

中华学习机实用大全 ●●●●●⑤●●●●●

汇编语言 程序设计

韩仲清 主编



電子工業出版社

清华大学出版社“十二五”国家重点图书出版规划项目

汇编语言 程序设计

陈仲周 主编



清华大学出版社

中华学习机实用大全 ①

汇编语言程序设计

韩仲清 主编

电子工业出版社

内 容 提 要

本书从实用的角度出发,详细介绍了中华学习机CEC-I的指令系统和汇编语言。主要内容包括:计算机的工作原理,CEC-I硬件系统,6502指令系统,程序设计,源程序的编辑和运行以及CEC-I的监控系统。

本书的最大特点是内容充实、具体、实用、易学,最适宜于广大青少年、中小學生及其家长和计算机爱好者自学,也可以作为高等院校非计算机专业,培训班、函授班、职业学校、中专等学生计算机课程的教材,还可供从事计算机研究和应用的人员使用。

中华学习机实用大全⑤

汇编语言程序设计

韩仲清 主编

责任编辑 吴明卒

电子工业出版社出版(北京市万寿路)

电子工业出版社发行 各地新华书店经售

中国科学院印刷厂印刷

开本: 787×1092毫米 1/32 印张: 6.375 字数: 147千字

1990年9月第1版 1990年9月第1次印刷

印数: 10800册 定价: 2.50元

ISBN 7-5053-1052-6/TP·172

前 言

中华学习机以前所未有的速度进入寻常人家，成为人们工作、学习和生活的得力助手，尤其是在开发青少年的智力方面，已经显示出强大的威力。

为满足广大青少年、中小学生及其家长和计算机爱好者对中华学习机知识的渴求，我们组撰了这套《中华学习机实用大全》。该书内容丰富、具体、实用；把中华学习机的最新软件以及最实用、最急需的技术、技巧和方法毫无保留地介绍给读者，使初学者很快入门，入门者进一步提高；学到知识，掌握技术，增长才干，启迪智慧，得到力量，增强解决实际问题的能力。

《中华学习机实用大全》分为七册：

1. BASIC与LOGO语言
2. 汉字处理与数据库技术
3. 操作系统
4. FORTRAN与PASCAL语言
5. 汇编语言程序设计
6. 游戏与绘图
7. 硬件维修与经验技巧

为便于阅读和使用，每册内容彼此均是独立的，读者可以从任何一本书开始阅读。但是，如果读者是计算机技术的初学者，那么最好按顺序阅读，当然，每本书中可以只选学自己感兴趣的那部分内容。

《中华学习机实用大全》在内容安排上，由浅入深，循序渐进。既考虑到初学者很快入门，又考虑到让入门者进一步提高，还考虑了应用者能够实用。书中有较多实例，读者可以边读、边学、边用、边想、边写（写自己的程序）。在结构安排上，既便于自学，又可以作为教材。在文字叙述上，力求浅显、通俗、易懂。在选材上，突出实用性技术。

本书是《中华学习机实用大全》的第五册，主要内容有：

中华学习机CEC-I的汇编语言系统，各种寻址方式以及汇编语言的编程方法。这部分内容是其它中华学习机书籍中所没有的。如果读者希望了解CEC-I的汇编语言，那么可以仔细阅读这本书。

欢迎读者对本书进行品评，指出疏漏和错误，我们将甚为感谢！

在编写本书的过程中，电子工业出版社和电子报社的编辑们给予了指导和帮助，提出了许多宝贵的修改意见；为调试和运行示例程序，成都三开元电脑部经理舒新生无偿地提供了CEC-I中华学习机及其软件；张陞楷副教授审阅了全部书稿。在此一并表示感谢！

参加本书编写的有：许祖谦，丁正铨，韩仲清，王晓林，魏爱丽。全书由韩仲清统稿。

编 者

1989年11月14日于四川大学

目 录

第一章 计算机的工作原理	(1)
1.1 引 言	(1)
1.2 电子计算机的硬件组成	(2)
1.2.1 输入设备和输出设备	(3)
1.2.2 存储器	(5)
1.2.3 运算器	(7)
1.2.4 控制器	(8)
1.3 电子计算机的系统组成	(9)
1.4 微型计算机的硬件系统结构	(9)
1.5 数和符号在计算机中的表示方法	(12)
1.5.1 进位计数制	(12)
1.5.2 不同进位计数制之间的转换	(15)
1.5.3 带符号数在机器中的表示方法	(18)
1.5.4 二-十进制编码	(27)
1.6 ASCII码	(30)
习题	(32)
第二章 CEC- I 硬件系统	(33)
2.1 CEC- I 的主机组成	(33)
2.2 6502微处理器	(36)
2.2.1 6502的内部结构	(36)
2.2.2 6502微处理器的引脚及功能	(40)
2.2.3 6502的时序	(43)
2.3 存储器	(44)

