

新世纪
高等职业教育规划教材

计算机应用 电子技术

李维东 主编



新世纪高等职业教育规划教材

计算机应用电子技术

主 编 李维东
副主编 管美莹 郭桂英
参 编 韦禄民 孙玉艳
主 审 蔡昌荣



机械工业出版社

本书是根据计算机专业教学对电路、电子课程的要求而专门编写的教材。综合了电路、模拟电子技术、数字电子技术三大部分。

本书有针对性地对计算机工作人员必需掌握的电路基本理论, 交流电路基本知识、模拟电子技术基本理论、数字电子技术基本应用等方面作了重点明确、深入浅出的介绍。

本书体现理论知识必需够用为度, 突出实用。可作为高等职业技术学院、成人高校计算机类专业电路、电子技术教材, 也可供其他有关计算机专业技术人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

计算机应用电子技术/李维东主编. —北京: 机械工业出版社, 2003.7
新世纪高等职业教育规划教材
ISBN 7-111-12354-9

I. 计... II. 李... 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 (2003) 第 044097 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 贡克勤 王小东 版式设计: 霍永明 责任校对: 王 欣

责任编辑: 贡克勤 封面设计: 张 静 责任印制: 路 琳

北京机工印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2003 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

1000mm×1400mm B5·9.375 印张·361 千字

定价: 23.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

本社购书热线电话 (010) 68993821、88379646

封面无防伪标均为盗版

新世纪高等职业教育规划教材编审委员会

主任委员	李维东	广东白云职业技术学院	常务副院长
副主任委员	陈周钦	广东交通职业技术学院	院长
	石令明	广西柳州职业技术学院	院长
	蔡昌荣	广州民航职业技术学院	副院长
	刘国生	番禺职业技术学院	副院长
	覃洪斌	广西职业技术学院	副院长
	姚和芳	湖南铁道职业技术学院	副院长
	韩雪清	机械工业出版社教材编辑室	副主任
委	郑伟光	广东机电职业技术学院	院长
员	张尔利	广西交通职业技术学院	院长
	谈向群	无锡职业技术学院	副院长
	陈大路	温州职业技术学院理工学区	主任
	邹 宁	广西机电职业技术学院	副院长
	成王中	济源职业技术学院	副院长
	管 平	浙江机电职业技术学院	副院长
	韦荣敏	广西柳州市交通学校	校长
	田玉柯	遵义航天工业学校	校长
	黄秀猛	厦门市工业学校	校长
	韩书平	新乡市高级技工学校	校长
	张毓琴	广州民航职业技术学院	兼委员会秘书

编写说明

20 世纪 90 年代以来,我国高职高专教育为社会主义现代化建设事业培养了大批急需的各类专门人才,提高了劳动者的素质,对于建设社会主义的精神文明,促进社会进步和经济发展起到了重要作用。中共中央、国务院《关于深化教育改革,全面推进素质教育的决定》指出:“要大力发展高等职业教育”,教育部在《教育部关于加强高职高专教育人才培养工作的意见》中明确指出:“高职高专教育是我国高等教育的重要组成部分,培养拥护党的基本路线,适应生产、建设、服务第一线需要的,德、智、体、美等方面全面发展的高等技术应用性专门人才;学生应在具有必备的基础理论知识和专门知识的基础上,重点掌握从事本专业领域实际工作的基本能力和基本技能”。加入 WTO 以后,我国将面临人才资源的全球竞争,其中包括研究开发型人才的竞争,也包括专业技能型优秀人才的竞争。高等职业教育要适应我国现代化建设的需要,适应世界市场和国际竞争的需要,培养大批符合市场需求的、有熟练技能的高等技术应用性人才。

教材建设工作是整个高职高专教育教学工作中的重要环节,在贯彻国家教育教改精神、保证人才质量方面起着重要作用,改革开放以来,各地已出版了一批高职高专教材,但从整体上看,具有高职高专教育特点的教材极其匮乏,教材建设仍滞后于高职高专教育的发展需要。为此,根据目前高等职业教育发展的要求,机械工业出版社组织全国多所在高等职业教育办学有特色、在社会上影响较大的高职院校成立了“新世纪高等职业教育规划教材编审委员会”,选择教学经验丰富、实践能力强的骨干教师,组织、规划、编写了这套“新世纪高等职业教育规划教材”,教材首批四个系列 36 本(书目附后)。它凝聚着全体编审人员、编委会委员的大量心血,同时得到了各委员院校的大力支持,在此表示衷心感谢。

