

普通高等教育“十三五”规划教材

电路分析基础

穆克 姜丽 褚俊霞 主编



化学工业出版社

普通高等教育“十三五”规划教材

电路分析基础

穆克 姜丽 褚俊霞 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

本书较全面地介绍了电路的基本概念、基本定理和基本分析方法, 主要内容包括电路的基础、电路的分析方法、动态电路的过渡过程和分析方法、交流电路的组成及分析、非正弦周期信号激励下电路特点与分析方法、线性动态电路过渡过程的复频域分析、二端口网络和非线性电路等。在内容组织和编写安排上, 有难有易, 深入浅出, 通俗易懂, 并注重与后续课程之间的良好衔接。

本书既可作为应用型本科电类各专业的电路课教材, 还可供非电类专业人士作为学习电路的入门书使用。

电路分析基础

主编 姜丽 姜克 褚俊霞

图书在版编目 (CIP) 数据

电路分析基础/穆克, 姜丽, 褚俊霞主编. —北京:
化学工业出版社, 2019. 2
普通高等教育“十三五”规划教材
ISBN 978-7-122-33371-1

I. ①电… II. ①穆… ②姜… ③褚… III. ①电路
分析-高等学校-教材 IV. ①TM133

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 269165 号

责任编辑: 满悦芝 郝英华
责任校对: 王素芹

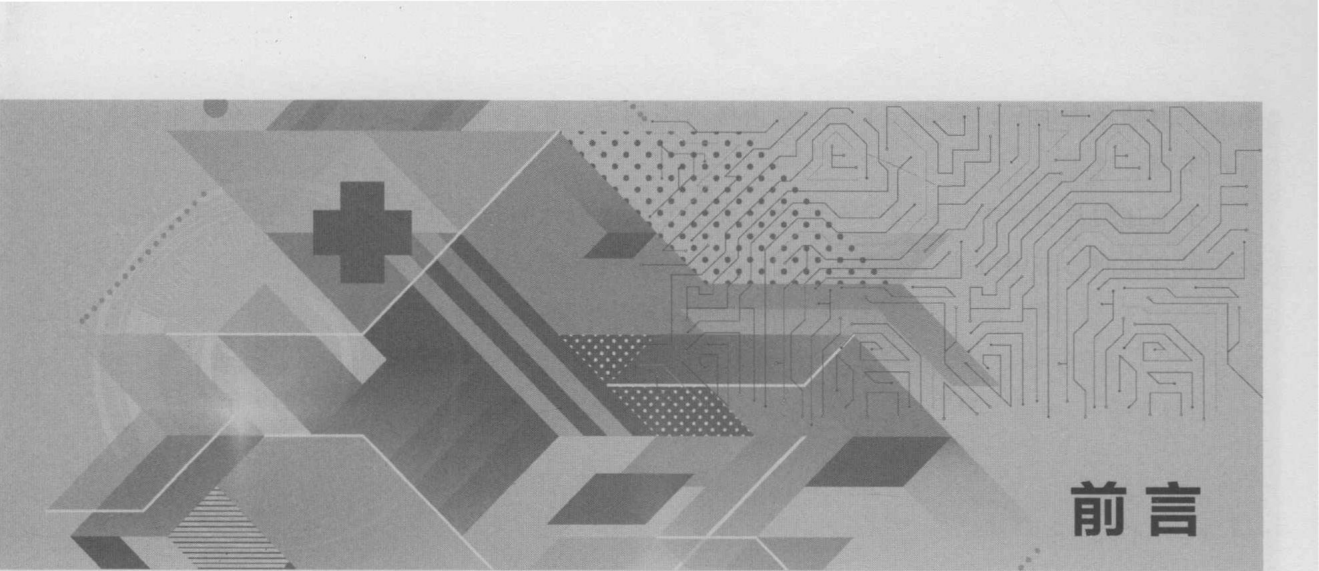
文字编辑: 吴开亮
装帧设计: 张 辉

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)
印 刷: 北京京华铭诚工贸有限公司
装 订: 三河市振勇印装有限公司
787mm×1092mm 1/16 印张 19 字数 465 千字 2019 年 8 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 售后服务: 010-64518899
网 址: <http://www.cip.com.cn>
凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 58.00 元

