

C++核心编程

本阶段主要针对C++==面向对象==编程技术做详细讲解，探讨C++中的核心和精髓。

1 内存分区模型

C++程序在执行时，将内存大方向划分为**4个区域**

- 代码区：存放函数体的二进制代码，由操作系统进行管理的
- 全局区：存放全局变量和静态变量以及常量
- 栈区：由编译器自动分配释放，存放函数的参数值，局部变量等
- 堆区：由程序员分配和释放，若程序员不释放，程序结束时由操作系统回收

内存四区意义：

不同区域存放的数据，赋予不同的生命周期，给我们更大的灵活编程

1.1 程序运行前

在程序编译后，生成了exe可执行程序，**未执行该程序前**分为两个区域

代码区：

存放 CPU 执行的机器指令

代码区是**共享**的，共享的目的是对于频繁被执行的程序，只需要在内存中有一份代码即可

代码区是**只读**的，使其只读的原因是防止程序意外地修改了它的指令

全局区：

全局变量和静态变量存放在此。

全局区还包含了常量区，字符串常量和常量也存放在此。

==该区域的数据在程序结束后由操作系统释放==。

示例:

```
//全局变量
int g_a = 10;
int g_b = 10;

//全局常量
const int c_g_a = 10;
const int c_g_b = 10;

int main() {

    //局部变量
    int a = 10;
    int b = 10;

    //打印地址
    cout << "局部变量a地址为: " << (int)&a << endl;
    cout << "局部变量b地址为: " << (int)&b << endl;

    cout << "全局变量g_a地址为: " << (int)&g_a << endl;
    cout << "全局变量g_b地址为: " << (int)&g_b << endl;

    //静态变量
    static int s_a = 10;
    static int s_b = 10;

    cout << "静态变量s_a地址为: " << (int)&s_a << endl;
    cout << "静态变量s_b地址为: " << (int)&s_b << endl;

    cout << "字符串常量地址为: " << (int)&"hello world" << endl;
    cout << "字符串常量地址为: " << (int)&"hello world1" << endl;

    cout << "全局常量c_g_a地址为: " << (int)&c_g_a << endl;
    cout << "全局常量c_g_b地址为: " << (int)&c_g_b << endl;

    const int c_l_a = 10;
    const int c_l_b = 10;
    cout << "局部常量c_l_a地址为: " << (int)&c_l_a << endl;
    cout << "局部常量c_l_b地址为: " << (int)&c_l_b << endl;

    system("pause");

    return 0;
}
```

打印结果:

```

局部变量a地址为: 9697232
局部变量b地址为: 9697220
全局变量g_a地址为: 3461120
全局变量g_b地址为: 3461124
静态变量s_a地址为: 3461128
静态变量s_b地址为: 3461132
字符串常量地址为: 3451880
字符串常量地址为: 3451896
全局常量c_g_a地址为: 3452096
全局常量c_g_b地址为: 3452100
局部常量c_l_a地址为: 9697208
局部常量c_l_b地址为: 9697196
请按任意键继续. . .

```

局部变量存放在栈区

全局变量和静态变量存放在全局区

常量区

局部常量存放在栈区

总结:

- C++中在程序运行前分为全局区和代码区
- 代码区特点是共享和只读
- 全局区中存放全局变量、静态变量、常量
- 常量区中存放 const修饰的全局常量 和 字符串常量

1.2 程序运行后

栈区:

由编译器自动分配释放, 存放函数的参数值,局部变量等

注意事项: 不要返回局部变量的地址, 栈区开辟的数据由编译器自动释放

示例:

```

int * func()
{
    int a = 10;
    return &a;
}

int main() {

    int *p = func();

    cout << *p << endl;
    cout << *p << endl;

    system("pause");

    return 0;
}

```

```
}
```

堆区:

由程序员分配释放,若程序员不释放,程序结束时由操作系统回收

在C++中主要利用new在堆区开辟内存

示例:

```
int* func()
{
    int* a = new int(10);
    return a;
}

int main() {

    int *p = func();

    cout << *p << endl;
    cout << *p << endl;

    system("pause");

    return 0;
}
```

总结:

堆区数据由程序员管理开辟和释放

堆区数据利用new关键字进行开辟内存

1.3 new操作符

C++中利用==new==操作符在堆区开辟数据

堆区开辟的数据, 由程序员手动开辟, 手动释放, 释放利用操作符 ==delete==

语法: `new 数据类型`

利用new创建的数据, 会返回该数据对应的类型的指针

示例1：基本语法

```
int* func()
{
    int* a = new int(10);
    return a;
}

int main() {

    int *p = func();

    cout << *p << endl;
    cout << *p << endl;

    //利用delete释放堆区数据
    delete p;

    //cout << *p << endl; //报错，释放的空间不可访问

    system("pause");

    return 0;
}
```

示例2：开辟数组

```
//堆区开辟数组
int main() {

    int* arr = new int[10];

    for (int i = 0; i < 10; i++)
    {
        arr[i] = i + 100;
    }

    for (int i = 0; i < 10; i++)
    {
        cout << arr[i] << endl;
    }
    //释放数组 delete 后加 []
    delete[] arr;

    system("pause");

    return 0;
}
```

2 引用

2.1 引用的基本使用

作用：给变量起别名

语法：数据类型 &别名 = 原名

示例：

```
int main() {  
  
    int a = 10;  
    int &b = a;  
  
    cout << "a = " << a << endl;  
    cout << "b = " << b << endl;  
  
    b = 100;  
  
    cout << "a = " << a << endl;  
    cout << "b = " << b << endl;  
  
    system("pause");  
  
    return 0;  
}
```

2.2 引用注意事项

- 引用必须初始化
- 引用在初始化后，不可以改变

示例：

```
int main() {  
  
    int a = 10;  
    int b = 20;  
    //int &c; //错误，引用必须初始化  
    int &c = a; //一旦初始化后，就不可以更改  
    c = b; //这是赋值操作，不是更改引用  
  
    cout << "a = " << a << endl;
```

```

cout << "b = " << b << endl;
cout << "c = " << c << endl;

system("pause");

return 0;
}

```

2.3 引用做函数参数

作用：函数传参时，可以利用引用的技术让形参修饰实参

优点：可以简化指针修改实参

示例：

```

//1. 值传递
void mySwap01(int a, int b) {
    int temp = a;
    a = b;
    b = temp;
}

//2. 地址传递
void mySwap02(int* a, int* b) {
    int temp = *a;
    *a = *b;
    *b = temp;
}

//3. 引用传递
void mySwap03(int& a, int& b) {
    int temp = a;
    a = b;
    b = temp;
}

int main() {

    int a = 10;
    int b = 20;

    mySwap01(a, b);
    cout << "a:" << a << " b:" << b << endl;

    mySwap02(&a, &b);
    cout << "a:" << a << " b:" << b << endl;
}

```

```

mySwap03(a, b);
cout << "a:" << a << " b:" << b << endl;

system("pause");

return 0;
}

```

总结：通过引用参数产生的效果同按地址传递是一样的。引用的语法更清楚简单

2.4 引用做函数返回值

作用：引用是可以作为函数的返回值存在的

注意：**不要返回局部变量引用**

用法：函数调用作为左值

示例：

```

//返回局部变量引用
int& test01() {
    int a = 10; //局部变量
    return a;
}

//返回静态变量引用
int& test02() {
    static int a = 20;
    return a;
}

int main() {

    //不能返回局部变量的引用
    int& ref = test01();
    cout << "ref = " << ref << endl;
    cout << "ref = " << ref << endl;
}

```



```

//如果函数做左值，那么必须返回引用
int& ref2 = test02();
cout << "ref2 = " << ref2 << endl;
cout << "ref2 = " << ref2 << endl;

test02() = 1000;

cout << "ref2 = " << ref2 << endl;
cout << "ref2 = " << ref2 << endl;

system("pause");

return 0;
}

```

2.5 引用的本质

本质：引用的本质在c++内部实现是一个指针常量。

讲解示例：

```

//发现是引用，转换为 int* const ref = &a;
void func(int& ref){
    ref = 100; // ref是引用，转换为*ref = 100
}
int main(){
    int a = 10;

    //自动转换为 int* const ref = &a; 指针常量是指针指向不可改，也说明为什么引用不可更改
    int& ref = a;
    ref = 20; //内部发现ref是引用，自动帮我们转换为：*ref = 20;

    cout << "a:" << a << endl;
    cout << "ref:" << ref << endl;

    func(a);
    return 0;
}

```

结论：C++推荐用引用技术，因为语法方便，引用本质是指针常量，但是所有的指针操作编译器都帮我们做了

2.6 常量引用

作用：常量引用主要用来修饰形参，防止误操作

在函数形参列表中，可以加`==const`修饰形参`==`，防止形参改变实参

示例：

```
//引用使用的场景，通常用来修饰形参
void showValue(const int& v) {
    //v += 10;
    cout << v << endl;
}

int main() {

    //int& ref = 10; 引用本身需要一个合法的内存空间，因此这行错误
    //加入const就可以了，编译器优化代码，int temp = 10; const int& ref = temp;
    const int& ref = 10;

    //ref = 100; //加入const后不可以修改变量
    cout << ref << endl;

    //函数中利用常量引用防止误操作修改实参
    int a = 10;
    showValue(a);

    system("pause");

    return 0;
}
```

3 函数提高

3.1 函数默认参数

在C++中，函数的形参列表中的形参是可以有默认值的。

语法：返回值类型 函数名 (参数= 默认值) {}

示例：

```
int func(int a, int b = 10, int c = 10) {
    return a + b + c;
}

//1. 如果某个位置参数有默认值，那么从这个位置往后，从左向右，必须都要有默认值
//2. 如果函数声明有默认值，函数实现的时候就不能有默认参数
int func2(int a = 10, int b = 10);
int func2(int a, int b) {
    return a + b;
}

int main() {

    cout << "ret = " << func(20, 20) << endl;
    cout << "ret = " << func(100) << endl;

    system("pause");

    return 0;
}
```

3.2 函数占位参数

C++中函数的形参列表里可以有占位参数，用来做占位，调用函数时必须填补该位置

语法：返回值类型 函数名 (数据类型) {}

在现阶段函数的占位参数存在意义不大，但是后面的课程中会用到该技术

示例：

```
//函数占位参数，占位参数也可以有默认参数
void func(int a, int) {
    cout << "this is func" << endl;
}

int main() {

    func(10,10); //占位参数必须填补

    system("pause");

    return 0;
}
```

