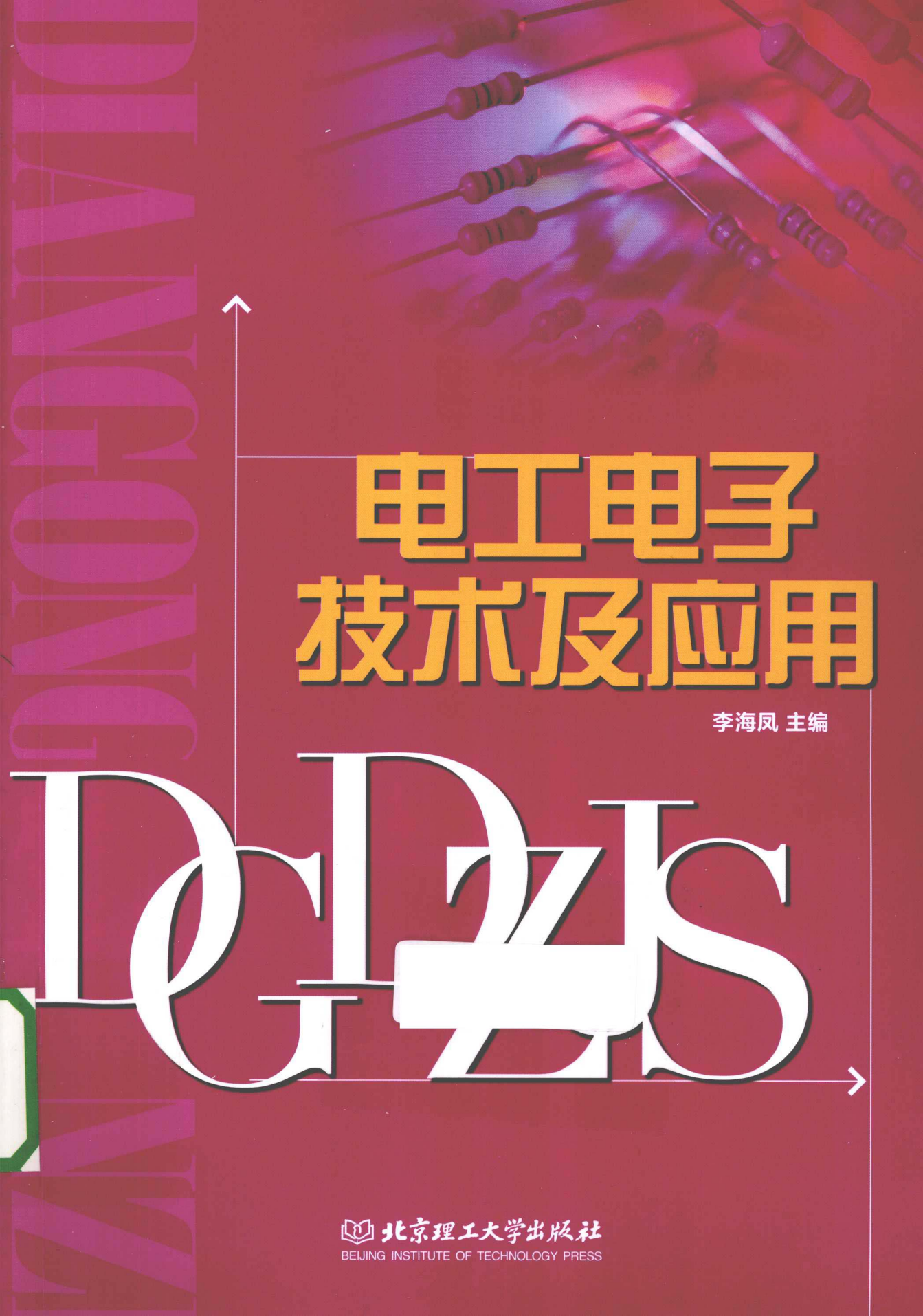




电工电子 技术及应用

李海凤 主编

DEZS

 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

本书按照“必需、够用、实用”的原则,系统介绍了电工电子技术及应用的基本内容。内容讲解做到深入浅出,内容设计做到图文并茂。本书主要包括十一项内容:直流电路分析与测试、日光灯的安装与测试、三相照明电路的连接与测试、变压器的认识、电动机及其控制、常用半导体器件的检测、放大器的实现、直流稳压源的设计与实现、表决器电路的设计与实现、计数器电路的设计与实现、工厂供电与安全用电。

