



中华人民共和国国家标准

GB/T 21833.1—2020
部分代替 GB/T 21833—2008

奥氏体-铁素体型双相不锈钢无缝钢管 第 1 部分：热交换器用管

Seamless austenitic-ferritic (duplex) stainless steel tubes and pipes—
Part 1: Tubes for heat exchanger

2020-04-28 发布

2020-11-01 实施

国家市场监督管理总局 发布
国家标准化管理委员会

前 言

GB/T 21833《奥氏体-铁素体型双相不锈钢无缝钢管》拟分为三个部分：

- 第1部分：热交换器用管；
- 第2部分：流体输送用管；
- 第3部分：油气输送用管。

本部分为 GB/T 21833 的第1部分。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本部分部分代替 GB/T 21833—2008《奥氏体-铁素体型双相不锈钢无缝钢管》，与 GB/T 21833—2008 相比，主要技术变化如下：

- 修改了规范性引用文件(见第2章,2008年版的第2章)；
- 增加了尺寸交货方式(见4.1.1)；
- 修改了钢管外径、壁厚的允许偏差(见4.1.3,2008年版的4.1.2)；
- 修改了定尺长度允许偏差(见4.2.2,2008年版的4.2.2)；
- 修改了弯曲度要求(见4.3,2008年版的4.3)；
- 修改了化学成分要求,删除了牌号 06Cr26Ni4Mo2 和 12Cr21Ni5Ti(见5.1.1,2008年版的5.1.1)；
- 修改了钢的冶炼方法(见5.2.1,2008年版的5.2.1)；
- 删除了热轧(热挤压)钢管制造方法及相应条款(见2008年版的5.2.2)；
- 修改了交货状态(见5.3.1,2008年版的5.3.1)；
- 删除了布氏硬度要求,增加了维氏硬度要求(见5.4.2,2008年版的5.4.2)；
- 增加了晶间腐蚀要求、点腐蚀要求、超声检测要求(见5.9、5.10、5.11)；
- 删除了特殊要求中冲击试验、加色标、控制钢管抗拉强度上限(见2008年版的5.10)；
- 修改了组批规则(见7.2,2008年版的7.2)；
- 删除了国内外牌号对照(见2008年版的附录B)。

本部分由中国钢铁工业协会提出。

本部分由全国钢标准化技术委员会(SAC/TC 183)归口。

本部分起草单位：宝钢特钢有限公司、浙江久立特材科技股份有限公司、江苏银环精密钢管有限公司、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、浙江中达特钢股份有限公司、无锡腾跃特种钢管有限公司、上上德盛集团有限公司、永兴特种材料科技股份有限公司、浙江永上特材有限公司、浙江青山钢管有限公司、冶金工业信息标准研究院。

本部分主要起草人：沈忆、赵钧良、王宝顺、高佩、徐奇、王博文、陈小福、王志标、季学文、吴明华、方德伟、陈涛、董莉、朱长春、王曼、李奇。

本部分所代替标准的历次版本发布情况为：

- GB/T 21833—2008。

奥氏体-铁素体型双相不锈钢无缝钢管

第1部分:热交换器用管

1 范围

GB/T 21833 的本部分规定了热交换器用奥氏体-铁素体型双相不锈钢无缝钢管的订货内容、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。

本部分适用于热交换器用奥氏体-铁素体型双相不锈钢无缝钢管(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 223.11 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 223.19 钢铁及合金化学分析方法 新亚铜灵-三氯甲烷萃取光度法测定铜量

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 223.26 钢铁及合金 钼含量的测定 硫氰酸盐分光光度法

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 223.43 钢铁及合金 钨含量的测定 重量法和分光光度法

GB/T 223.59 钢铁及合金 磷含量的测定 铋磷钼蓝分光光度法和铋磷钼蓝分光光度法

GB/T 223.60 钢铁及合金化学分析方法 高氯酸脱水重量法测定硅含量

GB/T 223.64 钢铁及合金化学分析方法 火焰原子吸收光谱法测定锰量

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 感应炉燃烧后红外线吸收法

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 230.1 金属材料 洛氏硬度试验 第1部分: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 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 奥氏体及铁素体-奥氏体(双相)不锈钢晶间腐蚀试验方法

