



中华人民共和国国家标准

GB 24512.3—2014

核电站用无缝钢管 第3部分：不锈钢无缝钢管

Seamless steel tubes and pipes for nuclear power plant—
Part 3: Seamless stainless steel tubes and pipes

2014-06-24 发布

2015-04-01 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

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、重量及允许偏差	3
6 技术要求	5
7 试验方法	10
8 检验规则	11
9 清洁、包装、标志和质量证明文件	11
附录 A (规范性附录) 钢管的晶间腐蚀试验方法	13

前 言

本部分的 5.4、5.6、6.1、6.2.1、6.2.2、6.2.3、6.2.4、6.2.5.1、6.2.5.2、6.3、6.4、6.5、6.6、6.7.1、6.8、6.9.1.1、6.9.1.2、6.10、第 7 章、第 8 章、9.1、9.2 和 9.4 为强制性的,其余为推荐性的。

GB 24512《核电站用无缝钢管》分为三个部分:

- 第 1 部分:碳素钢无缝钢管;
- 第 2 部分:合金钢无缝钢管;
- 第 3 部分:不锈钢无缝钢管。

本部分为 GB 24512 的第 3 部分。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本部分参照 EN 10216-5:2004《压力用途的无缝钢管 交货技术条件 第 5 部分:不锈钢管》及 SA-312M《焊接和无缝奥氏体不锈钢公称管》制定。

本部分由中国钢铁工业协会提出。

本部分由全国钢标准化技术委员会(SAC/TC 183)归口。

本部分起草单位:中兴能源装备股份有限公司、冶金工业信息标准研究院、苏州热工研究院有限公司、江苏武进不锈股份有限公司、浙江久立特材科技股份有限公司、江苏银环精密钢管股份有限公司、山西太钢不锈钢钢管有限公司、永兴特种不锈钢股份有限公司、衡阳华菱钢管有限公司、攀钢集团江油长城特殊钢有限公司。

本部分主要起草人:马小军、仇云龙、董莉、赵彦芬、宋建新、邵羽、华杨康、康喜唐、王建勇、赵斌、朱卫飞、褚艳丽、张琪、王博文、张路。

核电站用无缝钢管

第 3 部分: 不锈钢无缝钢管

1 范围

GB 24512 的本部分规定了核电站用不锈钢无缝钢管(以下简称“钢管”)的分类及代号、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、标志和质量证明文件。

本部分适用于核电站核安全 1、2、3 级和非核安全级设备承压部件用不锈钢无缝钢管。

本部分不适用于核电站热交换器用不锈钢无缝钢管。

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 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 223.18	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 223.21	钢铁及合金化学分析方法	5-Cl-PADAB 分光光度法测定钴量	
GB/T 223.22	钢铁及合金化学分析方法	亚硝基 R 盐分光光度法测量钴量	
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 S 分光光度法
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钽量	
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 223.62	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 223.64	钢铁及合金	锰含量的测定	火焰原子吸收光谱法
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 223.72	钢铁及合金	硫含量的测定	重量法
GB/T 223.75	钢铁及合金	硼含量的测定	甲醇蒸馏-姜黄素光度法
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 24512.3—2014

- 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 242 金属管 扩口试验方法
GB/T 246 金属管 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—2008 金属和合金的腐蚀 不锈钢晶间腐蚀试验方法
GB/T 4338 金属材料 高温拉伸试验方法
GB/T 5777—2008 无缝钢管超声波探伤检验方法
GB/T 6394 金属平均晶粒度测定法
GB/T 7735 钢管涡流探伤检验方法
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 17505 钢及钢产品交货一般技术要求
GB/T 20066 钢铁 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 20490 承压无缝和焊接(埋弧焊除外)钢管 分层缺欠的超声检测
GB/T 20878 不锈钢和耐热钢 牌号及化学成分
JB/T 4730.5 承压设备无损检测 第5部分:渗透检测
YB/T 5137 高压用热轧和锻制无缝钢管圆管坯

3 分类及代号

3.1 钢管按产品制造方式分为两类,其类别和代号如下:

- a) 热轧(挤、顶、锻、扩)钢管,代号为 W-H;
- b) 冷拔(轧)钢管,代号为 W-C。

3.2 钢管按尺寸精度分为两类,其类别和代号如下:

