

110951

SHARP PC-1500

计算机使用
BASIC程序设计教材

上册

陈寿勤 曹文全 吕永成

广西农学院函授部

前 言

日本 SHARP PC—1500 电子计算机使用高级扩展 BASIC 程序语言, 具有较大的并可扩充的存贮容量和良好的带动外部设备的能力, 性能稳定、可靠。因而受到国内教育、科技工作者和管理人员的欢迎, 迅速在各地推广普及, 正在发挥着重大的作用。

为了帮助用户提高 PC—1500 计算机的使用效率, 促进该机的应用开发研究, 也为了给各地提供一本较为系统条理和深入浅出的教材, 我们总结多年来从事计算机应用研究和推广普及教学的经验, 以及对 PC—1500 计算机功能的开发利用的心得体会, 编写了这本教材。书中除详尽地介绍 PC—1500 机的键盘运算、各种 BASIC 程序语句、命令及其应用外, 还用较大篇幅介绍了存贮模块和外围设备打印机、磁带机的用法。既系统地介绍了 BASIC 语言的基本成份和基本程序设计方法, 又详细地介绍了 PC—1500 机独特的图案显示、绘图功能。作为应用, 特别地介绍了汉字显示、书写的程序设计方法。

本书在写法上, 为了便于教学和初学者理解, 力求简明扼要, 深入浅出、循序渐进、突出重点。各部分内容配有较多例题, 各章附有大量习题, 书末给出习题解答。此外, 编制了常用数理统计程序, 便于用户应用参考。为了查阅和应用方便, 并且作为探讨, 给出了 PC—1500 BASIC 语言的形式定义和程序设计经验归纳方面的内容。编者期望, 该书兼有作为 BASIC 语言课程教材和 PC—1500 计算机使用手册两种用途, 既适于普及教学和自学, 对于已经初步掌握 PC—1500 机使用方法的读者, 也具有一定实用参考价值。

本书承蒙广西大学数学系计算机软件副教授张秀越老师审阅, 并得到广西农学院函授部的支持和大力协助, 在此一并致谢。由于编者水平所限, 成书时间仓促, 书中难免有不当之处, 敬希批评指正。

编者

1984年10月于南宁



总 目 录

前 言

上册目录

第一章 概 论	1
§ 1.1 电子计算机发展简史	1
§ 1.2 计算机的特点与应用	2
§ 1.3 计算机系统的组成	3
§ 1.4 计算机的语言	6
§ 1.5 使用计算机解决实际问题的过程	8
§ 1.6 BASIC 语言及其特点	10
§ 1.7 BASIC 程序简介	12
§ 1.8 本课程的任务及本书的适用范围	13
第二章 PC—1500 计算机的基本配置及性能特点	15
§ 2.1 PC—1500 计算机的基本配置	15
§ 2.2 各部件的主要功用及技术指标	16
§ 2.3 PC—1500 计算机的内存分配、STATUS 函数	18
§ 2.4 PC—1500 BASIC 系统的主要功能	21
本章要点	22
思考题	22
第三章 表达式及键盘运算	24
§ 3.1 键盘及字符	24
§ 3.2 显示屏及状态指示符	26
§ 3.3 PC—1500 BASIC 语言的基本字符及其 ASCII 码	27
§ 3.4 定义符	29
§ 3.5 常数和字符串	30
§ 3.6 标识符与变量	33
§ 3.7 数组与下标变量, DIM 语句	35
§ 3.8 标准数值函数及其使用	38
§ 3.9 标准字符串函数及其使用	46
§ 3.10 用标准数值函数构造其它函数	51
§ 3.11 表达式	53
§ 3.11.1 运算符	53
§ 3.11.2 表达式的分类	53

§ 3.11.3 算术表达式	54
§ 3.11.4 字符串表达式	57
§ 3.11.5 关系表达式	58
§ 3.11.6 布尔表达式	60
本章要点	66
习题三	67
第四章 显示输出及其控制	71
§ 4.1 显示输出语句 (PRINT)	71
§ 4.2 短暂显示输出语句 (PAUSE)	75
§ 4.3 显示时间控制语句 (WAIT)	75
§ 4.4 格式化显示输出	76
§ 4.4.1 光标定位语句 (CURSOR)	76
§ 4.4.2 自选输出格式指令 (USING)	77
§ 4.5 注释语句 (REM)	80
本章要点	81
习题四	81
第五章 数据的输入	83
§ 5.1 赋值语句 (LET)	83
§ 5.2 键盘输入语句 (INPUT)	85
§ 5.3 读数据语句、置数据语句和恢复数据区语句 (READ, DATA, RESTORE)	87
§ 5.3.1 读数据语句与置数据语句 (READ-DATA)	87
§ 5.3.2 恢复数据区语句 (RESTORE)	90
§ 5.4 自动读入语句 (AREAD)	92
§ 5.5 INKEY \$ 函数	94
本章要点	96
习题五	96
第六章 打印输出及打印机控制	98
§ 6.1 CE—150打印机的性能及技术指标	98
§ 6.2 装配与检验	99
§ 6.2.1 计算机与CE—150的连接	99
§ 6.2.2 纸带的装入	100
§ 6.2.3 打印笔的装卸	102
§ 6.2.4 检验 (TEST)	103
§ 6.3 工作方式选择 (TEXT与GRAPH)	103
§ 6.4 手动计算过程印出	104
§ 6.5 字号、颜色选择指令 (CSIZE, COLOR)	105

