

教育部高等学校高职高专计算机类专业教学指导委员会“十二五”规划教材

—— 嵌入式技术系列

嵌入式 C程序设计

EMBEDDED C PROGRAMMING

丛书主编 丁桂芝

主 编 胡德清 曾 妍

副主编 曾宝国 陈运军 王树森

主 审 李怀甫

主要内容

嵌入式 C 程序设计

丛书主编 丁桂芝

主 编 胡德清 曾 妍

副 主 编 曾宝国 陈运军 王树森

参 编 朱清溢 张万良 刘美岑

吴浩然 蒋雪琴

主 审 李怀甫

责任编辑：唐学群
封面设计：张金明

人 员 出
书 名 目 录
内 容 提 要

1. 本书主要介绍：本书主要介绍
2. 本书主要介绍：本书主要介绍
3. 本书主要介绍：本书主要介绍
4. 本书主要介绍：本书主要介绍
5. 本书主要介绍：本书主要介绍
6. 本书主要介绍：本书主要介绍
7. 本书主要介绍：本书主要介绍
8. 本书主要介绍：本书主要介绍
9. 本书主要介绍：本书主要介绍
10. 本书主要介绍：本书主要介绍

11. 本书主要介绍：本书主要介绍
12. 本书主要介绍：本书主要介绍
13. 本书主要介绍：本书主要介绍
14. 本书主要介绍：本书主要介绍
15. 本书主要介绍：本书主要介绍
16. 本书主要介绍：本书主要介绍
17. 本书主要介绍：本书主要介绍
18. 本书主要介绍：本书主要介绍
19. 本书主要介绍：本书主要介绍
20. 本书主要介绍：本书主要介绍

21. 本书主要介绍：本书主要介绍
22. 本书主要介绍：本书主要介绍
23. 本书主要介绍：本书主要介绍
24. 本书主要介绍：本书主要介绍
25. 本书主要介绍：本书主要介绍
26. 本书主要介绍：本书主要介绍
27. 本书主要介绍：本书主要介绍
28. 本书主要介绍：本书主要介绍
29. 本书主要介绍：本书主要介绍
30. 本书主要介绍：本书主要介绍

东 软 电 子 出 版 社

内容摘要

本教材对教学设计和教学内容进行优化,全面摒弃已有教材以理论讲述为主的编写方式,采用任务驱动的教学模式进行教材的体例建设。本教材强调程序流程图的重要性,为编程提供指导思想和思路,增加了指针的比例和位运算的功能,为编写硬件应用程序打下坚实的基础。案例注重对编程思想和方法的介绍,以实际工程应用项目为主,同时进行教材的配套资源建设,以方便教师的教学和学生的自学。

本教材主要内容包括:C程序的基本结构和调试运行环境、语法结构、控制结构(顺序结构、选择结构、循环结构)、数组(一维数组、二维数组、数组做函数的参数)、函数、指针、结构体和共用体、文件、综合实训等内容。

本教材适合作为高职高专等高等院校电子信息类专业C语言程序设计课程的教材,也可以作为其他C语言爱好者的参考教材。

嵌入式C程序设计/胡德清,曾妍主编. —大连:东软电子出版社,2013.3
ISBN 978-7-89436-084-7

出版人:吴建宁

策划编辑:杨焕玲

光盘开发:张啸嵩

责任编辑:武映峰

装帧设计:万点书艺

出版/发行:东软电子出版社

地址:大连市软件园路8号

邮编:116023

电话/传真:0411-84835089

网址:<http://press.neusoft.edu.cn>

电子邮箱:nep@neusoft.edu.cn

出版时间:2013年3月

印制时间:2013年3月第1次印制

字数:383千字

印制者:大连华录影音实业有限公司

大连金华光彩色印刷有限公司

《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020年)》文件指出,职业教育要面向人人、面向社会,着力培养学生的职业道德、职业技能和就业创业能力。到2020年,形成适应经济发展方式转变和产业结构调整要求、体现终身教育理念、中等和高等职业教育协调发展的现代职业教育体系,满足人民群众接受职业教育的需求,满足经济社会对高素质劳动者和技能型人才的需要。

现在,随着我国高等教育大众化进程的推进,高等职业教育已经成为我国高等教育大众化的主力军,在我国高等教育体系中占有“半壁江山”。高等职业教育承担着为经济社会建设培养生产、建设、管理一线技术应用型人才的重任,在对经济发展的贡献方面具有独特作用。

