



中华人民共和国国家标准

GB/T 12771—2019
代替 GB/T 12771—2008

流体输送用不锈钢焊接钢管

Welded stainless steel pipes for fluid transport

2019-10-17 发布

2020-09-01 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

目 次

前言	Ⅲ
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 分类及代号	2
4 订货内容	2
5 尺寸、外形及重量	2
6 技术要求	4
7 试验方法	10
8 检验规则	11
9 包装、标志和质量证明书	12

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 12771—2008《流体输送用不锈钢焊接钢管》，与 GB/T 12771—2008 相比主要技术变化如下：

- 修改了适用范围(见第 1 章,2008 年版的第 1 章)；
- 修改了规范性引用文件(见第 2 章,2008 年版的第 2 章)；
- 修改了制造方法代号,删除了冷拔(轧)交货状态(见第 3 章,2008 年版的第 3 章)；
- 修改了钢管的外径和壁厚允许偏差(见 5.2,2008 年版的 5.2)；
- 增加了钢管外径允许偏差的测量方法(见 5.2.1 和 5.2.2)；
- 修改了钢管的长度要求(见 5.3,2008 年版的 5.5)；
- 修改了钢管的不圆度要求(见 5.4,2008 年版的 5.3)；
- 修改了钢管的每米弯曲度要求,增加了全长弯曲度要求(见 5.5,2008 年版的 5.4)；
- 增加了 12 个钢的牌号及其技术要求,删除了马氏体型钢牌号(见 6.1,2008 年版的 6.1)；
- 修改了钢管的制造方法(见 6.2.2,2008 年版的 6.2.2)；
- 修改了钢管力学性能取样规定及规定塑性延伸强度要求(见 6.4.1,2008 年版的 6.4)；
- 增加了焊接接头拉伸要求(见 6.4.2)；
- 修改了工艺性能取样规定(见 6.5,2008 年版的 6.5.2 和 6.5.3)；
- 增加了液压试验压力值的修约规定(见 6.7.1)；
- 增加了用于替代液压试验的气密性试验方法(见 6.7.2)；
- 增加了部分牌号不锈钢的晶粒度要求(见 6.8)；
- 修改了无损检测要求(见 6.9,2008 年版的 6.6)；
- 修改了焊缝余高要求(见 6.10.2 和 6.10.3,2008 年版的 6.7.3)；
- 修改了补焊要求(见 6.11,2008 年版的 6.7.2)；
- 修改了标志要求(见 9.1,2008 年版的第 9 章)。

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：山西太钢不锈钢钢管有限公司、浙江久立特材科技股份有限公司、江苏武进不锈钢股份有限公司、浙江德威不锈钢管业制造有限公司、成都共同管业集团股份有限公司、上上德盛集团有限公司、深圳雅昌科技有限公司、湖州共合管业有限公司、宁波市华涛不锈钢管材有限公司、江苏众信绿色管业科技有限公司、浙江金洲管道科技股份有限公司、天津友发钢管集团股份有限公司、冶金工业信息标准研究院。

本标准主要起草人：康喜唐、卫建仁、陆凤辉、吉海、李国焯、沈根荣、文长宏、季学文、陈卫东、陆姚松、赵志江、贺忠臣、沈淦荣、张松明、董莉、杨成义、邵羽、唐文松、岳维恒、李奇。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为：

- GB/T 12771—1991、GB/T 12771—2000、GB/T 12771—2008。

流体输送用不锈钢焊接钢管

1 范围

本标准规定了流体输送用不锈钢焊接钢管的分类及代号、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。

本标准适用于流体输送用不锈钢焊接钢管(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 223.9 钢铁及合金 铝含量的测定 铬天青 S 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 223.19 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 223.23 钢铁及合金 镍含量的测定 丁二酮肟分光光度法
- 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 223.37 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 氯磺酚分光光度法
- GB/T 223.59 钢铁及合金 磷含量的测定 钼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 223.63 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 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 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 2650 焊接接头冲击试验方法
- GB/T 2651 焊接接头拉伸试验方法
- 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 3323 金属熔化焊焊接接头射线照相
- 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 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/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 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
NB/T 47013.2 承压设备无损检测 第2部分:射线检测
NB/T 47013.11 承压设备无损检测 第11部分:X射线数字成像检测

