

TP3-43

J596

50

大学专科小学教育专业教材

计算机原理及应用

教材编写委员会 编



A0932398

开明出版社

第一章 计算机基础知识

电子计算机是 20 世纪科学技术最卓越的成就之一，是人类智力解放道路上的重要里程碑。电子计算机不仅是数值计算的工具，而且是一种既能采集信息，又能处理信息的信息处理机。它与人类创造的其它工具和机器有着本质的不同，它可以部分地代替人类的脑力劳动，故又称为电脑。

今天人类社会能如此大规模地开发和利用资源，能如此深刻地认识宇宙天体和微观世界的奥秘，无一不是与电子计算机的应用密切相关。从 20 世纪 60 年代开始，以 3C 技术，即以计算机 (Computer)、通讯 (Communication) 和控制 (Control) 技术为主要代表的现代技术，广泛深入地渗透到现代社会的各个领域，导致人类社会从工业社会向信息社会过渡，并导致从上层建筑到经济基础，从生产方式到生活方式发生了深刻变革。这种深刻变革的重要标志是出现了一种崭新的“计算机文化”——计算机科学，它将是继自然语言、数学之后的第三个对人的一生都有重大作用的智力工具。掌握计算机知识和技术已成为现代社会人类文化生活的基础，成为现代社会文明和社会进步的象征。

由计算机所引起的这种深刻的社会变革，将对教育事业，特别是对为基础教育培养师资的师范学校产生巨大的影响，将对人才素质的培养和学生知识结构的更新提出全新的要求：在信息社会中，能否掌握计算机应用的知识和技能，应该成为衡量一个人文化水平高低的标志之一，也是衡量一个师范学校的毕业生是否合格的标志之一。与此同时，随着社会的信息化和计算机教育的迅速发展，对计算机师资的需求将急剧增长，尽快培养一大批合格的计算机教师已成为当务之急。另外，计算机辅助教育这一先进的教学手段异军突起，日益显示出其在教育现代化中的重要作用。由此可见，有关计算机知识和计算机应用的教育既是文化基础教育、人才素质教育，又是职业教育中的技术基础教育。

师范学校计算机课程的开设顺应了社会的需求，它是师范学校的一门重要的必修课。通过这门课程的教学，帮助师范生对计算机的发展和应用及其对信息社会的影响有较具体的认识，建立起计算机的应用意识，使师范生具有在信息社会中有效地进行生活、学习、教学、管理、科研所必备的有关计算机的基本知识和应用能力，掌握计算机的基本操作与使用方法，包括：操作系统的使用、中文文字处理、表格处理、图形处理、程序设计、数据库管理、计算机教育应用等；以及具有在今后的教育工作中结合专业的需要正确选用计算机软件 and 进行一般的计算机程序设计与开发的能力。为今后在小学开展计算机辅助教学和计算机管理教学打下坚实的基础，以便能在小学教学改革中起到促进作用。

§ 1.1 计算机的发展和应用

一、计算机的产生和发展

1. 计算机的诞生

电子计算机简称计算机，它是人类生产实践和科学技术发展的必然产物，是从计算工具的衍伸、发展中脱颖而出的。

早期，人类使用了天然的计算工具，如手指、石块等。我国春秋时期出现了用小木棍、小竹片做的算筹，并形成了中华文明所特有的计算方法——筹算法。到唐朝末年发明了经过加工制造出来的第一种计算工具——算盘。算盘的发明为世界科技的进步做出了重要的贡献。随着生产的发展，计算也日趋复杂，人类又制造出许多比较先进的计算工具。17世纪初，英格兰人纳皮尔发明了对数，后人应用对数的原理创造出了计算尺。1642年，法国数学家、物理学家帕斯卡制造了世界上第一台最简单的机械计算机。1672年，德国数学家莱布尼兹对帕斯卡计算机进行了重大改革，使之不仅能进行加减运算，还能进行乘除运算。然而，这些计算工具的共同弱点是不能存放大量的运算结果，也不能自动进行连续运算。探索自动化计算工具的先驱是英国数学家巴贝奇，他花了近40年的时间构思了一台分析机。从他的设计方案看，这台分析机已经包含有现代电子计算机的所有重要部分，并引入了程序控制思想。尽管因当时技术条件的限制，这台分析机未能制造出来，但巴贝奇的设计思想是不朽的，正是他奏响了从机械计算机向现代电子计算机进军的前奏曲。

电子计算机的诞生绝不是偶然的。本世纪40年代中期，一方面由于近代物理学和电子技术的飞速发展，为设计和制造电子计算机打下了一定的物质基础。另一方面由于导弹、火箭等尖端科学技术的迅速发展，提出了大量复杂的计算任务，促进了新型计算机工具的研制。1946年元月，世界上诞生了第一台电子计算机，名为ENIAC（中文译名为“埃尼阿克”，意即电子数字积分和计算机）。它是由美国宾夕法尼亚大学的电气工程师埃克特（J. P. Eckert）和物理学家莫希利（J. W. Mauchly）等人设计发明的。ENIAC是一个庞然大物，它总共用了18800多个电子管，1500多个继电器，容纳这些器件的机柜长达33米，高2.5米，占地面积约170平方米，耗电150千瓦，重30吨，此外还配有30吨重的散热装置。运算速度为每秒5000次。这在当时是相当可观的。美国陆军弹道研究所用ENIAC计算炮弹的飞行轨迹，仅3秒钟就完成了人工需要7小时的运算任务。尽管从现在的眼光来看，这台机器的功能是微不足道的，但是ENIAC实现了人类计算工具发展史上的一次大的飞跃，它标志着一个新的历史时代——信息时代的到来。

2. 计算机的发展

从第一台计算机问世到现在半个世纪的时间里，计算机获得了飞速发展，无论是在技术上、性能上，还是在应用上，它的变化都是日新月异的。有关资料表明，几乎每过5到8年，计算机的运行速度提高10倍，可靠性提高10倍，体积缩小10倍，成本降低10倍。按照计算机采用的主要元件划分，计算机的发展大致经历了四代。

表 1.1 计算机的发展阶段

代	年 限	使用主要元件
第一代	1946~1957	电子管
第二代	1958~1964	晶体管
第三代	1965~1972	中小规模集成电路 (IC)
第四代	1972~	大规模集成电路 (LSI)

