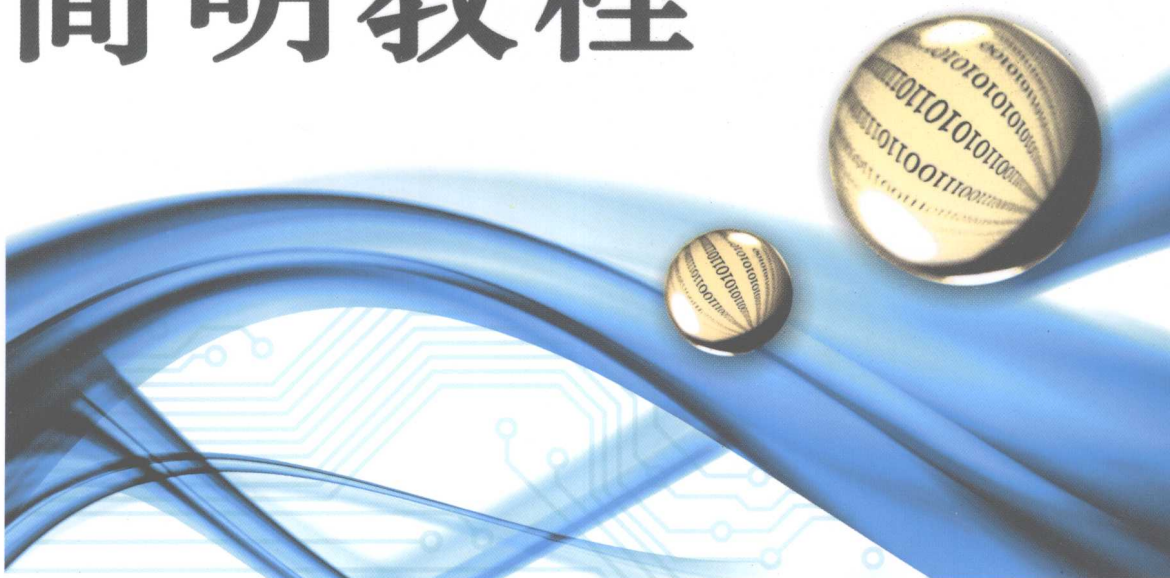


◎ 杨 成 主编    ◎ 朱守业 副主编

# 电子技术基础 简明教程



<http://www.phei.com.cn>



電子工業出版社  
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

◎ 普 通 高 等 学 校 电 子 信 息 类 专 业 课 教 材

# 电子技术基础 简明教程



清华大学出版社  
Tsinghua University Press

# 电子技术基础简明教程

杨 成 主 编

朱守业 副主编

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

## 内 容 简 介

本书包括电路基础、模拟电路、数字电路三篇。电路基础篇从基本无源元件入手, 主要介绍最基本电路; 模拟电路篇从半导体器件入手, 主要介绍各类放大电路、正弦波振荡电路、频率变换和直流稳压电源; 数字电路篇从基本逻辑关系出发, 在给出逻辑代数基本公式和定理的基础上, 介绍了组合逻辑电路的分析和设计、触发器分类和转换、时序逻辑电路的分析和设计。

本书注重基础知识, 内容由浅入深、循序渐进。每一章配有内容提要、学习目标、典型例题和习题, 有利于学生掌握电子技术的基本知识、基本原理, 为后续课程和工作打下一定的电路理论基础。

本书可作为非电子和非通信类专业的本科、专科学生学习电子技术基础课程的教材, 也可作为电子和通信类专业的本科、专科学生, 以及工程技术人员的学习和参考用书。

本书配套有《电子技术基础实验教程》。

未经许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有, 侵权必究。

## 图书在版编目(CIP)数据

电子技术基础简明教程 / 杨成主编. —北京: 电子工业出版社, 2008.6

ISBN 978-7-121-06751-8

I. 电… II. 杨… III. 电子技术—高等学校—教材 IV. TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 088036 号

责任编辑: 张 旭 特约编辑: 李云霞

印 刷: 北京市顺义兴华印刷厂

装 订: 三河市双峰印刷装订有限公司

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编: 100036

开 本: 787×1092 1/16 印张: 15.75 字数: 403 千字

印 次: 2008 年 6 月第 1 次印刷

定 价: 25.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 [zltz@phei.com.cn](mailto:zltz@phei.com.cn), 盗版侵权举报请发邮件至 [dbqq@phei.com.cn](mailto:dbqq@phei.com.cn)。

