

# BASIC 语言 与农用程序设计

孟 学 多

浙江农业大学

# BASIC 语言与农用程序设计

孟 学 多

浙 江 农 业 大 学

一九八五年八月

## 序

作为初学者学习计算机语言的教材，目前已有多种。为适合于以学习农业知识为主的大学生、中专生学习BASIC语言，同时兼顾到广大农业科技人员自学计算机语言的要求，我们编写了这本教材。

近几年的教学使我们感到，如果选择一本通用的BASIC语言书作为农业院校学生学习计算机语言的教材，往往会造成理论学习和实际应用的脱节。为此，本教材在介绍计算机语言和程序设计方法时，始终把农业科学中经常要用到的处理方法（如方差分析、多重比较、多元线性回归等）融汇于本书的大量例题和习题之中，以求读者学完本教材后就能独立编制农用程序，或方便地选择书中的例题和习题编写应用程序。如选用本书作为教材，则第一章至第七章内容（BASIC语言基本部份）用四十学时讲授，第八、九章可酌情选用。学习计算机语言，上机操作实习尤为重要，故本书专辟第十章介绍常用微机的上机操作方法。本课程宜在学完高等数学和生物统计后开设。

承蒙校有关领导的支持和校印刷厂的协助，才使本书能尽早与读者见面。

参加本书编写的还有：杜建生、付莉霞和陆晨音同志，李子川同志阅读了本书部份章节并撰写了小结，臧荣春同志审阅了全书并提出许多修改意见，编写本书时曾得到中心实验室计算机组其它同志的帮助，在此一并致谢。

感谢朱一林同志为本书设计封面以及对书中插图绘制工作所做的指导。

为适合农业院校计算机语言的教学，我们尝试编写了这本教材。书中不当之处，殷切希望读者指正，在此谨致谢意。

编者

于浙江农业大学  
一九八五年五月

# 目 录

|                                                                   |         |
|-------------------------------------------------------------------|---------|
| 第一章 计算机一般知识介绍                                                     | ( 1 )   |
| § 1. 计算机概述                                                        | ( 1 )   |
| § 2. 计算机基本结构                                                      | ( 3 )   |
| § 3. 计算机语言                                                        | ( 5 )   |
| § 4. 计算机在农业上的应用                                                   | ( 8 )   |
| 习题                                                                | ( 12 )  |
| 第二章 基本BASIC程序结构和 BASIC 语言规则                                       | ( 13 )  |
| § 1. 简单 BASIC 程序示例                                                | ( 13 )  |
| § 2. BASIC 语 句 行 的 结 构                                            | ( 14 )  |
| § 3. BASIC 元 素                                                    | ( 16 )  |
| § 4. 运算符和表达式                                                      | ( 21 )  |
| § 5. BASIC 字 符 集 和 符 号 约 定                                        | ( 23 )  |
| 习题                                                                | ( 24 )  |
| 第三章 数据的输入和输出语句                                                    | ( 26 )  |
| § 1. 赋值语句 ( LET 语 句 )                                             | ( 26 )  |
| § 2. 输出语句 ( PRINT 语 句 )                                           | ( 31 )  |
| § 3. 键盘输入语句 ( INPUT 语 句 )                                         | ( 37 )  |
| § 4. 读数语句 ( READ 语句 )、置数语句 ( DATA 语句 ) 和数据恢复语句<br>( RESTORE 语 句 ) | ( 41 )  |
| * § 5. 输出语句续 ( PRINT # 语 句 )                                      | ( 46 )  |
| 习题                                                                | ( 49 )  |
| 第四章 转向语句                                                          | ( 52 )  |
| § 1. 无条件转向语句 ( GO TO 语 句 )                                        | ( 52 )  |
| § 2. 条件转向语句 ( IF...THEN 语 句 )                                     | ( 54 )  |
| § 3. 多重转向语句 ( ON...THEN 语 句 )                                     | ( 69 )  |
| § 4. 条件转向语句的进一步讨论                                                 | ( 75 )  |
| 习题                                                                | ( 81 )  |
| 第五章 循环和数组                                                         | ( 84 )  |
| § 1. 循环语句的概念                                                      | ( 84 )  |
| § 2. 多重循环                                                         | ( 100 ) |
| § 3. 数组与维数说明语句                                                    | ( 107 ) |
| § 4. 程序举例                                                         | ( 111 ) |
| 习题                                                                | ( 128 ) |
| 第六章 辅助语句及函数                                                       | ( 134 ) |
| § 1. 注释语句 ( REM 语 句 )                                             | ( 134 ) |
| § 2. 暂停语句 ( STOP 语 句 )                                            | ( 134 ) |

