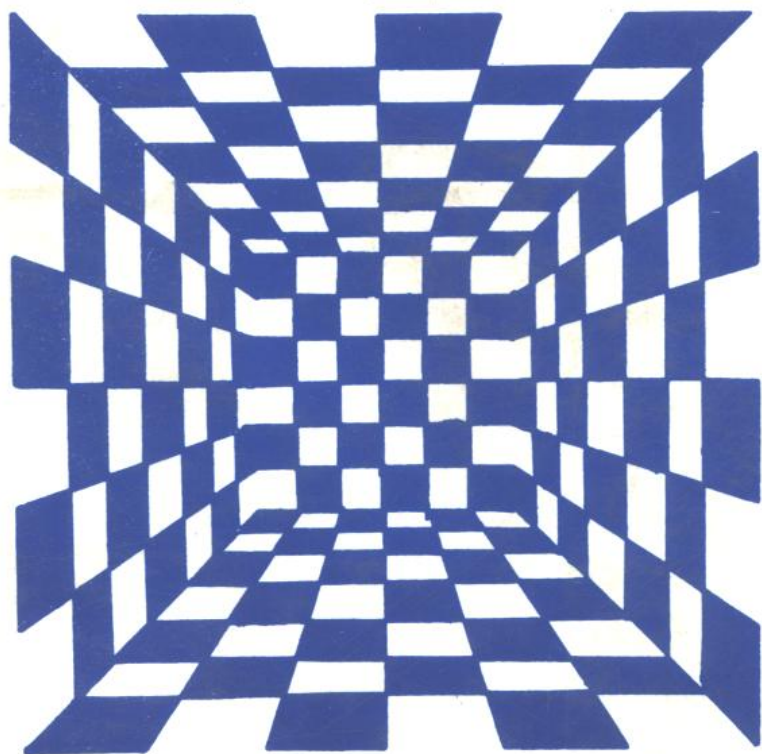


近代技术的今天和未来



TODAY AND FUTURE
OF MODERN
TECHNOLOGY

苑广增 丁宗海 主编

机械工业出版社

近代技术的今天和未来

苑广增 丁宗海 主编



机械工业出版社

(京)新登字054号

内 容 提 要

本书是一本深入浅出地论述近代技术一十大高新技术群的现状和发展前景的专著。重点介绍了信息技术、自动化技术、能源技术、现代生物技术、新材料技术、非常规加工工艺、环境与生态工程、空间技术、光电子技术、超导技术等原理、应用和发展趋势。凡具有高中以上文化程度,有一定基础知识的各行各业的领导干部、工程技术人员、企业家、科研工作者及学生均可将本书作为参考书。

近代技术的今天和未来

苑广增 丁宗海 主编

责任编辑:王霄飞 版式设计:李丽亚

封面设计:肖 晴 责任校对:李丽亚

机械工业出版社出版(北京阜成门外百万庄南街一号)

邮政编码:100037

(北京市书刊出版业营业许可证出字第117号)

北京怀柔燕东印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

开本787×1092¹/₁₆·印张 30³/₄ 字数 780千字

1994年5月北京第1版·1994年5月北京第1次印刷

印数 0 001—4000 定价:40.00元

ISBN 7-111-03672-7/T·14

前 言

从70年代末80年代初开始,一场新的、全球性的科学技术革命浪潮迅速发展。在这场科技革命中,高新技术的发展是核心。由于高新技术的蓬勃发展,科学技术对社会、经济发展的影响从来没有像现在这样深刻而广泛。因此,世界各国特别是发达国家的竞争已不仅限于军事竞争和经济竞争,而且出现了以高新技术为中心的科技竞争。各国都在集中力量发展高新技术,一场争夺高新技术的竞争正在全球范围内展开。各国不仅有各自的近期发展目标,更重要的是从长远的发展战略考虑,要在未来的国际竞争中取得优势地位,建立稳固的科学技术基础。

我国人民通过40余年的艰苦努力,特别是改革开放10年来,在各个方面取得了巨大成绩,经济和科技有了举世瞩目的发展。未来10年,我国要实现现代化建设的第二步目标,把国民经济的整体素质提高到一个新水平,首先要依靠科学技术进步,包括高新技术的发展。

