

BASIC 语言及 中西文DOS

周光昕 主编

БАЗИС

ДОС

航空工业出版社

BASIC 语言及中西文 DOS

周光昕 主编

航空工业出版社

1994

(京)新登字 161 号

内 容 提 要

本书是计算机语言初学者的入门教材。以 IBMPC 计算机为教学机型。重点讲述 BASIC 语言的基本概念、顺序、分支、循环、数组、模块、文件等结构程序的语句成份、算法特点、框图构造、程序设计、阅读理解与典型用例。并以较多的篇幅全面介绍了计算机的硬件系统设备、MSDOS 操作系统、WMDOS 汉字系统和 BASIC 程序上机与实验等系统知识暨操作技能。主要章节均附有足够数量的思考与练习题。书末附录中汇集了 EDLIN、WORDSTAR、CCED、PC-TOOLS 等工具软件操作命令和与键盘实物等尺寸的关键指法图解。是一本以能力培养为宗旨,理论与实践并重,适合于中等专业学校教学特点,承上启下的计算机教材。可作为中等专业学校、职业中学和各类计算机学习班的教学用书,也可作为大专院校教学参考书和计算机操作人员、管理人员的自学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

BASIC 语言及中西文 DOS/周光昕主编,一北京:航空工业出版社,1994.9

ISBN 7-80046-801-1

I.B...Ⅱ.周...Ⅲ.①BASIC 语言②汉字处理软件系统-磁盘-操作系统·Ⅳ.①TP312BC②TP316

中国版本图书馆 CIP 数据核字(94)第 03731 号

航空工业出版社出版发行

(北京市安定门外小关东里 14 号 100029)

北京医科大学印刷厂印刷

全国各地新华书店经售

1994 年 10 月第 1 版

1994 年 10 月第 1 次印刷

开本:787×1092 1/16

印张:18

字数:440 千字

印数:1-4500

定价:12.75 元

前 言

近 20 年来,电子计算机及其支撑产业一直在以惊人的高速度向前迈进。一个历史上前所未有的计算机大发展、大普及、大应用的新时代正在到来。请看以下事实。

- 从 70 年代起,半导体工业在每块芯片上的晶体管集成度,一直在以每两年翻一番的速度向前推进。当今的最高集成度产品是 Intel 80486 和 Motorola 68040,已达 100 万只。Intel 公司预计 2000 年推出集成度高达 1 亿只晶体管的 80786。

- 一直在制约整机性能的瓶颈之一的高速、高密度磁记录技术,也在以每五年翻两番的速率向前推进。千兆字节连续存储空间的硬盘驱动器即将问世,较磁盘记录密度高出 5—7 倍的光盘也可望投入实际使用。

- 数据录入技术可望摆脱传统的键盘、鼠标输入方式,而代之以语言和映象录入。传统的显象管显示方式也正在被厚度不足一厘米,重量只及百余克,而像素可达 1000×800 的平板显示器所取代。

- 计算机领域内的又一瓶颈,新软件的编制速率滞后于硬件技术长达十年之久的状况正在改观。包括汉字在内的大批应用软件相继问世。以面向系统为基础的“文字游戏”式的编程方法,可望由面向用户的新编程方法所取代。

- 计算机的性能/价格以年平均 25% 以上的速率上升。20 年前 100 万美元的计算能力,当今被贬值为数百美元。十年后的 1 美元可买到当今 8—30 倍的计算能力。当今的掌型机重量不过 3—5 磅,大小与计算器相差无几,而计算能力则千倍于其祖辈。

- 计算机网络继续向无孔不入的纵深拓宽。一个个局域网络联成城市区域网,区域网联成国内或国际网。计算机深入千家万户,成为社会成员取之不尽、用之不竭的社会财富。

- 人们越来越离不开计算机。1978 年全世界的每天上机人数约为 700 万人次,1988 年为 5000 万人次,1990 年是 2.2 亿人次。2000 年将会是 10 亿人次。

为普及全民计算机教育,迎接新科技、新技术的挑战,特此编写了适合广大计算机初学者学习使用、承上启下的《BASIC 语言及中西文 DOS》。

BASIC 语言是国际上最广泛流行的一种计算机高级语言,也是在任何一种计算机,特别是小型机和微型机上普遍配置的高级语言。BASIC 语言具有简洁明了、易学易用的鲜明特色,具备数值计算、数据处理、实时控制、音响、图形、人机对话、计算器应用和游戏等众多功能,是计算机初学者最容易接受和学习使用、承上启下的一种高级语言。

《BASIC 语言及中西文 DOS》是原航空工业部中专教材编委会电专业组审定出版的统编教材。以 IBM PC 及其兼容机为教学机型,BASICA 为教学内容,以结构程序设计、算法设计、语法解析、阅读理解、实践应用、上机运行为主线。知识培养与能力培养并重,更着重于能力培养;理论教学与实践教学并重,更着重于在实践中增长才干。希望通过本书的教学实践,能全面锻炼和提高读者对 BASIC 程序的阅读理解、设计应用和上机运行能力;全面锻炼和提高读者对计算机系统软件操作、工具软件使用和应用软件研制开发能力;全面培养和提高读者对计算机高级语言和科技文献的自学能力。

