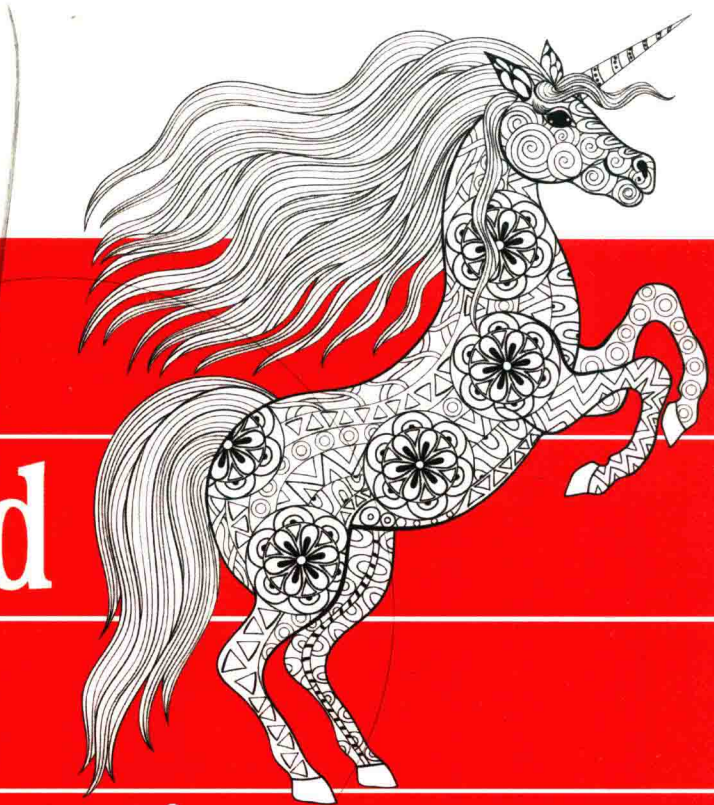
高等院校“十三五”规划教材

新标准C++程序设计

◎ 严 悍　陆建峰　衷 宜　编著



New Standard C++ Programming

东南大学出版社
SOUTHEAST UNIVERSITY PRESS

新标准 C++ 程序设计

严 悍 陆建峰 衷 宜 编著

东南大学出版社
·南京·

内 容 提 要

C++是国内外广泛采用的编程语言，应用于多种计算平台，国内很多高校都开设C/C++编程的相关课程，也出现了数百种相关教材。C/C++语言在2011年之前主要采用C99和2003标准。2011年国际标准化组织和国际电工委员会发布了C++11新标准，推出近百个新语言特征，之后C++14和C++17进一步完善了新标准。新标准引入许多新概念、新规则，使得C++编程表达复杂多变，初学者感到学习实践难度较大。本书采用研讨加实践的方式，力图使初学者能熟练掌握新概念、新规则，并增强编程求解能力。

本书共15章，主要分为两部分：第1部分（前8章）主要介绍结构化编程和函数式编程，第2部分（后7章）主要介绍面向对象编程和泛型编程。

本书可作为大学各学科专业学生学习实践C++的基础教材，也适合作为软件工程开发人员的自学用书和研究人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

新标准C++程序设计 / 严悍，陆建峰，衷宜编著. —南京：东南大学出版社，2018.8

ISBN 978-7-5641-7847-5

Ⅰ.①新… Ⅱ.①严… ②陆… ③衷… Ⅲ.①C++语言-程序设计 Ⅳ.①TP312.8

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第153342号

新标准C++程序设计

出版发行	东南大学出版社
社　　址	南京市四牌楼2号(邮编:210096)
出 版 人	江建中
责任编辑	吉雄飞(联系电话:025-83793169)
经　　销	全国各地新华书店
印　　刷	虎彩印艺股份有限公司
开　　本	787mm×1092mm　1/16
印　　张	29.5
字　　数	755千字
版　　次	2018年8月第1版
印　　次	2018年8月第1次印刷
书　　号	ISBN 978-7-5641-7847-5
定　　价	90.00元

