

● 计算机应用系列丛书

计算机技术应用基础

● 主编 黄汉光

● 石油大学出版社



计算机技术应用基础

石油大学出版社

计算机技术应用基础

黄汉光 主编

*

石油大学出版社出版

(山东省 东营市)

石油大学印刷厂印刷

新华书店发行

*

开本787×1092 1/16 25.5印张 653千字

1993年8月第1版

1993年8月第1次印刷

印数1—3000册

ISBN 7-5636-0278-X/TP·11

定价: 14.00元

前 言

本书是按石油天然气总公司“八五”教材出版规划,由石油院校计算机学科组推荐出版的统编教材,供石油院校各非计算机专业的本科生和研究生学习“计算机原理”或“微机原理与应用”课程时使用。

本书考虑了各专业的需要,内容涉及面较宽,按参考学时数80~100来组织内容。但许多章节具有一定的独立性,各专业可按照实际需要并根据所具备的基础知识情况对其加以取舍补充。例如:有关数字逻辑与数字电路的基础知识、中央处理机、指令系统、汇编语言和程序设计基础、I/O组织与接口技术、单片机原理与应用等章节均可根据实际需要加以取舍,而在“微机原理与应用”课中讲授指令系统时应适当补充一些实例。

本书的主要特点是:将传统的“计算机原理”和“微机原理”课的内容融会贯通在一起,以替代这两门课的教材。考虑到各类石油非计算机专业学生今后主要接触和使用的是微型机和小型机,而且要求其掌握的深度与计算机专业学生有所不同,因此,本书主要介绍微型和小型机的结构原理,从横向组织其带共性的基本内容,从逻辑结构的角度并采取硬、软件相结合的方法来介绍计算机基本原理、基本组成和应用,以达到着重掌握从程序员和使用者角度所看到的计算机外部特性。通过一种典型的汇编语言程序设计方法的学习,使读者掌握和了解汇编语言的基本知识和程序的几种典型结构以及程序设计的基本方法,为今后需熟练掌握特定机器的汇编语言程序设计打下自学的基础。本书编写时,力求深入浅出,通俗易懂,反映当前新的技术发展,使读者了解其技术发展动向。在内容选择上,照顾到各校实验室设备配置的状况,采用承前启后的原则,既顾及现实情况又考虑其技术发展。使用本书时要注意实践环节,应尽可能安排计算机组成、汇编语言、接口技术、单片机等方面的实验。

本书的第一章介绍了计算机的发展和特点,计算机在各主要领域中的应用,特别是在石油工业中的应用。第二章介绍计算机中的数制与编码,通过这一章的学习使读者掌握各种进位计数制及其相互转换、定点与浮点数的概念、数在计算机中的三种编码以及其他信息编码的基础知识。第三章介绍逻辑代数与逻辑线路,通过该章学习,使读者建立逻辑基础方面的知识,和第二章一样都是为后面的学习打基础。如果读者已具备这方面的知识,可跳过这一章。第四章是计算机系统导论,是为了使读者初步建立计算机系统的整体概念,了解计算机的硬件和软件组成(有关软件系统的介绍也可由学生自学)以及冯·诺依曼机的工作原理,明确计算机的工作过程就是执行程序的过程,也是周而复始地取指令和执行指令的过程,从而为学习后面的章节打下基础。对教学学时不多的专业,学习这一章的内容后可以不再讲授或有选择地讲授第六章的内容。第五章是运算方法及其实现,主要介绍加法器和运算器的工作原理,以及在计算机中如何实现各种运算的基本知识。第六章是中央处理机,是在学习第四章的基础上,重点介绍实现逻辑控制的两种基本方式和两种典型的微处理器Z80和8086/8088。第七章介绍有关指令系统的基本知识,重点介绍Z80指令系统,对8086/8088指令系统也作了简要介绍。第八章介绍有关汇编语言及汇编语言程序设计方面的基础知识,并从调用汇编程序的角度对混合语言编程作了简要介绍。第九章是计算机存储系统,介绍各种主要的内存和外存储器的结构和工作原理。第十章是输入输出组织与接口技术,通过该章学习了解主

机与外部设备之间的信息交换方式，掌握中断的概念，了解接口电路的作用和常用接口芯片的功能和使用方法。第十一章简要介绍了几种常用外部设备的工作原理。最后一章对典型的单片机的原理的性能和应用作了简要介绍。

本书第一、二、三、四、七、§8.4及附录由黄汉光编写；第十、十一、十二章由杨思伟编写；第八章前三节和第九章由朱珍编写；第六章由黎明编写；第五章由李健编写。全书由黄汉光统稿。王荣德和柏松两位副教授审阅全书并提出许多宝贵意见。本书的编写得到马玉书教授的大力支持，在此一并表示感谢。

