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!

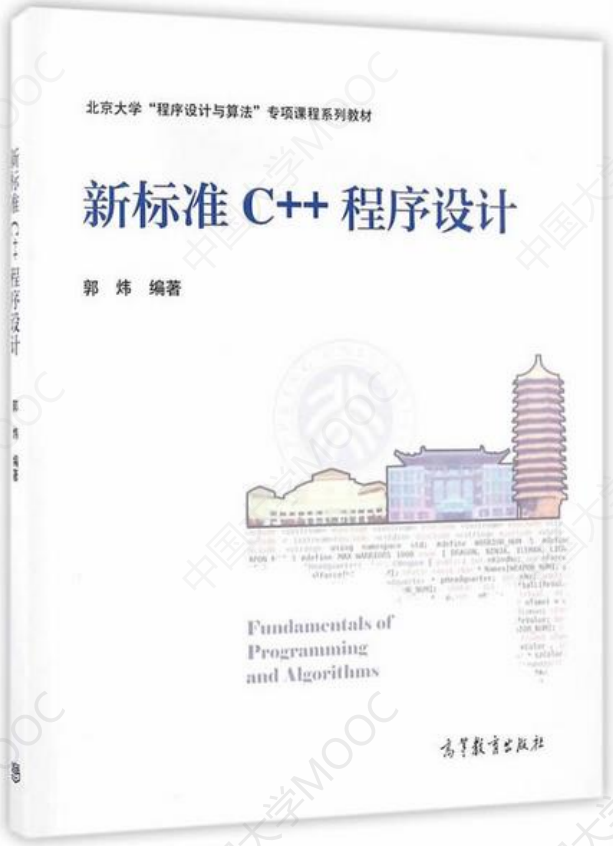
讲义照片均为郭炜拍摄

配套教材：

高等教育出版社

《新标准C++程序设计》

郭炜 编著



运算符重载
基本概念

威尼斯

运算符重载的需求

- C++预定义的运算符，只能用于基本数据类型的运算：整型、实型、字符型、逻辑型
  .....

  +、-、*、/、%、^、&、~、!、|、=、<<

  >>、!=、.....

运算符重载的需求

- 在数学上，两个复数可以直接进行+、-等运算。但在C++中，直接将+或-用于复数对象是不允许的。

- 有时会希望，让对象也能通过运算符进行运算。这样代码更简洁，容易理解。
- 例如：

  complex_a和complex_b是两个复数对象；

  求两个复数的和，希望能直接写：

  ```
  complex_a + complex_b
  ```

运算符重载

- 运算符重载，就是对已有的运算符(C++中预定义的运算符)赋予多重的含义，使同一运算符作用于不同类型的数据时导致不同类型的行为。

- 运算符重载的目的是：扩展C++中提供的运算符的适用范围，使之能作用于对象。

- 同一个运算符，对不同类型的操作数，所发生的行为不同。
  - complex_a + complex_b　　生成新的复数对象
  - 5 + 4 = 9

运算符重载的形式

- 运算符重载的实质是函数重载

运算符重载的形式

- 运算符重载的实质是函数重载
- 可以重载为普通函数，也可以重载为成员函数

运算符重载的形式

- 运算符重载的实质是函数重载
- 可以重载为普通函数，也可以重载为成员函数
- 把含运算符的表达式转换成对运算符函数的调用。

运算符重载的形式

- 运算符重载的实质是函数重载
- 可以重载为普通函数，也可以重载为成员函数
- 把含运算符的表达式转换成对运算符函数的调用。
- 把运算符的操作数转换成运算符函数的参数。

运算符重载的形式

- 运算符重载的实质是函数重载
- 可以重载为普通函数，也可以重载为成员函数
- 把含运算符的表达式转换成对运算符函数的调用。
- 把运算符的操作数转换成运算符函数的参数。
- 运算符被多次重载时，根据实参的类型决定调用哪个运算符函数。

运算符重载的形式

```
返回值类型 operator 运算符（形参表）
{
        ……
}
```

运算符重载示例 (P209)

```
class Complex
{
  public:
    double real,imag;
    Complex( double r = 0.0, double i= 0.0 ):real(r),imag(i)    {      }
    Complex operator-(const Complex & c);
};
Complex operator+( const Complex & a, const Complex & b)
{
        return Complex( a.real+b.real,a.imag+b.imag); //返回一个临时对象
}
Complex Complex::operator-(const Complex & c)
{
        return Complex(real - c.real, imag - c.imag); //返回一个临时对象
}
```

重载为成员函数时，参数个数为运算符目数减一。

重载为普通函数时，参数个数为运算符目数。

```
int main()
{
        Complex a(4,4),b(1,1),c;
        c = a + b; //等价于c=operator+(a,b);
        cout << c.real << "," << c.imag << endl;
        cout << (a-b).real << "," << (a-b).imag << endl;
        //a-b等价于a.operator-(b)
        return 0;
}
```

输出:

5,5
3,3

c = a + b; 等价于c=operator+(a,b);

a-b 等价于a.operator-(b)

