

# 第 2 章 计算机系统的组成

## 2.1 初识计算机系统

一个完整的计算机系统分为两部分：**硬件系统**和**软件系统**。

计算机系统的基本组成如图 2-1 所示。硬件系统是指计算机的实体设备，是看得见、摸得着的东西，它是计算机完成计算工作的物质基础。软件系统是指在计算机硬件设备上运行的各种程序、相关文档和数据的总称，它控制计算机的各种信息，就好像存在人脑里面的各种知识一样，是看不见、摸不着的。

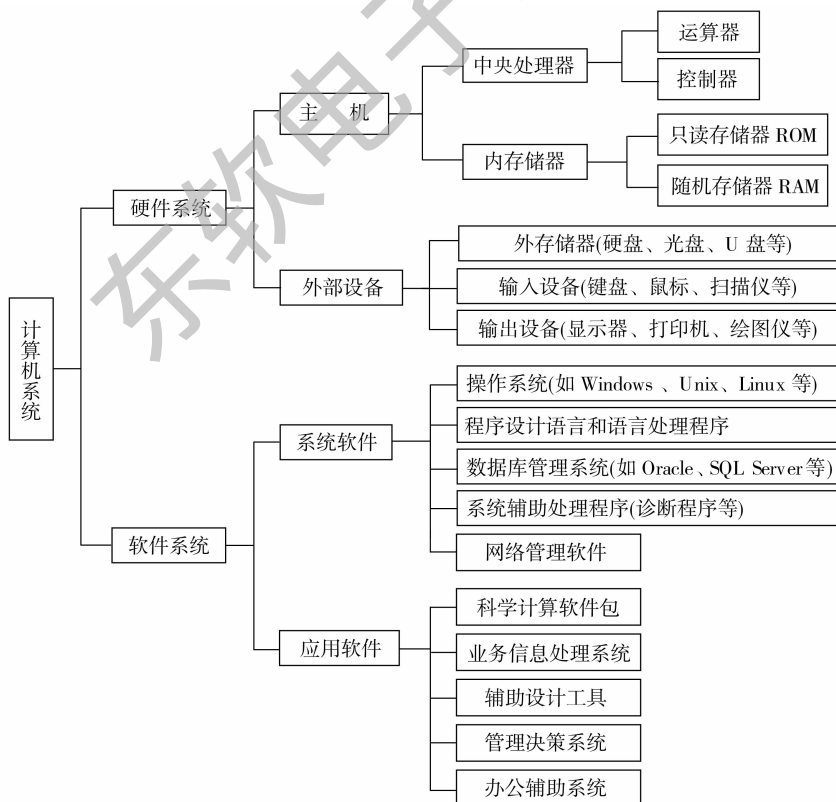


图 2-1 计算机系统基本组成

## 1. 硬件系统

计算机硬件系统由五大功能部件组成，即：运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备，这是由冯·诺依曼思想所确立的。其中，运算器、存储器和控制器是计算机的主要组成部分，称为主机；运算器和控制器合称为中央处理器（Central Processing Unit，CPU）。此外，输入设备和输出设备又称为外部设备。

## 2. 软件系统

计算机软件系统包括系统软件和应用软件两大类。

### (1) 系统软件。

系统软件（System Software）是指控制和协调计算机及其外部设备、支持应用软件开发和运行的软件。它负责系统的管理，向用户提供服务，便于用户使用和维护计算机。系统软件包括操作系统、程序设计语言和语言处理程序、数据库管理系统等。

①操作系统。操作系统负责管理计算机系统的各种软硬件资源，使计算机各部分协调有效地工作，用户通过它来使用计算机并使计算机充分实现其功能。常见的操作系统有 DOS、Windows、Linux、Unix 等。

②程序设计语言和语言处理程序。计算机语言是程序设计的工具，也称程序设计语言。发展至今，计算机语言可分为机器语言、汇编语言和高级语言三大类：

**机器语言：**用二进制数表示的指令就是机器语言。这是机器能直接识别的语言，是由“1”和“0”组成的一组代码指令，但对人而言，使用不方便，易错不易改。

**汇编语言：**由助记符和十进制数表示的指令是汇编语言。汇编语言较机器语言简洁易用，但仍旧是从指令系统中选择指令，是面向机器的语言。

**高级语言：**该类语言用十进制数表示数值型数据，而程序语句则用接近自然语言的英文表示，描述问题和数学公式类似，且与具体计算机指令系统无关，即对机器依赖性低，使用标准版高级语言程序，可在不同计算机系统上使用。常用的高级语言有 C、C++、Java 等。

用汇编语言和高级语言编写的程序是源程序。计算机不能直接执行源程序，必须把它们翻译成机器语言程序即目标程序，才可以识别。语言处理程序就是把源程序翻译成目标程序的程序。将汇编语言源程序翻译成目标程序的程序称为汇编程序。将高级语言源程序翻译成目标程序的程序有两种：一种称为“编译程序”，一种称为“解释程序”。

**编译程序**把高级语言源程序作为一个整体进行处理，翻译完毕形成机器语言目标程序再执行。大多数高级语言都采用这种翻译方式，比如 FORTRAN、C 语言等，其优点是可执行程序运行速度很快，缺点是编译、连接较费时。

**解释程序**则对高级语言程序逐句解释执行，即翻译一句执行一句。这种方式的优点是程序设计的灵活性大，缺点是程序的运行效率较低。BASIC 语言就属于解释程序。

③数据库管理系统。数据库是存储在计算机系统内的有结构的数据的集合。日常许多业务处理都需要对数据库进行管理，故计算机制造商也开发了许多数据库管理系统（DBMS）。较著名的适用于微机系统的数据库管理系统有 SQL Server、Oracle 和 MySQL 等。

### (2) 应用软件。

应用软件是用户为解决各种实际问题而编制的应用程序及其有关资料。应用软件可分为应用软件包和用户程序，前者指为解决带有通用性问题而研制开发的程序，比如办公应用方

面的 Microsoft Office，网站制作方面的 FrontPage、Dreamweaver 等；后者指用户针对特定问题而编制的程序。

### 3. 硬件系统和软件系统的关系

硬件与软件是相辅相成的。硬件是计算机的物质基础，没有硬件就无所谓计算机；软件是计算机的灵魂，没有软件，计算机什么也做不成，就像没有唱片的留声机，或者没有磁带的录音机。硬件系统的发展给软件系统提供了良好的开发环境，而软件系统的发展又对硬件系统提出了新的要求。计算机硬件、软件 and 用户之间的层次关系如图 2-2 所示。

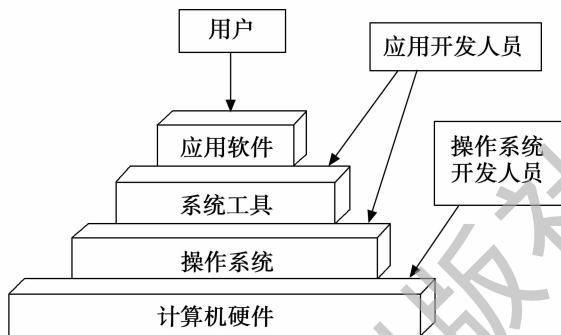


图 2-2 硬件、软件 and 用户之间的关系

计算机如何工作呢？利用计算机解决问题时，须事先编写程序。程序告诉计算机做什么，按照什么样的步骤做；程序编制好后，由输入设备送入存储器，程序经过编译转成机器指令。控制器向存储器发出取指令命令；指令逐条送入控制器，然后控制器对指令进行译码，并根据指令的操作要求，向存储器和运算器发出存数、取数命令和运算命令，经过运算器计算并把计算结果保存在存储器内；最后在控制器发出的取数和输出命令的作用下，通过输出设备输出计算结果。计算机的基本体系结构如图 2-3 所示。

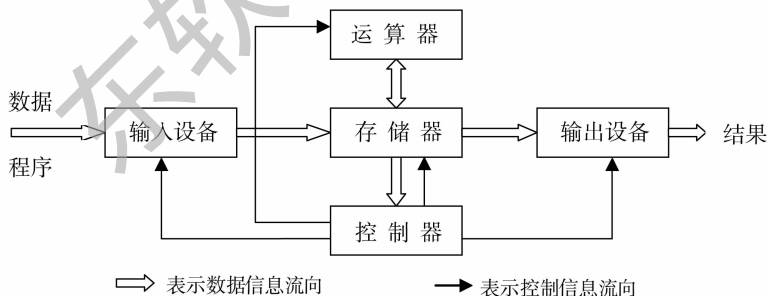


图 2-3 计算机的基本体系结构

**冯·诺依曼的设计思想：**计算机从诞生至今都属于冯·诺依曼机，其主要思想可概括为以下三条：①计算机由运算器、存储器、控制器、输入和输出设备五大基本部件组成；②计算机内部采用二进制来表示程序和数据；③计算机的工作过程是由存储程序控制的。“存储程序控制”是冯·诺依曼设计思想的核心。

## 2.2 微型计算机硬件系统

微型计算机是计算机的一种，也是由运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备五大部分组成。为了合理实现计算机的功能，微型计算机对这五大部分进行了整合，由微处理器（CPU）、存储器、主板、输入设备和输出设备五部分组成。图 2-4 所示为一台微型计算机（台式机）的外观结构。



图 2-4 台式机系统外观结构

### 2.2.1 微处理器（CPU）

微型机的 CPU 称为微处理器，它是利用大规模集成电路工艺，把运算器和控制器集成在一块电路芯片上制成的。CPU 是一台微型计算机的运算核心和控制核心，决定计算机的性能和档次，其功能主要是解释计算机指令以及处理计算机软件中的数据。如图 2-5 所示为 Intel pentium4 微处理器的正反两面。