3 分类及代号

3.1 钢管按制造方法和射线检测分类及代号如下:

- a) I——钢管采用双面自动焊接方法制造,且焊缝100%全长射线探伤;
- b) II——钢管采用单面自动焊接方法制造,且焊缝100%全长射线探伤;
- c) III——钢管采用双面自动焊接方法制造,且焊缝局部射线探伤;
- d) IV——钢管采用单面自动焊接方法制造,且焊缝局部射线探伤;
- e) V——钢管采用双面自动焊接方法制造,且焊缝不做射线探伤;
- f) VI——钢管采用单面自动焊接方法制造,且焊缝不做射线探伤。

3.2 钢管按交货状态分类及代号如下:

- a) 焊接状态 +H;
- b) 热处理状态 +T;
- c) 磨(抛)光状态 +SP。

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) 尺寸规格(外径×壁厚,单位为毫米);
- e) 订购的数量(总重量或总长度);
- f) 交货状态;
- g) 特殊要求。

5 尺寸、外形及重量

5.1 外径和壁厚

钢管的公称外径(D)和公称壁厚(S)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。

5.2 外径和壁厚的允许偏差

5.2.1 对于外径不大于 508 mm 的钢管,当壁厚与外径之比大于 3% 时,钢管任一横截面上实测最大外径和最小外径分别与公称外径的差值应符合表 1 的规定;对于薄壁钢管(壁厚与外径之比不大于 3% 的钢管),钢管平均外径(任一横截面上实测最大外径和最小外径的平均值)与公称外径之差应符合表 1 的规定。

5.2.2 对于外径大于 508 mm 的钢管,通过测量周长后换算成的外径与公称外径的差值应符合表 1 的规定。

5.2.3 钢管公称壁厚的允许偏差应符合表 1 的规定。

5.2.4 当合同未注明钢管尺寸允许偏差级别时,钢管外径的允许偏差按普通级交货。

5.2.5 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 钢管外径和壁厚的允许偏差

单位为毫米

序号	外径 D	外径允许偏差		壁厚允许偏差
		高级(A)	普通级(B)	
1	<40	± 0.2	± 0.3	$\pm 10\%S$
2	$40 \sim <65$	± 0.3	± 0.4	
3	$65 \sim <90$	± 0.4	± 0.5	
4	$90 \sim 168.3$	± 0.8	± 1	
5	$>168.3 \sim <508$	$\pm 0.5\%D$	$\pm 1\%D$	
6	≥ 508	$\pm 0.5\%D$ 或 ± 8 , 两者取较小值	$\pm 0.7\%D$ 或 ± 10 , 两者取较小值	

5.3 长度

5.3.1 钢管的通常长度为 3 000 mm~12 000 mm。

5.3.2 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。钢管的定尺长度或倍尺总长度应在通常范围内,其全长允许偏差为 $^{+15}_{-0}$ mm。按倍尺长度交货的钢管每个切口应留 5 mm~10 mm 的余量。

5.4 不圆度

钢管的不圆度应不超过外径允许公差,对于薄壁钢管任一截面上实测外径的最大值与最小值之差应不超过公称外径的 1%。

5.5 弯曲度

钢管的弯曲度应不大于 1.5 mm/m,全长弯曲度应不大于钢管总长度 0.2%。

5.6 端头外形

钢管两端端面应与钢管轴线垂直,切口毛刺应予清除。根据需方要求,经供需双方协商,并在合同中注明,钢管两端可加工坡口,坡口型式由供需双方协商确定。

5.7 重量

钢管按理论重量交货,亦可按实际重量交货。按理论重量交货时,理论重量按式(1)计算:

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

式中:

W ——钢管的理论重量,单位为千克每米(kg/m);

π ——圆周率,取 3.141 6;

S ——钢管的公称壁厚,单位为毫米(mm);

D ——钢管的公称外径,单位为毫米(mm);

