



电子产品编程基础

——C语言模块化教程

主 编 丁倩雯

副主编 史 萍 陈 欢



上海交通大学出版社
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS

电子产品编程基础

——C 语言模块化教程

主 编 丁倩雯

副主编 史 萍 陈 欢



上海交通大学出版社
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS

内容提要

本书共七章,内容主要包括 C 语言概述,数据类型及基本输入输出,结构化程序设计之一选择结构,循环结构和函数,系统中的数组与指针等。本书内容由浅入深,概念清晰,通俗易懂,有足够多的案例可以让学生进行实践和提高,培养编程的思维和能。

本书可以作为职业院校应用电子类专业教材,也可作为从事电子产品开发的技术人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

电子产品编程基础——C 语言模块化教程 / 丁倩雯主

编. —上海:上海交通大学出版社,2019

ISBN 978-7-313-20888-0

I. ①电… II. ①丁… III. ①C 语言—程序设计

IV. ①TP312.8

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2019)第 015475 号

电子产品编程基础——C 语言模块化教程

主 编:丁倩雯

出版发行:上海交通大学出版社

邮政编码:200030

印 制:江苏凤凰数码印务有限公司

开 本:787mm×1092mm 1/16

字 数:227 千字

版 次:2019 年 2 月第 1 版

书 号:ISBN 978-7-313-20888-0/TP

定 价:39.00 元

地 址:上海市番禺路 951 号

电 话:021-64071208

经 销:全国新华书店

印 张:9.5

印 次:2019 年 2 月第 1 次印刷

版权所有 侵权必究

告读者:如发现本书有印装质量问题请与印刷厂质量科联系

联系电话:025-83657309

前 言

C语言伴随着UNIX的发展而诞生,并以其概念简洁、数据类型丰富、结构清晰、表达能力强、功能强大、书写灵活等优势,迅速在程序设计领域普及。C语言的模块化、结构化特性使其可以满足现代程序设计的需要,它既可以用于书写系统软件,也可用于书写应用软件,还广泛应用于嵌入式系统开发。正因为如此,C语言成为当今软件开发领域中广泛应用的一种语言,也是高职高专电子类专业学生的一门非常重要的专业必修课程。

C语言课程的目的是培养学生的编程基本思想、编程基本技能及逻辑思维能力,掌握运用C语言编程来解决岗位工作中实际问题的方法和步骤,为提高职业能力和拓展职业空间打下坚实基础,是进一步学习单片机、虚拟仪器及进行嵌入式开发的基础。对于从未接触过程序语言的读者来说,一本具有丰富实例和详细解答的指导书是不可缺少的。本书精心选择了有代表性的C语言实例,主要针对C语言的基本操作语句和基本应用,给出了实际应用中常见问题的解决方案和解决模式。本书的实例尽量求简,通过简单的编程实现直接反映C语言的应用技巧,把大篇幅的理论介绍化简为零,分布在各个实例中。让读者学习用编程的思维解决实际问题,引导他们将原有知识作为基础,与新知识进行有机的结合,然后应用到问题的解决过程中去。

本书共分为7章。第1章介绍了C语言的基本概念和C程序的基本构成。第2章介绍了C语言的数据类型、运算符及其特性,并阐述了数据的输入和输出函数。第3章介绍了结构化程序设计的选择结构,介绍了选择结构的典型运算符及其语句。第4章介绍了结构化程序设计的循环结构,重点介绍了循环结构的典型语句。第5章介绍了用函数进行结构化程序设计的基本方法,重点描述模块的划分和函数之间数据的传递。第6章对C语言的数组进行了阐述,重点介绍了一维数组和字符数组。第7章介绍了通过指针访问数据的方法,重点描述了指针变量、字符串的指针和指针在数组中的应用。为了配合学习,各章均配有一定数量的习题,供读者巩固使用。

本书由丁倩雯主编,并编写了模块1、模块4、模块5及附录,史萍编写了模块3及模块6,陈欢编写了模块2及模块7。全书由丁倩雯负责统稿,由魏煊同学协助验证书中的例程。感谢无锡德科立光电科技有限公司的陶峰工程师参与本书的开发,并提供了大量素材和宝贵意见。由于作者水平有限,书中存在的不足和错误,恳请专家同行批评指正。

编 者

2018年8月

目 录

模块 1 C 语言概述	(1)
1.1 C 语言的发展历史及现状	(1)
1.2 几个简单的 C 语言程序	(2)
1.3 C 语言开发工具介绍	(5)
1.4 算法的概念	(15)
1.5 算法的描述方法	(17)
模块 2 数据类型及基本输入输出	(24)
2.1 基本数据类型	(24)
2.2 常量	(25)
2.3 变量	(27)
2.4 数据运算符及其表达式	(30)
2.5 输入及输出函数	(36)
2.6 拓展训练	(44)
模块 3 结构化程序设计之——选择结构	(48)
3.1 结构化程序设计的概念	(48)
3.2 与选择有关的运算符	(48)
3.3 if 语句和条件运算	(50)
3.4 switch 语句	(55)
模块 4 结构化程序设计之——循环结构	(63)
4.1 while 语句	(63)
4.2 for 语句	(65)
4.3 do...while 语句	(66)
4.4 循环比较	(68)
4.5 循环的嵌套	(69)
4.6 break 语句与 continue 语句	(70)

