

FCB 法埋弧自动单面焊施工工艺规范

1 范围

本规范规定了 FCB 法埋弧自动单面焊的焊前准备、人员、工艺要求、工艺过程和检验。本规范适用于板厚大于等于 8mm，小于 36mm 的 A、B、D、AH32、AH36、DH32、DH36 钢板焊接。

2 规范性引用文件

Q/SWS42-006-2003 CO₂ 气体保护半自动焊施工工艺规范

3 术语和定义

下列术语适用于本规范。

3.1 FCB 法（焊剂铜衬垫）埋弧自动单面焊

是在平面分段流水线上进行拼板焊接的一种高效焊接方法，其原理是在铜衬垫上撒上一层底层焊剂，并将其紧贴在被焊接件的坡口背面，在表面用两个或三个电极进行埋弧自动焊接。

4 焊前准备

4.1 焊接材料

a) 材料：焊丝： Y-A (4.8 mm、 6.4 mm)

焊剂： 底层焊剂 NSH-1R，表面焊剂 NSH-50；

b) 材料：焊丝： BD FCB-1W (4.8 mm、 6.4 mm)

焊剂： 底层焊剂 DQFCB-1R，表面焊剂 DQFCB-1；

c) 其它等效焊材。

4.2 焊接坡口型式

4.2.1 焊接坡口为 Y 型，其坡口角度、钝边、板厚差等要求按表 1。

表 1 焊接坡口型式

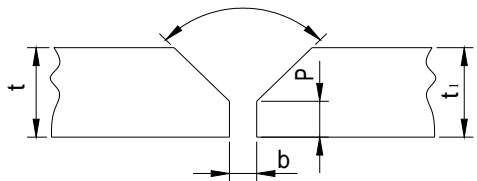
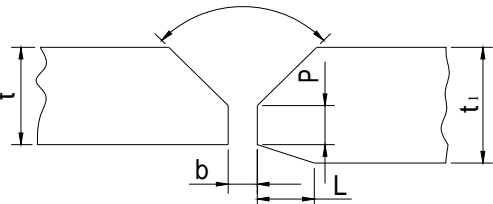
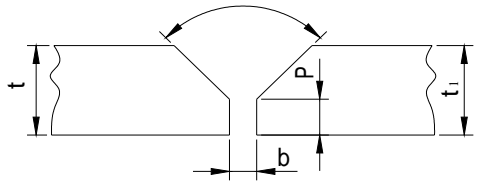
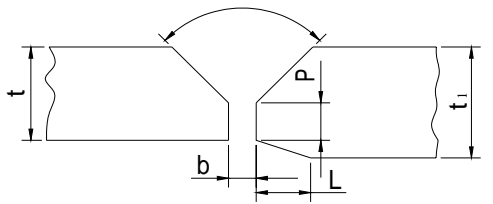
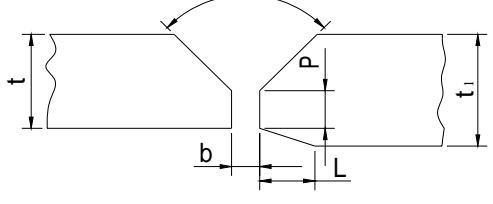
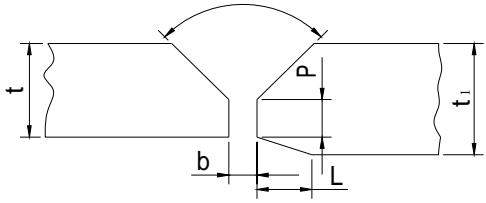
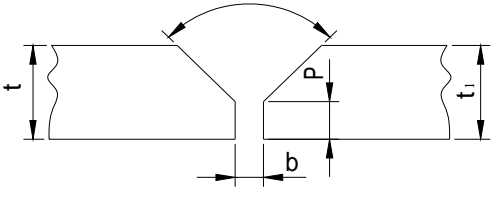
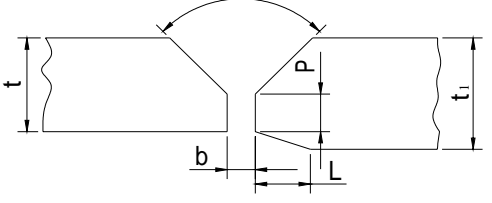
坡口代号	规格	坡口型式
FY-1	$8 \leq t < 19$ $t_1 - t \leq 3$ $b=0^{+1}$ $P=3^{+1.5}_{-0.5}$ $\alpha=60^\circ \pm 3^\circ$	
FY-2	$8 \leq t < 19$ $t_1 - t > 3$ $L=8(t_1 - t)$ $b=0^{+1}$ $P=3^{+1.5}_{-0.5}$ $\alpha=60^\circ \pm 3^\circ$	
FY-3	$19 \leq t < 24$ $t_1 - t \leq 3$ $b=0^{+1}$ $P=3^{+1.5}_{-0.5}$ $\alpha=50^\circ \pm 3^\circ$	
FY-4	$19 \leq t < 24$ $t_1 - t > 3$ $L=8(t_1 - t)$ $b=0^{+1}$ $P=3^{+1.5}_{-0.5}$ $\alpha=50^\circ \pm 3^\circ$	
FY-5	$24 \leq t < 31$ $t_1 - t \leq 3$ $b=0^{+1}$ $P=5^{+1.5}_{-0.5}$ $\alpha=50^\circ \pm 3^\circ$	

