

設備安裝工人技術教材

焊 接

建筑工程部劳动工資司审定

建 筑 工 程 出 版 社



写在前面

随着我国社会主义建设事业的飞跃发展，各项建设的规模日益扩大，相应的设备安装技术也越来越复杂和精密。因此，建筑业各方面，尤其是设备安装方面，迫切需要培养大批技术工人。

为了配合安装技工的培训工作，我们共同组织了浙江省工业设备安装公司、建筑工程部第二工程局工业设备安装公司和山东省工业设备安装公司等单位，统一编成一套安装工技术教材，计有安装钳工、设备起重、焊接、配管、铆接、电气安装、筑炉、通风……等。

这套教材的编写是本着理论知识与操作技术相结合、基本技术和先进经验相结合的精神，文字力求通俗，内容安排循序渐进，对象是高小毕业的学徒工和低级技工，适合于培训讲课之用，同时也可以作为安装技工的自修读物。

编写单位在较短的时间内，抽调了相当多的人力，参考了必要的资料，编成这套教材，为各地培训工作提供了有利的条件，我们表示感谢。但由于大家编写经验不多，所参考的资料也并非都很理想，因而各册之中难免有或多或少的缺点。希望采用单位及应用同志，在教学或阅读当中，提出意见，以便修订改进。

建筑工程部劳动工资司

建筑工程出版社

1960年1月

目 录

第一章 概論	(1)
第一节 什么是焊接	(1)
第二节 电弧焊的发明和发展	(1)
第三节 焊接的应用	(2)
第四节 焊接方法的分类	(4)
第二章 电工学的基本知識	(5)
第一节 电的基本知識	(5)
第二节 电流、电阻和电压的关系	(8)
第三节 电路	(9)
第四节 直流和交流	(11)
第五节 电流的作用	(12)
第六节 电磁感应	(14)
第三章 焊接电弧	(17)
第一节 电弧的发生	(17)
第二节 电弧的特性	(18)
第三节 电弧的电源	(19)
第四章 电焊机和其它工具	(20)
第一节 电焊机	(20)
第二节 工具和附屬用品	(21)
第五章 金屬的基本知識	(20)
第一节 金屬的性能	(31)
第二节 常用金屬和合金	(32)
第三节 鋼的分类	(33)
第四节 鋼的热处理	(31)
第六章 焊条	(35)
第一节 鋼焊条的分类	(35)

第二节	焊条的組成	(36)
第三节	焊条的特性	(37)
第七章	手工电弧焊焊接工艺	(39)
第一节	基本操作知識	(39)
第二节	焊接变形和防止方法	(52)
第三节	快速焊法	(56)
第八章	各种金屬和合金的焊接	(59)
第一节	黑色金屬的电弧焊接	(59)
第二节	有色金屬的电弧焊接	(61)
第九章	焊接接头的質量	(63)
第一节	外部缺陷	(63)
第二节	内部缺陷	(64)
第十章	气焊的一般知識	(67)
第一节	氧炔焰焊接的发展和應用	(67)
第二节	焊枪	(67)
第三节	氧气	(69)
第四节	乙炔和乙炔发生器	(72)
第五节	气焊火焰	(74)
第十一章	气焊的焊接工艺	(75)
第一节	焊枪的点火和灭火	(75)
第二节	焊枪的使用	(75)
第三节	填充用金屬絲和熔剂	(77)
第四节	气焊的接头形式	(78)
第五节	各种金屬和合金的气焊	(78)
第十二章	安全技术	(81)
第一节	一般要求	(81)
第二节	电焊方面	(81)
第三节	气焊方面	(82)

