

# Chapter 1

## 概述

## Chapter 2

# 计算机组成原理

被誉为现代计算机之父的冯·诺依曼（Von Neumann）在 1945 年提出了一种计算机架构，后被称为冯·诺依曼架构。这种架构由中央处理器（CPU）、存储器和输入输出设备三部分组成。本章将逐一介绍这三大部分的作用以及它们之间的运作模式。

### 2.1 存储器

在计算机的世界里，一切的内容（文本、图像、音频、视频等）都被称为数据。在二进制计算机中，数据是由 0 和 1 组成的字符串，被称为比特流。比如在 Unicode 字符集中，“你好世界”四个字符被分别表示为以下比特流：

字符	Unicode	比特流
你	U+4F60	11100100-10111101 10100000
好	U+597D	11100101-10010111 10111101
世	U+4E16	01001110-00010110
界	U+754C	01110101-01001100

用于表示图像和视频的方式很复杂，对应的比特流也非常长。这些数据被计算机处理后显示到显示器上，使我们能够在屏幕上看见各种语言的文字和缤纷多彩的图画。正如水要装在瓶子里，书要放在书架上，数据也需要有一个安身之处，而存储器就是数据的家。

存储器是用于存储数据的记忆部件。其有两种类型，分为是主存储器（通常称为内存或运行内存）和辅助存储器（通常称为外存或内部存储）。二者最大的区别在于，内存是断电即失的，而外存一旦被写入，数据便不会消失。在计算机运行时，数据会暂时被安放在内存中；而当我们保存文件时，数据会被写入到外存中。如果未保存文件时计算机突然断电，那么数据就会丢失且无法被找回。

将数据存入存储器中的过程称为写入；将数据从存储器中取出的过程称为读取。读取和写入统称为读写。大部分存储器都支持读写，但一些存储器，如光盘（CD 和 DVD）和磁带，则是只读的。

一台完整的现代计算机，如手机和笔记本电脑，在出厂时就会内置一个内存和一个存储器。由于这些部件被包裹在金属和塑料外壳内，一般人很少会接触到。但是移动存储器在生活中确十分

常见，如 U 盘、移动硬盘以及上文提到的光盘和磁带等。这些存储器一般通过接口与计算机连接并传输数据。而光盘和磁带这种形状特别的存储器，需要特制的驱动器读取数据。如光盘必须放入光盘驱动器（简称光驱）中，而磁带则必须放入磁带驱动器（简称磁带机）中。

存储器大小各异。在手机上，一张拇指大小的 SD 卡就可以存储 512GB 的数据；在电脑上，一个巴掌大小的固态硬盘（又称 SSD）的存储大小可能也就翻一倍。然而，虽然存储容量相差无几，体积大的存储器一般读写速度更快。此外，在市场上，读写速度越快、存储容量越大的存储器，价格越贵。

## 2.2 中央处理器

计算机之所以被称为计算机，就是因为它的主要职责就是计算。说得难听点，它就是一台只会计算四则运算（加减乘除）的机器。中央处理器（简称 CPU）是计算机中负责计算的元件。其通过控制模块将内存中的数据读入到寄存器中，经过计算后，将结果重新写入到内存中。

在深入探讨中央处理器之前，我们先来看一个现实生活中的例子。餐厅的后厨有一位厨师，一位学徒，和一个冰箱。学徒需要从冰箱中取出食材，装到一个篮子里，送到厨师手上；厨师对食材进行加工（烹饪），随后将菜品呈递给学徒；学徒再将菜肴端送给顾客。注意：这位厨师非常有架子，他不会主动去冰箱获取食材，只会吆喝他的学徒给他递送食材。其次，这个冰箱十分神奇，学徒从冰箱中拿出食材时，冰箱会复制一份食材让学徒取用，而原先的食材不会发生变化。

