

ICS 77.140.20
H 48

T/SSTA

上海钢管行业协会团体标准

T/SSTA 202—2022

加氢站高压管路用不锈钢无缝管

Stainless steel seamless tube for high pressure of hydrogen refilling station

2022年6月10日 发布

2022年9月01日 实施

上海钢管行业协会 发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 订货内容	1
4 尺寸、外形及重量	2
4.1 外径和壁厚	2
4.2 长度	2
4.3 弯曲度	2
4.4 端头外形	2
4.5 不圆度	3
4.6 交货数量	3
5 技术要求	3
5.1 牌号和化学成分	3
5.2 制造方法	3
5.3 交货状态	4
5.4 力学性能	4
5.5 工艺性能	4
5.6 晶间腐蚀试验	5
5.7 金相检验	5
5.8 无损检验	5
5.9 表面质量	5
5.10 特殊要求	6
6 试验方法	6
7 检验规则	7
7.1 检查和验收	7
7.2 组批规则	7
7.3 取样数量	7
7.4 复验和判定规则	7
8 标识和包装	7
8.1 标识	7
8.2 包装	7
8.3 质量证明书	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这些专利的责任。

本文件由上海钢管行业协会提出。

本文件由上海钢管行业协会专家委员会归口。

本文件负责起草单位：马鞍山尊马科技有限公司、上海舜华新能源系统有限公司、宝武特种冶金有限公司、中石化安全工程研究院有限公司

本文件参与起草单位：中国特种设备检测研究院、浙江蓝能燃气设备有限公司、上海机动车检测认证技术研究中心有限公司、上海轨道交通检测认证(集团)有限公司、浙江浙能航天氢能技术有限公司、辽宁美托科技股份有限公司、上海驿蓝能源科技有限公司、上海市特种设备监督检验技术研究院、华东理工大学、重庆市特种设备检测研究院、重庆市通欧质检技术服务有限公司、上海绅珑新材料科技有限公司

本文件主要起草人：张健、王建坡、郑子壮、顾成杰、陈华强、周灿栋、于安峰，康泽天

本文件参与起草人：古纯霖、李翔、曹文红、欧阳云瀚、韩斌、周慎学、李召君、肖明宇、李前、安源胜、李斌、闫玉峰、陆志君、时光、韩文超

本文件主要审查人：孙永喜、张耀飞、杨张鸣、张培丽、蔡志刚、徐松乾、吕洪

加氢站高压管路用不锈钢无缝管

1 范围

本文件规定了加氢站高压管路用不锈钢无缝管的订货内容、尺寸、外形、重量、技术要求、试验方法、检验规则、包装、标志和质量证明书。

本文件适用于气态氢气、额定工作压力不超过138MPa、工作温度范围不低于-40℃的加氢站用不锈钢无缝管。

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 222 钢的成品化学成分允许偏差
- GB/T 228.1 金属材料 拉伸试验 第1部分 室温试验方法
- GB/T 241 金属管 液压试验方法
- GB/T 242 金属管 扩口试验方法
- GB/T 246 金属材料 管 压扁试验方法
- GB/T 2039 金属材料 单轴拉伸蠕变试验方法
- GB/T 2102 钢管的验收、包装、标志和质量证明书
- GB/T 2975 钢及钢产品 力学性能试验取样位置及试样制备
- GB/T 4334-2020 金属和合金的腐蚀 奥氏体及奥氏体-铁素体（双相）不锈钢晶间腐蚀试验方法
- GB/T 5777-2019 无缝钢管超声波探伤检验方法
- GB/T 6394 金属平均晶粒度测定方法
- GB/T 7735-2016 无缝和焊接（埋弧焊除外）钢管缺欠的自动涡流检测
- GB/T 10125 人造气氛腐蚀试验 盐雾试验
- GB/T 10561-2005 钢中非金属夹杂物含量的测定标准评级图显微检验法
- GB/T 14976 流体输送用不锈钢无缝钢管
- GB/T 17395-2008 无缝钢管尺寸、外形、重量及允许偏差 标准
- GB/T 20878 不锈钢和耐热钢牌号及化学成分
- GB/T 31138-2014 汽车用压缩氢气加气机
- GB/T 31139-2014 移动式加氢设施安全技术规范
- GB/T 34584-2017 加氢站安全技术规范
- GB/T 38223-2019 奥氏体不锈钢铸件中铁素体含量测定方法
- GB 50516-2021 加氢站技术规范