如果将［］运算符重载成一个类的成员函数，则该重载函数有几个参数？

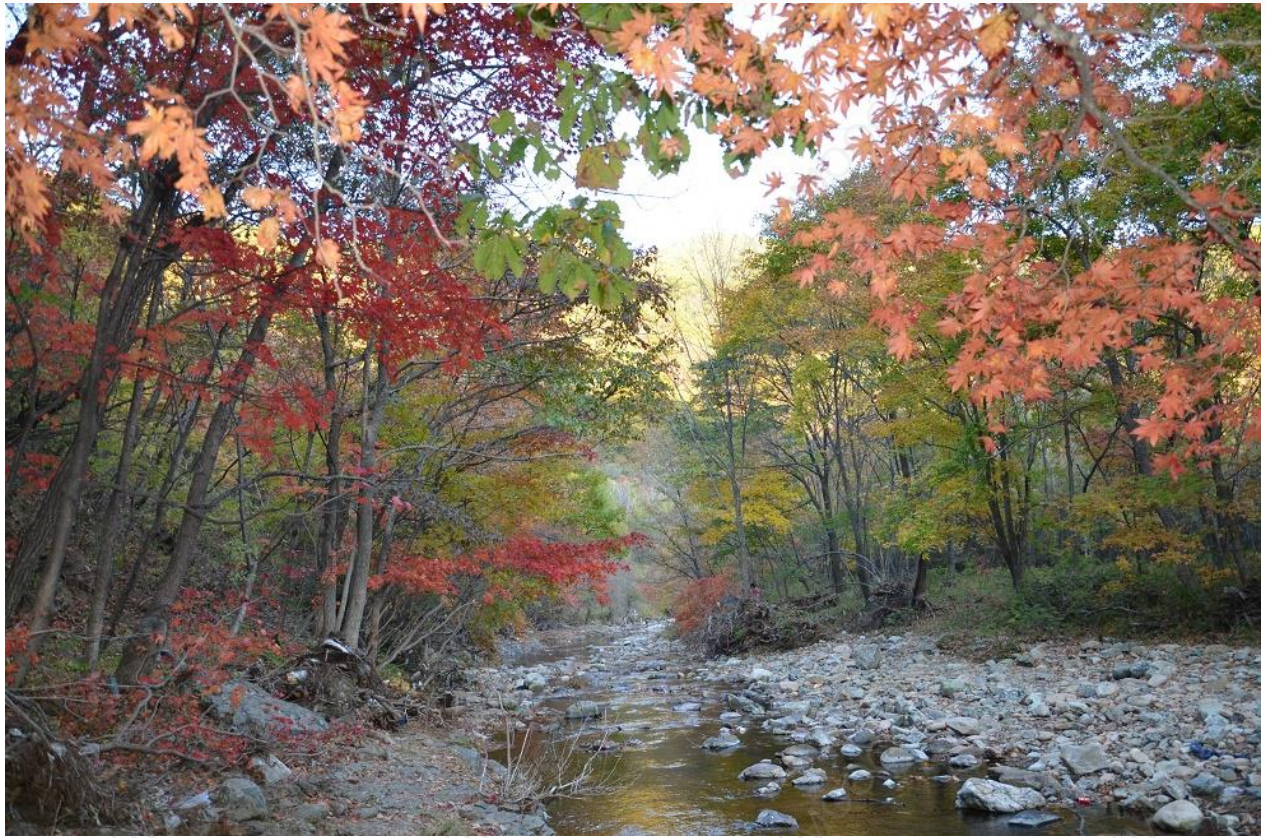
A）0
B）1
C）2
D）3

如果将［］运算符重载成一个类的成员函数，则该重载函数有几个参数？

A） 0
B） 1
C） 2
D） 3

答案：B

赋值运算符的重载



本溪洋湖沟

赋值运算符 ‘=’ 重载(P210)

有时候希望赋值运算符两边的类型可以不匹配，比如，把一个int类型变量赋值给一个Complex对象，或把一个 char * 类型的字符串赋值给一个字符串对象，此时就需要重载赋值运算符“=”。

赋值运算符“=”只能重载为成员函数

```
class String {
        private:
                 char * str;
        public:
                String ():str(new char[1]) { str[0] = 0;}
                const char * c_str() { return str; };
                String & operator = (const char * s);
                ~String( ) { delete [] str; }
};
String & String::operator = (const char * s)
{               //重载"="以使得 obj = "hello"能够成立
                delete [] str;
                str = new char[strlen(s)+1];
                strcpy( str, s);
                return * this;
}
```

```
int main()
{
    String s;
    s = "Good Luck," ; //等价于 s.operator=("Good Luck,");
    cout << s.c_str() << endl;
 // String s2 = "hello!";   //这条语句要是不注释掉就会出错
    s = "Shenzhou 8!"; //等价于 s.operator=("Shenzhou 8!");
    cout << s.c_str() << endl;
    return 0;
}
```

