

ICS 77.140.75
H 48



中华人民共和国国家标准

GB 13296—2007
代替 GB 13296—1991

锅炉、热交换器用不锈钢无缝钢管

Seamless stainless steel tubes for boiler and heat exchanger

2007-03-09 发布

2007-10-01 实施



中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会

发布

前 言

本标准的 5.2.1、5.3、5.4、5.5、6.1、6.2.2、6.4.1、6.5.2、6.5.3、6.7、6.9 为强制性的,其余为推荐性的。

本标准对应于 ASME SA-213/SA-213M(2001 版)《锅炉、过热器和换热器用无缝铁素体和奥氏体合金钢管子》,与 ASME SA-213/SA-213M(2001 版)的一致性程度为非等效。

本标准实施后,GB 13296—1991《锅炉、热交换器用不锈钢无缝钢管》作废。本标准与 GB 13296—1991 相比,主要变化如下:

- 修改了标准的适用范围;
- 修改了钢管的尺寸、外形及重量;
- 删除了标记示例;
- 增加了部分钢的牌号,取消了牌号 1Cr25Ti 和 0Cr26Ni5Mo2;
- 明确了钢管的交货状态;
- 修改了力学性能和工艺性能;
- 提高了涡流探伤检验级别;
- 提高了超声波探伤检验级别;
- 修改了组批规则要求。

本标准附录 A 和附录 B 为资料性附录。

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:四川长城特殊钢(集团)有限公司、浙江久立集团股份有限公司。

本标准主要起草人:陈祥顺、曹勇、赵跃键、蔡新强、曹志梁、宋宁秋、邵羽。

本标准历次发布情况:

- GB 13296—1991。

锅炉、热交换器用不锈钢无缝钢管

1 范围

本标准规定了锅炉、热交换器用不锈钢无缝钢管的分类、代号、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。

本标准适用于锅炉、热交换器用奥氏体、铁素体不锈钢无缝钢管。

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 钢铁及合金化学分析方法 过硫酸铵氧化容量法测定铬量
- GB/T 223.15 钢铁及合金化学分析方法 重量法测定钛
- 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 223.18 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 钢铁及合金化学分析方法 丁二酮肟分光光度法测定镍量
- 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 钢铁及合金化学分析方法 硫氰酸盐直接光度法测定钼量
- 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 钢铁及合金化学分析方法 离子交换分离-氯磺酚 S 光度法测定钨量
- GB/T 223.41 钢铁及合金化学分析方法 离子交换分离-连苯三酚光度法测定钨量
- GB/T 223.42 钢铁及合金化学分析方法 离子交换分离-溴邻苯三酚红光度法测定钨量
- 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 223.63 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 钢铁及合金化学分析方法 管式炉内燃烧后气体容量法测定碳含量
- 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 231.1 金属布氏硬度试验 第1部分:试验方法(GB/T 231.1—2002, eqv ISO 6506-1:1999)
- 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—1997, eqv ISO 8493:1986)
- GB/T 246 金属管 压扁试验方法(GB/T 246—1997, eqv ISO 8492:1986)
- 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 4334.5 不锈钢 硫酸-硫酸铜腐蚀试验方法

GB/T 4338 金属材料 高温拉伸试验方法(GB/T 4338—2006,ISO 738:1989,MOD)

GB/T 4340.1 金属维氏硬度试验 第1部分:试验方法(GB/T 4340.1—1999,eqv ISO 6507-1:1997)

GB/T 5777 无缝钢管超声波探伤检验方法(GB/T 5777—1996,eqv ISO 9303:1989)

GB/T 6394 金属平均晶粒度测定法

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

GB/T 11170 不锈钢的光发射光谱分析方法

GB/T 17395—1998 无缝钢管尺寸、外形、重量及允许偏差(neq ISO 1127:1992,ISO 4200:1991,ISO 5252:1991)

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)

3 分类、代号

本标准的无缝钢管按产品制造方式分为两类,类别和代号为:

- a) 热轧(挤压、扩)钢管——WH
- b) 冷拔(轧)钢管——WC

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) 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) 制造方法;
- g) 特殊要求。

