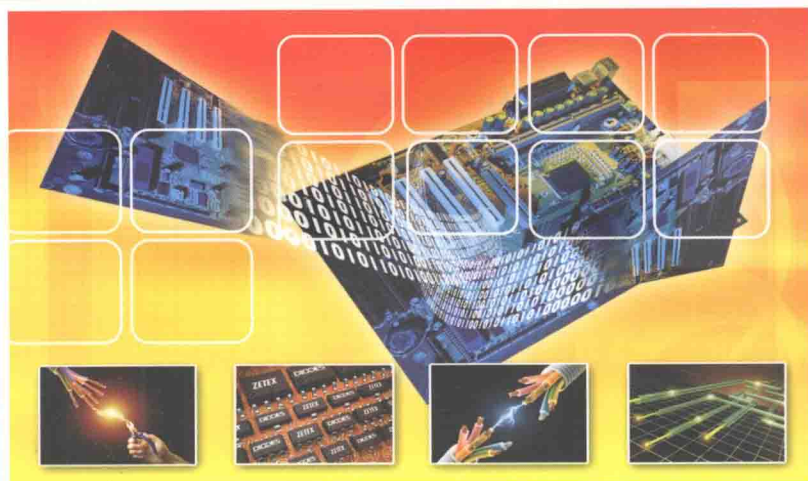




高等职业教育“十二五”规划教材
高职高专电子信息类系列教材

电工电子技术 项目教程



季致和 主编

 免费提供
电子课件

 科学出版社



教育部“十三五”规划教材
教育部“十三五”规划教材

电工电子技术 项目教程



主编 王 强

机械工业出版社

ISBN 978-7-111-51111-1

高等职业教育“十二五”规划教材

高职高专电子信息类系列教材

电工电子技术项目教程

季致和 主编

李京翠 付海燕 副主编

李桂昌 主审

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书将理论知识与技能训练紧密结合,充分体现“教、学、做”一体的原则,注重应用能力培养。

本书包括电路理论、电工技术和电子技术三大部分,分为直流电路、正弦交流电路、磁路与变压器、电动机、电器控制与PLC、交流放大电路、直流稳压电源、数字电路、电力电子技术等9个单元。

本书可作为高等职业院校、五年制高职院校、成人高校及本科院校的二级职业技术学院机电类各专业的专业基础课教材,也可供机电类专业工程技术人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

电工电子技术项目教程/季致和主编. —北京:科学出版社,2011
(高等职业教育“十二五”规划教材·高职高专电子信息类系列教材)
ISBN 978-7-03-032057-5

I. ①电… II. ①季… III. ①电工技术-高等职业教育-教材②电子技术-高等职业教育-教材 IV. ①TM②TN

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第164460号

责任编辑:赵丽欣 孙露露/责任校对:王万红
责任印制:吕春珉/封面设计:子时文化

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

北京鑫丰华彩印有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2011年9月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2011年9月第一次印刷 印张:17

印数:1—3 000 字数:371 000

定价:29.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换《鑫丰华》)

销售部电话 010-62142126 编辑部电话 010-62135763-8212

版权所有,侵权必究

举报电话:010-64030229; 010-64034315; 13501151303

前 言

本书根据教育部《关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》文件精神，针对高职高专的培养目标，强化学生能力培养，征求了具有丰富实践经验的行业企业专家的宝贵意见编写而成。将“工学结合、任务驱动、项目导向”和融“教、学、做”为一体作为编写本书的主导思想，力求基础知识必需与够用，加强专业技术应用能力训练，增加实验实训环节，反映新知识、新技术、新工艺。

“电工电子技术”课程是高等职业院校工科非电类各专业的一门专业基础课程，是将电工技术、电子技术的基本理论、基本知识、基本技能有机融合而成的一门综合性课程。

本书主要包括直流电路、正弦交流电路、磁路与变压器、电动机、电器控制与PLC、交流放大电路、直流稳压电源、数字电路、电力电子技术等9个单元。每个单元都有实训项目、习题与思考题。

