

21 世 纪 高 等 院 校 规 划 教 材

C 语言程序设计教程

(第2版)

石跃祥 谢勇 黎自强◎主 编

湘潭大学出版社

014033121

TP312C-43
397-2

C 语言程序设计教程

(第 2 版)

主 编 石跃祥 谢 勇 黎自强



TP312C-43
397-2

湘潭大学出版社



北航

C1721333

图书在版编目(CIP)数据

C 语言程序设计教程 / 石跃祥, 谢勇, 黎自强主编. —
2 版. —湘潭: 湘潭大学出版社, 2014.2
ISBN 978-7-81128-570-3

I. C… II. ①石… ②谢… ③黎… III. C 语言—程序设计
—高等学校—教材 IV. TP312

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 026761 号

责任编辑: 王亚兰

封面设计: 闪电书装工作室

出版发行: 湘潭大学出版社

社 址: 湖南省湘潭市 湘潭大学出版大楼

电话(传真): 0731-58298966 0731-58298960

邮 编: 411105

网 址: <http://press.xtu.edu.cn/>

印 刷: 长沙瑞和印务有限公司

经 销: 湖南省新华书店

开 本: 787×1092 1/16

印 张: 15

字 数: 365 千字

版 次: 2014 年 2 月第 1 版 2014 年 2 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-81128-570-3

定 价: 32.00 元

(版权所有 严禁翻印)



北航

C1721333

前言

C 语言是一种广泛使用的高级语言,它是一种通用型的编程语言。美国 AT&T 贝尔实验室的丹尼斯·里奇(Dennis Ritchie)于 1969 到 1973 年之间设计了 C 语言,其初衷是为了编写 UNIX 操作系统。C 语言是一种结构化语言,具有易于学习、灵活高效、跨平台、易移植等特性。UNIX 内核和所有的 UNIX 基础应用、C 语言编译器、当今广泛使用的手机操作系统 Android 的核心(LINUX 内核)都使用 C 语言编写。C 语言能够处理硬件底层活动,它适合于编写操作系统和系统级应用。除此之外,它也常常被用来编写对性能要求很高的应用。

当前已经有很多优秀的入门级 C 语言教材,编写新教材似乎没有必要。但笔者在大学里教授 C 语言的过程中发现,几乎所有的 C 语言入门教材都偏重于语言规则本身而忽略了语言本身的设计思路,过于偏重叙述 C 规则,使得教材显得枯燥而缺乏生气。非常希望有一本能够在讲述 C 语言基础的同时,告诉读者为什么这么设计的教材。如何能够做到深入浅出带领读者学习 C 语言? 通过与学生之间的不断沟通、不断思考问题的答案,笔者编写了这本教材。

C 语言的第一个标准是由美国国家标准学会(American National Standards Institute, ANSI)制定的。该标准从 1983 年开始创建,经过漫长而艰苦的过程,终于在 1989 年完成。这个标准被称为“ANSI C”,或者称为“C89”。1990 年,国际标准化组织(International Organization for Standardization, ISO)对 ANSI C 进行少量的修改,最终通过了 ISO/IEC 9899:1990。这个版本有时候称为 C90 或者 ISO C 标准。因此,C89 和 C90 通常指一个标准。从 1990 年开始,C 语言一直都有改进。1999 年,ISO/IEC 9899:1999 标准形成,即 C99 标准。C99 增加了对编译器的限制和国际化字符的支持等内容。2011 年 12 月,ISO 正式发布了新的 C 语言标准 ISO/IEC 9899:2011,即 C11 标准,新的标准提高了与 C++ 的兼容性并引入了一些新的特性。

由于微软和 Borland 公司的编译器,对 C99 与 C11 标准不支持,然而,大部分读者使用微软的 VC 编译器。因此,在本书中,若无特别说明指的就是 ANSI C 标准。在适当的时候,会提到 C99 和 C11 的新特性。推荐读者使用 Code::blocks 开发环境,使用 GNU GCC 编译环境,最新版本的 GCC 支持 C99 和 C11 标准。为使读者易于上手,在本书的第 1 章中,专门介绍了集成开发环境的安装和使用。

笔者教过许多学生,大家问得最多的问题是:怎么学习 C 语言? 对于这个问题,没有固定的答案,每个人的学习方法都不同。笔者认为三点很重要,多思考、多参考、有耐心。多思考,是要多问为什么,程序为什么这么写? 语言的规则为什么这样设计? 如果你是设计者,

