
工业和信息化部普通高等教育“十三五”规划教材

# C语言程序设计

编著　徐邦海　高晓燕　王海燕　宫　锋

中国工信出版集团

電子工業出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
http://www.phei.com.cn

工业和信息化部普通高等教育“十三五”规划教材

# C语言程序设计

编著 徐邦海 高晓燕 王海燕 宫 律

電子工業出版社
Publishing House of Electronics Industry
北京 · BEIJING

## 内容提要

本书以工程实践和编程能力训练为目标，介绍 C 语言程序设计的基本知识与方法。内容包括：程序设计语言概述、选择程序设计、循环程序设计、数组、指针、结构体与共用体、链表、文件等。本书全面系统地介绍了程序设计的基本概念和程序设计方法。

本书结构严谨，内容由浅入深，循序渐进，实例丰富，全书贯彻传授知识、培养能力的教学理念，使读者能够正确、深入地理解问题。为帮助读者深入理解教材内容，强化实践动手能力，本书还配套提供题型丰富的习题指导和实验指导书。

本书可作为高等学校、高等职业院校的 C 语言程序设计教材，也可供计算机爱好者自学使用。



**图书在版编目(CIP)数据**

C 语言程序设计 / 徐邦海等编著. —北京: 电子工业出版社, 2017.1
ISBN 978-7-121-30501-6

Ⅰ. ①C… Ⅱ. ①徐… Ⅲ. ①C 语言－程序设计－高等学校－教材 Ⅳ. ①TP312.8

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 287116 号

策划编辑：张琳岚
责任编辑：马　杰
印　　刷：三河市良远印务有限公司
装　　订：三河市良远印务有限公司
出版发行：电子工业出版社
　　北京市海淀区万寿路 173 信箱　　邮编　100036
开　　本：787×1092　1/16　　印张：19.5　　字数：455 千字
版　　次：2017 年 1 月第 1 版
印　　次：2017 年 1 月第 1 次印刷
定　　价：39.80 元



凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题，请向购买书店调换。若书店售缺，请与本社发行部联系，联系及邮购电话：（010）88254888，88258888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn，盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

本书咨询联系方式：（0532）83712386，邮箱：majie@phei.com.cn

# 前 言

计算机科学已经深入应用到各个领域，计算机基础教育的教学内容和教学模式也在发生不断的变化。进一步发掘对计算机基础教育的需求，可以作为改进计算机基础课程体系的重要参考。

按照计算机基础教育课程体系改革的总体思路：“树立以学生为本的观念，增加学生对于课程、专业的选择空间。尊重学生的个性特点，因材施教。”我们采用了“重视实践应用、细化专业引导”的教学改革方案。

C 语言是一种被普遍采用的优秀的结构化程序设计语言，它的结构简单、数据类型丰富、运算灵活、可移植性好。它既具有高级语言的特点，又具有低级语言的许多功能；既可以用来编写系统软件，也可以用来编写应用软件。用它编写的程序，具有运行速度快、效率高、可移植性好等优点。因此众多高校的程序设计语言课程都选用 C 语言作为教学语言。

本书是一本以 C 语言为载体介绍程序设计基础知识的教材，以程序设计初学者为学习对象，通过介绍程序设计的基本概念和设计方法，循序渐进地引导初学者构建计算机编程的思想。

本书内容包括：程序设计语言概述、选择程序设计、循环程序设计、数组、指针、结构体和共用体、链表、文件等，系统地介绍了程序设计的基本概念和程序设计方法。

本书在以介绍面向过程的 C 语言程序设计为主要任务的同时，还引导读者学习面向对象的程序设计的基本概念和编程语言，为读者全面学习计算机编程提供了自然的过渡。

本书结构编排合理，语言简明清晰，重点难点讲解详细。各章节后面给出大量的习题强化重要知识点，使读者能够正确、深入地理解问题。

本书由徐邦海、高晓燕、王海燕、宫锋编著。

在本书编写过程中，我们查阅了大量有关程序设计基础和 C 语言程序设计的文献资料，同时也得到许多专家学者的精心指点和热情帮助。尽管我们为本书编写付出了很大努力，但限于作者水平，仍难免有疏漏和不妥之处，敬请批评指正。

