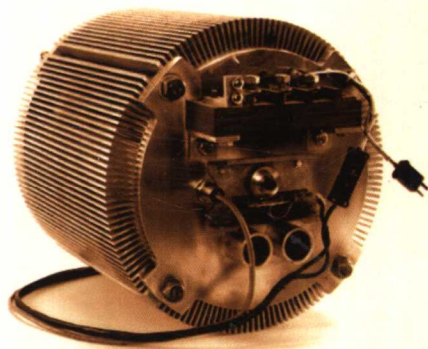


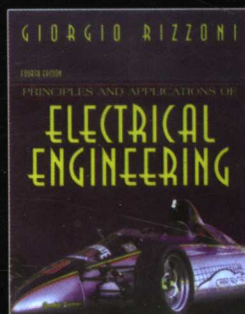
高等学校教材



电气工程原理与应用

(第四版)

Principles and Applications
of Electrical Engineering
Fourth Edition



[美] Giorgio Rizzoni 著

郭福田 王仲奕 译
刘晓辉 夏建生

附光盘 1 张

Mc
Graw
Hill



电子工业出版社
Publishing House of Electronics Industry
<http://www.phei.com.cn>

高等学校教材

电气工程原理与应用

(第四版)

Principles and Applications of
Electrical Engineering
Fourth Edition

[美] Giorgio Rizzoni 著

郭福田 王仲奕
刘晓辉 夏建生 译

电子工业出版社
Publishing House of Electronics Industry
北京 · BEIJING

内 容 简 介

本书是美国俄亥俄州立大学非电类工科学生电气工程课程的现用教材。为适应电子技术、计算机技术和网络技术的飞速发展,作者在前三版的基础上,经过教学改革与实践,对其内容做了较大的修改。特别是设置了“学习目的”、“自测题”、“方法小结”、“测量方法”、“网上查询”等功能框,可最大限度地激发学生学习的主动性和趣味性。

本书主要从机电一体化的角度介绍电气工程原理与应用。全书分为电路、电子学和电机学原理三部分。电路部分包括:电路基础、电阻电路分析、交流电路分析、瞬态分析、频率响应和交流电源;电子学部分包括:运算放大器、半导体与二极管、半导体三极管、场效应三极管、电力电子学、数字逻辑电路、数字系统和电子仪器与测量;电机学原理部分包括:机电学原理、电机原理和特种电机。

本书可作为高等学校非电类专业“电工学”课程教学参考书及双语教学的教材,也可作为从事机电一体化工作的工程技术人员参考。

Giorgio Rizzoni: *Principles and Applications of Electrical Engineering*, Fourth Edition.

ISBN 0-07-119878-4

Copyright © 2003 by The McGraw-Hill Companies, Inc.

Original language published by The McGraw-Hill Companies, Inc. All rights reserved. No part of this publication may be reproduced or distributed in any means, or stored in a database or retrieval system, without the prior written permission of the publisher.

Simplified Chinese translation edition jointly published by McGraw-Hill Education (Asia) Co. and Publishing House of Electronics Industry. Copyright © 2004.

本书中文简体字翻译版由电子工业出版社和美国麦格劳-希尔教育出版(亚洲)公司合作出版。未经出版者预先书面许可,不得以任何方式复制或抄袭本书的任何部分。

本书封面贴有 McGraw-Hill 公司激光防伪标签,无标签者不得销售。

版权贸易合同登记号 图字:01-2003-1830

图书在版编目(CIP)数据

电气工程原理与应用:第四版/(美)里佐尼(Rizzoni, G.)著;郭福田等译.-北京:电子工业出版社,2004.8
(高等学校教材)

书名原文:Principles and Applications of Electrical Engineering, Fourth Edition

ISBN 7-5053-9944-6

I. 电... II. ①里... ②郭... III. 电气工程-高等学校-教材 IV. TM

中国版本图书馆CIP数据核字(2004)第085028号

责任编辑:李秦华 特约编辑:李玉龙

印 刷:北京兴华印刷厂

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编:100036

经 销:各地新华书店

开 本:787×1092 1/16 印张:59 字数:1511千字

印 次:2004年8月第1次印刷

定 价:85.00元(附光盘1张)

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺损问题,请向购买书店调换;若书店售缺,请与本社发行部联系。联系电话:(010)68279077。质量投诉请发邮件至 zlt@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

作者简介

Giorgio Rizzoni 曾任福特汽车公司电机系统部经理,先后在密歇根大学获得了电气工程专业学士、硕士和博士学位。目前他是俄亥俄州立大学机械工程专业的教授,主要从事系统动力学、测量学和机电学本科生课程的教学,以及汽车传动系模型化与控制、混合机车的模型化和控制、系统故障诊断等研究生课程的教学。

