

前 言

根据住房和城乡建设部《关于印发2009年工程建设标准规范制定、修订计划的通知》(建标[2009]88号)文的要求,标准修订组经广泛调查研究,认真总结实践经验,参考有关国际标准和国外先进标准,并在广泛征求意见的基础上,修订本规程。

本规程主要技术内容是:1总则;2术语和符号;3材料;4钢筋焊接;5质量检验与验收;6焊工考试;7焊接安全。

本规程修订的主要内容是:

- 1 增加细晶粒热轧钢筋焊接;
- 2 增加部分术语和符号;
- 3 钢筋电渣压力焊的钢筋直径下限,从14mm延伸至12mm;
- 4 在焊接工艺方法方面,增加箍筋闪光对焊的内容,从原来“钢筋闪光对焊”中列出,单独成节;
- 5 在钢筋电弧焊中,增加了二氧化碳气体保护电弧焊;
- 6/在钢筋气压焊方面,增加了半自动钢筋固态气压焊和钢筋氧液化石油气熔态气压焊;
- 7 在预埋件T形接头焊接中增加了钢筋埋弧螺柱焊;
- 8 提高了接头外观质量的规定;
- 9 增加了“焊接安全”的规定。

本规程中以黑体字标志的条文为强制性条文,必须严格执行。

本规程由住房和城乡建设部负责管理和对强制性条文的解释,由陕西省建筑科学研究院负责具体技术内容的解释。在执行过程中如有意见或建议,请寄送陕西省建筑科学研究院(地址:西安市环城西路北段272号,邮编:710082)。

本规程主编单位：陕西省建筑科学研究所

本规程参编单位：陕西建工集团总公司

中国建筑科学研究院

北京建工集团有限责任公司

中国水利水电十二工程局有限公司

上海市建设工程检测行业协会

国家建筑钢材质量监督检验中心

中冶建筑研究总院有限公司

贵州省建设工程质量监督总站

中铁二局第一工程有限公司

钢铁研究总院

无锡市自新机械厂

成都斯达特焊接研究所

西安市阎良区建设局

广东省清远市代建项目管理局

陕西省第三建筑工程公司

冶金工业信息标准研究院

首钢总公司

山东石横特钢集团有限公司

郑州市建设工程质量检测有限公司

宁波市富隆焊接设备科技有限公司

本规程主要起草人员：吴成材 陸建勇 张宣关 李增福

王晓锋 冯 跃 李本端 纪怀钦

朱建国 马德志 杨力列 袁远刚

彭 云 邹士平 黄贤聪 孙小雷

杨秀敏 宫 平 冯 超 鲁丽燕

柴建铭 张连杰 郑奶谷

本规程主要审查人员：潘际奎 白生翔 翁宇庆 徐滨士

徐有邻 王丽敏 薛永武 邵传炳

艾永祥 邵志范

目 次

1	总 则	1
2	术 语 和 符 号	2
2.1	术 语	2
2.2	符 号	5
3	材 料	8
4	钢 筋 焊 接	11
4.1	基本规定	11
4.2	钢筋电阻点焊	15
4.3	钢筋闪光对焊	16
4.4	箍筋闪光对焊	19
4.5	钢筋电弧焊	21
4.6	钢筋电渣压力焊	26
4.7	钢筋气压焊	28
4.8	预埋件钢筋埋弧压力焊	30
4.9	预埋件钢筋埋弧螺柱焊	31
5	质 量 检 验 与 验 收	34
5.1	基本规定	34
5.2	钢筋焊接骨架和焊接网	38
5.3	钢筋闪光对焊接头	39
5.4	箍筋闪光对焊接头	39
5.5	钢筋电弧焊接头	40
5.6	钢筋电渣压力焊接头	41
5.7	钢筋气压焊接头	42
5.8	预埋件钢筋T 形接头	43
6	焊 工 考 试	45

7 焊接安全	48
附录 A 钢筋焊接接头检验批质量验收记录	51
附录 B 钢筋焊工考试合格证	57
本规程用词说明	65
引用标准名录	66

Contents

1	General Provisions	1
2	Terms and Symbols	2
2.1	Terms	2
2.2	Symbols	5
3	Materials	8
4	Welding of Reinforcing Steel Bars	11
4.1	General Requirements	11
4.2	Resistance Spot Welding of Reinforcing Steel Bar	15
4.3	Flash Butt Welding of Reinforcing Steel Bar	16
4.4	Flash Butt Welding of Stirrup	19
4.5	Arc Welding of Reinforcing Steel Bar	21
4.6	Electroslag Pressure Welding of Reinforcing Steel Bar	26
4.7	Gas Pressure Welding of Reinforcing Steel Bar	28
4.8	Submerged -arc Pressure Welding of Reinforcing Steel Bar at Prefabricated Components	30
4.9	Submerged -arc Stud Welding of Reinforcing Steel Bar at Prefabricated Components	31
5	Quality Inspection and Acceptance	34
5.1	General Requirements	34
5.2	Welded Frame and Welded Fabric of Reinforcing Steel Bars	38
5.3	Flash Butt Welded Joint of Reinforcing Steel Bar	39
5.4	Flash Butt Welded Joint of Stirrup	39
5.5	Arc Welded Joint of Reinforcing Steel Bar	40
5.6	Electroslag Pressure Welded Joint of Reinforcing Steel Bar	41
5.7	Gas Pressure Welded Joint of Reinforcing Steel Bar	42

5.8 T-joint of Reinforcing Steel Bar at Prefabricated Components	43
6 Examination of Weldor	45
7 Welding Safety	48
Appendix A Quality Acceptance Record of Welded Joints Inspection Group of Reinforcing Steel Bars	51
Appendix B The Certificate of Weldor Examination for Reinforcing Steel Bar	57
Explanation of Wording in This Specification	65
List of Quoted Standards	66

1 总 则

1.0.1 为在钢筋焊接施工中采用合理的焊接工艺，统一质量验收标准，做到施工安全，确保质量，技术先进，节材节能，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于一般工业与民用建筑工程混凝土结构中的钢筋焊接施工及质量检验与验收。

1.0.3 钢筋的焊接施工及其质量检验与验收，除应按本规程执行外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术 语

2.1.1 热轧光圆钢筋 hot rolled plain bars

经热轧成型，横截面通常为圆形，表面光滑的成品钢筋。

2.1.2 普通热轧钢筋 hot rolled bars

按热轧状态交货的钢筋，其金相组织主要是铁素体加珠光体，不得有影响使用性能的其他组织(如基圆上出现的回火马氏体组织)存在。

2.1.3 细晶粒热轧钢筋 hot rolled bars of fine grains

在热轧过程中，通过控轧和控冷工艺形成的细晶粒钢筋。其金相组织主要是铁素体加珠光体，不得有影响使用性能的其他组织(如基圆上出现的回火马氏体组织)存在，晶粒度不粗于9级。

2.1.4 余热处理钢筋 quenching and self-tempering ribbed steel bars

热轧店利用热处理原理进行表面控制冷却，并利用芯部余热自身完成回火处理所得的成品钢筋。余热处理钢筋有多种牌号，需要焊接时，应选用RRB400W 可焊接余热处理钢筋。

