



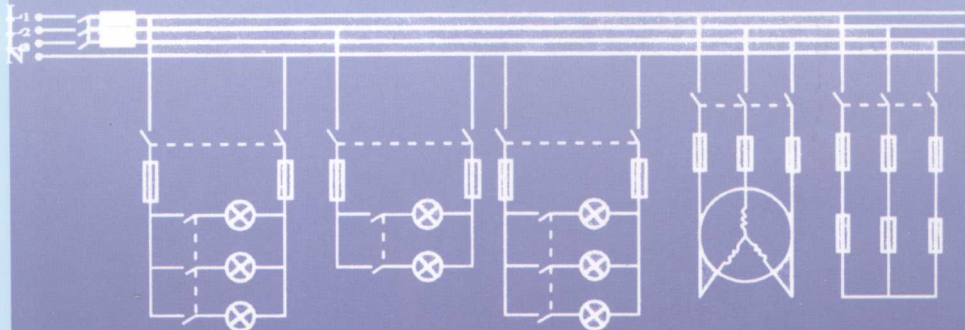
职业技术教育机类系列教材

ZHIYE JISHU JIAOYU JILEI XILIE JIAOCAI

电工电子技术

DIANGONG DIANZI JISHU

主 编 姚道如 杨思国
副主编 安宗权 吴金权
主 审 乔德宝



安徽科学技术出版社

电工电子技术

DIANGONG DIANZI JISHU

●主 编 姚道如 杨思国
副主编 安宗权 吴金权
参 编 刘 兵 徐风云
主 审 乔德宝

图书在版编目(CIP)数据

电工电子技术/姚道如,杨思国主编. —合肥:安徽科学技术出版社,2008.1

职业技术教育机类系列教材

ISBN 978-7-5337-3805-1

I. 电… II. ①姚…②杨… III. ①电工技术-高等学校:技术学校-教材②电子技术-高等学校:技术学校-教材 IV. TM TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 125908 号

内 容 简 介

本书是根据高职特点编写而成,全书共有 13 章,主要内容
包括:直流电路、单相正弦交流电路、三相交流电路、变压器、电
动机、常用低压电器及控制电路、安全用电技术、常用半导体器
件及应用、集成运算放大器、电力电子基础、数字电路、自动控
制基础、PLC 基础等内容。

本书在保证必要的基础知识、基本分析方法的基础上,大
胆改革,淡化理论,突出实用、技能,尤其将近年来的新技术引
入到课本中来。

本书可作为高职工科非电专业教材使用。

电工电子技术

姚道如 杨思国 主编

出 版 人:朱智润

责任编辑:何宗华 期源萍

出版发行:安徽科学技术出版社(合肥市政务文化新区圣泉路 1118 号
出版传媒广场,邮编:230071)

电 话:(0551)3533330

网 址:www.ahstp.com.cn

E-mail:yougoubu@sina.com

经 销:新华书店

排 版:安徽事达科技贸易有限公司

印 刷:合肥中德印刷培训中心印刷厂

开 本:787×1092 1/16

印 张:19

字 数:480 千

版 次:2008 年 1 月第 1 版 2008 年 1 月第 1 次印刷

定 价:32.00 元

(本书如有印装质量问题,影响阅读,请向本社市场营销部调换)

前 言

现代工业离不开自动化,随着科学技术的不断发展,很多新技术被应用到工业生产中,而原有的《电工电子技术基础》由于偏重理论、缺少新技术引入而不能适应当代高职教育教学的需要。本书是根据高职特点编写而成,编者都是长期从事《电工电子技术》教学的教师,有着丰富的教学 and 实践经验。

本教材在内容安排上,寻找高职工科非电专业对电工电子技术的需求,以够用为度,淡化理论,突出实用技能,力求将知识点和技能点有机地结合起来,强调理实一体化,并将近年来的新技术引入到教材里来。

工科学生离不开工厂,工厂需要电气及自动化。相对于其他《电工电子技术》教材,我们充实了“安全用电”内容,增加了“自动控制基础”“电力电子基础”(为介绍变频器服务)、PLC 基础等章节。

本教材由安徽职业技术学院姚道如副教授任主编并编写了第五章、第十章,滁州职业技术学院杨思国副教授任第二主编并编写了第二章、第三章、第十三章,芜湖职业技术学院安宗权老师任副主编并编写了第一章、第九章,合肥通用职业技术学院吴金权老师任副主编并编写了第八章、第十二章,安徽电子信息职业技术学院徐风云老师编写第四章、第六章,淮北职业技术学院刘兵老师编写第七章、第十一章。全书由姚道如统稿。

