

第 3 章 计算机硬件基础

本章学习目标

- 熟练掌握计算机硬件系统的基本组成。
- 了解计算机的指令系统与机器语言。
- 熟练掌握微型计算机系统的组成及其性能指标。

本章先介绍计算机硬件的基本组成部分和冯·诺依曼体系结构,再介绍计算机的指令系统以及机器语言、汇编语言和高级语言,最后介绍微型计算机的组成及性能指标。



冯·诺依曼体系结构和微处理器基础



存储设备



输入输出设备

3.1 计算机硬件的基本组成

计算机硬件(computer hardware)是指计算机系统中由电子、机械和光电元件等组成的各种物理装置的总称。这些物理装置按系统结构的要求构成一个有机整体,为计算机软件运行提供物质基础。简言之,计算机硬件的功能是输入并存储程序和数据,以及执行程序把数据加工成可以利用的形式。从外观上来看,微机由主机箱和外部设备组成。主机箱内主要包括 CPU、内存、主板、硬盘驱动器、光盘驱动器、各种扩展卡(声卡、显卡、网卡)、连接线和电源等;外部设备包括鼠标、键盘、显示器、音箱、打印机、U 盘和视频设备等,这些设备通过接口和连接线与主机相连。计算机硬件的组成如图 3.1 所示。

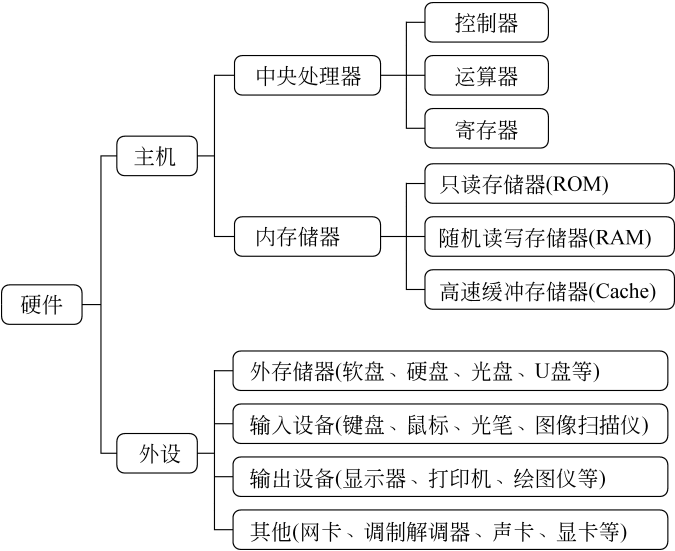


图 3.1 计算机硬件的组成

3.1.1 冯·诺依曼机体系结构

冯·诺依曼理论的要点是,数字计算机的数制采用二进制;计算机应该按照程序顺序执行。人们把冯·诺依曼的这个理论称为冯·诺依曼体系结构,如图 3.2 所示。

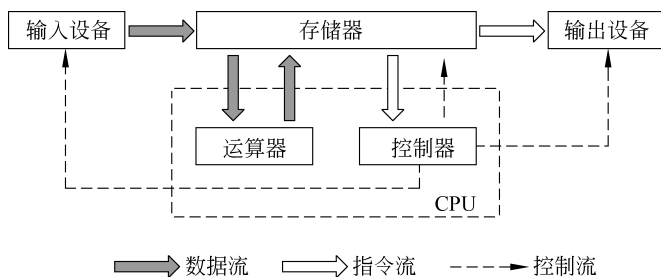


图 3.2 冯·诺依曼体系结构

从 ENIAC 到当前最先进的计算机都采用的是冯·诺依曼体系结构,所以冯·诺依曼是当之无愧的数字计算机之父。

电子计算机的问世,最重要的奠基人是英国科学家艾伦·图灵和美籍匈牙利科学家冯·诺依曼。图灵贡献是建立了图灵机的理论模型,奠定了人工智能的基础,而冯·诺依曼则是首先提出了计算机体系结构的设想。

1945 年,冯·诺依曼提出存储程序原理,把程序本身当作数据来对待,程序和程序处理的数据用同样的方式存储,并确定了存储程序计算机的五大组成部分和基本工作方法。70 多年以来,计算机制造技术发生了巨大变化,但冯·诺依曼体系结构仍然沿用至今。

计算机的基本原理是存储程序和程序控制。预先要把指挥计算机如何进行操作的指令序列(称为程序)和原始数据通过输入设备输送到计算机内存中。每一条指令中明确规定了计算机从哪个地址取数,进行什么操作,然后送到什么地址去等步骤。

计算机在运行时,先从内存中取出第一条指令,通过控制器的译码,按指令的要求,从存储器中取出数据进行指定的运算和逻辑操作等加工,然后再按地址把结果送到内存中去。接下来,再取出第二条指令,在控制器的指挥下完成规定操作。依此进行下去,直至遇到停止指令。

程序与数据一样存储,按程序编排的顺序,一步一步地取出指令,自动地完成指令规定的操作,是计算机最基本的工作原理。

1. 冯·诺依曼体系结构

20 世纪 30 年代中期,科学家冯·诺依曼大胆地提出,抛弃十进制,采用二进制作为数字计算机的数制基础。同时,他还提出预先编制计算程序,然后由计算机来按照人们事先规定的计算顺序来执行数值计算工作。

1945 年 6 月,冯·诺依曼提出了在数字计算机内部的存储器中存放程序的概念,按这一结构建造的计算机称为存储程序计算机,又称为通用计算机。冯·诺依曼计算机主

要由运算器、控制器、存储器和输入设备和输出设备组成,其特点是:程序以二进制代码的形式存放在存储器中;所有的指令都由操作码和地址码组成;指令在存储器中按照执行的顺序存放;以运算器和控制器作为计算机结构的中心等。冯·诺依曼计算机广泛应用于数据处理和控制方面,但是也存在一定的局限性。

(1) 采用存储程序方式,指令和数据不加区别混合存储在同一个存储器中。数据和程序在内存中是没有区别的,它们都是内存中的数据,当 EIP(32 位机的指令寄存器)指针指向哪,CPU 就加载哪段内存中的数据,如果是不正确的指令格式,CPU 就会发生错误中断。指令和数据都可以送到运算器进行运算,即由指令组成的程序是可以修改的。

(2) 存储器是按地址访问的线性编址的一维结构,每个单元的位数是固定的。

(3) 指令由操作码和地址组成。操作码指明本指令的操作类型,地址码指明操作数和地址。操作数本身无数据类型的标志,它的数据类型由操作码确定。

(4) 通过执行指令直接发出控制信号控制计算机的操作。指令在存储器中按其执行顺序存放,由指令计数器指明要执行的指令所在的单元地址。指令计数器只有一个,一般按顺序递增,但执行顺序可随运算结果或当时的外界条件而改变。

(5) 以运算器为中心,I/O 设备与存储器间的数据传送都要经过运算器。

(6) 数据以二进制表示。

2. 冯·诺依曼体系结构的特点

计算机系统由硬件系统和软件系统两大部分组成。冯·诺依曼体系结构奠定了现代计算机的基本结构,其特点如下。

(1) 计算机处理的数据和指令一律用二进制数表示。

(2) 顺序执行程序。计算机运行过程中,把要执行的程序和处理的数据首先存入主存储器(内存),计算机执行程序时,将自动地按顺序从主存储器中取出指令一条一条地执行,这一概念称为顺序执行程序。

(3) 计算机硬件由运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备五大部分组成。

运算器(arithmetic unit)由算术逻辑单元(ALU)、累加器、状态寄存器和通用寄存器组等组成。算术逻辑单元的基本功能为加、减、乘、除四则运算,与、或、非、异或等逻辑操作,以及移位、求补等操作。计算机运行时,运算器的操作和操作种类由控制器决定。运算器处理的数据来自存储器;处理后的结果数据通常送回存储器,或暂时寄存在运算器中。运算器与控制器共同组成了 CPU 的核心部分。

控制器(control unit)是整个计算机系统的控制中心,它指挥计算机各部分协调地工作,保证计算机按照预先规定的目标和步骤有条不紊地进行操作及处理。控制器从存储器中逐条取出指令,分析每条指令规定的是什么操作以及所需数据的存放位置等,然后根据分析的结果向计算机其他部件发出控制信号,统一指挥整个计算机完成指令所规定的操作。计算机自动工作的过程,实际上是自动执行程序的过程,而程序中的每条指令都是由控制器来分析执行的,它是计算机实现“程序控制”的主要设备。

