



中华人民共和国国家标准

GB 9948—2013
代替 GB 9948—2006

石油裂化用无缝钢管

Seamless steel tubes for petroleum cracking

自2017年3月23日起，本标准转为推荐性标准，编号改为GB/T 9948-2013。

2013-09-18 发布

2014-07-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布
中国国家标准化管理委员会

<https://www.botopsteelpipe.com>

根据中华人民共和国国家标准公告(2017年第7号)和强制性标准整合精简结论,本标准自2017年3月23日起,转为推荐性标准,不再强制执行。

GB 9948—2013

前 言

本标准中 5.5、6.1.1、6.1.2、6.1.3、6.2、6.3、6.4、6.5、6.6、6.7、6.8、6.9、6.10.1、6.11、7、8、9 为强制性,其余为推荐性。

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准代替 GB 9948—2006《石油裂化用无缝钢管》。本标准与 GB 9948—2006 相比,除编辑性修改外主要技术变化如下:

- 增加了最小壁厚交货方式;
- 修改了钢管的尺寸允许偏差;
- 修改了钢的牌号和化学成分,增加了钢牌号 12Cr1Mo、12Cr2Mo、12Cr1MoV、12Cr9Mo-I、12Cr9Mo-NT、07Cr19Ni11Ti、022Cr17Ni12Mo2;
- 修改了管坯的制造方法及要求;
- 修改了钢管的力学性能;
- 修改了钢管的热处理制度;
- 修改了无损检验要求;
- 增加了晶间腐蚀试验;
- 增加优质碳素结构钢钢管用于含 H₂S 环境的补充技术要求。

本标准参照 ASTM A335/A335M-10《高温用铁素体合金钢无缝钢管规范》(英文版)、ASTM A213/A213M-10《锅炉、过热器和换热器用铁素体和奥氏体合金钢无缝钢管规范》(英文版)和 EN 10216-2:2002《压力用途的无缝钢管 交货技术条件 第2部分:规定高温性能的非合金钢和合金钢》(英文版)起草。

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:攀钢集团成都钢钒有限公司、鞍钢股份有限公司、湖南华菱钢管控股有限公司、江苏武进不锈钢管厂集团有限公司、衡阳华菱钢管有限公司、江苏华菱锡钢特钢有限公司、冶金工业信息标准研究院。

本标准主要起草人:李志、晏如、李奇、郭秀莉、李阳华、宋建新、赵斌、陈绍林、高山、周志斌、董莉。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为:

- GB 9948—1988、GB 9948—2006。

石油裂化用无缝钢管

1 范围

本标准规定了石油裂化用无缝钢管的分类、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。

本标准适用于石油化工用炉管、热交换器管和压力管道用无缝钢管。

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 222 钢的成品化学成分允许偏差
- GB/T 223.3 钢铁及合金化学分析方法 二安替比林甲烷磷钼酸重量法测定磷量
- GB/T 223.5 钢铁 酸溶硅和全硅含量的测定 还原型硅钼酸盐分光光度法
- 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 223.12 钢铁及合金化学分析方法 碳酸钠分离-二苯碳酰二肼光度法测定铬量
- GB/T 223.13 钢铁及合金化学分析方法 硫酸亚铁铵滴定法测定钒含量
- GB/T 223.14 钢铁及合金化学分析方法 钼试剂萃取光度法测定钒含量
- 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 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 223.37 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 223.53 钢铁及合金化学分析方法 火焰原子吸收分光光度法测定铜量
- GB/T 223.54 钢铁及合金化学分析方法 火焰原子吸收分光光度法测定镍量
- 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 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 223.61 钢铁及合金化学分析方法 磷钼酸铵容量法测定磷量
- 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 223.67 钢铁及合金 硫含量的测定 次甲基蓝分光光度法
- 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 223.71 钢铁及合金化学分析方法 管式炉内燃烧后重量法测定碳含量
- GB/T 223.72 钢铁及合金 硫含量的测定 重量法

