

## 第 3 章

# 微型计算机硬件系统基础

计算机系统中最基础部分就是构成计算机实体——计算机硬件。自从个人计算机(PC)——微型计算机研发以来,在短短的 30 多年时间里,微型计算机硬件体积越来越小、功能越来越强、价格越来越低、使用越来越方便,新技术新标准快速推广普及。目前,微型计算机已成为国内外应用最为广泛、最普及、更新换代最快的一类计算机。

本章主要内容包括微型计算机硬件系统的组成,微型计算机主机及内部结构,外部存储器、输入设备和输出设备,以及微型计算机的组装等。

### 3.1 微型计算机硬件系统的组成

目前计算机中发展最快、应用最广泛的是微型计算机。微型计算机仍遵循冯·诺依曼体系结构。以 CPU 为核心,配以内存存储器、输入输出(I/O)接口电路和相应的辅助电路就构成了微型计算机的主机部分。在此基础上加配输入/输出等外部设备,则组成了微型计算机硬件系统(俗称裸机)。完整的微型计算机系统是由微型计算机硬件系统和软件系统两大部分组成的,如图 3-1 所示。

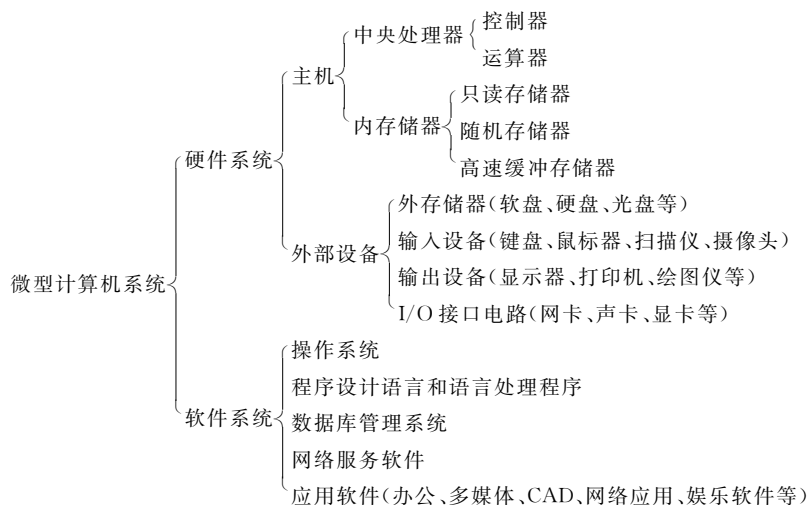


图 3-1 微型计算机系统组成

具体来说,微型计算机的硬件系统是以 CPU 和总线为核心的。CPU 是微型计算机的中央处理部件,它包括寄存器、累加器、算术逻辑部件、控制部件、时钟发生器、内部总线等。微型计算机的硬件系统结构普遍采用总线(BUS)结构来实现各种部件之间的连接。所谓总线,是指计算机内部传输指令、数据和各种控制信息的高速通道(连接线集),是计算机硬件的一个重要组成部分。微型计算机中的总线有多种类型。CPU 与外部电路(设备)的连接线集称为系统总线,它包括数据总线(DB)、地址总线(AB)和控制总线(CB)三种。CPU 通过系统总线与随机存取存储器(RAM)、外存储设备、输入/输出接口以及其他 I/O 接口相连。微型计算机基本结构如图 3-2 所示。

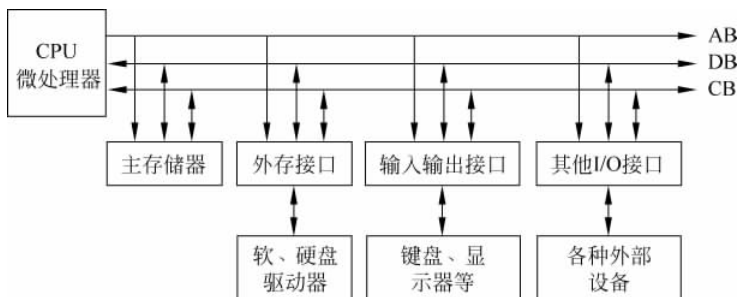


图 3-2 微型计算机硬件结构

世界第一台 PC 由美国 IBM 公司于 1981 年推出。由于该机型具有结构合理、配置齐全、操作方便、软件丰富、容易扩充、价格低等优点,在世界范围内被广泛使用并迅速占领了绝大部分 PC 市场。同时创立了微型计算机总线接口的工业标准,并成为国际标准,为促进微型计算机硬件开发、生产以及微机的迅速普及做出了极大的贡献。

