

微机原理与汇编语言 实验指导

● 潘 峰 樊如锦 编



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

URL: <http://www.phei.co.cn>

微机原理与汇编语言实验指导

潘 峰 樊如锦 编著



電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

038651

内 容 提 要

本实验指导书是“微型计算机原理与汇编语言”课程的实验教材。书中系统地介绍了TCP-1型实验台的组成,给出了用汇编语言进行的十个软件实验及六个硬件实验,基本覆盖了微机系统的各个方面,有利于学生加深理论学习的理解和掌握,对学生学习微机原理与汇编语言有很大帮助。

JS265/05

书 名: 微机原理与汇编语言实验指导

著 者: 潘峰 樊如锦

责任编辑: 李新社

特约编辑: 康宗朗

印 刷 者: 北京大中印刷厂印刷

出版发行: 电子工业出版社出版、发行 URL: <http://www.phei.co.cn>

北京海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036 发行部电话 68214070

经 销: 各地新华书店经销

开 本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 4.5 字数: 112.3 千字

版 次: 1997 年 5 月第一版 1997 年 5 月北京第一次印刷

印 数: 1-8000 册

书 号: ISBN 7-5053-4006-9

G · 305

定 价: 6.00 元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页者,本社发行部负责调换

版权所有·翻印必究

前 言

“微型计算机原理与汇编语言”是一门实践性很强的专业技术基础课。因此,必须在课堂教学的基础上配以足够的实验或实践性教学环节,以便理论联系实际,使学生能深入理解课堂教学内容,加强学生动手的能力,以加深对理论学习的理解和掌握,提高学生分析问题、解决问题的能力。本实验指导是《微型计算机原理与汇编语言》一书的配套教材。

该实验指导书紧密结合教材内容,使用清华大学计算机工厂生产的 TPC-1 十六位微型机实验系统,合理地安排了微机实验。全书共分四部分,后两部分安排了软件实验和硬件实验。

第一部分 十六位微机实验系统。

第二部分 汇编语言上机操作及程序调试的方法。

第三部分 软件部分的十个实验。

第四部分 硬件部分的六个实验。

对于每一个实验最后一部分,我们仅给出了实验提示,以作为学生自己编程时的参考。我们主张学生在做实验前,必须要充分预习,充分准备,要依靠自己在实验前编出的程序,经过实验调试改正程序,得出正确结果。这样做实验,才能真正有收获,才能真正提高分析问题和解决问题的能力。本指导书在编写的过程中,得到了西安邮电学院计算机系的领导和老师的指导和帮助。在出版中得到了电子工业出版社的领导和同志们的大力协助,在此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,时间紧张,谬误之处在所难免,欢迎各位专家和同志们批评指正。

编 者

目 录

第一部分 十六位微机实验系统	(1)
第一节 主机配置及 TPC-1 型微机实验台结构	(1)
第二节 TCP-1 型微机实验台的安装及使用说明	(4)
第三节 程序设计信息	(4)
第二部分 汇编语言上机操作及程序调试的方法	(8)
第一节 上机过程简述	(8)
第二节 开机过程及 DOS 命令摘要	(9)
第三节 TURBO C 的文件编辑功能	(10)
第四节 DOS EDIT 的功能简介	(12)
第五节 DOS 和 BIOS 功能调用	(16)
第六节 汇编与宏汇编程序	(18)
第七节 连接程序(Link)及程序执行	(19)
第八节 DEBUG 程序调用及汇编语言程序调试方法	(20)
第三部分 软件部分实验	(25)
实验一 两个多位十进制数相加的实验	(25)
实验二 BCD 码相乘的程序	(26)
实验三 字符串匹配程序	(27)
实验四 从键盘输入数据并显示的程序	(29)
实验五 排序程序	(30)
实验六 设置光标的实验	(32)
实验七 ASCII 码显示	(33)
实验八 DOS、BIOS 调用	(35)
实验九 查表程序	(37)
实验十 清除窗口的实验	(38)
第四部分 硬件部分实验	(40)
实验一 定时器实验	(40)
实验二 8259A 中断控制器实验	(41)
实验三 8255A 并行接口实验	(43)
实验四 RAM 实验	(46)
实验五 8251A 串行口实验	(48)
实验六 LED 显示实验	(51)
附录一 ASCII 码表	(55)
附录二 DOS 功能调用 INT 21H	(56)
附录三 BIOS 中断	(61)