这四代计算机基本上都是根据匈牙利籍科学家冯·诺依曼在 1946 年提出的“内储程序和程序控制”原理设计制造的，其主要特点是采用顺序处理的工作方式，故也称冯·诺依曼型计算机。

目前，科学家正在研制第五代计算机，这是一种全新的智能计算机，它具有类似人脑的功能，能记忆、推理、联想和学习，能直接接受和处理自然语言、文字、声音、图像等各种信息。这种计算机的体系结构将发生重大变革，采用非冯·诺依曼体系结构，采用并行处理、分散处理等工作方式，同时不再采用传统的电子元件，而是采用光学元件、超导元件、生物元件制成的速度更快、功能更强的新一代计算机。

计算机科学是一门具有强大生命力的新兴科学，它的发展方兴未艾，有着广阔的前景。当前，计算机正朝着巨型化、微型化、网络化、智能化和多媒体化方向发展。

(1) 巨型化：指研制速度更高(每秒万亿次运算)、容量更大(存储万亿字节)、传输更快(每秒传送万亿字节)和功能更强(具有一定智能)的大规模并行处理超级计算机，以满足尖端科学和新兴学科的需要。例如，美国航空航天局希望有每秒 10^{18} 浮点运算速度的巨型机，而美国能源部气候模拟计划中要求有每秒运算 1 千亿次，最终有每秒运算 10 万亿次的超级计算机。本世纪末还将研制每秒运算百万亿次的巨型机。巨型机的研制体现了一个国家的科技水平。

(2) 微型化：指利用超大规模集成电路，发展体积小、价格低、功能强的微型计算机。它有利于计算机应用的普及推广。目前多种便携式计算机，如膝上型、口袋型、笔记本型计算机相继问世。微型机的数量标志着一个国家计算机的应用水平。

(3) 网络化：指用通讯线路把分布在不同地点的许多计算机连接起来，构成计算机网络，使用户不仅能共享网络中的所有硬件、软件和数据信息等资源，而且可以实现远程信息处理，使不同国家、不同省份、不同城市似乎近在咫尺。例如，世界上有名的 Internet 计算机网，它包含了 170 多个国家的几万个子网，6300 万台计算机和数以万计的数据库，网上内容包罗万象，不仅有丰富的计算机资源，还有有关政治、经济、法律、科研、教育、文化、军事的资料等。遍布世界各地的 2000 万网络用户可以方便地收发电子邮件、文件传送、远程登录、数据库查询，共享各种计算机资源。预计到 2000 年，全球 Internet 用户将达到 3.5 亿。Internet 在我国的发展也十分迅速，中国科学院网络(CASNET)、中国教育科研网络(CERNET)、中国公用计算机互连网(CHINANET)等网络相继组建，并实现了与国际 Internet 的连结，开通了 Internet 的全功能服务。1993 年美国提出建设信息高速公路(Information Super Highway)计划，这将会对世界经济的再次腾飞发挥巨大作用。计算机网络的普遍建立是信息社会的一

个主要特征。

(4) 智能化: 指用计算机模拟人的感觉和思维。计算机与仿生学、心理学、控制论等相结合形成了一门新兴边缘科学。未来的计算机将具有看、听、触、嗅的能力, 能够“学习”和“创造”, 具有较高智能。

在教育领域, 未来的计算机辅助教学(CAI)将是智能化的 CAI, 即 ICAI。通常, ICAI 系统由知识库、教授策略、学生模型及交互接口几部分组成。ICAI 系统通过基础知识的搜索、推理, 并利用学生模型动态生成适合于个别教学的内容和策略, 按学生的知识水平和认知能力对学生提问, 跟踪学生的学习进度, 使系统达到最佳的个别化教学效果。

(5) 多媒体化: 这是 90 年代发展起来的一门新技术。多媒体一词译自“Multi-Media”, 它的真实含义是“采用多种工具、方法或措施来实施信息的传递和处理”, 多媒体计算机把电视、录像、音响、电话、传真、光盘、扫描仪、打印机等作为它的输入、输出设备, 组成一种崭新的信息传输和处理实体。它具有综合处理文字、声音、图像、视频和音频信号的功能。多媒体技术将带来计算机发展的第二次革命。多媒体计算机将在 90 年代对人类社会形成强大的冲击波, 对推动国民经济发展, 提高人们工作效率和生活质量起很大的作用。

3. 我国计算机的发展概况

我国计算机的发展以 1956 年周恩来总理主持制定的我国《十二年科学技术发展规划》为起点。在这项宏伟的规划中, 把发展计算机作为一项紧急措施, 同年在中国科学院成立了计算机技术研究所。1958 年研制成功第一台大型电子管计算机, 运算速度为每秒 2000 次, 填补了我国在计算机方面的空白。经过各方面的努力, 1965 年自行设计制造了第一台晶体管计算机。1971 年第一台集成电路计算机问世。1983 年我国研制成功了“757”大型计算机和“银河”巨型计算机, 运算速度分别达到每秒 1000 万次和每秒 1 亿次。1992 年我国又研制成功“银河 I”巨型计算机, 每秒运算 10 亿次。这表明我国的计算机技术正逐步赶上世界先进水平。

随着计算机科研与生产的发展, 我国的计算机应用领域也在不断地扩大。尤其是近几年来, 微型计算机进入了中、小学教育领域, 加速了教育现代化的进程。国家教委在 1992 年颁发了《关于加强中小学计算机教育的几点意见》, 成立了“全国中小学计算机教育领导小组”, 20 多个省市也相应成立了类似的领导机构, 这对于推动中小学计算机教育的发展起了很大的作用。随着全社会对计算机教育的重视程度的提高, 目前我国中小学计算机教育的发展非常迅速, 据统计, 截止 1994 年底, 全国已有 26294 所学校开设了计算机课程, 从事计算机教育的教师为 16919 名, 学习计算机的学生已达 700 余万人, 各地配备各类计算机近 20 万台。中小学计算机竞赛已形成制度, 在多次国际计算机奥林匹克信息学竞赛中, 中国学生名列前茅。中小学计算机辅助教学和计算机辅助管理也取得了可喜的成绩。

二、计算机的特点

计算机是人类创造出来的能进行数值计算和信息处理的先进工具。它与以往所有计算工具相比, 具有以下几个主要特点。

1. 运算速度快

这是计算机最显著的特点, 目前一般的微型计算机每秒钟能运算几十万次到几百万次。现代化的巨型计算机每秒钟能运算数亿次甚至百亿次, 从而使许多复杂、繁琐的计算问题轻而

