21世纪 高等学校电子信息类专业规划教材

C++ 程序设计

蔡立军 杜四春 银红霞 编著

清华大学出版社
http://www.tup.tsinghua.edu.cn
北京交通大学出版社
http://press.bjtu.edu.cn

21世纪高等学校电子信息类专业规划教材

C++程序设计

蔡立军　杜四春　银红霞　编著

清华大学出版社
北京交通大学出版社
•北京•

内 容 简 介

本书全面系统地讲述了C++语言的基本概念、语法和面向对象的编程方法，对C++语言面向对象的基本特征：类和对象、继承性、派生类、多态性和虚函数等内容进行了详尽的介绍。本书具有丰富的实例，每章后还备有形式多样的练习题。内容安排循序渐进、深入浅出、通俗易懂、突出重点、侧重应用。

本书不仅可作为高等院校和培训机构的C++程序设计教材，也可作为自学C++语言的指导书和计算机工程技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

C++程序设计 / 蔡立军，杜四春，银红霞编著. —北京：清华大学出版社；北京交通大学出版社，2004.5

(21世纪高等学校电子信息类专业规划教材)

ISBN 7-81082-284-5

Ⅰ.C… Ⅱ.①蔡… ②杜… ③银… 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(2004)第037965号

责任编辑：陈川　　特约编辑：李莉

出 版 者：清华大学出版社　　邮编：100084　　电话：010－62776969

北京交通大学出版社　　邮编：100044　　电话：010－51686045，62237564

印 刷 者：北京鑫海金澳胶印有限公司

发 行 者：新华书店总店北京发行所

开　　本：185×260　　印张：23　　字数：531千字

版　　次：2004年5月第1版　　2004年5月第1次印刷

书　　号：ISBN 7-81082-284-5/TP·120

印　　数：1～5000册　　定价：29.00元

前　言

C++语言是目前使用最广泛的一种高级程序设计语言，它既可以进行过程化程序设计，也可以用于面向对象的程序设计。C++是从C语言发展演变而来的，是C语言的超集。它实现了类的封装，数据隐藏，继承及多态，使得其代码容易维护且高度可重用。

本书作为一本C++语言的入门教材，不仅详细介绍了C++语言本身，而且深入讲述了面向对象程序设计的方法。本书的主要特点是语言流畅、简洁易懂、例题丰富、实用性强。这使得读者不仅可以学会一门程序设计语言，还能初步掌握面向对象的程序设计方法。其中丰富的例题使得初学者可以在学习的同时开始积累初步的编程经验，以尽快达到学以致用的目的。

本书内容如下。

第1章绪论，主要介绍C++的发展历史，面向对象程序设计的概念，C++的语法与规则，C++程序的结构与实现；数据类型，常量、变量，运算符与表达式，流控制，数据的输入/输出；C++语句，顺序、分支和循环程序设计。

第2章函数，主要介绍函数的定义与声明，函数调用，内联函数和函数的作用域等内容。

第3章类和对象，主要介绍类、对象，对象的初始化，构造函数与析构函数，堆与复制构造函数。

第4章指针与引用，主要介绍指针的概念，指针运算，指针与数组，指针与函数，指针与字符串，动态内存分配，this指针，引用和常类型等。

第5章继承和派生，主要介绍基类和派生类，单继承、多继承和虚基类。

第6章静态成员与友元，主要介绍静态成员和静态成员函数，友元函数和友元类。

第7章运算符重载，主要介绍单目和双目运算符重载，包括赋值运算符重载，下标运算符重载，比较运算符重载，运算符new与delete重载，逗号运算符重载，类型转换运算符重载，->运算符重载，函数调用运算符重载和重载I/O运算符。

