中华人民共和国国家标准

GB/T 5117—1995

代替 GB 5117—85

碳　钢　焊　条

Carbon steel covered electrodes

1　主题内容与适用范围

本标准规定了碳钢焊条型号分类、技术要求、试验方法及检验规则等内容。

本标准适用于药皮焊条电弧焊焊接用碳钢焊条。

2　引用标准

GB 700　碳素结构钢

GB/T 1591　低合金高强度结构钢

GB 223.1～223.24　钢铁及合金化学分析方法

GB 2651　焊接接头拉伸试验方法

GB 2652　焊缝及熔敷金属拉伸试验方法

GB 2650　焊接接头冲击试验方法

GB 2653　焊接接头弯曲及压扁试验方法

GB 3323　钢熔化焊对接接头射线照相和质量分级

GB/T 3965　熔敷金属中扩散氢测定方法

3　型号分类

3.1　焊条型号根据熔敷金属的力学性能、药皮类型、焊接位置和焊接电流种类划分(见表 1)。

3.2　焊条型号编制方法如下:字母"E"表示焊条;前两位数字表示熔敷金属抗拉强度的最小值;第三位数字表示焊条的焊接位置,"0"及"1"表示焊条适用于全位置焊接(平、立、仰、横),"2"表示焊条适用于平焊及平角焊,"4"表示焊条适用于向下立焊;第三位和第四位数字组合时表示焊接电流种类及药皮类型。在第四位数字后附加"R"表示耐吸潮焊条;附加"M"表示耐吸潮和力学性能有特殊规定的焊条;附加"-1"表示冲击性能有特殊规定的焊条。

表 1

焊条型号	药皮类型	焊　接　位　置	电　流　种　类
E43 系列-熔敷金属抗拉强度≥420 MPa(43 kgf/mm²)			
E4300	特殊型	平、立、仰、横	交流或直流正、反接
E4301	钛铁矿型		
E4303	钛钙型		
E4310	高纤维素钠型		直流反接
E4311	高纤维素钾型		交流或直流反接

国家技术监督局 1995-07-12 批准　　1996-05-01 实施

续表 1

焊条型号	药皮类型	焊接位置	电流种类
E4312	高钛钠型	平、立、仰、横	交流或直流正接
E4313	高钛钾型		交流或直流正、反接
E4315	低氢钠型		直流反接
E4316	低氢钾型		交流或直流反接
E4320	氧化铁型	平	交流或直流正、反接
		平角焊	交流或直流正接
E4322		平	交流或直流正接
E4323	铁粉钛钙型	平、平角焊	交流或直流正、反接
E4324	铁粉钛型		
E4327	铁粉氧化铁型	平	交流或直流正、反接
		平角焊	交流或直流正接
E4328	铁粉低氢型	平、平角焊	交流或直流反接
E50 系列-熔敷金属抗拉强度≥490 MPa(50 kgf/mm²)			
E5001	钛铁矿型	平、立、仰、横	交流或直流正、反接
E5003	钛钙型		
E5010	高纤维素钠型		直流反接
E5011	高纤维素钾型		交流或直流反接
E5014	铁粉钛型		交流或直流正、反接
E5015	低氢钠型		直流反接
E5016	低氢钾型		交流或直流反接
E5018	铁粉低氢钾型		
E5018M	铁粉低氢型		直流反接
E5023	铁粉钛钙型	平、平角焊	交流或直流正、反接
E5024	铁粉钛型	平、平角焊	交流或直流正、反接
E5027	铁粉氧化铁型		交流或直流正接
E5028	铁粉低氢型		交流或直流反接
E5048		平、仰、横、立向下	

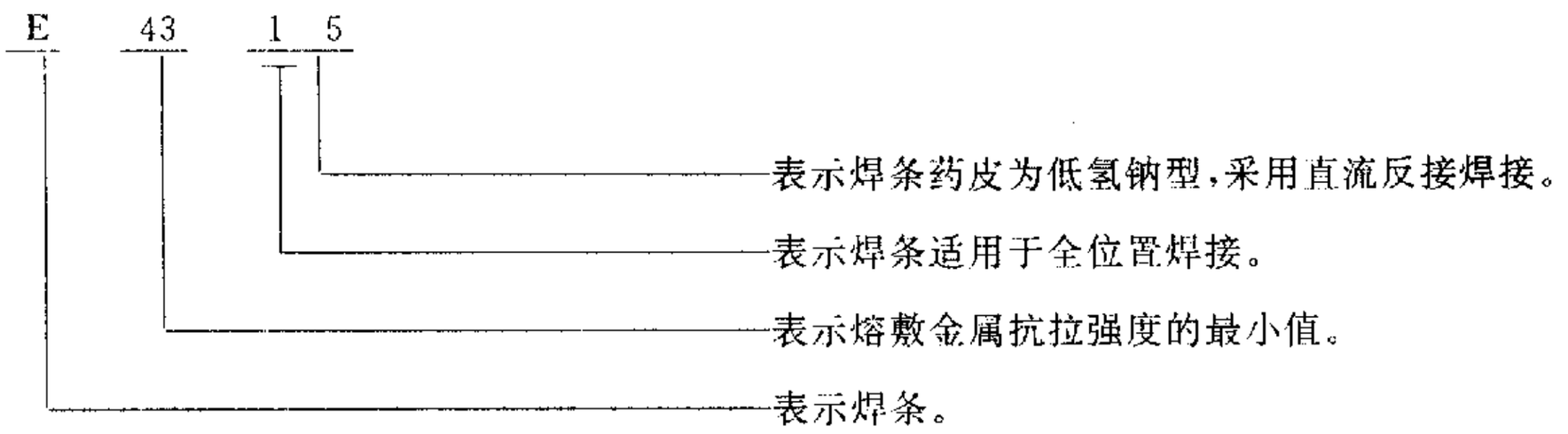
注：① 焊接位置栏中文字涵义：平——平焊、立——立焊、仰——仰焊、横——横焊、平角焊——水平角焊、立向下——向下立焊。

② 焊接位置栏中立和仰系指适用于立焊和仰焊的直径不大于 4.0 mm 的 E5014、EXX15、EXX16、E5018 和 E5018M 型焊条及直径不大于 5.0 mm 的其他型号焊条。

③ E4322 型焊条适宜单道焊。

3.3 本标准除了 E5018M 型焊条可以列入 E5018 型焊条外(同时符合这两种型号焊条的所有要求)，凡列入一种型号中的焊条不能再列入其他型号。

3.4 本标准中完整的焊条型号举例如下：



4 技术要求

4.1 尺寸

4.1.1 焊条尺寸应符合表 2 规定。

表 2 焊条尺寸 mm

焊条直径		焊条长度	
基本尺寸	极限偏差	基本尺寸	极限偏差
1.6	±0.05	200～250	±2.0
2.0		250～350	
2.5			
3.2		350～450	
4.0			
5.0			
5.6		450～700	
6.0			
6.4			
8.0			

4.1.1.1 允许制造直径 2.4 mm 或 2.6 mm 焊条代替 2.5 mm 焊条，直径 3.0 mm 焊条代替 3.2 mm 焊条，直径 4.8 mm 焊条代替 5.0 mm 焊条，直径 5.8 mm 焊条代替 6.0 mm 焊条。

4.1.1.2 根据需方要求，允许通过协议供应其他尺寸的焊条。

4.1.2 焊条夹持端长度应符合表 3 规定。

表 3 夹持端长度 mm

焊条直径	夹持端长度
≤4.0	10～30
≥5.0	15～35

注：用于重力焊的焊条，夹持端长度不得小于 25 mm。

4.2 药皮

4.2.1 焊芯和药皮不应有任何影响焊条质量的缺陷。

4.2.2 焊条引弧端药皮应倒角，焊芯端面应露出，以保证易于引弧。焊条露芯应符合如下规定：

a. 低氢型焊条，沿长度方向的露芯长度不应大于焊芯直径的二分之一或 1.6 mm 两者的较小值。

b. 其他型号焊条，沿长度方向的露芯长度不应大于焊芯直径的三分之二或 2.4 mm 两者的较小值。

c. 各种直径焊条沿圆周方向的露芯不应大于圆周的一半。

4.2.3 焊条偏心度应符合如下规定：

a. 直径不大于 2.5 mm 焊条，偏心度不应大于 7%；

b. 直径为 3.2 mm 和 4.0 mm 焊条，偏心度不应大于 5%；

c. 直径不小于 5.0 mm 焊条，偏心度不应大于 4%。

偏心度计算方法如下(见图 1)：

$$\text{焊条偏心度} = \frac{T_1 - T_2}{(T_1 + T_2)/2} \times 100\% \quad \cdots\cdots(1)$$

式中：T_1——焊条断面药皮层最大厚度＋焊芯直径；

T_2——同一断面药皮层最小厚度＋焊芯直径。

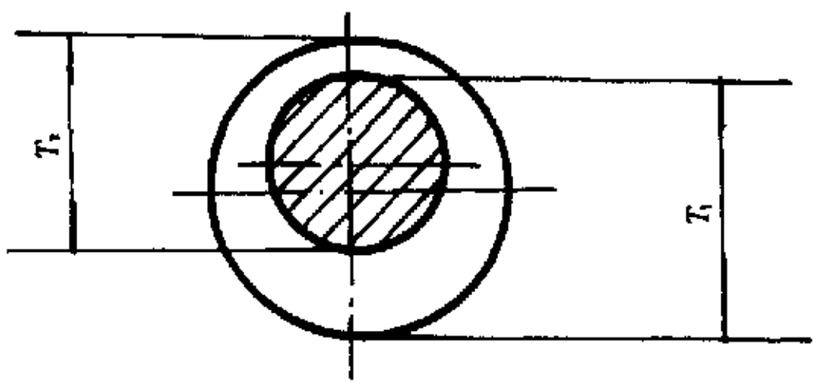


图 1

4.3 T 型接头角焊缝

4.3.1 角焊缝表面经肉眼检查应无裂纹、焊瘤、夹渣及表面气孔，允许有个别短而且深度小于 1 mm 的咬边。

4.3.2 角焊缝的焊脚尺寸应符合表 4 规定。凸形角焊缝的凸度及角焊缝的两焊脚长度之差应符合表 5 规定。

表 4 mm

焊条型号	焊条直径	试板尺寸		焊接位置	焊脚尺寸
		板厚 T	板长 L（不小于）		
E4300 EXX01 EXX03 E4312 E4313	1.6、2.0	4.0	150	立、仰	≤3.2
	2.5		250		
	3.2	5.0	300		≤4.8
	4.0	10.0			≤6.4
	5.0	12.0			≤9.5
	5.6		300、400	平	≥6.4
	6.0				
	6.4、8.0		400		≥8.0

