ICS 77.140.75
CCS H 48

中华人民共和国国家标准

GB/T 13296—2023
代替 GB/T 13296—2013

锅炉、热交换器用不锈钢无缝钢管

Seamless stainless steel tubes for boiler and heat exchanger

2023-11-27 发布　　2024-06-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会　发布

前　言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则　第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件代替GB/T 13296—2013《锅炉、热交换器用不锈钢无缝钢管》，与GB/T 13296—2013相比，除结构调整及编辑性改动外，主要技术变化如下：

a) 增加了术语和定义（见第3章）；
b) 更改了最小壁厚交货时理论重量的计算方法（见6.6，2013年版的5.6）；
c) 更改了化学成分中的S含量（见表3，2013年版的表3）；
d) 更改了牌号06Cr17Ni12Mo2Ti、06Cr18Ni11Ti、07Cr19Ni11Ti的Ti含量（见表3，2013年版的表3）；
e) 增加了牌号015Cr20Ni18Mo6CuN、022Cr21Ni25Mo7N及其相关要求（见表3～表5）；
f) 更改了牌号06Cr13的组织类型为铁素体型（见表3～表5，2013年版的表3～表5）；
g) 增加了稳定化热处理要求（见7.3.2）；
h) 更改了牌号07Cr17Ni12Mo2的热处理制度（见表4，2013年版的表4）；
i) 更改了奥氏体型钢管的硬度要求（见表5，2013年版表5）；
j) 更改了液压试验计算时奥氏体型钢管允许应力的取值（见7.5.1，2013年版的6.5.1）；
k) 更改了涡流检测的验收等级（见7.5.2，2013年版的6.5.2）；
l) 更改了扩口的要求（见7.6.2，2013年版的6.6.2）；
m) 更改了牌号07Cr19Ni10、07Cr19Ni11Ti、07Cr18Ni11Nb的高温塑性延伸强度（见表A.1，2013年版的表A.1）。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国钢铁工业协会提出。

本文件由全国钢标准化技术委员会（SAC/TC 183）归口。

本文件起草单位：浙江久立特材科技股份有限公司、江苏银环精密钢管有限公司、山西太钢不锈钢钢管有限公司、浙江中达新材料股份有限公司、苏州钢特威钢管有限公司、江苏武进不锈股份有限公司、湖州永兴特种不锈钢有限公司、宝丰钢业集团有限公司、合瑞迈材料科技（江苏）有限公司、浙江华田特种材料有限公司、青山钢管有限公司、江阴市南方不锈钢管有限公司、东方电气集团东方锅炉股份有限公司、浙江永上特材有限公司、常熟华新特殊钢有限公司、浙江德威不锈钢管业股份有限公司、常州市联谊特种不锈钢管有限公司、无锡腾跃特种钢管有限公司、钢研纳克检测技术股份有限公司、武汉金牛不锈钢管道科技有限公司、上上德盛集团有限公司、盛德鑫泰新材料股份有限公司、青拓集团有限公司、浙江隆达不锈钢有限公司、华迪钢业集团有限公司、江阴市华昌不锈钢管有限公司、浙江博盛钢业集团有限公司、中兴能源装备有限公司、中钢不锈钢管业科技山西有限公司、邯郸新兴特种管材有限公司、哈尔滨锅炉厂有限责任公司、安徽应升钢管制造有限公司、浙江俊企不锈钢有限公司、冶金工业信息标准研究院、青岛德固特节能装备股份有限公司、东方菱日锅炉有限公司、浙江新瑞特钢有限公司、山东省特种设备检验研究院集团有限公司。

本文件主要起草人：邵羽、罗霞、庄卓俊、王伯文、孙丽、刘凯、程健、吴明华、韩士丰、罗健、程建池、陈涛、薛建军、谢道原、方德伟、孙培元、郭思奇、陈丽敏、王志标、罗静、董波波、季学文、周文庆、奚飞飞、田国雄、王会森、黄云云、王潮声、仇云龙、邬莉华、高玉光、王硕、应默涵、李燕、董莉、魏振文、刘彬武、

