

项目 1 计算机基础知识

任务 1.1 计算机概述

Computer 俗称计算机，是一种用于高速计算的电子计算机机器，可以进行数值计算，也可以进行逻辑计算，还具有存储记忆功能，是能够按照程序运行，自动、高速地处理海量数据的现代化智能电子设备，如图 1-1 所示。本任务通过学习计算机的概述来了解计算机的历史、分类和发展趋势，掌握其工作原理。



图 1-1 微型计算机

1.1.1 计算机的发展简史

1. 计算机的产生

计算机的诞生酝酿了很长一段时间。1946 年 2 月，第一台电子计算机 ENIAC（图 1-2）在美国加州问世。ENIAC 用了 18 000 个电子管和 86 000 个其他电子元件，有两个教室那么大，运算速度却只有每秒 300 次组合运算或 5 000 次加法，耗资 100 万美元以上。尽管 ENIAC 有许多不足之处，但它毕竟是计算机的始祖，揭开了计算机时代的序幕。

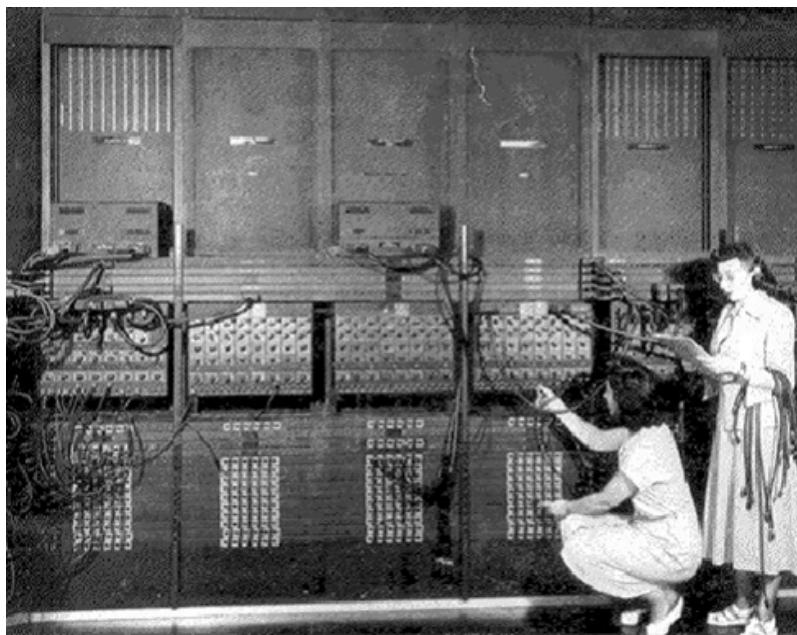


图 1-2 世界上第一台电子计算机 ENIAC

2. 计算机的发展

计算机的发展到目前为止共经历了四个阶段，从 1946 年到 1959 年这段时期我们称之为“电子管计算机时代”。第一代计算机的内部元件使用的是电子管。由于一台计算机需要数千个电子管，每个电子管都会散发大量的热量，因此，如何散热是一个令人头疼的问题。电子管的寿命最长只有 3 000 小时，计算机运行时常常发生由于电子管被烧坏而使计算机“死机”的现象。第一代计算机主要用于科学的研究和工程计算。计算机发展的四个阶段概况如表 1-1 所示。

表 1-1 计算机发展的四个阶段

	第一个阶段 (1946—1959 年)	第二个阶段 (1959—1964 年)	第三个阶段 (1964—1972 年)	第四个阶段 (1972 年至今)
主要电子器件	电子管	晶体管	中小规模集成电路	大规模、超大规模集成电路
内存	汞延迟线	磁芯存储器	半导体存储器	半导体存储器
外存储器	穿孔卡片、纸带	磁带	磁带、磁盘	磁盘、磁带、光盘等大容量存储器
处理速度(每秒指令数)	数千条	数万至数十万条	数十万至数百万条	上千万至万亿条

1.1.2 计算机的工作特点

机械可使人类的体力得以放大，计算机则可以使人类的智慧得以放大。作为人类智力的工具，计算机具有以下主要特点。

1. 运算速度快

通常以每秒钟完成基本加法指令的数目表示计算机的运算速度。现在每秒执行百万次的计算

机已不罕见，有的机器可达数百亿次，甚至数千亿次。计算机的高速度使它在金融、交通、通信等领域达到实时、快速的服务。

2. 精确度高

计算机在进行数值计算时能达到很高的精度。在常用的数字表中，数值的结果达到4位，如果要达到8位或16位，用手工计算需花费很多时间，而对于计算机来说，让它来快速而又精确地生成32位或64位的结果是一件非常容易的事。如用计算机计算圆周率，目前可达到小数点后数百万位了。

3. 具有记忆功能

计算机的存储器相当于人的大脑，可以“记忆”大量的信息。能够把数据、指令等信息存储起来，在需要的时候再将它们调出。描述计算机记忆能力的是存储容量，常用的存储容量单位有字节(B)、千字节(KB)、兆字节(MB)、千兆字节(GB)等。现在的计算机存储容量越来越大。

4. 具有逻辑判断功能

计算机不仅能完成加、减、乘、除等数值计算，还能实现逻辑运算。逻辑运算的结果为“真”或“假”。计算机的这种功能可以实现事务处理，并广泛用于各种管理决策中。

5. 实现自动控制功能

冯·诺依曼体系结构计算机的基本思想之一是存储程序的控制，用户只要将编制好的程序输入计算机，然后发出执行的指令，计算机就能自动完成一系列预定的操作，因此计算机在人们编制好的程序控制下，自动工作，不需要人工干预，工作完全自动化。

6. 可靠性高

计算机硬件采用大规模和超大规模集成电路，使计算机具有非常高的可靠性，其平均无故障时间可达到以“年”为单位了，可靠性非常高。

7. 适用范围广，通用性强

计算机是靠存储程序控制进行工作的。无论是数值的还是非数值的数据，都可以表示成二进制数的编码；无论是复杂的还是简单的问题，都可以分解成基本的算术运算和逻辑运算，并可用程序描述解决问题的步骤。所以，在不同的应用领域中，只要编制和运行不同的软件，计算机就能在此领域中很好地服务，即通用性很强。

1.1.3 计算机的应用

计算机的应用领域已渗透到社会的各行各业，正在改变着传统的工作、学习和生活方式，推动着社会的发展。计算机的主要应用领域如下。

1. 科学计算（或数值计算）

科学计算是指利用计算机来完成科学的研究和工程技术中提出的数学问题的计算。在现代科学技术工作中，科学计算问题是大量和复杂的。利用计算机的高速计算、大存储容量和连续运算的能力，可以实现人工无法解决的各种科学计算问题。

