



中华人民共和国国家标准

GB/T 28413—2012

锅炉和热交换器用焊接钢管

Welded carbon steel tubes for boilers and heat exchangers

2012-06-29 发布

2013-03-01 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

前 言

本标准按 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准参照 EN 10217-1:2002《压力用焊接钢管 交货技术条件 第 1 部分:规定室温性能的非合金钢管》、EN 10217-2:2002《压力用焊接钢管 交货技术条件 第 2 部分:规定高温性能的电焊非合金和合金钢管》、JIS G 3461—2005《锅炉及热交换器用碳素钢钢管》编制。

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:番禺珠江钢管有限公司、唐山建龙实业有限公司、江苏通宇钢管集团有限公司、浙江金洲管道工业有限公司。

本标准主要起草人:王利树、黎剑峰、郭述娜、张洪希、方晓东、沈淦荣、张志刚、张秀侠、陶恒朝、杨伟芳、冯钊棠、闫哲斌。

锅炉和热交换器用焊接钢管

1 范围

本标准规定了锅炉和热交换器用焊接钢管的订货内容、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。

本标准适用于热交换器和中低压锅炉用焊接钢管,不适用于不锈钢焊接钢管。

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 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 223.9 钢铁及合金 铝含量的测定 铬天青 S 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 223.14 钢铁及合金化学分析方法 钽试剂萃取光度法测定钒量

GB/T 223.17 钢铁及合金化学分析方法 二安替吡啉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 223.60 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 223.76 钢铁及合金化学分析方法 火焰原子吸收光谱法测定钒量

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 699 优质碳素结构钢

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 2975 钢及钢产品 力学性能试验取样位置及试样制备

GB/T 4336 碳素钢及中低合金钢火花源原子发射光谱分析方法(常规法)

- GB/T 4338 金属材料高温拉伸试验方法
- GB/T 7735 钢管涡流探伤检验方法
- GB/T 13298 金属显微组织检验方法
- 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 21835 焊接钢管尺寸及单位长度重量
- JB 4708 钢制压力容器焊接工艺评定
- JB/T 4709 钢制压力容器焊接工艺规程
- JB/T 4730.2 承压设备无损检测 第2部分:射线检测
- SY/T 5992 输送钢管静水压爆破试验方法
- SY/T 6423.2 石油天然气工业承压钢管无损检测方法 高频焊和感应焊钢管焊缝纵向缺欠的超声波检测
- SY/T 6423.3 石油天然气工业承压钢管无损检测方法 埋弧焊钢管焊缝纵向和/或横向缺欠的超声波检测

3 订货内容

按本标准订购钢管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) 订购的数量(总重量、总长度或支数);
- e) 尺寸规格(外径 $\times$ 壁厚,单位为毫米);
- f) 长度(单位为毫米);
- g) 制造工艺;
- h) 交货状态;
- i) 特殊要求。

4 尺寸、外形和重量

4.1 外径和壁厚

钢管的外径(D)和壁厚(S)应符合 GB/T 21835 的规定。根据需方要求,并经供需双方协商,可供应 GB/T 21835 规定以外规格的钢管。

附录 A 列出了锅炉和热交换器用钢管的常用外径和壁厚,供选用参考。

4.2 外径和壁厚的允许偏差

钢管外径和壁厚的允许偏差应符合表 1 的规定。

表 1 外径和壁厚的允许偏差

单位为毫米

钢管尺寸		允许偏差
外径(D)	≤ 25	± 0.10
	$> 25 \sim \leq 38$	± 0.15
	$> 38 \sim \leq 50$	± 0.20
	$> 50 \sim \leq 60.3$	± 0.25
	$> 60.3 \sim \leq 219.1$	$\pm 0.5\% D$
	> 219.1	$\pm 0.75\% D$ 或 ± 4.0 , 取其中的较小值
壁厚(S)	≤ 3.0	± 0.20
	> 3.0	$\pm 7.5\% S$ 或 ± 2.0 , 取其中的较小值