3.3 函数重载

3.3.1 函数重载概述

作用：函数名可以相同，提高复用性

函数重载满足条件：

- 同一个作用域下
- 函数名称相同
- 函数参数**类型不同** 或者 **个数不同** 或者 **顺序不同**

注意：函数的返回值不可以作为函数重载的条件

示例：

```
//函数重载需要函数都在同一个作用域下
void func()
{
    cout << "func 的调用！" << endl;
}
void func(int a)
{
    cout << "func (int a) 的调用！" << endl;
}
void func(double a)
{
    cout << "func (double a)的调用！" << endl;
}
void func(int a ,double b)
```

```

{
    cout << "func (int a ,double b) 的调用! " << endl;
}
void func(double a ,int b)
{
    cout << "func (double a ,int b)的调用! " << endl;
}

//函数返回值不可以作为函数重载条件
//int func(double a, int b)
//{
//    cout << "func (double a ,int b)的调用! " << endl;
//}

int main() {

    func();
    func(10);
    func(3.14);
    func(10,3.14);
    func(3.14 , 10);

    system("pause");

    return 0;
}

```

3.3.2 函数重载注意事项

- 引用作为重载条件
- 函数重载碰到函数默认参数

示例:

```

//函数重载注意事项
//1、引用作为重载条件

void func(int &a)
{
    cout << "func (int &a) 调用 " << endl;
}

```

```

void func(const int &a)
{
    cout << "func (const int &a) 调用 " << endl;
}

//2、函数重载碰到函数默认参数

void func2(int a, int b = 10)
{
    cout << "func2(int a, int b = 10) 调用" << endl;
}

void func2(int a)
{
    cout << "func2(int a) 调用" << endl;
}

int main() {

    int a = 10;
    func(a); //调用无const
    func(10); //调用有const

    //func2(10); //碰到默认参数产生歧义，需要避免

    system("pause");

    return 0;
}

```

4 类和对象

C++面向对象的三大特性为：==封装、继承、多态==

C++认为==万事万物都皆为对象==，对象上有其属性和行为

例如：

人可以作为对象，属性有姓名、年龄、身高、体重...，行为有走、跑、跳、吃饭、唱歌...

车也可以作为对象，属性有轮胎、方向盘、车灯...，行为有载人、放音乐、放空调...

具有相同性质的==对象==，我们可以抽象称为==类==，人属于人类，车属于车类

4.1 封装

4.1.1 封装的意义

封装是C++面向对象三大特性之一

封装的意义：

- 将属性和行为作为一个整体，表现生活中的事物
- 将属性和行为加以权限控制

封装意义一：

在设计类的时候，属性和行为写在一起，表现事物

语法： `class 类名{ 访问权限： 属性 / 行为 };`

示例1：设计一个圆类，求圆的周长

示例代码：

```
//圆周率
const double PI = 3.14;

//1、封装的意义
//将属性和行为作为一个整体，用来表现生活中的事物

//封装一个圆类，求圆的周长
//class代表设计一个类，后面跟着的是类名
class Circle
{
public: //访问权限 公共的权限

    //属性
    int m_r;//半径

    //行为
    //获取到圆的周长
    double calculateZC()
    {
        //2 * pi * r
        //获取圆的周长
        return 2 * PI * m_r;
    }
};

int main() {

    //通过圆类，创建圆的对象
    // c1就是一个具体的圆
    Circle c1;
    c1.m_r = 10; //给圆对象的半径 进行赋值操作

    //2 * pi * 10 == 62.8
    cout << "圆的周长为: " << c1.calculateZC() << endl;
```

```
    system("pause");

    return 0;
}
```

示例2：设计一个学生类，属性有姓名和学号，可以给姓名和学号赋值，可以显示学生的姓名和学号

示例2代码：

```
//学生类
class Student {
public:
    void setName(string name) {
        m_name = name;
    }
    void setID(int id) {
        m_id = id;
    }

    void showStudent() {
        cout << "name:" << m_name << " ID:" << m_id << endl;
    }
public:
    string m_name;
    int m_id;
};

int main() {

    Student stu;
    stu.setName("德玛西亚");
    stu.setID(250);
    stu.showStudent();

    system("pause");

    return 0;
}
```

封装意义二：

类在设计时，可以把属性和行为放在不同的权限下，加以控制

访问权限有三种：

1. public 公共权限
2. protected 保护权限
3. private 私有权限

示例：

```
//三种权限
//公共权限 public 类内可以访问 类外可以访问
//保护权限 protected 类内可以访问 类外不可以访问
//私有权限 private 类内可以访问 类外不可以访问

class Person
{
    //姓名 公共权限
public:
    string m_Name;

    //汽车 保护权限
protected:
    string m_Car;

    //银行卡密码 私有权限
private:
    int m_Password;

public:
    void func()
    {
        m_Name = "张三";
        m_Car = "拖拉机";
        m_Password = 123456;
    }
};

int main() {

    Person p;
    p.m_Name = "李四";
    //p.m_Car = "奔驰"; //保护权限类外访问不到
    //p.m_Password = 123; //私有权限类外访问不到

    system("pause");

    return 0;
}
```

4.1.2 struct和class区别

在C++中 struct和class唯一的区别就在于 默认访问权限不同

区别：

- struct 默认权限为公共
- class 默认权限为私有

```
class C1
{
    int m_A; //默认是私有权限
};

struct C2
{
    int m_A; //默认是公共权限
};

int main() {

    C1 c1;
    c1.m_A = 10; //错误，访问权限是私有

    C2 c2;
    c2.m_A = 10; //正确，访问权限是公共

    system("pause");

    return 0;
}
```

4.1.3 成员属性设置为私有

优点1： 将所有成员属性设置为私有，可以自己控制读写权限

优点2： 对于写权限，我们可以检测数据的有效性

示例：

```

class Person {
public:

    //姓名设置可读可写
    void setName(string name) {
        m_Name = name;
    }
    string getName()
    {
        return m_Name;
    }

    //获取年龄
    int getAge() {
        return m_Age;
    }
    //设置年龄
    void setAge(int age) {
        if (age < 0 || age > 150) {
            cout << "你个老妖精!" << endl;
            return;
        }
        m_Age = age;
    }

    //情人设置为只写
    void setLover(string lover) {
        m_Lover = lover;
    }

private:
    string m_Name; //可读可写  姓名

    int m_Age; //只读  年龄

    string m_Lover; //只写  情人
};

int main() {

    Person p;
    //姓名设置
    p.setName("张三");
    cout << "姓名:  " << p.getName() << endl;

    //年龄设置
    p.setAge(50);
    cout << "年龄:  " << p.getAge() << endl;

    //情人设置
    p.setLover("苍井");
    //cout << "情人:  " << p.m_Lover << endl;  //只写属性，不可以读取

    system("pause");
}

```

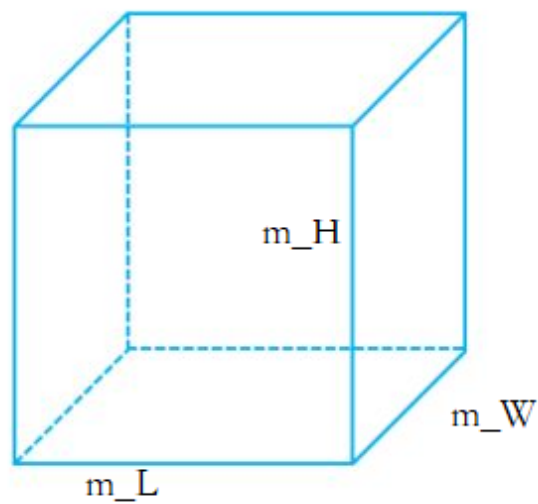
```
    return 0;  
}
```

练习案例1：设计立方体类

设计立方体类(Cube)

求出立方体的面积和体积

分别用全局函数和成员函数判断两个立方体是否相等。



练习案例2：点和圆的关系

设计一个圆形类 (Circle) ， 和一个点类 (Point) ， 计算点和圆的关系。



4.2 对象的初始化和清理

- 生活中我们买的电子产品都基本会有出厂设置，在某一天我们不用时候也会删除一些自己信息数据保证安全
- C++中的面向对象来源于生活，每个对象也都会有初始设置以及 对象销毁前的清理数据的设置。

4.2.1 构造函数和析构函数

对象的**初始化和清理**也是两个非常重要的安全问题

一个对象或者变量没有初始状态，对其使用后果是未知

同样的使用完一个对象或变量，没有及时清理，也会造成一定的安全问题

c++利用了**构造函数**和**析构函数**解决上述问题，这两个函数将会被编译器自动调用，完成对象初始化和清理工作。

对象的初始化和清理工作是编译器强制要我们做的事情，因此如果**我们不提供构造和析构**，**编译器会提供**

编译器提供的构造函数和析构函数是空实现。

- 构造函数：主要作用在于创建对象时为对象的成员属性赋值，构造函数由编译器自动调用，无须手动调用。
- 析构函数：主要作用在于对象**销毁前**系统自动调用，执行一些清理工作。

构造函数语法： `类名O{}`

1. 构造函数，没有返回值也不写void
2. 函数名称与类名相同
3. 构造函数可以有参数，因此可以发生重载
4. 程序在调用对象时候会自动调用构造，无须手动调用,而且只会调用一次

析构函数语法： `~类名(){}`

1. 析构函数，没有返回值也不写void
2. 函数名称与类名相同,在名称前加上符号 ~
3. 析构函数不可以有参数，因此不可以发生重载
4. 程序在对象销毁前会自动调用析构，无须手动调用,而且只会调用一次

```
class Person
{
public:
    //构造函数
    Person()
    {
        cout << "Person的构造函数调用" << endl;
    }
    //析构函数
    ~Person()
    {
        cout << "Person的析构函数调用" << endl;
    }
};

void test01()
{
    Person p;
}

int main() {
    test01();

    system("pause");

    return 0;
}
```

4.2.2 构造函数的分类及调用

两种分类方式：

按参数分为： 有参构造和无参构造

按类型分为： 普通构造和拷贝构造

三种调用方式：

括号法

显示法

隐式转换法

示例：

```
//1、构造函数分类
// 按照参数分类分为 有参和无参构造    无参又称为默认构造函数
// 按照类型分类分为 普通构造和拷贝构造

class Person {
public:
    //无参（默认）构造函数
    Person() {
        cout << "无参构造函数!" << endl;
    }
    //有参构造函数
    Person(int a) {
        age = a;
        cout << "有参构造函数!" << endl;
    }
    //拷贝构造函数
    Person(const Person& p) {
        age = p.age;
        cout << "拷贝构造函数!" << endl;
    }
    //析构函数
    ~Person() {
        cout << "析构函数!" << endl;
    }
public:
    int age;
};

//2、构造函数的调用
//调用无参构造函数
void test01() {
    Person p; //调用无参构造函数
}

//调用有参的构造函数
void test02() {

    //2.1 括号法，常用
    Person p1(10);
    //注意1: 调用无参构造函数不能加括号，如果加了编译器认为这是一个函数声明
```

```

//Person p2();

//2.2 显式法
Person p2 = Person(10);
Person p3 = Person(p2);
//Person(10)单独写就是匿名对象 当前行结束之后，马上析构

//2.3 隐式转换法
Person p4 = 10; // Person p4 = Person(10);
Person p5 = p4; // Person p5 = Person(p4);

//注意2：不能利用 拷贝构造函数 初始化匿名对象 编译器认为是对象声明
//Person p5(p4);
}

int main() {

    test01();
    //test02();

    system("pause");

    return 0;
}

