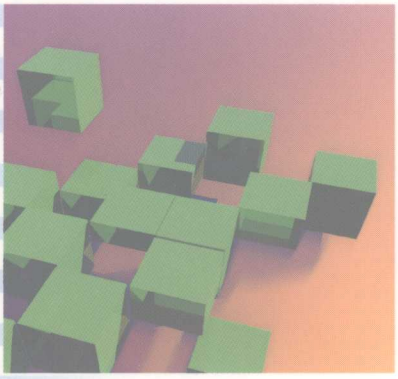
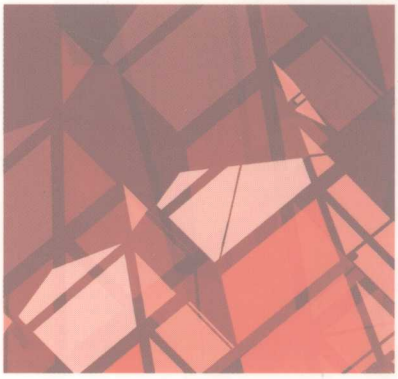
21世纪高等学校应用型教材

C语言程序设计教程

□ 主　编　王明福
□ 副主编　余苏宁　杨淑萍　乌云高娃

高等教育出版社
Higher Education Press

内容提要

本书系统介绍C语言的基础知识和程序设计方法。全书共13章，前5章介绍C语言的基本概念、语法规则和C程序设计方法。第6章～第12章以设计“编辑器”为项目驱动，分别介绍了数组、函数、编译预处理、位运算、指针、结构体和文件系统。第13章介绍图形和用户界面技术，即用Turbo C进行屏幕作图、汉字显示和菜单设计，并以此改进“编辑器”的用户界面。

本书力图从实际出发，以编写实用程序为目标，把C语言的语法规则、程序设计方法及C语言高级编程技术有机地结合起来，注重知识内容、综合练习和课程设计的有机统一，最后达到掌握C语言程序设计的目的。

本书可作为高等学校各专业C语言程序设计课程的教材，特别适合作为应用型本科、高职高专院校计算机及相关专业学生学习C程序设计的教材，同时也可作为编程人员和C语言自学者的参考书。

本书配套电子教案及书中相关源程序均可从高等教育出版社的计算机教学资源网下载，网址为http://cs.hep.com.cn。

图书在版编目（CIP）数据

C语言程序设计教程/王明福主编. —北京：高等教育出版社，2004.6
ISBN 7-04-014607-X

Ⅰ.C… Ⅱ.王… Ⅲ.C语言-程序设计-教材
Ⅳ.TP312

中国版本图书馆CIP数据核字(2004)第041520号

策划编辑 雷顺加　**责任编辑** 萧　潇　**封面设计** 王凌波　**责任印制** 宋克学

出版发行	高等教育出版社	**购书热线**	010-64054588
社　　址	北京市西城区德外大街4号	**免费咨询**	800-810-0598
邮政编码	100011	**网　　址**	http://www.hep.edu.cn
总　　机	010-82028899		http://www.hep.com.cn
经　　销	新华书店北京发行所		
印　　刷	北京中科印刷有限公司		
开　　本	787×1092　1/16	**版　　次**	2004年6月第1版
印　　张	21	**印　　次**	2004年6月第1次印刷
字　　数	510 000	**定　　价**	27.00元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题，请到所购图书销售部门联系调换。

前　言

掌握程序设计的前提是掌握程序设计语言。在众多的程序设计语言中，C 语言以其灵活性和实用性受到了广大计算机应用人员的喜爱，几乎任何一种机型（大型机、小型机、工作站和 PC 机）、任何一种操作系统（Windows、Unix、Linux、Netware）都支持 C 语言开发。

C 语言程序设计是计算机及相关专业的一门专业技能基础课，不但要注重知识的讲授，还应强调基本技能的训练。因此，教材内容应考虑到知识和技能的结合。必须以认知心理学和建构主义学习理论为依据，改变传统教材的编写思想。编者认为，作为应用型实用教学用书，应兼顾以下三点：

