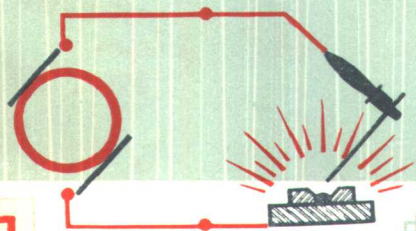


安装工人技术学习丛书

电

焊

工



中国建筑工业出版社

安装工人技术学习丛书

电 焊 工

国家建委第六工程局《电焊工》编写组

中国建筑工业出版社

本书是安装工人技术学习丛书之一，内容主要讲有关手工电弧焊接的基本常识。书中叙述了常用的焊接设备、焊接材料、各种焊接接头型式和手工电弧焊的基本操作技术。此外，还介绍了钢结构和钢管道的焊接工艺，焊接变形及消除方法等。

本书可供电焊工作自学读物，也可作技工培训读物。

安装工人技术学习丛书

电 焊 工

国家建委第六工程局〈电焊工〉编写组

*

中国建筑工业出版社出版(北京西郊百万庄)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

中国建筑工业出版社印刷厂印刷

*

开本：787×1092毫米 1/32 印张：4 5/8字数：100千字

1973年11月第一版 1975年2月第二次印刷

印数：220,451—403,740册 定价：0.30元

统一书号：15040·3122

毛主席语录

鼓足干劲，力争上游，多快好省地建设社会主义。

一个正确的认识，往往需要经过由物质到精神，由精神到物质，即由实践到认识，由认识到实践这样多次的反复，才能够完成。

要把一个落后的农业的中国改变成为一个先进的工业化的中国，我们面前的工作是很艰苦的，我们的经验是很不够的。因此，必须善于学习。

出 版 说 明

在毛主席无产阶级革命路线指引下，我国基本建设战线形势一片大好。“百年大计，质量第一”的思想深入人心，新老工人为革命钻研技术的热情更加高涨。

为了适应广大建筑职工，特别是青年工人学习技术的需要，陕西省建筑工程局和有关单位，以工人、技术人员和领导干部相结合的方式，组织编写了这套“安装工人技术学习丛书”。

这套丛书基本上是按设备安装工种编写的，计划分《安装钳工》、《电焊工》、《气焊工》、《管工》、《通风工》、《安装电工》、《电工试调》、《热工试调》、《空调试调》等册，将陆续出版。

这套丛书的深浅程度，一般是按一至四级技工应知应会的内容编写的，着重介绍操作技术，辅以必要的理论知识；对于工程质量标准和安全技术，作了适当的叙述；各工种有关的新技术、新机具和新材料，也作了必要的介绍。

这套丛书可供具有初中文化程度的工人作自学读物，也可作技工培训读物。

目前，有关的规范、规程正在修订、编制过程中，本丛书如有同规范、规程不一致的地方，以规范、规程为准。

中国建筑工业出版社

1973年8月

前 言

电弧焊在造船、航空、车辆、石油、化工、电机和机械制造、建筑安装……等重要工业部门中已大量采用。焊接和铆接比较，具有工艺简便、劳动生产率高、节约钢材、减轻工人劳动强度、提高质量、降低成本等优点。全国解放以来，在毛主席无产阶级革命路线指引下，随着国民经济建设事业的飞跃发展，电弧焊技术不仅为广大从事焊接工作的工人、技术人员熟练地掌握和运用，而且得到了极大的提高和发展，为我国的社会主义建设作出了积极的贡献。

根据从事焊接工作的广大工人，特别是初学焊接的青年工人的迫切需要，我们在总结实践经验的基础上，集体编写了这本介绍焊接基础知识的通俗读物。在编写过程中，各有关单位给了我们很大的协助和支持，为我们的编写工作提供了宝贵的意见，我们深表感谢。

这本书主要讲有关手工电弧焊的基本常识，可供从事焊接工作的工人，特别是初学焊接的青年工人和组织焊接生产的有关技术人员参考。由于我们学习得不够，水平有限，在编写中难免出现许多缺点和错误，希望广大读者提出宝贵意见。

国家建委第六工程局《电焊工》编写组

1973年3月

目 录

前 言

第一章 概 论	1
第二章 焊接有关的电气常识	4
(一) 电的基本概念	4
(二) 电流和电压	5
(三) 电路基本知识	7
(四) 磁和电磁	10
(五) 交流电	12
第三章 金属材料的基本知识	15
(一) 钢的分类	15
(二) 钢的性质	17
(三) 合金元素对钢的机械性能与可焊性的影响	22
第四章 焊接材料	26
(一) 对焊条的要求和分类	26
(二) 焊条的选用	32
(三) 结构钢电焊条的使用	35
(四) 焊条的检验方法及贮存条件	38
第五章 常用焊接设备	40
(一) 电 弧	40
(二) 电焊机	41
第六章 接头型式和焊缝空间位置	48
(一) 焊接接头的型式	48
(二) 焊缝空间位置	51
附 录 焊缝代号及接头型式	52

