

检验手册—船体篇

1、船体施工人员资格

- 1.1 船体装配工，电焊工必须经人力资源部组织培训，进行理论知识和实际操作技能的考试，考试合格后，发给相应技术等级的上岗证，才能上岗操作。见右图。



1.2 钢板预处理线、数控切割、T 排制造流水线，FCB 法流水线，中心 T 排，纵骨装配等流水线的操作工人必须经人力资源部组织技术培训，经考核合格后，才准上岗操作。

1.3 船体冷热加工人员须经人力资源部组织技术培训，经考核合格后，才准上岗操作。

1.4 涂装部的喷砂，打磨除锈工，须经有工作经验的师傅带教 3 个月，掌握基本操作要领。油漆喷涂工则应在 3 个月后进行进行特种作业培训，经考核合格，持证上岗。

1.5 所有员工，进公司前进行体检，体检合格后方可上岗。

2、基本常识

2.1 装配工

2.1.1 使用的手工焊条必须先经烘焙。

2.1.2 使用时，焊条存放于通电的保温桶，一次取出不多于 4 根。

2.1.3 持证上岗。

2.1.4 装配完工后，按图纸、工艺执行自检，自检合格后，交班组长互检。

2.2 电焊工

2.2.1 持证上岗，并从事核上岗证技术等级相对应的焊接方式。

2.2.2 必须带好焊工工具：榔头、凿子、刷子。

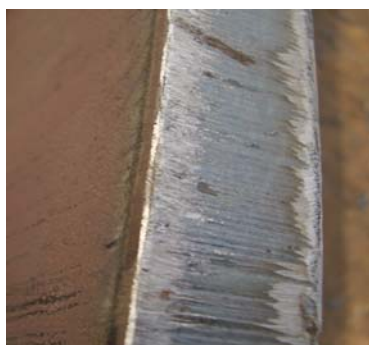
2.2.3 遵守焊接规范，如电压、电流、焊接顺序。

2.2.4 施焊条件齐备，焊接间隙符合要求，正确使用挡风板，焊前清除焊道内的水、垃圾、尘土、油漆等杂物，以保证焊接质量。

2.2.5 焊接结束，必须清除焊渣，认真自检，清除焊接缺陷，自检合格后，交班组长进行互检。

3、切割作业检查

3.1 用手拂拭或目视，检查切割表面是否光滑，无毛刺和割渣。（见下图）



表面粗糙度是否达到要求。（见下表） mm

项目			标准范围	允许极限	备注
构件自由边	重要部分	自动、半自动气割	0.10	0.20	(1) 型钢的机械切割按手工气割；
		手工气割	0.15	0.30	
	非重要部分	自动、半自动气割	0.10	0.20	
		手工气割	0.50	1.00	
焊接接缝边	重要部分	自动、半自动气割	0.10	0.20	(2) 除去自由边毛刺
		手工气割	0.40	0.80	
	非重要部分	自动、半自动气割	0.10	0.20	
		手工气割	0.80	1.50	

3.2 标记符号是否符合图纸要求，标记要清楚、准确、齐全。（包括零件号、施工者代码）

4、T 排装配、焊接检查

4.1 用钢直尺检查腹板是否居中于面板，要求两边相等。（见下图）



4.2 用直尺检查腹板是否与面板垂直。（见下图）



4.3 焊缝表面质量光顺，无咬边、弧坑、气孔和焊瘤。（见下图）



4.4 目测（必要时可用粉线测量）腹板垂直度，要求无明显弯曲。（见下图）



4.5 检查端头坡口方向是否与图纸一致。(见下图)



4.6 检查切割处自由面打磨是否光滑。(见下图)



4.7 检查施工者标记是否清楚、齐全。(见下图)

5、FCB 拼版检查

5.1 定位焊间距为 300~500mm。(见下图)



5.2 定位焊长度 $\geq 50\text{mm}$ ，焊缝高度 $\leq 3\text{mm}$ 。

5.3 引熄弧板厚度于母材基本相同，装焊时，与母材平整，不能上仰或下垂。(见下图)



5.4 焊缝外观质量光滑，无毛刺、咬边和焊瘤，焊缝余高 ≤ 0.2 倍焊缝宽度。(见下图)



余高 ≤ 0.2 倍焊缝
宽度

6、二次划线检查

检查划线尺寸是否符合图纸，化纤清楚、完整。(见下图)



7 纵骨装配、焊接检查

7.1 检查零件号、位置、方向是否与图纸相符。（见下图）

7.2 装配间隙要求 ≤ 1 。（见下图）



7.3 用尺检查纵骨间距是否符合图纸要求及长度。（见下图）



7.4 用尺检查定位焊间距，间距为交错 300~500mm，单边 800~1000mm，焊缝长度 ≥ 50 mm。（见下图）。

7.5 焊缝外观质量要求光顺，无气孔、夹渣、咬边、单边等缺陷。（见下图）



8、埋弧自动焊检查要求

8.1 焊接区域表面（30mm 范围）打磨至清洁，去污水、油等杂物。（见下图）



8.2 定位焊间距及长度，间距为 300~500mm，焊道长度 ≥ 50 mm。（见下图）



8.3 引熄弧板要求：一般钢 150×150mm，高强度钢 200×200mm，厚度与母材基本相同，引

熄弧长度 0~80mm。(见下图)