安徽职业技术学院乔德宝副教授审阅了全书并提出了宝贵意见,在此表示诚挚的谢意。由于作者水平有限,书中难免有很多疏漏和错误,殷切希望同行和同学们批评指正。

编 者

目 录

第一章 直流电路	1
第一节 直流电源及参数	1
第二节 电路及基本物理量	2
第三节 欧姆定律及电路的三种状态	5
第四节 常用导线	7
第五节 电阻元件及其连接	9
第六节 基尔霍夫定律	14
第七节 戴维南定理	17
第八节 电容元件	18
第九节 电感元件	22
实训一 万用表使用	26
小 结	29
习 题	30
第二章 单相正弦交流电路	32
第一节 交流电的基本概念	32
第二节 正弦量的相量表示法	37
第三节 纯电阻元件的交流电路	42
第四节 纯电感元件的交流电路	44
第五节 纯电容元件的交流电路	47
第六节 电阻、电感、电容串联电路	50
第七节 功率因数	56
第八节 串联谐振电路	58
实训二 日光灯安装	60
小 结	62
习 题	64
第三章 三相交流电路	68
第一节 三相交流电源	68

第二节 三相负载	71
第三节 三相电功率	77
实训三 电能表的使用	78
小 结	81
习 题	82
第四章 变压器	84
第一节 变压器结构和工作原理	84
第二节 特殊用途变压器	88
实训四 仪用互感器使用	94
小 结	96
习 题	97
第五章 电动机	98
第一节 三相异步电动机结构与铭牌	98
第二节 三相异步电动机转动原理	101
第三节 三相异步电动机运行分析	103
第四节 三相异步电动机启动、调速及制动	105
第五节 单相异步电动机	107
第六节 直流电动机	109
第七节 控制电机	113
实训五 三相异步电动机启动	119
小 结	120
习 题	120
第六章 常用低压电器及控制电路	121
第一节 常用低压电器	121
第二节 三相异步电动机基本控制电路	134
实训六 三相异步电动机正反转控制电路连接	140
小 结	141
习 题	141
第七章 安全用电技术	143
第一节 基本知识	143
第二节 保证用电安全的技术措施和组织措施	148

第三节 电气火灾消防知识简介	155
第四节 电气设备及线路的保护及有关安全技术	157
实训七 接地线安装	159
小 结	159
习 题	160
第八章 常用半导体器件及应用	161
第一节 二极管及其应用	161
第二节 三极管及其应用	170
实训八 单极型晶体管放大器	179
小 结	181
习 题	181
第九章 集成运算放大器	183
第一节 集成运算放大器概述	183
第二节 集成运算放大器的应用	186
小 结	187
习 题	187
第十章 电力电子基础	189
第一节 电力电子器件	189
第二节 晶闸管可控整流	193
第三节 逆变原理及 PWM 技术	198
第四节 变频技术	206
小 结	209
习 题	209
第十一章 数字电路	210
第一节 数制及编码	210
第二节 基本逻辑门电路	215
第三节 触发器	220
第四节 计数器	223
第五节 译码及显示器	226
第六节 555 集成定时器及应用	231
第七节 A/D 和 D/A 转换	232

小 结	237
习 题	239
第十二章 自动控制基础	242
第一节 自动控制系统及控制方式	242
第二节 自动控制系统技术指标	244
小 结	245
习 题	245
第十三章 PLC 基础	246
第一节 PLC 概述	246
第二节 欧姆龙 C 系列 P 型机的通道分配及指令系统	260
第三节 欧姆龙 C 系列 P 型机的应用	285
小 结	293
习 题	293
参考文献	296

第一章 直流电路

学习目标

通过本章学习,重点掌握欧姆定律、基尔霍夫基本定律和戴维南定理,熟悉电阻、电容、电感和导线的结构、型号、命名方法,会用基本电路元件连接简单的电路,掌握万用表测试各电路基本物理量的方法。

第一节 直流电源及参数

现代社会中,直流电源无处不在,从工业生产到交通运输,以及家用电器等,很多设备都需要直流电源,如汽车、移动电话、电子表、笔记本电脑等。图 1.1 表示了一个电池与电灯泡的连接电路。在该电路中,电流由电池的正极流出,经过电灯泡流回电池的负极。因该供电电路接通后,流经电路的电流大小和方向都不随时间变化,所以称其为直流电,常用 DC(Direct Current)来表示。

