

专业技术人员继续教育丛书

信息技术 基础与应用

刘志镜 编著



西安电子科技大学出版社
<http://www.xduph.com>

内 容 简 介

本书从信息技术基础理论和实际应用两个方面对各种信息技术(包括微电子技术、计算机技术、软件技术、通信技术、计算机网络技术、多媒体技术、虚拟现实技术、信息安全技术、数字地球与智慧地球、生物电子技术、云计算技术、物联网技术)的相关概念、技术概况、应用领域、系统开发案例和发展趋势进行了详细介绍,通过学习本书读者可以较为全面地了解信息技术的基本知识,可为其在相关领域内的深入研究打下坚实的基础,也为相关部门管理工作提供了很好的参考资料。

图书在版编目(CIP)数据

信息技术基础与应用/刘志镜编著. —西安:西安电子科技大学出版社, 2012.7

专业技术人员继续教育丛书

ISBN 978-7-5606-2823-3

I. ① 信… II. ① 刘… III. ① 电子计算机—技术培训—教材

IV. ① TP3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 120793 号

策 划 李惠萍

责任编辑 李惠萍 雷鸿俊

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路 2 号)

电 话 (029)88242885 88201467 邮 编 710071

网 址 www.xduph.com 电子邮箱 xdupfb001@163.com

经 销 新华书店

印刷单位 陕西天意印务有限责任公司

版 次 2012 年 7 月第 1 版 2012 年 7 月第 1 次印刷

开 本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印张 18

字 数 423 千字

印 数 1~3000 册

定 价 31.00 元

ISBN 978-7-5606-2823-3 / TP·1345

XDUP 3115001-1

*** 如有印装问题可调换 ***

序

党的十七大提出，要发展继续教育，建设全民学习、终身学习的学习型社会。《国家中长期人才发展规划纲要(2010—2020年)》和《专业技术人员队伍建设中长期发展规划(2010—2020年)》对未来10年专业技术人员工作的指导方针、战略目标和总体部署进行了科学论证和周密安排。其中“专业技术人员知识更新工程”是今后10年继续教育工作的主要任务。该项工作要求：围绕我国经济结构调整、高新技术产业发展和自主创新能力提高，在装备制造、信息、生物技术、新材料、海洋、金融财会、生态环境保护、能源资源、防灾减灾、现代交通运输、农业科技、社会工作等重点领域，以科学理论为指导，遵循按需施教、学以致用、注重实效和保证质量的原则，对专业技术人员进行以新理论、新知识、新技术、新方法等为主要内容的知识技能补充、更新、拓展和提高，促使专业技术人员学习新知识、新技术，提高业务技能和管理水平，完善知识结构，提高创新能力、专业水平、综合素质。此次开展的大规模的知识更新继续教育，计划每年培训100万名高层次、急需紧缺和骨干专业技术人员，到2020年，累计数量将达到1000万左右。

为有效配合我国专业技术人员知识更新继续教育的开展，深入贯彻《陕西省专业技术人员继续教育条例》和《关于进一步加强全省专业技术人员继续教育工作的意见》(陕人社发〔2011〕54号)，西安电子科技大学作为陕西省专业技术人员继续教育基地，按照实施科教兴陕、人才强省的战略要求，紧紧围绕全省经济和社会发展的总体目标，以实施专业技术人员知识更新工程为主线，以提高专业技术人员素质和自主创新能力为核心，以高层次、紧缺人才为重点，结合自身学科优势，为增强继续教育教材的先进性、实用性和针对性，组织有关专家、学者进行了周密的调研和规划，按照突出新理论、新技术、新方法，注重实用，篇幅精练的原则，编写了这套“专业技术人员继续教育”丛书。目前出版的有《专业技术人员职业道德修养教程》、《信息技术基础与应用》和《西部大开发与关中一天水经济区发展》三册。其中，《专业技术人员职业道德修养教程》完整地介绍了专业技术人员的职业道德

理论、职业道德基本规范以及职业道德修养与评价；《信息技术基础与应用》全面介绍了信息技术的基础理论与信息技术在各个领域的实际应用，包括具体开发案例和信息技术在各个领域的发展趋势；《西部大开发与关中—天水经济区发展》围绕区域经济发展战略、西部大开发战略、关中—天水经济区发展等相关主题全面叙述了各自的战略背景、战略目标、基本任务、阶段重点、若干重大战略对策、政策措施、开发成果等内容。