8.4 焊缝外观, 应光顺, 无焊瘤、裂纹、气孔、弧坑、焊穿等缺陷。(见下图)



9、火工板加工检查

9.1 火工板加工后, 钢板表面无压痕、锤痕超差。(见下图)



10、槽形板加工检查

10.1 用钢卷尺、吊线锤测量外形尺寸是否符合图纸要求。(见下图)



10.2 用粉线检查平面度, 要求: 表面平整, 每平方米平面度: $\pm 2.5\text{mm}$ (见下图)

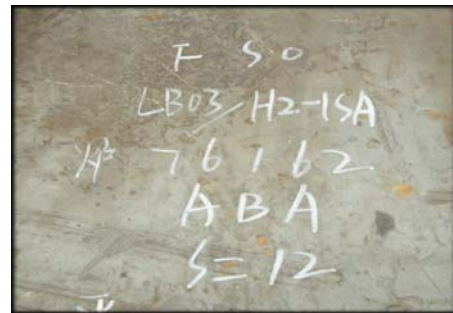


10.3 钢板表面无压痕、锤痕超差，折角处不允许出现裂纹。（见下图）



11、小组立检查

11.1 根据图纸核对构件编号、位置及方向正确性。（见下图）



11.2 用直尺、粉线检查构件装焊后垂直度和平直度。（见下图）



11.3 定位焊间距及长度检查，要求：间距 300~500mm，焊道长度 30~50mm。（见下图）



11.4 焊缝外观均匀，焊道金属与基本金属之间过渡平缓，无裂纹、夹渣、弧坑，咬口，气孔与焊瘤等缺陷。（见下图）

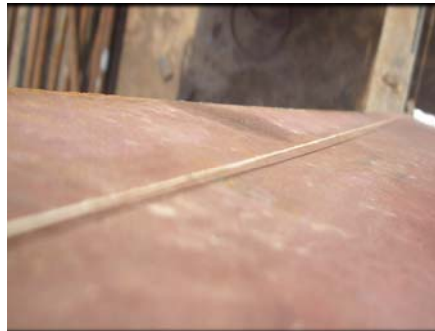


11.5 用焊接检验尺测量焊角高度是否符合图纸要求。（见下图）



12、中组立检查

12.1 用粉线或目测构件直线度，无明显弯曲、变形。（见下图）



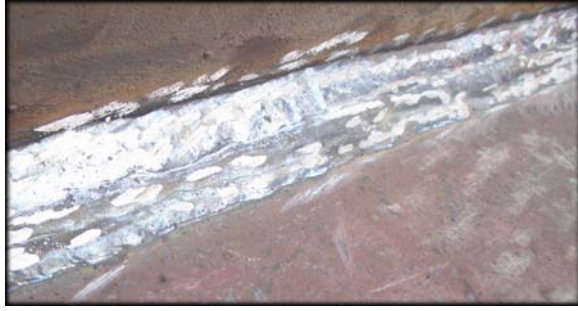
12.2 坡口角度符合图纸要求，坡口方向正确，除锈干净。（见下图）



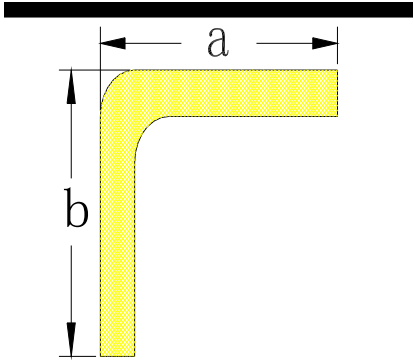
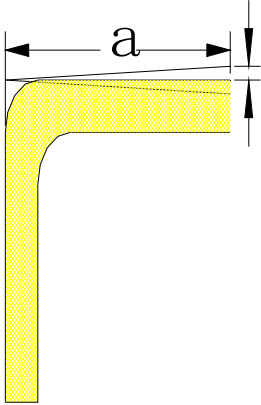
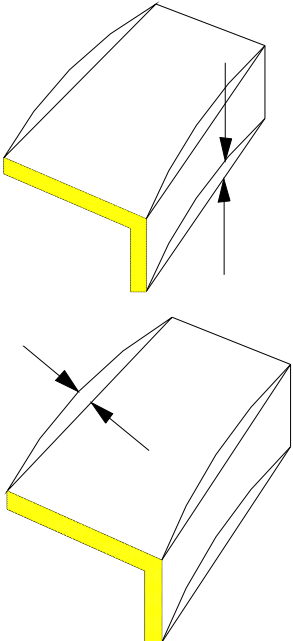
12.3 定位焊间距 300~500mm，定位焊长度 30~50mm。（见下图）



