以及泵和其他设备的排气压力。在传输设备使用双软管时,还应具有气体回收或排放的功能。

软管应避免发生锐弯和扭曲,弯曲半径应不小于软管外径的 5 倍。

装置中软管的使用应限于:

- a) 车辆加注软管;
- b) 压缩设备的入口连接;
- c) 为便于操作而必须设置的金属软管,长度不超过 1 m。每一节的安装应防止机械损伤,并便于外部检查。每节软管应有制造商的标识。

4.2.5 泄压阀

泄压阀的设计、材料和安装位置应符合工况要求。

减压系统上下游设备和管道的通道设计应保证减压系统的流量不低于储罐所要求的流量。所有管道连接件的流通面积应不低于泄压阀入口的流通面积。排放管道的公称尺寸应至少和泄压阀的出口尺寸相同。系统流量得到保证的情况下,大流量的泄压阀不要求管线具有相同的流通面积。

每个泄压阀应使用空气或其他气体进行压力试验,以确定:

- a) 泄放压力设定在阀体铭牌上设定压力的公差范围之内;
注:在设定时,应注意开始排气是由于阀门开启,而不是由于阀门缺陷。
- b) 在泄放压力试验后,回座压力不应低于泄放排气压力的 90%。如果阀门可调节泄放,回座压力不应低于泄放压力的 95%。

泄压阀的布置应尽量避免损坏管道或附件。泄压阀设定压力的装置应铅封保护。

与泄压阀连接的排放管道应良好支承,以承受最大排放速率时产生的反作用力。

每 30 个月至少应进行一次泄压阀检查和泄放压力测试,以确保所有泄压阀工作正常。

在传输系统中应安装泄压阀以防止超压。

应按要求安装泄压阀,避免每段液体或低温蒸汽管道由于热膨胀引起的超压。泄压阀的泄放压力不应高于其保护管道或软管的设计压力。应减少泄压阀的排放对人员和设备的危害。

4.2.6 车辆的加注连接

车辆的加注连接应为燃料箱和液态氢源之间提供安全、可靠的连接。

传输连接应被锁定、固定尺寸和位置,以免交叉连接,避免用于不兼容的气体或压力等级的环境。断开连接器及配件时,应为其提供末端板、帽盖、塞子或盖子,避免系统不使用时被污染或损坏。如果低温气体可能滞留在管路内,也应设置泄压阀。当连接器操作错误或断开,加注连接应防止氢气或液氢泄漏。

加氢软管应配备一个凸形的真空套接口,能够连接至车辆的真空套凹形接口。

连接器件应能进行吹扫。

加注设备应避免车辆碰撞。

应配备紧急停车系统(ESD),包括切断液体供应的截止阀和关闭传输设备。紧急停车系统的执行器(如紧急停车按钮)应安装在加氢机附近,醒目且容易识别,此外在远端安全位置也应安装此类设施。

软管和机器臂应在接口端安装截止阀,以防汽车驶离拉断软管时液氢和氢气泄漏。

燃料箱应安装液氢液位和压力显示设备,方便操作员查看,以防止过充和过压。液位和压力显示设备应定期校准。

加注枪应安装联锁装置防止管路打开时泄放,或者应设有自动止锁装置。

软管不使用时应确保安全,加注枪应放于支架上以避免损坏。

加注枪应用链条绑定保护,避免与地面接触。

加注站应为加氢车辆提供接地装置。任何用于加注操作的工具应不产生火花。

4.3 管道和软管的安装

4.3.1 布置

管道和软管应尽可能直线布置。

4.3.2 焊接

应采用合格焊接程序减少管材低温性能的退化。焊缝应采用射线或超声检测或第5章中所描述的无损检测进行检查。

4.4 设备组装

管道、阀门、调节设备和其他配件应便于维护,应避免物理损坏和误操作。

在液氢回流管道上应安装自动截止阀,并尽量靠近储罐。除焊接手动截止阀外,自动截止阀和储罐之间的管道上不应安装连接器、法兰或其他附件。

应在加注操作处安装应急装置,操作员可随时打开截止阀。

安装完毕后,应检查现场所有安装管道,并根据5.6所描述的泄漏测试程序验证气密性。

传输软管下方的所有材料应不可燃。

4.5 传输安全

4.5.1 清洁和吹扫

所有传输软管在注入液氢前应用氢气或氦气吹扫干净。系统通过氢气后,如需关闭或进行维修,则应用惰性气体如氦气进行吹扫。

如果燃料加注系统可在氢气压力下进行维护,则无须进行吹扫。

4.5.2 电气接地和连接

燃料加注系统接口所有导电部分应接地或与系统其余部分跨接,被电气隔离的导电部分不用接地。应提供足够的接地连接,以防止任何部件积累起可测量的静电电荷。

跨接连接应在传输系统安装之前完成。

接地电阻应低于10 Ω 。

5 试验和检验方法

5.1 检验要求

在初次操作前,每个管道的安装,包括部件和工艺,应按5.3.1、5.3.2、5.3.3和5.3.4的规定进行检查。检查中不包括的或制造商不要求的连接如通过5.6的泄漏测试,也可接受。

