



普通高等教育“十一五”国家级规划教材
(高职高专教育)

电路基础 (第2版)

王慧玲 主编



高等教育出版社
Higher Education Press

普通高等教育“十一五”国家级规划教材
(高职高专教育)

电路基础

(第2版)

王慧玲 主编

高等教育出版社

内容提要

本书是普通高等教育“十一五”国家级规划教材(高职高专教育)。

本书在结构、内容安排等方面,吸收了编者多年来在教学改革、教材建设等方面取得的经验,力求全面体现高等职业教育的特点,满足当前教学的需要。

本书包括电路的基本概念和基本定律、电路的基本分析方法、电路的基本定理、正弦交流电路、三相正弦交流电路、互感耦合电路、谐振电路、非正弦周期电流电路、线性动态电路分析、二端口网络、磁路与交流铁心线圈、异步电动机 12 章内容。本书配有精选的例题、思考与练习题和较多的习题,方便老师教学和学生自学。

本书是高职高专院校电路基础课程的教学用书,也可作为电子电气技术人员的培训教材和学习参考资料。

图书在版编目(CIP)数据

电路基础 / 王慧玲主编. —2 版. —北京: 高等教育出版社, 2007. 11

ISBN 978-7-04-022704-8

I. 电… II. 王… III. 电路理论—高等学校: 技术学校—教材 IV. TM13

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 153631 号

策划编辑 孙杰 责任编辑 唐笑慧 封面设计 张志奇 责任绘图 黄建英
版式设计 王艳红 责任校对 王雨 责任印制 韩刚

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100011
总 机 010-58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 北京民族印刷厂

开 本 787×1092 1/16
印 张 19
字 数 460 000

购书热线 010-58581118
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 2004 年 4 月第 1 版
2007 年 11 月第 2 版
印 次 2007 年 11 月第 1 次印刷
定 价 23.90 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 22704-00

第2版前言

本书是普通高等教育“十一五”国家级规划教材(高职高专教育)。

本书的第1版作为“新世纪高职高专教改项目成果教材”出版后,深受广大师生欢迎。为了更好地满足高职高专培养生产、建设、管理、服务第一线的职业性、应用型、技能型人才的要求,我们仔细地进行了电子电气行业职业岗位群技能培养需求分析、“电路基础”课程任务与教学目标分析,以及高职高专学生特征分析,以便准确地把握“电路基础”课程标准。

本书继承第1版“知识内容组织得当,深浅度适宜高职高专层次教学”的优点;同时,注重知识的应用,并使“电路基础”课程的教学突出实用性,强调技能性,体现职业性。

本书的编写思想如下:

1. 为适应现代电气电子强、弱电技术互相渗透、融合的发展趋势,有利于培养知识面宽、适应性强的复合型人才,本书采用强、弱电知识合一体系,适合电子和电气专业教学选用。

2. 体现时代特征,更新教材内容。注意引入电子、电气技术领域相关的新知识、新技术、新材料、新器件,优化学生的知识结构,有利于培养学生创新精神。

3. 根据“电路基础”课程标准处理教学内容。重视基本概念、基本定律、基本分析方法,淡化理论推导和复杂的数学分析;教学思路清晰,内容层次清楚,循序渐进,重点、难点处理得当;精心设计例题、思考题与习题,精讲多练,重视解决实际问题能力的培养。

4. 强化工程技术应用能力的培养。特别注意联系实际讲应用,如:第3章的等效电源定理在调试电路中的应用;第4章的电路参数和电路性质测量电路;第5章的三相功率的测量、安全用电常识;第6章的同名端的测量;第7章的谐振电路的应用;第8章的非正弦电路的测量、滤波器;第9章的微分电路与积分电路;第11章的常用变压器、充磁与消磁;第12章的三相异步电动机的使用等。除此之外,在讲述理论时,随时引入应用实例,使得教学内容更加生动实用,体现了课程教学的职业教育特色。