例如,建筑设计中为了确定构件尺寸,通过弹性力学导出一系列复杂方程,长期以来由于计算方法跟不上而一直无法求解。而计算机不但能求解这类方程,并且引起弹性理论上的一次突破,出现了有限单元法。

2. 数据处理 (或信息处理)

数据处理是指对各种数据进行收集、存储、整理、分类、统计、加工、利用、传播等一系列活动的统称。据统计,80%以上的计算机主要用于数据处理,这类工作量大面宽,决定了计算机应用的主导方向。

数据处理从简单到复杂已经历了三个发展阶段,它们是:

(1) 电子数据处理 (Electronic Data Processing, EDP), 它是以文件系统为手段,实现一个部门内的单项管理。

(2) 管理信息系统 (Management Information System, MIS), 它是以数据库技术为工具,实现一个部门的全面管理,以提高工作效率。

(3) 决策支持系统 (Decision Support System, DSS), 它是以数据库、模型库和方法库为基础,帮助管理决策者提高决策水平,改善运营策略的正确性与有效性。

目前,数据处理已广泛地应用于办公自动化、企事业计算机辅助管理与决策、情报检索、图书管理、电影电视动画设计、会计电算化等各行各业。信息正在形成独立的产业,多媒体技术使信息展现在人们面前的不仅是数字和文字,也有声情并茂的声音和图像信息。

3. 辅助技术 (或计算机辅助设计与制造)

计算机辅助技术包括 CAD、CAM 和 CAI 等。

(1) 计算机辅助设计 (Computer Aided Design, CAD)

计算机辅助设计是利用计算机系统辅助设计人员进行工程或产品设计,以实现最佳设计效果的一种技术。它已广泛地应用于飞机、汽车、机械、电子、建筑和轻工等领域。例如,在电子计算机的设计过程中,利用 CAD 技术进行体系结构模拟、逻辑模拟、插件划分、自动布线等,从而大大提高了设计工作的自动化程度。又如,在建筑设计过程中,可以利用 CAD 技术进行力学计算、结构计算、绘制建筑图纸等,这样不但提高了设计速度,而且可以大大提高设计质量。

(2) 计算机辅助制造 (Computer Aided Manufacturing, CAM)

计算机辅助制造是利用计算机系统进行生产设备的管理、控制和操作的过程。例如,在产品的制造过程中,用计算机控制机器的运行,处理生产过程中所需的数据,控制和处理材料的流动以及对产品进行检测等。使用 CAM 技术可以提高产品质量,降低成本,缩短生产周期,提高生产率和改善劳动条件。

将 CAD 和 CAM 技术集成,实现设计生产自动化,这种技术被称为计算机集成制造系统 (CIMS)。它的实现将真正做到无人化工厂 (或车间)。

(3) 计算机辅助教学 (Computer Aided Instruction, CAI)

计算机辅助教学是利用计算机系统使用课件来进行教学。课件可以用制作工具或高级语言来开发制作,它能引导学生循序渐进地学习,使学生轻松自如地从课件中学到所需要的知识。CAI 的主要特色是交互教育、个别指导和因人施教。

4. 过程控制 (或实时控制)

过程控制是利用计算机及时采集检测数据,按最优值迅速地对控制对象进行自动调节或自动

控制。采用计算机进行过程控制，不仅可以大大提高控制的自动化水平，而且可以提高控制的及时性和准确性，从而改善劳动条件、提高产品质量及合格率。因此，计算机过程控制已在机械、冶金、石油、化工、纺织、水电、航天等部门得到广泛的应用。

例如，在汽车工业方面，利用计算机控制机床、控制整个装配流水线，不仅可以实现精度要求高、形状复杂的零件加工自动化，而且可以使整个车间或工厂实现自动化。

5. 人工智能（或智能模拟）

人工智能（Artificial Intelligence）是计算机模拟人类的智能活动，如感知、判断、理解、学习、问题求解和图像识别等。现在人工智能的研究已取得不少成果，有些已开始走向实用阶段。例如，能模拟高水平医学专家进行疾病诊疗的专家系统，具有一定的思维能力的智能机器人等。

6. 网络应用

计算机技术与现代通信技术的结合构成了计算机网络。计算机网络的建立，不仅解决了一个单位、一个地区、一个国家中计算机与计算机之间的通信，各种软、硬件资源的共享，也大大促进了国际间的文字、图像、视频和声音等各类数据的传输与处理。

1.1.4 计算机的分类

计算机按其规模、速度和功能的不同，可分为：

(1) 巨型计算机：又称为超级计算机。特点是高速度、大容量。主要应用于科学计算、互联网智能搜索、资源勘探、生物医药研究、航空航天装备研制、金融工程、新材料开发等方面。

(2) 大型计算机：其特点是速度快，具有丰富的外部设备和功能强大的软件。主要应用于计算机中心和计算机网络。

(3) 小型计算机：其特点是结构简单、成本较低、性能价格比突出。主要应用于企业管理、银行、学校等单位。

(4) 微型计算机：其特点是体积小、质量轻、价格低，功能较全、可靠性高、操作方便等。现在已经进入社会的各个领域。

(5) 单片机：其特点是体积小、质量轻、价格便宜。主要应用于仪器仪表、电子产品、家电、工业过程控制、安全防卫、汽车及通信系统、计算机外部设备等。

1.1.5 计算机的新技术

最新计算机技术，现在正面临着一系列新的重大变革。冯·诺伊曼体制的简单硬件与专门逻辑已不能适应软件日趋复杂、课题日益繁杂庞大的趋势，要求创造服从于软件需要和课题自然逻辑的新体制。并行、联想、专用功能化以及硬件、固件、软件相复合，是新体制的重要实现方法。计算机将由信息处理、数据处理过渡到知识处理，知识库将取代数据库。自然语言、模式、图像、手写体等进行人-机会话将是输入/输出的主要形式，使人-机关系达到高级的程度。砷化镓器件将取代硅器件。

云计算是网格计算、分布式计算、并行计算、效用计算、网络存储虚拟化（Virtualization）、负载均衡（Load Balance）等传统计算机技术和网络技术发展融合的产物。它旨在通过网络把多个成本相对较低的计算实体整合成一个具有强大计算能力的完美系统，并借助 SaaS、PaaS、IaaS、MSP 等先进的商业模式把这种强大的计算能力分布到终端用户手中。Cloud Computing 的一个核心理念就是通过不断提高“云”的处理能力，进而减少用户终端的处理负担，最终使用户终端简

