

中华人民共和国国家标准

GB 28883—2012

承压用复合无缝钢管

Composite seamless steel tubes for pressure

自2017年3月23日起，本标准转为推荐性标准，编号改为GB/T 28883-2012。

2012-11-05 发布

2013-05-01 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

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 28883—2012

前 言

本标准第1、2、3、4章5.1、5.2、5.3、5.4、6.1.2、6.2.2、6.2.3、6.3、6.6和6.7.3为推荐性条款,其余为强制性条款。

本标准按照GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

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:武汉锅炉集团特种锅炉工程有限责任公司、北京长兴凯达复合材料科技发展有限公司、冶金工业信息标准研究院、攀钢集团江油四川长城特殊钢有限公司、新兴铸管股份有限公司。

本标准主要起草人:徐建兰、黄晓斌、张磊、鲍善勤、董莉、李建平、王保华、杨文海、吴正筠、杨玉学、李赤波、石军、王黎晖、宋亚峰。



承压用复合无缝钢管

1 范围

本标准规定了承压用复合无缝钢管的尺寸、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。

本标准适用于制造锅炉、压力容器和压力管道等承压用复合无缝钢管(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 223.5 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 223.17 钢铁及合金化学分析方法 二安替比林甲烷光度法测定钛量

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 223.54 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磷钼钼蓝分光光度法

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 223.67 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 224 钢的脱碳层深度测定法

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 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 244 金属管 弯曲试验方法

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
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方法
GB/T 7735 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 不锈钢的光电发射光谱分析方法
GB/T 12606 钢管漏磁探伤方法
GB/T 13298 金属显微组织检验方法
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)

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

冶金熔合复合 metallurgy fuse composite

采用内外层金属分别是两种不同化学成分的钢种通过冶金方式,使内外层金属在结合部位相互熔融的复合方式。

3.2

爆炸成型复合 explosion forming composite

采用爆炸的方法实现基层和复层间产生焊合的复合方式。

3.3

嵌套成型复合 nesting forming composite

采用较大尺寸无缝管子嵌套较小尺寸无缝管子,再经过适当压力加工使基层与复层紧密结合的复合方式。

3.4

复层 cladding metal

为满足特殊流体(如腐蚀性流体)输送要求所选择的接触特殊流体的金属层。复层可以是内层,也可以是外层。

3.5

基层 base metal

满足流体输送管机械强度要求的金属层,其厚度大于复层材料。基层可以是内层,也可以是外层。

4 订货内容

按本标准订购钢管的合同或订单应包括但不限于下列内容:

- a) 标准编号;
- b) 产品名称;

- c) 钢的牌号(外层金属牌号+内层金属牌号);
- d) 订购的数量(总重量或总长度);
- e) 尺寸规格【外径×公称壁厚(外层厚度+内层厚度),单位为毫米,mm】;
- f) 特殊要求。

5 尺寸、外形及重量

5.1 外径和壁厚

5.1.1 钢管应按公称外径和公称壁厚(外层厚度+内层厚度)交货。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(外层厚度+内层厚度)、公称内径(d)和公称壁厚或其他尺寸规格方式交货。

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 GB/T 17395 规定以外尺寸的钢管。

当钢管按公称内径和公称壁厚交货时,其尺寸规格由供需双方协商确定。

注:无特殊说明时,本标准所述壁厚(S)包括公称壁厚和最小壁厚,所述外径(D)包括公称外径和计算外径。

5.1.3 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,壁厚的允许偏差为 $+22\%S$ 。

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。

钢管的公称基层厚度(S_1)应为公称壁厚的 50%~90%,公称复层厚度(S_2)应为公称壁厚的 10%~50%。

根据需方要求,经供需双方协商,可供应规定以外尺寸允许偏差的钢管。

表 1 复合无缝钢管公称外径和公称壁厚允许偏差 单位为毫米

分类代号	制造方式 ^a	钢管尺寸		允许偏差
W-H	热轧 (挤压) 钢管	外径(D)	≤ 80	± 0.40
			$> 80 \sim 325$	$S \leq 35$ $\pm 0.75\%D$
				$S > 35$ $\pm 1\%D$
			> 325	$\pm 1\%D$
		公称壁厚(S)或基层厚度(S_1)		$+12.5\%S$ 或 $+12.5\%S_1$ -10%
		公称复层厚度(S_2)	—	$-10\%S_2$
W-C	冷轧(拔) 钢管	公称外径(D)	≤ 80	± 0.30
			$> 80 \sim 219$	$\pm 0.75\%D$
			$> 219 \sim 325$	$S \leq 35$ $\pm 0.75\%D$
				$S > 35$ $\pm 1\%D$
			> 325	$\pm 1\%D$
		公称壁厚(S)或公称基层厚度(S_1)	$S \leq 3$	± 0.30
			$S > 3$	$\pm 10\%S$ 或 $\pm 10\%S_1$
		公称复层厚度(S_2)	—	$-10\%S_2$
^a 其他制造方式生产的复合管,其尺寸允许偏差由供需双方协商确定。				