|                                      |         |
|--------------------------------------|---------|
| § 3. 函数                              | ( 135 ) |
| § 4. 打印格式函数 (TAB函数)                  | ( 143 ) |
| § 5. 自选格式输出语句 (PRINT USING语句)        | ( 148 ) |
| § 6. 制表                              | ( 152 ) |
| § 7. 自定义函数语句 (DEF语句) 和自定义函数 (FN函数)   | ( 156 ) |
| 习题                                   | ( 159 ) |
| 第七章 子程序                              | ( 161 ) |
| § 1. 子程序的概念                          | ( 161 ) |
| § 2. 转子语句 (GOSUB语句) 和返回语句 (RETURN语句) | ( 162 ) |
| § 3. 程序举例                            | ( 166 ) |
| § 4. 多分支转子语句 (ON...GOSUB语句)          | ( 176 ) |
| 习题                                   | ( 177 ) |
| 第八章 程序设计示例                           | ( 180 ) |
| § 1. 程序设计示例                          | ( 181 ) |
| § 2. 农用程序设计示例                        | ( 189 ) |
| § 3. 多元线性回归方程                        | ( 202 ) |
| 习题                                   | ( 214 ) |
| 第九章 文件                               | ( 216 ) |
| § 1. 文件的概念                           | ( 216 ) |
| § 2. 顺序文件                            | ( 219 ) |
| § 3. 随机文件                            | ( 225 ) |
| 习题                                   | ( 232 ) |
| 第十章 上机操作指导                           | ( 233 ) |
| § 1. 上机操作基本知识                        | ( 233 ) |
| § 2. BASIC—11源程序操作                   | ( 236 ) |
| § 3. CP/M操作系统下的实用命令                  | ( 248 ) |
| § 4. DOS操作系统下的实用命令                   | ( 255 ) |
| § 5. IBM—PC介绍                        | ( 257 ) |
| 习题答案                                 | ( 259 ) |
| 附录A BASIC—11出错信息表 (PDP—11/23机)       | ( 293 ) |
| 附录B 磁盘BASIC出错信息表 (IBM—PC机)           | ( 296 ) |
| 附录C CP/M下MBASIC出错信息表 (APPLE—Ⅱ机)      | ( 302 ) |
| 附录D BASIC—11命令表 (PDP—11/23)          | ( 303 ) |
| 附录E 磁盘BASIC命令表 (IBM—PC)              | ( 303 ) |
| 附录F MBASIC命令表 (APPLE—Ⅱ)              | ( 304 ) |
| 附录G BASIC—11基本语句表 (PDP—11/23)        | ( 304 ) |
| 附录H 磁盘BASIC基本语句表 (IBM—PC)            | ( 305 ) |
| 附录I MBASIC基本语句表 (APPLE—Ⅱ)            | ( 306 ) |
| 附录J ASCII代码表                         | ( 307 ) |



# 第一章 计算机一般知识介绍

电子计算机（简称计算机）是一种能自动、高速进行信息处理、数据计算的电子设备。电子计算机的出现和发展，是二十世纪科学技术的卓越成就之一。它本身是科学技术和生产发展的结果，反过来大大促进了科学技术和生产的发展。计算机的问世不仅解决了大量的数学计算问题，而且大大促进了人类认识自然、改造自然的进程。正如瓦特发明了蒸气机，而蒸气机的使用却远远超过了用火车代替马车的意义。现在，电子计算机已广泛应用于科学技术中的自动控制系统、数据处理和信息加工等各个方面。计算机科学也同其它科学一样，正不断飞速发展着，它已成为人们在生产、生活中必不可少的工具和助手。

## § 1. 计算机概述

自人类经过了漫长的劳动生产、生活道路，建立了数的概念后，计算也就随着产生了。要计算就需要计算工具。早期的计算工具有算盘、歌诀，后又有了机械计算机、计算尺、手摇计算机和电动计算机。除了这些工具以外，我们常常用纸和笔来计算。对于这些计算工具，我们可以看到它们有这样一个特点，就是它们不能自己来完成计算，而每一步计算必需依靠人来完成。算盘要由人来拨动算珠，计算尺也要人来拉动。这一先天不足的弱点限制了我们的计算范围，使得一些计算量极大或计算过程很复杂的问题无法解决。为了克服这个问题，我们需要有一种新型的计算工具。另一方面，科学技术（尤其是电子技术）的发展也为新计算工具的出现提供了良好的条件。由此，一种新型的计算工具——电子计算机破土而出。

一九四六年，世界上出现了第一台电子数字计算机“ENIAC”。这台计算机共用了一万八千多个电子管，占用了一百多平方米的房间，耗电近一百千瓦，重量约三十吨，运算速度为每秒五千次。现在看来，这台计算机既耗费大，又不完善。然而，它却是科学技术发展史上一次意义重大的创新。有了计算机，我们的计算可以交给计算机去完成，计算机的计算是在我们称之为程序的控制下自动进行的，这个过程毋需人的干预。自从第一台计算机问世以来，计算机的发展大致经历了下述几代的变化：

第一代，从一九四六年开始。这一代计算机采用电子管，称为电子管计算机。在此期间，形成了电子管计算机体系，确定了程序设计的基本方法，数据处理机（指专门用于数据处理的计算机）开始得到应用。这时的计算机体积庞大，成本很高，其运算速度一般为每秒几千次到几万次。

第二代，从五十年代末期开始。这一代计算机采用晶体管，称为晶体管计算机。在此期间，计算机的可靠性和速度均得到提高，速度一般为每秒几万次到几十万次，体积缩小，成本降低。工业控制机（指专门用于工业生产过程控制的计算机）开始得到应用。

第三代，从六十年代后期开始。这一代计算机采用集成电路，称为集成电路计算机。在

此期间，计算机的可靠性和速度有了进一步提高。速度一般为每秒几十万次到几百万次，体积进一步缩小，成本进一步降低。机种多样化，生产系列化，结构积木化，使用系统化。小型计算机（指规模小、体积小、结构简单、操作方便的计算机）开始出现并迅速发展。

第四代，从七十年代初期开始。这一代计算机采用大规模和超大规模集成电路，称为大规模集成电路计算机。在此期间，计算机的可靠性和速度更为提高，体积更为缩小，成本更为降低。大型电子计算机速度可达每秒几千万次，甚至上亿次。同时，全套电路只集中在一块硅片上的微型计算机已开始出现，其体积小小到可放在火柴盒里，重量只有几十克。现在，各种类型的微型计算机（如配有汉字处理功能的APPLE—II，PDP—11系列，IBM—PC和IBM—PC/XT以及各种兼容机GREAT WALL—0520A、GREAT WALL—0520B和DJS—054）已被广泛应用于各个领域。与此同时，由若干台计算机组成的计算机网络系统开始实际应用。

