

C语言与程序设计

3 NEW

3 N 电脑自修·培训丛书

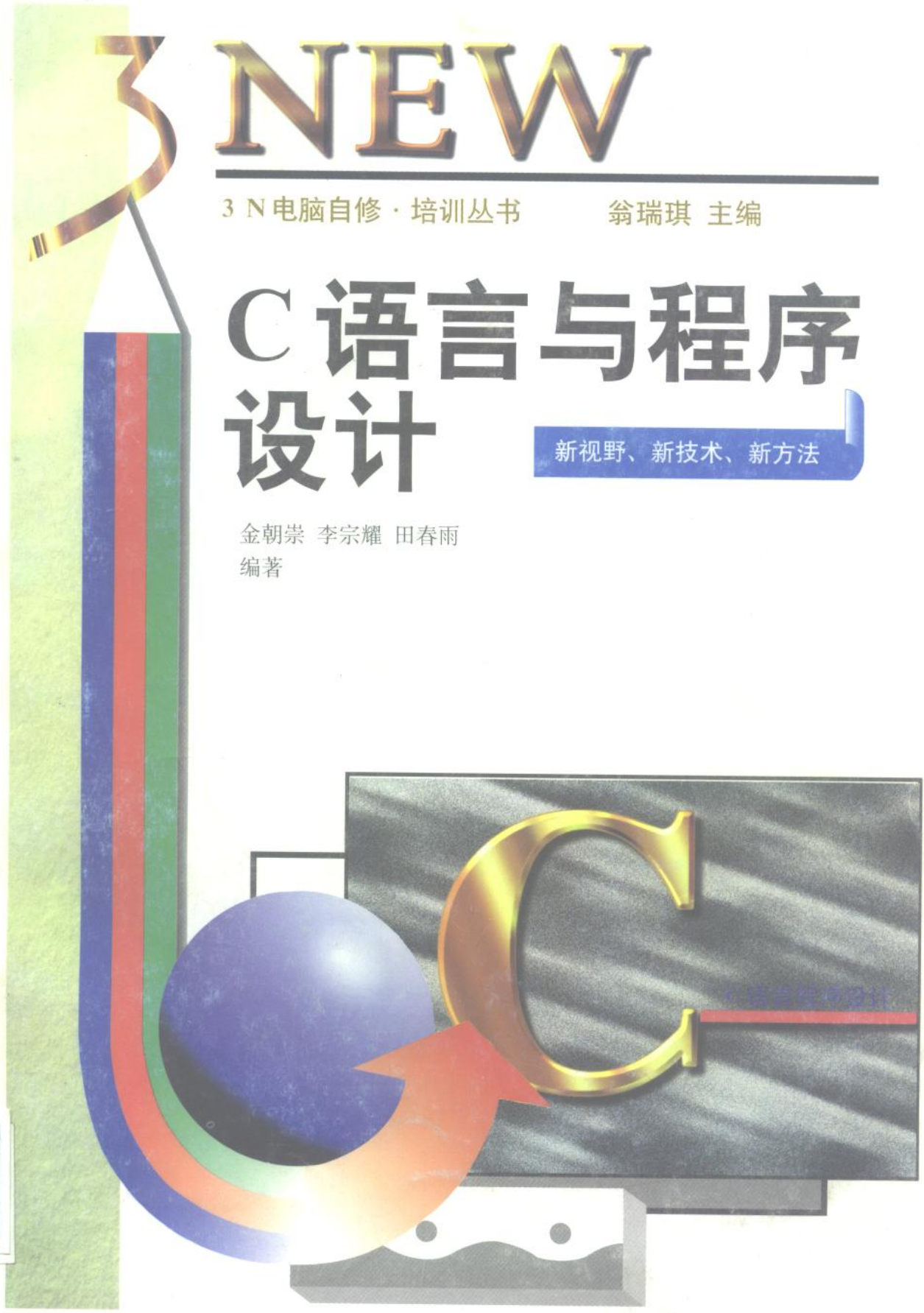
翁瑞琪 主编

C语言与程序设计

新视野、新技术、新方法

金朝崇 李宗耀 田春雨
编著

312
C/1



3N 电脑自修·培训丛书

翁瑞琪 主编

C 语言与程序设计

金朝崇 李宗耀 田春雨 编著

天津科学技术出版社

责任编辑:徐 彤

3N 电脑自修·培训丛书

翁瑞琪 主编

C 语言与程序设计

金朝崇 李宗耀 田春雨 编著

*

天津科学技术出版社出版

天津市张自忠路189号 邮编 300020

河北省迁安县印刷厂印刷

新华书店天津发行所发行

*

开本 787×1092 毫米 1/16 印张 16.25 字数 386 000

1997 年 3 月第 1 版

1997 年 3 月第 1 次印刷

印数:1—3 500

ISBN 7-5308-2090-7

TP·98 定价:24.00 元

内 容 提 要

本书通过各种图表、实例,尽量以浅显易懂的方法将C语言知识介绍给读者。希望具备高中以上水平的初学者能容易地掌握这门C语言知识。它适合于从事和爱好计算机的各方面人员作为学习C语言的入门教材。

J5396/30
03

3N 电脑自修·培训丛书

编委会名单

主 编	编 委	翁瑞琪		
		李宗耀	金朝崇	袁忠良
		王艺梅	王德然	杨建基
		李俊旺	于长云	张 炜
		黄国胜	王定一	徐 彤
		刘 彤		

丛书总序

计算机的发展与普及,使计算机成为人类不可缺少的重要助手。现在,越来越多的人看到计算机对当今社会各个领域所产生的巨大影响,看到计算机对科技进步、经济发展以至人类生活所起的重要作用。在当今社会,计算机知识和计算机应用能力是人们必须掌握的基本知识和基本技能。不懂计算机、不会使用计算机就难以适应今天的工作和生活。要适应当今的计算机时代,必须掌握计算机文化。

