

ICS 77.140.75
H 48



中 华 人 民 共 和 国 国 家 标 准

GB/T 24593—2018
代替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

2018-06-07发布

2019-03-01 实施

国家市场监督管理总局 发布
中国国家标准化管理委员会

前 言

本标准按照GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

本标准代替GB/T 24593—2009《锅炉和热交换器用奥氏体不锈钢焊接钢管》，与GB/T 24593—2009相比，主要技术变化如下：

- 修改了长度的规定(见4.2, 2009年版的4.2)；
- 修改了不圆度的规定(见4.4, 2009年版的4.4)；
- 增加了三个钢牌号015Cr21Ni26Mo5Cu2、015Cr20Ni18Mo6CuN 和022Cr21Ni25Mo7N (见5.1.1和5.4)；
- 修改了各牌号化学成分中对P含量的要求(见5.1.1, 2009年版的5.1.1)；
- 增加了压力试验选项水下气密性试验(见5.6.2)。

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、浙江德威不锈钢管业制造有限公司、冶金工业信息标准研究院。

本标准主要起草人：李洁泉、邵羽、周志斌、付俊生、沈根荣、董莉、丁文炎、陈亮、王伯文、莫培明、刘明洲、李奇。

本部分所代替标准的历次版本发布情况为：

- GB/T 24593—2009。

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订货内容、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、标志和质量证明书。

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(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 223.40 钢铁及合金 钨含量的测定 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 223.60 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 223.84 钢铁及合金 钛含量的测定 二安替比林甲烷分光光度法
- 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 241 金属管 液压试验方法
- GB/T 242 金属管 扩口试验方法
- 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 4334—2008 金属和合金的腐蚀 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 6394 金属平均晶粒度测定方法

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/T11170 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 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) 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、重量及允许偏差

4.1 外径和壁厚

- 4.1.1 钢管的外径D 不超过305 mm，壁厚S 不超过8.0 mm，其外径和壁厚应符合 GB/T 21835 的规定。
- 4.1.2 钢管的外径和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、壁厚和/或允许偏差的钢管。

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	壁厚允许偏差
≤25	±0. 10	±10%S
>25~40	±0. 15	
>40~50	±0. 20	
>50~65	±0. 25	
>65~75	±0, 30	
>75~100	±0. 38	
>100~200	+0. 38 —0. 64	
>200~225	+0. 38 -1. 14	
>225~305	±0. 75%D	
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3000 mm~18000 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 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。

$$W = \frac{\pi}{1000} \rho S (D - S) \dots\dots\dots (1)$$

式中：

W— 钢管的理论重量，单位为千克每米(kg/m)；

π — 取3.1416；

ρ — 钢的密度，单位为千克每立方分米(kg/dm³)，见表3；

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。成品化学成分的允许偏差应符合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	其他
1	S30210	12Cr18Ni9	0.15	1.00	2.00	0.040	0.030	8.00~10.00	17.00~19.00	—	0.10	
2	S30408	06Cr19Ni10	0.08	1.00	2.00	0.040	0.030	8.00~11.00	18.00~20.00			
3	S30403	022Cr19Ni10	0.030	1.00	2.00	0.040	0.030	8.00~12.00	18.00~20.00			
4	S30409	07Cr19Ni10	0.04~0.10	1.00	2.00	0.040	0.030	8.00~11.00	18.00~20.00			
5	S30458	06Cr19Ni10N	0.08	1.00	2.00	0.040	0.030	8.00~11.00	18.00~20.00		0.10~0.16	
6	S30453	022Cr19Ni10N	0.030	1.00	2.00	0.040	0.030	8.00~11.00	18.00~20.00		0.10~0.16	
7	S30510	10Cr18Ni12	0.12	1.00	2.00	0.040	0.030	10.50~13.00	17.00~19.00			
8	S30908	06Cr23Ni13	0.08	1.00	2.00	0.040	0.030	12.00~15.00	22.00~24.00			
9	S31008	06Cr25Ni20	0.08	1.50	2.00	0.040	0.030	19.00~22.00	24.00~26.00			
10	S31608	06Cr17Ni12Mo2	0.08	1.00	2.00	0.040	0.030	10.00~14.00	16.00~18.00	2.00~3.00		
11	S31603	022Cr17Ni12Mo2	0.030	1.00	2.00	0.040	0.030	10.00~14.00	16.00~18.00	2.00~3.00		
12	S31668	06Cr17Ni12Mo2Ti	0.08	1.00	2.00	0.040	0.030	10.00~14.00	16.00~18.00	2.00~3.00		Ti≥5xC
13	S31658	06Cr17Ni12Mo2N	0.08	1.00	2.00	0.040	0.030	10.00~13.00	16.00~18.00	2.00~3.00	0.10~0.16	
14	S31653	022Cr17Ni12Mo2N	0.030	1.00	2.00	0.040	0.030	10.00~13.00	16.00~18.00	2.00~3.00	0.10~0.16	
15	S31708	06Cr19Ni13Mo3	0.08	1.00	2.00	0.040	0.030	11.00~15.00	18.00~20.00	3.00~4.00		
16	S31703	022Cr19Ni13Mo3	0.030	1.00	2.00	0.040	0.030	11.00~15.00	18.00~20.00	3.00~4.00		
17	S32168	06Cr18Ni11Ti	0.08	1.00	2.00	0.040	0.030	9.00~12.00	17.00~19.00			Ti:5×C~0.70
18	S34778	06Cr18Ni11Nb	0.08	1.00	2.00	0.040	0.030	9.00~12.00	17.00~19.00			Nb:10×C~1.10
19	S34779	07Cr18Ni11Nb	0.04~0.10	1.00	2.00	0.040	0.030	9.00~12.00	17.00~19.00			Nb:8×C~1.10
20	S31782	015Cr21Ni26Ma5Cu2	0.020	1.00	2.00	0.040	0.030	23.00~28.00	19.00~23.00	4.00~5.00	0.10	Cu:1.00~2.00
21	S31254	015Cr20Ni18Mo6CuN	0.020	0.80	1.00	0.030	0.010	17.50~18.50	19.50~20.50	6.00~6.50	0.18~0.22	Cu:0.50~1.00
22	S38367	022Cr21Ni25Mo7N	0.030	1.00	2.00	0.040	0.030	23.50~25.50	20.00~22.00	6.00~7.00	0.18~0.25	Cu:≤0.75