通常把控制器与运算器合称为中央处理器(Central Processing Unit,CPU)。工业生产中总是采用最先进的超大规模集成电路技术来制造中央处理器,即 CPU 芯片。它是

计算机的核心设备。它的性能(主要是工作速度和计算精度)对计算机的整体性能有全面的影响。

硬件系统的核心是中央处理器。它主要由控制器和运算器等组成,并采用大规模集成电路工艺制成的芯片,又称为微处理器芯片。

CPU 品质的高低,直接决定了一个计算机系统的档次。反映 CPU 品质的最重要指标是主频和数据传送的位数。主频说明了 CPU 的工作速度,主频越高,CPU 的运算速度越快。常用的 CPU 主频有 1.5GHz、2.0GHz、2.4GHz 等。CPU 传送数据的位数是指计算机在同一时间能同时并行传送的二进制信息位数。常说的 16 位机、32 位机和 64 位机,是指该计算机中的 CPU 可以同时处理 16 位、32 位和 64 位的二进制数据。随着型号的不断更新,微机的性能也不断提高。

存储器(memory)是计算机系统中的记忆设备,用来存放程序和数据。计算机中全部信息,包括输入的原始数据、计算机程序、中间运行结果和最终运行结果都保存在存储器中。它根据控制器指定的位置存入和取出信息。有了存储器,计算机才有记忆功能,才能保证正常工作。按用途可将存储器分为主存储器(内存)和辅助存储器(外存)。外存通常是磁性介质或光盘等,能长期保存信息。内存指主板上的存储部件,用来存放当前正在执行的数据和程序,但仅用于暂时存放程序和数据,关闭电源或断电后,内存中的数据会丢失。

输入设备(input device)是向计算机输入数据和信息的设备,是计算机与用户或其他设备通信的桥梁。输入设备是用户和计算机系统之间进行信息交换的主要装置之一。键盘、鼠标、摄像头、扫描仪、光笔、手写输入板、游戏杆和语音输入装置等都属于输入设备。输入设备是人或外部与计算机进行交互的一种装置,用于把原始数据和处理这些数据的程序输入到计算机中。计算机能够接收各种各样的数据,既可以是数值型的数据,也可以是各种非数值型的数据,如图形、图像和声音等都可以通过不同类型的输入设备输入计算机中,进行存储、处理和输出。

输出设备(output device)用于处理计算机数据的输出显示、打印、播放声音和控制外围设备操作等,把各种计算结果数据或信息以数字、字符、图像和声音等形式表示出来。

3. 冯·诺依曼体系结构的作用

冯·诺依曼体系结构是现代计算机的基础,现在大多数计算机仍然采用冯·诺依曼体系结构,只是做了一些改进而已,并没有从根本上突破冯·诺依曼体系结构。

根据冯·诺依曼体系结构构成的计算机必须具有如下功能:把需要的程序和数据送至计算机中;必须具有长期记忆程序、数据、中间结果及最终运算结果的能力;能够完成各种算术、逻辑运算和数据传送等数据加工处理的能力;能够根据需要控制程序走向,并能根据指令控制机器的各部件协调操作;能够按照要求将处理结果输出给用户。

将指令和数据同时存放在存储器中,是冯·诺依曼体系结构的特点之一,计算机由控制器、运算器、存储器、输入设备和输出设备 5 部分组成,冯·诺依曼提出的计算机体系结构奠定了现代计算机的结构理念。

3.1.2 微处理器基础

微处理器是用一片或几片大规模集成电路组成的中央处理器。这些电路执行控制部件和算术逻辑部件的功能。微处理器与传统的中央处理器相比,具有体积小、质量小和容易模块化等优点。微处理器的基本组成部分有寄存器堆、运算器、时序控制电路以及数据和地址总线。微处理器能完成取指令、执行指令以及外界存储器和逻辑部件交换信息等操作,是微型计算机的运算控制部分。它可与存储器和外围电路芯片组成微型计算机。

中央处理器是指计算机内部对数据进行处理并对处理过程进行控制的部件,伴随着大规模集成电路技术的迅速发展,芯片集成度越来越高,CPU 可以集成在一个半导体芯片上,这种具有中央处理器功能的大规模集成电路器件被统称为微处理器。注意,微处理器本身并不等于微型计算机,仅仅是微型计算机的中央处理器。

微处理器已经无处不在,无论是录像机、智能洗衣机、移动电话等家电产品,还是汽车引擎控制、数控机床、导弹精确制导等都要嵌入各类不同的微处理器。微处理器不仅是微型计算机的核心部件,也是各种数字化智能设备的关键部件。国际上的超高速巨型计算机、大型计算机等高端计算系统也都采用大量的通用高性能微处理器建造。

1. 微处理器的分类

根据微处理器的应用领域,微处理器可以分为 3 类:通用高性能微处理器、嵌入式微处理器和微控制器。

通用高性能微处理器追求高性能,它们用于运行通用软件,配备完备、复杂的操作系统。

嵌入式微处理器强调处理特定应用问题的高性能,主要用于运行面向特定领域的专用程序,配备轻量级操作系统,主要用于蜂窝电话、CD 播放机等消费类家电。

微控制器价位相对较低,在微处理器市场上需求量最大,主要用于汽车、空调、自动机械等领域的自控设备。

2. 微处理器的发展历程

CPU 从最初发展至今已经有几十年的历史了,按照其处理信息的字长,CPU 可以分为 4 位微处理器、8 位微处理器、16 位微处理器、32 位微处理器以及最新的 64 位微处理器,可以说个人计算机的发展是随着 CPU 的发展而前进的。微机是指以大规模、超大规模集成电路为主要部件,以集成了计算机主要部件——控制器和运算器的微处理器(MicroProcessor Unit,MPU)为核心的计算机。经过多年的发展,微处理器的发展大致可分为 6 代。

(1) 第一代(1971—1973 年)。通常是 4 位或 8 位微处理器,典型的是 Intel 4004 和 Intel 8008 微处理器。Intel 4004 是一种 4 位微处理器,可进行 4 位二进制的并行运算,它有 45 条指令,速度为 0.05MIPS(Million Instructions Per Second,每秒百万条指令)。Intel 4004 的功能有限,主要用于计算器、电动打字机、照相机、台秤、电视机等家用电器

上,使这些电器设备具有智能化,从而提高它们的性能。Intel 8008 是世界上第一种 8 位的微处理器。存储器采用 PMOS 工艺。该阶段计算机工作速度较慢,微处理器的指令系统不完整,存储器容量很小,只有几百字节,没有操作系统,只有汇编语言。主要用于工业仪表和过程控制。

(2) 第二代(1974—1977 年)。典型的微处理器有 Intel 8080/8085,Zilog 公司的 Z80 和 Motorola 公司的 M6800。与第一代微处理器相比,集成度提高了 1~4 倍,运算速度提高了 10~15 倍,指令系统相对比较完善,已具备典型的计算机体系结构及中断、直接存储器存取等功能。

由于微处理器可用来完成很多以前需要用较大设备完成的计算任务,价格又便宜,于是各半导体公司开始竞相生产微处理器芯片。但这些芯片基本没有改变 Intel 8080 的基本特点,都属于第二代微处理器。它们均采用 NMOS 工艺,集成度约 9000 个晶体管,平均指令执行时间为 1~2 μ s,采用汇编语言、BASIC、FORTRAN 编程,使用单用户操作系统。

(3) 第三代(1978—1984 年),即 16 位微处理器。1978 年,Intel 公司率先推出 16 位微处理器 Intel 8086,同时,为了方便原来的 8 位机用户,Intel 公司又提出了一种准 16 位微处理器 Intel 8088。1981 年,美国 IBM 公司将 8088 芯片用于其研制的 IBM-PC 中,从而开创了全新的微机时代。也正是从 Intel 8088 开始,个人计算机(PC)的概念开始在全世界范围内发展起来。从 8088 应用到 IBM-PC 上开始,个人计算机真正走进了人们的工作和生活之中,它也标志着一个新时代的开始。

