

团 体 标 准

T/ZAWS 001—2024

加氢站用高压氢气管道安装及检测规范

Specification for installation and inspection of high pressure hydrogen pipeline for
hydrogenation station



2024 - 01 - 29 发布

2024 - 03 - 29 实施

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 管道基本要求.....	2
4.1 不同压力等级氢气管道的安装方式.....	2
4.2 加氢站氢气管道安装、检查范围.....	3
5 管道安装流程.....	3
5.1 管道元件和材料的进场报验.....	3
5.2 管道加工.....	3
5.3 管道安装.....	4
5.4 管道焊接.....	6
5.5 产品成品保护.....	6
6 管道安装检测.....	6
6.1 一般规定.....	6
6.2 外观检查.....	6
6.3 焊接检查.....	7
6.4 卡套安装紧固检查.....	7
6.5 锥面螺纹安装紧固检查.....	7
6.6 整体性试验.....	7

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。

本文件由浙江省安全生产协会提出并归口。

本文件起草单位：浙江浙能航天氢能技术有限公司、浙江省能源集团有限公司、康迪泰克投资（中国）有限公司、上海百图低温阀门有限公司、航天氢能科技有限公司、浙江台连低温科技有限公司、浙江浙石油综合能源销售有限公司、江苏省特种设备安全监督检验研究院、深圳市思特克气动液压有限公司、上海科曼天然气工程有限公司、中国建筑第八工程局有限公司总承包公司浙江分公司、浙江赛德斯低温设备有限公司。

本文件主要起草人：朱朝阳、朱旺、陈汝蒋、郑科、冯成、余梦琦、李煦侃、李科舟、刘亚静、余根怀、张伟鹏、余炳延、韦达、陈义、余萌、金苏柯、梅钦、顾局、张佩文、杜江云。

本文件为首次发布。

加氢站用高压氢气管道安装及检测规范

1 范围

本文件规定了加氢站用高压氢气管道（压力范围为 10MPa~100MPa）安装及检测过程中的术语和定义、基本要求和技术要求。

本文件适用于新建、改建、扩建的加氢站高压氢气管道安装工程的安装及检测。

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 50057-2010 《建筑物防雷设计规范》
- GB 50058-2014 《爆炸危险环境电力装置设计规范》
- GB 50156-2021 《汽车加油加气加氢站技术标准》
- GB 50177-2005 《氢气站设计规范》
- GB 50184-2011 《工业金属管道工程施工质量验收规范》
- GB 50235-2010 《工业金属管道工程施工规范》
- GB 50236-2011 《现场设备、工业管道焊接工程施工规范》
- GB 50516-2010（2021 年版） 《加氢站技术规范》
- GB/T 2102-2022 《钢管的验收、包装、标志和质量证明书》
- GB/T 17116.1-2018 《管道支吊架 第 1 部分：技术规范》
- GB/T 17116.2-2018 《管道支吊架 第 2 部分：管道连接部分》
- GB/T 20801.1-2020 《压力管道规范 工业管道 第 1 部分：总则》
- GB/T 20801.4-2020 《压力管道规范 工业管道 第 4 部分：制作与安装》
- GB/T 20801.5-2020 《压力管道规范 工业管道 第 5 部分：检验与试验》
- GB/T 31032-2014 《钢质管道焊接及验收》
- GB/T 34584-2017 《加氢站安全技术规范》
- NB/T 47013.1-2015 《承压设备无损检测 第 1 部分：通用要求》
- NB/T 47013.2-2015 《承压设备无损检测 第 2 部分：射线检测》

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

加氢站 hydrogen fueling station

为氢燃料电池汽车、氢气内燃机汽车或氢气天然气混合燃料汽车等的储氢瓶充装氢燃料的专门场所。

3.2

安装检查 installation inspection

由施工、安装单位对材料、组成件以及加工、制作、安装等过程进行必需的检测和试验，证实产品或管道建造是否满足相关标准和工程设计要求而履行质量控制职责的过程。

3.3

管道组成件 piping components

用于连接或装配成压力密封的管道系统机械元件，包括压力管道元件（管子、管件、阀门、法兰、补偿器、密封元件、特种元件），安全附件（安全阀、爆破片装置、紧急切断阀）以及紧固件、阻火器、膨胀节、挠性接头、耐压软管、过滤器、管路中的仪表（如孔板）和分离器等。

