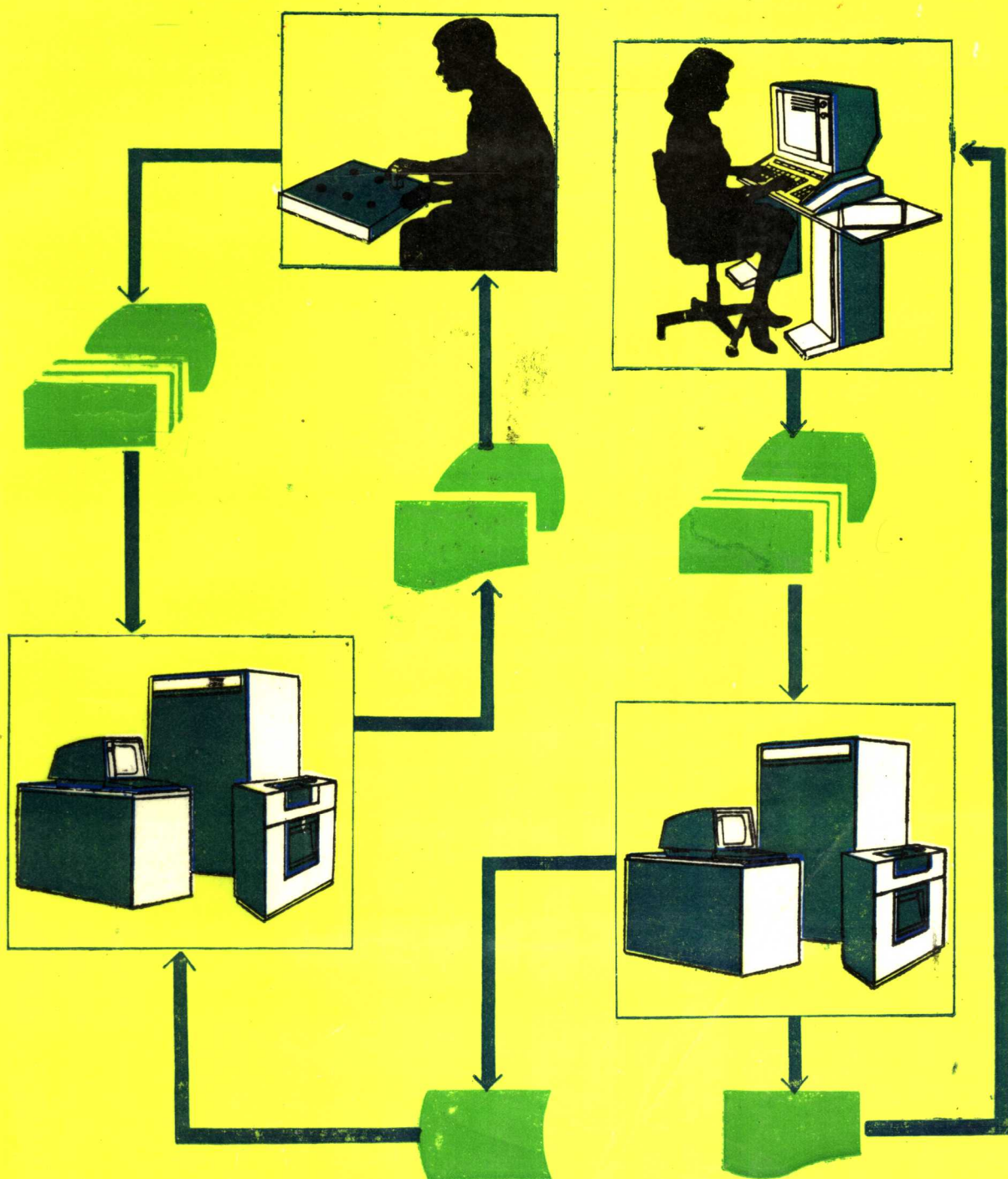


微型计算机在企业管理中的应用

吕俊亚 朱彦强 张美玲 主编

成都科技大学出版社



《微型计算机在企业管理中的应用》

主 编 吕俊亚 朱彦强 张美玲
副主编 詹利萍 刘宏超 景 丽
张永强 冯益广

成都科技大学出版社

22301
(川) 新登字 015 号

内容提要

本书从加速企事业推广和普及计算机应用这个角度出发,介绍了计算机的相关基础知识,其内容包括三个部分,第一部分主要介绍计算机的基础知识。它包括计算机的发展史、计算机的硬件及软件系统组成、微型机的分类及其主要性能指标以及常用软件系统的性能特点、CCED 电子制表软件及 WPS 文字处理软件的应用;第二部分主要以目前广为流行的数据库系统 FOXBASE+ 为蓝本,介绍程序设计及数据操作初步。在此部分中,先抛开复杂抽象的有关数据库的概念,首先介绍 FOXBASE+ 数据库的定义及其基本操作方法,最后通过编程实例把编程和数据操作贯通在一起;第三部分主要介绍计算机在企事业管理中的应用。它包括目前企业中计算机应用状况及存在的问题以及发展方向,并在最后就几个成熟的计算机管理子系统从其设计思想、操作方法及产生的社会效益三个方面作了介绍。

本书结构新颖,内容朴实,对于企事业普及和推广计算机应用针对性强,起到了抛砖引玉的作用。

本书可以作为企事业单位管理人员及成人教育的培训教材,也可以作为广大管理、经营、办公人员的实用参考书。

《微型计算机在企业管理中的应用》

吕俊亚 朱彦强 张美玲 主编
成都科技大学出版社出版发行

各地新华书店经销

芙蓉矿务局印刷厂印刷

开本 787×1092 1/16 印张 14.5

1995 年 9 月第 1 版 1995 年 9 月第 1 次印刷

印数 1—3000 册 字数 335 千字

ISBN7-5616-3126-X/TN·79

定价 16.50 元

前 言

随着我国改革开放的进一步深入和经济的高速发展,计算机也日益受到各行各业尤其是企事业单位的重视。人们对于学习和掌握计算机知识和应用的要求也日趋强烈。为了适应当前形势发展的需要,为了推广和普及计算机在教学及企事业单位管理中的应用,我们编写了《微型计算机在企业管理中的应用》一书。