会怎么做?多参考,是一种态度。初学者碰到问题是很常见的,要多利用各种网络平台查找问题的答案,多与知道的人沟通。读者也应该备选一到两本参考书籍,不同作者对同一个问题的阐述方式是不同的,这将有利于更好地把握知识。有耐心,是一种要求。C语言是人与机器沟通的语言,它没有人类语言那么复杂,但这并不说明它容易学。初学者丢了这里,错了那里,反复修改才能把程序运行成功是很正常的事情。只有多动手,多读别人的程序,多习惯C的语法规则,才能更快上手。

本书由石跃祥、谢勇、黎自强主编。前言和第1章由石跃祥编写;第3章、4章、11章、附录由谢勇编写;第2章、5章由王求真编写;第6章、8章由刘新编写;第7章、10章由杨晟院编写;第9章由黎自强编写。本书由石跃祥统编定稿,刘任任教授审核了本书,并提出了宝贵的指导意见。

在本教材的编写过程中,得到学院同行的大力支持与帮助。笔者诚心感谢所有帮助过、指导过我们的人,你们热心、专业,为本书的编写提出了许多建设性的意见。

编 者

2014年1月用于湘潭大学

目 录

第 1 章 绪 论	1
1.1 C 语言发展史和地位	1
1.2 C 语言特点	2
1.3 一个简单的 C 语言程序	3
1.4 C 语言上机步骤	4
1.5 简单的输入输出函数	16
小结	18
习题	18
第 2 章 数据的存储和表示	19
2.1 数据的存储	20
2.2 常量	21
2.3 变量	26
2.4 数据的输入和输出	31
小结	44
习题	44
第 3 章 运算符和表达式	46
3.1 概述	46
3.2 赋值运算	48
3.3 算术运算	49
3.4 类型转换运算	50
3.5 关系运算	51
3.6 逻辑运算	52
3.7 位运算	53
3.8 复合赋值运算	55
3.9 逗号运算	55
3.10 sizeof 运算	56
3.11 其他运算符	57
3.12 表达式与语句	57

小结	57
习题	57
第 4 章 简单的 C 程序	59
4.1 概述	59
4.2 顺序语句	61
4.3 注释语句	61
4.4 数学函数	62
4.5 预处理命令	64
小结	68
习题	68
第 5 章 分支结构	70
5.1 if 语句(单分支)	70
5.2 if~else 语句(二路分支)	72
5.3 if~else if~else(多路分支)	75
5.4 if~else(嵌套)	77
5.5 条件运算符	77
5.6 switch~case 语句	79
小结	81
习题	82
第 6 章 循环结构	83
6.1 while 语句	83
6.2 break 语句	86
6.3 continue 语句	87
6.4 do~while 语句	88
6.5 for 语句	91
6.6 循环的嵌套	98
小结	101
习题	102
第 7 章 数 组	103
7.1 一维数组	103
7.2 二维数组	110
7.3 字符型数组	117
小结	128
习题	129

第 8 章 函 数	130
8.1 概述	130
8.2 函数声明	132
8.3 函数定义	134
8.4 函数的返回值	134
8.5 函数的调用	136
8.6 形式参数与实际参数	137
8.7 局部变量与全局变量	140
8.8 自动变量与静态变量	142
8.9 数组作为函数的参数	145
8.10 函数应用	149
小结	158
习题	158
第 9 章 指 针	160
9.1 指针的概念	160
9.2 指针与数组	161
9.3 指针作为函数的参数	167
9.4 指针与字符串	170
9.5 指针数组	176
9.6 返回指针的函数	179
9.7 指向函数的指针	181
9.8 二级指针与字符串集	184
9.9 操作指针的相关运算	186
小结	187
习题	187
第 10 章 文 件	189
10.1 C 语言处理的文件类型	189
10.2 与文件相关的指针	190
10.3 文件的打开与关闭	190
10.4 文件的读写	192
10.5 随机文件的定位	199
小结	201
习题	202
第 11 章 复合数据类型	203
11.1 枚举类型	203

11.2 结构体.....	204
11.3 联合体.....	212
小结.....	212
习题.....	212
附录 A ASCII 码表	214
附录 B 运算符的优先级与结合性	217
附录 C 标准 C 关键字	218
附录 D 常用标准库函数	219
参考文献.....	231

第 1 章 绪 论

1.1 C 语言发展史和地位

读者都知道汉语、英语等人与人之间沟通的语言,那么,什么是 C 语言?简单说,C 语言是一种人与计算机之间相互“沟通”的语言。程序员可以使用 C 语言告诉计算机“做什么,怎么做”。

