

世界电子工业概览

第二分册 电子设备和系统

机械电子工业部电子科技情报研究所

一九九〇年

世界电子工业概览

第二分册

电子设备和系统

机械电子工业部电子科技情报研究所

一九九〇年

世界电子工业概览

第二分册 电子设备和系统

(内部发行)

一九九〇年九月出版

编辑者：机械电子工业部电子科技情报研究所

出版者：机械电子工业部电子科技情报研究所

发行者：北 京 7 5 0 信 箱 2 1 分 箱

定价：8.00 元

做好电子情报研究
工作，为领导决策和
制订计划服务。

一九九〇年三月廿日

苏崇琛



发挥科技尖兵作用
搞好情报调研工作

孙俊人

一九九〇·三·廿三

前 言

1990年《世界电子工业概览》，是一部全面介绍与论述世界电子产业发展的综合情报研究报告汇编。它是我所继1958年、1978年、1981年版，第四次编写出版。

我国处于社会主义发展初级阶段，属于发展中国家，为了更好地跟踪世界电子产业的高速发展，借鉴世界电子产业已经走过的道路及其发展中的经验和教训，结合我国实际情况，制定我国电子产业的中近期发展战略、目标、政策和措施。是少走弯路，逐渐缩短差距的捷径。

我国电子科学技术与发达国家相比，还有较大差距，从总体上看是属于“跟进型”的发展。在电子科学技术飞速发展的当今时代，借鉴发达国家各电子技术门类的发展趋势与途径，可以减少开拓新兴电子科学技术领域所必需付出的巨大代价。这是我们在一定历史时期内能够缩短技术差距的有利因素之一。

研究国外各类电子产品市场发展动态与趋势，有利于扩大对外经济贸易关系，增强出口创汇能力，缩小我国电子产业在外贸上的巨额逆差并形成出口大于进口的良性贸易循环，是不断引进国外先进电子科学技术与经验的基础，也是我国电子产业能否较快发展的关键。

借鉴和引进国外先进科学技术和经验的目的，是增强我们自力更生的能力。这是我国多年来在科研、生产、建设中的一条根本经验，也是我国电子产业能够自主地持续、稳定、协调发展的重要条件之一。

基于以上的指导思想，本《概览》的主要内容是：回顾80年代世界主要发达国家和新兴地区的电子产业及其主要电子技术门类所走过的道路，达到的规模与水平，执行的方针和政策，总结的经验及教训；展望90年代的发展前景；结合我国电子产业的发展进行分析比较并提出一些建议和意见。本《概览》的总体结构分为四个部分：I 综论，II 工业经济，III 电子设备和系统，IV 电子元器件和光电子技术，共三十五章，分三册出版。

为了把1990年版《概览》编写好，除组织了我所的情报研究人员外，还邀请了我国长期从事电子科研、生产、教学部门的教授、研究员、高级工程师，以及富有长期工作经验的情报专家，一起参加了这部情报研究资料的编写工作。由于大家共同努力和密切配合，才如期较好地完成了这项编写任务。

对受聘参加编写和审校的全体人员的辛勤努力，在此一并致谢；对他们所在单位的大力支持和协助，也表示衷心的感谢。

由于本《概览》涉及的领域广泛，编辑水平有限，虽经努力，难免尚有疏漏和不妥之处，恳请读者批评指正。

机械电子工业部电子科技情报研究所
一九九〇年三月

目 录

第一章	计算机技术.....	(1)
第二章	通信技术	(29)
第三章	消费类电子产品	(68)
第四章	雷达	(99)
第五章	军事自动化指挥系统.....	(127)
第六章	电子对抗.....	(159)
第七章	电子测量仪器.....	(179)

第一章 计算机技术

计算机技术的发展显著地加速了社会信息化的进程,从而对人类生活的各个领域产生了深远的影响。60年代大型机在科技团体的数据处理中发挥了重要的作用;70年代小型机在部门和小事务数据处理中掀起了热潮;80年代以来,巨型机、大型机迅速发展,台式机和个人计算机又形成新的发展高潮。预计90年代操作管理系统将会出现新的发展,其中网络系统将起重要作用。此外,新的处理环境(包括软、硬件的结合)、自动处理信息的专用开发工具、人工智能及软件工具也显得日益重要。

计算机技术的发展促使计算机服务业从计算机工业分离出来,预计今后其产值可能超过计算机工业。网络的快速发展,对有关设备和技术也产生巨大的推动作用;主机的发展对外部设备提出了新的要求,从而又促进新型外设产品的不断涌现。本文将分通用系列计算机、巨型计算机、微型计算机及微处理器、计算机网络、计算机服务业、外部设备等几个部分叙述国际上计算机技术的发展现状、技术水平和今后的发展趋势,最后较系统地介绍一些国家或地区发展计算机技术的政策与措施,以提供参考。

一、通用系列计算机

通用系列计算机是指速度快慢不同,存储量大小不同,但具有相同的系统结构,彼此兼容的多种型号的计算机。1964年IBM公司推出的IBM360系列,标志着电子计算机发展进入通用系列化阶段。

80年代初,随着大规模集成电路技术的迅速发展,以及计算机技术与通信技术的结合,进一步提高了通用系列计算机的性能价格比。采用多处理器的并行处理机系统发展很快,如IBM公司的IBM9370系列、IBM AS/400系列和DEC公司的VAX6200系列;减指令集计算机(RISC)的发展也引人注目,1986年7月,美国HP公司第一个发表了采用RISC技术的HP/930、HP/950计算机。IBM公司还推出了带矢量处理机的3090系列;在小型机领域,32位高性能超级小型机发展迅速,并开始出现采用微处理器的小型机。

(一)大型计算机的发展和水平

大型计算机在计算机市场上仍占较大份额,价格一般在100万美元以上,但由于超级小型机、新型的并行处理系统和减指令集计算机的竞争及大型机市场的饱和,因而增长速度放缓,1986年只增长6%,达到168亿美元。

