

第1章 计算机系统概述



知识要点

- ◇ 计算机的发展
- ◇ 计算机硬件系统组成
- ◇ 计算机的基本工作原理
- ◇ 计算机软件系统
- ◇ 数据在计算机中的表示
- ◇ 计算机在现代社会中的应用



1.1 计算机的发展

1.1.1 早期计算机的发展

在人类的文明史中,人们不断地发明和改进各种计算工具来提高计算速度,计算技术的发展可以追溯到早期人类用石块进行计数,唐代制造出了专门用于计算的工具体算盘。1622年,英国数学家威廉·奥特雷(William Oughtred)发明了能够执行加、减、乘、除、指数等六位数运算的计算尺。1642年,法国数学家帕斯卡(Pascal)发明的采用齿轮装置通过旋转进位的方式进行运算的加法器。1822年,英国数学家查尔斯·巴贝奇(Charles Babbage)制造出的差分机能提高乘法速度和改进对数表等数字表的精确度,如图1-1所示。1834年,查尔斯·巴贝奇研制差分机的工作中,提出了一项新的计算性能远远超过差分机的设计,这个新的设计称为分析机,如图1-2所示,他的设计思想为现代电子计算机的结构设计奠定了基础。

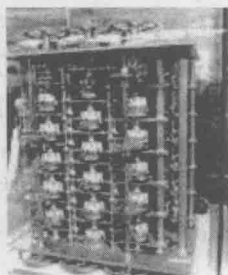


图1-1 差分机

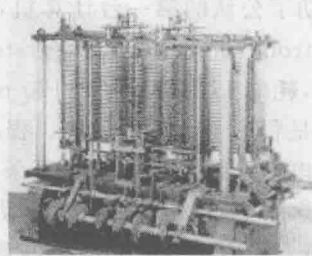


图1-2 分析机

20 世纪 30 年代,美国哈佛大学的霍华德·艾肯(Howard Aiken)在巴贝奇的《一个哲学家的生活历程》一书中发现了巴贝奇关于如何制作一台计算机的内容,之后在 IBM 公司的资助下,与纽约 IBM 工程实验室的工程师合作,在 1944 年研制出 Mark I, Mark I 被人们称为第一台美国计算机,这台机器不完全是电子的,属于机电式。

计算机逻辑的奠基人,英国科学家阿兰·麦席森·图灵(Alan Mathison Turing, 1912—1954, 见图 1-3)提出了图灵机的概念和用“图灵测试”作为衡量人工智能的标准,他对计算机的发展提出了许多预见性的观点,这些观点在后人的研究工作中不断得到证实,由于他杰出的贡献被人们推崇为人工智能之父,使他成为计算机界的第一人,后来为了纪念这位伟大的科学家,美国计算机协会在 1966 年设立了图灵奖,图灵奖主要每年授予在计算机技术领域作出突出贡献的个人。



图 1-3 阿兰·麦席森·图灵



图 1-4 冯·诺依曼

1941 年,美国爱荷华州立大学的约翰·阿塔诺索夫(John V. Atanasoff)和他的研究生克里夫特·伯瑞(Clifford E. Berry)研制成功的 ABC 计算机(Atanasoff - Berry Computer)形成了电子计算机的雏形,也有研究表明,ABC 计算机更应该称为世界上第一台电子计算机。

1945 年 6 月,美国科学家冯·诺依曼(John Von Neumann, 见图 1-4)与他的同事联名发表了一篇长达 101 页纸的报告,在这份报告中提出了“存储程序”的概念,规定了计算机硬件的基本体系结构和计算机的工作原理,在冯·诺依曼与同事研制的电子计算机 EDVAC 中采用了“存储程序”的概念,此后,以“存储程序”概念设计的计算机被称为“冯·诺依曼机”,冯·诺依曼的计算机设计思想奠定了现代计算机体系结构的基础。

1.1.2 电子计算机的产生和发展

1946 年,在美国宾夕法尼亚大学的莫克利(John W. Mauchly)和埃克特(Eckert John Presper Jr.)研制成功了公认的第一台计算机,它的名称叫 ENIAC(埃尼阿克),即电子数字积分计算机(the Electronic Numerical Integrator and Computer),如图 1-5 所示,它使用了 17 468 个真空电子管,耗电 174 kW,占地 170 m²,重达 30 t,每秒钟可进行 5 000 次加法运算。ENIAC 的最大缺点是程序与计算两分离。程序指令被存放在机器的外部电路里,在计算某个题目前,必须有人像电话接线员那样把数百条线路用手接通,才能进行几分钟运算。虽然 ENIAC 的发明存在很多不足,但是它的问世表明了电子计算机时代的到来,奠定了电子计算机的发展基础,在计算机发展史上具有划时代的意义。

1948 年,莫克利和埃克特创办了世界上第一家商业电脑公司,使得计算机第一次作为商

品被出售,也标志着计算机开始为大众事业服务。

从第一台电子计算机问世至今,计算机得到了飞速的发展,经历了几次更新换代,每一次更新换代都使计算机的体积和耗电量大大减小,功能大大增强,应用领域进一步拓宽,特别是体积小、价格低、功能强的微型计算机的出现,使得计算机迅速普及,进入了办公室和家庭,在办公室自动化和多媒体应用方面发挥了很大的作用,计算机在推动社会的发展与进步的同时,也改变了我们的工作和生活方式。目前,计算机的应用已经渗透到了社会的各个领域,计算机采用的基本元器件经历了电子管、晶体管、中小规模集成电路、大规模和超大规模集成电路四个发展阶段。



图 1-5 ENIAC

1. 第 1 代电子计算机(1946—1957 年)

第 1 代电子计算机是以电子管为逻辑开关元件的计算机。这一代电子计算机体积大、耗电多、存储容量小、运算速度低,速度仅为每秒几千次至几万次,外存使用纸带、卡片等,数据和指令必须通过穿孔卡片输入,使用机器语言或汇编语言。主要用于军事目的和科学研究,具有代表性的机型有电子数值积分计算机 ENIAC、电子离散变量计算机 EDVAC、电子延迟存储自动计算机 EDSAC 和通用自动计算机 UNIVAC-I 型。

2. 第 2 代电子计算机(1958—1963 年)

第 2 代电子计算机是以晶体管作为逻辑开关元件的计算机,这一代电子计算机具有体积小、重量轻、省电、寿命长、速度快等特点,将磁芯作为内存储器,磁盘、磁带作为外存储器,使用接近人类语言的高级程序设计语言,如 FORTRAN、COBOL、ALGOL 等高级语言,应用领域从科学研究扩展到数据处理和事物处理等,具有代表性的机型有从 1958 年起 IBM 陆续开发了晶体管化的 7090、7094 等大型科学计算机和 7040、7044 等大型数据处理机。