3.4

管道支承件 pipe-supporting element

用于将管道荷载，包括管道的自重、输送流体的重量、由于操作压力和温差所造成的荷载以及振动、风力、地震、雪载、冲击和位移应变所引起的荷载等传递到管架结构上的元件。

3.5

整体性试验 integrity test

指将氢气管道与各设备作为一个系统进行的试验。

3.6

气压试验 air pressure experiment

以气体为介质，对管道逐步进行加压到规定的压力，以检验管道强度和严密性的试验。

3.7

气密性试验 air tightness test

指为防止管道发生泄漏而进行的以气体为加压介质的致密性试验的一种。

3.8

泄漏量试验 leakage test

以气体为介质，在设计压力下，对管道系统中泄漏点及泄漏率进行检测的试验。

3.9

额定工作压力 normal working pressure (NWP)

额定工作压力指氢气管道出厂时所标定的工作压力。

3.10

最大工作压力 maximum working pressure

氢气管道可达到的最高压力，其值为1.25倍的额定工作压力。

3.11

最高允许工作压力（设计压力） maximum allowable working pressure (design pressure)

设定的氢气管道在工作情况下的压力最高允许设定值，其值为1.1倍的最大工作压力。

4 管道基本要求

4.1 不同压力等级氢气管道的安装方式

加氢站氢气管道供气压力分为 H25、H35、H50、H70、H90 五个等级，不同工作压力等级的氢气管道适用的安装方式见下表 1。

表1 不同工作压力等级氢气管道的安装方式

工作压力等级	额定工作压力 (NWP)	最大工作压力 (1.25NWP)	最高允许工作压力 (1.375NWP)	适用安装方式
H25	25MPa	31.25MPa	34.38MPa	宜采用双卡套密封方式安装 宜采用高压锥面螺纹密封方式安装
H35	35MPa	43.75MPa	48.13MPa	
H50	50MPa	62.50MPa	68.75MPa	
H70	70MPa	87.50MPa	96.25MPa	
H90	90MPa	112.50MPa	123.75MPa	
注：加氢站低压氢气管道可采用焊接方式连接。				

4.2 加氢站氢气管道安装、检查范围

加氢站氢气管道安装主要包括管道固定之后的接头连接、卡套管安装、锥面螺纹安装、焊接安装等，检查包含外观检查、焊接无损检测、管道安装紧固检查、安装后整体性试验检查等内容。

5 管道安装流程

5.1 管道元件和材料的进场报验

5.1.1 一般规定

5.1.1.1 现场安装所使用的氢气管道及元件应进场报验。

5.1.1.2 进场报验的氢气管道及元件应由安装施工单位、监理单位、建设单位共同现场检查制造厂的质量证明文件，其特性和技术参数应符合国家现行有关标准和设计文件的规定。

5.1.1.3 管道元件在使用前应按国家现行有关标准和设计文件的规定，核对材质、规格、型号、数量和标识，并进行外观质量和几何尺寸的检查验收，其结果应符合设计文件及相应产品标准的规定。对于镍合金管道，应进行光谱分析抽检，每个批次（同炉批号、同型号规格、同时到货）抽查 10%，且不少于 1 件。

5.1.1.4 当管道元件或材料的性能数据或检验结果存在异议时，在异议未解决前不得使用。

5.1.1.5 管道元件在施工过程中应妥善保管，不得混淆或损坏，其标记应明显清晰；材质为不锈钢或有色金属的管道元件和材料，在运输和储存期间不得与碳素钢和低合金钢接触。