由于编者的水平所限，书中难免存在一些缺点与错误，敬请读者批评指正。

编 者

1991.12

目 录

第一章	绪论	1
§1.1	计算机的发展概况.....	1
§1.2	计算机的发展趋势.....	2
§1.3	计算机的主要特点.....	4
§1.4	计算机的应用.....	6
第二章	计算机中的数制与编码	10
§2.1	进位计数制.....	10
§2.2	数制之间的转换.....	15
§2.3	计算机中数的表示方法.....	18
§2.4	十进制数的二进制编码.....	26
§2.5	非数值数据的编码.....	28
第三章	逻辑代数与逻辑线路	32
§3.1	基本逻辑运算与逻辑门.....	32
§3.2	逻辑代数简介.....	36
§3.3	有记忆作用的器件——触发器.....	45
§3.4	计算机常用的基本逻辑部件.....	50
第四章	计算机系统导论	58
§4.1	计算机组成和“存贮程序”原理.....	58
§4.2	计算机的一些基本概念.....	61
§4.3	计算机系统的硬件组成.....	63
§4.4	计算机的软件系统.....	69
§4.5	计算机的工作过程.....	77
第五章	运算方法及其实现	83
§5.1	算术逻辑运算基本部件.....	83
§5.2	定点加减运算.....	90
§5.3	定点乘法运算.....	97
§5.4	定点除法运算.....	101
§5.5	逻辑运算.....	104
第六章	中央处理器	107
§6.1	实现控制逻辑的方式.....	107
§6.2	微处理器 Z80.....	116
§6.3	微处理器 8086 和 8088.....	130
第七章	指令系统	141
§7.1	指令格式.....	141
§7.2	寻址方式.....	145
§7.3	指令类型.....	153

§7.4	Z80 指令系统	134
§7.5	8086/8088 指令系统	174
第八章	汇编语言及程序设计基础	188
§8.1	汇编语言的基本知识	188
§8.2	汇编语言程序设计的基本方法	201
§8.3	几种典型的程序结构及编程方法	208
§8.4	混合语言编程简介	232
第九章	存贮系统	240
§9.1	存贮系统概述	240
§9.2	半导体随机访问存贮器 (RAW)	244
§9.3	半导体只读存贮器 (ROM)	256
§9.4	存贮器与 CPU 的连接	261
§9.5	磁表面存贮器	269
第十章	输入输出组织与接口技术	276
§10.1	概述	276
§10.2	I/O设备的功能和分类	277
§10.3	接口的功能和分类	277
§10.4	I/O设备与主机的连接和信息交换方式	280
§10.5	计算机的中断系统	284
§10.6	常用接口电路简介	293
第十一章	常用输入/输出设备简介	330
§11.1	键盘输入设备	330
§11.2	显示终端	331
§11.3	打印机	333
§11.4	图形设备	336
§11.5	汉字输入输出设备	338
§11.6	条形码技术与设备	338
第十二章	单片机原理及应用	341
§12.1	概述	341
§12.2	MCS-51 单片机的硬件结构	343
§12.3	MCS-51 的寻址方式及指令系统	355
§12.4	MCS-51 单片机的外部功能扩展	358
§12.5	MCS-51 单片机的开发	360
§12.6	单片机的选型	363
§12.7	MCS-96 系列单片机简介	364
附录		366
附录 I	Z80 指令的寻址方式和机器码	366
附录 II	按助记符字母顺序排列的 Z80 指令表	376
附录 II	按机器码顺序排列的 Z80 指令表	395

第一章 绪 论

本章简要介绍电子数字计算机的发展概况、计算机技术的发展趋势及电子数字计算机的主要特点, 以及它在一些重要领域的应用情况。

§ 1.1 计算机的发展概况

人们习惯上所说的“电子计算机”是指电子数字计算机。它以数字化编码形式的信息作为加工对象, 是一种不需人的直接干预而能自动地对各种数字化信息进行算术运算和逻辑运算的快速工具。它具有能够自动、高速、精确地完成各种信息存贮、数值计算、数据处理以及过程控制等方面的功能。因此, 它既不同于对连续物理量进行运算的电子模拟计算机, 也不同于需要人参与指挥操作的手摇、电动计算机和市面上的袖珍计算器。

电子数字计算机的发明与应用是当代科学技术发展的最大成果之一, 是具有划时代意义的科学技术手段和管理工具。它的诞生和发展标志着人类文明已进入一个新的历史阶段, 有力地推动了其他科学技术的进展, 大大促进了社会生产力的发展, 千百倍地扩大了人类的智慧, 并且, 还将在改变人们的工作方式和生活方式方面产生重大的影响。

计算机技术也是当代发展最快、应用最广泛的技术学科。从1946年第一台电子计算机ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Computer) 诞生以来, 至今仅四十多年的历史。然而, 它已经历了四代, 目前, 正在向第五代过渡。第四代产品与第一代相比, 运算速度增加了几十万倍, 体积缩小到万分之一, 性能提高上百万倍。而成本则降低到万分之一。计算机的应用已普及到社会各个领域, 历史上没有任何一种科学技术发展得如此迅速。在推动计算机技术发展过程中, 电子器件特别是集成电路技术的发展是最活跃的因素, 起着非常突出的作用。其次, 计算机软件 and 系统结构的发展也起着重大作用。

一般认为, 1946年到1958年为计算机发展的第一代。构成计算机基本逻辑电路的主要元件是电子管。主存贮器采用延迟线或磁鼓, 容量只有数百至数千字。计算机的体积与耗电量都很大, 可靠性很差。编制程序采用机器语言和汇编语言, 计算机主要是以单机方式用于科学计算和军事需要。