GB/T 4340.1 金属材料 维氏硬度试验 第1部分:试验方法

GB/T 5777—2019 无缝和焊接(埋弧焊除外)钢管纵向和/或横向缺欠的全圆周自动超声检测

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 13305 不锈钢中 α -相面积含量金相测定法
- GB/T 17395 无缝钢管尺寸、外形、重量及允许偏差
- GB/T 17897 金属和合金的腐蚀 不锈钢三氯化铁点腐蚀试验方法
- 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)

3 订货内容

按本部分订货的合同或订单应包括下列内容：

- a) 本部分编号；
- b) 产品名称；
- c) 钢的牌号；
- d) 尺寸规格(外径、壁厚和长度)；
- e) 订购的数量(总重量或总长度)；
- f) 交货状态；
- g) 选择性要求；
- h) 特殊要求。

4 尺寸、外形和重量

4.1 外径和壁厚

- 4.1.1 钢管按公称外径(D)和公称壁厚(S)交货。根据需方要求,经供需双方协商,钢管也可按公称外径和最小壁厚($S_{\min}$)交货。
- 4.1.2 钢管的公称外径和壁厚应符合 GB/T 17395 的规定。根据需方要求,经供需双方协商,可供应 GB/T 17395 中规定以外尺寸的钢管。
- 4.1.3 钢管按公称外径和公称壁厚交货时,其公称外径和公称壁厚的允许偏差应符合表 1 的规定。钢管按公称外径和最小壁厚交货时,其公称外径允许偏差应符合表 1 的规定,最小壁厚允许偏差为 $^{+20\%}_0 S_{\min}$ 。
- 4.1.4 根据需方要求,经供需双方协商,并在合同中注明,可供应表 1 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

钢管的尺寸		允许偏差
公称外径 D	≤ 25	± 0.10
	$> 25 \sim 40$	± 0.15
	$> 40 \sim 50$	± 0.20
	$> 50 \sim 65$	± 0.25
	> 65	$\pm 0.5\% D$
公称壁厚 S	全部	$\pm 10\% S$

4.2 长度

4.2.1 通常长度

钢管的通常长度为 3 000 mm~12 000 mm。根据需方要求,经供需双方协商,并在合同中注明,可供应其他长度的钢管。

4.2.2 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,可供应定尺长度、倍尺长度或其他特定长度要求的钢管。定尺和倍尺总长度应在通常长度范围内,全长允许偏差为 $^{+10}_0$ mm。按倍尺长度交货的钢管,每个切口应留切口余量 5 mm~10 mm。

4.3 弯曲度

钢管的每米弯曲度应不大于 1.5 mm/m;全长弯曲度应不大于钢管长度的 0.1%。

4.4 不圆度和壁厚不均

钢管的不圆度和壁厚不均应分别不超过外径和壁厚公差的 80%。

4.5 端头外形

钢管两端端面应与钢管轴线垂直,并应清除切口毛刺。

4.6 重量

钢管按实际重量交货,也可按理论重量交货。钢管每米理论重量按式(1)计算。按最小壁厚交货时,钢管的理论重量为按式(1)计算值的 1.1 倍。

$$W = \frac{\pi \rho}{1\,000} (D - S) S \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:

W ——钢管的理论重量,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/dm³),022Cr19Ni5Mo3Si2N 的密度取 7.70 kg/dm³,其他牌号的密度取 7.80 kg/dm³;

D ——钢管的公称外径,单位为毫米(mm);