Rizzoni 博士的整个职业生涯都致力于创新课程及其教学计划的研究。在密歇根大学期间,他建立了一个关于电路的课程及其实验室,并且为非电气工程专业学生开设了一门电子工程服务的课程。在俄亥俄州,他参与了机电系统本科生和研究生课程的发展研究工作,该研究工作的部分经费由(美国)国家科学基金会(National Science Foundation)通过跨学科课程发展津贴提供。本书正是受到了此课程发展的深刻影响。

Rizzoni 博士及其同事还与通用汽车公司合作开设了一门为期一年的名为“传动系模型化与控制”的研究生课程系列讲座。该系列讲座作为远程教育课程系列讲座提供给通用汽车公司的员工,也定期为俄亥俄州各学校电气和机械工程专业的学生讲授。1998年,Rizzoni 博士和他的同事得到了美国能源部(U.S. Department of Energy)资助,成立了“研究生汽车技术教育中心”,开展混合汽车动力传动系统和控制系统的研究。在此基础上,创立了混合电动汽车和燃料电池汽车推进技术的研究生课程及其研究型实验室。

从1999年开始,Rizzoni 博士一直担任俄亥俄州立大学汽车研究和智能交通中心主任,该中心服务于汽车工业和政府机构,主要从事汽车安全、能量效率、环境影响和乘客舒适度研究。为中心提供资助的主要汽车公司有:ArvinMeritor, DaimlerChrysler, Delphi Automotive Systems, Dow Automotive, Fiat, Ford, General Motors, Honda, Lear, Oshkosh Truck; 政府机构有:(美国)国防部(United States Departments of Defense)、(美国)能源部交通部(Energy and Transportation);另外还有(美国)国家科学基金会(National Science Foundation)。Rizzoni 博士在行业期刊和会议发表论文150多篇,并且得到了同行的认可,获得1991年度(美国)国家科学基金会青年研究者奖(NSF Presidential Young Investigator Award)。

Rizzoni 博士是美国工程教育协会(ASEE),美国机械工程师协会(ASME),电气和电子工程师协会(IEEE)和汽车工程师学会(SAE)会员;先后担任 ASME“Journal of Dynamic Systems, Measurements, and Control”(1993~1998年)和 IEEE“Transactions on Vehicular Technology”(1988~1998年)的副总编,同时又兼任 IEEE“Transactions on Control System Technology”,IEEE“Control Systems Magazine”,“Control Engineering Practice”的专业问题客座编辑;他还是 ASME 动力系统和控制部交通小组前组长,并且担任了国际自动控制联合会(IFAC)汽车控制技术委员会会长的职务。

Giorgio Rizzoni 是俄亥俄州立大学 SAE 学生分部指导教师,在其指导下,电气和机械工程专业的学生完成了高性能电动机车的开发,并连续三次在全美锦标赛上获得金奖(1996年到1998年)。他也是俄亥俄州立大学 FutureTruck 混合电动汽车竞赛小组的联合顾问,这个竞赛小组由美国能源部、通用汽车和福特汽车公司提供赞助。

译者序

Giorgio Rizzoni 博士是俄亥俄州立大学机械工程专业的知名教授,主要从事系统动力学、测量与控制及机电一体化课程的教学和研究。本书是作者在多年的教学和研究过程中,不断总结、不断完善的基础上编著而成的。本书作为非电类工科本科生、研究生的电气工程课程的教材在美国高校被广泛使用。该书内容全面、结构灵活、体裁新颖,它既可作为高等学校非电类专业“电工学”课程教学参考书及双语教学(英文版)的教材,也可作为从事机电一体化工作的工程技术人员的参考书。

为适应电子技术、计算机技术和网络技术的飞速发展,作者在前三版的基础上,经过教学改革与实践,对其内容做了较大的修改。特别是设置了“学习目的”、“自测题”、“方法小结”、“测量方法”、“光盘检索”、“网上查询”等功能框,可最大限度地激发学生学习的主动性和趣味性。特别是“方法小结”和“测量方法”,前者是对某些问题求解(分析)过程的标准化概括与总结,以培养读者规范的解题步骤;后者是对某些理论(知识)的工程背景及工程应用的介绍,作为对正文的重要补充,以加深读者对该理论的理解与掌握。

本书主要从机电一体化的角度介绍电气工程原理与应用,全书分为电路、电子学和电机学原理三部分。电路部分包括:电路基础、电阻电路分析、交流电路分析、暂态分析、频率响应和交流电源;电子学部分包括:运算放大器、半导体与二极管、半导体三极管、场效应三极管、功率电子学、数字逻辑电路、数字系统和电子仪器与测量;电机学原理部分包括:机电原理、电机原理和特种电机。每章后附有大量的习题,附录 D 又给出了部分习题的答案,这为读者自学提供了必要的学习条件。大部分习题都来自于工程实践,这样使读者在做习题的过程中对电气工程在其他学科的应用也有了初步了解。