本套教材的作者队伍是经编审委员会严格遴选确定的,他们来自高等职业教育的第一线,教学经验丰富、业务上乘、文笔过硬,大多是各校学科和专业的带头人。他们对本专业的课程设置、教学大纲、教学教改都有深刻的认识和独到的见解,对高职教育的特色把握能力强,有较高的编写水平。这些都为编写出具有创新性、适用性强的高职教材打下了良好基础。

本套教材的编写以保证基础、加强应用、体现先进、突出以能力为本位的职教特色为指导思想,在内容上遵循“宽、新、浅、用”的原则。所谓“宽”,即知识面宽,适用面广;所谓“新”,就是要体现新知识、新技术、新工艺、新方

法；所谓“浅”，是指够用为度、通俗易懂；所谓“用”，就是要注重应用、面向实践。

本套教材的出版，促进了高等职业教育的教材建设，将对我国高等职业教育的发展产生积极的影响。同时，我们也希望在今后的使用中不断改进、完善此套教材，更好地为高等职业教育服务，为经济建设服务。

新世纪高等职业教育规划教材编审委员会

前 言

为适应计算机专业的教学要求,根据“新世纪高等职业教育规划教材编审委员会”编审出版计划,组织有关高等职业院校编写了本教材。

“计算机应用电子技术”是计算机专业一门重要的专业基础课,本课程对培养学生成为计算机工程技术人员所必备的基本电子电路的能力,了解选择和使用电子元器件,掌握安装、检测、维修计算机及计算机网络技术的基本知识有十分重要的作用。

本书的特点是针对计算机专业的实际情况,把电路、模拟电子技术、数字电子技术整合到一本书内,对实用部分内容作了一定的组织和整合,便于该门课程教学的实施。

本书的总教学时数为 90 学时,其中包括另行安排的实验实训学时。可根据不同的教学要求对本书内容进行取舍,带 * 号的为选学内容。

本教材努力体现“宽、新、浅、用”的编写原则。理论知识以必需够用为度,突出实用。注重对学生能力的培养。

本书共分 10 章,第 1、2 章由广西职业技术学院韦禄民编写;第 3、4、5 章由广州民航职业技术学院管美莹编写;第 6、7、8 章由广东白云职业技术学院李维东、孙玉艳编写;第 9、10 章由河南新乡高级技工学校郭桂英编写。广东白云职业技术学院李维东、广州民航职业技术学院管美莹做了大量文图统稿、定稿工作。

广东白云职业技术学院李维东任主编。广东民航职业技术学院蔡昌荣主审。

由于时间仓促及编者水平有限,书中难免出现错误与不足,敬请批评指正。

编 者

新世纪高等职业教育规划教材

应用电子技术

- | | | |
|---------------|-----|---------|
| ■ 电子测量技术 | 主 编 | 徐佩安 |
| ■ 高频电子技术 | 主 编 | 黄亚平 |
| ■ 高频电子技术习题与答案 | 主 编 | 林冬梅 |
| ■ 音响原理与技术 | 主 编 | 巩 云 |
| ■ 音响原理与技术实训 | 主 编 | 巩 云 |
| ■ 电视机实训 | 主 编 | 张世旺 |
| ■ 收录音原理与技术 | 主 编 | 程亚惟 康 实 |
| ■ 收录音原理与技术实训 | 主 编 | 程亚惟 康 实 |

数控技术

- | | | |
|-----------------|-----|-----|
| ■ 三维 CAD 软件应用 | 主 编 | 汪平华 |
| ■ 数控机床编程 | 主 编 | 产文良 |
| ■ 数控机床操作与维护 | 主 编 | 党志宏 |
| ■ 数控编程与加工技术 | 主 编 | 杨志勇 |
| ■ CAD/CAM 技术与应用 | 主 编 | 何友义 |

汽车检测与维修技术

- | | | |
|-----------------|-----|-----|
| ■ 汽车机械基础(上、下册) | 主 编 | 卢晓春 |
| ■ 汽车电工与电子技术基础 | 主 编 | 冯 渊 |
| ■ 汽车应用材料 | 主 编 | 李明惠 |
| ■ 汽车诊断与维修 | 主 编 | 蒲永峰 |
| ■ 汽车电器电子设备原理与检修 | 主 编 | 胡式旺 |
| ■ 汽车空调 | 主 编 | 潘伟荣 |
| ■ 发动机电控技术 | 主 编 | 刘越琪 |
| ■ 汽车底盘电控技术 | 主 编 | 赵良红 |

