

UDC

中华人民共和国行业标准

JGJ

P

JGJ 18 - 2012

钢筋焊接及验收规程

Specification for welding and acceptance
of reinforcing steel bars

2012 - 03 - 01 发布

2012 - 08 - 01 实施

中华人民共和国建设部 发布

中华人民共和国行业标准

钢筋焊接及验收规程

Specification for welding and acceptance
of reinforcing steel bars

JGJ18-2012

批准部门： 中华人民共和国住房和城乡建设部
施行日期： 2012年08月01日

中国建筑工业出版社

2012 北京

前 言

根据住房和城乡建设部建标〔2009〕88号文的要求，标准修订组认真贯彻国家节材节能，环境保护的政策，调查研究，进行大量钢筋焊接试验，总结实践经验，参考国内外相关标准和资料，并在广泛征求意见的基础上修订、编制了本规程。

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：1.增加了术语和符号；2.根据国家现行标准，特别是GB1499.2-2007《钢筋混凝土用钢 第2部分：热轧带肋钢筋》中细晶粒钢筋的出现，做了细晶粒钢筋各种焊接方法的试验后，增加了适用于焊接的钢筋牌号和规格；3.对用于钢筋电渣压力焊的钢筋下限直径，从14mm延伸至12mm；4.在焊接工艺方法方面，将箍筋闪光对焊从原来“钢筋闪光对焊”中列出，增补内容，单独成节；5.在钢筋电弧焊中，增加了CO₂气体保护电弧焊的内容；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化石油气熔态气压焊的内容；7.在预埋件T形接头焊接中增加了钢筋埋弧螺柱焊。

在质量检验与验收的一般规定中，对于焊接接头拉伸试验质量要求作了较大修改，更好地符合生产实际，便于操作；对焊箍筋接头质量要求，独立成节；增加对焊箍筋接头、预埋件钢筋T型接头的连接方式和力学性能检验为主控项目。

新增第7章焊接安全。

本规程中以黑体字标志的条文为强制性条文，即：1.0.4，3.0.8，4.1.4，5.1.9，5.1.10共五条，必须严格执行。与JGJ18-2003中条文比较，条文内容有所修改补充。

本规程第1版于1965年批准发布以来，随着钢筋焊接技术的不断发展，经84版、96版、2003版，至此已是第四次修订。钢筋焊接技术具有很多优越性，是一项节材、节能、少尘、少烟的环保技术，钢筋焊接工作者应正确实施规程，确保质量，降低成本，精益求精，有所创新，为国家经济建设作贡献。

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，由主编单位负责对具体技术内容的解释。

本规程主编单位：陕西省建筑科学研究院（地址：西安市环城西路北段272号，邮政编码：710082，电话：029-88644583）

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
无锡市日新机械厂
成都斯达特焊接研究所
西安市闫良区建设局
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
郑州广源建设工程检测有限公司
宁波市富豪标线工程有限公司

本规程主要起草人：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 郑乃谷

目 次

1	总则	.....
2	术语和符号	.....
3	材料	.....
4	钢筋焊接	.....
4.1	一般规定	.....
4.2	钢筋电阻点焊	.....
4.3	钢筋闪光对焊	.....
4.4	箍筋闪光对焊	.....
4.5	钢筋电弧焊	.....
4.6	钢筋电渣压力焊	.....
4.7	钢筋气压焊	.....
4.8	预埋件钢筋埋弧压力焊	.....
4.9	预埋件钢筋埋弧螺柱焊	.....
5	质量检验与验收	.....
5.1	一般规定	.....
5.2	钢筋焊接骨架和焊接网	.....
5.3	钢筋闪光对焊接头	.....
5.4	箍筋闪光对焊接头	.....
5.5	钢筋电弧焊接头	.....
5.6	钢筋电渣压力焊接头	.....
5.7	钢筋气压焊接头	.....
5.8	预埋件钢筋 T 形接头	.....
6	焊工考试	.....
7	焊接安全	.....
	附录 A 纵向受力钢筋焊接接头检验批质量验收记录	.....
	附录 B 钢筋焊工考试合格证	.....
	本规程用词说明	.....
	引用标准名录	.....
	条文说明	.....

Contents

- 1 General provisions
- 2 Terms and symbols
- 3 Materials
- 4 Welding of reinforcing steel bars
 - 4.1 General stipulation
 - 4.2 Resistance spot welding of reinforcing steel bar
 - 4.3 Flash butt welding of reinforcing steel bar
 - 4.4 Flash butt welding of stirrup
 - 4.5 Arc welding of reinforcing steel bar
 - 4.6 Electroslag pressure welding of reinforcing steel bar
 - 4.7 Gas pressure welding of reinforcing steel bar
 - 4.8 Submerged-arc pressure welding of reinforcing steel bar at prefabricated components
 - 4.9 Submerged-arc stud welding of reinforcing steel bar at prefabricated components
- 5 Quality inspection and acceptance
 - 5.1 General requirement
 - 5.2 Welded frame and welded fabric of reinforcing steel bars
 - 5.3 Flash butt welded joint of reinforcing steel bar
 - 5.4 Flash butt welded joint of stirrup
 - 5.5 Arc welded joint of reinforcing steel bar
 - 5.6 Electroslag pressure welded joint of reinforcing steel bar
 - 5.7 Gas pressure welded joint of reinforcing steel bar
 - 5.8 T-joint of reinforcing steel bar at prefabricated components
- 6 Examine of weldor
- 7 Welding safety
- Appendix A Quality acceptance record of welded joints inspection group for longitudinal loaded reinforcing steel bars
- Appendix B Certificate of weldor inspection and test for reinforcing steel bar
- Explanation of wording in this Specification
- Normative standard
- Provisions explanation

1 总 则

1.0.1 为了在钢筋焊接施工中采用合理的焊接工艺和统一质量验收标准,做到技术先进,节材节能,经济合理,安全适用,确保质量,制订本规程。

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;本规程适用的焊接方法包括钢筋电阻点焊、闪光对焊、箍筋闪光对焊、电弧焊、电渣压力焊、气压焊和预埋件 T 形接头钢筋埋弧压力焊、埋弧螺柱焊等焊接方法。

1.0.3 本规程适用于热轧光圆钢筋、普通热轧带肋钢筋、细晶粒热轧带肋钢筋、冷轧带肋钢筋、余热处理钢筋等的合适钢筋直径和焊接方法,在本规程规定范围内选择使用。

1.0.4 从事钢筋焊接施工的焊工必须持有钢筋焊工考试合格证,才能按照合格证规定的范围上岗操作。

1.0.5 在进行钢筋焊接施工及质量检验与验收时,除按本规程执行外,尚应符合国家现行强制性标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术语

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

将两钢筋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。

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

将两钢筋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，迅速施加顶锻力完成的一种压焊方法。

2.1.3 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。

2.1.4 钢筋电弧焊 arc welding of reinforcing steel bar

钢筋电弧焊包括焊条电弧焊和二氧化碳气体保护电弧焊二种工艺方法。

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。

2.1.5 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 CO_2 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钢筋电弧焊方法。二氧化碳气体保护焊简称 CO_2 焊 (CO_2 arc welding)。

2.1.6 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，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。

2.1.7 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。

加热达到固态的，约 $1150\sim 1250^\circ\text{C}$ ，称钢筋固态气压焊；加热达到熔态的，在 1540°C 以上，称钢筋熔态气压焊。

2.1.8 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。

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

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。

2.1.10 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存在。

2.1.11 细晶粒热轧钢筋 hot rolled bars fine grain

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存在，晶粒度不粗于 9 级。

2.1.12 压入深度 pressed depth

在焊接骨架或焊接网的电阻点焊中，两钢筋相互压入的深度与较小钢筋直径比，以%表示。

2.1.13 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箍筋。

2.1.14 对焊箍筋 butt welded srirrup

待焊箍筋经闪光对焊形成的封闭环式箍筋。

2.1.15 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。

2.1.16 熔合区 bond

焊接接头中，焊缝与热影响区相互过渡的区域。

2.1.17 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。

若进一步区分，热影响区又可分成晶粒长大的粗晶区，混晶区（不完全重结晶区）和细晶区（重结晶区）等。

2.1.18 延性断裂 ductile fracture

伴随明显塑性变形而形成延性断口（断裂面与拉应力垂直或倾斜，其上具有细小的凹凸，呈纤维状）的断裂。

2.1.19 脆性断裂 brittle fracture

几乎不伴随塑性变形而形成脆性断口（断裂面通常与拉应力垂直，宏观上由具有光泽的亮面组成）的断裂。

2.2 符号

2.2.1 钢筋符号

ϕ -HPB 300 钢筋

Φ -HRB 335 钢筋

ΦF -HRBF 335 钢筋

Φ -HRB 400 钢筋

ΦF -HRBF 400 钢筋

Φ -HRB 500 钢筋

ΦF -HRBF 500 钢筋

Φ^R -RRB 400 钢筋

ϕ^R -CRB550 钢筋

2.2.2 焊接接头尺寸符号

d -钢筋(箍筋)直径

l -帮条、搭接长度

L_g -箍筋下料长度

B_g -箍筋内净宽度

L_g -箍筋内净长度

b -焊缝表面宽度

s -焊缝厚度

k -焊脚尺寸

h_y -焊缝余高

2.2.3 焊接工艺符号

L_1 -左调伸长度

L_2 -右调伸长度

F_j -夹紧力

F_d -顶锻力

F_t -弹性压力

S -动钳口位移

I_2 -二次电流

I_{2h} -二次焊接电流

I_{2f} -二次分流电流

t_1 -烧化时间

$t_{1.1}$ -一次烧化时间

$t_{1.2}$ -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

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

$a_{1.2}$ -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_1'' -左无电顶锻留量

c_2'' -右无电顶锻留量

Δ -焊接总留量

2.2.4 钢筋力学性能符号

R_{eH} -上屈服强度

R_{eL} -下屈服强度

R_m -抗拉强度

A -断后伸长率

3 材 料

3.0.1 适用于本规程的焊接钢筋，其力学性能和化学成分应分别符合下列现行国家标准的规定：

《钢筋混凝土用钢 第2部分：热轧带肋钢筋》GB 1499.2；

《钢筋混凝土用钢 第1部分：热轧光圆钢筋》GB 1499.1；

《钢筋混凝土用余热处理钢筋》GB 13014；

《冷轧带肋钢筋》GB 13788。

3.0.2 预埋件接头、熔槽帮条接头和坡口接头中的钢板和型钢，一般可采用低碳钢和低合金钢，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/T 1591 中的规定。

3.0.3 钢筋电弧焊所采用的焊条和焊丝，其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 钢筋电弧焊焊接材料匹配推荐表

钢筋牌号	电弧焊接头型式			
	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
HPB 235	GB/T 5117: E43XX GB/T 8110: ER49、50-X	GB/T 5117: E43XX GB/T 8110: ER49、50-X	GB/T 5117: E43XX GB/T 8110: ER49、50-X	GB/T 5117: E43XX GB/T 8110: ER49、50-X
HPB 300	GB/T 5117: E43XX GB/T 8110: ER49、50-X	GB/T 5117: E43XX GB/T 8110: ER49、50-X	GB/T 5117: E43XX GB/T 8110: ER49、50-X	GB/T 5117: E43XX GB/T 8110: ER49、50-X
HRB 335 HRBF 335	GB/T 5117: E43XX E50XX GB/T 5118: E50XX-X GB/T 8110: ER49、50-X	GB/T 5117: E50XX GB/T 5118: E50XX-X GB/T 8110: ER49、50-X	GB/T5117: E5015、16 GB/T 5118: E5015、16-X GB/T 8110: ER49、50-X	GB/T 5117: E43XX E50XX GB/T 5118: E50XX-X GB/T 8110: ER49、50-X
HRB 400 HRBF 400	GB/T 5117: E50XX GB/T 5118: E50XX-X GB/T 8110: ER 50-X	GB/T 5118: E55XX-X GB/T 8110: ER 50、55-X	GB/T 5118: E5515、16-X GB/T 8110: ER 50、55-X	GB/T 5117: E50XX GB/T 5118: E50XX-X GB/T 8110: ER 50-X
HRB 500 HRBF 500	GB/T 5118: E55、60XX-X GB/T 8110: ER 55-X	GB/T 5118: E60XX-X	GB/T 5118: E6015、16-X	GB/T 5118: E55、60XX-X GB/T 8110: ER 55-X
KL 400	GB/T 5118: E55XX-X GB/T 8110: ER 55-X	GB/T 5118: E55XX-X	GB/T 5118: E5515、16-X	GB/T 5118: E55XX-X GB/T 8110: ER 55-X

3.0.4 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/T 5118 的规定。

3.0.5 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。

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

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%。

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》GB 9052.1 的各项规定。

二氧化碳应符合国家现行标准《焊接用二氧化碳》HG/T 2537 中优等品的规定。

3.0.7 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 HJ431 焊剂。

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

3.0.9 钢筋进厂(场)时，应按现行国家标准中的规定，抽取试件作力学性能检验，其质量必须符合有关标准规定。

3.0.10 各种焊接材料应分类存放、妥善保管；应采取防止锈蚀、受潮变质的措施。

4 钢筋焊接

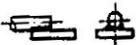
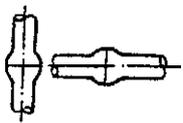
4.1 一般规定

4.1.1 钢筋焊接时，各种焊接方法的适用范围见表 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		接头型式	适用范围		
			钢筋牌号	钢筋直径 (mm)	
电阻点焊			HPB300	6~16	
			HRB335 HRBF335	6~16	
			HRB400 HRBF400	6~16	
			CRB550	5~12	
闪光对焊			HPB300	8~22	
			HRB335 HRBF335	8~32	
			HRB400 HRBF400	8~32	
			HRB500 HRBF500	10~32	
			RRB400	10~32	
箍筋闪光对焊			HPB300	6~16	
			HRB335 HRBF335	6~16	
			HRB400 HRBF400	6~16	
电弧焊	帮条焊	双面焊 	HPB300	6~22	
			HRB335 HRBF335	6~40	
				HRB400 HRBF400	6~40
				HRB500 HRBF500	6~40
				HPB300	6~22
	搭接焊	双面焊 	HRB335 HRBF335	6~40	
			HRB400 HRBF400	6~40	
					HRB500 HRBF500	6~40
HPB300					6~22
			HRB335 HRBF335	6~40	
			HRB400 HRBF400	6~40	
			HRB500 HRBF500	6~40	
熔槽帮条焊			HPB300	20~22	
			HRB335 HRBF335	20~40	
			HRB400 HRBF400	20~40	
			HRB500 HRBF500	20~40	

续表 4.1.1

焊接方法		接头型式	适用范围		
			钢筋牌号	钢筋直径 (mm)	
电 弧 焊	坡 口 焊	平焊		HPB300 HRB335 HRBF335 HRB400 HRBF400 HRB500 HRBF500	18~40 18~40 18~40 18~40
		立焊		HPB300 HRB335 HRBF335 HRB400 HRBF400 HRB500 HRBF500	18~40 18~40 18~40 18~40
	钢筋与钢板 搭接焊			HPB300 HRB335 HRBF335 HRB400 HRBF400 HRB500 HRBF500	8~40 8~40 8~40 8~40
	窄间隙焊			HPB300 HRB335 HRBF335 HRB400 HRBF400	16~40 16~40 16~40
	预 埋 件 钢 筋	角焊		HPB300 HRB335 HRBF335 HRB400 HRBF400 HRB500 HRBF500	6~25 6~25 6~25 6~25
		穿孔塞焊		HPB300 HRB335 HRBF335 HRB400 HRBF400 HRB500 HRBF500	20~25 20~25 20~25 20~25
		埋弧压力焊		HPB300 HRB335 HRBF335	6~25 6~25
		埋弧螺柱焊		HRB400 HRBF400 HRB500 HRBF500	6~25 6~25
	电渣压力焊			HPB300 HRB335 HRBF335 HRB400 HRBF400 HRB500 HRBF500	12~32 12~32 12~32 12~32
	气 压 焊	固 态		HPB300 HRB335 HRBF335	12~40 12~40
熔 态		HRB400 HRBF400 HRB500 HRBF500		12~40 12~40	
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 CO ₂ 气体保护电弧焊; 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 (例如: HRB400E, HRBF400E) 可参照同级别钢筋施焊。 4. 生产中, 如果有 HPB235 钢筋需要进行焊接时, 可参考采用 HPB300 钢筋的焊接工艺参数。					

4.1.2 细晶粒热轧钢筋 HRBF335、HRBF400、HRBF500 施焊时，可采用与 HRB335、HRB400、HRB500 钢筋相同的或者近似的，并经试验确认的焊接工艺参数。

4.1.3 电渣压力焊适用于柱、墙、构筑物等现浇混凝土结构中竖向受力钢筋的连接；不得在竖向焊接后横置于梁、板等构件中作水平钢筋使用。

4.1.4 在工程开工正式焊接之前，参与该项施焊的焊工应进行现场条件下的焊接工艺试验，并经试验合格后，方可正式生产。试验结果应符合质量检验与验收时的要求。

4.1.5 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。

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

4.1.7 焊剂应存放在干燥的库房内，若受潮时，在使用前应经 250~350℃ 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。

4.1.8 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，闪光对焊时其径差不得超过 4mm，电渣压力焊或气压焊时，其径差不得超过 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。对接头强度的要求，应按较小直径钢筋计算。

4.1.9 两根同直径、不同牌号的钢筋可进行电渣压力焊或气压焊，其钢筋牌号应在表 4.1.1 的范围内，焊接工艺参数按较高牌号钢筋选用，对接头强度的要求按较低牌号钢筋强度计算。

4.1.10 进行电阻点焊、闪光对焊、埋弧压力焊时，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的措施；当大于或等于 8% 时，不得进行焊接。

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

1 闪光对焊，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，减低焊接速度。

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，层间温度控制在 150~350℃ 之间。多层施焊时，可采用回火焊道施焊。