版权所有 违者必究



前言

“电路分析基础”课程是电气、自动化、测控、信息等专业的基础平台课，同时也是电类专业的硕士研究生入学考试课程。开设课程的目的是使学习者了解和掌握电路基本概念、基本定理和基本分析方法，为专业课的学习及今后从事电类技术工作打下坚实的基础。因此，电路课在整个电类专业的培养计划和课程体系中起着承上启下的重要作用。

本书在编写过程中，根据教育部高等学校电子信息科学与工程类基础课程教学指导委员会颁布的“电路分析基础”课程教学基本要求，以突出基本概念、基本原理、基本分析方法和工程应用为指导思想，从应用型本科教学的实际需要出发，坚持理论与实践相融合的教学理念，以技能的提高与能力的培养为教学目标，力求做到思路清晰、深入浅出、语言通畅、便于阅读。

全书分为14章：第1章是电路的基础，重点介绍电路组成、描述电路的物理量、电路元件；第2~4章全面介绍电路的分析方法；第5、6章介绍动态电路的过渡过程和分析方法；第7~10章介绍交流电路的组成及分析；第11章介绍非正弦周期信号激励下电路特点与分析方法；第12章介绍线性动态电路过渡过程的复频域分析；第13章简要介绍二端口网络；第14章简要介绍非线性电路。

本教材有如下特色：

1. 内容精练，根据课程学时的要求，将重要内容加以精选，让学习者在学习的同时，能轻松把握住重点。

2. 每章内容结束前，都有实践与应用部分，讲述本章理论内容如何在实际中应用，让学习者进一步体会所学内容。

3. 各章后配备了多样习题，有填空、选择、计算题，可以使不同层次学习者在学习后自测，以便巩固所学知识。

本书既可以作为应用型本科电类各专业的电路课教材，也可以作为非电类专业学生学习电路的入门书。本书由辽宁石油化工大学穆克、姜丽、褚俊霞主编，参与编写人员有崔畅、杨冶杰、冯爱伟、陆冬梅、林丽君等教师。本书第1、10章由褚俊霞编写，第2、3章由崔畅编写，第4、12章由姜丽编写，第5、7章由穆克编写，第6章由穆克和林丽君共同编写，

第 8 章由陆冬梅编写，第 9、11、13 章由杨冶杰编写，第 14 章由冯爱伟编写。全书由穆克负责策划、统筹。

本书在编写过程中得到辽宁石油化工大学发展规划处和教务处等部门的大力支持，在此表示衷心感谢。书中可能存在不妥之处，敬请读者批评指正。

编者
2019 年 7 月

本书由沈阳理工大学出版，书名为《...》，主编为...，副主编为...，编委为...。本书共分...章，第一章为...，第二章为...，第三章为...，第四章为...，第五章为...，第六章为...，第七章为...，第八章为...，第九章为...，第十章为...，第十一章为...，第十二章为...，第十三章为...，第十四章为...。本书可作为...专业及相关专业的教材，也可供从事...工作的工程技术人员参考。

目录

第1章 电路及其基本概念

1.1 电荷与电流	001
1.1.1 电荷	001
1.1.2 电流	001
1.2 电位与电压	002
1.2.1 电位	002
1.2.2 电压	003
1.3 电功率与电能	003
1.3.1 电功率	003
1.3.2 电能	004
1.4 电路和电路模型	004
1.4.1 电路	004
1.4.2 电路模型	005
1.5 电流和电压的参考方向	006
1.5.1 电流的参考方向及电流的测量	006
1.5.2 电压的参考方向及电压的测量	007
1.5.3 电压与电流参考方向的关系	008
1.6 电路中的基本元件	009
1.6.1 电阻元件	009
1.6.2 电感元件	010
1.6.3 电容元件	011
1.6.4 独立电源	012
1.6.5 受控源	013
1.7 实践与应用	014
1.7.1 安全用电	014
1.7.2 电力配电线径选择	015
1.7.3 电子显像管	015