易举得到解决。例如,根据当天的气象资料做出第二天的预报,若用手摇计算机计算要1~2个星期,而用一般的中型计算机只需要几分钟就能得出计算结果,确保了气象预报的及时性。

2. 计算精度高

一般计算尺只有二三位有效数字,13档位的算盘只能满足一般的计算精度,而计算机的有效数字可达十几位甚至几百位。这是任何其它计算工具难以相比的。曾有不少数学家为提高圆周率的精度而孜孜不倦地工作。19世纪的英国数学家香克斯花了70年的时间只计算到小数点后面700多位。1989年,日本东京大学金田康正教授利用计算机花了74小时算到小数点后10亿位以上。

3. “记忆”能力强

所谓“记忆”能力就是存储信息的能力。计算机有功能强大的存储器,可以存储大量的信息。一般计算机都能存储几十万乃至上亿个数据,一个计算机系统甚至可以存储整座图书馆的书籍和文献的内容,它不仅可以存储数据,还可以存储声音、图像等。例如,最近出版的一张5英寸的光盘存储了《美国百科全书》共21卷,其中包括33000篇文章、2000副彩色图像以及30分钟音乐。计算机的这种惊人的“记忆”能力大大超越了人脑的机能,这也是计算机区别于其它计算工具的重要的特点。

4. 有逻辑判断功能

计算机能根据人们提供的信息进行比较、判断,并作出相应的后续处理。这种功能使计算机能灵活、高效地完成各种计算任务,进行各种过程控制和数据处理,并为计算机的智能化提供了条件。例如,美国数学家阿佩尔和哈肯借助于计算机,进行了上百亿次逻辑判断,证明了1936个定理,完成了150年来悬而未决的著名数学难题“四色猜想”的证明。又如,1997年5月11日,全球关注的“人机对弈”中美国IBM公司研制的每秒能分析2亿步棋的电脑“深蓝”战胜了世界国际象棋棋王卡斯帕罗夫。

5. 具有数据传输和通信能力

计算机和通讯技术的结合,使现代计算机还具有数据传输和通信的能力,出现了计算机网络,使地理上分散的计算机相互之间可以共享信息资源。1993年美国提出“国家信息基础设施”的NII计划(National Information Infrastructure),计划投资建立信息高速公路,把遍布全国的计算机资源用高速通信网联结起来,以实现随时随地快速获取、传送各种信息的目标。

6. 自动化程度高

计算机采取程序存储控制的方式工作。一旦启动计算机,它可根据人们事先存储在计算机中的程序严格、准确地自动执行。中间无需人工干预,它可以几千、几万小时连续工作而不出错误。计算机的这一优点使“无人工厂”得以成为现实。

由于计算机有上述几个方面的特点,因此它在各个领域获得了极为广泛的应用。

三、计算机的应用

随着计算机技术的发展,计算机的应用已迅速渗透到人类活动的各个领域,给经济、社会、家庭带来了深刻的变化,据不完全统计,计算机的主要应用项目已达到几千种之多,而且新的应用项目层出不穷。归纳起来,计算机的应用主要有以下五个方面。

1. 数值计算(科学计算)

数值计算是指用于完成科学研究和工程技术中所提出的数学问题的计算,所以又称科学计算。在科研与生产中,经常遇到许多计算量大、难度较高的计算课题。例如,葛洲坝二滩拱坝的设计,使用了先进的有限元分析法,需要解含有 1584 个未知量的联立方程组,用计算机计算只需要几分钟就得出结果,若用人工计算,其耗时之多则是难以想象的。再如,卫星发射、天文观察等都离不开计算机。利用计算机进行数值计算可以大大缩短计算周期,节省人力和物力。

2. 信息处理

信息处理就是利用计算机对所获得的信息进行分析、判断、加工,处理成为人们所需要的形式,使信息资源得到合理和充分的利用。信息处理的特点是计算并不复杂,但处理的信息量大,时间性强。用计算机处理信息速度快、效率高。

办公自动化(简称 OA)是当今计算机信息处理的主要领域,由于现代社会信息量急剧增加,办公室处理的事务日益繁重,办公自动化就是利用计算机及其它各种办公设备辅助办公事务处理,例如,起草、修改、编辑、排版、打印各种文稿,查询信息资料,召开电视会议等,使办公活动逐步实现科学化、自动化、计算机化,以改善工作人员的工作环境和办公手段,进一步提高办公效率和管理水平。

目前,我国正在推广实施的“金桥、金关、金卡”等金字系列工程是推进我国国民经济信息化的重大举措。“金桥”工程是国家公用经济信息网的简称,“金桥”工程与现有的各种邮电网络互相连通,形成一个覆盖全国、天地一体的信息网;“金关”工程则加强和完善外贸管理、实现通关自动化和国际贸易无纸化;“金卡”工程集计算机、通信、金融和商业专用机为一体,以磁卡和 IC 卡(集成电路卡)为介质,通过电子信息转账的形式,逐步实现现金存兑和支付电子化,方便人民生活。

在新闻业中,由于计算机的引入,极大地提高了采集、处理和传播信息的效率。例如,光明日报采编中心大型新闻综合业务网包括采编流程系统、报纸组版系统、远程传版系统和资料检索系统。其中的采编流程系统,使采、录、编、校等多道环节可以全部在网上运行,该系统设有远程库,外出采访的记者若配备笔记本电脑可随时将稿件传回采编中心进行处理。

信息处理所涉及的范围和内容十分广泛,如企业管理、图书检索、人口普查等。目前,在计算机的各种应用中,信息处理所占比例已高达 80% 以上,所以人们有时就把计算机叫作信息处理机。

3. 辅助设计和辅助教学

计算机辅助设计(简称 CAD)是指利用计算机辅助设计人员进行各种工程技术的设计工作,使设计过程趋向半自动化或自动化,这是一项专门的技术。它不仅可以缩短设计周期,节省人力、物力,降低成本,而且可以保证产品质量。因而在飞机、汽车、船舶、建筑、光学仪器、大规模集成电路等的设计制造过程中,计算机辅助设计发挥着越来越重要的作用。例如,现代化的汽车、飞机的外形都是用计算机设计出来的,工程师们用光笔直接在荧光屏上“画”,若有哪些地方不符合空气动力学的要求,计算机就会指出来或自动修改。又如,大规模集成电路的设计,要在一片指甲大小的芯片上集成几百万个晶体管,离开计算机辅助设计是根本不可能做出来的。如今计算机辅助设计已成为现代化生产的重要手段。