3. 第 3 代电子计算机(1964—1970 年)

第 3 代电子计算机是以中小规模集成电路作为逻辑元件的计算机,与第 2 代电子计算机相比,体积更小、更省电、寿命更长、可靠性更高、运算速度更快,运算速度每秒几百万次至几千万次,存储器体积越来越小,开始采用虚拟存储技术,计算机软件技术有了较大发展,出现了操作系统和会话式语言计算机开始应用于文字处理、图形处理等领域,代表机型有 IBM 公司在 1964 年推出的 IBM360 计算机。

4. 第 4 代电子计算机(1971 年至今)

第 4 代电子计算机是以大规模和超大规模集成电路作为逻辑器件的计算机,电子计算机体积不断减小,价格越来越低,运算速度达到每秒数百万亿次,主存储器采用了集成度更高的半导体存储器,在硅半导体上集成大量的电子元器件,操作系统不断完善,出现了网络操作系统和分布式操作系统。计算机开始广泛应用于社会各领域。

1.1.3 计算机的分类

目前,计算机的种类繁多,分类方法也很多,按照计算机的运算速度等性能来分类,可以分

为高性能计算机、微机和嵌入式系统。

1. 高性能计算机

高性能计算机包括超级计算机、大型集群计算机和大型服务器等,这类计算机主要应用在石油勘探、气象预报、航天国防、科学研究等对计算机性能要求比较高的领域。

超级计算机是通过使用大量的集成电路芯片制造的,是计算机中功能最强、运算速度最快、存储容量最大的计算机,多用于国家高科技领域和尖端技术研究,是国家科技发展水平和综合国力的重要标志。

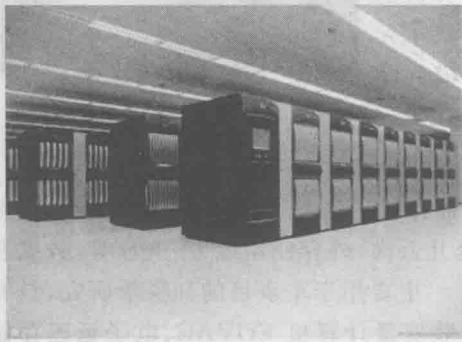


图 1-6 天河一号 A

国际上每年都进行计算机 500 强测试,凡是能够入围的计算机都可以成为超级计算机。2010 年 11 月,国际 TOP500 组织宣布“天河一号 A”成为全球最快的超级计算机,“天河一号 A”是我国自主研发超级计算机,是国防科学技术大学在超级计算机“天河一号”的基础上,对加速节点进行了扩充与升级后的超级计算机,如图 1-6 所示,“天河一号 A”的运算速度到达了每秒 2 507 万亿次,可应用于石油勘探、高端装备研制、工程设计与仿真分析、气象预报和遥感数据处理等领域。

2011 年 6 月,国际 TOP500 组织宣布,日本超级计算机“京”(K computer)以每秒 8 162 万亿次运算速度取代“天河一号 A”成为全球最快的超级计算机。2011 年 11 月,日本理化学研究所与富士通宣布共同开发的超级计算机“京”达成了开发目标,计算能力每秒钟超 1 亿亿次。超过了 2011 年 6 月创造的每秒 8 162 万亿次的世界最快运算速度。“京”可用于地震、海啸的模拟及新药品的制作。

2. 微机

微机包括 PC 系列计算机、苹果系列电脑和掌上电脑等。

PC 微机又称个人计算机(Personal Computer, PC), 1981 年 8 月,IBM 推出了 IBM 5150,它的 CPU 采用了 Intel 公司的 Intel 8088,装备着显示器、键盘和两个软磁盘驱动器,操作系统是微软公司的 DOS 1.0,IBM 将 5150 称为 Personal Computer(个人计算机),不久以后,“个人计算机”的缩写“PC”成为所有个人计算机的代名词。



图 1-7 台式计算机

目前,个人计算机泛指所有的个人计算机,如图 1-7 所示,包括桌上型计算机、笔记型计算机或是兼容于 IBM 系统的个人计算机等。现在大多数的桌上型计算机和笔记型计算机都采用 Intel 公司和 AMD 公司生产的 CPU。

笔记本电脑是一种小型的、可携带的微机,如图 1-8 所示,它有着与台式计算机类似的结构组成,软件系统与台式计算机兼容,但提供了更好的便携性:除了包括液晶显示器、键盘和鼠标外,还提供了触控板(TouchPad)或触控点(Pointing Stick),可以提供更好的定位和输入功

能。体积越来越小、重量越来越轻、功能越来越强大是笔记本电脑未来的发展方向。

苹果系列电脑是美国苹果公司生产的,如图 1-9 所示。苹果公司于 1976 年创立,总部位于美国加利福尼亚的库比提诺,核心业务是电子科技产品。苹果电脑分为家用和商用两个系列,家用系列包括家用的台式机(iMAC)和家用笔记本电脑(iBOOK),商用系列包括商用的台式机(Power MAC)和商用笔记本电脑(Power BOOK),所有的苹果电脑统称为 Macintosh (MAC)。



图 1-8 笔记本电脑



图 1-9 苹果电脑

苹果电脑过去一直使用 Motorola 公司和 IBM 公司等几家大公司联合设计制造的 CPU,它的大部分硬件和操作系统都是由苹果公司自己生产和开发的,其运算能力远远超过普通 PC 微机,适合于影像处理和图像处理领域,很多软件企业也为苹果电脑开发专用软件,因此,苹果电脑在硬件和软件上不与 PC 系列微机兼容。由于苹果电脑的架构与 PC 系列计算机的架构不同,所以很少受病毒的侵袭,最知名的产品包括 Apple II、Macintosh 电脑、iPod 音乐播放器、iTunes 商店、iPhone 手机和 iPad 平板电脑等。2006 年,苹果电脑与 Intel 公司合作,开始在部分产品中采用 Intel 公司生产的 CPU。

掌上电脑又称 PDA(个人数字助理),是一种辅助个人工作的数字工具,主要提供记事、通讯录、看电影、学习、名片交换及行程安排等功能,如图 1-10 所示。掌上电脑通常采用手写笔作为输入设备,存储卡作为外部存储介质。大多数掌上电脑具有红外和蓝牙接口,能够实现无线传输,一些掌上电脑还具备 Wi-Fi 连接和 GPS 全球卫星定位系统。