§ 6.6	打印指令(LPRINT)	105
§ 6.7	走纸指令(LF)	109
§ 6.8	打印定位指令(LCOURSE及TAB)	110
§ 6.9	格式化打印输出(USING的应用)	111
§ 6.10	程序的列表印出(LLIST)	112
	本章要点	115
	习题六	116
第七章	转移及分枝程序设计	117
§ 7.1	逻辑框图	118
§ 7.2	无条件转移语句(GOTO)	119
§ 7.3	分枝语句(IF)	122
§ 7.4	开关转移及开关转子语句(ON—GOTO、ON—GOSUB)	134
§ 7.5	错误捕捉语句(ON ERROR GOTO)	138
	本章要点	142
	习题七	142
第八章	循环程序设计	146
§ 8.1	循环程序与循环语句(FOR—NEXT)	146
§ 8.2	循环语句的应用	152
§ 8.3	多重循环	158
§ 8.4	多重循环程序示例	162
	本章要点	170
	习题八	171
第九章	子程序设计	174
§ 9.1	子程序的概念	174
§ 9.2	返回主程序语句、调用子程序语句(RETURN、GOSUB)	175
§ 9.3	子程序的嵌套	181
	本章要点	189
	习题九	190
第十章	磁带机的使用	194
§ 10.1	对磁带机及磁带的要求	194
§ 10.2	磁带录音机与计算机的连接	195
§ 10.3	程序和保留内容的录带(CSAVE)	196
§ 10.4	程序录带校验(CLOAD?)	199
§ 10.5	将程序或保留内容从磁带装入计算机(CLOAD)	200
§ 10.6	变量数据的录带(PRINT#)和读出(INPUT#)	201
§ 10.7	程序合并(MERGE)	204
§ 10.8	程序链接(CHAIN)	207

§ 10.9 使用两台磁带录音机	209
本章要点	211
习题十	211
第十一章 基本操作	213
§ 11.1 使用维护须知	213
§ 11.2 程序的输入	215
§ 11.3 程序的编辑	219
§ 11.4 程序的运行	223
§ 11.5 程序执行暂停和继续(STOP, CONT)	225
§ 11.6 程序跟踪调试(TRON, TROFF)	226
本章要点	227
习题十一	228
附录A PC—1500 ASCII字符二、十六进制编码表	228
附录B PC—1500 出错信息代码表	229

下册目录

第十二章 时间、声音输出控制及图案显示程序设计

§ 12.1 时钟的调定及时间显示 (TIME函数)	
§ 12.2 声音输出及其控制	
§ 12.3 点列定位指令(GCOURSE)	
§ 12.4 清屏指令(CLS)	
§ 12.5 点列的十进制编码及十六进制编码	
§ 12.6 点列代码函数(POINT)	
§ 12.7 点列图案显示指令(GPRINT)	
§ 12.8 图案显示程序设计示例	
例1. 坦克战车模拟	
例2. 汉字显示	
例3. 打鼹鼠游戏	
本章要点	
习题十二	

第十三章 绘图程序设计

§ 13.1 绘图方式及主要功能	
§ 13.2 移动打印笔语句 (GLCOURSE)	
§ 13.3 建立坐标原点语句 (SORGN)	
§ 13.4 绝对坐标画线语句 (LINE)	
§ 13.5 相对坐标画线语句 (RLINE)	

§ 13.6 绘图方式下的字符打印及方向控制 (ROTATE)

§ 13.7 绘图程序设计实例

例 1. 圆及内接、外切正四边形的绘制

例 2. 统计图表——扁平图或折线图的绘制

例 3. 汉字的书写

例 4. 打印万年历

本章要点

习题十三

第十四章 PC-1500 BASIC 程序设计的若干经验

一、高质量程序的几个要求

二、程序设计步骤

三、把握程序设计的每一阶段

1. 分析物理问题, 构造数学模型

2. 确定适当的计算方法

3. 框图设计

4. 编制程序及优化程序

5. 程序的调试和结果分析

第十五章 CE-161 16K 存贮模块的使用

一、使用注意

二、性能

三、说明

四、模块装置

五、与计算机的连接和分离

六、使用方法

七、电池的寿命与更换

第十六章 常用数理统计程序

一、频数分布与直方图、特征值的计算程序

二、统计假设检验程序

三、回归分析程序

第十七章 PC-1500 BASIC语言形式定义

第十八章 习题解答

第一章 概 论

§ 1.1 电子计算机发展简史

电子计算机的出现,是人类文明史上最重大的事件之一,它对人类科学文化和社会生活产生了巨大的影响。目前,电子计算机的使用早已超出了计算的范围而深入到各门学科和日常生活之中,成为现代化的一种标志。

