

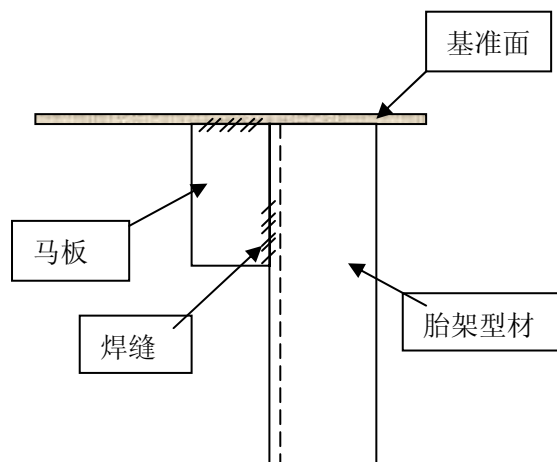
| | | | | | | | |
|---------------------|--------------------------|---|--------|--------------|-----|-----|------------|
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| 版次 | 日期 | 说 | 明 | 编 制 | 标 检 | 校 对 | 审 核 审 定 |
| 委 托 方 | | 9000t 多用途货船 | | DS493-043-01 | | | |
| 青 岛 鹤 顺 船 业 有 限 公 司 | 钢 结 构 焊 接 原 则 工 艺 | 生产设计 | 共 11 页 | | 版 次 | 1 | |
| | | | 第 1 页 | | | | |
| | |  天津德赛船舶海洋工程技术有限公司 | | | | | |

| | | |
|---|-----------|-----------------|
| DS493-043-01 | 钢结构焊接原则工艺 | 共 11 页 第 2 页 |
| <p>一、焊前准备：</p> <p>1、板材必须调平，型材必须调直；</p> <p>2、下料：</p> <p>1) 板材的下料尽量采用数控切割机进行；</p> <p>2) 要求下料加工后的构件尺寸准确，控制在 0—2mm 范围内，以保证装配时构件间的间隙满足 0—2mm 的要求，此类构件包括型材、扁铁、板材等。</p> <p>3) 型钢的下料按加放余量先切直线后切坡口（要求预留切割量和打磨量）；型钢在节点处按样板划线、打样冲然后切坡口，</p> <p>3、坡口加工：</p> <p>1) 坡口制备及接头的节点形式按典型节点图进行，见附表一；</p> <p>2) 埋弧自动焊拼板的坡口加工按下面要求进行加工：</p> <p>板厚 $t \leq 14\text{mm}$ 的坡口形式为 AI-1 型坡口，要求采用火焰切条机或等离子切割机进行坡口加工；在切割前板材必须进行调平处理，防止拼板装配时出现间隙超差的情况；</p> <p>板厚 $14\text{mm} < t < 20\text{mm}$ 的坡口形式为 AY-1, AY-2 型坡口，要求采用刨边机进行加工；</p> <p>板厚 $t \geq 20\text{mm}$ 的坡口形式为 AX-1, AX-2 型坡口，要求采用刨边机进行加工；</p> <p>3) 气割坡口应在平台上进行，先切直线后切坡口；</p> <p>4) 坡口角度不宜过大，在满足焊接的情况下尽量按负差进行。</p> <p>4、装配：</p> <p>1) 所有构件下料经检验合格后方可进行组装；组装后经检验合格方可进行焊接；</p> <p>2)、装配与焊接前应严格清理焊接处的油、锈、水等污物，并保持焊接现场的清洁；</p> <p>3)、<u>埋弧焊拼板，当板厚 $\leq 16\text{mm}$ 时为了防止焊缝两端的角变形，要求引弧板和熄弧板的尺寸加大，尺寸为：板厚 $\times 400 \times 150$。</u></p> <p>4)、<u>埋弧焊拼板时对于火焰切条机切割的钢板，要求在装配前将坡口上的氧化铁和切割缺陷进行打磨除去，防止拼板装配时出现间隙超差的情况；</u></p> <p>5)、分段预制的装配与焊接应在胎架上进行：</p> <p>(1) 胎架应有足够的刚度，并生根；</p> | | |

(2) 胎架的设计应根据分段的结构型式进行设计，以确保分段预制过程中基准面的平整度；

(3) 胎架应满足平面度不大于 2mm 及型线的要求，并标明相应的检查基准线例如中心线，水平高度线)；

(4) 为了控制焊接变形，装配各种分段结构前，要保证结构基准面（底板、平台等板材）与胎架贴和良好，并将分段基准面与胎架使用马板进行固定，马板的位置要与基准面上面的结构相对应。马板的型式及焊接位置见图一，尤其适用于薄板（板厚 $\leq 6\text{mm}$ ）结构。基准面板材的自由端应使用刀型马板与胎架连接。



