

JIANZHU DIANGONG RUMEN

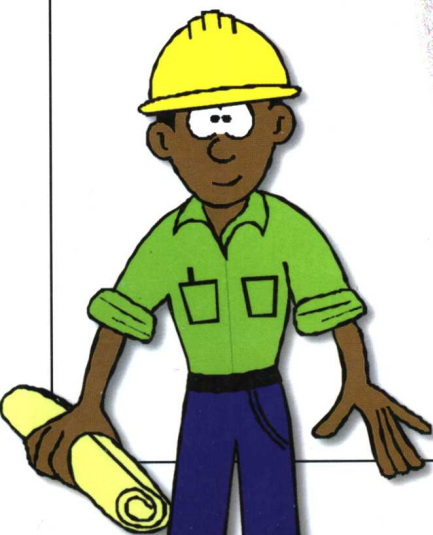
一招鲜·就业技术速成丛书

建筑电工

入门

陈亮 编著

适合培训·便于自学



安徽科学技术出版社

一招鲜·就业技术速成丛书

建筑电工入门

陈 亮 编 著



安徽科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

建筑电工入门/陈亮编著. —合肥:安徽科学技术出版社, 2006. 4

(一招鲜·就业技术速成丛书)

ISBN 7-5337-3466-1

I. 建… II. 陈… III. 建筑工程-电工-基本知识
IV. TU85

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 024807 号

*

安徽科学技术出版社出版

(合肥市跃进路 1 号新闻出版大厦)

邮政编码: 230063

电话号码: (0551) 2833431

E-mail: yougoubu@sina.com

yougoubu@hotmail.com

网址: www.ahstp.com.cn

新华书店经销 合肥晓星印刷厂印刷

*

开本: 850×1168 . 1/32 印张: 11.625 字数: 310 千

2006 年 4 月第 1 版 2006 年 4 月第 1 次印刷

印数: 5 000

定价: 19.80 元

(本书如有倒装、缺页等问题, 请向本社发行科调换)

《一招鲜·就业技术速成丛书》

编写委员会

主 编 石伟平

副主编 张能武 徐 森

委 员 (按姓氏笔画为序)

王新华	艾春平	卢小虎	刘春玲	汪立亮
张志刚	张 军	张能武	李春亮	苏本杰
季明善	杨昌明	杨奉涛	罗中华	夏红民
徐 森	黄 芸	程美玲	程国元	满维龙
戴胡斌				

前 言

近年来,随着建筑电气技术的迅速发展,特别是自动化、计算机、通信等技术的发展与普及,并迅速地与建筑电气技术相融合,使得建筑电气已成为现代建筑中一个不可缺少的专业学科,并对从事建筑电气设计、施工、维修和管理人员的专业知识提出了新的更高的要求。为了提高建筑行业建筑电工队伍素质,根据建设部开展建设职业技能培训的要求,安徽科技出版社邀请在本行业从事专业多年、具有丰富实践经验的专家和工程技术人员组织编写了《建筑电工入门》一书。

本书从实际出发,全面系统地介绍了建筑电工在施工操作中所必备的理论知识和实际操作技能。主要包括:建筑电气电工基础、建筑电工基本技能、变压器与电动机、建筑供电、建筑照明、现代建筑电气技术及安全用电。本书在内容上,突出实用性和针对性,便于阅读,使读者尽可能通过阅读此书来独立解决工作中所出现的各种问题。本书可作为建筑电工初级工和中级工的培训教材,也可作为广大建筑电工人员的自学读本。

该书由上海长三角国家高技能人才培养中心组织编写。由于水平有限,书中错误在所难免,热忱欢迎读者批评指正。

作者

目 录

第一章 建筑电气电工基础	1
第一节 电工基础知识	1
一、电路基本概念	1
二、简单直流电路	4
三、电磁基本知识	9
四、正弦交流电路	18
五、三相交流电路	30
第二节 电子技术知识	45
一、半导体及晶体二极管	45
二、直流稳压电源	50
三、晶体三极管及其应用	56
四、晶闸管简介	63
第二章 建筑电工基本技能	66
第一节 常用电工工具及其使用	66
一、低压验电笔	66
二、螺丝刀	66
三、钢丝钳	67
四、尖嘴钳	68
五、断线钳	68
六、电工刀	69
七、剥线钳	69
八、活络扳手	70
第二节 常用电工仪表及其使用	70
一、电流和电压表	70
二、万用表	74