IBM公司是世界上最大的大型机制造商,产品占世界市场的60%以上。

1980年IBM公司推出了308X系列,在此后几年它一直是IBM用户主要的大型计算机系统。自S/370

发表以来,308X在硬件方面取得了最重要的进展。与303X系列相比,308X的可靠性和性能得到了很大的提高。308X产品的CPU采用大规模集成技术。集成电路采用晶体管逻辑电路。系统提供一套微编码帮助封装主要的操作系统,尤其是MVS和VM。308X系列的命令处理能力从3至29MIPS。

1985年2月IBM推出了3090系列,它是近年来计算机工业中一个引人注目的行动。在此之后IBM公司相继推出了3090E、S和J系列,IBM3090S系列的性能较其3090基本型和E型又有较大的改进,其运算速度已突破1亿指令/秒大关,它采用了一系列先进技术。在存储器芯片技术方面,IBM推出3090基本型系列时采用了VLSI—288K位芯片,1988年IBM又在其最新推出的各类大型机上采用1M位芯片,为了改善系统的性能和吞吐能力,IBM3090系列采取3级内存技术——中央存储器(主存),高速缓冲存储器和自选的扩充存储器;扩充存储器是IBM首先采用的一项新技术,是在内存中专门留给系统使用的一个专用存储区,其目的是为了克服通道的瓶颈问题。在逻辑门方面,以前IBM在其308X系列上用的是速度较慢的晶体管逻辑电路,而3090系列采用的是射极耦合逻辑和导热模块(TCM);IBM还推出了向量处理装置(VF);该装置可以加接到3090大型机复合体的每一个处理机上,向量装置的出现预示着大型机增加了新的应用领域,今后的商用大型机一方面支持商业应用,同时也能完成一些特殊任务。

1986年末,IBM公司宣布了9370系列,它是IBM1979年推出的4300系列的替代产品。4300系列以更好的性能价格比取代了IBM360及370中的中小型系统,在推出9370之前,它一直是IBM具有生命力的处理机产品。9370系列具有模块化、架框部件等特点,它采用了空气冷却、100万位存储芯片和高密度逻辑电路等技术,比4300系列价格更低,并且更加适合办公室环境。

除此之外,IBM公司还宣布了几个比较引人注目的系列,如IBM Series/1、System/36、System/38等。

1988年2月,IBM公布了新的操作系统——企业系统体系结构(ESA)/370,它大大改进了虚拟存储器,使程序员不再需要跟踪、优选或者了解在二次存储器如磁盘或磁带上的数据移动和程序码。这种结构也有效地增加寻址到31位。每位存取一个4K字节的页,把虚拟存储空间增大到8T字节(8×2^{24} 字节)。为了达到以上效果,IBM在用于传统的System/370大型机结构的16个通用寄存器上增加了第二个包含16个通用寄存器的集合。IBM新的操作环境消除了存储容量给系统性能带来的限制。ESA/370下的扩充虚地址空间使得用户得以更快的速度和更高的效率处理更大的应用。

1986年Sperry公司和Burroughs公司合并成立的Unisys公司,现在已一跃成为世界上第二大计算机公司。Unisys公司声称将继续生产合并前两家公司的主要计算机系列,尽管以前两家公司的计算机互不兼容。这家公司已经推出了2200大型机系列的几个新的高档和中档型号,取代了Sperry1100。

CDC公司于1988年3月和4月推出13个新型号,取代了整个Cyber大型机系列。产品包括低档930系列、中档960系列和高档990系列,均采用空气冷却电路技术,CPU中的发射极耦合逻辑电路和对称多重处理技术。

日本四大通用计算机公司富士通、NEC、日立和日本IBM也推出了不少新产品。如1988年8月富士通公司推出Amdahl5990—1400系列和5990—700系列,这是富士通第一次推出与IBM软件完全兼容的大型机。NEC公司于1987年7月推出的System3300大型机系列,因其尺寸小和网络综合能力强而大受欢迎,该公司几乎占据了日本同类型机方面的一半市场。自从1985年2月IBM公司发表了3090系列后,日本计算机公司迅速作出反应,NEC公司推出了A-COS1500系列,日立公司宣布了M—680H/682H,富士通公司宣布了M—780系列。

西欧计算机发展也较快,西门子公司的主要产品有7500、7700和7800系列。1985年还推出了向量计算机VP50和VP400。英国ICL公司推出的大型机有2900系列,法国Bull集团所属的CII-HB公司主要生产独立开发的大中型计算机DPS4、DPS8、DPS88及mini6系列。

苏联和东欧各国采取联合发展计算机的方针,1982~1984年联合开发了里亚德II计算机系列(相当于IBM的303X、308X、4300系列)。

(二)小型计算机的发展和水平

小型机近几年来有很大发展,目前已广泛应用在计算、软件开发、字处理和科研与工程方面。小型机的价格一般在10000~100000美元之间。小型机占计算机系统销售额的30%左右。1986年市场规模为150亿美元。

DEC公司仍然占据小型机市场的头把交椅。1987年DEC推出的最高性能的VAX-11/780只有1MIPS,而1986年推出的VAX8000系列除8200外的6个型号性能都超过了780机,其中高档的8800机是780机的12倍。与IBM相比,DEC成功的关键是VAX用了同一体系结构,而IBM的各个产品系列不兼容。另外,虽然IBM的SNA功能比DECNET强,但DEC的计算机连网更方便。

1988年4月,DEC推出了多处理机的第二个系列VAX6200系列和8800系列,并推出其VMS操作系统的多处理版本。6200系列CPU是在互补型金属氧化物(CMOS)中实现,降低了成本;8800系列使用了发射极耦合逻辑门阵列,以获得更高的速度。新的VMS第五版本,综合了DEC用于MicroVAX和VAX系列的两个操作系统。在多处理方式下,所有在一个6200或8800系列机上的处理机都是在一个单一的操作系统副本下运行。这个副本就在处理机共同的存储器中。