4.1.12 当环境温度低于 -20℃ 时，不宜进行各种焊接。

4.1.13 雨天、雪天不宜在现场进行施焊；必须施焊时，应采取有效遮蔽措施。焊后未冷却接头不得碰到冰雪。

4.1.14 在现场进行闪光对焊或电弧焊,当超过四级风力时,应采取挡风措施。进行气压焊,当超过三级风力时,应采取挡风措施。

4.1.15 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可由 HPB300、HRB335、HRBF335、HRB400、HRBF400、HRB500、CRB550 钢筋制成。

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;当较小钢筋直径为 12~16mm 时,大、小钢筋直径之比不宜大于 2。

焊接网较小钢筋直径不得小于较大钢筋直径的 0.6 倍。

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,其示意图 4.2.3。

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%。

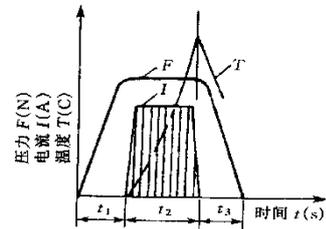


图 4.2.3 点焊过程示意图

t_1 -预压时间; t_2 -通电时间; t_3 -锻压时间;

4.2.6 大型钢筋焊接网、水泥管钢筋焊接骨架等适用于成批生产;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 钢筋闪光对焊有 3 种工艺方法,见图 4.3.1。

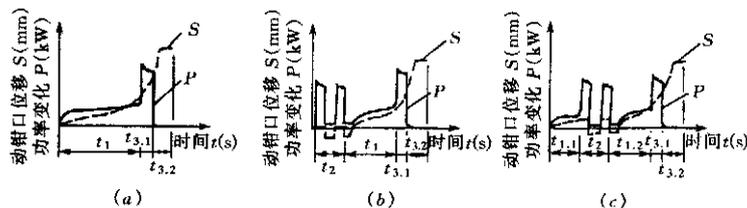


图 4.3.1 钢筋闪光对焊工艺过程图解

(a) 连续闪光焊; (b) 预热闪光焊; (c) 闪光—预热闪光焊

t_1 —烧化时间; $t_{1.1}$ —一次烧化时间; $t_{1.2}$ —二次烧化时间;

t_2 —预热时间; $t_{3.1}$ —有电顶锻时间; $t_{3.2}$ —无电顶锻时间

生产中，可按不同条件进行选用：

- 1 当钢筋直径较小，钢筋强度级别较低，在表 4.3.2 规定的范围内，可采用“连续闪光焊”；
- 2 当超过表中规定，且钢筋端面较平整，宜采用“预热闪光焊”；
- 3 当超过表中规定，且钢筋端面不平整，应采用“闪光—预热闪光焊”。

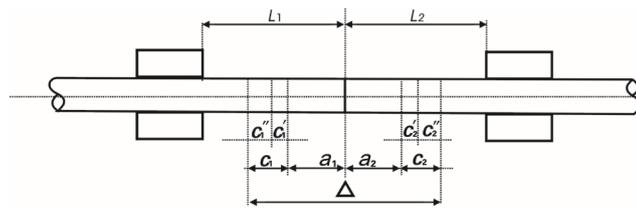
4.3.2 连续闪光焊所能焊接的钢筋上限直径，应根据焊机容量、钢筋牌号等具体情况而定，并应符合表 4.3.2 的规定。

表 4.3.2 连续闪光焊钢筋上限直径

焊机容量	钢筋牌号	钢筋直径 (mm)
160 (150)	HPB300	22
	HRB335 HRBF335	22
	HRB400 HRBF400	20
	HRB500 HRBF500	20
100	HPB300	20
	HRB335 HRBF335	20
	HRB400 HRBF400	18
	HRB500 HRBF500	16
80 (75)	HPB300	16
	HRB335 HRBF335	14
	HRB400 HRBF400	12

注：对于有较高要求的抗震结构用钢筋在牌号后加 E（例如：HRB400E、HRBF400E），可参照同级别钢筋进行闪光对焊。

4.3.3 闪光对焊三种工艺方法留量见图 4.3.3，施焊中，应熟练掌握合适的各项工艺参数。

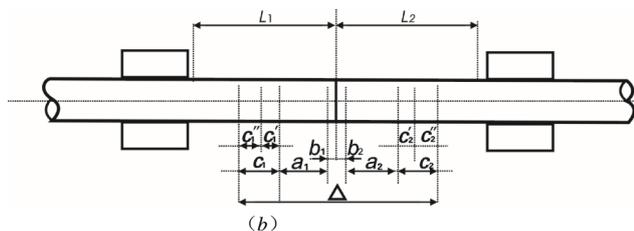


(a)

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；

Δ —焊接总留量

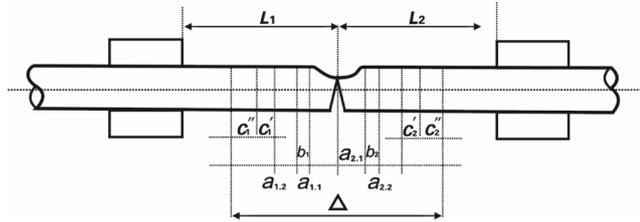


(b)

L_1 、 L_2 —调伸长度； b_1+b_2 —预热留量； 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； Δ —焊接总留量



(c)

L_1 、 L_2 —调伸长度； $a_{1.1}+a_{2.1}$ —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_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

图 4.3.3 钢筋闪光对焊三种工艺方法留量图解

(a) 连续闪光焊；(b) 预热闪光焊；(c) 闪光—预热闪光焊

4.3.4 闪光对焊时，应选择合适的调伸长度、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，防止在热影响区产生淬硬组织。当焊接 HRB400、HRB500 等级别钢筋时，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。

闪光—预热闪光焊时，应区分一次烧化留量和二次烧化留量。一次烧化留量应不小于 10mm。预热闪光焊时的烧化留量应不小于 10mm。

3 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。

4 顶锻留量应为 4~10mm，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。

注：生产中，如果有 RRB400 钢筋需要进行闪光对焊时，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 0.6 倍范围之内。

4.3.5 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。

4.3.6 HRB500 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。

4.3.7 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。不等边的多边形柱箍筋对焊点位置宜设在两个边上，见图 4.4.1-1；大尺寸箍筋焊点位置见图 4.4.1-2

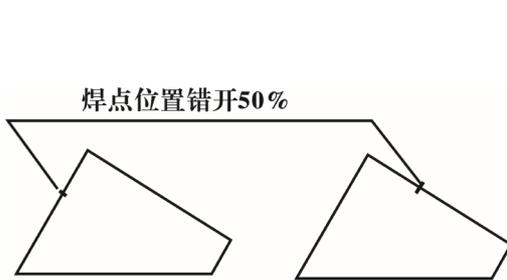


图 4.4.1-1 不等边多边形箍筋的焊点位置

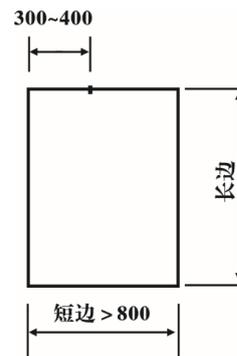


图 4.4.1-2 大尺寸箍筋焊点位置

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 和顶端留量 C 。

矩形箍筋下料长度可参照下式计算：

$$L_g = 2(a_g + b_g) + \Delta$$

式中， L_g —箍筋下料长度（mm）

a_g —箍筋内净长度（mm）

b_g —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 $1.0d \sim 1.5d$ 。

上列计算值应经试焊后核对确定。

4.4.3 应精心将下料钢筋按设计图纸规定尺寸弯曲成形，制成待焊箍筋，并使两个对焊头完全对准，具有一定弹性压力，见图 4.4.3

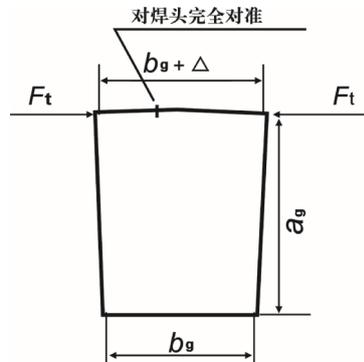


图 4.4.3 待焊箍筋

a_g -箍筋内净长度； b_g 箍筋内净宽度； Δ -焊接总留量； F_t 弹性压力 F_t 弹性压力

4.4.4 待焊箍筋应进行加工质量的检查，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，每批抽查不少于 3 件。检查项目包括：①箍筋内净空尺寸是否符合设计图纸规定，允许偏差在 $\pm 5\text{mm}$ 之内；②两钢筋头应完全对准。

4.4.5 箍筋闪光对焊应符合下列要求

- 1 宜使用 100kVA 的箍筋专用对焊机。
- 2 焊接工艺参数、操作要领、焊接缺陷的产生与消除措施等，可参照“4.3 钢筋闪光对焊”相关条文实施。
- 3 焊接变压器级数应适当提高，二次电流稍大；
- 4 无电顶锻时间延长数秒钟。

4.5 钢筋电弧焊

4.5.1 钢筋电弧焊应包括焊条电弧焊和 CO_2 气体保护电弧焊二种工艺方法。

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、控制电路等 5 部分组成。

4.5.2 钢筋二氧化碳气体保护电弧焊时，主要的焊接工艺参数如下：

- 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 焊丝尺寸;

施焊时, 应根据焊机性能, 焊接接头形状、焊接位置, 选用正确焊接工艺参数。

4.5.3 钢筋电弧焊包括帮条焊、搭接焊、坡口焊、窄间隙焊和熔槽帮条焊 5 种接头型式。焊接时, 应符合下列要求:

1 应根据钢筋牌号、直径、接头型式和焊接位置, 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 4.5.4-a); 当不能进行双面焊时, 方可采用单面焊 (图 4.5.4-b), 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。

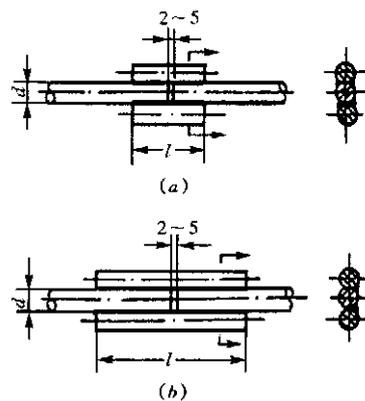


图 4.5.4 钢筋帮条焊接头
 (a) 双面焊; (b) 单面焊
 d —钢筋直径; l —帮条长度

表 4.5.4 钢筋帮条长度

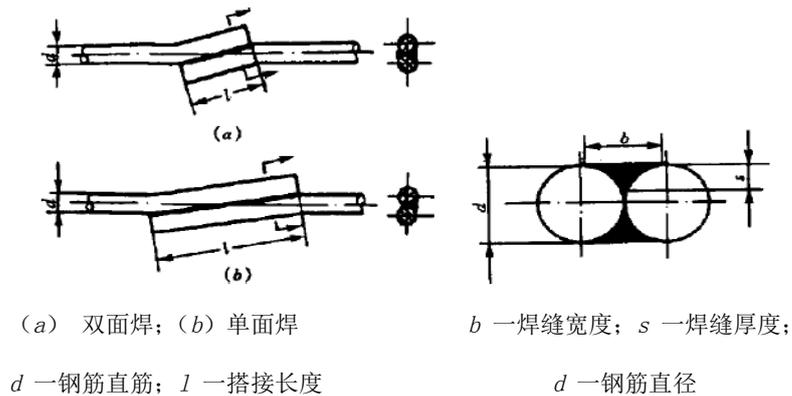
钢筋牌号	焊缝型式	帮条长度 l
HPB300	单面焊	$\geq 8d$
	双面焊	$\geq 4d$
HPB235\HRB335 HRBF335\HRB400 HRBF400\HRB500 HRBF500\HRB400	单面焊	$\geq 10d$
	双面焊	$\geq 5d$

注： d 为主筋直径(mm)。

4.5.5 搭接焊时，宜采用双面焊（图 4.5.5-a）。当不能进行双面焊时，方可采用单面焊（图 4.5.3-b）。搭接长度可与本规程表 4.5.4 帮条长度相同。

4.5.6 帮条焊接头或搭接焊接头的焊缝厚度 s 不应小于主筋直径的 0.3 倍；焊缝宽度 b 不应小于主筋直径的 0.8 倍（图 4.5.6）。

注：焊缝厚度 S 很重要，当需要时，截切试件断面，经磨光、腐蚀后，才能测出；以下有关条文规定均同。



4.5.7 帮条焊或搭接焊时，钢筋的装配和焊接应符合下列要求：

- 1 帮条焊时，两主筋端面的间隙应为 2~5mm；
- 2 搭接焊时，焊接端钢筋应预弯，并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，并使主焊缝与定位焊缝的始端和终端熔合。

4.5.8 熔槽帮条焊适用于直径 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 4.5.8）、角钢尺寸和焊接工艺应符合下列要求：

- 1 角钢边长宜为 40~60mm；
- 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，并使钢筋端部熔合，防止未焊透、气孔或夹渣；

- 4 焊接过程中应停焊清渣 1 次；焊平后，再进行焊缝余高的焊接，其高度为 2~4mm；
- 5 钢筋与角钢垫板之间，应加焊侧面焊缝 1~3 层，焊缝应饱满，表面应平整。

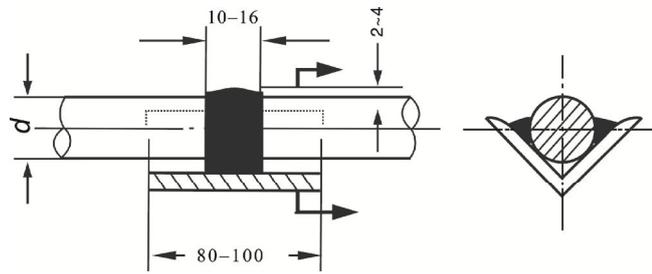


图 4.5.8 钢筋熔槽帮条接头

4.5.9 窄间隙焊适用于直径 16mm 及以上钢筋的现场水平连接。焊接时，钢筋端部应置于铜模中，并应留出一定间隙，连续焊接，熔化钢筋端面并使熔敷金属填充间隙形成接头(图 4.5.9)；其焊接工艺应符合下列要求：

- 1 钢筋端面应平整；
- 2 宜选用低氢焊接材料，可参照表 3.0.3 选用；
- 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；

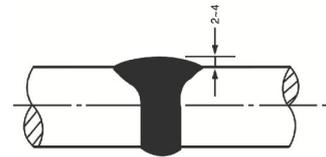
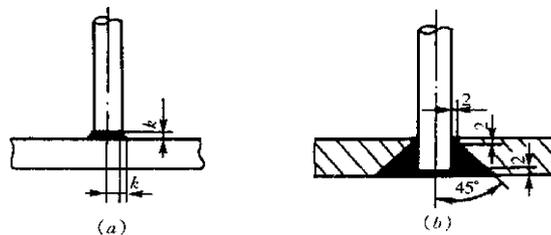


图 4.5.9 钢筋窄间隙接头

- 4 当焊至端面间隙的 4/5 高度后，焊缝逐渐扩宽；当熔池过大时，应改连续焊为断续焊，避免过热；
- 5 焊缝余高应为 2~4mm，且应平缓过渡至钢筋表面。

4.5.10 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 4.5.10)，装配和焊接时，应符合下列要求：

- 1 当采用 HBB235、HPB300 钢筋时，角焊缝焊脚尺寸 (k) 不得小于钢筋直径的 0.5 倍；采用其他牌号钢筋时，焊脚尺寸 (k) 不得小于钢筋直径的 0.6 倍；
- 2 施焊中，不得使钢筋咬边和烧伤。



(a) 角焊；(b) 穿孔塞焊

k —焊脚尺寸

4.5.11 钢筋与钢板搭接焊时，焊接接头(图 4.5.11)应符合下列要求：

- 1 HPB235、HPB300 钢筋的搭接长度 (l) 不得小于 4 倍钢筋直径，其他牌号钢筋搭接

长度 (l) 不得小于 5 倍钢筋直径;

2 焊缝宽度不得小于钢筋直径的 0.6 倍, 焊缝厚度不得小于钢筋直径的 0.35 倍

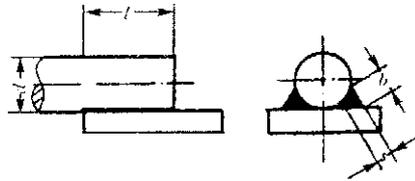


图 4.5.11 钢筋与钢板搭接焊接头

d —钢筋直径; l —搭接长度; b —焊缝宽度; s —焊缝厚度

4.5.12 坡口焊的准备工作和焊接工艺应符合下列要求:

1 坡口面应平顺, 切口边缘不得有裂纹、钝边和缺棱;

2 坡口角度可按图 4.5.12 中数据选用;

3 钢垫板厚度宜为 4~6mm, 长度宜为 40~60mm; 平焊时, 垫板宽度应为钢筋

直径加 10mm; 横焊时, 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 2~3mm, 焊缝余高为 2~4mm, 并平缓过渡至钢筋表面;

5 钢筋与钢垫板之间, 应加焊二、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。

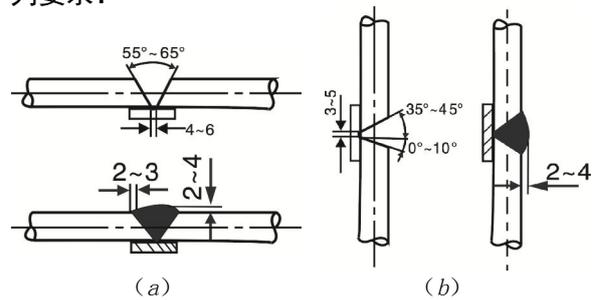


图 4.5.12 钢筋坡口焊接接头

(a) 平焊; (b) 横焊

4.6 钢筋电渣压力焊

4.6.1 电渣压力焊适用于现浇钢筋混凝土结构中竖向或斜向 (倾斜度在 4: 1 范围内) 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, 夹具型式、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要求:

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, 钢筋应同心, 且不得晃动;

2 引弧可采用直接引电弧法，或铁丝圈（焊条芯）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，转变为电渣的过程，最后在断电的同时，迅速下压上钢筋，挤出熔化金属和熔渣。

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。

4.6.6 电渣压力焊接参数应包括焊接电流、焊接电压和通电时间，采用 HJ 431 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候，应根据焊剂或焊机使用说明书中推荐数据，通过试验确定。

不同直径钢筋焊接时，钢筋直径相差宜不超过 7mm，上下两钢筋轴线应在同一直线上，焊接接头上下钢筋轴线偏差不得超过 2mm。

表 4.6.6 电渣压力焊接参数

钢筋直径	焊接电流	焊接电压 (V)		焊接通电时间 (s)	
		电弧过程 $U_{2,1}$	电渣过程 $U_{2,2}$	电弧过程 t_1	电渣过程 t_2
12	160~180	35~45	18~22	9	2
14	200~220			12	3
16	220~250			14	4
18	250~300			15	5
20	300~350			17	5
22	350~400			18	6
25	400~450			21	6
28	500~550			24	6
32	600~650			27	7

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，应查找原因和采取措施，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。

气压焊接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，各有特点；施工单位可根据设备等情况选择采用。

4.7.3 气压焊接加热火焰所用燃烧气体的不同，主要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。施工单位可根据具体情况选用。

4.7.4 气压焊设备应符合下列要求：

1 供气装置应包括氧气瓶、溶解乙炔气瓶或液化石油气瓶、干式回火防止器、减压器及胶管等。

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时，应增加电动加压装置，控制开关，以及钢筋常温直角切断机。使用带有加压控制开关的多嘴环管加热器，以及辅助设备带有陶瓷切割片的钢筋常温（亦称冷间）直角切断机

4 当采用氧液化石油气火焰进行加热焊接时，需要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要求：

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；使钢筋端部加热至 1150~1250℃；

3 气压焊顶压时，对钢筋施加的顶压力应为 30~40N/mm²。

4 常用的三次加压法工艺过程，以 $\phi 25\text{mm}$ 钢筋为例，见图 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，两钢筋端面间隙控制在 1~2 mm，钢筋端面平滑，可直接焊接；另外，由于采用自动液压加压，可一人操作。

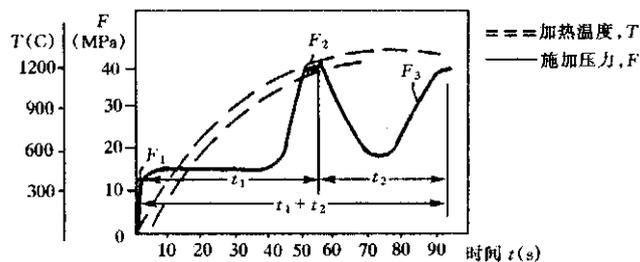


图 4.7.5 三次加压法焊接工艺过程图解

t_1 —碳化焰对准钢筋接缝处集中加热； F_1 —一次加压，预压；

t_2 —中性焰往复宽幅加热； F_2 —二次加压，接缝密合；

t_1+t_2 —根据钢筋直径和火焰热功率而定； F_3 —三次加压，镦粗成形

4.7.6 采用熔态气压焊时，其焊接工艺应符合下列要求：

1 安装时，两钢筋端面之间应预留 3~5mm 间隙；

2 气压焊开始时，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，即加压，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火中断现象时，应将钢筋取下重新打磨、安装，然后点燃火焰进行焊接。当发生在钢筋端面缝隙完全密合之后，可继续加热加压。

4.7.8 在焊接生产中，焊工应自检，当发现焊接缺陷时，应查找原因和采取措施，及时消除。

4.8 预埋件钢筋埋弧压力焊

4.8.1 预埋件钢筋埋弧压力焊设备应符合下列要求。

1 根据钢筋直径大小，选用 500 型或 1000 型弧焊变压器作为焊接电源；

2 焊接机构应操作方便、灵活；宜装有高频引弧装置；焊接地线宜采取对称接地法，以减少电弧偏移；见图 4.8.1；操作台面上应装有电压表和电流表；

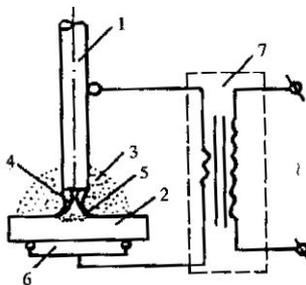


图 4.8.1 对称接地示意图

1—钢筋； 2—钢板； 3—焊剂； 4—电弧

5—熔池； 6—钢板电极； 7—焊接变压器

3 控制系统应灵敏、准确；并应配备时间显示装置或时间继电器，以控制焊接通电时间。

4.8.2 埋弧压力焊工艺过程应符合下列要求：

1 钢板应放平，并与铜板电极接触紧密；

2 将锚固钢筋夹于夹钳内，应夹牢；并应放好挡圈，注满焊剂；

3 接通高频引弧装置和焊接电源后，应立即将钢筋上提，引燃电弧，使电弧稳定燃烧，再渐渐下送；

- 4 顶压时不得用力过猛；
- 5 敲去渣壳，四周焊包凸出钢筋表面的高度不得小于 2mm。

钢筋位移过程见图 4.8.2。

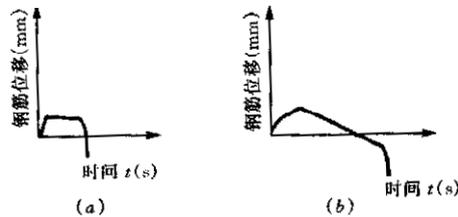


图 4.8.2 预埋件钢筋埋弧压力焊上钢筋位移图解

(a)小直径钢筋；(b)大直径钢筋

4.8.3 埋弧压力焊的焊接参数应包括引弧提升高度、电弧电压、焊接电流和焊接通电时间。

4.8.4 在埋弧压力焊生产中，引弧、燃弧、（钢筋维持原位或缓慢下送）和顶压等环节应紧密配合；焊接地线应与铜板电板接触紧密；并应及时消除电极钳口的铁锈和污物，修理电极钳口的形状。

4.8.5 在埋弧压力焊生产中，焊工应自检，当发现焊接缺陷时，应查找原因和采取措施，及时消除。

4.9 预埋件钢筋埋弧螺柱焊

4.9.1 预埋件钢筋埋弧螺柱焊设备应包括：埋弧螺柱焊机、焊枪、焊接电缆、控制电缆和钢筋夹头等。

4.9.2 埋弧螺柱焊机由晶闸管整流器和调节-控制系统组成，有多种型号，在生产中，应根据钢筋直径选用，见表 4.9.2。

表 4.9.2 焊机选用

序号	钢筋直径 (mm)	焊机型号	焊接电流调节范围 (A)
1	6 ~ 10	RSM-1000	-1000
2	12	RSM-1000/RSM-2500	-1000/-2500
3	14	RSM-2500	-2500
4	16 ~ 25	RSM-2500/RSM-3150	-2500/-3150
5	28	RSM-3150	-3150

4.9.3 埋弧螺柱焊焊枪有电磁提升式和电机拖动式两种，生产中，应根据钢筋直径和长度，选用合适的焊枪。

4.9.4 预埋件钢筋埋弧螺柱焊工艺应符合下列要求。

1 将预埋件钢板放平，在钢板的最远处对称点，用两根接地电缆的一端与螺柱焊机电源的正极(+)连接，另一端连接接地钳，与钢板接触紧密、牢固。

2 将钢筋推入焊枪的夹持钳内，顶紧于钢板，在焊剂挡圈内注满焊剂。

3 选择合适的焊接参数，主要有：焊接电流和焊接通电时间，均在焊机上设定；钢筋伸出长度、钢筋提升量，在焊枪上设定。参数见表 4.9.4。

表 4.9.4 埋弧螺柱焊焊接参数

钢筋牌号	钢筋直径 (mm)	焊接电流 (A)	焊接时间 (s)	伸出长度 (mm)	提伸高度 (mm)	焊剂牌号
HPB300 HRB335 HRBF335 HRB400 HRBF400	12	600	3	6	8	HJ431
	14	700	3.2	7	9	
	16	800	4.8	8	10	
	18	850	6.0	8	10	
	20	920	7	9	11	
	25	1200	10	9	11	

4 拨动焊枪上按钮“开”，接通电源，钢筋上提，引燃电弧。

5 经设定燃弧时间，钢筋插入熔池，自动断电；

6 停息数秒钟，打掉渣壳，焊接完成。

电磁铁提升式钢筋埋弧螺柱焊工艺过程见图 4.9.4。

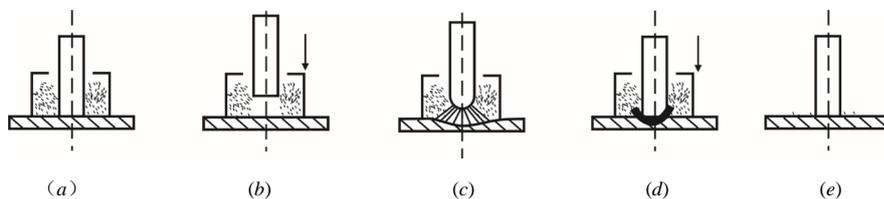


图 4.9.4 预埋件钢筋埋弧螺柱焊示意图

(a) 套上焊剂挡圈，顶紧钢筋，注满焊剂； (b) 接通电源，钢筋上提，引燃电弧；
(c) 燃弧； (d) 钢筋插入熔池，自动断电； (e) 打掉渣壳，焊接完成

5 质量检验与验收

5.1 一般规定

5.1.1 钢筋焊接接头或焊接制品（焊接骨架、焊接网）应按检验批进行质量检验与验收。检验批的划分应符合本章第 5.2 节～第 5.8 节的有关规定。质量检验与验收应包括外观质量检查和力学性能检验，并划分为主控项目和一般项目两类。

5.1.2 纵向受力钢筋焊接接头验收中，闪光对焊接头、箍筋闪光对焊接头、电弧焊接头、电渣压力焊接头、气压焊接头、预埋件钢筋 T 形接头的连接方式检查和接头力学性能检验应为主控项目，焊接接头的外观质量检查应为一般项目。主控项目的质量应符合本规程的有关规定。

5.1.3 非纵向受力钢筋焊接接头的质量检验与验收，包括焊接骨架、焊接网交叉钢筋电阻点焊焊点、钢筋与钢板电弧搭接焊接头为一般项目。

5.1.4 纵向受力钢筋焊接接头的连接方式应符合设计要求，并应全数检查，检验方法为目视观察。

5.1.5 纵向受力钢筋焊接接头的外观质量检查应符合下列规定：

1 每一检验批中应随机抽取 10%的焊接接头；箍筋闪光对焊接头应随机抽取 5%。检查结果，当外观质量各小项不合格数均小于或等于抽检数的 10%，则该批焊接接头外观质量评为合格。

2 当某一小项不合格数超过抽检数的 10%时，应对该批焊接接头该小项逐个进行复检，并剔出不合格接头；对外观检查不合格接头采取修整或焊补措施后，可提交二次验收。

5.1.6 焊接接头外观检查时，首先应由焊工对所焊接头或制品进行自检；然后由施工单位专业质量检查员检验；监理（建设）单位进行验收记录。

5.1.7 施工单位专业检查员应检查焊接材料产品合格证和焊接工艺试验时的接头力学性能试验报告。

5.1.8 钢筋焊接接头力学性能检验时，应在接头外观检查合格后随机抽取试件进行试验。试验方法应按现行行业标准《钢筋焊接接头试验方法标准》JGJ/T27 有关规定执行。试验报告应包括下列内容：

- 1 工程名称、取样部位；
- 2 批号、批量；

- 3 钢筋生产厂家和钢筋批号，钢筋牌号、规格；
- 4 焊接方法；
- 5 焊工姓名及考试合格证编号；
- 6 施工单位；
- 7 力学性能试验结果。

5.1.9 钢筋闪光对焊接头、电弧焊接头、电渣压力焊接头、气压焊接头、箍筋闪光对焊接头、预埋件钢筋 T 形接头的拉伸试验结果评定如下。

1 符合下列条件之一，评定为合格。

① 3 个试件均断于钢筋母材，延性断裂，抗拉强度大于等于钢筋母材抗拉强度标准值。

② 2 个试件断于钢筋母材，延性断裂，抗拉强度大于等于钢筋母材抗拉强度标准值；1 个试件断于焊缝，或热影响区，脆性断裂，或延性断裂，抗拉强度大于等于钢筋母材抗拉强度标准值。

2 符合下列条件之一，评定为复验。

① 2 个试件断于钢筋母材，延性断裂，抗拉强度大于等于钢筋母材抗拉强度标准值；1 个试件断于焊缝，或热影响区，呈脆性断裂，或延性断裂，抗拉强度小于钢筋母材抗拉强度标准值。

② 1 个试件断于钢筋母材，延性断裂，抗拉强度大于等于钢筋母材抗拉强度标准值；2 个试件断于焊缝，或热影响区，呈脆性断裂，抗拉强度大于等于钢筋母材抗拉强度标准值。

③ 3 个试件全部断于焊缝，或热影响区，呈脆性断裂，抗拉强度均大于等于钢筋母材抗拉强度标准值。

3 复验时，应再切取 6 个试件。复验结果，当仍有 1 个试件的抗拉强度小于钢筋母材的抗拉强度标准值；或有 3 个试件断于焊缝或热影响区，呈脆性断裂，均应判定该批接头为不合格品。

4 凡不符合上述复验条件的检验批接头，均评为不合格品。

5 当拉伸试验中，有试件断于钢筋母材，却呈脆性断裂；或者断于热影响区，呈延性断裂，其抗拉强度却小于钢筋母材抗拉强度标准值。以上两种情况均属异常现象，应视该项试验无效，并检查钢筋的材质性能。

5.1.10 钢筋闪光对焊接头、气压焊接头进行弯曲试验时，焊缝应处于弯曲中心点，弯心直径和弯曲角度应符合表 5.1.10 的规定。

表 5.1.10 接头弯曲试验指标

钢 筋 牌 号	弯曲直径	弯曲角度 (°)
HPB235、HPB300	2 <i>d</i>	90
HRB335、HRBF335	4 <i>d</i>	90
HRB400、HRBF400、RRB400	5 <i>d</i>	90
HRB500、HRBF500	7 <i>d</i>	90
注：1 <i>d</i> 为钢筋直径 (mm)； 2 直径大于 25mm 的钢筋焊接接头，弯心直径应增加 1 倍钢筋直径。		

当试验结果，弯至 90°，有 2 个或 3 个试件外侧（含焊缝和热影响区）未发生破裂，应评定该批接头弯曲试验合格。

当有 2 个试件发生破裂，应进行复验。

当有 3 个试件发生破裂，则一次判定该批接头为不合格品。

复验时，应再加取 6 个试件。复验结果，当仅有 1~2 个试件发生破裂时，应评定该批接头为合格品。

注：当试件外侧横向裂纹宽度达到 0.5mm 时，应认定已经破裂。

5.1.11 钢筋焊接骨架和焊接网如有专业标准，其质量检验与验收可按专业标准的规定实施；如无专业标准，应按本规程 5.2 钢筋焊接骨架和焊接网规定执行。

5.1.12 钢筋焊接接头或焊接制品质量验收时，应在施工单位自行质量评定合格的基础上，由监理（建设）单位对检验批有关资料进行检查，组织项目专业质量检查员等进行验收，对焊接接头和焊接制品合格与否做出结论。

纵向受力钢筋焊接接头和焊接制品检验批质量验收记录可按本规程附录 A 进行。

5.2 钢筋焊接骨架和焊接网

5.2.1 焊接骨架和焊接网的质量检验应包括外观检查和力学性能检验，并按下列规定抽取试样：

1 凡钢筋牌号、直径及尺寸相同的焊接骨架和焊接网应视为同一类型制品，且每 300 件作为一批，一周内不足 300 件的亦应按一批计算；

2 外观检查应按同一类型制品分批检查，每批抽查 5%，且不得少于 10 件；

3 力学性能检验的试样，应从每批成品中切取；切取过试样的制品，应补焊同牌号、同直径的钢筋，其每边的搭接长度不应小于 2 个孔格的长度；

当焊接骨架所切取试样的尺寸小于规定的试样尺寸，或受力钢筋直径大于 8mm 时，可在生产过程中制作模拟焊接试验网片（图 5.2.1-a），从中切取试样。

4 由几种直径钢筋组合的焊接骨架或焊接网，应对每种组合的焊点作力学性能检验；

5 热轧钢筋的焊点应作剪切试验，试样数量为 3 个；对冷轧带肋钢筋还应沿钢筋焊接网两个方向各截取一个试样进行拉伸试验。

拉伸试验：拉伸试样至少有一个交叉点。试样长度应保证夹具之间的距离不小于 20 倍试样直径或 180 mm（取两者中较大值）。对于并筋，非受拉钢筋应在离交叉焊点约 20 mm 处切断。拉伸试样如图 5.2.1-b 所示。拉伸试样上的横向钢筋宜距交叉点约 25mm 处切断。

剪切试验：应沿同一横向钢筋随机截取 3 个试样。钢筋网两个方向均为单根钢筋时，较粗钢筋为受拉钢筋；对于并筋，其中之一为受拉钢筋，另一支非受拉钢筋应在交叉焊点处切断，但不应损伤受拉钢筋焊点。剪切试样如图 5.2.1-c。剪切试样上的横向钢筋应距交叉点不小于 25mm 处切断。