目 录

编写说明 前言

第一部分 电路基础

第 1 章 电路的基本概念和

基本定律 1

1.1 电路和电路模型 1

1.2 电路的基本物理量 7

1.3 电气设备的额定值和电路的 工作状态 11

1.4 基尔霍夫定律 13

1.5 电路的等效变换 16

1.6 叠加定理 25

1.7 戴维南定理 27

习题 1 28

第 2 章 正弦交流电路 32

2.1 正弦交流电路的基本概念 32

2.2 正弦量的相量表示法 39

2.3 单一参数的正弦电路 44

2.4 正弦交流电路的相量分析法 48

2.5 正弦交流电路的功率 55

2.6 串联谐振与并联谐振 58

2.7 三相电路 63

2.8 变压器 69

2.9 安全用电常识 73

习题 2 80

第二部分 模拟电路

第 3 章 半导体器件 85

3.1 半导体的基本知识及 PN 结 85

3.2 半导体二极管 88

3.3 半导体三极管 91

3.4 场效应晶体管 97

3.5 光电器件 100

习题 3 102

第 4 章 放大电路 107

4.1 共发射极放大电路 107

4.2 共集电极电路 116

4.3 场效应晶体管放大电路 118

4.4 多级放大器及频率特性 120

4.5 负反馈放大器 124

4.6 运算放大器的组成及理想 特性 132

4.7 运算放大器的应用电路 135

习题 4 142

第 5 章 直流稳压电源 149

5.1 直流稳压电源的组成 149

5.2 整流滤波电路 149

5.3 三端集成稳压电源 153

5.4 开关稳压电源简介 157

5.5 UPS 不间断电源简介 159

习题 5 165

第三部分 数字电路

第 6 章 逻辑函数基础与

门电路 168

6.1 逻辑函数基本概念和定理 168

6.2 逻辑函数的常用表示方法 174

6.3 逻辑函数的基本化简方法 175

6.4 具有约束的逻辑函数的 化简 179

6.5 分立元件门电路 180

6.6 TTL 门电路 182

6.7 CMOS 门电路 185

习题 6	187
第 7 章 组合逻辑电路	189
7.1 组合逻辑电路的特点及 设计方法	189
7.2 编码器与译码器	191
7.3 数值比较器	199
7.4 全加器	201
7.5 多路数据选择器	204
习题 7	205
第 8 章 触发器与时序逻辑 电路	207
8.1 概述	207
8.2 触发器的逻辑功能及相互 关系	208
8.3 触发器间相互转换	218
8.4 时序逻辑电路的分析	219
8.5 计数器	222
8.6 寄存器	226

8.7 寄存器的应用	232
* 8.8 时序电路和设计	233
习题 8	236
第 9 章 脉冲波形的产生和 整形	239
9.1 脉冲振荡器	239
9.2 施密特触发器	248
9.3 单稳态触发器	252
9.4 集成定时器	257
习题 9	261
第 10 章 数模和模数转换	264
10.1 概述	264
10.2 D/A 转换器	265
10.3 A/D 转换器	272
10.4 A/D、D/A 转换器应用举例 ——数据采集系统	280
习题 10	286
参考文献	289

第一部分 电路基础

第1章 电路的基本概念和基本定律

1.1 电路和电路模型

1.1.1 电路的组成与功能

电路是电流的通路，它是为了某种需要由某些电工、电子设备和元件，按一定方式组合起来的。

电路的结构形式和所能完成的任务是多种多样的，但电路一般是由电源、中间环节和负载三个基本部分组成。

电路中提供电能的设备或元器件称为电源（如发电机和电池），电路中使用电能的设备或元器件称为负载（如电灯、电炉、电动机）。中间环节是连接电源和负载的部分（如开关和连接导体等），用来传输和控制电能。

最常见的电路是供电电路，它的作用是实现电能的传输和转换。下面，我们来看一个最简单的实际电路——手电筒电路。该电路是由一个电源（干电池）、一个负载（小灯泡）、一个开关和连接导体（手电筒的金属外壳）所组成，如图 1-1 所示。

