普通高等教育“十三五”规划教材
高等院校计算机系列教材

C++程序设计教程

（第二版）

瞿绍军　罗 迅　刘 宏 ◉ 主编

華中科技大學出版社
http://www.hustp.com

普通高等教育“十三五”规划教材
高等院校计算机系列教材

C++程序设计教程
(第二版)

主　编　瞿绍军　罗　迅　刘　宏
副主编　王从银　丁德红
编　委　张引琼　田小梅　张丽霞
　　彭　华　谢　超　石　坚

华中科技大学出版社
中国·武汉

内 容 简 介

本书紧密结合目前高校计算机教学发展趋势，将 ACM 国际大学生程序设计竞赛的相关内容引进教材，对学生养成良好的编程习惯和编程思维、提高分析和解决问题的能力大有帮助，这是本书的创新之处。

全书共分 13 章，各章节内容由浅入深、相互衔接、前后呼应、循序渐进。第 1～6 章介绍了 C＋＋程序设计的基础、函数与程序结构、数组与字符串、指针、结构体与共用体、ACM 国际大学生程序设计竞赛相关知识和竞赛中的数据输入/输出等；第 7～13 章介绍了 C＋＋面向对象特性，包括类与对象及封装性、类的深入、运算符重载、继承性、多态性、输入/输出流、模板和标准库；附录 A 列出了 ASCII 码对照表；附录 B 列出了传统 C/C＋＋语言与标准 C＋＋语言头文件对照表，方便学习和参考；附录 C 介绍了如何在 Linux、UNIX 下编译和调试 C＋＋程序；附录 D 介绍了在 Visual C＋＋下调试程序的方法；附录 E 介绍了在 Dev-C＋＋下调试程序的方法。本书的配套教材《C＋＋程序设计教程习题答案和实验指导》提供了相关的实验内容、参考答案和模拟试卷。

本书吸收了国内外近几年出版的同类教材的优点，内容丰富，特别适合用作计算机专业和相关专业的程序设计类课程的教材，也可作为 ACM 国际大学生程序设计竞赛的入门教材，还可作为各类考试培训和 C＋＋程序设计自学教材。

图书在版编目(CIP)数据

C＋＋程序设计教程/瞿绍军，罗迅，刘宏主编. —2 版. —武汉：华中科技大学出版社，2016.8
普通高等教育“十三五”规划教材　高等院校计算机系列教材
ISBN 978-7-5680-1766-4

Ⅰ.①C…　Ⅱ.①瞿…　②罗…　③刘…　Ⅲ.①C 语言-程序设计-高等学校-教材　Ⅳ.①TP312

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 091987 号

C＋＋程序设计教程(第二版)　　瞿绍军　罗　迅　刘　宏　主编
C＋＋ Chengxu Sheji Jiaocheng

责任编辑：熊　慧
封面设计：原色设计
责任校对：张会军
责任监印：周治超
出版发行：华中科技大学出版社(中国·武汉)
　　武昌喻家山　　邮编：430074　　电话：(027)81321913
录　　排：华中科技大学惠友文印中心
印　　刷：武汉鑫昶文化有限公司
开　　本：787mm×1092mm　1/16
印　　张：20.25
字　　数：476 千字
版　　次：2010 年 8 月第 1 版　2016 年 8 月第 2 版第 1 次印刷
定　　价：42.00 元

华中出版

本书若有印装质量问题，请向出版社营销中心调换
全国免费服务热线：400-6679-118　竭诚为您服务

高等院校计算机系列教材

编　委　会

前　言

C++语言是目前最流行的面向对象程序设计语言之一。它既支持传统的面向过程的程序设计方法，也支持面向对象的程序设计方法。它是 Linux 和 UNIX 下编程的最主要的语言之一，也是嵌入式开发最常用的编程语言之一。C++语言全面兼容 C 语言，熟悉 C 语言的程序员仅需学习 C++语言的面向对象特征，就可很快地用 C++语言编写程序。

本书是一本通过编程实践引导学生掌握 C++程序开发的教材。在编写过程中，我们组织了多位长期从事程序设计、数据结构、面向对象程序设计和计算机算法设计课程教学的老师，其中部分老师是本校 ACM 程序设计集训队的教练和指导老师，他们都有着丰富的教学和编程经验。在编写本书的过程中力求将复杂的概念用简洁、通俗的语言来描述，做到深入浅出、循序渐进，从而使学生能体会到学习编程的乐趣。

