



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

教育部高等学校电工电子基础课程教学指导委员会推荐教材  
电子信息学科基础课程系列教材

# 电路学习指导 与训练

姚素芬 主编

清华大学出版社





普通高等教育“十一五”国家级规划教材



教育部高等学校电工电子基础课程教学指导委员会推荐教材  
电子信息学科基础课程系列教材

# 电路学习指导 与训练

姚素芬 主编

清华大学出版社

## 内 容 简 介

本书以教育部高等学校电子电气基础课程教学指导分委员会制定的“电路理论、电路分析”课程教学基本要求为依据,参考国内外电路理论、电路分析经典教材,针对电类专业学生在学习电路分析课程时遇到的难以理解的概念、容易混淆的内容以及经常出现的错误环节进行了深入的阐述。全书共分16章,依次为:电路模型和电路定律,电路的等效变换,电路的基本分析方法,电路定理,含有运算放大器电路的分析,一阶电路的时域分析法,二阶电路的时域分析法,相量法,正弦稳态电路的分析,含有耦合电感的电路,三相电路,非正弦周期稳态电路的分析,线性动态电路的复频域分析,电路方程的矩阵形式,二端口网络,非线性电路的分析。每章均从教学要点及难点、典型例题解析、相关知识扩展、思考与训练4部分进行总结、分析、释疑、解惑,并给出参考答案。

本书可配套邱关源《电路》(第四版)(高等教育出版社)、陈洪亮《电路分析基础》(清华大学出版社)使用,也可作为电类专业学生学习电路课程的辅导教材或参考书,或作为报考电类专业研究生的复习参考书,以及相关专业师生和工程技术人员的参考书。

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

电路学习指导与训练/姚素芬主编.--北京:清华大学出版社,2015

电子信息学科基础课程系列教材

ISBN 978-7-302-38436-6

I. ①电… II. ①姚… III. ①电路—高等学校—教学参考资料 IV. ①TM13

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第260763号

责任编辑:梁颖

封面设计:常雪影

责任校对:李建庄

责任印制:沈露

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](mailto:c-service@tup.tsinghua.edu.cn)

质量反馈:010-62772015, [zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn)

课件下载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795954

印 装 者:北京嘉实印刷有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm

印 张:22.75

字 数:565千字

版 次:2015年3月第1版

印 次:2015年3月第1次印刷

印 数:1~2000

定 价:39.50元

产品编号:060025-01

《电子信息学科基础课程系列教材》  
编 审 委 员 会

主任委员

王志功(东南大学)

委员(按姓氏笔画)

|               |               |
|---------------|---------------|
| 马旭东(东南大学)     | 邓建国(西安交通大学)   |
| 王小海(浙江大学)     | 王诗宓(清华大学)     |
| 王 萍(天津大学)     | 王福昌(华中科技大学)   |
| 刘宗行(重庆大学)     | 刘润华(中国石油大学)   |
| 刘新元(北京大学)     | 张 石(东北大学)     |
| 张晓林(北京航空航天大学) | 沈连丰(东南大学)     |
| 陈后金(北京交通大学)   | 郑宝玉(南京邮电大学)   |
| 郭宝龙(西安电子科技大学) | 柯亨玉(武汉大学)     |
| 高上凯(清华大学)     | 高小榕(清华大学)     |
| 徐淑华(青岛大学)     | 袁建生(清华大学)     |
| 崔 翔(华北电力大学)   | 傅丰林(西安电子科技大学) |
| 董在望(清华大学)     | 曾孝平(重庆大学)     |
| 蒋宗礼(北京工业大学)   |               |

## 《电子信息学科基础课程系列教材》

### 丛书序

电子信息学科是当今世界上发展最快的学科,作为众多应用技术的理论基础,对人类文明的发展起着重要的作用。它包含诸如电子科学与技术、电子信息工程、通信工程和微波工程等一系列子学科,同时涉及计算机、自动化和生物电子等众多相关学科。对于这样一个庞大的体系,想要在学校将所有知识教给学生已不可能。以专业教育为主要目的的大学教育,必须对自己的学科知识体系进行必要的梳理。本系列丛书就是试图搭建一个电子信息学科的基础知识体系平台。

目前,中国电子信息类学科高等教育的教学中存在着如下问题:

- (1) 在课程设置和教学实践中,学科分立,课程分立,缺乏集成和贯通;
- (2) 部分知识缺乏前沿性,局部知识过细、过难,缺乏整体性和纲领性;
- (3) 教学与实践环节脱节,知识型教学多于研究型教学,所培养的电子信息学科人才不能很好地满足社会的需求。

