

## 钢筋闪光对焊工艺标准

### 1 适用范围

本工艺标准适用于工业与民用建筑热轧钢筋的连续闪光焊、预热闪光焊、闪光—预热闪光焊。

### 2 施工准备

#### 2.1 材料

钢筋：钢筋的级别、直径必须符合设计要求，当设计无具体要求时，应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204-2002的有关规定。并有出厂证明书及复试报告单。进口钢筋还应有化学复试单，其化学成分应满足焊接要求，并应有可焊性试验。

#### 2.2 主要机具

对焊机及配套的对焊平台、防护深色眼镜、电焊手套、绝缘鞋、钢筋切断机、空压机、水源、除锈机或钢丝刷、冷拉调直作业线。其对焊机技术性能见下表 1。

表 1 常用对焊机主要技术性能

项次	项 目	单位	焊 机 型 号			
			UN1-75	UN1-100	UN1-150	UN1-150-1
1	额定容量	kVA	75	100	150	150
2	电源电压	V	220/380	380	380	380
3	次级电压调节范围	V	3.52~7.94	4.5~7.6	4.05~8.1	3.8~7.6
4	次级电压调节级数		8	8	15	15
5	额定持续率	%	20	20	20	50
6	连续闪光焊钢筋大直径	mm	12~16	16~20	20~25	20~25
7	预热闪光焊钢筋最大直径	mm	32~36	40	40	40
8	每小时最大焊接件数	次/h	75	20~30	80	120
9	冷却水消耗量	L/h	200	200	200	500
10	压缩空气压力	MPa			5.5	6
11	压缩空气消耗量	m <sup>3</sup> /h			15	5

#### 2.3 作业条件

2.3.1 焊工必须持有有效的考试合格证。

2.3.2 对焊机及配套装置、冷却水、压缩空气等应符合要求。

2.3.3 电源应符合要求，当电源电压下降大于5%，小于8%时，应采取适当提高焊接变压器级数的措施；大于8%时，不得进行焊接。

2.3.4 作业场地应有安全防护设施，防火和必要的通风措施，防止发生烧伤、触电及火灾等事故。

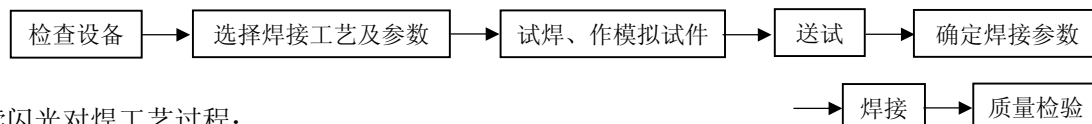
2.3.5 熟悉料单，弄清接头位置，做好技术交底。

## 2.4 作业人员

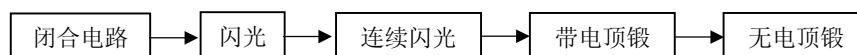
焊工，应持证上岗。

## 3 操作工艺

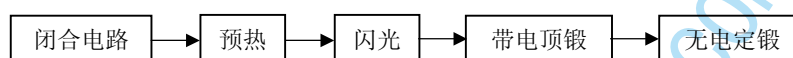
### 3.1 工艺流程：



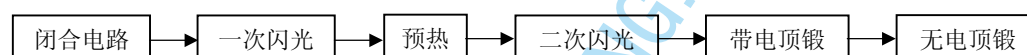
#### 3.1.1 连续闪光对焊工艺过程：



#### 3.1.2 预热闪光对焊工艺过程：



#### 3.1.3 闪光—预热闪光对焊工艺过程：



## 3.2 操作细则

3.2.1 焊接工艺方法选择：可根据钢筋品种、直径和所用焊机功率等选用。当钢筋直径较小，钢筋级别较低，可采用连续闪光焊。其所能焊接的最大钢筋直径应符合下表 2 的规定。当钢筋直径较大，钢筋端面较平整，宜采用预热闪光焊；当端面不够平整，则应采用闪光—预热闪光焊。

表2 连续闪光焊钢筋上限直径

焊机容量(kVA)	钢筋级别	钢筋直径(mm)
150	HPB235	25
	HRB335	22
	HRB400	20
100	HPB235	20
	HRB335	18
	HRB400	16
75	HPB235	16
	HRB335	14
	HRB400	12