第一章 概 論

第一节 什么是焊接

一、焊接定义

利用热或热和压力，把两片或两片以上的金属接合起来的方法就叫焊接。

二、电焊定义

利用电能作热源，把几片金属接合起来的方法叫电焊。

第二节 电弧焊的发明和发展

一、电弧焊接的发明

金属的焊接是伟大俄罗斯的发明，俄罗斯的科学家和工程师彼得洛夫、貝納多斯和斯拉維亞諾夫，是发明电弧并采用它作焊接的創始人。

彼得洛夫是俄罗斯第一个电机工程师兼教授，他在1802年用电池組进行实验时，发现了电弧和它的熔化现象。

发明家貝納多斯在1882年，曾用电弧来連接金属和切割金属。

工程师斯拉維亞諾夫从1888年开始研究金属板的焊接，到1891年他制造成功了世界上第一台电焊发电机，用在电焊工作上。

二、电焊的发展

虽然电焊是俄国的伟大发明，但是在沙皇统治时代，电焊事业的发展是很慢的。经过一个世纪的时间，全俄国也只有十套



焊接設備。在同一个时期，各資本主义国家在焊接方面也沒有多大发展。直到十月革命成功后，焊接才在金屬結構方面得到越来越广泛的应用。苏联在世界上第一次开始采用焊接来制造重要金屬結構。

在十月社会主义革命胜利以后，电焊在苏联得到了更快的发展。特别是第一个五年计划时期。現在，电焊已能焊接各种金屬和合金。苏联的焊接事业走在世界的最前列。

在我国，开始应用焊接的时间虽然也不是太晚，但是在解放前它的发展是非常慢的。只是在解放以后，随着大规模经济建设的发展，焊接的应用才越来越广。目前，在汽車制造、船舶制造、冶炼设备制造和建筑安装工程等方面，都大量地采用了焊接。由于党的重視和不断学习苏联先进經驗，以及电焊工作者的积极努力，几年来，我国在焊接操作方面，有着飞快的进步。几年以前，我們就已經能够制造各种接触电焊机、自动和半自动化的現代焊接設備；目前，我們已經能制造技术較复杂的电渣焊和摩擦焊机等。我們的焊接事业在党的领导下，正向着更高的水平发展。

第三节 焊接的应用

一、应用的广泛性

电弧焊接技术的发明虽晚，但应用很广，在金屬加工过程中占有重要地位。如：厂房的鋼結構（屋架和柱子）、水电站、船舶、鍋爐、起重机械、汽車、飞机、坦克、机車、車輛、农业机械、桥梁、石油冶炼設備、冶金工厂及建筑安装等，都离不开焊接。焊接是能够造成金屬牢固連接的最好方法。

由此可以知道，焊接在国民經济的发展中，是一个重要的部分，它对工业的发展，有着直接的影响。

二、焊接的优点

焊接在金屬加工和各工业部門所以被广泛采用，是因它有下

面这些优点:

1. 节约原材料:

和铆接结构比较, 焊接可以节省许多连接元件(如铆钉、角铁和连接搭板等)和搭边, 所以能节省大量金属, 并使结构减轻(和铆接比减轻20%)。焊接和铸造比较, 节省的金属更多, 减轻的重量更大(可减轻40~50%)。图1是铆接接头。

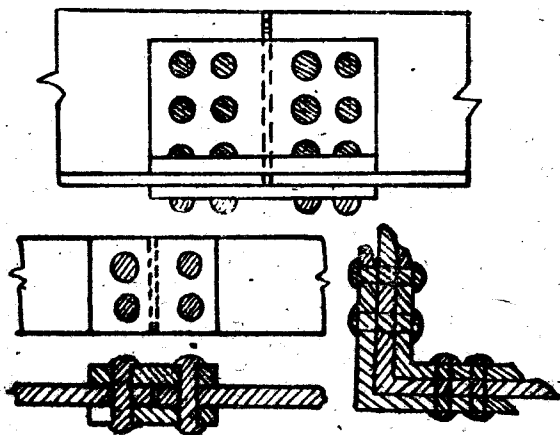


图1 铆接接头

2. 能提高劳动生产率:

用焊接代替铆接, 可减少许多准备工作和加工工序(如划线、钻孔、铰孔、铆接和鉚缝等)。焊接和铸造相比, 不需造型、浇注、出砂、清理等工作。因此, 更能缩短生产时间。

3. 能制出更理想的金属结构:

利用焊接制成的金属结构(如车辆、轮船、桥梁等), 外形美观, 构造合理能满足多方面要求。有一些新型结构, 如提炼石油设备的容器(壁厚100~120毫米, 内镶不锈钢), 以及制造高达1000个大气压或更高压力的设备, 在目前只有用焊接方法, 才能很好的完成。