- a) 普通级精度,代号为 PA;
- b) 高级精度,代号为 PC。

3.3 下列代号适用于本部分:

D:外径(如未特别指明公称外径或计算外径,即为公称外径或计算外径)。

S:壁厚(如未特别指明公称壁厚或最小壁厚,即为公称壁厚或最小壁厚)。

S_{min}:最小壁厚。

d:公称内径。

L:长度。

4 订货内容

按本标准订货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) 核安全等级;
- e) 订购的数量(总重量或总长度);
- f) 尺寸规格;
- g) 晶间腐蚀试验方法;
- h) 交货状态;
- i) 特殊要求。

5 尺寸、外形、重量及允许偏差

5.1 外径和壁厚

5.1.1 钢管按公称外径和公称壁厚交货,钢管的公称外径和公称壁厚应符合 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 规定以外尺寸的钢管。

5.1.2 根据需方要求,经供需双方协商,钢管可按公称外径和最小壁厚、公称内径和公称壁厚或其他尺寸规格方式交货。

5.2 外径和壁厚的允许偏差

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

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

钢管按公称内径和公称壁厚交货时,其公称内径的允许偏差为 $\pm 1\% d$,公称壁厚的允许偏差应符合表 1 的规定。

5.2.2 当需方未在合同中注明钢管尺寸允许偏差级别时,钢管外径和壁厚的允许偏差应符合普通级的规定。

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 和表 2 规定以外尺寸允许偏差的钢管,或其他内径允许偏差的钢管。

表 1 钢管公称外径和公称壁厚的允许偏差

单位为毫米

热轧(挤、顶、锻、扩)钢管(W-H)				冷拔(轧)钢管(W-C)			
尺寸		允许偏差		尺寸		允许偏差	
		普通级(PA)	高级(PC)			普通级(PA)	高级(PC)
公称外径 D	68~159	$\pm 1.25\% D$	$\pm 1\% D$	公称外径 D	6~10	± 0.20	± 0.15
					>10~30	± 0.30	± 0.20
					>30~50	± 0.40	± 0.30
					>50~219	$\pm 0.85\% D$	$\pm 0.75\% D$
	>219~457	$\pm 0.9\% D$	$\pm 0.8\% D$				
>159	$\pm 1.5\% D$			>457	$\pm 1\% D$	$\pm 0.9\% D$	
公称壁厚 S	<15	$+15\% S$ $-12.5\% S$	$\pm 12.5\% S$	公称壁厚 S	≤ 3	$\pm 12\% S$	$\pm 10\% S$
	≥ 15	$+20\% S$ $-15\% S$			>3	$+12.5\% S$ $-10\% S$	$\pm 10\% S$

表 2 钢管最小壁厚的允许偏差

单位为毫米

制造方式	尺寸	允许偏差	
		普通级(PA)	高级(PC)
热轧(挤、顶、扩、锻)钢管 W-H	$S_{\min} < 15$	$+27.5\%S_{\min}$ 0	$+25\%S_{\min}$ 0
	$S_{\min} \geq 15$	$+35\%S_{\min}$ 0	
冷拔(轧)钢管 W-C	$S_{\min} \leq 3$	$+24\%S_{\min}$ 0	$+20\%S_{\min}$ 0
	$S_{\min} > 3$	$+22.5\%S_{\min}$ 0	$+20\%S_{\min}$ 0

5.3 长度

5.3.1 通常长度

5.3.1.1 钢管的通常长度为 4 000 mm~12 000 mm。

5.3.1.2 经供需双方协商,并在合同中注明,可交付长度大于 12 000 mm 或小于 4 000 mm 但不小于 3 000 mm 的钢管,长度短于 4 000 mm 但不短于 3 000 mm 的钢管,其数量应不超过该批钢管交货总数量的 5%。

5.3.2 定尺长度和倍尺长度

5.3.2.1 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。

5.3.2.2 钢管按定尺长度交货时,其长度允许偏差应符合下述规定:

- $D \leq 406.4$ mm 时, $+15_0$ mm;
- $D > 406.4$ mm 时, $+20_0$ mm。

5.3.2.3 钢管按倍尺长度交货时,每个倍尺长度应按下述规定留出切口余量:

- $D \leq 159$ mm 时,切口余量为 5 mm~10 mm;
- $159 \text{ mm} < D \leq 406.4$ mm 时,切口余量为 10 mm~15 mm;
- $D > 406.4$ mm 时,切口余量为 15 mm~20 mm。

5.4 弯曲度

5.4.1 钢管的每米弯曲度应符合如下规定:

- $S \leq 15$ mm 时,不大于 1.5 mm/m;
- $15 \text{ mm} < S \leq 30$ mm 时,不大于 2.0 mm/m;
- $S > 30$ mm 时,不大于 3.0 mm/m。

5.4.2 $D \geq 127$ mm 的钢管,其全长弯曲度应不大于钢管总长度的 0.10%。

5.5 不圆度和壁厚不均

根据需方要求,经供需双方协商,并在合同中注明,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%。

5.6 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。

5.7 重量

5.7.1 交货重量

钢管按公称外径和公称壁厚或公称内径和公称壁厚交货时,钢管按实际重量交货,亦可按理论重量交货。

钢管按公称外径和最小壁厚交货时,钢管按实际重量交货;供需双方协商,并在合同中注明,钢管亦可按理论重量交货。

5.7.2 理论重量的计算

钢管的理论重量按式(1)计算:

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

式中:

W ——钢管每米理论重量,单位为千克每米(kg/m);

π ——3.141 6;

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(见表4),单位为千克每立方分米(kg/dm³)。

按公称内径和公称壁厚交货的钢管,应采用计算外径计算理论重量,其计算外径是按公称内径和公称壁厚计算出来的外径值;按最小壁厚交货钢管,应采用平均壁厚计算理论重量,其平均壁厚是按壁厚及其允许偏差计算出来的壁厚最大值与最小值的平均值。

5.7.3 重量允许偏差

钢管按理论重量交货时,供需双方可协商重量允许偏差,并在合同中注明。

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(熔炼成分和成品成分)应符合表3的规定。

6.1.2 根据需方要求,经供需双方协商,并在合同中注明,供方可分析并报告钢中残余元素含量。

6.2 制造

6.2.1 制造大纲

钢管制造前,制造厂应制定制造大纲,其内容应包括制造过程中按先后顺序的各个制造和检验工序。

6.2.2 钢的冶炼方法

6.2.2.1 钢应采用电炉加炉外精炼或电渣重熔法冶炼。需方指定某一种冶炼方法时,应在合同中注明。

表 3 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) ^a /%												
			C	Mn	Si	P ^b	S ^b	Cr	Ni	Mo	Cu	Ti	N	B	
1	S30408	06Cr19Ni10	≤0.08	≤2.00	≤0.75	≤0.030	≤0.015	18.0~20.00	8.00~11.00	—	—	—	—	≤0.0018	
2	S30403	022Cr19Ni10	≤0.030	≤2.00	≤0.75	≤0.030	≤0.015	17.00~20.00	9.00~12.00	—	≤1.00	—	—	≤0.0018	
3	S30453	022Cr19Ni10N	≤0.035	≤2.00	≤1.00	≤0.030	≤0.015	18.50~20.00	9.00~10.00	—	≤1.00	—	≤0.080	≤0.0018	
4	S31608	06Cr17Ni12Mo2	≤0.08	≤2.00	≤0.75	≤0.030	≤0.015	16.00~19.00	11.00~14.00	2.00~2.50	—	—	—	≤0.0018	
5	S31603	022Cr17Ni12Mo2	≤0.030	≤2.00	≤0.75	≤0.030	≤0.015	16.00~19.00	10.00~14.00	2.00~2.50	≤1.00	—	—	≤0.0018	
6	S31653	022Cr17Ni12Mo2N	≤0.035	≤2.00	≤1.00	≤0.030	≤0.015	17.00~18.00	11.50~12.50	2.25~2.75	≤1.00	—	≤0.080	≤0.0018	
7	S32168	06Cr18Ni11Ti	≤0.08	≤2.00	≤1.00	≤0.030	≤0.015	17.00~19.00	9.00~12.00	—	—	5C~0.70	—	≤0.0018	
8	S31782	015Cr21Ni26Mo5Cu2	≤0.020	≤2.00	≤0.70	≤0.030	≤0.015	19.00~21.00	24.00~26.00	4.00~5.00	1.20~2.00	—	≤0.100	≤0.0018	