1.7.4 电费计算	015
本章小结	015
习题	016

第2章 电路基本定律及电路等效变换

2.1 欧姆定律	020
2.2 支路、结点和回路	021
2.3 基尔霍夫定律	021
2.4 电路的等效变换	024
2.4.1 电路等效变换的概念	024
2.4.2 输入电阻	024
2.5 电阻的串联、并联和混联	025
2.6 Y- Δ 联结的等效变换	027
2.7 电压源、电流源的串联和并联	030
2.8 实际电源的两种模型及其等效变换	032
2.8.1 实际电源的伏安特性	032
2.8.2 实际电源的两种电路模型	032
2.9 实践与应用	035
2.9.1 电路的故障诊断	035
2.9.2 惠斯通电桥	035
本章小结	036
习题	039

第3章 电路分析方法

3.1 支路电流法	045
3.2 网孔电流法	047
3.3 回路电流法	049
3.4 结点电压法	052
3.5 实践与应用	055
本章小结	056
习题	057

第4章 电路定理

4.1 叠加定理	062
4.1.1 叠加定理的内容	062
4.1.2 叠加定理的证明	063
4.1.3 叠加定理的应用举例	063
4.1.4 齐次定理	065
4.2 替代定理	065
4.2.1 替代定理的内容	065
4.2.2 替代定理的证明	066
4.2.3 替代定理的应用举例	066

4.3 戴维宁定理和诺顿定理	067
4.3.1 戴维宁定理和诺顿定理的内容	067
4.3.2 戴维宁定理和诺顿定理的证明	068
4.3.3 戴维宁定理和诺顿定理的应用举例	069
4.4 最大功率传输定理	074
4.4.1 最大功率传输定理的内容	074
4.4.2 最大功率传输定理的证明	074
4.4.3 最大功率传输定理的应用举例	074
4.5 实践与应用	075
本章小结	076
习题	077

第5章 一阶电路

5.1 储能元件	081
5.1.1 电容	081
5.1.2 电感	084
5.2 电路动态过程和初始条件	087
5.2.1 电路动态过程	088
5.2.2 初始条件	088
5.3 一阶电路的零输入响应	090
5.3.1 RC 电路的零输入响应	090
5.3.2 RL 电路的零输入响应	091
5.4 一阶电路的零状态响应	093
5.4.1 RC 电路的零状态响应	093
5.4.2 RL 电路的零状态响应	095
5.5 一阶电路的全响应	097
5.6 一阶电路的阶跃响应	100
5.7 一阶电路的冲激响应	101
5.8 实践与应用	102
5.8.1 闪光灯电路原理	102
5.8.2 汽车点火电路	103
本章小结	104
习题	105

第6章 二阶电路

6.1 二阶电路的零输入响应	111
6.2 二阶电路的零状态响应、阶跃响应和全响应	116
6.3 二阶电路的冲激响应	117
6.4 实践与应用	119
6.4.1 RLC 串联谐振电路	119
6.4.2 油开关灭弧能力试验	119

