ICS 77.140.75
H 48

中华人民共和国国家标准

GB/T 32970—2016

高温高压管道用直缝埋弧焊接钢管

Longitudinal submerged-arc welded steel pipe for high pressure service at high temperatures

2016-08-29 发布　　2017-07-01 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:江苏通宇钢管集团有限公司、番禺珠江钢管(珠海)有限公司、冶金工业信息标准研究院。

本标准主要起草人:方晓东、鲁宁、莫敏玲、董莉、陶恒朝、黄克坚、唐群。

高温高压管道用直缝埋弧焊接钢管

1 范围

本标准规定了高温高压管道用直缝埋弧焊接钢管(以下简称钢管)的术语和定义、订货内容、尺寸、外形、重量及允许偏差、技术要求、试验方法、检验规则以及包装、标志和质量证明书。

本标准适用于石油炼化和煤化工高温高压管道用碳钢和合金钢直缝埋弧焊接钢管。

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,凡是注明日期的引用文件,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 223.3 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 223.10 钢铁及合金化学分析方法 铜铁试剂分离-铬天青 S 光度法测定铝含量

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 223.14 钢铁及合金化学分析方法 钽试剂萃取光度法测定钒含量

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 223.18 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 223.23 钢铁及合金 镍含量的测定 丁二酮肟分光光度法

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 223.40 钢铁及合金 铌含量的测定 氯磺酚 S 分光光度法

GB/T 223.43 钢铁及合金 钨含量的测定 重量法和分光光度法

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 碳含量的测定 管式炉内燃烧后气体容量法

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 228.2 金属材料 拉伸试验 第 2 部分:高温试验方法

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 241 金属管 液压试验方法

GB 713 锅炉和压力容器用钢板

GB/T 2102 钢管的验收、包装、标志和质量证明书

GB/T 2650 焊接接头冲击试验方法

GB/T 2651 焊接接头拉伸试验方法

GB/T 2653 焊接接头弯曲试验方法

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 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 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 21835　焊接钢管尺寸及单位长度重量

SY/T 6423.1　石油天然气工业　钢管无损检测方法　第1部分:焊接钢管焊缝缺欠的射线检测

SY/T 6423.2　石油天然气工业　钢管无损检测方法　第2部分:焊接钢管焊缝纵向和/或横向缺欠的自动超声检测

SY/T 6423.4　石油天然气工业　钢管无损检测方法　第4部分:无缝和焊接钢管分层缺欠的自动超声检测

SY/T 6423.5　石油天然气工业　钢管无损检测方法　第5部分:焊接钢管焊缝缺欠的数字射线检测

3　术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

对接管　jointer

采用多根(两根及以上)钢管通过对接焊接而形成的钢管。

4　订货内容

按本标准订货的合同或订单至少应包括下列内容:

a)　标准编号;

b)　产品名称;

c)　钢的牌号;

d)　订购数量(总重量或总长度);

e)　尺寸规格(外径×壁厚,单位为毫米);

f)　制造工艺;

g)　交货状态;

h)　特殊要求。

5　尺寸、外形、重量及允许偏差

5.1　外径和壁厚

钢管的公称外径 D 范围为 $D \geqslant 406.4$ mm,公称壁厚 t 范围为 $t \leqslant 75$ mm。钢管的外径和壁厚应符合 GB/T 21835 的规定。根据需方要求,经供需双方协商,可供应 GB/T 21835 规定以外规格的钢管。

5.2　外径和壁厚的允许偏差

5.2.1　钢管外径允许偏差应符合表1的规定。

5.2.2　钢管壁厚允许下偏差为−0.3 mm。

表 1　外径允许偏差　　单位为毫米

公称外径 D	允许偏差	
	除管端外	管端
≤610	±0.75%D，但最大为±3.2	±1.6
>610～1 422	±0.5%D，但最大为±4.0	±1.6
>1 422	供需双方协商确定	