本书的突出特点是在编写过程中打破了传统意识的约束,克服了以往的计算机教材的各章节内容安排必需在学习掌握 BASIC 语言基础之上的弊端,可以使不具备任何程序设计基础知识和概念的读者象学 BASIC 语言一样直接学习 FOXBASE+程序设计。所以在内容安排上,一方面针对没有任何计算机基础知识的读者,首先安排了计算机的基础知识,简洁明了,浅显易懂,使读者对计算机的硬件软件有一个初步的了解;另一方面,我们在本书的后半部分安排了 FOXBASE+内容,在这一部分,我们首先抛开复杂的数据库原理,先从简单的语句、操作入手,按照由浅入深,由易到难,循序渐进的要求组织内容,精选习题、例题,这样更接近人们由简到繁的思维规律,既有利于仅有计算机的硬件软件基础知识,而没有任何程序设计的基础知识和概念的初学者轻松愉快地接受,又有利于具有一定编程能力的读者进一步提高。其次,本书在普及的基础上兼顾提高,FOXBASE+部分在讲清基本语句、基本操作的基础上,举了企事业单位管理应用的经验实例,其目的是对读者起到抛砖引玉的作用,帮助读者融汇贯通,举一反三,并独立编写自己的实用程序,设计开发出一定规模的计算机管理系统。同时,该书也充分体现了数据库应用领域和汉字处理方面近几年的新进展和新成果。另外,该书中所述各命令、例题均经过上机调试,完全通过。

本书目的在于普及计算机基础知识、中文编辑软件和 FOXBASE+关系数据库知识,以满足社会各个领域特别是办公自动化和企事业单位管理方面的需要;满足各财经院校、计算机类和经济、管理以及文科各专业课程设置的需要;另外也把我们多年的教学经验和企事业单位管理系统的设计和应用的实践献献给读者。

本书第一章由冯益广、詹丽萍编写,第二章由刘宏超、叶涛、马富增编写,第三章由景丽、尚泓泉编写,第四、五章由吕俊亚、张永强、郭节编写,第六章由刘宏超、张萍编写,第七、八章由张美玲、朱彦强、牛运卿编写,张亚东、王诗臻副教授完成了大纲的拟定和编稿工作,在此表示衷心的感谢。

限于水平,加之时间短促,错误和缺点在所难免,敬请广大读者海谅雅正。

作者 1995 年 7 月

目 录

第一章 计算机导论	(1)
1.1 概述	(1)
1.2 计算机的组成结构	(6)
第二章 微型计算机应用基础	(13)
2.1 微型计算机概述	(13)
2.2 微型计算机操作知识	(16)
2.3 汉字录入技术	(36)
第三章 常用字处理系统介绍	(47)
3.1 CCED 中文字表编辑软件	(47)
3.2 WPS 文字处理系统	(69)
第四章 FoxBASE+ 程序设计初步	(88)
4.1 绪论	(88)
4.2 FoxBASE+ 的基本概念	(90)
4.3 FoxBASE+ 的常用命令介绍	(96)
4.4 过程及过程调用	(110)
4.5 简单程序设计举例	(113)
第五章 FoxBASE+ 数据库及操作命令	(120)
5.1 数据及数据库的概念	(120)
5.2 FoxBASE+ 数据库结构的建立与修改	(123)
5.3 FoxBASE+ 数据库基本操作命令	(126)
5.4 数据库操作程序设计举例	(142)
第六章 FoxBASE+ 常用的内部函数	(158)
6.1 数字型函数	(158)
6.2 字符型函数	(160)
6.3 逻辑型函数	(162)
6.4 日期型函数	(163)
6.5 具有特别用途的函数	(165)
6.6 函数引用程序设计举例	(170)
第七章 计算机在企业管理中的应用	(173)
7.1 意义	(173)
7.2 国内企业计算机应用情况分析	(173)
7.3 计算机在企业管理中应用分类	(176)
7.4 企业计算机系统的开发	(179)
第八章 企业中计算机系统应用举例	(199)
8.1 帐务处理系统	(199)
8.2 核算系统	(221)
8.3 报表系统	(225)

第一章 计算机导论

电子计算机的出现和发展是 20 世纪科学技术的卓越成就之一,它是科学技术和生产发展的结晶,并大大促进了科学技术和生产的发展。计算机诞生至今仅 40 多年的历史,它的发展和用途已达到了最初设计者无法想象的地步。从科研单位到工农业生产、从企事业单位管理到家庭生活,各行各业都在广泛使用计算机,可以说,计算机是第四次产业革命的核心,比蒸汽机对第一次产业革命的作用更为重要。计算机的知识已成为当代知识结构中不可缺少的一个重要组成部分。本章就计算机的一般知识做以概述。

1.1 概述

1.1.1 计算机的诞生和发展

在人类文明发展进程中,人们不断创造和发明出新的科学计算方法和先进的计算工具。我们的祖先在计算工具方面的许多发明创造,为科学和文化发展作出了重要贡献,已为世所公认。我国早在春秋时代就有“筹算法”(用竹筹计数),唐末创造出算盘,随着生产的发展,计算日趋复杂,人类开始研制更先进的计算工具。1614 年英国数学家耐普尔(Napier)发明了对数,并制造了一台做乘法的计算器。后来,英国人奥托把对数刻在木板上,出现了计算尺。1642 年,法国数学家布莱斯·巴斯卡(Blaise Pascal)发明了加法器并制造出世界上第一台机械计算机。现在常用的 Pascal 算法语言,就是为纪念他而命名的。1834 年,英国数学家查尔斯·巴贝奇(Charles Babbage)完成了分析机设计,提出自动通用数字计算机的思想,1940 年美国贝尔实验室研制成功继电器计算机,而世界上第一台电子数字计算机 ENIAC(埃尼阿克,Electronic numerical integrator and calculator 电子数字积分和数值计算器)则于 1945 年 12 月在美国研制成功并开始运行,1946 年 2 月正式投入使用。电子管是它的主要逻辑元件,它体积很大,运算速度仅有 5000 次/秒,当时仅用作数字积分和数值计算,但对美国陆军的弹道曲线计算起了很大作用。