服务热线: (010) 88258888。

## 序

电子技术基础课程是很多理工科专业的基础课程，也是教育技术学专业的一门必不可少的技术基础课程。教育技术学是一门文理兼有、软硬结合、技术与艺术高度统一的学科。随着计算机技术、多媒体技术、通信技术、电视技术等在教育技术学中的广泛应用，教育技术学专业中的多门课程都涉及电子技术。像教育技术学这样文理交叉的学科还有很多，如何让没有理科基础的学生比较容易地学习该门课程，首先要解决的是教材问题，这样的教材至今还没有。

我是教过 20 多年电子技术课的，深知学生掌握有关电子技术基础知识的多少与牢固程度的重要性。现有的物理学或者电子技术专业的电子技术教材，一般是建立在学生已经学过电学、电工学、电路分析方法等课程的基础上的。而像教育技术学这样文理交叉专业，学生没有学过上述基础课程，基础知识不够用，致使在电子技术基础课程的教学过程中，学生感到难学，教师感到难教。

以杨成为首的《电子技术基础》课程教学研究组，勇于实践，不断探索。多年以来，他们在这门课程的教学工作中积累了许多宝贵经验，并决定针对文理交叉专业学生的特点，编写一本适用的电子技术基础课程教材。力争在教学内容的安排上起点低，具有较强的基础性，从最基本的电子元件、基本的原理讲起，以弥补学生基础知识不足的缺点。重点放在基本电路及外特性的分析、基本概念的阐述和基本方法的训练上，理论联系实际，深入浅出，简明通俗，便于文理交叉专业的学生理解与应用。

根据上述指导思想，作者编写了一本电子技术基础课程的讲义，并在教育技术学专业学生中试用。该讲义经过五年多试用，不断总结经验，又经过多次修改，最后形成了这本《电子技术基础简明教程》。实践证明，该教程学生好学，教师好教，并能很好地满足像教育技术学这样文理交叉专业，以及二、三类本科院校培养应用型人才的实际需要。

学无止境，教也无止境，在今后学与教的过程中，作者必将不断总结经验，不断修改，使这本教程更加完善。

王太昌  
2008 年 4 月

## 前 言

随着计算机技术、多媒体技术、通信技术、电视技术等在教育领域的广泛应用,教育技术学专业中的多门课程都涉及电子技术。像教育技术学这样文理交叉的学科还有很多,没有理科基础的学生学习电子技术课程感到非常吃力。为此,我们针对这类学生的特点,编写了这本《电子技术基础简明教程》。

本书分为三篇,共14章内容。第1篇电路基础,包括第1章基本无源元件,第2章基本电路,第3章电与磁。第2篇模拟电路,包括第4章半导体器件,第5章基本放大电路,第6章正弦波振荡电路,第7章频率变换,第8章直流稳压电源。第3篇数字电路,包括第9章逻辑代数基础,第10章门电路与组合逻辑电路,第11章触发器,第12章时序逻辑电路,第13章脉冲波形电路简介,第14章数/模、模/数转换电路。

作者根据多年教学经验进行内容的梳理和精简,在内容组织上,本书以基础知识为重点,由浅入深,循序渐进。与同类电子技术基础教材相比,本书增加了电路基础和频率变换等内容。在内容结构上,本书每一章开始都给出了内容提要和学习目标,最后给出了典型例题和习题。本书编写时充分考虑了教育技术学和其他非电子、非通信类专业学生的知识水平和实际需要,也可作为电子、通信类专业的学生自学用书和参考教材。为了便于教和学,本书有配套的实验教材《电子技术基础实验教程》同期出版。

本书在酝酿和编写过程中得到了徐州师范大学王太昌教授的悉心指导,王教授为本书的编写提出了很多经验性的建议,并对书稿进行了详细的审阅。南京师范大学博士生导师李艺教授为本书的实践内容提出了很多宝贵意见。刘艳玲老师、王劲松老师、邵敏老师、戴新宇老师、柳素芬老师多次参加本书的讨论工作,并提出了很多建设性建议。研究生杨琼、花雅玲等为本书的图、表做了大量的辅助工作。徐州师范大学科技处处长蔡国春博士、教授,信息传播学院院长陈琳教授为本书的编写给予了大力支持。在此,谨向所有给予我们帮助的同仁表示衷心的感谢。