ρ ——钢的密度,单位为千克每立方米(kg/dm^3),各牌号钢的密度见表2。

表2 钢的密度和理论重量计算公式

序号	类型	统一数字代号	牌号	换算后的式(1)	密度 $\rho/(\text{kg}/\text{dm}^3)$
1	奥氏 体型	S30210	12Cr18Ni9	$W=0.024\ 91S(D-S)$	7.93
2		S30403	022Cr19Ni10	$W=0.024\ 82S(D-S)$	7.90
3		S30408	06Cr19Ni10	$W=0.024\ 91S(D-S)$	7.93
4		S30409	07Cr19Ni10	$W=0.024\ 82S(D-S)$	7.90
5		S30453	022Cr19Ni10N	$W=0.024\ 91S(D-S)$	7.93
6		S30458	06Cr19Ni10N	$W=0.024\ 91S(D-S)$	7.93
7		S30908	06Cr23Ni13	$W=0.025\ 07S(D-S)$	7.98
8		S31008	06Cr25Ni20	$W=0.025\ 07S(D-S)$	7.98
9		S31252	015Cr20Ni18Mo6CuN	$W=0.025\ 13S(D-S)$	8.00
10		S31603	022Cr17Ni12Mo2	$W=0.025\ 13\ S(D-S)$	8.00
11		S31608	06Cr17Ni12Mo2	$W=0.025\ 13S(D-S)$	8.00
12		S31609	07Cr17Ni12Mo2	$W=0.025\ 13S(D-S)$	8.00
13		S31653	022Cr17Ni12Mo2N	$W=0.025\ 26S(D-S)$	8.04
14		S31658	06Cr17Ni12Mo2N	$W=0.025\ 13S(D-S)$	8.00
15		S31668	06Cr17Ni12Mo2Ti	$W=0.024\ 82S(D-S)$	7.90
16		S31782	015Cr21Ni26Mo5Cu2	$W=0.025\ 13S(D-S)$	8.00
17		S32168	06Cr18Ni11Ti	$W=0.025\ 23S(D-S)$	8.03
18		S32169	07Cr19Ni11Ti	$W=0.025\ 23S(D-S)$	8.03
19		S34778	06Cr18Ni11Nb	$W=0.025\ 23S(D-S)$	8.03
20		S34779	07Cr18Ni11Nb	$W=0.025\ 23S(D-S)$	8.03
21	铁素 体型	S11163	022Cr11Ti	$W=0.024\ 35S(D-S)$	7.75
22		S11213	022Cr12Ni	$W=0.024\ 35S(D-S)$	7.75
23		S11348	06Cr13Al	$W=0.024\ 35S(D-S)$	7.75
24		S11863	022Cr18Ti	$W=0.024\ 19S(D-S)$	7.70
25		S11972	019Cr19Mo2NbTi	$W=0.024\ 35S(D-S)$	7.75

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。

6.1.2 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3 钢的牌号和化学成分

序号	类型	统一 数字代号	牌号	化学成分(质量分数)/%										
				C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Cu	N	其他元素
1	奥氏 体型	S30210	12Cr18Ni9	0.15	1.00	2.00	0.040	0.030	8.00~10.00	17.00~19.00	—	—	0.10	—
2		S30403	022Cr19Ni10	0.030	1.00	2.00	0.040	0.030	8.00~12.00	18.00~20.00	—	—	—	—
3		S30408	06Cr19Ni10	0.08	1.00	2.00	0.040	0.030	8.00~11.00	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		S30453	022Cr19Ni10N	0.030	1.00	2.00	0.040	0.030	8.00~11.00	18.00~20.00	—	—	0.10~0.16	—
6		S30458	06Cr19Ni10N	0.08	1.00	2.00	0.040	0.030	8.00~11.00	18.00~20.00	—	—	0.10~0.16	—
7		S30908	06Cr23Ni13	0.08	1.00	2.00	0.040	0.030	12.00~15.00	22.00~24.00	—	—	—	—
8		S31008	06Cr25Ni20	0.08	1.50	2.00	0.040	0.030	19.00~22.00	24.00~26.00	—	—	—	—
9		S31252	015Cr20Ni18Mo6CuN	0.020	0.80	1.00	0.030	0.010	17.50~18.50	19.50~20.50	6.00~6.50	0.50~1.00	0.18~0.22	—
10		S31603	022Cr17Ni12Mo2	0.030	1.00	2.00	0.040	0.030	10.00~14.00	16.00~18.00	2.00~3.00	—	—	—
11		S31608	06Cr17Ni12Mo2	0.08	1.00	2.00	0.040	0.030	10.00~14.00	16.00~18.00	2.00~3.00	—	—	—
12		S31609	07Cr17Ni12Mo2	0.04~0.10	1.00	2.00	0.040	0.030	10.00~14.00	16.00~18.00	2.00~3.00	—	—	—
13		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	—
14		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	—
15		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≥5C
16		S31782	015Cr21Ni26Mo5Cu2	0.020	1.00	2.00	0.040	0.035	23.00~28.00	19.00~23.00	4.00~5.00	1.00~2.00	0.10	—
17		S32168	06Cr18Ni11Ti	0.08	1.00	2.00	0.040	0.030	9.00~12.00	17.00~19.00	—	—	0.10	Ti:5C~0.70
18		S32169	07Cr19Ni11Ti	0.04~0.10	0.75	2.00	0.030	0.030	9.00~13.00	17.00~20.00	—	—	—	Ti:4C~0.60
19		S34778	06Cr18Ni11Nb	0.08	1.00	2.00	0.040	0.030	9.00~12.00	17.00~19.00	—	—	—	Nb:10C~1.10
20		S34779	07Cr18Ni11Nb	0.04~0.10	1.00	2.00	0.040	0.030	9.00~12.00	17.00~19.00	—	—	—	Nb: 8C~1.10