3 订货内容

按本文件订购钢管的合同或订单，应包括（但不限于）下列内容：

- (1) 标准编号；
- (2) 产品名称；
- (3) 钢的牌号；
- (4) 尺寸规格；
- (5) 交货重量或数量；
- (6) 交货状态；
- (7) 特殊要求。

4 尺寸、外形及重量

4.1 外径和壁厚

4.1.1 钢管的外径和壁厚及允许偏差应符合表 1 的规定。当需方有特殊要求时，经在合同中注明，可供表 1 以外的外径和壁厚及允许偏差的钢管。

4.1.2 钢管通常按外径和壁厚要求供货。根据需方要求，经供需双方协商，并在合同中注明，亦可按外径和内径要求或内径和壁厚要求供货。

表 1 外径、壁厚及允许偏差

单位：毫米

规格（外径×壁厚）	外径允许偏差		壁厚允许偏差	
	普通级 PA	高级 PC	普通级 PA	高级 PC
6.35x1.79	+0.00	+0.00	+0.10	+0.10
	-0.15	-0.10	-0.10	-0.05
9.53x2.18	+0.00	+0.00	+0.10	+0.10
	-0.15	-0.10	-0.10	-0.05
14.29x3.18	+0.00	+0.00	+0.15	+0.10
	-0.20	-0.15	-0.15	-0.10
19.05x3.96	+0.00	+0.00	+0.15	+0.10
	-0.20	-0.15	-0.15	-0.10

4.2 长度

钢管应按定尺或倍尺交货，交货长度和允许偏差应在合同中注明。定尺长度允许偏差为 0^{+10} mm 规定。

4.3 弯曲度

钢管的全长弯曲度应符合表 2 规定。合同中未注明允许偏差级别，按普通级执行。

表 2 全长弯曲度

单位：毫米

长度	普通级 PA	高级 PC
$L \leq 500$	≤ 0.3	≤ 0.2
$500 < L \leq 2000$	$\leq 0.13\% \times L$	$\leq 0.1\% \times L$
$L > 2000$	$\leq 0.15\% \times L$	$\leq 0.12\% \times L$

4.4 端头外形

钢管两端端面应与钢管轴线垂直，且符合表 3 规定。合同中未注明允许偏差级别，按普通级执行。

表 3 端面垂直度的允许偏差

单位：毫米

长度	普通级 PA	高级 PC
$L \leq 500$	≤ 0.15	≤ 0.10
$L > 500$	≤ 0.20	≤ 0.15

4.5 不圆度

钢管的不圆度应不大于外径公差的 70%;

4.6 交货数量

- 4.6.1 钢管按实际重量交货,亦可按长度或理论重量交货。钢管理论重量的计算按GB/T 17395的规定, S31603钢的密度为7.98kg/dm³, HSS-70钢的密度为7.88kg/dm³。
- 4.6.2 根据需方要求,经供需双方协商,并在合同中注明,交货钢管的实际重量与理论重量的偏差应符合如下规定:
- 单根钢管: ±8%;
 - 每批最小为1吨的钢管: ±6%;

5 技术要求

5.1 钢的牌号和化学成分

- 5.1.1 钢的牌号和化学成分应符合表4的规定。
- 5.1.2 钢的镍含量和镍当量,应符合GB 50516-2021的规定,满足:
 $Ni > 12.5\%$, $Ni_{eq} = Ni + 0.65Cr + 0.98Mo + 1.05Mn + 0.35Si + 12.6C \geq 28.5\%$
- 5.1.3 当需方要求进行成品分析时,应在合同中注明。成品钢管的化学成分允许偏差应符合GB/T 222的规定。

表4 钢的牌号和化学成分(熔炼成分)

单位: wt%

牌号	C	Si	Mn	P	S	Cr
S31603 (022Cr17Ni12Mo2)	≤ 0.030	≤ 1.00	≤ 1.70	≤ 0.035	≤ 0.010	17.00/ 18.50
	Mo	V	Ni	Nb	N	0
	2.00/ 2.50	0.10/ 0.30	12.50/ 14.00	--	≤ 0.11	--
HSS-70 (05Cr22Ni13Mn5Mo2.5NVNb)	C	Si	Mn	P	S	Cr
	≤ 0.060	≤ 1.00	4.00/ 6.00	≤ 0.045	≤ 0.030	20.50/ 23.50
	Mo	V	Ni	Nb	N	0
	1.50/ 3.00	0.10/ 0.30	12.50/ 14.00	0.10/ 0.30	0.20/ 0.40	≤ 0.0060