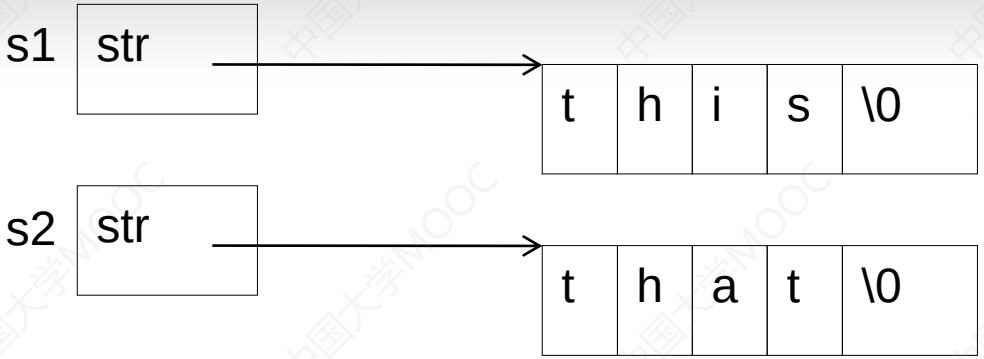
输出:

```
Good Luck,
Shenzhou 8!
```

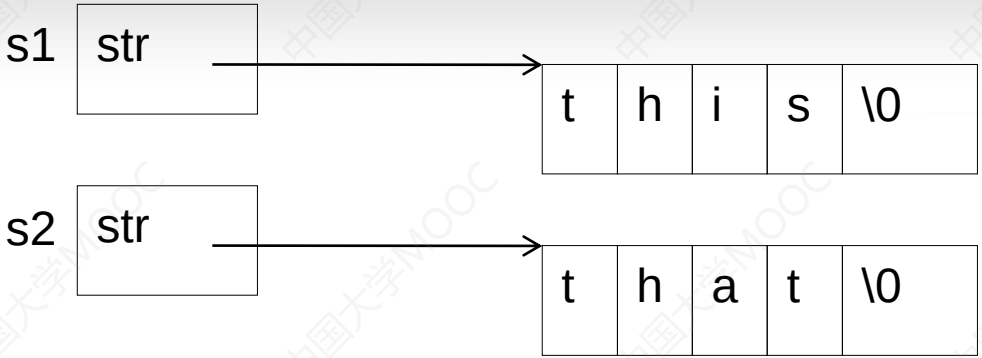
浅拷贝和深拷贝(P213)

```
class String {
        private:
                char * str;
        public:
                String ():str(new char[1]) { str[0] = 0;}
                const char * c_str() { return str; };
                String & operator = (const char * s){
                        delete [] str;
                        str = new char[strlen(s)+1];
                        strcpy( str, s);
                        return * this;
                };
                ~String( ) { delete [] str; }
};
```

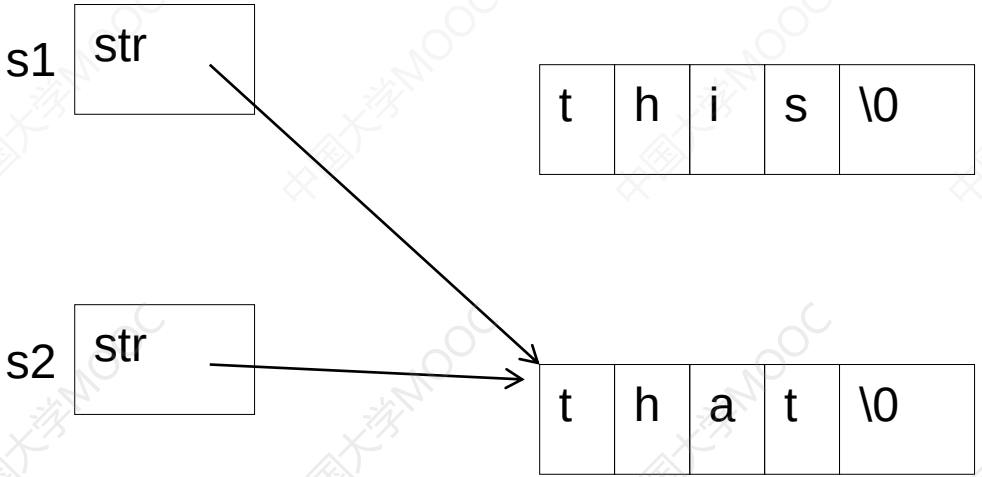
String S1, S2;
S1 = “this”;
S2 = “that”;
S1 = S2;



String S1, S2;
S1 = “this”;
S2 = “that”;



String S1, S2;
S1 = “this”;
S2 = “that”;



S1 = S2;

- 如不定义自己的赋值运算符，那么S1=S2实际上导致 S1.str和 S2.str指向同一地方。

- 如不定义自己的赋值运算符，那么S1=S2实际上导致 S1.str和 S2.str指向同一地方。

- 如果S1对象消亡，析构函数将释放 S1.str指向的空间，则S2消亡时还要释放一次，不妥。

- 如不定义自己的赋值运算符，那么S1=S2实际上导致 S1.str和 S2.str指向同一地方。

- 如果S1对象消亡，析构函数将释放 S1.str指向的空间，则S2消亡时还要释放一次，不妥。
- 另外，如果执行 S1 = "other"；会导致S2.str指向的地方被delete

- 如不定义自己的赋值运算符，那么S1=S2实际上导致 S1.str和 S2.str指向同一地方。

- 如果S1对象消亡，析构函数将释放 S1.str指向的空间，则S2消亡时还要释放一次，不妥。
- 另外，如果执行 S1 = "other"；会导致S2.str指向的地方被delete
- 因此要在 class String里添加成员函数：

```
String  &  operator = (const String & s) {
              delete [] str;
              str = new char[strlen( s.str)+1];
              strcpy( str,s.str);
              return * this;
}
```

- 如不定义自己的赋值运算符，那么S1=S2实际上导致 S1.str和 S2.str指向同一地方。

- 如果S1对象消亡，析构函数将释放 S1.str指向的空间，则S2消亡时还要释放一次，不妥。
- 另外，如果执行 S1 = "other"；会导致S2.str指向的地方被delete
- 因此要在 class String里添加成员函数：

```
String  &  operator = (const String & s) {
              delete [] str;
              str = new char[strlen( s.str)+1];
              strcpy( str,s.str);
              return * this;
}
```

这么做就够了吗？还有什么需要改进的地方？

考虑下面语句：

```
String s;
s = "Hello";
s = s;
```

是否会有问题？

考虑下面语句：

```
String s;
s = "Hello";
s = s;
```

是否会有问题？

解决办法：

```
String & operator = (const String & s){
        if( this == & s)
                return * this;
        delete [] str;
        str = new char[strlen(s.str)+1];
        strcpy( str,s.str);
        return * this;
}
```

对 operator = 返回值类型的讨论

void 好不好?
String 好不好?
为什么是 String &

对 operator = 返回值类型的讨论

void 好不好？

String 好不好?