高新技术及其产业,知识密集度高,投入大,风险大。因此,发展高新技术一方面要从国情出发,以国家长远战略发展目标为依据;另一方面要充分了解世界高新技术发展的水平与趋势,借鉴各国的经验,他山之石,可以攻玉。毫无疑问,这对加速我国经济建设的发展具有重大意义。

基于上述考虑,我们编著了本书。这是一本综合性的专著,重点论述对国民经济有重大影响的高新技术(这里统称为“近代技术”)的现状、应用与发展趋势。它是在总结我国发展、应用高新技术的实践经验的基础上,注意基本理论和实际应用的结合,体现国家科学技术发展政策,并积极地、有重点地吸取国外的先进科学技术而撰写完成的。本书覆盖了近代高新技术的众多领域,其中相当一部分涉足当代科学技术的前沿。我们力求使本书具有科学性、预见性和实用性,为读者提供尽可能多的信息。读者阅读本书,犹如进入了知识的海洋,科学的乐园,可以尽情地汲取所需要的知识。

本书的内容紧紧围绕经济和社会发展面临的一系列重大问题,特别是农业、水利、能源、交通、通讯、原材料、资源综合利用,以及人口控制,生态环境保护和国防建设等方面的重大技术问题,同时考虑到贯彻落实《国家中长期科学技术发展纲领》。本书选择了对国民经济发展有重大影响的十项近代技术,它们是:信息技术、自动化技术、能源技术、现代生物工程、新材料技术、非常规加工工艺、环境与生态工程、空间技术、光电子技术、超导技术。重点扼要、深入浅出地介绍了它们的原理、技术内容、适用范围、现状和未来。

本书可供各级领导,各行各业从事科研开发和技术管理的科研人员作为工作学习的参考书,也可作为大专院校,中等专科学校的教学参考书。

本书特聘中国科学院学部委员丁舜年、雷天觉、师昌绪为顾问,由苑广增、丁宗海任主编,李延高、章宁任副主编。各章的具体编著人为:曾英(第一章);严筱钧、童丽珠、张第元(第二章);张耀滔(第三章);卢圣栋、强伯勤(第四章);黄理统、祖荣祥(第五章);丁宗海(第六章);张叙公(第七章);姜昌(第八章);艾国强(第九章);林德生(第十章);林良真同志审阅了第十章的全部内容。参加本书编审和组织工作的还有李丽亚、肖曙、田野等。

由于本书涉及领域宽、编著者的知识和所掌握的资料有限,因此难免有不足或欠妥之处,恳请读者批评、指正。

编者
1992年7月

顾问名单：丁舜年 雷天觉 师昌绪

编委会名单：

主 编：苑广增 丁宗海

副主编：李延高 章 宁

编 委：（以姓氏笔划为序）

卢圣栋 艾国强 田 野 石坚中 李丽亚

严筱钧 肖 曙 林德生 姜 昌 张第元

张叙公 张耀滔 祖荣祥 黄理统 童丽珠

强伯勤 曾 英

目 录

第一章 信息技术	1
一、超大规模集成电路	1
(一) 集成电路的分类	1
(二) 集成电路的发展阶段	2
(三) 大规模集成电路、超大规模集成电路的重要分支	2
(四) 超大规模集成电路生产的关键技术	7
(五) 我国的集成电路工业	8
二、新型计算机	9
(一) 精简指令集计算机	9
(二) 并行计算机	11
(三) 智能计算机	13
(四) 神经网络计算机	13
三、软件工程	14
四、高密度记录光盘	17
(一) 概况	17
(二) 原理	18
(三) 动向	20
五、智能系统	21
(一) 概论	21
(二) 专家系统	22
(三) 自然语言理解系统	24
(四) 图像处理系统	24
六、计算机网络与通信	26
参考文献	29
第二章 自动化技术	31
一、CIM技术	31
(一) CIM的概念	31
(二) CIM的三轴结构	33
(三) CIM的方法学与体系结构	34
(四) CIM—OSA	36
(五) CIM效益评价及在中型企业中的应用	37
(六) 国外CIM技术发展概况	39
(七) 中国CIM技术	42
(八) CIM技术的未来	42