续表 4

mm

焊条型号	焊条直径	试板尺寸		焊接位置	焊脚尺寸
		板厚 T	板长 L（不小于）		
EXX10 EXX11	2.5	4.0	250	立、仰	≤4.0
	3.2	5.0	300		≤4.8
	4.0	10.0			≤6.4
	5.0				≤8.0
	5.6、6.0、6.4、8.0	12.0	400	平	≥6.4
E5014	2.5	4.0	300	立、仰	≤4.0
	3.2	5.0			≤4.8
	4.0	10.0			≤8.0
	5.0			平	≥6.4
	5.6、6.0		300、400		
	6.4、8.0	16.0	400		≥8.0
EXX15 EXX16	2.5	4.0	250	立、仰	≤4.0
	3.2	6.0	300		≤4.8
	4.0	10.0			≤8.0
	5.0			平	≥4.8
	5.6、6.0	12.0	300、400		≥6.4
	6.4、8.0		400		≥8.0
E5018	2.5	4.0	250、300	立、仰	≤4.8
	3.2	6.0	300		≤6.4
	4.0	10.0			≤8.0
	5.0			平	≥6.4
	5.6、6.0	12.0	300、400		
	6.4、8.0		400		≥8.0
E4320	3.2	6.0	300	平	≥3.2
	4.0	10.0			≥4.0
	5.0		300、400		≥4.8
	5.6、6.0	12.0	400		≥6.4
	6.4、8.0				≥8.0
EXX23 EXX24 EXX27 EXX28	2.5	6.0	250		≥4.0
	3.2		300		
	4.0	10.0			≥4.8

续表 4

mm

焊条型号	焊条直径	试板尺寸		焊接位置	焊脚尺寸
		板厚 T	板长 L（不小于）		
EXX23 EXX24 EXX27 EXX28	5.0	10.0	300、400	平	≥6.4
	5.6、6.0	12.0	400、650		
	6.4、8.0				≥8.0
E5048	3.2	6.0	300	立向下、仰	≤6.4
	4.0	10.0			≤8.0
	5.0		300、400	平、立向下	≥6.4

注：焊条型号中的“XX”代表“43 或 50”。

表 5

mm

焊脚尺寸	凸度（不大于）	两焊脚之差（不大于）
≤3.2	1.2	0.8
≤4.0		1.2
≤4.8	1.6	1.6
≤5.6		2.0
≤6.4		2.4
≤7.1		2.8
≤8.0	2.0	3.2
≤8.7		3.6
≤9.5		4.0

4.3.3 角焊缝的两纵向断裂表面经肉眼检查应无裂纹。焊缝根部未熔合的总长度应不大于焊缝总长度的 20%。对于 E4312、E4313 和 E5014 型焊条施焊的角焊缝，当未熔合的深度不大于最小焊脚的 25%时，允许连续存在；对于其他型号焊条施焊的角焊缝，当未熔合的深度不大于最小焊脚的 25%时，连续未熔合的长度不应大于 25 mm。角焊缝试验不检验内部气孔。

4.4 熔敷金属化学成分

熔敷金属化学成分应符合表 6 规定。

表 6　熔敷金属化学成分　　%

焊条型号	C	Mn	Si	S	P	Ni	Cr	Mo	V	MnNiCrMoV 总量
E4300、E4301、E4303、E4310、E4311、E4312、E4313、E4320、E4322、E4323、E4324、E4327、E5001、E5003、E5010、E5011				0.035	0.040					
E5015、E5016、E5018、E5027	—	1.60	0.75							1.75
E4315、E4316、E4328、E5014、E5023、E5024	—	1.25	0.90			0.30	0.20	0.30	0.08	1.50
E5028、E5048		1.60								1.75
E5018M	0.12	0.40～1.60	0.80	0.020	0.030	0.25	0.15	0.35	0.05	—

注：表中单值均为最大值。

4.5　力学性能

4.5.1　熔敷金属拉伸试验及 E4322 型焊条焊缝横向拉伸试验结果应符合表 7 规定。

4.5.2　焊缝金属夏比 V 型缺口冲击试验结果应符合表 8 规定。

4.5.3　E4322 型焊条焊缝金属纵向弯曲试样经弯曲后，在焊缝上不应有大于 3.2 mm 的裂纹。

4.6　焊缝射线探伤

焊缝金属探伤应符合表 9 规定。

表 7

焊条型号	抗拉强度 σ_b		屈服点 σ_s		伸长率 δ_5
	MPa	(kgf/mm^2)	MPa	(kgf/mm^2)	%
E43 系列					
E4300、E4301、E4303、E4310、E4311、E4315、E4316、E4320、E4323、E4327、E4328	420	(43)	330	(34)	22
E4312、E4313、E4324					17
E4322			不要求		
E50 系列					
E5001、E5003、E5010、E5011	490	(50)	400	(41)	20
E5015、E5016、E5018、E5027、E5028、E5048					22
E5014、E5023、E5024					17
E5018M			365～500	(37～51)	24

注：① 表中的单值均为最小值。

② E5024-1 型焊条的伸长率最低值为 22%。

③ E5018M 型焊条熔敷金属抗拉强度名义上是 490MPa(50 kgf/mm²)，直径为 2.5 mm 焊条的屈服点不大于 530 MPa(54 kgf/mm²)。

表 8

焊 条 型 号	夏比 V 型缺口冲击吸收功 J(不小于)	试验温度，℃
	5 个试样中 3 个值的平均值[1]	
EXX10、EXX11、EXX15、EXX16、EXX18、EXX27、E5048	27	−30
EXX01、EXX28、E5024-1		−20
E4300、EXX03、EXX23	27	0
E5015-1 E5016-1 E5018-1		−46
	5 个试样的平均值[2]	
E5018M	67	−30
E4312、E4313、E4320、E4322、E5014、EXX24	—	

注：1) 在计算 5 个试样中 3 个值的平均值时，5 个值中的最大值和最小值应舍去，余下的 3 个值要有两个值不小于 27J，另一个值不小于 20J。

2) 用 5 个试样的值计算平均值，这 5 个值中要有 4 个值不小于 67J，另一个值不小于 54 J。

表 9

焊 条 型 号	焊缝金属射线探伤底片要求
EXX01、EXX15、EXX16、E5018、E5018M、E4320、E5048	I 级
E4300、EXX03、EXX10、EXX11、E4313、E5014、EXX23、EXX24、EXX27、EXX28	I 级
E4312、E4322	—

4.7 药皮含水量、熔敷金属扩散氢含量

低氢型焊条药皮含水量和熔敷金属中扩散氢含量应符合表 10 规定。除 E5018M 型焊条外，其他低氢型焊条制造厂可向用户提供焊条药皮含水量或熔敷金属中扩散氢含量的任一种检验结果，如有争议应以焊条药皮含水量结果为准。E5018M 型焊条制造厂必须向用户提供药皮含水量和熔敷金属中扩散氢含量检验结果。

表 10

焊条型号	药皮含水量,%(不大于)		熔敷金属扩散氢含量,mL/100 g(不大于)	
	正常状态	吸潮状态	甘油法	色谱法或水银法
EXX15、EXX15-1、EXX16、EXX16-1、E5018、E5018-1、EXX28、E5048	0.60	—	8.0	12.0
EXX15R、EXX15-1R、EXX16R、EXX16-1R、E5018R、E5018-1R、EXX28R、E5048R	0.30	0.40	6.0	10.0
E5018M	0.10	0.40	—	4.0

5 试验方法

5.1 试验用母材

所有试验用母材应采用符合 GB 700 规定的 Q235A 级、B 级,Q255A 级、B 级或与焊条熔敷金属化学成分和力学性能相当的其他材料。EXX15、EXX16、E5018、EXX28 及 E5048 型焊条也可采用 GB/T 1591规定的 16 Mn 或其他相当的材料。

5.2 焊条烘干与焊接电流种类

5.2.1 低氢型焊条如果在贮存或运输中没有很好的防潮措施,试验前应进行 260～430℃保温 1 h 以上或按制造厂推荐的烘焙规范烘干,其他型号焊条可在供货状态下试验。

5.2.2 试验用的焊接电流种类应符合表 11 规定,可用于交流或直流焊接的焊条,试验时应采用交流。

表 11

焊条型号	焊条直径 mm	电流种类	焊接位置				
			熔敷金属化学分析试验	射线探伤及拉伸试验[1]	冲击试验[2]	角焊缝试验	吸潮试验[3]
E4300	1.6、2.0、2.5、3.2、4.0、5.0	交流或直流正、反接	平	平	平	立、仰	
EXX01	5.6、6.0、6.4					平	
EXX03	8.0				—		
EXX10	2.5、3.2、4.0、5.0	直流反接			平	立、仰	
	5.6、6.0、6.4					平	
	8.0				—		
EXX11	2.5、3.2、4.0、5.0	交流或直流反接			平	立、仰	
	5.6、6.0、6.4					平	
	8.0				—		
E4312	1.6、2.0、2.5、3.2、4.0、5.0	交流或直流正接				立、仰	
	5.6、6.0、6.4、8.0					平	
E4313	1.6、2.0、2.5、3.2、4.0、5.0	交流或直流正、反接				立、仰	
	5.6、6.0、6.4、8.0					平	

