

计算机发展与展望

郭平欣 编著

光明日报出版社

计算机发展与展望

郭平欣 编著

•

光明日报出版社出版

北京永安路106号

光明日报出版社软件出版部编辑

上海华山路1297号

无锡金星印刷厂印刷 新华书店上海发行所发行

开本: 850×1168 1/32 印张: 9 字数: 234 千字

1987年6月第1版(上海) 1987年6月第1次印刷

印数: 1—5500

统一书号: 13263·190 定价: 3.30元



郭平欣 教授

作者介绍

郭平欣教授，原为电子专业工程师，自1956年制订第一次科学技术长期科学规划以后，由于国家将六个方面新兴技术列为重点，即转而从事计算机科学研究和工业工作。郭教授曾任国家计算机总局副局长，现任电子工业部计算机科学技术委员会主任、中国计算机学会副理事长，中国继续工程教育协会副理事长。

郭教授自1979年起担任世界计算机界的唯一组织——国际信息处理协会理事，1982年当选为常务理事兼组织委员会主席。1986年接受每四年一次为世界计算机科学技术作出贡献的各国科学家颁发的“银环奖”。郭平欣教授是获得该项国际计算机界唯一奖励的中国国籍的第一位人士。也是历届亚洲得奖者五人中的一人。

1986年底郭平欣教授又在东南亚计算机大会上获得金质荣誉奖。

郭平欣教授编著的书籍有《汉字信息处理技术》，《计算机外部设备原理》，《中国计算机工业概览》及《信息与新技术革命》等。

序

世界计算机发展已四十年，我国计算机发展也历经三十年。最初，计算机不过是作为一种科学技术的计算工具。从60年代发展集成电路以来，大大改变了电子器件的面貌，为计算机技术突破性的发展开辟了道路，微电子技术成为新技术革命的催化剂。特别是1971年研制成微处理器件，并开发出微型机这种价廉物美的产品，迅速扩大其应用领域到社会的各个方面。

电子计算机的发展，使得人工智能在八十年代获得一个又一个的突破。电子计算机代替了人类的一部份脑力劳动，使计算机成为智力劳动这种新生产力的重要工具。由于应用面的不断扩大，反过来又促进了计算机事业高速发展。现在，大家已经公认，计算机科学技术是现代化社会的重要支柱。计算机发展的水平与应用状况，又是衡量一个国家国力的重要标志。新技术的发展和应用将带来生产力的飞跃和产业结构的变化。知识越来越成为生产力、竞争力和经济成长的关键。计算机技术也将大大提高人类智力劳动的效率，导致劳动方式的巨大变化。经济和技术的变革，将引起就业机会、利润和世界市场的竞争。

这一次“新技术革命”引起了世界所有国家的重视，不惜巨额投资，争相发展，大力培养人材，以保持不致变成落后的国家。当然也引起了社会各阶层人士的关注。我国自国务院提出研究迎接新技术革命和新的产业革命的挑战以来，我国软科学研究日渐兴旺，探讨具有中国特色的社会主义现代化建设的道路。笔者从计算机科学技术学的角度，研究中国信息系统发展的预测，近年来积累了一些论文和讲话，汇篇成这本册子，提供给读者。

本集共收文十七篇，可以分为三个组成部份。第一部份为前六篇，是总结中国计算机发展的历史，探讨国内外计算机发展的动向及展望，以及我国可以选择的政策。

第二部份为软件的论文共五篇，因为微电子加速发展，集成电路已发展到每片电路超过百万单元，达到极大规模集成电路（ULSI）的水平，硬件越来越趋向标准化，价格越来越低，在计算机系统中比重越来越小。而软件越来越成为计算机系统中的一个薄弱环节。因此软件将成为计算机科学技术的核心。计算机工业将从产品产业逐渐转变为知识产业。软件的发展将引起各方面的重视。

第三部份为计算机发展对社会的影响。其中计算机在人工智能方面的应用不断发展，在我国则是以信息技术改造传统工业。由于社会需求逐渐趋向多样化和多变化。加速新产品的开发是适应多样化和多变化的必要条件。因此计算机辅助设计和辅助制造将成为各行各业所关心的问题。无论机械电子设备，汽车飞机的制造以及成衣、玩具等产品的开发，都要借助计算机技术。计算机技术渗透到各行各业，人才的培养赶不上需要的速度。本世纪计算机技术人才的缺乏将成为世界普遍现象。如何利用计算机进行教学，和如何使技术人员在“信息爆炸”时代进行知识更新学习，赶上时代的步伐，都是大家关心的问题。问题的提出并不一定得到完善的解答，但作为抛砖引玉，以供大家探讨。有不足之处，希望给予指正。