二、机器人	43
(一) 机器人概况	43
(二) 日本、美国机器人的应用及技术发展动向	45
(三) 机器人技术的未来	48
三、柔性制造系统 (FMS) 及柔性制造单元 (FMC) 技术	49
(一) 概论	49
(二) FMS总体方案的规划与设计	49
(三) 国外FMS发展概况	51
(四) FMS的未来	52
四、CAD/CAPP/CAM技术	53
(一) 定义和发展概况	53
(二) 工程工作站 (EWS) 推动CAD发展	54
(三) 中国CAD/CAPP/CAM现状与发展	55
(四) CAD/CAPP/CAM的未来	55
五、信息集成系统技术	56
(一) 概论	56
(二) MAP和TOP	57
(三) 信息集成系统技术的未来	59
六、物流和储运技术	60
(一) 自动导引小车的定义及系统	60
(二) AGV的制导和准停方案	62
(三) AGV的应用及发展趋势	62
(四) 自动化仓库	63
(五) 中国自动化仓库现状	63
七、MRP II —— 制造资源规划	65
(一) MRP—II 是现代工业工程技术在制造业中实践的结晶	65
(二) MRP—II 的基本思想和方法	66
(三) 九十年代MRP—II 系统的发展趋势	76
八、智能仪表	77
(一) 传感器	78
(二) 变送器	79
(三) 分布式综合控制系统	80
(四) 可编程序控制器 (PLC)	81
参考文献	83
第三章 能源技术	84
一、概述	84
(一) 能源结构的变化	84
(二) 新能源的前景	84
二、核能	85

(一) 核电站的工作原理	85
(二) 核电站反应堆	85
(三) 世界核电发展情况	89
(四) 核电的安全性和核电事故	92
(五) 核电的技术经济效果	95
(六) 受控核聚变发电	96
三、磁流体发电	97
(一) 磁流体发电的基本原理	97
(二) 磁流体发电的特点	98
(三) 磁流体发电与联合机组	99
(四) 各国发展情况及其前景	100
四、太阳能	101
(一) 取之不尽的清洁能源	101
(二) 太阳能热力发电	103
(三) 太阳光发电	104
五、煤炭的气化	108
(一) 概述	108
(二) 煤炭气化的基本工艺和设备	109
(三) 煤气的用途	110
(四) 煤炭气化技术的发展	111
(五) 煤炭的地下气化	111
六、其他能源	113
(一) 海洋能	113
(二) 风能	114
(三) 氢能	118
参考文献	119
第四章 现代生物技术	120
一、概述	120
(一) 生物技术的由来	120
(二) 基因工程是现代生物技术的核心	120
(三) 生物技术发展的特点	121
二、现代生物技术的分子生物学基础	122
(一) 蛋白质是生命现象的物质基础	122
(二) 核酸是遗传信息的携带者和传递者	123
(三) 基因表达的调节控制是生物体存活的关键	126
三、基因工程概述	127
(一) 基因工程创建背景	127
(二) 基因工程的基本操作	129
(三) 基因工程技术的成熟与发展	130

(四) 基因工程产物的后处理	132
四、蛋白质工程	140
(一) 基本技术	140
(二) 基础研究在蛋白质工程中的作用	141
(三) 蛋白质工程的目标	142
五、细胞工程	143
(一) 淋巴细胞杂交瘤和单克隆抗体技术	143
(二) 动物细胞工程	144
(三) 植物细胞工程	143
六、酶工程和发酵工程	150
(一) 酶工程概述	150
(二) 发酵工程	152
(三) 发酵工艺的发展	154
七、改良农作物	155
(一) 植物细胞工程与基因工程	155
(二) 动物细胞工程与基因工程	158
八、开发医药新品种	160
(一) 单克隆抗体	160
(二) 基因工程多肽药物与疫苗	162
九、环境监测与净化	163
(一) 环境监测	166
(二) 环境净化	166
十、促进酶工业和微生物工业的技术进步	167
(一) 酶工业	167
(二) 微生物工业	168
十一、探索重大疾病的发病机理及其防治途径	171
(一) 关于基因诊断与基因治疗	171
(二) 关于肿瘤发生	173
(三) 关于艾滋病防治研究	175
(四) 关于心血管疾病的研究	176
十二、生命科学的基础理论研究	177
(一) 关于原核生物的研究	177
(二) 关于生长、发育与进化的统一理论	177
(三) 关于脑和神经的生物学	178
十三、发展趋势和前景	179
(一) 蛋白质工程: 改造基因、改造蛋白质、改造生命	179
(二) 生物分子电子学的兴起以及不同学科的相互渗透	180
(三) 走向海洋、走向宇宙空间	181
(四) 大规模深入研究的重大战略部署	183