图 2-5 微处理器

#### 1. 运算器

运算器又称算术逻辑单元（Arithmetic Logic Unit, ALU），是计算机对数据进行算术运算和逻辑运算的部件。任何复杂的算术运算都可转化为简单的算术运算（加、减、乘、除等），任何复杂的逻辑关系都可转化为逻辑运算（与、或、非等）。由于运算器能进行算术运算和逻辑运算，因此计算机能够处理各种数学运算问题和逻辑运算问题。

## 2. 控制器

控制器是计算机的控制中心，主要由指令寄存器、指令译码器、程序计数器（PC）、操作控制器等组成。计算机启动工作时，控制器根据 PC 中的地址，从存储器中取出指令送到指令寄存器，并由指令译码器对指令进行译码，然后根据指令的要求，由操作控制器发出一系列命令信号，送到相关部件，引起相应的动作，一步一步地完成指令规定的各种操作；接着 PC 加 1，取出下一条指令，重复上述过程。

## 3. CPU 的主要性能指标

计算机的运算速度是指计算机每秒钟执行的指令数。确定计算机运算速度有两种方法：一种是每秒执行百万条基本指令数（加、减法指令），简称 MIPS；另一种是每秒执行百万条浮点指令数，简称 MFPOPS。这是通过基准程序来测试的。影响运算速度的主要因素有以下几项。

(1) 主频。主频指计算机的时钟频率。CPU 的主频就是指 CPU 的工作时钟频率，其常用单位是 MHz 和 GHz（频率的标准计量单位是 Hz， $1\text{MHz}=1000\text{Hz}$ ， $1\text{GHz}=1000\text{MHz}$ ）。主频越高，则 CPU 在单位时间里完成的指令数也越多，相应的处理器速度也越快，它在很大程度上决定了计算机的运算速度。

(2) 字长。字长是指计算机能直接处理的二进制信息的位数。字长由 CPU 内部的寄存器、加法器和数据总线的位数决定。字长的大小关系到计算机的精度和速度，字长越长，精度越高，速度越快，处理能力也就越强。世界上第一个微处理器芯片是 Intel 公司于 1971 年研制成功的，称为 Intel4004，字长为 4 位；后来相继出现了 8 位、16 位和 32 位芯片，目前 64 位芯片正在逐步取代 32 位芯片的主导地位。

**说明：**为了全面理解 CPU 的频率，需了解三个概念：CPU 的主频、外频和倍频。外频是 CPU 的外部工作频率，也就是系统总线的工作频率，现在 CPU 最高外频为 200MHz；倍频是 CPU 外频和主频相差的倍数。三者的关系为： $\text{CPU 主频}=\text{外频}\times\text{倍频}$ 。

## 4. CPU 的主流技术

(1) 64 位技术。CPU 通用寄存器的数据宽度为 64 位，一次可以运行 64 位数据。64 位计算主要有两大优点：可以进行更大范围的整数运算；可以支持更大的内存。

目前主流 CPU 使用的 64 位技术主要有 AMD 公司的 AMD64 位技术、Intel 公司的 EM64T 和 IA-64 技术。其中 IA-64 技术由 Intel 公司独立开发，不兼容传统的 32 位计算机，仅用于 Itanium（安腾）以及后续产品 Itanium 2，如图 2-6 所示。



图 2-6 Intel 安腾 64 位处理器

(2) 超线程技术。超线程技术就是利用特殊的硬件指令，把两个逻辑内核模拟成两个物

理芯片，让单个处理器能使用线程级并行计算，进而兼容多线程操作系统和软件，减少了 CPU 的闲置时间，提高 CPU 的运行效率。虽然采用超线程技术能同时执行两个线程，但它并不像两个真正的 CPU 那样每个 CPU 都具有独立的资源。当两个线程都同时需要某一个资源时，其中一个要暂时停止，并让出资源，直到这些资源闲置后才能继续。因此超线程的性能并不等于两个 CPU 的性能。

(3) 多核技术。多核处理器是指基于单个半导体的一个处理器上拥有两个或多个一样功能的处理器核芯，即将两个或多个物理处理器核芯整合到一个核中。事实上，多核架构并不是新技术，不过此前多核处理器一直是服务器的专利，现在已经开始普及。

(4) 酷睿 i 系列。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。早期的酷睿是基于笔记本处理器的。目前 Intel 公司推出了基于全新的 32 纳米制程的 i7、i5、i3 处理器产品，具有睿频加速技术，即能够根据工作负载智能地调节频率和性能，在工作量较大时能实现按需提升频率、自动加速，可自如应对工作、娱乐、生活的万变需求。

## 2.2.2 存储器

存储器的功能是用来存储程序和数据。存储器由存储体、地址寄存器、地址译码器、数据寄存器和读/写控制电路组成。

存储体包含很多存储单元，每个存储单元都有一个唯一的编号，称为存储单元地址；每个存储单元存放 8 个二进制位（0 或 1），称为一个字节（Byte，简记为 B）。一个存储器所能存放的字节数称为存储容量，通常以 KB、MB 和 GB 等单位计算，它们的关系如下：

$$1\text{KB}=2^{10}\text{B}=1024\text{B}$$

$$1\text{MB}=2^{10}\text{KB}=1024\text{KB}=1024\times 1024\text{B}$$

$$1\text{GB}=2^{10}\text{MB}=1024\text{MB}=1024\times 1024\times 1024\text{B}$$

$$1\text{TB}=2^{10}\text{GB}=1024\text{GB}=1024\times 1024\times 1024\times 1024\text{B}$$

存储器的种类很多，按其用途可分为内存储器（即内存，又称主存）和外存储器（即外存，又称辅存）两种。

### 1. 内存储器

内存储器，也称主存储器，用于存放那些正在使用的程序和数据。内存储器一般采用半导体器件，其特点是：存取速度快，存储容量小，可直接与 CPU 交换信息，断电后不能保存数据。内存储器主要由随机存储器 RAM（Random Access Memory）和只读存储器 ROM（Read Only Memory）两部分组成。

#### (1) 随机存储器 RAM。

随机是指数据不是线性依次存储，而是自由指定地址进行数据读写。其中的内容既可以读出，也可以写入。断电后存储内容立即消失，故用户应将新建或修改过的文件及时保存到外存。RAM 可分为动态（DRAM）和静态（SRAM）两大类。

① 动态随机存储器。DRAM（Dynamic RAM）每隔一段时间要刷新充电一次，否则内部的数据即会消失。DRAM 的特点是集成度高，主要用于大容量内存储器。

DRAM 的常见形式是主板上插的内存条，如图 2-7 所示。内存条是将内存芯片焊接在一

定规格的印刷电路板（PCB, Printed Circuit Board）上。目前市场上的内存主要有 DDR、DDR2 和 DDR3 三大类；内存容量大小主要有 1G、2G 和 4G 等。



图 2-7 常见的 DRAM 内存条

②静态随机存储器。SRAM（Static RAM）是一种具有静止存取功能的内存，不需要刷新电路即能保存它内部存储的数据，特点是存取速度快，集成度较低。SRAM 有以下 3 种常见的应用形式：

- 置于 CPU 与主存间的高速缓存，它有两种规格：固定在主板上的高速缓存（Cache Memory）；插在卡槽上的 COAST（Cache On A Stick）扩充高速缓存。

- 在 CMOS 芯片里有较小容量（128 字节）的 SRAM，存储配置数据。

- CPU 内部的高速缓冲存储器 Cache。为了加速 CPU 内部数据的传送，自 80486CPU 起，在 CPU 的内部设计有高速缓冲存储器 Cache，简称缓存。Cache 是介于 CPU 与主存之间的临时存储器，它的容量比主存小但交换速度快。现在，CPU 的 Cache 又被细分为几层，常见的有一级缓存（L1 Cache）、二级缓存（L2 Cache）、三级缓存（L3 Cache），其读写延迟依次增加，实现的成本依次降低。CPU 要访问数据时，先搜索一级缓存，然后搜索二级缓存、三级缓存，再往后是搜索内存。

（2）只读存储器 ROM。

ROM 只能读出原有的内容，不能由用户再写入新内容，故称只读存储器。原来存储的内容是采用掩膜技术由厂家一次性写入，并永久保存下来。它一般用来存放固定的程序和数据，并且不会因断电而丢失。典型的 ROM 是主板上的 BIOS ROM 芯片，它固化了基本输入输出系统 BIOS（Basic Input and Output System）。

EPROM（Erasable Programmable ROM）可擦除可编程只读存储器，可重复擦除和写入，解决了 PROM 芯片只能写入一次的弊端。EPROM 芯片有一个很明显的特征，即在其正面的陶瓷封装上，开有一个玻璃窗口，透过该窗口，可以看到其内部的集成电路，紫外线透过该孔照射内部芯片就可以擦除其内的数据。完成芯片擦除的操作要用到 EPROM 擦除器。EPROM 内资料的写入要用专用的编程器，并且往芯片中写内容时必须加一定的编程电压。

由于 EPROM 操作的不便，586 以后的主板上 BIOS ROM 芯片大部分都采用 EEPROM（Electrically Erasable Programmable ROM），即电可擦除可编程只读存储器。通过跳线开关和系统配带的驱动程序盘，可以对 EEPROM 进行重写，方便地实现 BIOS 升级。

## 2. 外存储器

外存储器，也称辅助存储器，存放电脑暂时不用的数据。外存储器具有存取速度慢，存储容量大的特点。它不能直接和 CPU 交换信息，断电后可以长期保存信息，是内存的补充。外存储器按照材质可以分为磁盘、U 盘、光盘等。