5.2 长度

5.2.1 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,可交付长度大于 12 000 mm 或短于 4 000 mm 但不短于 1 000 mm 的钢管。短于 4 000 mm 但不短于 1 000 mm 的钢管,其数量应不超过该批交货总数量的 10%。

5.2.2 根据需方要求,经供需双方协商,并在合同中注明,钢管可按定尺长度交货。定尺长度的允许偏差为 $^{+20}_{0}$ 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) 壁厚 $S \leq 15$ mm 时,不大于 1.5 mm/m;
- b) 壁厚 $15 \text{ mm} < S \leq 30$ mm 时,不大于 2.0 mm/m;
- c) 壁厚 $S > 30$ mm 时,不大于 3.0 mm/m。

5.3.2 公称直径不小于 127 mm 的钢管,其全长弯曲度应不大于钢管长度的 0.1%。

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公差和壁厚公差的 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

钢管按实际重量交货。

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。

6.1.2 根据需方要求,经供需双方协商,并在合同中注明,可供应表 2 规定以外牌号的钢管。

6.1.3 优质碳素钢、低合金钢和合金钢中残余元素的含量应符合表 3 的要求。

6.1.4 成品钢管化学成分的允许偏差应符合 GB/T 222 的规定。

表 2 钢的牌号和化学成分

部位	钢类	序号	牌号	化学成分(质量分数)/%												
				C	Si	Mn	Cr	Mo	V	Ti	Ni	Cu	N	Fe	P	S
基 层	优质碳素钢	1	10	0.07~ 0.13	0.17~ 0.37	0.35~ 0.65									0.025	0.015
		2	20G	0.17~ 0.23	0.17~ 0.37	0.35~ 0.65									0.025	0.015
		3	20MnG	0.17~ 0.23	0.17~ 0.37	0.70~ 1.00									0.025	0.015
	低合金钢	4	16Mn	0.12~ 0.20	0.20~ 0.60	1.20~ 1.60									0.025	0.015
		5	15MoG	0.12~ 0.20	0.17~ 0.37	0.40~ —0.80		0.25~ 0.35							0.025	0.015
	合金钢	6	12CrMoG	0.08~ 0.15	0.17~ 0.37	0.40~ 0.70	0.40~ 0.70	0.40~ 0.55							0.025	0.015
		7	15CrMoG	0.12~ 0.18	0.17~ 0.37	0.40~ 0.70	0.80~ 1.10	0.40~ 0.55							0.025	0.015
		8	12Cr1MoVG	0.08~ 0.15	0.17~ 0.37	0.40~ 0.70	0.90~ 1.20	0.25~ 0.35	0.15~ 0.30						0.025	0.010
复 层	奥氏体型 不锈钢	9	07Cr19Ni10	0.04~ 0.10	≤0.75	≤2.00	18.0~ 20.0					8.0~ 11.0			0.030	0.015
		10	022Cr19Ni10	≤0.030	≤1.00	≤2.00	18.00~ 20.00					8.00~ 12.00			0.035	0.030
		11	022Cr17Ni12Mo2	≤0.030	≤1.00	≤2.00	16.00~ 18.00	2.00~ 3.00				10.00~ 14.00			0.035	0.030
	双相型 不锈钢	12	022Cr22Ni5Mo3N	≤0.030	≤1.00	≤2.00	21.00~ 23.00	2.50~ 3.50				4.50~ 6.50	0.08~ 0.20		0.030	0.020
		13	NS1402	≤0.050	≤0.50	≤1.00	19.50~ 23.50	2.50~ 3.50		0.60~ 1.20	38.0~ 46.0	1.00~ 3.00			0.030	0.030
	耐蚀合金	14	NS3102	≤0.15	≤0.50	≤1.00	14.00~ 17.00				≥ 72.00	≤0.50		6.00~ 10.00	0.035	0.015