自从第一台电子计算机诞生以来,经历了这样几代:

第一代计算机(1945~1958)的主要特征:在硬件方面以电子管为主要逻辑元件,以磁鼓延迟线为主存储器,硬件体积庞大;在软件方面主要使用以 0 和 1 作为书写代码的机器语言,开始出现符号语言(汇编语言);运算速度从每秒几千次到几万次;运用范围仅限于科学计算和工程计算。

第二代计算机(1958~1964)的主要特征是:在硬件方面以晶体管为主要逻辑元件,以磁芯存储器为主存储器,硬件体积大大缩小;软件方面已开始使用高级程序设计语言(FORTRAN, ALGOL-60, COBOL, PL/1 等等),出现了操作系统;计算机的可靠性和运算速度均有很大提高,一般可达每秒几万到几十万次;这时计算机已开始用于数据

处理及过程控制。

第三代计算机(1964~1971)的主要特征是:在硬件方面以中小规模的集成电路为主要逻辑元件,主存储器仍以磁芯存储器为主,出现了半导体存储器,外存储器开始使用大容量磁盘;机种多样化,系列化;外部设备更加齐全,高级程序设计语言 and 操作系统得到进一步发展和普及;可靠性和运算速度进一步提高,一般可达每秒几十万到几百万次;计算机广泛应用于工业控制,数据处理与科学计算等各领域。

第四代计算机(1971年以后)的主要特征是:在硬件方面使用大规模集成电路为主要逻辑元件,主存储器以半导体存储器为主,机器体积进一步缩小,出现了微型计算机,并迅速得到发展;一些巨型计算机运算速度已达每秒十几亿次,并且在计算机体系结构方面出现了分布式计算机系统;开始用硬件实现部分软件的功能。软件技术进一步提高,出现了计算机网络系统。所谓网络系统就是把若干台独立的计算机用通讯线连接起来,构成计算机网络系统,或者在单台计算机上接上多个终端设备,形成彼此可以通讯的计算机系统。同时,还出现了分布式操作系统与分布数据库管理系统,计算机的发展进入了以网络为特征的时代。

前四代计算机基于同一个基本原理,(ENIAC例外)以二进制数和程序存贮控制为基础结构思想。这个思想是由美籍数学家冯·诺依曼(VonNeuman)于1946最早提出的,它确立了至第四代为止的各代计算机的基本工作原理,根据这个原理,信息在计算机内部以二进制数表示,除了要将运算所需的数据输入机内,还要将运算步骤事先编成指令,将指令输入到计算机内贮存起来,这就是“存贮程序”的概念。计算机根据人们先存贮在计算机里面的程序指令一步一步地进行操作,对数据进行加工处理以及输出,这就是“程序控制”。从这个意义上说,计算机对信息的处理是不需要人干预的,即可以说是“自动”的,是由程序控制的。因此,现在的计算机归根到底还是根据人们预定的意图工作的,这种基于“存贮程序”原理的计算机,称为冯·诺依曼型计算机。

第五代计算机,正在研制的第五代计算机将是一种非冯·诺依曼型的计算机。它采取全新的工作原理和体系结构。它更接近于人们思考问题的方式,即“推理”方式。第五代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前四代计算机。这种新型的计算机称为“知识信息处理系统”。其功能从目前单纯的数据处理发展到知识的智能处理。这种新型计算机具有人工智能的功能。因此,未来的第五代计算机的研制成功将是对计算机科学技术的一项突破性的贡献,被称为“第二次计算机革命”。目前许多国家都投入了大量的人力、物力研制第五代计算机。但是从目前情况看,第五代计算机研制成功并真正投入使用,还不是很短时间所能实现的。但是第五代计算机计划基本结束。这一计划历时10年(1984~1994)、耗资540亿日元,日本拿到的结果主要是完成了并行处理计算机PIM,以及和它相配套的逻辑处理语言KLI,还有并行操作系统PIMOS等约20种实验性应用软件。据称,PIM并行机能进行每秒几亿次接近人类思维方式的逻辑推理。日本提出五代机,引起了全世界的关注,经过了10年开发,已经取得了一些成果。当然,对五代机的评价目前世界上是有争论的,有待深入论证。

计算机五代的划分是计算机硬件和软件发展的标志,人们起初是从计算机所用的器件来划分的(分为电子管、晶体管、集成电路、大规模集成电路四个时代),近年来人们

认为不应当只从电子器件来划分，而应当从计算机系统的全面技术水平划分，把硬件和软件和发展结合起来考虑。

巨型计算机的发展。70年代，随着微型计算机的发展，也发展了巨型计算机。所谓巨型机就是性能最好，功能最强，速度最快的计算机。可以说它是计算机中的“大象”。它具有巨大的数值计算能力和数据处理能力。用它来解决那些在一般计算机上难以解决的科学计算、工程设计、数据处理问题。如核弹头的轨迹、航天航空飞行器设计、空气动力学、天气预报、卫星图象处理、石油勘探、空中交通管理、经济信息预报、资源分析等。随着科学的进展，人类对客观规律认识的加深，科学计算的问题越来越复杂，对计算机的功能要求也就越强。

