



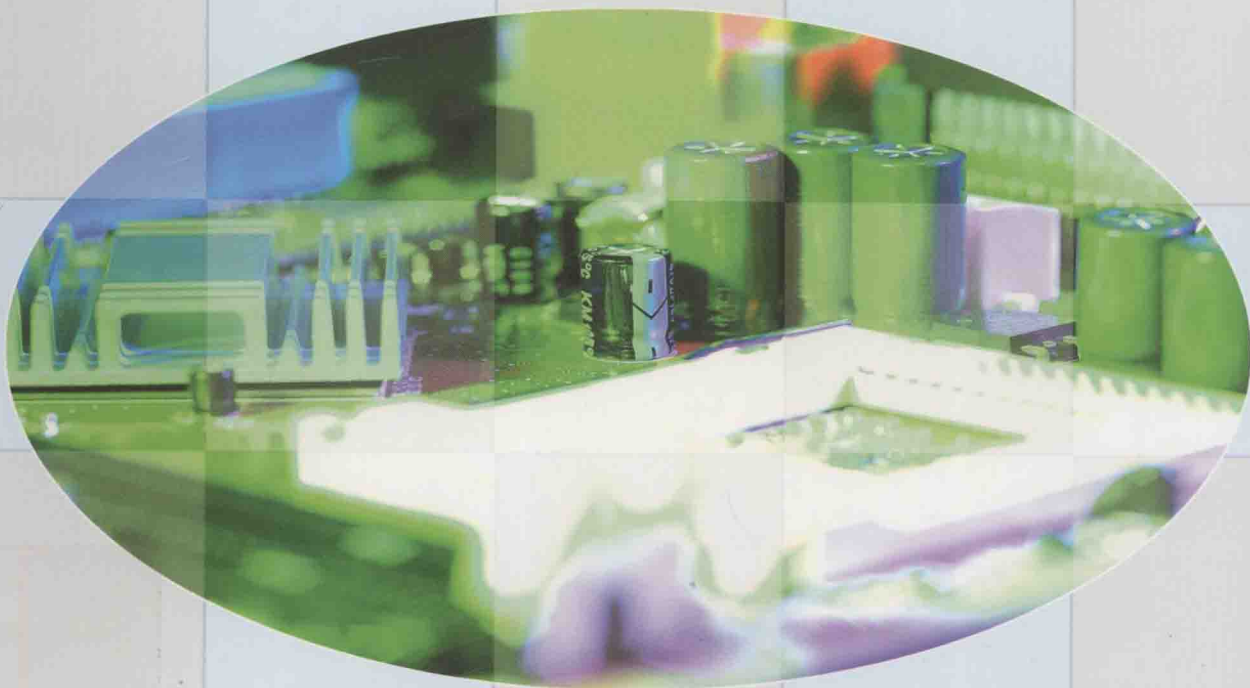
新世纪高职高专
计算机专业基础系列规划教材

计算机电路基础

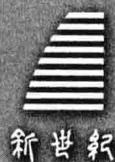
JISUANJI DIANLU JICHU

(第三版)

