

# C++提高编程

---

- 本阶段主要针对C++**泛型编程**和**STL**技术做详细讲解，探讨C++更深层的使用

## 1 模板

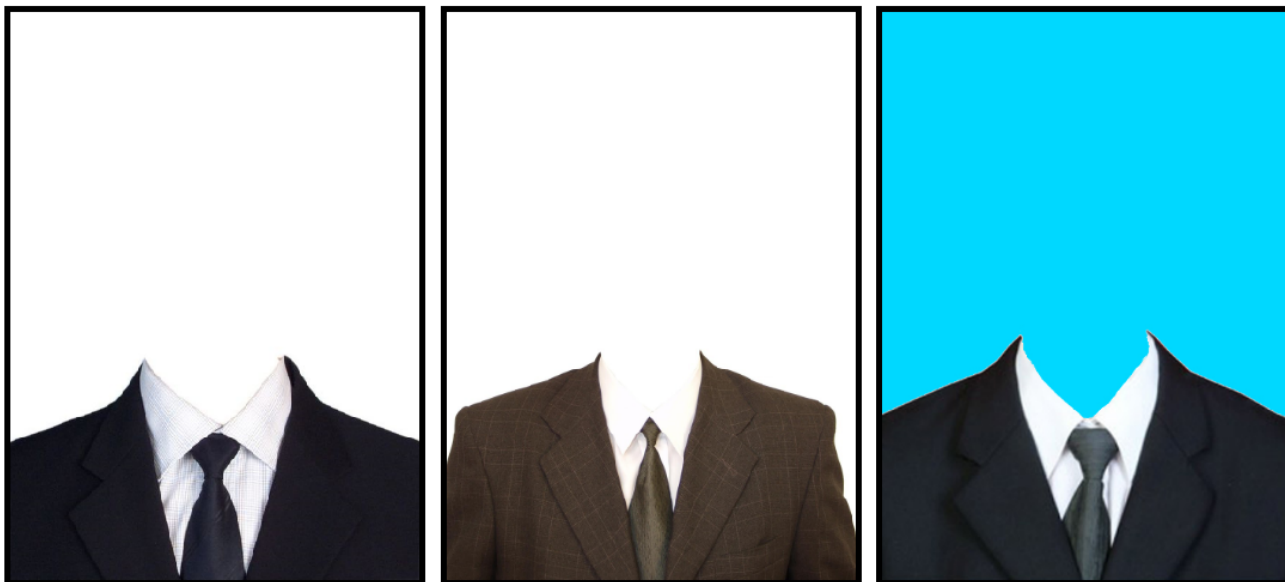
---

### 1.1 模板的概念

模板就是建立通用的模具，大大提高复用性

例如生活中的模板

一寸照片模板：



PPT模板：



模板的特点：

- 模板不可以直接使用，它只是一个框架
- 模板的通用并不是万能的

## 1.2 函数模板

- C++另一种编程思想称为 泛型编程，主要利用的技术就是模板
- C++提供两种模板机制:函数模板和类模板

### 1.2.1 函数模板语法

函数模板作用：

建立一个通用函数，其函数返回值类型和形参类型可以不具体制定，用一个**虚拟的类型**来代表。

语法：

```
1  template<typename T>
2  函数声明或定义
```

解释：

template --- 声明创建模板

typename --- 表面其后面的符号是一种数据类型，可以用class代替

T --- 通用的数据类型，名称可以替换，通常为大写字母

示例：

```
1
2  //交换整型函数
3  void swapInt(int& a, int& b) {
4      int temp = a;
5      a = b;
6      b = temp;
7  }
8
9  //交换浮点型函数
10 void swapDouble(double& a, double& b) {
11     double temp = a;
12     a = b;
13     b = temp;
14 }
```

```

15
16 //利用模板提供通用的交换函数
17 template<typename T>
18 void mySwap(T& a, T& b)
19 {
20     T temp = a;
21     a = b;
22     b = temp;
23 }
24
25 void test01()
26 {
27     int a = 10;
28     int b = 20;
29
30     //swapInt(a, b);
31
32     //利用模板实现交换
33     //1、自动类型推导
34     mySwap(a, b);
35
36     //2、显示指定类型
37     mySwap<int>(a, b);
38
39     cout << "a = " << a << endl;
40     cout << "b = " << b << endl;
41
42 }
43
44 int main() {
45
46     test01();
47
48     system("pause");
49
50     return 0;
51 }

```

总结:

- 函数模板利用关键字 template
- 使用函数模板有两种方式：自动类型推导、显示指定类型
- 模板的目的是为了提高复用性，将类型参数化

## 1.2.2 函数模板注意事项

注意事项:

- 自动类型推导，必须推导出一致的数据类型T,才可以使用
- 模板必须要确定出T的数据类型，才可以使用

示例：

```
1 //利用模板提供通用的交换函数
2 template<class T>
3 void mySwap(T& a, T& b)
4 {
5     T temp = a;
6     a = b;
7     b = temp;
8 }
9
10
11 // 1、自动类型推导，必须推导出一致的数据类型T,才可以使用
12 void test01()
13 {
14     int a = 10;
15     int b = 20;
16     char c = 'c';
17
18     mySwap(a, b); // 正确，可以推导出一致的T
19     //mySwap(a, c); // 错误，推导不出一致的T类型
20 }
21
22
23 // 2、模板必须要确定出T的数据类型，才可以使用
24 template<class T>
25 void func()
26 {
27     cout << "func 调用" << endl;
28 }
29
30 void test02()
31 {
32     //func(); //错误，模板不能独立使用，必须确定出T的类型
33     func<int>(); //利用显示指定类型的方式，给T一个类型，才可以使用该模板
34 }
35
36 int main() {
37
38     test01();
39     test02();
40
41     system("pause");
42
43     return 0;
44 }
```

总结：

- 使用模板时必须确定出通用数据类型T，并且能够推导出一致的类型

### 1.2.3 函数模板案例

案例描述：

- 利用函数模板封装一个排序的函数，可以对**不同数据类型数组**进行排序
- 排序规则从大到小，排序算法为**选择排序**
- 分别利用**char数组**和**int数组**进行测试

示例：

```
1  //交换的函数模板
2  template<typename T>
3  void mySwap(T &a, T&b)
4  {
5      T temp = a;
6      a = b;
7      b = temp;
8  }
9
10
11 template<class T> // 也可以替换成typename
12 //利用选择排序，进行对数组从大到小的排序
13 void mySort(T arr[], int len)
14 {
15     for (int i = 0; i < len; i++)
16     {
17         int max = i; //最大数的下标
18         for (int j = i + 1; j < len; j++)
19         {
20             if (arr[max] < arr[j])
21             {
22                 max = j;
23             }
24         }
25         if (max != i) //如果最大数的下标不是i，交换两者
26         {
27             mySwap(arr[max], arr[i]);
28         }
29     }
30 }
31 template<typename T>
32 void printArray(T arr[], int len) {
33
34     for (int i = 0; i < len; i++) {
35         cout << arr[i] << " ";
```

```

36     }
37     cout << endl;
38 }
39 void test01()
40 {
41     //测试char数组
42     char charArr[] = "bdcfeagh";
43     int num = sizeof(charArr) / sizeof(char);
44     mySort(charArr, num);
45     printArray(charArr, num);
46 }
47
48 void test02()
49 {
50     //测试int数组
51     int intArr[] = { 7, 5, 8, 1, 3, 9, 2, 4, 6 };
52     int num = sizeof(intArr) / sizeof(int);
53     mySort(intArr, num);
54     printArray(intArr, num);
55 }
56
57 int main() {
58
59     test01();
60     test02();
61
62     system("pause");
63
64     return 0;
65 }

```

总结：模板可以提高代码复用，需要熟练掌握

## 1.2.4 普通函数与函数模板的区别

**普通函数与函数模板区别：**

- 普通函数调用时可以发生自动类型转换（隐式类型转换）
- 函数模板调用时，如果利用自动类型推导，不会发生隐式类型转换
- 如果利用显示指定类型的方式，可以发生隐式类型转换

**示例：**

```

1 //普通函数
2 int myAdd01(int a, int b)
3 {
4     return a + b;
5 }
6
7 //函数模板
8 template<class T>
9 T myAdd02(T a, T b)
10 {
11     return a + b;
12 }
13
14 //使用函数模板时，如果用自动类型推导，不会发生自动类型转换,即隐式类型转换
15 void test01()
16 {
17     int a = 10;
18     int b = 20;
19     char c = 'c';
20
21     cout << myAdd01(a, c) << endl; //正确，将char类型的'c'隐式转换为int类型 'c' 对应 ASCII码
22                                     99
23
24     //myAdd02(a, c); // 报错，使用自动类型推导时，不会发生隐式类型转换
25
26     myAdd02<int>(a, c); //正确，如果用显示指定类型，可以发生隐式类型转换
27 }
28 int main() {
29
30     test01();
31
32     system("pause");
33
34     return 0;
35 }

```

总结：建议使用显示指定类型的方式，调用函数模板，因为可以自己确定通用类型T

## 1.2.5 普通函数与函数模板的调用规则

调用规则如下：



1. 如果函数模板和普通函数都可以实现, 优先调用普通函数
2. 可以通过空模板参数列表来强制调用函数模板
3. 函数模板也可以发生重载
4. 如果函数模板可以产生更好的匹配, 优先调用函数模板

示例:

```
1 //普通函数与函数模板调用规则
2 void myPrint(int a, int b)
3 {
4     cout << "调用的普通函数" << endl;
5 }
6
7 template<typename T>
8 void myPrint(T a, T b)
9 {
10     cout << "调用的模板" << endl;
11 }
12
13 template<typename T>
14 void myPrint(T a, T b, T c)
15 {
16     cout << "调用重载的模板" << endl;
17 }
18
19 void test01()
20 {
21     //1、如果函数模板和普通函数都可以实现, 优先调用普通函数
22     // 注意 如果告诉编译器 普通函数是有的, 但只是声明没有实现, 或者不在当前文件内实现, 就会报错找不到
23     int a = 10;
24     int b = 20;
25     myPrint(a, b); //调用普通函数
26
27     //2、可以通过空模板参数列表来强制调用函数模板
28     myPrint<>(a, b); //调用函数模板
29
30     //3、函数模板也可以发生重载
31     int c = 30;
32     myPrint(a, b, c); //调用重载的函数模板
33
34     //4、如果函数模板可以产生更好的匹配, 优先调用函数模板
35     char c1 = 'a';
36     char c2 = 'b';
37     myPrint(c1, c2); //调用函数模板
38 }
39
40 int main() {
41
42     test01();
43 }
```

```
44     system("pause");
45
46     return 0;
47 }
```

总结：既然提供了函数模板，最好就不要提供普通函数，否则容易出现二义性

## 1.2.6 模板的局限性

局限性：

- 模板的通用性并不是万能的

例如：

```
1     template<class T>
2     void f(T a, T b)
3     {
4         a = b;
5     }
```

在上述代码中提供的赋值操作，如果传入的a和b是一个数组，就无法实现了

再例如：

```
1     template<class T>
2     void f(T a, T b)
3     {
4         if(a > b) { ... }
5     }
```

在上述代码中，如果T的数据类型传入的是像Person这样的自定义数据类型，也无法正常运行

因此C++为了解决这种问题，提供模板的重载，可以为这些**特定的类型**提供**具体化的模板**

示例：

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

```

3
4 #include <string>
5
6 class Person
7 {
8 public:
9     Person(string name, int age)
10    {
11        this->m_Name = name;
12        this->m_Age = age;
13    }
14    string m_Name;
15    int m_Age;
16 };
17
18 //普通函数模板
19 template<class T>
20 bool myCompare(T& a, T& b)
21 {
22     if (a == b)
23     {
24         return true;
25     }
26     else
27     {
28         return false;
29     }
30 }
31
32
33 //具体化，显示具体化的原型和定意思以template<>开头，并通过名称来指出类型
34 //具体化优先于常规模板
35 template<> bool myCompare(Person &p1, Person &p2)
36 {
37     if ( p1.m_Name == p2.m_Name && p1.m_Age == p2.m_Age)
38     {
39         return true;
40     }
41     else
42     {
43         return false;
44     }
45 }
46
47 void test01()
48 {
49     int a = 10;
50     int b = 20;
51     //内置数据类型可以直接使用通用的函数模板
52     bool ret = myCompare(a, b);
53     if (ret)
54     {
55         cout << "a == b " << endl;

```

```

56     }
57     else
58     {
59         cout << "a != b " << endl;
60     }
61 }
62
63 void test02()
64 {
65     Person p1("Tom", 10);
66     Person p2("Tom", 10);
67     //自定义数据类型，不会调用普通的函数模板
68     //可以创建具体化的Person数据类型的模板，用于特殊处理这个类型
69     bool ret = myCompare(p1, p2);
70     if (ret)
71     {
72         cout << "p1 == p2 " << endl;
73     }
74     else
75     {
76         cout << "p1 != p2 " << endl;
77     }
78 }
79
80 int main() {
81
82     test01();
83
84     test02();
85
86     system("pause");
87
88     return 0;
89 }

```

总结：

- 利用具体化的模板，可以解决自定义类型的通用化
- 学习模板并不是为了写模板，而是在STL能够运用系统提供的模板

## 1.3 类模板

### 1.3.1 类模板语法

类模板作用：

- 建立一个通用类，类中的成员 数据类型可以不具体制定，用一个**虚拟的类型**来代表。

语法：

```
1 template<typename T>
2 类
```

### 解释:

template --- 声明创建模板

typename --- 表面其后面的符号是一种数据类型，可以用class代替

T --- 通用的数据类型，名称可以替换，通常为大写字母

### 示例:

```
1  #include <string>
2  //类模板
3  template<class NameType, class AgeType>
4  class Person
5  {
6  public:
7      Person(NameType name, AgeType age)
8      {
9          this->mName = name;
10         this->mAge = age;
11     }
12     void showPerson()
13     {
14         cout << "name: " << this->mName << " age: " << this->mAge << endl;
15     }
16 public:
17     NameType mName;
18     AgeType mAge;
19 };
20
21 void test01()
22 {
23     // 指定NameType 为string类型, AgeType 为 int类型
24     Person<string, int>P1("孙悟空", 999);
25     P1.showPerson();
26 }
27
28 int main() {
29     test01();
30
31     system("pause");
32
33     return 0;
34 }
35 }
```

总结：类模板和函数模板语法相似，在声明模板template后面加类，此类称为类模板

### 1.3.2 类模板与函数模板区别

类模板与函数模板区别主要有两点：

1. 类模板没有自动类型推导的使用方式
2. 类模板在模板参数列表中可以有默认参数

示例：

```
1  #include <string>
2  //类模板
3  template<class NameType, class AgeType = int>
4  class Person
5  {
6  public:
7      Person(NameType name, AgeType age)
8      {
9          this->mName = name;
10         this->mAge = age;
11     }
12     void showPerson()
13     {
14         cout << "name: " << this->mName << " age: " << this->mAge << endl;
15     }
16 public:
17     NameType mName;
18     AgeType mAge;
19 };
20
21 //1、类模板没有自动类型推导的使用方式
22 void test01()
23 {
24     // Person p("孙悟空", 1000); // 错误 类模板使用时候, 不可以用自动类型推导
25     Person <string, int> p("孙悟空", 1000); //必须使用显示指定类型的方式, 使用类模板
26     p.showPerson();
27 }
28
29 //2、类模板在模板参数列表中可以有默认参数
30 void test02()
31 {
32     Person <string> p("猪八戒", 999); //类模板中的模板参数列表 可以指定默认参数
```

```

33     p.showPerson();
34 }
35
36 int main() {
37
38     test01();
39
40     test02();
41
42     system("pause");
43
44     return 0;
45 }

```

总结:

- 类模板使用只能用显示指定类型方式
- 类模板中的模板参数列表可以有默认参数

### 1.3.3 类模板中成员函数创建时机

类模板中成员函数和普通类中成员函数创建时机是有区别的:

- 普通类中的成员函数一开始就可以创建
- 类模板中的成员函数在调用时才创建

示例:

```

1  class Person1
2  {
3  public:
4      void showPerson1()
5      {
6          cout << "Person1 show" << endl;
7      }
8  };
9
10 class Person2
11 {
12 public:
13     void showPerson2()
14     {
15         cout << "Person2 show" << endl;

```

```

16     }
17 };
18
19 template<class T>
20 class MyClass
21 {
22 public:
23     T obj;
24
25     //类模板中的成员函数，并不是一开始就创建的，而是在模板调用时再生成
26
27     void fun1() { obj.showPerson1(); }
28     void fun2() { obj.showPerson2(); }
29
30 };
31
32 void test01()
33 {
34     MyClass<Person1> m;
35
36     m.fun1();
37
38     //m.fun2();//编译会出错，说明函数调用才会去创建成员函数
39 }
40
41 int main() {
42
43     test01();
44
45     system("pause");
46
47     return 0;
48 }

```

总结：类模板中的成员函数并不是一开始就创建的，在调用时才去创建

### 1.3.4 类模板对象做函数参数

学习目标：

- 类模板实例化出的对象，向函数传参的方式

一共有三种传入方式：

1. 指定传入的类型 --- 直接显示对象的数据类型
2. 参数模板化 --- 将对象中的参数变为模板进行传递
3. 整个类模板化 --- 将这个对象类型 模板化进行传递



## 示例:

```
1  #include <string>
2  //类模板
3  template<class NameType, class AgeType = int>
4  class Person
5  {
6  public:
7      Person(NameType name, AgeType age)
8      {
9          this->mName = name;
10         this->mAge = age;
11     }
12     void showPerson()
13     {
14         cout << "name: " << this->mName << " age: " << this->mAge << endl;
15     }
16 public:
17     NameType mName;
18     AgeType mAge;
19 };
20
21 //1、指定传入的类型
22 void printPerson1(Person<string, int> &p)
23 {
24     p.showPerson();
25 }
26 void test01()
27 {
28     Person <string, int >p("孙悟空", 100);
29     printPerson1(p);
30 }
31
32 //2、参数模板化
33 template <class T1, class T2>
34 void printPerson2(Person<T1, T2>&p)
35 {
36     p.showPerson();
37     cout << "T1的类型为: " << typeid(T1).name() << endl;
38     cout << "T2的类型为: " << typeid(T2).name() << endl;
39 }
40 void test02()
41 {
42     Person <string, int >p("猪八戒", 90);
43     printPerson2(p);
44 }
45
46 //3、整个类模板化
47 template<class T>
48 void printPerson3(T & p)
49 {
```

```

50     cout << "T的类型为: " << typeid(T).name() << endl;
51     p.showPerson();
52
53 }
54 void test03()
55 {
56     Person <string, int >p("唐僧", 30);
57     printPerson3(p);
58 }
59
60 int main() {
61
62     test01();
63     test02();
64     test03();
65
66     system("pause");
67
68     return 0;
69 }

```

总结:

- 通过类模板创建的对象，可以有三种方式向函数中进行传参
- 使用比较广泛是第一种：指定传入的类型

### 1.3.5 类模板与继承

当类模板碰到继承时，需要注意以下几点：

- 当子类继承的父类是一个类模板时，子类在声明的时候，要指定出父类中T的类型
- 如果不指定，编译器无法给子类分配内存
- 如果想灵活指定出父类中T的类型，子类也需变为类模板

示例:

```

1  template<class T>
2  class Base
3  {
4      T m;
5  };
6
7  //class Son:public Base //错误, c++编译需要给子类分配内存, 必须知道父类中T的类型才可以向下继承
8  class Son :public Base<int> //必须指定一个类型
9  {

```

```

10 };
11 void test01()
12 {
13     Son c;
14 }
15
16 //类模板继承类模板 ,可以用T2指定父类中的T类型
17 template<class T1, class T2>
18 class Son2 :public Base<T2>
19 {
20 public:
21     Son2()
22     {
23         cout << typeid(T1).name() << endl;
24         cout << typeid(T2).name() << endl;
25     }
26 };
27
28 void test02()
29 {
30     Son2<int, char> child1;
31 }
32
33
34 int main() {
35
36     test01();
37
38     test02();
39
40     system("pause");
41
42     return 0;
43 }

