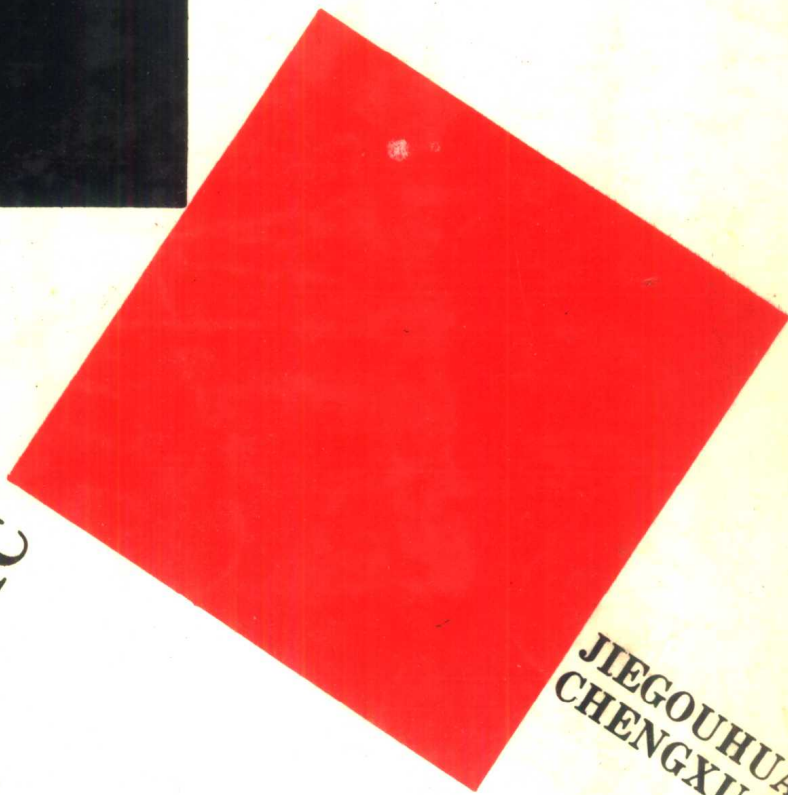


计算机应用基础系列教材

QUICK BASIC 结构化程序设计

刘秉刚 李兴成 李凤翔 编著
苗 良 彭有道

重庆大学出版社



QUICK
BASIC

JIEGOUHUA
CHENGXU SHEJI

QUICK BASIC

结构化程序设计

刘秉刚 李兴成 李凤翔 编著
苗良 彭有道

重庆大学出版社

内 容 简 介

本书以面向应用,面向未来为出发点,深入浅出地介绍了最新的结构化语言 Quick BASIC 的基本语法,它既保留了传统会话式 BASIC 易学易用的特点,又大大扩充了功能:运行速度快,内存不受限制,结构模块化,有丰富的字符处理、图形、声音等功能。本书在介绍语法的同时,密切联系常用算法的应用,这样有利于培养独立分析问题的能力和良好的程序设计习惯。

本书可供高等农业院校各专业作计算机应用基础课的教材,也适于其它高校非计算机专业的学生和有关科技工作者参考。

QUICK BASIC 结构化程序设计

李兴成 李凤姣 编著
刘秉刚 苗良 彭有道
责任编辑 韩洁

重庆大学出版社出版发行
新华书店经销
大足新华印刷厂激光照排
重庆大学出版社印刷厂印刷

开本:787×1092 1/16 印张:16.75 字数:418千

1992年7月第1版 1992年7月第1次印刷

印数:1—25000

标准书号: ISBN 7-5624-0501-8 定价:5.92元
TP·31

(川)新登字 020 号

前 言

教育要面向未来。21 世纪是信息化的时代,将要成为 21 世纪科学技术中坚的现今大学生,必须具有适应信息化社会需要的充足的计算机应用知识。因此,加强对非计算机专业学生的计算机教育是非常必要的。为了适应高等农业院校各专业的需要,我们组织编写了计算机应用系列教材。本书是其中之一,它将介绍用 Quick BASIC 进行程序设计的基本知识。

Quick BASIC 是当今世界上很流行的、功能很强的一种编译型程序设计语言,比早期的解释型 BASIC 更先进。第 1、Quick BASIC 采用了编译方式,大大提高了运行速度,但同时又保留了解释方式下会话式语言的易学易用的特点;第 2、它可以充分利用现在微机的内存贮器资源,不再受 64KB 的限制,因而处理问题的能力大为增强;第 3、它是一种结构化的语言,易于阅读,便于设计和维护;第 4、增强了非数值计算(文字处理、图形、声音)的功能;第 5、采用屏幕菜单技术,使人机会话更直观方便,操作简单;第 6、和大多数 BASIC 版本兼容,特别是 PC 机上流行的 BASICA、GW BASIC 的程序大都可以不加任何修改就可以在 Quick BASIC 环境中运行。因此,选用这种语言作为 90 年代非计算机专业的计算机应用基础的教学内容是很适宜的。

