

安装工人技术学习丛书

电

焊

工

(增订版)



中国建筑工业出版社

安装工人技术学习丛书

电 焊 工

• 增 订 版 •

国家建委第一工程局

中国建筑工程出版社

本书是安装工人技术学习丛书之一，内容主要讲述有关手工电弧焊接的基本知识。书中介绍了常用焊接设备、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，还介绍了低合金钢、铬镍不锈钢、耐热钢、低温钢等的焊接工艺要点。

本书可供电焊工作自学读物，也可作技工培训读物。

* * *

参加本书增订的除原编写单位国家建委第一工程局外，还有江西省工业设备安装公司。

安装工人技术学习丛书

电 焊 工

·增 订 版·

国家建委第一工程局

*

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

武汉市江汉印刷厂印刷

*

开本：787×1092毫米1/32 印张：8号 字数：188 千字

1977年7月增订版 1979年3月湖北第五次印刷

印数：729,271—1,059,870册 定价：0.54元

统一书号：15040·3122

增订版说明

《安装工人技术学习丛书》第一版于1973年起陆续出版。这里提供读者的是增订版。增订版同第一版比较，大体上作了以下一些补充和修改：

一、补充了近年来各地比较成熟的、行之有效的新技术、新工艺、新机具、新材料。同时，为了支援农村的社会主义建设，对各地区较有代表性的传统操作技术和简易可行的工具也作了一些介绍。

二、内容范围比第一版有所扩大，篇幅一般都有较大的增加。充实补充了一些操作技术，特别是充实了老工人的实践经验。

三、同国家新的规范、标准不一致的地方，内容陈旧、错误的地方作了改正。

这套丛书可供具有初中文化程度的工人作自学读物，也可作技工培训参考读物。

丛书虽经增订，但肯定还有许多不足，希望广大读者提出意见，以便不断修改，使之更好地适应广大安装工人的需要。

增订过程中，我们得到各编写单位和全国许多省、市、自治区建筑安装部门的大力支持和帮助，谨在此表示感谢。

中国建筑工业出版社编辑部

一九七六年十一月

目 录

第一章 概述	1
第二章 焊接有关电气常识	4
第一节 电的基本概念	4
第二节 电流和电压	5
第三节 电路基本知识	7
第四节 磁和电磁	10
第五节 交流电	13
第六节 变压器基本原理	15
第七节 电机基本原理	18
第三章 金属材料的基本知识	21
第一节 钢的分类和性质	21
第二节 金属学一般知识	31
第三节 铜、铝及其合金的种类和性质	40
第四章 电焊条	42
第一节 对电焊条的要求与分类	42
第二节 焊条的选用	43
第三节 焊条的检验方法及贮存条件	51
第五章 常用焊接设备及工具	54
第一节 常用焊接设备及工具的种类	54
第二节 电焊机	56
第三节 电焊机的使用维护和常见故障排除	62
第六章 焊缝接头形式和焊缝种类	63
第一节 焊缝接头形式	63
第二节 坡口加工	63

第三节 焊缝的种类	70
第七章 手工电弧焊基本操作技术	72
第一节 电弧焊基本知识	72
第二节 手工电弧焊规范及运条过程	77
第三节 引弧	79
第四节 运条	80
第五节 熄弧	82
第六节 手工电弧焊的基本操作方法	83
第八章 气体保护电弧焊	104
第一节 概述	104
第二节 手工钨极氩弧焊	105
第三节 二氧化碳气体保护焊	111
第九章 碳素钢及合金钢的焊接	113
第一节 化学成分和金属组织对可焊性的影响	113
第二节 碳素钢的焊接	115
第三节 16锰钢的焊接	119
第四节 15锰钒钢的焊接	120
第五节 低合金珠光体耐热钢的焊接	121
第六节 铬 5 钼耐热钢的焊接	134
第七节 奥氏体不锈钢的焊接	137
第八节 3.5%镍和9%镍低温钢的焊接	162
第十章 一般钢结构的焊接	168
第一节 梁的焊接	168
第二节 柱的焊接	169
第三节 钢架的焊接	172
第四节 贮器和容器的焊接	173
第十一章 管道的焊接	177
第一节 管道的转动焊接 (管子水平放置)	177
第二节 管道的固定焊接	179