```

总结：如果父类是类模板，子类需要指定出父类中T的数据类型

### 1.3.6 类模板成员函数类外实现

学习目标：能够掌握类模板中的成员函数类外实现

示例：

```

1  #include <string>
2
3  //类模板中成员函数类外实现
4  template<class T1, class T2>
5  class Person {
6  public:
7      //成员函数类内声明
8      Person(T1 name, T2 age);
9      void showPerson();
10
11  public:
12      T1 m_Name;
13      T2 m_Age;
14  };
15
16  //构造函数 类外实现
17  template<class T1, class T2>
18  Person<T1, T2>::Person(T1 name, T2 age) {
19      this->m_Name = name;
20      this->m_Age = age;
21  }
22
23  //成员函数 类外实现
24  template<class T1, class T2>
25  void Person<T1, T2>::showPerson() {
26      cout << "姓名: " << this->m_Name << " 年龄:" << this->m_Age << endl;
27  }
28
29  void test01()
30  {
31      Person<string, int> p("Tom", 20);
32      p.showPerson();
33  }
34
35  int main() {
36
37      test01();
38
39      system("pause");
40
41      return 0;
42  }

```

总结: 类模板中成员函数类外实现时, 需要加上模板参数列表

### 1.3.7 类模板分文件编写

学习目标:

- 掌握类模板成员函数分文件编写产生的问题以及解决方式

问题:

- 类模板中成员函数创建时机是在调用阶段, 导致分文件编写时链接不到

解决:

- 解决方式1: 直接包含.cpp源文件
- 解决方式2: 将声明和实现写到同一个文件中, 并更改后缀名为.hpp, .hpp是约定的名称, 并不是强制

示例:

person.hpp中代码:

```
1  #pragma once
2  #include <iostream>
3  using namespace std;
4  #include <string>
5
6  template<class T1, class T2>
7  class Person {
8  public:
9      Person(T1 name, T2 age);
10     void showPerson();
11 public:
12     T1 m_Name;
13     T2 m_Age;
14 };
15
16 //构造函数 类外实现
17 template<class T1, class T2>
18 Person<T1, T2>::Person(T1 name, T2 age) {
19     this->m_Name = name;
20     this->m_Age = age;
21 }
22
23 //成员函数 类外实现
24 template<class T1, class T2>
25 void Person<T1, T2>::showPerson() {
26     cout << "姓名: " << this->m_Name << " 年龄:" << this->m_Age << endl;
27 }
```

类模板分文件编写.cpp中代码

```
1  #include<iostream>
2  using namespace std;
3
```

```

4  // #include "person.h"
5  #include "person.cpp" // 解决方式1, 包含cpp源文件
6
7  // 解决方式2, 将声明和实现写到一起, 文件后缀名改为.hpp
8  #include "person.hpp"
9  void test01()
10 {
11     Person<string, int> p("Tom", 10);
12     p.showPerson();
13 }
14
15 int main() {
16
17     test01();
18
19     system("pause");
20
21     return 0;
22 }

```

总结：主流的解决方式是第二种，将类模板成员函数写到一起，并将后缀名改为.hpp

### 1.3.8 类模板与友元

学习目标：

- 掌握类模板配合友元函数的类内和类外实现

全局函数类内实现 - 直接在类内声明友元即可

全局函数类外实现 - 需要提前让编译器知道全局函数的存在

示例：

```

1  #include <string>
2
3  // 2、全局函数配合友元 类外实现 - 先做函数模板声明, 下方在做函数模板定义, 在做友元
4  template<class T1, class T2> class Person;
5
6  // 如果声明了函数模板, 可以将实现写到后面, 否则需要将实现体写到类的前面让编译器提前看到
7  // template<class T1, class T2> void printPerson2(Person<T1, T2> & p);
8
9  template<class T1, class T2>
10 void printPerson2(Person<T1, T2> & p)

```

```
11 {
12     cout << "类外实现 ---- 姓名: " << p.m_Name << " 年龄: " << p.m_Age << endl;
13 }
14
15 template<class T1, class T2>
16 class Person
17 {
18     //1、全局函数配合友元 类内实现
19     friend void printPerson(Person<T1, T2> & p)
20     {
21         cout << "姓名: " << p.m_Name << " 年龄: " << p.m_Age << endl;
22     }
23
24
25     //全局函数配合友元 类外实现
26     friend void printPerson2<>(Person<T1, T2> & p);
27
28 public:
29
30     Person(T1 name, T2 age)
31     {
32         this->m_Name = name;
33         this->m_Age = age;
34     }
35
36
37 private:
38     T1 m_Name;
39     T2 m_Age;
40
41 };
42
43 //1、全局函数在类内实现
44 void test01()
45 {
46     Person <string, int >p("Tom", 20);
47     printPerson(p);
48 }
49
50
51 //2、全局函数在类外实现
52 void test02()
53 {
54     Person <string, int >p("Jerry", 30);
55     printPerson2(p);
56 }
57
58 int main() {
59
60     //test01();
61
62     test02();
63 }
```

```
64     system("pause");
65
66     return 0;
67 }
```

总结：建议全局函数做类内实现，用法简单，而且编译器可以直接识别

### 1.3.9 类模板案例

案例描述: 实现一个通用的数组类，要求如下：

- 可以对内置数据类型以及自定义数据类型的数据进行存储
- 将数组中的数据存储到堆区
- 构造函数中可以传入数组的容量
- 提供对应的拷贝构造函数以及operator=防止浅拷贝问题
- 提供尾插法和尾删法对数组中的数据进行增加和删除
- 可以通过下标的方式访问数组中的元素
- 可以获取数组中当前元素个数和数组的容量

示例：

myArray.hpp中代码

```
1  #pragma once
2  #include <iostream>
3  using namespace std;
4
5  template<class T>
6  class MyArray
7  {
8  public:
9
10     //构造函数
11     MyArray(int capacity)
12     {
13         this->m_Capacity = capacity;
14         this->m_Size = 0;
15         pAddress = new T[this->m_Capacity];
16     }
17
18     //拷贝构造
```



```

19 MyArray(const MyArray & arr)
20 {
21     this->m_Capacity = arr.m_Capacity;
22     this->m_Size = arr.m_Size;
23     this->pAddress = new T[this->m_Capacity];
24     for (int i = 0; i < this->m_Size; i++)
25     {
26         //如果T为对象,而且还包含指针,必须需要重载 = 操作符,因为这个等号不是 构造 而是赋值,
27         // 普通类型可以直接= 但是指针类型需要深拷贝
28         this->pAddress[i] = arr.pAddress[i];
29     }
30 }
31
32 //重载= 操作符 防止浅拷贝问题
33 MyArray& operator=(const MyArray& myarray) {
34
35     if (this->pAddress != NULL) {
36         delete[] this->pAddress;
37         this->m_Capacity = 0;
38         this->m_Size = 0;
39     }
40
41     this->m_Capacity = myarray.m_Capacity;
42     this->m_Size = myarray.m_Size;
43     this->pAddress = new T[this->m_Capacity];
44     for (int i = 0; i < this->m_Size; i++) {
45         this->pAddress[i] = myarray[i];
46     }
47     return *this;
48 }
49
50 //重载[] 操作符 arr[0]
51 T& operator [](int index)
52 {
53     return this->pAddress[index]; //不考虑越界,用户自己去处理
54 }
55
56 //尾插法
57 void Push_back(const T & val)
58 {
59     if (this->m_Capacity == this->m_Size)
60     {
61         return;
62     }
63     this->pAddress[this->m_Size] = val;
64     this->m_Size++;
65 }
66
67 //尾删法
68 void Pop_back()
69 {
70     if (this->m_Size == 0)
71     {

```

```

72         return;
73     }
74     this->m_Size--;
75 }
76
77 //获取数组容量
78 int getCapacity()
79 {
80     return this->m_Capacity;
81 }
82
83 //获取数组大小
84 int getSize()
85 {
86     return this->m_Size;
87 }
88
89
90 //析构
91 ~MyArray()
92 {
93     if (this->pAddress != NULL)
94     {
95         delete[] this->pAddress;
96         this->pAddress = NULL;
97         this->m_Capacity = 0;
98         this->m_Size = 0;
99     }
100 }
101
102 private:
103     T * pAddress; //指向一个堆空间, 这个空间存储真正的数据
104     int m_Capacity; //容量
105     int m_Size;    // 大小
106 };

```

## 类模板案例—数组类封装.cpp中

```

1  #include "myArray.hpp"
2  #include <string>
3
4  void printIntArray(MyArray<int>& arr) {
5      for (int i = 0; i < arr.getSize(); i++) {
6          cout << arr[i] << " ";
7      }
8      cout << endl;
9  }
10
11 //测试内置数据类型
12 void test01()
13 {

```

```

14     MyArray<int> array1(10);
15     for (int i = 0; i < 10; i++)
16     {
17         array1.Push_back(i);
18     }
19     cout << "array1打印输出: " << endl;
20     printIntArray(array1);
21     cout << "array1的大小: " << array1.getSize() << endl;
22     cout << "array1的容量: " << array1.getCapacity() << endl;
23
24     cout << "-----" << endl;
25
26     MyArray<int> array2(array1);
27     array2.Pop_back();
28     cout << "array2打印输出: " << endl;
29     printIntArray(array2);
30     cout << "array2的大小: " << array2.getSize() << endl;
31     cout << "array2的容量: " << array2.getCapacity() << endl;
32 }
33
34 //测试自定义数据类型
35 class Person {
36 public:
37     Person() {}
38     Person(string name, int age) {
39         this->m_Name = name;
40         this->m_Age = age;
41     }
42 public:
43     string m_Name;
44     int m_Age;
45 };
46
47 void printPersonArray(MyArray<Person>& personArr)
48 {
49     for (int i = 0; i < personArr.getSize(); i++) {
50         cout << "姓名: " << personArr[i].m_Name << " 年龄: " << personArr[i].m_Age << endl;
51     }
52 }
53
54
55 void test02()
56 {
57     //创建数组
58     MyArray<Person> pArray(10);
59     Person p1("孙悟空", 30);
60     Person p2("韩信", 20);
61     Person p3("妲己", 18);
62     Person p4("王昭君", 15);
63     Person p5("赵云", 24);
64
65     //插入数据
66     pArray.Push_back(p1);

```

```

67     pArray.Push_back(p2);
68     pArray.Push_back(p3);
69     pArray.Push_back(p4);
70     pArray.Push_back(p5);
71
72     printPersonArray(pArray);
73
74     cout << "pArray的大小: " << pArray.getSize() << endl;
75     cout << "pArray的容量: " << pArray.getCapacity() << endl;
76
77 }
78
79 int main() {
80
81     //test01();
82
83     test02();
84
85     system("pause");
86
87     return 0;
88 }

```

总结:

能够利用所学知识点实现通用的数组

## 2 STL初识

### 2.1 STL的诞生

- 长久以来，软件界一直希望建立一种可重复利用的东西
- C++的**面向对象**和**泛型编程**思想，目的就是**复用性的提升**
- 大多情况下，数据结构和算法都未能有一套标准,导致被迫从事大量重复工作
- 为了建立**数据结构和算法的一套标准**,诞生了**STL**

### 2.2 STL基本概念

- STL(Standard Template Library,**标准模板库**)
- STL从广义上分为: **容器(container)** **算法(algorithm)** **迭代器(iterator)**
- **容器和算法之间通过迭代器进行无缝连接。**
- STL几乎所有的代码都采用了模板类或者模板函数

## 2.3 STL六大组件

STL大体分为六大组件，分别是：**容器、算法、迭代器、仿函数、适配器（配接器）、空间配置器**

1. 容器：各种数据结构，如vector、list、deque、set、map等,用来存放数据。
2. 算法：各种常用的算法，如sort、find、copy、for\_each等
3. 迭代器：扮演了容器与算法之间的胶合剂。
4. 仿函数：行为类似函数，可作为算法的某种策略。
5. 适配器：一种用来修饰容器或者仿函数或迭代器接口的东西。
6. 空间配置器：负责空间的配置与管理。

## 2.4 STL中容器、算法、迭代器

**容器**：置物之所也

**STL容器**就是将运用**最广泛的一些数据结构**实现出来

常用的数据结构：数组, 链表, 树, 栈, 队列, 集合, 映射表 等

这些容器分为**序列式容器**和**关联式容器**两种：

**序列式容器**:强调值的排序，序列式容器中的每个元素均有固定的位置。**关联式容器**:二叉树结构，各元素之间没有严格的物理上的顺序关系

**算法**：问题之解法也

有限的步骤，解决逻辑或数学上的问题，这一门学科我们叫做算法(Algorithms)

算法分为:**质变算法**和**非质变算法**。

质变算法：是指运算过程中会更改区间内的元素的内容。例如拷贝，替换，删除等等

非质变算法：是指运算过程中不会更改区间内的元素内容，例如查找、计数、遍历、寻找极值等等

**迭代器**：容器和算法之间粘合剂

提供一种方法，使之能够依序寻访某个容器所含的各个元素，而又无需暴露该容器的内部表示方式。

每个容器都有自己专属的迭代器

迭代器使用非常类似于指针，初学阶段我们可以先理解迭代器为指针

迭代器种类：

种类	功能	支持运算
输入迭代器	对数据的只读访问	只读，支持++、==、!=
输出迭代器	对数据的只写访问	只写，支持++
前向迭代器	读写操作，并能向前推进迭代器	读写，支持++、==、!=
双向迭代器	读写操作，并能向前和向后操作	读写，支持++、--，
随机访问迭代器	读写操作，可以以跳跃的方式访问任意数据，功能最强的迭代器	读写，支持++、--、[n]、-n、<、<=、>、>=

常用的容器中迭代器种类为双向迭代器，和随机访问迭代器

## 2.5 容器算法迭代器初识

了解STL中容器、算法、迭代器概念之后，我们利用代码感受STL的魅力

STL中最常用的容器为Vector，可以理解为数组，下面我们将学习如何向这个容器中插入数据、并遍历这个容器

### 2.5.1 vector存放内置数据类型

容器: `vector`

算法: `for_each`

迭代器: `vector<int>::iterator`

示例:

```
1  #include <vector>
2  #include <algorithm>
3
4  void MyPrint(int val)
5  {
6      cout << val << endl;
7  }
8
9  void test01() {
10
```

```

11 //创建vector容器对象，并且通过模板参数指定容器中存放的数据的类型
12 vector<int> v;
13 //向容器中放数据
14 v.push_back(10);
15 v.push_back(20);
16 v.push_back(30);
17 v.push_back(40);
18
19 //每一个容器都有自己的迭代器，迭代器是用来遍历容器中的元素
20 //v.begin()返回迭代器，这个迭代器指向容器中第一个数据
21 //v.end()返回迭代器，这个迭代器指向容器元素的最后一个元素的下一个位置
22 //vector<int>::iterator 拿到vector<int>这种容器的迭代器类型
23
24 vector<int>::iterator pBegin = v.begin();
25 vector<int>::iterator pEnd = v.end();
26
27 //第一种遍历方式:
28 while (pBegin != pEnd) {
29     cout << *pBegin << endl;
30     pBegin++;
31 }
32
33
34 //第二种遍历方式:
35 for (vector<int>::iterator it = v.begin(); it != v.end(); it++) {
36     cout << *it << endl;
37 }
38 cout << endl;
39
40 //第三种遍历方式:
41 //使用STL提供标准遍历算法 头文件 algorithm
42 for_each(v.begin(), v.end(), MyPrint);
43 }
44
45 int main() {
46
47     test01();
48
49     system("pause");
50
51     return 0;
52 }

```

## 2.5.2 Vector存放自定义数据类型

学习目标: vector中存放自定义数据类型，并打印输出

示例:

```
1  #include <vector>
2  #include <string>
3
4  //自定义数据类型
5  class Person {
6  public:
7      Person(string name, int age) {
8          mName = name;
9          mAge = age;
10     }
11 public:
12     string mName;
13     int mAge;
14 };
15 //存放对象
16 void test01() {
17
18     vector<Person> v;
19
20     //创建数据
21     Person p1("aaa", 10);
22     Person p2("bbb", 20);
23     Person p3("ccc", 30);
24     Person p4("ddd", 40);
25     Person p5("eee", 50);
26
27     v.push_back(p1);
28     v.push_back(p2);
29     v.push_back(p3);
30     v.push_back(p4);
31     v.push_back(p5);
32
33     for (vector<Person>::iterator it = v.begin(); it != v.end(); it++) {
34         cout << "Name:" << (*it).mName << " Age:" << (*it).mAge << endl;
35     }
36 }
37
38
39
40 //放对象指针
41 void test02() {
42
43     vector<Person*> v;
44
45     //创建数据
46     Person p1("aaa", 10);
47     Person p2("bbb", 20);
48     Person p3("ccc", 30);
49     Person p4("ddd", 40);
50     Person p5("eee", 50);
51
52     v.push_back(&p1);
53     v.push_back(&p2);
```



```

54     v.push_back(&p3);
55     v.push_back(&p4);
56     v.push_back(&p5);
57
58     for (vector<Person*>::iterator it = v.begin(); it != v.end(); it++) {
59         Person * p = (*it);
60         cout << "Name:" << p->mName << " Age:" << (*it)->mAge << endl;
61     }
62 }
63
64
65 int main() {
66
67     test01();
68
69     test02();
70
71     system("pause");
72
73     return 0;
74 }

```

### 2.5.3 Vector容器嵌套容器

学习目标：容器中嵌套容器，我们将所有数据进行遍历输出

示例：

```

1  #include <vector>
2
3  //容器嵌套容器
4  void test01() {
5
6      vector< vector<int> > v;
7
8      vector<int> v1;
9      vector<int> v2;
10     vector<int> v3;
11     vector<int> v4;
12
13     for (int i = 0; i < 4; i++) {
14         v1.push_back(i + 1);
15         v2.push_back(i + 2);
16         v3.push_back(i + 3);
17         v4.push_back(i + 4);
18     }
19
20     //将容器元素插入到vector v中

```

```

21     v.push_back(v1);
22     v.push_back(v2);
23     v.push_back(v3);
24     v.push_back(v4);
25
26
27     for (vector<vector<int>>::iterator it = v.begin(); it != v.end(); it++) {
28
29         for (vector<int>::iterator vit = (*it).begin(); vit != (*it).end(); vit++) {
30             cout << *vit << " ";
31         }
32         cout << endl;
33     }
34
35 }
36
37 int main() {
38
39     test01();
40
41     system("pause");
42
43     return 0;
44 }

```

## 3 STL- 常用容器

### 3.1 string容器

#### 3.1.1 string基本概念

**本质:**

- string是C++风格的字符串，而string本质上是一个类

**string和char \* 区别:**

- char \* 是一个指针
- string是一个类，类内部封装了char\*，管理这个字符串，是一个char\*型的容器。

**特点:**

string 类内部封装了很多成员方法

例如：查找find，拷贝copy，删除delete 替换replace，插入insert

string管理char\*所分配的内存，不用担心复制越界和取值越界等，由类内部进行负责

### 3.1.2 string构造函数

构造函数原型：

- `string();` //创建一个空的字符串 例如: `string str;`
- `string(const char* s);` //使用字符串s初始化
- `string(const string& str);` //使用一个string对象初始化另一个string对象
- `string(int n, char c);` //使用n个字符c初始化

示例：

```
1  #include <string>
2  //string构造
3  void test01()
4  {
5      string s1; //创建空字符串, 调用无参构造函数
6      cout << "str1 = " << s1 << endl;
7
8      const char* str = "hello world";
9      string s2(str); //把c_string转换成了string
10
11     cout << "str2 = " << s2 << endl;
12
13     string s3(s2); //调用拷贝构造函数
14     cout << "str3 = " << s3 << endl;
15
16     string s4(10, 'a');
17     cout << "str3 = " << s3 << endl;
18 }
19
20 int main() {
21
22     test01();
23
24     system("pause");
25
26     return 0;
27 }
```

总结：string的多种构造方式没有可比性，灵活使用即可

### 3.1.3 string赋值操作

功能描述：

- 给string字符串进行赋值

赋值的函数原型:

- `string& operator=(const char* s);` //char\*类型字符串 赋值给当前的字符串
- `string& operator=(const string &s);` //把字符串s赋给当前的字符串
- `string& operator=(char c);` //字符赋值给当前的字符串
- `string& assign(const char *s);` //把字符串s赋给当前的字符串
- `string& assign(const char *s, int n);` //把字符串s的前n个字符赋给当前的字符串
- `string& assign(const string &s);` //把字符串s赋给当前字符串
- `string& assign(int n, char c);` //用n个字符c赋给当前字符串