《关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》教高[2006]16号文件指出,课程建设与改革是提高教学质量的核心,也是教学改革的重点和难点。高等职业院校要积极与行业企业合作开发课程,根据技术领域和职业岗位(群)的任职要求,参照相关的职业资格标准,改革课程体系和教学内容。建立突出职业能力培养的课程标准,规范课程教学的基本要求,提高课程教学质量。并且《教育部关于“十二五”职业教育教材建设的若干意见》教职成[2012]9号文件指出,加强教材建设是提高职业教育人才培养质量的关键环节。加强教材建设是深化职业教育教学改革的有效途径,推进人才培养模式改革的重要条件,推动中高职协调发展的基础性工程,对促进现代职业教育体系建设,切实提高职业教育人才培养质量具有十分重要的作用。

为落实以上文件精神,教育部高等学校高职高专计算机类专业教学指导委员会(简称“计算机教指委”)携手东软电子出版社,组织高职院校一线名师及行业领军企业,于2012年8月20日在大连召开“嵌入式技术及应用专业教材建设研讨会”,就高职高专嵌入式技术及应用专业的课程体系、教材体系及教材建设等内容进行了讨论,本系列教材正是集合高职院校一线教师和企业工程师智慧的体现。

嵌入式技术系列教材是一套顺应产业人才需求、真正实现校企合作的教材,具有以下几方面的特点:

一、契合教学改革的编写理念,有机融合工程教育思想

嵌入式技术系列教材以就业为导向,着眼于学生职业生涯发展,注重理实一体,将工程教育思想贯穿始终,从以传播知识为主转向全面提高学生素质。

二、丰富的案例讲解,遵循学生认知规律

嵌入式技术系列教材内容由简到繁、由易到难、梯度明晰,其中的案例源于企业真实

项目,并根据教学需求进行优化改造,为学生创建工程教育环境,使学生在实践操作中完成知识的掌握和工程素养的提升。

三、行业企业全面参与,打造优质编写队伍

嵌入式技术系列教材的编写团队汇集了计算机教指委委员、国家级教学名师、示范专业带头人、精品课程负责人、IT 企业工程师,从而实现职业标准、行业标准与教材内容的无缝对接。

四、立体化的教学资源,实现资源开放共享

嵌入式技术系列教材均配备丰富的教学资源,集教学大纲、案例代码、教学课件等多种教学模式于一体,打造立体化的教学资源平台。

随着信息化、智能化、网络化的发展,嵌入式技术的发展日新月异,如今展现的内容可能不久会显得陈旧过时,我们将在实践中不断修订完善,使本系列教材能够对我国的嵌入式技术教育发挥积极的、重要的作用。

丁晓

2012 年 12 月

前 言

C 程序设计语言是应用最广泛的计算机程序设计语言之一,它已成为当前高校所有电子信息类专业都开设的一门程序设计语言的基础课程。但是在不同的专业中,C 语言所起到的作用并不相同。在计算机类专业中主要是利用 C 程序设计来训练学生的编程能力,为学习面向对象的程序设计语言打下坚实的基础;在电子类专业中,C 语言程序设计课程不仅起到锻炼编程能力的作用,同时还起到了为单片机等课程的编程和调用硬件功能支撑的作用。这也正是 C 语言发展至今仍然具有强大的生命力的原因所在。鉴于上述原因,在本教材的编写过程中,编者主要围绕 C 语言的编程方法和对专业课程的支撑作用两个方面对教材的内容和体例进行了改革。

本教材具有以下特色:

(1)本教材对教学设计和教学内容进行了全面的优化,全面摒弃已有教材以理论讲述为主的编写方式,以“够用、适用、有用”的原则来进行编写。

(2)采用任务驱动的教学模式进行教材的体例建设,体现在“做中学、学中做”的行动教学模式。

(3)强调程序流程图的重要性,为编程提供指导思想和思路。

(4)增加指针的比例和位运算的功能,为编写硬件应用程序打下坚实的基础。

(5)案例注重对编程思想和方法的介绍,以实际工程应用项目为主。

(6)案例的选取注重趣味性。寓教于乐,使得教学过程生动活泼,学生也能快乐地学习,有助于提高学生的学习兴趣和积极性。

(7)对教材进行了配套资源建设,以方便教师的教学和学生的自学。

本教材共分 12 章,主要内容包括 C 程序的基本结构和调试运行环境、语法结构、控制结构(顺序结构、选择结构、循环结构)、数组(一维数组、二维数组、数组做函数的参数)、函数、指针、结构体和共用体、文件、综合实训等内容。