第三节	管道焊接注意事项	190
第十二章	铜、铝及其合金的焊接	194
第一节	铜及其合金的焊接	194
第二节	铝及其合金的焊接	199
第十三章	焊接应力及变形	219
第一节	应力与变形的概念	219
第二节	焊接时产生的应力与变形	220
第三节	焊接变形的预防措施和校正方法	222
第四节	减小和消除焊接应力的方法	225
第十四章	焊缝缺陷及焊接接头的质量检查	227
第一节	焊缝缺陷	227
第二节	焊接接头的质量检查	233
第十五章	焊工安全防护知识	240
第一节	电焊工作场所	240
第二节	预防触电的基本常识	241
第三节	防止电弧照射的方法	242
第四节	防止灼伤和预防爆炸的方法	243
附录一	常用电焊条使用简明表	244
附录二	焊缝图形符号、辅助符号和尺寸符号	249
附录三	接头型式标注方法	253
附录四	几种接头型式每10米焊缝电焊条耗量表	259

第一章 概 述

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。

焊接的优点主要有以下几点：

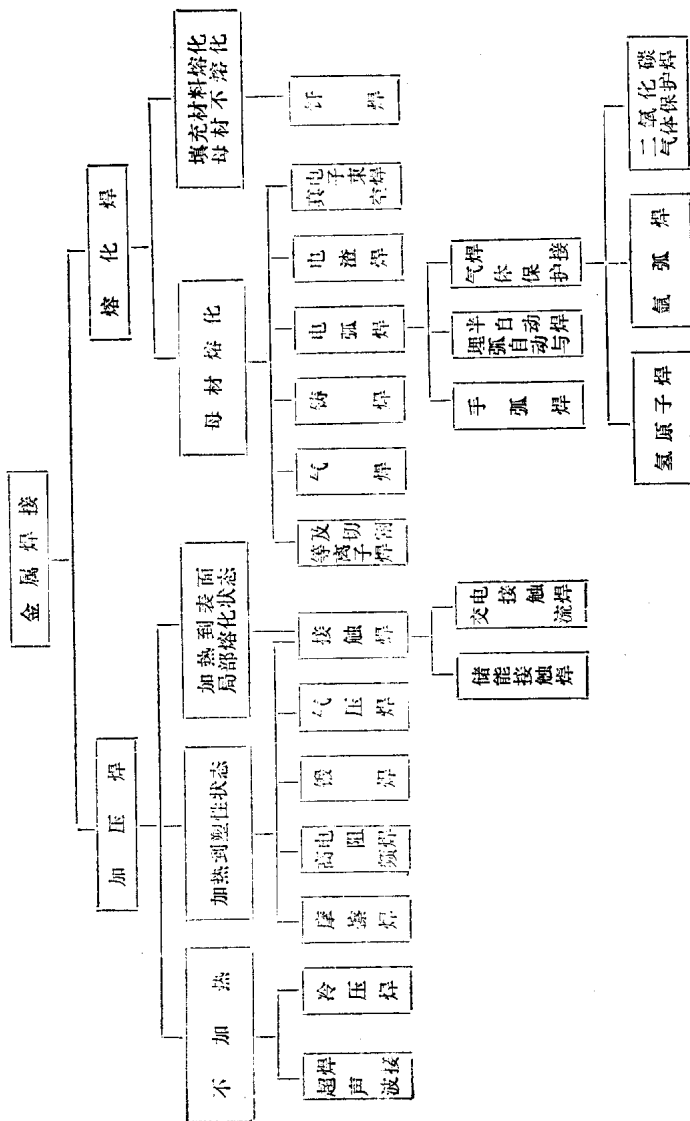
1. 焊接结构重量轻，比铆接结构平均约轻25%，因此节省金属材料；
2. 焊接生产可以简化工艺，提高劳动生产率；
3. 可以提高结构的强度和紧密性，采用焊接方法，能加工形状复杂的金属结构；
4. 节省生产费用，改善劳动条件，便于生产过程的机械化和自动化。

根据不同的工艺特点，焊接的主要方法可分为加压焊和熔化焊。其分类方法见表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，

焊接主要方法分类

表 1-1



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。

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，特别是无产阶级文化大革命以来，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 焊接有关电气常识