模块 5 结构化程序设计之——函数	(76)
5.1 结构化程序设计思想和优点	(76)
5.2 函数的定义与调用	(77)
5.3 变量的作用域、生存期以及存储类别	(86)
5.4 预处理命令	(92)
模块 6 系统中的数组	(107)
6.1 一维数组	(107)
6.2 字符数组	(117)
模块 7 系统中的指针	(123)
7.1 指针的概念	(123)
7.2 指向变量的指针变量	(125)
7.3 数组指针和指向数组的指针变量	(128)
7.4 字符串的指针	(134)
7.5 拓展训练	(136)
附录 ASCII 码对照表	(145)
参考文献	(146)

模块 1 C 语言概述



技能目标

- (1) 能使用一种 C 语言编译工具进行简单程序的编译与运行调试。
- (2) 能使用流程图或 N-S 图对程序进行算法描述。



知识目标

- (1) 了解 C 语言的发展历史与结构特点。
- (2) 初步了解 C 程序的组成和基本要素。
- (3) 了解算法的概念,熟练掌握流程图和 N-S 图的绘制方法。
- (4) 学习 C 语言程序常用编译软件的操作。

1.1 C 语言的发展历史及现状

1.1.1 什么是编程语言

每个人从婴儿时期开始学习语言,父母教我们如何开口表达自己的意思,也教我们如何理解别人的意思。经过长时间的环境熏陶和自我练习,我们慢慢地能听懂其他人说话的意思,同时也学会了说话。我们说的是汉语,用它来和周围的人交流,表达我们的意愿。汉语有固定的格式,每个汉字代表的意思不同,必须正确地表达,别人才能理解。例如让父母给 10 元钱买书,我们可以说:“妈妈给我 10 块钱吧,我要买一本书。”但是如果说“要买吧 10 块给我钱书妈妈”,这句话就无法被别人理解了。

因此,我们通过有固定格式和固定词汇的“语言”来与他人交流。语言有很多种,包括汉语、英语、法语、韩语等,虽然这些语言的词汇和格式都不一样,但是同样可以达到交流和沟通的目的。

同样,我们也可以通过“语言”来和计算机或者智能系统进行交流,让它们实现特定的功能,这样的语言就叫作编程语言(Programming Language)。

编程语言也有固定的格式和词汇,我们必须经过大量的学习和实践才能真正掌握。编程语言有很多种,常用的有 C 语言、C++、Java、C#、PHP、JavaScript 等,每种语言都有自己擅长的方面,例如:

C 语言和 C++ 主要用于 PC 软件开发、底层开发、单片机和嵌入式系统。

Java 和 C# 不但可以用来开发软件,还可以用来开发网站后台程序。

PHP 主要用来开发网站后台程序。

JavaScript 主要负责网站的前端工作(现在也有一些公司使用 Node.js 开发网站后台)。

另外,Python 为新近最流行的编程语言,它可以用于系统编程、图形处理、开发分布式应用程序、编写游戏软件以及编写简单爬虫方便快捷地批量抓取网络资源。

可以将不同的编程语言比喻成各国语言,为了表达同一个意思,可能使用不同的语句。例如,表达“我爱你”的意思:

汉语:我爱你!

英语:I love you!

法语:Je t'aime!

韩语:사랑해요!

1.1.2 C 语言的发展

C 语言是在 70 年代初问世的。1978 年由美国电话电报公司(AT&T)贝尔实验室正式发表了 C 语言。同时由布莱恩·科尔尼(B. W. Kernighan)和丹尼斯·里奇(D. M. Ritchie)出版了著名的《C 程序设计语言》(*The C Programming Language*)一书。通常简称为《K&R》,也有人称之为《K&R》标准。C 语言的诞生是现代程序语言革命的起点。丹尼斯·里奇被称为“C 语言之父”。但是,在《K&R》中并没有定义一个完整的标准 C 语言,后来由美国国家标准协会(American National Standards Institute)在此基础上制定了一个 C 语言标准,于 1983 年发表,通常称之为 ANSI C。

早期的 C 语言主要是用于 UNIX 操作系统。由于 C 语言的强大功能和各方面的优点逐渐为人们认识,到了 20 世纪 80 年代,C 语言开始进入其他操作系统,并很快在各类大、中、小和微型计算机上得到广泛的使用,成为当代最优秀的程序设计语言之一。

C 语言大事记:

1977 年,为了推广 UNIX 操作系统,Dennis M. Ritchie 发表了不依赖于具体机器系统的 C 语言编译文本《可移植的 C 语言编译程序》。

1978 年,Brian W. Kernighan 和 Dennis M. Ritchie 出版了名著 *The C Programming Language*,从而使 C 语言成为目前世界上使用最广泛的高级程序设计语言。

1988 年,随着微型计算机的日益普及,出现了许多 C 语言版本。由于没有统一的标准,使得这些 C 语言之间出现了一些不一致的地方。为了改变这种情况,美国国家标准研究所(ANSI)为 C 语言制定了一套 ANSI C 标准,成为现行的 C 语言标准。