王超、李奇、戴家辉、涂正平、高佩、宋博、曹卫兴、金仁明、许航、丁斌华、张丽英、钱航宇、曾凡伟、张光金、施飞飞、沈根荣、刘晓峰、许鹏、邹文辉、项军炎、徐乐谐、朱卫飞、冯亚斌、申雷、高杰、衣粟、薛建忠。

本文件于1991年首次发布，2007年第一次修订，2013年第二次修订，本次为第三次修订。

锅炉、热交换器用不锈钢无缝钢管

1 范围

本文件规定了锅炉、热交换器用不锈钢无缝钢管的分类和代号、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。

本文件适用于锅炉、热交换器用不锈钢无缝钢管(以下简称钢管)。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;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 223.23 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 氮含量的测定 蒸馏分离靛酚蓝分光光度法

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 223.59 钢铁及合金 磷含量的测定 铋磷钼蓝分光光度法和锑磷钼蓝分光光度法

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 锰含量的测定 高碘酸钠(钾)分光光度法

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 228.2 金属材料 拉伸试验 第 2 部分:高温试验方法

GB/T 230.1 金属材料 洛氏硬度试验 第 1 部分:试验方法

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 242 金属管 扩口试验方法

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 2975 钢及钢产品 力学性能试验取样位置及试样制备

GB/T 4334—2020 金属和合金的腐蚀 奥氏体及铁素体-奥氏体(双相)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 5777—2019 无缝和焊接(埋弧焊除外)钢管纵向和/或横向缺欠的全圆周自动超声检测

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 17395 无缝钢管尺寸、外形、重量及允许偏差

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 30062 钢管术语

YB/T 4395 钢 钼、铌和钨含量的测定 电感耦合等离子体原子发射光谱法

YB/T 4396 不锈钢 多元素含量的测定 电感耦合等离子体原子发射光谱法

3 术语和定义

GB/T 30062 界定的术语和定义适用于本文件。

4 分类和代号

4.1 钢管按产品制造方式分为两类,类别和代号为:

a) 热轧(挤压)钢管 W-H;

b) 冷拔(轧)钢管 W-C。

4.2 下列代号适用于本文件:

D 公称外径(单位为毫米);

S 公称壁厚(单位为毫米);

S_{min} 最小壁厚(单位为毫米);

S_c 平均壁厚(按最小壁厚及其允许偏差计算的壁厚最大值与最小值的平均值,单位为毫米)。

5 订货内容

按本文件订购钢管的合同或订单包括但不限于下列内容:

a) 本文件编号;

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、总长度或支数);

f) 制造方法;

g) 其他特殊要求。

6 尺寸、外形、重量及允许偏差

6.1 外径和壁厚

6.1.1 除非合同中另有规定，钢管应按公称外径(D)和最小壁厚(S_{min})交货。根据需方要求，经供需双方协商，钢管可按公称外径和公称壁厚(S)交货。

6.1.2 钢管的尺寸规格应符合 GB/T 17395 的规定。根据需方要求，经供需双方协商，可供应 GB/T 17395 规定以外的其他尺寸钢管。

6.1.3 钢管按公称外径和最小壁厚交货时，其公称外径和最小壁厚的允许偏差应符合表 1 的规定。钢管按公称外径和公称壁厚交货时，其公称外径的允许偏差应符合表 1 的规定，公称壁厚的允许偏差应符合表 2 的规定。

6.1.4 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 和表 2 规定以外尺寸允许偏差的钢管。

表 1 钢管公称外径和最小壁厚的允许偏差

单位为毫米

钢管类别、代号	钢管公称尺寸		允许偏差
热轧(挤压)钢管 W-H	公称外径(D)	≤140	$\pm 1.25\%D$
		>140	$\pm 1\%D$
	最小壁厚(S_{min})	≤4.0	$^{+0.90}_{0}$
		>4.0	$^{+25\%S}_{0}$
冷拔(轧)钢管 W-C	公称外径(D)	≤25	± 0.10
		>25～40	± 0.15
		>40～50	± 0.20
		>50～65	± 0.25
		>65～75	± 0.30
		>75～100	± 0.38
		>100～159	$^{+0.38}_{-0.64}$
		>159	$\pm 0.5\%D$
	最小壁厚(S_{min})	$D \leqslant 38$	$^{+20\%S}_{0}$
		$D > 38$	$^{+22\%S}_{0}$

