



中华人民共和国国家标准

GB/T 21832.1—2018
部分代替 GB/T 21832—2008

奥氏体-铁素体型双相不锈钢焊接钢管 第 1 部分：热交换器用管

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

2018-05-14 发布

2019-02-01 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

GB/T 21832《奥氏体-铁素体型双相不锈钢焊接钢管》分为两个部分：

- 第1部分：热交换器用管；
- 第2部分：流体输送用管。

本部分为 GB/T 21832 的第1部分。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

GB/T 21832 的本部分部分代替 GB/T 21832—2008《奥氏体-铁素体型双相不锈钢焊接钢管》，未被代替的内容为流体输送用管，将纳入 GB/T 21832 的第2部分。

本部分与 GB/T 21832—2008 相比，主要技术变化如下：

- 修改了标准的名称；
- 修改了规范性引用文件(见第2章,2008年版的第2章)；
- 删除了分类及代号(见2008年版的第3章)；
- 修改了产品尺寸范围(见4.1.1,2008年版的5.1.1)；
- 修改了外径和壁厚允许偏差(见4.1.2,2008年版的5.1.2)；
- 修改了定尺长度允许偏差(见4.2.2,2008年版的5.2.2)；
- 修改了钢的冶炼方法(见5.2.1,2008年版的6.2.1)；
- 修改了钢管的制造方法(见5.2.2,2008年版的6.2.2)；
- 删除了不经热处理和表面抛光等协商交货状态(见2008年版的6.3.2)；
- 修改了焊接接头背弯试验要求(见5.5.3,2008年版的6.5.2)；
- 增加了压力试验选项水下气密性试验(见5.6.2)；
- 修改了金相组织要求(见5.7,2008年版的6.7)；
- 删除了焊缝无损检测(见2008年版的6.8)；
- 删除了补焊(见2008年版的6.9.2)；
- 修改了内、外焊缝余高要求(见5.8.3,2008年版的6.9.3)；
- 删除了附录A(资料性附录)。

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：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、浙江德威不锈钢管业制造有限公司、哈尔滨锅炉厂有限责任公司、冶金工业信息标准研究院。

本部分主要起草人：李洁泉、吉海、宋建新、康喜唐、沈根荣、梁宝琦、董莉、苏诚、陈泽民、刘尚华、莫培明、谭舒平、罗霞、李奇。

本部分所代替标准的历次版本发布情况为：

- GB/T 21832—2008。

奥氏体-铁素体型双相不锈钢焊接钢管

第1部分:热交换器用管

1 范围

GB/T 21832 的本部分规定了热交换器用奥氏体-铁素体型双相不锈钢焊接钢管的订货内容、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焊接钢管(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 223.58 钢铁及合金化学分析方法 亚砷酸钠-亚硝酸钠滴定法测定锰量

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 223.62 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 223.85 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 230.1 金属材料 洛氏硬度试验 第1部分:试验方法(A、B、C、D、E、F、G、H、K、N、T 标尺)

GB/T 231.1 金属材料 布氏硬度试验 第1部分:试验方法

GB/T 241 金属管 液压试验方法

GB/T 245 金属材料 管 卷边试验方法

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 2653 焊接接头弯曲试验方法

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 4340.1 金属材料 维氏硬度试验 第1部分:试验方法

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 13305 不锈钢中 α -相面积含量金相测定法

- 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)
- GB/T 21835 焊接钢管尺寸及单位长度重量

3 订货内容

按本部分订购钢管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,单位为毫米)；
- e) 订购的数量；
- f) 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 D 不大于 203 mm,壁厚 S 不大于 8.0 mm,其尺寸规格应符合 GB/T 21835 的规定。根据需方要求,经供需双方协商,可供应其他外径和壁厚的钢管。
- 4.1.2 钢管外径和壁厚的允许偏差应符合表 1 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 1 规定以外尺寸允许偏差的钢管。

表 1 外径和壁厚的允许偏差 单位为毫米

外径 D	外径允许偏差 ^a	壁厚允许偏差
≤ 25	± 0.10	$\pm 10\% S$
$> 25 \sim 40$	± 0.15	
$> 40 \sim 65$	± 0.25	
$> 65 \sim 89$	± 0.30	
$> 89 \sim 140$	± 0.38	
$> 140 \sim 203$	± 0.76	
^a 对于壁厚与外径之比不大于 3% 的薄壁钢管,钢管实测的平均外径应符合本表所列的外径允许偏差。		

4.2 长度

- 4.2.1 钢管的通常长度为 3 000 mm~12 000 mm。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 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。定尺钢管的长度允许偏差为 $^{+10}_0$ mm。倍尺钢管的每个倍尺长度应留切口余量 5 mm~10 mm。

4.3 弯曲度

钢管的弯曲度应不大于 1.5 mm/m。

4.4 不圆度

对于壁厚与外径之比不大于 3% 的薄壁钢管,其不圆度应不超过公称外径的 1.5%;其余钢管的不圆度应不超过公称外径的公差。

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

钢管按理论重量交货。经供需双方协商,并在合同中注明,钢管也可按实际重量交货。钢管每米理论重量按式(1)计算。

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

式中:

W ——钢管每米理论重量,单位为千克每米(kg/m);

π ——取 3.141 6;

ρ ——钢的密度,单位为千克每立方分米(kg/dm³),牌号 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	其他
1	S21953	022Cr19Ni5Mo3Si2N	≤0.030	1.30~ 2.00	1.00~ 2.00	≤0.035	≤0.030	4.50~ 5.50	18.00~ 19.50	2.50~ 3.00	0.05~ 0.10	—	—
2	S22253	022Cr22Ni5Mo3N	≤0.030	≤1.00	≤2.00	≤0.030	≤0.020	4.50~ 6.50	21.00~ 23.00	2.50~ 3.50	0.08~ 0.20	—	—
3	S22053	022Cr23Ni5Mo3N	≤0.030	≤1.00	≤2.00	≤0.030	≤0.020	4.50~ 6.50	22.00~ 23.00	3.00~ 3.50	0.14~ 0.20	—	—
4	S23043	022Cr23Ni4MoCuN	≤0.030	≤1.00	≤2.50	≤0.035	≤0.030	3.00~ 5.50	21.50~ 24.50	0.05~ 0.60	0.05~ 0.20	0.05~ 0.60	—
5	S22553	022Cr25Ni6Mo2N	≤0.030	≤1.00	≤2.00	≤0.030	≤0.030	5.50~ 6.50	24.00~ 26.00	1.20~ 2.50	0.10~ 0.20	—	—
6	S22583	022Cr25Ni7Mo3WCuN	≤0.030	≤0.75	≤1.00	≤0.030	≤0.030	5.50~ 7.50	24.00~ 26.00	2.50~ 3.50	0.10~ 0.30	0.20~ 0.80	W:0.10~0.50
7	S25554	03Cr25Ni6Mo3Cu2N	≤0.04	≤1.00	≤1.50	≤0.035	≤0.030	4.50~ 6.50	24.00~ 27.00	2.90~ 3.90	0.10~ 0.25	1.50~ 2.50	—
8	S25073	022Cr25Ni7Mo4N	≤0.030	≤0.80	≤1.20	≤0.035	≤0.020	6.00~ 8.00	24.00~ 26.00	3.00~ 5.00	0.24~ 0.32	≤0.50	—
9	S27603	022Cr25Ni7Mo4WCuN	≤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	W:0.50~1.00 Cr+3.3Mo+16N≥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方法冶炼。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

5.2.2.1 钢管应采用不添加填充金属的自动电熔焊接方法制造。

5.2.2.2 经供需双方协商,并在合同中注明,钢管在焊接之后及最终热处理之前可对焊缝或整管进行冷变形加工。

5.3 交货状态

钢管应以热处理并酸洗状态交货。经保护气氛热处理的钢管,可不经酸洗交货。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 规定以外的其他热处理制度。

5.4 力学性能

5.4.1 拉伸

钢管的室温纵向拉伸性能应符合表 3 的规定。

5.4.2 硬度

5.4.2.1 根据需方要求,经供需双方协商,并在合同中注明,对于壁厚不小于 1.7 mm 的钢管可做母材洛氏硬度或布氏硬度试验。当合同规定了硬度试验时,其硬度值应符合表 3 的规定。

5.4.2.2 根据需方要求,经供需双方协商,并在合同中注明,钢管也可做维氏硬度试验,其硬度值应由供需双方协商确定。

表 3 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		拉伸性能			硬度	
					抗拉强度 R_m /MPa	规定塑性 延伸强度 $R_{p0.2}$ /MPa	断后 伸长率 $A/\%$	HBW	HRC
					不小于			不大于	
1	S21953	022Cr19Ni5Mo3Si2N	980 ℃~1 040 ℃	急冷	630	440	30	290	30
2	S22253	022Cr22Ni5Mo3N	1 020 ℃~1 100 ℃	急冷	620	450	25	290	30
3	S22053	022Cr23Ni5Mo3N	1 020 ℃~1 100 ℃	急冷	655	485	25	290	30
4	S23043	022Cr23Ni4MoCuN	925 ℃~1 050 ℃	$D \leq 25$ mm 急冷	690	450	25	—	—
				$D > 25$ mm 急冷	600	400	25	290	30
5	S22553	022Cr25Ni6Mo2N	1 050 ℃~1 100 ℃	急冷	690	450	25	280	—
6	S22583	022Cr25Ni7Mo3WCuN	1 020 ℃~1 100 ℃	急冷	690	450	25	290	30

表 3 (续)

序号	统一 数字 代号	牌 号	推荐热处理制度		拉伸性能			硬度	
					抗拉强度 R_m /MPa	规定塑性 延伸强度 $R_{p0.2}$ /MPa	断后 伸长率 $A/\%$	HBW	HRC
					不小于			不大于	
7	S25554	03Cr25Ni6Mo3Cu2N	$\geq 1\ 040\ ^\circ\text{C}$	急冷	760	550	15	297	31
8	S25073	022Cr25Ni7Mo4N	$1\ 025\ ^\circ\text{C} \sim 1\ 125\ ^\circ\text{C}$	急冷	800	550	15	300	32
9	S27603	022Cr25Ni7Mo4WCuN	$1\ 100\ ^\circ\text{C} \sim 1\ 140\ ^\circ\text{C}$	急冷	750	550	25	300	—