为加速计算机应用的普及,尽快让更多的人掌握计算机文化、掌握应用计算机的基本技能,我们组织编写了这套新视野、新技术、新方法电脑丛书,即 3N 电脑自修·培训丛书。包括:《微机操作与使用》《文字录入与处理》《微机故障诊断与维修》《FoxPro 原理与应用》《C 语言与程序设计》《Windows 及其应用》《微机绘图及动画技术》《多媒体速成与应用》八种。

本丛书提供了轻松快捷地学习计算机文化的途径,并从使用角度出发,引导读者较快掌握计算机的应用。

本丛书可供计算机初学者自学,也可用作初学者的培训教材和作为计算机用户和爱好者操作与应用计算机的参考用书。

本丛书由国内长期从事计算机教育与培训工作的教师编写。书中总结了他们多年的教学与实践经验,他们的丰富经验将使广大读者得到启迪。在此对他们的无私奉献表示谢意。

期望本丛书的出版能为我国计算机事业的发展与计算机应用的普及起到积极作用。

翁瑞琪

1996年1月

前 言

C语言是目前世界上最优秀的程序设计语言之一。起初它是为在PDP-11小型机上开发UNIX操作系统而设计,但现在已广泛应用于各类操作系统下。

C语言既具有各种高级语言的特点,又具有汇编语言面向硬件、面向接口的特点。它编程灵活、运行速度快、可移植性强,而且是一种结构化的程序设计语言,便于多个人合作开发较复杂的程序,因而使它逐渐变成了软件开发的主流语言,并得到极广泛的应用。

C语言现在不但用来编制系统软件,也用来编制各种应用软件。许多应用软件包如过程控制软件、通信过程软件、绘图软件、数据库开发应用软件,甚至系统仿真、人工智能领域的应用软件也都用C语言开发。

C语言极广泛的应用激发了广大计算机程序人员,甚至非程序人员、大学、中专、职校学生及计算机爱好者的学习热情。

然而,C语言的设计是面向程序人员而不像COBOL语言那样面向非程序员用户,它有许多与用户不友好的方面使非程序设计人员难以理解。它涉及到一些硬件知识。它所使用的函数、变量和运算符既灵活多变,程序语句中使用的规则又多,容易出错。因此,给初学者带来不少困难。

