

高等职业教育 计算机专业系列教材  
计算机软件  
计算机网络

# 计算机应用电子技术

■主 编 樊棠怀  
■副主编 曾 瑄 王 瑛 马 涛



Jisuanji Yingyong Dianzi Jishu



重庆大学出版社

高等职业教育 计算机专业系列教材  
计算机专业系列教材  
计算机网络

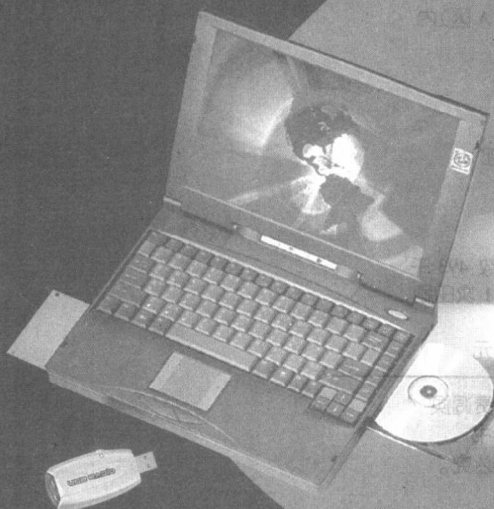
# 计算机应用电子技术

■主 编 樊棠怀 副主编 曾 瑄 王 瑛 马 涛

■参 编 (按姓氏笔画排序) 高惠娟 谭文群



Jisuanji Yingyong Dianzi Jishu



重庆大学出版社

## 内 容 提 要

本书是高等职业学校计算机软件和网络专业系列教材之一。全书共分3篇:第1篇为电路分析基础,内容包括电路基本概念和定律、电阻电路分析、动态电路及正弦稳态电路分析。第2篇为模拟电路基础,内容包括放大器件、放大电路分析、反馈与振荡、集成运算放大器以及直流电源。第3篇为数字电路基础,内容包括数制与编码、逻辑代数基础、逻辑函数化简、组合逻辑电路的分析与设计、触发器、时序逻辑电路的分析与设计、脉冲信号的产生与整形电路、数/模与模/数转换器以及可编程逻辑器件简介。

本书可作为高职高专学校、中等职业学校计算机、电子、电工类教材,也可供岗位培训和相关专业工程技术人员参考。

## 图书在版编目(CIP)数据

计算机应用电子技术/樊棠怀主编. —重庆:重庆大学出版社,2005.11  
(高等职业教育计算机软件、计算机网络专业系列教材)  
ISBN 7-5624-3008-X

I. 计... II. 樊... III. 电子技术—高等学校:技术学校—教材 IV. TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 118282 号

高等职业教育 计算机软件和  
计算机网络 专业系列教材

## 计算机应用电子技术

主 编 樊棠怀

副主编 曾 瑄 王 瑛 马 涛

责任编辑:王海琼 李丽娟 姚正坤 版式设计:吴庆渝

责任校对:邹 忌 责任印制:秦 梅

\*

重庆大学出版社出版发行

出版人:张鸽盛

社址:重庆市沙坪坝正街174号重庆大学(A区)内

邮编:400030

电话:(023) 65102378 65105781

传真:(023) 65103686 65105565

网址:<http://www.cqup.com.cn>

邮箱:fxk@cqup.com.cn(市场营销部)

全国新华书店经销

重庆科情印务有限公司印刷

\*

开本:787×1092 1/16 印张:19.75 字数:493千

2005年11月第1版 2005年11月第1次印刷

印数:1—2 000

ISBN 7-5624-3008-X 定价:25.00元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换

版权所有,请勿擅自翻印和用本书

制作各类出版物及配套用书,违者必究。

编委会

顾问 邱玉辉 屈立筵

主任 樊启宙 张学礼

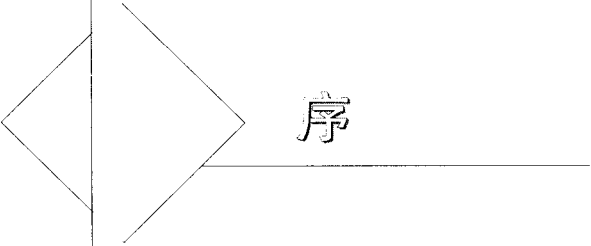
副主任 杨滨生 任德齐 刘彩琴

委员 (以姓氏笔画为序)