图一 基准面与胎架连接形式

6) 禁止强制装配，对于装配间隙超差的接头，应按相关的规范和工艺进行处理。

5、定位焊：

1) 定位焊作为焊缝的组成部分，其焊接质量与正式焊缝质量要求相同，不准有裂纹、夹渣等缺陷，如果有缺陷应在正式焊接前清除。定位焊的焊接严格按照 WPS 中的参数进行焊接；定位焊前按规定进行预热，其预热温度比正式焊接高 20°C ，预热范围大于 75mm。

2) 定位焊焊接方法和焊接材料原则上和正式焊接相同，对于埋弧自动焊的定位焊用手工电弧焊或药芯 CO_2 气体保护焊均可；

3) 定位焊的长度为 40~50mm，当板厚 $t \geq 9\text{mm}$ 时定位焊的长度为 50~60mm，定位焊的间距为 250~400mm，薄板定位焊的间距相对减少，定位焊的长度也相应减小；

4) 对于对接焊缝和全熔透的角焊缝要求双面焊接的焊缝必须在气刨清根的一面进行定位焊，而且定位焊应尽量放在间隙小的位置；

5) 定位焊及焊接时不准在非焊接处引弧，防止电弧击伤母材，如有应打磨至与母材齐平；

| | | |
|---|-----------|-----------------|
| DS493-043-01 | 钢结构焊接原则工艺 | 共 11 页 第 4 页 |
| <div>6) 普通角焊缝的定位焊焊脚尺寸不超过正式焊脚的 70%，且不大于 6mm；</div> <div>7) 正式焊接前应将定位焊的焊渣和飞溅清除</div> <div>二、焊接方法及焊接材料</div> <div>1、埋弧自动焊（SAW）：应用于板材的拼接和平位置的分段合拢焊缝的盖面焊接。</div> <div>焊丝牌号：JW-2（锦州锦泰生产），使用焊丝直径为 $\phi 4$、$\phi 5\text{mm}$；</div> <div>焊剂牌号：HJ431(广西龙头生产)，在使用前须经 250℃烘干 2 小时，随用随取，隔夜应重新烘干（详见使用说明）。</div> <div>2、药芯 CO2 气体保护焊（FCAW）：</div> <div>焊丝牌号：SQJ501(天津三英生产)，焊丝直径为：$\phi 1.2$，$\phi 1.6\text{mm}$</div> <div>陶瓷衬垫牌号：HC01-1(烟台海创生产)</div> <div>焊丝打开使用过程中注意防尘、防潮，如隔夜使用应用厚塑料布封存，如果受潮严重或经大雾、雨淋而导致锈蚀严重，应报废不得使用；</div> <div>此种焊接方法适用于所有平面分段、立体分段的预制与合拢，但对于密闭舱室及 CO2 气体不能达到的位置以及有高精度要求的结构禁止使用；</div> <div>焊接时配套使用的陶瓷衬垫为：武汉天高生产，牌号为 TG-1.0G</div> <div>3、手工电弧焊（SMAW）：</div> <div>焊条牌号：THJ422, THJ506（天津大桥生产），焊条直径 $\phi 3.2\text{mm}$ 和 $\phi 4.0\text{mm}$；使用前须经 380±20℃烘干 1 小时，然后在 120℃的温度下保温，使用时用保温桶存放，随用随取，隔夜应重新烘干（详见使用说明）；</div> <div>原则上适用于 CO2 气体保护焊不能使用的位置。</div> <div>三、焊接：严格按照焊接工艺规程（WPS）进行施焊</div> <div>1、焊接工艺参数：按不同焊接位置的WPS不超过所规定的范围施焊，平焊位置的电流、电压按横焊位置的WPS施焊，但焊接速度要适当放慢，焊道宽度比横焊位置的宽，但手工电弧焊不超过焊条直径的3倍；药芯CO2气体保护焊的焊道宽度不超过15mm；</div> <div>2、平面分段预制时板材与结构的角焊缝尽量使用自动角焊小车配合药芯CO2气体保护焊进行施焊，焊缝的两端不能施焊的位置采用药芯CO2气体保护焊进行补焊；焊接时要求分中退焊；采用双机焊接不需加支撑；</div> | | |

