

# 第 1 章 服务器及其相关技术

## 1.1 服务器的产生、现状和发展

### 1.1.1 服务器的发展历史

计算机从 1946 年诞生开始, 已有 56 年历史。专家将其发展划分为 5 个时代。每代大约 10~15 年。将每一代计算机的技术、体系结构、软件、应用和代表性的产品总结如表 1-1 所示。每一代与其前一代相比, 无论是其所采用的硬件、软件技术, 还是应用层次上都有明显的改进。

表 1-1 计算机年代的划分

| 代 周 期             | 技术与系统结构                           | 软件和操作系统                           | 代表性产品和系统                                     |
|-------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|--|
| 第一代 (1946 ~ 1956) | 真空管和继电器存储器, 1 位 CPU, 以累加器为主的指令系统  | 机器语言, 汇编语言, 无子程序的程序               | ENIAC, IBM 701, Princeton IAS                |
| 第二代 (1957 ~ 1967) | 分立晶体管, 磁心存储器, 浮点加速器, I/O 通道       | 高级语言 Algol、Fortran 及其编译器, 批处理操作系统 | IBM 7030, CDC 1601, Univac LARC              |
| 第三代 (1968 ~ 1978) | 小规模集成电路, 流水 CPU, 微程序控制组件          | C 语言, 多道程序, 分时操作系统                | PDP-11, IBM 360/370, CDC 6600                |
| 第四代 (1979 ~ 1989) | VLSI 微处理器, 固体存储器, 向量超级计算机         | 对称多处理器, 并行化编译器, 消息传递库             | IBM PC, VAX 9000, Cray X/MP                  |
| 第五代 (1990 ~ 现在)   | ULSI 电路, 可扩展并行机, 工作站群, 企业内部网, 互联网 | Java, 微核, 多线程, 分布式操作系统, 万维网       | IBM SP2, SGI Origin 2000, Digital TruCluster |

随着计算机与相关技术的发展, 计算机应用体系结构经历了 3 个阶段, 即主机计算 (Mainframe)、客户机 / 服务器 (Client/Server 简称为 C/S) 和多层结构 (N-Tier)。在主机计算阶段, 计算机按性能规模划分为大型机、小型机和微机; 随着计算机网络, 首先是局域网技术的发展和开放式系统的出现, 计算机应用的体系结构进入了客户机 / 服务器阶段, 人们习惯地将那些通过标准网络提供高性能计算、数据处理以及各种应用服务的开放式的单台计算机或多台计算机组成的系统称之为服务器或服务器群。进入 20 世纪 90 年代以后, 由于 Internet 飞速式发展和 Web 技术日益成熟, 计算机应用的体系结构进入了多层结构 (N-Tier)。在多层结构中, 其核心层仍然是数据和应用服务器。

由于大型机技术复杂, 而且多为专用系统、不开放, 一般为主机 / 终端结构, 因此一直被称为大型机, 而不能称为服务器。而小型机通过与开放的 Unix 操作系统的结合, 达到了高性能和开放性的完美融合, 被称之为 Unix 服务器。后来, 服务器也不局限于小型机的概念范围, 也不依赖于某种操作系统, 而包括各种档次的主机。也就是说, 不再以机器类型和操作系统分类, 而是以应用方式分类。而微机由于其性能的快速发展和普及, 演变成今天的 PC 机和 PC 服务器。

世界上第一台小型机是于 1963 年由 DEC 公司研制的 PDP-8, 当时计算机应用领域仍然是以大型机为主 (IBM、CDC 等机), 大型机技术复杂、成本高昂, 只有极少数的科研机构和军事部门能够购买, 然而, 商业领域对计算机技术的需求越来越多。为了适应这种市场需求, DEC 推出了相比大型机规模更小、价格更低的小型机系统, 与此同时, 贝尔实验室和麻省理工共同在 DEC 的小型计算机上研制出了第一个多任务操作系统——Unix, Unix 一开始就设计成一种应用于网络环境的操作系统, 以便相同的计算机之间可以互相通信和传输文件 (区别于大型机的主机 / 终端方式)。Unix 与小型机的结合, 迅速普及到整个工业界和学术

