



教育部高等学校电子信息类专业教学指导委员会规划教材
高等学校电子信息类专业系列教材

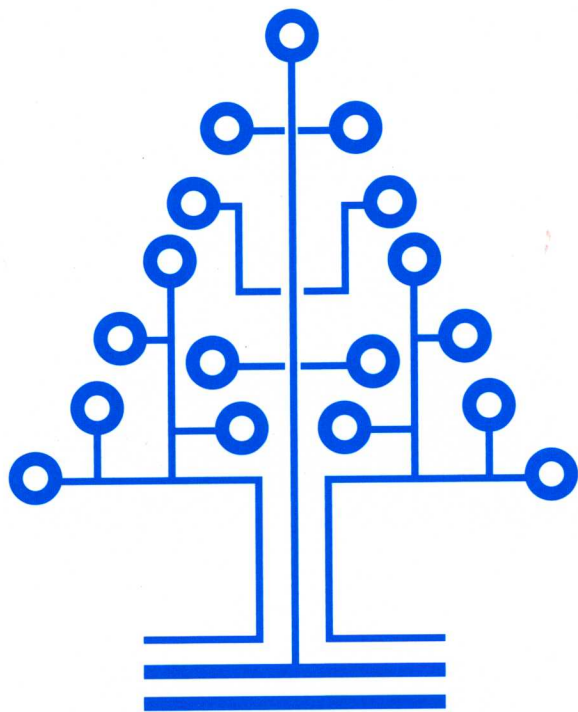
国家电工电子教学基地教材
湖北省精品课程教材

P rinciples of Electric Circuits

电路原理教程

汪建 汪泉 编著

Wang Jian Wang Quan



清华大学出版社





教育部高等学校电子信息类专业教学指导委员会规划教材
高等学校电子信息类专业系列教材

Principles of Electric Circuits

电路原理教程

汪建 汪泉 编著

Wang Jian Wang Quan

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书系统地介绍电路的基本原理和基本分析方法。全书共 13 章,内容包括电路的基本定律和电路元件,电路分析方法——等效变换法、电路方程法、运用电路定理法,含运算放大器的电阻电路,动态元件,正弦稳态分析,谐振电路与互感耦合电路,三相电路,非正弦周期性稳态电路分析,双口网络,暂态分析方法——经典分析法、复频域分析法。

本书从培养学生分析、解决电路问题的能力出发,通过对电路原理课程中重点、难点及解题方法的详细论述,将基本内容的叙述和学习方法的指导有机融合,例题丰富,十分便于自学。

本书可作为高等院校电气、电子信息类专业“电路理论”课程的教材,也可供有关科技人员参考。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

电路原理教程/汪建,汪泉编著. —北京:清华大学出版社,2017

(高等学校电子信息类专业系列教材)

ISBN 978-7-302-48203-1

I. ①电… II. ①汪… ②汪… III. ①电路理论—高等学校—教材 IV. ①TM13

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 207278 号

责任编辑:盛东亮

封面设计:李召霞

责任校对:梁毅

责任印制:李红英

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社 总 机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

课 件 下 载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795954

印 装 者:清华大学印刷厂

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:34 字 数:828千字

版 次:2017年10月第1版 印 次:2017年10月第1次印刷

印 数:1~2000

定 价:79.00元

产品编号:076394-01

高等学校电子信息类专业系列教材

一 顾问委员会

谈振辉	北京交通大学 (教指委高级顾问)	郁道银	天津大学 (教指委高级顾问)
廖延彪	清华大学 (特约高级顾问)	胡广书	清华大学 (特约高级顾问)
华成英	清华大学 (国家级教学名师)	于洪珍	中国矿业大学 (国家级教学名师)
彭启琮	电子科技大学 (国家级教学名师)	孙肖子	西安电子科技大学 (国家级教学名师)
邹逢兴	国防科学技术大学 (国家级教学名师)	严国萍	华中科技大学 (国家级教学名师)

