

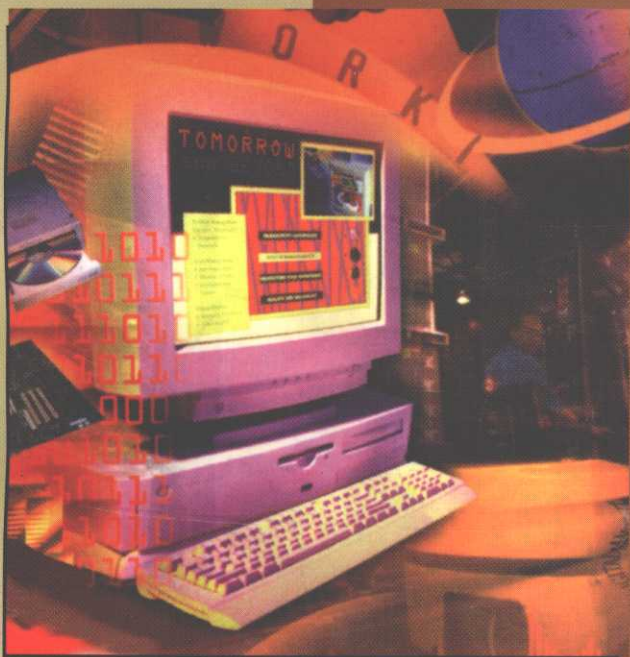
国内贸易部部编中等专业学校教材

● 徐一明 主编

微机原理概论

与 8088 汇编语言

(修订本)



中国商业出版社

国内贸易部部编中等专业学校教材

微机原理概论 与 8088 汇编语言

徐一明 主编

中国商业出版社

编审说明

为适应建设社会主义市场经济新体制的要求,我部于1994年颁发了财经管理类5个专业和理工类7个专业教学计划。1996年初印发了以上12个专业的教学大纲。《微机原理概论与8088汇编语言》一书是根据新编计算机及应用专业教学计划的要求,结合我国科技进步和财税、金融等体制改革的情况重新编写的。经审定,现予出版。本书是国内贸易部系统中等专业学校必用教材,也可供职业中专、职工中专、电视中专等选用,还可以做为业务岗位培训和广大企业职工的自学读物。

本书共分五章。前三章介绍电子计算机的基础知识、组成与工作原理。针对计算机硬件更新很快的现状,本书不以简单的单片机结构为例去讨论计算机的工作原理,而是结合国家计算机一、二级等级考试的有关要求,全面概括性地介绍微型计算机中各部件的结构及原理,以利于读者参加国家计算机相关等级的考试。后两章主要讲述8088CPU的指令系统和汇编语言源程序的设计、运行与调试方法。学习这部分的内容有助于计算机专业人员尽快了解计算机的工作原理,掌握汇编语言的理论,为今后分析和调试其他系统软件奠定较为坚实的理论基础。

本书由安徽省安庆商业学校高级讲师王焕仁主审。

由于编写时间仓促,编者水平有限,书中难免有疏漏之处,请广大读者不吝赐教,以便于修订,使之日臻完善。

国内贸易部教育司

1998年2月

目 录

第一章 计算机基础知识	(1)
第一节 计算机的特点与发展.....	(1)
第二节 计算机系统的组成	(14)
习 题	(25)
第二章 计算机中信息的表示	(27)
第一节 数制与编码	(27)
第二节 计算机基本逻辑知识简介	(37)
习 题	(44)
第三章 微型计算机系统	(46)
第一节 中央处理器 CPU	(46)
第二节 存贮器	(51)
第三节 外设	(64)
习 题	(75)
第四章 8088 指令系统	(76)
第一节 8088 结构与寻址方式	(76)
第二节 8088 的指令系统	(87)
习 题.....	(129)
第五章 IBM-PC 宏汇编语言	(134)
第一节 宏汇编语言的基本概念.....	(134)
第二节 管理语句与伪指令.....	(137)
第三节 DOS 系统功能调用	(143)
第四节 汇编语言源程序的上机与调试.....	(145)
第五节 汇编语言源程序的设计.....	(151)
第六节 调试程序 DEBUG 的应用	(153)