续表 11

焊条型号	焊条直径 mm	电流种类	焊接位置				
			熔敷金属化学分析试验	射线探伤及拉伸试验[1]	冲击试验[2]	角焊缝试验	吸潮试验[3]
E5014	2.5、3.2、4.0	交流或直流正、反接	平	平	平	立、仰	
	5.0、5.6、6.0、6.4、8.0					平	
EXX15	2.5、3.2	直流反接			平	立、仰	要求
	4.0						
	5.0、5.6、6.0					平	要求
	6.4						
	8.0						
E5016 E5018	2.5、3.2	交流或直流反接				立、仰	
	4.0						要求
	5.0、5.6、6.0					平	
	6.4						要求
	8.0				—		—
E5018M	2.5～4.0	直流反接			立	立	要求
	5.0～8.0				平	平	
E4320	3.2、4.0、5.0、5.6、6.0、6.4、8.0	角焊交流或直流正接平焊交流或直流正、反接	平		平	—	平
E4322	3.2、4.0、5.0、5.6	交流或直流正接	焊缝金属横向拉伸试验和纵向弯曲试验：平				—
EXX23	2.5、3.2、4.0、5.0、5.6、6.0、6.4	交流或直流正、反接	平			平	
EXX24	8.0				—		
EXX27	3.2、4.0、5.0、6.0	角焊交流或直流正接平焊交流或直流正、反接					
EXX28	3.2、5.0、5.6、6.0、8.0	交流或直流反接					
	4.0、6.4						要求
E5048	3.2					仰、立向下	
	4.0						要求
	5.0					平、立向下	—

注：1) E4312 和 E4322 型焊条无射线探伤试验要求。

2) E5024 型焊条不做冲击试验。

3) 吸潮试验系指耐吸潮焊条。

5.3 T 型接头角焊缝试验

5.3.1 试板制备应符合图 2、图 3、表 4、表 11 及 5.3.2～5.3.4 条的规定。按表 4 的规定，每个焊接位置制备一套试板。

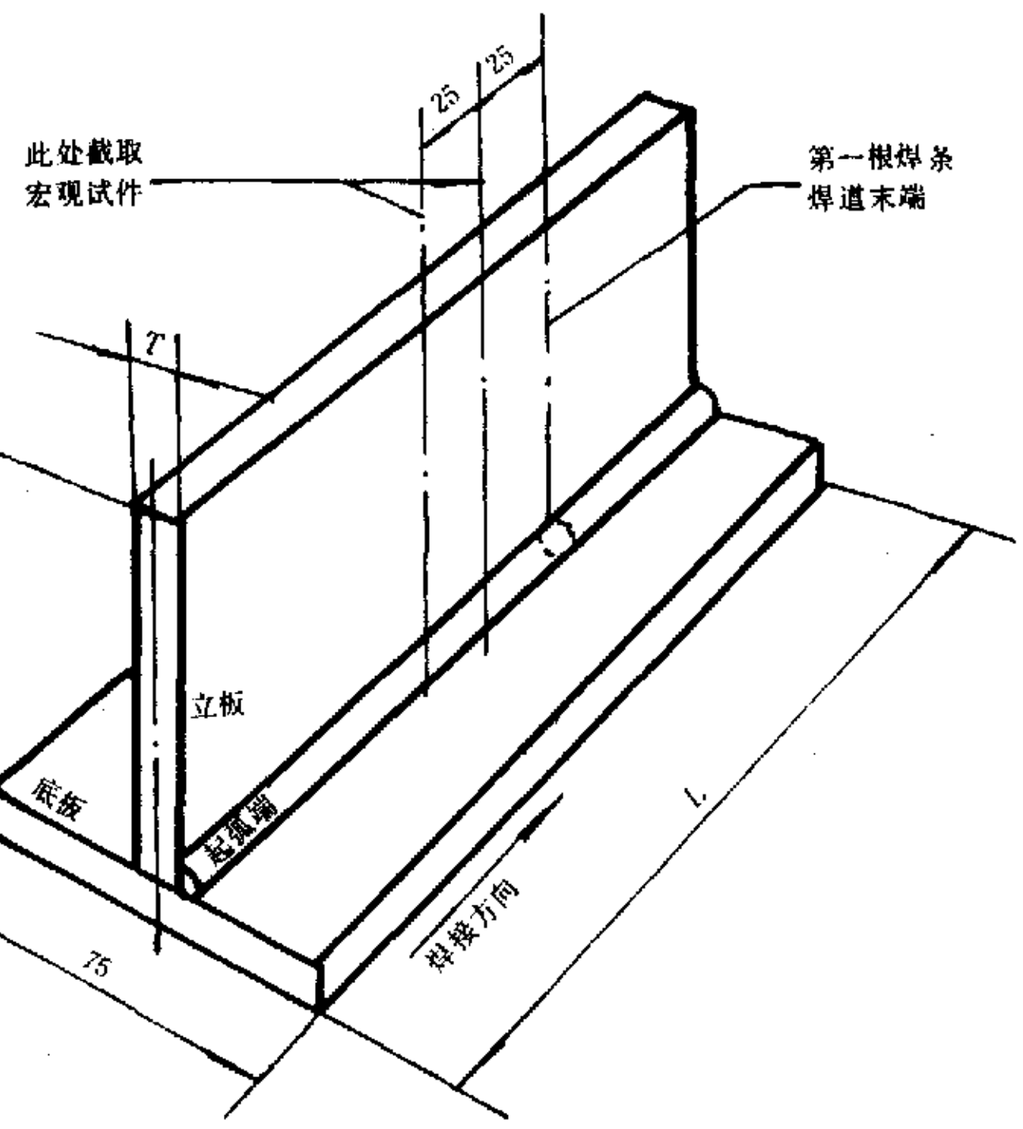
5.3.2 试板由立板和底板组成，立板与底板的结合面应进行机械加工，底板应平直、光洁，以保证两板结合处无明显缝隙。

5.3.3 试板最低温度为 16℃。在接头的一侧焊一条单道焊缝，第一根焊条应连续焊到焊条残头不大于 50 mm 时为止，然后用第二根焊条完成整个接头的焊接，第一根焊条的焊缝末端距试板末端小于 100 mm时，可采用引弧板或较长的试板。

5.3.4 立焊时，E5048 型焊条应向下立焊，其他型号焊条应向上立焊。

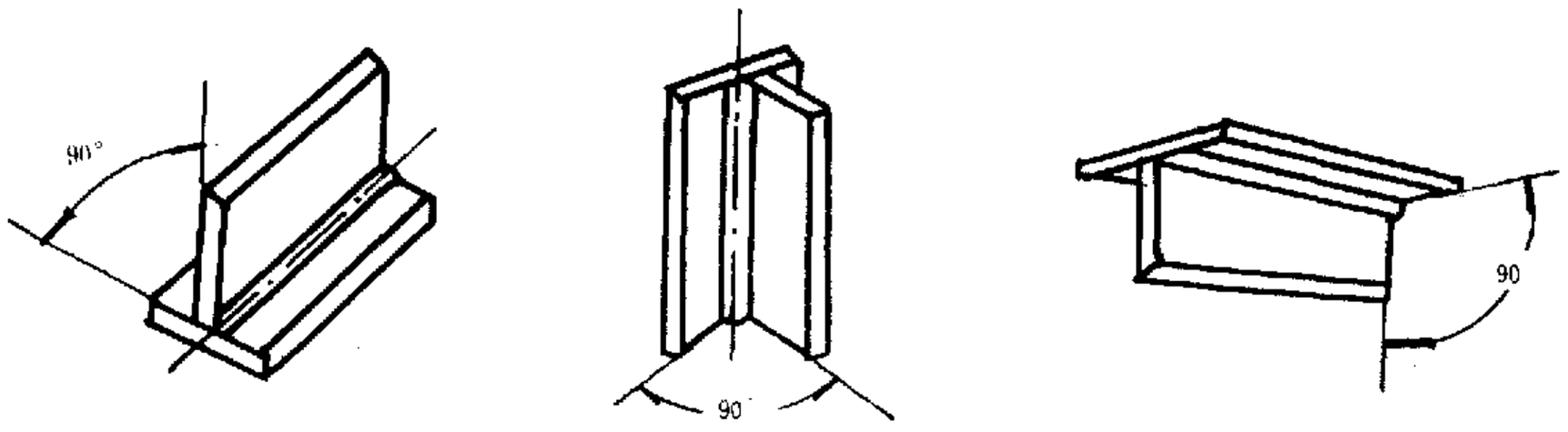
5.3.5 焊后的焊缝应首先做肉眼检查，然后按图 2 所示截取一个宏观试件，截得两断面中的任意一面均可用于检验。