（1）磁盘存储器。

它是以磁盘为存储介质的存储器，利用磁记录技术在涂有磁记录介质的旋转圆盘上进行



数据存储的辅助存储器，具有存储容量大、数据传输率高、存储数据可长期保存等特点。在计算机系统中，常用于存放操作系统、程序和数据，是主存储器的扩充。磁盘可分为硬盘和软盘两类。

硬盘由磁道、扇区、柱面和磁头组成。柱面是指多个磁片上具有相同编号的磁道，它的数目和磁道是相同的。硬盘由很多个磁片叠在一起。磁头是主要的读写部件。

文件的大小用字节表示，但在存储时是以簇为单位的。一个簇中不能包含两个文件的内容，即无论一个文件有多小（例如只有几个字节），一旦它占用了一个簇，则其他文件就不能再写入这个簇了。此时，该簇中其他还未占用空间就被浪费了。每个簇由一个或多个扇区构成，簇的大小和硬盘分区大小有关，分区容量越大，每个簇的扇区数就越多。

衡量硬盘的主要性能指标有容量和速度等。目前使用的硬盘容量都已达到 320G、500G、1TB，甚至 3TB 左右，如图 2-8 所示为一块 3TB 硬盘。硬盘速度可用每分钟转数（5400 rpm 或 7200 rpm）、平均寻址时间和数据传输速率等来说明。传输接口使用 SATA（Serial ATA）的硬盘又叫串口硬盘，是目前 PC 机硬盘的主流，已基本取代了传统的 PATA 并口硬盘。



图 2-8 西部数据公司发布的大容量 SATA 接口硬盘 (3TB)

一块新硬盘需经过以下三步方可使用：低级格式化、硬盘分区和高级格式化。

硬盘的低级格式化是对硬盘进行磁道和扇区的划分，是物理格式化。这项工作无须用户来做，硬盘在出厂前都已完成了这项工作。低级格式化会彻底清除硬盘里的内容，应谨慎使用；低级格式化需要特殊的软件，有些主板的 BIOS 里也有这种程序。多次对硬盘进行低级格式化是有害的。

低级格式化后的硬盘还不能使用，需对其进行分区处理：将硬盘分为若干相互独立的逻辑存储区，即通常所说逻辑盘，如 C 盘、D 盘等，并将主引导程序和分区表写到硬盘的第一个扇区中。分区后的硬盘才能被系统识别。

硬盘在分区后形成的每个逻辑盘须经过高级格式化才能使用。

分区和高级格式化的方法参见第 3 章。

**软盘：**软磁盘存储器简称软盘，是一种封装在方形保护套内的、在软质基片上涂有氧化铁磁层的记录介质。软盘驱动器的磁头与盘面是在接触状态下工作的，因而转速很低，其他工作原理与硬盘相类似。早期软盘盘径为 8 英寸（1 英寸=2.54 厘米），后来发展成 5.25 英寸，又广泛采用 3.5 英寸。软盘现在基本已经被淘汰。

## (2) USB 移动存储设备。

USB（Universal Serial Bus，通用串行总线），也称通用串联接口。它是一个使计算机外



接设备连接标准化、单一化的接口，即一个 USB 接口可以支持多种计算机外部设备；同时，USB 支持热插拔，即在开机的情况下可以安全地连接或断开 USB 设备，达到真正的即插即用。

目前，人们较熟悉的移动存储设备主要有移动硬盘和移动闪存盘。移动硬盘使用 USB 连接线，可随便插拔，使用方便，如图 2-9 所示。而移动闪存盘，即闪存盘，因为插在 USB 接口上，又称 U 盘，是采用 Flash Memory（一种半导体存储器）制成的存储器，如图 2-10 所示。它具有体积小、使用方便、数据安全可靠等优点，正被越来越多的用户所青睐。



图 2-9 移动硬盘



图 2-10 移动闪存盘 (U 盘)

### (3) 光盘存储器。

光盘存储技术是利用激光在介质上写入并读出信息。这种存储介质最早是非磁性的，在光盘上写入的信息不能抹掉，是不可逆的存储介质。以后发展为磁性介质，用磁性介质进行光存储记录时，可以抹去原来写入的信息，并能够写入新的信息，可擦可写反复使用。光盘的主要特点是存储容量大，信息保存寿命长，环境要求低，工作稳定可靠。光盘存储系统由光盘、光盘驱动器和光盘控制适配器组成。光盘主要有以下几种：

①CD-ROM。这是只能读出而不能写入的光盘，是当前最普遍的一种。它的制作成本低、信息存储量大、保存时间长。CD-ROM 只有一面有数据，在它的表面有一层保护膜，但它还是很容易被划伤，所以一定要注意。常见的 CD-ROM 存储容量为 650MB 或 700MB。

②刻录光盘 CD-R。这是只能写入一次的光盘，这种光盘的写入必须使用光盘刻录机，光盘刻录完后，就和一般的 CD-ROM 没有什么两样了。CD-R 驱动器，也叫光盘刻录机，外观上和 CD-ROM 驱动器没什么不同，只是它里面的激光器比标准 CD-ROM 驱动器的激光器功率要大。

③可擦写光盘 CD-RW (CD-ReWritable)。这种光盘可以重复读写。CD-RW 刻录机除了能刻录 CD-RW 光盘之外，也可刻录一般的 CD-R 光盘。CD-RW 可以重复刻录 1000 次，对于一些时常更新资料的使用者而言是非常方便的。

④DVD 光盘 (Digital Versatile Disk, 数字多功能光碟，也称 Digital Video Disk, 数字影像光碟)。这是



图 2-11 DVD 驱动器

代替 CD 的下一代存储媒体。DVD 大小和普通的 CD-ROM 相同，但可以存储数倍于 CD-ROM 的数据。DVD 有 4 种规格：单面单层、单面双层、双面单层和双面双层；容量分别为：4.7GB、8.5GB、9.4GB 和 17GB。而普通的 CD-ROM 容量仅为 650MB。DVD 驱动器是用来读取 DVD 盘上数据的设备，如图 2-11 所示，外形和 CD-ROM 驱动器一样。

**注意：**外存储器属于输入输出设备，它只能与内存储器交换信息，不能被计算机系统的其他部件直接访问。

### 2.2.3 主板

主板又叫主机板 (Main Board)、系统板 (System Board) 或母板 (Mother Board)，是微型计算机的核心连接部件。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，几乎所有的部件都连接到主板上，如图 2-12 所示。

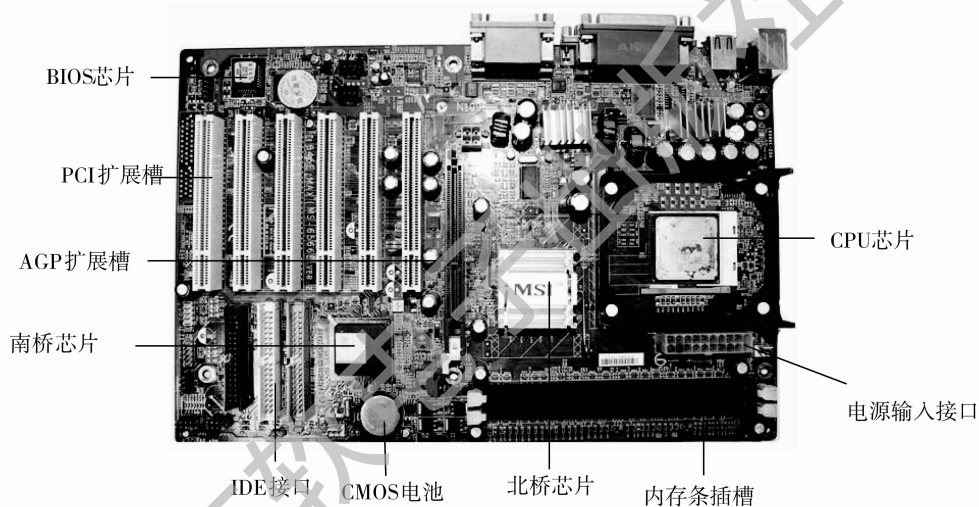


图 2-12 主板结构

主板主要是由下列部件组成：

#### 1. 总线结构

总线是计算机各部分之间进行信息传送的一组公共通道。总线包括地址总线、数据总线和控制总线，如图 2-13 为总线示意图。

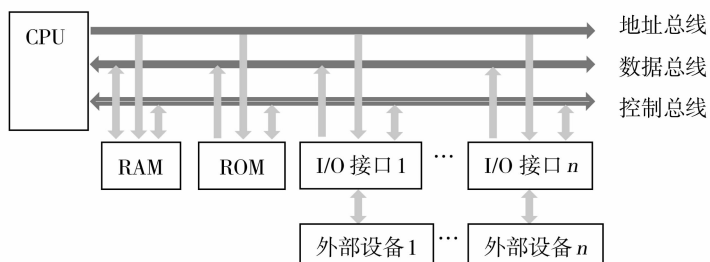


图 2-13 总线示意图

(1) 地址总线。用来传送地址信息，是单向总线。CPU 通过地址总线把要访问的内存单元地址或外部设备端口地址送出去。

(2) 数据总线。用来传送数据信息，其传输方向是双向的。数据总线是 CPU 和各部分交换信息的通路，其位数和微处理器的位数相对应。

(3) 控制总线。用来传送控制信息，其中包括 CPU 送到内存和接口电路的读写信号等，也包括其他部件送给 CPU 的时钟信号、中断申请信号以及准备就绪信号等。

## 2. 芯片组

芯片组 (Chipset) 是保证系统正常工作的重要控制模块，用于接受 CPU 指令，控制内存、总线和接口等。芯片组由北桥 (North Bridge) 芯片和南桥 (South Bridge) 芯片组成。靠近 CPU 插槽的芯片一般称为北桥芯片，这块芯片上面覆盖着一块散热片，它主要负责控制 CPU、内存和显卡的工作。靠近 PCI 插槽的芯片称为南桥芯片，负责控制系统的输入输出等功能。