具体有以下几方面的要求

- 1) 通悉计算机硬件系统设备,正确使用 DOS 命令。达到并超过每分钟 30 个汉字及其与之

相对应的西文字符、程序录入速率。

2)明晰 BASIC 语言基本概念,纯熟各 BASIC 语句的功能特点、结构格式、系统响应、对话信息与典型用例。

3)明晰顺序、分支、循环、数组、模块和文件结构程序的语句成份、算法特点、框图构造、程序设计、阅读理解和典型用例。

4)纯熟 BASIC 程度上机操作、编辑、调试运行全过程。

全书共分九章。第一章绪论,介绍计算机软、硬件系统,计算机中的数制和计算机病毒防范知识。第二章基本概念,以 BASIC 表达式为中心,深入浅出地介绍 BASIC 表达式构造各组成部分。第三至八章依序介绍顺序、分支、循环、数组、模块、和文件结构程序的语句成份、算法特点、框图结构、程序设计、阅读理解与应用实例。第九章介绍微型计算机系统的硬件设备、MS-DOS、WMDOS 和 BASIC 程序上机操作与实验内容。全书各主要章节都附有足够数量的思考与练习题。书末附录汇集了常用工具软件的操作命令,以供读者自学参考使用。

第一、九章由周光昕编写,第四、五、六章由邓迎宪编写,第二、八章由周光昕、张思进编写,第三、七章由熊春祥编写。周光昕任主编。

本书写作过程中得到航空工业总公司中等专业学校教材编写委员会电专业组及各级领导和教务部门、计算机教研组的大力支持和协助,特此表示感谢。

本书供中等专业学校、职业中学和各种类型学习班教学使用,也可供作大专院校教学参考书和计算机操作人员、管理人员自学参考书。

编者

1993 年 4 月

目 录

第一章 绪论	(1)
§ 1-1 引言	(1)
§ 1-2 计算机硬件系统	(3)
§ 1-3 计算机中的数制	(7)
§ 1-4 计算机软件系统.....	(16)
§ 1-5 计算机病毒	(20)
练习题	(22)
第二章 基本概念	(23)
§ 2-1 BASIC 字符集	(23)
§ 2-2 BASIC 常量	(24)
§ 2-3 BASIC 简单变量	(30)
§ 2-4 BASIC 下标变量	(32)
§ 2-5 BASIC 标准函数	(33)
§ 2-6 BASIC 表达式	(37)
§ 2-7 BASIC 语句	(41)
练习题	(44)
第三章 顺序程序	(47)
§ 3-1 LET 赋值语句系列	(48)
§ 3-2 PRINT 输出语句系列	(54)
§ 3-3 INPUT 键盘输入语句系列	(67)
§ 3-4 READ 数据区语句系列.....	(73)
第四章 分支程序	(79)
§ 4-1 程序流程图	(79)
§ 4-2 GOTO 无条件转移语句	(82)
§ 4-3 IF-THEN 条件转移语句	(85)
§ 4-4 IF-THEN 语句典型应用	(90)
§ 4-5 ON-GOTO 开关转移语句.....	(98)
§ 4-6 STOP 暂停语句	(104)
第五章 循环程序	(106)
§ 5-1 WHILE-WEND 循环	(107)
§ 5-2 FOR-NEXT 循环.....	(111)
§ 5-3 FOR-NEXT 循环典型应用.....	(118)
§ 5-4 FOR-NEXT 多重循环.....	(123)
第六章 数组程序	(131)
§ 6-1 数组建立语句系列	(131)
§ 6-2 数据排序与查询	(139)

§ 6-3	矩阵运算	(148)
§ 6-4	解线性方程组	(156)
第七章	模块程序	(160)
§ 7-1	标准函数应用小结	(160)
§ 7-2	自定义函数与 DEF FN 语句	(164)
§ 7-3	子程序与 GOSUB-RETURN 语句	(168)
§ 7-4	陷阱程序	(174)
第八章	数据文件	(182)
§ 8-1	基本概念	(182)
§ 8-2	顺序文件存取	(186)
§ 8-3	随机文件存取	(193)
第九章	上机操作与实验	(199)
§ 9-1	PC 计算机硬件系统	(199)
§ 9-1-1	主机	(199)
§ 9-1-2	显示器	(201)
§ 9-1-3	键盘	(202)
§ 9-1-4	磁盘驱动器	(205)
§ 9-1-5	打印机	(207)
§ 9-1-6	数字化仪	(210)
§ 9-1-7	绘图机	(211)
§ 9-2	PC 计算机软件系统	(212)
§ 9-2-1	MSDOS 磁盘操作系统	(212)
(一)	MSDOS 的启动	(212)
(二)	MSDOS 内部命令	(215)
(三)	MSDOS 外部命令	(221)
(四)	MSDOS 编辑功能键	(229)
(五)	磁盘文件目录树结构	(230)
(六)	AUTOEXEC 与 CONFIG 文件	(234)
§ 9-2-2	WMDOS 磁盘操作系统	(236)
(一)	系统预置	(236)
(二)	系统启动	(237)
(三)	汉字输入	(237)
(四)	系统状态选择	(241)
(五)	系统服务	(242)
§ 9-3	BASIC 程序上机	(242)
§ 9-3-1	BASIC 系统启动	(243)
§ 9-3-2	BASIC 键盘操作	(244)
§ 9-3-3	BASIC 程序上机运行	(245)
§ 9-4	BASIC 实验	(250)
实验一	DOS 基本操作	(251)

实验二	BASIC 程序上机	(252)
实验三	顺序程序	(253)
实验四	分支程序	(254)
实验五	循环程序	(255)
实验六	数组程序	(255)
实验七	模块程序	(256)
实验八	数据文件	(257)
附录 1	ASCII 字符对照表	(258)
附录 2	出错信息与出错原因	(259)
附录 3	BASIC 标准函数	(260)
附录 4	BASIC 命令、语句集	(262)
附录 5	MSDOS 命令集	(265)
附录 6	WMDOS 命令集	(267)
附录 7	EDLIN 操作行编辑命令集	(268)
附录 8	WORD STAR 操作命令	(269)
附录 9	CCED 命令集	(270)
附录 10	PCTOOLS 命令集	(272)
附录 11	PC 操键及指法图	