本书的最大特点是理论联系实际,在介绍基本理论时都会涉及到该理论的工程应用,通过大量的实际应用例题,举一反三,透彻分析,从而培养读者分析问题、解决问题的能力。另一特点是内容涉及面广,可适合不同层次的对象选用。作者根据自己多年的教学经验给出多种教学模块(见前言中的图 1、图 2 和图 3),供读者参考。

本书的第 2 章、第 3 章、第 4 章、第 5 章及第 6 章的 1、2 两节由王仲奕翻译;第 6 章的 3、4 两节、第 7 章、第 8 章、第 9 章由刘晓辉翻译;第 10 章、第 11 章、第 12 章、第 13 章、第 14 章由夏建生翻译;其余章节及附录由郭福田翻译。

由于译者的水平有限,错误在所难免,恳请读者批评指正。

前 言

在工程设计和分析中,电子设备与仪器的普遍涌现是 20 世纪后期电子革命的特征之一。工程实践,甚至是日常生活的方方面面,均以不同方式受到电气和电子设备的影响。计算机可能是这种现象中最突出的表现。无论如何,电气工程中的许多知识对于机械、化学、核能、材料、航空航天、民用新兴生物医药工程的实践工程师来说也是很重要的。作为现代工程师,必须能够有效地在他们工作的多学科小组中进行交流。

目的

本书的目的自从 1987 年第一版开始,就没有改变过。相反,工程教育和工程专业实践在过去的 10 年中却发生了巨大变化。工程理论学科中的电子和计算机技术的综合与作为工程产品和工序的核心部件而出现的数字电子学和微型计算机,均已成为普通的话题。

本书的首要目的是为非电类工科学生介绍电气、电子和电机学的原理。对于介绍性的电气工程课程,安排在大学二年级;对于比较专业性的研究课程,像电子学、电机学和机电学,安排在大学四年级或研究生一年级。

第二目的是把学生的注意力集中在重要的结果和应用上,并引导学生使用恰当的分析 and 计算工具来解决大量的实际问题。

第三个目的(也是最后一个目的)是通过具体的,已实践过的,且与电气工程原理的应用相关的实例阐明上述理论。这些实例取自作者的工业研究经历和在职工程师及产业伙伴提出的想法。

上述三个目的是通过大量影响本书教学和内容的新特点来达到的。前言的下两个部分描述本书的结构和在第四版的主要变化。

结构和内容

本书的结构在基本元素方面几乎没有变化,仍然分为三部分,即电路、电子学和电机学。内容上的变化描述如下。

第一部分:电路

为了答谢前几版用户提出的有价值的建议,第一部分已做了详尽的修订。除了对所有实例进行修正外,还添加或替换了大量的实例。该部分大概增加了 200 道课后习题。结合教学法的改进,对第 2 章和第 3 章做了充分的修改,以增加内容的清晰度和结构的合理性。第 4 章、第 5 章和第 6 章也做了明显的修订。修订的目的除了改变教材的结构外,使教师在教学中既可选用暂态(时域)分析法,也可选用相量分析法,以此来与第 3 章中的网络分析相呼应。本书起初写作时受作者的偏好影响是先介绍相量符号和交流电路分析,紧接着介绍直流电路分析。第四版在内容组织方面仍然依照这个原则。然而,另一同样有效的方法是先介绍暂态分析,再介

绍相量分析,该方法或许形式上更正确些,但是在时间成为约束条件的情况下效率会稍低一些。在第四版中,后一种方法可以按照图 1 中的第二条路径获取。4.1 节和 4.2 节主要介绍储能元件和时域信号;4.3 节给出了基本电路定律应用于含有电感和电容电路时的微分方程。简短介绍后可直接进入第 5 章,该章包含了一阶电路和二阶电路的暂态分析。第 5 章可供教师选择的另外一种模式是只涉及一阶电路的暂态分析。对第 6 章也做了修订,增加了更为完整的傅里叶级数和波特图的内容,关于拉普拉斯变换的章节放到了附录 B 中。

图 1 给出几种可行的教学模式,供制定课程提纲选用。不难看出,在频率特性和交流功率章节安排上是很灵活的,第 4 章之后既可以先讲第 6 章,也可以先讲第 7 章。