从上面可看出，计算机的各项性能都随着时间的推移而得到提高。据统计，大约每隔五年到八年，计算机的速度提高十倍，体积缩小十倍，成本降低十倍。

电子计算机从原理上可以分为三类：

1. 电子数字计算机，它是一种以数字形成的量（也可以说是以间断形式的量或离散形式的量，但是不能把数字形式的量理解为连续的量。事实上，在电子数字计算机上处理的数因受机器的约束而不是所有的实数，只是实数中的一部分）在机器内部进行运算的电子计算机。

2. 电子模拟计算机，它是一种用连续变化的电压来表示被运算量的电子计算机。这种运算量也称为模拟量。如录音机录音磁带上的信号就是一种模拟量。

3. 混合式电子计算机，它是把模拟技术和数字技术灵活结合的电子计算机。在混合式电子计算机中，如果要进行运算的两个量一个是数字量，另一个是模拟量，则在运算之前要把它们先化为同一形式的量，然后进行运算。在实际应用中，我们有一个转换器，它能把模拟量变成数字量，或把数字量转换成模拟量，这种转换器称为模数/数模转换器。

电子计算机从用途上讲可分为通用电子计算机和专用电子计算机。例如工业控制中用以控制机床或其它机器的计算机就是专用电子计算机。读者将使用的和为大家解题所公用的计算机就是通用电子计算机。

电子数字计算机从功能上讲有以下特点：

1. **运算速度快。**现在的微型计算机，其运算速度可达每秒几十万次到几百万次。巨型计算机的运算速度每秒上亿次。我国一九八三年自己制造的“银河”计算机每秒运算一亿次以上。

2. **精确度高。**（用计算尺计算，精度可达三位有效位数。）一般的电子计算机有六位、十六位甚至更多位有效位数。

3. **具有“记忆”功能和逻辑判断能力。**所谓“记忆”功能就是说电子计算机能够存放信息。所谓逻辑判断能力是指电子计算机能根据我们事先设计好的逻辑关系的逻辑值来决定运算的先后次序。

4. **运算自动化。**电子计算机内部的操作运算，都是自动控制进行的，毋需人的干预。

## § 2. 计算机基本结构

我们知道，用计算机可以进行各种运算。那么，计算机是如何进行工作的呢？我们带着这个问题来学习这一节和下一节。这里需要提醒的是，我们所说的用计算机进行运算的含义不仅指可以用计算机来进行数值计算，还可以用计算机进行信息加工（信息与情报是 synonym，通常把信息理解为来自于实际、书本等多方面的知识）。如图书检索的自动化，查书目、借书、查阅资料全部可由计算机来完成。我们可用图1—1描述计算机的功能。



图1—1 计算机系统

计算机系统通常由若干部分组成。为了更好地理解计算机系统中各部分功能，先来看一个用算盘计算的例子，如果我们要计算  $86 - 25 \times 3 = ?$ ，则要经过以下步骤：

（1）根据给定的题目想好计算方法和计算步骤，并把计算公式、计算步骤、原始数据等写在纸上。在本例中：

计算公式是： $A - B \times C = D$ ；

计算步骤是：先算  $B \times C$ ，再算  $A - B \times C$ ；

原始数据是： $A = 86$ ， $B = 25$ ， $C = 3$ 。

（2）在算盘上进行计算，规则是先乘除，后加减。先算  $25 \times 3 = 75$ ，我们把中间结果75写在纸上以备调用。然后在算盘上拨上86，再做减法， $86 - 75 = 11$ 。

（3）把最后结果11记录在纸上。

到此计算全部结束。从上可以看出，要完成这一道题目，必须具有：

（1）能进行运算的装置，即算盘。

（2）能存放题目、计算步骤、原始数据、中间结果和最后结果的装置，即纸。在整个计算过程中，把需要记录的数据都“记存”在纸上，需要“取出”时再按纸上的数值拨到算盘上。

（3）进行控制的装置。上述计算都是在人脑的操纵下进行，通过手去执行。

电子计算机的计算过程与算盘相仿，只是它由机器代替人。无论是何种电子计算机，都有共同的三个部分：提供运算用的运算器（相当于算盘），为了存放数据用的存贮器（相当于纸）和能进行控制的控制器（相当于人脑和手）。通常，我们把这三部分合称为主机。

在电子计算机内部，所有的数据都被转换成二进制数。另外，所有的字符（如A、B、LET等）也同样以二进制数来表示（如用八位二进制数表示一个英文字母），当然我们是



根据某个法则实现它们之间的转换。转换的方式很多，如邮电局用的就是一种电报码。有的书把这种转换关系叫做编码。计算机内部使用的数为什么一定要用二进制来表示呢？我们知道，电灯有两个工作状态：亮和灭；开关也有两个状态：合和断。这种状态我们称为稳定工作状态。半导体二极管也有两个稳定状态，正向导通和反向截止，磁场也有一正一反两个方向。电子计算机是用电子元件制造出来的，一般电子元件都有两个稳定状态，所以在计算机内部使用的数都用二进制表示。

除了计算机主机外，还需配上作为输入数据用的输入设备和作为输出结果用的输出设备。这样，运算器、存贮器、控制器、输入设备和输出设备就成为电子计算机的五个主要组成部分。它们之间的联系如图1—2所示。