第一章 绪 论

本章向读者简要介绍电子计算机的工作原理,软、硬件组成,计算机中的数制和计算机病毒防范知识。要求读者在学习完本章之后,对电子计算机有一个梗概的了解,熟练二、八、十和十六进制数据互换技术,树立学好用好电子计算机的强烈愿望与坚定信心。

§ 1-1 引 言

回顾电子计算机的发展历史,可以一直追溯到人类对计算器械的四大发明。它们是公元十世纪前后,中国唐宋时期的算盘,1654年的计算尺,1887年的手摇计算机和1945年的数字式电子计算机。其中的前三种计算器械都隐含着三大缺陷:第一是运算速度慢、精度低、可靠性差;第二是不具备存贮能力,亦即进行计算的公式、计算的方法与步骤,参加运算的数据,运算过程中的中间结果,都只能记忆在运算者本人的头脑里,或事先记录在纸面上;第三是这样的运算器械,当然只能局限用于数值计算,绝不可能再企望和奢想其应具备自动运算能力、文字处理能力和实时控制能力,所以也就越来越不能满足二十世纪以来,蓬蓬勃勃发展的科技需求。无数的专家学者,为寻求新一代的计算器械付出了艰辛的劳动、探索和实践。其间最具代表性的运算器械有 Charles Babbage(巴贝奇)制作的具有存贮能力的纯机械式分析机, Herman Hollerith(霍勒力斯)设计的在1890年人口普查中大显神威的用卡片进行存贮与控制的数据处理机, Vannover Bush(布什)1925年领导制造的模拟式计算机, Howar Aiken(艾肯)1943年制成的数字式自动计算机 Mark I 等等。尤值一提的是1945年美国宾夕法尼亚大学研制成功的世界上第一台数字式电子计算机。

早在本世纪三十年代,宾夕法尼亚大学所属的莫尔电气工程学院,就与美国陆军弹道研究所签定有弹道计算协作关系,承担陆军火力表的计算任务。一张火力表由2000至4000条弹道组成,一条弹道用手摇计算机计算须12小时。300多人日以继夜地在手摇计算机上进行上万个小时的计算,才能完成一张火力表的计算任务。当时在该学院任教的 W. John. Mauchly(莫克利)和 J. Presper Eckert(埃克特)两人通力合作,历经两年时间,终于在1945年12月研制成功了人类历史上举世无双的第一台数字式电子计算机,命名为 ENIAC,即 Electronic Numerical Integrator and Calculator 的词头缩写。

ENIAC 一问世就展示出它的无穷威力:比人工手算快20万倍,比手摇计算机快1000倍,一个机时的计算量相当于100人用手摇计算机算两个月,从而受到美国政府和国防部的青睐。1946年初,ENIAC正式在阿伯丁弹道研究所服役,历时十年,于1955年退役,现存放于华盛顿博物馆。

ENIAC 作为世界上的第一台原型机,有以下几个数据值得人们深留记忆:机房面积170平方米,重量30吨,耗电150千瓦,体积90立米;使用电子管18000多只,电阻7000多只,电容器10000多只,继电器6000多只;运算速度为加法5000次/秒,乘法500次/秒,除法50次/秒。

以上数据虽为当今的计算机工作者所嗤鼻,但是,ENIAC第一次在人类历史上开创了用

电子、机械的速度和力量,来解放或替代人们的脑力、智力劳动,而不仅仅是体力劳动的新途径,揭开了人类文明历史的新篇章。

从1946年到今天,短短的四十来年中,计算机科技的发展真可堪称为突飞猛进。从元器件而论,经历了从电子管、晶体管、中小规模集成电路、大规模集成电路到超大规模集成电路的发展过程;就机型而论,经历了从小型机、中型机、大型机到巨型机以及微型机的发展过程;就运算速度而论,经历了从每秒500次到一亿次,乃至数百亿次的发展过程;就操作系统而论,经历了从单机分散使用到局域计算机网络、广域计算机网络的发展过程;就语言系统而论,经历了从机器语言、汇编语言到名目繁多的各种高级语言和非过程化语言的发展过程;就接受信息而论,经历了从光电、磁介到语音、文字、图象的发展过程;就存贮媒质而论,经历了从纸带、卡片、磁鼓、磁带到磁盘、光盘的发展过程;从应用领域而论,经历了从军事、科研等尖端科技领域走向工交、财贸、金融、邮电、文教、卫生、体育乃至家务、游乐领域的发展过程等等。如今,是否拥有亿次以上的计算机和计算机的装机总台数,已成为衡量一个国家的国防实力、综合国力与科技实力的一个重要标志。

尤值一提的是,将计算机从处理拼音文字信息发展到处理象形文字信息,这不能不说是我们伟大中华民族对人类计算机科学事业的又一卓越贡献。我国的计算机研制工作,起步于1956年,分别在1958年和1965年相继研制成功并小批量生产了第一代(电子管)和第二代(晶体管)计算机,1970年底的装机总台数近500台,主要用于国防科学计算与工程设计;1971年研制生产了第三代(集成电路)计算机和开发了大、中、小型机与微型机系列,1980年底的装机台数为大、中、小型机2000余台,微型机4000余台,应用领域已扩展到工交、文卫、商贸等领域,并开始了实时控制与数据处理方面的开发研究;1981年至1991年期间,研制成功巨型、大型、中型机,DJS-2000系列小型机,0500系列微型机,和华胜系列工作站等第四代计算机,同时也引进了大量大、中、小型机和高档微型机与工作站,装机总台数已达大、中、小型机9000多台,微型机50多万台,应用领域遍及社会各行各业。1983年银河-I亿次计算机和1992年银河-II 10亿次计算机的相继研制成功,大大增强了我国的国防实力,打破了西方国家对我国巨型机的封锁禁运。计算机辅助设计(CAD)、辅助工程(CAE)、辅助制造(CAM)、辅助测试(CAT)、辅助教学(CAI)、数控(CNC)、程序顺序控制(PLC)、分布式控制系统(DCCS)、柔性制造(FMS)、集成制造(CIM)、多媒体、激光照排系统、桌面排版系统、办公自动化系统等等先进科技的开发与推广使用,对促进我国的传统产业改造、工业自动化、机电一体化、管理现代化与科学化、社会信息化等等,已经起到并将继续起到巨大的推动和促进作用。