一 编审委员会

主任	吕志伟	哈尔滨工业大学		
副主任	刘旭	浙江大学	王志军	北京大学
	隆克平	北京科技大学	葛宝臻	天津大学
	秦石乔	国防科学技术大学	何伟明	哈尔滨工业大学
	刘向东	浙江大学		
委员	王志华	清华大学	宋梅	北京邮电大学
	韩焱	中北大学	张雪英	太原理工大学
	殷福亮	大连理工大学	赵晓晖	吉林大学
	张朝柱	哈尔滨工程大学	刘兴钊	上海交通大学
	洪伟	东南大学	陈鹤鸣	南京邮电大学
	杨明武	合肥工业大学	袁东风	山东大学
	王忠勇	郑州大学	程文青	华中科技大学
	曾云	湖南大学	李思敏	桂林电子科技大学
	陈前斌	重庆邮电大学	张怀武	电子科技大学
	谢泉	贵州大学	卞树檀	第二炮兵工程大学
	吴瑛	解放军信息工程大学	刘纯亮	西安交通大学
	金伟其	北京理工大学	毕卫红	燕山大学
	胡秀珍	内蒙古工业大学	付跃刚	长春理工大学
	贾宏志	上海理工大学	顾济华	苏州大学
	李振华	南京理工大学	韩正甫	中国科学技术大学
	李晖	福建师范大学	何兴道	南昌航空大学
	何平安	武汉大学	张新亮	华中科技大学
	郭永彩	重庆大学	曹益平	四川大学
	刘缠牢	西安工业大学	李儒新	中科院上海光学精密机械研究所
	赵尚弘	空军工程大学	董友梅	京东方科技集团
	蒋晓瑜	装甲兵工程学院	蔡毅	中国兵器科学研究院
	仲顺安	北京理工大学	冯其波	北京交通大学
	黄翊东	清华大学	张有光	北京航空航天大学
	李勇朝	西安电子科技大学	江毅	北京理工大学
	章毓晋	清华大学	张伟刚	南开大学
	刘铁根	天津大学	宋峰	南开大学
	王艳芬	中国矿业大学	靳伟	香港理工大学
	苑立波	哈尔滨工程大学		
丛书责任编辑	盛东亮	清华大学出版社		

序

FOREWORD

我国电子信息产业销售收入总规模在 2013 年已经突破 12 万亿元,行业收入占工业总体比重已经超过 9%。电子信息产业在工业经济中的支撑作用凸显,更加促进了信息化和工业化的高层次深度融合。随着移动互联网、云计算、物联网、大数据和石墨烯等新兴产业的爆发式增长,电子信息产业的发展呈现了新的特点,电子信息产业的人才培养面临着新的挑战。

(1) 随着控制、通信、人机交互和网络互联等新兴电子信息技术不断发展,传统工业设备融合了大量最新的电子信息技术,它们一起构成了庞大而复杂的系统,派生出大量新兴的电子信息技术应用需求。这些“系统级”的应用需求,迫切要求具有系统级设计能力的电子信息技术人才。

(2) 电子信息系统设备的功能越来越复杂,系统的集成度越来越高。因此,要求未来的设计者应该具备更扎实的理论基础知识和更宽广的专业视野。未来电子信息系统的设计越来越要求软件和硬件的协同规划、协同设计和协同调试。

(3) 新兴电子信息技术的发展依赖于半导体产业的不断推动,半导体厂商为设计者提供了越来越丰富的生态资源,系统集成厂商的全方位配合又加速了这种生态资源的进一步完善。半导体厂商和系统集成厂商所建立的这种生态系统,为未来的设计者提供了更加便捷却又必须依赖的设计资源。

教育部 2012 年颁布了新版《高等学校本科专业目录》,将电子信息类专业进行了整合,为各高校建立系统化的人才培养体系,培养具有扎实理论基础和宽广专业技能的、兼顾“基础”和“系统”的高层次电子信息人才给出了指引。

传统的电子信息学科专业课程体系呈现“自底向上”的特点,这种课程体系偏重对底层元器件的分析与设计,较少涉及系统级的集成与设计。近年来,国内很多高校对电子信息类专业课程体系进行了大力度的改革,这些改革顺应时代潮流,从系统集成的角度,更加科学合理地构建了课程体系。