本书由山东杏林科技职业学院季致和担任主编，李京翠、付海燕担任副主编，王香、秦婧文、王艳玲、董勤勤、张乃亮、刘燕、赵淑萍、厉相宝参与了编写。编写分工为第1单元王香、第2单元王艳玲、第3单元刘燕、第4单元张乃亮、第5单元李京翠和厉相宝、第6单元赵淑萍、第7单元秦婧文、第8单元付海燕、第9单元董勤勤。全书由季致和负责策划、修改、整理和统稿，李桂昌担任主审。本书在编写过程中得到了山东杏林科技职业学院的大力支持，特表感谢。

由于编者水平有限，疏漏之处在所难免，希望广大读者批评指正。

目 录

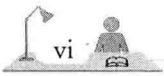
第 1 单元 直流电路	1
1.1 专题 1 电路的基本概念和基本定律	1
1.1.1 电路与电路模型	1
1.1.2 电路的基本物理量	2
1.1.3 电阻元件	6
1.1.4 电路的工作状态	7
1.1.5 电路的基本定律	8
1.1.6 电位及其计算	11
1.2 专题 2 电路的分析方法	13
1.2.1 电阻的连接及等效变换	13
1.2.2 电压源与电流源及其等效变换	15
1.2.3 支路电流法	19
1.2.4 叠加定理	20
1.2.5 戴维南定理	21
1.3 项目 直流电路实训	24
1.3.1 实训 1 电路元件伏安特性的测绘	24
1.3.2 实训 2 叠加定理与基尔霍夫定律	27
1.3.3 实训 3 戴维南定理及最大功率传输特性研究	30
思考题	34
第 2 单元 正弦交流电路	38
2.1 专题 1 正弦交流电路	38
2.1.1 正弦交流电及表示法	38
2.1.2 单一参数的交流电路	41
2.1.3 RLC 串联电路	46
2.1.4 正弦交流电路的功率	49
2.2 项目 1 日光灯电路	52
2.2.1 实训 1 正弦交流电路的测量	52
2.2.2 实训 2 日光灯电路及功率因数的提高	56
2.3 专题 2 三相正弦交流电路	59
2.3.1 三相电源的连接	59
2.3.2 三相负载的连接	61
2.3.3 三相电路的功率	64
2.3.4 安全用电	65



2.4	项目 2 三相照明电路	67
2.4.1	实训 1 三相电路电压、电流的测试	67
2.4.2	实训 2 三相电路有功功率的测量	69
	思考题	73
第 3 单元	磁路与变压器	75
3.1	专题 1 磁路的基本物理量及基本定律	75
3.1.1	磁路	75
3.1.2	磁性材料的磁性能	76
3.1.3	磁路及其基本定律	77
3.2	专题 2 铁心线圈	79
3.3	专题 3 变压器	80
3.3.1	变压器的工作原理	81
3.3.2	变压器的运行特性	82
3.3.3	三相变压器	83
3.4	项目 变压器极性测试	84
3.4.1	实训 1 单相变压器极性测试	84
3.4.2	实训 2 三相变压器极性测试	85
	思考题	86
第 4 单元	电动机	88
4.1	专题 1 交流电动机	88
4.1.1	三相异步电动机及其运行	88
4.1.2	三相异步电动机的运行特性	95
4.1.3	三相异步电动机的控制	99
4.1.4	单相异步电动机	102
4.2	专题 2 直流电动机	106
4.2.1	直流电动机的工作原理	106
4.2.2	直流电动机的运行	109
	思考题	111
第 5 单元	电器控制与 PLC	112
5.1	专题 1 常用低压电器	112
5.1.1	低压开关	112
5.1.2	熔断器	114
5.1.3	主令电器	117
5.1.4	接触器	119
5.1.5	继电器	121
5.2	专题 2 三相异步电动机的控制	124
5.2.1	三相异步电动机点动控制与连续控制	124
5.2.2	三相异步电动机的正反转控制	126



