

# 微机原理与应用实验

## WEIJIYUANLIYUYINGYONGSHIYAN

陶龙芳 编



中央广播电视大学出版社

# 微机原理与应用实验

陶龙芳 编

中央广播电视大学出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

微机原理与应用实验/陶龙芳编. —北京:中央广播电视大学出版社, 1998.7

ISBN 7-304-01544-6

I. 微… II. 陶… III. 微型计算机-基本知识-电视大学-教材 IV. TP36

中国版本图书馆 CIP 数据核字(98)第 17358 号

版权所有,翻印必究。

## 微机原理与应用实验

陶龙芳 编

---

出版·发行/中央广播电视大学出版社

经销/新华书店北京发行所

印刷/北京联华印刷厂

开本/787×1092 1/16 印张/11 字数/249 千字

---

版本/1998 年 6 月第 1 版 1999 年 2 月第 3 次印刷

印数/14501~28500

社址/北京市复兴门内大街 160 号 邮编/100031

电话/66419791 68519502 (本书如有缺页或倒装,本社负责退换)

---

书号:ISBN 7-304-01544-6/TP·74

定价:13.00 元

# 前 言

“微机原理与应用”是一门实践性很强的课程,学习时必须理论联系实际,亲自动手做实验,才能达到预期的目的。为此,编写了这本《微机原理与应用实验》,与《微机原理与应用》一书(周明德、陶龙芳编,中央广播电视大学出版社 1998 年出版)配套使用。

本书共分五章。第 1 章是实验预备知识,介绍了汇编语言程序的运行操作过程及运行时所需要的一些应用程序。第 2 章是实验装置简介,介绍了 MFID 多功能实验与开发平台的特点、电路结构、操作界面与使用方法。第 3 章是汇编语言程序设计实验。第 4 章是微机接口技术实验。每个实验包括:实验目的、实验内容、实验准备、编程提示、实验步骤和实验报告要求。第 5 章是实验参考程序,为学生编写程序时作参考,以提高学生的程序设计能力。程序中的相当部分是从实用程序中提取的,有利于学生从中获取实用知识,为解决实际问题编写更复杂的应用程序打下基础。

本书除作为广播电视大学微机原理与应用课程的实验教材外,也可作为其他高等学校学习微机原理的实验教材,还可作为各种微机原理培训班的实验指导书。

本书在编写过程中,华中理工大学刘乐善教授等为 MFID 多功能实验与开发平台的研制倾注了心血,并提供了部分实验资料。在此表示诚挚的谢意。

由于作者水平有限,加之编写时间仓促,定有不少缺点错误,恳请读者批评指正。

编 者

1998 年 5 月

# 目 录

|                     |      |
|---------------------|------|
| <b>第 1 章 实验预备知识</b> | (1)  |
| 1.1 运行汇编语言程序的操作过程   | (1)  |
| 1.1.1 建立源程序文件       | (1)  |
| 1.1.2 汇编源程序文件       | (1)  |
| 1.1.3 连接目标文件        | (1)  |
| 1.1.4 运行可执行文件       | (1)  |
| 1.1.5 调试可执行文件       | (1)  |
| 1.2 编辑程序 EDIT       | (2)  |
| 1.2.1 EDIT 的启动      | (3)  |
| 1.2.2 请求帮助的方法       | (3)  |
| 1.2.3 EDIT 部分编辑命令   | (3)  |
| 1.2.4 命令菜单的使用       | (5)  |
| 1.2.5 EDIT 的使用条件    | (8)  |
| 1.2.6 编辑源程序举例       | (8)  |
| 1.3 汇编程序 MASM       | (10) |
| 1.3.1 汇编过程          | (10) |
| 1.3.2 操作方式          | (11) |
| 1.3.3 汇编出错信息        | (12) |
| 1.3.4 打印列表文件及交叉索引文件 | (12) |
| 1.3.5 汇编操作举例        | (13) |
| 1.4 连接程序 LINK       | (17) |
| 1.4.1 连接程序的作用       | (17) |
| 1.4.2 操作方式          | (17) |
| 1.4.3 输出列表文件        | (20) |
| 1.4.4 子程序库          | (22) |
| 1.5 调试程序 DEBUG      | (23) |
| 1.5.1 DEBUG 的调用     | (24) |
| 1.5.2 DEBUG 命令      | (24) |
| <b>第 2 章 实验装置简介</b> | (33) |
| 2.1 平台特点            | (33) |
| 2.2 平台硬件结构及功能       | (33) |

