

 面向21世纪全国高职高专信息技术类规划教材

C++面向对象程序设计

C++ MIANXIANG DUIXIANG CHENGXU SHEJI

崔永红 编著



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

面向 21 世纪全国高职高专信息技术类规划教材

C++面向对象程序设计

崔永红 编著



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

内 容 简 介

本书系统讲授 C++面向对象程序设计。主要内容包括：简单程序设计、控制语句、函数、类与对象、数组、指针、继承与派生、多态性、面向对象程序设计方法、输入/输出流、实验指导。

针对高职高专学生的认知特点，本书内容系统全面、讲述深入浅出、重点突出应用。为加强实验环节，书中配有大量习题、实验指导。

本书适用作高等职业学校、高等专科学校、民办学校理工类各专业程序设计课程的教材或参考书，也可供本科学生及应用开发人员学习参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

C++面向对象程序设计/崔永红编著. —北京：北京大学出版社，2005.8
(面向 21 世纪全国高职高专信息技术类规划教材)
ISBN 7-301-09397-7

I. C… II. 崔… III. C 语言—程序设计—高等学校：技术学校—教材
IV. TP312

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 085216 号

书 名：C++面向对象程序设计

著作责任者：崔永红 编著

责任编辑：郭芳 李超

标准书号：ISBN 7-301-09397-7/TP·0802

出 版 者：北京大学出版社

地 址：北京市海淀区成府路 205 号 100871

电 话：邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62765126

网 址：<http://cbs.pku.edu.cn>

电子信箱：xxjs@pup.pku.edu.cn

印 刷 者：北京飞达印刷有限责任公司

发 行 者：北京大学出版社

经 销 者：新华书店

787 毫米×980 毫米 16 开本 16 印张 330 千字

2005 年 8 月第 1 版 2005 年 8 月第 1 次印刷

定 价：24.00 元

前 言

C++是面向对象程序设计语言中最流行的语言之一。C++保持了 C 语言简洁高效的优点，并对 C 语言进行了改进和扩充，在面向对象程序设计中，C++是使用最广泛的一种语言。本书是学习 C++的入门教材，概括起来，具有以下特点。

(1) 系统全面。从入门开始，系统全面的介绍了 C++的基础知识、基本理论及基本应用。以便形成一个完整的知识理论体系，帮助读者全面理解面向对象程序设计方法。

(2) 深入浅出。对基本概念，多以实例说明。如对类、对象、继承等抽象概念，以实例进行说明，力求简单易懂，深入浅出。

(3) 突出应用。针对高职高专人才培养特点，旨在应用。各章配有大量实例及典型程序举例，专设一章进行综合实训，结合实际，综合应用。课后习题中，配有丰富的程序分析题，同时配有实验指导。

本书适合作为教材。全书分 11 章。第 1~3 章为 C++的基本内容，包括基本数据类型、运算符与表达式、控制语句、函数。第 4 章讲述类与对象。第 5、6 章讲述数组、指针。第 7~9 章讲述继承、派生与多态等面向对象程序设计的理论、方法及输入/输出流。第 10 章讲述面向对象程序设计方法。第 11 章为实验指导，配合 1~9 章使用。

本书的程序都在 Visual C++6.0 版本的编译系统下调试通过。

限于编者水平有限，书中难免存在错漏之处，敬请读者批评指正。

编 者

2005 年 6 月

目 录

第 1 章 简单程序设计	1
1.1 基本符号	1
1.1.1 基本字符	1
1.1.2 词法符号	1
1.2 基本数据类型	2
1.3 变量	2
1.4 常量	3
1.4.1 数值常量	3
1.4.2 符号常量	4
1.5 运算符与表达式	5
1.5.1 算术运算符	5
1.5.2 关系运算符	5
1.5.3 逻辑运算符	6
1.5.4 位运算符	7
1.5.5 条件运算符	7
1.5.6 逗号运算符	8
1.5.7 sizeof 运算符	8
1.5.8 赋值运算符	8
1.5.9 强制类型转换符	9
1.5.10 运算符优先级	9
1.6 输入与输出	10
1.7 简单的 C++ 语言程序举例	11
1.8 运行 C++ 程序	12
1.9 构造数据类型	15
1.9.1 联合体	15
1.9.2 枚举	16
习题一	17
第 2 章 控制语句	19
2.1 选择语句	19

