

国外大型、巨型计算机 简介

四机部一九三二所情报资料室

说 明

现在，大型与巨型电子计算机已成为计算技术发展的主要方向之一。

这本小册子试图把国外研制大型机和巨型机的现状作一概括性介绍，并简要地叙述它们今后发展的主要方向。

姚立申同志为编写此文付出了大量劳动。参加编写本文的还有高义江、梁勇和弦正兴同志，郭志雄同志作了修改和补充。

由于编者业务水平有限、缺乏编写经验、错误缺点在所难免，请读者批评指正。

情报资料室

国外大型、巨型计算机简介

目 录

一	概述.....	3
二	美国.....	6
三	日本.....	23
四	西欧.....	35
五	苏联及东欧.....	42
六	软件.....	48
七	今后展望.....	51

一、概述

(一)

电子计算机是当代重大的科学技术成就之一，自1946年世界上出现第一台电子计算机ENIAC以来，已经历了三十多年。三十多年来，由于不断采用新的设计思想、新的器件和制造工艺，使计算机本身及其有关技术得到迅速发展。

电子计算机经历了三代更新后，从七十年代开始，已开始进入第三代半到第四代阶段。所谓三代半是因为主存用大规模集成电路，而逻辑元件还用中、小规模集成电路。就七十年代后期研制的电子计算机而言，有几台已达到以全面采用大规模集成电路为主要特征的第四代计算机标准。

随着尖端科学技术的发展和军事等方面的需要，在诸如宇航、反导弹系统、气象预报、石油勘探、受控热核反应以及其它许多需要科学计算的领域内，对于电子计算机的速度、存储量等等的种种要求越来越高。因此出现了速度快、存储量大、吞吐量大（使用多道处理等）和操作方法多样化的大型、巨型电子计算机，近些年来在国外，大型与巨型电子计算机已成为竞相研制的对象。

大型、巨型计算机的划分标准，一般提法为每秒运算次数在100万次至1000万次的为大型机，1000万次以上的为巨型机。现在美国有的提法为每秒500万次至2000万次的为大型机，2000万次以上的为巨型机。

至于日本的划分方法是以价格计算的，即主机价格在2.5亿日元至5亿日元（约合125万至250万美元）的，为大型机A类，5亿日元以上的为大型机B类。

大型计算机的速度单位，一般以“每秒百万条指令数”，即MIPS计算。这对于标量计算来说，基本上反映了计算机的速度。随着向量计算机的出现，速度单位也有了新的提法，就是“每秒百万次浮点结果”，英文用MFPS表示。

至于计算机速度的估算方法，迄今尚无统一标准，目前常用的有：混合比例法（如吉布森法等）、公认的标准机相比较法、浮点结果法、向量指令折算法、定点加法以及其它一些估算方法。

(二)

随着元器件技术、体系结构和可靠性的发展和提高，大型、巨型计算机的性能有了大幅度的提高。

元器件方面，如日本的M-200H机采用500门ECL逻辑元件，延迟时间为0.5纳秒。ACOS 800、900机采用200门ECL，功耗、延迟乘积为7微微焦耳。NCR公司8600处理机采用64K随机存取存储器。阿姆达尔470V/6机全面采用大规模集成电路。元器件的组装密度也不断提高，如日本最新的DIPS机器，在530×390毫米的印刷电路板上装有4万个门电路。

体系结构技术是提高大型、巨型机性能的重要途径。目前这方面所采用的技术主要有先行控制、交叉存取、流水线操作、微程序技术、多级存储器、虚拟存储器以及复合机体（分布式系统、双机或多机系统、阵列式多机系统和多微型机系统）等。

可靠性技术是保证计算机稳定可靠地运行以及提供维护的一种技术，目前这种技术主要为：1. 提高元器件、接插件、印刷电路板、焊接等质量；2. 设计容错计算机，对故障进行检测、诊断或校正，

以便在硬件发生故障时计算机仍能进行工作；3. 提高软件可靠性，减少软件差错率。

(三)

国外对软件的发展也非常重视。软件是构成计算机的二大部分之一，如果说硬件的关键在器件，那末系统的关键就在于软件。事实证明，软件的功能与质量在很大程度上左右整个计算机的功能。据统计，如果软件设计得不理想或使用不当，计算机只能发挥30%效能；反之，如果软件处于最佳情况，则可发挥70—80%效能。因此，国外对软件的研制投入了大量的人力和物力。如按软件和硬件的人员比例来看，美国为3：1，日本为4：1，由此可见对软件的重视。