70年代初，研制成的巨型机以ILLIAC-IV为代表。该机1973年正式投入运行，每秒平均速度为15,000万次。80年代，巨型机有很大的发展，其中CYBER205每秒达80,000万次。90年代，巨型机又有了新的飞跃，富士通研制的VPP500系列，可以搭载200多个CPU，最大运算能力达每秒3550亿次。

随着计算机硬件的进展，计算机软件的投资越来越大。操作系统极为复杂，应用软件五花八门。仅IBM360系列的软件开发用了六千个人年，整个IBM软件资源，包括应用软件有几千亿美元。

国外有人预言，今后计算机发展到：你买我微机系统，我送你CPU（中央处理器）；你买我小型机系统，我送你小型主机；你买我大型机系统，我送你大型机全部硬件。这三句活的含义是清楚的，对于微型机来说，CPU所占价格比很小，约在10%以下。对于小型机来说，主机在整个系统中所占的比重也很小，可以白送。大型机系统中软件的开发价格远比硬件大。

1.1.2 计算机的特点

电子计算机的原理上可以分为两大类：电子模拟计算机和电子数字计算机。从用途上可分为通用计算机和专用计算机。我们仅叙述电子数字计算机的特点：

一、运算速度快

由于计算机利用了半导体器件，采用“存贮程序”的方法，它们相结合形成了计算机的快速性，目前巨型机已达每秒几十亿次。

二、精确度高

一般计算机可以十几位有效数字进行运算，随着机器字长的增长，精确度不断提高，但这样使机器的运算速度下降，所以没必要无限地增加有效位数。

三、具有“记忆”和逻辑判断能力

计算机不仅能进行计算，而且还可以把原始数据、中间结果、计算指令等信息存贮起来，以备调用。它还能进行各种逻辑判断，并根据判断的结果自动决定以后执行的命令。

四、自动性和通用性

使用者把程序送入后，计算机就在程序的控制下完成全部计算并打印出结果，而不需人的干预。通过不同的程序完成各种不同功能。

根据以上的介绍，现在我们可以给电子计算机下一个定义：电子计算机是一种以高速进行操作，具有内部存贮能力，由程序控制操作过程的自动电子装置。

1.1.3 计算机的用途

电子计算机具有速度快、精度高、既能储存程序又有逻辑判断能力等特点，应用范围也大大超出了最初设计者的初衷。总的来说它包括以下几个方面。

一、科学计算方面的应用

第一台计算机ENIAC是为了军事科学研究工作应用而研究的。40多年来，大量的实践证明，电子计算机是现代科学技术极其重要的“催化剂”，是科学工作者不可缺少的助手。例如，在设计火箭之前，要对不同形式的火箭在飞行中情况进行计算。要计算出火箭同周围气流的速度、密度、压力和温度等物理量的关系。这类问题的计算，可以归结为求解的一组空气动力学方程。求解这组方程，计算比较复杂，人工很难完成。再如计算卫星的飞行轨道，也可归纳为求解一组常微分方程。这组方程的求解，也是人工很难完成的。

使用电子计算机，能使科学实验大量减少。得到很好的经济效益。据说，第二次世界大战中，法国的V-2火箭，实验发射了1400次之多，结果证明对英国伦敦的袭击命中率极低。而现代化的火箭，只要发射几次，就可以定型。这是因为，事先用计算机作了大量计算。再如，为了求得飞机的空气阻力与升力，必须用风洞作吹风实验。一种飞机设计，往往要吹几百次，几千次甚至更多，吹风的费用极大，而且得到的结果还不准确。吹风也不过是求解特定的方程或模拟方程计算，现在这些方程大部分情况下都可以用计算机来求解，它可以做的更快、更准，成本非常低。最后，做成模型再进行少量的风洞吹风，即可定下方案。这种计算机求解过程，也可以称为计算机吹风。

二、数据处理方面的应用

一般来说，科学计算数据不多，计算过程比较复杂；而数据处理一般数据量很大，计算过程比较简单，它可以包括对数据的加工、合并、分类等工作。38年前，这类工作还很小，并且不使用计算机。现在，数据和信息的处理在计算机的使用中占有很大的比重，而且越来越大。大部分的大中型企业，政府部门、机关学院都使用大型信息和数据处理系统进行高效的管理。

现代化的科学研究和生产建设越来越社会化了。一方面，各部门的分工越来越细，另一方面，一些重大的经济问题、科技问题的解决综合性越来越强，时间上要求紧密配合。比如，为了发展登月计划工程，往往需要动员几十万人、几万个科研单位、工厂和学校，因此组织管理工作相当复杂。在这项工作中，无论是编制计划，安排生产，还是核算成本，协调各单位的动作，都不是人工计算所能完成的。现代化的计算机，利用海量存储器存储数据库，可以全面地为上述计划服务。

计算机在企业管理方面，有工资计算、编制生产计划、计算产量、产值、定额、成本、利润、库房管理、银行业务、统计造表，人事管理等，如工资计算，在较大型企业或中型企业一般上万人之多，这样在每个月的发放工资时，要对每个职工的基本工资、奖金、津贴、病事假扣除、煤气补助、水电费等各进行加减运算。这样财务部门要有大量

的人员多次进行计算,但还不准确,即使同一个人,每次用算盘计算的结果就不相等,这是财务部门最头痛的事,总是在月初忙到月末。现在计算机走进了企业,只要把每个职工的情况输入机内,在月底只需用一条命令就可准确无误地计算出各职工的实发工资、且可以随便计算各项款项的累计和占总款项的百分比等。

三、自动控制方面的应用

电子计算机速度快,计算准确,在计算过程中能自动修改程序。近年来,在自动控制方面得到了非常广泛的应用。例如,用电子计算机控制机床,加工速度比普通机床大约快10倍以上。不仅节省人力物力,提高劳动生产率,而且大大提高了加工元件的精度。