该套丛书紧跟经济社会发展前沿需要，紧密结合科研、生产实际和工作岗位需求，突出针对性、实用性和前沿性，以“新理论、新知识、新技术、新方法”为主要内容，引导和促进专业技术人员的再学习，为努力培养造就一支门类齐全、结构合理、素质精良、与现代经济社会发展相适应的专业技术人才队伍，促进人才资源大省向人才强省的转变，为建设西部强省提供人才支撑和智力保障做出积极贡献。本套丛书不仅适合专业技术人员继续教育使用，也可供各级技术管理、经济管理与政策研究人员学习、参考，对于相关领域的从业人员也有一定指导意义。

西安电子科技大学
网络与继续教育学院
2012年6月

前 言

随着信息革命的不断发展,信息技术推动着社会变革,使得新的生产力,新的经济基础和与之相适应的上层建筑形成一个全新的社会阶段——信息社会。全面认知信息技术、掌握信息技术以及运用信息技术来改造传统的工作模式和手段、提高工作效率和智能化水平已经刻不容缓。

本书编写的目的是为全省各个行业的专业技术人员提供一部进行信息技术基础知识和应用范例学习、培训的教材。

根据陕西省各个行业专业技术人员的目标培训要求,全书内容共分为两篇:信息技术基础知识篇和信息技术应用篇。

信息技术基础知识篇共有 12 章,主要介绍了微电子技术、计算机技术、软件技术、通信技术、计算机网络技术、多媒体技术、虚拟现实技术、信息安全技术、数字地球与智慧地球、生物电子技术、云计算技术和物联网技术的基本概念、理论基础、研究现状和未来发展趋势。该部分内容的讲解通俗易懂、图文并茂,具有很强的普适性。

信息技术应用篇主要通过 10 个具体应用方案和项目建议书的形式介绍了信息技术的实际应用案例(或称为信息系统建设方案)。这 10 个案例包括:面向企业竞争情报系统的数据挖掘服务解决方案、煤炭安全生产检测与预警系统解决方案、城市地下管网地理信息系统解决方案、水利防洪减灾系统解决方案、网络化智能监控系统方案、基于网络视频监控的行人流量统计发布与旅游应急指挥系统、智能交通系统解决方案、智慧城市的构想与解决方案、车联网技术与应用和西安市“三维动态虚拟汉唐文化园”项目建议书。这些方案具有很强的实践性和时代感,为技术人员掌握与应用信息技术提供了有效的帮助。

本书由刘志镜教授撰写大纲并担任主编,参加编写的人员主要有屈鉴铭博士和王韦桦博士。本书的编写得到了西安电子科技大学网络与继续教育学院各级领导的关心与支持,在此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,加之时间仓促,书中难免有疏漏与不妥之处,恳请读者批评指正。

作 者

2012 年 6 月

目 录

第一篇 信息技术基础知识

绪论	1	2.7.3 生物计算机的优点	34
第一章 微电子技术	3	2.7.4 生物计算机的现状和发展方向	35
1.1 概述	3	2.8 光计算机	37
1.2 微电子技术与大规模集成电路	6	2.8.1 光计算机的定义	37
1.2.1 小型化集成系统	6	2.8.2 光计算机的工作原理	37
1.2.2 高密度电子组装技术	6	2.8.3 光计算机的优点与特性	37
1.2.3 纳米电子学	6	第三章 软件技术	39
1.2.4 微电子学	6	3.1 基本概念	39
1.3 半导体产业发展大事记	7	3.2 软件的历史与现状	39
1.4 发展趋势	8	3.3 软件的种类	40
1.4.1 集成系统的发展	8	3.4 软件发展趋势与展望	45
1.4.2 微电子技术的应用	9	3.5 人机交互技术	47
1.4.3 微电子技术与其他学科的渗透和融合	10	3.5.1 人机交互技术的发展史	47
第二章 计算机技术	13	3.5.2 多媒体与虚拟现实系统的交互	47
2.1 计算机技术的发展历史	13	3.5.3 多通道人机交互技术	48
2.2 计算机的分代与分类	15	第四章 通信技术	51
2.3 计算机系统的组成、结构与工作过程	16	4.1 程控交换技术	51
2.3.1 计算机系统的组成与结构	16	4.1.1 基本概念	51
2.3.2 微型计算机的组成	20	4.1.2 程控交换的发展与特点	52
2.3.3 多媒体计算机	26	4.2 无线通信与卫星通信技术	52
2.4 “信息家电”时代的到来	28	4.2.1 无线通信	52
2.5 计算机的发展趋势	29	4.2.2 微波通信	53
2.6 量子计算机	30	4.2.3 卫星通信	54
2.6.1 量子计算机概述	30	4.2.4 卫星通信的发展与特点	54
2.6.2 有趣的量子理论	30	4.3 移动通信技术	55
2.6.3 经典计算机的特点	31	4.3.1 基本概念	55
2.6.4 量子计算机的特点	31	4.3.2 技术发展过程与特点	55
2.6.5 量子计算机的功能	32	4.4 光纤通信技术	56
2.6.6 量子计算机国内外发展情况分析	32	4.4.1 光通信的基本概念	56
2.7 生物计算机	34	4.4.2 技术特点	57
2.7.1 生物计算机简介	34	4.4.3 光技术发展	57
2.7.2 仿生应用	34	第五章 计算机网络技术	59
		5.1 网络系统技术	59