## 3. CPU 插座

CPU 插座 (CPU Socket) 是计算机中央处理器与主板连接的桥梁。现在大部分 CPU 插座使用管脚阵列架构，即针脚全位于处理器上，安装时要将处理器的针脚插到插座上，通常插座为零插拔力设计以便安装。如图 2-14 所示为最常见的 Socket 型 CPU 插座。

与插座连接不同的是，SLOT 1 是英特尔公司为 Pentium II 系列 CPU 设计的插槽，如图 2-15 所示。Pentium II 处理器芯片是焊在一块电路板上，然后这块电路板再插到主板的插槽中。

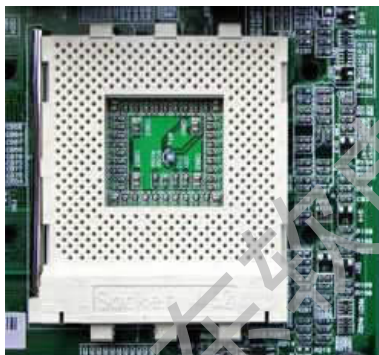


图 2-14 Socket462 型 CPU 插座



图 2-15 SLOT1 插槽上插着 Pentium II 处理器芯片

## 4. 内存芯片

主板上用于构成系统内部存储器的集成电路，统称为内存芯片，主要是 BIOS ROM 和 CMOS RAM。BIOS ROM 芯片是只读存储器，内部固化了系统启动必需的基本输入和输出指令系统。CMOS RAM 芯片存储不可丢失而用户可以修改的系统 BIOS 硬件配置信息，系统断电后靠一个锂电池来维持数据。

## 5. 扩展插槽

扩展插槽又称 I/O 插槽，它是总线的延伸，也是总线的物理体现，可以插入标准选件，如显示卡、声卡、网卡等。大部分主板都有 1~8 个插槽。扩展插槽按照发展历史和连接总线类型分为许多种，ISA (Industry Standard Architecture) 总线已经被淘汰，目前常见的是以下几种类型：

(1) PCI 插槽。PCI 总线是一种不依附于某个具体处理器的局部总线，是目前微型计算机中最常用的主板插槽，很多声卡、网卡和 SCSI 卡都采用此接口。PCI 插槽的工作频率为

33MHz（也有个别为 66MHz）。

(2) PCI-Express 插槽。PCI-Express 是最新的总线 and 接口标准。这个新标准将全面取代现行的 PCI 和 AGP，最终实现总线标准的统一。它的主要优势就是数据传输速率高，目前最高可达到 10Gb/s 以上，而且还有相当大的发展潜力。PCI-Express 也有多种规格，从 PCI-Express 1X 到 PCI-Express 16X，能满足现在和将来一定时间内出现的低速设备和高速设备的需求。支持 PCI-Express 的主要是 Intel 的 i915 和 i925 系列芯片组。当然，要实现全面取代 PCI 和 AGP 也需要一个相当长的过程，就像当初 PCI 取代 ISA 一样，都会有个过渡的过程。

(3) AGP 插槽。AGP (Accelerated Graphics Port) 即加速图形端口，是主板上靠近 CPU 插座的褐色插槽，它通过专用的 AGP 总线直接与北桥芯片相连，所以 AGP 显卡的传输速率大大超过与其他设备共享总线的 PCI 显卡。

(4) 内存插槽。内存插槽是主板上用来安装内存的地方。目前常见的内存插槽为 SDRAM 内存插槽、DDR 内存插槽。需要说明的是，不同内存插槽的引脚、电压、性能功能都是不尽相同的，不同的内存存在不同的内存插槽上不能互换使用。对于 SDRAM 内存和 DDR 内存，其主要外观区别在于 SDRAM 内存的金手指（指内存条上插入插槽的那部分是金色的，又是一根根的，所以叫金手指）上有两个缺口，而 DDR 内存只有一个。

## 6. 外部接口

(1) I/O 接口。I/O 接口是用于连接各种输入输出设备的接口。具体来说 I/O 接口主要有 PS/2 键盘接口、一个 PS/2 鼠标接口、一个串行口、一个并行口（或称为打印口）、一个游戏口和两个（或以上）USB 接口，如图 2-16 所示。

(2) 硬盘接口。硬盘接口可分为 IDE 接口和 SATA 接口。以往型号的主板上，一般集成两个 IDE 接口，新型主板上 IDE 接口减少，由 SATA 接口取代。SATA (Serial Advanced Technology Attachment) 即串行 ATA，如图 2-17 所示。这是一种完全不同于并行 ATA 的新型硬盘接口类型，由于采用串行方式传输数据而得名。SATA 总线具备更强的纠错能力，还具有结构简单、支持热插拔的优点。其他采用 SATA 接口的设备例如 SATA 光驱也已经出现。

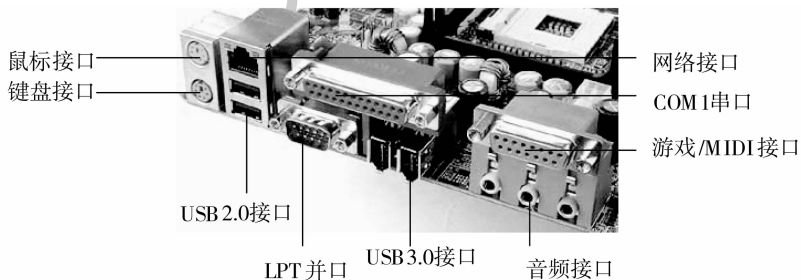


图 2-16 主板接口

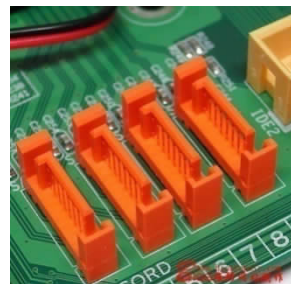


图 2-17 SATA 接口

## 2.2.4 输入设备

输入设备是向计算机输入程序、命令和数据的部件。常见的输入设备有键盘、鼠标、光笔和扫描仪等。

### 1. 键盘

键盘 (Keyboard) 是最常见的输入设备, 它由按阵列方式装配在一起的按键开关组成。按下一个键, 就相当于接通了一个开关电路, 计算机通过接口电路把该键的 ASCII 码读入计算机。根据键盘的按键数多少, 分为 101 键、104 键等。104 键的键盘是在 101 键键盘的基础上为 Windows 9X 平台的应用增加了三个快捷键 (有两个是重复的), 所以也被称为 Windows 9X 键盘。

常规的键盘有机械式键盘和电容式键盘两种。机械式键盘信号稳定, 触击有力度感, 但触点容易磨损, 现在已基本被淘汰, 取而代之的是电容式键盘。电容式键盘具有噪音小、手感自然等特点。

### 2. 鼠标

鼠标 (Mouse) 也是微型机中常用的一种输入设备, 其作用是进行光标定位和完成某种特定的输入功能。常用的鼠标有机械式和光电式两种。

- 机械式鼠标下面有一可滚动的小球, 当鼠标在平面上移动时, 小球与平面摩擦转动, 带动鼠标内的两个光盘转动, 产生脉冲, 即可测出 X、Y 方向的相对位移量, 反映到屏幕上光标的位置。

- 光电式鼠标是通过检测鼠标的位移, 将位移信号转换为电脉冲信号, 再通过程序的处理和转换来控制屏幕上光标箭头的移动。

鼠标上通常带有 2~3 个按钮, 从左到右依次称为左键、中间键和右键。其中经常使用的是左键和右键。鼠标操作主要有以下几种:

- 指向: 指向一个对象是指将鼠标指针移动至屏幕上特定位置 (对象所在位置)。
- 单击: 先指向要操作的对象, 然后按下鼠标左键并迅速释放。
- 双击: 先指向要操作的对象, 快速连续两次按下鼠标左键。若两次按键的时间间隔较长, 则会被计算机当成是单击两次, 而非一次双击。
- 右键击: 指用鼠标右键进行单击。
- 拖动: 将鼠标指针指在要操作的对象上, 按下鼠标左键不释放, 然后移动鼠标至指定位置后, 释放鼠标按键。

### 3. 扫描仪

扫描仪可把图形图像信息输入计算机中形成图形文件, 并利用有关图形软件对电脑内的图形进行编辑、显示或打印输出, 如图 2-18 所示。



图 2-18 扫描仪



## 2.2.5 输出设备

输出设备的作用是将计算机内部二进制形式的信息转换成用户所需要的或其他设备能接受和识别的信息形式。常见的输出设备有显示器、打印机、绘图仪和声音合成输出设备等。

### 1. 显示器

显示器又称监视器，是微型机不可缺少的输出设备，用户主要通过它来查看送入计算机的程序、数据、图形等信息及经过计算机处理后的中间结果、最终结果。

计算机配置的显示器有阴极射线管显示器（Cathode-Ray Tube，CRT）、液晶显示器（Liquid Crystal Display，LCD）两种，如图 2-19 所示。



图 2-19 显示器

CRT 显示器的工作原理和电视机相似：在水平方向有一条条的扫描线，每一条扫描线又由一个个扫描点组成。用电子枪顺序扫描这些扫描点，使这些扫描点上的荧光物质发光，便形成用户看到的字符或图形。