本章小结	120
习题	120

第 7 章 正弦稳态电路的分析

7.1 正弦量	124
7.1.1 频率与周期	125
7.1.2 幅值和有效值	125
7.1.3 初相位和相位差	126
7.2 相量法的基础	126
7.2.1 复数及其运算	127
7.2.2 正弦量的相量表示及运算	128
7.3 电路元件的相量形式	129
7.3.1 电阻元件的相量形式	129
7.3.2 电感元件的相量形式	130
7.3.3 电容元件的相量形式	130
7.4 阻抗和导纳	132
7.5 基尔霍夫定律的相量形式	133
7.6 正弦稳态电路的分析与计算	136
7.6.1 支路电流法	136
7.6.2 网孔电流法	138
7.6.3 结点电压法	139
7.6.4 叠加定理	140
7.6.5 电源变换	142
7.6.6 戴维宁和诺顿等效电路	142
7.7 正弦稳态电路的功率	144
7.7.1 瞬时功率	144
7.7.2 平均功率	145
7.7.3 无功功率	147
7.7.4 视在功率	147
7.7.5 功率因数及其提高	147
7.7.6 复功率	149
7.8 正弦稳态电路的最大功率传输	150
7.9 实践与应用	152
7.9.1 电能表原理	152
7.9.2 电能表的选用举例	154
7.9.3 电能表的铭牌标志及含义	154
本章小结	155
习题	157

第 8 章 耦合电感的电路

8.1 互感耦合电路	162
------------------	-----

8.1.1 互感 互感电压	162
8.1.2 耦合电感的电压、电流关系	164
8.1.3 耦合电感的去耦	166
8.2 耦合电感电路的计算	169
8.3 空心变压器	172
8.4 理想变压器	174
8.5 实践与应用	177
本章小结	178
习题	178

第9章 电路的频率响应

9.1 网络函数	185
9.2 波特图	186
9.3 RLC 串联谐振电路	188
9.4 RLC 并联谐振电路	192
9.5 滤波电路	194
9.6 实践与应用	195
本章小结	196
习题	197

第10章 三相电路

10.1 对称三相电路	199
10.1.1 对称三相电源及其连接方式	199
10.1.2 三相负载连接方式	201
10.1.3 对称三相电路	202
10.2 对称 Y-Y 连接三相电路	202
10.2.1 有中线的对称 Y-Y 三相电路 (通常标记为 Y_0-Y_0 三相电路)	202
10.2.2 无中线的对称 Y-Y 三相电路	203
10.3 对称 Y- Δ 连接三相电路	204
10.4 对称 Δ - Δ 连接三相电路	205
10.5 对称 Δ -Y 连接三相电路	207
10.6 不对称三相电路	208
10.7 三相电路功率	210
10.7.1 三相电路的平均功率 (有功功率)	210
10.7.2 三相电路的无功功率	210
10.7.3 三相电路的视在功率	210
10.7.4 三相电路的复功率	210
10.7.5 三相电路的瞬时功率	210
10.7.6 三相电路的功率因数	211
10.7.7 三相电路功率的测量	211
10.8 实践与应用	212

10.8.1 三相电路接零保护系统	212
10.8.2 一些生活用电接法	213
本章小结	214
习题	214

第 11 章 非正弦周期电路分析

11.1 非正弦周期信号	218
11.2 非正弦周期信号的傅里叶级数分解	219
11.3 非正弦周期电流电路的有效值和平均功率	222
11.4 非正弦周期电流电路的分析与计算	223
11.5 实践与应用	224
本章小结	225
习题	226

第 12 章 动态电路的频域分析

12.1 拉氏变换	228
12.1.1 拉氏正变换的定义	228
12.1.2 拉氏反变换的定义	229
12.1.3 典型函数的拉氏变换	229
12.2 拉氏变换基本性质	229
12.3 拉氏反变换	232
12.3.1 拉氏反变换的常用方法	232
12.3.2 部分分式展开法的基本步骤	232
12.4 应用拉氏变换法分析线性电路	235
12.4.1 电路定律的运算形式	235
12.4.2 电路元件的运算形式	235
12.4.3 应用拉普拉斯变换法分析线性电路的步骤	238
12.5 实践与应用	241
本章小结	242
习题	243