注：表中所列成分除标明范围或最小值外，其余均为最大值。

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，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。如采用激光焊接方法制造，钢管可不进行冷变形加工。

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

钢管应以热处理并酸洗钝化状态交货。经保护气氛热处理的钢管，可不经酸洗钝化处理交货。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，钢管的热处理可采用表3规定以外的其他热处理制度。

5.4 力学性能

5.4.1 拉伸

经热处理后钢管的室温纵向拉伸性能应符合表3的规定。

5.4.2 硬度

壁厚不小于1.7mm 的钢管应进行母材洛氏硬度试验，硬度值应符合表3的规定。经供需双方协商，并在合同中注明，可对钢管进行维氏硬度试验，其硬度值应符合表3的规定。

表 3 钢管的推荐热处理制度、力学性能及密度

序号	统一数字 代号	牌号	推荐热处理制度		拉伸性能			硬度		密度 P kg/dm ³
					抗拉 强度 Rm/MPa 不小于	规定塑性 延伸强度 Rz/MPa 不小于	断后 伸长率 A/% 不小于	HRB 不大于	HV 不大于	
1	S30210	12Cr18Ni9	1040℃	急冷	515	205	35	90	200	7.93
2	S30408	06Cr19Ni10	≥1040	急冷	515	205	35	90	200	7.93
3	S30403	022Cr19Ni10	≥1040℃	急冷	485	170	35	90	200	7, 90
4	S30409	07Cr19Ni10	≥1040℃	急冷	515	205	35	90	200	7.90
5	S30458	06Cr19Ni10N	≥1040	急冷	550	240	35	90	200	7.93
6	S30453	022Cr19Ni10N	≥1040℃	急冷	515	205	35	90	200	7.93
7	S30510	10Cr18Ni12	≥1040℃	急冷	515	205	35	90	200	7.93
8	S30908	06Cr23Ni13	≥1040	急冷	515	205	35	90	200	7.98
9	S31008	06Cr25Ni20	≥1040	急冷	515	205	35	90	200	7.98