注：本部分钢的化学成分与 GB/T 20878 相比有所调整。

^a 根据需方要求，经供需双方协商，并在合同中注明，可规定钢中 Co 含量应不大于 0.20%，Nb+Ta 应不大于 0.15%。

^b P、S 成品化学成分允许偏差为 0.005%。

6.2.2.2 经供需双方协商,并在合同中注明,可采用其他更高要求的冶炼方法。

6.2.3 管坯的制造方法

管坯应采用切除异钢种连浇过渡段的连铸坯或充分切除头尾的模铸钢锭,通过热轧或锻压方法制造。切除比例应在制造大纲中明确规定。管坯热轧或锻压的总延伸系数应不小于3。

热轧(锻)管坯应符合 YB/T 5137 的规定。

6.2.4 钢管的制造方法

钢管应采用热轧(挤、顶、锻、扩)或冷拔(轧)无缝方法制造。热扩钢管应采用坯料钢管经整体加热后扩制变形的的方法制造。

制造厂应采用恰当的制造工艺保证钢管不同部位加工变形的均匀性和不会削弱钢的抗晶间腐蚀性能。

6.2.5 交货状态

6.2.5.1 钢管应以固溶热处理状态交货,固溶热处理温度应为 $1\ 050\ ^\circ\text{C}\sim 1\ 150\ ^\circ\text{C}$ 。

6.2.5.2 钢管应经酸洗、钝化后交货。凡经整体磨(抛光)、镀或光亮热处理的钢管可不经酸洗交货。

6.2.5.3 根据需方要求,经供需双方协商,并在合同中注明,06Cr18Ni11Ti 钢管在固溶热处理后,可进行稳定化热处理,稳定化热处理制度由供需双方协商确定。

6.3 力学性能

6.3.1 室温力学性能

交货状态钢管的室温力学性能应符合表 4 的规定。

表 4 力学性能与密度

序号	统一数字 代号	牌号	室温				350 °C		密度 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/%		规定塑性 延伸强度 $R_{p0.2}$ / MPa	抗拉强度 R_m / MPa	
					纵向	横向			
			不小于						
1	S30408	06Cr19Ni10	520	210	45	45	125	394	7.93
2	S30403	022Cr19Ni10	490	175	45	45	105	350	7.90
3	S30453	022Cr19Ni10N	520	210	45	45	125	394	7.93
4	S31608	06Cr17Ni12Mo2	520	210	45	45	130	445	8.00
5	S31603	022Cr17Ni12Mo2	490	175	45	45	105	355	8.00
6	S31653	022Cr17Ni12Mo2N	520	220	45	45	135	400	8.04
7	S32168	06Cr18Ni11Ti	520	210	40	35	130	394	8.03
8	S31782	015Cr21Ni26Mo5Cu2	520	230	35	30	—	—	8.00

6.3.2 高温力学性能

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 350 °C 高温拉伸试验,其结果应符合表 4 的规定。

6.3.3 力学性能试样

外径小于 219 mm 的钢管,拉伸试验应沿钢管纵向取样。

外径不小于 219 mm 的钢管,当钢管尺寸允许时,拉伸试验应沿钢管横向截取圆形横截面试样。当钢管尺寸不足以沿横向截取圆形横截面试样时,拉伸试验应沿钢管纵向取样。横向圆形横截面试样应取自未经压扁的试料。

力学性能试验试样的轴线部位应尽可能靠近钢管的内表面。

6.4 液压试验

钢管应逐根进行液压试验。试验压力按式(2)计算,最大试验压力应不超过 50 MPa。在试验压力下,稳压时间应不少于 15 s,钢管不允许出现渗漏现象及残余变形。

$$p = 2SR/D \dots\dots\dots(2)$$

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,当 *p* ≥ 7 MPa 时,修约到最接近的 1 MPa;

S ——钢管壁厚,单位为毫米(mm);

R ——允许应力,为表 4 中规定室温塑性延伸强度最小值的 70%,单位为兆帕(MPa);

D ——钢管外径,单位为毫米(mm)。

液压试验的水质要求由供需双方协商并在合同中注明。

经需方同意,并在合同中注明,供方可用涡流探伤代替液压试验。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 工艺性能