表 1 (续)

坡口代号	规格	坡口型式
FY-6	$24 \leq t < 31$ $t_1 - t > 3$ $L=8(t_1 - t)$ $b=0^{+1}$ $P=5^{+1.5}_{-0.5}$ $=50^{\circ} \pm 3^{\circ}$	
FY-7	$31 \leq t < 36$ $t_1 - t \leq 3$ $b=0^{+1}$ $P=6^{+1.5}_{-0.5}$ $=45^{\circ} \pm 3^{\circ}$	
FY-8	$31 \leq t < 36$ $t_1 - t > 3$ $L=8(t_1 - t)$ $b=0^{+1}$ $P=6^{+1.5}_{-0.5}$ $=45^{\circ} \pm 3^{\circ}$	

4.2.2 不等厚度的板材的焊缝坡口型式

4.2.2.1 当拼板的板厚差 $t_1 - t > 3\text{mm}$ 时，需对厚板进行削斜处理，削斜长度为 $L=8(t_1 - t)\text{mm}$ 。焊缝坡口角度采用薄板 t 要求的坡口角度按图 1。

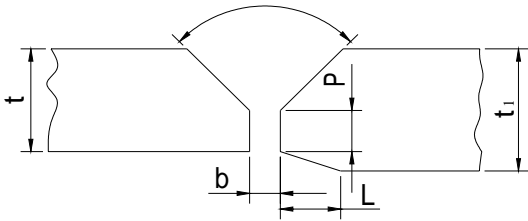


图 1 板厚差焊缝坡口型式

4.2.3 板厚差的方向

a) 从流水线的走向看，两侧均可；

b) 从板厚差的上下方向看，必须在下方。

4.3 装配要求

4.3.1 拼板间隙处理按表 2

表 2 拼板根部间隙

根部间隙	处 理 方 法
0 b 0.5	可不处理。
0.5 < b 1.5	单面埋弧焊前，用 CO ₂ 半自动焊接一层密封焊缝，密封焊缝和定位焊接焊缝的厚度相同。
b > 1.5	重新修整坡口，使焊缝符合规定的根部间隙。