本书可作为工科非电专业的电工电子技术教材,也可作为相关技术人员的参考用书。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

电工电子技术及应用 / 李海凤主编. —北京:北京理工大学出版社, 2013. 1

ISBN 978 - 7 - 5640 - 7407 - 4

I. ①电… II. ①李… III. ①电工技术—高等学校—教材 ②电子技术—高等学校—教材 IV. ①TM ②TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 026452 号

出版发行 / 北京理工大学出版社

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010)68914775(办公室) 68944990(批销中心) 68911084(读者服务部)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京地质印刷厂

开 本 / 787 毫米 × 1092 毫米 1/16

印 张 / 19.75

字 数 / 459 千字

版 次 / 2013 年 1 月第 1 版 2013 年 1 月第 1 次印刷

印 数 / 1 ~ 1500 册

定 价 / 49.00 元

加工编辑 / 贾 苗

责任编辑 / 张慧峰

责任校对 / 杨 露

责任印制 / 王美丽

图书出现印装质量问题,本社负责调换

Foreword 前言

本书紧紧围绕的“高素质、技能型”人才培养目标，校企深度合作，通过课程改革实践，形成任务驱动式教材。本书编写具有以下特点：

- 1. 教材内容选取既符合工作岗位需要，又为学生的后续学习和发展打下良好的基础。
- 2. 将实训内容融合到理论讲解中，并适当突出技能训练。
- 3. 图文并茂，直观形象。
- 4. 任务明确，内容精炼。
- 5. 课后思考与训练难易适中，答案详细。

全书共有十一个学习情境：直流电路分析与测试、日光灯的安装与测试、三相照明电路的连接与测试、变压器的认识、电动机及其控制、常用半导体器件的检测、放大器的实现、直流稳压源的设计与实现、表决器电路的设计与实现、计数器电路的设计与实现、工厂供电与安全用电。每个学习情境又分解为若干个具体任务。

本书适用于机电、数控、焊接、材料、制冷、船舶工程、轮机工程等专业。学时设计为70~100个，除目录中标注的“*”的部分，书中其它部分也有一些具体内容标上了“*”，这些内容适合教学要求较高，学时较多的专业选用。各部分内容的课时分配和教学建议如下：

教学内容	课时分配建议		教学建议
	70	100	
学习情境一 直流电路分析与测试	10	14	实物教学，在实践中检验理论
学习情境二 日光灯的安装与测试	6	10	(模拟) 现场教学，动手实践
学习情境三 三相照明电路的连接与测试	4	4	(模拟) 现场教学，动手实践
学习情境四 变压器的认识	4	4	实物教学，理论可融于实践中
学习情境五 电动机及其控制	12	16	实物教学，(模拟) 现场教学
学习情境六 常用半导体器件的检测	4	6	实物教学，演示，动手实践
学习情境七 放大器的实现	8	16	理论精讲，动手实践
学习情境八 直流稳压源的设计与实现	2	4	实物教学，动手实践
学习情境九 表决器电路的设计与实现	10	10	理论扎实，做出实际电路
学习情境十 计数器电路的设计与实现	8	14	理论精炼，做出实际电路
学习情境十一 工厂供电与安全用电	2	2	(模拟) 现场教学、模拟演练

前 言

本书由李海凤担任主编，蔡新梅担任副主编，耿荣林担任主审。书中学习情境一和学习情境二由李佳宇编写；学习情境三、学习情境四、学习情境五和学习情境十一由李海凤编写；学习情境六、学习情境七和学习情境八由蔡新梅编写；学习情境九和学习情境十由管旭编写。每个人又都编写了各自学习情境的思考与训练答案。全书由李海凤统稿。