5.2.3	三相异步电动机的 Y- Δ 降压起动控制	129
5.2.4	三相异步电动机的顺序控制	130
5.3	专题 3 PLC 控制	132
5.3.1	PLC 的基本结构	132
5.3.2	PLC 的工作原理与常用编程语言	134
5.3.3	FX 系列 PLC 的基本逻辑指令	136
5.4	项目 三相异步电动机的继电器控制	145
	思考题	147
第 6 单元	交流放大电路	151
6.1	专题 1 半导体器件	151
6.1.1	半导体二极管	151
6.1.2	半导体三极管	154
6.2	专题 2 交流放大电路	158
6.2.1	基本交流电压放大电路	158
6.2.2	多级放大电路	166
6.2.3	放大电路中的负反馈	169
6.3	专题 3 运算放大器	171
6.3.1	运算放大器的基本运算电路	171
6.3.2	运算放大器的应用	175
6.4	项目 放大电路的应用	180
6.4.1	实训 1 两级阻容耦合放大电路	180
6.4.2	实训 2 集成运算放大器的应用	181
	思考题	185
第 7 单元	直流稳压电源	188
7.1	专题 1 整流及滤波电路	188
7.1.1	半波整流电路	188
7.1.2	单相桥式整流电路	189
7.1.3	滤波电路	191
7.2	专题 2 直流稳压电路	192
7.3	项目 三端集成稳压器	194
	思考题	197
第 8 单元	数字电路	199
8.1	专题 1 数字电路基础	199
8.1.1	数字电路与模拟电路	199
8.1.2	数制与编码	199
8.1.3	逻辑代数	201
8.2	专题 2 逻辑门电路	204
8.2.1	最简单的与、或、非门电路	204



- 8.2.2 TTL 集成逻辑门电路 206
- 8.3 专题 3 组合逻辑电路 209
 - 8.3.1 组合逻辑电路的基本概念 209
 - 8.3.2 组合逻辑电路的分析 209
 - 8.3.3 组合逻辑电路的设计 211
 - 8.3.4 编码器、译码器与显示器 213
- 8.4 专题 4 时序逻辑电路 222
 - 8.4.1 触发器 222
 - 8.4.2 寄存器与计数器 226
- 8.5 项目 数字电子技术实训 231
 - 8.5.1 实训 1 顺序脉冲发生器 231
 - 8.5.2 实训 2 数字电子秒表的综合设计与制作 233
- 思考题 240
- 第 9 单元 电力电子技术** 243
 - 9.1 专题 1 晶闸管与单相可控整流电路 243
 - 9.1.1 晶闸管 243
 - 9.1.2 单相可控整流电路 246
 - 9.2 专题 2 晶闸管触发电路 249
 - 9.2.1 单结晶体管 249
 - 9.2.2 晶闸管触发电路 251
 - 9.3 项目 电力电子技术的应用 253
 - 9.3.1 实训 1 交流调压电路 253
 - 9.3.2 实训 2 变频调压 254
 - 思考题 255
- 部分思考题答案 256
- 参考文献 264

第1单元 直流电路

1.1 专题1 电路的基本概念和基本定律

本专题介绍电路模型的概念、电压电流的参考方向、基尔霍夫定律、电路的工作状态以及电路中电位的概念及计算等，这些内容是以后分析和计算电路的基础。

1.1.1 电路与电路模型

1. 电路

(1) 电路的组成

电在日常生活、工农业生产、科研以及国防等各个方面都有广泛的应用。在通信、自动控制、计算机、电力、机电等各个技术领域中，都要使用到各种各样的电路。电路是为了某种需要，由若干电气设备或元器件按一定方式用导线连接而成的电流通路。人们在生产实践中所使用的各种电路都是由实际的电气元器件组成的，这些电气元器件泛指实际的电路部件，如电阻器、电容器、电感线圈、晶体管、变压器等。图 1-1 为手电筒的实际电路图。

电路一般由电源、负载、中间环节和控制装置 4 部分组成。

1) 电源。电源是将其他形式的能转换成电能的装置，如手电筒中的干电池（或蓄电池）将化学能转换成电能，而发电机可以将热能、水能、风能、原子能等转换成电能。电源是电路中能量的源泉。另外，将各种物理量转变为电信号的信号源也是电源的一种。