1.2 几个简单的 C 语言程序

为了说明 C 语言源程序结构的特点,先看以下几个程序。这几个程序由简到难,表

现了 C 语言源程序在组成结构上的特点。可以先从这些例子中了解组成一个 C 程序的基本要素和书写格式。

【例 1.1】著名的 hello world 程序。

```
#include<stdio.h>

main()
{
    printf("hello,world! \n");
}
```

注意:(1)main 是函数名,表示这是一个主函数。每一个 C 语言源程序都必须有,且只能有一个主函数(main 函数)。

(2)printf 也是一个函数,它的功能是把要输出的内容送到显示器显示。

printf 函数是一个由系统定义的标准函数,可在程序中直接调用,前提是需要将该函数所在的头文件 stdio.h 包含在程序中,即例题中的第一句话 #include<stdio.h>就是在完成这个头文件包含的过程。

【例 1.2】求正弦值程序。

```
#include<math.h>           //include 称为文件包含命令
#include<stdio.h>          //扩展名为.h 的文件称为头文件

main()
{
    double x,s;             //定义两个实数变量,供后面程序计算使用
    printf("input number:\n"); //显示提示信息
    scanf("%lf",&x);        //从键盘获得一个实数 x
    s=sin(x);               //求 x 的正弦,并把它赋给变量 s
    printf("sine of %lf is %lf\n",x,s); //显示程序运算结果
}
```

该程序的功能是从键盘输入一个数 x , 计算 x 的正弦值,然后将结果输出至屏幕。在 main() 之前的两行以 # 开头的语句称为预处理命令,这里的 include 称为文件包含命令,其意义是把尖括号<>或引号" "内指定的文件包含到本程序来,成为本程序的一部分。被包含的文件通常是由系统提供的,其扩展名为.h。因此也称为头文件或首部文件。C 语言的头文件中包括了各个标准库函数的函数原型。因此,凡是在程序中调用一个库函数时,都必须包含该函数原型所在的头文件。在本例中,使用了三个库函数:输入函数 scanf, 正弦函数 sin, 输出函数 printf。sin 函数是数学函数,其头文件为 math.h 文件,因此在程序的主函数前用 include 命令包含了 math.h。scanf 和 printf 是标准输入输出函数,其头文件为 stdio.h,在主函数前也用 include 命令包含了 stdio.h 文件。

在例题中的主函数体中又分为两部分,一部分为说明部分,另一部分为执行部分。

说明是指变量的类型说明。C语言规定,源程序中所有用到的变量都必须先说明,后使用,否则将会出错,这是编译型高级程序设计语言的一个特点。说明部分是C源程序结构中很重要的组成部分。本例中使用了两个变量 x, s ,用来表示输入的自变量和 $\sin$ 函数值。由于 $\sin$ 函数要求这两个量必须是双精度浮点型,故用类型说明符`double`来说明这两个变量。说明部分后的四行为执行部分或称为执行语句部分,用以完成程序的功能。执行部分的第一行是输出语句,调用`printf`函数在显示器上输出提示字符串,请操作人员输入自变量 x 的值。第二行为输入语句,调用`scanf`函数,接受键盘上输入的数并存入变量 x 中。第三行是调用 $\sin$ 函数并把函数值送到变量 s 中。第四行是用`printf`函数输出变量 s 的值,即 x 的正弦值。

运行本程序时,首先在显示器屏幕上给出提示串 number,这是由执行部分的第一行完成的。用户在提示下从键盘上键入某一数,如5,按下回车键,接着在屏幕上给出计算结果。

1.2.1 C程序基本元素

1. 关键字

关键字是在C程序中具有特定含义的字,ANSI C标准C语言共有32个关键字,分为以下几类(见表1-1)。

表 1-1 ANSI C 标准 C 语言的分类

序号	功能	数量	具体关键字
1	与数据类型有关	14 个	<code>char, int, float, double, signed, unsigned, short, long, void, struct, union, typedef, enum, sizeof</code>
2	与存储类别有关	4 个	<code>auto, extern, register, static</code>
3	与程序结构控制有关	12 个	<code>do, while, for, if, else, switch, case, default, goto, continue, break, return</code>
4	其他	2 个	<code>const, volatile</code>

还有一些字专用于程序的预处理命令中,虽然不是关键字,但一般也将它们看成有独特意义的保留字,如:`#include`、`#define`、`#ifdef`、`#undef`、`#endif`、`#elif`。

2. 用户标识符

标识符就是用来标识变量名、符号常量名、函数名、数组名、数据类型名、宏以及文件名等的有效字符序列。简单地说,标识符就是一个名字,这个名字是由程序员根据需要自行定义的。

命名规则如下:

(1)标识符只能由字母、数字和下划线,3种字符组成,且第一个字符必须为字母或下划线。变量名、函数名等用小写字母标识,而符号常量用大写字母表示,函数名和外部变量名由小于6个字符的字符串组成,系统变量由下划线起头构成。