十四、结束语	184
参考文献	185
第五章 新材料技术	187
一、材料发展与社会经济、技术进步密切相关	187
二、当代新材料的特点及分类	188
(一) 新材料的特点	188
(二) 新材料的分类	189
三、新金属材料	189
(一) 新型金属结构材料	189
(二) 功能性金属材料	190
四、高性能复合材料	209
(一) 复合材料的构成	209
(二) 纤维增强树脂系复合材料 (FRP)	210
(三) 纤维增强金属基复合材料 (FRM)	212
(四) 陶瓷基复合材料	213
(五) 粒子复合材料	214
(六) 复合材料发展前景	214
五、新型无机材料	215
(一) 精细陶瓷	215
(二) 电子材料	217
六、新型有机高分子材料	218
(一) 具有电功能的高分子材料	219
(二) 光导纤维	221
七、生物及医学高分子材料	225
(一) 生物传感器材料	225
(二) 生物医学材料	226
参考文献	228
第六章 非常规加工工艺	229
一、绪论	229
二、电子束加工 (EBM)	231
(一) 引言	231
(二) 基础装置	232
(三) 热电子发射	223
(四) EBM理论问题	223
(五) 电子束加工的应用	235
三、离子束加工 (IBM)	243
(一) 离子束加工原理	243
(二) 离子束加工系统	244
(三) 离子束加工的应用	247

四、电化学加工 (ECM)	258
(一) 电化学加工的基本原理	258
(二) 电解加工	262
(三) 电解磨削	271
(四) 电铸和涂镀	272
五、超声加工 (USM)	276
(一) 超声加工的原理	276
(二) 超声加工设备	278
(三) 超声加工基本工艺	279
(四) 超声加工的应用	282
参考文献	284
第七章 环境与生态工程	285
一、概述	285
(一) 环境与环境问题	285
(二) 近代的环境科学	286
(三) 当今人类面临的主要环境问题	286
二、环境生物学与生态工程	289
(一) 环境生物学及其发展	289
(二) 生态系统及其功能	290
(三) 生态平衡和生态危机	292
(四) 生态工程与未来	293
三、固体废弃物综合利用	299
(一) 综述	299
(二) 固体废弃物资源化的技术途径	300
四、环境污染与防治	310
(一) 污染源	310
(二) 防治技术与设备	315
参考文献	341
第八章 空间技术	342
一、空间技术发展简史	342
(一) 概述	342
(二) 航天技术的发展及其组成	342
二、空间资源及其对人类的影响	344
(一) 空间高远位置资源	344
(二) 空间环境资源	344
(三) 空间物质资源	344
三、运载器、天地往返运输器、发射场和着陆场	345
(一) 运载器	345
(二) 天地往返运输器	348

(三) 航天发射场和着陆场	352
四、应用卫星	353
(一) 通信与广播型卫星	353
(二) 观测型卫星	359
(三) 导航卫星	363
五、航天技术在军事上的应用	366
(一) 照相侦察卫星	366
(二) 电子侦察卫星	367
(三) 导弹预警卫星	368
(四) 1991年海湾战争中使用的空间技术	368
(五) 星球大战计划	370
六、载人航天	371
(一) 概述	371
(二) 前苏联载人航天发展简史	372
(三) 美国载人航天发展简史	374
(四) 永久性载人空间站	375
七、太阳能发电星和空间城	377
(一) 发电星	377
(二) 空间城	377
八、开发月球和火星	378
(一) 可开发的月球资源	378
(二) 开发火星资源	379
(三) 开发易达小行星资源	379
(四) 开发月球和火星的关键技术及其进程	380
九、航天测控通信网	383
(一) 概述	383
(二) 跟踪站的特点	384
(三) 陆基测控网	384
(四) 天基测控网	384
(五) 第二代跟踪数据中继卫星系统	385
十、卫星应用地面系统	385
(一) 广播型卫星应用系统	385
(二) 数据采集型卫星应用地面系统	386
(三) 交互型卫星应用系统	386
十一、航天技术的国际合作	386
(一) 可以合作的领域	386
(一) 空间测控网的国际合作	387
十二、未来展望	388
参考文献	388