4. 焊接设备费用低:

制造焊接结构时，所需的机械設備，要比鉚接和其他金屬連接方法少得多。焊接不需复杂的鑽孔、压鍛和别的昂貴的設備；焊接的設備比較便宜，并且使用簡單。

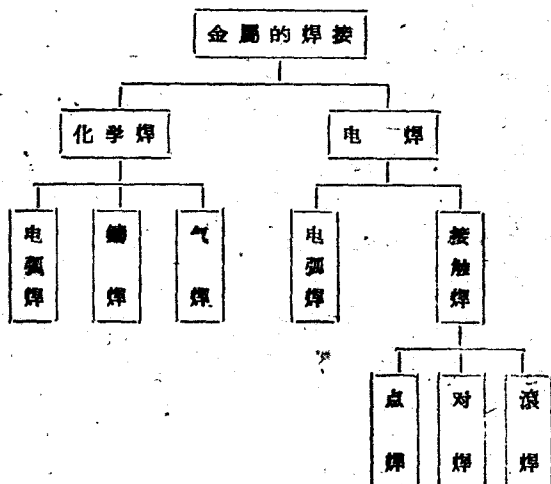
除了上面所講的一些优点外，焊接还具有不发噪音、能减少碎料等优点，同时还能使結構簡化，改善工人劳动条件等。

三、焊接在建筑中的应用

随着建筑工业往工厂化、机械化方向的发展，焊接已經成了建筑中一个重要的专业。許多建筑結構几乎完全要用焊接的方法来完成。如各种建筑物的鋼結構、工业管道、水道、油管、高爐外壳、煤气罐、各种承受压力的容器等等，无一不是要靠焊接来完成的。另外，如各种鋼筋的连接，也广泛采用了焊接方法。

第四节 焊接方法的分类

現代的焊接方法很多，主要焊接方法的分类象表 1 那样，其中，安装电焊工目前最常用的是电弧焊和气焊两类。所以我們在后面講的主要就是这两种。



这种分类的方法主要是根据焊接时加热的方法定出来的。譬如，电弧焊加热的能源是电，就属于电焊类；气焊的加热是靠化学作用，所以就属于化学焊。

思 考 题

1. 什么叫焊接？焊接有哪些优点？
2. 建筑中有哪些方面应用焊接？
3. 主要的焊接方法有哪些？

第二章 电工学的基本知識

前面講过，电焊的能源就是电，因此电焊工作是离不开电的，所以每个电焊工都必须熟悉有关电的基本知識，只有这样才能順利地使用电焊設備，做好电焊工作。

第一节 电的基本知識

一、什么是电

世界上有很多的东西，这些东西有的大得象山，有的小得象一滴水，但是如果把它们分开再分开，一直分到不能再分的最小的顆粒，而又沒失掉原有的特性时，这种小顆粒就叫做“分子”。如果把分子再繼續分割下去，就失掉原来的物質特性了，也就是分成了“原子”。原子非常小，把十亿个原子排成一队，也才只有1厘米那末長，所以原子是看不見的。

原子虽然小，但它的构造却还是很复杂的。在原子的中心有一个微小的粒子——“原子核”，在原子核的周圍又圍着好多个“电子”。电子在原子核周圍不停地轉动。原子核的本身帶有“正电荷”，电子帶有“負电荷”。在普通的情况下，原子核的正电荷和电子的負电荷相等，因此表現不出来是带电的。如果利

用某种方法，使原子失去电子，那末原子就会带正电，得到电子

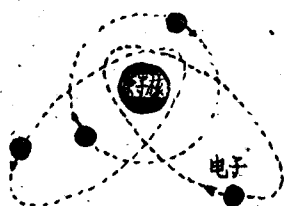


图 2 原子的构造

的原子就带负电。这种能跑出跑进的电子叫做“自由电子”。使自由电子有规律的不断从一个方向跑向另一个方向，就产生了“电流”。我们一般常说的“电”，多半就是指这种电流。