```

4.2.3 拷贝构造函数调用时机

C++中拷贝构造函数调用时机通常有三种情况

- 使用一个已经创建完毕的对象来初始化一个新对象
- 值传递的方式给函数参数传值
- 以值方式返回局部对象

示例：

```

class Person {
public:
    Person() {
        cout << "无参构造函数!" << endl;
        mAge = 0;
    }
    Person(int age) {
        cout << "有参构造函数!" << endl;
        mAge = age;
    }
    Person(const Person& p) {
        cout << "拷贝构造函数!" << endl;
    }
}

```



```

        mAge = p.mAge;
    }
    //析构函数在释放内存之前调用
    ~Person() {
        cout << "析构函数!" << endl;
    }
public:
    int mAge;
};

//1. 使用一个已经创建完毕的对象来初始化一个新对象
void test01() {

    Person man(100); //p对象已经创建完毕
    Person newman(man); //调用拷贝构造函数
    Person newman2 = man; //拷贝构造

    //Person newman3;
    //newman3 = man; //不是调用拷贝构造函数，赋值操作
}

//2. 值传递的方式给函数参数传值
//相当于Person p1 = p;
void dowork(Person p1) {}
void test02() {
    Person p; //无参构造函数
    dowork(p);
}

//3. 以值方式返回局部对象
Person dowork2()
{
    Person p1;
    cout << (int *)&p1 << endl;
    return p1;
}

void test03()
{
    Person p = dowork2();
    cout << (int *)&p << endl;
}

int main() {

    //test01();
    //test02();
    test03();

    system("pause");

    return 0;
}

```

4.2.4 构造函数调用规则

默认情况下，c++编译器至少给一个类添加3个函数

1. 默认构造函数(无参，函数体为空)
2. 默认析构函数(无参，函数体为空)
3. 默认拷贝构造函数，对属性进行值拷贝

构造函数调用规则如下：

- 如果用户定义有参构造函数，c++不在提供默认无参构造，但是会提供默认拷贝构造
- 如果用户定义拷贝构造函数，c++不会再提供其他构造函数

示例：

```
class Person {
public:
    //无参（默认）构造函数
    Person() {
        cout << "无参构造函数!" << endl;
    }
    //有参构造函数
    Person(int a) {
        age = a;
        cout << "有参构造函数!" << endl;
    }
    //拷贝构造函数
    Person(const Person& p) {
        age = p.age;
        cout << "拷贝构造函数!" << endl;
    }
    //析构函数
    ~Person() {
        cout << "析构函数!" << endl;
    }
public:
    int age;
};

void test01()
{
    Person p1(18);
    //如果不写拷贝构造，编译器会自动添加拷贝构造，并且做浅拷贝操作
    Person p2(p1);

    cout << "p2的年龄为: " << p2.age << endl;
}

void test02()
{
    //如果用户提供有参构造，编译器不会提供默认构造，会提供拷贝构造
    Person p1; //此时如果用户自己没有提供默认构造，会出错
    Person p2(10); //用户提供的有参
```

```

    Person p3(p2); //此时如果用户没有提供拷贝构造，编译器会提供

    //如果用户提供拷贝构造，编译器不会提供其他构造函数
    Person p4; //此时如果用户自己没有提供默认构造，会出错
    Person p5(10); //此时如果用户自己没有提供有参，会出错
    Person p6(p5); //用户自己提供拷贝构造
}

int main() {

    test01();

    system("pause");

    return 0;
}

```

4.2.5 深拷贝与浅拷贝

深浅拷贝是面试经典问题，也是常见的一个坑

浅拷贝：简单的赋值拷贝操作

深拷贝：在堆区重新申请空间，进行拷贝操作

示例：

```

class Person {
public:
    //无参（默认）构造函数
    Person() {
        cout << "无参构造函数!" << endl;
    }
    //有参构造函数
    Person(int age ,int height) {

        cout << "有参构造函数!" << endl;

        m_age = age;
        m_height = new int(height);

    }
    //拷贝构造函数
    Person(const Person& p) {

```

```

        cout << "拷贝构造函数!" << endl;
        //如果不利用深拷贝在堆区创建新内存，会导致浅拷贝带来的重复释放堆区问题
        m_age = p.m_age;
        m_height = new int(*p.m_height);

    }

    //析构函数
    ~Person() {
        cout << "析构函数!" << endl;
        if (m_height != NULL)
        {
            delete m_height;
        }
    }
public:
    int m_age;
    int* m_height;
};

void test01()
{
    Person p1(18, 180);

    Person p2(p1);

    cout << "p1的年龄: " << p1.m_age << " 身高: " << *p1.m_height << endl;

    cout << "p2的年龄: " << p2.m_age << " 身高: " << *p2.m_height << endl;
}

int main() {

    test01();

    system("pause");

    return 0;
}

```

总结：如果属性有在堆区开辟的，一定要自己提供拷贝构造函数，防止浅拷贝带来的问题

4.2.6 初始化列表

作用：

C++提供了初始化列表语法，用来初始化属性

语法: 构造函数(): 属性1(值1),属性2(值2)... {}

示例:

```
class Person {
public:

    ////传统方式初始化
    //Person(int a, int b, int c) {
    //    m_A = a;
    //    m_B = b;
    //    m_C = c;
    //}

    //初始化列表方式初始化
    Person(int a, int b, int c) :m_A(a), m_B(b), m_C(c) {}
    void PrintPerson() {
        cout << "mA:" << m_A << endl;
        cout << "mB:" << m_B << endl;
        cout << "mC:" << m_C << endl;
    }
private:
    int m_A;
    int m_B;
    int m_C;
};

int main() {

    Person p(1, 2, 3);
    p.PrintPerson();

    system("pause");

    return 0;
}
```

4.2.7 类对象作为类成员

C++类中的成员可以是另一个类的对象，我们称该成员为 对象成员

例如:

```

class A {}
class B
{
    A a;
}

```

B类中有对象A作为成员，A为对象成员

那么当创建B对象时，A与B的构造和析构的顺序是谁先谁后？

示例：

```

class Phone
{
public:
    Phone(string name)
    {
        m_PhoneName = name;
        cout << "Phone构造" << endl;
    }

    ~Phone()
    {
        cout << "Phone析构" << endl;
    }

    string m_PhoneName;
};

class Person
{
public:
    //初始化列表可以告诉编译器调用哪一个构造函数
    Person(string name, string pName) :m_Name(name), m_Phone(pName)
    {
        cout << "Person构造" << endl;
    }

    ~Person()
    {
        cout << "Person析构" << endl;
    }

    void playGame()
    {
        cout << m_Name << " 使用" << m_Phone.m_PhoneName << " 牌手机!" << endl;
    }

    string m_Name;
}

```

```

        Phone m_Phone;

};
void test01()
{
    //当类中成员是其他类对象时，我们称该成员为 对象成员
    //构造的顺序是：先调用对象成员的构造，再调用本类构造
    //析构顺序与构造相反
    Person p("张三", "苹果x");
    p.playGame();

}

int main() {

    test01();

    system("pause");

    return 0;

}

```

4.2.8 静态成员

静态成员就是在成员变量和成员函数前加上关键字static，称为静态成员

静态成员分为：

- 静态成员变量
 - 所有对象共享同一份数据
 - 在编译阶段分配内存
 - 类内声明，类外初始化
- 静态成员函数
 - 所有对象共享同一个函数
 - 静态成员函数只能访问静态成员变量

示例1：静态成员变量

```

class Person
{

```

```

public:

    static int m_A; //静态成员变量

    //静态成员变量特点:
    //1 在编译阶段分配内存
    //2 类内声明，类外初始化
    //3 所有对象共享同一份数据

private:
    static int m_B; //静态成员变量也是有访问权限的
};
int Person::m_A = 10;
int Person::m_B = 10;

void test01()
{
    //静态成员变量两种访问方式

    //1、通过对象
    Person p1;
    p1.m_A = 100;
    cout << "p1.m_A = " << p1.m_A << endl;

    Person p2;
    p2.m_A = 200;
    cout << "p1.m_A = " << p1.m_A << endl; //共享同一份数据
    cout << "p2.m_A = " << p2.m_A << endl;

    //2、通过类名
    cout << "m_A = " << Person::m_A << endl;

    //cout << "m_B = " << Person::m_B << endl; //私有权限访问不到
}

int main() {

    test01();

    system("pause");

    return 0;
}

```

示例2: 静态成员函数

```

class Person
{

public:

    //静态成员函数特点:
    //1 程序共享一个函数

```



```

//2 静态成员函数只能访问静态成员变量

static void func()
{
    cout << "func调用" << endl;
    m_A = 100;
    //m_B = 100; //错误，不可以访问非静态成员变量
}

static int m_A; //静态成员变量
int m_B; //
private:

//静态成员函数也是有访问权限的
static void func2()
{
    cout << "func2调用" << endl;
}
};
int Person::m_A = 10;

void test01()
{
    //静态成员变量两种访问方式

    //1、通过对象
    Person p1;
    p1.func();

    //2、通过类名
    Person::func();

    //Person::func2(); //私有权限访问不到
}

int main() {

    test01();

    system("pause");

    return 0;
}

```

4.3 C++对象模型和this指针

4.3.1 成员变量和成员函数分开存储

在C++中，类内的成员变量和成员函数分开存储

只有非静态成员变量才属于类的对象上

```
class Person {
public:
    Person() {
        mA = 0;
    }
    //非静态成员变量占对象空间
    int mA;
    //静态成员变量不占对象空间
    static int mB;
    //函数也不占对象空间，所有函数共享一个函数实例
    void func() {
        cout << "mA:" << this->mA << endl;
    }
    //静态成员函数也不占对象空间
    static void sfunc() {
    }
};

int main() {

    cout << sizeof(Person) << endl;

    system("pause");

    return 0;
}
```

4.3.2 this指针概念

通过4.3.1我们知道在C++中成员变量和成员函数是分开存储的

每一个非静态成员函数只会诞生一份函数实例，也就是说多个同类型的对象会共用一块代码

那么问题是：这一块代码是如何区分那个对象调用自己的呢？

c++通过提供特殊的对象指针，this指针，解决上述问题。**this指针指向被调用的成员函数所属的对象**

this指针是隐含每一个非静态成员函数内的一种指针

this指针不需要定义，直接使用即可

this指针的用途：

- 当形参和成员变量同名时，可用this指针来区分
- 在类的非静态成员函数中返回对象本身，可使用return *this

```
class Person
{
public:

    Person(int age)
    {
        //1、当形参和成员变量同名时，可用this指针来区分
        this->age = age;
    }

    Person& PersonAddPerson(Person p)
    {
        this->age += p.age;
        //返回对象本身
        return *this;
    }

    int age;
};

void test01()
{
    Person p1(10);
    cout << "p1.age = " << p1.age << endl;

    Person p2(10);
    p2.PersonAddPerson(p1).PersonAddPerson(p1).PersonAddPerson(p1);
    cout << "p2.age = " << p2.age << endl;
}

int main() {

    test01();

    system("pause");

    return 0;
}
```

