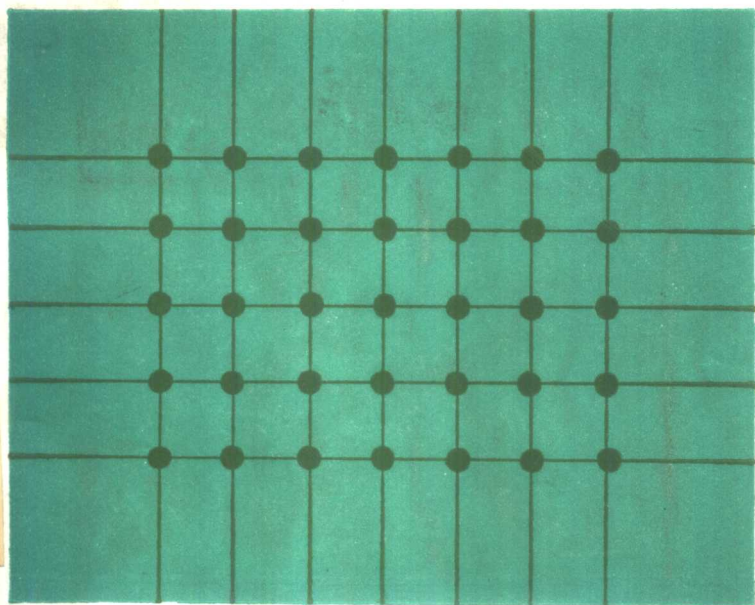


LOGO 语言教程

俞士汶 著



北京大学出版社

874
660

LOGO 语言教程

俞士汶著

北京大学出版社

TP319

LOGO 语言教程

俞士汶 著

责任编辑：李怀玺

*

北京大学出版社出版

(北京大学校内)

北京大学印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

850×1168毫米 32开本 9.00印张 210千字

1987年4月第一版 1987年4月第一次印刷

印数：00001—15,000册

统一书号：13209·110 定价：1.80元

内 容 提 要

本书完整地介绍了Logo语言的命令、程序设计方法及其在不同领域应用的例子。全书共五章。第一章是微型电脑和Logo语言简介。第二章介绍Logo命令的功能。第三章介绍Logo程序设计的原理和方法。第四章介绍Logo的各种数据类型及其操作。第五章介绍交互式程序的设计方法。

本书贯穿结构程序设计的思想，内容丰富，概念准确，深入浅出，适用对象较广，可以作为高等学校、中等技术学校、师范学校计算机语言课程的教学用书，也可供科技人员和科普工作者参考。

前 言

一年前Logo在我国还鲜为人知，现在情况已大不相同了，可以说正在出现一股“Logo热”。众人拾柴火焰高，作者希望本书的出版，能为“Logo热”再添一片柴薪。

在程序设计语言的发展中，Logo语言确实是独辟蹊径。它将电脑用户对程序语言的多种要求，如结构良好、使用方便、功能强等巧妙地结合在一起，为程序员创造了一个适宜的环境。

Logo语言易学好用，饶有趣味，适用于电脑普及教育，特别适合于儿童的智力开发。但是，如果由此得出结论，以为Logo语言只是哄小孩子的，其本领也不过就是画画图而已，那就未免失之偏颇。实际上，Logo有很强的功能，已在很多领域中得到了应用。为了达到让电脑延伸人类思考与认识能力的目的，必须要有能够处理文字与知识的软件。Logo为文字处理、人工智能的研究提供了一个工具。即使从教育的角度来看，Logo语言不仅可教会孩子使用电脑，而且还教给孩子一种思考的方法。作为一种教育哲学，Logo语言的内涵将会逐步被人们认识。

1984年8月作者写了本题为《Logo语言(入门篇)》的讲义。在教学实践的基础上，对讲义作了较大的修改和补充，于1985年2月完成本书。全书贯穿结构程序设计的思想，体系完整，例子较多。