有了上述例子，我们就可以理解 CPU，内存和硬盘（外存）之间的关系了。CPU（厨师）只会处理内存（学徒）中的数据（食材），并将处理后的数据存回到内存中。CPU 不能直接访问外存（冰箱），任何外存中的数据都必须先加载到内存中，才能被计算。比如，我们想要使用微信，必须先从软件市场下载到手机上。我们会在之后的章节讨论下载，但其最终结果是：手机的外存中多出一个叫微信的软件。当我们打开微信时，手机需要先把微信这个软件从外存复制到内存中。这个过程称为加载（或载入）。在我们成功进入微信时，整个程序就已经加载完毕了，并且每当我们执行一个操作（如发送消息、进入朋友圈等），微信都要将数据传到 CPU 中进行计算，得到新的结果后，软件的状态会被更新，而我们便会看到屏幕上显示的内容发生变化。图 2.1 展示了 CPU、内存和硬盘之间的关系。

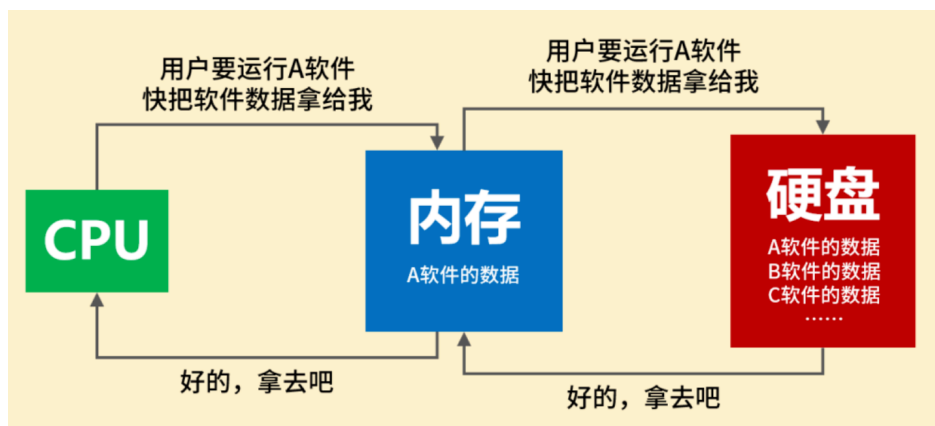


Figure 2.1: CPU 只能与内存交互；内存可以从硬盘中拷贝数据，并让 CPU 处理。

## 2.3 输入输出设备

除了 CPU 和内存，其他所有的设备都是输入输出设备（简称 IO 设备），如屏幕、按钮、扬声器、麦克风等。我们对常见的输入输出设备进行分类：

- 输入设备: 键盘，鼠标，功能按钮，麦克风，触摸屏，信号接收器，光驱等。
- 输出设备: 显示器（屏幕），扬声器，音响，有线耳机，打印机等。

不难发现，输入设备向计算机内存传输数据。拿键盘举例：每当我们按下一个按键时，这个事件相关的数据就会传入到计算机内存的特定区域（称为缓冲区）；操作系统随后可以读取这些数据，并进行一系列的处理。输出设备则接收计算机内存中的数据，并通过各种方式呈现给使用者。如麦克风会将数据转化为声音并播放出来；显示器会将数据转化为特定的图像并显示出来。

值得注意的是，触屏手机的屏幕包含一个输入设备和一个输出设备：触摸屏（一块透明的玻璃）是输入设备；显示屏是输出设备。这两个设备紧密地粘接在一起，就好像只有一块薄薄的屏幕一样。有时我们会发现屏幕明明可以正常地显示图像，但却怎么点手机都没有反应。这是因为显示屏完好无损，但透明的触摸板损坏或接触不良，导致我们的滑动和点击操作无法被转换为特定的数据存入内存中。