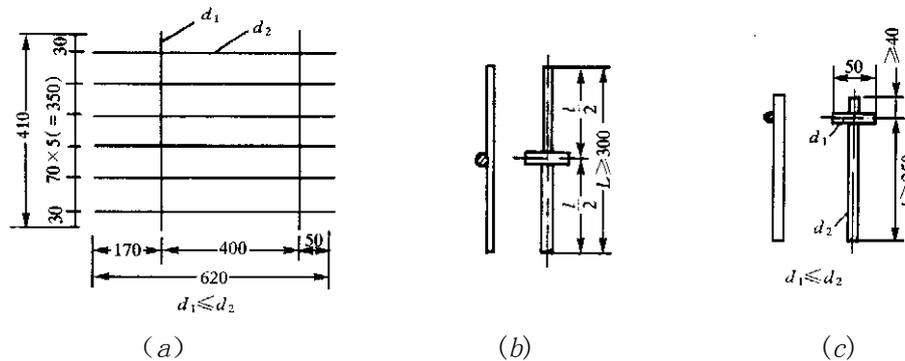


图 5.2.1 钢筋模拟焊接试验网片与试样

(a) 模拟焊接试验网片简图；(b) 钢筋焊点拉伸试样；(c) 钢筋焊点剪切试样；

5.2.2 焊接骨架外观质量检查结果，应符合下列要求：

1 每件制品的焊点脱落、漏焊数量不得超过焊点总数的 4%，且相邻两焊点不得有漏焊及脱落；

2 应量测焊接骨架的长度和宽度，并应抽查纵、横方向 3~5 个网格的尺寸，其允许偏差应符合表 5.2.2 的规定。

当外观检查结果不符合上述要求时，应逐件检查，并剔出不合格品。对不合格品经整修后，可提交二次验收。

表5.2.2 焊接骨架的允许偏差

项 目		允许偏差 (mm)
焊接骨架	长度	±10
	宽度	±5
	高度	±5
骨架钢筋间距		±10
受力主筋	间距	±15
	排距	±5

5.2.3 焊接网外形尺寸检查和外观质量检查结果，应符合下列要求：

1 钢筋焊接网间距的允许偏差取±10 mm 和规定间距的±5%的较大值。网片长度和宽度的允许偏差取±25mm 和规定长度的±0.5%的较大值。网片两对角线之差不得大于10mm；网片数量应符合设计规定；

2 钢筋焊接网焊点开焊数量不应超过整张网片交叉点总数的1%，并且任一根钢筋上开焊点不得超过该支钢筋上交叉点总数的一半。焊接网最外边钢筋上的交叉点不得开焊；

3 钢筋焊接网表面不应有影响使用的缺陷。当性能符合要求时，允许钢筋表面存在浮锈和因矫直造成的钢筋表面轻微损伤。

5.2.4 剪切试验时应采用的抗剪力试验专用夹具。

5.2.5 钢筋焊接骨架、焊接网焊点剪切试验结果，3个试样抗剪力平均值应符合下式要求：

$$F \geq 0.3A_0R_{eL}$$

式中 F ——抗剪力 (N)；

A_0 ——受拉钢筋的公称横截面面积 (mm²)；

R_{eL} ——受拉钢筋规定的屈服强度 (N/mm²)。

注：冷轧带肋钢筋的屈服强度按 440N/mm² 计算。

5.2.6 冷轧带肋钢筋试样拉伸试验结果，其抗拉强度不得小于550N/mm²。

5.2.7 当拉伸试验结果不合格时，应再切取双倍数量试样进行复检；复验结果均合格时，应评定该批焊接制品焊点拉伸试验合格。

当剪切试验结果不合格时，应从该批制品中再切取 6 个试样进行复验；当全部试样平均值达到要求时，应评定该批焊接制品焊点剪切试验合格。

5.3 钢筋闪光对焊接头

5.3.1 闪光对焊接头的质量检验，应分批进行外观检查和力学性能检验，按下列规定作为一个检验批：

1 在同一台班内，由同一个焊工完成的 300 个同牌号、同直径钢筋焊接接头应作为一批。当同一台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 个接头时，应按一批计算；

2 力学性能检验时，应从每批接头中随机切取 6 个接头，其中 3 个做拉伸试验，3 个做弯曲试验；

3 异径接头可只做拉伸试验。

5.3.2 闪光对焊接头外观检查结果，应符合下列要求：

1 接头处不得有横向裂纹；

2 与电极接触处的钢筋表面不得有明显烧伤；

3 接头处的弯折角度不得大于 3° ；

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 2 mm。

5.4 箍筋闪光对焊接头

5.4.1 箍筋闪光对焊接头应分批进行外观质量检查和力学性能检验，要求如下，

检验批数量分成两种：当钢筋直径为 10mm 及以下，为 1200 个；钢筋直径为 12 mm 及以上，为 600 个。应按同一焊工完成的不超过上述数量同钢筋牌号、同直径的箍筋闪光对焊接头作为一个检验批。当同一台班内焊接的接头数量较少时，可累计计算；当超过规定数量时，其超出部分，亦可累计计算。

每个检验批随机抽取 5% 个箍筋闪光对焊接头作外观检查；随机切取 3 个对焊接头做拉伸试验。

5.4.2 箍筋闪光对焊接头外观质量检查结果，应符合下列规定。

1 对焊接头表面应呈圆滑状，不得有横向裂纹；

2 轴线偏移不大于钢筋直径 0.1 倍；

- 3 弯折角度不得大于 3° ；
- 4 对焊接头所在直线边凹凸不得大于 5mm；
- 5 对焊箍筋内净空尺寸的允许偏差在 $\pm 5\text{mm}$ 之内；
- 6 与电极接触无明显烧伤。

5.4.3 箍筋闪光对焊接头力学性能检验结果应符合本规程 5.1.9 条规定。

5.5 钢筋电弧焊接头

5.5.1 电弧焊接头的质量检验，应分批进行外观检查和力学性能检验，并按下列规定作为一个检验批：

- 1 在现浇混凝土结构中，应以 300 个同牌号钢筋、同型式接头作为一批；在房屋结构中，应在不超过二楼层中 300 个同牌号钢筋、同型式接头作为一批。每批随机切取 3 个接头，做拉伸试验。
- 2 在装配式结构中，可按生产条件制作模拟试件，每批 3 个，做拉伸试验。
- 3 钢筋与钢板电弧搭接焊接头可只进行外观检查。

注：在同一批中若有几种不同直径的钢筋焊接接头，应在最大直径钢筋接头和最小直径钢筋接头中分别切取 3 个试件进行拉伸试验。

5.5.2 电弧焊接头外观检查结果，应符合下列要求：

- 1 焊缝表面应平整，不得有凹陷或焊瘤；
- 2 焊接接头区域不得有肉眼可见的裂纹；
- 3 咬边深度、气孔、夹渣等缺陷允许值及接头尺寸的允许偏差，应符合表 5.5.2 的规定；
- 4 坡口焊、熔槽帮条焊和窄间隙焊接头的焊缝余高应为 $2\sim 4\text{mm}$ 。

表 5.5.2 钢筋电弧焊接头尺寸偏差及缺陷允许值

名 称	单 位	接头型式		
		帮条焊	搭接焊 钢筋与钢板 搭接焊	坡口焊 窄间隙焊 熔槽帮条焊
帮条沿接头中心线的纵向偏移	mm	$0.3d$	—	—
接头处弯折角度	$^\circ$	3	3	3
接头处钢筋轴线的偏移	mm	$0.1d$	$0.1d$	$0.1d$
焊缝宽度	mm	$+0.1d$	$+0.1d$	—
焊缝长度	mm	$-0.3d$	$-0.3d$	—

横向咬边深度		mm	0.5	0.5	0.5
在长 $2d$ 焊缝表面上的气孔及夹渣	数量	个	2	2	—
	面积	mm ²	6	6	—
在全部焊缝表面上的气孔及夹渣	数量	个	—	—	2
	面积	mm ²	—	—	6
注： d 为钢筋直径 (mm)					

5.5.3 当模拟试件试验结果不符合要求时，应进行复验。复验应从现场焊接接头中切取，其数量和要求与初始试验时相同。

5.6 钢筋电渣压力焊接头

5.6.1 电渣压力焊接头的质量检验，应分批进行外观检查和力学性能检验，并按下列规定作为一个检验批：

在现浇钢筋混凝土结构中，应以 300 个同牌号钢筋接头作为一批；在房屋结构中，应在不超过二楼层中 300 个同牌号钢筋接头作为一批；当不足 300 个接头时，仍应作为一批。每批随机切取 3 个接头试件做拉伸试验。

5.6.2 电渣压力焊接头外观检查结果，应符合下列要求：

1. 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；
2. 钢筋与电极接触处，应无烧伤缺陷；
3. 接头处的弯折角度不得大于 3° ；
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。

5.7 钢筋气压焊接头

5.7.1 气压焊接头的质量检验，应分批进行外观检查和力学性能检验，并按下列规定作为一个检验批：

在现浇钢筋混凝土结构中，应以 300 个同牌号钢筋接头作为一批；在房屋结构中，应在不超过二楼层中 300 个同牌号钢筋接头作为一批；当不足 300 个接头时，仍应作为一批。

在柱、墙的竖向钢筋连接中，应从每批接头中随机切取 3 个接头做拉伸试验；在梁、板的水平钢筋连接中，应另切取 3 个接头做弯曲试验。

异径气压焊接头可只做拉伸试验。在同一批中，若有几种不同直径的钢筋焊接接头，应在最大直径钢筋的焊接接头和最小直径钢筋的焊接接头中分别切取 3 个接头进行拉伸、弯曲

试验。

5.7.2 固态或熔态气压焊接头外观检查结果，应符合下列要求；

1 接头处的轴线偏移 e 不得大于钢筋直径的 0.15 倍，且不得大于 4mm（图 5.7.2-a）；当不同直径钢筋焊接时，应按较小钢筋直径计算；当大于上述规定值，但在钢筋直径的 0.30 倍以下时，可加热矫正；当大于 0.30 倍时，应切除重焊；

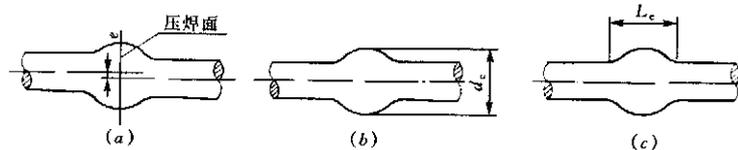


图 5.7.2 钢筋气压焊接外观质量图解

(a) 轴线偏移；(b) 墩粗直径；(c) 墩粗长度

2 接头处的弯折角度不得大于 3° ；当大于规定值时，应重新加热矫正；

3 固态气压焊接头墩粗直径 d_c 不得小于钢筋直径的 1.4 倍，熔态气压焊接头墩粗直径 d_c 不得小于钢筋直径的 1.2 倍（图 5.7.2-b）；当小于上述规定值时，应重新加热墩粗；

4 墩粗长度 L_c 不得小于钢筋直径的 1.0 倍，且凸起部分平缓圆滑（图 5.7.2-c）；当小于上述规定值时，应重新加热墩长。

5.8 预埋件钢筋 T 形接头

5.8.1 预埋件钢筋 T 形接头的外观检查，应从同一台班内完成的同类型预埋件中抽查 5%，且不得少于 10 件

5.8.2 当进行力学性能检验时，应以 300 件同类型预埋件作为一批。一周内连续焊接时，可累计计算。当不足 300 件时，亦应按一批计算。

应从每批预埋件中随机切取 3 个接头做拉伸试验，试件的钢筋长度应大于或等于 200mm，钢板的长度和宽度均应大于或等于 60mm，并视钢筋直径而定。见图 5.8.2。

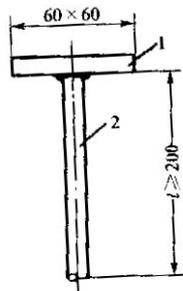


图 5.8.2 预埋件钢筋 T 形接头拉伸试件

1—钢板；2—钢筋

5.8.3 预埋件钢筋焊条电弧焊条接头外观检查结果，应符合下列要求：

- 1 焊条电弧焊时，角焊缝焊脚尺寸（ k ）应符合 4.5.10 条第 1 款的规定；
- 2 焊缝表面不得有气孔、夹渣和肉眼可见裂纹；
- 3 钢筋咬边深度不得超过 0.5mm；
- 4 钢筋相对钢板的直角偏差不得大于 3° 。

5.8.4 预埋件外观检查结果，当有 2 个接头不符合上述要求时，应对全数接头的这一项目进行检查，并剔出不合格品，不合格接头经补焊后可提交二次验收。

5.8.5 预埋件钢筋 T 形接头拉伸试验结果，3 个试件的抗拉强度均应符合下列要求：

- 1 HPB300 钢筋接头不得小于 400MPa；
- 2 HRB335、HRBF335 钢筋接头不得小于 435MPa；
- 3 HRB400、HRBF400 钢筋接头不得小于 520MPa。
- 4 HRB500、HRBF500 钢筋接头不得小于 610Mpa。

当试验结果若有一个试件接头强度小于规定值时，应进行复验。

复验时，应再取 6 个试件。复验结果，其抗拉强度均达到上述要求时，应评定该批接头为合格品。

6 焊工考试

6.0.1 经专业培训结业的学员，或具有独立焊接工作能力的焊工，方可参加钢筋焊工考试。

6.0.2 焊工考试应由经市或市以上建设行政主管部门审查批准的单位负责进行。考试完毕，对考试合格的焊工应签发合格证。合格证的式样应符合本规程附录 B 的规定。

6.03 钢筋焊工考试应包括理论知识考试和操作技能考试两部分；经理论知识考试合格的焊工，方可参加操作技能考试。

6.04 理论知识考试应包括下列内容：

- 1 钢筋的牌号、规格及性能；
- 2 焊机的使用和维护；
- 3 焊条、焊剂、氧气、乙炔、液化石油气、二氧化碳气的性能和选用；
- 4 焊前准备、技术要求、焊接接头和焊接制品的质量检验与验收标准；
- 5 焊接工艺方法及其特点，焊接参数的选择；
- 6 焊接缺陷产生的原因及消除措施；
- 7 电工知识；
- 8 焊接安全技术知识。

具体内容和要求应由各考试单位按焊工报考焊接方法对应出题。

6.0.5 焊工操作技能考试用的钢筋、焊条、焊剂、氧气、乙炔、液化石油气、二氧化碳气等，应符合本规程有关规定，焊接设备可根据具体情况确定。

6.0.6 焊工操作技能考试评定标准应符合表 6.0.6 的规定；焊接方法、钢筋牌号及直径、试件组合与组数，可由考试单位根据实际情况确定。焊接参数由焊工自行选择。

表 6.0.6 焊工操作技能考试评定标准

焊接方法		钢筋牌号及直径 (mm)	每组试数量			评定标准
			剪切	拉伸	弯曲	
电阻点焊		$\phi^R10 + \phi^R6$	3	2	—	3 个剪切试件抗剪力均不得小于本规程第 5.2.5 条的规定值；冷轧带肋钢筋纵向和横向各 1 个拉伸试件的抗拉强度不得小于 $550\text{N}/\text{mm}^2$
		D18 + $\phi 6$	3	—	—	
闪光对焊（封闭环式箍筋闪光对焊）		ϕ 、B、B ^F 、C ^F 、D、D ^F 、6~32	—	3	3	3 个热轧钢筋接头拉伸试件的抗拉强度均不得小于该牌号钢筋抗拉强度标准值：RRB400 钢筋试件的抗拉强度均不小于 $570\text{N}/\text{mm}^2$ ；全部试件均应断于焊缝之外，呈延性断裂。3 个弯曲试件弯至 90° ，均不得发生破裂。箍筋闪光对焊接头只做拉伸试验
		C14~32	—	3	3	
电 弧 焊	帮条平焊 帮条立焊	ϕ 、B、B ^F 、C ^F 、D、D ^F 、25~32	—	3	—	3 个热轧钢筋接头拉伸试件的抗拉强度均不得小于该牌号钢筋抗拉强度标准值：全部试件均应断于焊缝之外，呈延性断裂
	搭接平焊 搭接立焊	ϕ 、B、B ^F 、C ^F 、D、D ^F 、25~32				
	熔槽 帮条焊	ϕ 、B、B ^F 、C ^F 、D、D ^F 、25~40				
	坡口平焊 坡口立焊	ϕ 、B、B ^F 、C ^F 、D、D ^F 、18~32				
	窄间隙焊	B、C、16~40				
	钢筋与钢板搭接焊	B、B ^F 、C、C ^F 、D、D ^F 、8~20+低碳钢板 $\geq 0.6d$				
电渣压力焊	B、B ^F 、C、C ^F 、16~32	—	3	—	3 个拉伸试件的抗拉强度均不得小于该牌号钢筋抗拉强度标准值，并至少有 2 个试件断于焊缝之外，呈延性断裂	

续表 6.0.6

焊接方法	钢筋牌号及直径 (mm)	每组试件数量			评 定 标 准
		剪切	拉伸	弯曲	
气压焊	B、B ^F 、C、C ^F 、 16~32	—	3	3	3 个拉伸试件抗拉强度均不得小于该牌号钢筋抗拉强度标准值，并断于焊缝（压焊面）之外，呈延性断裂 3 个弯曲试件弯至 90°均不得发生破裂
预埋件钢筋 电弧焊	B、B ^F 、C、C ^F 、 6~25	—	3	—	3 个拉伸试件的抗拉强度均不得小于该牌号钢筋抗拉强度标准值
预埋件钢筋 埋弧压力焊 埋弧螺柱焊	B、B ^F 、C、C ^F 、 6~25				
注： 1 为钢板厚度， d 为钢筋直径； 2 固态气压焊考试时，钢筋直径可扩大至 40mm； 3 闪光对焊接头、气压焊接头进行弯曲试验时，弯心直径和弯曲角度见表 5.1.10					