世界上第一台电子计算机1946年产生于美国,它问世以后,由于在进行计算中表现出的快速、准确、精确、自动等诸多优点,立即引起了全世界科技界及有关决策部门的高度重视,投入了大量的人力、物力、财力进行研究和发 展,使电子计算机在短短三十几年里就经历了电子管、晶体管、集成电路和大规模集成电路四个世代的演进更迭,在理论上也形成了独立的体系——计算机科学——这一崭新的学科。

从1947年至1957年是计算机发展的第一时期。此时期中制造的第一代计算机的主要电磁元件由电子管和磁芯等构成。人们使用时则通过由机器指令和后来发展产生的汇编指令编写的程序来实现对机器的控制与指挥(在计算机语言的概念产生以后,人们又习惯于称呼上面所说的两种指令集合为机器语言与汇编语言)。第一代计算机基本上都是用于解决科学计算问题。

1958年至1964年间,产生了第二代电子计算机。由于半导体材料的出现,晶体管产生了。它取代了第一代计算机中的电子管,因此使得计算机的体积与电耗均大大缩小。与此同时,计算机程序设计语言的概念开始形成,并出现了富有生命力的高级程序设计语言——FORTRAN语言,大大方便了使用者,简化了使用手段。在计算机上开始出现了管理程序,允许多道程序在一个机器系统上运行。随着机器性能的提高与使用手段的简化,计算机不仅用于传统的科技计算工作,而且开始用于数据处理与事务管理工作。

1965年至1970年,是第三代计算机的产生发展时期。中小规模集成电路在第三代计算机上得到了广泛应用。为了充分发挥计算机的强大功效,提高使用效率,开始在计算机上配置操作系统,以便调度和管理计算机的系统资源。在语言方面,出现了会话式(或称交互式)语言。一个计算机系统可为多个用户共同使用。第三代计算机开始实现系列化与标准化,并更加广泛地 在社会各个领域中被应用。

从1970年开始至今,是计算机发展的第四个阶段。由于大规模集成电路的出现,产生了第四代计算机。同时,原来用作存储器的磁芯也开始被半导体存储器所取代。这些变化的结果,使得机器的体积大大缩小,而运算速度与存储能力则大大提高。大型数据库开始出现。而计算机除了系列化、标准化之外,还进一步微型化、网络化。计算机已普及深入到人类生

活的各个领域之中。

目前，世界各国均十分重视计算机的研制、生产和使用，计算机科学事业仍在一日千里地迅猛发展。一些发达的资本主义国家正在研制第五代计算机，相信在不久的将来，计算机科学事业又将有重大的突破。

§ 1.2 计算机的特点与应用

计算机科学事业在短短三十几年里有着如此巨大的发展决不是轻而易举的事情，它是科技工作者和劳动者辛勤劳动的结晶，是以消耗了成千上万亿的金钱为代价的。我们不禁要问：究竟是计算机的何种功能，使得人们对它如此偏爱和不遗余力地促进它的发展呢？

是计算机的下述特性使得它成为人类的宠儿并获得了得天独厚的发展条件。

(1) **运算速度快。**对于计算机来说，在一秒钟之内完成几万次运算已经不再是新鲜的事情。目前最先进的巨型计算机的运算速度已达到每秒钟几亿次以上。如此之高的运算速度，是人所望尘莫及的。这一特点，使得计算机在那些要求在极短时间内给出问题答案的工作中发挥着不可缺少的巨大作用，例如，不能设想脱离计算机而能控制宇宙飞船。这一特点的第二个重大作用就是可以依靠高速度来完成工作量大到人力无法完成的计算工作。人造卫星、导弹的轨迹计算，需要几十万或几百万个数据，如果依靠人力，几乎是无法完成的。现在，则可以使用计算机来解算它们。

(2) **运算正确可靠。**依靠人脑进行计算是不能保证结果的绝对正确的，因为人会疲劳和算错。在一个复杂的计算过程中，一个中间环节发生了错误，后面的工作就变得毫无意义了。但是对于计算机来说，却不存在这样的问题，由于现在的计算机可靠性都比较高，所以它们都可以日以继夜地连续工作，既不会疲劳也不会出错（当然，这是在设计者的程序正确无误的前提下）。它象最勤劳而又忠实的仆人，可以替人们完成各式各样的复杂计算工作。

(3) **有精确度的结果。**计算机的计算结果一般均具有十几位有效数字，这是十分难能可贵的。使用计算尺计算，仅有三位有效数字，而计算机，在理论上可以达到比十几位更高的有效数字，但过份地追求高位数的有效数字会使机器的结构过于复杂，因而人们对这方面的要求还是克制的。PC—1500 这种袖珍计算机，其输出结果的有效数字也有10位！