为了进一步提高普通高校电子信息类专业教育与教学质量,贯彻落实《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020 年)》和《教育部关于全面提高高等教育质量若干意见》(教高〔2012〕4 号)的精神,教育部高等学校电子信息类专业教学指导委员会开展了“高等学校电子信息类专业课程体系”的立项研究工作,并于 2014 年 5 月启动了《高等学校电子信息类专业系列教材》(教育部高等学校电子信息类专业教学指导委员会规划教材)的建设工作。其目的是为推进高等教育内涵式发展,提高教学水平,满足高等学校对电子信息类专业人才培养、教学改革与课程改革的需要。

本系列教材定位于高等学校电子信息类专业的专业课程,适用于电子信息类的电子信

息工程、电子科学与技术、通信工程、微电子科学与工程、光电信息科学与工程、信息工程及其相近专业。经过编审委员会与众多高校多次沟通,初步拟定分批次(2014—2017年)建设约100门课程教材。本系列教材将力求在保证基础的前提下,突出技术的先进性和科学的前沿性,体现创新教学和工程实践教学;将重视系统集成思想在教学中的体现,鼓励推陈出新,采用“自顶向下”的方法编写教材;将注重反映优秀的教学改革成果,推广优秀的教学经验与理念。

为了保证本系列教材的科学性、系统性及编写质量,本系列教材设立顾问委员会及编审委员会。顾问委员会由教指委高级顾问、特约高级顾问和国家级教学名师担任,编审委员会由教育部高等学校电子信息类专业教学指导委员会委员和一线教学名师组成。同时,清华大学出版社为本系列教材配置优秀的编辑团队,力求高水准出版。本系列教材的建设,不仅有众多高校教师参与,也有大量知名的电子信息类企业支持。在此,谨向参与本系列教材策划、组织、编写与出版的广大教师、企业代表及出版人员致以诚挚的感谢,并殷切希望本系列教材在我国高等学校电子信息类专业人才培养与课程体系建设中发挥切实的作用。

吕志伟 教授

前言

PREFACE

“电路原理”是高等学校电子类专业的学科基础课程。本课程的教学目的是使学习者深入了解和掌握电路的基础理论,能熟练地运用电路分析的基本方法,为后续课程的学习及今后从事电类各学科领域的研究和专业技术工作打下坚实的基础。毋庸置疑,在电类专业领域的学习及研究中,电路理论知识的掌握程度至关重要,因此,学好这门课程的重要性不容低估。

电路原理的内容丰富、知识点多、概念性强,学习上有一定的难度。学习者除了重视课堂教学外,还应特别注意加强课后练习。课后通过独立思考完成作业,并尽可能地多做习题是学好本课程的一个关键环节。为此,本书的各章均配有数量较丰富的习题和练习题供读者选用。可以说,各章习题的练习过程是对教材和课堂所授知识加深理解并熟练掌握、灵活运用的重要且必要的步骤和环节,而能否顺利完成各种类型的习题则是检验学习效果的一个重要标志。

学生对本课程内容的掌握,可归结为综合运用所学知识分析求解具体电路的能力。而这一能力的培养和提高,有赖于对基本概念、基本原理的准确理解,对基本方法的熟练掌握。因此,在本书的编写中,除参照教育部高等学校电工电子基础课程教学指导委员会对“电路原理”课程教学的基本要求,兼顾电子信息类和电气类及自动控制类专业的需要,突出对基本内容的叙述外,还刻意加强了对学习方法包括解题方法的指导。具体的做法是:

(1) 强调对基本概念的正确理解。对重点、难点内容用注释方式予以较详尽的说明和讨论;对在理解和掌握上易出错之处给予必要的提示。

(2) 重视对基本分析方法的训练和掌握。对各种解题方法给出了具体步骤,并用实例说明这些解题方法的具体应用,且许多例题同时给出多种解法供读者比较。

(3) 注意培养学生独立思考、善于灵活运用基本概念和方法分析解决各种电路问题的能力。通过对一些典型的或综合性较强且有一定难度的例题的讲解,进一步讨论各种电路分析方法的灵活应用,以启迪思维,开阔思路,达到融会贯通、举一反三的效果。