经过 30 多年的发展,微型计算机硬件技术已经发生了极大的发展,其性能已经超过了早中型机的水平,而且价格在不断地降低,成为普及率最高的电子产品之一。随着计算机硬件技术的进步,微型计算机产品已是枝繁叶茂、种类繁多,部分微机外形如图 3-3 所示。



图 3-3 部分微型计算机外观

## 3.2 主机及其内部结构

通常,微型计算机由主机和外设组成。而主机一般包括中央处理器、主存储器等。

### 3.2.1 中央处理器

中央处理器(Central processing unit,CPU)是一块超大规模集成电路芯片,通过专门的

CPU 插座安装在主板上,它是整个计算机系统的核心。CPU 主要包括运算器、控制器和寄存器三个部件。其中运算器主要完成各种算术运算和逻辑运算;控制器是指挥控制中心,控制运算器及其他部件工作,它能对指令进行分析,做出相应的控制;寄存器是用来暂时存放运算的中间结果或数据。这三个部件相互协调,便可以进行分析、判断、运算并控制计算机各部分协调工作。

目前的 CPU 有许多型号和类型,其分类方法也有多种。从适用机型的角度可分为台式机 CPU 和笔记本 CPU;从生产商上可分为 Intel CPU 和 AMD CPU、从内核数目上可分为单核 CPU 和多核 CPU、从计算机应用领域上 PC CPU 和服务器 CPU 等。

### 1. 单核 CPU

单核 CPU,简称 CPU,由运算器、控制器、寄存器组和内部总线等构成。其基本内部结构如图 3-4 所示。

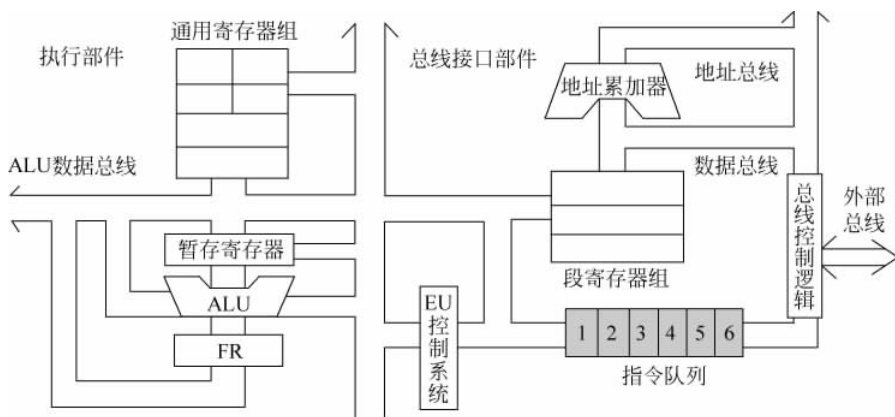


图 3-4 单核 CPU 基本结构

(1) 运算器和内部寄存器。运算器的主要部件是算术逻辑单元 ALU,其核心功能是实现数据的算术运算和逻辑运算。内部寄存器包括通用寄存器组和段寄存器组,其功能是用来暂时存放数据(包括参加运算的运算数、运算结果等)。

(2) 控制逻辑单元。控制逻辑单元主要完成指令的分析、指令及操作数的传送、产生控制和协调整个 CPU 需要的时序逻辑等。

(3) CPU 内部总线。数据和指令在 CPU 内的传送通道,包括 ALU 数据总线等。

### 2. 多核 CPU

多核处理器是指在一块 CPU 芯片内集成两个以上完整的计算引擎(内核)。多核技术的开发源于工程师们认识到,仅仅提高单核芯片的主频会产生过多热量且无法带来相应的性能改善;提高单核芯片上集成的晶体管数目又将受到半导体材料的物理限制。因此目前的 CPU 主频被限制在 3.8GHz 以下。