第8章模板，主要介绍模板的概念，函数模板和类模板。

第9章多态性与虚函数，主要介绍普通成员函数重载，构造函数重载，派生类指针，虚函数，纯虚函数和抽象类等。

第10章C++流和文件流，主要介绍I/O标准流类，键盘输入、屏幕输出，磁盘文件的输入和输出，字符串流等内容。

第11章异常处理，主要介绍异常的概念，基本原理，异常处理机制，异常处理方法和多路捕获。

附录A和附录B给出了5套模拟试题和参考答案，供读者复习和测试。

本书中所有例题都在Visual C++6.0环境下运行通过，在其他版本的编译系统下一般也都可以运行。本书为高等院校的C++程序设计本科教材，建议教授课时为48课时，上机

实践课时为24课时，课程设计课时为16课时。各院校可根据教学实际情况适当调整。

本书也可作为大中专院校的程序设计课程教材和各类培训机构培训教材，还可作为从事计算机应用的工程和技术人员的参考教材。

在本书编写过程中，参阅了许多C++的有关资料，并阅读了一些翻译的书籍，现谨向这些文献的作者和译者表示衷心的感谢。

本书由蔡立军策划、统稿。湖南大学计算机与通信学院银红霞编写1～5章和附录，杜四春编写6～11章。参加本书编写大纲讨论与部分编写工作的还有：蒋红艳、周顺先、池鹏。另有陈浩文、肖强、岳文焕、刘帅、刘红飞、杨丹等也参与了本书的素材和文档的整理、图表绘制等工作，在此一并表示深深谢意。

由于编者水平有限，书中不妥或错误之处在所难免，恳请专家和广大读者批评指正。

编　者

2004年3月于岳麓山

目　录

第1章 绪 论

1.1 C++入门

C++是一门含C语言子集的高效程序设计语言。它比C语言更容易学习和掌握，并以其独特的语言机制在计算机科学领域得到了广泛的应用。它既可以进行过程化程序设计，也可用于面向对象的程序设计。

1.1.1 C++的产生

C++源于C语言，而C语言是在B语言的基础上发展起来的。1960年出现了一种面向问题的高级语言ALGOL 60，但它离硬件比较远，不宜用来编写系统软件。1963年英国剑桥大学推出了CPL(Combined Programming Language)语言，后来经简化为BCPL语言。1970年美国贝尔(Bell)实验室的K. Thompson以BCPL语言为基础，设计了一种类似于BCPL的语言，取其第一字母B，称为B语言。1972年美国贝尔实验室的Dennis M. Ritchie为克服B语言的诸多不足，在B语言的基础上重新设计了一种语言，取其第二个字母C，故称为C语言。设计C语言的最初目的是编写操作系统。由于其简单、灵活的特点，C语言很快就被用于编写各种不同类型的程序，从而成为世界上最流行的语言之一。但是，C语言是一个面向过程的语言。随着软件开发技术的进步，程序员们最终发现，把数据和施加在数据上的操作结合起来，会使程序更易于理解，可读性更好，由此产生了面向对象的程序设计思想。

1980年贝尔实验室的Bjarne Stroustrup对C语言进行了扩充，推出了带类的C语言，多次修改后起名为C++。以后又经过不断改进，发展成为今天的C++。C++改进了C语言的不足之处，支持面向对象的程序设计，在改进的同时保持了C语言的简洁性和高效性。

目前，C++越来越受到重视并已得到广泛应用，成为在商业软件开发中占统治地位的语言。

1.1.2 C++与C的关系

首先，C++语言是一个更好的C语言，因为C++语言根除了C语言中存在的问题，并保证与C语言相兼容。事实上，C++语言就是C语言的一个超集，绝大多数的C语言代码无需修改就可以直接在C++程序中使用，这使得C程序员能够更容易地学习C++语言。

其次，C++语言是支持面向对象的程序设计语言，但为了保持与C的兼容，C++语言也支持面向过程的编程。因此，C++语言并不是一个纯粹的面向对象设计语言。尽管如此，在使用C++编程时，还是应该注意采用面向对象的思维方法。C语言程序员需要从全新的面向对象的角度来学习C++语言，利用其新技术。

