

## 前 言

本标准非等效采用日本工业标准 JIS G 3461—1988《锅炉及热交换器用碳素钢管》。

本标准与 JIS G 3461—1988 主要技术差异如下：

1. 产品规格不同。本标准根据需要部分采用了 GB/T 17395—1998《无缝钢管尺寸、外形、重量及允许偏差》表 1 规定的规格尺寸。
2. 本标准采用 JIS G 3461—1988 中第 7 章规定，并补充规定了“钢管表面应无氧化”。
3. 本标准增加对同一截面钢管的不圆度和壁厚不均的协议要求。

本标准由全国钢标准化技术委员会提出并归口。

本标准起草单位：哈尔滨钢管厂。

本标准主要起草人：秦国有、贾和利、王 平、车作文、白淑萍。

# 中华人民共和国黑色冶金行业标准

## 低中压锅炉用电焊钢管

YB 4102—2000

Welded steel tubes for low and medium pressure boiler

### 1 范围

本标准规定了低压和中压锅炉用电焊钢管的尺寸、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。

本标准适用于制造各种结构低压和中压锅炉及机车锅炉用优质碳素结构钢钢管(以下简称钢管)。

### 2 引用标准

下列标准所包含的条文,通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时,所示版本均为有效。所有标准都会被修订,使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB/T 222—1984	钢的化学分析用试样取样法及成品化学成分允许偏差
GB/T 223.5—1997	钢铁及合金化学分析方法 还原型硅钼酸盐光度法测定酸溶硅含量
GB/T 223.12—1991	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 223.19—1989	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—1994	钢铁及合金化学分析方法 丁二酮肟分光光度法测定镍量
GB/T 223.62—1988	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—1988	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 223.69—1997	钢铁及合金化学分析方法 管式炉内燃烧后气体容量法测定碳含量
GB/T 223.72—1991	钢铁及合金化学分析方法 氧化铝色层分离-硫酸钡重量法测定硫量
GB/T 228—1987	金属拉伸试验方法
GB/T 241—1990	金属管液压试验方法
GB/T 242—1997	金属管扩口试验方法
GB/T 244—1997	金属管弯曲试验方法
GB/T 246—1997	金属管压扁试验方法
GB/T 2102—1988	钢管的验收、包装、标志和质量证明书
GB/T 4338—1999	金属材料高温拉伸试验
GB/T 7735—1995	钢管涡流探伤检验方法

### 3 钢管的分类

钢管按加工方法分为电焊钢管(I)和冷拔电焊钢管(II)两类。需要(II)类钢管应在合同中注明。

### 4 尺寸、外形、重量

#### 4.1 外径、壁厚

4.1.1 钢管的外径、壁厚应符合表1的规定。根据需方要求,并经供需双方协议,可供应表1规定以外规格的钢管。

国家冶金工业局 2000-02-17 批准

2000-06-01 实施

## YB 4102—2000

表 1 外径、壁厚及理论重量

公称外径,mm	公称壁厚,mm								
	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	6.0
	理论重量,kg/m								
10	0.314	0.395	0.462						
12	0.388	0.493	0.586						
14		0.592	0.709	0.814					
16		0.691	0.832	0.962					
17		0.740	0.894	1.04					
18		0.789	0.956	1.11					
19		0.838	1.02	1.18					
20		0.888	1.08	1.26					
22		0.986	1.20	1.41	1.60	1.78			
25		1.13	1.39	1.63	1.86	2.07			
30		1.38	1.70	2.00	2.29	2.56			
32			1.82	2.15	2.46	2.76			
35			2.00	2.37	2.72	3.06			
38			2.19	2.59	2.98	3.35			
40			2.31	2.74	3.15	3.55			
42			2.44	2.89	3.32	3.75	4.16	4.56	
45			2.62	3.11	3.58	4.04	4.49	4.93	
48			2.81	3.33	3.84	4.34	4.83	5.30	
51			2.99	3.55	4.10	4.64	5.16	5.67	
57				4.00	4.62	5.23	5.83	6.41	
60				4.22	4.88	5.52	6.16	6.78	
63.5				4.44	5.14	5.82	6.49	7.15	
70				4.96	5.74	6.51	7.27	8.01	9.47
76					6.26	7.10	7.93	8.75	10.36
83					6.86	7.79	8.71	9.62	11.39
89						8.38	9.38	10.36	12.38
102						9.67	10.82	11.96	14.21
108						10.26	11.49	12.70	15.09
114						10.85	12.12	13.44	15.98

