

T/CCGA

中国工业气体工业协会团体标准

T/CCGA 40010—2021

液氢加注机安全使用技术规范

Technical regulation for safety use of liquid hydrogen dispenser

2021 - 12 - 30 发布

2022 - 03 - 01 实施

中国工业气体工业协会 发布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 一般要求 1

5 安装与操作 3

6 应急预案及演练 5

前 言

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

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国工业气体工业协会提出并归口。

本标准起草单位：北京航天雷特机电工程有限公司、江苏国富氢能技术装备股份有限公司、北京安瑞科新能源科技有限公司、张家港氢云新能源研究院有限公司、北京中科富海低温科技有限公司、苏州金宏气体股份有限公司、郑州安丰检测技术服务有限公司、中国工业气体工业协会。

本标准主要起草人：王涛、张震、许健、魏薇、况开锋、李怀恩、王朝、熊联友、杨坤、陈甲楠、尹玲玲、孔超、刘忠、狄春干。

液氢加注机安全使用技术规范

1 范围

本文件规定了液氢加注机设计、安装、操作和应急处理等方面的安全要求。
本文件适用于液氢加注机。

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 4844 纯氢、高纯氢和超纯氢
GB/T 8979 纯氮、高纯氮和超纯氮
GB/T 29639 生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则
GB/T 30719 液氢车辆燃料加注系统接口
GB/T 34584 加氢站安全技术规范
GB/T 40060-2021 液氢贮存和运输技术要求
GB 50058 爆炸危险环境电力装置设计规范
GB 50116 火灾自动报警系统设计规范
GB 50140 建筑灭火器配置设计规范
GB 50156-2021 汽车加油加气加氢站技术标准
GB 50177 氢气站设计规范
GB 50974 消防给水及消火栓系统技术规范
TSG 23 气瓶安全技术规程
AQ/T 9007 安全生产事故应急演练指南
AQ/T 9009 生产安全事故应急演练评估指南
AQ/T 9011 生产经营单位安全事故应急预案评估指南
T/CCGA 20001 低温波纹金属软管安全技术条件
T/CCGA 40002 氢能车辆气瓶电子标签应用管理规范
T/CCGA 40009 车载液氢系统安全技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

液氢加注机 liquid hydrogen dispenser

在液氢加注工艺环节中处于液氢储罐和车载液氢气瓶之间，通过该装置，将液氢储罐内的液氢加注到车载液氢气瓶中。

3.2

液氢加注枪 liquid hydrogen refueling nozzle

设置在液氢加注机的加氢软管末端，与车载液氢容器入口相匹配的一种液氢管道连接装置。

4 一般要求

液氢加注机应至少包括以下系统和系统组件：

- (1) 阀门
- (2) 管道（含软管）与配件
- (3) 液氢加注枪
- (4) 仪表
- (5) 电气设备
- (6) 超压泄放装置
- (7) 紧急停机装置
- (8) 安全报警装置

4.1 阀门

- 4.1.1 液氢加注机阀门的选用和安装应符合GB 50156-2021中11.3.2的规定。
- 4.1.2 液氢加注机内阀门、阀门填料以及垫圈的材料在使用条件下应与氢兼容；其设计及选型应满足正常运行工况下可能出现的最严苛工况（压力和温度）的要求。
- 4.1.3 不得使用未拆除完整阀盖或阀体就可拆除阀杆的阀门。
- 4.1.4 当加注机内流体管路有多个支路时，应在每个支路或者在所有支路前的总管上安装切断阀。
- 4.1.5 液氢加注机管路中应设置单向阀。