DEC的VAX6200、8800、6300等系列高档机都采用了并行处理技术。基于多处理机的体系结构近几年取得很大进展。在并行处理中,多处理器执行的是同一程序,不同的处理器运行同一程序的不同部分,因此可以大大缩短复杂程序的执行时间。现在已有愈来愈多的超级小型机厂家投入并行处理超级小型机市场。

与DEC相比,DG的产品毫不逊色,机器的网络体系结构,可与IBM平起平坐,优于DEC。DG公司推出了一种对称多处理机计算机,Eclipse40000HA,带有1

至4个发射极耦合逻辑电路处理机,其单处理机计算机与DEC的VAX8820不相上下,而带有4个处理机的型号其性能为DEC高档机8840的2倍。

DEC的主要对手之一HP公司在1988年又在其RISC超级小型机系列中增加了7个新机型,总数达到15个。HP公司是第一个推出RISC机的大公司。采用简化指令系统是超级小型机当前发展的一种趋势。采用RISC技术提高CPU运算速度的核心是把最简单、最常用的指令用硬件加以实现,在机器周期时间内执行,不访问主存,把复杂的、不常用的指令编成系统子程序。采用RISC结构可以提高系统性能,缩短系统开发周期、降低成本。

IBM公司在最近几年也开始把重点转向中段计算机市场。因为中段计算机所包括的超级小型机、小型和超级微型机是支持部门计算和中、小企业的主要计算机设备,是一个相当大的市场。以前IBM在这一市场落后于DEC,但现在IBM开始重新加入到中段机市场中来,引起和DEC的激烈竞争。1987年10月IBM推出具有S/370系统结构的中小型系列机9370。1988年8月又推出AS/400,它一改传统的封闭式系统的作法,以开放式系统的崭新姿态出现在用户面前。AS/400综合了S/36和S/38两个系列机的优势于一体,消除了这两个小型机系列的不兼容性,加强了连接性,使系统能够顺利地集成到IBM大型机环境中去。这给S/36和S/38的用户带来了福音,他们可以不受S/36和S/38的限制,不必付出大的代价,就能把原来的应用移植到性能更高的系统上去,以扩大处理的能力。AS/400和IBM公司最近推出的系统应用体系结构SAA的物理实现。SAA是面向用户的软件体系结构,它定义了一组一致的接口、约定、规定和规程。按照SAA的规定开发出来的应用在IBM的三个基本计算机结构(PS/2, System/3x和System/370)之间将是可兼容的。SAA是IBM公司针对自己多系列机不兼容的弱点,在DEC公司单一体系结构具有明显的市场优势的情况下,所采取的一项重大战略措施,作为这一发展战略的重要组成部分,AS/400是IBM公司巩固和发展中段计算机市场的一张王牌,它可用于数据处理,办公室自动化和通信控制。而DEC在1989年初宣布了新系列VAX6300,由6个机型组成,其性能可以覆盖AS/400、IBM9370、4381和IBM3090,是VAX6200的两倍,其低档机VAX6310的性能是VAX11/780的3.8倍,用户根据需要可扩展性能,不需要增加机柜。通过增加处理器和内存模块,即可就地升级,把VAX6310扩展成VAX6360,性能增加22

倍,接近23MIPS。这种单机柜可灵活扩充,无需改变软件的系统,可以适应较大的应用范围。

近年来,超级小型机增长较快,在技术开发、处理信息等方面可取代大型机,因而更受用户的喜爱。但超级小型机也受到了来自新的多用户计算机制造商和小巨型机制造商两方面的挑战。新的多用户计算机以Intel80386微处理机为基础,具有低档小型机的性能,1987年有6家公司推出了性能为3MIPS的系统,价格为25000美元,却能提供与价格为100000美元的VAX8350一样的性能。而小巨型机也成了高档超级小型机,如DEC的12MIPS VAX8800的竞争对手。尽管这两种类型的计算机适合不同类型的计算,但是它们也有重叠的地方,而且小巨型机的价格正下降到某一点,在这一点上,执行某项任务的小巨型机的成本效用优于超级小型机。

(三)展望90年代前景

在当今世界,信息处理正逐渐成为大企业的生命线,各个企业对信息处理的依赖性与时俱增,因此用户仍然需要能够处理庞大信息量的大型计算机系统。一些大系统用户希望能够在更大的用户范围内和更多的企业之间共享信息,这将成为未来大型机发展的基础。

数据处理,包括以知识为基础的系统 and 图象处理是企业最基本的需要。随着新应用的出现,将要求更快的存取速度,更大的系统容量和更快的响应速度。为了满足用户不断变化的需求,大型机制造商必须继续提高其系统的性能,有效利用率,功能和数据管理能力。

高度集中化的系统正迅速朝着分布式结构转变,尤其体现在通信网络方面。由于大型机制造商不能及时满足新用户在联接、一体化应用和人机介面等方面的需要,导致市场暂时下降。这个问题的核心是在应用和系统之间缺乏通信标准,目前一些制造商和用户正在采用、实现并且支持OSI(开放式系统互连)方式和其他标准。这将使得不同应用之间的分布式数据库和通信可在不兼容的系统上实现。所有这些都意味着90年代将出现新一代完全分布式的系统,市场也将发生变化。

90年代IBM中大型机仍将发挥其固有的大规模批处理和交互处理能力。预计,1990年以后IBM中大型机系列产品都将采用新型高度模块化的体系结构。这种体系结构的基础是:SNA、SAA、MVS/ESA、DCA、

DIA 和办公室、工厂局域网通信体系结构等。这种模块化的硬件体系结构在以 MVS/ESA 为基准的 OS (MVS/SP3) 支持下工作,并带有联系终端用户的 VM/CMS。作为包括了全部 MVS/XA 功能的 MVS/ESA,将支持由各种子系统构成的 IBM 未来的 Summit 中大型机系统。90 年代 IBM 中大型机系统内将包括若干个具有规定功能的处理机,每台处理机都包括一个很大容量(超过 1MB)的快速缓冲存储器,与主存储器之间构成松耦合的结构。每一个处理机中的特定功能,如指令系统,通常都是由可改变的微码来控制的。各处理机之间的通信,无论是程序、数据、数字化的正文、图象或者是声音信息,都将采用标准的文件和数据块的形式进行信息交换。系统中的各处理机能自由切换,有效地防止因某个处理机的故障而影响整个系统的运行所造成的损失。新的体系结构允许中大型主机用所需的规定模块,并逐渐更新和加强。