计算机辅助教学(简称CAI)就是利用计算机的各种功能辅助完成教学计划。计算机可按不同的要求,分别提供所需要的教材内容,实行“因材施教”,帮助学生学习、练习和复习,并有自我测验、自动评分等功能。美国伊利诺斯大学有一套计算机教学系统,能协助讲授150门课程,从讲授外语一直到讲授火箭技术,学生可以根据自己的兴趣和爱好选择课程。计算机也可模拟显示一些一般条件下难以观察到的实验过程,有助于提高教学质量。计算机辅助教育作为一种现代化的教学手段,广泛应用于各门学科的教学,成为教学改革的加速器。

4. 实时控制

实时控制又称过程控制,就是利用计算机及时搜集、检测数据,对被控制对象进行自动调节和控制,使其按最佳方式运行。它是实现自动化的重要手段。用计算机进行实时控制还能及时发现故障、进行报警,并能自动查找故障原因和部位。在尖端科技领域中,诸如无人驾驶飞机、航天飞机、导弹、人造卫星等,计算机实时控制起着十分关键的作用。1997年7月5日,美国无人驾驶宇宙飞船“火星探路者号”成功登上火星并放出“漫游者号”探测车对火星进行探测就是一个典型的例子。在生产方面,加工精密零件的数控机床,生产电视机、汽车的现代化生产流水线等都是由计算机控制的。计算机应用于生产过程控制,不仅能解放生产力和提高生产效率,而且将引起工业生产的根本性变革,对人类社会的发展产生深刻的影响。

5. 人工智能

这是计算机应用最具有发展前途的领域。人工智能是指让计算机系统模拟人类的某些智能行为,如感知、推理、学习、理解等,使计算机的能力得到进一步扩充。目前,计算机专家咨询系统和机器人是人工智能研究的两个主要方面。计算机专家咨询系统拥有某一领域的具有专家水平的知识库,可以对用户提出的咨询进行推理、判断和答复。例如我国科技人员将著名医生治疗某些疾病的经验编成程序输入计算机,病人只要述说自己的病情,计算机便可以代替医生开出处方,准确率在99%以上。“机器人”处于计算机应用的最尖端的地位,它是一种能够模仿人类智能和肢体动作的计算机操作装置。它能在高温、剧毒和强辐射等恶劣的环境中代替人工作。目前世界上至少为数万个机器人在日夜忙碌着。一些全部由机器人操作的“无人工厂”正为人类生产着大量产品。人工智能的重大意义在于它将计算机的应用提高到了一个更高的阶段。

计算机的应用在许多领域取得了成功,计算机已成为人类生活中的重要组成部分。因此,学习、掌握计算机的应用知识和操作技能,使计算机成为科研、生产、学习、生活中的强有力的工具,对于各行各业的劳动者来说都是十分必要的。

§ 1.2 计算机的组成及原理

一、计算机系统简介

计算机系统是一个依靠硬件和软件的协同工作来完成某一给定任务的整体系统。一个完整的计算机系统应包括硬件和软件两大部分,有人对此作了形象的比喻:硬件是“躯体”,软件是“灵魂”。没有软件的计算机称为“裸机”,无法发挥计算机的各种功能,要解决实际问

题必须有相应软件的支持,而软件的运行必须以硬件为基础,二者相辅相成,缺一不可。计算机系统的组成情况如图 1-1 所示。

电子计算机系统	硬件	主机	(1) 控制器	中央处理器 (CPU)
			(2) 运算器	
			外部设备	内存存储器
		外存储器		
		(4) 输入设备		
		(5) 输出设备		
	软件	系统软件		
		应用软件		

图 1-1 计算机系统的组成

二、计算机硬件

计算机的硬件通常是指构成计算机的各种物理设备的总称。具体地说,硬件是由电子器件、机电装置和各种线路组成的机器系统,它是看得见、摸得着的有形实体,是整个计算机的物质基础。

冯·诺依曼参加了世界上第一台计算机的研制工作。他在 1946 年明确指出:计算机的机器系统应由输入设备、输出设备、存储器、运算器和控制器等五个基本部分组成;在机器内部,指令和数据要以二进制代码表示。从而确立了计算机硬件的结构和运行机制。尽管计算机硬件技术的发展很快,但当今世界上的计算机,包括最先进的巨型计算机,其硬件结构仍是冯·诺依曼型的。

下面对计算机硬件的五个组成部分作简单的介绍。

1. 运算器(Arithmetic Logic Unit)

运算器(简称 ALU)是主管信息加工处理的部件,它能对二进制数进行算术运算和逻辑运算。算术运算包括加、减、乘和除等运算;逻辑运算是指数的符号判别、大小比较、移位等操作。在数学中,乘除法可以看成一系列加、减法的组合,而减法可化为加法,因而运算器的核心部分是一个加法器。

计算机的运算速度通常是指运算器每秒钟做加法的次数。当然,运算速度不仅与运算器性能有关,而且还与存储器读写数据的快慢有关。运算速度是衡量一台计算机性能好坏的重要指标,常以每秒钟执行指令的平均数目作为衡量速度的标准,大都用 MIPS(Million Instruction Per Second, 即每秒执行多少百万条指令)为单位,如 2MIPS, 3MIPS 等。

2. 控制器(Control Unit)

控制器是控制计算机各部件(包括其本身)协调工作,使计算机正常运行的部件。它按照预先规定的目的、步骤,向其它各部件发送信号,同时也接收来自其它部件的信号,指挥和控制各部件有条不紊地高速自动运行,它是计算机的“中枢神经”。

在计算机技术中,通常把控制器和运算器这两个在计算机结构中联系最密切的部分结合

起来,总称中央处理器 CPU(Central Processing Unit),CPU 是计算机的核心,它决定计算机的主要性能。微型机的 CPU 做在一块集成电路芯片中,又称微处理器,简称 MPU。

3. 存储器(Memory)

