

第 1 章 绪 论

1.1 计算机硬件与软件

1. 计算机硬件和软件

硬件和软件是论述计算机时经常遇到的术语。

硬件这个术语来自英文 hardware,原意是指金属物品。因此,可以说,计算机硬件是指构成计算机的金属部分。广义来说,是组成计算机的装置的统称。这些装置包括中央处理器、存储装置和外部设备。

软件是计算机程序及其有关文档,也包括被版本化了的有关计算机的使用方法的信息。软件分为系统软件和应用软件两大类。系统软件包括操作系统、诊断程序、计算机语言处理程序等;应用软件包括厂家出售的通用软件和用户自己编写的应用程序。由这些软件所构成的软件系统,如图 1.1 所示。

在计算机里,常把一批信息(或是数据,或是程序)叫做文件。文件都有自己的文件名,是人为给命名的。使用某批信息,一般是根据它的文件名来索取。文件一般存储在内存、软磁盘、硬磁盘或光盘等存储器里。

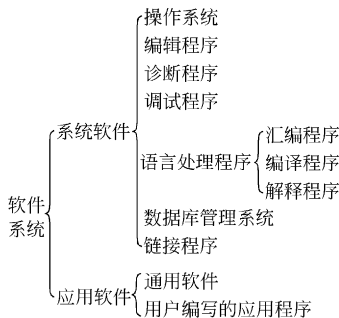


图 1.1 计算机软件系统的组成

因此,可以说,硬件是指计算机的裸机,软件是指硬件的使用或应用方法。

2. 计算机程序和语言

计算机程序是为解决给定问题,计算机所要执行的指令或语句的集合。

指令是指挥计算机完成特定操作的命令。一台计算机所能执行的全部指令,称为这台计算机的指令系统(instruction set)。计算机所能认识的指令叫机器语言,也叫机器码,用二进制表示。计算机所能认识的指令是指能直接指挥计算机硬件工作的命令,机器语言由此而得名。

使用机器语言编写程序,阅读程序,都非常困难。因此,目前一般不用机器语言编写程序。为了提高编程、读程的效率,产生了用与机器语言相对应的符号(称做助记符)来编写的程序,称做符号语言。这种符号语言后来就发展成了汇编语言。因为机器不认识汇编语言,所以必须通过叫做汇编程序的软件把它转换为机器语言。其转换过程如图 1.2 所示。

机器语言和汇编语言一样,同一个程序用在不同机种的计算机上就不可能认识,所以说,机器语言和汇编语言是面向机器的语言。对于这两种语言,只要改变机种,程序就必

须重新编写,非常不便。因此,出现了不是针对具体机种的计算机语言——高级语言,如 BASIC 语言、ALGOL 语言、FORTRAN 语言、PASCAL 语言、COBOL 语言等。

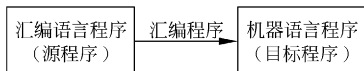


图 1.2 汇编语言转换成机器语言的过程

用高级语言编写的程序,必须转换成机器语言才能执行。实现这种转换的程序是编译程序或解释程序。

编译程序又称编译系统,俗称编译器,其功能是把用高级语言编写的源程序翻译成称做目标程序的机器语言程序。

有的语言是以汇编语言作为中间输出,多数 C 编译程序如此。由 C 程序变成可执行的程序的过程如图 1.3 所示。C 编译程序读 C 源程序并把它变成汇编语言;汇编程序再把汇编语言的中间输出变成机器语言,即目标程序;链接程序再把目标程序和存放在程序库里的有关信息链接装配在一起,最终产生可执行的程序。C 编译程序也有不产生汇编语言中间输出的,但从便于了解编译程序工作情况这一点来看,汇编语言中间输出是必要的。

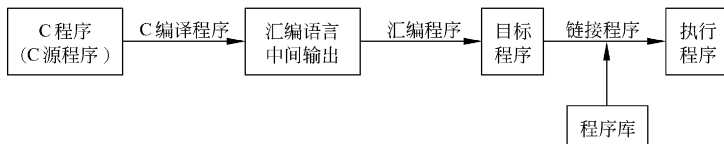


图 1.3 C 源程序变成可执行程序的过程

解释程序又叫解释系统,其功能是对用高级语言编写的源程序逐句分析并立即执行。它与编译程序的区别是,它不是在程序执行前把整个程序先翻译成机器语言形式的目标程序,而是按语句的动态顺序逐句进行分析翻译,读一句,解释一句。如 BASIC 语言程序就可采用解释方式执行。

