



中华人民共和国国家标准

GB/T 31941—2015

核电站用非核安全级碳钢及 合金钢焊接钢管

Non-nuclear safety class welded carbon steel and alloy
steel pipes for nuclear power plant

2015-09-11 发布

2016-06-01 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

目 次

前言	Ⅲ
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 订货内容	2
4 尺寸、外形、重量及允许偏差	2
5 技术要求	3
6 试验方法	12
7 检验规则	13
8 包装、标志和质量证明书	13

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。

本标准主要起草单位：番禺珠江钢管有限公司、冶金工业信息标准研究院、浙江金洲管道工业有限公司、苏州热工研究院有限公司。

本标准主要起草人：黎剑峰、魏家乐、董莉、杨伟芳、赵建仓、张志刚、王利树。

核电站用非核安全级碳钢及 合金钢焊接钢管

1 范围

本标准规定了核电站用非核安全级碳钢及合金钢焊接钢管的订货内容、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。

本标准适用于核电站建造用非核安全级承压设备用碳钢及合金钢焊接钢管。

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 223.10 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 223.12 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 223.14 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 223.16 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 223.23 钢铁及合金 镍含量的测定 丁二酮肟分光光度法

GB/T 223.24 钢铁及合金化学分析方法 萃取分离-丁二酮肟分光光度法测定镍量

GB/T 223.27 钢铁及合金化学分析方法 硫氰酸盐-乙酸丁酯萃取分光光度法测定钼量

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 223.53 钢铁及合金化学分析方法 火焰原子吸收分光光度法测定氮量

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铈磷钼蓝分光光度法

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 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 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 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 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 13299 钢的显微组织评定方法
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 20124 钢铁 氮含量的测定 惰性气体熔融热导法(常规方法)
GB/T 20125 低合金钢 多元素含量的测定 电感耦合等离子体原子发射光谱法
GB/T 21835 焊接钢管尺寸及单位长度重量
NB/T 47014 承压设备焊接工艺评定
SY/T 6423.3 石油天然气工业 钢管无损检测方法 第3部分:焊接钢管用钢带/钢板分层缺欠的自动超声检测
JB/T 4730.2 承压设备无损检测 第2部分:射线检测
JB/T 4730.4 承压设备无损检测 第4部分:磁粉检测
JB/T 4730.5 承压设备无损检测 第5部分:渗透检测
TSG Z6002 特种设备焊接操作人员考核细则

3 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) 交货状态;
- e) 尺寸规格[外径 $\times$ 壁厚,单位为毫米(mm)];
- f) 订购的数量(总重量或总长度);
- g) 特殊要求。

4 尺寸、外形、重量及允许偏差

4.1 外径和壁厚

4.1.1 钢管的尺寸范围为公称外径(D)不小于 406.4 mm,公称壁厚(S)不大于 75 mm;其尺寸规格应

符合 GB/T 21835 的规定。经供需双方协商,并在合同中注明,可供应其他尺寸的钢管。

4.1.2 钢管的外径、壁厚允许偏差应符合表 1 及表 2 的规定。经供需双方协商,并在合同中注明,可供应其他允许偏差要求的钢管。

表 1 外径允许偏差

单位为毫米

外径 D	允许偏差
$D \leq 508$	$\pm 0.75\% D$ 或 ± 3.0 , 取其中较小者
$D > 508$	$\pm 0.5\% D$ 或 ± 4.0 , 取其中较小者

