

第三章 汇编语言程序实例及上机操作

<<汇编语言程序设计>>实践性很强，结合上机是最好的学习方法。

3.1 汇编语言的工作环境

- 3.1.1 汇编语言的系统工作文件
- 3.1.2 进入DOS命令行的方式
- 3.1.3 常用的DOS命令

3.1.1 汇编语言的系统工作文件

- 使用编辑程序**编辑**源程序文件（**.asm**）
- 使用汇编程序（**MASM**）将源程序文件（**.asm**）**汇编**成目标文件（**.obj**）
- 使用连接程序（**LINK**），将目标文件（**.obj**）**连接**成可执行文件（**.EXE**）
- 使用调试程序（**DEBUG**），调试可执行文件



运行汇编语言程序需要以下文件

- 编辑程序 **EDIT.COM**
- 汇编程序 **MASM.EXE**
- 连接程序 **LINK.EXE**
- 调试程序 **DEBUG.EXE**

注意几点

- 本书使用**Microsoft Masm6.15, Microsoft LINK 5.13**版本。
- **EDIT.COM** 和 **DEBUG.EXE**为系统自带。
- 为方便操作，系统文件和用户文件尽可能放在同一文件目录下。

MASM简介

- **MASM(Microsoft Macro Assembler)**, 是微软开发的汇编语言编译器，用于编写和生成基于x86架构的汇编语言程序，它的主要特点：
 - 支持 x86 架构
 - 支持宏处理
 - 丰富的指令集支持
 - 模块化编程
 - 与C和其它高级语言集成
 - 有优化能力
 - 有丰富的文档

DOS简介

- DOS，是磁盘操作系统（英文：Disk Operating System）的缩写，是个人计算机上的一类操作系统。
- 从1981年直到1995年的15年间，DOS在IBM PC兼容机市场中占有举足轻重的地位。

DOS简介

- **MS-DOS**, 英语: Microsoft Disk Operating System的缩写,
- 由美国微软公司发展的操作系统, 运行在Intel x86个人电脑上。它是**DOS**操作系统家族中最著名的一个, 在**Windows 95**以前, **DOS**是**IBM PC**及兼容机中的最基本配备, 而**MS-DOS**则是个人电脑中最普遍使用的**DOS**操作系统。

DOS简介

- 纯32位版本的**Windows**（从**NT**开始；包含了**2003**、**XP**和**Vista**）并非以**DOS**为基础的。这些系统中内含了一个**NT DOS**虚拟机（**NT Virtual DOS Machine**，缩写为**NTVDM**），在上面执行一个修改过的**DOS**。原本以**DOS**为基础的系统使用传统**COMMAND.COM**做为命令行界面，而**Windows NT**及其派生版本则是使用**cmd.exe**（不过**cmd.exe**也移植了许多**DOS**的命令）。
- **x64**架构的**Windows**也有**cmd.exe**（命令提示符），但是无法执行16位**DOS**程序（没有**NTVDM**）。

DOSBox介绍

- DOSBox是一款自由开源的模拟器，用于运行适用于MS-DOS兼容操作系统的软件。它的最初版本于2002年发布。
- DOSBox所运行的MS-DOS软件通常不能在现代计算机上直接运行，它们通常与现代的主流硬件和操作系统不兼容。

3.1.2 进入DOS命令行方式

- 程序---附件---命令提示符
- 运行---CMD
- 退出用EXIT

3.1.3 常用的DOS命令

1. 盘: ; 选择盘符

如果屏幕显示为C:\>, 表示你当前在C盘, 你希望到E盘, 则可键入:

C:\>E:↙ (↙ 表示Enter键)