采用多核心技术来提高 CPU 的性能的方案,给人们带来了新的希望。尽管早在 20 世纪 90 年代末,就有专家呼吁用单芯片多处理器(CMP)技术来替代复杂性较高的单线程 CPU,但从结构到工艺都有许多的问题需要解决,并非简单的合二为一。直到 2005 年 4 月,Intel 公司才推出双核的“奔腾 D 型”CPU,同年 AMD 公司在之后也发布了双核“皓龙”

(Opteron)和“速龙”(Athlon)64-X2 型处理器。2006 年成为多核 CPU 发展的里程碑, Intel 正式发布了基于酷睿(Core)架构并推出了至强(Xeon)5300 服务器型和酷睿双核、四核至尊版系列处理器。2010 年 3 月, Intel 正式发布了全球第一款针对桌面级用户的 32nm 六核处理器——酷睿 i7 980X Extreme; AMD 也投放了新的 Thuban 六核产品, 其内核照片如图 3-5 和图 3-6 所示。至今已经有多达 16 核的服务器 CPU 面市。部分多核 CPU 的外形如图 3-7 所示。

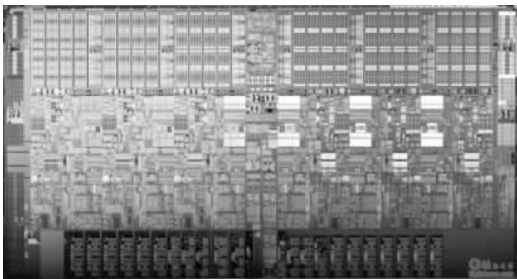


图 3-5 Intel 六核内核照片

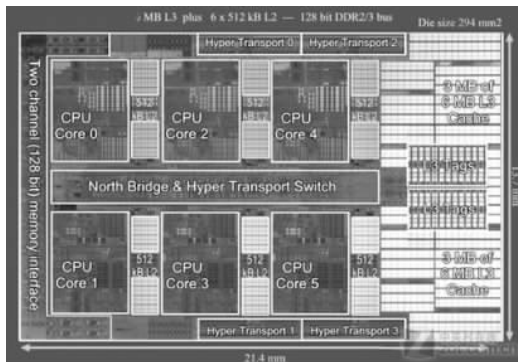


图 3-6 AMD 六核内核照片



图 3-7 部分双核、四核和六核 CPU 的外形

Intel 高级副总裁帕特·基辛格认为,从单核到双核,再到多核的发展,证明了摩尔定律仍是非常正确的,因为“从单核到双核,再到多核的发展,可能是摩尔定律问世以来,在芯片发展历史上速度最快的性能提升过程”。多核技术代表了计算机技术的一次创新,因为多核处理器比单核处理器具有性能和效率优势,多核处理器已经成为被广泛采用的计算模型。在推动 PC 安全性和虚拟化技术的重大进程中,多核处理器扮演中心作用,这些安全性和虚拟化技术的开发用于为商业计算市场提供更大的安全性、更好的资源利用率、创造更大价值。用户从中得到了前所未有的性能,这将极大地扩展其家庭 PC 和数字媒体计算系统的使用。多核处理器具有不增加功耗而提高性能的好处,实现更大的性能/能耗比。

### 3. CPU 的主要性能指标

(1) 主频: 也称 CPU 时钟频率,即 CPU 工作频率,以 GHz 为单位。一般说来,一个时钟周期完成的指令数是固定的,所以主频越高,CPU 的速度也就越快。

(2) CPU 的字长: CPU 在单位时间内能一次处理的二进制数的最多位数叫字长。字长越长,性能越好。当前主流 CPU 的字长为 64 位。

(3) 缓存(Cache): 缓存大小也是 CPU 的重要指标之一,而且缓存的结构和大小对 CPU 速度的影响非常大。CPU 缓存的工作频率与 CPU 相同。CPU 缓存可分 L1 Cache、L2 Cache 和 L3 Cache 三级,缓存容量越大,CPU 内部读取数据的命中率越高。