编 者

2016 年 11 月

# 目　录

## 第 3 章 程序的控制结构



## 第 4 章 数组



## 第 5 章 函数

## 第6章 指针



## 第7章 用户定制数据类型



## 第8章 文件

## 附录

# 第1章 C语言概述

**本章学习目标**

① 了解C语言的发展历史及特点。
② 了解C语言及其标准。
③ 初步掌握C程序的组成和开发环境。

C语言具有简洁，使用方便灵活，移植性好，能直接对系统硬件和外围接口进行控制等特点，它兼有低级语言和高级语言的特性，因此也被称为“中级语言”。

本章重点介绍C语言的发展历史、基本特点、开发标准和开发环境，并通过编制一个具体的程序介绍C程序的基本组成及开发流程，从而使读者对C语言有一个总体认识。

## 1.1 C语言的出现及特点

C语言是国际上广泛流行的一门计算机高级程序设计语言。

C语言的根源可以追溯到ALGOL 60。ALGOL 60是一种面向问题的高级程序设计语言，它离硬件比较远，不宜用来编写系统程序。1963年剑桥大学在ALGOL 60的基础上推出了CPL(Combined Programming Language)语言。CPL语言比ALGOL 60接近硬件，但规模比较大，实现难度大。

1967年剑桥大学的Matin Richards对CPL语言做了简化，推出了BCPL(Basic Combined Programming Language)语言。

1970年美国贝尔实验室的Ken Thompson在BCPL语言的基础上又做了进一步简化，设计出了B语言(取BCPL的第1个字母)，并用B语言编写了UNIX操作系统，B语言比较简单，非常接近硬件，但功能有限。

1972 年至 1973 年间，贝尔实验室的 Dennis Ritchie 在 B 语言的基础上设计出了 C 语言(取 BCPL 的第 2 个字母)。C 语言在保持 BCPL 和 B 语言精练、接近硬件等优点的同时，克服了它们过于简单、数据无类型等缺点。最初的 C 语言只是为描述和实现 UNIX 操作系统提供一种工作语言而设计。1973 年，Ken Thompson 和 Dennis Ritchie 两人合作，用 C 语言改写了 90%以上的 UNIX 系统，得到 UNIX 的第 5 版。原来的 UNIX 操作系统是由他们 2 人于 1969 年用汇编语言开发成功的。

后来，C 语言尽管做过多次改进，但仍局限在贝尔实验室内部使用，直到 1975 年 UNIX 第 6 版公布后，C 语言的突出优点才引起人们的普遍注意。C 语言和 UNIX 犹如一对孪生兄弟，在发展过程中相辅相成。随着 UNIX 的日益广泛使用，C 语言也迅速得到改进和推广。1977 年出现了不依赖于具体机器的 C 语言编译文本“可移植 C 语言编译程序”。1978 年以后，C 语言先后移植到大、中、小、微型机上，已独立于 UNIX 和 PDP(早期的一种小型计算机)了。如今，C 语言已风靡全球，成为世界上应用最广泛的计算机语言之一。

**1. C 语言的优点**

C 语言之所以得到广泛流行，自然有其自身的优点，主要表现在以下 5 个方面。

① 语法简单，简洁紧凑，使用方便灵活。C 语言是一门结构化程序设计语言，它一共只有 32 个关键字、9 种控制语句，语法限制少，程序书写自由。

② 运算符丰富。C 语言有 34 个运算符和分为 15 个等级的运算优先顺序，使表达式类型多样化，运算类型形式多样，可以实现在其他语言中难以实现的运算。

③ 数据类型丰富。C 语言有整型、浮点型、字符型、数组类型、指针类型、结构体类型、共用体类型及枚举类型等数据类型，能用来实现各种复杂的数据结构。

④ 具有底层处理功能，可执行代码质量高。使用 C 语言允许直接访问物理地址和接口，能进行位操作，能实现汇编语言的大部分功能，从而使它既具有高级语言的功能，又具有低级语言的许多功能，因此又被称为“中级语言”。另一方面，由 C 语言生成的可执行代码占用内存少，执行效率高。

