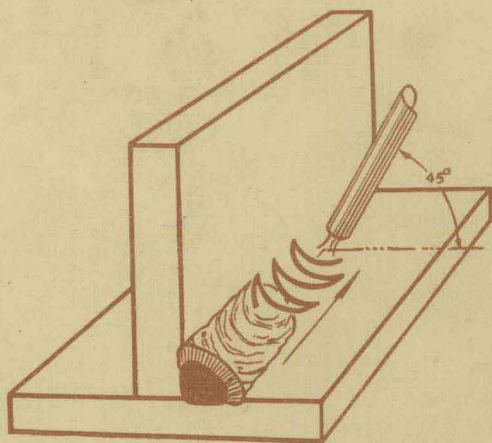


江 育 編

電
焊
工
基
礎



商 務 印 書 館

電 焊 工 基 礎

江 育 編

江苏工业学院图书馆
藏 书 章

商 務 印 書 館

內 容 簡 介

本書內容力求結合實際，敘述了手工電弧焊接的設備、電焊條和手工電弧焊基本操作技術、各種材料的焊接工藝以及焊接應力和變形方面的基本知識；比較全面地分析了手工電弧焊中常見焊接缺陷產生的原因及防止方法；同時，還扼要地介紹了焊縫質量檢查方法。

本書可作為培訓電焊工人的教材，也可供從事電焊工作的人員參考。

電 焊 工 基 礎

江 育 編

出版者 商 務 印 書 館 香 港 分 館
香 港 皇 后 大 道 中 三 五 號

印刷者 商 務 印 書 館 香 港 印 刷 廠
香 港 九 龍 炮 仗 街 七 十 五 號

* 版 權 所 有 *

1977年8月港一版

概 述

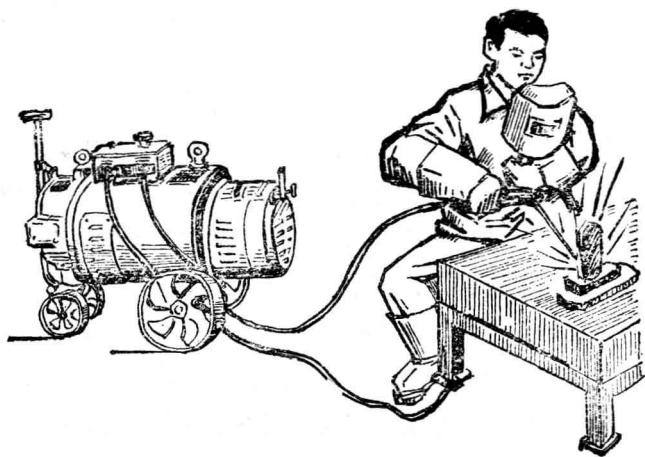
利用热能或压力,或热能和压力同时并用,并且用(或不用)填充材料,将两块分离的工件进行连接,使之产生不可分接头的过程称为焊接。

焊接的种类很多,工艺方法也多种多样。一般将金属焊接方法分为:熔焊、压焊和钎焊。熔焊是在焊接过程中,将工件加热至熔化状态不另外加压力而完成的各种焊接方法。如:气焊,电弧焊(埋弧焊、手工电弧焊、气体保护焊),电渣焊,热剂焊,等离子弧焊,电子束焊等。压焊是在焊接时,不论工件加热或不加热,均需外加机械压力而完成的各种焊接方法。如:气压焊,冷压焊,接触焊(点焊、滚焊、对焊),摩擦焊,真空扩散焊等。钎焊和熔焊、压焊不同,在钎焊过程中,基本金属不熔化,而用与基本金属不同的且熔点较低的钎料熔化后,填充在被焊工件之间,借助钎料与基本金属之间的扩散作用,把两工件连接起来。比较常用的钎焊方法有:火焰钎焊、炉钎焊、高频钎焊、盐浴钎焊、真空钎焊等。