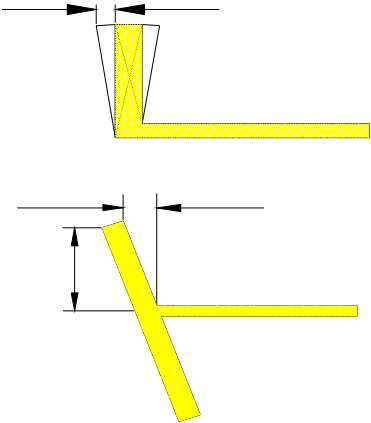
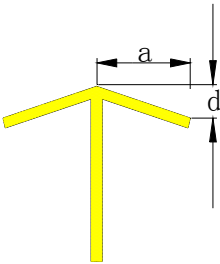
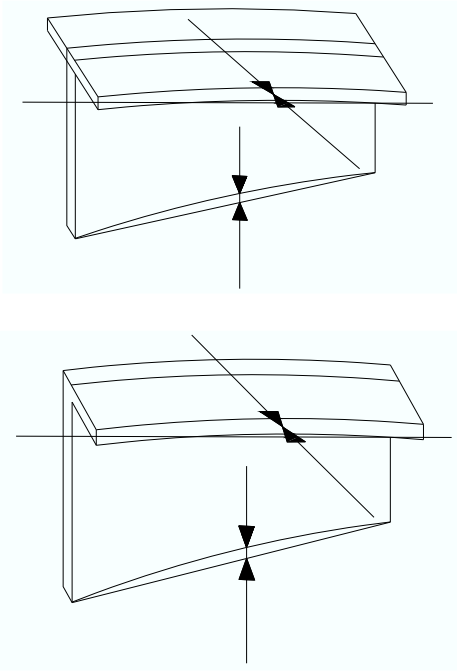
12.4 焊缝外观均匀，焊道金属与基本金属之间过渡平缓，无裂纹、夹渣、弧坑，咬口，气孔与焊瘤等缺陷。（见下图）



板材预制加工及光顺度要求
 表格 1. 折边的纵骨和肘板

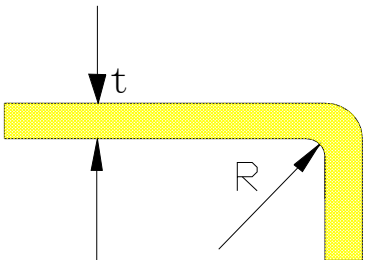
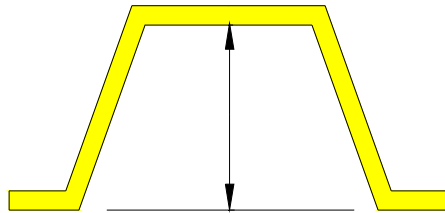
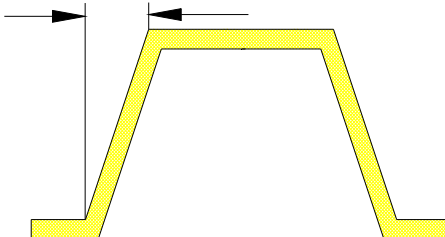
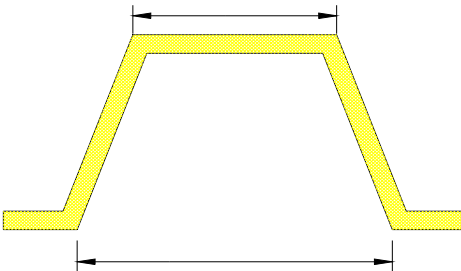
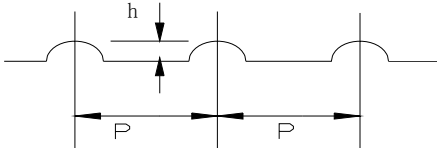
具 体 型 式	标 准	极 限	备 注
折边宽度  与正确尺寸比较	$\pm 3\text{mm}$	$\pm 5\text{mm}$	
折边与腹板之间的角度 	$\pm 3\text{mm}$	$\pm 5\text{mm}$	A 长度以 100mm 为基准
折边与腹板的平面直线度 	$\pm 10\text{mm}$	$\pm 25\text{mm}$	每 10 米

表格 2. 组合剖面

具 体 型 式	标 准	极 限	备 注
肋骨和纵向梁 	$\pm 1.5\text{mm}$	$\pm 3\text{mm}$	a 的长度： 每 100mm
面板扭曲 	$d \leq 3+a/100\text{mm}$	$d \leq 5+a/100\text{mm}$	
折边，纵向梁，坡口上面 横梁的弯曲。 	$\pm 5\text{mm}$	$\pm 8\text{mm}$	