- GB/T 223.74 钢铁及合金化学分析方法 非化合碳含量的测定
GB/T 226 钢的低倍组织及缺陷酸蚀检验法
GB/T 228.1 金属材料 拉伸试验 第1部分:室温试验方法
GB/T 229 金属材料 夏比摆锤冲击试验方法
GB/T 231.1 金属材料 布氏硬度试验 第1部分:试验方法
GB/T 232 金属材料 弯曲试验方法
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 1979 结构钢低倍组织缺陷评级图
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 4336 碳素钢和中低合金钢 火花源原子发射光谱分析方法(常规法)
GB/T 5777—2008 无缝钢管超声波探伤检验方法
GB/T 7735—2004 钢管涡流探伤检验方法
GB/T 10561—2005 钢中非金属夹杂物含量的测定 标准评级图显微检验法
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 12606—1999 钢管漏磁探伤方法
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)
YB/T 4149 连铸圆管坯
YB/T 5137 高压用热轧和锻制无缝钢管圆管坯
NACE MR0175/ISO 15156-2 石油和天然气工业-油气生产中用于含 H₂S 环境的材料 第2部分:抗开裂碳钢和低合金钢及铸铁的使用

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 W-H;
- b) 冷拔(轧)钢管 W-C。

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) 订购的数量(总重量或总长度);
- e) 尺寸规格(外径×壁厚,单位为毫米);
- f) 交货状态;
- g) 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 除非合同另有规定,钢管按公称外径(D)和公称壁厚(S)交货。根据需方要求,经供需双方协商,钢管可按公称外径(D)和最小壁厚(S_{\min})交货。

5.1.2 钢管的公称外径和壁厚应符合 GB/T 17395 的规定。根据需方要求,经供需双方协商,可供应其他外径和壁厚的钢管。

5.1.3 按公称外径和公称壁厚交货的钢管,钢管外径和壁厚的允许偏差应符合表 1 的规定。

5.1.4 按公称外径和最小壁厚交货的钢管,钢管外径允许偏差应符合表 1 的规定,壁厚允许偏差应符合表 2 的规定。

5.1.5 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。

5.1.6 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、表 2 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

分类代号	制造方式	钢管公称尺寸		允许偏差	
				普通级	高级
W-H	热轧 (挤压)	外径 D	≤ 54	± 0.50	± 0.30
			$> 54 \sim 325$	$\pm 1\% D$	$\pm 0.75\% D$
			> 325	$\pm 1\% D$	—
		壁厚 S	≤ 20	$+15\% S$ $-10\% S$	$\pm 10\% S$
	> 20		$+12.5\% S$ $-10\% S$	$\pm 10\% S$	
	热扩	外径 D	全部	$\pm 1\% D$	
壁厚 S		全部	$\pm 15\% S$		
W-C	冷拔(轧)	外径 D	≤ 25.4	± 0.15	
			$> 25.4 \sim 40$	± 0.20	
			$> 40 \sim 50$	± 0.25	
			$> 50 \sim 60$	± 0.30	
		壁厚 S	> 60	$\pm 0.75\% D$	$\pm 0.5\% D$
			≤ 3.0	± 0.3	± 0.2
	> 3.0	$\pm 10\% S$	$\pm 7.5\% S$		

表 2 钢管最小壁厚的允许偏差

单位为毫米

分类代号	制造方式	最小壁厚 S_{\min}	允许偏差	
			普通级	高级
W-H	热轧(挤压)	≤ 4.0	$+0.90$ 0	$+0.70$ 0
		> 4.0	$+25\% S_{\min}$ 0	$+22\% S_{\min}$ 0
W-C	冷拔(轧)	≤ 3.0	$+0.6$ 0	$+0.4$ 0
		> 3.0	$+20\% S_{\min}$ 0	$+15\% S_{\min}$ 0

5.2 长度

5.2.1 通常长度

钢管的通常长度为 4 000 mm~12 000 mm。

经供需双方协商,并在合同中注明,可交付长度短于 4 000 mm 但不短于 3 000 mm 的短尺钢管,但其数量应不超过该批钢管交货总数量的 5%。

5.2.2 定尺长度和倍尺长度

根据需方要求,并在合同中注明,钢管可按定尺或倍尺长度交货。钢管的定尺长度和倍尺总长度应在通常长度范围内,钢管定尺长度允许偏差应符合如下规定:

- a) 长度 $\leq 6\,000$ mm, 0~10 mm;
- b) 长度 $> 6\,000$ mm, 0~15 mm。

每个倍尺长度应按如下规定留出切口余量:

- a) $D \leq 159$ mm 时,切口余量为 5 mm~10 mm;
- b) $D > 159$ mm 时,切口余量为 10 mm~15 mm。

5.3 弯曲度

5.3.1 钢管的每米弯曲度应符合如下规定:

- a) $S \leq 15$ mm 时,弯曲度不大于 1.5 mm/m;
- b) $S > 15$ mm~30mm 时,弯曲度不大于 2.0 mm/m;
- c) $S > 30$ mm 或 $D \geq 351$ mm 时,弯曲度不大于 3.0 mm/m。

5.3.2 外径不小于 127 mm 的钢管,其全长弯曲度应不大于钢管长度的 0.10%。

5.3.3 根据需方要求,经供需双方协商,并在合同中注明,钢管的每米弯曲度和全长弯曲度可采用其他规定。

5.4 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%。

5.5 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。

5.6 重量

5.6.1 交货重量

钢管按公称外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。经供需双方协商,并在合同中注明,钢管亦可按理论重量交货。

5.6.2 理论重量的计算

钢管理论重量的计算按 GB/T 17395 的规定,优质碳素结构钢和合金结构钢的密度按 7.85 kg/dm^3 , 不锈(耐热)钢的密度分别为 07Cr19Ni10 按 7.90 kg/dm^3 、07Cr18Ni11Nb 按 8.00 kg/dm^3 、07Cr19Ni11Ti 按 7.93 kg/dm^3 、022Cr17Ni12Mo2 按 8.00 kg/dm^3 。

按公称外径和最小壁厚交货的钢管,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。

5.6.3 重量允许偏差

根据需方要求,经供需双方协商,并在合同中注明,交货钢管实际重量与理论重量的偏差应符合如下规定:

- a) 单根钢管: $\pm 10\%$;
- b) 每批最小为 10 t 的钢管: $\pm 7.5\%$ 。

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。12Cr5MoI、12Cr5MoNT、12Cr9MoI 和 12Cr9MoNT 牌号中的后缀符号“I”和“NT”属于牌号的一部分,这些后缀符号表示钢管的交货状态。其中,“I”为完全退火或等温退火;“NT”为正火加回火。

6.1.2 用氧气转炉冶炼的钢,除 12Cr5MoI、12Cr5MoNT、12Cr9MoI、12Cr9MoNT 及不锈(耐热)钢外,其余牌号钢的氮含量应不大于 0.008% 。