计算机科学的发展与进步,推动和促进了人类社会的科技进步与精神物质文明建设,而人类社会的科技进步与生产力的飞速发展,又反过来促进了计算机事业的迅猛发展。可以说,计算机的发展历史,实际上也就宛如是一部人类社会的文明史和科技进步史。

当前,国内外计算机学者和专家,对本世纪末和下世纪初的计算机前沿科学和技术,集中在以下的几个热门话题。

1) 计算机主机将继续向更高性能、廉价格和微型化方向发展。直接推动计算机走向更高性能、廉价格和微型化的支持产业,是半导体与磁记录产业。从70年代起,每块集成电路芯片上的晶体管集成数目,一直在以每两年翻一番的速率向前推进。当今的最高集成度产品是Intel 80486和Motorolar 68040,达100万只晶体管,Intel公司计划将在2000年推出集成度高达1亿只管的80786。而一直在制约整机性能的瓶颈之一的高速、高密度磁记录技术,也在以每五年翻两番的速率向前增长,千兆字节连续存贮空间的硬盘驱动器即将问世,较磁记录密度

高出 4—7 倍的光盘,可望投入实际使用。而计算机的性能价格比,则在以年平 25% 以上的速率递增,20 年前价值 100 万美元的计算能力,当今被贬值为 100 多美元。十年后的每一美元,可以买到当今 8—30 倍的计算能力。今天的掌型计算机,重不过 3—5 磅,大小与计算器相差无几,而计算速率则千倍于其祖辈。

2) 计算机新型编程语言和软件系统将向智能化方向迈进。计算机科技领域内的又一瓶颈,是新软件的编制速度跟不上硬件技术的发展速度;差距长达十年。缩小这一差距的灵丹妙药则寄希望于新型风格编程语言的推出,以摆脱传统语言中“文字游戏”式的编程方法,让软件开发与硬件开发从初始设计阶段就始终保持同步。未来的新型编程语言,不再是基于让用户去了解系统,而是基于让系统来了解用户。也就是说,让计算机具备自学能力,善解人意。并非天方夜谭,专家们预测:计算机语音识别系统将会在 90 年代中期问世,映象识别系统将会在 21 世纪初期实现。届时,用户无须坐在终端前敲击键盘或移动鼠标器,而只须向计算机口述命令,或让计算机自动摄取文字、图象信息,腾出更多的时间和精力去处理其他事务。

3) 计算机录入、显示系统将向更大众化的人机界面方向延伸。传统的计算机信息录入工具是键盘和鼠标,信息显示手段是显象管。目前,平板式显示器已取代显象管在便携机上得到应用普及。本世纪末,可望有厚度不足一厘米、重量只及 100 克、面像素可高达 1000×800 的高分辨率平板显示器问世。与此同时,随着笔录入系统、语音识别系统、图文识别系统、三维显示系统、映象识别技术、感官识别技术、虚拟现实技术、多媒体技术等等的相继问世与不断完善,传统的键盘和鼠标将逐步被语言输入、手写输入和描画输入技术所代替。用户可以在显示屏上观察到用图形来描写的的数据,用“电子数据手套”自由操纵三维活动图象的演化,身临其境地溶入于一个充满色彩、动画和音响齐全的舒心环境。本世纪末或下世纪初,一个能写会说、能听会看的计算机将会展现在人们的面前。届时,人们就会像当今使用电话和傻瓜照相机那样的使用电子计算机。

4) 计算机网络技术将继续向无孔不入的纵深拓宽。90 年代将是一个网络计算机的年代。计算机在独立使用的环境中,只能为用户提供有限的文字处理能力和数值运算能力。但在网络环境中,个人计算机的职能则发生了根本的变化,它不仅是用户的计算工具,而且是用户获取信息、办理交易不可缺少的助手。可以设想,随着千兆级高速网络的问世,当局域网络联成城市区域网,当区域网联成国内网乃至国际网时,计算机网络所提供的信息资源和处理能力,将是社会成员用之不尽取之不竭的社会财富。

一个计算机大普及的时代正在到来。1978 年,全世界每天使用计算机的人次约为 700 万,1988 年为 5000 万人次,1990 年是 2.2 亿人次,2000 年将会猛增至 10 亿人次。纵使能说会听、能写会看的智能型第五代计算机终将会降临地球,但必竟是下个世纪的事件,何况它普及到社会的每个角落,仍是件较为久远的事情。在一段相当长的时期内,我们中华民族所面临的将绝大部份仍然是第三或第四代电子计算机。让我们丢掉一切不切实际的等待与幻想,切实掌握、充分发挥与全面调动第三、四代计算机的内在潜力,去迎接新科技的挑战,去开拓去创造一个更加美好的未来!