|            |                 |              |
|------------|-----------------|--------------|
| 2.2.1      | 平台基本系统的组成及结构    | (33)         |
| 2.2.2      | 平台基本系统的功能       | (40)         |
| 2.2.3      | 平台基本系统的安装       | (41)         |
| 2.2.4      | 平台配套功能模块        | (41)         |
| 2.3        | 集成开发环境软件的结构与使用  | (43)         |
| 2.3.1      | 集成开发环境简介        | (43)         |
| 2.3.2      | 集成开发环境的菜单、热键和窗口 | (47)         |
| 2.3.3      | 菜单命令            | (51)         |
| <b>第3章</b> | <b>程序设计实验</b>   | <b>(63)</b>  |
| 实验1        | 分支程序            | (63)         |
| 实验2        | 循环程序之一——数据传送    | (65)         |
| 实验3        | 循环程序之二——加法运算    | (67)         |
| 实验4        | 子程序             | (68)         |
| 实验5        | 软件实时钟           | (70)         |
| <b>第4章</b> | <b>接口技术实验</b>   | <b>(73)</b>  |
| 实验6        | 并行通信            | (73)         |
| 实验7        | 定时/计数器          | (77)         |
| 实验8        | 串行通信            | (79)         |
| 实验9        | D/A 转换          | (84)         |
| 实验10       | A/D 转换          | (85)         |
| 实验11       | 小型综合实验          | (86)         |
| 实验12       | 步进电机控制          | (88)         |
| <b>第5章</b> | <b>实验参考程序</b>   | <b>(92)</b>  |
| 实验1        | 分支程序            | (92)         |
| 实验2        | 循环程序之一——数据传送    | (93)         |
| 实验3        | 循环程序之二——加法运算    | (97)         |
| 实验4        | 子程序             | (100)        |
| 实验5        | 软件实时钟           | (103)        |
| 实验6        | 并行通信            | (108)        |
| 实验7        | 定时/计数器          | (111)        |
| 实验8        | 串行通信            | (112)        |
| 实验9        | D/A 转换          | (117)        |
| 实验10       | A/D 转换          | (119)        |
| 实验11       | 小型综合实验          | (129)        |
| 实验12       | 步进电机控制          | (134)        |
| <b>附录</b>  |                 | <b>(141)</b> |

|             |                         |       |
|-------------|-------------------------|-------|
| 附录 1        | DEBUG 命令一览表 .....       | (141) |
| 附录 2        | 系统功能调用一览表 .....         | (142) |
| 附录 3        | ASCII 字符表 .....         | (151) |
| 附录 4        | 8086/8088 指令系统汇总表 ..... | (152) |
| <b>参考书目</b> | .....                   | (167) |

# 第 1 章 实验预备知识

## 1.1 运行汇编语言程序的操作过程

汇编语言源程序一般要经过编辑、汇编、连接和调试这些步骤,才可以正常运行。

### 1.1.1 建立源程序文件

建立源程序文件用编辑程序完成。常用的编辑程序有 EDLIN、EDIT、WORDSTAR、WPS、CCED、WORD 等。

调用任一种编辑程序,将经过检查认为没有错误的源程序输入到计算机中。一般在输入过程中常有错误产生,因此要反复检查、修改,直到自认为没有错误为止。把它以 .ASM 文件存入磁盘。

### 1.1.2 汇编源程序文件

由编辑程序建立的 .ASM 文件是文本文件,不能在计算机上运行。需要经过汇编程序的汇编,将其转为目标代码文件。

为微机提供的汇编程序有两种版本:一种是全型版本(MASM);另一种是小型版本(ASM)。全型版本比小型版本增加了宏汇编、条件汇编及错误信息全部打印输出功能。小型版本占用存储空间少,有 64KB 的内存就可以运行,而全型版本至少要有 90KB 以上的内存。