三、兆欧表	76
四、电能表	78
第三节 导线的连接与线路敷设	81
一、导线的连接	81
二、线路的敷设	85
第四节 电气工程识图基本知识	92
一、图面的一般规定	92
二、电气工程图的分类和常用符号	96
三、识图的基本要求和步骤	99
第三章 变压器与电动机	102
第一节 变压器	102
一、变压器的基本工作原理和结构	102
二、特殊用途变压器	108
三、变压器的维护和故障处理	116
第二节 电动机	117
一、电动机的结构与工作原理	118
二、电动机的典型控制电路	124
三、电动机的使用维护与检查	143
第四章 建筑供电	150
第一节 电力系统基本概念	150
一、电力系统简介	150
二、建筑供电系统	155
三、高压配电设备	161
第二节 电力负荷的计算	167
一、电力负荷	167
二、计算负荷	169
三、节尖峰电流的计算	181
第三节 线路敷设及导线选择	181
一、电线、电缆类型的选择	181
二、电线、电缆截面的选择	184
三、室内配电线路的敷设	201

第四节 常用低压电器及其选择	209
一、常用低压电器	210
二、常用低压电器的选择	222
三、配电箱的选择	229
第五章 建筑照明	230
第一节 建筑照明基本知识	230
一、照明技术的有关概念	230
二、照明基本方式	233
三、照明的基本种类	234
四、照明质量	234
第二节 电光源与灯具	236
一、电光源种类及选择	236
二、灯具的分类及选择	256
三、灯具的布置及安装	262
四、照度计算	268
第三节 电气照明施工图	269
一、电气照明施工图	270
二、电气照明施工图识图	278
第六章 现代建筑电气技术	282
第一节 电梯	282
一、概述	282
二、电梯的安装与调试	284
第二节 空气调节系统	287
一、概述	287
二、空调系统监控	289
第三节 共用天线与通讯系统	291
一、CATV 系统概述	291
二、CATV 系统组成	291
三、CATV 系统安装要点及系统安装后的检测	293
四、有线通讯系统	294
第四节 消防与保安系统	297

一、消防系统的组成	297
二、保安系统	301
第五节 建筑智能技术简介	303
一、智能建筑构成	303
二、智能建筑的技术	304
第七章 接地、防雷及安全用电	306
第一节 接地装置	306
一、接地的形式、要求和适用范围	306
二、接地装置的安装	314
第二节 防雷装置	331
一、雷电的形成、雷击的形式	331
二、防雷装置的施工	334
第三节 安全用电	343
一、电流对人体的作用	343
二、电气安全的一般措施	345
三、触电的急救处理	347
第四节 漏电保护	352
一、单相漏电保护	353
二、三相漏电保护	354

第一章 建筑电气电工基础

第一节 电工基础知识

一、电路基本概念

1. 电路

电流路径称为电路,一般由电源、负载(用电器)、开关和连接导线四个基本部分组成。

电路通常有三种状态:

(1)通路:电路构成闭合回路,有电流通过。

(2)开路(断路):电路断开,电路中无电流。

(3)短路:短路是指电源未经过负载而直接由导线构成闭合回路。短路时电源的输出电流比正常电流大许多倍,是电路的故障状态。

按电路中电流种类,可把电路分为直流电路和交流电路两种。

2. 电流和电流密度

(1)电流:我们知道,任何物质都是由分子组成,分子由原子组成,原子是由带正电荷的原子核与带负电荷的电子组成。通常情况下,原子核所带的正电荷与电子所带的负电荷在数量上相等,故平时物质不显带电的性质。在导体中,电荷的定向运动形成电流。电流是导体中自由电荷在电场力作用下运动形成的。电流的大小用每秒钟时间内通过导体横截面电荷量的多少表示。若在 t 秒内通过导体横截面的电量为 Q 库仑,则电流 I 为:

$$I=Q/t$$

电流的单位为安培,用符号 A 表示。除安培外,常用的电流单

位还有毫安(mA)、微安(μA)、千安(kA)。

$$1\text{mA}=10^{-3}\text{A} \quad 1\mu\text{A}=10^{-6}\text{A} \quad 1\text{kA}=10^3\text{A}$$