在新世纪之初,积极总结我国电子信息类学科高等教育的经验,分析发展趋势,研究教学与实践模式,从而制定出一个完整的电子信息学科基础教程体系,是非常有意义的。

根据教育部高教司 2003 年 8 月 28 日发出的[2003]141 号文件,教育部高等学校电子信息与电气信息类基础课程教学指导分委员会(基础课分教指委)在 2004—2005 两年期间制定了“电路分析”、“信号与系统”、“电磁场”、“电子技术”和“电工学”5 个方向电子信息科学与电气信息类基础课程的教学基本要求。然而,这些教学要求基本上是按方向独立开展工作的,没有深入开展整个课程体系的研究,并且提出的是各课程最基本的教学要求,针对的是“2+X+Y”或者“211 工程”和“985 工程”之外的大学。

同一时期,清华大学出版社成立了“电子信息学科基础教程研究组”,历时 3 年,组织了各类教学研讨会,以各种方式和渠道对国内外一些大学的 EE(电子电气)专业的课程体系进行收集和研究,并在国内率先推出了关于电子信息学科基础课程的体系研究报告《电子信息学科基础教程 2004》。该成果得到教育部高等学校电子信息与电气学科教学指导委员会的高度评价,认为该成果“适应我国电子信息学科基础教学的需要,有较好的指导意义,达到了国内领先水平”,“对不同类型院校构建相关学科基础教学平台均有较好的参考价值”。

在此基础上,由我担任主编,筹建了“电子信息学科基础课程系列教材”编委会。编委会多次组织部分高校的教学名师、主讲教师和教育部高等学校教学指导委员会委员,进一步探讨和完善《电子信息学科基础教程 2004》研究成果,并组织编写了这套“电子信息学科基础课程系列教材”。

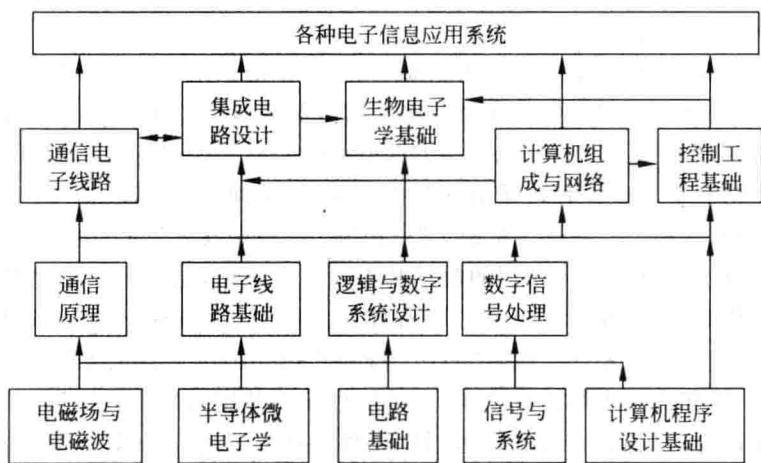
在教材的编写过程中,我们强调了“基础性、系统性、集成性、可行性”的编写原则,突出了以下特点:

- (1) 体现科学技术领域已经确立的新知识和新成果。
- (2) 学习国外先进教学经验,汇集国内最先进的教学成果。
- (3) 定位于国内重点院校,着重于理工结合。

(4) 建立在对教学计划和课程体系的研究基础之上,尽可能覆盖电子信息学科的全部基础。本丛书规划的 14 门课程,覆盖了电气信息类如下全部 7 个本科专业:

- 电子信息工程
- 通信工程
- 信息工程
- 计算机科学与技术
- 自动化
- 电气工程与自动化
- 生物医学工程

(5) 课程体系整体设计,各课程知识点合理划分,前后衔接,避免各课程内容之间交叉重复,目标是使各门课程的知识点形成有机的整体,使学生能够在规定的课时数内,掌握必需的知识和技术。各课程之间的知识点关联如下图所示:



即力争将本科生的课程限定在有限的与精选的一套核心概念上,强调知识的广度。

(6) 以主教材为核心,配套出版习题解答、实验指导书、多媒体课件,提供全面的教学解决方案,实现多角度、多层面的人才培养模式。

(7) 由国内重点大学的精品课主讲教师、教学名师和教指委委员担任相关课程的设计和教材的编写,力争反映国内最先进的教改成果。

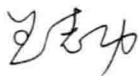
我国高等学校电子信息类专业的办学背景各不相同,教学和科研水平相差较大。本系列教材广泛听取了各方面的意见,汲取了国内优秀的教学成果,希望能为电子信息学科教学提供一份精心配备的搭配科学、营养全面的“套餐”,能为国内高等学校教学内容