存储器是存储信息的部件,用于存放原始数据、程序、运算处理的中间结果和最后结果等信息。它使计算机具有“记忆”功能。

存储器能够容纳的信息量,称为存储容量。存储容量以它的字节数来衡量,计算机中存储的一个 8 位的二进制数称为一个字节。反映存储容量大小的单位有字节(B)、千字节(KB)、兆字节(MB)、吉字节(GB)等。各单位的换算关系见本章第三节。存储器的存储容量越大,计算机的“记忆”能力越强。

存储器按其不同用途分为内存储器和外存储器两类。

(1) 内存储器(又称主存储器,简称内存) 内存储器设置在主机的内部,直接与运算器、控制器发生联系,交换信息。一般由具有记忆性能的半导体器件构成,它是计算机的一个必不可少的重要组成部分。从结构上来看,内存储器由许多个存储单元所组成,每个存储单元能存放若干二进制信息,它可以是一个二进制的数,或一条由二进制代码表示的指令。为使计算机在高速运行时能准确无误地管理存储的信息,每个存储单元都有一个编号,称为存储单元的地址,计算机就是按地址在内存中存取信息。向存储器存入信息称为“写入”,写入的新内容将覆盖掉存储单元中原有的内容。从存储器中取出信息称为“读出”,每个存储单元中的信息可重复读出多次而不会被破坏。对存储器的每一次写入或读出,叫做一次“访问”,每访问一次存储器所花费的时间称存取周期。存取周期是以微秒($1 \text{ 微秒} = 10^{-6} \text{ 秒}$)或毫微秒(10^{-9} 秒)计算的。内存储器的特点是存取信息的速度快,但它的容量有限,所以主要用来存放经常使用的信息。

内存储器根据存储方式的不同又可分为随机存储器和只读存储器两类。

① 随机存储器 RAM(Random Access Memory),又称读写存储器,它可以随机地对各个存储单元进行访问,既可写入信息,也可读出信息,但一旦断电,RAM 中的信息全部丢失,再次通电也不能恢复。RAM 一般用来临时存储用户的原始数据、程序、运算的中间结果和最后结果,或存储临时调用的系统程序。

② 只读存储器 ROM(Read-Only Memory),只读存储器中存储的信息是在制造计算机时用特殊的方法固化在内存芯片上的。使用时只能从 ROM 中读出信息,而不能写入信息,这就是“只读”的意思。即使断电后 ROM 中的信息也不会丢失,从而提高了计算机使用的可靠性和方便性。通常在 ROM 中存储永久性的系统程序和数据,如计算机的开机自检程序、语言翻译程序、汉字字库等。随着电子技术的发展,现已出现了可编程的只读存储器 PROM(信息一次写入)和可擦除、可编程的只读存储器 EPROM(原有信息通过消抹器擦除,新的程序通过编程器定入)。

(2) 外存储器 外存储器(又称辅助存储器,简称外存)是设置在主机的外部的辅助存储装置,它的特点是存储容量很大,几乎没有限制。但存取速度较慢,主要用来存放暂时不用的数据以及需要长期保存的信息。需要时,可成批地和内存储器进行信息交换。实际上,外存是内存的扩展,一台功能齐全的计算机通常要以这两种存储器互相补充。常用的外存储器有磁带、磁盘和光盘等。它们需要专门的驱动装置及接口卡配合使用。有关磁盘的知识将在本

章第四节中作详细的介绍。

存储器的存储容量和存取周期是衡量计算机性能的两个重要指标,其中存储容量的大小直接关系到计算机解决问题的能力,而存取周期影响到计算机的运算速度。

4. 输入设备(Input Device)

输入设备是向计算机输入信息(包括原始数据、操作指令和程序)的部件。所谓操作指令,就是指示计算机执行某个基本操作的命令。所谓程序,实际上是一组依次排列的指令。它的功能是把输入的信息转换成计算机能接受的二进制代码,并将它们送入存储器。常见的输入设备有键盘、鼠标、光笔、扫描仪、数字化仪、数据读入器、条形码读入器、语言输入器和手写输入板等。

5. 输出设备(Output Device)

输出设备是输出计算机处理结果的部件。它的功能是把计算机处理的结果以人们能识别的形式(如数字、字符、声音、图像等)显示、打印或播放出来。常见的输出设备有显示器、打印机、扬声器和绘图仪等。

输入设备、输出设备是主机与外界交换信息的媒介,也称 I/O 设备。

CPU 和内存存储器合称为计算机的主机。主机之外的输入设备、输出设备和外存储器等称为外部设备,简称外设。

三、计算机软件

计算机软件(software)通常是指各种程序、数据及有关文档资料的集合。计算机之所以能够渗透到各个应用领域中,就是因为其软件的丰富多彩,从而能够出色地完成各种不同的任务。借助软件,人们不必过多地去了解机器本身的结构与原理,便可方便自如地使用计算机。计算机软件按其功能及应用范围可分为系统软件与应用软件两大类。

1. 系统软件

系统软件是用于计算机的管理、维护、控制、运行及语言翻译处理的程序。它是专门为计算机系统自身配置的。系统软件一般由专门的软件公司提供,通常存入软盘,软盘供用户选购,有的由计算机厂家固化在内存芯片上随机提供。

系统软件主要有操作系统、系统工具软件和各种计算机语言等。

(1) 操作系统(Operating System) 操作系统(简称 OS)是计算机最主要、最基本的系统软件。它用来管理和控制计算机系统中所有的硬件和软件资源,最大限度地发挥计算机的效率,并为用户使用计算机提供良好的运行环境。

操作系统在计算机系统中占有特别重要的地位,它是用户和计算机之间的接口界面。任何一个用户都是通过操作系统来使用计算机的,其它各种软件都是在操作系统支持下运行的。因此要使用计算机,首先必须学会使用操作系统。

目前在 PC 系列微机及其兼容机上流行使用的操作系统主要是 DOS 磁盘操作系统和 Windows 视窗系统。

(2) 系统工具软件 系统工具软件主要辅助操作系统完成对硬件和软件的检测、维护。常用的系统工具软件有磁盘工具 PCTOOLS、磁盘医生 NORTON、诊断软件 QAPLUS、调试软件 DEBUG、杀毒软件 KV300 等。

(3) 计算机语言 人们彼此之间通过自然语言来传递信息和描述事物。同样,要使计算机按人的意图去工作,必须使计算机能接受人们向它发出的各种命令和信息。目前计算机还不能直接理解人类的自然语言,所以必须用特定的计算机能识别的各种信息代码来编写程序。编写程序的过程称程序设计。由计算机能识别的信息代码所组成,能完整、准确和规范地表达人们的意图,并用以指挥或控制计算机完成预定任务的“符号系统”称为计算机语言或程序设计语言。