(2)在 C 语言中,大小写字母不等效。因此,a 和 A、I 和 i、Sum 和 sum 分别是不同的标识符。

(3)用户自定义的标识符不能与 C 语言的保留字(关键字)同名,也不能和 C 语言库函数同名。

(4)标识符应当直观且可以拼读,让读者看了就能了解其用途。标识符最好采用英文单词或其组合,不要太复杂,且用词要准确,便于记忆和阅读。

(5)在 C 语言中,标识符的长度可以是一个或多个字符,但是只有前面 32 个字符有效,即系统能识别的标识符最大长度为 32。有的系统取 8 个字符,假如程序中出现的变量名长度大于 8 个字符,则只有前面 8 个字符有效,后面的不被识别。因此,为了程序的可移植性及阅读程序的方便,建议标识符的长度不要超过 8 个字符。

按照以上规则,我们可以非常明确的判定标识符的合法性。

合法的标识符:year、month、key、_gpioA0。

不合法的标识符:M. D、key#、8P、for。

3. 功能符号

除了关键字和用户标识符以外,C 程序中还可以出现阿拉伯数字和各种运算符,在后续章节中将结合具体例题进行详细介绍。

1.2.2 C 程序的结构特点

(1)一个 C 语言源程序可以由一个或多个源文件组成。

(2)每个源文件可由一个或多个函数组成。

(3)一个源程序不论由多少个文件组成,都有一个且只能有一个 main 函数,即主函数。

(4)源程序中可以有预处理命令(include 命令仅为其中的一种),预处理命令通常应放在源文件或源程序的最前面。

(5)每一个说明、每一个语句都必须以分号结尾。但预处理命令,函数头和花括号“}”之后不能加分号。

(6)标识符,关键字之间必须至少加一个空格以示间隔。若已有明显的间隔符,也可不再加空格来间隔。

1.3 C 语言开发工具介绍

1.3.1 Dev-C++

Dev-C++是一个 Windows 环境下的一个轻量级 C/C++集成开发环境(IDE),开发环境包括多页面窗口、工程编辑器以及调试器等,在工程编辑器中集合了编辑器、编译器、连接程序和执行程序,提供高亮度语法显示的,以减少编辑错误,还有完善的调试功

能,适合初学者,是学习 C 语言的入门级开发工具。Dev-C++ 软件图标如图 1-1 所示。



图 1-1 Dev-C++ 软件图标

应用 Dev-C++ 开发一个 C 语言程序的步骤如下:

(1) 双击软件图标后,首次打开主界面可以选择使用软件时的首选语言,我们可以选择简体中文,如图 1-2 所示。选好语言后,单击 Next,进入如图 1-3 所示界面,选择编程风格,主要包括字体、颜色和图标。设置成功界面如图 1-4 所示。