调用汇编程序,对源文件进行语法检查,如果程序有错,就给出错误信息。用户再调用编辑程序对源程序进行修改,再汇编,直到没有错误为止,这时得到 .OBJ 的目标文件。

### 1.1.3 连接目标文件

目标文件是浮动的相对地址,不能直接执行。必须调用连接程序 LINK,将目标文件与指定的库文件连接在一起,构成统一的编址,产生一个 .EXE 的可执行文件。

### 1.1.4 运行可执行文件

调用可执行文件的文件名,即可将文件从磁盘装入内存,并从程序指定地址开始执行。如果程序设计正确,就会得到正确的运行结果。如果程序有逻辑错误,就不能得到正确的运行结果,甚至发生“死机”现象。一旦发生死机,要重新启动机器,调用调试程序对可执行文件进行调试。

### 1.1.5 调试可执行文件

对于较复杂的程序,如果有逻辑错误存在,人工有时很难检查出来,这时应该调用调试程序 DEBUG。在 DEBUG 的控制下,可以通过设置单步或断点等方法,显示有关存储单元或寄存器的内容,而较容易地找到程序中的错误。

要正确运行一个汇编语言程序,一般要经过反复地查错、改错的过程。这可用图 1-1 流



程图描述。

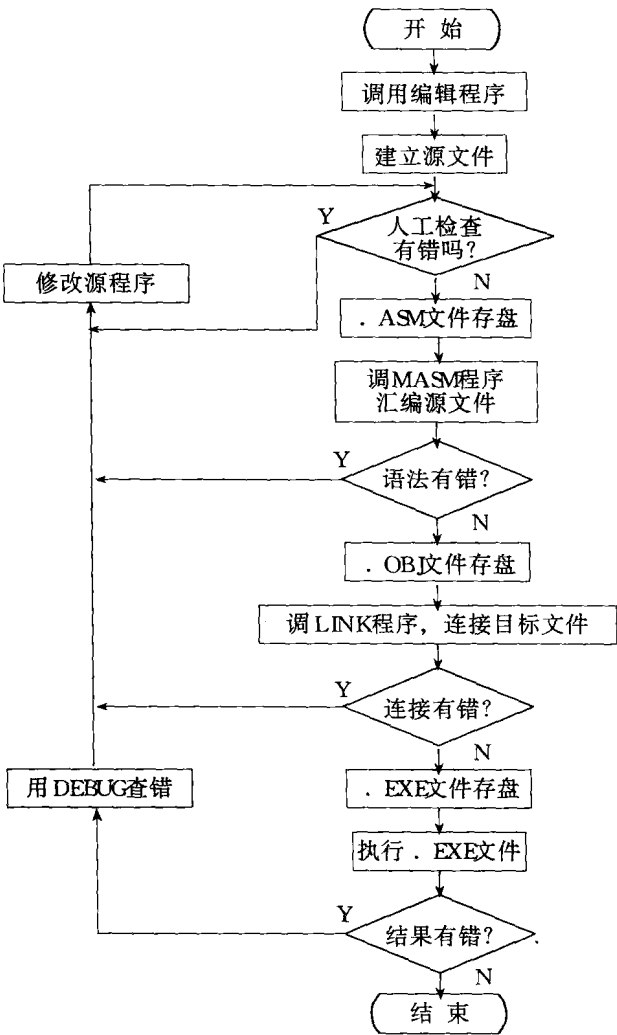


图 1-1 运行汇编语言程序的操作过程

## 1.2 编辑程序 EDIT

文本编辑程序 EDIT.COM 是 DOS 外部命令, 用来建立、修改、显示和存储文本文件。它是全屏编辑程序, 使用起来灵活方便。

启动 EDIT 的命令格式为:

[d:][path]EDIT[d1:][path1][filename[.ext]][/b][/g][/h][/nohi]