2.1.1	if...else 语句	19
2.1.2	switch 语句.....	21
2.2	循环语句	22
2.2.1	while 语句	22
2.2.2	do-while 语句.....	24
2.2.3	for 语句	26
2.3	预处理.....	28
2.3.1	宏定义.....	28
2.3.2	文件包含指令	29
2.4	程序举例.....	29
	习题二.....	35
第 3 章	函数	39
3.1	函数的定义与使用	39
3.1.1	函数的概述.....	39
3.1.2	函数的定义及使用说明	40
3.2	函数的调用	41
3.2.1	值调用.....	41
3.2.2	嵌套调用.....	42
3.2.3	递归调用.....	43
3.2.4	引用调用.....	44
3.3	作用域与存储类.....	45
3.3.1	作用域.....	45
3.3.2	存储类型.....	46
3.4	内联函数.....	47
3.5	形参具有默认值的函数.....	48
3.6	函数的重载.....	49
3.7	程序举例.....	50
	习题三.....	53
第 4 章	类与对象	58
4.1	类的定义.....	59
4.2	成员函数的定义.....	60
4.2.1	在类外定义成员函数	60
4.2.2	带默认值的成员函数	61
4.2.3	内联成员函数.....	62
4.3	对象.....	63

4.4	对象的初始化和析构函数	64
4.4.1	初始化列表	64
4.4.2	构造函数	65
4.4.3	析构函数	67
4.5	静态成员与友元函数	68
4.5.1	静态成员	68
4.5.2	友元函数	71
4.6	结构体	72
4.6.1	结构体和结构体变量的定义	72
4.6.2	用 struct 定义类	72
4.7	程序举例	74
	习题四	74
第 5 章	数组	79
5.1	一维数组	79
5.1.1	一维数组的定义	79
5.1.2	数组的访问	79
5.1.3	数组的初始化	80
5.2	二维数组	81
5.2.1	二维数组的定义	81
5.2.2	二维数组的访问	82
5.2.3	二维数组的初始化	82
5.3	字符串	84
5.3.1	字符串数组	84
5.3.2	string 类	85
5.4	对象数组	86
5.5	程序举例	88
	习题五	90
第 6 章	指针	92
6.1	指针变量	92
6.1.1	变量的地址	92
6.1.2	指针变量的声明	93
6.2	指针变量与数组	94
6.2.1	指针的运算	94
6.2.2	用指针变量访问数组元素	95
6.2.3	指针数组	97

6.2.4 指向数组的指针	98
6.3 指针变量与字符串	99
6.4 指针变量作为函数参数	101
6.5 指向函数的指针变量	102
6.6 对象指针	103
6.7 指向类的成员的指针变量	105
6.7.1 指向类的数据成员的指针变量	105
6.7.2 用指针变量访问数据成员	105
6.7.3 指向类的成员函数的指针变量	106
6.7.4 用指针变量调用成员函数	106
6.8 对象引用	107
6.9 this 指针	109
6.10 指向结构的指针变量	110
6.11 动态内存分配	110
6.12 程序举例	112
习题六	113
第7章 继承与派生	116
7.1 继承和派生的概念	116
7.2 单一继承	118
7.2.1 单一继承派生类的声明	118
7.2.2 继承方式	119
7.2.3 构造函数	122
7.2.4 析构函数	125
7.3 多重继承	126
7.3.1 多重继承的声明形式	126
7.3.2 构造函数和析构函数	127
7.3.3 多重继承的二义性	129
7.4 虚基类	130
7.4.1 虚基类的说明	130
7.4.2 虚基类的派生类构造函数	132
7.5 赋值兼容规则	133
7.6 程序举例	135
习题七	138
第8章 多态性	144
8.1 多态性的概念	144