4.2 管道（含软管）与配件

- 4.2.1 液氢加注机内管道的连接与设置应符合GB 50156-2021中11.3.1的规定。
- 4.2.2 液氢加注机内的管道、配件、垫圈和包装材料应在使用条件下与氢相容，用于制造液氢管道等受压元件的材料，在操作条件下应满足机械性能、冷脆性和冲击性等的要求。
- 4.2.3 液氢管道绝热应采用高真空多层绝热或其他满足绝热性能要求的绝热形式，若采用真空多层绝热的形式，管道夹层真空值一般不超过0.013Pa，当长时间使用后该真空值超过1.33Pa，则应该重新抽空。
- 4.2.4 液氢管道应设有符合管道柔性设计要求的温度补偿结构。
- 4.2.5 加注液氢软管，应符合T/CCGA 20001的规定，并在靠近液氢加注机端应配备拉断阀。
- 4.2.6 液氢软管及组件应在出厂前应进行低温冷冲击试验。
- 4.2.7 液氢软管外部应单独设置防止机械损坏的保护层。
- 4.2.8 液氢管道应有保护措施使其不受膨胀、收缩、振动、震动和沉降等的影响，并应安装在受保护的位置或配备防护罩，以防止被其他活动物体损坏。
- 4.2.9 液氢管道内部应经过清洗和干燥处理，去除氧化皮、焊渣、油脂、机械杂质及明水。
- 4.2.10 液氢管道应尽可能减少其接头或连接件的数量，接头位置应设置在便于拆装的区域，并符合GB/T 30719的有关规定。
- 4.2.11 液氢输送管道应设置导出静电的接地装置，并符合GB 50177的有关规定。

4.3 液氢加注枪

- 4.3.1 液氢加注枪内与液氢直接接触的受压元件应采用具有良好氢相容性的奥氏体不锈钢或其他具有相同氢相容性能的材料，在操作条件下应满足机械性能、冷脆性和冲击性等的要求。
- 4.3.2 液氢加注枪应能与被加注车辆加氢口匹配良好，连接可靠，不泄漏。
- 4.3.3 液氢加注枪宜采用高真空多层绝热的形式。
- 4.3.4 液氢加注枪应配备防止管路被打开时发生泄漏的联锁装置，或者设置断开连接时能自动关闭的机构。

4.4 仪表

- 4.4.1 液氢加注机内的仪表材料应在使用条件下与氢相容。
- 4.4.2 压力表量程应为最大允许工作压力的1.5~3倍。
- 4.4.3 压力传感器应至少能读取系统最大允许工作压力的1.2倍。
- 4.4.4 低温管路上压力仪表的引压管位置和形式应充分考虑低温漏热的影响，防止低温导热影响仪表性能。
- 4.4.5 流量测量装置宜采用质量流量计。
- 4.4.6 温度测量装置应至少能读取0.8倍的系统最低温度和1.2倍的系统最高温度。

4.5 电气设备

- 4.5.1 液氢加注机的控制系统应具备防篡改功能。
- 4.5.2 液氢加注机系统应符合TSG 23、T/CCGA 40009的要求，具有识读车辆牌照和车用储氢瓶电子标签的功能，对不符合规定的车用储氢瓶无法启动进行加注。电子标签应用系统，应符合T/CCGA 40002的要求。
- 4.5.3 液氢加注机应设置故障安全状态，在电源或设备出现故障的情况下，系统应能进入故障安全状态，保护设备安全。
- 4.5.4 安装在机顶或外壳下的电气设备应不低于Exd II CT4等级的防爆要求。
- 4.5.5 液氢加注机旁1.5m范围内宜设置人体静电导释装置，并良好接地，接地电阻不大于1Ω。
- 4.6 超压泄放装置**
- 4.6.1 液氢加注机超压泄放装置形式应为安全阀或爆破片和安全阀的组合。
- 4.6.2 用于液氢系统的泄压阀不应配备提升装置。
- 4.6.3 超压泄放装置的动作压力一般取1.05~1.1倍的系统工作压力，但必须小于系统最大允许工作压力。
- 4.6.4 超压泄压装置的泄放口应连接到氢气放空总管。
- 4.6.5 两端关闭且有可能存留液氢或低温氢气的管道，应设置超压泄放装置。
- 4.6.6 安全阀维修、调整和测试应符合相关标准规范要求，并确保其密封性不受影响。
- 4.6.7 应在安全阀上张贴包括使用环境、整定压力、通径和校验有效期等信息的标签。
- 4.6.8 安全阀应至少每年校验一次，卸荷阀应至少每3年校验一次，爆破片应至少每年检查一次，更换周期为2~3年。
- 4.7 紧急停机装置**
- 4.7.1 液氢加注机应配备紧急停机装置。
- 4.7.2 紧急停机装置包括一个安装在液氢加注机3m范围内的紧急切断阀或电气断开装置，用于断开液氢供应管路和控制电路，切断位于加注机周围危险位置的电气设备电源。
- 4.7.3 紧急停机装置的阀门执行器应带有便于识别的永久性标识，并分别在液氢加注机本地和远程控制区域设置控制点。
- 4.7.4 紧急停机装置启动后的复位操作应由主管部门批准，采取手动复位的方式。
- 4.7.5 当有多个紧急切断阀或电气断开装置时，所有装置应相互联锁。
- 4.7.6 紧急停机装置启动完成相关操作后，应断开自身电源，但设备应一直保持接地状态。
- 4.8 安全报警装置**
- 4.8.1 液氢加注机应配备氢浓度报警装置和火焰探测装置等安全报警装置。
- 4.8.2 安全报警装置应根据精度、可靠性、可维护性、检测范围、响应时间等因素选用，并符合GB/T 34584的有关规定。
- 4.8.3 氢浓度报警装置宜安装在液氢加注机上方，当空气中氢浓度达到0.4%时，向加氢站内控制系统发出报警信号，当空气中氢浓度达到1%时，应启动相应事故排风风机，当空气中氢浓度达到1.6%时，应触发加氢站的紧急停机装置。
- 4.8.4 氢浓度报警装置的声光信号应能手动消除，当再次有氢气浓度报警信号输入时，应能再次启动。
- 4.8.5 火焰探测装置的设置应符合GB 50116的有关规定，当探测到火焰信号时应触发加氢站的紧急停机装置。
- 4.8.6 氢浓度报警装置和火焰探测装置应在计量有效期内使用。