5.3.6 断面经抛光和腐蚀后，按图 4 所示划线，测量焊脚尺寸、焊脚及凸形角焊缝的凸度。测量误差精确到 0.1 mm。



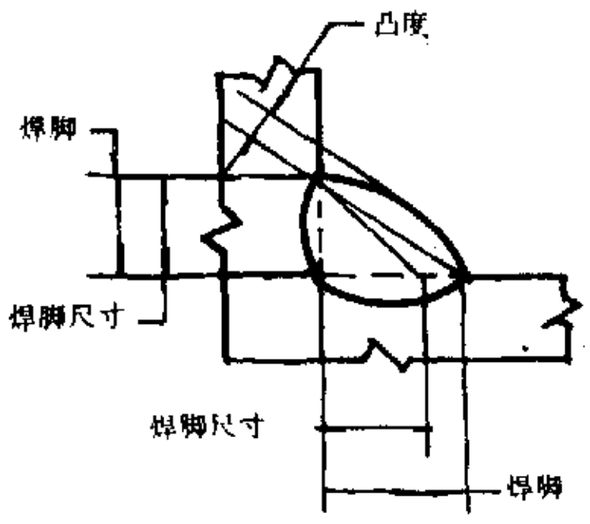
注：图中 T 及 L 值见表 4。

图 2



(a) 平角焊　　(b) 立角焊　　(c) 仰角焊

图 3



凸形角焊缝　　凹形角焊缝

图 4

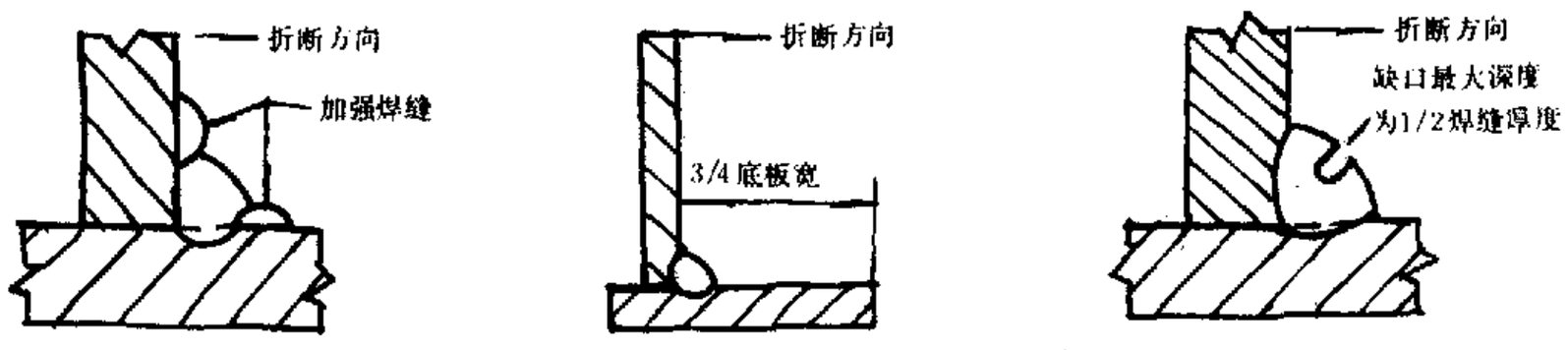
5.3.7　剩余的两块接头按图 5 所示的折断方向沿整个角焊缝纵向折断，检查断裂表面。如果断在母材上不能认为焊缝金属不合格，应重新试验。

5.3.8　为了保证断于焊缝，可采用下述的一种或几种方法：

a.　焊缝的每个焊趾处焊一条加强焊缝，如图 5(a)；

b.　改变立板在底板上的位置，如图 5(b)；

c.　焊缝表面开一缺口，如图 5(c)。



(a)加强焊缝　　(b)改变立板位置　　(c)开缺口

图 5

5.4　熔敷金属化学分析

5.4.1　熔敷金属化学分析试件应按表 11 规定的电流种类和焊接位置施焊。

5.4.2　熔敷金属化学分析试件应多层堆焊，焊前试件温度不低于室温，每道焊完后试件应在水中冷却，以控制道间温度，道间温度不超过 150℃。在焊接下一道前，清除焊缝表面，并予以干燥。化学分析试样取样前应将焊缝表面金属除去，取样位置距基板表面距离不小于 6.5 mm。

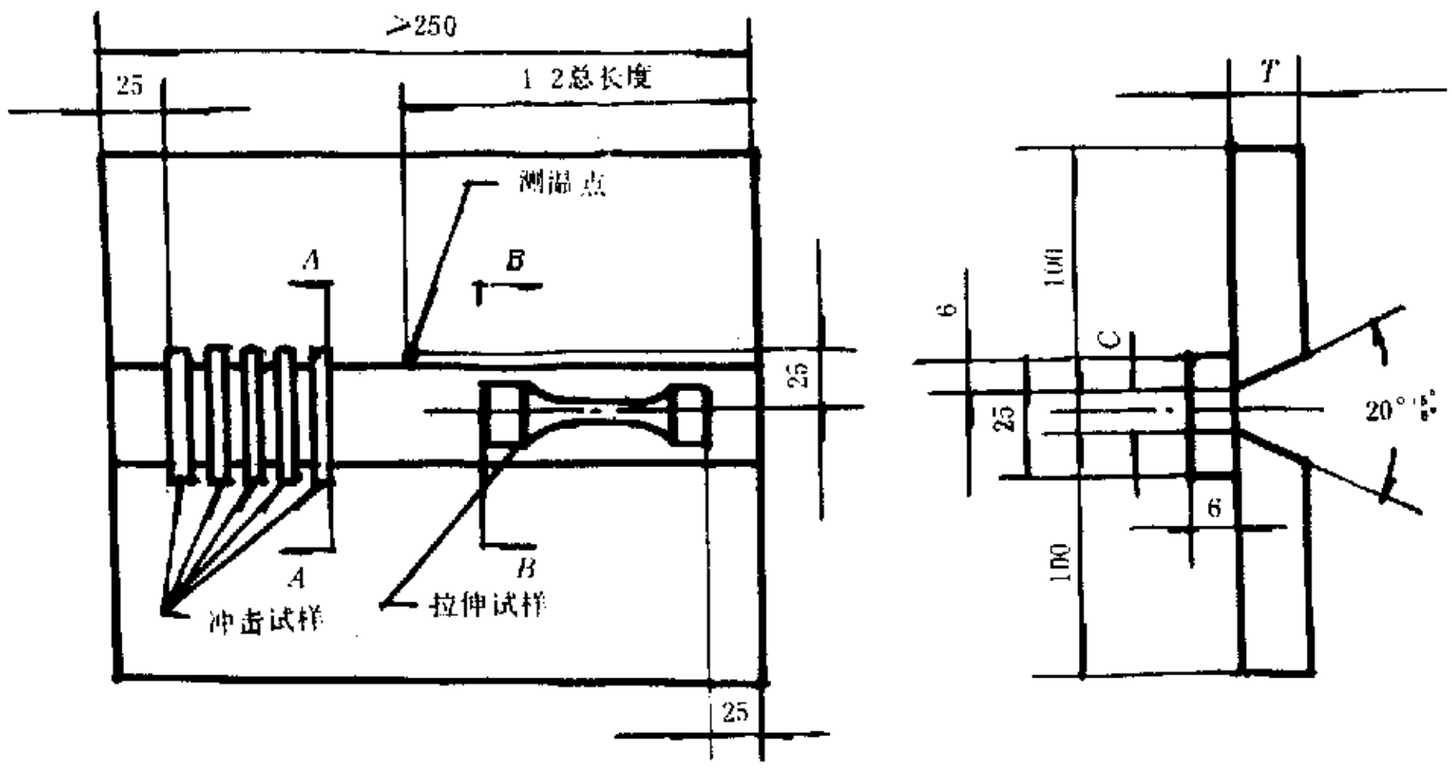
5.4.3　熔敷金属化学分析试样可以从拉断后的熔敷金属拉伸试样上制取，也可以从力学性能试板的焊缝中制取，取样时应避开起弧点和收弧点，仲裁试验的试样仅允许从堆焊金属上制取。