(4) **能够自动进行有关的运算和操作。**由于计算机有记忆、逻辑判断、运算的能力，因此可以把运算及操作步骤和原始数据都存贮在计算机系统内，让计算机自动去完成这些工作，完全可以免除或者极少需要人工干预。

正是因为计算机是这样一位能干、可靠、忠实而又不知疲倦的计算机器，所以它在现代科学的各个领域中都成为人最好的助手之一，在人类的社会生活中也占有极其重要的地位。

概括地说，计算机有下述几个方面的应用：

(1) **用于科学计算（又称数值计算）。**这是最早应用计算机的领域。早在1948年，美国原子能研究中有某项计划，需做900万道运算，假如用人工完成，需要1500名工程师计算一年。但利用了一台今天看来十分“原始”的计算机，便完成了。对于科学研究、工程设计中存在的数值计算的这一类问题，电子计算机均可以承担。对于这种性质

的问题，只要人们为计算机设计规定了运算步骤，具体的运算过程则完全可以由计算机自动完成。

(2)用于**数据处理与信息加工**。对大量的数据进行分析、加工、处理，早已开始使用计算机完成。由于现代计算机的高速度和海量存储，使得计算机在档案资料存储和检索方面有着广泛的应用。国外的银行大都采用计算机管理账目，不仅解放了大批出纳、会计人员，还大大提高了营业速度。美国的国会图书馆使用计算机存储有关资料，用户可以通过分布在各地的计算机终端设备，索取自己所需要的资料。有人做过估计，计算机用于数据处理与信息加工方面的应用比重，约占其全部应用的90%以上。

(3)用于**实时控制**。计算机不仅可以用于科技计算与信息加工，而且可以与其他检测仪器和控制部件结合，形成一个自动控制系统。一个年产一千万吨钢的钢厂，使用计算机控制，只要一万名工人即可，而且其产品质量亦极其稳定与良好。在经济发达国家，由计算机控制工业系统和交通系统是十分普遍的。

随着科学的发展与人类的进步，计算机的应用领域仍在不断开拓，充分地表现出了强大的生命力。

§ 1.3 计算机系统的组成

电子计算机从原理上讲，可分为电子模拟计算机和数字计算机。而从用途上又可以分为通用计算机与专用计算机。我们在本课程中谈及的均是通用数字计算机。

现代数字计算机均由两大部份组成：**硬件系统与软件系统**。

1. 硬件系统

所谓计算机硬件，一般均指那些看得见摸得着的物理设备。硬件系统主要由下面几部份构成。

(1) 内存贮器

存贮器具有记忆功能，是记忆部件。在计算机中，记忆通常又叫做**存贮**，故称做**存贮器**。存贮器有**内存贮器**与**外存贮器**之分。内存贮器和运算器、控制器以及通道直接联系，配合工作，是属于计算机主机的一部份，所以有**内存贮器**（或**主存贮器**）之称。内存贮器主要用来存贮数据（即原始数据、中间结果及最终结果）和指令。在机器的运行过程中，它一般可以根据需要，及时、快速而又随机地提供信息或接受信息。

由许许多多的存贮元件组成的存贮体是存贮器的核心部件。存贮单元由一系列物理存贮元件组成，每个存贮元件称为一位，组成存贮单元的存贮元件的数目称为“字长”。而8位存贮元件组成一个“字节”。计算机的存贮单元，通称“机器字”可由一个或数个字节组成。

在存贮器中，存贮体好象旅店的一座楼，楼里有很多房间，房间中又有若干床位。房间

是编号的, 房间内的床位也编号。旅客可以根据房间号与床位号到指定的位置住宿。原来的旅客走了新的旅客可以再住进来。在存贮体中把相当于房间作用的叫做单元, 而房间编号则称为地址, 床位的编号称为位。单元中的内容是可以改变的, 但单元地址一经编定便不再改变。

存贮元件可以是半导体元件, 此时称之为半导体存贮体, 也可以用具有矩形磁滞回线的磁心做存贮元件, 此时则称之为磁心存贮体。现在的微型机与袖珍机的内存贮器都是半导体存贮器。

内存贮器就其功能来说又可分为随机存贮器、固定存贮器与半固定存贮器。所谓随机存贮器, 就是根据需要可以随机地对存贮器内容进行修改, 即改变其中的内容。而固定存贮器就是所存内容只能读出不能修改, 而且其中的内容被读出后原来的存贮状况并不被破坏。固定存贮器一般用于存放系统专用的一些程序, 有些微型机即把 BASIC 解释程序存于固定存贮器中。PC-1500 也如此处理。而半固定存贮器即指所存的信息可以半永久性保留, 如果需要时还可以修改原来存贮的信息以便把新的信息存入其中。

内存贮器的优劣主要通过存贮容量、读写周期、最快读数时间、温度特性、电源拉偏特性等技术指标来衡量。在所使用的机器确定之后, 用户主要关心的是存贮器的容量, 因为它直接影响着用户可以在上面进行计算的问题的规模。存贮器容量大的计算机, 其计算能力一般也是比较强的。