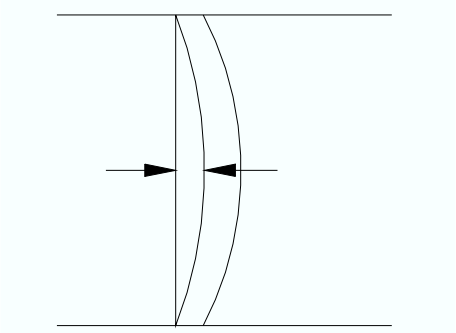
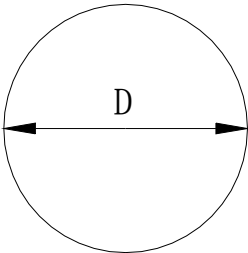
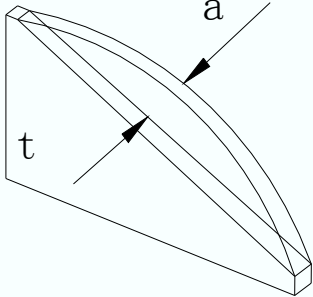
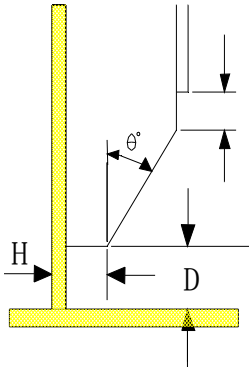
表格 3. 槽型舱壁

具 体 型 式	标 准	极 限	备 注
---------	-----	-----	-----

<p>机械弯曲</p> 	$R \geq 3t\text{mm}$		
<p>槽深度</p> 	$\pm 3\text{mm}$	$d5+a/100\text{mm}$	
<p>翼板的宽度</p> 	$\pm 3\text{mm}$	$\pm 6\text{mm}$	
<p>槽 宽</p> 			
<p>槽的深度与高度</p> 	<p> $h: \pm 2.5\text{mm}$ $h: \pm 5\text{mm}$ 没有相连舱壁 $P: \pm 6\text{mm}$ $P: \pm 9\text{mm}$ 有相连舱壁 $P: \pm 2\text{mm}$ $P: \pm 3\text{mm}$ </p>		

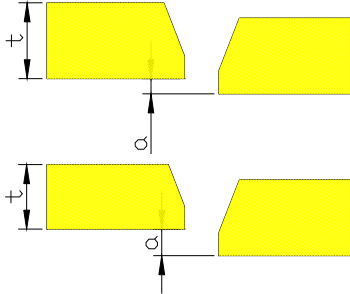
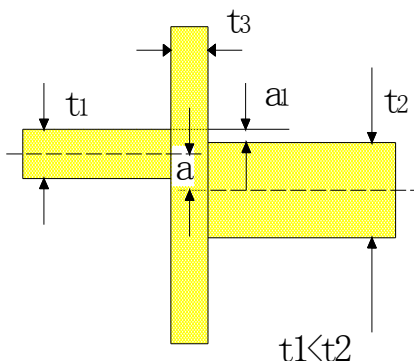
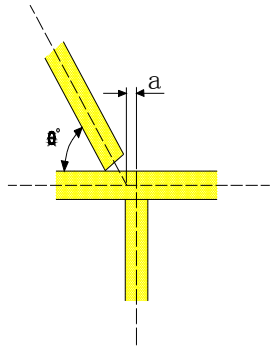
表格 4. 立柱,托架和加强杆

具体型式	标准	极限	备注
------	----	----	----

<p>甲板间的立柱</p> 	4mm	6mm	
<p>圆柱结构直径 (立柱,桅杆 posts etc)</p> 	$\pm D/200\text{mm}$ max.+5mm	$\pm D/150\text{mm}$ max.+7.5mm	
<p>平支架和小加强杆在 自由坡口的弯曲度</p> 	$a \leq t/2\text{mm}$	max. 8mm	
<p>面板和加强筋的末端削斜</p> 	$\theta^\circ = 30^\circ$ $H=15\text{mm}$ $D=25\text{mm}$ $F=15\text{mm}$	$+5\text{mm}$ -5mm $+10\text{mm}$ -5mm $\pm 5\text{mm}$	