6.5.1 压扁试验

6.5.1.1 钢管应做压扁试验。压扁试验按以下两步进行:

a) 第一步是延性试验,试验时试样压至两平板间距离为 *H*,*H* 按式(3)计算。

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

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,当 *D* ≤ 114.3 mm 时,取 0.13;当 *D* > 114.3 mm 时,取 0.11;

S ——钢管壁厚,单位为毫米(mm);

D ——钢管外径,单位为毫米(mm)。

试样压至两平板间距离为 *H* 时,试样上不允许出现裂缝或裂口。

b) 第二步是完整性试验(闭合压扁)。压扁继续进行,直到试样破裂或试样相对两壁相碰。在整个压扁试验期间,试样不允许出现目视可见的分层、白点和夹杂。

6.5.1.2 下述情况不应作为压扁试验合格与否的判定依据:

a) 试样表面缺陷引起的无金属光泽的裂缝或裂口;

b) 当 $S/D > 0.1$ 时, 试样 6 点钟(底)和 12 点钟(顶)位置处内表面的裂缝或裂口。

6.5.2 扩口试验

外径不大于 150 mm 且壁厚不大于 10 mm 的钢管应做扩口试验。扩口试验在室温下进行, 顶心锥度为 60° 。扩口后试样的内径扩口率应达到 30%, 扩口后的试样不允许出现裂缝或裂口。

6.6 晶粒度

对于核安全 1、2 级钢管, 交货状态的实际晶粒度应为 2 级或更细, 且两个试片上晶粒度最大级别与最小级别之差应不大于 3 级。

根据需方要求, 经供需双方协商, 并在合同中注明, 交货状态钢管的实际晶粒度可为 4 级或更细。晶粒度不合格, 该批钢管应判为不合格, 不允许复验。

6.7 晶间腐蚀试验

钢管应做晶间腐蚀试验。试验后试样不允许出现晶间腐蚀倾向, 试验方法见附录 A。

6.8 表面质量

6.8.1 钢管的内外表面不允许有裂纹、折叠、结疤、轧折和离层。这些缺陷应完全清除, 缺陷清除深度应不超过壁厚的 10%, 缺陷清除处的实际壁厚应不小于壁厚所允许的最小值。缺陷清除处不允许焊补, 且应圆滑过渡, 缺陷清除的深、宽、长之比应不小于 $1:6:8$ 。

钢管内外表面上直道允许的深度应符合如下规定:

- a) 冷拔(轧)钢管和以机加工表面交货的钢管: 不大于壁厚的 4%, 且最大为 0.2 mm;
- b) 热轧(挤、顶、锻、扩)钢管: 不大于壁厚的 5%, 且最大为 0.4 mm。

深度不超过钢管壁厚的 5%, 或钢管壁厚小于 6.0 mm 时深度不超过 0.3 mm, 且不超过壁厚允许负偏差的其他局部缺陷允许存在。

6.8.2 采用对比样块或样管测量钢管表面粗糙度 R_a 。冷拔(轧)钢管的内外表面以及热轧(挤、顶、锻、扩)钢管的外表面, 表面粗糙度 R_a 应不大于 $6.3 \mu\text{m}$; 热轧(挤、顶、锻、扩)钢管的内表面, 表面粗糙度 R_a 应不大于 $12.5 \mu\text{m}$ 。

6.8.3 核安全 1、2 级和 3 级钢管, 表面缺陷修磨处或对表面质量有疑问时, 供方应进行液体渗透检验。

液体渗透检验应符合 JB/T 4730.5 的规定。检验时, 尺寸超过 1 mm 的任何显示应予记录; 凡呈现下述显示的缺陷都应标明位置, 并按 6.8.1 的规定进行清除:

- 线性缺陷显示;
- 尺寸超过 3 mm 的非线性缺陷显示;
- 3 个或 3 个以上排列成行, 且边缘间距小于 3 mm 的缺陷显示;
- 在 100 cm^2 的矩形面积上, 累积有 5 个或 5 个以上密集缺陷显示, 该矩形长边不大于 20 cm, 且取自缺陷显示评定最不利的部位。

