



写好一本书：工匠精神！用心打造！夜深写于北京大学图书馆。作者亲自一线带课，所带学生多人保送或考入清华北大，根据多年清华附中、101 中学、人大附中、北大附中、十一学校，考试真题分析经验所得。用此书考上心目中名校学生无数！何书文北京大学硕士，资深数学名师、信息学竞赛算法名师，所带学生多名考入人大附中早培、清华附中优才、101 实验班、北大附中实验班等名校。全国中学数学联赛、全国中学数学竞赛的辅导老师，全国 NOI、CSP 信息学竞赛辅导名师。何书文老师在北京大学学习期间立志从事教育事业，帮学生授业解惑。何书文老师小学期间学习奥数，并多次获奖，为以后的学习与研究打下良好基础。何书文老师在中学阶段数学、物理均获奖。何书文老师在小学中学期间一直为数学课代表，中小学期间担任班长，何书文老师在北京大学被选为科技一苑苑长，组织北大同学积极参与校各项活动，积极参与校学生会工作，何书文老师被北京大学评为优秀入党积极分子。何书文老师经常参加北京大学数学课题的研讨班。何书文老师是北京大学数学系暑期学校全国选出 40 名优秀中青年数学人才之一，参加伦敦国王学院、美国杜克大学、美国纽约大学、加拿大多伦多大学教授组成的学术研讨班，研究 PDE(偏微分方程)，量子力学方面的数学课题的研究工作，并获得优异成绩结业。何书文老师作为项目经理用数学建模方法给大型企业开发软件，用数学方法规划提高企业产能协作效率。何书文老师致力于数学方面的教学与研究工作，所带多名孩子已经被点优才进入清华附中创新班，101 实验班，人大附中早培班，是家长值得信赖的老师。考上学生继续跟随何书文老师学习全国数学联赛，全国数学竞赛系列课程，同时学习 NOI、IOI、ACM 算法编程竞赛。

C++ 基础

Peking University

北京大学

ShuwenHe

何书文

1201220707@pku.edu.cn

2023 年 6 月 23 日

目录

目录	2
第一章 C++ 基础思维导图	6
第二章 程序基本概念	7
1 数据类型	7
1.1 基本的内置类型	7
1.2 自定义数据类型	8
1.2.1 struct 结构体	8
1.2.2 class 类	8
2 变量类型	9
3 变量作用域	9
4 局部变量	9
5 全局变量	10
6 块作用域	10
7 代码介绍	10
8 标识符	11

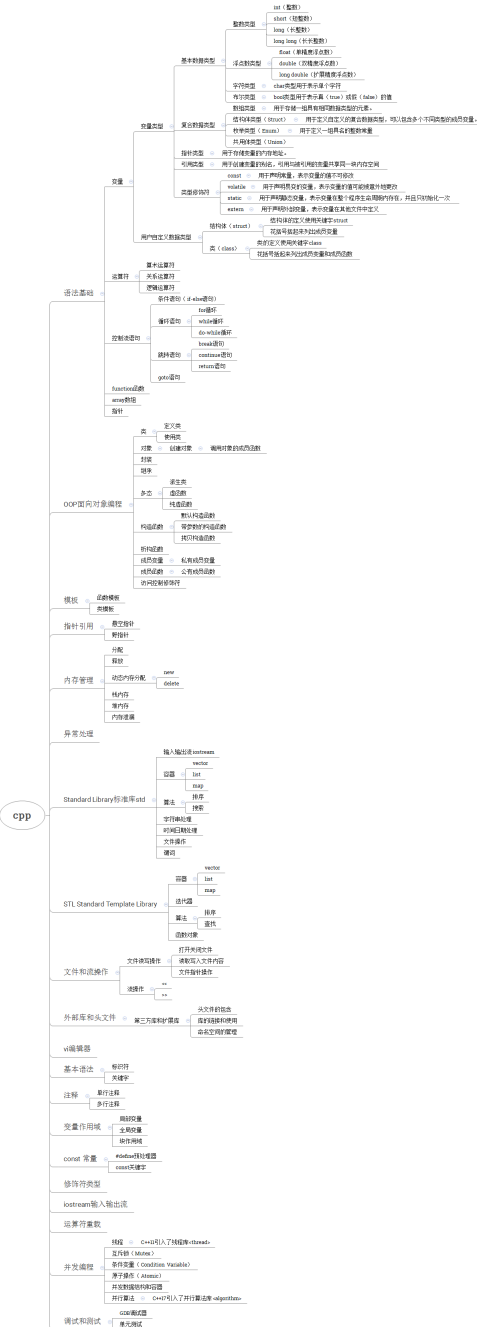
目录	3
9 关键字	11
第三章 基本数据类型	12
第四章 程序基本语句	13
1 控制语句	13
2 for 循环	13
3	13
4 if-else	14
第五章 基本运算	15
第六章 数学库常用函数	16
第七章 结构化程序设计	17
第八章 数组	18
第九章 字符串的处理	19
第十章 函数与递归	20
第十一章 结构体与联合体	21
第十二章 指针类型	22