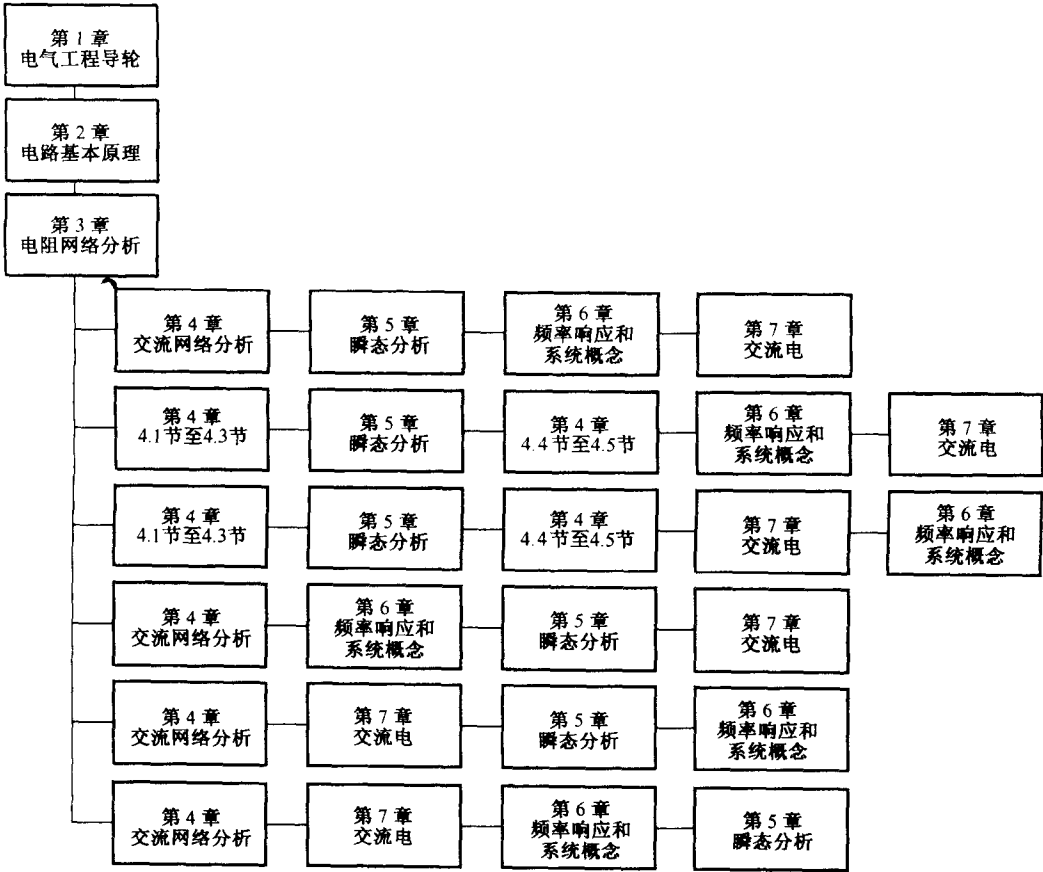


图 1 第一部分电路的教学模式

最后,关于运算放大器的内容移到了第 8 章,这就使得电气工程(EE)的第一部分很容易与任何课程大纲相结合。8.1 节和 8.2 节可以紧接着第 3 章之后讲授,在这里可将运算放大器作为电路元件来处理。第 8 章的剩余部分适合在第 6 章之后介绍。

第二部分:电子学

第二部分也做了一些重要修订。首先,运算放大器一章放到了该部分的开头。运算放大器是涉及电子学、电气工程课程中的最普通的主题,如前面所提到的,运算放大器也是电路课

程中经常选用的内容。对于对集成电路和系统感兴趣的教师来说,可以遵循集成电路模式讲授,即第 8 章之后讲数字逻辑电路和数字系统(第 13 章和第 14 章)、测量仪表(第 15 章)。在这些章节和第三版比较没有多大变化。

其次,对希望涉及分立器件的教师会发现从第 9 章到第 12 章中有比较大的修订,他们可遵循分立器件模式讲授。第 9 章介绍的半导体和二极管相对变化较少,而第 10 章(双极晶体管)和第 11 章(场效应晶体管)是新增加的,分别集中介绍两种主要的晶体管技术,这两章在功能上是独立的,也就是讲授时可以只介绍其中一章,也可以反顺序介绍。在晶体管的章节中既介绍了线性放大的应用,又介绍开关特性的应用。关于小信号放大器设计的内容(第三版的第 12 章)在很大程度上已经被删减了,这是集成电子学不断发展的需要,也是因为非类电工程师很少设计分立器件晶体管放大器。最后,对第 12 章电力电子学的内容仅做了少量的修订。

