



1

信息 科学与计算机

1-1 计算机基础知识

1.1.1 计算机的基本概念

计算机，俗称电脑，是一种用于高速计算的电子计算机器，既可以进行数值计算，又可以进行逻辑计算，还具有存储记忆功能。它能够按照程序运行，是自动、高速处理海量数据的现代化智能电子设备。计算机由硬件系统和软件系统组成，没有安装任何软件的计算机称为裸机。按应用领域和范围划分，计算机可分为超级计算机、工业控制计算机、网络计算机、个人计算机、嵌入式计算机五类，较先进的计算机有生物计算机、光子计算机、量子计算机等。

计算机的应用在我国十分普及，我国计算机用户的数量不断攀升、应用水平不断提高，特别是在互联网、通信、多媒体等领域的应用取得了巨大的成绩。互联网络信息中心第 43 次《中国互联网络发展状况统计报告》统计，截至 2018 年 12 月，我国网民规模达 8.29 亿，普及率达 59.6%；网络视频、网络音乐和网络游戏的用户规模分别为 6.12 亿、5.76 亿和 4.84 亿，使用率分别为 73.9%、69.5% 和 58.4%。

1-1 计算机基础知识

1.1.2 计算机的发展

1. 计算机的发展历程 第一台计算机（图 1.1）叫电子数字积分计算机（electronic numerical integrator and computer, ENIAC），它于 1946 年 2 月 15 日诞生在宾夕法尼亚大学（University of Pennsylvania），采用电子管作为基本电子元件。它用了 17468 个电子管、60000 个电阻器、10000 个电容器和 6000 个开关，重达 30 吨（1 吨 = 1000 千克），占地 160 平方米，耗电 174 千瓦，耗资 45 万美元。每个电子管大约有一个普通家用 25 瓦灯泡那么大！这样 ENIAC 就有了 8 英尺高（约 2.44 米）、3 英尺宽（约 0.9 米）、100 英尺长（约 48 米）的身躯，每秒能进行 5000 次加法运算（据测算，人最快的运算速度每秒仅 5 次加法运算）。它还能进行平方和立方运算、计算正弦和余弦等三角函数的值及其他一些更复杂的运算