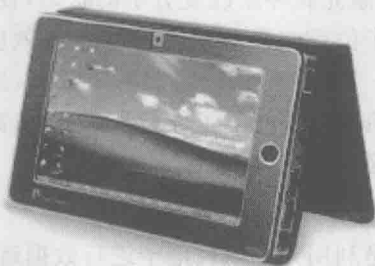


图 1-10 掌上电脑

3. 嵌入式系统

嵌入式系统包括工业控制 PC、单片机、POS 机和 ATM 机等。嵌入式系统是软件和硬件的综合体,也就是将操作系统和功能软件集成于计算机硬件系统之中,如洗衣机、电冰箱等家电设备采用嵌入式系统后,即使不在家里,也可以通过电话线、网络对家电进行远程控制。

1.1.4 未来新型计算机

计算机诞生至今,许多新技术开始应用于计算机中,使得计算机得到了迅猛发展,一些传统的计算机设计思想开始发生改变,新型的计算机朝着巨型化、微型化、网络化和智能化的方向发展。

1. 生物计算机

生物计算机的主要原材料是生物工程技术产生的蛋白质分子,利用蛋白质的开关特性,将蛋白质分子作元件制成的生物芯片,生物元件比硅芯片上的电子元件要小很多,甚至可以小到几十亿分之一米,生物芯片具有天然独特的立体化结构,密度要比平面型的硅集成电路高5个数量级,并且具有并行处理能力,运行速度快,能耗低,生物芯片可以进行自我修复,具有自愈能力。由于具有生物活性,能够与人体组织有机结合,这样生物计算机就可以直接受大脑的指挥,成为大脑的辅助装置或扩充部分,帮助人类学习、思考。

目前,生物计算机的研究方向大致分为两个,一个方向是研制分子计算机,制造有机分子元件去代替半导体逻辑元件和存储元件,另一个方向是研究人脑的结构、思维规律,以此来构想生物计算机结构。

2. 超导计算机

1962年,在英国剑桥大学攻读博士学位的研究生约瑟夫逊提出了超导效应的原理,其广泛的应用前景引起了人们的关注。超导体在超导状态下具有电阻为零,可输送大电流而不发热、无损耗,具有高载流能力等特点,所以利用超导器件研制的超导计算机具有很高的运算速度和巨大的运算能力,耗电仅为半导体器件计算机的几千分之一,它执行一条指令只需十亿分之一秒,比半导体元件快几十倍。超导计算机可应用于大型工程计算、基因分析、模拟核试验、战略防御系统等领域。

3. 量子计算机

量子计算机是基于量子效应基础上开发的,它利用一种链状分子聚合物的特征来表示开与关的状态,利用激光脉冲来改变分子的状态,使信息沿着聚合物移动,从而进行运算的。量子计算机采用量子位存储数据,由于量子叠加效应,一个量子位可以是0或1,也可以既存储0又存储1,所以,一个量子位可以存储两个数据,这样量子计算机的存储量比一般的计算机大很多。量子计算机能够实行量子并行计算,具备高速并行处理数据的能力,所以运算速度比一般的计算机快数亿倍。

4. 光子计算机

光子计算机是利用光子取代电子进行数据运算、传输和存储。在光子计算机中,不同波长的光代表不同的数据,光子具备电子所不具备的频率和偏振,使它的负载信息的能力得以扩大,光的并行和高速特性决定了光子计算机的并行处理能力很强,具有超高速运算速度,可以对复杂度高、计算量大的任务实现快速地并行处理。超高速电子计算机只能在低温下工作,而光子计算机在室温下就可工作,同时光子计算机具有与人脑相似的容错性,如果系统中某一元件损坏或出错,不会影响最终的计算结果。

5. 纳米计算机

纳米计算机是采用纳米技术研制的高性能计算机,纳米管元件尺寸在几到几十纳米范围,质地坚固,有极强的导电性,可以用纳米管元件代替硅芯片制造计算机,解决目前硅芯片体积无法再小,通电和断电的频率无法再提高,耗电量无法再减少等物理极限问题。应用纳米技术研制的计算机内存芯片,其体积只有数百个原子大小,相当于人的头发丝直径的千分之一。纳米计算机几乎不需要耗费任何资源,只要在实验室里将设计好的分子合在一起,就可以造出芯片。因此,具有体积小、造价低、存量大、性能好的特点。

1.2 计算机硬件系统组成

1.2.1 计算机系统的组成

一个完整的计算机系统包括硬件系统和软件系统两大部分,如图 1-11 所示。硬件系统是组成计算机系统的各种物理设备的总称,是计算机能够运行的物质基础,只有硬件系统而没有软件系统支持的计算机称为裸机。软件系统是运行、管理和维护计算机的各类程序、数据和文档的总称。软件系统是计算机的灵魂,是发挥计算机功能的关键,软件系统屏蔽了下层的计算机硬件,人们能够在不了解计算机的结构和原理的情况下,方便地使用计算机。计算机的功能不仅取决于硬件系统的配置,也在很大程度上由软件系统决定。

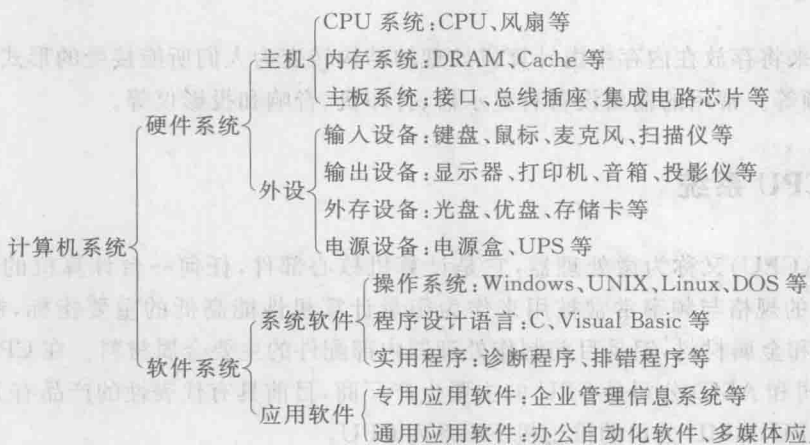


图 1-11 计算机系统组成

1.2.2 计算机硬件的体系结构

目前,绝大多数的计算机都采用美国科学家冯·诺依曼提出计算机硬件基本体系结构,这个基本体系结构由五个基本部分组成:运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备,其中,运

算器和控制器组成计算机的中央处理器(CPU)。

1. 运算器

运算器又称算术逻辑单元,计算机中的数据运算任务在运算器中完成,它的主要功能是进行算术运算和逻辑运算,算术运算是指加、减、乘、除等基本运算,逻辑运算是指逻辑判断、关系比较等基本逻辑运算,如与、或、非等。

