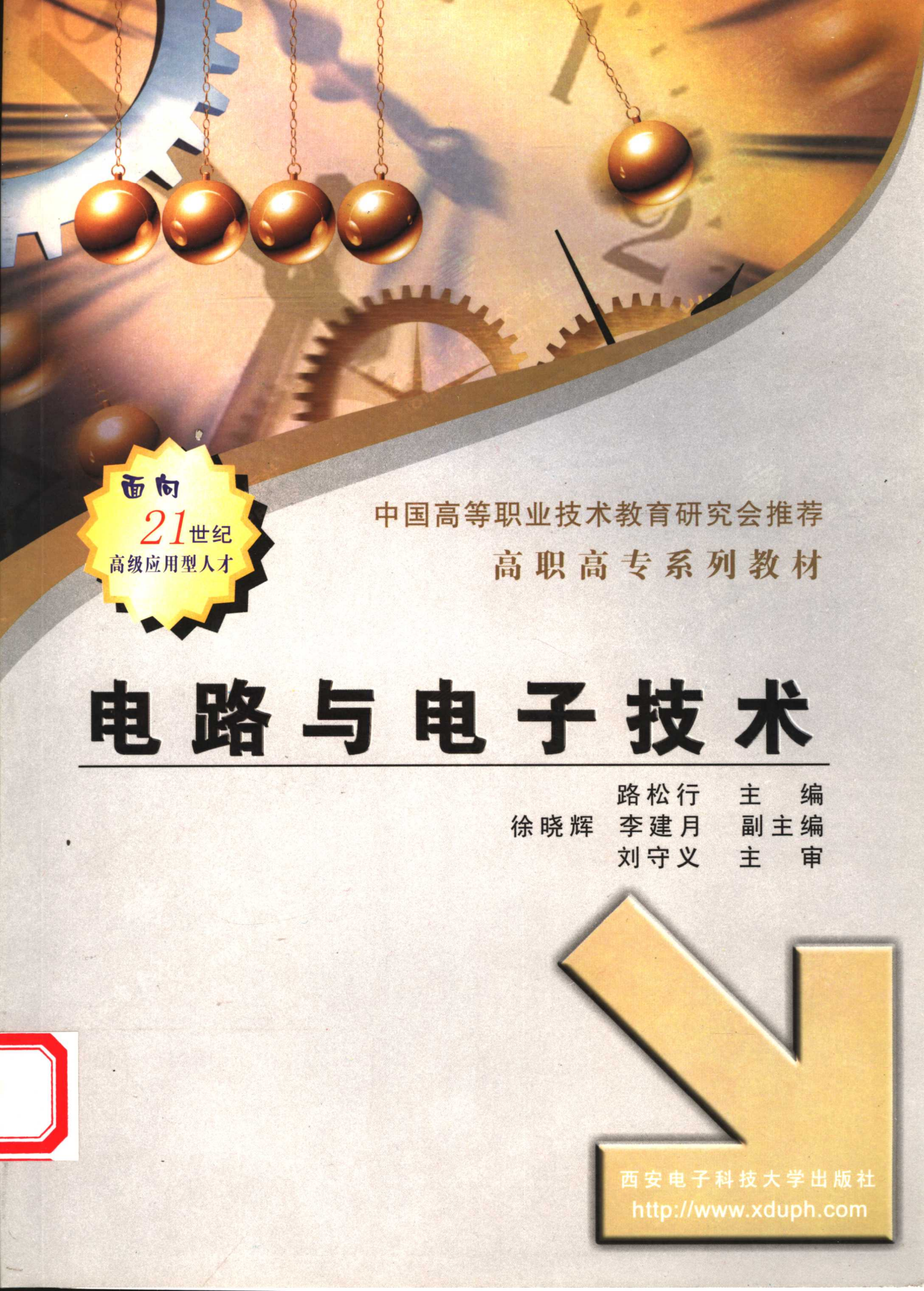




面向
21世纪
高级应用型人才

中国高等职业技术教育研究会推荐
高职高专系列教材

电路与电子技术

路松行	主 编
徐晓辉	副主编
李建月	主 审
刘守义	



西安电子科技大学出版社
<http://www.xduph.com>

□ 中国高等职业技术教育研究会推荐

高职高专系列教材

电路与电子技术

主 编 路松行

副主编 徐晓辉 李建月

参 编 黄 勇 李素芳 王运霞

主 审 刘守义

西安电子科技大学出版社

2005

内 容 简 介

本书是为了适应高职高专电路与电子技术课程教学与改革的需要而编写的。内容以必需、够用为度,突出实用性。

全书分上、中、下三篇,共20章。其中上篇为电路基础,中篇为模拟电子电路,下篇为数字电子电路。书中有较多的例题和应用实例,每篇后除习题外还配有技能实训内容。

本书可作为高职高专院校机电、电气、自动化、计算机类等专业的教材,也可作为相近专业的教学参考书。

★本书配有电子教案,需要者可与出版社联系,免费索取。

图书在版编目(CIP)数据

电路与电子技术/路松行主编. —西安:西安电子科技大学出版社,2005.1

(高职高专系列教材)

ISBN 7-5606-1448-5

I. 电… II. 路… III. ①电路理论-高等学校:技术学校-教材 ②电子技术-高等学校:技术学校-教材 IV. ①TM13 ②TN01

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 095284 号

责任编辑 杨 璠 云立实

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路2号)

电 话 (029)88242885 88201467 邮 编 710071

http://www.xduph.com E-mail: xdupfxb@pub.xaonline.com

经 销 新华书店

印刷单位 陕西华沐印刷科技有限责任公司

版 次 2005年1月第1版 2005年1月第1次印刷

开 本 787毫米×1092毫米 1/16 印张 20.25

字 数 478千字

印 数 1~4 000册

定 价 22.00元

ISBN 7-5606-1448-5/TN·0282(课)

XDUP 1719001-1