(2) 运算器

运算器是数字计算机的主要组成部件之一, 它用来完成各种算术运算和逻辑运算。逻辑运算是比较简单的, 因此运算器的结构决定于算术运算。在计算机中, 乘法和除法一般都是通过加法与移位两个基本操作来实现, 因此, 加法器和寄存器是运算器的主要部件。

(3) 控制器

控制器是计算机的控制中心, 它相当于军队里发布命令的指挥部, 也是机器的主要组成部件之一。计算机能够有条不紊地进行工作, 就是在控制器的控制下实现的。计算机的工作过程实际是执行程序的过程, 控制器的具体功能, 是根据程序的安排将指令逐条从内存中取出并加以分析, 根据指令的意义和要求发出必要的控制信号, 去控制各个部件执行相应的操作。计算机就是这样按照控制器的指挥去执行各条指令, 从而实现整个程序安排的全部内容。

上面所讲述的内存贮器、运算器、控制器合在一起组成计算机的主机。而主机中的运算器和控制器通称中央处理机 (CPU)。

(4) 输入设备

输入设备的任务是将程序、数据及其他有关信息从外部输入到计算机的内存储器之中。计算机的输入设备有很多种, 经常使用的有下面几种:

纸带输入机、卡片输入机、电传打字机、终端等。

前两种输入机是将编排好的程序或数据事先按一定的格式在纸带或卡片上穿孔，通过光电输入方式将信息转入至内存之中。后两种设备则既可做输入设备又可做输出设备使用：作为输入设备使用时，只须通过按下键盘上的有关按键，即可将有关内容输入。

(5) 输出设备

输出设备的任务是将计算机中的运算结果或其他有关信息以人们容易识别的形式，如用数字、符号、字母、图象等方式显示或打印出来。计算机配套使用的输出设备是有很多种类的，如：

针式打印机、宽行打印机、绘图机、纸带穿孔机、电传打字机、终端等等。

两种形式的打印机，均是以文字、数字和符号打印有关输出内容。而绘图机则是用图形方式印出有关结果。纸带穿孔机是将调试好的程序或计算数据穿成纸带输出以供再次使用。随着计算机事业的发展，新型的输入输出设备还在不断的研究和制造出来。

(6) 外存贮器

计算机硬件部份的另一类重要设备就是**外存贮器**。计算机的内存贮器受中央处理机的直接控制，工作速度快而且存取可以随机，但因价格比较昂贵和机器设计格局的限制，不可能无限制地扩大。为了弥补内存贮器容量的不足，现代计算机都配有外存贮器。外存贮器的特点是存贮容量大，可以达到内贮器的数百倍或数千倍甚至更多，但存取速度比较慢，因此，人们使用外存来存放大量的暂时不用的信息，而将需要使用的信息置于内存之中。但外存贮器不受中央处理机的直接控制，而是以通道方式与内存贮器进行信息交换，外存储器中内容的使用和修改，均要通过内存储器才能进行。

目前采用的外存储器多是磁盘、磁带，有些较老的计算机系统还配有磁鼓。

2. 软件系统

现代计算机系统的另一个重要组成部份是**软件系统**。所谓软件，即是人们预先写好的计算机程序。这些程序的作用主要在于下述两点：

① 为用户提供方便的手段去控制和使用计算机；

② 经济而合理地调动、使用计算机系统的资源。现在的习惯称呼是把这些程序的集合称为“**操作系统**”。我们所说的软件部份的主要内容就是操作系统与应用程序库。

操作系统一般包含下面一些内容：

编译程序。现在的计算机用户使用计算机解题，一般都是使用高级语言书写程序（什么是计算机语言，我们在下一节会讲到），而计算机是不能直接理解和执行这种程序的，需要一个“翻译”，把用高级语言书写的程序转变为计算机可以直接执行的机器语言程序，在计算机中，这个翻译工作是由预先设计好的计算机程序完成的，它就是“**编译程序**”。

调度程序。现代的比较大的计算机系统，为了更合理与经济地使用，都允许多个用户共同使用。这即是说，在同一段时间内，可以有多个用户的作业共享计算机资源。所谓调度程

序就是对这些作业和计算机系统的资源进行调度和安排，以保证所有的工作顺利进行的程序，当然，它也是事先已经写好并妥善储存了的。

错误校验程序。由于计算机硬件设备的故障或用户程序中的问题，可能使工作停顿或结果不正确。操作系统中配有错误校验程序以便及时发现这些问题，保证正常的工作。

会计程序。既然现代计算机允许多个用户共同使用，那么就必须能够对用户占用计算机资源的情况进行结账，以便收取费用。这件工作由操作系统中的会计程序担任。会计程序还可以起到为用户的程序保密和保安的作用，同时可以防止未经准许的用户使用计算机。

计算机软件系统的另外一部分即是**应用程序库**，它是为了处理被频繁使用的用户程序而由专家写成的。它的存在，使得用户可以不必编写程序就可以得到某类问题的特定算法的程序，不仅节约时间，而且十分方便。

