

电子信息工程系列教材

电路分析基础

主编 熊年禄



WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社

电 子 信 息 工 程 系 列 教 材

电路分析基础

主 编 熊年禄
副主编 孙利华 陈 荣 王立谦 黄翠翠
刘志刚 余良俊 付 璠



WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

电路分析基础/熊年禄主编. —武汉:武汉大学出版社, 2010. 2
电子信息工程系列教材
ISBN 978-7-307-07460-6

I. 电… II. 熊… III. 电路分析—高等学校—教材 IV. TM133

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 226213 号

责任编辑:林 莉 责任校对:黄添生 版式设计:支 笛

出版发行:武汉大学出版社 (430072 武昌 珞珈山)

(电子邮件:cbs22@whu.edu.cn 网址:www.wdp.com.cn)

印刷:通山金地印务有限公司

开本:787×1092 1/16 印张:9.25 字数:229千字

版次:2010年2月第1版 2010年2月第1次印刷

ISBN 978-7-307-07460-6/TM·19 定价:18.00元

版权所有,不得翻印;凡购买我社的图书,如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请与当地图书销售部门联系调换。

电子信息工程系列教材

编 委 会

主 任: 王化文

编 委: (以姓氏笔画为序)

王代萍 王加强 李守明 余盛武 殷小贡 唐存琛

章启俊 焦淑卿 熊年禄

执行编委: 林莉, 武汉大学出版社计算机图书事业部主任



内 容 简 介

本书遵循“以实用为主,理论够用为度”的原则,注重突出实用性。为适应当前电子技术人才培养的迫切需求,教材介绍了电路分析的基础知识和常规内容,其中包括常用的电路分析理论与计算方法及若干应用实例等。

全书共分8章,包括电路分析的基本量、基本概念和基本定理;电阻网络等效分析方法;电路分析的一般方法;电路分析的重要定理,如戴维南与诺顿定理等; RC 电路和 RL 电路讨论;换路定律;一阶电路的阶跃响应和冲激响应;正弦稳态分析的相量法;线性电路的正弦稳态响应;二端口网络简要理论及其应用等。

本书深入浅出,重点明确,实例丰富,可以作为高校电子、通信、光电、计算机、电气及自动化等专业的专业基础课教材,尤其适合独立院校和高职高专院校电气信息类专业,还可供从事电子技术工作的工程技术人员参考,相关专业的电路分析课程也可使用本教材。



前言



“电路分析基础”是电子、通信、光电、计算机、电气及自动化等电类专业的一门重要的专业基础课。随着电子技术和信息处理技术的迅猛发展,电子信息工程已成为当今 IT 领域不可或缺的一门学科。在电子信息工程等专业的后继课程中,电路分析与计算是学生必须掌握的基础知识和基本技能,是学习电子技术和信息处理技术的必备基础知识。编者在中国地质大学江城学院等二级学院和高职高专等多所学校的相关专业从教多年,为了适应对 21 世纪电子技术人才的培养需要,编者根据多年教学经验和体会,遵循“以实用为主,理论够用为度”的原则,编写了本教材。教材系统地介绍了电路分析的基本理论和分析计算方法,及其在常用电子技术领域的应用。希望学生在学习完本教材后,能熟悉并且掌握分析常用电路的基本理论和计算方法,为后继课程和将来从事电子技术及相关方面的工作打下良好的基础。