示例:

```
1  //赋值
2  void test01()
3  {
4      string str1;
5      str1 = "hello world";
6      cout << "str1 = " << str1 << endl;
7
8      string str2;
9      str2 = str1;
10     cout << "str2 = " << str2 << endl;
11
12     string str3;
13     str3 = 'a';
14     cout << "str3 = " << str3 << endl;
15
16     string str4;
17     str4.assign("hello c++");
18     cout << "str4 = " << str4 << endl;
19
20     string str5;
21     str5.assign("hello c++",5);
22     cout << "str5 = " << str5 << endl;
23
24
25     string str6;
26     str6.assign(str5);
27     cout << "str6 = " << str6 << endl;
28
29     string str7;
30     str7.assign(5, 'x');
31     cout << "str7 = " << str7 << endl;
32 }
33
34 int main() {
35
36     test01();
37
38     system("pause");
39 }
```

```
40     return 0;
41 }
```

总结:

string的赋值方式很多, `operator=` 这种方式是比较实用的

### 3.1.4 string字符串拼接

功能描述:

- 实现在字符串末尾拼接字符串

函数原型:

- `string& operator+=(const char* str);` //重载+=操作符
- `string& operator+=(const char c);` //重载+=操作符
- `string& operator+=(const string& str);` //重载+=操作符
- `string& append(const char *s);` //把字符串s连接到当前字符串结尾
- `string& append(const char *s, int n);` //把字符串s的前n个字符连接到当前字符串结尾
- `string& append(const string &s);` //同operator+=(const string& str)
- `string& append(const string &s, int pos, int n);` //字符串s中从pos开始的n个字符连接到字符串结尾

示例:

```
1 //字符串拼接
2 void test01()
3 {
4     string str1 = "我";
5
6     str1 += "爱玩游戏";
7
8     cout << "str1 = " << str1 << endl;
9
10    str1 += ':';
11
12    cout << "str1 = " << str1 << endl;
13
14    string str2 = "LOL DNF";
15
16    str1 += str2;
17
18    cout << "str1 = " << str1 << endl;
19
20    string str3 = "I";
```

```

21     str3.append(" love ");
22     str3.append("game abcde", 4);
23     //str3.append(str2);
24     str3.append(str2, 4, 3); // 从下标4位置开始 , 截取3个字符, 拼接到字符串末尾
25     cout << "str3 = " << str3 << endl;
26 }
27 int main() {
28
29     test01();
30
31     system("pause");
32
33     return 0;
34 }

```

总结：字符串拼接的重载版本很多，初学阶段记住几种即可

### 3.1.5 string查找和替换

#### 功能描述：

- 查找：查找指定字符串是否存在
- 替换：在指定的位置替换字符串

#### 函数原型：

- |  |                         |
|--|-------------------------|
| • <code>int find(const string&amp; str, int pos = 0) const;</code>         | //查找str第一次出现位置,从pos开始查找 |
| • <code>int find(const char* s, int pos = 0) const;</code>                 | //查找s第一次出现位置,从pos开始查找   |
| • <code>int find(const char* s, int pos, int n) const;</code>              | //从pos位置查找s的前n个字符第一次位置  |
| • <code>int find(const char c, int pos = 0) const;</code>                  | //查找字符c第一次出现位置          |
| • <code>int rfind(const string&amp; str, int pos = npos) const;</code>     | //查找str最后一次位置,从pos开始查找  |
| • <code>int rfind(const char* s, int pos = npos) const;</code>             | //查找s最后一次出现位置,从pos开始查找  |
| • <code>int rfind(const char* s, int pos, int n) const;</code>             | //从pos查找s的前n个字符最后一次位置   |
| • <code>int rfind(const char c, int pos = 0) const;</code>                 | //查找字符c最后一次出现位置         |
| • <code>string&amp; replace(int pos, int n, const string&amp; str);</code> | //替换从pos开始n个字符为字符串str   |
| • <code>string&amp; replace(int pos, int n, const char* s);</code>         | //替换从pos开始的n个字符为字符串s    |

#### 示例：

```

1 //查找和替换
2 void test01()
3 {
4     //查找
5     string str1 = "abcdefgde";
6
7     int pos = str1.find("de");

```

```

8
9     if (pos == -1)
10    {
11        cout << "未找到" << endl;
12    }
13    else
14    {
15        cout << "pos = " << pos << endl;
16    }
17
18
19    pos = str1.rfind("de");
20
21    cout << "pos = " << pos << endl;
22
23 }
24
25 void test02()
26 {
27     //替换
28     string str1 = "abcdefgde";
29     str1.replace(1, 3, "111");
30
31     cout << "str1 = " << str1 << endl;
32 }
33
34 int main() {
35
36     //test01();
37     //test02();
38
39     system("pause");
40
41     return 0;
42 }

```

总结:

- find查找是从左往后, rfind从右往左
- find找到字符串后返回查找的第一个字符位置, 找不到返回-1
- replace在替换时, 要指定从哪个位置起, 多少个字符, 替换成什么样的字符串

### 3.1.6 string字符串比较

#### 功能描述:

- 字符串之间的比较

#### 比较方式:

- 字符串比较是按字符的ASCII码进行对比

= 返回 0

> 返回 1

< 返回 -1

#### 函数原型:

- `int compare(const string &s) const;` //与字符串s比较
- `int compare(const char *s) const;` //与字符串s比较

#### 示例:

```
1  //字符串比较
2  void test01()
3  {
4
5      string s1 = "hello";
6      string s2 = "aello";
7
8      int ret = s1.compare(s2);
9
10     if (ret == 0) {
11         cout << "s1 等于 s2" << endl;
12     }
13     else if (ret > 0)
14     {
15         cout << "s1 大于 s2" << endl;
16     }
17     else
18     {
19         cout << "s1 小于 s2" << endl;
20     }
21 }
22
23
24 int main() {
25
26     test01();
27
28     system("pause");
29 }
```



```
30     return 0;
31 }
```

总结：字符串对比主要是用于比较两个字符串是否相等，判断谁大谁小的意义并不是很大

### 3.1.7 string字符存取

string中单个字符存取方式有两种

- `char& operator[](int n);` //通过[]方式取字符
- `char& at(int n);` //通过at方法获取字符

示例：

```
1  void test01()
2  {
3      string str = "hello world";
4
5      for (int i = 0; i < str.size(); i++)
6      {
7          cout << str[i] << " ";
8      }
9      cout << endl;
10
11     for (int i = 0; i < str.size(); i++)
12     {
13         cout << str.at(i) << " ";
14     }
15     cout << endl;
16
17     //字符修改
18     str[0] = 'x';
19     str.at(1) = 'x';
20     cout << str << endl;
21
22
23 }
24
25 int main() {
26
27     test01();
28
29     system("pause");
30
31     return 0;
```

总结：string字符串中单个字符存取有两种方式，利用[]或at

### 3.1.8 string插入和删除

功能描述：

- 对string字符串进行插入和删除字符操作

函数原型：

- `string& insert(int pos, const char* s);` //插入字符串
- `string& insert(int pos, const string& str);` //插入字符串
- `string& insert(int pos, int n, char c);` //在指定位置插入n个字符c
- `string& erase(int pos, int n = npos);` //删除从Pos开始的n个字符

示例：

```
1 //字符串插入和删除
2 void test01()
3 {
4     string str = "hello";
5     str.insert(1, "111");
6     cout << str << endl;
7
8     str.erase(1, 3); //从1号位置开始3个字符
9     cout << str << endl;
10 }
11
12 int main() {
13
14     test01();
15
16     system("pause");
17
18     return 0;
19 }
```

总结：插入和删除的起始下标都是从0开始

### 3.1.9 string子串

#### 功能描述:

- 从字符串中获取想要的子串

#### 函数原型:

- `string substr(int pos = 0, int n = npos) const;` //返回由pos开始的n个字符组成的字符串

#### 示例:

```
1  //子串
2  void test01()
3  {
4
5      string str = "abcdefg";
6      string subStr = str.substr(1, 3);
7      cout << "subStr = " << subStr << endl;
8
9      string email = "hello@sina.com";
10     int pos = email.find("@");
11     string username = email.substr(0, pos);
12     cout << "username: " << username << endl;
13
14 }
15
16 int main() {
17
18     test01();
19
20     system("pause");
21
22     return 0;
23 }
```

**总结:** 灵活的运用求子串功能，可以在实际开发中获取有效的信息

## 3.2 vector容器

### 3.2.1 vector基本概念

功能:

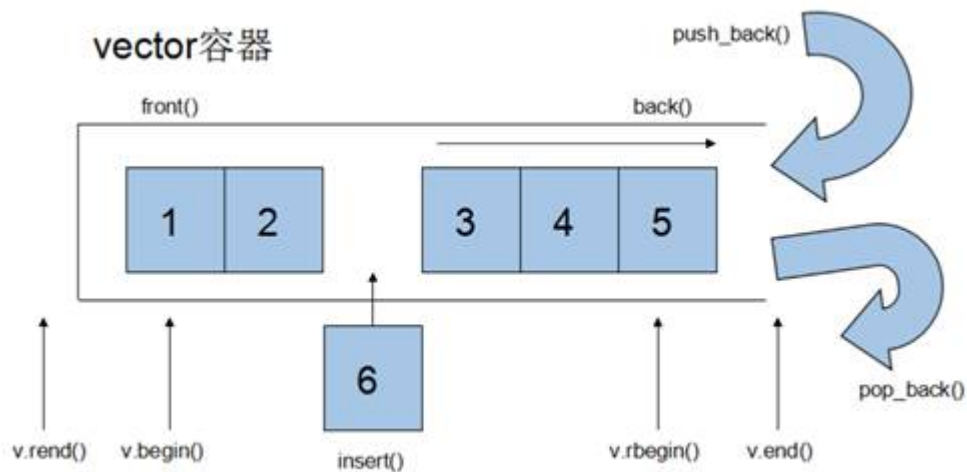
- vector数据结构和数组非常相似，也称为单端数组

vector与普通数组区别:

- 不同之处在于数组是静态空间，而vector可以动态扩展

动态扩展:

- 并不是在原空间之后续接新空间，而是找更大的内存空间，然后将原数据拷贝新空间，释放原空间



- vector容器的迭代器是支持随机访问的迭代器

### 3.2.2 vector构造函数

功能描述:

- 创建vector容器

函数原型:

- `vector<T> v;` //采用模板实现类实现，默认构造函数
- `vector(v.begin(), v.end());` //将v[begin(), end())区间中的元素拷贝给本身。
- `vector(n, elem);` //构造函数将n个elem拷贝给本身。
- `vector(const vector &vec);` //拷贝构造函数。

示例:

```
1 #include <vector>
2
3 void printVector(vector<int>& v) {
```

```

4
5     for (vector<int>::iterator it = v.begin(); it != v.end(); it++) {
6         cout << *it << " ";
7     }
8     cout << endl;
9 }
10
11 void test01()
12 {
13     vector<int> v1; //无参构造
14     for (int i = 0; i < 10; i++)
15     {
16         v1.push_back(i);
17     }
18     printVector(v1);
19
20     vector<int> v2(v1.begin(), v1.end());
21     printVector(v2);
22
23     vector<int> v3(10, 100);
24     printVector(v3);
25
26     vector<int> v4(v3);
27     printVector(v4);
28 }
29
30 int main() {
31
32     test01();
33
34     system("pause");
35
36     return 0;
37 }

```

**总结：**vector的多种构造方式没有可比性，灵活使用即可

### 3.2.3 vector赋值操作

**功能描述：**

- 给vector容器进行赋值

**函数原型：**

- `vector& operator=(const vector &vec);` //重载等号操作符

- `assign(beg, end);`     //将[beg, end)区间中的数据拷贝赋值给本身。
- `assign(n, elem);`     //将n个elem拷贝赋值给本身。

示例:

```
1  #include <vector>
2
3  void printVector(vector<int>& v) {
4
5      for (vector<int>::iterator it = v.begin(); it != v.end(); it++) {
6          cout << *it << " ";
7      }
8      cout << endl;
9  }
10
11 //赋值操作
12 void test01()
13 {
14     vector<int> v1; //无参构造
15     for (int i = 0; i < 10; i++)
16     {
17         v1.push_back(i);
18     }
19     printVector(v1);
20
21     vector<int> v2;
22     v2 = v1;
23     printVector(v2);
24
25     vector<int> v3;
26     v3.assign(v1.begin(), v1.end());
27     printVector(v3);
28
29     vector<int> v4;
30     v4.assign(10, 100);
31     printVector(v4);
32 }
33
34 int main() {
35
36     test01();
37
38     system("pause");
39
40     return 0;
41 }
42
```

总结: vector赋值方式比较简单, 使用operator=, 或者assign都可以

### 3.2.4 vector容量和大小

#### 功能描述:

- 对vector容器的容量和大小操作

#### 函数原型:

- `empty();` //判断容器是否为空
- `capacity();` //容器的容量
- `size();` //返回容器中元素的个数
- `resize(int num);` //重新指定容器的长度为num，若容器变长，则以默认值填充新位置。  
//如果容器变短，则末尾超出容器长度的元素被删除。
- `resize(int num, elem);` //重新指定容器的长度为num，若容器变长，则以elem值填充新位置。  
//如果容器变短，则末尾超出容器长度的元素被删除

#### 示例:

```
1  #include <vector>
2
3  void printVector(vector<int>& v) {
4
5      for (vector<int>::iterator it = v.begin(); it != v.end(); it++) {
6          cout << *it << " ";
7      }
8      cout << endl;
9  }
10
11 void test01()
12 {
13     vector<int> v1;
14     for (int i = 0; i < 10; i++)
15     {
16         v1.push_back(i);
17     }
18     printVector(v1);
19     if (v1.empty())
20     {
21         cout << "v1为空" << endl;
22     }
23     else
24     {
25         cout << "v1不为空" << endl;
26         cout << "v1的容量 = " << v1.capacity() << endl;
27         cout << "v1的大小 = " << v1.size() << endl;
28     }
```

```

29
30 //resize 重新指定大小 , 若指定的更大, 默认用0填充新位置, 可以利用重载版本替换默认填充
31 v1.resize(15,10);
32 printVector(v1);
33
34 //resize 重新指定大小 , 若指定的更小, 超出部分元素被删除
35 v1.resize(5);
36 printVector(v1);
37 }
38
39 int main() {
40
41     test01();
42
43     system("pause");
44
45     return 0;
46 }
47

```

总结:

- 判断是否为空 --- empty
- 返回元素个数 --- size
- 返回容器容量 --- capacity
- 重新指定大小 --- resize

### 3.2.5 vector插入和删除

功能描述:

- 对vector容器进行插入、删除操作

函数原型:

- `push_back(ele);` //尾部插入元素ele
- `pop_back();` //删除最后一个元素
- `insert(const_iterator pos, ele);` //迭代器指向位置pos插入元素ele
- `insert(const_iterator pos, int count, ele);` //迭代器指向位置pos插入count个元素ele
- `erase(const_iterator pos);` //删除迭代器指向的元素
- `erase(const_iterator start, const_iterator end);` //删除迭代器从start到end之间的元素
- `clear();` //删除容器中所有元素

示例:



```

1
2 #include <vector>
3
4 void printVector(vector<int>& v) {
5
6     for (vector<int>::iterator it = v.begin(); it != v.end(); it++) {
7         cout << *it << " ";
8     }
9     cout << endl;
10 }
11
12 //插入和删除
13 void test01()
14 {
15     vector<int> v1;
16     //尾插
17     v1.push_back(10);
18     v1.push_back(20);
19     v1.push_back(30);
20     v1.push_back(40);
21     v1.push_back(50);
22     printVector(v1);
23     //尾删
24     v1.pop_back();
25     printVector(v1);
26     //插入
27     v1.insert(v1.begin(), 100);
28     printVector(v1);
29
30     v1.insert(v1.begin(), 2, 1000);
31     printVector(v1);
32
33     //删除
34     v1.erase(v1.begin());
35     printVector(v1);
36
37     //清空
38     v1.erase(v1.begin(), v1.end());
39     v1.clear();
40     printVector(v1);
41 }
42
43 int main() {
44
45     test01();
46
47     system("pause");
48
49     return 0;
50 }

```

总结:

- 尾插 --- push\_back
- 尾删 --- pop\_back
- 插入 --- insert (位置迭代器)
- 删除 --- erase (位置迭代器)
- 清空 --- clear

### 3.2.6 vector数据存取

#### 功能描述:

- 对vector中的数据的存取操作

#### 函数原型:

- `at(int idx);` //返回索引idx所指的数据
- `operator[];` //返回索引idx所指的数据
- `front();` //返回容器中第一个数据元素
- `back();` //返回容器中最后一个数据元素

#### 示例:

```
1  #include <vector>
2
3  void test01()
4  {
5      vector<int>v1;
6      for (int i = 0; i < 10; i++)
7      {
8          v1.push_back(i);
9      }
10
11     for (int i = 0; i < v1.size(); i++)
12     {
13         cout << v1[i] << " ";
14     }
15     cout << endl;
16
17     for (int i = 0; i < v1.size(); i++)
18     {
19         cout << v1.at(i) << " ";
20     }
21     cout << endl;
```

```

22
23     cout << "v1的第一个元素为: " << v1.front() << endl;
24     cout << "v1的最后一个元素为: " << v1.back() << endl;
25 }
26
27 int main() {
28
29     test01();
30
31     system("pause");
32
33     return 0;
34 }

```

总结:

- 除了用迭代器获取vector容器中元素, [ ]和at也可以
- front返回容器第一个元素
- back返回容器最后一个元素

### 3.2.7 vector互换容器

功能描述:

- 实现两个容器内元素进行互换

函数原型:

- `swap(vec);` // 将vec与本身的元素互换

示例:

```

1  #include <vector>
2
3  void printVector(vector<int>& v) {
4
5      for (vector<int>::iterator it = v.begin(); it != v.end(); it++) {
6          cout << *it << " ";
7      }
8      cout << endl;
9  }
10
11 void test01()
12 {
13
14     vector<int>v1;

```

```

14     for (int i = 0; i < 10; i++)
15     {
16         v1.push_back(i);
17     }
18     printVector(v1);
19
20     vector<int>v2;
21     for (int i = 10; i > 0; i--)
22     {
23         v2.push_back(i);
24     }
25     printVector(v2);
26
27     //互换容器
28     cout << "互换后" << endl;
29     v1.swap(v2);
30     printVector(v1);
31     printVector(v2);
32 }
33
34 void test02()
35 {
36     vector<int> v;
37     for (int i = 0; i < 100000; i++) {
38         v.push_back(i);
39     }
40
41     cout << "v的容量为: " << v.capacity() << endl;
42     cout << "v的大小为: " << v.size() << endl;
43
44     v.resize(3);
45
46     cout << "v的容量为: " << v.capacity() << endl;
47     cout << "v的大小为: " << v.size() << endl;
48
49     //收缩内存
50     vector<int>(v).swap(v); //匿名对象
51
52     cout << "v的容量为: " << v.capacity() << endl;
53     cout << "v的大小为: " << v.size() << endl;
54 }
55
56 int main() {
57
58     test01();
59
60     test02();
61
62     system("pause");
63
64     return 0;
65 }
66

```

总结：swap可以使两个容器互换，可以达到实用的收缩内存效果

### 3.2.8 vector预留空间

功能描述：

- 减少vector在动态扩展容量时的扩展次数

函数原型：

- `reserve(int len);` //容器预留len个元素长度，预留位置不初始化，元素不可访问。

示例：

```
1  #include <vector>
2
3  void test01()
4  {
5      vector<int> v;
6
7      //预留空间
8      v.reserve(100000);
9
10     int num = 0;
11     int* p = NULL;
12     for (int i = 0; i < 100000; i++) {
13         v.push_back(i);
14         if (p != &v[0]) {
15             p = &v[0];
16             num++;
17         }
18     }
19
20     cout << "num:" << num << endl;
21 }
22
23 int main() {
24
25     test01();
26
27     system("pause");
28
29     return 0;
30 }
```