第 13 章 二端口网络

13.1 二端口网络概述	248
13.2 二端口方程及参数	249
13.2.1 Z 方程与 Z 参数	249
13.2.2 Y 方程与 Y 参数	251
13.2.3 T 方程与 T 参数	253
13.2.4 H 方程与 H 参数	254
13.2.5 二端口网络方程与参数之间关系	256
13.3 二端口等效电路	257
13.4 二端口连接	260
13.5 实践与应用	263

本章小结	265
习题	266

第 14 章 非线性电路

14.1 非线性元件	269
14.1.1 非线性电阻	269
14.1.2 非线性电容	274
14.1.3 非线性电感	274
14.2 非线性电路方程	275
14.2.1 非线性电阻电路方程	275
14.2.2 非线性动态电路方程	276
14.2.3 非线性电路方程的求解方法	277
14.3 小信号分析法	278
14.4 分段线性化方法	281
14.5 实践与应用	282
本章小结	284
习题	286

参考文献

1.1 电荷与电流

1.1.1 电荷

在干燥或表风的秋天,常常感到静电现象,脱毛衣时,会听到“噼啪”声响,并伴有闪光,早晨起床梳头时,头发经常会“飘”起来,翘翘乱乱,这些静电现象是由电荷的定向移动产生的,电荷及电荷的运动是解释所有电现象的基础,电荷是电路理论中最基本的物理量。

通常,将带电粒子(电子、质子)所带电的量称为电荷量或电荷,电荷用符号 q 或 Q 表示,它的国际单位为库[仑](C)。

电荷分为正电荷和负电荷,物质由质子、中子和电子三种基本粒子组成,质子带正电荷,中子不带电荷,电子带负电荷,任何粒子与宏观物体的带电量,只能是 e (元电荷)的整数倍,从这个意义上说,电荷量 q 是一个离散量,但是,研究由大量基本粒子组成的电荷产生的电磁效应时,电荷量 q 被视为连续量。

1.1.2 电流

电荷的定向移动形成电流,我们知道,一段金属导体内含有大量的带负电荷的自由电子,通常情况下,这些自由电子在其内部作无规则的热运动,并不形成电流,若在该段金属导体两端连接上电源,那么带负电荷的自由电子就要逆着电场方向运动,于是在该段金属导体中就形成电流,电流的大小用电流强度来衡量,电流强度亦简称电流,单位时间内通过导体横截面的电荷量定义为电流,用符号 i 或 I 表示,其数学表达式为:

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

第1章 电路及其基本概念

引言:

电路是非常重要的专业基础课,本章主要介绍电路的基本概念和描述电路的基本物理量,包括电路模型、电路的基本物理量、基本元件、电压电流的参考方向等,讨论电路电功率的计算方法,以及电路吸收或发出功率的判别方法。这些内容是全书的基础。

1.1 电荷与电流

1.1.1 电荷

在干燥或多风的秋天,常常碰到静电现象:脱毛衣时,会听到“噼啪”声响,并伴有闪光;早晨起床梳头时,头发经常会“飘”起来,越理越乱。这些静电现象是由电荷的定向移动产生的,电荷及电荷的运动是解释所有电现象的基础,电荷是电路理论中最基本的物理量。

通常,将带电粒子(电子、质子)所带电的量称为电荷量或电荷。电荷用符号 q 或 Q 表示,它的国际单位为库[仑](C)。

电荷分为正电荷和负电荷。物质由质子、中子和电子三种基本粒子组成,质子带正电荷,中子不带电荷,电子带负电荷。任何粒子与宏观物体的带电量 q 只能是 e (元电荷)的整数倍,从这个意义上说,电荷量 q 是一个离散量。但是,研究由大量基本粒子组成的电荷产生的电磁效应时,电荷量 q 被视为连续量。

