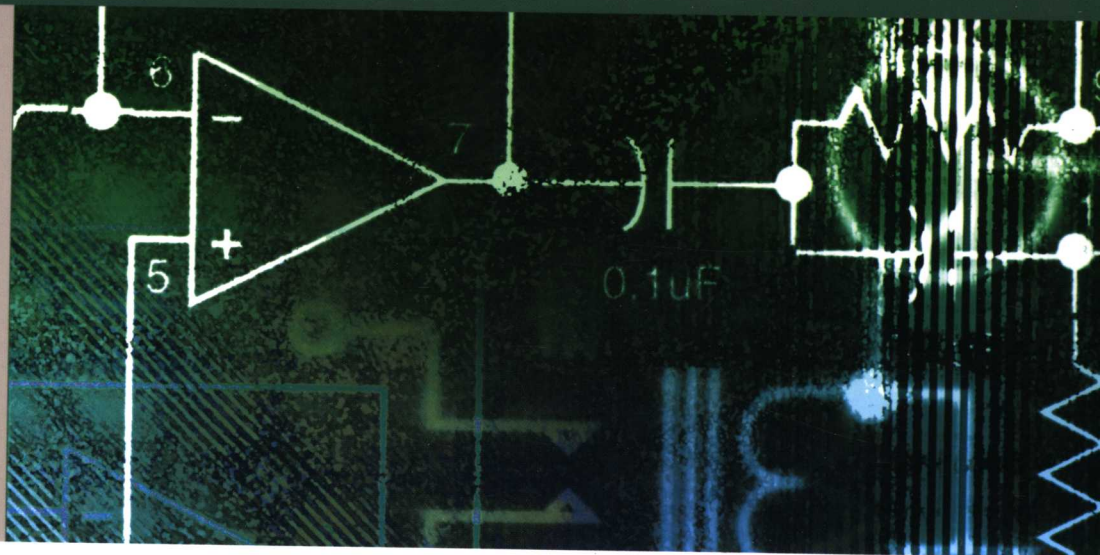




高职高专计算机技能型紧缺人才培养规划教材  
**计算机应用技术专业**



# 计算机电路基础

耿 壮 主编  
冉莉莉 赵红梅 张长洲 编

免费提供

教学相关资料



人民邮电出版社  
POSTS & TELECOM PRESS

高职高专计算机技能型紧缺人才培养规划教材  
计算机应用技术专业

# 计算机电路基础

耿 壮 主 编

冉莉莉 赵红梅 张长洲 编

人 民 邮 电 出 版 社

## 图书在版编目 (CIP) 数据

计算机电路基础/耿壮主编. —北京: 人民邮电出版社, 2005. 8

高职高专计算机技能型紧缺人才培养规划教材. 计算机应用技术专业

ISBN 7-115-13342-5

I. 计... II. 耿... III. 电子计算机—电子电路—高等学校: 技术学校—教材

IV. TP331

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 066934 号

## 内 容 提 要

本书对电路分析、模拟电路和数字电路的内容进行精选和重组, 使其更适合于计算机专业的教学需求。电路分析部分以直流电路为主, 介绍理想元器件、KCL、KVL 基本定律和几种主要的分析方法, 同时介绍正弦交流电路和一阶动态电路的基本知识; 模拟电路部分仅对基本放大电路做概念性介绍, 使学生建立起放大的概念并对放大电路有基本的了解; 数字电路部分重点介绍逻辑代数、集成门电路、组合和时序电路的分析方法以及典型数字集成电路的应用。

本书适合作为高职高专院校计算机及相关专业的教材, 也可供相关的培训班使用。

高职高专计算机技能型紧缺人才培养规划教材

计算机应用技术专业

计算机电路基础

---

◆ 主 编 耿 壮

编 冉莉莉 赵红梅 张长洲

责任编辑 赵慧君

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号

邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn

网址 <http://www.ptpress.com.cn>

北京市大中印刷厂印刷

新华书店总店北京发行所经销

◆ 开本: 787×1092 1/16

印张: 14.5

字数: 337 千字

印数: 3 001—5 000 册

2005 年 8 月第 1 版

2006 年 5 月北京第 2 次印刷

ISBN 7-115-13342-5 / TP · 4638

---

定价: 20.00 元

读者服务热线: (010) 67170985 印装质量热线: (010) 67129223

# 高职高专计算机技能型紧缺人才培养

## 规划教材编委会名单

主 任 武马群

副主任 王泰峰 徐民鹰 王晓丹

编 委 (以姓氏笔画为序)

