

现代电子信息技术丛书

计算机技术

(第2版)

—— 信息化战争的操控中枢

主编 张学孝



国防工业出版社

National Defense Industry Press

E869-39

1

2008

现代电子信息技术丛书

计算机技术 (第2版)

——信息化战争的操控中枢

主编 张学孝

国防工业出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

本书系统地介绍了当前计算机系统的主流技术及其在军事方面的特殊应用,主要内容有:计算机基本原理、PC机、工作站和服务器、多媒体计算机、加固计算机、嵌入式计算机、容错计算机、并行处理计算机、PDA、计算机网络、分布式计算机系统、军用计算机、网格计算及其在军事上的应用、计算机系统安全等。

读者对象:各行各业对计算机专业感兴趣的科技人员、管理干部;以及从事计算机专业的广大科技人员,特别是军事院校的师生。

图书在版编目(CIP)数据

计算机技术 / 张学孝主编. —2版. —北京:国防工业出版社,2008.1

(现代电子信息技术丛书)

ISBN 978-7-118-05534-4

I. 计... II. 张... III. 计算机应用-军事 IV. E919

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第202831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)

北京宏伟双华印刷有限公司印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 21¼ 字数 523千字

2008年1月第2版第1次印刷 印数1—2500册 定价108.00元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)68428422

发行邮购:(010)68414474

发行传真:(010)68411535

发行业务:(010)68472764

《现代电子信息技术丛书》

编 审 委 员 会

名 誉 主 任	陈炳德					
主 任	李安东					
常务副主任	童志鹏	张 弛	王志刚			
副 主 任	刘成海	王小谟	熊群力	王 峰	许建峰	
	程洪彬					
委 员	蔡 镭	彭华良	王 政	毕克允	夏乃伟	
	张光义	刘 兴	雷 厉	张冬辰	黄月江	
	李 跃	胡爱民	范茂军	瞿兆荣	张学孝	
	李立功	梅遂生	廖复疆	程辉明	骆光明	
	汪继强	许西安	陈 洁			

总 编 委

总 编	童志鹏	
副 总 编	王晓光	
委 员	张雅丽	线珊珊

《计算机技术》（第2版）

主 编 张学孝

编著人员 （按姓氏笔画排序）

仇建伟 方家骐 李华锋 张保栋 林 中

黄晓安 鄢楚平

Preface

序

《现代电子信息技术丛书》(以下简称《丛书》)自1999年首次出版,至今已8年了。《丛书》综合地反映了20世纪90年代电子信息技术的发展,受到广大科技工作者、大专院校师生和部队官兵的欢迎。进入新世纪以来,鉴于国内外电子信息技术的高速发展,世界与局部形势发生了许多新的变化,电子信息技术循着摩尔定律预计的发展速度得到了持续的增长与进步。我国电子信息技术不论在基础层次还是在系统层次也取得了许多世界先进的成果,例如突破了纳米级的金属氧化物场效应器件(MOSFET)的设计与制造技术,研制成功了数十万亿次运算速度的巨型计算机,实现了计算栅格的研制与试验,成功地开发出世界级的第三代数字蜂窝移动通信系统,研制出空中预警与控制机系统和区域级一体化综合电子信息系统等。国际上,美国等发达国家在电子信息技术发展上处于领先地位,成功地研制出45nm的微处理器并进行批量生产,正向20nm及以下迈进。美国启动了从工业时代到信息时代的军事转型,提出从平台中心战(PCW)向网络中心战(NCW)的转型,并以全球信息栅格(GIG)为基础。GIG是美国所构想的、正在研发的国防信息基础设施,预计在2015年可形成初始作战能力。它以面向服务的结构(SOA)为体系构架,向联网的实体提供成套的、安全的信息服务与电信服务,以加强信息共享、决策优势与异构协同。GIG包括多模态数据的传递媒介,如陆上电路、空间单元和无线电台等,其所组成的互联网络可动态地、透明地将信息从发源处路由至目的地。以GIG为依托,美国军队加速向网络中心化演进,如陆军的未来战斗系统(FCS),海军的兵力网(Forcenet),空军的指挥控制星座(C² constellation)等。这里涉及十分巨大(Herculean)的技术挑战,必须通过从基础到系统的多层次创新和突破,才能在未来有限的时间内实现超越前15年Web网发明以来的发展。凡此种种,都是我们在编著《丛书》第1版时只能预测而无法探知的。然而今日,这些高新技术的面貌已逐渐清晰并迅速渗入人们的生活和竞争。这使《丛书》的作者们意识到进行再一次创作的必要性;同时,热心的读者们也期盼我们能及时对第1版进行

