



卓越系列·

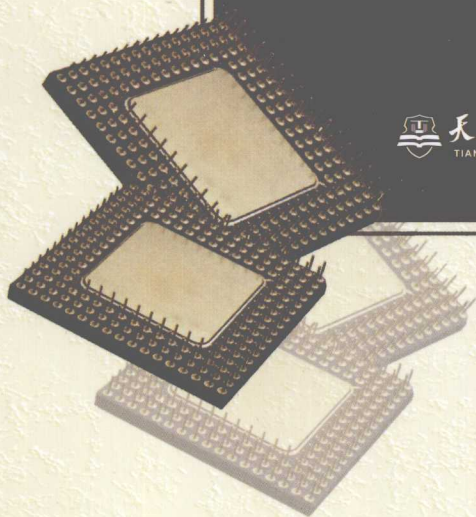
21世纪高等职业教育创新型精品规划教材

电路分析基础

主 编 陈 静



天津大学出版社
TIANJIN UNIVERSITY PRESS



21 世纪高等职业教育创新型精品规划教材

内容简介

本书共分 11 章。第 1 章为电路分析的基本概念、基本定律和基本定理。第 2 章为电阻电路的稳态分析。第 3 章为电阻电路的暂态分析。第 4 章为电路的功率分析。第 5 章为交流电路的稳态分析。第 6 章为交流电路的功率分析。第 7 章为三相电路。第 8 章为含源一端口网络的等效电路。第 9 章为互感和耦合电感。第 10 章为受控源。第 11 章为二端口网络。

电路分析基础

主 编 陈 静



天津大学出版社

TIANJIN UNIVERSITY PRESS

内 容 简 介

本书内容主要包括电路的基本分析方法、复杂网络的简化方法、电容器和电感线圈、一阶电路的时域分析方法、正弦交流稳态电路分析方法、交流电路的频率特性、三相交流电路分析、磁路和耦合电感及变压器分析、EWB 仿真软件等,共 9 部分。针对高职高专教育的特点,按照职业教育的培养目标,遵循理论教学“必需、够用”的原则,在编写上突出了以能力培养为基础的教育思想。本书在叙述中力求先易后难、由浅入深、循序渐进的原则。

本书可作为高职院校自动化、机电一体化、自动控制、电子信息、通信、测控技术及仪器、计算机等电类专业的教材,也可供有关专业工程技术人员及夜大和函授学生使用。

图书在版编目(CIP)数据

电路分析基础/陈静主编;钱海月等编. —天津:天津大学出版社,2009.3
(卓越系列)

21 世纪高等职业教育创新型精品规划教材

ISBN 978-7-5618-2939-4

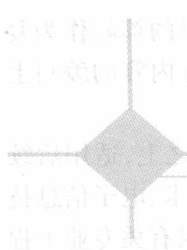
I . 电… II . ①陈…②钱… III . 电路分析 - 高等学校: 技术学校 - 教材 IV . TM133

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 017390 号

出版发行 天津大学出版社
出 版 人 杨欢
地 址 天津市卫津路 92 号天津大学内(邮编:300072)
电 话 发行部:022-27403647 邮购部:022-27402742
网 址 www.tjup.com
印 刷 天津泰宇印务有限公司
经 销 全国各地新华书店
开 本 169mm × 239mm
印 张 11.75
字 数 251 千
版 次 2009 年 3 月第 1 版
印 次 2009 年 3 月第 1 次
印 数 1 - 4 000
定 价 25.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请向我社发行部门联系调换

版权所有 侵权必究



前言

本书根据三年制高等职业技术学院教学要求编写。本书的编写目标是使读者尽快掌握必须具备的电路分析基本知识、学会分析常见电路的基本方法、掌握运用电路知识解决一些实际问题的基本技能,降低学习后续电类课程的难度。

针对高职高专教育的特点,按照职业教育的培养目标,遵循理论教学“必需、够用”的原则,在内容编排上突出了以能力培养为基础的教育思想。本书基本框架为:第1、2部分讲述分析各种电路的基本方法;第3、4部分讲述时域分析法;第5、6部分讲述频域分析法;第7、8部分讲述强电的应用;第9部分介绍一种电路分析软件 EWB。全书共9部分内容。