8.2	运算符重载.....	144
8.2.1	运算符重载的规则.....	144
8.2.2	运算符重载为成员函数.....	145
8.2.3	运算符重载为友元函数.....	148
8.3	虚函数.....	151
8.3.1	一般虚函数成员.....	151
8.3.2	虚析构造函数.....	153
8.4	纯虚函数和抽象类.....	154
8.5	程序举例.....	155
	习题八.....	157
第9章	输入/输出流.....	165
9.1	输入/输出流类库的概念.....	165
9.2	格式化输入/输出.....	167
9.2.1	使用 ios 类的成员函数进行格式控制.....	167
9.2.2	使用预定义的操作符进行格式控制.....	169
9.3	插入符和提取符的重载.....	170
9.4	文件流.....	171
9.4.1	文件的打开与关闭.....	172
9.4.2	文件的读写.....	173
9.5	程序举例.....	176
	习题九.....	179
第10章	面向对象程序设计方法.....	182
10.1	程序设计语言的发展.....	182
10.2	面向过程程序设计.....	183
10.3	面向对象程序设计.....	183
10.4	综合实训.....	184
10.5	综合应用——一个简单的图书管理系统.....	195
第11章	实验指导.....	211
11.1	Microsoft Visual C++6.0 集成开发环境简介.....	211
11.1.1	菜单栏.....	212
11.1.2	工具栏.....	216
11.1.3	项目工作区.....	218
11.2	实验一 简单程序设计.....	218
11.3	实验二 控制语句.....	219
11.4	实验三 函数.....	225

11.5	实验四	类与对象	231
11.6	实验五	数组	233
11.7	实验六	指针	235
11.8	实验七	继承与派生	237
11.9	实验八	多态性	240
11.10	实验九	输入/输出流	242
参考文献			244

第 1 章 简单程序设计

1.1 基本符号

任何一种程序设计语言都有它自己的基本符号集，由这些基本符号按一定的语法规则构成语句，由合适的语句序列组成程序。C++语言的基本符号由基本字符和词法符号组成。

1.1.1 基本字符

基本字符是构成 C++语言的基本元素。

在编写程序时，除字符型数据外，其他成分只能由基本字符构成。C++语言的基本字符包括以下三类。

字母字符：A~Z，a~z。

数字字符：0~9。

特殊字符：~ ! # 空格 % ^ & ? | * _ + - = < > / \ ' " ; . , () [] { }。

1.1.2 词法符号

词法符号是程序中不可再分的最小单位。

C++的词法符号包括：关键字、标识符、常量、运算符、分隔符。本节仅介绍关键字、标识符，其余在后面的章节介绍。

1. 关键字

关键字在计算机中有预定的含义。关键字又称保留字，它们不能再被用户重新定义使用。C++的关键字有：auto bool break case catch char class const const_cast continue default delete do double dynamic_cast else enum explicit extern false float for friend goto if inline int long mutable namespace new operator private protected public register register_cast return short signed sizeof static static_cast struct switch template this throw true try typedef typeid union unsigned using virtual void volatile while

2. 标识符

标识符是由程序员定义的符号。C++语言的标识符可以用作变量名、常量名、函数名、数组名、类名等。C++语言标识符的命名规则如下：由字母、数字及下划线组成。以字母、或下划线开始。C++区分大小写。不能是 C++关键字。例如：3abc、*abc 是不合法的标识符。

1.2 基本数据类型

C++数据类型分基本数据类型和自定义数据类型。

基本数据类型又可分为字符型、整型、浮点型、void 型和布尔型。表 1-1 列出了 C++ 的基本数据类型。

表 1-1 基本数据类型

类 型	名 称	类 型 名	字 节 数	取 值 范 围
整型	短整型	short	2	-32768~+32767
	整型	int	4	-214748364~+2147483647
	长整型	long	4	-214748364~+2147483647
	无符号短整型	unsigned short	2	0~65535
	无符号整型	unsigned	4	0~4294967295
	无符号长整型	unsigned long	4	0~4294967295
浮点	单精度浮点型	float	4	3.4E-38~+3.4E+38
	双精度浮点型	double	8	1.7E-308~1.7E+308
	长双精度浮点型	long double	8	1.7E-308~1.7E+308
字符型	字符型	char	1	-128~127
	无符号字符型	unsigned char	1	0~255