5.2 网络传输技术.....	61	9.3 数字地球中的 3S 技术.....	102
5.3 网络交换技术.....	61	9.4 数字地球的应用.....	103
5.4 TCP/IP 协议.....	63	9.5 智慧地球.....	105
5.5 网络应用.....	65	第十章 生物电子技术	107
5.6 下一代互连网络.....	68	10.1 生物识别技术.....	107
5.7 计算机与网络的四大定律.....	69	10.2 生物芯片技术.....	107
5.8 中国 IPv6 技术的展望.....	69	10.3 生物分子电子技术.....	110
5.8.1 我国 IP 网的现状.....	69	10.4 生物计算机.....	111
5.8.2 IP 电信网的特点.....	70	第十一章 云计算技术	113
5.8.3 宽带接入网.....	71	11.1 云计算的基本概念.....	113
5.8.4 IPv6 的特点.....	72	11.1.1 网络技术发展概况.....	113
5.8.5 IPv6 的展望.....	73	11.1.2 图灵命题.....	115
第六章 多媒体技术	75	11.1.3 冯·诺伊曼结构的计算机.....	116
6.1 基本概念.....	75	11.1.4 互联网之父及相关发展.....	116
6.2 多媒体技术发展史.....	75	11.1.5 互联网与社区.....	119
6.3 多媒体技术的主要特征.....	76	11.1.6 对互联网新的认识.....	120
6.4 多媒体技术的应用领域.....	76	11.1.7 未来软件的三个新理念.....	125
6.5 计算机当前所处理的一些媒体.....	77	11.2 云计算的核心技术.....	126
6.6 常用图像文件的格式.....	79	11.2.1 虚拟化技术.....	126
6.7 多媒体系统.....	80	11.2.2 云计算中心的架构.....	126
6.8 多媒体技术.....	80	11.2.3 云计算中心承载部分与业务部分的 关键技术.....	128
6.9 发展历史及当前水平.....	80	11.2.4 云计算的商业运作模式.....	128
6.10 今后的发展趋势.....	82	11.2.5 云计算展望.....	129
第七章 虚拟现实技术	83	第十二章 物联网技术	130
7.1 虚拟现实技术简介.....	83	12.1 物联网的基本概念.....	130
7.2 虚拟现实的主要特征.....	84	12.2 物联网的发展变迁.....	131
7.3 虚拟现实的关键技术.....	84	12.3 物联网的体系结构.....	133
7.4 虚拟现实技术的应用.....	87	12.4 物联网的安全问题.....	135
第八章 信息安全技术	89	12.5 物联网的四大部署方式.....	136
8.1 基本概念.....	89	12.6 物联网的四大支撑网络.....	137
8.2 发展简史.....	89	12.7 物联网的数据交换标准.....	137
8.3 计算机与网络安全.....	91	12.8 物联网的相关技术与应用.....	138
8.4 我国信息安全现状.....	93	12.9 物联网的四大误区.....	139
8.5 今后的发展趋势.....	94	12.10 物联网技术的应用.....	139
8.6 现行主要的信息安全系统与产品.....	94	12.11 我国物联网的发展动态与方向.....	141
第九章 数字地球与智慧地球	99	本篇结束语	144
9.1 数字地球的概念.....	99		
9.2 数字地球的技术.....	100		