5.2 制造方法

5.2.1 钢的冶炼方法

钢应采用电弧炉加电渣重熔方法冶炼,或采用更优的冶炼方法。

5.2.2 钢管的制造方法

钢管应采用热轧(挤压)或冷拔(轧)无缝方法制造,亦可采用其他更优的方法制造。

5.3 交货状态

- 5.3.1 钢管的交货状态应符合表5的规定。

表5 交货状态

产品规格	交货条件类型	表面粗糙度	
		外壁	内壁
6.35x1.79	冷加工硬态	$Ra \leq 1 \mu m$	$Ra \leq 3 \mu m$
	固溶态	$Ra \leq 1 \mu m$	$Ra \leq 3 \mu m$
9.53x2.18	冷加工硬态	$Ra \leq 1 \mu m$	$Ra \leq 3 \mu m$
	固溶态	$Ra \leq 1 \mu m$	$Ra \leq 3 \mu m$
14.29x3.18	冷加工硬态	$Ra \leq 1 \mu m$	$Ra \leq 1 \mu m$
	固溶态	$Ra \leq 1 \mu m$	$Ra \leq 1 \mu m$
19.05x3.96	冷加工硬态	$Ra \leq 1 \mu m$	$Ra \leq 1 \mu m$
	固溶态	$Ra \leq 1 \mu m$	$Ra \leq 1 \mu m$

5.3.2 根据需方要求，经供需双方协商，并在合同中注明，可按表 5 以外的状态供货。

5.4 力学性能

5.4.1 钢管交货状态的推荐力学性能抗拉强度 R_m 、规定塑性延伸强度 $R_{p0.2}$ 和断后伸长率 $A\%$ ，应符合表 6 的规定。

表 6 推荐交货状态的力学性能

牌号	交货状态	力学性能		
		抗拉强度 R_m/MPa	规定塑性延伸强度 $R_{p0.2}/MPa$	断后伸长率 $A/\%$
S31603	冷加工硬态	≥ 850	≥ 700	≥ 10
HSS-70		≥ 950	≥ 800	≥ 10
	固溶态	≥ 750	≥ 480	≥ 30

5.4.2 根据需方要求，经供需双方协商，并在合同中注明，可采用表 6 规定以外的力学性能要求。

5.5 工艺性能

5.5.1 密实性试验

根据需方要求，经供需双方协商，并在合同中注明，钢管应进行气密性试验和液静压强度试验。

5.5.1.1 气密性试验

钢管的气密性试验按表 7 规定。亦可由供需双方协商进行。

表 7 气密性试验

单位：毫米

规格	试验方法	合格指标
所有规格	封堵钢管一端，从另一端充入 96.3MPa 10% 氦氮混合气，分别在室温+25℃、+85℃、-40℃环境下保压 8h	使用氦质谱检漏仪进行检测，接口处泄漏量 $\leq 1 \times 10^{-5} \text{mbarl/s}$

5.5.1.2 液静压强度试验

钢管的液静压强度试验按表 8 规定。亦可由供需双方协商进行。

表 8 液静压强度试验

规格	试验方法	合格指标
所有规格	封堵钢管一端，从另一端施加 210MPa（±2.0MPa）的液压，保压 3min	钢管无泄漏、变形等异常现象

5.5.3 扩口试验

根据需方要求，经供需双方协商，并在合同中注明，可按 GB/T 242 的规定进行扩口试验。扩口试验的顶芯锥度为 60° ，或由供需双方协商确定顶芯锥度。扩口后外径的扩口率 $\geq 15\%$ ，扩口后试样不允许出现裂纹或裂口。

5.6 晶间腐蚀

钢管晶间腐蚀试验的方法应符合 GB/T 4334-2020 的 E 法规定。经供需双方协商，可采用其它晶间腐蚀试验方法。

5.7 金相检验

钢管应进行横截面金相检验。试样应磨平、抛光、侵蚀，以便能够观察金属的微观组织。

5.7.1 晶粒度

钢管应按 GB/T 6394 进行晶粒度检验，成品钢管的横截面晶粒度不小于 6 级。

5.7.2 非金属夹杂物

根据需方要求，经供需双方协商，并在合同中注明，钢管原料可按照 GB/T 10561-2005 进行非金属夹杂物含量的测定。

5.7.3 铁素体检测

根据需方要求，经供需双方协商，并在合同中注明，钢管原料可按 GB/T 38223-2019 进行铁素体检测。

5.8 无损检测

5.8.1 钢管应进行涡流检测和超声波检测。

5.8.1.1 涡流检测按 GB/T 7735-2016 进行，人工伤对比样管应符合标准 E2H 等级规定。

5.8.1.2 超声检测按 GB/T 5777-2019 进行，人工伤对比样管应符合标准 U2 等级规定。

5.8.2 根据需方要求，经供需双方协商，并在合同中注明，可按其他方法和要求进行无损检测。

5.9 表面质量

5.9.1 钢管的内外表面不得有裂纹、折叠、轧折、离层和结疤。这些缺陷应完全清除，清除深度应不超过公称壁厚的负偏差，缺陷清除处的实际壁厚应不小于壁厚所允许的最小值。