马 伟 安志远 向 伟 刘 兵 吴卫祖 吴宏雷

余明辉 张晓蕾 张基宏 贺 平 柳 青 赵英杰

施晓秋 姜 锐 耿 壮 郭 勇 曹 炜 蒋方纯

潘春燕

## 丛书出版前言

目前,人才问题是制约我国软件产业发展的关键。为加大软件人才培养力度和提高软件人才培养质量,教育部继在2003年确定北京信息职业技术学院等35所高职院校试办示范性软件职业技术学院后,又同时根据《教育部等六部门关于实施职业院校制造业和现代服务业技能型紧缺人才培养培训工程的通知》(教职成[2003]5号)的要求,组织制定了《两年制高等职业教育计算机应用与软件技术专业领域技能型紧缺人才培养指导方案》。示范性软件职业技术学院与计算机应用与软件技术专业领域技能型紧缺人才培养工作,均要求在较短的时间内培养出符合企业需要、具有核心技能的软件技术人才,因此,对目前高等职业教育的办学模式和人才培养方案等做较大的改进和全新的探索已经成为学校的当务之急。

据此,我们认为做一套符合上述一系列要求的切合学校实际的教学方案尤为重要。遵照教育部提出的以就业为导向,高等职业教育从专业本位向职业岗位和就业为本转变的指导思想,根据目前高等职业教育院校日益重视学生将来的就业岗位,注重培养毕业生的职业能力的现状,我们联合北京信息职业技术学院等几十所高职院校和普拉内特计算机技术(北京)有限公司、福建星网锐捷网络有限公司、北京索浪计算机有限公司等软件企业共同组建了计算机应用与软件技术专业领域技能型紧缺人才培养教学方案研究小组(以下简称研究小组)。研究小组对承担计算机应用与软件技术专业领域技能型紧缺人才培养培训工作的79所院校的专业设置情况做了细致的调研,并调查了几十所高职院校计算机相关专业的学生就业情况以及目前软件企业的人才市场需求状况,确定首批开发目前在高职院校开设比较普遍的计算机软件技术、计算机网络技术、计算机多媒体技术和计算机应用技术等4个专业方向的教学方案。

同时,为贯彻教育部提出的要与软件企业合作开展计算机应用与软件技术专业领域技能型紧缺人才培养培训工作的精神,使高等职业教育培养出的软件技术人才符合企业的需求,研究小组与许多软件企业的专家们进行了反复研讨,了解到目前高职院校的毕业生的实际动手能力和综合应用知识方面较弱,他们和企业需求的软件人才有着较大的差距,到企业后不能很快独当一面,企业需要投入一定的成本和时间进行项目培训。针对这种情况,研究小组在教学方案中增加了“综合项目实训”模块,以求强化学生的实际动手能力和综合应用前期所学知识的能力,探索将企业的岗前培训内容前移到学校的教学中的实验之路,以此增强毕业生的就业竞争力。

在上述工作的基础上,研究小组于2004年多次组织召开了包括企业专家、教育专家、学校任课教师在内的各种研讨会和方案论证会,对各个专业按照“岗位群→核心技能→知识点→课程设置→各课程应掌握的技能→各教材的内容”一步步进行了认真的分析和研讨:

- 列出各专业的岗位群及核心技能。针对教育部提出的以就业为导向,根据目前高职院校日益关心学生将来的就业岗位的现状,在前期大量调研的基础上,首先提炼各个专业的岗位群。如对某专业的岗位群进行研究时,首先罗列此专业的各个岗位,以便能正确了解每个岗位的职业能力,再根据职业能力进行有意义的合并,形成各个专业的岗位群,再对

每个岗位群总结和归纳出其核心技能。

- 根据岗位群及核心技能做出教学方案。在岗位群及核心技能明确的前提下，列出此岗位应该掌握的知识点，再依据这些知识点推出应该学习的课程、学时数、课程之间的联系、开课顺序并进行必要的整合，最终形成一套科学完整的教学方案。

为配合学校对技能型紧缺人才的培养工作，在研究小组开发上述4个专业的教学方案的基础上，我们组织编写了这套包含计算机软件技术、计算机网络技术、计算机多媒体技术及计算机应用技术等4个专业的教材。本套教材具有以下特点。