表 2　钢管公称壁厚的允许偏差

单位为毫米

钢管类别、代号	壁厚范围		允许偏差
热轧(挤压)钢管 W-H	公称壁厚(S)	≤4.0	±0.45
		>4.0	+12.5%S −10%S
冷拔(轧)钢管 W-C	公称壁厚(S)	D≤38	±10%S
		D>38	±11%S

6.2　长度

6.2.1　通常长度

钢管的通常长度为 2 000 mm～12 000 mm。根据需方要求，经供需双方协商，并在合同中注明，可供应长度超过 12 000 mm 的钢管。

6.2.2　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。钢管的定尺长度允许偏差为$^{+10}_{0}$ mm。按倍尺长度交货的钢管，每个切口应留余量 5 mm～10 mm。

6.3　弯曲度

热轧(挤压)钢管的每米弯曲度应不大于 2.0 mm。冷拔(轧)钢管的每米弯曲度应不大于 1.5 mm。钢管的全长弯曲度应不大于钢管长度的 0.15%。

6.4　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公差和壁厚公差的 80%。

6.5　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。

6.6　重量

6.6.1　钢管应按实际重量交货。根据需方要求，经供需双方协商，钢管也可按理论重量交货。

6.6.2　按公称壁厚交货时，钢管每米的理论重量按式(1)计算：

$$W=\frac{\pi}{1\ 000}\rho S(D-S) \qquad \cdots\cdots(1)$$

式中：

W ——钢管每米理论重量，单位为千克每米(kg/m)；

π ——3.141 6；

ρ ——钢的密度，单位为千克每立方分米(kg/dm^3)，钢的密度见表 4；

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)。

6.6.3　按最小壁厚交货时，钢管每米的理论重量应采用平均壁厚(S_c)计算。

7 技术要求

7.1 钢的牌号和化学成分

7.1.1 钢的牌号和化学成分(熔炼分析)应符合表3的规定。

7.1.2 成品钢管的化学成分允许偏差应符合GB/T 222的规定。

7.2 制造方法

7.2.1 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,或电渣重熔法冶炼。经供需双方协商,并在合同中注明,也可采用其他方法冶炼。

7.2.2 钢管的制造方法

钢管应采用热轧(挤压)或冷拔(轧)无缝方法制造。

7.3 交货状态

7.3.1 钢管应经热处理并酸洗交货。钢管的热处理制度应符合表4的规定。凡经整体磨、镗或经保护气氛热处理的钢管可不经酸洗交货。

7.3.2 根据需方要求,经供需双方协商,并在合同中注明,可对含钛(Ti)或铌(Nb)稳定化元素的钢管在固溶热处理后进行稳定化热处理,稳定化热处理制度由供需双方协商确定。

7.4 力学性能

7.4.1 热处理状态钢管的室温纵向拉伸性能应符合表4的规定。

7.4.2 根据需方要求,经供需双方协商,并在合同中注明,壁厚不小于1.7 mm的钢管可做布氏硬度或洛氏硬度或维氏硬度试验,其值应符合表5的规定。

7.4.3 根据需方要求,经供需双方协商,并在合同中注明试验温度,牌号为07Cr19Ni10、07Cr19Ni11Ti和07Cr18Ni11Nb的钢管可做高温拉伸试验,其高温下的规定塑性延伸强度($R_{p0.2}$)值应符合附录A的规定。当需方要求提供高温抗拉强度(R_m)值时,其值由供需双方协商确定。