*** 如有印装问题可调换 ***

本社图书封面为激光防伪覆膜,谨防盗版。

序

1999 年以来,随着高等教育大众化步伐的加快,高等职业教育呈现出快速发展的形势。党和国家高度重视高等职业教育的改革和发展,出台了一系列相关的法律、法规、文件等,规范、推动了高等职业教育健康有序的发展。同时,社会对高等职业技术教育的认识在不断加强,高等技术应用型人才及其培养的重要性也正在被越来越多的人所认同。目前,高等职业技术教育在学校数、招生数和毕业生数等方面均占据了高等教育的半壁江山,成为高等教育的重要组成部分,在我国社会主义现代化建设事业中发挥着极其重要的作用。

在高等职业教育大发展的同时,也有着许多亟待解决的问题。其中最主要的是按照高等职业教育培养目标的要求,培养一批具有“双师素质”的中青年骨干教师;编写出一批有特色的基础课和专业主干课教材;创建一批教学工作优秀学校、特色专业和实训基地。

为解决当前信息及机电类精品高职教材不足的问题,西安电子科技大学出版社与中国高等职业技术教育研究会分两轮联合策划、组织编写了“计算机、通信电子及机电类专业”系列高职高专教材共 100 余种。这些教材的选题是在全国范围内近 30 所高职高专院校中,对教学计划和课程设置进行充分调研的基础上策划产生的。教材的编写采取公开招标的形式,以吸收尽可能多的优秀作者参与投标和编写。在此基础上,召开系列教材专家编委会,评审教材编写大纲,并对中标大纲提出修改、完善意见,确定主编、主审人选。该系列教材着力把握高职高专“重在技术能力培养”的原则,结合目标定位,注重在新颖性、实用性、可读性三个方面能有所突破,体现高职教材的特点。第一轮教材共 36 种,已于 2001 年全部出齐,从使用情况看,比较适合高等职业院校的需要,普遍受到各学校的欢迎,一再重印,其中《互联网实用技术与网页制作》在短短两年多的时间里先后重印 6 次,并获教育部 2002 年普通高校优秀教材二等奖。第二轮教材预计在 2004 年全部出齐。

教材建设是高等职业院校基本建设的主要工作之一,是教学内容改革的重要基础。为此,有关高职院校都十分重视教材建设,组织教师积极参加教材编写,为高职教材从无到有,从有到优、到特而辛勤工作。但高职教材的建设起步时间不长,还需要做艰苦的工作,我们殷切地希望广大从事高等职业教育的教师,在教书育人的同时,组织起来,共同努力,编写出一批高职教材的精品,为推出一批有特色的、高质量的高职教材作出积极的贡献。