(4) 第四代(1985—1992 年),即 32 位微处理器。1985 年 10 月 17 日,Intel 公司划时代的产品 80386DX 正式发布了,其内部包含 27.5 万个晶体管,时钟频率为 12.5MHz,后逐步提高到 20MHz、25MHz、33MHz,最后还有少量的 40MHz 产品。

(5) 第五代(1993—2005 年)是奔腾(Pentium)系列微处理器时代。典型产品是 Intel 公司的奔腾系列芯片及与之兼容的 AMD 的 K6 系列微处理器芯片。内部采用了超标量指令流水线结构,并具有相互独立的指令和数据高速缓存。随着 MMX(MultiMedia eXtended)微处理器的出现,使微机的发展在网络化、多媒体化和智能化等方面跨上了更高的台阶。

(6) 第六代(2005 年至今)是酷睿(Core)系列微处理器时代。“酷睿”是一款领先节能的新型微架构,设计的出发点是提供卓然出众的性能和能效,提高每瓦特性能,也就是所谓的能效比。早期的酷睿是基于笔记本处理器的。“酷睿 2”英文名称为 Core 2 Duo,是 Intel 公司在 2006 年推出的新一代基于 Core 微架构的产品系统称,于 2006 年 7 月 27 日发布。“酷睿 2”是一个跨平台的构架体系,包括服务器版、桌面版和移动版三大领域。其中,服务器版的开发代号为 Woodcrest,桌面版的开发代号为 Conroe,移动版的开发代号为 Merom。

“酷睿 2”处理器的 Core 微架构是 Intel 公司的以色列设计团队在 Yonah 微架构基础之上改进而来的新一代 Intel 架构。最显著的变化在于对各个关键部分进行强化。为了提高两个核心的内部数据交换效率,采取共享式二级缓存设计,两个核心共享高达 4MB 的二级缓存。

2010年6月,Intel公司再次发布革命性的处理器——第二代Core i3/i5/i7。它隶属于第二代智能酷睿家族,全部基于全新的Sandy Bridge微架构,相比第一代产品主要有5点重要革新:①采用全新32nm的Sandy Bridge微架构,更低功耗,更强性能;②内置高性能GPU,视频编码、图形性能更强;③睿频加速技术2.0,更智能,更高效能;④引入全新环形架构,带来更高带宽与更低延迟;⑤全新的AVX、AES指令集,加强浮点运算与加密解密运算。

2012年4月24日,Intel公司正式发布了Ivy Bridge(IVB)处理器。22nm Ivy Bridge会将执行单元的数量翻一番,达到最多24个,自然会带来性能上的进一步跃进。Ivy Bridge会加入支持DX11的集成显卡。另外,新加入的XHCI USB 3.0控制器则共享其中4条通道,从而提供最多4个USB 3.0,从而支持原生USB 3.0。CPU的制作采用3D晶体管技术,耗电量会减少一半。

3. 微处理器的组成

微处理器由算术逻辑单元(Arithmetic Logical Unit, ALU)、存储器、I/O接口总线组成。其中,运算器和控制器是其主要组成部分。

1) 算术逻辑单元

算术逻辑单元主要完成算术运算(+、-、 $\times$ 、 $\div$ 、比较)和各种逻辑运算(与、或、非、异或、移位)等操作。ALU是组合电路,本身无寄存操作数的功能,因而必须有保存操作数的两个寄存器:暂存器(TMP)和累加器(AC),累加器既向ALU提供操作数,又接收ALU的运算结果。

定时与控制逻辑是微处理器的核心控制部件,负责对整个计算机进行控制,包括从存储器中取指令,分析指令(即指令译码)以确定指令操作和操作数地址,取操作数,执行指令规定的操作,送运算结果到存储器或I/O端口等。它还向微机的其他各部件发出相应的控制信号,使CPU内外各部件间协调工作。

内部总线用来连接微处理器的各功能部件并传送微处理器内部的数据和控制信号。

必须指出,微处理器本身并不能单独构成一个独立的工作系统,也不能独立地执行程序,必须配上存储器和输入输出设备构成一个完整的微型计算机后才能独立工作。

2) 存储器

微型计算机的存储器用来存放当前正在使用的或经常使用的程序和数据。存储器按读写方式分为随机存储器(Random Access Memory, RAM)和只读存储器(Read Only Memory, ROM)。RAM也称为读写存储器,工作过程中CPU可根据需要随时对其内容进行读或写操作。RAM是易失性存储器,即其内容在断电后会全部丢失,因而只能存放暂时性的程序和数据。ROM的内容只能读出不能写入,断电后其所存信息仍保留不变,是非易失性存储器,所以ROM常用来存放永久性的程序和数据。如初始导引程序、监控程序、操作系统中的基本输入输出管理程序(BIOS)等。

3) I/O接口

输入输出接口电路是微型计算机的重要组成部分。它是微型计算机连接外部输入输出设备及各种控制对象并与外界进行信息交换的逻辑控制电路。由于外设的结构、工作

速度、信号形式和数据格式等各不相同,因此它们不能直接挂接到系统总线上,必须用输入输出接口电路来做中间转换,才能实现与 CPU 间的信息交换。I/O 接口也称为 I/O 适配器,不同的外设必须配备不同的 I/O 适配器。I/O 接口电路是微型计算机应用系统必不可少的重要组成部分。任何一个微机应用系统的研制和设计,实际上主要是 I/O 接口的研制和设计。

4) 总线

总线是计算机系统中各部件之间传送信息的公共通道,是微型计算机的重要组成部分。它由若干条通信线和起驱动隔离作用的各种三态门器件组成。微型计算机在结构形式上总是采用总线结构,即构成微型计算机的各功能部件(微处理器、存储器、I/O 接口电路等)之间通过总线相连接,这是微型计算机系统结构上的独特之处。采用总线结构之后,使系统中各功能部件间的相互关系转变为各部件面向总线的单一关系,一个部件(功能板/卡)只要符合总线标准,就可以连接到采用这种总线标准的系统中,从而使系统功能扩充或更新容易,结构简单,可靠性大大提高。在微型计算机中,根据总线所处位置和应用场合,总线被分为以下 4 级。

(1) 片内总线。它位于微处理器芯片内部,故称为芯片内部总线。用于微处理器内部 ALU 和各种寄存器等部件间的互连及信息传送。由于受芯片面积及对外引脚数的限制,片内总线大多采用单总线结构,这有利于芯片集成度和成品率的提高,如果要求加快内部数据传送速度,也可采用双总线或三总线结构。

(2) 片总线。片总线又称为元件级(芯片级)总线或局部总线。微机主板、单板机以及其他一些插件板卡(如各种 I/O 接口板卡)本身就是一个完整的子系统,板卡上包含 CPU、RAM、ROM 和 I/O 接口等各种芯片,这些芯片间也是通过总线来连接的,因为这有利于简化结构,减少连线,提高可靠性,方便信息的传送与控制。通常把各种板卡上实现芯片间相互连接的总线称为片总线或元件级总线,如图 3.3 所示。

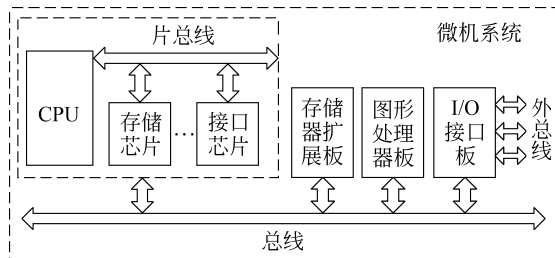


图 3.3 片总线结构

对于一台完整的微型计算机来说,各种板卡只是一个子系统,是一个局部,故又把片总线称为局部总线,而把用于连接微型计算机各功能部件插卡的总线称为系统总线。

(3) 内总线。内总线又称为系统总线或板级总线。因为该总线是用来连接微机各功能部件而构成一个完整的微机系统,所以称为系统总线。系统总线是微机系统中最重要总线,人们平常所说的微机总线就是指系统总线,如 PC 总线、AT 总线(ISA 总线)和 PCI 总线等。

系统总线上传送的信息包括数据信息、地址信息和控制信息。因此,系统总线包含 3 种不同功能的总线,即数据总线(Data Bus,DB)、地址总线(Address Bus,AB)和控制总线(Control Bus,CB),如图 3.4 所示。