和课程体系的改革发挥积极的作用。

然而,对于高等院校如何培养出既具有扎实的基本功,又富有挑战精神和创造意识的社会栋梁,以满足科学技术发展和国家建设发展的需要,还有许多值得思考和探索的问题。比如,如何为学生营造一个宽松的学习氛围?如何引导学生主动学习,超越自己?如何为学生打下宽厚的知识基础和培养某一领域的研究能力?如何增加工程方法训练,将扎实的基础和宽广的领域才能转化为工程实践中的创造力?如何激发学生深入探索的勇气?这些都需要我们教育工作者进行更深入的研究。

提高教学质量,深化教学改革,始终是高等学校的工作重点,需要所有关心我国高等教育事业人士的热心支持。在此,谨向所有参与本系列教材建设工作的同仁致以衷心的感谢!

本套教材可能会存在一些不当甚至谬误之处,欢迎广大的使用者提出批评和意见,以促进教材的进一步完善。



2008年1月

本书以教育部高等学校电子电气基础课程教学指导分委员会制定的“电路理论、电路分析”课程教学基本要求为依据,以电气信息类专业创新人才培养为目标,结合编者多年的教学经验和电路课程改革实践,采用国际上教材最新编写原则——知识结构、单元结构、题材结构的方法编写而成。

全书针对电类专业学生在学习电路分析课程时遇到的难以理解的概念、容易混淆的内容以及经常出现错误的环节做了系统深入的阐述。特别突出了电路分析课程每章中的要点及难点,并通过典型例题分析以及“一题多解和多题一解”的解题方法,引导学生排除解题误区,拓宽解题思路,扩大观察视野,学会举一反三,提高应用知识的能力和技巧。全书分 16 章,每章均包含以下 4 方面内容:

(1) 教学要点及难点 通过对各章知识点的剖析、归纳、总结,清晰地给出各章的要点和难点,对应掌握的内容一目了然。帮助学生更好掌握课程的基本内容和基本要求,理解概念,掌握课程的重点、难点。

(2) 典型例题解析 从分析问题入手,引出解题思路和方法,由结果导出结论。引导学生从不同层面深入理解电路分析的基本理论,拓宽思路,从而进一步提高分析问题和灵活运用所学知识解决问题的能力。

(3) 相关知识扩展 采用国际上流行的教学方法——基于实践的学习,以实际工程应用案例为线索,提出问题,分析问题,解决问题。扩大学生知识视野,延伸教学内涵,建立工程意识、激发创新思维、培养创新研究能力和解决实际应用问题的能力。

(4) 思考与训练 分为三大部分:选择思考题,着重强调基本概念、基本理论的理解;填空训练题,提高灵活运用知识求解电路问题的能力和分析计算能力;综合计算题,训练综合分析解决问题的能力。

此外,为了更好地满足教学及选用该教材广大师生的需求,本书在附录中给出了思考与训练题的参考答案,便于学生自学和自测。

本书由姚素芬教授主持并编写,参加本书编写的还有王光艳、刘晓培、李海丰、姚舸、郭会娟。姚素芬教授负责全书的组织和定稿、统稿和校稿等工作。

天津大学滕建辅教授参与了本书大纲的制定,并在该书的编写过程中给予了许多宝贵意见和建议,谨此表示衷心的感谢。

本书的编写参考了邱关源《电路》(第四版)、陈洪亮《电路分析基础》,还参考了许多兄弟院校的教材和文献,在此一并表示感谢!