第十三章 文件及基本读写	23
1 fstream	23
2 ifstream	23
3 ifstream	23
第十四章 std	24
第十五章 stl	26
第十六章 类	27
第十七章 面向对象	28
1 算术运算符	28
2 关系运算符	29
3 逻辑运算符	29
第十八章 注释	32
1 单行多行注释	32
第十九章 常量	33
1 #define 预处理器	33
2 const 关键字	33
第二十章 修饰符类型	34

目录	5
第二十一章 函数	35
1 CSP-J（普及组）2022 年 T1 乘方 (pow)	35
第二十二章 数组	36
第二十三章 STL	37
第二十四章 class 类	38
1 构造函数	39
2 拷贝构造函数	41

Chapter

C++ 基础思维导图



Chapter

程序基本概念

1 数据类型

使用编程语言进行编程时，需要用到各种变量来存储各种信息。变量保留的是它所存储的值的内存位置。这意味着，当您创建一个变量时，就会在内存中保留一些空间。

您可能需要存储各种数据类型（比如字符型、宽字符型、整型、浮点型、双浮点型、布尔型等）的信息，操作系统会根据变量的数据类型，来分配内存和决定在保留内存中存储什么。

1.1 基本的内置类型

表 .2.1: 几种基本的 C++ 数据类型

类型	关键字
布尔型	bool
字符型	char
整型	int
浮点型	float
双浮点型	double
无类型	void
宽字符型	wchar_t

一些基本类型可以使用一个或多个类型修饰符进行修饰：

signed

unsigned

short

long

1.2 自定义数据类型

1.2.1 struct 结构体

结构体是一种自定义数据类型，可以用来存储不同类型的数据成员。结构体可以包含多个成员变量，每个成员变量可以有不同的数据类型。结构体的定义使用关键字 `struct`，并通过花括号括起来列出成员变量。

```
struct Person {
    std::string name;
    int age;
    double height;
};
```

上述示例定义了一个名为 `Person` 的结构体，包含三个成员变量：`name`（字符串类型）、`age`（整数类型）和 `height`（浮点数类型）。

1.2.2 class 类

类是一种更高级的自定义数据类型，它允许定义数据成员和成员函数，并将它们封装在一个单独的实体中。类可以用于实现面向对象编程的概念，如封装、继承和多态。类的定义使用关键字 `class`，并通过花括号括起来列出成员变量和成员函数。

```
class Circle {
private:
    double radius;

public:
    Circle(double r) {
        radius = r;
    }

    double getArea() {
        return 3.14159 * radius * radius;
    }
};
```



上述示例定义了一个名为 Circle 的类，包含一个私有成员变量 radius 和两个公有成员函数：构造函数和计算面积的函数 getArea()。

类提供了更强大的封装能力，可以通过访问修饰符（如 private、public 和 protected）来控制成员的访问权限。此外，类还支持继承和多态等面向对象编程的特性。

通过结构体和类，可以根据具体的需求定义自己的数据类型，并在程序中使用它们来组织和处理数据。自定义数据类型可以提高代码的可读性、可维护性和重用性。

2 变量类型

3 变量作用域

一般来说有三个地方可以定义变量：

在函数或一个代码块内部声明的变量，称为局部变量。

在函数参数的定义中声明的变量，称为形式参数。

在所有函数外部声明的变量，称为全局变量。

作用域是程序的一个区域，变量的作用域可以分为以下几种：

局部作用域：在函数内部声明的变量具有局部作用域，它们只能在函数内部访问。局部变量在函数每次被调用时被创建，在函数执行完后被销毁。

全局作用域：在所有函数和代码块之外声明的变量具有全局作用域，它们可以被程序中的任何函数访问。全局变量在程序开始时被创建，在程序结束时被销毁。

块作用域：在代码块内部声明的变量具有块作用域，它们只能在代码块内部访问。块作用域变量在代码块每次被执行时被创建，在代码块执行完后被销毁。

类作用域：在类内部声明的变量具有类作用域，它们可以被类的所有成员函数访问。类作用域变量的生命周期与类的生命周期相同。

4 局部变量

在函数或一个代码块内部声明的变量，称为局部变量。它们只能被函数内部或者代码块内部的语句使用。下面的实例使用了局部变量：

```
int sum() {
    int a,b,sum; // 局部变量声明
    a = 1,b = 2; // 实际初始化
    sum = a + b;
    cout<<"sum="<<sum<<endl;
    return 0;
}
```



