

第 1 章 计算机基础知识

从第一台计算机发明至今，只有近 70 年时间。计算机的应用现今已渗透到人类应用的各个方面，极大地改变了人类的生活状态。

本章向读者介绍了计算机的产生、发展、特点与应用，此外在本章还将向读者介绍数据在计算机中的表示方法方面的内容。

1.1 概述

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 在美国加州问世，ENIAC 用了 18000 个电子管和 86000 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 次各种运算或 5000 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。

计算机 (Computer) 的全称是电子计算机 (electronic computer)，俗称电脑，是一种能够按照程序运行，自动、高速处理海量数据的现代化智能电子设备，是一种具有计算能力和逻辑判断能力的机器。它是由硬件和软件所组成，没有安装任何软件的计算机称为裸机。

经过几十年的发展，计算机技术的应用已经十分普及，从国民经济的各个领域到个人生活、工作的各个方面，可谓无所不在。计算机是一种能够存储程序，并能按照程序自动、高速、精确的进行大量计算和信息处理的电子机器，又称电脑。打开电脑，用户可以办公、处理公文、画画、听音乐、玩游戏、看 VCD 电影、上 Internet 网……同时，电子计算机的发展和应用水平是衡量一个国家的科学技术发展水平和经济实力的重要标志。因此，学习和应用电子计算机知识，对于每一个学生、科技人员、教育者和管理者都是十分必要的，是每一个现代人必须掌握的知识，而使用计算机则是目前人们必备的基本能力之一。

1.1.1 计算机的发展

计算机的产生是 20 世纪最重要的科学技术大事件之一。20 世纪 40 年代中期，导弹、火箭、原子弹等现代科技的发展，迫切需要解决很多复杂的数学问题，原有的计算工具已经满足不了要求；另一方面电子学和自动控制技术的迅速发展，也为研制电子计算机提供了技术条件。1946 年，在美国宾夕法尼亚大学由 J.W.Mauchly 和 J.P.Eckert 领导的科技人员研制成功了第一台电子数字计算机 (Electronic Numerical Integrator and Calculator，简称 ENIAC)。虽然体积大、功耗大，且耗资近百万美元，但是它为发展电子计算机奠定了技术基础。

自从 1946 年世界上第一台通用电子数字计算机问世以来，它已被广泛地应用于科学计算、工程设计、数据处理及人们日常生活的广大领域，成为减轻人们体力与脑力劳动，帮助人们完成一些人类难以完成的任务的有效工具。计算是人类同自然作斗争的一项重要活动。我们的祖先早在史前时期就已经知道了用石块和贝壳计数。随着文化的发展，人类创造了简单的计算工具。

在电子计算机问世以后的短短几十年的发展历史中，它所采用的电子元器件经历了电子管时代、晶体管时代、小规模集成电路时代、大规模和超大规模集成电路时代。按所使用的主要元器件分，电子计算机的发展主要经历了4个阶段。

第一代（1946年~1958年）是电子管计算机时代。其特征是采用电子管作为逻辑元件，用阴极射线管或声汞延迟线作为主存储器，结构上以CPU为中心，速度慢、存储量小。这一代计算机的逻辑元件采用电子管，并且使用机器语言编程，后来又产生了汇编语言。

第二代（1959年~1964年）是晶体管计算机时代。其特征是用晶体管代替了电子管，用磁芯作为主存储器，引入了变地址寄存器和浮点运算部件，利用I/O（Input/Output）处理机提高输入输出操作能力等。这一代计算机的逻辑元件采用晶体管，并出现了管理程序和COBOL、FORTRAN等高级编程语言，以简化编程过程，建立了子程序库和批处理管理程序，应用范围扩大到数据处理和工业控制。

第三代（1965年~1970年）是集成电路计算机时代。其特征是用集成电路IC（Integrated Circuit）代替了分立元件晶体管。这一代计算机逻辑元件采用中、小规模集成电路，出现了操作系统和诊断程序，高级语言更加流行，如BASIC、Pascal、APL等。

第四代（1971年至今）是超大规模集成电路计算机时代。其特征是以大规模集成电路（LSI）和超大规模集成电路（VLSI）为计算机主要功能部件，用16KB、64KB或集成度更高的半导体存储器部件作为主存储器。这一代计算机采用的元件是微处理器和其他芯片，其特点主要包括速度快、存储容量大、外部设备种类多、用户使用方便、操作系统和数据库技术进一步发展。同时，1971年美国Intel公司首次把中央处理器（CPU）制作在一块芯片上，研究出了第一个4位单片微处理器，它标志着微型计算机的诞生。

第五代计算机，正在研制中的新型电子计算机。有关第五代计算机的设想，是1981年在日本东京召开的第五代计算机国际会议上正式提出的。第五代计算机的特点是智能化，具有某些与人的智能相类似的功能，可以理解人的语言，能思考问题，并具有逻辑推理的能力。

我国计算机事业是从1956年制定的《十二年科学技术发展规划》后开始起步的。1958年成功地仿制了103和104电子管通用计算机。20世纪60年代中期，我国已全面进入到第二代电子计算机时代。我国的集成电路在1964年已研制出来，但真正生产集成电路是在20世纪70年代初期。20世纪80年代以来，我国的计算机科学技术进入了迅猛发展的新阶段。

1.1.2 计算机的特点和分类

计算机的应用已经渗透到社会的各行各业，其主要原因是计算机具有以下特点。

1. 高速的运算能力

现在，一般的计算机运算速度是每秒几十万次到几百万次，大型计算机的运算速度是每秒亿亿次。目前世界上运算速度最快的计算机是中国的“天河二号”已达3.39亿亿次/秒，这是人的运算能力无法比拟的。高速运算能力可以完成天气预报、大地测量、运载火箭参数等的计算。

2. 很高的计算精度

由于计算机内采用二进制数字进行运算，其计算精度可通过增加表示数字的设备来获得，使数值计算可根据需要获得千分之一至几百万分之一，甚至更高的精确度。一般计算机的字长越长，所能表达的数字的有效位就越多，其运算的精度就越高。

3. 具有“记忆”功能

计算机中设有存储器，存储器可记忆大量的数据。当计算机工作时，计算的数据、运算的中间结果及最终结果都可存入存储器中。最重要的是，可以把人们为计算机事先编好的程序也存储起来，这是计算机工作原理的关键。

4. 具有逻辑判断能力

计算机不仅能进行算术运算，还可以进行逻辑判断和推理，并能根据判断结果自动决定以后执行什么命令。

5. 高度的自动化和灵活性

由于计算机能够存储程序，并能够自动依次逐条地运行，不需要人工干预，这样计算机就实现了高度的自动化和灵活性。

6. 联网通讯，共享资源

若干台计算机联成网络后，为人们提供了一种有效的、崭新的交往手段，便于世界各地的人们充分利用人类共有的知识财富。

计算机发展到今天，已是琳琅满目、种类繁多，并表现出各自不同的特点。可以从不同的角度对计算机进行分类。

按计算机信息的表示形式和对信息的处理方式不同分为数字计算机（Digital Computer）、模拟计算机（Analogue Computer）和混合计算机。数字计算机所处理数据都是以0和1表示的二进制数字，是不连续的离散数字，具有运算速度快、准确、存储量大等优点，因此适宜科学计算、信息处理、过程控制和人工智能等，具有最广泛的用途。模拟计算机所处理的数据是连续的，称为模拟量。模拟量以电信号的幅值来模拟数值或某物理量的大小，如电压、电流、温度等都是模拟量。模拟计算机解题速度快，适于解高阶微分方程，在模拟计算和控制系统中应用较多。混合计算机则是集数字计算机和模拟计算机的优点于一身。

