

黑龙江省高等医学院校统编教材

计算机基础知识 和 FoxPro 程序设计



主编 王红 于水源 李殿奎

哈尔滨工程大学出版社

前 言

随着信息时代的到来,计算机已经进入人们日常生活、工作、学习的各个领域。对于高校学生来说,计算机已不再只作为各学科的工具,而是其学科本身的重要组成部分。因此各高校对计算机教育非常重视。由于计算机技术发展迅猛,计算机教学内容必须不断更新。

本书按新教学大纲要求,由黑龙江省计算机教育研究会组织一些长期从事计算机基础教学的教师,根据计算机二级(数据库)等级考试内容编写。本书内容包括计算机基础知识、多媒体技术和网络知识、Windows 95 和 Word 97 的基本操作、FoxPro 数据库的基本操作及程序设计,并在每章后附思考题和习题。本书可作为各高校计算机等级考试配套教材或计算机基础知识自学用书。

全书共分九章,由哈尔滨医科大学、牡丹江医学院、佳木斯大学、齐齐哈尔医学院、黑龙江大学、鸡西煤炭医专等院校联合编写。王红、于水源、李殿奎担任主编;吴荣梅、胡宪武、王万学、卜宪庚任副主编。由于时间仓促及作者水平有限,不妥之处在所难免,欢迎专家和广大读者予以批评指正。

在本书编写和出版过程中,得到了黑龙江省计算机教育研究会理事长武常岭教授及其他同志的大力支持和精心指导,在此表示衷心感谢!

1 计算机的基础知识

电子计算机俗称“电脑”，是一种能够高速、自动、准确地进行信息处理的电子设备。它的应用已遍及人们生活的各个领域。可以说，计算机知识是现代知识结构中不可缺少的重要组成部分。本章重点给大家介绍如下几个问题：1.计算机的产生和发展；2.计算机的分类；3.计算机的特点和应用；4.计算机的系统组成及工作原理；5.计算机常用数制；6.计算机病毒有关常识等。

1.1 计算机概述

1.1.1 计算机的产生和发展

计算机是人类社会实践的产物，和其它计算工具一样，是人类智慧的结晶。从原始社会的“结绳而治”到唐末的算盘，都是随着生产的发展、计算的日趋复杂，对计算工具的计算速度、精度、使用的方便性等几个方面提出了更高的要求。1620年英国数学家发明了利用对数原理制成的计算尺，1642年法国物理学家、数学家帕斯卡发明了齿轮式加法器，1671年微积分的创立者德国数学家莱布尼兹发明了可直接进行乘法计算的机械计算器，1822年英国发明家巴贝奇发明了第一部具有程序设计思想、按预编程序进行运算的机械计算机。特别是20世纪以来，电子技术的发展为其提供了理想的器件，数理逻辑的发展又促使逻辑电路的完善，使电子计算机的理论基础和物质技术日趋完善，于是，一代新型的计算机工具——电子计算机就应运而生了。

世界上第一台电子计算机ENIAC(Electronic Numerical Integrator Computer)诞生于1946年2月5日，由美国的宾夕法尼亚大学和陆军弹道研究室的莫希莱、埃克特、格尔斯坦等领导的研究小组研制成功。它第一次使人类利用电子的运动代替机械的运动用来延伸人类大脑的功能，计算速度为每秒可进行5千次加法运算，使计算机跨入电子时代。ENIAC是由1万8千个电子管、7万个电阻、1万个电容、6千个开关、1千5百个继电器等构成的重30吨的庞然大物，耗电量达14万瓦，由于其自身发出的热量使其工作不稳定、可靠性不高，因此又不得不为其配备了几十吨重的冷却机。以现在的观点来看，ENIAC存在许多重要缺陷。它基本继承了机电式计算机的体系结构，采用“外插型”程序，即控制它运行的程序是机外的插头、开关、连线等形成的，解不同的题目就必须对机外的交换线路（有6千多个插头、开关）进行手工调整，有时几分钟的计算却需几小时甚至几天的准备。这台计算机虽然有许多明显的不足，但它的诞生宣布了电子计算机时代的到来，其重要意义在于它奠定了电子计算机发展的基础，开辟了一个计算机科学技术的新纪元。

从ENIAC诞生至今短短的半个世纪，计算机的发展突飞猛进，经历了电子管、晶体管、集成电路和超大规模集成电路四个阶段，使计算机的体积越来越小、功能越来越强、价格越来越低、应用越来越广泛。

第一代电子计算机 约从1946年到1957年。这一时代的主要特征是使用电子管作为

电子器件, 软件还处于初始阶段, 使用机器语言和符号语言编制程序。第一代计算机是计算机发展的初级阶段, 其体积比较大、运算速度比较低、存储容量小。并且, 为了解决一个问题, 所编制的程序很复杂。这一代计算机主要用于科学计算。

第二代电子计算机 从 1958 年到 1964 年。其中 1958 年与 1959 年是这一代计算机的鼎盛时期。这一时代的典型特征是使用晶体管作为电子器件, 在软件方面开始使用计算机高级语言, 为更多的人学习和使用计算机铺平了道路。这一代计算机体积大大减小, 具有重量轻、寿命长、耗电少、运算速度快、存储容量比较大等优点。因此这一代计算机不仅用于科学计算, 还用于数据处理和事务处理, 并逐渐用于工业控制。

第三代电子计算机 从 1965 年到 1970 年。这一时期的主要特征是使用中、小规模集成电路作为电子器件, 并且出现操作系统, 使计算机功能越来越强、应用范围越来越广。使用中、小规模集成电路制成的计算机, 其体积与功耗都得到了进一步减小, 可靠性和运算速度等指标也得到了进一步提高, 为计算机的小型化、微型化提供了良好的条件。在这一时期中, 计算机不仅用于科学计算, 还用于文字处理、企业管理、自动控制等领域, 出现了计算机技术与通讯技术相结合的管理信息系统, 可用于生产管理、交通管理、情报检索等领域。另外, 微型计算机得到了飞速的发展, 对计算机的普及起到了决定性的作用。

第四代电子计算机 从 1970 年开始。指用大规模与超大规模集成电路作为电子器件制成的计算机。这一代计算机在各种性能上都得到了大幅度的提高, 对应的软件也越来越丰富, 其应用已经涉及到国民经济的各个领域, 已经在办公自动化、数据库管理、图象识别、语音识别、专家系统等众多领域中大显身手, 并且进入了家庭。

正在研制的被称为“第五代计算机”, 它采取了完全新的工作原理和体系结构, 更接近人们思考问题的方式, 即“推理”方式。第五代电子计算机不仅在其采用的技术与以前不同, 而且在概念和功能方面也不同于前四代计算机; 这种新型的计算机具有人工智能的功能。美国提出的开发计划将研制的第五代计算机叫超智能计算机。日本计划用 10 年时间研制出第五代计算机, 称为推理计算机, 但是从目前情况看, 试验样机离产品还相差甚远, 要真正投入使用, 还不是短时间所能实现的。

电子计算机的产生、发展及其应用历史不算很长, 但其发展速度之快、应用范围之广, 却是令人瞩目的。并且计算机技术以惊人的速度继续向前发展, 并不断拓展其应用领域。其发展趋势有如下几个方面。

(1) 巨型化

随着尖端科学技术研究的飞速发展以及经济、军事上的需求, 大量的高难度问题往往不是一般计算机能够解决的。为了探索大到宇宙、小到基本粒子以及生物机体生命的奥秘和规律, 人们往往需要打破已有的计算机体系结构、工作方式和概念, 采用最新的硬件、软件理论及成果, 采用最先进的制造工艺和技术, 寻求速度更快、存储容量更大、功能更强的计算机, 这种计算机就是巨型计算机。它集中体现了一个国家计算机及相关学科技术的发展水平, 是当代计算机的重要发展方向之一。

(2) 微型化

计算机的微型化主要依赖于器件的工艺。在不降低性能的前提下, 不断缩小硬件的体积, 即计算机的微型化, 70 年代个人计算机的出现已经使计算机发生了一场技术革命, 对计算机及其技术的普及起到了巨大的推动作用。计算机的进一步微型化, 将使它象携带一

本书、一支笔那样方便，人们将以一种崭新的概念来工作、学习、生活。

(3) 智能化

具有学习、思维等功能的智能化计算机，正被美国、日本等发达国家研制，成为电子计算机发展的具有深远意义的崭新领域。尽管对于计算机的“思维”还有争议，某些发展项目已经宣布失败，但人们仍然朝着这个理想不懈地努力着。

(4) 网络化

为真正实现计算机的资源共享，随着信息时代的到来，计算机网络将会进一步普及，使得世界各地人与人之间的距离大大缩短。

(5) 多媒体化

媒体是信息表达和传播的载体。在计算机领域中，主要媒体定义如下。

①感觉媒体 直接作用于人体的感官而产生感觉的媒体，如人类的语言、音乐，自然界的各种声音、图形、活动或静止的图像，计算机中的数据、文字等。

②表示媒体 指各种编码，如语言编码、文本编码、图像编码等。它是人们为了加工、处理、存储和传输感觉媒体而人为地进行研究、构造出来的一类媒体。

③表现媒体 是感觉媒体与计算机之间的界面，如键盘、显示器、打印机、喇叭、摄像机等。

④存储媒体 用于存放表示媒体，即感觉媒体的数字化代码，如软盘、硬盘、光盘等。

⑤传输媒体 媒体传输的物理载体，如同轴电缆、双绞线、光纤等。

从人类能够接受和理解的信息形态上看，有文字、图形、图像、声音等。在自然状态下，人类是通过多种媒体的综合来得到实体的完整形象的，例如产品展示会中，人们见到了实物、听到了性能解说、读了产品说明，甚至是摸到了、闻到了等等。而传统的计算机只能处理文字和数字这一单一媒体，计算机就象是一个远离现实的抽象世界，信息缺乏完整性。

进入 90 年代以来，多媒体技术的发展进入高潮，它改变了传统计算机的基本模式，使文字、图形、图像、动画、音频（Audio）和视频信号（Vedio）等多种媒体综合一体化，共同表达完整、真实的客观世界。计算机从一个抽象的、充满神秘色彩的世界中走出，走向了现实和大众。因此有人将多媒体技术与个人电脑的崛起相提并论，甚至认为它的影响将不亚于电视和印刷业。多媒体技术是信息媒介的一场彻底革命，它将提供操作者自由选择媒体形态的能力，造成计算机与用户间能双向交流的亲性操作环境，以及多样、生动活泼的学习和展示环境。随着多媒体硬件和软件技术的不断发展，计算机将非常贴近现实世界，成为家庭教师、家庭医生等。

关于多媒体的详细论述见第二章。

1.1.2 计算机的工作特点

1. 高速性

计算机具有神奇的运算速度，这是以往其它计算工具无法做到的。它每秒可运行几千万条逻辑判断指令，加法上百亿次。由于器件集成度的提高和新工艺、新技术的采用，速度的提高日新月异。目前的微机主频有的可达 300MHz 以上，Pentium 之后 CPU 的指令执行速度达到 112MIPS（百万指令 / 秒）以上。

2. 正确性

人类在数值计算、逻辑判断过程中，很容易受到情绪、疲劳、注意力等因素的干扰和识别能力、反应速度、记忆力等因素的限制，往往导致精度不高甚至错误。而数字计算机的可靠性非常高，只要硬件无故障、程序无错误，数字计算机几乎没有错误。错误一般来自操作者的误操作，或者是环境配置不当、病毒干扰，或者是其它外来信号干扰，如供电系统窜入高频脉冲等。

3. 存储性

存储并准确的记忆是计算机得以高速、正确、自动运行的基础。一般认为人的一生可记忆 10 亿个项目，每分钟能记下 200 个字符。而计算机的记忆能力是令人难以想象的，它每分钟可以读入五百万以上个汉字，并准确记忆而不会错一个字。这是计算机高速性、正确性的保证。如果将数据存储在外部存储器如磁盘、光盘上，则它的记忆力是无限的，并可在需要时迅速读入。

4. 自动性

计算机就象一架电子钟，在其主时钟信号发生电路的驱动下自动地运行。不过它是按存储程序工作原理，在存储的预定程序控制下自动工作的。计算机还能在程序的控制下主动地判断所发生的情况，自动地进行程序指定的处理。这一点在工业自动化控制中得到普遍应用，例如工业机器人、数控机床、自动流水线等。

5. 通用性

电子计算机可将所有复杂的问题都最终分解为算术运算和逻辑判断，因而所有信息都可以用计算机进行处理，仅仅是技术发展的早晚问题。过去，计算机仅用来处理数值计算问题，后来计算机又用来处理文字，而现在计算机不仅能处理文字信息，还具有了处理图形、图像、音频、视频信息的能力。微型计算机的通用性很大程度上得力于这个系统的灵活扩充能力和丰富的软件资源。

1.1.3 计算机的分类

计算机的种类繁多、性能各异，分类方法也很多。常用的分类方法如下。

1. 按“处理数据”分类

根据计算机运算处理的数据是用离散数字量还是用连续模拟量表示，可将计算机分为数字机和模拟机。与数字机相比，模拟机精度低，使用困难，稳定性和可靠性差，价格昂贵，仅在要求速度快但精度低的场合使用。本书所讨论的计算机都是数字计算机。

2. 按“代”分类

其基本依据是计算机所采用的器件和器件的制做工艺不同，可将计算机分为第一至第四代（见前所述）。

3. 按“型”分类

根据计算机的系统功能、性能或体系结构，通常计算机分为巨型机、大型机、中型机、小型机、微型机五种。巨型机一般是为尖端领域的应用特别研制的计算机，是同期计算机中运算速度最快的、存储容量最大的、处理能力最强的和技术水平最高的计算机。巨型机普遍采用最先进的计算机技术和工艺，具有特殊的体系结构和指令系统。因此巨型计算机是一个国家计算机技术水平的重要标志。我国自行研制的“银河—Ⅲ”巨型机，它运算速度达到了每秒 130 亿次，跨入世界先进行列。巨型计算机主要应用在空间技术、粒子物理、能源、材料、信息、生物、气象以及军事等领域。其主要用来解决必须在短时间内完

成而计算量又极大的问题,如导弹系统控制、航天器的发射及轨道控制、天文计算、气象数据分析处理等。另外巨型机也可模拟核爆炸、航天器发射、大气环流、环境污染、自然灾害(如地震)等过程。微型机简称微机,是指用微处理器构成的计算机。随着器件的超大规模集成化和微型化,微型机在其工艺尺寸不变的前提下,不断吸收大型机的成熟技术,其性能早已超过以前的小型机,甚至大型机、巨型机。但人们仍称它为微机,一方面可以理解为其采用了微处理器,另一方面将其理解为工艺尺寸的微小、耗电量的微小以及价格的微少也是合乎实际的。正由于它的诸多微小和微少,才给它的使用和普及带来了极大的方便,以至于它“无所不能”、“无所不在”。目前人们使用的微机主要是 IBM PC 系列机,其它厂家生产的与 PC 系列机性能兼容的微机称为 PC 兼容机。另外还有 IBM 的 PS/2 系列机和使用 IBM、Apple、Motorola 联合开发的 RISC(精简指令集)微处理器的 Power PC 系列机。

在巨型机和微型机中间的大型、中型、小型机一般用在科学、军事、通讯等专业领域。真正称得上“普及型”的是微型机。微型机有着广大的微机及配套设备、配套软件生产商和应用队伍,故可称微型机为“大众的计算机”。

4. 按用途分类

可分为专用机和通用机。早期的计算机由于价格昂贵、生产能力低,设计制造时较少兼顾其通用性,更缺乏普及应用的软件,仅限于某个领域的应用,具有专用性质。60 年代起,随着硬件价格的下降以及软件资源的积累,开始制造可兼顾多种功能的通用机。特别是 70 年代个人计算机的出现,通用化显得更加重要和突出。一般常见的微型机均属通用机,选择不同的硬件配置、安装不同的软件就可实现不同的应用目的。但特殊领域、专业用途的计算机并没有随着通用机的产生而消失,相反,他们得到了更大的发展,只是不为一般人所知而已。

1.1.4 计算机的应用领域

1. 科学计算

早期的计算机主要应用于科学计算,目前科学计算仍然是计算机的主要应用领域。大量、复杂的科学研究和工程技术中提出的各种数学问题,电子计算机都能以极快的速度给出满足要求的结果。例如,气象预报、结构分析、优化处理、方案计算、理论证明等等。例如:过去我国设计一个长江大桥,仅钢梁主应力计算就用 20 个人计算了 5 个月,并只算出一个方案。如果用计算机的话,一个人一个工作日可以算出几十个方案来。早在 1671 年,著名的数学家莱布尼兹就说过:“让一些杰出的人才像奴隶地把时间浪费在计算上是不值得的”。他的这个愿望已经由计算机实现了。

2. 生产过程控制

生产过程自动化是提高生产效率、稳定产品质量、减轻劳动强度的唯一途径。电子计算机作为一种现代化的生产工具,用于各种生产过程的自动控制,不仅能提高生产效率、带来经济效益,而且从根本上引起了生产的变革。小从一个机床、一个工业机器人,大到一个生产线、一个厂,乃至一个国家的一个行业,都可应用计算机来实现其生产过程的自动控制。例如,在 80 年代中期,有人对我国的铁路运输做过如下估计:铁路承担着全国 80% 的货运量,每天下午 6 点收集全国各路局车辆运行信息,经手工处理,第二天 8 点用于对全国的铁路运输进行指挥调度,这种依据 14 小时前的情况进行调度常常造成阻塞。

如果采用计算机管理网络,则可以对全国的铁路货运及时准确地进行调度,可提高效率 10% 以上。按当时全国 30 万辆机车计算,等于增加 3 万辆,其经济效益是非常巨大的。目前我国已实现了这一管理目标,并在 1997 年对全国的铁路运输机车进行了全面提速。

3. 信息管理

信息管理是目前计算机应用最广泛的一个领域。例如在不同行业、机构中使用的管理信息系统(MIS),生产企业使用的制造资源规划软件(MRP),商业流通领域使用的电子信息交换系统(EDI)等。信息管理包括数据存储、数据处理、数据通信、过程控制及模式识别等。由于电子计算机具有快速、准确的逻辑判断、选择和响应能力,所以具有很强的信息处理能力。目前,从国务院办公厅到各省市地方政府办公厅均已建立起以计算机为基础的办公自动化系统。它们之间通过远程通讯网络建立了联系,大大加快了公文与其它信息的传送时间,极大地提高了办公效率。

信息管理可分为管理型系统和服务型系统两大类。管理型系统包括各类行政事务管理、生产管理、业务管理的计算机系统。例如,国家经济管理系统、各企事业单位的信息管理系统及物资调配、城市交通等各级各类的自动化管理与信息系统。服务型系统的特点是利用计算机的硬件、软件和数据资源来提高社会服务水平与质量。例如,银行储蓄通存通兑系统、航空公司订票系统、各类情报资料查询系统等。

4. 计算机辅助系统

计算机辅助系统是利用计算机辅助人们完成某一任务的系统。目前主要有三种计算机辅助系统。

(1) 计算机辅助设计(Computer Aided Design, 简称 CAD)用计算机部分地代替人进行各种技术设计,以提高设计工作的自动化程度。如机械、建筑、桥梁、电路、船舶、飞机、服装的设计。

(2) 计算机辅助制造(Computer Aided Manufacturing, 简称 CAM)利用计算机直接管理、控制、操作生产设备,从而降低生产成本、缩短生产周期、提高产品质量,并改善工作人员的劳动条件。

(3) 计算机辅助教学(Computer Aided Instruction, 简称 CAI)利用计算机辅助教学,可以将那些抽象的难理解的教学内容形象化、直观化。还能模拟一些实际中无法进行的实验过程,体现了以学生为中心的教学方法。

5. 人工智能

这是近年来计算机应用的一个新领域。它是通过人工的方法使计算机模拟人脑的部分智能。专家系统是人工智能的重要分支。它的作用是使计算机具有某一方面专家的专门知识,利用这些知识来处理所遇到的问题。机器人是人工智能的最前沿的领域,可分为工业机器人和智能机器人两种。

6. 在医学领域中的应用

电子计算机在医学领域中的应用是很广泛的,现就几个重要的方面作一简介。

(1) 在临床诊断方面 在临床诊断方面较突出的是专家系统,特别是中医专家系统。如北京的“关幼波教授诊治肝炎电脑系统”等。医疗诊断专家系统,能够提供专家水平的医疗诊断。

(2) 在医学图象识别方面 电子计算机具有自动识别的能力。无论从提高医疗水平,

还是从提高卫生保健事业的服务效率来说,医学图象识别都有着极重要的意义。特别值得提出的是计算机断层扫描系统(简称CT)。它可以对穿透射线所经过的物质各断面进行全面扫描,然后利用所得信息,通过计算机技术重建各层面的结构,使医生能看到普通射线技术无法看到的部位,从而精确测定机体内部的微小病变,准确率高达98%,且操作方便,对机体无损伤,病人无不反感。

(3)在医疗仪器的自动控制方面 随着医药学的现代化,对各项工作的要求越来越高,单纯依靠工作者的肉眼观察和手工操作,已无法达到速度与精度的要求。利用电子计算机实现自动控制,这些矛盾即迎刃而解。如在生理研究中,为了解刺激量对机体的影响,所用的自动调整刺激参数仪。

(4)在医院管理方面 医院是一个复杂的系统,它既是一个服务部门,又是一个综合性技术部门,担负着医疗、科研、教学、保健、管理等工作。故需涉及到许多学科在医院管理上的应用。所谓医院管理计算机系统,就是指在医院的上述活动中进行管理和通讯的计算机系统,它包括门诊预约管理、病人管理、病历管理、药房管理、医疗及辅助科室管理、行政管理、财务管理等各个方面。

(5)在医学计算机辅助教学方面 除了具有通常的程序教学的优点之外,可以利用计算机模拟病人求医服药的全过程,等于增加了学生的临床实习时间。这对于培养学生提高医疗技术有独特的作用。特别是利用计算机强大的图形功能运用于教学实践,大大地提高了学生学习兴趣,提高了教学质量。有人将计算机图形学、计算机仿真学等称为计算机技术视觉化,毫无疑问,计算机技术视觉化将在辅助教学中大显身手。

1.2 计算机的系统组成

计算机系统包括硬件系统和软件系统两大部分。

计算机硬件是指组成计算机的任何机械的、磁性的、电子的、光学的装置或部件,也称为硬设备。例如:计算机主机箱、用于显示文字与图形的显示器、输入字符的键盘、能输入图形的扫描仪,能存储信息的软盘或硬盘驱动器等等。计算机硬件是计算机进行工作的物质基础,也是计算机软件赖以生存的物质基础

1.2.1 硬件系统的基本组成

以功能划分,计算机硬件系统主要由五大部分组成,它们是运算器、存储器、控制器、输入与输出装置。各部分之间的关系如图1-1所示。

由图可以看出在计算机内部有两股信息流。其一是“控制流”(图中虚线),它是由控制器发出的控制命令。在它的控制下,各部件按规定的顺序完成规定的动作。控制器是根据人们事先编好的程序发出命令。其二是“数据流”(图中实线),这些数据是由输入装置送入存储器,或是由运算器将计算结果存放在存储器内,存储器根据程序的安排把数据送到运算器进行计算或者送到输出装置。

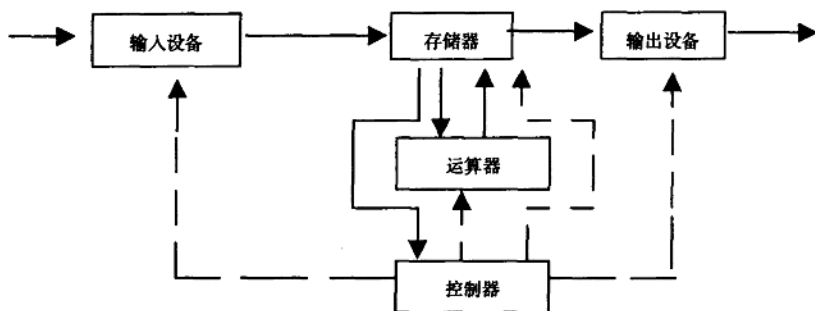


图 1-1 计算机硬件组成框图

1. 运算器

运算器是对数据进行加工处理的部件。它能够接收数据，并对接收的数据进行诸如加、减、乘、除等算术运算，以及“与”、“或”等逻辑运算。运算器有用于存放一系列数据的若干寄存器，这些寄存器的数量和类型取决于机器的特点，主寄存器称为累加器。运算开始时，累加器用来存放一个操作数；运算结束时，累加器用来存放运算结果。

2. 控制器

控制器是运算器的指挥机构，也是整个计算机的指挥中心。控制器从存储器中顺序地取出指令，翻译指令代码，它一方面向各个部件发出执行任务的命令，另一方面又接收执行部件向控制器发回的有关任务执行情况的返回信息。控制器将根据这些信息决定下一步应发出的命令，以确保计算机系统协调、自动的运行。

运算器与控制器组成计算机的核心，称为中央处理器（Central Processing Unit，简称 CPU）。

3. 存储器

存储器是计算机的记忆部件，用以存放计算机进行信息处理所必须的原始数据、中间结果、最后结果以及指示计算机工作的程序。存储器可分为两类：内存储器——用于短时记忆；外存储器——用于长时记忆。

①内存储器 又称为主存储器，简称为主存或内存。内存储器是 CPU 可直接访问的存储器。计算机工作时，整个处理过程中用到的数据和指令都存放在内存储器中。内存储器存储速度快，但存储成本高且容量小。内存储器又可分为随机存储器（又称 RAM）和只读存储器（又称 ROM）。随机存储器可随机存取信息，关机后存储在其上的信息也随之消失。只读存储器中的信息多为某些经常使用的重要信息，是用专用的设备将其一次写入存储器中，信息不会因停电而消失，例如微机中的基本输入输出系统（BIOS）、汉字字库等等。

②外存储器 外存储器的主要任务是长时记忆，用来存放暂时不执行的程序和不用数据，以补充内存储器空间的不足，需要时可以成批地与内存取器交换信息。外存储器存储容量大，存储成本低，但存储速度慢。目前外存储器广泛使用的是磁盘技术，可分为软磁盘和硬磁盘两种。另外还有光盘。

③读入与写出 计算机把程序或数据从外存储器调入到内存器中的过程，称为“读

入”，而计算机将内存存储器中程序或数据存入外存储器中的过程，称为“写出”。读入和写出是计算机内存存储器与外存储器进行数据交流的两个方面。

④读操作与写操作 读、写操作是存储器的两种基本操作。读操作是从给定地址所指定的存储单元中取出信息；写操作是将数据存入给定地址的存储单元中。数据或程序一旦存储，再读取多少次也不会消失或变化。但如果向这个存储器写入新的内容，则过去存储的数据将自动消除。

⑤存储的计量单位 计算机的存储器存储的都是二进制代码，二进制的1个位是存储的最小单位，称为比特（bit）。由于比特单位太小，常用字节（Byte，B）作为计算机中的存储计量单位，8个比特为1个字节。也用千字节（1024B，KB）、兆字节（1024KB，MB）、千兆字节（1024MB，GB）作为存储容量单位。即

$$1\text{KB}=2^{10}\text{B}=1\,024\text{B}$$

$$1\text{MB}=2^{10}\text{KB}=1\,024\text{KB}$$

$$1\text{GB}=2^{10}\text{MB}=1\,024\text{MB}$$

4. 输入与输出设备

①输入设备 最常用的输入设备是计算机键盘，通过它可以很方便地把文字及一些常用符号输入计算机。其它常用的输入设备有磁盘驱动器、扫描仪、数字化仪、光笔、鼠标器等。最新出现的触摸式显示器，它利用装在屏幕周围的红外线或超声发生器，来感觉指向屏幕的手指位置，从而知道用户想了解的信息所在。

②输出设备 最常用的输出设备是屏幕显示器，它将计算机内部存储的信息转换成人们所熟悉的文字与图形供用户阅读。最近发展起来的多媒体技术，把计算机与电视、立体声音响结合起来，在显示器上不但可以显示静止的文字与图象，还可以显示逼真的电视图象，以及高保真的立体声音乐。

另一个常用的输出设备是打印机，包括针式打印机、喷墨打印机和激光打印机。

1.2.2 计算机的工作原理

1. 计算机的数学基础

在日常生活中，人们习惯于用十进制计数。十进制计数的特点是“逢十进一”，在一个十进制数中，需要用到十个数字符号0~9，即十进制数中的每一位是这十个数字符号之一。在一个十进制数中，同一个数字符号在不同的位置上所表示的值是不同的。例如，数字5在十位数的位置上表示50，在百位数的位置上表示500，而在小数点后第1位上则表示0.5。而同一个数字符号，不管它在哪一个十进制数中，只要在相同位置上，其值是相同的。例如，254与1254中的数字5都在十位数位置上，故其值都是50。通常称某个固定位置上的计数单位为位权。例如，在十进制计数中，十位数位置的位权为 10^1 ，百位数位置上的位权为 10^2 ，千位数位置上的位权为 10^3 ，而在小数点后第1位上的位权为 10^{-1} 等等。由此可见，在十进制计数中，各位上的位权值是基数10的若干次幂。例如十进制数254.25用位权表示为

$$(254.25)_{10}=2\times 10^2+5\times 10^1+4\times 10^0+2\times 10^{-1}+5\times 10^{-2}$$

计算机中主要采用二进制数字系统。或者说计算机只认得二进制数，所有的字母、符号均要用二进制编码来表示。

电子计算机之所以采用二进制数字系统，是因为二进制数在电气元件中容易实现、容

易运算。二进制数中只有两个基本数码即“0”和“1”，在电学中具有两种稳定状态的器件很多。例如，电位的高和低，开关的通和断，脉冲的有和无，晶体管的导通和截止等。具有上述两个状态的元件容易制造，可靠性也高。

1) 二进制计数

二进制计数有两个主要特点：只有两个基数，即数码“0”和“1”；逢“二”进位。

(1) 算术运算规则

①加法 $0+0=0$; $0+1=1$; $1+0=1$; $1+1=10$

例: $1001+1100=10101$

算式如下:

$$\begin{array}{r} 1001 \\ +) 1100 \\ \hline \end{array}$$

10101

②减法 $0-0=0$; $1-0=1$; $1-1=0$; $10-1=1$

例: $10011-01010=01001$

算式如右:

$$\begin{array}{r} 10011 \\ -) 01010 \\ \hline 01001 \end{array}$$

③乘法 $0 \times 0=0$; $0 \times 1=0$

$1 \times 0=0$; $1 \times 1=1$

例: $1011 \times 0101=0110111$

算式如右:

$$\begin{array}{r} 1011 \\ \times) 0101 \\ \hline 1011 \\ +) 0000 \\ \hline 01011 \\ +) 1011 \\ \hline 110111 \\ +) 0000 \\ \hline 0110111 \end{array}$$

④除法 其商数位非0即1

二进制数不好读，且容易写错，为此，我们经常用十六进制数或八进制数来表示二进制数。下面列出四种数制的基数和数码，见表1-1。

为了识别是何种进位计数制，我们约定：用带有一个下脚标的圆括号表示所括起的数是下脚标所示的数制；也可以用字母B(Binary)表示二进制，字母O(Octal)表示八进制，加字母D(Decimal)表示十进制，加字母H(Hexadecimal)表示十六进制数。如： $(101.001)_2$ 或 $101.01B$ ， $(156)_{10}$ 或 $156D$ ， $(1EB)_{16}$ 或 $1EBH$ ， $(364)_8$ 或者 $364O$ 。

(2) 十进制、二进制、八进制、十六进制数的对照关系见表1-1

表 1-1

十进制数	二进制数	八进制数	十六进制数
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
16	10000	20	10
17	10001	21	11

表 1-2 四种常用进位计数制的基数和数码及进位规则

进位计数制	基数	数码	进位规则
十进制	10	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9	逢十进一
二进制	2	0 1	逢二进一
八进制	8	0 1 2 3 4 5 6 7	逢八进一
十六进制	16	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 A B C D E F	逢十六进一

2) 不同进位制数之间的转换

(1) 十进制数与二进制数之间的转换

①整数的转换：十进制整数转换成二进制数可采用“展转除以 2 取余”的转换法。即把要转换的十进制整数不断除以 2，记下余数（若余数为 1，则相应位为 1，若余数为 0，则相应位为 0），直到商为 0 止。但必须注意：第一次得到的余数为二进制的最低位，最后一次得的余数为二进制的最高位。

②小数的转换：十进制小数部分的转换，则采用“乘 2 取整数法”即用 2 反复去乘十进制数的小数部分；记下每次整数位是 1 还是 0 作为相应位的值。

例：将十进制数 36 转化为二进制数。

2	36	(0)	低位
2	18	(0)	
2	9	(1)	
2	4	(0)	
2	2	(0)	
2	1	(1)	
	0		高位

于是 $(36)_{10} = (100100)_2$

例：将十进制小数 0.25 转换为二进制数。

$$\begin{array}{rcl}
 & & 0.25 \\
 & \times &) \quad 2 \\
 \hline
 & & 0.50 \\
 & \times &) \quad 2 \\
 \hline
 & & 1.0
 \end{array}$$

高位 ↑
 取……0
 低位 ↓
 取……1

得到: $(0.25)_{10} = (0.01)_2$

注: 一个十进制小数不一定能完全准确地转换成二进制小数。例如, 十进制小数 0.1 就不能完全准确转换成二进制小数。在这种情况下, 可根据精度要求只转换到小数点后某一位为止。

③带有小数的转换: 将既有整数又有小数的十进制数转换为二进制数, 可将整数部分和小数部分分别转换, 然后再组合起来。

(2) 二进制数转换为十进制数

若将一个二进制数转化为一个十进制数, 只要将各位二进制数码乘以其相应的权值, 各项相加之和即为用十进制数表示的二进制数。如:

$$\begin{aligned}
 (101.01)_2 &= 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 0 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-2} \\
 &= 4 + 1 + 0.25 \\
 &= (5.25)_{10}
 \end{aligned}$$

(3) 二进制数与十六进制数之间的转换

在计算技术中常用十六进制数的数码串来简化二进制数码串, 转换时只要把二进制数按四位一组 (整数部分由小数点向左分, 最后不足四位的前面补 0, 小数部分由小数点向右分, 最后不足四位的后面补 0), 按上述对应关系转换成十六进制数。

$$\begin{aligned}
 \text{例: } M &= (101100101.101101)_2 \\
 &= (0001, 0110, 0101.1011, 0100)_2 \\
 &= (165.B4)_{16}
 \end{aligned}$$

反过来也一样, 给出一个十六进制数也可用二进制数表示出来。

$$\text{例: } N = (A2.6)_{16} = (1010, 0010.0110)_2 = (10100010.0110)_2$$

(4) 十进制数与十六进制数之间的转换

若想将一个十进制数换成十六进制数, 用“展转除以 16 取余法”。

$$\begin{array}{rcl}
 \text{例: } 16 & \overline{) 2174} & (E \quad \text{低位} \\
 16 & \overline{) 135} & (7 \\
 16 & \overline{) 8} & (8 \quad \text{高位} \\
 & 0 &
 \end{array}$$

(5) 八进制数与二进制数、十进制数、十六进制数之间的相互转换方法同上不难推出。

2. 数据的存储形式

(1) 内存的组织形式

电子计算机中的存储器是由千千万万电子线路单元组成的, 每一个单元称为一个“位”(bit), 在其内存放一个二进制数。任何一个数据都由相应二进制数表示, 数据在内存中存储时是以字节为单位的, 一个字节由 8 位二进制数组成, 能表示 $2^8=256$ 个字符。若干

个字节组成一个“字”(Word)，一个字可以存放一条计算机指令或一个数据。字是字节的整数倍，有 8 位、16 位、32 位、64 位，字长多少位，取决于计算机系统的结构。每个字节有一个“地址”。只有通过地址才能找到某个存储单元，并从中取数或存数。如药房抓中药一样，一个个抽屉就像一个个仓库，抽屉号就是地址，我们需要某一味中药，就要经过抽查屉号才能找到该味中药。请注意区分“存储单元的地址”与“存储单元中的内容”，“地址”与“内容”的示意图如图 1-2 所示。在这里单元的内容是一个 8 位的二进制数，每个单元有一地址，箭头表示通过该地址可以找到相应单元中的内容，即信息。

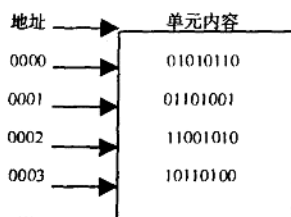


图 1-2 存储单元示意图

(2) 信息的编码

人们运用计算机，不光是为了计算，还常常用它来处理非数值数据 (Non-numeric Data)。那么计算机是怎样辨认和处理非数值数据的呢？

非数值数据也叫字母数字数据 (Alphanumeric Data)，包括数字 (0~9)、英文字母 (A~Z 和 a~z) 和一些常用符号等。为了使计算机识别这些字母数字数据，必须用二进制数为其进行编码，编码不但要科学、实用，还要有统一的标准。微机中广泛用的字符编码是 ASC II (American Standard Code For Information Interchange) 美国国家标准信息交换码。随着计算机产业的发展，计算机生产厂商也越来越多，为使不同版号的计算机使用相同的字符码，美国国家标准局 (American National Standard Institute; ANAI) 制定了这套标准化的信息交换码。ASC II 码是用七位 0 与 1 (即七个 bit) 的组合来编码，总共编进了 128 ($2^7=128$) 个字符。

例： 1000001 代表 A 0110001 代表 I
 1000010 代表 B 0111001 代表 9
 1001000 代表 H 0111111 代表 ?

后来，IBM 把 ASC II 码字符集加以扩大，用一个字节 (byte) 来编码。可以编进 256 ($2^8=256$) 个字符。在原来基础上增加了一些科学符号和表格线等 128 个字符。

3. 指令、指令系统、程序的基本概念

指令是指规定计算机执行一步操作的一组代码。通常指令由操作码和操作数两部分组成。其中操作码表示指令的功能；操作数则描述执行指令所需要的数据。一条指令只能使计算机完成某一规定的简单操作，例如：加法、减法、数据传送等。

CPU 可以执行的所有指令的集合称为该 CPU 的指令集，即指令系统。指令系统与硬件密切相关，不同的 CPU 可能具有不同的指令系统，X86 系列微处理器一般对其前一代 CPU 的指令系统是兼容的。

为解决某一问题而设计的一系列有序排列的指令的集合称为程序。程序是对问题解决方法（算法）的描述。对于同一问题，不同的程序设计者可能设计出风格不同的程序。

4. 计算机执行程序的过程

具有了计算机的数学知识，即对二进制有所了解，又进一步认识了计算机的内存组织形式和数据的存储方式，这就为理解计算机的工作原理打下了很好的基础。计算机的基本原理是存储程序和程序控制的冯·诺依曼原理。预先要把指挥计算机如何进行操作的指令序列（即程序）和原始数据通过输入设备输送到计算机内存存储器中。需要强调的是：在计算机的内存存储器中存放着两种性质不同的内容，一是数据，包括数值和字符串；二是指令。虽然它们都是以二进制代码的形式存放，但是所起的作用完全不同。这两种不同的内容被放在内存存储器的不同区域内，放数据的区域称为数据区；放指令（程序）的区域称为程序区。计算机执行程序时，是从头按顺序执行的，每一条指令中明确规定了计算机从哪个地址取数，进行什么操作，然后送到什么地址去等步骤。计算机在运行时，先从内存中取出第一条指令，通过控制器的译码，按指令的要求，从存储器中取出数据进行指定的运算和逻辑操作等加工，然后再按地址把结果送到内存中去。接下来，再取出第二条指令，在控制器的指挥下完成规定操作。依次下去，直到遇到停止指令。

程序与数据一样存储，按程序编排的顺序，一步一步地取出指令；自动地完成指令规定的操作是计算机最基本的工作原理。这一原理最初是由美籍匈牙利数学家冯·诺依曼于1945年提出来的，故称为冯·诺依曼原理。

1.2.3 计算机软件系统

1. 计算机软件

计算机的硬件是计算机系统的物质基础。但仅有它计算机还不能正常运转，功能还得不到发挥。只有在配备了软件系统后，计算机才算是完整的，才会显示出神奇的本领。根据国际标准组织的定义，软件是“与计算机系统操作有关的程序、过程及任何有关的文档资料”。程序必须装入计算机内部才能工作，文档一般是给人看的，不一定要装入计算机。没有任何软件的计算机称为裸机，裸机几乎不能做任何事情。计算机只有配有相应的软件，才可以按照人们的意图完成一定的工作。

硬件和软件是组成计算机系统的两大要素，二者既有区别又有联系。计算机的有些功能既可由硬件提供也可由软件提供，如汉字操作系统既可用汉卡又可使用软件提供。早期的计算机由于硬件价格的昂贵和技术上的限制，往往只具备最必备的硬件，大量的操作由软件去控制这些硬件来实现。现在的计算机，由于硬件价格低廉和高度的集成化，往往使用大量的硬件以求得系统的高速、高性能。所以软件和硬件功能的分配界限在不同的时期是不同的，今天用软件实现的功能，将来很可能用硬件来实现；今天用硬件来实现的功能，明天也可能由软件来实现。

一般用户看到的计算机实际是硬件和软件有机结合的系统，他所使用的功能几乎完全是通过软件来实现的，而硬件则通过软件的控制实现具体操作。软件为用户提供了一种易于理解、易于使用、更贴近用户实际的人机界面，用户正是通过这一界面而使用计算机的。

软件系统可以分为系统软件和应用软件两大类。系统软件是指管理、监控和维护计算机软硬件资源的软件。系统软件是最靠近硬件的一层，应用软件一般通过系统软件发挥作用。目前常见的系统软件有操作系统、各种语言处理程序、数据库管理系统以及各种工具

软件等。应用软件是除系统软件以外的所有软件，它是利用计算机及其提供的系统软件为解决各种实际具体问题而编制的计算机程序。由于计算机已渗入各个领域，因此，应用软件是多种多样的。目前，常见的应用软件有：各种用于科学计算的程序包，各种字处理软件，计算机辅助设计、辅助制造、辅助教学等软件，各种图形软件等。

2. 程序设计语言

计算机并不懂得人类的语言，人要和计算机交换信息，就要解决一个语言问题，这个语言就是程序设计语言。程序设计语言，顾名思义就是用来设计程序的语言。

(1) 机器语言

计算机使用的是二进制数字系统，组成计算机的器件只有两种稳定状态，也就是计算机只能识别两种状态。机器语言是由 0 和 1 两个数字代码来组成的。这种计算机能接收的代码，称为机器指令。机器指令用来控制计算机进行操作的内容。它告诉计算机应进行什么运算，哪些数参加运算，这些数存放在什么地方，计算结果应送到什么地方去。由机器语言编写的程序都是由数码 0 和 1 组合起来的代码串。用机器语言编写程序是一件十分繁琐的工作，需要记住各种代码和它的含义。而且编写出的程序直观性差，容易出错，给编写、阅读带来很大的困难。现在一般均不用它。机器语言的优点是，用它编写的程序，能被计算机直接执行；和用其它语言编写的程序相比，执行速度较快。

(2) 汇编语言

汇编语言是用助记符、符号地址、标号来编写程序。它有严格的文法规定。助记符(又称指令码)是用人们熟知的英文缩写来表示的。它不仅反映指令的功能和主要特征，也便于理解和记忆。例如：加法操作用 ADD 表示 (ADD 是 Addition 的缩写)，减法操作用 SUB 表示 (SUB 是 Subtraction 的缩写)。

汇编语言编写程序比用机器语言方便的多，它的语句基本上是与机器指令对应的。用汇编语言编写的程序称为源程序，计算机不能直接执行，只有通过汇编程序翻译成机器指令后，计算机才能执行。汇编程序这里充当了翻译的作用。

汇编语言虽比机器语言便于理解和记忆，但它还是一种面向机器的语言，即每种类型的计算机都有自己的汇编语言，要想用某种汇编语言编写程序，必须熟悉机器的指令系统。对于非计算机软件人员来说，这是比较困难的事。

(3) 高级语言

为了解决机器语言(又称低级语言)的缺陷，人们创造了“高级语言”。它有两方面的含义：其一是指这种程序设计语言接近习惯的数学表达式和自然语言(如汉语、英语等)。其二是指它独立于机器，通用性好，不必对计算机的指令系统有深入地了解，就可以用其编写程序。程序中所有的运算符和运算式子，都和日常习惯用的数学式子差不多。例如，在 BASIC 语言中，要想计算出表达式 $25^2 \times 10 + \log 5$ 的值，只要编写一条语句 `PRINT 25^2*10+LOG(5)`，计算机就进行计算并将结果打印出来。

高级语言是独立于机器的语言，用它编写的程序，可以适用于不同的计算机，即对不同的计算机具有通用性。因此，高级语言易学习，通用性强，书写出的程序比较短，可读性好，便于推广和交流，是很理想的程序设计语言。在科学计算和数据处理方面，一般都采用高级语言来编写程序。

目前国内外的高级语言种类很多，主要的有几十种，适用的范围也不同，比较通用的