表 2 壁厚允许偏差

单位为毫米

壁厚 S	允许偏差
$S \leq 20$	$+10\% S$ -0.3
$S > 20$	$+2.0$ -0.3

4.2 长度

4.2.1 钢管的通常长度应为 3 000 mm~12 500 mm。

4.2.2 钢管的定尺长度应在通常长度范围内。定尺长度的允许偏差应为 $^{+50}_0$ mm。

4.2.3 钢管的倍尺总长度应在通常长度范围内,每个倍尺长度应留 10 mm 的切口余量。倍尺总长度的允许偏差为 $^{+100}_0$ mm。

4.2.4 根据需方要求,经供需双方协商,并在合同中注明,可供应通常长度范围以外的定尺长度和倍尺长度的钢管。

4.3 不圆度

钢管的不圆度(同一截面最大外径与最小外径之差)应不超过公称外径的 1%。 D/S 超过 75 时,不圆度应进行协商。

4.4 弯曲度

钢管的全长弯曲度应不大于钢管长度的 0.15%,局部弯曲度应不大于 1.5 mm/m。

4.5 管端

钢管两端截面应与钢管轴线垂直,并应清除毛刺。

5 技术要求

5.1 化学成分

5.1.1 熔炼分析

钢管制造厂应对每熔炼炉的板材进行化学成分分析。碳钢的化学成分(熔炼分析)应符合表 3 及 5.3.1 的规定,合金钢的化学成分(熔炼分析)应符合表 4 的规定。

5.1.2 成品分析

钢管制造厂应对不超过 60 m 的焊缝进行一次成品分析,每一次分析应符合熔敷金属的成分要求。

5.1.3 碳钢成分要求

5.1.3.1 钢中氮元素含量(熔炼成分)应不大于 0.008%,如果钢中含有铝、铌、钒、钛等具有固氮作用的合金元素,氮元素含量可不大于 0.012%,合金元素含量应在质量证明书中注明。

5.1.3.2 钢中砷、锑、铋、铅、锡(熔炼成分)有害元素单个含量均应不大于 0.025%,合计应不大于 0.05%。如供方能保证,可不做分析。

5.1.3.3 经供需双方协商,并在合同中注明,各牌号钢的碳当量(CEV)可参见表 5 的规定。碳当量应由熔炼分析成分并采用公式(1)计算:

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

5.1.3.4 钢板应做成品化学成分分析,其允许偏差应符合 GB/T 222 的规定。

5.2 制造方法

5.2.1 前期认可

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

5.2.2 钢的冶炼方法

钢应采用吹氧转炉或电炉冶炼工艺制造。

5.2.3 钢管的制造方法

钢管应采用双面带有填充金属的熔化焊方法制造,应由按照 TSG Z6002 评定合格的焊工或焊接操作工施焊。

补焊焊接工艺应根据 NB/T 47014 进行评定,补焊操作工应根据 TSG Z6002 进行评定。

5.2.4 交货状态

钢管可以焊态、去应力处理、正火、正火加回火或淬火加回火的状态交货。

表 3 碳钢的牌号和化学成分

化学成分(质量分数)/%																		
牌 号	C ^a 钢板厚度/mm			Si 钢板厚度/mm		Mn ^a	P	S	Mo		Cr	Ni	Cu	Nb	V	Ti	B	Al
									钢板厚度/mm									
	≤12.5	>12.5~50	>50~100	>100	≤40	>40	不大于		≤40	>40	不大于							
	Q205HD	≤0.25		—		≤0.40		≤0.90	0.020	0.020	—	0.30	0.30	0.25	—	—		
Q230HD ^b	≤0.25			≤0.40		0.15~0.40	≤0.90	0.020	0.020	—	0.30	0.30	0.30	—	—			
Q250HD ^b	≤0.22	≤0.24	≤0.25	≤0.27	≤0.40		0.15~0.40	0.85~1.20	0.020	0.020	≤0.12	0.30	0.30	0.30	0.02	— _d		
Q275HD ^c	≤0.25	≤0.26	≤0.28	≤0.29	0.15~0.40		0.85~1.20	0.020	0.020	≤0.12	0.30	0.30	0.30	—	—			
Q345 HD1 ^{b,c}	≤0.23			—	≤0.40	0.15~0.40	≤1.35	0.020	0.020	≤0.12	0.30	0.30	0.35	ε	ε			
Q420HD ^c	≤0.18			—	0.15~0.50		0.90~1.50	0.020	0.015	≤0.20	≤0.30	0.30	0.60	0.35	0.04	0.07		
^a Q250HD 的碳含量每下降 0.01%, 锰含量可增加 0.06%, 熔炼分析最大可到 1.35%; 当 Q250HD 板厚不大于 65 mm 时, 锰含量下限为 0.80%。 Q275HD 的碳含量每下降 0.01%, 锰含量可增加 0.06%, 熔炼分析最大可到 1.50%, 成品分析最大可到 1.60%。 Q345HD1 的碳含量每下降 0.01%, 锰含量可增加 0.06%, 熔炼分析最大可到 1.60%; 当 Q345HD1 板厚不大于 10 mm 时, 锰含量下限为 0.50%。 Q420HD 的钢板厚度大于 65 mm 时, 锰含量最大可提高到 1.60%。 ^b 当 Q230HD、Q250HD、Q345HD1 要求含铜时, 其铜含量应不小于 0.20%。 ^c Q345HD1 要求单独加铌时, 铌含量为 0.005%~0.05%; 单独加钒时, 钒含量为 0.01%~0.15%; 组合加入铌和钒时, 铌+钒为 0.02%~0.15%; 加钛和氮和钒时, 其含量分别为 0.006%~0.04%、0.003%~0.015%和≤0.06%; Q420HD 要求铌+钒≤0.08%; 其他牌号应符合铜+镍+铬+钼≤1.0%、铬+钼≤0.32%, 需方另有规定时除外。 ^d 在需方同意的情况下, 当加入硼元素增强钢板淬透性时, 硼≤0.001%。 ^e 当加入铝细化晶粒时, 酸溶铝 Als≥0.015%或全铝 Alt≥0.020%。当加入铌、钒、钛等其它合金元素时, 铝含量下限可不做规定。																		

表 4 合金钢的牌号和化学成分

序号	牌号	牌号代号	分析类型	化学成分(质量分数)/%						
				C	Mn	Si	P	S	Mo	Cr
1	11CrMo	1CR	熔炼	0.05~0.17	0.40~0.65	0.15~0.40	≤0.035	≤0.035	0.45~0.60	0.80~1.15
			产品	0.04~0.17	0.35~0.73	0.13~0.45	≤0.035	≤0.035	0.40~0.65	0.74~1.21
2	11Cr1Mo	1¼CR	熔炼	0.05~0.17	0.40~0.65	0.50~0.80	≤0.035	≤0.035	0.45~0.65	1.00~1.50
			产品	0.04~0.17	0.35~0.73	0.44~0.86	≤0.035	≤0.035	0.40~0.70	0.94~1.56
3	10Cr2Mo	2¼CR	熔炼	0.05~0.15	0.30~0.60	≤0.50	≤0.035	≤0.035	0.90~1.10	2.00~2.50
			产品	0.04~0.15	0.25~0.66	≤0.50	≤0.035	≤0.035	0.85~1.15	1.88~2.62
4	10Cr3Mo	3CR	熔炼	0.05~0.15	0.30~0.60	≤0.50	≤0.035	≤0.035	0.90~1.10	2.75~3.25
			产品	0.04~0.15	0.25~0.66	≤0.50	≤0.035	≤0.035	0.85~1.15	2.63~3.37

表 5 碳钢的碳当量

牌号	碳当量 CEV(质量分数)/%	
	$t \leq 50 \text{ mm}$	$50 \text{ mm} < t \leq 75 \text{ mm}$
Q205HD	≤ 0.43	≤ 0.44
Q230HD	≤ 0.43	≤ 0.44
Q250HD	≤ 0.43	≤ 0.44
Q275HD	≤ 0.45	≤ 0.46
Q345HD1	≤ 0.45	≤ 0.46
Q420HD	≤ 0.48	协商
注：t——钢板的公称厚度。		

5.2.5 热处理

热处理加热炉温差控制范围为 $\pm 15\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，加热炉应装有记录式温度计以便记录加热温度。成型和焊接后的钢管热处理应符合下述规定之一：