1.1.2 电流

电荷的定向移动形成电流。我们知道,一段金属导体内含有大量的带负电荷的自由电子,通常情况下,这些自由电子在其内部作无规则的热运动,并不形成电流;若在该段金属导体两端连接上电源,那么带负电荷的自由电子就要逆着电场方向运动,于是在该段金属导体中便形成电流。电流的大小用电流强度来衡量,电流强度亦简称为电流。单位时间内通过导体横截面的电荷量定义为电流,用符号 i 或 I 表示,其数学表达式为:

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

式中， i 表示随时间变化的电流； dq 表示在 dt 时间内通过导体横截面的电量。

电流的国际单位为安 [培] (A)。实际应用中，大电流用千安培 (kA) 表示，小电流用毫安培 (mA) 表示或者用微安培 (μ A) 表示。它们的换算关系是：

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

电流不但有数值大小，而且有方向。习惯上规定正电荷运动的方向为电流的实际方向。数值大小和方向均不随时间变化的电流，称为恒定电流，即通常说的直流电 (direct current, DC)。数值大小和方向随时间变化的电流，称为时变电流。数值大小和方向作周期性变化且平均值为零的时变电流，称为交流电流，简称交流电 (alternating current, AC)。

在直流电路中，测量电流时要根据电流的实际方向将电流表串联到待测的支路里，使电流的实际方向从直流电流表的正极流入。

1.2 电位与电压

1.2.1 电位

为了分析方便，常在电路中指定一点作为参考点，假设该点的电位为零，用符号 “ $\perp$ ” 表示。在物理学中我们已经知道，将单位正电荷从一点 a 沿任意路径移动到参考点 (物理学中习惯选无穷远处作为参考点)，电场力做功的大小称为 a 点的电位，记为 V_a 。在电路中，电位的概念和物理学静电场中所讲的电位概念一样，只不过电路中计算某点的电位是将单位正电荷沿任一电路所约束的路径移动到参考点 (习惯上选电路中的某点而不选无穷远处) 电场力所做功的大小。

电路中其他各点相对于参考点的电压即是各点的电位，因此，任意两点间的电压等于这两点的电位之差，我们可以用电位的高低来衡量电路中某点电场能量的大小。

电路中各点电位的高低是相对的，参考点不同，各点电位的高低也不同，但是电路中任意两点之间的电压与参考点的选择无关。电路中，凡是比参考点电位高的各点电位都是正电位，比参考点电位低的各点电位都是负电位。电位的参考点可以任选，同一电路中只允许一个点作为参考点，不允许同时选多个点作为参考点。虽然电位是相对量，但是电压是绝对量。