6.0.7 当剪切试验、拉伸试验结果，在一组试件中公有 1 个试件未达到规定的要求时，可补焊一组试件进行补试，但不得超过一次。试验要求应与初始试验相同。

6.0.8 持有合格证的焊工当在焊接生产中三个月内出现二批不合格品时，应取消其合格资格。

6.0.9 持有合格证的焊工，每两年应复试一次；当脱离焊接生产岗位半年以上，在生产操作前应首先进行复试，复试可只进行操作技能考试。

6.0.10 焊工考试完毕，考试单位应填写“钢筋焊工考试结果登记表，”立卷归档备查。

6.0.11 工程质量监督单位应对上岗操作的焊工随机抽查验证。

7 焊接安全

7.0.1 安全培训与人员管理

1 承担焊接工程的企业，应对实施焊接操作和安全管理人员进行安全培训，经考核合格方可上岗。建立健全各项焊接安全生产管理制度。

2 操作人员必须按焊接设备制造厂提供的操作说明书或有关规程，正确使用设备和实施焊接操作。

7.0.2 焊接操作及配合人员应按规定并结合实际情况穿戴劳动防护用品。

1 焊接人员操作前，应戴好安全帽，佩戴电焊手套、围裙、护腿，穿阻燃工作服。穿绝缘鞋(如皮鞋)，应佩戴防护眼镜(滤光或遮光镜)、头罩或手持面罩。

2 焊接人员进行仰焊或其他操作，应佩戴皮制或耐火材质的套袖、披肩罩或斗篷，以防头部灼伤。

7.0.3 焊接工作区域的防护

1 焊接设备、焊机、钢瓶、电缆及其他器具应稳妥放置。焊接电弧的辐射及飞溅范围，应设不可燃或耐火屏板、罩、屏，防止人员受到伤害。

2 焊接作业区域应无火灾隐患。焊机周围及上下方半径5~10m以内，不得堆放油类、木材、氧气瓶、乙炔瓶、液化石油气瓶等易燃、易爆物品，防止火灾事故发生。

3 焊机不得受潮和雨淋。露天使用的焊接设备应予以保护，受潮的焊接设备在使用前必须彻底干燥并经适当试验。

4 焊接作业必须在足够的通风条件下(自然通风或机械通风)进行，避免操作人员吸入焊接操作产生的烟气流。

5 在焊接作业场所应当设置警告标志。

7.0.4 焊接设备应安放在通风、干燥、无碰撞、无剧烈震动、无高温、无易燃品存在的地方。特殊环境条件下还应对设备采取特殊的防护措施。

7.0.5 除在施工工作面焊接外，钢筋焊接时，应在专门搭设的能防雨、防潮、防晒的工房内存放，工房的屋顶应有安全防护和排水措施，地面应干燥。应防止飞溅的金属火花伤人。

焊接区域应按现场易燃物品的性质和数量，配置足够的灭火设备，如水池、沙箱、水龙带、消防栓或手提灭火器。

7.0.6 各种焊机的配电开关箱内，应安装熔断器和漏电保护开关。焊接电源的外壳应有良好可靠的接地或接零。焊机的保护接地线应直接从接地极处引接，其接地电阻值应不大于4欧姆。

7.0.7 冷却水管、输气管、控制电缆、焊接电缆均应完好无损；接头处连接牢固，无渗漏，绝缘良好；发现损坏应及时修理。

各种管线和电缆不得挪作拖拉设备的工具。

7.0.8 在封闭空间内进行焊接操作时，必须设专人监护。

7.0.9 高空作业时，操作人员必须系安全带，搭设防护栏杆，其下方和焊接火星所及范围

内，应彻底清除易燃、易爆物品。

7.0.10 氧气瓶、溶解乙炔气瓶或液化石油气瓶、干式回火防止器、减压器及胶管等，应防止损坏。发现压力表指针失灵，瓶阀、胶管有泄漏，应立即修理或更换。

气瓶必须进行定期检查，使用期满或送检不合格的气瓶禁止继续使用。

7.0.11 各种气瓶应摆放稳固。钢瓶在装车、卸车及运输时，应避免互相碰撞。氧气瓶不能与燃气瓶、油类材料以及其他易燃物品同车运输。

吊运钢瓶时应使用吊架或合适的台架，不得使用吊钩、钢索和电磁吸盘。钢瓶使用完时，要留有一定的余压力。

钢瓶在夏季使用时要防止暴晒，冬季使用时如发生冻结、结霜或出气量不足时，只能用温水解冻。

7.0.12 贮存、使用、运输氧气瓶、溶解乙炔气瓶、液化石油气瓶、二氧化碳气瓶时，应分别按照国家质量技术监督局颁发的现行《气瓶安全监察规程》和劳动部颁发的现行《溶解乙炔气瓶安全监察规程》中有关规定执行。

附录 A 纵向受力钢筋焊接接头

检验批质量验收记录

表 A1 钢筋闪光对焊接头检验批质量验收记录

工程名称			验收部位			
施工单位			批号及批量			
施工执行标准 名称及编号		钢筋焊接及验收规程 JGJ18-201X	钢筋牌号及直径 (mm)			
项目经理			施工班组长			
主控 项目	质量验收规程的规定		施工单位检查 评定记录		监理（建设）单位验收记录	
	1	接头试件拉伸试验	5.1.9 条			
	2	接头试件弯曲试验	5.1.10 条			
一 般 项 目	质量验收规程的规定		施工单位检查评定记录			监理（建设）单位 验收记录
			抽查数	合格数	不合格	
	1	接头处不得有横 向裂纹	5.3.2 条			
	2	与电极接触处的 钢筋表面不得有明 显烧伤	5.3.2 条			
	3	接头处的弯折角度 $\gt 3^\circ$	5.3.2 条			
4	轴线偏移 $\gt 0.1$ 钢 筋直径，且 $\gt 2\text{mm}$	5.3.2 条				
施工单位检查评定结果		项目专业质量检查员：				年 月 日
监理（建设）单位验收结论		监理工程师（建设单位项目专业技术负责人）：				年 月 日
<p>注： 1 一般项目各小项检查评定不合格时，在小格内打×记号；</p> <p>2 本表由施工单位项目专业检查员填写，监理工程师（建设单位项目专业技术负责人）组织项目专业质量检查员等进行验收。</p>						

表 A2 箍筋闪光对焊接头检验批质量验收记录

工程名称				验收部位				
施工单位				批号及批量				
施工执行标准名称及编号		钢筋焊接及验收规程 JGJ18-201X		钢筋牌号及直径 (mm)				
项目经理				施工班组长				
主控项目	质量验收规程的规定			施工单位检查评定记录		监理（建设）单位验收记录		
	1	接头试件拉伸试验	5.1.9 条					
一般项目	质量验收规程的规定			施工单位检查评定记录				监理（建设）单位验收记录
				抽查数	合格数	不合格		
	1	对焊接头表面应呈圆滑状，不得有横向裂纹	5.4.2 条					
	2	轴线偏移不大于钢筋直径 0.1 倍	5.4.2 条					
	3	弯折角度不得大于 3°；	5.4.2 条					
	4	直线边凹凸不得大于 5mm	5.4.2 条					
5	箍筋内净空尺寸在允许偏差±5mm 之内	5.4.2 条						
6	与电极接触处无明显烧伤	5.4.2 条						
施工单位检查评定结果			项目专业质量检查员：					年 月 日
监理（建设）单位验收结论			监理工程师（建设单位项目专业技术负责人）：					年 月 日
注： 1 一般项目各小项检查评定不合格时，在小格内打×记号； 2 本表由施工单位项目专业检查员填写，监理工程师（建设单位项目专业技术负责人）组织项目专业质量检查员等进行验收。								

表 A3 钢筋电弧焊接头检验批质量验收记录

工程名称				验收部位					
施工单位				批号及批量					
施工执行标准名称及编号		钢筋焊接及验收规程 JGJ18-201X		钢筋牌号及直径 (mm)					
项目经理					施工班组长				
主控项目	质量验收规程的规定			施工单位检查评定记录			监理(建设)单位验收记录		
	1	接头试件拉伸试验	5.1.9 条						
一般项目	质量验收规程的规定			施工单位检查评定记录				监理(建设)单位验收记录	
				抽查数	合格数	不合格			
	1	焊缝表面应平整,不得有凹陷或焊瘤	5.5.2 条						
	2	接头区域不得有肉眼可见裂纹	5.5.2 条						
	3	咬边深度、气孔、夹渣等缺陷允许值及接头尺寸允许偏差	5.5.2 条						
4	焊缝余高应为 2mm~4mm	5.5.2 条							
施工单位检查评定结果			项目专业质量检查员:						
			年 月 日						
监理(建设)单位验收结论			监理工程师(建设单位项目专业技术负责人):						
			年 月 日						
<p>注: 1 一般项目各小项检查评定不合格时, 在小格内打×记号;</p> <p>2 本表由施工单位项目专业检查员填写, 监理工程师(建设单位项目专业技术负责人)组织项目专业质量检查员等进行验收。</p>									

表 A4 钢筋电渣压力焊接头检验批质量验收记录

工程名称				验收部位							
施工单位				批号及批量							
施工执行标准名称及编号		钢筋焊接及验收规程 JGJ18-201X		钢筋牌号及直径 (mm)							
项目经理				施工班组长							
主控项目	质量验收规程的规定			施工单位检查评定记录				监理（建设）单位验收记录			
	1	接头试件拉伸试验	5.1.9 条								
一般项目	质量验收规程的规定			施工单位检查评定记录						监理（建设）单位验收记录	
				抽查数	合格数	不合格					
	1	当钢筋直径小于等于 25mm 时，焊包高度不得小于 4mm； 当钢筋直径大于等于 28mm 时，焊包高度不得小于 6mm	5.6.2 条								
	2	钢筋与电极接触处无烧伤缺陷	5.6.2 条								
	3	接头处的弯折角度 $\geq 3^\circ$	5.6.2 条								
4	轴线偏移 ≥ 0.1 钢筋直径，且 $\geq 2\text{mm}$	5.6.2 条									
施工单位检查评定结果			项目专业质量检查员： 年 月 日								
监理（建设）单位验收结论			监理工程师（建设单位项目专业技术负责人）： 年 月 日								
<p>注： 1 一般项目各小项检查评定不合格时，在小格内打×记号；</p> <p>2 本表由施工单位项目专业检查员填写，监理工程师（建设单位项目专业技术负责人）组织项目专业质量检查员等进行验收。</p>											

表 A5 钢筋固态/熔态气压焊接头检验批质量验收记录

工程名称				验收部位				
施工单位				批号及批量				
施工执行标准名称及编号		钢筋焊接及验收规程 JGJ18-201X		钢筋牌号及直径 (mm)				
项目经理				施工班组长				
主控项目	质量验收规程的规定			施工单位检查评定记录		监理(建设)单位验收记录		
	1	接头试件拉伸试验	5.1.9 条					
	2	接头试件弯曲试验	5.1.10 条					
一般项目	质量验收规程的规定			施工单位检查评定记录				监理(建设)单位验收记录
				抽查数	合格数	不合格		
	1	轴线偏移 ≥ 0.15 钢筋直径, 且 $\geq 4\text{mm}$	5.7.2 条					
	2	接头处的弯折角度 $\geq 3^\circ$	5.7.2 条					
	3	固态镦粗直径 $\leq 1.4d$ 熔态镦粗直径 $\leq 1.2d$	5.7.2 条					
	4	镦粗长度 ≤ 1.0 钢筋直径 d	5.7.2 条					
施工单位检查评定结果			项目专业质量检查员:					年 月 日
监理(建设)单位验收结论			监理工程师(建设单位项目专业技术负责人):					年 月 日
注: 1 一般项目各小项检查评定不合格时, 在小格内打×记号; 2 本表由施工单位项目专业检查员填写, 监理工程师(建设单位项目专业技术负责人)组织项目专业质量检查员等进行验收。								

表 A6 预埋件钢筋 T 形接头检验批质量验收记录

工程名称				验收部位				
施工单位				批号及批量				
施工执行标准名称及编号		钢筋焊接及验收规程 JGJ18-201X		钢筋牌号及直径 (mm)				
项目经理				施工班组长				
主控项目	质量验收规程的规定			施工单位检查评定记录		监理（建设）单位验收记录		
	1	接头试件拉伸试验	5.1.9 条					
一般项目	质量验收规程的规定			施工单位检查评定记录				监理（建设）单位验收记录
				抽查数	合格数	不合格		
	1	焊条电弧焊时：角焊缝焊脚尺寸（ <i>k</i> ）应符合 4.5.10 第 1 款规定。 埋弧压力焊和埋弧螺柱焊时，四周焊包凸出钢筋表面的高度 ≤ 2mm。	5.8.3 条					
	2	焊缝表面不得有气孔、夹渣和肉眼可见裂纹。	5.8.3 条					
	3	钢筋咬边深度不得超过 0.5mm。	5.8.3 条					
	4	钢筋相对钢板的直角偏差不得大于 3°。	5.8.3 条					
施工单位检查评定结果			项目专业质量检查员：					年 月 日
监理（建设）单位验收结论			监理工程师（建设单位项目专业技术负责人）：					年 月 日
注： 1 一般项目各小项检查评定不合格时，在小格内打×记号； 2 本表由施工单位项目专业检查员填写，监理工程师（建设单位项目专业技术负责人）组织项目专业质量检查员等进行验收。								

附录 B 钢筋焊工考试合格证式样

塑料封套

封1

封4

钢筋焊工考试
合格证
____省____市
钢筋焊工考试委员会

硬纸

封2

硬纸

封3

本证授予操作范围
焊接方法_____

钢筋焊工考试委员会

注 意 事 项

- 1 本证仅限证明焊工打操作能力用；
- 2 此证应妥为保存，不得转借他人；
- 3 此证记载各项，不得私自涂改；
- 4 超过有效期限，本证无效。

中华人民共和国行业标准

钢筋焊接及验收规程

JGJ18—2012

条文说明

前 言

《钢筋焊接及验收规程》JGJ18-2012，经住房和城乡建设部 2012 年 08 月 01 日以第 1324 号公告批准，业已发布。

执行本规程时应认真贯彻国家关于节材、节能、环境保护的重要政策。

首先，应根据设计规定，结合现场条件，选用合适的焊接工艺方法；其次，选用合适的焊接材料，既满足接头强度等使用性能的要求，又要精打细算，不浪费材料；第三，培训焊工，提高焊接操作技术，努力做到现场接头一次检验，合格率达到 100%；第四，施焊过程中，采取措施，节约 0.1 公斤钢筋、钢材、焊条、焊丝、焊剂，节约一升水，一度电，0.1 立方气，第五，保护环境，减少废气、废渣的排放，现场整洁，文明施工，做到提高焊接质量，施工安全，降低成本，扩大应用，不断创新，促进钢筋焊接技术的更好发展。

规程《钢筋焊接及验收规程》JGJ18-2003 共有条文 125 条，本规程为 条。

为便于广大设计，施工，监理、检测、科研、学校等单位有关人员在使用本规程时，能正确理解和执行条文规定，本规程编制组按章、节、条顺序编制了本标准的条文说明，供使用者参考。在使用中如发现本条文说明有不妥之处，请将意见寄陕西省建筑科学研究院本规程管理组，谢谢！

目 次

1	总则	.....
2	术语和符号	.....
3	材料	.....
4	钢筋焊接	.....
4.1	一般规定	.....
4.2	钢筋电阻点焊	.....
4.3	钢筋闪光对焊	.....
4.4	箍筋闪光对焊	.....
4.5	钢筋电弧焊	.....
4.6	钢筋电渣压力焊	.....
4.7	钢筋气压焊	.....
4.8	预埋件钢筋埋弧压力焊	.....
4.9	预埋件钢筋埋弧螺柱焊	.....
5	质量检验与验收	.....
5.1	一般规定	.....
5.2	钢筋焊接骨架和焊接网	.....
5.3	钢筋闪光对焊接头	.....
5.4	箍筋闪光对焊接头	.....
5.5	钢筋电弧焊接头	.....
5.6	钢筋电渣压力焊接头	.....
5.7	钢筋气压焊接头	.....
5.8	预埋件钢筋 T 型接头	.....
6	焊工考试	.....
7	焊接安全	.....