小型机市场将会缩小。用户希望把他们的终端、个人计算机和工作站与部门和数据中心系统联网,他们需要企业一体化,以使信息和资源能在整个企业共享,因此今后将出现逐步取代小型机的网络计算机。过去,各大公司的部门用户均使用多用户小型机系统,现在却为以微机为基础的桌面系统所代替。微型计算机以多用户或区域网的形式配置,与功能类似的小型机系统相比,能够以更低的价格提供相当或者更强的计算能力和更快的速度。在网络方面,越来越多的人认识到国际标准的重要性,例如获得较多支持的 OSI。采用开放式操作系统结构,例如 UNIX 将给与用户更大的灵活性和选择的自由度。

(四)国内外发展情况比较

80 年代以来,我国的通用计算机系统在科研和生

产方面取得了突破性的进展。新的 8000 系列大中型计算机、2000 系列小型计算机相继问世。在应用开发和国产化等方面也取得了可喜的成绩。通过技术改造,引进、消化、吸收先进技术,组织科研、生产联合体,已经形成或即将形成中小规模的生产能力。

但是我国计算机技术与国外相比,还有很大差距。1985 年,我国的中大型通用机的装机量仅 500 余台,还不到美国 1960 年的水平。中大型机的产值仅占计算机工业产值的 4%,根本不满足国内需求。目前国际上已普遍采用第四代计算机技术,而我国对于第四代技术的建设和第四代中大型机的开发未能及时做出安排,在学术上对大中型机的异议也影响了决策。LSI 和 VLSI 的设计、生产和应用技术不能满足大型机的要求,研制第四代机的自动设计环境(DA)、合成系统、软件国产化等均未能解决。自行研制尚需很多时间。国产小型机市场占有率已下降到 20%,中大型机市场几乎全部为外国产品占领。

在技术方面的差距还有加大的趋势,所以应及早动手,制订我国中小型计算机的发展策略,认准方向,克服困难,以加速我国通用计算机的发展。

①加强基础研究和新产品开发;

②抓紧技术攻关项目,紧跟国际研究的前沿课题。当前拟应突破第四代机技术,掌握系统设计和主要工艺技术;

③尽量减少系列机型,加强标准化工作实现主要产品的集约化生产;

④开发有自主版权的大型应用软件和大型系统软件,开拓国际市场,建立软件产业;

⑤重视人才培养,加强学术交流和学术交流;

⑥制定有利的关税政策。

二、巨型计算机

巨型计算机通常系指能提供功能最强、运行最快、技术最新的计算机。其价格约为 100~2000 万美元。

巨型计算机通过交互式图形、并行处理、标准软件和高级联网,使其在模型与模拟预知方面的应用日益广泛,并使用户对工程和科学中预先难于解决的问题具有洞察力。这种价值数百万美元的计算机最初主要用于预测气候、机翼空气流的变化以及核爆炸的情况等。

巨型计算机自诞生至今已经 13 年。随着技术的

发展和制造成本的降低,小巨型机和图形巨型机也应运而生,并已突破起初的应用范围,进入大型科技团体。它帮助人们解释大气层发生的各种事态——大气的污染程度、全球转热的趋势、空气臭氧层的损失;帮助人们与艾滋病(AIDS)作斗争;帮助人们进行新药物的研究;对机器以至工厂的任何工作进行模拟;在人工智能软件的帮助下,甚至可进行大量的财政决算。

根据目前的发展趋势,专家们预言,巨型机技术的高低将决定美国和日本谁能在下一世纪的技术和经济领域居领先地位。

今后巨型机的技术目标是要建立高速的图形系统和网络,以保证用户能在实时状态下进行精确的设计。许多规范的操作系统和高级编译程序可供缺乏经验的用户使用。随着并行处理技术和砷化镓芯片等新技术的发展,必将促进巨型机性能的更大提高。

(一)巨型机的发展

多年来,巨型机在电路元器件技术、组装技术不断发展的情况下,其体系结构也在不断创新,其主要表现是增加系统的并行性,即发展并行处理技术。

并行处理是指两个或两个以上的独立和协同进程并发执行,多处理器系统结构及其操作系统的支持是实现并行处理的两个必要条件。

从物理连接方式上看,多处理器并行系统有紧耦合和松耦合之分。前者是通过共享总线,交叉开关或多口存储器实现处理器间的连接,并通过共享存储器来实现通信,其通信速度接近处理器的时钟周期。后者则是经过拓扑网络结构实现处理器或结点之间的连接,主要有超立方体和群集两种,它们是靠一个处理器向另一处理器发送信息进行通信。此外,并行系统还可按指令流和数据流、流水线特征和 CPU 特征进行分类。

并行处理系统已进入了实用阶段,这主要在于并行算法、操作系统、程序编译器和语言的不断完善和提高。操作系统要对进程间的同步和通信进行管理。编译程序应具有把一个题目分解成并发执行的若干部分的能力。此外,它还应能自动识别或优化程序中的循环体,把多次循环变成目标码。现将巨型机的主要并行处理结构介绍如下:

1. 单指令多数据流结构

巨型机主要着眼于提高单机速度,加强多流水线向量处理。流水线是以并行处理方式工作,从而保证了在运行时间上充分利用功能部件,实现超高速处理。

在单处理器方面,日本的富士通、日立、NEC 等公司占有很大的优势。

1988 年交货的日立 S-820 系列就是单处理机的典型机种,共有两种型号分别为 820/80,820/60。

s-820 的特点是,指令处理器中的向量与标量处理器彼此并行工作。由于采用了向量寄存技术,使得向量处理器流水线每级的处理时间从 14ns 提高到 4ns,即 4ns 可进行 12 次浮点运算,因而达到 3G FLOPS 的峰值速度。在标量处理器中采用了缓存和运