总结：如果数据量较大，可以一开始利用reserve预留空间

## 3.3 deque容器

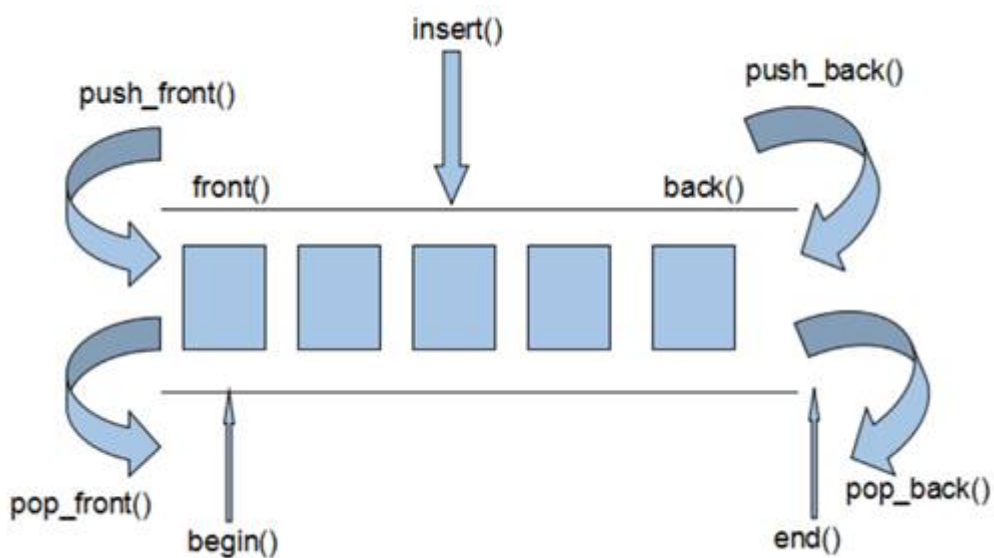
### 3.3.1 deque容器基本概念

功能：

- 双端数组，可以对头端进行插入删除操作

deque与vector区别：

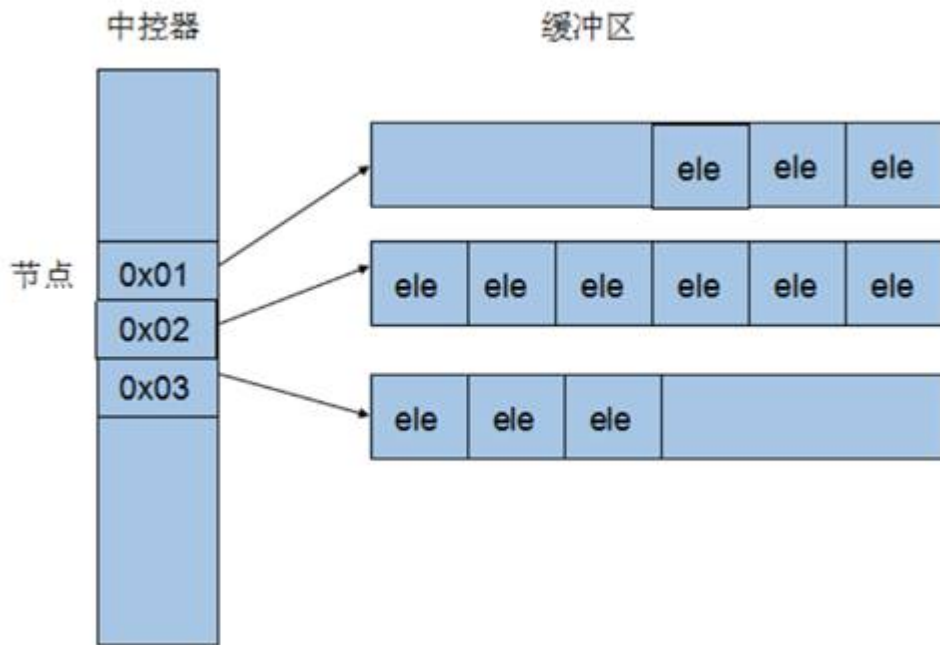
- vector对于头部的插入删除效率低，数据量越大，效率越低
- deque相对而言，对头部的插入删除速度回比vector快
- vector访问元素时的速度会比deque快,这和两者内部实现有关



deque内部工作原理:

deque内部有个**中控器**，维护每段缓冲区中的内容，缓冲区中存放真实数据

中控器维护的是每个缓冲区的地址，使得使用deque时像一片连续的内存空间



- deque容器的迭代器也是支持随机访问的

### 3.3.2 deque构造函数

功能描述:

- deque容器构造

函数原型:

- `deque<T> deqT;` //默认构造形式
- `deque(beg, end);` //构造函数将[beg, end)区间中的元素拷贝给本身。
- `deque(n, elem);` //构造函数将n个elem拷贝给本身。
- `deque(const deque &deq);` //拷贝构造函数

示例:

```

1  #include <deque>
2
3  void printDeque(const deque<int>& d)
4  {
5      for (deque<int>::const_iterator it = d.begin(); it != d.end(); it++) {
6          cout << *it << " ";
7      }
8      cout << endl;
9  }
10 }
11 //deque构造
12 void test01() {
13
14     deque<int> d1; //无参构造函数
15     for (int i = 0; i < 10; i++)
16     {

```

```

17     d1.push_back(i);
18 }
19 printDeque(d1);
20 deque<int> d2(d1.begin(), d1.end());
21 printDeque(d2);
22
23 deque<int> d3(10, 100);
24 printDeque(d3);
25
26 deque<int> d4 = d3;
27 printDeque(d4);
28 }
29
30 int main() {
31
32     test01();
33
34     system("pause");
35
36     return 0;
37 }

```

**总结：** deque容器和vector容器的构造方式几乎一致，灵活使用即可

### 3.3.3 deque赋值操作

**功能描述：**

- 给deque容器进行赋值

**函数原型：**

- `deque& operator=(const deque &deq);` //重载等号操作符
- `assign(beg, end);` //将[beg, end)区间中的数据拷贝赋值给本身。
- `assign(n, elem);` //将n个elem拷贝赋值给本身。

**示例：**

```

1  #include <deque>
2
3  void printDeque(const deque<int>& d)
4  {
5      for (deque<int>::const_iterator it = d.begin(); it != d.end(); it++) {

```



```

6         cout << *it << " ";
7
8     }
9     cout << endl;
10 }
11 //赋值操作
12 void test01()
13 {
14     deque<int> d1;
15     for (int i = 0; i < 10; i++)
16     {
17         d1.push_back(i);
18     }
19     printDeque(d1);
20
21     deque<int> d2;
22     d2 = d1;
23     printDeque(d2);
24
25     deque<int> d3;
26     d3.assign(d1.begin(), d1.end());
27     printDeque(d3);
28
29     deque<int> d4;
30     d4.assign(10, 100);
31     printDeque(d4);
32
33 }
34
35 int main() {
36
37     test01();
38
39     system("pause");
40
41     return 0;
42 }

```

总结：deque赋值操作也与vector相同，需熟练掌握

### 3.3.4 deque大小操作

功能描述：

- 对deque容器的大小进行操作

函数原型：

- `deque.empty();` //判断容器是否为空

- `deque.size();` //返回容器中元素的个数
- `deque.resize(num);` //重新指定容器的长度为num,若容器变长,则以默认值填充新位置。  
//如果容器变短,则末尾超出容器长度的元素被删除。
- `deque.resize(num, elem);` //重新指定容器的长度为num,若容器变长,则以elem值填充新位置。  
//如果容器变短,则末尾超出容器长度的元素被删除。

#### 示例:

```
1  #include <deque>
2
3  void printDeque(const deque<int>& d)
4  {
5      for (deque<int>::const_iterator it = d.begin(); it != d.end(); it++) {
6          cout << *it << " ";
7
8      }
9      cout << endl;
10 }
11
12 //大小操作
13 void test01()
14 {
15     deque<int> d1;
16     for (int i = 0; i < 10; i++)
17     {
18         d1.push_back(i);
19     }
20     printDeque(d1);
21
22     //判断容器是否为空
23     if (d1.empty()) {
24         cout << "d1为空!" << endl;
25     }
26     else {
27         cout << "d1不为空!" << endl;
28         //统计大小
29         cout << "d1的大小为: " << d1.size() << endl;
30     }
31
32     //重新指定大小
33     d1.resize(15, 1);
34     printDeque(d1);
35
36     d1.resize(5);
37     printDeque(d1);
38 }
39
40 int main() {
41
42     test01();
```

```
43
44     system("pause");
45
46     return 0;
47 }
```

总结:

- deque没有容量的概念
- 判断是否为空 --- empty
- 返回元素个数 --- size
- 重新指定个数 --- resize

### 3.3.5 deque 插入和删除

功能描述:

- 向deque容器中插入和删除数据

函数原型:

两端插入操作:

- `push_back(elem);` //在容器尾部添加一个数据
- `push_front(elem);` //在容器头部插入一个数据
- `pop_back();` //删除容器最后一个数据
- `pop_front();` //删除容器第一个数据

指定位置操作:

- `insert(pos,elem);` //在pos位置插入一个elem元素的拷贝, 返回新数据的位置。
- `insert(pos,n,elem);` //在pos位置插入n个elem数据, 无返回值。
- `insert(pos,beg,end);` //在pos位置插入[beg,end)区间的数据, 无返回值。
- `clear();` //清空容器的所有数据
- `erase(beg,end);` //删除[beg,end)区间的数据, 返回下一个数据的位置。
- `erase(pos);` //删除pos位置的数据, 返回下一个数据的位置。

示例:

```
1  #include <deque>
2
3  void printDeque(const deque<int>& d)
4  {
5      for (deque<int>::const_iterator it = d.begin(); it != d.end(); it++) {
```

```
6         cout << *it << " ";
7
8     }
9     cout << endl;
10 }
11 //两端操作
12 void test01()
13 {
14     deque<int> d;
15     //尾插
16     d.push_back(10);
17     d.push_back(20);
18     //头插
19     d.push_front(100);
20     d.push_front(200);
21
22     printDeque(d);
23
24     //尾删
25     d.pop_back();
26     //头删
27     d.pop_front();
28     printDeque(d);
29 }
30
31 //插入
32 void test02()
33 {
34     deque<int> d;
35     d.push_back(10);
36     d.push_back(20);
37     d.push_front(100);
38     d.push_front(200);
39     printDeque(d);
40
41     d.insert(d.begin(), 1000);
42     printDeque(d);
43
44     d.insert(d.begin(), 2, 10000);
45     printDeque(d);
46
47     deque<int> d2;
48     d2.push_back(1);
49     d2.push_back(2);
50     d2.push_back(3);
51
52     d.insert(d.begin(), d2.begin(), d2.end());
53     printDeque(d);
54
55 }
56
57 //删除
58 void test03()
```

```

59 {
60     deque<int> d;
61     d.push_back(10);
62     d.push_back(20);
63     d.push_front(100);
64     d.push_front(200);
65     printDeque(d);
66
67     d.erase(d.begin());
68     printDeque(d);
69
70     d.erase(d.begin(), d.end());
71     d.clear();
72     printDeque(d);
73 }
74
75 int main() {
76
77     //test01();
78
79     //test02();
80
81     test03();
82
83     system("pause");
84
85     return 0;
86 }
87

```

总结:

- 插入和删除提供的位置是迭代器!
- 尾插 --- push\_back
- 尾删 --- pop\_back
- 头插 --- push\_front
- 头删 --- pop\_front

### 3.3.6 deque 数据存取

功能描述:

- 对deque 中的数据的存取操作

函数原型:

- `at(int idx);` //返回索引idx所指的数据
- `operator[];` //返回索引idx所指的数据
- `front();` //返回容器中第一个数据元素
- `back();` //返回容器中最后一个数据元素

示例:

```

1  #include <deque>
2
3  void printDeque(const deque<int>& d)
4  {
5      for (deque<int>::const_iterator it = d.begin(); it != d.end(); it++) {
6          cout << *it << " ";
7
8      }
9      cout << endl;
10 }
11
12 //数据存取
13 void test01()
14 {
15
16     deque<int> d;
17     d.push_back(10);
18     d.push_back(20);
19     d.push_front(100);
20     d.push_front(200);
21
22     for (int i = 0; i < d.size(); i++) {
23         cout << d[i] << " ";
24     }
25     cout << endl;
26
27     for (int i = 0; i < d.size(); i++) {
28         cout << d.at(i) << " ";
29     }
30     cout << endl;
31
32     cout << "front:" << d.front() << endl;
33
34     cout << "back:" << d.back() << endl;
35
36 }
37
38
39 int main() {
40
41     test01();
42
43     system("pause");
44
45     return 0;
46 }

```

总结:

- 除了用迭代器获取deque容器中元素, [ ]和at也可以
- front返回容器第一个元素
- back返回容器最后一个元素

### 3.3.7 deque 排序

功能描述:

- 利用算法实现对deque容器进行排序

算法:

- `sort(iterator beg, iterator end)` //对beg和end区间内元素进行排序

示例:

```
1  #include <deque>
2  #include <algorithm>
3
4  void printDeque(const deque<int>& d)
5  {
6      for (deque<int>::const_iterator it = d.begin(); it != d.end(); it++) {
7          cout << *it << " ";
8      }
9      cout << endl;
10 }
11
12
13 void test01()
14 {
15
16     deque<int> d;
17     d.push_back(10);
18     d.push_back(20);
19     d.push_front(100);
20     d.push_front(200);
21
22     printDeque(d);
23     sort(d.begin(), d.end());
24     printDeque(d);
25 }
```

```
26 }
27
28 int main() {
29
30     test01();
31
32     system("pause");
33
34     return 0;
35 }
```

总结：sort算法非常实用，使用时包含头文件 algorithm即可

## 3.4 案例-评委打分

### 3.4.1 案例描述

有5名选手：选手ABCDE，10个评委分别对每一名选手打分，去除最高分，去除评委中最低分，取平均分。

### 3.4.2 实现步骤

1. 创建五名选手，放到vector中
2. 遍历vector容器，取出来每一个选手，执行for循环，可以把10个评分打分存到deque容器中
3. sort算法对deque容器中分数排序，去除最高和最低分
4. deque容器遍历一遍，累加总分
5. 获取平均分

示例代码：

```
1 //选手类
2 class Person
3 {
4 public:
5     Person(string name, int score)
6     {
7         this->m_Name = name;
8         this->m_Score = score;
9     }
10
```



```

11     string m_Name; //姓名
12     int m_Score; //平均分
13 };
14
15 void createPerson(vector<Person>&v)
16 {
17     string nameSeed = "ABCDE";
18     for (int i = 0; i < 5; i++)
19     {
20         string name = "选手";
21         name += nameSeed[i];
22
23         int score = 0;
24
25         Person p(name, score);
26
27         //将创建的person对象 放入到容器中
28         v.push_back(p);
29     }
30 }
31
32 //打分
33 void setScore(vector<Person>&v)
34 {
35     for (vector<Person>::iterator it = v.begin(); it != v.end(); it++)
36     {
37         //将评委的分数 放入到deque容器中
38         deque<int>d;
39         for (int i = 0; i < 10; i++)
40         {
41             int score = rand() % 41 + 60; // 60 ~ 100
42             d.push_back(score);
43         }
44
45         //cout << "选手: " << it->m_Name << " 打分: " << endl;
46         //for (deque<int>::iterator dit = d.begin(); dit != d.end(); dit++)
47         //{
48         //    cout << *dit << " ";
49         //}
50         //cout << endl;
51
52         //排序
53         sort(d.begin(), d.end());
54
55         //去除最高和最低分
56         d.pop_back();
57         d.pop_front();
58
59         //取平均分
60         int sum = 0;
61         for (deque<int>::iterator dit = d.begin(); dit != d.end(); dit++)
62         {
63             sum += *dit; //累加每个评委的分数

```

```

64     }
65
66     int avg = sum / d.size();
67
68     //将平均分 赋值给选手身上
69     it->m_Score = avg;
70 }
71
72 }
73
74 void showScore(vector<Person>&v)
75 {
76     for (vector<Person>::iterator it = v.begin(); it != v.end(); it++)
77     {
78         cout << "姓名: " << it->m_Name << " 平均分: " << it->m_Score << endl;
79     }
80 }
81
82 int main() {
83
84     //随机数种子
85     srand((unsigned int)time(NULL));
86
87     //1、创建5名选手
88     vector<Person>v; //存放选手容器
89     createPerson(v);
90
91     //测试
92     //for (vector<Person>::iterator it = v.begin(); it != v.end(); it++)
93     //{
94     //    cout << "姓名: " << (*it).m_Name << " 分数: " << (*it).m_Score << endl;
95     //}
96
97     //2、给5名选手打分
98     setScore(v);
99
100    //3、显示最后得分
101    showScore(v);
102
103    system("pause");
104
105    return 0;
106 }

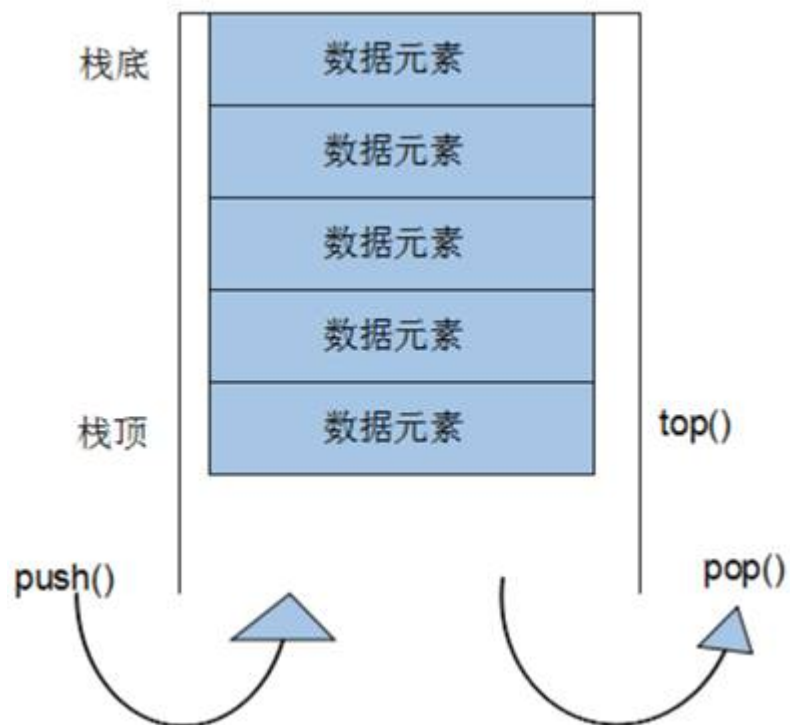
```

**总结：** 选取不同的容器操作数据，可以提升代码的效率

## 3.5 stack容器

### 3.5.1 stack 基本概念

**概念：** stack是一种**先进后出**(First In Last Out,FILO)的数据结构，它只有一个出口



栈中只有顶端的元素才可以被外界使用，因此栈不允许有遍历行为

栈中进入数据称为 --- **入栈** `push`

栈中弹出数据称为 --- **出栈** `pop`

生活中的栈：





### 3.5.2 stack 常用接口

功能描述：栈容器常用的对外接口

构造函数：

- `stack<T> stk;` //stack采用模板类实现， stack对象的默认构造形式
- `stack(const stack &stk);` //拷贝构造函数

赋值操作：

- `stack& operator=(const stack &stk);` //重载等号操作符

数据存取：

- `push(elem);` //向栈顶添加元素
- `pop();` //从栈顶移除第一个元素
- `top();` //返回栈顶元素

大小操作：

- `empty();` //判断堆栈是否为空
- `size();` //返回栈的大小

示例：

```
1 #include <stack>
2
3 //栈容器常用接口
4 void test01()
```

```

5  {
6      //创建栈容器 栈容器必须符合先进后出
7      stack<int> s;
8
9      //向栈中添加元素, 叫做 压栈 入栈
10     s.push(10);
11     s.push(20);
12     s.push(30);
13
14     while (!s.empty()) {
15         //输出栈顶元素
16         cout << "栈顶元素为: " << s.top() << endl;
17         //弹出栈顶元素
18         s.pop();
19     }
20     cout << "栈的大小为: " << s.size() << endl;
21
22 }
23
24 int main() {
25
26     test01();
27
28     system("pause");
29
30     return 0;
31 }