在家用计算机（如手机，电脑，电视等）中，显示器是最重要的输出设备。我们来探讨显示器如何输出图像到显示器上。当凑近屏幕时，我们会发现屏幕实际上是由很多极其细小的“灯”组成的。这些灯排列为一个  $1920 \times 1080$ （注：分辨率更高的显示器，灯的个数更多）的方阵。每个“灯”可以发出三种颜色的光：红、绿、蓝。假设所有的灯都同时亮起三种颜色的光，那么当我们离屏幕较远时，这些光会合成若干道白光进入我们的眼睛。而如果所有的灯亮起蓝光，而没有亮起红光和绿光，那么我们会看到一个完全蓝色的屏幕。软件通过控制内存中的数据，就能控制每盏灯所亮的光，就能准确地显示各种各样的画面。软件可以通过快速的改变内存中的数据，使得屏幕的画面快速变化。传入到我们的眼中，便是一连串快速变化的图像，也就是人们常说的视频。

## 2.4 电源

众所周知，计算机是电器，也是人们进入电气时代后最伟大的发明之一。电器当然离不开电略。每个计算机中都有一个电源设备，它为 CPU、内存和输入输出设备提供充足的电量。我们一般不认为电源是输入输出设备，但非要说的话，手机中的电池属于输出设备，因为它每时每刻都向内存写入它的剩余电量等信息。

如今，绝大多数可移动设备（手机、平板电脑、笔记本电脑、智能手表、蓝牙耳机等）所用的电池都是锂电池。锂电池具有寿命。每当它放电时，它的寿命就会减少，具体表现为“用得更快”。一个锂电池用了 5 年后，它的电池寿命就会降低一半。也就是说，手机充满电后，只能支撑相当于出厂时一半的待机时间。所以，我们可以每隔三四年去找售后换一个新的手机电池，或者买一台新的手机。现在的绝大多数可移动设备在充电时，都不会消耗电池电量，而是直接消耗外部输入的电量。因此不再会出现“边充电变用手机导致电池寿命锐减”的现象。

在计算机中，CPU 是耗电量的主要原件。计算任务越繁重，电量的消耗速度越快。在上一节中我们提到过，显示器播放视频的原理就是快速地切换图像。这个过程需要大量的计算（因为计

算机内部要计算  $1920 \times 1080$  个像素点的状态，即“发什么光”。因此，看视频和玩游戏都十分耗电。除此之外，启用无线网络和蓝牙也会消耗大量电量。我们若想省电，可以关闭 Wi-Fi 和蓝牙，并打开“飞行模式”（注：打开飞行模式后，我们无法接收一切移动数据，包括电话和短信）。

## 2.5 接口和数据线

计算机中，各个设备间需要相互传输数据。输入输出设备分为内部设备（被包裹在设备中的原件）和外部设备。比如，麦克风和扬声器是手机的内部设备，而键盘和鼠标则是外部设备。内部设备在手机壳里通过细小的电线（或电路板上的电路）与内存、CPU 交换数据。而外部设备则需要通过接口实现这一点。接口按用途可分为：

1. 数据接口: 用于交换数据的接口
2. 充电器接口: 用于为设备和电池提供外部电源的接口
3. (数据电源) 一体化接口: 为了方便用户使用，现在大部分移动设备都提供了一体化接口。这类接口既可以交换数据，也可以为设备充电