目前出版的C语言教科书已经很多。但如何通过教材来引导初学者相对比较容易地一步步学习和掌握这门计算机语言知识却很值得探讨。

我们认为,初学语言的人并不希望一开头就碰上一大堆罗列起来的、面面俱到的知识。如果能由浅入深地把每一个概念,尤其是难以理解的一些概念都通过图、表围绕某个概念反复讲解清楚,再配合上简单、切题的实例,使学习者通过实例在计算机上印证所推断的结果,这样就能增加他们掌握C语言的信心,提高他们的学习兴趣。

参加本书编写的同志都是多年从事本科生和硕士研究生C语言教学,并从事多项涉及C语言技术科研课题的有丰富教学、实践经验的教师,他们在从事教学和使用教材的过程中,汲取了各种教材的精华,对各种教材、参考书进行了比较、参照。他们深知哪些知识是学生必须掌握的,哪些环节学生学得吃力,从而在编写技巧上能给他们更多的启发。

本书在大量参照了中外C语言教材的基础上,从便于初学者的角度出发试图避开枯燥的概念罗列,避开难以理解的晦涩的定义性语句。在涉及位操作、自动变

量、寄存器变量存贮、变量取址操作、变量指针等与硬件(存储器、寄存器、堆栈等)有关知识时,尽量多用图(如内存分配图)、表(如真值表)和实例,把不易学习的概念讲清楚。

为了尽量减少篇幅(免得太厚的一本书吓退初学者),我们未将习题列入(读者可参阅任一本习题集),但力求在陈述概念时把例子举得清楚、切题。

本书第1、2、3章由金朝崇编写,第4、5、9、10章由田春雨编写,第6、7、8章由李宗耀编写。本书由金朝崇主编。

本书在编写过程中得到天津科学技术出版社理工编辑室同志的热情指导与支持。天津大学翁瑞琪教授等给予指导帮助。仅在此向他们表示衷心的感谢!

限于水平,错误和不当之处恳请批评指正。

作 者

1996.1

目 录

第1章 绪言	(1)
1.1 C语言的引进	(1)
1.2 C语言的特点	(5)
1.3 C语言的基本程序格式	(8)
1.4 C语言使用的基本程序结构	(14)
第2章 C语言使用的数据与运算	(16)
2.1 常量与变量	(16)
2.2 常用数据类型	(17)
2.3 算术运算与赋值运算	(21)
2.4 关系运算与逻辑运算	(25)
2.5 位运算	(29)
2.6 其它运算与运算顺序表	(33)
第3章 变量与存贮	(38)
3.1 变量的存贮类型	(38)
3.2 变量的生存时间	(39)
3.3 变量的可见性	(41)
3.4 存贮类型小结	(46)
3.5 变量的初始化	(47)
第4章 C语言的基本控制结构	(51)
4.1 控制结构与语句概述	(51)
4.2 条件语句	(53)
4.3 循环语句	(64)
4.4 辅助控制语句	(71)
第5章 数组和指针	(76)
5.1 数组	(76)
5.2 字符数组与字符串	(86)
5.3 指针	(91)
5.4 指针和数组	(94)
5.5 指针数组和指向数组的指针	(98)

第6章 函数	(103)
6.1 C程序的模块结构	(103)
6.2 C函数的基本概念	(104)
6.3 函数的嵌套调用、递归调用和外部调用	(113)
6.4 函数间变量的传递.....	(119)
6.5 Void类型指针和Void类型指针函数	(139)
6.6 main()函数中的参数	(140)
第7章 编译预处理和分割编译	(143)
7.1 编译预处理和编译预处理语句.....	(143)
7.2 宏定义(宏替换).....	(143)
7.3 文件包含.....	(149)
7.4 条件编译.....	(154)
7.5 分割编译.....	(158)
第8章 结构和联合	(163)
8.1 结构类型数据概述.....	(163)
8.2 结构数组与结构指针.....	(172)
8.3 函数间结构数据的传递.....	(179)
8.4 结构嵌套.....	(190)
8.5 位字段结构.....	(194)
8.6 联合体(共用体).....	(198)
8.7 类型定义.....	(204)
第9章 文件	(208)
9.1 C文件概述	(208)
9.2 文件的输入输出.....	(211)
9.3 文件的定位操作.....	(221)
9.4 文件状态检测.....	(225)
第10章 程序设计	(231)
10.1 排序	(231)
10.2 查找	(238)
10.3 线性链表	(240)
参考文献	(248)