7.4.4 牌号为07Cr19Ni10、07Cr19Ni11Ti和07Cr18Ni11Nb钢管的100 000 h持久强度推荐数据见附录B。

表 3　钢的牌号和化学成分

组织类型	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	Cu	N	其他
奥氏体型	1	S30210	12Cr18Ni9	0.15	1.00	2.00	0.035	0.015	8.00～10.00	17.00～19.00	—	—	0.10	—
	2	S30408	06Cr19Ni10	0.08	1.00	2.00	0.035	0.015	8.00～11.00	18.00～20.00	—	—	—	—
	3	S30403	022Cr19Ni10	0.030	1.00	2.00	0.035	0.015	8.00～12.00	18.00～20.00	—	—	—	—
	4	S30409	07Cr19Ni10	0.04～0.10	1.00	2.00	0.035	0.015	8.00～11.00	18.00～20.00	—	—	—	—
	5	S30458	06Cr19Ni10N	0.08	1.00	2.00	0.035	0.015	8.00～11.00	18.00～20.00	—	—	0.10～0.16	—
	6	S30453	022Cr19Ni10N	0.030	1.00	2.00	0.035	0.015	8.00～11.00	18.00～20.00	—	—	0.10～0.16	—
	7	S30920	16Cr23Ni13	0.20	1.00	2.00	0.035	0.015	12.00～15.00	22.00～24.00	—	—	—	—
	8	S30908	06Cr23Ni13	0.08	1.00	2.00	0.035	0.015	12.00～15.00	22.00～24.00	—	—	—	—
	9	S31020	20Cr25Ni20	0.25	1.50	2.00	0.035	0.015	19.00～22.00	24.00～26.00	—	—	—	—
	10	S31008	06Cr25Ni20	0.08	1.50	2.00	0.035	0.015	19.00～22.00	24.00～26.00	—	—	—	—
	11	S31608	06Cr17Ni12Mo2	0.08	1.00	2.00	0.035	0.015	10.00～14.00	16.00～18.00	2.00～3.00	—	—	—
	12	S31603	022Cr17Ni12Mo2	0.030	1.00	2.00	0.035	0.015	10.00～14.00	16.00～18.00	2.00～3.00	—	—	—
	13	S31609	07Cr17Ni12Mo2	0.04～0.10	1.00	2.00	0.035	0.015	10.00～14.00	16.00～18.00	2.00～3.00	—	—	—
	14	S31668	06Cr17Ni12Mo2Ti	0.08	1.00	2.00	0.035	0.015	10.00～14.00	16.00～18.00	2.00～3.00	—	—	Ti:5(C+N)～0.70
	15	S31658	06Cr17Ni12Mo2N	0.08	1.00	2.00	0.035	0.015	10.00～13.00	16.00～18.00	2.00～3.00	—	0.10～0.16	—
	16	S31653	022Cr17Ni12Mo2N	0.030	1.00	2.00	0.035	0.015	10.00～13.00	16.00～18.00	2.00～3.00	—	0.10～0.16	—
	17	S31688	06Cr18Ni12Mo2Cu2	0.08	1.00	2.00	0.035	0.015	10.00～14.00	17.00～19.00	1.20～2.75	1.00～2.50	—	—
	18	S31683	022Cr18Ni14Mo2Cu2	0.030	1.00	2.00	0.035	0.015	12.00～16.00	17.00～19.00	1.20～2.75	1.00～2.50	—	—
	19	S39042	015Cr21Ni26Mo5Cu2	0.020	1.00	2.00	0.035	0.015	24.00～26.00	19.00～21.00	4.00～5.00	1.20～2.00	0.10	—
	20	S31708	06Cr19Ni13Mo3	0.08	1.00	2.00	0.035	0.015	11.00～15.00	18.00～20.00	3.00～4.00	—	—	—

表 3　钢的牌号和化学成分（续）

组织类型	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	Cu	N	其他
奥氏体型	21	S31703	022Cr19Ni13Mo3	0.030	1.00	2.00	0.035	0.015	11.00～15.00	18.00～20.00	3.00～4.00	—	—	—
	22	S32168	06Cr18Ni11Ti	0.08	1.00	2.00	0.035	0.015	9.00～12.00	17.00～19.00	—	—	—	Ti:5(C+N)～0.70
	23	S32169	07Cr19Ni11Ti	0.04～0.10	0.75	2.00	0.035	0.015	9.00～13.00	17.00～20.00	—	—	—	Ti:4(C+N)～0.70
	24	S34778	06Cr18Ni11Nb	0.08	1.00	2.00	0.035	0.015	9.00～12.00	17.00～19.00	—	—	—	Nb:10C～1.10
	25	S34779	07Cr18Ni11Nb	0.04～0.10	1.00	2.00	0.035	0.015	9.00～12.00	17.00～19.00	—	—	—	Nb:8C～1.10
	26	S38148	06Cr18Ni13Si4	0.08	3.00～5.00	2.0	0.035	0.015	11.50～15.00	15.00～20.00	—	—	—	—
	27	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	—
	28	S38367	022Cr21Ni25Mo7N	0.030	1.00	2.00	0.035	0.015	23.50～25.50	20.00～22.00	6.00～7.00	0.75	0.18～0.25	—
铁素体型	29	S11710	10Cr17	0.12	1.00	1.00	0.030	0.015	0.60	16.00～18.00	—	—	—	—
	30	S12791	008Cr27Mo[a]	0.010	0.40	0.40	0.030	0.015	—	25.00～27.50	0.75～1.50	—	0.015	—
	31	S11306	06Cr13	0.06	1.00	1.00	0.035	0.015	0.60	11.50～13.50	—	—	—	—