郭平欣

一九八六年八月

目 录

序.....	1
国内外计算机发展动向及水平.....	1
中国计算机发展三十年.....	14
总结过去 迎接未来.....	42
中大型计算机发展政策.....	44
对计算机发展政策的意见.....	55
二〇〇〇年计算机发展展望.....	62
计算机软件.....	76
软件工程概要.....	91
软件工程发展动向.....	137
软件开发自动化.....	164
集成操作环境.....	186
信息科学及其对社会的影响.....	202
采用信息技术改造传统工业的政策.....	220
计算机自动化设计和制造.....	226
计算机辅助教学.....	246
新技术革命形势下的继续工程教育.....	257
计算机技术的发展与人才问题.....	263

国内外计算机发展动向及水平

计算机发展的总趋势

计算机发展进入一个新的变化时期，表现为：

一、创新速度加快。

计算机的催化剂——微电子的发展加速，超过了每两年集成度增加4倍、成本降低一半的规律。目前，4兆随机存储器已研制出来，1兆即将投入大量生产，256K存储器面临淘汰。计算机运算部份核心器件门阵列已突破万门，门延迟时间到达100微微秒(PS)，如VHSIC超高速集成电路，采用砷化镓器件后即可达1~10PS。减指令计算机系统技术(RISC)兴起，促进新一代四代机的发展，因此，计算机产品生存周期将缩短，即大型机从7年降为4~5年，小型机从5年降至3年左右，而微型机生存周期将低于2年。由此带来各生产厂商生产工艺设备生存周期缩短，设备如不加速更新，则有面临在激烈竞争中失败的危险。

二、价格变化快。由于半导体大跌价，同时，竞争和盲目生产带来市场萧条，导致计算机不断降价，今日的32位百万次计算机不过十几万美元，降为八十年代初期的五分之一。微机市场亦大落价。从而又刺激产品更新加速，形成最新产品价格最廉，用户等待观望成为国际市场心理，价格性能比不断提高的速度更形加快。

三、软件为主的时期到来。早期计算机只应用线路技术进行设计硬件，中期是面向系统进行计算机系统设计。而最后计算机设计是面向软件和系统进行设计。硬件向巨型、微型两极发展，而软件越来越成为计算机系统的核心，同时又逐步占计算机系统

价格的主要部份。软件直接决定计算机命运的地位，硬件主宰计算机世界的情况已一去不复返。由于软件开发成本高，所以各国都在致力于软件生产工厂化、工具化；软件技术工程标准化、自动化，软件开发商品化。软件面向市场，从软件包发展到套装软件。微机软件向第二代窗口软件即集成操作环境方向发展。

由于软件业、信息提供业（数据库、知识库）和信息服务业兴起，形成了在计算机工业之外的信息处理服务产业，预计在1988年前后，信息处理服务业的产值将超过计算机工业。计算机行业的特点将从产品制造业为主方式转变为知识生产为主的方式，将逐步形成一个知识型产业，而第五代计算机的研究，使计算机从信息处理向知识处理的方向前进。

四、计算机工业内部结构将起变化。现在中大型机约占总产值的50%，小型机占21%，微型机占26%，其他3%。预计在1988年前后，小型机比例持平，而微型机与中大型机平分秋色的时代到来，以后，微机产值比重将超过中大型机。同时，某些先进国家在硬件生产上将实现全盘自动化，计算机辅助设计，辅助制造（CAD/CAM），机器人生产部件自动组装、装配，最后计算机辅助测试（CAT）为止，形成自动生产线。