2.1.5 冷轧带肋钢筋 cold-rolled ribbed steel wires and bars

热轧圆盘条经冷轧后，在其表面带有沿长度方向均匀分布的三面或二面横肋的钢筋。

2.1.6 冷拔低碳钢丝 cold-drawn low-carbon steel wire

低碳钢热轧圆盘条或热轧光圆钢筋经一次或多次冷拔制成的光圆钢丝。

2.1.7 钢筋电阻点焊 resistance spot welding of reinforcing steel bar

将两钢筋(丝)安放成交叉叠接形式,压紧于两电极之间,利用电阻热熔化母材金属,加压形成焊点的一种压焊方法。

2.1.8 钢筋闪光对焊 flash butt welding of reinforcing steel bar

将两钢筋以对接形式水平安放在对焊机上,利用电阻热使接触点金属熔化,产生强烈闪光和飞溅,迅速施加顶锻力完成的一种压焊方法。

2.1.9 箍筋闪光对焊 flash butt welding of stirrup

将待焊箍筋两端以对接形式安放在对焊机上,利用电阻热使接触点金属熔化,产生强烈闪光和飞溅,迅速施加顶锻力,焊接形成封闭环式箍筋的一种压焊方法

2.1.10 钢筋焊条电弧焊 shielded metal arc welding of reinforcing steel bar

钢筋焊条电弧焊是以焊条作为一极,钢筋为另一极,利用焊接电流通过产生的电弧热进行焊接的一种熔焊方法。

2.1.11 钢筋二氧化碳气体保护电弧焊 carbon-dioxide arc welding of reinforcing steel bar

以焊丝作为一极,钢筋为另一极,并以二氧化碳气体作为电弧介质,保护金属熔滴、焊接熔池和焊接区高温金属的一种熔焊方法。二氧化碳气体保护电弧焊简称CO₂ 焊。

2.1.12 钢筋电渣压力焊 electroslag pressure welding of reinforcing steel bar

将两钢筋安放成竖向对接形式,通过直接引弧法或间接引弧法,利用焊接电流通过两钢筋端面间隙,在焊剂层下形成电弧过程和电渣过程,产生电弧热和电阻热,熔化钢筋,加压完成的一种压焊方法。

2.1.13 钢筋气压焊 gas pressure welding of reinforcing steel bar

采用氧乙炔火焰或氧液化石油气火焰(或其他火焰),对两钢筋对接处加热,使其达到热塑性状态(固态)或熔化状态(熔

态)后, 加压完成的一种压焊方法。

2.1.14 预埋件钢筋埋弧压力焊 submerged-arc pressure welding of reinforcing steel bar at prefabricated components

将钢筋与钢板安放成 T 形接头形式, 利用焊接电流通过, 在焊剂层下产生电弧, 形成熔池, 加压完成的一种压焊方法。

2.1.15 预埋件钢筋埋弧螺柱焊 submerged-arc stud welding of reinforcing steel bar at prefabricated componenis

用电弧螺柱焊焊枪夹持钢筋, 使钢筋垂直对准钢板, 采用螺柱焊电源设备产生强电流、短时间的焊接电弧, 在熔剂层保护下使钢筋焊接端面与钢板间产生熔池后, 适时将钢筋插入熔池, 形成 T 形接头的焊接方法。

2.1.16 待焊箍筋 waiting weld stirrup

用调直的钢筋, 按箍筋的内净空尺寸和角度弯制成设计规定的形状, 等待进行闪光对焊的半成品箍筋。

2.1.17 对焊箍筋 butt welded stirrup

待焊箍筋经闪光对焊形成的封闭环式箍筋。

2.1.18 压入深度 pressed depth

在焊接骨架或焊接网的电阻点焊中, 两钢筋(丝)相互压入的深度。

2.1.19 焊缝余高 reinforcement;excess weld metal

焊缝表面两焊趾连线上的那部分金属高度。

2.1.20 熔合区 bond

焊接接头中, 焊缝与热影响区相互过渡的区域。

2.1.21 热影响区 heat-affected zone

焊接或热切割过程中, 钢筋母材因受热的影响(但未熔化), 使金属组织和力学性能发生变化的区域。

2.1.22 延性断裂 ductile fracture

形成暗淡且无光泽的纤维状剪切断口的断裂。

2.1.23 脆性断裂 brittle fracture

由解理断裂或许多晶粒沿晶界断裂而产生有光泽断口的

断裂。

2.2 符 号

2.2.1 钢筋符号

ϕ ——HPB300 热轧光圆钢筋；

ϕb ——CDW550 冷拔低碳钢丝；

ϕR ——CRB550 冷轧带肋钢筋；

ϕ ——HRB335 热轧带肋钢筋；

ϕF ——HRBF335 细晶粒热轧带肋钢筋；

ϕ ——HRB400 热轧带肋钢筋；

F——HRBF400 细晶粒热轧带肋钢筋；

RW——RRB400W 可焊接余热处理钢筋；

$\underline{\text{A}}$ ——HR B500 热轧带肋钢筋；

$\underline{\text{AF}}$ ——HRBF500 细晶粒热轧带肋钢筋。

2.2.2 钢筋焊接接头尺寸符号

ag——箍筋内净长度；

b——焊缝表面宽度；

b_s ——箍筋内净宽度；

bn——回火焊道；

b——绕焊焊道；

d——钢筋（箍筋）直径；

dy——压入深度；

fy——压焊面；

hy——焊缝余高；

K——焊脚尺寸；

l——帮条长度、搭接长度；

Lg——箍筋下料长度；

S——焊缝有效厚度。

2.2.3 焊接工艺符号

A——烧化留量；

a_1 —— 左烧化留量;
 a_2 —— 右烧化留量;
 A_1 —— 一次烧化留量;
 $a_{1.1}$ —— 左一次烧化留量;
 $a_{2.1}$ —— 右一次烧化留量;
 A_2 —— 二次烧化留量;
 $a_{1.z}$ —— 左二次烧化留量;
 $a_{2.2}$ —— 右二次烧化留量;
 B —— 预热留量;
 b_1 —— 左预热留量;
 b_2 —— 右预热留量;
 C —— 顶锻留量;
 c_1 —— 左顶锻留量;
 c_2 —— 右顶锻留量;
 c_1' —— 左有电顶锻留量;
 c_2' —— 右有电顶锻留量;
 c'' —— 左无电顶锻留量;
 c_2'' —— 右无电顶锻留量;
 F_j 夹紧力;
 F_a 顶锻力;
 F_1 - 弹性压力;
 I_2 —— 二次电流;
 I_{2-} —— 二次分流电流;
 I_{2n} —— 二次焊接电流;
 L_1 —— 左调伸长度;
 L_2 —— 右调伸长度;
 S —— 动钳口位移;
 t_1 —— 烧化时间;
 $t_{1.1}$ —— 一次烧化时间;
 $t_{1.z}$ —— 二次烧化时间;

t_2 —— 预热时间;
 t_3 —— 顶锻时间;
 $t_{3.1}$ —— 有电顶锻时间;
 $t_{3.2}$ —— 无电顶锻时间;
 Δ —— 焊接总留量。

2.2.4 钢筋力学性能试验符号

A —— 断后伸长率;
 R_a —— 上屈服强度;
 R_1 —— 下屈服强度;
 R_m —— 抗拉强度。

3 材 料

3.0.1 焊接钢筋的化学成分和力学性能应符合国家现行有关标准的规定。

3.0.2 预埋件钢筋焊接接头、熔槽帮条焊接头和坡口焊接头中的钢板和型钢，可采用低碳钢或低合金钢，其力学性能和化学成分应符合现行国家标准《碳素结构钢》GB/T 700 或《低合金高强度结构钢》GB/T1591 中的规定。

3.0.3 钢筋焊条电弧焊所采用的焊条，应符合现行国家标准《碳钢焊条》GB/T 5117或《低合金钢焊条》GB/T5118 的规定。钢筋二氧化碳气体保护电弧焊所采用的焊丝，应符合现行国家标准《气体保护电弧焊用碳钢、低合金钢焊丝》GB/T 8110 的规定。其焊条型号和焊丝型号应根据设计确定；若设计无规定时，可按表3.0.3选用。

表3.0.3 钢筋电弧焊所采用焊条、焊丝推荐表

钢筋牌号	电弧焊接头形式			
	帮条焊 搭接焊	坡口焊 熔槽帮条焊 预埋件穿孔塞焊	窄间隙焊	钢筋与钢板搭接焊 预埋件T形角焊
HPB300	E4303 ER50-X	E4303 ER50-X	E4316 E4315 ER50-X	E4303 ER50-X
HRB335 HRBF335	E5003 E4303 E5016 E5015 ER50-X	F5003 E5016 E5015 ER50-X	E5016 E5015 ER50-X	E5003 F4303 E5016 E5015 ER50-X