- 注重专业整体策划的内涵。对各专业系列教材按照“岗位群→核心技能→知识点→课程设置→各课程应掌握的技能→各教材的内容”的思路组织开发教材。

- 按照“理论够用为度”的原则，对各个专业的基础课进行了按需重新整合。

- 各专业教材突出了实训的比例，注重案例教学。每本教材都配备了实验、实训的内容，部分专业的教材配备了综合项目实训，使学生通过模拟具体的软件开发项目了解软件企业的运行环境，体验软件的规范化、标准化、专业化和规模化的开发流程。

为了方便教学，我们免费为选用本套教材的老师提供部分专业的整体教学方案及教学相关资料。

- 所有教材的电子教案。

- 部分教材的习题答案。

- 部分教材中实例制作过程中用到的素材。

- 部分教材中实例的制作效果以及一些源程序代码。

本套教材以各个专业的岗位群为出发点，注重专业整体策划，试图通过对系列教材的整体构架，探索一条培养技能型紧缺人才的有效途径。

经过近两年的艰苦探索和工作，本套教材终于正式出版了，我们衷心希望，各位关心高等职业教育的读者能够对本套教材的不当之处给予批评指正，提出修改意见，也热切盼望从事高等职业教育的教师以及软件企业的技术专家和我们联系，共同探讨计算机应用与软件技术专业的教学方案和教材编写等相关问题。来信请发至 [panchunyan@ptpress.com.cn](mailto:panchunyan@ptpress.com.cn)。

## 编者的话

作为学习计算机电路的基础课程,本书包含电路分析、电子技术,尤其是数字电子技术等知识。本书在内容的选择上,除注重为学生学习计算机硬件提供必要的理论支撑外,还注重培养学生数字电子技术相对独立的技能。

本书将电路分析、模拟电子技术、数字电子技术进行按需重新整合,大大删减了电路分析和模拟电子技术两部分的内容,力求突出计算机专业的特点。电路分析部分以直流电路为主,介绍单一参数的理想元器件、KCL、KVL 基本定律和几种主要的分析方法,同时介绍了正弦交流电路和一阶动态电路的基本知识;模拟电子技术部分仅对基本放大电路做概念性介绍,使学生建立起放大的概念并对放大电路有一个感性的认识,同时增加与开关电路的对比,加深对开关电路的理解。数字电子技术部分是本书的重点。

同时,本书还着眼于应用。对于集成芯片及元器件侧重其外部特性及逻辑功能的介绍,略去了芯片内部复杂电路的分析,并给出了芯片在计算机典型电路中的应用。

本书由深圳信息职业技术学院的耿壮、冉莉莉、张长洲和平顶山工学院的赵红梅老师共同编写。其中,第1章、第2章、第3章、第4章由冉莉莉编写,第5章、第6章由张长洲编写,第7章、第8章、第9章由耿壮编写,第10章、第11章、第12章由赵红梅编写。全书由耿壮统编定稿。

限于编者水平,书中难免存在错误和不足之处,恳请读者批评指正。

编者

2005年7月

# 目 录

|              |                   |    |
|--------------|-------------------|----|
| <b>第 1 章</b> | <b>电路的基本概念和定律</b> | 1  |
| 1.1          | 电路构成及电路模型         | 1  |
| 1.1.1        | 电路构成              | 1  |
| 1.1.2        | 电路模型              | 2  |
| 1.2          | 电路变量              | 2  |
| 1.2.1        | 电流                | 2  |
| 1.2.2        | 电压与电位             | 3  |
| 1.2.3        | 电流与电压的关联参考方向      | 4  |
| 1.2.4        | 功率                | 4  |
| 1.3          | 理想电压源和理想电流源       | 5  |
| 1.3.1        | 理想电压源             | 5  |
| 1.3.2        | 理想电流源             | 5  |
| 1.4          | 电阻元件和欧姆定律         | 6  |
| 1.4.1        | 电阻元件              | 6  |
| 1.4.2        | 欧姆定律              | 6  |
| 1.5          | 基尔霍夫定律            | 8  |
| 1.5.1        | 基尔霍夫电流定律          | 8  |
| 1.5.2        | 基尔霍夫电压定律          | 8  |
|              | 本章小结              | 11 |
|              | 习题                | 11 |
| <b>第 2 章</b> | <b>电路的基本分析方法</b>  | 14 |
| 2.1          | 电路的等效变换           | 14 |
| 2.1.1        | 等效变换的概念           | 14 |
| 2.1.2        | 电阻的串联、并联和混联       | 14 |
| 2.1.3        | 两种电源模型及等效变换       | 17 |
| 2.2          | 戴维南定理             | 18 |
| 2.2.1        | 戴维南定理概述           | 18 |
| 2.2.2        | 戴维南定理的应用          | 18 |
| 2.3          | 支路电流法             | 21 |
| 2.3.1        | 支路电流法概述           | 21 |
| 2.3.2        | 支路电流法的应用          | 22 |
| 2.4          | 节点电位法             | 24 |