全书共分 8 章。第 1 章介绍了电路分析中的基本概念和基本定理,包括常用电路元器件的特性、基本物理量以及基尔霍夫电流、电压定理及其应用,特别突出了电源和受控源的概念。第 2 章介绍了电阻电路的分析计算方法,特别引入了电阻网络电路的等效分析方法。第 3 章应用图论“树”和“支”的概念给出了分析电路若干一般方法,使电路分析更为简洁明了。第 4 章讲述了电路分析中的重要定理,如叠加定理、齐次定理、替代定理、戴维南与诺顿定理等,以及如何使用电路定理分析计算电路,大大简化了电路的分析计算。第 5 章使用一阶微分方程理论讨论了电路中常见的 RC 电路和 RL 电路,介绍了换路定律,并引进初始值的确定方法以及一阶电路时间常数的概念,同时介绍了零输入响应、零状态响应、全响应、瞬态分量、稳态分量等重要概念,最后讨论了一阶电路的阶跃响应和冲激响应。第 6 章介绍了正弦稳态分析的相量法,基于复数的概念,本章讨论了正弦量的相量表示以及基尔霍夫定律和电路元件的电压电流关系的相量形式,并用相量法分析计算了正弦稳态电路。第 7 章则继续使用相量法分析线性电路的正弦稳态响应,用相量法分析线性电路的正弦稳态响应,引入阻抗、导纳的概念和电路的相量图,并通过实例介绍电路方程的相量形式和线性电路定理的相量描述和应用,引入了瞬时功率、平均功率、无功功率、视在功率和复功率的概念,讨论了最大功率的传输问题,最后介绍了电路的谐振现象。第 8 章简单介绍了二端口网络理论,主要应用 z 参数、 y 参数和 h 参数计算分析了一些常见的复杂电路,为分析模拟电路等后继课程打下一定基础。

根据二级学院和高职高专学校教学实际情况而编制的本教材具有不同于其他类似教材的鲜明特色:

(1) 针对二级学院和高职高专教学特点,精选教材内容。根据“以实用为主,理论够用为度”的原则,选择学生能在后继课程和今后工作中常用的知识点为基础进行理论讨论和分析计算。因此,本书缩简篇幅,简化了教材的内容,概念描述清晰简练,学习目的明确,内容鲜明实用。

(2) 编者注重理论的严谨性,在保持内容先进性、完整性的同时,叙述力求深入浅出,且注重实用性。本书对每个问题的理论和概念的叙述力求由简到繁,深入浅出,去除了传统教材中的一些复杂的理论推导与计算,特别注重电路分析理论的应用和分析计算方法的实用性。

(3)习题的选择“少而精”。根据每章要求学生必须掌握的知识点,精选相应的习题,这样不仅让学生在练习中加深了对知识点的印象,掌握了必要的知识点,同时也避免了学生因为学习负担过重而缺乏学习的自信心,使他们可以有更多的精力从事该课程的教学实践和课程设计。

(4)全书结构合理,内容精辟,图文并茂,既方便教师课堂讲授,也利于学生自学。

通过本课程的教学,学生应具备以下能力:

- (1)能熟练掌握电路分析中常见的基本定理和基本计算方法;
- (2)能正确分析常见电路;
- (3)能熟练准确地计算电路相关参数。

本书前言、附录及第8章由熊年禄执笔;第1章由孙利华撰写;第2章由陈荣撰写;第3章由王立谦撰写;第4章由黄翠翠撰写;第5章由刘志刚撰写;第6章由余良俊撰写;第7章由付璠撰写;全书由熊年禄统筹、修订定稿。

本书的编写工作离不开中国地质大学江城学院机械与电子信息学部领导的支持,编写中得到了李守明教授和王化文教授的热情关心和帮助。在本书的编写过程中,编者借鉴引用了有关参考资料,在此对参考文献的作者也一并表示深深的谢意。

本教材的先修课程为:大学物理(电学)、电工电子学。

本课程参考学时为64学时,学时分配建议见下表:

序号	内容	理论	实践	合计
1	电路模型和定理	6		6
2	电阻电路的等效变换	8	4	12
3	电阻电路的一般分析	10	4	14
4	电路定理	8	4	12
5	一阶电路	10		14
6	电路向量法	8	4	12
7	正弦稳态电路分析	6	4	6
8	※ 简单二端口网络理论	8		8
合计		64	20	84