第七章 手工电弧焊基本操作技术	63
(一) 手工电弧焊规范及运条过程	63
(二) 引 弧	65
(三) 运 条	66
(四) 熄 弧	68
第八章 钢板的焊接	69
(一) 平焊法	69
(二) 立焊法	75
(三) 横焊法	80
(四) 仰焊法	85
第九章 一般钢结构的焊接	90
(一) 梁的焊接	90
(二) 柱的焊接	91
(三) 贮器(油罐等)和容器的焊接	94
第十章 管道的焊接	98
(一) 管道的转动焊接(管子水平放置)	98
(二) 固定管的焊接	100
(三) 管道焊接注意事项	111
第十一章 焊接应力与变形	115
(一) 内应力	115
(二) 变 形	115
(三) 焊接时产生的内应力与变形	116
(四) 焊接变形与应力的防止方法	119
第十二章 焊缝缺陷和焊接接头的质量检查	124
(一) 外观缺陷	124
(二) 未焊透	126
(三) 气 孔	128
(四) 裂 纹	130
(五) 夹 渣	132

(六) 焊接接头质量的检查方法	133
第十三章 焊工安全防护知识	137
(一) 电焊工作场所	137
(二) 预防触电的基本常识	138
(三) 防止电弧照射的方法	139
(四) 防止灼伤和预防爆炸的方法	140

第一章 概 论

焊接是金属构件加工中常见的、主要的方法，虽然现在非金属如玻璃、塑料等也可焊接并被广泛采用，但大量的还是金属的焊接。

到底什么叫焊接？焊接的本质又是什么呢？

焊接是借助于原子间的联系和质点的扩散获得形成整体的接头的过程。接头组织具有连续性。

只加热或只加压，或既加热又加压，能在固体间造成原子间的联系和质点的扩散。因此，又可以这样说：焊接是利用热能或压力，或者两者同时并用，并且用或不用填充材料将工件连接起来的方法。

根据不同的工艺特点，焊接方法可分压焊和熔焊。其分类见表1-1。

对于焊接技术，我国远在战国时期，就已应用。如在河南辉县出土的玻璃阁战国墓中，殉葬铜器的本体、耳、足就是焊接成的。明朝宋应星在总结我国工农业生产经验的《天工开物》上面记载：“凡铁性逐节粘合，涂上黄泥于接口之上，入火挥槌，泥滓成枵而去。取其神为媒合，胶结之后，非灼红斧斩，永不可断也。……”。又记载：“凡钎铁之法，……小钎用白铜末，大钎则竭力挥槌而强合之，……”。由此可见，祖国劳动人民在数千年前，已能实施锻焊工作，且知道用钎料、熔剂于焊接。但由于长期处于封建社会，使焊接技术不能提高，甚至湮灭失传。

