

J(学) 0071

钢筋焊接及验收规程 培训班讲义

本手册中引用的标准、规范仅作“参考资料”使用，如需采用，必须以现行有效版本的标准、规范为准。

院总工程师办公室 1997.10



1985 北 京

第 1.30

钢筋焊接及验收规程

培训班讲义

陕西省建筑科学研究所

一九八五年三月

前 言

为了推广钢筋焊接新技术、新工艺、提高钢筋焊接的劳动生产力和焊工的技术水平，配合城乡建设环境保护部批准的《钢筋焊接及验收规程》(JGJ18—84)的颁发使用，特编写这本《培训班讲义》。本讲义可作为建筑工程中广大钢筋焊工培训之用，也可作为从事钢筋焊接生产和管理的技术人员参考。

本讲义的内容主要根据国家有关规程、标准、钢筋焊接试验研究报告和文献资料、高等院校的焊接教科书和已经出版的几本焊工培训教材（详见本讲义的参考文献）编写而成。为此，对所有引用资料的作者表示衷心的感谢！

由于时间匆促，水平有限，讲义中错漏之处，在所难免，敬请广大读者批评指正。意见请寄陕西省建筑科学研究所。

本讲义由《钢筋焊接及验收规程》修订组吴成材等同志编写，城乡建设部科技局规范处马宏大同志审校定稿。

一九八五年三月

目 录

第一章 绪 论	(1)
第一节 钢筋焊接技术的发展	(1)
第二节 钢筋焊接的特点	(2)
第三节 钢筋焊接的优越性和提高 焊接质量的重要性.....	(6)
第二章 钢 筋	(9)
第一节 钢筋的品种	(9)
一、钢材的分类.....	(9)
二、钢号表示方法.....	(10)
三、热轧钢筋的级别.....	(10)
第二节 钢筋的化学成分和焊接性能	(12)
一、钢筋的化学成分分类.....	(12)
二、合金元素的影响.....	(12)
三、钢筋的化学成分.....	(13)
四、钢筋的焊接性能.....	(13)
第三节 钢筋的机械性能	(16)
一、钢材机械性能试验的要求.....	(16)
二、钢筋的机械性能.....	(20)
第四节 钢筋的组织	(20)
一、合金的组织.....	(20)
二、钢材的显微组织.....	(23)
三、钢筋的显微组织举例.....	(29)

第五节	钢的状态图	(30)
第六节	钢的热处理	(33)
一、	淬 火	(36)
二、	回 火	(36)
三、	调 质	(36)
四、	正 火	(36)
五、	退 火	(37)
第三章	电的基本知识	(38)
第一节	电流及其性质	(38)
一、	物质的构成	(38)
二、	电流、电压、电阻	(38)
第二节	电 路	(40)
第三节	电流的热效应及电功率	(40)
第四节	磁、电磁及磁场	(41)
第五节	电磁感应、互感应与自感应	(44)
第六节	电感和电容	(44)
第七节	交流电路	(45)
第四章	焊接材料	(47)
第一节	焊 条	(47)
一、	焊条的组成材料及其作用	(47)
二、	焊条分类	(49)
三、	焊条的选用	(52)
四、	焊条的保管和使用	(53)
五、	焊条的质量检验	(53)
第二节	焊 剂	(56)
一、	焊剂的作用	(56)
二、	焊剂的分类和牌号编制方法	(57)

三、几种常用焊剂	(58)
第五章 钢筋的电阻点焊	(60)
第一节 点焊机	(60)
一、点焊机的要求	(60)
二、点焊机的构造	(60)
第二节 电阻点焊工艺	(63)
一、电阻点焊的电阻	(63)
二、电阻点焊的主要阶段	(64)
三、焊点的要求	(65)
四、点焊规范参数	(66)
五、表面准备与分流	(69)
六、钢筋多点焊	(70)
七、钢筋焊点缺陷及防止措施	(70)
第三节 双钢筋自动交叉平焊	(70)
一、自动平焊机的构造及原理	(70)
二、焊接工艺	(72)
第六章 钢筋的闪光对焊	(74)
第一节 对焊机	(74)
一、对焊机的要求	(74)
二、对焊机的构造	(74)
第二节 闪光对焊工艺	(79)
一、闪光对焊的三种工艺方法	(79)
二、闪光阶段	(81)
三、顶锻阶段	(83)
四、预热的作用	(84)
五、焊接工艺参数的选择	(84)
六、Ⅱ、Ⅳ级钢筋的闪光对焊	(88)