4.3.3 空指针访问成员函数

C++中空指针也是可以调用成员函数的，但是也要注意有没有用到this指针

如果用到this指针，需要加以判断保证代码的健壮性

示例：

```
//空指针访问成员函数
class Person {
public:

    void ShowClassName() {
        cout << "我是Person类!" << endl;
    }

    void ShowPerson() {
        if (this == NULL) {
            return;
        }
        cout << mAge << endl;
    }

public:
    int mAge;
};

void test01()
{
    Person * p = NULL;
    p->ShowClassName(); //空指针，可以调用成员函数
    p->ShowPerson();   //但是如果成员函数中用到了this指针，就不可以了
}

int main() {

    test01();

    system("pause");

    return 0;
}
```

4.3.4 const修饰成员函数

常函数：

- 成员函数后加const后我们称为这个函数为**常函数**
- 常函数内不可以修改成员属性
- 成员属性声明时加关键字mutable后，在常函数中依然可以修改

常对象：

- 声明对象前加const称该对象为常对象
- 常对象只能调用常函数

示例：

```
class Person {
public:
    Person() {
        m_A = 0;
        m_B = 0;
    }

    //this指针的本质是一个指针常量，指针的指向不可修改
    //如果想让指针指向的值也不可以修改，需要声明常函数
    void ShowPerson() const {
        //const Type* const pointer;
        //this = NULL; //不能修改指针的指向 Person* const this;
        //this->mA = 100; //但是this指针指向的对象的数据是可以修改的

        //const修饰成员函数，表示指针指向的内存空间的数据不能修改，除了mutable修饰的变量
        this->m_B = 100;
    }

    void MyFunc() const {
        //mA = 10000;
    }

public:
    int m_A;
    mutable int m_B; //可修改 可变的
};

//const修饰对象 常对象
void test01() {

    const Person person; //常量对象
    cout << person.m_A << endl;
    //person.mA = 100; //常对象不能修改成员变量的值，但是可以访问
    person.m_B = 100; //但是常对象可以修改mutable修饰成员变量
```

```

    //常对象访问成员函数
    person.MyFunc(); //常对象不能调用const的函数

}

int main() {

    test01();

    system("pause");

    return 0;

}

```

4.4 友元

生活中你的家有客厅(Public)，有你的卧室(Private)

客厅所有来的客人都可以进去，但是你的卧室是私有的，也就是说只有你能进去

但是呢，你也可以允许你的好闺蜜好基友进去。

在程序里，有些私有属性 也想让类外特殊的一些函数或者类进行访问，就需要用到友元的技术

友元的目的就是让一个函数或者类 访问另一个类中私有成员

友元的关键字为 ==friend==

友元的三种实现

- 全局函数做友元
- 类做友元
- 成员函数做友元

4.4.1 全局函数做友元

```

class Building
{
    //告诉编译器 goodGay全局函数 是 Building类的好朋友，可以访问类中的私有内容
    friend void goodGay(Building * building);
}

```

```

public:

    Building()
    {
        this->m_SittingRoom = "客厅";
        this->m_BedRoom = "卧室";
    }

public:
    string m_SittingRoom; //客厅

private:
    string m_BedRoom; //卧室
};

void goodGay(Building * building)
{
    cout << "好基友正在访问: " << building->m_SittingRoom << endl;
    cout << "好基友正在访问: " << building->m_BedRoom << endl;
}

void test01()
{
    Building b;
    goodGay(&b);
}

int main(){

    test01();

    system("pause");
    return 0;
}

```

4.4.2 类做友元

```

class Building;
class goodGay
{
public:

    goodGay();
    void visit();

private:
    Building *building;
};

```

```

class Building
{
    //告诉编译器 goodGay类是Building类的好朋友，可以访问到Building类中私有内容
    friend class goodGay;

public:
    Building();

public:
    string m_SittingRoom; //客厅
private:
    string m_BedRoom; //卧室
};

Building::Building()
{
    this->m_SittingRoom = "客厅";
    this->m_BedRoom = "卧室";
}

goodGay::goodGay()
{
    building = new Building;
}

void goodGay::visit()
{
    cout << "好基友正在访问" << building->m_SittingRoom << endl;
    cout << "好基友正在访问" << building->m_BedRoom << endl;
}

void test01()
{
    goodGay gg;
    gg.visit();
}

int main(){

    test01();

    system("pause");
    return 0;
}

```

4.4.3 成员函数做友元

```

class Building;
class goodGay

```



```

{
public:

    goodGay();
    void visit(); //只让visit函数作为Building的好朋友，可以访问Building中私有内容
    void visit2();

private:
    Building *building;
};

class Building
{
    //告诉编译器 goodGay类中的visit成员函数 是Building好朋友，可以访问私有内容
    friend void goodGay::visit();

public:
    Building();

public:
    string m_SittingRoom; //客厅
private:
    string m_BedRoom; //卧室
};

Building::Building()
{
    this->m_SittingRoom = "客厅";
    this->m_BedRoom = "卧室";
}

goodGay::goodGay()
{
    building = new Building;
}

void goodGay::visit()
{
    cout << "好基友正在访问" << building->m_SittingRoom << endl;
    cout << "好基友正在访问" << building->m_BedRoom << endl;
}

void goodGay::visit2()
{
    cout << "好基友正在访问" << building->m_SittingRoom << endl;
    //cout << "好基友正在访问" << building->m_BedRoom << endl;
}

void test01()
{
    goodGay gg;
    gg.visit();
}

int main(){

```

```

test01();

system("pause");
return 0;
}

```

4.5 运算符重载

运算符重载概念：对已有的运算符重新进行定义，赋予其另一种功能，以适应不同的数据类型

4.5.1 加号运算符重载

作用：实现两个自定义数据类型相加的运算

```

class Person {
public:
    Person() {};
    Person(int a, int b)
    {
        this->m_A = a;
        this->m_B = b;
    }
    //成员函数实现 + 号运算符重载
    Person operator+(const Person& p) {
        Person temp;
        temp.m_A = this->m_A + p.m_A;
        temp.m_B = this->m_B + p.m_B;
        return temp;
    }

public:
    int m_A;
    int m_B;
};

//全局函数实现 + 号运算符重载
//Person operator+(const Person& p1, const Person& p2) {
//    Person temp(0, 0);
//    temp.m_A = p1.m_A + p2.m_A;
//    temp.m_B = p1.m_B + p2.m_B;
//    return temp;
//}

```

```

//运算符重载 可以发生函数重载
Person operator+(const Person& p2, int val)
{
    Person temp;
    temp.m_A = p2.m_A + val;
    temp.m_B = p2.m_B + val;
    return temp;
}

void test() {

    Person p1(10, 10);
    Person p2(20, 20);

    //成员函数方式
    Person p3 = p2 + p1; //相当于 p2.operao+(p1)
    cout << "mA:" << p3.m_A << " mB:" << p3.m_B << endl;

    Person p4 = p3 + 10; //相当于 operator+(p3,10)
    cout << "mA:" << p4.m_A << " mB:" << p4.m_B << endl;

}

int main() {

    test();

    system("pause");

    return 0;

}

```

总结1：对于内置的数据类型的表达式的运算符是不可能改变的

总结2：不要滥用运算符重载

4.5.2 左移运算符重载

作用：可以输出自定义数据类型

```

class Person {
    friend ostream& operator<<(ostream& out, Person& p);

public:

```

```

    Person(int a, int b)
    {
        this->m_A = a;
        this->m_B = b;
    }

    //成员函数 实现不了 p << cout 不是我们想要的效果
    //void operator<<(Person& p){
    //}

private:
    int m_A;
    int m_B;
};

//全局函数实现左移重载
//ostream对象只能有一个
ostream& operator<<(ostream& out, Person& p) {
    out << "a:" << p.m_A << " b:" << p.m_B;
    return out;
}

void test() {

    Person p1(10, 20);

    cout << p1 << "hello world" << endl; //链式编程
}

int main() {

    test();

    system("pause");

    return 0;
}

```

总结：重载左移运算符配合友元可以实现输出自定义数据类型

4.5.3 递增运算符重载

作用：通过重载递增运算符，实现自己的整型数据

```
class MyInteger {  
  
    friend ostream& operator<<(ostream& out, MyInteger myint);  
  
public:  
    MyInteger() {  
        m_Num = 0;  
    }  
    //前置++  
    MyInteger& operator++() {  
        //先++  
        m_Num++;  
        //再返回  
        return *this;  
    }  
  
    //后置++  
    MyInteger operator++(int) {  
        //先返回  
        MyInteger temp = *this; //记录当前本身的价值，然后让本身的价值加1，但是返回的是以前的  
        //值，达到先返回后++；  
        m_Num++;  
        return temp;  
    }  
  
private:  
    int m_Num;  
};  
  
ostream& operator<<(ostream& out, MyInteger myint) {  
    out << myint.m_Num;  
    return out;  
}  
  
//前置++ 先++ 再返回  
void test01() {  
    MyInteger myInt;  
    cout << ++myInt << endl;  
    cout << myInt << endl;  
}  
  
//后置++ 先返回 再++  
void test02() {  
  
    MyInteger myInt;  
    cout << myInt++ << endl;  
    cout << myInt << endl;  
}
```

```

}

int main() {

    test01();
    //test02();

    system("pause");

    return 0;
}

```

总结：前置递增返回引用，后置递增返回值

4.5.4 赋值运算符重载

c++编译器至少给一个类添加4个函数

1. 默认构造函数(无参，函数体为空)
2. 默认析构函数(无参，函数体为空)
3. 默认拷贝构造函数，对属性进行值拷贝
4. 赋值运算符 operator=, 对属性进行值拷贝

如果类中有属性指向堆区，做赋值操作时也会出现深浅拷贝问题

示例：

```

class Person
{
public:

    Person(int age)
    {
        //将年龄数据开辟到堆区
        m_Age = new int(age);
    }

    //重载赋值运算符

```

```

Person& operator=(Person &p)
{
    if (m_Age != NULL)
    {
        delete m_Age;
        m_Age = NULL;
    }
    //编译器提供的代码是浅拷贝
    //m_Age = p.m_Age;

    //提供深拷贝 解决浅拷贝的问题
    m_Age = new int(*p.m_Age);

    //返回自身
    return *this;
}

~Person()
{
    if (m_Age != NULL)
    {
        delete m_Age;
        m_Age = NULL;
    }
}

//年龄的指针
int *m_Age;
};

void test01()
{
    Person p1(18);

    Person p2(20);

    Person p3(30);

    p3 = p2 = p1; //赋值操作

    cout << "p1的年龄为: " << *p1.m_Age << endl;

    cout << "p2的年龄为: " << *p2.m_Age << endl;

    cout << "p3的年龄为: " << *p3.m_Age << endl;
}

int main() {

    test01();

    //int a = 10;
    //int b = 20;
    //int c = 30;
}