3. 操作系统

人们通常把计算机的硬件称做是硬资源,而把计算机的软件称做是软资源,统称为计算机资源。人们又习惯把计算机资源分为 4 大类,即处理机(中央处理器)、存储器、外部设备和信息(程序和数据)。所谓操作系统就是管理这 4 类资源的一组程序,以便使计算机资源更有效地发挥作用。

4. 计算机系统层次结构

由计算机硬件和软件系统所组成的计算机系统,可用层次结构来表示,如图 1.4 所示。从计算机系统层次结构来看,应明确 3 点。

- 指令系统是裸机与软件的接口。
- 计算机与其他电子设备不同。一般电器接上电源即可工作,计算机如果没有软件支持,只有裸机,尽管接上电源,也不能工作。
- 操作系统是用户与计算机硬件的接口,是用户的工作平台。

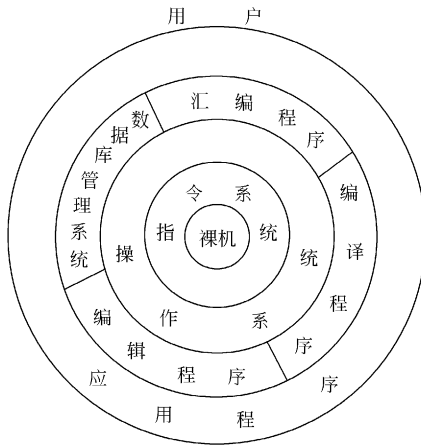


图 1.4 计算机系统的层次结构

1.2 数字计算机的组成

我们现在所使用的计算机主要是数字计算机,但计算机并非仅是数字计算机。计算机可分为数字计算机(digital computer)与模拟计算机(analog computer)两大类。

1. 数字计算机和模拟计算机

一般来说,表示数和量有两种方式。一是用数值表示的数字方式;二是用连续的物理量表示的模拟方式,分别称做计数型和相似型。用数字方式表示数的计算机称做数字计算机或数字型计算机,或数字式计算机。在数字计算机中,用脉冲的编码表示数字,根据脉冲编码进行计算。算盘可以看做是最原始的数字计算机。使用长度、电压、电流等模拟量进行计算的计算机叫做模拟计算机,或相似型计算机。计算尺可以看做是最简单的模拟计算机。计算尺用长度来表示数量,靠长度的增减进行计算。

数字计算机和模拟计算机的比较,如表 1.1 所示。

表 1.1 数字计算机和模拟计算机的比较

比较内容	数字计算机	模拟计算机
输入形式	编码(表示数值、文字)	物理量(长度、电压、电流等)
输出形式	编码(表示数字、文字、符号)	曲线
运算形式	四则运算(加法是基本) 逐次运算为原则	积分、四则运算(积分是基本) 并行运算为原则
编程	必要	基本不要
对象	通用	专用 解微分方程 模拟自动控制

用模拟计算机解微分方程,能并行运算,比数字计算机速度快,但因其精度和通用性都差,所以常用来作特殊用途的计算机。

2. 数字计算机的组成及特点

一般来说,数字计算机由如下 5 部分组成:

- 存储器 用来记忆数据、指令。
- 运算器 执行算术、逻辑运算。
- 控制器 分析指令、控制其他装置。
- 输入设备 用来从外部输入信息。
- 输出设备 用来把信息显示出来或记录下来。

这 5 部分之间的关系,如图 1.5 所示。

输入设备和输出设备合称为输入输出设备,也可叫做 I/O 设备。

该图所示的计算机结构是 1945 年由匈牙利出生的德国人约翰·冯·诺依曼(John Von Neumann)提出的,故人们把这种结构的计算机叫做冯·诺依曼机。该机有如下特点。

- 采用二进制表示数据和指令。
- 整个系统由运算器、控制器、存储器、输入设备、输出设备 5 部分组成,以运算器为中心,由控制器集中控制整个系统。
- 存储器线性编址,按址访问其单元,单元的位数固定。存储器用以存放指令和数据。
- 指令在存储器中按其执行顺序存储。指令由操作码和地址码组成,由程序计数器(program counter, PC)指明将要执行的下一条指令的地址。