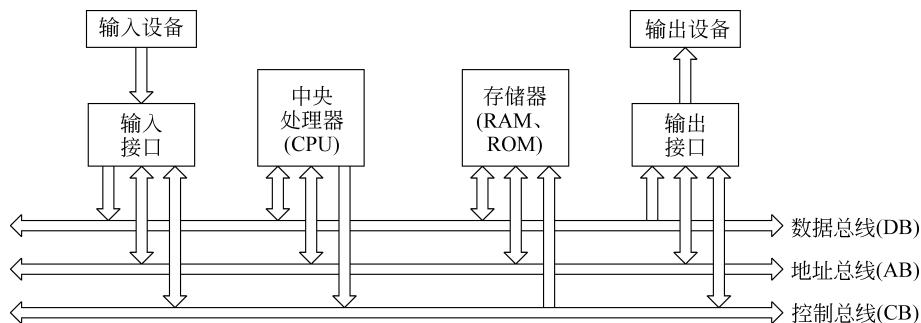


图 3.4 总线和微型计算机的基本结构

数据总线用于传送数据信息。数据总线是双向三态形式的总线,既可以把 CPU 的数据传送到存储器或 I/O 接口等其他部件,也可以将其他部件的数据传送到 CPU。数据总线的位数是微型计算机的一个重要指标,通常与微处理的字长相一致。例如,Intel 8086 微处理器字长是 16 位,其数据总线宽度也是 16 位。需要指出的是,数据的含义是广义的,它可以是真正的数据,也可以指令代码或状态信息,有时甚至是一个控制信息。因此,在实际工作中,数据总线上传送的并不一定仅仅是真正意义上的数据。

地址总线是专门用来传送地址的,由于地址只能从 CPU 传向外部存储器或 I/O 端口,所以地址总线总是单向三态的,这与数据总线不同。地址总线的位数决定了 CPU 可直接寻址的内存空间大小,例如 8 位微型计算机的地址总线为 16 位,则其最大可寻址空间为 $2^{16}\text{B}=64\text{KB}$;16 位微型计算机的地址总线为 20 位,其可寻址空间为 $2^{20}\text{B}=1\text{MB}$ 。一般来说,若地址总线为 n 位,则可寻址空间为 2^nB 。

控制总线用来传送控制信号和时序信号。控制信号中,有的是微处理器送往存储器和 I/O 接口电路的,如读/写信号、片选信号和中断响应信号等;也有的是其他部件反馈给 CPU 的,例如中断申请信号、复位信号、总线请求信号和预备就绪信号等。因此,控制总线的传送方向因具体控制信号而定,一般是双向的,控制总线的位数要根据系统的实际控制需要而定。实际上控制总线的具体情况主要取决于 CPU。

(4) 外总线。外总线也称为通信总线。用于两个系统之间的连接与通信,如两台微型计算机之间、微型计算机系统与其他电子仪器或电子设备之间的通信。常用的外总线有 IEEE-488 总线、VXI 总线和 RS-232 串行总线等。外总线不是微型计算机系统本身固有的,只有微型计算机应用系统中才有。

4. 中国微处理器的研发

2004 年 2 月 18 日,由清华大学自主研发的 32 位微处理器 THUMP 芯片领到了由教育部颁发的“身份证”。其典型工作频率为 400MHz,功耗为 1.17mW/MHz,芯片颗粒 40 片,最高工作频率可达 500MHz,当时是目前国内工作频率最高的微处理器。这标志着我

国在自主研发 CPU 芯片领域迈开了实质性的一大步。

龙芯三号是中国科学院计算技术研究所自主研发的龙芯系列 CPU 芯片的第三代产品,也是国家在第十一个五年计划期间重点支持的科研项目。龙芯三号是国内首款采用 65nm 先进工艺、主频达到 1GHz 的多核 CPU 处理器,标志着我国在关键器件及其核心技术上取得的重要进展。龙芯三号包括单核、4 核与 16 核 3 款产品,分别用于桌面计算机、高性能服务器等设备,亦可用于 IP 核授权。

2008 年末,4 核龙芯三号流片(像流水线一样通过一系列工艺步骤制造芯片,称为流片)成功。该芯片采用 65nm 工艺,主频 1GHz,晶体管数目达到 4.25 亿个,并增加专门服务于 Java 程序的协处理器,以提高 Linux 环境下 Java 程序的执行效率,并实现了指令缓存追踪技术等。龙芯三号最终将实现对内峰值每秒 500~1000 亿次的计算速度。龙芯课题组组长胡伟武透露,龙芯三号 CPU 的研发工作已经全面启动,有 3 个目标:65nm、16 核和 1000 亿次运算速度。

3.1.3 存储设备

存储设备是用于储存信息的设备,通常是将信息数字化后再利用电、磁或光学等方式的媒体加以存储。

1. 常见的存储设备

常见的存储设备主要有以下 6 种类型。

- (1) 利用电能方式存储信息的设备,如各式存储器(RAM、ROM)。
- (2) 利用磁能方式存储信息的设备,如硬盘、软盘(已经淘汰)、磁带、磁芯存储器、磁泡存储器(20 世纪 70 年代出现,但是在 20 世纪 80 年代硬盘价格急剧下降的情况下未能获得商业上的成功)和 U 盘。
- (3) 利用光学方式存储信息的设备,如 CD 或 DVD。
- (4) 利用磁光方式存储信息的设备,如 MO(磁光盘)。
- (5) 利用其他物体(如纸卡、纸带等)存储信息的设备,如打孔卡、打孔带和绳结等。
- (6) 专用存储系统,用于数据备份或容灾的专用信息系统,利用高速网络进行大数据量存储的设备。

2. 可移动存储设备

可移动存储设备主要有以下 5 种。

- (1) PD(Phase Change Rewritable Optical Disk Drive,相变式可重复擦写光盘驱动器)光驱。PD 光盘采用相变光方式,数据再生原理与 CD 光盘一样,是根据反射光量的差以 1 和 0 来判别信号。PD 光盘与 CD 光盘形状一样,为了保护盘面数据而装在盒内使用。PD 光盘系统在计算机、工作站环境中被广泛使用,采用与软盘、硬盘同样数据构造的单元格式,而且还采用了在计算机环境立即可被使用的 512b/单元的 MCAV 格式,采用该格式可比采用 CLV 格式的 CD-R/CD-RW 更高速地进行读写操作,并实现了寻找速

度的高速化。

(2) MO(Magneto Optical)。目前 MO 介质已成为一个计算环境,用户可把其整个计算系统,包括操作系统、应用软件和自己的工作文件,装在一个 MO 介质上。从 MO 系统的性能来看,已达到了完全在 MO 上运行,而不用加载到硬盘驱动器上的水平,大大拓宽了 MO 的应用领域,也使得 MO 具有了更强的技术生命力和市场竞争力。目前的介质技术已使得 MO 光盘的速度、可靠性、位存储价格、可重写次数和存档时间等方面达到了令人比较满意的水平,这些特点使得 MO 在与纯光记录设备 CD-RW/DVD-RAM 的竞争中处于不可替代的地位。

(3) 移动硬盘(mobile hard disk)。顾名思义,是以硬盘为存储介质,计算机之间交换大容量数据,强调便携性的存储产品。市场上绝大多数的移动硬盘都是以标准硬盘为基础的,而只有很少部分的是以微型硬盘(1.8 英寸硬盘等),但价格因素决定着主流移动硬盘还是以标准笔记本硬盘为基础。因为采用硬盘为存储介质,所以移动硬盘在数据的读写模式与标准 IDE 硬盘是相同的。移动硬盘多采用 USB、IEEE 1394 等传输速度较快的接口,可以较高的速度与系统进行数据传输。

另外,普通的硬盘通过硬盘盒或其他转换接口设备也能达到移动硬盘的效果。这种方式通常采用 USB 接口与计算机连接,现也有以 eSATA 或 USB 3.0 接口与计算机接入的。