2) 负载。负载是用电设备的统称，是消耗电能的装置，通常也称为用电器。负载将电能转换为光能、热能等其他形式的能，日光灯、电动机、电炉、扬声器等都可称为负载。

3) 中间环节。中间环节是传输、控制电能的装置，可以把电能或信号从电源传输到负载。它可以很简单（如两根导线），也可以是一个具有极其复杂控制功能的传输网。

4) 控制装置。控制装置可以接通或断开电路，或保护电路不受损坏等，例如开关和熔断器。

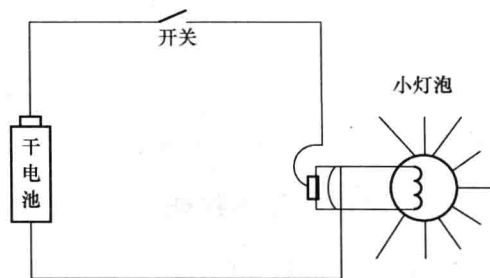


图 1-1 手电筒的实际电路图

(2) 电路的作用

在现代化的生产和科学技术领域中,电路用来完成控制、计算、通信、测量以及发电、配电、用电等各方面的任务。虽然实际电路种类繁多、功能各异,但从抽象和概括的角度来看,电路的作用主要体现在以下两个方面:

1) 实现电能的输送和变换。在电力系统组成的电路中,电路主要用来传送、分配和变换电能。发电厂的发电机将热能、水能和核能等转换成电能,通过输电导线和各级变电所中的升压或降压变压器将电能输送到各用电设备,再根据需要将电能转换成机械能、热能和光能等其他形式的能。

2) 实现信号的传递和处理。常见的如电视机组成的电路,通过接收装置把载有语言、文字、音乐、图像的电磁波接收后转换为相应的电信号,然后通过多种中间电路环节将信号进行传递和处理,送到显像管和扬声器还原为原始信息。

总之,在电路中,随着电流的通过,进行着从其他形式的能量转换为电能、电能的传输和分配以及又把电能转换成所需要的其他形式能量的过程。

2. 电路模型

为了对各种复杂的实际电路问题进行研究,需要将实际中不同几何尺寸的电路和电路元件进行抽象化处理,使得对问题的分析具有一般性和代表性。在电路分析理论

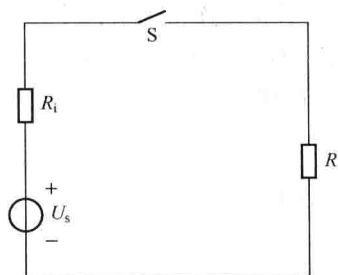


图 1-2 实际的手电筒电路的电路模型

中,常常把工程实际中的各种用电设备和电路元件用理想化的电路元件来表示。比如,电阻元件只具有消耗电能的特性,就可以将具有这一特性的电灯泡、电阻炉等器件用电阻元件来代替。

用理想电路元件构成的电路称为电路模型,用特定的符号表示实际电路元件而连接的图形就称为电路图。实际的手电筒电路的电路模型可用图 1-2 所示的电路图表示。

1.1.2 电路的基本物理量

在电路中,分析和研究的物理量有很多,但最主要的基本物理量是电压、电流和电功率。下面分别对其进行介绍。

1. 电流

在金属导体中存在着大量的带负电荷的自由电子。常态下,这些自由电子在金属内部做无规则的热运动。若在导体两端施加电场,则在电场力的作用下,其内部的自由电子将逆着电场方向运动而形成电流。因此,电流是电荷或带电质点做有规则的定向运动形成的。