第九章 光电子技术	389
一、概述	389
(一) 光电子技术是光技术与电子技术相融合的产物	389
(二) 光电子器件是光电子技术发展的基础	390
(三) 光电子学的特征	392
(四) 光电子技术今后的发展趋势	393
二、激光器	395
(一) 激光的产生及其特征	395
(二) 激光器的种类与特点	397
(三) 常用激光器的进展及发展趋势	399
三、激光技术在各领域中的应用	404
(一) 激光加工技术及其应用	404
(二) 激光在工业检测中的应用	410
(三) 激光在医学中的应用	413
(四) 激光在农业中的应用	416
(五) 激光的军事应用	417
四、光纤通信	420
(一) 光学纤维的结构及特征	420
(二) 光纤通信的突出特点	422
(三) 四代光纤通信系统	423
(四) 90年代是光纤技术大发展时期	425
五、光盘存储技术	429
(一) 光盘存储的种类和特点	429
(二) 光盘存储原理	430
(三) 光盘存储应用发展迅速且丰富多彩	432
(四) 光盘存储技术的未来发展	434
六、集成光学与集成光电子技术	435
(一) 集成光学(光IC)	435
(二) 光电子集成(OEIC)	436
(三) 光纤传感器的发展现状及前景	437
(四) 光计算机	441
参考文献	442
第十章 超导技术	443
一、背景	443
(一) 超导性的发现	443
(二) 麦斯纳效应	444
(三) BCS理论	444
(四) 约瑟夫逊效应	444
(五) 第Ⅱ类超导材料	445

二、超导材料的物理特性	445
(一) 临界参数	445
(二) 临界温度	445
(三) 上临界磁场	445
(四) 临界电流密度	446
(五) 力学特性	446
三、超导材料	447
(一) 低温超导材料	447
(二) 高温超导材料	447
(三) 理论问题	448
四、超导的应用	450
(一) 概述	451
(二) 低温超导的应用	451
(三) 高温超导的应用	451
五、超导产品的市场潜力	465
(一) 概述	465
(二) 市场	465
六、世界范围的竞争	466
七、我国超导技术应用发展概况	469
(一) 现状	473
(二) 存在的主要问题	474
(三) 对策与建议	474
八、前景	475
参考文献	475

第一章 信息技术

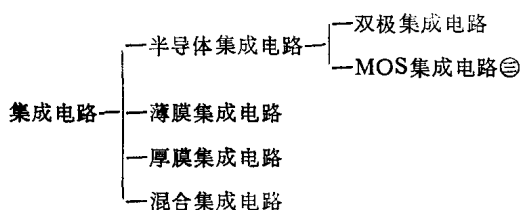
信息是关于事物存在形式和运动状态的表达。我们处于信息的海洋之中，对于信息的认识和应用的水平，随着时代的进步而不断地提高。信息产业是高技术产业。为了更好地运用信息，我们必须掌握信息的收集、存储、处理、变换、再生和传递等技术，亦即需要了解和掌握硬设备以及相应的软件两方面的技术。本章涉及的是信息技术中的几个重要分支。

一、超大规模集成电路

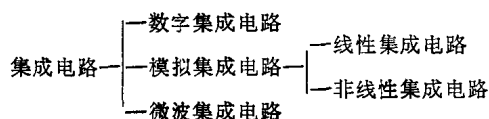
集成电路是使用半导体工艺或薄、厚膜工艺（或者其结合）将电路的有源元件 $\ominus$ 、无源元件 $\omin�$ 及其互连接线一起制作在半导体或绝缘基片上，在结构上形成紧密联系的整体电路。

（一）集成电路的分类

（1）按照工艺分类为：



（2）按照功能性质分类为：



（3）按照集成规模分类为：

小规模集成电路——SSI (small scale integrated circuit)；中规模集成电路——MSI (medium scale integrated circuit)；大规模集成电路——LSI (large scale integrated circuit)；超大规模集成电路——VLSI (very large scale integrated circuit)；特大规模集成电路——ULSI (ultra large scale integrated circuit)。