4.1.2 外径允许偏差应符合表 2 的规定。壁厚允许偏差应符合表 3 的规定。

表 2 外径允许偏差

mm

外 径	外径允许偏差	
	电焊钢管	冷拔电焊钢管
<25	±0.15	±0.10
≥25~<40	±0.20	±0.15
≥40~<50	±0.25	±0.20
≥50~<60	±0.30	±0.25
≥60~<80	±0.40	±0.30
≥80~<100	+0.40 -0.60	±0.40
≥100~<114	+0.40 -0.80	+0.40 -0.60

表 3 壁厚允许偏差

壁厚,mm	壁厚允许偏差	
	普通级	高级
1.5~3.0	±10%	+0.3 mm 0
>3.0	±10%	+18% 0

根据需方要求,经供需双方协议,合同中注明,可生产表 2 和表 3 规定以外允许偏差的钢管。

## 4.2 长度

### 4.2.1 通常长度

钢管的通常长度为 4 000~12 000 mm。经供需双方协商,可交付长度不短于 3 000 mm 的钢管,但其重量不得超过该批钢管交货重量的 5%。

### 4.2.2 定尺和倍尺长度

定尺和倍尺长度应在通常长度范围内,钢管全长允许偏差应符合表 4 规定。每个倍尺长度应留出 5~10 mm 的切口余量。

表 4 钢管全长允许偏差

mm

类 别		钢管全长允许偏差
外径	长度	
≤50	≤7 000	+6 0
	>7 000	+15 0
>50	≤7 000	+8 0
	>7 000	+15 0

## 4.3 弯曲度

钢管应平直,钢管的每米弯曲度不得大于 1.5 mm。

## 4.4 端头形状

钢管两端与轴线应成直角,并清除切口毛刺。

## 4.5 不圆度和壁厚不均

根据需方要求,钢管的不圆度和壁厚不均由供需双方协议,并在合同中注明。

## 4.6 交货重量

钢管按实际重量交货,经供需双方协议,合同中注明,也可按理论重量交货。钢管按理论重量交货时应符合表 1 规定或按式(1)计算,钢的密度按  $7.85 \text{ kg/dm}^3$ 。

$$W = 0.02466(D - S)S \quad \dots\dots\dots(1)$$

式中:  $W$ ——钢管每米的理论重量,  $\text{kg/m}$ ;

$S$ ——钢管的公称壁厚,  $\text{mm}$ ;

$D$ ——钢管的公称外径,  $\text{mm}$ 。

## 4.7 标记示例

用牌号为 20 号钢制造的外径为 51 mm、壁厚为 3.5 mm 的钢管:

a) 电焊钢管,壁厚为普通精度,长度为 3 000 mm 倍尺

电焊钢管 I—20—51×3.5×3 000 倍—YB 4102—2000

b) 冷拔电焊钢管,壁厚为高级精度,长度为 8 000 mm

冷拔电焊钢管 II—20—51×3.5 高×8 000—YB 4102—2000

## 5 技术要求

## 5.1 牌号及化学成分

钢的牌号及化学成分(熔炼分析)应符合表 5 规定,钢管按熔炼成分验收。钢管化学成分的允许偏差应符合 GB/T 222—1984 中表 1 的规定。

表 5 牌号及化学成分 %

化学成分 牌号	C	Mn	Si	P	S	残余元素		
						Ni	Cr	Cu
10	0.07~0.14	0.35~0.65	0.17~0.37	≤0.035	≤0.035	≤0.25	≤0.15	≤0.25
20	0.17~0.24	0.35~0.65	0.17~0.37	≤0.035	≤0.035	≤0.25	≤0.25	≤0.25

## 5.2 制造方法

5.2.1 钢管采用优质碳素钢钢带,以电焊或焊后冷拔方法制造。

5.2.2 钢管采用无氧化整体热处理炉进行热处理。应符合表 6 的规定。

表 6

牌号	热处理	
	电焊钢管(I)	冷拔电焊钢管(I)
10 20	无氧化正火	1. 无氧化正火; 2. 在冷拔前经过正火处理的钢管可以进行退火处理

注:对冷拔电焊钢管(II),选择其中一种方法

## 5.3 交货状态

钢管以热处理状态交货。

## 5.4 力学性能

5.4.1 钢管交货状态的纵向力学性能应符合表 7 的规定。

5.4.2 用于中压锅炉过热蒸气管用钢管的高温瞬间性能( $\sigma_{p0.2}$ )应符合表 8 的规定。需方在合同中应注明钢管的用途。

根据需方要求,经供需双方协商,并在合同中注明试验温度,供方可提供钢管的实际高温瞬时性能数据。

表 7

牌 号	抗拉强度 $\sigma_b$ MPa	屈服点 $\sigma_s$ MPa	断后伸长率 $\delta_5$ %
10	335~475	$\geq 195$	$\geq 28$
20	410~550	$\geq 245$	$\geq 24$