6.1.3 成品钢管的化学成分允许偏差应符合 GB/T 222 的规定。

6.1.4 本标准钢的牌号与其他标准相近钢牌号的对照参见附录 A。

表 3 钢的牌号和化学成分

钢类	统一数字代号	牌 号	化学成分(质量分数)/%												
			C	Si	Mn	Cr	Mo	Ni	Nb	Ti	V	Cu	P	S	
优质碳素结构钢	U20102	10	0.07~0.13	0.17~0.37	0.35~0.65	≤0.15	≤0.15	≤0.25	—	—	—	≤0.08	≤0.20	0.025	0.015
			0.17~0.23	0.17~0.37	0.35~0.65	≤0.25	≤0.15	≤0.25	—	—	—	—	≤0.08	≤0.20	0.025
	A30122	12CrMo	0.08~0.15	0.17~0.37	0.40~0.70	0.40~0.70	0.40~0.70	0.30~0.60	0.40~0.70	0.40~0.55	≤0.30	—	—	—	≤0.015
			0.12~0.18	0.17~0.37	0.40~0.70	0.80~1.10	0.40~0.55	≤0.30	—	—	—	—	—	—	—
	A30121	12Cr1Mo	0.08~0.15	0.50~1.00	0.30~0.60	1.00~1.50	0.45~0.65	0.30~0.60	0.45~0.65	0.30~0.60	≤0.30	—	—	—	≤0.015
			0.08~0.15	0.17~0.37	0.40~0.70	0.90~1.20	0.25~0.35	≤0.30	—	—	—	—	—	—	—
合金结构钢	A31132	12Cr1MoV	0.08~0.15	0.17~0.37	0.40~0.70	0.90~1.20	0.25~0.35	0.30~0.60	0.25~0.35	≤0.30	—	—	—	0.010	
			0.08~0.15	0.17~0.37	0.40~0.70	2.00~2.50	0.90~1.13	≤0.30	—	—	—	—	—	—	0.015
	A30124	12Cr5Mo1 12Cr5MoNT	≤0.15	≤0.50	0.30~0.60	4.00~6.00	0.45~0.60	0.45~0.60	0.45~0.60	≤0.60	—	—	—	—	0.015
			≤0.15	0.25~1.00	0.30~0.60	8.00~10.00	0.90~1.10	≤0.60	—	—	—	—	—	—	—
不锈钢(耐热)钢	S30409	07Cr19Ni10	0.04~0.10	≤1.00	≤2.00	18.00~20.00	—	—	—	8.00~11.00	—	—	—	0.030	0.015
			0.04~0.10	≤1.00	≤2.00	17.00~19.00	—	9.00~12.00	8C~1.10	—	—	—	—	—	0.030
	S32169	07Cr19Ni11Ti	0.04~0.10	≤0.75	≤2.00	17.00~20.00	—	—	—	9.00~13.00	—	—	—	0.030	0.015
			≤0.030	≤1.00	≤2.00	16.00~18.00	2.00~3.00	10.00~14.00	—	—	—	—	—	—	0.030

6.2 制造方法

6.2.1 钢的冶炼方法

优质碳素结构钢和合金结构钢应采用电弧炉加炉外精炼并经真空精炼处理,或氧气转炉加炉外精炼并经真空精炼处理,也可采用电渣重熔法冶炼。不锈(耐热)钢应采用电弧炉加炉外精炼或氧气转炉加炉外精炼,也可采用电渣重熔法冶炼。

经供需双方协商,并在合同中注明,可采用其他较高要求的冶炼方法。需方指定某一种冶炼方法时,应在合同中注明。

6.2.2 管坯的制造方法

管坯可采用连铸、模铸或热轧(锻)方法制造。

连铸管坯应符合 YB/T 4149 的规定,其中低倍组织缺陷中心裂纹、中间裂纹、皮下裂纹和皮下气泡的级别应分别不大于 1 级,也可采用经相关各方认可的其他更高质量要求。热轧(锻)管坯应符合 YB/T 5137 的规定。

6.2.3 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

钢管应以热处理状态交货。钢管的热处理制度应符合表 4 的规定。

表 4 钢管的热处理制度

牌 号	热处理制度
10 ^a	正火:正火温度 880 °C~940 °C
20 ^a	正火:正火温度 880 °C~940 °C
12CrMo ^b	正火加回火:正火温度 900 °C~960 °C,回火温度 670 °C~730 °C
15CrMo ^b	正火加回火:正火温度 900 °C~960 °C,回火温度 680 °C~730 °C
12Cr1Mo ^b	正火加回火:正火温度 900 °C~960 °C,回火温度 680 °C~750 °C
12Cr1MoV ^b	S≤30 mm 的钢管正火加回火:正火温度 980 °C~1 020 °C,回火温度 720 °C~760 °C; S>30 mm 的钢管淬火加回火或正火加回火:淬火温度 950 °C~990 °C,回火温度 720 °C~760 °C; 正火温度 980 °C~1 020 °C,回火温度 720 °C~760 °C,但正火后应进行急冷
12Cr2Mo ^b	S≤30 mm 的钢管正火加回火:正火温度 900 °C~960 °C,回火温度 700 °C~750 °C; S>30 mm 的钢管淬火加回火或正火加回火:淬火温度不低于 900 °C,回火温度 700 °C~750 °C; 正火温度 900 °C~960 °C,回火温度 700 °C~750 °C,但正火后应进行急冷
12Cr5MoI	完全退火或等温退火
12Cr5MoNT	正火加回火:正火温度 930 °C~980 °C,回火温度 730 °C~770 °C
12Cr9MoI	完全退火或等温退火
12Cr9MoNT	正火加回火:正火温度 890 °C~950 °C,回火温度 720 °C~800 °C
07Cr19Ni10	固溶处理:固溶温度≥1 040 °C,急冷