焊接加工方法,在机械制造、船舶、车辆、航空、锅炉、建筑等各个工业部门中,均获得广泛的应用。随着科学技术的发展和生产水平的提高,新的焊接方法日益增多,焊接工艺的应用范围也在不断扩大。在生产中有时以焊代铆、锻、铸等加工方法,来制造比较复杂的金属结构,不但可以节省工时,而

且还可以大量地节约材料，对国民经济有重大意义。

在各种焊接方法中，应用最普遍的是手工电弧焊和气焊。手工电弧焊接方法如下图所示。它是利用手工操作在工件和焊条之间引燃电弧，利用电弧高温熔化焊件和焊条进行焊接的。这种焊接方法的优点是：应用起来灵活、方便，设备也简单，适于焊接短小焊缝和空间位置较复杂的焊缝。但是和埋弧焊相比，手工电弧焊有生产效率低、劳动强度大等缺点。同时，由于是手工操作，焊接质量在很大程度上决定于焊工技术的熟练程度。焊工必须不断地提高操作技术水平，才能保证产品质量。



手工电弧焊示意图

目 录

概 述

第一章 电的基本概念

第一节 电流的产生及性质	(1)
一、电流	(1)
二、电阻	(3)
三、电压	(4)
四、欧姆定律	(5)
第二节 电路	(6)
第三节 电流的热效应及电功率	(8)
第四节 电磁和电磁感应	(10)

第二章 电弧焊设备

第一节 对弧焊机的基本要求	(13)
第二节 交流弧焊机	(14)
一、交流弧焊机的构造	(15)
二、交流弧焊机的使用	(17)
三、交流弧焊机维护及故障产生的原因	(20)
第三节 直流弧焊机	(22)
一、直流焊接发电机构造	(22)
二、直流弧焊机的使用	(25)
三、直流弧焊机维护及故障排除方法	(28)
第四节 焊接用器材和工具	(33)

第三章 电 焊 条

第一节 焊芯	(38)
第二节 涂药	(42)
第三节 对焊条的基本要求和焊条的分类	(44)
一、对焊条的基本要求	(44)
二、电焊条的分类	(45)
第四节 焊条制造与保管	(59)
一、焊条的制造	(59)
二、焊条的保管	(61)

第四章 手工电弧焊基本操作

第一节 电弧焊的安全知识	(62)
第二节 焊接电弧	(65)
第三节 焊条与电流的选择	(76)
一、焊条的选择	(76)
二、焊接电源及焊接电流的选择	(78)
第四节 电弧焊基本操作技术	(82)
一、电弧起点(即焊接开始的那一点)	(82)
二、焊条的倾角	(83)
三、焊条的高度与焊接速度	(84)
四、焊条的运摆方法	(85)
五、续焊(接头)	(87)
六、收尾	(88)
七、涂药熔液及金属熔液	(89)

第五章 焊 接 冶 金 过 程

第一节 焊接冶金过程的特点	(90)
---------------------	--------

第二节	液体金属的氧化和氮化	(91)
一、氧化	(91)	
二、氮化	(93)	
第三节	焊缝金属的合金化	(94)
第四节	焊接接头的金相组织	(94)

第六章 各种位置的焊接与切割

第一节	平位置的对接	(97)
第二节	角焊	(106)
第三节	横、竖、仰焊接	(114)
一、横焊	(114)	
二、竖焊	(116)	
三、仰焊	(118)	
第四节	电弧切割	(120)
第五节	等离子弧切割	(123)

第七章 碳素钢与合金钢的焊接

第一节	钢的可焊性和热处理	(126)
一、钢的可焊性	(126)	
二、钢焊件热处理	(127)	
第二节	低碳钢的焊接	(128)
第三节	中碳钢的焊接	(134)
第四节	高碳钢的焊接	(140)
第五节	合金钢的焊接	(143)

第八章 铸铁与铸钢的焊接

第一节	铸铁的焊接	(153)
第二节	铸钢的焊接	(171)