|                     |    |
|---------------------|----|
| 2.4.1 节点电位法概述·····  | 24 |
| 2.4.2 节点电位法的应用····· | 25 |
| 2.5 齐性定理·····       | 28 |
| 本章小结·····           | 28 |
| 习题·····             | 30 |

### 第3章 正弦交流电路····· 33

|                         |    |
|-------------------------|----|
| 3.1 正弦交流电的基本概念·····     | 33 |
| 3.1.1 正弦量的三要素·····      | 33 |
| 3.1.2 相位差·····          | 34 |
| 3.1.3 正弦量的有效值·····      | 34 |
| 3.2 正弦量的相量表示法及复数运算····· | 35 |
| 3.2.1 正弦量的相量表示·····     | 35 |
| 3.2.2 复数及其运算·····       | 36 |
| 3.3 单一元件的正弦交流电路·····    | 37 |
| 3.3.1 纯电阻电路·····        | 37 |
| 3.3.2 纯电感电路·····        | 38 |
| 3.3.3 纯电容电路·····        | 40 |
| 3.4 阻抗串联和并联的正弦电路·····   | 42 |
| 3.4.1 RLC 串联电路·····     | 42 |
| 3.4.2 阻抗的串联·····        | 44 |
| 3.4.3 阻抗的并联·····        | 45 |
| 本章小结·····               | 45 |
| 习题·····                 | 46 |

### 第4章 线性电路的暂态分析····· 48

|                        |    |
|------------------------|----|
| 4.1 过渡过程的基本概念·····     | 48 |
| 4.1.1 稳态与暂态·····       | 48 |
| 4.1.2 电路产生过渡过程的条件····· | 48 |
| 4.2 换路定律和变量初始值计算·····  | 49 |
| 4.2.1 换路定律·····        | 49 |
| 4.2.2 初始值计算·····       | 49 |
| 4.3 一阶动态电路的响应·····     | 51 |
| 4.3.1 一阶动态电路概述·····    | 51 |
| 4.3.2 一阶电路的三要素分析法····· | 53 |
| 本章小结·····              | 54 |
| 习题·····                | 55 |

|                       |     |
|-----------------------|-----|
| <b>第 5 章 半导体器件</b>    | 57  |
| 5.1 半导体基本知识           | 57  |
| 5.2 半导体二极管            | 58  |
| 5.3 半导体三极管            | 60  |
| 5.4 场效应管              | 65  |
| 本章小结                  | 69  |
| 习题                    | 69  |
| <b>第 6 章 基本放大电路</b>   | 72  |
| 6.1 基本放大电路的组成及工作原理    | 72  |
| 6.2 图解分析法             | 75  |
| 6.3 微变等效电路分析法         | 77  |
| 本章小结                  | 80  |
| 习题                    | 81  |
| <b>第 7 章 数字电路基础知识</b> | 82  |
| 7.1 数字信号和数字电路的特点      | 82  |
| 7.2 数制和编码             | 83  |
| 7.2.1 数制              | 83  |
| 7.2.2 数的算术运算          | 85  |
| 7.2.3 数制的转换           | 85  |
| 7.2.4 二进制编码           | 87  |
| 7.3 逻辑代数              | 89  |
| 7.3.1 逻辑运算            | 89  |
| 7.3.2 逻辑函数的建立与表示方法    | 93  |
| 7.3.3 逻辑代数的基本定律和规则    | 95  |
| 7.3.4 逻辑函数的最简形式及代数化简法 | 96  |
| 7.3.5 逻辑函数的卡诺图化简法     | 97  |
| 本章小结                  | 103 |
| 习题                    | 103 |
| <b>第 8 章 数字集成门电路</b>  | 106 |
| 8.1 TTL 逻辑门电路         | 106 |
| 8.1.1 TTL 与非门         | 106 |
| 8.1.2 TTL 反相器         | 111 |
| 8.1.3 TTL 集电极开路与非门    | 111 |
| 8.1.4 TTL 三态与非门电路     | 112 |
| 8.2 CMOS 门电路          | 113 |

