

钢结构焊接规范

钢结构从下料、组对、焊接、检验等工艺

钢结构手工电弧焊焊接施工工艺标准

依据标准：

《建筑工程施工质量验收统一标准》 GB50300-2001

《钢结构工程施工质量验收规范》 GB50205-2001

《钢焊缝手工超声波探伤方法和探伤结果分级法》 GB11345

《钢熔化焊对接接头射线照相和质量分级》 GB3323

《焊接球节点钢网架焊缝超声波探伤方法及质量分级法》 JBJ/T3034.1

《螺栓球节点钢网架焊缝超声波探伤方法及质量分级法》 JBJ/T3034.2

《建筑钢结构焊接技术规程》 JGJ81

1、范围

本工艺标准适用于一般工业与民用建筑工程中钢结构制作与安装手工电弧焊焊接工程。

2、施工准备

2.1 材料及主要机具

2.1.1 电焊条：其型号按设计要求选用，必须有质量证明书。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。酸性焊条与碱性焊条不准混杂使用。

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。

2.1.3 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、石棉条、测温计等。

2.2 作业条件

2.2.1 熟悉图纸，做焊接工艺技术交底。

2.2.2 施焊前应检查焊工合格证有效期限，应证明焊工所能承担的焊接工作。

2.2.3 现场供电应符合焊接用电要求。

2.2.4 环境温度低于 0℃，对预热，后热温度应根据工艺试验确定。

3、操作工艺

3.1 工艺流程：

作业准备→电弧焊接（平焊、立焊、横焊、仰焊）→焊缝检查。

3.2 钢结构电弧焊接：

3.2.1 平焊

3.2.1.1 选择合格的焊接工艺，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。对接焊缝及时接和角接组合焊缝，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 °；二是焊条与焊接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 $60^{\circ} \sim 80^{\circ}$ 角，使角弧略向上，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由弧稍向下吹。

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 $10\% \sim 15\%$ ，电弧长 $2 \sim 4\text{mm}$ 焊条的角度，横焊时焊条应向下倾斜，其角度为 $70^{\circ} \sim 80^{\circ}$ ，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 $70^{\circ} \sim 90^{\circ}$ 。

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 $70^{\circ} \sim 80^{\circ}$ 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°C 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 钢结构为防止焊接裂纹，应预热、预热以控制层间温度。当工作地点温度在 0°C 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 一般规定

4.1.1 本章适用于钢结构制作和安装中的钢构件焊接和焊钉焊接的工程质量验收。

4.1.2 钢结构焊接工程可按相应的钢结构制作或安装工程检验批的划分原则划分为一个或若干个检验批。

4.1.3 碳素结构钢应在焊缝冷却到环境温度、低合金结构钢应在完成焊接 24h 以后，进行焊缝探伤检验。

4.1.4 焊缝施焊后应在工艺规定的焊缝及部位打上焊工钢印。

4.2 钢构件焊接工程

I 主控项目

4.2.1 焊条、焊丝、焊剂、电渣焊熔嘴等焊接材料与母材的匹配应符合设计要求及国家现行行业标准《建筑钢结构焊接技术规程》 JGJ81 的规定。焊条、焊剂、药芯焊丝、熔嘴等在使用前，应按其产品说明书及焊接工艺文件的规定进行烘焙和存放。

检查数量：全数检查。

检验方法：检查质量证明书和烘焙记录。

4.2.2 焊工必须经考试合格并取得合格证书。持证焊工必须在其考试合格项目及其认可范围内施焊。

检查数量：全数检查。

检验方法：检查焊工合格证及其认可范围、有效期。

4.2.3 施工单位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。

检查数量：全数检查。

检验方法：检查焊接工艺评定报告。

4.2.4 设计要求全焊透的一、二级焊缝应采用超声波探伤进行内部缺陷的检验，超声波探伤不能对缺陷作出判断时，应采用射线探伤，其内部缺陷分级及探伤方法应符合现行国家标准《钢焊缝手工超声波探伤方法和探伤结果分级法》GB11345或《钢熔化焊对接接头射线照相和质量分级》GB3323的规定。