二、电 流

前面讲过，使自由电子有规律地不断从一个方向跑向另一个方向，就可以产生电流。但是，并不是所有物体里的原子的电子都可以自由跑到另一个原子中去的。也就是说，有些物质有自由电子，如金属、酸的溶液、硷的溶液、盐的溶液、土地、活的有机体（包括人体），以及一切潮湿的物体等。这些物体叫做“导体”。另外还有些物质没有自由电子，如空气、橡胶、塑料、陶瓷、玻璃和干木等。这些物质都叫做非导体或绝缘体。

导体内的自由电子在平常的情况下是乱跑的，有的往东，有的往西，没有一致的固定方向，因此形成不了电流；但是，如果设法给它们加上一种力，就可以用压力推着它们朝一个方向跑，这就形成了“电流”。譬如说把电灯用铜线接到发电机上，铜线里的自由电子受到发电机的压力，就产生了电流，于是电灯就亮了（图 3）。

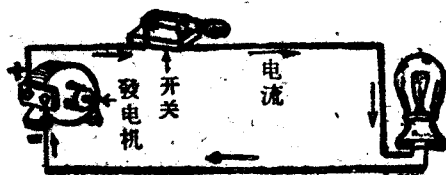


图 3

电子总是从电子多的地方流向电子少的地方，也就是从负极

流向正极。但是在以前，人們是假定电流是从正极到负极的，所以現在仍然按着这种习惯，规定电流是从正极流向负极。

講到这里，大家可能提出，电流在导体中流动是不是也有快有慢，有多有少呢？电流在导体中的流动速度是没有快慢的，在什么时候都一样，每秒钟是30万公里。电流流过的量是有多有少的，流过的电流多，就說是电流强，流的少，就是电流弱。

电流量的大小，一般叫“电流强度”，它的单位是“安培”或簡称为“安”，代表符号是“A”。代表电流的符号是“I”或“i”。

电流的大小用“安培表”来测量。安培表也叫“电流表”（图4）。



图4 安培表（电流表）

三、电 阻

不同的物质，自由电子的数目是不一样的，除去絕緣体不談，就是各种导体內自由电子的数目也有很大差别，因此能通过电流的数量也不一样，也就是說对于电流的阻力不一样。电流通过导体时，受到的阻力，就叫“电阻”。

含自由电子多的物质电阻較小，含自由电子少的电阻大。銀、銅和鋁的电阻都比較小，鉄略微大些。

对于同一种导体來說，横断面越大，电阻越小；导体越長，电阻越大。換句話說，也就是电阻和导体的長度成正比例，和粗細成反比例。

电阻用符号“R”或“r”来代表，测量电阻大小的单位是“欧姆”，或簡称“欧”，代表符号是“Ω”。

四、电 压

讓电流克服导体內的阻力（电阻）而流过导体，要靠一种压力，这种使电流流动的压力就叫做“电压”。图3中电流通过灯

泡使灯泡发光，就是因为发电机给了电压，如果没有电压，是不会有电流流动的。

电压的代表符号是“U”或“u”，测量电压的单位是“伏特”或简称“伏”，用符号“V”表示。

测量电压也有一种“伏特表”或叫“电压表”，它的形状和电流表差不多，只是表盘中心有个“V”字，而不是“A”字。

第二节 电流、电阻和电压的关系

一、欧姆定律

根据上面讲过的，我们知道，如果没有电压就不会产生电流，而电流在导体中流动时要受到阻力。这样看来，它们三个是有不可分离的关系的。那末，到底是个什么样的关系呢？这就是：电压越大，电流就越大；电阻越大，电流就越小。换句话说，也就是电流的强度和电压的强度成正比，和电阻的大小成反比。这种关系就是欧姆定律。

欧姆定律的实质就是反映电流、电阻和电压之间的关系，这种关系还可以用下面的公式来表示。

$$\text{电流}(I) = \frac{\text{电压}(U)}{\text{电阻}(R)}$$

二、电压降落

前面讲过，电流流过导体时，要受到电阻的阻力，因此在通过导线时电压就要逐渐降低。譬如，把小灯泡直接用粗导线接在电池的接线端子上，灯泡很亮（图5，I）；但是，如果用很细的长线来接，小灯泡就要发暗了（图5，II）。这就是因为电压降低了的缘故。这种现象就叫做“电压降落”。根据这个原理，所以在电焊时，所用的导线要有一定的粗度，并且不能过长。