表 4 (续)

牌 号	热处理制度
07Cr18Ni11Nb	固溶处理:热轧(挤压、扩)钢管固溶温度 $\geq 1050\text{ }^{\circ}\text{C}$,冷拔(轧)钢管固溶温度 $\geq 1100\text{ }^{\circ}\text{C}$,急冷
07Cr19Ni11Ti	固溶处理:热轧(挤压、扩)钢管固溶温度 $\geq 1050\text{ }^{\circ}\text{C}$,冷拔(轧)钢管固溶温度 $\geq 1100\text{ }^{\circ}\text{C}$,急冷
022Cr17Ni12Mo2	固溶处理:固溶温度 $\geq 1040\text{ }^{\circ}\text{C}$,急冷
<p>^a 热轧(挤压、扩)钢管终轧温度在相变临界温度 A_{c3} 至表中规定温度上限的范围内,且钢管是经过空冷时,则应认为钢管是经过正火的。</p> <p>^b 热扩钢管终轧温度在相变临界温度 A_{c3} 至表中规定温度上限的范围内,且钢管是经过空冷时,则应认为钢管是经过正火的;其余钢管在需方同意的情况下,并在合同中注明,可采用符合前述规定的在线正火。</p>	

6.4 力学性能

6.4.1 力学性能要求

交货状态钢管的室温力学性能应符合表 5 的规定。

外径不小于 76 mm 且壁厚不小于 14 mm 的钢管应做冲击试验。根据需方要求,经供需双方协商,并在合同中注明,其他规格钢管可做冲击试验,冲击试验的试样尺寸和冲击吸收能量要求值由供需双方协商确定。

表 5 中的冲击吸收能量为全尺寸标准试样要求值。当采用小尺寸冲击试样时,小尺寸试样冲击吸收能量要求值应为全尺寸标准试样冲击吸收能量要求值乘以表 6 中的递减系数。

表 5 钢管的力学性能

牌 号	抗拉强度 R_m /MPa	下屈服强度 R_{eL} 或 规定塑性 延伸强度 $R_{p0.2}$ /MPa	断后伸长率 A/%		冲击吸收能量 KV_2 /J		布氏硬度值 ^a
			纵向	横向	纵向	横向	
			不小于				
10	335~475	205	25	23	40	27	—
20	410~550	245	24	22	40	27	—
12CrMo	410~560	205	21	19	40	27	156 HBW
15CrMo	440~640	295	21	19	40	27	170 HBW
12Cr1Mo	415~560	205	22	20	40	27	163 HBW
12Cr1MoV	470~640	255	21	19	40	27	179 HBW
12Cr2Mo	450~600	280	22	20	40	27	163 HBW
12Cr5MoI	415~590	205	22	20	40	27	163 HBW
12Cr5MoNT	480~640	280	20	18	40	27	—
12Cr9MoI	460~640	210	20	18	40	27	179 HBW
12Cr9MoNT	590~740	390	18	16	40	27	—
07Cr19Ni10	≥ 520	205	35		—	—	187 HBW

表 5 (续)

牌号	抗拉强度 R_m /MPa	下屈服强度 R_{eL} 或 规定塑性 延伸强度 $R_{p0.2}$ /MPa	断后伸长率 A /%		冲击吸收能量 KV_2 /J		布氏硬度值 ^a
			纵向	横向	纵向	横向	
			不小于				
07Cr18Ni11Nb	≥ 520	205	35		—	—	187 HBW
07Cr19Ni11Ti	≥ 520	205	35		—	—	187 HBW
022Cr17Ni12Mo2	≥ 485	170	35		—	—	187 HBW

