

现代电子信息技术丛书

计算机技术

——现代战争的信息中枢

主编 杨天行 副主编 江学国 张学孝

国防工业出版社

电子科学研究院组织编著



现代电子信
息技术丛书

计 算 机 技 术

——现代战争的信息中枢

主 编 杨天行

副主编 江学国 张学孝

國防工業出版社

·北京·

图书在版编目 (CIP) 数据

计算机技术: 现代战争的信息中枢/杨天行主编. —北京: 国防工业出版社, 1999.9

(现代电子信息技术丛书)

ISBN 7-118-02025-7

I. 现… II. ①杨… III. 电子计算机-技术 IV. TP3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (98) 第 33011 号

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号)

(邮政编码 100044)

三河腾飞胶印厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 18 $\frac{3}{4}$ 421 千字

1999 年 9 月第 1 版 1999 年 9 月北京第 1 次印刷

印数: 1—3000 册 定价: 28.00 元

(本书如有印装错误, 我社负责调换)

《现代电子信息技术丛书》编审委员会

名 誉 主 任	胡启立	曹刚川			
主 任	王金城	吕新奎			
常务副主任	童志鹏				
副 主 任	汪致远	王小谟	毕克允	殷鹤龄	于安成
	安卫国	熊和生	徐步荣	张仁杰	邱荣钦
委 员	王 政	夏乃伟	程淑清	杨星豪	侯印鸣
	何非常	黄月江	干国强	杨天行	石书济
	廖复疆	梅遂生	陈景贵	陈光禔	沈能珏
	张立鼎	瞿兆荣	徐泽善		

《现代电子信息技术丛书》总编委

总 编	童志鹏	
副 总 编	邱荣钦	王晓光
委 员	李德珍	张国敏

《计算机技术》分册编著人员

主 编 杨天行

副 主 编 江学国 张学孝

编著人员 (按姓氏笔划排序)

马 力 方金仰 刘金栋 严红岩 李经纬

李湘龙 陈炳从 余 综 沈祖恩 张学孝

张保栋 陶登意 黄晓安 董 红

序

信息技术是一个复杂的多层次多专业的技术体系,粗略地可以分为系统和基础两个层次。属于系统层的一般按功能分,如信息获取、通信、处理、控制、对抗(简称为 5C 技术,即 Collection, Communication, Computing, Control, Countermeasure 五个词的第一个字母)等;基础层技术一般按专业分,如微电子、光电子、微波真空电子等。

信息技术革命的火炬是由微电子技术革命点燃的,它促进了计算机技术、通信技术及其他电子信息技术的更新换代,迄今,尚未有尽期。信息技术革命推动产业革命,使人类社会经历了农业、工业社会后进入了信息社会。

大规模集成电路的集成度是微电子技术革命的重要标志,它遵循摩尔(Moore)定律,每 18 个月翻一番,预计可延伸到 2010 年。届时,每个芯片可包含 100 亿(10^{10})个元件,面积可达到 10cm^2 ,作为动态存储器的存储量可达 64Gb(吉比特),接近理论极限 10^{11} 个元件和 256Gb 存储量。微处理器芯片的运算速度每 5 年提高一个数量级,到本世纪末,每个芯片运算速度可达 $10\sim 100$ 亿次每秒,有人认为,实现 2000 亿次的单片微处理器在技术上是可能的。与此相适应,每芯片比特存储量与每 MIPS(兆指令每秒)运算量的成本将呈指数式下降,现在一个 100 兆指令/s 专用数字信号处理芯片只售 5 美元。如果飞机的价格也像微电子那样呈指数式下降的话,70 年代初买 1 块比萨饼的费用在 90 年代就可以买 1 架波音 747 客机。3 年内 1 部电话机将只用 1 块芯片,5 年内 1 台 PC 机的全部功能可在 1 个芯片上实现,6 年内 1 部 ATM 交换机的核心功能也可用 1 个单片完成。由于微处理器芯片价格持续不断地下降,构成了它广泛应用的基础。现在,在一般家庭、汽车和办公室中,就有 100 多个微处理器在工作,不仅是 PC 机,而且在电话机、移动电话机、电视机、洗衣机、烘干机、立体声音响、家庭影院中也有。1 辆高档汽车中包含 20 多种可编程微处理器,1 架波音 777 客机含有 100 多万行的计算机程序代码。