```

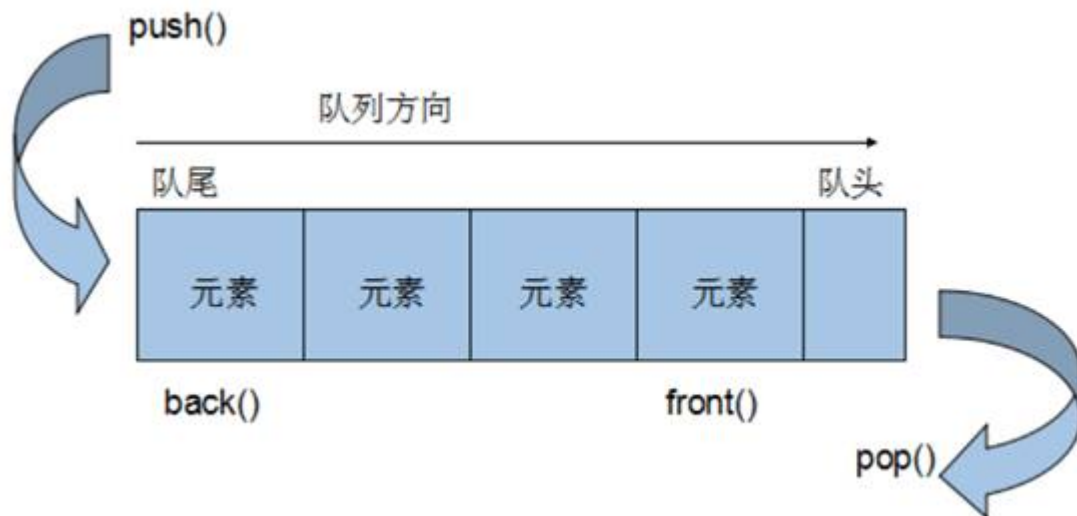
总结:

- 入栈 --- push
- 出栈 --- pop
- 返回栈顶 --- top
- 判断栈是否为空 --- empty
- 返回栈大小 --- size

## 3.6 queue 容器

### 3.6.1 queue 基本概念

**概念:** Queue是一种**先进先出**(First In First Out,FIFO)的数据结构, 它有两个出口



队列容器允许从一端新增元素，从另一端移除元素

队列中只有队头和队尾才可以被外界使用，因此队列不允许有遍历行为

队列中进数据称为 --- **入队** `push`

队列中出数据称为 --- **出队** `pop`

生活中的队列：



## 3.6.2 queue 常用接口

功能描述：栈容器常用的对外接口

构造函数：

- `queue<T> que;` //queue采用模板类实现，queue对象的默认构造形式
- `queue(const queue &que);` //拷贝构造函数

赋值操作：

- `queue& operator=(const queue &que);` //重载等号操作符

数据存取：

- `push(elem);` //往队尾添加元素
- `pop();` //从队头移除第一个元素
- `back();` //返回最后一个元素
- `front();` //返回第一个元素

大小操作：

- `empty();` //判断堆栈是否为空
- `size();` //返回栈的大小

示例：

```
1  #include <queue>
2  #include <string>
3  class Person
4  {
5  public:
6      Person(string name, int age)
7      {
8          this->m_Name = name;
9          this->m_Age = age;
10     }
11
12     string m_Name;
13     int m_Age;
14 };
15
16 void test01() {
17
18     //创建队列
19     queue<Person> q;
20
21     //准备数据
22     Person p1("唐僧", 30);
23     Person p2("孙悟空", 1000);
24     Person p3("猪八戒", 900);
25     Person p4("沙僧", 800);
```

```

26
27 //向队列中添加元素 入队操作
28 q.push(p1);
29 q.push(p2);
30 q.push(p3);
31 q.push(p4);
32
33 //队列不提供迭代器，更不支持随机访问
34 while (!q.empty()) {
35     //输出队头元素
36     cout << "队头元素-- 姓名: " << q.front().m_Name
37         << " 年龄: " << q.front().m_Age << endl;
38
39     cout << "队尾元素-- 姓名: " << q.back().m_Name
40         << " 年龄: " << q.back().m_Age << endl;
41
42     cout << endl;
43     //弹出队头元素
44     q.pop();
45 }
46
47 cout << "队列大小为: " << q.size() << endl;
48 }
49
50 int main() {
51
52     test01();
53
54     system("pause");
55
56     return 0;
57 }

```

总结:

- 入队 --- push
- 出队 --- pop
- 返回队头元素 --- front
- 返回队尾元素 --- back
- 判断队是否为空 --- empty
- 返回队列大小 --- size



## 3.7 list容器

### 3.7.1 list基本概念

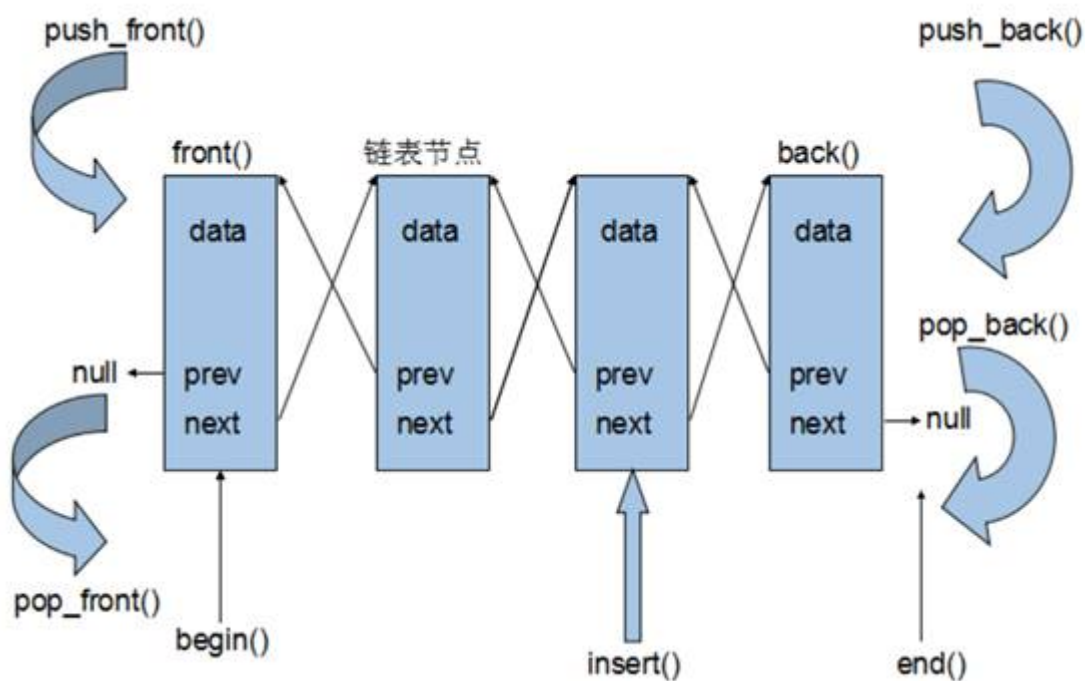
**功能：**将数据进行链式存储

**链表**（list）是一种物理存储单元上非连续的存储结构，数据元素的逻辑顺序是通过链表中的指针链接实现的

链表的组成：链表由一系列**结点**组成

结点的组成：一个是存储数据元素的**数据域**，另一个是存储下一个结点地址的**指针域**

STL中的链表是一个双向循环链表



由于链表的存储方式并不是连续的内存空间，因此链表list中的迭代器只支持前移和后移，属于**双向迭代器**

list的优点：

- 采用动态存储分配，不会造成内存浪费和溢出
- 链表执行插入和删除操作十分方便，修改指针即可，不需要移动大量元素

list的缺点：

- 链表灵活，但是空间(指针域) 和 时间（遍历）额外耗费较大

List有一个重要的性质，插入操作和删除操作都不会造成原有list迭代器的失效，这在vector是不成立的。

总结：STL中**list**和**vector**是两个最常被使用的容器，各有优缺点

### 3.7.2 list构造函数

功能描述：

- 创建list容器

函数原型：

- `list<T> lst;` //list采用模板类实现,对象的默认构造形式：
- `list(beg,end);` //构造函数将[beg, end)区间中的元素拷贝给本身。
- `list(n,elem);` //构造函数将n个elem拷贝给本身。
- `list(const list &lst);` //拷贝构造函数。

示例：

```
1  #include <list>
2
3  void printList(const list<int>& L) {
4
5      for (list<int>::const_iterator it = L.begin(); it != L.end(); it++) {
6          cout << *it << " ";
7      }
8      cout << endl;
9  }
10
11 void test01()
12 {
13     list<int>L1;
14     L1.push_back(10);
15     L1.push_back(20);
16     L1.push_back(30);
17     L1.push_back(40);
18
19     printList(L1);
20
21     list<int>L2(L1.begin(),L1.end());
22     printList(L2);
23
24     list<int>L3(L2);
25     printList(L3);
26
27     list<int>L4(10, 1000);
28     printList(L4);
29 }
30
```

```

31 int main() {
32
33     test01();
34
35     system("pause");
36
37     return 0;
38 }

```

总结：list构造方式同其他几个STL常用容器，熟练掌握即可

### 3.7.3 list 赋值和交换

#### 功能描述：

- 给list容器进行赋值，以及交换list容器

#### 函数原型：

- `assign(beg, end);` //将[beg, end)区间中的数据拷贝赋值给本身。
- `assign(n, elem);` //将n个elem拷贝赋值给本身。
- `list& operator=(const list &lst);` //重载等号操作符
- `swap(lst);` //将lst与本身的元素互换。

#### 示例：

```

1  #include <list>
2
3  void printList(const list<int>& L) {
4
5      for (list<int>::const_iterator it = L.begin(); it != L.end(); it++) {
6          cout << *it << " ";
7      }
8      cout << endl;
9  }
10
11 //赋值和交换
12 void test01()
13 {
14     list<int>L1;
15     L1.push_back(10);
16     L1.push_back(20);
17     L1.push_back(30);

```

```
18     L1.push_back(40);
19     printList(L1);
20
21     //赋值
22     list<int>L2;
23     L2 = L1;
24     printList(L2);
25
26     list<int>L3;
27     L3.assign(L2.begin(), L2.end());
28     printList(L3);
29
30     list<int>L4;
31     L4.assign(10, 100);
32     printList(L4);
33
34 }
35
36 //交换
37 void test02()
38 {
39
40     list<int>L1;
41     L1.push_back(10);
42     L1.push_back(20);
43     L1.push_back(30);
44     L1.push_back(40);
45
46     list<int>L2;
47     L2.assign(10, 100);
48
49     cout << "交换前: " << endl;
50     printList(L1);
51     printList(L2);
52
53     cout << endl;
54
55     L1.swap(L2);
56
57     cout << "交换后: " << endl;
58     printList(L1);
59     printList(L2);
60
61 }
62
63 int main() {
64
65     //test01();
66
67     test02();
68
69     system("pause");
70 }
```

```
71     return 0;
72 }
```

总结：list赋值和交换操作能够灵活运用即可

### 3.7.4 list 大小操作

功能描述：

- 对list容器的大小进行操作

函数原型：

- `size();` //返回容器中元素的个数
- `empty();` //判断容器是否为空
- `resize(num);` //重新指定容器的长度为num，若容器变长，则以默认值填充新位置。  
//如果容器变短，则末尾超出容器长度的元素被删除。
- `resize(num, elem);` //重新指定容器的长度为num，若容器变长，则以elem值填充新位置。  
//如果容器变短，则末尾超出容器长度的元素被删除。

示例：

```
1  #include <list>
2
3  void printList(const list<int>& L) {
4
5      for (list<int>::const_iterator it = L.begin(); it != L.end(); it++) {
6          cout << *it << " ";
7      }
8      cout << endl;
9  }
10
11 //大小操作
12 void test01()
13 {
14     list<int> L1;
15     L1.push_back(10);
16     L1.push_back(20);
17     L1.push_back(30);
18     L1.push_back(40);
```

```

19
20     if (L1.empty())
21     {
22         cout << "L1为空" << endl;
23     }
24     else
25     {
26         cout << "L1不为空" << endl;
27         cout << "L1的大小为:  " << L1.size() << endl;
28     }
29
30     //重新指定大小
31     L1.resize(10);
32     printList(L1);
33
34     L1.resize(2);
35     printList(L1);
36 }
37
38 int main() {
39
40     test01();
41
42     system("pause");
43
44     return 0;
45 }

```

总结:

- 判断是否为空 --- empty
- 返回元素个数 --- size
- 重新指定个数 --- resize

### 3.7.5 list 插入和删除

功能描述:

- 对list容器进行数据的插入和删除

函数原型:

- push\_back(elem); //在容器尾部加入一个元素
- pop\_back(); //删除容器中最后一个元素
- push\_front(elem); //在容器开头插入一个元素
- pop\_front(); //从容器开头移除第一个元素
- insert(pos, elem); //在pos位置插elem元素的拷贝, 返回新数据的位置。

- insert(pos,n,elem); //在pos位置插入n个elem数据，无返回值。
- insert(pos,beg,end); //在pos位置插入[beg,end)区间的数据，无返回值。
- clear(); //移除容器的所有数据
- erase(beg,end); //删除[beg,end)区间的数据，返回下一个数据的位置。
- erase(pos); //删除pos位置的数据，返回下一个数据的位置。
- remove(elem); //删除容器中所有与elem值匹配的元素。

示例:

```

1  #include <list>
2
3  void printList(const list<int>& L) {
4
5      for (list<int>::const_iterator it = L.begin(); it != L.end(); it++) {
6          cout << *it << " ";
7      }
8      cout << endl;
9  }
10
11 //插入和删除
12 void test01()
13 {
14     list<int> L;
15     //尾插
16     L.push_back(10);
17     L.push_back(20);
18     L.push_back(30);
19     //头插
20     L.push_front(100);
21     L.push_front(200);
22     L.push_front(300);
23
24     printList(L);
25
26     //尾删
27     L.pop_back();
28     printList(L);
29
30     //头删
31     L.pop_front();
32     printList(L);
33
34     //插入
35     list<int>::iterator it = L.begin();
36     L.insert(++it, 1000);
37     printList(L);
38
39     //删除
40     it = L.begin();
41     L.erase(++it);
42     printList(L);

```

```

43
44     //移除
45     L.push_back(10000);
46     L.push_back(10000);
47     L.push_back(10000);
48     printList(L);
49     L.remove(10000);
50     printList(L);
51
52     //清空
53     L.clear();
54     printList(L);
55 }
56
57 int main() {
58
59     test01();
60
61     system("pause");
62
63     return 0;
64 }

```

总结:

- 尾插 --- push\_back
- 尾删 --- pop\_back
- 头插 --- push\_front
- 头删 --- pop\_front
- 插入 --- insert
- 删除 --- erase
- 移除 --- remove
- 清空 --- clear

### 3.7.6 list 数据存取

功能描述:

- 对list容器中数据进行存取

函数原型:



- `front();` //返回第一个元素。
- `back();` //返回最后一个元素。

示例:

```

1  #include <list>
2
3  //数据存取
4  void test01()
5  {
6      list<int>L1;
7      L1.push_back(10);
8      L1.push_back(20);
9      L1.push_back(30);
10     L1.push_back(40);
11
12
13     //cout << L1.at(0) << endl; //错误 不支持at访问数据
14     //cout << L1[0] << endl; //错误 不支持[]方式访问数据
15     cout << "第一个元素为: " << L1.front() << endl;
16     cout << "最后一个元素为: " << L1.back() << endl;
17
18     //list容器的迭代器是双向迭代器, 不支持随机访问
19     list<int>::iterator it = L1.begin();
20     //it = it + 1; //错误, 不可以跳跃访问, 即使是+1
21 }
22
23 int main() {
24
25     test01();
26
27     system("pause");
28
29     return 0;
30 }
31

```

总结:

- list容器中不可以通过[]或者at方式访问数据
- 返回第一个元素 --- front
- 返回最后一个元素 --- back

### 3.7.7 list 反转和排序

### 功能描述:

- 将容器中的元素反转，以及将容器中的数据进行排序

### 函数原型:

- `reverse();` //反转链表
- `sort();` //链表排序

### 示例:

```
1 void printList(const list<int>& L) {
2
3     for (list<int>::const_iterator it = L.begin(); it != L.end(); it++) {
4         cout << *it << " ";
5     }
6     cout << endl;
7 }
8
9 bool myCompare(int val1 , int val2)
10 {
11     return val1 > val2;
12 }
13
14 //反转和排序
15 void test01()
16 {
17     list<int> L;
18     L.push_back(90);
19     L.push_back(30);
20     L.push_back(20);
21     L.push_back(70);
22     printList(L);
23
24     //反转容器的元素
25     L.reverse();
26     printList(L);
27
28     //排序
29     L.sort(); //默认的排序规则 从小到大
30     printList(L);
31
32     L.sort(myCompare); //指定规则，从大到小
33     printList(L);
34 }
35
36 int main() {
37
38     test01();
39
40     system("pause");
41 }
```

```
42     return 0;
43 }
```

总结:

- 反转 --- reverse
- 排序 --- sort (成员函数)

### 3.7.8 排序案例

案例描述: 将Person自定义数据类型进行排序, Person中属性有姓名、年龄、身高

排序规则: 按照年龄进行升序, 如果年龄相同按照身高进行降序

示例:

```
1  #include <list>
2  #include <string>
3  class Person {
4  public:
5      Person(string name, int age , int height) {
6          m_Name = name;
7          m_Age = age;
8          m_Height = height;
9      }
10
11 public:
12     string m_Name; //姓名
13     int m_Age;     //年龄
14     int m_Height;  //身高
15 };
16
17
18 bool ComparePerson(Person& p1, Person& p2) {
19
20     if (p1.m_Age == p2.m_Age) {
21         return p1.m_Height > p2.m_Height;
22     }
23     else
24     {
25         return p1.m_Age < p2.m_Age;
26     }
27
28 }
29
```

```

30 void test01() {
31
32     list<Person> L;
33
34     Person p1("刘备", 35 , 175);
35     Person p2("曹操", 45 , 180);
36     Person p3("孙权", 40 , 170);
37     Person p4("赵云", 25 , 190);
38     Person p5("张飞", 35 , 160);
39     Person p6("关羽", 35 , 200);
40
41     L.push_back(p1);
42     L.push_back(p2);
43     L.push_back(p3);
44     L.push_back(p4);
45     L.push_back(p5);
46     L.push_back(p6);
47
48     for (list<Person>::iterator it = L.begin(); it != L.end(); it++) {
49         cout << "姓名: " << it->m_Name << " 年龄: " << it->m_Age
50             << " 身高: " << it->m_Height << endl;
51     }
52
53     cout << "-----" << endl;
54     L.sort(ComparePerson); //排序
55
56     for (list<Person>::iterator it = L.begin(); it != L.end(); it++) {
57         cout << "姓名: " << it->m_Name << " 年龄: " << it->m_Age
58             << " 身高: " << it->m_Height << endl;
59     }
60 }
61
62 int main() {
63
64     test01();
65
66     system("pause");
67
68     return 0;
69 }

```

总结:

- 对于自定义数据类型，必须要指定排序规则，否则编译器不知道如何进行排序
- 高级排序只是在排序规则上再进行一次逻辑规则制定，并不复杂

## 3.8 set/ multiset 容器

### 3.8.1 set基本概念

简介：

- 所有元素都会在插入时自动被排序

本质：

- set/multiset属于**关联式容器**，底层结构是用**二叉树**实现。

set和multiset区别：

- set不允许容器中有重复的元素
- multiset允许容器中有重复的元素

### 3.8.2 set构造和赋值

功能描述：创建set容器以及赋值

构造：

- `set<T> st;` //默认构造函数：
- `set(const set &st);` //拷贝构造函数

赋值：

- `set& operator=(const set &st);` //重载等号操作符

示例：

```
1  #include <set>
2
3  void printSet(set<int> & s)
4  {
5      for (set<int>::iterator it = s.begin(); it != s.end(); it++)
6      {
7          cout << *it << " ";
8      }
```

```

9      cout << endl;
10 }
11
12 //构造和赋值
13 void test01()
14 {
15     set<int> s1;
16
17     s1.insert(10);
18     s1.insert(30);
19     s1.insert(20);
20     s1.insert(40);
21     printSet(s1);
22
23     //拷贝构造
24     set<int> s2(s1);
25     printSet(s2);
26
27     //赋值
28     set<int> s3;
29     s3 = s2;
30     printSet(s3);
31 }
32
33 int main() {
34
35     test01();
36
37     system("pause");
38
39     return 0;
40 }