3.2.2 IV级钢筋焊接时，无论直径大小，均应采取预热闪光焊或闪光—预热闪光焊工艺。

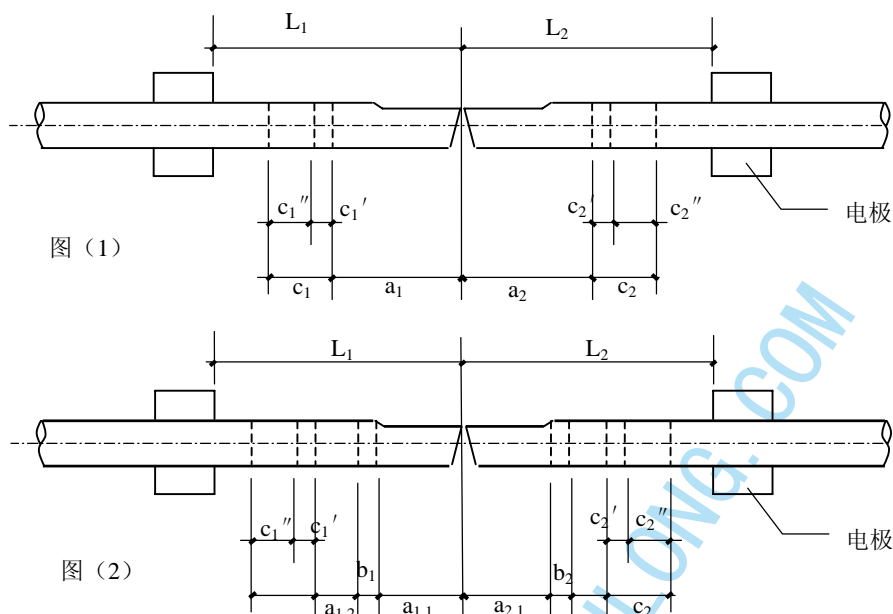
3.2.3 焊接参数选择：闪光对焊时，应合理选择调伸长度、闪光速度、顶锻留量、顶锻速度、顶锻压力以及变压器级数等焊接参数。

3.2.3.1 连接闪光焊时的留量应包括烧化留量、有电顶锻留量和无电顶锻留量见附图（1）；

3.2.3.2 闪光-预热闪光焊时的留量应包括一次烧化留量、预热留量、二次烧化留量、有电顶锻留量和无电顶锻留量见附图（2）

3.2.3.3 调伸长度的选择,应随着钢筋级别的提高和钢筋直径的加大而增长。当焊接HRB400级、RRB400级和Ⅳ级钢筋时,调伸长度宜在40~60mm内选用。

3.2.3.4 烧化留量(闪光留量)的选择,应根据焊接工艺方法确定。



图(1) 连续闪光焊:  $L_1$ 、 $L_2$ —调伸长度;  $a_1+a_2$ —烧化留量;  $c_1+c_2$ —顶锻留量;

$c_1'+c_2'$ —有电顶锻留量;  $c_1''+c_2''$ —无电顶锻留量

图(2) 闪光-预热闪光焊:  $L_1$ 、 $L_2$ —调伸长度;  $a_{1.1}+a_{2.1}$ —一次烧化留量;  $c_{1.2}+c_{2.2}$ —二次烧化留量;

$b_1+b_2$ —预热留量;  $c_1'+c_2'$ —有电顶锻留量;  $c_1''+c_2''$ —无电顶锻留量

附图 钢筋闪光对焊留量图解

1) 当连续闪光焊接时,烧化过程应较长。烧化留量应等于两根钢筋在断料时切断机刀口严重压伤部分(包括端面的不平整度),再加8mm。

2) 闪光-预热闪光焊时,应区分一次烧化留量和二次烧化留量。一次烧化留量等于两根钢筋在断料时切断机刀口严重压伤部分,二次烧化留量不应小于10mm。预热闪光焊时的烧化留量不应小于10mm。

3.2.3.5 闪光速度的选择,应由慢到快,开始时近于零,而后约1mm/s,终止时达1.5~2mm/s。顶锻速度的选择应越快越好,在顶锻开始的0.1s应将钢筋压缩2~3mm,使焊口闭合不致氧化,而后断电并以6mm/s的速度继续顶锻至结束。

3.2.3.6 需要预热时,宜采用电阻预热法。预热留量应为1~2mm,预热次数应为1~4次;每次预热时间应为1.5~2s,间歇时间应为3~4s。

3.2.3.7 顶锻留量应为4~10mm,并应随着钢筋直径的增大和钢筋级别的提高而增加(其中,有电顶锻留量约占1/3)。焊接Ⅳ级钢筋时,顶锻留量宜增大30%。

3.2.3.8 变压器级数应根据钢筋级别、直径、焊机容量以及焊接工艺方法等具体情况选择。当钢筋级别或直径大,其级次要高,焊接时若火花过大并有强烈声响,应降低变压器级次。