七、半自动对焊和自动对焊.....	(89)
八、钢筋对焊接头缺陷及防止措施.....	(89)
第七章 钢筋的手工电弧焊.....	(91)
第一节 手弧焊设备.....	(91)
一、对焊接电源的要求.....	(91)
二、直流手弧焊发电机.....	(92)
三、交流手弧焊变压器.....	(96)
四、手弧焊整流器.....	(100)
五、电弧焊机的维护和故障消除.....	(104)
六、手弧焊工具.....	(108)
第二节 手工电弧焊工艺.....	(109)
一、焊接电弧.....	(109)
二、电弧的静特性.....	(110)
三、电弧的偏吹.....	(110)
四、焊接热循环.....	(111)
五、影响焊接热循环的因素.....	(112)
六、手工电弧焊操作技术.....	(114)
七、手工电弧焊规范参数.....	(116)
八、钢筋手工电弧焊的接头型式.....	(118)
第八章 竖向钢筋电渣压力焊.....	(126)
第一节 焊接设备.....	(126)
一、焊接电源.....	(126)
二、焊接机头.....	(127)
三、控制箱和操作箱.....	(127)
第二节 钢筋电渣压力焊工艺.....	(128)
一、钢筋电渣压力焊工艺过程.....	(128)
二、钢筋电渣压力焊规范参数.....	(132)

三、钢筋电渣压力焊接头的缺陷	
及防止措施	(132)
第九章 钢筋的熔池电渣焊、气压焊和热剂焊	(134)
第一节 钢筋熔池电渣焊	(134)
一、基本原理	(134)
二、焊接设备	(135)
三、焊接工艺	(135)
第二节 钢筋气压焊	(136)
一、基本原理	(136)
二、焊接设备	(136)
三、焊接工艺	(136)
第三节 钢筋热剂焊和钢筋套管热剂连接	(139)
一、基本原理	(139)
二、焊接设备	(139)
三、焊接工艺	(139)
第十章 预埋件钢筋埋弧压力焊	(142)
第一节 基本原理	(142)
第二节 焊接设备	(143)
一、焊接电源	(143)
二、手工埋弧压力焊机	(143)
三、自动埋弧压力焊机	(144)
第三节 焊接工艺	(145)
一、焊接操作工艺	(145)
二、焊接工艺参数	(146)
三、焊接缺陷及防止	(147)
第十一章 钢筋焊接接头的组织和性能	(148)
第一节 焊接接头的组成及其特点	(148)

第二节	焊缝的组织 and 性能	(149)
一、	焊接熔池的一次结晶组织	(149)
二、	焊缝金属二次结晶组织	(151)
三、	焊缝金属的组织与性能的关系	(151)
四、	焊缝金属中的气体及其影响	(153)
第三节	熔合区和热影响区的组织和性能	(155)
一、	熔合区的组织和性能	(155)
二、	热影响区的组织和性能	(156)
三、	钢筋焊接接头的金相组织	(159)
四、	钢筋焊接接头的硬度测定	(162)
第十二章	钢筋焊接变形和应力	(163)
第一节	焊接变形和应力的产生	(163)
一、	焊接过程的主要特征	(163)
二、	焊接变形和焊接应力的产生	(163)
第二节	钢筋焊接变形	(165)
第三节	钢筋焊接应力	(167)
第十三章	钢筋焊接质量检验和焊工考试	(169)
第一节	钢筋焊接质量检验方法的分类	(169)
第二节	钢筋焊接质量的特种检验	(171)
一、	焊接性试验	(171)
二、	冲击韧性试验	(171)
三、	疲劳试验	(171)
四、	硬度试验	(172)
五、	金相检验	(172)
六、	超声波探伤	(172)
七、	γ 射线探伤	(173)
八、	焊缝的化学分析	(173)

第三节	钢筋焊工考试·····	(173)
一、	基础知识考试·····	(173)
二、	操作技能考试·····	(174)
第十四章	钢筋焊接安全技术·····	(176)
第一节	预防触电·····	(176)
第二节	防止烧伤和中毒·····	(177)
第三节	防止火灾·····	(177)
第四节	防止烧坏机器·····	(177)