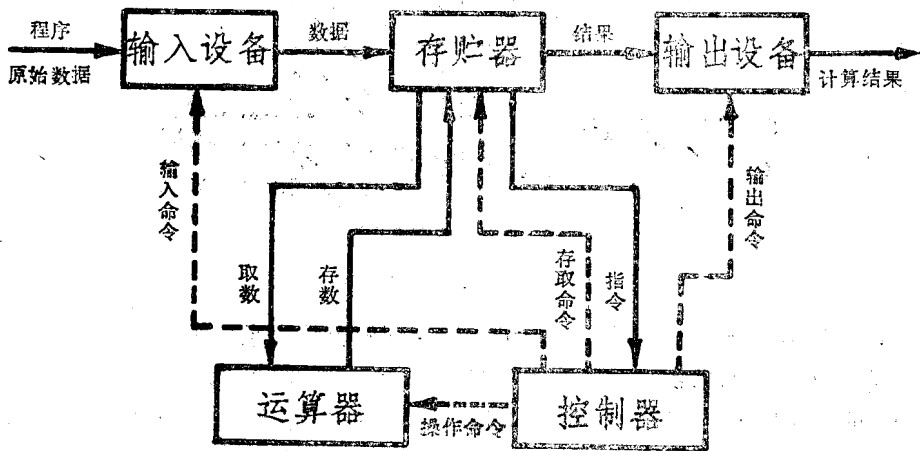


图1—2 计算机内部工作示意图

图中实线表示数码传送路径，虚线表示控制信号的路径。实际上，电子计算机除了这五部分外，还必须有电源等设备。而且，有的计算机各部分紧密而有机地结合在一起，很难机械地加以划分。但是，从原理上讲，电子计算机总可以看作是由上述五个部分组成的。

### 1. 运算器

运算器是直接完成各种算术运算和逻辑运算的装置。算术运算就是加、减、乘、除等运算，逻辑运算就是按照逻辑代数规律进行的运算，如逻辑加法、逻辑乘法等。此外，运算器还能做别的一些动作，如数码的传送、移位以及给出转移特征等。所有这些运算和动作统称为操作。指挥机器进行操作的命令，称为指令。一台机器所具有指令的全体，称为指令系统。每台机器都有其特定的指令系统。计算机的运算器由电子线路构成。

### 2. 存贮器

存贮器是存放数据和程序（程序是指解题所需要的一系列指令）的装置。不论是数据还是指令都是一些用二进制数表示的代码。存贮器的基本功能是能够把许多的代码，按需要存进去（写入）或取出来（读出）。这种功能可比喻为人的“记忆”。存贮器一般由记忆元件（如半导体、磁芯、磁鼓、磁带、磁盘等）和电子线路构成。每一个存取信息的最小元件有两种状态，用它记忆一位二进制数0或1。我们把这样一个存取元件（代表0或1）称为1位（Bit），每8位称为一个字节（Byte），每1024字节（等于 $2^{10}$ 字节）称为1K。在电子计算

机中常用位、字节、K表示存贮器能存贮代码(0和1)的多少,即存贮器的空间或称容量。存贮器空间的大小是计算机的一个主要性能。

存贮器按其在机器中的作用分为两类:一类称为内存贮器,简称内存,内存与运算器、控制器一起成为计算机的主机;另一类称为外存贮器,简称外存,外存不属于主机范围,它是计算机输入和输出设备中的一种。内存容量比外存容量小,但存取速度快。内存的种类很多,例如有磁芯存贮器、磁膜存贮器、半导体存贮器等。目前常用的是半导体存贮器。外存的种类也很多,例如有磁鼓存贮器、磁盘存贮器、磁带存贮器、磁泡存贮器等。目前常用的是磁盘存贮器和磁带存贮器。

### 3. 控制器

控制器是整个机器的指挥系统。它通过向机器的各个部分发出控制信号来指挥整台机器自动地、协调地工作。控制器到底凭什么指挥机器工作呢?实际上,控制器是根据人事先编好的程序进行控制的。计算机先做什么,后做什么,如何处理可能遇到的一切情况,都由程序来决定。人把事先考虑好的意图表达在程序中,而控制器按程序的要求指挥机器工作。所以,可以说控制器是按照人的意图(由程序体现)来指挥机器工作的。计算机自动工作的过程,实质上就是自动执行程序的过程。

### 4. 输入设备

输入设备是向计算机传送数据、程序以及各种其它信息的设备。输入设备有键盘、纸带输入机、卡片输入机、电传打字机、控制打字机、光笔显示器以及模数转换器等。

### 5. 输出设备

输出设备的作用是把机器工作的中间结果或最后结果表示(或打印或显示)出来。输出设备有行式打印机、荧光屏显示器、电传打字机、控制打字机、纸带凿孔输出机、自动绘图机、微缩胶卷输出机、静电印刷机以及数模转换器等。

外存贮器既可作为计算机的输入设备,又可作为计算机的输出设备。目前微型计算机常用的外存是:软磁盘存贮器(Floppy),其规格有3 $\frac{1}{2}$ 吋、5 $\frac{1}{4}$ 吋、8吋,外形好象唱片;硬磁盘存贮器(Fixed Disk),也称温氏盘(Winchester Disk),该盘体积小、存贮容量大、存贮时间短,是一种极为理想的计算机外存贮设备。

在计算机科学中,人们习惯地把计算机的运算器、控制器、存贮器、输入设备、输出设备称为计算机的硬件(Hardware)。

## § 3. 计算机语言

象人类语言一样,计算机语言有一部从形象到抽象的语言发展史。

从上节讨论我们看到,计算机进行计算的过程也就是执行一系列指令的过程。每种型号的计算机,都有自己规定的各种指令。指令的全体称为指令系统。每条指令规定一项操作。计算机执行一系列操作,就能完成一定的计算、处理任务。每台计算机只能接受并执行它自己的指令。指令可以看作是计算机的“语言”,这种语言称为机器语言(Machine Language)。在计算机问世的初期,人们在使用计算机计算时,就是直接根据机器指令,亦即机器语言来编写程序的。用机器语言编写的程序,称为机器指令程序或手编程序(Manual

Program)。它由一条条指令组成，而每一条指令都用一定长度（如16位）的二进制数来写。由此可见，如果要编一个一百条指令的程序，就得写 $16 \times 100 = 1600$ 个二进制数，其工作量是极为惊人的。我们说机器语言与人们习惯用的语言差别太大，这样不仅难学、难写、难记、难检查、难修改，而且不同机器的机器语言程序互不相同（因为每台机器的指令系统不同），所以机器语言不易推广使用。