5.1.2 管道报验

5.1.2.1 当氢气管道报验时，应进行外观质量检查，管道表面应光滑、整洁；管道无针孔、裂纹、重皮和折叠等缺陷。

5.1.2.2 氢气管道使用前应进行外径及壁厚的检验，外径检验应符合国家现行有关标准和设计文件的规定。

5.1.3 阀门报验

5.1.3.1 阀门报验时应进行外观质量检查，阀体和阀盖表面无气孔、砂眼、裂纹等。

5.1.3.2 安全阀在安装前应经过专业第三方机构按照设计压力完成校验，并进行整定压力调整和密封试验，有特殊要求时还应进行其他性能试验。

5.2 管道加工

5.2.1 一般规定

5.2.1.1 氢气管道加工应采用专用加工工具，加工时应采取防止管道破损、变形、变质及降低材料使用性能的措施。不应使用铁质工具直接接触管道。

5.2.1.2 管道切割前，应进行标记。氢气管道不应使用硬印标识。当采用色印标识时，色印不应含有对管道材料产生损害的物质元素。

5.2.2 下料切割

5.2.2.1 当采用砂轮切割或修磨镍合金时，应使用专用砂轮片。

5.2.2.2 切割质量应符合以下规定：

——切口表面应平整，尺寸正确，且无裂纹、重皮、毛刺、凸凹和铁屑等现象；

——管子切口断面倾斜偏差不应大于管子外径的1%，且不得超过3mm。

5.2.2.3 进行焊接的氢气管道切割后管口的坡口形状及尺寸应符合焊接工艺规程的要求。

5.2.2.4 进行现场管口螺纹制作时，应采用专用的倒角和攻丝工具进行，在切屑前和切屑过程中应加入润滑剂。

5.2.3 弯管制作

5.2.3.1 氢气管道的弯管宜采用壁厚为正公差的管道制作。

5.2.3.2 弯管制作后的最小壁厚不得小于直管的设计壁厚，管道弯曲半径应符合设计要求和管道说明书的相关规定，并至少大于管道外径的5倍。

5.2.3.3 氢气管道制作弯管时，宜采用机械方法，使用专用弯管工具冷弯。

5.2.4 支架制作

5.2.4.1 氢气管道支架的型式、材质、精度和加工尺寸应符合 GB/T 17116.1-2018 和 GB/T 17116.2-2018 的规定。

5.2.4.2 支架的组装、焊接和检验应符合国家现行有关标准和设计文件的规定。支架的焊接应有合格焊工进行，焊接完毕应进行外观检查，焊接变形应予以矫正。所有的螺纹连接应按设计规定予以锁紧。

