



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 24593—2009

## 锅炉和热交换器用 奥氏体不锈钢焊接钢管

Welded austenitic stainless steel tubes for boiler and heat-exchanger

2009-10-30 发布

标准分享网 [www.bzfxw.com](http://www.bzfxw.com) 免费下载

2010-05-01 实施



中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布  
中国国家标准化管理委员会

## 前 言

本标准参照 ASTM A249/A249M-08《锅炉、过热器、换热器和冷凝器用焊接奥氏体钢管子》制定。

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归口。

本标准起草单位：浙江久立特材科技股份有限公司、冶金工业信息标准研究院、江苏武进不锈钢管厂集团有限公司。

本标准主要起草人：曹志樑、邵羽、吉海、黄颖、蔡兴强、刘明洲、宋建新。



# 锅炉和热交换器用 奥氏体不锈钢焊接钢管

## 1 范围

本标准规定了锅炉和热交换器用奥氏体不锈钢焊接钢管的尺寸、外形、重量及允许偏差、技术要求、试验方法、检验规则、包装、标志及质量证明书。

本标准适用于热交换器和中低压锅炉用奥氏体不锈钢焊接钢管。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

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 223.16 钢铁及合金化学分析方法 变色酸光度法测定钛量

GB/T 223.17 钢铁及合金化学分析方法 二安替比林甲烷光度法测定钛量

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  $\alpha$ -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 223.40 钢铁及合金 铌含量的测定 氯磺酚 S 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 223.59 钢铁及合金 磷含量的测定 铋磷钼蓝分光光度法和铈磷钼蓝分光光度法

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 223.62 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 223.69 钢铁及合金 碳含量的测定 管式炉内燃烧后气体容量法

GB/T 228 金属材料 室温拉伸试验方法(GB/T 228—2002,eqv ISO 6892:1998)

GB/T 230.1 金属洛氏硬度试验 第1部分:试验方法(A、B、C、D、E、F、G、H、K、N、T 标尺)  
(GB/T 230.1—2004,ISO 6508-1:1999,MOD)

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 242—2007,ISO 8493:1998,IDT)

GB/T 245 金属管 卷边试验方法(GB/T 245—2008,ISO 8494:1998,IDT)

GB/T 246 金属管 压扁试验方法(GB/T 246—2007,ISO 8492:1998,IDT)

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 2975—1998,eqv ISO 377:1997)

GB/T 4334 金属和合金的腐蚀 不锈钢晶间腐蚀试验方法(GB/T 4334—2008,ISO 3651-1:1998,ISO 3651-2:1998,MOD)

GB/T 6394 金属平均晶粒度测定方法

GB/T 7735 钢管涡流探伤检验方法(GB/T 7735—2004,ISO 9304:1989,MOD)

GB/T 11170 不锈钢的光电发射光谱分析方法

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 20066—2006,ISO 14284:1996,IDT)

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 20123—2006,ISO 15350:2000,IDT)

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 20124—2006,ISO 15351:1999,IDT)

GB/T 20878—2007 不锈钢和耐热钢 牌号及化学成分

GB/T 21835 焊接钢管尺寸及单位长度重量

### 3 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) 标准编号;
- 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(重量或根数、米数);
- f) 选择性要求;
- g) 其他特殊要求。

### 4 尺寸、外形、重量及允许偏差

#### 4.1 外径和壁厚

4.1.1 钢管的外径( $D$ )不大于 305 mm,壁厚( $S$ )不大于 8 mm,其外径和壁厚应符合 GB/T 21835 的规定。

4.1.2 钢管的外径、壁厚允许偏差应符合表 1 的规定。

4.1.3 根据需方要求,经供需双方协商,并在合同中注明,可供应其他外径和壁厚及允许偏差的钢管。

#### 4.2 长度

4.2.1 钢管的通常长度为 2 000 mm~18 000 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。定尺钢管的全长允许偏差为 $^{+5}_0$  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。