|               |                        |            |
|---------------|------------------------|------------|
| 8.2.1         | CMOS 反相器 .....         | 114        |
| 8.2.2         | CMOS 与非门 .....         | 115        |
| 8.2.3         | CMOS 或非门 .....         | 115        |
| 8.2.4         | CMOS 三态门 .....         | 116        |
| 8.2.5         | CMOS 传输门和模拟开关 .....    | 116        |
| 8.3           | 集成门电路系列及使用应注意的问题 ..... | 117        |
| 8.3.1         | 集成门电路系列 .....          | 117        |
| 8.3.2         | 集成门电路使用中应注意的问题 .....   | 118        |
|               | 本章小结 .....             | 118        |
|               | 习题 .....               | 119        |
| <b>第 9 章</b>  | <b>组合逻辑电路 .....</b>    | <b>122</b> |
| 9.1           | 组合逻辑电路的分析与设计 .....     | 122        |
| 9.1.1         | 组合逻辑电路的分析 .....        | 122        |
| 9.1.2         | 组合逻辑电路的设计 .....        | 123        |
| 9.1.3         | 组合逻辑电路的竞争冒险现象 .....    | 126        |
| 9.2           | 常用组合逻辑功能器件 .....       | 127        |
| 9.2.1         | 编码器 .....              | 127        |
| 9.2.2         | 译码器 .....              | 129        |
| 9.2.3         | 数据选择器 .....            | 133        |
| 9.2.4         | 数据比较器 .....            | 134        |
| 9.2.5         | 加法器 .....              | 135        |
|               | 本章小结 .....             | 137        |
|               | 习题 .....               | 138        |
| <b>第 10 章</b> | <b>触发器 .....</b>       | <b>139</b> |
| 10.1          | RS 触发器 .....           | 139        |
| 10.1.1        | 基本 RS 触发器 .....        | 139        |
| 10.1.2        | 钟控 RS 触发器 .....        | 141        |
| 10.1.3        | 主从 RS 触发器 .....        | 142        |
| 10.2          | 主从 JK 触发器 .....        | 144        |
| 10.3          | 边沿 D 触发器 .....         | 145        |
| 10.4          | 不同触发器的转换 .....         | 147        |
| 10.4.1        | 其他类型的触发器 .....         | 147        |
| 10.4.2        | 不同触发器的转换 .....         | 147        |
|               | 本章小结 .....             | 148        |
|               | 习题 .....               | 148        |
| <b>第 11 章</b> | <b>时序逻辑电路 .....</b>    | <b>150</b> |
| 11.1          | 时序逻辑电路的分析方法 .....      | 150        |

|                           |     |
|---------------------------|-----|
| 11.1.1 同步时序逻辑电路的分析方法      | 150 |
| 11.1.2 异步时序逻辑电路的分析方法      | 154 |
| 11.2 集成计数器                | 156 |
| 11.2.1 计数器的分类             | 156 |
| 11.2.2 集成计数器功能分析          | 160 |
| 11.2.3 集成计数器的应用           | 161 |
| 11.3 寄存器                  | 166 |
| 11.3.1 寄存器原理分析            | 166 |
| 11.3.2 移位寄存器              | 167 |
| 11.3.3 集成移位寄存器的应用         | 169 |
| 本章小结                      | 171 |
| 习题                        | 171 |
| <b>第 12 章 脉冲产生电路</b>      | 173 |
| 12.1 概述                   | 173 |
| 12.2 555 定时器              | 173 |
| 12.3 多谐振荡器                | 175 |
| 12.3.1 用 555 定时器构成的多谐振荡器  | 175 |
| 12.3.2 石英晶体振荡器            | 177 |
| 12.4 单稳态触发器               | 178 |
| 12.4.1 用 555 定时器构成的单稳态触发器 | 178 |
| 12.4.2 集成单稳态触发器           | 180 |
| 12.4.3 单稳态触发器的应用          | 181 |
| 12.5 施密特触发器               | 181 |
| 12.5.1 施密特触发器             | 181 |
| 12.5.2 用 555 定时器构成的施密特触发器 | 182 |
| 12.5.3 施密特触发器应用           | 182 |
| 本章小结                      | 184 |
| 习题                        | 184 |
| <b>第 13 章 实训</b>          | 186 |
| 实训 1 电工仪器仪表的使用及基本电量的测量    | 186 |
| 实训 2 验证基尔霍夫定律和戴维南定律       | 189 |
| 实训 3 电阻电路的故障检查            | 191 |
| 实训 4 常用电子仪器的使用            | 193 |
| 实训 5 共射极单管放大器             | 195 |
| 实训 6 集成门电路功能测试            | 197 |
| 实训 7 组合逻辑电路实训             | 200 |
| 实训 8 触发器实训                | 203 |