4.3.2 错边

拼板的装配错边量必须小于 1.5 mm。

4.3.3 定位焊的间距及长度

4.3.4 定位焊采用 CO₂ 半自动焊，焊丝牌号 TWE-711 等，直径 1.2。定位焊高度不应超过 5mm，定位焊的间距长度按图 2。

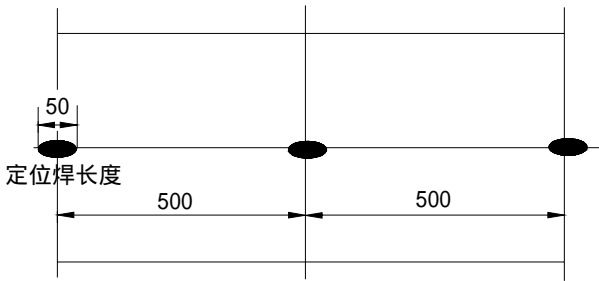


图 2

4.3.5 定位焊必须由终端向始端按顺序进行装焊。第一个定位焊应确保离端头 500mm。

4.3.6 为了避免定位焊两端产生裂纹，定位焊的引、熄弧点严禁位于定位焊缝的两端，具体见图 3。

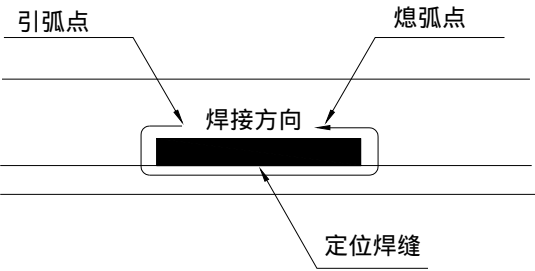


图 3

4.3.7 引、熄弧板的规格及装配要求

4.3.7.1 引、熄弧板的规格按表 3。

表 3 引弧、熄弧板的规格及装配尺寸

名称	工艺板厚度	装配尺寸
引弧板	与焊接钢板相同	
熄弧板	与焊接钢板相同	

4.3.7.2 引、熄弧板的装配要求

4.3.7.2.1 引、熄弧板的中心应与拼板中心在同一直线上，其底边必须与拼板底面齐平。

4.3.7.2.2 引、熄弧板的板厚必须与焊接件板厚相同,对于有板厚差的焊件，引、熄弧板应按厚板的尺寸选取。引、熄弧板与拼板焊接后应保持其平面与拼板在同一平面上，不能上

下弯曲。拘束焊缝不能有夹渣、气孔、裂缝等缺陷存在，如有缺陷必须清除干净。

5 人员

参加 FCB 法埋弧自动单面焊接的焊工，必须经过专业培训和考试，并经过船级社或有关的检验部门认可合格后，方能持证上岗。

6 工艺要求

- 6.1 焊工每天上岗前，必须检查焊接电源、电磁铁、行走小车等供电是否正常。
- 6.2 检查压缩空气压力能否达到 0.4MPa 以上。
- 6.3 检查焊丝供应量能否满足一条焊缝的使用量。
- 6.4 检查铜衬垫上是否有垃圾、焊渣、毛刺等杂物，如空气湿度较大在上班前，应对铜衬垫进行预热，以便祛除铜衬垫上的水份。
- 6.5 利用焊剂铺设自动小车铺设底层焊剂，底层焊剂铺设厚度为 5mm，宽度为 100mm ~ 120mm，对于不同厚度的拼板，底层焊剂铺设厚度为 6mm。
- 6.6 底层焊剂应随用随取，要防止受潮，开启过的焊剂使用期不要超过一天。
- 6.7 将拼板输送到焊接工位，上升铜衬垫使焊缝对正衬垫中心。
- 6.8 按电磁铁按钮，吸紧拼板工件，并开启压缩空气，压缩空气软管充气压力为 0.12MPa。
- 6.9 当不等厚度板材拼接时，在板薄一侧的压缩空气软管充气压力须在原基础上增加 0.02MPa。
- 6.10 空气软管充气，使衬垫紧贴工件，调整方法按表 4。