在本书编写过程中得到了葫芦岛电力设备厂和渤海重工电装分厂的大力支持，许多技术人员和工人师傅提出了宝贵建议，编写中参考了有关书刊和资料，在此一并表示衷心的感谢。

由于编者水平有限，书中难免有不足之处，恳请广大读者批评指正。

编 者

学习情境一 直流电路分析与测试	1
任务一 学习直流电路的基本知识	1
1.1.1 建立电路模型并分析主要物理量	1
1.1.2 认识电阻、电感和电容	6
1.1.3 伏安特性测试	10
1.1.4 电压源与电流源等效变换	14
任务二 复杂直流电路的分析与测试	16
1.2.1 基尔霍夫定律与支路电流法	16
1.2.2 基尔霍夫定律的验证与应用	18
1.2.3 用叠加定理分析复杂直流电路并测试	19
*1.2.4 用戴维宁定理分析复杂直流电路并测试	22
思考与训练	25
学习情境二 日光灯的安装与测试	27
任务一 学习单相正弦交流电路的基本知识	27
2.1.1 认识正弦交流电	27
2.1.2 正弦交流电路中的电阻、电感和电容	33
*2.1.3 RLC 串联电路	37
任务二 连接日光灯电路并测试	41
2.2.1 练习使用交流电流表、交流电压表和功率表	41
2.2.2 连接日光灯电路并测试	47
*2.2.3 功率因数的提高	50
思考与训练	52
学习情境三 三相照明电路的连接与测试	54
任务一 学习三相交流电路的基本知识	54
3.1.1 三相电源的连接	54

3.1.2	三相负载的连接	58
任务二	三相照明电路的连接与测试	61
3.2.1	测量三相电路的功率	61
3.2.2	连接三相照明电路并测试	63
	思考与训练	65
学习情境四	变压器的认识	67
任务一	学习变压器的基本知识	67
*4.1.1	磁路的基本知识	67
4.1.2	观察变压器的结构并分析工作原理	72
4.1.3	识读电力变压器的铭牌	78
任务二	常见变压器的认识	80
4.2.1	认识三相电力变压器	80
4.2.2	认识小功率电源变压器	83
4.2.3	认识互感器	87
4.2.4	认识自耦变压器	92
	思考与训练	93
学习情境五	电动机及其控制	94
任务一	常用低压电器的认识	94
5.1.1	学习低压电器的基本知识	94
5.1.2	认识开关电器	96
5.1.3	认识主令电器	99
5.1.4	认识接触器	102
5.1.5	认识继电器	104
5.1.6	认识熔断器	108
任务二	认识电动机	111
5.2.1	认识三相异步电动机	111
5.2.2	认识直流电动机	119
5.2.3	认识其他电动机	124
任务三	三相异步电动机的基本控制	125
5.3.1	三相异步电动机的点动、长动控制	125
5.3.2	三相异步电动机的正反转控制	131
5.3.3	三相异步电动机的多地、顺序和行程控制	133
*5.3.4	三相异步电动机的启动、调速与制动	135

任务四 用兆欧表测量电气设备的绝缘电阻	139
5.4.1 用指针式兆欧表测量电气设备的绝缘电阻	140
5.4.2 用数字式兆欧表测量电气设备的绝缘电阻	141
思考与训练	144
学习情境六 常用半导体器件的检测	145
任务一 二极管的认识与检测	145
6.1.1 半导体基础知识	145
6.1.2 认识半导体二极管并判别管脚极性和质量	148
任务二 三极管的认识与检测	154
6.2.1 认识三极管并判别管型和管脚	154
6.2.2 三极管的放大作用与特性曲线分析	158
*任务三 场效应管的认识与检测	162
6.3.1 场效应管的特点与分类	162
6.3.2 认识场效应管并判别管脚	165
思考与训练	166
学习情境七 放大器的实现	168
任务一 共发射极单管放大器的实现	168
7.1.1 分析分压式共发射极单管放大器电路	168
*7.1.2 共集电极放大电路	170
7.1.3 练习使用信号发生器与示波器	170
7.1.4 共发射极单管放大器的调试与参数测试	173
*任务二 多级放大器的实现	176
7.2.1 多级放大器的电路分析	176
7.2.2 反馈的基本概念	178
任务三 集成运算放大器的应用	179
7.3.1 认识集成运算放大器并应用	179
7.3.2 集成运算放大器基本应用功能测试	187
*任务四 功率放大器的实现	190
7.4.1 功率放大电路的分类	190
7.4.2 集成功率放大器简介	192
7.4.3 功率放大器的调试与参数测试	195