第九章 有色金属的焊接

第一节 铜及铜合金的焊接	(174)
一、紫铜的焊接	(174)
二、黄铜的焊接	(182)
三、青铜的焊接	(185)
第二节 铝合金的焊接	(186)

第十章 焊接应力与变形

第一节 焊接热量分布对焊件的影响	(191)
第二节 焊件变形的种类和原因	(199)
第三节 减小焊接应力及防止变形的办法	(206)
第四节 焊接变形的矫正	(213)

第十一章 焊缝的缺陷及检查

第一节 焊接缺陷及产生的原因	(220)
第二节 焊接质量检查	(228)
一、外观检查	(228)
二、焊缝气密性检查	(230)
三、焊接接头的X光检查	(231)
四、焊接接头的r射线检查	(232)
五、焊接接头的磁性、萤光及超声波检查	(233)
六、金相试验	(235)
七、机械性能试验	(236)
附录 I：常用焊条钢丝新旧牌号对照表	(240)
附录 II：手工电弧焊焊接接头的基本型式 与尺寸(GB985—67)	(241)

第一章 电的基本概念

电能可以比较容易地转换为热能、光能及机械能等等。所以在日常生活中，几乎到处都能用到它，如电灯、收音机、电炉、电风扇等等。在工业上更少不了电，如冶炼钢铁，转动机床加工零件等。在电焊技术上则用电产生焊接电弧作为加热熔化金属的热源。

许多经验告诉我们：不论做什么事，不懂得那件事的情形，它的性质，它和它以外的事情的关联，就不知道那件事的规律，就不知道如何去做，就不能做好那件事。我们要懂得焊接电弧的产生，怎样由电能转换为热能，就应该了解和熟悉关于电的一些基本概念。

第一节 电流的产生及性质

一、电 流

所有的物质，不论是气体、液体或固体，都是由分子构成的。而分子又是由原子构成，原子是由带正电荷的原子核和围绕着原子核转动的带负电荷的电子所组成。在一般情况下，物体中原子核所带的正电荷和电子所带的负电荷相等。因此物体不显电性。如果利用某种方法使原子失去一个或几个电子，那末，

就破坏了正负电荷的平衡状态，原子就会显示电性。这种带正电的原子我们称为阳离子。脱离了原子中的电子轨道而呈自由状态的电子我们叫它自由电子。而获得电子的原子带负电，称为阴离子。带有电荷的物体则称为荷电体。有些物质如银和铜等，这些金属的电子同原子核的结合力较小，原子中所含的电子比较容易呈自由状态，所以能够导电，导电性能良好的物质，就称作导电体或者叫做导体。但有些物质的原子组织很紧密，很不容易将这些原子中的电子推动，这种物质的导电性就很差，往往在一定的电压下，有些物质的原子丝毫不受影响，等于不导电。因此称这类物质为绝缘体。玻璃、橡皮、干木材等就是绝缘体。

导体内的自由电子，在一般情况下作混乱而不规则的运动，当受外力作用，譬如，将导体接入电源两极之间，导体中自由电子就能定向运动，这样就产生了电流。

电子在导体中的定向移动就叫做电流。电流总是从电子过剩的地方，也就是从负极（阴极）向电子不足的地方，即正极（阳极）流动（如图1—1所示）。但是习惯都规定电流的方向是由正极到负极，与电子的实际运动方向相反。在实用上，我们仍旧按照习惯规定电流的方向是由正极到负极。

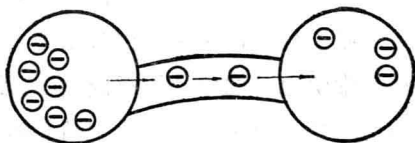


图1—1 电子移动方向

电流强度就是每秒钟流过导体横截面的电量，通常用字母 I 表示。电流强度的单位叫安培（简称安），通常用字母 A 表示。1安培电流就是一秒钟流过导体横截面一库仑的电量。