5.4.4　熔敷金属化学分析试验可采用供需双方同意的任何适宜的方法。仲裁试验应按 GB 223.1～223.24 进行。

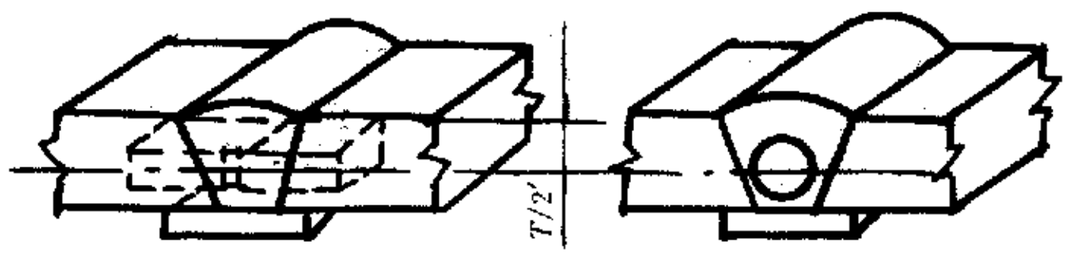
5.5　力学性能试验

5.5.1　力学性能试验的试板制备应按如下规定进行。

5.5.1.1　试板应按图 6 及表 11 规定制备。E5018M 型焊条试板应按图 7 及表 11 规定制备。



(a)试样位置及试板尺寸



A A

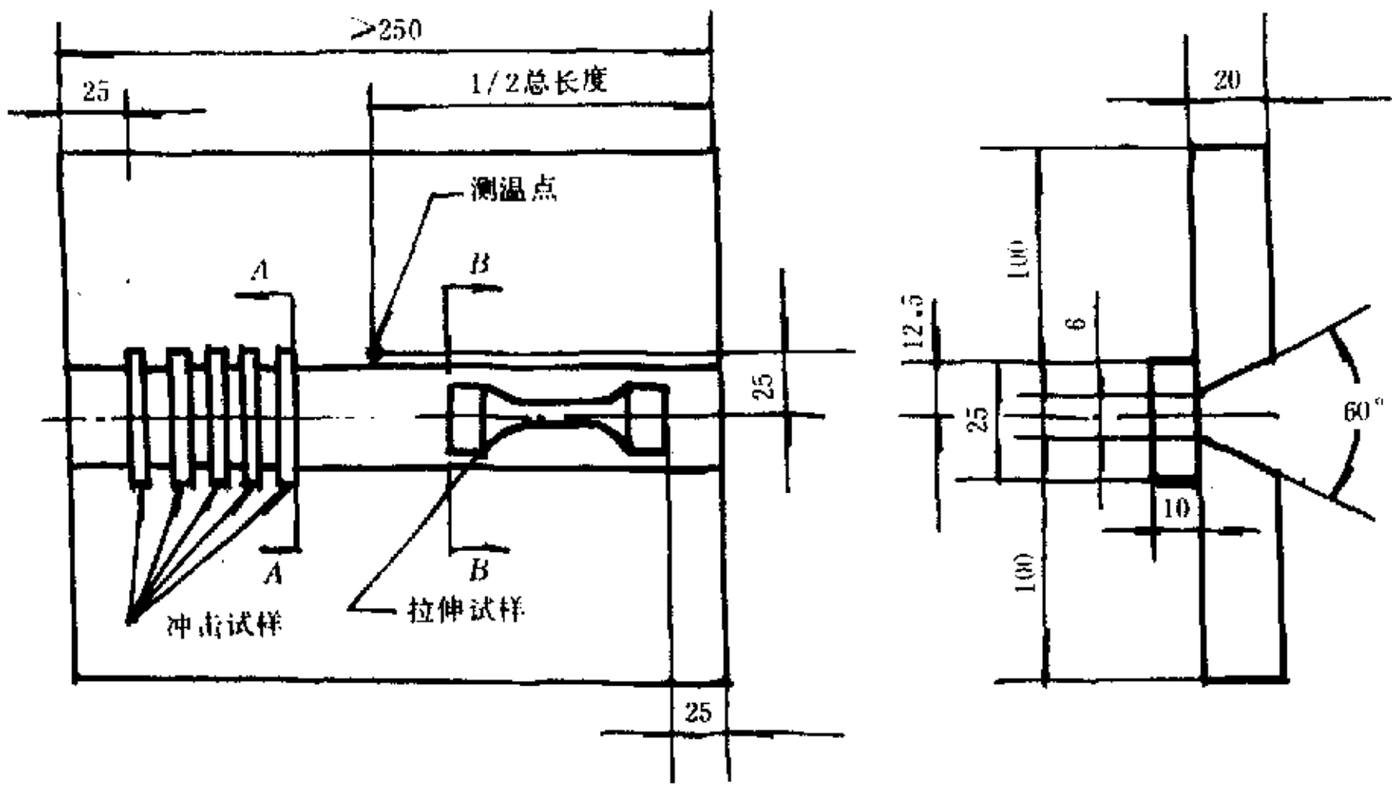
(b)冲击试样位置

B—B

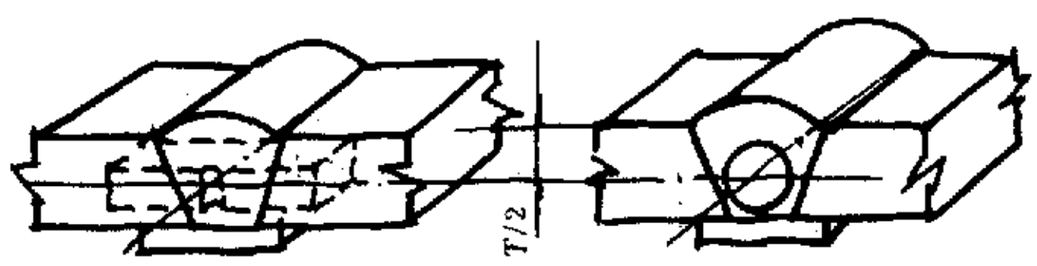
(c)拉伸试样位置

焊条直径 mm	最小板厚 T mm	根部间隙 C mm	每层焊道数 (道)	焊 层 数 (层)
2.5	12	10	2	—
3.2		13		5～7
4.0	20	16		7～9
5.0		20		6～8
5.6		23		
6.0				
6.4	25	25		9～11
8.0	32	28		10～12

图 6 射线探伤和力学性能试验的试板制备



(a)试样位置及试板尺寸



A A　　B—B

(b)冲击试样位置　　(c)拉伸试样位置

图 7　E5018M 型焊条射线探伤和力学性能试验的试板制备

5.5.1.2　试板焊前应予以反变形或拘束，以防止角变形。角变形大于 5°的试板应予报废。焊后试板不允许矫正。

5.5.1.3　焊前试板预热温度不低于 105℃。道间温度应控制在 110～180℃之间。在图 6、图 7 规定的点上用测温笔或表面温度计测量预热温度和道间温度，并在焊接过程中予以保持。E5018M 型焊条预热温度和道间温度控制在 95～120℃之间。

5.5.1.4　焊层数和每层焊道数应按图 6 中表的规定进行。每一焊道在射线探伤区至少有一个熄弧点和起弧点。

5.5.1.5　除 E5018M 型焊条外，其他焊条试板根部焊道可以用直径 2.5 mm 或 3.2 mm 焊条进行焊接。

5.5.1.6　直径不大于 4.0 mm 的 E5018M 型焊条采用立向上焊接，直径大于 4.0 mm 的 E5018M 型焊条采用平焊焊接，焊接工艺由焊条制造厂推荐。

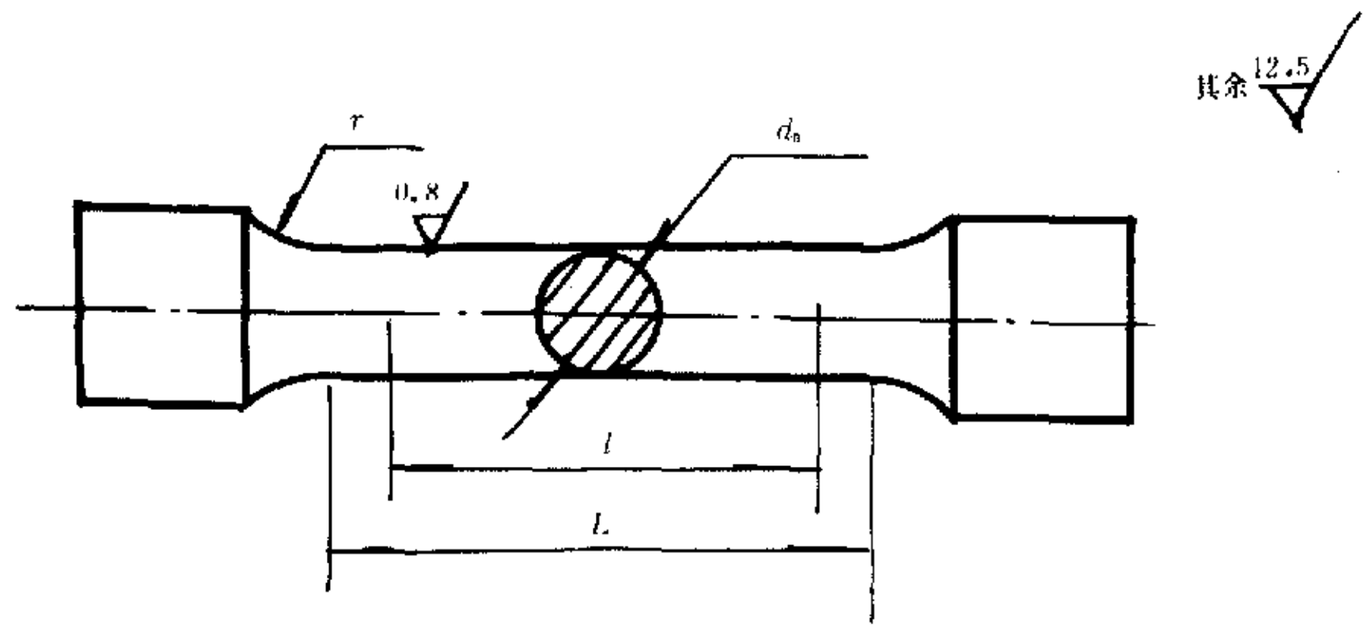
5.5.1.7　直径 2.5 mm 的 E5018M 型焊条焊接热输入为 12～16 kJ/cm，直径不小于 3.2 mm 的 E5018M 型焊条焊接热输入为 20～24kJ/cm。

5.5.1.8　长度大于 450 mm 的焊条，试板长度不小于 500 mm。

5.5.1.9　焊后的焊缝金属至少与试板表面齐平。E5018M 型焊条的焊缝余高不大于 5.0 mm，不允许打平焊道。

5.5.2　熔敷金属拉伸试验应按如下规定进行。

5.5.2.1　按图 8 所示从射线探伤后的试板(见图 6、图 7)或从 500 mm 长未经射线探伤的半块试板上加工一个熔敷金属拉伸试样。



mm

焊条直径	d_0	r、最小	l	L
≤3.2	6±0.1	3	30	36
≥4.0	10±0.2	4	50	60

图 8　熔敷金属拉伸试样

5.5.2.2　低氢型焊条的熔敷金属拉伸试样不允许去氢处理。其他型号焊条的熔敷金属拉伸试样应进行100±5℃保温 46～48 h 或者 250±10℃保温 6～8 h 去氢处理。