王 津 张 英 孙 辉

陈 晴 吴 焱 张洪星

袁开榜 黄顺强 龚小勇



## 序

高等职业教育具有“高等”和“职业”的双重特征,其目标是培养生产、建设、管理、服务第一线需要的高等技术应用型专门人才,是世界教育发展的共同趋势。近年来,我国高等教育的结构性改革极大促进了高等职业教育事业的发展,高等职业教育已成为我国高等教育的重要组成部分。

为了适应我国高等教育的改革,进一步满足高等职业教育计算机软件计算机网络专业的教学及学科建设的需要,在全国各高等职业技术学院的支持下,重庆大学出版社采取学校、企业合作的形式,在全国十余所高等职业技术学院及企业(武汉职业技术学院、邢台职业技术学院、南昌工程学院、昆明冶金高等专科学校、重庆电子职业技术学院、重庆正大软件技术学院、重庆正大软件有限公司等)计算机相关专业的专家、学者中成立了编委会,并组建了一批具有丰富教学和实践经验的“双师型”作者队伍,力求编写出一套适合高等职业教育特点的高质量系列教材。

教学与生产相结合,理论和实践相结合,学校和社会相结合是高等职业教育的生命线;以技术应用能力和职业素质为主线来设计教学体系是高等职业教育教学改革的方向。依据高等职业教育的发展方向,本系列教材将强调理论知识的应用;注重基本能力、专业能力、综合能力及其技能的培养作为编写宗旨。

本系列教材将计算机与信息技术行业的标准及其技术岗位的需求作为组织编写的依据;在保证理论够用的基础上,根据产业结构、技术岗位体系以及职业岗位能力的要求组织理论和实训教材,并将职业教育的教学模式和方法融入其中。为了便于教学,今后将进一步建立学习资源网站,开

、发立体化教材。  
本系列教材特点如下：

- 1. 以培养计算机网络、软件应用性人才为目标,遵循教育规律,系列教材的各分册相互衔接,并具有相关性和独立性。
- 2. 教材编写模块化。即将两个专业各自划分为若干个模块,它们既共同拥有共享的基础模块,又各自拥有一定选择余地的专业模块。各门专业课程教材均以一条逐步深化的主线将教学贯穿于学生学习的始终,形成“基础”、“提高”和“应用”这3个层次的分阶段教学模式,学生在不断提高应用水平后可以直接承揽工程。

本系列教材的体系结构如下：

|      |       |         |                    |                     |                      |
|------|-------|---------|--------------------|---------------------|----------------------|
| 通用模块 | 基础模块  |         | 计算机专业英语            | * 计算机应用数学(上)        | 计算机应用电子技术            |
|      |       |         | * 计算机网络技术基础        | 计算机应用数学(下)          | * Java 程序设计基础        |
|      |       |         | Delphi 程序设计基础      | Visual Basic 程序设计基础 | * Visual C ++ 程序设计基础 |
|      |       |         | * 计算机网络操作系统        | 计算机硬件技术基础           | 网页设计与网站建设            |
|      | 数据库模块 |         | * 数据库技术基础与应用       | 数据库技术提高             | 数据库技术应用              |
| 专业模块 | 软件专业  | 软件工程模块  | * 软件工程             | 软件测试技术              |                      |
|      |       | 可视化编程模块 | Java 程序设计提高        | Visual Basic 程序设计提高 | * Delphi 程序设计提高与应用   |
|      |       |         | Java 程序设计应用        | Visual Basic 程序设计应用 | Delphi 程序设计应用        |
|      |       |         | Visual C ++ 程序设计提高 | Visual C ++ 程序设计应用  |                      |
|      |       | 多媒体编程模块 | * 多媒体程序设计          |                     |                      |
|      |       | 网络编程模块  | 网络程序设计             |                     |                      |
|      | 网络专业  | 局域网模块   | 网络专业局域网技术基础        | 局域网技术应用             |                      |
|      |       | 广域网模块   | 广域网技术应用            |                     |                      |
|      |       | 工程模块    | * 网络安全与防火墙技术       | 网络系统集成与综合布线工程技术     |                      |