第一章是微型电脑和Logo语言的简要介绍。

第二章介绍Logo命令的功能。学了这一章，读者就能够象使用计算器那样地来操纵电脑了。当然，电脑的能力要强得多，Logo的能力，计算器是望尘莫及的。

第三章介绍Logo语言的程序设计方法。这一章避开程序设计

离不开数值计算的常规，以海龟作图为主要题材，使用不多的几种命令，讲解Logo的程序设计原理，囊括了诸如过程、参数、嵌套、递归等重要概念，还介绍了自顶向下、逐步求精的结构程序设计方法。

第四章介绍Logo的各种数据类型及其操作，列举了应用Logo的若干实例。读了这一章，读者对Logo的认识或许会有一个飞跃，将能驾驭Logo在更广阔的天地里有所作为。

第五章介绍交互式程序的设计方法。采用这种方法可以编出更加生动有趣的程序。作为示例，最后给出了一个辅助教学程序。带*号的节和例题稍难一些，初学者不看也没关系。

附录A是MZ Logo的命令全集，附录B是MZ Logo的输出信息表，附录C比较了Apple II机上的Logo与MZ Logo的异同。附录D和附录E是作者已发表的两篇论文。它们对读者认识Logo会有所裨益。

本书使用的是MZ-2000微型电脑上的Logo版本。这种型号的机器国内比较少，这是一个缺点。尽管各种版本的Logo有些差别，但是其基本概念、方法都是一样的。本书的主要内容不受版本的限制，所有的例子也都在Apple II机上实现过，当然其中有一些例子要作局部的修改。另外，纵观全书，后四章的内容比较丰富，比较深入，而第一章则甚为浅显，是专为初学者准备的。已有基础的读者不妨一掠而过。

衷心感谢日本朋友木村省三先生，是他为作者提供了Logo软件。许寿椿同志字斟句酌地审阅了全书，提出了不少宝贵意见，书上的海龟图是请张万增同志利用Apple II机打印出来的，作者对他们及给予过帮助的各位朋友致以谢意。

限于水平，书中欠妥及谬误之处，恳请读者批评指正。

俞士汶

1985年2月

目 录

第一章 MZ-2000系列微型电脑与Logo简介	(1)
§ 1.1 微型电脑的初步介绍.....	(1)
§ 1.2 MZ-2000系列微型电脑的构成和特征.....	(4)
1.2.1 CPU和内存.....	(4)
1.2.2 MZ系列微型电脑的特征.....	(6)
1.2.3 键盘和显示器.....	(6)
1.2.4 磁带机和打印机.....	(9)
§ 1.3 对Logo语言的初步认识.....	(9)
第二章 Logo命令的功能	(14)
§ 2.1 Logo的启动.....	(14)
§ 2.2 Logo的绘图功能.....	(17)
2.2.1 海龟的模样.....	(17)
2.2.2 海龟的动作.....	(18)
2.2.3 命令的参数.....	(20)
2.2.4 海龟图的例子.....	(21)
§ 2.3 Logo的计算功能.....	(25)
2.3.1 整数和实数.....	(25)
2.3.2 Logo的表达式.....	(26)
2.3.3 表达式作参数.....	(27)
§ 2.4 Logo的判断功能.....	(29)
§ 2.5 增强绘图功能的若干命令.....	(30)
2.5.1 抬笔命令和落笔命令.....	(30)
2.5.2 清图命令和复位命令.....	(31)
2.5.3 海龟的活动范围.....	(32)

§ 2.6	重复命令	(34)
2.6.1	重复命令的必要性	(34)
2.6.2	重复命令的一般形式	(35)
2.6.3	应用重复命令的例子	(35)
*§ 2.7	同坐标系有关的绘图命令	(37)
*§ 2.8	关于彩色显示器的命令	(40)
第三章	Logo 程序设计	(43)
§ 3.1	程序设计初步和编辑模式	(43)
3.1.1	命令模式的局限性	(43)
3.1.2	程序和程序设计的概念	(44)
3.1.3	过程的结构和应用	(45)
3.1.4	编辑模式的进入和退出	(46)
3.1.5	光标与功能键	(49)
§ 3.2	过程的参数	(52)
3.2.1	参数的意义	(52)
3.2.2	参数的数目	(55)
3.2.3	参数的名字	(55)
3.2.4	带参数的过程的实例	(56)
§ 3.3	过程的嵌套	(60)
3.3.1	嵌套过程和 Logo 的可扩充性	(60)
3.3.2	带参数的过程的嵌套	(61)
3.3.3	嵌套过程的参数传送	(62)
3.3.4	清除文本命令	(64)
*§ 3.4	自顶向下的程序设计方法	(68)
§ 3.5	递归过程	(74)
3.5.1	递归过程的定义	(74)
3.5.2	条件命令与停止命令	(77)
3.5.3	递归过程的终止	(78)
3.5.4	递归过程的实例	(81)