5.9.2 钢管的内表面宜使用合适的内窥镜检验。

5.9.3 钢管的其它表面质量要求，应根据需方要求，经供需双方协商，并在合同中注明。

5.10 特殊要求

5.10.1 耐久性试验

钢管的耐久性试验按表 9 规定。亦可由供需双方协商进行。

表 9 耐久性试验

规格	试验方法	合格指标
所有规格	封堵钢管一端,从另一端通入 87.5MPa 氢气并泄压,完成 50000 次氢气压力循环测试。一个循环的定义为:试验压力从 0MPa 升至 87.5MPa,保持时间不少于 2s,关闭入口压力,然后从出口泄压到 0.5MPa 以下,钢管做周期性充放气动作,充放气频率不高于 15 次 / 分钟。	试验结束后,使用 10%氮氮混合气立即进行常温 87.5MPa 气密测试,接口处泄漏量 $\leq 1 \times 10^{-5}$ mbarl/s

5.10.2 盐雾试验

根据需方要求,经供需双方协商,并在合同中注明,钢管按表 10 进行耐盐雾腐蚀性试验。

表 10 盐雾腐蚀性试验

规格	试验方法	合格指标
所有规格	将钢管固定在试验装置上,在规定的盐雾中暴露 500h。盐雾室的温度应维持在 30℃~35℃,盐溶液应由 5%的氯化钠和 95%的蒸馏水(质量分数)组成。	试验结束后,使用 10%氮氮混合气立即进行常温 87.5MPa 气密测试,接口处泄漏量 $\leq 1 \times 10^{-5}$ mbarl/s

6 试验方法

- 6.1 钢管的尺寸和外形应采用符合精度要求的量器具测量。
- 6.2 钢管的内外表面质量应在充分照明的条件下目视检查。
- 6.3 钢管其它检验项目的试验方法和取样方法应符合表 11 的规定。

表 11 钢管检验项目、试验方法和取样频率

序号	检验项目	试验方法	逐支检验	批量检验	型式检验	批量检验频率
1.	化学成分	5.1.1			√	1 支/炉
2.	气密性试验	5.5.1			√	
3.	液静压试验	5.5.2			√	
4.	力学性能	5.3.3		√	√	2 支/批
5.	扩口试验	5.5.3		√	√	2 支/批
6.	晶间腐蚀试验	5.6		√	√	2 支/批
7.	晶粒度检验	5.7.1		√	√	2 支/批
8.	非金属夹杂物检验	5.7.2			√	1 支/炉
9.	铁素体检验	5.7.3			√	1 支/炉
10.	涡流检测	5.8.2	√			
11.	超声波检测	5.8.3	√			
12.	内窥镜检验	5.9.2	√			
13.	耐久性试验	5.10.1			√	
14.	盐雾试验	5.10.2			√	

7 检验规则

7.1 检查和验收

钢管的检查和验收由供方的技术质量监督部门进行。也可由需方在供方现场验收。

7.2 组批规则

钢管按 GB/T 14976 规定的组批规则进行检查和验收，每批应由同一炉号、同一牌号、同一规格和同一热处理制度的钢管组成。

7.3 取样数量

钢管各项检验的取样数量应符合表 11 的规定。

7.4 复验和判定规则

钢管的复验和判定规则应符合 GB/T 2102 的规定。

8 包装和标志

8.1 包装

钢管包装前应保证管件清洁，无油污，无腐蚀，包装箱内应附有产品标志和质量证明书，包装箱外应标明产品名称、执行标准、生产日期、数量（质量）、生产厂名称和联系地址、电话等。

8.2 标志

8.2.1 钢管表面喷码应包括：制造商+材质+炉批号+规格+压力+生产日期等。

8.2.2 钢管管捆上应有下列永久性清晰的标识：

- (1) 制造商标记；
- (2) 材质、炉号；
- (3) 钢管的规格；
- (4) 执行标准号；
- (5) 公称工作压力；
- (6) 生产日期；等。

8.3 质量证明书

钢管的质量证明书应符合 GB/T 2102 的规定。