4.3 长度

4.3.1 通常长度

钢管的通常长度应为 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 的钢管。

4.3.2 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,定尺长度允许偏差应符合表 2 的规定。

表 2 定尺长度的允许偏差

单位为毫米

定尺长度(L)	定尺长度允许偏差			
	外径 $D \leq 60.3$	$60.3 < \text{外径 } D \leq 159$	$159 < \text{外径 } D \leq 406.4$	外径 $D > 406.4$
$L \leq 6\,000$	$\begin{smallmatrix} +4 \\ 0 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} +10 \\ 0 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} +25 \\ 0 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} +25 \\ 0 \end{smallmatrix}$
$6\,000 < L \leq 12\,000$	$\begin{smallmatrix} +6 \\ 0 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} +15 \\ 0 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} +25 \\ 0 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} +50 \\ 0 \end{smallmatrix}$
$L > 12\,000$	供需双方协商确定			

4.3.3 倍尺长度

根据需方要求,并在合同中注明,钢管可按倍尺长度交货。钢管的倍尺总长度应在通常长度范围内,全长允许偏差为 $\begin{smallmatrix} +50 \\ 0 \end{smallmatrix}$ mm,每个倍尺长度应按下列规定留出切口余量:

- 外径小于 406.4 mm 时, $\begin{smallmatrix} +15 \\ +5 \end{smallmatrix}$ mm;
- 外径不小于 406.4 mm 时, $\begin{smallmatrix} +25 \\ +15 \end{smallmatrix}$ mm。

4.4 弯曲度

4.4.1 钢管的每米弯曲度应符合表 3 的要求。

表 3 每米弯曲度最大值

外径(D)/mm	每米弯曲度/(mm/m)
$D \leq 114.3$	1.5
$114.3 < D \leq 406.4$	2.0
$D > 406.4$	3.0

4.4.2 钢管的全长弯曲度应不大于钢管总长度的 0.15%。

4.5 不圆度

4.5.1 钢管的不圆度(O)应不大于 1.5%，且最大外径和最小外径之差应不大于 15 mm。当 $D/S \geq 100$ 时，钢管的不圆度由供需双方协商确定。

4.5.2 不圆度按式(1)计算：

$$O = \frac{2(D_{\max} - D_{\min})}{D_{\max} + D_{\min}} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