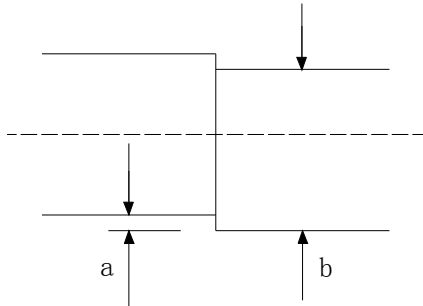
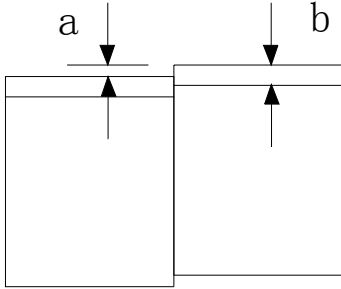
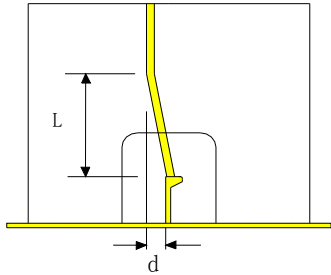
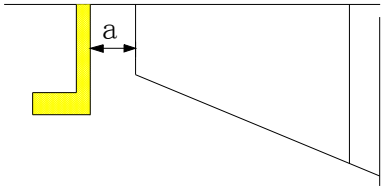
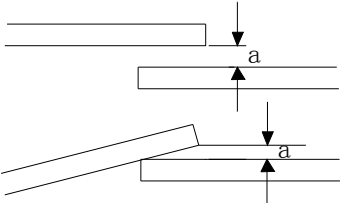
装配对正要求 表格 1. 对齐

具体型式	标准	极限	备注
------	----	----	----

<p>对接焊定位</p> 	$a \leq 0.15t$ 强力构件 $a \leq 0.2t$ 次要构件	$a \leq 3.0\text{mm}$	
<p>角接焊定位</p> 	<p>a) 主要构件和高强度钢: $a \leq t1/3$ 板中心线测量值 $a \leq (5t1-3t2)/6$ 板边线测量值</p> <p>b) 一般构件: $a \leq t1/2$ 板中心线测量值 $a \leq (2t1-t2)/6$ 板边线测量值</p>		当 $t3$ 小于 $t1$ 时,按照规范要求由 $t3$ 代替 $t1$
<p>角接焊定位</p> 	<p>a) 主要构件和高强度钢 $a \leq t1/3$ 板中心线测量值</p> <p>b) 一般构件 $a \leq t1/3$ 板边线测量值</p>		

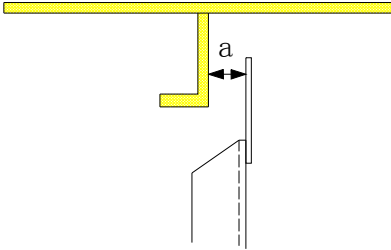
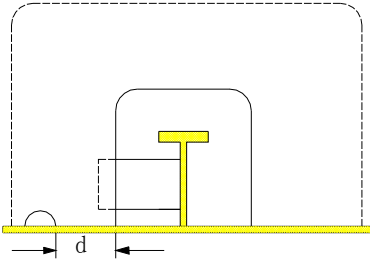
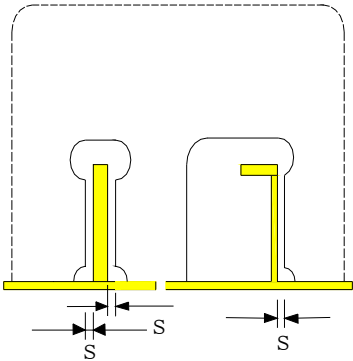
表格 2. 对正

具体形式	标准	极限	备注
------	----	----	----

<p>面板纵向对齐</p> 	$a \leq 0.04b$	$a = 8.0\text{mm}$	
<p>纵向板条,角钢折边对齐</p> 	<p>强力构件 $a \leq 0.15t$ 次要构件 $a \leq 0.20t$</p>	<p>3mm</p>	
<p>面板加强筋对齐</p> 	$d \leq L/50$		
<p>肋骨与加强筋的间距</p> 	$a \leq 2.0\text{mm}$	<p>3mm</p>	
<p>焊缝搭接对齐</p> 	$a \leq 2.0\text{mm}$		

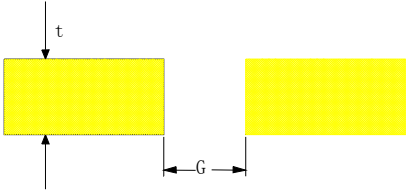
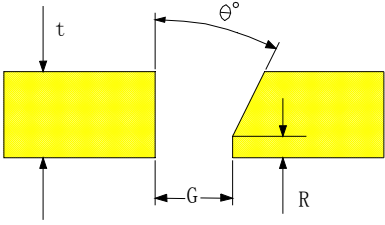
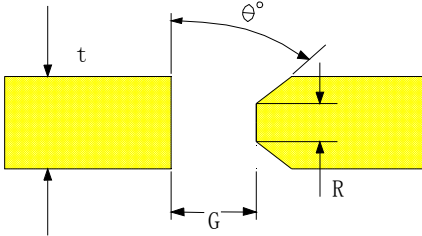
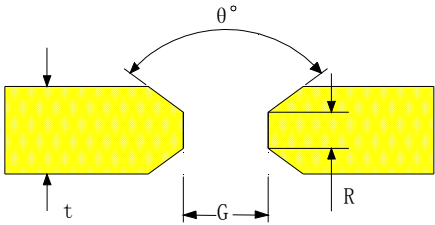
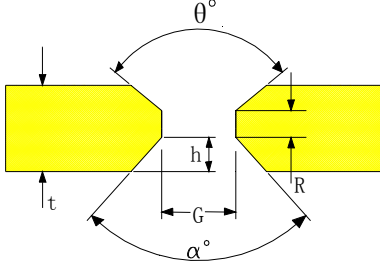
表格 3. 校正