习 题.....	(165)
附录 I 7 位基本 ASCII 码表.....	(168)
附录 II 8088 指令系统一览表	(170)
参考文献.....	(174)

第一章 计算机基础知识

当今的时代是电子计算机技术高速发展的时代。计算机是一种能快速自动地处理各种信息的现代化电子设备，它所接受和处理的信息可以是数据、字母、符号、图形、图像和声音等等。它接受信息以后，不仅能极为迅速、准确地对其进行运算和处理，还能进行推理、判断和分析，帮助人们完成相当多的脑力劳动。由于信息已如同物质一样成为人类生产和生活中必不可少的要素，因此计算机早已不再仅仅是少数科学家用于计算的工具，计算机技术已渗透到国民经济中的各行各业，以至于在许许多多的家庭中都会看到计算机正在广泛地被应用。计算机不仅可以提高个人的工作效率，更能提高整个部门和社会的运行效率。

即将来临的 21 世纪是科学技术飞速发展的时期，计算机技术将占据举足轻重的地位。一切敢于迎接新世纪技术革命挑战的有志之士，都必须学习和掌握更多的计算机知识，才能使自己具备较强的竞争实力。

第一节 计算机的特点与发展

在社会生产力发展过程中，电子计算机是由单纯用于计算的工具演变而来的。了解计算机的性能特点及其发展演变过程，有助于理解计算机的结构组成和工作原理。

一、计算机 (Computer) 的特点

1. 运算速度快

1946 年美国研制出第一台电子管式电子计算机，尽管不完

善，但每一秒钟可以完成五千次加法运算，它当时主要用于计算弹道特性表，如计算 40 点弹道轨迹，可在 3 秒钟内完成，人工则要一星期，取代了 90 名工作人员。

现在，电子计算机运算速度已达每秒钟几千万次以上，最先进的已经达到每秒钟几十亿次。如我国 1992 年研制成功的银河 II 型巨型计算机的运算速度可达 10 亿次/秒，如此高速度已令其他任何计算工具望尘莫及。过去计算工作需几年、十几年时间的问题，现在几小时甚至几分钟就可以解决。例如，1867 年法国有一位天文学家名叫达拉姆尼 (dalamny) 求解月球运行轨道，花了十年时间去解一个摄动级数展开式，并且又花了十年时间去验证，计算结果写成了整整一卷书。后来人们用计算机重复他的工作，仅花费了二十个小时，还查出了他的三个错误，二十年与二十小时的差距何等悬殊！又例如过去计算天气预报数据，总是马后炮，现在利用计算机，只要几分钟就可以算出十天的天气预报数据。如此例证，不胜枚举。

正由于计算机具有很高的运算速度，现在已经将它们广泛地应用于大批量数据的科学计算与统计处理领域中。

2. 计算精度高

随着计算机的更新换代，计算精度已经日益精确。由于计算机采用二进制数字表示方法，从理论上来说，有效位数越多，其精确度也就越高。但无限制地增加位数会导致机器结构复杂或运算速度降低，通常使用其他计算技术，使数值计算的精确度可达到几百万分之一，甚至更高，这是其他任何计算工具望尘莫及的。

圆周率 π 是一个算了一千五百年的数。早在一千五百年前，我国的古代数学家祖冲之用了十五年的时间算出 π 的小数点后面七位，即 $\pi = 3.1415927$ 。以后许多数学家经过多次艰辛演算，最多算到小数点后面 500 位。