表 8 在高温下的屈服强度最小值( $\sigma_{p0.2}$ )

牌号	试样状态	温度, °C					
		$\sigma_{p0.2}$ , MPa					
		200	250	300	350	400	450
10	供货状态	165	145	122	111	109	107
20		188	170	149	137	134	132

## 5.5 工艺性能

## 5.5.1 压扁试验

外径大于 22 mm 的钢管应进行压扁试验,压扁后,管壁上不得产生裂纹。试样长度为 40~100 mm,试验时焊缝位于受力方向 90°的位置。两平板间的距离  $H$  按式(2)计算:

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

式中:  $H$ ——平板间距离,mm;

$S$ ——钢管公称壁厚,mm;

$D$ ——钢管公称外径,mm;

$a$ ——单位长度变形系数, $a=0.08$ 。

## 5.5.2 弯曲试验

外径不大于 22 mm 的钢管应进行弯曲试验,弯曲角度为 90°,焊缝位于弯曲方向的侧面,弯心半径为钢管外径的 6 倍。弯曲处不得出现裂缝或裂口。

## 5.5.3 扩口试验

钢管应进行扩口试验,顶心锥度为 60°,当管口的外径扩大到外径的 1.2 倍时,不得出现裂纹。

## 5.5.4 展平试验

钢管应进行展平试验。从管端截取 100 mm 钢管试样,试验时在试样焊缝相对的一面沿钢管管轴方向切开,展成平板。焊接处不得出现裂纹。

## 5.5.5 液压试验

钢管应逐根进行液压试验,试验压力按式(3)计算(10 号钢最大试验压力为 7.0 MPa,20 号钢最大试验压力为 10 MPa),稳压时间不得少于 5 s。在试验压力下,钢管不得出现渗漏。

$$P = \frac{2SR}{D} \quad \dots\dots\dots(3)$$

式中:  $P$ ——试验压力,MPa;

$S$ ——钢管公称壁厚,mm;

$D$ ——钢管公称外径,mm;

$R$ ——表 7 中规定的屈服点的 60%,MPa。

供方可以用涡流探伤代替液压试验。钢管做涡流探伤检验时,探伤结果按 GB/T 7735—1995 中的 A 级评定。

## 5.6 表面质量

钢管表面应无氧化,不得有折叠、裂纹、分层和搭焊。在钢管内外表面,直道允许深度不得大于 0.2 mm。深度不超过公称壁厚负偏差的其他缺陷允许存在,其实际壁厚不得小于壁厚偏差所允许的最小值。钢管内毛刺高度应不大于 0.25 mm,根据需方要求,外径不大于 51 mm、壁厚不大于 3.5 mm 的钢管,内毛刺高度不大于 0.15 mm。

## 6 试验方法

6.1 钢管的尺寸应采用符合精度要求的量具逐根进行测量。

6.2 钢管的内外表面应逐根进行目视检查。

6.3 钢管的各项检验项目、试验方法和取样数量应符合表 9 的规定。

表 9 检验项目、试验方法和取样数量

序号	检验项目	试验方法	取样数量
1	化学成分	GB/T 222、GB/T 223	每炉罐一个
2	拉伸试验	GB/T 228	每批在两根钢管上各取一个
3	压扁试验	GB/T 246	每批在两根钢管上各取一个
4	弯曲试验	GB/T 244	每批在两根钢管上各取一个
5	扩口试验	GB/T 242	按批在两根钢管上各取一个
6	展平试验	见 5.5.4 规定	每批在两根钢管上各取一个
7	涡流探伤检验	GB/T 7735	逐根
8	液压试验	GB/T 241	逐根
9	高温拉伸试验	GB/T 4338	每批在两根钢管上各取一个

## 7 检验规则

### 7.1 检查和验收

钢管的检查和验收由供方的质量检验部门进行。

### 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(罐)号、同一规格、同一热处理制度(炉次)的钢管组成。每批钢管的根数不超过如下规定:

外径 $\leq 76$  mm,壁厚 $\leq 3.0$  mm.....400 根;

其他尺寸钢管.....200 根。

剩余的根数等于或大于上述规定的 50%,则单独列为一批,小于上述规定的 50%时,可并入同一组批规则的产品中。

### 7.3 取样数量

每批钢管检验项目的取样数量应符合表 9 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

钢管的包装、标志和质量证明书应符合 GB/T 2102 的规定。