6.9 超声波探伤检验

6.9.1 纵向和横向缺陷检验

6.9.1.1 核安全 1、2 级钢管应按 GB/T 5777—2008 的规定逐根全长进行纵向缺陷和横向缺陷超声波探伤检验, 超声波探伤检验对比试样人工缺陷刻槽深度等级应为 L2, 最小深度应为 0.2 mm, 最大深度应为 1.0 mm。

当钢管壁厚与外径之比大于 0.2 时,除非合同中另有规定,钢管内壁人工缺陷深度按 GB/T 5777—2008 中附录 C 的 C.1 规定执行。

当钢管按最小壁厚交货时,对比样管刻槽深度按钢管平均壁厚计算。

6.9.1.2 自动检验不能完全检验的钢管端部应切除或进行手工超声波检验。手工检验方法的灵敏度应至少与自动检验方法一致,用作校正灵敏度的钢管应是用于自动检验的钢管。

6.9.1.3 根据需方要求,经供需双方协商,并在合同中注明,钢管可采用其他标准规定的方法进行超声波检验。

6.9.2 分层缺欠检验

根据需方要求,经供需双方协商,并在合同中注明,钢管可按 GB/T 20490 的规定进行超声波分层缺欠检验,分层缺欠检验推荐采用验收等级 B1。

6.10 涡流探伤检验

外径不大于 50 mm,且壁厚不大于 2.0 mm 的核安全 1、2 级钢管应进行涡流探伤检验。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。

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 钢管其他检验项目的试验方法和取样方法应符合表 5 的规定。

表 5 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	熔炼分析	每炉取 1 个试样	GB/T 20066	GB/T 223、GB/T 11170 GB/T 20123、GB/T 20124
		成品分析	每批取 1 个试样		
2	室温拉伸试验		每批在两根钢管上各取 1 个试样	GB/T 2975、6.3.3	GB/T 228.1
3	高温拉伸试验		每批在一根钢管上取 1 个试样	GB/T 2975、6.3.3	GB/T 4338
4	液压试验		逐根	—	GB/T 241
5	压扁试验		每批在总数 5%但不少于两根钢管上各取 1 个试样	GB/T 246、6.5.1	GB/T 246、6.5.1
6	扩口试验		每批在总数 5%但不少于两根钢管上各取 1 个试样	GB/T 242	GB/T 242
7	晶粒度		每批在两根钢管上各取 1 个试样	GB/T 6394	GB/T 6394
8	晶间腐蚀试验		每批在两根钢管上各取 1 组 2 个试样	GB/T 4334—2008 附录 A	GB/T 4334—2008 附录 A
9	液体渗透检验		6.8.3	—	JB/T 4730.5
10	超声波探伤检验		逐根	—	GB/T 5777—2008、6.9.1
11	分层缺欠检测		逐根	—	GB/T 20490
12	涡流探伤检验		逐根	—	GB/T 7735

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

钢管应按批检查和验收。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) $D \leq 114.3 \text{ mm}$, 200 根;
- b) $114.3 \text{ mm} < D \leq 325 \text{ mm}$, 100 根;
- c) $D > 325 \text{ mm}$, 50 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

8.4.1 钢管的复验与判定规则除了在本部分另有规定外,其他项目的复验与判定应符合 GB/T 17505 的规定。复验时,应对测得的不合格项目取双倍数量试样进行检验,不足双倍数量试验时,可逐根检验。如果复验试样在原抽样钢管上截取时,其试样应在试料上原取样邻近部位截取。

8.4.2 如果某根钢管的压扁试验不合格,则该根钢管应重新取样,且还应在另外两根钢管上各取 1 个试样进行复验。如果复验结果有一个或以上不合格,则可对该批剩余钢管逐根检验,亦可重新热处理后并作为新的一批重新检验。逐根检验后应剔除所有压扁试验不合格的钢管。如果一批中压扁试验不合格的钢管根数超过该批钢管总数的 10%,则该批钢管应判为不合格。扩口试验结果的判定与复验规则与压扁试验的规定相同。

8.4.3 若复验不合格,供方可将该批剩余钢管逐根检验。

8.5 重新热处理

力学性能和工艺性能不合格的钢管,可进行重新热处理。重新热处理后的钢管应以新的批提交验收。重新热处理只允许一次。

9 清洁、包装、标志和质量证明文件

9.1 钢管包装前应使用无油、干燥、清洁的压缩空气或其他适宜的方法对钢管内、外表面进行清洁处理。钢管两端管口应采用塑料管帽、管塞、塑料薄膜或其他合适的方法和材料进行封堵。