*§ 3.6	Logo是结构程序语言	(90)
§ 3.7	工作空间和文件	(95)
3.7.1	工作空间的利用	(95)
3.7.2	过程的删除与存贮碎片的收集	(96)
3.7.3	磁带文件系统	(98)
3.7.4	同打印机有关的命令	(99)
第四章	Logo的数据类型	(101)
§ 4.1	数	(101)
4.1.1	整数的范围	(101)
4.1.2	实数的范围与科学记数法	(102)
4.1.3	标准函数	(104)
§ 4.2	字	(111)
4.2.1	字的表示法	(111)
4.2.2	分解字的命令	(111)
4.2.3	空字	(112)
4.2.4	连接字的命令	(113)
4.2.5	数和字的区别	(113)
4.2.6	用到字的过程的例子	(113)
§ 4.3	表	(115)
4.3.1	表及其元素的表示法	(115)
4.3.2	从表中取出一部分的命令	(116)
4.3.3	空表	(117)
4.3.4	连结表的命令	(117)
4.3.5	处理表的其它命令	(118)
4.3.6	用到表的过程的例子	(120)
§ 4.4	变量	(124)
4.4.1	变量的定义和删除	(124)
4.4.2	变量的值	(126)
4.4.3	包含赋值命令的过程	(128)

4.4.4	局部变量和全程变量	(132)
§ 4.5	函数过程	(138)
4.5.1	函数过程的引入	(138)
4.5.2	output 命令	(140)
4.5.3	递归函数过程	(142)
4.5.4	函数过程的例子	(143)
§ 4.6	逻辑变量	(149)
4.6.1	逻辑量的概念	(149)
4.6.2	谓词(predicate)	(150)
4.6.3	逻辑运算	(152)
4.6.4	对条件命令的补充说明	(154)
4.6.5	对函数过程的补充说明	(155)
§ 4.7	Logo 语法的细节	(157)
4.7.1	关于命令行	(157)
4.7.2	命令行中的字	(157)
4.7.3	运算符的优先度	(158)
4.7.4	参数个数可变的命令	(159)
4.7.5	空字、空表的表示法	(160)
4.7.6	关于变量的名字	(161)
第五章	交互式程序设计	(164)
§ 5.1	同输出有关的命令	(164)
§ 5.2	同输入有关的命令	(167)
5.2.1	readchar 命令	(167)
5.2.2	readline 命令	(168)
5.2.3	keyp 命令	(169)
5.2.4	字符的 ASCII 码	(171)
§ 5.3	操纵过程的命令	(176)
5.3.1	过程的描述表	(176)
5.3.2	define 命令和 text 命令	(176)

5.3.3	run 命令	(179)
5.3.4	级的概念和 toplevel 命令	(180)
*§ 5.4	Logo 的表达能力	(184)
5.4.1	扩充的控制结构	(184)
5.4.2	表的表现力	(186)
5.4.3	表和集合	(187)
§ 5.5	辅助教学程序	(189)
5.5.1	圆的画法	(189)
5.5.2	画钟的过程	(190)
5.5.3	时钟辅助教学程序	(191)
附录 A	MZ Logo 命令全表	(196)
附录 B	MZ Logo 的错误信息表	(219)
附录 C	MZ Logo 与 Apple II 上的 Logo 之比较	(220)
附录 D	Logo 与 BASIC 之比较	(238)
附录 E	Logo 是学习的语言, 不是玩具语言	(243)
参考文献		(263)
索引		(264)