5. 体现技能培养。注重将理论讲授与实践训练相结合,通过其配套教材《电路基础实验与综合训练》完成对学生的动手能力和操作能力的培养。

6. 文笔流畅,概念表达清楚准确,深入浅出,通俗易懂,图文并茂。

7. 本教材参考学时数为90学时,各校、各专业可根据自己的实际情况制定教学方案。

8. 内容调整说明。比较第1版,第2版将“直流电阻性电路的分析”分成“电路的基本分析方法”和“电路的基本定理”两章,并增加了替代定理的内容;删去 RLC 串联电路的零输入响应,增加一阶电路的阶跃响应;降低“磁路与交流铁心线圈”的理论难度,突出应用;用简短的篇幅介绍了异步电动机的转动原理和使用。

教材的主要内容如下:

全书共12章。第1章电路的基本概念和基本定律;第2章电路的基本分析方法,内容包括:等效变换的概念、电路方程法;第3章电路的基本定理,内容包括:叠加定理、戴维宁定理和诺顿

定理、最大功率传输定理、替代定理和含受控源电路的分析;第4章正弦交流电路,内容包括:正弦交流电的表示方法、单一参数正弦交流电路、典型正弦交流电路的分析、用相量法分析正弦交流电路、功率因数的提高;第5章三相正弦交流电路;第6章互感耦合电路;第7章谐振电路;第8章非正弦周期电流电路;第9章线性动态电路分析,内容包括:换路定律、一阶电路的响应与三要素法、一阶电路的阶跃响应、微分电路与积分电路;第10章二端口网络;第11章磁路与交流铁心线圈;第12章异步电动机。

本书由王慧玲担任主编并负责统稿。其中,第11章由董薇编写,其余各章由王慧玲编写,刘炳辉、李梅参加了部分章节的编写工作。

本教材由庄效桓教授主审,她认真仔细地审阅了全书,并为本书提出了许多宝贵意见,在此表示诚挚的谢意。

由于编者水平有限,错误之处在所难免,敬请读者批评指正。

编者

2007年5月

第1版前言

本书是新世纪高职高专教改项目成果教材,是根据教育部制定的《高职高专教育电工技术基础课程教学基本要求》编写的。

高职高专教学改革要求:注重素质教育,注重应用型人才能力的培养,把立足点放在工程技术应用上,课程内容应删繁就简、突出主线、突出重点,做到既为后续课程服务,又能强化工程技术应用能力的培养。

本书在结构、内容安排等方面,吸收了编者多年来在教学改革、教材建设等方面取得的经验,力求全面体现高等职业教育的特点,满足当前教学的需要。

本书主要特点有:

1. 为适应现代电气电子强、弱电技术互相渗透、融合的发展趋势,以及培养知识面宽、适应性强的复合型人才的要求,本书采用强、弱电知识合一体系。

2. 教材的结构采用模块式,教材整体分为基础模块和选用模块两大部分。基础模块(前四章)是必学模块,其教学要求对于各类学校、不同学制、不同专业基本一致。选用模块(后六章)是在必学模块基础上向专业方向进行的拓展与加深。尽量使两模块之间、各章节之间、各知识点之间构成从易到难、循序渐进的逻辑体系。

3. 体现时代特征,更新教材内容。本书注意删去老化的知识点,尽量多介绍电气、电子技术领域的有关新知识和技术,使学生能学到新颖的、适用的知识,有利于培养学生创新精神。

4. 根据电路基础课程教学的特点,在内容选取上,重视基本概念、基本定律、基本分析方法的介绍,淡化复杂的理论分析,如对电路的暂态分析,采用分离变量法,避免了微分方程的求解,降低了理论难度。每节之后辅以适量的思考与练习题,并精选了每章的习题。全书内容层次清晰、循序渐进,力求使学生对基本理论能系统、深入地理解,为今后的学习奠定基础,同时注重分析问题、解决问题能力的培养。

5. 强化工程技术应用能力的培养,如:第4章三相电路功率的测量,第5章同名端的测量,第7章非正弦电路的测量,第9章实验参数的测定等,在叙述了电路原理的同时又介绍了具体的测量方法。再如:第6章谐振电路的应用,第7章的滤波器,第8章的微分电路与积分电路等,体现了理论与实际的结合。第10章通过介绍查基本磁化曲线和硅钢片的比损耗,引入了工程手册的图表查法。