(4) 内核数目: CPU 中包含的处理器核的个数。一般说,内核数越多,性能越高。

(5) 前端总线(FSB)频率: CPU 与内存直接数据交换速度。而数据带宽=(FSB×数据位宽)/8,FSB 越高,性能越高。

(6) 指令执行速度: CPU 每秒能执行的指令数,一般单位为 MIPS(百万次/秒)。

(7) 工作电压: 也就是 CPU 正常工作所需的电压。低电压能解决耗电过大和发热过高的问题,这对于笔记本电脑尤其重要。

(8) 制造工艺: 现在 CPU 普遍采用了 32nm 和 22nm 的生产工艺,20nm 工艺的 CPU 已于 2014 年年底投入市场。基于 14nm 工艺的 CPU 将进一步提高集成度和工作频率。

### 3.2.2 图形处理器

图形处理器(Graphic processing unit,GPU),是相对于 CPU 的一个概念。在现代的计算机中,图形处理变得越来越重要。3D 图形处理包括多边形转换与光源处理(T&L)、立方环境材质贴图 and 顶点混合、纹理压缩和凹凸映射贴图、双重纹理 4 像素 256 位渲染引擎等均涉及大量的计算,因此需要能够从硬件上支持 T&L 图形处理器而不占用 CPU 资源。于是具有硬件 T&L 技术的图形处理芯片——GPU,于 1999 年由 NVIDIA 公司发布。此后,基于 GPU、海量显存和高速接口技术的显示器适配卡(简称显卡)在 3D 图形处理上获得了极大的成功,成为当前高性能微机的重要标志之一。现在市场上的显卡大多采用 NVIDIA 和 ATI 两家公司的图形处理芯片。

#### 1. GPU 的特点

(1) 体系结构: GPU 的体系结构既不同于 CPU 也不同于信号处理芯片 DSP 架构。

(2) 浮点运算: GPU 所有计算均使用浮点算法,没有位或整数运算指令。

(3) 二维存储空间: GPU 存储系统采用二维的分段存储空间,包括一个区段号(从中读取图像)和二维地址(像素坐标)。

(4) 直接写指令: 没有任何间接写指令。输出写地址由光栅处理器确定,且不能由程序改变。

(5) 独立执行碎片代码: 不同碎片的处理过程间不允许通信,在所有碎片中独立执行代码。

GPU 相当于专用于图像处理的 CPU,处理图像的工作效率远高于 CPU。此外,GPU 还可以高速执行从线性代数和信号处理到数值仿真的多种运算。GPU 开发工具能够让用户编写类似 C 语言的代码,并编译成碎片程序汇编语言用于图形处理或浮点运算。基于 GPU 的运算速度比 CPU 高许多,这使得 GPU 除作为图形引擎外,也会成为 PC 的计算引擎。

#### 2. 基于 GPU 的显示器适配卡

通常 GPU 安装在显示卡上作为 PC 的扩展卡,Intel 则已经把 GPU 集成在控制芯片中。采用了 NVIDIA 的 GeForce GTX 480 型 GPU 的显卡及其结构和安装如图 3-8 所示。

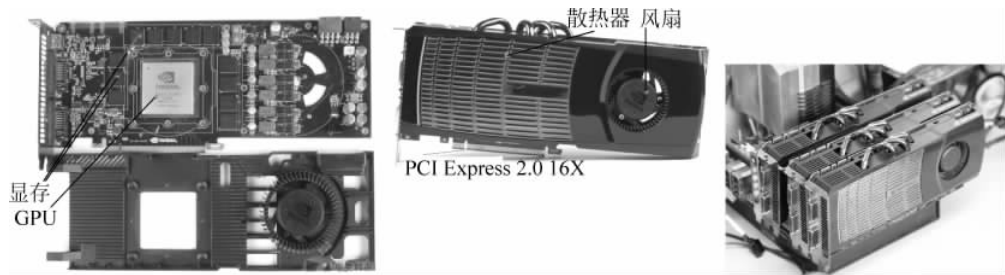


图 3-8 GeForce GTX 480 显示器适配卡及其安装

### 3.2.3 内部存储器

内部存储器简称内存,又称为主存储器。它是一组或多组具备数据读/写操作和数据存储功能的集成电路。内存的主要作用是用来存放计算机系统执行的程序(指令集)和数据、各种输入/输出数据和中间计算结果,以及与外部存储器交换信息时作为缓冲用。