本教材由四川信息职业技术学院的胡德清和曾妍老师担任主编,李怀甫教授担任主审,四川信息职业技术学院的曾宝国、陈运军和济源职业技术学院的王树森三位老师担任副主编。胡德清编写第 1 章和第 11 章,吴浩然编写第 2 章,曾妍编写第 3 章和第 4 章,曾宝国编写第 5 章,陈运军编写第 6 章,张万良编写第 7 章,刘美岑编写第 8 章,蒋雪琴编写第 10 章,王树森编写第 12 章。

由于作者水平有限,加之时间仓促,教材中难免有不妥之处,请各位读者和专家批评指正。

编 者

2013 年 1 月



教育部高等学校高职高专计算机类专业教学指导委员会“十二五”规划教材

嵌入式技术系列编审委员会

主任委员 温 涛

副主任委员 丁桂芝 但唐仁

委 员 (按姓氏笔画排序)

孙惠芹 严海颖 吴建宁 吴险峰

李华忠 陈 军 罗亚非 郎 朗

胡德清 赵 伟 董本清



第1章 认识C程序	1
1.1 项目一:认识C程序的基本结构	1
1.1.1 任务1:输出一个字符串	1
1.1.2 任务2:编写自定义函数实现求两个整数的和在主函数中输出	1
1.1.3 知识准备	2
1.2 项目二:编写、运行和调试任务2的程序	3
1.2.1 认识C语言的集成开发环境	3
1.2.2 C程序的编译过程	5
1.3 本章小结	6
习题一	6
第2章 认识C程序的语法	7
2.1 项目一:认识C语言的数据类型	7
2.1.1 任务:计算圆的周长和面积	8
2.1.2 知识准备	8
2.2 项目二:认识C语言的运算符与表达式	12
2.2.1 任务1:算术运算符及其表达式	13
2.2.2 任务2:关系运算符及其表达式	14
2.2.3 任务3:逻辑运算符及其表达式	14
2.2.4 任务4:位运算符及其表达式	16
2.2.5 任务5:赋值运算符及其表达式	16
2.2.6 任务6:其他运算符及其表达式	18
2.3 本章小结	19
习题二	20
第3章 顺序结构程序设计	22
3.1 项目一:字符输入输出函数的应用	22
3.1.1 任务:小写字母转换为大写字母	22
3.1.2 知识准备	22
3.2 项目二:带格式控制的输入输出函数的应用	23
3.2.1 任务:输入平行四边形的底和高,输出其面积(保留两位小数)	23
3.2.2 知识准备	23
3.3 项目三:顺序结构的程序设计	26

3.3.1 任务:输入圆柱体的底半径和高,输出其体积(保留三位小数).....	26
3.3.2 知识准备.....	27
3.4 本章知识强化.....	27
3.5 本章小结.....	28
习题三	28
第4章 选择结构程序设计	31
4.1 项目一:单分支 if 语句	31
4.1.1 任务:字符检测与输出	31
4.1.2 知识准备.....	31
4.2 项目二:双分支 if 语句	32
4.2.1 任务:任意输入两个不相等的整数,输出较大的数.....	32
4.2.2 知识准备.....	32
4.3 项目三:if 语句的嵌套	33
4.3.1 任务1:检测键盘输入的字符类型	33
4.3.2 知识准备.....	34
4.3.3 任务2:检测键盘输入的字符类型	35
4.3.4 知识准备.....	37
4.4 项目四:switch 和 break 语句	37
4.4.1 任务:用 switch 语句将百分制成绩转换成五级制输出	37
4.4.2 知识准备.....	38
4.5 本章知识强化.....	39
4.6 本章小结.....	42
习题四	42
第5章 循环结构程序设计	46
5.1 项目一:while 循环	46
5.1.1 任务:编程实现求 $1+2+3+\cdots+100$ 的和.....	46
5.1.2 知识准备.....	46
5.2 项目二:do-while 循环	47
5.2.1 任务:编程实现求正整数 n 的阶乘	47
5.2.2 知识准备.....	48
5.3 项目三:for 循环.....	49
5.3.1 任务:编程判断整数 n 是否是素数	49
5.3.2 知识准备.....	50
5.4 项目四:多重循环	51
5.4.1 任务:编程实现求 1 到 10 的阶乘之和.....	51