为什么是 String &

对运算符进行重载的时候，好的风格是应该尽量保留运算符原本的特性

考虑： a = b = c;

和 (a=b)=c; //会修改a的值

对 operator = 返回值类型的讨论

void 好不好？

String 好不好？

为什么是 String &

对运算符进行重载的时候，好的风格是应该尽量保留运算符原本的特性

考虑： a = b = c;

和 (a=b)=c; //会修改a的值

分别等价于：

```
a.operator=(b.operator=(c));
(a.operator=(b)).operator=(c);
```

上面的String类是否就没有问题了？

上面的String类是否就没有问题了？

为 String类编写复制构造函数的时候，会面临和 = 同样的问题，用同样的方法处理。

```
String( String & s)
{
        str = new char[strlen(s.str)+1];
        strcpy(str,s.str);
}
```

以下说法正确的是：

A) 成员对象都是用无参构造函数初始化的

B) 封闭类中成员对象的构造函数先于封闭类的构造函数被调用

C) 封闭类中成员对象的析构函数先于封闭类的析构函数被调用

D) 若封闭类有多个成员对象，则它们的初始化顺序取决于封闭类构造函数中的成员初始化列表

以下说法正确的是：

A) 成员对象都是用无参构造函数初始化的

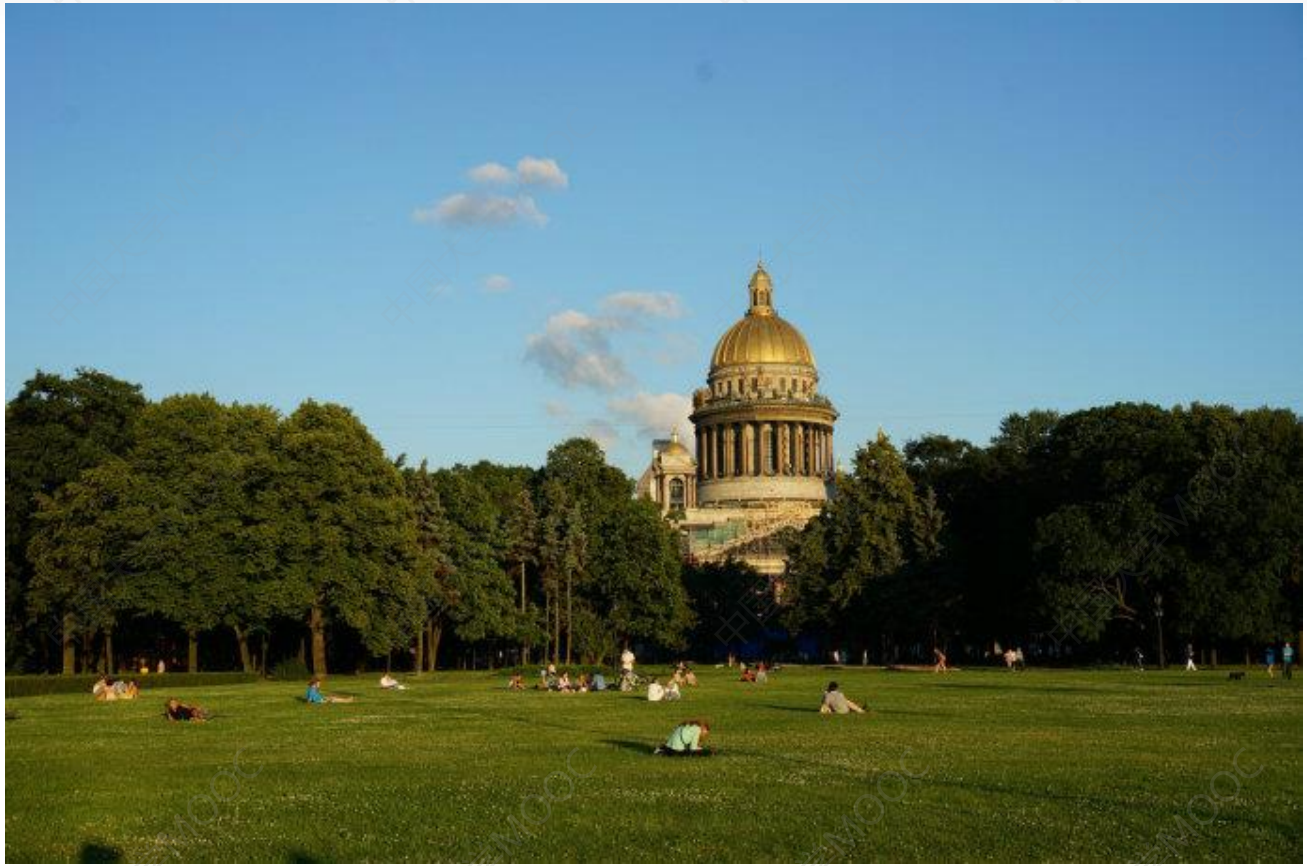
B) 封闭类中成员对象的构造函数先于封闭类的构造函数被调用

C) 封闭类中成员对象的析构函数先于封闭类的析构函数被调用

D) 若封闭类有多个成员对象，则它们的初始化顺序取决于封闭类构造函数中的成员初始化列表

答案：B

运算符重载为友元函数



俄罗斯圣彼得堡圣以撒教堂

运算符重载为友元函数(P215)