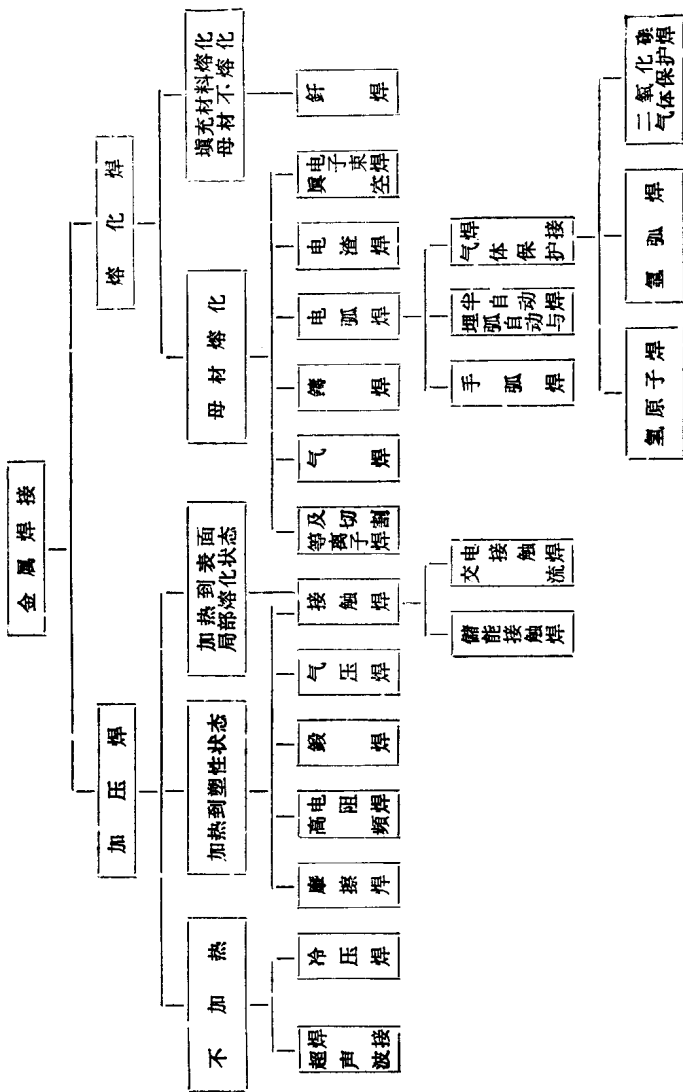


表 1-1 焊接主要方法分类

解放前，由于统治阶级的剥削、压迫和帝国主义的侵略、压榨，焊接工艺和其他工业一样，处于奄奄一息，若有若无的境地，焊接水平很低。什么机械化、自动化技术根本没有。为数很少的手弧焊和气焊，一般仅用于修补工作，所需焊接设备和焊接材料，主要依赖外国进口。

解放后，在毛主席无产阶级革命路线指引下，焊接工艺蓬勃发展，特别是一九五八年以来，发展更为迅速。全国各地培养出大批的焊接技术工人，我国的焊接科学技术队伍也日益壮大起来。

目前，焊接工艺在我国已得到广泛应用，并已达到一定的先进水平。其产品如万吨海轮、万吨水压机、大型轧钢机、大型锅炉、高压容器、蒸汽机车、大功率水轮机大轴及座环等等，这些都标志着焊接技术水平的提高。同时，焊接设备和焊接材料等在全国各地都建立了生产基地，自己制造了。

当前，我国的焊接科学还比较年轻，技术水平还不高，然而在解放后短短时间里，我们不但发展并普及了手工电弧焊，而且随着技术革命和技术革新运动的发展，我们还普遍地应用了自动和半自动焊、电渣焊和等离子焊等先进工艺进行焊接生产。我们十分确信，只要继续深入开展三大革命运动，坚持“自力更生”、“艰苦奋斗”的伟大战略方针，刻苦钻研，勇于创新，我国的焊接科学技术一定能迅速地达到世界先进的水平。

第二章 焊接有关的电气常识

(一) 电的基本概念

一、物质的组成

自然界的一切物质都是由最小的颗粒——原子组成的。原子中心是一个带正电荷的质量较大的原子核，核外有一定数量带负电荷的电子沿着一定的轨道围绕着原子核高速旋转。原子核是带正电荷的微粒，电子是带负电荷的微粒。不同物质的原子核带的正电荷数是不相同的，核外电子数也是不相同的。在一般状态下，各种物质的原子，它的原子核所带的正电荷与核外所有电子带负电荷的总数是相等的，因此原子呈中性（即不带电）。

如果物体由于某种外界原因，失去或得到电子时，物体就带了电。得到电子的物体带负电（阴电），失去电子的物体带正电（阳电），同性电荷互相排斥，异性电荷互相吸引。

二、电场

在电荷之间互相吸引或互相排斥的力所作用的空间叫做电场。

为了研究电场方便起见，假设在带电体周围的空间，有所谓电力线存在，利用电力线的观念使电场形象化。通常认为电力线是从正电荷到负电荷。电荷周围的电力线如图 2-1 所示：

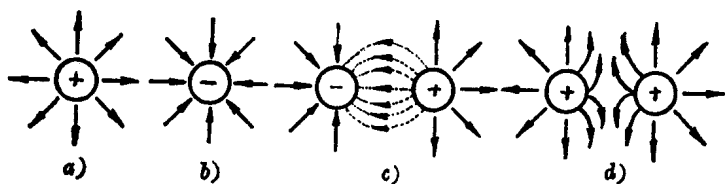


图 2-1 电荷周围电力线作用示意图

每种电荷的周围都有电场，电场作用于电荷，使电荷移动，即电场具有能量。

(二) 电 流 和 电 压

一、基本概念

1. 自由电子：物体中的电子都具有一定的能量，而在原子周围一定的轨道上旋转。当由于某种原因，电子能量增加而跳出原来的轨道，离开原子核成为在原子间自由移动的电子叫自由电子（有些电子跟原子核间的引力本来很小，很容易脱离）。

如果没有外部影响，自由电子在原子间的运动是无秩序的，没有一定的轨道和方向。但是，一当受到外部影响，电子的运动就有严格的顺序，也就是说，电子按同一方向流动。

2. 导体：有自由电子能导电的物体称为导体。导体分两类，一类如金、银、铜、铝、铁等金属。当电荷在这类导体中移动时，导体的化学性质并不改变，也没有任何显著的质量的变化。这类导体的导电质点为自由电子。另一类导体的特点是，电荷移动和化学变化联系着，这类导体没有自由电子，