由于编著者水平有限,书中不妥之处在所难免,殷切期望使用本书的师生和广大读者提出批评和修改意见。

编 者

2008年3月于彭城

# 目 录

## 第1篇 电路基础

|                                      |    |
|--------------------------------------|----|
| 第1章 基本无源元件 .....                     | 1  |
| 1.1 电子元件 .....                       | 1  |
| 1.1.1 元件的概念 .....                    | 1  |
| 1.1.2 电子元件的类型 .....                  | 2  |
| 1.1.3 电子元件的作用 .....                  | 2  |
| 1.2 电阻元件 .....                       | 2  |
| 1.2.1 电阻的定义 .....                    | 2  |
| 1.2.2 电阻的特性 .....                    | 2  |
| 1.2.3 电阻的类型与型号 .....                 | 3  |
| 1.3 电容元件 .....                       | 6  |
| 1.3.1 电容器的结构及符号 .....                | 6  |
| 1.3.2 电容器的特性 .....                   | 6  |
| 1.3.3 电容器的类型、型号与主要参数 .....           | 6  |
| 1.3.4 电容的选用及简单检测 .....               | 9  |
| 1.4 电感元件 .....                       | 9  |
| 1.4.1 电感器的结构与特性 .....                | 9  |
| 1.4.2 电感器的外形特征和电路符号 .....            | 9  |
| 1.4.3 电感器类型 .....                    | 11 |
| 1.4.4 电感器的主要参数及简单检测 .....            | 11 |
| 1.5 变压器 .....                        | 11 |
| 1.5.1 变压器的结构和工作原理 .....              | 11 |
| 1.5.2 变压器的类型、外形特征及电路符号 .....         | 12 |
| 1.5.3 变压器的变压比 .....                  | 14 |
| 1.5.4 变压器的初级线圈和次级线圈中电流、阻抗之间的关系 ..... | 15 |
| 1.5.5 变压器的同名端问题 .....                | 15 |
| 习题1 .....                            | 16 |
| 第2章 基本电路 .....                       | 17 |
| 2.1 电路 .....                         | 17 |
| 2.1.1 电路及作用 .....                    | 17 |
| 2.1.2 电路的基本物理量 .....                 | 18 |
| 2.2 电压源和电流源 .....                    | 19 |
| 2.2.1 恒定电源 .....                     | 20 |
| 2.2.2 受控电源 .....                     | 20 |

|                          |    |
|--------------------------|----|
| 2.3 欧姆定律 .....           | 21 |
| 2.3.1 一段电阻电路的欧姆定律 .....  | 21 |
| 2.3.2 一段有源电路的欧姆定律 .....  | 21 |
| 2.3.3 全电路欧姆定律 .....      | 22 |
| 2.3.4 电路的三种工作状态 .....    | 22 |
| 2.3.5 电功率和电能 .....       | 23 |
| 2.4 电阻的串、并联 .....        | 23 |
| 2.4.1 电阻的串联 .....        | 23 |
| 2.4.2 电阻的并联 .....        | 24 |
| 2.4.3 电阻的混联 .....        | 24 |
| 2.5 电容的串、并联及充、放电过程 ..... | 24 |
| 2.5.1 电容的串联 .....        | 24 |
| 2.5.2 电容的并联 .....        | 25 |
| 2.5.3 电容的充、放电过程 .....    | 25 |
| 2.6 电感的串联及暂态过程 .....     | 26 |
| 2.6.1 电感的串联 .....        | 26 |
| 2.6.2 电感的暂态过程 .....      | 27 |
| 2.7 谐振回路 .....           | 28 |
| 2.7.1 交流信号的相量表示 .....    | 28 |
| 2.7.2 串联谐振回路 .....       | 29 |
| 2.7.3 并联谐振回路 .....       | 30 |
| 2.8 基尔霍夫定律 .....         | 30 |
| 2.8.1 基尔霍夫电流定律 .....     | 30 |
| 2.8.2 基尔霍夫电压定律 .....     | 31 |
| 2.9 戴维南定理和叠加定理 .....     | 32 |
| 2.9.1 二端网络 .....         | 32 |
| 2.9.2 戴维南定理 .....        | 32 |
| 2.9.3 叠加定理 .....         | 34 |
| 习题 2 .....               | 35 |
| 第 3 章 电与磁 .....          | 37 |
| 3.1 磁场与电流的磁效应 .....      | 37 |
| 3.1.1 磁场与磁力线 .....       | 37 |
| 3.1.2 电流的磁效应 .....       | 37 |
| 3.1.3 磁场的基本物理量 .....     | 38 |
| 3.2 电流在磁场中的力效应 .....     | 39 |
| 3.2.1 磁场对载流直导体的作用 .....  | 39 |
| 3.2.2 磁场对通电线圈的力矩作用 ..... | 40 |
| 3.3 铁磁材料的基本特性 .....      | 41 |
| 3.3.1 铁磁材料的磁化和磁化曲线 ..... | 41 |
| 3.3.2 铁磁材料的剩磁和磁滞回线 ..... | 42 |