液晶显示器（LCD）是目前应用比较普遍的显示器，具有辐射低、体积重量小、方便携带等优点。其工作原理和 CRT 显示器有很大不同，利用“液晶”的物理特性，在通电时被导通，使“液晶”变得排列有序，以便光线通过，如此产生明暗的区别，形成用户最后看到的图像或文件；不通电时，“液晶”排列则混乱无序，阻止光线通过。

显示模式指计算机显示器的性能，特别指最大色彩数以及最大的图像分辨率。显示器的分辨率一般用整个屏幕上光栅的列数与行数的乘积来表示，即扫描线数和扫描点数的多少。具体来说：分辨率=每行扫描点数×扫描线数。此乘积越大，分辨率就越高。常见的显示模式有 VGA、SVGA、XGA。

(1) VGA (Video Graphics Array)：是较早的显卡标准，支持最大分辨率为  $640 \times 480$ 。

(2) SVGA (Super Video Graphics Array)：属于 VGA 屏幕的替代品，支持最大分辨率为  $800 \times 600$ ，通常应用的屏幕大小为 12.1 英寸。

(3) XGA (Extended Graphics Array)：是目前普遍采用的一种 LCD 屏幕，它支持最大分辨率为  $1024 \times 768$ 。

### 2. 打印机

打印机也是计算机常用的重要输出设备。打印机按工作原理可分为两大类：击打式和非击打式。

针式打印机属于击打式，靠打印头上的打印针撞击色带而在纸上留下字迹，如图 2-20 所示。其优点是造价低、耐用；缺点是精度低、噪音大，体积较大不易携带。现在已经越来越少用针式打印机了，但它特别适合打印票据，所以财务人员还经常使用它。

现在使用的打印机多数都是非击打式的喷墨打印机和激光打印机。

喷墨打印机的打印头没有打印针而是打印孔，如图 2-21 所示。从打印孔中喷出墨水在纸上印下字迹。其特点是噪音小、精度高，体积小便于携带。由于喷墨打印机价格比较便宜，所以许多家用微机都配有这种打印机。

激光打印机把电信号转换成光信号，再把字迹印在纸上，如图 2-22 所示。其工作原理与复印机相似。不同之处在于：复印机从原稿上用感光获得信息，而激光打印机则从计算机接受信息。激光打印机的优点是精度很高，并且噪音小。现在很多图书、报纸等的出版稿都是用激光打印机打印的。



图 2-20 针式打印机



图 2-21 喷墨打印机



图 2-22 激光打印机

### 3. 绘图仪

绘图仪可绘制计算机处理好的图纸，如图 2-23 所示。其特点是绘制速度快、绘制质量高，已成为计算机辅助设计（CAD）中不可缺少的输出设备。



图 2-23 绘图仪

**摩尔定律：**半导体制造工业的高速发展，促进了“摩尔定律”的出现。在 1965 年，大名鼎鼎的芯片制造厂商 Intel 公司的创始人之一戈顿·摩尔，提出了著名的“摩尔定律”：当价格不变时，集成电路芯片上所集成的电路的数目，每隔 18~24 个月就翻一番，性能也将提升一倍。让人感到惊奇的是，这个定律非常精确地预测了芯片的 30 年发展。

## 2.3 计算机运算基础

### 2.3.1 计算机中的数制

计算机内部在进行数据的运算和加工处理时，采用的是二进制（Binary）。这主要是因为二进制只有两个数码 0 和 1，易于表示，具有两个稳定状态的元件均可用来表示二进制数，比如开关的断开、连通等；二进制的运算规则简单；二进制适合逻辑运算。但由于人们最熟



悉的是十进制，所以计算机的终端都设计为能够接受和输出十进制的数字。另外，为理解和计算方便，计算机中还经常使用八进制和十六进制，但最终都要转换为二进制才可以在计算机内部存储和加工。

### 1. 计算机中的数制种类

(1) 十进制数 (Decimal)。

十进制数每个数位上有 10 个可能的数码，即 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9，十进制数的计数规则是逢十进一，并且同一数码在不同数位上所代表的数值大小不同（也称为各数位的“权”不同）。比如 888.88 这个数，小数点左边第一个 8 代表个位，其大小为  $8 \times 10^0$ ，第二个 8 代表十位，其大小为  $8 \times 10^1$ ，第三个 8 代表百位，其大小为  $8 \times 10^2$ ；而小数点右边第一个 8 的大小为  $8 \times 10^{-1}$ ，右边第二个 8 的大小为  $8 \times 10^{-2}$ ，所以 888.88 可展开成下式：

$$888.88 = 8 \times 10^2 + 8 \times 10^1 + 8 \times 10^0 + 8 \times 10^{-1} + 8 \times 10^{-2}$$

上式中的“10”称为十进制数的基数，基数表示数位上所使用数码个数； $10^2$ 、 $10^1$ 、 $10^0$ 、 $10^{-1}$ 、 $10^{-2}$  分别是十进制数的百位、十位、个位、小数点后第一位和小数点后第二位上的“权”。

对任意十进制数可按“权”展开为如下式子：

$$\begin{aligned} A_{n-1} \cdots A_0 . A_{-1} \cdots A_{-m} &= A_{n-1} \times 10^{n-1} + \cdots + A_0 \times 10^0 + A_{-1} \times 10^{-1} + \cdots + A_{-m} \times 10^{-m} \\ &= \sum_{i=-m}^{n-1} A_i \times 10^i \end{aligned}$$

(2) 二进制数 (Binary)。

二进制数的主要特点如下：

- ① 有 0 和 1 两个数字符号，即数码。
- ② 其基数是“2”，故称为二进制。
- ③ 计数规则是“逢二进一”。比如在二进制中， $1+1 = (10)_2$ ，而非  $1+1=2$ 。

二进制数按“权”展开的形式为：

$$\begin{aligned} A_{n-1} \cdots A_0 . A_{-1} \cdots A_{-m} &= A_{n-1} \times 2^{n-1} + \cdots + A_0 \times 2^0 + A_{-1} \times 2^{-1} + \cdots + A_{-m} \times 2^{-m} \\ &= \sum_{i=-m}^{n-1} A_i \times 2^i \end{aligned}$$

(3) 八进制数 (Octal)。

八进制数的主要特点：

- ① 有 0、1、2、3、4、5、6 和 7 八个数码。
- ② 其基数是“8”，故称为八进制。
- ③ 计数规则是“逢八进一”。

八进制数按“权”展开的形式为：

$$\begin{aligned} A_{n-1} \cdots A_0 . A_{-1} \cdots A_{-m} &= A_{n-1} \times 8^{n-1} + \cdots + A_0 \times 8^0 + A_{-1} \times 8^{-1} + \cdots + A_{-m} \times 8^{-m} \\ &= \sum_{i=-m}^{n-1} A_i \times 8^i \end{aligned}$$

(4) 十六进制数 (Hexadecimal)。

十六进制数的主要特点：

- ① 有 0、1、2、3、4、5、6、7、8、9、A、B、C、D、E 和 F 十六个数码，其中 A 至 F

分别代表十进制数的 10 至 15。

② 其基数是“16”，故称为十六进制。

③ 计数规则是“逢十六进一”。

十六进制数按“权”展开的形式为：

$$\begin{aligned} A_{n-1} \cdots A_0 . A_{-1} \cdots A_{-m} &= A_{n-1} \times 16^{n-1} + \cdots + A_0 \times 16^0 + A_{-1} \times 16^{-1} + \cdots + A_{-m} \times 16^{-m} \\ &= \sum_{i=-m}^{n-1} A_i \times 16^i \end{aligned}$$

为区别各种不同的进制，常用的方法有两种：一种是在数的右下角用数字注明，例如， $(1001)_2$ ， $(1001)_8$ ， $(1001)_{10}$ ， $(1001)_{16}$  所代表的数值就不同；另外一种是用后缀字母来表示数制，通常用 B 表示二进制数，O 表示八进制数，D 表示十进制数，而后缀 H 表示十六进制数，例如， $10110B$ ， $567O$ ， $6198D$ ， $5ADH$  与  $(10110)_2$ ， $(567)_8$ ， $(6198)_{10}$ ， $(5AD)_{16}$  的意义相同。

## 2. 不同进位计数制间的转换

(1) 二进制数、八进制数和十六进制数转换为十进制数。

首先介绍二进制数到十进制数的转换，其基本方法为：将二进制数从小数点开始，向左从 0 开始对各数位依次进行正序编号，从小数点向右各数位依次编号为 -1，-2，-3，…直到最末位，然后分别将各位上的数乘以 2 的  $k$  次幂所得的值进行求和，其中  $k$  为各个数位所对应的编号。

**【例 2-1】** 将二进制数  $1001.101$  转换为十进制数。

编号：3 2 1 0 -1 -2 -3

↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓  
1 0 0 1 . 1 0 1

$$\begin{aligned} &= 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 1 \times 2^{-1} + 0 \times 2^{-2} + 1 \times 2^{-3} \\ &= 8 + 1 + 0.5 + 0.125 = 9.625 \end{aligned}$$

结果为  $(1001.101)_2 = (9.625)_{10}$

即二进制数按“权”展开计算所得数值就是其对应的十进制数。八进制数和十六进制数转换成十进制数的方法与二进制相同，也是按“权”展开后计算所得数值即为所求。

**【例 2-2】** 将十六进制数  $(54AE.3C)_{16}$  转换为十进制数。

$$\begin{aligned} (54AE.3C)_{16} &= 5 \times 16^3 + 4 \times 16^2 + 10 \times 16^1 + 14 \times 16^0 + 3 \times 16^{-1} + 12 \times 16^{-2} \\ &= 20480 + 1024 + 160 + 14 + 0.1875 + 0.046875 \\ &= (21\ 678.234\ 375)_{10} \end{aligned}$$