中国高等职业技术教育研究会会长

李宗尧

机电类专业系列高职高专教材

编审专家委员会名单

主任：刘跃南（深圳职业技术学院教务长，教授）

副主任：方 新（北京联合大学机电学院副院长，教授）

李荣才（西安电子科技大学出版社总编辑，教授）

成 员：（按姓氏笔画排列）

刘守义（深圳职业技术学院工业中心主任，副教授）

李七一（南京工业职业技术学院机械工程系主任，副教授）

李望云（武汉职业技术学院机械系主任，副教授）

宋文学（西安航空技术高等专科学校机械系副主任，副教授）

邱士安（成都电子机械高等专科学校机电工程系副主任，副教授）

胡德淦（郑州工业高等专科学校机械工程系副教授）

高鸿庭（上海电机技术高等专科学校机械系副教授）

郭再泉（无锡职业技术学院自控与电子工程系副主任，副教授）

蒋敦斌（天津职业大学机电工程系主任，教授）

董建国（湖南工业职业技术学院机械工程系主任，副教授）

翟 轰（陕西工业职业技术学院院长，教授）

项目总策划：梁家新

项目策划：马乐惠 云立实 马武装 马晓娟

电子教案：马武装

前 言

本书是根据国家教育部《高等工程专科学校电子技术课程教学基本要求》和面向 21 世纪人才培养目标而编写的,可供高职高专院校机电一体化、电气、自动化、计算机应用类等各专业教学使用,也可作为以上各专业学生的教学参考书。

本书较好地体现了培养面向 21 世纪、以能力为本的应用型人才的教學特点,内容以必需、够用为度,突出实用性。为了突出技术课的特点,本书在每篇后还配有技能实训内容,以加强动手能力的培养。为了适应科学技术高速发展的需要,本书加强了模拟集成电路和中规模数字集成电路的介绍、分析和应用,并对电子设计自动化(EDA)软件的功能作了简要介绍。

本书上篇为电路基础(第 1 章~第 6 章),可供 38~48 学时使用;中篇为模拟电子电路(第 7 章~第 14 章),可供 48~60 学时使用;下篇为数字电子电路(第 15 章~第 20 章),可供 42~48 学时使用。书中有些内容属于加宽、加深内容,可由教师根据专业特点和学时多少取舍。全书共有 9 个技能实训,教师可根据各自院校的条件进行教学。

本书第 1 章~第 7 章及电路实训由路松行编写,第 8 章~第 12 章及模拟电子电路实训由徐晓辉编写,第 13、14 章由王运霞编写,第 15、16 章及数字电子电路实训由黄勇编写,第 17、18 章及本书的习题由李素芳编写,第 19、20 章由李建月编写。路松行担任主编,负责全书规划和统稿。徐晓辉、李建月任副主编。

深圳大学的刘守义教授担任本书的主审,对本书的编写提出了许多宝贵的建议,并审阅了全书,在此深表谢意!