注:① \* 课程为秋季推出的教材,其他课程将陆续推出,实训教材正在筹划之中。  
② 希望各院校和企业教师、专家参与本系列教材的建设,并请毛遂自荐担任后续教材的主编或参编,联系 E-mail:lich@cqup. com. cn;

3. 理论知识以够用为度,以实例、项目的工程实现为主线,将重点放在应用及操作技能上。

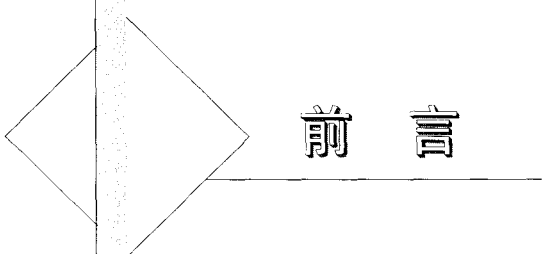
4. 力求创新。将新技术、新工艺纳入教材,尽可能体现文化性、社会性和艺术性,以利于提高学生综合的素质。

5. 思考题和习题具有启迪性和创新性。在编程、网络工程类教材的各章习题中大约有包含与教材内容同步的中小型工程习题(或试验),全书最终将完成多个完整的工程实例。

本系列教材面向高等职业教育,适合于各类高等专科学校、高等职业学校、成人高等学校及高等院校主办的二级职业技术学院,并可作为从事计算机工作的工程技术人员的自学参考书。

该套教材的出版,重庆大学出版社的领导和编辑做了大量的工作,各教材的作者付出了艰苦的努力。但是,由于教材从策划到出版仅用了一年多一点的时间,承担教材编写任务的教师大多都担负着繁重的教学任务。在时间紧、任务重的情况下,教材中一定有不少不尽如人意之处,诚挚希望读者提出批评和建议,以便再版时改进。

编委会  
2004年8月



## 前 言

本教材是高等职业学校计算机软件和网络专业系列教材之一。本教材的参考学时数为 90 ~ 110 学时。共分 3 篇, 主要内容为: 电路基本概念和定律、电阻电路分析、动态电路及正弦稳态电路分析、放大电路分析、反馈与振荡、集成运算放大器以及直流电源、逻辑代数基础、逻辑函数化简、组合逻辑电路的分析与设计、触发器、时序逻辑电路的分析与设计、脉冲信号的产生与整形电路、数/模与模/数转换器。

本教材在编写过程中的指导思想是: ①突出基本概念、基本原理、基本分析和设计方法; ②精选内容, 编写力求思路清晰, 深入浅出, 文字通顺, 便于学习。本教材适用于高职高专学校、中等职业学校的计算机、电子、电工等专业, 也可供岗位培训和相关专业工程技术人员参考。

本教材由南昌工程学院樊棠怀副教授担任主编, 南昌工程学院曾瑄副教授、昆明冶金高等专科学校王瑛讲师、三门峡职业技术学院马涛副教授担任副主编。第 1, 2, 3 章由马涛负责编写, 第 4 ~ 6 章由曾瑄负责编写, 第 7 章由高惠娟负责编写, 第 8 章由谭文群负责编写, 第 9 ~ 13 章由樊棠怀负责编写, 第 14 ~ 16 章由王瑛负责编写。由于编者水平有限, 书中难免存在不当之处, 望广大读者批评指正。

编 者

2004 年 8 月

# 目 录

## 第1篇 电路分析基础

|                        |    |
|------------------------|----|
| 1 电路基本概念和定律 .....      | 2  |
| 1.1 电路模型 .....         | 2  |
| 1.2 电路中的基本物理量 .....    | 4  |
| 1.3 电路中的基本元件 .....     | 8  |
| 1.4 基尔霍夫定律 .....       | 13 |
| 1.5 电阻的串联和并联 .....     | 17 |
| 1.6 电源的等效 .....        | 20 |
| 习题1 .....              | 24 |
| 2 电阻电路分析 .....         | 29 |
| 2.1 支路电流法 .....        | 29 |
| 2.2 节点电压法 .....        | 30 |
| 2.3 网孔电流法 .....        | 33 |
| 2.4 叠加定理与替代定理 .....    | 36 |
| 2.5 等效电源定理 .....       | 38 |
| 习题2 .....              | 42 |
| 3 动态电路及正弦稳态电路分析 .....  | 45 |
| 3.1 电路的动态过程与换路定律 ..... | 45 |
| 3.2 电路变量初始值的确定 .....   | 46 |
| 3.3 一阶电路动态响应 .....     | 48 |

|      |                    |    |
|------|--------------------|----|
| 3.4  | 正弦信号的相量表示 .....    | 58 |
| 3.5  | 电路基本定律的相量形式 .....  | 63 |
| 3.6  | 正弦交流电路的相量分析法 ..... | 73 |
| 3.7  | 谐振电路 .....         | 75 |
| 习题 3 | .....              | 80 |

## 第2篇 模拟电路基础

|      |                    |     |
|------|--------------------|-----|
| 4    | 半导体器件基础知识 .....    | 86  |
| 4.1  | 半导体的特性 .....       | 86  |
| 4.2  | 半导体二极管 .....       | 87  |
| 4.3  | 半导体三极管 .....       | 91  |
| 4.4  | 场效应三极管 .....       | 96  |
| 习题 4 | .....              | 100 |
| 5    | 基本放大电路 .....       | 102 |
| 5.1  | 放大电路工作原理 .....     | 102 |
| 5.2  | 共射极放大电路的分析 .....   | 104 |
| 5.3  | 共集电极电路和共基极电路 ..... | 109 |
| 5.4  | 场效应管放大电路 .....     | 113 |
| 习题 5 | .....              | 115 |
| 6    | 反馈与振荡 .....        | 117 |
| 6.1  | 反馈的基本概念 .....      | 117 |
| 6.2  | 负反馈对放大器性能的影响 ..... | 120 |
| 6.3  | 振荡的基本概念与原理 .....   | 125 |
| 6.4  | 石英晶体振荡器 .....      | 127 |
| 习题 6 | .....              | 129 |
| 7    | 集成运算放大器 .....      | 132 |
| 7.1  | 集成运算放大器的介绍 .....   | 132 |
| 7.2  | 集成运放的性能指标 .....    | 138 |
| 7.3  | 集成运放构成的运算电路 .....  | 140 |

|                     |     |
|---------------------|-----|
| 7.4 集成运放的应用举例 ..... | 145 |
| 习题 7 .....          | 149 |
| 8 直流电源 .....        | 151 |
| 8.1 单相整流电路 .....    | 151 |
| 8.2 滤波电路 .....      | 156 |
| 8.3 稳压电路 .....      | 160 |
| 习题 8 .....          | 169 |

### 第 3 篇 数字电路基础

|                         |     |
|-------------------------|-----|
| 9 数制与编码 .....           | 172 |
| 9.1 概述 .....            | 172 |
| 9.2 数制及其转换 .....        | 173 |
| 9.3 几种常用的编码 .....       | 179 |
| 习题 9 .....              | 183 |
| 10 逻辑代数基础 .....         | 184 |
| 10.1 基本概念 .....         | 184 |
| 10.2 逻辑代数的基本定律和规则 ..... | 190 |
| 10.3 逻辑函数的化简 .....      | 192 |
| 习题 10 .....             | 198 |
| 11 组合逻辑电路 .....         | 200 |
| 11.1 组合逻辑电路分析 .....     | 200 |
| 11.2 组合逻辑电路设计 .....     | 204 |
| 11.3 加法器 .....          | 207 |
| 11.4 编码器 .....          | 209 |
| 11.5 译码器 .....          | 211 |
| 11.6 数据选择器 .....        | 213 |
| 习题 11 .....             | 215 |
| 12 触发器 .....            | 217 |

|      |                           |     |
|------|---------------------------|-----|
| 12.1 | 基本 RS 触发器 .....           | 217 |
| 12.2 | 时钟控制的 RS 触发器 .....        | 220 |
| 12.3 | D 触发器 .....               | 222 |
| 12.4 | JK 触发器 .....              | 223 |
| 12.5 | T 触发器 .....               | 225 |
|      | 习题 12 .....               | 226 |
| 13   | 时序逻辑电路 .....              | 228 |
| 13.1 | 概述 .....                  | 228 |
| 13.2 | 同步时序逻辑电路分析 .....          | 229 |
| 13.3 | 同步时序逻辑电路设计 .....          | 234 |
| 13.4 | 计数器 .....                 | 239 |
| 13.5 | 寄存器 .....                 | 241 |
|      | 习题 13 .....               | 247 |
| 14   | 脉冲信号的产生与整形电路 .....        | 248 |
| 14.1 | 概述 .....                  | 248 |
| 14.2 | 施密特触发器 .....              | 248 |
| 14.3 | 单稳态触发器 .....              | 254 |
| 14.4 | 555 定时器及其应用 .....         | 258 |
|      | 习题 14 .....               | 262 |
| 15   | 数模与模数转换器 .....            | 265 |
| 15.1 | 概述 .....                  | 265 |
| 15.2 | 数/模转换器(DAC) .....         | 266 |
| 15.3 | 模/数转换器(ADC) .....         | 275 |
|      | 习题 15 .....               | 282 |
| 16   | 可编程逻辑器件 .....             | 284 |
| 16.1 | 概述 .....                  | 284 |
| 16.2 | 可编程只读存储器 PROM .....       | 286 |
| 16.3 | 可编程阵列逻辑 PAL .....         | 289 |
| 16.4 | 通用阵列逻辑 GAL .....          | 293 |
|      | 习题 16 .....               | 296 |
|      | 附录 常用逻辑门电路新旧逻辑符号对照表 ..... | 297 |
|      | 参考文献 .....                | 298 |

# 第 1 篇

## 电路分析基础



# 电路基本概念和定律

本章主要介绍电路模型和电流、电压、功率等基本物理量,电阻、电容、电感、电源等基本电路元件。着重讨论基尔霍夫定律,电路的等效等内容。

## 1.1 电路模型

### 1.1.1 实际电路及其功能

#### 1) 电路的组成

实际电路是由实际电路元件以一定方式连接而成的。

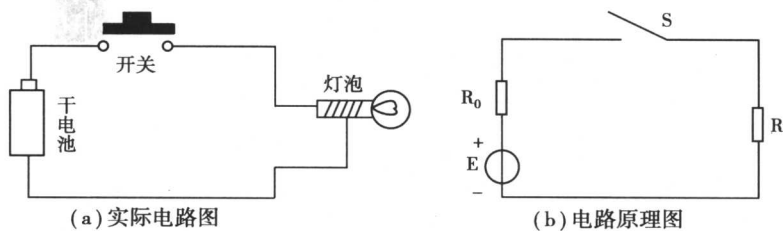


图 1.1 电路的组成

图 1.1 所示为一个简单的手电筒电路,它主要由 3 部分组成:

#### (1) 电源

电源是给电路提供能源的设备,其作用是把非电能转换为电能。在图 1.1(a)所示的电路中,干电池将化学能转变为电能。电源还有蓄电池、太阳能电池、发电机等。

#### (2) 负载

负载是电路中的用电装置,它将电源提供的电能转换为其他形式的能量。在图 1.1

(a)所示的电路中,灯泡就是负载,它将电能转换为光能和热能。

### (3) 中间环节

中间环节的其作用是将电源和负载连接起来形成闭合回路,并对整个电路实行控制、保护和测量。主要包括:连接导线、控制电器(如开关、继电器、接触器等)、保护电器(如熔断器)、测量仪表(如电流表、电压表等)。

所有的电路不论其复杂程度如何,都由电源、负载、中间环节组成。所以电路就是由电源、负载及中间环节等元器件组成的总体,是电流流通的闭合路径。

## 2) 电路的功能

电路的类型多种多样,不同的电路作用也各不相同。电路的基本功能可分为以下两个方面:

①能量的传送、分配与转换。例如在电力系统中,发电厂的发电机组将其他形式的能量转换为电能,变电站、输电线路则将电能送到用电单位,而用电单位的负载又把电能转换成可为生产、生活所利用的其他形式的能量,如机械能、热能、化学能等。

②信号的传递与处理。通过将施加信号进行传送、转换或加工处理,使之成为满足一定要求的输出信号。例如在电视机的线路中,通过天线将载有音像、文字、语言、图形的电磁波送进电路,经电路处理后送到显像管、扬声器,还原成音像、语言、图形。

### 1.1.2 电路模型

实际电路中的元件不仅品种繁多,而且每一种电器元件又表现出多种电磁特性,若要把电路中每个元件的所有的电磁性能都考虑进去,将会使电路难以分析。为了便于对电路进行分析,在一定条件下,常采用模型化的方法来表征电路元件。所谓模型化就是突出电路元件的主要电磁性能,忽略其次要性质,用理想的模型来表示电路的实际元器件。每一种模型只有一种电磁性质,例如用电阻元件来反映电器元件消耗电能的特征,电阻元件的模型符号如图 1.2(a)所示;用电感元件来反映电器元件储存磁能的特征,电感元件的模型符号如图 1.2(b)所示;用电容元件来反映电器元件储存电能的特征,符号如图 1.2(c)所示。用模型化表示出来的理想电路元件可以使用数学公式精确定义,有利于对电路进行分析计算。理想化元件构成的电路称为实际电路的“电路模型”。

对于电路模型应注意以下几点:

①理想电路元件在实际中并不存在,它只是实际电路元件在一定条件下的近似替代。它反映实际电路的性质,在进行电路分析与研究时起着重要作用。

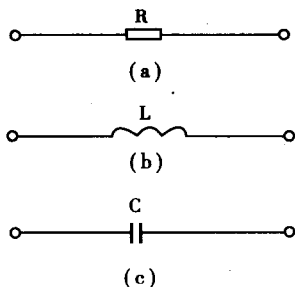


图 1.2 理想化电路元件模型

②某些实际电路元件的模型可以是几种理想电路元件的组合。如:干电池可以用理想电源元件  $E$  和理想电阻  $R_0$  的串联电路模型来表示,如图 1.1(a) 所示手电筒的实际电路就可以用图 1.1(b) 所示的电路模型,即电路原理图来表示。

③不同的实际电路元件,只要主要电磁性质相同,那么在一定条件下就可用同一个模型表示。如:灯泡、电炉、电烙铁、线绕电阻以及碳膜电阻等这些不同的实际电路元件在低频电路中都可用电阻  $R$  表示。

④同一实际电路元件在不同的工作条件下,可以有不只一种的电路模型。如在直流电路中,一个线圈相当于一根导线;如图 1.3(b) 所示;在低频电路中,线圈主要是储存磁能,可用理想电感元件  $L$  来表示,如图 1.3(c) 所示;在较高频率电路中,线圈所消耗的电能和储存的磁能均应考虑,此时电路的模型用理想电阻元件  $R$  与理想电感元件  $L$  的串联表示,如图 1.3(d) 所示;在高频率的电路中,线圈绕线间的电容效应不容忽视,此时的电路模型可以用图 1.3(e) 表示。

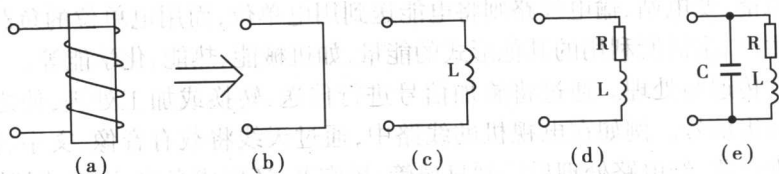


图 1.3 实际电感元件在不同应用条件下的模型

电路元件的电路参数通常是以它们两端的电压和所通过的电流之间的关系(有时须涉及电荷或磁通)来确切地描述。由于常见的理想电路元件(电阻、电容、电感)的电路参数是不随电流和电压而改变的常量,而且其参数是集中在某些元件上(也就是说,凡是消耗电能的只集中在电阻元件上,存贮磁场能量的只集中在电感元件上,存贮电场能量的只集中在电容元件上),因此,将其称为集中参数元件,简称集中元件;而全部由理想集中参数元件所组成的电路,则称为集中参数电路。集中参数电路是一个很重要的抽象概念,本书所提到的电路模型均是以集中参数电路为前提,而对于分布参数电路、时变参数电路则不适用。

## 1.2 电路中的基本物理量

### 1.2.1 电流

电流是电路中一个具有大小和方向的基本物理量,其定义为在单位时间内通过导体截面的电通量或电荷量。电流的大小即电流强度,简称电流,其单位为安[培](A)。如

果电流不随时间而变化,例如对恒定的电流(直流),用大写字母  $I$  表示。如果电流随时间变化,或仅为了表达一般的情况,则用小写字母  $i$  表示,称为电流的瞬时值。有时为了表达的需要,也用符号  $i(t)$  表示电流,其意义一般与  $i$  相同。

习惯上规定电流的方向是正电荷运动的方向,即电流的真实方向。但在实际问题中,有的电路中电流的实际方向很难预先判断出来,有的电路中电流的实际方向还在不断地改变,电流的真实方向往往难以在电路图中标出。

为了方便电路分析,就引入了电流“参考方向”的概念,即将任意假定的电流方向称为电流的参考方向,而电流的真实方向由其参考方向和  $i$  数值的正负号决定。如图 1.4 所示的电路中(图中方框泛指电路中一般元件),若  $i = 2\text{ A}$ ,则说明电流的真实方向与参考方向相同,2 A 的电流由 a 点流向 b 点;若  $i = -2\text{ A}$ ,则说明电流的真实方向与其参考方向相反,2 A 电流由 b 点流向 a 点,同时表示电流真实方向的箭头也应该由 b 点指向 a 点。在一般情况下,电路图中所标出是电流的参考方向,在考虑该电流的正、负值后,才能确定电流的真实方向。

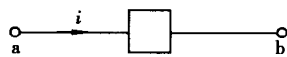


图 1.4 电流参考方向

在进行电路分析时,电流  $i$  的参考方向被任意地假设不会影响计算结果的正确性。

### 1.2.2 电压

电压是电路中一个具有大小和方向(极性)的重要物理量。电压又称为电压差或电压降,它等于电路中任意两点电位之差。电压用字母  $U$  或  $u$  表示,大写字母  $U$  表示恒定的电压(直流电压),小写字母  $u$  表示电压的瞬时值。

电压  $u_{AB}$  的大小,定义为:在电路中,单位正电荷经任意路径由 A 点运动到 B 点电场力所做的功。电压的单位为伏[特](V),做功的单位为焦[耳](J)。电压的方向称为电压极性,其定义为:如果该电场力做功的数值为正,则 A、B 两点之间的电压为正,即  $u_{AB} > 0$ 。可以看出,电压与电路中的两个点有关。如果把电路中的某点,例如 B 点选作参考点,则 A 点对于 B 点的电压,又称为 A 点的电位,用  $u_A$  表示。这样 B 点电位被指定为零电压,即  $u_B = 0$ 。于是有  $u_{AB} = u_A - u_B = u_A$ 。如果将 A 点指定为参考点,则有  $u_A = 0, u_{AB} = u_A - u_B = -u_B$ 。

如同规定电流的参考方向一样,也需引入电压“参考方向”的概念。电路中 A、B 两点的电压参考方向常用一对“+”、“-”号来表示,如图 1.5(a)所示,也可以用一个箭头来表示,如图 1.5(b)所示。电压参考方向还可以用下标表示,如  $u_{AB}$  表示两点之间电压参考方向由 A 指向 B,  $u_{AB} = -u_{BA}$ 。

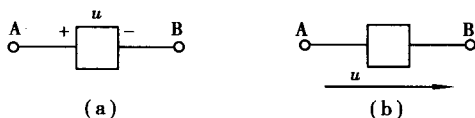


图 1.5 电压的极性