随着计算机的出现，其高速和精确度已大显神威！第一台计算机就将 π 值算到小数点后面 2000 多位，1981 年日本筑波大学

利用计算机算到小数点后面 200 万位，若将其打印出来，将是一部超厚巨著！

现在，用计算机控制导弹、运载火箭的运行轨道可谓丝毫不差。计算机用于财政、金融、统计等方面的数据核算，精确度几乎是万无一失的。

3. “记忆”功能强

计算机内部有一个庞大的存贮器，能记忆大量数据（计算机中的数据，包括数值型、字符型等多种类型）。

计算机与计算器不同，计算器在执行运算的全过程中，人的控制必须“同步跟踪”。而计算机工作时，人可以事先将解题步骤、原始数据编写成程序，输入并存进计算机内部，机器一旦启动后，计算机便按记忆的程序，自动进行运算，并且记忆住中间结果和最后结果。根据程序中的指令要求，还可以自动将结果或程序送到荧光屏上显示出来或送到打印机上打印出来。

4. 具有逻辑判断功能

计算机借助于数据逻辑和布尔代数的理论，通过算术逻辑运算部件，进行各种逻辑推理和判断。如对两个信息进行比较，计算机根据比较的结果会自动地确定下一步该做什么。这种功能不仅使自动计算成为可能，又能完成很多种逻辑性质的工作，使计算机的应用进入资料分析、情报检索、逻辑推理、定理证明等数据处理和各种过程控制领域，大大扩大了计算机的应用范围。计算机具有的逻辑判断功能替代了人脑的繁重劳动，故电子计算机俗称“电脑”。

5. 高速自动化

由于计算机可以存储和运行功能丰富的程序（Program），为它能够自动运算和处理奠定了基础。在特定的操作系统以及其他各种软件的支持下，不需人的直接干预可以自己管理自己，自动地完成各种操作。

6. 通用性强

决定计算机通用性的因素是程序控制方式和程序的内容。存储在计算机内部的系统程序、应用程序包以及用户程序，可以很快地从存储器中调出来运行，既灵活又便于变更。另外，程序加工的对象也不只是数值量，可以是形式和内容十分丰富多样的各种信息，诸如语言、文字、图像和语音等。使计算机从原来单一的科学计算进入了社会活动的几乎一切领域，甚至步入到每个家庭。

特别是近年来因特网（即 Internet）的诞生，使得国际之间的各种信息高速、快捷地交流和传递，极大地推动了生产力的发展和现代化的进程。电子计算已经发挥出无与伦比的作用。

二、计算机的应用

今天的计算机已和家用电器一样家喻户晓，其名声之大与极强的生命力在于它的广泛应用。目前，计算机的应用领域已涉及到工业、农业、商业、军事、机关、学校辅助教育甚至每个家庭的日常生活。按照计算机加工信息的方式和处理信息的特点，可分为数值计算和非数值应用两大类，而非数值应用范围已远远超过了数值计算。现就其主要应用归纳如下：

1. 科学计算

科学计算是指以解决科学技术领域中的复杂问题为主的数值计算。它是计算机应用的最早领域，第一台计算机就是用于计算弹道特性表。以后从数字发展到复杂的物质结构分析、生物学中的人工蛋白合成和人工胰岛素的合成、原子能、天文学、地球物理学等基础科学的研究。在天气预报、人造卫星、原子反应堆和核武器、大型水利枢纽和桥梁、高层建筑、地震、地质探矿和重型机械的结构设计以及飞机、轮船的外型设计等领域中，一些以往无法计算、无法立即算出或者无法精确算出的复杂算题，利用高速大型计算机都得到了圆满的解决。如著名的“四色定理”，在数学上长期得不到精确的证明，成为一大难题。1976年，在高速大型计算机上计算了1200个小时终于完成了，若用人工计算，一个