在控制器的控制下,运算器从内存中取出数据,数据经过运算器的运算后,运算结果又送回内存。

2. 控制器

控制器主要用来控制程序和数据的输入和输出,以及协调各部件之间的协调运行,在它的控制下,整个计算机能够有序的工作。控制器由程序计数器(PC)、指令寄存器(ID)、指令译码器、时序控制电路、微操作控制电路等组成。控制器的功能包括从存储器取指令、翻译指令、分析指令、向其他部件发出控制信号、指挥计算机各部件协同工作。

3. 存储器

存储器的主要功能是存放运行中的程序和数据。存储器的基本操作是数据的写操作和读操作,从存储器中取出信息,不破坏原有信息称为存储器的读操作,把信息写入存储器,将原来的信息抹去称为存储器的写操作。存储器由成千上万个存储单元组成,每个存储单元存放一组二进制信息。

4. 输入设备

输入设备用来将用户输入的数据和程序,如文字、图像和声音等,转换成计算机可以识别的二进制代码,并存放至内存中。常用的输入设备有键盘、鼠标、麦克风和扫描仪等。

5. 输出设备

输出设备用来将存放在内存中由计算机处理的结构转变为人们所能接受的形式,如文件、图像、声音和视频等。常用的输出设备有显示器、打印机、音响和投影仪等。

1.2.3 CPU 系统

中央处理器(CPU)又称为微处理器,它是计算机核心部件,任何一台计算机的运行都离不开CPU,CPU的规格与频率常常被用来作为衡量计算机性能高低的重要指标,制造CPU的基本原料是硅和金属材料,铝是目前制作处理器内部配件的主要金属材料。在CPU技术和市场上,Intel公司和AMD公司是CPU的主要生产厂商,目前具有代表性的产品有Intel公司的酷睿i7系列CPU,AMD公司的推土机FX系列CPU。

1. CPU 的组成

CPU主要由核心和基板两个部分组成,其结构如图1-12所示。

CPU从外观上看是一个矩形块状物,中间凸起的部分是封装CPU核心部分的金属壳,在金属封装壳的内部是指甲大小的硅片,它是CPU的核心,在这块硅片上密布着上亿个晶体管,它们相互配合,协调工作,共同完成各种运算和操作。CPU基板就是承载CPU核心的电路板,它通过基板下面的引脚实现CPU内部与外界的数据传输,大部分的CPU底部中间有一些

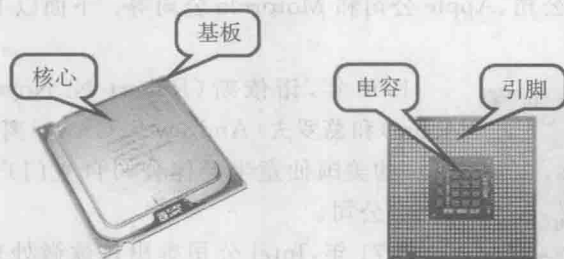


图1-12 CPU 结构

电容和电阻。

目前,多数CPU采用一种翻转核心的封装方式,实际上就是将CPU核心的硅片底部翻转后封装在电路基板上,目的是使CPU核心直接与散热装置接触,更好地散热。早期的CPU基本是采用陶瓷制成的,目前的CPU基板已经开始采用有机物制造,这样能够提供更好的电气和散热性能。

2. 衡量CPU性能的主要技术指标

1) CPU 字长

CPU字长指CPU内部各寄存器之间一次能传递的数据位,即在单位时间内能一次处理的二进制数据的位数,它反映了CPU内部运算处理的速度。寄存器是CPU内部的一系列暂时存放数据或指令的存储单元。寄存器之间通过CPU内部的数据总线传递数据,每条数据总线只能传递1位数据位。

2) 位宽

位宽是CPU通过外部数据总线与外部设备之间一次能够传递的数据位。

3) CPU 主频

CPU主频也称为CPU工作频率、CPU内频或时钟频率,是CPU内核电路的实际运行频率,通常的单位是MHz、GHz。CPU主频越高,CPU的运算速度越快。

4) CPU 外频

CPU外频又称为CPU总线频率或外部时钟频率,它既是由主板提供的系统总线的工作频率,也是CPU与主板之间同步运行的时钟频率,单位是MHz。一般情况下,CPU总线频率和内存总线频率相同,因此,CPU外频提高后,CPU与内存之间的交换速度也相应提高,从而提高计算机的运行速度。

5) CPU 的生产工艺

CPU的生产工艺通常的单位是 μm 。CPU是在半导体硅片上制造的,在硅片上的元件之间需要导线进行连接,在高频状态下,导线越细越好,这样可以在同样体积的硅片上集成更多的元件,并且能够减少信号干扰,CPU的生产工艺越先进表示加工出的导线越细。

6) 高速缓存(Cache)

高速缓存的作用是CPU与内存之间的桥梁,解决高速CPU与低速内存之间因为速度不匹配导致数据传输延迟的问题,提高CPU的性能。

3. CPU 的发展

目前,Intel公司和AMD公司是CPU市场上主要生产厂商,除此之外,还有一些著名的

CPU 生产公司,如 IBM 公司、Apple 公司和 Motorola 公司等。下面以 Intel 公司为主线,介绍 CPU 的发展。

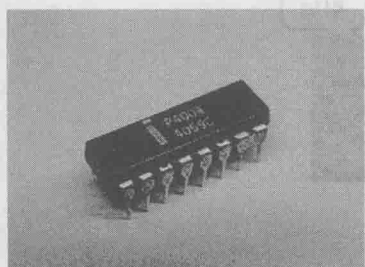


图 1-13 Intel 4004 处理器

1968 年,诺依斯(Robert N. Noyce)、摩尔(Gordon E. Moore)和葛罗夫(Andrew S. Grove)离开了被称为“硅谷人才摇篮”的美国仙童半导体公司自立门户,他们创办了英特尔(Intel)公司。

1971 年,Intel 公司推出首款微处理器 4004,如图 1-13 所示,它的字长是 4 位,采用 $10\mu\text{m}$ 工艺制造,共集成 2 300 个晶体管,主频为 1 MHz,每秒能运算 6 万次。

1972 年,Intel 公司研制出 8008 处理器,字长为 8 位,1974 年研制出了 8008 的改进型号 8080。美国的爱德华·罗伯茨(E. Roberts)在 1975 年 1 月出版的《大众电子》杂志封面登出产品广告,介绍他设计的“牛郎星”计算机。这台计算机采用了 Intel 8080 处理器作为 CPU,这台计算机虽然外形简陋,但是掀起了一场改变整个计算机世界的革命。

1978 年,Intel 公司推出 16 位处理器 Intel 8086,它集成了 2.9 万个晶体管,主频为 4.77 MHz,内部数据总线和外部数据总线位宽为 16 位,地址总线位宽为 20 位,可寻址 1 MB 内存。1979 年,Intel 公司推出 8088 处理器,内部数据总线位宽为 16 位,外部数据总线位宽为 8 位,在 8086 的架构上,已经可以运行较复杂的软件,使研制商用微机成为可能。1981 年,IBM 公司将 8088 处理器用于其研制的 IBM PC 中,开创了全新的微机时代。