具体形式	标 准	极 限	备 注
------	-----	-----	-----

<p>肋骨与横梁的间距</p> 	$a \leq 2.0\text{mm}$		
<p>扇形孔的位置</p> 	$D \geq 75\text{mm}$		
<p>过梁孔切割</p> 	$S < 2.0\text{mm}$		

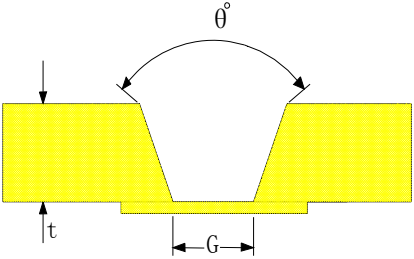
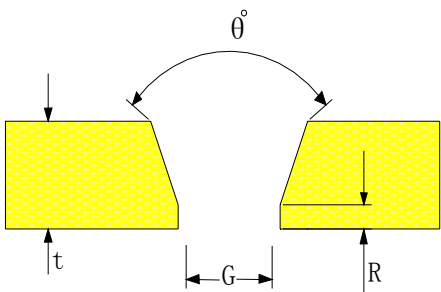
焊接坡口形式 表格 1. 典型对接焊坡口(手工焊)

具体形式	标 准	极 限	备 注
------	-----	-----	-----

<p>无坡口对接焊</p> 	$t \leq 5\text{mm}$ $G = 3\text{mm}$		见备注 1
<p>单边坡口对接</p> 	$t > 5\text{mm}$ $G \leq 3\text{mm}$ $R \leq 3\text{mm}$ $\theta = 50^\circ - 70^\circ$		见备注 1
<p>单边双面坡口对接</p> 	$t > 19\text{mm}$ $G \leq 3\text{mm}$ $R \leq 3\text{mm}$ $\theta = 50^\circ - 70^\circ$		见备注 1
<p>双面 V 型等角度坡口对接</p> 	$G \leq 3\text{mm}$ $R \leq 3\text{mm}$ $\theta = 50^\circ - 70^\circ$		见备注 1
<p>双面 V 型不等角度坡口对接</p> 	$G \leq 3\text{mm}$ $R \leq 3\text{mm}$ $\theta = 50^\circ - 70^\circ$ $6 \leq h \leq t/3\text{mm}$ $\theta = 50^\circ$ $\alpha = 90^\circ$		见备注 1
<p>备注 1 :</p> <p>各船结社可能会接受开其他坡口的工艺流程。</p> <p>其他的手工焊接工艺流程, 请见焊接工艺质量</p>			

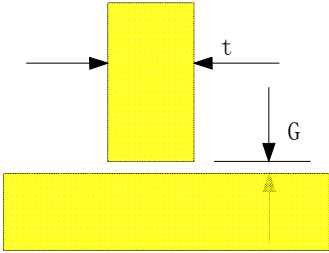
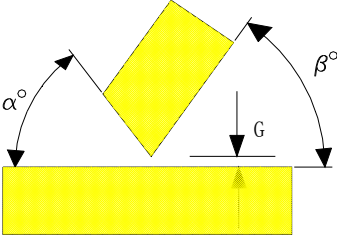
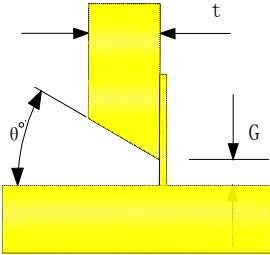
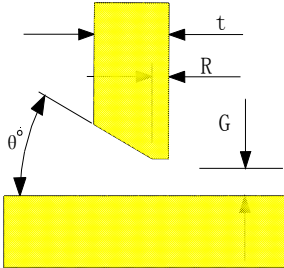
表格 2. 典型对接焊坡口(手工焊)

具体形式	标 准	极 限	备 注
------	-----	-----	-----

<p>单面开 V 型坡口 反面加衬板(临时或永久)</p> 	<p>$G=3-9\text{mm}$ $\theta=30-50^\circ$</p>		见备注 1
<p>单面坡口对接</p> 	<p>$G\leq 3\text{mm}$ $R\leq 3\text{mm}$ $\theta=50-70^\circ$</p>		见备注 1
<p>备注 1 : 各船结社可能会接受开其他坡口的工艺流程。 其他的手工焊接工艺流程, 请见焊接工艺质量</p>			