表 1 外径和壁厚的允许偏差

单位为毫米

钢管外径(D)	外径允许偏差 <sup>a</sup>		壁厚允许偏差
	正偏差	负偏差	
≤25	+0.10	-0.10	±10% S
>25~40	+0.15	-0.15	
>40~50	+0.20	-0.20	
>50~65	+0.25	-0.25	
>65~75	+0.30	-0.30	
>75~100	+0.38	-0.38	
>100~200	+0.38	-0.64	
>200~225	+0.38	-1.14	
>225~305	+0.75%D	-0.75%D	
<sup>a</sup> 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。			

## 4.4 不圆度

钢管的不圆度应不超过外径的公差;但对于壁厚与外径之比不大于3%的薄壁钢管,其不圆度应不超过外径的2%。

## 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。钢管每米的理论重量按式(1)计算:

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

式中:

$W$ ——钢管的理论重量,单位为千克每米(kg/m);

$\pi$ ——3.141 6;

$\rho$ ——钢的密度,单位为千克每立方分米(kg/dm<sup>3</sup>),见表2;

$D$ ——钢管的外径,单位为毫米(mm);

$S$ ——钢管的壁厚,单位为毫米(mm)。

表 2 钢的密度

序号	GB/T 20878 中序号	统一数字代号	牌 号	密度 $\rho$ / (kg/dm <sup>3</sup> )
1	13	S30210	12Cr18Ni9	7.93
2	17	S30408	06Cr19Ni10	7.93
3	18	S30403	022Cr19Ni10	7.90
4	19	S30409	07Cr19Ni10	7.90



表 2 (续)

序号	GB/T 20878 中序号	统一数字代号	牌 号	密度 $\rho$ / (kg/dm <sup>3</sup> )
5	23	S30458	06Cr19Ni10N	7.93
6	25	S30453	022Cr19Ni10N	7.93
7	26	S30510	10Cr18Ni12	7.93
8	32	S30908	06Cr23Ni13	7.98
9	35	S31008	06Cr25Ni20	7.98
10	38	S31608	06Cr17Ni12Mo2	8.00
11	39	S31603	022Cr17Ni12Mo2	8.00
12	41	S31668	06Cr17Ni12Mo2Ti	7.90
13	43	S31658	06Cr17Ni12Mo2N	8.00
14	44	S31653	022Cr17Ni12Mo2N	8.04
15	49	S31708	06Cr19Ni13Mo3	8.00
16	50	S31703	022Cr19Ni13Mo3	7.98
17	55	S32168	06Cr18Ni11Ti	8.03
18	62	S34778	06Cr18Ni11Nb	8.03
19	63	S34779	07Cr18Ni11Nb	8.03

## 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 3 的规定。

5.1.2 成品钢管的化学成分允许偏差应符合 GB/T 222 的规定。

### 5.2 制造方法

#### 5.2.1 钢的冶炼方法

优先采用粗炼钢水加炉外精炼。

#### 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焊接方法制造,钢管在焊接之后及最终热处理之前应对焊缝或整管进行冷变形加工。

5.2.2.2 经供需双方协商,并在合同中注明,可以规定冷变形加工的方法以及最小变形量。

### 5.3 交货状态

钢管应经热处理并酸洗交货,但经保护气氛热处理的钢管,可不经酸洗交货。钢管的推荐热处理规范见表 4。经供需双方协商,并在合同中注明,钢管可采用表 4 规定以外的其他热处理规范。实际热处理规范应在质量证明书中注明。