集成电路是把电路的元器件以相互不可分离的状态制作在一块（或几块）半导体（或绝缘材料）基片上，然后封装在一个壳体内，构成一个完整的具有一定功能的电路。其技术基础是平面集成工艺，也就是一整套制造平面型电子元器件和将之集成的工艺。即在半导体材料的小片（通常称之为芯片）的表面非常薄的一层平面上进行包括外延生长、氧化、光刻、选择扩散、真空镀膜、隔离等一系列的平面工艺，制作出有源元件和无源元件，再用金属蒸

$\ominus$ 有源元件：对电压和电流能起控制 变换作用的元件，如晶体管等。

$\omin�$ 无源元件：对电压和电流信号无变换、控制作用的线性元件。如电阻、电容、电感等。

$\omin�$ MOS：金属氧化物半导体。

发工艺制作互连线而构成电路。这种平面工艺的优点是：一次工艺流程即能在一片硅片上同时获得为数众多的电路，适于大批量生产，便于降低成本；元器件的几何尺寸很小而且相互距离很短，致使电路产品变小变轻；减少了引出线和焊点数目，对提高产品性能和可靠性极为有利，形成了集成电路体积小和重量轻、可靠性高、速度快的三大特点。

自从1958年研制出第一块样品以来，集成电路应用领域不断扩展，产量猛增，生产的产品迅速换代，成本逐年下降。三十多年来已经渗透到各行各业及人们的日常生活之中，极大地推动了高技术产业的成长。

（二）集成电路的发展阶段

集成电路从出现、发展到今天已经历了几个阶段。各阶段的主要特点见表1-1。

表1-1 集成电路的发展阶段

集成规模	MSI	LSI	VLSI	ULSI
元件数/芯片	$10^2 \sim 10^3$	$10^3 \sim 10^4$	$10^4 \sim 10^7$	$10^7 \sim 10^8$
特征线宽 (μm)	$10 \sim 5$	$5 \sim 3$	$3 \sim 1$	< 1
速度、功耗之积 (μJ)	$10^2 \sim 10$	$10 \sim 1$	$1 \sim 10^{-2}$	$< 10^{-2}$
栅氧化层厚度 ($\text{\AA}$)	$1200 \sim 1000$	$1000 \sim 400$	$400 \sim 150$	$150 \sim 100$
结深 (μm)	$2 \sim 1.2$	$1.2 \sim 0.5$	$0.5 \sim 0.2$	$0.2 \sim 0.1$
芯片面积 (mm^2)	< 10	$10 \sim 25$	$25 \sim 50$	$50 \sim 100$
硅片直径 (mm)	$50 \sim 75$	$100 \sim 125$	150	200

虽然用集成度 $\ominus$ 的高低来划“代”是一种常用的分类方法，但是不能把大规模集成电路特别是超大规模集成电路简单地理解为中、小规模集成电路的集成度的提高。

中、小规模集成电路，通常是在一个硅片上制作若干个晶体管和其它元件，并把它们作为单元，互相连接起来，形成电路（如门电路、触发器等）。大规模集成电路和超大规模集成电路则是把大量相同的或不相同的电路制作在一个硅片上，以这些电路为单元，互连而形成具有独立、完整功能的系统。也就是说设计的主导思想已从电路集成发展到系统集成。除此之外，还应看到大规模集成电路和超大规模集成电路的发展是植根于半导体技术、冶金技术、化学、材料学、电子技术、固体物理学、光学、电子光学、超精细加工技术、超纯技术、超净技术等多种学科和技术领域的发展，还有赖于投资和科研规模的不断增长。所以说，大规模集成电路和超大规模集成电路是一项技术密集、资金密集的高技术产业。

（三）大规模集成电路、超大规模集成电路的重要分支

1. 动态随机存储器 (DRAM) 和静态随机存储器 (SRAM)

这是代表一个国家集成电路的科研水平和工业生产水平的典型产品。国际上高集成度DRAM的结构和有关参数见表1-2。

$\ominus$ 集成度：在单块晶片（单片）上或单个封装中构成集成电路所包含的最大元件数（包括有源件和无源元件）。