新世纪高职高专教材编审委员会 组编
主编 李 萍



大连理工大学出版社
DALIAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY PRESS



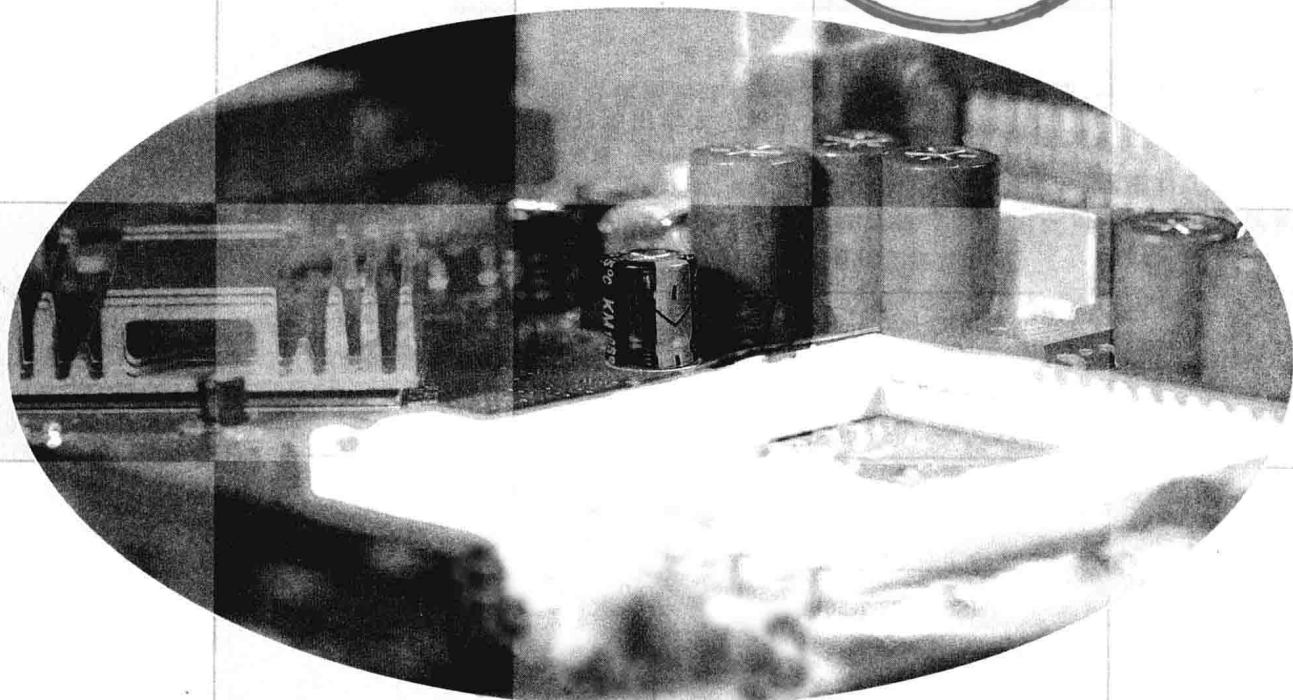
新世纪高职高专
计算机专业基础系列规划教材

计算机电路基础

JISUANJI DIANLU JICHU

(第三版)

新世纪高职高专教材编审委员会 组编
主编 李 萍



大连理工大学出版社
DALIAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY PRESS

图书在版编目(CIP)数据

计算机电路基础 / 李萍主编. — 3 版. — 大连 :
大连理工大学出版社, 2012.9
新世纪高职高专计算机专业基础系列规划教材
ISBN 978-7-5611-7321-3

I. ①计… II. ①李… III. ①电子计算机—电子电路
—高等教育—教材 IV. ①TP331

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 225249 号

大连理工大学出版社出版

地址:大连市软件园路 80 号 邮政编码:116023

发行:0411-84708842 邮购:0411-84703636 传真:0411-84701466

E-mail:dutp@dutp.cn URL:http://www.dutp.cn

大连理工印刷有限公司印刷 大连理工大学出版社发行

幅面尺寸:185mm×260mm 印张:16.25 字数:375 千字

印数:17001~18000

2003 年 8 月第 1 版

2012 年 9 月第 3 版

2012 年 9 月第 6 次印刷

责任编辑:杨慎欣

责任校对:周雪姣

封面设计:张莹

ISBN 978-7-5611-7321-3

定 价:35.00 元

我们已经进入了一个新的充满机遇与挑战的时代,我们已经跨入了21世纪的门槛。

20世纪与21世纪之交的中国,高等教育体制正经历着一场缓慢而深刻的革命,我们正在对传统的普通高等教育的培养目标与社会发展的现实需要不相适应的现状作历史性的反思与变革的尝试。

20世纪最后的几年里,高等职业教育的迅速崛起,是影响高等教育体制变革的一件大事。在短短的几年时间里,普通中专教育、普通高专教育全面转轨,以高等职业教育为主导的各种形式的培养应用型人才的教育发展到与普通高等教育等量齐观的地步,其来势之迅猛,发人深思。

无论是正在缓慢变革着的普通高等教育,还是迅速推进着的培养应用型人才的高职教育,都向我们提出了一个同样的严肃问题:中国的高等教育为谁服务,是为教育发展自身,还是为包括教育在内的大千社会?答案肯定而且唯一,那就是教育也置身其中的现实社会。

由此又引发出高等教育的目的问题。既然教育必须服务于社会,它就必须按照不同领域的社会需要来完成自己的教育过程。换言之,教育资源必须按照社会划分的各个专业(行业)领域(岗位群)的需要实施配置,这就是我们长期以来明乎其理而疏于力行的学以致用问题,这就是我们长期以来未能给予足够关注的教育目的问题。