※ 为选学部分,根据教学情况选学。

编者

2009年10月

目 录

第 1 章 电路模型和电路定律	1
1.1 电路和电路模型	1
1.1.1 实际电路	1
1.1.2 电路模型	1
1.2 电流和电压的参考方向	2
1.2.1 电流、电压的实际方向	2
1.2.2 电流、电压的参考方向	2
1.3 电功率和能量	3
1.3.1 功率的定义	3
1.3.2 功率的计算	3
1.4 电路元件	4
1.4.1 电阻元件	4
1.4.2 电容元件	6
1.4.3 电感元件	8
1.5 电压源和电流源	10
1.5.1 电压源的伏安特性	11
1.5.2 电流源的伏安特性	11
1.6 受控电源	12
1.7 基尔霍夫定律	13
1.7.1 基尔霍夫电流定律(KCL)	14
1.7.2 基尔霍夫电压定律(KVL)	15
习题 1	17
第 2 章 电阻电路的等效变换	19
2.1 引言	19
2.1.1 线性电路	19
2.1.2 直流电路	19
2.2 电路的等效变换	19
2.3 电阻的串联和并联	20
2.3.1 电阻的串联	20
2.3.2 电阻的并联	21
2.4 电阻的 Y 形连接和 Δ 形连接的等效变换	22
2.4.1 电阻的 Y 形连接与 Δ 连接	22
2.4.2 Y- Δ 连接的等效变换	23



2.5 电压源、电流源的串联和并联	24
2.5.1 电压源的串并联	24
2.5.2 电流源的串并联	25
2.6 实际电源的两种模型及其等效变换	25
2.6.1 实际电压源	26
2.6.2 实际电流源	26
2.6.3 电源的等效变换	26
2.7 输入电阻	28
习题2	29
第3章 电阻电路的一般分析	32
3.1 图论初步	32
3.1.1 “图”的初步概念	32
3.1.2 利用图确定独立回路	33
3.2 “树”的概念	34
3.2.1 “树”和“支”	34
3.2.2 “图”的平面图和网孔	35
3.3 支路电流法	36
3.4 网孔电流法	39
3.5 回路电流法	41
3.6 节点电压法	42
习题3	45
第4章 电路定理	48
4.1 叠加定理与齐次定理	48
4.1.1 叠加定理	48
4.1.2 齐次定理	51
4.2 替代定理	52
4.3 戴维南与诺顿定理	55
4.3.1 戴维南定理	55
4.3.2 诺顿定理	57
习题4	58
第5章 一阶电路	60
5.1 动态电路的方程及其初始条件	60
5.1.1 过渡过程	60
5.1.2 换路定律	60
5.1.3 初始值的确定	61
5.2 一阶电路的零输入响应	63
5.2.1 RC 串联电路的零输入响应	63



5.2.2 RL 串联电路的零输入响应	64
5.3 一阶电路的零状态响应	66
5.3.1 RC 串联电路的零状态响应	66
5.3.2 RL 串联电路的零状态响应	67
5.4 一阶电路的全响应	68
5.4.1 全响应的两种分解方式	69
5.4.2 三要素法	69
5.5 一阶电路的阶跃响应	71
5.5.1 单位阶跃函数	71
5.5.2 单位阶跃响应	72
5.6 一阶电路的冲激响应	73
5.6.1 单位冲激函数	73
5.6.2 单位冲激响应	74
习题 5	76
第 6 章 相量	79
6.1 复数	79
6.1.1 复数	79
6.1.2 复数的直角坐标和极坐标表示	80
6.2 正弦量	81
6.2.1 正弦函数与正弦量	81
6.2.1 正弦量的有效值和相位差	82
6.3 相量法基础	83
6.3.1 相量	83
6.3.2 同频正弦量的相量运算	84
6.4 电路定律的相量形式	85
6.4.1 基尔霍夫定律的相量形式	85
6.4.2 基本元件 VAR 的相量形式	86
习题 6	90
第 7 章 正弦稳态电路的分析	92
7.1 阻抗和导纳	92
7.1.1 阻抗	92
7.1.2 导纳	93
7.2 阻抗(导纳)的串联和并联	94
7.3 电路的相量图	96
7.4 正弦稳态电路的分析	96
7.5 正弦稳态电路的功率	98
7.5.1 瞬时功率	98
7.5.2 有功功率和无功功率	99



7.5.3 视在功率	99
7.6 复功率	101
7.7 最大功率传输定理	102
7.8 串联电路的谐振	103
7.8.1 串联谐振电路的谐振特性	104
7.8.2 串联谐振电路的功率	105
7.8.3 串联谐振电路的频率特性	105
7.9 并联谐振电路	106
习题 7	108
第 8 章 二端口网络	111
8.1 z 参数与 y 参数网络	112
8.1.1 z 参数网络	112
8.1.2 y 参数网络	114
8.2 混合参数(h 参数)网络	117
8.2.1 二端网络的混合型 VAR	117
8.2.2 二端网络的混合型 VAR 和 h 参数等效电路	119
8.3 二端口网络的传输 I 型矩阵和传输 II 型矩阵	120
8.3.1 二端网络的传输 I 型矩阵	120
8.3.2 二端网络的传输 II 型矩阵	122
8.4 互易双口和互易定理	122
8.5 各参数组间的关系	124
8.6 具有端接的二端口网络	126
习题 8	128
附录 习题参考答案	130
参考文献	135