(2) 十进制转换为二进制、八进制、十六进制。

将十进制数转换为二进制数时，需将此数分成整数与小数两部分分别转换，然后拼接起来即可。

十进制整数转换成二进制整数采用除 2 取余法，即将十进制整数不断除以 2 取余数，直到商为 0，余数从右到左排列，首次取得的余数排在最右边，依次类推，最后取得的余数排在最左边。

十进制小数部分转换成二进制数采用乘 2 取整法，即将十进制小数不断乘以 2 取出整数，

直到小数部分为 0 或达到所求的精度为止（小数部分可能永远不会得到 0）；所得的整数从小数点自左向右排列，取有效精度，首次取得的整数排在最左边，依次类推，最后取得的整数排在最右边。

**【例 2-3】** 将十进制数 229.24 转换为二进制数（取四位小数）。

整数部分转换：

$$\begin{array}{r}
 2 \overline{) 229} \\
 \underline{2} \phantom{00} \phantom{0} \phantom{0} \\
 2 \phantom{00} \phantom{0} \phantom{0} \phantom{0} \\
 \underline{2} \phantom{00} \phantom{0} \phantom{0} \phantom{0} \\
 2 \phantom{00} \phantom{0} \phantom{0} \phantom{0} \phantom{0} \\
 \underline{2} \phantom{00} \phantom{0} \phantom{0} \phantom{0} \phantom{0} \\
 2 \phantom{00} \phantom{0} \phantom{0} \phantom{0} \phantom{0} \phantom{0} \\
 \underline{2} \phantom{00} \phantom{0} \phantom{0} \phantom{0} \phantom{0} \phantom{0} \\
 2 \phantom{00} \phantom{0} \phantom{0} \phantom{0} \phantom{0} \phantom{0} \phantom{0} \\
 \underline{2} \phantom{00} \phantom{0} \phantom{0} \phantom{0} \phantom{0} \phantom{0} \phantom{0} \\
 2 \phantom{00} \phantom{0} \phantom{0} \phantom{0} \phantom{0} \phantom{0} \phantom{0} \phantom{0} \\
 \underline{2} \phantom{00} \phantom{0} \phantom{0} \phantom{0} \phantom{0} \phantom{0} \phantom{0} \phantom{0} \\
 0
 \end{array}$$

小数部分转换：

$$\begin{array}{r}
 0.24 \\
 \times \quad 2 \\
 \hline
 0.48 \qquad \dots 0 \\
 \times \quad 2 \\
 \hline
 0.96 \qquad \dots 0 \\
 \times \quad 2 \\
 \hline
 1.92 \qquad \dots 1 \\
 \times \quad 2 \\
 \hline
 1.84 \qquad \dots 1
 \end{array}$$

结果为  $(229.24)_{10} = (11100101.0011)_2$

十进制数转换成八进制数和十六进制数的方法与转换为二进制数相似，分别采用除 8 取余、乘 8 取整和除 16 取余、乘 16 取整的方法。

**【例 2-4】** 将十进制数 110.65 转换为八进制数（取两位小数）。

整数部分转换：

$$\begin{array}{r}
 8 \overline{) 110} \\
 \underline{8} \phantom{0} \phantom{0} \phantom{0} \\
 8 \phantom{0} \phantom{0} \phantom{0} \phantom{0} \\
 \underline{8} \phantom{0} \phantom{0} \phantom{0} \phantom{0} \\
 8 \phantom{0} \phantom{0} \phantom{0} \phantom{0} \phantom{0} \\
 \underline{8} \phantom{0} \phantom{0} \phantom{0} \phantom{0} \phantom{0} \\
 0
 \end{array}$$

小数部分转换：

$$\begin{array}{r}
 0.65 \\
 \times \quad 8 \\
 \hline
 5.20 \qquad \dots 5 \\
 \times \quad 8 \\
 \hline
 1.60 \qquad \dots 1
 \end{array}$$

结果为  $(110.65)_{10} = (156.51)_8$

(3) 二进制数和八进制数的相互转换。

由于 2 和 8 的关系为  $2^3=8$ ，所以 1 位八进制数相当于 3 位二进制数，它们之间的关系是对应的。根据这种对应关系，二进制数和八进制数之间的转换变得很简单。比如一个二进制数  $(10110101.11)_2$  要转换成八进制数，可按如下方法：从小数点开始，分别向左向右每 3 位一组，每组用对应的一位八进制数表示即可。其中小数点左边不足 3 位的应在其左边加 0 补足 3 位，小数点右边不足 3 位的应在其右边加 0，以凑成 3 位一组。

**【例 2-5】** 将二进制数  $(10110101.11)_2$  转换为八进制数。

$(10110101.11)_2 = (\underline{010} \quad \underline{110} \quad \underline{101} \quad \underline{110})_2$ （高、低位各补 1 个 0）

$$\begin{array}{cccc}
 \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow \\
 2 & 6 & 5 & 6
 \end{array}$$

结果为  $(265.6)_8$ 。将八进制数转换成二进制数的方法与上述过程相反：即将八进制数的

每一位转换成3位二进制数，转换后所得的二进制数连起来即是所求。

(4) 二进制数和十六进制数的相互转换。

由于2和16的关系为 $2^4=16$ ，每位十六进制数相当于4位二进制数，所以一个二进制数和十六进制数的相互转换可用类似于二进制数和八进制数相互转换的方法来实现：从小数点开始，分别向左向右每4位一组，每组用对应的一位十六进制数表示即可。其中小数点左边不足4位的应在其左边加0补足4位，小数点右边不足4位的应在其右边加0，以凑成4位一组。

**【例 2-6】**将二进制数1111010111101010110转换为十六进制数。

二进制数： 1 11 10 10 11 11 01 01 01 10

十六进制数： 7 A F 5 6

结果为： $(1111010111101010110)_2 = (7AF56)_{16}$

**【例 2-7】**将十六进制数6ECF3转换为二进制数。

十六进制数： 6 E C F 3

二进制数： 110 1110 1100 1111 0011

结果为： $(6ECF3)_{16} = (1101110110011110011)_2$

如表2-1所示，利用这种对应关系，可以方便地实现十进制数、二进制数、八进制数和十六进制数之间的相互转换。

表 2-1 几种数制进制对照表

| 十进制 | 二进制  | 八进制 | 十六进制 |
|-----|------|-----|------|
| 0   | 0000 | 0   | 0    |
| 1   | 0001 | 1   | 1    |
| 2   | 0010 | 2   | 2    |
| 3   | 0011 | 3   | 3    |
| 4   | 0100 | 4   | 4    |
| 5   | 0101 | 5   | 5    |
| 6   | 0110 | 6   | 6    |
| 7   | 0111 | 7   | 7    |
| 8   | 1000 | 10  | 8    |
| 9   | 1001 | 11  | 9    |
| 10  | 1010 | 12  | A    |
| 11  | 1011 | 13  | B    |
| 12  | 1100 | 14  | C    |
| 13  | 1101 | 15  | D    |
| 14  | 1110 | 16  | E    |
| 15  | 1111 | 17  | F    |

### 3. 二进制的算术运算

二进制数的算术运算与十进制数的算术运算一样，也包括加、减、乘和除四则运算，但

运算更简单。其实，在计算机内部，二进制的加法是基本运算。乘、除可以通过加、减和移位来实现，而减法的实质是加上一个负数，其主要是应用了补码运算。这样就可使计算机的运算器结构更加简单，稳定性更好。为了让读者了解计算机的算术运算，下面分别举例说明。

(1) 二进制数的加法运算。

二进制数的加法运算法则是：

$$0+0=0$$

$$0+1=1$$

$$1+0=1$$

$$1+1=0 \text{ (被加数和加数为 1, 结果本位为 0, 按逢二进一向高位进位 1)}$$

**【例 2-8】** 将两个二进制数  $(1111)_2$  和  $(1011)_2$  相加。

相加过程如下：

|     |                                     |  |
|-----|-------------------------------------|--|
| 被加数 | $(1111)_2 \cdots \cdots (15)_{10}$  |  |
| 加 数 | $(1011)_2 \cdots \cdots (11)_{10}$  |  |
| 进 位 | $+) 1111$                           |  |
|     |                                     |  |
| 和 数 | $(11010)_2 \cdots \cdots (26)_{10}$ |  |

从上述执行加法的过程可知，两个二进制数相加，每一位有 3 个数相加，即本位的被加数、加数和来自低位的进位（进位为 1 或者 0）。

(2) 二进制数的减法运算。

$$0-0=0$$

$$1-0=1$$

$$0-1=1 \text{ (被减数为 0, 减数为 1, 结果本位为 1, 向高位借位)}$$

$$1-1=0$$

**【例 2-9】** 计算二进制数  $(110000)_2 - (10111)_2$ 。

相减过程如下：

|     |                                      |  |
|-----|--------------------------------------|--|
| 借 位 | $11111$                              |  |
| 被减数 | $(110000)_2 \cdots \cdots (48)_{10}$ |  |
| 减 数 | $(10111)_2 \cdots \cdots (23)_{10}$  |  |
|     | $- )$                                |  |
|     |                                      |  |
| 结 果 | $(11001)_2 \cdots \cdots (25)_{10}$  |  |