界。到 20 世纪 60 年代末，分布在政府部门、科研院校和企业的 Unix 小型机通过公用电话网和数据专线网相互连接，形成了今天互联网的雏形。

随着 Ethernet 和 TCP/IP 协议在局域网和广域网上的应用，Unix 小型机得以广泛的进入科研、教育、商业等各个领域。小型机在长达 20 多年的发展历程中，各个系统厂商都开发出了自己的芯片、主机系列、操作系统和集群技术，推动了小型机技术的不断发展和进步，由于 Unix 操作系统的多任务处理性、安全性、稳定性和可伸缩性，几乎所有厂商都遵循了相同的 Unix 规范，使得软件供应商和用户自行开发的应用软件能够保持延续性，而且在所有计算领域，从商业计算、工业设计到生产控制、经营管理等，都可以找到成熟的解决方案。

如果说小型机起源于大型机技术，工业标准服务器（俗称 PC 服务器）则起源于 PC（个人计算机）技术。自 1981 年 IBM 公司推出第一台个人电脑后，1982 年康柏（Compaq）公司推出第一台个人电脑兼容机以来，PC 机迅速普及，成为个人办公的重要设备；微软公司开发的 Windows 系列操作系统和相关软件也随之成为个人计算的主要平台。随着企业对计算机实用系统和联网需求的进一步发展，PC 服务器和 Windows NT 操作系统也应运而生，发展势头迅猛。同时 PC 服务器和 NT 操作系统也开始从小规模局域网办、公环境向高端或集群系统发展。

### 1.1.2 Unix 服务器与工业标准服务器（PC 服务器）

由于 Unix 服务器和 PC 服务器产生的历史背景和面向的处理环境不同，两者在发展过程中曾经存在较大的差距，但是差距越来越小。在系统安全可靠、性能的扩展性以及技术的先进性方面，PC 服务器还是与 Unix 服务器有较大的差距。其原因有以下几个方面：

(1) CPU: PC 服务器采用的是 CISC（复杂指令集）处理器，目前多为 32 位技术，也开始采用 64 位技术；而 Unix 服务器目前

普遍采用 RISC(精简指令集)处理器,为 64 位技术;

(2) 生产技术: PC 服务器大都采用 PC 通用部件,由于低成本的要求,其性能仍有一定的局限性;

(3) 操作系统: Unix 操作系统经历了 30 多年的发展,实践证明是一个相当成熟、稳定、安全的操作系统,而且其性能一直不断提高,技术不断进步,适合几乎所有的计算环境,包括高性能科学计算、高负荷商业计算、实时生产控制等各个领域。PC 服务器上的操作系统还正在提高其性能。

(4) 多路 CPU 支持技术: 体现系统性能和扩展能力的高速交换背板(CrossBar Switch)、CC- NUMA、MPP 等技术在 PC 服务器上还未使用;

(5) 集群技术: 20 世纪 90 年代初,第一个 Unix 集群产品是 DEC 的 TruCluster,此后各个主要的服务器厂商先后推出了相应的产品。随着 Unix 操作系统的发展,UNIX 集群技术不断向前推进,以满足市场对高可用性和高伸缩性计算机系统的需要,如单一系统镜像、集群文件系统技术。而 PC 服务器的集群技术还处于起步阶段。

(6) 其他技术: 如高档服务器上已经采用的硬件分区、应用分区、CPU/内存模块热插拔等技术在 Unix 服务器已普遍采用,而在 PC 服务器也开始使用。

## 1.2 计算模式的沿革

网络计算经历了从基于宿主机的计算模型到客户机/服务器的计算模型,直至多层结构的演变。在集中计算时代广泛使用的大型机/小型机计算模型是通过一台物理上与宿主机相连接的非智能终端来实现宿主机上的应用。在多用户环境中,宿主机应用程序即负责与用户的交互,又负责对数据的管理;宿主机上的应用程序一般也分为与用户交互的前端和管理数据的后端,即数据

库管理系统 Data Base Management System 简称为 DBMS)。集中式的系统使用户能共享贵重的硬件设备，如磁盘机、打印机和调制解调器等。但随着用户的增多，对宿主主机能力的要求提高，而且开发者必须为每个新的应用重新设计同样的数据管理模块。