而只有缺少电子或多余电子的原子或原子集团，这些带电的原子或原子集团称为离子。离子是这类导体的导电机构。

3. 绝缘体：不导电的物体称为非导体或绝缘体。严格地说，在常温下，绝对不导电的物体是没有的，我们一般所指的绝缘体只是很难导电的物体，如空气、玻璃、陶瓷、橡胶、干木、干纸、干布等。

二、电流和电压

电流是自由电子在电场作用下作定向运动而形成的。

那么，电子在什么样的条件作用下才会作定向的运动呢？

当一种物体带正电荷时，这物体就具有某种程度的电位，我们常以大地的电位为标准，即把大地的电位作为零。所以任何带正电荷的物体都具有比大地更高的电位。如果这物体所带的正电荷愈多，它的电位就愈高。当物体带有负电荷时，它的电位就比大地低。如果物体所带的负电荷愈多，它的电位也就愈低。两个物体电位之差称为电位差，也叫电压，用符号 V 表示，单位是伏特（简称伏）。如果把两个电位不同的物体用导线连接起来，电荷就会由电位高的地方流向电位低的地方，就形成了电流。因此，我们规定导线中的电流方向与正电荷的移动方向相同。这样规定电流的方向和电子实际移动的方向是相反的。由于上述规定使用已久，我们现在所说的电流方向也仍旧根据这种规定。这一点必须加以注意。

电路中电流的大小是用电流强度来表示的，它表示单位时间内通过导体横截面的电荷多少。用 I 表示电流强度，单位是安培（简称安）。

三、电流的热效应

当导体上通过电流时，导体都要发热，实践证明，随着电流的增加，热量也成平方地增加。热量的增加是有害的，因为它可以烧坏导体的绝缘层，甚至导体本身。同时，随着温度的升高，导体的电阻值也在增加。

导线因电流发热，与电流密度有关。电流密度是每一平方毫米的导线截面中通过的电流安培数。要使导线不发热，其电流密度不应超过 2 安/毫米²。

(三) 电路基本知识

一、电路

用导线把电源和负载连接起来，形成回路。在回路中，有电流通过，我们称作电路。如图2-2, *a*，是把电源和负载（小灯泡）联结起来的接线图。在电路原理图中，往往用符号及文字表示，如图2-2, *b*。直流电源可用 —|—|— 及文字 *E* 表示，电阻符号用 $\text{—}\square\text{—}$ 和文字 *R* 表示，电流中任意两点的电位差，等于两点之间的电压。

二、电阻

实践证明，电流通过导体时都要受到不同程度的阻碍作用，这种阻碍作用叫做电阻。用 *R* 表示，单位是欧姆，简称欧（ Ω ）。电阻的数值，由导体的粗细和材料通过电流的能力来确定。测量电阻用的仪表称欧姆表。当电压为 1 伏时，通过电流为 1 安的这种导体电阻为 1 欧姆。导体越长越细，电阻也越大。且电阻值随温度的升高而增加。

电阻在电路中串联，它的总阻值为：

$$R = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$$

在电路中并联时，总电阻值为，

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

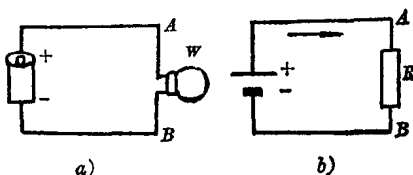


图 2-2 电路的接线图与原理图

三、电流定律

在电路中有电流流过时，它必然还和其他一些因素如电压、电阻发生联系，实践证明，三者的关系是：

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

上式表示，在电阻相同的条件下，电压越高则电流越大，电压增加几倍，电流也增加几倍，即电流定律。

四、电源和负载的串联和并联

串联，即电流从一个负载或电源顺序地通到另一个负载或电源，电路中总电阻为各段电阻之和，电压分布于各段之间与各段电阻相适应，总电压为各段电压之和，如图 2-3, a。

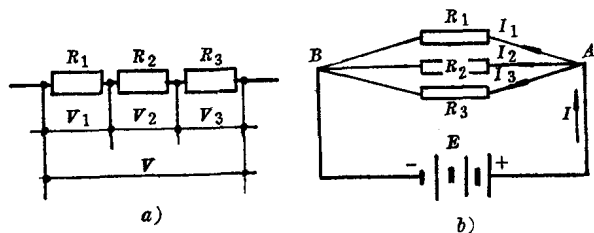


图 2-3 电源和负载的串并联线路

a—串联；b—并联