```

```

//c = b = a;
//cout << "a = " << a << endl;
//cout << "b = " << b << endl;
//cout << "c = " << c << endl;

system("pause");

return 0;
}

```

4.5.5 关系运算符重载

作用：重载关系运算符，可以让两个自定义类型对象进行对比操作

示例：

```

class Person
{
public:
    Person(string name, int age)
    {
        this->m_Name = name;
        this->m_Age = age;
    };

    bool operator==(Person & p)
    {
        if (this->m_Name == p.m_Name && this->m_Age == p.m_Age)
        {
            return true;
        }
        else
        {
            return false;
        }
    }

    bool operator!=(Person & p)
    {
        if (this->m_Name == p.m_Name && this->m_Age == p.m_Age)
        {
            return false;
        }
        else
        {
            return true;
        }
    }
}

```



```

    }

    string m_Name;
    int m_Age;
};

void test01()
{
    //int a = 0;
    //int b = 0;

    Person a("孙悟空", 18);
    Person b("孙悟空", 18);

    if (a == b)
    {
        cout << "a和b相等" << endl;
    }
    else
    {
        cout << "a和b不相等" << endl;
    }

    if (a != b)
    {
        cout << "a和b不相等" << endl;
    }
    else
    {
        cout << "a和b相等" << endl;
    }
}

int main() {

    test01();

    system("pause");

    return 0;
}

```

4.5.6 函数调用运算符重载

- 函数调用运算符 () 也可以重载
- 由于重载后使用的方式非常像函数的调用，因此称为仿函数
- 仿函数没有固定写法，非常灵活

示例：

```

class MyPrint
{
public:
    void operator()(string text)
    {
        cout << text << endl;
    }

};

void test01()
{
    //重载的 () 操作符 也称为仿函数
    MyPrint myFunc;
    myFunc("hello world");
}

class MyAdd
{
public:
    int operator()(int v1, int v2)
    {
        return v1 + v2;
    }
};

void test02()
{
    MyAdd add;
    int ret = add(10, 10);
    cout << "ret = " << ret << endl;

    //匿名对象调用
    cout << "MyAdd() (100,100) = " << MyAdd()(100, 100) << endl;
}

int main() {

    test01();
    test02();

    system("pause");

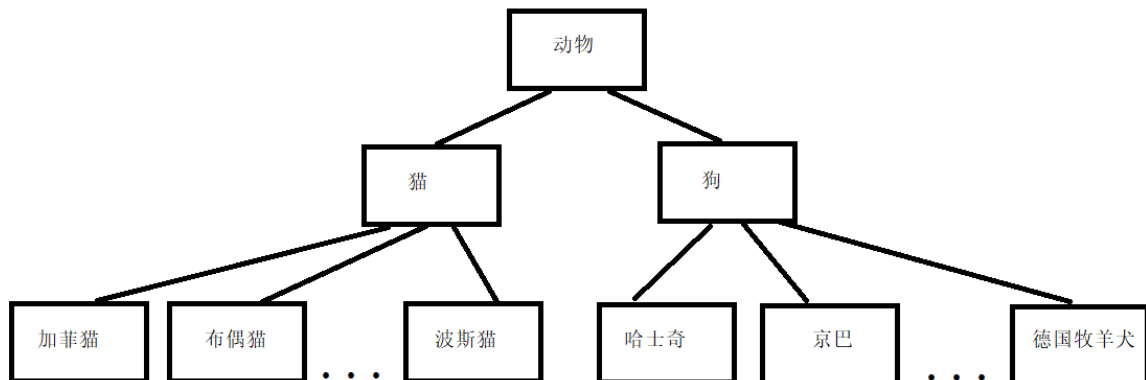
    return 0;
}

```

4.6 继承

继承是面向对象三大特性之一

有些类与类之间存在特殊的关系，例如下图中：



我们发现，定义这些类时，下级别的成员除了拥有上一级的共性，还有自己的特性。

这个时候我们就可以考虑利用继承的技术，减少重复代码

4.6.1 继承的基本语法

例如我们看到很多网站中，都有公共的头部，公共的底部，甚至公共的左侧列表，只有中心内容不同

接下来我们分别利用普通写法和继承的写法来实现网页中的内容，看一下继承存在的意义以及好处

普通实现：

```
//Java页面
class Java
{
public:
    void header()
    {
        cout << "首页、公开课、登录、注册...(公共头部)" << endl;
    }
    void footer()
    {
        cout << "帮助中心、交流合作、站内地图...(公共底部)" << endl;
    }
    void left()
    {
        cout << "Java,Python,C++...(公共分类列表)" << endl;
    }
    void content()
    {
        cout << "JAVA学科视频" << endl;
    }
};
```

```
//Python页面
class Python
{
public:
    void header()
    {
        cout << "首页、公开课、登录、注册... (公共头部)" << endl;
    }
    void footer()
    {
        cout << "帮助中心、交流合作、站内地图...(公共底部)" << endl;
    }
    void left()
    {
        cout << "Java,Python,C++...(公共分类列表)" << endl;
    }
    void content()
    {
        cout << "Python学科视频" << endl;
    }
};
```

```
//C++页面
class CPP
{
public:
    void header()
    {
        cout << "首页、公开课、登录、注册... (公共头部)" << endl;
    }
    void footer()
    {
        cout << "帮助中心、交流合作、站内地图...(公共底部)" << endl;
    }
    void left()
    {
        cout << "Java,Python,C++...(公共分类列表)" << endl;
    }
    void content()
    {
        cout << "C++学科视频" << endl;
    }
};
```

```
void test01()
{
    //Java页面
    cout << "Java下载视频页面如下: " << endl;
    Java ja;
    ja.header();
    ja.footer();
    ja.left();
    ja.content();
    cout << "-----" << endl;

    //Python页面
    cout << "Python下载视频页面如下: " << endl;
    Python py;
    py.header();
```

```

        py.footer();
        py.left();
        py.content();
        cout << "-----" << endl;

        //C++页面
        cout << "C++下载视频页面如下:  " << endl;
        CPP cp;
        cp.header();
        cp.footer();
        cp.left();
        cp.content();

    }

    int main() {

        test01();

        system("pause");

        return 0;
    }

```

继承实现:

```

//公共页面
class BasePage
{
public:
    void header()
    {
        cout << "首页、公开课、登录、注册...(公共头部)" << endl;
    }

    void footer()
    {
        cout << "帮助中心、交流合作、站内地图...(公共底部)" << endl;
    }
    void left()
    {
        cout << "Java,Python,C++...(公共分类列表)" << endl;
    }

};

//Java页面
class Java : public BasePage
{
public:
    void content()
    {
        cout << "JAVA学科视频" << endl;
    }

};

```

```

//Python页面
class Python : public BasePage
{
public:
    void content()
    {
        cout << "Python学科视频" << endl;
    }
};

//C++页面
class CPP : public BasePage
{
public:
    void content()
    {
        cout << "C++学科视频" << endl;
    }
};

void test01()
{
    //Java页面
    cout << "Java下载视频页面如下: " << endl;
    Java ja;
    ja.header();
    ja.footer();
    ja.left();
    ja.content();
    cout << "-----" << endl;

    //Python页面
    cout << "Python下载视频页面如下: " << endl;
    Python py;
    py.header();
    py.footer();
    py.left();
    py.content();
    cout << "-----" << endl;

    //C++页面
    cout << "C++下载视频页面如下: " << endl;
    CPP cp;
    cp.header();
    cp.footer();
    cp.left();
    cp.content();

}

int main() {

    test01();

    system("pause");

    return 0;
}

```

总结：

继承的好处：==可以减少重复的代码==

class A : public B;

A 类称为子类 或 派生类

B 类称为父类 或 基类

派生类中的成员，包含两大部分：

一类是从基类继承过来的，一类是自己增加的成员。

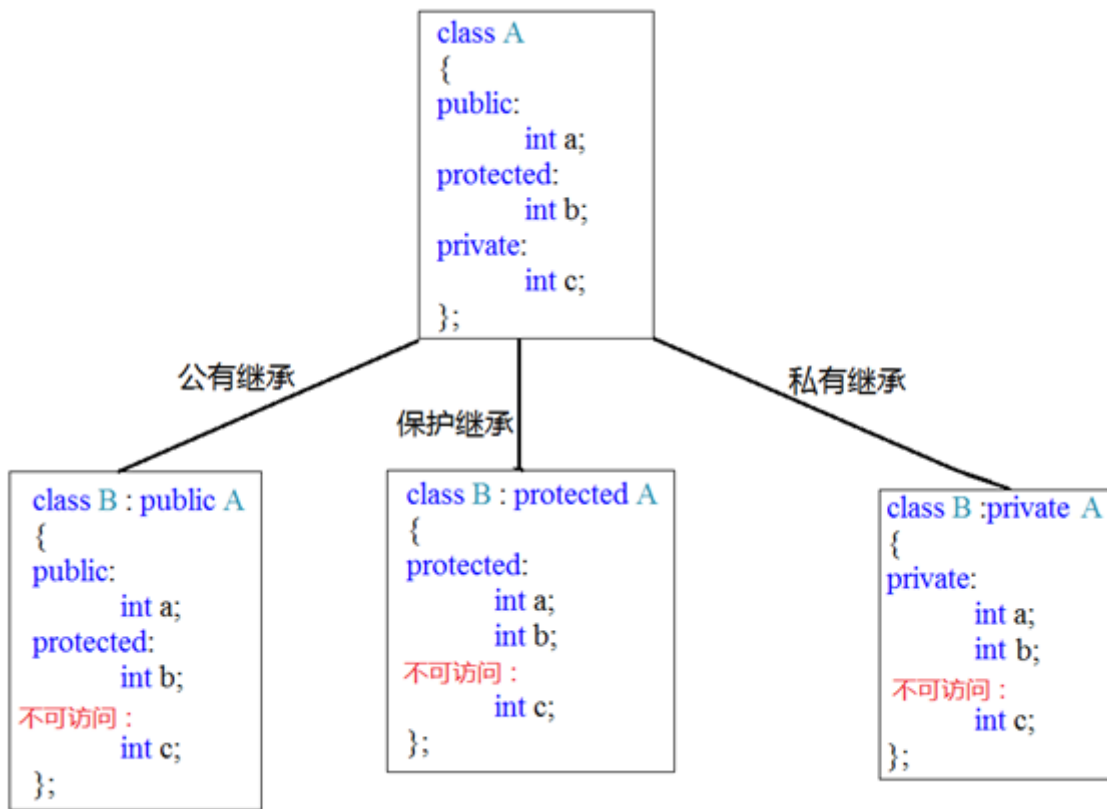
从基类继承过来的表现其共性，而新增的成员体现了其个性。

4.6.2 继承方式

继承的语法：class 子类 : 继承方式 父类

继承方式一共有三种：

- 公共继承
- 保护继承
- 私有继承



示例:

```

class Base1
{
public:
    int m_A;
protected:
    int m_B;
private:
    int m_C;
};

// 公共继承
class Son1 : public Base1
{
public:
    void func()
    {
        m_A; // 可访问 public 权限
        m_B; // 可访问 protected 权限
        // m_C; // 不可访问
    }
};

void myClass()
{
    Son1 s1;
    s1.m_A; // 其他类只能访问到公共权限
}

// 保护继承