在教材编写中,我们以应用为出发点,加强基础知识和基本技能的教学,同时又照顾到非计算机专业初学者的接受程度,坚持少而精的原则,突出最基本的内容,由浅入深,循序渐进,从具体事例出发,引出一般的概念和结论。这门课程是实践性很强的技术基础课,因此,特别注意学生的能力训练,即要培养学生分析问题的逻辑思维能力,结构化编程的习惯,独立的上机操作技能。

本教材适于总学时数为 60~80 的教学,上机时数应不少于总学时数的三分之一。

为了适应当前各校的机型,本书充分注意了与 MBASIC、BASICA 等的兼容性,每章中都首先介绍 Quick BASIC 中与它们兼容的部分,作为子集,称为 BASIC。然后再介绍 Quick BASIC 的独有的功能。

在农业部教育司的大力支持和高等农业院校中心实验室技术协会的具体组织下,经过全体编委的协同合作和辛勤劳动,重庆大学出版社的热情支持,这本书得以顺利和读者见面。

本书是编写人员的集体劳动成果,在拟定了编写大纲的基础上,分工负责,成文后又经过两次集体审稿,反复修改,最后,由主编对全书统一定稿。编写组由西南农业大学刘秉刚任主编(编写第一章),由华中农业大学李兴成(编写第八、九章)、河北农业大学李凤姣(编写第四章)、山东农业大学苗良(编写第六章)、河南农业大学彭有道(编写第二章)任副主编,编委有贵州农学院朱世明(编写第三章)、沈阳农业大学佟立伟(编写第五章)、湖北农学院廖济众(编写第七章)、青海大学武春(编写第十章)、黑龙江八一农垦大学张树光(编写第十一章)、山西农业大学杨国强(编写第十二章)。

由于编著者水平有限,书中的缺点错误在所难免,恳请读者批评指正。

编 者

目 录

第一章 电子计算机的基本知识	1
§ 1.1 信息化社会与计算机	1
§ 1.2 电子计算机的特点	1
§ 1.3 电子计算机的应用	3
§ 1.4 电子计算机的发展与种类	4
§ 1.5 电子计算机的硬件系统	6
§ 1.6 电子计算机中数的表示与编码	9
§ 1.7 电子计算机的工作原理	13
§ 1.8 从机器语言到高级语言	15
§ 1.9 电子计算机的软件系统	17
本章小结	18
习题一	19
第二章 算法与程序设计	20
§ 2.1 算法的概念	20
§ 2.2 用流程图表示算法	22
§ 2.3 用结构化流程图(N-S 图)表示算法	25
§ 2.4 结构化程序设计步骤	28
本章小结	29
习题二	29
第三章 BASIC 语言的基本知识	30
§ 3.1 BASIC 语言的发展	30
§ 3.2 BASIC 源程序的结构	31
§ 3.3 BASIC 字符集	32
§ 3.4 数据的类型	33
§ 3.5 常量	34
§ 3.6 变量	36
§ 3.7 标准函数	37
§ 3.8 表达式	38
§ 3.9 Quick BASIC 的模块结构	39
本章小结	41
习题三	41
第四章 顺序结构	43
§ 4.1 引例	43
§ 4.2 赋值语句(LET)	44
§ 4.3 输出语句(PRINT)	46
§ 4.4 输入语句(INPUT、READ/DATA)	54
§ 4.5 END、STOP、REM 语句	59

§ 4.6 符号常数说明语句(CONST)	60
本章小结	61
习题四	61
第五章 选择结构	64
§ 5.1 引例	64
§ 5.2 关系表达式和逻辑表达式	64
§ 5.3 行 IF 语句	67
§ 5.4 块 IF	68
§ 5.5 选择结构的嵌套	70
§ 5.6 多路选择结构	74
§ 5.7 无条件转移语句(GOTO)	78
§ 5.8 多分支转移语句(ON GOTO)	79
本章小结	80
习题五	81
第六章 循环结构	83
§ 6.1 引例	83
§ 6.2 WHILE 循环语句(WHILE—WEND)	84
§ 6.3 FOR 循环语句(FOR—NEXT)	86
§ 6.4 DO 循环语句(DO—LOOP)	92
本章小结	99
习题六	100
第七章 数 组	102
§ 7.1 数组的基本概念	102
§ 7.2 数组说明语句(DIM)	105
§ 7.3 应用举例(一)	107
§ 7.4 Quick BASIC 对数组的扩充	112
§ 7.5 应用举例(二)	115
本章小结	121
习题七	121
第八章 自定义函数与子程序	123
§ 8.1 自定义函数	123
§ 8.2 子程序	126
§ 8.3 Quick BASIC 过程	132
§ 8.4 FUNCTION 子程序	133
§ 8.5 SUB 子程序	135
§ 8.6 应用举例	139
§ 8.7 对 Quick BASIC 过程的进一步讨论	142
本章小结	150
习题八	151
第九章 字符串处理	153
§ 9.1 字符串常数	153
§ 9.2 字符串变量及数组	154
§ 9.3 字符串变量的赋值	155