为了克服机器语言的不足，人们开始考虑，既然计算机能自动地、迅速地完 成许许多多的计算工作，那么，编写程序的工作本身，是否也能部分地交给计算机去完成呢？这是程序设计自动化的思想。

人们很快就发现，可以用一些简单而又形象的符号来代表机器指令，并把这些符号称为记忆码或符号语言（Assembly Language）。不直接用指令代码来编写程序，而改用符号来编写程序，这样的程序称为符号程序，有时符号程序也称为汇编语言程序（Assembler Program），所用符号的全体叫做汇编语言（Assembler）。符号程序（或汇编语言程序）与机器指令程序不同，计算机并不认识符号程序中的符号，因此，在符号程序输入到计算机之前，必须先把符号程序中的符号逐个回代为计算机所能认识的代码，即把符号程序重新换成机器指令程序。然后计算机才能进行计算。粗略地说，将符号换成指令代码的工作称为“代真”。只要有一张符号与机器指令代码的对照表，代真完全是机械工作。因此，只要先用机器语言为此编写一个机械指令程序，并先交给计算机，则代真完全可由计算机来完成。指挥计算机完成代真工作的这个用机器指令编写的程序，称为汇编程序（Assembly Routine）。符号程序通过汇编程序而生成机器指令程序，这个机器指令程序称为目标程序（Object Program），它能为计算机所真正执行。

显然，符号程序比机器指令程序直观一些了，也比较容易记忆。但是，符号程序与我们使用的数学公式差别还很大。符号程序依赖于计算机，而且它的自动化程度还很低。它与机器语言一样，都是为特定的机器服务的，所以称为面向机器的语言。面向机器的语言没有通用性，不能广泛使用，但它们也有一定的优点，如程序执行的周期短，因而今天我们在某些方面还使用这种语言。

算法语言是高级的程序自动化语言。它既与数学公式非常接近，又与计算机的内部逻辑结构无关。算法语言使得程序设计人员可以不考虑机器的内部逻辑结构，因而能集中精力去推敲解题方法的逻辑和计算过程的描述。例如计算 $F = ab + c$ ，用算法语言去写

在ALGOL60语言中是

$F := a * b + c$

在FORTRAN语言中是

$F = A * B + C$

在BASIC语言中是

10 LET  $F = A * B + C$

很明显，它们与数学公式的形式几乎一样。与汇编语言相类似，用算法语言编写的程序称为源程序（Source Program）。这种源程序也与用汇编语言写的源程序一样，机器是不能直接执行的，必须先将它换成用机器指令表示的程序，即目标程序（Object Program），然后计算机才能执行。把源程序转换成目标程序有两种方法：一种是解释的方法，解释用的

程序称为解释程序 (Interpreter)；一种是编译的方法，编译用的程序称为编译程序 (Compiler)。解释程序和编译程序是一对孪生兄弟，他俩都以翻译为生，不过翻译方式不同，编译程序是作“笔译”，解释程序是作“口译”。“笔译”是把源程序编译成目标程序，然后再让计算机执行。“口译”的方式则不同，解释程序在接受源程序时，并不是一下子把它全部翻译出来执行，而是边翻译一条语句边执行之，执行后再取下一条语句。我们用图1—3表示。

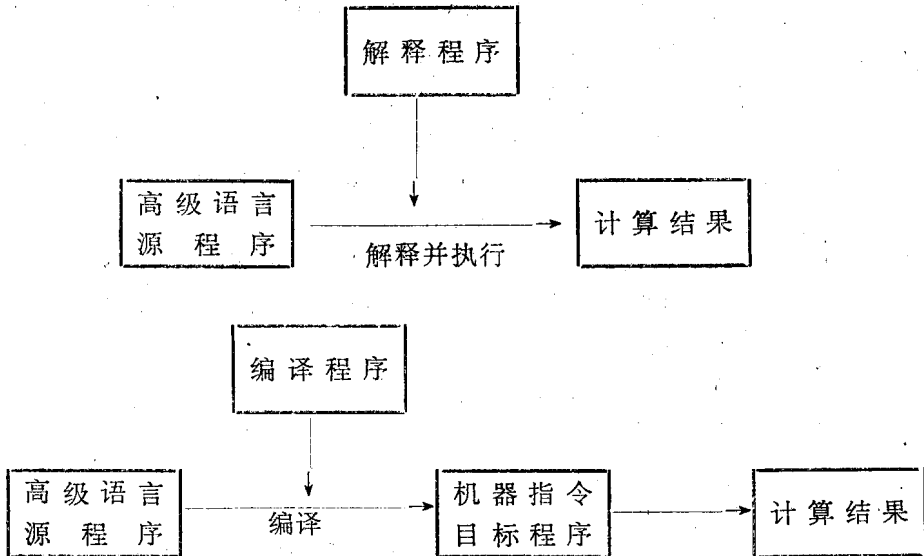


图1—3 解释程序与编译程序工作过程

FORTRAN、ALGOL60、COBOL等高级语言采用编译执行方式，而BASIC高级语言则基本上采用解释执行方式（有的BASIC也采用编译执行方式，如PDP—11/23上的BASIC—PLUS—TWO）。由于使用了编译（或解释）程序代替人工把用高级语言写的源程序翻译为机器指令程序，这就大大节省了使用者的工作时间。自从有了高级语言后，一般科技人员和大、中学生以及职工，都能很快地学会使用计算机，而他们可以完全不顾什么机器指令，也可以不必了解计算机的内部结构和工作原理，就能得心应手地使用计算机进行各种科学计算或事务管理。使用高级语言写程序还有一个很大的优点，就是它可以适用于不同的计算机，或者说，对不同的计算机具有通用性。用某一种高级语言编写的源程序几乎可以不加修改（有时略作修改）就能使用在不同的计算机上。这就给使用者带来极大的方便。应当指出：即使是同一种高级语言，对不同型号的计算机来说，它的具体编译（或解释）程序是不同的。正如把同一篇中文文章翻译为英文和翻译为法文需要不同的翻译一样。但是这个问题用户不必顾虑，在计算机出厂时，已经将该机器所使用的各种语言的编译程序与解释程序存贮在纸带、磁带和磁盘上，作为计算机系统的软件提供给用户。