习惯上规定正电荷运动的方向为电流的方向。

电路中电流的大小可用电流表测量,测量时电流表必须串接到被测量的电路中。直流电流从表的正端流入,负端流出,不能接错。要注意合理选择电流表的种类和量程。

(2)电流密度:所谓电流密度是指电流 I 与流过导体横截面积 S 的比值。电流密度 J 的表达式为:

$$J=I/S$$

电流密度的单位为:安/毫米²(A/mm^2),导线中允许流过的电流随导体截面不同而不同。当导线中通过的电流超过允许电流时,导线将因过热而出现火灾等事故。

3. 电压、电位与电动势

(1)电压:电荷在导体内做定向运动,是电源的电场力推动的结果。电压又称电位差,是衡量电场力做功本领大小的物理量。用符号 U 表示,单位为伏特(V),电路中,电流由电位高处流向电位低处。电压可用电压表测量。电压表与被测电路并联,直流电压表的“+”接线柱与电位高处相连,“-”接线柱与电位低处相连。要注意合理选择电压表的种类和量程。

(2)电位:电位是电路中某点与参考点之间的电位差,用符号“ φ ”表示。通常规定参考点的电位为零,又称零电位。电位的单位也是伏特。比零电位高的电位为正,比零电位低电位为负。一般选大地为参考点,即大地的电位为零电位。

(3)电动势:电源是将非电能转化为电能的装置,衡量电源产生的电能本领大小的物理量称为电源的电动势,用符号 E 表示,单位也是伏特。电动势的方向是由电源负极经内电路指向电源正极。是人为规定的。

当电源接入电路产生电流时,电源两端的电压称为端电压。方向由正极指向负极。电源的端电压总是低于电源的电动势,只有当

电源开路时,电源的端电压才与电源的电动势相等。

4. 电阻:当电流通过导体时,导体对电流有阻碍作用。我们把导体对电流的阻碍作用称为电阻,用符号 R (或 r) 表示。电阻的单位为欧姆(Ω),电阻单位还有千欧($k\Omega$),兆欧($M\Omega$),其换算关系如下:

$$1 k\Omega = 10^3 \Omega$$

$$1 M\Omega = 10^3 k\Omega = 10^6 \Omega$$

导体的电阻是由导体的材料、长度和横截面积决定的。对于一段同种材料,粗细都均匀的导体来说,在一定温度下,其电阻跟导体的长度成正比,与导体的横截面积成反比,可用下式表示:

$$R = \rho L / S$$

式中 L ——导体长度; m ;

S ——导体的横截面积, m^2 ;

ρ ——电阻率, $\Omega \cdot m$ 。

ρ 是与材料性质有关的物理量,称为电阻率(或电阻系数)。电阻率的定义是长度为 $1m$,横截面积为 $1m^2$ 的导体,在一定温度下的电阻值,单位为欧姆·米($\Omega \cdot m$)。

导体的电阻除了与材料的性质和几何尺寸有关外,还与温度有关。一般来说,金属导体的电阻随温度升高而增大。

表 1-1 列出了几种材料在 $20^\circ C$ 时的电阻率及电阻温度系数,根据材料电阻率的大小,可将材料分为三大类:

表 1-1 几种材料在 $20^\circ C$ 时的电阻率及电阻温度系数

材料		电阻率/ $\Omega \cdot m$	电阻温度系数($1/^\circ C$)
纯金属	银	1.6×10^{-8}	0.0036
	铜	1.7×10^{-8}	0.004
	铝	2.9×10^{-8}	0.0028
合金	锰铜	4.4×10^{-7}	0.000005
	康铜	5.0×10^{-7}	0.000005
半导体	硒、锗、硅等	$10^{-4} \sim 10^7$	
绝缘体	电工、塑料	$10^{10} \sim 10^{14}$	
	橡胶	$10^{13} \sim 10^{16}$	

(1) 导体: $\rho < 10^{-6} \Omega \cdot \text{m}$, 易于传导电流。

(2) 绝缘体: $\rho > 10^5 \Omega \cdot \text{m}$, 几乎不传导电流, 如玻璃、云母、塑料板等都是绝缘体。

(3) 半导体: 导电性能介于导体和绝缘体之间。

二、简单直流电路

1. 欧姆定律及其应用

(1) 部分电路欧姆定律: 在不包含电源的电路中(图 1-1), 流过导体的电流与这段导体两端的电压成正比, 与导体的电阻成反比。

即: $I = U/R$

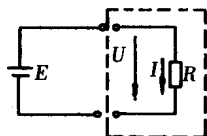


图 1-1 部分电路

式中 I ——流过导体的电流, A;

U ——导体两端的电压, V;