§ 9.4 字符串的连接	157
§ 9.5 字符串的比较	158
§ 9.6 取子字符串	161
§ 9.7 字符串的生成	164
§ 9.8 字符串与数的相互转换	166
§ 9.9 改变字符串中的字符	168
§ 9.10 设置和读取系统的日期及时间	169
§ 9.11 Quick BASIC 对字符串处理的扩展	170
§ 9.12 应用举例	172
本章小结	179
习题九	180
第十章 图 形	182
§ 10.1 显式模式与屏幕坐标系	182
§ 10.2 有关屏幕控制的语句	183
§ 10.3 图形的基本构成——点、线、圆	186
§ 10.4 图形的着色	191
§ 10.5 Quick BASIC 中图形的窗口操作	193
本章小结	199
习题十	199
第十一章 文 件	201
§ 11.1 文件的基本概念	201
§ 11.2 顺序文件	204
§ 11.3 随机文件	210
§ 11.4 Quick BASIC 对读、写随机文件方法的改进	213
本章小结	218
习题十一	219
第十二章 综合程序设计概要	220
§ 12.1 结构化程序设计方法	220
§ 12.2 程序设计综合举例	224
习题十二	246
附 录	248
附录一 ASCII 码表	248
附录二 PRINT USING 语句的格式码	249
附录三 Quick BASIC 语句和函数一览表	251

第一章 电子计算机的基本知识

什么是电子计算机,它有什么特点和用途,它的基本结构和组成是怎样的,它的工作原理如何?了解这些最基本的知识,对掌握计算机的应用是非常必要的。本章将比较系统地对这些问题作概略性的介绍。

§ 1.1 信息化社会与计算机

商品上的条形码、收款台上的扫描器、电视屏上的气象预报、办公室里的程控电话、银行里的信用卡、激光照排印刷的报刊书籍等等,在日常生活中,人们将感触到信息化社会脉搏的跳动,人们已经不知不觉地在与电子计算机打交道。更不用说喷气飞机、人造卫星、洲际运载火箭、巡航导弹、遥感遥测、气象云图、工业机器人、蛋白质人工合成等等,这一系列新的科学技术成就,无一不与电子计算机密切相关。电子计算机自本世纪 40 年代诞生以来,对社会的发展产生了巨大的影响。18 世纪下半叶蒸汽机的发明标志着工业革命的开始,开创了人类利用机械代替体力劳动的时代,从而带来社会生产力的飞跃发展,创造了工业革命的物质文明;电子计算机的发明标志着一个新的信息革命时代的来临,开创了利用机械代替部分脑力劳动的时代,它又带来社会生产力的再一次飞跃,一个崭新的信息化社会正在孕育成长。

在信息化社会里,科学技术成为第一生产力。信息科学技术又是其中的主导和核心。它包含了信息科学和信息技术两个方面,信息科学是以信息的运动规律和利用信息的原理作为主要研究内容的科学,信息技术则是扩展人的信息功能的技术,它主要包括了传感技术、通信技术和计算技术。电子计算机不仅能自动进行大量高速、精确、复杂的数值计算,而且具有对信息进行采集、加工、生产、存贮、传递的能力,所以它成了信息处理的有力工具。在信息化社会里,各行各业都在使用计算机,人人都会使用计算机。计算机成了信息处理机。

随着信息科学技术的迅猛发展,社会发展的步伐空前加快了,物质财富的创造在加速度运转,信息处理量成指数地增长,新的知识领域不断增加,知识的老化和更新也在加速。因此人们的思想观念、知识结构也必须不断更新,才能适应社会的发展。现在有的提出了“第二文化”,即计算机文化。人类具备对文字和写作的能力称为“第一文化”,阅读和编写计算机程序的能力称为第二文化。为了加快实现我国四化的需要,现代的科技人员,除了学习掌握本专业的业务之外,还应学习计算机知识,这是非常必要的。

§ 1.2 电子计算机的特点

电子计算机之所以获得这样广泛的使用,发挥巨大的威力,这是因为它具有处理速度快、存贮容量大、计算精度高、有逻辑判断能力、运行自动化、可靠性好六大特点。

1. 处理速度快

电子计算机的处理速度,通常是用每秒钟能做多少次运算来表示。1946年的第一台电子计算机的运算速度是5000次/秒,现在一般的微型机的运算速度为几十万次/秒。现代的巨型机的运算速度已高达100亿次/秒。处理速度也可以用每秒钟执行了多少条指令来表示,(如常用MIPS即Millions of Instructions Per Second,每秒一百万条指令作单位),或者用执行一条指令所需的时间来表示。(例如现在的计算机处理速度大约是数纳秒至数百纳秒之间,一纳秒即 $1\text{ns}=10^{-9}\text{s}$)。

计算机之所以有这样高的速度,是由于它采用了高速的电子器件和优化的算法。计算机功能强,解决复杂问题的能力就越强;处理速度愈快,单位时间完成的工作量就愈大,这就意味着生产率和工作效率的大幅度提高。现在计算机的处理速度还在不断提高。