人们把单位时间内通过导体某一横截面的电荷量定义为电流强度,用以衡量电流的大小。电流强度通常简称为电流,用符号 i 表示,即

$$i = \frac{dq}{dt} \quad (1-1)$$

式(1-1)中, dq 为时间 dt 内通过导体某一横截面的电荷量。习惯上把正电荷运动的方向规定为电流的实际方向。

式(1-1)中, 如果 dq/dt 为常数, 表示电流的大小和方向都不随时间变化, 这种电流叫做恒定电流, 简称直流, 可用符号 I 表示, 即

$$I = \frac{Q}{t} \quad (1-2)$$

如果 dq/dt 不为常数, 说明电流的大小和方向都随时间变化, 称为交流电流, 简称交流, 用符号 i 表示。

在国际单位制中, 电流的单位是安培 (A)。常用的单位还有毫安 (mA) 和微安 (μA), 三者之间的关系为

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

上面已经提到将正电荷的运动方向规定为电流的方向, 但在实际问题中, 电流的真实方向往往难以在电路图中标出。例如, 当电路中的电流为交流时, 就不可能用一个固定的箭头来表示真实方向。即使电流为直流, 在求解复杂电路时, 也往往难以事先判断电流的真实方向。为了解决这样的困难, 人们引用参考方向这一概念。参考方向可以任意选定, 当电流的参考方向和实际方向相同时, 其值为正值; 反之, 其值为负值。这样, 在分析电路时, 人们尽可先任意假设电流的参考方向, 并以此为准去进行分析、计算, 从最后答案的正负值来确定电流的真实方向。今后, 电路图中所标的电流方向都是参考方向, 不一定表示电流的真实方向。

电流的参考方向一般用实线箭头表示, 如图 1-3 (a) 所示; 也可以用双下标表示, 如图 1-3 (b) 所示, 其中 I_{ab} 表示电流的参考方向是由 a 点指向 b 点。

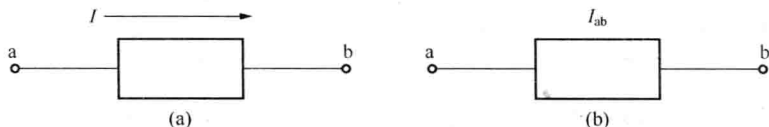


图 1-3 电流的参考方向

2. 电压

要使在电源以外的外部电路中的电荷运动形成电流, 那么电荷上就必须有电场力的作用, 当用导线将负载与电源的正负极相连形成一个闭合电路时, 正电荷将在电场力作用下运动形成电流, 这时电场力对正电荷做功。人们把电场力做功的这种本领用电压来衡量, 即电场力把单位正电荷从电场中的 a 点移动到 b 点所做的功称为 a、b 间的电压, 用 u_{ab} (U_{ab}) 表示。

$$u_{ab} = \frac{dw_{ab}}{dq} \quad (1-3)$$

同时规定, 电压的方向为电场力做功使正电荷移动的方向。

式(1-3)中,如果 dW_{ab}/dq 为常数,表示 a、b 间电压的大小和方向都不随时间变化,称为恒定电压,简称直流电压,用大写字母 U_{ab} 表示,此时

$$U_{ab} = \frac{W_{ab}}{Q} \quad (1-4)$$

如果 dW_{ab}/dq 不为常数,则表示 a、b 间电压的大小和方向都随时间变化,称为交流电压,用符号 u_{ab} 表示。

在国际单位制中,电压的单位为伏特(V)。常用的单位还有千伏(kV)、毫伏(mV)、微伏(μV)。它们的关系如下所示:

$$1\text{kV}=1000\text{V}, 1\text{V}=10^3\text{mV}=10^6\mu\text{V}$$

分析、计算电路时,也要预先设定电压的参考方向。当电压的参考方向与实际方向相同时,电压为正值;反之,电压为负值。

电压的参考方向既可以用正(+)、负(-)极性表示,如图 1-4(a)所示,正极性指向负极性的方向就是电压的参考方向;也可以用双下标表示,如图 1-4(b)所示,其中 U_{ab} 表示 a、b 两点间的电压参考方向由 a 指向 b。