- 去应力处理的钢管应在表 6 所列的焊后热处理温度范围内均匀加热。其保温时间至少为 1 h/25.4 mm，且应不小于 1 h；
- 正火的钢管应均匀地加热到奥氏体化的温度范围，且应不超过表 6 中规定的最高正火温度，随后在室温空气中冷却；
- 正火加回火的钢管应按 5.2.5 b) 的规定进行正火。正火后应再次加热到如表 6 所列的回火温度范围，并在此温度下保温，其保温时间至少为 0.5 h/25.4 mm，且应不小于 0.5 h，然后空冷；
- 淬火加回火的钢管应均匀地加热到奥氏体化温度范围，且不超过表 6 所列最高淬火温度，然后在水或油中淬火，淬火后钢管应再次加热到表 6 所列回火温度范围，并在此温度下保温。其保温时间至少为 0.5 h/25.4 mm，且应不小于 0.5 h。然后空冷；
- 热处理温度大于 $315\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时，加热和冷却速度应不大于 $8\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{h}$ 除以 0.5 倍焊缝最大厚度（单位为毫米），且任何情况下，加热和冷却速度应不大于 $315\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{h}$ 。

表 6 热处理参数

序号	牌号	焊后热处理 (去应力处理)温度/ $^{\circ}\text{C}$	最高正火温度 (如无补充规定)/ $^{\circ}\text{C}$	最高淬火温度 (如无补充规定)/ $^{\circ}\text{C}$	回火温度/ $^{\circ}\text{C}$
1	Q205HD	590~650	925	—	—
2	Q230HD	590~650	925	—	—
3	Q250HD	590~650	925	—	—
4	Q275HD	590~650	925	—	—
5	Q345HD1	590~650	925	—	—
6	Q420HD	590~650	925	—	—
7	11CrMo	590~730	1 010	925	620~745
8	11Cr1Mo	590~745	1 010	925	620~745

表 6 (续)

序号	牌号	焊后热处理 (去应力处理)温度/ ℃	最高正火温度 (如无补充规定)/ ℃	最高淬火温度 (如无补充规定)/ ℃	回火温度/ ℃
9	10Cr2Mo	650~760	1 010	925	675~760
10	10Cr3Mo	650~760	1 010	925	675~760

5.3 力学和工艺性能

5.3.1 拉伸试验

5.3.1.1 室温拉伸试验

钢管应进行母材室温横向拉伸试验,屈服强度、抗拉强度和断后伸长率应符合表 7 和表 8 的规定。

5.3.1.2 焊接接头拉伸试验

钢管应进行横向焊接接头拉伸试验,焊缝应位于试样中部,抗拉强度应不小于表 7 和表 8 的最低要求。

5.3.1.3 高温拉伸试验

根据需方要求,经供需双方协议,并在合同中注明试验温度和验收要求,钢管可进行高温拉伸试验。

表 7 碳钢的力学性能^{a,b,c}

牌 号	下屈服强度 $R_{\text{eL}}/$ MPa		抗拉强度 $R_{\text{m}}/$ MPa		断后伸长率 $A_{50\text{ mm}}/$ %
	钢板厚度/mm				
	≤ 50	$> 50\sim 75$	≤ 50	$> 50\sim 75$	不小于
	不小于				
Q205HD	205	—	380~515	—	27
Q230HD	230		415~550		21
Q250HD	250		400~550		21
Q275HD	275		485~620		21
Q345HD1	345		≥ 450		19
Q420HD	420		585~705		20
^a 当屈服不明显时,可测量 $R_{\text{p}0.2}$ 或 $R_{\text{t}0.5}$ 代替下屈服强度。 ^b 拉伸试验取横向试样。 ^c 对于厚度不大于 20 mm 的钢板,取全厚度的矩形试样,试样宽度为 40 mm 或 12.5 mm;对于厚度大于 20 mm 且不大于 100 mm 的钢板,当试验机能力满足要求时,取全厚度的矩形试样,试样宽度为 40 mm;当试验机能力不满足要求时,取标距为 50 mm 的圆试样,直径为 12.5 mm,试样的轴线应位于钢板厚度的 1/4 处。					