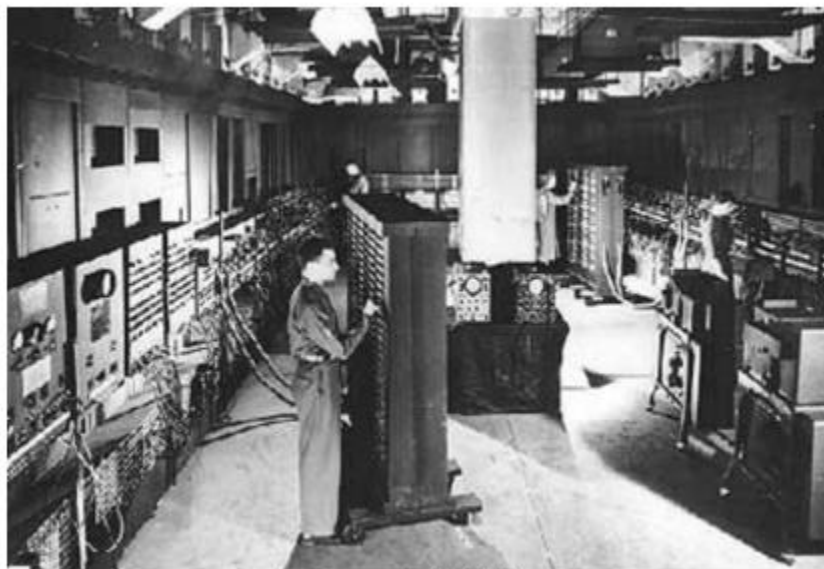


图1.1 电子管计算机

1-1 计算机基础知识

1.1.2 计算机的发展

(1) 第一代：电子管计算机。第一代（1946—1959）是电子管计算机。它的基本电子元件是电子管，内存储器采用水银延迟线，外存储器主要采用磁鼓、纸带、卡片、磁带等。由于当时电子技术的限制，它的运算速度只有每秒几千次至几万次基本运算，内存容量仅数千字。程序设计处于最低级的阶段，主要使用二进制表示的机器语言编程，后阶段采用汇编语言进行程序设计。第一代计算机使用机器语言编写操作指令，每种机器有各自不同的机器语言，既复杂又烦琐，需要高水平、受过专门训练的人才能操作，主要局限于一些军事和科研部门的科学计算。其主要特点是体积大、耗电多、质量大、性能低且使用不便。这一代计算机的主要贡献是：·确立了模拟量可变换成数字量进行计算，开创了数字化技术的新时代；·形成了电子数字计算机的基本结构和冯·诺依曼结构；·确定了程序设计的基本方法；·首创使用阴极射线管（cathode ray tube, CRT）作为计算机的字符显示器。

1-1 计算机基础知识

1.1.2 计算机的发展

（2）第二代：晶体管计算机。第二代（1959—1964）是晶体管计算机（图 1.2）。它的基本电子元件是晶体管，人们将这一时代称为晶体管计算机时代。此时的计算机体积和耗电量都大大减少，运算速度明显提高，性能更稳定，存储容量有了很大的增长。由于硬件技术的改进，相应的软件技术也有了极大的提高。随着 FORTRAN、COBOL、ALGOL 等高级语言的出现，单词、语句和数学公式代替了二进制编码，只要熟悉通用的高级语言，就可以编制程序，完成各种工作任务。



图1.2 晶体管计算机

1-1 计算机基础知识

1.1.2 计算机的发展

（3）第三代：集成电路计算机。第三代（1964—1970）是集成电路计算机（图 1.3）。随着半导体技术的发展，1958 年夏，美国得克萨斯公司制成了第一个半导体集成电路。集成电路是在几平方毫米的基片上集中了几十个乃至上百个电子元器件组成的逻辑电路。第三代集成电路计算机的基本电子元件是由小规模集成电路（small scale integration, SSI）和中规模集成电路（medium scale integration, MSI）作为主要电子器件。由于集成电路可以把几十个、上千个晶体管做在一个很小的芯片上，因此这一时期的计算机电路变得更加复杂，相对的元件体积则减小几十倍，而且集成电路所消耗的功率也比晶体管更小。

1-1 计算机基础知识

1.1.2 计算机的发展

这种由集成电路构成的计算机的运算能力有了很大提高，而它的体积却大大减少，消耗的能量也更少，运算速度也提高到每秒几十万次到几百万次基本运算。计算机软件技术进一步发展，操作系统正式形成，并出现多种高级程序设计语言。随着大规模集成电路的广泛应用，因此第三代计算机各方面的性能都有了显著提高，在科学计算、工业控制等方面，进入众多的学科领域。



图1.3 集成电路计算机

1-1 计算机基础知识

1.1.2 计算机的发展

（4）第四代：大规模、超大规模集成电路计算机。第四代（1971年起）是大规模、超大规模集成电路计算机（图 1.4）。从 20 世纪 70 年代起，随着集成电路集成度的不断提高，第四代计算机采用大规模集成电路（large scale intergration, LSI）、超大规模集成电路（very large scale intergration, VLSI）作为主要电子器件



图1.4 超大规模集成电路计算机

1-1 计算机基础知识

1.1.2 计算机的发展

（5）第五代：人工智能计算机。第五代（目前正处于实验室研制阶段）是把信息采集、处理、存储、通信等功能同人工智能结合在一起的智能计算机系统。它能进行数值计算或处理一般的信息，主要面向知识处理，具有形式化推理、联想、学习和解释的能力，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。人一机之间可以直接通过自然语言（声音、文字）或图形、图像交换信息。第五代计算机又称为新一代计算机。

1-1 计算机基础知识

1.1.2 计算机的发展

（6）第六代：生物计算机。半导体硅晶片的电路密集，散热问题难以彻底解决，这影响了计算机性能的进一步提高与突破。研究人员发现，脱氧核糖核酸的双螺旋结构能容纳巨量信息，其存储量相当于半导体芯片的数百万倍。一个蛋白质分子就是一个存储体，而且阻抗低、能耗小、发热量极低。基于此，利用蛋白质分子制造出基因芯片，研制生物计算机（也称分子计算机、基因计算机），已成为当今计算机技术的最前沿。在速度、性能上，生物计算机比硅晶片计算机有质的飞跃，被视为极具发展潜力的“第六代计算机”

1-1 计算机基础知识

2.计算机的发展趋势

(1) 计算机发展的几大趋向。

①巨型化。巨型化计算机又称超级计算机，它不仅指计算机的体积大，还表示计算机的运算速度更高、存储容量更大、功能更强，是同时代里运算速度达到最高级别的大容量巨型计算机。中国国防科学技术大学研制的“天河二号”就是超级计算机（图 1.5），到目前为止它已经连续四次摘得全球运行速度最快的超级计算机桂冠。其峰值计算速度为每秒 54.9 千万亿次，持续计算速度为每秒 33.9 千万亿次双精度浮点运算。

1-1 计算机基础知识

2.计算机的发展趋势

(1) 计算机发展的几大趋向。

②微型化。微型化是指进一步提高集成度。随着纳米技术和石墨烯技术在集成电路中的应用，集成度极高、速度极快的高性能的超大规模集成电路诞生了，它的质量更加可靠、性能更加优良、价格更加低廉，由它组成的微型计算机更加小巧，甚至可以方便地植入生物体内。微型计算机现在已被大量嵌入各种仪器仪表、家用电器和机电设备中，同时也已被作为工业控制过程的心脏使仪器设备实现“智能化”。

2-1 计算机基础知识

2.计算机的发展趋势

(1) 计算机发展的几大趋向。

③网络化。网络化是指用通信线路把各自独立的计算机连接起来，使计算机用户之间可以相互通信，并使用公共资源的网络系统。计算机网络构成了新的网上空间（cyberspace），通过网络进行通信和共享信息资源已经成为人们的习惯，网络营销、网络管理、网络教育、网络办公、网络协同工作等一系列创新性应用和新观念正在改变社会的运行方式，极大地提高了社会运行的效率。

2-1 计算机基础知识

2.计算机的发展趋势

(1) 计算机发展的几大趋向。

④智能化。智能化是指计算机能模拟人的感觉和思维能力，能够进行图像识别、定理证明、研究学习、探索、思考、启发和理解人的语言等。这也是第五代计算机要实现的目标。智能化的研究领域很多，其中最具有代表性的领域是专家系统和机器人。目前已研制出的机器人可以代替人从事危险环境的劳动。智能化使计算机突破了“计算”的含义，扩充了计算机的能力，使其可以越来越多地替代人类的脑力劳动。例如，很多家电产品和仪器仪表设备就已经实现了计算机智能化。

1-2 数据在计算机中的表示

信息在计算机中是以二进制数的形式存在的。我们所知道的计算机中保存的各种信息如一篇文章、一幅图画和照片、一首音乐、一段程序，都是通过相应的转换设备，变为成千上万个八位二进制数存储在计算机中的。计算机之所以采用二进制数进行运算是由计算机所使用的逻辑电路性能决定的。这种逻辑电路具有两种状态的电路（电子技术上称为触发器），使用它的好处是：电路设计相对于其他形式的电路而言结构简单、实现方便、成本低。计算机就是利用了具有两种状态的逻辑电路——触发器来表示 0 和 1 这两个数码的。日常生活中，我们普遍采用十进制来表示数的大小，十进制的特点如下。

1-2 数据在计算机中的表示

(1) 有 10 个数字符号。这 10 个数字符号分别是 0、1、2、3、4、5、6、7、8、9。人们用这 10 个数字符号来表示数的大小。

(2) 进位规则是“逢十进一”。例如，2889，38，86788，12345687 等就是十进制数，其中 12345687 就是一个 8 位的十进制数。

1-2 数据在计算机中的表示

1. 十进制数

日常生活中，人们普遍采用十进制数来表示数的大小。十进制的特点：用 10 个数字符号来表示数的大小，进位规则是“逢十进一”。例如，256，88，8848，79865132 等就是十进制数。

由（1.2.1）式可得到十进制数展开的通式为

$$N = k_{n-1} \times 10^{n-1} + k_{n-2} \times 10^{n-2} + k_{n-3} \times 10^{n-3} + \cdots + k_0 \times 10^0 + k_{-1} \times 10^{-1} + \cdots + k_{-m} \times 10^{-m} \quad (1.2.2)$$

其中, n 是整数部分的位数, m 是小数部分的位数, 2 是二进制数的权。任何一个二进制数都可以用上式来展开表示。根据 (1.2.3) 式可将 $(1010.11)_2$ 展开表示为

$$\begin{aligned}(1010.11)_2 &= k_3 \times 2^3 + k_2 \times 2^2 + k_1 \times 2^1 + k_0 \times 2^0 + k_{-1} \times 2^{-1} + k_{-2} \times 2^{-2} \\&= 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 0 \times 2^0 + 1 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-2} \\&= 10.75\end{aligned}$$

式中, $(1010.11)_2$ 括号下面的 2 表示这个数是二进制数。1 是第 4 位数字, 0 是第 3 位数字, 1 是第 2 位数字, 0 是第 1 位数字; 1 是小数第 1 位数字, 1 是小数第 2 位数字; 2^3 表示整数第 4 位的权, 2^2 表示整数第 3 位的权, 2^1 表示整数第 2 位的权, 2^0 表示整数第 1 位的权, 2^{-1} 表示小数第 1 位的权, 2^{-2} 表示小数第 2 位的权。

再看一例: $(110101.1)_2 = 1 \times 2^5 + 1 \times 2^4 + 0 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 1 \times 2^{-1} = 53.5$, 此例中 n 为 6, m 为 1。

2. 八进制数

八进制数 八进制数的特点如下。

(1) 有 8 个数字符号：0、1、2、3、4、5、6、7。

(2) 计数规律是“逢八进一”

例如, $(7253)_8$, $(75)_8$, $(62753104)_8$, $(5721564377)_8$ 等都是八进制数。

由 (1.2.1) 式可得到八进制数展开的通式为

$$N = k_{n-1} \times 8^{n-1} + k_{n-2} \times 8^{n-2} + k_{n-3} \times 8^{n-3} + \cdots + k_0 \times 8^0 + k_{-1} \times 8^{-1} + \cdots + k_{-m} \times 8^{-m} \quad (1.2.4)$$

其中, n 是整数部分的位数, m 是小数部分的位数, 8 是八进制数的权。任何一个八进制数都可以用上式来展开表示。根据 (1.2.4) 式可将 $(138.5)_8$ 展开表示为

$$\begin{aligned} (138.5)_8 &= k_2 \times 8^2 + k_1 \times 8^1 + k_0 \times 8^0 + k_{-1} \times 8^{-1} \\ &= 1 \times 8^2 + 3 \times 8^1 + 8 \times 8^0 + 5 \times 8^{-1} \\ &= 96.625 \end{aligned}$$

式中, $N=96.625$, 整数部分的位数 n 是 3, 小数部分的位数 m 为 1, 而 $(138.5)_8$ 括号下面的 8 表示这个数是八进制数, 1 是第 3 位数字, 3 是第 2 位数字, 8 是第 1 位数字; 5 是小数第 1 位数字; 8^2 表示整数第 3 位的权, 8^1 表示整数第 2 位的权, 8^0 表示整数第 1 位的权; 8^{-1} 表示小数点后第 1 位的权。