程序设计与算法（三）

C++面向对象程序设计

郭 炜

微信公众号

微博：http://weibo.com/guoweiofpku

学会程序和算法，走遍天下都不怕!

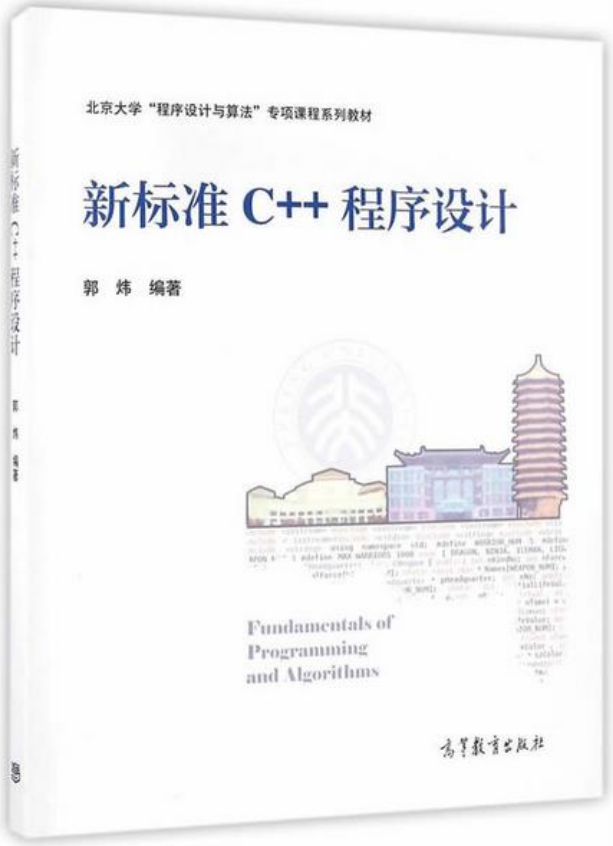
讲义照片均为郭炜拍摄

配套教材：

高等教育出版社

《新标准C++程序设计》

郭炜 编著



类和对象（2）

类成员的可访问范围

韩国济州岛火山口

类成员的可访问范围

- 在类的定义中，用下列访问范围关键字来说明类成员可被访问的范围：
  - private: 私有成员，只能在成员函数内访问
  - public : 公有成员，可以在任何地方访问
  - protected: 保护成员，以后再说

- 以上三种关键字出现的次数和先后次序都没有限制。

类成员的可访问范围

- 定义一个类

```
class className  {
   private:
     私有属性和函数
   public:
     公有属性和函数
   protected:
     保护属性和函数
};
```

说明类成员的可访问范围

类成员的可访问范围

- 如过某个成员前面没有上述关键字，则缺省地被认为是私有成员。

```
class  Man {
  int nAge; //私有成员
  char szName[20]; // 私有成员
public:
  void SetName(char * szName){
    strcpy( Man::szName,szName);
  }
};
```

类成员的可访问范围

- 在类的成员函数内部，能够访问：
  - 当前对象的全部属性、函数；
  - 同类其它对象的全部属性、函数。

- 在类的成员函数以外的地方，只能够访问该类对象的公有成员。

```
class CEmployee  {
    private:
          char szName[30]; //名字
    public :
          int salary; //工资
          void setName(char * name);
          void getName(char * name);
       void averageSalary(CEmployee e1,CEmployee e2);
};
void CEmployee::setName( char * name)   {
    strcpy( szName, name); //ok
}
void CEmployee::getName( char * name)   {
     strcpy( name,szName); //ok
}
```

```
void CEmployee::averageSalary(CEmployee e1,
                              CEmployee e2){
      cout << e1.szName; //ok，访问同类其他对象私有成员
      salary = (e1.salary + e2.salary )/2;
}
int main()
{
    CEmployee e;
    strcpy(e.szName,"Tom1234567889"); //编译错，不能访问私有成员
    e.setName( "Tom"); // ok
    e.salary = 5000;   //ok
    return 0;
}
```

```
int main()
{
    CEmployee e;
    strcpy(e.szName,"Tom1234567889"); //编译错，不能访问私有成员
    e.setName( "Tom"); // ok
    e.salary = 5000;   //ok
    return 0;
}
```

- 设置私有成员的机制，叫“隐藏”
- “隐藏”的目的是强制对成员变量的访问一定要通过成员函数进行，那么以后成员变量的类型等属性修改后，只需要更改成员函数即可。否则，所有直接访问成员变量的语句都需要修改。

“隐藏”的作用

- 如果将上面的程序移植到内存空间紧张的手持设备上，希望将szName 改为 char szName[5]，若szName不是私有，那么就要找出所有类似

```
strcpy(e.szName,"Tom1234567889");
```