由于编者的水平和能力有限,书中不足和错误之处在所难免,恳请读者批评指正。  
编者的 E-mail 地址:姚素芬,ysf@tjcu.edu.cn。

编 者

2015 年 1 月

|                                |    |
|--------------------------------|----|
| 第 1 章 电路模型和电路定律 .....          | 1  |
| 1.1 教学要点及难点 .....              | 2  |
| 1.1.1 电流和电压的参考方向 .....         | 2  |
| 1.1.2 电功率和电能 .....             | 2  |
| 1.1.3 电路元件 .....               | 3  |
| 1.1.4 基尔霍夫定律 .....             | 7  |
| 1.1.5 本章难点 .....               | 7  |
| 1.2 典型例题解析 .....               | 8  |
| 1.3 相关知识扩展——用电安全 .....         | 14 |
| 1.4 思考与训练 .....                | 15 |
| 第 2 章 电路的等效变换 .....            | 21 |
| 2.1 教学要点及难点 .....              | 22 |
| 2.1.1 等效变换与等效电路 .....          | 22 |
| 2.1.2 电阻的连接及等效变换 .....         | 23 |
| 2.1.3 电容的串联、并联及等效变换 .....      | 25 |
| 2.1.4 电感的串联、并联及等效变换 .....      | 26 |
| 2.1.5 电压源、电流源的串联和并联及等效变换 ..... | 26 |
| 2.1.6 实际电源模型的等效变换 .....        | 28 |
| 2.1.7 含受控源电路的等效变换 .....        | 29 |
| 2.1.8 输入电阻 .....               | 29 |
| 2.1.9 本章难点 .....               | 30 |
| 2.2 典型例题解析 .....               | 30 |
| 2.3 相关知识扩展 .....               | 37 |
| 2.3.1 惠斯登电桥 .....              | 37 |
| 2.3.2 玻璃除霜器 .....              | 38 |
| 2.4 思考与训练 .....                | 41 |
| 第 3 章 电路的基本分析方法 .....          | 48 |
| 3.1 教学要点及难点 .....              | 49 |
| 3.1.1 电路的图 .....               | 49 |

# 目录

|       |                            |     |
|-------|----------------------------|-----|
| 3.1.2 | KCL 和 KVL 的独立方程数 .....     | 50  |
| 3.1.3 | 支路法 .....                  | 50  |
| 3.1.4 | 网孔电流法 .....                | 51  |
| 3.1.5 | 回路电流法 .....                | 52  |
| 3.1.6 | 节点电压法 .....                | 53  |
| 3.1.7 | 本章难点 .....                 | 54  |
| 3.2   | 典型例题解析 .....               | 55  |
| 3.3   | 相关知识扩展——电阻容差对电路性能的影响 ..... | 60  |
| 3.4   | 思考与训练 .....                | 61  |
| 第 4 章 | 电路定理 .....                 | 71  |
| 4.1   | 教学要点及难点 .....              | 72  |
| 4.1.1 | 叠加定理 .....                 | 72  |
| 4.1.2 | 齐次定理 .....                 | 72  |
| 4.1.3 | 替代定理 .....                 | 73  |
| 4.1.4 | 戴维宁定理和诺顿定理 .....           | 73  |
| 4.1.5 | 最大传输定理 .....               | 75  |
| 4.1.6 | 特勒根定理 .....                | 75  |
| 4.1.7 | 互易定理 .....                 | 75  |
| 4.1.8 | 理想电源分裂定理 .....             | 76  |
| 4.1.9 | 本章难点 .....                 | 77  |
| 4.2   | 典型例题解析 .....               | 77  |
| 4.3   | 相关知识扩展 .....               | 92  |
| 4.3.1 | 电路定理在模拟电子线路分析中的应用 .....    | 92  |
| 4.3.2 | 扬声器系统 .....                | 95  |
| 4.4   | 思考与训练 .....                | 96  |
| 第 5 章 | 含有运算放大器电路的分析 .....         | 106 |
| 5.1   | 教学要点及难点 .....              | 107 |
| 5.1.1 | 运算放大器的电路模型 .....           | 107 |
| 5.1.2 | 理想运算放大器的分析依据 .....         | 107 |
| 5.1.3 | 含理想运算放大器电路的分析步骤 .....      | 108 |