在 20 世纪 60 年代,里奇与他的另外几个同事一同在 AT&T 的 Bell 实验室的多路信息计算服务(Multiplexed Information and Computing Service, Multics)项目组。该项目的目标是要设计出一个能够供上千人同时使用的大型机操作系统。在 1969 年,AT&T 撤销了这个项目,因为他们意识到,在当时要开发出这样一个系统几乎是不可能的。之后,里奇与科尔尼干(Brian W. Kernighan)开始用汇编语言为 DEC PDP-7 机器编写新的文件系统,他们改进并添加了附加功能,最终,一个完整的操作系统出现了,这就是著名的 UNIX 系统。

在 UNIX 系统之前,理查德(Martin Richards)就已经设计了基础联合编程语言(Basic Combined Programming Language, BCPL)。之后,汤姆森(Ken Thompson)改进并精简了 BCPL,至此,B 语言出现了。里奇为 UNIX 设计了 B 语言的解释执行器。但是,B 语言没有与机器无关的数据类型,并且不支持结构,使用起来并不方便。于是,在 1971 到 1973 年期间,里奇基于 B 语言开发出了 C 语言。作为 UNIX 的“母语”,C 语言保留了 B 语言的大部分语法,添加了数据类型,并有很多改进。之后,UNIX 系统用 C 语言重新编写。

C 编程语言被里奇和科尔尼干写下来,形成了一本经典教材(《The C Programming Language, 1st edition》,后面经过修订,最新版是第 2 版)。基于该教材,美国国家标准学会在 1989 年通过了 ANSI C 标准(C89)。之后,国际标准化组织在 1990 年对 ANSI C 进行少量修改并通过了 ISO C(C90)标准。到目前为止,ANSI C 标准是被几乎所有的编译器和全世界大部分的 C 语言社区所推崇的标准^①。

到笔者编写本教材为止,C 语言已经是一门有着近 40 年历史的古老语言。在世界编程

^① ANSI C 标准被很多 C 语言社区所推崇的一个主要原因是,它符合 C 语言哲学和设计初衷。新标准增加了一些限制,吸收了其他语言(如 C++)的一些特点。这样做使得编程简单的同时也在一定程度上背离了 C 的“哲学”,因此它们是有争议的。

语言排行榜中,C 语言排名保持在前三^①。在国内外,C 语言被广泛应用。Linux 和 UNIX 的系统内核和大部分应用软件都使用 C 语言编写;对程序性能有严格要求的领域,都使用 C 语言实现,如网络底层程序、服务端底层;嵌入式设备开发使用 C 语言;游戏开发使用 C 语言……最重要的一点,C 语言作为一门经典的语言,被中国教育部作为评估一个人计算机能力的重要工具,因此开设了 C 语言等级考试。它也是中国高校教育的首选语言,几乎所有高校都开设 C 语言课程。

总的来说,C 语言是一门古老而实用的语言。它有着非常广阔的应用场景,高效、简洁、优雅。学好 C 语言,你将会受益无穷。

1.2 C 语言特点

谈到 C 语言的特点,就不可避免地要谈谈 C 语言“哲学”的问题。C 的设计目标是能够用一个相对简单的编译器直接编译,支持内存的低级访问,每一个核心 C 语言元素只产生极少的机器语言^②,它的运行不需要额外的运行支持。C 语言适合用来替代原来用汇编语言^③实现的程序。尽管它能够操作底层数据,但是,它是一门平台独立的语言,具有很好的可移植性。只需要极少的修改,它就能够运行在从嵌入式系统到超级计算机系统等品台上。

C 语言的一大特色就是它的指针,这是让许多 C 语言初学者头疼的东西,但是正是指针赋予了 C 强大的功能。

C 语言包含 32 个关键字,9 种控制语句,程序书写非常自由。比如:for, if/else, :,?, while/switch, do/while……。

C 语言包含 34 个数学和逻辑操作符,如:+, -, *, /, +=, -=, *=, /=, ++, &, ~, ……。

C 语言包含整型、实型、字符型三种最基本的数据类型,同时,也支持用户自定义数据类型。

C 语言中,可以将内存地址转换为指针来操作内存,这是汇编语言具有的特性。

C 语言的语法限制不严格,程序设计的自由度大,它可以假定用户知道自己用它在做什么。当然,这也是初学者使用 C 语言经常出错的原因。

……

总的来说,C 语言是一门高效的语言,它具有良好的可移植性、强大的功能和灵活的设计。在本书的后续章节中,笔者将带领大家一步一步揭开 C 语言的神秘面纱。C 语言的错误可能很难发现,很多错误编译器没有发现,直到运行阶段才会显现出来。C 源代码可能难以阅读,每年一次的国际模糊 C 代码大赛(International Obfuscated C Code Contest)是一个很好的证明。但是,正如前面所说,一门经历 40 年历史,依旧被全世界大部分人所热爱并