在本书的编写过程中,参阅了许多相关教材、书籍,在此向有关的作者致以诚挚的谢意。

由于作者水平有限,加之时间仓促,书中定存在不少错误和不妥之处,真诚希望读者批评指正。

编 者
2004 年 7 月

目 录

上篇 电路基础

第 1 章 电路的基本概念和

基本定律 3

1.1 引言 3

1.1.1 电路和电路的组成 3

1.1.2 模型化的概念 3

1.1.3 电路的功能 3

1.2 电路中的基本物理量 4

1.2.1 电流 4

1.2.2 电位、电压和电动势 4

1.2.3 功和功率 6

1.3 电阻元件与电源元件 6

1.3.1 电阻的线性与非线性 6

1.3.2 电源元件 7

1.4 基尔霍夫定律 10

1.4.1 基尔霍夫电流定律(KCL) 10

1.4.2 基尔霍夫电压定律(KVL) 11

习题 1 12

第 2 章 电阻电路的分析 15

2.1 电路的简化和等效变换 15

2.1.1 电阻的串、并联等效变换 15

2.1.2 星形与三角形网络的 等效变换 18

2.1.3 电压源与电流源的简化和 等效变换 20

2.2 网络分析和网络定理 22

2.2.1 支路电流法 23

2.2.2 网孔电流法 23

2.2.3 节点电位法 25

2.2.4 等效电源定理 27

2.3 线性网络的基本性质 29

习题 2 31

第 3 章 一阶动态电路分析 34

3.1 引言 34

3.1.1 动态电路 34

3.1.2 零输入、零状态、全响应 34

3.2 电容与电感 35

3.2.1 电容 35

3.2.2 电感 37

3.2.3 电容、电感的串、并联 37

3.3 电路初始值的计算 39

3.3.1 换路定则 39

3.3.2 初始值的计算 40

3.4 一阶电路分析 41

3.4.1 一阶电路分析 41

3.4.2 一阶电路的三要素求解法 41

3.4.3 一阶电路响应的分析 42

习题 3 45

第 4 章 正弦交流电的基本概念 48

4.1 引言 48

4.2 正弦交流电的三要素 48

4.2.1 变化的快慢 49

4.2.2 相位 49

4.2.3 交流电的大小 50

4.3 正弦量的相量表示法 51

4.4 正弦交流电路中的元件 53

4.4.1 电阻元件 53

4.4.2 电感元件	54	6.2 三相电源的连接	79
4.4.3 电容元件	55	6.2.1 星形连接	79
习题4	56	6.2.2 三角形连接	80
第5章 正弦稳态分析	58	6.3 三相电源和负载的连接	81
5.1 基尔霍夫定律的相量式	58	6.3.1 单相负载	81
5.2 欧姆定律的相量式、阻抗及导纳	58	6.3.2 三相负载	81
5.3 简单交流电路的计算	63	6.4 三相电路的计算	82
5.4 交流电路的功率	66	6.4.1 对称负载Y-Y连接的计算	82
5.4.1 基本元件的功率	66	6.4.2 三角形负载的计算	83
5.4.2 二端网络的功率和功率因数	69	6.5 三相电路的功率	85
5.4.3 复功率	70	6.6 安全用电知识	86
5.5 正弦稳态的功率传输	71	6.6.1 安全用电注意事项	86
5.6 正弦电路中的谐振	72	6.6.2 触电事故	87
5.6.1 串联电路的谐振	73	习题6	88
5.6.2 并联电路的谐振	74	电路实训	93
习题5	75	实训1 直流电压、电流表的安装与实验	93
第6章 三相交流电路	78	实训2 荧光灯实验	95
6.1 三相交流电的产生	78	实训3 简易电子门铃的制作与电路测试	98

中篇 模拟电子电路

第7章 半导体二极管及其应用	103	8.4.2 共集电极放大电路的分析	125
7.1 半导体二极管	103	8.5 共基极基本放大电路	126
7.2 稳压二极管	106	8.5.1 共基极放大电路的组成	126
7.3 特殊二极管简介	107	8.5.2 共基极放大电路的分析	127
习题7	108	8.6 多级放大器	128
第8章 半导体三极管及其基本放大电路	110	8.6.1 多级放大器的概念	128
8.1 半导体三极管	110	8.6.2 多级放大器的分析	129
8.1.1 半导体三极管的结构和符号	110	8.7 场效应晶体管及其放大电路	131
8.1.2 三极管的电流放大作用	111	8.7.1 结型场效应晶体管	131
8.1.3 三极管的伏安特性曲线	112	8.7.2 绝缘栅场效应管	133
8.1.4 三极管的主要参数	113	8.7.3 场效应晶体管的主要参数	136
8.2 基本放大电路分析	114	8.7.4 场效应管放大电路	137
8.2.1 基本放大电路的组成	115	习题8	139
8.2.2 静态工作点的估算	115	第9章 功率放大器	144
8.2.3 放大电路的图解法分析	116	9.1 功率放大器的概念、要求和类型	144
8.2.4 微变等效电路法	119	9.2 互补对称功率放大器	145
8.3 静态工作点的稳定与分压式偏置电路	122	9.2.1 OCL乙类互补对称功率放大器	145
8.4 共集电极放大电路	125	9.2.2 OCL甲乙类互补对称功率放大器	147
8.4.1 共集电极放大电路的组成	125		