人昼夜不息地计算也需要十几万年。24 小时的天气预报在大型计算机上仅需几分钟就可以计算完成,而人工计算则需要 20 个人计算一个月。

2. 数据处理

数据处理也称信息处理,是计算机应用最广泛的领域,使用计算机的数量已超过计算机使用总数的 70%。所谓数据处理是指计算机用于处理生产活动、经济活动、社会活动和科学研究中获得的大量信息。如人口普查数据的搜集、转换、分类、计算、存储、传输、输出报表;资料的统计和分析;工农业产品的合理分配;商业、银行、邮政和税收等业务的事务处理;大型工矿企业和物资部门的管理;以及情报检索和旅游、交通等业务管理中都有计算机的足迹。

3. 自动控制

不需要人工干预的控制称为“自动控制”。自动控制是涉及面极广的一门学科,工农业、科学技术、国防乃至日常生活各个领域都应用着自动控制。如冶金行业的高炉炼铁控制、钢材轧制控制;石油化工行业中自动采集各种工艺参数,通过校验和比较来控制工艺流程;水泥生产过程控制以及 30 万吨合成氨装置巡回检测控制;交通邮电行业中自动电话交换系统、信件自动投递系统的控制;船舶自动导航、大型车站自动化调度的控制;国防工业中的导弹检测和控制;飞机和舰艇的分布式控制系统等,其应用之广已不胜枚举。应该指出的是微型机和单片机的出现,使自动控制进入以计算机为主要控制设备的新阶段。目前国外大约 7%的微型机应用于生产过程的自动控制。据国外预测,目前销售的机床中,大约 9%使用微型机控制。单片机个小威力大,应用范围大至航天飞机,小到儿童玩具。单片机可以使仪器仪表智能化,具有可编程、数据处理和对外接口等能力。智能仪表通过通用接口可直接与自动测试、自动控制系统连接,实现系统的遥测遥控。

4. 办公自动化

应用电子计算机或数据处理系统来处理一些例行的事务性工作，是各种办公场所追求的目标。办公自动化系统，是以支持诸如日程管理、电子邮件、电子会议、文档管理、统计报表等项目，并能辅助管理和决策的大型综合管理信息系统。办公自动化技术范围较宽，除作为主机的计算机外，还有工作站（或用微型机）、网络系统、数据库、通信技术和轻印刷等设备。目前，国内流行的微型机系统办公自动化软件有微软公司的 OFFICE 97 以及香港金山公司的 WPS 97 等软件，它们工作于 Windows 95/98 环境下，实际使用效果很好。

5. 计算机辅助技术

(1) 计算机辅助设计 (CAD) 和辅助制造 (CAM)。计算机在辅助设计和辅助制造中的应用是另一个十分重要和广泛的应用领域。CAD/CAM 的应用始于汽车和船舶为中心的制造业，伴随日趋发展的形势，不仅在机械设计，而且在汽车、飞机、印刷电路板和大规模集成电路等产品设计，以及建筑土木、水利、矿山等工程设计直至织物印染、服装设计等等，都有广泛应用。CAD/CAM 为实现设计工作省力化、缩短设计周期和生产过程高效化，提供了强有力的手段。

80 年代以来，微型机的发展为计算机辅助技术的应用开辟了广阔的前景，32 位和 64 位微型机系统的出现，进一步促进了 CAD 的发展。目前，以微型机为基础的辅助设计系统已经高效地实现三维形体的辅助设计。CAD 的主要设备有：主计算机、CRT 图形显示器、数字化仪、光笔和绘图仪等。

CAD 偏重于设计过程，而 CAM 则偏重于产品的生产过程。如在产品制造过程中，应用计算机来控制机器的运行，处理产品制造所需的数据，控制和处理材料的流动及对产品进行测试和检验等。现在，通常把 CAD 和 CAM 结合在一起，形成 CAD/CAM 一体化，即图纸设计 (CAD) 到生产准备和实际生产 (CAM) 的一体化。