^a 对于壁厚小于 5 mm 的钢管,可不做硬度试验。

表 6 小尺寸试样冲击吸收能量递减系数

试样规格	试样尺寸(高度×宽度)/mm	递减系数
标准试样	10×10	1.00
小试样	10×7.5	0.75
小试样	10×5	0.50

6.4.2 力学试验试样

6.4.2.1 拉伸试验试样

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直径为 10 mm 的圆形横截面试样;当钢管尺寸不足以截取 10 mm 试样时,则应采用直径为 8 mm 或 5 mm 中可能的较大尺寸圆形横截面试样;当钢管尺寸不足以截取 5 mm 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。

6.4.2.2 冲击试验试样

外径小于 219 mm 的钢管,冲击试验沿钢管纵向或横向取样;如合同中无特殊规定,仲裁试样应沿钢管纵向截取。

外径不小于 219 mm 的钢管,冲击试验应沿钢管横向取样。

无论沿钢管纵向截取还是沿钢管横向截取,冲击试样宽度应为 10 mm、7.5 mm 或 5 mm 中尽可能的较大尺寸。

6.5 液压试验

钢管应逐根进行液压试验。试验压力按式(1)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 10 s,钢管不允许出现渗漏现象。

$$p = 2SR/D \quad \dots\dots\dots(1)$$

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 $p \geq 7$ MPa时,修约到最接近的1 MPa;

S ——钢管的壁厚,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,优质碳素结构钢和合金结构钢为表5规定下屈服强度或规定塑性延伸强度的80%,不锈(耐热)钢为表5规定塑性延伸强度的70%,单位为兆帕(MPa)。

供方可用涡流探伤或漏磁探伤代替液压试验。用涡流探伤时,对比样管人工缺陷应符合GB/T 7735—2004中验收等级A的规定;用漏磁探伤时,对比样管外表面纵向缺口槽应符合GB/T 12606—1999中验收等级L4的规定。

6.6 工艺性能

6.6.1 压扁试验

外径大于22 mm的钢管应做压扁试验。试样压扁后的平板间距离 H 按式(2)计算。

$$H = \frac{(1 + \alpha)S}{\alpha + S/D} \dots\dots\dots(2)$$

式中：

H ——两平板间距离,单位为毫米(mm);

S ——钢管的壁厚,单位为毫米(mm);

D ——钢管的公称外径,单位为毫米(mm);

α ——单位长度变形系数,10钢为0.09,20钢和合金结构钢为0.08,不锈(耐热)钢为0.09;当 $S/D \geq 0.125$ 时, α 值减少0.01。

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。

6.6.2 弯曲试验

6.6.2.1 外径大于400 mm或壁厚大于40 mm的钢管可用弯曲试验代替压扁试验。一组弯曲试验应包括一个正向弯曲(靠近钢管外表面的试样表面受拉变形)和一个反向弯曲(靠近钢管内表面的试样表面受拉变形)。

弯曲试验的弯芯直径为25 mm,试样应在室温下弯曲180°。

弯曲试验后,试样弯曲受拉表面及侧面不允许出现目视可见的裂缝或裂口。

6.6.2.2 弯曲试验的试样应沿钢管横向截取,试样的制备应符合GB/T 232的规定。试样截取时,正向弯曲试样应尽量靠近外表面,反向弯曲试样应尽量靠近内表面。试样弯曲受拉变形表面不允许有明显伤痕和其他缺陷。

试样加工后的截面尺寸为12.5 mm×12.5 mm或25 mm×12.5 mm(宽度×厚度);截面上的四个角应倒成圆角,圆角半径不大于1.6 mm;试样长度不大于150 mm。

6.6.3 扩口试验

外径不大于76 mm且壁厚不大于8 mm的优质碳素结构钢和不锈(耐热)钢钢管应做扩口试验。扩口试验在室温下进行,顶芯锥度为60°。扩口后试样的外径扩口率应符合表7的规定,扩口后试样不允许出现裂缝或裂口。