有符号整数在计算机内常常是以二进制补码形式存储的。布尔型数据的取值是 true (真) 和 false (假)。

1.3 变 量

变量是程序运行过程中可以变化的量。

C++语言规定变量在使用前需要先声明其类型名和变量名。类型名用来说明变量的数据类型，变量名用来标识特定的变量。变量的声明格式为：

格式一：数据类型 变量名 1，变量名 2，…，变量名 n；

格式二：数据类型 变量名 1=初始值 1，变量名 2=初始值 2，…，变量名 n=初始值 n；

格式三：数据类型 变量名(初始值)；

例如：

```
int x;    //声明 x 为整型变量
char x;   //声明 x 为字符型变量
float x,X, y; //声明 x,X,y 为 浮点型变量
float a=3.14; //声明 a 为浮点型变量，并给 a 赋初值 3.14
int a(9);  //声明 a 为整型变量，并给 a 赋初值 9
int a, b=9; //声明 a, b 为整型变量，并给 b 赋初值 9
char a= 'm'; //声明 a 为字符型变量，并给 a 赋初值 'm'
long length; //声明 length 为长整型变量
```

说明:注释是用来对程序进行注解和说明。当程序被编译时，编译程序会自动忽略注释部分。C++的注释有两种格式。

格式一：//注释语句

格式二：/*注释语句*/

1.4 常 量

常量是程序运行过程中其值不可改变的量。常量分数值常量和符号常量。

1.4.1 数值常量

1. 整型常量

整型常量即是整数。整型常量可以用十进制、八进制、十六进制表示。十进制不能以 0 开头，八进制必须以 0 开头，十六进制必须以 0x(或 0X)开头。整型常量可以用后缀 l (或 L) 表示长整型，后缀 u (或 U) 表示无符号整型，也可同时后缀 l 或 L 和 u 或 U。例如：

```
999 , 0777, -0xffff,
-9L // 长整数-9
123456u1 // 无符号长整数 123456
```

2. 实型常量

实型常量即是实数。实型常量可以用一般形式和指数形式表示。实型常量默认为 `double` 型，如果后缀 `f` (或 `F`) 则为 `float` 型，如果后缀 `l` (或 `L`) 则为 `long double` 型。实型常量只采用十进制表示。例如：`9.11f`, `9.11`, `9.11L`, `-9.11e+3f` //表示 -9.11×10^3

3. 字符常量

字符常量是由单引号括起来的一个字符。如 `'a'`, `'x'`, `'?'` 等。反斜杠被用作转义符，它与一些字母组合，可组成单个的字符，用来表示一些特殊的含义，表 1-2 列出了 C++ 的预定义的转义序列。

表 1-2 C++的预定义的转义序列

字符常量	含 义
<code>\a</code>	响铃
<code>\n</code>	换行符
<code>\r</code>	回车符
<code>\t</code>	制表符 (tab 键)
<code>\v</code>	垂直制表符
<code>\'</code>	单引号
<code>\"</code>	双引号
<code>\\</code>	字符 <code>"\"</code>
<code>\0</code>	空字符

4. 字符串常量

字符串常量是由双引号括起来的字符序列。例如：`"C++"`, `"abxy"`。

1.4.2 符号常量

符号常量就是用一个标识符代表某个常量。符号常量可用关键字 `const` 声明，格式如下：

const 数据类型 常量名=常数值；或 数据类型 const 常量名=常数值；

例如：`const int a=123; //定义 a 为整型常量，其值为 123。`

1.5 运算符与表达式

运算是对数据进行处理和计算的过程，记述各种运算的符号称为运算符，参与运算的数据称为操作数。对一个操作数作用的运算符称为一元运算符，对两个操作数作用的运算符称为二元运算符，对三个操作数作用的运算符称为三元运算符。表达式是表述一系列操作数及其运算的式子。表达式由运算符、操作数和括号组成。