5 安装

5.1 安装

- 5.1.1 液氢加注机旁应设置防撞柱（栏）。
- 5.1.2 液氢加注机不得安装在室内，并应保证通风良好。
- 5.1.3 有夜间工作需求的液氢加注机应安装在有照明的区域，以确保包括紧急停机装置在内的所有控件对操作人员可见。
- 5.1.4 电气设备和接线应符合GB 50058的有关规定。

5.1.5 氢系统和电气导管或布线系统之间的界面，包括过程仪表、整体式阀门执行器等连接，都应密封或隔离，以防止液氢或氢气进入电气部分。

5.1.6 液氢或氢气系统和电气管线系统之间应设置两级密封。一级密封的设计应能承受其工作状态的使用条件，一级密封失效后，二级密封应能满足其在暴露环境下的压力和温度要求。

5.1.7 除特殊设计并经许可，本文件5.1.5~5.1.6中要求的密封装置应符合GB 50058的有关规定。

加注设施附近7.6m范围内应无垃圾、碎屑、杂草和其他可能产生火灾危险的材料。

5.1.8 液氢加注机所在区域应确保不存在火灾危险。

5.1.9 液氢加注机7.6m范围内禁止使用包括火柴、打火机等在内的点火源。

5.1.10 液氢加注机的场所应设置灭火器、消防栓等消防救护器材，灭火器配置应符合GB 50140的有关规定，灭火器宜采用干粉灭火器，消防栓的设置应符合GB 50974的有关规定。

5.2 系统测试

5.2.1 液氢加注机在组装后应进行耐压测试和泄漏测试，测试压力应分别至少为最大允许工作压力的1.1倍和1倍。

5.2.2 应使用高纯氮或高纯氮高纯氢混合气体（氢气摩尔分数不低于5%）作为试验气体进行泄漏测试，高纯氮应符合GB/T 4844要求，高纯氢应符合GB/T 8979要求。