通信技术的进步还得力于光子技术的进步。光通信速率(比特每秒)每两年翻一番,现在实验室中已可做到 10^{12}b/s ,即可将全世界可能传输的全部通信量于同一时刻内在 1 根光纤中传送,或相当于 1s 内传输 1000 份 30 卷的百科全书。通信速率的提高和通信容量的增大,使光通信成本也不断降低,与 80 年代相比,降低了两个数量级。

因特网是全球信息基础设施的雏形,其发展速度惊人。现在每 0.4s 增加

一个用户,每4min增加一个网络。1996年联网数大于10万,联网主机数大于1000万,用户数大于7000万(预计到本世纪末,将大于2亿),PC机总量将达5亿,联网主机达3000万,信息量每5年翻一番。越来越多的公司、团体、机关、个人通过信息网络相互联接,其应用范围从单纯的电子函件通信扩大到远程合作(包括教育、诊断、办公、会议、协作等)、按需点播、多媒体文娱、电子商务、银行、支付等,人类社会生存与发展的另一维空间,即信息空间或称为赛博空间(Cyberspace)正在形成。如果说工业社会是建筑在汽车与高速公路上的话,信息社会则是建筑在信息与信息高速公路上的。政府、军队、经济、金融、电力、交通、电信等关键部门都要依赖于信息基础设施的正常运行。信息技术和信息产业的水平已成为综合国力的重要标志,也是国际竞争力的焦点与热点。

信息技术的飞跃发展及其渗透到各行各业的广泛应用,不仅推动了产业革命,而且也深刻地改变了人们的工作、学习和生活的方式。信息技术不仅扩展了人的视觉、听觉等感知能力,而且还渗透到思维领域,减轻或部分地替代人的脑力劳动,提高思维的效率和质量,实现人的思维能力的延伸,增强人的认知能力。信息作为事物的属性与相互关系的状态的表达是客观存在的,但不是显在的,很多是潜在的,有的是深埋的,有待挖掘与提炼。信息技术大大地丰富了信息采集的内容,提高了信息处理的能力,为人们对于客观事物及其规律的认识提供了创新的工具,也为人们正确认识与有效改造主观世界和客观世界提供了源泉,将使社会的物质文明与精神文明建设得到极大的发展。

信息、能源与物质是人类社会赖以生存与发展的三大支柱。在信息社会中,信息是最重要的支柱和最重要的产业,它影响着其他两个支柱的健康发展,包括生产、传输、分配、运行、减少损耗、改善管理、提高效率、降低成本等等;同时,它还能不断地培育与发展新物质和新能源的发明与生产,不断地改善生态环境,从而使人类社会进入可持续发展的健康轨道。

信息革命在带动产业革命的同时也带动军事革命,使得军事技术、武器装备、作战思想、作战方式、战争形态、军事原则、军事条令与部队编成等都将发生深刻的变化。如果农业社会是冷兵器时代,工业社会是热兵器时代,那么信息社会则是信息兵器时代。信息、信息系统与信息化平台、武器与弹药成为战场上的主战兵器。信息优势成为传统的陆地、海洋、空中、空间优势以外的新的争夺领域,并深刻地制约着传统领域的战斗胜负,从而构成信息化战争的新形态。在这种战争中,战争胜负决定于敌对双方掌握信息与信息技术的广度与深度。信息不仅是兵力倍增器,它本身就是武器和目标,是双方必争的制高点。1991年初的海湾战争,被称为硅片战胜钢铁的战争,即源于这样的认识。它开启了赛博空间战、网络战、信息战等簇新的作战方式。

以信息优势为核心的军事革命是建筑在先进的指挥、控制、通信、计算机、情报、监视、侦察及其一体化的信息战能力的基础上的,这个众系之系(系统的系统)我国称为综合电子信息系统,与美军后来提出的 C⁴ISR/IW 相当,它由以下 6 部分组成。