(四)

国外研制大型、巨型机的国家，主要有美国、日本、英国、法国、德国以及苏联。

总的说来，美国在计算机的基础研究、工程技术、制造工艺和应用等方面都处于领先地位。日本近十年来计算机发展得十分迅速，在研制和应用的性能和数量在世界上占第二位，因此在国际计算机市场上已成为与美国激烈竞争的对手。在西欧诸国中，计算机以英国较为先进，法国、德国也正在赶上。苏联的计算机技术是比较落后的，现除了购买外国新机种，抄袭他国技术外，还正与经互会各国共同研制包括大型机种的称为Ryad-2 (ES-2) 系列的计算机。此外，据报道，苏联正在独自研制每秒运算一亿次的Elbrus-2巨型机。

二. 美国

美国的计算机工业在世界上占50%，也有人估计占70%。1977年美国电子计算机的产值为215亿美元，占美国整个电子工业产值的40%左右。在科研方面，目前每年投入资金超过20亿美元。占计算机产值的10%左右。目前美国国内计算机总数已近30万台，其中三分之一左右是中、大型机，全国各部门已经广泛采用电子计算机解决各种问题。

美国的计算机除了硬件先进，软件的发展也是领先的。目前每年投入的软件研制费用约占计算机总研制费用的60—70%，软件、硬件的人员比例为3：1。

美国的软件没有专利权，现有软件公司一千多家，承包应用软件、配备系统软件和修理软件。

美国目前生产大型机、巨型机的公司主要有14家，它们是（以字母为序）：

1. Amdahl Corp. (阿姆达尔公司)
2. Burroughs Corp. (巴勒斯公司)
3. Control Data Corp. (控制数据公司)
4. Cray Research Corp. (克雷研究公司)
5. Digital Equipment Corp. (数字设备公司)
6. Goodyear Aerospace Corp. (古德耶航宇公司)
7. Honeywell Information System. (霍尼韦尔信息系统公司)
8. IMS Associates Corp. (IMS联合公司)
9. International Business Machines Corp. (国际商业机器公司)

10. Intel Corp. (阿依特公司)
11. National Cash Register Corp. (国民收款机公司)
12. System Development Corp. (系统发展公司)
13. Texas Instruments Inc. (德克萨斯仪器公司)
14. Univac Corp. (尤尼瓦克公司)

现分述于下:

1. Amdahl Corp. 阿姆达尔公司

这家公司成立于1970年, 是IBM公司原“高级研究所”所长、IBM360的总设计师吉恩·阿姆达尔退出IBM公司后设立的。该公司与日本富士通公司关系密切, 日本的M系列高档机种M-190就与阿姆达尔470V/6机基本相同。

大型机有1975年制成的470V/6, 逻辑电路采用速度为0.6毫微秒的ECL大规模集成电路, 芯片厚10密耳, 0.154平方英寸装100个门电路。机器的处理能力约相当于IBM3033机, 而软件完全依赖于IBM公司的软件。最近研制的470V/7机采用了最新的大规模集成电路技术, 可用于进行大量浮点运算的科学计算, 据称处理能力为470V/6的1.5倍至1.8倍。又, 1978年底有消息说, 该公司将在1979年制成机器周期为2.6毫微秒的470V/8机, 运算速度比470V/7快20—30%。

2. Burroughs Corp. 巴勒斯公司

巴勒斯公司是能够与IBM公司进行全面竞争的几家公司之一。

该公司数据处理工业的收入在美国仅次于IBM公司，名列第二位。

大型机系统有B6700、B6800、B7700、B7800，其中B7800是1977年发表的最新系统，其处理速度为B7700的2.5倍，运算速度每秒可达1000万次左右。B7800采用新的流水线系统技术，就是将处理器分成各自独立进行工作的四种功能，这四种功能为：

1. 先行指令和读出程序指令功能——程序控制部件。
2. 处理逻辑数据和运算功能——执行部件。
3. 访问主存功能——存取部件。
4. 计算数据地址功能——数据访问部件。

由于处理器是独立的，所以能进行高速多重处理。

另外，该系统采用了一种先进的特殊液冷方法，这种方法与一般液冷方法不同，是一种在逻辑元件基板的背面布满流动混合液体的管子吸收并散发热量的冷却系统。这种冷却系统提高了吸热率和冷却率，且不需要一般液冷方法所不可缺少的冷却液分配器等设备。