第1章 绪 言

1.1 C 语言的引进

1.1.1 C 语言的发展演变

C 语言是70年代初才出现的一种程序设计语言,目前它已成了最优秀的程序设计语言之一。学习、使用C语言的热潮无论在国外还是在国内都已普遍形成,大有取代其它计算机语言之势。C语言被如此广泛地推广、使用,这是C语言最初的设计者所始料不及的。

C语言的创始人是美国Bell实验室的Dennis. M. Ritche 并首先在使用UNIX的PDP-11小型机上实现。C语言由早期的BCPL演变而来。Martin Richards改进了BCPL,后来又由Ken Thompson发展成B语言。直到1972年Bell实验室研究人员在B语言的基础上开发了C语言,并用它改写了UNIX系统。第五版UNIX下写成的C语言一直被认为是事实上的标准版本。

C语言起始于小型机PDP-11并形成了在UNIX系统上付诸应用的记述性语言系统。但由于它自身的优越性能,很快就独立于PDP-11和UNIX系统而迅速发展成为能在多种机型、多种操作系统下运行的、具有强大生命力的通用程序语言。

近年来C语言为16位和32位微机开发了多种版本的编译器,这就极大地方便了拥有最广泛用户的微机上的C语言的开发应用。

值得指出的是,1987年美国国家标准协会(The American National Standards Institute——ANSI)的专门委员会为C语言又制定了新的ANSI标准,称为87 ANSI标准C。可以认为这是一个C语言的权威性标准。许多C语言编译器现在已被修正为ANSI C的兼容形式。

1.1.2 C 语言的编辑、编译和执行

C语言程序在上机操作时,要经过编辑、编译和执行各步骤。

最初C语言在微机上是用DOS下的Edlin行编辑器进行编辑。现在已有很多文本编辑器可进行C语言编辑,如PE、WS、WPS、CCED等采用非文本编辑方法来编辑C语言程序。

微机环境下有几十种C编译器,如Lattice C、Computer Innovations C 86、C Ware De Smet C、Mark Williams C、C-Systems C、Microsoft C、Turbo C等。其中Microsoft C出现较晚,它有四种不同的C语言开发平台。其中的PDS有两种开发平台,一是窗口环境平台称为PWB(编程者工作平台),另一个是命令行方式称为CL程序。通过CL程序可进行编译和连接:Quick C也有两种开发平台,一种具有形象直观的界面,类似于PDS中的PWB,另一种平台为QCL命令行编译器。

笔者推荐使用Turbo C编译器。实际上,Turbo C不仅仅是个编译器,它构成了一个集成的开发环境,就是人们常说的IDE(The Integrate Development Environment)。它将C语言程序

的编辑、编译、连接和运行集于一身。这就大大提高了C程序的生成、检验和调试速度,大大方便了C语言程序的使用。下面我们对 Turbo C 环境下的程序编制与运行作以简单说明,以方便读者运用。

1.1.3 Turbo C 编程环境

在操作系统TC子目录下只要键入TC,即可进入Turbo C运行开发环境。下图 1-1 给出其主菜单的屏幕显示:

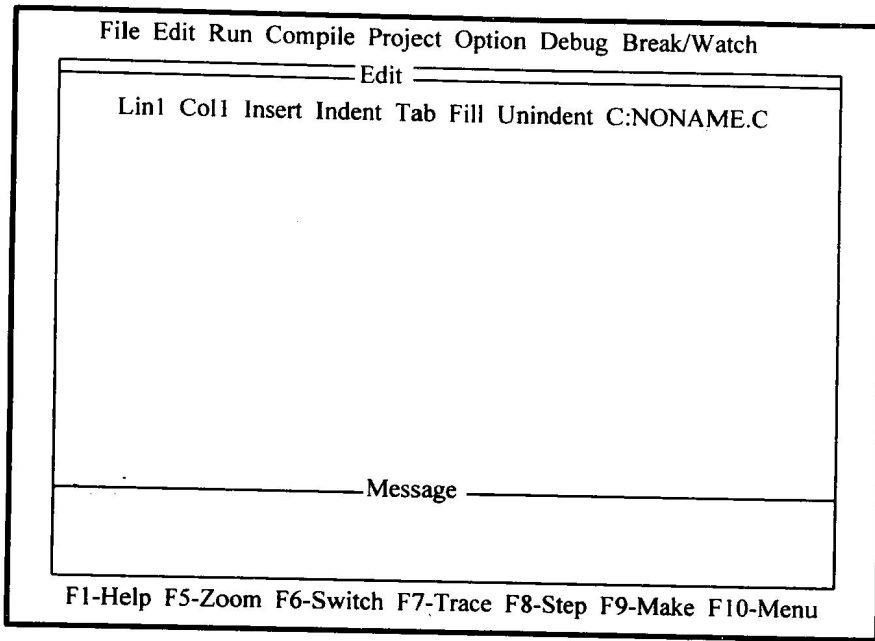


图1-1 Turbo C 主菜单屏幕

由图1-1可见,Turbo C 主菜单分四个主要部分:主菜单、编辑窗口、编译信息窗口及“热键”参考行。编辑窗口顶行为程序编制过程中的状态信息。

按F10可进入主菜单。大多数主菜单项都有自己的下拉菜单。如当亮条出现在File项时,只要回车就能出现如图1-2所示的下拉菜单。

Turbo C IDE 的细节,读者可参考Turbo C的有关书籍。这里我们仅从C语言初学者的角度出发,通过一个例子来研究如何使用Turbo C的编程环境。

现在首先来编辑一个最简单的C语言程序,把这个程序起名叫prog1 1.c。其程序清单如下:

```
main ()
{
    printf ("To be not elated by success ")
```

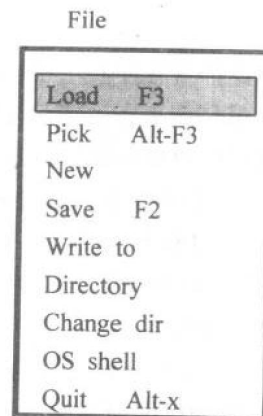


图1-2 File 下拉菜单

现在在编辑窗口编写这个程序。该程序的默认名字出现在状态行最后,叫做c:NONAME.C。如果想把名字改成我们希望的名字:C:\prog1 1.c,可以按两种方法做到:一是仍以NONAME.C为名存盘,然后用DOS下Rename命令改名;二是按F10,亮条在File处回车,取Write to子菜单项回车,屏幕提示New Name,这时敲prog1 1.c即可将该程序以prog1 1.c为名存盘。

在本例及以后的所有例子中,都以C为C语言源程序的扩展名(后缀)。一方面因为这是人们习惯的一种约定,另一方面,有些支持程序要求源程序必须使用这一扩展名。

下面可将文件prog1 1.c进行编译和链接。

在主菜单里选Compile项(你可按F10,取Compile为高度显示,按回车键选子菜单)如图1-3所示:

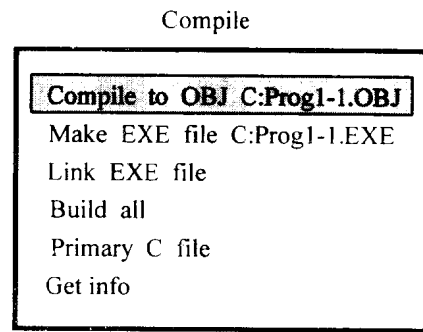


图1-3 prog1 1.c文件的编译、链接

Compile下拉菜单中默认项为Compile to OBJ。只要按回车,屏幕中心出现下面图1-4子栏目。它告诉你主文件prog1 1.c共编译了4行,没有警告信息(Warnings为0),也没有错误行(Errors也为0)。按任一健返回(Press any key处不断闪烁)。这时在下面的Message编辑信息窗口中会出现。