【例 1-1】 求图 1-1 中 a 点的电位。

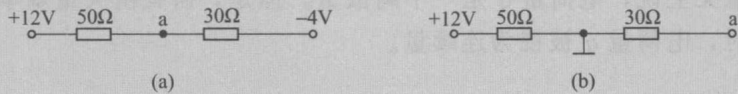


图 1-1 例 1-1 图

解：对于图 1-1 (a) 有

$$V_a = -4 + \frac{30}{50+30} \times (12+4) = 2 \text{ (V)}$$

对于图 1-1 (b)，因 30Ω 电阻中电流为零，因此

$$V_a = 0$$

【例 1-2】如图 1-2 所示，求开关 S 闭合和断开时，A、B 两点的电位 V_A 、 V_B 。

解：(1) 当开关闭合时，电流 I 经过 A、B 两点和开关 S 流入大地，故 $V_B=0\text{V}$

$$V_A = \frac{20}{2+3} \times 3 = 12 \text{ (V)}$$

$$(2) \text{ 当开关断开时, } I = \frac{40}{2+3+2} \approx 5.7 \text{ (A)}$$

$$\text{则 } V_B = -20 + 5.7 \times 2 = -8.6 \text{ (V)}$$

$$V_A = -20 + 5.7 \times (2+3) = 8.5 \text{ (V)}$$

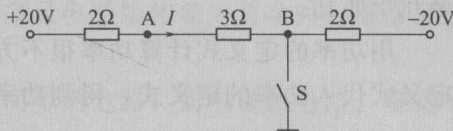


图 1-2 例 1-2 图

1.2.2 电压

两点间的电位差即为两点间的电压，也可以定义为将单位正电荷从电路中一点 a 移至另一点 b 时电场力做的功，用 u 或 U 来表示。

$$u_{ab} = \frac{dw}{dq} \quad (1-2)$$

式中， w 为电场力做的功，单位为焦 [耳] (J)； q 为电量，单位为库 [仑] (C)。电压的单位为伏 [特] (V)。电压的常用单位还有千伏 (kV)、毫伏 (mV)、微伏 (μV)，换算关系为：

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

电压的实际方向习惯上规定从高电位指向低电位，即电位降低的方向，在电路图中常用箭头表示。

同电流一样，电压不但有数值大小，还有极性。数值大小和极性均不随时间变化的电压，称为恒定电压或直流电压，一般用符号 U 表示；数值大小和极性随时间变化的电压，称为时变电压，一般用符号 u 表示。数值大小和极性作周期性变化且平均值为零的时变电压，称为交流电压。

1.3 电功率与电能

1.3.1 电功率

电路的基本功能之一是实现能量传输。为了描述和表征电荷和元件交换能量的快慢（速率），引入电功率这个物理量。电功率定义为：单位时间内电场力做功的大小（或者做功的速率），用符号 p 或者 P 来表示。数学描述为：

$$p = \frac{dw}{dt} \quad (1-3)$$

电功率简称功率。功率的单位为瓦 [特] (W)。功率的辅助单位有兆瓦 (MW)、千瓦 (kW)、毫瓦 (mW)。它们之间的换算关系为：

$$1\text{MW} = 10^3\text{kW} = 10^6\text{W} = 10^9\text{mW}$$

电子电路中的功率大小一般为几毫瓦至几千瓦，而电力系统中的功率大小一般为几千瓦

至几千兆瓦。

用功率的定义式计算功率很不方便,利用电压、电流计算功率更便捷。将电流、电压的定义式代入功率的定义式,得到功率的计算公式为

$$p = \frac{dw}{dt} = \frac{dw}{dq} \times \frac{dq}{dt} = ui \quad (1-4)$$

在直流电路中功率又可表示为:

$$P = UI \quad (1-5)$$

功率由电流和电压决定。实际上,任何电气设备的电压和电流都要受到条件的限制,电流受温度升高的限制,电压受绝缘材料耐压的限制,电流过大或电压过高都会损害电气设备。因此,设备在额定值下工作最理想。

1.3.2 电能

在一段时间内消耗或提供的能量称为电能。故电路元件在 t_0 到 t 时间内消耗或提供的能量为

$$W = \int_{t_0}^t p dt \quad (1-6)$$

直流时

$$W = P(t - t_0) \quad (1-7)$$

在国际单位制中,电能的单位是焦[耳](J)。1J 等于 1W 的用电设备在 1s 内消耗的电能。

通常电业部门用“度”作为单位测量用户消耗的电能,“度”是千瓦·时(kW·h)的简称。1度(或 1kW·h)电等于功率为 1kW 的元件在 1h 内消耗的电能。即

$$1 \text{ 度} = 1 \text{ kW} \cdot \text{h} = 10^3 \times 3600 \text{ J} = 3.6 \times 10^6 \text{ J}$$

如果通过实际元件的电流过大,会由于温度升高使元件的绝缘材料损坏,甚至使导体熔化;如果电压过高,会使绝缘击穿,所以必须加以限制。

电气设备或元件长期正常运行的电流允许值称为额定电流,其长期正常运行的电压允许值称为额定电压;额定电压和额定电流的乘积为额定功率。通常电气设备或元件的额定值标在产品的铭牌上。如一白炽灯标有“220V、40W”,表示它的额定电压为 220V,额定功率为 40W。

1.4 电路和电路模型

1.4.1 电路

在我们的日常生活、工农业生产、科学研究及国防建设中,使用着各种各样的电气设备,如收音机、电视机、电动机、计算机、手机、电子对抗设备等,广义上说,这些电气设备都是实际中的电路。那么,到底什么是电路呢?