从1959年到1964年, 为计算机发展的第二代。这一代的主要特点是: 计算机的逻辑电路主要采用晶体管分立元件, 主存贮器采用磁芯元件。辅助存贮器开始使用磁盘。计算机的软件开始使用高级程序设计语言及操作系统。计算机不仅用于科学计算, 也大量应用于数据处理, 并开始应用于生产过程控制。第二代产品比第一代产品在体积上小得多, 功耗上要少得多, 而在计算速度、存贮容量及可靠性等方面都提高了一个数量级(十倍到几十倍)。

从1965年到1971年, 为计算机发展的第三代。随着集成电路工艺技术的发展, 导致了计算机技术的第三代的到来。其主要特点是: 逻辑电路主要采用中、小规模集成电路。主存贮器仍以磁芯为主。计算机的体积进一步缩小, 性能价格比进一步提高。并且, 机种多样化、系列化。配套外部设备更加丰富, 数据库技术得到发展, 操作系统更加成熟, 功能日益强化, 大

大大提高了计算机的效率,计算机的使用更加方便。在系统结构方面也有很大改进,微程序技术得到广泛应用,人们开始将大、中、小型机配套使用,出现计算机网络。

计算机发展的第四代是指1971年以后,开始全面采用大规模集成电路的时代。计算机的逻辑电路和主存储器都采用LSI大规模集成电路(所谓大规模集成电路是指在单片半导体芯片上集成上千到十几万个电子元器件)。使计算机的运算速度提高到每秒几百万次到上亿次,计算机的体积更小,耗电更少,可靠性也进一步提高。在软件方面,发展了数据库系统、分布式操作系统、高效可靠的高级语言以及软件工程标准化等。在系统结构方面的主要特征是发展了并行处理技术、多机系统、分布式计算机系统以及计算机网络化等。另一重要方面是微机得到广泛的发展和应用。

特别需要指出的是70年代初微型计算机的出现,可以称之为计算机技术的一次新的革命。作为计算机的一个重要分支,其发展速度更是惊人,仅仅是十来年的时间,它已经历了4位机、8位机、16位机并已进入到32位机的第四代产品。由于微型机具有体积小,耗电量少,价格便宜,使用条件要求不高,灵活性大,可靠性好等优点,从而显示出强大的生命力。它为电子计算机的广泛应用,开拓了极其广阔的前景,使计算机的应用几乎渗透到一切领域,尤其在分布式数据处理、局部计算机网络、办公室自动化等事务处理中大显身手。

§ 1.2 计算机的发展趋势

计算机目前已全面进入第四代并向第五代迈进。各发达工业国家如美国、日本均投入大量人力、物力、财力,竞相研制第五代计算机。对第五代计算机目前尚无确切的定义,但普遍认为计算机的发展表现为四种趋势,即向巨型化、微型化、网络化、智能化等四个方向发展。

巨型化

为了适应尖端科学技术的发展和国民经济的需求,需要发展高速、大存储容量和强功能的巨型计算机。巨型计算机将作为用户的共享资源,用于大规模的科学计算和复杂的知识处理。一般说,巨型机的水平,往往体现一个国家的计算机科学水平。因为,它总是要在元器件和计算机结构组织方面有所突破,才能得到发展。

现代科学技术发展对超高速计算机的要求,始终是巨型计算机技术迅速发展的动力。现今社会已进入信息化的时代,对巨型机的应用日益普遍,不仅是尖端高技术研究、各种复杂大系统的模拟、人工智能应用等迫切需要高速、大存储容量、性能更高和使用方便的巨型计算机,而且,也需要将其推广应用到国民经济各个领域的科学计算、工程设计和数据处理等。目前,VLSI技术、CAE技术、并行算法和软件工程的进展已为发展处理能力更强的巨型机创造了良好的条件。在超高速电路方面,正在研制速度更快、功耗更低的新颖砷化镓(GaAs)器件,将进一步提高其集成度与成品率使其实用化,并在巨型机上逐步推广使用。ECL、CMOS电路亚毫微秒技术继续发展,每片以10万门计的逻辑片和每片百兆位的存储器片将在巨型机中得到广泛应用。然而,单纯从器件上来提高计算机的速度,潜力也是有限的,还必须在体系结构上有所突破。其中一个重要方面在于提高计算机的并行处理能力。这方面的研究动态是,由维数更多的、综合性能更高的向量机组成的多处理机系统;以高性能的成千上万个RISC(精简指令组计算机)微处理器为基础的结点组成的大规模并行计算机系统都将得到进一步发展。随着硬件在提高操作并行性的有效措施提出,并行算法、软件开发程序并行性的多任务技术的解决,面向超高速数值计算和符号处理、具有新型体系结构的

新一代巨型机将会问世。预计到本世纪末,巨型机的处理能力将比80年代末提高两个数量级以上。将会研制出峰值处理速度以每秒万亿次浮点操作计、主存容量以万亿字计的巨型机。其软件系统将更加完善,功能更强,效率更高,与用户的界面会更加友好,并创造更好的使用环境。巨型机的应用会向更广泛更深入的方向发展,并带来难以估量的效益。

微型化

由于微型机具有高可靠性、足够的高速度和大存贮容量,价格低廉,对环境要求不高,使用方便等特点,在性能价格比方面占有绝对优势。80年代,它已作为明星产品,开拓了计算机广泛应用的新纪元,90年代仍将是微型计算机大放异彩、应用更加普及的年代。总的发展特点是:体积更小,速度更快,容量更大,功能更加完善,使用更加方便。除了发展目前占主导地位的台式微机产品,还呈现出两头发展趋势。其一是:器件集成度和装配技术更高,向更加轻、薄、短、小、易搞易用、高可靠、低价格、售后服务需求少的方向发展,出现新的携带更加方便的膝上型、笔记本型微机;其二是:向具有高功能主机、配有多种外围设备和丰富的软件系统的高功能工作站型的高档机方向发展。