传统的程序设计教材和教学模式多以学习计算机语言为主，多重视理论教学、轻实践教学环节。学生的编程能力弱导致学习后续一些课程很困难，不利于培养他们的算法思想、设计理念和创新意识，他们也就无法适应当今信息社会和知识经济对人才的要求。在这种情况下，我们改革程序设计类课程实践教学模式，突出计算机的实践教育，培养学生分析问题和解决问题的创新能力。

近年来，以培养和提高计算机编程能力为目标的不同层次比赛应运而生，如省级大学生计算机程序设计竞赛、ACM 国际大学生程序设计竞赛（简称 ACM-ICPC）等。因此，以程序设计竞赛为依托，改革程序设计类课程教学体系和内容，探索和创新程序设计类课程的实践教学方法和手段，对加强程序设计类课程的教学和实践环节、提高学生的编程能力、促进计算机类创新人才培训和培养出符合社会需求的人才具有重要的理论和实践意义。

本书将 ACM 国际大学生程序设计竞赛的相关内容引进课程学习之中，使学生从编程入门开始就养成良好的编程习惯和编程思维，强化学生分析和解决实际问题能力的培养，激发学生对编程的兴趣，达到以教学促竞赛、以竞赛强化教学的目的。

ACM 国际大学生程序设计竞赛由国际计算机界具有悠久历史的权威性组织 ACM（Association for Computing Machinery）主办，是世界上公认的规模最大、水平最高、参与人数最多的大学生程序设计竞赛，其宗旨是使大学生能通过计算机充分展示自己分析问题和解决问题的能力。现在，各个高校都非常重视计算机程序设计竞赛。

与本书配套的教材《C++程序设计教程习题答案和实验指导》提供了相关的实验内容、参考答案和模拟试卷。所有习题和程序均按照 ACM 国际大学生程序设计竞赛要求进行设计，并进行了严格的测试，验证了程序的正确性。

参与本书编写的人员有：湖南师范大学的瞿绍军、罗迅、刘宏、张丽霞、谢超和石坚老

师,衡阳师范学院的田小梅老师,吉首大学的王从银和彭华老师,湖南文理学院的丁德红老师,湖南农业大学的张引琼老师。

本书的出版得到了湖南师范大学教学改革研究项目"程序设计类课程实践教学体系、内容、方法和手段改革的研究与实践"的资助。

为方便教师教学,本书配有丰富的电子资源和课件,您在使用过程中有任何疑问可发邮件(Email:powerhope@163.com)与我们联系。

编　者

2015年12月于长沙岳麓山

目　录

第1章 C++语言概述

[本章主要内容] 本章主要介绍C++语言的发展和特点、C++程序基本结构、几种常用的C++集成开发环境，以及ACM国际大学生程序设计竞赛和自动评测系统的使用方法。

1.1 C++语言简介

1.1.1 C++语言的发展

C语言是贝尔实验室的Dennis Ritchie于20世纪70年代初研制出来的。C语言既具有高级语言的特点，即表达力丰富、可移植性好，又具有低级语言的一些特点，即能够很方便地实现汇编级的操作，目标程序效率较高。C++是Bjarne Stroustrup于20世纪80年代在贝尔实验室开发出的一门语言，用他自己的话来说，“C++主要是为了我的朋友和我不必再使用汇编语言、C语言或其他现代高级语言来编程而设计的。它的主要功能是可以更方便地编写出程序，让每个程序员更加快乐”。

C++语言在C语言的基础上添加了对面向对象编程和泛型编程的支持。C++语言继承了C语言高效、简洁、快速和可移植的传统。C++面向对象的特性带来了全新的编程方法。

C++语言自诞生以来，经过开发和扩充已成一种完全成熟的编程语言。经过多年的努力，制定了一个国际标准ISO/IEC 14882:1998，该标准于1998年获得了美国国家标准局(American National Standards Institute，ANSI)、国际标准化组织(ISO)和国际电工技术委员会(IEC)批准。该标准称为C++98，它不仅描述了已有的C++特性，还对该语言进行了扩展，添加了异常、运行阶段类型识别、模板和标准模板库(standard template library，STL)。2003年，发布了C++标准第二版(ISO/IEC 14882:2003)，该标准是一次技术性修订，但没有改变语言特性，这个版本常称为C++03。ISO标准委员会于2011年批准了新标准ISO/IEC 14882:2011，即C++11。C++11曾经被称为C++0x，是对目前C++语言的扩展和修正，不仅包含核心语言的新机能，而且扩展了C++的标准模板库(STL)，并入了大部分的C++Technical Report 1(TR1)程序库(数学的特殊函数除外)。C++11包括大量的新特性：lambda表达式，类型推导关键字auto、decltype和模板的大量改进。目前最新的C++标准是2014年8月18日发布的ISO/IEC 14882:2014，又称C++14或C++1y。