人们根据不同的需要，建立了许多可供用户使用的算法语言。常用的有FORTRAN、ALGOL、COBOL、PASCAL、LISP和C语言，以及我们要学习的BASIC语言。各种语言各有其特点，下面我们介绍BASIC语言的一些特点。

BASIC语言是一种被广泛使用的计算机程序设计语言。BASIC语言适用于小型和微型

计算机，或配有分时终端设备的多入口计算机系统。BASIC语言可用于科学和工程计算，也可用于计算机辅助设计、数据处理、情报检索和实时控制等方面。BASIC这个词，是英文 Beginner's All-purpose Symbolic Instruction Code（初学者通用符号指令代码）的缩写。BASIC语言首先由两个美国人J. G. Kemeny和T. E. Kurtz于一九六四年所创建，其后不断地有各种各样的修改和扩充。目前，BASIC语言可分单用户BASIC语言、单用户扩充BASIC语言、多用户分时BASIC语言、多用户扩充BASIC语言和实时BASIC语言等类。BASIC语言虽然简单，但并不贫乏。BASIC语言包括所谓字符串操作和矩阵运算函数。无论哪种BASIC语言，概括地说，有以下特点：

1. BASIC语言小巧灵活，简单易懂，使用方便。基本BASIC语言的语句一共只有17种。BASIC语句中使用的词，以及运算符号与英语中使用的词以及数学中的符号基本相同，因此比较直观，易于理解和记忆。例如英语中PRINT的意思是“打印”，在BASIC语言中它也代表“打印”，它使计算机打印出你所需要的内容。

2. BASIC语言是一种会话式语言，即计算机与使用者构成交谈双方，彼此提出问题和回答问题。当源程序送入计算机后，计算机即检查语句中的句法错误，如果有错，就告诉用户，用户可以立即在键盘上修改程序。

3. BASIC语言还允许在终端键盘上直接进行计算和执行某些语句（键盘语句），而不必专门编写一段程序。如在键盘上打入：

```
PRINT (3 + SIN(3.14159)) / 4
```

则计算机立即打印出结果0.75来。

BASIC语言虽然是一种国际通用的算法语言，但是每一种计算机具体所用的BASIC语言的规定还是会有某些细小的区别。因此在使用前，最好查阅一下你所使用的计算机系统的BASIC语言说明书。

在计算机科学中，我们把用各种语言编制的程序称为计算机软件（Software）。计算机软件着重研究如何管理机器和使用机器的问题，也就是怎样通过软件的作用更好地发挥机器的效率。各类算法语言的编译程序、解释程序、汇编程序、诊断维修程序、故障处理系统、标准程序库、操作系统都属软件范畴。计算机的操作系统是更合理、科学、经济地管理计算机的大而复杂的程序。目前，在微型计算机上运行的操作系统有：DOS系统、UNIX系统、CP/M系统、RSX—11M系统和RT—11系统。

## § 4. 计算机在农业上的应用

任何一门新的科学技术，只有在生产和科学实践中不断应用才能不断完善并显示其生命力。计算机也正是在这样的基础上发展而日趋完善的。由于它有多种多样的功能并从各方面去满足生产和科学实践的需要，所以它在工农业生产中得到了越来越广泛的应用。据国外报道，现在已经在5,000多个领域里应用了计算机。应用计算机比较集中的部门有军事、商业、工业交通、农业（包括气象）、科教卫生等部门。那么，计算机与现代农业是一种什么关系？它在农业的天地里有什么作为呢？

我们在前面对计算机已经有了一个初步了解。计算机虽然是一项先进的科学技术成就，

但它在农业上的应用不能简单地看成是某一项农业生产工具的改革，或者说用它来代替某项作业和工具。农业本身的发展决不是靠某一个因素或某一种措施，而往往是受到许多有关因素复杂作用的影响。如国外对农作物生长中灌溉用水量的研究，曾分析了11,500个单因子相关和综合因子数据，得出了蒸腾量与平均气温、空气平均湿度等之间相关的结论。又例如在一个农业地区的森林覆盖率、畜牧业、水土资源利用、气象等与农业生产是紧紧关联的，这种被称做生态平衡的空间，也决不是对这一块土地有影响，而对相邻的那块土地就没有影响。因此，象这样许多因子（因素）影响及其变化的分析研究，也需要从更大的范围内来进行。把整个农业看作是一个有机联系的整体，这是现代农业的特点。这种有机体系也就是通常所说的“农业生态系统”。它要考虑人、生物和环境三者之间的关系。象过去那样单纯地考虑一人一机和一时一地，光凭个人的经验，已经不能满足正确处理现代农业中许多因子互相关联的要求。就拿水资源的规划、利用来说，它要考虑地下水、地表水、雨水、作物布局、作物需水量、气象、季节、所属区域河流情况以及所在领域的地形土壤、生活用水和工业用水等因素和条件。又如我们做农业生产规划时，总希望能够旱涝保收，在统一计划下，使农民纯收入越大越好。这就要合理地利用本地和外购资源，要使劳力、畜力、机械合理搭配，选择适时适地的作物布局，以及农田基本建设内容和规模等等，把这些因素综合起来进行分析平衡，甚至还要知道产品的销售和市场价格。这就涉及到大量的观测、统计、分析和预测的数据资料。因此，为了较好地解决农业生产系统复杂的空间结构和时间结构，让计算机来帮助我们做这么大量的分析计算是最合适不过的，这也正是计算机的特长。所以说，计算机和现代农业的关系，更多的是从“系统思想”和“工程学”的角度来建立的。