式中：

O —— 不圆度，%；
D_{max}, D_{min} —— 实测钢管同一横截面的外径最大值、最小值，单位为毫米(mm)。

4.6 端头外形

4.6.1 钢管两端端面应与钢管轴线垂直切割，切口毛刺应予清除。钢管端部的切斜(见图 1)应符合如下规定：

- a) 外径不大于 300 mm 时，切斜值应不超过 1.6 mm；
- b) 外径大于 300 mm 时，切斜值应不超过 2.4 mm。

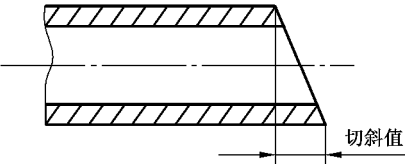


图 1 钢管切斜示意图

4.6.2 端头坡口

钢管两端端面应为平头(不加工坡口)。根据需方要求，钢管两端端面可加工坡口，坡口尺寸应在合同中注明。

4.7 交货重量

4.7.1 钢管按实际重量交货，也可按理论重量交货。钢管的理论重量按式(2)计算：

$$W = 0.024\,661\,5(D - S)S \dots\dots\dots (2)$$

式中：

W —— 单位长度重量，单位为千克每米(kg/m)；
D —— 钢管外径，单位为毫米(mm)；
S —— 钢管壁厚，单位为毫米(mm)。

4.7.2 单支钢管的实际重量与理论重量的偏差应不超过±5%。

5 技术要求

5.1 钢的牌号和化学成分

钢的牌号和化学成分(熔炼分析)应符合表 4 的规定。根据需方要求,经供需双方协商,可供应表 4 规定以外牌号的钢管。

表 4 钢的牌号和化学成分

牌号	化学成分(质量分数)/%									
	C ^a	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	Nb	其他
10	0.07~ 0.13	0.17~ 0.37	0.35~ 0.65	≤0.035	≤0.035	≤0.15	≤0.30	—	—	^b
20	0.17~ 0.23	0.17~ 0.37	0.35~ 0.65	≤0.035	≤0.035	≤0.25	≤0.30	—	—	^b
Q245R	≤0.20	≤0.35	0.50~ 1.00	≤0.025	≤0.015	—	—	—	—	^c
Q345R	≤0.20	≤0.55	1.20~ 1.60	≤0.025	≤0.015	—	—	—	—	^c
Q370R	≤0.18	≤0.55	1.20~ 1.60	≤0.025	≤0.015	—	—	—	0.015~ 0.050	—
18MnMoNbR	≤0.22	0.15~ 0.50	1.20~ 1.60	≤0.020	≤0.010	—	—	0.45~ 0.65	0.025~ 0.050	—
13MnNiMoR	≤0.15	0.15~ 0.50	1.20~ 1.60	≤0.020	≤0.010	0.20~ 0.40	0.60~ 1.00	0.20~ 0.40	0.005~ 0.020	—
15CrMoR	0.12~ 0.18	0.15~ 0.40	0.40~ 0.70	≤0.025	≤0.010	0.80~ 1.20	—	0.45~ 0.60	—	—
14Cr1MoR	0.05~ 0.17	0.50~ 0.80	0.40~ 0.65	≤0.020	≤0.010	1.15~ 1.50	—	0.45~ 0.65	—	—
12Cr2Mo1R	0.08~ 0.15	≤0.50	0.30~ 0.60	≤0.020	≤0.010	2.00~ 2.50	—	0.90~ 1.10	—	—
12Cr1MoVR	0.08~ 0.15	0.15~ 0.40	0.40~ 0.70	≤0.025	≤0.010	0.90~ 1.20	0.25~ 0.35	0.25~ 0.35	—	^d
^a 除 10、20 钢以外,经供需双方协商,并在合同中注明,其他牌号 C 含量下限可不作要求。 ^b Cu≤0.25。 ^c Al _t ≥0.020,如钢中加入 Nb、Ti、V 等元素,Al _t 含量的下限不适用。 ^d V:0.15~0.30。										

5.2 制造方法

5.2.1 原材料

钢应为氧气转炉或电炉冶炼的镇静钢,钢板或钢带的制造方法及力学性能应符合 GB/T 699 或 GB 713 的规定。

5.2.2 钢管的制造方法

钢管应采用高频焊(HFW)或电熔焊(EFW)直缝焊接方法制造,焊缝应采用全焊透类型。

注:电熔焊是指通过电弧加热,并且使用填充材料,使被焊金属达到原子间结合而形成永久性接头的焊接工艺,主要包括埋弧焊(SAW)、焊条电弧焊(SMAW)、熔化极气体保护焊(GMAW 和 FCAW)、电渣焊(ESW)、带填充金属钨极气体保护焊(GTAW)以及它们之间的工艺组合。

5.3 交货状态

钢管的交货状态应符合表 5 的规定。

表 5 钢管的交货状态

牌号	钢管		热处理制度 ^a
	钢管类型	壁厚 mm	
10、20、Q245R、 Q345R、Q370R	电熔焊	≤19	焊态
		>19	整管退火处理 ^c ,保温温度:590℃~650℃,每毫米壁厚最少保温时间为 2.4 min,且不少于 1 h,加热和冷却速度不大于 335℃/h
	高频焊 ^b	≤19	焊缝在线正火处理
		>19	整管退火处理,保温温度:590℃~650℃,每毫米壁厚最少保温时间为 2.4 min,且不少于 1 h,加热和冷却速度不大于 335℃/h
18MnMoNbR、 13MnNiMoR	电熔焊		整管退火处理 ^c ,保温温度:590℃~720℃,每毫米壁厚最少保温时间为 2.4 min,且不少于 1 h,加热和冷却速度不大于 335℃/h
15CrMoR、 14Cr1MoR、 12Cr2Mo1R	电熔焊		整管退火处理 ^c ,保温温度:700℃~750℃,每毫米壁厚最少保温时间为 2.4 min,且不少于 2 h,加热和冷却速度不大于 335℃/h
12Cr1MoVR	电熔焊		整管退火处理 ^c ,保温温度:700℃~760℃,每毫米壁厚最少保温时间为 2.4 min,且不少于 2 h,加热和冷却速度不大于 335℃/h
^a 经供需双方协商,可采用其他热处理工艺。 ^b 对于采用热张力减径工艺制造的高频焊管,可按轧制状态交货。 ^c 经供需双方协商,可只对焊缝局部进行退火处理,但焊缝两侧加热宽度均应不低于 3 倍壁厚。			

5.4 力学性能

5.4.1 拉伸试验

5.4.1.1 钢管的室温拉伸力学性能应符合表 6 的规定。

母材拉伸试验应测定屈服强度、抗拉强度和断后伸长率,焊缝拉伸试验应测定抗拉强度。外径不大于 60.3 mm 的钢管全截面拉伸试验时,断后伸长率仅作参考,不做交货条件。