1 总 则

1.0.1 本规程对钢筋焊接给出具体规定，是为了保证钢筋焊接质量和施工安全，并为焊接工艺提供技术指导，总结我国试验研究成果和生产实践经验编制而成。

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钢筋焊接施工及质量检验与验收。如结构工程对钢筋焊接接头性能有特殊要求，例如：动载疲劳性能，耐腐蚀性能，低温冲击吸收功等，应按照设计要求加做相应的接头性能试验。

其他土木工程如果需要，可参照使用本规程。

本条所列焊接方法包括目前我国钢筋焊接领域中广泛使用的全部焊接方法，充分反映了我国钢筋焊接技术的进步与水平。

1.0.3 随着我国冶金工业的不断发展，一些原有牌号的钢筋品种、规格的生产已逐渐消减，新的牌号钢筋已经出现，通过试验研究和初步试用，取得良好效果，确定规定的应用范围。

1.0.4 目前，我国钢筋焊接设备多数是手工操作，且青年工人较多，钢筋焊接质量的好坏在很大程度上决定于焊工的素质，包括政治认识，技术理论知识，操作技能和熟练程度，以及认真负责的工作态度。某些工程的质量事故是与焊接质量不好有关联的。规定本条文的目的是强调对焊工的培训、教育和考试，以促进焊接技术水平的提高，保证焊接质量，本条文为强制性条文。

1.0.5 本规程系现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010 和《混凝土结构施工质量验收规范》GB50204 相配套的专业技术标准。因此，在钢筋焊接施工中，除执行本规程规定外，尚应符合国家强制性标准的规定，例如，在同一构件内钢筋焊接接头的设置，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 中有关规定。

2 术语和符号

2.1 术语

本章术语系根据本规程的特点和需要，参照国家标准《焊接术语》GB/T3375-94 和《金属材料 力学性能试验术语》GB/T10623-2008 中有关规定而制定。这些名词术语中的大部分为原《规程》JGJ18-2003 中已有；但根据规程内容的增加，新增钢筋二氧化碳气体保护电弧焊、待焊箍筋、对焊箍筋 3 个术语；另外，新增普通热轧钢筋和细晶粒热轧钢筋 2 个术语，系摘自国家标准《钢筋混凝土用钢 第 2 部分：热轧带肋钢筋》GB1499.2-2007。

2.1.12 压入深度为电阻点焊的焊点质量检查术语，见图 1。

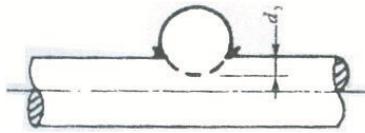


图 1 压入深度 d_p

2.1.15 焊缝余高，为电弧焊接头外观检查术语，见图 2。



图 2 焊缝余高 h_w

2.1.17 焊接接头一般由焊缝、熔合区、热影响区、母材四部分组成。“焊缝”和“母材”易于理解，故只列入“熔合区”和“热影响区”二个术语。热影响区又可分为过热区、正火区（又称重结晶区）、不完全相变区（不完全重结晶区）和再结晶区四部分。

钢筋焊接接头热影响区宽度主要决定于焊接方法；其次，为热输入。当采用较大热输入时，对不同焊接接头进行测定，其热影响区宽度如下，供参考：

- 1 钢筋电阻点焊焊点： $0.5d$
- 2 钢筋闪光对焊接头： $0.7d$
- 3 钢筋电弧焊接头： $6\sim 10\text{mm}$ ；
- 4 钢筋电渣压力焊接头： $0.8d$ ；
- 5 钢筋气压焊接头： $1.0d$ ；
- 6 预埋件钢筋埋弧压力焊接头： $0.8d$ 。

注： d 为钢筋直径（mm）。

2.1.18 从结构安全度考虑，希望并要求在外力作用下结构中的钢筋焊接头发生延性断裂，而不脆性断裂。

当延性断裂时，断口有明显塑性变形，断口呈杯锥状，一侧呈杯形，一侧呈锥形，断口通常分为纤维区、放射区和剪切唇区，即所谓断口特征三要素，见图 3。

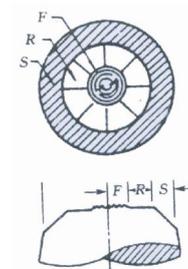


图 3 延性断口

F-纤维区；R-放射区；S-剪切唇区

3 材 料

3.0.1 目前我国生产的钢筋品种比较多，其中，进行焊接的有4种：

1 热轧带肋钢筋；2 热轧光圆钢筋；3 余热处理钢筋；4 冷轧带肋钢筋。这些钢筋的力学性能和化学成分应分别符合国家现行标准的规定。不同牌号钢筋的主要力学性能见表1。表中序号2、3、4、6、的符号摘自国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010—2002中表4.2.2-1。细晶粒钢筋符号，在同级别钢筋后加F。

表1 不同牌号钢筋的主要力学性能

序号	钢筋牌 号	屈服强度 R_{eL} (或 $R_{p0.2}$) MPa	抗拉强度 R_m MPa	伸长率 (%)		符号
				A	$A_{11.3}$	
		不小于				
1	HPB235	235	370	25		
2	HPB300	300	420	25		ϕ
3	HRB335	335	455	17		Φ
	HRBF335					Φ_F
4	HRB400	400	540	16		Φ
	HRBF400					Φ_F
5	HRB500	500	630	15		Φ
	HRBF500					Φ_F
6	RRB400	440	600	14		Φ^R
7	CRB550	500	550		8	ϕ^R

注：1) HPB235 钢筋将逐步被淘汰，其符号 ϕ 移作 HPB300 用。

2) HRB500 钢筋符号系借用原IV级钢筋符号

3.0.2 在预埋件接头、熔槽帮条接头和坡口接头中的钢板和型钢，一般可采用低碳钢和低合金钢，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/T 1591 中的规定。

3.0.4 有关焊条的规定说明如下：

1 本规程按国家标准《碳钢焊条》GB/T 5117-1995 中有关焊条型号列出。

焊条型号的字母 E (Electrode) 表示焊条，前两位数字表示熔敷金属抗拉强度的最小值，第三位数字表示焊条的焊接位置，第三位和第四位数字组合时，表示焊接电流种类及药皮类型。药皮类型有很多种。表 3.0.3 中，凡后两位数字为“03”的焊条，为钛钙型药皮焊条（酸性），交、直流两用，工艺性能良好，是最常用焊条之一。在实际生产中，根据具体情况，亦可选用相同熔敷金属抗拉强度的其他药皮类型焊条。

2 窄间隙焊用焊条，当焊接HPB300钢筋，可采用E4316、E4315焊条；焊接HRB335钢筋，应采用E5016、E5015焊条。焊接HRB400 钢筋，应采用E6016、E6015焊条。后两位数字为“16”焊条，其药皮类型为低氢钾型，交流或直流反接；后两位数字为“15”焊条，其药皮类型为低氢钠型，直流反接。该两种焊条均为碱性焊条；采用该两种焊条焊后，熔敷金属中含氢量

极低，延性和冲击韧度较高。

3 在钢筋帮条焊和搭接焊中，当焊接HRB335钢筋时，可以采用不与母材等强的E4303焊条；现说明如下：

在这些接头中，荷载施加于接头的力不是由与钢筋等截面的焊缝金属抗拉力所承受，而是由焊缝金属抗剪力承受。焊缝金属抗剪力等于焊缝剪切面积乘以抗剪强度。所以，虽然采用该种型号焊条，其熔敷金属抗拉强度小于钢筋抗拉强度（约为0.85倍），焊缝金属的抗剪强度小于抗拉强度（0.6倍），但焊缝金属剪切面积大于钢筋横截面面积甚多（约为3.0倍）。故允许采用E4303型焊条（熔敷金属抗拉强度为 $420\text{N}/\text{mm}^2$ ，约 $43\text{kgf}/\text{mm}^2$ ）进行HRB335钢筋帮条焊和搭接焊。举例计算如下：

以 $\phi 25$ HRB335钢筋双面搭接焊为例，采用E4303焊条。

钢筋抗拉力： $490.9 \times 455 = 223359.5\text{N}$

焊缝剪切面积：长按 $4d$ 计， 100mm ，

厚 $0.3d$ ， 7.5mm ，

两条焊缝剪切面积： $2 \times 100 \times 7.5 = 1500\text{mm}^2$ ；

焊缝金属抗剪强度为抗拉强度0.6倍， $0.6 \times 420 = 252\text{N}/\text{mm}^2$ ；

焊缝金属抗拉力为： $1500 \times 252 = 378000\text{N}$

焊缝金属抗拉力与钢筋抗拉力之比为： $378000/223359.5 = 1.69$

此外，大量试验和多年来生产应用表明，能完全满足要求，是安全的。

当进行钢筋坡口焊时，本规程中规定，对HRB335钢筋进行焊接不仅采用E5003型焊条，并且钢筋与钢垫板之间，应加焊二、三层侧面焊缝，这对接头起到一定加强作用。

3.0.5 表3.0.3中ER表示焊丝49、50、55表示熔敷金属抗拉强度最低值为490、500、550MPa。焊丝又有多种牌号，其化学成分见表2，最常用的焊丝为H08Mn2SiA。

表2 几种气体保护焊用焊丝化学成分

序号	牌号	化学成分（质量分数，%）							
		C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Cu
1	H08MnSi	≤ 0.11	1.20~1.50	0.40~0.70	≤ 0.035	≤ 0.035	≤ 0.20	≤ 0.30	≤ 0.20
2	H08Mn2Si	≤ 0.11	1.70~2.10	0.65~0.95	≤ 0.035	≤ 0.035	≤ 0.20	≤ 0.30	≤ 0.20
3	H08Mn2SiA	≤ 0.11	1.80~2.10	1.80~2.10	≤ 0.030	≤ 0.030	≤ 0.20	≤ 0.30	≤ 0.20

钢丝直径为0.6mm、0.8mm、1.0mm、1.2mm、1.6mm、2.0mm、2.2mm多种。常用的焊丝直径为1.0mm和1.2mm。每盘焊丝重15~20kg。

3.0.6 对氧气的质量要求，根据国家标准《工业氧》GB/T 3863—2008中规定，氧含量，按体积分数，优等品指标分为 $\geq 99.5\%$ ，一等品为 $\geq 99.2\%$ 。本规程中规定：按体积分数，氧含量 $\geq 99.5\%$ 。

在国家标准《溶解乙炔》GB 6819—2004中规定，溶解乙炔的质量标准如下：乙炔纯度，

以体积比，大于或等于98%；磷化氢、硫化氢含量，应使用硝酸银试纸不变色。

在推广应用氧液化石油气压焊时，应使用符合国家现行标准中规定质量要求的液化石油气。

国家现行标准《焊接用二氧化碳》HG/T 2537-1993 中规定，优等品要求二氧化碳含量（V/V）不得低于99.9%，水蒸气与乙醇总含量（m/m）不得高于0.005%，无异味；本规程要求采用优等品。分类见下表3。

表3 焊接用二氧化碳组分含量的要求

项 目	组分含量		
	优等品	一等品	合格品
二氧化碳含量, V/V, 10 ⁻²	99.9	99.7	99.5
液态水 油	不得检出	不得检出	不得检出
水蒸气+乙醇含量, m/m, 10 ⁻²	0.005	0.02	0.05
气味	无异味	无异味	无异味

注：二氧化碳气体在电弧高温作用下将发生分解，因而是一种活性气体。

3.0.7 在钢筋电渣压力焊和埋弧压力焊生产中，多年来一直借用埋弧焊的常用焊剂。1985年之前，焊剂无国家标准，但有企业标准和焊接材料说明书。原焊剂企业标准中，焊剂牌号按其化学成分来划分。HJ431焊剂为一种高锰高硅低氟焊剂，是一种最常用熔炼型焊剂；此外，HJ330焊剂是一种中锰高硅低氟焊剂，应用亦较多，这二种焊剂的化学成分见表4。

表4 HJ330和HJ431焊剂化学成分（%）

焊剂牌号	SiO ₂	CaF ₂	CaO	MgO	Al ₂ O ₃
HJ330	44~48	3~6	≤3	16~20	≤4
HJ431	40~44	3~6.5	≤5.5	5~7.5	≤4
焊剂牌号	MnO	FeO	K ₂ O+NaO	S	P
HJ330	22~26	≤1.5	—	≤0.08	≤0.08
HJ431	34~38	≤1.8	—	≤0.08	≤0.08

原焊剂企业标准，焊剂牌号的划分不涉及到填充焊丝，适合于钢筋电渣压力焊、预埋件钢筋埋弧压力焊和预埋件钢筋埋弧螺柱焊的实际情况；并且绝大部分焊剂生产厂至今仍沿用原企业标准。因此，在本规程中规定“可采用HJ431焊剂”。HJ为焊剂汉语拼音第一字母。在现行国家标准《埋弧焊用低合金钢焊丝和焊剂》GB/T 12470-2003中规定，焊剂型号第一个字母为F，表示焊剂（Flux）；之后，由熔敷金属拉伸性能、试样状态、熔敷金属吸收功、焊剂渣系四个代号，另加焊丝牌号组成。但是在电渣压力焊、埋弧压力焊和埋弧螺柱焊时，不添加焊丝，无熔敷金属，因此无法使用GB 12470—2003中规定的焊剂型号。

3.0.8 本条文强调各种钢筋和焊接材料必须质量合格，可靠。本条文为强制性条文。

3.0.9 根据国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204—2002 中第 5.2.1 条的规定而制定。

4 钢筋焊接

4.1 一般规定

4.1.1 各种焊接方法的适用范围，做了一些修改：

1. 取消了 HPB235 钢筋，是贯彻国家逐步淘汰低强钢筋的政策；考虑到 GB 1499.1—2008 中还有 HPB235 牌号钢筋，以及某些偏远地区可能有这些钢筋存在，在表 4.1.1 注中予以补充说明。

2. HPB300 是新牌号钢筋，但是从其化学成分和力学性能分析，其焊接性能良好，增加列入。

4.1.2 通过试验表明，细晶粒热轧钢筋 HRBF335、HRBF400 和 HRBF500 具有良好焊接性能，但尚未经大量生产实践和考验，根据 GB1499.2—2007 第 7.6.3 条，作出上述规定。

4.1.3 电渣压力焊祇适用于竖向钢筋的连接；若将钢筋竖向焊接，然后放置于梁、板构件中作水平钢筋之用，显然是不合适的。

4.1.4 在工程开工或者每批钢筋正式焊接之前，无论采用何种焊接工艺方法，均须采用与生产相同条件进行焊接工艺试验，以便了解钢筋焊接性能，选择最佳焊接参数，以及掌握担负生产的焊工的技术水平。每种牌号、每种规格钢筋至少做 1 组试件。若第 1 次未通过，应改进工艺，调整参数，直至合格为止。采用的焊接工艺参数应做好记录，以备查考。本条文为强制性条文。

接头试件力学性能试验（拉伸、弯曲、剪切等）结果应符合质量检验与验收时的要求。

4.1.5 焊前准备工作的好坏直接影响焊接质量，为了防止焊接接头产生夹渣、气孔等缺陷，在焊接区域内，钢筋表面铁锈、油污、熔渣等必须清除；影响接头成形的钢筋端部弯折、露裂等，应予矫正或切除。

4.1.6 带肋钢筋进行对接连接时，宜将纵肋对纵肋，以获得足够的有效连接面积，这是总结生产经验而规定。

4.1.7 本条文规定，焊剂若受潮，必须提前进行烘焙，以防止产生气孔；使用过焊剂与新焊剂掺和使用时，应是少量的，比例要合适。

4.1.8 在工程施工中经常遇到上述情况，钢筋气压焊在 JGJ 18—2003 中有规定；钢筋闪光对焊和钢筋电渣压力焊通过本次规程修订所做实验得出结论。

4.1.9 通过本次规程修订所做试验，得出结论：生产中施焊前，再做试验确定。

4.1.10 生产实践证明，在采用上述焊接方法时，电源电压的波动对焊接质量有较大影响。在现场施工时，由于用设备多，往往造成电压降较大。为此要求焊接电源箱内装设电压表，焊工可随时观察电压波动情况，及时调整焊接工艺参数，以保证焊接质量。

4.1.11 根据试验资料表明，在实验条件下对普通低合金钢钢筋 23 个钢种、2300 个负温焊接接头的工艺性能、力学性能、金相、硬度以及冷却速度等作了系统的试验研究，认为闪光对焊在 -28°C 施焊，电弧焊在 -50°C 下进行焊接时，如焊接工艺和参数选择适当，其接头的综合性能良好。但是考虑到试点工程最低温度为 -23°C ，以及由于温度过低，工人操作不便，为确保工程质量，故规定当环境温度低于 -20°C 时，不宜进行各种焊接。

负温焊接与常温焊接相比，主要是一个负温引起的冷却速度加快的问题。因此，其接头构造和焊接工艺必须遵守常温焊接的规定外，还需在焊接工艺参数上作一些必要的调整。

1 预热：在负温条件下进行帮条电弧焊或搭接电弧焊时，从中部引弧，对两端就起到了预热的作用。

2 缓冷：采用多层施焊时，层间温度控制在 $150\sim 350^{\circ}\text{C}$ 之间，使接头热影响区附近的冷却速度减慢 $1\sim 2$ 倍左右，从而减弱了淬硬倾向，改善了接头的综合性能。

3 回火：如果采用上述两种工艺，还不能保证焊接质量时，则采用“回火焊道施焊法”，其作用是对原来的热影响区起到回火的效果。回火温度为 500°C 左右。如一旦产生淬硬组织，经回火后将产生回火马氏体、回火索氏体组织，从而改善接头的综合性能。回火焊道施焊法见图 4。

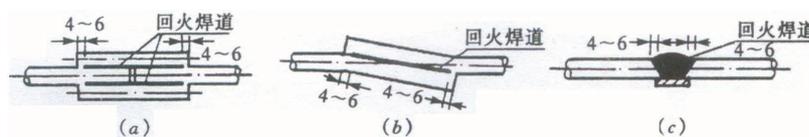


图 4 钢筋负温电弧焊回火焊道示意图

(a) 帮条焊；(b) 搭接焊；(c) 坡口焊

4.1.12 见 4.1.11 说明。

4.1.13 焊后未冷却接头若碰到冰雪，易产生淬硬组织，应该防止。

4.1.14 风速 7.9m/s 为四级风力；风速 5.4m/s 为三级风力。

4.2 钢筋电阻点焊

4.2.1 采用电阻点焊焊接钢筋骨架或钢筋网，是一种生产率高，质量好的工艺方法，应积极推广采用。

4.2.2 在焊接骨架中，若大小钢筋直径之比相差悬殊，不利于保证钢筋焊接质量；焊接网中大小钢筋直径之比，与国家标准《钢筋混凝土用钢筋焊接网》GB/T1499.3-2002 保持一致。

4.2.3 本条文强调电阻点焊工艺过程中，必须经过三个阶段，若缺少“预压”或“锻压”阶段，必将影响焊接质量。

4.2.4 当采用 DN3-75 型气压式点焊机焊接 HPB300 钢筋时，焊接通电时间应符合表 5 的规定，电极压力应符合表 6 的规定。

表 5 焊接通电时间 (s)

变压器级数	较小钢筋直径 (mm)						
	4	5	6	8	10	12	14
1	1.10	0.12	-	-	-	-	-
2	0.08	0.07	-	-	-	-	-
3	-	-	0.22	0.70	1.50	-	-
4	-	-	0.20	0.60	1.25	2.50	4.00
5	-	-	-	0.50	1.00	2.00	3.50
6	-	-	-	0.40	0.75	1.50	3.00
7	-	-	-	-	0.50	1.20	2.50

注：点焊 HRB335、HRB335F、HRB400、HRBF400、HRB500 或 CRB550 钢筋时，焊接通电时间可延长 20%-25%

表 6 电极压力 (N)

较小钢筋直径 (mm)	HPB300	HRB335 HRB400 HRB500 CRB550
4	980~1470	1470—1960
5	1470~1960	1960—2450
6	1960~2450	2450—2940
8	2450~2940	2940—3430
10	2940~3920	3430—3920
12	3430~4410	4410—4900
14	3920~4900	4900—5880