众所周知,整个社会由其发展所需要的不同部门构成,包括公共管理部门如国家机构、基础建设部门如教育研究机构和各种实业部门如工业部门、商业部门,等等。每一个部门又可作更为具体的划分,直至同它所需要的各种专门人才相对应。教育如果不能按照实际需要完成各种专门人才培养的目标,就不能很好地完成社会分工所赋予它的使命,而教育作为社会分工的一种独立存在就应受到质疑(在市场经济条件下尤其如此)。可以断言,按照社会的各种不同需要培养各种直接有用人才,是教育体制变革的终极目的。



随着教育体制变革的进一步深入,高等院校的设置是否会同社会对人才类型的不同需要一一对应,我们姑且不论。但高等教育走应用型人才培养的道路和走研究型(也是一种特殊应用)人才培养的道路,学生们根据自己的偏好各取所需,始终是一个理性运行的社会状态下高等教育正常发展的途径。

高等职业教育的崛起,既是高等教育体制变革的结果,也是高等教育体制变革的一个阶段性表征。它的进一步发展,必将极大地推进中国教育体制变革的进程。作为一种应用型人才培养的教育,它从专科层次起步,进而应用本科教育、应用硕士教育、应用博士教育……当应用型人才培养的渠道贯通之时,也许就是我们迎接中国教育体制变革的成功之日。从这一意义上说,高等职业教育的崛起,正是在为必然会取得最后成功的教育体制变革奠基。

高等职业教育还刚刚开始自己发展道路的探索过程,它要全面达到应用型人才培养的正常理性发展状态,直至可以和现存的(同时也正处在变革分化过程中的)研究型人才培养的教育并驾齐驱,还需假以时日;还需要政府教育主管部门的大力推进,需要人才需求市场的进一步完善发育,尤其需要高职高专教学单位及其直接相关部门肯于做长期的坚忍不拔的努力。新世纪高职高专教材编审委员会就是由全国 100 余所高职高专院校和出版单位组成的旨在以推动高职高专教材建设来推进高等职业教育这一变革过程的联盟共同体。

在宏观层面上,这个联盟始终会以推动高职高专教材的特色建设为己任,始终会从高职高专教学单位实际教学需要出发,以其对高职教育发展的前瞻性的总体把握,以其纵览全国高职高专教材市场需求的广阔视野,以其创新的理念与创新的运作模式,通过不断深化的教材建设过程,总结高职高专教学成果,探索高职高专教材建设规律。

在微观层面上,我们将充分依托众多高职高专院校联盟的互补优势和丰裕的人才资源优势,从每一个专业领域、每一种教材入手,突破传统的片面追求理论体系严整性的意识限制,努力凸现高职教育职业能力培养的本质特征,在不断构建特色教材建设体系的过程中,逐步形成自己的品牌优势。

新世纪高职高专教材编审委员会在推进高职高专教材建设事业的过程中,始终得到了各级教育主管部门以及各相关院校相关部门的热忱支持和积极参与,对此我们谨致深深谢意;也希望一切关注、参与高职教育发展的同道朋友,在共同推动高职教育发展、进而推动高等教育体制变革的进程中,和我们携手并肩,共同担负起这一具有开拓性挑战意义的历史重任。

新世纪高职高专教材编审委员会

2001 年 8 月 18 日

高职高专院校的教学特点是:在讲授“理论与技术”时,更注重技术方法的教学;在讲授“理论与实践”时,更注重理论指导下的可操作性和实际问题的解决。

为满足高职高专院校的教学要求,达到培养应用型人才的目的,本书根据计算机等相近专业的教学需求,结合电路与电子技术类课程的基本要求,对计算机专业学生必修的专业基础课——“电路分析”、“模拟电子技术”和“数字电子技术”这三门课程的内容和体系进行有机的整合,形成了“计算机电路基础”新的课程体系,并组织多年从事该类课程教学的一线老师编写了本书。本书的特色为:

1. 适应高职高专学生的认知能力,做到“点到为止、够用为度”。

重点放在知识的应用上。如:在介绍功率和电能时,针对功率的“正负”这个概念,引入两个应用实例——收录机实例和给电池充电的实例,使得这个知识点不再成为难理解的包袱。

在理论上降低深度和难度,基本删掉了元器件内部原理的分析。如二极管、三极管着重介绍特性曲线和电路中的应用;译码器、555 定时器、计数器等集成芯片着重讲解外部引脚和应用。对较深层的知识,如集成运放的内部结构、直流电源的滤波、稳压电路等只做定性解释,不做详细分析。