---

|                                |     |
|--------------------------------|-----|
| 实训 9 计数器实训 .....               | 206 |
| 实训 10 555 时基电路的应用 .....        | 209 |
| <b>附录 1</b> 常用逻辑符号对照表 .....    | 212 |
| <b>附录 2</b> 数字集成电路的型号命名法 ..... | 214 |

# 第 1 章

## 电路的基本概念和定律

本章主要介绍电路模型和电流、电压（电位）及功率等电路变量的基本概念，理想元件（线性电阻、理想电压源和理想电流源）的伏安特性（如欧姆定律），以及反映元件与元件之间约束关系的基尔霍夫定律。

### 1.1 电路构成及电路模型

#### 1.1.1 电路构成

各种实际电路都是由电器件如电阻器、电容器、线圈、变压器、晶体管、电源等其中的某些器件相互连接组成的。日常生活所用的手电筒电路就是一个最简单的电路，如图 1.1 所示。它是由干电池（电源：这里是含内阻为  $R_0$  的电压源）、小灯泡（负载）、开关和连接导线（中间环节）构成的。

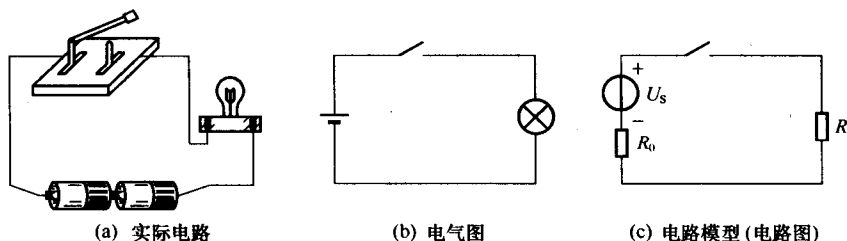


图 1.1 手电筒电路

虽然各种电路的功能和组成不同，但它们都是由以下最基本的 3 部分构成的。

- ① 电源（或信号源）——提供电能或信号的装置。
- ② 负载——使用电能或电信号的设备。
- ③ 中间环节——连接电源和负载，起着传输、变换和控制电能的作用。

图 1.2 是计算机电路组成的简化框图，它的基本功能是通过处理输入信号实现数字计算。从宏观来看，可认为键盘、编码器是电源，显示器是负载，其余是中间环节。

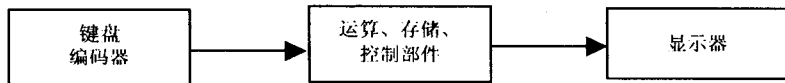


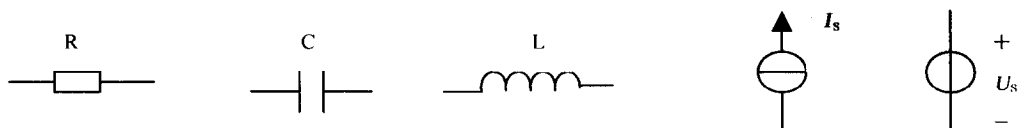
图 1.2 计算机电路组成简化框图

### 1.1.2 电路模型

实际电路中的元件虽然种类繁多,但可根据其在电磁现象方面的共同之处分为几大类。为了便于对电路进行分析和计算,常把实际的元件近似化、理想化,在一定的条件下忽略其次要性质,用足以表征其主要特征的模型来表示,即用理想元件来表示。电路模型就是由若干个电路的理想元件,按一定规则,用理想化连线连接起来的电流通路,如图 1.1 (c) 所示。再次强调,本课程所研究的对象是电路模型(简称电路),而不是实际电路。