5.5.2.3　熔敷金属拉伸试验方法应按 GB 2652 进行。

5.5.3　焊缝金属冲击试验应按如下规定进行。

5.5.3.1　按图 9 所示从截取熔敷金属拉伸试样的同一块试板(见图 6、图 7)上加工 5 个冲击试样。

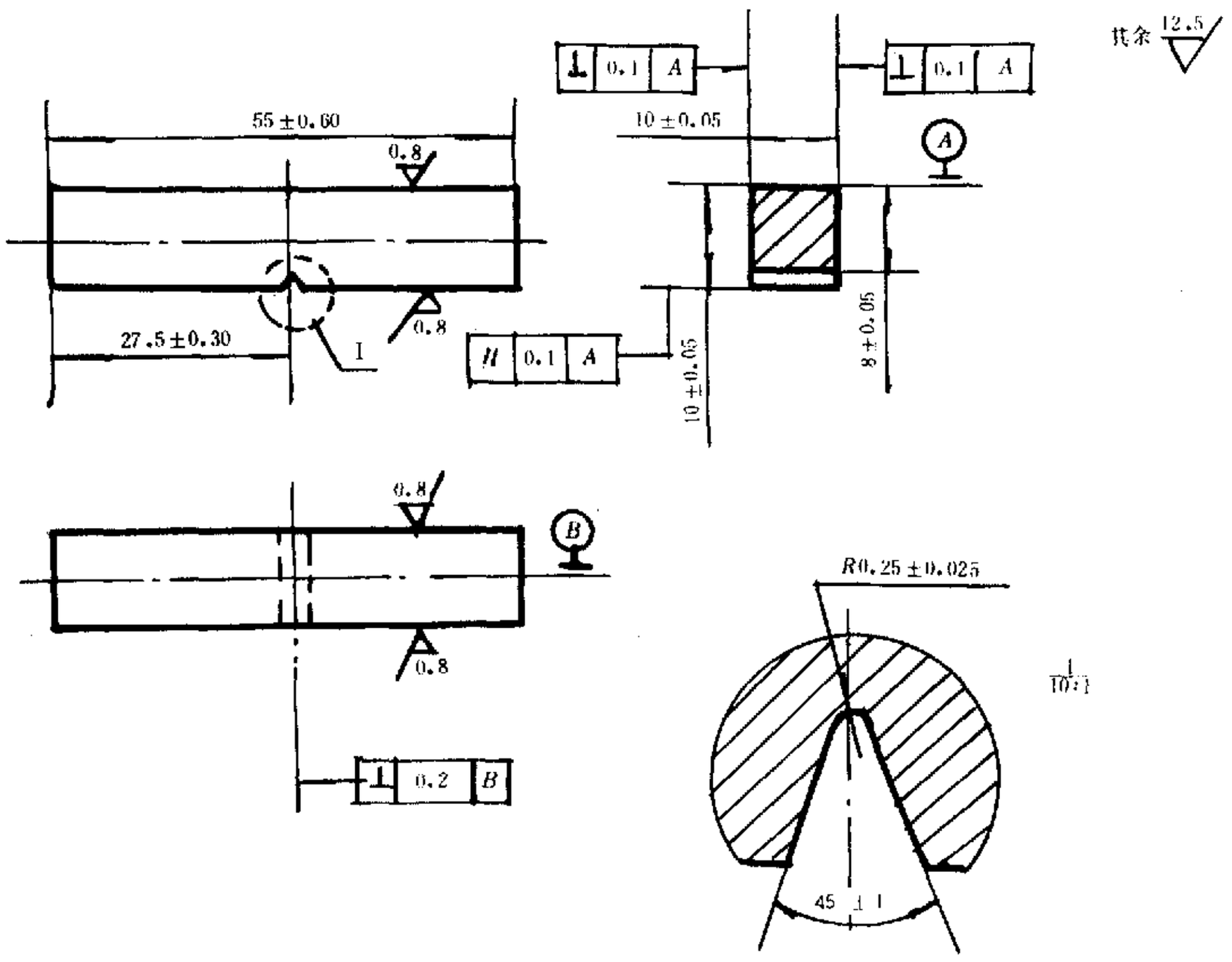


图 9　夏比 V 型缺口冲击试样

5.5.3.2 在5个冲击试样中至少有一个试样应在最小放大50倍的投影仪或金相照片上测量V型缺口的图形尺寸。

5.5.3.3 试样不进行热处理。

5.5.3.4 试验温度应符合表8规定。

5.5.3.5 焊缝金属冲击试验方法应按GB 2650进行。

5.5.4 E4322型焊条焊接接头横向拉伸和纵向弯曲的试板制备应按如下规定进行。

5.5.4.1 试板应按图10及表11规定制备。

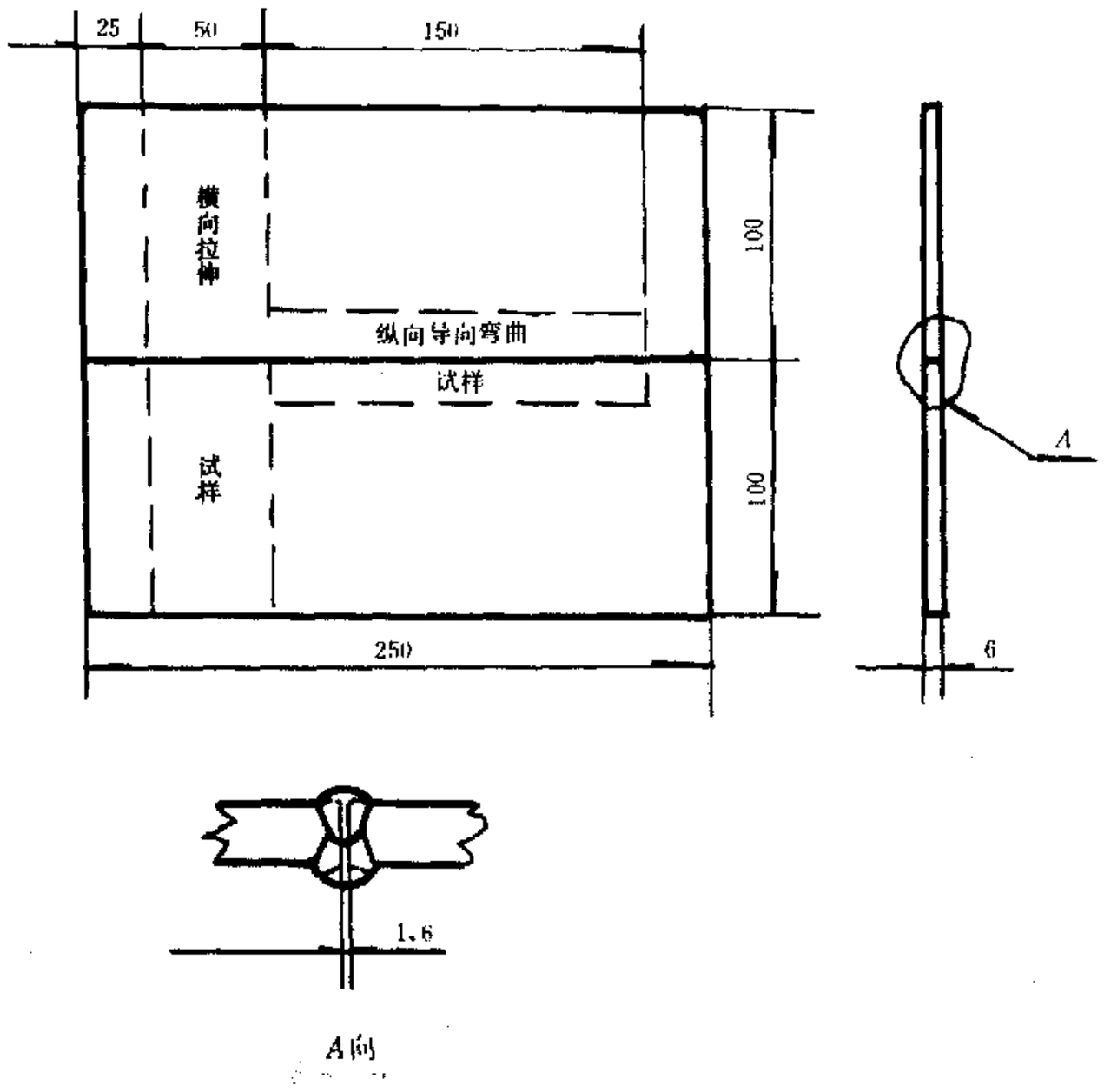


图10

5.5.4.2 试板焊前应予以反变形或拘束，以防止角变形。角变形大于5°的试板应予报废。焊后的试板不允许矫正。

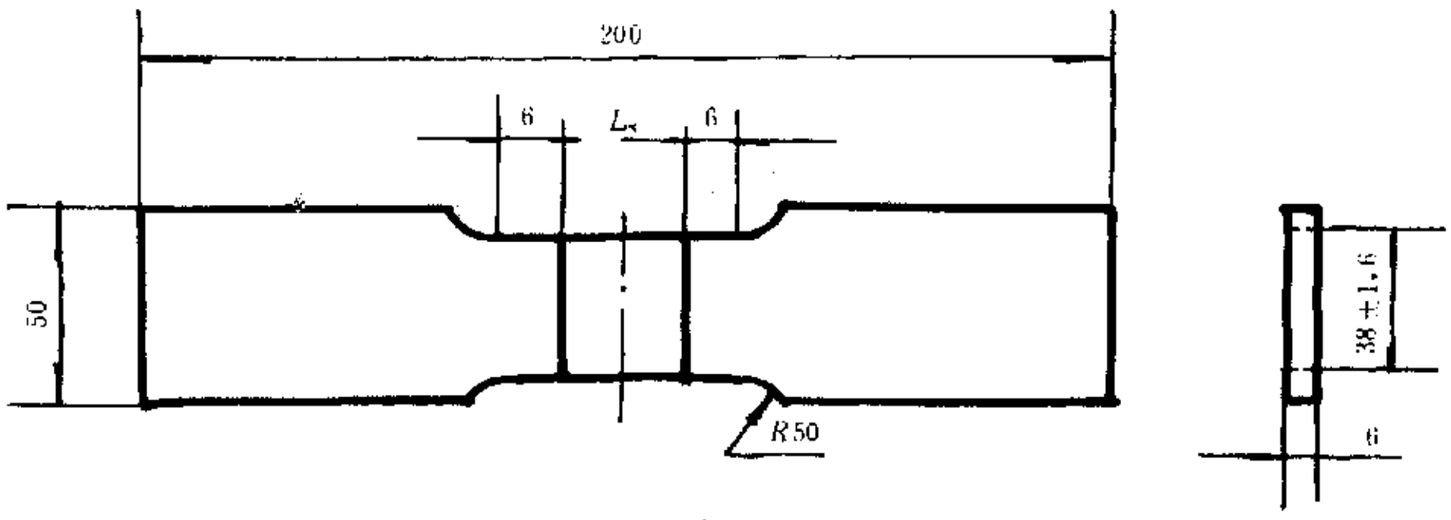
5.5.4.3 焊前试板温度不低于室温。道间温度不超过180℃。

5.5.4.4 除两端的起弧点和收弧点外，在每道焊缝的两端之间至少有一个起弧点和收弧点。

5.5.4.5 焊后的焊缝金属表面至少与试板表面齐平。

5.5.5 E4322型焊条焊接接头横向拉伸试验应按如下规定进行。

5.5.5.1 按图11所示从试板(见图10)上加工一个横向拉伸试样。



注：焊缝表面经研磨或机械加工后应与试板表面平齐。研磨或机械加工表面的方向应平行于试件的长度方向。

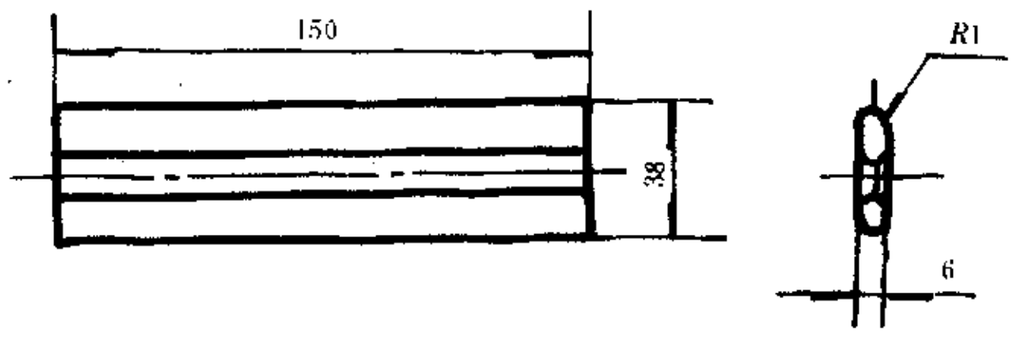
图 11

5.5.5.2 试样应进行 100±5℃保温 46～48 h 或 250±10℃保温 6～8 h 去氢处理。

5.5.5.3 横向拉伸试验应按 GB 2651 进行。

5.5.6 E4322 型焊条焊接接头纵向弯曲试验应按如下规定进行。

5.5.6.1 按图 12 所示从截取横向拉伸试样的同一块试板(见图 10)上加工一个纵向弯曲试样。



注：焊缝表面经研磨或机械加工后应与试板表面平齐。研磨或机械加工表面的方向应平行于试件的长度方向。

图 12

5.5.6.2 试样应进行 100±5℃保温 46～48 h 或者 250±10℃保温 6～8 h 去氢处理。

5.5.6.3 弯曲时，应使最后一道焊缝表面处于弯曲外表面。

5.5.6.4 纵向弯曲试验方法应按 GB 2653 进行，压头直径或内辊直径为 38 mm。弯曲角为 180°。

5.6 焊缝射线探伤试验

5.6.1 焊缝射线探伤试验应从试板(图 6)上截取拉伸和冲击试样之前进行。射线探伤前应去掉垫板。

5.6.2 焊缝射线探伤试验应按 GB 3323 进行。

5.6.3 评定焊缝射线探伤底片时，试板两端 25 mm 应不予考虑。

5.7 焊条药皮含水量试验

焊条药皮含水量试验可按下述方法或供需双方同意的任何适宜的方法进行。如有争议时，下述方法作为仲裁方法。焊条药皮含水量是用水分重量与试样重量的百分比表示。

5.7.1 测定装置如图 13 所示，其组成如下：

a. 一台带有足够长的加热元件的管式炉，加热管中间部分至少有 150 mm 长能被加热到 1100℃。

b. 一套包括针阀、流量计、96%的浓硫酸干燥瓶、喷射分离器及无水高氯酸镁干燥塔的氧气提纯系统。

c. 内径为 22 mm 的石英玻璃加热管，两端为平口(也可采用高温陶瓷管，但空白值较高)。在加热管出口端的足够长度内放入过滤气体的玻璃纤维塞，并被加热到 200～260℃。