① 世界编程语言排名反映了编程语言的流行趋势,它每个月都有更新,其数据来源主要为英文世界的程序员、搜索引擎检索、商业应用等。

② 现在流行的计算机中,机器语言是计算机能够识别与直接运行的语言,它们通常由若干的 0 和 1 组成。机器语言与平台有关,不同的平台通常不同。

③ 机器语言的一串串“0、1”让人看起来很吃力,于是人们根据机器指令的意义,用不同的简短助记符来替代“0、1”串,这时候汇编语言诞生了。汇编语言是与机器语言最接近的语言。

使用的语言,历史与实践都证明了它的优秀与价值。

1.3 一个简单的 C 语言程序

在本节,通过介绍一个简单的 C 程序让大家对 C 语言有一个初步的认识。在开始之前,要把 C 语言中的函数与数学里面的函数概念区别开来。在数学中,函数是一个映射,但是,C 语言中的函数是一个用“{}”括起来的单元,这个单元里面是一组为了实现某一功能的语句的集合。

```
1 #include <stdio.h>
2 int main()
3 {
4     printf("hello \n");
5     return 0;
6 }
```

以上程序的功能非常简单,运行之后,它将在屏幕终端输出“hello”问候语。要特别注意的一点是:程序中的所有字符都是英文输入法状态下的字符!

程序只有 6 行,第 1 行是一个预包含语句。它以“#”符号开头,紧接着一个 include(包含的意思)关键字,然后是用尖括号括起来要包含的文件名 stdio.h。stdio.h 是标准输入输出头文件,程序后面调用的 printf() 函数就是在这个头文件中定义的。

第 2 行是 main()(主函数)声明,一个 C 语言程序都必须有并且只能有一个 main() 函数,函数返回值为 int 型(一个整数)。main() 函数告诉 C 语言编译器“从这里开始执行”。

第 3 行的“{”和第 6 行的“}”括起来的部分是 main() 函数的主体部分,它告诉编译器,要执行部分在这两个相互匹配的括号之间。

第 4 行调用了 C 语言标准输出函数 printf() 打印一个单词 hello 和一个表示换行的符号(称为“转义符”,后面会介绍)“\n”(在第 1 行的时候,我们引入了输入输出库),要输出的内容用“”包含起来。

第五行,return(返回)一个值 0(在第 2 行定义函数的时候,说明了 main() 函数的返回值是一个整数)。

从上面的简单程序中,可以总结出 C 语言的一些特点。首先,所有的括号都是相互匹配的,即左括号表示开始,对应形状的右括号结束;其次,“”符号也是匹配的;最后,所有的语句以“;”符号表示结束(当然,#include 语句是一个例外,这一点将在后面章节介绍)。以上总结的特点,实际上就是 C 语言语法的一部分,随着后续深入学习,读者就会慢慢习惯这些“看起来有些奇怪”的规则了。

最后,提一提 C 语言程序在计算机上执行的过程。现在广泛使用的计算机,实际上都是冯·诺依曼机。它的体系结构由著名匈牙利美籍数学家、计算机学家约翰·冯·诺依曼(John Von Neumann)设计。冯·诺依曼机有着自己的语言,即通常所说的“机器语言”(一些由若干 0 和 1 组成的语句)。所有 C 语言语句,最终都要转变为机器语言才能被计算机所执行。这些工作,由 C 语言编译器和链接器(还有操作系统的功劳)完成。这就是为什么写的 C 语言都要经过编译、链接最后才能执行的原因。

说了这么多,读者是不是很想动手,用 C 语言告诉计算机“给我打印 hello”了呢?别急,接下来的一节,笔者就告诉你要怎么做!

1.4 C 语言上机步骤

这一节,将学习 Windows 平台上 C 语言的集成开发环境(Integrated Development Environment, IDE)使用以及 Linux 系统中开发环境的搭建与使用。

1.4.1 Microsoft Visual C++ 2010 Express 上机步骤

1. 环境安装

没有安装 VC++ 2010 Express 的读者,可以参照本小节安装开发环境,笔者以 Windows 7 系统中安装 Visual C++ 2010 Express 为例来介绍。对于已经安装好 VC++ 2010 Express 的读者可以跳过本小节的步骤。

Express 版本是微软官方发布的面向学生和研究机构的非商业用途版本,它是免费版本。在笔者编写本教材的时候,2010 版本是较新的兼容性最好的稳定版本,所以选它安装。访问微软官方网站(<http://www.visualstudio.com/downloads/download-visual-studio-vs>),下载 Microsoft Visual C++ 2010 Express 在线安装程序。如图 1-1 所示。

