

ICS 点击此处添加 ICS 号

CCS 点击此处添加 CCS 号

团 体 标 准

T/XXX XXXX—XXXX

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

(征求意见稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

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 基本规定（管道）	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	3
5.1 管道元件和材料的进场报验	3
5.2 管道加工	4
5.3 管道安装	5
5.4 管道焊接	8
5.5 产品成品保护	9
6 管道检测	9
6.1 一般规定	9
6.2 外观检查	9
6.3 焊接检测	9
6.4 卡套安装紧固检查	9
6.5 锥面螺纹安装紧固检查	10
6.6 整体性试验	10

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。

本文件由XXXX提出。

本文件由XXXX归口。

本文件起草单位：XXXX。

本文件主要起草人：XXX。

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安装及检测过程中的术语和定义及技术要求。

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施工。

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 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 加氢站技术规范
- GB/T 2102-2006 钢管的验收、包装、标志和质量证明书
- GB/T 20801.5-2006 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

为氢燃料电池汽车或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

检查

由施工、安装单位对材料、组成件以及加工、制造、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工程。

3.3

管道元件

指连接或装配成管道系统的各种零部件的总称。包括管道组成件和管道支承件。

3.4

压力试验

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

3.5

气密性试验

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。

3.6

泄漏性试验

以气体为介质，在设计压力下，采用发泡剂、显色剂、气体分子感测仪或其他手段等检查管道系统中泄漏点的试验。

3.7

额定工作压力

在正常工作情况下，氢气管道能达到的最高工作压力。

3.8

最大工作压力

最大工作压力指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。

3.9

最高允许工作压力（设计压力）

最高允许工作压力指设定的氢气管道在正常工作情况下的最大压力，其值为1.1倍的最大工作压力。

4 基本规定（管道）

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 四个等级，不同压力等级的氢气管道适用的安装方式见表 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
H35	35MPa	43.75MPa	48.13MPa	宜采用高压锥面螺纹密封方式安装
H50	50MPa	62.50MPa	68.75MPa	宜采用高压锥面螺纹密封方式安装
H70	70MPa	87.50MPa	96.25MPa	宜采用高压锥面螺纹密封方式安装

4.2 加氢站氢气管道安装、检查范围

本文加氢站氢气管道安装主要包括管道固定之后的阶段（接头连接）、卡套管安装、锥面螺纹安装、焊接安装等，检查包含的内容为外观检查、焊接检测、管道安装紧固检查、安装后整体性试验检查等。

5 管道安装

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行进场报验。

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验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设计文件和国家现行有关标准的规定，核对材质、规格、型号、数量和标识，并应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。对于铬钼合金钢、含镍低温钢、不锈钢、镍及镍合金、钛及钛合金材料的管道，进行光谱分析或其他材质复验方法进行抽检，每个批次（同炉批号、同型号规格、同时到货）抽查 5%，且不少于 1 件。

5.1.1.4 当对管道元件和材料的性能数据或检验结果有异议时，在异议未解决前该批管道元件或材料不得使用。

5.1.1.5 管道和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、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、低合金钢接触。

5.1.2 管道报验

5.1.2.1 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，应无针孔、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，外径检查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，阀体应完好，阀体、阀盖表面应无气孔、砂眼、裂纹等。

5.1.3.2 安全阀在安装前应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 通用规定

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。氢气管道不得使用硬印标识。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。

5.2.1.3 管道加工时，应采取保证人身安全和环境保护的措施。

5.2.2 下料切割

5.2.2.1 当采用砂轮切割或修磨不锈钢、镍及镍合金、钛及钛合金、锆及锆合金时，应使用专用砂轮片。

切割质量应符合以下规定：

——切口表面应平整，尺寸应正确，并应无裂纹、重皮、毛刺、凸凹、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%，且不得大于3mm。

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

5.2.2.3 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，并在切屑前、切屑过程中加入润滑剂。

5.2.3 弯管制作

5.2.3.1 氢气管道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，并应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，或专用弯管工具。

5.2.4 支架制作

- 5.2.4.1 氢气管道支架的型式、材质、加工尺寸及精度应符合设计文件和国家现行有关标准的规定。
- 5.2.4.2 氢气管道的支架采用碳素钢时，与氢气管道的接触部位应垫非金属衬垫。
- 5.2.4.3 支架的组装、焊接和检验应符合设计文件和国家现行有关标准的规定。支架的焊接应有合格焊工进行，焊接完毕应进行外观检查，焊接变形应予矫正。所有螺纹连接均应按设计规定予以锁紧。
- 5.2.4.4 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 通用规定