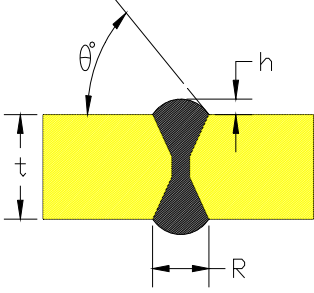
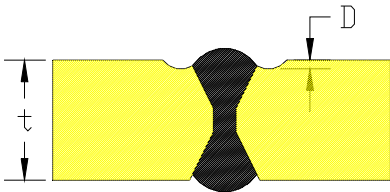
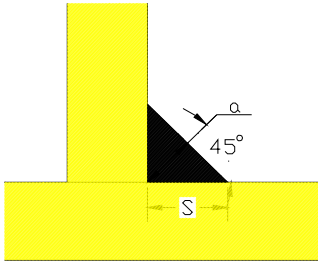
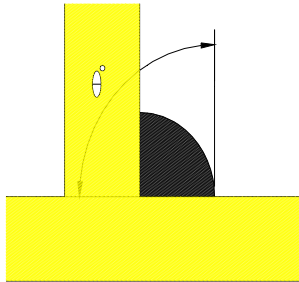
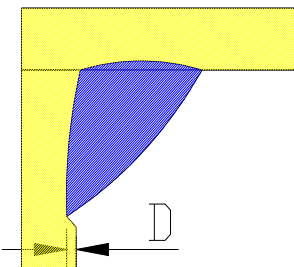
表格 3. 典型角接焊坡口(手工焊)

具体形式	标 准	极 限	备 注
------	-----	-----	-----

<p>T 型角接</p> 	$G \leq 2\text{mm}$		见备注 1
<p>非直角角接</p> 	$\alpha = 50-70^\circ$ $\beta = 70-90^\circ$ $G \leq 2\text{mm}$		见备注 1
<p>单面开坡口 T 型角接 带垫板(永久)</p> 	$G \leq 4-6\text{mm}$ $\theta = 30^\circ - 50^\circ$		一般不适用于强力构件 见备注 1
<p>单面开坡口 T 型角接</p> 	$G \leq 3\text{mm}$ $R \leq 3\text{mm}$ $\theta = 50$		见备注 1
<p>备注 1 :</p> <p>各船结社可能会接受开其他坡口的工艺流程。 其他的手工焊接工艺流程, 请见焊接工艺质量</p>			

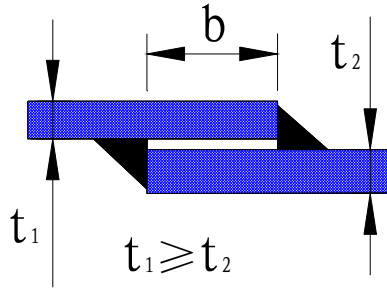
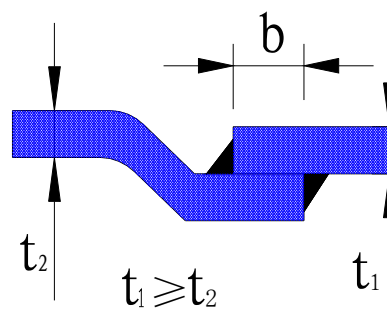
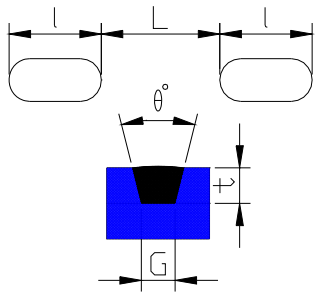
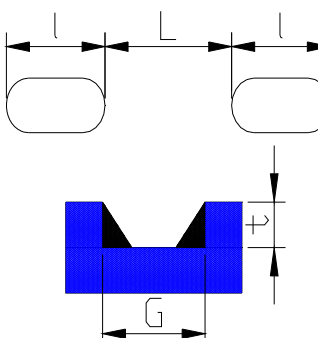
表格 4. 典型对接、角接成型(手工焊)

具体形式	标 准	极 限	备 注
------	-----	-----	-----

<p>对接焊坡脚角度</p> 	$\theta \leq 60^\circ$ $h \leq 0.2R$	<p>最大 h=6mm</p>	
<p>对接焊咬边</p> 	$D=0\text{mm}$	<p>0.5mm</p>	
<p>角接焊焊腿长</p> 	<p>s= 焊脚 a=焊喉深度</p>	$s \geq 0.9s_d$ $a \geq 0.9a_d$	<p>Sd=设计焊脚 ad=设计焊喉</p>
<p>角接焊焊脚长</p> 		$\theta \leq 90$	<p>在应力集中和疲劳区域, 船级社可能要求一个较小的角度</p>
<p>角接焊咬边</p> 	$D=0\text{mm}$	<p>0.5mm</p>	