算流水线方式等控制技术,使得标量处理器速度达到 39MIPS,流水线每级处理时间提高到 8ns。

富士通公司在原有 VP 系列的基础上,对 VP 各档机型进行了强化,具体做法是在增加主存容量及改善软件功能的同时,把向量流水线的数量增加了一倍。1989 年初富士通公司推出了以 M-780 为基础的 VP2000 巨型机新系列,共 8 个机种。其中的 VP2600/20 和 VP2600/10 创下了目前单机处理速度(峰值)4GFLOPS 的世界记录。这种巨型机的系统结构仍以多流水线单机并行处理技术为核心。

2. 多指令多数据流结构

巨型机的结构变化主要表现为增加处理器的数量,其性能上的提高主要来自增多的处理器及其相关的技术。据报道,并行性可使巨型机的峰值速度增加 10 倍。

多机并行处理结构使巨型机的处理能力获得了极大的提高。在同一操作系统控制下,多个处理器和共享存储器与通信网络相连。每台处理器均有各自的指令流和数据流,彼此可执行独立的程序,也可以经过通信网络来进行数据的传输和交换,形成一个综合的处理系统。

克雷机的发展,从单处理器的克雷-1 到两个乃至 4 个处理器的 X-MP、8 个处理器的 Y-MP,以及即将推出的 8 个以上处理器的 C-90 机均表明了提高并行性的趋势。预计推出的克雷-3 将带 16 个处理器,而未来的克雷-4 将是一台带 64 个处理器的巨型机。此外, CDC 的 ETA-100 等也将是带 64 个处理器的巨型机。日本第五代计算机计划预期达到 1,000 台处理器并行工作。

1986 年美国 ETA 系统公司生产的 ETA-10 系列巨型机共有 4 个机种,其中的 ETA-G 系统结构即可容纳 8 个处理器,峰值速度达 10G FLOPS。该机采用液态氮冷却方式,CPU 板为 44 层印制电路板,单面板上装有 240 片 CMOS LSI 电路,每片 LSI 电路约为 2 万门。电路为表面型陶瓷封装,并采用了新的带式自动焊接技术。

另外,在多机系统中还出现了一种“自动自行分配处理器的实用并行处理技术(ASAP)”。这种技术可使所有可用的 CPU 都不空闲。硬件可自动取得编译程序的并行代码,并将它们随时分配给各个处理器。这种技术较传统的静态分配技术效率更高,而且处理速度也更快。该项技术已在 Convex 公司的 C200 系列巨型机系统中采用,并被许多小巨型机厂家所接受,这也将引起各主要巨型机厂家的重视。

3. 超立方体结构

这种并行处理结构的特征是每台处理器均有自己的操作系统和存储系统。在单指令流的控制下,各处理单元并行处理各自的数据流。但这种技术的弱点是效率较低。其应用领域限于科学计算和仿真处理等。例如,英国 Meiko 公司的“CS”巨型机由 311 个 7800 单片处理器构成。体积仅为一个微波炉大小,价格只有 25 万英镑。另外,超立方体结构的典型代表 Thinking 机器公司,1987 年推出的 CM-2 采用了 16 维超立方体结构技术,将 65536 个一位处理器组装在一起,实现了数据级并行处理。

(二)小巨型机的兴起

继巨型机的发展之后,小巨型机的兴起又开辟了一个新的应用领域。小巨型机的特点是首先具有巨型机的性能,即体系结构普遍采用并行流水线、高速向量运算器、大容量主存和 VLSI 技术,面向大的科学计算和工程应用。其次它又有超级小型机的风格,即价格便宜、体系结构简洁、工程结构紧凑,使用维护方便,在通常环境下能可靠运行。因此,小巨型机应具有 64 位标量和向量综合处理能力,并带有向量处理和浮点操作专用硬件的并行多处理器结构和智能编译器。它们处理速度一般为 10~100M FLOPS,基本配置价格为 10~100 万美元。

小巨型机的发展之所以非常迅速,主要是各公司努力的结果。这方面的代表公司有浮点系统公司(FPS)、Alliant 和 Convex 系统公司等。小巨型机具有优越的性能价格比,所以很快就把用户吸引了过来。最近新推出的图形巨型机采用了单用户形式提供交互式图形方式,因此在低档领域占据了一定地位。

小巨型机的发展方向,一是采取仿克雷结构,一是采取创新的并行系统设计。Convex 公司 1986 年推出的 CI-XP 小巨型机,其向量部件采用的是克雷机的结构,它的中央处理器采用集成度为 2 万门阵列的 CMOS 电路,1/0 通道带宽为 80MB/S,内存容量达 1024MB,其标量(单 CPU)速度为 6MIPS,向量速度达 40M FLOPS。该机售价为克雷-1 的 1/20,而运算速度约为克雷-1 的 1/4。

Alliant 公司的 FX/8 则采用了并行系统设计。它包含 8 个运算器 CE 和 12 个交互处理器 IP,经多级总线组成 8 机并行处理系统。其中 CE 执行高速整数、浮点和向量运算,IP 执行诊断、系统启动、用户作业的输入输出和系统管理。FX 有专门的硬件机构实行并行

控制,CE 中的开发控制器和 8 个 CE 的并发控制总线完成初始化、同步和等待控制。

进入 80 年代以来,CMOS 和 ECL 电路工艺发展迅速,CMOS 门阵列的片密度已由最初的几百门提高到 10 万门,ECL 阵列目前已达到 1 万门,不久将设计出 1.5 万至 2 万门的 ECL 阵列。随着门电路密度的不断提高,有可能推动处理器的全面改进。目前小巨型机上广泛采用最新的门阵列。如 Convex 公司 1988 年 3 月推出的 C200 系列,就在标量和向量处理器中分别采用了 1 万门的 ECL 和 2 万门的 CMOS 芯片。由于采用了新的电路,C200 系列的机器周期从 C1 机的 100ns 提高到现在的 40ns。当然小巨型机技术上的进步还不仅限于芯片上。工程技术方面,微包装和组装技术也被广泛采用,例如,Convex 公司 1985 年推出的 C-1 机上所用的 2 万门,179 针的门阵列就是以这类方式封装于板子上的。同样的,仙童公司的 Clipper 产品,在一块只有 3 片 VLSI 芯片的板上,能够提供 33MIPS 或 2M FLOPS 的峰值性能。