按计算机的用途不同分为通用计算机（General Purpose Computer）和专用计算机（Special Purpose Computer）。通用计算机广泛适用于一般科学运算、学术研究、工程设计和数据处理等，具有功能多、配置全、用途广、通用性强的特点，市场上销售的计算机多属于通用计算机。专用计算机是为适应某种特殊需要而设计的计算机，通常增强了某些特定功能，忽略一些次要要求，所以专用计算机能高速度、高效率地解决特定问题，具有功能单纯、使用面窄甚至专机专用的特点。模拟计算机通常都是专用计算机，在军事控制系统中被广泛地使用，如飞机的自动驾驶仪和坦克上的兵器控制计算机。

目前国际上沿用的分类方法，是根据美国电气和电子工程师协会（IEEE）的一个委员会于1989年11月提出的标准来划分的，即把计算机划分为：巨型机（超级计算机）、小巨型机、大型主机、小型机、工作站、微型机等。

1. 巨型机

巨型机（Giant Computer）又称超级计算机（Super Computer），是指运算速度超过每秒1亿次的高性能计算机，它是目前功能最强、速度最快、软硬件配套齐备、价格最贵的计算机，主要用于解决诸如气象、太空、能源、医药等尖端科学研究和战略武器研制中的复杂计算。其研制水平、生产能力及应用程序，已成为衡量一个国家经济实力与科技水平的重要标志。

2013年6月17日在德国莱比锡举行的“2013国际超级计算大会”开幕式上正式发布世界超级计算机TOP500。其中由我国国防科学技术大学开发的超级计算机“天河二号”，以持

续计算速度每秒 3.39 亿亿次（理论峰值速度为 54.9PFLOPS）的优越性能位居榜首，超越 2012 年世界上最快的来自美国能源部橡树岭国家实验室研发的“泰坦”（2013 年排名第二，持续计算速度每秒 1.76 亿亿次）。标志着中国自 2010 年 11 月天河一号成为 500 强榜单第一位的超级计算机之后，再次排名世界超算第一位。

天河二号的核心由 32000 颗 Intel Xeon Ivy Bridge 处理器和 48000 颗 Intel Xeon Phi 处理器组成，其核心共计有 3120000 个可运行的内核，拥有 12.4PB（1PB=1024TB）的硬盘和 1.4PB 的内存，采用自己的分布式计算技术；光电混合传输技术（optoelectronics hybrid transport technology），上层采用主干拓扑结构，通过 13 个路由，每个路由有 576 个端口连接，并运行麒麟 Linux 系统，最大消耗功率为 17.6MW（整机附带散热系统时为 24MW），占地 720 平方，造价 1 亿美元。

2. 小巨型机

小巨型机（Mini Super Computer），也叫小超级机，出现于 20 世纪 80 年代中期，它的问世对巨型机的高价格发出了挑战，其最大的特点就是具有更高的性价比。典型产品有美国 Conver 公司的 C 系列机 C-1、C-2 和 C-3 等。

3. 大型主机

大型主机（Main Frame）或称大型计算机或大型通用机（常说的大、中型机），其特点是通用性强、有很强的综合处理能力。处理速度高达每秒 30 万亿次，主要用于大银行、大公司、规模较高的高校和科研院所，所以也被称为“企业级”计算机。大型主机经历批处理、分时处理、分散处理与集中管理等几个主要发展阶段。美国 IBM 公司生产的 IBM 360、IBM 370、IBM 9000 系列，就是国际上最具有代表性的大型主机。

4. 小型机

小型机（Mini Computer）一般用于工业自动控制、医疗设备中的数据采集等场合。其规模和运算速度比大中型机要差，但仍能支持十几个用户同时使用。小型机具有体积小、价格低、性能价格比高等优点，适合中小企业、事业单位用于工业控制、数据采集、分析计算、企业管理以及科学计算等，也可做巨型机或大中型机的辅助机。典型的小型机是美国 DEC 公司的 PDP 系列计算机、IBM 公司的 AS/400 系列计算机，我国的 DJS-130 计算机等。

5. 工作站

工作站（Workstation）是介于 PC 和小型机之间的高档微型计算机，通常配备有大屏幕显示器和大容量存储器，具有较高的运算速度和较强的网络通信能力，有大型机或小型机的多任务和多用户功能，同时兼有微型计算机操作便利和人机界面友好的特点。工作站的独到之处是具有很强的图形交互能力，因此在工程设计领域得到广泛使用。Appolo、SUN、HP、SGI 等公司都是著名的工作站生产厂家。

自 1980 年美国 Appolo 公司推出世界上第一个工作站 DN-100 以来，工作站迅速发展，成为专门处理某类特殊事务的一种独立的计算机类型。早期的工作站大都采用 Motorola 公司的 680X0 芯片，配置 UNIX 操作系统，现在的工作站多数采用英特尔至强处理器，配置 Windows 2003/2008/7 或者 Linux 操作系统。

6. 微型计算机

微型计算机简称微机，是当今使用最普及、产量最大的一类计算机，体积小、功耗低、成本少、灵活性大，性能价格比明显地优于其他类型计算机，因而得到了广泛应用。微型计算

机可以按结构和性能划分为单片机、单板机、个人计算机等几种类型。

微型机的中央处理器采用微处理器芯片，体积小巧轻便。目前微型机使用的微处理器芯片主要有 Intel 公司的 Pentium 系列、AMD 公司的 Athlon 系列，以及 IBM 公司 Power PC 等。

1.1.3 计算机的发展趋势

随着计算机技术的发展以及社会对计算机不同层次的需求，当前计算机正在向巨型化、微型化、网络化和智能化方向发展。

1. 巨型化

巨型化是指计算机的运算速度更高、存储容量更大、功能更强。目前正在研制的巨型计算机运算速度可达每秒千万亿次。

2. 微型化

微型计算机已进入仪器、仪表、家用电器等小型仪器设备中，同时也作为工业控制的“心脏”，使仪器设备实现“智能化”。随着微电子技术的进一步发展，笔记本型、掌上型等微型计算机必将以更优的性价比受到人们的欢迎。智能手机的功能和运算速度越来越接近，性能越来越强大，还能极大地满足人们便携性的要求。

3. 网络化

随着计算机应用的深入，特别是家用计算机越来越普及，一方面希望众多用户能共享信息资源，另一方面也希望各计算机之间能互相传递信息进行通信。

计算机网络是现代通信技术与计算机技术相结合的产物。计算机网络已在现代企业的管理中发挥着越来越重要的作用，如银行系统、商业系统、教育系统、交通运输系统等。人们通过网络能更好地传送数据、文本资料、声音、图形和图像，可随时随地在全世界范围拨打可视电话或收看任意国家的电视和电影。

4. 智能化

计算机人工智能的研究是建立在现代科学基础之上的。智能化是计算机发展的一个重要方向，新一代计算机，将可以模拟人的感觉行为和思维过程的机理，进行“看”“听”“说”“想”“做”，具有逻辑推理、学习与证明的能力。

人工智能计算机预期具备以下几个方面的功能：

- 处理各种信息的能力。
- 除目前计算机能处理离散数据外，第五代计算机应对声音、文字、图像等形式的信息进行识别处理。
- 学习、联想、推理和解释问题的能力。
- 计算机能够帮助人们进行判断、决策、开拓未知领域和获得新的知识。
- 对人的自然语言的理解处理能力