第二篇 信息技术应用篇

序言	145	A6.2 视频客流量分析统计系统的特点	196
案例 1 面向企业竞争情报系统的数据 挖掘服务解决方案	147	A6.3 视频客流量分析统计系统的构成	197
A1.1 引言	147	A6.4 客流量实时统计发布系统	200
A1.2 系统总体架构	148	案例 7 智能交通系统解决方案	205
A1.3 系统层次结构	150	A7.1 智能交通的概念	205
A1.4 系统界面展示	152	A7.2 交通发展的现状	206
案例 2 煤炭安全生产检测与预警系统 解决方案	159	A7.3 智能交通系统的发展背景与动因	206
A2.1 引言	159	A7.4 智能交通系统的应用范围	208
A2.2 煤炭企业安全生产监管与预警系统	161	A7.5 智能交通系统的作用	208
A2.3 煤矿综采工作面支架阻力动态遥测 子系统	162	A7.6 智能交通系统的组成	208
A2.4 煤矿综合水动态遥测子系统	165	A7.7 智能交通应用系统	211
A2.5 煤矿地面子站系统的六大特点	172	A7.7.1 基于视频流的交通流检测及车辆 识别系统的设计	211
案例 3 城市地下管网地理信息系统 解决方案	174	A7.7.2 电子警察(闯红灯)系统	215
A3.1 前言	174	A7.7.3 移动查车系统	215
A3.2 地下管网数据模型	175	A7.7.4 电子称重系统	216
A3.3 城市地下管网 GIS 功能模块设计	175	A7.7.5 卡口监管系统	216
A3.4 系统运维巡检	178	A7.7.6 LED 交通诱导电子大屏幕系统	217
A3.5 系统展望	179	A7.7.7 城区监控巡查实录系统	218
案例 4 水利防洪减灾系统解决方案	180	A7.7.8 停车场引导系统	218
A4.1 引言	180	案例 8 智慧城市的构想与解决方案	220
A4.2 水利信息化建设中的信息技术	180	A8.1 引言	220
A4.3 水利山洪灾害监测预警系统综合框架 设计	186	A8.2 智慧城市的概念	222
A4.4 应用信息技术的防洪减灾的要点	187	A8.3 建设智慧城市的意义	222
案例 5 网络化智能监控系统方案	189	A8.4 智慧城市的特征与愿景	223
A5.1 引言	189	A8.5 智慧城市的发展现状	224
A5.2 系统建设的意义	190	A8.6 智慧城市建设的核心技术	226
A5.3 智能视频监控的含义及优点	191	A8.7 智慧城市建设的设想	227
A5.4 应用领域	192	A8.8 智慧城市的主要应用	233
案例 6 基于网络视频监控的行人流量 统计发布与旅游应急指挥系统	195	A8.8.1 典型的数字政务工程	235
A6.1 客流量统计与发布系统的意义	195	A8.8.2 典型的数字产业工程	243
		A8.8.3 典型的数字民生工程	245
		A8.9 智慧城市建设的工作思路与实施计划	246
		A8.10 智慧城市建设的关键技术	246
		A8.11 智慧城市建设的标准与规范	247

案例 9 车联网技术与应用	248	A10.2.3 功能规划.....	267
A9.1 车联网的基本概念.....	248	A10.2.4 拟采用的商业模式与内涵.....	269
A9.2 车联网的应用.....	252	A10.2.5 实现目标.....	272
A9.3 车联网的关键技术.....	253	A10.2.6 阶段进度计划.....	272
A9.4 车联网的发展愿景与趋势.....	256	A10.3 技术可行性分析	273
案例 10 西安市“三维动态虚拟汉唐文化园”项目建议书	258	A10.3.1 系统的技术先进性.....	273
A10.1 概述.....	258	A10.3.2 技术的成熟性和稳定性.....	274
A10.2 项目规划.....	259	A10.3.3 技术的创新点.....	276
A10.2.1 总体架构设计.....	259	A10.3.4 与其他相关技术的比较与分析.....	277
A10.2.2 汉唐文化园区建设.....	261	本篇结束语	278

第一篇

信息技术基础知识

绪 论

信息技术的范畴很广，对信息技术的研究包括了信息技术的科学原理、技术应用、工程实践和信息技术的管理等学科，以及这些学科在信息的管理、传递和处理中的应用，同时还包含了相关的软件和设备及其之间的相互作用。信息技术可以从广义和狭义两个层面来定义。

广义而言，信息技术是指能充分利用与扩展人类信息器官功能的各种方法、工具与技能的总和。该定义强调的是从根本上阐述信息技术与人的关系。

狭义而言，信息技术是指利用计算机、网络、广播电视等各种硬件设备及软件工具与科学方法，对文字、图像、声音和视频等各种信息进行获取、加工、存储、传输与使用的相关技术的总称。该定义强调的是信息技术的现代化与高科技含量。