```

总结：

- set容器插入数据时用insert
- set容器插入数据的数据会自动排序

### 3.8.3 set大小和交换

功能描述：

- 统计set容器大小以及交换set容器

函数原型：

- `size();` //返回容器中元素的数目

- `empty();`     //判断容器是否为空
- `swap(st);`     //交换两个集合容器

示例:

```
1  #include <set>
2
3  void printSet(set<int> & s)
4  {
5      for (set<int>::iterator it = s.begin(); it != s.end(); it++)
6      {
7          cout << *it << " ";
8      }
9      cout << endl;
10 }
11
12 //大小
13 void test01()
14 {
15
16     set<int> s1;
17
18     s1.insert(10);
19     s1.insert(30);
20     s1.insert(20);
21     s1.insert(40);
22
23     if (s1.empty())
24     {
25         cout << "s1为空" << endl;
26     }
27     else
28     {
29         cout << "s1不为空" << endl;
30         cout << "s1的大小为:  " << s1.size() << endl;
31     }
32
33 }
34
35 //交换
36 void test02()
37 {
38     set<int> s1;
39
40     s1.insert(10);
41     s1.insert(30);
42     s1.insert(20);
43     s1.insert(40);
44
45     set<int> s2;
46
47     s2.insert(100);
48     s2.insert(300);
```

```

49     s2.insert(200);
50     s2.insert(400);
51
52     cout << "交换前" << endl;
53     printSet(s1);
54     printSet(s2);
55     cout << endl;
56
57     cout << "交换后" << endl;
58     s1.swap(s2);
59     printSet(s1);
60     printSet(s2);
61 }
62
63 int main() {
64
65     //test01();
66
67     test02();
68
69     system("pause");
70
71     return 0;
72 }

```

总结:

- 统计大小 --- size
- 判断是否为空 --- empty
- 交换容器 --- swap

### 3.8.4 set插入和删除

功能描述:

- set容器进行插入数据和删除数据

函数原型:

- `insert(elem);` //在容器中插入元素。
- `clear();` //清除所有元素



- `erase(pos);` //删除pos迭代器所指的元素，返回下一个元素的迭代器。
- `erase(beg, end);` //删除区间[beg,end)的所有元素，返回下一个元素的迭代器。
- `erase(elem);` //删除容器中值为elem的元素。

示例:

```

1  #include <set>
2
3  void printSet(set<int> & s)
4  {
5      for (set<int>::iterator it = s.begin(); it != s.end(); it++)
6      {
7          cout << *it << " ";
8      }
9      cout << endl;
10 }
11
12 //插入和删除
13 void test01()
14 {
15     set<int> s1;
16     //插入
17     s1.insert(10);
18     s1.insert(30);
19     s1.insert(20);
20     s1.insert(40);
21     printSet(s1);
22
23     //删除
24     s1.erase(s1.begin());
25     printSet(s1);
26
27     s1.erase(30);
28     printSet(s1);
29
30     //清空
31     //s1.erase(s1.begin(), s1.end());
32     s1.clear();
33     printSet(s1);
34 }
35
36 int main() {
37
38     test01();
39
40     system("pause");
41
42     return 0;
43 }

```

总结:

- 插入 --- insert
- 删除 --- erase
- 清空 --- clear

### 3.8.5 set查找和统计

#### 功能描述:

- 对set容器进行查找数据以及统计数据

#### 函数原型:

- `find(key);` //查找key是否存在,若存在, 返回该键的元素的迭代器; 若不存在, 返回set.end();
- `count(key);` //统计key的元素个数

#### 示例:

```
1  #include <set>
2
3  //查找和统计
4  void test01()
5  {
6      set<int> s1;
7      //插入
8      s1.insert(10);
9      s1.insert(30);
10     s1.insert(20);
11     s1.insert(40);
12
13     //查找
14     set<int>::iterator pos = s1.find(30);
15
16     if (pos != s1.end())
17     {
18         cout << "找到了元素 : " << *pos << endl;
19     }
20     else
21     {
22         cout << "未找到元素" << endl;
23     }
24
25     //统计
26     int num = s1.count(30);
27     cout << "num = " << num << endl;
28 }
```

```

29
30 int main() {
31
32     test01();
33
34     system("pause");
35
36     return 0;
37 }

```

总结:

- 查找 --- find (返回的是迭代器)
- 统计 --- count (对于set, 结果为0或者1)

### 3.8.6 set和multiset区别

学习目标:

- 掌握set和multiset的区别

区别:

- set不可以插入重复数据, 而multiset可以
- set插入数据的同时会返回插入结果, 表示插入是否成功
- multiset不会检测数据, 因此可以插入重复数据

示例:

```

1  #include <set>
2
3  //set和multiset区别
4  void test01()
5  {
6      set<int> s;
7      pair<set<int>::iterator, bool> ret = s.insert(10);
8      if (ret.second) {
9          cout << "第一次插入成功!" << endl;
10     }
11     else {

```

```

12     cout << "第一次插入失败!" << endl;
13 }
14
15 ret = s.insert(10);
16 if (ret.second) {
17     cout << "第二次插入成功!" << endl;
18 }
19 else {
20     cout << "第二次插入失败!" << endl;
21 }
22
23 //multiset
24 multiset<int> ms;
25 ms.insert(10);
26 ms.insert(10);
27
28 for (multiset<int>::iterator it = ms.begin(); it != ms.end(); it++) {
29     cout << *it << " ";
30 }
31 cout << endl;
32 }
33
34 int main() {
35
36     test01();
37
38     system("pause");
39
40     return 0;
41 }

```

总结:

- 如果不允许插入重复数据可以利用set
- 如果需要插入重复数据利用multiset

### 3.8.7 pair对组创建

功能描述:

- 成对出现的数据，利用对组可以返回两个数据

两种创建方式:

- `pair<type, type> p ( value1, value2 );`
- `pair<type, type> p = make_pair( value1, value2 );`

示例：

```
1  #include <string>
2
3  //对组创建
4  void test01()
5  {
6      pair<string, int> p(string("Tom"), 20);
7      cout << "姓名: " << p.first << " 年龄: " << p.second << endl;
8
9      pair<string, int> p2 = make_pair("Jerry", 10);
10     cout << "姓名: " << p2.first << " 年龄: " << p2.second << endl;
11 }
12
13 int main() {
14
15     test01();
16
17     system("pause");
18
19     return 0;
20 }
```

总结：

两种方式都可以创建对组，记住一种即可

### 3.8.8 set容器排序

学习目标：

- set容器默认排序规则为从小到大，掌握如何改变排序规则

主要技术点：

- 利用仿函数，可以改变排序规则

**示例一** set存放内置数据类型

```
1  #include <set>
```

```

2
3 class MyCompare
4 {
5 public:
6     bool operator()(int v1, int v2) {
7         return v1 > v2;
8     }
9 };
10 void test01()
11 {
12     set<int> s1;
13     s1.insert(10);
14     s1.insert(40);
15     s1.insert(20);
16     s1.insert(30);
17     s1.insert(50);
18
19     //默认从小到大
20     for (set<int>::iterator it = s1.begin(); it != s1.end(); it++) {
21         cout << *it << " ";
22     }
23     cout << endl;
24
25     //指定排序规则
26     set<int, MyCompare> s2;
27     s2.insert(10);
28     s2.insert(40);
29     s2.insert(20);
30     s2.insert(30);
31     s2.insert(50);
32
33     for (set<int, MyCompare>::iterator it = s2.begin(); it != s2.end(); it++) {
34         cout << *it << " ";
35     }
36     cout << endl;
37 }
38
39 int main() {
40
41     test01();
42
43     system("pause");
44
45     return 0;
46 }

```

总结：利用仿函数可以指定set容器的排序规则

## 示例二 set存放自定义数据类型

```

1 #include <set>

```

```

2  #include <string>
3
4  class Person
5  {
6  public:
7      Person(string name, int age)
8      {
9          this->m_Name = name;
10         this->m_Age = age;
11     }
12
13     string m_Name;
14     int m_Age;
15
16 };
17 class comparePerson
18 {
19 public:
20     bool operator()(const Person& p1, const Person &p2)
21     {
22         //按照年龄进行排序 降序
23         return p1.m_Age > p2.m_Age;
24     }
25 };
26
27 void test01()
28 {
29     set<Person, comparePerson> s;
30
31     Person p1("刘备", 23);
32     Person p2("关羽", 27);
33     Person p3("张飞", 25);
34     Person p4("赵云", 21);
35
36     s.insert(p1);
37     s.insert(p2);
38     s.insert(p3);
39     s.insert(p4);
40
41     for (set<Person, comparePerson>::iterator it = s.begin(); it != s.end(); it++)
42     {
43         cout << "姓名: " << it->m_Name << " 年龄: " << it->m_Age << endl;
44     }
45 }
46 int main() {
47
48     test01();
49
50     system("pause");
51
52     return 0;
53 }

```

总结：

对于自定义数据类型，set必须指定排序规则才可以插入数据

## 3.9 map/ multimap容器

### 3.9.1 map基本概念

简介：

- map中所有元素都是pair
- pair中第一个元素为key（键值），起到索引作用，第二个元素为value（实值）
- 所有元素都会根据元素的键值自动排序

本质：

- map/multimap属于**关联式容器**，底层结构是用二叉树实现。

优点：

- 可以根据key值快速找到value值

map和multimap区别：

- map不允许容器中有重复key值元素
- multimap允许容器中有重复key值元素

### 3.9.2 map构造和赋值

功能描述：

- 对map容器进行构造和赋值操作

函数原型：

构造：

- `map<T1, T2> mp;` //map默认构造函数:
- `map(const map &mp);` //拷贝构造函数

赋值：

- `map& operator=(const map &mp);` //重载等号操作符

示例：

```
1 #include <map>
```



```

2
3 void printMap(map<int,int>&m)
4 {
5     for (map<int, int>::iterator it = m.begin(); it != m.end(); it++)
6     {
7         cout << "key = " << it->first << " value = " << it->second << endl;
8     }
9     cout << endl;
10 }
11
12 void test01()
13 {
14     map<int,int>m; //默认构造
15     m.insert(pair<int, int>(1, 10));
16     m.insert(pair<int, int>(2, 20));
17     m.insert(pair<int, int>(3, 30));
18     printMap(m);
19
20     map<int, int>m2(m); //拷贝构造
21     printMap(m2);
22
23     map<int, int>m3;
24     m3 = m2; //赋值
25     printMap(m3);
26 }
27
28 int main() {
29
30     test01();
31
32     system("pause");
33
34     return 0;
35 }

```

总结：map中所有元素都是成对出现，插入数据时候要使用对组

### 3.9.3 map大小和交换

功能描述：

- 统计map容器大小以及交换map容器

函数原型：

- `size();` //返回容器中元素的数目
- `empty();` //判断容器是否为空
- `swap(st);` //交换两个集合容器

示例:

```
1  #include <map>
2
3  void printMap(map<int,int>&m)
4  {
5      for (map<int, int>::iterator it = m.begin(); it != m.end(); it++)
6      {
7          cout << "key = " << it->first << " value = " << it->second << endl;
8      }
9      cout << endl;
10 }
11
12 void test01()
13 {
14     map<int, int>m;
15     m.insert(pair<int, int>(1, 10));
16     m.insert(pair<int, int>(2, 20));
17     m.insert(pair<int, int>(3, 30));
18
19     if (m.empty())
20     {
21         cout << "m为空" << endl;
22     }
23     else
24     {
25         cout << "m不为空" << endl;
26         cout << "m的大小为: " << m.size() << endl;
27     }
28 }
29
30
31 //交换
32 void test02()
33 {
34     map<int, int>m;
35     m.insert(pair<int, int>(1, 10));
36     m.insert(pair<int, int>(2, 20));
37     m.insert(pair<int, int>(3, 30));
38
39     map<int, int>m2;
40     m2.insert(pair<int, int>(4, 100));
41     m2.insert(pair<int, int>(5, 200));
42     m2.insert(pair<int, int>(6, 300));
43
44     cout << "交换前" << endl;
45
46     printMap(m);
```

```

46     printMap(m2);
47
48     cout << "交换后" << endl;
49     m.swap(m2);
50     printMap(m);
51     printMap(m2);
52 }
53
54 int main() {
55
56     test01();
57
58     test02();
59
60     system("pause");
61
62     return 0;
63 }

```

总结:

- 统计大小 --- size
- 判断是否为空 --- empty
- 交换容器 --- swap

### 3.9.4 map插入和删除

功能描述:

- map容器进行插入数据和删除数据

函数原型:

- `insert(elem);` //在容器中插入元素。
- `clear();` //清除所有元素
- `erase(pos);` //删除pos迭代器所指的元素，返回下一个元素的迭代器。
- `erase(beg, end);` //删除区间[beg,end)的所有元素，返回下一个元素的迭代器。
- `erase(key);` //删除容器中值为key的元素。

示例:

```

1  #include <map>
2
3  void printMap(map<int,int>&m)
4  {

```

```

5     for (map<int, int>::iterator it = m.begin(); it != m.end(); it++)
6     {
7         cout << "key = " << it->first << " value = " << it->second << endl;
8     }
9     cout << endl;
10 }
11
12 void test01()
13 {
14     //插入
15     map<int, int> m;
16     //第一种插入方式
17     m.insert(pair<int, int>(1, 10));
18     //第二种插入方式
19     m.insert(make_pair(2, 20));
20     //第三种插入方式
21     m.insert(map<int, int>::value_type(3, 30));
22     //第四种插入方式
23     m[4] = 40;
24     printMap(m);
25
26     //删除
27     m.erase(m.begin());
28     printMap(m);
29
30     m.erase(3);
31     printMap(m);
32
33     //清空
34     m.erase(m.begin(), m.end());
35     m.clear();
36     printMap(m);
37 }
38
39 int main() {
40
41     test01();
42
43     system("pause");
44
45     return 0;
46 }

```

总结:

- map插入方式很多，记住其一即可
- 插入 --- insert
- 删除 --- erase
- 清空 --- clear

### 3.9.5 map查找和统计

#### 功能描述:

- 对map容器进行查找数据以及统计数据

#### 函数原型:

- `find(key);` //查找key是否存在,若存在, 返回该键的元素的迭代器; 若不存在, 返回set.end();
- `count(key);` //统计key的元素个数

#### 示例:

```
1  #include <map>
2
3  //查找和统计
4  void test01()
5  {
6      map<int, int>m;
7      m.insert(pair<int, int>(1, 10));
8      m.insert(pair<int, int>(2, 20));
9      m.insert(pair<int, int>(3, 30));
10
11     //查找
12     map<int, int>::iterator pos = m.find(3);
13
14     if (pos != m.end())
15     {
16         cout << "找到了元素 key = " << (*pos).first << " value = " << (*pos).second << endl;
17     }
18     else
19     {
20         cout << "未找到元素" << endl;
21     }
22
23     //统计
24     int num = m.count(3);
25     cout << "num = " << num << endl;
26 }
27
28 int main() {
29
30     test01();
31
32     system("pause");
33
34     return 0;
35 }
```

总结:

- 查找 --- find (返回的是迭代器)
- 统计 --- count (对于map, 结果为0或者1)

### 3.9.6 map容器排序

学习目标:

- map容器默认排序规则为 按照key值进行 从小到大排序, 掌握如何改变排序规则

主要技术点:

- 利用仿函数, 可以改变排序规则

示例:

```
1  #include <map>
2
3  class MyCompare {
4  public:
5      bool operator()(int v1, int v2) {
6          return v1 > v2;
7      }
8  };
9
10 void test01()
11 {
12     //默认从小到大排序
13     //利用仿函数实现从大到小排序
14     map<int, int, MyCompare> m;
15
16     m.insert(make_pair(1, 10));
17     m.insert(make_pair(2, 20));
18     m.insert(make_pair(3, 30));
19     m.insert(make_pair(4, 40));
20     m.insert(make_pair(5, 50));
21
22     for (map<int, int, MyCompare>::iterator it = m.begin(); it != m.end(); it++) {
23         cout << "key:" << it->first << " value:" << it->second << endl;
24     }
```

```

25 }
26 int main() {
27
28     test01();
29
30     system("pause");
31
32     return 0;
33 }

```

总结:

- 利用仿函数可以指定map容器的排序规则
- 对于自定义数据类型，map必须要指定排序规则,同set容器

## 3.10 案例-员工分组

### 3.10.1 案例描述

- 公司今天招聘了10个员工 (ABCDEFGHJIJ) , 10名员工进入公司之后, 需要指派员工在那个部门工作
- 员工信息有: 姓名 工资组成; 部门分为: 策划、美术、研发
- 随机给10名员工分配部门和工资
- 通过multimap进行信息的插入 key(部门编号) value(员工)
- 分部门显示员工信息

### 3.10.2 实现步骤

1. 创建10名员工, 放到vector中
2. 遍历vector容器, 取出每个员工, 进行随机分组
3. 分组后, 将员工部门编号作为key, 具体员工作为value, 放入到multimap容器中
4. 分部门显示员工信息

案例代码:

```

1  #include<iostream>
2  using namespace std;
3  #include <vector>
4  #include <string>
5  #include <map>
6  #include <ctime>
7

```

```

8  /*
9  - 公司今天招聘了10个员工 (ABCDEFGHJIJ) , 10名员工进入公司之后, 需要指派员工在那个部门工作
10 - 员工信息有: 姓名 工资组成; 部门分为: 策划、美术、研发
11 - 随机给10名员工分配部门和工资
12 - 通过multimap进行信息的插入 key(部门编号) value(员工)
13 - 分部门显示员工信息
14 */
15
16 #define CEHUA 0
17 #define MEISHU 1
18 #define YANFA 2
19
20 class Worker
21 {
22 public:
23     string m_Name;
24     int m_Salary;
25 };
26
27 void createWorker(vector<Worker>&v)
28 {
29     string nameSeed = "ABCDEFGHJIJ";
30     for (int i = 0; i < 10; i++)
31     {
32         Worker worker;
33         worker.m_Name = "员工";
34         worker.m_Name += nameSeed[i];
35
36         worker.m_Salary = rand() % 10000 + 10000; // 10000 ~ 19999
37         //将员工放入到容器中
38         v.push_back(worker);
39     }
40 }
41
42 //员工分组
43 void setGroup(vector<Worker>&v,multimap<int,Worker>&m)
44 {
45     for (vector<Worker>::iterator it = v.begin(); it != v.end(); it++)
46     {
47         //产生随机部门编号
48         int deptId = rand() % 3; // 0 1 2
49
50         //将员工插入到分组中
51         //key部门编号, value具体员工
52         m.insert(make_pair(deptId, *it));
53     }
54 }
55
56 void showWorkerByGourp(multimap<int,Worker>&m)
57 {
58     // 0 A B C 1 D E 2 F G ...
59     cout << "策划部门: " << endl;
60

```



```

61     multimap<int, Worker>::iterator pos = m.find(CEHUA);
62     int count = m.count(CEHUA); // 统计具体人数
63     int index = 0;
64     for (; pos != m.end() && index < count; pos++, index++)
65     {
66         cout << "姓名: " << pos->second.m_Name << " 工资: " << pos->second.m_Salary <<
endl;
67     }
68
69     cout << "-----" << endl;
70     cout << "美术部门: " << endl;
71     pos = m.find(MEISHU);
72     count = m.count(MEISHU); // 统计具体人数
73     index = 0;
74     for (; pos != m.end() && index < count; pos++, index++)
75     {
76         cout << "姓名: " << pos->second.m_Name << " 工资: " << pos->second.m_Salary <<
endl;
77     }
78
79     cout << "-----" << endl;
80     cout << "研发部门: " << endl;
81     pos = m.find(YANFA);
82     count = m.count(YANFA); // 统计具体人数
83     index = 0;
84     for (; pos != m.end() && index < count; pos++, index++)
85     {
86         cout << "姓名: " << pos->second.m_Name << " 工资: " << pos->second.m_Salary <<
endl;
87     }
88 }
89
90
91 int main() {
92
93     srand((unsigned int)time(NULL));
94
95     //1、创建员工
96     vector<Worker>vWorker;
97     createWorker(vWorker);
98
99     //2、员工分组
100    multimap<int, Worker>mWorker;
101    setGroup(vWorker, mWorker);
102
103
104    //3、分组显示员工
105    showWorkerByGourp(mWorker);
106
107    ////测试
108    //for (vector<Worker>::iterator it = vWorker.begin(); it != vWorker.end(); it++)
109    //{
110
111        // cout << "姓名: " << it->m_Name << " 工资: " << it->m_Salary << endl;