5.3　长度

5.3.1　通常长度

钢管的通常长度为 3 000 mm～12 000 mm。经供需双方协商，并在合同中注明，可供应其他长度的钢管。

5.3.2　定尺长度

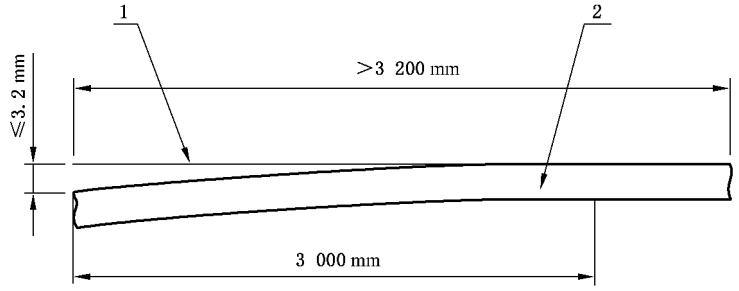
根据需方要求，并在合同中注明，钢管可按定尺长度交货。钢管的定尺长度应在通常长度范围内，钢管的定尺长度允许偏差为 $^{+50}_{0}$ mm。

5.4　弯曲度

钢管的弯曲度应符合如下规定：

a)　钢管的全长弯曲度应不超过钢管总长度的 0.2%；

b)　在每个管端 3 000 mm 长度上相对于直边的局部偏离应不超过 3.2 mm，如图 1 所示。



说明：

1——直边；

2——钢管。

图 1　端部弯曲度测量

5.5　不圆度

钢管的不圆度(同一横截面上测得的最大外径和最小外径的差值)应符合表 2 的规定。

5.6　管端

5.6.1　钢管两端端面应平切，且应清除毛刺。管端切斜应不大于 1.6 mm。

5.6.2　钢管两端应加工焊接坡口，坡口角度为 $30°^{+5°}_{0}$，钝边尺寸应为 1.6 mm±0.8 mm。

5.6.3 根据需方要求，经供需双方协商，并在合同中注明，可供应其他坡口角度的钢管或不加工坡口的钢管。

表 2 不圆度

单位为毫米

公称外径 D	最大不圆度	
	除管端外	管端
≤610	2%D	1.5%D
>610～1 422	D/t≤75 时 1.5%D，但最大为 15	D/t≤75 时 1%D，但最大为 13
	D/t>75 时协议供需双方协商确定	D/t>75 时供需双方协商确定
>1 422	供需双方协商确定	