计算机通过什么方式来为现代农业服务的呢？它可以安装在某一个工具（机器）上进行有效地控制，如拖拉机上安装了微型计算机，可以在行车时根据车速自动调节油量，保证油料充分燃烧。但从农业系统的要求来看，它一般是通过相应的数学模型来发挥作用。什么叫数学模型呢？数学模型就是把所要解决的问题的目标或者所研究一个农业生产系统的目标与其内部条件或者因素之间的关系，用数学方程式（一个或多个方程式）来表示。这种数学模型实际上是一个客观实体的抽象和简化形式。有了这些数学模型，计算机就能为我们对所研究的系统进行设计和分析计算，也能模拟系统随客体情况变化的情况，从而对现实系统进行分析比较及其控制和预测。

一个农业生产系统模型是用来研究一定范围内农业生产与环境间的关系，研究农业生产大系统中各子系统及其许多元件间的关系，找出它们之间的规律，然后提出最佳的管理和实施方案、决策和结果的预测，以达到预定的目标。

例如，我们研究地区农业建设规划，决不可能先把各种方案经过实施后，再来比较那个好那个不好。又如作物高产栽培的研究，可以有数十个甚至数百个方案，若要按田间的农业周期来实验，那么十年也只是一二十批对比数据。显然这样做是不会达到预期效果的。但当我们建立了这方面的数学模型后，在电子计算机里实际上可以进行无数次实验，虽然这些实验并没有对生产实际产生作用，却可以在极短的时间里给人们提供出各种实验方案的效果，所花费用也很小。

正如钱学森同志所说：“现代科学技术对于系统思想方法的重大贡献，第一在于使系统思想方法定量化，成为一套具有数学理论，能够定量处理系统各组成部分联系关系的科学方



法。第二在于为定量化系统思想方法的实际应用提供了强有力的计算工具——电子计算机。”

所以，用系统方法来处理农业生产系统的问题，离开计算机是不能实现的。

大家知道，农业是上及“天时”下及“地利”旁及“人和”的一项复杂的生产活动，因此农业发展中既涉及到极其复杂的自然生态系统，又关联到极其复杂的社会经济领域。由于长期来人们对人、自然、经济与农业关系的研究缺乏足够的重视，对农业发展中许许多多因子还没有充分认识和掌握，农业生产中随机因素（因子）比工业交通等部门多得多，再加上农业生产的利润远低于工业，所以它要求新技术推广应用的成本很低，这就使得一些新技术在农业上的应用不如在军事、工业等部门那样快和成熟。计算机技术也如此，农业上应用计算机远不如军事部门和工业部门那样早和成熟。但是这种落后状况倒使计算机在农业上大有用武之地，采用计算机后能见到特别明显的效果。国外农业发展中，由于采用了系统方法和计算机，生产和经营管理上得到了很好的实际效果。

目前计算机已成功地应用在农业规划和农业政策的制订、农业气象、资源普查与监测、土地规划与利用、植物保护、农业生产经营管理、畜禽饲养、农产品加工、自动化温室、农业教育和科研管理、森林生态学研究、森林采伐、鱼群监测、生物统计、作物栽培等方面。

气象是影响农业生产的主要因素。做好农业气象的预报能够减少农业灾害，促进农业生产的发展。现在用一台小型计算机，只要用20分钟就能做出4天的天气形势预报。过去做一张全国等压线图，从收集数据到绘出图来需要几小时，现在用计算机来做只要几分钟。计算机不但能做一个地区的天气预报，而且能做全球性的天气形势分析和预报。例如，设有5,000个观察站（分布在世界各地的船只、飞机、地面站和卫星上）的气象中心，每天每时都要收到从各个站发来的观测资料，这些资料统统要送入该中心的计算机系统，由它来负责记录、存贮和分析运算，然后又把全球的气象预报资料传送给各个接收站，向世界发布。这个计算机系统每天要处理成万个气象情报，可以提供3万米高空4天内的全球气象形势。

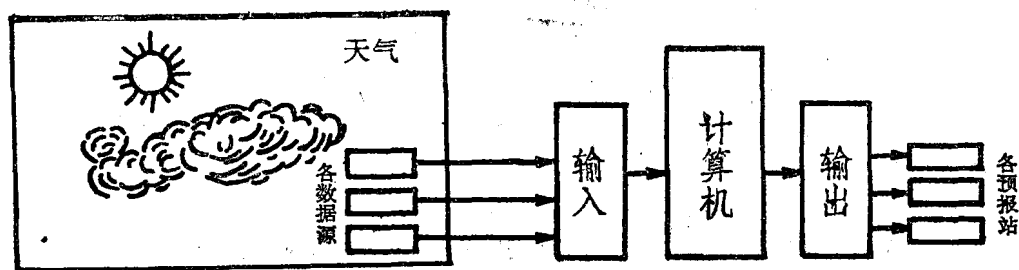


图1—4 计算机用于天气预报

农业气象学家认为，要进行农业气象基本理论研究，建立模型，必须要有规范化的观测资料，而目前许多国家都缺乏这样的资料。为了探讨更好地给农业提供天气情报的方法，国外已经建立了计算机负责的农业情报观测网和资料转播系统，观测网都是设在非常需要这些情报的地区，农民既是计算机的服务员，又是计算机的服务对象。观测信息和转播信息都是通过计算机来传递的。它在每个观测点安有一种象电话那样的终端电子装置，农民还可以购买一个很便宜的小型盒式电子装置，安装在家用电视机接收器上或电话上。农民每天把当地观测到的资料数据，拨动电话就能直接送入计算机保存起来。农民要询问有关的情报资料时，