9.2.3 OTL 甲乙类互补对称功率放大器	148	12.2 RC 桥式正弦波振荡器	181
9.3 集成功率放大器	149	12.3 LC 正弦波振荡器	183
习题 9	150	12.4 石英晶体正弦波振荡器	186
第 10 章 直流放大器	151	习题 12	187
10.1 差动放大器的基本概念	151	第 13 章 直流稳压电源	189
10.1.1 零点漂移	151	13.1 整流电路	189
10.1.2 基本差动放大器	151	13.2 滤波电路	192
10.2 典型差动放大电路	153	13.3 稳压电路	193
习题 10	156	13.3.1 串联型稳压电源	194
第 11 章 集成运算放大器	158	13.3.2 集成稳压电源	195
11.1 概述	158	习题 13	197
11.2 集成运算放大器的外形符号与主要参数	159	第 14 章 电子设计自动化(EDA)	
11.3 理想运算放大器	160	简介	199
11.4 集成运放的保护	161	14.1 EDA 概述	199
11.5 负反馈的概念及对放大电路性能的影响	162	14.2 EWB 简介	199
11.6 集成运算放大器的线性应用	168	14.2.1 EWB 简述	199
11.7 集成运算放大器的非线性应用	173	14.2.2 EWB 的特点	200
习题 11	177	模拟电子电路实训	201
第 12 章 正弦波振荡器	180	实训 4 二极管、三极管的命名方法和性能检测	201
12.1 振荡器的组成及工作原理	180	实训 5 无触点自动充电器	204
		实训 6 温度控制电路	205

下篇 数字电子电路

第 15 章 逻辑代数及逻辑门电路	209	15.3.2 无关项在化简逻辑函数中的应用	222
15.1 逻辑代数的基本概念	209	习题 15	224
15.1.1 基本逻辑关系	209	第 16 章 逻辑门电路	226
15.1.2 复合逻辑	210	16.1 基本逻辑门电路	226
15.1.3 逻辑代数的基本公式和常用公式	211	16.2 组合逻辑门	228
15.1.4 逻辑代数的基本运算规则	212	16.3 TTL 集成门和 CMOS 集成门	230
15.2 逻辑函数的化简	213	16.3.1 TTL 集成门电路	230
15.2.1 逻辑函数及表示方法	213	16.3.2 其它类型的 TTL 门电路	234
15.2.2 逻辑函数的最小项标准形式	213	16.3.3 CMOS 集成门电路	235
15.2.3 逻辑函数的公式化简法	215	习题 16	240
15.2.4 逻辑函数的卡诺图化简法	217	第 17 章 组合逻辑电路	243
15.3 无关项逻辑函数及化简法	222	17.1 概述	243
15.3.1 约束项、任意项和逻辑函数中的无关项	222	17.2 组合逻辑电路的分析和设计	244
		17.2.1 组合逻辑电路的分析	244
		17.2.2 组合逻辑电路的设计	245

17.3 编码器和译码器	246	19.2 同步计数器	277
17.3.1 编码器	246	19.2.1 同步二进制计数器	278
17.3.2 译码器	249	19.2.2 同步十进制计数器	282
17.4 中规模集成组合逻辑电路	254	19.3 异步计数器	284
17.4.1 用数据选择器实现 组合逻辑函数	254	19.3.1 异步二进制计数器	284
17.4.2 用译码器实现组合 逻辑函数	255	19.3.2 异步十进制加法计数器	286
17.5 显示译码器及显示器	257	19.4 任意进制计数器的构成方法	288
17.5.1 七段数码显示器	257	19.4.1 中规模集成电路计数器	288
17.5.2 显示译码器	257	19.4.2 构成任意进制计数器的 方法	291
习题 17	258	19.4.3 计数器应用举例	293
第 18 章 触发器及时序逻辑电路	261	习题 19	295
18.1 触发器的基本概念及逻辑功能	261	第 20 章 脉冲波形的产生和变换	296
18.1.1 触发器的基本概念	261	20.1 单稳态及多谐振荡器	296
18.1.2 触发器的逻辑功能	261	20.1.1 单稳态触发器	296
18.1.3 边沿触发器	268	20.1.2 多谐振荡器	298
18.2 触发器逻辑功能的表示方法	268	20.2 施密特触发器	300
18.2.1 触发器的电路结构和 逻辑功能的关系	268	20.3 555 定时器及其应用	303
18.2.2 触发器逻辑功能的 表示方法	269	20.3.1 555 定时器的电路结构与 功能	303
18.2.3 触发器的应用	271	20.3.2 555 定时器的应用	304
习题 18	272	习题 20	307
第 19 章 寄存器和计数器	275	数字电子电路实训	309
19.1 寄存器	275	实训 7 简易电子琴电路	309
19.1.1 数码寄存器	275	实训 8 四人抢答电路	310
19.1.2 移位寄存器	276	实训 9 数控步进电机	311
		参考文献	314