1988年底,重几公斤的16位膝上型微机已投入国际市场。目前,共有近百种不同型号的膝上型计算机,多数使用INTEL公司的80286微处理器。其主要技术目标是重量轻和体积小,但具有台式微机的功能,有足够快的处理速度和足够大的存贮容量,扩充功能强,以逐步取代部分台式微机。现在,又出现重量更轻和体积更小,比膝上型更具轻、薄、短、小特征的笔记本型微机,这是一种重量只有2~3公斤,供电以3小时的电池为主,内存几百K字节(1K=1024),配以微型软、硬磁盘驱动器,具有以MS-DOS为主的操作系统,可应用于文书处理的具有竞争价格的个人计算机。使用者可以很方便地将这种计算机放入手提包中。适合于外出的专业人员和秘书、推销人员使用,它已成为市场上具有很强吸引力的产品。

工作站是80年代推出的高档微机,是为工程技术人员提供的一种强有力的支撑环境。它对机器的处理能力、绘图能力、人机交互、网络连接等有更高的要求。在外设的配置方面,性能更高、更丰富(如绘图、缩微设备)。自问世以后,每年销售额以40~50%的速度增长。几乎每隔12~18个月,其处理器速度便提高一倍。目前,高档工作站的运算速度已接近300MIPS,超过了一般工程和专业应用的需要,可作较为高档的科学研究使用。由于其价格上的竞争性,已逐步侵占小型机市场。根据90年代工程技术人员密集的特点,将发展一种把工作站、网络服务器、UNIX技术、人机接口技术、计算机绘图技术和网络技术等融为一体的新的工作站,成为向人们提供方便而高效地处理问题以及解决智力性问题的计算机工具。

台式微型机由于其技术成熟、功能强、软件丰富,是微机家族中的主体。未来的发展方向,仍是提高处理速度与内存容量(将以32位微处理器为主,并向64位发展,内存将达到上百MB)。使用海量贮存设备,用户接口将从字符用户接口CUI,发展成图形用户接口DUI,显示屏上图文并茂,具有强有力的智能化的输入/输出能力,UNIX操作系统成为微机上的标准化的操作系统,采用高档微处理器的台式微机与工作站之间的差异也越来越模糊。

网络化

随着通信技术、计算机技术和信息处理技术的发展,计算机已从独立的微机或单机系统进入了网络化时代。这是计算机应用向深度和广度发展的必然结果,也是计算机技术与现代通讯技术、自动化技术互相渗透、互相结合的产物。所谓计算机网络,是用通讯线路将分布在不同地点并具有独立功能的若干个计算机系统相互连接起来,按照约定的网络协议进行数据通信,使网络中众多的计算机能够灵活方便地收集和传递信息,实现资源共享(包括共享

整个系统的硬、软件及数据资源)。

计算机网络的发展,使用户在同一时间、不同的地点,可以使用一个计算机网络系统。网络中各地的资源可互通有无,分工协作,从而使资源的利用率和处理能力大为提高。在计算机网络中,用户可根据问题的性质和要求选择网内最合适的资源来处理,以便迅速而经济地得到解决。对于综合性的大型问题可以通过合适的算法,将任务分散到不同的计算机上进行分布处理。利用网络技术可以把许多小型、微型机连结成高性能的计算机系统,使其具有解决复杂问题的能力。而若干计算中心的大、中型机连网可进一步增强处理能力,有利于共同协作完成重大科研的开发研究。计算机联网以后,各计算机互为后备,或在网络的一些点上设置公用的备用设备,而不必在每一点上都设置备用机。当某一处的计算机发生故障时,可转由别处的计算机或网上的备用机进行处理。既保证不中断工作,又减少了备用机的投资。当网中某一计算机工作负担过重时,可将部分作业转到网中另一较为空闲的设备进行处理,从而减少用户等待的时间,均衡了各计算机的负荷,使计算机系统的可靠性和可用性均得到提高。应用计算机网络技术,还可以对地理上分散的生产和业务部门提供实时的集中控制。例如,在长距离输油输气管道上建立计算机网络控制系统后,可实现全线管路生产过程的集中控制和管理调度。总之,计算机网络已在交通、企业管理、气象预报、情报检索等各个领域得到越来越广泛的应用。

按地理分布情况,一般将地理上分布较近的若干计算机连接的网,称为局域网或本地网。而把地理上分布距离很大的网络称之为广域网或远程网。

智能化

智能化就是使计算机具有人工智能。这是一个十分富有吸引力的研究方向,也是第五代计算机要努力实现的目标。让计算机来进行智能模拟,模拟人的感觉、行为、思维过程。使计算机具备“视觉”、“听觉”、“语言”、“行为”、“思维”的能力,能进行逻辑推理判断、自学习、联想、证明等。

智能化的研究包括模式识别、物形分析、自然语言的生成和理解、博弈、定理自动证明、自动程序设计、专家系统、学习系统、智能机器人等方面,是建立在现代科学基础之上,综合性很强的学科。