（1）作为一门专业基础课教材，一定程度（即主线）上，仍需保留或沿袭理工科课程以“学科体系”为线索的指导思想。在教材内容的知识结构上，以概念、定律、定理为线索的编写体系，有别于高校专业技能课教材。

（2）为了满足“以能力为中心”的培养目标要求，必须改革传统基础课教材的编写方法，在掌握必需的知识理论的基础上，重视综合应用能力培养，加强实践操作和技能训练。所以，必须以项目驱动的方式，把项目的子功能作为应用实例来组织教材的案例，以开发项目为目标，综合练习为手段，把知识融入课程设计。

（3）“算法”是程序设计的灵魂，是程序设计基础课程的核心内容。应突破传统的知识内容归属问题，将“算法”贯穿始终，渗透到 C 语言程序设计的每一个案例中，从而达到培养程序设计能力、掌握程序设计方法的目标。

为此，本书编者选定文本“编辑器”作为课程设计案例，从 C 语言的基本知识和语法规则出发，用该案例的功能扩展带动整个课程的教学过程和课程设计，以应用系统的程序设计所需要的知识为主线，把项目中所需要的知识（或难点）分散到各章节的实例中去。这样既体现了循序渐进的教学方法，又能实践“项目综合”的教学模式。

为了实现上述目标，本书将“编辑器”的开发分为 7 个版本，在每章的最后一节，作为该章内容的综合应用，采用功能扩充和程序优化逐步升级版本。另外，对部分案例，注重程序设计方法的融入，使算法贯穿于案例，从而训练学生的程序设计能力。

本书的读者对象主要是高校计算机及相关专业学生、C 语言编程技术人员和 C 语言自学者。课堂讲授时可根据学生及专业情况对内容酌情取舍：对于 72 学时的学校，第 6 章～第 12 章的最后一节以及第 13 章可作为学生课外练习或课程设计内容；对 108 学时，或高职高专学校，第 6 章～第 12 章的最后一节可作为课程实践教学内容，第 13 章可作为课程设计内容，同时可对学生作不同层次的要求。在内容安排上，本书也考虑了与普通教材的兼容性，并在实用性方面又作了补充。

本书由王明福主编。其中，第 9～13 章由王明福编写，第 5 章和第 8 章由余苏宁编写，第 1～3 章由杨淑萍编写，第 4、6、7 章由乌云高娃编写。最后由王明福负责全书的统稿。

孙湧、杨丽娟、石光华、李亮和沈翠新等在百忙之中对本书的编写提出了许多宝贵意见，并承

担了部分章节的文字编辑录入。在本书编写过程中,还得到了计算机系全体教师的大力支持。在此,我们深表感谢。

由于编者水平有限,加之时间仓促,书中难免有错漏之处,敬请广大读者批评指正。编者E-mail 地址是 wmf@ oa. szpt. net 或 wmingfu@ 21cn. com。

编 者

2004 年 3 月于深圳

参考文献

1 徐新华. C 语言程序设计教程. 北京：中国水利水电出版社，2001
2 谭浩强. C 程序设计. 北京：清华大学出版社，1999
3 徐建民等. C 语言程序设计. 北京：电子工业出版社，2002
4 李大友. C 语言程序设计. 北京：清华大学出版社，1999
5 王士元. C 高级实用程序设计. 北京：清华大学出版社，1996
6 余苏宁. C++ 程序设计. 北京：高等教育出版社，2004

目　录

第1章

C程序设计初步

本章导读

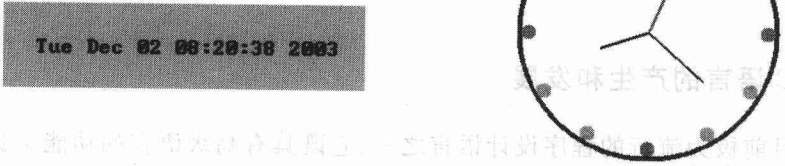
C语言是一种国际上广泛流行的计算机程序设计语言，它既可以用来设计系统软件，也可以用来设计应用软件。通过本章的学习，使读者：