焊接球节点网架焊缝、螺栓球节点网架焊缝及圆管 T、K、Y 形节点相关线焊缝，其内部缺陷分级及探伤方法应分别符合国家现行标准《焊接球节点钢网架焊缝超声波探伤方法及质量分级法》JB/T3034.1、《螺栓球节点钢网架焊缝超声波探伤方法及质量分级法》JB/T3034.2、《建筑钢结构焊接技术规程》JGJ81 的规定。

一级、二级焊缝的质量等级及缺陷分级应符合表 4.2.4 的规定。

检查数量：全数检查。

检验方法：检查超声波或射线探伤记录。

表 4.2.4 一、二级焊缝质量等级及缺陷分级

焊缝质量等级	一级	二级
内部缺陷超声波探伤	评定等级	
检验等级	B 级	B 级
探伤比例	100 %	20 %
内部缺陷射线探伤	评定等级	
检验等级	AB 级	AB 级
探伤比例	100 %	20 %

注：探伤比例的计数方法应按以下原则确定： (1) 对工厂制作焊缝，应按每条焊缝计算百分比，且探伤长度应不小于 200mm，当焊缝长度不足 200mm 时，应对整

条焊缝进行探伤；（2）对现场安装焊缝，应按同一类型、同一施焊条件的焊缝条数计算百分比，探伤长度应不小于 200mm，并应不少于 1 条焊缝。

4.2.5

检查数量：资料全数检查；同类焊缝抽查 10%，且不应少于 3 条。

检验方法：观察检查，用焊缝量规抽查测量。

图 4.2.5 焊脚尺寸

4.2.6 焊缝表面不得有裂纹、焊瘤等缺陷。一级、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。

检查数量：每批同类构件抽查 10%，且不应少于 3 件；被抽查构件中，每一类型焊缝按条数抽查 5%，且不应少于 1 条；每条检查 1 处，总抽查数不应少于 10 处。

检验方法：观察检查或使用放大镜、焊缝量规和钢尺检查，当存在疑义时，采用渗透或磁粉探伤检查。

一般项目

4.2.7 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。

检查数量：全数检查。

检验方法：检查预、后热施工记录和工艺试验报告。

4.2.8

检查数量：每批同类构件抽查 10%, 且不应少于 3 件；被抽查构件中，每一类型焊缝按条数抽查 5%, 且不应少于 1 条；每条检查 1 处，总抽查数不应少于 10 处。

检验方法：观察检查或使用放大镜、焊缝量规和钢尺检查。

4.2.9

检查数量：每批同类构件抽查 10%, 且不应少于 3 件；被抽查构件中，每种焊缝按条数各抽查 5%, 但不应少于 1 条；每条检查 1 处，总抽查数不应少于 10 处。

检验方法：用焊缝量规检查。

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。

检查数量：每批同类构件抽查 10%, 且不应少于 3 件。

检验方法：观察检查。

焊缝感观应达到：外形均匀、成型较好，焊道与焊道、焊道与基本金属间过渡较平滑，焊渣和飞溅物基本清除干净。

检查数量：每批同类构件抽查 10%, 且不应少于 3 件；被抽查构件中，每种焊缝按数量各抽查 5%, 总抽查处不应少于 5 处。

检验方法：观察检查。

钢结构制作（安装）焊接工程质量检验标准

项目	序号	项 目	允许偏差 (mm)	检 验 方 法
主控项目	1	焊接材料品种、规格	第 4.3.1 条	检查产品合格证明文件、中文标志及检验报告（全数检查）
	2	焊接材料复验	第 4.3.2 条	检查复试报告（全数检查）
	3	材料匹配	第 5.2.1 条	检查质量证明书和烘焙记录（全数检查）