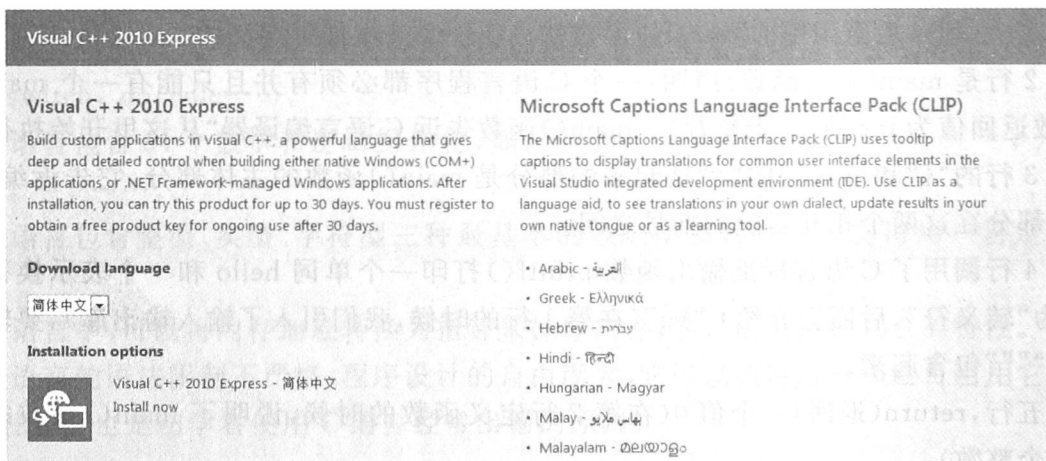


图 1-1 下载 VC++ 2010 Express

下载完成后,打开刚刚下载的文件,开始安装,安装过程要保持电脑联网。安装过程如下:第一步,去掉“是,向 Microsoft Corporation 发送有关我的安装体验信息(S)”,点击下一步。如图 1-2 所示:

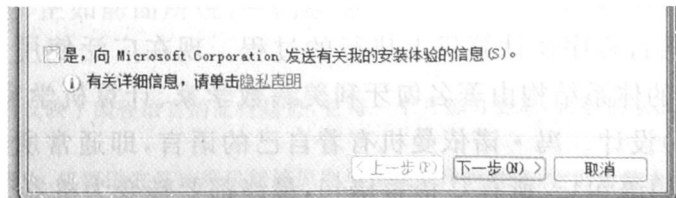


图 1-2 安装 VC++ 2010 Express

第二步,选择“我已阅读并接受许可条款(A)”,点击下一步。如图 1-3 所示:

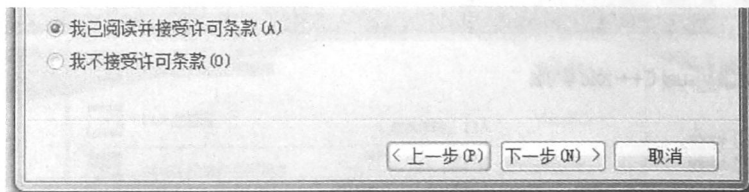


图 1-3 安装 VC++ 2010 Express

第三步,去掉“Microsoft Silverlight”选项,点击下一步。如图 1-4 所示:



图 1-4 安装 VC++ 2010 Express

第四步,使用默认安装位置,点击安装。如图 1-5 所示。

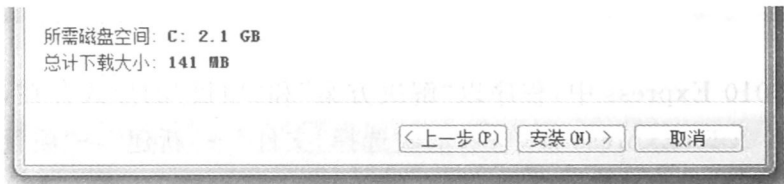


图 1-5 安装 VC++ 2010 Express

第五步,大约过半个小时之后,出现安装成功提示,点击退出即可。如图 1-6 所示。

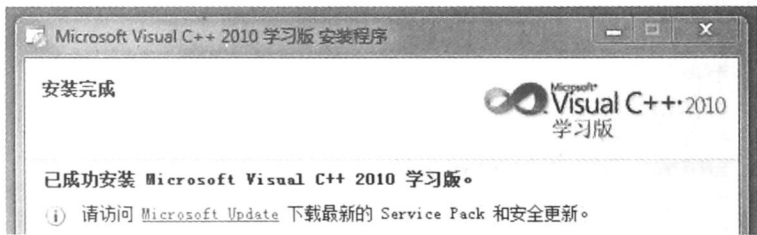


图 1-6 安装 VC++ 2010 Express

至此,已经成功安装 Microsoft Visual C++ 2010 Express,下面将学习如何利用它来编写 1.3 节中学习的第一个 C 程序。

2. 启动 VC++ 2010 Express

安装好 VC++ 2010 Express 版本后,在 Windows 开始菜单中打开 VC++ 2010 Express 版本。第一次打开时,会自动进行用户设置。设置完成后的界面如图 1-7 界面所示。