1985 年,Intel 公司推出了 32 位处理器 Intel 80386DX,它集成了 27.5 万个晶体管,主频最初为 12.5 MHz,后来逐步提高到 40 MHz,可以寻址到 4 GB 内存,可以管理 64 TB 的虚拟存储空间。1989 年,Intel 推出 80486 芯片,80486 为 32 位处理器,集成了 120 万个晶体管,主频从 25 MHz 逐步提高到 50 MHz,80486 将 80386 和数字协处理器 80387 及一个 8 KB 的高速缓存集成在一个芯片内,并在 80x86 系列中首次采用 RISC 技术,可以在一个时钟周期内执行一条指令,它还采用了突发总线方式,很大程度上提高了与内存的数据交换速度。

1993 年,Intel 公司推出的全新一代的高性能处理器 Pentium(奔腾),它集成了 310 万个晶体管,主频从最初的 60 MHz 提升到 200 MHz 以上,第一代 Pentium 处理器代号为 P54C,之后又发布了代号为 P55C,内建 MMX(多媒体指令集)的新版 Pentium 处理器,Pentium 处理器采用自 486 开始的 Socket 处理器架构。与 Pentium MMX 属于同一级别的 CPU 有 AMD 公司的 K6 与 Cyrix 公司的 6x86 MX 等。

1997 年,Intel 公司发布了 Pentium II 处理器,它集成了 750 万个晶体管,整合了 MMX 指令集技术,主频为 233~333 MHz,采用 Slot 1 处理器架构,与 Pentium II 属于同一档次的有 AMD 公司的 K6-2 和 Cyrix 公司的 MII。虽然 Pentium II 处理器的性能很好,但是其价格较贵,1998 年,Intel 公司推出了面向低端市场的 Celeron(赛扬)处理器。

1999 年,Intel 公司发布了 Pentium III 处理器,它集成了 950 万个晶体管,采用 $0.25\mu\text{m}$ 工艺制造,采用 Slot 1 处理器架构,系统总线频率为 100 MHz 或 133 MHz,增加了 SSE 指令集,主频最初为 450 MHz,后 Intel 又发布了主频为 500~600 MHz 的多个版本的 Pentium III 处理器。

2000 年,Intel 公司推出了 Pentium III 的简化版本处理器 Celeron II 处理器,它的主要性

能与 Pentium III 相差不大,最大的区别是二级缓存减少了一半,只有 128 KB。同一年,AMD 公司推出了 1GHz 的 Athlon(速龙)处理器,主频为 700 MHz~1.4 GHz,内建 MMX 和增强型 3DNow! 技术,性能超过 Pentium III,此外,AMD 公司还推出了 Athlon 简化版本的处理器 Duron(钻龙),它采用 Socket A 架构,主频为 600~950 MHz。

2000 年 11 月,Intel 公司发布了 Pentium 4 处理器,它集成了 4 200 万个晶体管,主频为 1.4~2.0 GHz,采用 Willamette 核心,0.18 μ m,基于 Socket 423 架构,比 Pentium III 处理器的流水线深度增加一倍,达到 20 级。这样极大地提高了 Pentium 4 的性能和频率。与 Pentium 4 处理器同档次的有 AMD 公司的 Athlon XP 处理器。

2002 年,龙芯 CPU(Loongson)研制成功,如图 1-14 所示,它是中国科学院计算所自主研发的通用 32 位 CPU,主频为 266 MHz,采用 0.18 μ m 工艺制造,最高运算速度超过每秒 2 亿次,它的诞生标志着我国在现代通用微处理器设计方面实现了“零”的突破,结束了我国长期依赖国外 CPU 产品的历史。

2003 年,AMD 公司发布了面向服务器与工作站的 AMD Opteron 64 位处理器,以及面向台式机的 64 位处理器 Athlon 64 和 Athlon 64 FX。

2004 年 2 月,Intel 公司发布了代号为 Prescott 的 Pentium 4E 处理器,主频为 2.8~3.4 GHz,采用 90 nm 工艺制造。

2005 年 5 月,Intel 公司推出 Pentium D 处理器,它具有两个独立的执行核心及两个 1 MB 的二级缓存,两个执行核心共享 800 MHz 的前端总线与内存连接。



图 1-14 龙芯 CPU

2006 年 7 月,Intel 公司推出酷睿 2(Core2)双核处理器,它集成了 2.91 亿个晶体管,采用 Core 架构,65 nm 工艺制造,共享二级高速缓存达到 6 MB,酷睿 2 双核处理器能以更低功耗在更短的时间处理多项任务。此后几年,Intel 公司陆续推出了酷睿系列的处理器。

2008 年,Intel 公司推出 Atom(凌动)处理器,它集成了 4 700 万个晶体管,采用 45 nm 工艺制造,支援 SSE3 指令集,凌动系列处理器是专门为移动互联网设备(MID)以及简便、经济的新一代以互联网应用为主的简易电脑而设计的。

2011 年,Intel 公司发布了 Core i7 3960X 六核处理器,主频为 3.3~3.9 GHz,基于 Sandy Bridge 架构,采用 32 nm 工艺制造,15 MB 三级缓存,可选择性超外频。同年,AMD 公司发布了 AMD 推土机 FX-8150 八核心处理器,主频为 3.6 GHz,基于 Bulldozer 架构,采用 32 nm 工艺制造,8 MB 三级缓存。

1.2.4 存储器系统

存储器分为内存储器 and 外存储器,能够直接与 CPU 进行数据交换的存储器称为内存储器,与 CPU 间接交换数据的存储器称为外存储器。内存储器位于计算机的主板上,运行速度快,但是容量相对较小,断电后,存储的数据就会丢失。外存储器运行速度较慢,存储容量大,断电后数据不会消失,外存储器只能成批地将数据转运到内存储器,再进行处理。

计算机中采用二进制表示数据,一个 0 或 1 代表一个二进制位(bit,符号为 b),8 个二进制位为一个字节(Byte,符号为 B),即 $1\text{ B}=8\text{ b}$,衡量存储器的大小统一使用字节作为单位,存储器容量一般用 KB(千字节)、MB(兆字节)、GB(吉字节)、TB(太字节)来表示,它们之间的换算关系是 $1\text{ KB}=1\,024\text{ B}$, $1\text{ MB}=1\,024\text{ KB}$, $1\text{ GB}=1\,024\text{ MB}$, $1\text{ TB}=1\,024\text{ GB}$ 。