1.1.2 C++语言的特点

C++语言既保留了C语言的有效性、灵活性、便于移植等全部精华和特点，又添加了面向对象编程的支持，具有强大的编程功能，可方便地构造出模拟现实问题的实体和操作；编写出的程序具有结构清晰、易于扩充等优良特性，适合于各种应用软件、系统软件的

程序设计。用C++语言编写的程序可读性好,生成的代码质量高,其运行效率仅比采用汇编语言编写程序的运行效率慢10%~20%。C++语言具有以下特点:

(1) C++语言是C语言的超集。它既保持了C语言的简洁、高效和接近汇编语言等特点,又克服了C语言的缺点,其编译系统能检查更多的语法错误,因此,C++语言比C语言更安全。

(2) C++语言保持了与C语言的兼容。绝大多数C语言程序可以不经修改直接在C++环境中运行,用C语言编写的众多库函数可以用于C++程序中。

(3) 支持面向对象程序设计的特征。C++语言既支持面向过程的程序设计,又支持面向对象的程序设计。

(4) C++语言在可重用性、可扩充性、可维护性和可靠性等方面都较C语言得到了提高,更适合用于开发大中型系统软件和应用程序。

(5) C++语言设计成静态类型,是与C语言同样高效且可移植的多用途程序设计语言。

出于保证语言的简洁和运行高效等方面的考虑,C++语言的很多特性都是以库(如STL)或其他形式提供的,而没有直接添加到语言本身里。

1.2 C++程序基本结构

在开始学习C++语言编程之前,应该了解一下C++源程序的基本结构,以及如何书写、编译和运行C++程序,以便建立一个总体的印象。

用C++语言编写应用程序,到最后得到结果,具体的步骤取决于计算机环境和使用的C++编译器,但大体需要经过4个过程,即编写源程序、编译源代码、将目标代码与其他代码链接起来和运行。

1. 编写源程序

一个简单的C++应用程序如例1.1所示。

【例1.1】 一个简单的C++应用程序。

```
/*--------------------------------
    HelloWorld.cpp
--------------------------------*/
#include<iostream>
using namespace std;
int main()
{
    cout<<"HelloWorld"<<endl;//输出一个字符串
    return 0;
}
```

通过这个程序,我们可以看到C++应用程序还是比较简单的,结构并不复杂。编写C++程序时必须遵循C++语言的编程原则。对于一个简单的C++应用程序的基本格式有以下几点规定:

(1) C++程序是无格式的纯文本文件，可以用任何文本编辑器(如记事本、写字板)来编写。

(2) C++程序(源代码)保存为文件时，建议使用默认扩展名.cpp。文件名最好有一定的提示作用，能使人联想到程序内容或功能。

(3) 每个C++程序都由一个或多个函数组成，函数是具有特定功能的程序模块。对于一个应用程序来讲，还必须有一个main()函数，且只能有一个main()函数。该函数标志着执行应用程序时的起始点。其中，关键字int表示main()函数返回整型值。

(4) 任何函数中可以有多条语句。本例的main()函数中有两条语句，其中一条是

```
cout<<"HelloWorld"<<endl;
```

该语句用来在屏幕上输出“HelloWorld”字符串。cout是C++程序的一个对象，可通过它的操作符“<<”向标准输出设备输出信息。另一条语句return 0是返回语句。