电路分析常用的主要理想元件有(下图为其相应的理想元件符号):

- ① 电阻元件      ② 电容元件      ③ 电感元件      ④ 理想电流源、电压源



如果从能量方式来看,电阻元件代表消耗电能元件;电容元件(储存电场能)和电感元件(储存电磁能)代表储能元件;电压源和电流源代表提供电能(或提供电子电路中的信号源)的元件。

## 1.2 电路变量

### 1.2.1 电流

#### 1. 电流

电荷定向运动形成电流。电流的大小是用电流强度来描述的,在单位时间内通过某一导体横截面的电荷量称为电流强度(简称电流),即

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

电流的单位是安培(A),计量微小电流时,用毫安(mA)或微安( $\mu A$ )为电流单位,换算关系为:  $1A = 10^3 mA = 10^6 \mu A$ 。电流  $i$  通常是随着时间变化的,但当电流的大小和方向均不变时,称为直流电流,用  $I$  表示。“直流”常用 DC (Direct Current) 表示。

#### 2. 电流的方向

电流是有方向的。习惯上规定:正电荷运动的方向为电流的实际方向。

由于在分析复杂的电路时,难于事先判断支路中电流的实际方向,因此,引入电流的参考方向的概念。参考方向可以任意选定。在分析计算电路时,应选定电流参考方向,如图 1.3 所示。当电流的参考方向与实际方向一致时,电流的值为正;当电流的参考方向与实际方向相反时,电流为负。这样,在选定电流参考方向的前提下,根据电流值的正、负,可判

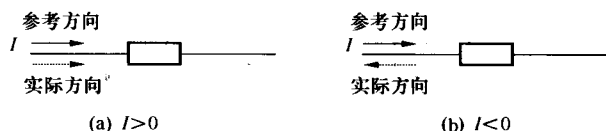


图 1.3 电流的参考方向与实际方向

断出电流的实际方向。显然，在未标示参考方向的情况下，电流的正负是毫无意义的。

课堂练习：如图 1.4 所示，电路上的电流参考方向已选定。已知  $I_a=10\text{A}$ ,  $I_b=-10\text{A}$ ,  $I_c=-5\text{A}$ ,  $I_d=5\text{A}$ ，指出每个支路电流的实际方向。

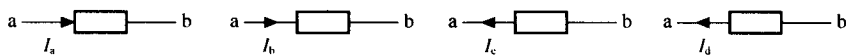
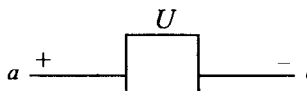


图 1.4 课堂练习

### 1.2.2 电压与电位

#### 1. 电压

电压用符号  $u$  表示。电路中 a、b 两点间的电压等于单位正电荷由 a 点移动到 b 点时所失去或获得的能量。电压（也叫电压差）是电路分析中用到的另一个基本变量。



$$U_{ab} = \frac{d\omega}{dq} \quad (1-2)$$

当电场力作功时，电压的实际方向就是正电荷在电场中受电场力作用移动的方向。电压的实际方向习惯上在电位高的端点标“+”，电位低的端点标“-”。

如果电压的大小和方向不随时间变化称为直流电压，用  $U$  表示。

#### 2. 电位

在电路中任选一点 o 为参考点，则某点（如 a 点）到参考点的电压就叫做这点的电位  $\varphi_a$ （或  $V_a$ ），则

$$\varphi_o = 0(\text{V}) \quad \varphi_a = U_{ao} \quad U_{ab} = \varphi_a - \varphi_b \quad (1-3)$$

显然，两点间的电压，就是两点间的电位之差，故电压也叫电位差。通常将高电位端用“+”号表示，叫正极；低电位端用“-”号表示，叫负极。

#### 3. 电压的参考方向

和电流一样，在元件两端或电路中两点之间可以任意选定一个方向作为电压的参考方向，如图 1.5 所示。

当电压的实际方向与它的参考方向一致时，电压值为正；当电压的实际方向与它的参考方向相反时，电压值为负。

电压和电位的单位是伏特，简称伏（V）。常用的单位还有千伏（kV）、毫伏（mV）、微伏（ $\mu\text{V}$ ）。换算关系为

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

【例 1.1】在图 1.6 中，选取 o 点为参考点。已知  $U_{do}=U_S=10\text{V}$ ,  $\varphi_a=7\text{V}$ ,  $\varphi_c=2\text{V}$ 。求： $\varphi_b$ 、 $\varphi_d$ 、 $U_{bc}$ 、 $U_{ad}$ 、 $U_{da}$  的值。