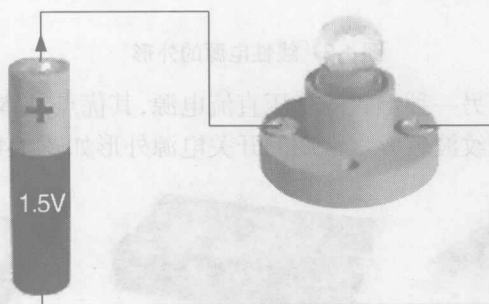


图 1.1 直流电路线路图

通常直流电源可分为化学电源、线性电源和开关电源。

化学电源是一种把化学能转变为电能的装置。常用的化学电源包括干电池、铅酸蓄电池、镍镉电池等,如图 1.2 所示。其中干电池所产生的电力,主要来自电极和电解质的化学反应,使得两个电极间的电子数量不同,从而产生电位差。当电池接到电路之后,自由电子就会在电位差的作用下,在电路中流动,形成电流。铅酸蓄电池是在盛有稀硫酸的容器中插入两组极板而构成的电能储存器,通常由极板、隔板、电解液和外壳等部分组成。其中极板是蓄电池的基本组成部分,由它向外释放电能和接受充入的电能。

描述化学电源的参数主要包括电压、内阻、容量等。其中,电压通常指标称电压,是电源在正常工作过程中表现出来的电压。

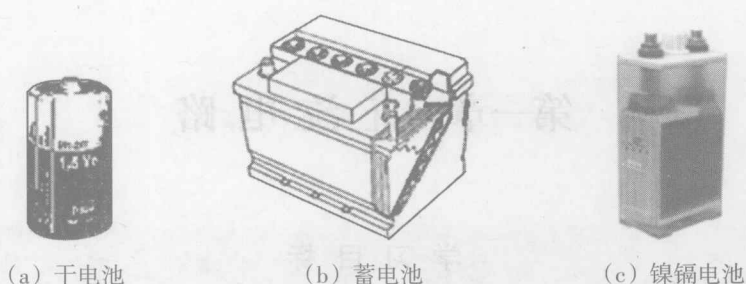


图 1.2 常用的化学电源外形

线性电源的主要功能是把交流电源转换为直流电源,图 1.3 是线性电源的外形。其优点是稳定性和可靠性高,可做成输出连续可调的产品。缺点是体积大、较笨重、效率相对较低。这类稳定电源又有很多种,从输出指示上可分指针指示型和数字显示型。从输出性质可分为稳压电源、稳流电源和集稳压、稳流于一身的双稳电源。从输出值来看可分定点输出电源、波段开关调整式和电位器连续可调式几种。

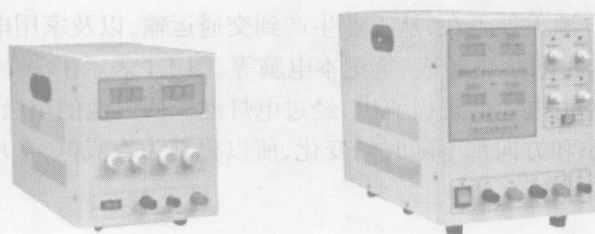


图 1.3 线性电源的外形

开关型直流稳压电源是另一种形式的稳压直流电源,其优点是体积小,重量轻,稳定可靠;缺点是相对于线性电源来说纹波较大。常用的开关电源外形如图 1.4 所示。

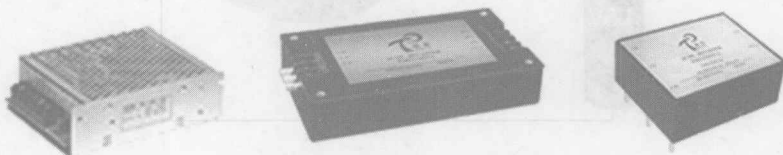


图 1.4 开关电源的外形

使用直流电源时,需要仔细了解其正确的使用场合。注意不可接错直流电源的正负极,并保持电极的清洁,使其具有良好的导电性,否则电源不仅不能正常工作,甚至可能引发故障。对于化学电源,要特别注意其合适的贮存环境,不可对其加热,不可短路使用,不可将不同容量的化学电源组合使用。