上 篇

电 路 基 础

第 1 章 电路的基本概念和基本定律

1.1 引言

1.1.1 电路和电路的组成

电流流通的路径称为电路。在讨论电路的普遍规律或复杂电路的问题时，又把电路称为网络。可以说网络是电路的泛称，它具有更为广泛和普遍的意义。

1.1.2 模型化的概念

实际电路由实际的元件组成。图 1.1(a)所示为一简单的实际电路模型，它由电源、负载(用电设备)、连接导线和控制设备等部分组成。由于实际电路元件的性能往往很复杂，因此为了分析和计算方便，通常采用模型化的方法来表征实际电路元件。

所谓模型化，就是突出实际电路元件的主要电磁特性，忽略其次要因素，用理想的模型，近似地反映实际元件的特性。图 1.1(b)即为图 1.1(a)的模型化电路。

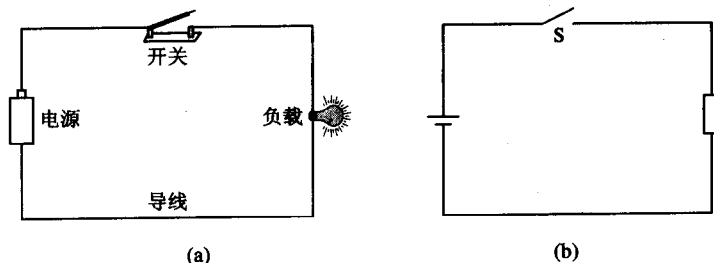


图 1.1 模型化电路的概念
(a) 电路的组成；(b) 电路的模型

1.1.3 电路的功能

电路的功能主要有两种：一是进行能量的传送和转换；二是对输入信号进行传递和处理，输出所需的信号。在这两种功能中，电源或信号源的电压或电流是电路的输入，它推动电路工作，故又称为激励；负载或终端装置的电压、电流是电路的输出，又称为响应，如图 1.2 所示。

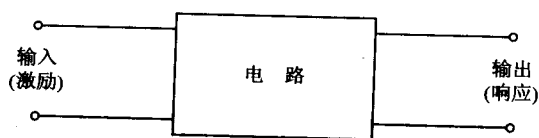


图 1.2 电路的激励和响应

对电路的研究，主要是进行电路分析，即在已知电路结构、元件参数的情况下，计算电路激励与响应之间的定量关系，分析电路在实现其功能的过程中的各种现象、状态及性能。

1.2 电路中的基本物理量

1.2.1 电流

1. 定义

金属导体内部的自由电子在电场力的作用下做有规则的定向运动，就形成电流。电流的大小用电流强度表示，定义为

$$i = \frac{dq}{dt} \quad (1.1)$$

式(1.1)的物理意义是单位时间内通过导体横截面的电荷量。其中 i 表示电流强度，单位是安培，简称安，用 A 表示； dq 为微小电量，单位是库仑，用 C 表示； dt 为微小的时间间隔，单位是秒，用 s 表示。

2. 方向

在物理学中规定正电荷运动的方向(或负电荷运动的反方向)为电流的实际方向(或真实方向)。在复杂电路中，电流的实际方向往往难以判断。为了分析问题方便起见，常引入参考方向的概念，即任意选择一个方向作为参考方向，当实际的电流方向与参考方向相同时，此电流值定义为正值，相反时，定义为负值，如图 1.3 所示。

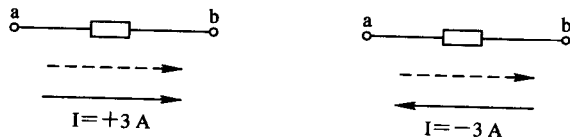


图 1.3 电流的参考方向

参考方向又称假定正方向，简称正向。在正向选定之前，讨论电流的正负是没有意义的。

1.2.2 电位、电压和电动势

1. 电位

电路从本质上讲是一个有限范围的电场，在电路内的电场中，每一个电荷 q 都具有一定的电位能 W (又叫电势能)。用物理量 V 来表征电场中任一点的特征，称为电位，它定