有一些控制问题,是人们无法亲自操作。例如,宇宙飞行,火星探测等就要用电子计算机准确的控制。再如,现代军用飞机控制,它要求在很短的时间内,计算出敌机的各种飞行参数,控制自己飞行的姿态,采用什么样的攻击方案,决定采用何种武器,这些控制,对于驾驶员来说,是很难承受的负担。还有,如飞机的地形回避,着陆等,飞行员稍有疏忽,就可能造成机毁人亡的事故。美国发动的海湾战争,在前沿指挥部就安装了3000多台用以控制和处理,据说B-1飞机上就有计算机近30台,又如核裂变问题,它是人们无法接近的,出现故障后会造成重大生命、财产的损失,因此必须由计算机来控制。

还有一些控制精度要求极高,例如洲际导弹,射程在一万公里以外,真是“差之毫厘,失之千里”。利用电子计算机控制,精度可以达到几十米的范围内。

近年来,由于微处理机的出现,进一步扩大了计算机在自动控制方面的应用范围。

四、辅助设计方面的应用

计算机辅助设计,简称CAD技术,它是综合地利用电子计算机的计算、逻辑判断、数据处理等一些功能和人的经验与判断能力相结合,形成一个专门系统,用来帮助各种产品、各项工程的设计工作。它是近十年来形成的一项重要计算机的应用。目前在飞机、船舶、半导体集成电路大型自动化系统等的设计中,CAD技术有愈来愈重要的地位。

以集成电路为例,要在不到 $1\text{cm} \times \text{cm}$ 面积的硅片上制出几万个三级管、二级管和电阻,必须经过制图、照像制板、光刻等多道复杂的工序,仅设计制图一项,工作量就非常大,其中的线路位置及各器件的连线常是人力难以解决的问题。采用CAD技术,就可以用计算机编制制板程序,在专用设备上直接进行光刻,不但免去了制图的工作量,精度还可以大大提高。

在飞机设计方面,使用CAD技术很有名的例子是:英国的三叉戟比美国波音727设计早开始三年,但由于727设计中使用了CAD技术,结果两种飞机却是同时上天试飞,据估计,CAD技术起码帮助727的设计周期缩短了两年的时间。

五、人工智能方面的应用

人工智能也叫智能模拟,它的意义是,研究电子计算机模拟人的智能问题。从60年代初提出人工智能以来,受到各先进的产业国家普遍重视。

人工智能活动是一种高度复杂的脑功能,如联想记忆、模拟识别、语言翻译、学习模仿、归纳演绎、数值计算、决策对奕、文艺创作、创造发明等,都是一些复杂的生理和心理活动过程。但是,研究表明,在智能活动中存在五个基本要素,人的种种智能表

现，都是这些基本要素的综合效应。这五个要素为：受感、记忆、归纳、演绎、效应。受感相当于感觉传感器，如视、听、触、嗅、味等。用计算机通用的语言来说，即输入设备。效应则相当于输出主设备。记忆相当于存储器。归纳和演绎相当于计算机中处理器的作用。当然，人的智能是极其复杂的数学模式，想在短期内攻下这个难关是不可能的，必须作出长期的努力。要给计算机以更多的功能，以便协助人们完成这一些特定任务，使计算机可以更广泛地在各方面的应用，最后才有可能在人工智能方面获得突破。

现在，研究人工智能有以下几个应用方面：利用认图功能，可以根据图纸自动控制加工，根据气象图进行气象预报，根据 X 线照片，心电图进行自动诊断等。利用物体识别功能，可以自动制图，自动加工控制程序，建立自动交通管理系统，改进雷达系统等。利用声音识别功能，可以建立自动语言翻译系统，声音输入输出系统，声控打字机，声音终端等。

国外人工智能的研究以自然语言的理解，语言识别，文字，图形及景物识别，以及学习功能等为重点。目前，95~99%的力量集中在建立特殊程序语言系统方面，因为没有这种程序系统，计算机就不会智能。目前，已经有了智能机器人和智能手，这比起一般机器高明，可以对周围环境作出简单的判断，有适应环境的功能，可以自动确定自己行动的方向；在语言识别方面，也有了某些进展，机器进行文章翻译工作的正确率在不断提高。总的看来，目前对人工智能的研究还处在初级阶段，有人持乐观的态度，认为 21 世纪的初期，将会取得突破性成绩。

1.2 计算机的组成结构

1.2.1 计算机的硬件系统结构及工作原理

一、基本组成

电子计算机是模仿人脑部分功能的一种工具，它的结构特点与工作过程也与人脑有许多相似之处。电子数字计算机进行数字计算的工作原理就是模拟人手工计算的过程。试看一个人用算盘来计算 $2436 + 3748 - 4569 = ?$ 的过程。

如果我们把寄存十进制数的算盘面记为 R，计算过程的先后顺序可如表 1.1 所示。

表 1.1 使用算盘解题过程

序号	操作的命令	注解
0	0 R	消除盘面
1	2436 R	在算盘上拨上 2436
2	(R) + 3748 R	算盘中加上 3748,
3	(R) - 4569 R	算盘中减去 4569
4	(R) 抄送纸上	抄送运算结果
5	停止	计算结束

在执行 6 步操作之后，在算盘 R 中有运算结果 1615。表 1.1 是用算盘求解过程的形

式描述, 其中算盘 R 具有累加运算结果的作用。

过程中的每一步(如(R) - 4569R)都是一条指示人完成相应操作的命令, 指示执行某种操作的命令, 称为指令。按先后顺序列出的 6 条指令, 构成了解算此题的程序。程序是一组有目的的指令序列。编制解题程序的技术称为程序设计。

对于上述程序, 算盘是不会自动执行的, 实际的执行是由使用算盘的人按写在纸上的解题程序和数据来进行的。因此, 使用算盘的人、算盘、记录数据与程序的纸, 便构成了计算过程中不可少的组成部分。