1.5.1 算术运算符

C++的算术运算符有： $+$ 、 $-$ （减或取负）、 $*$ 、 $/$ 、 $\%$ 、 $++$ 、 $--$ 。

表 1-3 是 C++ 算术运算符的简表（表中设 $a=9$ ， $b=3$ ）：

表 1-3 算术运算符

运算符	功能	表达式	结果
$++$	增 1	$++a$	$a=10$
$--$	减 1	$--a$	$a=8$
$-$	求反	$-a$	-9
$*$	求两数积	$a*b$	27
$/$	求两数商	a/b	3
$\%$	求两数模	$a\%b$	0
$+$	求两数和	$a+b$	12
$-$	求两数差	$a-b$	6

$++$ 是增 1 运算符，它有两种使用格式：

变量 $++$ ； $++$ 变量；

变量 $++$ 为先使用变量，再使变量值增加 1。 $++$ 变量为使变量值增加 1 后再使用。 $--$ 是减 1 运算符，使用格式与 $++$ 相似。算术运算符的优先级由高到低为：

后置 $++$ ，后置 $--$ ；

前置 $++$ ，前置 $--$ ， $-$ （取负）；

$*$ ， $/$ ， $\%$ ；

$+$ ， $-$ 。

1.5.2 关系运算符

关系运算符有： $<$ 、 $<=$ 、 $>$ 、 $>=$ 、 $==$ 、 $!=$ 。

关系运算用于比较两个表达式从而产生一个布尔型的值。关系运算符的使用格式为：

表达式 1 关系运算符 表达式 2

表 1-4 是 C++ 的关系运算符的简表。

表 1-4 关系运算符

关系运算符	功 能	表 达 式	结 果
<	小 于	5<=3+4	true
<=	小于等于	5<=3+4	true
>	大 于	5>3+4	false
>=	大于等于	5>=3+4	false
==	等 于	5==3+4	false
!=	不等于	5!=3+4	true

关系运算符的优先级由高到低为：< <= > >= == !=。

1.5.3 逻辑运算符

逻辑运算符有：!、&&、||。逻辑运算是两个值为布尔型的表达式进行的运算，其运算结果为布尔型，值为 true 或 false。

逻辑运算符的使用格式为：

表达式 1 逻辑运算符 表达式 2

表 1-5 是 C++ 的逻辑运算符的简表。

表 1-5 逻辑运算符

逻辑运算符	功 能	表 达 式	结 果
!	逻辑非	!(3>5)	true
&&	逻辑与	(3<5) && (3<0)	false
	逻辑或	(3<5) (3>5)	true

表 1-6 是逻辑运算真值表。

表 1-6 逻辑运算真值表

a	b	a&& b	a b	!a
1	1	1	1	0
1	0	0	1	0
0	1	0	1	1
0	0	0	0	1

逻辑运算符的优先级由高到低为: !、&&、||。

1.5.4 位运算符

位运算是对位进行的操作。

位运算符有: ~ (取反)、<< (左移)、>> (右移)、& (位与)、^ (位异或)、| (位或)。除 ~ 运算符为一元运算符外, 其他都二元运算符。<< (或>>) 运算符使用格式为:

表达式 << 左移的位数

或 表达式 >> 右移的位数

表 1-7 是位运算符的简表。

表 1-7 位运算符

操作符	功能	表达式	结果
~	逐位非	~12	-13
<<	左移	12 <<3	96
>>	右移	12 >> 1	6
&	逐位与	5&3	1
^	逐位异或	1^2	3
	逐位或	5 3	7

表 1-8 是位运算真值表。

表 1-8 位运算真值表

a	b	~a	a^b	a&b	a b
1	1	0	0	1	1
1	0	0	1	0	1
0	1	1	1	0	1
0	0	1	0	0	0

位运算符的优先级由高到低为: ~、<< >>、&、^、|。

1.5.5 条件运算符

条件运算符是一个三元运算符。条件运算符的使用格式为:

表达式 1 ? 表达式 2 : 表达式 3

先求表达式 1 的值, 如果表达式 1 的值为真, 则求表达式 2 的值, 表达式 2 的值为最