这样的语句进行修改，以防止数组越界。这样做很麻烦。

“隐藏”的作用

- 如果将szName变为私有，那么程序中就不可能出现（除非在类的内部）

```
strcpy(e.szName,"Tom1234567889");
```

这样的语句，所有对 szName的访问都是通过成员函数来进行，比如：

```
e.setName( “Tom12345678909887”);
```

- 那么，就算szName改短了，上面的语句也不需要找出来修改，只要改 setName成员函数，在里面确保不越界就可以了。

用struct定义类

```
struct CEmployee  {
          char szName[30]; //公有!!
    public :
          int salary; //工资
          void setName(char * name);
          void getName(char * name);
          void averageSalary(CEmployee
              e1,CEmployee e2);
};
```

和用"class"的唯一区别，就是未说明是公有还是私有的成员，就是公有

成员函数的重载及参数缺省

内蒙古阿斯哈图石林

成员函数的重载及参数缺省

- 成员函数也可以重载
- 成员函数可以带缺省参数。

```
#include <iostream>
using namespace std;
class Location {
   private :
       int x, y;
  public:
       void init( int x=0 , int y = 0 );
       void valueX( int val ) { x = val ;}
       int  valueX() { return x; }
};
```

成员函数的重载及参数缺省

- 成员函数也可以重载
- 成员函数可以带缺省参数。

```
void Location::init( int X, int Y)
{
  x = X;
  y = Y;
}
```

```
int main() {
      Location A,B;
      A.init(5);
      A.valueX(5);
      cout << A.valueX();
      return 0;
}
```

输出:

5

使用缺省参数要注意避免有函数重载时的二义性

```
class Location {
  private :
       int x, y;
  public:
          void init( int x =0, int y = 0 );
       void valueX( int val = 0) { x = val; }
       int valueX() { return x; }
};

   Location A;
   A.valueX(); //错误，编译器无法判断调用哪个valueX
```

构造函数 (constructor)

美国加州太浩湖

基本概念(教材P179)

- 成员函数的一种
  - 名字与类名相同，可以有参数，不能有返回值(void也不行)
  - 作用是对对象进行初始化，如给成员变量赋初值
  - 如果定义类时没写构造函数，则编译器生成一个默认的无参数的构造函数
    - 默认构造函数无参数，不做任何操作

基本概念

- 如果定义了构造函数，则编译器不生成默认的无参数的构造函数
- 对象生成时构造函数自动被调用。对象一旦生成，就再也不能在其上执行构造函数
- 一个类可以有多个构造函数

基本概念

- 为什么需要构造函数：

1) 构造函数执行必要的初始化工作，有了构造函数，就不必专门再写初始化函数，也不用担心忘记调用初始化函数。

基本概念

- 为什么需要构造函数：

1) 构造函数执行必要的初始化工作，有了构造函数，就不必专门再写初始化函数，也不用担心忘记调用初始化函数。

2) 有时对象没被初始化就使用，会导致程序出错。

```
class Complex {
        private :
                double real, imag;
        public:
                void Set( double r, double i);
}; //编译器自动生成默认构造函数

Complex c1;  //默认构造函数被调用
Complex * pc = new Complex;  //默认构造函数被调用
```

```
class Complex {
        private :
                double real, imag;
        public:
                Complex( double r, double i = 0);
};
Complex::Complex( double r, double i) {
        real = r; imag = i;
}
Complex c1;  // error, 缺少构造函数的参数
Complex * pc = new Complex; // error, 没有参数
Complex c1(2); // OK
Complex c1(2,4), c2(3,5);
Complex * pc = new Complex(3,4);
```

可以有多个构造函数，参数个数或类型不同

```
class Complex {
        private :
                double real, imag;
        public:
                void Set( double r, double i );
                Complex(double r, double i );
                Complex (double r );
                Complex (Complex  c1,  Complex  c2);
};
Complex::Complex(double r, double i)
{
        real = r; imag = i;
}
```

```
Complex::Complex(double r)
{
        real = r; imag = 0;
}
Complex::Complex (Complex  c1,  Complex  c2);
{
        real = c1.real+c2.real;
        imag = c1.imag+c2.imag;
}
Complex c1(3) , c2 (1,0), c3(c1,c2);
// c1 = {3, 0}, c2 = {1, 0}, c3 = {4, 0};
```

- 构造函数最好是public的，private构造函数不能直接用来初始化对象

```
class CSample{
        private:
                CSample() {
                 }
};
int main(){
        CSample Obj; //err. 唯一构造函数是private
        return 0;
}
```

有类A如下定义：

```
class A {
        int v;
        public:
        A ( int n) { v = n; }
};
```

下面哪条语句是编译不会出错的？

A) A a1(3);
B) A a2;
C) A * p = new A();

有类A如下定义：

```
class A {
        int v;
        public:
        A ( int n) { v = n; }
};
```

下面哪条语句是编译不会出错的？

A) A a1(3);
B) A a2;
C) A * p = new A();