本书具有如下特点。

(1) 特别强调为后续专业课程学习打基础。为了与后续课程“无缝”连接,一方面我们刻意增加了一些后续课程中要用的知识,比如引入了多级电路(由“电子技术”中多级放大电路改编而来)、积分电路和微分电路(“电子技术”“自动控制原理”等课程用到)、频率特性(“电子技术”“自动控制原理”等课程用到)、磁路(“电机拖动”、“工厂电气设备”等课程用到)等内容。另一方面选用了很多后续课程中的例子做例题或习题,此外还引入 EWB 软件教程以方便学生自己研究电路。

(2) 立足于为电类专业所有电类课程服务,内容编排做了大幅改革。比如,不再提及“直流电路”的说法,而直接从专业全局出发讲述对所有电路都适用的一般分析方法——基尔霍夫定律及其应用(支路电流法),这样,它对本门课程乃至整个电类专业的学习就起到了导向作用;再比如,从专业全局出发讲述对所有线性电路都适用的等效化简方法——戴维南定理及其应用;还比如,第6部分(交流电路的频率特性)是由谐振电路、滤波器和非正弦周期电路3部分内容改编而来,介绍了频域分析法的使用和频率分析法的特点,等等。

(3) 强调分析方法的运用和技能的培养,直接用某某方法做标题。比如第1部分(电路的基本分析方法)、第2部分(复杂网络的简化方法)、第4部分(一阶电路的时域分析方法)等。主要强调掌握分析电路问题的一般方法,培养学生应用电路知识解决问题的能力,体现了高职教育技能为本的特色。

(4) 在内容安排上,力求做到循序渐进,适当铺垫,降低理论学习的难度。本书电学基础知识复习、电容器和电感线圈等内容,其实在初、高中已经学过,但是学生不

一定记得很好,初、高中教材又不一定再带到大学来,因此我们用少量的篇幅作为复习,给学生以适当过渡,以降低本课程的学习难度。此外,在每一部分内容的编写上也都力求做到循序渐进,由浅入深。

(5)专业适用范围广。由于本书定位在“所有电路”的分析基础之上,适用后续课开设“电子技术”的所有专业,比如电气自动化技术、机电一体化技术、电子信息技术、应用电子技术、自动控制技术、测控技术及仪器等电类专业,也可供有关专业工程技术人员及夜大、函授学生使用。

本课程教学时数通常为 60~80 学时。

本书由吉林电子信息职业技术学院陈静主编。具体分工如下:吉林电子信息职业技术学院于秀娜编写第 0 部分,吉林电子信息职业技术学院董括编写第 1 部分,吉林电子信息职业技术学院陈静编写第 2 部分,吉林电子信息职业技术学院李俊涛编写第 3 部分,吉林电子信息职业技术学院王海浩编写第 4 部分,白城师范学院计算机系王玲编写第 5 部分,吉林电子信息职业技术学院宋慧编写第 6 部分,吉林电子信息职业技术学院钱海月编写第 7 部分,吉林工业职业技术学院黄鹤编写第 8 部分,吉林电子信息职业技术学院王筠编写第 9 部分。