|                        |    |
|------------------------|----|
| 3.3.3 铁磁材料的分类 .....    | 42 |
| 3.3.4 磁滞损耗 .....       | 43 |
| 3.4 磁路及磁路基本定律 .....    | 43 |
| 3.4.1 磁路 .....         | 43 |
| 3.4.2 基尔霍夫磁路第一定律 ..... | 43 |
| 3.4.3 基尔霍夫磁路第二定律 ..... | 44 |
| 3.4.4 磁路欧姆定律 .....     | 44 |
| 3.5 电磁感应 .....         | 45 |
| 3.5.1 电磁感应定律 .....     | 45 |
| 3.5.2 直导体中的感应电动势 ..... | 45 |
| 3.5.3 线圈中的感应电动势 .....  | 46 |
| 习题 3 .....             | 47 |

## 第 2 篇 模 拟 电 路

|                                  |    |
|----------------------------------|----|
| 第 4 章 半导体器件 .....                | 49 |
| 4.1 半导体的特性 .....                 | 49 |
| 4.1.1 物质的分类 .....                | 49 |
| 4.1.2 物质的原子结构 .....              | 50 |
| 4.1.3 半导体的三大特性 .....             | 50 |
| 4.2 PN 结的形成 .....                | 51 |
| 4.2.1 本征半导体 .....                | 51 |
| 4.2.2 杂质半导体 .....                | 51 |
| 4.2.3 PN 结的形成及其特性 .....          | 52 |
| 4.3 半导体二极管 .....                 | 54 |
| 4.3.1 二极管的形成 .....               | 54 |
| 4.3.2 二极管的分类 .....               | 54 |
| 4.3.3 二极管的伏安特性 .....             | 55 |
| 4.3.4 二极管的主要参数 .....             | 56 |
| 4.3.5 二极管的应用 .....               | 56 |
| 4.4 双极型晶体三极管 .....               | 58 |
| 4.4.1 三极管的结构 .....               | 58 |
| 4.4.2 三极管的电流放大作用 .....           | 60 |
| 4.4.3 三极管的特性曲线 .....             | 62 |
| 4.4.4 三极管的主要参数 .....             | 64 |
| 4.4.5 三极管外加电源的极性 .....           | 66 |
| 4.5 场效应管 .....                   | 66 |
| 4.5.1 绝缘栅型场效应管 .....             | 67 |
| 4.5.2 结型场效应管 .....               | 69 |
| 4.5.3 单极型晶体三极管和双极型晶体三极管的比较 ..... | 70 |
| 习题 4 .....                       | 71 |

|                       |     |
|-----------------------|-----|
| <b>第5章 基本放大电路</b>     | 72  |
| 5.1 电压放大电路的组成         | 72  |
| 5.1.1 放大电路的组成         | 72  |
| 5.1.2 基本电压放大电路的组成     | 73  |
| 5.2 共发射极电压放大电路        | 75  |
| 5.2.1 静态分析            | 75  |
| 5.2.2 动态分析            | 77  |
| 5.2.3 微变等效电路分析法       | 78  |
| 5.2.4 静态工作点的稳定        | 81  |
| 5.3 共集电极放大电路          | 82  |
| 5.3.1 电路组成            | 82  |
| 5.3.2 共集电极放大电路的特点     | 82  |
| 5.4 共基极放大电路           | 83  |
| 5.4.1 电路组成            | 83  |
| 5.4.2 共基极放大电路的特点      | 83  |
| 5.4.3 基本放大电路三种接法的性能比较 | 83  |
| 5.5 多级放大电路            | 84  |
| 5.5.1 多级放大电路的耦合方式     | 84  |
| 5.5.2 多级放大电路的动态分析     | 86  |
| 5.6 负反馈放大电路           | 86  |
| 5.6.1 反馈的一般概念         | 86  |
| 5.6.2 放大电路中的反馈形式      | 87  |
| 5.6.3 负反馈放大电路的四种组态    | 87  |
| 5.6.4 负反馈对放大电路工作性能的影响 | 90  |
| 5.7 功率放大电路            | 92  |
| 5.7.1 功率放大电路的基本概念     | 92  |
| 5.7.2 功率放大电路的分类       | 94  |
| 5.7.3 典型电路            | 94  |
| 5.8 运算放大电路            | 96  |
| 5.8.1 差分放大电路          | 96  |
| 5.8.2 理想运算放大器         | 98  |
| 5.8.3 基本运算电路          | 99  |
| 5.8.4 滤波器             | 102 |
| 5.8.5 电压比较器           | 103 |
| 习题 5                  | 104 |
| <b>第6章 正弦波振荡电路</b>    | 106 |
| 6.1 自激振荡              | 106 |
| 6.1.1 自激振荡平衡条件        | 107 |
| 6.1.2 振荡的建立与稳定        | 107 |
| 6.1.3 正弦波振荡电路的基本组成    | 108 |

