



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

新编电气与电子信息类本科规划教材·电子电气基础课程

电子科学与技术导论

(第2版)

李哲英 骆 丽 刘元盛 刘 佳 编著



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

普通高等教育“十一五”国家级规划教材
新编电气与电子信息类本科规划教材·电子电气基础课程

电子科学与技术导论

(第2版)

李哲英 骆 丽 刘元盛 刘 佳 编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书为普通高等教育“十一五”国家级规划教材,是为电气、电子等工程专业编写的关于电子科学与技术 and 应用电子技术的导论课程教材。全书根据电子科学与技术的发展,以工程分析理论和技术概貌作为框架,分别对电子科学与技术 and 应用电子系统的学科体系、物理学和数学基础、基本分析理论和技术、工程应用概念、应用电子技术的核心内容等进行了概括性的介绍。可以帮助初学者了解有关专业的知识体系、工程应用技术和基本学习工具,为系统地学习集成电路设计、电气、电子等工程专业中有关的学科知识和技术提供最基本的指南。

本书还可作为其他工科专业和有关工程技术人员、教学管理人员和领导干部了解电子科学与技术 and 应用电子技术的参考书。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

电子科学与技术导论 / 李哲英等编著. —2版. —北京:电子工业出版社, 2010.10
(新编电气与电子信息类本科规划教材·电子电气基础课程)

ISBN 978-7-121-11902-6

I. ①电… II. ①李… III. ①电子技术—高等学校—教材 IV. ①TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 187992 号

责任编辑:韩同平 特约编辑:李佩乾

印 刷:涿州市京南印刷厂

装 订:涿州市桃园装订有限公司

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

开 本:787×1092 1/16 印张:14.25 字数:365 千字

印 次:2010 年 10 月第 1 次印刷

印 数:4 000 册 定价:29.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010) 88258888。

第2版前言

本书为普通高等教育“十一五”国家级规划教材。

本书第1版于2003年开始准备,2005年动笔,2006年年初出版,至今已有5年之余。这5年中,电子科学与技术以极高的速度发展,各种新技术及其应用层出不穷,特别是制造工艺和设计工具领域,更是以飞越的速度发展着。例如,5年前 SoC 还是一个研究领域,而今已经成为一项重要的和基本的的应用设计技术。同时,近年来绿色电子概念的提出,更为电子科学与技术提出了新的课题,促使电子科学与技术领域发生了较大的变化。有鉴于此,作者在近年来研究的基础之上,对本书进行了修改,力求能体现电子科学与技术的基本理论与应用技术,以及最新的发展动向,为学生提供新技术的概念。

近年来,电子科学与技术在纳米技术发展支持下,在集成电路技术领域以极高的速度发展,其密度是5年前的几十倍,工艺水平从5年前的90纳米,发展到了当今的30纳米。一颗芯片中已经包括了几亿至10亿只MOS管。这种技术不仅是数量的变化,更引起了技术上的变化,特别是设计技术和应用技术,主要体现在:① IP核应用技术已经普及。② 单片机和嵌入式处理器应用向集成化的 SoC 方向发展。③ EDA 工具提供了强大的建模仿真工具。④ 高速电路系统电路设计技术成为基本设计技术。⑤ 集成电路设计技术正在逐步取代应用领域。

根据电子科学与技术这些重要的变化,对本书第1版做了如下修订:

(1) 绪论中强调了近5年来电子科学与技术的基本变化。

(2) 对第1~3章的部分内容进行了修改,特别是与纳米相关的内容,突出了模型描述,并与微米技术进行了对比。提出了相关的研究领域以启发学生的创新思维。

(3) 根据电子科学与技术工程应用的发展,对第4章进行重新编写,突出了模型概念和建模需要的基本参数概念。

(4) 除了对原有内容进行修订外,第5章中还增加了测试技术,目的是强调测试技术是电子科学与技术的重要内容之一。

(5) 第6章中增加了绿色电子系统分析基本概念的介绍。同时,书中其他相关章节中增加了绿色电子技术基本概念的介绍。

(6) 第8章中增加了有关PCB部分新技术的论述。

(7) 第9章中增加了 SoC 应用部分并对其他部分进行了修订,目的是加强 SoC 技术概念的介绍,并为学生提供一些参考设计,以启发学生的创新思维。

(8) 新增了第10章,描述电子信息系统中对电子科学与技术的应用,目的是扩大学生的专业视野。

本书第1~3章由李哲英教授修订,第4~6章由刘元盛副教授修订,第7~9章由骆丽教授修订,第10章由刘佳讲师编写。李哲英教授主持了全书的修订工作,并负责统稿。此外,北京联合大学微电子应用技术研究教师修丽梅、吕彩霞,研究生赵雷、路铭、王雷