第1章 电路模型和电路定律



学习电路分析基础课程的目的是掌握分析电路的基本规律和基本方法。本章从建立电路模型、认识电路变量等基本问题出发,重点讨论理想电源、欧姆定律、基尔霍夫定律等重要概念。

1.1 电路和电路模型

1.1.1 实际电路

为了实现电能的生产、传输及使用,将所需电路元件按一定方式连接,即可构成电路。电路提供了电流流通的路径,电路的功能如下:

(1) 实现电能的生产、传输、分配和转化,例如高电压、大电流的电力电路等。

(2) 实现电信号的产生、传输、变换和处理,例如低电压、小电流的电子电路及计算机电路、控制电路等。

一个完整的电路包括以下三个基本组成部分:

(1) 电源(source):产生电能或信号的设备,是电路中的信号或能量的来源。利用特殊设备可将其他形式的能量变为电能,如发电机、干电池、光电池等。电源有时又称为“激励”。

(2) 负载(load):消耗电能的器部件,也称用电设备。它可将电能变为其他形式的能量,如电动机、电阻器等。

(3) 电源与负载之间的连接部分:除导线外,还需有控制、保护电源的开关、熔断器、变压器等。

由于激励而在电路中产生的电压和电流称为响应。有时,根据激励和响应之间的因果关系,把激励称为输入,响应称为输出。

为实现电路的功能,人们将所需的实际元器件或设备,按一定的方式连接而构成的电路就称为实际电路,如图1-1(a)所示即为最简单的实际手电筒电路,它由四个部分组成:干电池(电源)、导线(传输线)、开关(起控制作用)、灯泡(用电器,也称负载)。

1.1.2 电路模型

将实际电路加以科学抽象和理想化而得到的电路称为理想化电路,也称电路模型。

实际的电器元件和设备的种类是很多的,如各种电源、电阻器、电感器、电容器、变压器、晶体管、固体组件等,它们中发生的物理现象是很复杂的。因此,为了便于对实际电路进行分析和数学描述,进一步研究电路的特性和功能,就必须对电路进行科学的抽象,用一些模型代替实际电器元件和设备的外部特性和功能,这种模型即为电路模型,构成电路模型的元件称为模型元件,也称理想电路元件。理想电路元件是实际电器元件和设备在一定条件下的理想化模型,它能反映实际电器元件和设备在一定条件下的主要电磁性能,并用规定的模型元件符号来

表示。如图 1-1 (a) 所示的实际手电筒电路,即可用如图 1-1 (b) 所示的电路模型代替,其中电压 U_s 和电阻 R_s 的串联组合即为干电池的模型, K 为开关的模型,电阻 R_L 为电灯的模型。

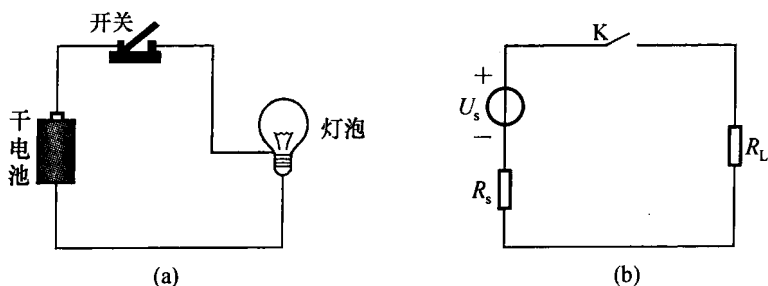


图 1-1 实际电路与电路模型

本书所说的电路一般指由理想元件构成的抽象电路或电路模型,而非实际电路。

1.2 电流和电压的参考方向

电路中涉及的基本物理量有电荷、电流、电位、电压等,它们的定义、计量单位在物理学中已经叙述,这里只讨论电流和电压的方向问题。

1.2.1 电流、电压的实际方向

1. 电流的实际方向

电流的定义为:电荷(包括正电荷与负电荷)的定向移动。习惯上,规定正电荷定向移动的方向为电流的实际方向(或者负电荷定向移动的反方向为电流的实际方向)。

2. 电压的实际方向

电压的定义为:电场中 a 、 b 两点之间的电位差,称为 a 、 b 两点之间的电压。人们已经取得共识,把实际电位高的点标为“+”极,把实际电位低的点标为“-”极,“+”极指向“-”极的方向就是电压的实际方向。

