

张世英 编

# 苹果-II BASIC 程序设计

(修订版)



北京师范大学出版社

# 苹果-II BASIC程序设计

(修订本)

张世英 编著

北京师范大学出版社

## 内 容 简 介

本书以苹果-II 微型计算机为背景,详细地介绍了 BASIC 语言的各种语法规则、程序设计方法及上机操作的步骤。这些内容对各种微型机都是适用的。本书后七章以较大篇幅介绍了苹果-II 微型机图形绘制与游戏程序设计的方法、磁盘操作系统与文件、6502 指令系统、监控命令及三种中华学习系列机的扩展部分等。这对用户充分开拓苹果-II 及苹果兼容机上所配的丰富软件会有很大帮助。

本书按教材形式写出,内容由浅入深,由易到难,凡具有中等以上文化程度的读者即可阅读。各章后均附有习题,并在书末给出了参考答案。书末附录把书中有关内容作了归纳整理,以供参考。

## 苹果-II BASIC 程序设计

(修 订 本)

张世英 编著

\*

北京师范大学出版社出版发行

全国新华书店经销

中国科学院印刷厂印刷

---

开本: 850×1168 1/32      印张: 20.375      字数: 502 千

1989 年 8 月第 2 版      1989 年 8 月第 5 次印刷

印数: 1-15 000

---

ISBN 7-303-00490-4/1P·3

定价: 4.95 元

## 写在修订本之前

本书初版发行后,受到了广大读者的爱护与支持,在此表示衷心的感谢的谢意。

这次修订,除对初版某些章节进行了调整与扩充外,特别增辟了一章,专门介绍了中华学习机的有关内容。

中华学习机是国家组织力量开发的一类新机型,由于它与苹果-II完全兼容,本书介绍的内容,无疑可视为中华学习机的教材。

非常感谢我的妻子胡祖莹同志的全力支持和鼓励,使我顺利地完成了本书的编写工作。

希望这本书能为读者带来好处。

编者  
1988年1月

## 编者的话

本书是以苹果-II 微型计算机为背景来介绍 BASIC 语言的。苹果-II 微型机软件非常丰富，功能较强。目前这种机器(包括它的兼容机)在国内的用户已占首位。苹果-II 上所配的基本语句在别的微型机上也是适用的。

书中以介绍算法语言为主，也提供了一些常用算法。这些算法不需要高深的数学知识，有一般中等文化水平就可以了。书中后一部分介绍的苹果-II 图形绘制、游戏程序的设计方法、磁盘操作系统与文件、6502 指令系统及监控命令、苹果-II 整数 BASIC 等，仅适用于苹果机或苹果兼容机。本书内容比较全面而深入，其中相当一部分从现有资料上是查找不到的。

书中力求给读者以准确的概念，并对一些常见错误给出了必要的分析与说明。同时，书中还以相当的篇幅介绍了调试手段与纠正错误的措施。这些内容不仅对一般读者有用，对讲授这门课或指导上机的教师，也是很有用处的。

本书内容，有一定的厚度。本书以“计算机盲”作为对象开始叙述，除了介绍语言以外，逐步引入计算机的一些更深入的概念，这不仅能引起读者的求知欲，而且对进一步学习计算机的其它课程，也有一定的帮助。

本书内容在叙述方法上力求由浅入深，通俗易懂；内容安排上前后连贯，由易到难。各章均配有一定量的习题并在书末给出了参考答案。这些习题和答案有利于读者对各章内容的复习和巩固。