本书内容翔实、叙述深入浅出、语言通俗易懂、例题丰富,十分便于自学。

全书共 13 章,汪泉负责编写第 2、3、9 章,其余各章由汪建编写,全书由汪建统稿。

本书的出版得到了清华大学出版社的大力支持,在此深表谢意。

限于编者的水平以及时间有限,书中的缺点和错误在所难免,敬请读者批评指正,以便今后修订完善。

编者

2017 年 5 月于华中科技大学

目录

CONTENTS

第 1 章 电路定律和电路元件	1
1.1 电路的基本概念	1
一、电路	1
二、电路模型	2
三、集中参数电路和分布参数电路	3
四、电路理论的研究内容	3
五、电路中的几个术语	3
1.2 电流、电压及其参考方向	5
一、电流	5
二、电压和电位	5
三、电流和电压的参考方向	7
1.3 功率和能量	8
一、电功率的定义	8
二、电功率的计算	8
三、能量及电路的无源性、有源性	10
1.4 电路的基本定律——基尔霍夫定律	10
一、基尔霍夫电流定律	10
二、基尔霍夫电压定律	11
三、关于基尔霍夫定律的说明	11
1.5 电路元件的分类	13
1.6 电阻元件	14
一、电阻元件的定义及分类	15
二、线性时不变电阻元件	15
三、线性时不变电阻元件的功率和能量	16
四、线性时变电阻元件	17
五、非线性电阻元件	18
1.7 独立电源	20
一、独立电压源	20
二、独立电流源	21
1.8 受控电源	23
一、四种形式的受控电源	23
二、受控源的相关说明	24
习题	26

第 2 章 电路分析方法之一——等效变换法	30
2.1 等效电路和等效变换的概念	30
一、二端电路及端口的概念	30
二、等效电路	31
三、等效变换	31
2.2 电阻元件的串联和并联	32
一、电阻元件的串联	32
二、电阻元件的并联	33
2.3 电阻元件的混联	35
一、混联电阻电路的等效电阻	35
二、求混联电路入端电阻的方法要点	36
三、混联电路中电压、电流的计算	36
2.4 线性电阻的Y形连接和 Δ 形连接的等效变换	38
一、元件的Y形连接和 Δ 形连接	38
二、电阻电路的Y- Δ 等效变换	39
2.5 电源的等效变换	41
一、实际电源的电路模型	41
二、实际电源的两种电路模型的等效变换	42
三、任意支路与理想电源连接时的等效电路	44
2.6 无伴电源的转移	47
一、无伴电源的概念	47
二、无伴电压源的转移	48
三、无伴电流源的转移	48
2.7 受控电源的等效变换	50
一、受控电源的戴维宁-诺顿等效变换	50
二、其他连接形式的受控源的等效变换	52
三、含受控源电路的去耦等效变换	52
2.8 求入端等效电阻的几种特殊方法	54
一、入端电阻的定义	54
二、电位的相关特性	55
三、电桥平衡法	56
四、对称法	58
习题	62
第 3 章 电路分析方法之二——电路方程法	68
3.1 概述	68
3.2 典型支路及其支路特性	69
一、典型支路及其支路特性方程	70
二、电路含有受控源时的支路特性方程	70
3.3 $2b$ 变量分析法	71
3.4 支路电流分析法	72
一、支路法方程的导出	72
二、视察法建立支路法方程	73
三、电路中含受控源时的支路电流法方程	74