#### 1. 内存的分类

##### (1) 只读存储器(Read only memory,ROM)

存储在 ROM 中的数据理论上是永久的,即使断电后,ROM 中的数据也不会丢失。因此,ROM 中常用于存储微型机不可丢失的重要信息,如主板上的基本输入输出系统(BIOS)等。只读存储器分为 ROM、可编程 ROM (Programmable ROM,PROM)、可擦写可编程 ROM(Erasable programmable ROM,EPR0M)、电可擦写可编程 ROM (Electrically erasable programmable ROM,EEPROM)和闪存存储器(Flash memory)等类型。

##### (2) 随机存取存储器(Random access memory,RAM)

RAM 主要用来存放系统中正在运行的程序、数据和中间结果、与外部设备交换的信息等。它的存储单元根据需要可以进行读/写操作,但它只能用于暂时存放信息,一旦断电,其中的数据就会丢失。随机存储器就是我们通常所说的内存条,是最重要计算机部件。随机存储器又分为动态随机存储器 DRAM 和静态随机存储器 SRAM 两大类,而动态随机存储器又可以有 SDRAM、DDR 和 RDRAM 等类型。

同步动态随机存储器 SDRAM(Synchronous DRAM),遵循 PC 100 和 PC 133 规范,其接口为 168 线的双列直插式存储模块(DIMM)封装,最高数据读写速率可达 5ns,带宽 64 位,工作电压 3.3V。SDRAM 要求在一个 CPU 周期内来完成数据的访问和刷新。SDRAM 也采用了多体(Bank)存储器结构和突发模式,能传输一整块而不是一段数据,大大提高了数据传输率,工作频率最大可达 133MHz。

双倍数据传输率 SDRAMDDR(Double data rate SDRAM)存储器,简称 DDR,它是 SDRAM 的升级版。DDR 采用特殊电路,可以在时钟的上、下沿都传输数据。DDR SDRAM 采用 184 针(PIN),与 SDRAM 模块不兼容。DDR 命名有两种方法:一种是工作频率,如 DDR400;另一种使用实际的峰值数据传输速率来命名,如 PC 1600 和 PC 2100,分别表示其峰值数据传速率为 1600MB/s 和 2100MB/s。图 3-9 为 DDR 400 内存条外形图。

目前,性能更好的 DDR 2 和 DDR 3 型内存已经取代 DDR。DDR 2 型内存每个时钟能够以 4 倍外部总线的速度读/写数据,并且能够以内部控制总线 4 倍的速度运行。DDR 3



图 3-9 DDR 400 内存条

相比起 DDR 2 有更低的工作电压(1.5V),性能更好,每个时钟能够以 8 倍外部总线的速度读/写数据,最高能够达到 2000MHz 的速度。

RDRAM(Rambus DRAM)是一种与 DDR 和 SDRAM 不同的内存,它采用了串行的数据传输模式。RDRAM 的数据存储位宽是 16 位,远低于 DDR 和 SDRAM 的 64 位,但在频率方面则远远高于二者,并且同样也是在一个时钟周期的上升和下降沿各传输一次数据,内存带宽能达到 1.6Gbyte/s。RDRAM 彻底改变了内存的传输模式,但专利费用和制造成本导致了其价格较高,未能形成主流。

### (3) 高速缓冲存储器(Cache)

Cache 是一种容量较小、但速度很高的存储器,通常由 SRAM 组成。在计算机中,凡传输速率不同的器件或设备相连,接口处均需要设置一定容量的 Cache 以确保数据传输正确和提高运行速率。例如,在 CPU 内设置 Cache 就能把在一段时间内一定地址范围被程序频繁访问的数据集合,成批地从内存中读到 Cache 中,供 CPU 随时直接采用,而使 CPU 减少或不再去直接访问速度较慢的内存,就可以减少 CPU 的等待时间、加快程序的运行速度。在 CPU、硬盘、软盘驱动器、光盘驱动器、显卡和网卡内均设计了一定容量的 Cache。