续表3.0.3

钢筋牌号	电弧焊接头形式			
	帮条焊 搭接焊	坡口焊 熔槽帮条焊 预埋件穿孔塞焊	窄间隙焊	钢筋与钢板搭接焊 预埋件T形角焊
HRB400 HRBF400	E5003 E5516 E5515 ER50-X	E5503 E5516 E5515 ER55-X	E5516 E5515 ER55-X	E5003 E5516 E5515 ER50-X
HRB500 HRBF500	E5503 E6003 E6016 E6015 ER55-X	E6003 E6016 E6015	E6016 E6015	E5503 E6003 E6016 E6015 ER55-X
RRB400W	E5003 E5516 E5515 ER50-X	E5503 E5516 E5515 ER55-X	E5516 E5515 ER55-X	E5003 E5516 E5515 ER50-X

3.0.4 焊接用气体质量应符合下列规定：

1 氧气的质量应符合现行国家标准《工业氧》GB/T 3863的规定，其纯度应大于或等于99.5%；

2 乙炔的质量应符合现行国家标准《溶解乙炔》GB 6819的规定，其纯度应大于或等于98.0%；

3 液化石油气应符合现行国家标准《液化石油气》GB 11174或《油气田液化石油气》GB9052.1 的各项规定；

4 二氧化碳气体应符合现行化工行业标准《焊接用二氧化碳》HG/T2537 中优等品的规定。

3.0.5 在电渣压力焊、预埋件钢筋埋弧压力焊和预埋件钢筋埋弧螺柱焊中，可采用熔炼型 HJ431 焊剂；在埋弧螺柱焊中，亦可采用氟碱型烧结焊剂 SJ101。

3.0.6 施焊的各种钢筋、钢板均应有质量证明书；焊条、焊丝、氧气、溶解乙炔、液化石油气、二氧化碳气体、焊剂应有产品合格证。

钢筋进场时，应按国家现行相关标准的规定抽取试件并作力学性能和重量偏差检验，检验结果必须符合国家现行有关标准的规定。

检验数量：按进场的批次和产品的抽样检验方案确定。

检验方法：检查产品合格证、出厂检验报告和进场复验报告。

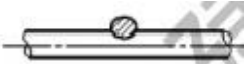
3.0.7 各种焊接材料应分类存放、妥善处理；应采取防止锈蚀、受潮变质等措施。

4 钢 筋 焊 接

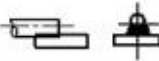
4.1 基 本 规 定

4.1.1 钢筋焊接时，各种焊接方法的适用范围应符合表4.1.1的规定。

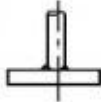
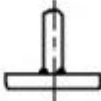
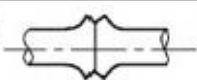
表4.1.1 钢筋焊接方法的适用范围

焊接方法			接头形式	适 用 范 围	
				钢筋牌号	钢筋直径 (mm)
电阻点焊				HPB300 HRB335 HRBF335 HRB400 HRBF400 HRB500 HRBF500 CRB550 CDW550	6~16 6~16 6~16 6~16 4~12 3~8
闪光对焊				HPB300 HRB335 HRBF335 HRB400 HRBF400 HRB500 HRBF500 RRB400W	8~22 8~40 8~40 8~40 8~40 8~32
箍筋闪光对焊				PB300 HRB335 HRBF335 HRB400 HRBF400 HRB500 HRBF500 RRB400W	6~18 6~18 6~18 6~18 8~18
电 弧 焊	帮 条 焊	双面焊		HPB300 HRB335 HRBF335 HRB400 HRBF400 HRB500 HRBF500 RRB400W	10~22 10~40 10~40 10~32 10~25
		单面焊		HPB300 HRB335 HRBF335 HRB400 HRBF400 HRB500 HRBF500 RRB400W	10~22 10~40 10~40 10~32 10~25

续表4. 1. 1

焊接方法			接头形式	适 用 范 围	
				钢筋牌号	钢筋直径 (mm)
电 弧 焊	搭 接 焊	双面焊		HPB300 HRB335 HRBF335 HRB400 HRBF400 HRB500 HRBF500 RRB400W	10~22 10~40 10~40 10~32 10~25
		单面焊		HPB300 HRB335 HRBF335 HRB400 HRBF400 HRB500 HRBF500 RRB400W	10~22 10~40 10~40 10~32 10~25
	熔槽帮条焊			HPB300 HRB335 HRBF335 HRB400 HRBF400 HRB500 HRBF500 RRB400W	20~22 20~40 20~40 20~32 20~25
	坡 口 焊	平焊		HPB300 HRB335 HRBF335 HRB400 HRBF400 HRB500 HRBF500 RRB400W	18~22 18~40 18~40 18~32 18~25
		立焊		HPB300 HRB335 HRBF335 HRB400 HRBF400 HRB500 HRBF500 RRB400W	18~22 18~40 18~40 18~32 18~25
	钢筋与钢板 搭接焊			HPB300 HRB335 HRBF335 HRB400 HRBF400 HRB500 HRBF500 RRB400W	8~22 8~40 8~40 8~32 8~25
	窄间隙焊			HPB300 HRB335 HRBF335 HRB400 HRBF400 HRB500 HRBF500 RRB400W	16~22 16~40 16~40 18~32 18~25

续表4.1.1

焊接方法			接头形式	适 用 范 围	
				钢筋牌号	钢筋直径 (mm)
电 弧 焊	预埋件 钢筋	角焊		HPB300 HRB335 HRBF335 HRB400 HRBF400 HRB500 HRBF500 RRB400W	6~22 6~25 6~25 10~20 10~20
		穿孔塞焊		HPB300 HRB335 HRBF335 HRB400 HRBF400 HRB500 RRB400W	20~22 20~32 20~32 20~28 20~28
		埋弧 压力焊		HPB300 HRB335 HRBF335 HRB400 HRBF400	6~22 6~28 6~28
		埋弧螺 柱焊			
电渣压力焊				HPB300 HRB335 HRB400 HRB50	12~22 12~32 12~32 12~32
气 压 焊	固 态			HPB300 HRB335	12~22 12~40
	熔 态	HRB400 HRB500		12~40 12~32	

注：1电阻点焊时，适用范围的钢筋直径指两根不同直径钢筋交叉叠接中较小钢筋的直径；

2 电弧焊含焊条电弧焊和二氧化碳气体保护电弧焊两种工艺方法；

3 在生产中，对于有较高要求的抗震结构用钢筋，在牌号后加 E，焊接工艺可按同级别热轧钢筋施焊；焊条应采用低氢型碱性焊条；

4 生产中，如果有 HPB235钢筋需要进行焊接时，可按 HPB300钢筋的焊接材料和焊接工艺参数，以及接头质量检验与验收的有关规定施焊。

4.1.2 电渣压力焊应用于柱、墙等构筑物现浇混凝土结构中竖向受力钢筋的连接；不得用于梁、板等构件中水平钢筋的连接。

4.1.3 在钢筋工程焊接开工之前，参与该项工程施焊的焊工必须进行现场条件下的焊接工艺试验，应经试验合格后，方准予焊接生产。

4.1.4 钢筋焊接施工之前，应清除钢筋、钢板焊接部位以及钢筋与电极接触处表面上的锈斑、油污、杂物等；钢筋端部当有弯折、扭曲时，应予以矫直或切除。

4.1.5 带肋钢筋进行闪光对焊、电弧焊、电渣压力焊和气压焊时，应将纵肋对纵肋安放和焊接。

4.1.6 焊剂应存放在干燥的库房内，若受潮时，在使用前应经 $250^{\circ}\text{C}\sim 350^{\circ}\text{C}$ 烘焙2h。使用中回收的焊剂应清除熔渣和杂物，并应与新焊剂混合均匀后使用。