人工智能的研究已使计算机突破了“计算”这一初级含义,从质的方面扩充了计算机的能力。从而给计算机——“电脑”这个名词赋予了更丰富的含义。计算机将成为人们脑力劳动的有力工具,愈来愈多地代替人脑的作用,使人们从简单的脑力劳动中解脱出来,从事更富有创造性的工作。

展望未来,在计算机的发展过程中,必将有很多新的突破。未来的计算机将是半导体技术、光学技术、超导技术和电子仿生技术相互结合的产物。人工智能计算机、光学计算机、超导计算机、生物计算机等全新的计算机将会诞生。计算机技术将会发展到更高、更先进的水平。

§ 1.3 计算机的主要特点

1. 快速性

计算机具有高速进行运算和各种逻辑判断能力,这是计算机最突出的特点。电子计算机之所以能高速处理信息,除了由于采用高速电子器件外,还与计算机内部结构上采用

的方法和措施有关。首先，是它解决了不要人去介入，信息处理过程从头至尾自动完成。袖珍电子计算器尽管也是用高速电子器件组装而成，但由于其计算的步骤、方法和操作都部分地离不开人的介入，因而大大限制了它的处理速度。而电子计算机采用“存贮程序”控制的方法，即把计算过程表示为由许多条指令组成的程序，和数据一起预先存入高速半导体存储器中。算题时，只要按一下启动按钮或从键盘上发出运行命令，计算机就能按照程序进行控制，自动地完成预定任务。现代计算机由于采用自动优先中断、并行处理等技术，又在体系结构方面进一步提高了计算机的处理速度。所以，高速电子器件与计算机的合理结构相结合，就形成了计算机的重要特性——快速性。

2. 通用性

计算机能接受各类信息，除了数字化信息，还可以通过各种外部设备，采用数字化信息编码的方法，把诸如压力、温度等模拟量，语言、文字、图象等非数值量，转换成计算机能够直接接受的基二码信息。此外，由于任何复杂、繁重的信息处理任务都可以分解为大量的基本算术和逻辑操作，反映在计算机的指令操作中，按照一定的执行次序把它们组织成各种程序。执行相应的程序，即可完成相应的工作。这些程序可以是各个领域不同用户自己编写的应用程序，也可以是由计算机厂商提供的预先编好的，常驻在计算机内的，为实现各种目的的系统软件和应用软件包，能够随时快速调用。计算机只要选择和执行相应的程序，即可完成对不同任务的处理，不仅可以进行科学计算，亦可用于非数值计算、文字处理、图形处理、实时控制等。所以，多样化的信息，丰富的软件，使得计算机具有很大的通用性。

3. 逻辑性

计算机的内部具有逻辑判断能力，不像普通计算器那样只有四则运算能力。正是由于它的这种逻辑推理、判断的能力，使计算机具有处理复杂问题的能力。而且，计算机的运算控制部件，几乎都依靠高速逻辑电路来实现。计算机的内部操作与其说是运算，不如说是判断，这就是计算机的逻辑性。

4. 准确性

在计算机中，各种信息均采用数字化信息编码的方法处理，它用二进制来表示数。计算的精度取决于数据的位数，而二进制数据的位数可根据需要设计得很长。可以用双字或四字来表达一个数据，并用双字长、多字长运算指令进行运算。数据的有效位可以远远大于字长位数。而且，现代计算机结构的字长也越来越长，即使是微机也已普遍采用16位、32位字长（并继续向64位发展）。所以，电子计算机可以获得很高的计算精度。

计算机的内部特性和外部特性的关系如图1-1所示。

我们着重指出两点：“通用性”被四个内部特性箭头指向，表明是最集中地体现了计算机的结构特点。而

内特性“存贮程序”指向计算机外特性的每一项，表明它是计算机组成原理中最关键、最基本的一条。因此，弄清楚“存贮程序”的概念，研究它在计算机内部实现的过程，是了解现

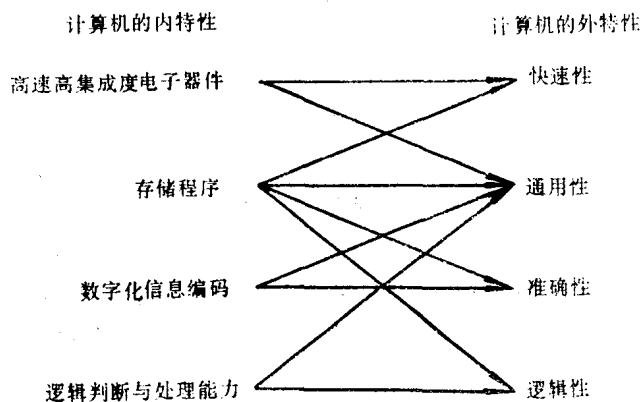


图1-1 计算机的内部特性与外部特性

代计算机工作原理的关键所在。

§ 1.4 计算机的应用

前面已经介绍计算机具有高速处理信息的能力，很强的逻辑分析和推理能力，又具有很大的通用性，特别是微型机的出现，其性能优越，工作可靠，使用方便，价格便宜。因此，计算机的应用已渗透到国民经济的各个不同领域，它在工业、农业、国防、科学研究以至社会生活等方面都得到广泛应用，应用实例不胜枚举，我们不能把所有的应用逐项列出，只大体上归纳成以下几个方面加以介绍。