可以说,冯·诺依曼机奠定了现代计算机的结构。但是,在现代计算机里,这 5 部分并非是独立存在的。随着微电子技术的飞速发展,现在的计算机产品一般是把控制器和运算器集成于一个芯片之中,叫做中央处理器(central processing unit, CPU)。现代计算机一般是由中央处理器、主存储器和外围装置(peripheral unit, PU)组成的。外围装置也叫外部设备,简称外设。外设是通过接口(interface)或通道(channel)与中央处理器连接的,如图 1.6 所示。

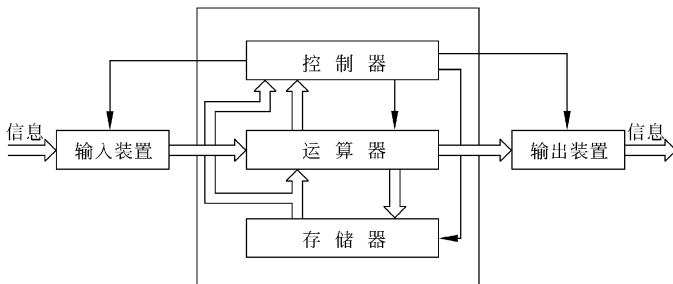


图 1.5 计算机组成(1)

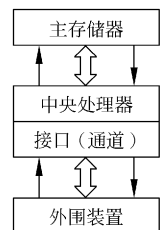


图 1.6 计算机组成(2)

中央处理器加上主存储器,习惯上称做主机。主存储器之所以叫这个名字,是因为它

在主机柜内或主机板上,也含有它是主要的、重要的存储器的意思,简称主存,也叫内存。外设是指输入输出设备和辅助存储器(也称外存),作为输入数据的键盘和作为输出数据的显示器连接在一起,再加上监控与管理程序,可作为独立的设备,习惯上称为终端。

3. 中央处理器的分类

这里,根据 CPU 的运算功能和制作技术,看一下 CPU 的分类。

(1) 定点机和浮点机 根据计算机的运算功能,人们把计算机分为两类。只能进行定点运算的计算机叫做定点机;而能进行浮点运算的计算机叫做浮点机。现代计算机一般都具有浮点运算功能,那么,现代计算机是如何实现浮点运算功能的呢?不外乎如下两种设计方法。

① 除 CPU 外,再增加一个专门进行浮点运算的协处理器(FPU)。在这种计算机里,CPU 只能做定点运算,而浮点运算要在 FPU 中进行。这类计算机如表 1.2 所示。

表 1.2 可带 FPU 的 PC

机 种	CPU	FPU
PC/XT	8088	8087
PC/AT	80286	80287
386 微机	80386	80387 或 80287

② 把浮点运算器集成到 CPU 中。在这种计算机中,只需要一片 CPU,就可进行浮点运算。这样的 CPU 有 80486 和 Pentium 系列。在 80486 芯片内部包含有增强型 80387,即 FPU。由于 FPU 的功能有所增强,且是在 80486 内部,引线缩短,内部总线加宽,致使其处理速度要比 80387 提高 3~5 倍。在 Pentium 内包含有快速 FPU。该 FPU 共有 8 级流水线,其中前 5 级流水线是和整数操作相同,而后 3 级是专用的。该 FPU 与 486 不同,是完全重新设计的,对于常用的浮点加法、浮点乘法和浮点数装入操作,要比 486 的快 10 倍。

(2) 组合逻辑控制和微程序控制 计算机执行指令的原理是,把每条指令分解为若干个基本操作(也叫微操作),执行某条指令就是产生相应的微操作控制信号。而每个微操作控制信号又控制相应门的打开或关闭,以完成该指令所需要的信息传送。由此可见,计算机执行指令的过程,就是生成微操作控制信号序列的过程。

微操作控制信号序列是在控制器内通过对指令的分析,在时标信号的作用下产生的。根据产生微操作控制信号的原理的不同,控制器分为组合逻辑控制器和微程序控制器。

① 组合逻辑控制器 其设计思路是,首先分析每条指令,把每条指令分解为若干个基本操作(即微操作),根据微操作的先后顺序画出指令流程图;其次,把指令流程图中的微操作落实到指令周期的不同节拍中去,通常把这一工作叫做编排操作时间表;最后,对全部指令的操作时间表进行综合分析,列出每个微操作产生条件的逻辑表达式,并根据逻辑表达式画出微操作控制线路。这个微操作控制线路就是组合逻辑控制器中具体产生微操作控制信号的部件。