- 了解C语言产生的背景和发展现状
- 了解C语言的基本特点和C程序的基本结构
- 初步掌握Turbo C 2.0集成应用环境的使用和在Turbo C 2.0中编辑、调试、运行一个C程序的具体步骤和方法
- 了解程序设计的基本概念和结构化程序设计的方法

1.1 C程序演示

演示程序1：时钟程序

如图1-1所示，程序运行时先以字符方式动态显示系统当前日期和时间，时间一秒一秒地变动，按任意一键后转换为以图形方式显示时钟，秒针一秒一秒地转动。再按任意一键后，又转换为以字符方式显示日期和时间，即按下任意键为显示方式的交替，直到按下“q”或“Q”键则结束程序的运行。



(a) 以字符方式显示系统日期和时间　　(b) 以图形方式显示系统时间

图1-1 运行时钟程序

演示程序2:文本编辑器

图1-2所示是正在运行中的文本编辑器。具有字符插入删除、查找替换、存储加载、剪裁复制和粘贴等功能。提供下拉菜单和功能组合键的操作方式。

主菜单分为:File、Edit、Search 和 Option 4 项。其中:

File 菜单包含 5 个菜单项:New, Open, Save, Save As, Exit;

Edit 菜单包含 6 个菜单项:Cut, Copy, Paste, Del, Selected All, Edit;

Search 菜单包含 2 个菜单项:Find, Replace;

Option 菜单包含 4 个菜单项:Undo, Redo, Config , Help;

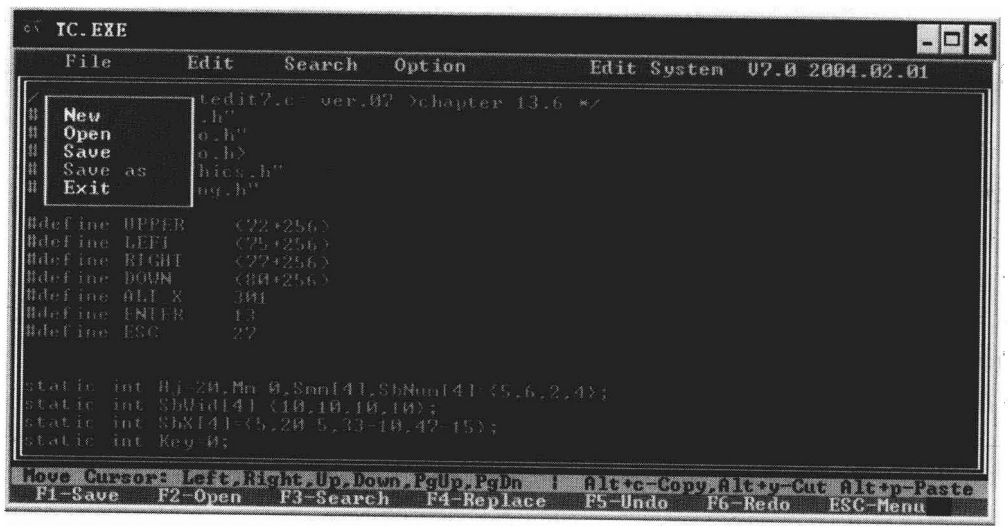


图1-2 运行文本编辑器

这两个程序都是用C语言编写的,初步可见C语言的强大功能。演示程序1将作为本教材的实例。而演示程序2将分为7个版本,在每章的最后一节作为本章内容的综合应用,采用功能扩充和程序优化逐一升级版本。换句话说,我们将以文本编辑器为例,从设计、开发到最后优化使用,来学习、训练用C语言设计和开发计算机软件的全过程,从而实现"C语言程序设计"课程的目标。