(2) 计算机辅助教学 (CAI)。创立学校、应用书面语言、发明印刷术,被称为教育史上的三次革命。计算机广泛应用于教育,被誉为“教育史上的第四次革命”。现在较多的应用是“多媒体教学视听系统”,它由一台教师用机、一台控制机和多台学生用机和连接它们的 Novell 网组成。教师可以通过麦克风讲课,或者播放教学光盘,由教师机和控制机将信号通过网络送至多台学生用机的显示器与听话器中,这种教学手段可谓是图、文、声并茂,生动活泼,很受学生欢迎。除普通教育外,CAI 还用于专业训练,如用计算机管理的“飞行模拟器”来训练飞机驾驶员,美国空军的 1400 门训练科目中已有一半以上使用 CAI。

6. 人工智能

影片《未来世界》中所描绘的机器人与真人相比几乎以假乱真。这反映了在人工智能研究成果基础上人们对未来世界的设想。人工智能的研究目标,是用机器来模拟人类的某些智力活动,因此,“人工智能”又称“智能模拟”,具体地说,机器应具有推理、判断和模仿能力。如人机对弈,由于计算机内部事先存储有成千上万套高手棋谱,再加上极高的运行速度和很强的判断推理能力,所以往往能够战胜世界级冠军棋手。

众所周知,人类最有效和重要的信息获取方式,是通过“视”、“听”、“说”进行的。大约 80% 是来自视觉,而“听”和“说”又是人类最方便的信息交流方式。长期以来人机都是通过键盘和显示器以字符形式,进行单调乏味的信息交流。多媒体技术利用计算机的高速度和综合处理能力强等突出的特点,用交互式技术来弥补目前对图像和语言理解与识别的不足。但计算机能够正确地识别和理解图像和语言,具有视觉和听、说能力,必须有知识的引导,这正是模拟识别和智能计算机研究的奋斗目标。目前,国内外在文字识别、图形识别、景物分析及语言理解等方面都已取得了不少成就。如语言理解方面,国外已达到能理解几千个以上单词,上百个句子的水平;文字识别方面,对任意的手写

体的识别尚未很好解决，但对规定的印刷体和严格的手写体的识别，已达到较高的水平。人工智能研究中最有成就的还是“机器人”，世界上现有数十万台“智能机器人”，是机器人发展的高级阶段。它会识别控制对象和工作环境，作出判断和决策，直接领会人的口令和意图，适应环境的变化，能够灵活机动地完成控制和信息处理等任务。

7. 多媒体技术

目前各种多媒体计算机技术在世界很多国家得到了飞速的发展。在我国，无论是多媒体计算机的硬件技术，还是多媒体软件产品及其应用都在广泛地普及。因此，很有必要了解多媒体技术的有关知识。

(1) 什么是多媒体。在人类社会，信息的表现形式是多种多样的，我们把这些表现形式或者说传播形式，叫做媒体（或媒介）。媒体（Medium）具有两种含义，一是具有存储信息的实体，二是具有传递信息过程的载体。实体包括磁盘、光盘等，载体是指多种多样信息的表达方式，诸如数字、文字、图形、图像、动画、声音和音乐等。如果将多种多样信息的表达方式，通过计算机处理，并有机地结合形成一种人机交互式信息媒体，使人机关系达到一种自然对话的方式，这种技术的实现谓之多媒体（或多媒体技术）。也可以说多媒体是指能够同时获取、处理、编辑、存储和演示两个以上不同类型信息媒体的技术。而把实现那些载体的设备称为多媒体产品。

(2) 多媒体技术的应用。多媒体技术的应用范围很广，最具有影响的微型计算机多媒体系统，其应用主要表现在交互式系统和动画制作两个方面，具体应用有：

① 教育与训练。应用多媒体技术不但可以教授比较好的图文并茂的教材，而且可以根据教学效果对教材进行动态的组织和修改，实现文字、声音、动画和图形的一体化，充分发挥了因材施教、直观启发的效果。