5.7 重量

5.7.1 钢管按理论重量交货，也可按实际重量交货。钢管单位长度理论重量应按式(1)计算：

$$W = 0.024\ 66(D - t)t \qquad \cdots\cdots(1)$$

式中：

W ——钢管单位长度重量，单位为千克每米(kg/m)；

D ——钢管公称外径，单位为毫米(mm)；

t ——钢管公称壁厚，单位为毫米(mm)。

5.7.2 每批或单支钢管的实际重量与理论重量的允许偏差为±7.5%。

6 技术要求

6.1 钢的牌号和化学成分

钢的牌号和化学成分(熔炼分析和成品分析)应符合表 3 的规定。根据需方要求，经供需双方协商，可供应表 3 规定以外牌号的钢管。

6.2 制造方法

6.2.1 原材料

制造钢管的原材料应符合如下规定：

a) 钢应采用氧气转炉或电炉冶炼，并应为经炉外精炼的细晶粒镇静钢；

b) 钢板应符合 GB 713 的规定或质量要求不低于 GB 713 的规定；

c) 任何污染焊接坡口和周围区域的润滑剂、油污等，都应在焊接前清除干净。

6.2.2 制造工艺

钢管应采用双面直缝埋弧焊接(SAWL)方法制造。

表 3　钢的牌号和化学成分

序号	牌号	熔炼分析和成品分析，质量分数/%									
		C	Si	Mn	Cr	Mo	V	Ni	Cu	P	S
1	Q245[a]	≤0.20	≤0.35	0.50～1.10	≤0.30	≤0.08	≤0.05	≤0.25	≤0.30	≤0.025	≤0.010
2	Q345[a]	≤0.20	≤0.55	1.20～1.70	≤0.30	≤0.08	≤0.05	≤0.30	≤0.30	≤0.025	≤0.010
3	15Mo	0.12～0.20	0.17～0.37	0.40～0.80	≤0.30	0.25～0.35	≤0.08	≤0.30	≤0.20	≤0.025	≤0.015
4	20Mo	0.15～0.25	0.17～0.37	0.40～0.80	≤0.30	0.44～0.65	≤0.08	≤0.30	≤0.20	≤0.025	≤0.015
5	12CrMo	0.08～0.15	0.17～0.37	0.40～0.70	0.40～0.70	0.40～0.55	—	≤0.30	≤0.20	≤0.025	≤0.015
6	15CrMo	0.08～0.18	0.15～0.40	0.40～0.70	0.80～1.20	0.45～0.60	—	≤0.30	≤0.30	≤0.025	≤0.010
7	14Cr1Mo	≤0.17	0.50～0.80	0.40～0.65	1.15～1.50	0.45～0.65	—	≤0.30	≤0.30	≤0.020	≤0.010
8	12Cr1MoV	0.08～0.15	0.15～0.40	0.40～0.70	0.90～1.20	0.25～0.35	0.15～0.30	≤0.30	≤0.30	≤0.025	≤0.010
9	12Cr2Mo1	0.08～0.15	≤0.50	0.30～0.60	2.00～2.50	0.90～1.10	—	≤0.30	≤0.20	≤0.020	≤0.010
10	12Cr5Mo	≤0.15	≤0.50	0.30～0.60	4.00～6.00	0.45～0.60	—	≤0.60	≤0.20	≤0.025	≤0.015
[a] Nb≤0.050，Ti≤0.030，Alt≥0.020，Cu＋Ni＋Cr＋Mo≤0.70。											

6.2.3　双缝钢管焊缝

根据需方要求，经供需双方协商，并在合同中注明，可供应双缝钢管，但限于钢管外径不小于914 mm，且双缝钢管的焊缝应大约相距180°。

6.2.4　钢管对接

经供需双方协商，并在合同中注明，可供应对接管。对接管应符合如下规定：

a)　对接所用短管长度应不小于1 500 mm；

b)　在对接管环焊缝上，直焊缝间的环向间隔大约相距180°；

c)　对接钢管的弯曲度应符合5.4的规定。

6.3　交货状态

6.3.1　钢管应以焊缝消除应力热处理或整管热处理状态交货。需方指定某一种热处理方式时，应在合同中注明。

6.3.2 整管热处理制度应符合表4的规定。

6.3.3 焊缝消除应力热处理的加热温度应符合表4的规定。

表4 钢管的热处理制度

序号	牌号	消除应力热处理温度范围/℃	整管热处理制度
1	Q245	590～650	正火:880 ℃～940 ℃
2	Q345	590～650	正火:880 ℃～940 ℃
3	15Mo	590～730	正火:890 ℃～950 ℃
4	20Mo	590～730	正火:890 ℃～950 ℃
5	12CrMo	590～705	正火加回火:正火温度 900 ℃～960 ℃,回火温度 670 ℃～730 ℃
6	15CrMo	590～730	正火加回火:正火温度 900 ℃～960 ℃,回火温度 670 ℃～730 ℃
7	14Cr1Mo	590～745	正火加回火:正火温度 900 ℃～960 ℃,回火温度 680 ℃～730 ℃
8	12Cr1MoV	590～730	t≤30 mm 的钢管正火加回火:正火温度 980 ℃～1 020 ℃,回火温度 720 ℃～760 ℃; t>30 mm 的钢管淬火加回火或正火加回火:淬火温度 950 ℃～990 ℃,回火温度 720 ℃～760 ℃;正火温度 980 ℃～1 020 ℃,回火温度 720 ℃～760 ℃,但正火后应进行急冷
9	12Cr2Mo1	650～760	t≤30 mm 的钢管正火加回火:正火温度 900 ℃～960 ℃,回火温度 700 ℃～750 ℃; t>30 mm 的钢管淬火加回火或正火加回火:淬火温度不低于 900 ℃,回火温度 700 ℃～750 ℃;正火温度 900 ℃～960 ℃,回火温度 700 ℃～750 ℃,但正火后应进行急冷
10	12Cr5Mo	650～760	1.完全退火或等温退火; 2.正火加回火:正火温度 930 ℃～980 ℃,回火温度 730 ℃～770 ℃