巴勒斯公司的巨型机ILLIAC-IV是早期的巨型机之一，它是用64台处理器并行工作方式来提高处理能力的，平均运算速度达1亿5千万次。这台机器由伊里诺斯大学的D. Slotnick教授设计，于1973年安装在美国航宇局阿密斯研究中心，当时价格超过3,500万美元，目前巨型机的价格每台一般已不超过1000万美元。

该公司在宣布B7800的同时，还宣布了新的巨型机BSP（巴勒斯科学计算机）以及供6700、6800、7700、7800配套使用的AFP（阵列FORTRAN处理器）。

AFP是由FORTRAN处理器（存储器128K字—1M字）和外存贮器（2M字—16M字）组成。它适用于小规模科学技术计算，通过

它可以使用户以较低代价使用巴勒斯科学计算系统。

BSP 是一台标量和向量分开的、运算速度为每秒 5000 万次的巨型处理机，预定 1979 年完成，价格 610 万美元。它采用了目前速度最高的元件 BCML（巴勒斯串流型逻辑），并采用并行处理机方式，即由 16 个运算单元组成一个阵列（每一运算单元有一条流水线）。由于处理时钟周期为 160 毫微秒，每个运算单元执行时间二个时钟周期，所以 16 个运算单元就只需 20 毫微秒，从而使运算速度达到每秒 5000 万次。

BSP 的其它特点为在控制处理中采用独立的标量处理部件、新的不会冲突的并行存访算法、不用汇编语言的向量化 FORTRAN 编译程序以及使用串行耦合器件 (CCD) 的大容量文件存储器（容量达 4 兆字，并可扩充至 67 兆字）。

BSP 用 B7700 或 B7800 作为该机的前置机，处理通信、外围设备以及用户等问题，目的是使 BSP 取得空闲时间来执行更多的科学题目或程序。

到目前为止，BSP 的设计是独特的，在新的一代巨型机中还是第一台。

3. Control Data Corp. 控制数据公司 简称 CDC 公司
CDC 公司成立于 1958 年，是从尤尼瓦克公司分裂出来的一部分人设立的。现在是美国最大的几家计算机公司之一。

该公司目前研制的大型机主要为 Cyber 170 系列。这个系列是 70 年代初开始生产的第四代计算机系统，目前有 172、173、174、175 四个机种。

Cyber 170 系列是 Cyber 70 系列 (高档机种为 Cyber 70) 的重新组装, 而 Cyber 70 系列是在 CDC 6600 机和 CDC 7600 机基础上发展起来的。Cyber 系列的主要特点为分布式处理, 即一台主机、多台付机 (外围机)。主机专做运算型操作; 付机做管理性操作, 如入/出操作的控制、资源分配、作业调度、文件管理等。主存贮器采用 MOS 半导体器件, 逻辑器件采用高速 ECL 电路。这个系列适用于科学计算和高速大量量计算课题。

这个系列各机种的运算速度约为:

Cyber 172 机 100 万次/秒

Cyber 173、174 机 200 万次/秒

Cyber 175 1000 万次/秒

Cyber 172、173、174 机的主机冷却系统各自装在主机柜内的一台 3 吨氟里昂压缩机提供冷却源。175 机的主机冷却系统由装在主柜外的一台 10 吨氟里昂压缩机提供冷却液, 用管道与主机连接。这种利用高压下的液态氟里昂通过铜管线流经机架的组合块 (插件导线部分) 将插件电子元件的热量带走的方法, 冷却效率极高。在机架组合块上测得的平均温度为 20°C 左右。

CDC 公司的巨型机 STAR-100 机, 是一台既是标量处理机又是向量处理机, 它能执行向量型指令, 每条指令能对数组的所有分量进行操作。由于一条指令能实现多个操作, 所以可同时产生多个结果。该机能处理几行长向量, 每行向量的数据单元多达 65,536 个, 在向量工作状态下, 对某些运算的速度最高可达每秒 1 亿次。这种机器现已安装四台。

STAR-100 机对于处理长向量虽具有很高性能, 但在标量工作

状态下作科学计算时性能较差，还不及 CDC 7600 机，因此影响该机总的运算能力。为解决此问题，该公司打算在 STAR-100 机的基础上研制新的机种 STAR-100A 和 STAR-100C，这二种机器将采用速度更高、容量更大的存贮器，并有更高的内部处理能力。