表 3 (续)

序号	类型	统一 数字代号	牌号	化学成分(质量分数)/%										
				C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Cu	N	其他元素
21	铁素 体型	S11163	022Cr11Ti	0.030	1.00	1.00	0.040	0.020	(0.60)	10.50~11.70	—	—	0.030	Ti $\geq$ 8(C+N), Ti:0.15~0.50 Nb:0.10
22		S11213	022Cr12Ni	0.030	1.00	1.50	0.040	0.015	0.30~1.00	10.50~12.50	—	—	0.030	—
23		S11348	06Cr13Al	0.08	1.00	1.00	0.040	0.030	(0.60)	11.50~14.50	—	—	—	Al:0.10~0.30
24		S11863	022Cr18Ti	0.030	0.75	1.00	0.040	0.030	(0.60)	16.00~19.00	—	—	—	Ti 或 Nb: 0.10~1.00
25		S11972	019Cr19Mo2NbTi	0.025	1.00	1.00	0.040	0.030	1.00	17.50~19.50	1.75~2.50	—	0.035	Ti+Nb: $[0.20+4\times$ (C+N)]~0.80
注:表中所列成分除标明范围或最小值,其余均为最大值。括号内值为允许添加的最大值。														

6.2 制造方法

6.2.1 钢的冶炼方法

钢应采用转炉加炉外精炼或电弧炉加炉外精炼方法冶炼。经供需双方协商,并在合同中注明,也可采用其他更高要求的冶炼方法。

6.2.2 钢管的制造方法

6.2.2.1 钢管应采用以下一种自动电熔焊接方法制造,需方指定某一种焊接方法时,应在合同中注明:

- a) 添加填充金属的单面焊接方法;
- b) 添加填充金属的双面焊接方法;
- c) 不添加填充金属的单面焊接方法;
- d) 不添加填充金属的双面焊接方法;
- e) 内焊缝不添加填充金属、外焊缝添加填充金属的双面焊接方法。

6.2.2.2 当采用添加填充金属焊接方法时,填充金属应与母材规定的化学成分相匹配;当要求更高耐腐蚀性能或其他性能时,需方可指定较高合金的填充金属。

6.2.2.3 经供需双方协商,并在合同中注明,外径不小于 508 mm 的钢管允许有双纵焊缝或与纵向焊缝相同质量的环焊缝接头。当钢管以双纵焊缝交货时,两条纵焊缝的周向间距应不小于 300 mm。当钢管以环焊缝接头交货时,不应有十字焊缝。