5.2.4.3 制作合格的支架应进行防腐处理，并分类保管。合金钢支架应有材质标记。

5.3 管道安装

5.3.1 一般规定

5.3.1.1 与管道有关的土建工程均应检验合格，满足安装要求，并办理交接手续。

5.3.1.2 与管道连接的设备已找正合格，固定完毕。

5.3.1.3 管道组成件区管道支承件等已安装完毕、检验合格。

5.3.1.4 管道、管件等内部应清理干净，无杂物。

5.3.1.5 管道、管件应在安装前完成脱脂和清洗等步骤。

5.3.1.6 管道在安装前应用氮气或干燥无油空气吹管，保证管道内部洁净。

5.3.1.7 与储氢容器、压缩机等重型设备连接的管道，应在重型设备安装就位、沉降稳定或经注水沉降稳定后再进行管道的安装。

5.3.1.8 法兰连接的管道，在法兰螺栓紧固后应完全伸出螺母（螺柱留出4道螺纹）。

5.3.1.9 法兰连接的接头，紧固后螺栓应完全伸出螺母，法兰连接应增加静电跨接。

5.3.1.10 管道的法兰连接、焊接连接和接头连接的位置应便于检修，并不应紧贴支承件、管沟壁等。

5.3.1.11 安装完成后的管道不得承受设计文件规定以外的荷载。

5.3.1.12 当管道支承件为碳钢时，管道与支承件之间应采用与管道相同材质或对管道组件无损害的非金属衬垫等材料进行隔离。

5.3.1.13 氢气管道用阀门安装前，应按照氢气管道的品种和规格逐个检查阀门的出厂合格证书和实物完好状况，当发现异常时，应及时返厂进行维修或更换。

5.3.2 卡套管道安装

5.3.2.1 卡套管除非在折弯后安装时，卡套接头端面至弯曲部位的直线段长度不应少于三倍接头螺母长度。

5.3.2.2 卡套管应垂直或水平敷设，且敷设的倾斜角度应符合设计文件规定。

5.3.2.3 卡套管接头应安装在便于维修的位置。

5.3.2.4 卡套管与接头安装时，宜采用专用预装器进行预装，根据厂家提供的预装器安装步骤说明进行安装。

5.3.2.5 卡套管应在安装完成后无应力。

5.3.2.6 一般情况下不应混用不同材质或由不同制造商生产的卡套管、卡套、螺母和接头本体等接头部件。

5.3.3 锥面螺纹管道安装

5.3.3.1 锥面螺纹连接应根据工况条件选用合适的保护剂和润滑剂，且不应影响输送介质或管道产生影响。

5.3.3.2 锥面螺纹连接的管道应在安装前检查螺纹是否整洁、光滑、完好。

5.3.3.3 锥面螺纹管道与接头安装时宜采用力矩扳手拧紧至管道厂家文件所规定的力矩值。

5.3.4 支、吊架安装

5.3.4.1 支、吊架的安装高度和间隔密度应符合 GB 50184-2011 和 GB/T 17116.1-2018 的规定。

5.3.4.2 支、吊架与金属板连接时，应采用焊接，与混凝土地面或墙面连接时应采用螺栓连接。

5.3.4.3 支、吊架的水平度和相邻支、吊架的直线度都应符合设计文件要求。

5.3.5 静电接地安装

5.3.5.1 氢气管道应在不同爆炸危险区域的边界处、分叉处、长距离无分支氢气管道的每隔 50m 处、管道始端和末端设置防静电接地。

5.3.5.2 当平行管道净距离小于 100mm 时，应每隔 20m 加跨接线。

5.3.5.3 当管道交叉且净距小于 100mm 时，应加跨接线。

5.3.5.4 在设备和管道的一定位置上，应设置专用的接地连接端子，作为静电接地的连接点。

5.3.5.5 静电接地应与其他接地共用接地体，必要时应设置专用接地干线。当采用专用静电接地体时，氢气接地电阻不应大于 10Ω 。

5.3.5.6 氢气管道上的法兰连接处应采用金属线跨接，跨接电阻应小于 0.03Ω 。

5.3.6 防雷接地安装

5.3.6.1 加氢站内高压氢气管道应根据 GB 50057-2010 和 GB 50058-2014 的规定设置防雷与接地设施。

5.3.6.2 加氢站内高压氢气金属管道应与设备金属外壳、金属线槽和建筑物金属结构等金属构件进行等电位联结并接地。

5.3.6.3 接地系统的每个连接部位之间的电阻值不应大于 0.1Ω 。

5.4 管道焊接

5.4.1 一般规定

- 5.4.1.1 制氢设备的低压管道和放空管道都应采用焊接方式连接。
- 5.4.1.2 氢气管道的焊接必须由持有特种作业许可证的专业人员进行操作，并且只能从事考核项目合格范围内的焊接工作。
- 5.4.1.3 在焊接前，焊接施工单位应编制焊接工艺评定、焊接工艺规程和焊接技术措施，且进行焊接技术和安全交底，焊工应根据焊接工艺规程进行施焊并且做好施焊记录，焊缝附近应打上焊工代号钢印。
- 5.4.1.4 焊接的环境温度应符合焊件焊接所规定的温度，且不对焊工的操作造成影响。
- 5.4.1.5 采用钨极惰性气体保护电弧焊或熔化极气体保护电弧焊时，风速不应大于 2m/s。
- 5.4.1.6 焊接电弧 1m 范围内的相对湿度不应大于 90%。
- 5.4.1.7 在雨、雪天气施焊时，应采取防护措施，当环境温度低于-20℃时应采用预热措施。

5.4.2 焊接工艺要求

- 5.4.2.1 氢气管道对接接头组对时，应使内壁平齐，错边量不大于 1mm。
- 5.4.2.2 氢气管道焊接支管接头不应使用鞍座式接头或翻边接头。
- 5.4.2.3 氢气管道焊缝外观应成型良好，与母材圆滑过渡。
- 5.4.2.4 焊缝表面不应低于管道表面，焊缝余高不大于 2mm。
- 5.4.2.5 焊件组对和施焊前，应对坡口两侧各 20mm 范围内进行清理。油污宜用蒸气脱脂；对于不溶于脱脂剂的油漆和其他杂物，宜用氯甲烷、碱等清洗剂清洗；标记墨水宜用甲醇清除；被压入焊件表面的杂物宜用磨削或 10% 盐酸溶液清洗。清理完后，应用水冲净，干燥后方可焊接。
- 5.4.2.6 氢气管道焊接宜选用钨极惰性气体保护电弧焊方法。
- 5.4.2.7 焊接应采用小线能量、窄焊道和保持电弧电压的稳定，并应采用短弧不摆动或小摆动的操作方法。
- 5.4.2.8 焊缝多层时，宜采用多道焊。底层焊道完成后，应检查焊道表面。每一焊道完成后应彻底清除焊道表面的熔渣，并消除各种表面缺陷，必要时可对焊道表面进行表面探伤。各层焊道的接头和起、收弧点应错开。
- 5.4.2.9 焊接完毕后，应及时将焊缝表面的熔渣及表面飞溅物清理干净。

5.5 产品成品保护

- 5.5.1 管道在安装过程中断时，应对管口进行临时封堵。
- 5.5.2 管道在安装过程时和安装完成后，应采取防止切割、焊接等作业产生的飞溅物损伤及污染管道的措施。
- 5.5.3 管道安装完成后，在管道附近存在其他交叉施工时，应采取硬隔离、警戒带隔离和过桥踏板等方式对管道进行保护。

6 管道安装检测

6.1 一般规定

管道安装完成后，应对管道进行外观检查、焊接检测、卡套安装紧固检查、锥面螺纹安装紧固检查和安装后整体性试验检查等。

6.2 外观检查

6.2.1 管道排列规范、美观，框架立柱对齐、纵横成行，管道横平竖直。

6.2.2 管道安装应设立支承固定点，固定点位置应符合 GB 50184-2011 和 GB/T 17116.1-2018 的规定，当使用弯通或三通时，连接管与连接处应自然对齐，偏差不得超过 1cm。