5.2 接收标准

接收标准应符合制造商提出的性能担保。

5.3 检验类型

5.3.1 检验范围

管道应根据本标准规定的范围或制造商所规定的更大的范围进行检验。

5.3.2 目视检验

应目视检验所有的产品,以确保其符合规格,并没有缺陷。应检查所有螺纹、螺栓和其他连接的装配。

应检验所有管道安装尺寸和对齐情况。应检查支承、导架和预弹性变形点,以确保在启动、运行和关闭的所有条件下,管道的移动不受约束或限制。

5.3.3 其他检验

应按照 5.4.2 中的随机射线检测或按照 5.4.3 中的随机超声检测充分检查不少于 5% 的对接环和斜接凹槽焊缝。不能用射线检测检查的卡套焊接和分支连接焊缝应按照 5.4.4 中的磁粉或液体渗透方法检查。

5.3.4 中间检查

经制造商指定或检查员特别授权,可用中间检查及无损检测辅助来取代 5.3.2 要求的检查。

5.3.5 合格证和记录

制造商应保留材料和部件的合格证,以及热处理、检验和测试的测试、记录和其他证据。

5.4 检查过程

5.4.1 人员资格和书面程序

应按照下列方法之一的书面程序进行检查。测试操作人员应符合 ISO 11484 的要求。

5.4.2 射线透照检测

除铸件外,焊接处和部件的射线透照应按照 ISO 1106-3 进行。

5.4.3 超声检测

焊接处及其附近的焊缝的超声检测应按照 ISO 9303 和 ISO 13663 进行。

5.4.4 磁粉检测和渗透检测

焊接处磁粉检测应按照 ISO 13664 和 ISO 13665 进行。

焊接处渗透检测应按照 ISO 12095 进行。

5.5 压力试验

5.5.1 适用性

在初次操作之前,每个管道系统应进行测试以验证其强度。测试分别是 5.5.2 和 5.5.3 所规定的水压试验或气压试验。

5.5.2 水压试验

5.5.2.1 程序

初次运行期间或之前,压力应按步骤逐渐增加至设计压力的 1.5 倍,每一步应保持压力足够长时间,以均衡管道应力。

5.5.2.2 试验条件记录

应保存试验介质和环境温度的记录,并保存至设备寿命结束或直至下一次试验。

5.5.3 气压试验

5.5.3.1 适用性

客户认为不可用水压试验时,可用气压或水压-气压联合试验替代。

5.5.3.2 试验介质

试验介质应为氦气或氮气。

5.5.3.3 程序

试验压力应按步骤逐渐增加,至少达到设计压力的 1.3 倍。

5.5.4 压力测试的替代方法

所有的周向、纵向和螺旋坡口焊接应按照 5.4.2 所述进行 100%无损检测。全部焊接,包括上述没有涉及的结构附件焊接,应使用液体渗透方法进行检测。对于磁性材料,应使用 5.4.4 中的磁粉法进行检测。

5.6 泄漏测试

在包裹绝热层之前,除先前已按照本程序检测过的所有接头和连接,应用氦气在最大允许工作压力下进行泄漏检查,采用的方法应保证泄漏率大于 $10^{-4} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ 的泄漏可被检测到。

所有管道、阀门、安全装置及其配件在不低于其最高允许工作压力或 0.9 倍设计压力(以较高者为准)时,应无氢气泄漏。

6 人员资质

为了安全,每个燃料加注系统的操作人员应熟悉系统的设计和安装,并具有操作系统和所有安全装置的资质。

液氢运输人员应接受培训,并由雇主记录存档。培训合格后颁发证书。

聘用后应立即进行培训,以后每两年一次。培训内容包括:

- a) 液氢和氢气的性质、属性和危险性的信息;
- b) 相关设施设备的具体说明;
- c) 能与液氢兼容使用的材料的信息;
- d) 防护设备和防护衣的使用和保管;
- e) 标准的急救和自救教学;
- f) 应急响应,如火灾、泄漏和溢流;

- g) 良好的内务管理练习；
- h) 紧急响应计划，计划可以扩展，包括但不限于以下内容：
 - 1) 紧急停车系统的使用，可用来隔离设备的各个部分和其他能够确保迅速停止或尽可能地减少液体与气体的溢出或逸出的适用措施；
 - 2) 防火系统的使用；
 - 3) 通知当地政府和周边单位；
 - 4) 急救；
 - 5) 人员尽责；
 - 6) 疏散计划，包括疏散和消防演习。

7 安全和防护

7.1 工作区域要求

应采取保护措施避免无关人员进入或损坏液氢燃料加注系统设施。加注设施附近醒目处应张贴安全标识。

应为所有加注和处理液氢的操作人员提供防护服、面具/护目镜和手套。

7.2 警示标志

对于所有液氢燃料加注设施，应以白底红字的醒目方式显示下列标志，字体为粗体、易懂并且高度不小于 15 cm：

- a) 禁止吸烟或禁止在 8 m 以内吸烟；
- b) 加注前停车熄火；
- c) 严禁明火；
- d) 低温易燃液体；
- e) 易燃气体。

8 维护

工作中的组件及各辅助系统，应通过修理、更换或其他方式，保持其可操作性或安全性。

应备有一套预防性维护方案，该方案应包括每个组件和整个系统常规测试及检查的书面程序。

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准

液氢车辆燃料加注系统接口

GB/T 30719—2014/ISO 13984:1999

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址 www.spc.net.cn

总编室:(010)64275323 发行中心:(010)51780235

读者服务部:(010)68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

*

开本 880×1230 1/16 印张 1 字数 20 千字
2014年8月第一版 2014年8月第一次印刷

*

书号: 155066·1-49713 定价 18.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68510107



GB/T 30719-2014