```



```

class Base2
{
public:
    int m_A;
protected:
    int m_B;
private:
    int m_C;
};
class Son2:protected Base2
{
public:
    void func()
    {
        m_A; //可访问 protected权限
        m_B; //可访问 protected权限
        //m_C; //不可访问
    }
};
void myClass2()
{
    Son2 s;
    //s.m_A; //不可访问
}

//私有继承
class Base3
{
public:
    int m_A;
protected:
    int m_B;
private:
    int m_C;
};
class Son3:private Base3
{
public:
    void func()
    {
        m_A; //可访问 private权限
        m_B; //可访问 private权限
        //m_C; //不可访问
    }
};
class GrandSon3 :public Son3
{
public:
    void func()
    {
        //Son3是私有继承，所以继承Son3的属性在GrandSon3中都无法访问到
        //m_A;
        //m_B;
        //m_C;
    }
};

```

4.6.3 继承中的对象模型

问题：从父类继承过来的成员，哪些属于子类对象中？

示例：

```
class Base
{
public:
    int m_A;
protected:
    int m_B;
private:
    int m_C; //私有成员只是被隐藏了，但是还是会继承下去
};

//公共继承
class Son :public Base
{
public:
    int m_D;
};

void test01()
{
    cout << "sizeof Son = " << sizeof(Son) << endl;
}

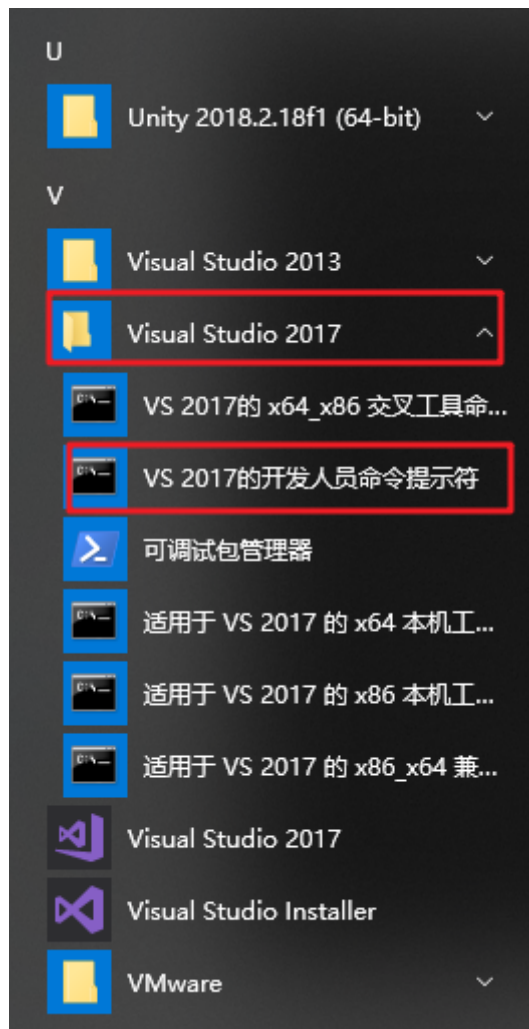
int main() {

    test01();

    system("pause");

    return 0;
}
```

利用工具查看：



打开工具窗口后，定位到当前CPP文件的盘符

然后输入：cl /d1 reportSingleClassLayout查看的类名 所属文件名

效果如下图：

```

*****
C:\Program Files (x86)\Microsoft Visual Studio\2017\Community>F:
F:\>cd F:\VS项目\继承\继承
F:\VS项目\继承\继承>cl /d1 reportSingleClassLayoutSon "03 继承中的对象模型.cpp"
用于 x86 的 Microsoft (R) C/C++ 优化编译器 19.15.26732.1 版
版权所有 (C) Microsoft Corporation。保留所有权利。
03 继承中的对象模型.cpp
C:\Program Files (x86)\Microsoft Visual Studio\2017\Community\VC\Tools\MSVC\14.15.26726\include\xlocale(319): warning C4530: 使用了 C++ 异常处理程序，但未启用展开语义。请指定 /EHsc

class Son      size(16):
+---
0 | +--- (base class Base)
0 | | m_A
4 | | m_B
8 | | m_C
+---
12 | m_D
+---

Microsoft (R) Incremental Linker Version 14.15.26732.1
Copyright (C) Microsoft Corporation. All rights reserved.
"/out:03 继承中的对象模型.exe"
"03 继承中的对象模型.obj"
F:\VS项目\继承\继承>
  
```

父类继承过来的

子类特有的

结论：父类中私有成员也是被子类继承下去了，只是由编译器给隐藏后访问不到

4.6.4 继承中构造和析构顺序

子类继承父类后，当创建子类对象，也会调用父类的构造函数

问题：父类和子类的构造和析构顺序是谁先谁后？

示例：

```
class Base
{
public:
    Base()
    {
        cout << "Base构造函数!" << endl;
    }
    ~Base()
    {
        cout << "Base析构函数!" << endl;
    }
};

class Son : public Base
{
public:
    Son()
    {
        cout << "Son构造函数!" << endl;
    }
    ~Son()
    {
        cout << "Son析构函数!" << endl;
    }
};
```

```

void test01()
{
    //继承中 先调用父类构造函数，再调用子类构造函数，析构顺序与构造相反
    Son s;
}

int main() {

    test01();

    system("pause");

    return 0;
}

```

总结：继承中 先调用父类构造函数，再调用子类构造函数，析构顺序与构造相反

4.6.5 继承同名成员处理方式

问题：当子类与父类出现同名的成员，如何通过子类对象，访问到子类或父类中同名的数据呢？

- 访问子类同名成员 直接访问即可
- 访问父类同名成员 需要加作用域

示例：

```

class Base {
public:
    Base()
    {
        m_A = 100;
    }

    void func()
    {
        cout << "Base - func()调用" << endl;
    }

    void func(int a)
    {
        cout << "Base - func(int a)调用" << endl;
    }
}

```

```

public:
    int m_A;
};

class Son : public Base {
public:
    Son()
    {
        m_A = 200;
    }

    //当子类与父类拥有同名的成员函数，子类会隐藏父类中所有版本的同名成员函数
    //如果想访问父类中被隐藏的同名成员函数，需要加父类的作用域
    void func()
    {
        cout << "Son - func()调用" << endl;
    }
public:
    int m_A;
};

void test01()
{
    Son s;

    cout << "Son下的m_A = " << s.m_A << endl;
    cout << "Base下的m_A = " << s.Base::m_A << endl;

    s.func();
    s.Base::func();
    s.Base::func(10);
}

int main() {
    test01();

    system("pause");
    return EXIT_SUCCESS;
}

```

总结：

1. 子类对象可以直接访问到子类中同名成员
2. 子类对象加作用域可以访问到父类同名成员
3. 当子类与父类拥有同名的成员函数，子类会隐藏父类中同名成员函数，加作用域可以访问到父类中同名函数

4.6.6 继承同名静态成员处理方式

问题：继承中同名的静态成员在子类对象上如何进行访问？

静态成员和非静态成员出现同名，处理方式一致

- 访问子类同名成员 直接访问即可
- 访问父类同名成员 需要加作用域

示例：

```
class Base {
public:
    static void func()
    {
        cout << "Base - static void func()" << endl;
    }
    static void func(int a)
    {
        cout << "Base - static void func(int a)" << endl;
    }

    static int m_A;
};

int Base::m_A = 100;

class Son : public Base {
public:
    static void func()
    {
        cout << "Son - static void func()" << endl;
    }
    static int m_A;
};

int Son::m_A = 200;

//同名成员属性
void test01()
{
    //通过对象访问
    cout << "通过对象访问： " << endl;
    Son s;
    cout << "Son 下 m_A = " << s.m_A << endl;
    cout << "Base 下 m_A = " << s.Base::m_A << endl;

    //通过类名访问
    cout << "通过类名访问： " << endl;
```

```

    cout << "Son 下 m_A = " << Son::m_A << endl;
    cout << "Base 下 m_A = " << Son::Base::m_A << endl;
}

//同名成员函数
void test02()
{
    //通过对象访问
    cout << "通过对象访问: " << endl;
    Son s;
    s.func();
    s.Base::func();

    cout << "通过类名访问: " << endl;
    Son::func();
    Son::Base::func();
    //出现同名，子类会隐藏掉父类中所有同名成员函数，需要加作用域访问
    Son::Base::func(100);
}
int main() {

    //test01();
    test02();

    system("pause");

    return 0;
}

```

总结：同名静态成员处理方式和非静态处理方式一样，只不过有两种访问的方式（通过对象 和 通过类名）

4.6.7 多继承语法

C++允许一个类继承多个类

语法：class 子类 : 继承方式 父类1 , 继承方式 父类2...