1. 鲁棒的多探测器信息栅格网络。为作战部队提供作战空间感知优势。
2. 先进的指挥控制与作战管理栅格网络。为部队提供作战的先期规划、胜敌一筹的作战部署,执行作战指挥控制与一体化兵力管理能力。
3. 从探测器到射击器的栅格网络。为部队提供精确制导武器的动态目标管理、分配与引导,协同作战,一体化防空,快速战损评估和再打击能力。
4. 联合的通信、导航与定位栅格网络。提供可靠、安全、大容量与高精度的信息,以支持部队的机动行动,确保全面优势。
5. 信息进攻能力。采取侵入、操纵与扰乱等手段,阻碍敌人作战空间感知、认知与有效用兵能力。
6. 信息防护能力。保证我方信息系统的安全,防护敌方对我信息网络的利用、干扰和破坏。

这个系统的系统涉及众多先进的信息技术的横向与纵向的有机集成,它包括雷达和光电的有源与无源探测技术、有线和无线及固定和移动通信技术、计算机硬件和软件技术、精确导航定位技术、航天航空测控技术、信息安全保密技术、电子战技术等横向专业技术的集成;也涉及微电子技术、光子与光电子技术、真空电子技术、压电与传感器技术等先进元器件技术,电子材料技术、电源技术、测试技术、先进制造技术等纵向基础技术的集成。当代军事革命要求在创新的军事思想指引下,发展有层次多专业的纵横集成的信息技术;同时,又要求在先进的信息技术驱动下,培育与发展新的军事思想,并在此基础上推动作战原则、军事条令与部队编成的变革,形成军事革命与信息革命的有机结合。

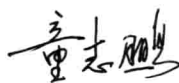
我们正处于世纪之交,党的第十五次代表大会的胜利召开,启动了有中国特色的社会主义事业在邓小平理论的指引下全面进入 21 世纪。我国的国防与军队现代化建设的跨世纪历史进程已经开始。为了适应军事革命环境下的高新技术军事斗争的需要,我军必须拥有信息优势,必须拥有以先进的综合电子信息系统为基础结构的性能优良的武器装备,必须提高部队素质,把人才培养推上新的台阶。

江泽民总书记非常重视人才的培养,他多次指示,要用高新技术知识武装全军头脑。在未来的信息化战场上,知识将成为战斗力的主导因素,敌对双方的较量将更突出地表现为高素质人才的较量。本丛书的编写出版就是为贯彻这个伟大号召提供系统基础知识。全书以先进的综合电子信息系统为龙头,

多层次、全方位地介绍相关的各项先进信息技术,既包括系统技术,也包括基础技术,共 17 个方面,荟萃成 17 个分册。丛书的编写以普及先进信息技术知识为目标,以中专以上文化程度,从事军、民用电子信息技术有关业务的技术人员和管理干部为主要对象,努力做到深入浅出,雅俗共赏,图文并茂,引人入胜,文字简练,语言流畅,学术严谨,论述准确,使其具有可读性、可用性、先进性、系统性与权威性。参加丛书各分册撰写的作者都是长期从事现代信息技术研究与发展的专家,他们在繁重的业务工作的同时,废寝忘食,长期放弃节假日的休息,辛勤耕耘,鞠躬尽瘁,为本丛书做出了卓越的贡献。他们以自己的模范行动,“努力成为先进思想的传播者、科学技术的开拓者、‘四有’公民的培育者和优秀精神产品的生产者”。我谨代表总编委向他们致以衷心的敬意!

本丛书的编写出版得到原国防科工委与原电子工业部领导的大力支持,得到国防工业出版社领导及责任编辑们的积极推动与努力,借此之机,向他们表示由衷的感谢!

中国工程院院士
原电子工业部科技委常务副主任



前 言

本书是《现代电子信息技术丛书》的一个分册，介绍计算机的基本原理和最新发展概貌。对于希望在短时间内对现代计算机的主要技术及产品有一个概括了解的读者将起到读一书而知全局的作用。

什么是信息技术呢？信息技术就是以微电子技术为基础、以计算机与通信设备为主体、以利用信息资源提高生产力为目标的技术。它是当代新技术革命的主要内涵。

计算机技术是当代最活跃的生产要素，它具有发展最快、普及最易、渗透力最强的特点。它既可作为人们谋生的手段，也可作为攀登任何一门科学技术高峰的工具。生活在这个时代，我们都面临着学习和运用计算机技术的任务。计算机技术的覆盖面很宽，对于每个刻苦学习的人入门并不难，深入研究却无止境。