6.4 拉伸性能

6.4.1 钢管的室温拉伸性能应符合表5的规定。

6.4.2 钢管母材拉伸试样应距离焊缝约180°的位置横向截取。

6.4.3 焊接接头拉伸试样应在钢管上垂直于焊缝截取,且焊缝位于试样的中间,试样焊缝余高应去除。焊接接头拉伸试验只测定抗拉强度,其值应不低于表5规定的抗拉强度下限值。

6.4.4 根据需方要求,经供需双方协商,并在合同中注明试验温度,钢管可做高温拉伸试验,其对应温度下的高温规定塑性延伸强度($R_{p0.2}$)应符合表6的规定。

6.5 冲击试验

6.5.1 钢管母材、焊缝和热影响区应分别进行夏比V型缺口横向冲击试验,试验结果应符合表5的规定。表5中的冲击吸收能量值为全尺寸试样夏比V型缺口冲击吸收能量要求值。

6.5.2 制取钢管焊缝试样时,缺口的轴线应尽可能接近外焊缝中心线,取样应尽可能接近钢管的外径表面。

表 5　钢管的力学性能

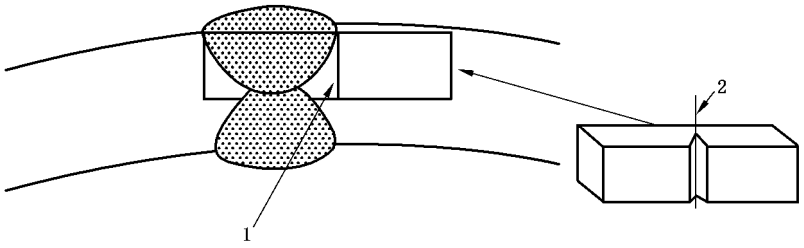
序号	牌号	抗拉强度 R_m/MPa				下屈服强度或规定塑性延伸强度 R_{eL} 或 $R_{p0.2}$/MPa				断后伸长率 A %	冲击吸收能量 KV_2		硬度值 HBW 不大于
		壁厚/mm				壁厚/mm					试验温度/℃	3 个试样平均值/J	
		≤16	>16～≤36	>36～≤60	>60～≤75	≤16	>16～≤36	>36～≤60	>60～≤75				
1	Q245	400～520			390～510	≥245	≥235	≥225	≥205	≥25	0	≥34	—
2	Q345	510～640	500～630	490～620		≥345	≥325	≥315	≥305	≥20	0	≥41	—
3	15Mo	450～600				≥270				≥22	室温	≥40	201
4	20Mo	415～665				≥220				≥22	室温	≥40	201
5	12CrMo	410～560				≥205				≥21	室温	≥40	201
6	15CrMo	450～590				≥295	≥275			≥19	室温	≥47	201
7	14Cr1Mo	520～680				≥310				≥19	室温	≥47	201
8	12Cr1MoV	440～590	430～580			≥245	≥235			≥19	室温	≥47	201
9	12Cr2Mo1	520～680				≥310				≥19	室温	≥47	201
10	12Cr5Mo	480～640				≥280				≥20	室温	≥40	225

表 6　钢管的高温力学性能

序号	牌号	壁厚/mm	试验温度/℃						
			200	250	300	350	400	450	500
			规定塑性延伸强度最小值 $R_{p0.2}$/MPa						
1	Q245	>20～36	186	167	153	139	129	121	—
		>36～60	178	161	147	133	123	116	—
		>60～75	164	147	135	126	113	106	—
2	Q345	>20～36	255	235	215	200	190	180	—
		>36～60	240	220	200	185	175	165	—
		>60～75	225	205	185	175	165	155	—
3	15Mo	—	225	205	180	170	160	155	150
4	20Mo	—	199	187	182	177	169	160	150
5	12CrMo	—	181	175	170	165	159	150	140
6	15CrMo	>20～60	240	225	210	200	189	179	174
		>60～75	220	210	196	186	176	167	162
7	14Cr1Mo	>20～75	255	245	230	220	210	195	176
8	12Cr1MoV	>20～75	200	190	176	167	157	150	142
9	12Cr2Mo1	>20～75	260	255	250	245	240	230	215
10	12Cr5Mo	供需双方协商确定							