至此，我们已经简单地介绍了计算机系统的组成。当然，不同规模和类型的计算机，其系统的具体组成情况可能不相同甚至差别很大，但现代的计算机，却无一不是由硬件系统与软件系统两大部份组成的，即使是 PC-1500 这种袖珍计算机也不例外。而人们平时常说的用计算机解题，实际上用的都是一个计算机系统，尽管不一定把系统中的每个设备或组件全用到。但可以肯定的是硬件系统和软件系统中一定各会用到一部份设备或组件。

§ 1.4 计算机的语言

对于数字计算机来说，其中数的表示是采用二进制表示法的。所谓二进制，通俗地说，就是每一位数字上仅有 0 与 1 两种可能，并且按“逢二进一”的进位法则来进位。之所以采用二进制，是因为容易找到具有两种稳定状态的物理元件来表示 0 与 1 这两种状态。数字计算机中表示某种操作的代码，也是二进制数字。因此，初期的电子计算机的程序，完全是用一系列数字写成的。用这种办法描述计算过程是不胜其烦的。

为了能够方便地使用计算机，人们一直在不断地探索和总结，到了五十年代末期，终于产生了“**计算机语言**”这个概念，并出现了富有生命力的**计算机高级语言** FORTRAN。此后各种计算机高级语言如雨后春笋，不断涌现。

由于计算机学科是一个年轻的学科，因此很多概念没有统一的标准定义。何为计算机语言，我们只能按照自己的理解向读者作个介绍。

所谓**计算机语言**是一些可用符号和严格规则的总和，它是人和计算机之间交流的重要工具，可以认为计算机理解语言的具体含义并能按其中的规定去完成确定的动作，而人们则使用计算机语言表达自己要求计算机执行的、解决实际问题的算法。

计算机语言的发展有三个过程，或称经历过三个发展阶段。

低级语言。即**机器语言**，是一种面向机器、因机而异的语言。全部由二进制数字组成，这种语言难写难记，书写程序困难，出错也难以检查。而且，为这一台计算机书写的程序到另一台计算机上可能全然无用。但机器语言是能够为机器直接理解和执行的语言。

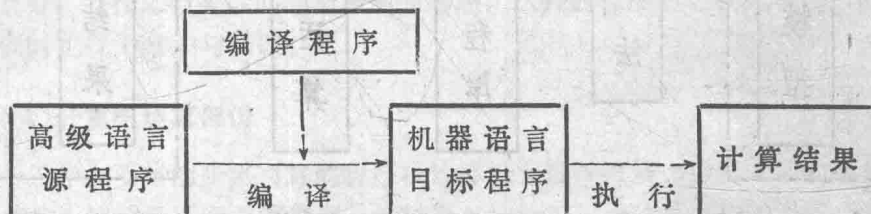
过渡性语言。过渡性语言是指**汇编语言**，它使用一些助记符和数码来书写程序，虽然比前面所说的机器语言有了一些进步，但就该语言的特性来讲，仍是属于面向机器，因机而异

的类型。同样地，为这台计算机书写的汇编语言程序，到另一台机器上仍然可能是全然无用的。用汇编语言所写的程序称为**汇编语言程序**，它已不能为计算机所直接理解与执行。也需要一个被称之为“**汇编程序**”的专用程序将其翻译为机器语言程序，计算机才能执行。汇编程序也是事先设计好并存放在计算机系统之中的。目前，多是计算机专业人员为计算机配置系统软件或者是设计那些用于控制的软件时，才使用汇编语言书写程序。

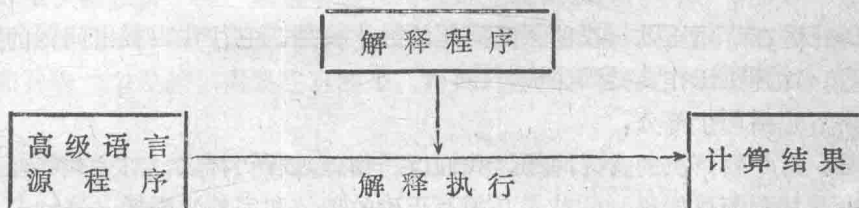
高级语言。高级语言是一种与自然语言和常用数学表示方法十分接近的计算机语言。高级语言易学易记，书写程序容易，是一种面向过程、大同小异的语言。例如为这一台机器所书写的 BASIC 程序，到另外一台使用 BASIC 语言的机器上，不用修改或仅作少量修改即可以正常使用。目前世界上已有的高级语言，不下几百种，我们所要讲授的 BASIC 语言即是其中十分流行和被广泛使用的一种。高级语言书写的程序不能为计算机直接理解与执行，需要通过已配置的“**编译程序**”或“**解释程序**”，翻译成机器语言程序，才能执行。目前绝大多数用户使用计算机解算题目，都是使用高级语言编写程序。

