

国内首个氢能源用不锈钢管团体标准《氢能源汽车管路用不锈钢无缝管》发布

2021年7月27日，由上海钢管行业协会提出并归口管理的国内第一个氢能源用不锈钢管团体标准——《氢能源汽车管路用不锈钢无缝管》团标，在“全国团体标准信息平台”正式发布。科技查新显示，本团标没有查证到与此有关或同类的国内外标准和规范。

氢能具有来源多样性、清洁环保、可再生、转化效率高等优点，被誉为21世纪最具发展前景的二次能源。氢能源汽车在加注、储存、输送和使用时，都离不开具有耐腐蚀、耐高压特性的不锈钢无缝管。然而迄今为止，在氢能源管路领域，我国尚没有完整的国家标准和行业标准，这使得氢能源汽车用不锈钢管的质量参差不齐，很难满足市场的需要，并且对生命和财产安全具有重大隐患。

为提高我国氢能源汽车管路用钢管的技术发展水平，提高产品质量，更好地参与世界经济的竞争，本协会组织专注于汽车发动机燃油分配系统用不锈钢管和管类零配件的研发制造，在该领域具有突出创新能力的马鞍山尊马科技有限公司；掌握高压供氢加氢核心技术，具备围绕核心产品进行系统设计及集成并提供整体解决方案、被命名为上海氢能利用工程技术研究中心的上海舜华新能源系统有限公司，于今年上半年启动了氢能源汽车管路用钢管团体标准的编制工作。

经过半年多的努力，编制组和专家组经过39稿，于7月25日完成审核申报，标准将于10月1日起正式实施。本标准重点突出氢能源专用，产品针对氢环境的应用装备领域，本着先进性、科学性、合理性和可操作性以及标准的目标、统一性、协调性、适用性、一致性和规范性的原则来进行的制订工作，属于氢能源车用管行业专用细分标准。

ICS 77.140.20
H 48

SSTA

团 体 标 准

T/SSTA 101-2021

氢能源汽车管路用不锈钢无缝管

Stainless steel seamless tubes for hydrogen energy vehicle pipeline

SSTA

2021年7月1日 发布

2021年10月1日 实施

上海钢管行业协会 发布

T/SSTA 101 -2021

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、壁厚和内径	2
4.2 长度	2
4.3 弯曲度	2
4.4 端头外形	3
4.5 不圆度和壁厚不均	3
4.6 内壁清洁度	3
4.7 交货数量	4
5 技术要求	4
5.1 牌号和化学成分	4
5.2 制造方法	5
5.3 交货状态	5
5.4 力学性能	5
5.5 工艺性能	5
5.5.1 气密性试验	6
5.5.2 液压试验	6
5.5.3 压扁试验	6
5.5.4 扩口试验	6
5.6 晶间腐蚀试验	6
5.7 晶粒度	7
5.8 无损检验	7
5.9 表面质量	7
5.10 特殊要求	7
5.10.1 低温冲击试验	7
5.10.2 蠕变试验	7
5.10.3 循环脉冲试验	7
5.10.4 钢中非金属夹杂物含量的测定	8
5.10.5 耐盐雾腐蚀性试验	8
5.10.6 耐冷凝腐蚀性试验	8
6 试验方法	9
7 检验规则	9
7.1 检查和验收	9
7.2 组批规则	9
7.3 取样数量	9
7.4 复验和判定规则	9
8 包装、标志和质量证明书	10

T/SSTA 101-2021

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和上海舜华新能源系统有限公司。

本文件参与起草单位：宝武特种冶金有限公司、上海捷氢科技有限公司、上汽大通汽车有限公司、大连锅炉压力容器检验检测研究院有限公司。

本文件主要起草人：张健、郑子壮、顾成杰、林垚、王晨生。

本文件参与起草人：张大卫、周灿栋、高鹏、梁晓燕、安淑展、姚伟、刘岩。



T/SSTA 101-2021

氢能源汽车管路用不锈钢无缝管

1 范围

本文件规定了氢能源汽车（乘用车、大巴车、卡车、货车等）管路用不锈钢无缝管的分类和代号、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。

本文件适用于制造氢能源汽车管路用不锈钢无缝管。

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 229 金属材料 夏比摆锤冲击试验方法
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 3141 工业液体润滑剂 ISO 粘度分类
GB/T 3765-2008 卡套式管接头技术条件
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 7631.2 润滑剂、工业用油和相关产品（L类）的分类 第二部分：H组（液压系统）
GB/T 7735-2016 无缝和焊接（埋弧焊除外）钢管缺欠的自动漏流检测
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 无缝钢管尺寸、外形、重量及允许偏差
GB/T 20878 不锈钢和耐热钢牌号及化学成分
GB/T 35544-2017 车用压缩氢气铝内胆碳纤维全缠绕气瓶
GB 50516-2010 加氢站技术规范
YB/T 2008-2019 不锈钢无缝钢管圆管坯