外径不小于 219.1 mm 的钢管,应进行焊缝拉伸试验,焊缝拉伸试验测定的抗拉强度应不低于母材的抗拉强度下限规定值。

5.4.1.2 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 7 的规定。

5.4.1.3 外径不大于 219.1 mm 钢管的母材拉伸试样沿钢管纵向切取,取样位置与焊缝成 90°;其中,外径不大于 60.3 mm 钢管可采用全截面拉伸试样。

外径大于 219.1 mm 的钢管的母材拉伸试样可在钢管展平后横向切取,取样位置与焊缝成 180°。

焊接接头拉伸试样应在钢管上垂直于焊缝截取,且焊缝应位于试样的中间。试样应去除焊缝余高。

表 6 钢管的力学性能

牌号	下屈服强度 R_{eL} / MPa			抗拉强度 R_m / MPa			断后伸长率 A/ %	冲击吸收能量 KV_2 / J	
	壁厚/mm			壁厚/mm				试验温度/ ℃	三个试样 平均值 ^a
	≤16	>16~ ≤36	>36~ ≤60	≤16	>16~≤36	>36~≤60			
10	≥205			335~475			≥28	0	≥31
20	≥245			410~550			≥24		
Q245R	≥245	≥235	≥225	400~520			≥25	0	≥31
Q345R	≥345	≥325	≥315	510~640	500~630	490~620	≥21	0	≥34
Q370R	≥370	≥360	≥340	530~630		520~620	≥20	—20	≥34
18MnMoNbR	—	—	≥400	—		570~720	≥17	0	≥41
13MnNiMoR	—	—	≥390	—		570~720	≥18	0	≥41
15CrMoR	≥295			450~590			≥19	20	≥31
14Cr1MoR	≥310			520~680			≥19	20	≥34
12Cr2Mo1R	≥310			520~680			≥19	20	≥34
12Cr1MoVR	≥245			440~590			≥19	20	≥34
^a 允许其中有 1 个试样的值(单个值)低于规定值,但应不低于规定值的 70%。									

表 7 钢管的高温力学性能

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						
10	—	165	145	122	111	109	107	—
20	—	188	170	149	137	134	132	—
Q245R	>20~36	186	167	153	139	129	121	—
	>36~60	178	161	147	133	123	116	—
Q345R	>20~36	255	235	215	200	190	180	—
	>36~60	240	220	200	185	175	165	—
Q370R	>20~36	290	275	260	245	230	—	—
	>36~60	280	270	255	240	225	—	—
18MnMoNbR	30~60	360	355	350	340	310	275	—
13MnNiMoR	30~60	355	350	345	335	305	—	—
15CrMoR	>20~60	240	225	210	200	189	179	174
14Cr1MoR	>20~60	255	245	230	220	210	195	176
12Cr2Mo1R	>20~60	260	255	250	245	240	230	215
12Cr1MoVR	>20~60	200	190	176	167	157	150	142

5.4.2 冲击试验

5.4.2.1 钢管应进行夏比 V 型缺口冲击试验,试验结果应符合表 6 的规定。表 6 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。

5.4.2.2 外径小于 219.1 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 219.1 mm 的钢管,冲击试验应沿钢管横向取样。

5.4.2.3 试样加工不允许压平。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;如无法截取宽度为 5 mm 的试样,可不进行冲击试验。

5.4.2.4 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 8 中的递减系数。

表 8 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	1.0
小试样	10×7.5	0.75
小试样	10×5	0.50

5.5 工艺性能

5.5.1 弯曲试验

外径不大于 22 mm 的钢管应进行弯曲试验。试验时,试样应不带填充物,弯芯半径为钢管外径的 6 倍,弯曲角度为 90°,焊缝应位于弯曲方向的外侧面。试验后,试样上不允许出现裂缝或裂口。

5.5.2 压扁试验

外径大于 22 mm 的高频焊钢管应进行压扁试验。压扁试验时,焊缝应位于与施力方向成 90°的位置,试样应压至两平板间距为 H , H 按式(3)计算。

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

式中:

S —— 钢管壁厚,单位为毫米(mm);

D —— 钢管外径,单位为毫米(mm);