第一部分 十六位微机实验系统

本部分的目的是为大家介绍一些实验所需的预备知识。其中包括系统配置、主机硬件配置、TPC-1 型实验台结构、安装、使用说明及程序设计信息。

第一节 主机配置及 TPC-1 型微机实验台结构

一、主机硬件配置

我们在实验中将要用到的微机机型为 486 兼容机,其主要配置如下:

CPU 80486	基本内存 1MB
A 驱动器 1.2MB	扩展内存 3MB
B 驱动器 1.44MB	彩色显示器 VGA
注:无硬盘	

二、TPC-1 型实验台结构

TPC-1 型微机实验台为单板式结构,装在一个 $45 \times 30 \times 9\text{cm}$ 的手提箱内。结构图如图 1-1 所示:

为了实验方便,在每一部分试验电路的附近都预留有信号线插孔,实验时只要将相应插孔用单股导线相连即可。现将实验台上部分通用电路及相应插孔介绍如下:

(一)LED 显示:实验台上包括 12 只发光二极管及相应的驱动电路(图 1-2), $L_1 \sim L_{12}$ 相应发光二极管驱动信号输入端,该输入端为低电平“0”时发光二极管亮。

(二)逻辑电平开关电路:如图 1-3 所示实验台上有 12 只开关 $K_1 \sim K_{12}$,与之相对应的 $K_1 \sim K_{12}$ 个引线孔为逻辑电平输出端。开关向上拨相应插孔输出高电平“1”,向下拨相应插孔输出低电平“0”。

(三)单脉冲电路:实验台上单脉冲产生电路如图 1-4 所示,标有 $\neg$ 和 $\neg$ 的两个引线插孔为正负单脉冲输出端。附近按钮为单脉冲产生按钮,每按一次产生一个单脉冲。

(四)计数器电路:该电路由两片 74LS393 组成(图 1-5),在实验台上为 U35 和 U36。 $Q_0 \sim Q_7$ 为 U35 的输出插孔, $Q_8 \sim Q_{15}$ 为 U36 的 8 个输出插孔。另两个插孔 A 和 B 为计数器的脉冲输入及控制端。该计数器在加电时由 RESET 信号清零,在做 DMA 传送实验时由 T/C 信号清零。