模拟数字混合模式的范例如图 2 所示。当然,个别教师在讲授电子学章节时可采用其他具有创新性的教学方法。

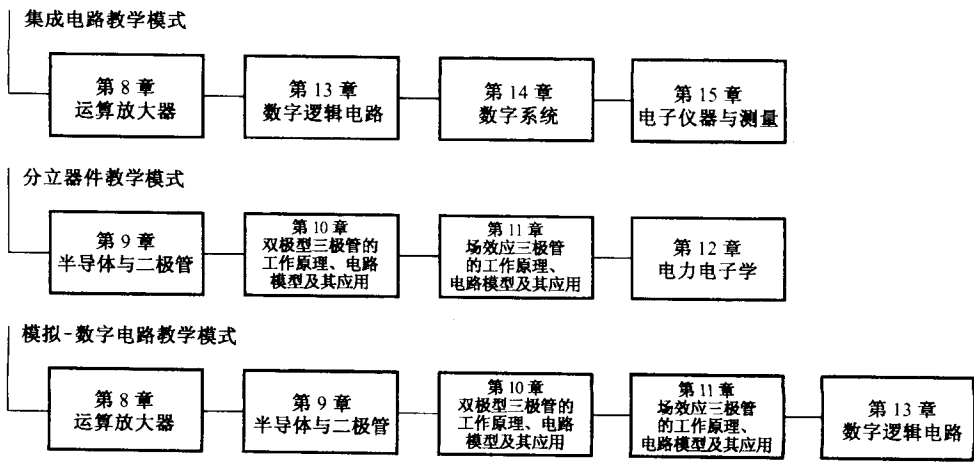


图 2 第二部分电子学的教学模式

第三部分:电机学原理

从严谨和教学需要方面考虑,对其做必要的修订,但是内容几乎没变。作者将该部分内容作为机械工程专业三年级“系统动力学”课程的补充教材使用了多年。该部分内容与前面介绍的交流功率和电子学章节结合后,将成为“电力系统”中的中级课程,如图 3 所示。

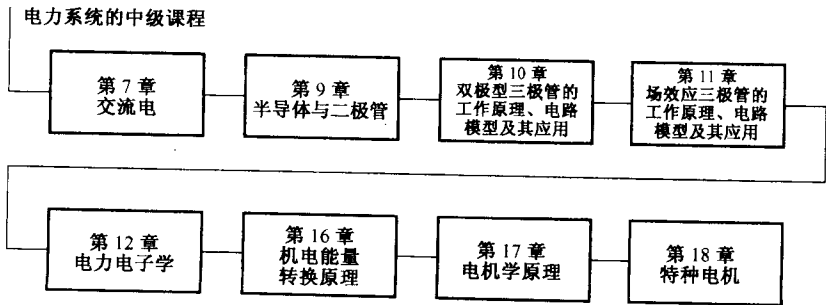


图 3 电力系统的中级课程

教师可以在本书的网站 <http://www.mhhe.com/engcs/electrical/rizzoni> 上获取课程内容结构的补充建议。欢迎在使用本书的过程中提出建议和课程教学计划的示例(获取教师资源的相关信息请参阅本书后面的“教学支持说明”)。

第四版的改进内容

教学

在保留第三版特色的前提下,在教学方面做了一些重要的改进:

- 在每章的开头给出本章的“学习目的”,并在给出重要的定义、结果及与学习目的相关的实例时,给出与各学习目标相关的直接参考。
- 使用“相关知识”,对电路与水利、热及机械系统之间做类比,且给出这些类比的实例。
- 大部分例题之后都给出一个或多个“自测题”练习。
- 新增了大约 300 道习题,其中三分之二是关于第一部分电路的。
- 在本书中添加了多个新的“方法小结”框。
- 正文的流畅性和连续性有所改善。

附录

本书涉及到很多的附录,它们可通过电子文档的形式获取。包括:

- 一个站点:该站点可随时更新以给学生和教师提供教学笔记、附加的习题、使用本书的建议、讨论论坛及其他报道。站点地址: <http://www.mhhe.com/rizzoni>。
- PowerPoint:重要图表的幻灯片,可从“网上学习中心”获取。
- 重要图表的幻灯片原件。

网上学习中心

本书有一个“网上学习中心”,寄放在 McGraw-Hill 网站上,其站点为 <http://www.mhhe.com/rizzoni>。教师可在网上学习中心获取课程讨论流程,可用资源有:

- 书中重要图表的 PowerPoint。
- 被称之为 Page Out 的课程网站生成器。教师可在 McGraw-Hill 网站的 Page Out 界面输入基本信息而迅速创建一个课程网站。
- 本书 CD-ROM 的额外支持。网上学习中心的目标是将完全有用的讲授和课程管理支持提供给那些需要的人。
- 包含所有习题解答的“教师使用指南”。
- 第 19 章,介绍通信系统,供更深层次的学习。
- 教学大纲样本。
- 书中提到的设备一览表。