## 2. 内存储器的主要技术指标

**存储器容量:** 存储器容量的基本单位是字节(Byte 简称 B)。存储器容量即存储器中包含的字节数。通常以 KB、MB、GB、TB 为存储器容量单位,以 1024 为倍律。

**存储速度:** 存储器进行一次存取数据所需的时间,单位为纳秒(ns)。目前内存存取周期有 6ns、8ns、10ns 几种,更快的存储器用于显卡,有 2.8ns、3ns、3.5ns 几种。

**内存带宽:** 内存带宽  $B = F * D / 8$ ,其中 F 表示存储器时钟频率、D 表示存储器数据总线位数。例如 133MHz SDRAM 的内存带宽  $B = 133\text{MHz} * 64\text{bit} / 8 = 1064\text{MB/秒}$ 。

**奇偶校验和 ECC:** 为检验存取数据是否准确无误,内存条中每 8bit 容量要配备 1bit 作为奇偶校验位,并配合主板的奇偶校验电路对存取的数据进行正确校验。ECC(Error check and correct)是错误检测与纠正,即对 8bit 数据用 4bit 来进行检测与纠错。带奇偶校验和 ECC 的内存稳定可靠,用于服务器。

## 3.2.4 主板

主板(Mainboard)又称为系统板(Systemboard)或母版(Motherboard),采用开放式结构。它是在多层印制电路板上焊接了主板芯片组、接口芯片、稳压电路、时钟电路等多种器件和接插件的微机主要部件。在它之上,CPU、内存条、显卡等器件和扩展卡及外设可直接安装或通过电缆连接在一起,组成一套完整的计算机硬件系统。计算机在运行时对系统

内的部件和外部设备的控制都必须通过主板来实现,主板既是计算机各个部件连接的支架和物理通路,也是各部件之间数据传输的逻辑通路。因此,计算机整体运行速度和稳定性也在很大程度上取决于主板的性能。

高度集成和高性能是主板发展的必然趋势。现在主板不但可以集成声卡、网卡、磁盘阵列 Raid,而且还可以集成显卡,以及各种新型接口。图 3-10 是一款主板的外形图。