5.2.3 系统耐压测试合格后，宜采用高纯氮进行吹扫，气体流速不得小于20m/s，在排气口应设白色油漆板检查，应以5~10min内板上无铁锈或其他杂物为合格。

5.3 标志

5.3.1 应在液氢加注机明显位置张贴操作说明。

5.3.2 带有如下文字的警告标志应张贴在加氢区域：关闭发动机，禁止吸烟，禁用手机，可燃气体等。

5.3.3 标志中应有如下文字：氢无色无味，小心液氢冻伤。

5.3.4 标志张贴位置可根据实际现场条件决定。

5.3.5 警示标识上的字体应足够大，确保在加氢区域的任何位置均清晰可见。

6 操作与维护

6.1 加注

6.1.1 首次加注应分别进行氮气置换和氢气置换，置换操作规程和合格标准应符合GB/T 40060-2021第6章的有关规定。

6.1.2 加注开始时，要对液氢管道和液氢接收容器进行充分预冷。

6.1.3 正常加注过程中宜控制管道内液氢的流动速度，内径在20mm~150mm的金属直管内液氢流动速度宜控制在5m/s以内。

6.1.4 加注过程中应注意监测接收容器的液位和压力，观察液氢泄漏情况。

6.1.5 液氢加注枪和车辆加注接口应确保液氢可被安全可靠地输送至车载液氢容器。

6.1.6 液氢加注枪自带或液氢加注机本体配备的回气连接装置应与车载液氢容器回气接口连接可靠，无泄漏。

6.1.7 液氢加注完成后，在液氢加注枪断开连接前，应确保加注软管已排空或泄压，加注枪脱离后应避免外界污染系统。

6.1.8 液氢蒸汽以及用于吹扫和置换的气体应排放到系统氢气放空总管内，不得随意排放。

6.1.9 排放作业前宜先用氮气吹除管内空气，排放液氢（包括气液两相介质和饱和蒸汽）或低温氢气，应保证出口温度不低于90K，排放过程保持正压。

6.1.10 禁止将高压氢排放管与低压氢排放管连通到同一排放系统中。

6.2 维护

6.2.1 应基于设备制造商的建议，至少每6个月进行一次维护，应根据要求提供维护记录。

6.2.2 液氢加注机应配备书面维护计划或过程安全分析计划，操作人员应保存书面维护记录。

6.2.3 应制定预防性维护计划，并应包括设施和设备测试与检视的书面计划表。

6.2.4 运行中的每个部件（包括支撑系统），应通过维修、更换等方法保持其与本身操作或安全目的相兼容的状态。

- 6.2.5 设备维护期间，若停止使用安全设备，则该安全设备所服务的其他组件应停止使用。
- 6.2.6 所有维护与保养应根据设备制造商的要求进行。
- 6.2.7 安全设备、气体监测设备和消防设备应至少半年进行一次测试或检查，若制造商要求的测试周期更严格，则按制造商的要求进行。
- 6.2.8 传感器等仪表应至少每年进行一次维护与校准，若制造商要求的维护校准周期更严格，则按制造商的要求进行。
- 6.2.9 软管、加注枪和拉断装置应至少每月检查一次，并应按照制造商的说明进行维护，若制造商要求的检查周期更严格，则按制造商的要求进行。如发现真空管道有结露或结霜的现象，应立即停止装置运行，对整段管道进行状态检查，如定位为真空问题，则应对管道进行抽真空操作，合格指标应符合出厂规定。
- 6.3 人员操作及工具要求**
- 6.3.1 液氢加注人员应进行专业知识学习，接受操作培训和安全教育，经考核合格后持证上岗。
- 6.3.2 作业人员数量应按操作要求合理控制，至少应有两名作业人员协同配合。
- 6.3.3 作业人员应穿着导电鞋或导电长筒靴，外穿防静电工作服，佩戴防静电帽，裤管应罩在鞋（靴）帮外面，佩戴防冻伤面罩及专用操作手套。
- 6.3.4 作业人员操作前，应先导出自身静电。
- 6.3.5 作业人员加注操作过程中，应严格按照加注流程进行液氢加注操作，不得用手触摸绝热或表面结露、结霜的液氢贮罐与管道表面。
- 6.3.6 液氢加注操作应使用不会产生静电火花的工具，操作时应避免工具撞击和坠落，不得随意敲打、磕碰和粗暴操作。

7 应急预案及演练

- 7.1 应按GB/T 29639的规定编制液氢加注事故应急预案，并纳入液氢加注站的应急预案，同时应按AQ/T 9011的要求进行评估。
- 7.2 应按AQ/T 9007的规定制定液氢加注的应急预案演练计划，应每年至少组织一次应急预案演练，也可液氢加注站的演练一同进行，每半年至少组织一次现场处置方案演练，同时按AQ/T 9009的要求进行评估，以促进本单位应急预案的提升。
-