6.5.3 制取钢管热影响区试样时，缺口轴线应尽可能接近如图 2 所示的外焊缝熔合线位置。取样应尽可能接近钢管的外径表面。

6.5.4 如果无法截取全尺寸试样，应制备尽可能大的宽度为 7.5 mm 或 5 mm 小尺寸试样，小尺寸试样夏比 V 型缺口冲击吸收能量要求值应分别不小于表 5 中规定值的 75%或 50%。对于无法制取宽度为 5 mm 试样的钢管，冲击试验不做要求。



说明：

1——夏比试样缺口取样位置为焊缝热影响区(靠近熔合线)；

2——夏比试样缺口中心线。

图 2 热影响区夏比冲击试验试样位置

6.5.5 单个试样冲击吸收能量应不小于规定平均值的 75%。

6.6 硬度试验

钢管焊缝应进行硬度试验，其硬度值应符合表 5 的规定。

6.7 焊缝导向弯曲试验

6.7.1 钢管应进行焊缝导向弯曲试验(正面弯曲和反面弯曲)。导向弯曲试样应从钢管上垂直焊缝截取，焊缝位于试样的中间，试样上不应有补焊焊缝，焊缝余高应去除，试样在弯模内弯曲约 180°，弯曲压头直径为钢管壁厚的 8 倍。受试验机能力影响，厚度大于 30 mm 的钢管可以用侧弯代替导向弯曲，侧弯厚度为全尺寸，宽度为 10 mm。试验后，应符合如下规定：

a) 试样不应完全断裂；

b) 试样上焊缝金属中不应出现任何长度的裂缝或破裂；

c) 母材、热影响区或熔合线上不应出现任何长度的裂缝或裂口。

6.7.2 试验后，试样边缘出现长度小于 6.4 mm 的裂纹，不应作为拒收的依据。

6.8 宏观检验

钢管的内外焊缝焊偏量应不超过 3 mm。焊偏量应采用宏观检验法验证，供方应从每批钢管中截取一个焊缝横截面试样进行低倍形貌检查。

6.9 静水压试验

6.9.1 钢管应逐根进行静水压试验，试验压力 P 应按式(2)计算，计算结果圆整到最邻近的 0.1 MPa。$D\leqslant 457$ mm 钢管的压力保持时间应不少于 5 s，$D>457$ mm 钢管的压力保持时间应不少于 10 s。

$$P=2S\,t/D \qquad \cdots\cdots(2)$$

式中：

P ——静水压试验压力，单位为兆帕(MPa)；

S ——静水压试验环向应力，单位为兆帕(MPa)，其数值为表 5 中屈服强度最小值的 80%；

t ——钢管公称壁厚，单位为毫米(mm)；

D ——钢管公称外径，单位为毫米(mm)。

6.9.2 如果在静水压试验中采用了产生轴向压应力的端面密封堵头，当规定试验压力产生的环向应力超过了规定最小屈服强度的 90%时，静水压试验压力 P 可用式(3)确定，计算结果圆整到最邻近的0.1 MPa。

$$P=\frac{S-\left[\frac{P_R\times A_R}{A_P}\right]}{\frac{D}{2t}-\frac{A_I}{A_P}} \qquad \cdots\cdots(3)$$