表 3 钢的牌号和化学成分

序 号	GB/T 20878 中序号	统一数字代号	牌号	化学成分 <sup>a</sup> (质量分数)/%									
				C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	N	其他
1	13	S30210	12Cr18Ni9	0.15	1.00	2.00	0.035	0.030	8.00~10.00	17.00~19.00	—	0.10	—
2	17	S30408	06Cr19Ni10	0.08	1.00	2.00	0.035	0.030	8.00~11.00	18.00~20.00	—	—	—
3	18	S30403	022Cr19Ni10	0.030	1.00	2.00	0.035	0.030	8.00~12.00	18.00~20.00	—	—	—
4	19	S30409	07Cr19Ni10	0.04~0.10	1.00	2.00	0.035	0.030	8.00~11.00	18.00~20.00	—	—	—
5	23	S30458	06Cr19Ni10N	0.08	1.00	2.00	0.035	0.030	8.00~11.00	18.00~20.00	—	0.10~0.16	—
6	25	S30453	022Cr19Ni10N	0.030	1.00	2.00	0.035	0.030	8.00~11.00	18.00~20.00	—	0.10~0.16	—
7	26	S30510	10Cr18Ni12	0.12	1.00	2.00	0.035	0.030	10.50~13.00	17.00~19.00	—	—	—
8	32	S30908	06Cr23Ni13	0.08	1.00	2.00	0.035	0.030	12.00~15.00	22.00~24.00	—	—	—
9	35	S31008	06Cr25Ni20	0.08	1.50	2.00	0.035	0.030	19.00~22.00	24.00~26.00	—	—	—
10	38	S31608	06Cr17Ni12Mo2	0.08	1.00	2.00	0.035	0.030	10.00~14.00	16.00~18.00	2.00~3.00	—	—
11	39	S31603	022Cr17Ni12Mo2	0.030	1.00	2.00	0.035	0.030	10.00~14.00	16.00~18.00	2.00~3.00	—	—
12	41	S31668	06Cr17Ni12Mo2Ti	0.08	1.00	2.00	0.035	0.030	10.00~14.00	16.00~18.00	2.00~3.00	—	Ti≥5×C
13	43	S31658	06Cr17Ni12Mo2N	0.08	1.00	2.00	0.035	0.030	10.00~13.00	16.00~18.00	2.00~3.00	0.10~0.16	—
14	44	S31653	022Cr17Ni12Mo2N	0.030	1.00	2.00	0.035	0.030	10.00~13.00	16.00~18.00	2.00~3.00	0.10~0.16	—
15	49	S31708	06Cr19Ni13Mo3	0.08	1.00	2.00	0.035	0.030	11.00~15.00	18.00~20.00	3.00~4.00	—	—
16	50	S31703	022Cr19Ni13Mo3	0.030	1.00	2.00	0.035	0.030	11.00~15.00	18.00~20.00	3.00~4.00	—	—
17	55	S32168	06Cr18Ni11Ti	0.08	1.00	2.00	0.035	0.030	9.00~12.00	17.00~19.00	—	—	Ti: 5×C~0.70
18	62	S34778	06Cr18Ni11Nb	0.08	1.00	2.00	0.035	0.030	9.00~12.00	17.00~19.00	—	—	Nb: 10×C~1.10
19	63	S34779	07Cr18Ni11Nb	0.04~0.10	1.00	2.00	0.035	0.030	9.00~12.00	17.00~19.00	—	—	Nb: 8×C~1.10

<sup>a</sup> 表中所列成分除标明范围的,其余均为最大值。



5.4 力学性能

5.4.1 拉伸试验

经热处理后钢管的拉伸性能应符合表 4 的规定。

5.4.2 硬度试验

壁厚不小于 1.7 mm 的钢管应按 GB/T 230.1 进行母材洛氏硬度试验,平均硬度值应符合表 4 的规定。经供需双方协商,并在合同中注明,也可对壁厚小于 1.7 mm 的钢管或焊缝进行硬度试验。