3.2.4 检查电源、对焊机及对焊平台、地下铺放的绝缘橡胶垫、冷却水、压缩空气等,一切必须处于安全可靠的状态。

3.2.5 试焊、做班前试件：在每班正式焊接前，由同一焊工完成的300个同级别、同直径钢筋焊接接头应作为一批，当同一班内焊接的接头数量较少，可在一周之内累计计算，累计仍不足300个接头，应按一批计算。根据选择的焊接参数焊接6个试件，其中3个做拉力试验，3个做冷弯试验。经试验合格后，方可按确定的焊接参数成批生产。

3.2.6 闪光对焊焊接操作：

3.2.6.1 连续闪光焊：通电后，应借助操作杆使两钢筋端面轻微接触，使其产生电阻热，并使钢筋端面的凸出部分互相熔化，并将熔化的金属微粒向外喷射形成火光闪光，再徐徐不断地移动钢筋使两端面仍保持轻微接触，形成连续闪光，待预定的烧化留量消失后，以适当压力迅速进行顶锻，即完成整个连续闪光焊接。

3.2.6.2 预热闪光焊：通电后，应使两根钢筋端面交替接触和分开，使钢筋端面的间隙中即发出断续闪光，形成预热过程。当钢筋达到预热温度后进入闪光阶段后，立即顶锻而成。

3.2.6.3 闪光-预热闪光焊：通电后，应首先进行连续闪光，当钢筋端面烧化已平整时，应立即进行预热、闪光及顶锻过程。

3.2.7 保证焊接接头位置和操作要求：

3.2.7.1 焊接前和施焊过程中，应检查和调整电极位置，拧紧夹具丝杆。钢筋在电极内必须夹紧、电极钳口变形应立即调换和修理。

3.2.7.2 钢筋端头如起弯或成“马蹄”形则不得焊接，必须煨直或切除。

3.2.7.3 钢筋端头120mm范围内的铁锈、油污，必须清除干净。

3.2.7.4 焊接过程中，粘附在电极上的氧化铁要随时清除干净。

3.2.7.5 接近焊接接头区段应有适当均匀的镦粗塑性变形，端面不应氧化。

3.2.7.6 焊接后稍冷却才能松开电极钳口，取出钢筋时必须平稳，以免接头弯折。

## 4 质量标准

### 4.1 主控项目：

4.1.1 钢筋进场时，应按现行国家标准《钢筋混凝土用热轧带肋钢筋》GB1499等的规定抽取试件作力学性能检验，其质量必须符合有关标准的规定。

检验方法：检查产品合格证、出厂检验报告和进场复验报告。

4.1.2 当发现钢筋脆断、焊接性能不良或力学性能显著不正常等现象时，应对该批钢筋进行化学成分检验或其他专项检验。

检验方法：检查化学成分等专项检验报告。

4.1.3 在施工现场，应按国家现行标准《钢筋焊接及验收规程》JGJ18的规定抽取钢筋焊接接头试件作力学性能检验，其质量应符合有关规程的规定。

检验方法：检查产品合格证、接头力学性能试验报告。

### 4.2 一般项目：

4.2.1 钢筋的接头宜设置在受力较小处。同一纵向受力钢筋不宜设置两个或两个以上接头。接头末端至钢筋弯起点的距离不应小于钢筋直径的10倍。

检验方法：观察、钢尺检查。

4.2.2 在施工现场，应按国家现行标准《钢筋焊接及验收规程》JGJ18的规定对钢筋焊接接头的外观进行检查，其质量应符合有关规程的规定。

4.2.2.1 接头处不得有横向裂纹；

4.2.2.2 与电极接触处的钢筋表面，HRB235级～HRB400级钢筋焊接时不得有明显烧伤；Ⅳ级钢筋焊接时不得有烧伤；负温闪光对焊时，对于HRB335级～Ⅳ级钢筋均不得有烧伤；

4.2.2.3 接头处的弯折角不得大于 $4^{\circ}$ ；当超过限量时，应重新加热矫正；

4.2.2.4 接头处的轴线偏移，不得大于钢筋直径的0.1倍，且不得大于2mm；

检验方法：目测或量测。

4.2.3 当受力钢筋采用焊接接头时，设置在同一构件内的接头宜相互错开。

纵向受力钢筋焊接接头连接区段的长度为35倍 $d$ （ $d$ 为纵向受力钢筋的较大直径）且不小于500mm，凡接头中点位于该连接区段长度内的接头均属于同一连接区段。同一连接区段内，纵向受力钢筋焊接的接头面积百分率为该区段内有接头的纵向受力钢筋截面面积与全部纵向受力钢筋截面面积的比值。