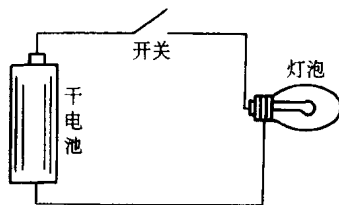


图 1-1 手电筒电路

电路的另一作用是传递和处理信号。如在收音机、电视机等电器设备中，为了得到所需的输出信号，要把接收到的输入信号进行处理和变换，还原成声音或图像。

在通信、交通、运输、各种生产流水线上的自动控制装置、计算机等。为了满足不同的要求，使用着各种功能的电路。

总之，人们的日常生活和经济建设的发展都离不开各种电路。

1.1.2 理想元件

由于实际的电路元件在电路中，表现其主要物理性质的同时，还兼有其他次要性质。如电阻器、电灯、电炉在有电流通过时，除发光发热外，还会产生磁场，兼有电感性质；实际的电感线圈总是有电阻的，通有电流时除建立磁场外，

还要消耗能量；即使质量优良的电容器也会有漏电；干电池、发电机内部总有内阻存在。

这些次要因素的存在，往往给电路分析带来困难，为了便于对电路进行分析和计算，我们将实际的电路元件近似化、理想化，忽略其次要性质，用能反映其主要电磁性质的“模型”来表示，即用理想元件来表示实际元件。

1. 电阻元件

电阻就是导体对电流的阻碍作用，正如河流中的硝石泥沙对水流的阻碍作用一样。如电阻器、白炽灯、电炉等具有电阻的实际电路元件，当有电流通过时，就要消耗电能，将电能转变为热能、光能而不可逆转。

我们将这些实际元件对电流的阻碍作用、消耗电能的特征抽象化为一种理想电路元件即电阻元件。因此，电阻元件是一种对电流呈现“阻碍”作用的耗能元件。图 1-2a 所示的是电阻器外形，图 1-2b 所示的是电阻元件的电路模型。

电阻是表征导体对电流呈现阻碍作用的电路参数，用 R 表示，单位是欧姆 (Ω)。导体两端的电压和流过电流的比值称为导体的电阻，即

$$R = \frac{u}{i} \quad (1-1)$$

该式也是欧姆定律的另一形式。当 R 为常数，则电阻元件的电压和电流关系（也称为伏安特性）是一条通过坐标原点的直线，如图 1-3a 所示，这样的电阻元件称为线性电阻。若电阻元件的电压和电流关系不是直线，则称为非线性电阻。图 1-3b 是灯泡中钨丝的伏安特性曲线。

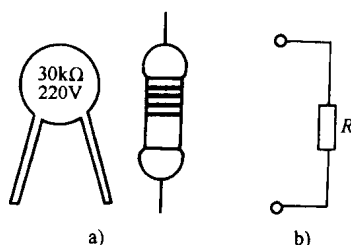


图 1-2 电阻器外形和电阻元件的电路模型

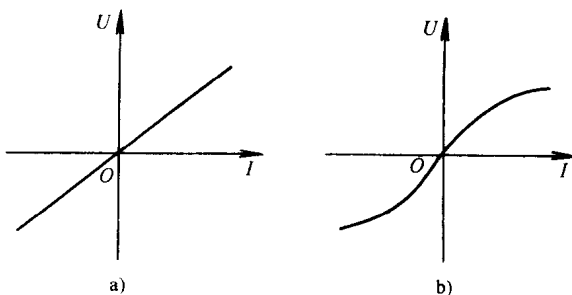


图 1-3 电阻的伏安特性

2. 电感元件

当导线中有电流时，其周围即有磁场，通常将导线绕成线圈的形式称为电感线圈，以增加电流的磁场。图 1-4a 所示的是几种实际的电感器。实际电感器主要是贮存磁场能，忽略其电阻，就可以用电感元件表示。电感元件的符号如图 1-4b 所示。