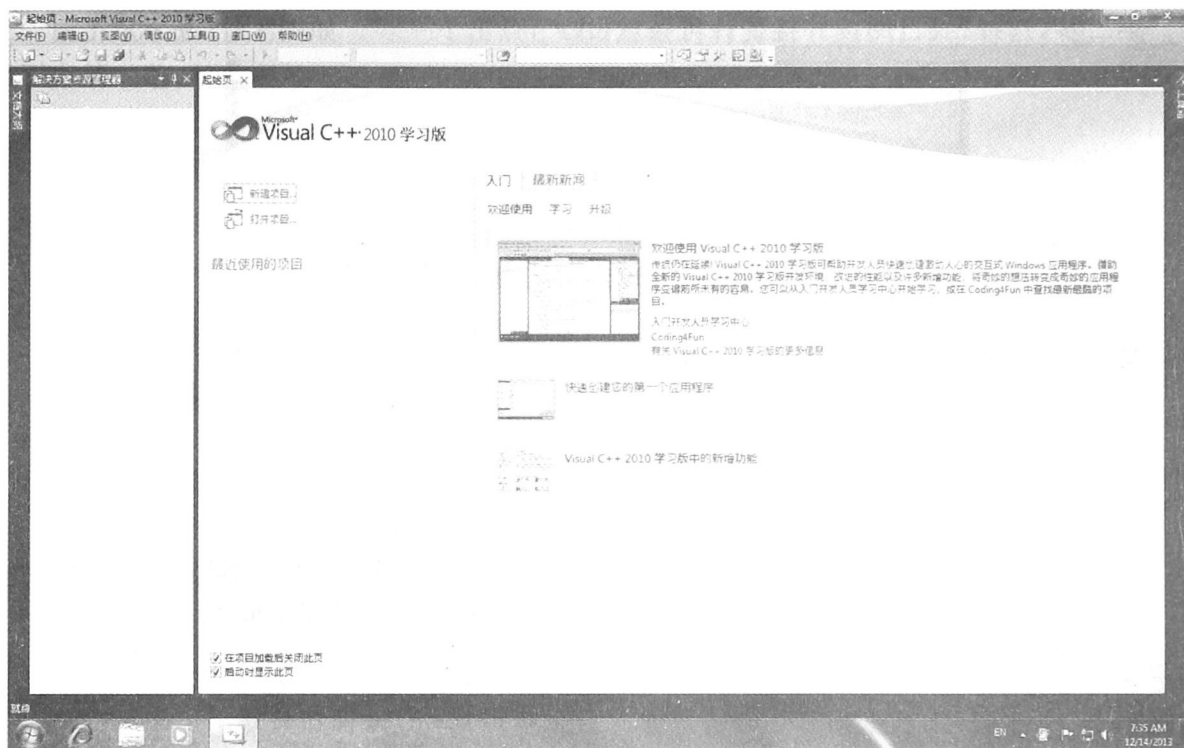


图 1-7 VC++ 2010 Express 界面

3. 建立项目

由于在 VC 2010 Express 中,程序以“解决方案”和“项目”的形式存在,所以第一步先要建立项目。在 VC 2010 Express 菜单栏,依次选择“文件”→“新建”→“项目”,打开新建项目菜单。如图 1-8 所示。

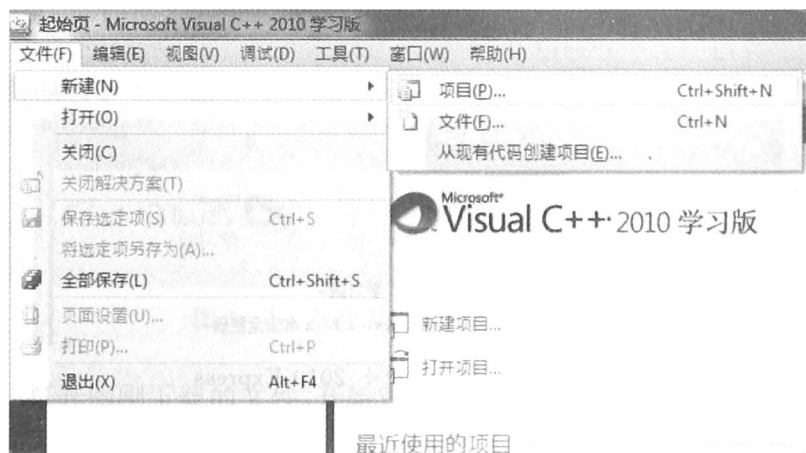


图 1-8 新建项目

在新建项目子窗口中,选择“Win32 控制台应用程序”,在下面的“名称”栏中填写项目名称“hello”,勾选“为解决方案创建目录”选项,点击“确定”。如图 1-9 所示。