6.2.3 管道与其他管道交叉时，其垂直净距不应小于 0.2m，当小于 0.2m 时，两管之间应有单独的固定支柱。

6.2.4 管道与电力和通信电缆交叉时，其垂直净距不应小于 0.3m。

6.3 焊接检查

6.3.1 无损检测

氢气管道的对接焊接接头外观检查合格后，应符合 NB/T 47013.2-2015 的规定。对接头进行 100% 射线检测时，检测技术等级不应低于 AB 级，合格级别应为 II 级。

6.3.2 硬度检查

对焊接接头、热弯以及热成型组件应进行硬度检查。硬度检查的数量和要求应符合 GB/T 20801.4-2020 的规定。

6.4 卡套安装紧固检查

初步安装好后，根据不同的管径使用相应的间隙检测规确认接头是否已经充分紧固。将间隙检测规放入螺母和接头本体之间的间隙时，如果检测规不能进入间隙内，则说明接头已经充分紧固；如果检测规能够进入间隙内，则说明需要进一步紧固。

6.5 锥面螺纹安装紧固检查

应按照设计文件和厂家产品手册要求进行安装，力矩拧到要求的力矩值，后续通过整体性试验进行安装紧固检查。

6.6 整体性试验

6.6.1 整体性试验管道的试验压力等于或小于设备的试验压力时，应按管道的试验压力进行试验；当管道试验压力大于设备的试验压力，并无法将管道与设备隔开，经设计或建设单位同意，可按设备的试验压力进行试验。

6.6.2 洁净度检查

通过管道吹扫进行洁净度检查。

吹扫前准备工作：

- 根据管道内气体流向及管道系统情况，绘制吹扫系统图；
- 根据系统图合理安排吹扫方向和顺序，吹扫介质出口应采取隔离措施，防止污染；
- 氢气管道系统上所有设备应做临时隔离；
- 准备吹扫用的白色油漆板或白绸布。

吹扫应符合下列规定：

- 宜采用氮气或干燥无油空气进行吹扫；
- 纯度大于或等于 99.9% 的氢气管道系统，应采用氮气进行吹扫；
- 当采用空气吹扫时，在吹扫合格后应以氮气置换吹扫；

- 氢气管道采用氮气或空气吹扫时，其压力宜为 0.1MPa~0.3MPa，气体流速不得小于 20m/s，应在排气口设白色油漆板或白绸布检查，以时间 10min 板上无铁锈或其他杂物为合格，即完成洁净度检查；
- 氢气管道系统在试验和吹扫合格后，应保证氮气置换至含氧量低于 1%，充氮气保持 0.2MPa；
- 吹扫按主管、支管顺序进行，吹扫出的杂物不应进入已完成吹扫的管道。

6.6.3 压力试验

- 6.6.3.1 压力试验应以氮气或干燥无油空气进行，试验压力应为设计压力的 1.1 倍。在进行气体压力试验前应制定安全防护措施，并在实施时严格执行。
- 6.6.3.2 压力试验时，宜逐级、缓慢增加压力直至达到试验压力。
- 6.6.3.3 压力试验过程中，若发现管路、管件异常，不得带压处理，应及时打开排空阀进行泄放。

6.6.4 气密性试验

- 6.6.4.1 气密性试验应采用氮气、氮氮混合气（氮气体积百分比含量不小于 5%）或氦气。
- 6.6.4.2 气密性试验应分为高、低压检测阶段，在气体压力试验达到试验压力后应保压 10min，然后降压至设计压力，对焊缝和连接部位进行检查，将发泡液涂覆在连接部位上，观察所连接区域有无气泡产生，若发现有气泡，则重新进行安装。检测后应将被检测部位的发泡液洗拭干净，以免对系统部件产生腐蚀。
- 6.6.4.3 若未检出泄漏，应继续保压不少于 30min，无压力降后，应将试验压力降至零，进行第二阶段的低压检测，其试验压力应为 $2\text{MPa}\pm 0.2\text{MPa}$ ，试验时间不应少于 30min，以未检出泄漏和无压力降时判定为合格。

6.6.5 泄漏量试验

- 6.6.5.1 泄漏量试验介质宜采用氮气或氦气。
- 6.6.5.2 泄漏量试验压力应为设计压力。当试验介质为氮气时，应保压 24 小时以上，平均每小时的泄漏率 $< 0.5\%$ 时判定为合格；当试验介质为氦气时，应保压 1 小时以上，平均每小时的泄漏率 $< 0.5\%$ 时判定为合格。