当电感元件中有电流通过时，便产生磁通，电流越大，则产生的磁通也越

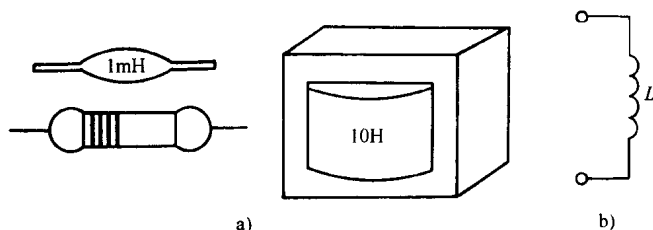


图 1-4 电感器外形和电感元件的电路模型

大。磁通 Φ 在线圈中与线圈的线匝相交链，若磁通 Φ 与 N 匝线圈相交链，则磁链 $\psi = N\Phi$ 。

当线圈为空心线圈时，磁链 ψ 与电流 i 成正比。我们将磁链 ψ 与电流 i 的比值称为电感 L ，即

$$L = \frac{\psi}{i} \quad (1-2)$$

电感 L 表明了线圈电流 i 产生磁链 ψ 的能力，单位为亨利，用 H 表示。电感 L 的大小与线圈的线径、长度、截面积、匝数有关，有磁芯的线圈电感 L 比没有磁芯的线圈电感 L 大。

习惯上，我们常把电感元件也称为电感，一般来说不会产生误解。

一个实际的电感器，除了标明它的电感之外，还标明它的额定工作电流。若通过电感线圈的电流过大，则会使线圈过热从而烧毁线圈，或者使线圈受到过大的电磁力作用而发生机械变形。电感器的常见故障是开路、短路和局部短路。

根据电磁感应定律，当通过电感的电流发生变化时，电流产生的磁链（磁通）也相应地发生变化，电感两端将产生感应电压，其大小与磁链的变化率成正比，即

$$u = \frac{d\psi}{dt} \quad (1-3)$$

将线性电感式 (1-2) 代入式 (1-3)，得

$$u = L \frac{di}{dt} \quad (1-4)$$

这就是线性电感电流 i 与其两端电压 u 的关系式。

上式表明：在某一时刻，电感两端的电压 u 取决于该时刻通过电感的电流 i 的变化率，而与该时刻的电流和电流过去的历史无关。

对于直流，因 $di/dt = 0$ ，电感两端的电压 $u = 0$ 。此时，虽有电流通过电感，但电感两端却没有压降，如同零电阻一样，此时的电感视为短路。

通过电感的电流 i 变化越快，则 di/dt 也越大，电感两端的电压 u 也越大。如果在任意时刻，电感两端的电压值为有限值，那么， di/dt 就必须为有限值，这意味着通过电感的电流是不能跃变的。

3. 电容元件

(1) 电容量 把两块金属板用介质隔开就可构成一个简单的电容器。图 1-5a 所示的是几种常见电容器。电容器的基本特性是容纳电荷。电荷的聚集也就是电场建立的过程,在这一过程中,外力所做的功应等于电容器中所储存的能量。因此,我们也可以说电容器是一种能够储存电能的元件。忽略介质损耗和漏电流的影响,实际电容器可用一个电容元件来作为它的模型,如图 1-5b 所示。

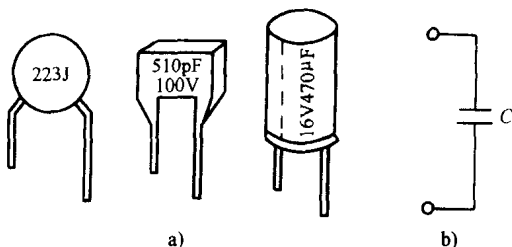


图 1-5 电容器外形和电容元件的电路模型

电容器极板上储存的电量与极板间电压的比值叫做电容量,用符号 C 表示,即

$$C = \frac{Q}{U} \quad (1-5)$$

电容量 C 的单位为法拉 (F)。法拉这个单位太大,常用较小的单位微法 (μF) 和纳法 (nF)、皮法 (pF)。

习惯上,电容量也称为电容,电容元件也可称为电容,一般来说不会产生误解。

一个实际电容器,除了标明它的电容量之外,还标明它的额定工作电压。

从上述可知,一个电容器两端所加的电压越高,聚集的电荷也就越多,但是每一个电容所允许承受的电压是有限的,电压过高,介质就会被击穿。一般电容器被击穿后,它的介质就从原来不导电变成导电,丧失了电容的作用。因此,使用电容器时不应超过它的额定工作电压。电容器常见的故障是击穿短路、开路、失效、容量变小等。