第一章 MZ-2000系列微型电脑与Logo简介

§ 1.1 微型电脑的初步介绍

微型电脑就是非常小的电脑。电脑又叫电子计算机。顾名思义，计算机当然是进行计算的机器。不过，电脑的本领并不局限于数值计算。电脑也可以做处理数据的工作，例如将一批数据按大小进行排序，从一批数据中挑选某个特定的数据等，电脑还可以处理字母、符号、资料、图形、文字、声音等信息。许多由人的大脑所做的事情都可以交给电脑去更快更好地完成。

自从第一台电子计算机于1946年问世以来，电脑技术发展极为迅速，已经经历了四代的发展过程，根据电脑所采用的物理器件，可以认为第一代是电子管的，第二代是晶体管的，第三代是集成电路的，第四代是大规模集成电路的。现在正在研制第五代

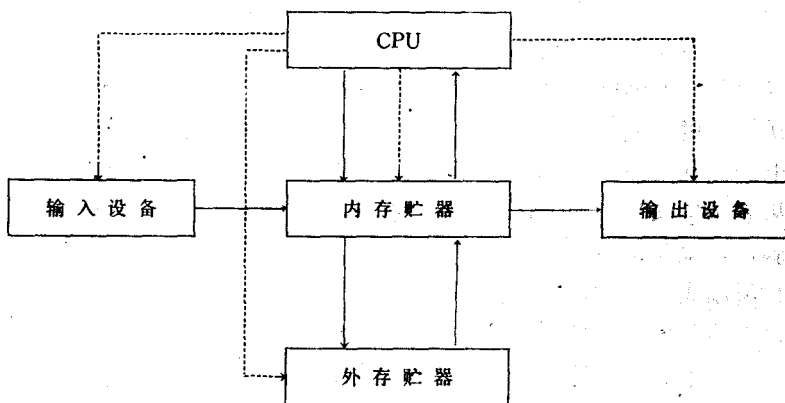


图1-1 电脑的基本构成

电脑。尽管电脑产品不断更新换代，品种型号繁多，规模大小不一，但是从第一代到第四代，各种电脑的基本构成和工作原理大体上都是一样的。

图1-1画出了电脑的基本构成，图中的实线箭头代表数据的流向，虚线箭头代表控制信号。一台电脑是一个系统，可分解为主机和外部设备两大部分。主机包括中央处理部件和内存贮器，外部设备又可分为输入设备、输出设备和外存贮器。

中央处理部件是电脑的中心，通常叫CPU(Central Processing Unit)。它对数据进行比较、判断、计算之类的处理，并对其它部件起控制作用，其功能是模拟人的大脑和神经系统。微型电脑的CPU就是一块大规模集成电路，又叫微处理器。

内存贮器是接收、保存、提供数据的装置，具有相当于大脑机理的记忆功能。内存贮器又叫主存贮器。微型电脑的内存贮器也是由若干块大规模集成电路构成。内存的容量和CPU的速度是衡量电脑功能的两个重要指标。字节是度量存贮容量的单位，一个字节可以存贮一个字母或数字或其它符号。通常把1024个字节简称为1KB(kilobyte)，现在微型电脑的内存容量通常有几十KB到几百KB。

人需要用眼、耳等器官来采集外界事物的形状、颜色、声音等信息，电脑则通过输入设备(如键盘)以数据形式将外部信息传送给主机；人用嘴说话、用手写文章来表达自己的思想和主张，电脑也利用输出设备(如显示器、打印机)将主机对信息的处理结果表示出来。正如记忆力再好的人也还需要笔记和书本一样，电脑通常也配备外存贮器，外存贮器又叫辅助存贮器，一般用磁性材料制成，如磁带和磁盘，磁盘又分软盘和硬盘两种。有了外存，可以弥补内存容量的不足，在断电时还能保存有用的信息。

以上介绍的这些装置只是电脑的硬件，仅有硬件，电脑还不能工作。一台实际有用的电脑除硬件外，还须有软件。普通机器都有特定的用途如钟表是计时的，电冰箱是冷藏食物的，电视机是

收看电视节目的，而电脑则不同，它可以用于科学计算（如解方程组、求函数值），可以用于数据处理（如人口普查数据的整理、分类、制表及经济信息的查询），可以用于控制炼钢、化工等生产过程，甚至还可以用来模拟人的智能活动。电脑之所以有这种通用性，关键在于软件。同样的硬件配上不同的软件，则有不同的功能。