- 一般情况下，将运算符重载为类的成员函数，是较好的选择。
- 但有时，重载为成员函数不能满足使用要求，重载为普通函数，又不能访问类的私有成员，所以需要将运算符重载为友元。

```
class Complex
{
        double real,imag;
        public:
        Complex( double r, double i):real(r),imag(i){ };
        Complex operator+( double r );
};
Complex Complex::operator+( double r )
{ //能解释 c+5
        return Complex(real + r,imag);
}
```

运算符重载为友元函数(P215)

- 经过上述重载后：

Complex c ;
c = c + 5; //有定义，相当于 c = c.operator +(5);
但是：
c = 5 + c; //编译出错

- 所以，为了使得上述的表达式能成立，需要将 + 重载为普通函数。

```
Complex operator+ (double r,const Complex & c)
{       //能解释 5+c
        return Complex( c.real + r, c.imag);
}
```

运算符重载为友元函数(P215)

- 但是普通函数又不能访问私有成员，所以，需要将运算符 + 重载为友元。

```
class Complex
{
        double real,imag;
public:
        Complex( double r, double i):real(r),imag(i){ };
        Complex operator+( double r );
        friend Complex operator + (double r,const Complex & c);
};
```

运算符重载实例：可变长整型数组 (教材P215)

美国拱门国家公园

```
int main() {  //要编写可变长整型数组类，使之能如下使用：
  CArray a; //开始里的数组是空的
  for( int i = 0;i < 5;++i)
          a.push_back(i);
  CArray a2,a3;
  a2 = a;
  for( int i = 0; i < a.length(); ++i )
          cout << a2[i] << " " ;
  a2 = a3; //a2是空的
  for( int i = 0; i < a2.length(); ++i ) //a2.length()返回0
          cout << a2[i] << " ";
  cout << endl;
  a[3] = 100;
  CArray a4(a);
  for( int i = 0; i < a4.length(); ++i )
          cout << a4[i] << " ";
  return 0;
}
```

程序输出结果是：

0 1 2 3 4
0 1 2 100 4

要做哪些事情？

```
int main() {  //要编写可变长整型数组类，使之能如下使用：
  CArray a; //开始里的数组是空的
  for( int i = 0;i < 5;++i)
        a.push_back(i);
  CArray a2,a3;
  a2 = a;
  for( int i = 0; i < a.length(); ++i )
        cout << a2[i] << " " ;
  a2 = a3; //a2是空的
  for( int i = 0; i < a2.length(); ++i ) //a2.length()返回0
        cout << a2[i] << " ";
  cout << endl;
  a[3] = 100;
  CArray a4(a);
  for( int i = 0; i < a4.length(); ++i )
        cout << a4[i] << " ";
  return 0;
}
```

要用动态分配的内存来存放数组元素，需要一个指针成员变量

程序输出结果是：

0 1 2 3 4

0 1 2 100 4

要做哪些事情？

```
int main() {  //要编写可变长整型数组类，使之能如下使用：
  CArray a; //开始里的数组是空的
  for( int i = 0;i < 5;++i)
        a.push_back(i);
  CArray a2,a3;
  a2 = a;
  for( int i = 0; i < a.length(); ++i )
        cout << a2[i] << " " ;
  a2 = a3; //a2是空的
  for( int i = 0; i < a2.length(); ++i ) //a2.length()返回0
        cout << a2[i] << " ";
  cout << endl;
  a[3] = 100;
  CArray a4(a);
  for( int i = 0; i < a4.length(); ++i )
        cout << a4[i] << " ";
  return 0;
}
```

要用动态分配的内存来存放数组元素，需要一个指针成员变量

要重载“=”

程序输出结果是：

0 1 2 3 4

0 1 2 100 4

要做哪些事情？

```
int main() {  //要编写可变长整型数组类，使之能如下使用：
  CArray a; //开始里的数组是空的
  for( int i = 0;i < 5;++i)
        a.push_back(i);
  CArray a2,a3;
  a2 = a;
  for( int i = 0; i < a.length(); ++i )
        cout << a2[i] << " " ;
  a2 = a3; //a2是空的
  for( int i = 0; i < a2.length(); ++i ) //a2.length()返回0
        cout << a2[i] << " ";
  cout << endl;
  a[3] = 100;
  CArray a4(a);
  for( int i = 0; i < a4.length(); ++i )
        cout << a4[i] << " ";
  return 0;
}
```

要用动态分配的内存来存放数组元素，需要一个指针成员变量

要重载“=”

要重载“[ ]”