不只是工厂生产的电容器才有电容量,任何两个导体之间都存在电容,如输电线之间,晶体管各电极之间,线路板导线之间,这种电容叫做分布电容,虽然它的数值很小,但是在某些场合,如高频电路,都会造成一定的作用。这种作用,有时是可以利用,但有时又是有害的,要在具体的电路中具体分析。

(2) 电容器的充电和放电 电容器的充电过程: 电路如图 1-6 所示,当开关 S 合上时,在电源的作用下,驱动电荷向电容的极板聚积,在电路中引起电流。

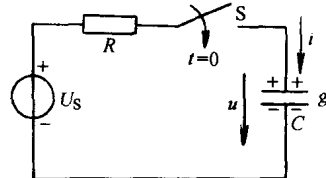


图 1-6 电容器的充电

随着极板聚集的电荷的增多,由式 (1-5) 可见,电容两端的电压不断上升,电路中电流越来越小,当 $u = U_S$, 即电容两端的电压不再变化时,电

路中 $i=0$ 。

由于 $q=Cu$ ，而 $i=dq/dt$ (见 1.2.1)，因此

$$i = \frac{dq}{dt} = \frac{dCu}{dt} = C \frac{du}{dt} \quad (1-6)$$

这就是电容电压 u 与电流 i 的关系式。上式表明：在某一时刻电容的电流取决于该时刻电容电压的变化率，而以该时刻的电容电压或电压过去的历史无关。

这就是说，如果电容的电压不变，那么 $du/dt=0$ ，虽有电压，没有电流，如同电路断开一样，此时电容视为开路；电容电压变化越快，即 du/dt 越大，则电流也就越大；如果在任意时刻，通过电容的电流只能为有限值，那么， du/dt 就必须为有限值，这就意味着电容两端的电压不可能发生跃变，而只能是连续变化。

通过推算可知，充电过程电容两端电压为

$$u_C = U_S(1 - e^{-t/CR})$$

电路电流为

$$i = \frac{U_S}{R} e^{-t/CR}$$

显然，充电过程电容两端电压 u_C 与电路电流 i 均按指数规律变化，其变化曲线如图 1-7 所示。当电容未储存有电荷时，其两端电压为零，相当于短路，所

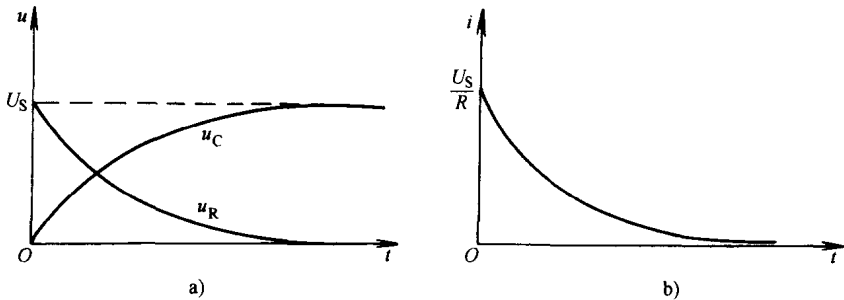


图 1-7 电容器充电过程的电压和电流的变化情况

以，充电瞬间电流很大；当充电结束时，电容两端电压等于电源电压，充电电流为零，相当于此时电容是开路的。

实验表明，电容器充电过程经历的时间为 (3~5) CR 就认为结束。

(3) 电容器的放电过程 如图 1-8 所示，开关长时间接在 1 端，电容充电结束，电容两端电压 u 等于电源电压 U_S ，此时充有电荷的电容，相当于一个等效电源。当开关合向 2 端时，构成放电电

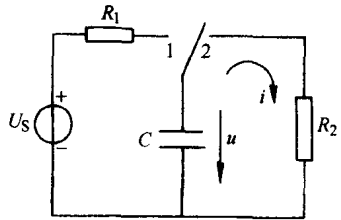


图 1-8 电容器的放电

路, 电容向电阻 R_2 放电 (在电场力的作用下, 正极板的正电荷通过电阻 R_2 移到负极板上与负电荷中和)。

放电初始瞬间, 由于电容两端电压最高, 等于 U_S , 此时, 电路中的电流为

$$i = \frac{U_S}{R_2}$$

达到最大。随后, 电容两端电压为

$$u = U_S e^{-\frac{t}{\tau}}$$

电路中的电流为

$$i = \frac{U_S}{R_2} e^{-\frac{t}{\tau}}$$

u 、 i 均按指数规律减小, 其变化曲线如图 1-9 所示。

当正极板的正电荷全部移到负极板后, 电容两端电压 $u = 0$, 放电结束而稳定。实验表明, 该过程经历的时间为 $(3 \sim 5) CR$ 。此时, 电容充电时储存的电场能量全部释放出来, 并由电阻 R_2 全部转换为热能。