用自然语言编写程序的能力。即只需把要处理或计算的问题，用自然语言写出要求和说明，计算机就能理解其意，按人的要求进行处理或计算。而不像现在这样，要使用专门的计算机算法语言把处理过程与数据描述出来。对第五代计算机来说，只需告诉它要“做什么”，而不必告诉它“怎么做”。

第五代计算机的体系结构，从理论上和工艺技术上与前四代计算机有根本的不同，现阶段还是在实验室等专业研究机构中使用。

1.1.4 计算科学的研究与应用

计算机的应用主要体现在以下几个方面。

1. 数值计算

为解决数值计算（科学计算），世界上第一台计算机研制成功。计算机运算的高速度和高精度是人工计算望尘莫及的，现代科技的发展使得各种领域的计算模型日趋复杂，人们可以通过编程自动计算，解决科学研究和生产中的复杂计算问题，如军事、航天、航海、气象、高能物理、地震推测等。

2. 数据处理

数据处理（信息处理）是指对大量信息进行加工处理，例如分析、合并、分类、统计等，如在企业管理、会计、医学、文书、生物、图书、情报等方面的应用。常见的有办公自动化系统、管理信息系统、酒店服务系统、航空订票系统等都属于数据处理范围。数据处理工作具有输入/输出数据量大的特点。

3. 自动控制

计算机用于生产过程的自动控制，要求具有较高的实时性，故又称为实时控制，也称为过程控制。用于实时控制的计算机接受外部的信息有许多是温度、压力、电压、电流、机械位移等连续变化的模拟物理量，这些物理量首先需要通过模拟/数字转换装置转换成数字量，才能供计算机处理，计算机处理的数字量结果也需要通过数字/模拟装置转换为模拟量实现对过程的控制。如钢铁厂中用计算机自动控制加料、吹氧、温度、冶炼时间等。

4. 计算机辅助系统

随着计算机的发展，计算机辅助工作的应用也越来越广泛，常见的有计算机辅助设计、计算机辅助制造、计算机辅助教学等。

- 计算机辅助设计（Computer Aided Design，简称 CAD）是指利用计算机帮助设计人员进行设计。
- 计算机辅助制造（Computer Aided Manufacturing，简称 CAM）是指利用计算机进行生产设备的管理、控制和操作过程。
- 计算机辅助教学（Computer Aided Instruction，简称 CAI）是指利用计算机进行教学工作。

5. 人工智能

人工智能（Artificial Intelligence，简称 AI），是用计算机模拟人类的一部分智能活动，如学习过程、推理过程、判断过程、适应过程等。它涉及计算机科学、控制论、信息论、仿生学、神经学、生理学等多门学科，是计算机应用研究的前沿学科。

6. 信息高速公路

1992 年时任美国副总统的戈尔提出建立“信息高速公路”，1993 年 9 月美国正式宣布实施“国家信息基础设施”计划，俗称“信息高速公路”计划，引起了世界各发达国家、新兴工业国家和地区的极大反响，并积极加入到了这场国际大竞争中。

国家信息基础设施，除通讯、计算机、信息本身和人力资源关键要素的硬环境外，还包括标准、规则、政策、法规和道德等软环境。由于我国的信息技术相对落后、信息产业不够强大、信息应用不够普遍和信息服务队伍不够壮大等现状，有关专家提出，我国的信息高速公路应该加上两个关键部分就是民族信息产业和信息科学技术。

7. 电子商务

电子商务 (Electronic Commerce) 最早产生于 20 世纪 60 年代, 发展于 20 世纪 90 年代, 一般指的是在网络上通过计算机进行业务通信和交易处理, 实现商品和服务的买卖以及资金的转账, 同时还包括企业公司之间及其内部借助计算机及网络通信技术能够实现的一切商务活动, 也就是通过网络进行的生产、营销、销售和流通活动, 不仅包括在互联网上的交易, 而且也包括利用信息技术来降低商务成本、增加流通价值和创造商业机遇的所有商务活动。

商务活动的核心是信息活动, 在正确的时间和正确的地点与正确的人交换正确的信息是电子商务成功的关键。电子商务的显著特点是突破了时间和地点的限制、低成本、高效率、虚拟现实、功能全面、使用更灵活和更加安全有效。

电子商务的运行模式按照电子商务交易主体之间的差异可以有多种不同的模式, 其中最典型的运行模式有: 商家—商家模式 (Business to Business, 简称 B2B)、商家—消费者模式 (Business to Customer, 简称 B2C)、消费者—消费者模式 (Customer to Customer, 简称 C2C)。

8. 电子政务

电子政务就是将政府机构运用现代计算机技术和网络技术, 将管理和服务的职能转移到网络上, 实现政府组织结构和 workflows 的重组优化, 超越时间、空间和部门分隔的制约, 向全社会提供高效优质、规范透明和全方位的管理与服务。它开辟了推动社会信息化的新途径, 创造了政府实施产业政策的新手段。电子政务的出现有利于政府转变职能, 提高运作的效率。

电子政务的特点是转变政府工作方式, 提高政府科学决策水平, 优化信息资源配置, 借助信息技术, 降低管理和服务成本。

从电子政务服务的对象看, 电子政务的主要内容包括: 政府—政府电子政务 (Government to Government, 简称 G2G); 政府—企业电子政务 (Government to Business, 简称 G2B)、政府—公民电子政务 (Government to Citizen, 简称 G2C)。

1.2 信息的表示与存储

1.2.1 数据与信息

数据信息是计算机加工处理的对象, 可分为数值数据和非数值数据。数值数据有确定的值, 并在数轴上有对应的点, 非数值数据一般用来表示符号或文字, 它没有确定的值。

在计算机中, 无论是数值数据还是非数值数据都是以二进制的形式存储的, 即无论是参与运算的数值数据, 还是文字、图形、声音、动画等非数值数据, 都是以 0 和 1 组成的二进制代码表示的。计算机之所以能区分这些不同的信息, 是因为它们采用不同的编码规则。

1.2.2 计算机中数据的单位

1. 位 (bit)

计算机中最小的数据单位是二进制中的一个数位, 简称位 (比特), 1 位二进制数取值为 0 或 1。由于位 (bit) 是非常小的单位, 经常与数的单位, 如 K (10^3)、M (10^6)、G (10^9)、T (10^{12}) 等一起使用。

1Kb=1024b

1Mb=1024Kb

$$1\text{Gb}=1024\text{Mb} \qquad 1\text{Tb}=1024\text{Gb}$$

2. 字节 (Byte)

字节是计算机中存储信息的基本单位, 规定将 8 位二进制数称为 1 个字节, 单位是 B, (1B=8bit), 常用来衡量存储容量的不同单位之间的换算规则如下。

$$1\text{Kb}=1024\text{b}=128\text{B} \qquad 1\text{Mb}=1024\text{Kb}=128\text{KB}$$

$$1\text{Gb}=1024\text{Mb}=128\text{MB} \qquad 1\text{Tb}=1024\text{Gb}=128\text{GB}$$

3. 字 (word)

计算机同时存储、加工和传递时一次性读取信息的长度。字的长度通常是字节的偶数倍, 如 2、4、8 倍等。字的长度越长, 相应的计算机配套软、硬件越丰富, 计算机的性能越高, 因此字是反映计算硬件性能的一个指标。

在计算机中通常用“字长”表示数据和信息的长度, 如 8 位字长与 16 位字长表示数的范围是不一样的。这样的机器通常称某某字长计算机。

1.2.3 计算机中数据的编码

计算机中的编码除了用于数值计算之外, 还用于进行大量的非数值数据的处理, 但各种信息都是以二进制编码的形式存在的。计算机中的编码主要分为数值型数据编码和非数值型数据编码。