5 尺寸、外形及重量

5.1 外径和壁厚

5.1.1 钢管的通常尺寸为外径:6 mm~159 mm,壁厚:1.0 mm~14 mm,其尺寸规格应符合GB/T 17395—1998中表3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。

5.1.2 钢管公称外径和公称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

钢管种类、代号	钢管公称尺寸		允许偏差
热轧(挤压、扩)钢管 WH	外径(D)	≤140	±1.25%D
		>140	±1%D
	壁厚(S)	≤3	+40 0 %S
		>3~4	+35 0 %S
		>4~5	+33 0 %S
		>5	+28 0 %S

表 1 (续)

单位为毫米

钢管种类、代号	钢管公称尺寸		允许偏差
冷拔(轧)钢管 WC	外径(D)	6~30	+0.15 -0.20
		>30~50	±0.30
		>50	±0.75%D
	壁厚(S)	D≤38	+20 0 %S
		D>38	+22 0 %S
* 经供需双方协商,在公差带不变的情况下,外径不大于 38 mm 的冷拔(轧)热交换器用钢管的壁厚允许偏差可按±0.10%S 交货;外径大于 38 mm 的冷拔(轧)热交换器用钢管的壁厚允许偏差可按±0.11%S 交货。			

5.2 长度

5.2.1 通常长度

锅炉用钢管通常长度为 3 000 mm~12 000 mm。

热交换器及其他钢管的通常长度为 3 000 mm~12 000 mm。

5.2.2 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,可供应定尺长度和倍尺长度的钢管或超长钢管。

定尺和倍尺总长度应在通常长度范围内,全长允许偏差为 $+18$ mm。每个倍尺长度应留出切口余量 5 mm~10 mm。

5.2.3 热轧(挤压、扩)钢管的每米弯曲度应 ≤ 2.0 mm/m。5.2.4 冷拔(轧)钢管的每米弯曲度应 ≤ 1.5 mm/m。

5.3 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%。

5.4 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。

5.5 重量

钢管应按实际重量交货。根据需方要求,经供需双方协商也可按理论重量交货。按平均壁厚供货钢管每米的理论重量按公式(1)计算:

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

式中:

W——钢管每米理论重量,单位为千克每米(kg/m);

π ——3.1416;

D——钢管的公称外径,单位为毫米(mm);

S——钢管的公称壁厚,单位为毫米(mm);

