ICS 77.140.75
H 48

中华人民共和国国家标准

GB/T 37578—2019

尿素级超低碳奥氏体不锈钢无缝钢管

Urea grade ultra-low carbon austenitic seamless stainless steel tubes and pipes

2019-06-04 发布　　2020-05-01 实施

国家市场监督管理总局
中国国家标准化管理委员会　发布

前　言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中国钢铁工业协会提出。

本标准由全国钢标准化技术委员会(SAC/TC 183)归口。

本标准起草单位:浙江久立特材科技股份有限公司、江苏武进不锈股份有限公司、山西太钢不锈钢钢管有限公司、湖州三井低温设备有限公司、盛德鑫泰新材料股份有限公司、上上德盛集团有限公司、永兴特种不锈钢股份有限公司、冶金工业信息标准研究院。

本标准主要起草人:丁文炎、邵羽、罗霞、陈亮、康喜唐、吴波、范琪、季学文、王建勇、董莉、王宝顺、钱超、王伯文、端红永、李英、朱雄明。

尿素级超低碳奥氏体不锈钢无缝钢管

1 范围

本标准规定了尿素级超低碳奥氏体不锈钢无缝钢管的分类和代号、订货内容、尺寸、外形及重量、技术要求、试验方法、检验规则、包装、标志和质量证明书。

本标准适用于尿素级超低碳奥氏体不锈钢无缝钢管(以下简称“钢管”)。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 223.5 钢铁 酸溶硅和全硅含量的测定 还原型硅钼酸盐分光光度法

GB/T 223.11 钢铁及合金 铬含量的测定 可视滴定或电位滴定法

GB/T 223.18 钢铁及合金化学分析方法 硫代硫酸钠分离-碘量法测定铜量

GB/T 223.25 钢铁及合金化学分析方法 丁二酮肟重量法测定镍量

GB/T 223.28 钢铁及合金化学分析方法 α-安息香肟重量法测定钼量

GB/T 223.36 钢铁及合金化学分析方法 蒸馏分离-中和滴定法测定氮量

GB/T 223.37 钢铁及合金化学分析方法 蒸馏分离-靛酚蓝光度法测定氮量

GB/T 223.62 钢铁及合金化学分析方法 乙酸丁酯萃取光度法测定磷量

GB/T 223.63 钢铁及合金化学分析方法 高碘酸钠(钾)光度法测定锰量

GB/T 223.68 钢铁及合金化学分析方法 管式炉内燃烧后碘酸钾滴定法测定硫含量

GB/T 223.85 钢铁及合金 硫含量的测定 感应炉燃烧后红外吸收法

GB/T 223.86 钢铁及合金 总碳含量的测定 感应炉燃烧后红外吸收法

GB/T 228.1 金属材料 拉伸试验 第1部分:室温试验方法

GB/T 228.2 金属材料 拉伸试验 第2部分:高温试验方法

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 1031 产品几何技术规范(GPS) 表面结构 轮廓法 表面粗糙度参数及其数值

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 5777—2008 无缝钢管超声波探伤检验方法

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 11170 不锈钢 多元素含量的测定 火花放电原子发射光谱法(常规法)

GB/T 17395—2008 无缝钢管尺寸、外形、重量及允许偏差

GB/T 20066 钢和铁 化学成分测定用试样的取样和制样方法

GB/T 20123 钢铁 总碳硫含量的测定 高频感应炉燃烧后红外吸收法(常规方法)

GB/T 20124 钢铁 氮含量的测定 惰性气体熔融热导法(常规方法)

GB/T 25151.2—2010 尿素高压设备制造检验方法 第2部分:尿素级超低碳铬镍钼奥氏体不锈钢选择性腐蚀检查和金相检查

GB/T 25151.3—2010 尿素高压设备制造检验方法 第3部分:尿素级超低碳铬镍钼奥氏体不锈钢晶间腐蚀倾向试验

GB/T 25151.4—2010 尿素高压设备制造检验方法 第4部分:尿素级超低碳铬镍钼奥氏体不锈钢晶间腐蚀倾向试验的试样制取

GB/T 34475—2017 尿素级奥氏体不锈钢棒

3 分类和代号

3.1 钢管按制造方式分类和代号如下:

a) 热轧(挤压)钢管,W-H;

b) 冷拔(轧)钢管,W-C。

3.2 钢管按尺寸精度等级分类和代号如下:

a) 普通级,PA;

b) 高级,PC。

4 订货内容

按本标准订购钢管的合同或订单应包括下列内容:

a) 本标准编号;

b) 产品名称;

c) 钢的牌号;

d) 订购的数量(总重量或总长度);

e) 尺寸规格;

f) 尺寸精度等级;

g) 交货状态;

h) 特殊要求。

5 尺寸、外形及重量

5.1 外径和壁厚

5.1.1 除非合同中另有规定,钢管按公称外径(D)和公称壁厚(S)交货。钢管的公称外径和公称壁厚应符合GB/T 17395—2008中表3的规定,其允许偏差应符合表1的规定。

5.1.2 根据需方要求,经供需双方协商,钢管可按公称外径和最小壁厚(S_{min})或其他尺寸规格方式交货,其公称外径的允许偏差应符合表1的规定,最小壁厚的允许偏差应符合表2的规定。

注:按公称壁厚交货时,如无特殊说明,本标准中所指的壁厚(S)为公称壁厚;按最小壁厚(S_{min})交货时,如无特殊说明,本标准中所指的壁厚为最小壁厚(S_{min})。

5.1.3 根据需方要求,经供需双方协商,并在合同中注明,可供应GB/T 17395—2008表3规定以外的其他尺寸钢管,或表1和表2规定以外尺寸允许偏差的钢管。

表 1　公称外径和公称壁厚的允许偏差

单位为毫米

热轧(挤压)钢管				冷拔(轧)钢管			
尺寸		允许偏差		尺寸		允许偏差	
		普通级 PA	高级 PC			普通级 PA[a]	高级 PC[b]
公称外径 D	68～159	$\pm 1.25\%D$	$\pm 1\%D$	公称外径 D	≤25	±0.30	±0.10
					>25～40	±0.35	±0.15
					>40～50	±0.40	±0.20
					>50～65	$\pm 0.85\%D$	±0.25
					>65～75		±0.30
	>159～426	$\pm 1.5\%D$			>75～100		±0.38
					>100～159		+0.38 −0.64
					>159～219		$\pm 0.5\%D$
					>219	$\pm 0.9\%D$	—
公称壁厚 S	全部	$+15\%S$ $-12.5\%S$	$\pm 12.5\%S$	公称壁厚 S	≤3.0	$\pm 12\%S$	$\pm 10\%S$
					>3.0	$+12.5\%S$ $-10\%S$	$\pm 10\%S$

[a] 普通级适用于流体输送用管。

[b] 高级适用于热交换器用管。

表 2　最小壁厚的允许偏差

单位为毫米

制造方式	尺寸	允许偏差	
		普通级 PA[a]	高级 PC[b]
热轧(挤压)钢管 W-H	全部	$+25\%S_{min}$ 0	$+22.5\%S_{min}$ 0
冷拔(轧)钢管 W-C	$S_{min}\leqslant 3.0$	+0.8 0	+0.6 0
	$S_{min}>3.0$	$+22\%S_{min}$ 0	$+20\%S_{min}$ 0

[a] 普通级适用于流体输送用管。

[b] 高级适用于热交换器用管。

5.2　长度

5.2.1　通常长度

钢管的通常长度应符合如下规定：

a)　热轧(挤压)钢管 2 000 mm～12 000 mm；

b)　冷拔(轧)钢管 1 000 mm～12 000 mm。

5.2.2 定尺长度和倍尺长度

根据需方要求，经供需双方协商，并在合同中注明，钢管可按定尺长度或倍尺长度交货。定尺长度和倍尺总长度应在通常长度范围内，全长允许偏差应为$^{+10}_{0}$ mm。按倍尺长度交货的钢管每个切口余量应符合如下规定：