- 仪器实例由 Hewlett-Packard 公司提供。
- “网上搜索”为学生更进一步了解书中提到的设备和系统的实际工程应用提供方便。另外,个别辅导站点拓宽了课本的范围。

致谢

本书经过下列各位的严格审阅。McGraw-Hill 和作者感谢各位对本书第四版所做的巨大贡献:

Michael Barrett, Valparaiso University
 Thomas L. Drake, Clemson University
 David Fisher, Michigan State University
 Cliff Pollock, Cornell University
 James Rowland, University of Kansas
 Richard Selfridge, Brigham Young University
 Carl Wells, Washington State University

另外,我要感谢我的同事,他们耐心地指出书中的错误和矛盾,并为本书的内容和文体的改进提出建议。下面仅是部分名单:

Steve Bybik, The Ohio State University
 David Collins, Florida A&M University——Florida State University
 Marcelo Dapino, The Ohio State University
 Donald R. Houser, The Ohio State University
 Avni Morgul, Bogazici University, Turkey
 Ed Newman, The Ohio State University
 Mário António Ramalho, Universidade Técnica de Lisboa, Portugal
 James Rogers, California Maritime, CSU
 Michael Schad
 Richard Wies, University of Alaska, Fairbanks
 Trond Ytterdal, NTNU, Norway

作者感激 Codrin-Gruie Cantemir 博士和 Byungho Lee 先生(Ohio State University)在补充新的习题和习题解答方面给予的帮助。Qi Ma 先生对电子学部分习题的选定给予了很有价值的帮助。

经过前三版序言,毫无疑问必须承认作者的夫人在该书的成功中所起的作用。我对我的夫人——Kathryn 的爱和敬佩与日月同在。对于她的大力支持且愿和我终身为伴,我深表谢意。我的三个孩子出生为本书前三版的出版做了永久的纪念,这一版,没有小孩出生,所以我借机把本书献给我的三个孩子 Alessandro, Maria 和 Michael,他们才是我生活中的快乐。

目 录

第 1 章 电气工程导论	1
1.1 电气工程	1
1.2 电气工程是机电系统设计的基础	3
1.3 工程技术基础(FE)考试准备	11
1.4 电气工程的发展简史	11
1.5 单位制	12
1.6 本书的专用功能模块	13
习题	15

第一部分 电 路

第 2 章 电路基本原理	18
2.1 定义	18
2.2 电荷、电流和基尔霍夫电流定律	22
2.3 电压和基尔霍夫电压定律	28
2.4 电功率及其符号规定	32
2.5 电路元件及其 $i-v$ 特性	35
2.6 电阻和欧姆定律	37
2.7 实际的电压源和电流源	53
2.8 测量仪表	54
小结	56
习题	57
第 3 章 电阻网络分析	69
3.1 网络分析	69
3.2 节点电压法	70
3.3 网孔电流法	80
3.4 含受控源电路的节点和网孔分析	88
3.5 叠加原理	92
3.6 一端口网络与等效电路	95
3.7 最大功率传输	113
3.8 非线性电路元件	116
小结	120
习题	120
第 4 章 交流网络分析	132
4.1 存储能量的(动态)电路元件	132

4.2 时变信号源	147
4.3 含有储能元件的电路(动态电路)求解	153
4.4 正弦激励电路的相量法	155
4.5 交流电路的分析方法	171
小结	180
习题	181
第 5 章 瞬态分析	192
5.1 瞬态分析简介	192
5.2 写出含有电感和电容的电路微分方程	193
5.3 含电感和电容电路的直流稳态解(初始条件和稳态条件)	199
5.4 一阶电路的瞬态响应	205
5.5 二阶电路的瞬态响应	224
小结	246
习题	246
第 6 章 频率响应和系统概念	256
6.1 正弦频率响应	256
6.2 谐波分析	260
6.3 滤波器	269
6.4 波特图	289
小结	296
习题	297
第 7 章 交流电	308
7.1 交流电路的功率	308
7.2 复功率	315
7.3 变压器	333
7.4 三相电	341
7.5 民用线路;接地和安全	348
7.6 交流电的产生和分配	351
小结	352
习题	353

第二部分 电 子 学

第 8 章 运算放大器	366
8.1 理想放大器	366
8.2 运算放大器	368
8.3 有源滤波器	386
8.4 积分电路和微分电路	392
8.5 模拟计算机	396