注：表中所列成分除标明范围外，其余均为最大值。

[a] 允许含有不大于 0.50%的 Ni，不大于 0.20%的 Cu，但 Ni+Cu 的含量应不大于 0.50%。

表 4　钢管的热处理制度、室温拉伸性能及密度

组织类型	序号	统一数字代号	牌号	热处理制度	力学性能			密度 ρ kg/dm^3
					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 %	
					不小于			
奥氏体型	1	S30210	12Cr18Ni9	1 010 ℃～1 150 ℃，急冷	520	205	35	7.93
	2	S30408	06Cr19Ni10	1 010 ℃～1 150 ℃，急冷	520	205	35	7.93
	3	S30403	022Cr19Ni10	1 010 ℃～1 150 ℃，急冷	480	175	35	7.90
	4	S30409	07Cr19Ni10	1 010 ℃～1 150 ℃，急冷	520	205	35	7.90
	5	S30458	06Cr19Ni10N	1 010 ℃～1 150 ℃，急冷	550	240	35	7.93
	6	S30453	022Cr19Ni10N	1 010 ℃～1 150 ℃，急冷	515	205	35	7.93
	7	S30920	16Cr23Ni13	1 030 ℃～1 150 ℃，急冷	520	205	35	7.98
	8	S30908	06Cr23Ni13	1 030 ℃～1 150 ℃，急冷	520	205	35	7.98
	9	S31020	20Cr25Ni20	1 030 ℃～1 180 ℃，急冷	520	205	35	7.98
	10	S31008	06Cr25Ni20	1 030 ℃～1 180 ℃，急冷	520	205	35	7.98
	11	S31608	06Cr17Ni12Mo2	1 010 ℃～1 150 ℃，急冷	520	205	35	8.00
	12	S31603	022Cr17Ni12Mo2	1 010 ℃～1 150 ℃，急冷	480	175	40	8.00
	13	S31609	07Cr17Ni12Mo2	1 040 ℃～1 150 ℃，急冷	520	205	35	8.00
	14	S31668	06Cr17Ni12Mo2Ti	1 000 ℃～1 100 ℃，急冷	530	205	35	7.90
	15	S31658	06Cr17Ni12Mo2N	1 010 ℃～1 150 ℃，急冷	550	240	35	8.00
	16	S31653	022Cr17Ni12Mo2N	1 010 ℃～1 150 ℃，急冷	515	205	35	8.04
	17	S31688	06Cr18Ni12Mo2Cu2	1 010 ℃～1 150 ℃，急冷	520	205	35	7.96
	18	S31683	022Cr18Ni14Mo2Cu2	1 010 ℃～1 150 ℃，急冷	480	180	35	7.96
	19	S39042	015Cr21Ni26Mo5Cu2	1 065 ℃～1 150 ℃，急冷	490	220	35	8.00