4.2.5 焊点压入深度过小，不能保证焊点的抗剪力；压入深度过大，对于冷轧带肋钢筋，会影响主筋的抗拉强度。

4.2.6 在焊接生产中，准确调整好各个电极之间的距离，经常检查各个焊点的焊接电流和焊接通电时间，十分重要；特别是采用钢筋焊接网成型机组，配置多个焊接变压器，更要认真安装、调试和操作，以确保各焊点质量。

4.2.7 电极的质量及表面状态对点焊质量影响较大，因此提出上述两点要求，以保证点焊质量和延长电极的使用寿命。

4.2.8 点焊制品焊接缺陷及消除措施见表 7。

表 7 点焊制品焊接缺陷及消除措施

缺陷	产生原因	消除措施
焊点过烧	<ol style="list-style-type: none"> 1. 变压器级数过高; 2. 通电时间太长 3. 上下电极不对中心; 4. 继电器接触失灵 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 降低变压器级数; 2. 缩短通电时间; 3. 切断电源, 校正电极; 4. 清理触点, 调节间隙
焊点脱落	<ol style="list-style-type: none"> 1. 电流过小; 2. 压力不够; 3. 压入深度不足; 4. 通电时间太短 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 提高变压器级数; 2. 加大弹簧压力或调大气压; 3. 调整两电极间距离符合压入深度要求; 4. 延长通电时间
钢筋表面 烧 伤	<ol style="list-style-type: none"> 1. 钢筋和电极接触表面太脏; 2. 焊接时没有预压过程或预压力过小; 3. 电流过大; 4. 电极变形 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 清刷电极与钢筋表面的铁锈和油污; 2. 保证预压过程和适当的预压力; 3. 降低变压器级数; 4. 修理或更换电极

4.3 钢筋闪光对焊

4.3.1 钢筋闪光对焊具有效率高、材料省、施焊方便, 宜优先使用。施焊时, 应选用合适的工艺方法和焊接参数。

4.3.2 连续闪光焊工艺方法简单、生产效率高, 是焊工常用的一种办法, 但是, 采用这一方法, 主要与焊机的容量、钢筋牌号和直径大小有密切关系, 一定容量的焊机只能焊接与相适应规格的钢筋。因此, 表 4.3.2 对连续闪光焊采用不同容量的焊机时, 对不同牌号钢筋所能焊接的上限直径加以规定, 以保证焊接质量。当超过表中限值时, 应采用预热闪光焊或闪光—预热闪光焊。

4.3.4 本条列出各项工艺参数均十分重要, 例如, 顶锻留量太大, 会形成过大的镦粗头; 太小又可能使焊缝结合不良, 降低了强度。经验证明, 顶锻留量以 4~10mm 为宜。电阻预热法即: 通电、顶紧、电阻预热、松开、再顶紧……。

4.3.5 本条文强调要根据钢筋牌号、直径、焊机容量以及不同的工艺方法, 选择合适变压器级数; 如果太低, 次级电压也低, 焊接电流小, 就会使闪光困难, 加热不足, 更不能利用闪光保护焊口免受氧化; 相反, 如果变压器级数太高, 闪光过强, 也会使大量热量被金属微粒带走, 钢筋端部温度升不上去。

4.3.6 焊后热处理可按下列程序进行。

- 1 待接头冷却至常温, 将电极钳口调至最大间距, 重新夹紧;
- 2 应采用最低的变压器级数, 进行脉冲式通电加热; 每次脉冲循环, 应包括通电时间

和间歇时间，约为 3s。

3 焊后热处理温度应在 750~850℃之间，随后在环境温度下自然冷却。

4.3.7 钢筋闪光对焊的操作要领是：

- 1 预热要充分；
- 2 顶锻前瞬间闪光要强烈；
- 3 顶锻快而有力。

闪光对焊的异常现象、焊接缺陷及消除措施见表 8。

表 8 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	消除措施
烧化过分剧烈并产生强烈的爆炸声	<ol style="list-style-type: none"> 1. 降低变压器级数； 2. 减慢烧化速度
闪光不稳定	<ol style="list-style-type: none"> 1. 消除电极底部和表面和氧化物； 2. 提高变压器级数； 3. 加快烧化速度
接头中有氧化膜、未焊透或夹渣	<ol style="list-style-type: none"> 1. 增加预热程度； 2. 加快临近顶锻时的烧化程度； 3. 确保带电顶锻过程； 4. 加快顶锻压力； 5. 增大顶锻压力
接头中有缩孔	<ol style="list-style-type: none"> 1. 降低变压器级数； 2. 避免烧化过程过分强烈； 3. 适当增大顶锻留量及顶锻压力
焊缝金属过烧	<ol style="list-style-type: none"> 1. 减小预热程度； 2. 加快烧化速度，缩短焊接时间； 3. 避免过多带电顶锻
接头区域裂纹	<ol style="list-style-type: none"> 1. 检验钢筋的碳、硫、磷含量；若不符合规定时应更换钢筋； 2. 采取低频预热方法，增加预热程度
钢筋表面微熔及烧伤	<ol style="list-style-type: none"> 1. 消除钢筋被夹紧部位的铁锈和油污； 2. 消除电极内表面的氧化物； 3. 改进电极槽口形状，增大接触面积； 4. 夹紧钢筋
接头弯折或轴线偏移	<ol style="list-style-type: none"> 1. 正确调整电极位置； 2. 修整电极钳口或更换已变形的电极； 3. 切除或矫直钢筋的接头

4.4 箍筋闪光对焊

- 4.4.1 上述规定，一是便于施焊，二是确保结构安全。
- 4.4.2 本条强调箍筋下料长度应准确，要通过计算，并经试焊确定。
- 4.4.3 本条系总结生产实践经验，作出规定，
- 4.4.4 待焊箍筋的加工质量对于整个箍筋具有十分重要作用，故作此规定。
- 4.4.5 由于二次电流存在分流现象见图 5，因此焊接变压器级数应适当提高；

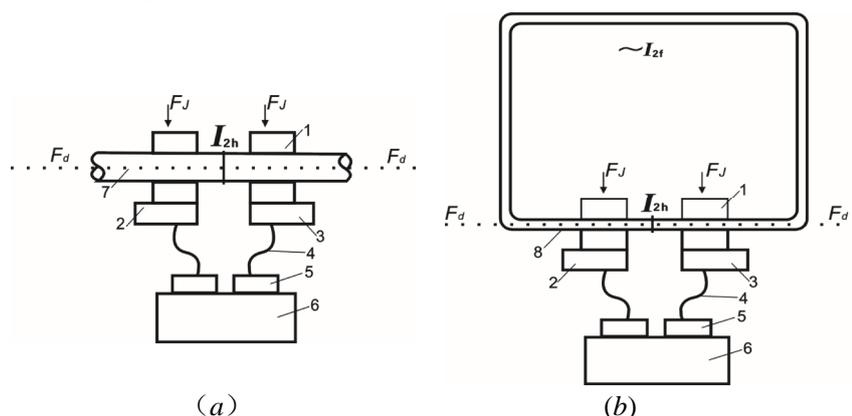


图 5 对焊机的焊接回路与分流

a—钢筋闪光对焊； b—箍筋闪光对焊；

1—电极； 2—动板； 3—一次级软导线； 4—一次级线圈； 5—变压器； 6—钢筋； 7—箍筋
 F_J —夹紧力； F_d —顶锻力； I_2 —二次电流； I_{2h} —二次焊接电流； I_{2f} —二次分流电流

箍筋闪光对焊的异常现象、焊接缺陷及消除措施见表 9。

表 9 箍筋闪光对焊的异常现象、焊接缺陷及消除措施见表

异常现象和焊接缺陷	消除措施
箍筋下料尺寸不准，钢筋头歪斜	1 箍筋下料长度必须经弯曲和对焊试验确定； 2 $\phi 6\sim 10\text{mm}$ 钢筋必须选用性能稳定、下料误差 $\pm 3\text{mm}$ ，能确保钢筋端面垂直于轴线的调直切断机。
待焊箍筋头分离、错位	1 制作箍筋时将有接头的对面一边的两个 90° 角弯成 $87^\circ\sim 89^\circ$ 角，使接头处产生弹性压力 F_i ； 2 掌握让两钢筋头对准的技术。
焊接接头错位或被拉开	1 修整电极钳口，或更换已经磨损变形的电极； 2 矫直变形的钢筋头； 3 先将待焊箍筋一头在固定电极板上夹紧，再与待焊箍筋另一头完全对准后夹紧移动电极板

4.5 钢筋电弧焊

4.5.1 半自动二氧化碳气体保护电弧焊，具有设备轻巧、操作方便、焊接速度快、熔深大、变形小、清渣容易、适应性强等优点，其缺点是飞溅较大。近几年来，在钢筋焊接工程中开始推广应用。

4.5.2 焊接工艺参数说明如下，施焊时参考选用。

1. 焊接电流

焊接电流与送丝速度或熔化速度以非线性关系变化，当送丝速度增加时，焊接电流也随之增大。

2. 极性

大多采用反接，即焊丝接正极。这时，电弧稳定，熔滴过渡平稳，飞溅较低，焊缝成形较好，熔深较大。

3. 电弧电压（弧长）

当弧长过长，难以使电弧潜入焊件表面；弧长过短，容易引起短路。当电弧电压过高时，容易产生气孔、飞溅和咬边；电弧电压过低时，会使焊丝插入熔池，成桩状。常用电弧电压是：短路过渡 20~22V，喷射过渡 25~28V。

4. 焊接速度

中等焊接速度时熔深最大。焊接速度降低时，单位长度焊缝上熔敷金属增加，焊接速度过快时，会产生咬边倾向。

5. 焊丝伸出长度（干伸长）

焊丝伸出长度是指导电嘴端头到焊丝端头的距离，短路过渡时合适的焊丝伸出长度是 6~13mm，其他熔滴过渡形式为 13~25mm。

6. 焊枪角度

在平角焊时，焊丝轴线与水平板面成 45°。

7. 焊接接头位置

在平焊、横焊位置时，可以获得良好焊缝成形，当仰焊和向上立焊时，若是喷射过渡，容易引起铁水流失，要注意防范。

8. 焊丝尺寸

半自动焊多用 $\phi 0.6 \sim \phi 1.6\text{mm}$ 焊丝，自动焊多用 $\phi 1.6 \sim \phi 5.0\text{mm}$ 焊丝。在钢筋结构制作与安装中，大部分为半自动焊，其焊接电流以 $\phi 1.2\text{mm}$ 焊丝为例，常用焊接电流为 220A。

4.5.3 本条文中提出的几点要求，例如：焊接地线随意乱搭，与钢筋接触不良时，很容易

发生起弧现象，烧伤钢筋或局部产生淬硬组织，形成脆断的起源点。在钢筋焊接区域之外随意引燃电弧，同样也会产生上述缺陷。这些都是焊工容易忽视而又是十分重要的问题。

4.5.4 钢筋帮条焊时，若采用双面焊，接头中应力传递对称、平衡，受力性能良好；若采用单面焊，则较差。因此，尽可能采用双面焊。

帮条长度系根据计算和试验而定，多年生产应用表明，是可靠的。

4.5.5 当需要时，为防止钢筋搭接焊接头在拉伸试验时，在焊缝两端钢筋开裂，引起脆断，在焊缝两端可稍加绕焊，但不得烧伤主筋，见图 6。



图 6 钢筋搭接焊绕焊
 d —钢筋直径； l —搭接长度

4.5.7 在电弧焊接头中，定位焊缝是接头的重要组成部分。为了保证质量，不能随便点焊，尤其不能在帮条或搭接端头的主筋上点焊。否则，对于 HRB335、HRB400 钢筋，很容易因定位焊缝过小、冷却速度快而发生裂纹和产生淬硬组织，形成脆断的起源点。因此，本条文作了“定位焊缝与帮条或搭接端部的距离宜大于或等于 20mm”的规定。

在钢筋搭接焊时，焊接端钢筋应适当预弯，以保证两钢筋的轴线在一直线上，这样，接头受力性能良好。

4.5.8 根据水利水电部门的试验报告，采用以角钢作垫模的熔槽焊接头型式，专门焊接直径 20mm 及以上的粗直径钢筋。接头间隙 10~16mm，其施焊工艺基本上连续进行，中间敲渣一次。焊后进行加强焊及侧面焊缝的焊接，其接头质量符合要求，效果较好。角钢长 80~100mm，并与钢筋焊牢，具有帮条作用，结合其工艺特点，定名为熔槽帮条焊。

4.5.10 在采用穿孔塞焊中，当需要时，可在内测加焊一圈角焊缝，以提高接头强度，见图 7。

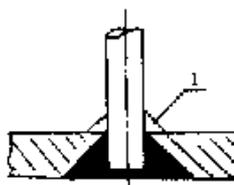


图 7 穿孔塞焊
1—内侧加角焊缝

4.6 钢筋电渣压力焊

4.6.1 钢筋电渣压力焊适用于竖向钢筋，或者倾斜度在 4:1 范围内钢筋的焊接；若再增大倾斜度，会影响熔池的维持和焊包成形。

4.6.2 本次规程修订，根据工程中墙体钢筋连接的需要和多个试点工程的实践，从原规程钢筋下限直径为 14mm，延伸至 12mm。由于 12mm 钢筋直径较细、较软，焊接夹具夹挂后，钢筋容易弯曲。因此规定应采用小型焊接夹具，多做焊接工艺试验。

4.6.3 钢筋电渣压力焊时，可采用交流（或直流）焊接电源；焊机容量应根据现场最大直径钢筋选用。

4.6.4 本条文对焊接夹具提出一些技术要求，使其可靠、耐用。焊接夹具型号较多，应根据钢筋直径、现场施工条件选用。

4.6.5 根据调研，多数采用直接引弧法，当然，也有采用焊条芯（铁丝圈）引弧的。规定四周焊包凸出钢筋表面的高度应不小于 4mm，或者 6mm，表明钢筋周边均已熔化，以确保焊接接头质量。以直径 28mm 钢筋为例，焊接工艺过程图解见图 8，上钢筋位移 s ，指采用焊条芯引弧法。

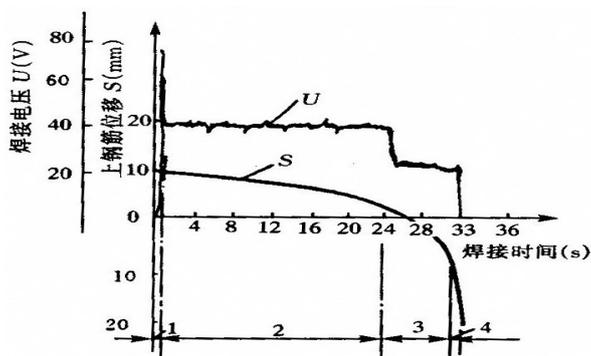


图 8 钢筋电渣压力焊工艺过程图解

1-引弧过程；2-电弧过程；3-电渣过程；4-顶压过程

4.6.6 表中规定的焊接参数，供参照使用，在实际生产中，应通过焊接工艺试验，优选最佳焊接参数。合适的焊接参数还随采用的焊剂（例如，电渣压力焊专用焊剂）、焊机（例如，全自动电渣压力焊机）、钢筋牌号而有差异。

4.6.7 电渣压力焊焊接缺陷及消除措施见表 10。

表 10 电渣压力焊焊接缺陷及消除措施

焊接缺陷	消除措施
轴线偏移	1. 矫直钢筋端部； 2. 正确安装夹具和钢筋； 3. 避免过大的顶压力； 4. 及时修理或更换夹具。
弯折	1. 矫直钢筋端部； 2. 注意安装和扶持上钢筋； 3. 避免焊后过快卸夹具； 4. 修理或者更换夹具。
咬边	1. 减少焊接电流； 2. 缩短焊接时间； 3. 注意上钳口的起点和止点，确保上钢筋顶压到位。
未焊合	1. 增大焊接电流； 2. 避免焊接时间过短； 3. 检修夹具，确保上钢筋下送自如；
焊包不均	1. 钢筋端面应平整； 2. 填装焊剂尽量均匀； 3. 延长电渣过程时间，适当增加熔化量。
烧伤	1. 钢筋导电部位除净铁锈； 2. 尽量夹紧钢筋。
焊包下淌	1. 彻底封堵焊剂筒的漏孔； 2. 避免焊后过快回收焊剂。

4.7 钢筋气压焊

4.7.1 气压焊用的多嘴环管加热器和加压器比较轻巧，随意移动，故可在多种焊接位置进行施焊。

4.7.2 两种焊接工艺方法，各有特点，例如，采用固态气压焊时，增加了两钢筋之间的结合面积，接头外形整齐；采用熔态气压焊时，简化了对钢筋端面的要求，操作简便。

4.7.3 液化石油气是油田开采或炼油工业中的副产品，它在常温压下呈现气态，其主要成分是丙烷（C₃H₈），占 50%~80%，其余是丁烷（C₄H₁₀），还用少量丙烯（C₃H₆）及丁烯（C₄H₈），为碳氢化合物组成的混合物。

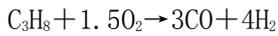
液化石油气约在 0.8~1.5MPa 压力下即变成液体，便于瓶装贮存运输。

液化石油气与氧气混合燃烧的火焰温度为 2200~2800°C，稍低于氧乙火焰。

丙烷完全燃烧的整个化学反应式是：



燃烧分两个阶段，第一阶段是：



来源于氧气瓶的氧与液化石油气瓶中丙烷的有效混合而燃烧，形成焰芯；并产生中间产物 $3\text{CO} + 4\text{H}_2$ ，见图 9。

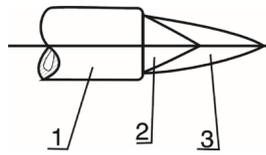
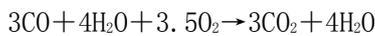