程序输出结果是：

0 1 2 3 4

0 1 2 100 4

要做哪些事情？

```
int main() {  //要编写可变长整型数组类，使之能如下使用：
  CArray a; //开始里的数组是空的
  for( int i = 0;i < 5;++i)
        a.push_back(i);
  CArray a2,a3;
  a2 = a;
  for( int i = 0; i < a.length(); ++i )
        cout << a2[i] << " " ;
  a2 = a3; //a2是空的
  for( int i = 0; i < a2.length(); ++i ) //a2.length()返回0
        cout << a2[i] << " ";
  cout << endl;
  a[3] = 100;
  CArray a4(a);
  for( int i = 0; i < a4.length(); ++i )
        cout << a4[i] << " ";
  return 0;
}
```

要用动态分配的内存来存放数组元素，需要一个指针成员变量

要重载“=”

要重载“[ ]”

要自己写复制构造函数

程序输出结果是：

0 1 2 3 4

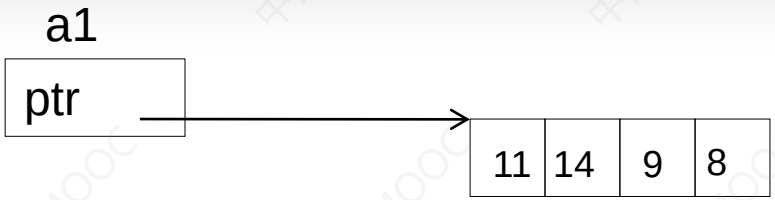
0 1 2 100 4

要做哪些事情？

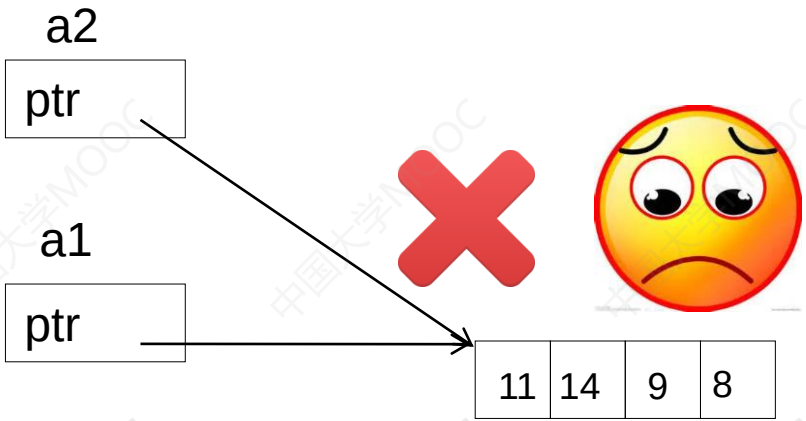
```
class  CArray  {
    int size; //数组元素的个数
    int *ptr; //指向动态分配的数组
public:
  CArray(int s = 0);     //s代表数组元素的个数
  CArray(CArray & a);
  ~CArray();
  void push_back(int v); //用于在数组尾部添加一个元素v
  CArray & operator=( const CArray & a);
   //用于数组对象间的赋值
  int length() { return size; } //返回数组元素个数
  _____  CArray::operator[](int i)  //返回值是什么类型？
  {//用以支持根据下标访问数组元素，
   // 如n = a[i] 和a[i] = 4; 这样的语句
          return ptr[i];
   }
};
```

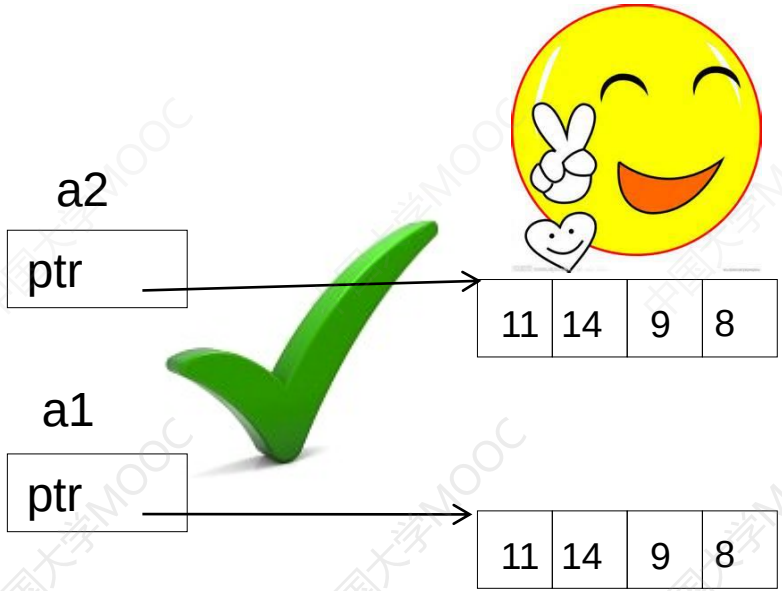
```
class  CArray  {
    int size; //数组元素的个数
    int *ptr; //指向动态分配的数组
public:
  CArray(int s = 0);     //s代表数组元素的个数
  CArray(CArray & a);
  ~CArray();
  void push_back(int v); //用于在数组尾部添加一个元素v
  CArray & operator=( const CArray & a);
   //用于数组对象间的赋值
  int length() { return size; } //返回数组元素个数
  int & CArray::operator[](int i)  //返回值为 int 不行!不支持 a[i] = 4
  {//用以支持根据下标访问数组元素，
   // 如n = a[i] 和a[i] = 4; 这样的语句
          return ptr[i];
  }
};
```

```
CArray::CArray(int s):size(s)
{
        if( s == 0)
                ptr = NULL;
        else
                ptr = new int[s];
}
CArray::CArray(CArray & a)    {
        if( !a.ptr) {
                ptr = NULL;
                size = 0;
                return;
        }
        ptr = new int[a.size];
        memcpy( ptr, a.ptr, sizeof(int ) * a.size);
        size = a.size;
}
```