α —— 单位长度变形系数。10 钢为 0.09,20 钢、15CrMoR、14Cr1MoR、12Cr2Mo1R、12Cr1MoV 钢为 0.07,Q245R、Q345R、Q370R 钢为 0.06。

压扁试验后,试样上不允许出现裂缝和裂口。

5.5.3 焊缝导向弯曲试验

电熔焊钢管应进行焊缝正面导向弯曲试验,对于不能进行导向弯曲试验的电熔焊钢管,应采用压扁试验代替。

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°,弯芯直径为钢管壁厚的 8 倍。试验后,应符合如下规定:

- a) 试样不允许完全断裂;
- b) 试样上焊缝金属中不允许出现长度超过 3.2 mm 的裂缝或破裂,不考虑深度;

- c) 母材、热影响区或熔合线上不允许出现长度超过 3.2 mm 的裂缝或深度超过壁厚 10% 的裂缝或裂口；

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

5.5.4 扩口试验

外径不大于 150 mm,且壁厚不大于 10 mm 的钢管应进行扩口试验。扩口试验的顶芯角度为 60°,扩口后试样外径的扩口率应符合表 9 的规定。试验后,试样上不允许出现裂缝或裂口。

表 9 钢管外径扩口率

牌号	钢管外径扩口率/%		
	内径/外径		
	≤0.6	>0.6~0.8	>0.8
10、20、Q245R、Q345R、Q370R	10	12	17
18MnMoNbR、13MnNiMoR、15CrMoR、14Cr1MoR、12Cr2Mo1R、12Cr1MoVR	8	10	15

5.6 表面质量

5.6.1 表面缺陷

钢管的内外表面应光滑,不允许有目视可见的折叠、裂纹、分层、焊缝咬边、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,清除处剩余壁厚应不低于要求的最小壁厚。

5.6.2 焊缝余高和毛刺

高频焊钢管的焊缝外毛刺应清除至与母材平齐。

根据需方要求,经供需双方协商,并在合同中注明,钢管焊缝的内毛刺可清除,清除后剩余高度应不大于 1.0 mm;当壁厚不大于 4 mm 时,清除内毛刺后刮槽深度应不大于 0.2 mm;当壁厚大于 4 mm 时,刮槽深度应不大于 0.3 mm。

电熔焊钢管的内外焊缝应不低于母材,且内外焊缝余高应不大于 3.2 mm。

5.6.3 错边和棱角度

对高频焊管,焊缝处钢带边缘的径向错边不允许使两侧的剩余厚度小于钢管壁厚的 90%,且错边加残留毛刺高度应不超过 1.0 mm。对电熔焊钢管,壁厚不大于 12 mm 钢管径向错边不得大于公称壁厚的 0.25 倍,且不大于 1.6 mm;壁厚大于 12 mm 钢管径向错边不大于公称壁厚的 1/8 倍,且不大于 3 mm。

钢管的棱角度用弦长等于 1/6 内径,且不小于 300 mm 的内样板或外样板检查,其间隙不得大于 $(\frac{S}{10}+2)$ mm,且不大于 3.2 mm,其中 S 为壁厚。对高频焊管,可不进行样板检查。

5.7 宏观和金相检验

5.7.1 高频焊钢管应采用焊缝横截面金相检验方法证实已对整个热影响区进行热处理,每个班(最长 12 h)应不少于 1 次。当牌号、外径或壁厚发生变化时或热处理条件明显偏离时,也应进行金相检验,金

相试样应为焊缝全截面试样。

5.7.2 电熔焊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证实,供方应从每批钢管中截取一个焊缝横断面试样进行低倍形貌检查。