[d:][path]用来指定包含 EDIT 这个命令文件的驱动器及路径。[d1:][path1]表示要编辑的文件所在的驱动器名及其路径。[filename[.ext]]是被编辑的文件名。参数/b 供带有彩色图形卡的单色监视器使用。如果有一个彩色监视器, 则/b 表示用单色显示 MS-DOS Edi

tor。对于 CGA 显示器,使用参数/g 可以快速屏幕刷新。如果使用 EDIT 命令加了/g 后,屏幕上出现雪花(即斑点在屏幕上忽隐忽现的闪烁),则说明硬件不支持。参数/h 表示所用屏幕可显示的最大行数。参数/nohi 表示使用 8 色的显示器来运行 MS-DOS 编辑程序。

命令中的方括号表示其中的参数可省略。

1.2.1 EDIT 的启动

在键入 EDIT 命令行后,立即出现编辑屏幕显示。如图 1-2 所示。

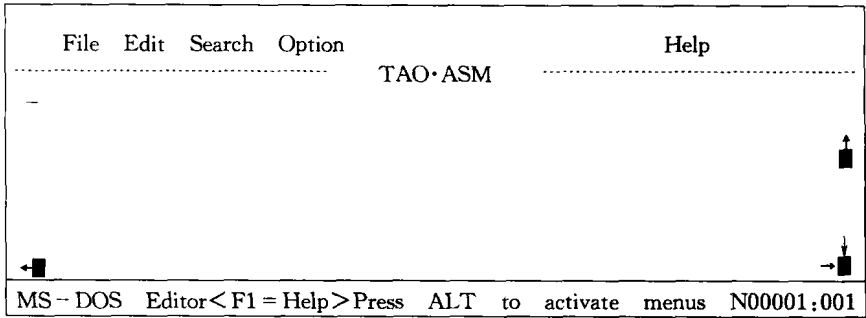


图 1-2 EDIT 编辑屏幕

光标停在编辑窗口内第 1 行、第 1 列位置,行列数在屏幕右下角标出:N00001:001。编辑窗口上边显示所编辑的文件名,这里用的文件名是 TAO.ASM。如果这个文件是新文件,随即可以键入文件内容;如果这个文件是老文件,则文件内容同时出现在编辑窗口上等待修改。

在键入 EDIT 命令时,如果没有文件名,也能启动,但屏幕首先显示版权信息。并告知按 Enter 键能看到使用说明,按 Esc 键进入编辑屏幕。在文件存盘时要求给出文件名。

1.2.2 请求帮助的方法

对于 EDIT 的初学者或是对 EDIT 命令不十分熟悉的用户,在编辑状态下,可以随时请求帮助。取得帮助信息的方法有两个。

- 1. 如本文后面所述,选择菜单命令 Help 的各子命令。
  - 2. 在编辑状态下,按 F1 键,屏幕即显示帮助信息。
- 在屏幕下边有提示:按 F6 键则光标返回编辑窗口,按 Esc 键则退出帮助,按 Ctrl + F1 键则显示下一屏帮助信息,按 Alt + F1 键则显示前一屏帮助信息。在菜单状态下,光标停在一个命令上,按下 F1 键,则显示该命令对应的帮助信息。

1.2.3 EDIT 部分编辑命令

- 1. 光标的移动
- 光标的移动通过光标移动命令实现,列表如表 1-1。
- 光标移动是指光标移动位置,而不改变光标处的内容。光标只能在光标扫描过的区域内或已有字符的区域内移动。
- 2. 文本的输入
- 在光标处键入字符或空格,则光标向右移动一个字符位置,原来光标处显示相应的字符或空格。
- 输入完一行按回车键结束。如果一行的内容超过一屏显示宽度(每屏最多显示 80 个字

符),可以继续输入,直到输入完按回车键为止。超出屏宽的字符从行首被逐一“挤”出屏外。

表 1-1 光标移动命令

| 键名   | 等效组合键       | 功 能          |
|------|-------------|--------------|
| ↑    | Ctrl + E    | 光标上移一行       |
| ↓    | Ctrl + X    | 光标下移一行       |
| →    | Ctrl + D    | 光标右移一个字符     |
| ←    | Ctrl + S    | 光标左移一个字符     |
|      | Ctrl + F    | 光标向右移动一个英文单词 |
|      | Ctrl + A    | 光标向左移动一个英文单词 |
| PgUp | Ctrl + R    | 屏幕向上翻一页      |
| PgDn | Ctrl + C    | 屏幕向下翻一页      |
| Home |             | 光标移至行首       |
| End  |             | 光标移至行尾       |
|      | Ctrl + Home | 光标移至文件头      |
|      | Ctrl + End  | 光标移至文件尾      |