表 8 合金钢的力学性能

牌 号	下屈服强度 ^a $R_{el.}/$ MPa 不小于		抗拉强度 $R_m/$ MPa	断后伸长率 $A_{50\text{ mm}}/$ % 不小于	布氏硬度 HBW 不大于
	$S\leq 16\text{ mm}$	$S> 16\text{ mm}$			
11CrMo	275		450～585	22	201
11Cr1Mo	310		515～690	22	201
10Cr2Mo	310		515～690	18	201
10Cr3Mo	310		515～690	18	201
^a 当屈服不明显时,可测量 $R_{p0.2}$ 或 $R_{t0.5}$ 代替下屈服强度。					

5.3.2 弯曲试验

5.3.2.1 导向弯曲试验

壁厚小于 10 mm 的埋弧焊钢管应分别取 1 个面弯试样和背弯试样进行导向弯曲试验。试样应从钢管上垂直焊缝截取,焊缝位于试样的中间,试样上不允许有补焊焊缝,焊缝余高应去除。试样宽度为 38 mm。试样在弯模内弯曲 180°,弯芯直径见表 9。试验后,应符合如下规定:

- 试样不允许完全断裂;
- 试样上焊缝金属中不允许出现长度超过 3.0 mm 的裂纹或破裂,不考虑深度;
- 母材、热影响区或溶合线上不允许出现长度超过 3.0 mm 的裂纹或深度超过壁厚 10% 的裂纹或破裂。

试验过程中,出现在试样边缘且长度小于 6.4 mm 的裂纹,不应作为拒收的依据。

5.3.2.2 侧弯试验

壁厚不小于 10 mm 的埋弧焊钢管应取 2 个试样进行侧弯试验。试样应从钢管上垂直焊缝截取,焊缝位于试样的中间,试样上不允许有补焊焊缝,焊缝余高应去除。试样宽度为 10 mm,对于厚度超过 38 mm 的试样,可将试样切割成大致相等的多个板条,其厚度在 20 mm~38 mm 之间,并对每根板条进行试验。试样在弯模内弯曲 180°,弯芯直径应符合表 9 的规定。验收标准应符合 5.3.2.1 的规定。

表 9 导向弯曲试验和侧弯试验的弯芯直径

规定最小抗拉强度/MPa	弯芯直径/mm
< 655	38
≥ 655	50

5.3.3 夏比 V 型缺口冲击试验

5.3.3.1 根据需方要求,经供需双方协商,并在合同中注明,公称壁厚不小于 6 mm 的钢管可进行母材室温横向夏比 V 型缺口冲击试验,对焊缝金属和热影响区(HAZ)金属各进行一次试验,取样时不允许压平。验收要求为 3 个标准试样平均冲击吸收能量不小于 20 J,单个标准试样冲击吸收能量不小于

16 J。

5.3.3.2 允许使用厚度为 5.0 mm 或 7.5 mm 的小尺寸试样,其试验结果应分别不小于规定值的 50% 或 75%。应尽可能取较大尺寸的冲击试样。

5.3.3.3 淬火加回火热处理的钢管,其冲击试样纵向轴线应距内表面或外表面不小于 1/4 公称壁厚,距管端至少一个公称壁厚。

5.3.4 硬度试验

合金钢钢管的两端应进行母材金属、焊缝和热影响区硬度测试,母材硬度值应符合表 8 的要求,焊缝和热影响区硬度试验结果供参考。

5.4 金相检验

根据需方要求,经供需双方协商,并在合同中注明,制造商应提供一张取样钢管 100×放大的焊缝或母材的显微组织照片。需方应在订货单中指出试验的数量和位置,试验结果供参考。