4.1.7 两根同牌号、不同直径的钢筋可进行闪光对焊、电渣压力焊或气压焊。闪光对焊时钢筋径差不得超过4mm，电渣压力焊或气压焊时，钢筋径差不得超过7mm。焊接工艺参数可在大、小直径钢筋焊接工艺参数之间偏大选用，两根钢筋的轴线应在同一直线上，轴线偏移的允许值应按较小直径钢筋计算；对接头强度的要求，应按较小直径钢筋计算。

4.1.8 两根同直径、不同牌号的钢筋可进行闪光对焊、电弧焊、电渣压力焊或气压焊，其钢筋牌号应在本规程表4.1.1规定的范围内。焊条、焊丝和焊接工艺参数应按较高牌号钢筋选用，对接头强度的要求应按较低牌号钢筋强度计算

4.1.9。 进行电阻点焊、闪光对焊、埋弧压力焊、埋弧螺柱焊时，应随时观察电源电压的波动情况；当电源电压下降大于5%、小于8%时，应采取提高焊接变压器级数等措施；当大于或等于8%时，不得进行焊接。

4.1.10 在环境温度低于 -5°C 条件下施焊时，焊接工艺应符合下列要求：

1 闪光对焊时，宜采用预热闪光焊或闪光—预热闪光焊；可增加调伸长度，采用较低变压器级数，增加预热次数和间歇时间。

2 电弧焊时，宜增大焊接电流，降低焊接速度。电弧帮条焊或搭接焊时，第一层焊缝应从中间引弧，向两端施焊；以后各层控温施焊，层间温度应控制在 $150^{\circ}\text{C}\sim 350^{\circ}\text{C}$ 之间。多层施焊

时，可采用回火焊道施焊。

4.1.11 当环境温度低于 -20°C 时，不应进行各种焊接。

4.1.12 雨天、雪天进行施焊时，应采取有效遮蔽措施。焊后未冷却接头不得碰到雨和冰雪，并应采取有效的防滑、防触电措施，确保人身安全。

4.1.13 当焊接区风速超过 8m/s 在现场进行闪光对焊或焊条电弧焊时，当风速超过 5m/s 进行气压焊时，当风速超过 2m/s 进行二氧化碳气体保护电弧焊时，均应采取挡风措施。

4.1.14 焊机应经常维护保养和定期检修，确保正常使用。

4.2 钢筋电阻点焊

4.2.1 混凝土结构中钢筋焊接骨架和钢筋焊接网，宜采用电阻点焊制作。

4.2.2 钢筋焊接骨架和钢筋焊接网在焊接生产中，当两根钢筋直径不同时，焊接骨架较小钢筋直径小于或等于 10mm 时，大、小钢筋直径之比不宜大于3倍；当较小钢筋直径为 $12\text{mm}\sim 16\text{mm}$ 时，大、小钢筋直径之比不宜大于2倍。焊接网较小钢筋直径不得小于较大钢筋直径的60%，

4.2.3 电阻点焊的工艺过程中，应包括预压、通电、锻压三个阶段(图4.2.3)。

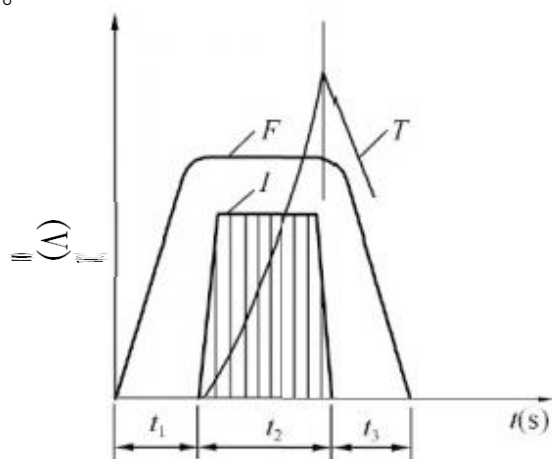


图4.2.3 点焊过程示意

F—压力；I—电流；T—温度； t —时间； t_1 —预压时间； t_2 —通电时间； t_3 —锻压时间

4.2.4 电阻点焊的工艺参数应根据钢筋牌号、直径及焊机性能等具体情况，选择变压器级数、焊接通电时间和电极压力。

4.2.5 焊点的压入深度应为较小钢筋直径的18%~25%。

4.2.6 钢筋焊接网、钢筋焊接骨架宜用于成批生产；焊接时应按设备使用说明书中的规定进行安装、调试和操作，根据钢筋直径选用合适电极压力、焊接电流和焊接通电时间。

4.2.7 在点焊生产中，应经常保持电极与钢筋之间接触面的清洁平整；当电极使用变形时，应及时修整。

4.2.8 钢筋点焊生产过程中，应随时检查制品的外观质量；当发现焊接缺陷时，应查找原因并采取措施，及时消除。

4.3 钢筋闪光对焊

4.3.1 钢筋闪光对焊可采用连续闪光焊、预热闪光焊或闪光—预热闪光焊工艺方法(图4.3.1)。生产中，可根据不同条件按下列规定选用：

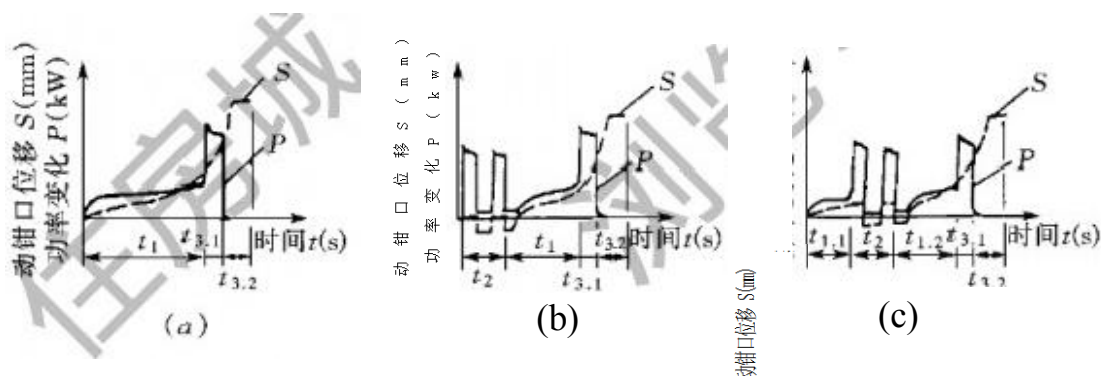


图4.3.1 钢筋闪光对焊工艺过程图解

S—动钳口位移；P—功率变化；t—时间； t_t —烧化时间； $t_{n.1}$ ——次烧化时间； $t_{n.2}$ ——二次烧化时间； t_z —预热时间； $t_{s.1}$ —有电顶锻时间； $t_{s.2}$ —无电顶锻时间

1 当钢筋直径较小，钢筋牌号较低，在本规程表4.3.2规定的范围内，可采用“连续闪光焊”；

2 当钢筋直径超过本规程表4.3.2规定，钢筋端面较平整，宜采用“预热闪光焊”；

3 当钢筋直径超过本规程表4.3.2规定，且钢筋端面不平整，应采用“闪光—预热闪光焊”。

4.3.2 连续闪光焊所能焊接的钢筋直径上限，应根据焊机容量、钢筋牌号等具体情况而定，并应符合表4.3.2的规定。

表4.3.2 连续闪光焊钢筋直径上限

焊机容量(kVA)	钢筋牌号	钢筋直径(mm)
160 (150)	HPB300	22
	HRB335 HRBF335	22
	HRB400 HRBF400	20
100	HPE300	20
	HRB335 HRBF335	20
	HRB400 HRBF400	18
80 (75)	HPB300	16
	HRB335 HRBF335	14
	HRB400 HRBF400	12