第二节 电路及基本物理量

电路就是电流的通路,它由电气设备(如电源、负载、导线等)或电子元器件(如电阻、电容等元件和二极管、三极管、集成电路等)经适当组合而构成的、能够实现某些特定功能的装置。当电路中通过直流电时,叫直流电路;当电路中通过交流电时,则为交流电路。图1.1 就是一个

由于电池、电灯泡和导线连接成的直流电路。

一、电 流

带电粒子有规律地定向移动就形成电流。电流的大小用“电流强度”来表示,它定义为单位时间内通过导体横截面的电荷量。电流强度用字母 I 或 i 来表示。若在 t 秒内通过导体横截面的电荷量是 Q ,则电流强度可用下式表示:

$$I = \frac{Q}{t} \quad (1.1)$$

如果在 1 秒(s)内通过导体横截面的电荷量是 1 库仑(C),那么导体中的电流强度为 1 安培,简称安,用字母“A”表示。根据不同的需要,电流的计量单位还有千安(kA)、毫安(mA)、微安(μA)等。它们之间的换算关系为:

$$1 \text{ kA} = 10^3 \text{ A} = 10^6 \text{ mA} = 10^9 \mu\text{A}$$

习惯上,将电流强度简称“电流”。可见电流不仅表示一种物理现象,而且也代表一个物理量。

电流不仅有大小,而且有方向,习惯上规定以正电荷移动的方向为电流的正方向。

但在电路分析中,标出某段电路电流的实际方向往往比较困难。为解决这一问题,常采用电路的“参考方向”这一概念,即在分析电路时,可先任意假定电流的参考方向,然后列方程求解。当解出的值为正时,则认为电流的实际方向与假定的参考方向一致,反之,则认为电流的实际方向与假定的参考方向相反。

实际应用过程中,电流的大小很少是通过计算获得的,而是采用电流表(或万用表的电流挡)测量,如图 1.5 所示。测量时,应将直流电流表串联接入测量电路中,并注意电流表上标明的“+”“-”号必须和电路的极性相一致。测量时,应选择好电流表的量程。一般要先估算被测电流的大小,再选择电流表的量程。如果无法估算,则可先用电流表的最大量程挡去测量。检测时,若指针偏转不到 1/3 刻度,则改用较小量程挡去测量,直到测量出正确数值为止。若量程选择不当,如用大量程挡去测量小电流,检测结果的数值将不够准确;如用电流表小量程去测量大电流,会损坏电流表。

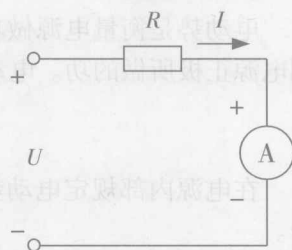


图 1.5 直流电流的测量

二、电压与电动势

(一) 电 压

金属导体中的带电粒子之所以能够流动,是因为电场力的作用。而电压就是衡量电场力做功能力的物理量。如图 1.6 所示,若电场力将电量为 Q 的点电荷从 A 点移动到 B 点,所做的功为 W_{AB} ,则功 W_{AB} 与电荷 Q 的比值就称为 A、B 两点之间的电压,用符号 U_{AB} 表示,其数学表达式为:

$$U_{AB} = \frac{W_{AB}}{Q} \quad (1.2)$$

由式(1.2)可知,如果电场力将 1 库仑(C)的电荷从 A 点移动到 B 点,所做的功是 1 焦耳(J),则 AB 两点之间的电压就是 1 伏特(或伏),用字母“V”表示。除伏特之外,常用的电压计量单位还有千伏(kV)、毫伏(mV)和微伏(μV)等。它们之间的换算关系为:

$$1 \text{ kV} = 10^3 \text{ V} = 10^6 \text{ mV} = 10^9 \mu\text{V}$$

实际应用过程中,直流电压的大小常用直流电压表(或万用表的直流电压挡)进行测量,如图 1.7 所示。测量直流电压时应将电压表同被测量电路并联,且应注意直流电压表上标明的“+”“-”号必须和电路的极性相一致。同测量电流一样,测电压时,应先选择好电压表的量程。一般要先估算被测电压的大小,再选择电压表的量程。如果无法估算,则可先用电压表的最大量程挡去测量。检测时,若指针偏转不到 1/3 刻度,则改用较小量程挡去测量,直到测量出正确数值为止。