ρ ——钢的密度,单位为千克每立方厘米(kg/cm³),见表 3。

按最小壁厚供货钢管的理论重量,热轧(挤压、扩)钢管按公式(1)计算值增加 15%,冷拔(轧)钢管按公式(1)计算值增加 10%为标准数量。

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 2 的规定,钢管按熔炼成分验收。

6.1.2 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

组织 类型	序号	牌号	化学成分(质量分数)/%										其他
			C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Ti		
奥氏 体 型	1	00Cr18Ni9	≤0.07	≤1.00	≤2.00	≤0.035	≤0.030	8.00~11.00	17.00~19.00	—	—	—	
	2	1Cr18Ni9	≤0.15	≤1.00	≤2.00	≤0.035	≤0.030	8.00~10.00	17.00~19.00	—	—	—	
	3	1Cr19Ni9	0.04~0.10	≤1.00	≤2.00	≤0.035	≤0.030	8.00~11.00	18.00~20.00	—	—	—	
	4	00Cr19Ni10	≤0.030	≤1.00	≤2.00	≤0.035	≤0.030	8.00~12.00	18.00~20.00	—	—	—	
	5	00Cr18Ni10Ti	≤0.08	≤1.00	≤2.00	≤0.035	≤0.030	9.00~12.00	17.00~19.00	—	≥5C	—	
	6	1Cr18Ni11Ti	0.04~0.10	≤0.75	≤2.00	≤0.030	≤0.030	9.00~13.00	17.00~20.00	—	4×C~0.60	—	
	7	00Cr18Ni11Nb	≤0.08	≤1.00	≤2.00	≤0.035	≤0.030	9.00~13.00	17.00~19.00	—	—	Nb+Ta:10×C~1.00	
	8	1Cr19Ni11Nb	0.04~0.10	≤1.00	≤2.00	≤0.035	≤0.030	9.00~13.00	17.00~20.00	—	—	Nb+Ta:8×C~1.00	
	9	00Cr17Ni12Mo2	≤0.08	≤1.00	≤2.00	≤0.035	≤0.030	11.00~14.00	16.00~18.00	2.00~3.00	—	—	
	10	1Cr17Ni12Mo2	0.04~0.10	≤0.75	≤2.00	≤0.030	≤0.030	11.00~14.00	16.00~18.00	2.00~3.00	—	—	
	11	00Cr17Ni14Mo2	≤0.030	≤1.00	≤2.00	≤0.035	≤0.030	12.00~15.00	16.00~18.00	2.00~3.00	—	—	
	12	00Cr18Ni12Mo2Ti	≤0.08	≤1.00	≤2.00	≤0.035	≤0.030	11.00~14.00	16.00~19.00	1.80~2.50	5C~0.70	—	
	13	1Cr18Ni12Mo2Ti	≤0.12	≤1.00	≤2.00	≤0.035	≤0.030	11.00~14.00	16.00~19.00	1.80~2.50	5(C-0.02)~0.80	—	
	14	00Cr18Ni12Mo3Ti	≤0.08	≤1.00	≤2.00	≤0.035	≤0.030	11.00~14.00	16.00~19.00	2.50~3.50	5C~0.70	—	
	15	1Cr18Ni12Mo3Ti	≤0.12	≤1.00	≤2.00	≤0.035	≤0.030	11.00~14.00	16.00~19.00	2.50~3.50	5(C-0.02)~0.80	—	
	16	1Cr18Ni9Ti	≤0.12	≤1.00	≤2.00	≤0.035	≤0.030	8.00~11.00	17.00~19.00	—	5(C-0.02)~0.80	—	
	17	00Cr19Ni13Mo3	≤0.08	≤1.00	≤2.00	≤0.035	≤0.030	11.00~15.00	18.00~20.00	3.00~4.00	—	—	
	18	00Cr19Ni13Mo3	≤0.030	≤1.00	≤2.00	≤0.035	≤0.030	11.00~15.00	18.00~20.00	3.00~4.00	—	—	
	19	00Cr18Ni10N	≤0.030	≤1.00	≤2.00	≤0.035	≤0.030	8.50~11.50	17.00~19.00	—	—	N:0.10~0.16	
	20	00Cr19Ni9N	≤0.08	≤1.00	≤2.00	≤0.035	≤0.030	7.00~10.50	18.00~20.00	—	—	N:0.10~0.16	
	21	00Cr23Ni13	≤0.08	≤1.00	≤2.00	≤0.035	≤0.030	12.00~15.00	22.00~24.00	—	—	—	
	22	2Cr23Ni13	≤0.20	≤1.00	≤2.00	≤0.035	≤0.030	12.00~15.00	22.00~24.00	—	—	—	

表 2 (续)

组织类型	序号	牌号	化学成分(质量分数)/%										其他
			C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Ti		
奥氏体型	23	0Cr25Ni20	≤0.08	≤1.00	≤2.00	≤0.035	≤0.030	19.00~22.00	24.00~26.00	—	—	—	—
	24	2Cr25Ni20	≤0.25	≤1.50	≤2.00	≤0.035	≤0.030	19.00~22.00	24.00~26.00	—	—	—	—
	25	0Cr18Ni13Si4	≤0.08	3.00~5.00	≤2.00	≤0.035	≤0.030	11.50~15.00	15.00~20.00	—	—	—	—
	26	00Cr17Ni13Mo2N	≤0.030	≤1.00	≤2.00	≤0.035	≤0.030	10.50~14.50	16.00~18.50	2.0~3.0	—	—	N:0.12~0.22
	27	0Cr17Ni12Mo2N	≤0.08	≤1.00	≤2.00	≤0.035	≤0.030	10.00~14.00	16.00~18.00	2.0~3.0	—	—	N:0.10~0.22
	28	0Cr18Ni12Mo2Cu2	≤0.08	≤1.00	≤2.00	≤0.035	≤0.030	10.00~14.50	17.00~19.00	1.20~2.75	—	—	Cu:1.00~2.50
	29	00Cr18Ni14Mo2Cu2	≤0.030	≤1.00	≤2.00	≤0.035	≤0.030	12.00~16.00	17.00~19.00	1.20~2.75	—	—	Cu:1.00~2.50
	30	1Cr17 ^a	≤0.12	≤0.75	≤1.00	≤0.035	≤0.030	—	16.00~18.00	—	—	—	—
	31	00Cr27Mo ^b	≤0.010	≤0.40	≤0.40	≤0.030	≤0.020	—	25.00~27.50	0.75~1.50	—	—	N≤0.015