|                             |     |
|-----------------------------|-----|
| 6.1.4 正弦波振荡电路的分析方法 .....    | 108 |
| 6.2 LC 振荡电路 .....           | 108 |
| 6.2.1 变压器反馈式振荡电路 .....      | 108 |
| 6.2.2 三点式振荡电路 .....         | 110 |
| 6.3 RC 振荡电路 .....           | 111 |
| 6.3.1 RC 串并联选频电路的选频特性 ..... | 111 |
| 6.3.2 桥式 RC 振荡电路 .....      | 111 |
| 6.4 石英晶体正弦波振荡电路 .....       | 112 |
| 6.4.1 基本特性 .....            | 112 |
| 6.4.2 等效电路及符号 .....         | 113 |
| 6.4.3 石英晶体正弦波振荡电路类型 .....   | 113 |
| 习题 6 .....                  | 113 |
| 第 7 章 频率变换 .....            | 115 |
| 7.1 概述 .....                | 115 |
| 7.2 调制 .....                | 115 |
| 7.2.1 调幅 .....              | 115 |
| 7.2.2 调频 .....              | 118 |
| 7.3 解调 .....                | 119 |
| 7.3.1 检波 .....              | 119 |
| 7.3.2 鉴频 .....              | 119 |
| 7.4 变频和混频 .....             | 120 |
| 7.4.1 变频 .....              | 120 |
| 7.4.2 混频 .....              | 121 |
| 习题 7 .....                  | 122 |
| 第 8 章 直流稳压电源 .....          | 123 |
| 8.1 直流稳压电源的组成 .....         | 123 |
| 8.2 单相整流电路 .....            | 124 |
| 8.2.1 单相半波整流电路 .....        | 124 |
| 8.2.2 全波整流电路 .....          | 125 |
| 8.2.3 桥式整流电路 .....          | 126 |
| 8.3 滤波电路 .....              | 127 |
| 8.3.1 电容滤波电路 .....          | 128 |
| 8.3.2 其他滤波电路 .....          | 129 |
| 8.4 稳压管稳压电路 .....           | 130 |
| 8.4.1 稳压原理 .....            | 130 |
| 8.4.2 稳压电路的主要性能指标 .....     | 131 |
| 8.5 三端集成稳压器 .....           | 131 |
| 8.6 串联型稳压电路 .....           | 132 |
| 8.7 开关型稳压电路 .....           | 133 |
| 8.7.1 开关型稳压电路的特点和分类 .....   | 133 |

|                             |     |
|-----------------------------|-----|
| 8.7.2 开关型稳压电路的组成和工作原理 ..... | 134 |
| 习题 8 .....                  | 135 |