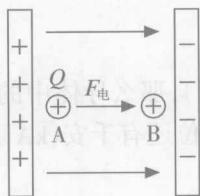


图 1.6 电场力对电荷做功

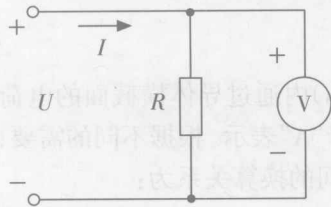


图 1.7 直流电压的测量

电压的实际方向由高电位点指向低电位点。对于负载来说,规定电流流进端为电压的正端,电流流出端为电压的负端。在分析电压的实际方向时,可先任意假设电压的参考方向,然后列方程求解。当解出的值为正时,则认为电压的实际方向与假定的参考方向一致,反之,则认为电压的实际方向与假定的参考方向相反。

(二) 电动势

电动势是衡量电源做功能力的物理量,它在数值上等于将单位正电荷从电源的负极移动到电源正极所做的功。电动势的单位也是伏特,常用字母“ E ”表示,其数学表达式为:

$$E = \frac{W_{\text{外}}}{Q} \quad (1.3)$$

在电源内部规定电动势的方向由负极指向正极。图 1.8 是直流电动势常用的两种图形符号。

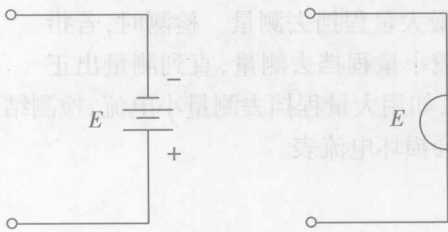


图 1.8 直流电动势的两种符号

电动势只存在于电源内部。电源加在外电路两端的电压常称为端电压,其方向由正极指向负极。一般情况下,因电源存在内阻,其端电压总是低于电源内部的电动势,只有当电源开路时,电源的端电压才与电源的电动势相等。

三、电 位

电位是电场力把单位正电荷从电路中某点移到参考点所做的功,用带单下标的字母 U 表示,如 U_A ,即表示 A 点的电位。其单位也是伏特(V)。通常把参考点的电位规定为零电位。一般选大地为参考点,而在电子仪器和设备中常把金属外壳或电路的公共接点的电位规定为零电位。

根据上述定义,电路中任意两点(如 A 和 B 两点)之间的电压就等于这两点间的电位差,即

$$U_{AB} = U_A - U_B \quad (1.4)$$

如果 $U_{AB} > 0$, 即 $U_A > U_B$, 说明 A 点电位高于 B 点电位; 反之, 当 $U_{AB} < 0$ 时, A 点电位低于 B 点电位。

电位总是相对于参考点而言的, 即电路中某点的电位值随参考点位置的改变而改变; 而电位差具有绝对性, 即任意两点之间的电位差值与电路中参考点的位置无关。

四、电功率与电能

电流流过负载时, 负载将电能转换成其他形式的能量, 这一过程称为电流做功, 简称电功。如电风扇将电能转变为扇叶转动的机械能, 音响将电能转变为声能, 白炽灯和荧光灯将电能转变为光能等都称为电流做功。电功用字母 W 表示, 其数学表达式为:

$$W = UQ = IUt = I^2 R t = \frac{U^2 t}{R} \quad (1.5)$$

式中 U —— 加在负载上的电压, V;

I —— 流过负载的电流, A;

R —— 电阻, Ω ;

t —— 时间, s;

W —— 电功, J;

Q —— 电荷, C。

电功率就是电流在单位时间内所做的功, 简称功率。我们日常所说的电视机 100 W, 计算机 30 W, 空调 700 W 等, 就是指这些设备消耗电能的功率大小, 用字母 P 表示, 其数学表达式为

$$P = \frac{W}{t} \quad (1.6)$$

式中 W —— 电功, J;

T —— 时间, s;

P —— 电功率, W。

在实际应用中, 常用电功率的另外一个公式:

$$P = UI = I^2 R = \frac{U^2}{R} \quad (1.7)$$

电功率的单位有千瓦(kW)、瓦(W)、毫瓦(mW)等。它们之间存在如下换算关系:

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

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

在实际应用中, 电器设备的用电量, 也就是消耗电能的多少可用电能表测量, 其常用单位是千瓦时(kW·h)。一千瓦时就是常说的一度电, 它表示功率为一千瓦的用电设备在一小时内所消耗的电能。度与电功的单位焦耳(J)的换算关系为

$$1 \text{ 度} = 3.6 \times 10^6 \text{ 焦耳}$$

第三节 欧姆定律及电路的三种状态

1827 年, 德国物理学家欧姆(Georg Simon Ohm)在其发表的小册子中, 描述了电流和电压测量的最初结果, 从数学上建立了电流和电压之间的关系。他的结果现在称之为“欧姆定律”。

欧姆定律指出,导体材料上的电压正比于流过该材料的电流,其数学表达式为

$$U=IR \quad (1.8)$$

式中 U ——导体两端的电压,V;

I ——导体中的电流,A;

R ——导体的电阻, Ω 。

欧姆定律揭示了电路中电压、电流、电阻三者之间的关系,是电路分析的基本定律之一,实际应用非常广泛。下面将欧姆定律描述为部分电路欧姆定律和全电路欧姆定律两种形式,分别加以介绍。

一、部分电路欧姆定律

部分电路欧姆定律是指在不包含电源的电路(图 1.9)中,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

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

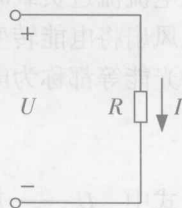
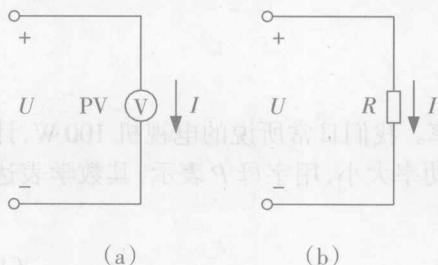


图 1.9 不包括电源的电路

【例 1-1】有一个量程为 400 V 的电压表,它的内阻为 40 k Ω 。

用它测量电压时,允许流过的最大电流是多少?



(a)

(b)

图 1.10 例 1-1 图

解 电压表测量电压的电路如图 1.10(a)所示。

由于电压表的内阻是一个定值,测量的电压越高,通过电压表的电流就越大,为计算流过电压表的电流,可将电压表等效为一个电阻,其等效电路如图 1.10(b)所示。因此,当被测电压为 400 V 时,该电压表中允许流过的最大电流为:

$$I=\frac{U}{R}=\frac{400}{40\times 10^3}=0.01\text{ A}=10\text{ mA}$$

二、全电路欧姆定律

电源内部一般都是有电阻的,这个电阻常称为内阻,用符号 r 表示。电源外部的电路称为外电路。全电路就是指由内电路和外电路组成的闭合电路的整体,如图 1.11 所示。

全电路欧姆定律是指在全电路中电流与电源的电动势成正比,与电路的总电阻成反比。其数学表达式为

$$I=\frac{E}{R+r} \quad (1.9)$$

式中 I ——全电路中的电流,A;

E ——电源的电动势,V;

R ——外电路(负载)的电阻, Ω ;

r ——内阻, Ω 。

由上式可得:

$$E=IR+Ir=U_{\text{外}}+U_{\text{内}}$$

式中, $U_{\text{内}}$ 是电源内阻上的电压降, $U_{\text{外}}$ 是电源的端电压。因此,全电路欧姆定律又可表述为:电源电动势在数值上等于闭合电路中内外电路电压降之和。

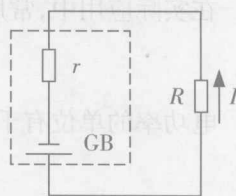


图 1.11 全电路

三、电路的三种状态

电路有三种工作状态:通路、短路和断路。它们和电源的有载、短路和空载三种状态是一一对应的。

(一) 通路

电源与负载电阻形成回路,由电源向负载供给能量的状态称为有载状态,如图 1.12 所示。开关 SA 直接和“1”连接时,电路处于通路状态,或者叫做电源的有载状态。此时,电路中的电流为

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

端电压与输出电流的关系为:

$$U_{\text{外}} = E - U_{\text{内}} = E - Ir$$

上式表明,当电源具有一定值的内阻时,端电压总是小于电源电动势;当电源电动势和内阻一定时,端电压随输出电流的增大而下降。这种电源端电压随输出(负载)电流的变化关系,称为电源的外特性。