1.2.2 电流、电压的参考方向

1. 电流的参考方向

电路中电流的实际方向,在人们对电路未进行分析计算之前是不知道的,因此为了方便对电路进行分析计算和列写电路方程,就需要对电流设定一个参考正方向,简称参考方向,在如图 1-2 所示的电路中假设电流 $i(t)$ 的方向就是参考方向(不一定是电流 i 的实际方向),若所求得的 $i(t) > 0$,就说明电流 $i(t)$ 的实际方向与参考方向一致;若所求得的 $i(t) < 0$,就说明 $i(t)$ 的实际方向与参考方向相反,可见,电流 $i(t)$ 是一个标量。

电路中电流的参考方向是任意规定的,电路图中电流 $i(t)$ 的方向恒为参考方向。

2. 电压的参考方向

电压的参考“+”、“-”极性简称为电压的参考极性,两点之间的电压参考方向可以用“+”、“-”表示,“+”极指向“-”极的方向就是电压的参考方向。电路中电压的实际“+”、“-”极性在人们对电路未进行分析计算之前是未知的。同样,为了方便对电路进行分析计算



和列写电路方程,也要对电压设定一个参考“+”、“-”极性。如图1-2所示的电路中电压 u_{ab} 的“+”、“-”极性就是参考极性(不一定就是电压 u_{ab} 的实际“+”、“-”极性)。若所求得的 a 、 b 两点间电压 $u_{ab} > 0$,就说明 a 点的实际电位高于 b 点的实际电位;若 $u_{ab} < 0$,就说明 a 点的实际电位低于 b 点的实际电位;若 $u_{ab} = 0$,则说明 a 、 b 两点的实际电位相等。

电压的参考极性是任意设定的,电路图中的“+”、“-”极性恒为电压的参考极性。

如前所述,支路电流的参考方向与支路电压的参考方向是可以任意选定的,元件上电压、电流参考方向设定的不同,会影响到计算结果的正负号。但为了分析上的便利,常常将同一支路的电流与电压的参考方向选为一致,例如可选电流的参考方向为由电压参考极性的“+”极指向“-”极,电流和电压的这种参考方向称为关联参考方向;当两者不一致时,称为非关联参考方向。这个概念非常重要,在大多数情况下,支路的电流与电压是不是关联参考方向将影响到支路的伏安特性,这一点以后会逐步介绍。当电压与电流为关联参考方向时,可以只标出一个变量的参考方向,如图1-3(a)所示;非关联参考方向时必须全部标出,如图1-3(b)所示。

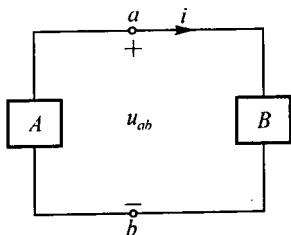


图1-2 电流的参考方向和电压的参考方向

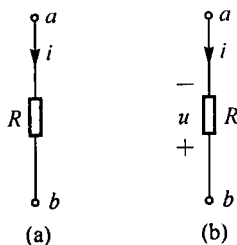


图1-3 电压与电流关联参考方向

1.3 电功率和能量

在电路的分析与计算中,研究能量的分配和交换是很重要内容,特别是功率可直接反映出支路的能量变化情况,在电路分析中用 W 表示能量,用 P 表示功率。

1.3.1 功率的定义

单位时间内电路所吸收的电能,称为这部分电路吸收的功率:

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

式(1-1)可理解为功率是能量对时间的变化率,若随着时间的变化能量是增加的,则功率是正的,表示电路吸收(或消耗)能量,例如电阻支路;若随着时间的变化能量是减少的,则功率是负的,表示电路供出(或产生)能量,例如电源支路。