欧、张卫华、续海涛、刘彦鑫等参与了本书文字校对和插图处理。

本书第1版出版后，收到了国内多所高校教师的宝贵意见，这为本书的修订工作提供了重要的参考。北京联合大学的鲍泓教授、王毓银教授、李金平教授和钮文良副教授，北京理工大学罗伟雄教授，台湾中原大学锺文耀教授等，都对本书修订提出了宝贵的意见和建议。本书编写过程中得到了北京联合大学信息学院电子工程系和北京联合大学微电子应用技术研究所以领导和教师的热情支持。作者在此一并表示衷心的感谢。

由于电子科学与技术的飞速发展和应用领域不断扩大，加之作者水平有限，本书难免还存在一些问题与缺陷，敬请广大同行和读者不吝赐教，批评指正。

作者联系方式：zheyang@bnu.edu.cn

编著者

目 录

绪论	(1)
0.1 电子科学与技术的发展历史	(1)
0.2 电子科学与技术的应用领域	(3)
0.3 基本内容与学科体系	(5)
0.4 集成电路与应用技术的进展	(7)
练习题	(9)
第 1 章 电子科学与技术概述	(10)
1.1 物理学基础	(10)
1.1.1 固体物理学	(10)
1.1.2 半导体物理学	(12)
1.1.3 纳米电子学	(12)
1.1.4 量子力学	(14)
1.2 基本电磁理论	(14)
1.3 半导体材料	(16)
1.4 工程中的电子器件	(16)
1.4.1 有源器件	(18)
1.4.2 无源电子器件	(22)
1.5 电子器件与系统	(25)
1.5.1 电子系统的器件的概念	(25)
1.5.2 系统与器件的关系	(26)
1.5.3 绿色电子器件与系统的基本概念	(27)
1.6 应用电子系统分析的基本概念	(28)
1.6.1 建模与分析的概念	(28)
1.6.2 电路分析的应用概念	(29)
1.6.3 系统分析	(33)
本章小结	(34)
练习题	(34)
第 2 章 半导体物理基础	(36)
2.1 半导体物理学的基本内容	(36)
2.1.1 半导体晶体材料的基本结构	(36)
2.1.2 半导体晶体	(38)
2.2 半导体器件的物理概念与分析方法	(39)
2.2.1 基本半导体类型	(39)
2.2.2 半导体物理中的量子分析理论	(41)
2.2.3 半导体器件结构分析方法	(41)

2.3 半导体材料的电学特征	(42)
本章小结	(43)
练习题	(43)
第3章 电子科学与技术中的数学工具	(44)
3.1 数学分析	(44)
3.2 微分方程	(46)
3.3 场论	(47)
3.4 线性代数	(48)
3.5 积分变换	(49)
3.6 复变函数	(51)
3.7 数理统计与概率论	(52)
3.8 数学工具的应用方法	(52)
本章小结	(54)
练习题	(54)
第4章 基本半导体器件	(55)
4.1 二极管	(55)
4.1.1 二极管基本结构与技术特性	(56)
4.1.2 二极管分类	(57)
4.2 双极三极管	(58)
4.3 MOS 场效应管与 CMOS 技术	(64)
4.4 结型场效应管	(69)
4.5 晶闸管	(71)
4.6 半导体电阻	(72)
4.7 半导体电容	(73)
4.8 半导体器件的模型概念	(74)
本章小结	(75)
练习题	(75)
第5章 电子系统工程分析方法与 EDA 工具	(77)
5.1 概述	(77)
5.1.1 电子系统中的模型概念	(77)
5.1.2 电子科学与技术分析中的宏模型	(82)
5.1.3 电子系统常用 EDA 工具简介	(83)
5.2 电子系统工程分析的目标与内容	(87)
5.2.1 电子系统分析的目标	(87)
5.2.2 电子系统分析的基本内容	(90)
5.2.3 电子系统分析的基本方法	(90)
5.3 电子系统仿真基本原理	(91)
5.3.1 电路的描述	(92)
5.3.2 电路综合	(94)
5.4 数字逻辑电路设计工具	(94)