化成一个单纯的输入/输出设备，并能按需享受“云”的强大计算处理能力。

计算机的关键技术继续发展，未来的计算机技术将向超高速、超小型、平行处理、智能化的方向发展。尽管受到物理极限的约束，采用硅芯片的计算机的核心部件 CPU 的性能还会持续增长。作为 Moore 定律驱动下成功企业的典范 Intel 公司在 2001 年推出约 1 亿个晶体管的微处理器，并在 2010 年推出集成约 10 亿个晶体管的微处理器，其性能为 10 万 MIPS (100 亿条指令 / 秒)。而每秒 100 万亿次的超级计算机已在 21 世纪初出现。超高速计算机将采用平行处理技术，使计算机系统同时执行多条指令或同时对多个数据进行处理，这是改进计算机结构、提高计算机运行速度的关键技术。同时计算机将具备更多的智能成分，它将具有多种感知能力、一定的思考与判断能力及一定的自然语言能力。除了提供自然的输入手段（如语音输入、手写输入）外，让人能产生身临其境感觉的各种交互设备已经出现，虚拟现实技术是这个领域发展的集中体现。传统的磁存储、光盘存储容量继续攀升，新的海量存储技术趋于成熟，新型的存储器每立方厘米存储容量可达 10TB（以一本书 30 万字计，它可存储约 150 万本书）。信息的永久存储也将成为现实，千年存储器正在研制中，这样的存储器可以抗干扰、抗高温、防震、防水、防腐蚀。如是，今日的大量文献可以原汁原味地保存，并流芳百世。

1.1.6 未来计算机的发展趋势

按照摩尔定律，每过 18 个月，微处理器硅芯片上晶体管的数量就会翻一番。随着大规模集成电路工艺的发展，芯片的集成度越来越高，也越来越接近工艺甚至物理的上限，最终，晶体管会变得只有几个分子那样小。在这样小的距离内，起作用的将是“古怪”的量子定律，电子从一个地方跳到另一个地方，甚至越过导线和绝缘层，从而发生致命的短路。

以摩尔速度发展的微处理器使全世界的微电子技术专家面临着新的挑战。尽管传统的、基于集成电路的计算机短期内还不会退出历史舞台，但旨在超越它的超导计算机、纳米计算机、光计算机、DNA 计算机和量子计算机正在跃跃欲试。

1. 超导计算机

所谓超导，是指在接近绝对零度的温度下，电流在某些介质中传输时所受阻力为零的现象。1962 年，英国物理学家约瑟夫逊提出了“超导隧道效应”，与传统的半导体计算机相比，使用被称作“约瑟夫逊器件”的超导元件制成的计算机的耗电量仅为几千分之一，而执行一条指令所需时间却要快上 100 倍。

1999 年 11 月，日本超导技术研究所与企业合作，在超导集成电路芯片上密布了 1 万个约瑟夫逊元件。此项成果使日本朝着制造超导计算机的方向迈进了一大步。据悉，这家研究所定于 5 年后生产这种超导集成电路，在 10 年后制造出使用这种集成电路的超导计算机。

2. 纳米计算机

科学家发现，当晶体管的尺寸缩小到 $0.1 \mu\text{m}$ (100 nm) 以下时，半导体晶体管赖以工作的基本原理将受到很大限制。研究人员需另辟蹊径，才能突破 $0.1 \mu\text{m}$ 界限，实现纳米级器件。现代商品化大规模集成电路上元器件的尺寸约为 $0.35 \mu\text{m}$ (即 350 nm)，而纳米计算机的基本元器件尺寸只有几纳米到几十纳米。

目前，在以不同原理实现纳米级计算方面，科学家提出四种工作机制：电子式纳米计算技术、基于生物化学物质与 DNA 的纳米计算机、机械式纳米计算机和量子波相干计算。它们有可能发展成为未来纳米计算机技术的基础。

像硅微电子计算技术一样，电子式纳米计算技术仍然利用电子运动对信息进行处理。不同的是，前者利用固体材料的整体特性，根据大量电子参与工作时所呈现的统计平均规律；后者利用的是在一个很小的空间（纳米尺度）内，有限电子运动所表现出来的量子效应。

3. 光计算机

与传统硅芯片计算机不同，光计算机用光束代替电子进行运算和存储：它以不同波长的光代表不同的数据，以大量的透镜、棱镜和反射镜将数据从一个芯片传送到另一个芯片。运算速度快，光开关每秒可进行 1 万亿次逻辑动作，很容易实现并行处理信息，光信息在交叉时也不会发生干扰，在空间可实现几十万条光束同时传递，不产生热，噪声小。

从采用的元器件看，光计算机有全光学型和光电混合型。1990 年，贝尔实验室研制成功的那台机器就采用了混合型结构。相比之下，全光学型计算机可以达到更高的运算速度。

然而，要想研制出光计算机，需要开发出可用一条光束控制另一条光束变化的光学“晶体管”。现有的光学“晶体管”庞大而笨拙，若用它们造成台式计算机将有一辆汽车那么大。因此，要想在短期内使光计算机实用化还很困难。

4. DNA 生物计算机

1994 年 11 月，美国南加州大学的阿德勒曼博士提出一个奇思妙想，即以 DNA 碱基对序列作为信息编码的载体，利用现代分子生物技术，在试管内控制酶的作用下，使 DNA 碱基对序列发生反应，以此实现数据运算。阿德勒曼在《科学》上公布了 DNA 计算机的理论，引起了各国学者的广泛关注。

在过去的半个世纪里，计算机的意义几乎完全等同于物理芯片。然而，阿德勒曼提出的 DNA 计算机拓宽了人们对计算现象的理解，从此，计算不再只是简单的物理性质的加减操作，而又增添了化学性质的切割、复制、粘贴、插入和删除等方式。

DNA 计算机的最大优点在于其惊人的存储容量和运算速度：1 cm³ 的 DNA 存储的信息比 1 万亿张光盘存储的还多；十几个小时的 DNA 计算，就相当于所有计算机问世以来的总运算量。更重要的是，其能耗非常低，只有电子计算机的一百亿分之一。

5. 量子计算机

量子计算机以处于量子状态的原子作为中央处理器和内存，利用原子的量子特性进行信息处理。由于原子具有在同一时间处于两个不同位置的奇妙特性，即处于量子位的原子既可以代表 0 或 1，也能同时代表 0 和 1 以及 0 和 1 之间的中间值，故无论从数据存储还是处理的角度，量子位的能力都是晶体管电子位的两倍。对此，有人曾经做过这样一个比喻：假设一只老鼠准备绕过一只猫，根据经典物理学理论，它要么从左边过，要么从右边过，而根据量子理论，它却可以同时从猫的左边和右边绕过。