答案：A

构造函数
在数组中的使用

内蒙古阿斯哈图石林

构造函数在数组中的使用

```
class CSample {
      int x;
public:
      CSample() {
            cout << "Constructor 1 Called" << endl;
      }
      CSample(int n) {
            x = n;
            cout << "Constructor 2 Called" << endl;
      }
};
```

```
int main(){
    CSample array1[2];
    cout << "step1"<<endl;
    CSample array2[2] = {4,5};
    cout << "step2"<<endl;
    CSample array3[2] = {3};
    cout << "step3"<<endl;
    CSample * array4 =
     new CSample[2];
    delete []array4;
    return 0;
}
```

```
int main(){
    CSample array1[2];
    cout << "step1"<<endl;
    CSample array2[2] = {4,5};
    cout << "step2"<<endl;
    CSample array3[2] = {3};
    cout << "step3"<<endl;
    CSample * array4 =
            new CSample[2];
    delete []array4;
    return 0;
}
```

输出：

Constructor 1 Called

Constructor 1 Called

```
int main(){
    CSample array1[2];
    cout << "step1"<<endl;
    CSample array2[2] = {4,5};
    cout << "step2"<<endl;
    CSample array3[2] = {3};
    cout << "step3"<<endl;
    CSample * array4 =
            new CSample[2];
    delete []array4;
    return 0;
}
```

输出：

```
Constructor 1 Called
Constructor 1 Called
step1
```

```
int main(){
    CSample array1[2];
    cout << "step1"<<endl;
    CSample array2[2] = {4,5};
    cout << "step2"<<endl;
    CSample array3[2] = {3};
    cout << "step3"<<endl;
    CSample * array4 =
            new CSample[2];
    delete []array4;
    return 0;
}
```

输出：

```
Constructor 1 Called
Constructor 1 Called
step1
Constructor 2 Called
Constructor 2 Called
```

```
int main(){
    CSample array1[2];
    cout << "step1"<<endl;
    CSample array2[2] = {4,5};
    cout << "step2"<<endl;
    CSample array3[2] = {3};
    cout << "step3"<<endl;
    CSample * array4 =
            new CSample[2];
    delete []array4;
    return 0;
}
```

输出：

```
Constructor 1 Called
Constructor 1 Called
step1
Constructor 2 Called
Constructor 2 Called
step2
```

```
int main(){
    CSample array1[2];
    cout << "step1"<<endl;
    CSample array2[2] = {4,5};
    cout << "step2"<<endl;
    CSample array3[2] = {3};
    cout << "step3"<<endl;
    CSample * array4 =
            new CSample[2];
    delete []array4;
    return 0;
}
```

输出：

```
Constructor 1 Called
Constructor 1 Called
step1
Constructor 2 Called
Constructor 2 Called
step2
Constructor 2 Called
Constructor 1 Called
```

```
int main(){
    CSample array1[2];
    cout << "step1"<<endl;
    CSample array2[2] = {4,5};
    cout << "step2"<<endl;
    CSample array3[2] = {3};
    cout << "step3"<<endl;
    CSample * array4 =
            new CSample[2];
    delete []array4;
    return 0;
}
```

输出：

```
Constructor 1 Called
Constructor 1 Called
step1
Constructor 2 Called
Constructor 2 Called
step2
Constructor 2 Called
Constructor 1 Called
step3
```

```
int main(){
    CSample array1[2];
    cout << "step1"<<endl;
    CSample array2[2] = {4,5};
    cout << "step2"<<endl;
    CSample array3[2] = {3};
    cout << "step3"<<endl;
    CSample * array4 =
            new CSample[2];
    delete []array4;
    return 0;
}
```

输出：

```
Constructor 1 Called
Constructor 1 Called
step1
Constructor 2 Called
Constructor 2 Called
step2
Constructor 2 Called
Constructor 1 Called
step3
Constructor 1 Called
Constructor 1 Called
```

构造函数在数组中的使用

```
class  Test {
      public:
            Test( int n) { }              //(1)
            Test( int n, int m) { }       //(2)
            Test() { }                    //(3)
};
Test  array1[3] = { 1, Test(1,2) };
```

构造函数在数组中的使用

```
class  Test {
      public:
            Test( int n) { }                  //(1)
            Test( int n, int m) { }       //(2)
            Test() { }                          //(3)
};
Test  array1[3] = { 1, Test(1,2) };
// 三个元素分别用(1),(2),(3)初始化
```

构造函数在数组中的使用

```
class  Test {
      public:
            Test( int n) { }              //(1)
            Test( int n, int m) { }       //(2)
            Test() { }                    //(3)
};
Test  array1[3] = { 1, Test(1,2) };
// 三个元素分别用(1),(2),(3)初始化
Test  array2[3] = { Test(2,3), Test(1,2) , 1};
```

构造函数在数组中的使用

```
class  Test {
      public:
            Test( int n) { }              //(1)
            Test( int n, int m) { }       //(2)
            Test() { }                    //(3)
};
Test  array1[3] = { 1, Test(1,2) };
// 三个元素分别用(1),(2),(3)初始化
Test  array2[3] = { Test(2,3), Test(1,2) , 1};
// 三个元素分别用(2),(2),(1)初始化
```