计算机语言是沟通人与计算机的桥梁,它属于系统软件,由从事计算机语言研制工作的专业人员根据机型和实际需要而设计。目前世界上通用的计算机语言大多得到了国际标准化组织的承认。计算机语言可以分为机器语言、汇编语言和高级语言三类。

①机器语言。由于计算机内部只能识别和处理由0和1组成的二进制代码,所以把直接用二进制代码表示的计算机指令系统称为机器语言,用机器语言编写的程序称为机器语言程序。机器语言程序是唯一能被计算机直接执行的程序,执行速度快,占用内存少。用其它类型的语言编写的程序都要转化为机器语言之后才能执行。由于不同型号的计算机使用的CPU不同,硬件电路有所差异,采用的指令系统也不同,因而机器语言不具有通用性。此外,用机器语言编写程序,直观性差,容易出错,因此一般只有计算机专业人员才使用机器语言。

②汇编语言。为了克服机器语言在使用上的缺陷,在50年代出现了第二代计算机语言——汇编语言。汇编语言是在机器语言的基础上发展起来的一种符号语言,它采用了特定的助记符号来表示计算机的指令系统。例如,用ADD表示相加,SUB表示相减等。这些与英语相近的助记符号比较容易记忆。汇编语言程序不能为计算机直接识别,必须经过专用的汇编程序翻译成机器语言程序(又称目标程序)后才能执行。用汇编语言编写程序时必须十分熟悉计算机的内部结构和指令系统。由于汇编语言基本上保留了机器语言的特点,用它编写的程序运行速度快,占用内存少,因此受到计算机软件设计人员的青睐,常用于编写系统软件和过程控制程序。

机器语言和汇编语言都称为低级语言。

③高级语言。随着计算机的日益普及,更多的人需要使用计算机来解决实际问题,为使人与计算机交流信息更为方便,人们研制了高级语言。高级语言有两个特点:其一是它与人类的自然语言(英语)和数学语言比较接近。例如在BASIC语言中,用PRINT表示打印,用符号+、-、*和/表示加、减、乘和除等。其二是它与计算机内部结构无直接联系,使用者不需要熟悉计算机的指令系统。因此高级语言程序的编制、阅读均较方便,易于检查修改,通用性强,这为计算机的应用和普及奠定了基础。但是,用高级语言编写的程序都必须通过编译程序或解释程序翻译成机器语言程序之后才能被计算机执行。与机器语言和汇编语言相比,用高级语言编写的程序其空间效率要差一些,程序篇幅要长15%~200%,执行时间要长15%~200%。

高级语言是第三代计算机语言。自50年代以来相继产生了多种高级语言,目前世界上已有几百种高级语言,而且新的高级语言还在不断地被研制出来。下面介绍在学校、科研系统比较流行的几种高级语言。

(a) BASIC语言。BASIC语言简单易学、通用性强、人机界面友好,是初学者的入门语言,也可作为学习其它高级语言的基础。最初它仅用于教学,通过不断改进和扩展,现在的

应用范围已较广。

(b) LOGO 语言。它的特点是绘图功能较强,结构性好,具有一定的人工智能,是一种适合于青少年和儿童学习的计算机语言。美国小学把 LOGO 语言选为第一或第二计算机语言来教学。

(c) PASCAL 语言。PASCAL 语言以法国著名数学家帕斯卡(PASCAL)的名字命名,是目前很有影响的结构化程序设计语言。它的结构性好,程序易读。这种语言强调程序的可靠性和易于检验。PASCAL 语言既适合于教学,又适合于科学计算。

(d) FORTRAN 语言。FORTRAN 是“公式翻译”的意思,它允许用数学形式的语言来书写程序,是第一种真正广泛使用的高级语言,主要用于科学计算。

(e) C 语言。C 语言是一种通用的程序设计语言,特别是在应用软件设计中运用较广。C 语言的特点是控制硬件的能力强。它既有汇编语言所具有的控制硬件的能力,又有高级语言通用性好的特点,因此应用愈来愈广。

2. 应用软件

应用软件是专门为解决某个应用领域内的具体问题而编制的实用程序。一般由计算机应用开发人员或用户开发。应用软件可分为软件包和用户程序两类。

(1) 软件包(通用软件) 软件包是由计算机厂家(公司)或软件专业人员为解决许多用户经常遇到的某一类问题而设计的具有特殊功能的软件。例如,文字处理软件包 WPS;电子表格软件包 Lotus 1-2-3 和三维动画制作软件包 3DS 等。有些软件包已经或正在逐步标准化、模块化,例如美国 Microsoft 公司推出的与 Windows 95 操作系统配套的办公自动化软件包 Office 95 中包含 3 部分软件,其中 Word 是一个集录入、排版和打印于一体的编辑软件,可以制出达到出版业要求的图文并茂的书版,Excel 是一个电子表格软件,可以方便地进行数据的统计和分析,并能生成相应的漂亮图表。Power Point 是一个制作幻灯片的软件,可以含有动画效果,并可控制播放,对讲课非常有用。Office 95 的专业版还包括另一个软件 FoxPro,这是一个数据库管理系统。

(2) 用户程序(专用软件) 用户程序是计算机使用者为解决本行业、本单位的具体问题而编制的目标单一的专用程序。例如,单位人事档案管理程序、工资管理程序、学生成绩管理程序、学籍管理程序,学生评语辅助编写程序以及专门为学习某门课程而设计的计算机辅助教学软件等。

计算机软件是软件开发者脑力劳动的成果。如同计算机的硬件一样,软件也是商品。为了保护软件开发者的权利,鼓励计算机软件的开发和流通,促进计算机软件水平的提高和计算机应用事业的发展,世界各国都十分重视计算机软件版权的保护,我国也颁布了《计算机软件保护条例》,并从 1991 年 10 月 1 日起实施。该条例明确规定,未经软件著作权人的同意,复制其软件的行为是侵权行为,侵权就要承担相应的民事责任。

四、计算机的基本工作原理

计算机自动运行的基本工作原理是存储程序和程序控制。在使用计算机前,必须先按照具体问题的处理步骤,用计算机能识别的指令编写程序。程序由若干条指令组成,每一条指令规定了计算机应完成的操作。然后将编好的程序和原始数据通过输入设备送入计算机的内