四、应用支路电流法时对无伴电流源支路的处理方法	74
3.5 节点分析法	76
一、节点法方程的导出	77
二、视察法建立节点法方程	77
三、电路中含受控源时的节点法方程	79
四、电路中含无伴电压源时的节点法方程	80
五、节点分析法的相关说明	83
3.6 回路分析法	84
一、回路电流的概念	84
二、回路法方程的导出	84
三、视察法建立回路法方程	85
四、电路中含受控源时的回路法方程	86
五、电路中含无伴电流源时的回路法方程	87
六、网孔电流分析法	88
习题	91
第4章 电路分析方法之三——运用电路定理法	95
4.1 叠加定理	95
一、线性电路叠加性的示例	95
二、叠加定理的内容	96
三、叠加定理的证明	96
四、关于叠加定理的说明	97
五、运用叠加定理求解电路的步骤	97
六、运用叠加定理求解电路示例	98
七、线性电路中的线性关系	100
4.2 替代定理	103
一、替代定理的内容	103
二、替代定理的证明	103
三、关于替代定理的说明	104
4.3 戴维宁定理和诺顿定理	105
一、等效电源定理的内容	105
二、戴维宁定理的证明	106
三、关于等效电源定理的说明	107
四、戴维宁电路和诺顿电路的互换	108
五、求戴维宁电路和诺顿电路的方法	108
六、用等效电源定理求解电路的方法和步骤	111
七、关于含受控源电路的戴维宁(或诺顿)等效电路的非唯一性	112
4.4 最大功率传输定理	115
一、最大功率传输定理的内容	115
二、最大功率传输定理的证明	115
三、关于最大功率传输定理的说明	116
四、运用最大功率传输定理求解电路的步骤	116
4.5 特勒根定理	118
一、特勒根定理的内容	118

二、关于特勒根定理的说明	120
4.6 互易定理	122
一、互易电路	122
二、互易定理的内容	122
三、互易定理的证明	124
四、关于互易定理的说明	124
五、运用互易定理求解电路示例	124
4.7 对偶原理和对偶电路	126
一、电路中的对偶现象	126
二、对偶原理	127
三、对偶电路的做法	128
习题	129
第5章 含运算放大器的电阻电路	135
5.1 运算放大器及其特性	135
一、实际运算放大器及其特性	135
二、理想运算放大器及其特性	136
5.2 含运算放大器的电阻电路分析	137
习题	143
第6章 动态元件	146
6.1 奇异函数	146
一、阶跃函数	146
二、单位脉冲函数 $P_{\Delta}(t)$	148
三、冲激函数	149
6.2 波形的奇异函数表示法	151
一、闸门函数及其表达式	152
二、用闸门函数表示分段连续的波形	152
6.3 电容元件	155
一、电容元件的定义及线性时不变电容元件	155
二、线性时不变电容元件的伏安关系	156
三、电容电压的连续性原理	157
四、电容元件的能量	159
6.4 电感元件	161
一、电感线圈的磁链和感应电压	161
二、电感元件的定义及线性时不变电感元件	162
三、线性时不变电感元件的伏安关系	162
四、电感电流的连续性原理	163
五、电感元件的能量	163
6.5 动态元件的串联和并联	164
一、电容元件的串联和并联	164
二、电感元件的串联和并联	169
习题	173

第 7 章 正弦稳态电路分析	177
7.1 正弦交流电的基本概念	177
一、正弦交流电	177
二、正弦量的三要素	178
三、同频率正弦量的相位差	179
四、周期性电量的有效值	181
7.2 正弦量的相量表示	182
一、复数和复数的四则运算	182
二、用相量表示正弦量	184
7.3 基尔霍夫定律的相量形式	188
一、KCL 的相量形式	188
二、KVL 的相量形式	189
7.4 RLC 元件伏安关系式的相量形式	189
一、正弦稳态电路中的电阻元件	189
二、正弦稳态电路中的电感元件	191
三、正弦稳态电路中的电容元件	193
四、RLC 元件在正弦稳态下的特性小结	195
7.5 复阻抗和复导纳	197
一、复阻抗	197
二、复导纳	199
7.6 用相量法求解电路的正弦稳态响应	202
一、正弦稳态分析方法之一——等效变换法	202
二、正弦稳态分析方法之二——电路方程法	204
三、正弦稳态分析方法之三——运用电路定理法	205
7.7 相量图与位形图	208
一、相量图	208
二、位形图	211
7.8 正弦稳态电路中的功率	214
一、瞬时功率	214
二、平均功率(有功功率)	215
三、无功功率	219
四、视在功率和功率三角形	222
五、复功率守恒定理	223
六、最大功率传输定理	226
7.9 功率因数的提高	230
一、提高功率因数的意义	230
二、提高功率因数的方法	230
三、提高功率因数的计算方法及示例	231
四、关于提高功率因数计算的说明	233
习题	234
第 8 章 谐振电路与互感耦合电路	245
8.1 串联谐振电路	245
一、电路频率响应的概念	245