与闪存盘以闪存(Flash Memory)作为存储介质不同,移动硬盘物理上还是以标准硬盘或微硬盘作为存储介质。因此,移动硬盘的抗震能力不如闪存盘,但所能提供的容量较大。移动硬盘所需要的电量比闪存盘大,有的时候,特别是使用前置式 USB 集线器的时候,一个 USB 接口不能够提供充足的电量,则需要使用两个 USB 接口为其供电。因此,许多移动硬盘产品使用的是一根三个分支的数据线,其中一个分支用于供电不足时补充供电,现在也有一些使用低耗笔记本硬盘的移动硬盘由于耗电低而不再需要带辅助供电的三叉 USB 线。对于使用台式机硬盘接入硬盘盒或转换线的移动硬盘,由于台式机硬盘所使用的电压和电流较笔记本硬盘高,所以均需要外置电源。另有一种 WiFi /Bluetooth 无线网络硬盘,此类移动硬盘无须连线即可与个人计算机交换数据。

(4) U 盘(USB removable(mobile) hard disk)。全称为 USB 接口移动硬盘,U 盘的称呼最早来源于朗科公司生产的一种新型存储设备,名曰“优盘”,使用 USB(通用串行总线)接口与主机进行连接后,U 盘的资料就可放到计算机上,计算机上的数据也可以放到 U 盘上。而之后生产的类似技术的设备由于朗科已进行专利注册,而不能再称为“优盘”,而改称谐音的“U 盘”或形象地称为“闪存”“闪盘”等。后来 U 盘这个称呼因其简单易记而广为人知。U 盘最大的特点是:小巧,便于携带,存储容量大,价格便宜。目前,一般的 U 盘容量有 8GB、16GB、32GB 等。

(5) 闪存卡(Flash Card)。闪存卡是利用闪存(Flash Memory)技术存储电子信息的存储器,一般应用在数码相机、掌上电脑和 MP3 等小型数码产品中作为存储介质,其外观小巧,犹如一张卡片,所以称为闪存卡。根据不同的生产厂商和不同的应用,闪存卡包括 Smart Media(SM 卡)、Compact Flash(CF 卡)、PCI-e 闪存卡、MultiMedia Card(MMC 卡)、Secure Digital(SD 卡)、Memory Stick(记忆棒)、XD-Picture Card(XD 卡)和微硬盘

(Microdrive)等,这些闪存卡虽然外观和规格不同,但是技术原理都是相同的。

3. 存储器

存储器(memory)是计算机系统中的记忆设备,用来存放程序和数据。计算机中的全部信息,包括输入的原始数据、计算机程序、中间运行结果和最终运行结果都保存在存储器中。它根据控制器指定的位置存入和取出信息。有了存储器,计算机才有记忆功能,才能保证正常工作。存储器按用途可分为主存储器(主存、内存)和辅助存储器(辅存、外存)内存指主板上的存储部件,用来存放当前正在执行的数据和程序,但仅用于暂时存放程序和数据,关闭电源或断电后内存中的数据会丢失。外存通常是磁性介质或光盘等,能长期保存信息。

1) 内存

内存是计算机中重要的部件之一,它是与 CPU 进行直接沟通的桥梁。计算机中所有程序的运行都是在内存中进行的,因此内存的性能对计算机的影响非常大。内存也被称为内存储器,其作用是暂时存放 CPU 中的运算数据,以及与硬盘等外部存储器交换的数据。只要计算机在运行中,CPU 就会把需要运算的数据调到内存中进行运算,当运算完成后 CPU 再将结果传送出来,内存的运行也决定了计算机的稳定运行。内存是由内存芯片、电路板和金手指等部分组成的。

内存速度快、容量小,当前运行的程序与数据存放在内存中,内存直接与 CPU 打交道,包括寄存器、高速缓冲存储器(Cache)和主存储器。寄存器在 CPU 芯片的内部,高速缓冲存储器也制作在 CPU 芯片内,而主存储器由插在主板内存插槽中的若干内存条组成。内存的质量好坏与容量大小会影响计算机的运行速度。平常使用的程序,如 Windows 操作系统、打字软件和游戏软件等,一般都是安装在硬盘等外存上,但是必须把它们调入内存中运行,才能真正使用其功能。

微型计算机的存储器有磁芯存储器和半导体存储器,微型机的内存都采用半导体存储器。半导体存储器从使用功能上分为两种:有随机存储器(Random Access Memory, RAM),又称为读写存储器;只读存储器(Read Only Memory, ROM)。

(1) 随机存储器。随机存储器是一种可以随机读写数据的存储器,也称为读写存储器。RAM 有两个特点:一是可以读出,也可以写入。读出时并不损坏原来存储的内容,只有写入时才修改原来所存储的内容。二是 RAM 只能用于暂时存放信息,一旦断电,存储内容立即消失,即具有易失性。RAM 分为 DDR 内存和 SDRAM 内存(SDRAM 内存由于容量低,存储速度慢,稳定性差,已经被 DDR 内存淘汰了)。内存属于电子式存储设备,它由电路板和芯片组成,特点是体积小,速度快,有电可存,无电清空,即计算机在开机状态时内存中可存储数据,关机后将自动清空其中的所有数据。内存有 DDR、DDR II、DDR III 三大类,容量为 1~64GB。通常所说的计算机内存就是指 RAM。

RAM 通常由 MOS 型半导体存储器组成,根据其保存数据的机理又可分为动态(Dynamic RAM, DRAM)和静态(Static RAM, SRAM)两大类。DRAM 的特点是集成度高,主要用于大容量存储器;SRAM 的特点是存取速度快,主要用于高速缓冲存储器。

(2) 只读存储器。其特点是只能读出信息而不能随意写入信息,在主板上的 ROM

中固化了一个基本输入输出系统,称为 BIOS(基本输入输出系统),其主要作用是完成对系统的加电自检、系统中各功能模块的初始化、系统的基本输入输出的驱动程序及引导操作系统。存储的内容采用掩膜技术,由厂家一次性写入,并永久保存下来。它一般用来存放专用的固定的程序和数据。只读存储器是一种非易失性存储器,一旦写入信息后,无须外加电源来保存信息,不会因断电而丢失。

只读存储器包括以下几种。

ROM 只读内存是一种只能读取数据的内存。在制造过程中,将数据以一特制光罩(mask)烧录于线路中,其数据内容在写入后就不能更改,所以有时又称为光罩式只读内存(mask ROM)。此内存的制造成本较低,常用于计算机的开机启动。

PROM 是可编程只读存储器,一般可编程一次。PROM 出厂时各个存储单元均为 1 或均为 0。用户使用时,再使用编程的方法使 PROM 存储所需要的数据。PROM 需要用电和光照的方法来编写要存储的程序和信息。但只能编写一次,第一次写入的信息就被永久性地保存起来。PROM 内部有行列式的熔丝,视需要利用电流将其烧断,写入所需的数据,但仅能写入一次。

EPROM 是可擦除可编程只读存储器,可多次编程。它便于用户根据需要来写入所需的数据,并能把已写入的内容擦去后再改写,即它是一种多次改写的 ROM。由于能够改写,所以能对写入的信息进行校正,在修改错误后再重新写入。

OTPROM 是一次编程只读内存,写入原理同 EPROM,但是为了节省成本,编程写入之后就不再擦除,因此不设置透明窗。

EEPROM 是电子式可擦除可编程只读内存,运行原理类似于 EPROM,但是擦除的方式是使用高电场来完成的,因此不需要透明窗。

(3) CMOS 存储器(Complementary Metal Oxide Semiconductor Memory,互补金属氧化物半导体存储器)。CMOS 存储器是一种只需要极少电量就能存放数据的芯片。由于耗能极低,CMOS 存储器可以由集成到主板上的一个小电池供电,这种电池在计算机通电时还能自动充电。因为 CMOS 芯片可以持续获得电量,所以即使在关机后也能保存有关计算机系统配置的重要数据。在计算机领域,CMOS 常指保存计算机基本启动信息(如日期、时间和启动设置等)的芯片。有时人们会把 CMOS 和 BIOS 混称,其实 CMOS 是主板上的一块可读写的 RAM 芯片,是用来保存 BIOS 的硬件配置和用户某些参数的设定。