思考与训练	197
学习情境八 直流稳压源的设计与实现	199
任务一 分立元器件直流稳压源的设计与实现	199
8.1.1 整流、电容滤波、稳压电路的设计	199
8.1.2 整流、电容滤波、稳压电路的实现	205
* 任务二 集成开关稳压电源的认识与应用	207
8.2.1 集成开关稳压电源的认识	207
8.2.2 集成开关稳压电源的应用	209
思考与训练	210
学习情境九 表决器电路的设计与实现	212
任务一 学习数字电路基础知识	212
9.1.1 常用数制与编码	212
9.1.2 逻辑代数基础	218
9.1.3 逻辑函数化简	219
任务二 表决器电路的实现	224
9.2.1 认识逻辑门电路	224
9.2.2 测试集成逻辑门电路的功能	235
9.2.3 设计并实现表决器电路	237
思考与训练	240
学习情境十 计数器电路的设计与实现	242
任务一 触发器的认识与功能测试	242
10.1.1 认识 RS、JK、D 触发器	242
10.1.2 测试 RS、JK、D 触发器的功能	253
* 任务二 分立元器件计数器电路的分析与设计	255
10.2.1 分析分立元器件计数器电路	255
10.2.2 设计分立元器件计数器电路	262
任务三 利用集成计数器实现 N 进制计数器	264
10.3.1 用集成异步计数器实现 N 进制计数器	264
10.3.2 用集成同步计数器实现 N 进制计数器	267
思考与训练	273

学习情境十一 工厂供电与安全用电	275
任务一 工厂供电	275
11.1.1 电能的生产与传输	275
11.1.2 工厂供配电	278
任务二 安全用电	281
11.2.1 触电的种类与危害	281
11.2.2 安全用电的措施	285
11.2.3 触电急救	287
任务三 触电急救与电气消防技能训练	289
11.3.1 触电急救训练	289
11.3.2 电气火灾消防训练	290
思考与训练	290
思考与训练参考答案	291
参考文献	304

学习情境一

直流电路分析与测试

学习情境描述

【知识目标】

1. 掌握电路的基本概念和电流、电压、电动势等基本物理量
2. 了解电阻、电感和电容元件的基本特性
3. 掌握基尔霍夫定律和叠加定理的内容并会用其分析电路

【技能目标】

1. 会使用直流电压表、直流电流表和万用表
2. 认识电阻、电感和电容等常见的元器件
3. 会对直流电路进行简单测试

任务一 学习直流电路的基本知识

1.1.1 建立电路模型并分析主要物理量

一、电路模型及组成

电路是由各种电气器件按一定方式用导线连接组成的总体，它提供了电流通过的闭合路径。一个完整的电路由电源、负载和中间环节三个基本部分组成。

电源是把其他形式的能量转换为电能的装置，例如，发电机将机械能转换为电能。负载是取用电能的装置，它把电能转换为其他形式的能量。例如，电灯将电能转换为光能，电动机将电能转换为机械能，电热炉将电能转换为热能等。中间环节包括导线、开关、熔断器等连接或保护器件。图 1-1 为一最简单的电路。

电路的功能和作用有两类：

第一类功能是进行能量的转换、传输和分配。图 1-1 是一种简单的手电筒实际电路，它由干电池、开关、小灯泡和连接导线等组成。当开关闭合时，电路中有电流通过，小灯泡发光。干电池向电路提供电能；小灯泡是耗能器件，它把电能转化为热能和光能；开关和连接导线的作用是把干电池和小灯泡连接起来，构成电流通路。

第二类功能是进行信号的传递与处理。例如，电视机可将接收到的信号，经过处理，转换成图像和声音。

在电路的分析计算中，用一个假定的二端元件（如电阻元件）来代替实际元件（如小灯泡）。二端元件具有的某种确定的电和磁性质，能反映出实际电路元件主要的电和磁性质。

称这个假定的二端元件为理想电路元件。

由理想电路元件组成的电路称为电路模型，如图 1-2 所示。图中假定实际电源的内阻为 R_S 。

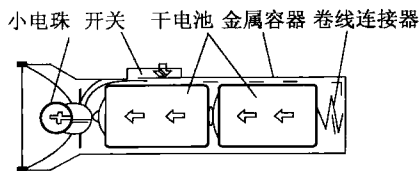


图 1-1 手电筒实际电路

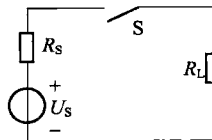


图 1-2 手电筒电路模型

二、电路的基本物理量

1. 电流

电流是由电荷的定向移动形成的。大小和方向均不随时间变化而变化的电流叫恒定电流，简称直流。

电流的强弱用电流强度来表示，对于恒定直流，电流强度 I 用单位时间内通过导体截面的电量 Q 来表示，即

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

电流的单位是 A(安[培])。在 1 秒内通过导体横截面的电荷为 1C(库仑)时，其电流则为 1A。

计算微小电流时，电流的单位用 mA(毫安)、 μA (微安)或 nA(纳安)，其换算关系为：1 mA = 10^{-3} A，1 μA = 10^{-6} A，1 nA = 10^{-9} A。