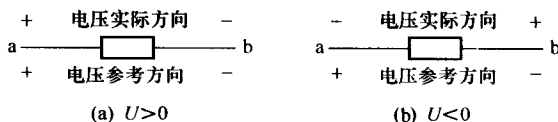


图 1.5 电压的参考方向与实际方向

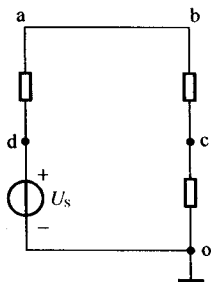


图 1.6 例 1.1 图

解 因为 a 点与 b 点是等电位点, 所以

$$\begin{aligned}\varphi_b &= \varphi_a = 7\text{V} \\ U_{bc} &= \varphi_b - \varphi_c = 7 - 2 = 5\text{V} \\ \varphi_d &= U_{do} = 10\text{V} \\ U_{ad} &= \varphi_a - \varphi_d = 7 - 10 = -3\text{V}\end{aligned}$$

$U_{ad}$  为负值, 说明参考方向与实际方向相反。端点 d 的电位高于端点 a 的电位, 因此

$$U_{da} = -U_{ad} = -(-3\text{V}) = 3\text{V}$$

### 1.2.3 电流与电压的关联参考方向

电流、电压的参考方向是可以任意选择的, 因而有两种不同的选择组合, 如图 1.7 所示。对于一个元件或一段电路, 其电流、电压的参考方向一致时, 如图 1.7 (a) 所示, 称为关联参考方向 (简称关联方向); 反之, 如图 1.7 (b) 所示, 称为非关联参考方向 (简称非关联方向)。通常采用关联方向。

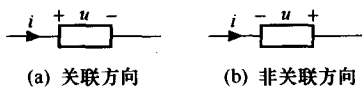


图 1.7 电流、电压的关联与非关联参考方向

### 1.2.4 功率

电功率 (简称功率): 功率是反映电路中的某一段所吸收或产生能量的速率。显然有的元件消耗功率, 而有的元件产生功率。功率用符号  $p$  来表示。功率的计算方法为

$$p = iu \quad (1-4)$$

对于直流电路

$$P = IU$$

当电流用单位“安”(A)、电压用单位“伏”(V)时, 功率的单位为“瓦特”(W, 简称“瓦”)。功率的单位还有千瓦(kW),  $1\text{kW} = 10^3\text{W}$ 。

当某元件或某段电路从时刻 0 秒开始用电, 到时刻  $t$  秒止, 这段时间所消耗或产生的电能  $W$  应为

$$W = \int_0^t p dt \quad (1-5)$$

对于直流电路:  $W = Pt = IUt$ , 当功率单位为“瓦”、时间为“秒”时, 电能单位为焦耳(J)。有时用“度”表示,  $1\text{度} = 1\text{千瓦} \cdot \text{小时}$ 。

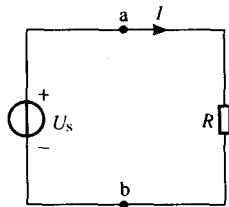


图 1.8 例 1.2 电路图

【例 1.2】图 1.8 所示的简单电路, 已知回路电流  $I=2\text{A}$  和电源电压  $U_s=10\text{V}$ 。计算电阻和电压源的功率。

解 从电阻元件来看, 电流与电阻两端的电压为关联参考方向, 电阻消耗的功率为

$$P_R = IU_s = 2 \times 10 = 20\text{W}$$

从电压源元件来看, 电流与电源两端的电压为非关联参考方向, 电压源产生的功率为

$$P_s = IU_s = 2 \times 10 = 20\text{W}$$

可见, 电路产生的功率和消耗的功率是平衡的。

结论: 电路的电流、电压在关联方向下,  $P>0$  是消耗功率,  $P<0$  就是产生功率; 反之, 在电流、电压的非关联方向下,  $P>0$  是产生功率,  $P<0$  就是消耗功率。