式中：

P ——静水压试验压力，单位为兆帕(MPa)；

S ——静水压试验环向应力，单位为兆帕(MPa)；

P_R ——端面密封液压缸内压力，单位为兆帕(MPa)；

A_R ——端面密封液压缸横截面积，单位为平方毫米(mm^2)；

A_P ——管壁截面积，单位为平方毫米(mm^2)；

A_I ——钢管内径横截面积，单位为平方毫米(mm^2)；

t ——钢管公称壁厚，单位为毫米(mm)；

D ——钢管公称外径，单位为毫米(mm)。

6.9.3 在试验的整个过程中，钢管不应出现渗漏。

6.9.4 水压试验的最大试验压力为 25 MPa。

6.10 无损检测

6.10.1 焊缝无损检测

6.10.1.1 钢管的焊缝应进行 100%射线检测。射线检测应采用射线拍片检测或射线数字成像检测。补焊焊缝应采用射线进行再检测。

6.10.1.2 焊缝射线检测应符合如下规定：

a) 射线胶片照相法应符合 SY/T 6423.1 的规定，图像质量级别应达到 B 级要求。

b) 射线数字成像检测应符合 SY/T 6423.5 的规定，图像质量级别达到 B 级要求。

c) 应保存射线拍片检测底片或射线工业电视检测数字图像。

6.10.2 管端无损检测

应对每根钢管管端 25 mm 宽度区域进行超声波检测，检测方法应符合 SY/T 6423.4 的规定，以确认在该区域不存在环向尺寸大于 6.4 mm 的分层缺欠。

6.10.3 焊缝的超声波检测

根据需方要求，经供需双方协商，并在合同中注明，焊缝可进行纵向和横向缺欠的超声波检测，检测方法应符合 SY/T 6423.2 的规定，验收等级满足 U2 或 U2H 的要求。需方有要求时可对补焊焊缝做超声波再检测。

6.11 表面质量

6.11.1 表面缺陷

钢管内外表面应光滑，不应有折叠、裂纹、分层、搭焊、电弧烧伤、断弧、烧穿及其他深度超过壁厚负偏差的缺陷存在。这些缺陷应完全清除，清除处的实际壁厚应不小于壁厚所允许的最小值。对无法判

明深度的缺陷，应采用修磨法完全清除后进行测量。

6.11.2 摔坑

钢管管壁上不应有深度超过 6.4 mm 的摔坑。摔坑长度在任何方向应不超过 0.5D。凹陷部分带有尖锐划伤时，摔坑深度应不超过 3.2 mm。当凹陷部分带有尖锐划伤时，应对尖锐划伤进行修磨，修磨后的凹陷深度、长度应符合本条规定，修磨处剩余壁厚也应符合相应要求。

注：摔坑深度是指凹陷处最低点与钢管原始轮廓延伸部分之间的距离。

6.11.3 咬边

6.11.3.1 深度不大于 0.4 mm 的任意长度的焊缝咬边允许存在。

6.11.3.2 深度大于 0.4 mm 但不大于 0.8 mm 且不超过 0.1t，且长度不超过 0.5t 的单个咬边，且咬边在任意 300 mm 焊缝长度上不多于 2 处时，应按 6.13.2a)的要求进行处置。