6. 本书力求文字深入浅出,通俗易懂,版面设计图文并茂。

7. 体现职教特色,重视实际应用。注重将理论讲授与实践训练相结合,通过配套教材《电路基础实验与综合训练》完成对学生工程素质和动手能力的培养。

8. 本书的参考学时数为90~100学时,各校、各专业可根据自己的实际情况制定教学方案。

本书由王慧玲担任主编,刘炳辉担任副主编,李梅、樊会灵参编。其中王慧玲编写了第5、6、7、8、9章,并参加了第3章的编写;刘炳辉编写了第1、2章;李梅编写了第3、4章;樊会灵编写了

第10章。全书由王慧玲统稿。

本书由薛涛主审,他认真仔细地审阅了全书,并提出了许多宝贵意见,在此表示诚挚的谢意。

编者

2003年8月

郑重声明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人将承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人给予严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话：(010)58581897/58581896/58581879

传 真：(010)82086060

E - mail：dd@hep.com.cn

通信地址：北京市西城区德外大街4号

高等教育出版社打击盗版办公室

邮 编：100011

购书请拨打电话：(010)58581118



目 录

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

1-1-1 电路 1

1-1-2 电路模型 2

1-1-3 电路的分类 3

思考与练习题 3

1-2 电路的基本物理量 3

1-2-1 电流 3

1-2-2 电压与电动势 4

1-2-3 电位 6

1-2-4 电功率与电能 7

思考与练习题 8

1-3 电阻元件 8

1-3-1 电阻 8

1-3-2 电阻元件 9

思考与练习题 10

1-4 电源元件 11

1-4-1 理想电源元件 11

1-4-2 实际电源模型 13

1-4-3 受控源 14

思考与练习题 16

1-5 电路的三种状态 16

1-5-1 开路 16

1-5-2 短路 17

1-5-3 有载工作状态 17

思考与练习题 18

1-6 基尔霍夫定律 19

1-6-1 基尔霍夫电流定律 19

1-6-2 基尔霍夫电压定律 20

思考与练习题 21

1-7 电位分析 22

思考与练习题 23

本章小结 24

习题 1 24

第 2 章 电路的基本分析方法 28

2-1 等效电路的概念 28

2-2 电阻串联、并联和混联电路 28

2-2-1 电阻的串联及分压 28

2-2-2 电阻的并联及分流 30

2-2-3 混联电路等效电阻的 计算 32

思考与练习题 34

2-3 电阻的星形与三角形联结及等效 变换 35

思考与练习题 37

2-4 两种实际电源模型的等效变换 38

2-4-1 理想电源的连接 38

2-4-2 两种实际电源模型的等效 变换 39

思考与练习题 41

2-5 支路电流法 41

思考与练习题 43

2-6 网孔电流法 43

2-6-1 网孔电流方程的一般 形式 44

*2-6-2 电路中含有理想电流源 支路的分析方法 45

思考与练习题 46

2-7 结点电位法 46

2-7-1 结点电位方程的一般 形式 46

*2-7-2 电路中含有理想电压源 支路的分析方法 48

2-7-3 弥尔曼定理·····	49	4-3-1 相量形式的基尔霍夫定律·····	95
思考与练习题·····	50	4-3-2 RLC 串联的交流电路·····	98
本章小结·····	51	思考与练习题·····	101
习题 2·····	51	4-4 用相量法分析正弦交流电路 ·····	102
第 3 章 电路的基本定理 ·····	57	4-4-1 阻抗电路的计算·····	102
3-1 叠加定理 ·····	57	4-4-2 移相电路的计算·····	105
3-1-1 线性电路的叠加性·····	57	4-4-3 结点电压法·····	106
3-1-2 叠加定理与齐性定理·····	58	4-4-4 戴维宁定理·····	106
思考与练习题·····	60	4-4-5 电路参数和电路性质测量电路·····	108
3-2 戴维宁定理与诺顿定理 ·····	60	4-5 功率因数的提高 ·····	108
3-2-1 戴维宁定理·····	60	思考与练习题·····	110
3-2-2 诺顿定理·····	63	本章小结·····	110