4.3.3 施焊中，焊工应熟练掌握各项留量参数(图4.3.3), 以确保焊接质量。

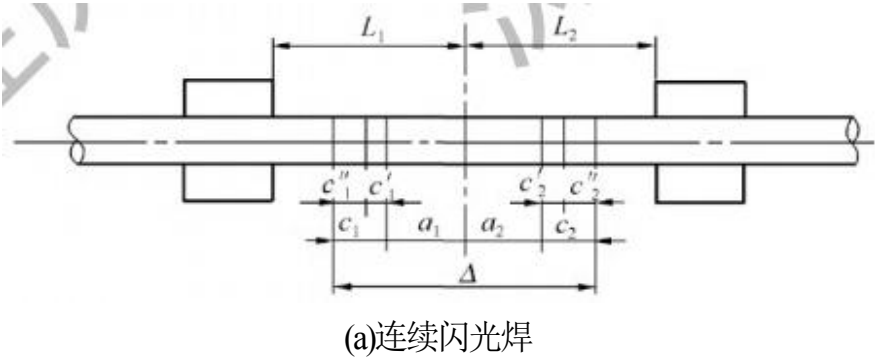
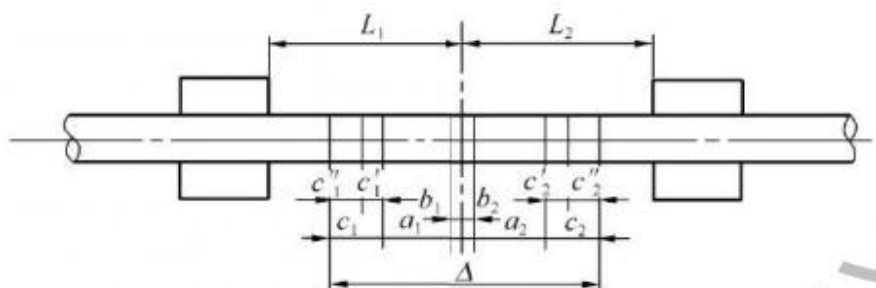
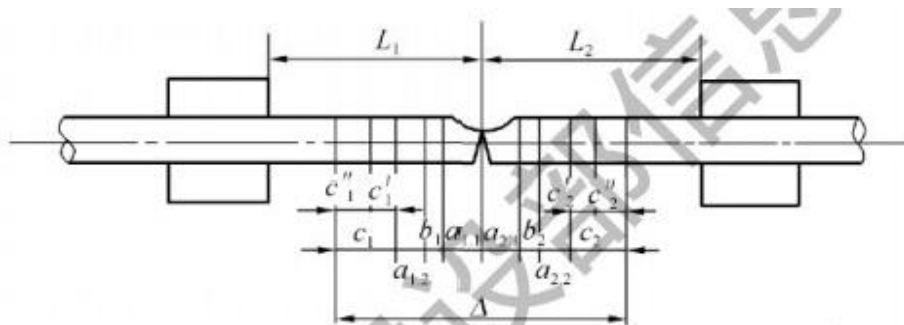


图4.3.3 钢筋闪光对焊三种工艺方法留量图解(一)
 L_1 、 L_2 —调伸长度； a_1+a_2 — 烧化留量； $a_{1.1}+a_{2.1}$ ——一次烧化留量； $a_{1.z}+a_{2.z}$ ——二次烧化留量； b_1+b_2 — 预热留量； c_1+c_2 ——顶锻留量； $c_1'+c_2'$ ——有电顶锻留量； $c_1''+c_2''$ —— 无电顶锻留量；
 Δ —焊接总留量



(b)预热闪光焊



(c)闪光→预热闪光焊

图4.3.3 钢筋闪光对焊三种工艺方法留量图解(二)

L_1 、 L_2 —调伸长度； $a_1 + a_2$ — 烧化留量； $a_{1.1} + a_{1.2}$ (一+次烧化

留量； $a_{1.2} + a_{2.2}$ — 二次烧化留量； $b_1 + b_2$ — 预热留量；

$c_1 + c_z$ — 顶锻留量； $4 + c_i$ — 有电顶锻留量； $c'' + 2$ — 无电顶锻留量；

Δ — 焊接总留量

4.3.4 闪光对焊时，应按下列规定选择调伸长度、烧化留量、顶锻留量以及变压器级数等焊接参数：

1 调伸长度的选择，应随着钢筋牌号的提高和钢筋直径的加大而增长，主要是减缓接头的温度梯度，防止热影响区产生淬硬组织；当焊接 HRB400、HRBF400 等牌号钢筋时，调伸长度宜在 40mm~60mm 内选用；

2 烧化留量的选择，应根据焊接工艺方法确定。当连续闪光焊时，闪光过程应较长；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~

10mm; 当闪光—预热闪光焊时，应区分一次烧化留量和二次烧化留量。一次烧化留量不应小于10mm, 二次烧化留量不应小

于6mm;

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

4 顶锻留量应为3mm~7mm, 并应随钢筋直径的增大和钢筋牌号的提高而增加。其中, 有电顶锻留量约占1/3, 无电顶锻留量约占2/3, 焊接时必须控制得当。焊接 HRB500 钢筋时, 顶锻留量宜稍微增大, 以确保焊接质量。

4.3.5 当 HRBF335 钢筋、 HRBF400 钢筋、HRBF500 钢筋或 RRB400W 钢筋进行闪光对焊时, 与热轧钢筋比较, 应减小调伸长度, 提高焊接变压器级数, 缩短加热时间, 快速顶锻, 形成快热快冷条件, 使热影响区长度控制在钢筋直径的60%范围之内。

4.3.6 变压器级数应根据钢筋牌号、直径、焊机容量以及焊接工艺方法等具体情况选择

4.3.7 HRB500、HRBF500 钢筋焊接时, 应采用预热闪光焊或闪光—预热闪光焊工艺。当接头拉伸试验结果, 发生脆性断裂或弯曲试验不能达到规定要求时, 尚应在焊机上进行焊后热处理。

4.3.8 在闪光对焊生产中, 当出现异常现象或焊接缺陷时, 应查找原因, 采取措施, 及时消除。

4.4 箍筋闪光对焊

4.4.1 箍筋闪光对焊的焊点位置宜设在箍筋受力较小一边的中部。不等边的多边形柱箍筋对焊点位置宜设在两个边上的中部。

4.4.2 箍筋下料长度应预留焊接总留量(Δ), 其中包括烧化留量 (A)、 预热留量 (B) 和顶锻留量 (C)。

矩形箍筋下料长度可按下式计算:

$$L_g=2(ag+bg)+\Delta \quad (4.4.2)$$

式中: L_g — 箍筋下料长度 (mm);

ag— 箍筋内净长度 (mm);

bg — 箍筋内净宽度 (mm);

Δ ——焊接总留量 (mm)。

当切断机下料，增加压痕长度，采用闪光—预热闪光焊工艺时，焊接总留量 Δ 随之增大，约为 $1.0d$ (d 为箍筋直径)。上列计算箍筋下料长度经试焊后核对，箍筋外皮尺寸应符合设计图纸的规定。

4.4.3 钢筋切断和弯曲应符合下列规定：

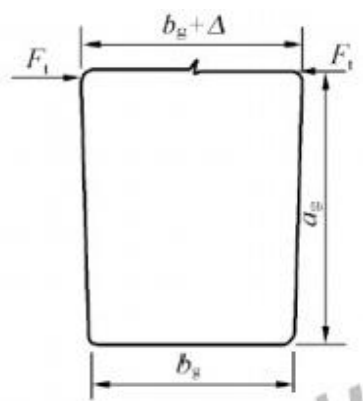


图4.4.3 待焊箍筋

ag—箍筋内净长度; b—箍筋内净宽度; Δ —焊接总留量; F 弹性压力

1 钢筋切断宜采用钢筋专用切割机下料；当用钢筋切断机时，刀口间隙不得大于0.3mm:

2 切断后的钢筋端面应与轴线垂直，无压弯、无斜口；

3. 钢筋按设计图纸规定尺寸弯曲成型，制成待焊箍筋，应使两个对焊钢筋头完全对准，具有规定弹性压力(图4.4.3)。

4.4.4 待焊箍筋为半成品，应进行加工质量的检查，属中间质量检查。按每一

工作班、同一牌号钢筋、同一加工设备完成的待焊箍筋作为一个检验批，每批随机抽查5%件。检查项目应符合下列规定：

1 两钢筋头端面应闭合，无斜口；

2 接口处应有一定弹性压力。

4.4.5 箍筋闪光对焊应符合下列规定：

1 宜使用100kVA 的箍筋专用对焊机；

2 宜采用预热闪光焊，焊接工艺参数、操作要领、焊接缺陷的产生与消除措施等，可按本规程第4.3节相关规定执行；

3 焊接变压器级数应适当提高，二次电流稍大；

4 两钢筋顶锻闭合后，应延续数秒钟再松开夹具。

4.4.6 箍筋闪光对焊过程中，当出现异常现象或焊接缺陷时，

应查找原因，采取措施，及时消除。

4.5 钢筋电弧焊

4.5.1 钢筋电弧焊时，可采用焊条电弧焊或二氧化碳气体保护电弧焊两种工艺方法。二氧化碳气体保护电弧焊设备应由焊接电源、送丝系统、焊枪、供气系统、控制电路5部分组成。

4.5.2 钢筋二氧化碳气体保护电弧焊时，应根据焊机性能、焊接接头形状、焊接位置等条件选用下列焊接工艺参数：

- 1 焊接电流；
- 2 极性；
- 3 电弧电压(弧长)；
- 4 焊接速度；
- 5 焊丝伸出长度(干伸长)；
- 6 焊枪角度；
- 7 焊接位置；
- 8 焊丝直径。

4.5.3 钢筋电弧焊应包括帮条焊、搭接焊、坡口焊、窄间隙焊和熔槽帮条焊5种接头形式。焊接时，应符合下列规定：

1 应根据钢筋牌号、直径、接头形式和焊接位置，选择焊接材料，确定焊接工艺和焊接参数；

2 焊接时，引弧应在垫板、帮条或形成焊缝的部位进行，不得烧伤主筋；

3 焊接地线与钢筋应接触良好；

4 焊接过程中应及时清渣，焊缝表面应光滑，焊缝余高应平缓过渡，弧坑应填满。

4.5.4 帮条焊时，宜采用双面焊(图4.5.4a)；当不能进行双面焊时，可采用单面焊(图4.5.4b)，帮条长度应符合表4.5.4的规定。当帮条牌号与主筋相同时，帮条直径可与主筋相同或小一个规格；当帮条直径与主筋相同时，帮条牌号可与主筋相同或低一个牌号等级。

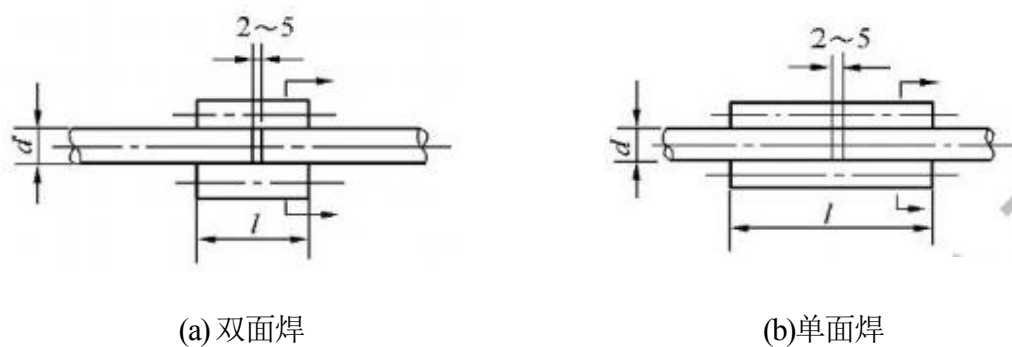


图4.5.4 钢筋帮条焊接头

表4.5.4 钢筋帮条长度

钢筋牌号	焊缝形式	帮条长度(L)
HPB300	单面焊	$\geq 8d$
	双面焊	$\geq 4d$
HRB335 HRBF335 HRB400 HRBF400 HRB500 HRBF500 RRB400W	单面焊	$=10d$
	双面焊	$\geq 5d$

注：d 为主筋直径(mm)。

4.5.5 搭接焊时，宜采用双面焊(图4.5.5a)。当不能进行双面焊时，可采用单面焊(图4.5.5b)。搭接长度可与本规程表4.5.4帮条长度相同。

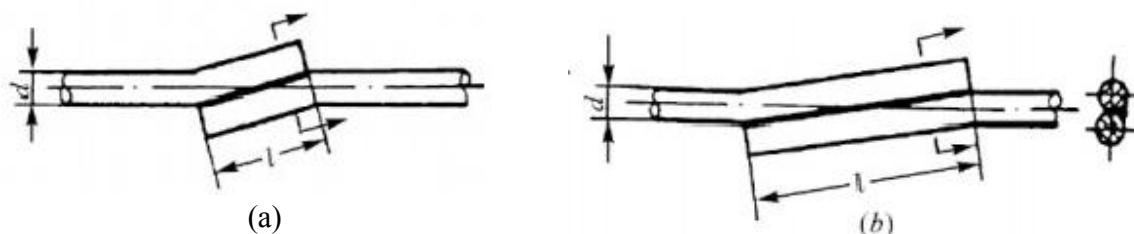


图4.5.5 钢筋搭接焊接头

d—钢筋直径；l—搭接长度

4.5.6 帮条焊接头或搭接焊接头的焊缝有效厚度S 不应小于主

筋直径的30%；焊缝宽度 b 不应小于主筋直径的80%(图4.5.6)。

4.5.7 帮条焊或搭接焊时，钢筋的装配和焊接应符合下列规定：

1 帮条焊时，两主筋端面的间隙应为2mm~5mm；

2 搭接焊时，焊接端钢筋宜预弯，并应使两钢筋的轴线在同一直线上；

3 帮条焊时，帮条与主筋之间应用四点定位焊固定；搭接焊时，应用两点固定；定位焊缝与帮条端部或搭接端部的距离宜大于或等于20mm；

4 焊接时，应在帮条焊或搭接焊形成焊缝中引弧；在端头收弧前应填满弧坑，并应使主焊缝与定位焊缝的始端和终端熔合。

4.5.8 坡口焊的准备工作和焊接工艺应符合下列规定(图4.5.8)：

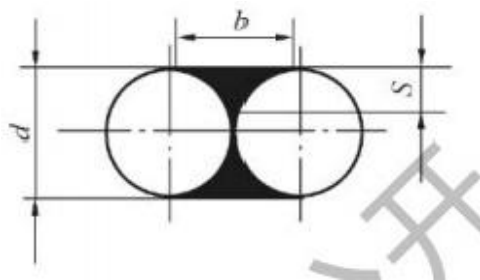
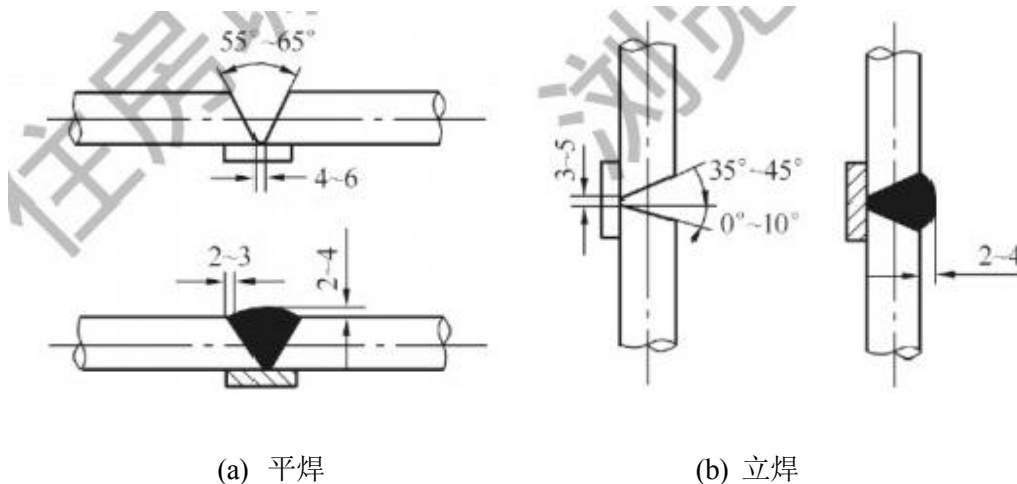