五、应用领域不断扩大。

传统的计算机应用领域如数据处理、各种管理系统、科学运算、过程控制等。新兴的领域如计算机辅助设计/制造（CAD/CAM）、计算机辅助工程（CAE）、计算机辅助测试（CAT）、柔性生产系统（FMS）、计算机辅助教学（CAI）、计算机教育系统（CBE）等不断发展。人工智能方面、决策支援、专家系统、图形识别、声音识别等技术不断发展，而网络技术进入实用阶段。应用的需求，促进了自然语言处理、自动翻译系统等兴起，促进了高分辨率、高处理能力、CAD、CAE工作站产业和网络产品工业的兴起。和人工智能应用软件的大发展，计算机应用过程中安全与保密问题越来越突出，因此，计算机行业增加了这一部份技术的开发。

六、世界各国为迎接技术革命的挑战,大力发展计算机技术。美、日两国大投资、大发展;西欧各国联合搞尤利卡(EURICA)新技术发展计划;东欧经互会各国搞共同发展新技术计划;连南朝鲜、新加坡、印度等国家和我国台湾省等地区亦投资数十亿美元努力发展计算机及微电子。我国计算机工业过去在亚洲仅次于日本,现在落后于东欧诸国、巴西、墨西哥、印度、南朝鲜、新加坡、香港等国家和地区已成定局。最近在东南亚其他国家也跃跃欲试力图发展新技术,这个挑战比前几年影响更大。我国台湾省计算机产业1985年产值22亿美元,折合人民币80亿元;南朝鲜为28亿美元,折合人民币136亿元,超过我国数倍;香港亦超过10亿美元(折合人民币37亿元)。

七、新载体产业出现(New-media)

由于社会要求信息共享,信息传递通道要求多样化,因此产生新载体产业,大致分类如下:

(一) 信息件(Information Package)类,视频光盘,小型磁盘,视频磁带。

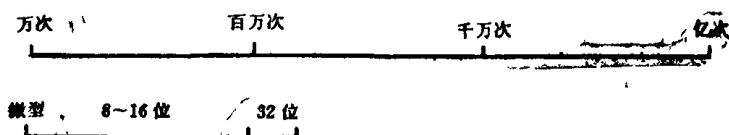
(二) 无线电类,文字多道传送,直接卫星播放(DBS),传真机传送。

(三) 有线电类,电缆电视传送,光缆传送,图象文字数传。

主要由这些新载体建成信息网络系统(INS),其要求是文字数据传输速度每秒300~1200Bit/秒,声音传输64000Bit/秒,声音及动态画面传输150万~3200万Bit/秒,主要传输电子情报、电子电文、电子新闻、电子邮件、电子黑板等。

各 机 种 复 盖 情 况

(以代表系列分析)



超级小型机
DEC VAX系列 8200 8300 8600 8650 3800 型

中型机
IBM4381系列 11 12 13 14 型

大型机
IBM3090系列 160 180 200 400 型

富士通
M780系列 10 20 30 40 型
1.02 亿次

巨型机
CRAY系列 II 型 100 亿次
I 型 III 型

微 型 计 算 机

微机今后五年的趋势是：

一、微机向第四代发展。32位微机运算速度在250万次/秒左右的将逐步进入工业化生产阶段。16位微机也不断改进提高性能价格比，提高外设配套能力，并大力降低售价，加强为用户服务。

二、发展并列处理机，使微机向中大型机靠拢，而价格及模块化程度更具有竞争性，问题是开发优良的并列处理软件，微机可能突破千万次级。

三、分布式多功能微机系统，将促进网络技术、网络终端及网络交换技术的发展，局部网络(LAN)及信息网络系统(INS)将逐步标准化。

四、软件将更面向应用，第二代微机软件(窗口软件)将得到更大的发展。

五、人工智能的需求促进了微机具备新的功能和自然语言输入、图形输入、知识库建立等促进微处理机向多功能发展。如语

言处理器、图型处理器、文字处理器、知识库处理器、通信网络处理器、外设处理器、指令处理器等，形成多功能、多处理器微机系统。

六、专用终端大发展，特别是各种工作站，面向用户的专用系统逐步成为商品化。

七、采用减指令技术（RISC），IBM公司推出新机种 IBM S100RT-PC 32位微机，速度200万次/秒。采用UNIX-V扩充本机操作系统 AIXC (Advance Interactive Executive) 有一百万行代码，RT-PC可能成为UNIX机标准。

微机生产发展迅速。目前世界生产厂商150余家，市场产品型号700多个，但10大家占有市场80%，IBM占41.5%，苹果占11%，其他公司均在10%以下。1985年世界产量达1400万台。