2. 存贮容量大

计算机象人脑一样具有记忆能力,计算机中具有这种能力的装置称为存贮器。它能大量信息(如数据、文字、图形、图象等)保存在存贮器中,并能从存贮器中取出来进行查找、排序、分类等处理,从而大大方便和加快了信息的利用。现代微电子技术的飞跃发展,使得存贮器的容量愈来愈大,而价格愈来愈低。有关存贮器的特性,将在后面作进一步介绍。

3. 计算精度高

科学和工程计算对结果的精度有较高的要求。一般计算机最低也能达到16位有效数字的精度,完全能满足科学和工程计算的需要。实际上,计算机可以满足任意精确度的要求,例如人们对圆周率 π 值的计算,我国南北朝的数学家祖冲之算到3.1415926~3.1415927,精确到小数点后7位,日本有人用计算机,在1988年算到了小数点后20132.6万位,打印这一结果用了40266张打印纸。

4. 有逻辑判断能力

电子计算机不仅能进行算术运算,如加、减、乘、除等的计算,而且能进行逻辑运算。在处理过程中,能够对数量的大小、符号的异同进行比较判断,从而能够帮助人们完成分类、检索、推理、定理证明、模式识别等具有人类思维性质的工作。因此计算机正在朝着智能化方向发展。

5. 运行自动化

现在的电子计算机是采用存贮程序的原理工作的,即把计算机要做的事用计算机能懂的语言写成程序,送到它的存贮器中存起来,然后计算机再执行程序。这时,只要人们给出了运行的命令,计算机就能自动连续地执行程序,直到程序执行完毕。这是它与其它计算工具有本质区别的特点。

6. 可靠性高

随着电子技术的发展和计算机应用的需要,电子计算机的可靠性也日益提高。从元器件到系统,从硬件到软件都采取很多先进的技术措施,如错误检测码、指令重试、诊断技术、容错技术等,从而实现高度的可靠性。人们常常用RAS来说明可靠性等概念,所谓RAS即可靠性(Reliability)、有效性(Availability)、可用性(Serviceability)3个英文单词的缩写。

§ 1.3 电子计算机的应用

电子计算机已在各行各业广泛使用,据统计使用计算机的行业和用途已达数千种,从主要用于数值计算发展到主要用于非数值计算,以下对计算的应用领域作简要介绍。

1. 科学与工程计算

这是计算机应用最早也是最成熟的领域。1946 年的第一台 ENIAC 计算机就是用于火炮试验场的弹道轨迹的计算。人们对客观世界的认识逐步深化,越来越多的从定性描述走向定量描述,建立数学模型,从而产生许多复杂的计算问题。如果用手工计算,那将占用许多的人力花费很长时间,有的甚至还是不可能的。电子计算机一出现,面貌为之改观。现在,科学技术和工程设计的大量计算都要借助计算机来完成。例如人造卫星轨道的计算,宇宙飞船的制导,天文学中星体演化形态学的研究,天文年历的编制,高能物理方面可控热核反应的研究,反应堆的控制,生物学遗传工程中核糖核酸及一些人工合成的计算,农业方面的生态系统模拟、水利设施的设计、气象预报等等。由于计算机速度快、精度高,因而可以缩短计算周期,节省大量人力物力,大大促进科学研究与国民经济的发展。反过来,科学研究和国民经济的发展又向计算机提出了大量的新课题,成为研制功能更强更完善的计算机的推动力。

2. 信息处理

信息处理就是对信息进行的采集、加工、存贮、传递等的处理。这已成为信息社会的主要特征。在人类历史上,早已存在信息处理,只不过是用手工方式进行,规模也小,而且对信息资源的重要性的认识还不是那样深刻,信息的开发利用也就不那么充分。电子计算机的出现,很快就用于信息处理,给社会生活带来了广泛而深刻的变化。例如,我国人口普查,每个人要登记 10 多项数据,全国汇总起来就是上百亿个的数据,对这些数据进行分类统计,用人工进行又慢又费人力,还易出错,用计算机处理,又快又精确,而且能提供各种统计分析,及时为国家经济建设的决策提供有用的信息。现在,用于企事业管理的各种管理信息系统(如财务、计划、物资、人事等的管理),用于文字处理的编辑排版系统和办公室自动化系统,用于图形图象处理的图象信息系统,用于图书资料查询的情报检索系统等等,不胜枚举。随着信息化社会的发展,人们已经认识到信息是社会发展的主要资源,信息就是财富,信息量与日俱增,信息处理必然会得到更广泛而深入地发展。

3. 过程控制

计算机用于控制各种自动装置、自动仪表、机床工具的工作过程,就称过程控制,或称实时控制。所有的生产过程、科学实验、生活用具都可以实现自动控制。在工业生产过程中,广泛利用它实现生产过程的自动化,比如巡回检测、自动记录、监视报警、自动启停,以及自动调节和控制生产过程等。这样可以提高产量、降低能源消耗、节约劳动力、减轻劳动强度,从而带来巨大的经济效益。此外,交通运输方面的行车调度,农业方面的人工气候箱的温湿度控制,仪器仪表的智能化,家电方面的全自动洗衣机,电视机自动选台、录音机自动选曲等等都广泛地应用到计算机的过程控制。