在此对所有关心和热情帮助本书出版的同志致以衷心的感谢。由于编者水平有限,书中存在不足和错误之处,诚请广大读者提出宝贵意见。

作者

2009 年 1 月

目 录

0 电学基础知识复习	(1)
0.1 导体、绝缘体和半导体	(1)
0.2 电路的基本概念	(2)
0.2.1 电流	(2)
0.2.2 电压	(2)
0.2.3 电阻元件	(3)
0.2.4 欧姆定律	(4)
0.2.5 电功率	(4)
0.2.6 电能	(5)
本部分小结	(6)
习题	(6)
1 电路的基本分析方法	(8)
1.1 电路的作用和电路的工作状态	(8)
1.1.1 电路的作用	(8)
1.1.2 电路模型	(9)
1.1.3 常见电源模型	(11)
1.1.4 电路的工作状态	(13)
1.2 电路分析前的准备	(14)
1.2.1 电路结构分析	(14)
1.2.2 电流、电压的参考方向	(15)
1.2.3 关联参考方向下的功率计算	(16)
1.3 基尔霍夫定律	(17)
1.3.1 基尔霍夫第一定律	(18)
1.3.2 基尔霍夫第二定律	(19)
1.3.3 基尔霍夫定律综合应用	(20)
1.4 电位计算	(22)
本部分小结	(25)
习题	(26)
2 复杂网络的简化方法	(28)
2.1 电路的等效	(28)
2.1.1 二端网络及其等效	(28)
2.1.2 二端口网络及其等效	(29)
2.2 电阻的串、并、混联及等效变换	(29)

2.2.1	电阻的串联和并联	(29)
2.2.2	电阻的混联	(33)
2.2.3	电阻星形与三角形连接及其等效变换	(35)
2.3	电压源和电流源模型的等效变换	(37)
2.4	叠加定理	(39)
2.5	戴维南定理	(41)
2.6	多级电路	(43)
2.6.1	二端口网络的级联	(43)
2.6.2	输入电阻、输出电阻与信号放大倍数	(44)
2.6.3	小信号电能输送与负载获得最大功率的条件	(46)
	本部分小结	(47)
	习题	(48)
3	电容器和电感线圈	(52)
3.1	电容器概述	(52)
3.1.1	电容器简介	(52)
3.1.2	电容大小	(53)
3.2	电容器的串、并联	(53)
3.2.1	电容器的串联	(53)
3.2.2	电容器的并联	(55)
3.3	电容器的充电和放电过程	(56)
3.3.1	电容器的充、放电概述	(56)
3.3.2	电容器充、放电电流	(56)
3.3.3	电容器中的电场能量	(56)
3.4	电感线圈	(57)
3.4.1	电感	(57)
3.4.2	自感电动势	(58)
3.4.3	电感线圈的磁场能量	(58)
	本部分小结	(58)
	习题	(59)
4	一阶电路的时域分析方法	(60)
4.1	过渡过程概述	(60)
4.1.1	过渡过程的概念与时域分析法	(60)
4.1.2	过渡过程产生的原因	(61)
4.2	初始值和稳态值的确定	(62)
4.2.1	换路定律及初始值的确定	(62)
4.2.2	电路稳态值的确定	(63)
4.3	一阶电路的暂态分析	(64)

4.3.1	一阶电路的三要素公式	(64)
4.3.2	R-C 电路的时域响应	(66)
4.3.3	R-L 电路的时域响应	(70)
4.4	微分电路与积分电路	(73)
4.4.1	微分电路	(73)
4.4.2	积分电路	(74)
	本部分小结	(75)
	习题	(75)
5	正弦稳态交流电路	(78)
5.1	正弦稳态交流电路基本概念	(78)
5.1.1	周期与频率	(78)
5.1.2	正弦交流电的三要素	(79)
5.1.3	相位差	(79)
5.1.4	有效值	(80)
5.2	正弦量的相量表示法	(81)
5.2.1	相量及相量图表示法	(81)
5.2.2	复数表示法	(82)
5.3	单一元件参数电路	(83)
5.3.1	纯电阻电路	(83)
5.3.2	纯电感电路	(85)
5.3.3	纯电容电路	(86)
5.4	电阻、电感、电容混联电路	(88)
5.4.1	R-L-C 串联交流电路	(88)
5.4.2	阻抗的串联和并联	(91)
5.4.3	混联的交流电路	(92)
5.5	功率因数的提高	(93)
	本部分小结	(95)
	习题	(96)
6	交流电路的频率特性	(98)
6.1	频率特性与频率响应	(98)
6.2	L-C 谐振电路及其频率特性	(99)
6.2.1	串联谐振	(99)
6.2.2	并联谐振	(102)
6.3	滤波器及其频率特性	(104)
6.3.1	高通滤波电路	(104)
6.3.2	低通滤波电路	(105)
6.3.3	带通滤波电路	(106)