- 4 焊工证书 第 5.2.2 条 检查焊工合格证及其认可范围、有效期（所有焊工）
- 5 焊接工艺评定 第 5.2.3 条 检查焊接工艺评定报告（全数检查）
- 6 内部缺陷 第 5.2.4 条 检查焊缝探伤纪录（全数检查）
- 7 组合焊缝尺寸 第 5.2.5 条 观察检查、焊缝量规抽查测量（资料全数检查，同类焊缝抽查 10%，且 ≥ 3 处）
- 8 焊缝表面缺陷 第 5.2.6 条 观察检查或使用放大镜、焊缝量规和钢尺检查，必要时，采用渗透或磁粉探伤检查
- 一般项目 1 焊接材料外观质量 第 4.3.4 条 观察检查（按量抽查 1%，且 ≥ 10 包）
- 2 预热和后热处理 第 5.2.7 条 检查试验报告（全数检查）
- 3 焊缝外观质量 第 5.2.8
- 4 焊缝尺寸偏差 第 5.2.9
- 5 凹形角焊缝 第条 观察检查（同类构件抽查 10%，且 ≥ 3 件）
- 6 焊缝感观 第

5、成品保护

- 5.1 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。
- 5.2 不准随意在焊缝外母材上引弧。
- 5.3 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，方可进行下道隐蔽工序。
- 5.4 低温焊接不准立即清渣，应等焊缝降温后进行。

6、应注意的质量问题

6.1 尺寸超出允许偏差：对焊缝长度、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。

6.2 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，焊缝接头应搭接 10 ~ 15mm 焊接中不允许搬动、敲击焊件。

6.3 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。

6.4 焊缝夹渣：多层施焊应层层将焊渣清理干净，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，必须使熔渣留在熔渣后面。

7、质量记录

7.1 焊接材料质量证明书。

7.2 焊工合格证及编号。

7.3 焊接工艺试验报告。

7.4 焊接质量检验报告、超声波、射线探伤记录。

7.5 设计变更、洽商记录。

7.6 隐蔽工程验收记录。

7.7 其它技术文件。

8、安全环保措施

8.1 电焊机外壳，必须接地良好，其电源的装拆应由电工进行。

8.2 电焊机要设单独的开关。开关应放在防雨的闸箱内，拉合时应戴手套侧向操作。

8.3 焊钳与把线必须绝缘良好。连接牢固，更换焊条应戴手套。在潮湿的地点工作，应站在绝缘胶板或木板上。

8.4 严禁在带压力的容器或管道上施焊，焊接带电的设备必须先切断电源。

8.5 焊接贮存过易燃、易爆、有毒物品的容器或管道，必须清除干净，并将所有孔口打开。

8.6 在密闭金属容器内施焊时，容器必须可靠接地，通风良好，并应有人监护。严禁向容器内输入氧气。

8.7 焊接预热工件时，应有石棉布或档板等隔热措施。

8.8 把线、地线，禁止与钢丝绳接触，更不用钢丝绳或机电设备代替零线。所有地线接头必须连接牢固。

8.9 更换场地转动把线时，应切断电源，并不得手持把线爬梯登高。

8.10 清除焊渣、采用电弧气刨清根时，应戴防护眼镜或面罩，防止铁渣飞溅伤人。

8.11 多台焊机在一起集中施焊时，焊接平台或焊件必须接地。并应有隔光板。

8.12 钍钨极要放置在密闭铅盒内，磨削钍钨极时，必须戴手套、口罩，并将粉尘及时排除。

8.13 二氧化碳气体预热器的上壳应绝缘，端电压不应大于 36 伏。

8.14 雷雨时，应停止露天焊接作业。

8.15 施焊场地周围应清易燃易爆物品，或进行覆盖、隔离。

8.16 必须在易燃易爆气体或液体扩散区施焊时，应经有关部门检试许可后。方可施焊。

8.17 工作结束，应切断焊机电源并检查操作地点，确认无起火危险后，方可离开。