3.1.3 常用的DOS命令

2. CD ; 选择目录

例如：

E:\>CD
 ； 显示当前目录，当前目录是根目
录

E:\>CD MASM
E:\>MASM>CD MY
 ； 进到MASM子目录，
一级MY子目录 ； 从当前目录MASM进入到下

E:\>MASM\MY>CD..
 ； 从当前目录MY退到上一
级目录MASM

E:\>MASM>CD\
录E:\>
 ； 从当前目录MASM退到根目

3.1.3 常用的DOS命令

3. DIR ; 显示目录和文件

例如：

E:\>MASM>DIR
文件 ; 列出当前目录下的子目录和

E:\>MASM\>DIR *.ASM
的文件， *为通配符 ; 列出所有扩展名为ASM

E:\>MASM>DIR HELLO.*
而扩展名不限的文件 ; 列出所有名为HELLO

E:\>MASM>DIR HE*.???
字符为' HE'而扩展名有3个字符的文件 ; 列出所有文件名前2个

3.1.3 常用的DOS命令

4. **REN** ; 改变文件名

例如：

E:\>REN H1.TXT H2.ASM ; 把文件H1.TXT
改名为H1.ASM

3.1.3 常用的DOS命令

- 5. CLS ; 清除屏幕
- 6. DEL ; 删除文件
- 例如：
- E:\>DEL C.TXT ; 删除文件C.TXT
- 7. MD ; 建立目录
- 例如：
- E:\>MD MASM ; 建立MASM目录

3.1.3 常用的DOS命令

- 8. RD ; 删除目录
- 例如：
- E:\>MASM\>RD ASM ; 删除下级子目录ASM

3.1.3 常用的DOS命令

- 9. COPY ; 复制文件
- 例如:
- E:\>COPY H1.TXT H2.TXT ; 复制文件
H1.TXT到文件H2.TXT
- E:\>COPY A+B C.TXT ; 把文件A和B连接后得到文件C.TXT

3.1.3 常用的DOS命令

- 10. TYPE 显示文本文件的内容
- 例如：
- E:\>TYPE C.TXT ; 显示文件C.TXT 的内容
- 11. > ; 输出的重定向操作符
- 例如：
- E:\>DIR >THIS.TXT ; 把DIR显示结果输出到文件THIS.TXT

3.1.3 常用的DOS命令

- 12. SET PATH 设置或显示可执行文件的搜索路径
- 例如：
- E:\>PATH ; 显示可执行文件的搜索路径
- E:\>SET PATH ; 显示可执行文件的搜索路径
- E:\>SET PATH=E:\MASM; D:\MASM6 ;
设置可执行文件的搜索路径
- ; EXE; COM; BAT都是可执行文件，设置
搜索路径后，文件按路径搜索并执行。

3.1.3 常用的DOS命令

- 13. HELP 显示命令格式和用法
- E:\>HELP ; 显示所有命令的格式
- E:\>HELP DIR ; 显示DIR命令的用法

3.2 汇编语言程序实例

- 3.2.1 实例1
- 3.2.2 实例2

例3.1 单个字符的键盘输入与显示输出程序

```
code segment
    assume cs:code
start: mov ah,1
        int 21h
        mov dl,al
        add dl,1
        mov ah,2
        int 21h
        mov ah,4ch
        int 21h
code ends
end start
```

运行结果：键入A接着显示B，键入K接着显示L

例3.2 编写显示“HELLO, WORLD! ”程序。

```
data segment
    String db 'HELLO,WORLD! $'
data ends
code segment
    assume cs:code,ds:data
start: mov ax,data
        mov ds,ax
        mov dx,offset string
        mov ah,9
        int 21h
        mov ah,4ch
        int 21h
code ends
end start
```

3.3 程序实例的上机步骤

- 3.3.1 编辑 -- 建立**ASM**源程序文件
- 3.3.2 汇编 -- 产生**OBJ**二进制目标文件
- 3.3.3 连接 -- 产生**EXE**可执行文件
- 3.3.4 关于**LST**列表文件
- 3.3.5 程序的运行和调试