a) 公称外径不大于 159 mm，5 mm～10 mm；

b) 公称外径大于 159 mm，10 mm～15 mm。

5.3 弯曲度

5.3.1 每米弯曲度

钢管的每米弯曲度应不大于如下规定：

a) 壁厚不大于 15 mm，1.5 mm/m；

b) 壁厚大于 15 mm，2.0 mm/m。

5.3.2 全长弯曲度

钢管的全长弯曲度应不大于钢管总长的 0.15%。

5.4 端头外形

钢管两端面应与钢管轴线垂直，切口不应有毛刺。

5.5 不圆度

根据需方要求，经供需双方协商，并在合同中注明，钢管的不圆度和壁厚不均应分别不超过外径公差和壁厚公差的 80%。

5.6 重量

5.6.1 钢管按实际重量交货，亦可按理论重量交货。

5.6.2 钢管按理论重量交货时，理论重量按式(1)计算。按最小壁厚交货钢管，应采用平均壁厚(S_C，按最小壁厚及其允许偏差计算的壁厚最大值与最小值的平均值)计算理论重量。

$$W=\pi\rho S(D-S)/1\,000 \qquad \cdots\cdots(1)$$

式中：

W ——钢管理论重量，单位为千克每米(kg/m)；

π ——3.141 6；

ρ ——钢的密度，单位为千克每立方分米(kg/dm^3)；015Cr18Ni14Mo2、015Cr18Ni14Mo2N 牌号的密度为 8.00 kg/dm^3，015Cr25Ni22Mo2N 牌号的密度为 8.02 kg/dm^3；

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)。

5.6.3 钢管按理论重量交货时，供需双方可协商确定实际重量与理论重量的允许偏差，并在合同中注明。

6 技术要求

6.1 钢的牌号和化学成分

6.1.1 钢的牌号和化学成分(熔炼分析)应符合表 3 的规定。根据需方要求，经供需双方协商，可供应

表 3 以外牌号的钢管。

表 3 钢的牌号和化学成分

序号	统一数字代号	牌号	化学成分(质量分数)/%									
			C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	N	其他
1	S31792	015Cr18Ni14Mo2	≤0.020	≤0.60	≤2.00	≤0.015	≤0.005	13.00～15.00	17.00～19.00	2.20～3.00	≤0.10	Cu≤0.50
2	S31752	015Cr18Ni14Mo2N	≤0.020	≤0.60	≤2.00	≤0.015	≤0.005	13.00～15.00	17.00～19.00	2.20～3.00	0.14～0.22	Cu≤0.50
3	S31053	015Cr25Ni22Mo2N	≤0.020	≤0.40	≤2.00	≤0.020	≤0.005	21.00～23.00	24.00～26.00	2.00～2.60	0.10～0.16	B≤0.001 5

6.1.2 如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。

6.2 制造方法

6.2.1 钢的冶炼方法

钢应采用粗炼钢水加炉外精炼方法冶炼,或粗炼钢水加炉外精炼加电渣重熔方法冶炼。需方指定某一种冶炼方法时,应在合同中注明。经供需双方协商,并在合同中注明,也可采用能满足本标准要求的其他冶炼方法。

6.2.2 管坯的制造方法和要求

6.2.2.1 管坯应采用热轧(锻)方法制造。

6.2.2.2 钢锭头部和尾部应充分切除。管坯应符合 GB/T 34475—2017 中关于压力加工用钢棒的规定。

6.2.3 钢管的制造方法

钢管应采用热轧(挤压)或冷拔(轧)方法制造。需方指定某一种制造方法时,应在合同中注明。

6.3 交货状态

6.3.1 钢管应按以下任意一种状态交货:

a) 热处理并酸洗钝化;

b) 保护气氛热处理,可不经酸洗;

c) 热处理并整体磨、镗,可不经酸洗。

6.3.2 成品钢管的推荐热处理制度见表 4。经供需双方协议,并在合同中注明,钢管可采用表 4 规定以外的其他热处理制度。

6.4 力学性能

6.4.1 交货状态钢管的纵向力学性能应符合表 4 的规定。

6.4.2 根据需方要求,经供需双方协商,并在合同中注明试验温度,钢管可进行高温拉伸试验,其性能指标由供需双方协商确定。

表 4　钢管的推荐热处理制度及力学性能

序号	统一数字代号	牌号	推荐热处理制度[a]	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/%
				不小于		
1	S31792	015Cr18Ni14Mo2	1 010℃～1 150 ℃,急冷	485	170	35
2	S31752	015Cr18Ni14Mo2N	1 010℃～1 150 ℃,急冷	485	170	35
3	S31053	015Cr25Ni22Mo2N	1 010℃～1 150 ℃,急冷	580	270	30

