

21世纪高等学校规划教材 | 电子信息

# 电子信息科学与技术 专业导论

张庆辉 陈卫东 主编  
王彩红 金广锋 马浩歌 编著



清华大学出版社



## 内 容 简 介

本书是关于电子信息科学与工程技术的导论课程教材,着重介绍电子信息科学的基本概念、基础知识和专业内容。全书根据近年来的教学实践体会以及电子技术的发展,按学科发展内涵和教育、教学规律,将“模电”和“数电”的公共基础部分与基本电路理论、基本电子应用理论融合到一起,构成一门“电子信息科学与技术导论”课。本教材的主编和编者全部是从从事相关基础课和专业基础课教学多年,且有多课程教学经验的专业教师,不仅有较丰富的教学实践经验,而且有较丰富的电子技术与计算机应用方面的科研实践经验,对这门课程的内涵、特点等都有较深刻的认识和切身体验。

本书可以作为高等学校电子信息类各本科专业的“电子信息科学与技术专业导论”课教材或者教学参考书,也可作为其他工科专业和有关工程技术人员、教学管理人员的参考书。

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

电子信息科学与技术专业导论/张庆辉等主编.--北京:清华大学出版社,2013.7

21世纪高等学校规划教材·电子信息

ISBN 978-7-302-31952-8

I. ①电… II. ①张… III. ①电子信息—高等学校—教材 IV. ①G203

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第078114号

责任编辑:梁颖 薛阳

封面设计:傅瑞学

责任校对:焦丽丽

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:16.5

字 数:402千字

版 次:2013年7月第1版

印 次:2013年7月第1次印刷

印 数:1~2000

定 价:33.00元

产品编号:046056-01

# 出版说明

随着我国改革开放的进一步深化,高等教育也得到了快速发展,各地高校紧密结合地方经济建设发展需要,科学运用市场调节机制,加大了使用信息科学等现代科学技术提升、改造传统学科专业的投入力度,通过教育改革合理调整和配置了教育资源,优化了传统学科专业,积极为地方经济建设输送人才,为我国经济社会的快速、健康和可持续发展以及高等教育自身的改革发展做出了巨大贡献。但是,高等教育质量还需要进一步提高以适应经济社会发展的需要,不少高校的专业设置和结构不尽合理,教师队伍整体素质亟待提高,人才培养模式、教学内容和方法需要进一步转变,学生的实践能力和创新精神亟待加强。

教育部一直十分重视高等教育质量工作。2007年1月,教育部下发了《关于实施高等学校本科教学质量与教学改革工程的意见》,计划实施“高等学校本科教学质量与教学改革工程”(简称“质量工程”),通过专业结构调整、课程教材建设、实践教学改革、教学团队建设等多项内容,进一步深化高等学校教学改革,提高人才培养的能力和水平,更好地满足经济社会发展对高素质人才的需要。在贯彻和落实教育部“质量工程”的过程中,各地高校发挥师资力量强、办学经验丰富、教学资源充裕等优势,对其特色专业及特色课程(群)加以规划、整理和总结,更新教学内容、改革课程体系,建设了一大批内容新、体系新、方法新、手段新的特色课程。在此基础上,经教育部相关教学指导委员会专家的指导和建议,清华大学出版社在多个领域精选各高校的特色课程,分别规划出版系列教材,以配合“质量工程”的实施,满足各高校教学质量和教学改革的需要。

为了深入贯彻落实教育部《关于加强高等学校本科教学工作,提高教学质量的若干意见》精神,紧密配合教育部已经启动的“高等学校教学质量与教学改革工程精品课程建设工作”,在有关专家、教授的倡议和有关部门的大力支持下,我们组织并成立了“清华大学出版社教材编审委员会”(以下简称“编委会”),旨在配合教育部制定精品课程教材的出版规划,讨论并实施精品课程教材的编写与出版工作。“编委会”成员皆来自全国各类高等学校教学与科研第一线的骨干教师,其中许多教师为各校相关院、系主管教学的院长或系主任。

按照教育部的要求,“编委会”一致认为,精品课程的建设工作从开始就要坚持高标准、严要求,处于一个比较高的起点上。精品课程教材应该能够反映各高校教学改革与课程建设的需要,要有特色风格、有创新性(新体系、新内容、新手段、新思路,教材的内容体系有较高的科学创新、技术创新和理念创新的含量)、先进性(对原有的学科体系有实质性的改革和发展,顺应并符合21世纪教学发展的规律,代表并引领课程发展的趋势和方向)、示范性(教材所体现的课程体系具有较广泛的辐射性和示范性)和一定的前瞻性。教材由个人申报或各校推荐(通过所在高校的“编委会”成员推荐),经“编委会”认真评审,最后由清华大学出版



社审定出版。

目前,针对计算机类和电子信息类相关专业成立了两个“编委会”,即“清华大学出版社计算机教材编审委员会”和“清华大学出版社电子信息教材编审委员会”。推出的特色精品教材包括:

- (1) 21 世纪高等学校规划教材·计算机应用——高等学校各类专业,特别是非计算机专业的计算机应用类教材。
- (2) 21 世纪高等学校规划教材·计算机科学与技术——高等学校计算机相关专业的教材。
- (3) 21 世纪高等学校规划教材·电子信息——高等学校电子信息相关专业的教材。
- (4) 21 世纪高等学校规划教材·软件工程——高等学校软件工程相关专业的教材。
- (5) 21 世纪高等学校规划教材·信息管理与信息系统。
- (6) 21 世纪高等学校规划教材·财经管理与应用。
- (7) 21 世纪高等学校规划教材·电子商务。
- (8) 21 世纪高等学校规划教材·物联网。

清华大学出版社经过三十多年的努力,在教材尤其是计算机和电子信息类专业教材出版方面树立了权威品牌,为我国的高等教育事业做出了重要贡献。清华版教材形成了技术准确、内容严谨的独特风格,这种风格将延续并反映在特色精品教材的建设中。

**清华大学出版社教材编审委员会**

**联系人:魏江江**

**E-mail: weijj@tup.tsinghua.edu.cn**

# 前言

“电子信息科学与技术专业导论”是电子信息科学与技术专业以及电子信息工程专业一门重要的专业基础课程,它担负着系统和全面地介绍电子信息科学技术的基础知识、引导学生进入电子科学与技术的大门的重任。对于刚进入大学的一年级学生而言,电子信息科学技术的基础与入门教学显得格外重要。

电子信息科学与技术是建立在物理学和数学基础之上的一门应用学科。2011年,我们根据国内各高校电子信息科学与技术及电子信息类专业的需求,在吸取国外相关教材的编写优点的基础上,组织编写、出版了《电子信息科学与技术导论》。全书分别对电子信息科学与技术 and 应用电子技术的学科体系、物理学和数学基础、基本分析理论和技术、工程应用等进行了概括性的介绍。

本教材内容共分为8章。绪论部分介绍了电子科学与技术的发展历史及现状、应用领域及专业培养目标与学科体系;第1章着重讲述了电子器件及电子系统,并引入系统建模的概念;第2章介绍了电子技术基础,主要包含各类半导体器件的结构、特性,并给出了典型的模拟信号处理电路,包含了典型的数字逻辑信号处理电路,并简单介绍了集成电路;第3章介绍了信号的分析及处理方法及现代信号处理技术;在第4章和第5章中分别阐述了电子系统工程分析方法与EDA工具及单片机原理、接口技术及应用技术,这两章主要介绍两种工具的分析方法及基于EDA和单片机的典型应用,并简单介绍了Keil和Proteus的用法;第6章介绍了传感器的概念和发展;第7章介绍了SoC技术,包含了SoC技术的定义、技术特点、设计的关键技术、发展趋势及存在的问题,SoC应用概念,SoC器件设计方法及混合信号SoC器件;第8章介绍了电子电路制造工艺,着重介绍了电子产品制造的基本概念、PCB制造技术、集成电路制造中的工艺技术及制造工艺对设计的影响。

本书适合作为电子信息科学与技术、电子信息工程等专业的学生学习导论课程的教材,也可作为其他专业学生学习有关电子科学与技术 and 应用电子技术的导论课程的教材。本书的讲义曾在河南工业大学电子信息科学与技术专业和电子信息工程专业的18学时导论课程中使用了两年,收到了比较好的教学效果。

本教材着重介绍基本概念、技术发展历程、当前的技术状况和今后的发展走向,通俗易懂;注意介绍电子信息科学与技术中的重大发明、发明的背景和发明者的相关资料;注意介绍各种典型的应用电路,便于学生对各门课程建立总体印象。编写中注重内容的科学性、先进性、实用性和针对性,精简了在中学已经讲授过的内容,增加了能反映当代电子信息发展的最新成就的内容。

本教材由河南工业大学张庆辉副教授和陈卫东担任主编,并编写了绪论、第3章、第4章和第7章;陈卫东编写了第1章;王彩红编写了第2章和第6章;金广锋编写了第5章;

马浩歌编写了第 8 章。

由于作者水平所限,加之电子科学信息技术发展迅速、本教材的覆盖面广,书中错误和不妥之处在所难免,恳请读者提出宝贵意见和建议,以便今后不断改进。

作 者

2013 年 6 月

# 目 录

<b>第 0 章 绪论</b> .....	1
0.1 电子科学与技术的发展历史及现状 .....	1
0.1.1 电子科学与技术的发展历史.....	1
0.1.2 电子科学与技术的现状.....	3
0.2 电子科学与技术的应用领域 .....	4
0.3 专业培养目标与学科体系 .....	6
0.3.1 专业培养目标.....	6
0.3.2 相关的学科体系及课程.....	6
<b>第 1 章 电子科学与技术概述</b> .....	8
1.1 工程实践中的电子器件 .....	8
1.1.1 概述.....	8
1.1.2 无源器件.....	8
1.1.3 有源器件 .....	12
1.2 电子系统.....	17
1.2.1 电子系统的概念 .....	17
1.2.2 系统与器件的关系 .....	18
1.3 应用电子系统分析的基本概念.....	18
1.3.1 建模与分析的概念 .....	18
1.3.2 电路分析的应用概念 .....	18
1.3.3 系统分析 .....	19
本章小结 .....	21
<b>第 2 章 电子技术基础</b> .....	22
2.1 半导体二极管.....	22
2.1.1 二极管的基本结构 .....	22
2.1.2 二极管的伏安特性 .....	22
2.1.3 二极管的参数 .....	25
2.1.4 特殊二极管 .....	26
2.2 半导体三极管.....	29
2.2.1 三极管的基本结构 .....	29
2.2.2 三极管的技术特性 .....	29



2.2.3	三极管的伏安特性	30
2.2.4	三极管的参数	32
2.3	场效应管	33
2.3.1	场效应管结构与分类	33
2.3.2	MOS 场效应管	34
2.3.3	结型场效应管	34
2.3.4	CMOS 技术	36
2.4	晶闸管	37
2.5	电路设计的基本方法	39
2.5.1	电路设计的一般原则	39
2.5.2	电路模型与参数的选择	39
2.5.3	电子电路测试设计与分析	40
2.5.4	电子系统电源设计与分析	40
2.6	典型模拟信号处理电路	41
2.6.1	放大电路	41
2.6.2	信号发生器电路	47
2.6.3	模拟信号运算电路	49
2.6.4	滤波电路	52
2.6.5	模拟信号的变换电路	53
2.7	典型数字逻辑信号处理电路	56
2.7.1	组合逻辑电路	56
2.7.2	时序逻辑电路	59
2.8	集成电路	62
2.8.1	集成电路的基本概念	62
2.8.2	集成电路的基本结构	62
2.8.3	集成电路中的基本电路模块	63
2.8.4	存储器集成电路	66
2.8.5	FPGA 与 CPLD 器件	71
2.8.6	包含 CPU 的集成电路	72
2.8.7	集成电路及应用技术的发展	72
	本章小结	73
<b>第 3 章</b>	<b>信号的分析 and 处理</b>	<b>74</b>
3.1	信号	74
3.1.1	信息、消息和信号	74
3.1.2	信号分析和信号处理	76
3.1.3	基本的连续信号	76
3.1.4	连续时间信号的运算	79
3.2	信号分析和处理方法	80

3.2.1	连续信号的时域分解	80
3.2.2	周期信号的频谱分析	82
3.2.3	非周期信号的频谱分析	83
3.2.4	抽样信号的傅里叶变换	85
3.2.5	拉普拉斯变换	87
3.2.6	Z变换	92
3.3	现代信号处理技术	102
3.3.1	时频分析	102
3.3.2	高阶谱分析	102
3.3.3	小波分析基础	103
	本章小结	107
<b>第4章</b>	<b>电子系统工程分析方法与EDA工具</b>	<b>108</b>
4.1	概述	108
4.1.1	电子系统中的模型概念	108
4.1.2	电子系统常用EDA工具简介	111
4.2	电子系统设计的目标与内容	111
4.2.1	电子系统设计的目标	111
4.2.2	电子系统设计的基本内容	112
4.2.3	电子系统设计的基本方法	113
4.3	数字逻辑电路设计工具	114
4.3.1	数字逻辑电路的基本特征	114
4.3.2	VHDL语言	126
4.3.3	Verilog HDL语言电子系统仿真的基本原理	127
	本章小结	128
<b>第5章</b>	<b>单片机原理、接口技术及应用</b>	<b>130</b>
5.1	单片机概述	130
5.1.1	单片机的定义与分类	130
5.1.2	单片机的历史及发展趋势	131
5.1.3	MCS-51系列单片机	131
5.1.4	单片机的应用	132
5.2	MCS-51单片机	133
5.2.1	MCS-51单片机结构	133
5.2.2	MCS-51单片机的典型应用	136
5.3	嵌入式系统简介	151
5.3.1	嵌入式系统的发展	152
5.3.2	嵌入式系统的分类与应用	153
5.3.3	嵌入式处理器	155

08	5.3.4 嵌入式系统的组成	156
88	5.4 嵌入式系统开发技术	158
88	5.4.1 嵌入式系统的结构设计	158
68	5.4.2 嵌入式系统的设计方法	159
78	5.4.3 嵌入式系统的开发技术	162
80	5.4.4 嵌入式系统开发技术的发展趋势及其挑战	163
80	5.5 Keil 与 Proteus 用法简介	166
80	本章小结	179
	<b>第 6 章 传感器的概念与发展</b>	<b>180</b>
70	6.1 传感器基本概念	180
	6.1.1 传感器的构成与分类	181
	6.1.2 传感器技术的发展趋势	182
80	6.2 传感器技术基础	191
80	6.2.1 传感器的特性与指标	191
111	6.2.2 传感器设计中的共性技术	193
111	本章小结	194
	<b>第 7 章 SoC 技术</b>	<b>196</b>
81	7.1 SoC 技术基本概念	196
	7.1.1 SoC 技术的定义	196
	7.1.2 SoC 关键技术	196
81	7.2 SoC 应用概念	201
	7.2.1 SoC 技术的应用概念	201
	7.2.2 SoC 技术的综合应用设计	201
81	7.3 SoC 设计及验证流程	202
	7.3.1 SoC 设计流程	202
	7.3.2 SoC 验证流程	203
81	7.4 SoC 验证技术和测试	203
	7.4.1 SoC 的验证技术	204
	7.4.2 SoC 的测试	208
81	7.5 IP 核的复用设计	211
	7.5.1 IC 设计周期	211
	7.5.2 复用技术	212
	7.5.3 复用专题: 存储器和数据通道	214
	7.5.4 IP 核复用设计实例	214
81	7.6 总线构架	218
	7.6.1 CoreConnect 总线	219
	7.6.2 AMBA 总线	219

7.6.3	Wishbone 总线 .....	221
7.6.4	Avalon 总线 .....	222
7.7	混合信号 SoC 器件 .....	223
7.7.1	混合信号 SoC 器件中的模拟电路特征 .....	223
7.7.2	混合信号 SoC 器件中的数字电路特征 .....	224
7.7.3	混合信号 SoC 器件的设计技术 .....	226
7.8	SoC 的设计平台、工具以及基于平台的设计 .....	227
7.8.1	SoC 的设计平台和工具 .....	227
7.8.2	基于平台的 SoC 设计 .....	231
7.9	SoC 分类及技术发展方向 .....	232
7.9.1	SoC 分类 .....	232
7.9.2	SoC 技术发展方向 .....	234
7.10	SoC 发展遇到的挑战 .....	236
7.10.1	技术趋势 .....	236
7.10.2	互连性能的空缺 .....	236
7.10.3	功率损耗 .....	237
7.10.4	SoC 的功率预测和最优化 .....	237
7.10.5	信号完整性 .....	237
	本章小结 .....	238
<b>第 8 章</b>	<b>电子电路制造工艺 .....</b>	<b>239</b>
8.1	电子产品制造的基本概念 .....	239
8.1.1	电子制造工艺 .....	239
8.1.2	电子元器件的工艺特征 .....	239
8.1.3	工艺设计与管理的 .....	240
8.2	PCB 制造技术 .....	241
8.2.1	PCB 技术概念 .....	241
8.2.2	PCB 制造工艺 .....	241
8.2.3	PCB 电路制造工艺 .....	242
8.3	集成电路制造中的工艺技术 .....	243
8.3.1	衬底材料的制备 .....	243
8.3.2	光刻 .....	244
8.3.3	刻蚀 .....	246
8.3.4	掺杂、扩散 .....	247
8.3.5	化学气相淀积 .....	248
8.3.6	集成电路测试 .....	249
8.4	制造工艺对设计的影响 .....	250
	本章小结 .....	251



# 第 0 章

## 绪论

21 世纪,随着现代科学技术的飞速发展,人类历史进入了一个崭新的时代——信息时代。其鲜明的时代特征支撑这个时代的基础产业(能源、交通、材料、信息等)得到高速发展,并能够充分满足社会发展及人们生活的多方面需求。

电子科学与技术对于国家科技进步、经济发展和国防建设都具有重要的战略意义。面对电子科学技术的迅猛发展,世界上许多发达国家,都将本国微电子技术和光电子技术的发展置于第一位。在新的世界环境下,开展与电子科学与技术专业相关的研究是非常有必要的,这对于建立学科专业规范,培养出具有知识、能力、素质协调发展的,并能适合中国电子科学与技术领域不同层次发展要求的有用人才具有重要的意义。

### 0.1 电子科学与技术的发展历史及现状

#### 0.1.1 电子科学与技术的发展历史

电子科学技术的兴起与发展已经有一百多年的历史了。电子科学与技术一直在工程应用中起着不可替代的作用。电子科学与技术的发展,也主要是元器件的发明与应用。

以元器件为特征划分的电子技术发展历史如图 0.1 所示。从图中可以看出,1950 年以后,电子技术的发展速度非常迅速,并且应用领域也在不断地扩大。

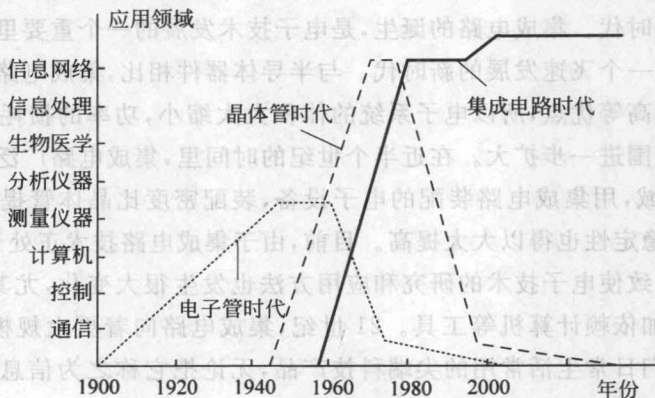


图 0.1 电子元件的发展历史

电子科学与技术是现代科学和社会生活的基础技术,得到了广泛应用,它更是电子信息、计算机、信息技术及工程技术的重要基础。在工程应用中,电子技术也是研究电子器件与系统分析、设计、制造的工程实用技术。

电子科学技术的研究目的是提供实现特殊功能的电子器件和电路。因此,电子技术的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。

### 1. 电子管阶段

1904年,世界上第一只电子管在英国诞生,标志着世界从此进入了电子时代。自此之后的60年是电子科学技术的早期应用阶段。在此时期,该技术提供给应用领域的核心器件是电子管、继电器、变压器、磁放大器等电子器件。但在实际应用中发现,此阶段的电子管体积大、功耗大、易发热、寿命短、电源利用效率低,而且结构脆弱,致使电子系统比较笨重,消耗的功率也比较大。所以电子技术的应用受到了一定的限制。

### 2. 半导体元器件阶段

1833年,英国的巴拉迪最先发现半导体现象,但在此后的一百多年里,半导体在电子学领域里的应用是极其微小的。其转折点出现在20世纪中叶,1947年12月,世界上首个实用半导体器件问世。晶体管是20世纪的一项重大发明,是电子技术革命的先声。与电子管相比,半导体器件具备体积小、重量轻、耗电少、易固化、寿命长等优点,所以电子系统的体积也大大缩小,消耗的功率迅速降低,系统的效率得到了很大提高。这使得半导体器件在不同工程应用领域得到迅速发展和广泛应用,奠定了电子科学技术在工程应用中的基础地位。半导体器件使电子学发生了根本性变化,加快了时代信息化的步伐,对人类社会的经济、科技、文化、生活等方面起着不可估量的作用。

### 3. 集成电路阶段

1958年,美国德州仪器公司工程师 Kelbey 发明了全球第一块集成电路板,标志着世界从此进入集成电路时代。集成电路的诞生,是电子技术发展的一个重要里程碑,同时也标志着电子技术进入了一个飞速发展的新时代。与半导体器件相比,集成电路具有体积小、重量轻、寿命长、可靠性高等优点,所以电子系统的体积大大缩小,功率的损耗也大为减少,使得电子技术的应用范围进一步扩大。在近半个世纪的时间里,集成电路广泛地应用于工业、军事、通信等各个领域,用集成电路装配的电子设备,装配密度比晶体管提高成千上万倍,同时,设备工作时的稳定性也得以大大提高。目前,由于集成电路技术正处于深亚微米技术阶段,复杂程度较大,致使电子技术的研究和应用方法也发生很大变化,尤其是电子系统的设计方法和技术,更加依赖计算机等工具。21世纪,集成电路向着更大规模甚至系统集成的阶段发展,综观我们日常生活常用的尖端科技产品,无论把它称之为信息时代,还是把它称之为数字时代,其实质都可以说是集成电路的时代。

## 0.1.2 电子科学与技术的现状

### 1. 微电子技术相关行业的现状

微电子技术一般是指以集成电路技术为代表,制造和使用微小型电子元器件和电路,实现电子系统功能的新型技术学科,主要涉及研究集成电路的设计、制造、封装相关的技术与工艺。由于实现信息化网络、计算机和各种电子设备的基础是集成电路,因此微电子技术是电子信息技术的核心技术和战略性技术,是信息社会的基石。

微电子技术相关行业主要是集成电路行业和半导体制造行业,它们既是技术密集型产业,又是投资密集型产业,是电子工业中的重工业。与集成电路应用相关的主要行业有:计算机及其外设、家用电器及民用电子产品、通信器材、工业自动化设备、国防军事、医疗仪器等。

#### 1) 国际概况

微电子工业发展的主导国家是美国和日本,发达国家和地区还有韩国和西欧。从技术层面上考虑,集成电路制造技术的发展经历了6个阶段:小规模集成电路、中规模集成电路、大规模集成电路、超大规模集成电路、特大规模集成电路和巨大规模集成电路。

从市场层面考虑,美国和日本占据了全球半导体市场的大部份份额,世界十大半导体生产商,美国有4家,日本占了3家,韩国、德国和荷兰各有一家。根据美国 In-Stat/MDR 公司的调查显示:20世纪90年代以来,伴随着国际 IT 产业的快速发展,全球半导体市场在2000年达到顶峰。

#### 2) 国内概况

我国台湾地区,20世纪90年代半导体工业进入迅猛发展时期,目前已经成为世界半导体制造中心和国际上主要的芯片供应地。特别是在半导体晶片生产方面,其产量占全世界晶片产量的20%。

我国内地的集成电路起步较晚,发展缓慢,与世界发达国家和地区的差距愈拉愈大。在“九五”计划期间,国家加大投资,才拉开了新世纪我国内地加速发展微电子产业的序幕。近年来我国集成电路市场持续快速增长。我国内地的集成电路产业规模不断扩大,逐步形成了设计、制造、封装、测试、设备和材料的完整集成电路产业链格局。

但是应该看到,我国内地的微电子技术行业与世界先进水平相比还有很大的差距。从制造方面看,国外的芯片生产技术已达到 $12\sim 16\text{in}/0.13\sim 0.1\mu\text{m}$ 水平,而我国仅有 $8\text{in}/0.25\sim 0.18\mu\text{m}$ 水平。从设计方面看,国内多数是仿制的低水平 IC,很少企业有自主知识产权的集成电路芯核技术。比如,我国内地90%的芯片是消费类,而国外75%的芯片是通信类。从人才方面看,不管是系统设计,还是资金运作、组织管理、市场营销等方面都缺乏高级人才;而且人才的结构也不合理,我国内地人才中搞半导体的占75%,而发达国家正好相反,是高层次系统设计人员占75%。因此,要提高我国内地的微电子技术的整体水平,还需要长期的艰苦努力。

### 2. 光电子技术相关行业的现状

光电子技术涉及以下内容:作为光子产生、控制的激光技术及其相关应用技术;作为



光子传输的波导技术；作为光子探测和分析的光子检测技术；光计算和信息处理技术；作为光子存储信息的光存储技术；光子显示技术；利用光子加工与物质相互作用的光子加工与光子生物技术。以上技术形成了光电子行业的 5 大类产业格局：光电子材料与元件产业、光信息产业、传统光学产业、光通信产业、激光器与激光应用产业。

### 1) 国际概况

近年来,许多国家,特别是工业发达国家,都在大力发展光电子技术和产业。国外光电子产业主要集中在美国、日本和西欧这些国家,其中美国和日本的光电子产业发展现状与趋势最具有代表性。美国将光电子技术的应用领域分为民用和军用两类。光电子技术行业的主要产品包括:激光器、光盘、成像传感器、光纤以及关键部位使用光电子元器件的所有仪器和系统。

从北美和日本的光电子技术行业的现状和发展可以映射出国际光电子技术行业的现状和发展趋势。21 世纪的 IT 产业在 1998 年金融危机的影响下产生大滑坡,导致了国际光电子技术市场的缩小。但是,经过光电子技术市场产品的重新整合和减少泡沫经济的成分,目前国际光电子技术市场已经重新步入上升轨道。

### 2) 国内概况

我国光电子技术产业的现状分为大陆和台湾地区。改革开放后,中国内地的激光、光电子科学事业的发展立足创新、面向市场,取得了前所未有的进步。在多项国家级战略性科技计划中,激光、光电子技术受到重视。经过 20 世纪末期的攻坚和拼搏,我国在激光、光电子方面取得了可喜的成绩:①建立了 6 个(北京、武汉、上海、石家庄、深圳和长春)光电子成果转化产业基地。②已建立了 11 个国家重点光电子技术实验室和 5 个国家教育部所属的光电子重点实验室,5 个激光光电子国家工程研究中心,4 个激光光电子国家工程技术研究中心。③自 2000 年以来,各地兴建了多个光电子技术产业发展园区。目前国内已有 13 个光电子产业基地且已具有相当的规模。④在深化机构体制改革和运行机制改革过程中,中国已形成了一大批光电子产业企业单位群体,以及有关的研究所、大学,这些单位已经成为中国光电子产业的人才培养和产品研究、生产、销售群体。同时,各种中外合资、中外合作的新光电公司还在不断涌现。⑤近十几年来,中国的光电子产品市场规模正在快速发展,其平均年增长率始终保持两位数的高速增长势头。这是改革开放政策威力和积极利用投资环境与消费市场优势的结果。

进入 21 世纪,我国的信息产业获得高速发展,继续成为国民经济的支柱产业和新的经济增长点。中国光电子行业的发展面临着前所未有的发展机遇和挑战。

## 0.2 电子科学与技术的应用领域

电子技术经历了半个多世纪的飞速发展,其应用领域在不断地扩大。从目前诸多实际应用中不难发现,电子技术俨然已是实现各种工程电子系统设计的基本方法。伴随着科学技术的发展和人类社会的进步,应用电子技术也已由原来各种工程技术的核心变成了现在信息技术中的基本技术,尤其是人类社会进入信息时代以来表现更为明显。

为了能够更好地了解电子科学与技术专业的学习内容、对象及方法,必须要对其应用领域有一定程度的了解,电子科学与技术主要应用于以下比较重要的领域。



## 1. 通信系统

通信系统是用于完成信息传输过程的技术系统的总称,在当今社会的信息传输过程中发挥不可替代的作用,已发展成为现代社会的基础。而电子技术就是现代通信系统的基础之一。现代通信系统是一个复杂庞大的电子系统,几乎所有的通信设备都是电子产品,如电视机、移动电话、个人计算机等。

## 2. 计算机

计算机是20世纪最伟大的科学技术发明之一,对人类的生产活动和社会活动产生了极其重要的影响,并以强大的生命力飞速发展。应用领域从最初的军事科研应用扩展到目前社会的各个领域。计算机已进入寻常百姓家,成为信息社会中必不可少的工具。它是人类进入信息时代的重要标志。目前计算机主要应用于信息处理、自动控制、计算机辅助、人工智能、多媒体应用、计算机网络等方面。今后计算机技术的发展将表现为高性能化、网络化、智能化与人性化、功能综合化,计算机网络将呈现出全连接的、开放的、传输多媒体信息的特点。

## 3. 信息处理系统

信息处理系统,指以计算机为基础的处理系统,由输入、输出、处理三部分组成或者说由硬件、系统软件、应用程序和数据库所组成。电子技术主要为信息处理系统提供必要的基础硬件设备,如计算机设备、网络设备、显示设备等。目前,信息处理系统已成为现代工程技术和社会生活的基础。随着科学技术的发展和社会的需要,信息处理系统必将会对相关的电子技术提出更高的要求,带动电子技术的快速发展。

## 4. 控制系统

控制系统是指由控制主体、控制客体和控制媒体组成的具有自身目标和功能的管理系统,包括执行系统和信号处理系统。现代电子系统是现代控制系统的基本实现技术之一,利用集成电路设计与制造技术,可以把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。如对交通信号的控制、对铁路机车的控制、对工厂工作流程的控制等。电子技术已成为现代控制系统的基础,尤其是在智能控制领域中表现更为明显,可以说电子技术已经成为必不可少的基本实现技术。

## 5. 生物医学电子系统

生物医学工程是一个从20世纪50年代起逐步发展和确立起来的新兴学科,主要是应用电子技术解决生物医学中的问题,从生命体本身的特殊性出发,来研究生物医学信号的检测、处理、显示与记录等电子学在生物医学应用中的理论、方法与手段。作为交叉学科,生物医学工程综合应用了电子技术和有关工程技术的理论和方法,一方面将电子技术应用于生物和医学领域,使这些领域的研究方式由定性提高到定量;另一方面是生命进化过程中揭示出的许多规律将会给电子学科以重要的启示,这不仅会推动电子学的发展,还将会使信息科学发生革命性的变革。