3.3.1 编辑建立ASM源程序文件

1. 进入DOS命令行方式。
2. 假定汇编语言的系统工作文件目录为D:\MASM6.15\，其中D:\表示D盘的根目录。可以通过以下命令指向D盘：

D: ↴

3. 如果屏幕显示不在此目录，可以通过以下命令进入该目录：

D:\>CD \MASM6.15 ↴

注意，加黑字体是键入的命令。当屏幕显示进入该目录后，用如下命令编辑源程序文件：

D: \>MASM6.15\>EDIT HELLO.ASM ↴

3.3.2 汇编 -- 产生OBJ二进制目标文件

- 假定汇编语言源程序文件**HELLO.ASM**已经在当前目录**D:\MASM6.15**下，用如下命令进行汇编：
- **D: \>MASM6.15\>MASM HELLO ↵**
- 注意， 加黑字体是键入的命令。
- 该命令执行后， 将产生一个同名的二进制目标文件**HELLO.OBJ**。下一步就是对这个**HELLO.OBJ**文件进行连接以产生最后的可执行文件。
- 如果源程序有语法错误，则不会产生目标文件。同时报错， 提示源程序的出错位置和错误原因。

3.3.3 连接产生EXE可执行文件

- 使用连接程序**LINK**把目标文件(**OBJ**)转换为可执行的**EXE**文件。键入以下命令：
- D: \>**MASM6.15\>LINK HELLO ↵**
- 因为源程序中没有定义堆栈段，所以连接程序给出无堆栈段的警告，其实并不是错误，并不影响程序的运行。到此为止，连接过程已经结束。

3.3.4 关于LST列表文件

- D:\>MASM6.15\>**MASM HELLO HELLO HELLO ↴**
- 列表文件报告了汇编过程中产生的很多有价值的参考信息。主要包括源程序和机器语言清单、指令和变量的偏移地址等等。

3.3.5 程序的运行

- 建立了**EXE**文件后，就可以直接在**DOS**的提示符下，输入**EXE**文件的文件名，如：
D>Hello↓
直接运行程序。
- 对**EXE**文件无需扩展名就可执行。
- 真正的可执行文件是生成的，不是用改名操作得到的。

3.3.6 程序的调试

- 调试程序**DEBUG .EXE**是**WINDOWS**系统自带的。
- **DEBUG Hello.EXE**
- “-” **DEBUG**命令提示符

1. 反汇编命令U

- 格式1: U 地址

地址用偏移地址或者段地址：偏移地址表示。该命令从指定的地址开始，把机器语言反汇编为汇编语言。若省去指定地址，则以上一个U命令反汇编的最后一条指令地址的下一个单元作为起始地址。

2. 运行程序命令G

- 格式： **G[=起始地址][中止地址]**
起始地址规定了执行的起始地址。
中止地址是断点地址， 让程序暂停在某个位置
=不能省掉。
- 若省掉起始地址，则以当前**CS: IP**作为起始地址。
- 默认段地址在段寄存器**CS**中。

3. 跟踪程序命令T

- 格式1: T[=起始地址]

单步执行程序，在指令执行中逐条进行跟踪，若省去地址，则从CS: IP现行值执行。

- 格式2: T[=起始地址][指令条数]

可对多条指令进行跟踪。

- 注意：对于INT指令不能使用T命令跟踪。

4. 单步执行程序指令P

- P命令，用以执行循环、重复的字符串指令、软件中断或子例程。例如T命令无法一次执行的INT指令，P命令就可以一次执行完这个系统例行程序，回到用户程序中。

5. 退出命令Q

- 用Q命令退出DEBUG。

3.4 在Win7系统中执行汇编

- 对于初学者，使用DosBox是一个较好的64位环境下编译汇编程序的解决方案。
- 下载安装DosBox，安装目录缺省为 C:\Program Files (x86)\DOSBox-0.74。

3.4 在Win7系统中执行汇编

- DosBox为Windows环境下Dos模拟器，可以将Dos程序放置在该环境中运行。其过程即为挂载。挂载命令为mount。
- 这里需要挂载的Dos程序为汇编编译程序MASM 6.15，如图3-19所示。在DosBox环境下Z:>提示符下键入命令 mount C: D:\MASM6.15
- 如果挂载成功，会在该命令的下面自动出现提示语句：
- Drive C is mounted as local directory
D:\MASM6.15\