量子计算机与传统计算机在外形上有较大差异：它没有传统计算机的盒式外壳，看起来像是一个被其他物质包围的巨大磁场；它不能利用硬盘实现信息的长期存储，但高效的运算能力使量子计算机具有广阔的应用前景，这使众多国家和科技实体乐此不疲。尽管目前量子计算机的研究仍处于实验室阶段，但不可否认，终有一天它会取代传统计算机进入寻常百姓家。

1.1.7 信息技术的发展

信息技术的发展历程分五个阶段：

第一次信息技术革命是语言的使用。发生在距今 35 000~50 000 年前。

第二次信息技术革命是文字的创造。大约在公元前 3500 年出现了文字。

第三次信息技术革命是印刷的发明。大约在公元 1040 年, 我国开始使用活字印刷技术 (欧洲人 1451 年开始使用印刷技术)。

第四次信息技术革命是电报、电话、广播和电视的发明与普及应用。1837 年, 美国人莫尔斯研制了世界上第一台有线电报机。电报机利用电磁感应原理 (有电流通过, 电磁体有磁性, 无电流通过, 电磁体无磁性), 使电磁体上连着的笔发生转动, 从而在纸带上画出点、线符号。这些符号的适当组合 (称为莫尔斯电码), 可以表示全部字母, 于是文字就可以经电线传送出去了。1844 年 5 月 24 日, 人类历史上的第一份电报从美国国会大厦传到了 40 英里外的巴尔的摩城。1864 年, 英国著名物理学家麦克斯韦发表了一篇论文《电与磁》, 预言了电磁波的存在。1876 年 3 月 10 日, 美国人贝尔用自制的电话与他的助手通了话。1895 年, 俄国人波波夫和意大利人马可尼分别成功地进行了无线电通信实验。1894 年, 电影问世。1925 年, 英国首次播映电视。

第五次信息技术革命是始于 20 世纪 60 年代, 其标志是电子计算机的普及应用及计算机与现代通信技术的有机结合。可以说是信息技术的最大变革, 我们的生活、学习和工作方式都随之发生了巨大的变化。

任务 1.2 数制与编码

1.2.1 数制的基本概念

1. 数制

数制又称为计数制, 是用一组固定的符号和统一的规则来表示数值的方法。人们通常采用的数制有十进制、二进制、八进制和十六进制。

2. 进位计数制

常用的数制都采用了进位计数制, 简称进位制, 是按进位方式实现计数的一种规则。进位计数制涉及数码、基数和位权这 3 个概念。

数码: 一组用来表示某种数制的符号。

基数: 数制所使用的数码个数。

位权: 数码在不同位置上的倍率值, 对于 N 进制数, 整数部分第 i 位的位权为 N^i , 而小数部分第 j 位的位权为 N^j 。

1.2.2 二进制数、八进制数、十进制数和十六进制数

1. 常用的数制表示

十进制: 基数为 10, 有 10 个计数符号: 0、1、2、……9。运算规则是“逢十进一”。

二进制: 基数为 2, 有 2 个计数符号: 0 和 1。运算规则是“逢二进一”。

八进制: 基数为 8, 有 8 个计数符号: 0、1、2、……7。运算规则是“逢八进一”。

十六进制: 基数为 16, 有 16 个计数符号: 0~9, A, B, C, D, E, F。其中 A~F 对应十进制的 10~15。运算规则是“逢十六进一”。

2. 数值的授权展开式

十进制数 $(34958.34)_{10} = 3 \times 10^4 + 4 \times 10^3 + 9 \times 10^2 + 5 \times 10^1 + 8 \times 10^0 + 3 \times 10^{-1} + 4 \times 10^{-2}$

二进制数 $(100101.01)_2 = 1 \times 2^5 + 0 \times 2^4 + 0 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 0 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-2}$

一般而言,对于任意的 R 进制数 $a_{n-1}a_{n-2}\cdots a_1a_0a_{-1}\cdots a_{-m}$ (其中 n 为整数位数, m 为小数位数), 可以表示为下面的和式, 该式称为该数的授权展开式:

$a_{n-1} \times R^{n-1} + a_{n-2} \times R^{n-2} + \cdots + a_1 \times R^0 + a_0 \times R^{-1} + \cdots + a_{-m} \times R^{-m}$ (其中 R 为基数)。

1.2.3 数制间的转换

1. 在计算机内部使用二进制来表示信息

使用二进制来表示信息的原因如下。

(1) 可行性

采用二进制,只有 0 和 1 两个状态,能够表示 0、1 两种状态的电子器件很多,如开关的接通和断开,晶体管的导通和截止,磁元件的正负剩磁,电位电平的低与高等。使用二进制,电子器件具有实现的可行性。

(2) 简易性

二进制数的运算法则少,运算简单,使计算机运算器的硬件结构大大简化(十进制的乘法九九口诀表有 55 条公式,而二进制乘法只有 4 条规则)。

(3) 逻辑性

由于二进制 0 和 1 正好与逻辑代数的假 (false) 和真 (true) 相对应,有逻辑代数的理论基础,用二进制表示二值逻辑很自然。

2. 二进制数的算术运算

二进制数的算术运算与十进制数类似,但其运算规则更为简单,其规则见表 1-2。

表 1-2 二进制数的运算规则

加 法	乘 法	减 法	除 法
$0+0=0$	$0 \times 0=0$	$0-0=0$	$0 \div 0=$ (没有意义)
$0+1=1$	$0 \times 1=0$	$1-0=1$	$0 \div 1=0$
$1+0=1$	$1 \times 0=0$	$1-1=0$	$1 \div 0=$ (没有意义)
$1+1=0$ (逢二进一)	$1 \times 1=1$	$0-1=1$ (借一当二)	$1 \div 1=1$

3. 二进制数的逻辑运算

逻辑运算的结果只有“真”或“假”两个值,一般用“1”表示真,用“0”表示假。逻辑值的每一位表示一个逻辑值,逻辑运算是按对应位进行的,每位之间相互独立,不存在进位和借位关系,运算结果也是逻辑值。

基本的逻辑运算有“或”“与”和“非”三种,其他复杂的逻辑关系都可以由这三种基本的逻辑运算组合而得到。

“或”运算符可用 $+$ 、OR、 \cup 或 \vee 表示。逻辑“或”的运算规则如下:

$$0+0=0 \quad 0+1=1 \quad 1+0=1 \quad 1+1=1$$

即两个逻辑位进行“或”运算,只要有一个为“真”,逻辑运算的结果为“真”。

“与”运算符可用 AND、·、×、∩或∧表示。逻辑“与”的运算规则如下：

$$0 \times 0 = 0 \quad 0 \times 1 = 0 \quad 1 \times 0 = 0 \quad 1 \times 1 = 1$$