(5) C++程序中的每条语句都要以分号“;”结束(包括以后程序中出现的类型说明等)。

(6) 为了增加程序的可读性，程序中可以加入一些注释行，即用“//”开头的行。

(7) 在C++程序中，区分字母的大小写，因此main、Main、MAIN都是不同的名称。作为程序的入口只能是main()函数。

小提示：编写程序的过程中和编译程序前，请及时存盘，以避免意外导致输入的源程序丢失。

2. 编译源代码

当C++程序编写完成后，必须经过C++编译器把C++源程序翻译成主机使用的内部语言(机器语言)。翻译后的程序文件就是程序的目标代码。

3. 将目标代码与其他代码链接起来

链接是指将目标代码与使用的函数的目标代码(如C++程序通用库)以及一些标准的启动代码组合起来，生成程序运行阶段版本。包含该产品的文件称为可执行代码。

编译源代码和将目标代码与其他代码链接起来往往可以通过一个命令一次完成。

4. 运行

根据运行的目的，运行可分为应用运行、测试运行和调试运行。应用运行是指程序正式投入使用后的运行，其目的是通过程序的运行完成预先设定的功能，从而获得相应的效益。测试运行是应用运行前的试运行，是为了验证整个应用系统的正确性，如果发现错误，则应进一步判断错误的原因和产生错误的大致位置，以便加以纠正。调试运行则是专门为验证某段程序的正确性而进行的，运行时，通过输入一些特定的数据，观察程序是否产生预期的输出。如果没有，则通过程序跟踪方法，观察程序是否按预期的流程运行，程序中的某些变量的值是否如预期的那样改变，从而判定出错的具体原因和位置，再加以纠正。

1.3　C++程序的开发环境

支持C++程序开发的工具很多，比较流行的C++程序集成开发环境有：基于

Windows平台的Microsoft Visual C++、Microsoft Visual Studio系列、CodeBlocks和Dev-C++等;基于Windows平台和Linux及UNIX下的Eclipse、CodeBlocks和NetBeans等IDE(集成开发环境)。下面分别对Visual C++、CodeBlocks和Dev-C++开发环境的使用做简要介绍,读者可以根据自己的爱好选择对应的开发环境。如果学习后准备参加大学生程序设计竞赛,则应该熟练使用CodeBlocks。

1.3.1 Visual C++

Visual C++是美国Microsoft公司最新推出的可视化C++开发工具,是目前计算机开发者首选的C++开发环境。它支持最新的C++标准,它的可视化工具和开发向导使C++应用开发变得非常方便快捷。

Visual C++已经从Visual C++1.0发展到最新的Visual Studio 2015版本。本节将以Visual C++6.0和Visual Studio 2010为背景介绍Visual C++的使用方法。Visual Studio 2010后续版本的使用与Visual Studio 2010的使用差别不大。

1. 启动Visual C++

当Visual C++成功安装后,在Windows桌面依次选择"开始"→"所有程序"→"Microsoft Visual Studio 6.0"→"Microsoft Visual C++6.0",可以启动Visual C++6.0。Visual C++6.0的集成开发环境如图1.1所示。

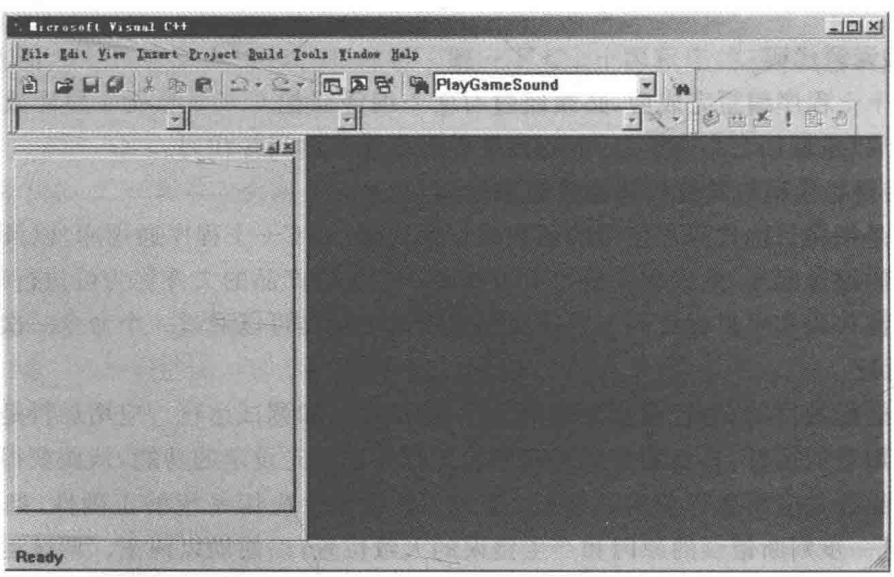

图1.1 Visual C++6.0集成开发环境

2. 创建工程

在Visual C++环境中,开发应用程序的第一步是创建一个工程。Visual C++用工程组织和维护应用程序。工程文件保存了与工程有关的信息。每个工程都保存在自己的目录中。每个工程目录包括一个工作区文件(.dsw)、一个工程文件(.dsp)、至少一个C++程序文件(.cpp)及C++头文件(.h)。