3-2-3 等效电源定理在调试电路中的应用·····	64	习题 4·····	113
思考与练习题·····	65	第 5 章 三相正弦交流电路 ·····	119
3-3 最大功率传输定理 ·····	66	5-1 三相电源的连接 ·····	119
思考与练习题·····	67	5-1-1 三相电源的星形(Y形)联结·····	120
3-4 替代定理 ·····	67	5-1-2 三相电源的三角形(Δ)形联结·····	121
3-4-1 替代定理·····	68	思考与练习题·····	122
3-4-2 替代定理的推广·····	69	5-2 三相负载的连接 ·····	122
思考与练习题·····	70	5-2-1 三相负载的星形联结·····	122
3-5 含受控源电路的分析 ·····	70	5-2-2 三相负载的三角形联结·····	126
思考与练习题·····	74	思考与练习题·····	128
本章小结·····	74	5-3 三相电路的功率及其测量 ·····	128
习题 3·····	75	5-3-1 三相电路的功率·····	128
第 4 章 正弦交流电路 ·····	79	5-3-2 三相电路功率的测量·····	129
4-1 正弦交流电的表示方法 ·····	79	思考与练习题·····	130
4-1-1 正弦交流电的瞬时值表示·····	79	5-4 安全用电常识 ·····	131
4-1-2 正弦交流电的相量表示·····	82	思考与练习题·····	133
思考与练习题·····	84	本章小结·····	133
4-2 单一参数正弦交流电路 ·····	84	习题 5·····	134
4-2-1 纯电阻电路·····	84	第 6 章 互感耦合电路 ·····	137
4-2-2 纯电感电路·····	86	6-1 互感耦合的概念 ·····	137
4-2-3 纯电容电路·····	89	6-1-1 互感耦合·····	137
4-2-4 电感与电容的连接·····	92		
思考与练习题·····	95		
4-3 典型正弦交流电路分析 ·····	95		

6-1-2 互感系数 M 与耦合系数 k	137	思考与练习题	164
6-1-3 互感电压	139	7-4 谐振电路的应用	165
思考与练习题	139	7-4-1 谐振在电子技术中的应用	165
6-2 同名端	140	7-4-2 电力系统对谐振的防护	167
6-2-1 同名端的定义	140	本章小结	168
6-2-2 实验法判别同名端	141	习题 7	169
思考与练习题	142	第 8 章 非正弦周期电流电路	171
6-3 互感线圈的串联、并联	142	8-1 非正弦周期量	171
6-3-1 互感线圈的串联	142	8-1-1 常见非正弦信号	171
6-3-2 互感线圈的并联	144	8-1-2 产生原因	171
6-3-3 T 形等效电路	146	思考与练习题	173
6-3-4 互感系数的测量	147	8-2 非正弦周期量的谐波分析	173
思考与练习题	147	8-2-1 非正弦波的合成	173
6-4 互感应用实例	148	8-2-2 非正弦波的分解	174
6-4-1 空心变压器	148	8-2-3 周期信号的频谱	176
6-4-2 铁心变压器	148	8-2-4 非正弦波的对称性	177
本章小结	150	思考与练习题	179
习题 6	151	8-3 非正弦周期波的有效值、平均值和功率	179
第 7 章 谐振电路	154	8-3-1 有效值	179
7-1 串联谐振电路	154	8-3-2 平均值	180
7-1-1 谐振现象	154	8-3-3 平均功率	181
7-1-2 串联电路的谐振条件与谐振频率	155	8-3-4 非正弦电路的测量	182
7-1-3 串联谐振电路的基本特征	156	思考与练习题	183
思考与练习题	157	8-4 非正弦周期电压作用下的线性电路	183
7-2 并联谐振电路	157	思考与练习题	185
7-2-1 并联电路的谐振条件	157	8-5 滤波器	185
7-2-2 并联谐振电路的基本特征	158	8-5-1 低通滤波器	186
思考与练习题	160	8-5-2 高通滤波器	186
7-3 谐振电路的频率特性	161	8-5-3 带通滤波器	187
7-3-1 串联谐振电路的频率特性	161	8-5-4 带阻滤波器	187
7-3-2 选择性与通频带	162	思考与练习题	189
7-3-3 并联谐振电路的频率特性	164	本章小结	190
		习题 8	191
		第 9 章 线性动态电路分析	194