即两个逻辑位进行“与”运算，只要有一个为“假”，逻辑运算的结果便为“假”。

“非”运算常在逻辑变量上加一条横线表示。逻辑“非”的运算规则如下：

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

即对逻辑位求反。

4. 不同数制间的转换

(1) R 进制到十进制的转换

任意 R 进制数到十数制数的转换采用写出按权展开式，并按十进制计算方法算出结果的方法。

$$\text{例 1: 二进制数 } (100101.01)_2 = 1 \times 2^5 + 0 \times 2^4 + 0 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 0 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-2} = (37.25)_{10}$$

$$\text{例 2: 八进制数 } (1325.24)_8 = 1 \times 8^3 + 3 \times 8^2 + 2 \times 8^1 + 5 \times 8^0 + 2 \times 8^{-1} + 4 \times 8^{-2} = (725.3125)_{10}$$

$$\text{例 3: 十六进制数 } (2BA.4)_{16} = 2 \times 16^2 + 11 \times 16^1 + 10 \times 16^0 + 4 \times 16^{-1} = (698.25)_{10}$$

(2) 十进制数转换为 R 进制数

十数制数到任意 R 进制数的转换采用基数乘除法，整数和小数部分必须分别遵守不同的转换规则。对于整数部分：采用除 R 取余，逆序排列的方法，即整数部分不断除以 R 取余数，直到商为 0 为止，最先得到的余数为最低位，最后得到的余数为最高位。对小数部分：采用乘 R 取整，顺序排列的方法，即小数部分不断乘以 R 取整数，直到小数为 0 或达到有效精度为止，最先得到的整数为最高位（最靠近小数点），最后得到的整数为最低位。

为了将一个既有整数部分又有小数部分的十进制数转换成 R 进制数，可以将其整数部分和小数部分分别转换，然后再组合。

(3) 二进制数与八进制数、十六进制数间的转换

八进制和十六进制的基数 8 和 16 都是 2 的整数次幂，因此 3 位二进制数相当于 1 位八进制数，4 位二进制数相当于 1 位十六进制数，它们之间的转换关系也相当简单。将二进制数转换成八（或十六）进制数时，以小数点为中心分别向两边分组，每 3（或 4）位为一组，整数部分向左分组，不足位数左补 0。小数部分向右分组，不足部分右边加 0 补足，然后将每组二进制数转化成对应的八（或十六）进制数即可。将八进制数、十六进制数转换为二进制时，方法类似，只需将每位八（或十六）进制数展开为 3（或 4）位二进制数即可。转换结果中，整数前的高位零和小数后的低位零均可取消。

1.2.4 计算机内的数据

1. 数据

数据是描述客观事物的、能够被识别的各种物理符号，包括字符、符号、表格、声音和图形、图像等。数据有两种形式。一种形态为人类可读形式的数据，简称人读数据。例如图书资料、音像制品等，都是特定的人群才能理解的数据。另一种形式为机器可读形式的数据，简称机读数据。如印刷在物品上的条形码，录制在磁带、磁盘、光盘上的数码，穿在纸带和卡片上的各种孔等，都是通过特制的输入设备将这些信息传输给计算机处理，它们都属于机器可读数据。显然，机器可读数据使用了二进制数据的形式。

1.2.5 西文字符的编码

微型机采用 ASCII 码。ASCII 码是美国标准信息交换码，被国际标准化组织（ISO）指定为国际标准，ASCII 码有 7 位码和 8 位码两种版本。国际通用的 7 位 ASCII 码称为 ISO 646 标准，用 7 位二进制数表示一个字符的编码，其编码范围为 0000000B~1111111B，共有 $2^7=128$ 个不同的编码值。扩展的 ASCII 码使用 8 位二进制位表示一个字符的编码，可表示 $2^8=256$ 个不同字符的编码。

1.2.6 汉字的编码

1. 汉字信息交换码（国标码）

汉字交换码是指不同的具有汉字处理功能的计算机系统之间在交换汉字信息时所使用的代码标准。自国家标准 GB2312—1980 公布以来，我国一直沿用该标准所规定的国标码作为统一的汉字信息交换码。GB2312—1980 标准包括了 6763 个汉字，按其使用频度分为一级汉字 3755 个和二级汉字 3008 个。一级汉字按拼音排序，二级汉字按部首排序。此外，该标准还包括标点符号、数种西文字符、图形、数码等符号 682 个。

区位码的区码和位码均采用从 01 到 94 的十进制。国标码采用十六进制的 21H 到 73H（数字后加 H 表示其为十六进制数）。区位码和国标码的换算关系是：区位码中的区码和位码分别加上十进制数 32 就是国标码。如“国”字在表中的 25 行 90 列，其区位码为 2590，国标码是 397AH。

2. 汉字输入码

为了将汉字输入计算机而编制的代码称为汉字输入码，又称为外码。目前汉字主要是经标准键盘输入计算机的，所以汉字输入码都是由键盘上的字符或数字组合而成的。

3. 汉字内码

汉字内码是为了在计算机内部对汉字进行存储、处理和传输的汉字代码，它应能满足存储、处理和传输的要求。当一个汉字输入计算机后就被转换为内码，然后才能在机器内传输、处理。汉字内码的形式是多种多样的。

4. 汉字字形码

输出汉字时，根据内码在字库中查到其字形描述信息，然后显示和打印输出。描述汉字字形的方法主要有点阵字形和轮廓字形两种。汉字字形通常分为通用型和精密型。通用型汉字字形点阵分成 3 种：简易型 16×16 点阵；普通型 24×24 点阵；提高型 32×32 点阵。精密型汉字字形用于常规的印刷排版，通常采用信息压缩存储技术。汉字的点阵字形的缺点是放大后会出现锯齿现象，很不美观。

5. 汉字地址码

汉字地址码是指汉字库中存储汉字字形信息的逻辑地址码。

6. 各种汉字代码之间的关系

汉字的输入、处理和输出的过程，实际上是汉字的各种代码之间的转换过程，或者是说汉字代码在系统有关部件之间流动的过程。汉字输入码向内码的转换，是通过使用输入字典实现的。

7. 汉字字符集简介

GB2312—1980 汉字编码：GB2312 码是中华人民共和国国家标准汉字信息交换用编码，习惯

上称为国际码、GB 码或区位码。它是一个简化字汉字的编码。

GBK 编码：GBK 也是一个汉字编码标准。GBK 向下与 GB2312—1980 编码兼容，向上支持 ISO 10646.1 标准。

GB18030—2000 汉字编码：GB18030—2000 编码标准是在原 GB2312—1980 编码标准和 GBK 编码标准基础上扩展而成的。GB18030—2000 支持全部 CJK 统一汉字字符。