3、根据接头形式、板厚及母材表面的原始温度确定焊接前（包括气刨前）是否进行预热及预热温度（详见下表及相关说明）；

钢结构焊接前预热温度

| 板厚 t (mm) | 焊接前预热温度 (°C) |
|------------------|--------------|
| $t \leq 20$ | 0 (不预热) |
| $20 < t \leq 38$ | 10 |
| $38 < t \leq 65$ | 66 |
| $t > 65$ | 110 |

注：1)、母材温度低于 0℃、板厚 $t \leq 38\text{mm}$ 的情况下至少要预热到 20℃，板厚 $t > 38$ 的按表中要求进行预热。由于冬季气温低，预热温度应比表中的规定高 20℃。

2)、预热温度的测量在焊缝两侧各不小于 75mm 或在反面用测温笔测量；

3)、定位焊的预热温度应比焊接时预热温度高一些；

4)、环境温度低于 -10℃ 时不准焊接；

5)、使用气体火焰加热器进行预热。

4、层间温度不低于预热温度但不高于 250℃，为了防止产生较大的焊接变形，要适当控制层间温度不高于 150℃；

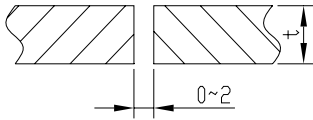
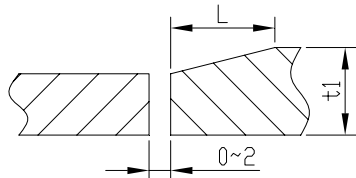
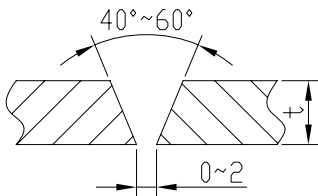
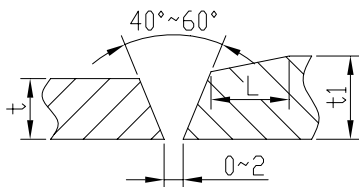
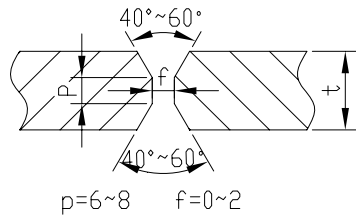
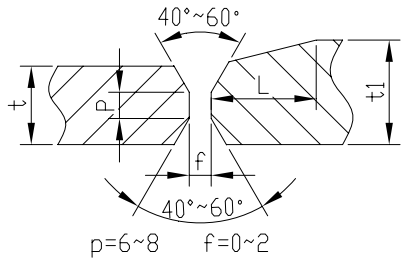
5、控制焊脚尺寸不要过大，焊脚尺寸详见施工图纸。当角焊接头的间隙在 2~5mm 范围内，焊脚的尺寸应为间隙尺寸加上规定的尺寸；若间隙超过 5mm，应按相关的规范和工艺进行处理。

6、任何焊缝的返修按船东认可过的焊接工艺进行；

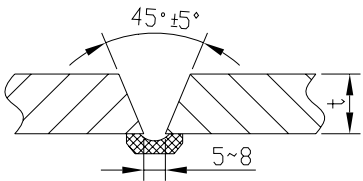
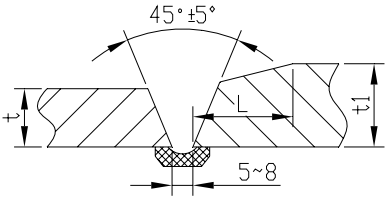
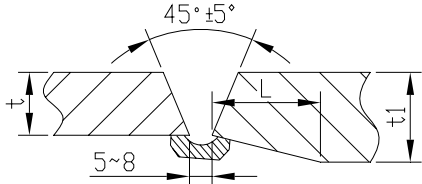
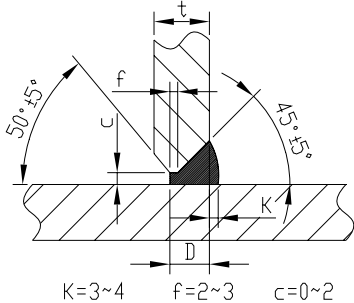
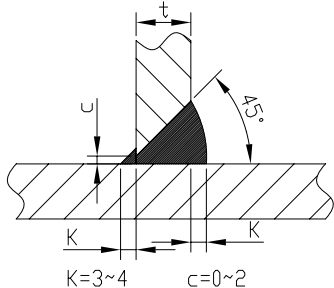
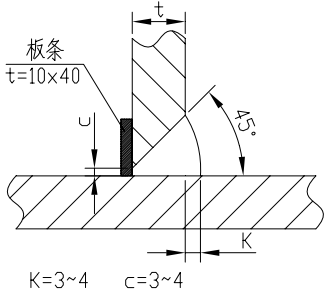
7、平面分段上纵横构件的自由端预留 200~250mm 暂时不焊，待对接焊缝焊接完后再焊；平直段与具有线型的分段的接口处构件自由端预留 300~350mm 暂时不焊；分段预制时平行于合拢口，距离在 500mm 范围内结构与板的角焊缝，要求靠近合拢口一侧的角焊缝暂不焊接，待对接焊缝焊接完后再焊。（防止焊接变形）