表 3 钢中残余元素含量

钢类	残余元素(质量分数)/%				
	Cu	Cr	Ni	Mo	V
	不大于				
优质碳素钢、低合金钢	0.20	0.25	0.25	0.15	0.08
合金钢	0.20	0.30	0.30	—	0.08

6.2 制造方法

6.2.1 钢的冶炼方法

钢应采用粗炼钢水经真空精炼处理或电渣重熔方法冶炼。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

冶金熔合复合无缝钢管管坯应采用双金属冶金熔合方式复合在一起的方法制造。根据需方要求,并在合同中注明,也可按其他方法制造复合无缝管管坯。

6.2.3 钢管的制造方法

冶金熔合复合无缝钢管应采用热挤(轧)、冷拔(轧)无缝方法制造。根据需方要求,并在合同中注明,也可将两个牌号的无缝钢管按爆炸成型、嵌套等其他方法制造。

6.3 交货状态

钢管应以热处理状态交货。热处理温度应适合基层和复层两种材料,以获得最佳理化性能。热处理工艺应在质量证明书中注明。

根据需方要求,经供需双方协商,并在合同中注明,可供应其他状态的复合无缝钢管。

6.4 力学性能

6.4.1 拉伸试验

6.4.1.1 钢管应进行基层或整体(包括基层和复层)室温拉伸试验。当按基层进行试验时,其拉伸力学性能应符合表 4 的规定;当按整体进行试验时,其拉伸力学性能应符合表 4 中相应基层牌号的规定。

6.4.1.2 对基层材料进行拉伸试验时,应完全去除复层材料。

6.4.1.3 外径小于 219 mm 的钢管,基层或整体拉伸试验应沿钢管纵向取样。

外径不小于 219 mm 的钢管,当钢管基层尺寸足以制取横向圆形截面试样时,钢管应做基层横向拉伸试验。基层横向拉伸试验应取直径为 10 mm 的圆形横截面试样;当钢管基层尺寸不足以截取 10 mm 试样时,则应采用直径为 8 mm 或 5 mm 中可能的较大尺寸横向圆形截面试样。横向圆形截面试样应取自未经压扁的管端。当钢管基层尺寸不足以截取 5 mm 圆形横截面试样时,钢管应做基层或整体纵向拉伸试验。

表 4 基层力学性能

序号	牌号	拉伸性能				冲击吸收能量(KV ₂) /J	
		抗拉强度 <i>R_m</i> /MPa	下屈服强度或规定塑性延伸强度 <i>R_{el}</i> /MPa	断后伸长率 <i>A</i> /%		纵向	横向
				纵向	横向		
				不小于			
1	10	335～490	205	24	22	40	27
2	20G	410～550	245	24	22	40	27
3	20MnG	415～560	240	22	20	40	27
4	16Mn	490～670	320	21	19	40	27
5	15MoG	450～600	270	22	20	40	27
6	12CrMoG	410～560	205	21	19	40	27
7	15CrMoG	440～640	295	21	19	40	27
8	12Cr1MoVG	470～640	255	21	19	40	27

6.4.2 冲击试验

6.4.2.1 钢管应进行基层室温冲击试验,冲击吸收能量应符合表 4 的规定。

6.4.2.2 表 4 中的冲击吸收能量为全尺寸试样夏比 V 型缺口冲击吸收能量要求值。当采用小尺寸冲击试样时,小尺寸试样的最小夏比 V 型缺口冲击吸收能量要求值应为全尺寸试样冲击吸收能量要求值乘以表 5 中的递减系数。

表 5 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×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

6.4.2.3 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,冲击试验沿钢管横向取样。

无论沿钢管纵向还是横向截取,冲击试样均应为标准尺寸、宽度 7.5 mm 或宽度 5 mm 中尽可能的较大尺寸试样。当钢管基层尺寸不足以制取 5 mm 冲击试样时,冲击试验不作要求。

6.5 液压试验

钢管应逐根进行液压试验。液压试验压力按式(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 —— 钢管壁厚,单位为毫米(mm);
- D —— 钢管公称外径或计算外径,单位为毫米(mm);
- R —— 许用应力,按表 4 中基层屈服强度的 80%,单位为兆帕(MPa)。