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		密度 p kg/dm ³
					抗拉 强度 R _m /MPa 不小于	规定塑性 延伸强度 R _m /MPa 不小于	断后 伸长率 A/% 不小于	HRB 不大于	HV 不大于	
10	S31608	06Cr17Ni12Mo2	≥1.040℃	急冷	515	205	35	90	200	8.00
11	S31603	022Cr17Ni12Mo2	≥1040℃	急冷	485	170	35	90	200	8.00
12	S31668	06Cr17Ni12Mo2Ti	1040℃	急冷	515	205	35	90	200	7.90
13	S31658	06Cr17Ni12Mo2N	≥1040℃	急冷	550	240	35	90	200	8.00
14	S31653	022Cr17Ni12Mo2N	≥1040℃	急冷	515	205	35	90	200	8.04
15	S31708	06Cr19Ni13Mo3	≥1040℃	急冷	515	205	35	90	200	8.00
16	S31703	022Cr19Ni13Mo3	≥1040℃	急冷	515	205	35	90	200	7.98
17	S32168	06Cr18Ni11Ti	≥1040℃	急冷	515	205	35	90	200	8.03
18	S34778	06Cr18Ni11Nb	≥1.040℃	急冷	515	205	35	90	200	8.03
19	S34779	07Cr18Ni11Nb	≥1100℃	急冷	515	205	35	90	200	8.03
20	S31782	015Cr21Ni26Mo5Cu2	≥1100℃	急冷	490	230	35	90	200	8.00
21	S31254	015Cr20Ni18Mo6CuN	≥1110℃	急冷	655	310	35	96	220	8.24
22	S38367	022Cr21Ni25Mo7N	≥1110℃	急冷	655	310	30	96	220	8.24

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0.09；

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

壁厚不大于2.0mm的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 扩口

壁厚大于2.0 mm的钢管应进行扩口试验。扩口试验的顶心锥度为60°，外径的扩大值应不小于14%。扩口试验后，试样不应出现裂缝或裂口。

5.5.4 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100mm 长的试样，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° 。弯曲试验后，试样不应出现裂纹或焊接缺陷。

5.5.5 展平

对于S/D≥10% 或 S≥3.4 mm或 D<9.5mm 的钢管，应进行展平试验来代替5.5.4规定的焊接接头背弯试验。从钢管上截取一段100 mm 长的试样，距焊缝两侧90° 位置沿纵向剖开，将试样展开并压平，使焊缝处于试样中间。展平试验后，试样不应出现裂纹或焊接缺陷。

5.6 密实性

5.6.1 液压

5.6.1.1 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。

$$P = \frac{2SR}{D} \dots\dots\dots (3)$$

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≥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R 的50%, 单位为兆帕(MPa);
- D— 钢管的外径，单位为毫米(mm)。

5.6.1.2 根据需方要求，经供需双方协商，并在合同中注明，可选用更高的压力进行液压试验。

5.6.2 水下气密性

5.6.2.1 外径不大于50.8mm 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1.0MPa, 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，可选用其他压力进行水下气密性试验。

5.6.3 无损检测

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 晶间腐蚀

钢管应进行晶间腐蚀试验。试验后，试样不应出现晶间腐蚀倾向。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—2008方法E 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，晶间腐蚀试验方法应符合GB/T 4334—2008 方法 E 的规定，焊缝应位于试样中部。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 钢管的晶粒度级别应为4级～7级。

5.9 表面质量

5.9.1 钢管的内外表面应光滑，不应有裂纹、折叠、扭曲、咬边、未焊透、焊缝内凹。上述缺陷应完全清除，清除处的实际壁厚应不小于壁厚允许的最小值，且清除处应圆滑过渡。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。

5.9.2 钢管的焊缝余高应采用5.2.2.1规定的方法去除。

5.10 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) 增加无损检测方法(焊缝射线检测等)；
- b) 增加06Cr17Ni12Mo2Ti、06Cr18Ni11Ti、06Cr18Ni11Nb、07Cr18Ni11Nb牌号钢管的稳定化处理。

6 试验方法

6.1 钢管的化学成分分析取样按GB/T20066 的规则进行。化学成分分析通常按GB/T11170,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 223.28、GB/T 223.36、GB/T 223.37、GB/T 223.40、GB/T 223.58、GB/T 223.60、GB/T 223.62、GB/T 223.84、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 4340.1	GB/T 230.1、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	扩口	每批在两根钢管上各取1个试样	GB/T 242	GB/T 242
7	焊接接头背弯	每批在两根钢管上各取1个试样	GB/T 2653, 见5.5.4	GB/T 2653, 见5.5.4
8	展平	每批在两根钢管上各取1个试样	见5.5.5	见5.5.5
9	液压	逐根		GB/T 241、见5.6.1
10	水下气密性	逐根		见5.6.2
11	涡流	逐根		GB/T 7735—2016

表 4 (续)

序号	检验项目	取样数量	取样方法	试验方法
12	晶间腐蚀	每批在两根钢管上各取1个试样	GB/T 4334—2008、见5.7	GB/T 4334—2008、见5.7
13	晶粒度	每批在两根钢管上各取1个试样	GB/T 6394	GB/T 6394
14	射线	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验外，钢管应按批检查和验收。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) $40 \text{ mm} < D \leq 100 \text{ mm}$, 200根；
- c) $D > 100 \text{ mm}$, 100根。

7.3 取样数量

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/T2102 的规定。