⑤ 可移植性好。用 C 语言标准编写的程序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。

**2. C 语言的不足**

当然，C 语言也有一些不足之处，主要表现在以下 3 个方面。

① 安全性较低。C 语言的缺点主要表现在数据的封装性上，这使得 C 语言在数据安全性上有很大缺陷；C 语言的语法限制和对变量的类型约束不严格，对数组下标越界不作检查等特点影响了程序的安全性。

② C 语言面向过程的特点使其适用于底层处理和小型程序的开发(如硬件驱动、手机应用软件等)，不适合用于开发大型应用软件和系统软件。

③ 输入输出相对很多语言复杂。例如，没有字符串数据类型，对于字符串的处理只能通过字符数组或字符指针实现；绘图操作较为复杂等。从应用的角度看，掌握 C 语言比掌握其他高级语言难度也大一些，因此对程序员也提出了更高的要求。

## 1.2 C语言及其标准

1978年，以UNIX第7版中的C编译程序为基础，Brian Kernighan和Dennis Ritchie（合称K&R）合著了《The C Programming Language》，这部著作影响深远，书中介绍的C语言成为后来广泛使用的C语言版本的基础，它被称为C语言的K&R标准。

1983年，美国国家标准化协会（ANSI）依据C语言问世以来的各种版本制定了新的标准，被称为ANSI C标准，ANSI C比原来的标准C有了很大的发展。K&R在1988年按照ANSI C修改了他们的经典著作《The C Programming Language》。1987年，ANSI又公布了新标准87 ANSI C。

1990年，国际标准化组织ISO（International Standard Organization）将87 ANSI C定为ISO C的标准（ISO 9899-1990），各种版本C编译系统都是以它为基础来开发的，它们的基本部分都是相同的。

2000年3月，ANSI采纳了ISO/IEC 9899-1999标准，被称为C99标准。本教材就是按照C99标准进行编写的。

在2011年12月，ANSI采纳了ISO/IEC 9899-2011标准，即C11标准，它是C语言的最新标准。

## 1.3 C编程的开发环境

### 1.3.1 C编程常用的开发环境

C语言有多种不同的编译器，如Turbo C 2.0、Visual C++ 6.0、DEV CPP、LCC、Win-TC、Turbo C/C++ for Windows集成实验与学习环境等，它们都是比较成熟和流行的C语言编译器。本教材采用Visual C++ 6.0编译平台。

### 1.3.2 初识Visual C++ 6.0

Visual C++ 6.0（简称VC或VC 6.0）目前使用极为广泛，它是微软公司推出的基于Windows平台的可视化集成开发环境，包含了一个文本编辑器、资源编辑器、工程编译工具、增量连接器、源代码浏览器、集成调试工具以及一套联机文档，可以完成创建、调试、修改应用程序等各种操作。