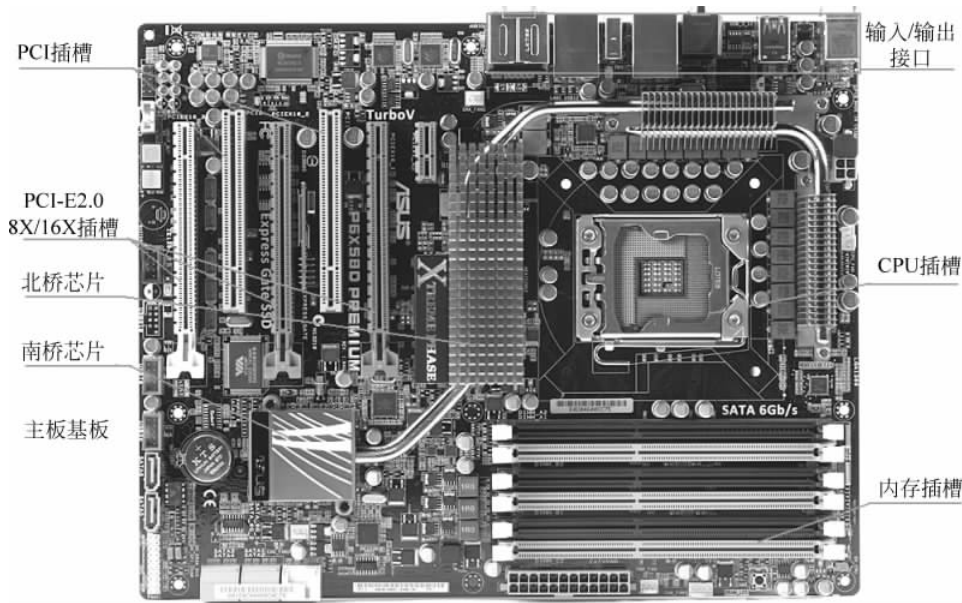


图 3-10 华硕 P6X58D Premium 主板

主板分类有多种方法:从应用角度可分为微机主板和服务器主板两大类;按其支持的 CPU 类型又可分为 Intel 主板和 AMD 主板两大类。

微机主板的特征是:只支持单个 CPU 及相应的芯片组;一般都不支持内存 ECC 校验;提供丰富的输入/输出接口,包括 IDE/SATA 接口、FFD 接口、AGP Pro、PCI-E 2.0 8X/16X 显示卡接口、USB 2.0/1.1、IEEE 1394、COM、LPT、IrDA 等接口以满足用户的不同需求;多数整合 10/100M/1000 网卡;价格便宜等。

服务器主板最重要的是可靠性和稳定性,其次才是高性能,要满足 365 天的满负荷工作要求。服务器主板特点是采用专门的服务器芯片组;支持单个或多个 CPU 和海量内存(一般都能支持几 GB 至上百 GB);支持内存 ECC 校验等。当然价格也很高。

微机主板上的主要部件说明如下。

### 1. CPU 插槽

主板上有一个正方形、布满插孔的插座就是 CPU 插槽。不同类型的 CPU 使用的 CPU 插槽结构是不一样的。CPU 插槽在安装形式上主要有 Socket 和 Slot 两大工业标准。与 Intel Core i7 类 CPU 相配套的 CPU 插槽规格是 LGA 1366。CPU 插槽是主板分类的重要标志之一。

### 2. 内存插槽

在主板上的内存插槽是细长的插槽。目前内存条插槽有 DIMM 和 SIMM 两种类型。

主板上内存插槽的数量和类型直接影响系统内存的扩展能力及工作方式,其插槽的线数常见有 168 线、184 线和 240 线等,主板内存插槽类型决定了微机内存条的类型。

### 3. 主板芯片组

主板芯片组是焊接在主板上的一组超大规模集成电路芯片的总称,是主板上重要的部件,芯片组的功能在很大程度上决定主板的功能。芯片组控制着主板乃至整个计算机系统的运行,支配并掌握着主板及计算机系统的配置与性能。例如支持多少个扩展插槽、支持哪些 CPU、支持何种内存条、有多少种接口等。主板芯片组的发展一直是与 CPU、内存的发展同步的。

通常主板芯片组由南桥芯片(South bridge chip)和北桥芯片(North bridge chip)构成,而芯片组的名称以北桥芯片的名称来命名。南桥芯片负责 I/O 总线之间的通信,如 PCI 总线、USB、LAN、ATA、SATA、音频控制器、键盘控制器、实时时钟控制器、高级电源管理等。北桥芯片负责与 CPU 的联系并控制内存、AGP、PCI 数据在北桥内部传输,提供对 CPU 的类型和主频、系统的前端总线频率、内存的类型和最大容量、PCI/AGP/PCIE 插槽、ECC 纠错等支持,某些北桥芯片还集成了显示核心。

随着 22nm 的全新 Ivy Bridge CPU 面世,基于 22nm 技术的 Intel Z77 等系列主板芯片组也配套上市,这样能使新型 CPU 完全发挥其性能,使计算机的性能全面提高。

### 4. 扩展插槽

主板上的扩展插槽是 CPU 通过系统总线与外部设备连接的通道,每种扩展插槽都有其相应的标准。主要的扩展插槽包括显卡插槽、PCI 插槽、IDE 插槽、FDD 插槽、SATA 接口等。主板的扩展插槽越多,系统的功能就越强。目前显卡插槽类型主要有 PCI-E 2.0 8X/16X、AGP Pro 等。IDE 插槽和 SATA 接口用于硬盘、光驱,FDD 插槽用于软驱。

### 5. CMOS 与 BIOS

CMOS(Complementary metal oxide semiconductor),意思是互补金属氧化物半导体存储器,它是主板上的一块由电池供电的可读写 RAM 芯片,用来保存当前计算机系统的硬件配置和用户对某些参数的设定。即便系统掉电,这些设置的信息也不会丢失。CMOS 中各项参数的设定要通过专门的程序(即 BIOS 设置程序)来完成。