5.5 液压试验

5.5.1 钢管应逐根进行液压试验。试验压力按公式(2)计算,最大试验压力为 19 MPa,稳压时间应不少于 5 s。在试验压力下,钢管不允许出现渗漏现象。

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

式中:

P —— 试验压力,单位为兆帕(MPa);

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);

R —— 允许应力,单位为兆帕(MPa),按表 7 或表 8 规定屈服强度(R_{eL} 或 $R_{p0.2}$)最小值的 60% 计算。

5.5.2 当液压试验压力值小于 7 MPa,压力值应圆整到最接近的 0.5 MPa;当液压试验压力值不小于 7 MPa,压力值应圆整到最接近的 1 MPa。根据需方要求,经供需双方协商,并在合同中注明,可按其他规定试验压力和稳压时间进行试验。

5.5.3 液压试验的水质要求由供需双方协商确定并在合同中注明。

5.6 无损检测

5.6.1 射线检测

钢管的每条焊缝应按 JB/T 4730.2 中 AB 级的要求进行全长射线检测,验收级别为 II 级。射线检测可以在热处理之前进行。射线检测采用胶片或灵敏度符合要求的其他成像介质。

5.6.2 磁粉检测或液体渗透检测

5.6.2.1 对接焊端部的坡口面应全部进行磁粉检测或液体渗透检测。当采用磁粉检测时,验收等级应符合 JB/T 4730.4 中 I 级的规定。

5.6.2.2 根据需方要求,经供需双方协议,并在合同中注明,钢管所有其他可测区域的表面和焊缝可进行磁粉检测或液体渗透检测,验收级别由供需双方协商确定。

注:“可测区域”的定义:全部外表面,公称外径不小于 600 mm 钢管的全部内表面和公称外径小于 600 mm 钢管的距管端 1 倍公称外径距离内的内表面。

5.6.3 超声检测

钢板应按 SY/T 6423.3 采用直探头进行 100% 全板面的超声波扫查,验收等级应符合 SY/T 6423.3 中 U2 的规定。

5.7 外观质量

5.7.1 表面质量

钢管的内外表面应光滑,不允许有折叠、裂纹、重皮、分层、电弧烧伤和尖底缺欠(如划伤),这些缺陷和尖底缺欠应完全清除,返修处的剩余壁厚应不小于规定的最小壁厚。不超过规定最小壁厚的其他缺欠允许存在。

5.7.2 焊缝余高

超过钢管原始表面轮廓的内、外焊缝余高应不大于 3.0 mm,焊缝余高应与母材表面平滑过渡,余高超高部分允许修磨。

5.7.3 错边

当壁厚不大于 12.5 mm 时,焊缝处钢带边缘的径向错边应不大于 1.6 mm;当壁厚大于 12.5 mm 时,焊缝处钢带边缘的径向错边应不大于钢管壁厚的 0.125 倍。

5.7.4 咬边

深度不大于 0.4 mm 的咬边允许存在。深度大于 0.4 mm 且不大于 0.8 mm 的咬边允许修磨去除,修磨后的区域与钢管原始轮廓应平缓过渡。超过上述规定的咬边应判为缺陷,应按 5.8.1 条的规定进行补焊处理,或将含有缺陷管段切除。

5.8 缺陷的处理

5.8.1 焊缝缺陷的补焊应符合如下规定:

- 应采用适当的机加工、热切割或气刨方法去除缺陷,清理好的凹坑应按照 5.6.2 的要求进行检验和验收;
- 补焊焊缝最短长度应不小于 50 mm,每根钢管的修补应不超过 3 处,在距离管端 200 mm 内不允许补焊;
- 补焊后表面应与周围母材圆滑过渡,并按 5.6.1 和 5.6.2 进行检验和验收;
- 钢管修补后应进行整支钢管热处理(当钢管规定热处理时)和液压试验。

5.8.2 母材缺陷的补焊应符合如下规定:

- 母材缺陷的补焊只有取得需方同意后才允许进行;
- 需方同意母材可以补焊后,制造厂可对母材上的缺陷以补焊的方式进行返修,但缺陷深度应不超过公称壁厚的 1/3;
- 补焊焊缝最短长度应不小于 50 mm,每根钢管的修补应不超过 3 处,在距离管端 200 mm 内不允许补焊;
- 补焊后表面应与周围母材圆滑过渡,并按 5.6.1 和 5.6.2 进行检验;
- 钢管修补后应进行整支钢管热处理(当钢管规定热处理时)和液压试验。

6 试验方法

6.1 钢管的化学成分测定(熔炼分析和产品分析)所用试验方法应符合 GB/T 223.3、GB/T 223.5、GB/T 223.10、GB/T 223.11、GB/T 223.12、GB/T 223.14、GB/T 223.16、GB/T 223.18、GB/T 223.19、GB/T 223.23、GB/T 223.24、GB/T 223.27、GB/T 223.28、GB/T 223.36、GB/T 223.37、GB/T 223.40、GB/T 223.53、GB/T 223.54、GB/T 223.58、GB/T 223.59、GB/T 223.60、GB/T 223.61、GB/T 223.62、GB/T 223.63、GB/T 223.64、GB/T 223.67、GB/T 223.68、GB/T 223.69、GB/T 223.71、GB/T 223.72、GB/T 4336、GB/T 20123、GB/T 20124、GB/T 20125 的规定。

6.2 钢管的尺寸和外形应采用符合精度要求的量具逐根测量。

6.3 钢管的内外表面应在充分照明条件下逐根目视检查。

6.4 钢管其他检验项目的取样方法和试验方法应符合表 10 的规定。

表 10 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	检验要求 ^a
1	熔炼分析		每炉取 1 个试样	GB/T 20066	6.1	M
2	成品分析	管体	每炉取 1 个试样	GB/T 20066		M
		焊缝	每 60 m 焊缝取 1 个试样	GB/T 20066		
3	横向拉伸试验		每批取 1 个试样	GB/T 2975	GB/T 228.1	M
4	焊缝接头拉伸试验		每批取 1 个试样	GB/T 2975		M
5	导向弯曲试验		每批取 2 个试样	GB/T 2975	GB/T 232	M
6	侧弯试验		每批取 2 个试样	GB/T 2975	GB/T 232	M
7	夏比 V 型缺口冲击试验		每批取 3 组共 9 个试样	GB/T 2975	GB/T 229	O
8	焊接接头冲击试验		每批取 3 组共 9 个试样	GB/T 2975	GB/T 2650	O
9	硬度试验		每批取 1 个试样	GB/T 231.1	GB/T 231.1	M
10	金相检验		每批取 1 个试样	GB/T 13299	GB/T 13299	O
11	高温拉伸		协议	GB/T 2975	GB/T 228.2	O
12	液压试验		逐根	—	GB/T 241	M
13	射线检测		逐根	—	JB/T 4730.2	M
14	磁粉检测 ^b		逐根	—	JB/T 4730.4	M
				—		O
15	液体渗透检测 ^b		逐根	—	JB/T 4730.5	M
				—		O
16	钢板超声检测		逐张	—	SY/T 6423.3	M
^a M——必选项,O——协议项。						
^b 端部坡口的磁粉检测或液体渗透检测由制造厂选择其中一项。						

7 检验规则

7.1 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。

7.2 组批规则

钢管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(炉次)的钢管组成。每批钢管的数量应不超过 60 m。

7.3 取样数量

每批钢管各项检验的取样数量应符合表 10 的规定。

7.4 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。

8 包装、标志和质量证明书

8.1 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、塑料布、麻袋布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。

8.2 钢管的标志应符合 GB/T 2102 的规定。

8.3 制造厂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) 钢板或钢带的制造方法报告;
- c) 热处理记录及报告;
- d) 力学和工艺性能试验报告;
- e) 表面质量目视检查报告;
- f) 无损检测报告;
- g) 液压试验报告;
- h) 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。
-