Visual C++ 6.0是一个C/C++混合编译器，它功能强大，用途广泛，不仅可以编写普通的应用程序，还能很好地进行系统软件设计及通信软件的开发。

Visual C++ 6.0具有良好的操作界面，其主界面如图1.1所示，主要包括菜单栏、工具栏、状态栏、工作空间窗口、编辑窗口和输出窗口等。

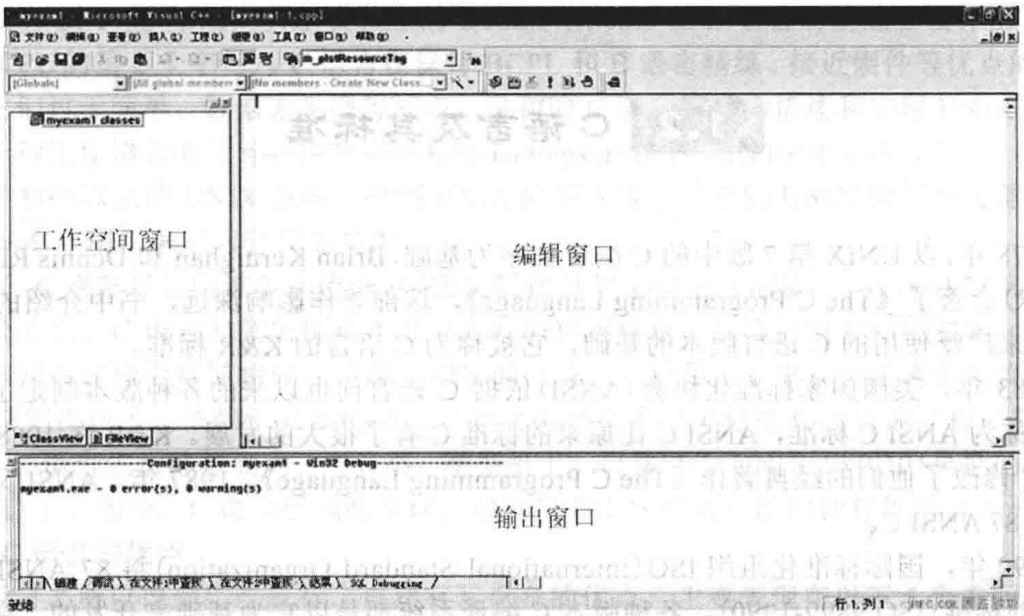


图 1.1 Visual C++ 6.0 操作界面

工作空间窗口显示当前项目包含的所有文件。

编辑窗口用于编辑和修改程序。

输出窗口用来输出一些用户操作后的反馈信息，比如编译信息、调试信息和查找结果等。

## 1.4 创建第 1 个 C 程序

### 1.4.1 C 程序的编写

利用 Visual C++ 6.0 提供的一种控制台操作方式，可以建立 C 语言应用程序。下面我们将使用 Visual C++ 6.0 编写一个简单的 C 语言应用程序，以便对 C 语言和 Visual C++ 6.0 有一个初步的认识。

1. 安装和启动

运行 Visual Studio 软件中的 setup.exe 程序，选择安装 Visual C++ 6.0，然后按照安装程序的向导完成安装过程。

安装完成后，在“开始”菜单的“程序”选项中找到 Microsoft Visual Studio 6.0 图标，选择其中的 Microsoft Visual C++ 6.0 或者双击 Window 桌面上的快捷方式即可运行 Visual C++ 6.0。

2. 创建工程项目

用 Visual C++ 6.0 建立 C 语言应用程序，首先要创建一个工程项目(Project)，用来存放 C 程序的所有信息，其操作步骤如下。

① 进入 Visual C++ 6.0 环境后，执行“文件”→“新建”菜单命令，在弹出的对话框

中进入“工程”选项卡，选择“Win32 Console Application”工程类型，在“工程名称”文本框中填写工程名，例如 EXAMPLE，在“位置”文本框中填写工程路径目录，例如：D:\MYPROGRAM\EXAMPLE，如图 1.2 所示，然后单击“确定”按钮。


图 1.2　创建工程项目

② 屏幕上出现如图 1.3 所示的“Win32 Console Application - 步骤 1 共 1 步”对话框后，选择“一个空工程(E)”项，然后单击“完成”按钮。