钢管包装的其他规定应符合 GB/T 2102 的规定。

9.2 钢管的标志应符合 GB/T 2102 的规定。

9.3 根据需方要求,经供需双方协商,并在合同中注明,清洁、标志、包装、运输的要求可以不同于本部分的规定。

9.4 不论交货前的钢管状况如何,供方应在每一项检验后建立以下相应的质量报告,并将报告提供给需方:

- a) 钢的冶炼方法,钢的化学成分熔炼分析和成品分析报告;
- b) 管坯的制造方法报告;

- c) 热处理记录及分析报告；
- d) 力学和工艺性能试验报告；
- e) 晶粒度检验报告；
- f) 晶间腐蚀试验报告；
- g) 表面质量目视检查报告；
- h) 无损检验报告；
- i) 液压试验报告；
- j) 采用钢锭制造核 1、2 级钢管时，钢锭头尾的最小切除比例报告；
- k) 其他规定检验项目的检验报告。

这些报告中还应包括以下内容：

- 熔炼炉号和钢管批号；
- 制造厂识别标志；
- 订货单号(合同号)；
- 如有必要，检查机构的名称；
- 各种试验和复验的结果及与其相对照的规定值。

附 录 A
(规范性附录)
钢管的晶间腐蚀试验方法

A.1 钢管的晶间腐蚀试验可采用 A.2、A.3 或 A.4 中规定的方法之一,具体方法由供需双方协商确定,并在合同中注明。当需方未在合同中注明试验方法时,应按 A.2 进行试验。

A.2 晶间腐蚀试验应符合 GB/T 4334—2008 中方法 E 的规定。

A.3 晶间腐蚀试验应符合以下规定,其余要求应符合 GB/T 4334—2008 中方法 E 的规定:

- a) 钢管直径不大于 38 mm 时,试样应为一长度 25 mm 的整管段。钢管直径大于 38 mm 时,应在 25 mm 长的整管段上截取 75 mm 的圆弧;壁厚不大于 6 mm 时,试样厚度为原壁厚,壁厚大于 6 mm 时,保留受检表面,从另一面加工到 6 mm 厚度。
- b) 超低碳($C \leq 0.035\%$)和稳定化的钢种,试样敏化处理时,在 675 °C 保温 1 h。
- c) 腐蚀试验时,同一容器里可以试验三个试样,并使试样表面积与溶液的比例至少保持 8 mL/cm²。
- d) 整管段压扁试验两平板间距离应符合 6.5.1.1 的规定。

A.4 晶间腐蚀试验应符合以下规定,其余要求应符合 GB/T 4334—2008 中方法 E 的规定:

- a) 钢管直径不大于 30 mm 时,试样应为一长度 30 mm 的整管段。钢管直径大于 30 mm 时,当壁厚不大于 4 mm,试样的厚度为原壁厚;当壁厚大于 4 mm 时,保留受检表面,从另一面加工到 4 mm 厚度;试样的轴线平行于轧制方向,宽度为 10 mm。
- b) 不含钼的超低碳($C \leq 0.035\%$)钢种和以钛稳定化的钢种,试样的敏化温度为 700 °C;含钼的超低碳($C \leq 0.035\%$)钢种,试样的敏化温度为 725 °C。敏化处理加热时间不超过 5 min,保温 30 min,在炉内以每小时 60 °C ± 5 °C 的速率缓慢冷却到 500 °C,然后在空气中冷却。其他钢种,试样的敏化温度为 650 °C,保温 10 min,然后浸入水中冷却。
- c) 腐蚀试验用溶液配方:10% 硫酸(H₂SO₄) + 10% 结晶硫酸铜(CuSO₄ · 5H₂O) + 80% 蒸馏水。
- d) 每块试样完全浸泡在一个单独的装有铜屑和不少于 250 mL 溶液的烧瓶中,沸腾腐蚀 24 h。
- e) 腐蚀试验后,试样围绕芯棒缓慢弯曲 90°,芯棒直径不大于腐蚀试验前试样厚度的 2 倍。整管段试样进行压扁试验,压扁间距等于管壁厚度的 4 倍。