构造函数在数组中的使用

```
class  Test {
      public:
            Test( int n) { }              //(1)
            Test( int n, int m) { }       //(2)
            Test() { }                    //(3)
};
Test  array1[3] = { 1, Test(1,2) };
// 三个元素分别用(1),(2),(3)初始化
Test  array2[3] = { Test(2,3), Test(1,2) , 1};
// 三个元素分别用(2),(2),(1)初始化
Test  * pArray[3] = { new Test(4), new Test(1,2) };
```

构造函数在数组中的使用

```
class  Test {
      public:
            Test( int n) { }              //(1)
            Test( int n, int m) { }       //(2)
            Test() { }                    //(3)
};
Test  array1[3] = { 1, Test(1,2) };
// 三个元素分别用(1),(2),(3)初始化
Test  array2[3] = { Test(2,3), Test(1,2) , 1};
// 三个元素分别用(2),(2),(1)初始化
Test  * pArray[3] = { new Test(4), new Test(1,2) };
//两个元素分别用(1),(2) 初始化
```

假设 A 是一个类的名字，下面的语句生成了几个类A的对象？

```
A * arr[4] = { new A(), NULL,new A() };
```

A) 1
B) 4
C) 2

假设 A 是一个类的名字，下面的语句生成了几个类A的对象？

```
A * arr[4] = { new A(), NULL,new A() };
```

A) 1
B) 4
C) 2

答案：C

复制构造函数
copy constructor

美国黄石公园大棱镜温泉

基本概念(教材P183)

- 只有一个参数,即对同类对象的引用。
- 形如 X::X(X&)或X::X(const X &), 二者选一

  后者能以常量对象作为参数
- 如果没有定义复制构造函数，那么编译器生成默认复制构造函数。默认的复制构造函数完成复制功能。

基本概念

```
class Complex {
        private :
                double real,imag;
};
Complex c1;      //调用缺省无参构造函数
Complex c2(c1);//调用缺省的复制构造函数,将 c2 初始化成和c1一样
```

基本概念

➢如果定义的自己的复制构造函数，则默认的复制构造函数不存在。

```
class Complex {
        public :
                double real,imag;
        Complex(){ }
        Complex( const Complex & c ) {
                real = c.real;
                imag = c.imag;
                cout << “Copy Constructor called”;
        }
};
Complex c1;
Complex c2(c1);
```

基本概念

➢如果定义的自己的复制构造函数，则默认的复制构造函数不存在。

```
class Complex {
        public :
                double real,imag;
        Complex(){ }
        Complex( const Complex & c ) {
                real = c.real;
                imag = c.imag;
                cout << “Copy Constructor called”;
        }
};
Complex c1;
Complex c2(c1);//调用自己定义的复制构造函数，输出 Copy Constructor called
```

基本概念

- 不允许有形如 X::X(X)的构造函数。

基本概念

- 不允许有形如 X::X(X)的构造函数。

```
class CSample {
        CSample( CSample c ) {
        } //错，不允许这样的构造函数
};
```

复制构造函数起作用的三种情况

复制构造函数起作用的三种情况

1)当用一个对象去初始化同类的另一个对象时。

复制构造函数起作用的三种情况

1)当用一个对象去初始化同类的另一个对象时。

```
Complex  c2(c1);

Complex c2 = c1;  //初始化语句，非赋值语句
```

复制构造函数起作用的三种情况

2)如果某函数有一个参数是类 A 的对象，
那么该函数被调用时，类A的复制构造函数将被调用。

复制构造函数起作用的三种情况

2)如果某函数有一个参数是类 A 的对象，
那么该函数被调用时，类A的复制构造函数将被调用。

```
class A
{
        public:
        A() { };
        A( A & a) {
            cout << "Copy constructor called" <<endl;
        }
};
```

复制构造函数起作用的三种情况

2)如果某函数有一个参数是类 A 的对象，
那么该函数被调用时，类A的复制构造函数将被调用。

```
void Func(A a1){   }
int main(){
        A a2;
        Func(a2);
        return 0;
}
```

复制构造函数起作用的三种情况

2)如果某函数有一个参数是类 A 的对象，
那么该函数被调用时，类A的复制构造函数将被调用。

```
void Func(A a1){   }
int main(){
        A a2;
        Func(a2);
        return 0;
}
```

程序输出结果为: ***Copy constructor called***

复制构造函数起作用的三种情况

3) 如果函数的返回值是类A的对象时，则函数返回时，A的复制构造函数被调用:

复制构造函数起作用的三种情况

3) 如果函数的返回值是类A的对象时，则函数返回时，A的复制构造函数被调用:

```
class A
{
    public:
    int v;
    A(int n) { v = n; };
    A( const A & a) {
          v = a.v;
          cout << "Copy constructor called" <<endl;
    }
};
```

