

钢结构手工电弧焊焊接施工工艺标准

1 适用范围

本工艺标准适用于一般工业与民用建筑钢结构制作与安装工程中的手工电弧焊焊接。

2 施工准备

2.1 材料

2.1.1 电焊条

2.1.1.1 其型号按设计要求选用，必须有质量合格文件及检验报告等，且焊接材料的品种、规格、性能等应符合现行国家产品标准和设计要求。

2.1.1.2 按要求施焊前经过烘焙。严禁使用药皮脱落、焊芯生锈的焊条。设计无规定时，焊接Q235 钢时宜选用E43系列碳钢结构焊条；焊接16Mn钢时宜选用E50系列低合金结构钢焊条；焊接重要结构时宜采用低氢型焊条（碱性焊条）。按说明书的要求烘焙后，放入保温桶内，随用随取。

2.1.1.3 酸性焊条与碱性焊条不准混杂使用。

2.1.1.4 重要钢结构采用的焊接材料应进行抽样复验，复验结果应符合现行国家产品标准和设计要求。

2.1.2 引弧板：用坡口连接时需用弧板，弧板材质和坡口型式应与焊件相同。

2.2 主要机具

电焊机（交、直流）、焊把线、焊钳、面罩、小锤、焊条烘箱、焊条保温桶、钢丝刷、石棉布、测温计等。

2.3 作业条件

2.3.1 熟悉图纸，做焊接工艺技术交底。

2.3.2 焊接件的组对及坡口应符合要求。

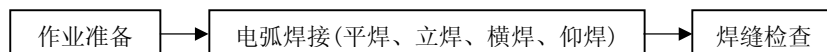
2.3.3 现场供电应符合焊接用电要求。

2.3.4 环境温度低于0℃，对预热，后热温度应根据工艺试验确定。

2.4 作业人员：焊工、铆工、电工。焊工持证项目与操作相符且在有效期内。

3 操作工艺

3.1 工艺流程



3.2 钢结构电弧焊接

3.2.1 平焊：

3.2.1.1 选择合适的焊接工艺，焊条直径，焊接电流，焊接速度，焊接电弧长度等，通过焊接工艺试验验证。

3.2.1.2 清理焊口：焊前检查坡口、组装间隙是否符合要求，定位焊是否牢固，焊缝周围不得有油污、锈物。

3.2.1.3 烘焙焊条应符合规定的温度与时间，从烘箱中取出的焊条，放在焊条保温桶内，随用随取。

3.2.1.4 焊接电流：根据焊件厚度、焊接层次、焊条型号、直径、焊工熟练程度等因素，选择适宜的焊接电流。

3.2.1.5 引弧：角焊缝起落弧点应在焊缝端部，宜大于10mm，不应随便打弧，打火引弧后应立即将焊条从焊缝区拉开，使焊条与构件间保持2~4mm间隙产生电弧。对接焊缝及对接和角接组合焊缝，在焊缝两端设引弧板和引出板，必须在引弧板上引弧后再焊到焊缝区，中途接头则应在焊缝接头前方15~20mm处打火引弧，将焊件预热后再将焊条退回到焊缝起始处，把熔池填满到要求的厚度后，方可向前施焊。

3.2.1.6 焊接速度：要求等速焊接，保证焊缝厚度、宽度均匀一致，从面罩内看熔池中铁水与熔渣保持等距离（2~3mm）为宜。

3.2.1.7 焊接电弧长度：根据焊条型号不同而确定，一般要求电弧长度稳定不变，酸性焊条一般为3~4mm，碱性焊条一般为2~3mm为宜。

3.2.1.8 焊接角度：根据两焊件的厚度确定，焊接角度有两个方面，一是焊条与焊接前进方向的夹角为60~75°；二是焊条与焊件左右夹角有两种情况，当焊件厚度相等时，焊条与焊件夹角均为45°；当焊件厚度不等时，焊条与较厚焊件一侧夹角应大于焊条与较薄焊件一侧夹角。

3.2.1.9 收弧：每条焊缝焊到末尾，应将弧坑填满后，往焊接方向相反的方向带弧，使弧坑甩在焊道里边，以防弧坑咬肉。焊接完毕，应采用气割切除弧板，并修磨平整，不许用锤击落。

3.2.1.10 清渣：整条焊缝焊完后清除熔渣，经焊工自检（包括外观及焊缝尺寸等）确无问题后，方可转移地点继续焊接。

3.2.2 立焊：基本操作工艺过程与平焊相同，但应注意下述问题：

3.2.2.1 在相同条件下，焊接电源比平焊电流小10%~15%。

3.2.2.2 采用短弧焊接，弧长一般为2~3mm。

3.2.2.3 焊条角度根据焊件厚度确定。两焊件厚度相等，焊条与焊条左右方向夹角均为45°；两焊件厚度不等时，焊条与较厚焊件一侧的夹角应大于较薄一侧的夹角。焊条应与垂直面形成60°~80°角，使电弧略向上，吹向熔池中心。