该公司于 1979 年初发表一台新的巨型机 Cyber 203，预计可于 1 年后交机。这台机器标量和向量分开处理。标量处理机元件采用 ECL 100K 系列，每单片有 168 个门，平均延迟时间 800 微微秒。机器周期 20 毫微秒，运算速度每秒 5000 万次。向量处理机周期 40 毫微秒，最高运算速度每秒 1 亿次。双极型存贮器容量 16 兆字节，存取时间 80 毫微秒。此机器有 48 位地址虚拟存贮器，能处理几万亿字节虚拟地址空间。Cyber 203 机已有 3 台订货，总价 2500 万美元，这 3 台机器都将安装在新墨西哥州柯特兰空军基地。

4 Cray Research Corp. 克雷研究公司 简称克雷公司

1972 年，CDC 公司的大型机的主设计师西摩·克雷脱离了 CDC 公司，设立了克雷公司。该公司于 1976 年制成第一台 CRAY-1 巨型计算机，这是目前世界上最先进的第二代向量处理机（第一代以 STAR-100 机为代表）。这台机器的主时钟周期为 12.5 毫微秒，存贮周期为 50 毫微秒。浮点运算速度在理想情况下为每秒 2 亿 4 千万次；在一般情况下（如矩阵乘法）为每秒 1 亿次；在最差情况下为每秒 7 千万次。

CRAY-1 机是短向量机，其标量速度为 CDC 7600 机或 IBM 370/195 机的 2 倍，从而使该机成为运算能力很强的通用计算机。该公司还提供可与其它计算机系统连接的硬件和软件接口，使用户

可把CRAY-1机与其它计算机合起来使用。

CRAY-1机外型美观，主机的装配非常紧凑，占地面积仅70平方英尺。主机内走线极短，元件排列高度密集，因此冷却系统采用了最新的液冷工艺，使机内温度保持在68°C左右，解决了散热问题。

该机已生产20台左右，实际在用的有8台，每台价格790万美元。美国国家大气研究中心和英国欧洲中程气象预报中心都装用CRAY-1机。

据说该公司正在研制的后继产品CRAY-2，性能将更高，在系统结构上向量和标量分开，即有并行的标量多处理机和有专用的向量处理机，这些处理机采用公用存储器，并由一台速度象CRAY-1那样快的小型计算机驱动。

5. Digital Equipment Corp. 数字设备公司

简称DEC公司

DEC公司是世界上最大的小型计算机制造公司，著名的小型计算机PDP机就是这家公司制造的。

该公司为了争夺大型机市场，自70年代初宣布生产大型系列机，最新的型号有System 1080和多机系统1088等机种。1080机的运算速度约为每秒190万次。

6. Goodyear Aerospace Corp. 古德耶航宇公司

该公司的第一台巨型计算机STARAN在1973年制成，结构与ILLIAC-IV相类似，它有32个阵列，每个阵列有256个处理单元。运算速度为每秒4千万次，第一台安装在美国罗马航空发展中心，

处理相控阵雷达信号、航空管理等。该机现有4台，都安装在美国。

STARAN是一台相联数组处理机，它的相联内容、选址存贮方法对于快速信息检索是理想的，但现时的程序设计人员并不太喜欢使用这种选址方式。

7. Honeywell Information System·霍尼韦尔信息系统公司

该公司大型机有HIS66级和68级，性能可与IBM370/158机、168机相比。1977年宣布的66/85机是这个系列的最高档机种，运算速度约为每秒600万次。

66级和68级的体系可以与Cyber 170相比，在结构上则与IBM370系统完全不同。

8. IMS Associates Corp. IMS联合公司

这家公司于1976年提出一种用阵列处理方式设计巨型机的独特概念，即用大量廉价的微处理机组成高速的巨型机，这台机器称为Hypercube机。

Hypercube机以节点多少来定型号，每个节点用2台8080 A微处理机，加上存贮器与接口线路，装在一块8×12英寸的印刷电路板上。2台微处理机中，一台是控制机，另一台是用户任务处理机。每个节点的运算速度为每秒100万次，存贮容量16,000字节，可扩充到64,000字节，速度每秒200万字节。

Hypercube机的型号如下：

型号	矩阵	节点数	运算速度(次/秒)	存储器容量/可扩充到	价格(美元)
II型	2×2×2×2	16	1,600万	25.6万字节/120万字节	8万
III型	3×3×3×3	81	8,100万	100万字节/400万字节	40万
IV型	4×4×4×4	256	25,600万	400万字节/1600万字节	128万