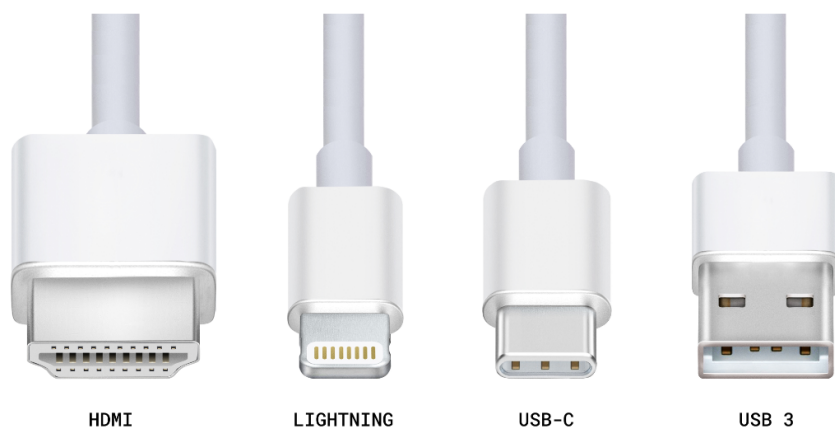


Figure 2.2: 四种不同的接口，从左到右分别为：HDMI、Lightning、USB-C 和 USB3

接口按型号分可以分为（见图 2.2）：

1. **USB** 接口: 用于传输数据和充放电
2. **USB-C**（或 **Type-C**）接口: 新一代 USB 接口，用于传输和充放电，并逐步替代 USB 接口
3. **HDMI** 接口: 用于传输高清视频数据，常见于显示器
4. **Lightning** 接口: 苹果设备的旧接口，现已淘汰
5. ....（还有很多其它接口，但都不常用，我们就不一一学习了）

假如我们有一天买回来了一个机顶盒和一台电视机，我想让机顶盒（如 DVD 机）的画面数据传输到电视机上并显示，该怎么安装呢？注意到此处的“电视机”可以被视为一台显示器，或者说一个外部输出设备。我们首先为两个设备接通电源，然后使用一条数据线连接两台设备。数据线的另一端接入电视机的 HDMI 接口，另一端接入机顶盒的 HDMI 接口。接入完成后，在电视机中切换到与接入口相匹配的频道，即可显示机顶盒中的画面数据。

## 2.6 习题

1. 以下哪个选项不属于冯·诺依曼计算机架构？
  - a. 存储器
  - b. 显示器
  - c. 中央处理器（CPU）
  - d. 输入输出设备
2. 以下说法不正确的是
  - a. 在手机上，内部存储简称内存
  - b. DVD 需要光驱才能读取
  - c. 将 U 盘插入计算机上相应的接口，一切正常的话，计算机可以对 U 盘进行读写
  - d. 在计算机中，视频与文本都以比特流的方式存储在存储器中
3. 以下存储器支持读写的是（多选）
  - a. CD
  - b. U 盘
  - c. 磁带
  - d. 移动硬盘
4. 以下说法正确的是（多选）
  - a. CPU 可以直接访问 U 盘
  - b. 在打开美团时，外存中的美团 APP 被完整地复制到内存中后，我们才能使用
  - c. CPU 只是用来计算的，它不能存储大批量的数据
  - d. CPU 计算后的结果，可以被重新存放至内存中
5. 以下是输出设备的设备有（多选）

- a. 显示器
  - b. 音响
  - c. 有线鼠标
  - d. DVD 光驱
6. 以下关于电源说法正确的是
- a. 边充电边用手机会加速手机电池的损耗
  - b. 锂电池会随着放电时间的增加而减少寿命，变得越来越不耐用
  - c. 台式计算机需要外接电源，故无需安装电池
  - d. 电池的消耗速度与计算机当前的计算压力无关
7. 小明很不解：“真是无语了。为什么我待机听歌很长时间电量都没怎么减少，而打游戏的时候电量一下就见底了啊？”请用你所学的知识帮他解答他的疑问吧！
8. 欧洲理事会于 2022 年 10 月 24 日批准了“在欧盟范围内统一充电器接口”的法案，在 2024 年底之前，USB Type-C 接口将成为一系列电子设备的通用充电标准。想一想：接口为我们提供了哪些便利？为什么我们应当推进“接口统一”的进程。

## Chapter 3

# 操作系统

**3.1** 应用程序与进程

**3.2** 内存管理

**3.3** 文件系统

**3.4** 输入输出管理



## Chapter 4

# 应用程序

### 4.1 设置

## Chapter 5

# 计算机网络

## Chapter 6

# 用户操作界面

## Chapter 7

## 云技术