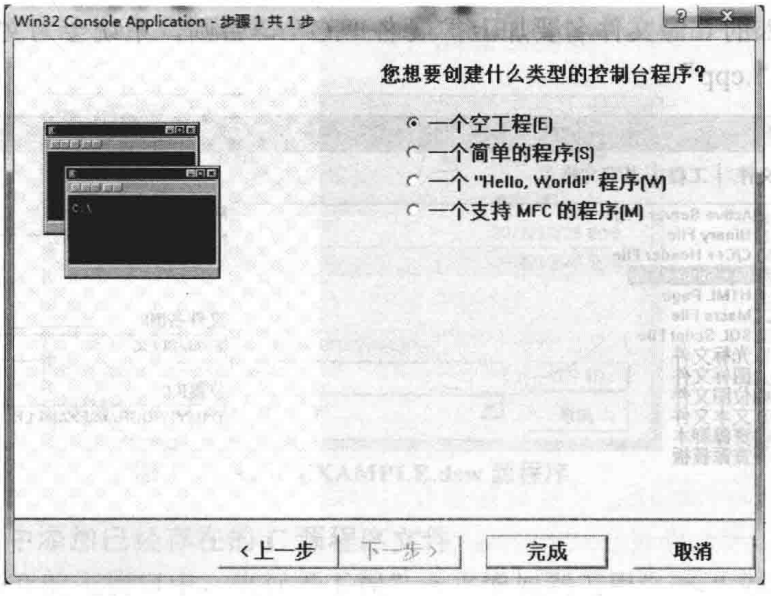


图 1.3　“Win32 Console Application - 步骤 1 共 1 步”对话框

③ 出现如图 1.4 所示的“新建工程信息”对话框后，单击“确定”按钮完成工程创建。

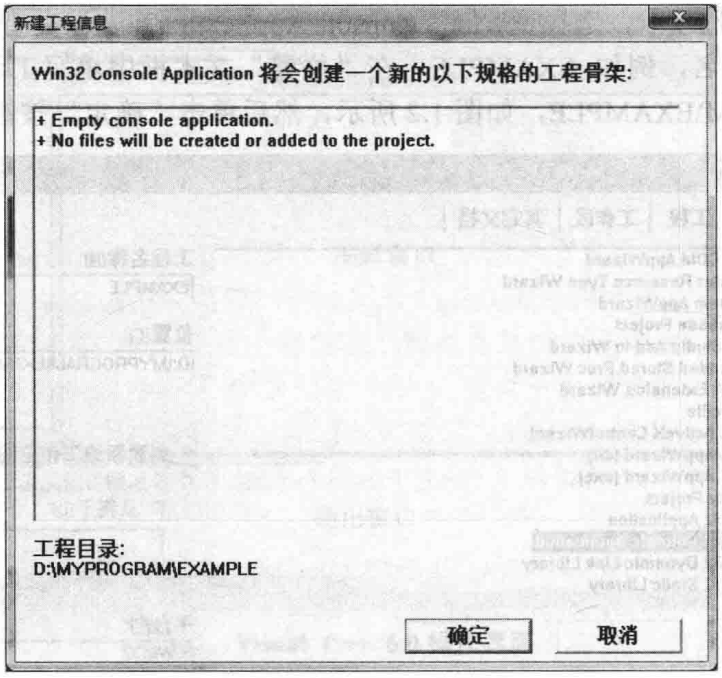


图 1.4　新建工程信息对话框

### 3. 新建 C 源程序文件

执行“工程”→“增加到工程”→“新建”菜单命令，可以为工程添加新的 C 源程序文件。

使用上述命令后会出现如图 1.5 所示的“新建”对话框，进入“文件”选项卡，选择“C++ Source File”项，在“文件名”文本框中填入新添加的源文件名(如 EXAMPLE.C)，在“位置”文本框中指定文件路径，单击“确定”按钮，完成 C 源程序的新建过程。