C++语言是在C语言的基础上发展起来的,但它更是一次变革。两者的本质差别在于C++语言支持面向对象的程序设计,而C语言仅仅支持面向过程的程序设计。掌握好面向对象的程序设计思想是学好C++语言的关键。

学习C++语言必须有C语言基础吗?不是的。C++语言是一个完整的语言,读者完全可以直接学习C++语言。当然,读者如果具有C语言的基础,或许会更快地成为一个好的C++程序员。

1.1.3 面向对象的特性

1. 支持数据封装

支持数据封装就是支持数据抽象。在C++中,类是支持数据封装的工具,对象则是数据封装的实现。面向过程的程序设计方法与面向对象的程序设计方法在对待数据与函数的关系上是不同的,在面向对象的程序设计中,将数据和对该数据进行合法操作的函数封装在一起作为一个类的定义,数据将被隐藏在封装体中,该封装体通过操作接口与外界交换信息。对象被说明为具有一个给定类的变量,类类似于C语言中的结构,在C语言中可以定义结构,但这种结构中包含数据,而不包含函数。C++中的类是数据和函数的封装体。在C++中,结构可作为一种特殊的类,它虽然可以包含函数,但是它没有私有或保护的成员。

2. 类中包含私有、公有和保护成员

C++类中可定义三种不同访问控制权限的成员。一种是私有(private)成员,只有在类中说明的函数才能访问该类的私有成员,而在该类外的函数不可以访问私有成员;另一种是公有(public)成员,在类外面也可访问公有成员,成为该类的接口;还有一种是保护(protected)成员,这种成员只有该类的派生类可以访问,其余的在这个类外不能访问。

3. 通过发送消息来处理对象

C++中是通过向对象发送消希来处理对象的,每个对象根据所接收到的消息的性质来决定需要采取的行动,以响应这个消息。响应这些消息是一系列的方法,方法是在类定义中使用函数来定义的,使用一种类似于函数调用的机制把消息发送到对象上。

4. 允许友元破坏封装性

类中的私有成员一般是不允许该类外面的任何函数访问的,但是友元便可打破这条禁令,它可以访问该类的私有成员(包括数据成员和成员函数)。友元可以是在类外定义的函数,也可以是在类外定义的整个类,前者称友元函数,后者称为友元类。友元打破了类的封装性,它是C++另一个面向对象的重要牲。

5. 允许函数名和运算符重载

C++支持多态性,C++允许一个相同的函数名或运算符代表多个不同实现的函数,被称为函数或运算符的重载,用户可以根据需要定义函数重载或运算符重载。

6. 支持继承性

C++中可以允许单继承和多继承。一个类可以根据需要生成派生类。派生类继承了基类的所有方法,另外派生类自身还可以定义所需要的不包含在父类中的新方法。一个子类的每个对象包含有从父类那里继承来的数据成员以及自己所特有的数据成员。

7. 支持动态联编

C++中可以定义虚函数,通过定义虚函数来支持动态联编。

1.1.4 字符集及相关规则

1. C++的字符集

C++中含有以下字符。

- 数字:0,1,2,3,4,5,6,7,8,9。
- 小写字母:a,b,c,…z。
- 大写字母:A,B,C,…Z。
- 运算符:+,-,*,/,%,<,<=,=,>=,>,!=,==,<<,>>,&,|,&&,||,^,~,(),[],{},->,·,!,?,?:,,,;,",#。
- 特殊字符:连字符和下划线。
- 不可印出字符:空白格(包括空格、换行和制表符)。

2. 词与词法规则

(1) 标识符。标识符是对实体定义的一种定义符,由字母或下划线(或连字符)开头、后面跟字母或数字或下划线(或空串)组成的字符序列,一般有效长度是8个字符(而ANSI C标准规定31个字符),用来标识用户定义的常量名、变量名、函数名、文件名、数组名、数据类型名和程序等。