1. 内存储器

内存储器又称内存或主存储器,它是微机的重要部件之一,用于存放计算机进行运算时所需的程序和数据。内存按功能特征分类,可分为以下两类。

1) 随机存取存储器(RAM)

随机存取存储器只能用于暂时存放程序和数据,它分为静态随机存取存储器(SRAM)和动态随机存取存储器(DRAM)。

SRAM 运行速度快,不需要刷新,只要不断电,数据不会丢失,但是 SRAM 集成度低,成本高,体积较大,一般应用在 CPU 内部作为高速缓存(Cache)。高速缓存是介于 CPU 和内存之间的一种高速存取数据的芯片,它的作用是解决高速 CPU 和低速内存之间速度不匹配的问题,为了进一步提高 CPU 的处理能力,除了设有一级缓存之外,还可以增设二级缓存和三级缓存。

DRAM 存储的信息以电荷的形式保存在集成电路的小电容里,由于电容漏电,所以数据容易丢失,必须对 DRAM 定时刷新才能保证数据不丢失。

微机中广泛采用 DRAM 作为内存,微机上的 DRAM 以内存条的形式出现,如图 1-15 所示。内存条需要插在系统主板的内存插槽上,内存条插到主板上后,主板上的内存插槽会有两个夹子牢固地扣住内存,内存条上的固定卡用于固定内存。金手指是黄色的接触点,采用铜质导线,它是内存条与主板内存插槽接触的部分。内存的脚上的定位口有两个作用:第一个作用是内存条插入扩展槽时防止内存条插反的;第二个作用是用来区分不同的内存,以前的 SDRAM 内存条是有两个缺口的,而现在的 DDR 内存条只有一个缺口。SPD 芯片是一个八脚的小芯片,包括内存的运行频率、内存模块序列号和制造商代码等信息,购买品牌内存时可以通过软件查看 SPD 相关信息来判断是否为原装正品。

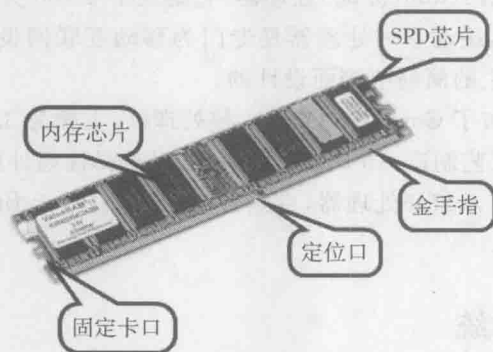


图 1-15 内存条

2) 只读存储器(ROM)

只读存储器中存储的数据在断电后能够保持数据不丢失,它只能读取,不能随意改变数据,ROM 中一般存放的是由计算机生产厂商写入并固化的信息,如基本输入/输出系统 BIOS

是一组固化到计算机主板上上的一个 ROM 芯片上的程序。目前微机上采用了一种电可擦写 ROM(EEPROM),采用高出正常电压的方向进行擦写操作。

内存的主要技术指标如下。

1) 时钟周期(TCK)

时钟周期是一个时间的量,一般规定 10 ns(纳秒)为一个时钟周期,它表示内存可以运行的最大工作频率,数字越小说明内存所能运行的频率就越高。时钟周期越小,内存的工作频率越高。

2) 存取时间(TAC)

存取时间表示访问数据所需要的时间。存取时间越短,则该内存条的性能越好。

3) CAS 延迟时间

CAS 延迟时间是内存性能的一个重要指标,是内存纵向地址脉冲的反应时间。

2. 外存储器

外存储器是指除计算机内存和高速缓存以外的存储器,这类存储器一般断电后仍然能保存数据,相对于内存储器,外存储器价格较低。常见的外存储器有以下几个。

1) 硬盘驱动器

硬盘驱动器简称硬盘,它具有存储容量大、数据存储方便、价格便宜等优点。硬盘采用“温彻斯特”技术,由于磁性圆盘高速旋转产生的托力使磁头悬浮在盘面上方,不与盘片直接接触,磁头沿高速旋转的盘片作径向移动,利用电磁原理读写数据,如图 1-16 所示。

一个硬盘由若干个磁性圆盘组成,圆盘的每个面都能记录信息,每个盘面都有一个读/写磁头。盘片上有成千上万个磁道,这些磁道在盘片上呈同心圆分布,同心圆从外到内依次编号为 0 道、1 道、2 道、 $\dots$ 、 n 道,这些编号称为磁道号。一个硬盘的多张盘片从上到下依次编号为 0 面、1 面、2 面、 $\dots$ 、 m 面,这些编号称为盘面号。盘面上相同编号的磁道构成一个柱面,这些柱面从外向内依次编号为 0 柱面、1 柱面、2 柱面、 $\dots$ 、 k 柱面,这些编号称为柱面号。为了记录数据方便,每个磁道分为多个小区段,每个区段称为一个扇区,每个磁道上的扇区数不相同,这些扇区依次编号为 0 扇区、1 扇区、2 扇区、 $\dots$ 、 w 扇区,如图 1-17 所示。

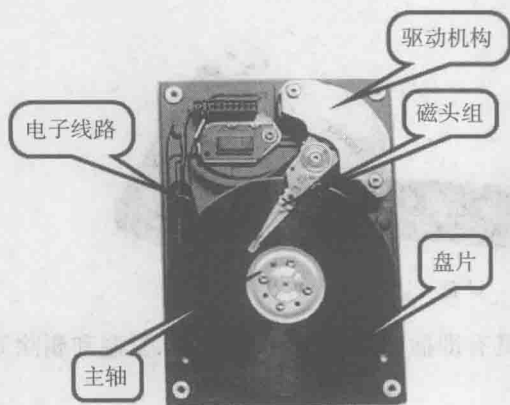


图 1-16 硬盘驱动器

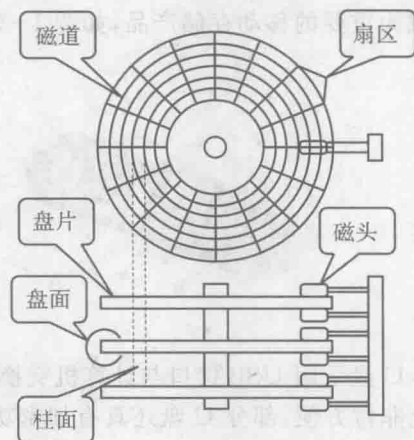


图 1-17 硬盘的磁道、柱面和扇区

硬盘根据尺寸分类,可分为 5.25 英寸、3.5 英寸和 2.5 英寸等规格,其中 3.5 英寸硬盘是

台式机的主流硬盘,2.5 英寸硬盘主要用于笔记本电脑和移动硬盘。

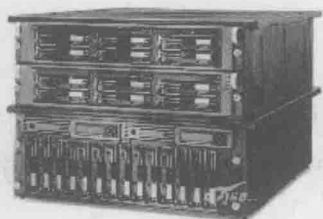


图 1-18 磁盘冗余阵列

2) 磁盘冗余阵列 RAID

磁盘冗余阵列由若干个硬盘按一定规则组成,通过阵列控制器来控制和管理的,如图 1-18 所示,它通常用于大容量数据的存储,它属于超大容量的外存子系统,可以提高磁盘系统的性能和增强数据的安全性,最主要的用途是资料备份和加速存取。