由于市场竞争激烈，利润下降，一度出现世界性的滞销。因此，微机的发展趋势是，全力以赴采用新技术，降低成本，提高价格性能比，缩短产品生存周期。

目前16位微机仍是主流。IBM公司除PC-AT外将改进PC为系统-2；采用80286微处理器件，改进XT为XT-2；改进AT为AT-36，即增加一块系统36扩充板能运行System/36的程序。增加80386的32位微机作为系统-2的高档机。

目前正在开发微370系统，中型机将完成微型化并可运行全部370软件。

技术上正酝酿向第四代32位微机过渡。目前，Intel公司已开发出全32位微处理器件，80386主频12/16兆赫，运算速度可达3~4百万次/秒。芯片具有内存管理分页分段功能，6级流水线结构，采用高速总线与Mutibus兼容。因采用CMOS技术，故电源很省，芯片尺寸为9.75×10.4毫米，内含275000个晶体管。软件与86系列兼容并可用UNIX操作系统，估计不久即有整机问世。其内存为16兆，可与VAX/8600媲美。这样对小型机的压力很大。Motorola亦将推出68030，加上Bell—Max32三家可能鼎足而立。32位微机可以组成多用户系统和为网络服务，另一类

将向单用户系统发展。微机系统可能向并行处理方向发展, 90年代千万次以上微机系统可能出现。

为微机配套的3 $\frac{1}{2}$ "硬盘到达32兆字节水平, 5 $\frac{1}{4}$ "硬盘到达300兆字节水平, 加上5 $\frac{1}{4}$ ", 500兆字节的廉价小光盘和光打印机出现, 微机配套将改观。

为微机开发的第二代窗口操作系统问题, 如MS-DOS window为非传统应用打开新局面。

为面向用户, 微型机将开发针对用户有套装软件的小系统, 推广局部网络, 实现信息资源共享。

小型计算机

小型计算机向超级32位发展, 其主要发展趋势为:

一、处理能力不断提高, 运算速度从每秒百万次至千万次以上, 不但复盖中型计算机, 而且赶上大型计算机, 迫使中大型机换代(详见表1)。

二、系统灵活性、适应性加强。总线速度最快已可到达13兆字节/秒。

三、高性能价格比。使其与中型机对比能占优势。

四、系列化可扩充设计, 使低档机增加插件即可升级。

五、提供成熟的系统软件, 大量可选外设及有效网络通信能力。

六、系统可靠性、可维性、可用性增强, 如DEC公司第二代32位超级小型机8800, 可用VAX Cluster接口, 如三台互联, 可以相当于一台IBM 3096 Model 200高档大型机的处理能力, 运算速度达到2900万次/秒。取代UNIBUS改用新的VAXBI总线, 其最大带宽高达13.3兆字节/秒, 是一种战略性的改变。软件仍运行DEC的VMS。

表 1 32 位 小 型 机 比 较 表

型 号	D E C 公 司						D G 公 司		IBM 中 型 机
	VAX11 /780	VAX-8600	VAX-8650	VAX-8200	VAX-8300	VAX-8800	I 型	II 型	
相对性能	62	260	375	62	120	807	300	375	239
运算速度 百万指令/秒	1.06	4.4	6.8	1	1.9	13.2	5.5	10	4.8
内存 (兆字节)	1~64	4~32	4~68	4~12	4~12	4~64	4~64	4~64	8~32
周期时间 (毫秒)	290	80	55	200	200 (双处理器)	45 (双处理器)	85	68	68
通道	1~8	1~12	1~12	1~8	1~8	1~12	1~3	6~18	6~18
高速缓存	8K	16K	16K	8K	8K	64K	20K	64K	64K
有否总线	UNIBUS	UNIBUS	UNIBUS	UNIBUS	UNIBUS	VAX-BI	有	有	无

大 中 型 计 算 机

其发展趋势为:

一、不断推出新品种向超高速方向前进,例如IBM公司淘汰4341、4361及4381-1、2、3型等中型机,将推出采用C-MOS器件的新机种代替43××系列。目前新机种如表2:

表 2 代替43××的C-MOS器件新机种

IBM 4381 系列	11 型	12 型	13 型	14 型
速度 (百万次/秒)	1.5	2.8	3.5	6
周期 (毫微秒)	68	68	56	56
内存 (兆字节)	4~16	8~32	8~32	16~32
缓存 (千字节)	4	32	64	64
通道	6~12	6~12	6~12	12~18
		双CPC		双CPC

大型机将淘汰旧机型,推出千万次以上接近亿次的新机种,大型机性能接近低档巨型机。

表 3 IBM 3090 大型机系列

IBM 3090 系 列	150 型	180 型	200 型	400 型
处理机数	1	1	2	2
运算速度(百万次/秒)	9.2~10.9	14.2~17.6	29.3	52.7
周期时间 (毫微秒)	18.5	18.5	18.5	18.5
内存 (兆字节)	32~64	32~64	64	128
扩展内存 (兆字节)	无	256	256	512
通道	16~24	16~24	32~48	64~90

富士通公司大型机M-780/40到达亿次。

二、系统结构，面向分布式，具备联机数据和多处理器，采用ECL 3000~10000 门阵列电路。目前门延时为180微微秒，其速度还可能提高，CPU高速缓存使用1200 门电路容量16千位，取数时间为32微微秒，采用高密度组装技术，42层印制电路板，形成单版CPU。存控、通道处理机等也成为单板，增加流水线每条为6。

按每三年推出新的一档大型机，IBM 公司可能1988 年推出Summit(顶峰)大型计算机。其结构可能仍是当前四代机结构，但增加更多的流水线和改善处理机之间的通信，另加一个数据库机器，各处理机采用减指令(RISC) 技术。

多处理器结构还在开发，可能3090推出6~8个处理器的新机种。

三、外设多样化，除推出3380磁盘外，还有利用录像带为介质的紧凑型海量存储器(CMSS Compact Mass Storage System)、高速光打印机及容量每片1400兆位以上的光盘。

四、不断降价，刺激用户，与超级小型机竞争。

五、软硬件分离，软件趋向租用。

巨 型 机

亿次以上巨型机的兴起，为解决重大科学技术问题起了重大作用，成为热核能利用研究、核武器模拟、空间技术发展、新飞机结构试验模拟、长期气象预报、石油地质勘探不可缺少的工具。五十年代需要处理一年的工作，现在一秒钟即可完成。目前，世界上已有160余台巨型机在工作，今后将继续发展。

目前，巨型机的代表产品仍是克雷公司CRAY—I，为亿次机。CRAY—I采用24万个晶体管的ECL电路，用费利昂冷却，8200兆字节内存，速度为6~12亿次/秒。现正准备发展CRAY—I型，运算速度为100亿次/秒。巨型机主要是提高编译程序的

向量化能力，并具有选择合适的向量指令的能力。此外，日本富士通公司亦发表VP—200与CRAY—XMP类似而且价格较低。

今后，巨型机向高速方向发展，主要解决超高速集成电路（VHSIC），如果采用砷化镓器件，突破门延时10微微秒，本世纪末可突破10万门1微微秒大关，缓存做到4千位，3微秒，则万亿次以上不成问题。

解决超高速处理器外还需要系统功能的扩展，需要解决扩大地址、通道，并提高可靠性和降低能源消耗及安装面积。

软 件

计算机行业从硬件生产为主导，将转变为以信息处理服务为主导，意味着从产品生产转变为知识生产为主的行业。其核心部份是软件生产。

从软件发展的历程来说，四十年代是手编程序时代，五十年代是高级语言时代，六十年代是操作系统时代，七十年代是软件工程和数据库时代，八十年代是软件开发环境时代。

软件出现以后，其规模越来越大，工作量越来越复杂，软件产品的质量越来越差，形成软件产品的废品率越来越大，成功概率越来越低，而成本就自然越来越高。从整个计算机系统开发成本看来，八十年代软件占整个成本80%以上，硬件只占百分之十几。由于硬件换代周期加速，软件和硬件的差距更加拉大形成了软件的危机。

软件必须从集体手工作坊生产方式中解脱出来，当然更不能容忍个体单干把软件作为作品，必须把软件作为一项工业化生产产品。只有走工程化的道路，才能真正解决软件质量和产量的危机。只有解决了软件的质量和产量，才能推动计算机的推广应用。

软件工厂化在日本已经获得成功，主要必须解决：

- 一、软件工程标准；
- 二、软件工程方法；