5.5 工艺性能

5.5.1 压扁

钢管应进行压扁试验。压扁试验时,焊缝应位于与施力方向成 90° 的位置,试样应压至两平板间距为 H , H 按式(2)计算。压扁试验后,试样不应出现裂缝或裂口。

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

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 ——钢管的外径,单位为毫米(mm)。

5.5.2 卷边

钢管应进行卷边试验。卷边宽度应不小于外径的 15%。卷边试验后,试样不应出现裂缝或裂口。

5.5.3 焊接接头背弯

钢管应进行焊接接头背弯试验。从钢管上截取一段 100 mm 长的试样,在距焊缝两侧 90° 位置沿纵向剖开,并将试样展平。弯芯直径为 4 倍试样厚度,弯曲时弯芯应紧靠并平行于外焊缝,使焊缝处于最大弯曲点,弯曲角度为 180° 。试验后,试样不应出现裂纹或焊接缺陷。

5.6 密实性

5.6.1 液压

钢管应逐根进行液压试验,试验压力按式(3)计算,最大试验压力为 10 MPa。在试验压力下,稳压时间应不少于 5 s,钢管不应出现渗漏现象。

$$P = 2SR/D \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中:

P ——试验压力,单位为兆帕(MPa),当 $P < 7$ MPa 时,修约到最接近的 0.5 MPa,当 $P \geq 7$ MPa 时,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,为表 3 规定塑性延伸强度 $R_{p0.2}$ 的 50%,单位为兆帕(MPa);

D ——钢管的外径,单位为毫米(mm)。

5.6.2 水下气密性

5.6.2.1 外径不大于 50.8 mm 的钢管,可采用逐根水下气密性试验代替液压试验。水下气密性试验压力应不小于 1.0 MPa,试验介质为压缩空气;在试验压力下,钢管应完全浸入水中,稳压时间应不少于 10 s,钢管不应出现渗漏现象。

5.6.2.2 根据需方要求,经供需双方协商,并在合同中注明,可选用其他试验压力进行气密性试验。

5.6.3 涡流检测

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 的规定。

5.7 金相组织

5.7.1 钢管的金相组织应为奥氏体和铁素体,母材区域的奥氏体含量应为 40%~60%,焊缝区域(含热影响区)的奥氏体含量应为 35%~65%。

5.7.2 经供需双方协商,并在合同中注明,可规定其他范围的奥氏体含量。

5.8 表面质量

5.8.1 钢管的内外表面应光滑,不应有裂纹、折叠、咬边、未焊透、焊缝内凹。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,清除处的实际壁厚应不小于壁厚所允许的最小值。

5.8.2 钢管表面允许有局部划痕、压痕、麻点存在,但其深度应不超过壁厚下偏差的 50%,超过者允许修磨,修磨处的实际壁厚应不小于壁厚所允许的最小值。不影响壁厚允许最小值的其他局部缺欠允许存在。

5.8.3 内、外焊缝余高应分别符合以下规定:

- a) $S \leq 1.0$ mm 的钢管,不大于 0.1 mm;
- b) $S > 1.0$ mm 的钢管,不大于壁厚的 10%,且不大于 0.5 mm。

5.9 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) 腐蚀试验;
- b) 有害沉淀相检验。

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 223.58、GB/T 223.60、GB/T 223.62、GB/T 223.85、GB/T 223.86 的规定进行。

6.2 钢管的尺寸和外形、焊缝余高应采用符合精度要求的量具逐根测量。

6.3 钢管的内外表面质量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 4 的规定。

表 4 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 231.1、 GB/T 4340.1	GB/T 230.1、GB/T 231.1、 GB/T 4340.1
4	压扁	每批在两根钢管上各取 1 个试样	GB/T 246	GB/T 246
5	卷边	每批在两根钢管上各取 1 个试样	GB/T 245	GB/T 245
6	焊接接头背弯	每批在两根钢管上各取 1 个试样	见 5.5.3	GB/T 2653、见 5.5.3
7	液压	逐根	—	GB/T 241
8	水下气密性	逐根	—	见 5.6.2
9	涡流	逐根	—	GB/T 7735—2016
10	金相组织	每批在两根钢管上各取 1 个试样	GB/T 13305	GB/T 13305
11	腐蚀	协议	协议	协议
12	有害沉淀相	协议	协议	协议

7 检验规则

7.1 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。

7.2 组批规则

除化学成分可按炉检查和验收外,钢管其余检验项目应按批检查和验收。每批应由同一牌号、同一炉号、同一规格、同一焊接工艺和同一热处理制度(炉次)的钢管组成,每批钢管的数量应不超过如下规定:

- a) $D \leq 40\text{ mm}$,400 根;
- b) $40\text{ mm} < D \leq 140\text{ mm}$,200 根;
- c) $D > 140\text{ mm}$,100 根。

7.3 取样数量

每批钢管各项检验的取样数量应符合表 4 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。