为避免理论上的繁琐推导,本书对相关的基本定理与电路分析方法,尽量以文字、图表、实验、实训的方式讲解,不作数学推导,同时通过实例、例题、习题来加深理论的应用。

2. 突出实践能力的培养。

本教材十分适合教、学、做相结合的教学方法。为保证教材的通用性,书中设计的实训项目一般院校都有条件完成。本书的最后一章是实训部分,共安排了 20 多个实训和相关预备知识,力求达到两个层次的培养目标。



第一层次目标是加强对所学知识的认识,表现为一般的验证性实验。

第二层次目标是对知识点的扩充,帮助学生举一反三,培养学生的应用能力。

比如在模拟电路实训的最后,安排了一个可调音量放大器的制作实训,此实训不安排在实验箱上进行,以锻炼学生的焊接技能和调试电路的能力。

3. 理论教学与实训教学有机结合。全书共安排了 20 多个实训项目,保证理论教学与实践教学同步进行。

4. 增加了 Multisim 仿真。一些在实验箱上无法完成的实验都可以进行仿真验证。教师在多媒体教室做仿真实验,可以增强教学效果;学生在课外进行电路仿真,可以提高学习效率和兴趣。

本教材参考学时为 128 学时,分为两个学期,每学期 16 周,理论教学与实训比例基本达到 1:1。建议第 1 章~第 6 章(电路基础和模拟电路部分)放在一个学期,第 7 章~第 11 章(数字电路部分)放在另一个学期,各章教学时数的建议参见以下学时分配表。

章次	理论学时	实训学时	章次	理论学时	实训学时
第 1 章	6	4	第 7 章	8	4
第 2 章	8	8	第 8 章	8	8
第 3 章	4	2	第 9 章	12	12
第 4 章	6	6	第 10 章	4	根据实验室情况定
第 5 章	4	4	第 11 章	4	4
第 6 章	4	2	第 12、13 章	分配在以上各章实训中	

全书由漯河职业技术学院李萍编写。本书在编写过程中,学生李文明、王立朋进行了资料搜集和部分绘图工作,学生韩玉平、刘双洋对部分实训进行了调试和仿真。

在成书过程中,编者参考了许多文献资料,在此向各文献资料的作者表示感谢。

本书适合作为高职高专院校计算机专业和相关专业的教材,也可作为非电类专业的相关课程教材或参考书。

由于编者水平有限,加之时间仓促,书中难免存在不妥或错误之处,恳请各相关教学单位和读者在使用本书的过程中给予关注,并将意见及时反馈给我们(编者电子邮箱:lpssheep@126.com),以便再次修订完善。

所有意见和建议请发往:dutpgz@163.com

欢迎访问我们的网站:<http://www.dutpbook.com>

联系电话:0411-84707492 84706104

编 者

2012 年 9 月



第 1 章 电路的基本概念与基本元件	1
1.1 电路和电路模型	1
1.1.1 电路及其作用	1
1.1.2 电路的组成	1
1.1.3 电路模型	2
1.2 电路的基本物理量	2
1.2.1 电流及其参考方向	2
1.2.2 电压及其参考方向	3
1.2.3 电流和电压的关联参考方向	4
1.3 电路的几种基本元件	5
1.3.1 电阻	5
1.3.2 电容	8
1.3.3 电感	10
1.3.4 电源	11
1.4 电能与功率	14
本章小结	16
习题一	16
第 2 章 电路的分析方法	18
2.1 基尔霍夫定律	18
2.1.1 基尔霍夫电流定律(KCL)	18
2.1.2 基尔霍夫电压定律(KVL)	19
2.2 等效的概念	20
2.2.1 电阻的等效	20
2.2.2 电源的等效	22
2.3 支路电流法	23
2.4 节点电压法	25
2.5 叠加定理	26
2.6 戴维南定理与诺顿定理	26
2.6.1 戴维南定理	27
2.6.2 诺顿定理	28
本章小结	29