d. 水分吸收系统包括装有无水高氯酸镁的 U 型管及一个浓硫酸密封瓶。

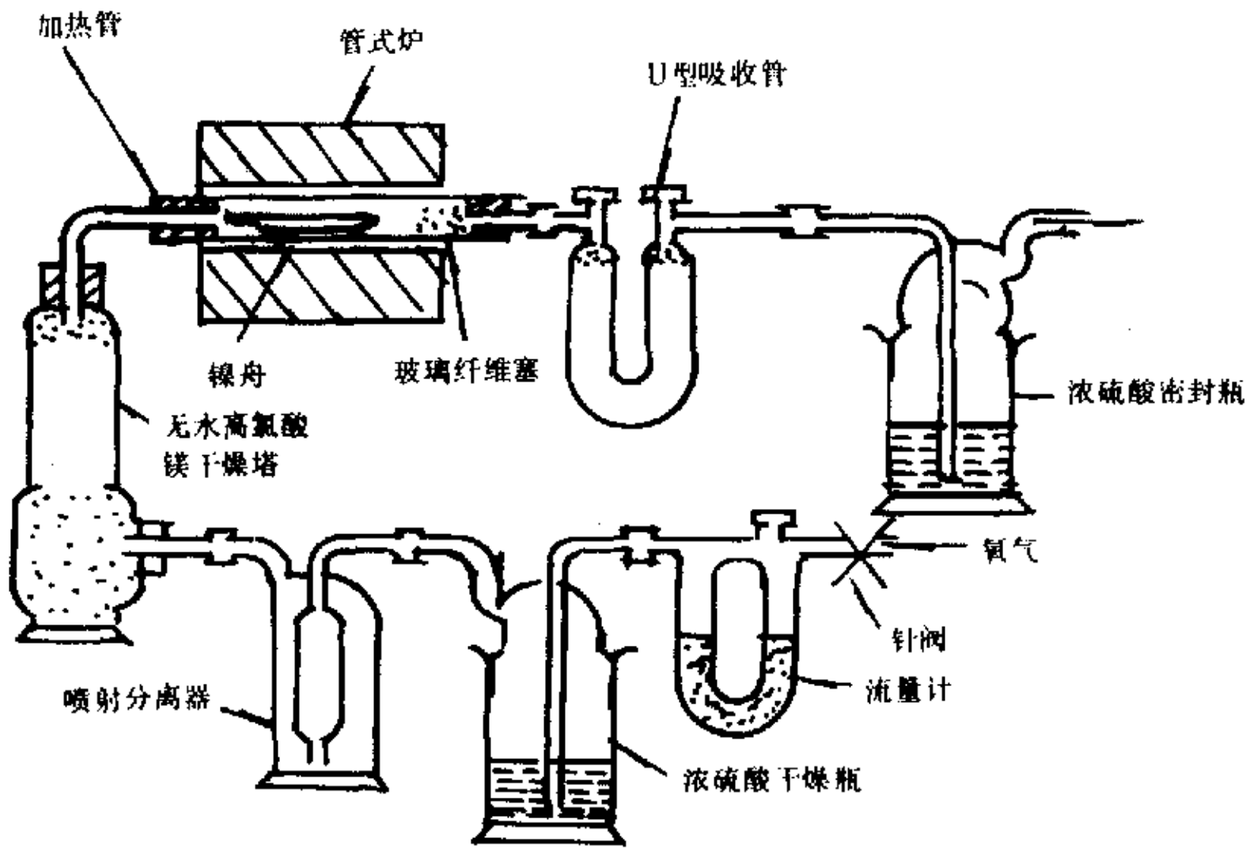


图 13　焊条药皮含水量的测定装置

5.7.2　将同一包中的三根焊条中部的药皮混合后，取约 4 g 药皮作为试样，立即放入干燥并带盖的试样瓶内，可以采用弯曲焊条或清洁干燥的钳子取样。

5.7.3　炉温控制在 980±15℃，氧气流量为 200～250 mL/min，把镍舟或瓷舟放在加热管中干燥，并接上水分吸收系统。30 min 后，取下 U 型吸收管，并放到干燥皿中，待 20 min 后称量 U 型吸收管，取出镍舟或瓷舟放到装有无水高氯酸镁干燥剂的干燥皿内。

5.7.4　空白值的测定应遵循实际测定水分的程序和时间，唯一不同的是镍舟或瓷舟中不放试样，测得 U 型吸收管的增重即为空白值。

5.7.5　测完空白值后，立即将药皮试样放到天平上称重，并尽快放入舟内，打开加热管，将盛有试样的舟放入加热管，同时接上 U 型吸收管，然后封闭加热管。加热 30 min 后取下 U 型吸收管放入干燥器皿中，待 20 min 后称量 U 型吸收管的增重。如果还要测定另一个试样，在取下 U 型吸收管的同时，也将舟从加热管中取出，清除加热过的试样，放入干燥皿中。接着可用同一个镍舟或瓷舟测定另一个试样，不必重新测定空白值。

5.7.6　焊条药皮含水量按以下公式计算：

$$\text{含水量} = \frac{A - B}{\text{试样重量}} \times 100\% \qquad \cdots\cdots(2)$$

式中：A——实际试验时 U 型吸收管的增重；

B——空白值。

5.8　熔敷金属中扩散氢含量试验

熔敷金属中扩散氢含量测定方法应按 GB/T 3965 进行。

5.9　吸潮试验

以任意方法将足够数量的焊条在 27℃、相对湿度为 80%的条件下暴露最少 9 h。有争议时，下述方法作为仲裁试验方法。吸潮试验后的焊条药皮含水量不应超过表 10 规定。

5.9.1　焊条应暴露在温度为 27～30℃和湿度为 80%～85%的恒湿恒温箱内 9 h。

5.9.2　焊条按制造厂推荐的烘焙规范进行烘干，焊条在放入恒湿恒温箱前应冷却到接近室温（温度不应低于露点以上 6℃），并立即放入恒湿恒温箱中。

5.9.3　焊条放入恒湿恒温箱后，应连续记录温度和湿度。达到了规定的温度和湿度后开始计算吸潮时间。

5.9.4 取出焊条按照 5.7 条规定测量焊条药皮含水量。

6 检验规则

成品焊条由制造厂质量检验部门按批检验。

6.1 批量划分

每批焊条由同一批号焊芯、同一批号主要涂料原料、以同样涂料配方及制造工艺制成。EXX01、EXX03 及 E4313 型焊条的每批最高量为 100 t，其他型号焊条的每批最高量为 50 t。

6.2 焊条取样方法

每批焊条试验时，按照需要数量至少在 3 个部位平均取有代表性的样品。

6.3 验收

每批焊条应按 6.3.1～6.3.5 条规定验收。

直径不大于 3.2 mm 焊条一般不进行角焊缝、力学性能及射线探伤试验。其性能可以根据直径 4.0 mm焊条的检验结果判定。如需要检验时，按相应条款规定进行。

6.3.1 每批焊条的角焊缝检验结果应符合 4.3 条的规定。在保证符合 4.3 条的规定时，角焊缝可不按批检验。

6.3.2 每批焊条的熔敷金属化学成分检验结果应符合表 6 规定。除 E5018M 型焊条外，其他型号焊条熔敷金属化学成分中的 Cr、Ni、Mo、V 等元素及 Mn、Cr、Ni、Mo、V 总量在保证符合表 6 的规定时，可不按批检验。