1.2 C语言概述

1.2.1 C语言的产生和发展

C语言是目前极为流行的程序设计语言之一,它既具有高级语言的功能又具有机器语言的一些特性。它是1972年由美国BELL实验的Dennis Ritchie和Brian Kernighan等人首先推出的。之后,C语言又经过不断改进,使其逐步完善。直到1978年Brian Kernighan和Dennis Ritchie(简

称 K&R)合著了影响深远的著作《The C Programming Language》,首次系统介绍了 C 语言。建立了所谓的 C 语言的 K&R 标准,它一度成为 C 语言的事实标准。

此后,C 语言的发展非常迅速,各种版本的 C 语言相继涌现出来。由于没有统一的标准,使得这些 C 语言之间出现了一些不统一的地方。为了改变这种情况,美国国家标准化协会(ANSI)于 1983 年制定了一套标准,称为 ANSI C(标准 C),成为各种 C 语言版本的基础。

C 语言本身也在发展,20 世纪 80 年代中期,出现了面向对象程序设计的概念,贝尔实验室的 B. Stroustrup 博士借鉴了 Simula 67 中的类的概念,将面向对象的语言成分引入到 C 语言中,设计出了C++语言,C++语言赢得了广大程序员喜爱,不同的机器不同的操作系统几乎都支持C++语言。同时,C++语言也得到了国际标准化组织(ISO)的认可,为此,国际标准化组织(ISO)已对C++语言实现标准化。

目前微机中使用的 C 语言版本有很多,比较经典的有 Turbo C、Borland C、Microsoft C 等。近年来,又推出了包含面向对象程序设计思想和方法的C++,它们均支持 ANSI C,本书主要介绍 ANSI C 中的基础部分,同时兼顾各种版本的通用性和一致性。

1.2.2 C 语言的特点

C 语言之所以能存在和发展,并具有生命力和成为程序员的首选语言之一,是因为具有如下特点:

(1) C 语言既具有高级语言的通用性及易写易读的特点,又具有汇编语言的"位处理"、"地址操作"等能力。这使得 C 语言不仅像 Pascal、Fortran、Basic 等高级语言一样用于应用软件的设计,还能像汇编语言一样用于计算机系统软件和控制软件的开发。

(2) C 语言是一种结构化程序设计语言,具有丰富的数据类型、众多的运算符,使程序员能轻松地实现各种复杂的数据结构和运算;C 语言具有实现结构化程序设计的控制结构,以及具备抽象功能并体现信息隐蔽思想的函数,可以实现程序的模块化设计。

(3) 语句简练、紧凑,语法规定少,使用方便灵活。编译后生成的代码质量高,运行速度快。

(4) C 语言具备良好的可移植性。若程序员在书写程序时严格遵循 ANSI C 标准,则其源代码基本上不做修改,就能用于各种型号的计算机和各种操作系统。

(5) 语言功能丰富,它不仅提供了丰富的运算符,还提供了各种功能强大的系统函数。

尽管 C 语言有很多优点,但也存在一些缺点和不足。比如它的类型检验和转换比较随便,优先级太多不便记忆。这些都对程序设计者提出了更高要求,也给初学者增加了困难。

1.3 C 程序的结构

用 C 语言编写的源程序,简称 C 程序。C 程序是一种函数结构,一般由一个或若干个函数组成,其中必须有一个名为 main( )的函数,程序的执行就是从这里开始。

下面先介绍 3 个简单的 C 程序,然后分析 C 程序的结构。

1.3.1 简单的C程序

【例1.1】 在屏幕上输出一行文本信息。

```
main()                          /* 主函数 */
{
  printf("How are you!");  /* 在屏幕上输出一行文本信息"How are you!" */
}
```

说明：

(1) 本程序的功能是在屏幕上显示一行文本信息：How are you!