习惯上，规定正电荷的移动方向为电流的实际方向。在外电路，电流由正极流向负极；在内电路，电流由负极流向正极。

在简单电路中，电流的实际方向可由电源的极性确定，在复杂电路中，电流的方向有时难以事先确定。为了分析电路的需要，我们引入了电流的参考正方向的概念。

在进行电路计算时，先任意选定某一方向作为待求电流的正方向，并根据此正方向进行计算，若计算得到的结果为正值，说明电流的实际方向与选定的正方向相同；若计算得到的结果为负值，说明电流的实际方向与选定的正方向相反。图 1-3 表示电流的参考正方向(图中 I 所示)与实际方向(图中正电荷所示)之间的关系。图 1-3(a)中参考正方向与实际方向一致，则电流为正值($I > 0$)；图 1-3(b)中参考正方向与实际方向相反，则电流为负值($I < 0$)。

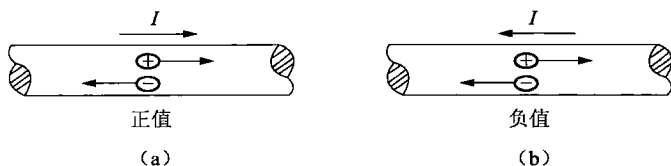


图 1-3 电流及其参考方向

2. 电压

电场力把单位正电荷从电场中的点 A 移到点 B 所做的功 W_{AB} 称为 A、B 间的电压，用 U_{AB} 表示，即

$$U_{AB} = \frac{W_{AB}}{Q} \quad (1-2)$$

电压的单位为 V(伏[特])。如果电场力把 1C 电量从点 A 移到点 B 所做的功是 1 J(焦耳)，则 A 与 B 两点间的电压就是 1 V。

计算较大的电压时用 kV(千伏)，计算较小的电压时用 mV(毫伏)。其换算关系为：
1 kV = 10^3 V, 1 mV = 10^{-3} V。

电压的实际方向规定为从高电位点指向低电位点，即由“+”极指向“-”极，因此，在电压的方向上电位是逐渐降低的。

电压总是相对两点之间的电位而言的，所以用双下标表示，前一个下标(如 A)代表起点，后一个下标(如 B)代表终点。电压的方向则由起点指向终点，有时用箭头在图上标明。当标定的参考方向与电压的实际方向相同时(图 1-4(a))，电压为正值；当标定的参考方向与实际电压方向相反时(图 1-4(b))，电压为负值。

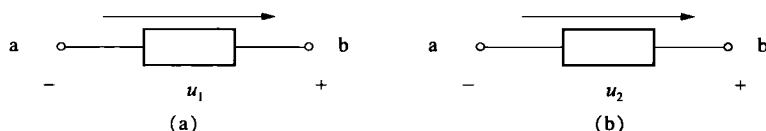


图 1-4 电压及其参考方向

在电路分析中，电流的参考方向和电压的参考极性都可以各自独立地任意设定，因而就有两种不同的设定方式，对于一个元件或一段电路，当电流的方向与电压方向选取一致时，称为关联参考方向(图 1-5(a))，否则，称为非关联参考方向(图 1-5(b))。

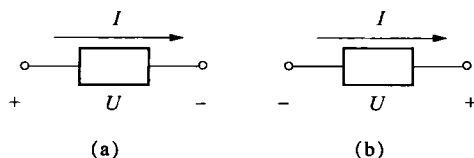


图 1-5 关联与非关联参考方向

(a) 关联参考方向；(b) 非关联参考方向

3. 电位

电路中任一点与参考点(规定电位能为零的点)之间的电压，称为该点的电位，也就是单位正电荷在该点对参考点所具有的电位能。参考点的电位为零可用符号“ $\perp$ ”表示，电位的单位与电压相同，用 V(伏[特])表示。