图 1-1 TPC-1 型微机实验台结构

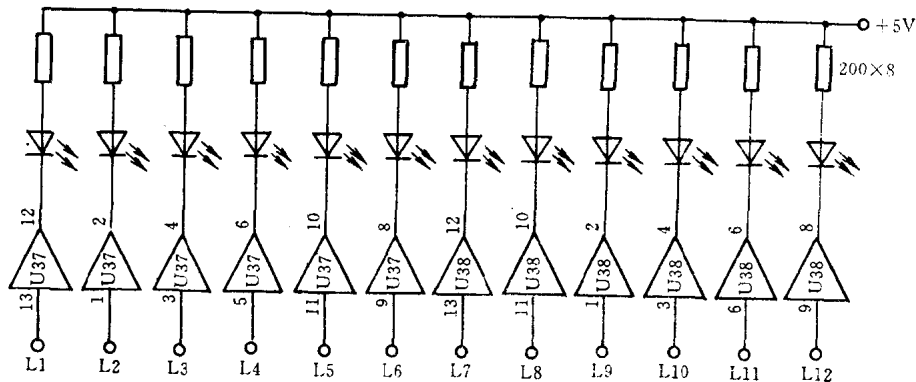


图 1-2 LED 显示及驱动电路

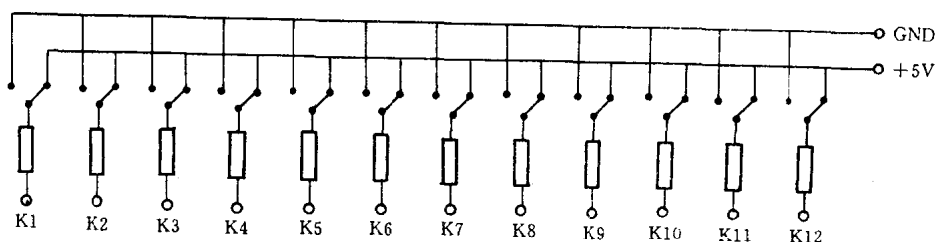


图 1-3 逻辑电平开关电路

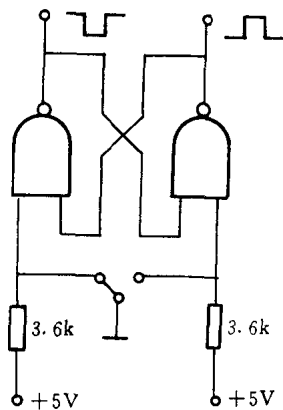


图 1-4 单脉冲产生电路

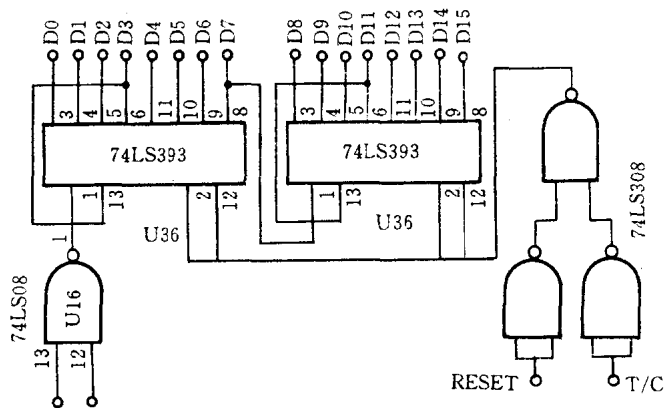


图 1-5 计数器电路

(五)脉冲发生器电路:如图 1-6 所示实验台上提供一 8MHz 的脉冲。实验台上标有 8MHz 的插孔即为该脉冲的输出端。

实验台上除以上通用电路外,还包括有常用微机接口电路,A/D、D/A 转换电路,存储器电路以及键盘显示电路等,每一部分电路及连线方法在以后的实验中说明。

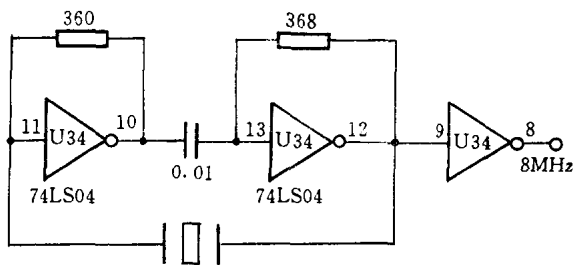


图 1-6 8MHz 脉冲发生器

第二节 TCP-1 型微机实验台的安装及使用说明

该实验系统由一块 PC 总线驱动板、一根 60 芯扁平电缆和一块实验板组成。安装步骤如下：

1. 关上 PC 机电源, 打开机器外壳将 PC 总线驱动板插入主机的扩展槽内。
2. 用 60 芯扁平电缆线连接总线驱动板和实验台。
3. 开主机电源, 实验台电源指示灯亮即可进行实验。

4. 考虑到进行实验时各部分电路不是同时都用到, 为了减少主机 +5V 电源的负担, 实验台各部分电路所需的 +5V 电源可以分别单独接入。本实验台上预留有 +5V 电源连接插头, 当相应电路需要接入 +5V 电源时, 用短路插片将相应部分标有 +5V 的插头短接即可。

第三节 程序设计信息

一、PC 总线信号说明

PC 及其兼容机的 I/O 通道上所有输入、输出信号均与 TTL 兼容, 信号分配如图 1-7 所示：

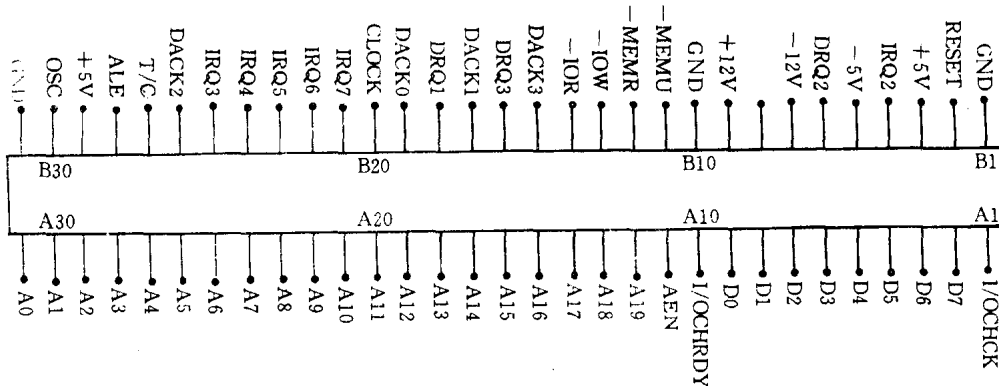


图 1-7 PC 总线插头信号分布图

总线信号说明:

信 号	说 明
OSC	振荡信号:周期为 70ns(14.31818MHz)的高速时钟信号。
CLK	系统时钟:由振荡信号经三分频而得,周期 210ns(4.77MHz)。
RESET DRV	在上电或掉电恢复时,该线用于复位或初始化系统逻辑。高电平有效。
A ₀ ~A ₁₉	地址位 0 到 19;用作存储器及外设地址,可寻址空间为 1MB。A ₀ 为最低有效位(LSB),A ₁₉ 为最高有效位(MSB)。高电平有效。
D ₀ ~D ₇	数据总线 0 到 7 位:D ₀ 为最低有效位(LSB),D ₇ 为最高有效位置(MSB)。
ALE	地址锁存允许:这个信号由 8288 总线控制器提供,用于锁存处理机上有效地址。地址用 ALE 信号的下降沿锁存。
I/O CHCK	I/O 通道检测:信号向处理机提供 I/O 通道上的设备或存储器的奇偶校验信息。低电平有效,表示有奇偶错。
I/O CH RDY	I/O 通道就绪:此信号是存储器或外设为处理器提供的通道准备信号,高电平准备好,低电平未准备好。通常为高电平。该信号维持在低电平状态不能超过 10 个时钟周期。
IRQ ₂ ~IRQ ₇	中断请求 2 到 7;它们的优先次序是 IRQ ₂ 最高,IRQ ₇ 最低。该信号高电平有效,并应保持在高电平,直到被处理器确认时为止。
IOR	I/O 读命令,低电平有效。
IOW	I/O 写命令,低电平有效。
MEMR	存储器读命令,低电平有效。
MEMW	存储器写命令,低电平有效。
DRQ ₁ ~DRQ ₃	DMA 请求 1 到 3;它们的优先次序是 DRQ ₁ 最高,DRQ ₃ 最低。通过将某 DRQ 线变成高电平而产生请求,DRQ 必须保持在高电平,直到相应的 DACK 变为有效低电平为止。
DACK ₀ ~DACK ₃	DMA 响应 0 到 3;低电平有效。
AEN	允许寻址:该信号用于禁止处理机与其它设备间的 I/O 通道,以便进行 DMA 传送。当此线为有效(高)时,DMA 控制器控制地址、数据总线和读写命令。
T/C	结束计数:当任一 DMA 通道的计数结束信号到达时,便在此线上给出一个脉冲,高电平有效。

二、60 芯扁平电缆各引脚信号

总线驱动板与实验台之间用 60 芯扁平电缆连接,各引脚信号分配如下:

1	+5V	21	A ₁₉	41	IOR
2	GND	22	A ₁₈	42	MEMR
3	A ₁	23	ALE	43	DACK ₀
4	A ₀	24	AEN	44	DACK ₁
5	A ₃	25	CLK	45	IOW
6	A ₂	26	T/C	46	DACK ₃
7	A ₅	27	DRQ ₃	47	D ₀
8	A ₄	28	DRQ ₁	48	MEMW
9	A ₇	29	DRQ ₂	49	D ₂

10	A ₅	30	I/O CH RDY	50	D ₁
11	A ₉	31	I/O CH CK	51	D ₄
12	A ₈	32	IRQ ₂	52	D ₃
13	A ₁₁	33	IRQ ₆	53	D ₆
14	A ₁₀	34	RESET	54	D ₅
15	A ₁₃	35	DACK ₂	55	±12V
16	A ₁₂	36	IRQ ₄	56	D ₇
17	A ₁₅	37	IRQ ₅	57	-12V
18	A ₁₄	38	IRQ ₇	58	+5V
19	A ₁₉	39	GND	59	-5V
20	A ₁₆	40	IRQ ₃	60	GND