4. 辅助工程

在工程设计制造领域应用了计算机就形成了计算机辅助工程 CAE(即 Computer Aided En-

gineering),它包括最先应用于辅助设计的 CAD (Computer Aided Design),后来又扩展到用于辅助制造 CAM(Computer Aided Manufacturing)、辅助测试 CAT 等。

CAD 技术提高了设计质量和自动化程度,加快了新产品的设计和试制速度。比如飞机设计,过去从制定方案到产生全套图纸,花费大量人力物力,要用两年半到三年的时间,采用 CAD 后,只需 3 个月就可完成。工效大幅度提高。而象大规模集成电路的设计,没有 CAD,那简直是不可能做的事情了。

辅助工程还扩展到辅助教学 CAI(Computer Aided Institute),它使教学内容多样化、形象化、规范化,易于理解,便于学习。从而改善和提高教学质量。

5. 人工智能

这是计算机应用的一个新领域。给它下一个准确定义是困难的。人工智能就是用计算机执行某些与人的智能有关的复杂功能。如判断、图象识别、理解、学习、规划和问题求解等。这种计算机,常称为智能机。当前,世界上正兴起第五代计算机的研究热潮,其目标就是使计算机实现智能化。目前研究的范围包括模式识别、自然语言理解、自动定理证明、自动程序设计、知识表示、机器学习、专家系统、机器人等。

§ 1.4 电子计算机的发展与种类

§ 1.4.1 电子计算机的发展

一、电子计算机出现前的计算工具

计算工具是随社会生产的发展需要而不断改进和完善的。人类最早的计算主要是计数,计数的方法就用人自身的手指、脚趾、或者身边的天然物,如小石块、绳子等物体作为计数工具。后来就有了人造的计算工具,我国古代劳动人民最先创造了算筹。它是用竹子或者用木头或者用骨制成的小棍,小棍的不同摆法,表示不同的数,祖冲之就是用算筹算出 π 值在 3.1415926 和 3.1415927 之间,这一结果比西方早了近 1 千年。以后算筹又演变成了带珠的算盘,一直流传至今,不仅在我国广泛使用,而且流传到国外,对世界文明也作出了重大贡献。

在西方,16 世纪出现了对数计算尺,17 世纪,西欧一些国家,资本主义经济开始出现,由于航海业的发展,天文学的研究,从而提出了大量的计算问题,促使人们寻求新的计算工具。1642 年法国数学家帕斯卡(Blaise Pascal),发明了能做加法和减法的机械计算器。后来,德国数学家莱布尼兹(Gottfried Wilhelm Von Leibnitz)在 1673 年进一步发展为能做加、减、乘、除四则运算的机械计算器。

18 世纪中叶工业革命兴起,对计算工具的研究就更进一步了。值得一提的是英国天文学家巴贝奇(Charles Babbage),他 1822 年制作了自动计算导航的差分机,1830 年设计了分析机,它是带卡片存储数据的自动通用计算机,当时未能实现,但成为现代计算机发展的基础。他的一个助手、伯爵夫人艾达(Augusta Ada Lovelace),在完善该设计中,提出了自动循环计算的概念,为后来计算机的程序设计奠定了基础。

二、电子计算机的诞生

20 世纪初,科学技术发展很快,特别是电子技术的进步,如电子管的发明,数学理论取得的成果,计算工具已有的基础,使得计算机的研制就日趋成熟了。1925 年布什(Vannever Bush)领导制造了第一台模拟式计算机,30 年代艾肯(Howard Aiken)研制的 Mark I,是第一台用 3 千多个继电器做成的数字自动计算机。它可以自动按程序员编的一系列指令进行计算。1937 年阿塔纳索夫(Atanasoff)提出了用电子管制造电子计算机,但因战争,经费短缺,未能实现。

由于第二次世界大战爆发,战争对现代武器的需要,也迫切需要改进计算工具。当时美国宾夕伐尼亚大学莫尔学院电工系同阿伯丁弹道研究实验室共同负责为陆军每天提供 6 张火力表,每张表都要计算几百条弹道,用台式计算器计算一条飞行时间 60s 的弹道要花 20h,用 200 人同时计算,一张火力表也往往要算两、三个月,可见问题相当严重。于是研究电子数字计算机的计划提到了议事日程,在 30 多岁的物理学家莫克利(John W. Mauchly)和 24 岁的总工程师埃克特(J. Presper Eckert)的主持下,ENIAC(Electronic Numerical Integrater and Computer),即电子数值积分和计算机,1946 年正式投入运行。它的运算速度达 5000 次/秒,比已有的计算机快 1000 倍。

三、电子计算机的迅猛发展

ENIAC 是一个庞然大物,共用 19000 个电子管,30t 重,占地面积达 170m²,耗电功率为 150kW。性能并不理想,运算速度 5000 次/秒,存贮字长为 10 位的十进制数 20 个,程序是用线路连接的方式来实现的,不便于使用。经过 40 年的努力,使用的器件已经历了电子管、晶体管、集成电路、大规模和超大规模集成电路 4 代的变化,性能提高了一百万倍,价格降为万分之一,世界上没有一项技术象它这样变化快。