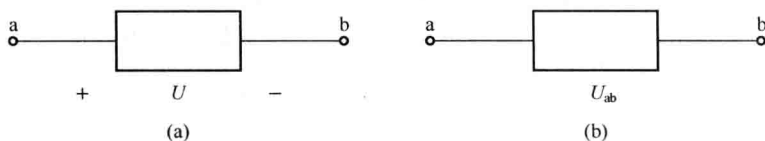


图 1-4 电压的参考方向

在同一元件上,如果电流的参考方向与电压的参考方向一致,则称为关联参考方向;反之,则称为非关联参考方向,如图 1-5 所示。

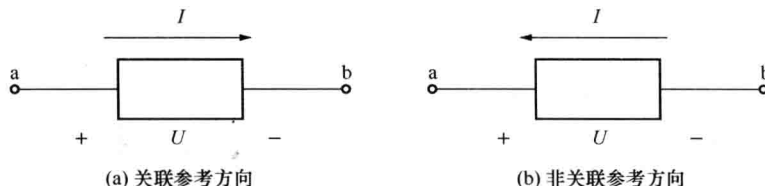


图 1-5 关联与非关联参考方向

3. 电动势

电动势是相对于电源而言的,每个电源都有一定的把其他形式的能量转换成电能的本领,这个本领用电动势来表示。例如,常用的 5 号干电池,外壳所标示的 1.5V 就是指电动势为 1.5V。在电源内部,电源力(也称为非静电力,如干电池中的化学力、发电机中的电磁力等)将单位正电荷从负极移动到正极所做的功称为电源的电动势,对于变化的电动势用小写字母 $e(t)$ 或 e 表示,恒定电动势用大写字母 E 表示,即

$$e(t) = \frac{dW}{dq} \quad (1-5)$$

$$E = \frac{W}{Q} \quad (1-6)$$

电动势只存在于电源的内部，其实际方向与电压的实际方向相反，即由负极指向正极。它的单位与电压的相同，为伏特 (V)。

4. 电能与功率

(1) 电能

导体两端加上电压时，内部就会建立电场，电场力会推动自由电荷做定向移动，设导体两端的电压为 U ， t 时间内通过导体横截面的电荷量为 Q ，则电场力所做的功为

$$W = QU = IUt \quad (1-7)$$

式中， W 表示电能，国际单位为焦耳 (J)。实际中常用千瓦时 ($\text{kW} \cdot \text{h}$) (也称为度)，换算关系为

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

电场力做功的过程实际上是电能转化为其他形式的能的过程，例如电炉中的电流通过电阻丝做功，电能转化为热能；电动机中电能转换为机械能等。

(2) 功率

通常用功率衡量电路转换能量的速率。其值等于单位时间内电路产生或消耗的电能，用 P 表示，记为

$$P = \pm \frac{W}{t} = \pm UI \quad (1-8)$$

在国际单位制中，功率的单位是瓦特 (W)。工程中常用千瓦 (kW) 和兆瓦 (MW) 作单位，三者的关系为

$$1 \text{ MW} = 10^3 \text{ kW} = 10^6 \text{ W}$$

计算功率时，若元件的电压和电流为关联参考方向，则上述等式的右边取正号；若元件的电压和电流为非关联参考方向，则上述等式的右边取负号。 $P > 0$ 时，表明元件吸收功率； $P < 0$ 时，表明元件释放功率。