(三)技术展望

巨型机的进展与 LSI/VLSI 技术的发展密切相关,传统的硅器件,包括 CMOS、ECL 和 BiCMOS 这三者的性能都在不断提高。但由于芯片的密度已接近理论极限,因此电路的速度也接近极。为此,许多工程技术人员正在探索新的材料,特别是砷化镓。目前克雷公司已宣布在其克雷-3 上使用砷化镓门阵列。据称,使用这种砷化镓门阵列后,其性能将比克雷-2 提高 12 倍。但目前砷化镓器件的应用才开始,至于大量投放尚需较长的时间。

巨型机处理工程与科学问题需要巨大的存储容量,有人认为可采用虚拟存储器。但带虚拟存储器的计算机,其大量程序在任一获取时间内实际上是存于另一个存储装置中,例如磁盘。操作系统只运行程序的一部分,称为“页”。这种“页”根据需要进、出物理存储器,以维持程序的运行。然而,通常“页”的前后调动速度慢,且这种现象常发生在程序运行中。因此,克雷公司从未使用虚拟存储器,也未打算在它的巨型机上应用。而 CDC 公司的专家们则认为,在某些情况下,虚拟存储器实际对机器的性能是有提高的。如果没有虚拟存储器,程序得按需要从物理存储器中进行数据的调入和调出,而这种有效的调动,通常需要有经验的程序员才能操作。所以,尽管目前对虚拟存储器仍有争议,花费也高一些,但大多数日本的巨型机和 CDC

公司的 ETA 系统都采用了虚拟存储器。

巨型机软件系统至今远不能适应并行处理的需要。80 年代以来基本没有突破性发展,基本上仍用早期开发的并行操作系统、向量化 Fortran、Pascal、Ada 汇编等。

UNIX 在技术领域的广泛应用,使工程技术人员从台式工作站、小型机、超小型机、小巨型机、直至巨型机之间相互转换比较易。所以它是目前唯一能在各类计算机中通用的操作系统。UNIX 作为巨型的一种操作系统其编程语言,继 FORTRAN 之后,C 语言也将被采用。

进入 80 年代,我国的巨型机研制工作取得一定进展。“银河”机的研制成功,标志着我国巨型机的研究已迈出了可喜的一步。

巨型机的发展涉及到体系结构、存储技术、LSI/VLSI 技术等多项复杂工程。其中 LSI/VLSI 技术是巨型机发展的关键。但我国在基础技术方面还很薄弱,器件工艺水平也较落后,门阵列集成度也较低。为了尽快缩短我国巨型机技术水平与发达国家的差距,必须加强基础技术和基础电路的研究,提高工艺水平。

我国大型科学和工程计算需要由巨型机来承担,但国内巨型机资源远远不能适应用户的需要。而购买巨型机,耗资巨大,我国财力不支。在当前小巨型机兴起之时,鉴于它比通用大型机投资少,难度低和周期短的特点,我们认为应结合国情,不失时机地把它搞上去,这有助于提高国内的计算机水平,推动计算机理论研究进入一个新的高度,同时又可满足用户需要。

三、微型计算机及微处理器

微型计算机推出十几年来,由于它功能强、价格低、体积小、配置灵活,已成为日益普及的机器。现已进入中小企业、各层次的管理、办公自动化领域、文化教育、工业过程控制、机电一体化智能产品等领域,对整个社会产生了巨大影响。

随着集成电路等微电子技术的发展,昔日只能扮演游戏机、个人机角色的微型计算机,而今担当起工作站、小型机的重任。概括起来,70 年代,微机占领了计算机低端;80 年代微机正在夺取计算机的中档;90 年代,微机将攻占计算机全部阵地。

新一代微机系统,速度接近于超级机,屏幕上图文并茂,可以输入出声音,巨大的内存容量和海量外存,强有力的智能化的 I/O 处理能力,UNIX 操作系统……,“一个从未使用过微机的专业人员,在经过几分钟指点后,即能坐在一台置于桌上的小型超级机前,得心应手地使它”,这就是我们预测的新一代微机的面貌。

(一)微处理器

微处理器和微型计算机自 1971 年问世以来,从 4 位机开始,已经历了四代的更替,平均每 3~4 年更换一代,如表 1 所示。

近几年,32 位微处理器发展异常迅猛,竞争日趋激烈。目前基本上呈三雄鼎立之势。这三家是 Intel、Motorola 和 NS,他们的代表产品分别为 68020、80386、32032。这三家所占微处理器市场比例 1986 年分别为 30%、57%和 10%,1990 年将分别为 25%、27%和

18%。

1. Motorola 68020、68030、68040

68020 是 1984 年底推出来的,当时工作频率为 8MHz,经过 12.5MHz、16.6MHz,目前可达 25MHz。68020 的前身是 16 位的 68000 和 68010,在 16 位微机中用得极为广泛。68020 主要用于 UNIX 微型机系统、工程工作站和控制器。

68030 于 1986 年上半年问世,是 68020 的改进型,设计的工作频率为 20MHz,预计可达 25MHz,指令速度为 8MIPS,为 68020 的 3 倍。

目前,Motorola 又推出新的微处理器 68040,可与 Intel 860 匹敌。68040 由 120 万个晶体管组成,相当于 5 个微处理器合并的功能。

2. Intel 386、486

Intel 86 系列,如盛行的 386 和未来的 486,主要用于通用计算机和微型机。

Intel 86 系列,如 8086、8088、80286 和 80386 做出的机器到 1988 年底已超过 2300 万台;8080 和 8086 逐渐在市场上消失,到 1992 年以前,分别销售 40 万和 150 万套;80286 和 80386 分别销售 900 万和 980 万套。据统计,在各种微型机中,Intel 系列微处理器所占比率超过 66%到 80%。