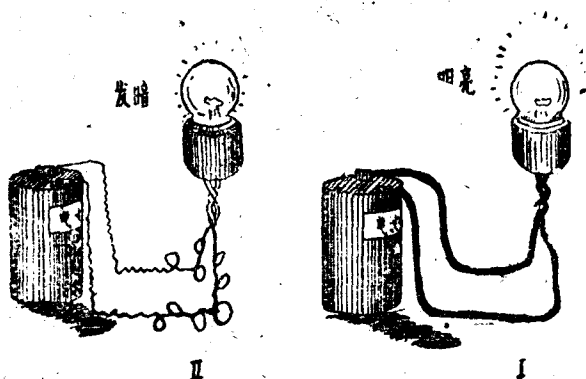


图 5

第三节 电 路

通过电流的路，叫做“电路”，如图 3 和图 5 都是电路。每个完整的电路都有三个主要部分：

1. 电源：图 3 的发电机和图 5 的电池都是电源。电源的两个端子，一端有过剩的电子，另一端又电子不足，因此电源两端存在着压力差，而能使电流流动，产生电。

2. 用电设备：如图 3 和图 5 中的灯泡。另外如电动机、电炉和电焊电弧等都是用电设备。

3. 联接电源和用电部分的线路（导线）。

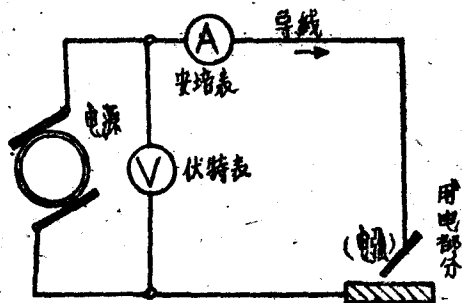


图 6 电弧焊电路

电弧焊电路如图6。电源是弧焊机，用电部分是焊接电弧，弧焊机和电弧之间用电线连接。电路中的安培表和伏特表是为了测量电流和电压用的。

用电部分和电源的联接方法主要有三种，就是串联、并联和复联。

1. 串联：串联就是把两个以上的用电部分，象穿珠子串一样和电源联接起来，使电流只在一条线路上流，如图7。

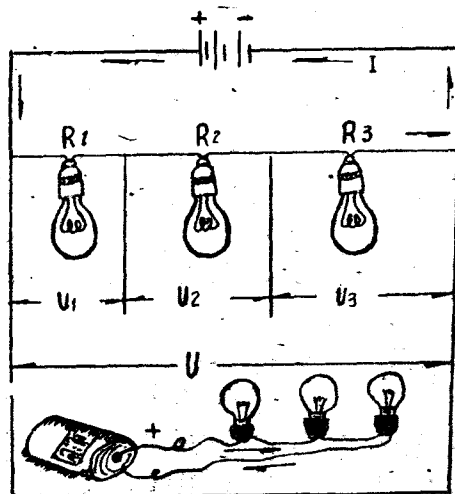


图7 串联电路

这时电路中各部分所通过的电流都相同，而各受电部分所受电压却不一样。电路中总电阻是各电阻的总和，即：

$$R = R_1 + R_2 + R_3$$

总电压等于各段电压的总和，即

$$U = U_1 + U_2 + U_3 = IR_1 + IR_2 + IR_3$$

2. 并联：并联就是把两个以上的受电部分分别和电源相联。在并联电路中，电流不是由一条线路上通过，而是分别由各支路上通过，如图8。

这时电路中各部分所受的电压相等，而所通过的电流却不一样。电路中总电阻，小于任何一个分电阻，同时，分支电路越多，总电阻也越小。总电阻计算公式为：

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

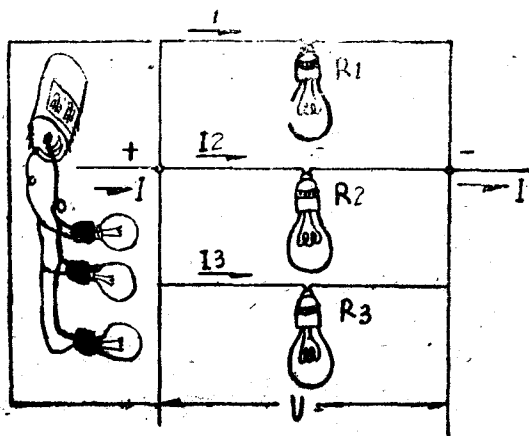


图 8 并联电路

并联电路的总电流等于各分支电路电流的总和，即：

$$I = I_1 + I_2 + I_3 = \frac{U}{R_1} + \frac{U}{R_2} + \frac{U}{R_3}$$