存储器中保存。向计算机发出运行命令后,计算机的控制器自动按顺序从内存中逐条取出指令,进行识别和分析,并根据指令要求向计算机的有关部件发出相应控制信号,控制信息的传输与加工,程序执行完毕后停机。

现以计算 $88-11\times 2=?$ 为例,说明计算机的工作过程。

第一步:接受信息。操作者按照存储程序原理,通过输入设备将事先编好的程序和原始数据(88、11、2)输入计算机,由输入设备将这些指令和数据变成电信号,送入主存储器。

第二步:处理信息。当操作者向计算机下达“运行命令”后,计算机在控制器控制下开始自动化计算;控制器从存储器中读取程序的一条指令,并识别该指令所规定的操作,然后向计算机有关部件发出相应的控制信号,完成该项操作。执行完一条指令后,再从存储器中读取下一条指令,依次执行下去,直到程序结束。就 $88-11\times 2=?$ 而言,具体过程是:从主存储器中取出被乘数 11 和乘数 2,送入运算器进行 11 乘以 2 的操作,得到积 22(中间结果);将中间结果 22 送入主存储器以备调用;从主存储器中取出被减数 88 和减数 22 送入运算器进行 88 减去 22 的操作,得到差数 66(最后结果);将最后结果 66 送入主存储器。

第三步:输出信息。把主存储器中的最后结果 66 送入输出设备显示或打印出来。全部计算工作到此结束。

从上述过程可以清楚地看到计算机基本组成部分之间的相互关系:控制器根据人们编制的程序指挥其它各部分的工作;运算器承担了全部具体计算任务;存储器犹如仓库,存放数据和指令;输入设备将一系列数据和指令从外部输入到存储器,输出设备则把计算结果通过一定方式输出。计算机是按程序依次进行操作的,程序是按不同的使用要求由人们编制出来的,所以,只需改变指令的排列方式,就可得到不同的程序,用以解决不同的问题。

§ 1.3 计算机中信息的表示

信息的表现形式是多种多样的,如文字、语言、声音、图像、图表等。作为现代化信息处理工具的计算机是怎样来处理这些信息的呢?计算机通过输入设备把输入的信息转换成计算机能够识别的代码,这些代码经过处理,然后由输出设备还原成人们所需要的各种形式。

在计算机内部,一切信息的存放、处理和传送均采用二进制代码表示,这是因为计算机采用电子元件来实现信息处理,而用二进制数代表的两种状态 0 和 1 在电子元件中容易实现,如电位的高和低,电脉冲的有和无,电容器的充电和放电,晶体管的导通和截止等等。若高电位记为数字 1,则低电位便记为数字 0。此外,二进制数具有运算简单等特点,所以二进制是计算机中信息表示的基础。为了适应人们的习惯,通常在计算机内部采用二进制数,外部设备输入输出则采用十进制数,由计算机自动完成二进制与十进制之间的相互转换。

二进制只有 0 和 1 两个基本数码,它的进位法则是“逢二进一”,故称二进制。例如,十进制数的 2,在二进制数中用 100 表示。二进制数不便阅读和书写,为此常用十六进制数作为二进制数的缩写形式。十六进制数共有 0~9 及 A、B、C、D、E、F 这十六个基本数码,其中 A、B、C、D、E、F 分别表示十进制中的 10、11、12、13、14、15。进位法则是“逢十六进一”。在计算机的指令、地址及机器语言程序中较普遍地使用十六进制数。书写不同进制的数时,为了区别起见,规定除了十进制数外,其它进位制数都用括号括起来,并用下标或数

制代号标注。二进制数、十进制数和十六进制数的数制代号分别为 B、D 和 H。例如 $(1011)_2$ 表示二进制数 1011, $(88A)_{16}$ 表示十六进制数 88A。 $(1011)_2$ 和 $(88A)_{16}$ 也可表示为 $(1011)_B$ 和 $(88A)_H$ 。

一、信息的表示

1. 西文的表示

计算机中使用的字符包括英文字母、数字和各种特殊符号,它们按特定的规则用若干位二进制数的组合来表示,这就是字符信息的编码表示。随着计算机在世界范围内广泛使用,字符信息代码的标准化便显得特别重要。目前,用得最普遍的字符信息代码是国际通用的由美国国家标准局制定的“美国信息交换标准码”(American Standard Code for Information Interchange),简称 ASCII 码。

ASCII 码用 8 位二进制数对字符信息进行编码。其中最高位规定为 0,是奇偶校验位,用于检查信息传递过程中是否出错。另外 7 位用于实际编码,总共有 $2^7=128$ 种不同的组合,可以表示 128 个字符,其中包括 32 个通用控制符,10 个十进制数,52 个英文大写和小写字母以及 34 个专用符,例如,9 用 $(00111001)_B$ 表示,F 用 $(01000110)_B$ 表示。有些书中给出了 ASCII 码表,利用该表可实现字符与编码的互查。

为方便阅读和书写,ASCII 码通常用十进制数或十六进制数表示,如 9 的 ASCII 码可表示为 $(57)_D$ 或 $(39)_H$,F 的 ASCII 可表示为 $(70)_D$ 或 $(46)_H$ 。实际上,每当用户从键盘上键入一个字符时,其相应的 ASCII 码将会输入到机器中的某个单元中去。

2. 中文的表示

世界上有 1/5 的人使用汉字,实现汉字信息的高效率的计算机处理,是计算机普及应用史上的一件大事。

汉字在计算机内也是用二进制代码表示的,这种汉字编码称为机内码,简称为内码。由于汉字的数量巨大,大约有 6 万个左右,而且每个汉字无法用一个字节表示,故采用两个字节(16 位二进制数字)对汉字编码。我国国家标准局于 1981 年公布了“国家标准信息交换用汉字编码基本字符集”(GB-2312 (80) 方案)。该标准给出一个二维代码表,有 94 行、94 列,共收集汉字和字符 7445 个,其中一级汉字 3755 个、二级汉字 3008 个和其它字符 682 个。每个汉字的代码可以用该汉字在代码表中的位置,即它所处的行号和列号来表示。行号称为区号,列号称为位号,汉字的区位号称为该汉字的区位码(通常用十进制数表示)。区号和位号各增加 32 以后就得到该汉字的交换码(又称为国标码)。在计算机内部,为了与西文字符相区别,把国标码的每个字节的最高位定为“1”,这样就形成了汉字的机内码。例如:计算机的“机”字,国标码为“0100111000100010”,机内码为“1100111010100010”。区位码可用于汉字输入,机内码用于汉字的存取和处理,国标码用于不同汉字系统之间汉字的传输和交换。