由算式可知，两个二进制数相减时，每一位最多有三个数：本位被减数、减数和向高位的借位。按照减法运算法则可得本位相减的差数和向高位的借位。

#### 4. 基本逻辑运算

计算机不仅能进行算术运算，还可以进行逻辑运算。逻辑变量有两个值：真和假；在计算机内部表示为两种状态：1 和 0。对逻辑变量施行的运算称为逻辑运算，基本的逻辑运算有以下几种：

(1) “与”运算 (AND)。

“与”运算又称逻辑乘，用符号“ $\times$ ”或“ $\wedge$ ”来表示。运算规则如下：

$$0 \wedge 0 = 0 \quad 0 \wedge 1 = 0 \quad 1 \wedge 0 = 0 \quad 1 \wedge 1 = 1$$

即当两个参与运算的数中有一个数为0，则运算结果为0；都为1结果为1。

(2) “或”运算 (OR)。

“或”运算又称逻辑加，用符号“+”或“ $\vee$ ”表示。运算规则如下：

$$0 \vee 0 = 0 \quad 0 \vee 1 = 1 \quad 1 \vee 0 = 1 \quad 1 \vee 1 = 1$$

即当两个参与运算的数中有一个数为1，则运算结果为1；都为0结果为0。

(3) “非”运算 (NOT)。

如果变量为A，则它的非运算结果用 $\bar{A}$ 表示。运算规则如下：

$$\bar{0} = 1 \quad \bar{1} = 0$$

(4) “异或”运算 (XOR)

“异或”运算用符号“ $\oplus$ ”来表示。其运算规则如下：

$$0 \oplus 0 = 0 \quad 0 \oplus 1 = 1 \quad 1 \oplus 0 = 1 \quad 1 \oplus 1 = 0$$

即当两个参与运算的数取值相异时，运算结果为1，否则为0。

## 2.3.2 计算机中的字符编码

字符是指字母、数码、运算符号、标点符号等，当然汉字也属于字符。使用计算机，要涉及到字符。由于计算机只能识别0和1两种数码，所以字符也应采用二进制编码。目前常用的字符编码有以下几种。

### 1. ASCII 码

ASCII (American Standard Code for Information Interchange, 美国信息交换标准代码) 是一种比较完整的字符编码，也是国际通用的标准编码。基本 ASCII 码用7位二进制数来给字符编码。7位二进制数共有 $2^7=128$ 种不同组合，每一种组合可代表一种字符，即有128个基本字符。其中96个是可打印字符，如字母、数字和标点符号等，另外32个是控制字符。

基本 ASCII 码只用了字节的低七位，最高位没有使用。后来的扩充 ASCII 码将最高一位编入，用八位的二进制数来给字符编码，即在基本 ASCII 码前面增加一个二进制位，共 $2^8=256$ 种组合，可给256种字符编码。前128种，最高位为0，仍用于表示基本 ASCII 字符，如01000001 (65) 仍表示字符“A”；后128种，最高位为1，用于表示128种特殊符号，如制表符 $\backslash$ 、 $\lfloor$ 、 $\lrcorner$ 、 $\perp$ 等。扩充 ASCII 码成为目前常用的编码。

### 2. 汉字编码

西文是拼音文字，基本符号比较少，编码比较容易，因此，在一个计算机系统中，输入、内部处理、存储和输出都可以使用同一代码。汉字种类繁多，编码比拼音文字困难，因此在不同的场合要使用不同的编码。汉字编码涉及类型较多，这里仅介绍主要的几种。

(1) 国标码。国标码的全称是“国家标准信息交换用汉字编码”。国标汉字共6763个，分为两级，一级汉字为常用汉字，共3755个；二级汉字为非常用汉字，共3008个。国家标准 GB2312—80 (《信息交换用汉字编码字符集》) 规定每个汉字对应两个字节的十六进制数，每个字节的最高位均为0，因此可以表示的汉字数为 $2^{14}=16384$ 个。

(2) 汉字内码。汉字内码是在设备和信息处理系统内部存储、处理、传输汉字用的代码。无论使用何种输入码，进入计算机后就立即被转换为机内码。规则是将国标码的高位字节、低位字节各自加上 128（十进制）或 80（十六进制）。例如，“中”字的内码以十六进制表示时应为 F4E8。这样做的目的是使汉字内码区别于西文的 ASCII，因为每个西文字母的 ASCII 的最高位均为 0，而汉字内码的每个字节的最高位均为 1。

(3) 输入码。输入码是指将汉字输入计算机中所用的编码，又称机外码。不同的输入方法形成了不同的输入编码，目前常用的有十几种，如汉语拼音、五笔字型、自然码、区位码等。

(4) 汉字字形码：汉字字形码也称输出码，用于显示或打印汉字时产生字形。这种编码通过点阵形式产生。

## 2.4 应用训练：组装台式计算机

台式计算机是微型计算机的一种，是人们目前学习和工作常用的设备之一。台式计算机的组装主要包括主机箱的安装、输入设备和输出设备的安装等。

下面通过台式计算机的组装，学习微型计算机的硬件组成、基本结构、性能指标及选购方法等，主要涵盖以下知识点和技能点：台式计算机各部件的组成；台式计算机各部件的连接；台式计算机的组装技术；分析解决台式计算机组装过程中遇到的常见问题。

### 2.4.1 主机箱的安装

主机箱中有主板、电源、硬盘、光驱和各类板卡等，而主板上各类接口，用来连接 CPU、内存条、硬盘、光驱、软驱和扩展槽等。主机箱的安装主要分为 CPU 安装、内存安装、主板安装和硬盘安装等。让我们首先打开一部机箱，观察里面的结构，如图 2-24 所示，按照这个结构组装台式机，做到胸有成竹。



图 2-24 主机箱内部结构

#### 1. 安装 CPU

**步骤 1：**观察 CPU 的针脚，有一个角缺少触点，CPU 插座也有相应的缺口，这是用来标明 CPU 的安装方向，如图 2-25 左下角所示。



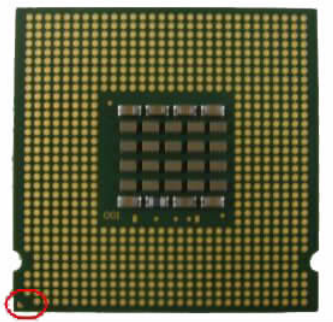


图 2-25 CPU 的反面

**步骤 2:** 稍向下/向外轻压 CPU 插座上的拉杆，使其脱离固定卡扣，将拉杆提起，将 CPU 按正确方向放进插座，使每个接脚与 CPU 插座都接触到位。

**步骤 3:** 在检查 CPU 是否完全平稳地插入 CPU 插座中后，按下拉杆，这样 CPU 就被牢牢地固定在主板上。

**步骤 4:** 安装散热器。在 CPU 的核心上均匀涂上一层散热硅脂。很多散热器在购买时已经在底部与 CPU 接触的地方涂有硅胶层，这时就不必再涂了。

**步骤 5:** 将散热器的四角对准主板相应位置，用力压下四角的扣盖。如果散热器采用了螺丝的设计，那么在安装时还需要在主板的背面安装相应的螺母，以固定住散热器。接着把散热器风扇的电源接口插在主板上，这样主板上的 CPU 和散热器就安装完成了，如图 2-26 所示。

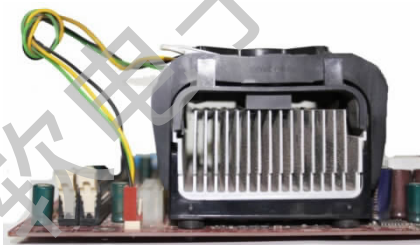


图 2-26 安装 CPU 散热器

**什么是原包、黑盒、深包 CPU:** 原包 CPU，也称盒装 CPU，是厂家为零售市场推出的 CPU 产品，带原装风扇和厂家三年质保。散装 CPU，只有一个 CPU，无包装。这类 CPU 一般是厂家提供给装机商，装机商用不掉而流入市场的。散装 CPU 基本只保 1 年。盒装 CPU 所配的风扇是原厂封装的风扇，而散装不配搭风扇，或者由经销商自己配搭风扇，风扇质量肯定没有原厂风扇好，但是散装却比原装便宜。黑盒 CPU 是指由厂家推出的顶级不锁频 CPU，比如 AMD 的黑盒 5000+，这类 CPU 不带风扇，是厂家专门为超频用户而推出的零售产品。深包 CPU，也称翻包 CPU。经销商将散装 CPU 自行包装，加风扇之后，冒充盒装 CPU 欺骗消费者，或者把 CPU 从国外走私到境内，然后再进行二次包装、加风扇。这类 CPU 是未缴税的产品，所以价格相比散装还要便宜许多，但我们应该抵制这类产品。

## 2. 安装内存

**步骤 1:** 在主板上找到内存插槽，用手轻轻将两边的白色卡扣向外掰开，用手拿住内存条的边缘，注意观察内存条金手指上的缺口位置。

**步骤 2:** 将内存条垂直插入内存插槽中，双手在内存条两端均匀用力，两边白色卡扣会自动将内存条牢牢卡住，如图 2-27 所示。

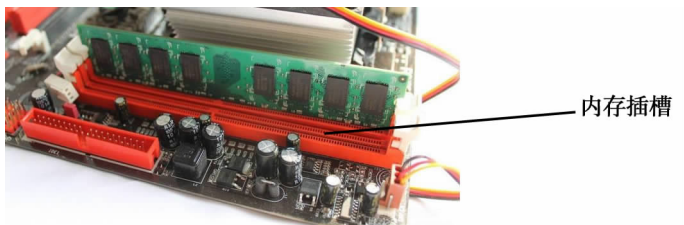


图 2-27 安装内存

**内存选购技巧:** 内存芯片是内存最重要的核心元件，所以在购买时，应尽量选择大厂生产出来的内存芯片。常见的内存芯片厂商有三星、现代、镁光、南亚、茂矽等。目前有多数内存使用了不相同品牌、型号的内存芯片，一眼就能够看出区别。有些商家采用打磨内存芯片的作假手段，但是仔细观察，就会看到打磨过后的芯片暗淡无光，有起毛的感觉，而且加印上的字迹模糊不清晰，这些都是假冒的内存产品，必须注意。还要注意观察 PCB 电路板是不是整洁，有没有毛刺等等；金手指是不是明显有通过插拔所留下的痕迹，如果有，则很有可能是返修内存产品（当然也不排除有厂家出厂前测试，但是非常少数）。需要提醒大家的是，返修和假冒内存不管多么便宜都不值得购买，因为其安全隐患十分严重。