3. 文本的修改

文本输入过程中难免出错,这就要求对文本进行修改。下面介绍一系列的文本修改命令。

(1)插入及覆盖

插入及覆盖状态的切换用 Ins 键,或 Ctrl + V 键,当按该键的奇、偶次将交替产生插入或覆盖状态。插入状态时,光标表现为字符下方的小光标;覆盖状态时,光标表现为覆盖字符的大光标。

在确认系统处于插入状态后,便可以移动光标到要插入字符的位置处,键入要插入的一个或多个字符,此时新键入的内容将被插入到当前光标处,而原来的内容被“挤”向了右边。

在确认系统处于覆盖状态后,将光标移到欲覆盖的字符所在位置处,键入一个或多个字符,则新的字符将自动地覆盖旧的字符。

(2)断行与接行

如果要把某一行断成两行,在插入状态下,将光标移到欲断处,按回车键,光标以后的内容将另起一行。

如果要把相邻的两行接成一行,可将光标移至前一行的行尾,按 Delete 键或 Ctrl + G 键;也可将光标移至后一行的行首,按 Backspace 键或 Ctrl + H 键。

使用断行与接行可以进行文章段落的重新划分。

(3)删除操作

可以通过删除操作删除一个、一串或一行字符。

将光标移到欲删除的字符处,按 Delete 键或 Ctrl + G 键,则将光标处的字符删除。同行右边的字符自动向左移位,填补上这个空位。

如果要删除一个英文单词,可将光标移到欲删字符串的最左边,按 Ctrl + T 键,便可将当前光标处向右的一个英文单词删除。同时该行光标右侧的字符自动向左移位,填补空位。

如果要删除一行字符,可将光标移到欲删除的行上,按 Ctrl + Y 键,就可将此行删除。同时下边的行逐行向上移行。

表 1-2 删除命令

| 键名        | 等效组合键    | 功 能               |
|-----------|----------|-------------------|
| Delete    | Ctrl + G | 删除当前光标处的一个字符      |
| Backspace | Ctrl + H | 删除当前光标左边的一个字符     |
|           | Ctrl + T | 删除当前光标开始向右的一个英文单词 |
|           | Ctrl + Y | 删除当前光标所在行         |

(4)块操作

“块”是指文件块。所谓文件块就是文件中的一部分文本。文件块的定义方法是:在块首同时按下 Shift 和→键,直到块尾;或在块尾同时按下 Shift 和←键,直到块首。若块范围超过一行,则在块首按下 Shift + →键后按 Shift + ↓键;或在块尾按下 Shift + ←键后按 Shift + ↑键。

在文件块定义好之后,按 Shift + Del 键,则文件块从原位置消失。将光标移到欲插入这个文件块的地方,按 Shift + Ins 键,则文件块在新的位置插入,完成了文件块的移动。

如果在文件块定义好之后,按 Ctrl + Ins 键,则文件块在原位置没有变化,但将光标移到新位置按 Shift + Ins 键,则将文件块在新的位置插入,完成文件块的复制。

如果在文件块定义好之后,按 Del 命令,将删除文件块。

1.2.4 命令菜单的使用

依编辑窗口下边显示的提示,按下 Alt 键即进入菜单。这时编辑窗口上边的五个命令项 (File, Edit, Search, Option, Help) 的第一个字母呈高亮度显示,光标停在第一个命令 File 上。为了选择其中的一个命令项,可以键入高亮度字母 F, E, S, O, H 之一,或是用→←键移动光标到所选项再回车。

一个命令项被选中后,立即出现这个命令项的下一级菜单。图 1-3 列出了各命令项及其子命令菜单。欲想退出命令菜单,可按 Esc 键。

| File                                                     | Edit                                                                 | Search                                      | Option                     | Help                                    |
|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|----------------------------|-----------------------------------------|
| New<br>Open...<br>Save<br>Save As...<br>Print...<br>Exit | Cut Shift + Del<br>Copy Ctrl + Ins<br>Paste Shift + Ins<br>Clear Del | Find...<br>Repeat Last Find F3<br>Change... | Display...<br>Help Path... | Getting Started<br>Keyboard<br>About... |

图 1-3 命令菜单

1. File 命令项

为了选择 New, Open, Save, Save As, Print, Exit 六个子命令之一,可以键入高亮度字母 N, O, S, A, P, x 之一,或用↑↓键移动光标到所选项后再回车。

### (1)New 命令

选中 New 命令后, 屏幕显示: 编辑的文件没存盘, 现在存盘吗? 用 Tab 键选择屏幕上的 Yes 则存盘, 选择 No 则放弃存盘, 选择 Cancel 则退出命令。

### (2)Open 命令

选中 Open 命令后, 键入一个已经建立的文件的路径和名字, 则可在原编辑屏幕上打开和显示这个文件内容。

### (3)Save 命令

选中 Save 命令后, 则将编辑的文件存盘, 如果没有文件名, 则要求输入一个文件名。

### (4)Save As 命令

选中 Save As 命令后, 若编辑的文件有文件名, 则认可后按回车键。若要修改文件名或原来没有文件名, 则输入新的文件名再按回车键。不论哪种情况, 按回车键后文件存盘。修改文件名的时候, 老文件仍然留在盘上。

### (5)Print 命令

选中 Print 命令, 可以打印部分文本或全部文本。如果光标在帮助窗口, 则可以打印部分或全部帮助文本。

### (6)Exit 命令

选中 Exit 命令, 则退出命令菜单。如果事先文件没存盘, 会提醒你存盘。

## 2. Edit 命令项

用 ↑ ↓ 键可以移动光标到 Cut, Copy, Paste, Clear 四个子命令之一上, 但按回车键不能输入光标所在处命令。这四个子命令也没有高亮度字母显示。这是因为在使用这四个子命令之前, 必须先定义文件块。

当文件块定义好之后, 再进入 Edit 命令菜单时, 字母 t, C, e 呈高亮度显示。可以键入高亮度字母 T, C, E 之一, 或用 ↑ ↓ 键移动光标到所选项后再回车, 选择 Cut 或 Copy 或 Clear 子命令。

### (1)Cut 和 Paste 命令

Cut 命令和 Paste 两命令结合, 可以完成文件块的移动,

在文件块定义好之后, 选择 Cut 命令文件块从原来位置消失。这时可将光标移到欲插入这个文件块的地方, 再进入 Edit 命令时, Paste 的第一个字母 P 也呈高亮度显示。按下字母 P; 或将光标移到 Paste 子命令, 然后按下 Enter 键, 于是就插入了这个文件块。

多次选用 Paste 命令, 可以在多处重复插入这个文件块, 还可以在一个打开的新文件或已建立的老文件中插入这个文件块。

### (2)Copy 命令和 Paste 命令

Copy 和 Paste 两命令结合, 可以完成文件块的复制。

定义了文件块之后, 选择 Copy 命令, 定义的文件块没有变化。将光标移到欲复制这个文件块的地方, 选择 Paste 命令, 就复制了这个文件块。

多次选用 Paste 命令, 可以在多处重复复制这个文件块, 还可以在一个打开的新文件、或

已建立的老文件中插入这个文件块。

### (3)Clear 命令

定义了文件块之后,选择 Clear 命令,将把这个文件块从文件中删除。

Edit 的四个子命令也可以用按键选择:Cut 命令用 Shift + Del 键,Copy 命令用 Ctrl + Ins 键,Paste 命令用 Shift + Ins 键,Clear 命令用 Del 键。

## 3. Search 命令项

为了选择 Find, Repeat Last Find, Change 三个子命令之一,可以键入高亮度字母 F, R, C 之一,或用 ↑ ↓ 键移动光标到所选项后再回车。Repeat Last Find 命令也可用按键 F3 选择。

### (1)Find 命令

选中 Find 命令,屏幕将显示提问:找什么?这时输入要查找的字符串,长度最多 127 个字符。若文件中几处出现这个字符串,则找到的是从原光标位置算起第一次出现的字符串。若文件中没有这个字符串,则屏幕显示找不到。