根据需方要求,并在合同中注明,合金结构钢也可做扩口试验。

表 7 钢管外径扩口率

钢 类	钢管外径扩口率/%		
	内径 ^a /外径		
	≤0.6	>0.6~0.8	>0.8
优质碳素结构钢	10	12	17
合金结构钢	8	10	15
不锈(耐热)钢	12	15	20

^a 内径为试样计算内径,是按公称外径和公称壁厚(当钢管按最小壁厚交货时为平均壁厚)计算出来的内径值。

6.7 低倍检验

用钢锭直接轧制的钢管应做低倍检验,钢管横截面酸浸低倍试片上不允许有目视可见的白点、夹杂、皮下气泡、翻皮和分层。

6.8 非金属夹杂物

用连铸坯和钢锭直接轧制的钢管应做非金属夹杂物检验。钢管的非金属夹杂物按 GB/T 10561—2005 中的 A 法评级,A、B、C、D 各类夹杂物(粗系和细系)级别应分别不大于 2.5 级,A、B、C、D 各类夹杂物的细系级别总数与粗细级别总数应各不大于 6.5 级;DS 类夹杂物应不大于 2.5 级。

6.9 表面质量

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,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。

钢管内外表面上直道允许的深度或高度应符合如下规定:

- a) 冷拔(轧)钢管:不大于壁厚的 4%,且最大为 0.2 mm;
- b) 热轧(挤压、扩)钢管:不大于壁厚的 5%,且最大为 0.4 mm。

不超过壁厚允许负偏差的其他局部缺陷允许存在。

6.10 无损检验

6.10.1 钢管应按 GB/T 5777—2008 的规定逐根进行超声波探伤检验。超声波探伤检验对比样管纵向刻槽深度等级为热轧(挤压、扩)钢管 L2.5;冷拔(轧)钢管 L2。

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。

6.10.2 当钢管壁厚与外径之比(S/D)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。

6.10.3 根据需方要求,经供需双方协商,并在合同中注明,可增做其他无损检验。

6.11 晶间腐蚀试验

不锈(耐热)钢钢管应做晶间腐蚀试验。试验方法应符合 GB/T 4334—2008 中方法 E 的规定,试验后试样不允许出现晶间腐蚀倾向。

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。

6.12 用于含 H₂S 环境的优质碳素结构钢

根据需方要求,经供需双方协商,并在合同中注明,当优质碳素结构钢钢管用于含 H₂S 环境时,可规定其抗开裂补充技术要求,并应符合附录 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取样部位和试验方法应符合表 8 的规定。

表 8 钢管的取样数量、取样部位和试验方法

序号	检验项目	取样数量	取样部位	试验方法
1	化学成分	每炉取 1 个试样	GB/T 20066	GB/T 223、GB/T 4336 GB/T 11170、GB/T 20123、 GB/T 20124
2	拉伸试验	每批在两根钢管上各取 1 个试样	GB/T 2975、6.4.2.1	GB/T 228.1
3	硬度试验	每批在两根钢管上各取 1 个试样	GB/T 2975	GB/T 231.1
4	冲击试验	每批在两根钢管上各取一组 3 个试样	GB/T 2975、6.4.2.2	GB/T 229
5	液压试验	逐根	—	GB/T 241
6	压扁试验	每批在两根钢管上各取 1 个试样	GB/T 246	GB/T 246
7	弯曲试验	每批在两根钢管上各取一组 2 个试样	GB/T 232、6.6.2	GB/T 232
8	扩口试验	每批在两根钢管上各取 1 个试样	GB/T 242	GB/T 242
9	低倍检验	每炉在两根钢管上各取 1 个试样	GB/T 226	GB/T 226、GB/T 1979
10	非金属夹杂物	每炉在两根钢管上各取 1 个试样	GB/T 10561—2005	GB/T 10561—2005
11	涡流探伤	逐根	—	GB/T 7735—2004
12	漏磁探伤	逐根	—	GB/T 12606—1999
13	超声波探伤	逐根	—	GB/T 5777—2008
14	晶间腐蚀试验	每批在两根钢管上各取 1 个试样	GB/T 4334—2008 中方法 E	GB/T 4334—2008 中方法 E