② 微程序控制器 其设计思想是,对应每一个微操作有一个微命令,也就是说,一条

微命令能命令计算机的执行部件完成一项微操作。由若干个微命令组成一条微指令。微指令的格式如下所示：

微操作控制部分	顺序控制部分
---------	--------

其中微操作控制部分是若干微命令的集合；顺序控制部分用来决定下一条微指令的地址。把若干条微指令有序地组合起来构成微程序。把这些微程序存放在叫做控制存储器的只读存储器中。每条机器指令对应有一段微程序。从相应的微程序入口地址，开始读并执行一段微程序，便完成相应的机器指令功能。

微程序控制器克服了组合逻辑控制器设计繁琐，难以修改，维护困难等缺点，但其速度因受控制存储器限制，不如组合逻辑控制器快。因此，尽管其设计思想早在 1950 年初就提出来了，但直到 20 世纪 60 年代出现了高速只读存储器后，才进入实用化的发展阶段。

使用组合逻辑控制器的计算机叫组合逻辑控制计算机，也称硬布线计算机；使用微程序控制器的计算机叫微程序控制计算机，也称微码控制计算机。

(3) CISC 技术和 RISC 技术 根据 CPU 所采用的技术，计算机分为 CISC 计算机和 RISC 计算机。

① CISC 计算机(complex instruction set computer) 它是大规模集成电路(VLSI)发展的产物。随着 VLSI 的发展，硬件成本不断下降。为增加计算机的功能，以及缩小指令系统与高级语言之间的差异，以便于高级语言的编译和降低软件开发成本，于是便产生了以增加指令条数和指令的复杂性为手段，旨在增加计算机的功能的复杂指令系统计算机(CISC)。其典型处理机产品如表 1.3 所示。

表 1.3 典型的 CISC 处理机产品

性 能	Intel i486	Motorola MC68040	NS32532
指令条数	157(32 位)	113(32 位)	63(32 位)
寻址方式(种)	12	18	9
ALU 字长	32	32	32
通用寄存器(个数)	8	16	8
cache 容量(KB)	8(指令和数据)	4(指令)+4(数据)	0.5(指令)+1(数据)
浮点部件	片内有加法器、乘法器、移位器和 8 个 FP 寄存器	片内有 3 个流水线段，8 个 80 位 FP 寄存器	片外的 FPU: NS32381 或 WTL3164
流水线段	5	6	4
存储器组织	段页式，每页 4KB，TLB 有 32 个入口	页式，每页 4KB~8KB，每个 ATC 有 64 个入口	页式，每页 4KB，64 个入口
工艺(μm)	CHMOS	0.8	1.25
时钟频率(MHz)	25/33	20/40	30
晶体管(个数)	1.2M	1.2M	370k
引脚	168	179	175
推出年份	1989	1990	1987

② RISC 计算机(reduced instruction set computer) 由于 CISC 计算机其指令系统

庞杂,研制周期长,难以保证其正确性,且调试和维护都很困难,运行速度受到影响。于是,1975年,IBM公司便开始探讨指令系统的合理性问题,旨在提高计算机性能,突出问题是如何提高运行速度。这时,该公司的John Cocke提出了精简指令系统的想法。1982年,加州伯克莱大学、斯坦福大学、IBM公司均研制出精简指令系统计算机的样机。1983年,RISC计算机就商品化了,典型处理机产品如表1.4所示。

表 1.4 典型的 RISC 处理机产品

性能	Sun SPARC CY7C601	Intel i860	Motorola MC88100	AMD29000
指令条数	69(32位)	82(32位)	51(3种格式)	112(32位)
寻址方式	7种数据类型	4种	4种	全部寄存器 间接寻址
整型部件(位)	32	32	32	32
通用寄存器	136个,分8个窗口	32个	32个	192个
cache 与 MMU	片外	4KB 指令 cache 8KB 数据 cache 片内 MMU	片外 cache 与 MMU(MC88200)	片内 MMU
存储器 组织	TLB有64项	页式,每页4KB	段页式	TLB有322页 512B 转换 目标 cache
浮点部件	片外 FPU	片内 64 位 FP 乘法器,带 32 个 FP 寄存器的 FP 加法器、3D 图形部件	片内 FPU 加法器带 32 个 FP 寄存器的乘法器和 64 位的算术部件	片外 (AMD29027) AMD29050 有 片内 FPU)
执行方式	并发 IU 和 FPU 操作	允许双指令及双 FP 操作	并发 IU、FPU 和延迟转移和存储器存取	4 段流水线
工艺	0.8 μ m CMOSIV	1 μ m CMOSIV 超过 1M 个晶体管	1 μ m HCMOS 1.2M 个晶体管	1.2 μ m CMOS
时钟频率(MHz)	33	40	20	30/40
引脚	207	168	180	169
推出年份	1989	1989	1988	1988