(2) main()为主函数名。每个C程序都必须有一个main()函数。

(3) 大括号"{ }"是函数体界定符，位于大括号{…}中的内容称为函数体，每个函数都必须用一对大括号将函数体括起来。

(4) 函数体中只有一条输出语句printf("How are you!");，其目的是将引号中的内容"How are you!"原样输出。printf ()为C语言的标准输出函数(详见§3.4.2)，是系统提供的库函数。

(5) 语句后面有一个分号";"，这是C语言的语句结束符。

(6) /* …… */是注释语句，用来帮助读者阅读程序，在程序编译运行时/*和*/之间的内容是不起作用的，注释语句可写在程序中的任何位置。

【例1.2】 编写一C程序，计算并输出两数之和。

```
#include "stdio.h"                  /* 编译预处理命令 */
main()                              /* 主函数 */
{
 int a,b,sum;                       /* 定义3个整型变量a,b,sum */
 a=21;                              /* 给变量a赋值 */
 b=34;                              /* 给变量b赋值 */
 sum=a+b;                           /* 计算a+b的值并送到变量sum中保存 */
 printf("The sum is %d",sum);       /* 输出文字"The sum is"和变量sum的值 */
}
```

程序运行结果如下：

```
The sum is 55
```

说明：

(1) #include是编译预处理命令。由双引号括起来的"stdio.h"称做"头文件"，在stdio.h文件中定义了I/O库所用到的某些宏和变量，其作用是将双引号(或尖括号)括起来的文件中的内容，读入到此命令的位置处。在使用C语言的输入/输出库函数时，一般需要#include命令将"stdio.h"包含到源文件中。有关#include命令的作用及其使用方法，将在第8章编译预处理中详细介绍。

(2) 在main()函数中首先定义了3个整型变量a、b、sum。

(3) 语句"a=21;b=34"；对变量a、b进行赋值。

(4) 语句"sum=a+b"计算a+b的值并将它送给sum变量。

(5) printf( )函数调用完成 sum 的打印,即将文字"The sum is"和运算结果 55 一起输出。其中%d 是输入/输出格式符,用来指定输入输出时的数据类型和格式(详见第 3 章),%d 表示十进制整数类型,在执行输出时,此位置上以 sum 变量中的十进制整数值代替。

【例 1.3】 从键盘上输入两个整数,比较两个数的大小,并输出较大者。

```
#include <stdio.h>                    /* 编译预处理命令 */
main()                                /* 主函数 */
{
  int a,b,c;                          /* 定义整型变量 a,b,c */
  printf("Enter Two Numbers:");       /* 输出提示信息 */
  scanf("%d%d",&a,&b);                /* 从键盘接收 2 个整数并送到变量 a,b 中 */
  c=max(a,b);                         /* 调用 max( ) 函数,将得到的值赋给变量 c */
  printf("max=%d\n",c);               /* 输出文字"max="和变量 c 的值,并换行 */
}
int max(int x,int y)          /* 定义 max( )函数,函数值为整型,x,y 是整型的形式参数 */
{
  int z;                              /* 定义 max( )函数中用到的整型变量 z */
  if (x>y) z=x;                       /* 比较 x,y 的大小,将大的送 z */
  else z=y;
  return(z);                          /* 将 z 中的值由函数名 max 带回调用处 */
}
```

程序运行结果如下:

```
Enter Two Numbers:64 28 ↙(回车)
max=64
```

说明:

(1) #include 是编译预处理命令。

(2) 本程序包括两个函数,主函数 main( )和被调用函数 max( ), max( )函数的作用是将 x 和 y 中较大者的值赋给变量 z,并由 return 语句将 z 中的值返回给调用函数处。