3 订货内容

按本文件订购钢管的合同或订单应包括下列内容：

- 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

T/SSTA 101-2021

7、特殊要求

4 尺寸、外形及重量

4.1 外径、内径和壁厚

4.1.1 钢管的公称外径（OD）和公称壁厚（S）应符合 GB/T 17395 的规定，公称内径（ID）应符合表 1 的规定。

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。

4.1.3 钢管的外径、壁厚、内径的允许偏差应符合表 1 规定。当需方未在合同中注明尺寸允许偏差级别时，钢管外径、壁厚、内径的允许偏差应符合普通级的规定。当需方要求高级精度时，应在合同中注明。根据需方要求，经供需双方协商，并在合同中注明，可供其他外径、壁厚、内径及允许偏差的钢管。

表 1 外径、壁厚和内径的允许偏差 单位：毫米

尺寸		允许偏差	
		普通级 PA	高级 PC
公称外径 OD	5-10	±0.08	±0.06
	>10-30	±0.10	±0.08
公称壁厚 T	0.5-1.3	±10%S	±8%S
	>1.3-2.5	±8%S	±4%S
	>2.5-5	±6%S	±2%S
公称内径 ID	4-10	±0.06	±0.05
	>10-25	±0.08	±0.06

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。定尺长度允许偏差按表 2 规定。倍尺长度供货钢管的切口余量应在合同中注明。合同中未注明长度允许偏差级别，按普通级执行。

表 2 长度的允许偏差 单位：毫米

长度	普通级 PA	高级 PC
$L \leq 500$	+0.3	+0.2
	-0.3	-0.2
$500 < L \leq 1000$	+5	+3.0
	0	0
$1000 < L \leq 5000$	+10	+5
	0	0

4.3 弯曲度

钢管的弯曲度应符合表 3 规定。合同中未注明允许偏差级别，按普通级执行。

T/SSTA 101-2021

表 3 弯曲度的允许偏差

单位：毫米

长度	普通级 PA	高级 PC
$L \leq 500$	≤ 0.3	≤ 0.2
$L > 500$	$\leq 0.15\%L$	$\leq 0.08\%L$

4.4 端头外形

4.4.1 钢管两端端面应与钢管轴线垂直，且符合表 4 规定。合同中未注明允许偏差级别，按普通级执行。

表 4 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
$L > 500$	≤ 0.2	≤ 0.15

4.4.2 钢管两端倒角应符合表 5 要求。合同中未注明允许偏差级别，按普通级执行。当需方有特殊要求时，应在合同中注明。

表 5 两端倒角的允许偏差

单位：毫米

长度	普通级 PA	高级 PC
$L \leq 500$	$\leq C 0.5$	$C 0.1-C 0.4$
$L > 500$	$\leq C 1.0$	$\leq C 0.5$

注：倒角指的是把工件的棱角切削成一定斜面的加工。C 表示倒角采用 45°，C 0.4 表示倒角切削加工时，径向切削深度为 0.4mm， $\leq C 1.0$ 表示倒角采用 45°，倒角切削加工时，径向切削深度不超过 1.0mm。

4.5 不圆度和壁厚不均

根据需方要求，经供需双方协商，并在合同中注明，钢管的外径、内径的不圆度和壁厚不均应分别不超过外径公差、内径公差或壁厚公差的 75%；

4.6 内壁清洁度

钢管应进行清洁度检测。当需方有特殊要求时，应在合同中注明。

T/SSTA 101-2021

表 6 清洁度要求

大小 μm	允许最大颗粒数量	允许最大纤维数量
25-50	300	1
50-100	150	1
100-200	50	10
200-600	8	6
600-1000	1	3
1000-2000	0	1
>2000	0	0

4.7 交货数量

4.7.1 钢管按实际重量交货，亦可按理论重量交货。钢管理论重量的计算按 GB/T 17395 的规定，钢的密度为 $8.0kg/dm^3$ 。

4.7.2 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：

- a) 单支钢管： $+10\%$;
 -10% ;
b) 每批最小为 10t 的钢管： $+7.5\%$;
 -7.5% 。

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 7 的规定。根据需方要求，经供需双方协商，并在合同中注明，可供应表 7 规定以外，但符合 GB/T 20878 规定的或其他标准规定的牌号和化学成分的钢管。