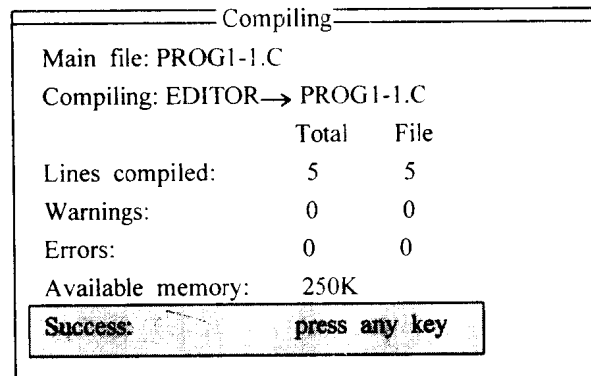


图1-4 编译信息

. Compiling C :-1.C ;

接下来我们可在Compile子菜单中选Make EXE file项,这时出现一个类似于图1-3的Linking子栏目。如果没有错误出现,则表明编译与链接成功。回车后,同样在下面的Message窗口中出现。

. Linking C :-1.EXE ;

上述过程实际上是编译器先把你的源代码文件转换为目标文件——PROG1 1.OBJ。然后连接器把目标文件与有关的例行程序结合起来。我们程序中使用了Printf()库函数,因而连接器要在库文件中找到该库函数并把它与目标文件PROG1 1.OBJ结合起来生成一个可执行文件PROG1 1.EXE。

经编译、链接后生成的文件PROG1 1.EXE为可执行文件,因而在DOS提示符下敲

PROG1.1 回车,即可在屏幕上显示程序的执行结果:

To be not elated by success

事实上,对于一个已编辑好的源程序,我们根本不必调用编译和链接过程。在IDE环境下,只要选择菜单项RUN中的RUN子菜单项(或按ctrl-F9)即可实现C语言程序从编译、链接到运行结果,只要选取Run项中的User Screen子项(或按ALT-F5)。

Run的下拉子菜单如图1-5所示,其运行后的显示结果与上述相同。显示完结果后,按任一键可返回原编辑窗口。

如果编程中出现错误,例如在我们的程序prog1.1.c中的第三行缺少了一个双引号”,这时按Alt-R后再按R出现如图1-6所示的出错显示。按任一键之后,图1-6的Compiling报错信息消失,编辑窗口的第三行呈现一条亮条,表示该行出错。同时在Message窗口出现图1-7所示的信息。

RUN	
Run	ctrl-F9
Program reset	ctrl-F9
Go to Cursor	F4
Trace into	F7
Step over	F8
User screen	Alt-F5

图1-5 运行下拉菜单

```
Compiling
Main file : PROG1.1.C
Compiling : EDITOR PROG1.1.C
          Total File
Lines Comiled: 3    3
Warings:      0    0
Errors:       2    2
Available memory: 250k
Errors       : Press any key
```

图1-6 编译中的错误提示

```
Message
Compiling C: -1.C:
Error C: -1.C 3: unterminated string
or character contant in function main.
Error C: -1.C 3: Function(all missing)
in function main.
```

图1-7 显示错误信息

第一个报错信息是清楚的,即:缺少一个字符串终止符。那么,为什么程序中只有一个错会形成两条错误提示呢?我们说,这种现象是普遍存在的。如上面第二条错误提示是说Main函数中的库函数调用丢失了一个右括号)。事实上只要修改完第一个错误(按Alt-E进入编辑状态,在字符串To be not elated by success的右端把丢掉的双引号“补上即可),两条错误提示信息就都消失了。

在修改错误之前,我们试着使用一下“热键”——按F6(Switch)可将Message激活为当前窗口。再按一下F6则当前窗口又返回到编辑窗口。

按F5(Zoom)可对当前窗口进行缩/放,这就好象照像机镜头的缩/放的情形一样。例如,

当前窗口若是Message,按F5可使Message窗口占据整个屏幕,编辑窗口被挤掉;若编辑窗口为当前窗口,由按F5后,编辑窗口就占据了整个屏幕,Message窗口被挤掉。