}

5 全局变量

局部变量和全局变量的名称可以相同，但是在函数内，局部变量的值会覆盖全局变量的值。下面是一个实例：

```
// globalVariable 全局变量
int i = 3;
int globalVariable(){
    int i = 5;
    cout<<"i_=_"<<i<<endl;
    return 0;
}
```

6 块作用域

块作用域指的是在代码块内部声明的变量：

```
// blockScope 块作用域
int blockScope(){
    int i = 1;
    {
        int i = 2; // 块作用域变量
        cout<<"i_=_"<<i<<endl;
    }
    cout<<"i_=_"<<i<<endl;
    return 0;
}
```

7 代码介绍

```
#include <iostream>
using namespace std;
int main() {
    cout<<"hello"<<endl;
```



```
    return 0;
}
```

C++ 头文件 <iostream>

using namespace std; 告诉编译器使用 std 命名空间。

int main() 是主函数，程序从这里开始执行。

cout<<"Hello World"; 会在屏幕上显示消息"Hello World"。

下一行 return 0; 终止 main() 函数，并向调用进程返回值 0。

在 C++ 中，分号是语句结束符。也就是说，每个语句必须以分号结束。它表明一个逻辑实体的结束。

8 标识符

9 关键字



Chapter

基本数据类型

Chapter

程序基本语句

1 控制语句

2 for 循环

```
// 高斯求和公式求和 1+2+3+...+100
#include <iostream>
using namespace std;
int main() {
    int sum = 0;
    sum = (1+100)*100/2;
    cout << "gauss_sum=" << sum << endl;
    return 0;
}
```

3

for 循环求和 1+2+3+...+100

```
int forSum(){
    int sum = 0;
    for (int i = 1; i <= 100; i++) {
        sum += i;
    }
    cout << "for_sum=" << sum << endl;
    return 0;
}
```

}

4 if-else

```
// isPrime 判断是否素数
bool isPrime(int num) {
    if (num < 2)
        return false;
    for (int i = 2; i * i <= num; ++i) {
        if (num % i == 0)
            return false;
    }
    return true;
}

int prime(){
    bool b = isPrime(7);
    if (b == 1){
        cout<<"b是素数□"<<endl;
    }else{
        cout<<"b不是素数□"<<endl;
    }
    return 0;
}
```



Chapter

基本运算

Chapter

数学库常用函数

Chapter

结构化程序设计

Chapter

数组

Chapter

字符串的处理

Chapter

函数与递归

Chapter

结构体与联合体

Chapter

指针类型

Chapter

文件及基本读写

1 `fstream`

2 `ifstream`

3 `ofstream`

Chapter

std

在 C++ 中，”std” 和”STL” 都是与标准库（Standard Library）相关的概念，但它们具有不同的含义和范围。

1. STL (Standard Template Library): STL 是 C++ 标准库中的一部分，它是一组模板类和函数的集合，提供了丰富的数据结构和算法实现。STL 包括容器（如 `vector`、`list`、`map` 等）、迭代器、算法（如排序、搜索、转换等）、函数对象等。STL 的设计理念是基于泛型编程，它通过模板技术使算法和数据结构能够独立于特定类型工作，提供了高度可复用和可扩展的组件。

2. std (Standard Namespace): `std` 是 C++ 标准库中的命名空间（namespace），其中包含了大量的类、函数和常量。`std` 命名空间用于将 C++ 标准库中的所有标识符（如容器、算法、输入输出等）进行组织和隔离，以避免命名冲突。使用 `std` 命名空间，我们可以通过前缀”`std::`”访问标准库中的各种成员。

总结起来，STL 是 C++ 标准库的一个子集，包含了模板类和函数，提供了通用的数据结构和算法。而”`std`”是 C++ 标准库的命名空间，用于组织和隔离标准库中的各个成员。STL 是 `std` 命名空间的一部分，我们可以使用”`std::`”前缀来访问 STL 中的各种组件。