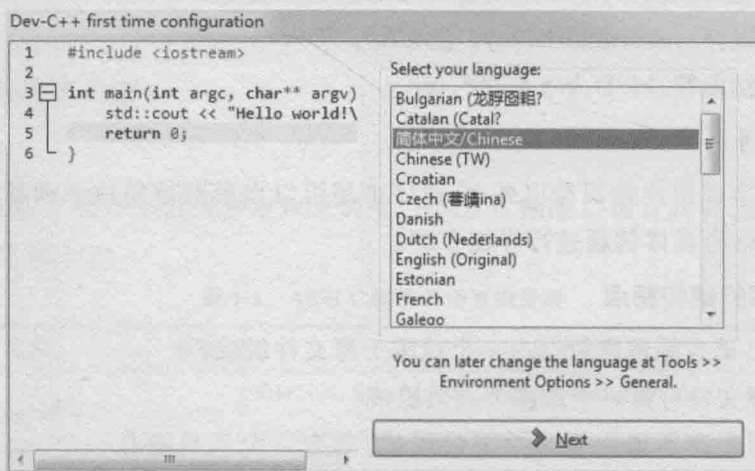


图 1-2 Dev-C++ 首次运行语言选择界面

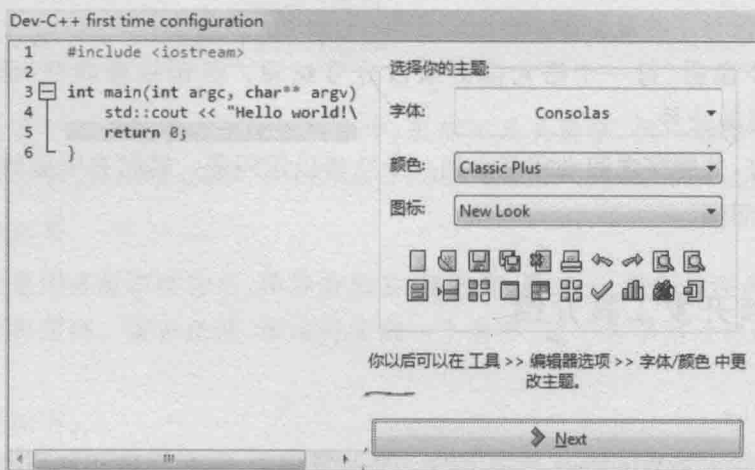


图 1-3 Dev-C++ 首次运行编程风格选择界面

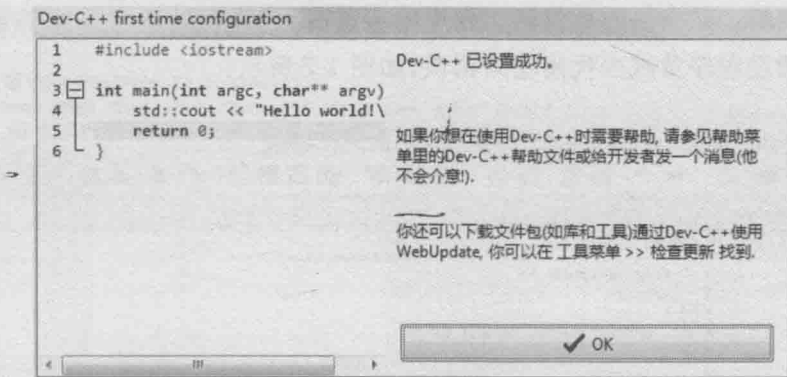


图 1-4 Dev-C++ 首次运行设置成功界面

(2)进入 Dev-C++软件主界面,如图 1-5 所示。该软件界面友好,分区明确,分为菜单栏、项目管理区和程序编辑区三大块。

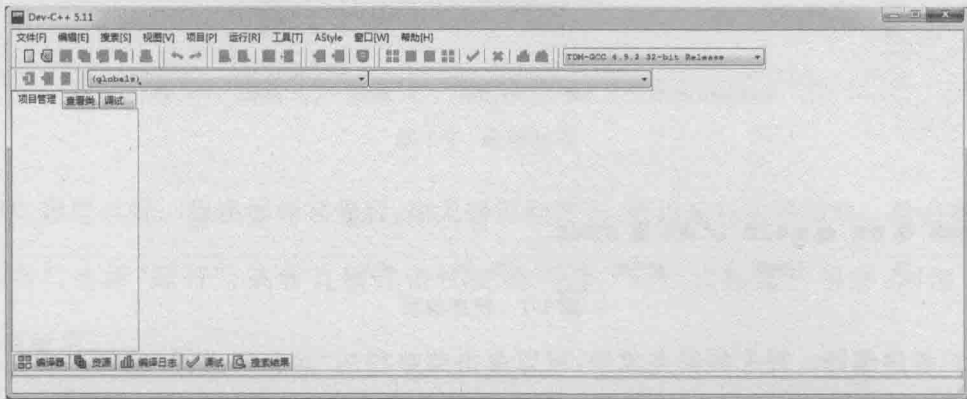


图 1-5 Dev-C++主界面

(3)创建一个空白的源代码文件。单击菜单栏的“文件”,鼠标移至“新建”,选择“源代码”,在程序编辑区就会出现一个空白的源代码文件,如图 1-6 所示。

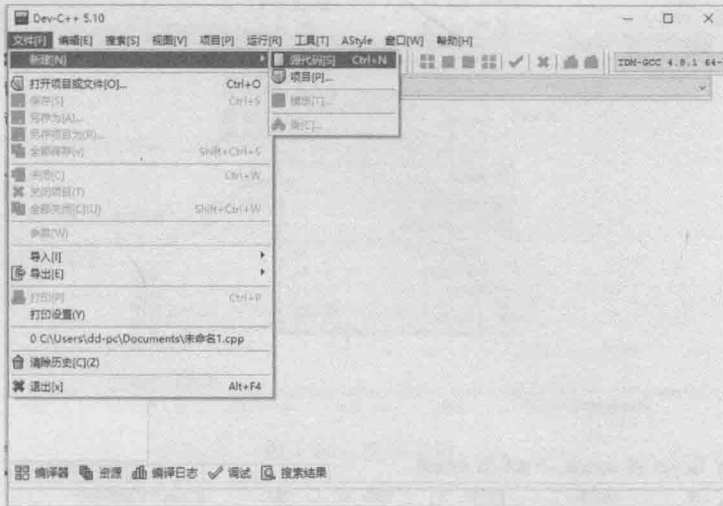