本书由华北计算技术研究所的科研人员编写。首先讲解计算机基本工作原理，其后按技术特征分别对各类计算机进行介绍。读者既可读到作为当代计算机主力机型的 PC 机、具有良好图形性能的工作站、适应分布计算模式便于客户机共享资源的服务器；也可读到在恶劣环境中大显身手的抗恶劣环境计算机、肩负重任的容错计算机、嵌入在其他设备中默默奉献的嵌入式计算机，以及人们迎接信息时代到来的一个小礼物——不久的将来每个人都可拥有并随身携带的 PDA，它们在军事上亦具有特殊重要的用途。读者还可通过本书了解到 90 年代兴起的新技术如何影响和改变了人类的工作、学习和生活；多媒体技术使计算机面貌焕然一新，变得可亲、可近；网络技术缩短了空间距离，使世界变成一个地球村；并行处理技术突破单机极限，满足人类对计算速度永无止境的追求；客户/服务器结构成为当代最主要的计算模式；开放系统则是计算机系统结构发展的主要潮流。读者最后还可大致了解到计算机的发展趋势。本书尽量汇集了最新技术内容。

本书的第一章由方金仰、余综编写，第二章由李湘龙编写，第三章由董红编写，第四章由马力编写，第五章由陶登意编写，第六章由沈祖恩编写，第七章由刘金栋编写，第八章由黄晓安编写，第九章由严红岩编写，第十章由张保栋编写，第十一章由张学孝编写，第十二章由李经纬编写，第十三章由陈炳从编写。张学孝、李湘龙、马力、董红、严红岩等五位同志花费了大量的时间对全书内容进行了多次打印、修改与校阅。尽管编写者尽了很大努力，但由于工作繁忙、时间仓促，书中难免有错误和不妥之处，敬请专家与读者指正。

作者

内 容 简 介

本书系统地介绍了当前各种主流计算机的硬件系统及其应用技术，便于读者全面学习和掌握有关计算机的必备知识。主要内容有：计算机的基本原理、PC机、工作站和服务器的多媒体计算机、抗恶劣环境计算机、嵌入式计算机、容错计算机、并行处理计算机、PDA、计算机网络、客户/服务器结构、开放系统、计算机发展趋势等。

本书概念清晰准确，文字深入浅出，适合于各行各业对计算机专业感兴趣的科技人员、管理人员、初学计算机的读者阅读。

目 录

第一章 计算机原理

1.1 计算机发展简史及种类	1
1.1.1 计算机发展简史	1
1.1.2 计算机的种类	2
1.2 计算机的基本知识	3
1.2.1 数制、字位、字节、字及运算	3
1.2.2 计算机的组成	4
1.2.3 机器指令与程序	5
1.3 中央处理器	6
1.3.1 指令系统及寻址	6
1.3.2 中央处理器的组成及工作原理	8
1.3.3 处理器芯片及其技术特点	11
1.4 存储器	12
1.4.1 高速缓冲存储器	12
1.4.2 主存储器	14
1.4.3 并行存储器	17
1.4.4 相联存储器	18
1.4.5 虚拟存储器	19
1.5 总线	20
1.5.1 总线的基本概念	20
1.5.2 总线的分类	21
1.5.3 标准总线与专有总线	21
1.6 外部设备	22
1.6.1 计算机与外部设备的连接	22
1.6.2 外部存储器	23
1.6.3 输入设备	26
1.6.4 输出设备	27
1.7 计算机系统性能指标及评测	29
1.7.1 计算机系统的主要性能指标	29
1.7.2 反映系统性能的主要因素	30
1.7.3 计算机系统性能评价技术	32