3) 光盘和光盘驱动器

光盘和光盘驱动器(光驱)属于光存储设备,光盘由印刷标签保护层、铝反射层、数据记录刻槽层、透明聚碳脂塑料层等组成,它利用光学方式读/写数据,光驱由激光头、电路系统、光驱传动系统、光头寻道定位系统和控制电路等组成,用于从光盘上读取数据,如图 1-19 所示,光盘具有存储量大、价格低、携带方便等优点。

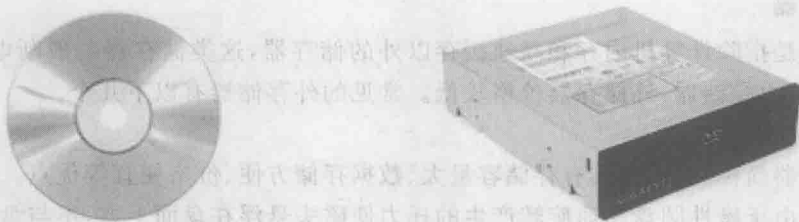


图 1-19 光盘和光盘驱动器

光盘按照读/写性能分类,可分为只读型、可读写型。只读光盘采用压膜方法压制数据到光盘上,用户只能读取数据,不能将数据写入光盘。

可读写型光盘中的可录式光盘(CD-R、DVD-R)只能写一次数据,可以被多次读取数据。可重复刻录光盘(CD-RW、DVD-RW)可以实现对盘片进行反复擦写。

4) U 盘

1999 年,朗科(Netac)公司最先推出了 U 盘,U 盘又被称为闪存盘,与软盘相比,优盘具有容量大、读取数据速度快、体积小、功耗低和寿命长等优点。目前软盘已经被淘汰,优盘取代软盘成为重要的移动存储产品,如图 1-20 所示。

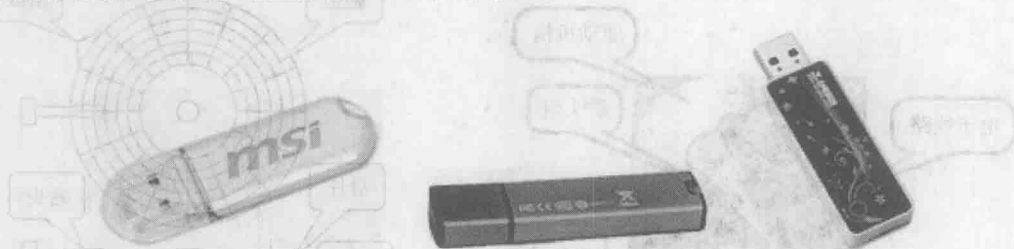


图 1-20 U 盘

U 盘采用 USB 接口与计算机交换数据,它具有即插即用的功能,在读写、复制和删除等操作上非常方便,部分 U 盘还具有加密功能。

5) 移动硬盘

移动硬盘采用了成熟的硬盘技术,内置了 2.5 英寸硬盘或更小尺寸的笔记本电脑硬盘,它采用 USB 接口或 IEEE 1394 接口进行数据传输,提供比优盘更大的存储容量,如图 1-21 所

示。目前,比较知名的移动硬盘生产厂商有希捷、西部数据、三星、爱国者等。

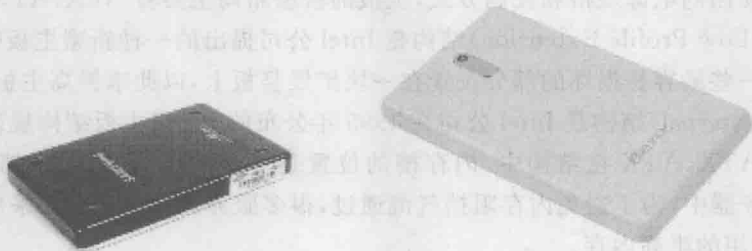


图 1-21 移动硬盘

1.2.5 主板系统

主板是微机中最主要的部件之一,它由集成电路芯片、电子元器件、电路系统、各种总线插座和接口组成。作为微机中最大的一块集成电路板,主板既是连接各个部件的物理通路,也是各部件之间数据传输的逻辑通路,能否充分发挥微机性能,硬件系统的稳定性,以及微机硬件的兼容性等都取决于主板的设计。当微机工作时,从输入设备输入数据,由 CPU 处理,再由主板负责将数据输送到各个设备,最后经输出设备输出。

1. 主板架构

不同的主板生产厂商生产出的主板类型不同,为了保证主板的兼容性和可互换性,主板的生产必须遵循行业规定的技术结构标准,从 Intel 公司和 Microsoft 公司联合制订的关于 PC 系统设计的指导性文档 PC99 设计规范开始,主板各接口必须采用有色标识,方便识别。所以主板的组成和使用的基本一致,主板采用开放式结构,在主板上有 CPU 插座、控制芯片组、总线扩展槽、内存条插槽、BIOS 芯片、AGP 接口插槽、供电单元、USB 与 IEEE 1394 控制芯片、硬盘和光驱接口、I/O 控制面板、硬件监控芯片等,如图 1-22 所示。

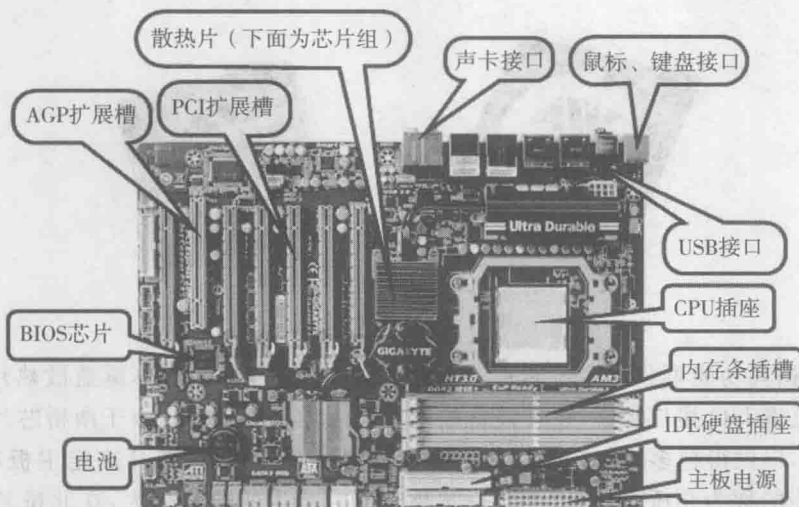


图 1-22 主板结构

主板架构就是主板的板型布局,板型布局指的是主板上各元器件的布局排列方式、尺寸大小、形状以及所使用的电源规格和控制方式,主板的板型布局主要有 NLX、ATX 和 BTX 等。