BIG 5 码：通行于中国台湾、香港地区的一个繁体字编码方案，俗称“大五码”，广泛应用于计算机业和互联网。

8. 整数的编码表示

数值型信息类型有整数和实数。

机器数是在计算机内部，表示整数和实数的二进制编码。机器数的位数（字长）由 CPU 的硬件决定，通常是 $2^k (n)$ 位。例如 8 位、16 位、32 位、64 位、128 位、256 位。Pentium 处理器的机器数：32 位 / 64 位，但也有例外，如 14 位、40 位等。

整数的编码表示一般不使用小数点，或者认为小数点固定隐含在个位数的右面。整数是“定点数”的特例。整数有时也混称“定点数”。

整数又分为无符号的整数和带符号的整数两类。无符号的整数（Unsigned Integer）是正整数。如字符编码、地址、索引等。带符号的整数（Signed Integer）是正整数或负整数。如描述一些有正有负的数值。

(1) 无符号整数的编码表示

无符号整数的编码表示方法是用一个机器数表示一个不带符号的整数。其取值范围由机器数的位数决定。

8 位：可表示 0~255 范围内的所有正整数。最小值是 00000000，最大值是 11111111。

16 位：可表示 0~65535 范围内的所有正整数。

n 位：可表示 $0 \sim 2^n - 1$ 范围内的所有正整数。

不带符号的整数在运算过程中，若其值超出了机器数可以表示的范围时将发生溢出现象。溢出后的机器数的值已经不是原来的数据。例如：4 位机器数，当计算“1111+0011”时发生进位溢出，应该是 10010，但只有 4 位，进位被丢掉了，其计算结果为 0010。注意，加减都有溢出问题。

(2) 带符号整数的编码表示（原码、反码、补码）

原码

原码编码方法是：机器数的最高位表示整数的符号（0 代表正数，1 代表负数），其余位以二进制形式表示数据的绝对值。

原码长度（一般情况下）：1、2、4、8 个字节数（如 8 位、16 位、32 位、64 位等）。

原码举例（8 位原码）： $[+125]_{\text{原码}} = 01111101$ ， $[-4]_{\text{原码}} = 10000100$ 。

原码可表示的整数范围是：

- 8 位原码： $1-2^7 \sim 2^7-1$ ($-127 \sim 127$) 范围内的所有整数。
- 16 位原码： $-(2^{15}-1) \sim 2^{15}-1$ ($-32767 \sim 32767$) 范围内的所有整数。
- n 位原码： $-2^{(n-1)}+1 \sim 2^{(n-1)}-1$ 范围内的所有整数。

原码表示的优点是与日常使用的表示方法比较一致，简单、直观。其缺点是加法运算与减法运算的规则不一致，整数 0 有 00000000 和 10000000 两种表示形式。

计算机内部通常不采用原码而采用补码的形式表示带符号的整数。

反码

反码的编码方法是：正整数的反码与其原码形式相同；负整数的反码等于其原码除最高符号位保持不变外，其余每一位取反。

举例（8位）： $[+33]$ 原码 = $[00100001B]$ 原码 = $[00100001B]$ 反码

$[-33]$ 原码 = $[10100001B]$ 原码 = $[11011110B]$ 反码

补码

补码的编码方法是：正整数的补码与其原码形式相同；负整数的补码等于其原码除最高符号位保持不变外，其余每一位取反，并在末位再加1运算后所得到的结果。

举例（8位）： $[+33]$ 原码 = $[00100001B]$ 原码 = $[00100001B]$ 反码 = $[00100001B]$ 补码

$[-33]$ 原码 = $[10100001B]$ 原码 = $[11011110B]$ 反码 = $[11011111B]$ 补码

补码运算规则是：

- $[X+Y]$ 补码 = $[X]$ 补码 + $[Y]$ 补码
- $[X-Y]$ 补码 = $[X]$ 补码 + $[-Y]$ 补码

补码表示的整数范围是：

- 8位补码： $-2^7 \sim 2^7 - 1$ ($-128 \sim 127$) 范围内的所有整数。其中规定补码 10000000 表示 128。
- n 位补码： $-2^{(n-1)} \sim 2^{(n-1)} - 1$ 范围内的所有整数。

补码的优点是：①能将减法运算转换为加法运算，便于 CPU 做运算处理。 $[X-Y]$ 补 = $[X]$ 补 + $[-Y]$ 补。②原码和补码的表示位数相同，补码可表示整数的个数比原码多一个（整数 0 只有一种表示形式）。

补码的缺点是不直观。

(3) BCD 编码

二进制编码的十进制整数（Binary Coded Decimal, BCD）使用 4 个二进制位的组合表示 1 位十进制数字，即用 4 个二进制位产生 16 个不同的组合，用其中的 10 个分别对应表示十进制中的 10 个数字，其余 6 个组合为无效。符号用一个 0 或 1 表示。例如 $[-53]$ BCD = 101010011。

任务 1.3 指令和程序设计语言

1.3.1 计算机指令

计算机指令就是指挥机器工作的指示和命令，程序就是一系列按一定的顺序排列的指令，执行程序的过程就是计算机的工作过程。

控制器靠指令指挥机器工作，人们用指令表达自己的意图，并交给控制器执行。一台计算机所能执行的各种不同指令的全体，叫作计算机的指令系统，每一台计算机均有自己的特定的指令系统，其指令内容和格式有所不同。

通常一条指令包括两方面的内容：操作码和操作数，操作码决定要完成的操作，操作数指参加运算的数据及其所在的单元地址。

在计算机中，操作要求和操作数地址都由二进制数码表示，分别称作操作码和地址码，整条指令以二进制编码的形式存放在存储器中。

1.3.2 程序设计语言

计算机程序设计语言的发展，经历了从机器语言、汇编语言到高级语言的历程。

1. 机器语言

电子计算机所使用的是由“0”和“1”组成的二进制数，二进制是计算机语言的基础。计算机发明之初，人们只能降贵纡尊，用计算机的语言去命令计算机执行特定的任务一句话，就是写出一串串由“0”和“1”组成的指令序列交由计算机执行，这种语言就是机器语言。使用机器语言是十分痛苦的，特别是在程序有错需要修改时，更是如此。而且，由于每台计算机的指令系统往往各不相同，所以，在一台计算机上执行的程序，要想在另一台计算机上执行，必须另编程序，造成了重复工作。但由于使用的是针对特定型号计算机的语言，故而运算效率是所有语言中最高的。机器语言是第一代计算机语言。