复制构造函数起作用的三种情况

3) 如果函数的返回值是类A的对象时，则函数返回时，A的复制构造函数被调用:

```
A Func() {
        A b(4);
        return b;
}
int main() {
        cout << Func().v << endl; return 0;
}
```

复制构造函数起作用的三种情况

3) 如果函数的返回值是类A的对象时，则函数返回时，A的复制构造函数被调用:

```
A Func() {
        A b(4);
        return b;
}
int main() {
        cout << Func().v << endl;
        return 0;
}
```

输出结果:

Copy constructor called

4

注意：对象间赋值并不导致复制构造函数被调用

```
class CMyclass {
    public:
    int n;
    CMyclass() {};
    CMyclass( CMyclass & c) { n = 2 * c.n ; }
};
int main() {
    CMyclass c1,c2;
    c1.n = 5;      c2 = c1;     CMyclass c3(c1);
    cout <<"c2.n=" << c2.n << ",";
    cout <<"c3.n=" << c3.n << endl;
    return 0;
}
```

输出： c2.n=5,c3.n=10

常量引用参数的使用

```
void fun(CMyclass obj_ ) {
    cout << "fun" << endl;
}
```

- 这样的函数，调用时生成形参会引发复制构造函数调用，开销比较大。
- 所以可以考虑使用 CMyclass & 引用类型作为参数。
- 如果希望确保实参的值在函数中不应被改变，那么可以加上const 关键字：

```
void fun(const  CMyclass & obj) {
    //函数中任何试图改变 obj值的语句都将是变成非法
}
```

假设A 是一个类的名字，下面哪段程序不会用到A的复制构造函数？

A) A a1,a2; a1 = a2;

B) void func(A a) { cout << "good" << endl; }

C) A func( ) { A tmp; return tmp; }

D) A a1; A a2(a1);

假设A 是一个类的名字，下面哪段程序不会调用A的复制构造函数？

A) A a1,a2; a1 = a2;

B) void func(A a) { cout << "good" << endl; }

C) A func( ) { A tmp; return tmp; }

D) A a1; A a2(a1);

答案：A

为什么要自己写复制构造函数？

为什么要自己写复制构造函数？

To be continued…….

类型转换构造函数

黄山

什么是类型转换构造函数

- 定义转换构造函数的目的是实现类型的自动转换。
- 只有一个参数，而且不是复制构造函数的构造函数，一般就可以看作是转换构造函数。
- 当需要的时候，编译系统会自动调用转换构造函数，建立一个无名的临时对象(或临时变量)。

类型转换构造函数实例

```
class Complex   {
   public:
          double  real, imag;
          Complex( int i)  {//类型转换构造函数
                 cout << "IntConstructor called" << endl;
                 real = i; imag = 0;
          }
          Complex(double r,double i) {real = r; imag = i;  }
};
int main ()
{
       Complex  c1(7,8);
       Complex  c2 = 12;
       c1 = 9; // 9被自动转换成一个临时Complex对象
       cout << c1.real << "," << c1.imag << endl;
       return 0;
}
```

类型转换构造函数实例

```
class Complex   {
   public:
          double  real, imag;
          explicit Complex( int i)  {//显式类型转换构造函数
                 cout << "IntConstructor called" << endl;
                 real = i; imag = 0;
          }
          Complex(double r,double i) {real = r; imag = i;  }
};
int main () {
        Complex  c1(7,8);
        Complex  c2 = Complex(12);
        c1 = 9; // error, 9不能被自动转换成一个临时Complex对象
        c1 = Complex(9) //ok
        cout << c1.real << "," << c1.imag << endl;
        return 0;
}
```

类A定义如下：

```
class A {
        int v;
        public:
                A(int i) { v = i; }
                A() { }
};
```

下面哪段程序不会引发类型转换构造函数被调用？

A) A a1(4)
B) A a2 = 4;
C) A a3; a3 = 9;
D) A a1,a2; a1 = a2;

类A定义如下：

```
class A {
        int v;
        public:
                A(int i) { v = i; }
                A() { }
};
```

下面段程序不会引发类型转换构造函数被调用？

A) A a1(4)
B) A a2 = 4;
C) A a3; a3 = 9;
D) A a1,a2; a1 = a2;

答案：D

析构函数
destructors

华山

什么是析构函数

- 名字与类名相同，在前面加‘~’， 没有参数和返回值，一个类最多只能有一个析构函数。

什么是析构函数

- 名字与类名相同，在前面加‘~’， 没有参数和返回值，一个类最多只能有一个析构函数。

- 析构函数对象消亡时即自动被调用。可以定义析构函数来在对象消亡前做善后工作，比如释放分配的空间等。

什么是析构函数

●名字与类名相同，在前面加‘~’， 没有参数和返回值，一个类最多只能有一个析构函数。

●析构函数对象消亡时即自动被调用。可以定义析构函数来在对象消亡前做善后工作，比如释放分配的空间等。

●如果定义类时没写析构函数，则编译器生成缺省析构函数。缺省析构函数什么也不做。

什么是析构函数

●名字与类名相同，在前面加‘~’， 没有参数和返回值，一个类最多只能有一个析构函数。

●析构函数对象消亡时即自动被调用。可以定义析构函数来在对象消亡前做善后工作，比如释放分配的空间等。

●如果定义类时没写析构函数，则编译器生成缺省析构函数。缺省析构函数什么也不做。

●如果定义了析构函数，则编译器不生成缺省析构函数。

析构函数实例

```
class String{
        private :
                char * p;
        public:
                String () {
                        p = new char[10];
                }
                ~ String () ;
};
String ::~ String()
{
        delete [] p;
}
```