注: 1Cr18Ni9Ti 为不推荐使用钢种。

a 允许含有不大于 0.60% 的 Ni;

b 允许含有不大于 0.50% 的 Ni, 不大于 0.20% 的 Cu, 但 Ni+Cu 应不大于 0.50%。

6.2 制造方法

6.2.1 钢的冶炼方法

钢应采用电弧炉加炉外精炼或电渣重熔法冶炼。
经供需双方协商,也可采用其他冶炼方法制造。

6.2.2 钢管的制造方法

钢管应采用热轧(挤压、扩)或冷拔(轧)无缝方法制造。

6.3 交货状态

6.3.1 钢管应经热处理并酸洗交货。钢管的推荐热处理制度见表3,热处理制度应在质量证明书中注明。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。

6.3.2 凡经整体磨、镦或经保护气氛热处理的钢管,可不经酸洗交货。

表3 推荐热处理制度及钢管力学性能

组织类型	序号	牌号	推荐热处理制度	力学性能			密度 ρ / (kg/cm^3)	
				抗拉强度 ^a R_m / MPa(N/mm ²)	规定非比例 延伸强度 R_{eL} / MPa(N/mm ²)	断后 伸长率 A/ %		
奥氏体 型	1	0Cr18Ni9	1 010℃~1 150℃	520	205	35	7.93	
	2	1Cr18Ni9	1 010℃~1 150℃	520	205	35	7.90	
	3	1Cr19Ni9	1 010℃~1 150℃	520	205	35	7.93	
	4	00Cr19Ni9	1 010℃~1 150℃	480	175	35	7.93	
	5	0Cr18Ni10Ti	920℃~1 150℃	520	205	35	7.95	
	6	1Cr18Ni11Ti	冷轧 \geq 1 095℃ 热轧 \geq 1 050℃	520	205	35	7.93	
	7	0Cr18Ni11Nb	980℃~1 150℃	520	205	35	7.98	
	8	1Cr19Ni11Nb	冷轧 \geq 1 095℃ 热轧 \geq 1 050℃	520	205	35	8.00	
	9	0Cr17Ni12Mo2	1 040℃~1 150℃	急冷	520	205	35	7.98
	10	1Cr17Ni12Mo2	\geq 1 040℃		520	205	35	7.98
	11	00Cr17Ni14Mo2	1 010℃~1 150℃	480	175	40	7.98	
	12	0Cr18Ni12Mo2Ti	1 000℃~1 100℃	530	205	35	8.00	
	13	1Cr18Ni12Mo2Ti	1 000℃~1 100℃	540	215	35	8.00	
	14	0Cr18Ni12Mo3Ti	1 000℃~1 100℃	530	205	35	8.10	
	15	1Cr18Ni12Mo3Ti	1 000℃~1 100℃	540	215	35	8.10	
	16	1Cr18Ni9Ti	920℃~1 150℃	520	205	40	7.90	
	17	0Cr19Ni13Mo3	1 010℃~1 150℃	520	205	35	7.98	
	18	00Cr19Ni13Mo3	1 010℃~1 150℃	480	175	35	7.98	
	19	00Cr18Ni10N	1 010℃~1 150℃	515	205	35	7.90	

表 3 (续)