## 第3篇 数 字 电 路

|                              |     |
|------------------------------|-----|
| 第9章 逻辑代数基础 .....             | 137 |
| 9.1 概述 .....                 | 138 |
| 9.1.1 逻辑代数 .....             | 138 |
| 9.1.2 脉冲信号波形与参数 .....        | 138 |
| 9.1.3 数的进制表示与转换 .....        | 139 |
| 9.1.4 二进制代码 .....            | 142 |
| 9.2 基本概念、公式和定理 .....         | 142 |
| 9.2.1 三种基本逻辑关系 .....         | 142 |
| 9.2.2 逻辑变量与逻辑函数 .....        | 145 |
| 9.2.3 七种常用逻辑运算及符号 .....      | 145 |
| 9.3 公式和定理 .....              | 146 |
| 9.3.1 常量之间的关系 .....          | 146 |
| 9.3.2 变量与常量的关系 .....         | 147 |
| 9.3.3 与普通代数相似的定理 .....       | 147 |
| 9.3.4 逻辑代数的一些特殊定理 .....      | 147 |
| 9.3.5 关于等式的三个规则 .....        | 147 |
| 9.3.6 若干常用公式 .....           | 148 |
| 9.4 逻辑函数的化简 .....            | 149 |
| 9.4.1 逻辑函数的标准与或式和最简与或式 ..... | 149 |
| 9.4.2 逻辑函数的公式化简法 .....       | 151 |
| 9.4.3 逻辑函数的图形化简法 .....       | 152 |
| 9.4.4 具有约束条件的逻辑函数的化简 .....   | 158 |
| 9.5 逻辑函数的表示方法及相互之间的转换 .....  | 161 |
| 9.5.1 几种表示逻辑函数的方法 .....      | 161 |
| 9.5.2 几种表示方法之间的转换 .....      | 163 |
| 习题 9 .....                   | 165 |
| 第10章 门电路与组合逻辑电路 .....        | 167 |
| 10.1 分立元件门电路 .....           | 167 |
| 10.1.1 几个相关的概念 .....         | 167 |
| 10.1.2 分立元件门电路 .....         | 168 |
| 10.2 TTL 集成门电路 .....         | 171 |
| 10.2.1 TTL 反相器 .....         | 171 |
| 10.2.2 TTL 集电极开路门和三态门 .....  | 172 |
| 10.3 组合逻辑电路的分析和设计 .....      | 174 |
| 10.3.1 组合逻辑电路概述 .....        | 174 |
| 10.3.2 组合逻辑电路的分析方法 .....     | 175 |

|                          |            |
|--------------------------|------------|
| 10.3.3 组合逻辑电路的设计方法       | 176        |
| 10.4 加法器                 | 177        |
| 10.4.1 半加器               | 178        |
| 10.4.2 全加器               | 178        |
| 10.5 编码器和译码器             | 179        |
| 10.5.1 编码器               | 179        |
| 10.5.2 译码器               | 182        |
| 10.6 几种常用的组合逻辑电路         | 186        |
| 10.6.1 数值比较器             | 186        |
| 10.6.2 数据选择器             | 188        |
| 10.6.3 数据分配器             | 189        |
| 10.6.4 只读存储器             | 190        |
| 习题 10                    | 190        |
| <b>第 11 章 触发器</b>        | <b>192</b> |
| 11.1 基本触发器               | 192        |
| 11.1.1 与非门组成的基本触发器       | 192        |
| 11.1.2 状态分析              | 194        |
| 11.2 其他类型触发器             | 195        |
| 11.2.1 同步触发器             | 195        |
| 11.2.2 主从触发器             | 196        |
| 11.2.3 边沿触发器             | 198        |
| 11.3 时钟触发器的功能分类          | 199        |
| 11.3.1 RS 触发器            | 199        |
| 11.3.2 JK 触发器            | 200        |
| 11.3.3 D 触发器             | 200        |
| 11.3.4 T 触发器             | 201        |
| 11.3.5 T' 触发器            | 201        |
| 11.4 时钟触发器间的相互转换         | 202        |
| 11.4.1 转换的方法             | 202        |
| 11.4.2 转换举例              | 202        |
| 11.5 触发器逻辑功能表示方法         | 204        |
| 习题 11                    | 205        |
| <b>第 12 章 时序逻辑电路</b>     | <b>206</b> |
| 12.1 时序逻辑电路的特点、功能表示方法及分类 | 206        |
| 12.1.1 时序逻辑电路的特点         | 206        |
| 12.1.2 时序逻辑电路逻辑功能的表示方法   | 207        |
| 12.1.3 时序逻辑电路的分类         | 208        |
| 12.2 时序电路的基本分析方法和设计方法    | 209        |
| 12.2.1 时序电路的基本分析方法       | 209        |
| 12.2.2 时序电路的基本设计方法       | 212        |