6.3 交货状态

6.3.1 钢管应以热处理并酸洗状态交货。经供需双方协商,并在合同中注明,钢管可以焊接状态交货。钢管推荐的热处理制度见表 4。

6.3.2 凡经整体磨、镲或保护气氛热处理的钢管可不经酸洗交货。

表 4 钢管的推荐热处理制度、力学性能

序号	类型	统一数字 代号	牌号	推荐热处理制度	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 $A/\%$	
							热处理	非热处理
不小于								
1	奥氏 体型	S30210	12Cr18Ni9	$\geq 1\ 040\ ^\circ\text{C}$,快冷	515	205	40	35
2		S30403	022Cr19Ni10	$\geq 1\ 040\ ^\circ\text{C}$,快冷	485	180	40	35
3		S30408	06Cr19Ni10	$\geq 1\ 040\ ^\circ\text{C}$,快冷	515	205	40	35
4		S30409	07Cr19Ni10	$\geq 1\ 040\ ^\circ\text{C}$,快冷	515	205	40	35
5		S30453	022Cr19Ni10N	$\geq 1\ 040\ ^\circ\text{C}$,快冷	515	205	40	35
6		S30458	06Cr19Ni10N	$\geq 1\ 040\ ^\circ\text{C}$,快冷	550	240	30	25
7		S30908	06Cr23Ni13	$\geq 1\ 040\ ^\circ\text{C}$,快冷	515	205	40	35
8		S31008	06Cr25Ni20	$\geq 1\ 040\ ^\circ\text{C}$,快冷	515	205	40	35
9		S31252	015Cr20Ni18Mo6CuN	$\geq 1\ 150\ ^\circ\text{C}$,快冷	655	310	35	30
10		S31603	022Cr17Ni12Mo2	$\geq 1\ 040\ ^\circ\text{C}$,快冷	485	180	40	35

表 4 (续)

序号	类型	统一数字 代号	牌号	推荐热处理制度	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/%	
							热处理	非热处理
11	奥氏 体型	S31608	06Cr17Ni12Mo2	$\geq 1\ 040\ ^\circ\text{C}$,快冷	515	205	40	35
12		S31609	07Cr17Ni12Mo2	$\geq 1\ 040\ ^\circ\text{C}$,快冷	515	205	40	35
13		S31653	022Cr17Ni12Mo2N	$\geq 1\ 040\ ^\circ\text{C}$,快冷	515	205	40	35
14		S31658	06Cr17Ni12Mo2N	$\geq 1\ 040\ ^\circ\text{C}$,快冷	550	240	35	30
15		S31668	06Cr17Ni12Mo2Ti	$\geq 1\ 040\ ^\circ\text{C}$,快冷	515	205	40	35
16		S31782	015Cr21Ni26Mo5Cu2	$1\ 030\ ^\circ\text{C}\sim 1180\ ^\circ\text{C}$,快冷	490	220	35	30
17		S32168	06Cr18Ni11Ti*	$\geq 1\ 040\ ^\circ\text{C}$,快冷	515	205	40	35
18		S32169	07Cr19Ni11Ti*	$\geq 1\ 095\ ^\circ\text{C}$,快冷	515	205	40	35
19		S34778	06Cr18Ni11Nb*	$\geq 1\ 040\ ^\circ\text{C}$,快冷	515	205	40	35
20		S34779	07Cr18Ni11Nb*	$\geq 1\ 095\ ^\circ\text{C}$,快冷	515	205	40	35
21	铁素 体型	S11163	022Cr11Ti	$800\ ^\circ\text{C}\sim 900\ ^\circ\text{C}$, 快冷或缓冷	380	170	20	—
22		S11213	022Cr12Ni	$700\ ^\circ\text{C}\sim 820\ ^\circ\text{C}$, 快冷或缓冷	450	280	18	—
23		S11348	06Cr13Al	$780\ ^\circ\text{C}\sim 830\ ^\circ\text{C}$, 快冷或缓冷	415	170	20	—
24		S11863	022Cr18Ti	$780\ ^\circ\text{C}\sim 950\ ^\circ\text{C}$, 快冷或缓冷	415	205	22	—
25		S11972	019Cr19Mo2NbTi	$800\ ^\circ\text{C}\sim 1\ 050\ ^\circ\text{C}$,快冷	415	275	20	—

* 需方规定在固溶处理后进行稳定化热处理时,稳定化热处理温度为: $850\ ^\circ\text{C}\sim 930\ ^\circ\text{C}$ 。进行稳定化热处理的钢管应标识代号“ST”。

6.4 力学性能

6.4.1 拉伸

钢管应进行母材拉伸试验,母材的室温纵向拉伸性能应符合表 4 的规定。钢管拉伸试验时,可用母材的横向拉伸试验代替纵向拉伸试验,拉伸性能应符合表 4 的规定,但仲裁时应以纵向拉伸为准。