图 1-6 新建源代码页面

(4)程序编辑。在空白的源代码文件中输入程序,编译预处理和关键字等都会以不同颜色显示,帮助程序员减少代码输入错误,如图 1-7 所示。

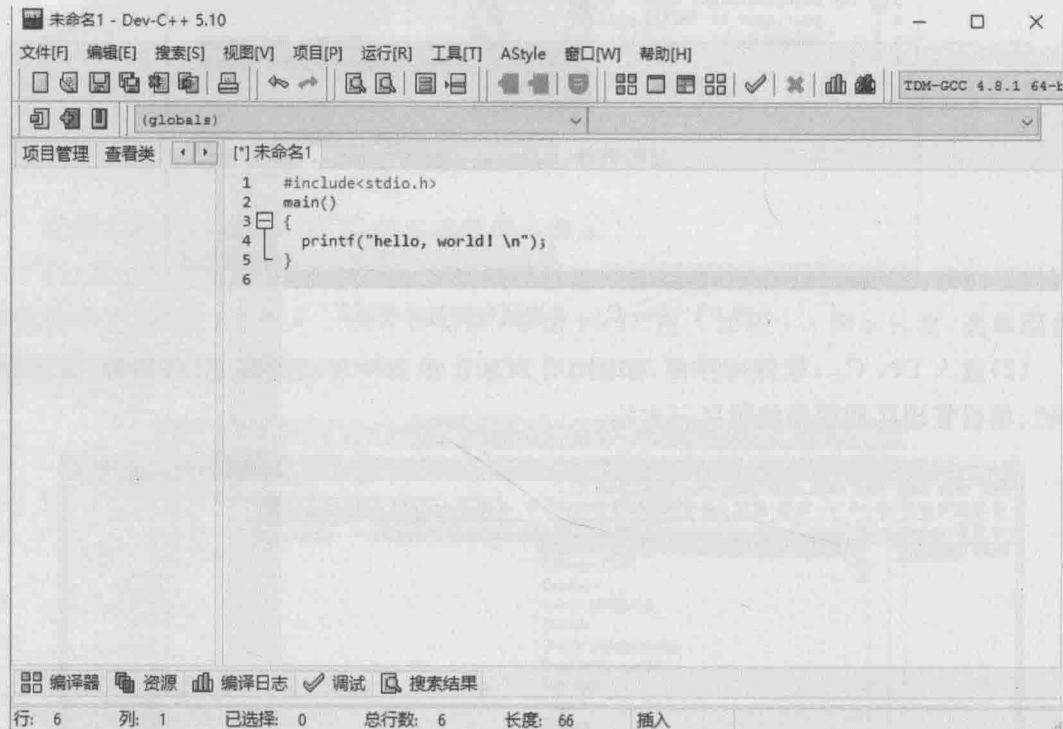


图 1-7 程序编辑

(5)程序编译。程序编辑完成后,可以单击菜单栏的“运行”,选择“编译”,或者单击菜单栏上的快捷键 , 都可以直接对程序进行编译,如图 1-8 所示。

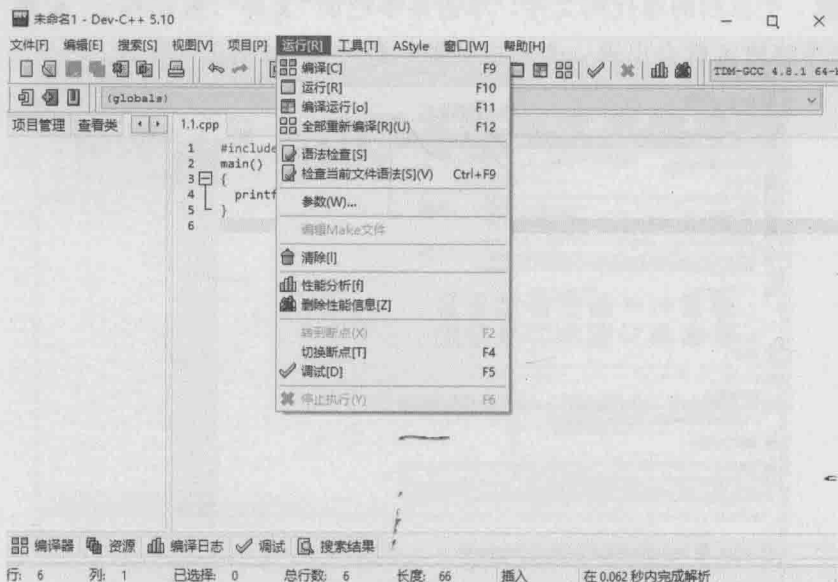


图 1-8 程序编译

编译的结果在代码文件下方的信息输出区中可以查看,如图 1-9 所示。

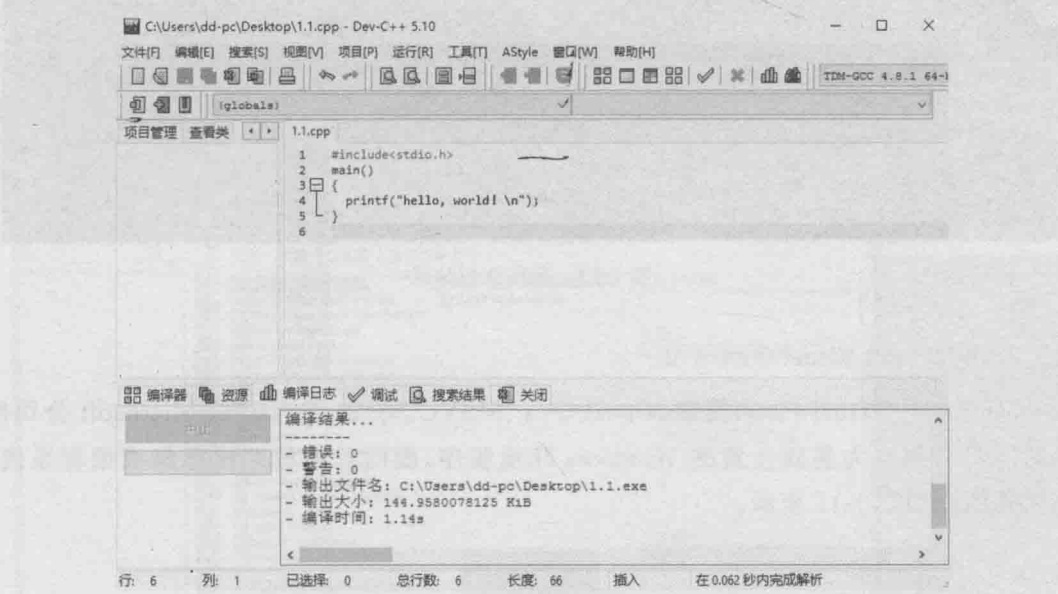


图 1-9 编译结果

(6)程序运行。程序编译完成后,如无错误和警告,可以运行查看结果。单击菜单栏的“运行”,选择“运行”,或者直接点击快捷键 ,可以直接运行程序,如图 1-10、图 1-11所示。