5.4.2 知识准备	52
5.5 本章知识强化	52
5.6 本章小结	57
习题五	58
第6章 数 组	63
6.1 项目一:数值型一维数组的应用	63
6.1.1 任务:统计一组数据中正数的个数和他们的累加和	63
6.1.2 知识准备	64
6.1.3 知识强化	69
6.2 项目二:数值型二维数组的应用	72
6.2.1 任务:输入输出一个二维数组,并输出各元素的地址	72
6.2.2 知识准备	73
6.2.3 知识强化	75
6.3 项目三:字符型数组和字符串的应用	78
6.3.1 任务:利用一维数组输出字符串“I Am Student!”	78
6.3.2 知识准备	79
6.4 本章知识强化	85
6.5 本章小结	88
习题六	89
第7章 函 数	94
7.1 项目一:函数调用	94
7.1.1 任务:编写两个自定义函数实现求两数的和与积	94
7.1.2 知识准备	95
7.1.3 知识强化	98
7.1.4 使用递归调用的方法求正整数n的阶乘	101
7.1.5 知识准备	102
7.1.6 知识强化	103
7.2 项目二:模块化程序设计	105
7.2.1 任务:设计一个等差数据系列产生器	105
7.2.2 知识准备	105
7.2.3 知识强化	112
7.3 本章小结	115
习题七	115
第8章 指 针	121
8.1 项目一:指针变量的应用	121

8.1.1 任务:采用传址调用交换 a,b 变量的值	121
8.1.2 知识准备	122
8.1.3 知识强化	127
8.2 项目二:数组指针的应用	130
8.2.1 任务1:用下标法和指针法输出数组元素	130
8.2.2 知识准备	130
8.2.3 知识强化	133
8.2.4 任务2:采用不同的地址计算法输出二维数组元素	136
8.2.5 知识准备	138
8.2.6 知识强化	140
8.3 项目三:字符串指针的应用	141
8.3.1 任务:利用指针变量输出字符数组的内容	141
8.3.2 知识准备	142
8.3.3 知识强化	143
8.4 项目四:函数指针的应用	145
8.4.1 任务:使用函数指针变量调用函数	145
8.4.2 知识准备	146
8.4.3 知识强化	150
8.5 项目五:指针数组的应用	152
8.5.1 任务:使用指针数组找出多个字符串中的最大串	152
8.5.2 知识准备	153
8.5.3 知识强化	154
8.6 项目六:指向指针的指针的应用	155
8.6.1 任务:字符串排序	155
8.6.2 知识准备	156
8.6.3 知识强化	157
8.7 本章小结	158
习题八	159
第9章 结构体与共用体	167
9.1 项目一:结构体的应用	167
9.1.1 任务:输出学生信息表	167
9.1.2 知识准备	168
9.2 项目二:结构体数组的应用	173
9.2.1 任务:编写程序实现对候选人的得票数进行统计	173
9.2.2 知识准备	174

9.3 项目三:指向结构体类型数据的指针变量的应用.....	175
9.3.1 任务:使用指针输出结构体成员的值.....	175
9.3.2 知识准备	176
9.3.3 知识强化	177
9.4 项目四:共用体的应用.....	180
9.4.1 任务:编写程序用于学校对教师和学生信息进行统计.....	180
9.4.2 知识准备	181
9.4.3 知识强化	184
9.5 本章小结	185
习题九.....	189
第10章 文 件	193
10.1 项目:文件应用	193
10.1.1 任务:文件的写入和读取	193
10.1.2 知识准备.....	194
10.1.3 知识强化.....	202
10.2 本章小结.....	207
习题十.....	208
第11章 综合实训一:编程制作一个同学通讯录	211
第12章 综合实训二:设计一个竞赛计分系统	221
附 录	230
附录1 ASCII 码表	230
附录2 常用库函数	231
附录3 运算符及其优先级	235
参考文献	237

第1章

认识 C 程序

1.1 项目一:认识 C 程序的基本结构

1.1.1 任务 1:输出一个字符串

一、任务分析

该任务要求调用 `printf()` 函数输出字符串到显示终端,但是由于 C 语言本身并不包括数据的输入和输出语句,因此在程序的开头需要使用文件包含命令 `#include` 将 `stdio.h` 头文件包含进来。

二、任务实施

程序清单:

```
#include <stdio.h>
main()
{
    printf("the first C programme! \n");
}
```