组织类型	序号	牌号	推荐热处理制度	力学性能			密度 ρ / (kg/cm^3)
				抗拉强度 ^a R_m / $\text{MPa}(\text{N}/\text{mm}^2)$	规定非比例 延伸强度 $R_{p0.2}$ / $\text{MPa}(\text{N}/\text{mm}^2)$	断后 伸长率 A/ %	
奥氏 体型	20	0Cr19Ni9N	1 010℃~1 150℃	550	240	35	7.90
	21	0Cr23Ni13	1 030℃~1 150℃	520	205	35	7.98
	22	2Cr23Ni13	1 030℃~1 150℃	520	205	35	7.98
	23	0Cr25Ni20	1 030℃~1 180℃	520	205	35	7.98
	24	2Cr25Ni20	1 030℃~1 180℃	520	205	35	7.98
	25	0Cr18Ni13Si4	1 010℃~1 150℃	520	205	35	7.98
	26	00Cr17Ni13Mo2N	1010℃~1 150℃	515	205	35	8.00
	27	0Cr17Ni13Mo2N	1010℃~1 150℃	550	240	35	7.80
	28	0Cr18Ni12Mo2Cu2	1010℃~1 150℃	520	205	35	7.98
	29	00Cr18Ni11Mo2Cu2	1010℃~1 150℃	480	180	35	7.98
铁素 体型	30	1Cr17	780℃~850℃	410	245	20	7.70
	31	00Cr27Mo	900℃~1 050℃	410	245	20	7.70

* 热挤压钢管的抗拉强度可降低 20 MPa(N/mm²)。

6.4 力学性能

6.4.1 热处理状态钢管的纵向力学性能应符合表 3 的规定。

6.4.2 根据需方要求,经供需双方协商,并在合同中注明,壁厚 ≥ 2 mm 的钢管可做 HBW、HRB 和 HV 中的一种硬度试验,钢管的硬度值应符合表 4 的规定。

表 4 硬度

组织类型	牌 号	硬度		
		HBW	HRB	HV
奥氏体型	00Cr18Ni10N,0Cr19Ni9N,00Cr17Ni13Mo2N,0Cr17Ni12Mo2N	≤ 217	≤ 95	≤ 220
	0Cr18Ni13Si4	≤ 207	≤ 95	≤ 218
	其他	≤ 187	≤ 90	≤ 200
铁素体型	1Cr17	≤ 183	—	—
	00Cr27Mo	≤ 219	—	—

6.4.3 牌号为 1Cr18Ni9 和 1Cr19Ni11Nb 的锅炉用成品钢管的高温规定非比例延伸强度($R_{p0.2}$)最小值和 100 000 h 的持久强度推荐数据见附录 A 和附录 B。根据需方要求,经供需双方协商,并在合同中注明试验温度,供方可提供钢管的高温规定非比例延伸强度 $R_{p0.2}$,其数值供参考。

6.5 工艺性能

6.5.1 液压试验

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 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);

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);

R ——允许应力,单位为兆帕(MPa)¹⁾。铁素体型钢管,按表 3 中规定非比例延伸强度最小值的 60%,奥氏体型钢管,按表 3 中规定非比例延伸强度最小值的 50%。

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 B 的规定。

6.5.2 压扁试验

壁厚不大于 10 mm 的钢管应做压扁试验,试样压扁后不允许有裂缝和裂口。试样压扁后的外壁距 H 按式(3)计算:

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

式中:

H ——压扁后的外壁距,单位为毫米(mm);

α ——单位长度变形系数。奥氏体型钢管为 0.09,铁素体型钢管为 0.08;

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)。

6.5.3 扩口试验

壁厚不大于 10 mm 的钢管应做扩口试验。扩口试验的顶芯锥度为 60°,扩口后试样的外径扩口率应分别为:铁素体型钢管为 15%,奥氏体型钢管为 18%。扩口后试样不允许出现裂缝或裂口。