由于 RISC 机是在 CISC 机的技术基础上发展起来的,况且产品化的 RISC 机也不过是发展中的 RISC 技术的产品,因此,可以说,RISC 机与 CISC 机是相对而言。RISC 机目前尚无严格定义。不过,纵观 RISC 机的发展,可以看出 RISC 机具有如下一些特点。

- 硬件结构上的特点 CPU 中通用寄存器的数目相当多,多于 32 个,有些 RISC 机采用重叠寄存器窗口技术(例如,Berkeley RISC 机有 8 个寄存器窗口,每个窗口含 16 个寄存器;Pyramid 机有 16 个寄存器窗口,每个窗口含 32 个寄存器),寄存器有几百个;采用 cache—主存—外存三级存储体系结构;采用流水线组织,第三

代 RISC 机采用了超标量流水线或超流水线技术,还有的采用超标量超流水线技术;采用组合逻辑控制器。

- 指令特点 指令少;指令简单,表现在长度固定,格式少,寻址方式简单;只有取数和存数两条指令能访问存储器;执行时间短,大部分指令在一个机器周期内即可完成。
- 编译系统上的特点 编译过程分为三个阶段,即源程序→中间码→程序链接→可执行程序;对中间码进行优化,更有效地支持高级语言;具备查错功能。

1.3 微型计算机

现在,微型计算机用户之多,是任何机种都无法比拟的。因此,这里有必要介绍一下微型计算机的有关概念和情况。

1. 微处理器、微型计算机和微型计算机系统

(1) 微处理器(μp) 微处理器本身不是计算机,它是微型计算机的控制和处理部分,主要由算术逻辑运算部件、寄存器组、时序部件和控制部件,再加上连接这几部分的内部总线组成。一般来说,微处理器本身可以直接用做微型计算机的中央处理器(CPU),但有的微处理器要外加时钟发生器和系统控制电路才能作为微型计算机的 CPU,如微处理器 8085 就是如此。

从 1971 年 11 月,Intel 公司发表了世界上第一个微处理器 Intel 4004 开始,微处理器经历了 8 位、16 位、32 位几个发展阶段,如今已进入到了 64 位时代。

(2) 微型计算机 微型计算机除了包括作为 CPU 的微处理器之外,还包括存储器、作为输入终端的键盘和鼠标器,作为输出终端的显示器,以及其他配套装置。

(3) 微型计算机系统 一台微型计算机配上各种外部设备以及软件系统,便构成了一个微型计算机系统。

三者的组成以及它们的相互关系,如图 1.7 所示。

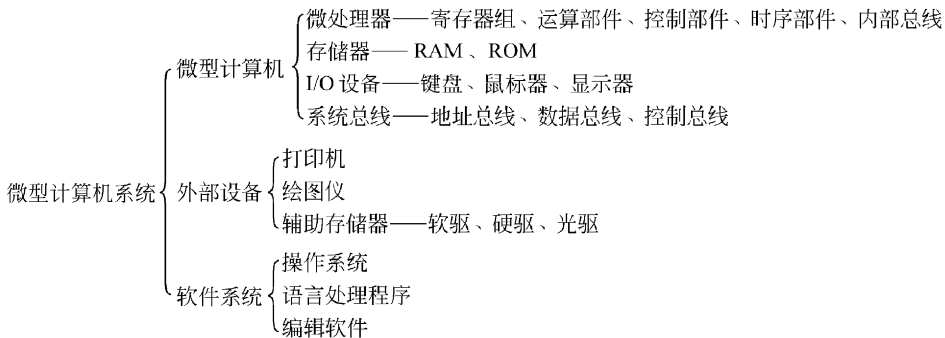


图 1.7 微型计算机系统的组成

人们常将微型计算机简称微机。

2. 微型计算机的分类

微型计算机种类繁多,有各种分法。

(1) 按字长来分 分为 16 位机、32 位机、64 位机等。

(2) 按所用集成芯片数来分 分为单片机和多片机。

单片机是在一块芯片上,集成了一台微型计算机的几乎全部的主要部件,诸如 CPU、RAM、ROM、I/O 接口、定时/计数器等。

目前,国际上单片机的厂家主要有 Intel 公司、Motorola 公司、Philips 公司等。

现在大家所使用的微型计算机,一般来说,都是多片机;即使是单片机,也还需要一些外围芯片,才能组成一台有实用价值的微型计算机。单片机适于控制,便于嵌入。

(3) 按所用印刷线路板数来分 分为单板机和多板机。现在的微型计算机产品,一般都是多板机。单板机适用于控制用途,也能嵌入使用。

(4) 按所用微处理器分 可分为 Pentium、P II、P III、P4 机。它们分别是用 Pentium、P II、P III、P4 微处理器作为 CPU。