②讲演辅助。多媒体的使用不仅为讲演者提供更多的选择和提示,使听众获得“高浓度”的信息,而且也大大加强了个人演讲的表现魅力。

③演示系统。可用于向人们介绍各种知识,如科学博物馆、自然博物馆、历史博物馆以及各种大型展览会等。演示系统可以把立体声、图形、图像、动画等结合在一起,使人们有一种身临其境、生动有趣的感觉。

④多媒体电子出版物。CD-ROM 光盘不仅可以存储大量的多媒体信息,而且使用、查找也十分方便迅速。因此,适用于存储各种百科全书、年鉴、手册和音像辞典等出版物。如微软公司的 Bookshel 软件,就是在一张激光盘内装载了一本百科全书、一本字典、一本同义词典、一本年鉴、一本地图集及两本名人语录,还包括三千多个声音、音响及动画档案。

⑤管理信息系统和办公自动化。多媒体系统彻底改变了过去那种枯燥无味的使用计算机方式,它除了可以得到多种形象、直观的信息外,并给用户提供了友好而又生动活泼的界面。

⑥咨询服务。可在交通、邮电、商业、旅游等部门开展高质量的无人咨询服务。如介绍商品、购物指南、餐馆点菜以及介绍各地名胜古迹、风土人情等。

⑦计算机辅助设计 CAD 的应用。它不仅可将工程图纸直接输入机内存储,也可将产品进行三维旋转及物体缩放的交互设计。如设计汽车产品,可以获得直观的形状、色样、颜色等样品设计。据资料报道,国外波音 777 型飞机就是使用全电子图纸进行设计的。

⑧用于工业生产的监控及仪器仪表设备。通过摄像机把车间的生产过程等情况摄制后通过网络传输到集中控制室,便于主管领导能及时掌握各车间的动态情况,进行生产指挥和调度。也可用于银行、商场监视及安全保卫方面。多媒体技术已逐渐引入仪器仪表中,如国外在汽车中装置了一种有驾驶路线地图的笔记本

计算机，能帮助司机识别高速公路的走向，寻找目的地的路径。也可用于开发一系列新颖高性能的 PC 仪器。

⑨分布式计算机系统的应用。多媒体在网络上与通讯技术相结合，可大大拓宽多媒体的应用范围，能够迅速为社会提供全新的信息服务。如多媒体电子邮件、实时视像会议、军事指挥及不同地区的名医会诊等。还可以用于保存病人病历、各种检查及问诊记录、用三维图像来显示 X 光断层摄影及超声波成像等。

总之，多媒体技术将音频、视频、图像和计算机技术集成到同一个数字环境，使得它在各个行业和各种领域中得到更多更新的应用。随着多媒体计算机技术的不断发展，设备价格的下降，其应用范围及产生的社会经济效果，将是不可估量的。

三、计算机发展史

纵观计算机的发展史，从最早的电子管式发展到今天，历经了数十年的曲折过程。对于前一段的发展历程，一般根据使用元件的性能有分几代的说法：

第一代：1946 年～1957 年，电子管式。1946 年电子管问世，它的开关速度大大超过继电器，科学家们很快就想到把它用于制造计算机。人们普遍认为第一台 ENIAC 通用电子计算机是美国宾夕法尼亚大学于 1946 年制成的，它是美国陆军军械署为制造弹道特性表而投资开发的。

第一台电子计算机用了 18800 个电子管，重达 30 吨，占地 170 平方米，其功耗为 150 千瓦，每秒钟可进行 5000 次加法运算。第一代计算机不仅体积重、功耗大，而且故障太多（平均每 7 秒钟就爆毁一个电子管）。尽管如此，人们还是对它喜爱有加，因为毕竟它的速度比人工快了许多万倍！

第二代：1958 年～1964 年，晶体管式。由于当时美国贝尔实验室发明了晶体管，其功能与电子管基本一样，但是体积小、功耗低、更耐用而且成本低，所以很快就被用于取代电子管制成晶