图4.5.6 焊缝尺寸示意

d —钢筋直径； b —焊缝宽度；

S —焊缝有效厚度



(a) 平焊

(b) 立焊

图4.5.8 钢筋坡口焊接头

- 1 坡口面应平顺，切口边缘不得有裂纹、钝边和缺棱；
- 2 坡口角度应在规定范围内选用；
- 3 钢垫板厚度宜为4mm~6mm，长度宜为40mm~60mm；

平焊时，垫板宽度应为钢筋直径加10mm；立焊时，垫板宽度宜等于钢筋直径；

4 焊缝的宽度应大于 V 形坡口的边缘2mm~3mm，焊缝余高应为2mm~4mm，并平缓过渡至钢筋表面；

5 钢筋与钢垫板之间，应加焊二层、三层侧面焊缝；

6 当发现接头中有弧坑、气孔及咬边等缺陷时，应立即补焊。

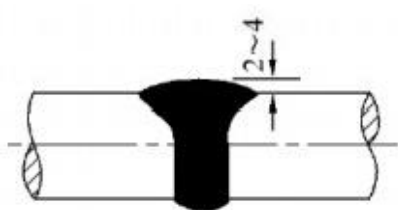


图4.5.9 钢筋窄间隙焊接头面，使熔敷金属填充间隙并形成接头
(图4.5.9)；其焊接工艺应符合下列规定：

1 钢筋端面应平整；

2 宜选用低氢型焊接材料；

3 从焊缝根部引弧后应连续进行焊接，左右来回运弧，在钢筋端面处电弧应少许停留，并使熔合；

4当焊至端面间隙的4/5高度后，焊缝逐渐扩宽；当熔池过天时，应改连续焊为断续焊，避免过热；

5 焊缝余高应为2mm~4mm，且应平缓过渡至钢筋表面。

4.5.10 熔槽帮条焊应用于直径20mm 及以上钢筋的现场安装焊接。焊接时应加角钢作垫板模。接头形式(图4.5.10)、角钢

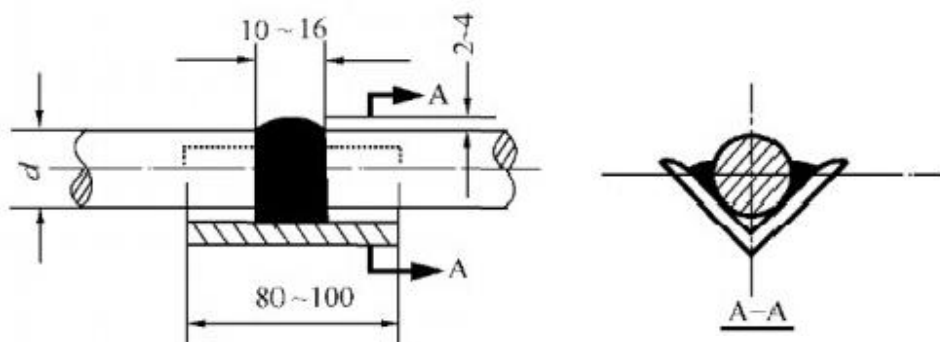


图4.5.10 钢筋熔槽帮条焊接头

尺寸和焊接工艺应符合下列规定：

- 1 角钢边长宜为40mm~70mm;
- 2 钢筋端头应加工平整;
- 3 从接缝处垫板引弧后应连续施焊，并应使钢筋端部熔合，防止未焊透、气孔或夹渣;
- 4 焊接过程中应及时停焊清渣；焊平后，再进行焊缝余高的焊接，其高度应为2mm~4mm;
- 5 钢筋与角钢垫板之间，应加焊侧面焊缝1层~3层，焊缝应饱满，表面应平整。

4.5.11 预埋件钢筋电弧焊T形接头可分为角焊和穿孔塞焊两种(图4.5.11), 装配和焊接时，应符合下列规定：

- 1 当采用HPB300 钢筋时，角焊缝焊脚尺寸 (K) 不得小于钢筋直径的50%; 采用其他牌号钢筋时，焊脚尺寸 (K) 不得小于钢筋直径的60%;
- 2 施焊中，不得使钢筋咬边和烧伤。

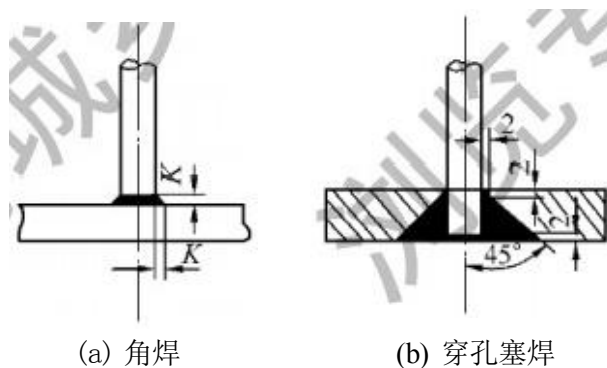


图4.5.11 预埋件钢筋电弧焊T形接头

K—焊脚尺寸

4.5.12 钢筋与钢板搭接焊时，焊接接头(图4.5.12)应符合下列规定：

- 1 HPB300 钢筋的搭接长度 (1) 不得小于4倍钢筋直径，其他牌号钢筋搭接长度(1)不得小于5倍钢筋直径;
- 2 焊缝宽度不得小于钢筋直径的60%, 焊缝有效厚度不得小于钢筋直径的35%。

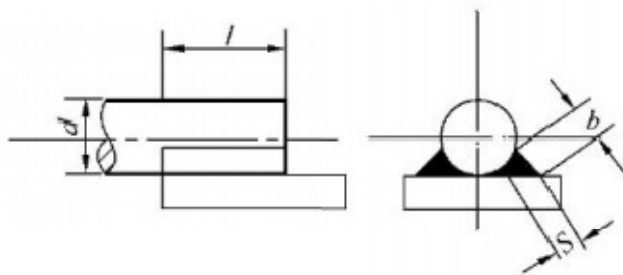


图4.5.12 钢筋与钢板搭接焊接头

d —钢筋直径; l —搭接长度; b —焊缝宽度; S —焊缝有效厚度

4.6 钢筋电渣压力焊

4.6.1 电渣压力焊应用于现浇钢筋混凝土结构中竖向或斜向(倾斜度不大于 10°)钢筋的连接。

4.6.2 直径12mm 钢筋电渣压力焊时, 应采用小型焊接夹具, 上下两钢筋对正, 不偏歪, 多做焊接工艺试验, 确保焊接质量。

4.6.3 电渣压力焊焊机容量应根据所焊钢筋直径选定, 接线端应连接紧密, 确保良好导电。

4.6.4 焊接夹具应具有足够刚度, 夹具形式、型号应与焊接钢筋配套, 上下钳口应同心, 在最大允许荷载下应移动灵活, 操作便利, 电压表、时间显示器应配备齐全。

4.6.5 电渣压力焊工艺过程应符合下列规定:

1 ✓ 焊接夹具的上下钳口应夹紧于上、下钢筋上; 钢筋一经夹紧, 不得晃动, 且两钢筋应同心;

2 引弧可采用直接引弧法或铁丝圈(焊条芯)间接引弧法;

3 引燃电弧后, 应先进行电弧过程, 然后, 加快上钢筋下送速度, 使上钢筋端面插入液态渣池约2mm, 转变为电渣过程, 最后在断电的同时, 迅速下压上钢筋, 挤出熔化金属和熔渣(图4.6.5);

4 接头焊毕, 应稍作停歇, 方可回收焊剂和卸下焊接夹具; 敲去渣壳后, 四周焊包凸出钢筋表面的高度, 当钢筋直径为25mm 及以下时不得小于4mm; 当钢筋直径为28mm 及以上时不得小于6mm.