进入 20 世纪 90 年代以后，集中式结构逐渐被以 PC 为主的微机网络所冲击，个人计算机和工作站的采用，改变了原有的计算模型，从而导致了分散的个人计算模型的产生。一方面由于大型机系统固有的缺陷，如缺乏灵活性，无法适应信息量急骤增长的需求，及无法为企业提供全面的解决方案等等。另一方面，由于微处理器的日新月异，其强大的处理能力和低廉的价格使微机网络迅速发展。网络 / 文件服务器模型的产生用以解决个人 PC 与工作站的数据和外部设备共享问题，但网络 / 文件服务器计算模型却不提供多用户应用要求的数据并发性，当某一用户封锁一个文件便阻止了其他用户对该文件的共享，如果 LAN 中许多工作站访问和发送很多文件，网络很快就达到饱和状态，形成瓶颈，降低了整个网络的性能。

以 PC 机为主体的文件服务器并不能满足分布式计算的需求，而客户机 / 服务器技术则是一种理想的分布计算模式，它集中了大中型系统及文件服务器的优点，并有良好的系统开放性和可扩展性。客户机 / 服务器系统比文件服务器系统能提供更高的性能，因为客户端和服务端能够将应用的处理需求分开，同时又能共同实现其处理要求，通过客户端程序的请求实现“分布式应用处理”。服务器为多个客户端应用程序管理数据，而客户端程序发送、请求和接收从服务器端存储和处理的数据，这就是早期的“胖客户机(Fat Client) / 瘦服务器(Thin Server)”的网络计算模式。

随着信息的全球化，区域的界限已经被打破，电子商务作为 Internet 的强大的驱动力，使得客户机 / 服务器模式从局域网(LAN)向广域网(WAN)延伸。在向广域网(包括 Internet)扩充的过

程中，由于信息量的迅速增大，专用的客户端已经无法满足多功能的需求。网络计算则从客户机 / 服务器模型发展为浏览器 / 服务器（Browser/Server）模型。如图 1-1 所示。

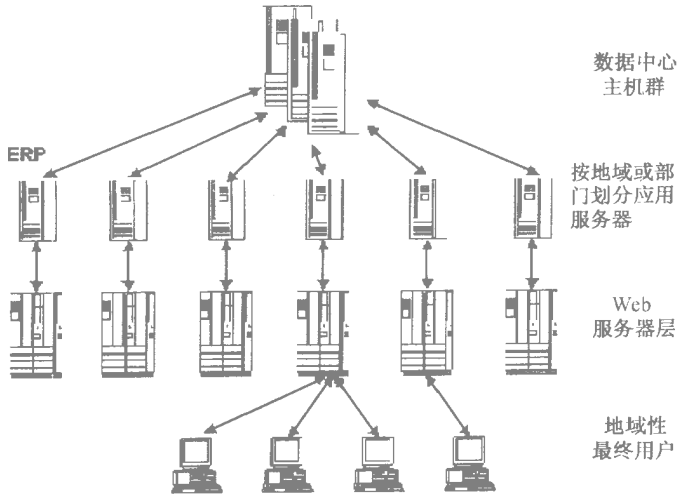


图 1-1 多层结构

一段时期内，客户机 / 服务器结构一直是企业计算中使用最普遍的计算架构之一。但广大用户在享受 C/S 结构带来的利益时，也忍受着越来越大的成本投入以及使用与管理上的问题。在 C/S 结构当中，几乎所有的应用逻辑都在客户端实现，导致客户端的应用程序越来越复杂，也给开发人员带来了大量的移植工作；同时要维护如此“肥胖”而且节点众多的客户机更是一件庞杂的工作。近几年来，Web 技术、应用服务器（中间件）技术和分布式对象处理（COBRA、EJB、DCOM、RMI 等）技术给上述问题的解决带来了曙光。其多平台支持、分布式计算、负载均衡等特性使这些技术在企业计算中得到越来越多的应用。C/S 正逐渐退出舞台或作为一个辅助模式，代之而起的是一种新的分布式计算架

构，即三层（3-tier）或多层企业计算架构。

三层架构中处于第一层的是客户端表示层。与 C/S 结构中的“肥”客户端不同，客户层仅仅是整个应用系统中的图形用户界面表示，不表示任何应用逻辑，其运行代码可以从位于第二层的 Web 服务器下载到本地的浏览器中执行，几乎不需要任何管理工作，是我们平时说的“瘦”或“零”客户机；处于第二层的是应用服务层，由一台或多台服务器（Web 服务器也位于这一层）组成，处理企业应用中的所有业务逻辑和对数据库的访问等工作，该层具有良好的可扩充性，可以随着应用的需要相应增加服务器的数目（构成“宽”的服务器层）；处于第三层的是数据center层，由数据库系统和数据仓库等组成。