义为

$$V = \frac{dW}{dq} \quad (1.2)$$

V 在数值上等于单位正电荷在电场中某一点所具有的电位能,也可理解为电场力将单位正电荷从该点沿任意路径移到参考点所做的功,其单位为伏特,简称伏,用 V 表示。 dW 表示电场力把 dq 从一点移到另一点所做的功,单位为焦耳,用 J 表示。

要注意,电位是一个相对的物理量,它的大小和极性与所选取的参考点有关。参考点的选取是任意的,但通常规定参考点的电位为 0,故参考点又称为零电位点(习惯上取大地为零电位点,用符号“ $\perp$ ”表示)。

电位虽是对某一点而言的,但实质上还是指两点间的电位差。参考点一经选定,该电路中各点的电位也就惟一确定了。不指定参考点,讨论电位就没有意义。电位在物理学中称为电势。

2. 电压

电路中任意两点的电位差称为电压,它是衡量电场力做功的物理量,用 u 或 U 表示,单位为 V 。在数值上,电压等于单位正电荷在电场力的作用下从电场中的一点移到另一点电场力所做的功。

电压有实际方向和参考方向之分。实际方向是指在电场力作用下,正电荷移动的方向。实际方向定义为从高电位指向低电位,即电位降低的方向。参考方向的选取具有任意性,在实际分析电路时,若难以判断电压的实际方向,则可任意选取一端为高电位,另一端为低电位。这样由假定的高电位指向低电位的方向,即为电压的正方向(参考正方向)。

电压的实际方向与正方向一致时,电压为正值,否则为负值。没有标明电压的正方向,谈论电压的正负是没有意义的。

电压的正方向有三种表示方式:

- (1) 用箭头指向表示,由假定的高电位到低电位;
- (2) 用符号“+”和“-”表示假定的正负极性;
- (3) 用双下标的表示法,如图 1.4 中的 U_{ab} ,它的前一个下标表示起点,后一个下标表示终点。

这三种方法通用,实际使用时可任选一种。

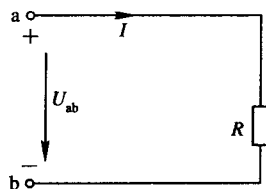


图 1.4 电压参考方向的三种表示法

3. 电动势

电动势是度量电源内非静电力(化学力、电磁力等)做功能力的物理量,在数值上等于非静电力把单位正电荷从负极移到正极所做的功。其实际方向为使电位能升高的方向,即由低电位指向高电位。故电动势和电压的实际方向相反。

电动势的符号用 E 来表示,单位和电位、电压一样,都为伏特(V)。

通常用图 1.5(a)所示的符号表示电池,用图 1.5(b)所示的符号表示一般电源或信号源

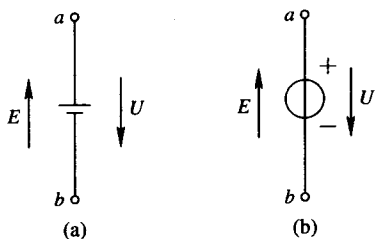


图 1.5 电源的符号

(a) 电池的符号; (b) 一般电源或信号源的符号

(在实际使用中,不用画出 E 、 U 的方向)。通常用符号上标的正、负极表示假定正方向。

1.2.3 功和功率

电量 q 在电场力作用下从一点移到另一点,电场力所做的功即为电功,用 W 表示。

单位时间里电场力所做的功称为电功率,简称功率,用 p 表示,即

$$p = \frac{dW}{dt} \quad (1.3)$$

由式 $dW = u dq$, $i = dq/dt$, 可得

$$p = ui \quad (1.4)$$

式中字母 u 和 i 表示任一时刻电压和电流的瞬时值。当 $p > 0$, 即 $u > 0$, $i > 0$ 时,表示电流由实际的高电位端流向低电位端,该段电路吸收电功率,为一负载;当 $p < 0$, 即 $u > 0$, $i < 0$ 时,或 $u < 0$, $i > 0$ 时,表示电流由实际的低电位端流向高电位端,该段电路放出电功率,为一电源。