也只要用电话接通传递系统（与计算机连接有专用号码），选取需要的某一栏情报，计算机便自动把这些资料数据转送到他家的小型电子装置里，供他随时使用。县里的小型计算机与全国的大、中型和巨型计算机相联，形成了计算机网，所以农民可以很方便地得到全国的情报，如最新的农业气象形势、农业生产和市场情报等，更好地安排自己的农事活动。

农业气象的研究和应用要涉及到许多基本理论，需要各方面的专家参加。国外的一些植物生理学家、气象学家、农学家、生物化学学家、生物物理学家、数学家和农业化学家等，利用计算机还开展了“土壤—植物—大气”系统中的基本理论研究，探索建立一种数理模型，用它来更深刻地揭示出植物生长与大气和土壤的关系。

在资本主义国家里，农（牧）场主都乐于采用计算机饲料家畜，因为它可以为场主们挣得更多的利润。例如国外用计算机管理有25万头奶牛的奶牛场，由于使用了计算机，每头奶牛平均每年可挤奶12,965磅，比15年前不用计算机时的6,562磅增加了1倍，奶牛场的收入增加了2倍，平均50头奶牛每年的收入约2万美元。场主们计算过，花费在电子计算机身上的每1块钱，可以在提高效率和生产力上回收20块钱。

计算机是怎样进行工作呢？它先要给这25万头奶牛编上号码，事先存贮起来。各奶牛场的饲养员每隔一个月，就把奶牛数量、每头奶牛的产奶量、奶中含脂量、饲料量等数据送到计算机里登记和分析。计算机根据人们提供的软件，及时向饲养员指出每头奶牛产奶量的变化、什么时候应该交配、该不该淘汰、饲料配方应如何改变等等情况，让各个饲养员采取措施。

国外研制了专用于畜牧业管理的计算机系统（NALC），包括收集各种情报资料、进行经营分析、收支预测、编制生产计划和资金周转计划。这种系统在一九七四年已在养鸡场投入运行。用计算机饲养家畜在国外赢得了极大的声誉。据介绍，美国全国火鸡消费量中有7,000万只是利用计算机饲养的。

为了使家畜长得好，一九六四年已应用计算机来研究混合饲料的配方。把混合饲料的各项要求预先编成一种数表（数学上称为矩阵模型）输入计算机，它每小时可以计算出20—30种新的饲料配方，可以适合不同家畜生长的要求。我国也开始了这项工作。北京农业大学、中国农业科学院畜牧研究所都建立了禽畜混合饲料配方的计算机程序。

计算机还能够用来对动物生理进行研究。国外的一个动物生理研究所从一九六〇年以来，利用计算机进行牛的呼吸试验、乳牛的能量平衡试验、粗饲料对消化率的影响、家畜生长对能量的需求等项研究工作。科学家们还同时用电子数字计算机和电子模拟计算机研究了动物与饲养环境之间的关系，提出了一个动物的“神经模型”来描述动物热感受器官的反应状况，用它可以确定，是控制环境还是控制动物对环境的反应容易收到动物饲养的效果。

一九七九年我国江苏省农业科学院畜牧兽医研究所，在兽医研究中，应用电子计算机技术取得了良好的开端。他们对6,000多头“新淮猪”仔猪进行生物统计分析，建立了计算机程序，在国产TQ—16机上运算，不到一分钟就得出了计算结果，而原来靠手算，二人用了一个多月时间，计算精确度也低。

在发达国家中，计算机已广泛地应用在农业生产和农业试验中。我国计算机在农业上的应用还刚开始，许多工作都需从零做起，这就使我们急需一大批既掌握本专业知识，又懂得计算机知识的人才，为祖国现代农业的发展做出贡献。

## 小 结

电子计算机的产生和发展堪称人类认识史上的一大飞跃，它既拓宽了人们的视野，又以其无可比拟的推动作用促进了生产力的发展。在不到四十年的时间里，计算机本身的发展经历了四个阶段：电子管、晶体管、中小规模集成电路和大规模集成电路，相应地软件也得到了很大的发展，从而导成本降低，速度加快，用户骤增，用途殊广。但计算机的基本结构仍未逾越由V. Neumann〔美〕（一九〇三～一九五七，原籍匈牙利，二十世纪最杰出的数学家、现代计算机的开山祖）根据人工计算的过程提出的计算机基本模式，它由控制器、运算器、存贮器、输入输出设备组成。控制器、运算器构成了计算机的核心部分，称之为中央处理机（简称CPU）。存贮器是计算机的记忆部分，它与CPU一起组成为计算机主机。输入输出设备则是计算机主机与外界联系的媒介。软件对计算机的作用尤如思想对人的作用一般。用户最为关心的软件之一是人与计算机联系的主要工具——计算机语言。语言的形式千姿百态，BASIC语言却以其简单易学、方便实用的特色赢得了最多的用户。计算机的农业应用尽管相对说来较为落后，但在气象、农业规划、土壤资源分析、作物品种的情报检索、病虫害预测预报、禽畜的最佳饲料配方等方面的应用已取得令人兴奋的成果。纵观历史，我们完全有理由相信未来计算机在农业上的应用必将彻底改变现存的传统农业生产方式，提高农业生产率。

## 思 考 题

（一）电子计算机的几个主要工作部件是什么？各起什么作用？谈谈你对这种计算机结构的理解，凭你的想象它是否确实完美了呢？

（二）试举出你所知道的计算机在农业上应用的例子。你认为花这笔人力、物力确实值得吗？是否徒有虚名或有值得改进之处？

（三）你希望计算机应具备哪些能力，可为你做哪些事？