信息技术的分类如下：

(1) 按表现形态的不同，信息技术可分为硬技术(物化技术)与软技术(非物化技术)。前者指各种信息设备及其功能，如显微镜、电话机、通信卫星、多媒体电脑等。后者指有关信息获取与处理的各种知识、方法与技能，如语言文字技术、数据统计分析技术、规划决策技术、计算机软件技术等。

(2) 按工作流程中基本环节的不同，信息技术可分为信息获取技术、信息传递技术、信息存储技术、信息加工技术及信息标准化技术。信息获取技术包括信息的搜索、感知、接收、过滤等，如显微镜、望远镜、气象卫星、温度计、钟表、Internet 搜索器中的技术等。信息传递技术指跨越空间共享信息的技术，又可分为不同类型，如单向传递与双向传递技术，单通道传递、多通道传递与广播传递技术。信息存储技术指跨越时间保存信息的技术，如印刷术、照相术、录音术、录像术、缩微术、磁盘术、光盘术等。信息加工技术是对信息进行描述、分类、排序、转换、浓缩、扩充、创新等的技术。信息加工技术的发展已有两次突破——从人脑信息加工发展到使用器械(如算盘、标尺等)进行信息加工，再发展到使用电子计算机与网络进行信息加工。信息标准化技术是指能够将信息的获取、传递、存储、加工等各个环节有机地衔接，用以提高信息交换共享能力的技术，如信息管理标准、字符编码标准、语言文字的规范化等。

(3) 日常用法中，有人按使用信息设备的不同，把信息技术分为电话技术、电报技术、广播技术、电视技术、复印技术、缩微技术、卫星技术、计算机技术、网络技术等；也有人按信息的传播模式不同，将信息技术分为传者信息处理技术、信息通道技术、受者信息

处理技术、信息抗干扰技术等。

(4) 按技术的功能层次不同, 可将信息技术体系分为基础层次的信息技术(如新材料技术、新能源技术), 支撑层次的信息技术(如机械技术、电子技术、激光技术、生物技术、空间技术等), 主体层次的信息技术(如感测技术、通信技术、计算机技术、控制技术), 应用层次的信息技术(如文化教育、商业贸易、工农业生产、社会管理中用以提高效率和效益的各种自动化、智能化、信息化应用软件与设备)。

总之, 信息技术是支撑信息化的基础, 是开发信息产品的核心。信息技术主要包括微电子技术、通信技术、计算机技术、软件技术、信息网络技术、多媒体技术、数字技术、信息安全技术、虚拟现实技术、生物电子技术和近年来发展起来的云计算技术、物联网技术等内容。

各种信息技术之间既相互独立又相互关联, 我们可以用比喻的方式加以形容, 如果把微电子比作人的细胞, 计算机和软件就像人的大脑, 网络就相当于人的血管与神经, 多媒体技术就相当于人的感觉器官, 信息安全技术就像人的免疫系统。可以看出, 这样的比喻十分形象, 又容易记忆。

由于信息技术的迅猛发展及各种信息技术的相互融合, 形成了具有超强能力的信息高新技术群, 从而推动了信息革命蓬勃兴起和信息化建设的高速发展。所以, 我们说信息高新技术群的发展也是信息化建设强大的技术基础和不竭动力。

微电子技术和传统电子技术的差别在于，它不仅使电子设备和系统的体积微型化、小型化，更重要的是它引起了电子设备的设计、工艺、封装等的巨大变革，它把传统的元器件，如晶体管、电阻、连线等，都集成在一块硅芯片内，从而实现一个相对完整的系统或设备。

微电子技术实际上是从 1947 年美国贝尔实验室成功研制出世界上第一个晶体管而发展起来的，如图 1.1 所示。1958 年世界上第一块硅集成电路的诞生，标志着微电子技术真正进入到高速发展的阶段，如图 1.2 所示。此后，经过 40 多年的发展，微电子技术发生了质的飞跃，现在已进入到深亚微米的发展阶段——在一个芯片中可集成 5~6 亿个元器件的巨大规模(GSI)电路的发展时期。