6.4 非正弦周期电路与频谱分析	(107)
6.4.1 不同频率正弦信号的合成	(107)
6.4.2 非正弦周期函数的分解与频谱分析	(109)
6.4.3 非正弦周期函数的有效值与平均功率	(111)
本部分小结	(113)
习题	(114)
7 三相交流电路	(115)
7.1 三相对称电动势的产生	(115)
7.2 三相(发电机)绕组的联接方式	(116)
7.3 三相负载联接方式	(117)
7.3.1 负载的星形(Y)联接	(118)
7.3.2 负载的三角形(Δ)联接	(120)
7.4 三相电路的功率及其测量	(122)
7.4.1 三相电路的功率	(122)
7.4.2 对称三相电路功率的测量	(123)
7.5 安全用电技术简介	(124)
本部分小结	(128)
习题	(129)
8 磁路和耦合电感及变压器	(131)
8.1 磁路及电磁铁	(131)
8.1.1 磁路及磁路中的几个物理量	(131)
8.1.2 铁磁物质的磁化曲线	(134)
8.1.3 磁路欧姆定律和磁阻	(136)
8.1.4 电磁铁	(139)
8.2 耦合电感元件及其串并联	(142)
8.2.1 耦合和互感电压	(142)
8.2.2 耦合线圈的同名端	(143)
8.2.3 耦合电感线圈的串联电路	(144)
8.2.4 耦合电感线圈的并联电路	(145)
8.3 空芯变压器电路	(145)
8.3.1 变压器的应用及分类	(145)
8.3.2 空芯变压器	(146)
8.3.3 变压器的作用	(147)
8.4 铁芯变压器电路	(149)
8.4.1 铁芯变压器电路组成	(149)
8.4.2 变压器空载运行	(150)
8.4.3 变压器的负载运行	(150)

8.4.4 变压器的损耗和效率	(151)
本部分小结	(151)
习题	(152)
9 EWB 软件教程	(155)
9.1 Electronics Workbench 软件界面	(155)
9.2 Electronics Workbench 基本操作方法介绍	(157)
9.2.1 创建电路	(157)
9.2.2 使用仪器	(158)
9.2.3 元件库中的常用元件	(159)
9.3 虚拟工作台方式电路仿真	(162)
9.3.1 使用虚拟工作台仿真电路的步骤	(162)
9.3.2 仿真实例	(162)
9.4 SPICE 方式分析电路	(170)
本部分小结	(174)
参考文献	(175)

电学基础知识复习

本部分主要是复习初、高中所学过的电学知识,并规范一些相关概念和一些字母的含义,比如:直流电流用 I 表示、一般电流用 i 表示,等等。

0.1 导体、绝缘体和半导体

有良好导电性能的材料称为导体。金属的导电性能由强到弱的顺序为银、铜、金、铝、锌、铂、锡、铁、铅、汞。石墨有良好的导电性,硬度低,在空气中不燃烧,是制造电极和碳刷的好材料。金属和石墨所以具有良好的导电性,是因为它们中存在大量自由电子。酸、碱和盐类的溶液也能导电。这些溶解于水或在熔化状态下能导电的物质叫电解质。

包在电线外面的橡胶、塑料都是不导电的物质,称为绝缘体。常用的绝缘体材料还有陶瓷、云母、胶木、硅胶、绝缘纸和绝缘油等,空气也是良好的绝缘物质。绝缘物质的原子结构和金属不同,其原子中最外层的电子受原子核的束缚作用很强,不容易离开原子而自由活动,因而绝缘体的导电作用很差。导体和绝缘体的界限也不是绝对的,在一定条件下可以相互转化。例如玻璃在常温下是绝缘体,高温时就转变为导体。

此外,还有一些物质,如硅、锗、硒等,其原子的最外层电子既不像金属那样容易挣脱原子核的束缚而成为自由电子,也不像绝缘体那样受到原子核的紧紧束缚,这就决定了这类物质的导电性能介于导体和绝缘体之间,并且随着掺入的微量杂质及外界电压、电流、温度等条件改变而显著改变,这类物质称为半导体。