三、中断源及 DMA 通道分配

中断源分配表

IRQ ₀	时钟定时器
IRQ ₁	键盘
IRQ ₂	系统保留,可做为实验台某设备中断源
IRQ ₃	异步通讯/SDLC 通讯(第一个)
IRQ ₄	异步通讯/SDLC 通讯(第二个)
IRQ ₅	硬盘
IRQ ₆	软盘
IRQ ₇	并行打印机

DMA 通道分配

通道 0	动态存储器刷新
通道 1	系统保留,可做为实验台 DMA 通道
通道 2	软盘
通道 3	硬盘

四、实验台上 I/O 地址

实验台上 I/O 地址为 200~23F 共 64 个,分 8 个插孔引出,它们分别是 200~207;208~20F;210~217;218~21F;220~227;228~22F;230~237;238~23F,实验时只要用导线将任一插孔信号接到相应电路的 CS 端即可。

五、实验台上扩展存储器地址

一般 PC 机内部 RAM 为 640KB,占用存储器空间为 00000~9FFFF,A0000~BFFFF 为保留区。所以实验台上 2K 扩展存储器地址定为 A0000~A07FF。如图 1-8 所示该存储器可以是 2KB 静态 RAM,也可以是 2KB ROM,以存放实验程序。

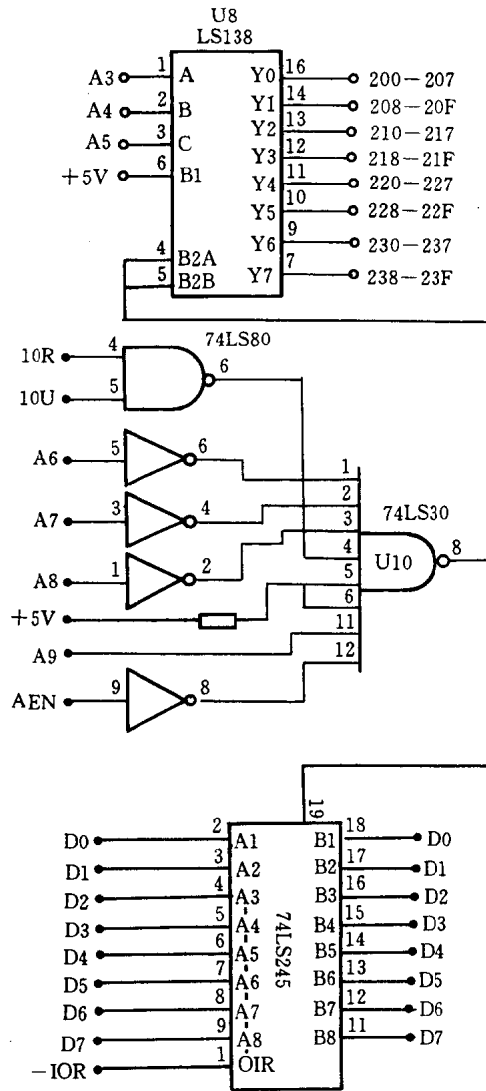


图 1-8 I/O 地址译码线路图

第二部分 汇编语言上机操作 及程序调试的方法

第一节 上机过程简述

《TPC-1 型十六位微机实验培训系统》，要求用汇编语言来编写程序。当用户编制好汇编语言源程序之后，要在机器上运行，必须经过以下几个步骤：

1. 准备一张系统盘，系统盘上应该有如下文件：

EDIT.COM	文件编辑程序
ASM.EXE	基本汇编程序
或 MASM.EXE	宏汇编程序
LINK.EXE	链接程序
DEBUG.COM	调试程序

其中 ASM.EXE 是基本汇编程序，它不支持宏汇编，如果要用宏汇编，则必须用 MASM.EXE

2. 调用文件编辑程序。在仅有一种编辑程序的情况下，通常用键盘打入源程序，此时源程序以 ASCII 码字符形式存放在内存缓冲区。若输入过程有错，可用有关命令修正。修正后，可以用命令使源程序存盘，于是盘上就建立了源程序文件。