BIOS(Basic input output system),意思是基本输入输出系统,是操作系统的一部分。其内容被固化在主板上的一个 ROM 芯片上,主要包括系统最重要的基本输入输出程序、BIOS 设置程序、开机上电自检程序和系统启动自举程序等。设置参数被储存在 CMOS 芯片中,在开机时可对其进行设置,其主要功能是为计算机提供最底层的、最直接的硬件设置和控制。

目前最新的 BIOS 是 UEFI BIOS,它是按图形化需求重新设计的 BIOS 系统,是一个原生的图形化 BIOS。UEFI BIOS 可以实现鼠标拖动设置启动顺序,具有快速启动、一键优化设定等功能。

## 3.2.5 计算机电源

微型计算机电源是微机能源的提供者,采用开关电源技术将交流 220V 的电压转换为计算机中所需的 $\pm 5V$ 、 $\pm 12V$ 、 $+3.3V$ 等各种直流电压。计算机电源可分为两大类。

### 1. AT 电源

AT 电源是 IBM PC 的标准电源。AT 电源的功率一般为 150~220W,共有 4 路输出(±5V、±12V),另外向主板提供一个 P.G. 信号。输出线为 2 个六芯插座(与主板相连)和几个四芯插头(与外存储设备相连)。AT 电源采用切断交流电网的方式关机。如今 AT 电源随老式主机淡出了市场。

### 2. ATX 电源

Intel 于 1997 年 2 月推出 ATX 2.01 电源标准。与 AT 标准相比,其外形尺寸没有变化,主要增加了+3.3V 和+5V StandBy 两路输出和一路 PS-ON 信号,输出的各路电源用一个 20 芯接线插头给主板供电。ATX 电源如图 3-11 所示。



图 3-11 ATX 电源

随着 CPU 技术的不断提高,低电压 CPU 成为主流,3.3V 供电成为必然。+5V StandBy 也称辅助+5V,只要插上 220V 交流电它就有电压输出。PS-ON 信号是主板向电源提供的电平信号,低电平时电源起动,高电平时电源关闭。利用+5V SB 和 PS-ON 信号,就可以实现软件开关机器、键盘开机、网络唤醒等功能。辅助 5V 始终是工作的,要彻底关机需另加一个开关来切断交流电源输入。

### 3. PC 电源的技术指标

输出电压的稳定性:电压高低变化将严重影响计算机,重则烧坏主板及附属设备。

输出电压的纹波:要求其交流成分(纹波电压)越小越好,纹波电压高会产生数字电路中不能容忍的杂讯,会让电路做出误动作甚至不工作。

Power good 信号和 Power fail 信号:电源直流输出电压检测信号和交流输入电压检测信号。当电源交流输入电压降至安全工作范围以下时,电源发出 Power fail 信号使系统关机;主板只有接收到 Power good 信号才正常启动。

电源的功率:电源功率从 150~800W 不等,视主机各部件的耗电量而定。

电源的安全认证:电源必须符合某个国家的安全标准并得到其法定部门颁发的证书。比如获得 UL 机构颁发的证书,就称为取得了 UL 认证。中国强制认证机构(China compulsory certification,CCC)是我国的安全认证机构。3C 认证是我国电气设备必须获得的认证,它对电压稳定、抗电强度、漏电流、温度等做出了严格规定。

#### 3.2.6 总线、接口与连接电缆

##### 1. 总线

总线是计算机中将各大部件如 CPU、存储器、各种控制芯片和输入输出接口电路芯片等互相物理连接,传输各种数据和控制信息的电路和通道。总线按照层次结构和连接部件的不同可分为:内部总线、系统总线和外部总线。

(1) 内部总线:在 CPU 内,是 CPU 连接各寄存器、运算器和控制器等的总线。

(2) 系统总线:由 CPU 引出。它由地址总线(AB)、数据总线(DB)和控制总线(CB)组成。数据总线是双向的,它是 CPU 与各部分的数据通路,其总线宽度(根数)与微处理器的