(二) 断路

如图 1.12 所示的开关 SA 直接和“2”连接时;则电路处于断路状态,或称为电源的空载状态。在断路状态下,负载电阻 $R \rightarrow \infty$,电路中的电流 $I=0$,即

$$U_{\text{内}} = Ir = 0$$

$$U_{\text{外}} = E - Ir = E$$

也就是说电源内阻的压降为零,电源的断路(空载)电压等于电源电动势。

(三) 短路

如图 1.12 所示的开关 SA 直接和“3”连接时,则电路处于短路状态,此时电路中的电流叫短路电流,且 $I_{\text{短}} = E/r$ 。由于 r 一般都很小,所以 $I_{\text{短}}$ 极大,此时,电源端电压 $U = E - I_{\text{短}}r = 0$ 。

短路电流极大,是严重的故障状态,必须严格禁止,在电路中常串接熔断器等保护装置以避免短路现象。

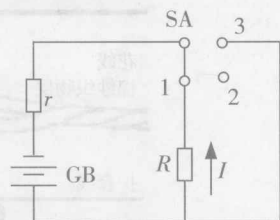


图 1.12 电路的三种状态

第四节 常用导线

导线是将电能从一处传送到另一处的最通用的载体。如同其他教材一样,这里也未加说明地假定电路图中导线的电阻为零。这意味着导线两端没有电势差,并且没有功率吸收和热量产生。尽管这是一个合理的假设,但他确实忽略了需要对不同应用选择合适的导线规格。因为从技术上讲,任何材料(除了超导体)都对电流流动产生阻碍作用,也就是说导线也存在一定的电阻。当电流在导线中流动时,会被消耗掉一部分电能,而且现实中的导线只能吸收有限的功率。因此,在实际应用中需要用户能够正确地选择并使用好导线。

导线的种类和型号很多,大多数的导线都是由几束铜线绞合而成或者是单股实芯铜(铝)线,外面包有耐久的聚乙烯氯化物(PVC)绝缘材料。导线按结构可分为绝缘导线、裸导线、电力电缆、屏蔽电线等。日常使用的多为绝缘导线,常用的绝缘导线分为塑料线、护套线、皮线和花

线等,如图 1.13 所示。

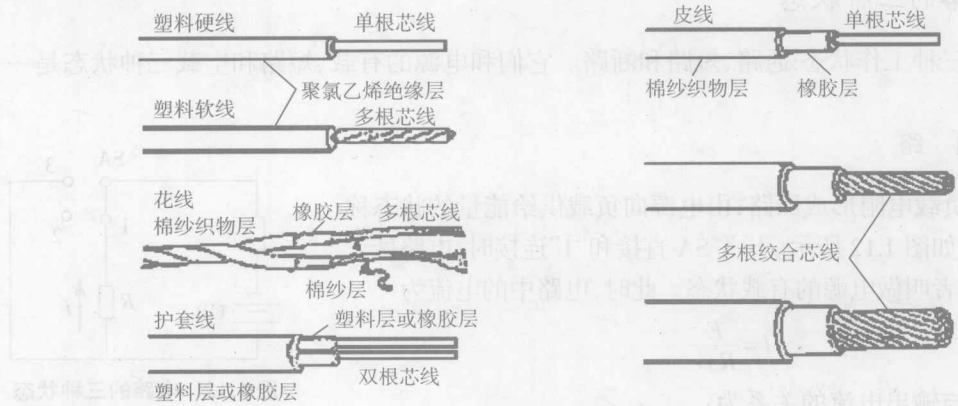


图 1.13 常用绝缘导线

塑料线又叫聚氯乙烯绝缘导线,主要供各种交直流电气装置、电工仪表、电讯设备、电力及照明装置配线用。几种常用导线的名称、型号及用途见表 1.1。

表 1.1 几种常用导线的名称、型号及用途

名 称	型号	主 要 用 途
铜芯聚氯乙烯(塑料)绝缘电线	BV	用于直流额定电压 1000V 或者交流额定电压 500V 的室内固定敷设线路
铜芯聚氯乙烯绝缘(塑料)护套电线	BVV	用于直流额定电压 1000V 或者交流额定电压 500V 的室内固定敷设线路
铜芯聚氯乙烯(塑料)绝缘软线	BVR	用于交流额定电压 500 V 并要求电线比较柔软的敷设线路
双绞型塑料软线	RVS	用于交流额定电压 250 V,连接小型用电设备的移动支室内敷设线路
橡皮绝缘导线	BX	用于交流额定电压 250 V 或 500 V,供干燥或潮湿的场所使用
铜芯橡皮软线	BXR	用于交流额定电压 500 V 线路,供干燥或潮湿的场所连接用电设备的移动部分
铜芯橡皮花线	BXH	用于交流额定电压 250 V 线路,供干燥场所连接用电设备的移动部分