3. 声音、图画与影像的表示

计算机除了能处理文字、数据之外,还能处理声音、图画和影像等各种信息。一般把具有对声音、图画和影像等信息媒体进行处理的能力的计算机称为多媒体计算机。

在多媒体计算机中,各种媒体信息也是采用二进制代码来表示的。首先,把声音、图像等各种模拟信息(如声音的频率、强度,图像的颜色等)经过采样和量化,转换成数字化信息,

这一过程称为模数转换；然后再把数字化信息用二进制代码来表示。由于信息量非常大，为了节约内存空间、提高处理速度，往往要进行压缩编码后再存储到计算机中。经过计算机处理的数字化信息经过还原(解压缩)、数模转换(把数字化信息转化为声音、图像等物理信息)后可以再现。例如，通过扬声器播放声音、通过显示器播放画面。

二、位、字、字长以及字节的基本概念

反映二进制信息量的指标有位、字、字长和字节等。

1. 位 (Bit)

位是计算机中构成信息的最小单位，指二进制数中的一个数位，称作比特(Bit)。

2. 字和字长 (Word and Wordlength)

字是指计算机在存储、传递或操作时作为一个单元的一组二进制数，它可以表示各种信息，如一个数据或一条指令。一个字所包括的二进制位数称字长。字长是衡量CPU性能的一个很重要的指标，一般计算机的字长有8位、16位、32位和64位等，字长越长，计算机的运行速度越快，数据处理的精度越高，功能也就越强。例如，32位机一次处理32位二进制信息，而在8位机上则要处理四次才能完成。

3. 字节 (Byte)

反映二进制信息量的另一个常用单位是字节(Byte)，简称为B，一个字节由8个二进制位组成，即 $1\text{Byte}=8\text{Bit}$ 。因此计算机的字长也可用字节为单位表示，例如8位机的字长为1个字节，16位机的字长为2个字节，32位机的字长为4个字节等等。

计算机的存储容量通常以它拥有的字节数来描述，由于存储器较大，所以还可采用千字节(KB)、兆字节(MB)、吉字节(GB)等较大的单位来描述。各单位之间的换算关系如下：

$$1\text{KB}=1\text{千字节}=2^{10}\text{字节}=1024\text{字节 (B)}$$

$$1\text{MB}=1\text{兆字节}=1024\text{KB}=2^{20}\text{字节 (B)}$$

$$1\text{GB}=1\text{吉字节}=1024\text{MB}=2^{30}\text{字节 (B)}$$

三、逻辑数据和常用的逻辑运算

计算机使用数字电路，数字电路用“0”和“1”来表示电路的两种稳定状态，例如电路的“断”和“通”，数字电路的理论基础是布尔代数。1874年，英国数学家布尔提出了用符号表达语言与思维逻辑的方法，后来这种方法发展为布尔代数，又称逻辑代数，并成为计算机数字电路分析与设计的主要数学工具，有力地推动了计算机的发展。

1. 逻辑数据的值及其表示

布尔代数主要研究如何对事物内部的逻辑关系进行表达和运算。逻辑数据只有两个：“真”和“假”。逻辑真值表示为True(或T、Y、1等)，对应的逻辑假值表示为False(或F、N、0等)。

2. 常用的逻辑运算

在对多个事件的逻辑关系进行分析时，一般用逻辑变量代表不同的事件，然后用逻辑运算符将它们连接起来组成逻辑运算式，其结果仍为逻辑值。

逻辑运算有三种：逻辑“与”、逻辑“或”和逻辑“非”。逻辑运算符在不同的计算机语

言中有不同的形式,比较常见的有 And、Or 和 Not。

(1) 逻辑“与”。当两个或多个逻辑值均为“真”值,对它们进行逻辑“与”运算的结果为“真”,否则为“假”。

(2) 逻辑“或”。当两个或多个逻辑值中至少有一个为“真”值时,对它们进行逻辑“或”运算的结果为真,否则为“假”。

(3) 逻辑“非”。对一个逻辑值进行逻辑“非”运算的结果取其相反的逻辑值。例如,“真”值的逻辑“非”为“假”,“假”值的逻辑“非”为“真”。

表 1.2 “与”、“或”和“非”三种逻辑运算的关系

A 事件对应的逻辑值	B 事件对应的逻辑值	A 与 B	A 或 B	非 A
假	假	假	假	真
假	真	假	真	真
真	假	假	真	假
真	真	真	真	假

§ 1.4 微型计算机系统及基本操作

一、计算机的分类

计算机发展到今天,机型繁杂,种类繁多。按规模和功能分类,可分为巨型机、大型机、中型机、小型机和微型机等五类。

巨型机及大型机运算速度快、存储量大、功能完善,能处理大量的数据信息。巨型机的运算速度每秒在数亿次到几十亿次,大型机的运算速度在每秒几百万次到几千万次以上,主要用于航天、气象、能源等特定的领域。中、小型机规模小于大型机,运算速度在几十万次到几百万次,主要用于较大的企事业单位。

微型机(简称微机)由于体积小、价格低、功能较全、可靠性高、操作方便等优点,一问世就受到广大用户的欢迎,现已进入社会的各个领域,乃至家庭,为计算机应用的普及和推广奠定了基础,加速了社会信息化的进程。微机的出现是计算机发展史上的重要里程碑。

学校中广泛使用的微机有 PC 机、APPLE 机(苹果机)和 CEC 机(中华学习机)等,下面以目前最为流行的 IBM-PC 系列微型机为例,介绍微机的硬件配置和基本操作。

二、PC 机综述

PC 系列的微机是美国国际商业机器公司(International Business Machine Corp,简称 IBM 公司)的主要产品。该公司先后推出了一整套 IBM-PC 系列微型机。PC 是(Personal Computer)的缩写,即个人计算机。PC 系列微机以其先进的系统、丰富的软件、强大的功能和低廉的价格成为世界性的主流型微机,在我国工业、商业、科学技术等方面有着广泛的应用,并显示了它巨大的威力。当前,它正以强劲的势头进入中小学计算机教育领域。