注意：输入的 C 源文件名要加上扩展名“.C”，否则，系统会为文件添加默认的 C++ 源文件扩展名“.cpp”。

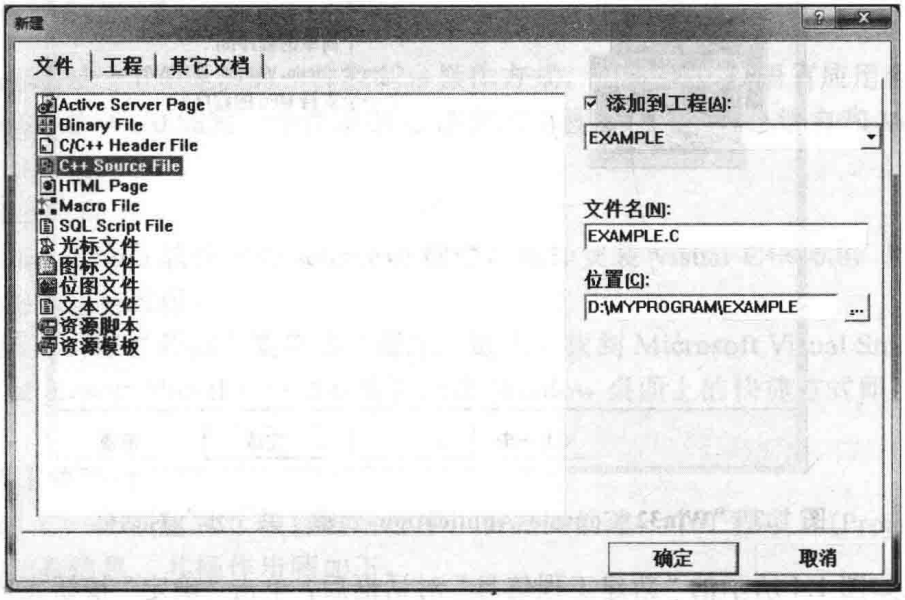


图 1.5　增加 C 源程序文件

在编辑窗口输入设计好的源程序，如图 1.6 所示，然后保存工作区文件。

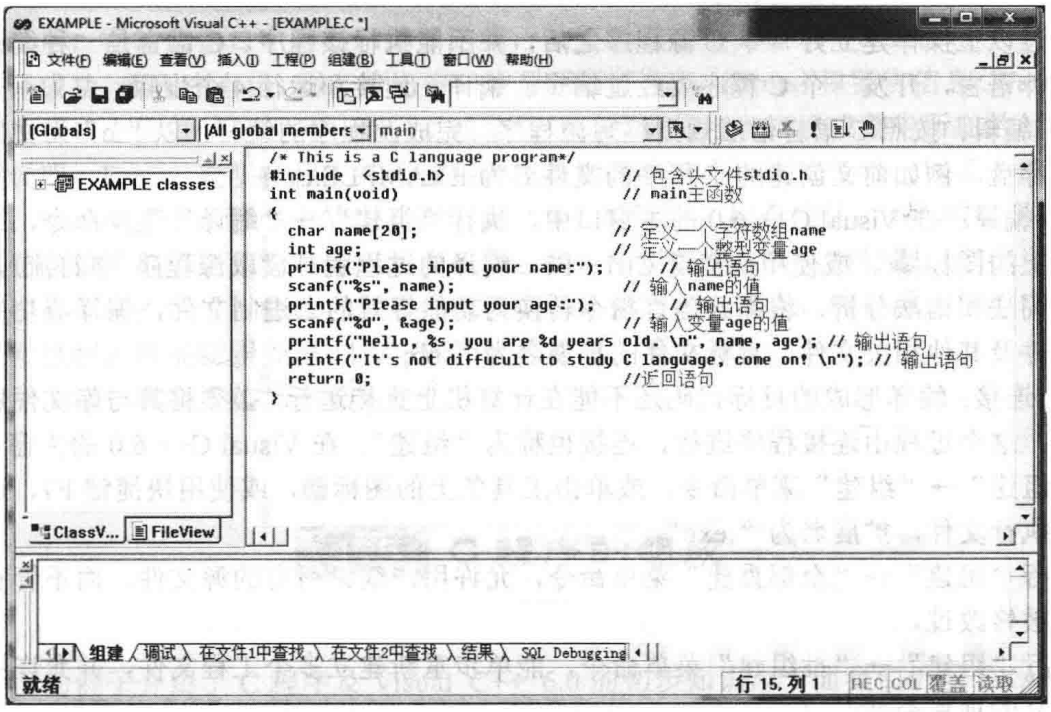


图 1.6　编辑 C 源程序

### 4. 打开已存在的工程项目，编辑 C 源程序

如果工程项目已存在，则可以直接打开进行编辑，操作方法是：进入 Visual C++ 6.0 环境后，执行“文件”→“打开工作空间”菜单命令，在如图 7.1 所示的“打开工作区”对话框内找到并选择要打开的工作区文件，如“EXAMPLE.dsw”，单击“打开”按钮，打开工作区。

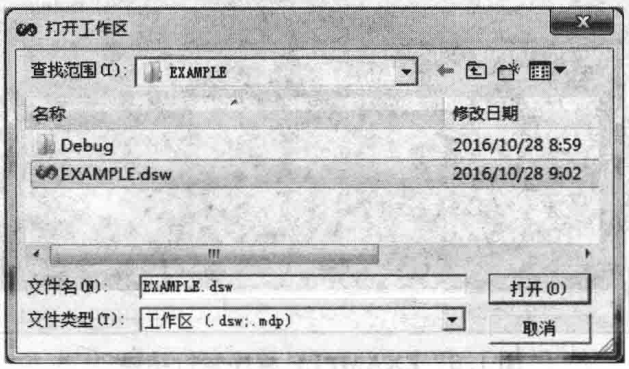


图 1.7　打开 EXAMPLE.dsw 源程序

### 5. 在工程项目中添加已经存在的 C 源程序文件

在 Visual C++ 6.0 的主窗口中，执行“工程”→“增加到工程”→“文件”菜单命令，在“插入文件到工程”对话框内找到已经存在的 C 源程序文件，单击“确定”按钮完成添加。