|       |                       |            |
|-------|-----------------------|------------|
| 5.1.4 | 含多个运算放大器电阻电路的分析 ..... | 108        |
| 5.1.5 | 本章难点 .....            | 108        |
| 5.2   | 典型例题解析 .....          | 108        |
| 5.3   | 相关知识扩展——电流电压转换器 ..... | 110        |
| 5.4   | 思考与训练 .....           | 111        |
| 第 6 章 | 一阶电路的时域分析法 .....      | <b>114</b> |
| 6.1   | 教学要点及难点 .....         | 115        |
| 6.1.1 | 动态电路和过渡过程 .....       | 115        |
| 6.1.2 | 换路定则及初始值的确定 .....     | 115        |
| 6.1.3 | 一阶电路的响应 .....         | 118        |
| 6.1.4 | 一阶电路的时域分析方法 .....     | 119        |
| 6.1.5 | 一阶电路的阶跃响应、冲激响应 .....  | 120        |
| 6.1.6 | 本章难点 .....            | 120        |
| 6.2   | 典型例题解析 .....          | 120        |
| 6.3   | 相关知识扩展——闪光灯电路 .....   | 132        |
| 6.4   | 思考与训练 .....           | 133        |
| 第 7 章 | 二阶电路的时域分析法 .....      | <b>139</b> |
| 7.1   | 教学要点及难点 .....         | 140        |
| 7.1.1 | 二阶电路初始条件的确定 .....     | 140        |
| 7.1.2 | 二阶电路的固有响应 .....       | 140        |
| 7.1.3 | 二阶电路的阶跃响应 .....       | 141        |
| 7.1.4 | 二阶电路的冲激响应 .....       | 142        |
| 7.1.5 | 本章难点 .....            | 142        |
| 7.2   | 典型例题解析 .....          | 142        |
| 7.3   | 相关知识扩展——汽车点火电路 .....  | 147        |
| 7.4   | 思考与训练 .....           | 147        |
| 第 8 章 | 相量法 .....             | <b>150</b> |
| 8.1   | 教学要点及难点 .....         | 151        |
| 8.1.1 | 正弦量 .....             | 151        |

# 目录

|        |                                     |     |
|--------|-------------------------------------|-----|
| 8.1.2  | 相量法 .....                           | 151 |
| 8.1.3  | 电路元件的相量形式 .....                     | 152 |
| 8.1.4  | 电路定律的相量形式 .....                     | 152 |
| 8.1.5  | 电路的相量图 .....                        | 152 |
| 8.1.6  | 本章难点 .....                          | 153 |
| 8.2    | 典型例题解析 .....                        | 153 |
| 8.3    | 相关知识扩展 .....                        | 158 |
| 8.3.1  | 相量法的引入 .....                        | 158 |
| 8.3.2  | 220V 50Hz 和 120V 60Hz 的交流供电系统 ..... | 158 |
| 8.4    | 思考与训练 .....                         | 159 |
| 第 9 章  | 正弦稳态电路的分析 .....                     | 162 |
| 9.1    | 教学要点及难点 .....                       | 163 |
| 9.1.1  | 阻抗和导纳 .....                         | 163 |
| 9.1.2  | 正弦稳态电路的分析与计算 .....                  | 164 |
| 9.1.3  | 应用相量图分析正弦稳态电路 .....                 | 164 |
| 9.1.4  | 正弦稳态电路的功率 .....                     | 164 |
| 9.1.5  | 功率因数的提高 .....                       | 165 |
| 9.1.6  | 最大功率传输 .....                        | 166 |
| 9.1.7  | 电路的谐振 .....                         | 167 |
| 9.1.8  | 本章难点 .....                          | 168 |
| 9.2    | 典型例题解析 .....                        | 168 |
| 9.3    | 相关知识扩展 .....                        | 186 |
| 9.3.1  | 选频和移相电路 .....                       | 186 |
| 9.3.2  | 功率测量 .....                          | 187 |
| 9.3.3  | Q 值的含义 .....                        | 188 |
| 9.4    | 思考与训练 .....                         | 190 |
| 第 10 章 | 含有耦合电感的电路 .....                     | 197 |
| 10.1   | 教学要点及难点 .....                       | 198 |
| 10.1.1 | 互感和互感电压 .....                       | 198 |
| 10.1.2 | 同名端 .....                           | 198 |

|               |                                  |            |
|---------------|----------------------------------|------------|
| 10.1.3        | 耦合系数 $k$ .....                   | 198        |
| 10.1.4        | 含有耦合电感电路的分析方法 .....              | 199        |
| 10.1.5        | 耦合电感的连接 .....                    | 199        |
| 10.1.6        | 空心变压器 .....                      | 199        |
| 10.1.7        | 理想变压器 .....                      | 201        |
| 10.1.8        | 本章难点 .....                       | 202        |
| 10.2          | 典型例题解析 .....                     | 202        |
| 10.3          | 相关知识扩展——变压器的应用 .....             | 213        |
| 10.4          | 思考与训练 .....                      | 215        |
| <b>第 11 章</b> | <b>三相电路 .....</b>                | <b>220</b> |
| 11.1          | 教学要点及难点 .....                    | 221        |
| 11.1.1        | 三相电路的基本概念 .....                  | 221        |
| 11.1.2        | 三相对称电路线电压(线电流)与相电压(相电流)的关系 ..... | 221        |
| 11.1.3        | 对称三相电路的计算 .....                  | 221        |
| 11.1.4        | 三相负载的功率 .....                    | 222        |
| 11.1.5        | 本章难点 .....                       | 222        |
| 11.2          | 典型例题解析 .....                     | 222        |
| 11.3          | 相关知识扩展——电力的传输与分配 .....           | 226        |
| 11.4          | 思考与训练 .....                      | 227        |
| <b>第 12 章</b> | <b>非正弦周期稳态电路的分析 .....</b>        | <b>232</b> |
| 12.1          | 教学要点及难点 .....                    | 233        |
| 12.1.1        | 周期函数的傅里叶级数形式 .....               | 233        |
| 12.1.2        | 非正弦周期电流、电压的有效值、平均值 .....         | 233        |
| 12.1.3        | 非正弦周期电流电路的平均功率 .....             | 234        |
| 12.1.4        | 非正弦周期电流电路的分析计算 .....             | 234        |
| 12.1.5        | 本章难点 .....                       | 235        |
| 12.2          | 典型例题解析 .....                     | 235        |
| 12.3          | 相关知识扩展 .....                     | 245        |
| 12.4          | 思考与训练 .....                      | 246        |