80386 目前工作频率为 20MHz,今后将提高为 24MHz 和 30MHz;指令速度为 3.4~4MIPS,比 MC 68020 和 NS 32032 快得多。

80386 优点在于:

(1)兼容性好;

(2)工作速度快;

(3)可访存储空间大:可以直访内存 40 亿字节。

(4)易实现多任务操作。

IBM 采用 80386 组成自己的微型机并推向了市

场,但出名的应属 Compaq 公司的 Deskpro 386。Compaq

产品出得最早。目前,该公司又新推出 Deskpro 486/

25,并称之为“微型机工作站”。

表 1 微处理器简介表

	型号	位数	元件数(万)	工艺	年代
第一代	i4040	4	0.2	8 μ m PMOS	1971
	i8080	4	0.3		1972
第二代	i8080	8	0.45	6 μ m NMOS	1974
	M6800	8	0.54	6 μ m NMOS	1974
	Z80	8	0.8	4 μ m NMOS	1976
	i8085	8	0.7	4 μ m NMOS	1976
第三代	i8086	16	2.9	4 μ m NMOS	1977
	M6802	16	1.2	4 μ m NMOS	1977
	Z8000	16	1.75	4 μ m NMOS	1977
	M68000	16/32	3.5	3 μ m NMOS	1978
	i808	8/16	3	3 μ m NMOS	1979
第四代	Z8000	32	11	2 μ m NMOS	1984
	NS32332	32	7		1985
	MC68020	32	19.2	2.8 μ m NMOS	1984
	MC68030	32	30	2.2 μ m CMOS	1986
	i80386	32	27.5	1.2 μ m CMOS	1986
	i80486	32	120	1.5 μ m CMOS	1989.4
	MC68040	—	120		

Compaq Deskpro 486/25 采用 Intel 25MHz 80486 微处理器,具有 128KB 二级快速缓存器;4KB 内存可扩展到 100MB;配置的硬盘有 120MB、320MB 或 650MB;操作系统为 MSDOS 3.31 和 4.01,MDOS/2.1.2(Compaq 编辑)以及 SCO Unix System V/386。

3. NS 32032、32532

国家半导体公司是第一个推出一整套 32 位微处理器芯片的厂家,即 1983 年末推出 NS 32032,1985 年末 32132 问世,1986 年开始出售 32332 当年底宣布 32432,1987 年春推出最高档 32532。

NS32 位微处理器硬件有支持多任务处理特性,对超高速缓存控制采用相同的策略。为了跟上复杂的虚拟存储器分页功能,设有翻译缓冲器(TLB)。另外,系列能软件向上向下兼容等等。

但由于 IBM 采用了 Intel 系列,加上性能价格比等诸多因素,使 NS32 位微处理器方面落后于 Intel 和 Motorola。

4. 其他产品

Zilog 的 Z80000,是 1986 年推出的,它被应用于

军事领域,装在一家军用飞机承包商设计用的计算机上。

AT&T 的 WE32100,是 1985 年推出的,后来又推出 32200 和 32300,其优势在组成 Unix 系统上。

(二)微型机市场及流行的产品与技术

1981 年美国 IBM 公司进入刚诞生不久但发展十分迅速的微机领域,掀起了巨大波澜,促使微机以意想不到的速度迅猛发展。

短短几年,PC 及其兼容机的年产量突破 2000 万台,计算机开发制造公司、软件公司、服务公司如雨后春笋,推动计算机产业蓬勃发展。

由于微机技术发展迅速,市场竞争尤为紧张激烈。世界微机产量 1987 年为 1920.9 万台,1988 年为 2092.2 万台,预测 1993 年可达 2580 万台,平均年增长率为 10.9%,具体数字见表 2。

表2 世界微机产量

(单位:百万台)

	1986	1987	1988	1989	1990	1990年占市场百分比
美国	6.365	8.918	9.500	9.825	10.338	42.8
日本	1.255	1.244	1.279	1.372	1.496	6.2
澳大利亚	0.381	0.421	0.495	0.545	0.603	2.5
亚洲	0.371	0.454	0.616	0.720	0.831	3.4
加拿大	0.441	0.530	0.617	0.713	0.809	3.3
欧洲	5.105	5.979	6.609	6.995	7.819	32.4
其他	1.341	1.663	1.806	1.995	2.266	9.4
合计	15.259	19.209	20.922	22.165	24.162	100

1988年计算机系统市场2840亿美元,这个市场变得越来越国际化和全球化。

市场分布:美国41%,欧洲31%,日本19%,其他地区9%。

计算机主机销售额1210亿美元,微机占39%,中等系统占19%,小型机占18%,大型系统占24%。从中我们可以看出,微机市场举足轻重,预计到1992年,微机至少要占45%。

主机供货分布:美国69%,欧洲15%,日本14%,其他地区2%。

微机市场向来以稀疏不集中而著称,名列前十名的制造厂家的产量占整个微机产量(2100万台)的近一半(49.3%)。

这十家是:IBM 11.5%,Comodore 10.7%,Apple 6.6%,NEC 4.7%,Amstrad 4.5%,Zenith 3%,Compaq 2.7%,Tandy 2.7%,Olivetti 2.5%,HP 0.6%。

在众多的微机机型中,1989年80286出售425万台,预计到1992年只能达350万台,呈下滑趋势,而80386市场走俏,1989年20万台,五年之后达350万台,即1991年以后呈下降趋势,那时80486市场见好,预计1992年将出售70万台。

工作站市场增长很快,1987年27亿美元,1988年41.1亿美元,预计1992年200亿。工作站主要用于

图像处理和人工智能。

微型机中最流行的产品是PC兼容机,IBM PS/2系列机、Compaq 386以及Apple、DG、HP、王安、东芝、NEC等公司生产的各类微型机,如便携式计算机、移动式计算机。