计算机执行用户用高级语言书写的程序有两种方式：**编译执行方式**和**解释执行方式**。

编译执行方式工作过程如下：用户将高级语言书写的程序输入计算机后，启动系统内存之中的编译程序，则编译程序便把用户写的程序（常称之为**源程序**）全部翻译成用机器语言写的程序（常称此程序为源程序的目标程序）。只要执行此**目标程序**，即可得到最终的计算结果。如果在源程序编译的过程中发现语法错误，系统会给出错误性质和地址的有关信息，用户则应修改源程序，然后再次重复上述过程。编译工作方式可用下述简图示意：



另外一种方式就是**解释执行方式**，其工作过程如下：在用户的源程序输入内存之中后，在运行时，不是象编译方式那样把源程序整个地翻译成目标程序然后才执行，而是逐行逐句地翻译，译出一句立即执行一句，即边解释边执行。其原理可用下图简示：



采用解释执行方式比编译执行方式要多费机器时间，但解释程序本身占用内存空间较少。因为微型机与袖珍机内存空间均较小，故在这两种机上大多配备采用解释执行方式的 BASIC 语言。

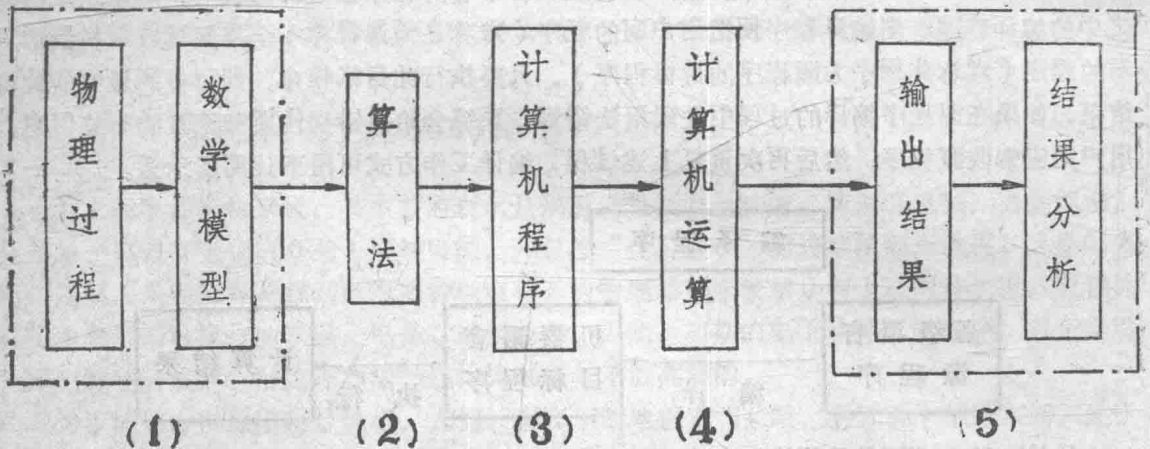
现在国内比较流行的 FORTRAN、ALGOL、COBOL 等高级语言是采用编译执行方

式的，而 BASIC 语言大多采用解释执行方式。

高级语言的出现是计算机发展中的一个惊人的重大成就。由于编译程序代替了人工把高级语言的源程序翻译成了机器语言程序，大大简化了使用者的工作量，因此，就使得凡是具有一定数学基础的人都能很快地学会使用计算机，而可以不去考虑机器语言和计算机的内部结构与工作原理。这就在很大程度上把计算机解放了出来，使它从只有少数人才能使用的高、精、尖的设备变成了大众化的使用工具。此外，由于高级语言脱离了具体的机器结构，是一种面向用户和面向过程的有效工具，因此，用高级语言书写的程序具有相当广泛的通用性，对于用某种高级语言书写的源程序，可以不做或仅做少量修改，即可在配备这种语言的计算机上使用。这无疑为程序软件的商品化提供了极为有利的条件。

§ 1.5 使用计算机解决实际问题的过程

应用计算机解决一个实际问题的全过程可用如下图示。



图中的(1)一(5)表示用计算机解决实际问题的五个步骤，下面我们来做些说明。

(1)数学模型部分

此部分的任务在于建立欲解决的实际问题的数学模型。它往往由提出问题的实际工作者与数学工作者、计算机工作者共同完成。

此部分内容包括两个部分：

物理过程：对于要解决的实际问题，我们以“物理过程”称之。对于此物理过程的条件、参数、变化过程与可能得到的结果必须有正确的理解和完整的概括。这一点，是决定我们所得到的最终计算结果正确与否的基础。

数学模型：在深刻理解物理过程的基础上，通过归纳、抽象等手段，得到反映实际问题各参数之间关系与变化规律的数学模型。在数学模型中，各物理量变成了纯数学量，它们之间的关系通过公式反映出来。在此过程中允许做必要的近似与假设，至于其是否正确，则要

看以此为据的最终计算结果能否经得起实践的检验。

(2) 算法部分

算法部分的工作由数学工作者或计算工作者完成。

这部分任务在于根据已经确定的数学模型和所使用的计算机的具体条件，并结合实际问题对计算结果的精度要求以及其他方面的一些要求来选择确定的算法。

很多经典算法，数学工作者已有详尽的研究与论述，甚至已写成了程序，可以供我们选取。也有一些问题，因其特殊性而缺乏直接对口的算法，我们可以自己设计或对某些经典算法加以改变而得到。