5.8 无损检测

5.8.1 总则

电熔焊焊缝应采用 100%射线检测和 100%超声波检测。

修补焊缝应采用射线检测和超声波检测,其射线检测应采用 X 射线拍片检测或 X 射线工业电视静态检测。

高频焊焊缝应采用 100%超声波检测,对于外径不大于 140 mm 的高频焊钢管可采用涡流检测代替超声波检测。

5.8.2 射线检测

X 射线拍片检测应按 JB/T 4730.2 中 AB 级检测,验收级别为 II 级。

X 射线工业电视检测的动态检测灵敏度应不大于 4%,静态检测灵敏度应不大于 2%。X 射线工业电视检测的验收级别应为 JB/T 4730.2 规定的 II 级。

应保存 X 射线检测底片、X 射线工业电视静态采片电子记录、射线检测报告。

5.8.3 超声波检测

电熔焊焊缝纵向及横向缺陷的超声波检测应符合 SY/T 6423.3 中验收级别为 L2 的规定。

高频焊焊缝纵向缺陷的超声波检测应符合 SY/T 6423.2 中验收级别 L3 的规定。

5.8.4 涡流检测

涡流检测应符合 GB/T 7735 中验收级别 A 的规定。

5.9 液压试验

钢管应逐根进行液压试验。试验压力 P 按式(4)计算(精确到 0.1 MPa),且最大试验压力为 20 MPa。

$$P = \frac{2RS}{D} \dots\dots\dots (4)$$

式中:

P —— 液压试验压力,单位为兆帕(MPa);

R —— 许用应力,单位为兆帕(MPa),其数值为表 6 规定下屈服强度 R_{eL} 的 80%;

S —— 钢管壁厚,单位为毫米(mm);

D —— 钢管外径,单位为毫米(mm)。

在试验压力下,对于外径不大于 457 mm 的钢管,稳压时间应不少于 5 s;对于外径大于 457 mm 的钢管,稳压时间应不少于 10 s。在试验的整个稳压过程中,钢管不允许出现渗漏或变形现象。

5.10 爆破试验

根据需方要求,经供需双方协商,并在合同中注明,制造厂可采用水介质进行爆破试验。试验时应控制升压速度和采取必要的安全措施。

5.11 缺陷的处理

高频焊钢管的焊缝和母材的缺陷不允许焊接修补。

电熔焊钢管的母材缺陷不允许焊接修补,焊缝可进行焊接修补。缺陷的处理方法应符合附录 B 的规定。

6 试验方法

6.1 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。钢管的外径测量应距管端至少 50 mm。

6.2 钢管的内外表面应逐根目视检查或仪器检查。

6.3 钢管其他检验项目的取样数量、取样方法及试验方法应符合表 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
1	化学成分	每炉取 1 个试样	GB/T 20066	GB/T 223 GB/T 20123 GB/T 20124 GB/T 4336
2	室温拉伸试验	每批在 1 根钢管上取 1 个母材拉伸试样和 1 个焊缝拉伸试样	GB/T 2975	GB/T 228.1
3	高温拉伸试验	每批在 1 根钢管上取 1 个母材拉伸试样	GB/T 2975	GB/T 4338
4	冲击试验	每批在 1 根钢管上焊缝、热影响区和母材处各取一组 3 个试样	GB/T 2975	GB/T 229
5	弯曲试验	每批在两根钢管上各取 1 个试样	GB/T 244	GB/T 244
6	压扁试验	每批在两根钢管上各取 2 个试样	GB/T 244	GB/T 246
7	扩口试验	每批在两根钢管上各取 1 个试样	GB/T 244	GB/T 242
8	焊缝导向弯曲试验	每批在 1 根钢管上取 1 个试样	GB/T 232 中 5.5.3	GB/T 232
9	宏观和金相检验	每批在两根钢管上各取 1 个试样	GB/T 13298 中 5.7	GB/T 13298
10	射线检测	逐根	—	JB/T 4730.2
11	超声波检测	逐根	—	SY/T 6423.2 SY/T 6423.3
12	涡流检测	逐根	—	GB/T 7735
13	液压试验	逐根	—	GB/T 241
14	爆破试验	供需双方协商确定	—	SY/T 5992

7 检验规则

7.1 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。

7.2 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(如适用)的钢管组成。每批钢管的数量应不超过以下规定：

- a) 外径不大于 60.3 mm, 300 根；
- b) 外径大于 60.3 mm 但不大于 114.3 mm, 200 根；
- c) 外径大于 114.3 mm 但不大于 406.4 mm, 100 根；
- d) 外径大于 406.4 mm, 50 根。