上面我们使用Alt-E激活编辑窗口。还可以按F10后选Edit,或在报错信息消失时按F6使编辑窗口恢复编辑状态。注意,Edit项是没有下拉菜单的。

综上所述,只要我们在Turbo C的IDE环境下运行File.Run.Compile.Edit等功能(其中Compile甚至可以不用),即能完成简单的C语言程序从编辑到编译,连接运行并显示结果的全过程。

File项中的Load及Pick子菜单项可以用来将已存盘的程序重新取出来进行编辑修改。如现在我们选用了File的子项Load(可按F3),屏幕出现Load子栏目如图1-8所示。栏目上罗列文件名给出默许的所有后缀为C的用户程序。这时如果回车,屏幕上出现所有后缀为C的文件名供你选择。

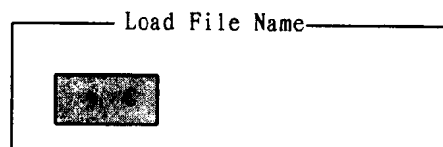


图1-8 选择Load子项

在Load File Name窗口下允许用户使用通配符缩小文件的搜寻范围。例如,想选的文件如果是以P打头,就可以在Load File Name下键入p*.C。

Pick选项允许列出最后装入IDE的8个文件名字。

主菜单中其余各项如Project可用来生成和维护由许多文件组成的大型程序;Options可用以选择设置。就是说,可以用来决定IDE下的操作方式;Debug可以设置编译和链接过程中出错信息的显示方式;而Break/Watch可插入、删除或编辑程序开头或断点。读者可在相应的Turbo C参考书中找到具体的应用说明。

Turbo C编译程序系统应用相当普遍。在Turbo C环境下运行普通C语言程序是很方便的。按照Kernighan和Ritchie的标准,C语言只有27个关键字,ANSI后来增补了5个关键字。因而C语言的全部指令仅由这32个关键字构成;而Turbo C仅增加了11个关键字,它是普通C语言功能的增强和扩展。使用Turbo C开发环境无论对初涉C语言的人或是意欲扩展C语言功能的用户都是十分方便有效的。

1.2 C语言的特点

C语言今天在工程应用及管理科学诸领域受到极大的重视和普遍的欢迎,这是由于C语言的使用在其效率,速度,灵活性,适应能力等各方面有其独特的长处。C语言有优点也有缺点。了解该语言与其它程序语言的不同之处,对C语言的应用实践不无裨益。

1.2.1 小型化语言

C语言不是大型,复杂的语言,它是现有程序设计语言中规模最小的语言系统之一。前文说过,C语言的关键字很少,仅有32个(相比之下,BASIC语言的关键字竟有159个之多)。C语言还把许多基本的输入输出功能放到了标准库函数中。小型化语言拥有高效,快速的执行代码,编译速度也非常快。因而这种小型,简单的结构往往能设计出较好的程序,其编译器也可以很容易地移植到多种硬件系统。

1.2.2 中、低级语言

C语言是一种相对比较低级的语言,有人称它为中级语言(见图1-9)。这并不意味着C语言功能差,也不意味着它像汇编语言那样有着很多缺点,难于使用。这里中级语言是指它把高级语言的语法结构同低级性结合在一起,既能像汇编语言那样直接访问硬件,又具有高级语言那样用户界面友好、方便阅读、方便记忆、书写的优点。

高级语言:	COBOL PASCAL FORTRAN BASIC
中级语言:	C 宏汇编语言
低级语言:	汇编语言

·图1-9 C语言的地位

C语言不同于任何其它高级语言的是,它允许对位、字节、地址的直接操作。它能像汇编语言一样巧妙地使用堆栈和CPU中的寄存器,因而很适于系统设计(如UNIX)。有时人们把C语言称为“高级汇编语言”。