9-1 换路定律	194	换算	231
9-1-1 电路的动态过程	194	思考与练习题	231
9-1-2 换路定律	195	10-3 二端口网络的等效电路	232
9-1-3 电压、电流初始值的 计算	195	10-3-1 T形等效电路	232
思考与练习题	197	10-3-2 Π 形等效电路	233
9-2 一阶电路的响应	197	思考与练习题	234
9-2-1 一阶电路的响应规律	197	10-4 二端口网络的阻抗和传输函数	234
9-2-2 关于时间常数	199	10-4-1 输入阻抗	234
思考与练习题	201	10-4-2 输出阻抗	235
9-3 三要素法求解一阶电路	201	10-4-3 特性阻抗	236
9-3-1 激励源为直流的一阶电 路的求解	202	10-4-4 传输函数	237
9-3-2 激励源为正弦交流的一 阶电路的求解	206	思考与练习题	238
思考与练习题	208	本章小结	239
9-4 一阶电路的阶跃响应	208	习题10	241
9-4-1 阶跃函数	208	第11章 磁路与交流铁心线圈	244
9-4-2 一阶电路的阶跃响应	210	11-1 磁路及磁路定律	244
9-5 一阶电路的典型应用	212	11-1-1 磁场	244
9-5-1 微分电路	212	11-1-2 磁场的基本物理量	245
9-5-2 积分电路	213	11-1-3 磁路定律	246
思考与练习题	214	思考与练习题	249
本章小结	214	11-2 磁性材料的磁性能及应用	249
习题9	216	11-2-1 磁性材料的磁性能	249
第10章 二端口网络	222	11-2-2 磁性材料的应用	251
10-1 二端口网络的概念	222	思考与练习题	253
思考与练习题	223	11-3 交流铁心线圈及变压器	253
10-2 二端口网络的基本方程和参数	223	11-3-1 交流铁心线圈	253
10-2-1 阻抗参数方程及 Z 参数	224	11-3-2 变压器	255
10-2-2 导纳参数方程及 Y 参数	226	11-3-3 常用变压器	258
10-2-3 混合参数方程及 H 参数	228	11-3-4 变压器的功率和铭牌	261
10-2-4 传输参数方程及 T 参数	230	思考与练习题	263
10-2-5 各种参数间的相互		11-4 电磁铁	263
		思考与练习题	264
		11-5 铁磁性物质的充磁与消磁	264
		11-5-1 充磁	264
		11-5-2 消磁	264
		本章小结	265
		习题11	266
		第12章 异步电动机	267

12-1 三相异步电动机	267	12-2-3 三相异步电动机的	
12-1-1 三相异步电动机的		反转	275
构造	267	12-2-4 三相异步电动机的	
12-1-2 三相异步电动机的		制动	276
转动原理	268	思考与练习题	277
12-1-3 旋转磁场的产生	269	12-3 单相异步电动机	277
12-1-4 三相异步电动机的		12-3-1 单相异步电动机的起动	
磁极对数与转速	270	转矩	277
12-1-5 三相异步电动机的		12-3-2 电容起动电动机的工作	
铭牌	271	原理	277
思考与练习题	273	思考与练习题	278
12-2 三相异步电动机的使用	273	本章小结	278
12-2-1 三相异步电动机的		习题 12	279
起动	273	习题答案	280
12-2-2 三相异步电动机的		参考文献	291
调速	274		

第 1 章

电路的基本概念和基本定律

本章主要介绍了电路与电路模型的概念,电路的基本物理量,电压、电流参考方向的概念,电阻元件与电源元件,欧姆定律及基尔霍夫定律,电位的分析与计算。

电压、电流的参考方向是分析电路的前提;理想元件的电压、电流关系(VCR)以及基尔霍夫定律是分析电路的两个重要依据。因此,本章介绍的内容是电路学习的重要基础。

1-1 电路和电路模型

1-1-1 电路

电路是电流流通的路径,它是为实现某种功能由电气设备或元器件按照一定方式连接而成的。

在现代电气化、信息化的社会里,电得到了广泛的应用,在收音机、电视机、录像机、DVD机、音响设备、计算机、手机、通信系统和电力网中可以看到各种各样的电路。这些电路的特性和作用各不相同,例如:进行电能的转换、传输与分配的电力电路;控制各种家用电器和生产设备的控制电路;传送与处理信息的通信电路;存储信息的计算机存储电路等。但从其作用来看可分为两大类:一是实现电能的转换和传输,如电力网;二是实现信号的传递、处理和存储,如计算机通信电路等。