电路中两点间的电压也可用两点间的电位差来表示

$$U_{AB} = U_A - U_B \quad (1-3)$$

电路中两点间的电压是不变的，电位随参考点(零电位点)选择的不同而不同。

4. 电动势

在电路中，正电荷在电场力的作用下，经与电源连接的外电路，从电源的高电位

端(正极)流向电源的低电位端(负极)。因此,要维持电路中的电流,在电源内部就必须有能把正电荷从低电位端(负极)移至高电位端(正极)的非电场力。电源的内部存在这种非电场力。非电场力(即局外力)把单位正电荷在电源内部由低电位端(负极)移到高电位端(正极)所做的功,称为电动势,用字母 $e(E)$ 表示。电动势的实际方向在电源内部从低电位端指向高电位端,即由“-”极指向“+”极。单位与电压相同,用 V(伏[特])表示。

设在电源内部非电场力把正电荷 dq 从低电位端移至高电位端所做功为 dW ,则电源的电动势为

$$e(t) = \frac{dW}{dq} \quad (1-4)$$

直流电源在没有与外电路连接的情况下,电动势与两端电压大小相等。

5. 功率

电能量对时间的变化率,称为电功率,简称功率。也就是电场力在单位时间内所做的功。设电场力在 dt 时间内所做的功为 dW ,则功率表示为

$$P = \frac{dW}{dt} \quad (1-5)$$

在国际单位制中,功率的单位是瓦[特],符号为 W。

在图 1-6 中,电阻元件两端的电压是 U ,流过的电流是 I ,电压与电流是关联参考方向,则电阻元件吸收的功率为

$$P = UI \quad (1-6)$$

电阻在 t 时间内所消耗的电能为

$$W = Pt \quad (1-7)$$

平时所说的消耗 1 度电就是:功率为 1 kW 的用电设备在 1 h 内消耗的电能,即 1 kW · h。在电路分析中,不仅要计算功率的大小,还要判断是吸收功率,还是发出功率。

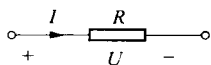


图 1-6 取关联参考方向的电阻

具体分析如下。

如果元件两端电压和流过的电流在关联参考方向下(如图 1-5(a)所示),则:

$P = UI > 0$, 元件吸收功率;

$P = UI < 0$, 元件发出功率。

如果元件两端的电压和流过的电流在非关联参考方向下(如图 1-5(b)所示),则:

$P = UI > 0$, 元件发出功率;

$P = UI < 0$, 元件吸收功率。

对任一个电路元件,当流经元件电流的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;电流与电压实际方向相反时,元件发出功率。

以上对功率的讨论,同样适用于任何一段电路,而不局限于一个元件。

三、电路的三种状态

下面以最简单的直流电路为例，分别讨论电路的通路状态、开路状态和短路状态。

1. 通路状态

如图 1-7 所示，电源与负载接成闭合回路，电路中的电流为 I ，负载两端的电压为 U ，电路处于有载工作状态，又称通路状态。在实际电路中，负载为各种各样的用电设备， R_L 代表等效负载电阻。

负载两端的电压 U 与电源电压 U_s 、电源内阻 R_0 以及负载电流 I 之间的关系为

$$U = U_s - R_0 I \quad (1-8)$$

当电路中的负载变动时，电源端电压的大小也随之改变。

根据负载的大小，电路在有载工作状态时又分为三种工作状态：当电气设备的电流等于额定电流时，称为满载工作状态；当电气设备的电流小于额定电流时，称为轻载工作状态；当电气设备的电流大于额定电流时，称为过载工作状态。