例如，使用 STL 中的 `vector` 容器和 `sort` 算法，我们可以这样引用：

```
#include <vector>    // 包含STL中的 vector 容器
#include <algorithm> // 包含STL中的 sort 算法

int main() {
    std::vector<int> nums = {4, 2, 6, 1, 3}; // 使用STL中的 vector 容器
    std::sort(nums.begin(), nums.end()); // 使用STL中的 sort 算法对 nums 进行排序

    return 0;
}
```

在上述示例中，我们使用了 STL 中的 `vector` 容器和 `sort` 算法，通过 `std` 命名空间访问这些

组件。

Chapter

stl

Chapter

类

Chapter

面向对象

1 算术运算符

```
// 算术运算符
int arithmeticOperator(){
    int a = 5;
    int b = 3;
    int c;
    cout<<"a=_ " <<a<<endl;
    cout<<"b=_ " <<b<<endl;
    c = a + b;
    cout<<"c=_a+_b=_ " <<c<<endl;
    c = a - b;
    cout<<"c=_a-_b=_ " <<c<<endl;
    c = a * b;
    cout<<"c=_a*_b=_ " <<c<<endl;
    c = a / b;
    cout<<"c=_a/_b=_ " <<c<<endl;
    c = a % b;
    cout<<"c=_a%_b=_ " <<c<<endl;
    int d = 7;
    cout<<"d=_ " <<d<<endl;
    c = d++;
    cout<<"c=_d++=_ " <<c<<endl;
    c = d--;
    cout<<"c=_d--=_ " <<c<<endl;
    return 0;
}
```

2 关系运算符

```
// 关系运算符
int relationalOperator(){
    int a = 5;
    int b = 3;
    cout<<"a_="<<a<<endl;
    cout<<"b_="<<b<<endl;
    int c;
    if (a == b){
        cout<<"a_等于_b"<<endl;
    }else{
        cout<<"a_不等于_b"<<endl;
    }
    if(a < b){
        cout<<"a_小于_b"<<endl;
    }else{
        cout<<"a_不小于_b"<<endl;
    }
    if(a > b){
        cout<<"a_大于_b"<<endl;
    }else{
        cout<<"a_不大于_b"<<endl;
    }
    return 0;
}
```

3 逻辑运算符

逻辑运算符在 C++ 中用于解决以下问题：

1. 条件判断：逻辑运算符允许程序员在条件语句中对多个条件进行组合判断。通过使用逻辑与运算符(&&)和逻辑或运算符(||)，可以根据多个条件的组合结果来确定程序的执行路径。
2. 循环控制：逻辑运算符在循环语句中起到关键作用，例如在 while 循环或 do-while 循环中，使用逻辑运算符可以设置多个条件来控制循环的执行和终止条件。
3. 布尔逻辑操作：逻辑运算符允许对布尔值进行操作，将多个布尔值进行组合，从而得到新的布尔值。这对于程序中的条件逻辑判断非常有用。



通过使用逻辑运算符，程序员可以根据条件的组合结果来进行复杂的判断和控制，从而实现程序的逻辑流程控制和条件判断。这样可以使程序更加灵活和可控，并能够处理多种不同的情况。

C++ 中的逻辑运算符用于对条件表达式进行逻辑运算，通常返回布尔值（true 或 false）。以下是 C++ 中常用的逻辑运算符：

1. 逻辑与运算符（&&）：当且仅当两个操作数都为 true 时，结果为 true。否则，结果为 false。

```
bool a = true;
bool b = false;
bool result = a && b; // 结果为 false
```

2. 逻辑或运算符（||）：当至少有一个操作数为 true 时，结果为 true。只有当两个操作数都为 false 时，结果为 false。

```
bool a = true;
bool b = false;
bool result = a || b; // 结果为 true
```

3. 逻辑非运算符（!）：对操作数进行取反操作，如果操作数为 true，则结果为 false；如果操作数为 false，则结果为 true。

```
bool a = true;
bool result = !a; // 结果为 false
```