同一连接区段内，纵向受力钢筋焊接的接头面积百分率应符合设计要求；当设计无具体要求时，应符合下列规定：

4.2.3.1 在受拉区不宜大于50%；

4.2.3.2 接头不宜设置在有抗震设防要求的框架梁端、柱端的箍筋加密区；

4.2.3.3 直接承受动力荷载的结构构件中，不宜采用焊接接头。

检验方法：观察、钢尺检查。

### 4.3 质量记录

本工艺标准应具备以下质量记录：

4.3.1 钢筋出厂质量证明书或试验报告单和钢筋机械性能复试报告。

4.3.2 进口钢筋应有化学成分检验报告和可焊性试验报告。国产钢筋在加工过程中发生脆断、焊接性能不良和机械性能显著不正常的，应有化学成分检验报告。

4.3.3 钢筋接头的焊接试验报告。

### 4.4 特殊工序/关键控制点控制

序号	特殊工序/关键控制点	主要控制方法
1	钢筋检验	原材料应有出厂合格证并按规定抽检复试，合格后使用查上岗操作证
2	焊工合格证检验	
3	焊接试验检验	焊接参数的确定和焊接报告
4	钢筋安装焊接隐蔽检查	焊前查两钢筋焊口、平放位置和距离是否正确，焊后根据规定检查钢筋的轴线、偏心距和焊接处焊缝尺寸是否达标
5	钢筋焊缝外观检查	

## 5 应注意的质量问题

5.0.1 在钢筋闪光对焊的焊接生产中，焊工应认真自检，钢筋端面要切平，且垂直于轴线；打磨见光泽，无氧化现象；当发生异常现象或焊接缺陷时，宜按下表查找原因和采取措施，及时消除。

### 闪光对焊异常现象、焊接缺陷及消除措施

异常现象和焊接缺陷	措 施
烧化过分剧烈并产生强烈的爆炸声	降低变压器级数；减慢烧化速度
闪光不稳定	清除电极底部和表面的氧化物；提高变压器级数；加快烧化速度
接头中有氧化膜、未焊透或夹渣	增加预热程度；加快临近顶锻时的烧化程度；确保带电顶锻过程；加快顶锻速度；增大顶锻压力
接头中有缩孔	降低变压器级数；避免烧化过程过分强烈；适当增大顶锻留量及顶锻压力；
焊缝金属过烧	减少预热程度；加快烧化速度，缩短焊接时间；避免过多带电顶锻
接头区域裂纹	检验钢筋的碳、硫、磷含量；若不符合规定时应更换钢筋；采取低频预热方法，增加预热程度
钢筋表面微熔及烧伤	消除钢筋被夹紧部位的铁锈和油污；消除电极内表面的氧化物；改进电极槽口形状，增大接触面积；夹紧钢筋
接头弯折或轴线偏移	正确调整电极位置；修整电极钳口或更换已变形的电极；切除或矫直钢筋的弯头

5.0.2 气压焊可在负温条件下进行，但当环境温度低于-20℃时。则不宜进行施焊。雨天、雪天不宜进行施焊，必须施焊时，应采取有效地遮蔽措施。焊后未冷却的接头，应避免碰到冰雪。

## 6 成品保护

接头焊毕，应稍停歇后才能卸下夹具，以免接头弯折。

## 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

#### 施工过程危害辨识及控制措施

序号	主要来源	可能发生的事故或影响	风险级别	控 制 措 施
1	钢筋加工	机械伤人	大	钢筋下料时，机械操作工按操作规程进行钢筋加工。严禁违规操作
2	钢筋焊接	烧伤、伤人	大	钢筋焊接时，应穿戴好安全防护用品后，才可进行施焊

注：上表仅供参考，现场应依据实际情况进行危害辨识、风险评价并采取相应的控制措施。

### 7.2 环境因素辨识及控制措施

#### 主要环境因素辨识及控制措施

序号	主要来源	可 能 的 环境影响	影响程度	控 制 措 施
1	钢筋料头	废弃物造成环境污染	重要	钢筋下料时，采用长短搭配用料，无法使用的料头，按规定处理
2	钢筋焊渣	废弃物造成环境污染	一般	将焊渣按规定清理至指定的位置

注：上表仅供参考，现场应依据实际情况进行环境因素辨识、评价并采取相应的控制措施。