多继承可能会引发父类中有同名成员出现，需要加作用域区分

C++实际开发中不建议用多继承

示例:

```
class Base1 {
public:
    Base1()
    {
        m_A = 100;
    }
public:
    int m_A;
};

class Base2 {
public:
    Base2()
    {
        m_A = 200; //开始是m_B 不会出问题，但是改为mA就会出现不明确
    }
public:
    int m_A;
};

//语法: class 子类: 继承方式 父类1 , 继承方式 父类2
class Son : public Base2, public Base1
{
public:
    Son()
    {
        m_C = 300;
        m_D = 400;
    }
public:
    int m_C;
    int m_D;
};

//多继承容易产生成员同名的情况
//通过使用类名作用域可以区分调用哪一个基类的成员
void test01()
{
    Son s;
    cout << "sizeof Son = " << sizeof(s) << endl;
    cout << s.Base1::m_A << endl;
    cout << s.Base2::m_A << endl;
}

int main() {

    test01();

    system("pause");
}
```

```
    return 0;  
}
```

总结：多继承中如果父类中出现了同名情况，子类使用时要加作用域

4.6.8 菱形继承

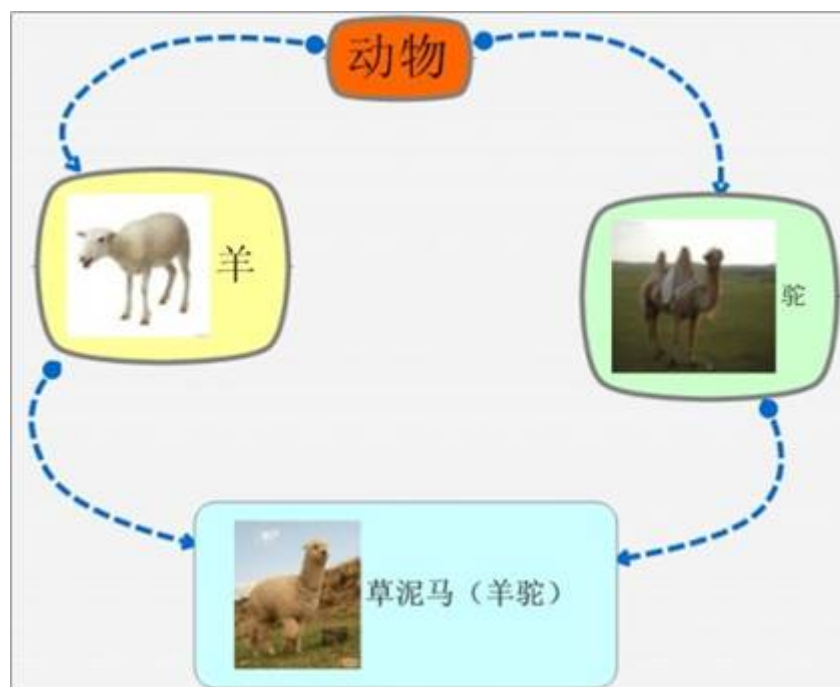
菱形继承概念：

两个派生类继承同一个基类

又有某个类同时继承者两个派生类

这种继承被称为菱形继承，或者钻石继承

典型的菱形继承案例：



菱形继承问题：

1. 羊继承了动物的数据，驼同样继承了动物的数据，当草泥马使用数据时，就会产生二义性。

2. 草泥马继承自动物的数据继承了两份，其实我们应该清楚，这份数据我们只需要一份就可以。

示例：

```
class Animal
{
public:
    int m_Age;
};

//继承前加virtual关键字后，变为虚继承
//此时公共的父类Animal称为虚基类
class Sheep : virtual public Animal {};
class Tuo    : virtual public Animal {};
class SheepTuo : public Sheep, public Tuo {};

void test01()
{
    SheepTuo st;
    st.Sheep::m_Age = 100;
    st.Tuo::m_Age = 200;

    cout << "st.Sheep::m_Age = " << st.Sheep::m_Age << endl;
    cout << "st.Tuo::m_Age = " << st.Tuo::m_Age << endl;
    cout << "st.m_Age = " << st.m_Age << endl;
}

int main() {
    test01();

    system("pause");

    return 0;
}
```

总结：

- 菱形继承带来的主要问题是子类继承两份相同的数据，导致资源浪费以及毫无意义
- 利用虚继承可以解决菱形继承问题

4.7 多态

4.7.1 多态的基本概念

多态是C++面向对象三大特性之一

多态分为两类

- 静态多态: 函数重载 和 运算符重载属于静态多态, 复用函数名
- 动态多态: 派生类和虚函数实现运行时多态

静态多态和动态多态区别:

- 静态多态的函数地址早绑定 - 编译阶段确定函数地址
- 动态多态的函数地址晚绑定 - 运行阶段确定函数地址

下面通过案例进行讲解多态

```
class Animal
{
public:
    //Speak函数就是虚函数
    //函数前面加上virtual关键字, 变成虚函数, 那么编译器在编译的时候就不能确定函数调用了。
    virtual void speak()
    {
        cout << "动物在说话" << endl;
    }
};

class Cat :public Animal
{
public:
    void speak()
    {
        cout << "小猫在说话" << endl;
    }
};

class Dog :public Animal
{
public:
    void speak()
    {
        cout << "小狗在说话" << endl;
    }
};
```

```
//我们希望传入什么对象，那么就调用什么对象的函数
//如果函数地址在编译阶段就能确定，那么静态联编
//如果函数地址在运行阶段才能确定，就是动态联编
```

```
void DoSpeak(Animal & animal)
{
    animal.speak();
}
//
//多态满足条件：
//1、有继承关系
//2、子类重写父类中的虚函数
//多态使用：
//父类指针或引用指向子类对象

void test01()
{
    Cat cat;
    DoSpeak(cat);

    Dog dog;
    DoSpeak(dog);
}

int main() {

    test01();

    system("pause");

    return 0;
}
```

总结：

多态满足条件

- 有继承关系
- 子类重写父类中的虚函数

多态使用条件

- 父类指针或引用指向子类对象

重写：函数返回值类型 函数名 参数列表 完全一致称为重写

4.7.2 多态案例一-计算器类

案例描述：

分别利用普通写法和多态技术，设计实现两个操作数进行运算的计算器类

多态的优点：

- 代码组织结构清晰
- 可读性强
- 利于前期和后期的扩展以及维护

示例：

```
//普通实现
class Calculator {
public:
    int getResult(string oper)
    {
        if (oper == "+") {
            return m_Num1 + m_Num2;
        }
        else if (oper == "-") {
            return m_Num1 - m_Num2;
        }
        else if (oper == "*") {
            return m_Num1 * m_Num2;
        }
        //如果要提供新的运算，需要修改源码
    }
public:
    int m_Num1;
    int m_Num2;
};

void test01()
{
    //普通实现测试
    Calculator c;
    c.m_Num1 = 10;
    c.m_Num2 = 10;
    cout << c.m_Num1 << " + " << c.m_Num2 << " = " << c.getResult("+") << endl;

    cout << c.m_Num1 << " - " << c.m_Num2 << " = " << c.getResult("-") << endl;

    cout << c.m_Num1 << " * " << c.m_Num2 << " = " << c.getResult("*") << endl;
}

//多态实现
//抽象计算器类
//多态优点：代码组织结构清晰，可读性强，利于前期和后期的扩展以及维护
```

```

class AbstractCalculator
{
public:

    virtual int getResult()
    {
        return 0;
    }

    int m_Num1;
    int m_Num2;
};

//加法计算器
class AddCalculator :public AbstractCalculator
{
public:
    int getResult()
    {
        return m_Num1 + m_Num2;
    }
};

//减法计算器
class SubCalculator :public AbstractCalculator
{
public:
    int getResult()
    {
        return m_Num1 - m_Num2;
    }
};

//乘法计算器
class MulCalculator :public AbstractCalculator
{
public:
    int getResult()
    {
        return m_Num1 * m_Num2;
    }
};

void test02()
{
    //创建加法计算器
    AbstractCalculator *abc = new AddCalculator;
    abc->m_Num1 = 10;
    abc->m_Num2 = 10;
    cout << abc->m_Num1 << " + " << abc->m_Num2 << " = " << abc->getResult() <<
endl;
    delete abc; //用完了记得销毁

    //创建减法计算器
    abc = new SubCalculator;
    abc->m_Num1 = 10;
    abc->m_Num2 = 10;
}

```

```

        cout << abc->m_Num1 << " - " << abc->m_Num2 << " = " << abc->getResult() <<
endl;
        delete abc;

        //创建乘法计算器
        abc = new MulCalculator;
        abc->m_Num1 = 10;
        abc->m_Num2 = 10;
        cout << abc->m_Num1 << " * " << abc->m_Num2 << " = " << abc->getResult() <<
endl;
        delete abc;
    }

    int main() {

        //test01();

        test02();

        system("pause");

        return 0;
    }

```

总结：C++开发提倡利用多态设计程序架构，因为多态优点很多

4.7.3 纯虚函数和抽象类

在多态中，通常父类中虚函数的实现是毫无意义的，主要都是调用子类重写的内容

因此可以将虚函数改为**纯虚函数**

纯虚函数语法：`virtual 返回值类型 函数名 (参数列表) = 0 ;`

当类中有了纯虚函数，这个类也称为**抽象类**

抽象类特点：

- 无法实例化对象
- 子类必须重写抽象类中的纯虚函数，否则也属于抽象类

示例：

```
class Base
{
public:
    //纯虚函数
    //类中只要有一个纯虚函数就称为抽象类
    //抽象类无法实例化对象
    //子类必须重写父类中的纯虚函数，否则也属于抽象类
    virtual void func() = 0;
};

class Son :public Base
{
public:
    virtual void func()
    {
        cout << "func调用" << endl;
    };
};

void test01()
{
    Base * base = NULL;
    //base = new Base; // 错误，抽象类无法实例化对象
    base = new Son;
    base->func();
    delete base; //记得销毁
}

int main() {

    test01();

    system("pause");

    return 0;
}
```

4.7.4 多态案例二-制作饮品

案例描述：

制作饮品的大致流程为：煮水 - 冲泡 - 倒入杯中 - 加入辅料

利用多态技术实现本案例，提供抽象制作饮品基类，提供子类制作咖啡和茶叶

- 1、煮水
- 2、冲泡咖啡
- 3、倒入杯中
- 4、加糖和牛奶



冲咖啡

- 1、煮水
- 2、冲泡茶叶
- 3、倒入杯中
- 4、加柠檬



冲茶叶

示例：

```
//抽象制作饮品
class AbstractDrinking {
public:
    //烧水
    virtual void Boil() = 0;
    //冲泡
    virtual void Brew() = 0;
    //倒入杯中
    virtual void PourInCup() = 0;
    //加入辅料
    virtual void PutSomething() = 0;
    //规定流程
    void MakeDrink() {
        Boil();
        Brew();
        PourInCup();
        PutSomething();
    }
};

//制作咖啡
class Coffee : public AbstractDrinking {
public:
    //烧水
    virtual void Boil() {
        cout << "煮农夫山泉!" << endl;
    }
};
```

```

    }
    //冲泡
    virtual void Brew() {
        cout << "冲泡咖啡!" << endl;
    }
    //倒入杯中
    virtual void PourInCup() {
        cout << "将咖啡倒入杯中!" << endl;
    }
    //加入辅料
    virtual void PutSomething() {
        cout << "加入牛奶!" << endl;
    }
};

//制作茶水
class Tea : public AbstractDrinking {
public:
    //烧水
    virtual void Boil() {
        cout << "煮自来水!" << endl;
    }
    //冲泡
    virtual void Brew() {
        cout << "冲泡茶叶!" << endl;
    }
    //倒入杯中
    virtual void PourInCup() {
        cout << "将茶水倒入杯中!" << endl;
    }
    //加入辅料
    virtual void PutSomething() {
        cout << "加入枸杞!" << endl;
    }
};

//业务函数
void DoWork(AbstractDrinking* drink) {
    drink->MakeDrink();
    delete drink;
}

void test01() {
    DoWork(new Coffee);
    cout << "-----" << endl;
    DoWork(new Tea);
}

int main() {

    test01();

    system("pause");

    return 0;
}