表 4 焊接衬垫装置与空气软管使用位置的调节

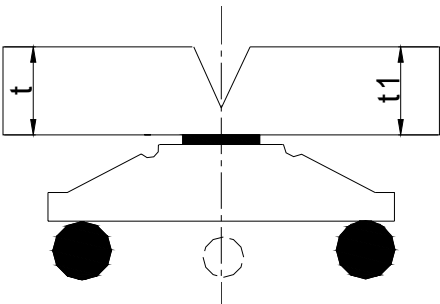
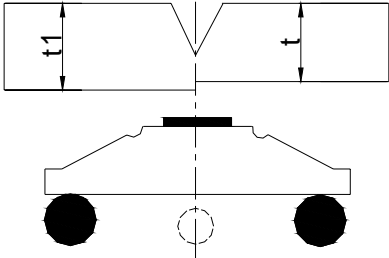
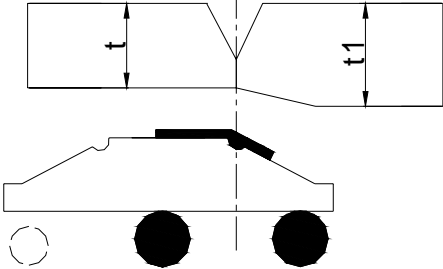
母材的板厚关系	焊接衬垫装置的调节	
<div>t=t1 (等厚)</div>		<div>以相同空气压力同时使用两侧的 2 根空气软管。中间的软管不使用。</div> <div>焊缝与衬垫铜板的中心对齐。</div>

表 4 (续)

母材的板厚关系	焊接衬垫装置的调节	
$t_1 - t \leq 3$		以相同空气压力同时使用两侧的 2 根空气软管。中间的软管不使用。 焊缝与衬垫铜板的中心对齐。
$t_1 - t > 3$		以相同空气压力同时使用中间和厚板一侧的 2 根空气软管。 焊缝与衬垫铜板的槽的中心对齐。