图 1.1 美国贝尔实验室成功研制的世界上第一个晶体管

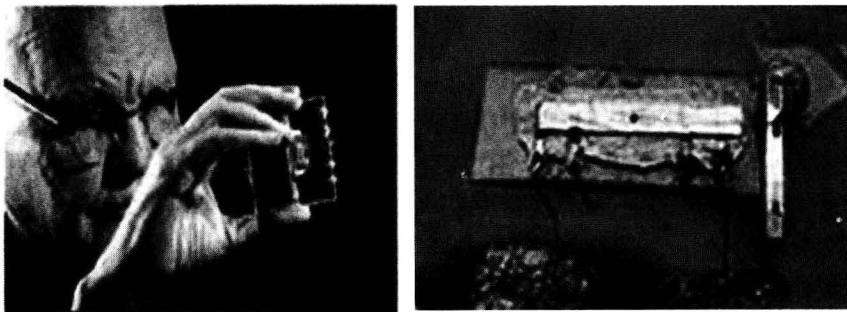
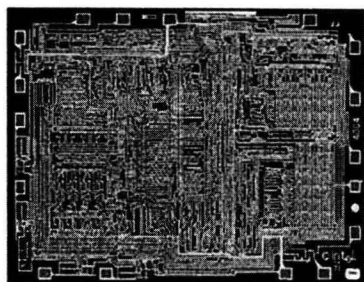


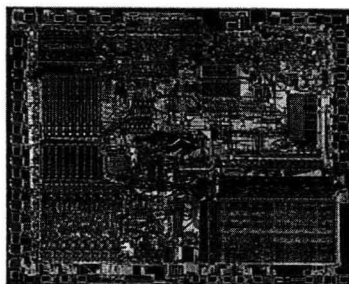
图 1.2 1958 年生产的世界上第一块硅集成电路

集成电路芯片的集成度正以三年四倍或两年三倍的速度提高，即大体每三年就有新一代集成电路问世。当前，特征线宽为 $0.35\ \mu\text{m}$ 的 64 MB 动态随机存取存储器(DRAM)正在大规模生产。2000 年世界上已经建成并投产了几十条 $0.25\ \mu\text{m}$ 的生产线；2001 年实现了 $0.18\ \mu\text{m}$ (1 GB 的 DRAM)技术的生产线， $0.15\ \mu\text{m}$ 技术、4 GB DRAM 样品也已经研制成功；2009 年已实现了 $0.07\ \mu\text{m}$ (64 GB DRAM 或 9000 万个晶体管/ cm^2)的生产能力。

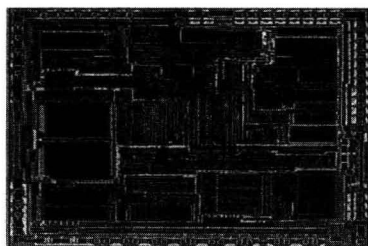
图 1.3 分别示出了 1971 年生产的 Intel 4004 IC 芯片、1978 年生产的 Intel 8086 IC 芯片、1982 年生产的 Intel 80286 IC 芯片和 1989 年生产的 Intel 80486 IC 芯片的版图。



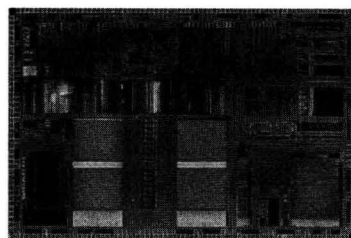
Intel 4004, 1971



Intel 8086, 1978



Intel 80286, 1982



Intel 80486, 1989

图 1.3 Intel 4004 IC 芯片、Intel 8086 IC 芯片、Intel 80286 IC 芯片和 Intel 80486 IC 芯片

目前，全球集成电路产业长期以两位数的速度发展，成为超过 2000 亿美元的大产业。全球集成电路生产线近 600 条，其中 8 英寸线近 190 条，12 英寸线在 2008 年底已达到 70 条。可见 IC 的产能巨大，同时也反映出社会市场需求的巨大。表 1.1 给出了 2008 年底统计的 12 英寸生产线具体分布的地区与国家。表中可以清楚地看出 IC 生产线最多的地区在亚洲，美国有 18 条，欧洲只有 4 条。