1.3.2 功率的计算

由定义式(1-1)可知:

$$P = \frac{dW}{dt} = \frac{dW}{dq} \cdot \frac{dq}{dt} = u \cdot i \quad (1-2)$$

从式(1-2)可知,功率可以用电流与电压的乘积来计算,即当支路的电流与电压的参考方

向为关联参考方向时,电流与电压的乘积就是此支路吸收的功率。计算结果为正时,说明支路吸收功率;计算结果为负时,说明支路发出功率。这种讨论方式完全符合功率的定义,并且便于理解和记忆。需要说明的是,有的书上有不同的讨论方式,但实质是一样的。当支路的电流与电压为非关联参考方向时,计算公式要加负号:

$$P = -ui \quad (1-3)$$

利用式(1-3)计算功率时,若结果为正,仍表示吸收功率;若结果为负,仍表示发出功率。

在国际单位制中,电压的单位为伏特(V),电流的单位为安培(A),功率的单位为瓦特,简称瓦(W)。

【例 1-1】 (1)在图 1-4(a)及图 1-4(b)中,若电流均为 2A,且均由 a 流向 b ,已知 $u_1 = 1V$, $u_2 = -1V$,求该元件吸收或发出的功率;

(2)在图 1-4(b)中,若元件发出的功率为 4W, $u_2 = -1V$,求电流。

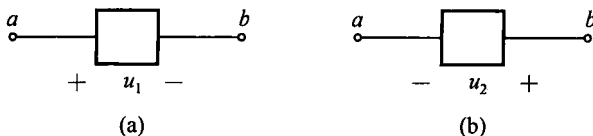


图 1-4 例 1-1 图

解:(1)设电流 i 的参考方向由 a 指向 b ,则

$$i = 2A$$

对图 1-4(a)所示的元件来说,电压、电流为关联参考方向,故

$$P = u_1 i = 1V \times 2A = 2W$$

即吸收功率为 2W。

对图 1-4(b)所示元件来说,电压、电流为非关联参考方向,故

$$P = -u_2 i = -(-1V) \times 2A = 2W$$

即吸收功率为 2W。

(2)设电流的参考方向由 a 指向 b ,则

$$P = -u_2 i = -4W$$

因发出功率为 4W,故 P 为 $-4W$,由此可得

$$i = \frac{P}{-u_2} = -\frac{-4W}{-(-1)V} = -4A$$

负号表明电流的实际方向是由 b 指向 a 。

1.4 电路元件

电路元件是电路中基本的组成单元,电路元件通过端子与外部连接,元件的特性则通过与端子有关的物理量描述。

1.4.1 电阻元件

1. 电阻的伏安特性

电阻元件(简称电阻)是从实际电阻器抽象出来的模型。线性电阻的电路符号如图



1-5 (a)所示,在电阻中的电流与其两端的电压的真实方向总是一致的,在电压、电流为关联参考方向条件下,其伏安关系用欧姆定律来描述,即:

$$R = \frac{u}{i} \text{ 或 } u = R \cdot i \quad (1-4)$$

其中电阻值 R 为一正常数,与流经本身的电流及两端电压无关。电阻电路的伏安关系可由图 1-5 (b)表示,在伏安平面上是通过坐标原点的一条直线,并位于第一、三象限。满足式(1-4)欧姆定律关系的电阻元件称为线性电阻。

线性电阻也可以用另一个电路参数“电导”来表示,其符号为 G , G 与 R 成倒数关系,如式(1-5)所示,线性电导也是一常数:

$$G = \frac{i}{u} = \frac{1}{R} \quad (1-5)$$

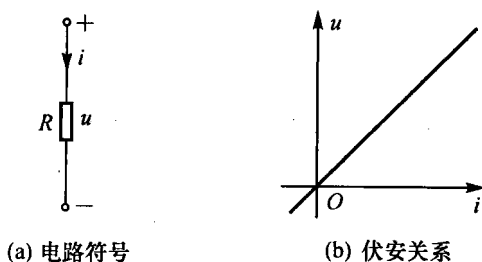


图 1-5 线性电阻的电路符号和伏安关系

2. 电阻的单位

在国际单位制中,电压的单位为伏特(V),电流的单位为安培(A),电阻 R 的单位为欧姆,用符号 Ω 表示。

$$1 \text{ 欧姆} = 1 \text{ 伏/安}$$

电导 G 的单位为西门子,用符号 S 表示。

3. 电阻的功率

电阻是消耗能量的,式(1-4)说明,当电压一定时,电阻越大电流越小,电阻体现了对电流的阻力。既然电阻对电流有阻力,电流通过电阻时就要消耗能量,线性电阻的功率为:

$$P = u \cdot i = R \cdot i^2 = \frac{u^2}{R} \quad (1-6)$$

在式(1-6)中, i^2 (或 u^2) 总为正,电阻元件的阻值是正的常量,所以电阻吸收的功率总为正值,这说明电阻总是消耗电能,电阻是一种耗能元件,这是电阻的重要特性。利用电阻消耗电能并转化成热能的性质可制作成各种电热器。换句话说,电阻表征了电路部件的消耗电能的特性,除了实际电阻以外,它可以是电灯、烙铁、电动机等部件的理想电路模型。

4. 电阻的即时性

电阻元件的另一个重要特性是在任一时刻电阻两端的电压是由此时电阻中的电流所决定的,而与过去的电流值无关;反之,电阻中的电流是由此时电阻两端电压所决定的,而与过去的电压值无关。从这个意义上讲,电阻是一种无记忆元件,也就是说电阻不能记忆过去的电流(或电压)在历史上所起的作用。

5. 非线性电阻

实际上电阻元件也是某些电子器件的理想电路模型,例如半导体二极管,它的伏安关系就不再是通过坐标原点的直线,而是曲线,称此类器件为非线性电阻。非线性电阻的阻值不是常量,而是随着电压或电流的大小、方向而改变,所以不能再用一个常数来表示,也不能用式(1-4)的欧姆定律来定义它。

本书主要讨论线性电路的知识,为了叙述方便,简称线性电阻元件为电阻。

6. 电阻的一般性定义

基于电阻的以上特性,给电阻元件定义如下:如果一个二端元件在任一瞬间 t 其电压 $u(t)$ 和电流 $i(t)$ 两者之间的关系由 $u-i$ 平面(或 $i-u$ 平面)上一条曲线所决定,则此二端元件称为电阻元件,此曲线就是电阻的伏安特性曲线。

1.4.2 电容元件

两块金属极板中间放入介质就构成一个简单的电容器,当接通电源后两块极板上聚集了数量相等、符号相反的电荷,在极板之间就形成了电场,所以电容器是一种能储存电荷的器件,它具有储存电场能量的性质,这是它主要的物理特性。如果不考虑电容器的热效应和磁场效应,则可以把金属板抽象为电容元件。电容元件是实际电容的理想电路模型,或者说电容元件是用来表征储存电场能量的电路模型。

1. 电容元件的定义

电容元件的电路符号如图 1-6(a)所示,如果其特性曲线为 $q-u$ 平面上经过坐标原点且通过一、三象限的一条直线,其斜率不随电荷或电压而变(如图 1-6(b)所示),则称该电容元件为线性电容,即:

$$C = \frac{q}{u} \text{ 或 } q = Cu \quad (1-7)$$

式中: C 为正常数,称电容量(简称电容),习惯上称电容元件为电容。

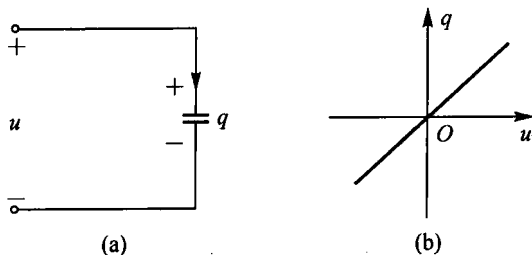


图 1-6 线性电容的电路符号及特性曲线

2. 电容的单位

在国际单位制中,电容 C 的单位为法拉(简称法,用符号 F 表示),电荷的单位为库仑(Q),电压的单位为伏特(V),即

$$1 \text{ 法拉}(F) = \frac{1 \text{ 库仑}(Q)}{1 \text{ 伏特}(V)}$$

但法拉这个单位对于实际电容太大了,常用的单位是微法(μF)和皮法(pF):

$$1 \mu F = 10^{-6} F$$