6.11 空气软管充气后，为使底层焊剂与板材能紧密贴合须在钢板表面的拼缝两侧 100mm 范围内用锤均匀敲击

7 工艺过程

7.1 操作程序和方法

7.1.1 根据被焊工件的板厚，在焊机屏幕上输入焊接规范参数，如有板厚差的板缝应按焊接薄板的规范输入屏幕。

7.1.2 调整焊丝的间距及焊丝伸出长度按图 3。

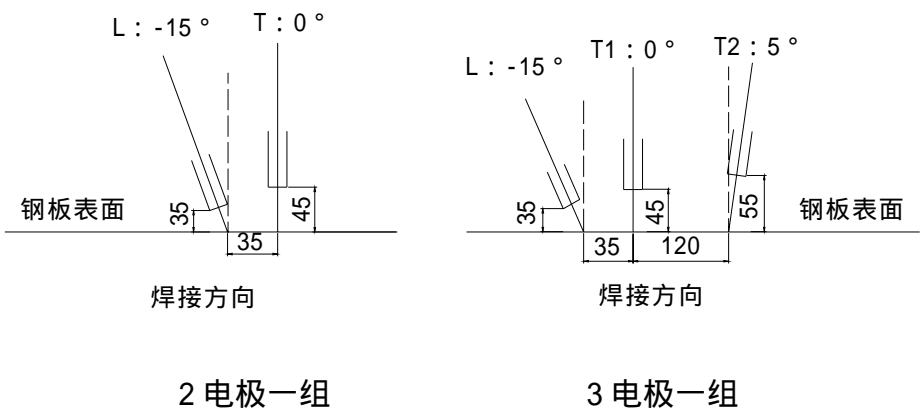


图 3

7.1.3 将焊机机头移向焊缝始端，使前丝 L 停留在引弧板上，离板缝端头约 50mm ~ 80mm 处。

7.1.4 按下按钮，使焊丝与引弧板接触（在两极间放入引弧绒球）打开焊剂箱，放出盖面焊剂。

7.1.5 一切准备工作结束，按启动按钮开始焊接。

7.2 焊接规范参数按附录 A 规定。

8 检验

8.1 焊后检查

8.1.1 焊接结束后，焊工应对自己所焊的焊缝正反面进行检查，对不符合验收要求的焊缝，应作出明显标记，以便进行修补。

8.1.2 对始、终端采用阶梯法封焊的焊缝，焊缝背面无法成型，拼板焊件在安装纵骨前，应对未成型的部位，碳弧气刨进行清根，随后进行补焊。

8.1.3 采用 FCB 法焊接的拼板焊缝，在安装纵骨前，应对该焊缝始端 500mm、终端约 1000mm 长的范围内进行无损检测，如发现焊缝缺陷，应进行修整剔除焊接缺陷。

8.2 修补方法

8.2.1 FCB 法焊接缺陷修补按表 6。

表 6 FCB 法焊接缺陷修补

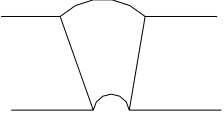
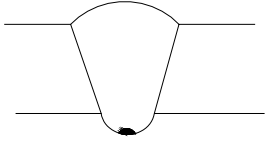
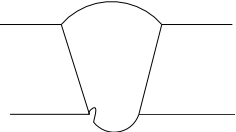
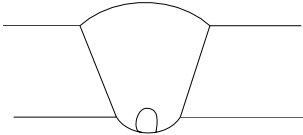
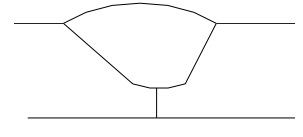
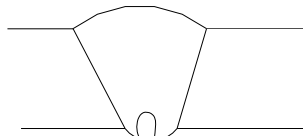
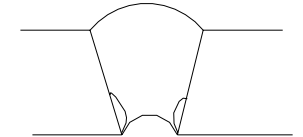
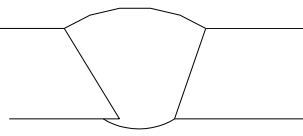
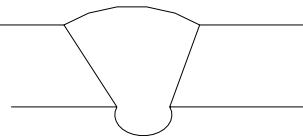
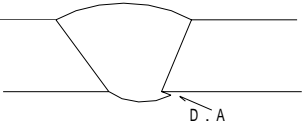
缺陷的种类	缺陷的形状		修补的判断
余高不足		未完全熔透	虽有根部凹陷，如果高出板厚；不用修补。 根部凹陷如果没有高出板厚，则必须进行修补。
麻点		焊道表面上小的凹陷（焊药受潮的原因）。	打磨去除麻点
咬边		—	大于等于 0.5mm 时要修补。

表 6 (续)

缺陷的种类	缺陷的形状		修补的判断
凹坑		由于焊药受潮或坡口内的灰尘所产生的气泡的开口。	修补所有的凹坑。
未熔透		焊接参数不当, 焊丝的中心未对正。	修补
气孔		因焊药受潮而沿焊接方向产生生长的沟槽。	修补
凹陷		由后面的电极再熔融所产生的凹陷。	修补
飞边		底层焊药的接触不良。	修补
余高过大		由于底层焊药的接触不充分或坡口钝边精度不良而产生。	目标 3mm 以下。 5mm 以上, 必须修补。
焊瘤		底层焊药的接触不充分。	焊瘤的角度 (D.A) 小于等于 90° 时必须修补。
裂缝	—	出现裂缝	必须修补。
成型不良	—	反面焊道宽度不足。	反面焊宽在 8mm 以下时, 全部修补。
终端裂缝	—	探伤发现裂缝	必须修补。

附录 A

(规范性附录)