- 5.3.1.1 与管道有关的土建工程应检验合格，满足安装要求，并办理交接手续。
- 5.3.1.2 与管道连接的设备应找正合格，固定完毕。
- 5.3.1.3 管道组成件区管道支承件等应安装完毕、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、管件在安装前应完成脱脂、清洗完毕。
- 5.3.1.6 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。
- 5.3.1.7 法兰连接的管道，在法兰螺栓紧固后应完全伸出螺母，螺柱需留出4道螺纹。
- 5.3.1.8 法兰连接的接头，紧固后螺栓应完全伸出螺母，5孔螺栓以下法兰连接应增加静电跨接，具体应根据螺栓数量和跨接电阻决定。
- 5.3.1.9 管道的法兰连接、焊接连接、接头连接的位置应便于检修，并不得紧贴支撑件、管沟壁等。
- 5.3.1.10 管道在安装前应用氮气或洁净空气吹管，保证管道内部洁净。
- 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、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，应先及时返厂进行维修或更换。

5.3.2 卡套管道安装

- 5.3.2.1 将卡套管完全插入接头内并顶住肩部，用手指将螺母拧紧。
- 5.3.2.2 在螺母合适位置进行标记，并将卡套管接头本体固定，见表2：
 - 对于1 in./25mm 及以下的卡套管接头，以标记位置为起点，将螺母紧固一有四分之一圈；
 - 对于1/16 in.、1/8 in.、3/16 in.、2 mm、3 mm 和4 mm 的卡套管接头，以标记位置为起点，将螺母紧固四分之三圈；
 - 对于超过1 in./25 mm 的卡套管接头，以标记位置为起点，将螺母紧固二分之一圈。
- 5.3.2.3 使用对应规格的间隙检测规确认接头已经充分紧固。

5.3.2.4 当需要拆卸接头并复装时，需按照下列步骤进行操作：

- a) 在拆卸前沿螺母背面在卡套管上作标记，在螺母和接头本体的平面上画一条线；
- b) 将带有预装卡套的卡套管插入接头内直到前卡套顶在接头本体上；
- c) 牢牢固定接头本体，使用扳手把螺母转到卡套管及本体平面上的标记指示的先前紧固位置；
- d) 复装的卡套接头不能用间隙检测规确认是否紧固。

5.3.2.5 不得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。

表 2 卡套管扭矩值

尺寸	所需扭矩	
	Ft·lb	N·m
1/4 in./6 mm	25	33.9
3/8 in.	45	61.1
10 mm	100	136
1/2 in./12 mm	110	150
9/16 in.	170	231
3/4 in.	225	306

5.3.3 锥面螺纹管道安装

5.3.3.1 先将螺套套在钢管上，然后将卡圈拧在管件上螺纹需露出 1-2 牙。

5.3.3.2 在螺套和卡圈的接触面的上部、管件锥面涂抹润滑剂，这能有效保护密封面，防止安装过程造成磨损。

5.3.3.3 将管件插入孔中，并用手顺时针旋紧螺套，然后使用扳手拧紧螺套，对应的扭矩值见表 3。

操作方法:在拧紧的过程中，用另一个扳手反方向固定住接口，防止连接口旋转。

表 3 螺纹管扭矩值

钢管尺寸外径 x 内径 in.(mm)	钢管压力等级 MPa	所需扭矩	
		Ft·lb	N·m
1/4x.109(6.35x2.77)	155	20	28
3/8x.203(9.53x5.17)	155	30	41
9/16x.312(14.29x7.93)	155	55	75
9/16x.359(14.29x9.13)	105	55	75
3/4x.438(19.05x11.12)	155	90	122
3/4x.516(19.05x13.1)	105	90	122

1x.562(25.4x14.27)	155	150	204
1x.688(25.4x17.47)	105	150	204
1 ^{1/2} x.937(38.1x23.8)	105	200	275
1/4x.083(6.35x2.11)	450	25	34
3/8x.125(9.53x3.17)	450	50	68
9/16x.188(14.29x4.77)	450	110	150
1x.438(25.4x11.13)	296.5	150	204
1/4x.063(6.35x1.59)	700	25	34
3/8x.125(9.53x3.17)	700	50	68
9/16x.188(14.29x4.77)	700	110	150
5/16x.062(7.94x1.58)	1050	70	95

5.3.4 支、吊架安装

5.3.4.1 支、吊架的安装高度、间隔密度应符合设计文件和国家现行有关标准的规定。

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

5.3.4.3 支、吊架的水平度，相邻支架和吊架的直线度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边界、分叉处、长距离无分支氢气管道每隔 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，应设置专有的接地连接端子，作为静电接地的连接点。

5.3.5.5 静电接地宜与其他接地共用接地体。当采用专用静电接地体时，氢气接地电阻不得大于 10 Ω。

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 0.03 Ω。

5.3.5.7 静电接地干线可与其他接地共用，必要时可设置专用接地干线。

5.3.6 防雷接地安装

5.3.6.1 加氢站内高压氢气管道应按现行国家标准 GB 50057 和 GB 50058 的有关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、建筑物金属结构、金属构件等进行等电位联结并接地。