3. 源程序必须经过汇编，变成机器码的目标文件，机器才可运行。汇编是通过调用 PC-DOS 下的宏汇编程序 MASM 或基本小汇编程序 ASM 来实现的。

4. 必须经过连接，把程序的各个模块连接在一起，或把要调用的子程序与主程序连接在一起，把相对地址变成绝对地址，形成可执行的文件。连接是由调用 PC-DOS 下的 LINK 程序来实现的。

5. 调试程序。经过以上过程，在盘上有了可执行文件，则可在 DOS 提示符下，直接打入文件名（不用扩展名），就可以把执行文件从盘上装入内存，且立即执行此程序。

然而通常一个较复杂、较长的汇编语言源程序，希望一点错误也没有，一次通过的可能性是很小的，这样就需要调用 PC-DOS 支持下的 DEBUG 程序，来调试我们的目标程序。被调试程序在 DEBUG 的管理下，可以单步执行程序，也可以设置断点，可以显示和修改 CPU 内部寄存器和标志位的内容等，这样就便于寻找程序中的错误。

在发现了错误以后，通常还要重复上述的编辑、汇编、连接和调试程序的全过程，直至程序运行正确为止。

已调试的目标程序，任何时候都可在 PC-DOS 下，通过打入文件名即可运行它。上机过程示意图如下。

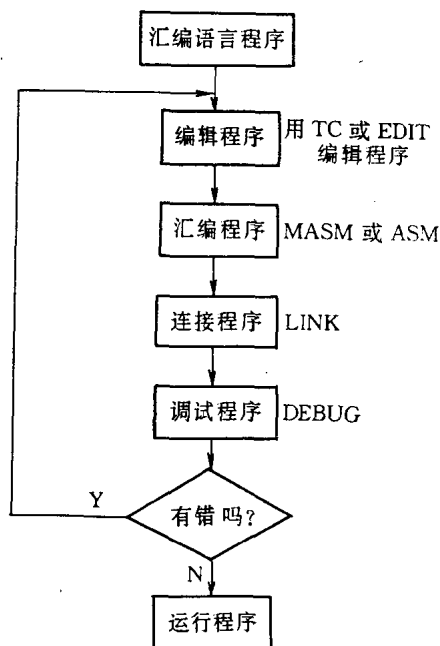


图 2-1 汇编语言程序的上机过程流程

为了便于操作,下面将上机操作全过程中用的主要部分分别加以介绍。

第二节 开机过程及 DOS 命令摘要

一、开机过程

启动无硬盘的机器时,先把 DOS 系统盘插入 A 驱动器,再打开电源开关。一经启动,计算机便执行诊断程序,进行系统自检。自检完成后便引导 DOS,将 DOS 读入内存。DOS 接管控制权后会显示当前日期,并等待用户输入新的日期,然后显示系统内的定时时间。用户可以打入新的时间值。最后显示 DOS 版本号。下面是一个启动实例:

```

Current date is THu 03-04-1996
Enter new date (mm-dd-yy):10-03-96
Current time is 03:03:01.21p
Enter new time: 2:30p
Microsoft (R) MS-dos (R) Version 5.00
(C) Copyright Microsoft Corp 1981-1991
  
```

A>

启动成功后出现的提示符 A>表示系统处于 DOS 管理之下,用户可进行进一步操作。

二、DOS 基本命令摘要

1. CLS:清除显示屏幕。命令格式:

A>cls

2. VER:显示 DOS 版本号。

3. DIR:列当前目录。命令格式:
A>dir、A>dir/p (分页显示)或
A>dir/w (紧凑格式显示)
4. TYPE:显示文件内容。命令格式:
A>type filename.ext
5. COPY:文件拷贝。命令格式:
A>copy filename b: (将 filename 拷贝到 B 盘)
6. DEL:删除指定文件。命令格式:
A>del filename.ext
7. FORMAT:格式化磁盘。命令格式:
A>format b: (格式化 B 盘)
8. RENAME:文件更名。命令格式:
A>rename filename1 filename2
9. MD:建立子目录。命令格式:
A>md 子目录名
10. RD:删除子目录。命令格式:
A>rd 子目录名
11. CD:改变工作目录。命令格式:
A>CD 子目录名
12. TREE:显示树形目录。命令格式:
A>tree