测量电流大小用安培表。当线路中通电时，灯泡发亮，安培表的指针向右方摆动，并可从表针所指数值读出导线内流通电流的安培数。在电气线路中，安培表的符号见图1—2。

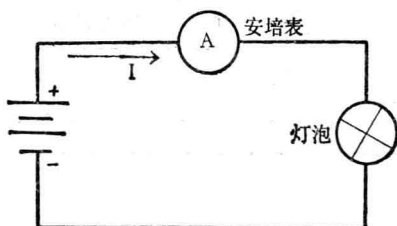


图1—2 测量电流接线图

二、电 阻

电流通过导体时，所遇到的阻力，称为电阻。电阻的大小，是根据导体的性质、长度、温度、横断面积的不同而变化的。在其它条件不变的情况下：导体越长，电阻越大；导体横截面越大，电阻越小；金属导体加热时电阻增大，而液体和碳棒加热时电阻减小。在电路中，电阻通常用 R 表示。电阻的单位是欧姆（简称欧），用 Ω 表示。一欧姆等于截面为1平方毫米，高度为106.3厘米的汞柱在摄氏零度时的电阻值。几种金属导线的电阻率见表1—1。电阻率是指一定截面积，一定长度导线的电阻值，通常用欧姆毫米²/米来表示。

表1—1

几种金属导线的电阻率 (20°C)

导 线 材 料	电 阻 率	导 线 材 料	电 阻 率
银	0.016	镍 合 金	0.42
铜	0.017	(铜镍的合金)	
铝	0.028	锰 铜	0.43
钨	0.06	(铜镍锰的合金)	
铁	0.09	镍 铬 合 金	1.10
铅	0.20	(镍铬铁锰的合金)	

三、电 压

要解释电压是什么意思，可以打个譬喻。就拿水来讲，它从一个地方流向另一个地方时，必须有一种压力来推动。我们常用的自来水，为什么会从管子里源源不断地流出来呢？就是因为有一个很高的水塔，它的水位高于用户的水位，如图1—3所示。高处的水向低处流动，是因为有一定的水位差形成了一定的压力。电也是一样，要想使电流流动，也

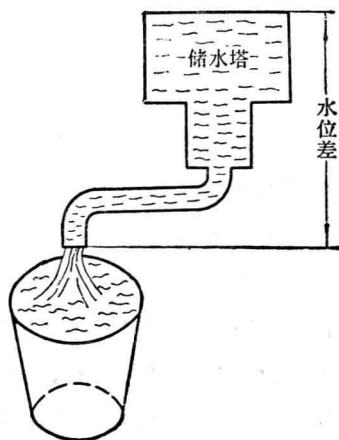


图1—3

必须有一种推动电子流动的压力差。有了一定的压力差，电子便从高能级的地方向低能级的地方移动。接入电源的导线上两点之间的能级差就叫做电压（也叫电位差），一般用字母V表示。电压的单位为伏特，简称伏。在电阻为一欧姆的电路中能产生一安培电流的电压值即为一伏特。电压的大小可用电压表来测量。电压表在电路图上的符号，如图1—4所示。

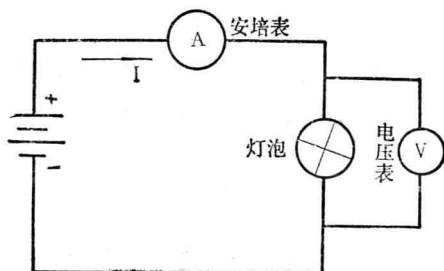


图1—4 测量电压接线图

四、欧姆定律

科学试验和生产实践表明：当导线两端的电压增大时，电子沿导线流动的速度也增大，单位时间内流过导线横截面的电量增多，因此电流强度也愈大；如果导线的电阻增大，则电子在导线中流动困难，电流强度便减小。说明电路中电压、电流和电阻三者之间关系的定律叫欧姆定律，可用文字叙述如下：电路中电流强度的大小与电压的大小成正比，与电阻的大小成反比。若用公式表示，则是：