### (2)Repeat Last Find 命令

选中 Repeat Last Find 命令,将重复上次的查找。不断地选用这个命令,将把文件中所有这样的字符串查找出来。如果文件中这个字符串只出现一次,则使用这个命令后光标不变位置。

### (3)Change 命令

选中 Change 命令,屏幕将显示提问:找什么?回答后,按 Tab 键,继续提问:换成什么?回答完了则光标后面第一个找到的字符串被一个新的字符串替换了。如果要找的字符串不止一个,则按下一次 Enter 键,有一个字符串被替换,直到所有相同的字符串被替换完毕。

## 4. Option 命令项

为了选择 Display 和 Help Path 两个子命令之一,可以键入高亮度字母 D, P 之一,或用 ↑ ↓ 键移动光标到所选项后再回车。

### (1)Display 命令

Display 命令用于确定屏幕显示的前景与背景颜色。前景与背景颜色都提供了黑、蓝、绿、青、红、洋红、棕、白 8 种。选中 Display 命令后,可用 ↑ ↓ 键移动光标到所选颜色后按回车。按 Tab 键能使前景选择变为背景选择。在选择屏幕上同时有选择效果显示。

### (2)Help Path 命令

选中 Help Path 命令,要求输入帮助文件 EDIT.HLP 的路径。如果 EDIT.HLP 在现行目录中或路径在 DOS 中,则不需要输入 EDIT.HLP 所在的驱动器名和路径。

## 5. Help 命令

为了选择 Getting Started, Keyboard, About 三个子命令之一,可以键入高亮度字母 G, K, A 之一,或用 ↑ ↓ 键移动光标到所选项后再回车。

### (1)Getting Started 命令

选中这个命令将帮助你起动和使用 MS - DOS Editor。共提供了如下五个方面的帮助信息:

- ①使用 Editor Help;
- ②使用菜单和命令;
- ③使用对话框;
- ④MS-DOS Editor 可选项;
- ⑤版权和商标;

## (2)Keyboard 命令

选中这个命令将帮助你用 MS-DOS Editor 编辑文本。共提供了如下八个方面的信息:

- ①简化键;
- ②文本选择键;
- ③帮助键;
- ④插入和拷贝键;
- ⑤光标移动键;
- ⑥删除键;
- ⑦文本滚动键;
- ⑧查找和替换键。

## (3>About 命令

选中这个命令将显示 MS-DOS Editor 的版本号及版权信息。

### 1.2.5 EDIT 的使用条件

EDIT 命令运行 QBASIC.EXE 文件和 EDIT 核心文件 EDIT.COM。如果要求使用帮助信息,还必须有 EDIT.HLP 文件。若删除了 QBASIC.EXE,则 EDIT 将无法运行。

### 1.2.6 编辑源程序举例

假设下面的汇编语言源程序运行之后能将以 BUF 单元开始的 100 个存储单元全部清 0。

```

NAME      EXAM
DATA      SEGMENT
BUF       DB      100 DUP(?)
DATA      ENDS
STACK     SEGMENT PARA STACK 'STACK'
          DB      100 DUP(?)
STACK     ENDS
CODE      SEGMENT
          ASSUME   CS:CODE,DS:DATA,SS:STACK
START:    MOV      AX,DATA
          MOV      DS,AX
          MOV      BX,OFFSET BUF
          MOV      CL,64H
LP:       MOV      [BX],0

```

```

        INC      BX
        DEC      CL
        JNZ      LP
        MOV      AH, 4CH
        INT      21H
CODE     ENDS
        END      START

```

现在用编辑程序 EDIT 将源程序输入到计算机中。首先打入：

C:\ >EDIT ↓

屏幕显示版权信息。按 Esc 键进入编辑屏幕，与图 1-2 所不同的只是没有文件名。

光标停在第一行、第一列位置。用键盘输入程序，一行结束按回车键，光标移到下一行，再继续输入，直到全部输入完毕。输入的程序显示如下：

```

        NAME      EXAM
DATA     SEGMENT
BUF      DB          100 DUP(?)
DATA     ENDS
STACK    SEGMENT     PARA STACK 'STACK'
        DB          100 DUP(?)
STACK    ENDS
CODE     SEGMENT
        ASSUME      CS:CODE, DS:DATA, SS:STACK
START:   MOV        AX, DATA
        MOV        DS, AX
        MOV        BX, OFFSET BUF
        MOV        CL, 64H
LP:      MOV        [BX], 0
        INC        BX
        INC        BX
        DEC        CL
        JNZ        LP
        MOV        AH, 4CH
        INT        21H
CODE     ENDS
        END      START