在本书编写过程中，北京师范大学现代化教育技术研究所荣

树熙副教授、北京师范大学出版社编辑部的同志提出过不少宝贵意见,在此表示感谢。由于编者水平有限,加上编写时间仓促,错误缺点在所难免,敬请广大读者批评指正。

编 者

# 目 录

第一章 计算机的一般知识.....	1
§1 引言 .....	1
§2 电子计算机的基本结构 .....	4
§3 计算机中数的表示 .....	7
§4 计算机语言 .....	12
第二章 BASIC 语言的基本概念 .....	18
§1 BASIC 语言的特点 .....	18
§2 BASIC 程序的构成 .....	20
§3 常量与变量 .....	22
§4 标准函数 .....	26
§5 运算符和表达式 .....	29
§6 上机操作提要 .....	32
第三章 数据的输入与输出.....	42
§1 必要的说明 .....	42
§2 打印语句 (PRINT) .....	46
§3 赋值语句 (LET) .....	52
§4 键盘输入语句 (INPUT) .....	56
§5 读数语句和置数语句 (READ 和 DATA) .....	61
§6 恢复数据区语句 (RESTORE) .....	63
§7 三种取得数据的语句的比较 .....	65
§8 算术函数的使用 .....	67
§9 PR # 与 IN # .....	72
第四章 程序流向的转移.....	76
§1 程序框图 .....	76
§2 无条件转向语句 (GOTO) .....	79

§ 3 条件转移语句 (IF...THEN) 的概念 .....	83
§ 4 条件式 .....	90
§ 5 应用程序举例 .....	96
§ 6 暂停语句 (STOP) 及调试程序的一般方法 .....	104
§ 7 注释语句 (REM) .....	106
第五章 程序的循环 .....	110
§ 1 循环语句的基本概念 .....	110
§ 2 循环语句应用举例 .....	121
§ 3 多重循环 .....	126
§ 4 循环语句的深入讨论 .....	133
§ 5 跟踪命令的使用 .....	148
第六章 程序模块 .....	151
§ 1 子程序 .....	151
§ 2 开关语句与出错处置 .....	167
§ 3 用户自定义函数 .....	171
§ 4 应用程序举例 .....	174
第七章 数组与字符串函数 .....	189
§ 1 下标变量与数组的概念 .....	189
§ 2 数组说明语句 (DIM) .....	194
§ 3 STORE 与 RECALL .....	196
§ 4 应用程序举例 .....	197
§ 5 关于程序设计的优化问题 .....	219
§ 6 与字符串有关的几个函数 .....	227
第八章 图形绘制 .....	236
§ 1 文本方式和文本方式下的图形绘制 .....	236
§ 2 低清晰度图形 .....	243
§ 3 高清晰度图形 .....	256
§ 4 用图形表方法绘制高清晰度图形 .....	268
第九章 唱歌与游戏程序的编写 .....	283
§ 1 唱歌程序的编写 .....	283



§ 2 游戏程序的编写 .....	291
§ 3 趣味教学程序一例 .....	312
<b>第十章 磁盘操作系统命令与文件</b> .....	<b>324</b>
§ 1 软磁盘 .....	324
§ 2 DOS 命令简介 .....	325
§ 3 顺序文本文件 .....	342
§ 4 自动 APPL.E; EXEC 命令的使用 .....	360
§ 5 随机文本文件 .....	364
<b>第十一章 6502 指令系统及监控命令简介</b> .....	<b>373</b>
§ 1 6502 的寄存器 .....	374
§ 2 6502 指令分类 .....	376
§ 3 6502 的寻址方式 .....	380
§ 4 补充说明 .....	390
§ 5 几个简单的程序例 .....	400
§ 6 监控命令简介 .....	403
<b>第十二章 深入的讨论</b> .....	<b>419</b>
§ 1 DOS 自举与内存分配 .....	419
§ 2 系统的建立 .....	424
§ 3 程序(或命令)的输入 .....	429
§ 4 程序(或命令)的运行 .....	439
§ 5 特殊技巧举例 .....	450
§ 6 同系统有关的几个命令和函数 .....	486
<b>第十三章 整数 BASIC 简介</b> .....	<b>493</b>
§ 1 整数 BASIC 的特点 .....	493
§ 2 整数 BASIC 的语句和命令 .....	497
§ 3 整数 BASIC 程序例 .....	502
§ 4 整数 BASIC 解释执行过程 .....	506
<b>第十四章 中华学习机的扩展功能</b> .....	<b>524</b>
§ 1 BASIC 语言的扩展 .....	524
§ 2 汉字系统 .....	543