二、谐振及其定义	247
三、串联谐振的条件	247
四、实现串联谐振的方法	248
五、串联谐振时的电压和电流相量	248
六、串联谐振电路中的能量	249
七、串联谐振电路的品质因数	250
八、串联谐振电路的频率特性	252
8.2 并联谐振电路	257
一、并联谐振的条件	257
二、并联谐振时的电压相量和电流相量	257
三、并联谐振电路中的能量	258
四、并联谐振电路的品质因数	259
五、并联谐振电路的频率特性及通频带	259
六、实用并联谐振电路的分析	260
8.3 一般谐振电路及其计算	263
一、由 LC 元件构成的电路	263
二、由 RLC 元件构成的一般谐振电路	264
8.4 耦合电感与电感矩阵	267
一、互感现象和耦合电感器	267
二、互感系数和耦合系数	268
三、电感矩阵	270
四、耦合电感元件的电压方程	272
五、耦合电感元件的含受控源的等效电路	272
六、耦合电感元件中的磁场能量	273
8.5 互感耦合电路的分析	274
一、用视察法列写互感耦合电路的方程	274
二、用电感矩阵法列写互感耦合电路的电路方程	276
8.6 耦合电感元件的去耦等效电路	278
一、耦合电感元件的串联	278
二、耦合电感元件的并联	279
三、多绕组耦合电感元件的混联	280
四、有一公共连接点的两绕组耦合电感元件	281
8.7 空心变压器电路	282
一、空心变压器电路的去耦等效电路	282
二、空心变压器电路的含受控源的等效电路	283
三、反射阻抗的概念及初级回路去耦等效电路	283
8.8 全耦合变压器与理想变压器	284
一、全耦合变压器	285
二、理想变压器	286
8.9 理想变压器电路的计算	288
一、分析理想变压器电路时应注意的问题	288
二、理想变压器电路的分析方法	289
习题	293

第 9 章 三相电路	301
9.1 三相电路的基本概念	301
一、对称三相电源	301
二、对称三相电源的相序	302
三、三相电路中电源和负载的连接方式	303
9.2 三相电路的两种基本连接方式	303
一、三相电路的星形连接	303
二、三相电路的三角形连接	306
9.3 对称三相电路的计算	308
一、对称星形三相电路的计算	308
二、对称三角形三相电路的计算	309
三、其他形式的对称三相电路的计算	311
四、复杂对称三相电路的计算	312
9.4 不对称三相电路的计算	314
一、不对称三相电路的一般计算方法	314
二、简单不对称三相电路的计算示例	314
9.5 三相电路的功率及测量	317
一、对称三相电路的功率	317
二、不对称三相电路的功率	320
三、三相电路功率的测量	322
习题	324
第 10 章 周期性非正弦稳态电路分析	329
10.1 周期性非正弦稳态电路的基本概念	329
一、周期性非正弦电压、电流	329
二、周期性非正弦稳态电路	330
三、非正弦电路的稳态分析方法	330
10.2 周期性非正弦函数的谐波分析	331
一、周期性非正弦函数的傅里叶展开式	331
二、几种对称的周期函数	334
10.3 周期性非正弦函数的频谱图	338
一、周期性非正弦函数的频谱和频谱图	338
二、作频谱图的方法	339
10.4 周期性非正弦电压、电流的有效值与平均值	341
一、周期电压、电流的有效值	341
二、周期电压、电流的平均值和均绝值	343
10.5 周期性非正弦稳态电路的功率	344
一、周期性非正弦稳态电路的瞬时功率	344
二、周期性非正弦稳态电路的有功功率(平均功率)	345
三、周期性非正弦稳态电路的视在功率和功率因数	346
10.6 周期性非正弦电源激励下的稳态电路分析	347
一、计算非正弦稳态电路的基本思路	347
二、谐波阻抗	347
三、计算非正弦稳态电路的步骤	347