8.6 运算放大器的物理限制	402
8.7 运用运放的参数表:比较 LM741 与 LMC6061	414
小结	418
习题	419
第 9 章 半导体与二极管	435
9.1 半导体元件的电导	435
9.2 PN 结和半导体二极管	438
9.3 半导体二极管的电路模型	441
9.4 整流电路	457
9.5 直流电源,稳压二极管和稳压	461
9.6 信号处理中的应用	467
9.7 光电二极管	474
小结	477
习题	477
第 10 章 双极型三极管的工作原理、电路模型及其应用	489
10.1 三极管的放大和开关作用	489
10.2 双极型三极管的工作原理	491
10.3 双极型三极管在大信号下的工作模型	504
10.4 双极型三极管的开关作用和门电路	511
小结	515
习题	515
第 11 章 场效应三极管的工作原理、电路模型及其应用	523
11.1 场效应三极管的分类	523
11.2 增强型 MOS 场效应管概述	524
11.3 MOS 场效应管放大器	531
11.4 MOS 场效应管开关电路	535
小结	541
习题	542
第 12 章 电力电子学	545
12.1 电力电子器件的分类	545
12.2 电力电子电路的分类	546
12.3 电压调节器	549
12.4 功率放大器和三极管开关电路	551
12.5 整流和可控整流(交-直流变换器)	557
12.6 电动机的驱动	566
小结	573
习题	574

第 13 章 数字逻辑电路	577
13.1 模拟信号和数字信号	577
13.2 二进制数字系统	579
13.3 布尔代数	588
13.4 卡诺图和逻辑设计	598
13.5 组合逻辑组件	612
小结	619
习题	619
第 14 章 数字系统	627
14.1 时序逻辑模型	627
14.2 时序逻辑电路的设计	641
14.3 微处理器	645
14.4 计算机系统结构	648
14.5 微控制器	649
14.6 典型的汽车发动机微处理器	655
小结	661
习题	661
第 15 章 电子仪器与测量	665
15.1 测量系统和传感器	665
15.2 接线、接地和噪声	670
15.3 信号调理	674
15.4 模-数和数-模转换	686
15.5 比较器和定时电路	698
15.6 其他的测量用集成电路	708
15.7 数字化数据的传输	713
小结	720
习题	720

第三部分 电机学原理

第 16 章 机电能量转换原理	732
16.1 电与磁	732
16.2 磁路	742
16.3 磁性材料和 $B-H$ 曲线	754
16.4 变压器	757
16.5 电能与机械能的转换	760
小结	777
习题	778

第 17 章 电机原理	788
17.1 旋转电机	788
17.2 直流电机	799
17.3 直流发电机	804
17.4 直流电动机	807
17.5 交流电机	818
17.6 交流发电机	821
17.7 同步电动机	822
17.8 感应电动机	826
小结	836
习题	837
第 18 章 特种电机	846
18.1 无刷直流电动机	846
18.2 步进电动机	852
18.3 开关磁阻电动机	859
18.4 单相交流电动机	861
18.5 电动机的选型与应用	875
小结	880
习题	880
附录 A 线性代数与复数	887
附录 B 拉普拉斯变换	893
附录 C 工程基础(FE)考试	901
附录 D 部分习题答案	913

第1章 电气工程导论

本章的目的是介绍电气工程,为初学者展现电气工程在不同专业的应用梗概、透析本书的意图与结构。读者学习本书遇到的首要问题大概是:什么是电气工程?由于本书的读者对象是具有工程(包括电气工程)背景的群体,所以该问题值得讨论与说明。本章开始就定义了电气工程的不同分支,展示了不同分支之间的相互作用,并通过实例阐明了电气工程同其他工程学科之间的内在联系。在1.2节中,介绍机电系统工程,目的是阐明本书是各机电产品的设计基础,并通过实例阐明产品设计的步骤。1.3节介绍(美国)国家工程师培训考试,通过对考试简短而真实地描述,说明了一个年轻工程师在专业方面的成长与发展过程。在1.5节中,定义了基本的物理量和单位制,它们是以后各章的基础。最后,在1.6节中,讨论了本书的结构,使学生和教师对第2章至第18章所涉及的不同主题的拓展有个整体印象。

1.1 电气工程

表1.1列出电气工程类大学本科的主要课程。尽管这些科目之间区别并不十分明显,但它足以说明作者的目的。图1.1阐明了表1.1中各学科之间可能的内在联系。本书的目的就是为非电类的学生介绍电气工程的诸方面,这些知识对于他们的专业生涯是十分有帮助的。表1.1中所列的学科内容本书几乎都将予以讨论,但深度有所不同。例1.1给出了一个非常普通的应用——汽车的电气电子及电机设备和系统。在阅读例1.1时,参照图1.1和表1.1将是有帮助的。