表 4　钢管的热处理制度、室温拉伸性能及密度（续）

组织类型	序号	统一数字代号	牌号	热处理制度	力学性能			密度 ρ kg/dm³
					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 %	
					不小于			
奥氏体型	20	S31708	06Cr19Ni13Mo3	1 010 ℃～1 150 ℃，急冷	520	205	35	8.00
	21	S31703	022Cr19Ni13Mo3	1 010 ℃～1 150 ℃，急冷	480	175	35	7.98
	22	S32168	06Cr18Ni11Ti	920 ℃～1 150 ℃，急冷	520	205	35	8.03
	23	S32169	07Cr19Ni11Ti	热轧（挤压）≥1 050 ℃，急冷 冷拔（轧）≥1 100 ℃，急冷	520	205	35	8.03
	24	S34778	06Cr18Ni11Nb	980 ℃～1 150 ℃，急冷	520	205	35	8.03
	25	S34779	07Cr18Ni11Nb	热轧（挤压）≥1 050 ℃，急冷 冷拔（轧）≥1 100 ℃，急冷	520	205	35	8.03
	26	S38148	06Cr18Ni13Si4	1 010 ℃～1 150 ℃，急冷	520	205	35	7.75
	27	S31252	015Cr20Ni18Mo6CuN	≥1 150 ℃，急冷	675	310	35	8.10
	28	S38367	022Cr21Ni25Mo7N	≥1 110 ℃，急冷	690	310	30	8.06
铁素体型	29	S11710	10Cr17	780 ℃～850 ℃，空冷或缓冷	410	245	20	7.70
	30	S12791	008Cr27Mo	900 ℃～1 050 ℃，急冷	410	245	20	7.67
	31	S11306	06Cr13	750 ℃空冷或 800 ℃～900 ℃缓冷	410	210	20	7.75
热挤压钢管的抗拉强度可降低 20 MPa								

表 5　硬度

组织类型	钢管的牌号	硬度		
		HBW	HRB	HV
奥氏体型	06Cr18Ni13Si4	≤207	≤95	≤218
	015Cr20Ni18Mo6CuN	≤220	≤96	≤230
	022Cr21Ni25Mo7N	—	≤100	—
	其他	≤192	≤90	≤200
铁素体型	10Cr17、06Cr13	≤183	—	—
	008Cr27Mo	≤219	—	—

7.5　液压试验

7.5.1　钢管应逐根进行液压试验，试验压力按式(2)计算。最大试验压力应不超过 20 MPa，稳压时间应不少于 10 s。在试验压力下，钢管不应出现渗漏现象。

$$P=\frac{2SR}{D} \qquad \cdots\cdots(2)$$

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，当 $P\geqslant 7$ MPa 时，修约到最接近的 1 MPa；

S ——钢管的公称壁厚或平均壁厚(按最小壁厚交货时)，单位为毫米(mm)；

R ——允许应力，单位为兆帕(MPa)，按表 4 中规定塑性延伸强度最小值的 60%；

D ——钢管的公称外径，单位为毫米(mm)。

7.5.2　供方可用涡流检测代替液压试验。涡流检测时，验收等级应符合 GB/T 7735—2016 中 E3H 级的规定。

7.6　工艺性能

7.6.1　压扁

壁厚不大于 10 mm 的钢管应进行压扁试验。试验时将试样压至两平板间的距离为 H，试验后试样不应出现裂缝和裂口。H 按式(3)计算。

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

式中：

H ——两平板间的距离，单位为毫米(mm)；

α ——单位长度变形系数，奥氏体型钢管 α 为 0.09，其他钢管 α 为 0.07；

S ——钢管的公称壁厚或平均壁厚(按最小壁厚交货时)，单位为毫米(mm)；

D ——钢管的公称外径，单位为毫米(mm)。

7.6.2　扩口

外径不大于 150 mm 且壁厚不大于 10 mm 的钢管应进行扩口试验。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：奥氏体型钢管为 18%，其他钢管为 15%，扩口后试样不应出现裂缝和裂口。

7.7 腐蚀

7.7.1 牌号为 07Cr19Ni10、16Cr23Ni13、20Cr25Ni20、07Cr17Ni12Mo2、07Cr19Ni11Ti、07Cr18Ni11Nb 的钢管可不进行晶间腐蚀试验，其他奥氏体型钢管应进行晶间腐蚀试验。晶间腐蚀试验按 GB/T 4334—2020 中方法 E 执行，试验后试样不应出现晶间腐蚀倾向。