S ——钢管的壁厚,单位为毫米(mm)。

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(熔炼分析)应符合表 2 的规定。

5.1.2 需方要求做成品分析时,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 2 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	Cu	W
1	S21953	022Cr19Ni5Mo3Si2N	≤0.030	1.40~ 2.00	1.20~ 2.00	≤0.030	≤0.015	4.30~ 5.20	18.00~ 19.00	2.50~ 3.00	0.05~ 0.12	—	—
2	S22253	022Cr22Ni5Mo3N ^a	≤0.030	≤1.00	≤2.00	≤0.030	≤0.015	4.50~ 6.50	21.00~ 23.00	2.50~ 3.50	0.08~ 0.20	—	—
3	S23043	022Cr23Ni4MoCuN	≤0.030	≤1.00	≤2.50	≤0.035	≤0.015	3.00~ 5.50	21.50~ 24.50	0.05~ 0.60	0.05~ 0.20	0.05~ 0.60	—
4	S22053	022Cr23Ni5Mo3N ^b	≤0.030	≤1.00	≤2.00	≤0.030	≤0.015	4.50~ 6.50	22.00~ 23.00	3.00~ 3.50	0.14~ 0.20	—	—
5	S25203	022Cr24Ni7Mo4CuN	≤0.030	≤0.80	≤1.50	≤0.035	≤0.015	5.50~ 8.00	23.00~ 25.00	3.00~ 5.00	0.20~ 0.35	0.50~ 3.00	—
6	S22553	022Cr25Ni6Mo2N	≤0.030	≤1.00	≤2.00	≤0.030	≤0.015	5.50~ 6.50	24.00~ 26.00	1.20~ 2.00	0.14~ 0.20	—	—
7	S22583	022Cr25Ni7Mo3WCuN	≤0.030	≤0.75	≤1.00	≤0.030	≤0.015	5.50~ 7.50	24.00~ 26.00	2.50~ 3.50	0.10~ 0.30	0.20~ 0.80	0.10~ 0.50
8	S25073	022Cr25Ni7Mo4N ^c	≤0.030	≤0.80	≤1.20	≤0.035	≤0.015	6.00~ 8.00	24.00~ 26.00	3.00~ 5.00	0.24~ 0.32	≤0.50	—
9	S25554	03Cr25Ni6Mo3Cu2N	≤0.04	≤1.00	≤1.50	≤0.035	≤0.015	4.50~ 6.50	24.00~ 27.00	2.90~ 3.90	0.10~ 0.25	1.50~ 2.50	—
10	S27603	022Cr25Ni7Mo4WCuN ^d	≤0.030	≤1.00	≤1.00	≤0.030	≤0.010	6.00~ 8.00	24.00~ 26.00	3.00~ 4.00	0.20~ 0.30	0.50~ 1.00	0.50~ 1.00
^a 022Cr22Ni5Mo3N 的 PREN: (%Cr+3.3×%Mo+16×%N)≥34。													
^b 022Cr23Ni5Mo3N 的 PREN: (%Cr+3.3×%Mo+16×%N)≥35。													
^c 022Cr25Ni7Mo4N 的 PREN: (%Cr+3.3×%Mo+16×%N)≥41。													
^d 022Cr25Ni7Mo4WCuN 的 PREN: (%Cr+3.3×%Mo+16×%N)≥40。													

5.2 制造方法

5.2.1 钢的冶炼方法

钢应采用电弧炉加炉外精炼或转炉加炉外精炼或电渣重熔法冶炼。经供需双方协商,并在合同中注明,也可采用其他冶炼方法。

5.2.2 钢管的制造方法

钢管应采用冷拔(轧)无缝生产工艺制造。

5.3 交货状态

5.3.1 钢管应经热处理并酸洗交货。经保护气氛热处理或整体磨(抛)光的钢管,可不经酸洗交货。

5.3.2 钢管的推荐热处理制度见表 3。经供需双方协商,并在合同中注明,钢管可采用表 3 以外的热处理制度。

5.4 力学性能

5.4.1 热处理状态交货钢管的纵向力学性能应符合表 3 的规定。

5.4.2 钢管应进行维氏或洛氏硬度试验,其值应符合表 3 的规定。

表 3 热处理制度及钢管力学性能

序号	统一数字代号	牌号	热处理制度		拉伸性能			硬度 ^a	
					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 %	HV10	HRC
					不小于			不大于	
1	S21953	022Cr19Ni5Mo3Si2N	980 °C ~ 1 040 °C	急冷	630	440	30	290	30
2	S22253	022Cr22Ni5Mo3N	1 020 °C ~ 1 100 °C	急冷	620	450	25	290	30
3	S23043	022Cr23Ni4MoCuN	925 °C ~ 1 050 °C	急冷 $D \leq 25$ mm	690	450	25	—	—
				急冷 $D > 25$ mm	600	400	25	290	30
4	S22053	022Cr23Ni5Mo3N	1 020 °C ~ 1 100 °C	急冷	655	485	25	290	30
5	S25203	022Cr24Ni7Mo4CuN	1 080 °C ~ 1 120 °C	急冷	770	550	25	310	32
6	S22553	022Cr25Ni6Mo2N	1 050 °C ~ 1 100 °C	急冷	690	450	25	280	29