2. 汇编语言

为了减轻使用机器语言编程的痛苦，人们进行了一种有益的改进：用一些简洁的英文字母、符号串来替代一个特定的指令的二进制串，比如，用“ADD”代表加法，“MOV”代表数据传递，等等，这样一来，人们很容易读懂并理解程序在干什么，纠错及维护都变得方便了，这种程序设计语言就称为汇编语言，即第二代计算机语言。然而计算机是不认识这些符号的，这就需要一个专门的程序，专门负责将这些符号翻译成二进制数的机器语言，这种翻译程序被称为汇编程序。

汇编语言同样十分依赖于机器硬件，移植性不好，但效率仍十分高，针对计算机特定硬件而编制的汇编语言程序，能准确发挥计算机硬件的功能和特长，程序精练而质量高，所以至今仍是一种常用而强有力的软件开发工具。

3. 高级语言

从最初与计算机交流的痛苦经历中，人们意识到，应该设计一种接近于数学语言或人的自然语言，同时又不依赖于计算机硬件，编出的程序能在所有机器上通用。经过努力，1954年，第一个完全脱离机器硬件的高级语言——FORTRAN问世了，40多年来，共有几百种高级语言出现，有重要意义的有几十种，影响较大、使用较普遍的有FORTRAN、ALGOL、COBOL、BASIC、LISP、SNOBOL、PL/1、Pascal、C、PROLOG、Ada、C++、VC、VB、Delphi、Java等。

高级语言的发展也经历了从早期语言到结构化程序设计语言，从面向过程到非过程化程序语言的过程。相应地，软件的开发也由最初的个体手工作坊式的封闭式生产，发展为产业化、流水线式的工业化生产。

20世纪60年代中后期，软件越来越多，规模越来越大，而软件的生产基本上是人自为战，缺乏科学规范的系统规划与测试、评估标准，其恶果是大批耗费巨资建立起来的软件系统，由于含有错误而无法使用，甚至带来巨大损失，软件给人的感觉是越来越不可靠，以致几乎没有不出错的软件。这一切，极大地震动了计算机界，史称“软件危机”。人们认识到：大型程序的编制不同于写小程序，它应该是一项新的技术，应该像处理工程一样处理软件研制的全过程。程序的设计应易于保证正确性，也便于验证正确性。1969年，提出了结构化程序设计方法，1970年，第一个结构化程序设计语言——Pascal语言出现，标志着结构化程序设计时期的开始。

从20世纪80年代初开始，在软件设计思想上，又产生了一次革命，其成果就是面向对象的程序设计。在此之前的高级语言，几乎都是面向过程的，程序的执行是流水线似的，在一个模块被执行完成前，人们不能干别的事，也无法动态地改变程序的执行方向。这和人们日常处理事物的方式是不一致的，对人而言是希望发生一件事就处理一件事，也就是说，不能面向过程，而应是面向具

体的应用功能，也就是对象（Object）。其方法就是软件的集成化，如同硬件的集成电路一样，生产一些通用的、封装紧密的功能模块，称之为软件集成块，它与具体应用无关，但能相互组合，完成具体的应用功能，同时又能重复使用。对使用者来说，只关心它的接口（输入量、输出量）及能实现的功能，而如何实现是它内部的事，完全不用关心，C++、VB、Delphi 就是典型代表。

任务 1.4 计算机系统的组成

计算机已经成为人们日常工作、学习和生活中一个重要装备，对于还没有购置计算机的，或者希望把已有的旧计算机换掉的用户，你是直接购买品牌机，还是自己“DIY”一台计算机？

组装机以其随意的自主性和很高的性价比得到了很多人的认同，品牌机具有性能稳定以及良好的售后服务等优点受到人们的欢迎。结合自身学习与工作实际，如何选购配置一台计算机？组装好计算机硬件之后，怎样才能使计算机运作起来呢？为了完成计算机的选购与配置任务，下面我们首先要了解计算机系统的组成，然后完成计算机硬件与软件系统的选购与配置。

冯·诺依曼等人在 1946 年提出了一个完整的现代计算机雏形，计算机由运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备五大部分组成。在冯·诺依曼体系结构的计算机中，数据和程序以二进制代码形式存放在存储器中，控制器是根据存放在存储器中的指令序列（程序）进行工作的，控制器具有判断能力，能以计算结果为基础，选择不同的工作流程。

计算机系统是一个整体的概念，无论是大型机、小型机，还是微型机，都是由计算机硬件系统（简称硬件）和计算机软件系统（简称软件）两大部分组成的，如图 1-3 所示。

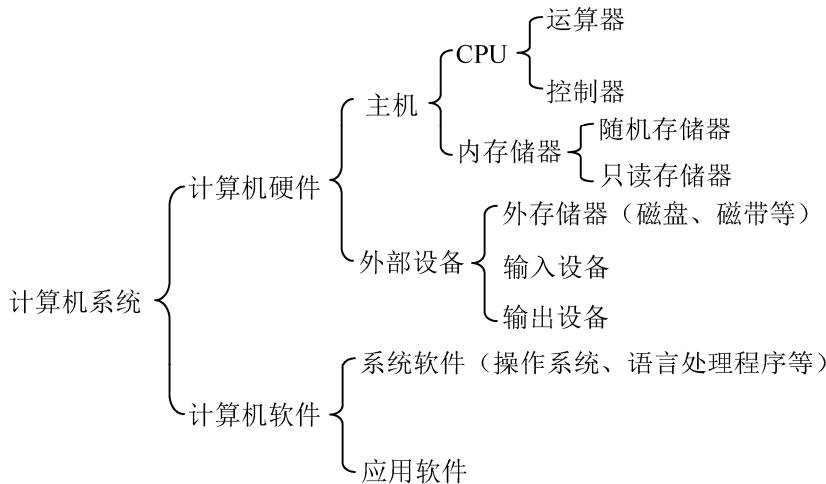


图 1-3 计算机系统的组成

1.4.1 计算机的硬件组成

（一）微型计算机的硬件系统

从外观上来看，微型计算机的硬件系统由主机和外部设备（简称外设）两部分组成。主机有卧式和立式两种机箱。主机内有主板（又称为系统板或母板）、中央处理器（CPU）、内部存储器（简称内存或内存条）、部分外部存储（简称外存，如硬盘、软盘驱动器、光盘驱动器等）、

电源、显示适配器（又称为显示卡）等。台式机如图 1-4 所示。

外部设备是指除主机以外的设备，包括键盘、鼠标、扫描仪等输入设备和显示器、打印机等输出设备。不管是最早的 PC 还是现在的主流计算机，它们的基本构成都包括主机、键盘和显示器。



图 1-4 台式机

微处理器送出三组总线：地址总线 AB、数据总线 DB 和控制总线 CB。其他电路（常称为芯片）都可以连接到这三组总线上。

1. 中央处理器

微机的中央处理器又称为微处理器，它是一块超大规模的集成电路，是计算机系统的核心，包括运算器和控制器两个部件，它是微机系统的核心，如图 1-5 所示。它的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。计算机所发生的全部动作都受 CPU 的控制。



图 1-5 中央处理器

控制器是整个计算机的神经中枢，用来协调和指挥整个计算机系统的操作，它本身不具有运

算功能，而是通过读取各种指令，并对其进行翻译、分析，而后对各部件作出相应的控制。它主要由指令寄存器、译码器、程序计数器和时序电路等组成。

运算器主要完成各种算术运算和逻辑运算，是对信息加工和处理的部件，它主要由算术逻辑部件、寄存器组组成。算术逻辑部件主要完成对二进制数的算术运算（加、减、乘、除等）和逻辑运算（或、与、非等）以及各种移位操作。寄存器组一般包括累加器、数据寄存器等，主要用来保存参加运算的操作数和运算结果，状态寄存器则用来记录每次运算结果的状态，如结果为零或非零、是正或负等。

中央处理器品质的高低直接决定了计算机的档次。CPU 能够直接处理的数据位数是 CPU 品质的一个重要标志。人们通常所说的 16 位机、32 位机、64 位机便是指 CPU 可同时处理 16 位、32 位、64 位的二进制数。早期的 286 机均是 16 位机，386、486 机和 Pentium 机是 32 位机，现在主流配置 i5、i7 CPU 的计算机已是 64 位机了。

目前，大多数微机都使用 Intel 公司生产的 CPU。Intel 公司成立于 1968 年，从 1971 年开始推出 4 位微处理器至今，已生产出奔腾、酷睿系列微处理器，2008 年推出了 64 位四核 CPU 酷睿 i7，在 2013 年 6 月 4 日发布了四代 CPU “Haswell”，对应主板芯片为 Z87、H87、Q87 等 8 系列晶片组，“Haswell” CPU 将会用于笔记本电脑、桌上型 CEO 套装电脑以及 DIY 零组件 CPU，陆续替换现行的第三代 “Ivy Bridge”。

2. 存储器

存储器是用来存放程序和数据的记忆装置。对存储器而言，容量越大，存取速度越快越好。计算机中的操作，大量的是与存储器之间的信息交换，存储器的工作速度相对于 CPU 的运算速度要低得多，因此存储器的工作速度是制约计算机运算速度的主要因素之一。计算机中的存储器按用途可分为为主存储器（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，数据会丢失。

（1）内存储器

内存储器又称为主存储器，简称内存，可以直接与 CPU 交换信息，用于存放当前使用的数据和正在运行的程序。内存由半导体存储器组成，存取速度较快，内存中的每个字节各有一个固定的编号，这个编号称为地址。CPU 在存储器中存取数据时按地址进行。所谓存储器容量即指存储器中所包含的字节数，通常用 KB 和 MB 作为存储器容量的单位。

内存储器按其工作方式的不同，可以分为随机存储器 RAM 和只读存储器 ROM 两种。RAM 是一种读写存储器，其内容可以随时根据需要读出，也可以随时重新写入新的信息。当电源电压去掉时，RAM 中保存的信息都将会丢失。RAM 在微机中主要用来存放正在执行的程序和临时数据。

ROM 是一种内容只能读出而不能写入和修改的存储器，其存储的信息是在制作该存储器时就被写入的。ROM 常用来存放一些固定的程序、数据和系统软件等，如检测程序、ROM BIOS 等。只读存储器除了 ROM 外，还有 PROM、EPROM 等类型。PROM 是可编程只读存储器，但只可编写一次。与 PROM 器件相比，EPROM 器件是可以反复多次擦除原来写入的内容，重新写入新的内容的只读存储器。不论哪种 ROM，其中存储的信息不受断电的影响，具有永久保存的特点。

由于 CPU 比内存速度快，目前，在计算机中还普遍采用了一种比主存储器存取速度更快的超高速缓冲存储器，即 Cache，置于 CPU 与主存之间，以满足 CPU 对内存高速访问的要求。有了 Cache 以后，CPU 每次读操作都先查找 Cache，如果找到，可以直接从 Cache 中高速读出；如果不在于 Cache 中再从主存中读出。

衡量内存的常用指标有容量与速度。2014年前后,计算机内存的配置越来越大,一般都在4GB以上,更有8GB内存的电脑。内存主频和CPU主频一样,习惯上被用来表示内存的速度,它代表着该内存所能达到的最高工作频率,目前较为主流的内存频率是2400MHz的DDR4内存。

目前,市场上的内存品牌主要有金士顿(Kingston)、威刚(ADATA)、宇瞻(Apacer)、海盗船(CORSAIR)、金邦(GeIL)、现代(Hyundai)和三星(Samsung)等。图1-6所示的是一款容量8GB的金士顿HyperX骇客神条套装,频率为DDR3-1600。



图1-6 金士顿HyperX 8GB DDR3-1600内存

(2) 外存储器

外存储器间接和CPU交换信息,存取速度慢,但存取容量大,价格低廉,用来存放暂时不用的数据。内存由于技术及价格上的原因,容量有限,不可能容纳所有的系统软件及各种用户程序,因此,计算机系统都要配置外存储器。外存储器又称为辅助存储器,它的容量一般都比较大,而且大部分可以移动,便于不同计算机之间进行信息交流。在微型计算机中,常用的外存有磁盘、光盘和磁带,磁盘又可以分为硬盘和软盘。

①硬盘

硬盘主要用于存放计算机操作系统、各种应用软件和用户数据文件。硬盘分为固态硬盘(SSD)和机械硬盘(HDD);SSD采用闪存颗粒来存储,HDD采用磁性碟片来存储。固态硬盘SSD(Solid State Disk、IDE FLASH DISK、Serial ATA Flash Disk)在接口规范和定义、功能及使用方法上与普通硬盘完全相同。在产品外形和尺寸上也完全与普通硬盘一致,包括3.5"、2.5"、1.8"等多种类型。由于固态硬盘没有普通硬盘的旋转介质,因而抗震性极佳,同时工作温度很宽,扩展温度的电子硬盘可工作在-45℃~+85℃。广泛应用于军事、车载、工控、视频监控、网络监控、网络终端、电力、医疗、航空、导航设备等领域。

硬盘也可以根据接口类型的不同,主要分为IDE、SATA和SCSI几种,最常用的是前两种,而SCSI接口主要用于服务器。图1-7所示的就是一款SATAIII接口的硬盘。