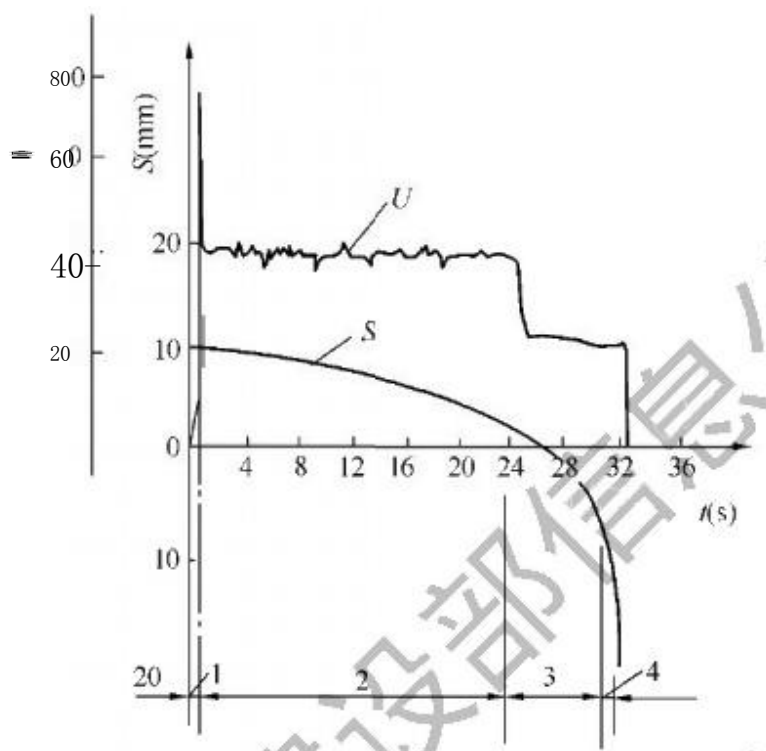


图4.6. 5428mm 钢筋电渣压力焊工艺过程图示

U —焊接电压； S — 上钢筋位移； t —焊接时间

1—引弧过程；2—电弧过程；3—电渣过程；4—顶压过程

4.6.6 电渣压力焊焊接参数应包括焊接电流、焊接电压和焊接通电时间；采用HJ431 焊剂时，宜符合表4.6.6的规定。采用专用焊剂或自动电渣压力焊机时，应根据焊剂或焊机使用说明书中推荐数据，通过试验确定。

表4.6.6 电渣压力焊焊接参数

钢筋直径 (mm)	焊接电流 (A)	焊接电压 (V)		焊接通电时间 (s)	
		电弧过程 U_1	电渣过程 U_2	电弧过程 t	电渣过程
12	280~320	35~45	18~22	12	2
14	300~350			13	4
16	300~350			15	5
18	300~350			16	6
20	350~400			18	7
22	350~400			20	8
25	350~400			22	9
28	400~450			25	10
32	450~500			30	11

4.6.7 在焊接生产中焊工应进行自检，当发现偏心、弯折、烧伤等焊接缺陷时，应查找原因，采取措施，及时消除。

4.7 钢筋气压焊

4.7.1 气压焊可用于钢筋在垂直位置、水平位置或倾斜位置的对接焊接。

4.7.2 气压焊按加热温度和工艺方法的不同，可分为固态气压焊和熔态气压焊两种，施工单位应根据设备等情况选择采用。

4.7.3 气压焊按加热火焰所用燃料气体的不同，可分为氧乙炔气压焊和氧液化石油气气压焊两种。氧液化石油气火焰的加热温度稍低，施工单位应根据具体情况选用。

4.7.4 气压焊设备应符合下列规定：

1 供气装置应包括氧气瓶、溶解乙炔气瓶或液化石油气瓶、减压器及胶管等；溶解乙炔气瓶或液化石油气瓶出口处应安装干式回火防止器；

2 焊接夹具应能夹紧钢筋，当钢筋承受最大的轴向压力时，钢筋与夹头之间不得产生相对滑移；应便于钢筋的安装定位，并在施焊过程中保持刚度；动夹头应与定夹头同心，并且当不同直径钢筋焊接时，亦应保持同心；动夹头的位移应大于或等于现场最大直径钢筋焊接时所需要的压缩长度；

3 采用半自动钢筋固态气压焊或半自动钢筋熔态气压焊时，应增加电动加压装置、带有加压控制开关的多嘴环管加热器，采用固态气压焊时，宜增加带有陶瓷切割片的钢筋常温直角切断机；

4 当采用氧液化石油气火焰进行加热焊接时，应配备梅花状喷嘴的多嘴环管加热器。

4.7.5 采用固态气压焊时，其焊接工艺应符合下列规定：

1 焊前钢筋端面应切平、打磨，使其露出金属光泽，钢筋安装夹牢，预压顶紧后，两钢筋端面局部间隙不得大于3mm；

2 气压焊加热开始至钢筋端面密合前，应采用碳化焰集中

加热；钢筋端面密合后可采用中性焰宽幅加热；钢筋端面合适加热温度应为 $1150^{\circ}\text{C}\sim 1250^{\circ}\text{C}$ ；钢筋镦粗区表面的加热温度应稍高于该温度，并随钢筋直径增大而适当提高；

3 气压焊顶压时，对钢筋施加的顶压力应为 30MPa
 40MPa ；

4 三次加压法的工艺过程应包括：预压、密合和成型3个阶段(图4.7.5)；

5 当采用半自动钢筋固态气压焊时，应使用钢筋常温直角切断机断料，两钢筋端面间隙应控制在 $1\text{mm}\sim 2\text{mm}$ ，钢筋端面应平滑，可直接焊接。

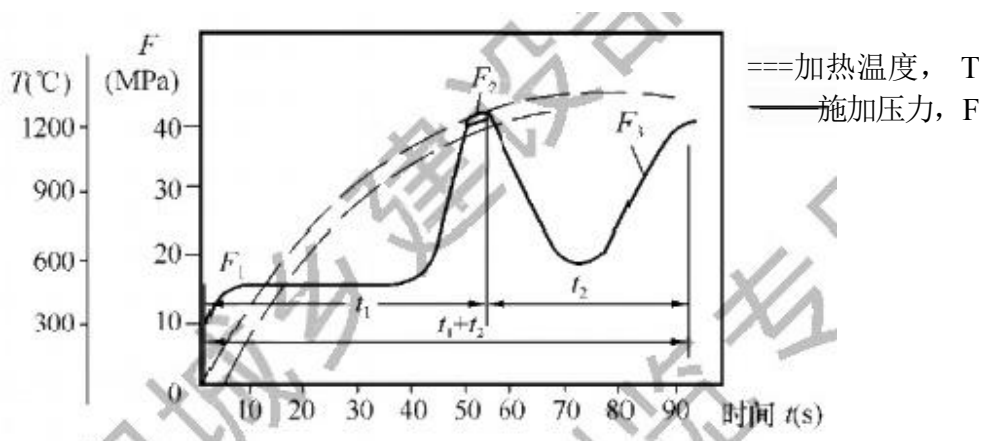


图4.7.5 *25mm钢筋三次加压法焊接工艺过程图示

t_1 — 碳化焰对准钢筋接缝处集中加热时间； F_1 —— 次加压，预压； t_2 — 中性焰往复宽幅加热时间； F_2 — 二次加压、接缝密合； t_3+t_2 — 根据钢筋直径和火焰热功率而定； F_3 — 三次加压、镦粗成型

4.7.6 采用熔态气压焊时，焊接工艺应符合下列规定：

1 安装时，两钢筋端面之间应预留 $3\text{mm}\sim 5\text{mm}$ 间隙；

2 当采用氧液化石油气熔态气压焊时，应调整好火焰，适当增大氧气用量；

3 气压焊开始时，应首先使用中性焰加热，待钢筋端头至熔化状态，附着物随熔滴流走，端部呈凸状时，应加压，挤出熔化金属，并密合牢固。

4.7.7 在加热过程中，当在钢筋端面缝隙完全密合之前发生灭

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/865004103034011220>