析构函数和数组

对象数组生命期结束时，对象数组的每个元素的析构函数都会被调用。

```
class Ctest {
    public:
   ~Ctest()  {  cout<< "destructor called" << endl; }
};
int main () {
   Ctest array[2];
   cout << "End Main" << endl;
   return 0;
}
```

析构函数和数组

对象数组生命期结束时，对象数组的每个元素的析构函数都会被调用。

```
class Ctest {
    public:
   ~Ctest()   {  cout<< "destructor called" << endl; }
};
int main () {
   Ctest array[2];
   cout << "End Main" << endl;
   return 0;
}
```

输出：

End Main
destructor called
destructor called

析构函数和运算符 delete

- **delete 运算导致析构函数调用。**

```
Ctest  * pTest;
pTest = new Ctest;   //构造函数调用
delete pTest;              //析构函数调用
-----------------------------------------------------
pTest = new Ctest[3]; //构造函数调用3次
delete [] pTest;                //析构函数调用3次
```

- **若new一个对象数组，那么用delete释放时应该写 []。否则只delete一个对象(调用一次析构函数)**

析构函数在对象作为函数返回值返回后被调用

```
class CMyclass {
    public:
    ~CMyclass() { cout << "destructor" << endl; }
};
CMyclass obj;
CMyclass fun(CMyclass sobj ) { //参数对象消亡也会导致析
                              //构函数被调用
    return sobj;    //函数调用返回时生成临时对象返回
}
int main(){
    obj = fun(obj);   //函数调用的返回值（临时对象）被
    return 0;         //用过后，该临时对象析构函数被调用
}
```

析构函数在对象作为函数返回值返回后被调用

```
class CMyclass {
    public:
    ~CMyclass() { cout << "destructor" << endl; }
};
CMyclass obj;
CMyclass fun(CMyclass sobj ) { //参数对象消亡也会导致析
                               //构函数被调用
    return sobj;    //函数调用返回时生成临时对象返回
}
int main(){
    obj = fun(obj);   //函数调用的返回值（临时对象）被
    return 0;         //用过后，该临时对象析构函数被调用
}
```

输出：
destructor
destructor
destructor

构造函数和析构函数什么时候被调用？

梵蒂冈

构造函数和析构函数什么时候被调用？（P190)

```
class Demo {
        int id;
public:
         Demo(int i)          {
                id = i;
                cout << "id=" << id << " constructed" << endl;
        }
        ~Demo() {
                cout << "id=" << id << " destructed" << endl;
        }
};
```

```
Demo d1(1);
void Func()
{
        static Demo d2(2);
        Demo d3(3);
        cout << "func" << endl;
}
int main ()  {
        Demo d4(4);
        d4 = 6;
        cout << "main" << endl;
        {    Demo d5(5);
      }
        Func();
        cout << "main ends" << endl;
        return 0;
}
```

```
Demo d1(1);
void Func()
{
        static Demo d2(2);
        Demo d3(3);
        cout << "func" << endl;
}
int main ()  {
        Demo d4(4);
        d4 = 6;
        cout << "main" << endl;
        {    Demo d5(5);
      }
        Func();
        cout << "main ends" << endl;
        return 0;
}
```

输出结果:

id=1 constructed

```
Demo d1(1);
void Func()
{
        static Demo d2(2);
        Demo d3(3);
        cout << "func" << endl;
}
int main ()  {
        Demo d4(4);
        d4 = 6;
        cout << "main" << endl;
        {    Demo d5(5);
      }
        Func();
        cout << "main ends" << endl;
        return 0;
}
```

输出结果:

id=1 constructed
id=4 constructed

```
Demo d1(1);
void Func()
{
        static Demo d2(2);
        Demo d3(3);
        cout << "func" << endl;
}
int main ()  {
        Demo d4(4);
        d4 = 6;
        cout << "main" << endl;
        {    Demo d5(5);
      }
        Func();
        cout << "main ends" << endl;
        return 0;
}
```

输出结果:

id=1 constructed
id=4 constructed
id=6 constructed

```
Demo d1(1);
void Func()
{
        static Demo d2(2);
        Demo d3(3);
        cout << "func" << endl;
}
int main ()  {
        Demo d4(4);
        d4 = 6;
        cout << "main" << endl;
        {    Demo d5(5);
      }
        Func();
        cout << "main ends" << endl;
        return 0;
}
```