比三层计算更新的概念是多层计算，主要是将三层计算中的应用服务层继续细分为 Web 服务器层和应用服务层，Web 服务器不再处理任何业务逻辑，而只是将处理请求转发到相应的应用服务单元。在多层计算中，企业业务的处理主要集中在应用服务层进行，许多中间件（Middleware）厂商推出了各自的应用服务器中间件产品，负责提供较底层的服务如负载均衡、状态监测和标准化了的应用等，以使用户能够将大部分精力集中在业务逻辑的开发。作为 Internet 时代的应用以浏览器/服务器计算模型代替了客户机/服务器模型，或者是二者的有机结合。它与以往应用的最显著不同是使用标准 Web 浏览器访问驻留在服务器上的数据。传统的客户机/服务器架构计算模型在 Internet 时代的缺陷不仅表现在数据存储的过于分散，从而使得其信息的检索和维护费用大幅提高，而且还表现在其客户机/服务器模式的应用软件不能适应 Internet 全球性环境。由于 Internet 应用的数据和程序都放在服务器端，使得数据的维护及程序更新大大简化，系统的安全性也得以加强。

## 1.3 服务器相关技术

### 1.3.1 计算机的体系结构与带宽配置

研究计算机的体系结构，要从电子计算机的工作原理开始。任何计算机处理的数字信号都要占据一定的频率范围，我们称该频率范围为带宽。为了使信号在通过信道时失真符合技术要求，则信道的带宽必须与之适应。香农（Shannon）定理告诉我们，信号传输的极限数据比率与信道的带宽成正比。众所周知，不同信道的带宽是不同的。对于数字信号传输来说，通常用每秒传输的比特数作为单位。例如同轴电缆的数据传输率为 20 Mb/s，光纤的数据传输率可达几千 Mb/s。

计算机系统的带宽是指单位时间内所能执行的操作指令数。通道或存储带宽是指它们的数据传输率。计算机各部件之间的数据传输率应比较均衡和相互适应。服务器在计算机网络系统中处于核心设备的地位，带宽的大小是服务器计算能力和数据传输能力的基本保证。

#### 1.3.1.1 存储器带宽和均衡性

据统计，微处理器的 CPU 速度大约每年提高 80%，而存储器的访问速度每年仅增长 7%，因而 CPU 与存储器性能之比以几级数的比例增加。机器均衡性的概念在许多研究中进行了定义，对于一个特定的处理器，它被定义为每个 CPU 周期中存储器访问的次数与每个 CPU 周期中浮点运算次数之比，即： $(\text{浮点运算次数} / \text{CPU 周期}) / (\text{存储器访问次数} / \text{CPU 周期})$ 。因为它没有把大多数系统中存储器访问的真正代价考虑在内，其结果不够合理。为了克服上述定义中的不足，重新定义为，在较长一段时间内对未缓存、跨单元、向量操作数处理时的存储器访问次数，因而均衡性 =  $(\text{峰值浮点运算次数} / \text{CPU 周期性}) / (\text{持续时间内存储器的访问次数} / \text{CPU 周期})$ 。根据上述定义，对当前各种体系结

构的计算机测试结果如下：

单处理器：均衡性从一般到好，性能从低级到中等。

共享存储器：均衡性差，扩展性一般，性能中等。

分布式存储器：均衡性一般，扩展性很好，性能好。

向量机：均衡性好，扩展性中等，性能好。

#### 1.3.1.2 单处理器的体系结构

在分级存储的计算机中，对一个 CPU 来说，决定持续存储器带宽的关键因素是 Cache 的未命中等待时间。例如，1990 年前后的 20MHz 的机器等待时间和传输时间大致相等，1995 年前后的 100MHz 的机器中等待时间占了绝大部分。目前，采用 Cache 的机器其存储系统有了显著的变化，存储器访问中等待时间与传输时间之比大大改变。

#### 1.3.1.3 对称多处理共享存储器系统

对称多处理 (Symmetrical Multi Processing, 简称 SMP) 节点包含两个或两个以上完全相同的处理器，在处理上没有主从之分。每个处理器对节点计算资源享有同等访问权。节点内的处理器和内存之间的互联必须利用可以保持一致性的互联方案。一致性指无论在任何时候，处理器只能为内存的数据保持或共享一个惟一数值。