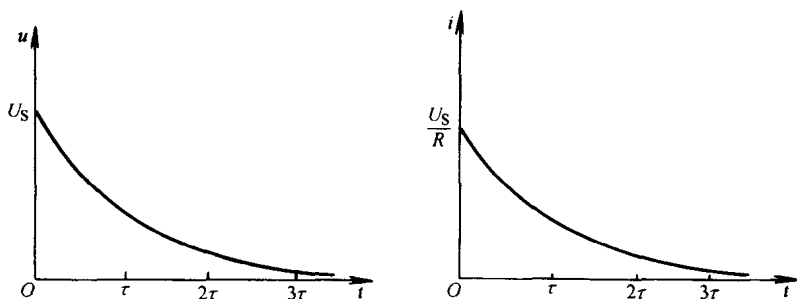


图 1-9 电容器放电过程的电压和电流的变化情况

令 $CR = \tau$ 叫做 RC 电路的时间常数, 单位是秒 (s)。它是电容充放电过程中电压、电流增减变化快慢的指标, 即表明电容充放电速度的指标。 τ 越大, 表明电容充放电速度的越慢。

电容充放电过程是一种过渡过程 (也称为暂态过程), 电路从一种稳定的状态过渡到另一稳定状态。在这种过渡过程中, 电荷并没有通过电容器的介质, 而是电容极板上电荷的增减导致电荷的移动就引起了电流。

综上所述:

① 电容器是一个储能元件; ② 电容充放电过程需一定的时间 $(3 \sim 5) \tau$, 且电荷不通过电容的介质, 移动的电荷在电容以外的电路中引起电流。

此外还有电压源、电流源等两种理想电源元件。

1.1.3 电路模型

由理想元件组成的电路，就称为实际电路的模型。一个实际电路用什么样的电路模型表示，是应当通过对电路物理过程的观察分析而确定的。

例如常见的手电筒，其实际电路元件有干电池、电灯、开关和筒体，电路模型如图 1-10 所示。电珠是电阻元件，其参数为电阻 R ，干电池是电源元件，其参数为电动势 U_S 和内电阻 R_S ，筒体是联结干电池与电珠的中间环节（还包括开关），其电阻忽略不计，认为是一无电阻的理想导体。今后，如未加特别说明，我们所说的电路均是电路模型，所说的元件均是理想元件。

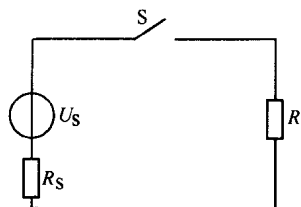


图 1-10 电路模型

1.2 电路的基本物理量

电路特征是通过电流、电压、功率等一组物理量来描述。在这些物理量中，电流和电压是两个基本物理量。这是因为在实际电路中，电流和电压是容易观测到的物理量，电路基本定律叙述的是电流和电压的相互关系，若一个电路的各部分电流和电压都知道，那么这个电路的特征也就完全掌握了。

1.2.1 电流

1. 电流的概念

电荷在电场力的作用下有规则的定向运动就形成电流。在金属导体中，电流是自由电子的规则运动形成的。在某些液体和气体中，电流则是正离子或负离子的规则运动形成的。

由于在不同的导电物质中，形成电流的运动电荷可以是正电荷，也可以是负电荷，甚至两者都有。为统一起见，规定以正电荷移动的方向为电流的方向（这是电流的实际方向）。按照这个规定，在金属导体中电子运动形成的电流方向，则与电子运动方向相反。

电流的大小用电流强度来衡量，电流强度指单位时间内通过导体横截面的电荷量。为简单起见，常把电流强度简称为电流。大小和方向都随时间变化的电流叫变动电流，用符号 i 表示。其中在一个周期内电流的平均值为零的变动电流称为交变电流，简称交流（简称为 AC），也用符号 i 表示。

对于变动电流来说，设在时间间隔 dt 内，通过导体横截面的电荷量为 dq ，则在该瞬间的电流强度为