|                                   |     |
|-----------------------------------|-----|
| 12.3 时序电路的设计实例 .....              | 215 |
| 12.3.1 计数器 .....                  | 215 |
| 12.3.2 寄存器 .....                  | 217 |
| 习题 12 .....                       | 221 |
| 第 13 章 脉冲波形电路简介 .....             | 223 |
| 13.1 555 定时器 .....                | 223 |
| 13.1.1 555 定时器的电路组成 .....         | 223 |
| 13.1.2 555 定时器的基本功能 .....         | 224 |
| 13.2 脉冲波形产生及整形电路 .....            | 225 |
| 13.2.1 多谐振荡器 .....                | 225 |
| 13.2.2 施密特触发器 .....               | 227 |
| 13.2.3 单稳态触发器 .....               | 228 |
| 习题 13 .....                       | 229 |
| 第 14 章 数/模、模/数转换电路 .....          | 230 |
| 14.1 数/模转换 (D/A 转换) .....         | 230 |
| 14.1.1 D/A 转换器的基本工作原理 .....       | 230 |
| 14.1.2 D/A 转换器的转换精度、速度和主要参数 ..... | 232 |
| 14.2 模/数转换 (A/D 转换) .....         | 233 |
| 14.2.1 A/D 转换的一般步骤 .....          | 233 |
| 14.2.2 A/D 转换器的类型 .....           | 235 |
| 14.2.3 A/D 转换器的转换精度和转换速度 .....    | 237 |
| 习题 14 .....                       | 237 |
| 参考文献 .....                        | 238 |

# 第1篇 电路基础

## 第1章 基本无源元件

### 内容提要

- 电子元件的概念、类型及作用；
- 电阻元件的定义、特性及类型；
- 电容元件的定义、特性及类型；
- 电感元件的定义、特性及类型；
- 变压器及其类型。

### 学习目标

- 了解无源元件的概念、作用及类型；
- 掌握电阻、电感、电容、变压器的定义、特性及类型。

### 引言

在现代生活里，随处会遇到电路，通常的电路是由各种电路器件连接而成的。如图 1.0.1 所示是测定灯泡特性的电路，其中电池是主动提供电能的器件，这类器件称为电源；灯泡是应用电能的器件，这类器件称为负载；而导线、开关、电位器和电表等分别起着传输、控制、调节和量测等作用。由此可见，电源和负载通过传输、控制、调节和量测等器件连接起来，构成电路，用以实现传输电能或传递信号的功能。

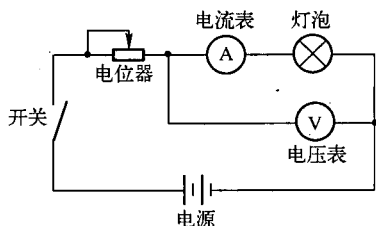


图 1.0.1 测定灯泡特性的电路

实际存在的电路器件，种类繁多，功能各异，所涉及的物理过程非常广泛，而本章主要介绍电阻、电容、电感、变压器等基本无源元件。

## 1.1 电子元件

### 1.1.1 元件的概念

实际电路中的器件虽然种类很多，但其所表现的电磁现象却只有几种。在一定的条件下，把实际器件的主要电磁特性抽象出来，忽略其次要因素，用简单的数学模型来模拟，并赋予一定的符号，这种数学模型就是元件模型，又称理想元件。

## 1.1.2 电子元件的类型

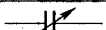
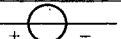
### 1. 常见的元件模型

- (1) 电阻元件，如电灯、电阻器。
- (2) 电感元件，如线圈。
- (3) 电容元件，如电容器。
- (4) 电源，如电池、发电机。

### 2. 常见理想元件的电路符号

常见的理想元件的电路符号，见表 1.1.1。

表 1.1.1 常见的理想元件的电路符号

| 名 称  | 电 阻                                                                               | 可 变 电 阻                                                                           | 电 感                                                                               | 电 容                                                                                 |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 文字符号 | R                                                                                 | R                                                                                 | L                                                                                 | C                                                                                   |
| 图形符号 |  |  |  |  |
| 名 称  | 可 变 电 容                                                                           | 电 池                                                                               | 电 压 源                                                                             | 电 流 源                                                                               |
| 文字符号 | C                                                                                 | E                                                                                 | $U_S$                                                                             | $I_S$                                                                               |
| 图形符号 |  |  |  |  |

## 1.1.3 电子元件的作用

元件是组成电路的基本单元，不同元件在电路中所起的作用也各不相同。

电阻元件是用以模拟以消耗电能为主要电磁特性的器件，电感元件是用以模拟以储存磁场能为主要电磁特性的器件；电容元件是用以模拟以储存电场能量为主要电磁特性的器件；电源是用以模拟以提供电能为主要电磁特性的实际器件。

# 1.2 电阻 元 件

## 1.2.1 电阻的定义

导体对电流的阻碍作用称为电阻，用字母  $R$  表示。电阻的单位为欧姆。计量高电阻时用千欧 ( $k\Omega$ ) 或兆欧 ( $M\Omega$ )。

实验证明：导体的电阻  $R$  与导体长度  $L$  成正比，与导体的横截面积  $S$  成反比，并与材料有关，即

$$R = \rho L / S \quad (1-2-1)$$

式中， $\rho$  为导体的电阻率，单位为欧姆·毫米<sup>2</sup>/米 ( $\Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m}$ )； $L$  为导体的长度，单位为米 (m)； $S$  为导体的横截面积，单位为毫米<sup>2</sup> ( $\text{mm}^2$ )。