# 目录

|                                      |     |
|--------------------------------------|-----|
| 第 13 章 线性动态电路的复频域分析 .....            | 249 |
| 13.1 教学要点及难点 .....                   | 250 |
| 13.1.1 拉普拉斯变换 .....                  | 250 |
| 13.1.2 复频域形式的电路定律与电路模型 .....         | 252 |
| 13.1.3 利用拉普拉斯变换分析线性电路的动态过程 .....     | 253 |
| 13.1.4 网络函数与电路的动态过程 .....            | 254 |
| 13.1.5 本章难点 .....                    | 256 |
| 13.2 典型例题解析 .....                    | 256 |
| 13.3 相关知识扩展 .....                    | 269 |
| 13.3.1 拉普拉斯 .....                    | 269 |
| 13.3.2 网络函数在二端口网络分析中的应用 .....        | 269 |
| 13.4 思考与训练 .....                     | 271 |
| 第 14 章 电路方程的矩阵形式 .....               | 274 |
| 14.1 教学要点及难点 .....                   | 275 |
| 14.1.1 图论基础知识 .....                  | 275 |
| 14.1.2 电路的图的矩阵 .....                 | 276 |
| 14.1.3 电路方程矩阵形式 .....                | 277 |
| 14.1.4 状态方程 .....                    | 278 |
| 14.1.5 本章难点 .....                    | 279 |
| 14.2 典型例题解析 .....                    | 279 |
| 14.3 相关知识扩展——计算机辅助分析中电路方程的建立方法 ..... | 290 |
| 14.4 思考与训练 .....                     | 292 |
| 第 15 章 二端口网络 .....                   | 297 |
| 15.1 教学要点及难点 .....                   | 298 |
| 15.1.1 二端口网络 .....                   | 298 |
| 15.1.2 二端口的方程和参数 .....               | 298 |
| 15.1.3 二端口的等效 .....                  | 300 |
| 15.1.4 二端口的转移函数(传递函数) .....          | 300 |
| 15.1.5 二端口网络的连接 .....                | 300 |
| 15.1.6 回转器和负阻抗变换器 .....              | 301 |

|                                  |            |
|----------------------------------|------------|
| 15.1.7 本章难点 .....                | 302        |
| 15.2 典型例题解析 .....                | 302        |
| 15.3 相关知识扩展——逆变器的基本结构和原理 .....   | 312        |
| 15.4 思考与训练 .....                 | 313        |
| <b>第 16 章 非线性电路的分析 .....</b>     | <b>316</b> |
| 16.1 教学要点及难点 .....               | 317        |
| 16.1.1 非线性电阻 .....               | 317        |
| 16.1.2 非线性电容 .....               | 318        |
| 16.1.3 非线性电感 .....               | 318        |
| 16.1.4 非线性电阻电路的方程 .....          | 318        |
| 16.1.5 小信号分析法 .....              | 318        |
| 16.1.6 分段折线化方法 .....             | 318        |
| 16.1.7 本章难点 .....                | 318        |
| 16.2 典型例题解析 .....                | 319        |
| 16.3 相关知识扩展——考比兹振荡电路中的混沌现象 ..... | 323        |
| 16.4 思考与训练 .....                 | 324        |
| <b>附录 参考答案 .....</b>             | <b>328</b> |
| <b>参考文献 .....</b>                | <b>345</b> |

# 第1章

## 电路模型和电路定律