“软件”一词是随着电脑的出现而开始使用的专业词汇。通常把有形的机械、电路等装置叫做硬件，与此相对照，软件则是指机器运行所需的各种程序及其有关资料，也包括程序设计等所有使用电脑的技术、知识这样一些无形的东西。软件扩展了计算机的功能，提高了计算机的使用效率。当代电脑的软件十分丰富，Logo语言就是一种软件。软件这个词的使用范围也在不断扩大，今天已不局限于计算机这一个领域了。不妨举两个例子稍微具体地说明一下硬件和软件这两个概念。据说人的脑细胞约有140亿个，这个数字从刚诞生的婴儿到古稀之年的老人，大体上是一样的，但各人的知识却很不一样。可以说，大脑细胞本身是硬件，而其中的知识就是软件。又如算盘是被广泛使用的一种计算工具，算盘本身（包括框架和算珠）是硬件，而软件则是珠算口诀。在同一个算盘上运用不同的口诀，可以得到不同的计算速度。

程序是用来决定电脑工作的内容和顺序的。编制程序的工作就叫程序设计。在日常生活中也常使用“程序”这个词。如某个会议的程序是：开会——报告——休息——讨论——散会。人为了达到某个目的，总要在头脑中考虑好应该采取什么样的行动步骤；也就是说，头脑中要有一个程序，然后以此为基础井井有条地进行工作。当代电脑也采用与此类似的工作方式，这种方式叫存贮程序方式，它是当代电脑的最大特色。程序也和数据一样放在存贮器中并可以象数据一样地加以处理。这是实现电脑的通用性与高速度的基础。这个思想是美国数学家冯·诺依曼(J. von Neumann)于1945年提出的，因此现代电脑一般还称作冯·诺

依曼型计算机。

§1.2 MZ-2000系列微型电脑的构成和特征

MZ-2000系列微型电脑是日本 Sharp 公司的产品，目前国内有 MZ-2000 和 MZ-2200 两种机型，在它们上面都可以运行 Logo。MZ-2000 系列微型电脑具有一般电脑的系统结构，其标准构成具体地画在图 1-2 中。

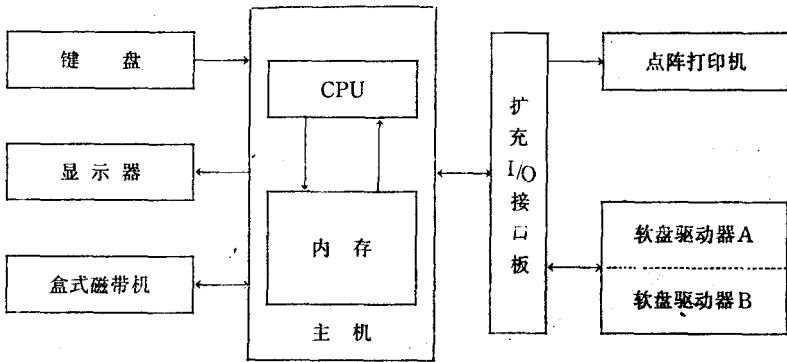


图1-2 MZ-2000系列微型电脑的标准构成

1.2.1 CPU和内存

MZ-2000 使用 Z80A 微处理器作为 CPU，Z80A 的地址总线有 16 根，寻址空间可达 64KB。

MZ-2000 的内存分为 RAM (Random Access Memory) 和 ROM (Read Only Memory) 两部分。RAM 是随机访问存储器，有 64KB，它恰好同 CPU 的寻址能力相匹配。根据给定的地址，CPU 可以对 RAM 的任一单元自由地读出和写入内容。但是一旦切断电源，RAM 中的内容就全部消失了。ROM 是只读存储器，通常由电脑生产厂家使用一种特殊的写入设备把程序或数据写在 ROM

中，需要的时候就可以读出，即使切断电源，这些内容也不会消失，但用户不能随意地往ROM中写入新的内容。MZ-2000用2KB的ROM存放初始引导程序IPL (Initial Program Loader),仅在接通电源起动机时才使用这2KB的ROM。

简单说明一下为什么Z80A的寻址能力正好同64KB的内存相匹配。以一个字节为单位把内存划分为若干单元，每个单元都对应一个确定的编号，称为地址。64KB内存的地址从0顺序编到65535。当Z80A访问内存时，16根地址总线上的信号有的是0，有的是1，根据这些信号可以选中某个内存地址。16位二进制数正好可以表达从0到65535这些地址($2^{16} = 65536$)。图1-3是这种寻址方式的示意图。为了清晰起见，图1-3只画了2根地址总线的情况。2根地址总线的寻址空间为4个单元，它们的地址分别是0, 1, 2, 3，二进制表示则是00, 01, 10, 11。

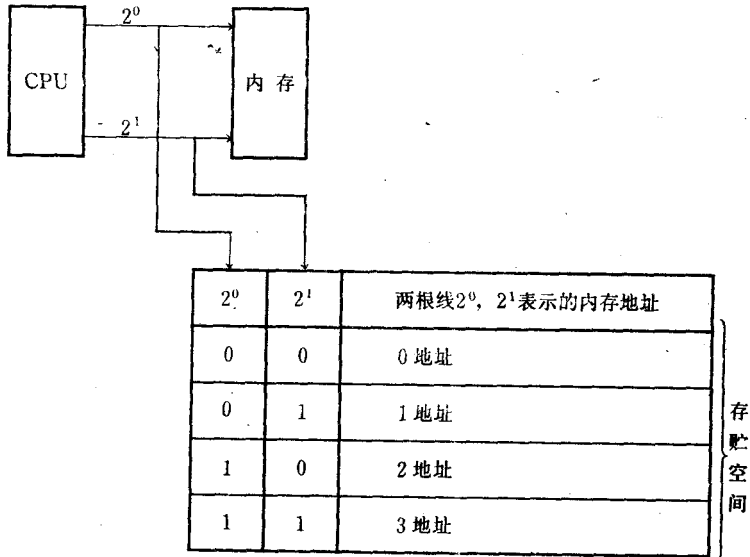


图1-3 地址总线和寻址方式

1.2.2 MZ系列微型电脑的特征

除MZ-2000系列外，MZ系列还包括MZ-80/K, MZ-700, MZ-1200, MZ-3500, MZ-80B等多种型号。MZ系列的电脑有一个共同的特征，即它们的内存中不常驻任何一种软件，可以全部提供给用户使用。Sharp公司把MZ系列的微型电脑叫做“干净的计算机”。其实，早期设计的电脑都是干净的，但是当微型电脑出现以后，情况有了变化。大多数微型电脑，象Apple II, IBMPC的内存中都有常驻的BASIC翻译程序。日本大多数微型电脑的生产厂家也都采用常驻BASIC的设计思想。诚然，作为微型电脑的程序设计语言BASIC目前正处于全盛时期，BASIC常驻内存给它的用户确实可以带来方便，只要给电脑一加上电，BASIC翻译程序就自动登场，用户即可使用BASIC语言了。实际上，这是把一部分RAM改成了ROM。但是这种特别优待BASIC的做法会给非BASIC用户带来损失。因为即使不用BASIC，BASIC的翻译程序也要占去10KB左右的内存，这无疑是个不小的浪费。而且，随着电脑技术的迅速发展，比BASIC更好用的各种各样程序设计语言和软件系统相继问世。因此，平等对待各种软件系统的设计思想更为合理。使用“干净的”计算机时，需要将希望使用的软件系统从外存读入内存。这样当使用MZ-2000系列的电脑时，可以确保任何一种软件系统的用户都有64KB的使用权。本书介绍Logo语言，使用的就是这种“干净的”计算机。

1.2.3 键盘和显示器

键盘是输入设备，很象英文打字机，不过要复杂一些。显示器是输出设备，同电视机一样，有一个显像管，可在它上面显示字符和图形，通常与键盘配合使用。每按一个键，键盘就向主机发送信号，当主机接收这信号时，又会把它送到显示器上显示出来。这对使用者来说是很方便的，可以随时检查自己有没有击错键。CPU还在显示器上输出结果及程序或系统的出错、故障等信息，可供用户监视电脑的运行。