(4) 高速缓冲存储器(Cache)。Cache 也是经常遇到的概念,它位于 CPU 与内存之间,是一个读写速度比内存更快的存储器。当 CPU 向内存中写入或读出数据时,这个数据也被存储进高速缓冲存储器中。当 CPU 再次需要这些数据时,CPU 就从高速缓冲存储器读取数据,而不是访问较慢的内存;当然,如果需要的数据在 Cache 中没有,CPU 会再去读取内存中的数据。

2) 外存

外存储器是指除计算机内存及 CPU 缓存以外的存储器,此类存储器一般断电后仍然能保存数据。常见的外存储器有磁盘、光盘、U 盘等。磁盘有软磁盘(已淘汰)和硬磁盘两种。光盘有只读型光盘 CD-ROM、一次写入型光盘 WORM 和可重写型光盘 MO 3

种。外存能长期保存信息,并且不依赖于电来保存信息,但是由于读写头是由机械部件带动,速度与 CPU 相比就慢得多。注意,CPU 不直接与外存打交道。图 3.5 是某款硬盘与 U 盘。

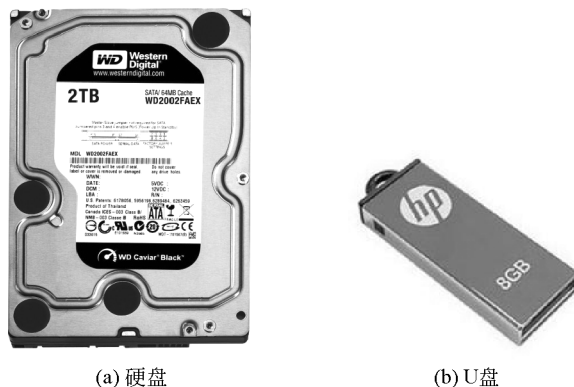


图 3.5 硬盘和 U 盘

从冯·诺依曼的存储程序工作原理及计算机的组成来说,计算机分为运算器、控制器、存储器和输入输出设备,这里的存储器就是指内存,而硬盘属于输入输出设备。

CPU 运算所需要的程序代码和数据来自内存,内存中的内容则来自硬盘,所以硬盘并不直接与 CPU 打交道。硬盘相对于内存来说就是外部存储器。

(1) 硬盘(Hard Disk Drive, HDD)。全名温切斯特式硬盘(简称温盘),是计算机主要的存储媒介之一,由一个或者多个铝制或者玻璃制的碟片组成。这些碟片外覆盖有铁磁性材料。绝大多数硬盘都是固定硬盘,被永久性地密封固定在硬盘驱动器中。

硬盘可分为固态硬盘、机械硬盘和混合硬盘。固态硬盘采用闪存颗粒来存储,机械硬盘采用磁性碟片来存储,混合硬盘是把磁性硬盘和闪存集成到一起的一种硬盘。硬盘的转速和容量会影响读写速度和系统运行速度。

硬盘的基本参数包括容量、转速、平均访问时间、传输速率和缓存等。

① 容量。作为计算机系统的数据存储器,硬盘最主要的参数是容量。硬盘的容量以 MB、GB 或 TB 为单位,常见的换算式为: $1\text{TB} = 1024\text{GB}$, $1\text{GB} = 1024\text{MB}$, $1\text{MB} = 1024\text{KB}$ 。但硬盘厂商通常使用的是 GB,并且换算公式为 $1\text{GB} = 1000\text{MB}$,因此在 BIOS 中或在格式化硬盘时看到的容量会比厂家的标称值要小。硬盘的容量指标还包括硬盘的单碟容量。所谓单碟容量是指硬盘单片盘片的容量,单碟容量越大,单位成本越低,平均访问时间也越短。

一般情况下硬盘越大,单位字节的价格就越便宜,但是超出主流容量的硬盘除外。

② 转速。转速是硬盘内电机主轴的旋转速度,也就是硬盘盘片在一分钟内所能完成的最大转数。转速的快慢是标示硬盘档次的重要参数之一,它是决定硬盘内部传输速率的关键因素之一,在很大程度上直接影响硬盘的速度。硬盘的转速越快,硬盘寻找文件的速度也就越快,硬盘的传输速率也就得到了提高。硬盘转速以每分钟多少转来表示,单位为 rpm(revolutions per minute)。rpm 值越大,内部传输速率就越快,访问时间就越短,

硬盘的整体性能也就越好。

家用的普通硬盘的转速一般有 5400rpm 和 7200rpm。高转速硬盘也是台式机用户的首选;而笔记本计算机则是以 4200rpm 和 5400rpm 为主,虽然已经有公司发布了 10 000rpm 的笔记本计算机硬盘,但在市场中还较为少见;服务器用户对硬盘性能要求最高,服务器中使用的 SCSI 硬盘的转速基本都采用 10 000rpm,甚至还有 15 000rpm 的,性能要超出家用产品很多。较高的转速可缩短硬盘的平均寻道时间和实际读写时间,但随着硬盘转速的不断提高,也带来了温度升高、电机主轴磨损加大、工作噪声增大等负面影响。

③ 平均访问时间。平均访问时间是指磁头从起始位置到达目标磁道位置,并且从目标磁道上找到要读写的数据扇区所需的时间。平均访问时间体现了硬盘的读写速度,它包括硬盘的寻道时间和等待时间,即

$$\text{平均访问时间} = \text{平均寻道时间} + \text{平均等待时间}$$

硬盘的平均寻道时间是指硬盘的磁头移动到盘面指定磁道所需的时间。这个时间当然越小越好,硬盘的平均寻道时间通常是 8~12ms,而 SCSI 硬盘的平均寻道时间则小于或等于 8ms。

硬盘的等待时间,又称为潜伏期(latency),是指磁头已处于要访问的磁道,等待所要访问的扇区旋转至磁头下方的时间。平均等待时间为盘片旋转一周所需的时间的一半,一般应在 4ms 以下。

④ 传输速率。硬盘的数据传输率是指硬盘读写数据的速度,单位为兆字节每秒(MB/s)。硬盘传输速率又包括内部传输速率和外部传输速率。

内部传输速率也称为持续传输速率,它反映了硬盘缓冲区未用时的性能。内部传输速率主要依赖于硬盘的旋转速度。

外部传输速率也称为突发数据传输速率或接口传输速率,是系统总线与硬盘缓冲区之间的数据传输速率,外部传输速率与硬盘接口类型和硬盘缓存的大小有关。

Fast ATA 接口硬盘的最大外部传输速率为 16.6MB/s,而 Ultra ATA 接口的硬盘则达到 33.3MB/s。2012 年 12 月,有人研制出传输速率为 1.5GB/s 的固态硬盘。

⑤ 缓存。缓存是硬盘控制器上的一块内存芯片,具有极快的存取速度,它是硬盘内部存储和外界接口之间的缓冲器。由于硬盘的内部传输速率和外部传输速率不同,缓存在其中起到一个缓冲的作用。缓存的大小与速度是直接关系硬盘的传输速率的重要因素,能够大幅度地提高硬盘的整体性能。当硬盘存取零碎数据时需要不断地在硬盘与内存之间交换数据,有了大缓存,则可以将那些零碎数据暂存在缓存中,减小外系统的负荷,也提高了数据的传输速率。

硬盘尺寸有很多种。3.5 英寸硬盘广泛用于各种台式计算机;2.5 英寸笔记本硬盘广泛用于笔记本电脑、桌面一体机、移动硬盘及便携式硬盘播放器;8 英寸微型硬盘广泛用于超薄笔记本电脑、移动硬盘及苹果播放器;3 英寸微型硬盘产品单一,是三星公司独有的技术,仅用于三星公司的移动硬盘;1.0 英寸微型硬盘最早由 IBM 公司开发,称为 MicroDrive 微硬盘(简称 MD),因符合 CF II 标准,所以广泛用于单反数码相机;0.85 英寸微型硬盘产品单一,是日立公司的独有技术,用于日立的一款硬盘手机,前 Rio 公司的几款 MP3 播放器也采用了这种硬盘。

硬盘的接口类型包括 ATA、SATA、SATA II、SATA III、SCSI 和光纤通道。

ATA(Advanced Technology Attachment)用传统的 40-pin 并口数据线连接主板与硬盘,外部接口速率最大为 133MB/s,因为并口线的抗干扰性太差,且排线占空间,不利计算机散热,将逐渐被 SATA 所取代。