若用电子数字计算机来自动地工作, 模拟上述解题过程, 计算机必须具备 3 个最基本的装置:

1. 为了能进行全部必须的算术运算, 机器必须要有相当于算盘的运算器。
2. 为了保存和记录原始数据、解题程序与运算中间结果, 机器要配置足够容量的存贮器, 相当人工计算时用的纸张。
3. 为了能按照解题过程的要求, 或根据中间运算结果的性质, 自动地选择下一步所需的计算操作, 自动地连续地执行操作, 机器必须要有能起指挥、控制作用的控制器, 它如同人的大脑、大脑指挥下的眼和手一样, 能判断、打算盘及做记录等。

除上述 3 个基本装置外, 为了使计算机能按人的要求工作, 需要将原始数据和解题程序输入给机器, 这就必须要有输入设备。而为了能将机器运算的结果表达给人知道, 还需要配有输出设备。

综上所述, 硬件包含硬设备和硬件结构两大部分。所谓硬设备是指那些组成计算机的物体, 如集成电路、印刷电路板、电缆、电源、存贮器、光电输入机、行式打印机、磁盘和终端设备等。而硬件结构则是把这些硬件设备按一定方式组织起来形成一个有机整体, 使之具有确定功能的方式、方法或结构方案。存贮器、控制器和运算器在信息加工处理操作中起主要作用, 是计算机硬件的主体部分, 通常被称为“主机”。运算器的基本功能是完成算术、逻辑运算操作, 故又称“算术逻辑部件”(Arithmeticlogicunit, 简称 ALU)。运算器和控制器是信息加工处理的中心部件, 所以把它们合称为“中央处理机”(CentralProcessingunit, 简称 CPU)。而输入设备、输出设备及外存储器合称为外部设备。在各大部件间有用于信息传送的总线以连接。如图 1.1 所示。

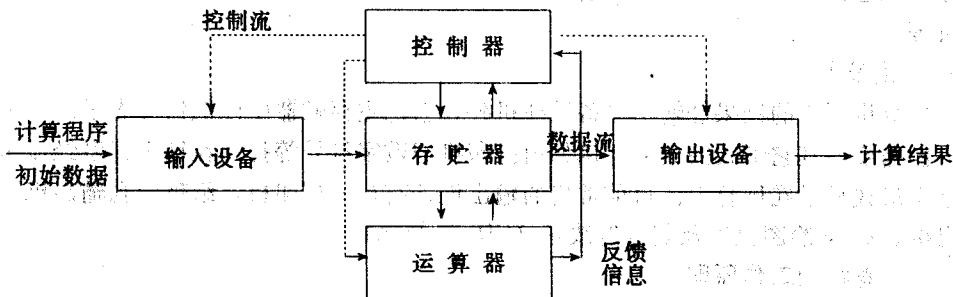


图1.1 电子计算机基本组成框图

虚线箭头 控制流
实线箭头 数据流

图 1.1 是电子计算机基本组成的框图。它表明了 5 大基本组成部分及部件间的关系，其中实线表示数据流向路线，虚线表示控制信息的流向路线。在计算机内部传送与流动的就是这样两大类信号：数据流与控制信息流。

1. 存贮器

存贮器是用来存放数据和程序的部件。存贮器 (Memory, 简称 M) 基本功能是按照要求向指定的位置存进 (写入) 或取出 (读出) 信息。

存贮器通常区分为两大类：一类是容量不够大但存取周期短的存贮器，它能直接和运算器、控制器交换信息，称为主存贮器 (MainMemory 简称 MM, 主存) 或内存贮器 (InternalMemory, 简称内存)；另一类是存贮容量足够大但存贮周期长的存贮器，它不直接和运算器、控制器交换信息，而是作为主存的补充、后援称为外存贮器 (外存) 或辅助存贮器 (辅存)。外存贮器的性质类似于输入输出设备，划归外部设备一类。

2. 运算器

运算器是对信息进行加工、运算的部件。运算器的主要功能是对二进制数码进行算术运算 (加、减、乘、除) 和逻辑运算。参加运算的数 (称为操作数) 由控制器指示从主存贮器内取出送到运算器。

在计算机内，各种运算操作可归结为相加和移位这两个基本操作。所以运算器的核心是加法器 (Adders 简 ADDS)。为了能将操作数暂时存放，能将每次运算的中间结果暂时保留，运算器还需要若干个寄存器 (Register, 简称 R)。

若一个寄存器既保存本次运算的结果而又参与下次的运算，它的内容是多次累加的和，则称这种寄存器 (如 R2) 为累加器 (Accumulactor, 简称 AC)。

3. 控制器

控制器是整个计算机的控制指挥中心，它的功能是识别、翻译指令代码，安排操作次序，并向计算机各部分发出适当控制信号，以便执行机器命令。

4. 输入设备

人们编写好的计算机程序和原始数据是经输入设备传送到计算机中去的，输入设备能将数据和程序变换成机器内部所能识别和接受的信息方式，如电信号、二进制编码等，并顺序地把它们送入存贮器中。目前常用的输入设备有控制台键盘，光电输入机，卡片输入机等。

5. 输出设备

把计算机产生的结果经输出设备送往机外，它把主存贮器中以电信号表示的结果转换成人们需要的其它形式的信号，例如由打印机把数字符号等打印在纸上或者经显示终端以字符形式显示在屏幕上。目前常用的输出设备有行式打印机，纸带穿孔输出机，卡片输出机、x-y 绘图仪以及阴极射线管 (CRT) 显示器等。

二、计算机的工作原理

使用计算机作题，必须事先编好程序，程序是一个指令序列 (指令使计算机进行某种操作的命令)。通过输入设备把程序和原始数据写入存贮器。计算机进行解题的过程如图 1.2 的描述。