对任一电路元件，当流经元件的电流实际方向与元件两端电压的实际方向一致时，元件吸收功率；电流与电压的实际方向相反时，元件释放功率。

例 1-1 用方框代表某一电路元件，其电压、电流如图 1-6 所示。求图中各元件功率，并说明该元件实际上是吸收功率还是释放功率？

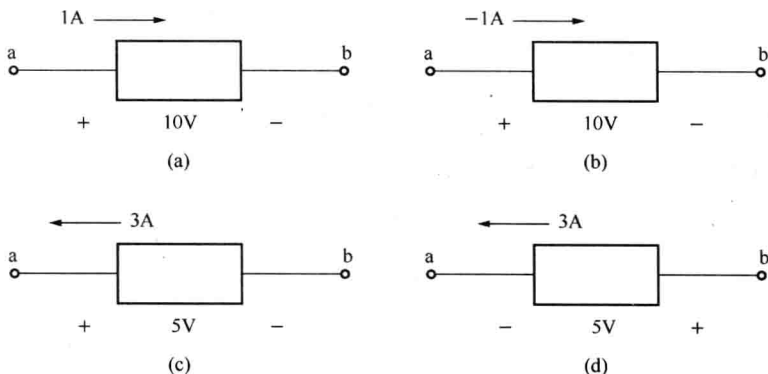


图 1-6 例 1-1 图

解：(a) 电压、电流为关联参考方向，元件的功率为 $P=UI=10\times 1=10\text{W}>0$ ，元件实际上是吸收功率。

(b) 电压、电流为非关联参考方向，元件的功率为 $P=UI=10\times (-1)=-10\text{W}<0$ ，元件实际上是释放功率。

(c) 电压、电流为非关联参考方向，元件的功率为 $P=-UI=-5\times 3=-15\text{W}<0$ ，元件实际上是释放功率。

(d) 电压、电流为关联参考方向，元件的功率为 $P=UI=5\times 3=15\text{W}>0$ ，元件实际上是吸收功率。

1.1.3 电阻元件

1. 电阻

电流流过导体时通常要受到阻力，表示这种阻力的物理量称为电阻，用字母 R 表示。电阻的国际单位是欧姆 (Ω)，常用的单位还有千欧 ($\text{k}\Omega$) 和兆欧 ($\text{M}\Omega$)，三者的关系为

$$1\text{M}\Omega=10^3\text{k}\Omega=10^6\Omega$$

利用导体的这种特性可以制成各种各样的电阻器。电阻器按外形可分为固定式和可变式；按制造材料可分为膜式和金属绕线式；按特性分还有敏感型（热敏、光敏和压敏等）。白炽灯、电炉和电烙铁等器件也可以看做是电阻器。常见的电阻器如图 1-7 所示。

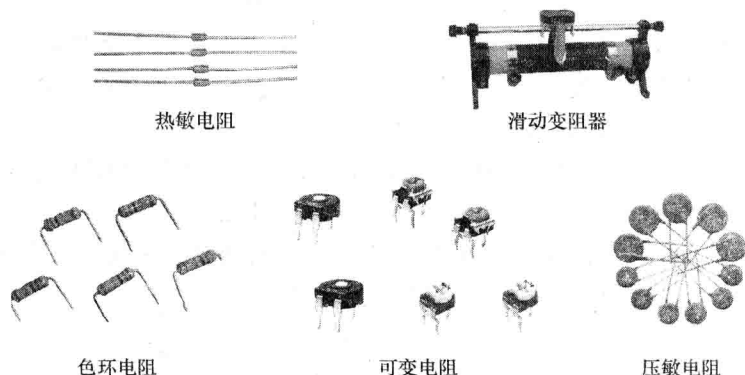


图 1-7 常见电阻器

一般情况下，认为各种电阻器的阻值为常数，与电压或电流无关，这种电阻称为线性电阻。线性电阻的阻值不仅与导体自身的材料有关，而且与导体的长度成正比，与导体的横截面积成反比，这个结论叫做电阻定律。用公式表示为

$$R = \rho \frac{l}{s} \quad (1-9)$$

式 (1-9) 中， ρ 为电阻的电阻率，单位是欧米 ($\Omega \cdot \text{m}$)，是反映材料导电性能好坏的物理量。 ρ 越大，表示导体的导电性能越差。在金属导体中，银的电阻率最小，导



电性能最好，但价格昂贵；铜和铝的电阻率也较小。作为导电材料，铜用得较多。 l 表示导体的长度，单位为米（m）， s 表示导体的横截面积，单位为平方米（m²）。

非线性电阻的阻值不是常数，它随着电压或电流的变化而改变，例如二极管的电阻。

小电阻器的阻值和允许误差一般采用直标法和色标法进行标注。色标法电阻器的色环通常有4道，按从左到右依次排列，最左边为第一色环，第一色环和第二色环代表电阻的第一位和第二位有效数字，第三色环代表倍乘，第四色环代表允许偏差。其中，前3道色环相距较近，常见参考值见表1-1和表1-2。