主要参考文献

第一章 绪 论

钢筋焊接是钢筋混凝土结构建造中重要的施工技术之一，随着国民经济的迅速发展，各式各样的钢筋混凝土建筑物和构筑物的工程量日益增长。因此，加强对钢筋焊接技术的试验研究，引进推广先进的、行之有效的钢筋焊接新技术、新工艺、新设备，加强焊工的技术培训……等等，对于提高工效，节约钢材，降低成本，确保工程质量，具有十分重要的意义。

第一节 钢筋焊接技术的发展

在国外，早在四十年代，就开始采用钢筋焊接技术。之后，钢筋焊接工艺方法日益增多，使用范围更加普遍，但是各国情况有很大不同。到目前为止，美国主要采用钢筋电弧焊、钢筋热剂焊和套管热剂连接法；苏联采用钢筋电阻点焊、闪光对焊、电弧焊、埋弧压力焊、电渣焊；西德采用电弧焊；日本采用气压焊……等等，这些国家都制订了有关的钢筋焊接规范、规程。

在我国，早在五十年代中期，就开始推广采用钢筋焊接技术，主要是钢筋的电阻点焊、闪光对焊、电弧焊。与此同时，对钢筋焊接的设备、工艺，以及接头的各项机械性能开始进行试验研究。1958年，原建筑工程部在兰州召开全国的“钢筋三冷二焊”会议，对于各地区全面推广钢筋电阻点焊、闪光对焊起了重要的作用。

到六十年代中期，我国钢筋焊接技术取得很大的发展，通过科学研究和生产实践，在钢筋点焊工艺和焊点抗剪强度、钢筋多点焊机的研制、高强钢筋的闪光对焊、对焊接头冷弯试

验、装配式框架结构安装中钢筋熔池焊和坡口电弧焊的试验和应用、光圆钢筋电弧焊接头的超声波探伤、钢筋对焊接头的疲劳性能和抗爆拉性能试验研究、预埋件钢筋与钢板手工埋弧压力焊、竖向钢筋手工电渣压力焊的试验试用……等等，均取得十分显著的成绩。与此同时，举办焊工培训班和在全国范围内的巡回传授；特别是1965年12月，经原建筑工程部批准颁发我国《钢筋焊接操作及验收规程》(BJG18—65)，并在全中国试行，使我国的钢筋焊接技术发展到目前的广度和深度。

1978年以来，在全国广大钢筋焊接工作者的努力下，钢筋焊接技术又有新的发展：竖向钢筋自动电渣压力焊机、预埋件钢筋与钢板自动埋弧压力焊机、双钢筋自动焊机、钢筋气压焊机等的研制成功和推广应用，钢筋热剂焊和套管热剂连接法的试验试用，钢筋的低温闪光对焊和低温电弧焊的试验研究……等等，使我国钢筋焊接技术发展到一个新的水平。不久前，经城乡建设环境保护部批准，《钢筋焊接及验收规程》(JGJ18—84)已经颁发使用。毫无疑问，它将为推动我国钢筋焊接的继续发展和扩大应用起到积极作用。

第二节 钢筋焊接的特点

钢筋混凝土结构是建筑工程中应用最广泛的结构形式之一，钢筋焊接接头是钢筋混凝土结构中重要组成部分。钢筋焊接的主要特点如下：

一、钢筋材料

钢筋是棒(条)状材料，从横断面看，有圆的，也有椭圆形的；从外表看，有光圆的、也有带螺纹的、竹节的；从直径看，最小为 $\varnothing 4$ 毫米，最大为 $\varnothing 40$ 毫米；从材质状态看，多数是热轧的，也有冷拔的；从钢筋等级来分，从Ⅰ级到Ⅳ级，Ⅰ

级钢筋的抗拉强度值最低为3800公斤/厘米²，Ⅳ级钢筋的抗拉强度值达到8500公斤/厘米²以上；从化学成分看，有碳素钢，也有普通低合金钢；有些钢筋碳当量较低，焊接性良好，有些钢筋碳当量高达0.75%，焊接性较差。