现在电子计算机正向着巨型化、微型化、网络化、智能化方向发展。

§ 1.4.2 电子计算机的种类

电子计算机的种类很多,有不同的分类标准。

一、按所处理的数据特点来分有

1. 数字式计算机(Digital computer) 处理的是脉冲变化的离散量,如 0,1 之类的数字,它计算精度高,抗干扰较强。
2. 模拟式计算机(Analog Computer) 处理的是连续变化的模拟量。如压力、温度等物理量的变化曲线。
3. 混合式计算机(Hybrid Computer) 它是将数字式和模拟式结合为一体的计算机。通常说的“计算机”均指电子数字式的计算机。

二、按用途来分

1. 通用计算机 可用来完成多种不同的任务,如既可作科学计算,又可作各种事务管理。适用范围广。

2. 专用计算机 只用于完成某一专门任务,如控制炼钢轧钢的专用机、各种程控机床用的计算机。它的执行效率较通用机高。

三、按计算机处理速度、内存容量、配置规模来分

1. 巨型机和小巨型机 处理速度上亿次,字长 64 位以上,内存百兆字节以上,如 CDC 公司的 ETA-10,我国的“银河”。

2. 大、中型机 处理速度从数百万次到数千万次,字长 32 位以上,内存数 10 兆字节以上,如 IBM3090, FACOM M700 系列等。

3. 小型机和超级小型机 处理速度数百万次,字长 16 或 32 位,内存数兆字节。如 DPS6, MV8000, HP3000。

4. 微型机和便携机 这是一类发展变化相当大的一类计算机。其中:高档机,字长 32 位,如用 Intel80486、80386 为 CPU 的工程工作站,处理速度、字长、内存均已达到或超过超级小型机的指标;中档机,字长 16 位或 32 位,时钟频率 20~30MHz,内存数兆字节,如用 Intel80386、80286 为 CPU 构成的各类微机;低档机,字长为 16 位或 8 位,时钟频率 10MHz 以下,内存 1MB 以下。如 IBM PC/XT, 长城 0520, APPLE 等。

5. 单片机 是把计算机的基本组成部件如 CPU、存储器、I/O 接口做在一张芯片上的计算机。它集成度高、体积小、功能强、速度快、价格低廉、可靠性强,在机电一体化和传统工业改造中广泛应用。

以上各类的界限是发展变化的,并无严格规定,昔日的大型机还赶不上如今的袖珍机,随着计算机技术的飞速发展,将来还可能发生巨大的变化。

§ 1.5 电子计算机的硬件系统

电子计算机是一个复杂的系统,它由硬件(Hardware)系统和软件(Software)系统组成。硬件系统是指由电子元器件和机电结构等构成的各种设备的物理实体;软件系统是指在计算机中运行的各种程序。本节先介绍它的硬件系统,然后在了解了有关的概念的基础上,再在 § 1.9 介绍它的软件系统。

计算机的硬件系统是由多台不同功能的设备相互连接而成。根据计算机的处理能力和用途的不同,系统的大小和配置是各不相同的。一个大中型的计算机系统,可以由几十台设备组成,而一个微型机系统可以由 4、5 台设备组成。但是,无论系统大小,一个计算机的硬件系统都由以下几个基本部分组成。

一、主机(Main Frame)

它包含中央处理机和主存储器,是整个系统的核心。

1. 中央处理机

常常用 CPU 表示,它是英文 Central Processing Unit 的缩写。中央处理机中,主要由控制器和运算器构成。

(1) 运算器

运算器是执行算术运算和逻辑运算的电子部件,又叫 ALU,即英文 Arithmetic Logic Unit 的缩写。它和算盘的功用相似,算盘是用人工进行操作的计算工具,而运算器能自动连续进行运算,算盘只能做加、减、乘、除等基本的算术运算,而运算器不仅能做算术运算,它还能进行逻辑判断、逻辑比较等基本逻辑运算。

运算器是在控制器的指挥下,从主存储器中取出数据进行运算,结果传送回主存储器,形成运算器和主存储器之间的数据流,在两者之间进行信息交换。

(2) 控制器

它好比人的神经中枢,是整个系统的最高司令部,它指挥系统各个部分协调地工作,使系统自动地执行程序。

控制器是由复杂的逻辑电子线路组成。它按事先设计好的指令和程序发出各种控制用的命令,以便系统有条不紊地运行。比如,它从主存储器中顺序地取出一条一条的指令,每取一条,就要分析这条指令(称为译码),根据这条指令的功能向各功能部件发控制信息,执行这条指令规定的任务。一条指令执行完毕,控制器将获得执行情况的反馈信息,以后又自动地去取下一条指令,又进行译码、执行,重复这一过程,直至程序结束。