1.1.2 任务 2:编写自定义函数实现求两个整数的和在主函数中输出

一、任务分析

在主函数中输入两个整数分别赋值给两个变量 `a`、`b`,在主函数中调用 `add` 函数实现求两个整数的和,然后返回到主函数中进行输出。

二、任务实施

程序清单:

```
/* 使用自定义函数实现求两数之和 */
#include "stdio.h"
int add(int x,int y) /* 自定义函数 add 用于求两数之和 */
{
    int z;
```

```
    z = x + y;

    return z;    /* 将两数之和用 z 返回到主函数中调用 add 函数的地方 */
}

main()
{
    int a,b,sum;
    scanf("%d,%d",&a,&b);

    sum = add(a,b);    /* 调用 add 函数 */

    printf("%d + %d = %d\n",a,b,sum);    /* 输出两数之和 */
}
```

1.1.3 知识准备

1.1.3.1 C 程序的特点

C 语言发展至今仍然具有强大的生命力,除了因其具有方便操作和调用底层硬件的原因外,还具有如下特点:

(1)语言简洁灵活,程序执行效率高。C 语言只有 32 个关键字,对数据的描述简单,语句形式也很简单,程序书写自由,源程序编写方便。这既是 C 语言的一大优点,又是作为初学者来说 C 语言相对难学的原因。用 C 语言编写的程序比其他高级语言编写的程序的执行效率高,仅比汇编语言程序的执行效率低 10%到 20%。

(2)数据类型丰富。C 语言具有整型、实型、字符型、枚举型、数组、指针、结构体和共用体等数据类型,可以实现各种复杂的运算。

(3)运算符类型丰富。C 语言共有 34 种运算符,由他们构成的表达式类型多样,可以实现其他高级语言难于实现的运算功能。

(4)灵活的结构化控制语句。C 语言程序由顺序结构、选择结构、循环结构三种控制语句构成,是最为理想的结构化程序设计语言,同时 C 语言程序是由函数构成,因此很容易实现模块化的程序设计。

(5)具有控制硬件的功能。C 语言提供的位运算功能能够直接对底层硬件进行操作,可以实现汇编语言的大部分功能,另外 C 语言还提供了指针类型的运算符,可以直接对内存进行操作,因此 C 语言在编写硬件的应用程序方面是首选的语言。由于这种原因,有很多人也将 C 语言归结为介于低级语言和高级语言之间的一种语言。

(6)C 程序的语法不严,程序设计自由。C 程序对语法的检查相对较为宽松,如对变量类型使用比较灵活,可以将字符型和整型数据通用;对参与逻辑运算的量(简称逻辑量)只要是非 0 的数字都认为是“1”(真);对程序的编写可以在一行书写多条语句,也可以将一条语句写在多行等,让编程人员可以更加灵活地进行程序设计。正是因为如此,C 程序对于初学者来说也相对难学。

1.1.3.2 C 程序的基本结构

函数是构成 C 程序的基本单位,而函数又是由语句构成的,由任务 1 和任务 2 我们不难看出 C 程序的基本架构:

1. #include 宏命令和头文件

在程序中加入 #include <filename> 时,C 编译系统会自动将指定的 filename 文件的内容全部包含在本程序中,并放置在 #include <filename> 的位置。#include 称为文件包含命令,是 C 程序的编译预处理命令。C 程序中语句可以分为可执行语句和非可执行语句,非可执行语句是在程序的编译阶段完成的,可执行语句在程序的运行过程中执行。C 程序中的预处理命令和变量定义语句都是在编译阶段完成的。

2. main() 函数

一个 C 程序是由一个或多个函数构成,但是有且只能有一个主函数 main(),一个函数可以调用其它函数,但是不能调用主函数,任务 1 中就是在 main() 函数中调用了 printf() 函数。C 程序总是从 main() 函数开始执行,并在 main() 中结束。

3. 变量

变量是一个 C 程序必不可少的最基本的组成部分,变量用于提供存储空间存放数据。C 程序规定所有的变量必须先定义后使用。因为只有事先定义好变量,C 编译系统才知道为该定义的变量分配多大的存储空间。

4. 语句

C 语言的函数是由若干条语句构成的,语句必须用“;”作为结束。C 语言的语句种类繁多,如变量定义语句、赋值语句、函数调用语句、各种表达式语句、复合语句等。

5. 输入和输出

一个 C 程序可以没有输入语句,但至少包含一个输出语句,否则我们就无法判断程序的执行状态和执行结果。没有输出的程序是一个无用的程序。但是 C 语言本身没有提供输入输出语句,要实现数据的输入和输出就必须调用 stdio.h 文件中的输入输出函数。这就是为什么在每个 C 程序的开头都会有 #include <stdio.h> 这条语句的原因。