5.4.1	数字逻辑电路的基本特征	(95)
5.4.2	VHDL 语言	(100)
5.4.3	Verilog HDL 语言	(102)
5.5	电子系统测试技术概念	(105)
5.6	绿色电子系统设计基本概念	(107)
	本章小结	(107)
	练习题	(108)
第 6 章	应用技术概述	(109)
6.1	系统实现技术	(109)
6.2	电路设计的基本方法	(110)
6.2.1	应用电路结构设计 with 建模	(110)
6.2.2	电路仿真模型与参数的设计	(112)
6.2.3	分析和设计工具的应用特征	(113)
6.2.4	电子电路测试设计与分析	(115)
6.2.5	电子系统电源电路设计与分析	(118)
6.3	典型模拟信号处理电路	(119)
6.3.1	放大器电路	(119)
6.3.2	信号发生器电路	(120)
6.3.3	模拟信号运算电路	(123)
6.3.4	滤波电路	(125)
6.3.5	模拟信号的变换电路	(128)
6.4	典型数字逻辑信号处理电路	(130)
6.4.1	组合逻辑电路	(131)
6.4.2	同步时序电路	(132)
6.5	绿色电子系统分析基本概念	(133)
	本章小结	(134)
	练习题	(134)
第 7 章	集成电路	(135)
7.1	集成电路的基本概念	(136)
7.1.1	集成电路的基本特征	(136)
7.1.2	集成电路分类	(137)
7.2	集成电路的基本结构	(138)
7.2.1	模拟集成电路的基本结构	(138)
7.2.2	数字集成电路的基本结构	(139)
7.3	集成电路中的基本电路模块	(139)
7.3.1	模拟集成电子技术中的基本电路模块	(140)
7.3.2	数字集成电路的基本模块	(142)
7.4	存储器集成电路	(146)
7.4.1	半导体存储器的基本概念	(146)
7.4.2	存储单元的基本结构	(148)

7.5	FPGA 与 CPLD 器件	(150)
7.5.1	可编程逻辑器件的基本概念	(150)
7.5.2	可编程逻辑器件的基本结构	(151)
7.5.3	CPLD 器件的基本结构	(153)
7.5.4	FPGA 器件的基本结构	(154)
7.6	包含 CPU 的集成电路	(155)
7.6.1	微处理器	(156)
7.6.2	单片机	(158)
7.6.3	数字信号处理器件	(159)
	本章小结	(160)
	练习题	(160)
第 8 章	电路制造工艺	(162)
8.1	电子产品制造的基本概念	(162)
8.1.1	电子制造工艺	(162)
8.1.2	电子元器件的工艺特征	(164)
8.1.3	工艺设计与管理	(165)
8.2	PCB 制造	(166)
8.2.1	PCB 技术概念	(166)
8.2.2	PCB 制造工艺	(167)
8.2.3	PCB 电路制造工艺	(169)
8.3	集成电路制造中的工艺技术	(170)
8.3.1	晶圆处理技术	(172)
8.3.2	掩膜技术	(173)
8.3.3	刻蚀技术	(174)
8.3.4	沉积技术	(175)
8.3.5	掺杂技术	(176)
8.3.6	外延技术	(177)
8.3.7	集成电路测试	(177)
8.4	制造工艺对设计的影响	(178)
	本章小结	(178)
	练习题	(179)
第 9 章	SoC 技术	(180)
9.1	SoC 技术的基本概念	(180)
9.1.1	SoC 技术的基本定义	(180)
9.1.2	SoC 技术的基本内容	(181)
9.1.3	SoC 技术的应用	(184)
9.1.4	SoC 技术应用要点	(186)
9.2	SoC 器件分析	(187)
9.2.1	SoC 器件的基本结构	(187)
9.2.2	SoC 的 CPU 内核	(188)