习题二	30
第3章 半导体二极管和三极管	31
3.1 半导体的基础知识	31
3.1.1 半导体	31
3.1.2 PN 结	33
3.2 半导体二极管	35
3.2.1 基本结构和伏安特性	35
3.2.2 二极管的主要参数	36
3.2.3 稳压管	36
3.3 半导体三极管	37
3.3.1 基本结构	37
3.3.2 三极管放大条件和放大原理	38
3.3.3 特性曲线	39
3.3.4 晶体三极管的主要参数	40
本章小结	42
习题三	43
第4章 基本放大电路	44
4.1 基本放大电路的组成	44
4.2 放大电路的基本分析	45
4.2.1 静态分析	45
4.2.2 动态分析	45
4.3 静态工作点的稳定	47
4.4 射极输出器	48
4.4.1 静态分析	49
4.4.2 动态分析	49
4.5 差分放大电路	50
4.5.1 差分放大电路原理	50
4.5.2 典型差分放大电路	51
本章小结	53
习题四	54
第5章 集成运算放大器	56
5.1 集成运算放大器简介	56
5.1.1 集成运算放大器的结构、管脚和主要技术参数	57
5.1.2 理想运算放大器及其分析依据	59
5.2 反馈	60
5.2.1 反馈的概念与分类	60
5.2.2 负反馈	62

5.3 运算放大器的应用	64
5.3.1 比例运算电路	64
5.3.2 加法运算电路	66
5.3.3 微积分运算	66
5.3.4 使用注意事项	67
本章小结	68
习题五	69
第6章 直流电源与安全用电常识	71
6.1 直流电源	71
6.1.1 整流电路	71
6.1.2 滤波电路	73
6.1.3 稳压电路	75
6.1.4 三端集成稳压器	77
6.2 安全用电常识	78
6.2.1 触电形式与触电急救	78
6.2.2 保护接地和保护接零	79
6.2.3 电气防雷、防火和防爆	80
6.2.4 静电的防护	82
本章小结	82
习题六	83
第7章 门电路和数字逻辑基础	84
7.1 基本逻辑关系及其门电路	84
7.1.1 数制与数制的转换	84
7.1.2 基本逻辑关系	87
7.1.3 分立元件基本逻辑门电路	88
7.2 逻辑代数	91
7.2.1 逻辑代数运算法则	91
7.2.2 逻辑函数及其表示方法	93
7.3 逻辑函数的化简	95
7.3.1 公式化简法	95
7.3.2 卡诺图表示逻辑函数	96
7.3.3 卡诺图化简法	98
本章小结	100
习题七	101
第8章 组合逻辑电路	103
8.1 组合逻辑电路的分析和设计	103
8.1.1 组合逻辑电路的分析	103

8.1.2 组合逻辑电路的设计	105
8.2 加法器	107
8.2.1 半加器	107
8.2.2 全加器	107
8.3 编码器	109
8.3.1 二进制编码器	109
8.3.2 二-十进制编码器	110
8.3.3 集成优先编码器	112
8.4 译码器和数字显示	112
8.4.1 二进制译码器	113
8.4.2 二-十进制显示译码器	114
8.5 数据分配器和数据选择器	117
8.5.1 数据选择器	117
8.5.2 数据分配器	119
本章小结	120
习题八	121
第9章 触发器和时序逻辑电路	123
9.1 触发器	123
9.1.1 RS 触发器	123
9.1.2 JK 触发器、 $T(T')$ 触发器、D 触发器	127
9.1.3 触发器逻辑功能的转换	129
9.1.4 555 定时器	130
9.2 寄存器	132
9.2.1 数码寄存器	132
9.2.2 移位寄存器	133
9.2.3 集成移位寄存器	134
9.3 计数器	135
9.3.1 二进制计数器	135
9.3.2 十进制计数器	138
9.3.3 中规模集成计数器	139
9.3.4 任意进制计数器	141
本章小结	144
习题九	145
第10章 存储器和可编程逻辑器件	147
10.1 概述	147
10.2 只读存储器 ROM	148
10.2.1 固定 ROM	148