5.1.2 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 7 钢的牌号和化学成份

单位：%

牌号	C	Si	Mn	P	S	Cr
S31603 (022Cr17Ni12Mo2)	≤ 0.030	≤ 1.00	≤ 2.00	≤ 0.040	≤ 0.015	16.50/ 18.50
	Mo	V	Ni	Nb	N	0
	2.00/ 2.50	0.10/ 0.30	12.00/ 14.00	/	≤ 0.11	/
	C	Si	Mn	P	S	Cr
HSS-70 (05Cr22Ni13Mn5Mo2.5VNb)	$\leq$	$\leq$	4.00/ 6.00	$\leq$	$\leq$	20.50/ 23.50
	0.060	1.00	6.00	0.045	0.030	0
	Mo	V	Ni	Nb	N	0
	1.50/ 3.00	0.10/ 0.30	12.00/ 13.50	0.10/ 0.30	0.20/ 0.40	$\leq$ 0.0060

5.1.3 表 7 中钢的牌号和化学成份的临氢镍当量应符合 GB 50516-2010 规定：

$$Ni_{eq}=Ni+0.65Cr+0.98Mo+1.05Mn+0.35Si+12.6C\geq 28.5\%$$

5.2 制造方法

T/SSTA 101-2021

5.2.1 钢的冶炼方法

钢应采用电弧炉加炉外精炼方法冶炼。

5.2.2 钢管的制造方法

钢管应采用热轧穿孔加冷拔或冷轧方法制造。当需方有特殊要求时，需在合同中注明。

5.3 交货状态

5.3.1 钢管按表 8 所列之一种状态交货。当需方有特殊要求时，需在合同中注明，未注明按 CF 状态交货。

表 8 交货状态

产品外径	符号	交货条件类型	表面状态
≤13	CFP	冷加工和热处理和抛光	机械光亮抛光，粗糙度 $Ra \leq 3.2$
>13	CF	冷加工硬态	金属光亮
	CFA	冷加工和光亮退火	金属光亮

5.3.2 根据需方要求，经供需双方协商，并在合同中注明，可供应表 8 以外的状态。

5.3.3 钢管推荐热处理制度及力学性能应符合表 9 规定。根据需方要求，经供需双方协商，并在合同中注明，钢管亦可采用表 9 规定以外的其它热处理制度及力学性能要求。

表 9 推荐热处理制度及力学性能

牌号	推荐热处理制度	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	1010° C-1150° C，水冷或 其它方式快冷	490-690	225	40
HSS-70	1040° C-1150° C，水冷或 其它方式快冷	735-1035	360	35

5.4 力学性能

热处理状态钢管的抗拉强度 R_m ，规定塑性延伸强度 $R_{p0.2}$ ，断后伸长率 A%，应符合表 9 的规定。

5.5 工艺性能

5.5.1 气密性试验

5.5.1.1 根据需方要求，经供需双方协商，并在合同中注明，钢管可进行气密性试验或液压试验。

5.5.1.2 气密性试验按表 10 规定。亦可由供需双方协商的压力数值进行气密性试验。

T/SSTA 101-2021

表 10 气密性试验要求

单位：毫米

外径 OD	壁厚 T	气密试验压力 (Bar)
OD≤13	≤1.2	7-10
13<OD≤30	>1.2	18-22

5.5.2 液压试验

按 GB/T 241 规定进行，试验压力为 1.5 倍公称工作压力。

5.5.3 压扁试验

根据需方要求，经供需双方协商，并在合同中注明，压扁试验按 GB/T 246 进行，试样应压至两平板间距为 H，H 按下式计算，压扁后，试样弯曲处外侧不允许出现裂缝或裂口。

式中

$$H = \frac{(1+\alpha)S}{\alpha + S/D}$$

H——两平板间的距离，单位为毫米（mm）

S——钢管的壁厚，单位为毫米（mm）

D——钢管的公称外径，单位为毫米（mm）

α——单位长度变形系数，奥氏体型钢管为 0.09。

5.5.4 扩口试验

根据需方要求，经供需双方协商，并在合同中注明，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，扩口后外径的扩大值符合表 11 要求，扩口后试样不允许出现裂纹或裂口。

表 11 扩口试验

单位：%

产品状态	扩口率
冷加工硬态	≥15%
热处理态	≥35%

5.6 晶间腐蚀试验

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

5.7 晶粒度

钢管应按 GB/T 6394 进行晶粒度检验，成品钢管的平均晶粒度应为 5 级或更细。

T/SSTA 101-2021

5.8 无损检测

- 5.8.1 钢管应进行涡流检测或超声波检测。
- 5.8.2 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。
- 5.8.3 超声检测按 GB/T 5777-2019 进行，人工伤对比样管应符合标准 U2A 等级规定。
- 5.8.4 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

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。

5.10 特殊要求

5.10.1 低温冲击试验

根据需方要求，经供需双方协商，并在合同中注明，钢管可按 GB/T 229 规定在低温环境下进行冲击试验，在 -40°C 时冲击韧性应达到 54J 。

5.10.2 蠕变试验

根据需方要求，经供需双方协商，并在合同中注明，钢管可按 GB/T 2039 进行蠕变试验。试验温度 350°C ，要求：抗拉强度 $\geq 415\text{MPa}$ ，规定塑性延伸强度 $R_{p0.2} \geq 135\text{MPa}$ 。