焊接规范性参数

A.1 焊接规范参数按表 A.1。

表 A.1 焊接规范参数

板厚 (mm)	极数	坡口型式	电极	直径 mm	电极 倾斜	电 流 (A)	电 压 (V)	速 度 (cpm)					
8	2 电 极	FY-1 FY-2	L	4.8	15 °	L : 900-950 T : 700-820	L : 35-38 T : 40	54-62					
			T	4.8	0 °								
9			L	4.8	15 °								
			T	4.8	0 °								
10			L	4.8	15 °								
			T	4.8	0 °								
11			L	4.8	15 °								
	T		4.8	0 °									
12	3 电 极		FY-1	L	4.8	15 °	L : 1020-1250 T1:900-1050 T2:600-900	L : 33-40 T1 : 35-46 T2 : 42-50	78-90				
				T1	4.8	0 °							
				T2	6.4	-5 °							
13				L	4.8	15 °							
				T1	4.8	0 °							
				T2	6.4	-5 °							
14				L	4.8	15 °							
				T1	4.8	0 °							
				T2	6.4	-5 °							
15				FY-2	L	4.8				15 °	L : 1050-1300 T1:920-1100 T2:650-900	L : 33-40 T1 : 35-44 T2 : 40-50	75-88
					T1	4.8				0 °			
					T2	6.4				-5 °			
16			L		4.8	15 °							
			T1		4.8	0 °							
			T2		6.4	-5 °							
17			L		4.8	15 °							
			T1		4.8	0 °							
			T2		6.4	-5 °							
18			L		4.8	15 °							
			T1		4.8	0 °							
			T2	6.4	-5 °								
19		FY-3 FY-4	L	4.8	15 °	L : 1130-1400 T1:920-1100 T2:850-1100	L : 34-40 T1 : 36-46 T2 : 45-50	52-69					
			T1	4.8	0 °								
	T2		6.4	-5 °									
20	L		4.8	15 °									
	T1		4.8	0 °									
	T2		6.4	-5 °									
21	L		4.8	15 °									
	T1		4.8	0 °									
	T2		6.4	-5 °									
22	L		4.8	15 °									
	T1		4.8	0 °									
	T2		6.4	-5 °									
23	L	4.8	15 °										
	T1	4.8	0 °										
	T2	6.4	-5 °										

表 A.1 (续)

板厚 (mm)	极数	坡口型式	电极	直径 mm	电极倾斜	电流 (A)	电压 (V)	速度 (cpm)
24	3 电 极	FY-5 FY-6	L	4.8	15 °	L : 1300-1480 T1:1130-1250 T2:900-1170	L : 32-40 T1 : 38-47 T2 : 43-50	50-68
			T1	4.8	0 °			
			T2	6.4	-5 °			
25			L	4.8	15 °			
			T1	4.8	0 °			
			T2	6.4	-5 °			
26			L	4.8	15 °			
			T1	4.8	0 °			
			T2	6.4	-5 °			
27			L	4.8	15 °			
			T1	4.8	0 °			
			T2	6.4	-5 °			
28		FY-7 FY-8	L	4.8	15 °	L:1300-1480 T1:1180-1300 T2:950-1170	L : 32-40 T1 : 38-47 T2 : 43-50	41-52
			T1	4.8	0 °			
			T2	6.4	-5 °			
29			L	4.8	15 °			
			T1	4.8	0 °			
			T2	6.4	-5 °			
30			L	4.8	15 °			
			T1	4.8	0 °			
			T2	6.4	-5 °			
31			L	4.8	15 °			
			T1	4.8	0 °			
			T2	6.4	-5 °			
32			L	4.8	15 °			
			T1	4.8	0 °			
			T2	6.4	-5 °			
33			L	4.8	15 °			
			T1	4.8	0 °			
			T2	6.4	-5 °			
34			L	4.8	15 °			
			T1	4.8	0 °			
			T2	6.4	-5 °			
35			L	4.8	15 °			
			T1	4.8	0 °			
			T2	6.4	-5 °			