10.2.2 可编程 PROM	149
10.2.3 可擦除编程 EPROM、E ² PROM	150
10.3 随机存取存储器 RAM	151
10.3.1 RAM 的电路结构	151
10.3.2 RAM 存储容量的扩展	151
10.3.3 RAM 芯片简介	153
10.4 可编程逻辑器件 PLD 简介	153
10.4.1 可编程逻辑阵列 PLA	154
10.4.2 可编程阵列逻辑 PAL	155
10.4.3 通用阵列逻辑 GAL	157
10.4.4 在系统可编程逻辑器件	159
本章小结	159
习题十	159
第 11 章 模拟量和数字量的转换	161
11.1 D/A 转换器	161
11.1.1 T 形电阻网络 D/A 转换器	161
11.1.2 典型 D/A 转换芯片	164
11.1.3 D/A 转换器的主要技术指标	167
11.2 A/D 转换器	167
11.2.1 逐次逼近型 A/D 转换器	167
11.2.2 A/D 转换器的主要技术指标	171
11.2.3 典型 A/D 转换芯片 ADC0809	171
本章小结	173
习题十一	174
第 12 章 实训部分	175
12.1 电路基础部分实训	175
12.1.1 预备知识 1 电阻、电容的识别与检测	175
12.1.2 预备知识 2 万用表	179
12.1.3 实训 1 常用电子元器件的认识及检测(一)	181
12.1.4 实训 2 KCL、KVL 定律	182
12.1.5 实训 3 叠加定理	183
12.1.6 预备知识 3 信号发生器(FUNCTION GENERATOR)	184
12.1.7 预备知识 4 示波器(OSCILLOSCOPE)	185
12.1.8 实训 4 使用示波器观察低频信号	190
12.2 模拟电路部分实训	192
12.2.1 预备知识 5 二极管、三极管的识别与检测	192
12.2.2 实训 1 常用电子元器件的认识及检测(二)	194

12.2.3	实训 2 单级放大器静态工作点的调整与测试	195
12.2.4	实训 3 单级放大器放大性能的测试	196
12.2.5	实训 4 射极跟随器	198
12.2.6	实训 5 比例求和运算电路	199
12.2.7	实训 6 积分电路与微分电路	201
12.2.8	实训 7 稳压电源	202
12.2.9	预备知识 6 焊接	204
12.2.10	实训 8 可调音量放大器的制作	205
12.3	数字电路部分实训	206
12.3.1	预备知识 7 常用数字集成电路一览表	206
12.3.2	实训 1 TTL 集成电路逻辑功能和电压传输特性的测试	208
12.3.3	实训 2 常用集成电路的测试	210
12.3.4	实训 3 组合逻辑函数的实现	211
12.3.5	实训 4 组合逻辑电路的设计	213
12.3.6	实训 5 译码器的测试及应用	214
12.3.7	实训 6 数据选择器的测试及应用	215
12.3.8	实训 7 基本 RS 触发器原理测试	217
12.3.9	实训 8 集成 JK 触发器的测试及应用	218
12.3.10	实训 9 555 构成多谐振荡电路	219
12.3.11	实训 10 D 触发器构成时序逻辑电路	220
12.3.12	实训 11 移位寄存器的测试与使用	221
12.3.13	实训 12 N 进制计数器的实现	222
12.3.14	实训 13 D/A 转换器的应用	223
12.3.15	实训 14 A/D 转换器的应用	224
第 13 章	仿真实验	225
13.1	复杂直流电路的求解	225
13.2	半导体二极管特性仿真实验	226
13.3	共发射极放大电路仿真实验	228
13.4	集成运放线性应用仿真实验	232
13.5	串联稳压电路仿真实验	236
13.6	组合逻辑电路中的竞争冒险现象仿真	238
13.7	555 定时器应用电路仿真实验	240
13.8	DAC 集成电路仿真实验	244
13.9	ADC 集成电路仿真实验	246
参 考 文 献		248

电路的基本概念与基本元件

第1章

本章提要

本章主要阐述电路的基本概念,首先讨论电压和电流的参考方向,然后介绍电路的几种基本元件。电路的基本概念和基本元件是学习后面的模拟电子电路和数字电子电路的基础。

1.1 电路和电路模型

1.1.1 电路及其作用

电路是电流通过的路径,是由许多电气元件和设备按一定的方式连接而成的。电路的功能有:

1. 实现电能的传输和转换

比如,日常用电照明就是利用灯泡将电能转换为光能和热能;还有动力电路将电能转换为动能。配电电路则实现了电能的传输。

2. 实现信号的传递和处理

这方面的应用很普遍。如扩音系统先由话筒把语言或音乐(通常称为信息)转换为相应的电压和电流,它们就是电信号;而后通过电路将电信号传递到扬声器,把电信号还原为语言或音乐。由于从话筒输出的电信号比较微弱,不足以推动扬声器发音,因此中间还要用放大器来放大。信号的这种转换和放大,如图 1.1.1 所示,称为信号的处理。