2.3.1	CEC- I 系统的存储空间分配	(44)
2.3.2	读/写 存储器	(45)
2.3.3	只读存储器 ROM	(53)
2.4	CEC- I 的输入/输出	(53)
2.4.1	输入/输出 方式	(53)
2.4.2	CEC- I 的中断系统	(57)
2.4.3	输入/输出 空间的分配	(61)
2.4.4	外围扩展输入输出	(61)
第三章	6502指令系统	(66)
3.1	6502的寻址方式	(67)
3.2	6502指令及其功能	(76)
3.2.1	传送指令	(77)
3.2.2	置标志位指令	(82)
3.2.3	算术运算指令	(82)
3.2.4	比较指令	(90)
3.2.5	逻辑运算指令	(90)
3.2.6	移位指令	(93)
3.2.7	堆栈操作指令	(97)
3.2.8	转移指令	(101)
3.2.9	转子指令和返回指令	(102)
3.2.10	其它指令	(106)
3.3	6502指令操作小结	(107)
	习题	(111)
第四章	程序设计	(114)
4.1	汇编语言的语句格式	(114)
4.2	伪指令	(117)
4.3	汇编语言程序设计方法	(121)
4.3.1	顺序结构程序	(121)

4.3.2	分支结构程序	(122)
4.3.3	循环程序	(123)
4.3.4	子程序	(127)
4.4	汇编语言实用程序	(129)
习题		(142)
第五章	源程序的编辑和运行	(145)
5.1	编辑汇编程序的启动	(145)
5.2	如何编辑源程序	(146)
5.3	源程序的汇编	(153)
5.4	目标程序的运行	(155)
5.5	CEC-I 的小汇编	(157)
5.5.1	如何进入和退出小汇编状态	(157)
5.5.2	如何使用小汇编	(158)
习题		(161)
第六章	监控系统	(162)
6.1	监控程序的结构	(162)
6.2	监控程序占用的RAM工作区	(163)
6.3	监控命令	(169)
6.3.1	如何进入和退出监控状态	(169)
6.3.2	监控命令的格式与用法	(169)
6.4	监控系统中的通用子程序	(177)
附录	6502指令系统表	(181)

第一章 计算机的工作原理

1.1 引言

电子计算机是一种能高速地、准确地、自动地进行大量计算工作和信息处理的电子机器。由于它的工作方式和人脑思维过程有许多相似之处，所以人们又称它为“电脑”。

自1946年第一台电子计算机问世以来，已经经历了电子管、晶体管、集成电路、大规模集成电路和超大规模集成电路时代。由于大规模和超大规模集成电路的发展，1971年世界上诞生了第一个微处理器以后，以微处理器为核心的微型计算机便极其迅速地发展起来，差不多每两年就有一次重大进展，由4位机到8位机，到16位机。1981年以后又相继出现了32位微处理器及相应的微型计算机，目前正在向64位机发展。

较之大、中、小型计算机，微型计算机由于价格低，体积小，使用灵活方便，功能也足够强，因此，一经问世便获得飞速发展和广泛应用，目前已渗透到工业、农业、商业、国防、机关、家庭、娱乐游戏、家用电器等等方面，其应用遍及社会生产和生活的各个领域。

当前，世界正面临着—场新的技术革命，计算机技术的应用和普及程度已成为衡量一个国家现代化程度的重要标志

之一。所以，世界上许多国家已将计算机教育开始从高等学校转向中小学教育和家庭教育。由电子工业部组织研制的 CEC-I 中华学习机是一种八位微型机，具有与 APPLE-II e 相当的功能，并有所增强，非常适合于家庭和中小学，是广大青少年学习计算机技术的有力工具。

1.2 电子计算机的硬件组成

电子计算机是作为一种计算工具而出现的。人用算盘做题时，需要用笔把参与运算的数据记在纸上，然后在大脑控制下，用算盘按一定规则进行运算，运算结果又用笔写在纸上。为了模仿人用算盘做题的过程，计算机也应具有完成上述功能的类似的组成部分：

- ① 能够进行数字运算的“算盘”——运算器；
- ② 能够记录和保存原始数据、运算步骤（程序）以及运算结果的“纸”——存储器；
- ③ 能够书写数据、程序和运算结果的“笔”——输入/输出设备；
- ④ 能够控制“算盘”、“纸”和“笔”协调工作的指挥者——控制器。

上述各部分之间的相互关系如图1.1所示。

运算器和控制器合在一起称为计算机的中央处理单元（常简称为CPU）。CPU与存储器，输入/输出接口（常简称为I/O口）一起组成计算机的主机；输入/输出设备统称为计算机的外围设备。

由图1.1中可以看到，在计算机中有两股信息在流动：

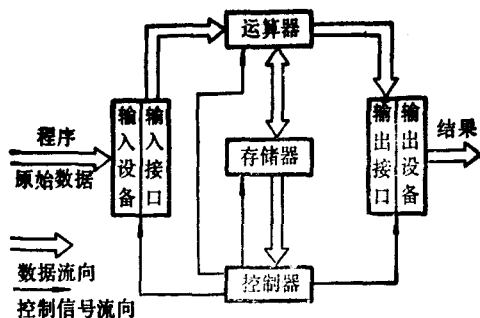


图1.1 电子计算机的硬件组成

一是数据流——各种原始数据，程序，现场信息等。这些要由输入设备输入到计算机并存于存储器中。在运算处理过程中，数据又从存储器读入运算器进行运算，运算结果再存入存储器或由输出设备输出。二是控制信息流——各种命令（或程序）。这些控制信息也以数据的形式输入到存储器中，运行时再由存储器读入控制器，由控制器经译码后变为各种控制信号。控制信号的作用是控制运算器的各种运算和处理，控制存储器的读和写，控制输入/输出设备的启动或停止等。

1.2.1 输入设备和输出设备

1. 输入设备——输入数据和程序。常用的输入设备是键盘。输入设备和计算机之间的连接部分称为输入接口。

2. 输出设备——输出计算机的处理结果。常用的输出设备是CRT显示器，打印机等。输出设备和计算机之间的连接

部分称为输出接口。

3. 接口——计算机与外部设备之间的连接部分称为接口。如图1.2所示，计算机与外部设备交换信息时，都必须通过它们之间的接口，或者说，每一个外部设备都必须对应一个接口。比如，由键盘向计算机输入信息时，必须通过键盘接口；计算机向打印机输出打印结果时，必须通过打印机接口等等。

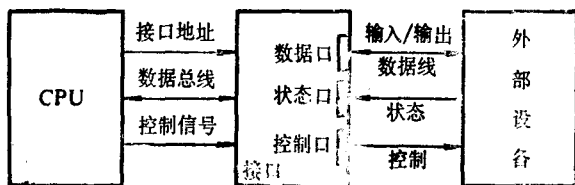


图1.2 CPU与外部设备之间的连接示意图

在最简单的情况下，每一个接口都必须要有有一个数据缓冲寄存器（简称数据口）。在通常情况下，接口中除必须有数据口（暂存输入/输出数据）外，还有状态口（用来存放外设忙、闲的状态信息）和控制口（控制外设的启动和停止等等）。

计算机访问外设时，首先由CPU发出要访问的外设的地址和控制信号到该外设对应的接口，检查该外设接口中的外设是否准备好。若准备好，则CPU通过数据总线与接口中的数据口交换数据；接口再通过它与外设之间的 I/O 数据线与外设交换数据，这样就完成了计算机对外设的一次访问。若未准备好，则等到准备好后，再完成上述交换。所以，计算机对外设的控制，实际上是对其接口的控制，外设的地址也

是赋予其接口的。

1.2.2 存储器

存储器是计算机中的重要部件，其用途是存储数据和程序。计算机之所以能高速、自动地进行各种复杂的运算和控制，就是在解题之前已经把程序和数据事先存放在内存存储器之中了。运行时，这些程序和数据又从内存快速提供给CPU进行分析和加工。

存储器分内存和外存。微型计算机的外存储器主要是磁盘；内存存储器又分ROM和RAM。

ROM是只读存储器。在计算机运行过程中，只能从ROM读出数据，不能向它写入数据，所以，ROM通常用来存放计算机的系统程序和常数。RAM是读/写存储器，或称作随机存取存储器，在计算机运行过程中，可以对它随意进行数据的写入或读出。

内存存储器，无论是ROM还是RAM都是分单元编号的。每一个单元有一个唯一确定的单元号码，称为地址码，正如每一间教室有一个唯一确定的教室号码一样。一个单元能存储一个字节或两个字节的二进制数。通常，每个字节规定为八个二进制位。

微型计算机中的内存存储器是用大规模集成电路来实现的。它可以用触发器的两个不同的状态分别代表“0”和“1”，由此构成的存储器称为半导体静态存储器；也可以用集成电容上有、无电荷来分别代表“1”和“0”，由此构成的存储器称为半导体动态存储器。动态存储器必须周期性地自动将存储的数据重写，以维持电容器上的电荷，这种操作称为动态

存储器的刷新。CEC-I机的RAM是使用的HM50464动态存储芯片，每片存储容量为 $64K \times 4$ 位，两片并联使用，组成 $64K \times 8$ 位的读/写存储器。

读/写存储器一般应由三部分组成，如图1.3所示。一部分

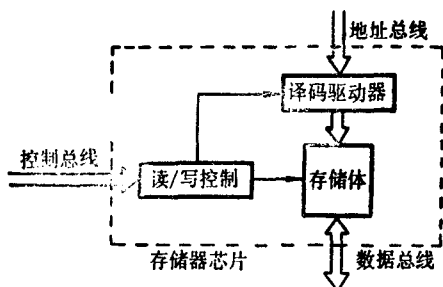


图1.3 存储器的原理结构框图

是能存储“0”和“1”的存储体，这是最基本的部分；第二是读/写控制部分，用来控制对该存储芯片的读/写；第三是译码驱动器，用来选择CPU要访问的某个单元。

图1.4所示为HM50464动态RAM的逻辑引脚。

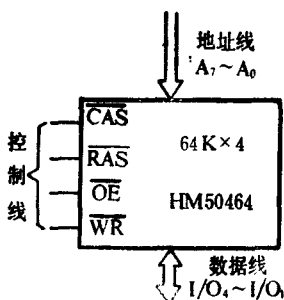


图1.4 HM50464动态RAM的逻辑引脚

由图1.3和图1.4可见，微机中的CPU通过控制总线、地址总线 and 数据总线来控制对存储器某一单元的读/写。

图1.4中的 \overline{OE} 是片选信号， \overline{OE} 有效（低电平）时，表明CPU此

时可访问该存储器芯片。 \overline{WR} 是由CPU发来的读/写数据的控制信号, \overline{WR} 为低电平时,表示CPU即将对存储器写入数据; \overline{WR} 为高电平时,表示CPU即将从存储器中读出数据。 $A_7 \sim A_0$ 是地址线,由它们分时输入地址总线的高八位和低八位地址。 \overline{CAS} 为列地址选通信号, \overline{CAS} 有效时,由 $A_7 \sim A_0$ 输入的地址为存储器的列地址; \overline{RAS} 为行地址选通信号, \overline{RAS} 有效时,由 $A_7 \sim A_0$ 输入的地址为行地址。动态存储器都是由行地址和列地址共同选通要访问的存储单元。 $I/O_4 \sim I/O_1$ 为数据输入/输出线。

存储芯片的存储容量定义为:总的单元数 * 每单元的位数。HM50464芯片有八条地址线($A_7 \sim A_0$),分时输入地址总线的高八位和低八位地址,分别作为芯片的行地址和列地址,所以它可以寻址的存储单元为 $2^8 \times 2^8 = 2^{16} = 64 \times 2^{10} \approx 64K$ 单元。芯片有四条数据线($I/O_4 \sim I/O_1$),故每单元存储四位二进制数,所以每片HM50464芯片的存储容量为 $64K \times 4$ 位。要用此芯片组装成每单元八位的存储器时,必须两片并联应用:一片存储低四位数据,另一片存储同一单元的高四位数据。

1.2.3 运算器

运算器(ALU)是进行算术运算(如加、减等)和逻辑运算(如与、或、异或等)的部件,其基本结构如图1.5所示。

ALU是运算器的核心部分,称为算术逻辑运算单元。ALU的两个操作数一个来自累加寄存器,另一个来自暂存寄存器;运算结果一方面通过CPU内部总线送往累加寄存器,同时将运算结果的标志送往标志状态寄存器。

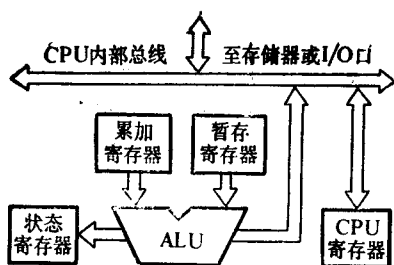


图1.5 运算器原理简图

1.2.4 控制器

控制器用于指挥和协调上述各部分的工作，它由指令寄存器（IR），指令译码器（ID）和操作控制部件组成，如图1.6所示。

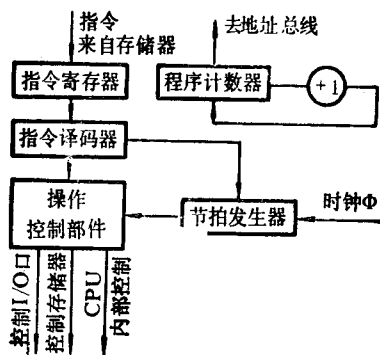


图1.6 控制器结构简图

运行程序时，CPU从存储器取出的指令首先送入指令寄