经需方同意,并在合同中注明,对于冶金熔合复合钢管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。

6.6 结合层粘结力剪切强度试验

6.6.1 根据需方要求,经供需双方协商,并在合同中注明,复层厚度大于或等于 1.9 mm 的冶金熔合复合钢管和冶金结合的爆炸成型复合钢管可进行结合层粘结力剪切强度试验。其结合层粘结力剪切强度应符合表 6 的规定。

剪切强度试验方法为从成品钢管上取略大于如图 1 所示尺寸的试样,先将试样压平,然后加工成下图所示试样进行剪切强度试验。

单位为毫米

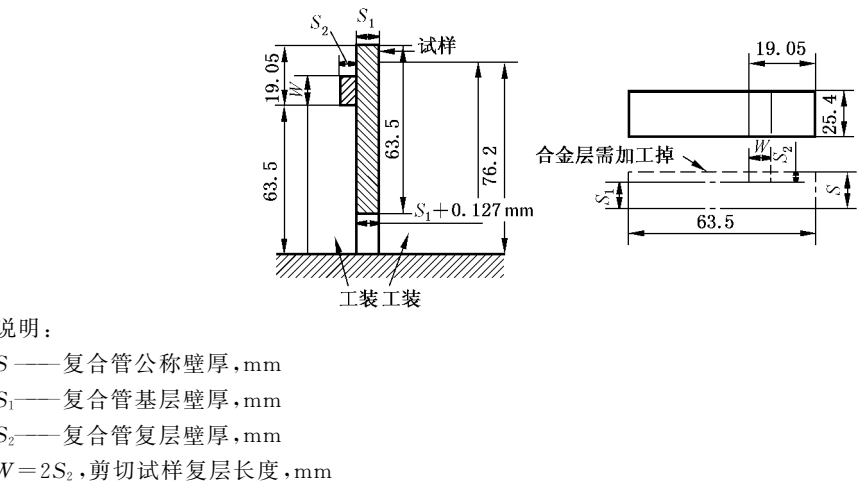


图 1 剪切强度试验方法

表 6 结合层的剪切强度

复合无缝钢管种类	结合层的剪切强度/MPa
冶金融合复合无缝钢管 ^a	≥ 210
冶金结合的爆炸成型复合无缝钢管	≥ 140
^a 需方可规定冶金融合复合无缝钢管剪切强度 ≥ 260 MPa。	

6.6.2 复层厚度小于 1.9 mm 的复合无缝钢管,其基层和复层粘结力剪切强度试验可用压扁试验代替。闭合压扁后基层和复层之间不允许出现分层或开裂。

6.7 工艺性能

6.7.1 压扁试验

6.7.1.1 外径大于 22 mm 的冶金熔合复合钢管和冶金结合的爆炸成型复合钢管应做压扁试验。压扁

试验按以下两步进行:

- a) 第一步是延性试验,将试样压至两平板间距离为 H 。 H 按式(2)计算。

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

式中:

H ——两平板间的距离,单位为毫米(mm);

S ——钢管壁厚,单位为毫米(mm);

D ——钢管公称外径或计算外径,单位为毫米(mm);

α ——基层材质的单位长度变形系数为 0.08。

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;除机械复合管外,试样上不允许出现复层与基层的剥离现象。

- 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、夹杂。

6.7.1.2 下述情况不能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) 试样 6 点钟(底)和 12 点钟(顶)位置处内表面的裂缝或裂口。

6.7.2 弯曲试验

6.7.2.1 外径不大于 22 mm 的冶金熔合复合钢管和冶金结合的爆炸成型复合钢管应做整管弯曲试验。弯曲试验时,弯曲角度应为 90° ,弯芯半径应为钢管外径的 6 倍,试样弯曲处不允许出现裂缝或裂口。

6.7.2.2 外径大于 406.4 mm 或壁厚大于 40 mm 的冶金熔合复合钢管和冶金结合的爆炸成型复合钢管可用弯曲试验代替压扁试验。弯曲试样应在靠近钢管基层表面位置取样。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。

弯曲试验的试样应沿钢管纵向截取,试样的制备应符合 GB/T 232 的规定。试样截取时,弯曲试样应尽量靠近钢管表面。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 $12.5 \text{ mm} \times 12.5 \text{ mm}$ 或 $25 \text{ mm} \times 12.5 \text{ mm}$ (宽度 $\times$ 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。

6.7.3 扩口试验

根据需方要求,经供需双方协商,并在合同中注明,外径不大于 76 mm 且壁厚不大于 8 mm 的钢管可做扩口试验。

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。

表 7 钢管外径扩口率

钢类	钢管外径扩口率/%		
	内径/外径		
	≤ 0.6	$> 0.6 \sim 0.8$	> 0.8
优质碳素钢、低合金钢	10	12	17
合金钢	8	10	15