(3) main( )函数中第一个 printf( )函数输出一行提示信息:Enter Two Numbers, 提示用户从键盘输入两个整数。

(4) scanf( )是一个标准输入函数,它完成 a、b 两个变量的输入工作。语句中的"&"表示"取地址",此处 scanf( )函数的作用是从键盘上输入两个数 64 和 28,并将这两个数分别送到由 &a 和 &b 所标识的地址单元中,使得变量 a 的值为 64,变量 b 的值为 28;语句中"%d"的含义与例 1.2 相同,只是现在用于"输入",它指定输入的两个数据按十进制整数形式输入。注意两数之间要用空格作分隔。关于 scanf( )函数详见第 4 章。

(5) 语句"c=max(a,b);"调用函数 max( )求得 a、b 中的最大值并将其赋给变量 c,在调用时将实际参数 a、b 的值传送给函数 max( )的形式参数 x、y。

(6) main( )函数中的第二个 printf( )函数在将"max=%d"输出时,其中的"%d"由 c 的值代之。

本例中所用到的函数调用、形参和实参等概念,这里只是做简单的解释,在以后的章节中会详细介绍。通过上述几个简单的例子,下面总结 C 程序的基本结构。

1.3.2 C程序的结构

C程序的一般形式如下：

```
编译预处理命令
全局变量定义
main()                    /* 主函数 */
{
  变量定义序列
  语句序列
}
sub1()                    /* 自定义函数 sub1 */
{
  变量定义序列
  语句序列
}
⋮
subn()                    /* 自定义函数 subn */
{
  变量定义序列
  语句序列
}
```

C程序结构的特点是：

(1) C程序是由函数构成的。一个C程序至少包含一个主函数，该函数有固定的名字main()，任何C程序都是从main()函数开始执行。C程序可以包含一个main()函数和若干个其他函数。函数是C程序的基本单位，被调用的函数可以是系统提供的库函数(如scanf()和printf())，也可以是用户根据需要自己编写的完成特定功能的函数(如例1.3中的max())。事实上，C程序中的函数相当于其他语言中的子程序。C语言的库函数非常丰富，标准C提供100多个库函数，Turbo C和MSC 4.0提供300多个库函数。C语言的这种特点为模块化的程序设计和实现提供了方便。

(2) 一个函数由函数首部和函数体两个部分组成。

① 函数首部，即函数的第一行，包括函数类型、函数名、函数参数(参数类型，参数名)，例1.3中的函数max()的首部如下：

```
int      max     ( int        x,       int        y )
 ↓        ↓        ↓         ↓         ↓         ↓
函数类型  函数名  形参x的类型  形参名  形参y的类型  形参名
```

② 函数体，即函数首部下面的大括号{}括起来的部分。

函数体一般包含两个部分，即“声明部分”和“执行部分”。如例1.3中的max()函数：

```
int max(int x,int y)
{
  int z;                  /* 变量声明部分 */
```

```
    if(x>y)z=x;
    else z=y;              /*执行部分*/
    return(z);
}
```

(a) 变量声明部分:用来定义程序中所用到的变量,如例1.3中main()函数中的

```
int a,b,c;
```

和max()函数中的

```
int  z;
```

当然,有的函数可以没有变量声明部分,比如例1.1中的main()函数。

(b) 执行部分:由若干语句组成,完成对数据的运算及各种处理。

(3) 一个C程序总是从main()函数开始执行,main()函数可以放在程序中的任何位置。

(4) C程序的书写格式自由,一行内可以写一个或几个语句,一个语句也可以分写在多个行上。C程序没有行号,每个语句和变量定义必须用一个分号结尾。

(5) 可以用/*…*/对程序的任何部分进行注释,增加程序的可读性。

1.4 C程序的上机步骤

前面已经给出了一些用C语言编写的程序,但它们是不能直接运行的,因为计算机只能识别和执行由0和1组成的二进制的指令,而不能识别和执行用高级语言写的程序。为了使计算机能执行高级语言所写的程序,必须先用一种称为"编译程序"的软件,把程序翻译成二进制形式的"目标程序"(object program),然后将该目标程序与系统的函数库和其他目标程序连接起来,形成可执行的程序才能被机器所执行。相对于目标程序,用高级语言编写的程序被称为"源程序"(source program)。