3.2.2.4 收弧：当焊到末尾，采用排弧法将弧坑填满，把电弧移至熔池中央停弧。严禁使弧坑甩在一边。为了防止咬肉，应压低电弧变换焊条角度，使焊条与焊件垂直或电弧稍向下吹。

3.2.3 横焊：基本与平焊相同，焊接电流比同条件平焊的电流小10%~15%，电弧长2~4mm。焊条的角度，横焊时焊条应向下倾斜，其角度为70°~80°，防止铁水下坠。根据两焊件的厚度不同，可适当调整焊条角度，焊条与焊接前进方向为70°~90°。

3.2.4 仰焊：基本与立焊、横焊相同，其焊条与焊件的夹角和焊件厚度有关，焊条与焊接方向成70°~80°角，宜用小电流、短弧焊接。

3.3 冬期低温焊接

3.3.1 在环境温度低于0℃条件下进行电弧焊时，除遵守常温焊接的有关规定外，应调整焊接工艺参数，使焊缝和热影响区缓慢冷却。风力超过4级，应采取挡风措施；焊后未冷却的接头，应避免碰到冰雪。

3.3.2 为防止焊接裂纹，应预热、后热以控制层间温度。当工作地点温度在0℃以下时，应进行工艺试验，以确定适当的预热，后热温度。

4 质量标准

4.1 主控项目

- 4.1.1 焊接材料应符合设计要求和有关标准的规定，应检查质量证明书及烘焙记录。
- 4.1.2 焊工必须经考试合格，检查焊工相应施焊条件的合格证及考核日期。
- 4.1.3 对其首次采用的钢材、焊接材料、焊接方法、焊后热处理等，应进行焊接工艺评定，并应根据评定报告确定焊接工艺。
- 4.1.4 一、二级焊缝必须经探伤检验，并应符合设计要求和施工质量验收规范的规定，检查焊缝探伤报告。
- 4.1.5 T形接头、十字接头、角接接头等要求熔透的对接和角对接组合焊缝，其焊脚尺寸不应小于四分之一较薄板厚；设计有疲劳验算要求的吊车梁或类似构件的腹板与上翼缘连接焊缝的焊脚尺寸为二分之一较薄板厚，且不应大于10mm。焊脚尺寸的允许偏差为0~4mm。
- 4.1.6 焊缝表面不得有裂纹、焊瘤等缺陷。一、二级焊缝不得有表面气孔、夹渣、弧坑裂纹、电弧擦伤等缺陷，且一级焊缝不得有咬边、未焊满、根部收缩等缺陷。

4.2 一般项目

4.2.1 对于需要进行焊前预热或焊后热处理的焊缝，其预热温度或后热温度应符合国家现行有关标准的规定或通过工艺试验确定。预热区在焊道两侧，每侧宽度均应大于焊件厚度的1.5倍以上，且不应小于100mm；后热处理应在焊后立即进行，保温时间应根据板厚按每25mm板厚1h确定。

4.2.2 二级、三级焊缝外观质量标准见表4.2.2。

表4.2.2 二级、三级焊缝外观质量标准 (mm)

缺陷类型	项 目	
	允 许 偏 差	
	二 级	三 级
未焊满(指不足设计要求)	$\leq 0.2 + 0.02t$ ，且 ≤ 1.0	$\leq 0.2 + 0.04t$ ，且 ≤ 2.0
	每100.0 焊缝内缺陷总长 ≤ 25.0	
根部收缩	$\leq 0.2 + 0.02t$ ，且 ≤ 1.0	$\leq 0.2 + 0.04t$ ，且 ≤ 2.0
	长度不限	
咬边	$\leq 0.05t$ ，且 ≤ 0.5 ；连续长度 ≤ 100.0 ，且焊缝两侧咬边总长 $\leq 10\%$ 焊缝全长	$\leq 0.1t$ 且 ≤ 1.0 ，长度不限
弧坑裂纹	-	允许存在个别长度 ≤ 5.0
电弧擦伤	-	允许存在个别电弧擦伤
接头不良	缺口深度 $0.05t$ ，且 ≤ 0.5	缺口深度 $0.1t$ ，且 ≤ 1.0
	每1000.0 焊缝不应超过1 处	
表面夹渣	-	深 $\leq 0.2t$ 长 $\leq 0.5t$ ，且 ≤ 20.0
表面气孔	-	每50.0 焊缝长度内允许直径 $\leq 0.4t$ ，且 ≤ 3.0 的气孔2 个。孔距 ≥ 6 倍孔径
注：t为连接处较薄的板厚		

4.2.3 焊缝尺寸允许偏差见表4.2.3（1）、（2）。

表4.2.3 (1) 对接焊缝及完全熔透组合焊缝尺寸允许偏差 (mm)