图 1.1.1 扩音机电路示意图

信号传递和处理的例子是很多的,如收音机和电视机,它们的接收天线(信号源)把载有语言、音乐、图像信息的电磁波接收后转换为相应的电信号,而后通过电路对信号进行传递和处理(调谐、变频、检波、放大等),再送到扬声器和显像管(负载)还原为原始信息。

1.1.2 电路的组成

根据所要完成的功能不同,实际电路的组成是多种多样的。但不管电路多复杂,它都可以看作由电源(或信号源)、中间环节和负载三部分组成。

电源是提供电能的装置。电能可以由其他形式的能量转换而来,也可以由一种形式

的电能为另一种形式的电能(如交流电能转换成直流电能)。信号源可以是系统自身产生的,也可以是从外部接收的。

负载是取用电能的装置,如电炉、扬声器等,它们可以将电能转换成其他形式的能量,如热能等。

中间环节是指将电源和负载连接成闭合电路的部分,起传输、分配、控制电能的作用,如变压器、放大器等。

在图 1.1.1 中,话筒是输出信号的设备,为信号源;放大器为中间环节;扬声器是接收和转换信号的设备,也就是负载。

信号源的电压或电流又称为激励,它推动电路工作。激励在电路各部分产生的电压和电流称为响应。以后学习的电路分析,就是在已知电路的结构和元件参数的条件下,讨论电路的激励与响应之间的关系。

1.1.3 电路模型

为了便于对实际电路进行分析,通常是将实际电路器件理想化(模型化),即在一定条件下突出其主要的电磁性质,忽略次要因素,近似地看作理想的电路元件。例如白炽灯,它除具有消耗电能的性质(电阻性)外,当通有电流时还会产生磁场,就是它还具有电感性,但电感微小,可忽略不计,于是可认为白炽灯是一种电阻元件。

理想电路元件(理想二字常略去不写)主要有电阻元件、电感元件、电容元件和电源元件等。这些元件分别由相应的参数来表征,并用规定的图形符号表示。

由理想化元件组成的电路,就是实际电路的电路模型。一般将理想电路元件简称为元件,将电路模型简称为电路。

例如常用的手电筒,其实际电路元件有干电池、电珠、开关和导线,电路模型如图 1.1.2 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 E 和内电阻(简称内阻) R_0 ;导线和开关是连接干电池与电珠的中间环节,其电阻忽略不计,认为是无电阻的理想导体。

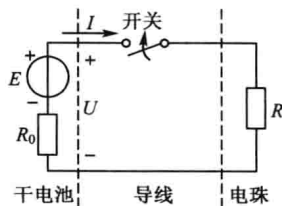


图 1.1.2 手电筒的电路模型

1.2 电路的基本物理量

1.2.1 电流及其参考方向

1. 定义

电流是由电荷有规则地定向流动形成的。电流的大小用电流强度来衡量。电流强度等于单位时间内通过导体某横截面的电量,也简称电流。若在 dt 时间内,通过导体某横截面 S 的电量为 dq ,则有

$$i = \frac{dq}{dt}$$

式中, i 为电流强度(简称电流), 通常情况下, i 是随着时间而变化的。若电流不随时间变化, 即 $dq/dt = \text{常数}$, 则这种电流为恒定电流, 简称为直流, 用大写字母 I 来表示。

2. 单位

在国际单位制中, 电流的单位是安培(A)。当 1 s(秒)内通过导体横截面的电荷量为 1 库仑(C)时, 则电流为 1 A。

计量微小的电流时, 常以毫安(mA)或微安(μA)为单位。它们之间的关系为

$$1 \text{ mA} = 10^{-3} \text{ A}, 1 \mu\text{A} = 10^{-6} \text{ A}$$

3. 参考方向

习惯上规定正电荷运动的方向或负电荷运动的相反方向为电流的方向(实际方向)。电流的方向是客观存在的。但在分析较为复杂的电路时, 往往难以事先判断某支路中电流的实际方向。为此, 在分析与计算电路时, 常可任意选定某一方向作为电流的参考方向。