在国际单位制中,功率的单位是瓦特,用 W 表示。通常说的一度电就是 1 千瓦小时,即

$$1 \text{ 度} = 1 \text{ kWh} = 1000 \times 3600 \text{ J} \quad (1.5)$$

1.3 电阻元件与电源元件

1.3.1 电阻的线性与非线性

1. 电阻器

导体对电子运动呈现的阻力称为电阻。对电流呈现阻力的元件称为电阻器,它的主要特征用伏安特性来表示。换句话说,如果一个二端元件,在任一瞬间 t 的电压 $u(t)$ 和电流 $i(t)$ 之间的关系如果能用 $u-i$ 平面(或 $i-u$ 平面)上的一条曲线来确定,则称此二端元件为电阻器,称这条曲线为电阻器的伏安特性,如图 1.6 所示。

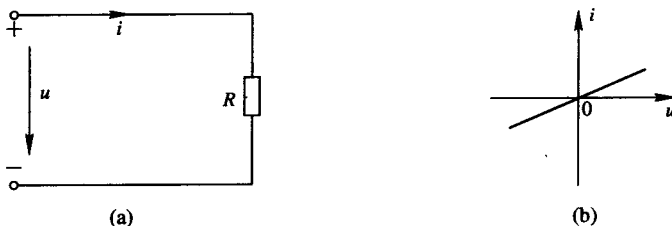


图 1.6 电阻器及其伏安特性

(a) 符号和线路; (b) 伏安特性

如果伏安特性曲线是通过原点的直线,则表明电阻器的电压和电流成正比,我们称这种电阻器为线性电阻元件,其伏安特性的斜率的倒数用 R 表示,称为电阻,单位为欧姆

(Ω), 即

$$R = \frac{1}{G} = \frac{u}{i} = \text{常数} \quad (1.6)$$

式(1.6)是欧姆定律的表示式,该定律可表述为:线性电阻中的电流与其上所加的电压成正比。式中的 G 为电导,单位为西门子(S)。电阻和电导是描述电阻元件特征的两种参数,它们互为倒数。

2. 线性电阻元件的基本特征

(1) 线性电阻元件的电压和电流成正比,其伏安特性曲线都为过原点的直线,且其上所加的电压(激励)与其中通过的电流(响应)具有相同的波形。

(2) 线性电阻元件对不同方向的电流或不同极性的电压表现出的伏安特性对称于坐标原点,即所有线性电阻元件都具有双向特性。此种元件称为双向元件,它的两个端子无须加标志区分,可按任意方式接到电路中。

需要说明的是,纯粹的线性电阻是不存在的。在一定条件下,只要电阻值变化很小,在其考虑问题的范围内允许忽略,就可把这种电阻作为线性电阻处理,以使问题简单化。

3. 非线性电阻元件及其特征

一个电阻元件,如果它的特性曲线在 $u-i$ 平面上不是通过原点的直线,则称该电阻元件为非线性电阻。非线性电阻的主要特征是:

(1) 非线性电阻的电压与电流不成正比,因而其伏安特性不符合欧姆定律。

(2) 大多数非线性电阻的伏安特性对坐标原点是非对称的,所以一般都不具有双向特性。它在正反两个方向连接下呈现出的性能差别很大,因此必须注明电阻两个端子的正负极性,才能正确使用。

(3) 分析含有非线性元件的非线性电路一般要用图解法。半导体二极管和三极管都是非线性元件,它们的伏安特性将在以后的章节中详尽分析。本章主要讨论线性电阻电路。

1.3.2 电源元件

将其它形式的能量转换成电能的设备,称为电源。如果电源的参数都由电源本身的因素确定,而不因电路的其他因素而改变,则称为独立电源,以后简称电源。

电源是电路的输入,它在电路中起激励作用。根据电源提供电量的性质不同,可分为电压源和电流源两类,以下分别加以讨论。

1. 电压源

电压源分为两大类:

(1) 直流电压源——端电压方向不随时间变化的电源,如干电池、蓄电池、稳压电源等。

(2) 交流电压源——端电压方向随时间变化的电源,如发电厂提供的市电。

本节仅研究直流电压源,有关交流电压源的内容将在交流电路中讲解。

在理想状态下,直流电压源的内阻等于0,因而它的端电压不随流过它的电流而改变。换句话说,无论负载如何变化,若它对外电路都提供一个恒定的电压,则把这种电压源称为理想电压源,简称恒压源。恒压源具有以下几个主要特征: