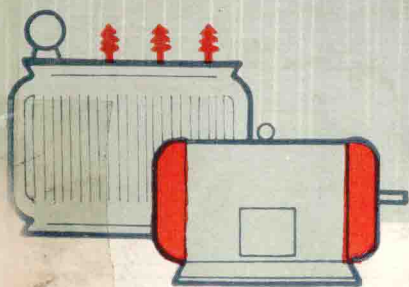


安装工人技术学习丛书

安 装 电 工



中国建筑工业出版社

安装工人技术学习丛书

安 装 电 工

陕西省建筑工程局《安装电工》编写组

中国建筑工业出版社

本书主要叙述电气照明、电力线路、低压电器和电机、变配电设备和接地装置的安装，以及电缆敷设和电缆接头制作等操作技术，并概要地介绍了电工基础知识、电工材料、常用电测仪表、电工识图和安全常识等。

本书可作为安装电工的自学读物，也可作技工培训读物。

* * *

本书由陕西省第一设备安装工程公司主编。

派出人员参加审查讨论的单位有：

陕西省建筑工程局教材审编组；

西安红旗电机厂。

安装工人技术学习丛书

安 装 电 工

陕西省建筑工程局《安装电工》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：16 3/4 字数：367 千字

1974年12月第一版 1974年12月第一次印刷

印数：1—224,000册 定价：1.05元

统一书号：15040·3143

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

目 录

第一章 电工基础知识	1
第一节 电荷	1
第二节 电的基本概念	2
第三节 磁和电磁的基本概念	7
第四节 交流电的基本概念	14
第五节 变压器	27
第六节 电机	32
第二章 电工材料	46
第一节 导电材料	46
第二节 绝缘材料	52
第三节 电线管	68
第三章 电气测量仪表及应用	71
第一节 仪表的分类和符号意义	71
第二节 电压表	74
第三节 电流表	76
第四节 功率表	79
第五节 电度表	81
第六节 钳形电流表使用方法	86
第七节 万用表使用方法	87
第八节 摇表使用方法	89
第九节 接地电阻测定仪使用方法	92
第十节 仪表的维护与保管	94
第四章 电工识图	95

第一节	识图基本常识	95
第二节	电工图分类及用途	101
第三节	识图举例	109
第五章	室内配线	113
第一节	一般要求和配线工序	113
第二节	夹板和瓷瓶配线	117
第三节	槽板配线	127
第四节	塑料护套线敷设	130
第五节	线管配线	132
第六节	钢索配线	145
第七节	导线连接与封端	148
第八节	吊车滑触线安装	167
第六章	电气照明装置安装	174
第一节	照明器及附件	174
第二节	电气照明基本线路	180
第三节	照明器及附件安装	181
第七章	电机和起动电器安装	189
第一节	电机安装	189
第二节	电机的干燥	201
第三节	感应电动机的起动	207
第四节	起动电器安装	212
第八章	硬母线安装	230
第一节	母线加工	230
第二节	母线焊接	244
第三节	母线安装	262
第九章	电缆施工	270
第一节	概述	270
第二节	电缆敷设	275
第三节	冬季电缆敷设措施	285

第四节	电缆终端头制作	287
第五节	电缆中间接头制作	316
第六节	控制电缆接头制作	321
第七节	铝包电缆头制作要点	323
第十章	架空电力线路	325
第一节	线路构成及部件作用	325
第二节	架设施工	335
第十一章	变配电设备安装	366
第一节	变压器安装	366
第二节	少油式油开关调整	384
第三节	支持绝缘子和穿墙套管安装	391
第四节	仪用互感器安装	396
第五节	隔离开关和负荷开关安装	399
第六节	成套配电柜和动力配电箱安装	406
第七节	阀型避雷器安装	411
第八节	静电电容器安装	413
第九节	继电保护装置	416
第十节	二次接线	439
第十二章	接地装置	457
第一节	基本概念	457
第二节	接地装置的安装	461
第三节	接地装置的检查和涂色	470
第十三章	安全常识	474
第一节	电流对人体的作用	474
第二节	触电方式	476
第三节	触电急救	477
第四节	触电预防	480
附录 I	绝缘材料性能	482
附录 II	1. 电工系统图图形符号(电力部分)	483

	2. 电力及照明平面图图形符号	505
附录Ⅲ	常用电工文字符号	519
附录Ⅳ	常用熔丝规格表	523

第一章 电 工 基 础 知 识

在日常生活和生产中，电的应用是非常普遍的，电的本质是什么？它具有哪些基本性质？下面简单地加以说明。

第一节 电 荷

毛主席教导我们：“一切事物中包含的矛盾方面的相互依赖和相互斗争，决定一切事物的生命，推动一切事物的发展。”自然界一切物质都是由原子构成的，原子又分成带正电荷的原子核和在原子核周围运动的带负电荷的电子。在通常状态下，由于原子核带的正电荷和核外电子所带负电荷的总和是相等的，因此原子对外不显电性。当物体由于某种外界作用（如摩擦），破坏了原子核和电子的平衡条件时，使物体失去或得到电子而带电，失去电子的物体就显示正电，获得电子的物体就显示负电。

有些物质（如金属、碳等）的原子核外的部分电子，容易摆脱原子核的吸引，离开自己的运动轨道，在原子之间穿来穿去，这种电子叫做自由电子。在平常情况下，金属中虽然有大量的自由电子，但它们只做无规则的机械运动，不会产生电流。

表示物体所带电荷的多少叫做电量。电量的实用单位是“库伦”，1库伦的电量相当于 6.25×10^{18} 个电子的电量。

第二节 电 的 基 本 概 念

一、电流、电压和电阻

1. 电流 当人们给予一定的外加条件（加电压），迫使自由电子沿着导体流动而形成电流。电流的单位是“安培”。工程上有时用“毫安”（ mA ）、“微安”（ μA ）表示电流强度，它们的换算关系是：

$$1 \text{ 安培 } (A) = 1000 \text{ 毫安 } (mA)$$

$$1 \text{ 毫安 } (mA) = 1000 \text{ 微安 } (\mu A)$$

电流的方向习惯认为是由正极流向负极，但实际电子流动的方向是由负极流向正极，如图1-1所示。

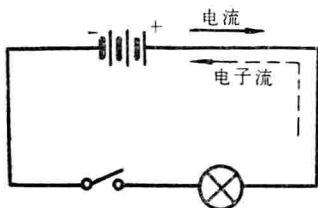


图 1-1 电流的方向

电流有两种，一种是大小和方向都不变的电流，叫做直流电，如干电池、蓄电池所产生的电流；另一种是大小和方向都按一定周期变化的电流，

叫做交流电。

2. 电位差、电动势和电压 当物体带有正电荷时，该物体就具有一定的电位。通常以大地的电位作为零。物体带正电荷时，它的电位就比大地高；当物体带有负电荷时，它的电位就比大地低。电位的单位是“伏特”，简称“伏”。常用“电位差”或“电压”表示两物体或两点间的电位差别。

毛主席教导我们：“事物发展的根本原因，不是在事物的外部而是在事物的内部，在于事物内部的矛盾性。”电动势就是电源内部产生推动电流流动的力量，简称电势。电位

差和电动势都能使电流流动，但它们的意义有所不同，电位差是指任何两个物体或两点之间的电位差别，而电动势则是指在电源内部所产生推动电流的力量。常把电位差和电动势叫做电压。电位差、电动势都以“伏特”为单位，用符号 E 或 e 表示。电压的符号为 U 或 u 。工程上常用“千伏”、“毫伏”表示电压的大小，它们的换算关系是：

$$1 \text{ 千伏 (KV)} = 1000 \text{ 伏特 (V)}$$

$$1 \text{ 毫伏 (mV)} = 1/1000 \text{ 伏特 (V)}$$

3. 电阻 自由电子或离子作定向运动时，必然会与原子或离子相碰撞，从而阻碍了自由电子或离子的运动，导体的这种性质叫电阻。

在物体的某两点之间，如果只需要很小的电位差就可能推动很大的电流，这种物体称为导体。所有的金属以及合金都是导体。此外，大地、人体、石墨以及酸、碱、盐溶液也都是导体。

在物体的某两点之间虽然有很大的电位差，也只能通过很小的电流，这种物体称为绝缘体。常用的绝缘材料有橡胶、塑料、云母、纸、石棉、绝缘漆、干燥的木材等。

电阻的单位是“欧姆”，简称“欧”，用符号“ Ω ”表示。国际上规定为长106.300厘米，质量14.452克的均匀截面积的水银柱，当温度为 0°C 时的电阻值作为1欧电阻的标准。工程上常用“千欧”($K\Omega$)、“兆欧”($M\Omega$)表示电阻值。

导体的电阻值与导体本身的性质、粗细、长短、温度有关。实验表明，在一定的温度下，导体的电阻值可用下列公式计算：

$$R = \rho \cdot l / S$$

式中 R ——导体的电阻值（欧）；
 l ——导体的长度（米）；
 S ——导体的截面积（毫米²）；
 ρ ——导体的电阻率（欧·毫米²/米）。

导体的电阻与温度有关，一般的金属导体，在温度升高时，其电阻值也增大，这是因为温度升高后，金属内部的原子核与电子运动加剧，自由电子流动时阻力增大。电阻随温度的变化，可用下式计算：

$$R_t = R_0(1 + \alpha \cdot \Delta t)$$

式中 R_0 ——20°C时的电阻值（欧）；
 R_t —— t °C时的电阻值（欧）；
 α ——0~100°C时平均电阻温度系数；
 Δt ——高于20°C的温差值， $\Delta t = t^\circ - 20^\circ\text{C}$ 。

当温度升高1°C，导体的电阻所增加的比例数叫做导体的温度系数。它也是随温度而变化的，常采用的是20°C时的温度系数和在0~100°C时的平均温度系数两种。

二、欧姆定律

在电阻一定的电路中的电流与电压存在着一定的关系，可用下式表示：

$$I = U/R$$

式中 I ——电流（安培）；
 U ——电压（伏特）；
 R ——电阻（欧姆）。

这个公式叫做欧姆定律。从式中可知，只要知道 I 、 U 和 R 三个量中的任何两个量，就可求出第三个量。

三、电阻的串联、并联和混联

1. 串联 在电路中，电阻一个串一个连在一起连接方

式，叫做串联，如图1-2所示。串联电路中的电流处处相同，其总电阻值等于各分电阻值的和。

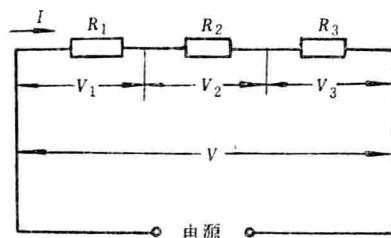


图 1-2 电阻串联

$$\text{即 } R = R_1 + R_2 + R_3$$

总电压等于分电压的和。

$$\text{即 } V = V_1 + V_2 + V_3$$

2. 并联 把几个电阻的一端连接在一起，另一端也连在一起，这种连法叫做并联，如图1-3所示。电阻并联后的总电阻的倒数等于各支路电阻的倒数之和。

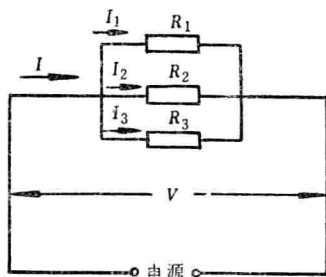


图 1-3 电阻并联

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

$$\text{或 } R = \frac{R_1 R_2 R_3}{R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_3 R_1}$$

并联电路中，各个电阻两端的电压都等于电源电压。并联电路的总电流等于各分路电流之和。

$$\text{即 } I = I_1 + I_2 + I_3$$

3. 混联 在一个电路内，电阻有串联也有并联，如图1-

4所示。电阻混联后的总电阻值的计算方法是按串联与并联计算公式分别计算。

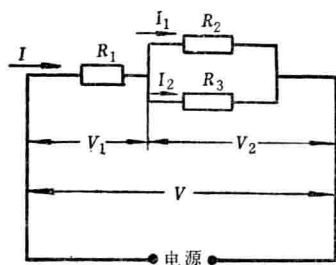


图 1-4 电阻混联

$$U = IR$$

$$W = I^2 R t = \frac{U^2}{R} t$$

单位时间内电流所做的功称为电功率，用符号 P 来表示：

$$P = \frac{W}{t} = I^2 R = \frac{U^2}{R} = UI$$

在电机工程中，功率常用单位称为“瓦特”（瓦）、“千瓦”（瓩）。

即 1 瓩 (KW) = 1000 瓦特 (W)

1 瓦特 (W) = 1/1000 瓩 (KW)

功率的单位还可使用“马力”^①来表示。它与瓦特的区别是：“瓦特”是电功率的单位，“马力”是机械功率的单位。互相换算的关系如下：

$$1 \text{ 公制马力} = 736 \text{ 瓦特} = 0.736 \text{ 瓩}$$

① 1 公制马力 = 75 公斤·米/秒；1 英制马力 = 1.014 公制马力；
1 公制马力 = 0.985 英制马力。

四、电功和电功率

电流流过电器在某段时间内所作的功叫做电功。电功的大小与流过电器的电流和加在电器两端的电压有关。

$$\text{即 } W = IUt$$

根据欧姆定律

$$1 \text{ 英制马力} = 746 \text{ 瓦特} = 0.746 \text{ 瓩}$$

$$1 \text{ 瓩} = 1.36 \text{ 公制马力}$$

$$1 \text{ 瓩} = 1.34 \text{ 英制马力}$$

实用上，常用瓩·时作为计算电功的单位。我们通常所说的1度电，就是指1瓩·时的电功。

五、电流的热效应

电流通过任何导体后，导体都要发热，这种现象叫做电流的热效应。导体所产生的热量可按下式计算：

$$Q = 0.24 I^2 R t$$

式中 Q —— 热量（卡^①）；

I —— 电流（安培）；

R —— 电阻（欧姆）；

t —— 时间（秒）。

这个公式称为电热定律。它表明电流通过导体时产生的热量 Q ，与电流 I 的平方成正比，与导体的电阻 R 和通电时间 t 成正比。

实用中，因“卡”这个计量单位太小，而采用“大卡”或“千卡”^②。

$$1 \text{ 大卡} = 1000 \text{ 卡}$$

第三节 磁和电磁的基本概念

一、磁极、磁场和磁力线

能够吸引铁屑或铁块的物体叫做磁铁（俗称吸铁石）。磁铁分天然磁铁和人造磁铁两种。

① 热量单位“卡”是使1克纯水温度升高1℃所需的热量。

② 大卡：使1公斤纯水温度升高1℃所需的热量。

天然磁铁是有磁性的矿物。但其磁性较小，目前工业上很少采用。人造磁铁的主要材料是钢、铁，其次是镍、钴等金属。人造磁铁又可以分为永久磁铁和暂时磁铁两种。永久磁铁是经磁化后能长期保留磁性的磁铁。暂时磁铁只在被磁化时才有磁性，磁化停止后，磁性很快消失。永久磁铁常制成条形或马蹄形，如图 1-5 所示。

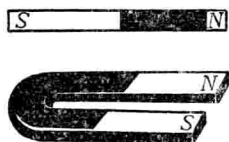


图 1-5 人造永久磁铁

磁铁的性质如下：

1. 磁铁的两端对铁屑的吸引力最大，这两端称为磁极；

2. 指南的一极叫做南极（ S 极），指北的一极叫做北极（ N 极）。指南针就是小型

的永久磁铁；

3. 同极性相斥，异极性相吸；

4. 当用磁铁吸引铁屑时，在它附近的铁屑被吸引，离它远一些的铁屑，没有被吸引。这说明磁铁的磁力有一定的作用范围，磁力作用的范围称为磁场。为了形象化，我们用磁力线来表示磁场的分布情况。磁力线是从磁铁的北极（ N 极）发出进入南极（ S 极）；在磁铁的内部则从南极回到北极，

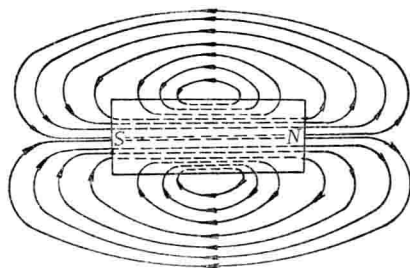


图 1-6 磁力线的特性