表 1.1 全球 2008 年底统计的 12 英寸生产线具体分布的地区与国家

地区	公司	产品	地区	公司	产品
日本 16 条	东芝 × 3	SoC、FPGA	欧洲 4 条	ST/NXP/Freescale	R&D
	瑞萨	SoC		Qimonda × 2	DRAM
	NEC	SoC		IMEC	R&D
	松下	Logic		三星 × 6	DRAM
	富士通 × 2	SoC	韩国 9 条	海力士 × 3	DRAM
	索尼 × 3	CCD、CMOS、	中国 台湾 地区 19 条	台积电 × 3	Foundry
	ROHM	Logic		联电 × 2	Foundry
	Elpidax × 2	DRAM		茂德 × 4	DRAM
	Seiko	TFT		华邦	DRAM
	夏普	TFT		南亚	DRAM
英特尔 × 7	MPU	Inotera × 2		DRAM	
TI × 2	DSP	力晶 × 3		DRAM	
AMD	MPU	Rexchip × 2		DRAM	
Spansion × 2	R&D、NOR	华亚		DRAM	
Micron × 2	DRAM	新加坡	特许	Foundry	
美国 18 条	IMFlash × 2	DRAM/NAND	中国大陆 3 条	SMIC × 3	Foundry
	IBM	SoC			
	Albany	R&D			

1.2 微电子技术与大规模集成电路

1.2.1 小型化集成系统

微电子学给人类带来了半个世纪的繁荣。目前国际上集成电路生产线已普遍采用 12 英寸圆片、 $0.18\ \mu\text{m}$ 工艺。我国集成电路的生产水平发展也很快。1995 年已经达到了大小为 6 英寸、厚度为 $1.2\ \mu\text{m}$ 的水平，IC 产量于 2000 年已达到年产 10 亿块。1995 年 4 月，中科院微电子中心已开发出 $0.8\ \mu\text{m}$ 的 CMOS 工艺，在 $5.0\ \text{mm} \times 5.7\ \text{mm}$ 面积上集成了 26 000 只晶体管，输出管脚数为 72，制成了通用的模糊控制集成块。

1.2.2 高密度电子组装技术

集成电路 IC 实际上完成了芯片级的电子组装，有着极高的互连密度。那么，能不能将高集成度的 LSI/VLSI/ULSI(大规模/超大规模/特大规模集成电路)和 ASIC/FPGA/EPLD(专用 IC/现场可编程门阵列/电可擦除可编程的逻辑器件)等组装在一起实现集成电路的功能集成呢？这就是 SMT(表面安装技术)、HWSI(混合大圆片规模集成技术)和 3D(三维组装技术)要解决的问题。这些技术的发展，推动着电子设备和产品继续向薄、轻、短、小方向发展，在片状元件的小型化和自动安装设备所能处理的元件尺寸已濒临极限的今天，这些技术起着关键的作用。

1.2.3 纳米电子学

近几十年来，电子计算机已历经了几代的更迭，而代代更迭都是以存储或处理信息的基本电子学单元的尺度变化为标志的。科学家们一直探索特征尺寸为纳米量级的电子学，纳米电子学主要研究以扫描隧道显微镜为工具的单原子或单分子操纵技术。使用这些技术就有可能在纳米量级进行加工，目前已制成纳米量级的信息存储器，存储状态能维持一个月以上。用此技术有可能制作出容量高达 16 GB 的存储器。德国的福克斯博士等也利用纳米技术制出了原子开关，利用其制成的存储器可达到比现今芯片高 100 万倍的存储容量，此项研究获得了莫里斯奖。根据量子力学理论，电子与光同时都具有粒子波的特性，在今天微电子学工艺已将线宽降低到 $0.1\ \mu\text{m}$ 时，电子的波动性质就再也不能被忽视了，把电子视为一种纯粹粒子的半导体理论基础已经动摇。研究电子所表现出来的波动特征和拥有的量子功能是纳米电子学的任务。科学家们已经预言，纳米电子学将导致一场电子技术的革命！

1.2.4 微电子学

微电子学是研究在固体(主要是半导体)材料上构成的微小型化电路、电路及系统的电子学分支。作为电子学的分支学科，微电子学是主要研究电子或粒子在固体材料中的运动规律及其应用，并利用该项技术实现信号处理功能的科学，利用微电子技术可以实现电路的系统化和集成化。微电子学又是信息领域的重要基础学科，在这一领域中，微电子学是研究并实现信息获取、传输、存储、处理和输出的科学，构成了信息科学的基石，其发展