§ 1-2 计算机硬件系统

电子计算机的一切智慧和力量的泉源,在于其硬件系统和软件系统。硬件是组成计算机系统的物质基础,它系指计算机的主机和必不可少的外部设备,如键盘、鼠标器、显示器、打印机、

磁盘驱动器等一切客观型物质构件实体的总称。软件是计算机系统的主观型智慧的结晶，它系指为充分发挥与全面调动计算机硬件物质资源，而由计算机制造厂家、专业软件开发部门，和计算机用户所赋予计算机的一切智能型开发应用程序系统的总称。若形象地比拟计算机为一套珠算运算系统，则算盘即相当于这一运算系统的硬件，珠算口诀则是其软件；若将计算机比拟为一个乐队，则各种各样的乐器即相当于其硬件，曲谱、指挥和演奏技巧则是其软件；再将计算机比拟为一个学校，则校园内的校舍面积、教学设施、实验设备、自然环境等等即相当于其硬件，师资力量、管理水平、科技成果、教学质量等则是其软件。显然，对一定的计算机系统来说，硬件的有限性和软件的无限性，是促成当今计算机科技事业具有如此旺盛生命力和广褒开拓应用领域的主要原因之一。本节先介绍计算机的硬件系统组成。

人们常常称计算机为“电脑”，人脑和电脑确乎存在着许多可供比拟之处。首先，人脑无不具有记忆存贮、推理运算和自持控制三个缺一不可的大功能；其次，人脑还必须借助眼、耳、口、鼻、舌、皮肤、四肢等感觉器官和行为器官同外界接受、传递信息与交换能量。而且还要借助众多的文件资料，包括书籍、笔记、照片、录音、录相等，弥补大脑记忆存贮能力的不足，记录下可贵的历史信息，以供随时借调查阅。不独有偶，电子计算机系统也是由主机与外部设备两大部份所组成。在此，主机相当于人体的大脑，外部设备相当于是人体的信息接收器官、行为输出器官和资料文献库，如图 1-1 中所示。

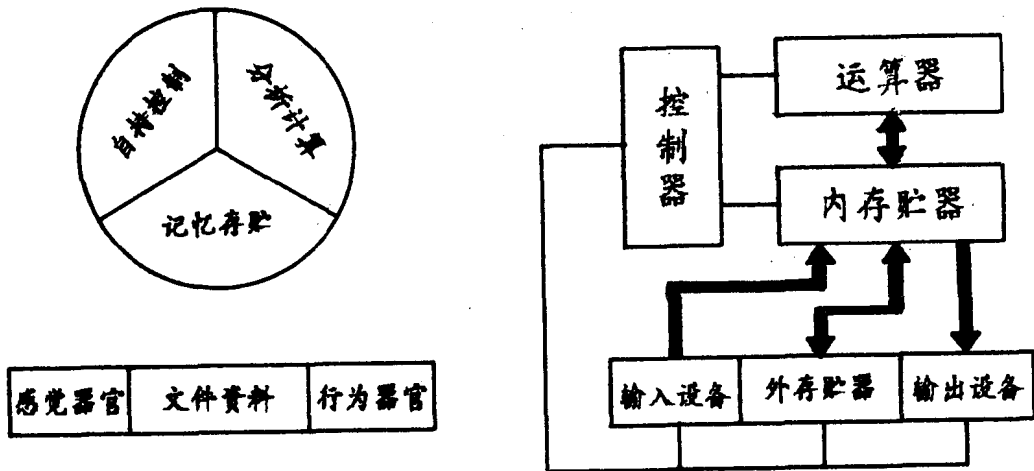


图 1-1 人脑、电脑类比图

其中，主机含有以下的三大功能部件

1) 内存贮器。内存贮器简称内存。计算机中的内存贮器，起人脑中的记忆存贮作用。人们算题的公式、方法、步骤(即程序)和数据就存放在内存贮器中。除此之外，内存贮器中还存放得有一部份操作命令与系统管理软件(参看图 9-1-3)。计算机中的内存贮器由地址选择电路、读写控制电路和存贮体等部件组成。存贮体中含有大量的存贮单元，每个存贮单元有一个确定的地址，可以存放一个字(word)。一个字被分隔成一个或几个固定的字节(byte)。一个字节含有一定数量(通常是八个)的二进制位(bit)。内存、单元、字、字节和位的关系，可以用图书馆中的卡片箱来做比喻说明。一个卡片箱含有若干个抽屉，每个抽屉中又被分隔为若干个书目，每个书目中存放着若干张书名卡片。如果把卡片箱比喻作内存贮器，则抽屉就是存贮单元，抽屉中的书目就是字节，书目中的卡片就是位，抽屉中的卡片总数目就是字长；其区别仅在于内存贮器每个单元中所含的字节数是固定不便的，每个字节中所含的二进制位数也是固定不便的，因

而字长也是固定不变的。内存贮器的主要技术指标是存贮容量、字长和存取时间等。例如 IBM PC(XT)微型计算机的基本内存容量为 640KB, 字长是 16 位, 每字两个字节。

2) 运算器。运算器起人脑中的分析、思维、推理、运算功能。运算器是计算机中对数据进行变换加工和运算的场所。计算机中的运算器由运算控制器、累加器、数据寄存器、标志寄存器和算术逻辑运算部件等电路组成。通常, 运算操作的内容和数据都来自内存, 运算的终值结果也送往内存, 或直接送往终端显示、打印。累加器用来暂时保存每次单步运算的中间结果。标志寄存器用来寄存每步操作的特征位, 为继后的选择判断提供依据。运算器的主要技术指标是运算速度。当代微型计算机的加法运算速度往往都在每秒 150 万次以上。

3) 控制器。控制器起人脑中的自持控制作用。控制器由指令地址寄存器、指令寄存器、指令译码器、指令编码器等部件组成。控制器对来自键盘的操作命令或存放在内存中的程序逐条进行分析、解释、排错后, 将其分解为一系列的指令序列, 再将每条指令序列转换成一连串的控制信号, 有条不紊地指挥全机的各个部件协同动作, 直至完成命令或程序中规定的全部操作内容。控制器是计算机的指挥控制中枢, 它不仅指挥主机中各部件的操作与运行, 而且也指挥和控制着各外部设备的操作与运行。