9.2.3 SoC 器件分析的基本内容	(188)
9.3 SoC 器件设计方法与技术	(190)
9.3.1 自顶向下的设计方法	(190)
9.3.2 螺旋式设计模式	(190)
9.4 IP 核技术	(191)
9.4.1 IP 核设计	(191)
9.4.2 EDA 技术和相关工具	(192)
9.4.3 可复用 IP 核的验证技术	(193)
9.5 混合信号 SoC 器件	(193)
9.5.1 混合信号 SoC 器件中的模拟电路特征	(194)
9.5.2 混合信号 SoC 器件中的数字电路特征	(195)
9.5.3 混合信号 SoC 器件的设计技术	(196)
9.6 SoC 应用设计概念	(197)
9.6.1 通信技术中的 SoC 设计	(197)
9.6.2 控制技术中的 SoC 设计	(199)
9.6.3 虚拟系统中的 SoC 设计	(201)
本章小结	(201)
练习题	(201)
第 10 章 电子信息系统	(203)
10.1 电子信息系统概述	(203)
10.1.1 电子系统与信息处理系统	(203)
10.1.2 信号与信息处理	(205)
10.1.3 电子信息系统的核心技术	(205)
10.2 电子信息处理系统基本结构	(206)
10.2.1 电子信息处理系统的组成	(207)
10.2.2 电子信息处理系统的逻辑结构	(209)
10.2.3 电子信息处理系统的物理结构	(210)
10.3 电子信息处理系统中的软件工程	(211)
10.3.1 软件工程的基本概念	(211)
10.3.2 电子信息处理系统软件设计	(212)
10.4 绿色电子信息处理系统的设计与应用	(213)
本章小结	(214)
练习题	(215)
参考文献	(216)

绪 论

专门研究电子科学理论与应用技术的学科叫做电子科学与技术。电子科学与技术的主要研究内容,是电子技术的核心理论、制造电子元器件的材料、方法与工艺,以及电路设计理论与应用技术。电子科学与技术是现代应用科学的重要组成部分,也是实现信息技术的基础。

作为电子科学与技术的重要研究内容,电子技术是现代工程技术的重要组成部分,其重要性主要体现在几乎所有的现代生产工具都包含有相应的电子电路。因此,电子技术的应用能力,是对现代电子工程师的基本要求。作为一种实用工程技术,电子技术又是其应用领域中各种理论与技术的实现方法,因此,电子技术也是现代科学与工程技术的的主要研究对象。

从应用的角度看,电子技术的突出特点是电子技术本身的发展速度十分惊人,涉及领域十分宽广。因此,现代电气、电子等相关专业的人才培养目标之一,就是培养此类人才的电子技术应用能力。

本章介绍电子技术的基本内容,使相关专业的学生能够对电子技术的发展有一个概括的了解,为进一步学习电子技术及其相关的专业课程打下基础。

0.1 电子科学与技术的发展历史

从电子整流装置到集成电路,电子科学与技术和应用电子技术的发展已经有 100 多年的历史。从工程应用的角度看,电子科学与技术和应用电子技术的发展,可以用主要元器件的发明与应用作为里程碑。

电子科学与技术和应用电子技术是在现代科学技术和社会生活中得到广泛应用的基础技术,更是电子信息、计算机与信息技术等学科与工程技术学习和研究的重要基础。从工程应用的角度看,电子技术也是研究电子器件 (Devices) 与系统 (System) 分析、设计、制造的工程实用技术。

电子科学与技术和应用电子技术研究的目的,是提供特殊功能的电子器件、电路的设计、分析和制造方法与技术。因此,电子技术的基本分析方法是建立在电路理论、信号与系统理论基础之上的。随着电子技术、信息技术的发展,电子技术的应用方法也日趋信息化和数字化。

以元器件为特征划分的电子技术发展历程,可以简单地描述为图 0.1-1。从图中可以看到,从 20 世纪 50 年代后,电子技术以极高的速度发展着,其应用领域不断地扩大。

1. 电子管阶段

电子管阶段是现代电子科学与技术和应用电子技术的早期应用阶段,大约从 20 世纪初到 20 世纪 60 年代。这个时期中,基本电子元器件是真空电子管 (简称电子管),电子科学与技术提供给应用领域的核心器件是电子管以及机电式器件 (如继电器、变压器、磁放大器 etc)。从应用的角度看,这个阶段的电子系统比较笨重,消耗的功率比较大。因此,这一阶