一、科学技术计算

在发展科学技术和工程技术中所遇到的各种计算统称为科学技术计算。各种基础科学的研究以及航天飞行、飞机设计、船舶设计、桥梁设计、建筑设计、水力和原子能发电、石油勘探开发、地质探矿、气象预报等方面都有大量复杂的计算，采用计算机进行计算，可以节省大量的时间、人力和物力，而且可以完成许多人工无法完成的各种科学计算问题。

有些科技问题计算方法并不复杂，但计算工作量太大，人工根本无法完成。例如证明地图时只需四种颜色即可做到使相邻两国不出现同一颜色的“四色定理”，在数学上长期不能得到证明，成为一大难题。因为用人工证明昼夜不停的计算要算十几万年，而使用高速电子计算机，这问题就可解决。还有一类问题如用人工计算速度太慢，得到结果时已失去实际意义，如气象预报，只有采用计算机快速计算才能及时解决。

利用计算机还可以大大改变工程设计和产品设计的面貌，有了计算机就可以应用过去由于计算工作量大而不能采用的精确的算法，而舍弃原用的粗略近似的算法，使工程和产品的设计更加精确，现代技术工程往往投资大，周期长，用计算机可在短时间内计算出多种不同的方案，对其进行比较从中优选，而用人工计算就难以实现。

二、数据和事务处理

人类在科学研究、生产实践和经济活动中会遇到各种信息数据，如实验、检测、统计等方面的数据。数据处理的任务是将这些数据按不同的要求进行归纳、分类、整理、统计、加工等，得到有关的报表和绘制出数据分布曲线，以便人们进一步分析。其特点是处理的数据量大，时间性强，但一般不涉及很复杂的数学运算。采用计算机以后，才能对数据更好的加工，并获取经过选择的有用信息，才能对大量的数据进行及时、准确的处理。

在事务管理方面，包括各种企事业单位的管理，如企业的各种生产财务、计划、库存、运销管理、银行事务管理、飞机与火车的订票管理、空中交通管理、军事上的防空管理……等等。随着信息化社会的到来，计算机越来越广泛的使用于各种管理部门。事务管理小到个人家庭生活，大到国家的计划管理，计算机作为管理的有力工具，大大加宽了管理的幅度，大大延伸了人们进行管理的视野，提高了人们的管理水平和管理能力。计算机管理科学化、数字化，它是计算机应用的十分重要的方面，在各种应用中它占有很大比例。目前，世界上各工业发达国家都大力发展采用计算机的办公室自动化系统，个人计算机、文字处理机、电子复印机、智能工作台、各种终端设备相继推出。微机、网络、通讯技术的发展，促使办公室自动化系统成为人、计算机、通讯之间有机结合的系统。

三、自动检测与自动控制

计算机应用的另一重要领域是自动检测与自动控制。早在50年代就开始研究计算机在生

产过程和军事设备的自动检测、自动控制等方面的应用。小到家用电器的定时或顺序控制，大到整个工厂企业的自动控制与管理，以至武器与导弹涉及整个国家的防御和进攻的军事系统的控制，宇宙飞船发射的自动控制等都离不开计算机的参与。

由于生产技术的发展，对测量与控制技术提出了更高的技术要求，如要求提高反映工艺状态信息的速度，提高测量与控制的灵敏度和精度，以及高可靠性、高稳定性及高度自动化、智能化等。例如对于智能化的测试仪表，要求能在被测参数变化时，自动选择测量方案，并能进行自检、自校正、自补偿、自诊断等以获取最佳测量结果，这只有采用微机技术才能解决。微型机可以作为一个部件组装在检测仪表中。对于自动控制系统，为了实现复杂的控制功能，需要采用实时动态建模技术、在线辨识技术，从而实现实时最优控制、自适应等更为复杂的控制功能。有的系统甚至直接运用人工智能、专家系统技术设计的智能控制器，通过对误差及其变化率的检测，以判断被调量的现状及变化趋势，然后根据专家系统中的知识库、决策控制模式和控制策略进行控制。从而获得常规控制器不能实现的优良控制功能。由于自动控制的规模不断扩大，当前大力发展以多微处理器为基础的集散控制系统，其控制功能分散给若干台微机处理，而操作管理则高度集中到一台高性能的计算机处理，可以形成一种体现为“信息流”的综合管理与控制系统，不仅可以大大提高系统的可靠性，而且，把管理与控制功能结合起来。工业控制计算机的发展的另一个方面是采用标准工业控制总线，发展系列化、模块化、积木化的结构，通过不同的选配组合可以构成适合不同控制要求的系统，大大提高了系统的灵活性和可扩充性。总之，采用计算机控制系统不仅可以提高控制的准确、可靠性、提高产品的质量及合格率，而且，可以大大提高自动化水平和管理水平。

以微处理器为基础的各种工业检测与控制设备正以迅猛的势头发展着，很少有人怀疑它最终要取代各种已有的自控设备，大力开发和推广应用各种以微处理器为基础的工业检测仪表和控制装置，以改造传统产业提高自动化水平，是加速工业现代化的重大措施之一。