(2) 关键字。关键字是具有特定含义,作为专用定义符的单词,不允许另作它用。下面列出一些常用的关键字。

auto, break, case, char, class, const, continue, default,do, delete, double, else, enum, explicit, extern, float, for, friend, goto, if, inline, int, long,mutable, new, operator, private, protected, public, register, return, short, signed, sizeof, static, static_cast, struct, switch, this, typedef, union, unsigned, virtual, void, while。

(3) 运算符和分隔符。运算符是C++语言实现加、减等各种运算的符号。C++语言的分隔符主要是空格、制表符和换行符。

(4) 字符串。字符串是由双引号括起来的字符。如"China","C++Program"等。

(5) 常量。C++语言中常量包括实型常量(浮点常量)和整型常量(十进制常量、八进制常量、十六进制常量)、字符常量和字符串常量。

(6) 注释。注释用来帮助阅读、理解及维护程序。在编译时,注释部分被忽略,不产生目标代码。C++语言提供两种注释方式。一种是与C兼容的多行注释,用/*和*/分界。另一种是单行注释,以//开头表明本行中//符号后的内容是注释,举例如下。

【例1.1】 一个简单的C++程序。

```
#include <iostream.h>
void main()
{
   cout << "This is my first C++ program.\n";        //输出 This is my first
```

```
                                                    //C++ program.
    /*输出
    This is my first C++ program.*/
}
```

3. 书写格式

C++语言程序的书写格式自由度高,灵活性强,随意性大,如一行内可写一条语句,也可写几条语句;一个语句也可分写在多行内。不过应采用适当一致的格式书写,便于人们阅读和理解。

为了增加程序的可读性和利于理解,编写程序时需要注意如下几点。

(1) 一般情况下每个语句占用一行。

(2) 不同结构层次的语句,从不同的起始位置开始,即在同一结构层次中的语句,缩进同样的字数。

(3) 表示结构层次的大括号,写在该结构化语句第一个字母的下方,与结构化语句对齐,并占用一行。

(4) 适当加些空格和空行。

1.1.5 程序的开发步骤

C++语言是一种高级程序设计语言,它的开发过程与其他高级语言程序开发过程类似,一般要经过编辑、编译、链接、执行4个步骤。

1. 编辑

编辑是指把按照C++语法规则编写的程序代码通过编辑器(Borland C++ 5.05,Visual C++ 6.0,Turbo C++ 3.0)输入计算机,并存盘。在存盘时,C++源文件的扩展名为.CPP。

2. 编译

将编辑好的C++源程序通过编译器转换为目标文件(obj文件),即生成该源文件的目标代码。

3. 链接

将用户程序生成的多个目标代码文件(.obj)和系统提供的库文件(.lib)中的某些代码连接在一起,生成一个可执行文件(.exe)。

4. 执行

运行生成的可执行文件,在屏幕上显示运行结果。用户可以根据运行结果来判断程序是否出错。

1.2 数据类型

数据类型是指定义了一组数据以及定义在这一组数据上的操作,它是程序中最基本的元素。程序的基本功能是处理数据,而数据是以变量或常量的形式存储,每个变量或常量都有数据类型。确定了数据类型,才能确定变量的空间大小和其上的操作。