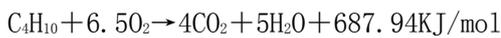
图 9 氧液化石油气火焰

1-喷嘴；2-焰心；3-外焰

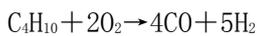
第二阶段是：中间产物与火焰周围空气中供给的氧燃烧，形成外焰：



同样，丁烷完全燃烧的整个化学反应式是：



第一阶段燃烧是：



第二阶段燃烧是：



从以上第一阶段燃烧反应式可以看出：一份丙烷需要从氧气瓶给 1.5 份氧；一份丁烷需要 2.0 份氧。所以在氧液石油气火焰调节时，若是中性焰，氧与液化石油气的比例应该是约 1.7: 1（体积比）；实际施焊时，氧的比例还要高一些。

4.7.4 所有焊接设备各部件应坚固耐用，气管接头不得漏气，电气线路接触良好，自动控制系统反应灵敏，气瓶质量符合国家有关安全监察规程的规定。使用过程中，不得违规操作。

梅花状喷嘴端面见图 10。



图 10 梅花状喷嘴端面形状

1-紫铜；2-黄铜；3-大孔；4-小孔

4.7.5 当使用钢筋常温直角切断机断料时，由于高速切断，不产生高温，不产生氧化膜，不用打磨，端面平滑，因而可直接焊接。焊工操作液压开关，节省辅助工，提高工效。

当两钢筋直径不同时，应适当调整焊接工艺参数。

4.7.7 强调在钢筋端面缝隙完全密合之前，如果发生灭火中断现象时，为了保证焊接质量，必须将钢筋取下，重新打磨、安装，然后点燃火焰进行焊接操作。

4.7.8 气压焊接缺陷及消除措施见表 11

表 11 气压焊接缺陷及消除措施

焊接缺陷	产生原因	消除措施
轴线偏移（偏心）	<ol style="list-style-type: none"> 1. 焊接夹具变形，两夹头不同心，或夹具刚度不够； 2. 两钢筋安装不正； 3. 钢筋接合端面倾斜； 4. 钢筋未夹紧进行焊接 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 检查夹具，及时修理或更换； 2. 重新安装夹紧； 3. 切平钢筋端面； 4. 夹紧钢筋再焊
弯折	<ol style="list-style-type: none"> 1. 焊接夹具变形，两夹头不同心； 2. 平焊时，钢筋自由端过长； 3. 焊接夹具拆卸过早 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 检验夹具，及时修理或更换； 2. 缩短钢筋自由端长度； 3. 熄火后半分钟再拆夹具
镦粗直径不够	<ol style="list-style-type: none"> 1. 焊接夹具动夹头有效行程不够； 2. 顶压油缸有效行程不够； 3. 加热温度不够； 4. 压力不够 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 检查夹具和顶压油缸，及时更换； 2. 采用适宜的加热温度及压力
镦粗长度不够	<ol style="list-style-type: none"> 1. 加热幅度不够宽； 2. 顶压力过大过急 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 增大加热幅度； 2. 加压时应平稳
钢筋表面严重烧伤	<ol style="list-style-type: none"> 1. 火焰功率过大； 2. 加热时间过长； 3. 加热器摆动不匀 	调整加热火焰，正确掌握操作方法
未焊合	<ol style="list-style-type: none"> 1. 加热温度不够或热量分布不均； 2. 顶压力过小； 3. 接合端面不洁； 4. 端面氧化； 5. 中途灭火或火焰不当 	合理选择焊接参数，正确掌握操作方法

4.8 预埋件钢筋埋弧压力焊

4.8.1 本条文对埋弧压力焊的设备作出一些规定，要求可靠、耐用。

4.8.2 埋弧压力焊工艺的技术关键，在于正确掌握焊接的各个过程，本条文对此作了规定。

4.8.3 当采用 500 型焊接变压器时，焊接参数见表 12，可改善接头成形，使四周焊包更加均匀。

表 12 埋弧压力焊焊接参数

钢筋牌号	钢筋直径 (mm)	引弧提升高度 (mm)	电弧电压 (V)	焊接电流 (A)	焊接通电时间 (s)
HPB300	6	2.5	30~35	400~450	2
	8	2.5	30~35	500~600	3
	10	2.5	30~35	500~650	5
HRB335	12	3.0	30~35	500~650	8
HRBF335	14	3.5	30~35	500~650	15
HRB400	16	3.5	30~40	500~650	22
HRBF400	18	3.5	30~40	500~650	30
	20	3.5	30~40	500~650	33
	22	4.0	30~40	500~650	36

有的施工单位已有 1000 型焊接变压器，可采用大电流、短时间的强参数焊接法，以提高劳动生产率。例如：焊接 $\phi 10\text{mm}$ 钢筋时，采用焊接电流 550A~650A，焊接通电时间 4s；焊接 $\phi 16\text{mm}$ 钢筋时，650A~800A，11s，焊接 $\phi 25\text{mm}$ 钢筋时，650A~800A，23s。

4.8.5 预埋件钢筋埋弧压力焊焊接缺陷及消除措施见表 13。

表 13 预埋件钢筋埋弧压力焊焊接缺陷及消除措施

焊接缺陷	消除措施
钢筋咬边	1. 减小焊接电流或缩短焊接时间； 2. 增大压力量
气 孔	1. 烘焙焊剂； 2. 清除钢板和钢筋上的铁锈、油污；
夹 渣	1. 清除焊剂中熔渣等杂物； 2. 避免过早切断焊接电流； 3. 加快顶压速度
未 焊 合	1. 增大焊接电流，增加焊接通电时间； 2. 适当加大压力
焊包不均匀	7. 保证焊接地线的接触良好； 8. 使焊接处对称导电
钢板焊穿	1. 减小焊接电流或减少焊接通电时间； 2. 避免钢板局部悬空
钢筋淬硬脆断	1. 减小焊接电流，延长焊接时间； 2. 检查钢筋化学成分
钢板凹陷	1. 减小焊接电流、延长焊接时间； 2. 减小顶压力，减小压入量

4.9 预埋件钢筋埋弧螺柱焊

4.9.1 预埋件钢筋埋弧螺柱焊的特点,是强电流、短时间,它主要依靠埋弧螺柱焊机和焊枪来实施。

4.9.2 埋弧螺柱焊机一般采用晶闸管整流器供电,为了使焊接过程稳定,要求电源为直流、下降特性,钢筋接电源的负极(正接极性);负载持续率一般为3%~10%,空载电压在70~100V之间,电源最大焊接电流可达3000A。焊接通电时间为100~2000ms。

4.9.3 焊枪控制着“开-接通电源”,是进行焊接操作的重要部件。钢筋伸出量和提升量均在焊枪调节。在生产中。如果出现不稳定现象,应检查焊枪调节件是否牢固,运动件是否灵活。

4.9.4 焊接参数说明如下:

1 焊接参数具体数值可根据焊机使用说明书提供的参数,经试焊后修正确定。

2 确保引弧成功是焊接操作中的关键,要注意做好各项准备工作。焊接参数中焊接电流和焊接通电时间由焊机精确控制,如出现不稳定情况,由焊机供应厂派人检修;或者由经培训的维修人员维修。

总体上看，修订后的条文规定，其对焊接接头的质量要求，比原来有所提高。

本条文为强制性条文，应严格执行。

5.1.10 弯曲试验可在万能试验机、手动或电动液压弯曲试验器上进行；根据焊接接头实际情况，可将试件受压面金属主刺、镢粗部分消除、或保留。

本条文为强制性条文，必须严格执行。

5.2 钢筋焊接骨架和焊接网

5.2.1 本条文规定了焊接骨架和焊网质量检验与验收时的批量、每批抽取试件数、模拟焊接试验网片、剪切试件和拉伸试件的尺寸等，十分重要。

5.2.4 抗剪试验夹具见图 12；该图系摘自国家标准《钢筋混凝土用钢筋焊接网》GB/T 1499.3-2002。

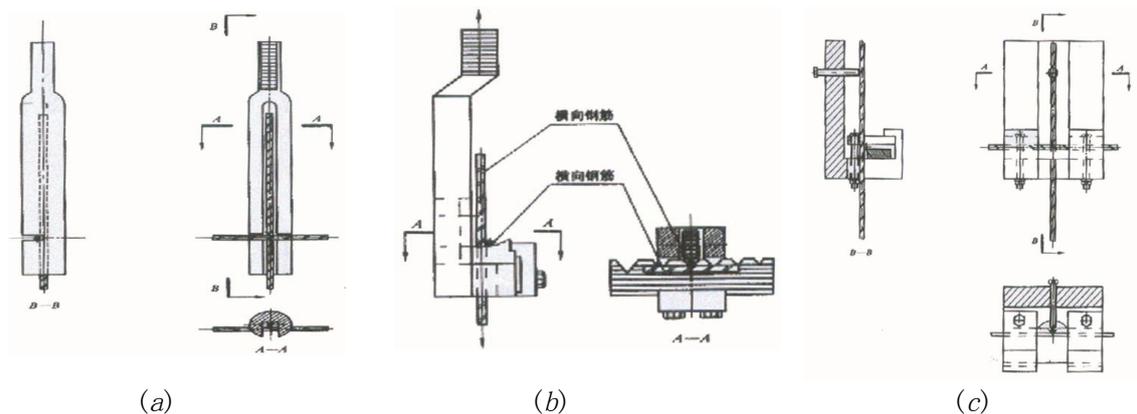


图 12 焊点抗剪试验夹具示意图

5.3 钢筋闪光对焊接头

5.3.1 闪光对焊是一种高生产率的焊接方法，每个班每一焊工所焊接的接头数量都超过 100 个，甚至超过 200 个，故每批的接头数量为 300 个。如果同一台班的焊接接头数量较少，而又连续生产时，可以累计计算。一周内不足 300 个，亦按一批计算；超过 300 个时，按两批计算。

5.3.2 接头处的弯折对接头性能带来不利影响。一个弯折的闪光对焊接头，在承受外力后，

在焊缝区必然产生应力分布不均，在一侧，提前达到屈服，甚至产生裂纹，故规定为 ≤ 3 。

5.4 箍筋闪光对焊接头

5.4.1 箍筋闪光对焊接头的检验说明如下：

- 1 焊工及焊工之间在生产过程中，必须自检、互检，剔出有问题的对焊箍筋；
- 2 施工、监理单位质量检查人员，应按本规程规定进行箍筋闪光对焊接头外观检查和接头力学性能检验，对合格的箍筋闪光对焊接头进行验收。

5.4.2 箍筋闪光对焊接头所在边顺直度，以对焊箍筋两角点为起点和终点，拉直线或用钢板直尺检查，其任意方向的凹凸不得大于 5mm。

当任一项目合格率小于 90%时，应对该批对焊箍筋的这一项目进行全部复验，并剔出不合格品，采取返工或焊补措施后，可提交二次验收。

5.5 钢筋电弧焊接头

5.5.2 本条文规定了钢筋电弧焊接头外观检查的质量要求。裂纹是不允许的；咬过深度、气孔、夹渣列表表示，其中，焊缝宽度，只允许有正偏差，以确保接头强度。

焊缝余高规定为 2mm~4mm，这就是，应该有一些余高，但不允许有过大的焊缝余高。

5.6 钢筋电渣压力焊接头

5.6.1 钢筋电渣压力焊接头应进行外观质量检查和力学性能检验，以 300 个同牌号钢筋焊接接头作为一批。不足 300 个时，仍作为一批。

5.6.2 本条文提出了钢筋电渣压力焊接头外观检查时的质量要求，应认真执行。规定四周焊包凸出钢筋表面的高度，当钢筋直径小于等于 25mm 时，不小于 4mm；当钢筋直径大于等于 28mm 时，不小于 6mm，这表明，上下钢筋四周已经熔合。

5.8 钢筋气压焊接头

5.7.1 明确规定以 300 个同牌号钢筋接头作为一批。

5.7.2 本条文规定对钢筋熔态气压焊接头的镦粗直径与固态气压焊接头相比，稍有不同。

接头轴线偏移加热矫正示意图见图 13。

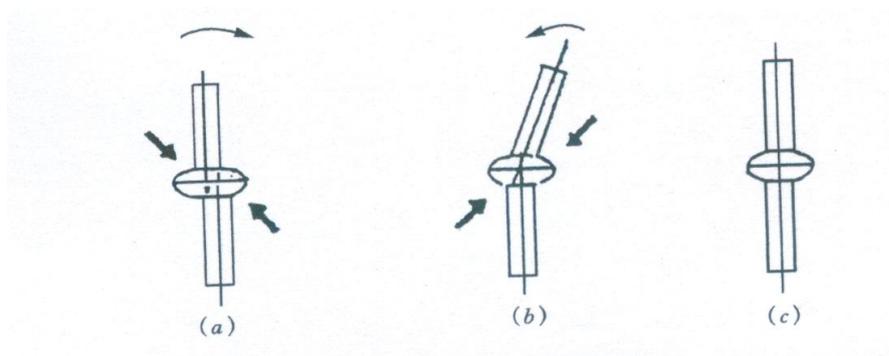


图 13 接头轴线偏移加热矫正示意图

(a) 第一次加热扳移；(b) 第 2 次加热扳正；(c) 已矫正

粗箭线为火焰加热方向；细箭线为用力扳移方向

5.8 预埋件钢筋 T 形接头

5.8.1 预埋件不仅起着预制构件之间的联系作用，还借助它传递应力。焊点是否牢固可靠，对于结构物的安全度将产生影响。本条文对外观检查的抽查数量作了具体规定。

5.8.2 预埋件钢筋 T 形接头拉伸试验时，应采用专用夹具。

5.8.4 考虑到预埋件的实际情况，允许将外观不合格接头经焊补后，提交二次验收。

5.8.5 接头的强度要求和扳弯试验说明如下：

1 国家标准 GB 1499.1 和 GB 1499.2 中钢筋牌号、强度等已调整，因此对预埋件钢筋 T 形接头拉伸试验结果也作相应调整。

2 在预埋件生产中，有的单位将钢筋扳弯 30° 后，观察接头区是否出现裂纹，作为企业对 T 形接头质量检验的一种自检方法，供参考。

6 焊工考试

6.0.1 钢筋焊接质量直接关系到整个工程的质量，而焊接质量在很大程度上又决定于焊工的操作技能。因此，培训和考试焊工十分必要，亦为正确指派工作提供依据。

焊工考试可以根据工程需要，在焊工进行培训的基础上来进行。

6.0.2 明确规定焊工考试应由经市或市级以上建设行政主管部门审查批准的单位负责进行；目的是提高培训质量，完善考试发证制度。

6.0.3 明确经理论知识考试合格的焊工才能参加操作技能考试。

6.0.4 本条文中规定了理论知识考试的范围，考试单位应根据焊工申报参加的焊接方法，对应出题。

6.0.5 本条文强调焊工考试用和材料必须是符合国家现行标准的合格材料，否则考试会失去意义。考试用的设备，应根据各单位的具体情况确定。所有材料，焊接设备，考试场地均由考试单位负责提供。

6.0.6 在焊工操作技能考试中，表 6.0.6 所列各种焊接方法中规定的钢筋牌号及其直径，仅提供了一个大概范围，各单位可视具体情况而定。一般来说，钢筋牌号高、直径大的钢筋进行闪光对焊、电弧焊、电渣压力焊、气压焊考试合格者，焊接牌号低、直径小的钢筋，就基本没有什么问题；但是直径太小的，也不易焊。

焊工操作技能考试的评定标准与原规程比较修改如下：

1. 增加了冷轧带肋钢筋、HPB300 钢筋电阻点焊试件的考试和评定标准，增加了 HRB500 钢筋各种焊接方法的考试，增加了细晶粒钢筋焊接考试；增加了预埋件钢筋埋弧螺柱焊的考试项目。
2. 钢筋焊接考试评定标准略高于质量验收标准。这系基于以下两点考虑：（1）焊工考试时，客观条件比较优越；（2）在考试时能达到高标准质量要求，那么在生产实际中就会达到质量验收标准的要求，目的是把好焊工考试关，提高焊工操作技能。

6.0.7 本条文规定的目的是，给临场失误的焊工多一次考试机会。

6.0.8 持有合格证的焊工若在焊接生产中三个月内出现二批不合格品时，表明该焊工操作技能有问题；为了确保工程质量，取消其合格资格，是必要的。

6.0.9 本条文规定需要进行复试的二种情况，其作用是，经常掌握焊工的操作技能水平。

6.0.10 “钢筋焊工考试结果登记表”式样见表。

6.0.11 制订本条文目的是通过抽查验证，使焊工考试制度得到更好贯彻执行，克服有证无证一个样弊端，在施工中提高焊接质量。

7 焊接安全

7.0.1 安全管理人员应负责核查焊接作业人员所要求的资格；将焊接可能引起的安全事故告知操作人员。建立必要的安全措施、操作规则和预防措施。保证使用合格的设备；保证各类防护用品的合理使用；在现场配置防火、灭火设备，指派火灾警戒人员。

7.0.3 焊接作业场会产生烟尘、气体、弧光、火花、电击、热、辐射及噪声，故应设警告标志。

7.0.4 特殊环境指：室外的雨雪中；温度、湿度、气压超出正常范围或具有腐蚀、爆炸危险的环境。

7.0.5 易燃物品指：有机灰尘、木材、木屑、棉纱棉丝、干垫干草、各种石油产品、油漆、可燃保温材料等。

7.0.6 焊机的熔断器和漏电保护开关的容量，焊机电源线规格，焊机保护接地线规格，必须按焊接设备使用说明书要求配置和安装。万一有人触电，要迅速切断电源，并及时抢救。

7.0.7 本条文强调：①管线、电缆应完好；②连接牢固；③管线、电缆不得挪作他用。

7.0.8 封闭空间指桩、坑、箱体内等，这时通风条件恶劣，专人监护以防发生意外事故。

7.0.9 本条规定十分重要，由上方坠落火星引发火灾事故，时有发生，应吸取教训。

7.1.10 关于气瓶应用说明如下：

1. 用于氧气的气瓶、设备、管线或仪器严禁用于其他气体。
2. 有缺陷的气瓶或瓶阀应做标识，送专业部门修理，经检验合格后方可重新使用。