随着大规模集成电路工艺技术的进步, 当代微型计算机中的控制器与运算器已被集成在一块大规模集成电路芯片上, 合称为 CPU, 即英语中央处理机(Central Processing Unit)的词头缩写。也就是说, 当代的微型计算机主机是由 CPU 和内存贮器两大功能部件所组成的。

迄今为止的一切大大小小、五花八门的电子计算机都统称为诺依曼结构计算机。因为它们都是遵照 40 年前 Von Neuman(冯·诺依曼)从理论上创立的以二进制和程序存贮控制原理设计制造的计算机。也就是说, 我们计算的最终目的当然是求得终值, 而为了求得终值, 您必须预先设计出程序, 然后再让程序进驻内存, 继而交由控制器指挥全机运行程序, 求得终值, 最后送出终值供用户阅读。这就是用计算机算题的“程序设计—上机运行—输出终值”全过程。

将操作控制命令和程序、数据送进计算机内存的设备称为输入设备。常用的输入设备有键盘、软盘驱动器、硬盘驱动器、鼠标器、数字化仪、光笔、磁笔、扫描仪、传真机等等。其中, 键盘和软或硬盘驱动器是计算机的必配输入设备; 键盘用来向主机发出操纵命令和输入程序数据, 软或硬盘驱动器用来从外存贮器中读入文件。鼠标器用来操作选择屏幕菜单。数字化仪、光笔、磁笔用来输入平面座标数据。扫描仪用来原样输入图形和文字资料信息, 例如图画、照片、图纸、财会单据等等。有的计算机系统还可配接录音、录象设备, 更赋以计算机以音响、图象输入与存贮能力。

将计算机中的内存信息送交用户阅读或送交外存贮媒质保存的硬件设备称为输出设备。常用的输出设备有显示器、平板型显像管显示器、软盘驱动器、硬盘驱动器、磁带机、宽行打印机、绘图机等等。完善的计算机系统当然可以配接传真机、录音、录象等外部设备。其中, 显示器和软或硬盘驱动器是计算机系统的必配输出设备。显示器用来向用户出示程序运行的终值结果和文字、图象, 同时也用来实时显示计算主机与用户之间的人—机对话与编辑信息。宽行打印机和绘图机用来在纸面上生成文字和图形。顾名思义, 打印机以文字输出为主, 图形精度和幅面功能较差, 绘图机则具有完美的图形和文字绘制功能, 价格则远远超出打印机。软盘或硬盘驱动器以及各种音象外部设备, 实际上都是些双向设备。以软、硬盘驱动器为例, 它既可以对软或硬磁盘上的数据信息进行“读入”操作, 使之进驻内存, 也可以对软或硬磁盘进行“写出”操作, 将内存中的信息转贮到外存媒质中去。

存贮器是电子计算机系统中的一个大仓库, 用来存贮程序、数据、文字、图形等等信息。计

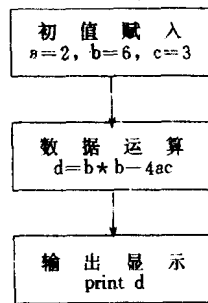
算机系统中,同时配有两个存贮器:一个是作为主机的三(或二)大功能部件之一的内存贮器,或称主存贮器;另一个是作为外部设备配置的外存贮器,或称辅存贮器。计算机系统为什么要配置两个,而不是只配置单个,或全为内存贮器、或全为外存贮器呢?这还得从计算机系统对这个存贮大仓库的技术要求谈起。计算机系统希望这个大仓库的容量越大越好,寻址存取速度越快越好,体积重量越小越轻越好。但是三全不能齐美。在这今为止所研制开发生产的各种存贮器件中,速度最快、体积重量最小最轻者,莫过于半导体存贮器。但是,半导体存贮器在断电后,全部寄存信息都将化为乌有,尚且当今的最大容量也只做到 8MB。而存贮容量独占鳌头的存贮器件,则首推为硬磁盘,并寄希望于未来的光盘。单台硬盘驱动器的总存贮容量,当今已趋近千兆字节,而且从易于更送(尤其是软磁盘)的观点来看,其存贮容量可以说是无穷无尽的。所以在当代的计算机系统中,在以速度为主要指标的计算机主机中配置的是半导体存贮器,用它来存贮正在运行的程序或数据文件;而在以容量为主要指标的外部设备中配置软或硬磁盘存贮器,用来存贮暂时不用的程序或数据文件。这正像我们总是把正在阅读的书本放在桌面上,而把余下的书本全装进书箱书柜一样。

以下用具体例子,从解释 BASIC 的角度,来简要解说计算机中的解题过程。用计算机解题,一般要经过算法设计、框图论证、程序设计与上机运行等五个大步骤。

例 1-2-1 计算当 $a=2$ 、 $b=6$ 和 $c=3$ 时的二项判别式 b^2-4ac 的终值。

1) 算法设计。读者以后就会知道,要用计算机求解这个异乎寻常的数学问题,可以有很多很多的方法和步骤。我们决定选用哪种方法和步骤来求解这个问题呢?这就是所谓的算法设计问题。当然,研究算法的目的,是为了寻求到一种最佳的解题方案。在此不防比较一、二。其一,是让计算机像计算器那样直接进行数值计算,即 $6^2-4 \times 2 \times 3$ 。其二,是把计算公式 b^2-4ac 告诉计算机,而在执行计算之时,才提供三个变量 a 、 b 和 c 的初值。现决定选用后一个方案,即第三章介绍的初值—运算—输出型顺序算法方案。

2) 框图论证与程序设计。顺序算法的框图结构是一目了然的,程序文本如下。读者借此可细细品味 BASIC 语言的程序结构。



```

10 LET A=2
20 LET B=6
30 LET C=3
40 LET D=B*B-4*A*C
50 PRINT D
60 END

RUN
12
OK
  