修改以便与时俱进。

基于以上原因,在各级领导机关的大力支持下,《丛书》各分册的原作者与新分册的新作者们在从事繁重业务工作的同时,废寝忘食、辛勤耕耘,对《丛书》各分册进行了精心修订、编撰,为第2版的问世做出了卓越的贡献。我谨代表《丛书》编审委员会向他们致以衷心的感谢。

第2版承袭了第1版的编写宗旨、编写特色及服务对象。在维持原结构不变的基础上,对内容进行了大幅度更新,并明显加大了军事科技的比重,增、删了7个分册,总册数由17分册变为18分册,总字数由800万字增加到1400万字。新版《丛书》仍以先进的综合电子信息系统为龙头,分层次、全方位地介绍各项先进信息技术,具体包括以下分册:

系统性技术分册

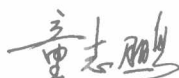
- 综合电子信息系统(第2版)
- 综合电子战(第2版)
- 侦察与监视
- 军事通信(第2版)
- 雷达与探测(第2版)
- 数据链
- 导航与定位(第2版)
- 计算机技术(第2版)
- 计算机软件技术(第2版)
- 信息安全与保密(第2版)

基础性技术分册

- 微电子技术(第2版)
- 光电子技术(第2版)
- 真空电子技术(第2版)
- 传感器技术
- 微声电子器件
- 化学与物理电源(第2版)
- 现代电子测试技术(第2版)
- 先进电子制造技术(第2版)

这两个系统分别从横向、纵向对众多先进的信息技术形成了有机的集成。

《丛书》的编写出版得到总装备部、中国电子科技集团公司及其有关研究所的领导的大力支持,得到国防工业出版社领导及编辑们的积极推动与努力,谨对他们表示由衷的感谢。



2007年8月26日

Preface

第1版序

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10~100亿次每秒,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 C^4 ISR/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感谢!

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



Preface

前言

《现代电子信息技术丛书》自 1999 年出版以来深受广大读者欢迎,作为分册的《计算机技术》一书同样受到了计算机专业人员,特别是部队及军事院校师生的欢迎。为反映计算机技术的快速发展和适应广大读者的需求,我们对第 1 版全书做了较大的修改,并增添了许多新的内容,特别是新增了:第 5 章加固计算机(加固计算机的发展、定义、分类和特点,主要技术指标,外部设备等)、第 11 章分布式计算机系统(分布式计算机系统概述,系统硬件,系统软件等)、第 12 章军用计算机(军用计算机的应用、技术与特点,分类,系统结构等)、第 13 章网络计算及其在军事上的应用(网络计算机的概念和体系结构,网络信息管理、资源管理、数据管理,网络安全等)、第 14 章计算机系统安全(深度防御与计算机信息安全保障技术框架,操作系统安全,数据库安全,应用系统安全,高信度计算技术等)。将第 1 版第 5 章、第 11 章、第 12 章、第 13 章删去,其中抗恶劣环境计算机的相关内容编入加固计算机。

与第 1 版一样,本书是由中国电子科技集团公司第十五研究所的研究人员编写的,其中凝聚了不少他们长期从事计算机技术研究工作的结晶。全书共分 14 章:第 1 章计算机原理、第 6 章嵌入式计算机和第 7 章容错计算机由张学孝修订。第 2 章 PC 机和第 3 章工作站和服务器由李华锋修订。第 4 章多媒体计算机由仇建伟修订。第 5 章加固计算机,第 11 章分布式计算机系统 and 第 12 章军用计算机由张学孝编写。第 8 章并行处理计算机由黄晓安修订。第 9 章 PDA 由酆楚平修订。第 10 章计算机网络由张保栋修订。第 13 章网络计算及其在军事上的应用由方家骥编写。第 14 章计算机系统安全由林中编写。全书由张学孝负责审校,并对有关章节内容进行修改和补充。本书编写过程中得到了中国电子科技集团公司第十五研究所领导的大力支持,对此深表感谢,并向所有为本书第 1 版倾注过心血的编著人员致谢。对该研究所科技委杨晓燕秘书为本书第 2 版的录入和编排付出的辛勤劳动表示衷心的感谢。