```

```
111     //}
112
113     system("pause");
114
115     return 0;
116 }
```

总结:

- 当数据以键值对形式存在, 可以考虑用map 或 multimap

## 4 STL- 函数对象

### 4.1 函数对象

#### 4.1.1 函数对象概念

概念:

- 重载函数调用操作符的类, 其对象常称为**函数对象**
- **函数对象**使用重载的()时, 行为类似函数调用, 也叫**仿函数**

本质:

函数对象(仿函数)是一个**类**, 不是一个函数

#### 4.1.2 函数对象使用

特点:

- 函数对象在使用时, 可以像普通函数那样调用, 可以有参数, 可以有返回值
- 函数对象超出普通函数的概念, 函数对象可以有自己的状态
- 函数对象可以作为参数传递

示例:

```
1  #include <string>
2
3  //1、函数对象在使用时, 可以像普通函数那样调用, 可以有参数, 可以有返回值
4  class MyAdd
5  {
6  public :
7      int operator()(int v1,int v2)
8      {
9          return v1 + v2;
10     }
11 };
```

```
12
13 void test01()
14 {
15     MyAdd myAdd;
16     cout << myAdd(10, 10) << endl;
17 }
18
19 //2、函数对象可以有自己的状态
20 class MyPrint
21 {
22 public:
23     MyPrint()
24     {
25         count = 0;
26     }
27     void operator()(string test)
28     {
29         cout << test << endl;
30         count++; //统计使用次数
31     }
32
33     int count; //内部自己的状态
34 };
35 void test02()
36 {
37     MyPrint myPrint;
38     myPrint("hello world");
39     myPrint("hello world");
40     myPrint("hello world");
41     cout << "myPrint调用次数为: " << myPrint.count << endl;
42 }
43
44 //3、函数对象可以作为参数传递
45 void doPrint(MyPrint &mp, string test)
46 {
47     mp(test);
48 }
49
50 void test03()
51 {
52     MyPrint myPrint;
53     doPrint(myPrint, "Hello C++");
54 }
55
56 int main() {
57
58     //test01();
59     //test02();
60     test03();
61
62     system("pause");
63
64     return 0;
```

总结:

- 仿函数写法非常灵活, 可以作为参数进行传递。

## 4.2 谓词

### 4.2.1 谓词概念

概念:

- 返回bool类型的仿函数称为**谓词**
- 如果operator()接受一个参数, 那么叫做一元谓词
- 如果operator()接受两个参数, 那么叫做二元谓词

### 4.2.2 一元谓词

示例:

```
1  #include <vector>
2  #include <algorithm>
3
4  //1.一元谓词
5  struct GreaterFive{
6      bool operator()(int val) {
7          return val > 5;
8      }
9  };
10
11 void test01() {
12
13     vector<int> v;
14     for (int i = 0; i < 10; i++)
15     {
16         v.push_back(i);
17     }
18
19     vector<int>::iterator it = find_if(v.begin(), v.end(), GreaterFive());
20     if (it == v.end()) {
21         cout << "没找到!" << endl;
```

```

22     }
23     else {
24         cout << "找到:" << *it << endl;
25     }
26
27 }
28
29 int main() {
30
31     test01();
32
33     system("pause");
34
35     return 0;
36 }

```

总结：参数只有一个的谓词，称为一元谓词

### 4.2.3 二元谓词

示例：

```

1  #include <vector>
2  #include <algorithm>
3  //二元谓词
4  class MyCompare
5  {
6  public:
7      bool operator()(int num1, int num2)
8      {
9          return num1 > num2;
10     }
11 };
12
13 void test01()
14 {
15     vector<int> v;
16     v.push_back(10);
17     v.push_back(40);
18     v.push_back(20);
19     v.push_back(30);
20     v.push_back(50);
21
22     //默认从小到大

```

```

23     sort(v.begin(), v.end());
24     for (vector<int>::iterator it = v.begin(); it != v.end(); it++)
25     {
26         cout << *it << " ";
27     }
28     cout << endl;
29     cout << "-----" << endl;
30
31     //使用函数对象改变算法策略，排序从大到小
32     sort(v.begin(), v.end(), MyCompare());
33     for (vector<int>::iterator it = v.begin(); it != v.end(); it++)
34     {
35         cout << *it << " ";
36     }
37     cout << endl;
38 }
39
40 int main() {
41
42     test01();
43
44     system("pause");
45
46     return 0;
47 }

```

总结：参数只有两个的谓词，称为二元谓词

## 4.3 内建函数对象

### 4.3.1 内建函数对象意义

概念：

- STL内建了一些函数对象

分类：

- 算术仿函数
- 关系仿函数

- 逻辑仿函数

用法:

- 这些仿函数所产生的对象，用法和一般函数完全相同
- 使用内建函数对象，需要引入头文件 `#include<functional>`

### 4.3.2 算术仿函数

功能描述:

- 实现四则运算
- 其中negate是一元运算，其他都是二元运算

仿函数原型:

- `template<class T> T plus<T>` //加法仿函数
- `template<class T> T minus<T>` //减法仿函数
- `template<class T> T multiplies<T>` //乘法仿函数
- `template<class T> T divides<T>` //除法仿函数
- `template<class T> T modulus<T>` //取模仿函数
- `template<class T> T negate<T>` //取反仿函数

示例:

```
1  #include <functional>
2  //negate
3  void test01()
4  {
5      negate<int> n;
6      cout << n(50) << endl;
7  }
8
9  //plus
10 void test02()
11 {
12     plus<int> p;
13     cout << p(10, 20) << endl;
14 }
15
16 int main() {
17
18     test01();
19     test02();
20
21     system("pause");
22
23     return 0;
24 }
```

总结：使用内建函数对象时，需要引入头文件 `#include <functional>`

### 4.3.3 关系仿函数

功能描述：

- 实现关系对比

仿函数原型：

- `template<class T> bool equal_to<T>` //等于
- `template<class T> bool not_equal_to<T>` //不等于
- `template<class T> bool greater<T>` //大于
- `template<class T> bool greater_equal<T>` //大于等于
- `template<class T> bool less<T>` //小于
- `template<class T> bool less_equal<T>` //小于等于

示例：

```
1  #include <functional>
2  #include <vector>
3  #include <algorithm>
4
5  class MyCompare
6  {
7  public:
8      bool operator()(int v1,int v2)
9      {
10         return v1 > v2;
11     }
12 };
13 void test01()
14 {
15     vector<int> v;
16
17     v.push_back(10);
18     v.push_back(30);
19     v.push_back(50);
20     v.push_back(40);
21     v.push_back(20);
22
23     for (vector<int>::iterator it = v.begin(); it != v.end(); it++) {
24         cout << *it << " ";
25     }
26     cout << endl;
27
28     //自己实现仿函数
```



```

29 //sort(v.begin(), v.end(), MyCompare());
30 //STL内建仿函数 大于仿函数
31 sort(v.begin(), v.end(), greater<int>());
32
33 for (vector<int>::iterator it = v.begin(); it != v.end(); it++) {
34     cout << *it << " ";
35 }
36 cout << endl;
37 }
38
39 int main() {
40
41     test01();
42
43     system("pause");
44
45     return 0;
46 }

```

总结：关系仿函数中最常用的就是greater<>大于

#### 4.3.4 逻辑仿函数

功能描述：

- 实现逻辑运算

函数原型：

- `template<class T> bool logical_and<T>` //逻辑与
- `template<class T> bool logical_or<T>` //逻辑或
- `template<class T> bool logical_not<T>` //逻辑非

示例：

```

1  #include <vector>
2  #include <functional>
3  #include <algorithm>
4  void test01()
5  {
6      vector<bool> v;
7      v.push_back(true);
8      v.push_back(false);
9      v.push_back(true);
10     v.push_back(false);

```

```

11
12     for (vector<bool>::iterator it = v.begin(); it != v.end(); it++)
13     {
14         cout << *it << " ";
15     }
16     cout << endl;
17
18     //逻辑非 将v容器搬运到v2中，并执行逻辑非运算
19     vector<bool> v2;
20     v2.resize(v.size());
21     transform(v.begin(), v.end(), v2.begin(), logical_not<bool>());
22     for (vector<bool>::iterator it = v2.begin(); it != v2.end(); it++)
23     {
24         cout << *it << " ";
25     }
26     cout << endl;
27 }
28
29 int main() {
30
31     test01();
32
33     system("pause");
34
35     return 0;
36 }

```

总结：逻辑仿函数实际应用较少，了解即可

## 5 STL- 常用算法

概述:

- 算法主要是由头文件 `<algorithm>` `<functional>` `<numeric>` 组成。
- `<algorithm>` 是所有STL头文件中最大的一个，范围涉及到比较、交换、查找、遍历操作、复制、修改等等
- `<numeric>` 体积很小，只包括几个在序列上面进行简单数学运算的模板函数
- `<functional>` 定义了一些模板类,用以声明函数对象。

### 5.1 常用遍历算法

学习目标:

- 掌握常用的遍历算法

### 算法简介:

- `for_each` //遍历容器
- `transform` //搬运容器到另一个容器中

## 5.1.1 for\_each

### 功能描述:

- 实现遍历容器

### 函数原型:

- `for_each(iterator beg, iterator end, _func);`  
// 遍历算法 遍历容器元素  
// beg 开始迭代器  
// end 结束迭代器  
// \_func 函数或者函数对象

### 示例:

```
1  #include <algorithm>
2  #include <vector>
3
4  //普通函数
5  void print01(int val)
6  {
7      cout << val << " ";
8  }
9  //函数对象
10 class print02
11 {
12     public:
13     void operator()(int val)
14     {
15         cout << val << " ";
16     }
17 };
18
19 //for_each算法基本用法
20 void test01() {
21
22     vector<int> v;
23     for (int i = 0; i < 10; i++)
24     {
25         v.push_back(i);
26     }
27
28     //遍历算法
29     for_each(v.begin(), v.end(), print01);
30     cout << endl;
```

```

31
32     for_each(v.begin(), v.end(), print02());
33     cout << endl;
34 }
35
36 int main() {
37
38     test01();
39
40     system("pause");
41
42     return 0;
43 }

```

**总结：**for\_each在实际开发中是最常用遍历算法，需要熟练掌握

## 5.1.2 transform

**功能描述：**

- 搬运容器到另一个容器中

**函数原型：**

- `transform(iterator beg1, iterator end1, iterator beg2, _func);`

//beg1 源容器开始迭代器

//end1 源容器结束迭代器

//beg2 目标容器开始迭代器

//\_func 函数或者函数对象

**示例：**

```

1  #include<vector>
2  #include<algorithm>
3
4  //常用遍历算法 搬运 transform
5
6  class TransForm
7  {
8  public:
9      int operator()(int val)
10     {
11         return val;

```

```

12     }
13
14 };
15
16 class MyPrint
17 {
18 public:
19     void operator()(int val)
20     {
21         cout << val << " ";
22     }
23 };
24
25 void test01()
26 {
27     vector<int>v;
28     for (int i = 0; i < 10; i++)
29     {
30         v.push_back(i);
31     }
32
33     vector<int>vTarget; //目标容器
34
35     vTarget.resize(v.size()); // 目标容器需要提前开辟空间
36
37     transform(v.begin(), v.end(), vTarget.begin(), TransForm());
38
39     for_each(vTarget.begin(), vTarget.end(), MyPrint());
40 }
41
42 int main() {
43
44     test01();
45
46     system("pause");
47
48     return 0;
49 }

```

**总结：**搬运的目标容器必须要提前开辟空间，否则无法正常搬运

## 5.2 常用查找算法

学习目标：

- 掌握常用的查找算法

### 算法简介:

- `find` //查找元素
- `find_if` //按条件查找元素
- `adjacent_find` //查找相邻重复元素
- `binary_search` //二分查找法
- `count` //统计元素个数
- `count_if` //按条件统计元素个数

## 5.2.1 find

### 功能描述:

- 查找指定元素，找到返回指定元素的迭代器，找不到返回结束迭代器end()

### 函数原型:

- `find(iterator beg, iterator end, value);`  
// 按值查找元素，找到返回指定位置迭代器，找不到返回结束迭代器位置  
// beg 开始迭代器  
// end 结束迭代器  
// value 查找的元素

### 示例:

```
1  #include <algorithm>
2  #include <vector>
3  #include <string>
4  void test01() {
5
6      vector<int> v;
7      for (int i = 0; i < 10; i++) {
8          v.push_back(i + 1);
9      }
10     //查找容器中是否有 5 这个元素
11     vector<int>::iterator it = find(v.begin(), v.end(), 5);
12     if (it == v.end())
13     {
14         cout << "没有找到!" << endl;
15     }
16     else
17     {
18         cout << "找到:" << *it << endl;
19     }
20 }
21
22 class Person {
23 public:
24     Person(string name, int age)
```

```

25     {
26         this->m_Name = name;
27         this->m_Age = age;
28     }
29     //重载==
30     bool operator==(const Person& p)
31     {
32         if (this->m_Name == p.m_Name && this->m_Age == p.m_Age)
33         {
34             return true;
35         }
36         return false;
37     }
38
39 public:
40     string m_Name;
41     int m_Age;
42 };
43
44 void test02() {
45
46     vector<Person> v;
47
48     //创建数据
49     Person p1("aaa", 10);
50     Person p2("bbb", 20);
51     Person p3("ccc", 30);
52     Person p4("ddd", 40);
53
54     v.push_back(p1);
55     v.push_back(p2);
56     v.push_back(p3);
57     v.push_back(p4);
58
59     vector<Person>::iterator it = find(v.begin(), v.end(), p2);
60     if (it == v.end())
61     {
62         cout << "没有找到!" << endl;
63     }
64     else
65     {
66         cout << "找到姓名:" << it->m_Name << " 年龄: " << it->m_Age << endl;
67     }
68 }

```

总结：利用find可以在容器中找到指定的元素，返回值是**迭代器**

## 5.2.2 find\_if

### 功能描述:

- 按条件查找元素

### 函数原型:

- `find_if(iterator beg, iterator end, _Pred);`  
// 按值查找元素，找到返回指定位置迭代器，找不到返回结束迭代器位置  
// beg 开始迭代器  
// end 结束迭代器  
// \_Pred 函数或者谓词（返回bool类型的仿函数）

### 示例:

```
1  #include <algorithm>
2  #include <vector>
3  #include <string>
4
5  //内置数据类型
6  class GreaterFive
7  {
8  public:
9      bool operator()(int val)
10     {
11         return val > 5;
12     }
13 };
14
15 void test01() {
16
17     vector<int> v;
18     for (int i = 0; i < 10; i++) {
19         v.push_back(i + 1);
20     }
21
22     vector<int>::iterator it = find_if(v.begin(), v.end(), GreaterFive());
23     if (it == v.end()) {
24         cout << "没有找到!" << endl;
25     }
26     else {
27         cout << "找到大于5的数字:" << *it << endl;
28     }
29 }
30
31 //自定义数据类型
32 class Person {
33 public:
```



```
34     Person(string name, int age)
35     {
36         this->m_Name = name;
37         this->m_Age = age;
38     }
39 public:
40     string m_Name;
41     int m_Age;
42 };
43
44 class Greater20
45 {
46 public:
47     bool operator()(Person &p)
48     {
49         return p.m_Age > 20;
50     }
51
52 };
53
54 void test02() {
55
56     vector<Person> v;
57
58     //创建数据
59     Person p1("aaa", 10);
60     Person p2("bbb", 20);
61     Person p3("ccc", 30);
62     Person p4("ddd", 40);
63
64     v.push_back(p1);
65     v.push_back(p2);
66     v.push_back(p3);
67     v.push_back(p4);
68
69     vector<Person>::iterator it = find_if(v.begin(), v.end(), Greater20());
70     if (it == v.end())
71     {
72         cout << "没有找到!" << endl;
73     }
74     else
75     {
76         cout << "找到姓名:" << it->m_Name << " 年龄: " << it->m_Age << endl;
77     }
78 }
79
80 int main() {
81
82     //test01();
83
84     test02();
85
86     system("pause");
```

```
87
88     return 0;
89 }
```

总结：find\_if按条件查找使查找更加灵活，提供的仿函数可以改变不同的策略

### 5.2.3 adjacent\_find

功能描述：

- 查找相邻重复元素

函数原型：

- `adjacent_find(iterator beg, iterator end);`  
// 查找相邻重复元素,返回相邻元素的第一个位置的迭代器  
// beg 开始迭代器  
// end 结束迭代器

示例：

```
1  #include <algorithm>
2  #include <vector>
3
4  void test01()
5  {
6      vector<int> v;
7      v.push_back(1);
8      v.push_back(2);
9      v.push_back(5);
10     v.push_back(2);
11     v.push_back(4);
12     v.push_back(4);
13     v.push_back(3);
14
15     //查找相邻重复元素
16     vector<int>::iterator it = adjacent_find(v.begin(), v.end());
17     if (it == v.end()) {
18         cout << "找不到!" << endl;
```

```

19     }
20     else {
21         cout << "找到相邻重复元素为:" << *it << endl;
22     }
23 }

```

总结：面试题中如果出现查找相邻重复元素，记得用STL中的adjacent\_find算法

## 5.2.4 binary\_search

### 功能描述：

- 查找指定元素是否存在

### 函数原型：

- `bool binary_search(iterator beg, iterator end, value);`  
// 查找指定的元素，查到 返回true 否则false  
// 注意: 在**无序序列中不可用**  
// beg 开始迭代器  
// end 结束迭代器  
// value 查找的元素

### 示例：

```

1  #include <algorithm>
2  #include <vector>
3
4  void test01()
5  {
6      vector<int>v;
7
8      for (int i = 0; i < 10; i++)
9      {
10         v.push_back(i);
11     }
12     //二分查找
13     bool ret = binary_search(v.begin(), v.end(),2);
14     if (ret)
15     {
16         cout << "找到了" << endl;
17     }
18     else

```

```

19     {
20         cout << "未找到" << endl;
21     }
22 }
23
24 int main() {
25
26     test01();
27
28     system("pause");
29
30     return 0;
31 }

```

**总结：**二分查找法查找效率很高，值得注意的是查找的容器中元素必须的有序序列

## 5.2.5 count

**功能描述：**

- 统计元素个数

**函数原型：**

- `count(iterator beg, iterator end, value);`

// 统计元素出现次数

// beg 开始迭代器

// end 结束迭代器

// value 统计的元素

**示例：**

```

1  #include <algorithm>
2  #include <vector>
3
4  //内置数据类型
5  void test01()
6  {
7      vector<int> v;
8      v.push_back(1);
9      v.push_back(2);
10     v.push_back(4);
11     v.push_back(5);
12     v.push_back(3);

```

```
13     v.push_back(4);
14     v.push_back(4);
15
16     int num = count(v.begin(), v.end(), 4);
17
18     cout << "4的个数为: " << num << endl;
19 }
20
21 //自定义数据类型
22 class Person
23 {
24 public:
25     Person(string name, int age)
26     {
27         this->m_Name = name;
28         this->m_Age = age;
29     }
30     bool operator==(const Person & p)
31     {
32         if (this->m_Age == p.m_Age)
33         {
34             return true;
35         }
36         else
37         {
38             return false;
39         }
40     }
41     string m_Name;
42     int m_Age;
43 };
44
45 void test02()
46 {
47     vector<Person> v;
48
49     Person p1("刘备", 35);
50     Person p2("关羽", 35);
51     Person p3("张飞", 35);
52     Person p4("赵云", 30);
53     Person p5("曹操", 25);
54
55     v.push_back(p1);
56     v.push_back(p2);
57     v.push_back(p3);
58     v.push_back(p4);
59     v.push_back(p5);
60
61     Person p("诸葛亮", 35);
62
63     int num = count(v.begin(), v.end(), p);
64     cout << "num = " << num << endl;
65 }
```

```
66 int main() {
67
68     //test01();
69
70     test02();
71
72     system("pause");
73
74     return 0;
75 }
```