6.8 低倍检验

钢管应做低倍检验。低倍检验横截面酸浸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。

6.9 非金属夹杂物

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,其 A、B、C、D 各类夹杂物的细系级别和粗系级别应分别不大于 2.5 级,DS 类夹杂物应不大于 2.5 级;A、B、C、D 各类夹杂物的细系级别总数与粗系级别总数应各不大于 6.5 级。

6.10 晶粒度

钢管基层的晶粒度应为 4 级或更细,且两个试片上晶粒度最大级别与最小级别差应不超过 3 级。

6.11 显微组织

6.11.1 钢管基层的显微组织应符合如下规定:

- a) 优质碳素钢和低合金钢应为铁素体加珠光体;
- b) 15MoG、12CrMoG、15CrMoG 应为铁素体加珠光体,允许存在粒状贝氏体,不允许存在相变临界温度 $A_{C1} \sim A_{C3}$ 之间的不完全相变产物(如黄块状组织);
- c) 12Cr1MoVG 应为铁素体加粒状贝氏体或铁素体加珠光体或铁素体加粒状贝氏体加珠光体,允许存在索氏体,不允许存在相变临界温度 $A_{C1} \sim A_{C3}$ 之间的不完全相变产物(如黄块状组织)。

6.11.2 钢管复层为双相型不锈钢时,其显微组织应为奥氏体加铁素体,且奥氏体相的比例应为 40%~60%。

6.11.3 钢管基层和复层间的熔合层靠近复层的区域应没有明显的碳迁移现象。

6.12 脱碳层

外径不大于 76 mm 的钢管应检验基层的全脱碳层。基层的全脱碳层深度应不大于 0.4 mm。

6.13 表面质量

6.13.1 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。

钢管内外表面直道的深度应不大于壁厚的 4%,且最大为 0.2 mm。

不超过壁厚允许负偏差的其他局部缺陷允许存在。

6.13.2 钢管应进行酸洗或抛光处理。

6.14 无损检验

冶金熔合复合无缝钢管应按 GB/T 5777—2008 的规定逐根全长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应符合验收等级 L2 的规定。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。

根据需方要求,经供需双方协商,并在合同中注明,可做其他无损检验。

6.15 复层的晶间腐蚀检验

钢管的复层应进行晶间腐蚀检验,晶间腐蚀检验方法应符合 GB/T 4334—2008 中 E 法的规定。经

供需双方协商,并在合同中注明,可采用其他晶间腐蚀试样方法。

7 检验和试验方法

- 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 钢管其他检验的试验方法和取样方法应符合表 8 的规定。

表 8 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	GB/T 223 GB/T 4336 GB/T 11170 GB/T 20123 GB/T 20124
2	室温拉伸试验	每批在两根钢管上各取 1 个试样	GB/T 2975	GB/T 228.1
3	冲击试验	每批在两根钢管上各取一组 3 个试样	GB/T 2975	GB/T 229
4	液压试验	逐根	—	GB/T 241
5	涡流探伤检验	逐根	—	GB/T 7735
6	剪切强度	每批在一根钢管上取 1 个试样	6.6.1	6.6.1 条
7	压扁试验	每批在两根钢管上各取 1 个试样	GB/T 246	GB/T 246
8	弯曲试验	每批在两根钢管上各取 1 个试样	GB/T 2975	GB/T 232
9	扩口试验	每批在两根钢管上各取 1 个试样	GB/T 242	GB/T 242
10	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
11	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
12	晶粒度	每批在两根钢管上各取 1 个试样	GB/T 6394	GB/T 6394
13	显微组织	每批在两根钢管上各取 1 个试样	GB/T 13298	GB/T 13298
14	脱碳层	每批在两根钢管上各取 1 个试样	GB/T 224	GB/T 224
15	超声波探伤检验	逐根	—	GB/T 5777—2008
16	晶间腐蚀检验	每批在两根钢管上各取 1 个试样	去掉基层和过渡层	GB/T 4334—2008

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可按熔炼炉检查和验收,钢管的其余检验项目应按批检查和验收。每批应由同一基层牌号、同一复层牌号、同一基层炉号、同一复层炉号、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 400 根。

8.3 取样数量

每批钢管各项检验的取样数量应符合表 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。