5.10.3 循环脉冲试验

5.10.3.1 根据需方要求，经供需双方协商，并在合同中注明，钢管可按 GB/T 3765-2008 要求进行循环脉冲试验。

5.10.3.2 试验步骤如下：

5.10.3.2.1 应对三组如下型式的试验总成进行试验，以确认管路可以承受至少 100 万次峰值压力 1.33 倍最大工作压力的脉冲冲击而不失效。

5.10.3.2.2 循环脉冲试验应按图 1 试验波形、表 12 循环脉冲试验的参数及步骤、表 13 试验总成要求、图 2 管连接试验总成进行。

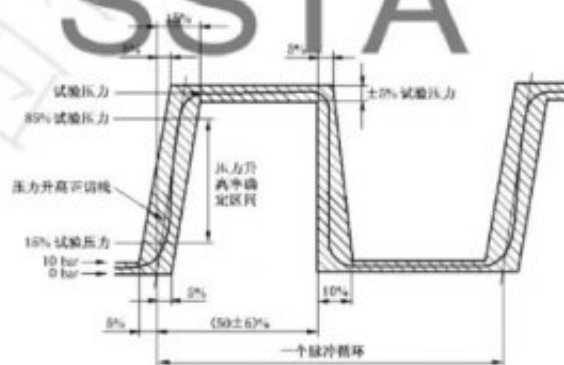


图 1 试验波形

T/SSTA 101-2021

表 12 循环脉冲试验的参数及步骤

试验参数	参数值及步骤
试验介质	符合 GB/T 7631.2 要求的粘度不大于 GB/T 3141 规定的 VG32 的液压油（如 HM），或水，并记入试验报告
试验压力	峰值压力为 1.33 倍管接头最大工作压力，频率为 0.5Hz~1.25Hz 的图示波形脉冲压力
试验时间	至少 100 万次循环脉冲
合格判定	试验期内无泄漏或失效

表 13 试验总成要求

零件代号	零件名称	说明
A	直通金属管接头	
B	金属管	管长度应是 5 倍管外径加 50mm
C	弯通或三通管接头	如适用，可带旋转螺母
D	管帽或堵塞	——
G	密封件	如 O 型圈



5.10.4 钢中非金属夹杂物含量的测定

根据需方要求，经供需双方协商，并在合同中注明，钢管可按照 GB/T 10561-2005 A 法进行非金属夹杂物含量的测定。要求测定级别不超过 YB/T 2008-2019 的 I 组规定的级别。其中 B 类夹杂物不超过 2.0 级。

5.10.5 耐盐雾腐蚀性试验

根据需方要求，经供需双方协商，并在合同中注明，钢管按 GB/T 10125 和 GB/T 35544-2017 标准中 B.3.1.4 进行耐盐雾腐蚀性试验。

5.10.6 耐冷凝腐蚀性试验

根据需方要求，经供需双方协商，并在合同中注明，钢管按 GB/T 35544-2017 进行耐冷凝腐蚀性试验。

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具测量。

T/SSTA 101-2021

- 6.2 钢管的内外表面应在充分照明条件下目视检查。
6.3 钢管其它检验项目的试验方法和取样方法应符合表 14 的规定。

表 14 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	取样频率	出厂检验	型式检验
1.	化学成分	GB/T 14976 引用标准	GB/T 222	√	√
2.	拉伸试验	GB/T 228.1	GB/T 2975	√	√
3.	压扁试验	GB/T 246	GB/T 246	√	√
4.	扩口试验	GB/T 242	GB/T 242	√	√
5.	液压试验	GB/T 241	GB/T 241	√	√
6.	超声波检验	GB/T 5777-2019	GB/T 5777-2019	√	
7.	涡流检验	GB/T 7735-2016	GB/T 7735-2016	√	
8.	晶粒度检验	GB/T 6394	GB/T 6394		√
9.	晶间腐蚀	GB/T 4334-2020, E	不同根钢管		√
10.	表面质量	目视		√	√
11.	低温冲击试验	GB/T 229	GB/T229		√
12.	蠕变试验	GB/T 2039			√
13.	循环脉冲试验	GB/T 3765-2008			√
14.	钢中非金属夹杂物含量测定	GB/T 10561-2005 YB/T 2008-2019			√
15.	耐盐雾腐蚀性试验	GB/T 35544-2017			√
16.	耐冷凝腐蚀性试验	GB/T 35544-2017			√

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监督部门进行。也可由需求方在供方现场验收。

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

每批钢管各项检验的取样数量应由供需双方协商确定。

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、标志和质量证明书

T/SSTA 101-2021

钢管的包装、标志和质量证明书应符合 GB/T 2102 的规定。