2. 主存储器

简称 MS,即英文 Main Storage 的缩写。又叫内部存储器,或称内存。它和人的大脑相似,用来存放计算机运行时的程序和数据。

具有记忆能力的器件种类很多,有半导体存储器、磁介质存储器、光存储器等。现在的计算机中都是用半导体存储器作为主存储器。半导体存储器是由若干集成电路芯片组成,在一块芯片上有成千上万个的存储单元电路,就象构成生物组织的细胞一样。这种单元电路具有两种不同的状态,常称之为双稳态电路。因此可以用 0 和 1 来表示这两种状态。这个单元电路是存储信息的最小单位,称为一个位(即 bit,常译成“比特”)。这个单位很小,常常把 8 个位合起来称为 1 个字节(Byte)。即 $1\text{Byte}=8\text{bits}$ 。

实际上,计算机的存储容量很大,常常还用 KB、MB、GB 作单位:

$$1\text{KB}=1024\text{Bytes}$$

$$1\text{MB}=10^3\text{KB}=10^3\times 1024\text{Bytes}$$

$$1\text{GB}=10^3\text{MB}=10^6\text{KB}=10^6\times 1024\text{Bytes}$$

根据功能的不同,半导体存储器可分为以下两类:

(1) 随机存储器 又叫 RAM(Random Access Memory)。即读写存储器,既可以向它存入信息,又可以从它取出信息。我们称“存入”的动作叫做写(Write)操作,“取出”的动作叫“读”(Read)操作。RAM 是读、写均可的。它有“取之不尽,去旧纳新”的特性。取之不尽的意思是:从 RAM 某单元中读出了信息之后,该单元的信息仍保持不变;去旧纳新的意思是:向某单元写入信息之后,该单元原有的信息将被写入信息代替,即原来的信息不再保留。RAM 只有当电源接通的状态下能存储信息,一旦断电,存储的信息就要全部丢失。所以,它只供计算机运行时存放当前的程序和数据,不便于长期保存信息。

(2) 只读存储器 又叫 ROM(Read Only Memory)。和 RAM 不同,只能从它读出信息,一般不能向它写入信息(只能用专门的写入器可以向它写入程序)。一旦写入了程序,无论电源接通或断开,写入的信息都不丢失。因此,常常把一些系统程序写在 ROM 里,供系统起动或运行时使用,这种 ROM,就成了固化软件,又称固件(Firmware)。

二、外部存储设备

对于大批量的信息存储,只有半导体存储器是不够用的。常常在主存之外配备外部存储器,简称外存,以辅助主存之不足,故又称为辅助存储器,简称辅存。磁盘机和磁带机就是现在广泛使用的外存设备。

磁盘机、磁带机都是根据磁感应原理制成的。它们的结构、特点及用途简述于下:

1. 磁盘机

有磁性介质的圆盘绕转轴旋转,活动的读写头在径向作直线运动,从而在盘面上形成若干同心圆,构成磁道,信息记录在磁道上,磁盘机又分两类:

硬磁盘机(Fixed Disk):将盘片密封在一个盒子内,以保持盘面的洁净,盘片数随容量大小而不同。如一般微机中的硬盘机容量有 20MB、40MB,甚至几百 MB 的。大中型机中的硬盘机容量有 200MB、300MB、600MB、2GB 等。

软磁盘机(Floppy Disk):它的磁盘和普通唱片相似,盘片是可卸的,盘片用纸袋封住,一片一片单独使用,根据直径大小,有 8"、5"、3" 等几种。每张盘的容量不等,低密度盘能记录 360KB、高密度盘能记录 1.2MB、1.4MB。

2. 磁带机

计算机专用的磁带机和普通家庭用录音机原理相同,但是在转速、记录密度、磁道数、容量等特性方面不一样,专用磁带机的要求要高些。在低档微机中也可用录音机作外存。在中大型计算机中使用专用磁带机作外存。

磁带上的信息,只能顺序写入和顺序读出,存取速度比磁盘机低,但它容量大、可以拆卸,价格比磁盘机低,所以暂时不用的信息,可以存在磁带上作为后备。

磁盘上的信息,可以随机地写入和读出,存取速度远比磁带机高,虽不及半导体存储器的速度快,但是断电后不会丢失信息。因此,常常用它存储重要的程序和数据,和主存配合,使计算机更有效的运行。

磁盘机和磁带机既可以从主机输出信息,写在盘上,又可以从它把信息读出送入主机,因此,相对主机而言,它既是输出设备,又是输入设备。

近年来发展起来的光盘,也是大容量的外存设备,已经投入使用。

三、输入设备

人们使用计算机的时候,就要把信息告诉计算机。把程序和数据送到计算机中去的装置就是输入设备。键盘(Keyboard)是最常用的输入设备,还有软磁盘输入机、卡片读入机、纸带读入机、数字化仪等。此外,光学符号阅读机、语音识别输入设备也已取得很大进展。

四、输出设备

计算机处理的结果要返回给人们,这就要用输出设备。常用的有阴极射线管显示器(CRT)、打印机、绘图仪等等。

阴极射线管显示器,就是常说的显像管,有单色和彩色两类。分辨率有高、中、低 3 档。在荧屏上,既可以显示计算机处理的结果,又可以看到内存中的程序和数据。既可以显示字符(英文或汉字)又可以显示复杂的图形。