2. 开路状态

所谓开路，就是电源与负载没有构成闭合回路。在图 1-8 所示的电路中，当 S 断开时，电路即处于开路状态。

开路状态的特征是：电路中的电流为零，负载两端的电压等于电源电压，电源不输出功率。这种情况也称为电源的空载。其特征可用下式表示

$$I = 0 \quad (1-9)$$

$$U = U_s \quad (1-10)$$

3. 短路状态

所谓短路，就是电源未经负载而直接由导线接通成闭合回路，如图 1-9 所示。图中折线是指示短路点的符号。短路的特征可用下式表示

$$I = I_{st.} = \frac{U_s}{R_0} \quad (1-11)$$

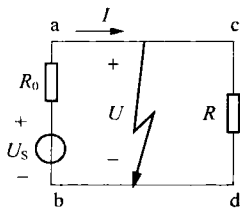


图 1-9 短路状态的电路

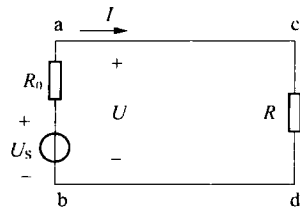


图 1-7 通路状态的电路

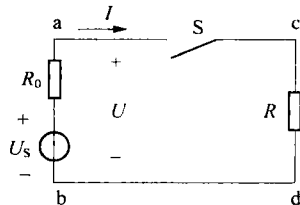


图 1-8 开路状态的电路

因为电压源内阻 R_0 一般都很小，所以短路电流总是很大。所以，电压源短路是一种严重事故。

1.1.2 认识电阻、电感和电容

电阻、电容和电感是组成电路最基本的元件。

一、电阻

电阻(通常用“ R ”表示)是所有电路中使用最多的元件之一。在物理学中,用电阻来表示导体对电流阻碍作用的大小。导体的电阻越大,表示导体对电流的阻碍作用越大。不同的导体,电阻一般不同,电阻是导体本身的一种特性。图 1-10 是现实中常见的几种电阻器。

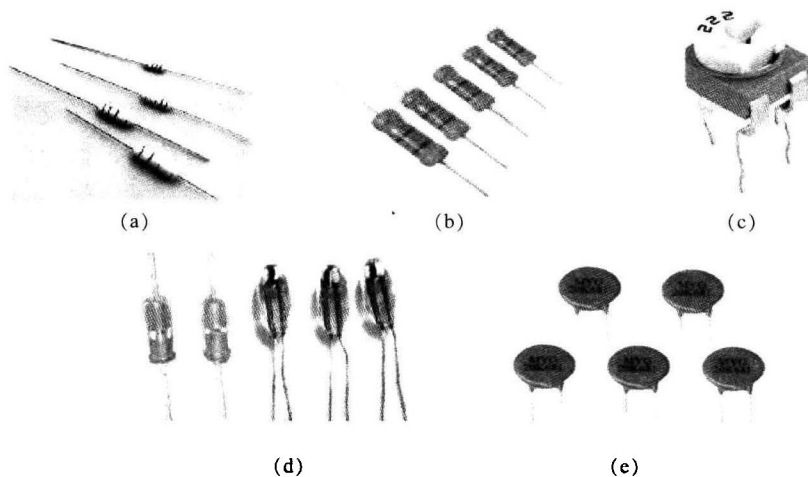


图 1-10 常见的电阻器

(a)熔断电阻器; (b)色环电阻; (c)可变电阻器
(d)热敏电阻; (e)压敏电阻

电阻元件一般是反映实际电路中的耗能元件,如电炉、照明器具等,图形符号如图 1-11 所示。当电阻两端的电压与流过电阻的电流是关联参考方向时,如图 1-11(a)所示,根据欧姆定律,电压与电流成正比,有如下关系