体管计算机，不过晶体管本身热稳定性能差，使得晶体管计算机性能不可靠，并且体积仍然较大。

第三代：1965年~1972年，中小规模集成电路式。集成电路（Integrated Circuits，简称IC芯片）是一种把晶体管做得很小、并把许多晶体管制作和封装在一块芯片上的技术。一般把每片有10只以内晶体管的芯片叫做小规模集成电路，有100只以内的叫做中规模集成电路。集成电路使得第三代计算机体积、速度、存储容量以及可靠性有了划时代的进步。

第四代：1973年至今，大规模、超大规模集成电路式。70年代初大规模集成电路的问世，使得单个芯片上的晶体管达到数百数千个。70年代后期，微电子技术的高速发展使得单个芯片上可集成几万个甚至更多的晶体管，又被称之为超大规模集成电路。第四代计算机体积小、速度快、功能强，而且稳定性好、精确度高、成本低廉。

现在存储器芯片的集成度已达到单片几亿个晶体管，这种发展势头仍在继续保持下去，速度之快使人们不再试图用什么形容词来修饰集成度的规模，也放弃了集成度每提高上百倍就命名新一代计算机的做法。80年代日本曾投入大量人力、耗资近五十亿美元开发高度智能化的计算机，并取名为第五代计算机，但是十多年未获成功。虽然现在没有叫出第五、第六代计算机，并不是说近二十年来计算机技术的发展没有达到“改朝换代”的程度，现在巨型计算机已达到每秒钟几十亿次加法运算的速度，比第一代电子管计算机快了七千万倍！

目前计算机的发展趋势是：巨型化、微型化、多媒体与智能模拟化、网络化。

(1) 巨型化。巨型机主要用于完成军事与其他尖端科学中的复杂精密计算。目前美国最先进的巨型机速度已达到20亿次/秒，容量已达到2.5亿个内存单元。我国制成的巨型机——银河机Ⅱ速度也已达到了10亿次/秒。所谓“巨型”不是指体积，而是指

功能、存储容量和运算速度,若论体积反倒小很多倍。

(2) 微型化。微型机的主要部件,如中央处理器 CPU 芯片、存储器 RAM 和 ROM、输入输出接口 I/O 芯片等均采用了超大规模 IC,整个计算机的主要部件做在几块面积较小的电路板上并共同放置在一个箱体内,从而揭开了微型计算机发展的序幕。因为微机的价格低、体积小、使用方便,所以很快普及到各个单位和家庭,随着软件系统的同步飞速发展,微机应用也迅速渗透到各行各业和各个领域。

在国内外,80 年代 IBM-PC 型 16 位微机得到普及,内存达到 640KB~1MB。90 年代以后,已经开始流行 32 位微机(如 386 型、486、586 型以及 Pentium 系列等),其内存已达到几 MB~几十 MB 以上,硬盘达到几十 MB~几个 GB,尤其是使用了光盘,采用压缩处理的数字信号,存储容量极大。

现在,各种型号的中文笔记本式电脑已进入市场。它不仅体积小,便于携带,而且功能强,适合各种场合下的中文输入编辑和排版。

微型机中的关键部件是 CPU 芯片。8 位机的 CPU 芯片如 Z80,16 位机的 CPU 芯片如 8088,32 位机的 CPU 芯片如 80386、80586、Pentium 系列等等。

由于 8088 指令系统种类齐全,功能较强,学习起来又比较容易,在 CPU 中具备典型的代表性,所以本书后一部分主要介绍 8088 指令系统及其汇编语言。

(3) 多媒体与智能模拟化。90 年代以后,多媒体、人工智能式计算机的研制得到了飞速的发展。

在类似 586 以上型号的计算机上,采用 CD-ROM 光盘和大容量的内存与硬盘,增加 CD-ROM 驱动卡、声卡和视频解压卡等,就可以变成一台多媒体计算机。多媒体计算机不但可以进行数值运算和字符处理,还可以对声音、图像等非数值型数据进行高效处理,利用光盘驱动器既能播放 CD 唱盘,又能播放 VCD 小