输出结果:

id=1 constructed
id=4 constructed
id=6 constructed
id=6 destructed
main

```
Demo d1(1);
void Func()
{
        static Demo d2(2);
        Demo d3(3);
        cout << "func" << endl;
}
int main ()  {
        Demo d4(4);
        d4 = 6;
        cout << "main" << endl;
        {    Demo d5(5);
      }
        Func();
        cout << "main ends" << endl;
        return 0;
}
```

输出结果:

id=1 constructed
id=4 constructed
id=6 constructed
id=6 destructed
main
id=5 constructed

```
Demo d1(1);
void Func()
{
        static Demo d2(2);
        Demo d3(3);
        cout << "func" << endl;
}
int main ()  {
        Demo d4(4);
        d4 = 6;
        cout << "main" << endl;
        {    Demo d5(5);
      }
        Func();
        cout << "main ends" << endl;
        return 0;
}
```

输出结果:

id=1 constructed
id=4 constructed
id=6 constructed
id=6 destructed
main
id=5 constructed
id=5 destructed

```
Demo d1(1);
void Func()
{
        static Demo d2(2);
        Demo d3(3);
        cout << "func" << endl;
}
int main ()  {
        Demo d4(4);
        d4 = 6;
        cout << "main" << endl;
        {    Demo d5(5);
      }
        Func();
        cout << "main ends" << endl;
        return 0;
}
```

输出结果:

id=1 constructed
id=4 constructed
id=6 constructed
id=6 destructed
main
id=5 constructed
id=5 destructed
id=2 constructed

```
Demo d1(1);
void Func()
{
        static Demo d2(2);
        Demo d3(3);
        cout << "func" << endl;
}
int main ()  {
        Demo d4(4);
        d4 = 6;
        cout << "main" << endl;
        {    Demo d5(5);
      }
        Func();
        cout << "main ends" << endl;
        return 0;
}
```

输出结果:

id=1 constructed
id=4 constructed
id=6 constructed
id=6 destructed
main
id=5 constructed
id=5 destructed
id=2 constructed
id=3 constructed
func

```
Demo d1(1);
void Func()
{
        static Demo d2(2);
        Demo d3(3);
        cout << "func" << endl;
}
int main ()  {
        Demo d4(4);
        d4 = 6;
        cout << "main" << endl;
        {    Demo d5(5);
      }
        Func();
        cout << "main ends" << endl;
        return 0;
}
```

输出结果:

id=1 constructed
id=4 constructed
id=6 constructed
id=6 destructed
main
id=5 constructed
id=5 destructed
id=2 constructed
id=3 constructed
func
id=3 destructed
main ends

```
Demo d1(1);
void Func()
{
        static Demo d2(2);
        Demo d3(3);
        cout << "func" << endl;
}
int main ()  {
        Demo d4(4);
        d4 = 6;
        cout << "main" << endl;
        {    Demo d5(5);
      }
        Func();
        cout << "main ends" << endl;
        return 0;
}
```

输出结果:

id=1 constructed
id=4 constructed
id=6 constructed
id=6 destructed
main
id=5 constructed
id=5 destructed
id=2 constructed
id=3 constructed
func
id=3 destructed
main ends
id=6 destructed

```
Demo d1(1);
void Func()
{
        static Demo d2(2);
        Demo d3(3);
        cout << "func" << endl;
}
int main ()  {
        Demo d4(4);
        d4 = 6;
        cout << "main" << endl;
        {    Demo d5(5);
      }
        Func();
        cout << "main ends" << endl;
        return 0;
}
```

输出结果:

id=1 constructed
id=4 constructed
id=6 constructed
id=6 destructed
main
id=5 constructed
id=5 destructed
id=2 constructed
id=3 constructed
func
id=3 destructed
main ends
id=6 destructed
id=2 destructed

```
Demo d1(1);
void Func()
{
        static Demo d2(2);
        Demo d3(3);
        cout << "func" << endl;
}
int main ()  {
        Demo d4(4);
        d4 = 6;
        cout << "main" << endl;
        {    Demo d5(5);
      }
        Func();
        cout << "main ends" << endl;
        return 0;
}
```

输出结果:

id=1 constructed
id=4 constructed
id=6 constructed
id=6 destructed
main
id=5 constructed
id=5 destructed
id=2 constructed
id=3 constructed
func
id=3 destructed
main ends
id=6 destructed
id=2 destructed
id=1 destructed

假设A是一个类的名字，下面的程序片段会类A的调用析构函数几次？

```
int main() {
        A * p = new A[2];
        A * p2 = new A;
        A a;
        delete [] p;
}
```

A) 1
B) 2
C) 3
D) 4

假设A是一个类的名字，下面的程序片段会类A的调用析构函数几次？

```
int main() {
        A * p = new A[2];
        A * p2 = new A;
        A a;
        delete [] p;
}
```