第三节 TURBO C 的文件编辑功能

把书写好的汇编语言程序输入机内,或存入磁盘形成 ASM 文件的过程称为对文件的编辑。现在编辑软件很多,如 WORDSTAR、MINCE 及 EDLIN 等都可以完成对文件的编辑工作。下面我们介绍怎样使用 TURBO C 来编辑 ASM 文件。之所以采用 TURBO C(以下简称 TC),是因为在众多的编辑软件中,相对而言 TC 的编辑功能较强,且菜单显示、命令操作等都易于理解和掌握。同时有许多同学在学习 C 语言时已使用过 TC,所以用 TC 来编辑文件可以得心应手。当然你可以使用其它任何编辑软件形成 ASM 文件。

TURBO C 2.0 是 Borland International 公司于 1988 年发行的 C 语言程序的综合开发软件,其中具有对 C 语言程序的编辑、编译、运行及调试等功能。在此我们仅对其编辑操作予以说明。

一、启动 TC

在 DOS 下键入 TC 并回车,便可以启动 TC。启动后显示菜单及 TC 的版本号等信息。例如,在 A>提示符后键入 TC,启动 TC 后显示如图 2-2 所示的屏幕:

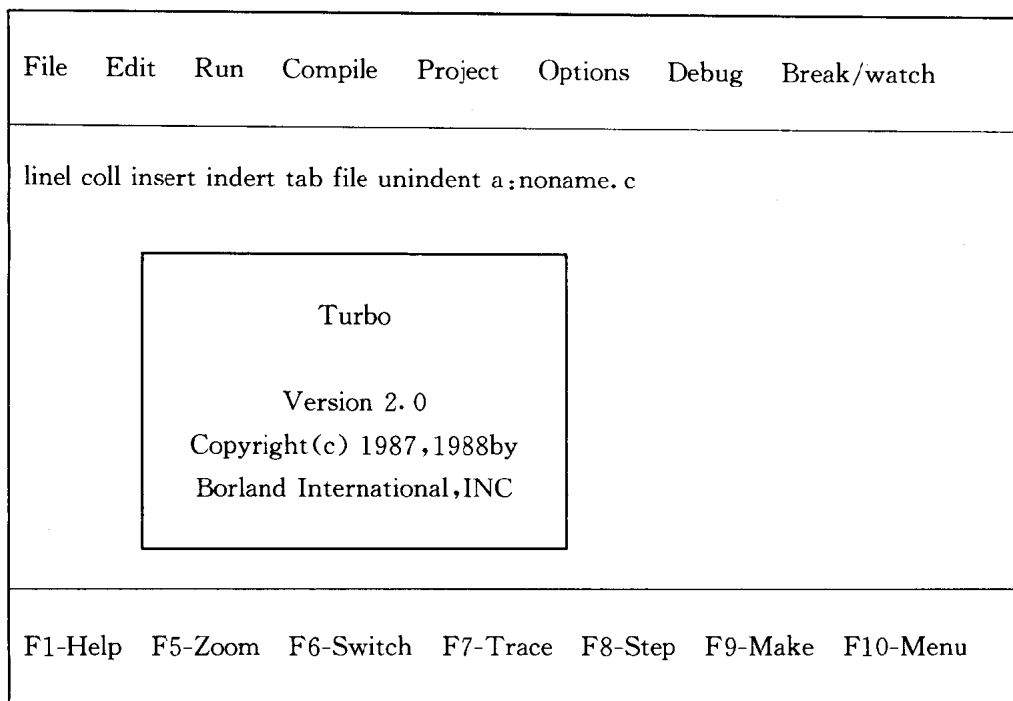


图 2-2 TC 启动后显示的菜单

其中,屏幕最顶端显示一行操作主菜单;File(文件操作)、Edit(编辑)、Run(运行)等,屏幕最底一行显示各功能热键,如 F1 调用当前所需的 Help,F10 选择主菜单等。屏幕中的窗口是编辑窗口,所有编辑操作都在这个窗口进行。编辑窗口中的头一行是提示行,其中列出了光标所在的行(Line)、列(Col)数,还有插入(Insert)状态、自动凹缩(Indent)或非凹缩(Unindent)方式、制表键(Tab)功能,最右边是当前所编辑的文件名。