(5) 按功能来分 可分为 PC(personal computer)机和工作站(work station, WS)。工作站是面向工程技术人员的一种高档微机系统,其性能介于 PC 和小型机之间,主要特点如下。

- 速度快。
- 存储容量大。
- 图形处理能力强,配有高分辨率显示器。
- 具有较强的网络通信功能。

3. 微型计算机的发展

微型计算机的发展,从当前来看,主要表现在微处理器(CPU)、单片机、多媒体个人计算机(MPC)和网络计算机(NC)这 4 个方面的发展上。

(1) 微处理器

这里着重介绍 Intel 公司的产品的发展情况。自从 1992 年,Intel 公司把 80586 正式命名为 Pentium 之后,其工艺经历了 $0.6\mu\text{m}$ 、 $0.35\mu\text{m}$ 、 $0.18\mu\text{m}$ 、 $0.13\mu\text{m}$ 等几个阶段,主频从 75MHz,发展到 2GHz 以上。

目前,该公司宣布推出的具有双核的 Intel Pentium D,主频达到 3.2GHz。

(2) 单片机

单片机从 20 世纪 70 年代末诞生以来,随着微电子技术的不断发展,芯片的集成密度在不断提高,单片机的含义也在不断丰富,功能也越来越强。发展至今,已经历了 3 个阶段。

- 单片机(single chip micro computer, SCM) 强调的是 single,追求目标是 micro,便于嵌入。
- 微控制器(micro controller unit, MCU) 强调的是 controller,关注智能化控制功能。
- 片上系统(system on chip, SOC) 强调的是系统,实现多种功能集成在一个芯片上。

目前,随着需求的不断增长,对单片机来说,无论是性能,还是功能,都在不断增强。

(3) 多媒体个人计算机(MPC)

① 主要特征如下。

- 具有 CD-ROM(Compact Disk-ROM)驱动器,可以使用 VCD、DVD 或 CD 光盘;
- 可以处理语音、音乐;
- 图文并茂显示,声像同步播放;
- 带有多媒体管理平台。

② 规格 1991 年 11 月,Microsoft 公司召开了多媒体开发者会议,制定了 MPC 规格 1.0 版,并成立了 MPC 市场协会。1993 年 5 月,MPC 市场协会发布了 MPC 标准 2.0 版。这两个版本的规格如表 1.5 所示。

表 1.5 MPC 规格

配 置	性 能 指 标	
	1.0 版	2.0 版
CPU	386/486	486 SX
内存	4MB	4MB
硬盘	30MB	160MB
显示器	分辨率: 640×480 颜色: 16 种	分辨率: 640×480 颜色: 64k 种
CD-ROM	传输率: 150KB/s	传输率: 300KB/s
声卡	采样精度: 8 位/16 位	采样精度: 16 位
平台	Windows 3.0/3.1	Windows 3.1

③ 当前的 MPC 当前,MPC 的配置已大大超过 MPC 规格所规定的指标,如表 1.6 所示。

表 1.6 当前 MPC 的配置

配 置	性 能 指 标
CPU	P III Coppermine 或 P4 Willamette
内 存	64MB~1GB
硬 盘	20GB~30GB
显示器	分辨率: 1024×768,1280×1024 颜色: 64k 种
光 驱	CD-ROM 24、40、48 倍速 传输率: 600KB/s,1MB/s DVD-ROM 8、12 倍速
声 卡	32 位
操作系统	Windows 98,2000 或 UNIX、类 UNIX

(4) 网络计算机(NC)

① 什么是 NC 它是一种新概念计算机,连在网上,充分利用网上的操作系统平台以及其他软件资源,而不需要大磁盘的低成本计算机。

② 技术规范 1996 年,Apple、IBM、Netscape、Oracle、Sun Microsystems 这 5 家公