$$I = \frac{V}{R}$$

其中 I——电流（安）

V——电压（伏）

R——电阻（欧）

由上述公式可以推导出：

$$R = \frac{V}{I}$$

$$V = I \cdot R$$

欧姆定律应用举例：

例一：某一直流电路里，电阻是5欧，工作电压为110伏，求该电路中的电流强度是多少？

$$I = \frac{V}{R} = \frac{110}{5} = 22(\text{安})$$

答：该电路中的电流强度为22安

例二：某电路中，电压为18伏，电流强度为6安培，求该电路中的电阻是多少？

$$R = \frac{V}{I} = \frac{18}{6} = 3(\text{欧})$$

答：该电路中的电阻为3欧

例三：有某一电路，电阻为4欧，通过的电流为60安，求该电路中的电压为多少？

$$V = I \cdot R = 60 \times 4 = 240(\text{伏})$$

答：该电路中的电压为240伏

第二节 电 路

凡是电流通过的地方都称为电路。每个完整的电路包括三个主要部分，即：

1. 电源：即两端存在电位差的供电能源。

2. 用电部分（也叫负载）：如电阻及电弧等。它把电能转变为其它形式的能量，如产生热能和光能等。

3. 连接电源与用电部分的线路，即导线。如焊接所用的电缆。

在焊接电路（见图1—5）中，电源部分为焊机，用电部分为工件，弧焊机与焊接电弧之间用电缆连接。

电源和用电部分的联接形式有串联、并联及复联三种。

串联如图1—6所示。就是把几个用电部分（相当于电阻）一个接一个地串联起来。此时，电路中的总电阻为各段电阻的和，若用公式表示即是：

$$R = R_1 + R_2$$

并联：就是将几条分支电路，合成一条总的电路如图1—7所示。实际上等于导线的截面加粗了，所以电阻降低。并联电路中的电阻数愈多（也就是分支电路愈多），则总的电阻就愈小。

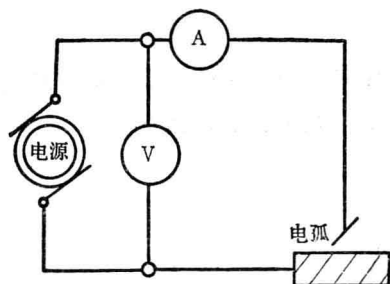


图1—5 焊接电路图

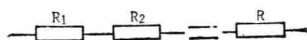


图1—6 串联示意图

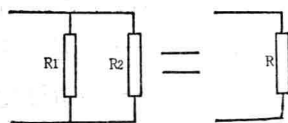


图1—7 并联示意图

如某一条河上架一座桥，这座桥很窄，只能一个人单独走过。如果另外再架一座桥，那么两座桥同时可以通过两个人，这就等于将原来的桥加宽了一倍，通过的人数也增加了一倍。和这个道理相同，电阻并联后，总的电阻值也降低。

并联后的电阻值 R 用下列公式表示：

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

复联就是串联与并联两种情况同时存在的复合形式。

第三节 电流的热效应及电功率

电流在导体内流动时，自由电子受到阻碍，电子与原子互相碰撞，运动着的电子失去一部分能量而转变为热能，使导体的温度升高。

我们看到，电灯通电后，灯丝炽热而发出光来。弧焊机通电后，能产生热能熔化金属。这些光和热都是电子流动的一部分动能转变为热能的结果。

按焦耳——楞次定律，通电导体所产生的热量与电流强度的平方、电阻和通电时间成正比。用公式表示如下：

$$Q = 0.24 I^2 R t \text{ (卡)}$$

式中： Q ——热量（卡）

I ——电流强度（安）

R ——电阻（欧）

t ——通电时间（秒）