6.4.2 焊接接头拉伸

外径不小于 168 mm 的钢管应进行焊接接头的横向拉伸试验。试样应沿钢管的横向或从焊接试板上截取,焊接试板应与钢管同一牌号、同一炉号、同一焊接工艺、同一热处理制度。焊缝应位于试样中心,并与试样轴线垂直。焊接接头的抗拉强度应符合表 4 母材抗拉强度的规定。

6.5 工艺性能

6.5.1 压扁

外径不大于 168 mm 的钢管应进行压扁试验。试验时,焊缝应位于受力方向 90°的位置。经热处理的钢管,试样应压至钢管外径的 1/3;未经热处理的钢管,试样应压至钢管外径的 2/3。压扁后,试样不应出现裂缝和裂口。

6.5.2 焊缝横向弯曲试验

外径大于 168 mm 的钢管应做焊缝横向弯曲试验。弯曲试样应从钢管或焊接试板上截取,焊接试板应与钢管同一牌号、同一炉号、同一焊接工艺、同一热处理制度。一组弯曲试验应包括一个正弯试验和一个背弯试验(即钢管外焊缝和内焊缝分别位于最大弯曲表面);对于壁厚大于 10 mm 的钢管,可用两个侧弯试样代替正弯和背弯试样。弯曲试验时,弯曲压头直径为 4 倍试样厚度,弯曲角度为 180°。弯曲后试样焊缝区域不应出现裂缝和裂口。

6.6 晶间腐蚀

除 07Cr19Ni10、07Cr17Ni12Mo2、07Cr19Ni11Ti、07Cr18Ni11Nb 牌号外,其余奥氏体不锈钢管应按 GB/T 4334—2008 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。根据需方要求,经供需双方协商,并在合同中注明,可采用其他腐蚀试验方法。

6.7 密实性

6.7.1 液压试验

6.7.1.1 钢管应逐根进行液压试验。液压试验压力按式(2)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。

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

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, $P \geq 7$ MPa 时,修约到最接近的 1 MPa;

R ——允许应力,取规定塑性延伸强度的 50%,单位为兆帕(MPa);

S ——钢管的公称壁厚,单位为毫米(mm);

D ——钢管的公称外径,单位为毫米(mm)。

6.7.1.2 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。

6.7.1.3 经供需双方协商,并在合同中注明,供方可用其他无损检测方法代替液压试验,检测方法合格等级由供需双方协商确定。

6.7.2 气密性

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。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。

6.8 晶粒度

根据需方要求,经供需双方协商,并在合同中注明,对牌号为 07Cr19Ni10、07Cr17Ni12Mo2、

07Cr19Ni11Ti、07Cr18Ni11Nb 的钢管母材可进行晶粒度检验,其平均晶粒度应为 7 级或更粗。

6.9 无损检测

6.9.1 根据需方要求,经供需双方协商,并在合同中注明,钢管可进行焊缝全长或局部射线检测。当合同规定进行局部射线检测时,应注明检测比例和位置(至少应包含两个管端)。

6.9.2 射线检测可按 GB/T 3323、NB/T 47013.2 或 NB/T 47013.11 的规定用胶片或实时成像方法进行检测和判定。射线检测技术等级应符合 NB/T 47013.2 或 NB/T 47013.11 中 AB 级的规定,或 GB/T 3323 中 A 级的规定;100%射线探伤和局部射线探伤的结果评定和质量等级应符合 GB/T 3323 或 NB/T 47013.2 中 II 级的规定。

6.9.3 经供需双方协商,并在合同中注明,可规定其他检测技术等级和/或质量等级。

6.9.4 射线检测可在热处理之前进行。

6.10 表面质量

6.10.1 钢管的内外表面应光滑,不应有分层、裂纹、未焊透、未熔合、折叠、重皮、扭曲、过酸洗、及其他影响使用的缺陷。上述缺陷应完全清除,清除处实际壁厚应不小于公称壁厚所允许的最小值。钢管表面可有局部划伤、压坑存在,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公称壁厚所允许的最小值。

6.10.2 采用双面自动焊接方法制造的钢管,其内、外焊缝应与母材齐平或有不超过 3 mm 的均匀余高。

6.10.3 采用单面自动焊接方法制造的钢管,其外焊缝应与母材齐平或有不超过 3 mm 的均匀余高,其内焊缝余高应符合如下规定:

- a) 外径小于 219 mm 的钢管,不大于 10%*S* 且不大于 1.5 mm。
- b) 外径不小于 219 mm 但不大于 508 mm 的钢管,不大于 15%*S* 且不大于 2 mm。
- c) 外径大于 508 mm 的钢管,不大于 20%*S* 且不大于 3 mm。

6.10.4 对磨(抛)光状态交货的钢管,表面粗糙度由供需双方协商确定,并在合同中注明。

6.11 补焊

6.11.1 钢管焊缝缺陷允许修补,焊缝同一位置的补焊应不超过 3 次。补焊焊缝长度应不超过焊缝总长度的 20%。

6.11.2 以热处理状态交货的钢管补焊后应进行热处理。

6.11.3 补焊后的焊缝应进行表面质量检查;有射线检测要求的钢管,补焊后应重新进行局部射线检测。

6.12 特殊要求

根据需方要求,经供需双方协议,并在合同中注明,可增加下列要求:

- a) 钢管卷边试验;
- b) 焊接接头冲击试验。

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 223.9、GB/T 223.11、GB/T 223.18、GB/T 223.19、GB/T 223.23、GB/T 223.25、GB/T 223.26、GB/T 223.28、GB/T 223.36、GB/T 223.37、GB/T 223.40、GB/T 223.59、GB/T 223.60、GB/T 223.63、GB/T 223.68、GB/T 223.69、

GB/T 223.84、GB/T 223.85、GB/T 223.86 的规定进行。

7.2 钢管的尺寸和外形应采用符合精度要求的量具逐根测量。

7.3 钢管的内外表面质量应在充分照明条件下逐根目视检查,焊缝余高应采用符合精度要求的量具测量。

7.4 钢管其他检验的取样方法和试验方法应符合表 5 的规定。

表 5 钢管检验的取样方法和试验方法

序号	试验项目	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 7.1
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	焊接接头拉伸	每批在两根钢管上各取 1 个试样	GB/T 2651	GB/T 2651
4	压扁	每批取 1 个试样	GB/T 246	GB/T 246
5	焊缝横向弯曲	每批取 1 组试样	GB/T 2653	GB/T 2653
6	晶间腐蚀	每批取 1 组试样	GB/T 4334—2008 中 E 法	GB/T 4334—2008 中 E 法
7	液压	逐根	—	GB/T 241
8	涡流	逐根	—	GB/T 7735—2016
9	气密性	逐根	—	见 6.7.2
10	晶粒度	每批取 1 个试样	GB/T 6394	GB/T 6394
11	射线检测	见 6.9	—	GB/T 3323、NB/T 47013.2、NB/T 47013.11
12	卷边试验	每批取 1 个试样	GB/T 245	GB/T 245
13	焊接接头冲击	每批取一组 3 个试样	GB/T 2650	GB/T 2650

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

钢管化学成分可按炉检查和验收,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、同一尺寸、同一焊接工艺和同一热处理制度的钢管组成。每批钢管的数量应不超过以下规定:

- 外径不大于 57 mm,400 根;
- 外径大于 57 但不大于 219 mm,200 根;
- 外径大于 219 mm,100 根。

8.3 取样数量

钢管各项检验的取样数量应符合表 5 的规定。

8.4 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。

9 包装、标志和质量证明书

9.1 钢管的标志应包括按制造方法和射线检测分类的代号,其余要求应符合 GB/T 2102 的规定。示例 1 和示例 2 给出了钢管的标记示例。

示例 1: 公称外径 508 mm,壁厚 8.0 mm,长度 6 000 mm,牌号 06Cr19Ni10,制造方法为 I 类的钢管,其标记为:

508×8.0×6 000-06Cr19Ni10-I-GB/T 12771—2019

示例 2: 公称外径 159 mm,壁厚 3.0 mm,长度 6 000 mm,牌号 07Cr18Ni11Nb,制造方法为 IV 类,进行稳定化热处理的钢管,其标记为:

159×3.0×6 000-07Cr18Ni11Nb-IV-ST-GB/T 12771—2019

9.2 钢管的包装及质量证明书应符合 GB/T 2102 的规定。