从**电路的组成**来看,实际电路总可以分为三个部分:一是向电路提供电能或信号的电气元件,称为**电源或信号源**;二是用电设备,称为**负载**;三是**中间环节**,如导线、开关、控制器等。

图 1-1 所示电路是由一个电源(干电池)、一个负载(小电珠)、一个开关和若干导线组成的最简单的电路。

电路在电源或信号源作用下,才会产生电压、电流,因此在某种场合又把电源或信号源称为**激励**,由激励所产生的电压和电流称为**响应**。

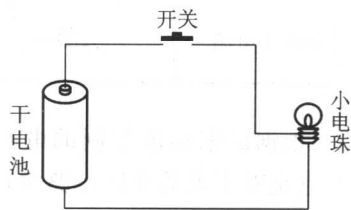


图 1-1 手电筒实际电路图

1-1-2 电路模型

实际电路在分析元器件的接法、功能与作用时是很有用的。但是,由于实际电路的几何形态差异很大,并且实际电路元器件的电磁性质较为复杂,这就使得人们直接对实际电路进行定量分析和计算非常困难。

为了便于对电路进行分析和计算,常用一些简单但却能够表征电路主要电磁性质的理想元件来代替实际元器件。因此,一个实际电路就可以由多个理想元件的组合来模拟,这样的电路称为**电路模型**。

常用的理想元件有:消耗电能的电阻元件,用符号 R 表示;储存磁场能量的电感元件,用符号 L 表示;储存电场能量的电容元件,用符号 C 表示。理想电源元件中最典型的是输出恒定电压的理想电压源和输出恒定电流的理想电流源,它们的电路符号分别是 U_s 和 I_s 。电源具有电能量(电功率)发生器的作用。根据国家标准,这里给出部分元器件及连线的电路符号,见表1-1。

表 1-1 部分元器件及连线的电路符号

名称	符号	名称	符号	名称	符号
独立电流源		理想导线		电容	
独立电压源		连接的导线		电感	
受控电流源		电位参考点		理想变压器 耦合电感	
受控电压源		理想开关		回转器	
电阻		开路		理想运放	
可变电阻		短路		二端元件	
非线性电阻		理想二极管			

根据国家标准绘制的电路模型图称为电路图,如图1-2所示,它是对手电筒实际电路进行抽象后的电路模型图。 U_s 是电压源,这里将干电池的内阻忽略不计; S 表示开关; R 是电阻元件,表示小电珠。各个理想元件之间的导线连接用连线来表示。有了电路图就可方便地进行电路研究了。今后书中未加特别说明时,所说的电路均指这样抽象的电路模型,所说的元件均指理想电路元件。

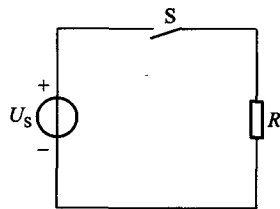


图 1-2 手电筒电路模型

1-1-3 电路的分类

应当指出:按电路的几何尺寸 l 和电路的信号波长 λ 的关系,电路分为集总参数电路和分布参数电路两种。集总参数电路其电路的几何尺寸 l 远远小于电路的信号波长 λ ,即 $l \ll \lambda$ 。

例如:一个音频放大电路的最高工作频率为 25 kHz,其信号波长为

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \times 10^8 \text{ m/s}}{25 \times 10^3 \text{ s}^{-1}} = 12 \times 10^3 \text{ m} = 12 \text{ km}$$

可见,一般的音频放大电路和音响设备的几何尺寸远比这个波长小,应视为集总参数电路。集总参数电路又分为线性电路和非线性电路。

分布参数电路其电路的几何尺寸可以和电路的信号波长 λ 相比拟,即 $l \approx \lambda$ 或 $l > \lambda$ 的电路。本书讨论的是集总参数线性电路的分析方法。

思考与练习题

- 1-1-1 举一生活中的电路实例,分析它是由哪几部分组成?各部分的作用是什么?
- 1-1-2 绘出一个简单的实际电路的电路模型。
- 1-1-3 图像载频为 535.25 MHz 的某频道电视信号,其信号波长为多少?用十几米的同轴电缆进行该信号的传输,此电缆属于什么参数电路?