四、计算机辅助设计和辅助制造

计算机辅助设计 (CAD) 是用计算机来帮助设计人员进行设计，使设计工作半自动化、自动化，从而提高设计质量，并使人们从单调枯燥、沉繁易错的脑力劳动中解放出来，以便集中精力从事更有创造性的劳动。目前，它在汽车、飞机、船舶、机械、建筑、服装、超大规模集成电路 (VLSI)、计算机的设计中占据着越来越重要的地位。

设计工作往往需要绘图，因此，供辅助设计用的计算机通常配备有各种图形显示、绘图、光笔、鼠标等输入输出设备以及图形语言和图形软件。设计人员通过输入/输出设备把设计要求及设计方案输入计算机，运行相应的应用软件进行计算处理，并可用图形显示设备显示各种设计方案及二维三维图形，设计人员还可用光笔或鼠标器等工具进行选择或修改，直到满意为止。最后，可将有用的设计资料存入计算机的存贮系统。

所谓计算机辅助制造 (CAM) 是用计算机来进行生产设备的管理、控制和操作，如应用计算处理生产过程中所需要的数据并控制机器的运行，控制材料和半成品部件的流动，以及对产品进行测试和检验等。使用 CAM 技术可以降低工人的劳动强度，提高产品质量，缩短生产周期，降低生产成本。

属于这个范畴的还有计算机辅助工艺 (CAP 即用计算机来帮助制订工艺加工方案和工艺流程卡)、计算机辅助测试 (CAT 即利用计算机进行产品检验、测试) 等。

值得指出的是在制造业，为了进一步提高劳动生产率和企业的竞争能力，从80年代起工业

发达国家开始着手进行计算机集成制造系统 (CIMS——Computer Integrated Manufacturing Systems) 的研究和实施。CIMS是在自动化技术、信息技术及制造技术的基础上,通过计算机的硬、软设备,将制造企业的全部生产活动所需要的各种分散的自动化系统有机地集成起来,以实现全企业的“信息共享”和各环节的自动化的协调配合。在功能上 CIMS 将包含一个企业的全部生产经营活动,即从市场、产品设计、加工制造、管理到售后服务的全部活动。实现 CIMS后将为企业创造更好的经济效益。因为,一个规模较大的公司企业,其内部的信息种类多、流量大,如只在自动化方面局部使用计算机,而庞大的信息流动化方面局部使用计算机,而庞大的信息流动和加工仍是传统的手工方式,由于手工方式速度慢,信息处理不及时,并且劳动强度大还容易出错,不能达到对信息的及时性和准确性的两大要求,而准确和及时的信息是高质、高效的设计、管理和生产控制的关键,而 CIMS 则可以及时、准确地实现全企业的信息共享,所以,它将是提高制造业的生产率和综合竞争能力的主要手段。我国也已开始重视这方面的研究和实施。

五、人工智能

人工智能是计算机科学中涉及研究、设计和应用智能计算机的一个分支,是用计算机来模仿与人的智能有关的复杂行为,如理解语言、图象识别、常识性的推理、判断和学习、规划和问题求解的能力等等。

人工智能领域包括自然语言处理、机器视觉系统、问题求解、自动定理证明、自动程序设计、智能数据检索系统、专家系统、机器人等方面。在过去二十多年中,已相继建立了一些具有人工智能的计算机系统,如计算机下棋、理解自然语言、自动翻译、诊断疾病、专家系统、密码分析、情报检索、机器人等具有不同程度人工智能的计算机系统。

这里着重提一下专家系统,专家系统是指用计算机模拟专家的思维行为的系统。用户可与计算机专家系统进行“咨询对话”,得到有关问题的解答和建议,就象与具有某方面经验的专家进行咨询对话一样。专家系统可以解决的问题一般包括解释、预测、诊断、设计、规划、指导和控制等。

当前,国内外都很重视人工智能的研究和应用,各工业发达国家竞相开展具有人工智能的第五代计算机的研制工作,智能机器人的研制也已纳入一些国家的科学技术发展计划,人工智能的研究工作,在我国也受到越来越大的关注。

石油工业是我国国民经济中大量使用计算机的部门之一,配备有各种大、中、小型计算机,许多油田已建立了规模不同的局域网。石油工业还将建立起全国范围的广域网,计算机的应用已普及到生产基层。在前面介绍的五大方面都得到一定的应用实施。

石油地质勘探方面利用数学地质方法(方差分析、回归分析、多元统计分析、数学模拟等方法)来研究地层、贮层、构造的地质情况和地质参数,进行储量计算资源评价等也都需要大量使用计算机来进行分析计算,使用计算机来绘制构造图、等值线图、剖面图、测线图、直方图……等各种基础图件。采用现代的数字地震方法和测井方法可以大大提高勘探和测井的效果,而数字地震资料和测井资料的处理必须借助于功能强大的计算机系统才能实现。

石油钻井方面的井筒及井底岩石力学、环空水力学、管柱力学、井控及井喷技术等都存在大量的科学计算问题,有关单位已陆续开发了各种各样涉及钻井工程各个环节的钻井工程计算软件,正在系统地开发和完善适用于钻井工程常规的和特殊工艺的设计、施工、计划和分析软件(如井身结构设计、套管设计、定向井、水平井设计系统等)以提高科学打井的整

体水平。还在研究和开发适用于钻井工程的各种专家系统（如钻井工程设计专家系统、固井专家系统、完井专家系统、洗井液专家系统、事故处理专家系统等），以数据库为基础，用于指导生产规划未来的决策、管理软件（如钻井生产辅助决策软件、钻井投资、成本预测软件），以提高钻井现代化管理水平和决策水平。