§ 3 汉字 BASIC 程序的兼容性.....	558
§ 4 其它扩展 .....	568
习题参考答案.....	579
附录.....	621
附录 1 ASCII 码表.....	621
附录 2 保留字表 .....	624
附录 3 出错信息表 .....	629
附录 4 专用单元表 .....	632
附录 5 打印机命令集 .....	633

# 第一章 计算机的一般知识

## § 1 引 言

人类在同大自然的斗争中,创造并逐步发展了计算工具。

早期的计算工具,主要是人们自身的附属物(如手指、脚指)或周围可数的有形物体(如石子、绳结、小棒等)。这些计算工具都只是天然的“计算器”,计算也多属计数。人类经过加工制造出来的第一种计算工具,则是我国唐末出现的算盘。随着生产的发展,计算日趋复杂,先后又出现了许多较先进的计算工具。比如机械计算机(1642年)、计算尺(1654年)、手摇计算机(1887年)乃至电动计算机等。然而,这些计算工具的致命弱点是不能自动地连续地进行计算,也不能存放大量的中间结果。把程序控制引入计算机的第一个人是巴贝奇(Charles Babbage)。他花费了近40年的时间构思了一台分析机,具备了现代计算机应具备的一切:用许多刻有数字的轮子来存贮数据,通过齿轮和轮子的旋转来进行计算,用一组齿轮和杠杆构成的装置来传送数据,用穿孔卡片输入程序和数据,用穿孔卡片和打印机输出计算结果。第一台实用的卡片程序控制计算机是霍勒力斯(Herman Hollerith)的杰作,他设计了一台用卡片存贮大量数据并用卡片进行控制的数据处理机,1890年曾用于人口普查工作,对6200万人的数据进行记录、编辑和制表处理,共花了2年时间。

计算工具的现代化和飞速发展是从本世纪开始的。1925年左右,布什(Vannever Bush)领导制造了第一台模拟式计算机。1937年艾肯(Howard Aiken)写了《自动计算机建议》,并从

1939年起经过5年努力制成了第一台数字式自动计算机 Mark I。1943年宾夕法尼亚大学开始研制的数字积分机和计算机 ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Calculator) 则是有史以来第一台数字式电子计算机。该机于1945年12月投入运行,1946年2月正式交付使用。ENIAC共用了18000多只电子管,1500多个继电器,耗电150瓩,占地170平方米,重130吨,运算速度每秒5000次加法运算。领导研制这部机器的有该校的工程师埃克特(J. Presper Eckert)和物理学家毛希利(John Mauchly)。这台机器的出现,被誉为新的工业革命的开始。

从“ENIAC”问世至今仅40多年,电子计算机以越来越迅猛的势头发展着。据国外报导,电子计算机每五至八年运算速度提高10倍,体积缩小10倍,而成本却降低了10倍。就计算机采用的物理器件来说,已经历了电子管、晶体管、集成电路和大规模集成电路四代。由于大规模集成电路技术的发展,可以把一个小型计算机的运算器和控制器制作在一块很小的芯片上,成为一个微处理器,并以它为主体构成微型计算机。微型计算机的崛起,被称为计算机的“第二次革命”。它继承和发展了小型计算机的先进技术,又以其结构灵活紧凑、品种繁多、应用范围广阔、价格低廉、生产周期短、维修方便等优势,形成了对小型机的威胁。就连一些专门生产巨型机的厂家,也相继推出了自己的微型机,以争夺这个前景无量的市场。

我国计算机的研制工作,正式起步于1956年。1958年试制成功第一代电子管数字计算机 DJS-1。1965年研制成功第一台大型通用晶体管计算机。1971年第一台集成电路计算机 TQ-16 问世。至今,我国计算机已换了三代,目前处于第四代。由于党和政府的重视,我国计算机事业正在形成一个新的发展时期。值得一提的是,近年来,在大力开发高档机型的同时,国家又专门组织力量研制和生产了普及型计算机——中华学习机。由于这类机

型功能强、价格便宜,受到了广大学校和家庭的欢迎。它对于普及计算机教育,培养计算机人才,推广计算机应用,将有不可估量的作用。

计算机之所以能得到如此迅猛的发展并成为新的技术革命的重要标志,主要是由于计算机有着强有力的功能和极为广阔的应用领域。

电子计算机有以下几个特点:

1. 运算速度快。比如气象“日预报”,用手摇计算机或电动计算机来计算,约需一两个星期;而用一般的中型计算机则只需几分钟。

2. 精度高。一般电子计算机可以有十几位有效数字,如果降低运算速度,有效位数还可以增加。

3. 具有“记忆”和判断功能。可以记录程序、原始数据和中间结果,还可以对某些信息进行判断并作出相应的后续处理。

4. 能自动地进行控制,不必人工干预。

5. 电子计算机是一个不怕麻烦、不闹情绪的计算工具,是人类最忠实、最可靠的朋友。

电子计算机是在人类生活中大量的繁琐的数值计算的需要下应运而生的,所以早期的电子计算机主要用于数值计算。也就是说,输入和处理的对象是数值,处理的算法是数值计算方法,输出的结果也是数值。但是,电子计算机诞生不久,应用的范围很快就突破了这个框框。人们发现,计算机除能进行数值处理之外,还可以处理诸如字母、符号、单据、表格、资料、图形、图象、信号乃至文字、语言、声音等,随之也发展了各种非数值的算法和相应的数据结构,比如排序、查找、插入、删除、字符串匹配、树和图的处理等。计算机的应用从数值计算发展到非数值应用是计算机发展史上的一个跃进,大大地拓宽了计算机应用的领域,使计算机不再是少数人的珍品,而进入人类社会的各种行业以至于家庭之中。

随着计算机应用范围的扩大,计算机软件也在突飞猛进地发展着。系统软件的功能越来越强;程序语言越来越丰富;各种应用软件也越来越多。目前,软件理论日臻成熟,软件研制工作的工程化,软件产品的标准化、系列化、商品化,已成为一股新的潮流。

电子计算机的发展与普及,将对人类社会产生越来越深远的影响。

## § 2 电子计算机的基本结构

电子计算机,从原理上讲分为两大类:电子模拟计算机(用来处理连续量的)和电子数字计算机(用来处理非连续量的)。从用途上讲,又可分为专用计算机和通用计算机。我们这里只介绍通用数字微型计算机。

通用数字计算机的基本结构,大体上有以下几个部分:控制器、运算器、内存贮器、输入设备和输出设备。前三者又合称主机,后两者又称作外部设备。现就这五个部分的功能,作一些简要说明。

1. 输入设备。输入设备是用来向主机输入原始数据和处理这些数据所使用的计算程序的设备。输入设备的种类很多,但在微型机上不外乎下列几种:

(1) 终端键盘。利用手指击键方法向计算机输入信息。用户自己写的程序和准备处理的数据,都可由键盘上敲入。

(2) 盒式磁带机和磁盘机。盒式磁带或磁盘,实际上也是存贮信息的,因为它们都是主机之外的设备,所以也称为外存贮器。外存贮器上的信息,也可以输入到机器中去。

(3) 模-数(A/D)转换器。它可以将连续变化的模拟量(如电流、电压、长度、角度等)转换为数字量,送入计算机内。

此外,图形输入板、声音输入装置等,实际上是专用的模-数转

换器,同样可以为计算机输入信息。

2. 输出设备。输出设备是用来输出计算结果或其它信息的。

常用的输出设备有:

(1) 显示终端。用以显示计算机的有关信息,如用户从键盘上敲入并为机器接收的字符、程序清单、机器向用户的提示、程序运行时的输出(包括数字、文字或图形)等。

(2) 打印机。显示终端上可显示的东西几乎都可以由打印机打印到纸上。

(3) 磁带机和磁盘机。磁带和磁盘均可以用来存贮程序和数据(包括数字、文字、图形和声音信息等)。

(4) 数-模(D/A)转换器。将机器输出的数字量转换为模拟量。

绘图仪、声音输出装置等也是专用的数-模输出设备。

3. 主存贮器,即内存贮器(简称内存)。它用来存放原始数据、处理这些数据的程序以及计算结果(包括中间结果,也包括图形和声音信息等)。系统程序也放在内存中。

内存贮器分为一个个单元,好似一间间房子,并按顺序编了号码(从0号开始),通常又称为一个个地址。机器中的所有信息都以一定的规则存放在内存的一个个单元中。

对任何一个单元来说,它很象从左到右顺序安放的一排灯泡,每个灯泡代表一位数字:灯泡点亮代表1,灯泡熄灭代表0。于是这一排灯泡就可表示由0和1构成的一个数。这排灯泡的个数,就称为位数或字长,它通常取决于处理器的长度。我们介绍的苹果机,微处理器为6502,其字长为8位。所以苹果机是八位机。目前,一般微型计算机的内存贮器是用半导体器件组成的电路制成的,称为半导体存贮器。

一般微型机的内存贮器又分为两部分。一部分是随机存贮器(RAM),每个单元的数据是可以改变的,而且关电以后所有信息

都会自动消失。这类存贮器,除系统软件占用的部份外,是用户可以使用的空间。另外,还有一部分是只读存贮器(ROM),每个单元中的信息是固化了的,用户只可读出使用,但无法使其改变。任何时候,只要接通电源,这些信息就建立好了。

4. 运算器。运算器是计算机进行信息加工的场所,所有算术运算、逻辑运算等都在这里进行。就象用算盘做题时一样,它只能放当前被操作的或操作完的一个数据,中间结果一般要送内存中保存起来,备以后使用。所以,没有内存,单靠运算器是无所作为的。

5. 控制器。它是用来实现计算机各部分协调动作使计算过程自动进行的装置。也就是说,它是计算机内的指挥部。

控制器可以向计算机的其它部件发出信号,控制数据的传输与加工;同时,控制器也接收其它部件送来的信号,以便调整其控制功能。

所以,在计算机工作时,有两种信息流:控制流与数据流,由控制流控制数据流的传输与加工,完成所有的计算动作。

图 1-1 是典型的计算机框图,其中实线代表数据流,虚线代表控制流,箭头代表信息流动的方向。

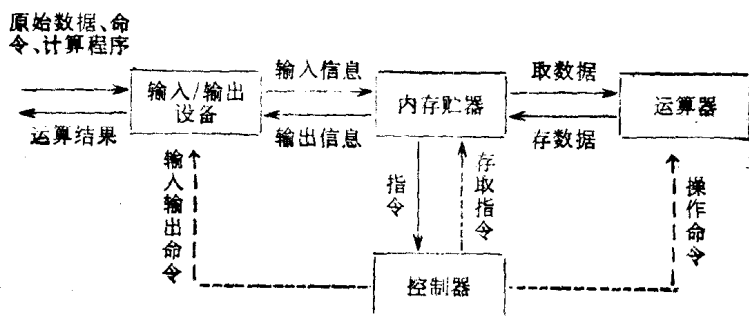


图 1-1 计算机结构示意图

图 1-2 是苹果机基本系统配置的示意图。





图 1-2 苹果-II 微型机基本系统配置图

苹果机可以配置的外部设备,比这个示意图上画的要多得多。那些设备将会大大扩充苹果机的用途。

附带说一下,这里介绍的运算器、控制器、内存贮器、输入输出设备等,都是一些看得见、摸得着的“硬”东西,所以又称它们为“硬件”或“硬设备”。相对地,那些在计算机工作过程中必不可少的数据以及对这些数据进行处理的控制命令等信息流都是摸不着的“软”东西,通常称之为“软件”或“软设备”。

BASIC 语言本身,属于软件的范畴。

### § 3 计算机中数的表示

日常生活中,我们非常习惯使用十进制计数法。可是在日常生活里我们也还会遇到一些别的进制,如二进制(2 只为 1 双)、十二进制(12 只为 1 打,12 英寸为 1 英尺,12 个月为 1 年)、十六进制(中国老秤 16 两为 1 斤)、二十四进制(24 小时为 1 天)和六十进制(60 分为 1 小时,60 秒为 1 分)等等。在计算机内部,则采用二进制计数法。

为什么计算机要使用二进制计数法呢?这是因为电气元件中