CArray a2(a1);





```
CArray::~CArray()
{
      if( ptr) delete [] ptr;
}
CArray & CArray::operator=( const CArray & a)
{ //赋值号的作用是使"="左边对象里存放的数组，大小和内容都和右边的对象一样
   if( ptr == a.ptr) //防止a=a这样的赋值导致出错
      return * this;
   if( a.ptr == NULL) {  //如果a里面的数组是空的
      if( ptr )   delete [] ptr;
      ptr = NULL;
      size = 0;
      return * this;
   }
```

```
    if( size < a.size) { //如果原有空间够大，就不用分配新的空间
          if(ptr)
          delete [] ptr;
          ptr = new int[a.size];
    }
    memcpy( ptr,a.ptr,sizeof(int)*a.size);
    size = a.size;
    return * this;
} // CArray & CArray::operator=( const CArray & a)
```

```
void CArray::push_back(int v)
{   //在数组尾部添加一个元素
    if( ptr) {
            int * tmpPtr = new int[size+1]; //重新分配空间
            memcpy(tmpPtr,ptr,sizeof(int)*size); //拷贝原数组
内容
            delete [] ptr;
            ptr = tmpPtr;
    }
    else   //数组本来是空的
       ptr = new int[1];
    ptr[size++] = v; //加入新的数组元素
}
```

在本例的可变长数组类中，重载了哪些运算符或编写了哪些成员函数？

A）=，[]，++

B）=，[]，复制构造函数

C）=，[]，++，复制构造函数

D）=，[]，&，复制构造函数

在本例的可变长数组类中，重载了哪些运算符或编写了哪些成员函数？

A）=，[]，++

B）=，[]，复制构造函数

C）=，[]，++，复制构造函数

D）=，[]，&，复制构造函数

答案：B

流插入运算符和
流提取运算符的重载

荷兰阿姆斯特丹库肯霍夫公园

问题

- cout << 5 << “this”;

为什么能够成立？

- cout是什么？

“<<” 为什么能用在 cout上？

流插入运算符的重载

- cout 是在 iostream 中定义的，ostream 类的对象。

- “<<” 能用在cout 上是因为，在iostream 里对 “<<” 进行了重载。

- 考虑，怎么重载才能使得

  cout << 5; 和 cout << “this” 都能成立？

流插入运算符的重载

- 有可能按以下方式重载成 ostream类的成员函数:

```
void ostream::operator<<(int n)
{
        ..... //输出n的代码
        return;
}
```

流插入运算符的重载

cout << 5 ; 即 cout.operator<<(5);

cout << “this”; 即 cout.operator<<(“this”);

- 怎么重载才能使得

  cout << 5 << “this” ;

  成立?

流插入运算符的重载

```
ostream & ostream::operator<<(int n)
{
        …… //输出n的代码
        return * this;
}

ostream & ostream::operator<<(const char * s )
{
        …… //输出s的代码
        return * this;
}
```

流插入运算符的重载

cout << 5 << “this”;

本质上的函数调用的形式是什么？

cout.operator<<(5).operator<<(“this”);

流插入运算符的重载

- 假定下面程序输出为 5hello，该补写些什么

```
class CStudent{
  public:   int nAge;
};
int main(){
  CStudent s ;
  s.nAge = 5;
  cout << s <<"hello";
  return 0;
}
```

流插入运算符的重载

```
ostream & operator<<( ostream & o,const CStudent & s){
        o << s.nAge ;
        return o;
}
```

例题(教材P218)

假定c是Complex复数类的对象，现在希望写“cout << c;”，就能以“a+bi”的形式输出c的值，写“cin>>c;”，就能从键盘接受“a+bi”形式的输入，并且使得c.real = a,c.imag = b。

例题

```
int main()  {
      Complex c;
      int n;
      cin >> c >> n;
      cout << c << "," << n;
      return 0;
}
```

程序运行结果可以如下：

13.2+133i 87↙

13.2+133i, 87

```
#include <iostream>
#include <string>
#include <cstdlib>
using namespace std;
class Complex   {
    double real,imag;
public:
      Complex( double r=0, double i=0):real(r),imag(i){ };
      friend ostream & operator<<( ostream & os,
              const Complex & c);
      friend istream & operator>>( istream & is,Complex & c);
};
ostream & operator<<( ostream & os,const Complex & c)
{
   os << c.real << "+" << c.imag << "i"; //以"a+bi"的形式输出
   return os;
}
```

```
istream & operator>>( istream & is,Complex & c)
{
    string s;
    is >> s;  //将"a+bi"作为字符串读入，“a+bi” 中间不能有空格
    int pos = s.find("+",0);
    string sTmp = s.substr(0,pos); //分离出代表实部的字符串
    c.real = atof(sTmp.c_str()); //atof库函数能将const char*指针指向的内容转换成 float
    sTmp = s.substr(pos+1, s.length()-pos-2);  //分离出代表虚部的字符串
    c.imag = atof(sTmp.c_str());
  return is;
}
```

```
int main()
{
        Complex c;
        int n;
        cin >> c >> n;
        cout << c << "," << n;
        return 0;
}
```

运行结果可以如下：

13.2+133i 87↙

13.2+133i, 87

重载“<<”用于将自定义的对象通过cout输出时，以下说法哪个是正确的?