每个指令的执行过程可区分为两个时间段 (周期)：先要“取指令”，这时所有指令

都是一样的操作；再“执行指令”，不同的指令有着不同的操作内容。

将计算程序和原始数据存放在存贮器中，称为“程序存贮”（或存贮程序），而控制器根据存贮的程序来指挥和控制全机自动协调地完成计算任务，称为“程序控制”。

“存贮程序”和“程序控制”（进一步简化为“存贮程序控制”）的概念是组成电子数字计算机的最基本思想，体现了现代计算机的基本特性，是计算机的工作原理。它由冯·诺依曼常用于计算机的设计上，并且一直延用至今。为了纪念他的卓越贡献，人们常把“存贮程序”和“程序控制”这一基本概念称为冯·诺依曼概念或冯·诺依曼原理。利用这一基本概念设计构成的现代计算机又称为冯·诺依曼型机器。

1.2.2 计算机的软件系统结构

在今天，光有计算机硬件本身，而不配备较完善的软件，要发挥机器的功能是不可能的，在计算机系统中，硬件是物质基础是驱体，软件则是指挥枢纽。

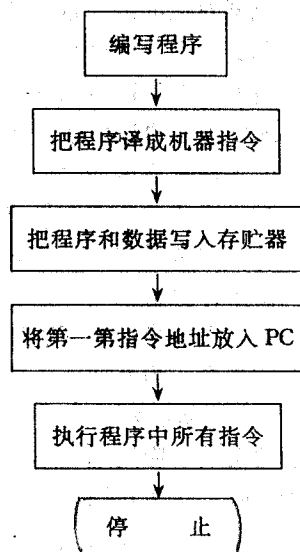


图 1.2 程序的执行

用于一台计算机的各种各样的程序和文件统称为这台计算机的软件。软件是介于用户和硬件系统之间的界面，用户通过它来使用机器。

计算机软件通常分为两大类：系统软件 and 用户（应用）软件。

一、系统软件

系统软件是生成、准备和执行其他程序所需要的一组文件和程序，通常由计算机厂家提供。系统软件主要包括：（1）服务性程序，如诊断程序，排错程序等；（2）语言程序，如汇编程序、各种高级语言的编译程序或解释程序等；（3）管理系统及操作系统。

二、应用软件

应用软件是各种用户用计算机解决问题时所编制的各种程序。包括专用语言和应用程序，如为用户开发的财务软件等。象计算机硬件的发展一样，程序设计及计算机软件也有它的几个发展阶段：

第一代，机器语言和汇编语言阶段。在计算机问世的初期，用二进制代码编写计算机指令系统，用二进制代码编写程序，这就是“机器语言”。由于机器语言使用很不方便，编写这种程序极其繁琐，大大阻碍了计算机的广泛应用。为此人们用一些简单而又形象的符号来代替每一条具体的指令，而这些指令又对应于具体机器的二进制指令码，这就形成了“符号语言”。在此基础上，把一些子程序，存贮器地址等也用符号来表示，这就是现在人们称呼的“汇编语言”。从汇编语言到机器语言，中间要有一个翻译过程，这便是翻译程序叫“汇编程序”，简称“汇编”。机器语言和汇编语言，它们是与具体所用的

计算机（确切地说是与计算机指令系统）相关的，是为特定的机器服务的，所以称为面向机器的语言。

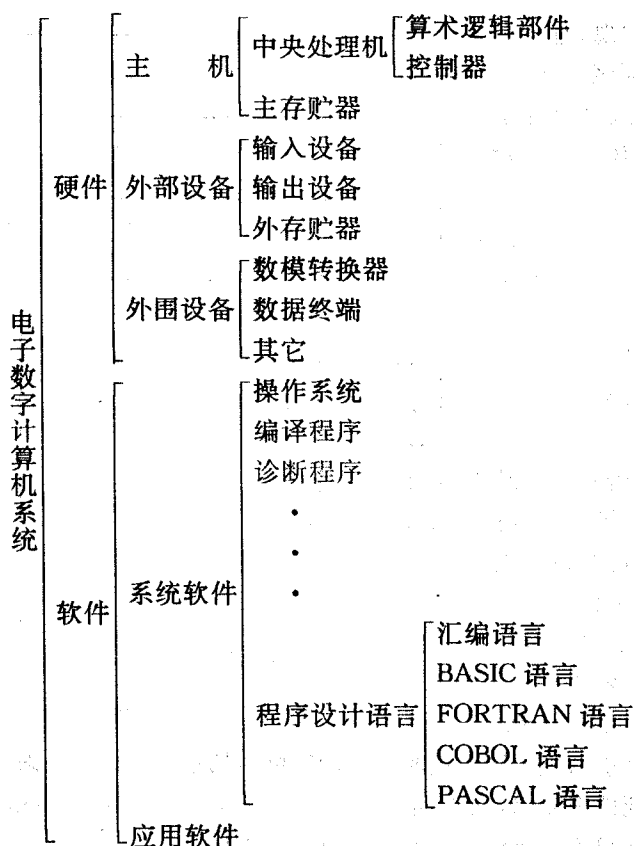
第二代，高级语言阶段。人们在汇编语言的基础上，设想出能否避开具体的机器，用一些符号来描述自己的解题意图，尽量接近于数学公式的原始描述和自然语言，而能够通过各类机器对应的翻译程序即可以在各类机器上运行。这便出现了各种高级语言。高级语言又称面向用户的语言，目前国内外比较通用的计算机语言有几十种。常见的应用最普遍的有 BASIC, FORTRAN, ALGOL, COBOL, PL/1 以及 PASCAL 等。在多数系统中，BASIC 语言的源程序是通过 BASIC 解释程序边解释边执行的。而其它几种语言需经过各自的编译程序编译之后，才能正常运行。因为计算机本身是不懂这些语言的，要通过一段翻译工作才能把一种语言写成的源程序与机器语言对应起来，这段翻译工作就是由这种语言的编译程序来完成的。请注意，如果换了另一型号机器则编译程序就又不一样了。由于计算机系统迅速发展，运算速度不断提高，外部设备越来越丰富，主机功能日益完善，大容量的外存贮器不断出现，……，产生了“多道程序运行”和“分时操作”等新的概念，为有效地管理软、硬件资源，出现了高级的管理程序即操作系统。