第二章 PC 机

2.1 从微处理器到 PC 机	37
2.2 PC 机的核心——微处理器	38
2.2.1 8088 和 8086	38

2.2.2	80186 和 80188	38
2.2.3	80286	38
2.2.4	80386	39
2.2.5	80486	40
2.2.6	奔腾处理器 (Pentium Processor)	41
2.2.7	高性能奔腾处理器	43
2.2.8	Intel 的 MMX 技术	43
2.3	PC 机的存储器	44
2.3.1	PC 机的高速缓冲存储器	44
2.3.2	主存储器	45
2.4	PC 机的总线	46
2.4.1	ISA 总线	46
2.4.2	EISA 总线	47
2.4.3	VESA 总线	48
2.4.4	PCI 总线	49
2.4.5	STD 总线	51
2.5	PC 机的显示器	52
2.5.1	分辨率和点距	52
2.5.2	显示卡	53
2.5.3	视频信号	54
2.5.4	显示器	54
2.5.5	显示系统与 PC 机处理能力的关系	55
2.6	PC 机的外设接口	56
2.6.1	高速外设接口	57
2.6.2	低速外设接口 USB	58
2.6.3	IEEE1394 接口	58
2.7	笔记本 PC 机	59
2.7.1	显示器	59
2.7.2	主板	61
2.7.3	键盘	61
2.7.4	外设接口 (PCMCIA)	61
2.7.5	电源	62
2.7.6	如何选择笔记本 PC	62
2.8	绿色 PC 机 (Green PC)	62
2.8.1	绿色 PC 机的标准	63
2.8.2	PC 机的耗电情况	64
2.8.3	PC 机的节电方法	64
第三章	工作站和服务器	66
3.1	工作站	66
3.1.1	工作站的特征	66
3.1.2	工作站的发展概况	67
3.1.3	工作站的系统构成	67

3.1.4 应用领域	76
3.2 服务器	77
3.2.1 服务器的基本概念	77
3.2.2 服务器的种类和应用	78
3.2.3 服务器的几种相关技术介绍	79
3.2.4 高性能服务器系统介绍	81
第四章 多媒体计算机	85
4.1 多媒体及多媒体计算机	85
4.1.1 多媒体的概念	85
4.1.2 多媒体计算机	86
4.1.3 多媒体计算机处理的媒体种类	87
4.2 多媒体计算机系统的组成	88
4.2.1 多媒体系统的硬件结构	88
4.2.2 多媒体系统的软件结构	90
4.3 多媒体计算机的关键技术	91
4.3.1 多媒体数据压缩	91
4.3.2 多媒体通信	93
4.3.3 多媒体数据库	95
4.3.4 超媒体	98
4.4 多媒体计算机的用途与实例	99
4.4.1 多媒体计算机的用途	99
4.4.2 应用实例——视频会议系统	101
4.5 多媒体应用开发	103
4.6 多媒体计算机的发展	108
第五章 抗恶劣环境计算机	110
5.1 抗恶劣环境计算机的发展和特点	110
5.1.1 抗恶劣环境计算机的发展	110
5.1.2 抗恶劣环境计算机的主要特点	111
5.2 抗恶劣环境计算机的主要技术	112
5.2.1 抗恶劣环境计算机的可靠性技术	112
5.2.2 计算机的结构与工艺	114
5.2.3 抗恶劣环境计算机的三防技术	117
5.2.4 电磁兼容技术	118
5.2.5 TEMPEST 技术	121
5.3 抗恶劣环境外部设备	122
5.3.1 加固型外部设备的特点与加固技术	123
5.3.2 抗恶劣环境外部设备发展方向	123
5.3.3 典型设备简介	125
第六章 嵌入式计算机	130
6.1 嵌入式计算机的定义	130
6.1.1 什么是嵌入式计算机	130

6.1.2 军用嵌入式计算机的分类	130
6.2 军用嵌入式计算机的特征及关键技术	131
6.2.1 嵌入式计算机的特征	131
6.2.2 嵌入式计算机的关键技术	133
6.2.3 军用嵌入式计算机的重要相关技术	134
6.3 嵌入式计算机应用的典型实例	135
6.4 研制发展和应用前景	138
6.4.1 美军嵌入式计算机的发展过程	138
6.4.2 嵌入式计算机的应用前景	139
第七章 容错计算机	142
7.1 容错技术的发展历史	142
7.2 容错技术简介	143
7.2.1 容错技术的主要内容	144
7.2.2 检测和诊断	145
7.2.3 冗余系统	149
7.3 几种容错结构的可靠性比较	152
7.3.1 可靠性的基本概念	152
7.3.2 几个可靠性参数	152
7.3.3 几种冗余系统的可靠性比较	153
7.4 容错计算机举例	154
7.4.1 长寿命(不维修)计算机系统	155
7.4.2 高可用性和可维修计算机系统	156
第八章 并行处理计算机	162
8.1 并行处理计算机简介	162
8.1.1 并行性和并行处理计算机	162
8.1.2 并行处理计算机产生的背景	162
8.2 并行处理计算机的分类和体系结构	163
8.2.1 SIMD 并行处理计算机	164
8.2.2 紧耦合共享内存 MIMD 型并行处理计算机	165
8.2.3 松耦合分布存储 MIMD 型并行处理计算机	165
8.2.4 群机并行处理系统	167
8.2.5 并行程序开发环境	169
8.2.6 并行程序设计语言	169
8.2.7 并行程序设计模型	169
8.3 并行处理计算机系统的应用	170
8.3.1 大规模并行处理计算机系统的应用	171
8.3.2 群机系统的应用	172
8.4 并行处理计算机系统的发展趋势	173
8.4.1 大规模并行处理计算机系统的发展趋势	173
8.4.2 群机系统的发展及展望	174
第九章 PDA	175