表 3（续）

序号	统一数字代号	牌号	热处理制度		拉伸性能			硬度 ^a	
					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 %	HV10	HRC
					不小于			不大于	
7	S22583	022Cr25Ni7Mo3WCuN	1 020 ℃ ~ 1 100 ℃	急冷	690	450	25	290	30
8	S25073	022Cr25Ni7Mo4N	1 025 ℃ ~ 1 125 ℃	急冷	800	550	15	300	32
9	S25554	03Cr25Ni6Mo3Cu2N	≥1 040 ℃	急冷	760	550	15	295	31
10	S27603	022Cr25Ni7Mo4WCuN	1 070 ℃ ~ 1 140 ℃	急冷	750	550	25	310	32
^a 表中未规定硬度的牌号,可按需方要求提供其硬度实测数据,但不作为交货条件。									

5.5 液压

5.5.1 钢管应逐根进行液压试验。试验压力按式(2)计算,最大试验压力为 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。

$$P = 2SR/D \dots\dots\dots (2)$$

式中:

- P ——试验压力,单位为兆帕(MPa);
- S ——钢管的公称壁厚,单位为毫米(mm);
- R ——允许应力,为表 4 规定最小 $R_{p0.2}$ 值的 50%,单位为兆帕(MPa);
- D ——钢管的公称外径,单位为毫米(mm)。

5.5.2 供方可用涡流检测代替液压试验。涡流检测时,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。

5.6 压扁

根据需方要求,经供需双方协商,并在合同中注明,钢管可进行压扁试验。压扁后两平行压板间距 H 按式(3)计算。试样压扁后不应出现有裂缝和裂口。

$$H = \frac{S(1 + \alpha)}{\alpha + S/D} \dots\dots\dots (3)$$

式中:

- H ——压扁后平行压板间距离,单位为毫米(mm);
- α ——单位长度变形系数,取 0.07;
- 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)。

5.7 扩口

钢管应进行扩口试验。扩口试验的顶心锥度为 60°,扩口后试样的外径最小扩口率为 10%,扩口后试样不应出现裂缝和裂口。

5.8 金相检验

钢管的金相组织应为奥氏体和铁素体,铁素体含量应为 40%~60%。

5.9 晶间腐蚀

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 4334—2020 中 E 法的规定进行晶间腐蚀试验。试验后,试样不应出现晶间腐蚀倾向。

5.10 点腐蚀

根据需方要求,经供需双方协商,并在合同中注明,022Cr22Ni5Mo3N、022Cr23Ni5Mo3N 和 022Cr25Ni7Mo4N 钢管可进行点腐蚀试验。用 100 g 分析纯三氯化铁($\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$)溶于 900 mL 蒸馏水或去离子水中,配制成 FeCl_3 重量比约为 6%的试验溶液,并用 HCl 或 NaOH 将试验溶液的 pH 值调至 1.3 左右。试验时,试样应完全浸入试验溶液中,试验时间为 24 h,试验温度和腐蚀速率应符合表 4 的规定。

表 4 腐蚀速率

统一数字代号	牌号	试验温度/℃	腐蚀速率/[mg/(dm ² ·d)]
S22253	022Cr22Ni5Mo3N	25±1	≤10
S22053	022Cr23Ni5Mo3N	25±1	≤10
S25073	022Cr25Ni7Mo4N	40±1	≤10

5.11 超声检测

钢管应逐根进行超声检测。超声检测对比样管的人工缺陷应符合 GB/T 5777—2019 的规定,验收等级为 U2.5。

5.12 表面质量

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,清除深度应不超过公称壁厚的下偏差,清理处的实际壁厚应不小于壁厚所允许的最小值。不超过壁厚下偏差的其他局部缺陷允许存在。