0.2 电路的基本概念

0.2.1 电流

1. 电流的基本概念

电路中电荷沿着导体的定向运动形成电流,其方向规定为正电荷移动的方向(或负电荷移动的反方向),其大小等于在单位时间内通过导体横截面的电量,称为电流强度(简称电流),用符号 I 或 $i(t)$ 表示,讨论一般电流时可用符号 i 。

设在 $\Delta t = t_2 - t_1$ 时间内,通过导体横截面的电荷量为 $\Delta q = q_2 - q_1$,则在 Δt 时间内的电流强度可用数学公式表示为:

$$i(t) = \frac{\Delta q}{\Delta t} \quad (0.1)$$

式中: Δt ——很小的时间间隔,时间的国际单位制单位为秒(s);

Δq ——电量,国际单位制单位为库仑(C);

$i(t)$ ——电流,国际单位制单位为安培(A)。

常用的电流单位还有毫安(mA)、微安(μA)、千安(kA)等,它们与安培的换算关系为:

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

2. 直流电流

如果电流的大小及方向都不随时间变化,即在单位时间内通过导体横截面的电量相等,则称之为稳恒电流或恒定电流,简称为直流,记为 DC 或 dc,直流电流要用大写字母 I 表示。

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{Q}{t} = \text{常数} \quad (0.2)$$

式中: I ——通过导体横截面的直流电流(A);

Q ——单位时间内通过导体横截面的电量(C);

t ——时间(s)。

3. 交流电流

如果电流的大小及方向均随时间变化,则称为变动电流。对电路分析来说,一种最为重要的变动电流是正弦交流电流,其大小及方向均随时间按正弦规律作周期性变化,将之简称为交流,记为 AC 或 ac,交流电流的瞬时值要用小写字母 i 或 $i(t)$ 表示。

0.2.2 电压

1. 电压的基本概念

电压是指电路中 A、B 两点之间的电位差(简称为电压),其大小等于单位正电荷因受电场力作用从 A 点移动到 B 点所作的功,电压的方向规定为从高电位指向低电

位的方向。

电压的国际单位制单位为伏特(V),常用的单位还有毫伏(mV)、微伏(μV)、千伏(kV)等,它们与伏特的换算关系为:

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

2. 直流电压与交流电压

如果电压的大小及方向都不随时间变化,则称之为稳恒电压或恒定电压,简称为直流电压,用大写字母 U 表示。

如果电压的大小及方向随时间变化,则称为变动电压。对电路分析来说,最为重要的变动电压是正弦交流电压(简称交流电压),其大小及方向均随时间按正弦规律作周期性变化。交流电压的瞬时值要用小写字母 u 或 $u(t)$ 表示。

0.2.3 电阻元件

1. 电阻元件和电阻定律

电阻元件是对电流呈现阻碍作用的耗能元件,例如灯泡、电热炉等电器。

对于均匀截面的金属导体,它的电阻与导体的长度成正比,与截面积成反比,还与材料的导电能力有关,这就是电阻定律。用公式可表示为:

$$R = \rho \frac{l}{S} \quad (0.3)$$

式中: ρ ——制成电阻的材料电阻率,国际单位制单位为欧姆·米($\Omega \cdot \text{m}$);

l ——绕制成电阻的导线长度,国际单位制单位为米(m);

S ——绕制成电阻的导线横截面积,国际单位制单位为平方米(m^2);

R ——电阻值,国际单位制单位为欧姆(Ω)。

经常用的电阻单位还有千欧(k Ω)、兆欧(M Ω),它们与 Ω 的换算关系为:

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

2. 电阻与温度的关系

电阻元件的电阻值大小一般与温度有关,衡量电阻受温度影响大小的物理量是温度系数,其定义为温度每升高 1°C 时电阻值发生变化的百分数。

如果设任一电阻元件在温度 t_1 时的电阻值为 R_1 ,当温度升高到 t_2 时电阻值为 R_2 ,则该电阻在 $t_1 \sim t_2$ 温度范围内的(平均)温度系数