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

钢管的化学成分、低倍检验和非金属夹杂物检验按熔炼炉检查和验收,钢管的其余检验项目按批检查和验收。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。若钢管在切成单根后不再进行热处理,则一根管坯轧制钢管截取的所有管段都应视为一根。每批钢管的数量应不

超过如下规定：

- a) $D \leq 76$ mm, 且 $S \leq 3.0$ mm: 400 根；
- b) $D > 351$ mm: 50 根；
- c) 其他尺寸: 200 根。

8.3 取样数量和取样部位

每批钢管各项检验的取样数量和取样部位应符合表 8 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。

Botop Steel

附 录 A
(资料性附录)
相近钢牌号对照表

表 A.1 列出了本标准钢的牌号与其他标准相近牌号的对照,供参考。

表 A.1 本标准钢牌号与其他标准相近钢牌号对照表

序号	本标准钢的牌号	其他相近的钢牌号			
		ISO	EN	ASTM/ASME	JIS
1	10	—	P195GH	A	STB 340
2	20	PH26	P235GH	A-1、B	STB 410
3	12CrMo	—	—	T2/P2	STBA 20
4	15CrMo	13CrMo4-5	13CrMo4-5	T12/P12	STBA 22
5	12Cr1Mo	—	10CrMo5-5	T11/P11	STBA 23
6	12Cr1MoV	—	—	—	—
7	12Cr2Mo	11CrMo9-10	10CrMo9-10	T22/P22	STBA 24
8	12Cr5Mo-I	X11CrMo5TA	X11CrMo5+I	T5/P5	STBA 25
9	12Cr5Mo-NT	—	X11CrMo5+NT	T5/P5	STBA 25
10	12Cr9Mo-I	X11CrMo9-1TA	X11CrMo9-1+I	T9/P9	STBA 26
11	12Cr9Mo-NT	—	X11CrMo9-1+NT	T9/P9	STBA 26
12	07Cr19Ni10	X7CrNi18-9	X6CrNi18-10	TP304H	SUS 304H TB
13	07Cr18Ni11Nb	X7CrNiNb18-10	X7CrNiNb18-10	TP347H	SUS 347H TB
14	07Cr19Ni11Ti	—	X6CrNiTi18-10	TP321H	SUS 321H TB
15	022Cr17Ni12Mo2	—	X2CrNiMo17-12-2	TP316L	SUS 316L TB

附 录 B
(规范性附录)

用于含 H₂S 环境的优质碳素结构钢钢管抗开裂补充技术要求

B.1 总则

本附录 B 规定了优质碳素结构钢钢管用于含 H₂S 环境的抗开裂补充技术要求。本附录 B 仅当合同有规定时才适用,需方也可规定不同于本附录 B 的其他技术要求。

选择适合 NACE MR0175/ISO 15156-2 预期服役条件的钢管是需方的责任。

B.2 补充技术要求

B.2.1 化学成分

钢的化学成分应符合如下规定:

a) C:0.14%~0.23%,碳当量 $CEV \leq 0.42\%$;碳当量按式(B.1)计算:

$$CEV = C + Mn/6 + (Cr + Mo + V)/5 + (Ni + Cu)/15 \dots\dots\dots(B.1)$$

b) P \leq 0.015%,S \leq 0.010%;

c) 其余化学成分应符合表 3 中 20 钢的规定。

B.2.2 力学性能

钢管的力学性能除应符合表 5 中 20 钢的规定外,还应符合如下规定:

a) 下屈服强度或规定塑性延伸强度($R_{el}/R_{p0.2}$)不大于 345 MPa,抗拉强度(R_m)不大于 540 MPa;

b) 布氏硬度不大于 190 HBW。

B.2.3 表面质量

钢管表面质量除应符合 6.9 的规定外,还应符合以下规定:钢管的表面不允许有深度大于 0.4 mm 的尖锐缺陷存在。