A) 可以将"<<"重载为 ostream 类的成员函数，返回值类型是 ostream &

B) 可以将"<<"重载为全局函数，第一个参数以及返回值，类型都是 ostream

C) 可以将"<<"重载为全局函数，第一个参数以及返回值，类型都是 ostream &

D) 可以将"<<"重载为 ostream 类的成员函数，返回值类型是 ostream

重载“<<”用于将自定义的对象通过cout输出时，以下说法哪个是正确的?

A) 可以将"<<"重载为 ostream 类的成员函数，返回值类型是 ostream &

B) 可以将"<<"重载为全局函数，第一个参数以及返回值，类型都是 ostream

C) 可以将"<<"重载为全局函数，第一个参数以及返回值，类型都是 ostream &

D) 可以将"<<"重载为 ostream 类的成员函数，返回值类型是 ostream

答案：C

类型转换运算符和自增、自减运算符的重载

旧金山九曲花街

重载类型转换运算符(P220)

```
#include <iostream>
using namespace std;
class Complex
{
   double real,imag;
   public:
         Complex(double r=0,double i=0):real(r),imag(i) { };
         operator double () { return real; }
         //重载强制类型转换运算符 double
};
int main()
{
        Complex c(1.2,3.4);
        cout << (double)c << endl; //输出 1.2
        double n = 2 + c; //等价于 double n=2+c.operator double()
        cout << n;     //输出 3.2
}
```

自增，自减运算符的重载（P221)

- 自增运算符++、自减运算符--有前置/后置之分，为了区分所重载的是前置运算符还是后置运算符，C++规定：

● 前置运算符作为一元运算符重载

重载为成员函数：

```
T & operator++();
T & operator--();
```

重载为全局函数：

```
T1 & operator++(T2);
T1 & operator—(T2);
```

自增，自减运算符的重载

- 后置运算符作为二元运算符重载，多写一个没用的参数：

```
重载为成员函数：
T operator++(int);
T operator--(int);
重载为全局函数：
T1 operator++(T2,int );
T1 operator—( T2,int);
```

但是在没有后置运算符重载而有前置重载的情况下，

在vs中，obj++ 也调用前置重载，而dev则令 obj ++ 编译出错

```
int main()
{
        CDemo d(5);
        cout << (d++ ) << ",";   //等价于 d.operator++(0);
        cout << d << ",";
        cout << (++d) << ",";    //等价于 d.operator++();
        cout << d << endl;
        cout << (d-- ) << ",";   //等价于 operator--(d,0);
        cout << d << ",";
        cout << (--d) << ",";    //等价于 operator--(d);
        cout << d << endl;
        return 0;
}
```

输出结果:

5, 6, 7, 7

7, 6, 5, 5

如何编写 CDemo

```
class CDemo {
  private :
        int n;
  public:
        CDemo(int i=0):n(i) { }
        CDemo & operator++();        //用于前置形式
        CDemo operator++( int );     //用于后置形式
      operator int ( ) { return n; }
      friend CDemo & operator--(CDemo & );
      friend CDemo operator--(CDemo & ,int);
};
CDemo & CDemo::operator++()
{ //前置 ++
        n ++;
        return * this;
}  // ++s即为: s.operator++();
```

```
CDemo CDemo::operator++( int k )
{ //后置 ++
        CDemo tmp(*this); //记录修改前的对象
        n ++;
        return tmp; //返回修改前的对象
} // s++即为: s.operator++(0);
CDemo & operator--(CDemo & d)
{//前置--
         d.n--;
         return d;
} //--s即为: operator--(s);
CDemo operator--(CDemo & d,int)
{//后置--
        CDemo tmp(d);
        d.n --;
        return tmp;
} //s--即为: operator--(s, 0);
```

```
operator int ( ) { return n; }
```

✓这里，int 作为一个类型强制转换运算符被重载， 此后

```
Demo s;
(int) s ;          //等效于 s.int();
```

✓类型强制转换运算符被重载时不能写返回值类型，实际上其返回值类型就是该类型强制转换运算符代表的类型

如何区分自增运算符重载的前置形式和后置形式?

A) 重载时，前置形式的函数名是 ++ operator，后置形式的函数名是 operator ++

B) 后置形式比前置形式多一个 int 类型的参数

C) 无法区分，使用时不管前置形式还是后置形式，都调用相同的重载函数

D) 前置形式比后置形式多了一个int类型的参数

如何区分自增运算符重载的前置形式和后置形式?

A) 重载时，前置形式的函数名是 ++ operator，后置形式的函数名是 operator ++

B) 后置形式比前置形式多一个 int 类型的参数

C) 无法区分，使用时不管前置形式还是后置形式，都调用相同的重载函数

D) 前置形式比后置形式多了一个int类型的参数

答案：B

运算符重载的注意事项

1. C++不允许定义新的运算符 ；
2. 重载后运算符的含义应该符合日常习惯；
   - complex_a + complex_b
   - word_a > word_b
   - date_b = date_a + n
3. 运算符重载不改变运算符的优先级；
4. 以下运算符不能被重载：“.”、“.*”、“::”、“?:”、sizeof；
5. 重载运算符()、[]、->或者赋值运算符=时，运算符重载函数必须声明为类的成员函数。