第一节 电的基本概念

一、物质的组成、电的产生及其基本性质

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）。

结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）。这种不流动的电叫静电。衡量电量大小的单位叫库仑。静电的基本性质是：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。电力线

就是电力作用的方向,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:

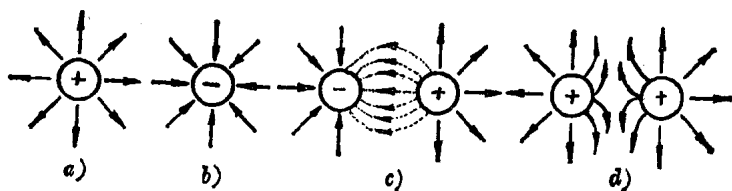


图2-1 电荷周围电力线作用示意图

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。

第二节 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 不传电的物体称为非导体或绝缘体。严格地说，在常温下，绝对不传电的物体是没有的，我们一般所指的绝缘体只是很难传电的物体，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），1 安培表示在 1 秒钟内，截面上通过 1 库仑电荷。

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。

第三节 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

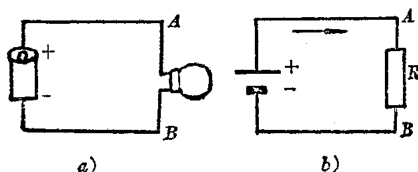


图2-2 电路的接线图与原理图

(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 □ 和文字 R 表示, 电路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、长短和材料的通过电流的能力来确定。同一种材料的导体越细越长, 电阻也越大, 且随着温度的升高, 电阻值也增大。当电压为 1 伏通过电流为 1 安时的导体电阻值为 1 欧。

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, 电路中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*。串联时, 各段电阻中通过的电流值相等。分别以下列各式表示:

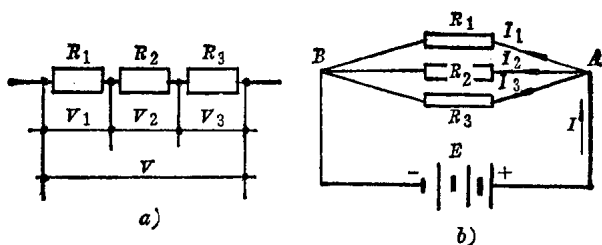


图2-3 电源和负载的串并联线路

a—串联, b—并联

$$R = R_1 + R_2 + R_3$$

$$V = V_1 + V_2 + V_3$$

$$I = I_1 = I_2 = I_3$$

如串联各段有一段电阻改变, 则所有各段电流都得改变, 而电路各段电压重新分配。如电路有一段被切断, 则全部电路断电。

并联, 即从电源发出的总电流, 按负载的数目分流到各个支路上去。在所有支路接入的电阻上, 电压是相等的, 而电流值则随各支路电阻值的不同而不同, 并联后, 电路中的总电阻之倒数为各支路电阻倒数之和, 如图2-3, b, 分别用下列各式表示:

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

$$V = V_1 = V_2 = V_3$$

$$I = I_1 + I_2 + I_3$$

五、功 率

电流是能做功的, 我们日常看到的电车运行、风扇的转

动，是由于电流做功的结果。在电路中，电源的电能就消耗在电荷移动所做的功上，同时，转变为其他形式的能（机械能、化学能等）。

在某段导线上，如果两端的电压是1伏特，导线中的电流强度是1安培，继续流动1秒钟，那么，电流所做的功是1焦耳。

电路上电流所做的功用下式表示：

$$W = IVt$$

式中 W ——功，焦耳；

I ——电流，安；

V ——电压，伏；

t ——时间，秒。

电流在1秒钟内所做的功，就称为电流的功率，常用 P 来代表。

$$P = \frac{W}{t} = \frac{IVt}{t} = IV = I^2R = \frac{V^2}{R}$$

在实用的单位制中，功率的单位是瓦特，简称瓦，在电力工业上，一般用千瓦来计算，叫做瓩。

第四节 磁 和 电 磁

一、磁

我们知道，磁铁能吸引铁屑，磁铁能指南北（如指南针）。指南针指北一端称北极（或 N 极），指南的一端称南极（或 S 极）。从实验中看出，磁极间存在着相互作用的力，同性磁极间互相排斥，异性磁极间互相吸引，这是由于磁铁的周围能