```

3) 上机运行。程序上机运行,一般要经过清内存、清屏幕、键入语句和不止一次的编辑、修改与调试过程,直至算出终值(参看 § 9-3-3)。现在假定以上程序已经正确地送进了主机内存。

以下将着重介绍程序在机器中的执行过程。当用户从键盘上向机器发出运行命令 RUN 以后,在控制器的指挥调度下,计算机将按照行号的递增顺序依次执行程序中的各个语句。在执行完 10—30 语句后,内存贮器中开辟出命名为 A、B 和 C 的三个内存变量单元,并分别往这三个变量单元中赋进了初值 2、6 和 3。执行至 40 语句时,先是内存变量 B 中的数值 6 被送到

运算器中作自乘运算,其积 36 暂存于累加器;其次是变量 A 和 C 中的数值被送到运算器中作 $4ac$ 的乘积运算,积 24 暂时放在运算器;继而是累加器中的 b^2 值 36 与运算器中 $4ac$ 的当前值 24 作相减运算,其差为 12;最后是运算器中 $b^2 - 4ac$ 的当前值 12 被送到内存变量 D 中存贮。执行至 50 语句时,内存变量 D 中存放的数值 12 被送到显示器屏幕上显示,至 60 语句时结束运行,系统返回等待状态。

在结束本节的时候,读者务须建立以下几个贯穿本书始终的重要概念和定义。

1) 电子计算机只进行数值运算而不进行代数运算。例如,若让计算机运算代数式 $(2x + 3x)$,其答案必然是零而绝不会是 $5x$ 。但是,如果在执行运算之前,对变量 x 赋以初值,例如 2,则运算结果必然是 10。

2) 初值—运算—输出算法是贯穿计算机程序设计过程中的基本算法,三个步骤缺一不可。例如,若删去以上程序中的 10—30 语句,则运算的终值必然为零;若删去 50 语句,则屏幕上将是一片空白,而存贮在内存变量单元 D 中的数值,人们最无能为力去看到的。

3) 高级语言程序极少直接同计算机内存贮器单元地址打交道。内存贮器单元地址是以内存变量名的形式出现在程序中。所以,在现阶段学习中,读者无须去关心和顾及内存单元中的地址分配与管理问题。

4) 在计算机词汇中,“数据”和“运算”这两个词具有很广泛的含意。“数据”是计算机所加工处理的最小信息单位,它既代表具体的算术数值、平面图形的坐标点、声音信号的频率时宽代码,也可以是字母、字符、汉字及各种印刷符号等等。“运算”是指发生在运算器中的一切操作过程,它既可以是数值运算、比较运算、逻辑运算,也可以是对文字信息的加工处理和声音、图形的变换等等。

5) 在计算机专业词汇中,“存”是指对内、外存贮器的写入操作,“取”是指对内、外存贮器的读出操作。“存”和“写”是同意词,“取”和“读”是同意词。“存”和“取”互为逆操作。显然,“存”具有破坏性,因为新数据会把旧数据“冲”走。“取”的真实含意是拷贝或复制,“取”不具破坏性。所以,数据被“取”走后,该内存单元或磁盘空间上仍驻留着原数据不变。

6) 纵使计算机有天大的本事,但是发生在计算机中的基本运算操作仅仅只是相加和移位,计算机能受的信息只有 0 和 1。严格地说,计算机甚至连 0 和 1 这两个数码都不认识。它只能感受和识别光线的亮暗,磁化的正反,电平的高低,电流的有无等等物理现象中相辅相成的两个对立状态。如果前者代表 1,则后者必然为 0,反之亦然。计算机工作者把一切的自然现象,万事万物,通过一系列的 0 和 1 的编码序列组合,送进机器处理运算,然后再把运算后所生成的 0 和 1 编码序列还原为其本来面目,呈现在人们眼前,让人们所识别。ASCII 码就是国际上通用的实现这类信息转换的标准代码(见附录 1)。

有鉴于此,在正式介绍计算机软件系统之前,先向读者介绍计算机中的数制问题。

§ 1-3 计算机中的数制

如果我信手写下一连串的数码,例如 1001,请问它代表一个多大的数目字呢?绝大多数初次阅读本书的读者,一定会不假思索地回答一千零一。读过本节课文后你就会发现,用这种书写方式所表征的,只能是一个不确定的数,它既可以代表二,也可以代表九,还可以代表五百一十三、四千零九十七以及其他更多的数字。这是为什么呢?首先得从计数方法或计数体系说起。

一、计数方法与计数体系

人们常常用下面的三个标准来评价一个计数方法或计数体系。第一,任何一种计数方法或计数体系,都含有固定数量的数码,并赋给每个数码一个固定的写法和相应的读音;第二,任何一种计数方法或计数体系,都具有明确的计数规则。遵循这些简明扼要的计数规则,可以利用本系统中的有限数码,表征出自然界中的任意实数,并赋以每个实数一个明确的写法与读音;第三,任何一种计数方法或计数体系,都具有严密的运算规则,借助这些快炙人口的运算规则,可以对本系统中的数据进行各种算术四则运算。

在人类计数历史的长河中,曾经出现过两种不同类型的计数方法与计数体系。一类是无位权(又称无权位)的计数方法和体系,另一类是有位权(或称有权位)的计数方法和体系。

何谓“位”?“位”就是位置。而位置是用顺序号,简称序位或位序来表征。位序又是怎样来确定的呢?用1001这个数字做例子。其中,含有两个数码1和两个数码0。我们说,右端的1是处在第零序位,左端的1处在第三序位;相应地,右端的零处在第一序位,左端的零处在第二序位。普遍地说,从任何一个数字的小数点起,往左边方向数下去,依次是第零位、第一位、第二位等等;往右边方向数下去,则依次是第一位、-2位、-3位等等。