**总结：** 统计自定义数据类型时候，需要配合重载 `operator==`

## 5.2.6 count\_if

**功能描述：**

- 按条件统计元素个数

**函数原型：**

- `count_if(iterator beg, iterator end, _Pred);`

// 按条件统计元素出现次数

// beg 开始迭代器

// end 结束迭代器

// \_Pred 谓词

**示例：**

```
1  #include <algorithm>
2  #include <vector>
3
4  class Greater4
5  {
6  public:
7      bool operator()(int val)
8      {
```

```

9         return val >= 4;
10     }
11 };
12
13 //内置数据类型
14 void test01()
15 {
16     vector<int> v;
17     v.push_back(1);
18     v.push_back(2);
19     v.push_back(4);
20     v.push_back(5);
21     v.push_back(3);
22     v.push_back(4);
23     v.push_back(4);
24
25     int num = count_if(v.begin(), v.end(), Greater4());
26
27     cout << "大于4的个数为: " << num << endl;
28 }
29
30 //自定义数据类型
31 class Person
32 {
33 public:
34     Person(string name, int age)
35     {
36         this->m_Name = name;
37         this->m_Age = age;
38     }
39
40     string m_Name;
41     int m_Age;
42 };
43
44 class AgeLess35
45 {
46 public:
47     bool operator()(const Person &p)
48     {
49         return p.m_Age < 35;
50     }
51 };
52 void test02()
53 {
54     vector<Person> v;
55
56     Person p1("刘备", 35);
57     Person p2("关羽", 35);
58     Person p3("张飞", 35);
59     Person p4("赵云", 30);
60     Person p5("曹操", 25);
61

```

```

62     v.push_back(p1);
63     v.push_back(p2);
64     v.push_back(p3);
65     v.push_back(p4);
66     v.push_back(p5);
67
68     int num = count_if(v.begin(), v.end(), AgeLess35());
69     cout << "小于35岁的个数: " << num << endl;
70 }
71
72
73 int main() {
74
75     //test01();
76
77     test02();
78
79     system("pause");
80
81     return 0;
82 }

```

**总结：**按值统计用count，按条件统计用count\_if

## 5.3 常用排序算法

**学习目标：**

- 掌握常用的排序算法

**算法简介：**

- `sort` //对容器内元素进行排序
- `random_shuffle` //洗牌 指定范围内的元素随机调整次序
- `merge` // 容器元素合并，并存储到另一容器中
- `reverse` // 反转指定范围的元素

### 5.3.1 sort

**功能描述：**

- 对容器内元素进行排序



## 函数原型:

- `sort(iterator beg, iterator end, _Pred);`  
// 按值查找元素, 找到返回指定位置迭代器, 找不到返回结束迭代器位置  
// beg 开始迭代器  
// end 结束迭代器  
// \_Pred 谓词

## 示例:

```
1  #include <algorithm>
2  #include <vector>
3
4  void myPrint(int val)
5  {
6      cout << val << " ";
7  }
8
9  void test01() {
10     vector<int> v;
11     v.push_back(10);
12     v.push_back(30);
13     v.push_back(50);
14     v.push_back(20);
15     v.push_back(40);
16
17     //sort默认从小到大排序
18     sort(v.begin(), v.end());
19     for_each(v.begin(), v.end(), myPrint);
20     cout << endl;
21
22     //从大到小排序
23     sort(v.begin(), v.end(), greater<int>());
24     for_each(v.begin(), v.end(), myPrint);
25     cout << endl;
26 }
27
28 int main() {
29
30     test01();
31
32     system("pause");
33
34     return 0;
35 }
```

**总结:** sort属于开发中最常用的算法之一, 需熟练掌握

### 5.3.2 random\_shuffle

#### 功能描述:

- 洗牌 指定范围内的元素随机调整次序

#### 函数原型:

- `random_shuffle(iterator beg, iterator end);`  
// 指定范围内的元素随机调整次序  
// beg 开始迭代器  
// end 结束迭代器

#### 示例:

```
1  #include <algorithm>
2  #include <vector>
3  #include <ctime>
4
5  class myPrint
6  {
7  public:
8      void operator()(int val)
9      {
10         cout << val << " ";
11     }
12 };
13
14 void test01()
15 {
16     srand((unsigned int)time(NULL));
17     vector<int> v;
18     for(int i = 0 ; i < 10;i++)
19     {
20         v.push_back(i);
21     }
22     for_each(v.begin(), v.end(), myPrint());
23     cout << endl;
24
25     //打乱顺序
26     random_shuffle(v.begin(), v.end());
```

```

27     for_each(v.begin(), v.end(), myPrint());
28     cout << endl;
29 }
30
31 int main() {
32
33     test01();
34
35     system("pause");
36
37     return 0;
38 }

```

**总结：** random\_shuffle洗牌算法比较实用，使用时记得加随机数种子

### 5.3.3 merge

**功能描述：**

- 两个容器元素合并，并存储到另一容器中

**函数原型：**

- `merge(iterator beg1, iterator end1, iterator beg2, iterator end2, iterator dest);`

// 容器元素合并，并存储到另一容器中

// 注意: 两个容器必须是**有序的**

// beg1 容器1开始迭代器 // end1 容器1结束迭代器 // beg2 容器2开始迭代器 // end2 容器2结束迭代器 //  
dest 目标容器开始迭代器

**示例：**

```

1  #include <algorithm>
2  #include <vector>
3
4  class myPrint
5  {
6  public:
7      void operator()(int val)
8      {

```

```

9         cout << val << " ";
10     }
11 };
12
13 void test01()
14 {
15     vector<int> v1;
16     vector<int> v2;
17     for (int i = 0; i < 10 ; i++)
18     {
19         v1.push_back(i);
20         v2.push_back(i + 1);
21     }
22
23     vector<int> vtarget;
24     //目标容器需要提前开辟空间
25     vtarget.resize(v1.size() + v2.size());
26     //合并 需要两个有序序列
27     merge(v1.begin(), v1.end(), v2.begin(), v2.end(), vtarget.begin());
28     for_each(vtarget.begin(), vtarget.end(), myPrint());
29     cout << endl;
30 }
31
32 int main() {
33
34     test01();
35
36     system("pause");
37
38     return 0;
39 }

```

**总结：** merge合并的两个容器必须的有序序列

### 5.3.4 reverse

**功能描述：**

- 将容器内元素进行反转

**函数原型：**

- `reverse(iterator beg, iterator end);`

// 反转指定范围的元素

// beg 开始迭代器

```
// end 结束迭代器
```

**示例:**

```
1  #include <algorithm>
2  #include <vector>
3
4  class myPrint
5  {
6  public:
7      void operator()(int val)
8      {
9          cout << val << " ";
10     }
11 };
12
13 void test01()
14 {
15     vector<int> v;
16     v.push_back(10);
17     v.push_back(30);
18     v.push_back(50);
19     v.push_back(20);
20     v.push_back(40);
21
22     cout << "反转前: " << endl;
23     for_each(v.begin(), v.end(), myPrint());
24     cout << endl;
25
26     cout << "反转后: " << endl;
27
28     reverse(v.begin(), v.end());
29     for_each(v.begin(), v.end(), myPrint());
30     cout << endl;
31 }
32
33 int main() {
34
35     test01();
36
37     system("pause");
38
39     return 0;
40 }
```

**总结:** reverse反转区间内元素，面试题可能涉及到

## 5.4 常用拷贝和替换算法

### 学习目标:

- 掌握常用的拷贝和替换算法

### 算法简介:

- `copy` // 容器内指定范围的元素拷贝到另一容器中
- `replace` // 将容器内指定范围的旧元素修改为新元素
- `replace_if` // 容器内指定范围满足条件的元素替换为新元素
- `swap` // 互换两个容器的元素

### 5.4.1 copy

#### 功能描述:

- 容器内指定范围的元素拷贝到另一容器中

#### 函数原型:

- `copy(iterator beg, iterator end, iterator dest);`  
// 按值查找元素，找到返回指定位置迭代器，找不到返回结束迭代器位置  
// beg 开始迭代器  
// end 结束迭代器  
// dest 目标起始迭代器

#### 示例:

```
1  #include <algorithm>
2  #include <vector>
3
4  class myPrint
5  {
6  public:
7      void operator()(int val)
8      {
9          cout << val << " ";
10     }
11 };
12
13 void test01()
14 {
15     vector<int> v1;
16     for (int i = 0; i < 10; i++) {
17         v1.push_back(i + 1);
18     }
19     vector<int> v2;
20     v2.resize(v1.size());
```

```

21     copy(v1.begin(), v1.end(), v2.begin());
22
23     for_each(v2.begin(), v2.end(), myPrint());
24     cout << endl;
25 }
26
27 int main() {
28
29     test01();
30
31     system("pause");
32
33     return 0;
34 }

```

**总结：**利用copy算法在拷贝时，目标容器记得提前开辟空间

## 5.4.2 replace

**功能描述：**

- 将容器内指定范围的旧元素修改为新元素

**函数原型：**

- `replace(iterator beg, iterator end, oldvalue, newvalue);`

// 将区间内旧元素 替换成 新元素

// beg 开始迭代器

// end 结束迭代器

// oldvalue 旧元素

// newvalue 新元素

**示例：**

```

1  #include <algorithm>
2  #include <vector>
3
4  class myPrint
5  {
6  public:

```

```

7     void operator()(int val)
8     {
9         cout << val << " ";
10    }
11 };
12
13 void test01()
14 {
15     vector<int> v;
16     v.push_back(20);
17     v.push_back(30);
18     v.push_back(20);
19     v.push_back(40);
20     v.push_back(50);
21     v.push_back(10);
22     v.push_back(20);
23
24     cout << "替换前: " << endl;
25     for_each(v.begin(), v.end(), myPrint());
26     cout << endl;
27
28     //将容器中的20 替换成 2000
29     cout << "替换后: " << endl;
30     replace(v.begin(), v.end(), 20, 2000);
31     for_each(v.begin(), v.end(), myPrint());
32     cout << endl;
33 }
34
35 int main() {
36
37     test01();
38
39     system("pause");
40
41     return 0;
42 }

```

**总结：**replace会替换区间内满足条件的元素

### 5.4.3 replace\_if

**功能描述：**



- 将区间内满足条件的元素，替换成指定元素

#### 函数原型:

- `replace_if(iterator beg, iterator end, _pred, newvalue);`
  - // 按条件替换元素，满足条件的替换成指定元素
  - // beg 开始迭代器
  - // end 结束迭代器
  - // \_pred 谓词
  - // newvalue 替换的新元素

#### 示例:

```
1  #include <algorithm>
2  #include <vector>
3
4  class myPrint
5  {
6  public:
7      void operator()(int val)
8      {
9          cout << val << " ";
10     }
11 };
12
13 class ReplaceGreater30
14 {
15 public:
16     bool operator()(int val)
17     {
18         return val >= 30;
19     }
20
21 };
22
23 void test01()
24 {
25     vector<int> v;
26     v.push_back(20);
27     v.push_back(30);
28     v.push_back(20);
29     v.push_back(40);
30     v.push_back(50);
31     v.push_back(10);
32     v.push_back(20);
33
34     cout << "替换前: " << endl;
35     for_each(v.begin(), v.end(), myPrint());
36     cout << endl;
37
38     //将容器中大于等于的30 替换成 3000
```

```

39     cout << "替换后: " << endl;
40     replace_if(v.begin(), v.end(), ReplaceGreater30(), 3000);
41     for_each(v.begin(), v.end(), myPrint());
42     cout << endl;
43 }
44
45 int main() {
46
47     test01();
48
49     system("pause");
50
51     return 0;
52 }

```

**总结：** replace\_if按条件查找，可以利用仿函数灵活筛选满足的条件

## 5.4.4 swap

### 功能描述：

- 互换两个容器的元素

### 函数原型：

- `swap(container c1, container c2);`  
// 互换两个容器的元素  
// c1容器1  
// c2容器2

### 示例：

```

1  #include <algorithm>
2  #include <vector>
3
4  class myPrint
5  {
6  public:
7      void operator()(int val)
8      {
9          cout << val << " ";
10     }
11 };
12
13 void test01()
14 {

```

```

15     vector<int> v1;
16     vector<int> v2;
17     for (int i = 0; i < 10; i++) {
18         v1.push_back(i);
19         v2.push_back(i+100);
20     }
21
22     cout << "交换前: " << endl;
23     for_each(v1.begin(), v1.end(), myPrint());
24     cout << endl;
25     for_each(v2.begin(), v2.end(), myPrint());
26     cout << endl;
27
28     cout << "交换后: " << endl;
29     swap(v1, v2);
30     for_each(v1.begin(), v1.end(), myPrint());
31     cout << endl;
32     for_each(v2.begin(), v2.end(), myPrint());
33     cout << endl;
34 }
35
36 int main() {
37
38     test01();
39
40     system("pause");
41
42     return 0;
43 }

```

**总结：** swap交换容器时，注意交换的容器要同种类型

## 5.5 常用算术生成算法

**学习目标：**

- 掌握常用的算术生成算法

**注意：**

- 算术生成算法属于小型算法，使用时包含的头文件为 `#include <numeric>`

**算法简介：**

- `accumulate` // 计算容器元素累计总和
- `fill` // 向容器中添加元素

### 5.5.1 accumulate

#### 功能描述:

- 计算区间内 容器元素累计总和

#### 函数原型:

- `accumulate(iterator beg, iterator end, value);`  
// 计算容器元素累计总和  
// beg 开始迭代器  
// end 结束迭代器  
// value 起始值

#### 示例:

```
1  #include <numeric>
2  #include <vector>
3  void test01()
4  {
5      vector<int> v;
6      for (int i = 0; i <= 100; i++) {
7          v.push_back(i);
8      }
9
10     int total = accumulate(v.begin(), v.end(), 0);
11
12     cout << "total = " << total << endl;
13 }
14
15 int main() {
16
17     test01();
18
19     system("pause");
20
21     return 0;
22 }
```

**总结:** `accumulate`使用时头文件注意是 `numeric`, 这个算法很实用

### 5.5.2 fill

#### 功能描述:

- 向容器中填充指定的元素

### 函数原型:

- `fill(iterator beg, iterator end, value);`

// 向容器中填充元素

// beg 开始迭代器

// end 结束迭代器

// value 填充的值

### 示例:

```
1  #include <numeric>
2  #include <vector>
3  #include <algorithm>
4
5  class myPrint
6  {
7  public:
8      void operator()(int val)
9      {
10         cout << val << " ";
11     }
12 };
13
14 void test01()
15 {
16
17     vector<int> v;
18     v.resize(10);
19     //填充
20     fill(v.begin(), v.end(), 100);
21
22     for_each(v.begin(), v.end(), myPrint());
23     cout << endl;
24 }
25
26 int main() {
27
28     test01();
29
30     system("pause");
31
32     return 0;
33 }
```

**总结:** 利用fill可以将容器区间内元素填充为 指定的值

## 5.6 常用集合算法

## 学习目标:

- 掌握常用的集合算法

## 算法简介:

- `set_intersection` // 求两个容器的交集
- `set_union` // 求两个容器的并集
- `set_difference` // 求两个容器的差集

### 5.6.1 set\_intersection

#### 功能描述:

- 求两个容器的交集

#### 函数原型:

- `set_intersection(iterator beg1, iterator end1, iterator beg2, iterator end2, iterator dest);`  
// 求两个集合的交集  
**// 注意:两个集合必须是有序序列**  
// beg1 容器1开始迭代器 // end1 容器1结束迭代器 // beg2 容器2开始迭代器 // end2 容器2结束迭代器 //  
dest 目标容器开始迭代器

#### 示例:

```
1  #include <vector>
2  #include <algorithm>
3
4  class myPrint
5  {
6  public:
7      void operator()(int val)
8      {
9          cout << val << " ";
10     }
11 };
12
13 void test01()
14 {
15     vector<int> v1;
16     vector<int> v2;
17     for (int i = 0; i < 10; i++)
18     {
19         v1.push_back(i);
20         v2.push_back(i+5);
21     }
22
23     vector<int> vTarget;
24     //取两个里面较小的值给目标容器开辟空间
25     vTarget.resize(min(v1.size(), v2.size()));
```

```

26
27 //返回目标容器的最后一个元素的迭代器地址
28 vector<int>::iterator itEnd =
29     set_intersection(v1.begin(), v1.end(), v2.begin(), v2.end(), vTarget.begin());
30
31 for_each(vTarget.begin(), itEnd, myPrint());
32 cout << endl;
33 }
34
35 int main() {
36
37     test01();
38
39     system("pause");
40
41     return 0;
42 }

```

#### 总结:

- 求交集的两个集合必须的有序序列
- 目标容器开辟空间需要从**两个容器中取小值**
- set\_intersection返回值既是交集中最后一个元素的位置

## 5.6.2 set\_union

#### 功能描述:

- 求两个集合的并集

#### 函数原型:

- `set_union(iterator beg1, iterator end1, iterator beg2, iterator end2, iterator dest);`  
 // 求两个集合的并集  
**// 注意:两个集合必须是有序序列**  
 // beg1 容器1开始迭代器 // end1 容器1结束迭代器 // beg2 容器2开始迭代器 // end2 容器2结束迭代器 //  
 dest 目标容器开始迭代器

#### 示例:

```

1  #include <vector>
2  #include <algorithm>

```

```

3
4 class myPrint
5 {
6 public:
7     void operator()(int val)
8     {
9         cout << val << " ";
10    }
11 };
12
13 void test01()
14 {
15     vector<int> v1;
16     vector<int> v2;
17     for (int i = 0; i < 10; i++) {
18         v1.push_back(i);
19         v2.push_back(i+5);
20     }
21
22     vector<int> vTarget;
23     //取两个容器的和给目标容器开辟空间
24     vTarget.resize(v1.size() + v2.size());
25
26     //返回目标容器的最后一个元素的迭代器地址
27     vector<int>::iterator itEnd =
28         set_union(v1.begin(), v1.end(), v2.begin(), v2.end(), vTarget.begin());
29
30     for_each(vTarget.begin(), itEnd, myPrint());
31     cout << endl;
32 }
33
34 int main() {
35
36     test01();
37
38     system("pause");
39
40     return 0;
41 }

```

### 总结:

- 求并集的两个集合必须的有序序列
- 目标容器开辟空间需要**两个容器相加**
- set\_union返回值既是并集中最后一个元素的位置

### 5.6.3 set\_difference



## 功能描述:

- 求两个集合的差集

## 函数原型:

- `set_difference(iterator beg1, iterator end1, iterator beg2, iterator end2, iterator dest);`

// 求两个集合的差集

// 注意:两个集合必须是有序序列

// beg1 容器1开始迭代器 // end1 容器1结束迭代器 // beg2 容器2开始迭代器 // end2 容器2结束迭代器 //  
dest 目标容器开始迭代器

## 示例:

```
1  #include <vector>
2  #include <algorithm>
3
4  class myPrint
5  {
6  public:
7      void operator()(int val)
8      {
9          cout << val << " ";
10     }
11 };
12
13 void test01()
14 {
15     vector<int> v1;
16     vector<int> v2;
17     for (int i = 0; i < 10; i++) {
18         v1.push_back(i);
19         v2.push_back(i+5);
20     }
21
22     vector<int> vTarget;
23     //取两个里面较大的值给目标容器开辟空间
24     vTarget.resize( max(v1.size() , v2.size()));
25
26     //返回目标容器的最后一个元素的迭代器地址
27     cout << "v1与v2的差集为: " << endl;
28     vector<int>::iterator itEnd =
29         set_difference(v1.begin(), v1.end(), v2.begin(), v2.end(), vTarget.begin());
30     for_each(vTarget.begin(), itEnd, myPrint());
31     cout << endl;
32
33
34     cout << "v2与v1的差集为: " << endl;
35     itEnd = set_difference(v2.begin(), v2.end(), v1.begin(), v1.end(), vTarget.begin());
36     for_each(vTarget.begin(), itEnd, myPrint());
37     cout << endl;
```

```
38 }  
39  
40 int main() {  
41  
42     test01();  
43  
44     system("pause");  
45  
46     return 0;  
47 }
```

### 总结:

- 求差集的两个集合必须的有序序列
- 目标容器开辟空间需要从**两个容器取较大值**
- set\_difference返回值既是差集中最后一个元素的位置