(1) 电路概念及其组成

简单地讲,电路是电流通过的路径。实际电路通常由各种电路实体部件(如电源、电阻器、电感线圈、电容器、变压器、仪表、二极管、三极管等)组成。每一种电路实体部件都具有各自不同的电磁特性和功能,按照人们的需要,把相关电路实体部件按一定方式进行组

合,就构成了一个个电路。如果某个电路元器件数量很多且电路结构较为复杂时,通常又把这些电路称为电网路。

手电筒电路、单个照明灯电路是实际应用中的较为简单的电路,而电动机电路、雷达导航设备电路、计算机电路、电视机电路是较为复杂的电路。但不管简单还是复杂,电路的基本组成部分都离不开三个基本环节:电源、负载和中间环节。

电源是向电路提供电能的装置。它可以将其他形式的能量,如化学能、热能、机械能、原子能等转换为电能。在电路中,电源是激发和产生电流的因素。负载是取用电能的装置,其作用是把电能转换为其他形式的能(如机械能、热能、光能等)。通常在生产与生活中经常用到的电灯、电动机、电炉、扬声器等用电设备,都是电路中的负载。中间环节在电路中起着传递电能、分配电能和控制整个电路的作用。最简单的中间环节即开关和连接导线;一个实用电路的中间环节通常还有一些保护和检测装置。复杂的中间环节可以是由许多电路元件组成的网络系统。

(2) 电路的分类

按照不同的分类方法,可将电路分为不同的类型。例如,按照电路传输、处理的信号是数字信号还是模拟信号,将电路分为数字电路和模拟电路。在电路理论中,通常将电路分为以下三种类型。

① 集总参数电路和分布参数电路 在一般的电路分析中,电路的所有参数,如阻抗、感抗、容抗都集中于空间的各个点上、各个元件上,各点之间的信号是瞬间传递的,这种理想化的电路模型称为集总参数电路。本书主要分析集总参数电路,不讨论分布参数电路。

② 线性电路和非线性电路 参数与电压、电流无关的元件称为线性元件。由电源和线性元件组合而成的电路,属于线性电路。若电路中包含非线性元件,则称为非线性电路。

③ 时变和非时变(时不变)电路 若电路元件参数、电路结构和连接方式不随时间而改变,则该电路为非时变电路,也称为时不变电路。反之,则为时变电路。

(3) 电路的功能

电路种类繁多,但就其功能来说可概括为两种类型:

① 电路用于能量的传递、分配与转换。

② 电路实现信号的变换、处理与控制。

1.4.2 电路模型

实际电路的电磁过程是相当复杂的,难以进行有效的分析计算。在电路理论中,为了便于实际电路的分析和计算,我们通常在工程实际允许的条件下对实际电路进行模型化处理,即忽略次要因素,抓住足以反映其主要功能的主要电磁特性,抽象出实际电路器件的“模型”。

(1) 理想电路元件

我们将实际电路器件理想化而得到的只具有某种单一电磁性质的元件,称为理想电路元件,简称为电路元件。一种电路元件一般只表征一种电磁性质,例如,定义电阻元件是一种只吸收能量(它可以转化为热能、光能或其他形式的能量)的元件,它既不储存电能,也不储存磁能;电感元件表征实际电路中产生磁场、储存磁能的性质;电容元件表征实际电路中产生电场、储存电能的性质;电源元件表征实际电路中将其他形式的能量转化为电能的性质。图1-3是常见的理想电路元件的符号。