3. 复联：复联就是又有串联又有并联的复合电路。

第四节 直流和交流

所有的电流性质基本上都是一样的，不同的是它们流的方法、方向或强度。应用最多的是直流和交流。

一、直流电流

电池里出来的电流，无论什么时候都是从正极流向负极的，方向始终不变，这就叫“直流”。

二、交流 电 流

如果电流的流动方向不是固定的，而是变换的，这种电流就叫做“交流”。交流电流不仅方向时刻在变化，就是强度也不断有变化。

三、周 率

我們已經知道交流电流的方向是不停变化的，在变化时每一个往返就叫一个“周波”，参看图9。完成一次往返的时间叫

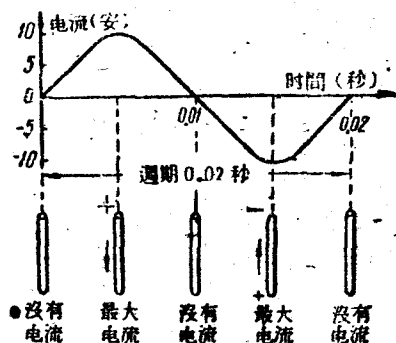


图 9 交流电曲线图

做“周期”。每一秒鐘內交流电反复变化的次数，也就是周波数，就叫做“周率”，或叫“频率”。

一般城市和工厂的动力和照明用交流电，周率都是50周/秒（每秒鐘有50周）。

第五节 电 流 的 作 用

一、电流的热作用

电流在通过有电阻的物体时（包括导线），一定要产生热。譬如电灯发光，电弧发热等，都是由于电流的热作用。

电焊就是利用电流的这种热作用，使金属熔化。在线路中应

用的保險絲的保护作用，也是靠电流的热作用把自己燒断，隔断从电源来的电流的。

发热量是与电流和通过电流的时间有关的。电流功率越大，时间越长，发热量就越大。热量的增加和电流增加数的平方成正比，例如，如果电流增加3倍，热量就增加9倍。

电流的热作用应用是很广的。但有时也是有害的。譬如导线很细，而通过的电流又很大，这时导线就会发热，严重时甚至可以烧毁。因此，在实际工作中是要注意这一点的。

二、电流的磁作用

在电流通过导线时，围着导线就会出现很多卷环状的磁力线（图10, I），这些磁力线组成了磁场。通过的电流越大，磁场就越强。要想使磁场的强度增加，可以把导线绕成线圈，这时，线圈里的磁力线集中，出现了一个总的磁流，形成较强的磁场（图10, II）。

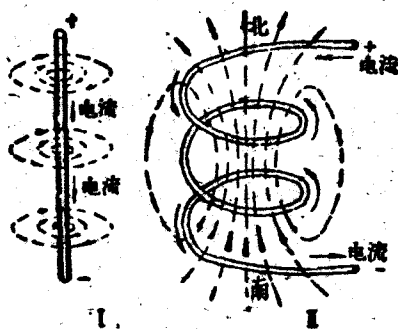


图 10

如果再把线圈的中心插进一个铁芯，那末磁流就可以更大。这是因为铁的磁阻非常小的缘故。但是如果把铁心的中间割断，把两半铁心略微拉开那怕是一个小缝，也就可以大大增加磁阻，使磁流减少。在下面我们讲到的焊接变压器中，就是利用这个原理