5.13 特殊要求

需方有下述特殊要求时,由供需双方协商,并在合同中注明:

- a) 调整表 3 规定的化学成分范围;
- b) 提供弹性模量和热膨胀系数数据;
- c) 进行有害沉淀相试验;
- d) 提供高温力学性能实测数据,部分牌号的高温力学性能值参见附录 A;
- e) 规定不同于 5.8 要求的奥氏体或铁素体含量;

f) 其他要求。

6 试验方法

- 6.1 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 223.11、GB/T 223.18、GB/T 223.19、GB/T 223.25、GB/T 223.26、GB/T 223.28、GB/T 223.36、GB/T 223.43、GB/T 223.59、GB/T 223.60、GB/T 223.64、GB/T 223.85、GB/T 223.86 的规定进行。
- 6.2 钢管的尺寸和外形应采用符合精度要求的量具逐根测量。
- 6.3 钢管的内外表面应在充分照明条件下逐根目视检查。
- 6.4 钢管其他检验项目的取样方法和试验方法应符合表 5 的规定。

表 5 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	取样方法	试验方法
1	化学成分	每炉取 1 个试样	GB/T 20066	见 6.1
2	拉伸	每批在两根钢管上各取 1 个试样	GB/T 2975	GB/T 228.1
3	硬度	每批在两根钢管上各取 1 个试样	GB/T 230.1、GB/T 4340.1	GB/T 230.1、GB/T 4340.1
4	液压	逐根	—	GB/T 241
5	涡流	逐根	—	GB/T 7735—2016
6	压扁	每批在两根钢管上各取 1 个试样	GB/T 246	GB/T 246
7	扩口	每批在两根钢管上各取 1 个试样	GB/T 242	GB/T 242
8	金相	每批在两根钢管上各取 1 个试样	GB/T 13305	GB/T 13305
9	晶间腐蚀	每批在两根钢管上各取 1 个试样	GB/T 4334—2020	GB/T 4334—2020 中 E 法
10	点腐蚀	每批在两根钢管上各取 1 个试样	GB/T 17897	GB/T 17897、见 5.10
11	超声检测	逐根	—	GB/T 5777—2019
12	弹性模量	协议	协议	协议
13	热膨胀系数	协议	协议	协议
14	有害沉淀相	协议	协议	协议
15	高温拉伸	协议	GB/T 2975	GB/T 228.2

7 检验规则

7.1 检查和验收

钢管的检查和验收由供方进行。

7.2 组批规则

- 7.2.1 钢管按批检查和验收。
- 7.2.2 若钢管在切成单根后不再进行热处理，则从一根热处理后的钢管截取的所有管段都应视为一根。

7.2.3 每批应由同一牌号、同一炉号、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) $D \leq 25$ mm, 400 根;
- b) $D > 25$ mm~50 mm, 200 根;
- c) $D > 50$ mm, 100 根。

7.3 取样数量

钢管检验项目的取样数量和取样方法应符合表 5 的规定。

7.4 复验与判定规则

钢管的复验与判定规则应符合 GB/T 2102 的规定。

8 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。

附 录 A
(资料性附录)
部分牌号的高温力学性能

表 A.1 列出了部分牌号钢管在固溶状态下的高温规定塑性延伸强度。

表 A.1 部分牌号高温规定塑性延伸强度

序号	统一 数字代号	牌号	$R_{p0.2}$ /MPa 不小于				
			50 ℃	100 ℃	150 ℃	200 ℃	250 ℃
1	S21953	022Cr19Ni5Mo3Si2N	430	370	350	330	325
2	S22253	022Cr22Ni5Mo3N	415	360	335	310	295
3	S22053	022Cr23Ni5Mo3N					
4	S23043	022Cr23Ni4MoCuN	370	330	310	290	280
5	S25203	022Cr24Ni7Mo4CuN	485	450	420	400	380
6	S25073	022Cr25Ni7Mo4N	530	480	445	420	405
7	S27603	022Cr25Ni7Mo4WCuN	502	450	420	400	380