1.2.1 数据类型概述

C++数据类型十分丰富，大体上可分为基本类型、空类型、构造类型、指针类型、类类型5种。如图1-1所示。

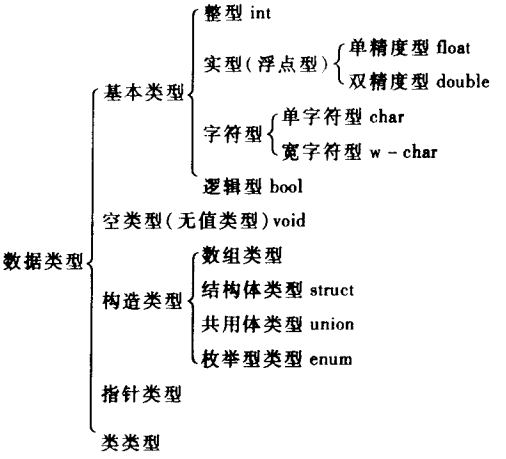

图1-1 C++数据类型

1. 基本数据类型

基本数据类型有4种，整型(int)、浮点型(float)、字符型(char)、逻辑型(bool)。

整型数在计算机内部一般采用定点表示法，小数点的位置是固定不动的，用于存储整型量(例如123，-7等)，存储整数的位数依机器的不同而异。

浮点数和整数不同的地方是浮点数采用的是浮点表示法，也就是说，浮点数的小数点是可浮动的，小数点的位置不同，给出的浮点数的精度也不相同。

字符类型表示单个字符，一个字符用一个字节存储。

逻辑类型，也称布尔类型，表示表达式真和假。

2. 空类型 void

空类型 void 用于显示说明一个函数不返回任何值，还可以说明指向 void 类型的指针，说明以后，这个指针就可指向各种不同类型的数据对象。

3. 构造类型

构造类型又称为组合类型，它是由以下基本类型按照某种规则组合而成的。

数组——由具有相同数据类型的元素组成的集合。

结构体——由不同的数据类型构成的一种混合的数据结构，构成结构体的成员的数据类型一般不同，并且在内存中分别占据不同的存储单元。

共用体——类似于结构体的一种构造类型，与结构体不同的是构成共用体的数据成员共用同一段内存单元。

枚举——将变量的值一一列举出来，变量的值只限于列举出来的值的范围内。

4. 指针类型

指针类型变量用于存储另一变量的地址，而不能用来存放基本类型的数据。它在内存中占据一个存储单元。

5. 类类型

类是体现面向对象程序设计的最基本特征，也是C++与C最大不同之处的体现。类是一个数据类型，它定义的是一种对象类型，由数据和方法组成，描述了属于该类型的所有对象的性质。

1.2.2 常量

常量是指在程序运行过程中其值不能改变的量。C++支持5种类型的常量，整型、浮点型、字符型、布尔型和枚举型。常量在程序中一般以自身的存在形式体现其值。常量具有类型属性，类型决定了各种常量在内存中占据存储空间的大小。

1. 整型常量

整型数据表示通常意义上的整数，整型常量可以用十进制、八进制或十六进制表示。

(1) 十进制常量。一般占一个机器字长，是一个带正负号的常数(默认情况下为正数)，例如+3，-7等。

(2) 八进制常量。由数字0开头，其后由若干0~7的数字组成，例如0376，0123等。

(3) 十六进制常量。以0x或0X开头，其后由若干0~9的数字及A~F(或小写a~f)的字母组成，例如0x173，0x3af。

整型常量可以后跟字母l或L表示long型(长整数)，也可以跟u或U表示unsigned整数(无符号整数)，例如，以下整型常量是合法的。

```
375u            //无符号整数
12345UL         //无符号长整数
54321L          //长整数
13579ul         //无符号长整数
```

2. 浮点数常量

浮点数也称为实型数，只能以十进制形式表示。有两种表示形式，小数表示法和指数表示法。

(1) 小数表示法。使用这种表示形式时，实型常量分为整数部分和小数部分。其中的一部分可在实际使用时省略，例如10.2，.2，2.等。但整数和小数部分不能同时省略。

(2) 指数表示法。指数表示法也称科学记数法，指数部分以E或e开始，而且必须是整数。例如，果浮点数采用指数表示法，则E或e的两边都至少要有一位数。例如，以下数是合法的：1.2e20，-3.4e-2。

3. 字符常量与字符串常量

(1) 字符常量。C++中的字符常量通常是用单引号括起的一个字符。在内存中，字符数据以ASCII码存储，例如字符a的ASCII码为97。字符常量包括两类，一类是可显字符常量，如字母、数字和一些符号@、+等；另一类是不可显字符常量，如ASCII码为13的字符表