(1) 依次单击"File"→"New...",如图1.2所示。

（2）在弹出的对话框中单击“Projects”选项卡，选中“Win32 Application”，在“Project name”中输入工程名，然后在“Location”中选择工程保存的位置。最后单击“OK”按钮，如图 1.3 所示。

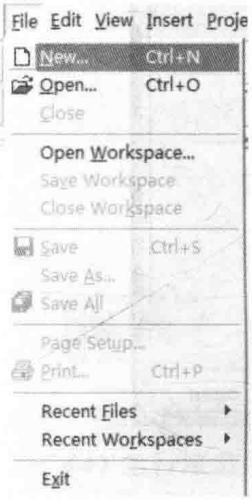

图 1.2　“File”菜单

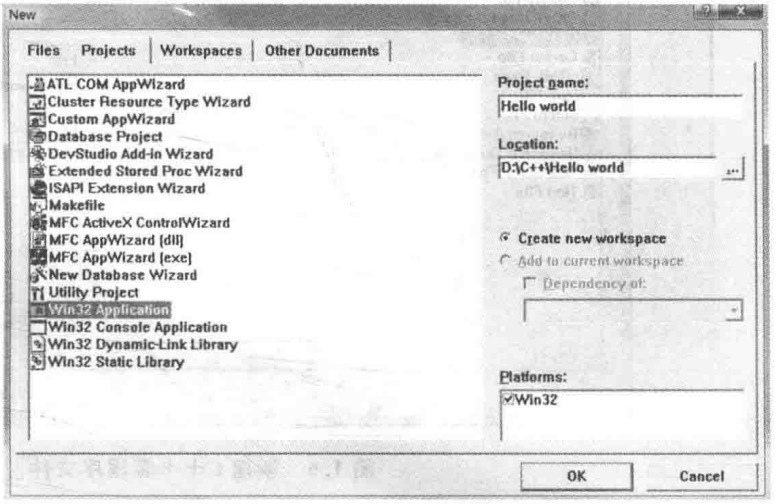

图 1.3　Visual C++6.0 向导

（3）此时出现如图 1.4 所示的“Win32 Application-Step 1 of 1”对话框，选择“An empty project.”单选项，单击“Finish”按钮。

（4）出现如图 1.5 所示的“New Project Information”对话框，单击“OK”按钮，完成工程的创建。

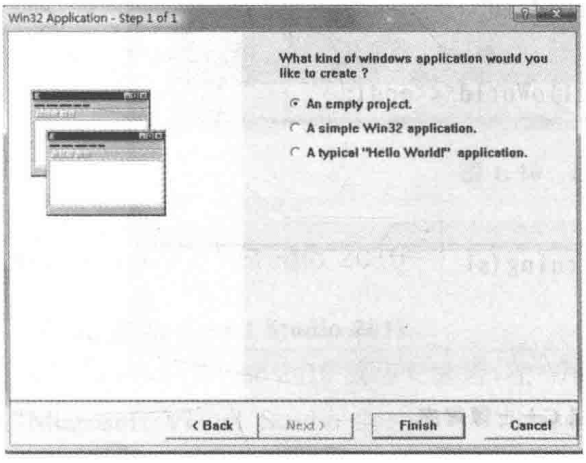

图 1.4　控制台工程向导

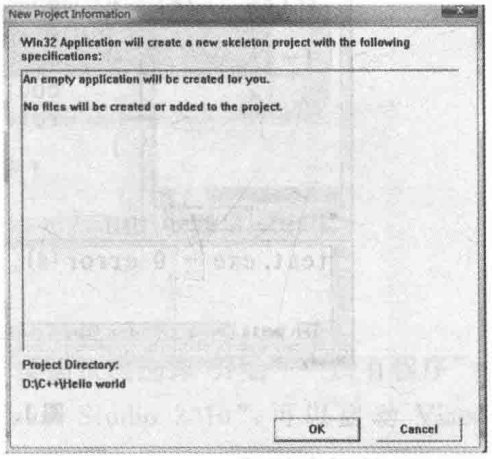

图 1.5　工程信息

3. 编辑 C++源程序

（1）单击“File”→“New...”，在弹出的对话框中单击“Files”选项卡，选中“C++ Source File”，选中“Add to project”，在“File”文本框中输入文件名，然后在“Location”文本框中选择文件保存的位置（用缺省项即可，与工程保存在同一位置）。最后单击“OK”按钮，如图 1.6 所示。