读者可以使用那些简单、直捷，但是因为工作量大而为人力计算所无法采取的算法。计算机的快速、准确的特性可以胜任大工作量的计算。

(3) 计算机程序部分

计算机程序部分的工作，一般由计算机工作者完成。

程序设计的过程，就是把已经选定或设计好的算法，用自己所使用的程序设计语言完整而准确地表达出来的过程。对于经典算法，已有不少专著提供用不同的计算机语言写好的源程序，在考虑并处理好联接方式后，可以将其直接抄入用户的程序内。

在程序设计的风格上，我们希望读者不要过分追求技巧，应当使自己写的程序层次清楚、结构良好，并使之与实际问题有清晰的对照。这样的程序易为别人看懂，因此易于推广与交流，同时也便于维护与修改。

(4) 计算机运算部份

此部份工作主要指的是将写好的程序在计算机上进行试算，修改发现的错误和调整不合理的程序结构。这就是所谓“**调程序**”的过程，这项工作由计算工作者完成。

调试程序的方法，一般是取定某些已经计算出正确结果的量，输入到编好的程序中在机器上进行试算，其目的在于通过这些试算发现程序中逻辑上的错误，至于语法上的错误，在编译或解释过程中即会被系统发现了。用来试算的数据应当具有代表性，调试工作应使程序的每个部分至少被经过一次，以求尽最大可能地发现错误。

程序的调试是十分细致甚至艰苦的工作，它要求调试者对程序有着深刻的理解并掌握一定的技巧和具有一定经验。需要注意的是：调试只能发现程序中的错误但不能证明程序正确。

在调试工作完全结束后才能对实际问题进行真正的计算。

(5) 结果部分

此部分内容是指在计算机上对实际问题进行正式解算，并对得到的结果进行分析研究，以估计其可靠性。这些工作一般由计算工作者与实际工作者配合完成。

输出结果：是指输出要解决的问题的正式计算结果。应该对计算机输出的结果进行必要

的整理与说明,供后面的结果分析工作使用与参考。

结果分析:这是一个不可省略的工作环节。计算工作者应与实际工作者一起,对得到的最终计算结果的可靠性进行分析和估计,并且使用它来对原实际问题进行解释和说明。只有计算结果对实际问题能够给出令人信服的解释,才能认为结果是正确的,解题的全过程也才能宣告结束。

以上所述是使用计算机解题的直线式单程的说明,而实际解题的过程通常不可能是这样顺利与单程。如果在其中的某一阶段发生了错误,就要对此之前的所有阶段进行仔细的检查,找出产生错误的原因,然后进行必要的调整与修改。而后从前面中断的地方开始,再按上述步骤执行,直至得出令人满意的正确结果为止。

§ 1.6 BASIC 语言及其特点

BASIC 语言是目前国际上使用最为广泛的几种程序设计高级语言之一。它产生于六十年代,全名是 Beginner's All—Purpose Symbolic Instruction Code (初学者通用符号指令代码)。该语言的名称就明确地体现了它的特色——是一种面向初学者的高级语言。

由于 BASIC 语言是面向初学者的,因此它的数据结构与控制结构均比较简单。也正是因为它具有这些特点,所以易于在机器系统上实现。目前的中、小型机上,特别是微型机和袖珍计算机上均配有这种语言。因为 BASIC 语言为各种计算机系统广泛配置,所以又推动了它的使用与普及。

BASIC 语言有几种版本,有单用户基本 BASIC、扩展 BASIC、多用户分时 BASIC 等。PC—1500 计算机上的 BASIC 是单用户的扩展 BASIC 语言。

BASIC 语言有下述特点:

(1) 结构简单、易学、易记、易用。

BASIC 语言的控制结构与数据结构均比较简单。基本 BASIC 的控制语句只有 17 种,它所使用的命令以及语言中的词汇都是英语单词或其缩写,各运算符和量的表示方法基本与数学公式中的习惯用法一致,这显然对学习和掌握该语言提供了十分有利的条件。

例如,英语单词 PRINT 的意思是“打印”,在 BASIC 语言中,打印语句即以其为语句定义符,其含义也表示“打印”。END 的意思是“结束”,在 BASIC 中该语句表示本程序段的结束。又如 IF…… THEN,其含义为“如果……则……”,这两个英文单词在 BASIC 中作为一组语句定义符使用,其含义仍为“如果……则……”,该语句的含义是表示在某条件成立时执行一些动作。至于 BASIC 中的各种表达式,与我们平时在数学中使用的也十分相近,在下面的章节里大家就会体会到这一点。

(2) BASIC 语言是一种交互式语言,其执行方式是解释执行方式,程序的运行与编辑可在同一环境中进行,这对初学者十分方便。

对于采用编译执行方式的高级语言(例如 FORTRAN 语言),程序的编辑、编译和运