打印机的种类很多,常用的有点阵式打印机、宽行打印机、激光打印机等。不仅可以用来作源程序清单和计算结果的输出,而且还可以用它输出表格、图形、编排书刊。

综上所述,控制器、运算器、存贮器、输入设备、输出设备等 5 个部分以一定方式相互连接成为一个和谐的整体。

§ 1.6 电子计算机中数的表示与编码

§ 1.6.1 二进制数

在数学和日常生活中,我们最熟悉的是逢 10 进位的十进制数。它有两个基本特征:

1. 数位从右至左,每位代表的数值是按 10 的指数增加的,如个、十、百、千...等,这个数值,我们常称为位权值。例如 2184 这个数可以用多项式表示为

$$2184 = 2 \times 10^3 + 1 \times 10^2 + 8 \times 10^1 + 4 \times 10^0$$

千	百	十	个	千	百	十	个
位	位	位	位	位	位	位	位

可见,十进制数的位权值是以 10 为底的幂,因此任何一个十进制数都可以用一个多项式表示:

$$(N)_{10} = a_n \cdot 10^n + a_{n-1} \cdot 10^{n-1} + \dots + a_1 \cdot 10^1 + a_0 \cdot 10^0 + a_{-1} \cdot 10^{-1} + \dots + a_{-m} \cdot 10^{-m}$$

—— 整数部分 —— —— 小数部分 ——

2. 每一位数上要有 10 个不同的符号:0、1、2、3、4、5、6、7、8、9。在多项式中的 $a_n, a_{n-1}, \dots$, 可以是这 10 个中的任意一个。

我们用 10 个不同形状的字符表示 10 个数,但是在计算机的硬件中,还不可能找到 10 种不同状态的物理量来表示 10 个数。因此,数制必须修改。我们知道,电子计算机是基于电子器件的特性来工作的,这些电子线路处理的是数字信号,它们表现为电位的高与低,电路的接通与断开等两种状态,我们用“0”、“1”来描述。这样就可以用 0、1 两个状态表示数,以 2 为底的幂作位权值,建立逢 2 进位的二进制数。例如

$$(1101)_2 = 1 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0$$

表 1-1 列出从 0~15 的二进制数的表示。

表 1-1 各种数制对应表

数	十进制	二进制	八进制	十六进制	数	十进制	二进制	八进制	十六进制
零	0	0	0	0	八	8	1000	10	8
一	1	1	1	1	九	9	1001	11	9
二	2	10	2	2	十	10	1010	12	A
三	3	11	3	3	十一	11	1011	13	B
四	4	100	4	4	十二	12	1100	14	C
五	5	101	5	5	十三	13	1101	15	D
六	6	110	6	6	十四	14	1110	16	E
七	7	111	7	7	十五	15	1111	17	F

任何一个二进制数都可以用以下多项式表示

$$(N)_2 = a_n \cdot 2^n + a_{n-1} \cdot 2^{n-1} + \cdots + a_1 \cdot 2^1 + a_0 \cdot 2^0 + a_{-1} \cdot 2^{-1} + \cdots + a_{-m} \cdot 2^{-m}$$

——— 整数部分 ——— ——— 小数部分 ———

式中 $a_n, a_{n-1}, \dots$ 是 0 或 1

§ 1.6.2 二——十进制间的转换

一、二进制数转换为十进制数

按位权值展开,求多项式之和,就得到十进制数。

为了区别不同的数制,我们把数值用圆括弧括起来,在右下角用小号字体的 2、10 等来注明,如 $(110101)_2$ 表示是二进制数, $(216)_{10}$ 表示是十进制数。

1. 整数的转换

$$\begin{aligned} \text{例如 } (110101)_2 &= 1 \times 2^5 + 1 \times 2^4 + 0 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 \\ &= 32 + 16 + 0 + 4 + 0 + 1 \\ &= (53)_{10} \end{aligned}$$

2. 小数的转换

$$\begin{aligned} \text{例: } (0.101)_2 &= 1 \times 2^{-1} + 0 \times 2^{-2} + 1 \times 2^{-3} \\ &= 0.5 + 0 + 0.125 \\ &= (0.625)_{10} \end{aligned}$$

3. 既有整数部分又有小数部分的数,转换时,分别按整数和小数转换,再用小数点连起来。

$$\begin{aligned} \text{例如 } (110101.101)_2 &= (110101)_2 + (0.101)_2 \\ &= (53)_{10} + (0.625)_{10} \\ &= (53.625)_{10} \end{aligned}$$

二、十进制数转换为二进制数

1. 整数的转换 把十进制整数连续除以 2,记录其余数,就得到二进制数,这个方法简称为除 2 取余法。

例如 $2 \overline{) 59}$ $2 \overline{) 29}$ $2 \overline{) 14}$ $2 \overline{) 7}$ $2 \overline{) 3}$ $2 \overline{) 1}$ 0	余数 1……最低位 a_0 1 a_1 0 a_2 1 a_3 1 a_4 1……最高位 a_5
---	--

按由高位到低位写下来就得到:

$$(59)_{10} = (111011)_2$$

2. 小数的转换 把十进制小数连续乘以 2,取出其积的整数,就得到二进制数,这个方法简称为乘 2 取整法。