表 4 钢管的推荐热处理规范及力学性能

序号	GB/T 20878 中序号	统一数字 代号	牌 号	推荐热处理规范		拉伸性能			硬度
						抗拉强度 $R_m$ / (N/mm <sup>2</sup> )	规定塑性 延伸强度 $R_{p0.2}$ / (N/mm <sup>2</sup> )	断后 伸长率 A/ %	HRB
						不小于			不大于
1	13	S30210	12Cr18Ni9	≥1 040 ℃	急冷	515	205	35	90
2	17	S30408	06Cr19Ni10	≥1 040 ℃	急冷	515	205	35	90
3	18	S30403	022Cr19Ni10	≥1 040 ℃	急冷	485	170	35	90
4	19	S30409	07Cr19Ni10	≥1 040 ℃	急冷	515	205	35	90
5	23	S30458	06Cr19Ni10N	≥1 040 ℃	急冷	550	240	35	90
6	25	S30453	022Cr19Ni10N	≥1 040 ℃	急冷	515	205	35	90
7	26	S30510	10Cr18Ni12	≥1 040 ℃	急冷	515	205	35	90
8	32	S30908	06Cr23Ni13	≥1 040 ℃	急冷	515	205	35	90
9	35	S31008	06Cr25Ni20	≥1 040 ℃	急冷	515	205	35	90
10	38	S31608	06Cr17Ni12Mo2	≥1 040 ℃	急冷	515	205	35	90
11	39	S31603	022Cr17Ni12Mo2	≥1 040 ℃	急冷	485	170	35	90
12	41	S31668	06Cr17Ni12Mo2Ti	≥1 040 ℃	急冷	515	205	35	90
13	43	S31658	06Cr17Ni12Mo2N	≥1 040 ℃	急冷	550	240	35	90
14	44	S31653	022Cr17Ni12Mo2N	≥1 040 ℃	急冷	515	205	35	90
15	49	S31708	06Cr19Ni13Mo3	≥1 040 ℃	急冷	515	205	35	90
16	50	S31703	022Cr19Ni13Mo3	≥1 040 ℃	急冷	515	205	35	90
17	55	S32168	06Cr18Ni11Ti	≥1 040 ℃	急冷	515	205	35	90
18	62	S34778	06Cr18Ni11Nb	≥1 040 ℃	急冷	515	205	35	90
19	63	S34779	07Cr18Ni11Nb	≥1 100 ℃	急冷	515	205	35	90

5.5 工艺性能

5.5.1 压扁试验

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,试样上不允许出现裂缝或裂口。

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



式中:

$H$ ——压扁后平行压板间距离,单位为毫米(mm);

$\alpha$ ——单位长度变形系数,本标准所有钢管均取 0.09;

$S$ ——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 卷边试验

壁厚小于等于 2 mm 钢管应进行卷边试验,卷边宽度不小于外径的 15%,卷边试验后,试样上不允许出现裂缝或裂口。

### 5.5.3 扩口试验

壁厚大于 2 mm 钢管应进行扩口试验,扩口试验的顶心锥度为  $60^\circ$ ,外径的扩大值应不小于 14%。扩口后试样不允许出现裂缝或裂口。

### 5.5.4 反向弯曲试验

钢管应进行反向弯曲试验。从钢管上截取一段 100 mm 长的试样,从焊缝两侧成  $90^\circ$  位置沿纵向剖开。

试样展平后,用一个直径为 4 倍试样厚度的弯芯进行弯曲。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  $180^\circ$ 。

弯曲后试样上不允许出现裂纹或焊接缺陷。

### 5.5.5 展平试验

当钢管的  $S/D \geq 10\%$ 、或  $S \geq 3.4$  mm、或外径  $D < 9.5$  mm 时,钢管应进行展平试验来代替 5.5.4 规定的反向弯曲试验。

从钢管上截取一段 100 mm 长的试样,从焊缝两侧成  $90^\circ$  位置沿纵向剖开。展开试样并压平,使焊缝处于试样中间。

展平后试样上不允许出现裂纹或焊接缺陷。

### 5.6 液压试验

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。根据供需双方协商,并在合同中注明,供方可选用更高的试验压力进行液压试验。在试验压力下,稳压时间应不少于 10 s,钢管不允许出现渗漏现象。