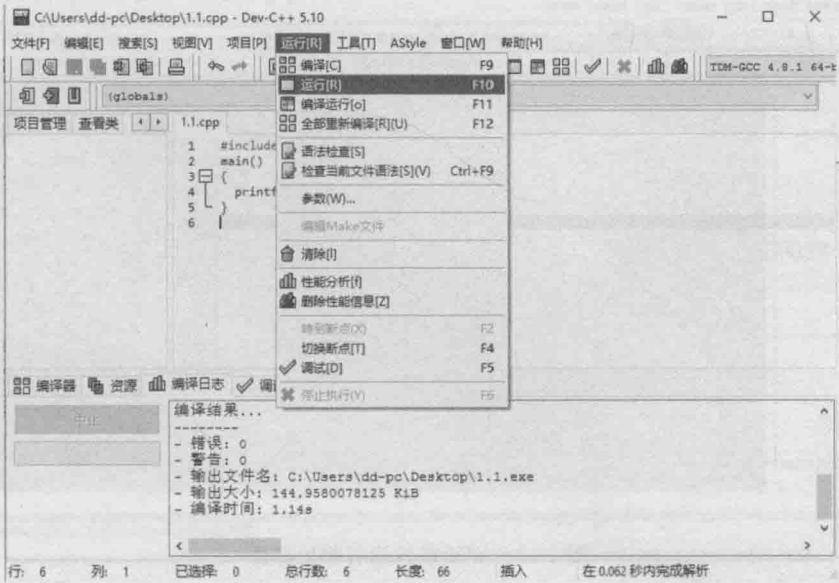
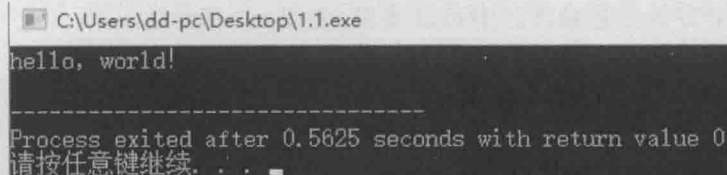


图 1-10 程序运行



```
C:\Users\dd-pc\Desktop\1.1.exe
hello, world!
-----
Process exited after 0.5625 seconds with return value 0
请按任意键继续. . .
```

图 1-11 程序执行结果

1.3.2 Microsoft Visual C++ 6.0

Microsoft Visual C++(简称 Visual C++、MSVC、VC++或 VC)是 Microsoft 公司推出的以 C++ 语言为基础开发的 Windows 环境程序,面向对象的可视化集成编程系统。其软件图标如图 1-12 所示。