1. 数值型数据的编码

(1) 原码。二进制数在计算机中的表示形式称为机器数, 也称为数的原码表示法, 原码是一种直观的二进制机器数表示的形式。机器数具有两个特点:

机器数的位数固定, 能表示的数值范围受到位数限制。如某 8 位计算机, 能表示的无符号整数的范围为 0~255。

机器数的正负用 0 和 1 表示。机器中通常是把最高位作为符号位, 其余作为数值位, 并规定 0 表示正数, 1 表示负数。

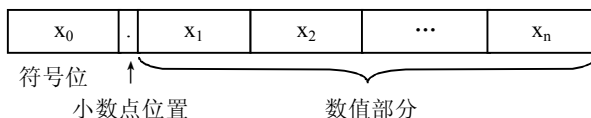
(2) 机器数的表示有定点和浮点两种方法。

在计算机中, 由于所要处理的数值数据可能带有小数, 根据小数点的位置是否固定, 数值的格式分为定点数和浮点数两种。定点数是指在计算机中小数点的位置不变的数, 主要分为定点整数和定点小数两种。应用浮点数的主要目的是为了扩大实数的表示范围。

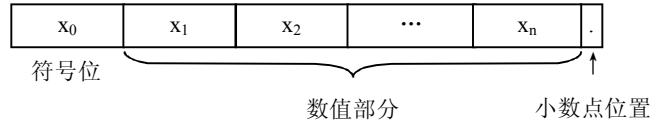
1) 定点数表示法 (fixed-point number)

所谓定点格式, 即约定机器中所有数据的小数点位置是固定不变的。在计算机中通常采用两种简单的约定: 将小数点的位置固定在数据的最高位之前, 或者是固定在最低位之后。一般常称前者为定点小数, 后者为定点整数。

定点小数是纯小数, 约定的小数点位置在符号位之后、有效数值部分最高位之前。若数据 x 的形式为 $x=x_0x_1x_2\dots x_n$ (其中 x_0 为符号位, $x_1\sim x_n$ 是数值的有效部分, 也称为尾数, x_1 为最高有效位), 则在计算机中的表示形式为:



定点整数是纯整数，约定的小数点位置在有效数值部分最低位之后。若数据 x 的形式为 $x=x_0x_1x_2\dots x_n$ （其中 x_0 为符号位， $x_1\sim x_n$ 是尾数， x_n 为最低有效位），则在计算机中的表示形式为：



当数据小于定点数能表示的最小值时，计算机将它们作 0 处理，称为下溢；当数据大于定点数能表示的最大值时，计算机将无法表示，称为上溢，上溢和下溢统称为溢出。

2) 浮点数表示法 (floating-point number)。

与科学计数法相似，任意一个 R 进制数 N ，总可以写成如下形式：

$$N = R^E \times M$$

式中 M 称为数 N 的尾数 (mantissa)，是一个纯小数； E 为数 N 的阶码 (exponent)，是一个整数， R 称为比例因子 R^E 的底数 (通常取为 2)；数 M 和 E 前面的“ \pm ”符号表示正负数，取值为 0 时表示正数，取值为 1 时表示负数。这种表示方法相当于数的小数点位置随比例因子的不同而在一定范围内可以自由浮动，所以称为浮点表示法。

一般来说，增加尾数的位数，将增加可表示区域数据点的密度，从而提高数据的精度；增加阶码的位数，能增大可表示的数据区域。

(3) 反码。反码是一种中间过渡的编码，采用它的主要原因是为了计算补码。编码规则是：正数的反码与其原码相同，负数的反码是该数的绝对值所对应的二进制数按位求反。例如，设机器的字长为 8 位，则 $(+100)_{10}$ 的二进制反码为 $(01100100)_2$ ， $(-100)_{10}$ 的二进制反码为 $(10011011)_2$ 。

(4) 补码。在计算机中，机器数的补码规则是：正数的补码是它的原码，而负数的补码为该数的反码再加 1，如 $(+100)_{10}$ 的二进制补码为 $(01100100)_2$ ， $(-100)_{10}$ 的二进制补码为 $(10011011)_2+1=(10011100)_2$ 。

2. BCD 码

计算机中使用的是二进制数，人们习惯使用的是十进制数，因此，输入到计算机中的十进制数需要转换成二进制数；数据输出时，应将二进制数转换成十进制数。为了方便，大多数通用性较强的计算机需要能直接处理十进制形式表示的数据。为此，在计算机中还设计了一种中间数字编码形式，它把每一位十进制数用 4 位二进制编码表示，称为二进制编码的十进制表示形式，简称 BCD 码 (Binary Coded Decimal)。

4 位二进制数码，可编码组合成 16 种不同的状态，而十进制数只有 0, 1, ..., 9 这 10 个数码，因此选择其中的 10 种状态作 BCD 码的方案有许多种，如 8421BCD 码、格雷码、余 3 码等，编码方案如表 1-1 所示。

最常用的 BCD 码是 8421BCD 码。8421BCD 码选取 4 位二进制数的前 10 个代码分别对应表示十进制数的 10 个数码，1010~1111 这 6 个编码未被使用。

表 1-1 用 BCD 码表示的十进制数

十进制数	8421 码	2421 码	5211 码	余 3 码	格雷码
0	0000	0000	0000	0011	0000
1	0001	0001	0001	0100	0001
2	0010	0010	0011	0101	0011
3	0011	0011	0101	0110	0010
4	0100	0100	0111	0111	0110
5	0101	1011	1000	1000	1110
6	0110	1100	1010	1001	1010
7	0111	1101	1100	1010	1000
8	1000	1110	1110	1011	1100
9	1001	1111	1111	1100	0100

3. 非数值型数据的编码

计算机中数据的概念是广义的，计算机内除了有数值的信息之外，还有数字、字母、通用符号、控制符号等字符信息，有逻辑信息、图形、图像、语音等信息，这些信息进入计算机都转变成 0、1 表示的编码，所以称为非数值型数据。

(1) 字符的表示方法。字符主要指数字、字母、通用符号、控制符号等，在计算机内它们都被转换成计算机能够识别的十进制编码形式。这些字符编码方式有很多种，国际上广泛采用的是美国国家信息交换标准代码 (American Standard Code for Information Interchange)，简称 ASCII 码。

ASCII 码诞生于 1963 年，首先由 IBM 公司研制成功，后来被接受为美国国家标准。ASCII 码是一种比较完整的字符编码，现已成为国际通用的标准编码，已广泛用于计算机与外设的通信。标准 ASCII 码如表 1-2 所示。

表 1-2 标准 ASCII 字符编码表

H \ L	000	001	010	011	100	101	110	111
0000	NUL	DEL	SP	0	@	P	'	p
0001	SOH	DC1	!	1	A	Q	a	q
0010	STX	DC2	"	2	B	R	b	r
0011	ETX	DC3	#	3	C	S	c	s
0100	EOT	DC4	\$	4	D	T	d	t
0101	ENQ	NAK	%	5	E	U	e	u
0110	ACK	SYN	&	6	F	V	f	v
0111	DEL	ETB	'	7	G	W	g	w
1000	BS	CAN	(	8	H	X	h	x

续表

L \ H	000	001	010	011	100	101	110	111
1001	HT	EM	)	9	I	Y	i	y
1010	LF	SUB	*	:	J	Z	j	z
1011	VT	ESC	+	;	K	[	k	{
1100	FF	FS	,	<	L	\	l	|
1101	CR	GS	-	=	M	]	m	}
1110	SO	RS	.	>	N	^	n	~
1111	SI	US	/	?	O	_	o	DEL

ASCII 码规定每个字符用 7 位二进制编码表示, 表 1-2 中横坐标是第 6、5、4 位的二进制编码值, 纵坐标是第 3、2、1、0 位的十进制编码值, 两坐标交点则是指定的字符。7 位二进制可以给出 128 个编码, 表示 128 个常用的字符。其中 94 个编码, 对应着计算机终端能敲入并且可以显示的 94 个字符, 打印机设备也能打印这 94 个字符, 如大小写各 26 个英文字母, 0~9 这 10 个数字符, 通用的运算符和标点符号=、-、*、/、<、>、,、:、.、?、+、(、)、{、} 等。34 个字符不能显示, 称为控制字符, 表示一个动作。

标准 ASCII 码只用了字符的低七位, 最高位并不使用。后来为了扩充 ASCII 码 (Extended ASCII) 码, 将最高的一位也编入这套编码中, 成为八位的 ASCII 码, 这套编码加上了许多外文和表格等特殊符号, 成为目前的常用编码。对应的标准为 ISO646, 这套编码的最高位如果为 0, 则表示出来的字符为标准的 ASCII 码, 如果为 1, 则表示出来的字符为扩充的 ASCII 码, 因此最高位又称为校验位。

【例】查表写出字母 A, 数字 6 的 ASCII 码。

解:查表 1-2 得知字母 A 在第 2 行第 5 列的位置。行指示 ASCII 码第 3、2、1、0 位的状态, 列指示第 6、5、4 位的状态, 因此字母 A 的 ASCII 码是 $(1000001)_2=41H$ 。同理可以查到数字 6 的 ASCII 码是 $(0110110)_2=36H$ 。

(2) 汉字的表示方法。

1) 汉字的输入码。目前, 计算机一般是使用西文标准键盘输入的, 为了能直接使用西文标准键盘输入汉字, 必需给汉字设计相应的输入编码方法。其编码方案有很多种, 主要的分为三类: 数字编码、拼音码和形码。

数字编码常用的是国标区位码, 用数字串将一个汉字输入。区位码是将国家标准局公布的 6763 个两级汉字分为 94 个区, 每个区分 94 位, 实际上把汉字表示成二维数组, 每个汉字在数组中的下标就是区位码。区码和位码各两位十进制数字, 因此输入一个汉字需按键四次。例如“中”字位于第 54 区 48 位, 区位码为 5448。数字编码输入的优点是无重码, 输入码与内部编码的转换比较方便, 缺点是代码难以记忆。

拼音码是以汉语拼音为基础的输入方法。凡掌握汉语拼音的人, 不需训练和记忆, 入门快, 但汉字同音字太多, 输入重码率很高, 因此按拼音输入后还必需进行同音字选择, 影响了输入速度。常用拼音码有全拼、智能 ABC 输入法、搜狗输入法、QQ 输入法等。

形码是用汉字的形状来进行的编码。形码编码规则需要单独学习，但输入重码率很低，熟练后输入速度快。例如常用的形码有五笔码、笔形码等。

2) 国标码和区位码。为了适应中文信息处理的需要，1981 年国家标准局公布了 GB2312-80 《信息交换用汉字编码字符集——基本集》，又称为国标码。在国标码中共收集了常用汉字 6763 个，并给这些汉字分配了代码。

在国家标准 GB2312-80 方案中，规定用两个字节的十六位二进制表示一个汉字，每个字节都使用低 7 位（与 ASCII 码相同），即有 $128 \times 128 = 16384$ 种状态。由于 ASCII 码的 34 个控制代码在汉字系统中也要使用，为了不至于发生冲突，因此不能作为汉字编码，所以汉字编码表中共有 $94(\text{区}) \times 94(\text{位}) = 8836$ 个编码，用以表示国标码规定的 7445 个汉字和图形符号。

每个汉字或图形符号分别用两位的十进制区码（行码）和两位的十进制位码（列码）表示，不足的地方补 0，组合起来就是区位码。将区位码按一定的规则转换成二进制代码叫做信息交换码（简称国标区位码）。国标码共有汉字 6763 个（一级汉字，最常用的汉字，按汉语拼音字母顺序排列，共 3755 个；二级汉字，属于次常用汉字，按偏旁部首的笔画顺序排列，共 3008 个），数字、字母、符号等 682 个，共 7445 个。汉字的区位编码，如图 1-1 所示。

第一字节								第二字节												
								b ₆	b ₅	b ₄	b ₃	b ₂	b ₁	b ₀	位 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
a ₆	a ₅	a ₄	a ₃	a ₂	a ₁	a ₀	区													
0	1	0	0	0	0	1	1	SP	、	。	·	-	˘	¨	”	々	—	~	||	
0	1	0	0	0	1	0	2	i	ii	iii	iv	v	vi	vii	viii	ix	x			
0	1	0	0	0	1	1	3	!	“	#	¥	%	&	'	()	*	+	,		
...												
0	1	1	0	0	0	0	16	啊	阿	埃	挨	哎	唉	哀	皑	癌	藜	矮	艾	
0	1	1	0	0	0	1	17	薄	雹	保	堡	饱	宝	抱	报	暴	豹	鲍	爆	
...												
1	1	1	0	1	1	1	87	螯	鳍	鲟	鳃	鳘	鳙	鳊	鳊	鳊	鳊	鳊	鳊	

图 1-1 汉字区位编码表（部分）

用计算机进行汉字信息处理，首先必须将汉字进行编码，称为汉字输入码。汉字输入码送入计算机后还必需转换成汉字内部码，才能进行信息处理。处理完毕之后，再把汉字内部码转换成汉字字形码，才能在显示器或打印机输出。因此汉字的编码有输入码、内码、字形码三种。

3) 汉字字形码。存储在计算机内的汉字需要在屏幕上显示或在打印机上输出时，需要知道汉字的字形信息，汉字内码并不能直接反映汉字的字形，而要采用专门的字形码。

目前的汉字处理系统中，字形信息用点阵表示法和矢量表示法等形式。

点阵字形是将字符的字形分解成若干“点”组成的点阵，将此点阵置于一个网状上，每一小方格是点阵中的一个“点”，点阵中的每一个点可以有黑白两种颜色，有字形笔画的点用黑色，反之用白色，这样就能描写出汉字字形了。

图 1-2 是汉字“次”的点阵，如果用十进制的“1”表示黑色点，用“0”表示没有笔画的白色点，每一行 16 个点用两字节表示，则需 32 个字节描述一个汉字的字形，即一个字形码占 32 个字节。

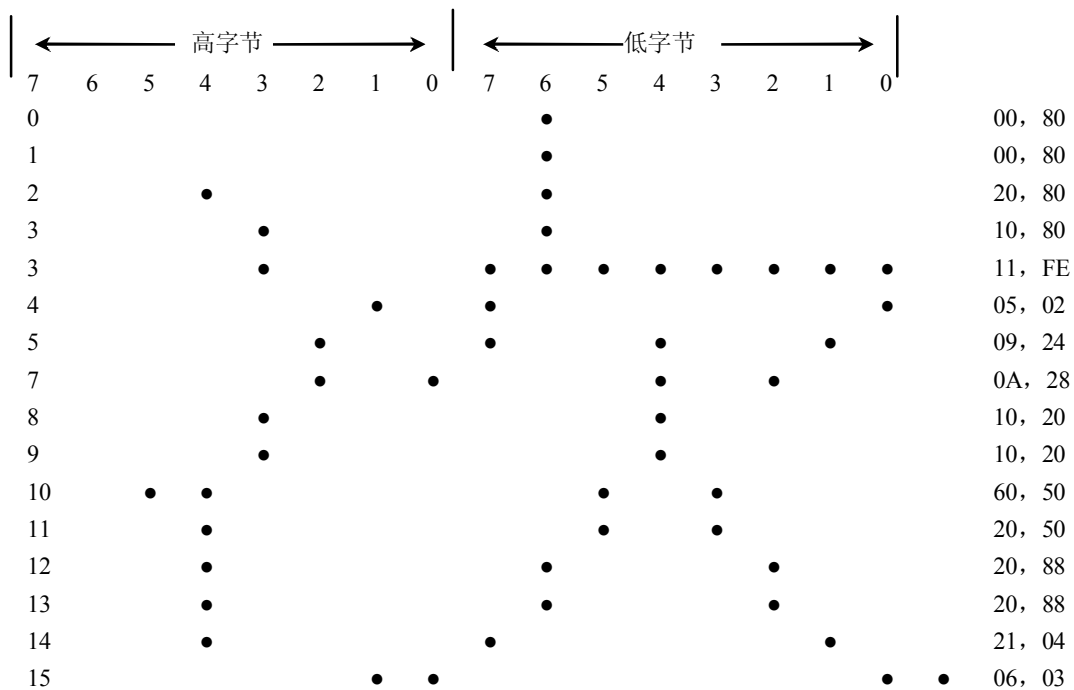


图 1-2 汉字的字形点阵及编码

根据汉字输出的要求不同，点阵的多少也不同。一般情况下，汉字显示时用 16×16 点阵，汉字打印时使用 16×16、24×24、32×32 点阵，甚至更大。点阵越大，描述的字形越细致美观，质量越高，所占存储空间也越大。

矢量字形通过数学曲线描述，它包含了字形边界上的关键点，连线的导数信息等，字体的渲染引擎通过读取这些数学矢量，然后进行一定的数学运算来进行渲染。

汉字点阵字形的汉字库结构简单，但是当需要对汉字进行放大、缩小、平移、倾斜、旋转、投影等变换时，汉字的字形效果不好，若使用矢量汉字库、曲线字库的汉字，其字形用直线或曲线表示，能产生高质量的输出字形，但运算速度要慢于点阵字库。

4) 汉字的内码。同一个汉字以不同输入方式进入计算机时，编码长度以及 0、1 组合顺序差别很大，使汉字信息进一步存取、使用、交流十分不方便，必需转换成长度一致、且与汉字唯一对应的能在各种计算机系统内通用的编码，满足这种规则的编码叫汉字内码。

汉字内码是用于汉字信息的存储、交换检索等操作的机内代码，一般采用两个字节表示。英文字符的机内代码是七位的 ASCII 码，当用一个字节表示时，最高位为“0”。为了与英文字符能够区别，汉字机内代码中两个字节的最高位均规定为“1”。

汉字机内码=汉字国标码+8080H

汉字从输入到显示，要经过输入码、国标码、机内码和字形码等四种形式，如图 1-3 所示。

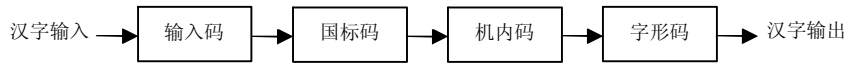


图 1-3 汉字处理过程

习题一

- 世界上第一台计算机诞生于_____年，它的名称为_____。
- 在计算机内部，使用的是_____的数据形式。
- 计算机辅助系统主要包括_____、_____、_____等。
- 计算机中数据的单位包括_____、_____和_____。其中，_____是计算机中存储信息的基本单位，_____是计算机中存储信息的最小单位。
- 机器数的表示有_____和_____两种方法。
- 汉字从输入到显示，要经过_____、_____、_____和_____四种形式。
- 电子计算机的发展一共经历了哪几个阶段，元器件有何不同？
- 计算机按用途不同如何进行分类，分别有何特点？
- 简述未来计算机的发展趋势。
- 在数值型数据的编码中，如何计算数据的原码、反码和补码？

第 2 章 计算机系统

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。

计算机硬件系统是计算机系统中由电子类、机械类和光电类器件组成的各种计算机实体部件的总称，是计算机完成各项工作的物质基础。计算机软件系统是计算机硬件设备上运行的各种程序、相关的文档和数据的总称。计算机硬件系统和软件系统共同构成一个完整的系统，相辅相成，缺一不可。计算机系统的组成如图 2-1 所示。

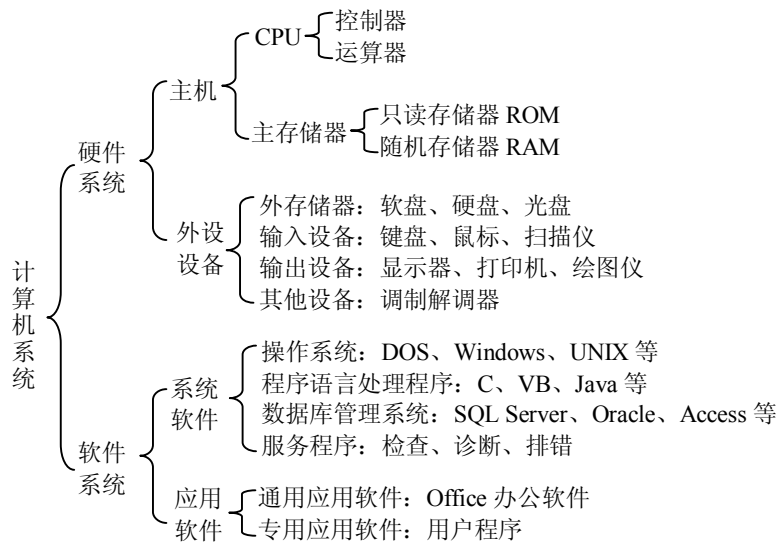


图 2-1 计算机系统的组成

2.1 计算机系统结构

从计算机发明至今，计算机体系结构一直沿用冯·诺依曼提出的体系结构。

冯·诺依曼型的基本思想如下：

计算机应包括运算器、存储器、控制器、输入设备和输出设备五大基本部件。

计算机内部应采用二进制来表示指令的数据。其每条指令一般具有一个操作码和一个地址码。其中操作码表示运算性质，地址码指出操作数在存储器的位置。

将编好的程序和原始数据送入内存储器中，然后启动计算机工作，计算机应在不需要操作人员干预的情况下，自动逐条取出指令和执行任务。

冯·诺依曼提出的计算机“存储程序”工作原理决定了计算机体系结构（如图 2-2 所示）由五大部分组成：运算器、存储器、控制器、输入和输出设备。

(1) 运算器是整个计算机系统的计算中心，主要由执行算术运算和逻辑运算的算术逻辑单元（Arithmetic Logic Unit, ALU）、存放操作数和中间结果的寄存器及连接各部件的数据通

路组成，用以完成各种算术运算和逻辑运算。

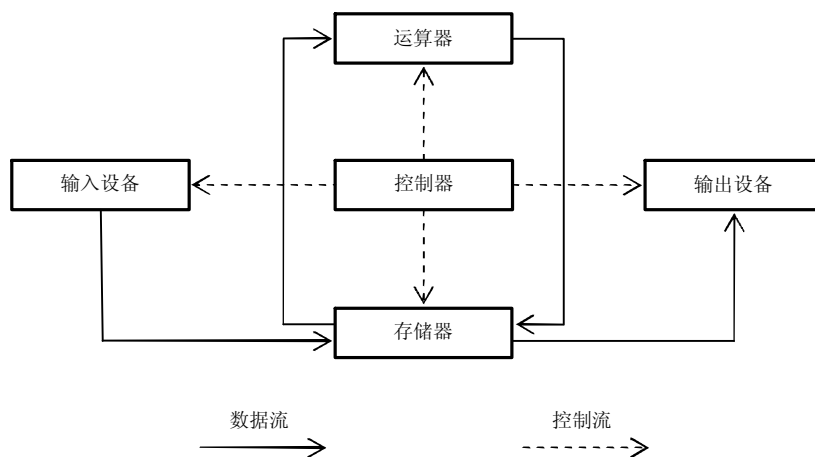


图 2-2 计算机体系结构

(2) 控制器是整个计算机系统的指挥中心，主要由程序计数器 (PC)、指令寄存器 (IR)、指令译码器 (ID)、时序控制电路和微操作控制电路等组成，在系统运行过程中，不断地生成指令地址、取出指令、分析指令、向计算机的各个部件发出操作控制信号，指挥各个部件高速协调地工作。

运算器和控制器合称为中央处理器 (Central Processing Unit, CPU)，是计算机的核心部件。CPU 和主存储器是信息加工处理的主要部件，通常将这两个部分合称为主机。

(3) 存储器是用来存储数据和程序的部件。计算机中的信息都是以二进制代码形式表示的，必需使用具有两种稳定状态的物理器件来存储信息。这些物理器件主要包括磁芯、半导体器件、磁表面器件等。

(4) 输入设备用于输入人们要求计算机处理的数据、字符、文字、图形、图像、声音等信息，以及处理这些信息所必需的程序，并将它们转换成计算机能接受的形式 (二进制代码)。输入设备有键盘、鼠标、扫描仪、光笔、手写板、麦克风 (输入语音) 等。

(5) 输出设备用于将计算机处理结果或中间结果以人们可识别的形式 (如显示、打印、绘图等) 表达出来。常见的输出设备有显示器、打印机、绘图仪、音响设备等。

2.2 计算机工作原理

计算机在工作过程中，主要有两种信息流：数据信息和指令控制信息。数据信息指的是原始数据、中间结果、结果数据等，这些信息从存储器进入运算器进行运算，所得的运算结果再存入存储器或传递到输出设备。指令控制信息是由控制器对指令进行分析、解释后向各部件发出的控制命令，指挥各部件协调地工作。

指令的执行过程如图 2-3 所示，其中左半部是控制器，包括指令寄存器、指令计数器、指令译码器等；右上部是运算器 (包括累加器、算术与逻辑运算部件等)；右下部是内存储器，其中存放程序和数据。

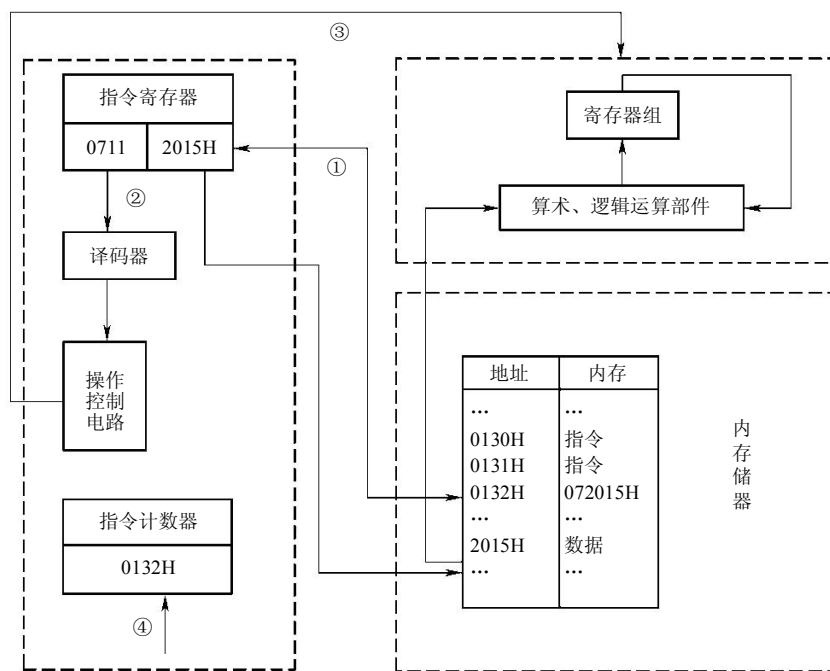


图 2-3 指令的执行过程

下面以指令的执行过程简单说明计算机的基本工作原理。指令的执行过程可分为以下步骤。

(1) 取指令。即按照指令计数器中的地址（图中为 `0132H`），从内存储器中取出指令（图中的指令为 `072015H`），并送往指令寄存器中。

(2) 分析指令。即对指令寄存器中存放的指令（图中的指令为 `072015H`）进行分析，由操作码（`07H`）确定执行什么操作，由地址码（`2015H`）确定操作数的地址。

(3) 执行指令。即根据分析的结果，由控制器发出完成该操作所需要的一系列控制信息，去完成该指令所要求的操作。

(4) 执行指令的同时，指令计数器加 1，为执行下一条指令做好准备，如果遇到转移指令，则将转移地址送入指令计数器。

2.3 计算机指令系统

指令是指示计算机执行某种操作的命令，每条命令都可完成一个独立的操作。指令是硬件能理解并能执行的语言，一条指令就是机器语言的一个语句，是程序员进行程序设计的最小语言单位。使用汇编语言或高级语言编程，最终都需翻译成机器语言才能被计算机识别并执行。

所有指令的集合就称为计算机的指令系统。程序是为完成既定任务的一组指令序列。

计算机硬件只能识别并执行机器指令，用高级语言编写的源程序必需由程序语言翻译系统把它们翻译为机器指令后，计算机才能执行。

计算机指令系统中的命令都有规定的编码格式。一般一条指令可分为操作码和地址码两部分。其中操作码规定了该指令进行的操作种类，如加、减、存数、取数等；地址码给出了操

作数地址、结果存放地址以及下一条指令的地址。指令的一般格式如图 2-4 所示。

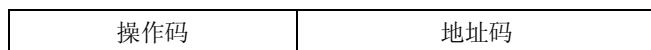


图 2-4 指令的一般格式

2.4 计算机硬件系统

从外观上看，一套基本的微机硬件由主机箱、显示器、键盘、鼠标组成，还可增加一些外部设备，如打印机、扫描仪、音视频设备等。在主机箱内部，包括主板、CPU、内存、硬盘、光盘驱动器、各种接口卡（适配卡）、电源等。其中 CPU、内存是计算机结构的“主机”部分，其他部件与显示器、键盘、鼠标、音视频设备等都属于“外设”。



图 2-5 微型计算机

2.4.1 主板

主板（Main Board）又称为系统板、母板或电脑板，是微机的核心连接部件。微机硬件系统的其他部件全部都是直接或间接通过主板相连接，主板实物如图 2-6 所示。

主板由以下几大部分组成：

（1）主板芯片组。主板芯片组（Chipset），也称为逻辑芯片组，是与 CPU 相配合的系统控制集成电路，一般为两个集成电路，用于接收 CPU 指令、控制内存、总线和接口等。主板芯片组通常分为南桥和北桥两个芯片。芯片所谓的南桥和北桥，是根据这两个电路芯片在主板所处的位置而约定俗成的称谓，将主板的背板端口向上放置，从地图方位的角度看，靠近主机的 CPU、内存位置偏上的芯片称为“北桥”；靠近总线、接口部分、布局位置偏下的芯片称为“南桥”。主板芯片组的主要厂商有 Intel（英特尔）、SIS（矽统）、VIA（威盛）公司和 AMD 和 ALI（扬智）等，支持不同的 CPU 有不同的产品。

（2）内存芯片。主板上还有一类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 ROM BIOS 芯片和 CMOS RAM 芯片。

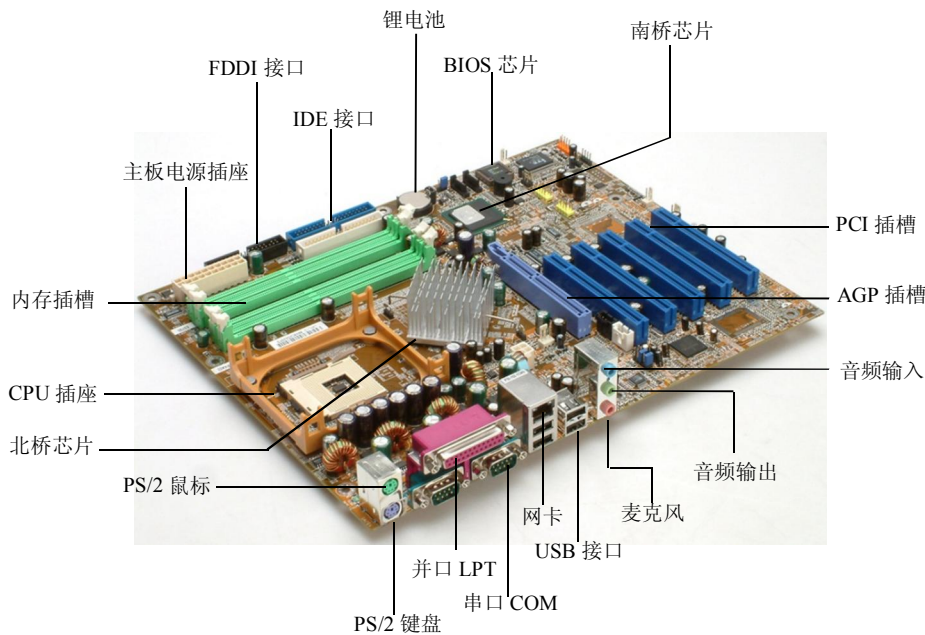


图 2-6 电脑主板实物

- ROM BIOS 芯片

ROM BIOS 芯片的作用非常大，该芯片中保存的指令是控制主板最基本的指令，包括各种设备的初始化、控制、启动等。BIOS 芯片常见的品牌是 WINBOND、SST、ATMEL、Intel 等。

- CMOS RAM 芯片

CMOS RAM 芯片（CMOS 是一种制作工艺名称）用于存储不允许丢失的系统 BIOS 硬件配置信息，如软盘驱动器类型、硬盘驱动器类型、显示模式、内存大小和系统工作状态参数等。主板上安装一块纽扣锂电池来保证 CMOS RAM 芯片的供电支持。

(3) CPU 接口和内存插槽。主板上的 CPU 插槽是一个方形的插座，不同型号的主板，其 CPU 接口的规格不同，接入的 CPU 类型也不同。目前主流的内存插槽是 DIMM (Dual Inline Memory Module, 双列直插存储器模块) 插槽。

(4) IDE 设备。IDE (Integrated Device Electronics, 本意是指把控制器与盘体集成在一起的硬盘驱动器) 接口，用于将硬盘和光盘驱动器接入系统，采用并行数据传输方式。随着新一代串行接口 SATA 的迅速发展，IDE 设备逐渐被 SATA 设备所取代。

(5) I/O 扩展插槽。微机硬件系统是一个由复杂的电子元器件构成的组合设备，由于技术发展迅速、器件工艺造价等多方面因素的制约，多数的元器件无法与 CPU 以同样的时钟频率工作，从而形成“瓶颈”现象。在实际的微机系统结构中，为了兼顾不同部件的特点，充分提高整机性能，采用了多种类型的总线。从连接范围、传输速度以及作用的对象，总线可分为以下几种。

- 1) 片内总线是 CPU 内部各功能单元（部件）的连线，延伸到 CPU 外，又称 CPU 总线。
- 2) 前端总线 (Front Side Bus, FSB) 是 CPU 连接到北桥芯片的总线。
- 3) 系统总线主要指南桥控制芯片与 I/O 扩展插槽之间的连线，随着技术的不断改进，现

阶段最常用的为调整外围部件互联 (PCI Express, PCI-E) 总线, 是新一代的系统总线, 采用串行传输方式, 具有更高的速度。可采用多种方式, 每个设备可以建立独立的数据传输通道, 实现点对点的数据传输。目前主板上的 PCI-E 插槽专门用于连接显示适配卡。

(6) 端口。端口 (Port) 是系统单元和外部设备的连接槽。部分端口专门用于连接特定的设备, 如连接鼠标、键盘的 PS/2 端口。多数端口则具有通用性, 它们可以连接多种外设。

现阶段最常用的为串行总线接口 (Universal Serial Bus, USB)。USB 接口能同时将多个设备连接到系统单元, 这种接口速度快、兼容性好、可连接多个设备、可提供 5V 电源, 最大的优点是可以在计算机工作的时候插上或拔下, 即热插拔技术, 越来越多的设备都开始使用 USB 接口来连接, 例如市场上可以见到的摄像头、数码相机、MP3 播放器、扫描仪、打印机等都使用 USB 接口来连接。USB1.1 标准的传输速率为 12Mb/s, USB2.0 标准的传输速率为 480Mb/s, USB3.0 标准的传输速率理论上可以达到 5Gb/s。

IEEE 1394 接口: IEEE 1394 接口又称为“火线”接口 (Firewire), 是一种新的连接技术。目前主要用于连接高速移动存储设备和数码摄像机等设备。最高传输速率是 400Mb/s。

S/2 接口: S/2 接口 PS/2 接口仅能用于连接键盘和鼠标, PS/2 接口最大好处就是不占用串口资源。一般情况下, 主板都配有两个 PS/2 接口, 上为鼠标接口, 下为键盘接口, 鼠标的接口为绿色, 键盘的接口为紫色。

2.4.2 中央处理器

CPU 是计算机系统中必备的核心部件。在微机系统中特指中央处理器芯片, 目前主流 CPU 一般是由 Intel 和 AMD 两个厂家生产的, 设计技术、工艺标准和参数指标存在差异, 但都能满足微机的运行需求。

通常把具有多个 CPU 同时去执行程序的计算机系统称为多处理机系统。依靠多个 CPU 同时并行地运行程序是实现超高速计算的一个重要方向, 称为并行处理。

反映 CPU 品质的指标是主频、核心和数据传送的位数。主频是衡量 CPU 工作速度的一个因素, 主频越高, CPU 的运算速度越快, 现在常用的 CPU 主频有 2.4GHz、3.3GHz、3.4GHz、3.5GHz、4.0GHz 等。核心数量是衡量 CPU 工作速度的另一个因素, 核心数量越多, CPU 运行多任务的能力越强, 实际使用效果越好, 常用的 CPU 的核心数量有双核、四核、六核、八核等。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, 数据传输的位数越高, 运算速度越快。微型计算机历经了 4 位机、8 位机、16 位机、32 位机和 64 位机, 现阶段常用的 CPU 均为 64 位机。部分 CPU 的外观如图 2-7 所示。



图 2-7 部分 CPU 的外观图