油气田开发方面也大量应用各种生产统计分析软件、各类数值模拟软件。在油田地质研究、开发方案设计、油气藏动态研究和预测、采油工艺研究、调整方案的编制等方面均都大量应用软件，借助它们为油田长期高产稳产提供科学依据。油田开发数值模拟、油藏动态监视（动态储量、油水界面活动、有效渗透率等）、油气井生产分析（地层、井筒、工艺措施、分层模拟及优化等）都需要用计算机进行计算和绘制各种开发图件。特别是进行数字模拟分析时，常需要对上百万个数据进行计算，如不借助计算机靠人工很难完成。有关单位也在研究和开发适用于油气田开发的各种专家系统，如抽油机工况分析和故障诊断系统、油气田开发经济评价系统等。

石油机械专业，除了使用计算机进行工程力学、强度的科学工程计算，使用计算机绘图，而且，在计算机辅助设计（CAD）、计算机辅助工艺（CAP）、计算机辅助制造（CAM）、机床的数控技术等方面都取得一定的进展，如抽油机计算机辅助设计系统、钻头辅助设计、辅助工艺、辅助制造系统均已开发和应用。

在油气集输方面，同样也应用大量工程和科学计算、优化设计等应用软件，我们不再一一列举。这里特别指出，在长距离输油输气管线，由于密闭输送工艺和管网实现优化调度的工艺要求，加上地处环境恶劣地区的工作站（如加压站）需高度自动化，做到无人值守。因此，必须采用建立在微机控制的就地自动化装置和建立在计算机网络基础上的计算机控制系统，通常，采用称之为监控与数据采集（SCADA——Supervisory Control and Data Aquisition）系统。

当今社会已进入信息化的时代，为了充分利用石油信息资源，提高全石油系统的现代化生产管理水平、科研水平和决策水平，石油工业正着手建立以计算机技术和通信技术为基础的石油勘探开发数据库系统，并将进一步发展为石油综合管理信息系统。建立起全国石油勘探开发信息的穿透性检索和快速透明的查询，实现石油勘探开发四级信息的纵向高效管理，同时，以信息高度共享为前提，大力开发各种应用软件和分析决策软件，建立与之相配套的模型库与方法库，大幅度提高信息的综合利用率，使其产生直接或间接的经济效益，石油工业的计算机应用将达到一个新的水平。

了解计算机的有关基础知识，并掌握一定的应用计算机的本领，是对现代工程技术人员的基本要求之一。在本书的以后各章，将进一步介绍有关计算机的基本知识。

第二章 计算机中的数制与编码

任何信息进入计算机和被计算机加工,必须采用数字化编码的形式。所谓编码就是用少量基本符号按照一定的规则组合来表示大量复杂多样的信息,包括数值与各种文字、符号、语言、图象等各种非数值信息。当代码中规定只采用J个基本符号时就称之为基J码。在计算机中,所有需要计算机加以处理的数字、字母、符号等都是以一串由“0”或“1”两种最简单的符号组成的基二码来表示的,它是计算机唯一能够识别的语言,称之为机器语言。计算机中使用的数制也是由“0”、“1”两种数符构成的二进制,它有自身的特点和一整套独特的运算规则。在计算机中还规定相应的数的表示和编码方法。

本章主要介绍与计算机的运算和操作有关的数字化编码方面的基础知识,包括与计算机有关的计数制及其相互转换,计算机中数的表示方法和编码方法,以及其他数字化编码的知识。

§ 2.1 进位计数制

当一种代码用于计数并规定每一位只采用J个基本符号,通常,就称之为基J数制。

当数值符号因其在数中的位置不同,而具有不同的位值(称为“权”),又有“逢J进位”规则的计数制,称为进位计数制。与计算机有关的进位计数制有十进制、二进制、八进制、十六进制。

进位计数制一般用位置记数法表示数,记作

$$(N)_J = \pm (K_{n-1}K_{n-2}\cdots K_1K_0.K_{-1}K_{-2}\cdots K_{-m})_J$$

计算其值时一般用按“权”展开的多项式表示法,写成以下的和式

$$\begin{aligned}(N)_J &= \pm (K_{n-1}J^{n-1} + K_{n-2}J^{n-2} + \cdots + K_1J^1 + K_0J^0 + K_{-1}J^{-1} + \cdots + K_{-m}J^{-m}) \\ &= \pm \sum_{i=n-m}^{n-1} K_i J^i\end{aligned}$$

式中 K_i ——表示第*i*位的数码。 $0 \leq K_i \leq J-1$;

J ——表示基数;

n ——为小数点左边的位数;

m ——为小数点右边的位数。

n 、 m 均为正整数。

例如:十进制数 $(333.36)_{10}$

$$\begin{array}{ccccccc}333.36 & = & 3 \times 10^2 & + & 3 \times 10^1 & + & 3 \times 10^0 & + & 3 \times 10^{-1} & + & 6 \times 10^{-2} \\ & & | & & | & & | & & | & & | \\ & & 100 & & 10 & & 1 & & 1/10 & & 1/100 \\ & & \underbrace{\hspace{10em}} & & & & & & & & \\ & & \text{位} & & \text{“权”} & & \text{值} & & & & \end{array}$$