接下来,VC++2010 Express 会弹出一个应用程序向导,在此处点击下一步。如图 1-10 所示。

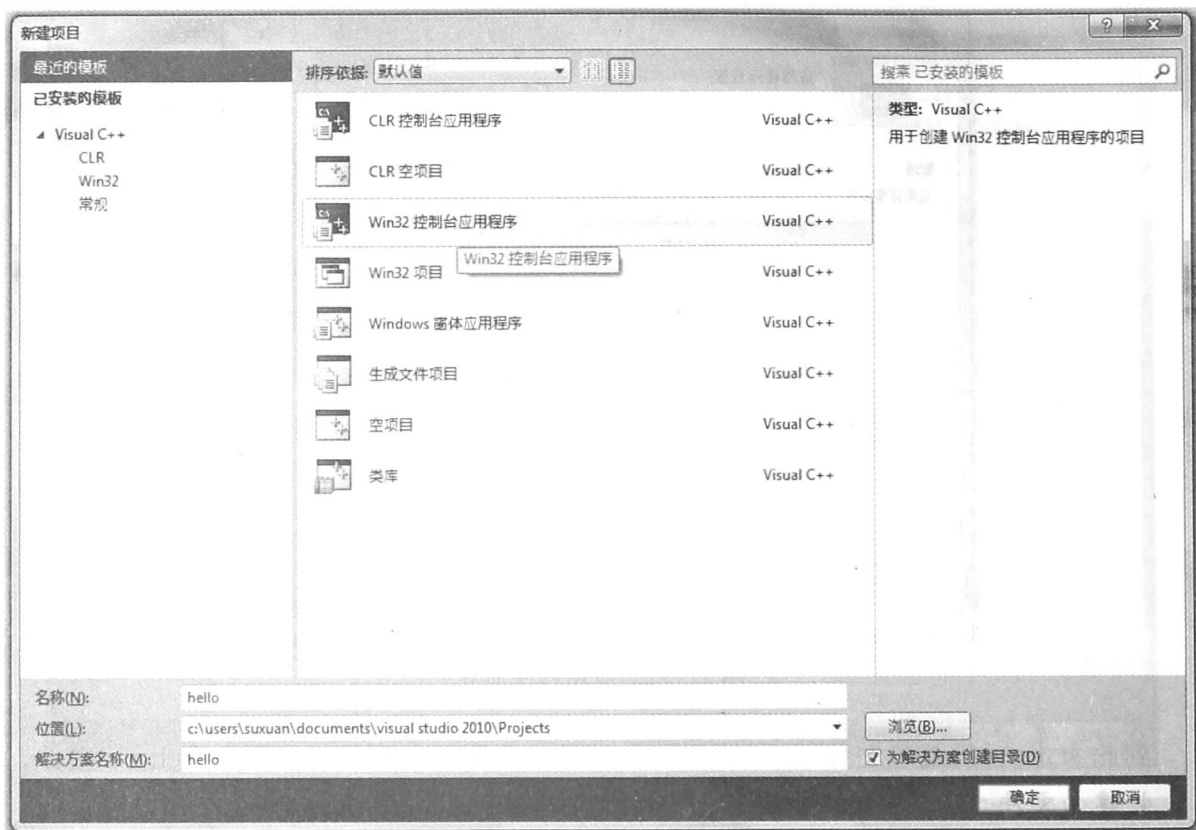


图 1-9 新建项目

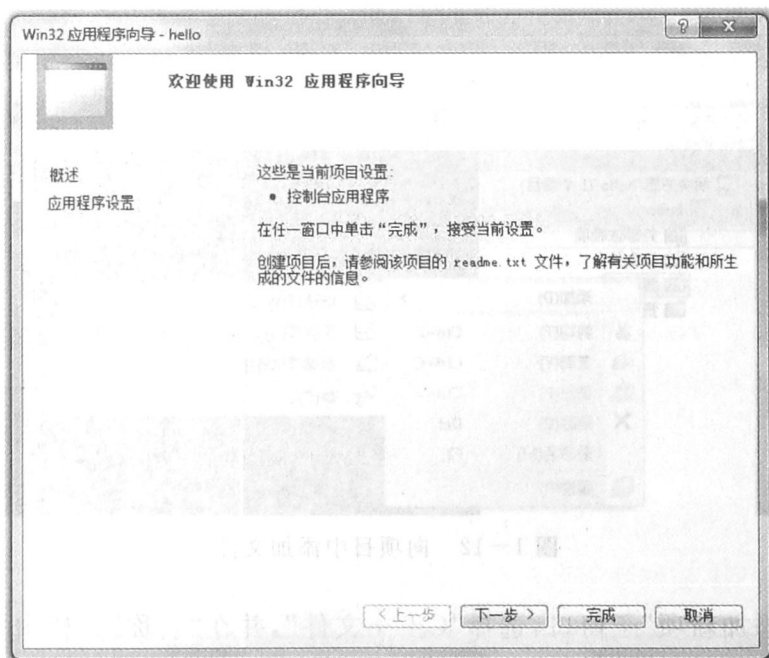


图 1-10 应用程序向导

再接下来，到向导的第二步界面，在此处，“应用程序类型”选择“控制台应用程序”，附加选项中，勾选“空项目”，点击“完成”。如图 1-11 所示。

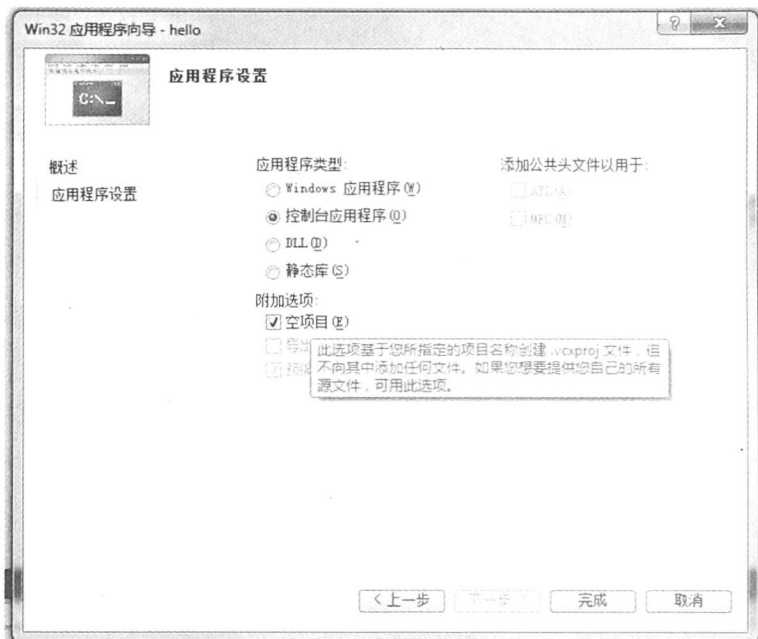