A) 1
B) 2
C) 3
D) 4

答案：C

关于复制构造函数和析构函数的又一个例子

```
#include <iostream>
using namespace std;
class CMyclass {
    public:
    CMyclass() {};
    CMyclass( CMyclass & c)
     {
        cout << "copy constructor" << endl;
    }
    ~CMyclass() { cout << "destructor" << endl; }
};
```

```
void fun(CMyclass obj_ )
{
    cout << "fun" << endl;
}
CMyclass c;
CMyclass Test( )
{
    cout << "test" << endl;
    return c;
}
int main(){
    CMyclass c1;
    fun( c1);
    Test();
    return 0;
}
```

输出结果：

copy constructor

```
void fun(CMyclass obj_ )
{
    cout << "fun" << endl;
}
CMyclass c;
CMyclass Test( )
{
    cout << "test" << endl;
    return c;
}
int main(){
    CMyclass c1;
    fun( c1);
    Test();
    return 0;
}
```

输出结果：

```
copy constructor
fun
```

```
void fun(CMyclass obj_ )
{
    cout << "fun" << endl;
}
CMyclass c;
CMyclass Test( )
{
    cout << "test" << endl;
    return c;
}
int main(){
    CMyclass c1;
    fun( c1);
    Test();
    return 0;
}
```

输出结果：

copy constructor
fun
destructor　　//参数消亡

```
void fun(CMyclass obj_ )
{
    cout << "fun" << endl;
}
CMyclass c;
CMyclass Test( )
{
    cout << "test" << endl;
    return c;
}
int main(){
    CMyclass c1;
    fun( c1);
    Test();
    return 0;
}
```

输出结果：

```
copy constructor
fun
destructor     //参数消亡
test
```

```
void fun(CMyclass obj_ )
{
    cout << "fun" << endl;
}
CMyclass c;
CMyclass Test( )
{
    cout << "test" << endl;
    return c;
}
int main(){
    CMyclass c1;
    fun( c1);
    Test();
    return 0;
}
```

输出结果：

```
copy constructor
fun
destructor     //参数消亡
test
copy constructor
```

```
void fun(CMyclass obj_ )
{
    cout << "fun" << endl;
}
CMyclass c;
CMyclass Test( )
{
    cout << "test" << endl;
    return c;
}
int main(){
    CMyclass c1;
    fun( c1);
    Test();
    return 0;
}
```

输出结果：

```
copy constructor
fun
destructor    //参数消亡
test
copy constructor
destructor    // 返回值临时对象消亡
```

```
void fun(CMyclass obj_ )
{
    cout << "fun" << endl;
}
CMyclass c;
CMyclass Test( )
{
    cout << "test" << endl;
    return c;
}
int main(){
    CMyclass c1;
    fun( c1);
    Test();
    return 0;
}
```

输出结果：

```
copy constructor
fun
destructor    //参数消亡
test
copy constructor
destructor   // 返回值临时对象消亡
destructor   // 局部变量消亡
destructor   // 全局变量消亡
```

复制构造函数在不同编译器中的表现

```
class A {
    public:
        int x;
        A(int x_):x(x_)
           {  cout << x << " constructor called" << endl; }
         A(const A & a ) { //本例中dev需要此const其他编译器不要
                x = 2 + a.x;
                cout  << "copy called" << endl;
        }
        ~A() { cout << x << " destructor called" << endl; }
};

A f( ){   A b(10);   return b; }
int main( ){
     A a(1);
     a = f();
     return 0;
}
```

Visual Studio输出结果:

1 constructor called
10 constructor called
10 destructor called
copy called
12 destructor called
12 destructor called

复制构造函数在不同编译器中的表现

```
class A {
    public:
        int x;
        A(int x_):x(x_)
           {  cout << x << " constructor called" << endl; }
         A(const A & a ) { //本例中dev需要此const其他编译器不要
                x = 2 + a.x;
                cout  << "copy called" << endl;
        }
        ~A() { cout << x << " destructor called" << endl; }
};

A f( ){   A b(10);   return b; }
int main( ){
     A a(1);
     a = f();
     return 0;
}
```

dev C++输出结果:

1 constructor called
10 constructor called
10 destructor called
10 destructor called

Visual Studio输出结果:

1 constructor called
10 constructor called
10 destructor called
copy called
12 destructor called
12 destructor called

复制构造函数在不同编译器中的表现

```
class A {
    public:
        int x;
        A(int x_):x(x_)
           {  cout << x << " constructor called" << endl; }
         A(const A & a ) { //本例中dev需要此const其他编译器不要
                x = 2 + a.x;
                cout  << "copy called" << endl;
        }
        ~A() { cout << x << " destructor called" << endl; }
};

A f( ){    A b(10);   return b; }
int main( ){
     A a(1);
     a = f();
     return 0;
}
```

说明dev出于优化目的并未生成返回值临时对象。VS无此问题

dev C++输出结果:
1 constructor called
10 constructor called
10 destructor called
10 destructor called

Visual Studio输出结果:
1 constructor called
10 constructor called
10 destructor called
copy called
12 destructor called
12 destructor called