1.2 项目二:编写、运行和调试任务 2 的程序

1.2.1 认识 C 语言的集成开发环境

本书采用的 C 语言集成开发环境是安阳工学院计算机科学与信息工程系提供的 Turbo C/C++ For Windows 集成实验与学习环境。该集成环境简单易用,其界面如图 1-1 所示。

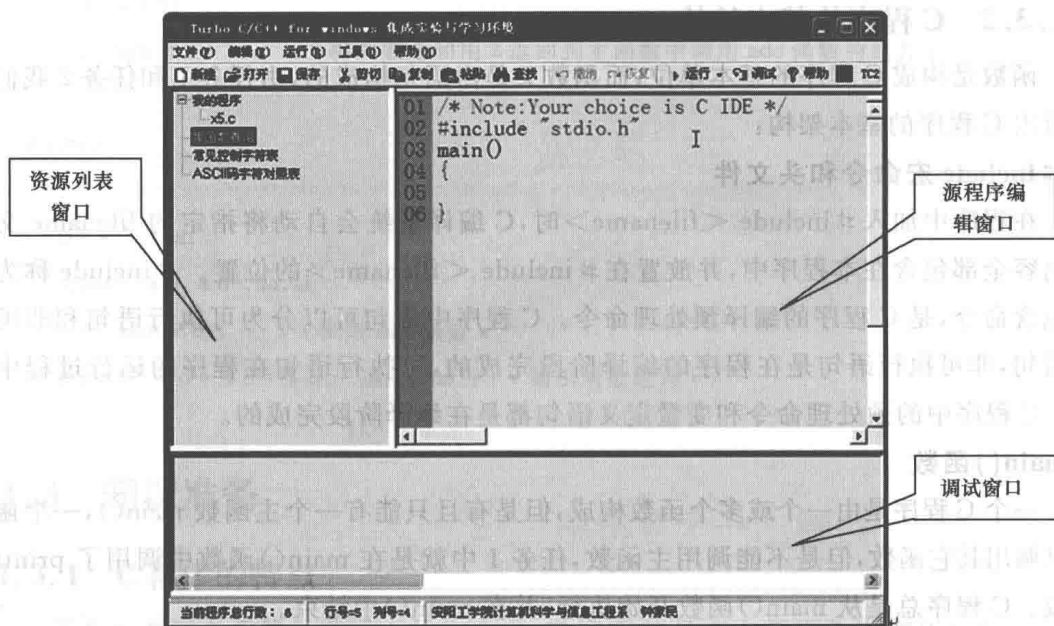


图 1-1 C 语言集成开发环境

该集成开发环境由标题栏、菜单栏、工具栏、资源列表窗口、源程序编辑窗口、调试窗口、状态栏 7 个部分组成。和大多数的 Windows 应用程序的界面相同。

标题栏显示该集成开发环境的名称。

菜单栏提供了“文件”“编辑”“运行”“工具”“帮助”五个菜单命令。在使用该开发环境时经常使用的是“文件”和“工具”菜单命令，他们提供的命令如图 1-2 所示。

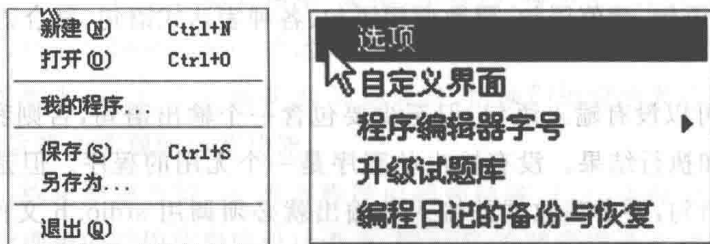


图 1-2 “文件”菜单

“文件”菜单提供了“新建”“打开”等几个菜单命令，“新建”命令用于新建一个文本文件，“打开”命令用于打开一个已经存在的程序文件，“保存”命令用于保存一个程序文件到当前目录中，“另存为”命令用于保存一个程序文件到指定的目录中。“退出”命令用于退出该集成开发环境。

“工具”菜单中的选项命令用于帮助我们设置程序的环境，如图 1-3 所示。

“选项”对话框中的编译器选项用于设置该集成开发环境的编译器，调试 C 程序时请选中“Turbo C 2.0”选项，如果需要在 C 程序中输出中文字符串就必须勾选“TC 支持中文”选项。

Turbo C 错误信息选项用于设置当调试 C 程序时用英文还是中文显示错误提示信息，建议选用“显示英文信息”选项，如果用中文显示定位的出错不够准确。