前　言

C++语言体现了当前过程性编程语言的主导思想，并得到广泛应用。C++语言表达简洁、灵活多样、计算性能高、平台支持度高，但同时C++语言类型复杂、变化多端、理解较困难，对初学者入门有一定难度。C++语言在2011年、2014年和2017年经历了三次语言标准升级，核心语言发生巨大变化，在改进传统的结构化编程和面向对象编程基础上引入了函数式编程和泛型编程，强类型弱化为静态类型，而编译器具有编译期运行能力，融合多种语言特征，如Java，NodeJS/ECMAScript，GO，Python等。因此，C++初学者和程序员都迫切需要重新理解掌握新标准C++语言的新概念和新规则。

本教材编写秉承“内容新颖，概念清晰，规则分明，指导性与实用性并重”的原则，所具特色如下：

（1）新概念：涵盖C++11全部新概念与C++14部分已实现概念；

（2）新平台：支持最新VS2017和DevC++（GCC）两大平台；

（3）新体系：新概念融入一个整体理论体系，使学生一次性掌握新概念和新规则；

（4）新展示：大量图表便于学生理解和教师讲授，且例题丰富，练习题形式多样。

本书共15章，主要分为以下两个部分：

第1部分（前8章），主要介绍结构化编程与函数式编程。其中，第1章概括列出新标准语言的新特征，有经验的读者可选择阅读；第2章到第7章介绍基本类型与变量，运算符与表达式，基本语句，函数和编译预处理，数组与字符串，结构、枚举和联合体；第8章介绍指针和引用，也介绍了基于Lambda的函数式编程。

第2部分（后7章），主要介绍面向对象编程与泛型编程。其中，第9章到第12章介绍新标准面向对象编程新特征；第13章介绍基于模板的泛型编程（这是C++难点集中之处）；第14章介绍输入输出流，不涉及语言特征；第15章介绍异常处理。

本书各章后配有小结和练习题，供读者复习和实践。书中所有的编码实例都采用Visual Studio 2017/C++和DevC++（GCC）作为开发环境，前者新标准符合度高但规模庞大，后者短小实用但新标准符合度稍差，运行库支持不足。本书尝试将所有实例在两个平台上运行比较，但略有缺失。附录中给出ASCII码表和部分常用函数库，以方便读者查阅。

本书由南京理工大学计算机科学与工程学院软件工程系C++教学团队集体编写修订，获得南京理工大学“十三五”规划教材出版支持。在本书编写过程中编者得到多方支持，高锦博、高云等参与文字校对工作，在此向他们表示感谢。书中部分内容选自同行专家、学者的教材和专著，参考文献中力求全面列出，如有疏忽和遗漏，编者致以歉意并谨表感谢。本书不足之处，竭诚希望广大读者指正。

编者

2018年3月

目　录

第1章　概述

本章介绍C++语言的起源、发展概况及其特点，C++程序的基本结构，面向对象程序设计的基本概念，简单的上机操作过程。

1.1　C++语言发展历史

C++语言是在C语言的基础上逐步发展和完善的，C语句吸收了其他高级语言的优点逐步成为实用性很强的语言。

20世纪60年代，Martin Richards开发了BCPL语言(Basic Combined Programming Language)。1970年，Ken Thompson在BCPL语言的基础上发明了实用的B语言。1972年，贝尔实验室的Brian W. Kernighan和Dennis M. Ritchie在B语言的基础上进一步对其充实和完善，设计了C语言，并在1978年出版了著名的《C编程语言》一书，史称“K&R”。此后C语言多次改进，得到广泛应用。Unix/Linux操作系统就是基于C语言开发的。

C语言具有以下特点：

(1) 结构化编程语言。以函数作为基本模块，语法简洁，使用灵活方便。

(2) 具有一般高级语言的特点，又具有汇编语言的特点。除了提供对数据进行算术运算、逻辑运算、关系运算之外，还提供了二进制整数的位运算。用C语言开发的应用程序，不仅结构性较好，且程序执行效率高。