SMP 共享存储器系统把多个处理器与一个集中的存储器相连。在 SMP 环境中，所有处理器都通过总线访问同一个系统的物理存储器，这就意味着 SMP 系统只运行操作系统的拷贝。为单处理器系统编写的应用程序可以毫无改变地在 SMP 系统中运行。因此 SMP 存储器访问系统有时也被称为均匀存储器。对于所有处理器来说，访问存储器中的任何地址所需的时间都是一致的。

SMP 体系结构的缺点是伸缩性有限，因为在存储器接口达到饱和时再增加处理器并不能获得更高的性能。目前，SMP 处理器数目最多可达到 32 个。

#### 1.3.1.4 一致性内存访问的体系结构

一致性内存访问 (Uniform Memory Access, 简称 UMA) 系统是使用共享和集中内存体系结构的对称多处理器 (SMP) 系统, 也是当前应用最广泛的多处理器系统。在 UMA 系统中, 所有处理器和内存模块通过适当的互联设备对称地连接在一起

(1) 单一地址空间和均匀内容访问: 这是 UMA 系统最大的特点, 并由此派生出 UMA 系统的其他特性。这一特点使用户不必考虑软件使用哪个处理器或安装在哪个内存模块中, 大大简化了系统和应用软件的开发、安装、移植和升级。

(2) 连接的灵活性: 传统的 UMA 系统一般使用总线互联, 现代的 UMA 系统可以使用总线、交叉交换器、多层互联等三种方式互联。

(3) 有限的可伸缩性: 尽管利用多层互联设备也可以构成拥有 64 个处理器的 UMA 系统 (如 Sun 的 E10000), 但是 UMA 系统共同的限制是系统带宽不能随着处理器和内存模块的增加而同步地扩展, 这就限制了 UMA 的可伸缩性。

(4) 有限可用性: 虽然 UMA 上也可以设置一系列高可用特性, 但是其可用性仍然有限, 很难单独用来支持需要很高可用性的关键任务应用。

(5) 较好的中、低端的性能: 由于系统结构简单, 特别是使用总线连接或高速交换背板 (Crossbar Switch) 的 UMA 系统, 成本也较低, 基于 UMA 体系结构的中、低端服务器在有限范围内可伸缩性和价格性能都比较好。

UMA 是当前应用最广泛的多处理器系统体系结构, 几乎所有主要厂商都提供基于 UMA 体系结构的产品, UMA 在 RISC 服务器和工作站市场中占有最大的份额。

#### 1.3.1.5 非一致性内存访问的体系结构

非一致性内存访问 (Non Uniform Memory Access 简称 NUMA) 系统是共享内存和分布式体系结构的对称多处理器 (SMP) 系统,

由若干个节点通过专门的互联设备联接在一起组成。每个节点都拥有自己的处理器和内存。因此，NUMA 系统的内存是分布式的。但是，NUMA 系统使用专门的硬件把所有各个节点内存合并成一个统一的地址空间，供各个处理器通过 Load/Store 指令直接访问。因此，NUMA 的内存是可共享的。由于访问本地和远程的内存存在速度上有很大差别，所以把此类计算机称为非均匀内存访问 (NUMA) 体系结构计算机。当前大部分 NUMA 系统都通过某种形式的目录机制，来解决 NUMA 系统中的内存和缓存一致性问题。所以 NUMA 系统也往往被称为 CC-NUMA 系统 (缓存一致性非均匀内存访问系统)。

NUMA 既保持了 SMP 系统单一操作系统拷贝、简便的应用程序编程模式和易管理的特色，又能有效地扩充系统的规模。实践表明，适度的非均匀性可以使系统很好运行，远端与本地存储器的访问时间成比例使编程人员可以采用类似网络中的消息传递机制。分布在各 CPU 附近的存储器在物理上是分开的，但在逻辑上是统一的，因而可以运行大型应用程序，而不必并行编程、并行编译。为了更好地理解 CC-NUMA 是如何工作的，这里对传统的对称多处理 (SMP) 结构讲起。SMP 是多个处理器通过一个叫互连总线的传输机构，相互间通信以及与一个共享存储器组通信。而 CC-NUMA 与 SMP 类似，能够处理多个连接起来的处理器，每个处理器能存取一个公共的存储器组。这种结构把处理器分成几个节点，在每个节点中所有处理器互连在一起，互相通信，并可与节点内的本地存储器通信，以减轻 SMP 的总线阻塞状况。例如，一个 64 位处理器的服务器可以分成两个大节点，每个节点有 32 个处理器，并有其自己的存储器组。处理器也可存取其他所有节点中的存储器组，这种情况下的存取时间随着节点的距离远近而异，CC-NUMA 相对于 SMP 扩展性更强，只需一个操作系统，管理相对容易。