四、非正弦稳态电路计算举例	348
五、滤波器的概念	351
10.7 周期性非正弦电源激励下的对称三相电路	353
一、对称三相周期性非正弦电路	353
二、对称三相非正弦电路的谐波分析	353
三、对称三相非正弦电路的若干特点	355
四、高次谐波的危害	357
五、非正弦对称三相电路的计算举例	357
习题	359
第 11 章 双口网络	363
11.1 双口网络及其方程	363
一、多端网络端口的定义	363
二、双口网络及其端口变量	363
三、双口网络的方程	364
11.2 双口网络的参数	364
一、 Z 参数	365
二、 Y 参数	367
三、 H 参数(混合参数)	370
四、 T 参数(传输参数)	372
五、用实验方法测取双口网络的参数	375
11.3 双口网络参数间的关系	376
11.4 双口网络的等效电路	379
一、互易双口网络的等效电路	379
二、非互易双口网络的等效电路	380
三、关于双口网络等效电路的说明	381
11.5 复合双口网络	381
一、双口网络的串联	382
二、双口网络的并联	384
三、双口网络的级联	386
四、双口网络的串并联	387
11.6 有载双口网络	389
一、有载双口网络的输入阻抗和输出阻抗	389
二、有载双口网络的特性阻抗	391
三、有载双口网络计算示例	391
11.7 回转器与负阻抗变换器	393
一、回转器	393
二、负阻抗变换器	395
习题	397
第 12 章 暂态分析方法之一——时域分析法	403
12.1 动态电路暂态过程的基本概念	403
一、动态电路的暂态过程	403
二、动态电路的阶数及其确定方法	404
三、暂态过程的分析方法	404

四、建立动态电路微积分方程的方法	405
12.2 动态电路初始值的确定	408
一、电量的初始值和原始值的概念	408
二、动态电路的初始状态	408
三、初始值 $y(0_+)$ 的计算方法	408
四、各阶导数初始值 $\frac{d^i y(0_+)}{dt^i}$ 的求法	410
12.3 关于动态电路初始状态的突变	413
一、产生突变现象的电路形式	413
二、确定电容电压突变量的“割集(节点)电荷守恒原则”	414
三、确定电感电流突变量的“回路磁链守恒原则”	414
四、初始状态突变量的计算方法	414
12.4 一阶电路的响应	417
一、一阶电路的零输入响应	417
二、一阶电路的零状态响应	424
三、一阶电路的全响应	428
四、三要素法	431
12.5 二阶电路	434
一、二阶电路的零输入响应	434
二、二阶电路的全响应	439
12.6 阶跃响应和冲激响应	442
一、阶跃响应	442
二、冲激响应	444
12.7 线性时不变网络零状态响应的基本特性	447
一、线性特性	447
二、微分与积分特性	448
三、时不变特性	448
12.8 卷积	450
一、卷积积分及其基本性质	450
二、卷积积分的计算方法	452
习题	456
第 13 章 暂态分析方法之二——复频域分析法	468
13.1 拉普拉斯变换	468
一、拉普拉斯变换对	468
二、几种常用函数的象函数	469
三、拉氏反变换	470
13.2 拉普拉斯变换的基本性质	471
13.3 用部分分式展开法求拉氏反变换	475
一、 $F(s)$ 只有简单极点时的拉氏反变换	475
二、 $F(s)$ 含有多重极点时的拉氏反变换	477
13.4 用运算法求解暂态过程	479
一、运算法	479
二、基氏定律及元件伏安关系式的运算形式	479

三、运算电路	482
四、用运算法解电路的暂态过程	483
13.5 网络函数	486
一、网络函数的定义和分类	486
二、网络函数的相关说明	488
三、求取网络函数的方法	489
四、零点、极点及零极点与网络的稳定性	491
五、零点、极点与频率响应	494
六、零点和零传输	496
七、无源网络综合初步	497
习题	498
附录 A 电路专业词汇中英文对照表	504
附录 B 习题参考答案	508
参考文献	526