(3) 可移植性较好。在某一种计算机上用C语言开发的应用程序，源程序经少许更改或不用更改，就可以在其他型号和不同档次的计算机上重新构建运行。

(4) 编程自由度大，运行错误比较多而且较难解决。指针是C语言的灵魂，精通指针的程序员可以编写非常简洁、高效的程序，但却不易理解，而且出错难以排除。初学者掌握C语言指针并不容易。

随着C语言的不断推广，C语言存在的一些不足也开始显露出来。例如，数据类型检查机制比较弱；缺少代码重用机制；以函数为模块的编程不能适应大型复杂软件的开发与维护。

1980年，贝尔实验室的Bjarne Stroustrup博士及其同事对C语言进行了改进和扩充，把Simula 67语言中的类引入到C中，称为“带类的C”。1983—1984年间C语言进一步被扩充，Rick Maseitti提议将改进后的语言命名为C++语言(称为C Plus Plus，这两个加号应书写为上标，分别表示**虚函数**和**运算符重载**)。之后C++语言又扩充了模板、异常等概念，使功能日趋完善。

C++语言除继承了C语言的特点外，还具有以下特点：

(1) C++是C的一个超集，它基本上具备了C语言的所有功能。一般情况下C语言源代码不做修改或略做修改，就可在C++环境下构建运行。

(2) C++是一种面向对象编程语言。面向对象编程的特性是封装性、继承性和多态性。类作为程序的基本模块，封装性隐藏模块内部的实现细节，而使外部使用更方便、更安全；继承性提高了模块的可重用性，而且使程序结构更贴近现实概念的描述；多态性使行为的抽象规范与具体实现相互协调，使行为的一致性和灵活性得到统一。抽象编程和模板提供更好的可重用性，而异常处理则增强了编程的可靠性。这些特征都非常适合大型复杂软件的编程实现。

(3) C++语言程序可理解性、可维护性更好。对于大型软件的开发维护而言，这一特点非常重要。

1.2 一个简单的 C++ 程序

开发工具为了区分 C 语言和 C++ 语言程序，约定当源程序文件的扩展名为“.c”时，为 C 语言程序；文件的扩展名为“.cpp”时，则为 C++程序。本书中除作特殊说明外，所有源程序文件扩展名均为“.cpp”。

下面通过一个简单的实例，说明 C++ 程序的基本结构及其特点。

例 1.1 根据输入的半径，求出一个圆的面积，并输出计算结果。

```
#include <iostream>
using namespace std;
int main(void){
    float r, area;                          //说明两个变量:半径 r 和圆面积 area
    cout<<"输入半径 r=";                    //显示提示符
    cin>>r;                                 //从键盘上输入半径变量 r 的值
    area=3.1415926*r*r;                     //计算圆面积
    /*输出半径和圆面积*/
    cout<<"半径="<<r<<'\n';                 //输出变量 r 的值
    cout<<"圆面积="<<area<<'\n';            //输出圆面积的值
    system("pause");                        //让控制台暂停，让用户能看到最后的输出
    return 0;                               //main 返回，停止程序
}
```

使用 C++ 集成环境，先创建一个空项目，然后添加一个源文件，再将以上内容输入到源文件中。“生成解决方案”，构建可执行程序，成功之后再“开始执行”(不调试，Ctrl+F5)该程序。

该程序在执行时出现一个 DOS 命令窗口，并显示提示信息，假设键盘输入 3.5，显示结果如下：

```
输入半径 r=3.5
半径=3.5
圆面积=38.4845
```

下面对程序的基本结构及各语句进行说明。

(1) 包含文件

第 1 行是#include，称为包含指令，指定一个文件，<iostream>是标准输入输出流文件。如果要从键盘上输入数据 cin，或将要在显示器上输出结果 cout，就应包含该文件。一般程序都要这个指令。有关编译预处理将在第 5 章介绍。第 2 行的 using 指令用于导入 std 命名空间，以简化 cin，cout 使用。前 2 行对于大多数程序都一样。

(2) 注释

注释是一段文本信息，用来说明程序功能或方法。在 C++ 程序任何位置都可插入注释。