所选的电流的参考方向并不一定与电流的实际方向一致。当电流的实际方向与其参考方向一致时, 则 $i > 0$; 当电流的实际方向与其参考方向相反时, 则 $i < 0$ 。如图 1.2.1 所示。因此, 在参考方向选定之后, 电流的值才有正负之分, 可根据算出的电流的正负确定电流的实际方向。

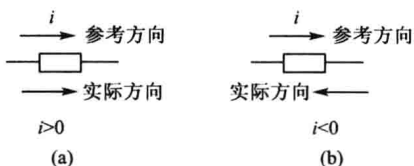


图 1.2.1 电流的参考方向与实际方向

1.2.2 电压及其参考方向

1. 电压与电位

(1) 电压

电场力将单位正电荷从 a 点移到 b 点所做的功定义为 a 点到 b 点间的电压, 用 u_{ab} 来表示。其数学表达式为

$$u_{ab} = \frac{dW_{ab}}{dq}$$

式中, dW_{ab} 是电场力在时间 dt 内将正电荷 dq 从 a 点移动到 b 点所做的功。

直流电路中, 电压是不变的, 用大写字母 U 来表示。

(2) 电位

电位是电路中某点到参考点之间的电压。电路中的电位值采用这样的方法来确定: 在电路中选定一点作为参考点, 并将参考点的电位规定为零(参考点通常是“接地”点, 又叫零电位点), 则某点与参考点之间的电压就是该点的电位值。

因此, 两点间的电压又称为两点间的电位差, 可表示为

$$u_{ab} = V_a - V_b$$

其中 V_a 、 V_b 分别为 a、b 点的电位。参考点是任意选择的一点, 若选 b 点为参考点, 则 $V_b = 0$, $u_{ab} = V_a$ 。显然, 同一点的电位值是随着参考点的不同而变化的, 而任意两点之间的电压却与参考点的选取无关。

(3) 电动势

电动势一般用“ E ”来表示,是电源力将单位正电荷从低电位 b 点移动到高电位 a 点所做的功。

2. 单位

在国际单位制中,电压、电位和电动势的单位都是伏特(V)。当电场力把 1 C(库仑)的电荷量从一点移到另一点所做的功为 1 J(焦耳)时,则该两点间的电压为 1 V。计量微小的电压时,则以毫伏(mV)或微伏(μ V)为单位;计量高电压时,则以千伏(kV)为单位。

$$1 \text{ mV} = 10^{-3} \text{ V}$$

$$1 \mu\text{V} = 10^{-6} \text{ V}$$

$$1 \text{ kV} = 10^3 \text{ V}$$

3. 参考方向

为了便于分析电路,也给电压和电动势选择一个参考方向。

电压 U 的参考方向为由高电位(“+”极性)指向低电位(“-”极性),即为电位降低的方向,可用箭头表示,也可用 U_{ab} 来表示。

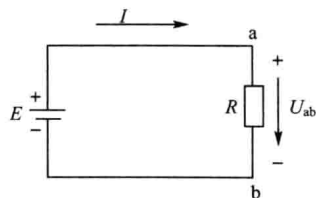


图 1.2.2 电压的参考方向

电源电动势 E 的参考方向规定为在电源内部由低电位(“-”极性)指向高电位(“+”极性),即为电位升高的方向。

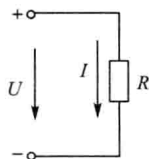
实际的电压值若大于零,则说明与参考方向相同,反之,则与参考方向相反。如图 1.2.2 所示。

1.2.3 电流和电压的关联参考方向

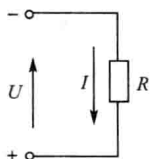
在分析电路时,有时要同时考虑一个元件上电压和电流的参考方向,这时就要考虑电压和电流的参考方向的相对关系。

关联参考方向:当某一元件或电路端口所设定的电压和电流的参考方向是让参考电流从参考电压的正极到负极流过时,称电压和电流的参考方向为关联参考方向。而对于电动势来说,关联参考方向是让参考电流从电动势的负极流到正极。如图 1.2.3 所示。

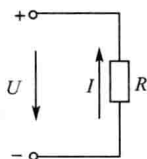
如果不满足这种约定,则称为非关联参考方向。



(a) 关联参考方向



(b) 非关联参考方向



(c) 非关联参考方向

图 1.2.3 关联参考方向的判断