R ——导体的电阻, Ω 。

欧姆定律揭示了电路中电流、电压、电阻三者的关系, 是分析电路的基本定律之一。

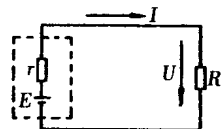


图 1-2 最简单的全电路

(2) 全电路欧姆定律: 全电路是指由电源、负载组成的整个闭合回路, 亦称为有源电路, 如图 1-2 所示。在全电路中电流与电源的电动势成正比, 与整个电路的内、外电阻之和成反比, 即:

$$I = E/R + r$$

式中 I ——电路中的电流, A;

E ——电源的电动势, V;

R ——负载的电阻(外电阻), Ω ;

r ——电源的内电阻, Ω 。

由上式还可得到:

$$E = IR + Ir = U_{\text{外}} + U_{\text{内}}$$

$$U_{\text{外}} = E - I \cdot r$$

$I \cdot r$ 叫做电源内部的电压降。由式 $U = E - I \cdot r$ 可看出, 当电路处于通路状态时, 端电压总是小于电源电动势, 若电源电动势和内阻一定时, 结合欧姆定律分析可知, 端电压随外电阻 R 的增大而增大。

2. 电阻的连接

(1) 电阻的串联电路: 两个或两个以上的电阻依次首尾相接, 组成的一条无分支的电路, 称为电阻的串联电路。如图 1-3 所示, 为两个电阻的串联电路。

电阻串联电路具有以下特点:

① 流过各电阻的电流相等, 即 $I = I_1 = I_2$

② 电路的总电压等于各电阻两端电压的代数和, 即: $U = U_1 + U_2$

③ 电路的等效电阻(总电阻)等于各串联电阻阻值之和, 即 $R = R_1 + R_2$

④ 各电阻两端的电压与各自的电阻成正比, 即:

$$U_1 : U_2 = R_1 : R_2 \text{ 或 } U_1 / U = R_1 / R$$

在实际工作中, 电阻串联有如下应用:

① 用几个电阻串联可获得较大的电阻。

② 采用几个电阻串联可构成分压器, 使同一电源能供给几种不同数值的电压, 如图 1-4 所示。

(2) 电阻的并联电路: 两个或两个以上的电阻一端连在一起, 另一端也连在一起, 使所有电阻均承受同一电压的作用, 这种电路的连接方式叫做电阻的并联, 如图 1-5 为两只电阻的并联电路。

电阻并联具有以下特点:

① 并联的各电阻承受同一电压, 即

$$U = U_1 = U_2$$

② 并联电路的总电流等于流过各电阻的电流之和, 即:

$$I = I_1 + I_2$$

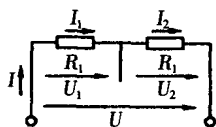


图 1-3 两个电阻串联电路

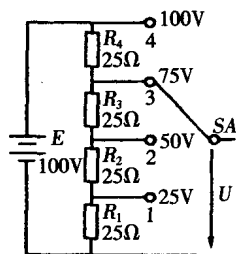


图 1-4 电阻分压器

③并联电路的等效电阻(总电阻)的倒数等于各并联电阻的倒数之和,即

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

④流过各并联电阻的电流与各电阻的阻值成反比,即:

$$I_1/I = R/R_1 \text{ 或 } I_1 : I_2 = R_2 : R_1$$

在实际工作中,电阻并联有如下应用:

- ①凡是额定工作电压相同的负载都采用并联的工作方式。
- ②用几个电阻并联可获得小电阻。
- ③扩大电流表的量程。

【例 1-1】有一电流表,允许流过的最大电流为 $I_g = 50\mu\text{A}$,内阻 $R_g = 3\text{k}\Omega$,若把它改装成量程为 5mA 的电流表,可并联一分流电阻 R_x 。

解:原电流表允许流过的最大电流为 $50\mu\text{A}$,用它直接测量 5mA 的电流,显然是不行的,必须并联一分流电阻,如图 1-6 所示。满量程时,分流电阻上流过的电流为:

$$I_x = I - I_g = 5 - 0.05 = 4.95(\text{mA})$$

此时,表头两端的电压与分流电阻两端的电压相等,因此:

$$U_x = U_g = I_g \cdot R_g = 50 \times 10^{-6} \times 3 \times 10^3 = 0.15(\text{V})$$