表 1-1 电阻的阻值标注

颜色	棕	红	橙	黄	绿	蓝	紫	灰	白	黑
数码	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0

表 1-2 电阻的误差标注

颜色	金	银	无色
误差	±5%	±10%	±20%

例如，某色环电阻第一道为棕色，第二道为红色，第三道为橙色，查表可知，此电阻为12kΩ。

2. 欧姆定律

欧姆定律体现了电阻器对电流呈现阻力的本质，其内容为：流过一段电路的电流 I 与这段电路两端的电压 U 成正比，与其电阻 R 成反比，即

$$I = \frac{U}{R} \text{ 或 } U = IR \quad (1-10)$$

当电压与电流为非关联参考方向时，上式表示为

$$I = -\frac{U}{R} \text{ 或 } U = -IR \quad (1-11)$$

1.1.4 电路的工作状态

实际应用中，电源与负载不能任意连接，如果连接不当，会使电源或负载损毁。为了选用正确的电源和负载，必须知道它们的额定值。

1. 电路的工作状态

(1) 通路

如图1-8(a)所示，将开关S闭合，电源和负载接通，称为通路或有载状态。通路时，电源向负载提供电流，电源的端电压与负载的端电压相等。

(2) 开路

如图1-8(b)所示，将开关S打开或由于其他原因切断电源与负载间的连接，称

为电源的开路状态。显然, 电路开路时, 电路中电流 $I=0$, 因此负载的电流、电压和得到的功率都为零。对电源来说称为空载, 不向负载提供电压、电流和功率。

(3) 短路

由于工作不慎或负载的绝缘破损等原因, 致使电源两端被阻值近似为零的导体连通的状态称为短路, 如图 1-8 (c) 所示。

电路短路时, 电源的端电压即负载的电压 $U=0$, 负载的电流与功率也为零。此时, 通过电源的电流很大, 电源产生的功率很大且全部被内阻消耗, 若不采取防范措施, 将会使设备烧毁, 导致火灾事故的发生。因此, 短路一般是一种事故, 要尽量避免。为了防止出现短路而造成严重后果, 通常在电路中接入熔断器。

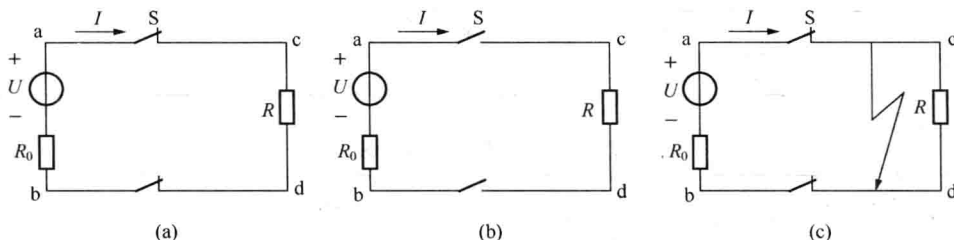


图 1-8 电路的工作状态

2. 电气设备的额定值

各种电气设备的电压、电流及功率都有一个额定值, 额定值是制造厂为了使产品能在给定的工作条件下正常运行而规定的正常允许值。例如, 一盏电灯的电压是 220V, 功率是 60W, 这就是它的额定值。

电气设备在实际运行时, 应严格遵守各有关额定值的规定。大多数电气设备(例如电机、变压器等)的寿命与绝缘材料的耐热性能及绝缘强度有关。当电流超过额定值过多时, 由于发热严重, 绝缘材料将遭到损坏; 当所加电压超过额定值过多时, 绝缘材料也可能被击穿。反之, 如果电压和电流远低于其额定值, 不仅设备未能被充分利用, 而且可能使设备工作不正常, 严重时还可能损坏设备, 例如电动机在低于其额定电压值的情况下工作时就存在这种可能性。制造厂在制定产品的额定值时, 全面考虑了使用的经济性、可靠性以及寿命等因素。因此, 设备在额定值状态下运行时, 利用得最充分、最经济合理。

1.1.5 电路的基本定律

欧姆定律、基尔霍夫定律和焦耳定律是电路的 3 个基本定律, 欧姆定律表明了电路中局部的电压、电流关系, 而基尔霍夫定律则从电路的全局和整体上阐明了各部分电压、电流之间必须遵循的规律。下面首先介绍一下基尔霍夫定律中涉及的几个概念。

支路: 流过同一电流的一段电路称为支路。图 1-9 所示电路中, U_{s1} 和 R_1 构成的 bca 一段电路流过的是同一电流 I_1 , 故为同一支路; 同样的, R_3 组成一条支路 ab, U_{s2} 和 R_2 组成一条支路 adb。