9.1 PDA 概貌	175
9.1.1 PDA 的概念	175
9.1.2 PDA 的产生	175
9.1.3 PDA 的种类	176
9.1.4 PDA 的特点	177
9.1.5 PDA 的用途	177
9.2 PDA 的硬件	178
9.2.1 微处理器 (MPU)	178
9.2.2 液晶显示器	182
9.2.3 PAM/ROM	183
9.2.4 PC 卡	184
9.2.5 电池	184
9.2.6 通信装置	185
9.2.7 电子笔	187
9.3 PDA 的软件	187
9.3.1 系统软件	187
9.3.2 应用软件	189
9.4 PDA 的应用	190
9.4.1 PDA 在商业上的应用	190
9.4.2 PDA 在军事上的应用	191
9.5 PDA 的现状和发展	192
9.5.1 PDA 的现状	192
9.5.2 PDA 的发展	193
9.6 PDA 实例	195
第十章 计算机网络	198
10.1 计算机网络概念	198
10.1.1 定义及作用	198
10.1.2 计算机网络的类别	200
10.2 网络体系结构	203
10.2.1 计算机网络的逻辑结构	203
10.2.2 OSI 参考模型	204
10.2.3 TCP/IP	206
10.3 广域网 (WAN)	209
10.3.1 定义	209
10.3.2 分类及特征	209
10.3.3 包交换公用数据网	212
10.4 局域网 (LAN)	216
10.4.1 定义	216
10.4.2 LAN 的分类及特征	217
10.4.3 以太网的工作原理	220
10.4.4 以太网的现状	222
10.5 网络互连	224

10.5.1 网络互连要解决的问题	224
10.5.2 网络互连设备	225
10.5.3 网络操作系统	226
10.5.4 网络管理	228
10.5.5 组建网络实例	229
10.6 网络发展趋势	230
第十一章 客户/服务器	232
11.1 客户/服务器产生的背景	232
11.1.1 集中计算模式和分布计算模式	232
11.1.2 分布式系统的类型与客户/服务器的产生背景	233
11.2 客户/服务器结构	234
11.2.1 什么是客户/服务器结构	234
11.2.2 客户/服务器结构的特征和类型	235
11.2.3 客户/服务器结构的实现技术——中间件	239
11.3 客户/服务器技术的应用与发展	243
11.3.1 客户/服务器技术的现状和发展	243
11.3.2 客户/服务器应用系统的例子	244
第十二章 开放系统	246
12.1 开放系统的定义和特征	246
12.1.1 开放系统定义和评述	246
12.1.2 开放系统的基本特征	247
12.2 开放系统概念的由来与发展	248
12.2.1 开放系统概念产生的背景	248
12.2.2 初期的开放系统概念	249
12.2.3 发展中的开放系统概念	249
12.3 开放系统模型和轮廓描述	250
12.3.1 开放系统的概念模型	250
12.3.2 开放系统轮廓描述	251
12.4 开放系统平台、中间件与安全性	253
12.4.1 开放系统平台	253
12.4.2 开放系统中间件	260
12.4.3 开放系统的安全性	261
12.5 开放系统在军事上的应用	264
12.5.1 开放系统在军事上的应用势在必行	264
12.5.2 美国国防部信息管理的技术体系结构是建造信息系统的法规	265
12.5.3 美国的国防信息基础设施计划	269
第十三章 计算机的发展趋势	270
13.1 计算机发展的传统趋势	270
13.1.1 计算机继续从高速转向超高速	270
13.1.2 计算机继续向多功能发展	273
13.1.3 计算机继续向超微型化发展	274