### 1.4.2 C 程序的运行

通过以上操作建立好一个 C 源程序之后，并不能执行该程序。C 语言是一种编译型的程序设计语言，开发一个 C 程序要经过编辑、编译、连接和运行 4 个步骤。

① 编辑：按照 C 语言语法规则编写源程序，完成源程序的编写，以“.c”为文件名的扩展名存盘，例如前文创建的 C 程序的文件名为 EXAMPLE.c。

② 编译：在 Visual C++ 6.0 的主窗口中，执行“组建”→“编译”菜单命令，或单击工具栏上的图标，或使用快捷键 Ctrl+F7。编译的过程就是读取源程序(字符流)，并对其进行词法和语法分析，将高级语言指令转换为功能等效的二进制文件，编译成功后生成目标文件及其他相关文件。目标文件的扩展名为“.obj”。

③ 连接：编译形成的目标代码还不能在计算机上直接运行，必须将其与库文件进行连接处理，这个过程由连接程序进行，连接也称为“组建”。在 Visual C++ 6.0 的主窗口中，执行“组建”→“组建”菜单命令，或单击工具条上的图标，或使用快捷键 F7，连接后生成可执行文件，扩展名为“.exe”。

执行“组建”→“全部重建”菜单命令，允许用户编译所有的源文件，而不管它们何时曾经被修改过。

执行“组建”→“批组建”菜单命令，能单步重新建立多个工程文件，并允许用户指定要建立的项目类型。

程序编译、连接完成后生成的目标文件(.obj)、可执行文件(exe)等相关文件存放在当前工程项目所在文件夹的 Debug 子文件夹中。

④ 运行：在 Visual C++ 6.0 的主窗口中，执行“组建”→“执行”菜单命令，或单击工具条上的图标，或使用快捷键 Ctrl+F5 执行程序，将会出现一个新的用户窗口，用户窗口用来显示程序运行结果。如图 1.8 所示，就是 EXAMPLE 程序的运行结果。

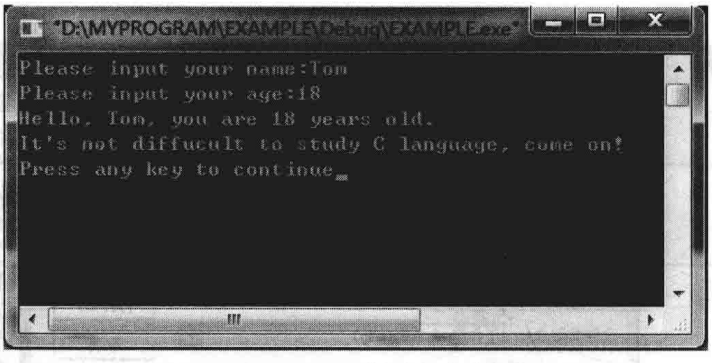


图 1.8 EXAMPLE 程序运行结果

对于比较简单的程序，可以直接执行“组建”→“执行”菜单命令，一次性完成编译、连接和运行。编译、连接和运行工具栏的位置及形状如图 1.9 所示。

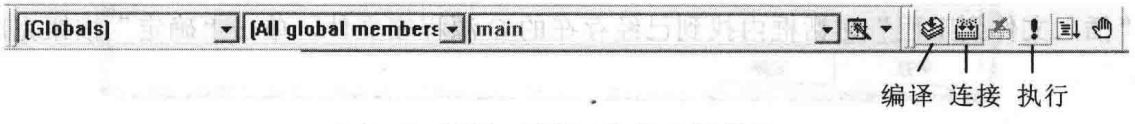


图 1.9 编译、连接和执行 C 源程序