导线在实际使用过程中,如果电线不够长或要分接支路,需把导线连接起来。对导线的连接要求紧密结实,以增大机械强度,并使电流通畅。对于单芯导线的直线连接和分路连接分别如图 1.14(a)、(b)所示。

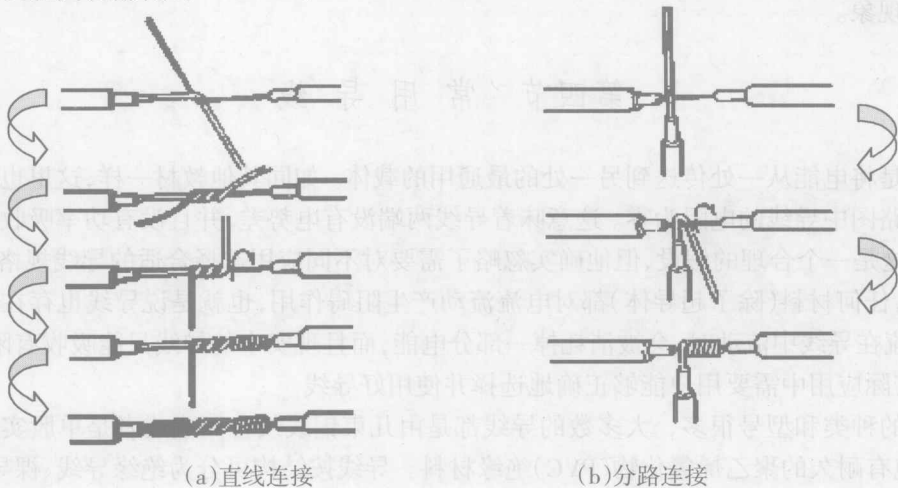


图 1.14 单芯导线的连接

第五节 电阻元件及其连接

一、电阻及电阻率

各种材料对电流都有一定的阻碍作用,这种阻碍作用称为电阻。利用这种阻碍作用做成的具有一定电阻值的元件叫电阻器,简称电阻。在电路中电阻常被用来控制电压和电流的大小,是电子设备中使用最多的电子元器件。

不同材料的物体对电流的阻碍作用是不同的,同时电阻值还与物体的长度和横截面积相关,其关系式为:

$$R=\rho\frac{L}{S} \quad (1.10)$$

式中 R ——电阻, Ω ;

ρ ——材料的电阻率, $\Omega\cdot\text{m}$;

L ——长度,m;

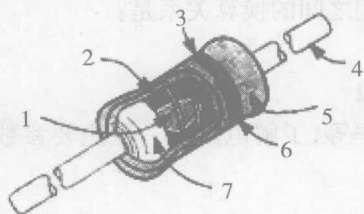
S ——横截面积, mm^2 。

物体的电阻率与材料的性质有关,在数值上等于单位长度、单位截面积的物体在 $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时所具有的电阻值。表 1.2 列出了几种常用材料的电阻率及其用途。其中银、铜、铝等的电阻率比较小,因此,铜、铝被广泛地用来制作导线。银的电阻率虽小,但由于价格昂贵,常用做镀银线。而有些合金,如铝铬铁合金的电阻率较大,常用来制造电热器的电阻丝。

表 1.2 常用导体的电阻率

材料	电阻率($\Omega\cdot\text{m}$)	主要用途
银	1.6×10^{-8}	镀银导线
铜	1.7×10^{-8}	各种导线
铝	2.9×10^{-8}	各种导线
钨	5.3×10^{-8}	电器触头、电灯灯丝
康铜	4.4×10^{-7}	标准电阻、滑线电阻
铝铬铁合金	1.2×10^{-6}	电炉丝

为了便于安装在电路板上,电阻通常制成如图 1.15 所示的形状,两个脚是用来焊接的,在 高密度电路中也有微型无引线贴片电阻。



(a) 碳膜电阻的结构



(b) 碳质实心电阻的结构

图 1.15 电阻器的结构

1—陶瓷棒 2—碳膜 3—切成螺旋沟 4—引脚 5—绝缘层 6—色环
7—端帽 8—引线端 9—碳素固体 10—引脚 11—色环