```

查看输入的程序，发现第 12 行的 OFFSET 少了一个 F，第 16 行多了 INC BX。利用 EDIT 的编辑功能对它们进行修改：按光标移动键 ↑、↓、→、←，可将光标移到出错位置，首先移



到 OFFSET 的 S 处, 插入一个 F; 再将光标移到 INC BX 所在行, 按 Ctrl + Y 键(同时按下 Ctrl 和 Y 键), 删除光标所在行。

修改完毕后, 按 Alt 键激活菜单, 选择 File 命令的 Save 子命令, 回答文件名为 EX-AM.ASM, 则将源程序存盘。再选择 File 命令的 Exit 子命令, 则退出 EDIT。

## 1.3 汇编程序 MASM

经过编辑程序建立的源程序文件, 不能直接在计算机上运行, 必须经过汇编、连接等步骤。汇编程序有 MASM 和 ASM 两种, 本节介绍宏汇编 MASM。

### 1.3.1 汇编过程

宏汇编程序是二次扫描的汇编程序, 它两次从头到尾逐行扫描源程序完成汇编过程。第一次扫描用来定义源程序每个行的相对位置。汇编程序中有一个软件计数器, 称为定位计数器或地址计数器 LC(Location Counter)。当每个段开始时, LC 复位( $LC = 0$ )。汇编程序在逐行扫描中, LC 按每行指令的字节数进行计数。读入一个源程序行后, 先查看其是否为伪指令, 若为伪指令则 LC 不计数, 否则将指令长度(指令字节数)送 L。再检查此行语句是否有标号, 若有则把标号写到一个符号表中, 并且把现行 LC(即为上一条指令的计数结果)赋给标号且填入符号表中, 然后令  $LC + L \rightarrow LC$ , 形成下一条指令的地址, 即这条指令在段中的相对位置, 称为段内偏移量。若语句没有标号则直接做  $LC + L \rightarrow LC$  及其后的操作, 其它行按同样的方法处理, 直至扫描到 END 时结束第一次扫描。这样通过第一次扫描可把源程序中的标号、变量的偏移量等填进符号表中, 从而构成并得到了各条指令的相对地址和一张符号表。在第一次扫描时还计算出了源程序机器码的总长度, 并可检查出一些语法错误, 但不产生机器码。

汇编程序的第二次扫描是把汇编指令翻译成机器码, 它根据汇编程序中的指令代码表找到汇编指令助记符对应的机器指令操作码, 再根据第一次扫描产生的符号表, 将指令中的符号操作数在符号表中查到, 并找到其偏移值, 从而将每条汇编指令翻译成机器代码写入到目标程序文件中。在第二次扫描时, 还要进行语法检查, 将第一次扫描时未检查到的语法错误查出并显示。在第二次扫描后除了产生出目标程序文件(.OBJ)外, 还可根据需要产生列表文件(.LST), 和交叉索引文件(.CRF)。

其中:

(1) 目标程序文件——其扩展名为 .OBJ。在这个程序文件中, 操作码部分已变成了机器码可由机器识别, 但地址操作数部分只是一个可浮动的相对地址, 而不是内存中的绝对地址。

(2) 列表文件——其扩展名为 .LST。此文件包含源程序及其注释、地址和目标码(即汇编后的目标程序)。它们都是用 ASCII 码表示的文本文件, 需要时可在 DOS 下, 用 TYPE 命令将其打印出来以供查阅。

(3) 交叉索引文件——其扩展名为 .CRF。交叉索引文件是用来了解源程序中每个符号是在哪里定义的。哪些指令用到了这个符号, 给出该指令的行号。交叉索引文件对较大的程序很有用, 可以用来帮助查错。要把交叉索引文件打印出来, 必须在 DOS 下用 CREF 程序生