表 1.1 电气工程学科

电路分析
电磁场
固态电子学
电力系统
数字逻辑电路
计算机系统
通信系统
电子光学
测量仪表
控制系统

例 1.1 汽车中的电气系统

众所周知,在非常简单的工程系统——汽车的运行中,表面上有明显差异的电气工程各专业知识,实际上是相互联系、相互作用的。图1.2给出了现代汽车中电气系统的示意图。即使在老式汽车中,电气系统(实际上是电子电路)在整个工作中的作用也是非常之大的(第2章和第3章讲述了电子电路基础)。感应器线圈产生足够高的电压使火花塞产生火花,以点燃油气混合物;线圈的直流电压是由铅酸蓄电池供给的。点火线路在第5章中将有比较详细的介绍。蓄电池除了给点火线圈提供能量外,还给其他电气部件提供能量,其

中最明显的是车灯、刮水器及收音机。电能(参见第7章)是通过铠装线从蓄电池传送到这些部件的。正是铠装线构建成了十分详细的电路(参见图2.12)。近些年,常规的电点火系统已经被电子点火装置所代替,即用被称为晶体管的分离电子设备替代了传统的点火装置。晶体管点火系统的优点是:它们比常规的机械式点火系统具有更高的可靠性、容易控制和寿命长(机械点火装置易受磨损的影响)。在第8章、第9章和第10章中,读者将会学习晶体管和其他电子器件。

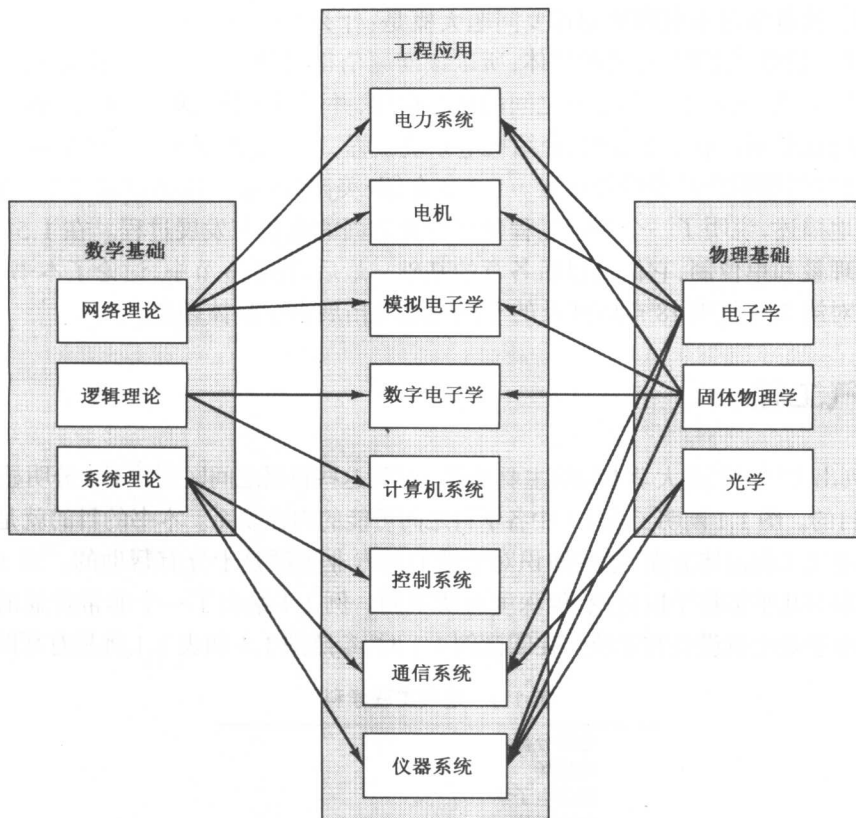


图 1.1 电气工程学科

其他的电气工程学科在汽车中也是相当明显的。车载收音机通过天线接收电磁波,解码后可重现远方的声音和演讲;利用电磁波的通信系统是短波收音机和便携式电话。第19章介绍调幅和调频收音机和其他常见通信系统的相关技术。但这并不是全部!事实上,蓄电池是一个便携式12V直流电源系统,用它来为前述的各装置提供能量。为了使蓄电池长时间工作,一个由交流发电机和电力电子器件组成的充电系统就出现在汽车中。电源系统将在第7章中介绍,电力电子器件将在第10章中讨论。另外一种就是电动机,也叫马达,用它来驱动豪华小轿车中的电动反光镜、电动窗、电动座椅和其他部件。顺便提一下,喇叭也是机电设备!所有这些设备将在第16章、第17章和第18章中描述。

然而,上述列表并不全面。事实上,一些电气工程在汽车中更有趣的应用这里并没有涉及到。下面关注计算机系统:大家知道,最近20年来,对汽车尾气排放引起环境污染的关注导致了完善的发动机排放控制系统的问世。微处理器从传感器获取信号,以检测相关变