电阻的倒数称为电导，用  $G$  表示，单位为西门子 (S)。

## 1.2.2 电阻的特性

电阻元件是一种基本电路元件，其电路如图 1.2.1 所示。其中，长方形符号表示电阻元件，简称电阻。它具有 A、B 两个端子，属于二端元件。 $R$  是其文字符号。流经此元件的电流用  $i$  表示，还用箭头标明其参考方向。

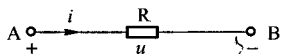


图 1.2.1 电阻元件的电路图

所谓参考方向是人为约定的电流方向。因为，在复杂的电路中，事先不一定能断定元件中电流的实际方向，只能根据所



定参考方向来算出电流  $i$ 。如果它是正值,则说明电流的实际方向确是所选的参考方向;如果所得的是负值,则表明此时电流的实际方向是参考方向的反方向。在这种情况下,对参考方向也不必更改,就说在此参考方向下有负值电流即可。

电流的参考方向也可以不用箭头而用“双下标”来表示,即写成  $i_{AB}$ ,说明电流是从 A 端流向 B 端的。电阻上 A 和 B 两个端子间有电压,用  $u$  来表示。在  $u$  的两端注明参考极性,用 (+)、(-) 表示,约定 (+) 极电位高于 (-) 极电位,即电压的实际极性或实际方向也要看算得  $u$  值正、负而确定。

电阻的特性如下:

(1) 电阻的特性用其上电压  $u$  和其中电流  $i$  之间存在的函数关系来表达,即

$$u = u(i)$$

(2) 电阻只能吸收电能而不能提供电能,它是一个无记忆、耗能的无源元件。

(3) 电阻既通直流也通交流。

### 1.2.3 电阻的类型与型号

#### 1. 电阻的分类

电阻按构成材料的不同分为合金型电阻、薄膜型电阻、合成型电阻等。按结构分为固定电阻、可变电阻和电位器等。电阻有时也称做电阻器,电阻器的图形符号如图 1.2.2 所示,其实物图如图 1.2.3 所示。

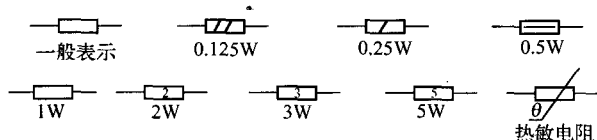


图 1.2.2 电阻器的图形符号

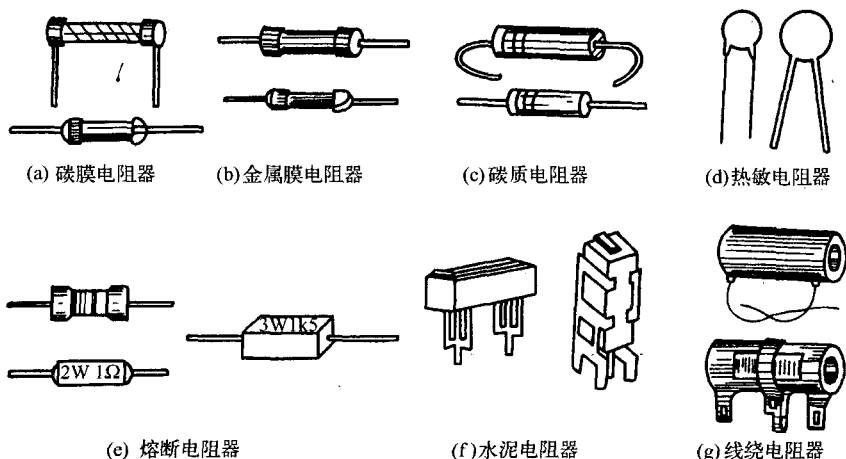


图 1.2.3 电阻器的实物图

#### 2. 型号命名方法

根据国家标准,电阻器和电位器的型号由四部分组成:第一部分用字母表示产品主称(用 R 表示电阻器,用 W 表示电位器);第二部分用字母表示产品材料;第三部分一般用数字表示分类,个别类型也可用字母表示;第四部分用数字表示序号。电阻器的主称、材料和分类符号意义见表 1.2.1。