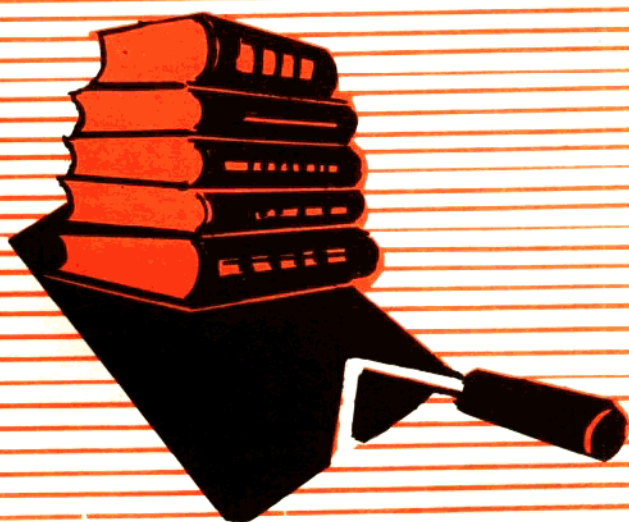


建筑工人中级技术理论培训教材

建筑电工

杨可宜 编·张守信 邓宗煌 审校



广东科技出版社

建筑工人中级技术理论培训教材

建筑电工

杨可宜 编

张守信 审校
邓宗煌

广东科技出版社

内 容 简 介

本书是建筑工人中级技术理论培训教材之一。全书共分七章，主要包括：交、直流电路与电磁的基本知识；常用电机的结构、工作原理和使用常识；电子技术及安全用电常识。

本书适合建筑行业各工种技术工人在中级培训中使用，也可以作为工人自学的教材。

出版说明

为了适应建筑工人中级技术教育的需要，我们组织编写和出版了这套《建筑工人中级技术理论培训教材》。

这套教材是根据城乡建设环境保护部颁发的《建筑安装工人中级技术理论教学计划和教学大纲》的规定编写的，由基础课《建筑力学》、《建筑机械》、《建筑电工》、《建筑工程测量》、《建筑识图与制图》和专业课《混凝土工工艺学》、《砖瓦抹灰工工艺学》、《油漆油毡工工艺学》、《木工工艺学》、《架子工工艺学》等组成。教材的内容力求结合目前建筑技术发展的实际情况和工人技术理论学习的实际需要，做到重点突出，简明易懂。教材供建筑工人中级技术培训与考核使用，也可作初、中级技术工人的自学资料。

广东省基本建设委员会、广东省技术考核委员会、广东省建筑工程专科学校等单位对这套教材的编写、出版，给予热情支持和帮助；广东省建筑工程总公司培训部门的全体同志，承担了组织编写、审校教材全部稿件的任务，进行了大量具体工作，特此表示衷心感谢。

请读者及时把对这套教材的意见和建议反映给我们，以便在再版时进行修订。

广东省劳动局
广东省建筑工程总公司
广东科技出版社

1988年6月

目 录

第一章 直流电路.....	(1)
第一节 电的基本概念	(1)
第二节 直流电路	(2)
第三节 欧姆定律	(6)
第四节 电容、电阻的联接	(7)
第五节 电源、电功和电功率	(11)
第二章 电与磁.....	(13)
第一节 磁场及电-磁 关系	(13)
第二节 电磁感应	(14)
第三节 线圈中的感应电流方向	(15)
第四节 磁场对载流导体的力效应	(17)
第三章 交流电路.....	(19)
第一节 单相交流电	(19)
第二节 单相交流电路.....	(22)
第三节 三相交流电	(29)
第四节 三相负载	(30)
第四章 变压器.....	(35)
第一节 变压器的工作原理	(35)
第二节 变压器的分类和构造	(37)
第三节 三相变压器	(41)
第四节 特殊变压器	(43)
第五章 三相异步电动机	(47)
第一节 三相异步电动机的工作原理	(47)
第二节 三相异步电动机的构造	(48)

第三节	异步电动机的工作特性	(49)
第四节	三相异步电动机的铭牌	(52)
第五节	正确使用三相异步电动机	(54)
第六章	电子技术	(66)
第一节	半导体及其特性	(66)
第二节	半导体二极管的种类和特性	(68)
第三节	半导体二极管整流器	(70)
第四节	半导体三极管	(73)
第五节	可控硅	(76)
第七章	安全用电	(80)
第一节	触电是怎么回事	(80)
第二节	怎样预防触电	(87)
第三节	触电急救方法	(94)

第一章 直流电路

第一节 电的基本概念

随着国民经济的日益发展，电能不但在工农业生产上得到广泛使用，而且在人们的日常生活中占有重要的地位。例如：电灯、电视、电影等。

首先，让我们复习一下电的基本概念。

在自然界里，所有物质都是由分子组成，分子又由原子组成，而原子则是由原子核和电子组成的。原子核带正电荷，电子带负电荷，电子分不同的层次围绕原子核作高速旋转。这就是我们所说的“电”的“源泉”。

任何物质都含有大量极微小的带正电和带负电的质点。在通常的情况下，物质内部带正电和带负电的质点在数量上是相等的，故对整体而言，都是呈中性的。若由于某种原因，使得物质内部负电荷数多于或少于正电荷数，那么，便称这一物体带负电或正电。

电荷是电的量度。一个电子的电荷是 1.6×10^{-19} 库仑。

电荷之间存在着同性相斥、异性相吸的作用力。电荷的定向运动便形成了电流。

电流有强弱之分，衡量电流大小的量叫做电流强度。电

流强度用字母 I 表示，单位为安培(A)，简称安。电流强度是单位时间内，通过导体横截面的电量。即

$$I = \frac{Q}{t}$$

式中 Q —— 电荷量，单位为库仑，可简称为库，
 t —— 时间，单位为秒。

在带电体周围的空间，任何电荷都要受到力的作用。这种力称为电场力，而表现有电场力作用的空间，则称为电场。

在电场中，各点的电场强度是不一样的。离带电体越远，电场越弱。

静电场或电路中两点间的电位差，在数值上等于把单位正电荷从一点移动到另一点时电场力所做的功。或理解为：在电源（如发电机、蓄电池）的电势作用下，导体内部的正负电荷被推移到导体的两端，使其两端具有电位差。电位差又称电压。电压用字母 U 表示，单位为伏特，简称伏。

第二节 直 流 电 路

1. 电阻

所谓导体，就是指其内部带电质点（电子或离子）能够自由移动的物体。各种金属和电解液都是导体。

自由电子在导体中运动要克服原子核的吸力及电子间的排斥力，即受到阻力的影响。所谓电阻，就是导体对电流起阻碍作用的能力。电阻用字母 R 表示，单位是欧姆(Ω)，简称欧。

不同的物质有不同的电阻。长 1 米、截面积为 1 毫米² 的

导体，在温度为20℃时所测得的电阻值，称为该导体的电阻率，用字母 ρ 表示。

表1-1 常用材料的电阻率

材 料 名 称	电阻率 ρ (欧·毫米 ² /米)
银	0.016 5
铜	0.017 5
铝	0.028 3
铁	0.097 8

实验证明，在一定的温度下，导体的电阻与导体的长度成正比，与导体的截面积成反比，即

$$R = \rho \frac{l}{S}$$

式中 l ——导体的长度，单位为米；

S ——导体的截面积，单位为毫米²；

ρ ——导体的电阻率，单位为欧姆·毫米²/米。

一般而言，金属物体的电阻会随温度的升高而增大。有些物体（如碳等）的电阻值则随温度的升高而下降。

导体的温度每升高一摄氏度，其电阻值增大的百分数叫做电阻的温度系数，用符号 α 表示。在0~100℃的范围内，铜的温度系数为0.0043，铝的温度系数为0.0042。

2. 电路的组成

所谓电路，就是电流流通的路径。它能对电能进行传递和分配，把电能转换成其它形式的能量。

电路通常由四个部分组成：

(1) 电源 供给电路电能的设备。如蓄 电池、发 电

机等。

(2) 连接导线 用于把电源和负载连接成闭合回路，实现能量的传递和分配。一般用铜线或铝线作连接导线。

(3) 控制电器 用于控制电路的通或断，并可以起保护电源和负载的作用。如开关、熔断器等。

(4) 负载 是接受电能的设备。如电动机、电灯和电炉等。

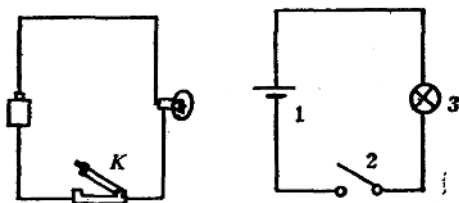


图 1-1 简单电路

简单电路如图1-1所示。在电路中，通常有三种情况出现：

(1) 通路状态 当开关 K 闭合，即接通电源后，电路成闭合回路，并有电流通过。

(2) 开路状态 当开关 K 打开或导线在某处中断时，电路被切断，电路中无电流通过。

(3) 短路状态 电路中，电源两端直接被导线接通，称为短路。短路时电流很大，可能使电源和导线损坏。

电路中常采用的国家标准符号如表1-2所示。

表1-2

电路中常采用的国家标准符号

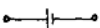
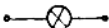
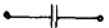
名 称	符 号
电 池	
开 关	
电 灯	
电 阻	
可变电阻	
熔断器	
电 容 器	
接 地	
母 线	
交流电	

图1-2 所示的是直流电路中的电流波形。

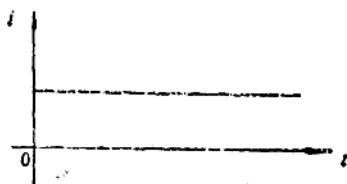


图 1-2 直流电波形

第三节 欧姆定律

欧姆定律能反映电路中电压、电阻和电流三者之间的相互关系。它可用两种形式来表示。

1. 部分电路的欧姆定律

在一段电路里，流过导体的电流强度与这段电路两端的电压成正比，与这段电路的电阻成反比。这就是部分电路的欧姆定律，可用公式表示为：

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

式中 U ——电压，单位为伏；

R ——电阻，单位为欧；

I ——电流强度，单位为安。

可见，欧姆定律不仅可用于计算电流 I ，还可用于计算电压 U 和电阻 R 。只要知道其中的任意两个量，应用上述公式，即可求出其余的量。如：

$$U = IR; \quad R = \frac{U}{I}$$

2. 全电路欧姆定律

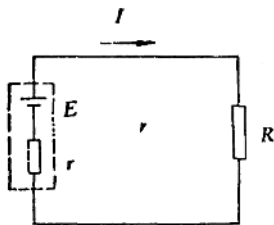


图 1-3 全电路欧姆定律

如图 1-3 所示。已知电动势 E 、电源内阻 r 和负载电阻 R ，则电流强度 I 可由全电路欧姆定律求出。其公式为：

$$I = \frac{E}{r + R}$$

因此，全电路欧姆定律的定义是：在闭合电路中，电流的数值等于该电路中的电动势除以整个电路的电阻。

【例】设电源的电动势 $E = 1.5$ 伏，电源内阻 $r = 0.1$ 欧，负载电阻 $R = 1.4$ 欧。求图 1-3 电路中的电流 I 。

解：根据全电路欧姆定律，电路中的电流

$$I = \frac{1.5}{0.1 + 1.4} = 1 \text{ (安)}$$

第四节 电容、电阻的联接

1. 电容

电容器由被介质分隔的两个任何形状的导体（极板）组成。电容则是表征导体或导体系统贮电场能量（电荷）能力的一个参数，用字母 C 表示。

电容在数值上等于导体所具有的电量与两导体间的电位

差（电压）之比：

$$C = \frac{Q}{U}$$

式中 Q ——极板上所贮存的电量，单位为库；

U ——两极板间的电压，单位为伏；

C ——电容，单位为法拉，简称法。

在实际应用中，法拉（F）单位太大，一般用微法（ μF ）或皮法（pF）作单位。

$$1\text{F} = 10^6\mu\text{F} = 10^{12}\text{pF}$$

2. 电阻的串并联及混联

在电路中，把电阻逐个顺次串接起来，使电流只有一条通路。这种联接方法叫做电阻的串联。

串联电路总电阻为各分电阻之和。即

$$R = R_1 + R_2 + R_3 + \cdots + R_n$$

如图 1-4 所示，该电路的总电阻为：

$$R = R_1 + R_2 + R_3$$

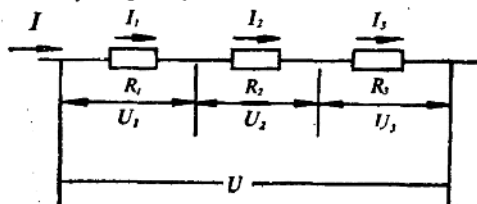


图 1-4 电阻的串联

如通过串联电路的电流为 I ，根据欧姆定律，各段电阻上的电压降则为 $U_1 = IR_1$ 、 $U_2 = IR_2$ 和 $U_3 = IR_3$ 。设总电阻为 R ，则

$$U = IR_1 + IR_2 + IR_3 = IR$$

可见，串联电路的总电压等于各电阻两端的电压之和。
在各电阻上的电压分配，可按分压公式求出：

$$U_1 = U \frac{R_1}{R_1 + R_2 + R_3}; \quad U_2 = U \frac{R_2}{R_1 + R_2 + R_3};$$

$$U_3 = U \frac{R_3}{R_1 + R_2 + R_3}$$

式中 U_1 ——电阻 R_1 两端的电压；
 U_2 ——电阻 R_2 两端的电压；
 U_3 ——电阻 R_3 两端的电压；
 U ——加在 R_1 、 R_2 、 R_3 上的总电压。

显然，总电压是按电阻值与其成正比的关系分配在各个电阻上的。电阻大的，电压降大；电阻小的，电压降也就小。

在电路中，把电阻相互并列连接在电路两点间，使电流有几条通路。这种连接方法就叫做电阻的并联。如图 1-5 所示。

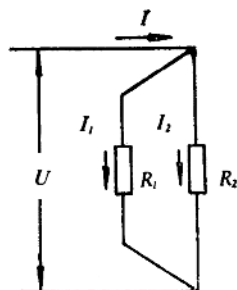


图 1-5 电阻的并联

并联电路总电阻的倒数等于各个电阻的倒数和。即

$$\frac{1}{R_{\text{总}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

可以证明，图 1-5 所示的并联总电阻可按式计算：

$$R_{\text{总}} = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2}$$

并联电阻两端所承受的电压是相等的，因此，从电源一端通过并联电阻流到另一端的总电流，等于通过各电阻电流

之和。即

$$I = I_1 + I_2$$

各支路上的电流，可按分流公式来求得：

$$I_1 = I \frac{R_2}{R_1 + R_2}; \quad I_2 = I \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

式中 I_1 ——通过电阻 R_1 的电流；

I_2 ——通过电阻 R_2 的电流；

I ——总电流。

从上式可以看出，各支路的电流与该支路的电阻成反比。电阻小的，通过的电流就大；电阻大的，通过的电流就小。

如果在一个电路中，既有电阻并联，又有电阻串联，则此电路称为混联电路。计算这种电路的总电阻时，可先将电路分解，先分别求出并联电阻和串联电阻，然后再求出总电阻。

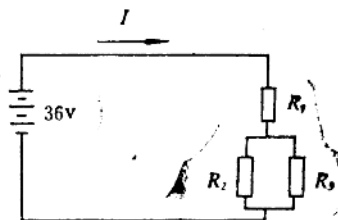


图1-6 电阻的混联

【例】如图 1-6 所示的电路，设 $R_1 = 20$ 欧， $R_2 = 10$ 欧， $R_3 = 15$ 欧， $U = 36$ 伏。求：电路的总电阻 R 和总电流 I 。

解：先求 $R_2 \cdot R_3$ 并联部分的电阻

$$R_{23} = \frac{R_2 \times R_3}{R_2 + R_3} = \frac{10 \times 15}{10 + 15} = \frac{150}{25} = 6 \text{ (欧)}$$

再求 R_{23} 和 R_1 串联的电阻，即总电阻

$$R = 6 + 20 = 26 \text{ (欧)}$$

于是电路中的总电流

$$I = \frac{U}{R} = \frac{86}{26} = 1.38 \text{ (安)}$$

第五节 电源、电功和电功率

能将其它形式的能量转换成电能的设备，叫做电源。电源可以串联或并联的形式存在。串联时，电源的总电动势等于各分电源电动势之和。并联时，电源的总电动势等于各分电动势。

在单位时间里电场力所做的功，称为电功率。用公式表示为：

$$P = \frac{A}{t}$$

式中 P ——电功率，单位为瓦特，简称瓦；

A ——电功，单位为焦耳，简称焦；

t ——时间，单位为秒。

$$1 \text{ 瓦 (W)} = 1 \text{ 焦/秒 (J/s)}$$

$$1 \text{ 千瓦 (kW)} = 1000 \text{ 瓦 (W)}$$

思 考 题

1. 什么是电压、电流和电阻？它们的单位是什么？它们之间有什么关系？

2. 什么叫电路？它由哪四部分组成？在一般情况下，