```

4.7.5 虚析构和纯虚析构

多态使用时，如果子类中有属性开辟到堆区，那么父类指针在释放时无法调用到子类的析构代码

解决方式：将父类中的析构函数改为**虚析构**或者**纯虚析构**

虚析构和纯虚析构共性：

- 可以解决父类指针释放子类对象
- 都需要有具体的函数实现

虚析构和纯虚析构区别：

- 如果是纯虚析构，该类属于抽象类，无法实例化对象

虚析构语法：

```
virtual ~类名() {}
```

纯虚析构语法：

```
virtual ~类名() = 0;
```

```
类名::~~类名() {}
```

示例：

```
class Animal {
public:

    Animal()
    {
        cout << "Animal 构造函数调用!" << endl;
    }
    virtual void Speak() = 0;

    //析构函数加上virtual关键字，变成虚析构函数
```

```

        //virtual ~Animal()
        //{
        //    cout << "Animal虚析构造函数调用!" << endl;
        //}

        virtual ~Animal() = 0;
};

Animal::~~Animal()
{
    cout << "Animal 纯虚析构造函数调用!" << endl;
}

//和包含普通纯虚函数的类一样，包含了纯虚析构造函数的类也是一个抽象类。不能够被实例化。

class Cat : public Animal {
public:
    Cat(string name)
    {
        cout << "Cat构造函数调用!" << endl;
        m_Name = new string(name);
    }
    virtual void Speak()
    {
        cout << *m_Name << "小猫在说话!" << endl;
    }
    ~Cat()
    {
        cout << "Cat析构造函数调用!" << endl;
        if (this->m_Name != NULL) {
            delete m_Name;
            m_Name = NULL;
        }
    }

public:
    string *m_Name;
};

void test01()
{
    Animal *animal = new Cat("Tom");
    animal->Speak();

    //通过父类指针去释放，会导致子类对象可能清理不干净，造成内存泄漏
    //怎么解决？给基类增加一个虚析构造函数
    //虚析构造函数就是用来解决通过父类指针释放子类对象
    delete animal;
}

int main() {
    test01();

    system("pause");

    return 0;
}

```

```
}
```

总结：

1. 虚析构或纯虚析构就是用来解决通过父类指针释放子类对象
2. 如果子类中没有堆区数据，可以不写为虚析构或纯虚析构
3. 拥有纯虚析构函数的类也属于抽象类

4.7.6 多态案例三-电脑组装

案例描述：

电脑主要组成部件为 CPU（用于计算），显卡（用于显示），内存条（用于存储）

将每个零件封装出抽象基类，并且提供不同的厂商生产不同的零件，例如Intel厂商和Lenovo厂商

创建电脑类提供让电脑工作的函数，并且调用每个零件工作的接口

测试时组装三台不同的电脑进行工作

示例：

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

//抽象CPU类
class CPU
{
public:
    //抽象的计算函数
    virtual void calculate() = 0;
};

//抽象显卡类
class VideoCard
{
public:
```

```

//抽象的显示函数
virtual void display() = 0;
};

//抽象内存条类
class Memory
{
public:
    //抽象的存储函数
    virtual void storage() = 0;
};

//电脑类
class Computer
{
public:
    Computer(CPU * cpu, VideoCard * vc, Memory * mem)
    {
        m_cpu = cpu;
        m_vc = vc;
        m_mem = mem;
    }

    //提供工作的函数
    void work()
    {
        //让零件工作起来，调用接口
        m_cpu->calculate();

        m_vc->display();

        m_mem->storage();
    }

    //提供析构函数 释放3个电脑零件
    ~Computer()
    {

        //释放CPU零件
        if (m_cpu != NULL)
        {
            delete m_cpu;
            m_cpu = NULL;
        }

        //释放显卡零件
        if (m_vc != NULL)
        {
            delete m_vc;
            m_vc = NULL;
        }

        //释放内存条零件
        if (m_mem != NULL)
        {
            delete m_mem;
            m_mem = NULL;
        }
    }
}

```

```

    }

private:

    CPU * m_cpu; //CPU的零件指针
    VideoCard * m_vc; //显卡零件指针
    Memory * m_mem; //内存条零件指针
};

//具体厂商
//Intel厂商
class IntelCPU :public CPU
{
public:
    virtual void calculate()
    {
        cout << "Intel的CPU开始计算了!" << endl;
    }
};

class IntelVideoCard :public VideoCard
{
public:
    virtual void display()
    {
        cout << "Intel的显卡开始显示了!" << endl;
    }
};

class IntelMemory :public Memory
{
public:
    virtual void storage()
    {
        cout << "Intel的内存条开始存储了!" << endl;
    }
};

//Lenovo厂商
class LenovoCPU :public CPU
{
public:
    virtual void calculate()
    {
        cout << "Lenovo的CPU开始计算了!" << endl;
    }
};

class LenovoVideoCard :public VideoCard
{
public:
    virtual void display()
    {
        cout << "Lenovo的显卡开始显示了!" << endl;
    }
};

class LenovoMemory :public Memory

```



```

{
public:
    virtual void storage()
    {
        cout << "Lenovo的内存条开始存储了!" << endl;
    }
};

void test01()
{
    //第一台电脑零件
    CPU * intelCpu = new IntelCPU;
    VideoCard * intelCard = new IntelVideoCard;
    Memory * intelMem = new IntelMemory;

    cout << "第一台电脑开始工作：" << endl;
    //创建第一台电脑
    Computer * computer1 = new Computer(intelCpu, intelCard, intelMem);
    computer1->work();
    delete computer1;

    cout << "-----" << endl;
    cout << "第二台电脑开始工作：" << endl;
    //第二台电脑组装
    Computer * computer2 = new Computer(new LenovoCPU, new LenovoVideoCard, new
    LenovoMemory);
    computer2->work();
    delete computer2;

    cout << "-----" << endl;
    cout << "第三台电脑开始工作：" << endl;
    //第三台电脑组装
    Computer * computer3 = new Computer(new LenovoCPU, new IntelVideoCard, new
    LenovoMemory);
    computer3->work();
    delete computer3;
}

```

5 文件操作

程序运行时产生的数据都属于临时数据，程序一旦运行结束都会被释放

通过文件可以将数据持久化

C++中对文件操作需要包含头文件 `<fstream>`

文件类型分为两种：

1. **文本文件** - 文件以文本的**ASCII**码形式存储在计算机中
2. **二进制文件** - 文件以文本的**二进制**形式存储在计算机中，用户一般不能直接读懂它们

操作文件的三大类：

1. `ofstream`：写操作
2. `ifstream`：读操作
3. `fstream`：读写操作

5.1 文本文件

5.1.1 写文件

写文件步骤如下：

1. 包含头文件
`#include <fstream>`
2. 创建流对象
`ofstream ofs;`
3. 打开文件
`ofs.open("文件路径",打开方式);`
4. 写数据
`ofs << "写入的数据";`
5. 关闭文件
`ofs.close();`

文件打开方式：

打开方式	解释
<code>ios::in</code>	为读文件而打开文件
<code>ios::out</code>	为写文件而打开文件
<code>ios::ate</code>	初始位置：文件尾
<code>ios::app</code>	追加方式写文件
<code>ios::trunc</code>	如果文件存在先删除，再创建
<code>ios::binary</code>	二进制方式

注意：文件打开方式可以配合使用，利用|操作符

例如：用二进制方式写文件 `ios::binary | ios::out`

示例：

```
#include <fstream>

void test01()
{
    ofstream ofs;
    ofs.open("test.txt", ios::out);

    ofs << "姓名：张三" << endl;
    ofs << "性别：男" << endl;
    ofs << "年龄：18" << endl;

    ofs.close();
}

int main() {

    test01();

    system("pause");

    return 0;
}
```

总结：

- 文件操作必须包含头文件 fstream
- 读文件可以利用 ifstream ， 或者fstream类
- 打开文件时候需要指定操作文件的路径，以及打开方式
- 利用<<可以向文件中写数据
- 操作完毕，要关闭文件

5.1.2读文件

读文件与写文件步骤相似，但是读取方式相对于比较多

读文件步骤如下：

1. 包含头文件

```
#include <fstream>
```

2. 创建流对象

```
ifstream ifs;
```

3. 打开文件并判断文件是否打开成功

```
ifs.open("文件路径",打开方式);
```

4. 读数据

四种方式读取

5. 关闭文件

```
ifs.close();
```

示例：

```
#include <fstream>
#include <string>
void test01()
{
    ifstream ifs;
    ifs.open("test.txt", ios::in);

    if (!ifs.is_open())
    {
        cout << "文件打开失败" << endl;
        return;
    }

    //第一种方式
    //char buf[1024] = { 0 };
    //while (ifs >> buf)
    //{
    //    cout << buf << endl;
    //}

    //第二种
    //char buf[1024] = { 0 };
    //while (ifs.getline(buf, sizeof(buf)))
    //{
    //    cout << buf << endl;
    //}

    //第三种
    //string buf;
    //while (getline(ifs, buf))
    //{
    //    cout << buf << endl;
    //}

    char c;
    while ((c = ifs.get()) != EOF)
    {
```

```

        cout << c;
    }

    ifs.close();

}

int main() {

    test01();

    system("pause");

    return 0;
}

```

总结：

- 读文件可以利用 ifstream , 或者fstream类
- 利用is_open函数可以判断文件是否打开成功
- close 关闭文件

5.2 二进制文件

以二进制的方式对文件进行读写操作

打开方式要指定为 ==ios::binary==

5.2.1 写文件

二进制方式写文件主要利用流对象调用成员函数write

函数原型：`ostream& write(const char * buffer,int len);`

参数解释：字符指针buffer指向内存中一段存储空间。len是读写的字节数

示例：

```

#include <fstream>
#include <string>

class Person

```

```

{
public:
    char m_Name[64];
    int m_Age;
};

//二进制文件 写文件
void test01()
{
    //1、包含头文件

    //2、创建输出流对象
    ofstream ofs("person.txt", ios::out | ios::binary);

    //3、打开文件
    //ofs.open("person.txt", ios::out | ios::binary);

    Person p = {"张三", 18};

    //4、写文件
    ofs.write((const char *)&p, sizeof(p));

    //5、关闭文件
    ofs.close();
}

int main() {

    test01();

    system("pause");

    return 0;
}

```

总结:

- 文件输出流对象 可以通过write函数, 以二进制方式写数据

5.2.2 读文件

二进制方式读文件主要利用流对象调用成员函数read

函数原型: `istream& read(char *buffer, int len);`

参数解释: 字符指针buffer指向内存中一段存储空间。len是读写的字节数

示例:

```
#include <fstream>
```

```

#include <string>

class Person
{
public:
    char m_Name[64];
    int m_Age;
};

void test01()
{
    ifstream ifs("person.txt", ios::in | ios::binary);
    if (!ifs.is_open())
    {
        cout << "文件打开失败" << endl;
    }

    Person p;
    ifs.read((char *)&p, sizeof(p));

    cout << "姓名: " << p.m_Name << " 年龄: " << p.m_Age << endl;
}

int main() {

    test01();

    system("pause");

    return 0;
}

```

- 文件输入流对象 可以通过read函数，以二进制方式读数据