1. IBM PS/2

在80386微型机中,出现了两大派别,一是以Compaq推出的Desk pro 386为代表的、与AT兼容的机器;二是IBM推出的PS/2,采用与AT不兼容的微通道结构。这两派竞争异常激烈,目前不分上下。

与AT兼容的80386机器可以使原来拥有IBM AT和XT机器的用户节省大量的硬件和软件投资,所以目前在微机市场中,它的销量大于IBM PS/2,在386机市场中,Compaq 386占80%。

1987年4月IBM宣布了新的微机系列PS/2 Model 30、50、60和80。这一宣布使整个微机界受到了震动,并掀起一场人们称之为“四月风暴”。

PS/2系列相对PCXT和AT而言,硬件更新了、软件(操作系统)重写了,为此组织了新的生产线。IBM希望他的第三代微机能重新统治市场从而摆脱PC兼容机(廉价)的严峻挑战。

PS/2硬件见表3,其特点可归纳为以下几方面:

表3 IBM PS/2

	Model 30	Model 50	Model 60	Model 80
微处理器	8086	80286	80286	80386
软盘	3 $\frac{1}{2}$ " 720kB	3 $\frac{1}{2}$ " 1.44kB		
硬盘	20MB	20MB	44、70、115MB	
图形卡	将分辨率 640×480、彩色 256 的 PGC 改成 3 芯片装在母板上			
显示器	单色 8503(12"),彩色 8512(14"),8513(12"),高分辨彩色 8514(16")。其中单色的灰度可有 64 级,彩色高分辨率 1024×768			
键盘	开始标准化,统一采用加强型 AT 键盘			
扩展槽	用新的微通道总线,机械尺寸变窄,引脚增多			

(1)大幅地提高了图形功能,以适应工程作图和桌面台式印刷的需要;

(2)采用了微通道新型高速总线;

(3)采用高速存储器 and 磁盘高速缓存,从而提高了整个系统的性能。

软件方面,重写操作系统 OS/2

OS/2 是 IBM 与 Microsoft 合作写的新的操作系统,其目的建立一个适合于 OA 的环境,即每台微机能一面进行处理,一面借助网络与其它设备快速地交换信息,所以人们称之为单用户的多任务操作系统。

在宣布 PS/2 的同时,IBM 宣布了他的 SAA 结构。通过它,各档 IBM 机器可以相互通信和传递数据,这也就是 DEC 公司目前已经实现的。

目前,IBM 还在不断地推出具有新功能的 PS/2 新机器。1988 年初推出价格便宜的 PS/2 25 型,供小企业和学校使用;PS/2 25LS,是专门为局域网工作站而设计的;高档 PS/2 80-311 型,供科学计算和工程应用;1988 年 6 月,推出基于 80386 的台式 PS/2 70 型,25MHz 70A21,增强性 PS/2 50Z 等新产品。

2. RISC 技术

RISC(精简指令系统计算机)技术的出现只是近几年的事,但很快成为学术界和工业界热门话题并正在 32 位机领域中争得一席之地。

RISC 技术特点:

- 指令很少,只保留通常指令的 1/6(50 条左右);

- 指令长度固定,格式单一;

- 指令只访问寄存器而不访问内存(Load、store 两条指令除外);

- 一条指令只要用一个指令周期即可完成;

- 采用片上高速指令和数据缓存。

以上特点致使计算机指令速度得以大大提高。

目前,采用 RISC 技术做出的微处理速度比 CISC(传统结构)的快得多。斯坦福大学研制的 RISC 结构的微处理器,现已做到 17MIPS,是 80386 的 3 倍。

MIPS Computer 公司以生产 RISC 结构的微处理器闻名于世,代表产品有 R2000、R3000,已成为众多工作站的核心,如 DEC3100。目前成为他第二货源的有:富士、西门子、LSI Logic、NEC 等公司。

Motorola 在其 68030 以后,推出了 RISC 结构的 MC88000 系列,其中一个 CPU 的速度可达 17MIPS。

1987 年 8 月 Sun Microsystems 公司采用 RISC 技

术推出 SPARC 结构,第一个用门阵列制造的 SPARC 处理器达 10MIPS,采用 SPARC 制造的工作站 Sun4/200 对传统 32 位机工作站是个严重挑战,它的性能相当于 VAX8800,而价格仅是其 1/10,性能价格比非常高。

虽然 RISC 芯片的速度比传统的 32 位芯片要快,但改用 RISC 需对新软件作巨大投资,所以并不能吸引更多的厂家和用户放弃传统芯片。因此,RISC 与 CISC 之争将会保持相当长时期。

3. 工作站

工作站是 80 年代突起的一个微型机领域,7 年前工作站的产值只有 2500 万美元,而 1988 年超过 40 亿,与 1987 年相比,增长率为 58%,正如 Dataquest 指出的,工作站市场迅速猛增是计算机工业近三年来最引人注目的事情。预测到 1993 年将超过 300 亿!工作站销售金额与趋势见表 4。

表 4 工作站销售额

年 份	销售额(亿美元)
1982	0.17
1983	1.50
1984	3.50
1985	7.13
1986	12
1987	27
1988	41.1
1992	200
1993	300

工作站为什么会成为又一战略领域?首先看看 1989 年计算机应用情况的分布:CAD/CAM/CAE 占 44%(包括工程、分析、结构计算、模拟显示、控制与测量等);软件工程 36%;服务业、网络管理 7%;商业 12%。银行、电子编辑、一般管理越来越需要图象处理和网络功能,这就是工作站市场走俏的原因之一。另外工作站和微机日趋融合,某些特性不再为工作站所固有,所以到 1992 年,计算机产业的最大赌注也会放在工作站上。

工作站市场中的几个主要公司:

工作站著名的公司有 Sun、Apollo、HP、DEC 和 IBM,它们占市场 80%左右。前两家是只做工程工作站的专业公司,后三家是计算机主机厂,附带生产工作站。各公司所占工作站市场份额情况如表 5 所示。