3.4 在Win7系统中执行汇编

- 在DosBox环境下，查看C:目录下的文件，可以看出和Windows下D:\MASM6.15的文件完全一样。即mount命令将原本存放在Windows环境下的文件映射到了DosBox中。

3.4 在Win7系统中执行汇编

- 需要提醒的是，如果在实际存放目录（本例中为 D:\MASE6.15）中新存放一个事先写好的汇编程序，在DosBox中需要重新启动并进行挂载，才能对该汇编程序进行debug等相关操作。

3.5 几个常用的DOS系统功能调用

- 21H号中断是DOS提供给用户的用于调用系统功能的中断，它有近百个功能供用户选择使用，主要包括设备管理、目录管理和文件管理三个方面的功能。
- 汇编语言程序设计需要采用系统的各种功能程序。

功能调用的格式

- 通常按照如下4个步骤进行：
 - (1) 在AH寄存器中设置系统功能调用号
 - (2) 在指定寄存器中设置入口参数
 - (3) 执行指令INT 21H，实现中断服务程序的功能调用
 - (4) 根据出口参数分析功能调用执行情况

1. 键盘输入一个字符并回显

- DOS功能调用**INT 21H**
 - 功能号: **AH=01H**
 - 出口参数: **AL=输入字符的ASCII码**
 - 功能: 等待从键盘输入一个字符, 该字符的**ASCII码送AL**, 并送屏幕显示。
- 调用此功能时, 若无输入, 则会一直等待, 直到输入后才继续。

mov ah,01h ; 功能号: ah←01h

int 21h ; 功能调用

cmp al,'Y' ; 处理出口参数al

je yeskey ; 是 “Y”

cmp al,'N'

je nokey ; 是 “N”

yeskey: ...

nokey: ...

2. 显示一个字符

- DOS功能调用INT 21H
 - 功能号: AH=02H
 - 入口参数: DL=输出字符
 - 功能: 在显示器当前光标位置显示给定的字符, 光标右移一个字符位置。

- 在当前显示器光标位置显示一个问号
mov ah,02h ; 设置功能号: $ah \leftarrow 02h$
mov dl,'?' ; 提供入口参数: $dl \leftarrow '?'$
int 21h ; DOS功能调用: 显示问号

3. 显示字符串

- DOS功能调用**INT 21H**
 - 功能号: **AH=09H**
 - 入口参数: **DS:DX**=欲显示字符串在主存中的首地址; 字符串应以\$（**24H**）结束
 - 功能: 显示由**DS:DX**指定的字符串

string db 'Hello,Everybody! \$' ; 在数据段
定义要显示的字符串

...

mov ah,09h ; 设置功能号 $ah \leftarrow 09h$

mov dx, offset string; 提供入口参数
 $dx \leftarrow$ 字符串的偏移地址

int 21h ; DOS功能调用字符串显示

4. 键盘输入到缓冲区

- DOS功能调用INT 21H
 - 功能号: AH=0AH
 - 入口参数: DS:DX=缓冲区首地址
(DS:DX)=缓冲区字节数
 - 功能: 输入到缓冲区

缓冲区的定义

- 第1字节事先填入最多欲接收的字符个数（包括回车字符，可以是1~255）
- 第2字节将存放实际输入的字符个数（不包括回车符）
- 第3字节开始将存放输入的字符串
- 实际输入的字符数多于定义数时，多出的字符丢掉，且响铃

buffer db 81 ; 定义缓冲区
; 第1个字节填入可能输入的最大字符数
db ? ; 存放实际输入的字符数
db 81 dup(?) ; 存放输入的字符串
...
mov dx, seg buffer ; 伪指令seg取得buffer的段地址
mov ds, dx ; 设置数据段DS
mov dx, offset buffer
mov ah, 0ah
int 21h

5. 结束程序返回DOS

- DOS功能调用INT 21H
 - 功能号: AH=4CH
 - 入口参数: AL=返回码
 - 功能: 结束程序返回DOS
- MOV AH, 4CH
INT 21H