该公司到目前为止还没有宣布买出过第一台。

9. International Business Machines Corp.

国际商业机器公司 简称IBM公司

IBM公司是美国最大的信息处理和系统研制公司，也是世界上最大的计算机公司。

该公司当前主要大型机产品为70年代初开始生产的IBM370系统，这个系统是在360系统的基础上研制成功的，是商用数据处理市场上最通用的计算机系统，适合商业数据处理、远程处理、分时和数据查询等不同规模的应用。到目前为止，370系统是计算机工业史上最大的计算机群。这个系统的大型机主要有1972年宣布的158、168机。另外，在1971年宣布的运算速度达每秒1000万次的370/195机（前身为360/195机），在生产40多台以后，已于1974年停止生产。

这家公司为与其它公司相竞争，在1977年初，将370系统的一些高档机种普遍降价，最大降幅达30%左右。与此同时，宣布了新的系列机303X。303X系列的3033机的性能为370/168机的1.6至1.8倍，逻辑运算速度为58毫微秒（168机为80毫微秒），半导体存储器的密度比168机提高1倍。

303X系列的软件采用多重虚拟存贮系统/系统扩展(MVS/SE)

和虚拟计算功能/系统扩展 (UM/SE) 二种程序。特别是体系结构保持了与 370 系统的互换性, 168 机的所有软件可不加任何修改用于 3033 机。

IBM 303X 系列问世以来, 订购者很多, 大有供不应求之势。

1978 年上半年有报道说, IBM 公司准备进一步把 3033 机制成双机系统, 运算速度可达单机的 1.6 至 1.8 倍, 主存容量 8—16 M 字节。二台中央处理机 (CPU) 各有 2 组标准通道, 每组 6 条。每台 CPU 还可选择一组 4 条通道, 因此每台 CPU 可有 16 条通道, 双机就有 32 条通道。如果其中一台 CPU 不处于运行高峰时或不运行时 (如维修等), 另一台 CPU 就可使用这一台通道。此外, 这二台 CPU 还可各自作为独立的系统工作。这种多机系统预定于 1979 年第三季度交机。

另外有消息说, IBM 公司准备在 80 年代初宣布高性能的称为 H 系列的计算机, 以取代目前的 370 系统和 303X 系列。但也有人认为 H 系列的结构不会有根本性的改革, 只不过是一种过渡性产品, 因为该公司正在研究一种叫做 SIERRA 的系统, 准备在 80 年代中期全面取代 370 系统和 303X 系列。

H 系列的运算速度和价格估计为:

名称	运算速度 (次/秒)	价格 (美元)
H0	300 万—350 万	175 万
H1	500 万—600 万	280 万
H2	750 万—800 万	400 万
H3	是以 H2 为基础的多处理机系统	
H4	是以 H3 为基础的多处理机系统	
H5	是混合的非齐次单机的多处理机系统	

IBM公司于1979年初宣布了二台4300系列机(或译作E系列机)4331和4341。4300系列是一个取代IBM370的中、低档机种的系列。据说到1979年底还将宣布二台机种,其中最高档机种可达到大型机IBM3031机的性能,而价格仅为3031机的一半。

IBM 303X 系列机

名称	3033 机	3032 机	3031 机
时钟周期	58 毫微秒	80 毫微秒	115 毫微秒
缓存容量	64K 字节	32K 字节	32K 字节
主存容量	4, 6, 8 兆字节	2, 4, 6 兆字节	2, 3, 4, 5, 6 兆字节
主存周期	290 毫微秒	320 毫微秒	345 毫微秒
交错路数	8 路	4 路	4 路
通道数(标准)	12 条	6 条	6 条
冷却方式	液冷	液冷	风冷
操作系统	多重虚拟存贮系统(OS/VS2-MVS) 虚拟存贮操作系统(OS/VS2-SVS) 虚拟计算机功能(VM/370)		虚拟存贮 磁盘操作系统 (DOS/VS)
运算速度	600 万次/秒	350 万次/秒	130 万次/秒
售价(主存6兆)	361 万美元	237 万美元	146 万美元

10. Intel Corp: 阿依特尔公司

这家公司与日本的日立公司关系密切。大型机有AS/5, 可与IBM 370/158机相对应。1977年宣布的与日立公司合作的AS/6机, 据说性能接近IBM3033机。该公司计算机的特点是价格低, 一