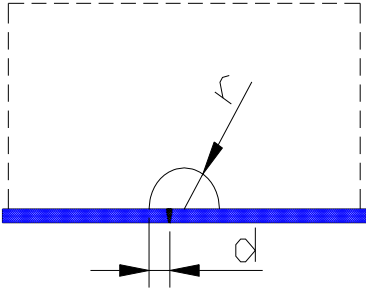
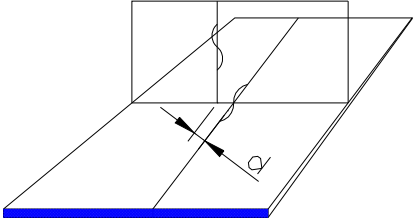
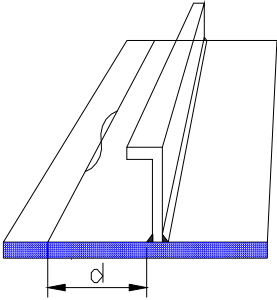
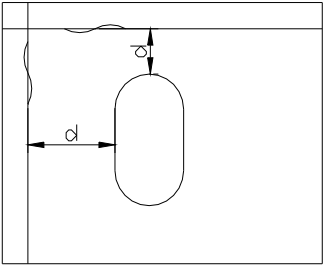
表格 5. 典型搭接焊、塞焊（手工焊）

具体形式	标 准	极 限	备 注
------	-----	-----	-----

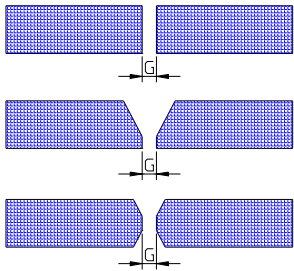
<p>搭接节点处角焊接</p> 	<p>$b=2t_2+25$</p>		<p>搭接焊的应用位置应经船级社认可</p>																		
<p>折弯搭接角焊</p> 	<p>$b\geq 2t_2+25$</p>																				
<p>塞焊</p> 	<table><tr><td></td><td>$t\leq 12\text{mm}$</td><td>$12\leq t\leq 25\text{mm}$</td></tr><tr><td>l</td><td>60mm</td><td>80mm</td></tr><tr><td>R</td><td>6mm</td><td>0.5tmm</td></tr><tr><td>θ</td><td>40° -50°</td><td>30°</td></tr><tr><td>G</td><td>12mm</td><td>tmm</td></tr><tr><td>L</td><td colspan="2">$>2\times l$</td></tr></table>			$t\leq 12\text{mm}$	$12\leq t\leq 25\text{mm}$	l	60mm	80mm	R	6mm	0.5tmm	θ	40° -50°	30°	G	12mm	tmm	L	$>2\times l$		
	$t\leq 12\text{mm}$	$12\leq t\leq 25\text{mm}$																			
l	60mm	80mm																			
R	6mm	0.5tmm																			
θ	40° -50°	30°																			
G	12mm	tmm																			
L	$>2\times l$																				
<p>塞焊</p> 	<table><tr><td></td><td>$t\leq 12\text{mm}$</td><td>$t\geq 12\text{mm}$</td></tr><tr><td>G</td><td>20mm</td><td>2t</td></tr><tr><td>l</td><td>80mm</td><td>100mm</td></tr><tr><td>L</td><td colspan="2">$2\times l-3\times l$ 最大 250mm</td></tr></table>			$t\leq 12\text{mm}$	$t\geq 12\text{mm}$	G	20mm	2t	l	80mm	100mm	L	$2\times l-3\times l$ 最大 250mm								
	$t\leq 12\text{mm}$	$t\geq 12\text{mm}$																			
G	20mm	2t																			
l	80mm	100mm																			
L	$2\times l-3\times l$ 最大 250mm																				

表格 6. 焊缝间距

具体形式	标 准	极 限	备 注
------	-----	-----	-----

<p>过焊孔的开取</p> 	$r \geq 30\text{mm}$ $d \geq 5\text{mm}$		
<p>对接缝间距</p> 	$d \geq 0\text{mm}$		
<p>对接焊缝与角接焊缝间距</p> 	$d \geq 10\text{mm}$		
<p>对接焊缝间距</p> 	<p>当开孔时： $d \geq 30\text{mm}$ </p>		
	<p>当挖补时： $d \geq 300\text{mm}$ </p>	150mm	

表格 8.7 埋弧自动焊

具体形式	标 准	极 限	备 注
<p>埋弧焊</p> 	$0 \leq G \leq 0.8\text{mm}$	$G \leq 5\text{mm}$	<p>坡口见表格 8.1， 8.2 埋弧焊应遵从经 船级社认证的焊 接工艺评定 见备注 1</p>