二、选择主、子菜单

在主菜单主屏幕最顶一行,按 F10,再利用←或→移动选择项,选定后按回车便进入各子菜单。

进入 File 子菜单后,可进一步选择下列子功能:Load(装入文件)、New(编辑新文件)、Save(文件存盘)、Write to(换名存盘)及 Quit(退出 TC)等。各级功能选择都有屏幕提示,在此不再说明。

在主菜单中若选择 Edit,则进入编辑状态。

主菜单中其它各项功能(Run、Compile、Project、Options、Debug、Break/watch)是 C 语言的开发时的选择项,不能用于对汇编语言程序的操作,故在此不作说明。

三、功能热键

在屏幕的最底层一行显示有功能热键,在任何状态下打入功能热键都可执行相应的功能。我们可以用到的功能热键如下:

- F1 调用当前上下文所需的 Help。
- F2 存储当前编辑的文件。
- F3 装入文件。
- F10 切换主菜单和活动窗口。
- Alt-X 退出 TC 回到 DOS。

四、编辑操作

执行 TC 的初态,自动进入编辑环境。如果命令行中指定的文件存在,则将其显示在编辑窗口;否则,清除编辑窗口。

当光标在主菜单窗口时,按→←键可将光标移到 Edit,然后按回车键则进入编辑状态,当光标在主菜单窗口的任意位置时,按 E 键或 Alt-E 键,可同样进入编辑环境。

在编辑状态下,键入键盘上通常可输入的字符,TC 都看作是文本的输入字符,TC 将其显示在光标的位置,然后光标向后移。

键盘上的四个箭头键↑↓→←按照箭头指示的方向,可以把光标移到编辑窗口的任意位置。键 Home 和 End 分别使光标跳到编辑窗口的左上角和左下角。

键 PageUp 使编辑窗口显示本窗口之前满窗口的文本,PageDown 使编辑窗口显示本窗口之后满窗口的文本。

键 Backspace 删除光标左边的一个字符,Delete 删除光标所在位置的一个字符。键 Ctrl-T 删除光标右边的一个单词,Ctrl-Y 删除光标所在的行。

编辑开始之后,如果从未按 Insert 键,则保持缺省的插入状态。按一次 Insert 键则关闭插入状态,这样,当光标在某字符的位置再按新的可打印的字符键时,光标位置变成新字符,原来的字符被冲掉。在这种状态下按回车键只使光标回到左端,而不插入新的一行。按两次 Insert 键则恢复插入状态。

键 Ctrl-B-B 设置屏幕上一块文本左上角的坐标,Ctrl-B-K 设置屏幕上这块文本右下角的坐标。Ctrl-K-Y 删除屏幕上其左上角和右下角均已定位的一块文本;Ctrl-K-C 将屏幕上已定位的一块文本复制到光标的位置;Ctrl-K-V 将屏幕上已定位的一块文本搬到光标的位置,即执行复制操作,然后删除原来的文本块。键 Ctrl-K-D 结束编辑,光标回到主菜单窗口。F10 键也使光标回到主菜单窗口,同样可以结束编辑操作。

第四节 DOS EDIT 的功能简介

Microsoft DOS 编辑器(我们常称它为 Edit)能用于建立或编辑一个 ASCII 正文文件。如果要建立一个批文件或其它简单正文文件时,那么使用 Edit 是十分便利的。所谓简单正文文件是文件内容不需要进行特殊格式化(例如:不需要进行把文件内容进行行居中或行朝右对齐等排版操作)和不需要进行字符的字体变化(例如:文字没有黑体字、斜体字或下划线字体等字体变化)的正文文件。

Edit 原先是 Microsoft QBASIC 环境中的一部份,但自从 DOS5.0 问世以来,它已成为 DOS 的一部份。由于它是 DOS 的一部份,所以不需要它进行任何安装。若要使用 Edit,只须直接在命令行键入 Edit 即可。

我们也可以通过 DOS 人机界面上的主菜单,从中选择 Edit,以启动该编辑器。如果 DOS 人机界面上没有出现主菜单,则可在视窗(View)菜单项中选择 Program/File 表,或选择 Program 表,从中启动编辑器。

一、编辑开始:语法和开关

Edit 命令的语法格式如下所示:

edit[文件名][开关表]

在 edit 命令中,若选用文件名,则表示在进入 Edit 状态后,将自动打开所选用的文件,使