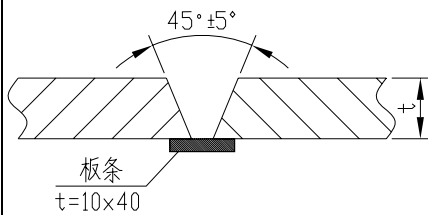
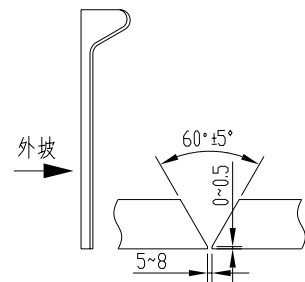
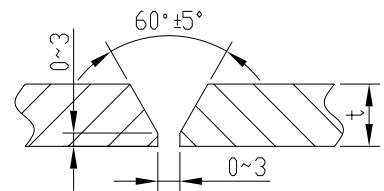
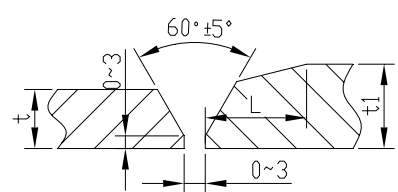
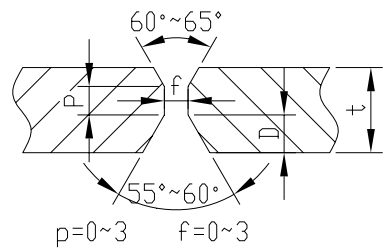
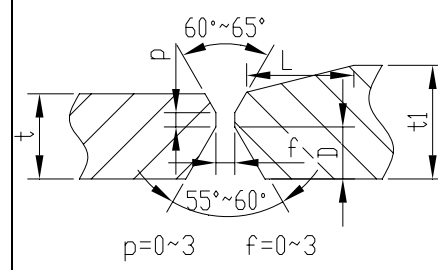
8、所有单面焊对接缝均要加马板，马板的尺寸为：150×1000，板厚 $t \geq 12\text{mm}$ ，马板的间距为 250mm，板厚 $\leq 8\text{mm}$ 时马板的间隙 $\leq 100\text{mm}$ （马板的厚度可减小 12mm）；马板与板的连接焊缝位置要求在马板的两个端部。必须待整个焊缝厚度方向上焊完 3/4 后再将马板去掉。马板上的过焊孔尺寸为：50×70—75。