何谓为“权”?“权”就是各个序位所隐含的计数倍率,简称权或权值。仍以1001这个数字为例子。其中,第0位与第3位上的数码都是1,余下的都是0。在人们所熟悉的十进计数制体系中,0位上的计数倍率是 10^0 ,权值是1,权名为一;第3位上的计数倍率是 10^3 ,权值是1000,权名为千。将各序位上的码值与权值的乘积累加起来,就得到了这个数据所表征的数字。所以,在十进计数制中,1001这个数据就理所当然地代表了一千零一。

明确了位和权的意义后,就不难理解什么是无位权和什么是有位权的计数方法和体系了。显然,十进计数制是一种有位权的计数方法和计数体系。那么,什么是无位权的计数方法和体系呢?顾名思义,在无位权的计数方法和体系中,各个数码所表征的数值,不随它所处的序位而改变。仍以1001为例:在无位权的计数体系中,第3位上的数码1和第0位上的数码1,没有任何高低、贵贱、大小之分,都代表同一个数一,而与其所处的位置无关。所以,在无权位计数体系中,1001这个数据就必然只代表二了。原始人的刻木计数、结绳计数、投石计数以及沿袭至今的“正下”等选票计数方法,均属于无权位计数体系范畴。由于无权位计数体系不能随心所欲地表征出自然界中的任意实数,更难于实现哪怕是最简单的算术四则运算,所以,早已被计数历史所淘汰或为人们所遗忘。有位权计数方法和体系则深为人们所熟悉、理解与学习、应用,并根据不同的计数需求和科技应用,创建了各种各样的位权依赖关系,形成各种各样的计数制。如实数计数系统中的十进计数制,计时系统中的六十进计数制,礼拜系统中的七进计数制等等。在计算机科技中,我们又将会碰到二进计数制、八进计数制和十六进计数制。为此,本节中将作如下的约定:用括号加下标把数据包括起来,如 $(1001)_2$ 、 $(1001)_8$ 、 $(1001)_{10}$ 、 $(1001)_{16}$ 或 $(1001)_{\text{bin}}$ 、 $(1001)_{\text{oct}}$ 、 $(1001)_{\text{dec}}$ 、 $(1001)_{\text{hex}}$ 等等,以便同时标识数据与它所属的计数制。显然, $(1001)_{10}$ 代表的是十进制数一千零一。而 $(1001)_2$ 、 $(1001)_8$ 和 $(1001)_{16}$ 又代表一个什么样的等效十进制数?计算机中为什么要使用二进计数制?为此,我们先回顾一下二、八、十、十六进计数制的计数规律,然后再讨论各计数制数据之间的相互转换问题。

二、二、八、十、十六进计数制计数规律

先从大家所熟悉的十进计数制开始。十进计数制的主要计数关系如下

计数规律:逢十进一

数 码:0、1、2、3、4、5、6、7、8、9

位权关系: 10^i

其中, i 是位序, $i=n, n-1, \dots, 2, 1, 0, -1, -2, \dots, -m$

例 1-3-1 以数据 $(1992.12)_{10}$ 为例,剖析十进计数制的计数规律。

[解] 数据结构: 1 9 9 2 . 1 2
位 序: 3 2 1 0 -1 -2
位 权: 10^3 10^2 10^1 10^0 10^{-1} 10^{-2}
权 值: 1000 100 10 1 $\frac{1}{10}$ $\frac{1}{100}$
权 名: 千 百 十 个 十分 百分
读 音: 一千九百九十二又百分之一十二
按权展开: $1 \times 10^3 + 9 \times 10^2 + 9 \times 10^1 + 2 \times 10^0 + 1 \times 10^{-1} + 2 \times 10^{-2}$
 $= (1992.12)_{10}$

以上就是人们所习以为常的十进计数制的计数方法和计数规律,同时也是对有位权计数方法与体系的计数规律的形象描绘。例如,本数据中同时含有两个数码1、两个数码2和两个数码9,虽然它们的码值都两两相同,但因其各自所处位序的权值不同,所以就各自代表了不同的数值。各序上的码值与权值之积的累加和,就是该数据的按位权展开式。按权展开式是求取与该数据等效的十进计数制数据的理论计算公式。

推而广之,二进计数制的主要计数关系如下

计数规律:逢二进一

数 码:0、1

位权关系: 2^i

例 1-3-2 计算 $(1100100.01)_2 = (\quad)_{10}$

[解] 数据结构: 1 1 0 0 1 0 0 . 0 1
位 序: 6 5 4 3 2 1 0 -1 -2
位 权: 2^6 2^5 2^4 2^3 2^2 2^1 2^0 2^{-1} 2^{-2}
权 值: 64 32 16 8 4 2 1 $\frac{1}{2}$ $\frac{1}{4}$
按权展开: $1 \times 2^6 + 1 \times 2^5 + 0 \times 2^4 + 0 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 0 \times 2^0$
 $+ 0 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-2} = (100.25)_{10}$

所以 $(1100100.01)_2 = (100.25)_{10}$

顺此说明:由于二进计数制很少用于日常生活计数,所以无此必要像十进计数制那样给二进计数制中的各个位权值赋以相应的权名,也无此必要给二进计数制中的数据制定一个统一的读法,只须按序位唱读码名就行了。除此之外,读者还应该熟练和牢记从 2^0 至 2^{16} 之间各数据的求幂运算规律,以利于迅速实现二进计数制数据向十进制数据的等效变换。

八进计数制的主要计数关系是

计数规律:逢八进一

数 码:0、1、2、3、4、5、6、7

位权关系: 8^i

例 1-3-3 计算 $(144.2)_8 = (\quad)_{10}$