群集采用一种松散的耦合方式，在几台机器之间相互通信，

其内部交换延迟高，消耗资源多，而且把几台机器作为一个系统管理，势必增加了管理上的难度。而 CC-NUMA 计算机则不同，无论它内部有多少个处理器，对用户来说，也仅仅是简单的一台计算机。因此，CC-NUMA 克服了 SMP 和群集的某些弊端，在它们不能施展才能的地方发挥了作用。

商用 CC-NUMA 体系结构已经成为设计高可伸缩性系统主要发展方向之一，许多厂商都提供基于这一体系结构的商品化系统。典型的 CC-NUMA 系统包括 Compaq AlphaServer GS 系列、HP SuperDome 系列、IBM 的 NUMA-Q 系列和 SGI 的 Origin 系列。

#### 1.3.1.6 向量机体系结构

向量机属于共享内存体系结构（分布式共享内存机器除外）。它大大简化了 Cache 的一致性问题的，减少了所造成的等待时间（处理延迟）。

具有 Cache 的机器和向量共享存储器计算机都有固定的存储器带宽限制，也就是说它们的机器均衡性数值随着处理器数目增加而加大，因而处理器数目有一个极限值。典型的情况是，共享存储器系统在各个处理器之间是非阻塞的（non-blocking），从而允许多个 CPU 并发活动，这样可以补偿由于等待时间造成的较大延迟。当使用多个处理器时，机器的 Cache 命中率由等待时间、带宽限制和总线/网络/交叉开关控制器的限制共同决定。在向量计算机中，限制主要在带宽上而不是等待时间。

#### 1.3.1.7 无远程存储访问体系结构

无远程存储访问（No Remote Memory Access，简称 NORMA）系统是非共享和分布式内存体系结构的多计算机系统。NORMA 系统由若干个节点通过互联设备连接在一起组成。每个节点实质上都可以是一台计算机，拥有自己的处理器和内存。因此，NORMA 系统的内存是分布式的。但是，在 NORMA 系统中，每个节点都有自己独立的地址空间，整个系统不像 CC-NUMA 系统那样需要具有统一内存空间。因此，NORMA 系统的内存是非

共享的，节点机不能直接访问远程内存，访问远程数据的惟一方法是通过消息传递。

NORMA 模型按其连接设备的特点可以进一步划分为两类：即松散耦合集群系统和紧密耦合 MPP 系统。集群系统是一种使用标准网络将若干个完整的计算机系统松散耦合在一起的 NORMA 体系结构的系统。集群系统中每个计算机都可以是一台独立的计算机，拥有自己的处理器、内存和磁盘等。集群中的计算机运行通用的操作系统，在其上再运行集群软件，管理集群的并行计算、资源共享和故障切换等。除了基于 OpenVMS 和 OS/390 等通用操作系统外，各主要厂商都提供基于 Unix 操作系统的集群软件，支持利用 64 位 RISC 服务器 / 工作站构成的集群系统。

例如，Compaq 的 Tru64 Unix 上的 TruCluster、IBM AIX 上的 HACMP，HP-UX 上的 MC/Service - Guard，Solaris 上的 SunCluster 等。集群系统能够最佳地把高可用性和可伸缩性结合在一起，是可伸缩、并行计算系统的主要发展方向。

大规模并行处理器 Massively Parallel Processor 简称 MPP 系统是一种使用专用网络将若干个计算机系统紧密耦合在一起的 NORMA 体系结构。MPP 系统中每个计算机都可以是一台独立的计算机，但不一定拥有自己的磁盘等。MPP 系统在配置和性能上具有最强的可伸缩性和并行计算能力，许多超级计算机都使用这种体系结构。例如，Compaq AlphaServer SC 系列、IBM RS/6000 SP 和 Cray T3D/T3E 等。