逻辑运算符通常与条件语句（例如 if 语句和 while 循环）一起使用，用于控制程序的执行流程和判断条件的满足情况。

C++ 中的逻辑运算符包括逻辑与（&&）、逻辑或（||）、逻辑非（!）三种。它们的作用是对逻辑表达式进行求值，以判断表达式的真假。

当使用逻辑与（&&）时，只有当两个操作数都为真（非零）时，整个表达式才为真，否则为假。因此，如果一个操作数为真，另一个操作数为假，整个表达式的结果就是假。

同样的道理，当使用逻辑或（||）时，只有当两个操作数都为假（零）时，整个表达式才为假，否则为真。如果一个操作数为假，另一个操作数为真，整个表达式的结果也是真。

逻辑非（!）则是将操作数的真假值取反。如果操作数为真，取反后就是假；如果操作数为假，取反后就是真。

因此，当使用逻辑运算符时，需要注意操作数的真假值，以便正确地求出整个表达式的值。

// 逻辑运算符

```
int logicalOperator(){
```



```

int a = 3, b = 5, c;
cout << "a_=" << a << endl;
cout << "b_=" << b << endl;
if (a && b){
    cout << "a && b 条件为 _true" << endl;
}
if (a || b){
    cout << "a || b 条件为 _true" << endl;
}
// 改变 a 和 b 的值
a = 0;
b = 5;
if (a && b){
    cout << "a && b 条件为 _true" << endl;
}else{
    cout << "a && b 条件为 _false" << endl;
}
if (!(a && b)){
    cout << "!(a && b) 条件为 _true" << endl;
}
return 0;
}
    
```


Chapter

注释

1 单行多行注释

C++ 支持单行注释和多行注释。注释中的所有字符会被 C++ 编译器忽略。

// - 一般用于单行注释。

/* ... */ - 一般用于多行注释。

Chapter

常量

1 #define 预处理器

使用 `#define` 预处理器定义常量

// #define 预处理器定义常量

```
#define LENGTH 3
```

```
#define WIDTH 2
```

```
int areaDefine(){
    int area;
    area = LENGTH * WIDTH;
    cout<<"area_□=□"<<area<<endl;
    return 0;
}
```

2 const 关键字

// 使用 const 前缀声明指定类型的常量

```
int constConstant(){
    const int LENGTH_ = 3;
    const int WIDTH_ = 2;
    int area;
    area = LENGTH_ * WIDTH_;
    cout<<"area_□=□"<<area<<endl;
    return 0;
}
```

Chapter

修饰符类型

```
int modifier(){  
    short int i; // 有符号短整数  
    short unsigned int j;  
    j = 50000;  
    i = j;  
    cout<<"j_=_"<<j<<endl;  
    cout<<"i_=_"<<i<<endl;  
    return 0;  
}
```

Chapter

函数

1 CSP-J（普及组）2022 年 T1 乘方 (pow)

Chapter

数组

Chapter

STL

Chapter

class 类

在 C++ 中，‘class’关键字用于定义一个类。类是一种用户自定义的数据类型，用于封装数据和操作。类可以包含成员变量（属性）和成员函数（方法），用于描述对象的状态和行为。

以下是一个简单的 C++ 类的示例：

```
#include <iostream>
using namespace std;

class Rectangle {
private:
    int length;
    int width;

public:
    // 构造函数
    Rectangle(int l, int w) : length(l), width(w) {}

    // 成员函数
    int getArea() {
        return length * width;
    }

    // 成员函数
    int getPerimeter() {
        return 2 * (length + width);
    }
};
```

```
int main() {
    // 创建一个 Rectangle 对象
    Rectangle rect(5, 3);

    // 调用对象的成员函数
    int area = rect.getArea();
    int perimeter = rect.getPerimeter();

    // 打印结果
    cout << "Area:_" << area << endl;
    cout << "Perimeter:_" << perimeter << endl;

    return 0;
}
```

在上述示例中，定义了一个名为 ‘Rectangle’ 的类，它具有私有成员变量 ‘length’ 和 ‘width’，以及公有成员函数 ‘getArea()’ 和 ‘getPerimeter()’。构造函数用于初始化对象的数据成员。在 ‘main()’ 函数中，创建了一个 ‘Rectangle’ 对象 ‘rect’，并使用对象的成员函数 ‘getArea()’ 和 ‘getPerimeter()’ 计算矩形的面积和周长。最后，使用 ‘std::cout’ 打印结果。类提供了一种组织和封装相关数据和行为的方式，使代码更加模块化和可维护。通过类的实例化，可以创建多个对象，每个对象都有自己的数据和方法。除了成员变量和成员函数，类还可以包含访问修饰符（如 ‘public’、‘private’、‘protected’）和其他特性（如继承、多态）等。

1 构造函数

在 C++ 中，构造函数是一种特殊的成员函数，用于在创建对象时进行初始化操作。构造函数的名称与类的名称相同，并且没有返回类型（包括 ‘void’）。它可以有参数，也可以没有参数。构造函数在以下几种情况下会被自动调用：