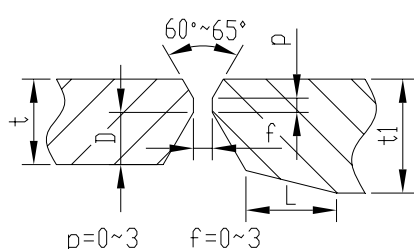
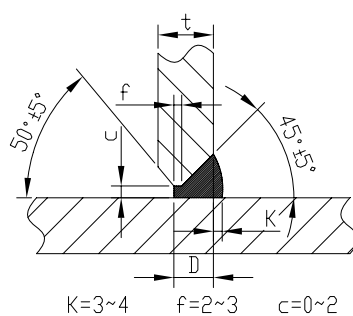
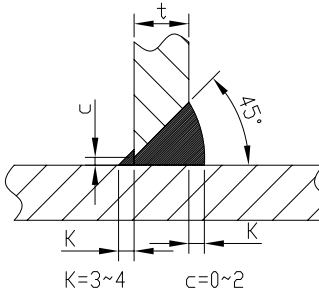
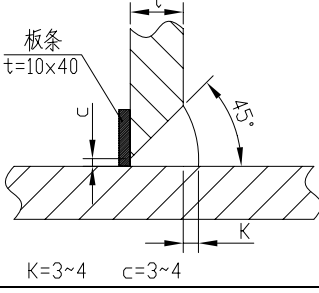
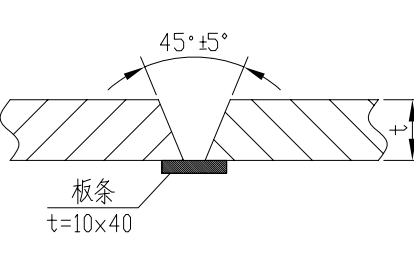
| | | |
|---|-----------|-----------------|
| DS493-043-01 | 钢结构焊接原则工艺 | 共 11 页 第 6 页 |
| <p>9、对于使用C02焊打底埋弧自动焊盖面的焊缝的焊接，要求打底焊焊接到只留一层盖面层的程度，然后将马板除去，进行盖面焊。（防止角变形）</p> <p>10、平面分段焊接顺序及焊接方向：</p> <p>1）总的原则：先焊对接焊缝再焊角接焊缝，先焊型钢结构的对接焊缝，再焊结构与甲板的焊缝；先焊角接的立角焊缝，再焊平角焊缝；焊接时由结构中心向前后左右对称的施焊。</p> <p>2）平角焊缝的焊接尽量使用自动角焊小车进行，为了方便使用自动角焊小车，横向肋板和横向的结构待纵向结构与板材的角焊缝焊接完毕再进行装配。</p> <p>3）由纵横构件组成的网格状平面分段应遵循先焊结构的立焊，再焊平角焊，立焊长度较长时应自上向下分段退焊，起始段长度不超过 100mm，平角焊由中心向左右前后逐格施焊，</p> <p>11、对分段预制前、后要严格做好尺寸测量，并做好记录。立体分段建造时要随时注意并测量分段变形情况，必要时调整焊接顺序。</p> | | |
| <p>四、焊接后结构变形的火焰矫正：</p> <p>严格按照《火焰矫正规则》进行，注意控制加热温度，不允许局部过热。火焰矫正时，要将分段放平后再矫正。</p> | | |
| <p>五、平面分段制造焊缝收缩补偿量加放原则：</p> <p>1、舷侧分段（包括外板和内壳纵壁）在船长方向加放焊接收缩余量，按照肋位每隔一个肋位加放 1mm 的余量；</p> <p>2、其它位置不加放焊接收缩余量，合拢焊缝位置的荒料按施工图纸中要求进行加放。</p> | | |

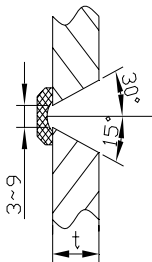
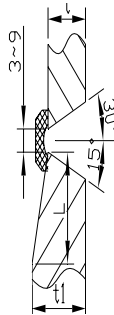
| | | | | |
|--------------|---|--|-----------|-----------------------|
| DS493-043-01 | | 钢结构焊接原则工艺 | | 共 11 页 |
| | | | | 第 7 页 |
| 附表一 | | | | |
| 焊接方法 | 接头草图 | 尺寸 | 应用范围 | 符号 |
| SAW |  | $t \leq 14\text{mm.}$ | 车间拼板，双面焊接 | AI--1 |
| SAW |  | $t \leq 14\text{mm.}$ $t_1-t \geq 4\text{mm}$ $L = 3(t_1-t)$ | 车间拼板，双面焊接 | AI—2 坡口方向按图中 注释 |
| SAW |  | $14 < t < 20\text{mm}$ | 车间拼板，双面焊接 | AY-1 坡口方向按图中 注释 |
| SAW |  | $14 < t < 20\text{mm}$ | 车间拼板，双面焊接 | AY—2 坡口方向按图中 注释 |
| SAW |  | $t \geq 20\text{mm}$ 如果坡口的深度超过 6 mm，坡口角度应 为 70°。 | 车间拼板，双面焊接 | AX--1 |
| SAW |  | $t \geq 20\text{mm}$ $t_1-t \geq 4\text{mm}$ $L = 3(t_1-t)$ 如果坡口的深度超过 6 mm，坡口角度应 为 70°。 | 车间拼板，双面焊接 | AX—2 坡口方向按图中 注释 |