#### 1.3.1.8 连续多路存取体系结构

连续多路存取 (Continuous Multiple Access 简称 COMA 系统是分布式和非共享内存体系结构的多处理器系统。COMA 系统由若干个节点通过互联设备连接在一起。在 COMA 系统中，所有本地内存都被处理成缓存 (称为 COMA 缓存)，这样的缓存容量比节点的一级缓存或远程缓存大得多。一条 load 指令装入变量 A 的值到本地处理器寄存器 RI 中。同时，变量 A 的缓存块自动复写到

本地内存中（现在称为 COMA 缓存）。在 CC-NUMA 多处理器系统中，主存由各节点的本地内存组成。在 COMA 多处理器系统中，主存由各节点的 COMA 缓存组成。COMA 体系结构要求更多的硬件支持并保持 COMA 缓存的状态信息。因此，COMA 系统比 NUMA 系统昂贵得多，目前各主要计算机厂商都没有提供商品化的 COMA 体系结构产品。

服务器的配置基本上需要考虑以下几个方面：

(1) 主机：机型、CPU 主频、数量、Cache 容量、内存容量、磁盘容量、磁带机容量、光驱、控制台及键盘鼠标、串口、I/O 扩展槽、网卡，操作系统及开发环境等。

(2) 集群：互连通道卡、集群软件、集群管理软件等。

(3) 存储：存储阵列型号、阵列卡数量和 Cache、HBA 主机接口卡、磁盘数量和大小、内部通道数、数据复制和冗灾功能、存储管理软件、SAN 互联设备等。

### 1.3.2 CPU

中央处理单元 (Central Processing Unit 简称 CPU) 是计算机中执行处理数据指令的器件。它通过总线从内存中接收指令和数据，并运算处理这些指令和数据，把运算结果通过总线送回内存中。

1945 年，世界上第一台电子计算机 ENIAC 诞生，有 20 个处理单元，每个处理单元有 2 英尺( 610mm )宽，8 英尺( 2438mm )高。而今天，CPU 则以 1% 英寸( 25.0mm )为计量单位来度量。

大型机的 CPU 通常包含多个集成电路和电路板，而微机 CPU 就是一个称为微处理器 (Micro Processor) 的单个集成电路。

集成电路技术是制造微型机、小型机、大型机和巨型机（或超级高性能计算机）的 CPU 的基本技术。集成电路技术的发展极大地改进了计算机的计算速度和能力。1979 年，成为芯片巨人 Intel 公司的创始人的戈登·摩尔 (Gordon More) 于 1965 年就给出了著名的摩尔定律：芯片上的晶体管数量每隔 18~24 个月就会翻

一番。该定律非常精确地预测了芯片 30 年的发展。1958 年第一代集成电路仅包含 2 个晶体管，而 2000 年的 Pentium III 型 CPU 则包含 4 200 万个晶体管。

1971 年 11 月，刚刚诞生 3 年的 Intel 公司推出世界上第一个 CPU—Intel 4004 芯片，包含有 2250 个晶体管，主频达 108kHz，每秒运算 6 万次。CPU 的出现，开创了一个崭新的微电子时代。1972 年，200kHz 的 8008 问世，晶体管总数达 3500 个，1974 年，推出了划时代的 8080 微处理器芯片，功能是 8008 的 10 倍，每秒执行 293 条指令。随后，Zilog 公司生产了比 8080 功能更为强大的 Z80，而 Motorola 公司则推出了 6800 从而拉开了 Motorola MC68XXX 系列和 Intel X86 系列的竞争。1978 年，Intel 公司又推出了世界上第一个 16 位的芯片——8086，最高主频为 8MHz，有 16 位数据通道和 1MB 内存寻址能力。很快，Zilog 公司和 Motorola 公司宣布生产 Z 8000 和 MC 68000。1980 年，Intel 公司又开发了 8088，由此 IBM PC 机诞生了。计算机由微电脑时代进入个人电脑时代。1982 年，80286 问世。并装入 IBM AT 机。1985 年 10 月，80386 问世，成为全 32 位微处理器芯片的杰出代表。当时，Motorola 公司则推出了 MC68030。1989 年 4 月，80486 问世。1993 年，全面超越 486 的新一代 CPU——586 问世，并命名为 Pentium（奔腾）。“Pent”在希腊文中表示“5”。1997 年 Intel 公司又推出了 Pentium II，集成了 Intel MMX 媒体增强技术，专门为高效处理视频、音频和图形数据而设计。1999 年推出了 Pentium III，其技术创新是互联网 SSE 指令集（Streaming SIMD Extensions 即数据流、单指令多数据、扩展指令集），极大地提升了电脑在高级图形、三维动画、数据流音频、视频和语音识别应用等方面的性能。2000 年 11 月，容纳 4200 万个晶体管的 Pentium 4 问世，使处理器技术跨入了第七代。如图 1-2、图 1-3 以及表 1-2 所示。