6.6 腐蚀试验

牌号为 2Cr23Ni13 和 2Cr25Ni20 的不耐腐蚀钢管可不作晶间腐蚀试验,其他耐腐蚀的奥氏体型钢管应做晶间腐蚀试验。晶间腐蚀试验方法按 GB/T 4334.5 执行。经供需双方协商,并在合同中注明,需方可指定采用其他腐蚀试验方法。

6.7 晶粒度

1Cr19Ni9、1Cr17Ni12Mo2、1Cr18Ni11Ti、1Cr19Ni11Nb 钢管的平均晶粒度应为 4~7 级。

6.8 超声波检验

钢管应按 GB/T 5777 的规定逐支进行超声波探伤。对比样管表面纵向刻槽深度等级应为 C5。

根据需方要求,经供需双方协商,并在合同中注明,超声波探伤可采用其他验收等级。

6.9 表面质量

钢管的内外表面不应有裂纹、折叠、轧折、离层和结疤存在。这些缺陷应完全清除,缺陷清除处钢管表面应圆滑无棱角,且清理处的实际壁厚应不小于壁厚允许的最小值。

在钢管内外表面上,直道允许深度应符合如下规定:

a) 冷拔(轧)钢管:不大于壁厚的 4%,且最大深度为 0.2 mm。

b) 热轧(挤压、扩)钢管:不大于壁厚的 5%,且最大深度为 0.4 mm。

1) 1 MPa=1 N/mm²。

不超过壁厚负偏差的其他局部缺陷允许存在。

7 试验方法

- 7.1 钢管的尺寸和外形应采用符合精度要求的量具逐根测量。
 7.2 钢管的内外表面应在充分照明条件下逐根目视检查。
 7.3 钢管其他检验项目、试验方法和取样数量应符合表 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	试验方法	取样方法	取样数量
1	化学成分	GB/T 223 GB/T 11170	GB/T 20066	每炉(罐)取 1 个试样
2	拉伸试验	GB/T 228	GB/T 2975	每批在两根钢管上各取 1 个试样
3	高温拉伸试验	GB/T 4338	GB/T 2975	每批在两根钢管上各取 1 个试样
4	硬度试验	GB/T 230.1 GB/T 231.1 GB/T 4340.1	GB/T 2975	每批在两根钢管上各取 1 个试样
5	液压试验	GB/T 241	—	逐根
6	涡流检验	GB/T 7735	—	逐根
7	压扁试验	GB/T 246	GB/T 246	每批在两根钢管上各取 1 个试样
8	扩口试验	GB/T 242	GB/T 242	每批在两根钢管上各取 1 个试样
9	晶间腐蚀	GB/T 4334.5	GB/T 4334.5	每批在两根钢管上各取 1 个试样
10	晶粒度	GB/T 6394	GB/T 6394	每批在两根钢管上各取 1 个试样
11	超声波检验	GB/T 5777	—	逐根

8 检验规则

8.1 检查和验收

钢管的检查和验收由供方技术监督部门进行。

8.2 组批规则

钢管按批检查和验收。每批应由同一牌号、同一炉(罐)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) 外径 $D \leq 76$ mm 且壁厚 $S \leq 3$ mm, 400 根;
 b) 其他规格, 200 根。

8.3 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。

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

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)

高温规定非比例延伸强度($R_{p0.2}$)最小值

表 A.1 高温规定非比例延伸强度($R_{p0.2}$)最小值 单位为兆帕(牛顿每平方米)

序号	钢号	温度/℃										
		100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600
1	1Cr18Ni9	171	155	144	136	128	124	119	115	111	106	—
2	1Cr19Ni11Nb	239	227	216	207	200	195	191	190	189	188	—

附录 B

(资料性附录)

100 000 h 持久强度推荐数据

表 B.1 100 000 h 持久强度推荐数据 单位为兆帕(牛顿每平方米)

序号	钢号	100 000 h 持久强度															
		试验温度/℃															
		600	610	620	630	640	650	660	670	680	690	700	710	720	730	740	750
1	1Cr18Ni9	95	88	83	74	68	63	57	52	48	43	40	36	33	31	28	26
2	1Cr19Ni11Nb	132	121	110	100	91	82	74	66	60	54	48	43	38	34	31	28