$$u = Ri \quad (1-12)$$

当电阻两端的电压与流过的电流为非关联参考方向时,如图 1-11(b)所示,根据欧姆定律,电压与电流有如下关系

$$u = -Ri \quad (1-13)$$

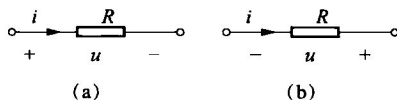


图 1-11 电阻元件

在关联参考方向下,如果 $R = \frac{u}{i}$ 是个常数,则 R 称为线性电阻。线性电阻的伏安特性如图 1-12(a)所示,是过原点的直线。

把式(1-12)两边乘以 i 得到

$$p = ui = Ri^2 = \frac{u^2}{R} = Gu^2 \geq 0$$

式中 $G = \frac{1}{R}$, G 称为电导。

电阻总是消耗能量的。在国际单位制中,当电阻两端的电压为 1 V(伏[特]),流过电阻的电流为 1 A(安[培])时,电阻为 1 Ω (欧[姆])。

电导 G 的单位是 S(西[门子])。

当电阻两端的电压与流过电阻的电流不成正比关系时,伏安特性是曲线,如图 1-12(b)所示。电阻不是一个常数,随电压、电流变动,称为非线性电阻。

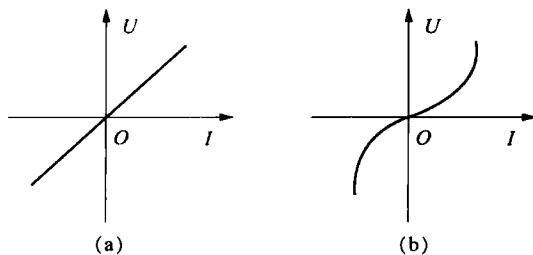


图 1-12 电阻的伏安特性曲线

(a) 某线性电阻的伏安特性; (b) 某非线性电阻的伏安特性

二、电感

电感是闭合回路的一种属性。当线圈通过电流后,在线圈中形成磁场感应,感应磁场又会产生感应电流来抵制通过线圈中的电流。这种电流与线圈的相互作用关系称为电感的感抗,也就是电感,它是衡量线圈产生电磁感应能力的物理量,用字母 L 表示。在电路中的符号如图 1-13 所示。在国际单位制中,电感的单位是 H(亨[利])。电感多被用在储能、滤波、延迟和振荡等几个方面。图 1-13 电感元件

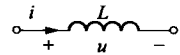


图 1-14 为常见电感器。

电感元件是实际电感器的理想化模型。当线性电感元件(L 是正常数)两端电压和通过电感元件的电流在关联参考方向下时,有

$$u = L \frac{di}{dt} \quad (1-14)$$

从式(1-14)可以看出,任何时刻,线性电感元件的电压与该时刻电流的变化率成正比。当电流不随时间变化时(直流电流),则电感电压为零。这时电感元件相当于短接。

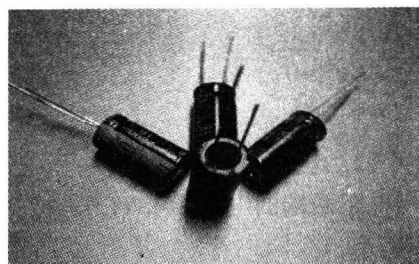
电感元件两端电压和通过电感元件的电流在关联参考方向下时,假定 $i(0) = 0$,从 0 到 τ 的时间内电感元件所吸收的电能为

$$W_L = \int_0^\tau p dt = \int_0^\tau u i dt = L \int_0^\tau i \frac{di}{dt} dt = L \int_{i(0)}^{i(\tau)} i di = \frac{1}{2} L i^2(\tau) \quad (1-15)$$

从式(1-15)中可看出: L 一定时,磁场能量 W_L 随着电流的增加而增加。

三、电容

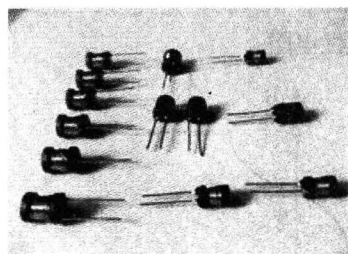
电容(或称电容量)是指在给定电位差下的电荷储藏量,标记为 C 。电容器品种繁多,



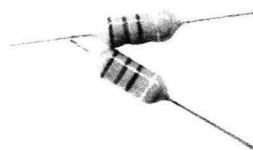
(a)



(b)



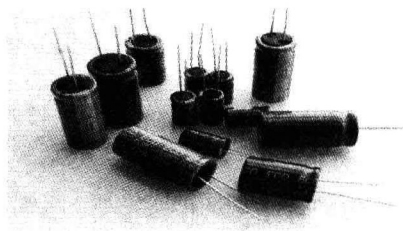
(c)



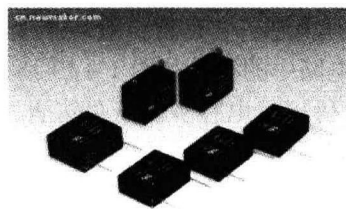
(d)

图 1-14 常见的电感器

通常两片相距很近的金属中间被某物质(固体、气体或液体)所隔开,这就构成了电容器。两片金属称为极板,中间的物质叫做介质。电容器也分为容量固定的与容量可变的。常见的是固定容量的电容,最多见的是电解电容和瓷片电容。电容器的用途较广,它是电子、电力领域中不可缺少的元件。常见电容器如图 1-15 所示。



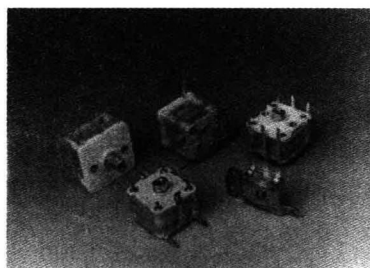
(a)



(b)



(c)



(d)

图 1-15 电容器

(a) 电解电容器; (b) 电解电容器; (c) 瓷片电容; (d) 可变电容