[a] 对于热轧(挤压)钢管,当终轧温度符合表 4 规定并进行直接水冷或其他方式快冷,则认为已符合钢管热处理要求。

6.5　工艺性能

6.5.1　压扁

壁厚不大于 10 mm 的钢管应做压扁试验。试样压扁后的平板间距离 H 按式(2)计算。压扁后试样不应出现裂缝或裂口。

$$H=\frac{(1+\alpha)S}{\alpha+S/D} \qquad \cdots\cdots(2)$$

式中:

H ——压扁后压板间距离,单位为毫米(mm);

α ——单位长度变形系数,取 0.09;

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)。

6.5.2　扩口

外径不大于 150 mm 且壁厚不大于 10 mm 的钢管应做扩口试验。扩口试验的顶芯锥度为 60°,试样的外径扩口率应为 18%。扩口后试样不应出现裂缝或裂口。

6.6　液压

6.6.1　钢管应逐根进行液压试验。试验压力应按式(3)计算,但不超过 20 MPa。在试验压力下,稳压时间应不少于 10 s,钢管不应出现渗漏现象。

$$P=2SR/D \qquad \cdots\cdots(3)$$

式中:

P ——试验压力,单位为兆帕(MPa),修约到最接近的 1 MPa;

S ——钢管的壁厚,单位为毫米(mm);

R ——允许应力,取表 4 中规定塑性延伸强度($R_{p0.2}$)的 50%,单位为兆帕(MPa);

D ——钢管的公称外径,单位为毫米(mm)。

6.6.2　供方可用涡流检测代替液压试验,涡流检测对比样管人工缺陷应符合 GB/T 7735—2016 中验收等级 E4H 或 E4 的规定。

6.7 金相

钢管应进行金相检验。金相检验应符合如下规定：

a) 用铁素体仪进行铁素体含量测试，每个试样测量 6 个点的含量并取其平均值作为单个试样的结果，每个试样的铁素体平均含量应不大于 0.6%；

b) 按 GB/T 25151.2—2010 中第 5 章的规定进行检验，不应存在除奥氏体相之外的任何晶界碳化物或 σ 相。

6.8 耐腐蚀性能

6.8.1 晶间腐蚀

钢管的晶间腐蚀试验应符合如下规定：

a) 按 GB/T 25151.3—2010 的规定进行晶间腐蚀试验，试验共进行 5 个周期，每个周期持续48 h；根据需方要求，015Cr25Ni22Mo2N 钢管可试验 10 个周期；

b) 所有周期的腐蚀率平均值按 GB/T 25151.3—2010 的规定计算，其结果应符合表 5 的规定。

表 5 耐腐蚀性能腐蚀率和腐蚀深度

序号	统一数字代号	牌号	腐蚀率/(μm/月)	腐蚀深度[a]/μm
1	S31792	015Cr18Ni14Mo2	≤30	≤90
2	S31752	015Cr18Ni14Mo2N	≤30	≤90
3	S31053	015Cr25Ni22Mo2N	≤15	≤70
[a] 序号 1 和序号 2 为 5 个周期的腐蚀深度，序号 3 为 10 个周期的腐蚀深度。				

6.8.2 选择性腐蚀

根据需方要求，经供需双方协商，晶间腐蚀试验合格的试样可按 GB/T 25151.2—2010 中第 4 章的规定测量选择性腐蚀最大深度，腐蚀深度应符合表 5 的规定。

6.9 表面质量

6.9.1 钢管的内外表面不应有裂纹、折叠、轧折、离层和结疤。这些缺陷应完全清除，其清理处实际壁厚应不小于壁厚所允许的最小值。

6.9.2 在钢管内外表面上，直道允许深度应符合如下规定：

a) 热轧(挤压)钢管：不大于壁厚的 5%，且不大于 0.4 mm；

b) 冷拔(轧)钢管：不大于壁厚的 4%，且不大于 0.2 mm。

6.9.3 允许存在不影响壁厚最小值的其他局部缺欠。

6.9.4 钢管内外表面粗糙度(Ra)应不大于 3.2 μm。

6.10 超声检测

钢管应进行超声检测。超声检测对比样管刻槽深度等级应符合 GB/T 5777—2008 中 L2 的规定。当钢管按最小壁厚交货时，应采用平均壁厚计算刻槽深度。

7 试验方法

7.1 钢管的化学成分分析取样按 GB/T 20066 的规则进行。化学成分分析通常按 GB/T 11170、GB/T 20123、GB/T 20124 或其他通用的方法进行，仲裁时应按 GB/T 223.5、GB/T 223.11、GB/T 223.18、GB/T 223.25、GB/T 223.28、GB/T 223.36、GB/T 223.37、GB/T 223.62、GB/T 223.63、GB/T 223.68、GB/T 223.85、GB/T 223.86 的规定进行。

7.2 金相检验沿钢管纵向截取条形试样，试样尺寸为 50 mm×10 mm(长×宽)，试样侧面打磨抛光。

7.3 钢管的尺寸和外形应采用符合精度要求的量具逐根测量。

7.4 钢管的内外表面应在充分照明条件下逐根目视检查。

7.5 钢管其他检验项目的取样方法和试验方法应符合表 6 的规定。

表 6 钢管检验项目的取样数量、取样方法和试验方法

序号	检验项目	取样数量[a]	取样方法	试验方法
1	化学成分	每炉取 1 个试样	GB/T 20066	见 7.1
2	室温拉伸	每批在两根钢管上各取 1 个试样	GB/T 2975	GB/T 228.1
3	高温拉伸	每批在两根钢管上各取 1 个试样	GB/T 2975	GB/T 228.2
4	压扁试验	每批在两根钢管上各取 1 个试样	GB/T 246	GB/T 246
5	扩口试验	每批在两根钢管上各取 1 个试样	GB/T 242	GB/T 242
6	液压试验	逐根	—	GB/T 241
7	涡流检测	逐根	—	GB/T 7735—2016
8	金相检验	每批在两根钢管上各取 1 个试样	7.2	6.7、GB/T 25151.2—2010
9	晶间腐蚀	每批在两根钢管上各取 1 个试样	GB/T 25151.4—2010	GB/T 25151.3—2010
10	选择性耐腐蚀	每批在两根钢管上各取 1 个试样	GB/T 25151.4—2010	GB/T 25151.2—2010
11	表面粗糙度	每批取 1 个试样	—	GB/T 1031
12	超声检测	逐根	—	GB/T 5777—2008
[a] 当单根钢管作为检验批时，只取 1 个试样。				

8 检验规则

8.1 检查和验收

钢管的检查和验收由供方质量技术监督部门进行。

8.2 组批规则

钢管按批检查和验收。每批应由同一牌号、同一炉号(对于电渣重熔冶炼的钢，在工艺稳定且能保证本标准各项要求的条件下，可为自耗电极的熔炼母炉号)、同一规格和同一热处理制度(炉次)的钢管组成，每批钢管的数量应不超过如下规定：

a) 外径不大于 76 mm 且壁厚不大于 3 mm，500 根；

b) 外径大于 351 mm，50 根；

c) 其他尺寸，200 根。

8.3 取样数量

每批钢管各项检验的取样数量应符合表6的规定。

8.4 复验与判定规则

8.4.1 耐腐蚀性能试验的复验与判定规则应符合如下规定：

a) 如果腐蚀率超过表5中的规定值，或在第5个周期的腐蚀率超过第4个周期的50%，可从同一根钢管另取第二个试样采用相同的步骤进行复验；

b) 当015Cr25Ni22Mo2N钢管根据需方要求试验10个周期时，如果腐蚀率超过表5中的规定值，或在第10个周期的腐蚀率超过第9个周期的50%，可从同一根钢管另取第二个试样采用相同的步骤进行复验；

c) 复验只能进行一次。

8.4.2 钢管其余检验项目的复验与判定规则应符合GB/T 2102的规定。

9 包装、标志和质量证明书

钢管的包装、标志和质量证明书应符合GB/T 2102的规定。