段电子技术的应用受到了一定的限制。

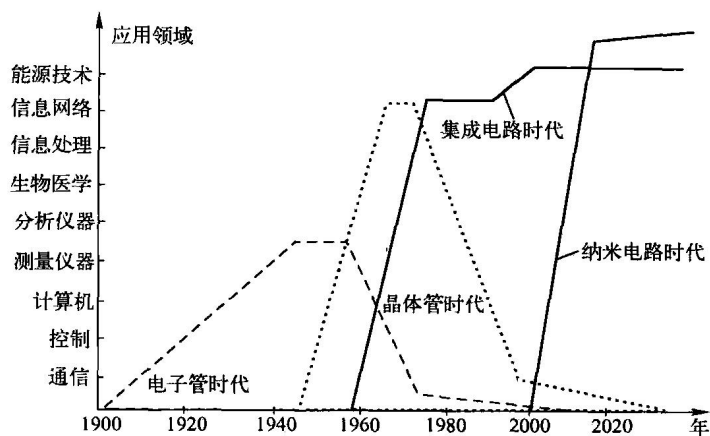


图 0.1-1 电子技术发展历程

2. 半导体分立元件阶段

半导体分立元件阶段是现代电子科学与技术 and 应用电子技术在不同工程应用领域得到迅速发展的阶段，主要的原因是，与电子管相比较，半导体器件的体积大为缩小，从而使得电子系统技术性能大幅度地提高，电子系统的体积大为缩小，电子系统所消耗的功率也迅速减少，系统效率得到了很大提高。例如，使用 7 个电子管的收音机所消耗的功率约 50 瓦，而使用 7 个晶体管的半导体台式收音机所消耗的功率仅为 1~3 瓦。由于半导体元器件克服了电子管元器件体积大、效率低、对环境要求比较高、使用不便等缺点，同时，伴随着计算机和智能技术的发展，这一时期的电子技术在不同的工程技术领域得到了广泛的应用，并奠定了应用电子技术工程应用中的基础地位。特别是在宇航和军事设备中，半导体分立元件更是得到了迅速而广泛的应用。应用领域的扩大，不仅对电子科学与技术 and 应用电子技术的发展提供了强大的推动力，同时也向电子科学与技术 and 应用电子技术提出了新的挑战。

3. 集成电路阶段

1958 年，美国 TI 公司工程师 Kilby (Jack Kilby, 1924—2005, 2000 年诺贝尔物理奖得主) 发明了第一块模拟集成电路，标志着集成电路时代的到来，也标志着电子技术进入了一个飞速发展的全新时代。

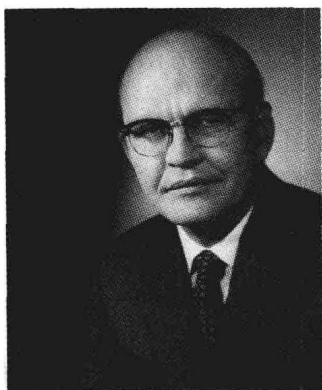


图 0.1-2 集成电路发明者 Jack Kilby

集成电路的发明，是电子技术发展的重要里程碑。集成电路技术不仅大大地缩小了电子系统的体积和功率损耗，进一步扩大了电子技术的应用范围，同时还提供了更加简单的应用技术，使得不同工程领域的工程师都能比较容易地使用电子技术完成相应的工程目标。集成电路阶段的电子科学与技术 and 应用电子技术的研究和应用方法与半导体分立器件时期有着极大的不同。特别是电子系统的设计方法和技术，更加依赖计算机。目前集成电路技术已经进入到了纳米技术阶段，2009 年最先进的集成电路工艺已经达到了 30

纳米。同时,集成电路也不再是 40 年前的简单电路集成,而是可以把一个完整的电子系统集成在一个芯片中,构成片上系统(System on a Chip, SoC)。值得指出的是,在信息技术应用促进与电子科学与技术发展支持下,集成电路阶段出现了微处理器芯片,这为现代信息处理和信息网络提供了核心器件;而在纳米集成电路时代,微处理器技术在 SoC 的促进下,开始转向利用片上网络(Network on a Chip)实现的多处理器并行系统器件,这必将成为未来处理器和信息技术的基本支撑技术。

0.2 电子科学与技术的应用领域

从图 0.1-1 可以看出,从第一支双极三极管(Bipolar Junction Transistor, BJT)诞生到现在,现代电子技术已经历了 60 多年的发展历史。这 60 多年可以被看成是一个电子技术飞速发展的时期,也是一个电子技术不断扩大应用领域的时期。从应用角度看,电子科学与技术中的应用电子技术是实现各种工程电子系统设计的基本方法。从学科领域看,电子技术又是现代科学技术研究的对象。随着科学技术的发展和人类的进步,应用电子技术已经成为各种工程技术的核心;特别是进入信息时代以来,应用电子技术更是成为了基本技术。

为了更好地了解电子科学与技术 and 应用电子技术的研究内容、研究对象和研究方法,必须对其应用领域有一个大概的了解。以下是对一些电子科学与技术具体应用领域的简单介绍。

1. 通信系统

通信系统是现代社会的基础,而现代通信系统的基础之一就是电子技术,这是因为现代通信系统本身就是一个复杂的电子信息处理系统,所有通信设备无一例外都是电子产品,如电话机、电视机、寻呼机(俗称 BP 机)、移动电话等。特别是高清晰度数字电视、流媒体通信系统、3G(第三代移动通信)和 4G(第四代移动通信)通信系统,完全是一个电子技术支撑下的信息系统。

2. 控制系统

控制系统实际上是执行系统加信号处理系统。对控制系统的要求是,根据设计的功能和技术指标要求,在相应控制信号作用下实现系统的设计功能。现代控制系统的基本实现技术之一就是现代电子系统。利用集成电路设计与制造技术,可以把一个控制系统集成在一个单片的集成电路中,实现信息对系统设备运行的智能控制。例如,对各种机床的控制、对环境温度和湿度的控制、对铁路机车的控制、对各种交通信号的控制等。随着电子与信息技术的发展,电子技术已经成为现代控制系统的基础;特别是在智能控制领域,电子技术已经成为必不可少的基本实现技术了,如机器人、自动驾驶系统等领域。

3. 信息处理系统

随着智能技术、计算机技术与电子技术的发展,信息处理系统已经成为现代工程技术和人们生活的重要基础。信息技术的设备,其核心是软件系统,其基础则是电子技术所提供的硬件,如各种计算机和计算设备、嵌入式系统、显示设备、网络设备等。随着信息化社会发展进程的加快,特别是信息网络技术的发展与应用领域的不断扩展,信息处理系统必将会对有关的电子技术提出更高的要求,这将促进电子技术的进一步发展。

4. 测试系统

测试系统对于工业生产来说是十分重要的系统，其主要作用是对产品质量实施有效控制、监测与监视等。同时，在产品设计和研制过程中，各种测试技术也是必不可少的。由于电子技术的信号处理能力十分强大，特别是电子系统的计算功能，使得电子技术在测试系统中占有十分重要的地位。从传感器到测试仪器，几乎所有的测量系统都离不开电子技术。实际上，现代测试系统已经成为现代信息系统的一个重要基础，成为现代信息系统的重要信息来源。同时，测试系统也是现代工业系统的基础。

5. 计算机

计算机是现代信息社会的基础设备，利用计算机可以对各种信息进行处理。计算机由两部分组成，一部分叫做硬件，另一部分叫做软件。硬件提供软件功能的实现技术和方法，软件在硬件支持下工作。计算机实际上是一个软件控制下的复杂电子系统，在硬件的支持下，通过运行相应的软件，计算机可以完成十分复杂的信号和信息处理任务。同时，随着信息技术的发展，分布式、嵌入式计算系统硬件成为现代各种信息网络的核心设备，各种形式的计算机正在现代工程技术中发挥着系统核心的作用。

6. 生物医学电子系统

生物医学工程是第二次世界大战后发展起来的一门新兴学科，其基本技术特点是以生物信号、信息处理理论为基础，提供生物医学电子设备。在生物医学工程中，生物医学电子系统是各种生物医学仪器的基本实现技术，也是现代信息医学和定量医学的重要技术基础。例如，生命信息监视系统、手术设备、医学特征检测设备、物理治疗设备等，都是生物医学电子系统。除此之外，近年来基因技术和生物技术的发展，引出了生物芯片。

7. 绿色能源中的电子系统

绿色能源是人类社会持续发展的基础，是当今科学研究和工程技术研究的重要领域。绿色能源技术包括各种低碳化能源应用技术、无碳的太阳能获得技术、风能应用技术等。这些技术中，其核心就是根据能源提供与应用之间的关系实现最佳能源配置与利用。而要实现最佳能源利用，现代电子技术和信息处理技术是两个支撑技术。绿色能源中的电子系统主要完成能量转换及能量存储与释放的最佳控制。目前，电子技术在绿色能源中的应用具有极大的发展空间。

8. 传媒技术中的电子系统

传统的传媒技术中，电子技术仅仅起到了信号传播、装饰、照明等简单功能。在信息技术发展的推动下，传媒技术已经进入了依靠电子技术达到创意目的的时代。例如，利用电子信息技术，可以实现各种不同特技的电子合成，从而可以极大地节省成本、提高制作速度。传媒技术中，电子系统主要的功能包括制作、保存、传播，因此，传媒技术中的电子系统一般都是比较复杂的电子信息处理系统。

9. 智能家居中的电子技术

智能家居是近 10 年发展起来的电子技术应用领域，随着信息技术的发展，它已经成为电子应用技术的重要研究领域。智能家居的目的是提供信息化居住环境，实现家庭环境的信息化和智能化。智能家居实际上是一个智能信息网络，这个信息网络可以完成对家居环境的

监视、各种设备的智能控制、娱乐设备的管理等。智能家居也是一个十分复杂的电子系统,需要电子传感技术、智能控制技术等的支撑。智能家居涉及的技术领域广泛,同时,家居环境的信息化还属于一个比较新的研究领域,具有广泛的发展空间。

10. 物联网系统中的电子技术

物联网是一个新的信息技术应用概念。所谓物联,就是把物质世界中人类所关心的物质或物体,通过信息网络连接起来。这种新的网络技术实际上是信息网络和物流网络的合二为一,是一种直接把各种物理实体通过信息技术连接在一起并提供智能化的物理实体传输,从而形成一个信息网络支撑下的、物理的巨大仓库。人们可以在物联网中查找有关的物品或商品,并以完全透明的方式通过信息网络和物流网络迅速获得所需要的产品或商品。从电子信息技术的角度看,物联网的数据源来自各种传感器构成的传感网络,而网络的作用,则是通过智能处理达到满足人类各种需要的目的。物联网是传感器技术、传感网络技术、信息技术、智能信息处理技术、物流管理技术的综合应用,是一个新兴的现代信息技术应用概念,为电子技术提出了一个新的、具有巨大发展空间的研究与工程应用领域。可以毫不夸张地说,物联网将会改变传统的经济管理和经济运行观念、方式和方法,将与 20 年前信息网络的出现相同,为人类架起物质流动的高速公路。

还可以举出许多其他应用领域,如家用电器、机电一体化、农业工程等,限于篇幅就不一一列举了。

通过以上电子技术的应用领域可以看出,在现代工程技术中,只要把任何其他形式的信号转变为电信号(大部分是电压信号),就可以使用电子技术进行处理。从信息传输和处理的角度的看,所有的工程系统都可以看成是一个信号和信息处理系统,而任何信息处理,都可以看成是对输入信号进行某种数学运算,实现工程信号和信息处理的最好方法,是使用电子技术的理论与知识设计出相应的电子系统。

0.3 基本内容与学科体系

对电气、电子及其相关专业的学生来说,为了能够正确应用电子技术,除了必须了解电子科学与技术中应用电子技术相关的内容外,还应当了解与电子技术相关的学科体系,这对学习和了解电子技术、获得电子技术应用能力来说是十分必要的。而对于电子工程和电子信息工程专业的学生,更是应当了解有关电子科学技术的学科体系和基本内容,这样才能在学习之初就对学科体系概况有一个基本的了解,使今后的学习具有系统性和方向性。

1. 电子科学与技术的基本内容

作为工程技术,电子科学与技术的基本内容包括电子元器件、电子材料、电子系统分析与设计的基本理论、工程应用技术和方法。

(1) 电子元器件

电子元器件是电子系统的基本组成单元。它包括分立形式的元器件(如电阻器、电容器、电感器、半导体元件、继电器、开关、显示器件),以及集成电路器件(如集成运算放大器、专用集成电路、微处理器、单片机、CPLD 等)。由于电子技术的应用领域十分广泛,因此电子元器件的种类十分繁杂。如何设计出满足应用系统要求的电子元器件,是电子科学与技术的重要研究内容。

(2) 电子材料

电子材料是指用于制造电子元器件的基本材料。例如, 半导体材料、各种金属或非金属材料等。在电子技术应用中, 对每一个元件都有相应的技术要求, 如对元器件的功能要求、技术指标要求等。采用什么样的材料才能满足工程实际的需要, 是电子材料研究的重要内容。在电子工程中, 制造电子元器件及构成电子系统的主要材料包括制造半导体元件和集成电路的各种半导体材料、制造系统结构和支撑的绝缘材料、连接电路的金属材料、电路的保护材料等。

(3) 分析与设计基本理论

分析与设计的基本理论, 是电子科学与技术的重要组成部分, 其研究对象是电子材料的基本物理和化学性质、元器件的基本工作原理等。分析与设计基本理论提供了工程应用的基本理论和分析设计方法。在电子科学与技术中, 分析理论属于基础理论研究, 设计理论则是在分析理论基础之上的应用理论。

(4) 工程应用技术与方法

工程应用技术与方法的研究目标, 是电子技术工程实际中的应用, 属于应用研究领域。例如, 复杂电子系统的分析和设计方法、电路综合技术等。工程应用技术和方法提供了最直接的应用技术, 是电子科学与技术理论研究与工程应用技术的纽带, 也是应用电子技术中的重点学习内容。

2. 相关的学科体系

从电子科学与技术角度看, 如果仅考虑电子技术的应用, 则电子科学与技术的学科体系可以用图 0.3-1 来表示。

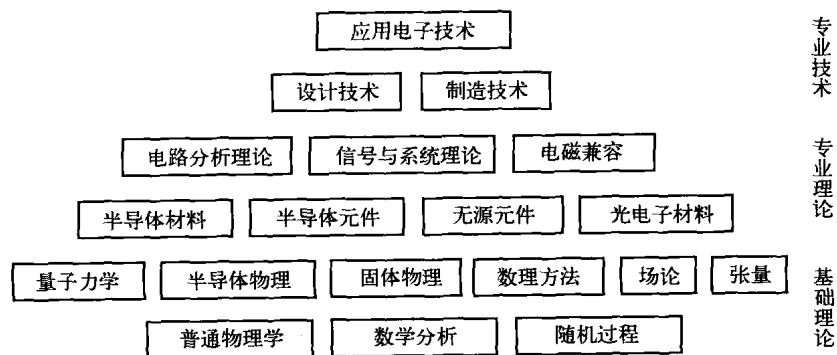


图 0.3-1 电子科学与技术的学科体系

在我国教育部公布的学科体系中, 电子科学与技术包括有电路与系统、电磁场与微波技术、固体物理学与微电子学等学科方向。

学科方向是专业的基础, 专业是面向工程体系的教学系统, 专业学习的任务是学习工程中有关领域的基本理论与技术, 以及专业技术的应用方法。在电子信息、集成电路设计等相关专业中, 学科知识点和技术点分布在不同的课程中, 通过学习这些课程, 可以建立完整的专业技术体系。

有关电子科学与技术的课程见表 0.3-1。

注意, 表 0.3-1 中的应用技术课程实际上也是电子、电气、计算机、机电一体化等专业

表 0.3-1 电子科学与技术专业的课程

课程层次	课程名称	课程功能
基础	数学	分析工具
	物理学	分析概念与方法
	固体物理学	半导体的物理基础
	半导体物理学	电子材料知识
	量子力学	电子科学发展的基础理论知识
技术基础	电路分析	电路的工程分析方法
	信号与系统	系统的工程分析方法
	电磁场与电磁波	电子电路分析基本概念
	模拟电子技术	应用技术基础
	数字电子技术	应用技术基础
	数字信号处理技术	应用技术基础
	集成电路设计基础	应用技术基础
	器件与集成电路制造工艺	应用技术基础
	集成电路建模技术	应用技术基础
应用技术	微机原理	电子系统应用技术
	嵌入式技术	电子系统应用技术
	SoC 设计技术	电子系统应用设计技术
	RF 电路系统设计	电子系统应用设计技术
	DSP 的 VLSI 设计	电子系统应用设计技术
	电子系统建模与仿真	电子系统应用设计技术
	EDA 原理与应用	电子系统应用设计技术
	电子技术中的软件工程	电子系统应用设计技术
	集成电路测试原理与技术	电子系统测试技术
	IP 模块设计与应用	电子系统设计技术

的应用技术课程。这些专业学习应用技术课程的目的是结合本专业的应用实际,学习本专业各种理论与技术的工程实现方法。而电子信息、集成电路设计理论与技术专业学习应用课程的目的,除了学习如何应用本专业的理论和技术外,还应当包含有对应用技术本身的研究。

必须指出,随着电子技术应用领域的不断扩大,以及集成电路制造技术的飞速发展,电子技术的主要分析和应用设计方法及工具发生了巨大的转变。计算机辅助分析(CAD)和电子系统设计自动化(EDA)已经成为电子技术研究和分析的基本工具。因此,电子科学与技术的理论与技术研究中,基于计算机工具的模型和模型分析技术已经成为一项重要研究内容。

0.4 集成电路与应用技术的进展

在集成电路设计和制造的历史中,由于设计和制造技术发展的限制,传统的集成电路设计技术是为电子技术应用提供相应的通用集成电路或某些专用电路。可以把这种集成电路设计