C语言具有汇编语言的速度,但又很少有PASCAL、FORTRAN语言那样严格的限制。用户喜欢用它来完成各种类型的编程任务。

1.2.3 结构化的语言

结构化语言是当代人们推崇的编程语言风格。C语言就是由若干函数集合构成的模块化结构。

模块化结构的显著特点是程序代码的相互隔离。即:构成模块的各部分程序代码之间除了必要的信息交流之外,彼此互不影响。每个相对独立的子程序模块都可以定义各自的局部变量,因而子模块运行时不会对其它模块造成影响。要知道,全局变量的过多使用会使变量的错误扩展到整个程序,因而为结构化设计所不可取。

C语言各独立的子模块结构成分是函数。每个函数都能各自完成独立的任务,编译成独立的目标代码。这在大型软件工程中是十分有用的,因为可以将大型程序分割成若干子块——函数,分别由不同的程序员同时独自编写,因而不必担心某个模块会对其它部分造成不利的影响。

C语言的程序结构总是由一个主函数——控制函数main()作为起始点和结束点。其它函数都由这个主函数调用,这些其它的函数又可调用另外一些函数。每次调用结束就要返回调用的上一级函数,最终程序控制将返回main()并结束。其函数调用过程如图1-10所示。这种模块化结构克服了代码的冗余。因为假定图1-10中不构成func1()调用模块而将这部分代码写入func1(),func2()和func3()中,将出现大量的代码冗余。

模块化的程序结构禁止或很少使用goto语句。C语言也有goto语句,但它并不像BASIC和FORTRAN那样作为常用程序语句。由于模块化的程序结构主要由顺序、分支和循环语句等构成,因而使这样的程序易读、易理解并易于维护。

1.2.4 可移植性强

所谓可移植性是指把一个计算机或操作系统上的程序转换到另一个计算机或操作系统上

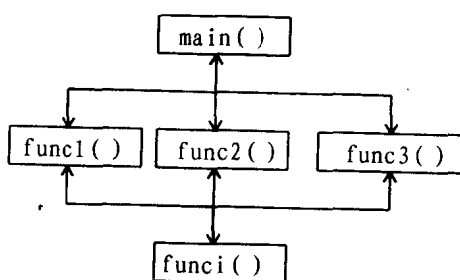


图1-10 函数调用结构

的可能性。

由于C语言本身比较小,它一开始就产生于小型计算机。同时,C语言没有依赖于硬件的输入/输出语言系统。其输入/输出能力是通过调用标准函数库中的输入/输出函数实现的。就是说,C语言程序不依赖于计算机硬件本身,因而适于在不同硬件结构的机器之间进行程序移植。

1.2.5 快速、灵活性

像COBOL、BASIC这样的语言,其设计目标是供非专业人员阅读和编制简单程序用的。相比之下,C语言完全是为编程人员设计的。它快速、灵活、很少缺陷、很少限制,又采用了结构化方法,在任何系统上都能实现C语言的快速编译,从而使C语言能达到或接近汇编语言的效率,FORTH语言的可扩展性,同时又具有ALGOL、MODULA-2等语言的结构形式,却没有ALGOL及MODULA-2那样严格的限制。因而C语言是最受专业编程人员欢迎的语言。

此外,C语言还有丰富的数据类型,有种类繁多的运算符,有特殊的库函数及编译预处理语句。

C语言与其它高级语言一样,也有字节型、单精度、双精度型与实型等数据类型。但不同于其它程序语言的是,这些数据类型很容易彼此转化。

C语言除具一般运算/逻辑运算符外,尚有位与(&)、位或(|)、位非(¬)、位异或(^)及位移动(>>、<<)等位操作算符及a++、++a、a--、--a等单次运算符和+=、-=、*=、/=等复合运算符。

C语言的缺点也是明显的。

首先,它没有运行期间的检查能力,如自动检查数据边界等。有的符号如*、=具有多重用途。这导致程序运行时会出现偶发的、奇怪的错误。当然,如果增加了运行检查功能,将会丧失速度和效率。

由于C语言允许数据类型的相互转换(在一些语言中是不允许不同类型的数据相互赋值的),这虽然增加了灵活性,可也是程序出错的主要原因之一。