NLX(Now Low Profile Extension)结构是 Intel 公司提出的一种新型主板架构,它通过将强电、扩展槽等一些最容易损坏的部分设置在一块扩展竖板上,以此来提高主板的可靠性。

ATX(AT eXternal)结构是 Intel 公司在 1995 年公布的 PC 机主板结构规范,它分为标准 ATX 和 Micro ATX,ATX 在结构中,内存槽的位置是垂直摆放的,它会阻挡气流通过。在 ATX 机架式服务器中,为了避免内存阻挡气流通过,很多服务器专用主板都采用内存斜插,或是采用服务器专用的半高内存。

BTX(Balanced Technology Extended)结构是 Intel 公司提出的新型主板架构,将会逐步取代 ATX 结构,它分为标准 BTX、Micro BTX 和 Pico BTX,BTX 将内存插槽转了 90° ,使气流可以顺内存通过,对于工作频率越来越高的内存来说,可以让内存得到更好的散热条件。此外,BTX 对主板的线路布局进行了优化设计,主板的安装将更加简便,机械性能也将经过最优化设计。

2. CPU 插座

目前,CPU 都采用 Socket 插座,如图 1-23 所示,Socket 插座根据 CPU 引脚的多少进行编号,常见的 CPU 插座有 Socket 370、Socket 478、Socket 754 和 Socket 939 等。一般情况下,在 CPU 插座内都有一个温度探头,用来探测 CPU 的温度,并在主板的 BIOS 中显示探测到的温度。

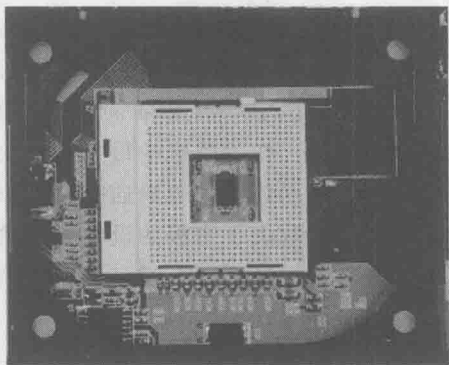


图 1-23 CPU 插座

3. 主板芯片组

芯片组是主板的灵魂和中枢,它决定着主板的绝大多数功能,影响整个计算机系统性能的发挥,它不但负责主板上各种总线之间的数据和指令传输,而且还承担着硬件资源的分配和协调任务,如图 1-24 所示。



图 1-24 主板芯片

芯片组根据其功能可分为南桥芯片和北桥芯片,南桥芯片一般不覆盖散热片,不与 CPU 直接连接,它负责 I/O 接口控制、IDE 设备控制及高级能源管理等。由于南桥芯片连接着多种低速外部设备,提供得越多,计算机的功能扩展性越强,所以南桥芯片决定主板功能的多少。靠近 CPU 插座的称为北桥芯片,由于北桥芯片工作时产生的热量较大,在北桥芯片上面覆盖着一块散热片,有的主板还加上了散热风扇。北桥芯片负责与 CPU 的联系并控制内存、

AGP、PCI 数据在北桥内部的传输。北桥芯片的好坏决定了主板性能的高低。生产芯片的厂商有 Intel、AMD、VIA(中国台湾威盛)、SiS(中国台湾矽统科技)、NVIDIA(美国英伟达)、IBM、HP(惠普)、ULI(中国台湾宇力)、Ali(中国台湾扬智)等。

1.2.6 总线与接口

1. 总线

总线(Bus)是计算机各功能部件之间传输信息的一组公共通信线路,构成了计算机系统的桥梁,如 CPU 与内存之间、内存与硬盘之间的通信就是依靠总线来实现。总线由多条信号线路组成,每条信号线路可以传输一位二进制的 0 或 1。

衡量总线性能的指标主要有以下几个。

(1)总线宽度:指总线同时传输的数据位数,由数据总线、地址总线和控制总线组成,总线数据位数越多,一次能够传送的数据量越大。

(2)总线频率:指总线的速度,即总线工作频率,以 MHz 为单位。

(3)总线传输速率:指单位时间内传输的字节数,以每秒传输多少兆字节(MB/s)为单位或每秒位(bps)为单位。

(4)总线兼容性:指低级的功能卡、硬软件能否在高级的总线结构下使用。

(5)总线负载能力:指可连接的扩展板的数量。

微机常用的系统总线标准有以下三个。

1)ISA 总线

ISA 总线是工业标准结构总线,它是 IBM 公司在 PC 中最早推出的一种总线标准。ISA 总线的数据传输宽度为 16 位,工作频率为 8 MHz,传输速率最高为 8 MB/s。

随着计算机技术的发展,CPU 的数据处理能力不断提高,ISA 总线对高速处理器的限制,影响了处理器性能的发挥,所以 ISA 总线是一种将逐步被淘汰的总线,目前一些主板依然保留了 ISA 总线,目的是为了兼容现有的 ISA 插卡。

2)PCI 总线

1992 年,Intel 公司联合几家大的计算机厂商推出了 PCI 总线标准,PCI 总线是一种局部总线,既实现了高的传输速度又保证了良好的兼容性,它具有高性能、向下兼容性好、负载多、寿命长和使用方便等优点。PCI 总线的数据传送宽度为 32 位,可以扩展到 64 位,工作频率为 33 MHz,数据传输速率达到 133 MB/s。

3)AGP 总线

由于 PCI 总线的工作频率和传输带宽无法满足多媒体特别是 3D 图形处理的数据传输量,Intel 公司专门为 Pentium II 系统的图形控制器设计了 AGP 总线标准。AGP 总线是一种可以自由扩展的图形总线结构,能增大图形控制器的可用带宽,为图形控制器提供必要的性能,有效地解决 3D 图形处理的瓶颈问题。AGP 总线的总线宽为 32 位,工作频率有 66 MHz 和 133 MHz 两种。

2. 接口

微机中提供接口的目的是为了便于模块结构设计,不同类型的外设需要不同的接口。微机上常用的接口有串行接口、并行接口、IDE、SCSI、USB 和 IEEE1394、Line Out 等,如