## 3. 安装主板

**步骤 1:** 把主板小心地放进机箱里面。注意要将主板上的键盘口、鼠标口、串并口等和机箱背面挡板的孔对齐，同时慢慢调整主板位置，使主板上的固定孔与机箱底座上的螺钉孔完全对准。

**步骤 2:** 把主板上的每个螺丝安装好。注意不要一次把一个螺丝拧到底，否则容易出现固定孔与指定螺钉孔位置偏差，造成主板变形及损坏等。

**步骤 3:** 连接主板电源线。PC 电源通常具备多种接口电源，只有正确连接之后才能为计算机的各配件正常供电。将电源的 20 针供电插头（如图 2-28 所示）插入主板相对应的插座（如图 2-29 所示）。该接口采用防插错设计，只能从一个方向插入。



图 2-28 主板电源插头



图 2-29 主板电源输入插座

**步骤 4:** 连接主板与机箱面板连线。机箱前面板的电源开关、重启开关、硬盘工作指示灯等连线如图 2-30 所示。可以根据说明书或将连接头与主板上的英文字母相对应来插接，对应含义见表 2-2。

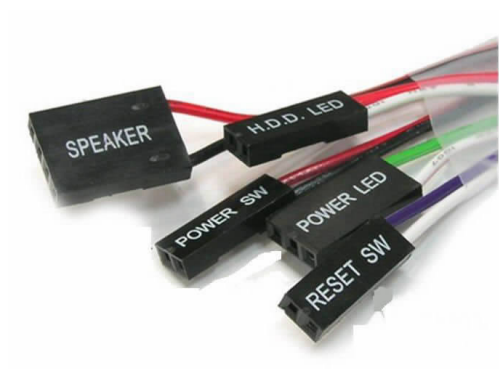


图 2-30 机箱面板电源线  
插针上的英文标注含义

表 2-2

| 标注          | 含义      |
|-------------|---------|
| Reset SW    | 重启开关    |
| Power SW    | 电源开关    |
| Power LED   | 电源指示灯   |
| H. D. D LED | 硬盘工作指示灯 |
| Speaker     | 机箱喇叭    |

**主板选购技巧：**选购主板看五点：①要看实际需求和应用环境，此外要看主板尺寸、支持 CPU 性能等级及类型、附加功能等。②要看品牌。目前比较常见的主板品牌有华硕、技嘉、映泰、华擎等。③要看性价比。应该在性能与价格两者之间找个平衡点。④要看芯片组。作为主板的“心脏”，芯片组掌握着一块主板的一切性能，以至于只需了解某款主板采用的是何种芯片组，就能大致得出它具有何种档次性能的结论。⑤要看升级潜力。如果希望主板能最大限度地支持未来的处理器，那么理想的主板应该是采用了最新芯片组的主板。因为最新的芯片组具有最大的延伸性，未来的处理器至少能在这些芯片组支持下正常运行。从广义上来看，支持分离电压、高倍频、高外频的主板具有最好的处理器支持能力，所以大家在选购时要多留心。

#### 4. 安装硬盘和光驱

**步骤 1：**硬盘一般固定在机箱内的硬盘架上。先在机箱内找一个位置合适的框架，用手平行将硬盘插入框架中，插入的深度以不影响主板使用和容易固定为原则，直到硬盘的四个螺丝孔与机箱上的螺丝孔对齐，再分别拧入螺丝固定即可。注意：在拧紧硬盘两侧四个螺丝时，其进度要保持相对一致，切勿一次将一个螺丝拧到底，造成硬盘受力不均，导致硬盘在以后的使用中容易发生故障。

**步骤 2：**连接硬盘数据线。硬盘数据线有两种：IDE 线（图 2-31）和 SATA 线（图 2-32）。根据硬盘类型选取对应的数据线连接，接口采用防呆设计，反方向将无法插入。数据线的另一端连接到主板上的 SATA 接口，或者 IDE 接口上。



图 2-31 IDE 数据线



图 2-32 SATA 数据线

**步骤 3:** 连接硬盘电源线。把图 2-33 中的电源线（这个线的另外一端是电脑电源）连接到硬盘的电源接口。SATA 硬盘可能有两种供电方式，一种是传统的 4 针 D 型接口（随着 SATA 硬盘的普及，这种形式正逐渐消失）；另一种是标准 SATA 电源接口，即便电源没有 SATA 接口，也可以通过转接线实现。这样，硬盘的安装就完成了，如图 2-34 所示。



图 2-33 两种电源插头对比图



图 2-34 连接硬盘电源线（左：IDE 接口 右：SATA 接口）

**步骤 4:** 安装光驱。从机箱面板上取下一个 5.25 英寸槽口的挡板，将光驱反向从机箱前面板装进槽位，如图 2-35 所示。保持光驱的前面和机箱面板齐平，在光驱的每一侧用两个螺丝初步固定，先不要拧紧，这样可以对光驱的位置进行细致的调整，然后再把螺丝拧紧，这一步是考虑到面板的美观。



图 2-35 安装光驱

**步骤 5:** 连接光驱数据线。数据线一端插入光驱插口，另一端连接到主板上的接口，根据不同型号使用 IDE 接口，或者 SATA 接口。然后连接光驱电源线，如图 2-36 所示，光驱安装完成。



图 2-36 连接光驱数据线（左：IDE 接口 右：SATA 接口）

## 5. 安装各类板卡

**步骤 1:** 当前主流显卡大多采用 PCI-E 接口设计，这个接口与主板上灰褐色的 PCI-E 插槽相对应。在主板上首先找到显卡对应的插槽，卸下机箱上和这个插槽对应的防尘片上的螺丝，取下防尘片，如图 2-37 所示。



图 2-37 取下防尘片

**步骤 2:** 将显卡的金手指小心地插入显卡插槽，均匀用力压下显卡，使之紧密插入显卡插槽。

**步骤 3:** 用螺丝将显卡金属挡板与机箱固定住。

**步骤 4:** 声卡、网卡等扩展卡的安装和显卡的安装基本相同，所不同的是需要选择对应的插槽插入，声卡和网卡对应的一般是白色的 PCI 插槽。

**注意：**有些主板集成了显卡、声卡或网卡，就可以不再单独安装这些板卡了。

## 2.4.2 常用输入输出设备的安装

计算机常用输入输出设备的安装，如图 2-38 所示。



图 2-38 机箱接口对应设备一览

### 1. 连接键盘

目前市场上流行的键盘接口有 PS/2 和 USB 接口两种，如果是 PS/2 接口的键盘，连接

时只需将其插头对准缺口方向插入主板上的键盘接口就可以了。微机主板上的 PS/2 接口都有颜色标识,紫色接口通常为键盘接口,绿色接口通常为鼠标接口,连接 PS/2 接口的键盘插头只要颜色相匹配就可以了;对于 USB 接口的键盘,则应连接到主板的 USB 接口。

### 2. 连接鼠标

鼠标的连接方法跟键盘相似,如果是 PS/2 接口的鼠标,应连接到主板上绿色的 PS/2 接口;对于 USB 接口的鼠标,则应连接到主板的 USB 接口。

### 3. 连接显示器

**步骤 1:** 将显示器与主机进行连接。将显示器后面的信号线插头插到机箱后面的显卡输出端。

**步骤 2:** 连接显示器的电源线。将电源线一头连接显示器,一头连接到主机的电源上或直接连接到电源插座上。

### 4. 连接打印机

打印机的数据线类型很多,可以连接 LPT 并口、COM 串口,但是现在大多数打印机都使用 USB 接口。除了连接打印机的数据线和电源线外,还需要安装相应型号的打印机驱动程序。

**防呆设计:** 一个才入门的新手,即使没有技术人员的指导,也可以轻而易举地组装出一台电脑,这话听起来有些夸张,电脑里面那么多连接线,怎么会像玩积木一样。但事实上就是这样简单,原因就是多数板卡及其他部件都使用了一种“防呆设计”——简单来说,就是插入部件时如果方向不对,就无法安装。目前所有电脑配件都会遵循由 Microsoft 和 Intel 共同制定出的 PC99 规范。只要将两种颜色一致的接口与数据线相连接就不会发生误插现象了。

## 2.4.3 加电检测

当所有的设备装好以后,就可以进行通电检测了,以验证所有的硬件系统是否正常工作。

**步骤 1:** 整机组装完后,先不要急于加电,要按步骤再认真地检查一遍,保持机箱盖打开状态,以便观察。

**步骤 2:** 将显示器电源线和主机电源线插到电源插座上,打开主机电源,注意观察机箱内的各部件,注意有无异味等,如果一切正常,可以听到主机自检通过的鸣笛声,同时显示器应该有显示。

**步骤 3:** 按屏幕提示进入 CMOS 菜单,查看安装的部件是否安装到位,如果在 CMOS 中检测出了安装的硬盘、光驱和内存等,证明这台计算机组装成功。