第三代，为解决各种应用问题而设计专用语言（又称面向应用的语言）。随着计算机系统功能的发展，应用越来越广泛，各种专用语言会越来越多，人们的意图将更容易被计算机所接收，从而达到人们预想的目的。

1.2.3 计算机系统及其层次结构

一、计算机系统

一个完整的计算机系统是由硬件和软件两大部分组成的。硬件实体是计算机系统的物质基础，软件是发挥机器功能的关键，软件是建立和依托在硬件的基础上，没有硬件对软件的物质支持，软件的功能就无从谈起。同样，软件是计算机系统的灵魂，没有软件的硬件“裸机”将寸步难行，不能提供用户直接使用。要强调的是：要把计算机系统当成一个整体，它既包含硬件，也包含软件，两者是不可分割的。两者都是计算机系统中用来实现信息处理过程的手段。现代计算机系统具体组成大体可表示为：



二、计算机系统的层次结构

如果把计算机看成一系列的级（层次），对理解计算机的结构骨架就提供了一个良好的方法，在考虑一个信息处理的过程时，用控制流程和特定语言把它描述出来，如果只考虑它的基本实质特性，不考虑实现手段的具体状况，即不考虑是用程序实现还是用逻辑硬件实现；对语言也做广义的理解，机器指令称为机器语言，符号化的机器指令称为汇编语言，用户通用的高级语言，微程序技术中的微指令也可看作是机内最基层的语言，这样，我们就可以把计算机系统看成是多级虚拟计算机所组成的，层层相套，具有“洋葱”式结构的功能模型，如图 1-3。

功能模型的每一层都是一个虚拟机，所谓虚拟机是指这个计算机只对该级的观察者存在，虚拟机的功能表现在对广义语言提供解释手段，再作用到信息处理或控制对象上，获得预期结果。

第 0 级与第 1 级是具体实现机器指令功能的中央控制部件，第 2 级就是传统的机器级。0~2 级就是计算机系统中的“硬核”，或称“裸机”，第 3 级是操作系统级的“外壳”，再上就是高级语言，应用程序等。

三、硬件和软件的逻辑等价

在计算机系统中并没有一条硬件与软件的分界线，没有一条硬性规则来明确指定 X 必须是硬件，而 Y 又一定要由程序来完成。请注意，任何一个由软件所完成的操作也可

以直接由硬件来实现,任何一条由硬件所执行的指令也能够用软件来完成。这就是常说的:软件硬化(固化),硬件软化,对于程序设计人员来说,并不关心也不需要了解究竟一条指令是如何实现的,只要具有预定的逻辑功能操作都可以。

明显的事例是,在早期计算机中,由硬件实现的指令较少,像乘法操作,就由一个子程序去实现(现在一些价格便宜,结构简单的小型微型机中仍是这样),但是若用硬件线路直接去完成,则速度快,所以是更合适的方法,类似的事例还有许多,如:整数乘、除、浮点运算、双精度算术运算、字符串处理、计

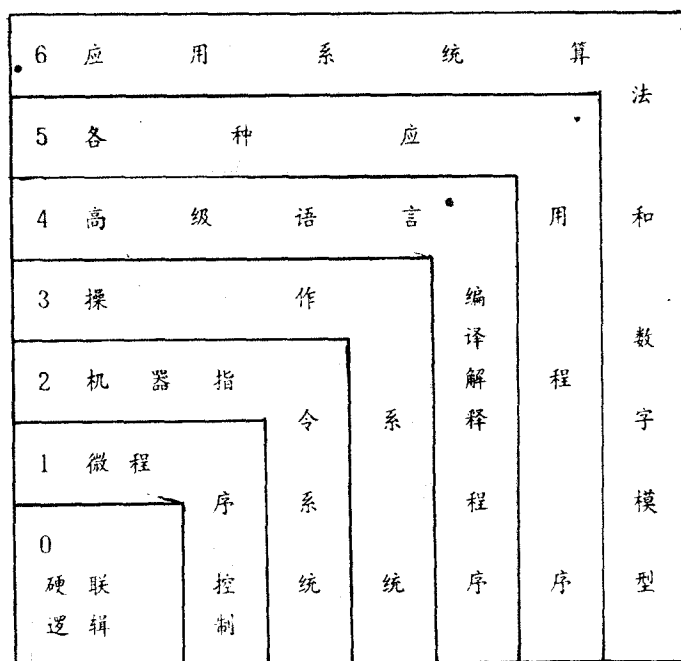


图 1.3 计算机系统功能模型的层次结构

数等操作,在一些小型机,微型机或早期计算机中都是由编写程序来进行的,而一些现代计算机中则由硬件来完成,变为指令系统中一条指令。现在连一些高级语言的编译程序也都固化在 EPROM 半导体存储器中,成为“固件”。

另一方面,相反的趋向是,原来由硬件执行完成的指令,却由微指令编制的微程序来实现。把某种功能从硬件级移到了微程序上。

总之,软、硬件之间的界线是任意的和经常变化的,今天的软件可能就是明天的硬件,反之亦是,要根据价格、速度、所需的存储容量、可靠性和对今后结构的变化,来确定哪些功能由硬件实现,而另一些功能由软件实现。

习 题

1. 请用一句话概括计算机的特点。
2. 请指出计算机的主要应用领域,各举一你了解的具体例子。
3. 什么是“数据处理”?它和数值计算有什么不同?
4. 计算机的硬件系统包括哪几个部分?各起什么作用?