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

式中:

$P$ ——试验压力,单位为兆帕(MPa);

$S$ ——钢管的壁厚,单位为毫米(mm);

$R$ ——允许应力,为表 4 规定  $R_{p0.2}$  的 50%,单位为牛顿每平方米( $N/mm^2$ ) ( $1 N/mm^2 = 1 MPa$ );

$D$ ——钢管的外径,单位为毫米(mm)。

供方可用涡流探伤代替液压试验。用涡流探伤时对比样管人工缺陷应符合 GB/T 7735 中验收等级 A 的规定。

### 5.7 晶间腐蚀试验

钢管应进行晶间腐蚀试验。外径小于 16 mm 的钢管,取试样长度为 25 mm 的整管段,按 GB/T 4334 的规定完成腐蚀浸泡后,采用 5.5.1 的规定将试样压扁后进行评定;外径不小于 16 mm 的钢管的晶间腐蚀试验方法应符合 GB/T 4334 的规定。

经供需双方协商,并在合同中注明,可采用其他晶间腐蚀试验方法。

### 5.8 晶粒度

07Cr19Ni10、07Cr18Ni11Nb 钢管的平均晶粒度应为 4~7 级。



5.9 表面质量

钢管的内外表面应光滑,不允许有裂纹、咬边、折叠、扭曲、过酸洗、氧化皮。上述缺陷应完全清除,清除处的实际壁厚应不小于壁厚所允许的最小值,且清除处应圆滑过渡。深度不超过壁厚负偏差的轻微划伤、压坑、麻点允许存在。错边、凸起、凹陷应不大于壁厚允许偏差。

5.10 特殊要求

需方有下述特殊要求时,应经供需双方协商,并在合同中注明:

- a) 增加无损探伤检测(涡流探伤或焊缝射线检测);
- b) 增加水下气密性试验;
- c) 增加 06Cr17Ni12Mo2Ti、06Cr18Ni11Ti、06Cr18Ni11Nb、07Cr18Ni11Nb 牌号钢管的稳定化热处理;
- d) 其他要求。

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逐根测量。
- 6.2 钢管的内外表面质量应在充分照明条件下逐根目视检查。
- 6.3 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、取样数量和试验方法

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	GB/T 223 GB/T 11170 GB/T 20123 GB/T 20124
2	拉伸试验	每批在两根钢管上各取 1 个试样	GB/T 2975	GB/T 228
3	硬度试验	每批在两根钢管上各取 1 个试样	GB/T 2975	GB/T 230.1
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	卷边试验	每批在两根钢管上各取 1 个试样	GB/T 245	GB/T 245
6	扩口试验	每批在两根钢管上各取 1 个试样	GB/T 242	GB/T 242
7	反向弯曲试验	每 450 m 钢管取 1 个试样	5.5.4	5.5.4
8	展平试验	每批在两根钢管上各取 1 个试样	5.5.5	5.5.5
9	液压试验	逐根	—	GB/T 241
10	涡流探伤	逐根	—	GB/T 7735
11	晶间腐蚀试验	每批在两根钢管上各取 1 个试样	GB/T 4334 和 5.7	GB/T 4334 和 5.7
12	晶粒度试验	每批在两根钢管上各取 1 个试样	GB/T 6394	GB/T 6394
13	射线检测	逐根	—	协议
14	水下气密试验	逐根	—	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技术质量监督部门进行。

7.2 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、同一规格、同一焊接工艺和同一热处理规范



(炉次)的钢管组成,每批钢管的数量应不超过如下规定:

- a)  $D \leq 40$  mm, 400 根;
- b)  $D > 40$  mm~100 mm, 200 根;
- c)  $D > 100$  mm, 100 根。

### 7.3 取样数量

每批钢管各项试验的取样数量应符合表 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。

---