图 1-12 VC6 软件图标

(1) 双击软件图标,打开 Microsoft Visual C++ 6.0 后,初始界面如图 1-13 所示。

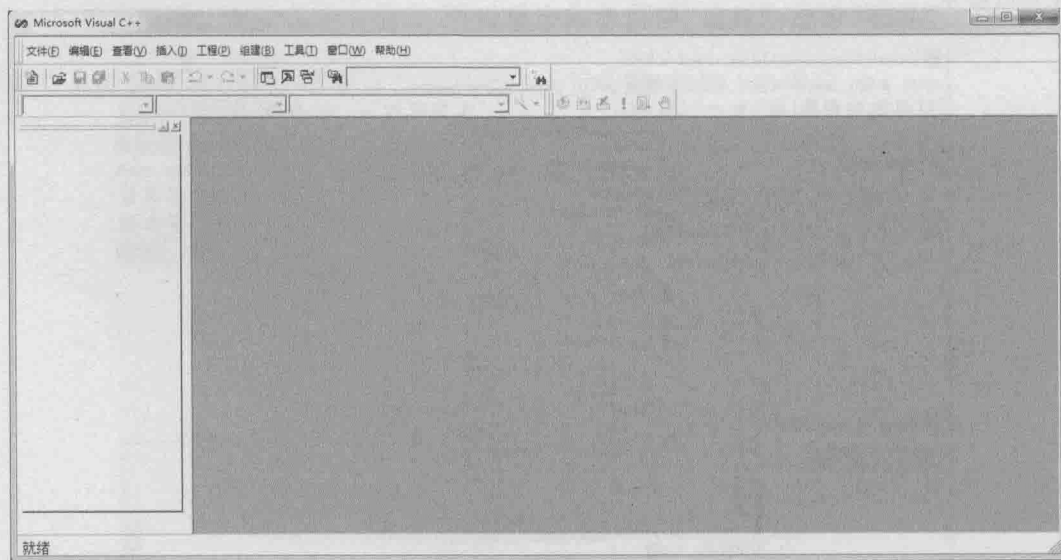


图 1-13 VC6 软件运行初始界面

(2) 创建一个新的工程。一个工程可以包含一个或者多个源文件,源文件就是程序源代码文件,创建工程是为了把相关的文件组织到一起,方便管理。初学时,一个工程一

般只包含一个源文件,伴随着学习的深入,我们会用到更复杂的工程。新建工程页面如图 1-14 所示。创建工程的方法有两种,第一种可以点击菜单栏的 File,从下拉菜单中的 New 二级子菜单继续选择 Project,选择 Win32 Console Application,自定义工程名称和保存位置,如图 1-15 所示。

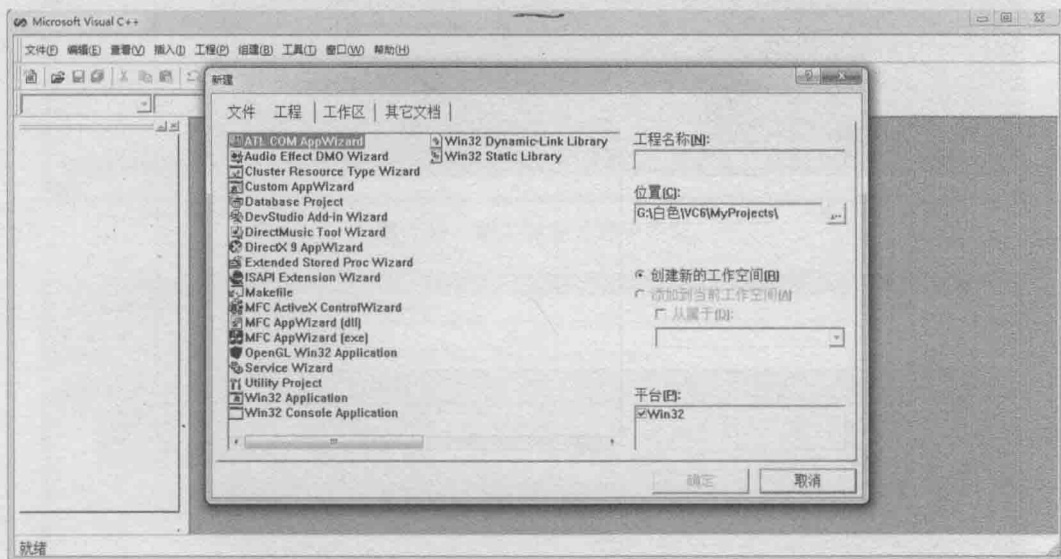


图 1-14 打开新建工程页面

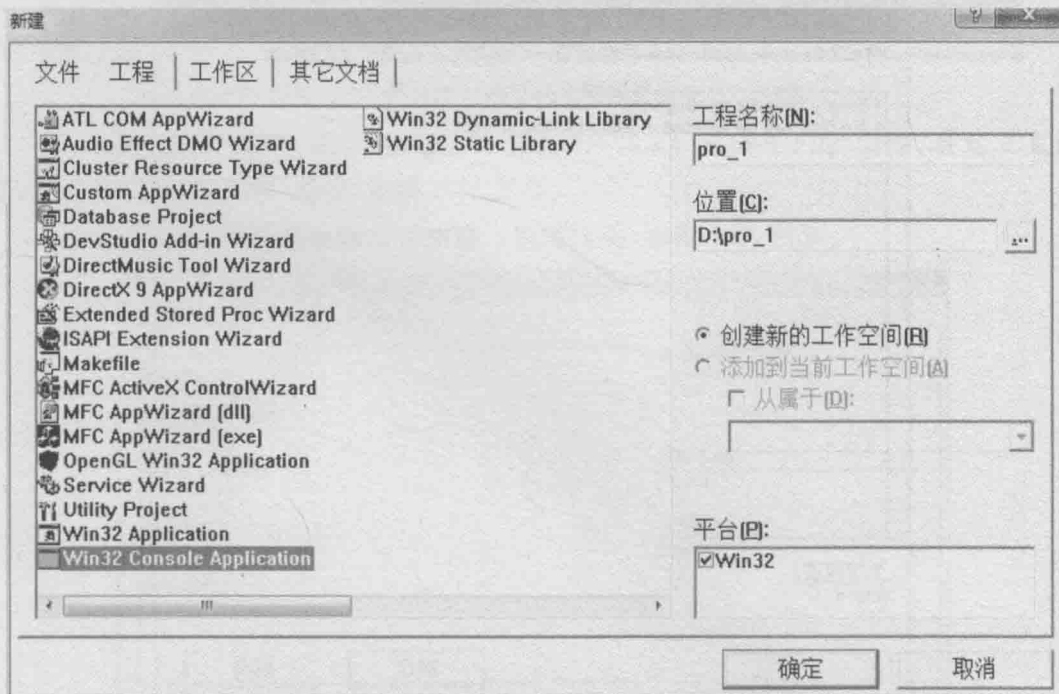


图 1-15 选择 32 位控制台