7.7.2 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。

7.8 晶粒度

07Cr19Ni10、07Cr17Ni12Mo2、07Cr19Ni11Ti、07Cr18Ni11Nb 钢管的晶粒度级别应为 4 级～7 级。

7.9 无损检测

7.9.1 钢管应按 GB/T 5777—2019 的规定逐根进行超声检测，验收等级应为 U2 级。

7.9.2 根据需方要求，经供需双方协商，并在合同中注明，可采用其他无损检测方法和验收等级。

7.10 表面质量

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

7.10.2 钢管内外表面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%，且不大于 0.2 mm；

b) 热轧(挤压)钢管：不大于壁厚的 5%，且不大于 0.4 mm。

7.10.3 不超过壁厚下偏差的其他局部缺欠允许存在。

8 试验方法

8.1 钢管的化学成分分析取样遵守 GB/T 20066 的规则。化学成分分析通常遵守 GB/T 11170、GB/T 20123、GB/T 20124 或其他通用方法，仲裁时应遵守 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 223.84、GB/T 223.85、GB/T 223.86、YB/T 4395、YB/T 4396 的规定。

8.2 钢管的尺寸和外形应采用符合精度要求的量具逐根测量。

8.3 钢管的内外表面应在充分照明条件下逐根目视检查，直道深度应采用符合精度要求的量具测量。

8.4 钢管其他检验项目的取样方法和试验方法应符合表 6 的规定。

表 6 钢管的检验项目、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 8.1
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	高温拉伸	每批在两根钢管上各取 1 个试样	GB/T 2975	GB/T 228.2
4	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
5	液压	逐根	—	GB/T 241

表 6　钢管的检验项目、取样数量、取样方法和试验方法（续）

序号	检验项目	取样数量	取样方法	试验方法
6	涡流	逐根	—	GB/T 7735—2016
7	压扁	每批在两根钢管上各取 1 个试样	GB/T 246	GB/T 246
8	扩口	每批在两根钢管上各取 1 个试样	GB/T 242	GB/T 242
9	晶粒度	每批在两根钢管上各取 1 个试样	GB/T 6394	GB/T 6394
10	腐蚀	每批在两根钢管上各取 1 组试样	GB/T 4334—2020	GB/T 4334—2020
11	超声	逐根	—	GB/T 5777—2019

9　检验规则

9.1　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。

9.2　组批规则

钢管应按批进行检查和验收。每批应由同一牌号、同一炉号、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)　公称外径 $D \leqslant 76$ mm 且壁厚 $S \leqslant 3$ mm，400 根；

b)　其他规格，200 根。

9.3　取样数量

每批钢管各项检验的取样数量应符合表 6 的规定。

9.4　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。

10　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
（规范性）
高温规定塑性延伸强度

牌号为07Cr19Ni10、07Cr19Ni11Ti和07Cr18Ni11Nb钢管的高温规定塑性延伸强度（$R_{p0.2}$）应符合表A.1的规定。

表A.1 高温规定塑性延伸强度

序号	统一数字代号	牌号	规定塑性延伸强度 $R_{p0.2}$ MPa 不小于										
			温度 ℃										
			100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600
1	S30409	07Cr19Ni10	170	154	144	135	129	123	119	114	110	105	99
2	S32169	07Cr19Ni11Ti	184	171	160	150	142	136	132	128	126	123	120
3	S34779	07Cr18Ni11Nb	189	177	166	158	150	145	141	139	137	131	114

附 录 B
（资料性）
100 000 h 持久强度推荐数据

牌号为 07Cr19Ni10、07Cr19Ni11Ti 和 07Cr18Ni11Nb 钢管的 100 000 h 持久强度推荐数据见表 B.1。

表 B.1 100 000 h 持久强度推荐数据

序号	统一数字代号	牌号	100 000 h 持久强度推荐数据 MPa															
			温度 ℃															
			600	610	620	630	640	650	660	670	680	690	700	710	720	730	740	750
1	S30409	07Cr19Ni10	96	88	81	74	68	63	57	52	47	44	40	37	34	31	28	26
2	S32169	07Cr19Ni11Ti	89	80	72	66	61	55	50	46	41	38	35	32	29	26	24	22
3	S34779	07Cr18Ni11Nb	132	121	110	100	91	82	74	66	60	54	48	43	38	34	31	28