我们的编写力求深入浅出、图文并茂、文字简练流畅、论述准确。但限于水平和时间仓促,加之计算机技术发展日新月异,本书难免有欠妥和错误之处,敬请广大读者和专家批评指正。

作 者

Preface

第1版前言

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。读者既可读到的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20世纪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,谨请专家与读者指正。

作 者

Contents

目 录

第1章 计算机原理	1
❑ 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	5
1.3.1 指令系统及寻址	5
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	9
❑ 1.4 存储器	10
1.4.1 高速缓冲存储器	10
1.4.2 主存储器	11
1.4.3 并行存储器	13
1.4.4 相联存储器	14
1.4.5 虚拟存储器	15
❑ 1.5 总线	17
1.5.1 总线的基本概念	17
1.5.2 总线的分类	17
1.5.3 标准总线与专有总线	17
❑ 1.6 外部设备	18
1.6.1 计算机与外部设备的连接	18

1.6.2	外部存储器	19
1.6.3	输入设备	22
1.6.4	输出设备	23
 1.7	计算机系统性能指标及评测	24
1.7.1	计算机系统的主要性能指标	25
1.7.2	反映系统性能的主要因素	25
1.7.3	计算机系统性能评价技术	27
第2章	PC 机	34
 2.1	从微处理器到 PC 机	34
 2.2	PC 机的核心——微处理器	35
 2.3	PC 机的存储器	50
2.3.1	PC 机的高速缓冲存储器	50
2.3.2	主存储器	50
2.3.3	不同的存储器	51
 2.4	PC 机的总线	53
2.4.1	ISA 总线	53
2.4.2	EISA 总线	54
2.4.3	VESA 总线	55
2.4.4	PCI 总线	56
2.4.5	AGP 图形加速接口	57
2.4.6	PCI-E 总线	58
2.4.7	STD 总线	60
 2.5	PC 机的显示器	61
2.5.1	分辨率和点距	61
2.5.2	显示卡	62
2.5.3	视频信号	62
2.5.4	显示器	63
2.5.5	显示系统与 PC 机处理能力的关系	64
 2.6	PC 机的外设接口	65
2.6.1	高速外设接口	65
2.6.2	低速外设接口 USB	66
2.6.3	IEEE1394 接口	66
2.6.4	蓝牙接口	67
 2.7	笔记本 PC 机	68
2.7.1	显示器	68
2.7.2	CPU	69
2.7.3	主板	70

2.7.4	键盘	70
2.7.5	外设接口 (PCMCIA)	70
2.7.6	电源	71
2.7.7	如何选择笔记本 PC	71
	2.8 绿色 PC 机	71
2.8.1	绿色 PC 机的标准	72
2.8.2	PC 机的耗电情况	73
2.8.3	PC 机的节电方法	73
	参考文献	74
第3章 工作站和服务器的		75
	3.1 工作站	75
3.1.1	工作站的特征	75
3.1.2	工作站的发展概况	76
3.1.3	工作站的系统构成	76
3.1.4	应用领域	84
	3.2 服务器	85
3.2.1	服务器的基本概念	85
3.2.2	服务器的种类和应用	86
3.2.3	服务器的 PCI-X 总线	87
3.2.4	服务器的几种相关技术介绍	89
3.2.5	服务器的逻辑分区	90
3.2.6	高性能服务器系统介绍	92
3.2.7	存储区域网络	96
	参考文献	97
第4章 多媒体计算机		98
	4.1 多媒体及多媒体计算机	98
4.1.1	多媒体的概念	98
4.1.2	多媒体计算机	99
4.1.3	多媒体计算机处理的媒体种类	100
	4.2 多媒体计算机系统的组成	101
4.2.1	多媒体系统的硬件结构	102
4.2.2	多媒体系统的软件结构	103
	4.3 多媒体计算机的关键技术	104
4.3.1	多媒体数据压缩	104
4.3.2	多媒体通信	106
4.3.3	多媒体数据库	107