IDE(Integrated Drive Electronics),即电子集成驱动器,俗称 PATA 并口。

SATA 是接口发展的趋势。2001 年,由英特尔、APT、戴尔、IBM、希捷、迈拓这几大厂商组成的 Serial ATA 委员会正式确立了 Serial ATA 1.0 规范。2002 年,虽然串行 ATA 的相关设备还未正式上市,但 Serial ATA 委员会已抢先确立了 Serial ATA 2.0 规范。Serial ATA 采用串行连接方式,串行 ATA 总线使用嵌入式时钟信号,具备了更强的纠错能力,与以往相比,其最大的区别在于能对传输指令(不仅仅是数据)进行检查,如果发现错误会自动矫正。

SATA II 是芯片巨头英特尔公司与硬盘巨头希捷公司在 SATA 的基础上发展起来的,其主要特征是外部传输速率从 SATA 的 150MB/s 进一步提高到了 300MB/s,此外还包括原生命令队列(Native Command Queuing,NVQ)、端口多路器(Port Multiplier)、交错启动(Staggered Spin-up)等一系列的技术特征。但是并非所有的 SATA 硬盘都可以使用 NCQ 技术,除了硬盘本身要支持 NCQ 之外,也要求主板芯片组的 SATA 控制器支持 NCQ。

SATA III 的正式名称为 SATA Revision 3.0,是串行 ATA 国际组织(SATA-IO)在 2009 年 5 月发布的新版规范,主要是传输速率达到 6GB/s,同时向下兼容旧版规范 SATA Revision 2.6,接口和数据线都没有变动。SATA 3.0 接口技术标准是 2007 年上半年英特尔公司提出的,由英特尔公司的存储产品架构设计部技术总监 Knut Grimsrud 负责。Knut Grimsrud 表示,SATA 3.0 的传输速率将达到 6GB/s,将在 SATA 2.0 的基础上增加一倍。

SCSI(Small Computer System Interface,小型计算机系统接口)是同 IDE(ATA)完全不同的接口,IDE 接口是普通 PC 的标准接口,而 SCSI 并不是专门为硬盘设计的接口,是一种广泛应用于小型机上的高速数据传输技术。SCSI 接口具有应用范围广、多任务、带宽大、CPU 占用率低以及热插拔等优点,但较高的价格使得它很难如 IDE 硬盘一样普及。因此,SCSI 硬盘主要应用于中、高端服务器和高档工作站中。

光纤通道(fibre channel)和 SCSI 接口一样,最初也不是为硬盘设计开发的接口技术,而是专门为网络系统设计的。它是随着存储系统对速度的需求,才逐渐应用到硬盘系统中。光纤通道硬盘是为提高多硬盘存储系统的速度和灵活性才开发的,它的出现大大提高了多硬盘系统的通信速度。光纤通道的主要特性有热插拔性、高速带宽、远程连接以及连接设备数量大等。光纤通道是为服务器这样的多硬盘系统环境而设计的,能满足高端工作站、服务器、海量存储子网络,外设间通过集线器、交换机和点对点连接进行双向、串行数据通信等系统对高数据传输速率的要求。

硬盘制造厂商主要有希捷、西部数据、日立、东芝和三星等。

希捷公司成立于 1979 年,现为全球第二大的硬盘、磁盘和读写磁头制造商,希捷公司在设计、制造和销售硬盘领域居全球领先地位,提供用于企业、台式机、移动设备和消费电

子的产品。希捷公司于2005年并购迈拓(Maxtor),2011年4月收购三星(Samsung)公司旗下的硬盘业务。

西部数据(Western Digital)公司是全球知名的硬盘厂商,现为全球第一大硬盘制造商,成立于1979年,总部位于美国加州,在世界各地设有分公司或办事处,为全球用户提供存储器产品。2011年3月,西部数据公司收购日立公司之后,市场份额达到近50%,取代希捷公司成为名副其实的硬盘老大。

日立(Hitachi)集团是全球最大的综合跨国集团之一,2002年并购IBM公司的硬盘生产事业部门,2011年3月被西部数据公司收购。

东芝(Toshiba)公司是日本最大的半导体制造商,主要生产移动存储产品。

三星(Samsung)公司是韩国最大的企业集团,生产的硬盘用于台式机、移动设备和消费电子等产品。2011年4月19日,希捷公司正式宣布以13.75亿美元收购三星公司硬盘业务。2011年12月20日,希捷公司宣布已完成对三星电子有限公司旗下硬盘业务的收购交易。

硬盘维护应注意以下事项。

① 保持计算机工作环境清洁。硬盘以带有超精过滤纸的呼吸孔与外界相通,它可以在普通无净化装置的室内环境中使用,若在灰尘严重的环境下,灰尘会被吸附到PCBA的表面、主轴电机的内部以及堵塞呼吸过滤器,因此必须防尘。还有环境潮湿、电压不稳定都可能导致硬盘损坏。

② 养成正确关机的习惯。硬盘在工作时突然关闭电源,可能会导致磁头与盘片猛烈摩擦而损坏硬盘,还会使磁头不能正确复位而造成硬盘的划伤。关机时一定要注意面板上的硬盘指示灯是否还在闪烁,只有当硬盘指示灯停止闪烁、硬盘结束读写后才可关机。

③ 正确移动硬盘,注意防震。移动硬盘时最好等待关机十几秒,硬盘完全停转后再进行。在开机时硬盘高速转动,轻轻的震动都可能使碟片与读写头相互摩擦而产生磁片坏轨或读写头毁损。最好等待关机十几秒硬盘完全停转后再重新启动电源,可避免电源因瞬间突波对硬盘造成伤害。在硬盘的安装、拆卸过程中应多加小心,硬盘移动、运输时严禁磕碰,最好用泡沫或海绵包装保护,尽量减少震动。注意,硬盘厂商所谓的“抗撞能力”或“防震系统”等,指在硬盘在未启动状态下的防震和抗撞能力,而非开机状态下的功能。

(2) 光盘。用于计算机系统的光盘有3类:只读光盘(CD-ROM)、一次写入光盘(CD-R)和可擦写光盘(CD-RW)等。光盘以光信息作为存储物的载体。光盘可分为不可擦写光盘(如CD-ROM、DVD-ROM等)和可擦写光盘(如CD-RW、DVD-RAM等)。光盘是利用激光原理进行读写的设备,可以存放各种文字、声音、图形、图像和动画等多媒体数字信息。高密度光盘(Compact Disc)是近代发展起来的不同于完全磁性载体的光学存储介质,用聚焦的氢离子激光束处理记录介质的方法存储和再生信息,又称激光光盘。光盘凭借大容量得以广泛使用。

CD光盘的最大容量大约是700MB,DVD盘片单面4.7GB,最多能刻录约4.59GB的数据(因为DVD的1GB=1000MB,而硬盘的1GB=1024MB);双面8.5GB,最多约能刻8.3GB的数据,蓝光盘(BD)的容量则比较大,其中HD DVD单面单层15GB、双层30GB;

BD 单面单层 25GB, 双面 50GB, 三层 75GB, 四层 100GB。

光盘的存储原理比较特殊, 里面存储的信息不能被轻易地改变。也就是说, 常见的光盘生产出来的时候是什么样就是什么样。那有没有办法把自己写的文章存在光盘上呢? 当然有! 只要有一个 CD 刻录机和空的 CD-R 光盘, 就能将自己的文章存在光盘上。其他像 DVD 等介质的刻录也是一样的, 要注意的是, 绝大部分 DVD 刻录机都能刻录 CD, 即所谓的“向下兼容”。

刻录机可以分两种: 一种是 CD 刻录, 另一种是 DVD 刻录。使用刻录机可以刻录音像光盘、数据光盘和启动盘等。方便存储数据和携带。CD 的容量是 700MB, DVD 的容量是 4.5GB(双层 8.5GB), BD 的容量在 25GB 以上。