1. 在创建对象时，使用 ‘new’ 运算符动态分配内存时。
2. 在声明对象时，使用类的默认构造函数进行初始化。
3. 在将一个对象作为参数传递给函数时，调用拷贝构造函数进行复制。

以下是一个简单的示例，展示了如何定义和使用构造函数：

```
#include <iostream>
```

```
class MyClass {
private:
```




```

    int value;

public:
    // 默认构造函数
    MyClass() {
        value = 0;
        std::cout << "Default constructor called" << std::endl;
    }

    // 带参数的构造函数
    MyClass(int val) {
        value = val;
        std::cout << "Parameterized constructor called" << std::endl;
    }

    // 成员函数
    int getValue() {
        return value;
    }
};

int main() {
    // 使用默认构造函数创建对象
    MyClass obj1;
    std::cout << "Value:_" << obj1.getValue() << std::endl;

    // 使用带参数的构造函数创建对象
    MyClass obj2(10);
    std::cout << "Value:_" << obj2.getValue() << std::endl;

    return 0;
}

```

在上述示例中,定义了一个名为‘MyClass’的类,其中包含一个私有成员变量‘value’和三个构造函数。默认构造函数用于初始化‘value’为 0,带参数的构造函数用于将传入的值赋给‘value’。在‘main()’函数中,首先使用默认构造函数创建了一个‘MyClass’对象‘obj1’,并通过‘getValue()’方法获取对象的值并打印。然后,使用带参数的构造函数创建了另一个对象‘obj2’,同



样获取并打印了对象的值。

构造函数在对象创建时自动调用，用于进行必要的初始化工作。你可以根据需要定义不同的构造函数，以支持不同的初始化方式。

希望这个示例对你有帮助！如果你还有其他问题，请随时提问。

2 拷贝构造函数

在 C++ 中，拷贝构造函数（Copy Constructor）是一种特殊的构造函数，用于创建一个对象的副本。拷贝构造函数通常以传入对象的引用作为参数，并使用该对象的数据来初始化新对象。

拷贝构造函数在以下情况下会被自动调用：

1. 在将一个对象作为参数传递给函数时，进行参数的复制。
2. 在使用一个对象初始化另一个对象时，进行对象的复制。
3. 在函数返回一个对象时，进行对象的复制。

以下是一个简单的示例，展示了如何定义和使用拷贝构造函数：

```
#include <iostream>

class MyClass {
private:
    int value;

public:
    // 默认构造函数
    MyClass() {
        value = 0;
        std::cout << "Default constructor called" << std::endl;
    }

    // 带参数的构造函数
    MyClass(int val) {
        value = val;
        std::cout << "Parameterized constructor called" << std::endl;
    }

    // 拷贝构造函数
    MyClass(const MyClass& other) {
```



```

        value = other.value;
        std::cout << "Copy constructor called" << std::endl;
    }

    // 成员函数
    int getValue() {
        return value;
    }
};

void printObject(const MyClass& obj) {
    std::cout << "Object value:" << obj.getValue() << std::endl;
}

int main() {
    // 使用默认构造函数创建对象
    MyClass obj1;
    std::cout << "Value:" << obj1.getValue() << std::endl;

    // 使用带参数的构造函数创建对象
    MyClass obj2(10);
    std::cout << "Value:" << obj2.getValue() << std::endl;

    // 使用拷贝构造函数创建对象的副本
    MyClass obj3 = obj2;
    std::cout << "Value:" << obj3.getValue() << std::endl;

    // 作为函数参数传递对象
    printObject(obj3);

    return 0;
}

```

在上述示例中，‘MyClass’类定义了默认构造函数、带参数的构造函数和拷贝构造函数。拷贝构造函数以传入对象的引用作为参数，并将传入对象的值复制给新对象的成员变量。

在 ‘main()’ 函数中，首先使用默认构造函数创建了一个 ‘MyClass’ 对象 ‘obj1’，然后使用带参数的构造函数创建了另一个对象 ‘obj2’。接下来，使用拷贝构造函数将 ‘obj2’ 复制到新对象



‘obj3’。最后，通过调用 ‘printObject()’ 函数将 ‘obj3’ 作为参数传递给函数。

拷贝构造函数在对象的复制过程中起到重要作用，确保新对象与原始对象具有相同的值。如果没有显式定义拷贝构造函数，编译器会自动生成一个默认的拷贝构造函数。

需要注意的是，拷贝构造函数的参数通常是 ‘const’ 引用，以防止在拷