在钢筋焊接生产之前，了解和掌握钢筋材料的品种、成分和性能，是十分必要的。

二、焊接接头类型

在钢筋焊接生产中，有钢筋与钢筋的连接，也有钢筋与钢板连接。

1. 钢筋与钢筋的连接

(1) 钢筋纵向连接

钢筋的纵向连接可以采用多种焊接方法，包括：闪光对焊、电弧焊、电渣压力焊、气压焊、电渣焊、热剂焊，以及套管热剂连接法等。见图1—1。

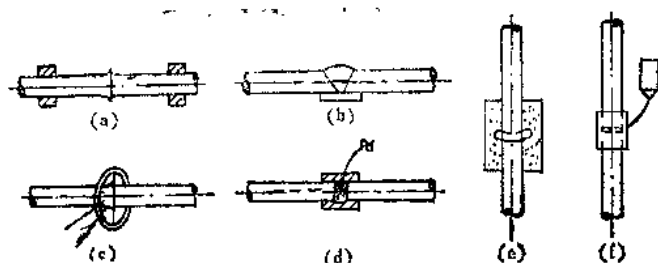


图1—1 钢筋的纵向连接

a—闪光焊，b—电弧焊，c—气压焊，d—电渣焊，

e—电渣压力焊，f—热剂焊。

(2) 钢筋交叉连接

钢筋的交叉连接一般均采用电阻点焊，工效高、质量好；对于Ⅰ级钢筋，需要时，还可采用电弧点焊，见图1—2。

在双钢筋的制造中,采用自动电阻平焊机焊接时,形成双钢筋平焊接头,见图1—3

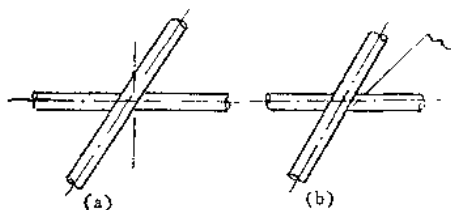


图1—2 钢筋的交叉连接

a—电阻点焊 b—电弧点焊

图1—3 双钢筋电阻平焊

2. 钢筋与钢板的连接

(1) 钢筋与钢板T形连接

钢筋与钢板的T形连接宜采用埋弧压力焊,也可采用手工电弧焊,见图1—4。

(2) 钢筋与钢板搭接连接

钢筋与钢板搭接连接,一般均采用手工电弧焊,见图1—5。

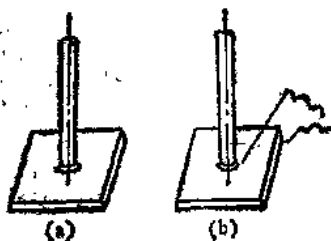


图1—4 钢筋与钢板T形连接

a—埋弧压力焊, b—手工电弧焊



图1—5 钢筋与钢板的搭接连接

对于同一类型的钢筋接头,采用不同的焊接工艺方法,将获得不同的接头形式。

在钢筋焊接生产中要根据具体条件,选用合适的焊接工艺

方法和规范参数。

上述可以采用的多种焊接工艺方法中，电阻点焊、闪光对焊、埋弧压力焊、电渣压力焊、双钢筋交叉平焊、气压焊等属于压焊范畴；电弧焊、电渣焊、热剂焊等属于熔焊范畴。

三、接头的受力状态和接头的性能要求

钢筋按照它在构件中的作用，可以分为：受拉钢筋、弯起钢筋、受压钢筋、分布钢筋、箍筋、架立钢筋……等等。对于焊接接头来说，在它处于不同的钢筋或不同部位中，则其受力状态也不同。

钢筋焊接接头的受力状态还决定于它处于什么样的结构或构件之中。这就是说，随着该结构或构件承受荷载的性质和条件的不同，钢筋焊接接头的受力状态不同，因而，对于该焊接接头的各项机械性能的要求也不同。

在一般情况下，要求钢筋焊接接头的抗拉力达到与母材相等；至少达到该钢筋规定级别的抗拉强度值。为了考虑地震荷载，希望接头在承受拉力荷载下呈塑性断裂，有一定的延性储备。所以，除了考虑断裂部位外，在可能条件下，接头还要进行冷弯试验。在一些比较特殊情况下，还要考虑接头的低温冲击韧性、疲劳性能和抗爆拉性能等。

在钢筋焊接网片和焊接骨架中，焊接接点主要承受剪力，因此规定了焊点的抗剪力指标。在冷拔钢丝焊接网片中，为了掌握焊点处高温对于冷拔强化的影响，还要进行焊点的拉伸试验。