1-2 电路的基本物理量

电路分析中常用到电流、电压、电位、功率等物理量,本节对这些物理量以及与它们有关的概念进行简要说明。

1-2-1 电流

带电粒子的定向移动形成电流。如导体中自由电子、电解液和电离了的气体中的自由离子、半导体中的电子和空穴,都属带电粒子,或称载流子。

单位时间内通过导体横截面的电荷[量]定义为电流强度,并用它来衡量电流的大小,用 i 表示,有

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

式中, dq 为 dt 时间内通过导体横截面的电荷[量]。

在直流电路中,单位时间通过导体横截面的电荷[量]是恒定不变的,有

$$I = \frac{Q}{t} \quad (1-2)$$

国际单位制(SI)中,电荷[量]的单位为库[仑](C);时间单位为秒(s);电流单位为安[培],简称安(A)。如果需要使用较大或较小的单位,可以在基本单位前加上词头。表 1-2 给出部分

常用的国际单位制词头。

表 1-2 常用的国际单位制词头

表示的因数	词头	符号	表示的因数	词头	符号
10^{12}	太	T	10^{-12}	皮	p
10^9	吉	G	10^{-9}	纳	n
10^6	兆	M	10^{-6}	微	μ
10^3	千	k	10^{-3}	毫	m

习惯上将正电荷移动的方向规定为电流的实际方向。在分析电路时,有时对复杂电路中某一段电路电流的实际方向很难判定,甚至电流的实际方向还在不断改变,因此,在电路中很难标明电流的实际方向。为了解决这一问题,引入了参考方向这个概念。具体做法如下:

(1) 在分析电路之前,先设定电流的参考方向。

(2) 按选定的参考方向计算电流,若计算结果为正($i > 0$),说明电流的参考方向与实际方向一致;若计算结果为负($i < 0$),说明电流的参考方向与实际方向相反,如图 1-3 所示。

(3) 没有设定参考方向,电流的正、负就没有意义。

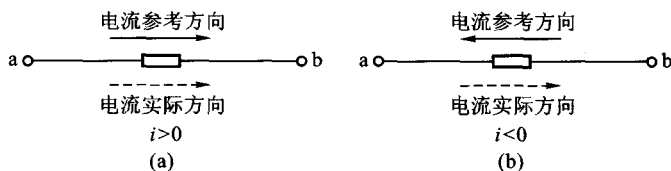


图 1-3 电流参考方向与实际方向的关系

在电路中,元件的电流参考方向可用箭头表示,如图 1-4 所示,在文字叙述时也可用电流符号加双下标表示,如 i_{ab} ,它表示电流由 a 流向 b,并有 $i_{ab} = -i_{ba}$ 。

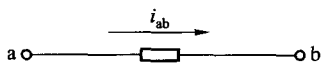


图 1-4 电流参考方向的表示

1-2-2 电压与电动势

一般情况下,导体中的电荷无规则地自由运动,不能形成电流。只有在导体两端施加电场,导体内才有电流。如图 1-5(a)所示,a、b 是两个电极,a 极板带正电,b 极板带负电,带正、负电荷的两极板之间存在电场,电场的方向由 a 指向 b。如果将白炽灯用导线连接到 a 和 b 两极,白炽灯发光,这说明有电流流过白炽灯。而电流的形成与电场力对电荷做功有关。

在匀强电场中,正电荷 Q 在电场力 F 的作用下,由 a 点移到 b 点,电场力所做的功为 W ,则 a 点到 b 点的电压,即为

$$U_{ab} = \frac{W}{Q} \quad \text{或} \quad u_{ab} = \frac{dw}{dq} \quad (1-3)$$