6.11.3.3 超过 6.11.3.2 规定的咬边应视为缺陷，并应按 6.13.2b)的要求进行处置。

6.12 其他表面缺陷和缺欠

其他表面缺陷和缺欠应符合如下规定：

a) 深度不超过 0.125t，且不影响最小允许壁厚的缺欠允许存在，并按 6.13.1 的规定处置；

b) 深度超过 0.125t，未影响最小允许壁厚的缺欠应视为缺陷，应按 6.13.2a)的规定处置；

c) 影响最小允许壁厚的缺欠应视为缺陷，并按照 6.13.2b)的规定处置。

6.13 缺陷和缺欠的处置

6.13.1 未被判为缺陷的缺欠，可不经处置保留在钢管上，也可采用修磨方法去除，但剩余壁厚应在规定范围内。

6.13.2 对于各类缺陷，应按下列适用方法进行处理：

a) 可修整的缺陷应采用修磨法去除，但剩余壁厚应在规定范围内；

b) 不可修整的缺陷应按下列任一方法进行处置：

——按 6.14 要求进行补焊；

——在允许长度范围内，应将有缺陷管段切除；

——判整根钢管不合格。

6.14 修磨和修补要求

6.14.1 修磨处应平缓地过渡到钢管原始表面。

6.14.2 钢管的母材缺陷不应焊接修补，焊缝可进行焊接修补，同一处补焊不应超过两次。

6.14.3 间隔小于 100 mm 的多个焊缝缺陷应当作一个连续单个焊缝进行修补。单个焊缝至少应补两层/道，补焊焊缝的最小长度应为 50 mm。

6.14.4 每根钢管补焊焊缝总长度应不大于焊缝总长度的 5%。

6.14.5 应对补焊焊缝进行修磨，修磨后的补焊焊缝应平缓过渡到钢管原始表面。

6.14.6 修补后的钢管应按 6.9 的要求进行静水压试验，并按 6.10 的要求进行无损检测。

6.15 焊缝偏差

6.15.1 焊缝余高

6.15.1.1 壁厚不大于 20 mm 钢管的内外焊缝余高应不大于 3 mm，壁厚大于 20 mm 钢管的内外焊缝

余高不大于 4.5 mm。焊缝余高超过规定时允许修磨。

6.15.1.2 应采用修磨方法对距管端至少 100 mm 长度范围内的焊缝进行修磨，修磨后的焊缝余高应不超过 0.5 mm。

6.15.1.3 所有焊缝应与邻近钢管表面平滑过渡。

6.15.2 错边

钢管径向最大允许错边(钢板边缘间的径向偏移)应符合表 7 的规定。

表 7 钢管最大允许错边

单位为毫米

壁厚 t	最大允许错边[a]
≤15	1.5
>15～30	0.1t
>30～75	0.1t，最大为 4
[a] 这些规定同样适用于钢板的对接焊缝。	

7 试验方法

7.1 钢管的化学成分分析取样按 GB/T 20066 的规则进行。化学成分的光谱分析方法按 GB/T 4336、GB/T 20123 的规定进行，化学成分的化学分析方法按 GB/T 223.3、GB/T 223.10、GB/T 223.11、GB/T 223.14、GB/T 223.17、GB/T 223.18、GB/T 223.23、GB/T 223.26、GB/T 223.40、GB/T 223.43、GB/T 223.60、GB/T 223.63、GB/T 223.68、GB/T 223.69 的规定进行，但仲裁分析时应按化学分析方法的规定进行。

7.2 钢管的尺寸和外形应采用测径卷尺、卡尺、光学测量仪等符合精度要求的量具或仪器逐根测量。钢管的外径应采用圆周法测量，测量应距管端至少 50 mm。

7.3 钢管的内外表面应在充分照明条件下逐根目视检查。

7.4 钢管其他检验项目的取样方法和试验方法应符合表 8 的规定。

8 检验规则

8.1 检查和验收

钢管的检查和验收应由供方质量技术监督部门进行。

8.2 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、同一焊接工艺和同一热处理制度的钢管组成。每批钢管的最大数量为 50 根。

8.3 取样数量

每批钢管的各项试验的取样数量应符合表 8 的规定。试样可以用同一牌号、同一炉号、同一规格、同一焊接工艺和同一热处理制度的试板代替。

8.4 复检和判定规则

钢管的复验和判定规则应符合 GB/T 2102 的规定。

表 8　钢管检验项目的取样数量、取样方法及试验方法

序号	检验项目	取样数量	取样方法	试验方法
1	熔炼化学成分	每炉取一个试样	GB/T 20066	按 7.1
2	成品分析	每炉取一个试样	GB/T 20066	按 7.1
3	室温拉伸试验	每批取 1 个母材拉伸试样	GB/T 2975	GB/T 228.1(母材) GB/T 2651(焊接接头)
		每批取 1 个焊缝拉伸试样		
4	高温拉伸试验	每批在一根钢管上取 1 个母材拉伸试样	GB/T 2975	GB/T 228.2
5	冲击试验	每批在一根钢管上母材、焊缝、热影响区处各取一组 3 个试样	GB/T 2975	GB/T 229(母材) GB/T 2650(焊接接头)
6	硬度试验	每批取 1 个试样	GB/T 2975	GB/T 231.1
7	焊缝导向弯曲试验	每批在 1 根钢管上取 2 个试样	GB/T 2653	GB/T 2653
8	宏观检验	每批在 1 根钢管上取 1 个试样	GB/T 226	GB/T 226
9	静水压试验	逐根	—	GB/T 241
10	射线检测	逐根	—	SY/T 6423.1 SY/T 6423.5
11	超声波检测	逐根(焊缝)	—	SY/T 6423.2
		逐根(管端)		SY/T 6423.4

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。