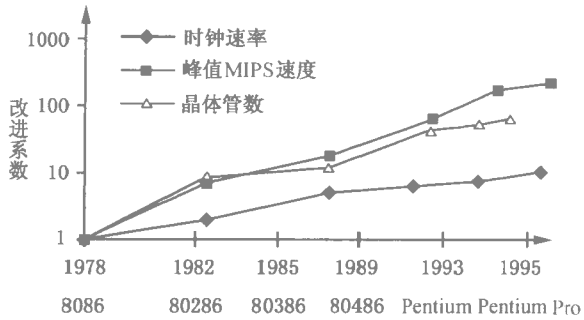


图 1-2 Intel 微处理器的改进历程

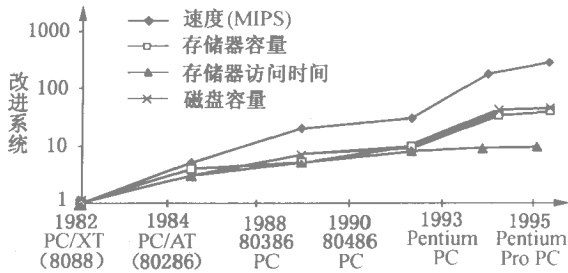


图 1-3 IBM PC 机硬件进展历程

表 1-2 CPU 发展历史一览表

| 时 间    | 芯片型号           | 芯片简介                | 集成晶体<br>管数目/个 | 同年 IT 大事记            |
|--------|----------------|---------------------|---------------|----------------------|
| 1971 年 | 4004           | 4 位, 世界上<br>第一块 CPU | 2 250         | Pascal 语言开发完成        |
| 1972 年 | 8008           | 8 位                 | 2 500         | HP 发明世界上第一<br>个手持计算器 |
| 1974 年 | 8080           | 8 位                 | 5 000         | MITS 发布 Altair 8800  |
| 1974 年 | 摩托罗拉<br>MC6800 | 8 位                 | 4 800         | —                    |

续表

| 时 间    | 芯片型号             | 芯片简介   | 集成晶体<br>管数目/个 | 同年 IT 大事记   |
|--------|------------------|--|---------------|---|
| 1976 年 | Zilog Z80        | 8 位  | —             | Apple 电脑问世  |
| 1978 年 | 8086             | 16 位   | 29 000        | DSP 首次应用  |
| 1979 年 | 8088 芯片          | 内部 16 位,<br>外部 8 位   | 29 000        | 推出了采用 8088 的<br>电脑  |
| 1982 年 | 80286            | 时钟频率为<br>6MHz、10MHz、<br>12.5MHz,向下<br>兼容, X86 体<br>系结构基本建<br>立 | 120 000       | 第一台便携式电脑问<br>世  |
| 1985 年 | 80386 DX         | 32 位, CPU 寻<br>址空间   | 275 000       | CD - ROM 驱动器问<br>世, Microsoft Windows<br>3.0 发布               |
| 1989 年 | 80486 DX         | 集成 8KB 的<br>一级缓存   | 118 万         | Sound Blaster Card(声<br>卡)发布                                  |
| 1993 年 | Pentium          | 内置 16K 一<br>级缓存  | 310 万         | AMD 推出 AMD 486,<br>Cyrix 推出 5X86, 首次<br>采用 PR 等级来标准<br>CPU 主频 |
| 1995 年 | Pentium pro      | 专门为服务<br>器和工作站<br>级应用设计  | 550 万         | Windows 95 发布, 与<br>以前的 DOS 版本大不<br>相同                        |
| 1997 年 | Pentium MMX      | 内 部 代 号<br>P55C, 新增 57<br>条多媒体指<br>令                           | —             | AMD 推出 K6, 带有<br>3DNOW 指令集, Cyrix<br>推出 6X86                  |
| 1997 年 | Intel Pentium II | 采用 SLOT1<br>接口, 二级缓<br>存已到了片<br>外                              | 750 万         | 深蓝计算机战胜人类<br>国际象棋世界冠军卡<br>斯帕罗夫                                |