在钢筋焊接生产中，一定要按照国家规范、规程中的规定，进行接头的各项性能试验和质量检验，以确保工程质量。

四、焊接生产条件

钢筋焊接生产的环境和条件有很大差异，大概可分成两

类。

1. 工厂生产

在混凝土构件厂（预制厂）的钢筋加工车间内进行焊接生产时，例如：钢筋闪光对焊、电阻点焊、预埋件埋弧压力焊、电弧焊……等等。这种焊接生产环境和条件比较好，电源电压比较稳定，设备固定，容易维护修理，不受雨、雪、低温和大风的影响，焊接接头质量容易得到保证，生产效率也较高。

2. 现场生产

在建筑施工现场进行钢筋焊接生产时，例如：钢筋的闪光对焊，往往在简陋的工棚内；钢筋的电弧焊、电渣压力焊就在现场，边吊装、边焊接。特别是高空安装焊接时，焊接设备来回挪动，电源电压不够稳定，遇到立焊、横焊和仰焊的机会较多，操作不便，还经常受到雨、雪、低温和大风的影响，生产条件比较艰苦。

在钢筋焊接生产中，要尽可能改善生产环境和条件，加强技术措施，注意安全生产。

第三节 钢筋焊接的优越性和提高焊接质量的重要性

在钢筋工程中，采用钢筋焊接技术代替钢筋绑扎，具有很大的优越性：可以提高工效，加快施工进度，提高接头质量，节约钢材，降低成本。

图1—6所示，为一栋正在施工的十一层钢筋混凝土框架结构，建筑面积共10200平方米。三层以下的柱子钢筋主要为 $\varnothing 32$ 毫米的Ⅱ级钢筋。四层至七层为 $\varnothing 28$ 毫米和 $\varnothing 25$ 毫米钢筋，八层以上为 $\varnothing 25$ 毫米和 $\varnothing 22$ 毫米钢筋。每层楼有钢筋接头672个，合计7392个。原设计采用钢筋双面搭接电弧焊，搭接长度为5倍钢筋直径。仅搭接部分的钢筋，就需白白耗费6吨。以后改

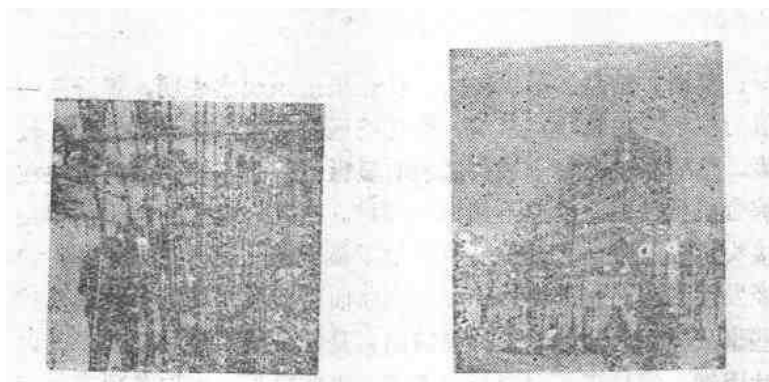
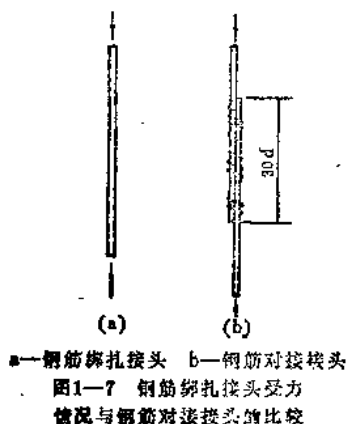


图1—3 正在施工的钢筋混凝土框架结构

用竖向钢筋自动电渣压力焊，每台班可焊接头80个，最多达100余个，效率高，因熔化而耗费掉的钢筋仅1吨左右。提高工效五倍，节省了焊条，这样既降低了成本，又节约了钢材，经济效益十分显著。

从接头的受力性能来看，搭接焊的接头，在承受荷载的条件下，偏心受拉（压），会产生扭矩。如果采用闪光对焊、电渣压力焊、气压焊等焊接方法连接时，可使钢筋接头轴心受拉，接头区域内应力传递均匀，见图1—7。



在钢筋网片和骨架的制作中采用焊接代替绑扎，不仅大大提高劳动生产率，并且提高钢筋构件的整体性，提高钢筋的设计强度，从而节约钢材，降低成本。

在钢筋混凝土结构中，钢筋一般均承受拉力，是结构中十分重要的元件。钢筋在焊接过程，局部受热至高温，达到熔化状态，有时还加以锻压力，然后冷