7.3 取样数量

每批钢管各项试验的取样数量应符合表 10 的规定。

7.4 复验和判定规则

钢管的复验和判定规则应符合 GB/T 2102 的规定。

8 包装、标志和质量证明书

钢管的标志和质量证明书应包括钢管类型, 钢管标志和质量证明书的其余要求应符合 GB/T 2102 的规定。

钢管的包装应符合 GB/T 2102 的规定。

附 录 A
(资料性附录)
常用外径和壁厚

A.1 钢管的常用外径和壁厚见表 A.1。

表 A.1 钢管常用外径和壁厚

单位为毫米

外径系列 ^a			壁厚(S)												
1	2	3	1.4	1.6	1.8	2	2.3	2.6	2.9	3.2	3.6	4	4.5	5	5.5
10.2															
	12														
	12.7														
13.5															
		14													
	16														
17.2															
		18													
	19														
	20														
21.3															
		22													
	25														
		25.4													
26.9															
		30													
	31.8														
	32														
33.7															
		35													
	38														
	40														
42.4															
		44.5													
48.3															
	51														
		54													
	57														
60.3															
	63.5														
	70														

表 A.1 (续)

单位为毫米

外径系列 ^a			壁厚(S)												
1	2	3	1.4	1.6	1.8	2	2.3	2.6	2.9	3.2	3.6	4	4.5	5	5.5
		73													
76.1															
		82.5													
88.9															
	101.6														
		108													
114.3															
	127														
	133														
139.7															
		141.3													
		152.4													
		159													
168.3															
		177.8													
		193.7													
219.1															
		244.5													
273															
323.9															
355.6															
406.4															
457															
508															
		559													
610															
		660													
711															
	762														
813															
		864													
914															
1 016															
1067															
1 118															
	1 168														
1 219															
	1 321														
1 422															

表 A.1 (续)

单位为毫米

外径系列 ^a			壁厚(S)																	
1	2	3	6.3	7.1	8	8.8	10	11	13	14	16	18	20	22	25	28	30	32	36	40
		30																		
	31.8																			
	32																			
33.7																				
		35																		
	38																			
	40																			
42.4																				
		44.5																		
48.3																				
	51																			
		54																		
	57																			
60.3																				
	63.5																			
	70																			
		73																		
76.1																				
		82.5																		
88.9																				
	101.6																			
		108																		
114.3																				
	127																			
	133																			
139.7																				
		141.3																		
		152.4																		
		159																		
168.3																				
		177.8																		
		193.7																		
219.1																				
		244.5																		
273																				

表 A.1 (续)

单位为毫米

外径系列 ^a			壁厚(S)																	
1	2	3	6.3	7.1	8	8.8	10	11	13	14	16	18	20	22	25	28	30	32	36	40
313.9																				
355.6																				
406.4																				
457																				
508																				
		559																		
610																				
		660																		
711																				
	762																			
813																				
		864																		
914																				
1 016																				
1 067																				
1 118																				
	1 168																			
1 219																				
	1 321																			
1 422																				
^a 系列 1 为用于管道系统的所有附件都要标准化的尺寸；系列 2 为用于不是所有附件都要标准化的尺寸；系列 3 为用于只存在极少数标准化附件的特殊应用尺寸。																				

附 录 B
(规范性附录)
缺陷的处理方法

B.1 缺陷的处理

带有缺陷的钢管应按照下列方法之一进行处理:

- a) 如剩余壁厚在规定范围内,采用修磨法去除缺陷;
- b) 按 B.2 的要求进行返修补焊;
- c) 在长度要求范围内,将带有缺陷的管段切除;
- d) 整根管拒收。

B.2 缺陷的返修补焊

高频焊钢管不允许返修补焊。

电熔焊钢管母材不允许返修补焊,可对焊缝的缺陷进行返修补焊。返修补焊前应清除缺陷使其符合焊接要求。补焊焊缝的最小长度为 50 mm,每根钢管的补焊应不超过 3 处,在距离管端 200 mm 内不允许返修补焊。返修补焊后应按原无损检测或外观检测方法检测合格。焊缝应修磨,修磨后应与原始轮廓圆滑过渡。

缺陷的返修工艺应按照 JB 4708,JB/T 4709 的规定,评定合格后进行。

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
锅炉和热交换器用焊接钢管
GB/T 28413—2012

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100013)
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址: www.gb168.cn

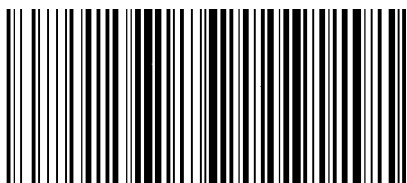
服务热线: 010-68522006

2012年8月第一版

*

书号: 155066 · 1-45373

版权专有 侵权必究



GB/T 28413-2012