图 1-11 应用程序向导

到此为止,项目就建立好了,下面的工作就是向刚刚的空白项目中添加 hello. c 文件。

4. 建立文件

“在解决方案资源管理器”中,点击展开 hello 解决方案。之后,右键点击“源文件”→“添加”→“新建项”。如图 1-12 所示。

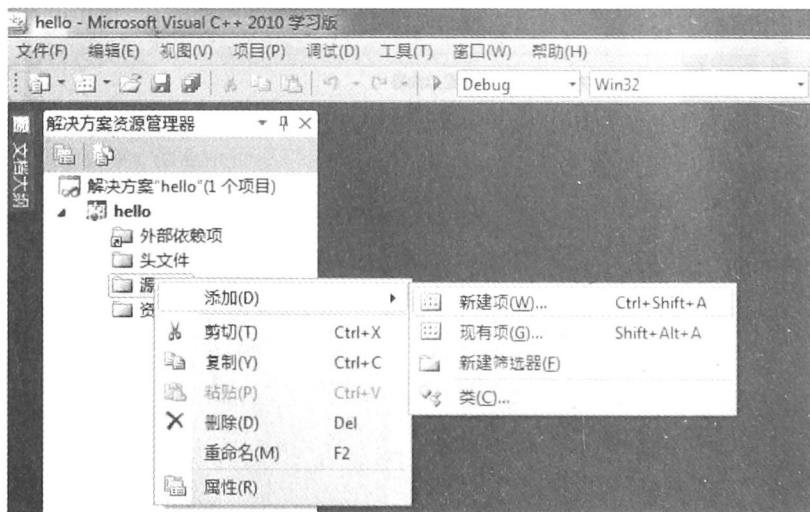


图 1-12 向项目中添加文件

此时,出现“添加新项”子窗口,选择“C++ 文件”,并在“名称”一栏中填写“hello. c”,点击“添加”,如图 1-13 所示。