6.3.3 每批焊条的熔敷金属力学性能检验结果应符合 4.5 条规定。

6.3.4 每批焊条的焊缝射线探伤检验结果应符合表 9 规定。

6.3.5 每批焊条的焊条药皮含水量检验结果或熔敷金属扩散氢含量检验结果应符合 4.7 条规定。

6.3.6 对焊条有特殊要求时，可由供需双方协议。

6.4 复验

任何一项检验不合格时，该项检验应加倍复验。当复验拉伸试验时，抗拉强度、屈服点及伸长率同时作为复验项目。其试样可在原试板或新焊的试板上截取。加倍复验结果应符合对该项检验的规定。

7 包装、标记和质量证明书

7.1 包装

7.1.1 焊条按批号每 2.5、5 或 10 kg 净重或按相应的根数作一包装。这种包装应封口，并能保证焊条存放在干燥仓库中至少一年不致变质损坏。

7.1.2 若干包焊条应装箱，以保证在正常的运输过程中不致损坏。

7.2 标记

7.2.1 在靠近焊条夹持端的药皮上至少印有一个焊条型号或牌号。字型应采用醒目的印刷体。字体颜色与焊条药皮间应有较强的反差，以便在正常的焊接操作前后都清晰可辨。

7.2.2 每包及每箱外面应标出下列内容：

a. 标准号、焊条型号及焊条牌号；

b. 制造厂名及商标；

c. 规格及净重或根数；

d. 批号及检验号。

7.3 质量证明书

制造厂对每一批号焊条，根据实际检验结果出具质量证明书，以供需方查询。当用户提出要求时，制造厂应提供检验结果的副本。

附 录 A
碳钢焊条的简要说明
（参考件）

本附录作为碳钢焊条标准中有关药皮类型的解释，并为用户选择焊条提供参考。

A1 E4301、E5001 型焊条

这类焊条为钛铁矿型。药皮中含有钛铁矿大于或等于 30%，熔渣流动性良好，电弧吹力较大，熔深较深，渣覆盖良好，脱渣容易，飞溅一般，焊波整齐。这类焊条适用于全位置焊接。焊接电流为交流或直流正、反接，主要焊接较重要的碳钢结构。

A2 E4303、E5003 型焊条

这类焊条为钛钙型。药皮中含 30%以上的氧化钛和 20%以下的钙或镁的碳酸盐矿，熔渣流动性良好，脱渣容易，电弧稳定，熔深适中，飞溅少，焊波整齐。这类焊条适用于全位置焊接，焊接电流为交流或直流正、反接，主要焊接较重要的碳钢结构。

A3 E4323、E5023 型焊条

该焊条为铁粉钛钙型。熔敷效率高，适用于平焊、平角焊，药皮类型及工艺性能与 E4303 基本相似，焊接电流与 E4303 一样。这类焊条主要焊接较重要的碳钢结构。

A4 E4310、E5010 型焊条

该焊条为高纤维素钠型。药皮中纤维素含量较高，电弧稳定。焊接时有机物在电弧区分解产生大量的气体，保护熔敷金属。电弧吹力大，熔深较深，熔化速度快，熔渣少，脱渣容易，熔渣覆盖较差。通常限制采用大电流焊接。这类焊条适用于全位置焊接，特别适用于立焊、仰焊的多道焊和有较高射线探伤要求的焊缝，也可用于立向下焊接。焊接电流为直流反接，主要焊接一般的碳钢结构，如管道的焊接等，也可用于打底焊接。

A5 E4311、E5011 型焊条

这两类焊条为高纤维素钾型。药皮在与 E4310 型焊条药皮相似的基础上添加了少量的钙与钾的化合物，电弧稳定。焊接电流为交流或直流反接，适用于全位置焊接。焊接工艺性能与 E4310 相似，但采用直流反接焊接时，熔深浅。这类焊条主要焊接一般的碳钢结构，如管道的焊接等，也可用于打底焊接。

A6 E4312 型焊条

该焊条为高钛钠型。药皮中含 35%以上的氧化钛，还含有少量的纤维素、锰铁、硅酸盐及钠水玻璃等，电弧稳定，再引弧容易，通常适用于立向上或立向下焊接。焊接电流为交流或直流正接。这类焊条主要焊接一般的碳钢结构、薄板结构，也可用于盖面焊。

A7 E4313 型焊条

该焊条为高钛钾型。药皮在与 E4312 型焊条药皮相似的基础上采用钾水玻璃作粘结剂，电弧比 E4312 稳定，工艺性能，焊缝成型比 E4312 好。这类焊条适用于全位置焊接，焊接电流为交流或直流正、反接，主要焊接一般的碳钢结构，薄板结构，也可用于盖面焊接。

A8 E5014 型焊条

该焊条为铁粉钛型。药皮在与 E4313 型焊条药皮相似的基础上添加了铁粉，熔敷效率较高，适用于全位置焊接，焊缝表面光滑，焊波整齐，脱渣性很好，角焊缝略凸，焊接电流为交流或直流正、反接。这类焊接主要焊条一般的碳钢结构。

A9 E4324、E5024 型焊条

这两类焊条为铁粉钛型。药皮与 E5014 型焊条药皮相似，铁粉量比 E5014 多，药皮比 E5014 厚，熔敷效率高，适宜平焊和平角焊，飞溅少，焊缝表面光滑，焊接电流为交流或直流正、反接。这类焊条主要焊接一般的碳钢结构。

A10 E4320 型焊条

该焊条为氧化铁型。药皮中含有多量的氧化铁及较多的锰铁脱氧剂，电弧吹力大，熔深较深，电弧稳定，再引弧容易，熔化速度快，渣覆盖好，脱渣性好，焊缝成型好，略带凹度，飞溅稍大。这类焊条不宜焊薄板，适用于平焊及平角焊，焊接电流为交流或直流正接，主要焊接较重要的碳钢结构。

A11 E4322 型焊条

该焊条为氧化铁型。药皮及工艺性能基本与E4320相似，但焊缝较凸。这类焊条适用于薄板的高速焊、单道焊，焊接电流为交流或直流正、反接，主要焊接碳钢的薄板结构。

A12 E4327、E5027 型焊条

这两类焊条为铁粉氧化铁型。药皮在与E4320型焊条药皮基本相似的基础上添加了大量的铁粉，熔敷效率很高，电弧吹力大，焊缝成型好，飞溅少，脱渣好，焊缝稍凸。这类焊条适用于平焊、平角焊，焊接电流为交流或直流正接，可采用大电流焊接，主要焊接较重要的碳钢结构。

A13 E4315、E5015 型焊条

这两类焊条为低氢钠型。药皮主要组成物是碳酸盐矿和萤石，碱度较高。熔渣流动性好，焊接工艺性能一般，焊波较粗，角焊缝略凸，熔深适中，脱渣性较好，焊接时要求焊条干燥，并采用短弧焊。这类焊条可全位置焊接，焊接电流为直流反接。这类焊条的熔敷金属具有良好的抗裂性和力学性能。主要焊接重要的碳钢结构，也可焊接与焊条强度相当的低合金钢结构。

A14 E4316、E5016 型焊条

这两类焊条为低氢钾型。药皮在与E4315和E5015型焊条药皮基本相似的基础上添加了稳弧剂，如钾水玻璃等，电弧稳定。工艺性能、焊接位置与E4315和E5015型焊条相似，焊接电流为交流或直流反接。这类焊条的熔敷金属具有良好的抗裂性能和力学性能，主要焊接重要的碳钢结构，也可焊接与焊条强度相当的低合金钢结构。

A15 E5018 型焊条

该焊条为铁粉低氢型。药皮在与E5015和E5016型焊条药皮基本相似的基础上添加了约25%左右的铁粉，药皮略厚，焊接电流为交流或直流反接，焊接时应采用短弧。这类焊条适用于全位置焊接，焊缝成型较好，但角焊缝较凸，飞溅较少，熔深适中，熔敷效率较高。主要焊接重要的碳钢结构，也可焊接与焊条强度相当的低合金钢结构。

A16 E5048 焊条

该焊条为铁粉低氢型。具有良好的立向下焊性能。其他方面与E5018型焊条一样。

A17 E4328、E5028 型焊条

这两类焊条为铁粉低氢型。药皮与E5016型焊条相似，药皮中添加了大量的铁粉，药皮很厚，熔敷效率很高。这两类焊条适用于平焊、平角焊，焊接电流为交流或直流反接。主要焊接重要的碳钢结构，也可焊接与焊条强度相当的低合金钢结构。

A18 E5016-1、E5018-1 型焊条

该焊条除取E5016、E5018型焊条锰含量的上限外，其工艺性能和焊缝金属化学成分与E5016、E5018型一样。该焊条通常用于焊缝脆性转变温度较低的结构。

A19 E5018M 型焊条

该焊条低温冲击韧性较好，耐吸潮性优于E5018型焊条。为了获得最佳的力学性能，焊接电流采用直流反接。主要焊接重要的碳钢结构，高强度低合金结构和高碳钢结构。

附 录 B
药皮含水量试验装置的改进
（参考件）

B1 用镍舟代替瓷舟，有可能减少试验数据的误差。采用硅酸锆加热管代替石英管或高铝红柱石管，因为硅酸锆的失透性在 1 370℃以上。加热管的出口端做成缩颈，并采用了独立的一根 200 mm 长装有玻璃纤维干燥管的灰尘收集器。灰尘收集器放到吸收管与加热管之间。收集器外面装有一个加热器，收集器应加热到 150℃，防止析出的水分在收集器内凝结。收集器内填充的玻璃纤维非常便于检查。通过检查可以决定这些玻璃纤维是否需要更换。

B2 在加热管的入口处，使用一个推杆。这个推杆是在一根不锈钢丝上装一块 6.5 mm 的圆片形成 T 型。在送氧气时，可以用推杆由加热管入口处将试样逐渐推到管内，这样就不会使水分逸出。反之，如在关闭管口之前直接将试样送到加热区，就会有水分逸出管外。

附加说明：

本标准由中华人民共和国机械工业部提出。

本标准由机械工业部哈尔滨焊接研究所归口并负责起草。

本标准起草人吴振祥、李连胜。

本标准首次发布于 1967 年，于 1976 年第一次修订，于 1985 年第二次修订。

本标准等效采用 ANSI/AWS A5.1—91《碳钢药皮电焊条规程》。