外部存储器都是可以从计算机中拆卸下来的, 常见的外部存储器有硬盘、光盘、U 盘、SD(Security Data, 数据安全)卡和 TF(T-Flash)卡等。

光盘的分类如下。

CD(Compact-Disc)光盘: 模拟数据通过大型刻录机在 CD 上刻出许多连肉眼都看不见的小坑。

CD-DA(CD-Audio): 用来储存数位音效的光碟片。CD-ROM 兼容此规格的音乐片。

CD-ROM(Compact-Disc-Read-Only-Memory): 只读光盘机。1986 年, SONY 和 Philips 公司一起制定了黄皮书标准, 定义了用于计算机数据存储的 MODE1 和用于压缩视频图像存储的 MODE2 两类型, 使 CD 成为通用的存储介质。

CD-PLUS 是将 CD-Audio 音效放在 CD 的第一轨, 其后存放数据文件, 这样 CD 只会读到前面的音轨, 不会读到数据轨, 达到计算机与音响两用的好处。

CD-ROM XA(CD-ROM-eXtended-Architecture): 分为 FORM1 和 FORM2 两种, 以及一种增强型 CD 标准 CD+。

VCD(Video-CD): 激光视盘, 指全动态、全屏播放的激光影视光盘。

CD-I(Compact-Disc-Interactive): 互动式光盘系统, 1992 年实现全动态视频图像播放。

Photo-CD: 可存储 100 张具有 5 种格式的高分辨率照片, 可加上相应的解说词和背景音乐或插曲, 成为有声电子图片集。

CD-R(Compact-Disc-Recordable): 在光盘上加一层可一次性记录的染色层以供刻录。

CD-RW: 在光盘上加一层可改写的染色层, 通过激光可在光盘上反复多次写入数据。

SDCD(Super-Density-CD): 双面提供 5GB 的存储量, 数据压缩比不高。

MMCD(Multi-Media-CD): 单面提供 3.7GB 存储量, 数据压缩比较高。

HD-CD(High-Density-CD): 高密度光盘, 容量大, 单面容量 4.7GB, 双面容量高达 9.4GB。

MPEG-2: 1994 年 ISO/IEC 组织制定的运动图像及其声音编码标准, 针对广播级的

图像和立体声信号的压缩和解压缩。

DVD(Digital-Versatile-Disk): 数字多用光盘,以 MPEG-2 为标准,拥有 4.7GB 的大容量,可储存 133min 的高分辨率全动态影视节目,包括杜比数字环绕声音轨道,图像和声音质量是 VCD 所不及的。

DVD+RW: 可反复写入的 DVD 光盘,又称为 DVD-E。容量为 3.0GB,采用 CAV 技术来获得较高的数据传输速率。

PD 光驱(Power Disk2): Panasonic 公司开发的技术,将可写光驱和 CD-ROM 合二为一,有 LF-1000(外置式)和 LF-1004(内置式)两种类型。容量为 650MB,数据传输速率达 5.0MB/s,采用微型激光头和精密机电伺服系统。

DVD-RAM: 容量大,价格低,速度快,兼容性好。

UMD(Universal Media Disc): 采用 660nm 红光镭射双层记录方式,最高容量为 1.83GB。UMD 规格有 UMD Audio 和 UMD Video 两种,采用了新一代的 H.264/AVC 影像压缩标准以及 SONY 公司自主制定的 ATRAC3 Plus 音频压缩标准。为防止盗版和保证该项技术的独占权,UMD 光盘只有只读格式,使用 128 位 AES 加密技术,而且所有 UMD 光盘只由 SONY 公司独家生产,技术不外流,市场上没有任何 UMD 空白盘或者 UMD 刻录机出售。

BD(Blu-ray Disc ROM)是一种只读光盘,能够存储大量数据的外部存储媒体,可称为蓝光光盘。BD 是 DVD 之后的下一代光盘格式之一,用于存储高品质的影音以及高容量的数据。

(3) U 盘。全称为 USB 闪存驱动器(USB flash disk)。它是一种使用 USB 接口的无需物理驱动器的微型高容量移动存储产品,通过 USB 接口与计算机连接,实现即插即用,是移动存储设备之一。U 盘最大的优点是:小巧,便于携带,存储容量大,价格便宜,性能可靠。一般的 U 盘容量有 2GB、4GB、8GB、16GB、32GB、64GB 等。U 盘中无任何机械式装置,抗震性能极强。另外,U 盘还具有防潮防磁、耐高低温等特性,安全可靠性能很好。

U 盘几乎不会让水或灰尘渗入,也不会被刮伤,而这些对于旧式的携带式存储设备(如光盘、软盘等)是严重的问题。U 盘所使用的固态存储设计使其能够抵抗无意间的外力撞击,不过,小尺寸的 U 盘也让它们常常被放错地方、忘掉或遗失。

U 盘虽然小,但相对来说有很大的存储容量。随着科技的发展,U 盘容量也依摩尔定律(由英特尔创始人之一戈登·摩尔提出来的,其内容为当价格不变时,集成电路上可容纳的晶体管数目约每隔 18 个月便会增加一倍,性能也将提升一倍。换言之,每一美元所能买到的计算机性能,将每隔 18 个月翻一番。这一定律揭示了信息技术进步的速度)飞速猛增。

与其他的闪存设备相同,U 盘在总读取与写入次数上也有限制。U 盘在正常使用状况下可以读写数十万次,但当 U 盘变旧时,写入的动作会更耗费时间。许多 U 盘支持写入保护机制。这种在外壳上的开关可以防止计算机写入或修改磁盘上的数据。写入保护机制可以防止计算机病毒文件写入 U 盘,以防止病毒的传播。没有写保护功能的 U 盘则

成了多种病毒随自动运行等功能传播的途径。

U 盘比起机械式的磁盘来说更能容忍外力的撞击,但仍然可能因为严重的物理损坏而发生故障或遗失数据。在组装计算机时,错误的 USB 连接端口接线也可能损坏 U 盘的电路。

3.1.4 输入和输出设备

输入输出设备(I/O)起着人和计算机、设备和计算机、计算机和计算机的联系作用。属于计算机的外围设备。

输入设备(input device)是向计算机输入数据和信息的设备,是计算机与用户或其他设备通信的桥梁。输入设备是用户和计算机系统之间进行信息交换的主要装置之一。

键盘、鼠标、摄像头、扫描仪、光笔、手写输入板、游戏杆、语言输入装置、数码绘图板、轨迹球和麦克风等都属于输入设备,是人或外部环境与计算机进行交互的一种装置,用于把原始数据和处理这些数据的程序输入计算机中。

现在的计算机能够接收各种各样的数据,既可以是数值型的数据,也可以是各种非数值型的数据,如图形、图像和声音等都可以通过不同类型的输入设备输入计算机中,进行存储、处理和输出。

输出设备(output device)是人与计算机交互的一种部件,用于数据的输出。它把各种计算结果数据或信息以数字、字符、图像和声音等形式表示出来。常见的输出设备有显示器、打印机、绘图仪、影像输出系统、语音输出系统(音箱)和磁记录设备等。

控制台打字机、光笔和显示器等既可以作为输入设备,也可以作为输出设备。

1. 输入设备

输入设备是把待输入的信息转换成能被计算机处理的数据形式的设备。计算机输入的信息有数字、模拟量、文字符号、语声和图形图像等形式。对于这些信息形式,计算机往往无法直接处理,必须把它们转换成相应的数字编码后才能处理。输入信息的传输速率变化也很大,它们与计算机的工作速率不相匹配。输入设备的一个作用是使这两方面协调起来,提高计算机的工作效率。输入设备的种类很多,除文字及数字输入设备外,模拟信号的输入设备有数/模、模/数转换设备;图形、图像的输入设备有模式信息输入输出设备;脱机输入信息用的数据准备装置有数据准备设备等。

计算机的输入设备按功能可分为几类:①字符输入设备,如键盘;②光学阅读设备,如光学标记阅读机、光学字符阅读机;③图形输入设备,如鼠标、操纵杆、光笔;④图像输入设备,如摄像机、扫描仪和传真机;⑤模拟输入设备,如语言模数转换识别系统。

输入方式包括穿孔卡片输入、穿孔带输入、磁带输入、磁盘输入、字符阅读、CRT 终端、汉字输入、图形输入、语音输入和模拟量输入。

1) 键盘

键盘(keyboard)是最常用也是最主要的输入设备,通过键盘可以将英文字母、数字和标点符号等输入计算机中,从而向计算机发出命令、输入数据等。键盘广泛应用于微型计