$$\alpha = \frac{R_2 - R_1}{R_1(t_2 - t_1)} \quad (0.4)$$

如果 $R_2 > R_1$,则 $\alpha > 0$,将 R 称为正温度系数电阻,即电阻值随着温度的升高而增大;如果 $R_2 < R_1$,则 $\alpha < 0$,将 R 称为负温度系数电阻,即电阻值随着温度的升高而减小。显然 α 的绝对值越大,表明电阻受温度的影响也越大。

$$R_2 = R_1 [1 + \alpha(t_2 - t_1)] \quad (0.5)$$

因此实际电阻在使用时,必然都有一定的误差范围。

0.2.4 欧姆定律

1. 欧姆定律

电阻元件的伏安特性服从欧姆定律,即在同一电路中,导体中的电流跟导体两端的电压成正比,跟导体的电阻成反比。计算公式为:

$$U = RI \quad \text{或} \quad I = \frac{U}{R} = GU \quad (0.6)$$

式中: R ——导体的电阻值,国际单位制单位为欧姆(Ω);

U ——导体两端电压,国际单位制单位为伏特(V);

I ——通过导体横截面的电流,国际单位制单位为安培(A);

G ——电导,电阻的倒数叫电导,即 $G = 1/R$,其国际单位制单位为西门子(S)。

2. 线性电阻与非线性电阻

电阻值 R 与通过它的电流 i 和两端电压 u 无关的电阻元件,叫做线性电阻,其伏安特性曲线在 $i-u$ 平面坐标系中为一条通过原点的直线,如图 0.1(a) 所示。电阻值 R 与通过它的电流 i 和两端电压 u 有关的电阻元件,叫做非线性电阻,其伏安特性曲线在 $u-i$ 平面坐标系中为一条通过原点的曲线,如图 0.1(b) 所示。

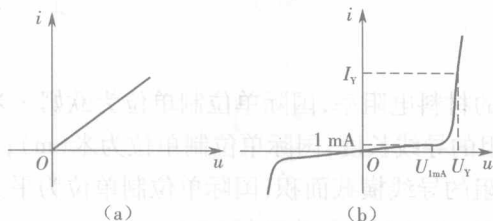


图 0.1 线性电阻与非线性电阻的伏安特性

(a) 线性电阻的伏安特性

(b) 非线性电阻(压敏电阻)的伏安特性

本书中所说的“电阻”,如不作特殊说明,均指线性电阻。

0.2.5 电功率

1. 电功率概念

电功率(简称功率)所表示的物理意义是,电路元件或设备在单位时间内吸收或发出的电能。两端电压为 U 、通过电流为 I 的任意二端元件的功率

$$P = UI \quad (0.7)$$

式中: P ——电路元件或设备在单位时间内吸收或提供的电能,单位为瓦(W);

U ——电路元件或设备两端电压,单位为伏特(V);

I ——通过电路元件或设备横截面的电流,单位为安培(A)。

功率的国际单位制单位为瓦(W),常用的单位还有毫瓦(mW)、千瓦(kW),它们与瓦的换算关系是:

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

2. 吸收或提供功率

一个电路的最终目的是电源将一定的电功率传送给负载,负载将电能转换成工作所需要的一定形式的能量,即电路中存在提供功率的器件(供能元件)和吸收功率的器件(耗能元件)。

通常所说的功率 P 又叫做有功功率或平均功率。习惯上,通常把耗能元件吸收的功率写成正数,把供能元件发出的功率写成负数,而储能元件(如理想电容、电感元件)既不吸收功率也不提供功率,即其功率 $P=0$ 。

0.2.6 电能

1. 电能的概念

电能是指在一定时间内电路元件或设备吸收或提供的电能量,用符号 W 表示,其国际单位制单位为焦耳(J),电能的计算公式为:

$$W = UIt = Pt \quad (0.8)$$

通常电能用千瓦小时(kWh)来表示大小,也叫度(电)。

$$1 \text{ 度(电)} = 1 \text{ kWh} = 3.6 \times 10^6 \text{ J}$$

即功率为 1 000 W 的供能或耗能元件,在 1 h 的时间内所发出或消耗的电能量即为 1 度。

【例 0.1】 有一功率为 60 W 的电灯,每天使用它照明的时间为 4 h,如果平均每月按 30 天计算,那么每月消耗的电能为多少度? 合为多少焦耳?