5.3.6.3 各种接地系统，每个连接部位之间的电阻值不应大于 0.1 Ω。

5.4 管道焊接

5.4.1 通用规定

- 5.4.1.1 制氢设备低压管道及放空管道宜采用焊接方式连接。
- 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。
- 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，进行焊接技术和安全交底。
- 5.4.1.4 施焊环境应符合以下规定：
 - 焊接的环境温度应符合焊件焊接所需的温度，不得影响焊工的操作；
 - 采用焊条电弧焊、自动保护药芯焊丝电弧焊和气焊时，风速不应大于 8m/s；
 - 采用钨极惰性气体保护电弧焊、熔化极气体保护电弧焊时，风速不应大于 2m/s；
 - 焊接电弧 1m 范围内的相对湿度，铝及铝合金的焊接不得大于 80%，其他材料的焊接不得大于 90%；
 - 在雨、雪天气施焊时，应采取防护措施。
- 5.4.1.5 施焊前，应对焊接和热处理设备进行检查，确认其工作性能稳定可靠。
- 5.4.1.6 不锈钢和有色金属的焊接，应设置专用的场地和专用组焊设备，不得与黑色金属等其他产品混杂。不锈钢和有色金属焊接场所应保持洁净、干燥、无污染。

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，错边量不应大于 1mm。
- 5.4.2.2 氢气管道焊接支管接头不应使用鞍座式接头、翻边接头。
- 5.4.2.3 氢气管道焊缝应外观成型良好，并应与母材圆滑过渡，宽度宜每侧盖过口 2mm。
- 5.4.2.4 焊缝表面不得低于管道表面，焊缝余高不应大于 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。油污可用蒸气脱脂；对于不溶于脱脂剂的油漆和其他杂物，可用氯甲烷、碱等清洗剂清洗；标记墨水可用甲醇清除；被压入焊件表面的杂物可用磨削或 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 氢气管道焊接时宜采用钨极惰性气体保护电弧焊方法。含铬或含钼的镍合金焊接接头应有良好的耐晶间腐蚀性能，需采用钨极惰性气体保护电弧焊、熔化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，每一焊道完成后均应彻底清除焊道表面的熔渣，并应消除各种表面缺陷。各层焊道的接头应错开。
- 5.4.2.9 当焊件温度低于 15℃时，应对焊缝两侧各 300mm 范围内加热至 15℃~20℃，并热透。

5.4.2.10 当采用钨极惰性气体保护焊方法焊接底层焊道时,焊缝背面应采取充氩气或其他气体保护措施。焊接过程中,焊丝的加热端应置于保护气体中。

5.4.2.11 焊件表面不得有电弧擦伤,不得在焊件表面引弧和熄弧。当焊接熄弧时应填满弧坑,并磨去弧坑缺陷。

5.4.2.12 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。

5.4.2.13 镍及镍合金管道不宜进行焊后热处理。当设计文件要求进行焊后热处理时,应在焊缝检验合格后进行。

5.5 产品成品保护

5.5.1.1 管道在安装过程中断时,应对管口进行临时封堵。

5.5.1.2 管道安装过程及安装完成后,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。

5.5.1.3 管道安装完成后不得承受设计文件规定以外的载荷。

5.5.1.4 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、过桥踏板等方式对管道进行保护。

6 管道检测

6.1 通用规定

管道安装完成后,需要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、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,除特殊需要外,不用歪斜管道布置方式。

6.2.2 安装管道每6米必须设支撑固定点,当使用弯通或三通时,连接管与连接处须自然对齐,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、通信电缆交叉时,其垂直净距不应小于0.5m。

6.3 焊接检测

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

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。

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

严格按照相关规范进行安装，力矩拧到要求的力矩值，安装好后，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 整体性试验是将氢气管道与设备作为一个系统进行试验，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。吹扫前需进行准备工作：

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

吹扫应符合下列规定：

- 采用氮气或干燥无油空气进行吹扫；
- 纯度大于或等于 99.9%的管道系统，采用氮气进行吹扫；
- 当采用空气吹扫时，在吹扫合格后以氮气置换吹扫；
- 氢气管道采用氮气或空气吹扫时，其压力为 0.1MPa~0.3MPa，气体流速不得小于 20m/s，在排气口设白色油漆板或白绸布检查，以 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，以氮气置换至含氧量低于 1%，充氮气保持在 0.2MPa；
- 吹扫按主管、支管顺序进行，吹扫出杂物不得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，试验压力应为最高允许工作压力的 1.05 倍-1.10 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 5min，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；

6.6.4.2 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 $2\text{MPa} \pm 10\%$ ，试验时间不应少于 30min，应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

泄漏量试验压力应为最高允许工作压力。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。