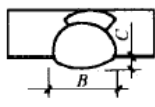

序号	项 目	图 例	允 许 偏 差	
1	对接焊缝余高 D		一、二级	三级
			$B < 20$: 0~3.0	$B < 20$: 0~4.0
			$B \geq 20$: 0~4.0	$B \geq 20$: 0~5.0
2	对接焊缝错边 d		$d < 0.15t$, 且 ≤ 2.0	$d < 0.15t$, 且 ≤ 3.0

表4.2.3 (2) 部分焊透组合焊缝和角焊缝外形尺寸允许偏差 (mm)

序号	项 目	图 例	允 许 偏 差
1	焊脚尺寸 h_f		$h_f \leq 6$: 0~1.5 $h_f > 6$: 0~3.0
2	角焊缝余高 C		$h_f \leq 6$: 0~1.5 $h_f > 6$: 0~3.0

注：1 $h_f > 8.0\text{mm}$ 的角焊缝其局部焊脚尺寸允许低于设计要求值1.0mm，但总长度不得超过焊缝长度10%；

2 焊接H形梁腹板与翼缘板的焊缝两端在其两倍翼缘板宽度范围内，焊缝的焊脚尺寸不得低于设计值。

4.2.4 焊成凹形的角焊缝，焊缝金属与母材间应平缓过渡；加工成凹形的角焊缝，不得在其表面留下切痕。

4.2.5 焊缝外观：焊缝外形均匀，焊道与焊道、焊道与基本金属之间过渡平滑，焊渣和飞溅物清理干净。

4.3 质量记录

4.3.1 焊接材料质量证明书；

4.3.2 焊工合格证及编号；

4.3.3 焊接工艺试验报告；

4.3.4 焊接质量检验报告、探伤报告；

4.3.5 设计变更、洽商记录；

4.3.6 隐蔽工程验收记录；

4.3.7 钢结构（钢构件焊接）分项工程检验批质量验收记录。

4.4 特殊工序或关键控制点的控制

特殊工序或关键控制点的控制见表4.4。

表4.4 特殊工序或关键控制点的控制

序号	特殊工序/关键控制点	主 要 控 制 方 法
1	焊接材料	检查焊接材料质保书、存储条件、烘烤记录及发放回收记录。
2	焊工合格证	检查焊工合格证的合格项目及有效期
3	焊接工艺评定报告（PQR）	检查焊接工艺评定报告的有效性
4	焊接环境	空气湿度、风速、环境温度应符合要求

5 应注意的质量问题

5.0.1 尺寸超出允许偏差：对焊缝长宽、宽度、厚度不足，中心线偏移，弯折等偏差，应严格控制焊接

部位的相对位置尺寸，合格后方准焊接，焊接时精心操作。

5.0.2 焊缝裂纹：为防止裂纹产生，应选择适合的焊接工艺参数和施焊程序，避免用大电流，不要突然熄火，焊缝接头应搭10~15mm，焊接中不允许搬动、敲击焊件。

5.0.3 表面气孔：焊条按规定的温度和时间进行烘焙，焊接区域必须清理干净，焊接过程中选择适当的焊接电流，降低焊接速度，使熔池中的气体完全逸出。

5.0.4 焊缝夹渣：多层施焊应层层将焊渣清除干净，操作中应运条正确，弧长适当。注意熔渣的流动方向，采用碱性焊条时，必须使熔渣留在熔道后面。

6 成品保护

6.0.1 焊后不准撞砸接头，不准往刚焊完的钢材上浇水。低温下应采取缓冷措施。

6.0.2 不准随意在焊缝外母材上引弧。

6.0.3 各种构件校正好之后方可施焊，并不得随意移动垫铁和卡具，以防造成构件尺寸偏差。隐蔽部位的焊缝必须办理完隐蔽验收手续后，方可进行下道工序。

6.0.4 低温焊接不准立即清渣，应等焊缝降温后进行。

7 职业健康安全与环境管理

7.1 施工过程危害辨识及控制措施

危害辨识及控制措施

序号	作业活动	危险源	主要控制措施
1	焊接	电弧光	佩带个人防护用品
2	焊接	有害气体	加强通风，作好个人防护

注：表中内容仅供参考，现场应根据实际情况重新辨识。

7.2 施工过程环境因素辨识及控制措施

环境因素辨识及控制措施

序号	作业活动	可能的环境影响	主要控制措施
1	电弧光	伤他人眼睛	设防护遮板
2	放射性同位素	损害人体健康	设安全防护圈，专人值班监护
3	可燃气体、液体	火灾、爆炸	1.清理干净动火周围易燃、易爆物 2.动火要办理审批手续，要配备灭火器及动火监护人。

注：表中内容仅供参考，现场应根据实际情况重新辨识。