在此将介绍利用Turbo C 2.0编译程序,把C语言源程序编译连接生成可执行程序(*.exe文件)。假设C源程序名为MY.c,其编辑、编译、连接、执行过程如图1-3所示。具体操作步骤如下:

(1) 编辑源程序,并以扩展名.c的文件存盘。

(2) 对源程序进行编译,将源程序转换为扩展名为.obj的目标程序,但目标程序仍不能运行。若源程序有错,必须予以修改,然后重新编译。

(3) 对编译通过的源程序连接,即加入库函数和其他二进制代码生成可执行程序。连接过程中,若出现未定义的函数等错误,必须修改源程序,并重新编译和连接。

(4) 执行生成的可执行代码,若不能得到正确的结

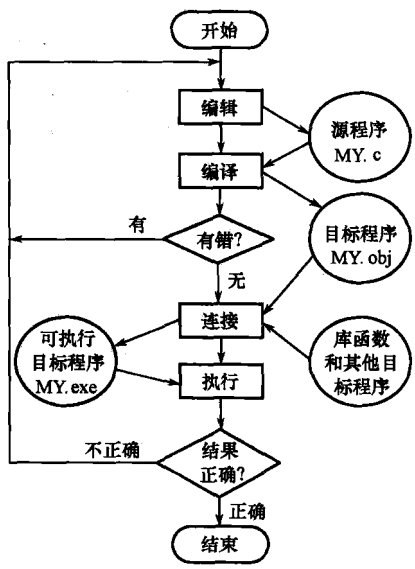


图1-3 程序的编辑、编译、连接和执行过程

果,必须修改源程序,重新编译和连接。若能得到正确结果,则整个编辑、编译、连接、运行过程顺利结束。

下面我们介绍 Turbo C 2.0 集成开发环境的安装与使用。

1.4.1 编译环境的准备

1. 安装 Turbo C 2.0

Turbo C 2.0 是在微机上广泛应用的一个 C 程序开发环境,它具有方便、直观、易用的界面和丰富的库函数。它把程序的编辑、编译、连接和运行等操作全部都集中在一个界面上进行,使用非常方便。

为了能使用 Turbo C 2.0 集成开发环境,必须先把 Turbo C 2.0 程序安装在机器的磁盘目录中,例如安装在 D 盘根目录下的 TC2 子目录下。将 Turbo C 2.0 的安装盘(一般为 2 张软盘)放入驱动器,运行 Install 安装程序即可(具体安装从略)。

2. 建立工作目录

为了方便管理用户的程序文件和维护 Turbo C 2.0 的运行环境,应在机器的磁盘上建立用户自己的工作目录,以便用来存放自己所开发的源程序文件,例如,在 D 盘根目录下建立子目录 D:\MYC。

1.4.2 编译环境的设置

1. 设置工作目录

按如下步骤操作:

(1) 启动 TC,进入 TC 编辑界面。

(2) 按下功能键 F10,这时光条就会跳到主菜单。

(3) 用左、右方向键移动光带,定位于"File"菜单,按回车键。

(4) 用上、下方向键移动光带,定位于"Change dir"菜单项,按回车键,进入编辑框。

(5) 编辑工作目录"D:\MYC",如图 1-4 所示。

2. 设置编译环境

按如下步骤操作:

(1) 按下功能键 F10,这时光条就会跳到主菜单。

(2) 用左、右方向键移动光带,定位于"Options"菜单,按回车键。

(3) 用上、下方向键移动光带,定位于"Directories"子菜单,按回车键,进入编辑框。

(4) 编辑框中可分别设置:

```
Include directories:      /* Turbo C 的包含文件所在目录 */
Library directories:      /* Turbo C 库函数所在目录 */
Output directory:         /* 输出目录 */
Turbo C directory:        /* Turbo C 所在目录 */
Pick file name:           /* "环境设置"的保存文件(绝对路经) */
```