解:该电灯平均每月工作时间

$$t = 4 \times 30 = 120 \text{ h}$$

则 $W = Pt = 60 \times 120 = 7\,200 \text{ Wh} = 7.2 \text{ kWh}$

即每月消耗的电能为 7.2 度,约合为 $3.6 \times 10^6 \times 7.2 \approx 2.6 \times 10^7 \text{ J}$ 。

2. 电流的热效应

电流通过导体产生的热量 Q 跟电流 I 的平方成正比,跟导体的电阻 R 成正比,跟通电时间 t 成正比。计算公式为:

$$Q = I^2 R t \quad (0.9)$$

式中: I ——通过导体的直流电流或交流电流的有效值,单位为安培(A);

R ——导体的电阻值,单位为欧姆(Ω);

t ——电流通过导体持续的时间,单位为秒(s);

Q ——电流通过导体时产生的热量,单位为焦耳(J)。

本部分小结

本部分复习了电路的基本概念,内容包括以下方面。

(1) 导体、绝缘体和半导体。有良好导电性能的材料称为导体;不导电的物质,称为绝缘体;物质的导电性能介于导体和绝缘体之间,并且随着外界条件及掺入微量杂质而显著改变,这类物质称为半导体。

(2) 电流。在电场力作用下,电路中电荷沿着导体的定向运动即形成电流,其方向规定为正电荷移动的方向(或负电荷移动的反方向),其大小等于在单位时间内通过导体横截面的电量,称为电流强度(简称电流)。电流的大小及方向都不随时间变化,则称为直流电流。电流的大小及方向均随时间做正弦周期性变化,则称为交流电流。

(3) 电压。电压是指电路中两点 A、B 之间的电位差,其大小等于单位正电荷因受电场力作用从 A 点移动到 B 点所作的功,电压的方向规定为从高电位指向低电位的方向。电压的大小及方向都不随时间变化,则称之为直流电压。电压的大小及方向均随时间做正弦周期性变化,则称为交流电压。

(4) 电功率与电能。电功率是电路元件或设备在单位时间内吸收或发出的电能。电能是指在一定的时间内电路元件或设备吸收或发出的电能。

(5) 电阻。电阻元件是对电流呈现阻碍作用的耗能元件,电阻定律为 $R = \rho l / S$ 。电阻元件的电阻值一般与温度有关,衡量电阻受温度影响大小的物理量是温度系数。电阻元件的伏安特性关系服从欧姆定律,即 $U = RI$ 或 $I = U/R = GU$ 。其中,电阻 R 的倒数 G 叫做电导,其国际单位制单位为西门子(S)。电流通过导体时产生的热量为 $Q = I^2 Rt$ 。

习 题

- 0.1 什么是导体、绝缘体和半导体?
- 0.2 什么是直流电流和交流电流,各用什么字母表示?
- 0.3 什么是直流电压与交流电压,各用什么字母表示?
- 0.4 欧姆定律的内容是什么?
- 0.5 在电阻一定的情况下,导体的电流跟这段导体的电压成_____,跟这段导体的电阻成_____。

0.6 某导体两端电压是4伏特,导体中的电流强度是1安培,该导体的电阻为多少?电功率多大?如果在这种条件下连续工作半小时,会消耗多少度电能?

0.7 某电路两端电压一定,电路两端接入10欧姆的电阻时,通过这导体的电流是1.2安培,若改接24欧姆电阻时,则通过电路的电流是_____安培。

0.8 什么是线性电阻和非线性电阻?

电阻的串并联

电阻的串并联是电路分析的基础。在串联电路中,电流处处相等,总电阻等于各分电阻之和。在并联电路中,各支路电压相等,总电阻的倒数等于各分电阻倒数的和。掌握串并联电路的特点,对于分析复杂的电路至关重要。

欧姆定律的应用

欧姆定律是电学中的基本定律,它揭示了电压、电流和电阻之间的关系。在应用欧姆定律时,需要注意单位的统一。通过欧姆定律,可以计算出电路中的未知量,如电压、电流或电阻。



图 1-1-1 电阻的串并联