水平直接影响着整个信息技术的发展。微电子科学技术的发展水平和产业规模是一个国家经济实力的重要标志。

微电子学是一门综合性很强的边缘学科，其中包括了半导体器件物理、集成电路工艺和集成电路及系统的设计、测试等多方面的内容，涉及了固体物理学、量子力学、热力学与统计物理学、材料科学、电子线路、信号处理、计算机辅助设计、测试和加工、化学等多个领域。微电子学是一门发展极为迅速的学科，高集成度、低功耗、高性能、高可靠性是微电子技术发展的方向。信息技术正在向多媒体(智能化)、网络化和个性化发展。要求系统具有获取和存储海量的多媒体信息，以极高速度、精确可靠地处理和传输这些信息并及时地把有用信息显示出来或用于控制的能力，所有这些都只能依赖于微电子技术的支撑才能成为现实。超高容量、超小型、超高速、超高频、超低功耗是信息技术无止境追求的目标，也是微电子技术迅速发展的动力。

1.3 半导体产业发展大事记

表 1.2 给出了半导体产业自 1947 年至 2002 年间发展历史上的大事记。表 1.3 给出了电子系统产品半导体价值比例变化。

表 1.2 半导体产业发展历史大事记

时 间	大 事 记
1947 年	第一只晶体管问世
1957 年	Fairchild Semiconductors 公司成立(仙童-飞索)
1958 年	第一块集成电路问世
1962 年	TTL 逻辑电路问世(双极型数字电路)
1963 年	仙童公司推出第一块 CMOS 集成电路
1964 年	1 英寸硅晶圆出现
1965 年	Gordon Moore 提出 Moore's law(摩尔定律)
1967 年	专业半导体制造设备供应商——美国应用材料公司成立
1968 年	Intel 成立; NEC 制作出日本第一颗 IC
1973 年	商用的 BiCMOS 技术开发成功
1979 年	5 英寸的硅晶圆出现
1985 年	8 英寸硅晶圆开始使用
1987 年	台湾台积电开创专业 IC 制造代工模式
1988 年	专业 EDA 工具开发商 Cadence 公司成立
1996 年	12 英寸硅晶圆出现
2000 年	中芯国际 IC 制造公司(SMIC)在中国大陆成立
2002 年	Intel 建成首个 12 英寸生产线

表 1.3 半导体价值在电子产品价值中所占的百分比 (1965—2010 年)

比较类别 \ 年代	1965	1975	1985	1995	2005	2010
电子产品中的硅含量	2%	6%	7%	15%	21%	23%
硅片直径/mm	50 mm 2 英寸	100 mm 4 英寸	150 mm 6 英寸	200 mm 8 英寸	300 mm 12 英寸	450 mm 18 英寸
半导体产值/亿美元	15	40	250	1440	2274	3056

微电子学是一个学科的名字，对应的产业是集成电路(IC)产业，外延包括整个半导体产业。半导体产业的主要产品分为四大类：集成电路、分立器件、光电器件和传感器。表 1.4 给出了 2005 年至 2007 年全球半导体产品销售比例。从表中可以看出，只有集成电路销售量在增长，两年增长了 0.9%，分立器件产品在下降，而光电器件和传感器产品销售不稳定。

表 1.4 2005 年至 2007 年全球半导体产品销售比例

产品类别	2005	2006	2007
集成电路 IC	84.5%	84.8%	85.4%
分立器件 Disc.	7.1%	6.7%	6.4%
光电器件 Opto.	6.1%	6.6%	6.3%
传感器 Sensors	2.0%	2.2%	1.9%

1.4 发展趋势

1.4.1 集成系统的发展

目前的技术在一块芯片上已经可以集成 $10^8 \sim 10^9$ 个晶体管，未来微电子技术将从目前的 3G 时代逐步发展到 3T 时代——存储容量由吉兆位(G)发展到太兆位(T)；集成电路器件的处理速度由吉赫兹(GHz)发展到太赫兹(THz)；数据传输速率由吉字节每秒(Gb/s)发展到太字节每秒(Tb/s)。

在需求牵引和技术推动的双重作用下，目前已经出现了将整个信息系统集成在一块或几块微电子芯片上的集成系统(简称 IS)或系统集成芯片(简称 SoC)。集成系统是微电子设计领域的一场革命，它从整个系统的要求出发，把处理机制、模型算法、芯片结构、各层次电路直至器件的设计等内容紧密结合在一起进行设计，在单个(或少数几个)芯片上就能实现整个系统的功能。由于设计是从系统行为级开始自顶向下进行的，在设计过程中综合全盘考虑了整个系统的各种情况，因此可以在同样的工艺技术条件下实现更高的系统性能指标。目前集成系统技术已经崭露头角，21 世纪将是集成系统技术真正快速发展的时期。