附表一

| 焊接方法 | 接头草图 | 尺寸 | 应用范围 | 符号 |
|------|---|---|----------------------------|-------------------|
| FCAW |  | ————— | 各种位置对接接头的焊接，例如：甲板、底板和壁板的对接 | FV—1 坡口方向按图中注释 |
| FCAW |  | $t_1 - t \geq 4\text{mm}$ $L = 3(t_1 - t)$ | 各种位置对接接头的焊接，例如：甲板、底板和壁板的对接 | FV—2 坡口方向按图中注释 |
| FCAW |  | $t_1 - t \geq 4\text{mm}$ $L = 3(t_1 - t)$ | 各种位置对接接头的焊接，例如：甲板、底板和壁板的对接 | FV—3 坡口方向按图中注释 |
| FCAW |  | $t \geq 14\text{mm}$, $D = 2t/3$ | 全熔透角焊缝接头的焊接，反面气刨。 | FK—1 坡口方向按图中注释 |
| FCAW |  | $t \leq 14\text{mm}$. | 全熔透角焊缝接头的焊接，反面气刨。 | FV—4 坡口方向按图中注释 |
| FCAW |  | ————— | 背面空间不能进入的熔透角焊缝 | FV—5 坡口方向按图中注释 |

| | | | | |
|--------------|---|-----------------------------------|--------------------------------------|-------------------|
| DS493-043-01 | | 钢结构焊接原则工艺 | | 共 11 页 |
| | | | | 第 9 页 |
| 附表一 | | | | |
| 焊接方法 | 接头草图 | 尺寸 | 应用范围 | 符号 |
| FCAW |  | ————— | 背面空间不能进入的对接焊缝 | FV—6 坡口方向按图中注释 |
| FCAW |  | ————— | 球扁钢的合拢时对接坡口形式 | FV--7 |
| SMAW |  | 6mm ≤t ≤ 20mm | 应用于 F C A W 不能使用的高精度结构的对接接头的焊接,反面气刨。 | MY—1 坡口方向按图中注释 |
| SMAW |  | 6mm ≤t ≤ 20mm | 应用于 F C A W 不能使用的高精度结构的对接接头的焊接,反面气刨。 | MY—2 坡口方向按图中注释 |
| SMAW |  | t≥20mm | 应用于 F C A W 不能使用的高精度结构的对接接头的焊接,反面气刨。 | MX-1 坡口方向按图中注释 |
| SMAW |  | t≥20mm t1-t≥4mm L = 3(t1-t) | 应用于 F C A W 不能使用的高精度结构的对接接头的焊接,反面气刨。 | MX-2 坡口方向按图中注释 |

| DS493-043-01 | | 钢结构焊接原则工艺 | | 共 11 页 |
|--------------|---|---|---|------------------------------|
| | | | | 第 10 页 |
| 附表一 | | | | |
| 焊接方法 | 接头草图 | 尺寸 | 应用范围 | 符号 |
| SMAW |  | $t \geq 20\text{mm}$ $t1-t \geq 4\text{mm}$ $L = 3(t1-t)$ | 应用于 F C A W 不能使用的 高精度结构的对接 接头的焊接, 反面气刨。 | MX-3 坡口方向按图中 注释 |
| SMAW |  | $t \geq 14\text{mm}$, $D=2t/3$ | 全熔透角焊缝接头的焊 接, 反面气刨。 | MK—1 坡口方向按图中 注释 |
| SMAW |  | $t \leq 14\text{mm}$ | 全熔透角焊缝接头的焊 接, 反面气刨。 | MV—1 坡口方向按图中 注释 |
| SMAW |  | ————— | 背面空间不能进入的熔 透角焊缝 | MV—2 坡口方向按图中 注释 |
| SMAW |  | ————— | 背面空间不能进入的对 接焊缝 | MV-3 坡口方向按图中 注释 |

| DS493-043-01 | | 钢结构焊接原则工艺 | | 共 11 页 |
|--------------|--|---|----------------------------|-----------------------|
| | | | | 第 11 页 |
| 附表一 | | | | |
| 焊接方法 | 接头草图 | 尺寸 | 应用范围 | 符号 |
| FCAW |  | | 各种位置对接接头的焊接，例如：甲板、底板和壁板的对接 | FV—8 坡口方向按图中 注释 |
| FCAW |  | $t1-t \geq 4\text{mm}$ $L = 3(t1-t)$ | 各种位置对接接头的焊接，例如：甲板、底板和壁板的对接 | FV—9 坡口方向按图中 注释 |
| | | | | |