则分流电阻阻值为:

$$R_x = U_x / I_x = 0.15 / 4.95 \times 10^{-3} = 33(\Omega)$$

(3)电阻的混联电路:既有电阻串联又有电阻并联的电路叫电阻的混联,如图 1-7 所示。

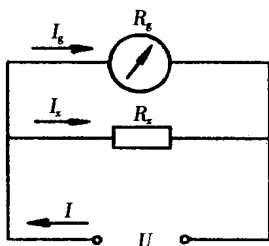


图 1-6 扩大电流表量程

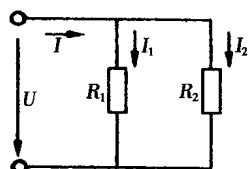


图 1-5 两个电阻的
并联电路

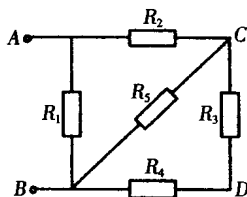


图 1-7 混联电路

计算电阻混联电路时,要根据电路的实际情况,灵活运用电阻串联和并联电路的知识。一般先求出并联或串联部分的等效电阻,逐步化简,求出总的等效电阻,计算出总电流,然后再利用分压、分流公式求出所需的电压及电流。

3. 电功和电功率

(1)电功:电流流过负载时,负载将电能转换成其他形式的能量(如:电灯发光、电炉发热、电动机转动等),我们称之为电流做功,简称电功。用符号 W 表示。计算公式如下:

$$W = UI t$$

式中 W ——电功, J;

U ——流过负载的电压, V;

I ——流过负载的电流, A;

t ——通电时间, s。

电功的单位为焦耳(J),实际应用中,还有一常用单位是千瓦时($\text{kW} \cdot \text{h}$)。1 千瓦时就是常说的一度电,它表示功率为 1kW 的用电器工作 1 小时所消耗的电能。

$$1 \text{ 度} = 1\text{kW} \cdot \text{h} = 3.6 \times 10^6 \text{ J}$$

(2)电功率:单位时间内电流做的功,称为电功率。用符号 P 表示,其计算公式为:

$$P = W/t = UI$$

电功率的单位为瓦特(W)。在实际工作中,常用单位还有千瓦(kW),毫瓦(mW)等,其换算关系如下:

$$1\text{kW} = 10^3 \text{ W}$$

$$1\text{mW} = 10^{-3} \text{ W}$$

4. 电流的热效应

电流通过导体电阻时会使导体发热,这叫做电流的热效应。

实验证明:电流通过某段导体(或用电器)时所产生的热量与电流的平方、导体的电阻及通电的时间成正比,这一定律称为焦耳—楞次定律。其数学表达式为:

$$Q = I^2 R t$$

式中 Q ——导体产生的热量, J;

I ——导体的电流, A;

R ——导体的电阻, Ω ;

t ——通电时间, s。

在生产生活中有很多用电器都是利用电流的热效应制成的, 如电烙铁、电烘箱、电热吹风、熔断器等。电路短路时, 短路电流很大, 流过导线, 会产生很大热量, 使导线发热, 烧坏导线绝缘包皮, 甚至引起火灾。

5. 电容及应用

(1) 电容器: 被绝缘物体隔开的两个靠得很近的导体, 就构成一个电容器。如图 1-8 所示。组成电容器的两个导体叫做极板, 中间的绝缘物质称为介质。

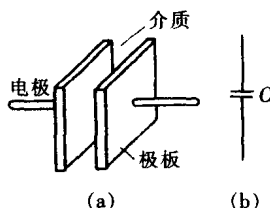


图 1-8 平行板
电容器及符号

电容器是电工和电子技术中常用的元件。

(2) 电容量: 电容器具有储存电荷的性能, 我们用电容量(简称电容)来衡量电容器储存电荷的本领大小。如果将电容器的两个极板分别接到直流电源两端, 如图 1-9 所示, 两个极板便会分别带上等量异种电荷, 与电源

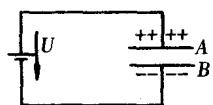


图 1-9

正极相连的 A 极板带正电荷, 与电源负极相连的 B 极板带负电荷。实验证明, 一个电容器所储存的电量与两极板间的电压的比值是一个常数。这一比值称为电容量, 用符号 C 表示, 即:

$$C = Q/U$$

式中 Q ——电容器一个极板上的电量的绝对值, 库仑(C);

U ——两极板间的电压, 伏特(V);

C ——电容量, 法拉(F)。

电容量的单位为法拉, 简称法。在实际应用中, 常用较小的单位: 微法(μF)和皮法(pF)。它们的换算关系如下: