# 1. STL概论

长久以来，软件界一直希望建立一种可重复利用的东西，以及一种得以制造出”可重复运用的东西”的方法,让程序员的心血不止于随时间的迁移，人事异动而烟消云散，从函数(functions)，类别(classes),函数库(function libraries),类别库(class libraries)、各种组件，从模块化设计，到面向对象(object oriented )，到模式(pattern)的归纳整理，为的就是复用性的提升。

复用性必须建立在某种标准之上。但是在许多环境下，就连软件开发最基本的数据结构(data structures) 和算法(algorithm)都未能有一套标准。大量程序员被迫从事大量重复的工作，竟然是为了完成前人已经完成而自己手上并未拥有的程序代码，这不仅是人力资源的浪费，也是挫折与痛苦的来源。

为了建立数据结构和算法的一套标准，并且降低他们之间的耦合关系，以提升各自的独立性、弹性、交互操作性(相互合作性,interoperability),诞生了STL。

## 1.1 STL基本概念

STL(Standard Template Library,标准模板库)，是惠普实验室开发的一系列软件的统  
称。现在主要出现在 c++中，但是在引入 c++之前该技术已经存在很长时间了。  
 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，这相比传统的由函数和类组成的库来说提供了更好的代码重用机会。STL(Standard Template Library)标准模板库,在我们 c++标准程序库中隶属于 STL 的占到了 80%以上。

## 1.2 STL六大组件简介

STL提供了六大组件，彼此之间可以组合套用，这六大组件分别是:容器、算法、迭代器、仿函数、适配器、空间配置器。

**容器：**各种数据结构，如vector、list、deque、set、map等,用来存放数据，从实现角度来看，STL容器是一种class template。

**算法：**各种常用的算法，如sort、find、copy、for\_each。从实现的角度来看，STL算法是一种function tempalte.

**迭代器：**扮演了容器与算法之间的胶合剂，共有五种类型，从实现角度来看，迭代器是一种将operator\* , operator-> , operator++,operator--等指针相关操作予以重载的class template. 所有STL容器都附带有自己专属的迭代器，只有容器的设计者才知道如何遍历自己的元素。原生指针(native pointer)也是一种迭代器。

**仿函数：**行为类似函数，可作为算法的某种策略。从实现角度来看，仿函数是一种重载了operator()的class 或者class template

**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。

**空间配置器：**负责空间的配置与管理。从实现角度看，配置器是一个实现了动态空间配置、空间管理、空间释放的class tempalte.

STL六大组件的交互关系，容器通过空间配置器取得数据存储空间，算法通过迭代器存储容器中的内容，仿函数可以协助算法完成不同的策略的变化，适配器可以修饰仿函数。

## 1.3 STL优点

* STL 是 C++的一部分，因此不用额外安装什么，它被内建在你的编译器之内。
* STL 的一个重要特点是数据结构和算法的分离。尽管这是个简单的概念，但是这种分离使得 STL 变得非常通用。例如:在 STL 的 vector 容器中，可以放入元素、基础数据类型变量、元素的地址；STL 的 sort() 排序函数可以用来操作 vector,list 等容器。
* 程序员可以不用思考 STL 具体的实现过程，只要能够熟练使用 STL 就 OK 了。这样他们就可以把精力放在程序开发的别的方面。
* STL 具有高可重用性，高性能，高移植性，跨平台的优点。  
  高可重用性：STL 中几乎所有的代码都采用了模板类和模版函数的方式实现，这相比于传统的由函数和类组成的库来说提供了更好的代码重用机会。关于模板的知  
  识，已经给大家介绍了。  
  高性能：如 map 可以高效地从十万条记录里面查找出指定的记录，因为 map 是采用红黑树的变体实现的。(红黑树是平横二叉树的一种)  
  高移植性：如在项目 A 上用 STL 编写的模块，可以直接移植到项目 B 上。



Степанов Александр Александрович(STL创建者)

# 2. STL三大组件

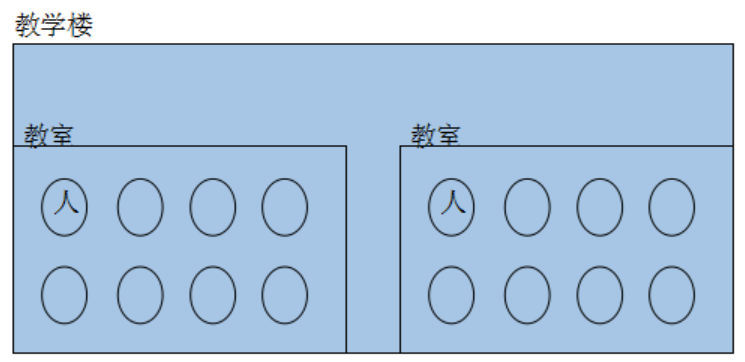
## 2.1 容器

容器，置物之所也。

研究数据的特定排列方式，以利于搜索或排序或其他特殊目的，这一门学科我们成为数据结构。大学信息类相关专业里面，与编程最有直接关系的学科，首推数据结构与算法。几乎可以说，任何特定的数据结构都是为了实现某种特定的算法。STL容器就是将运用最广泛的一些数据结构实现出来。

常用的数据结构不在乎，数组(array),链表(list),tree(树)，栈(stack),队列(queue),集合(set),映射表(map),根据数据在容器中的排列特性，这些数据分为**序列式容器**和**关联式容器**两种。

* 序列式容器就是容器元素在容器中的位置是由元素进入容器的时间和地点来决定。Vector容器、Deque容器、List容器、Stack容器、Queue容器。
* 关联式容器是指容器已经有了一定的规则，容器元素在容器中的位置由我的规则来决定。Set/multiset容器 Map/multimap容器



## 2.2 算法

算法，问题之解法也。

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

广义而言，我们所编写的每个程序都是一个算法，其中的每个函数也都是一个算法，毕竟它们都是用来解决或大或小的逻辑问题或数学问题。STL收录的算法经过了数学上的效能分析与证明，是极具复用价值的，包括常用的排序，查找等等。特定的算法往往搭配特定的数据结构，数据结构是问题的载体，算法与数据结构相辅相成。

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

|  |
| --- |
| **再好的编编程技巧，也无法让一个笨拙的算法起死回生。** |

## 2.3 迭代器

迭代器(iterator)是一种抽象的设计概念，现实程序语言中并没有直接对应于这个概念的实物。在<<Design Patterns>>一书中提供了23中设计模式的完整描述，其中iterator模式定义如下：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。

迭代器的设计思维-STL的关键所在，STL的中心思想在于将数据容器(container)和算法(algorithms)分开，彼此独立设计，最后再一贴胶着剂将他们撮合在一起。从技术角度来看，容器和算法的泛型化并不困难，c++的class template和function template可分别达到目标，如果设计出两这个之间的良好的胶着剂，才是大难题。

迭代器的种类:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 输入迭代器 | 提供对数据的只读访问 | 只读，支持++、==、！= |
| 输出迭代器 | 提供对数据的只写访问 | 只写，支持++ |
| 前向迭代器 | 提供读写操作，并能向前推进迭代器 | 读写，支持++、==、！= |
| 双向迭代器 | 提供读写操作，并能向前和向后操作 | 读写，支持++、--， |
| 随机访问迭代器 | 提供读写操作，并能在数据中随机移动 | 读写，支持++、--、[n]、-n、<、<=、>、>= |

## 2.3 案例

|  |
| --- |
| #define \_CRT\_SECURE\_NO\_WARNINGS  #include<iostream>  #include<vector>  #include<algorithm>  **usingnamespace** std**;**  //STL 中的容器 算法 迭代器  void test01**(){**  vector**<**int**>** v**;**//STL 中的标准容器之一 ：动态数组  v**.**push\_back**(**1**);**//vector 容器提供的插入数据的方法  v**.**push\_back**(**5**);**  v**.**push\_back**(**3**);**  v**.**push\_back**(**7**);**  //迭代器  vector**<**int**>::**iterator pStart **=** v**.**begin**();**//vector 容器提供了 begin()方法 返回指向第一个元素的迭代器  vector**<**int**>::**iterator pEnd **=** v**.**end**();**//vector 容器提供了 end()方法 返回指向最后一个元素下一个位置的迭代器  //通过迭代器遍历  **while(**pStart **!=** pEnd**){**  cout **<<\***pStart **<<**" "**;**  pStart**++;**  **}**  cout **<<** endl**;**  //算法 count 算法 用于统计元素的个数  int n **=** count**(**pStart**,** pEnd**,**5**);**  cout **<<**"n:"**<<** n **<<** endl**;**  **}**  //STL 容器不单单可以存储基础数据类型，也可以存储类对象  class Teacher  **{**  public**:**  Teacher**(**int age**):**age**(**age**){};**  **~**Teacher**(){};**  public**:**  int age**;**  **};**  void test02**(){**  vector**<**Teacher**>** v**;**//存储 Teacher 类型数据的容器  Teacher t1**(**10**),** t2**(**20**),** t3**(**30**);**  v**.**push\_back**(**t1**);**  v**.**push\_back**(**t2**);**  v**.**push\_back**(**t3**);**  vector**<**Teacher**>::**iterator pStart **=** v**.**begin**();**  vector**<**Teacher**>::**iterator pEnd **=** v**.**end**();**  //通过迭代器遍历  **while(**pStart **!=** pEnd**){**  cout **<<** pStart**->**age **<<**" "**;**  pStart**++;**  **}**  cout **<<** endl**;**  **}**  //存储 Teacher 类型指针  void test03**(){**  vector**<**Teacher**\*>** v**;**//存储 Teacher 类型指针  Teacher**\*** t1 **=new** Teacher**(**10**);**  Teacher**\*** t2 **=new** Teacher**(**20**);**  Teacher**\*** t3 **=new** Teacher**(**30**);**  v**.**push\_back**(**t1**);**  v**.**push\_back**(**t2**);**  v**.**push\_back**(**t3**);**  //拿到容器迭代器  vector**<**Teacher**\*>::**iterator pStart **=** v**.**begin**();**  vector**<**Teacher**\*>::**iterator pEnd **=** v**.**end**();**  //通过迭代器遍历  **while(**pStart **!=** pEnd**){**  cout **<<(\***pStart**)->**age **<<**" "**;**  pStart**++;**  **}**  cout **<<** endl**;**  **}**  //容器嵌套容器 难点(不理解，可以跳过)  void test04**(){**  vector**<**vector**<**int**>>** v**;**//容器中存储容器  vector**<**int**>** v1**,** v2**,** v3**;**  v1**.**push\_back**(**1**);**  v1**.**push\_back**(**2**);**  v2**.**push\_back**(**10**);**  v3**.**push\_back**(**100**);**  v3**.**push\_back**(**200**);**  v**.**push\_back**(**v1**);**  v**.**push\_back**(**v2**);**  v**.**push\_back**(**v3**);**  //拿到容器迭代器  vector**<**vector**<**int**>>::**iterator pStart **=** v**.**begin**();**  vector**<**vector**<**int**>>::**iterator pEnd **=** v**.**end**();**  //通过迭代器遍历  **while(**pStart **!=** pEnd**){**  vector**<**int**>** vTemp **=\***pStart**;**//获得迭代器当前指向的容器  vector**<**int**>::**iterator tmpStart **=** vTemp**.**begin**();**  vector**<**int**>::**iterator tmpEnd **=** vTemp**.**end**();**  **for(;** tmpStart **!=** tmpEnd**;** tmpStart**++){**  cout **<<\***tmpStart **<<**" "**;**  **}**  cout **<<** endl**;**  pStart**++;**  **}**  **}**  int main**(){**  //test01();  //test02();  //test03();  test04();  system("pause");  return EXIT\_SUCCESS;  } |

# 3. 常用容器

## 3.1 string容器

### 3.1.1 string容器基本概念

C风格字符串(以空字符结尾的字符数组)太过复杂难于掌握，不适合大程序的开发，所以C++标准库定义了一种string类，定义在头文件<string>。

String和c风格字符串对比：

* Char\*是一个指针，String是一个类

string封装了char\*，管理这个字符串，是一个char\*型的容器。

* String封装了很多实用的成员方法

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

* 不用考虑内存释放和越界

string管理char\*所分配的内存。每一次string的复制，取值都由string类负责维护，不用担心复制越界和取值越界等。

### 3.1.2 string容器常用操作

#### 3.1.2.1 string 构造函数

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

#### 3.1.2.2 string基本赋值操作

|  |
| --- |
| string&operator=(constchar\* s);//char\*类型字符串 赋值给当前的字符串  string&operator=(conststring&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(constchar \*s);//把字符串s赋给当前的字符串  string& assign(constchar \*s, int n);//把字符串s的前n个字符赋给当前的字符串  string& assign(conststring&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  string& assign(conststring&s, int start, int n);//将s从start开始n个字符赋值给字符串,如s=hello,那么n=3,start=1，那么是hel中从e开始赋值3-1个字符 |

#### 3.1.2.3 string存取字符操作

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

#### 3.1.2.4 string拼接操作

|  |
| --- |
| string&operator+=(conststring& str);//重载+=操作符  string&operator+=(constchar\* str);//重载+=操作符  string&operator+=(constchar c);//重载+=操作符  string& append(constchar \*s);//把字符串s连接到当前字符串结尾  string& append(constchar \*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(conststring&s);//同operator+=()  string& append(conststring&s, int pos, int n);//把字符串s中从pos开始的n个字符连接到当前字符串结尾  string& append(int n, char c);//在当前字符串结尾添加n个字符c |

#### 3.1.2.5 string查找和替换

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

#### 3.1.2.6 string比较操作

|  |
| --- |
| /\*  compare函数在>时返回 1，<时返回 -1，==时返回 0。  比较区分大小写，比较时参考字典顺序，排越前面的越小。  大写的A比小写的a小。  \*/  int compare(conststring&s) const;//与字符串s比较  int compare(constchar \*s) const;//与字符串s比较 |

#### 3.1.2.7 string子串

|  |
| --- |
| 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 |

#### 3.1.2.8 string插入和删除操作

|  |
| --- |
| string& insert(int pos, constchar\* s); //插入字符串  string& insert(int pos, conststring& 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 |

#### 3.1.2.9 string和c-style字符串转换

|  |
| --- |
| //string 转 char\*  string str = "itcast";  constchar\* cstr = str.c\_str();  //char\* 转 string  char\* s = "itcast";  string sstr(s); |

**提示:**

|  |
| --- |
| 在c++中存在一个从const char\*到string的隐式类型转换，却不存在从一个string对象到C\_string的自动类型转换。对于string类型的字符串，可以通过c\_str()函数返回string对象对应的C\_string.  通常，程序员在整个程序中应坚持使用string类对象，直到必须将内容转化为char\*时才将其转换为C\_string. |

**提示:**

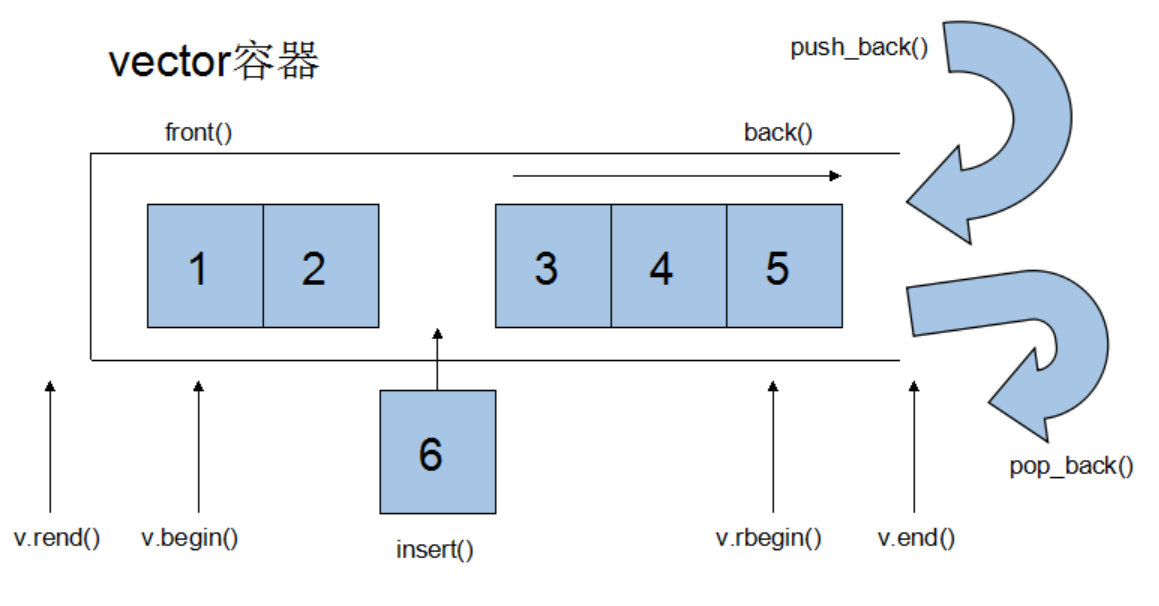
|  |
| --- |
| 为了修改string字符串的内容，下标操作符[]和at都会返回字符的引用。但当字符串的内存被重新分配之后，可能发生错误. |
| string s **=**"abcdefg"**;**  char**&** a **=** s**[**2**];**  char**&** b **=** s**[**3**];**  a **=**'1'**;**  b **=**'2'**;**  cout **<<** s **<<** endl**;**  cout **<<(**int**\*)**s**.**c\_str**()<<** endl**;**  s **=**"pppppppppppppppppppppppp"**;**  //a = '1';  //b = '2';  cout **<<** s **<<** endl**;**  cout **<<(**int**\*)**s**.**c\_str**()<<** endl**;** |

## 3.2 vector容器

### 3.2.1 vector容器基本概念

vector的数据安排以及操作方式，与array非常相似，两者的唯一差别在于空间的运用的灵活性。Array是静态空间，一旦配置了就不能改变，要换大一点或者小一点的空间，可以，一切琐碎得由自己来，首先配置一块新的空间，然后将旧空间的数据搬往新空间，再释放原来的空间。Vector是动态空间，随着元素的加入，它的内部机制会自动扩充空间以容纳新元素。因此vector的运用对于内存的合理利用与运用的灵活性有很大的帮助，我们再也不必害怕空间不足而一开始就要求一个大块头的array了。

Vector的实现技术，关键在于其对大小的控制以及重新配置时的数据移动效率，一旦vector旧空间满了，如果客户每新增一个元素，vector内部只是扩充一个元素的空间，实为不智，因为所谓的扩充空间(不论多大)，一如刚所说，是”配置新空间-数据移动-释放旧空间”的大工程,时间成本很高，应该加入某种未雨绸缪的考虑，稍后我们便可以看到vector的空间配置策略。



### 3.2.2 vector迭代器

Vector维护一个线性空间，所以不论元素的型别如何，普通指针都可以作为vector的迭代器，因为vector迭代器所需要的操作行为，如operaroe\*, operator->, operator++, operator--, operator+, operator-, operator+=, operator-=, 普通指针天生具备。Vector支持随机存取，而普通指针正有着这样的能力。所以vector提供的是随机访问迭代器(Random Access Iterators).

根据上述描述，如果我们写如下的代码：

Vector<int>::iterator it1;

Vector<Teacher>::iterator it2;

It1的型别其实就是Int\*,it2的型别其实就是Teacher\*.

|  |
| --- |
| #define \_CRT\_SECURE\_NO\_WARNINGS  #include<iostream>  #include<vector>  **usingnamespace** std**;**  int main**(){**  vector**<**int**>** v**;**  **for(**int i **=**0**;** i **<**10**;**i **++){**  v**.**push\_back**(**i**);**  cout **<<** v**.**capacity**()<<** endl**;**  **}**  int**\*** start **=&**v**[**0**];**  int**\*** end **=&**v**[**v**.**size**()-**1**];**  **for(;** start **<=** end**;** start**++){**  cout **<<\***start **<<** endl**;**  **}**  system**(**"pause"**);**  **return** EXIT\_SUCCESS**;**  **}** |

### 3.2.3 vector的数据结构

Vector所采用的数据结构非常简单，线性连续空间，它以两个迭代器\_Myfirst和\_Mylast分别指向配置得来的连续空间中目前已被使用的范围，并以迭代器\_Myend指向整块连续内存空间的尾端。

为了降低空间配置时的速度成本，vector实际配置的大小可能比客户端需求大一些，以备将来可能的扩充，这边是**容量**的概念。换句话说，一个vector的容量永远大于或等于其大小，一旦容量等于大小，便是满载，下次再有新增元素，整个vector容器就得另觅居所。

**注意：**

|  |
| --- |
| 所谓动态增加大小，并不是在原空间之后续接新空间(因为无法保证原空间之后尚有可配置的空间)，而是一块更大的内存空间，然后将原数据拷贝新空间，并释放原空间。因此，对vector的任何操作，一旦引起空间的重新配置，指向原vector的所有迭代器就都失效了。这是程序员容易犯的一个错误，务必小心。 |

### 3.2.4 vector常用API操作

#### 3.2.4.1 vector构造函数

|  |
| --- |
| 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。  //例子 使用第二个构造函数 我们可以...  int arr[] = {2,3,4,1,9};  vector<int> v1(arr, arr + sizeof(arr) / sizeof(int)); |

#### 3.2.4.2 vector常用赋值操作

|  |
| --- |
| 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。  vector&operator=(const vector &vec);//重载等号操作符  swap(vec);// 将vec与本身的元素互换。 |

#### 3.2.4.3 vector大小操作

|  |
| --- |
| size();//返回容器中元素的个数  empty();//判断容器是否为空  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。  capacity();//容器的容量  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。 |

#### 3.2.4.4 vector数据存取操作

|  |
| --- |
| at(int idx); //返回索引idx所指的数据，如果idx越界，抛出out\_of\_range异常。  operator[];//返回索引idx所指的数据，越界时，运行直接报错  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 |

#### 3.2.4.5 vector插入和删除操作

|  |
| --- |
| insert(const\_iterator pos, int count,ele);//迭代器指向位置pos插入count个元素ele.  push\_back(ele); //尾部插入元素ele  pop\_back();//删除最后一个元素  erase(const\_iterator start, const\_iterator end);//删除迭代器从start到end之间的元素  erase(const\_iterator pos);//删除迭代器指向的元素  clear();//删除容器中所有元素 |

### 3.2.5 vector小案例

#### 3.2.5.1巧用swap，收缩内存空间

|  |
| --- |
| [#define \_CRT\_SECURE\_NO\_WARNINGS](STL示例代码/05 巧用swap收缩内存)  [#include<iostream>](STL示例代码/05 巧用swap收缩内存)  [#include<vector>](STL示例代码/05 巧用swap收缩内存)  **[usingnamespace](STL示例代码/05 巧用swap收缩内存)** [std](STL示例代码/05 巧用swap收缩内存)**[;](STL示例代码/05 巧用swap收缩内存)**  [int main](STL示例代码/05 巧用swap收缩内存)**[(){](STL示例代码/05 巧用swap收缩内存)**  [vector](STL示例代码/05 巧用swap收缩内存)**[<](STL示例代码/05 巧用swap收缩内存)**[int](STL示例代码/05 巧用swap收缩内存)**[>](STL示例代码/05 巧用swap收缩内存)** [v](STL示例代码/05 巧用swap收缩内存)**[;](STL示例代码/05 巧用swap收缩内存)**  **[for(](STL示例代码/05 巧用swap收缩内存)**[int i](STL示例代码/05 巧用swap收缩内存) **[=](STL示例代码/05 巧用swap收缩内存)**[0](STL示例代码/05 巧用swap收缩内存)**[;](STL示例代码/05 巧用swap收缩内存)** [i](STL示例代码/05 巧用swap收缩内存) **[<](STL示例代码/05 巧用swap收缩内存)**[100000](STL示例代码/05 巧用swap收缩内存)**[;](STL示例代码/05 巧用swap收缩内存)**[i](STL示例代码/05 巧用swap收缩内存) **[++){](STL示例代码/05 巧用swap收缩内存)**  [v](STL示例代码/05 巧用swap收缩内存)**[.](STL示例代码/05 巧用swap收缩内存)**[push\_back](STL示例代码/05 巧用swap收缩内存)**[(](STL示例代码/05 巧用swap收缩内存)**[i](STL示例代码/05 巧用swap收缩内存)**[);](STL示例代码/05 巧用swap收缩内存)**  **[}](STL示例代码/05 巧用swap收缩内存)**  [cout](STL示例代码/05 巧用swap收缩内存) **[<<](STL示例代码/05 巧用swap收缩内存)**["capacity:"](STL示例代码/05 巧用swap收缩内存)**[<<](STL示例代码/05 巧用swap收缩内存)** [v](STL示例代码/05 巧用swap收缩内存)**[.](STL示例代码/05 巧用swap收缩内存)**[capacity](STL示例代码/05 巧用swap收缩内存)**[()<<](STL示例代码/05 巧用swap收缩内存)** [endl](STL示例代码/05 巧用swap收缩内存)**[;](STL示例代码/05 巧用swap收缩内存)**  [cout](STL示例代码/05 巧用swap收缩内存) **[<<](STL示例代码/05 巧用swap收缩内存)**["size:"](STL示例代码/05 巧用swap收缩内存)**[<<](STL示例代码/05 巧用swap收缩内存)** [v](STL示例代码/05 巧用swap收缩内存)**[.](STL示例代码/05 巧用swap收缩内存)**[size](STL示例代码/05 巧用swap收缩内存)**[()<<](STL示例代码/05 巧用swap收缩内存)** [endl](STL示例代码/05 巧用swap收缩内存)**[;](STL示例代码/05 巧用swap收缩内存)**  [//此时 通过resize改变容器大小](STL示例代码/05 巧用swap收缩内存)  [v](STL示例代码/05 巧用swap收缩内存)**[.](STL示例代码/05 巧用swap收缩内存)**[resize](STL示例代码/05 巧用swap收缩内存)**[(](STL示例代码/05 巧用swap收缩内存)**[10](STL示例代码/05 巧用swap收缩内存)**[);](STL示例代码/05 巧用swap收缩内存)**  [cout](STL示例代码/05 巧用swap收缩内存) **[<<](STL示例代码/05 巧用swap收缩内存)**["capacity:"](STL示例代码/05 巧用swap收缩内存)**[<<](STL示例代码/05 巧用swap收缩内存)** [v](STL示例代码/05 巧用swap收缩内存)**[.](STL示例代码/05 巧用swap收缩内存)**[capacity](STL示例代码/05 巧用swap收缩内存)**[()<<](STL示例代码/05 巧用swap收缩内存)** [endl](STL示例代码/05 巧用swap收缩内存)**[;](STL示例代码/05 巧用swap收缩内存)**  [cout](STL示例代码/05 巧用swap收缩内存) **[<<](STL示例代码/05 巧用swap收缩内存)**["size:"](STL示例代码/05 巧用swap收缩内存)**[<<](STL示例代码/05 巧用swap收缩内存)** [v](STL示例代码/05 巧用swap收缩内存)**[.](STL示例代码/05 巧用swap收缩内存)**[size](STL示例代码/05 巧用swap收缩内存)**[()<<](STL示例代码/05 巧用swap收缩内存)** [endl](STL示例代码/05 巧用swap收缩内存)**[;](STL示例代码/05 巧用swap收缩内存)**  [//容量没有改变](STL示例代码/05 巧用swap收缩内存)  [vector](STL示例代码/05 巧用swap收缩内存)**[<](STL示例代码/05 巧用swap收缩内存)**[int](STL示例代码/05 巧用swap收缩内存)**[>(](STL示例代码/05 巧用swap收缩内存)**[v](STL示例代码/05 巧用swap收缩内存)**[).](STL示例代码/05 巧用swap收缩内存)**[swap](STL示例代码/05 巧用swap收缩内存)**[(](STL示例代码/05 巧用swap收缩内存)**[v](STL示例代码/05 巧用swap收缩内存)**[);](STL示例代码/05 巧用swap收缩内存)**  [cout](STL示例代码/05 巧用swap收缩内存) **[<<](STL示例代码/05 巧用swap收缩内存)**["capacity:"](STL示例代码/05 巧用swap收缩内存)**[<<](STL示例代码/05 巧用swap收缩内存)** [v](STL示例代码/05 巧用swap收缩内存)**[.](STL示例代码/05 巧用swap收缩内存)**[capacity](STL示例代码/05 巧用swap收缩内存)**[()<<](STL示例代码/05 巧用swap收缩内存)** [endl](STL示例代码/05 巧用swap收缩内存)**[;](STL示例代码/05 巧用swap收缩内存)**  [cout](STL示例代码/05 巧用swap收缩内存) **[<<](STL示例代码/05 巧用swap收缩内存)**["size:"](STL示例代码/05 巧用swap收缩内存)**[<<](STL示例代码/05 巧用swap收缩内存)** [v](STL示例代码/05 巧用swap收缩内存)**[.](STL示例代码/05 巧用swap收缩内存)**[size](STL示例代码/05 巧用swap收缩内存)**[()<<](STL示例代码/05 巧用swap收缩内存)** [endl](STL示例代码/05 巧用swap收缩内存)**[;](STL示例代码/05 巧用swap收缩内存)**  [system](STL示例代码/05 巧用swap收缩内存)**[(](STL示例代码/05 巧用swap收缩内存)**["pause"](STL示例代码/05 巧用swap收缩内存)**[);](STL示例代码/05 巧用swap收缩内存)**  **[return](STL示例代码/05 巧用swap收缩内存)** [EXIT\_SUCCESS](STL示例代码/05 巧用swap收缩内存)**[;](STL示例代码/05 巧用swap收缩内存)**  **[}](STL示例代码/05 巧用swap收缩内存)** |

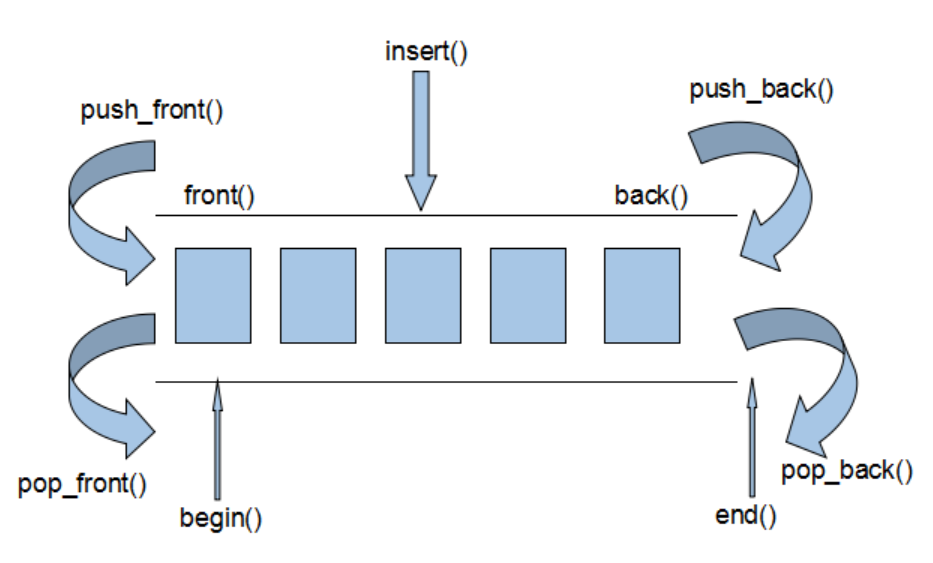
#### 3.2.5.2 reserve预留空间

|  |
| --- |
| #define \_CRT\_SECURE\_NO\_WARNINGS  #include<iostream>  #include<vector>  **usingnamespace** std**;**  int main**(){**  vector**<**int**>** v**;**  //预先开辟空间  v**.**reserve**(**100000**);**  int**\*** pStart **=NULL;**  int count **=**0**;**  **for(**int i **=**0**;** i **<**100000**;**i **++){**  v**.**push\_back**(**i**);**  **if(**pStart **!=&**v**[**0**]){**  pStart **=&**v**[**0**];**  count**++;**  **}**  **}**  cout **<<**"count:"**<<** count **<<** endl**;**  system**(**"pause"**);**  **return** EXIT\_SUCCESS**;**  **}** |

## 3.3 deque容器

### 3.3.1 deque容器基本概念

Vector容器是单向开口的连续内存空间，deque则是一种双向开口的连续线性空间。所谓的双向开口，意思是可以在头尾两端分别做元素的插入和删除操作，当然，vector容器也可以在头尾两端插入元素，但是在其头部操作效率奇差，无法被接受。



Deque容器和vector容器最大的差异，一在于deque允许使用常数项时间对头端进行元素的插入和删除操作。二在于deque没有容量的概念，因为它是动态的以分段连续空间组合而成，随时可以增加一段新的空间并链接起来，换句话说，像vector那样，”旧空间不足而重新配置一块更大空间，然后复制元素，再释放旧空间”这样的事情在deque身上是不会发生的。也因此，deque没有必须要提供所谓的空间保留(reserve)功能.

虽然deque容器也提供了Random Access Iterator,但是它的迭代器并不是普通的指针，其复杂度和vector不是一个量级，这当然影响各个运算的层面。因此，除非有必要，我们应该尽可能的使用vector，而不是deque。对deque进行的排序操作，为了最高效率，可将deque先完整的复制到一个vector中，对vector容器进行排序，再复制回deque.

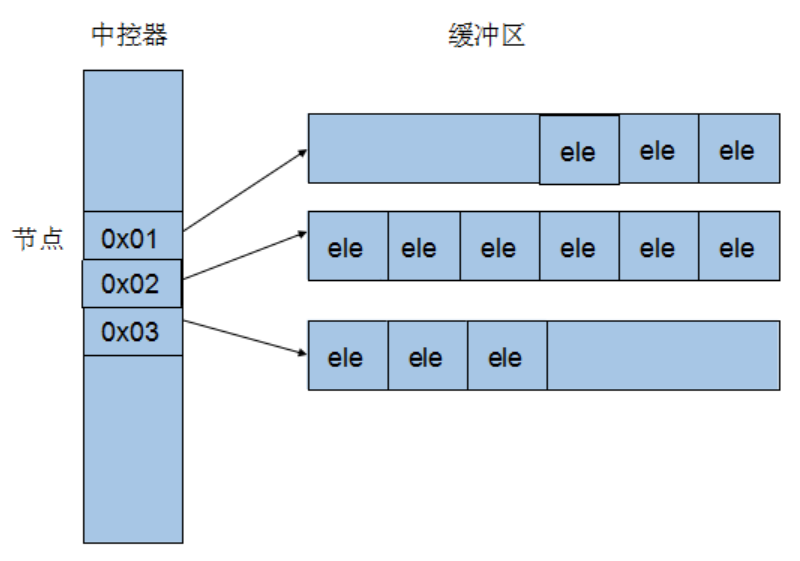
### 3.3.2 deque容器实现原理

Deque容器是连续的空间，至少逻辑上看来如此，连续现行空间总是令我们联想到array和vector,array无法成长，vector虽可成长，却只能向尾端成长，而且其成长其实是一个假象，事实上(1) 申请更大空间 (2)原数据复制新空间 (3)释放原空间 三步骤，如果不是vector每次配置新的空间时都留有余裕，其成长假象所带来的代价是非常昂贵的。

Deque是由一段一段的定量的连续空间构成。一旦有必要在deque前端或者尾端增加新的空间，便配置一段连续定量的空间，串接在deque的头端或者尾端。Deque最大的工作就是维护这些分段连续的内存空间的整体性的假象，并提供随机存取的接口，避开了重新配置空间，复制，释放的轮回，代价就是复杂的迭代器架构。

既然deque是分段连续内存空间，那么就必须有中央控制，维持整体连续的假象，数据结构的设计及迭代器的前进后退操作颇为繁琐。Deque代码的实现远比vector或list都多得多。

Deque采取一块所谓的map(注意，不是STL的map容器)作为主控，这里所谓的map是一小块连续的内存空间，其中每一个元素(此处成为一个结点)都是一个指针，指向另一段连续性内存空间，称作缓冲区。缓冲区才是deque的存储空间的主体。

****

### 3.3.3 deque常用API

#### 3.3.3.1 deque构造函数

|  |
| --- |
| 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。 |

#### 3.3.3.2 deque赋值操作

|  |
| --- |
| 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。  deque&operator=(const deque &deq); //重载等号操作符  swap(deq);// 将deq与本身的元素互换 |

#### 3.3.3.3 deque大小操作

|  |
| --- |
| deque.size();//返回容器中元素的个数  deque.empty();//判断容器是否为空  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。 |

#### 3.3.3.4 deque双端插入和删除操作

|  |
| --- |
| 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 |

#### 3.3.3.5 deque双端插入和删除操作

|  |
| --- |
| at(idx);//返回索引idx所指的数据，如果idx越界，抛出out\_of\_range。  operator[];//返回索引idx所指的数据，如果idx越界，不抛出异常，直接出错。  front();//返回第一个数据。  back();//返回最后一个数据 |

#### 3.3.3.6 deque插入操作

|  |
| --- |
| 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。 |

#### 3.3.3.7 deque删除操作

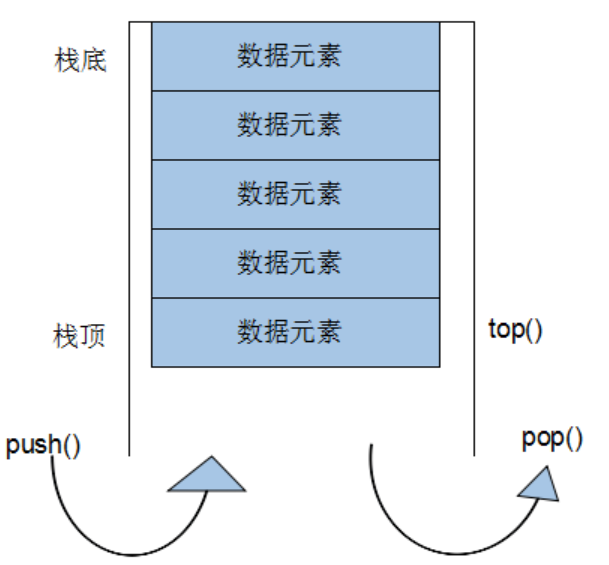
|  |
| --- |
| clear();//移除容器的所有数据  erase(beg,end);//删除[beg,end)区间的数据，返回下一个数据的位置。  erase(pos);//删除pos位置的数据，返回下一个数据的位置。 |

## 3.4 stack容器

### 3.4.1 stack容器基本概念

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，形式如图所示。stack容器允许新增元素，移除元素，取得栈顶元素，但是除了最顶端外，没有任何其他方法可以存取stack的其他元素。换言之，stack不允许有遍历行为。

有元素推入栈的操作称为:push,将元素推出stack的操作称为pop.



### 3.4.2 stack没有迭代器

Stack所有元素的进出都必须符合”先进后出”的条件，只有stack顶端的元素，才有机会被外界取用。Stack不提供遍历功能，也不提供迭代器。

### 3.4.3 stack常用API

#### 3.4.3.1 stack构造函数

|  |
| --- |
| stack<T> stkT;//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 |

#### 3.4.3.2 stack赋值操作

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

#### 3.4.3.3 stack数据存取操作

|  |
| --- |
| 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 |

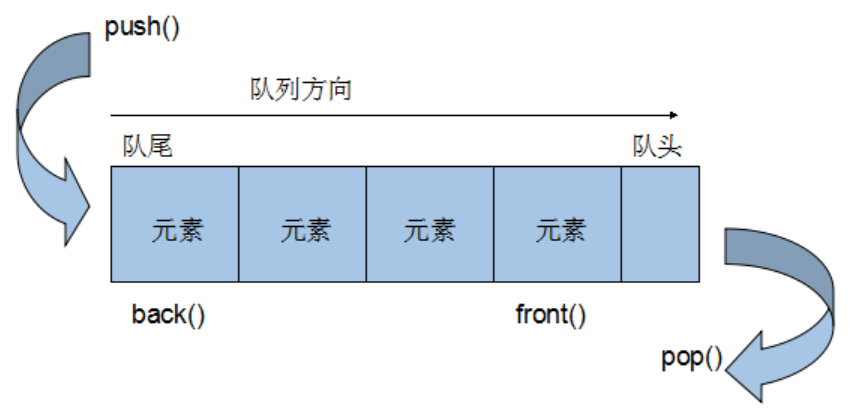
#### 3.4.3.4 stack大小操作

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

## 3.5 queue容器

### 3.5.1 queue容器基本概念

Queue是一种先进先出(First In First Out,FIFO)的数据结构，它有两个出口，queue容器允许从一端新增元素，从另一端移除元素。



### 3.5.2 queue没有迭代器

Queue所有元素的进出都必须符合”先进先出”的条件，只有queue的顶端元素，才有机会被外界取用。Queue不提供遍历功能，也不提供迭代器。

### 3.5.3 queue常用API

#### 3.5.3.1 queue构造函数

|  |
| --- |
| queue<T> queT;//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 |

#### 3.5.3.2 queue存取、插入和删除操作

|  |
| --- |
| 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 |

#### 3.5.3.3 queue赋值操作

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

#### 3.5.3.4 queue大小操作

|  |
| --- |
| empty();//判断队列是否为空  size();//返回队列的大小 |

## 3.6 list容器

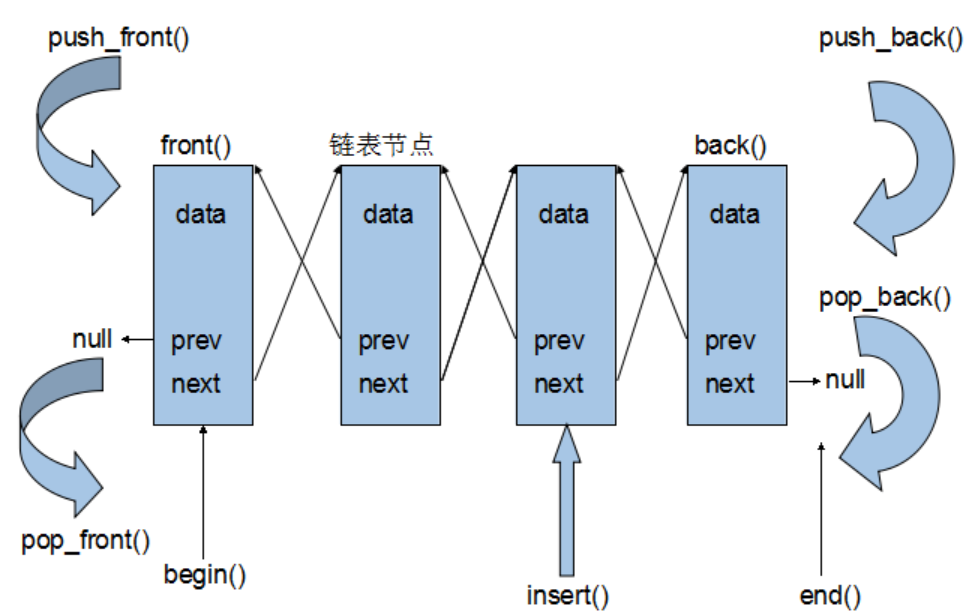
### 3.6.1 list容器基本概念

链表是一种物理[存储单元](http://baike.baidu.com/view/1223079.htm)上非连续、非顺序的[存储结构](http://baike.baidu.com/view/2820182.htm)，[数据元素](http://baike.baidu.com/view/38785.htm)的逻辑顺序是通过链表中的[指针](http://baike.baidu.com/view/159417.htm)链接次序实现的。链表由一系列结点（链表中每一个元素称为结点）组成，结点可以在运行时动态生成。每个结点包括两个部分：一个是存储[数据元素](http://baike.baidu.com/view/38785.htm)的数据域，另一个是存储下一个结点地址的[指针](http://baike.baidu.com/view/159417.htm)域。

相较于vector的连续线性空间，list就显得负责许多，它的好处是每次插入或者删除一个元素，就是配置或者释放一个元素的空间。因此，list对于空间的运用有绝对的精准，一点也不浪费。而且，对于任何位置的元素插入或元素的移除，list永远是常数时间。

List和vector是两个最常被使用的容器。

List容器是一个双向链表。



* + 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
* 链表灵活，但是空间和时间额外耗费较大

### 3.6.2 list容器的迭代器

List容器不能像vector一样以普通指针作为迭代器，因为其节点不能保证在同一块连续的内存空间上。List迭代器必须有能力指向list的节点，并有能力进行正确的递增、递减、取值、成员存取操作。所谓”list正确的递增，递减、取值、成员取用”是指，递增时指向下一个节点，递减时指向上一个节点，取值时取的是节点的数据值，成员取用时取的是节点的成员。

由于list是一个双向链表，迭代器必须能够具备前移、后移的能力，所以list容器提供的是Bidirectional Iterators.

***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，因为vector的插入操作可能造成记忆体重新配置，导致原有的迭代器全部失效，甚至List元素的删除，也只有被删除的那个元素的迭代器失效，其他迭代器不受任何影响。

### 3.6.3 list容器的数据结构

list容器不仅是一个双向链表，而且还是一个循环的双向链表。

|  |
| --- |
| #define \_CRT\_SECURE\_NO\_WARNINGS  #include<iostream>  #include<list>  **usingnamespace** std**;**  int main**(){**  list**<**int**>** myList**;**  **for(**int i **=**0**;** i **<**10**;** i **++){**  myList**.**push\_back**(**i**);**  **}**  list**<**int**>::**\_Nodeptr node **=** myList**.**\_Myhead**->**\_Next**;**  **for(**int i **=**0**;** i **<** myList**.**\_Mysize **\***2**;**i**++){**  cout **<<**"Node:"**<<** node**->**\_Myval **<<** endl**;**  node **=** node**->**\_Next**;**  **if(**node **==** myList**.**\_Myhead**){**  node **=** node**->**\_Next**;**  **}**  **}**  system**(**"pause"**);**  **return** EXIT\_SUCCESS**;**  **}** |

### 3.6.4 list常用API

#### 3.6.4.1 list构造函数

|  |
| --- |
| list<T> lstT;//list采用采用模板类实现,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。 |

#### 3.6.4.2 list数据元素插入和删除操作

|  |
| --- |
| 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。 |

#### 3.6.4.3 list大小操作

|  |
| --- |
| 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。 |

#### 3.6.4.4 list赋值操作

|  |
| --- |
| 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。 |

#### 3.6.4.5 list数据的存取

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

#### 3.6.4.6 list反转排序

|  |
| --- |
| reverse();//反转链表，比如lst包含1,3,5元素，运行此方法后，lst就包含5,3,1元素。  sort(); //list排序 |

## 3.7 set/multiset容器

### 3.7.1 set/multiset容器基本概念

#### 3.7.1.1 set容器基本概念

Set的特性是。所有元素都会根据元素的键值自动被排序。Set的元素不像map那样可以同时拥有实值和键值，set的元素即是键值又是实值。Set不允许两个元素有相同的键值。

我们可以通过set的迭代器改变set元素的值吗？不行，因为set元素值就是其键值，关系到set元素的排序规则。如果任意改变set元素值，会严重破坏set组织。换句话说，set的iterator是一种const\_iterator.

set拥有和list某些相同的性质，当对容器中的元素进行插入操作或者删除操作的时候，操作之前所有的迭代器，在操作完成之后依然有效，被删除的那个元素的迭代器必然是一个例外。

#### 3.7.1.2 multiset容器基本概念

multiset特性及用法和set完全相同，唯一的差别在于它允许键值重复。set和multiset的底层实现是红黑树，红黑树为平衡二叉树的一种。

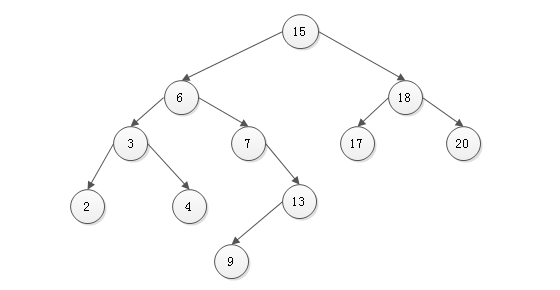
树的简单知识：

二叉树就是任何节点最多只允许有两个字节点。分别是左子结点和右子节点。



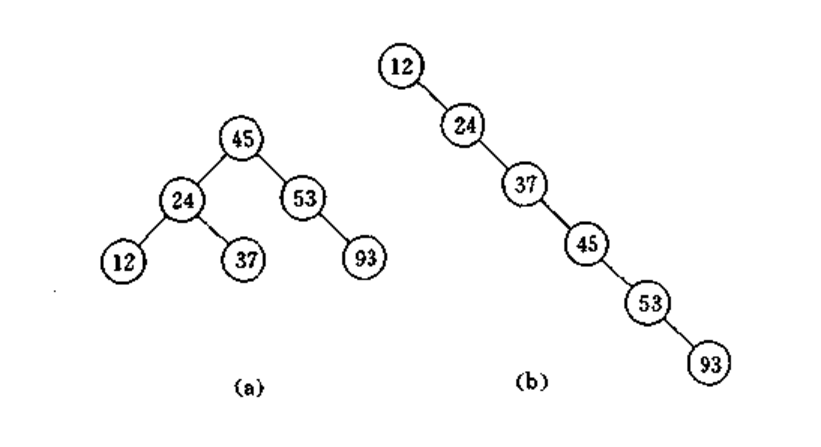
**二叉树示意图**

二叉搜索树，是指二叉树中的节点按照一定的规则进行排序，使得对二叉树中元素访问更加高效。二叉搜索树的放置规则是：任何节点的元素值一定大于其左子树中的每一个节点的元素值，并且小于其右子树的值。因此从根节点一直向左走，一直到无路可走，即得到最小值，一直向右走，直至无路可走，可得到最大值。那么在儿茶搜索树中找到最大元素和最小元素是非常简单的事情。下图为二叉搜索树：



上面我们介绍了二叉搜索树，那么当一个二叉搜索树的左子树和右子树不平衡的时候，那么搜索依据上图表示，搜索9所花费的时间要比搜索17所花费的时间要多，由于我们的输入或者经过我们插入或者删除操作，二叉树失去平衡，造成搜索效率降低。

所以我们有了一个平衡二叉树的概念，所谓的平衡不是指的完全平衡。



RB-tree(红黑树)为二叉树的一种。

### 3.7.2 set常用API

#### 3.7.2.1 set构造函数

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

#### 3.7.2.2 set赋值操作

|  |
| --- |
| set&operator=(const set &st);//重载等号操作符  swap(st);//交换两个集合容器 |

#### 3.7.2.3 set大小操作

|  |
| --- |
| size();//返回容器中元素的数目  empty();//判断容器是否为空 |

#### 3.7.2.4 set插入和删除操作

|  |
| --- |
| 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。 |

#### 3.7.2.5 set查找操作

|  |
| --- |
| find(key);//查找键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();   1. count(key);//查找键key的元素个数 2. lower\_bound(keyElem);//返回第一个key>=keyElem元素的迭代器。 3. upper\_bound(keyElem);//返回第一个key>keyElem元素的迭代器。   equal\_range(keyElem);//返回容器中key与keyElem相等的上下限的两个迭代器。 |

**set的返回值和指定set排序规则:**

|  |
| --- |
| //插入操作返回值  void test01**(){**  set**<**int**>** s**;**  pair**<**set**<**int**>::**iterator**,**bool**>** ret **=** s**.**insert**(**10**);**  **if(**ret**.**second**){**  cout **<<**"插入成功:"**<<\***ret**.**first **<<** endl**;**  **}**  **else{**  cout **<<**"插入失败:"**<<\***ret**.**first **<<** endl**;**  **}**  s**.**insert**(**20**);**  ret **=** s**.**insert**(**10**);**  **if(**ret**.**second**){**  cout **<<**"插入成功:"**<<\***ret**.**first **<<** endl**;**  **}**  **else{**  cout **<<**"插入失败:"**<<\***ret**.**first **<<** endl**;**  **}**  **}**  struct MyCompare02**{**  bool**operator()(**int v1**,**int v2**){**  **return** v1 **>** v2**;**  **}**  **};**  //set从大到小  void test02**(){**  srand**((**unsignedint**)**time**(NULL));**  //我们发现set容器的第二个模板参数可以设置排序规则，默认规则是less<\_Kty>  set**<**int**,** MyCompare02**>** s**;**  **for(**int i **=**0**;** i **<**10**;**i**++){**  s**.**insert**(**rand**()%**100**);**  **}**    **for(**set**<**int**,** MyCompare02**>::**iterator it **=** s**.**begin**();** it **!=** s**.**end**();** it **++){**  cout **<<\***it **<<**" "**;**  **}**  cout **<<** endl**;**  **}**  //set容器中存放对象  class Person**{**  public**:**  Person**(**string name**,**int age**){**  **this->**mName **=** name**;**  **this->**mAge **=** age**;**  **}**  public**:**  string mName**;**  int mAge**;**  **};**  struct MyCompare03**{**  bool**operator()(**const Person**&** p1**,**const Person**&** p2**){**  **return** p1**.**mAge **>** p2**.**mAge**;**  **}**  **};**  void test03**(){**  set**<**Person**,** MyCompare03**>** s**;**  Person p1**(**"aaa"**,**20**);**  Person p2**(**"bbb"**,**30**);**  Person p3**(**"ccc"**,**40**);**  Person p4**(**"ddd"**,**50**);**  s**.**insert**(**p1**);**  s**.**insert**(**p2**);**  s**.**insert**(**p3**);**  s**.**insert**(**p4**);**  **for(**set**<**Person**,** MyCompare03**>::**iterator it **=** s**.**begin**();** it **!=** s**.**end**();** it**++){**  cout **<<**"Name:"**<<** it**->**mName **<<**" Age:"**<<** it**->**mAge **<<** endl**;**  **}**  **}** |

### 3.7.3 对组(pair)

对组(pair)将一对值组合成一个值，这一对值可以具有不同的数据类型，两个值可以分别用pair的两个公有属性first和second访问。

类模板：template <class T1, class T2> struct pair.

如何创建对组?

|  |
| --- |
| //第一种方法创建一个对组  pair<string, int> pair1(string("name"), 20);  cout << pair1.first << endl; //访问pair第一个值  cout << pair1.second << endl;//访问pair第二个值  //第二种  pair<string, int> pair2 = make\_pair("name", 30);  cout << pair2.first << endl;  cout << pair2.second << endl;  //pair=赋值  pair<string, int> pair3 = pair2;  cout << pair3.first << endl;  cout << pair3.second << endl; |

## 3.8 map/multimap容器

### 3.8.1 map/multimap基本概念

Map的特性是，所有元素都会根据元素的键值自动排序。Map所有的元素都是pair,同时拥有实值和键值，pair的第一元素被视为键值，第二元素被视为实值，map不允许两个元素有相同的键值。

我们可以通过map的迭代器改变map的键值吗？答案是不行，因为map的键值关系到map元素的排列规则，任意改变map键值将会严重破坏map组织。如果想要修改元素的实值，那么是可以的。

Map和list拥有相同的某些性质，当对它的容器元素进行新增操作或者删除操作时，操作之前的所有迭代器，在操作完成之后依然有效，当然被删除的那个元素的迭代器必然是个例外。

Multimap和map的操作类似，唯一区别multimap键值可重复。

Map和multimap都是以红黑树为底层实现机制。

### 3.8.2 map/multimap常用API

#### 3.8.2.1 map构造函数

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

#### 3.8.2.2 map赋值操作

|  |
| --- |
| map&operator=(const map &mp);//重载等号操作符  swap(mp);//交换两个集合容器 |

#### 3.8.2.3 map大小操作

|  |
| --- |
| size();//返回容器中元素的数目  empty();//判断容器是否为空 |

#### 3.8.2.4 map插入数据元素操作

|  |
| --- |
| map.insert(...); //往容器插入元素，返回pair<iterator,bool>  map<int, string> mapStu;  // 第一种 通过pair的方式插入对象  mapStu.insert(pair<int, string>(3, "小张"));  // 第二种 通过pair的方式插入对象  mapStu.inset(make\_pair(-1, "校长"));  // 第三种 通过value\_type的方式插入对象  mapStu.insert(map<int, string>::value\_type(1, "小李"));  // 第四种 通过数组的方式插入值  mapStu[3] = "小刘";  mapStu[5] = "小王"; |

#### 3.8.2.5 map删除操作

|  |
| --- |
| clear();//删除所有元素  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(keyElem);//删除容器中key为keyElem的对组。 |

#### 3.8.2.6 map查找操作

|  |
| --- |
| find(key);//查找键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map.end();  count(keyElem);//返回容器中key为keyElem的对组个数。对map来说，要么是0，要么是1。对multimap来说，值可能大于1。  lower\_bound(keyElem);//返回第一个key>=keyElem元素的迭代器。  upper\_bound(keyElem);//返回第一个key>keyElem元素的迭代器。  equal\_range(keyElem);//返回容器中key与keyElem相等的上下限的两个迭代器。 |

### 3.8.3 multimap案例

//公司今天招聘了5个员工，5名员工进入公司之后，需要指派员工在那个部门工作

//人员信息有: 姓名 年龄 电话 工资等组成

//通过Multimap进行信息的插入 保存 显示

//分部门显示员工信息 显示全部员工信息

|  |
| --- |
| #define \_CRT\_SECURE\_NO\_WARNINGS  #include<iostream>  #include<map>  #include<string>  #include<vector>  **usingnamespace** std**;**  //multimap 案例  //公司今天招聘了 5 个员工，5 名员工进入公司之后，需要指派员工在那个部门工作  //人员信息有: 姓名 年龄 电话 工资等组成  //通过 Multimap 进行信息的插入 保存 显示  //分部门显示员工信息 显示全部员工信息  #define SALE\_DEPATMENT 1 //销售部门  #define DEVELOP\_DEPATMENT 2 //研发部门  #define FINACIAL\_DEPATMENT 3 //财务部门  #define ALL\_DEPATMENT 4 //所有部门  //员工类  class person**{**  public**:**  string name**;**//员工姓名  int age**;**//员工年龄  double salary**;**//员工工资  string tele**;**//员工电话  **};**  //创建5个员工  void CreatePerson**(**vector**<**person**>&** vlist**){**  string seed **=**"ABCDE"**;**  **for(**int i **=**0**;** i **<**5**;** i**++){**  person p**;**  p**.**name **=**"员工"**;**  p**.**name **+=** seed**[**i**];**  p**.**age **=** rand**()%**30**+**20**;**  p**.**salary **=** rand**()%**20000**+**10000**;**  p**.**tele **=**"010-8888888"**;**  vlist**.**push\_back**(**p**);**  **}**  **}**  //5名员工分配到不同的部门  void PersonByGroup**(**vector**<**person**>&** vlist**,** multimap**<**int**,** person**>&** plist**){**  int operate **=-**1**;**//用户的操作  **for(**vector**<**person**>::**iterator it **=** vlist**.**begin**();** it **!=** vlist**.**end**();** it**++){**  cout **<<**"当前员工信息:"**<<** endl**;**  cout **<<**"姓名："**<<** it**->**name **<<**" 年龄:"**<<** it**->**age **<<**" 工资:"**<<** it**->**salary **<<**" 电话："**<<** it**->**tele **<<** endl**;**  cout **<<**"请对该员工进行部门分配(1 销售部门, 2 研发部门, 3 财务部门):"**<<** endl**;**  scanf**(**"%d"**,&**operate**);**  **while(true){**  **if(**operate **==** SALE\_DEPATMENT**){**//将该员工加入到销售部门  plist**.**insert**(**make\_pair**(**SALE\_DEPATMENT**,\***it**));**  **break;**  **}**  **elseif(**operate **==** DEVELOP\_DEPATMENT**){**  plist**.**insert**(**make\_pair**(**DEVELOP\_DEPATMENT**,\***it**));**  **break;**  **}**  **elseif(**operate **==** FINACIAL\_DEPATMENT**){**  plist**.**insert**(**make\_pair**(**FINACIAL\_DEPATMENT**,\***it**));**  **break;**  **}**  **else{**  cout **<<**"您的输入有误，请重新输入(1 销售部门, 2 研发部门, 3 财务部门):"**<<** endl**;**  scanf**(**"%d"**,&**operate**);**  **}**  **}**  **}**  cout **<<**"员工部门分配完毕!"**<<** endl**;**  cout **<<**"\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*"**<<** endl**;**  **}**  //打印员工信息  void printList**(**multimap**<**int**,** person**>&** plist**,**int myoperate**){**  **if(**myoperate **==** ALL\_DEPATMENT**){**  **for(**multimap**<**int**,** person**>::**iterator it **=** plist**.**begin**();** it **!=** plist**.**end**();** it**++){**  cout **<<**"姓名："**<<** it**->**second**.**name **<<**" 年龄:"**<<** it**->**second**.**age **<<**" 工资:"**<<** it**->**second**.**salary **<<**" 电话："**<<** it**->**second**.**tele **<<** endl**;**  **}**  **return;**  **}**  multimap**<**int**,** person**>::**iterator it **=** plist**.**find**(**myoperate**);**  int depatCount **=** plist**.**count**(**myoperate**);**  int num **=**0**;**  **if(**it **!=** plist**.**end**()){**  **while(**it **!=** plist**.**end**()&&** num **<** depatCount**){**  cout **<<**"姓名："**<<** it**->**second**.**name **<<**" 年龄:"**<<** it**->**second**.**age **<<**" 工资:"**<<** it**->**second**.**salary **<<**" 电话："**<<** it**->**second**.**tele **<<** endl**;**  it**++;**  num**++;**  **}**  **}**  **}**  //根据用户操作显示不同部门的人员列表  void ShowPersonList**(**multimap**<**int**,** person**>&** plist**,**int myoperate**){**  **switch(**myoperate**)**  **{**  **case** SALE\_DEPATMENT**:**  printList**(**plist**,** SALE\_DEPATMENT**);**  **break;**  **case** DEVELOP\_DEPATMENT**:**  printList**(**plist**,** DEVELOP\_DEPATMENT**);**  **break;**  **case** FINACIAL\_DEPATMENT**:**  printList**(**plist**,** FINACIAL\_DEPATMENT**);**  **break;**  **case** ALL\_DEPATMENT**:**  printList**(**plist**,** ALL\_DEPATMENT**);**  **break;**  **}**  **}**  //用户操作菜单  void PersonMenue**(**multimap**<**int**,** person**>&** plist**){**  int flag **=-**1**;**  int isexit **=**0**;**  **while(true){**  cout **<<**"请输入您的操作((1 销售部门, 2 研发部门, 3 财务部门, 4 所有部门, 0退出)："**<<** endl**;**  scanf**(**"%d"**,&**flag**);**  **switch(**flag**)**  **{**  **case** SALE\_DEPATMENT**:**  ShowPersonList**(**plist**,** SALE\_DEPATMENT**);**  **break;**  **case** DEVELOP\_DEPATMENT**:**  ShowPersonList**(**plist**,** DEVELOP\_DEPATMENT**);**  **break;**  **case** FINACIAL\_DEPATMENT**:**  ShowPersonList**(**plist**,** FINACIAL\_DEPATMENT**);**  **break;**  **case** ALL\_DEPATMENT**:**  ShowPersonList**(**plist**,** ALL\_DEPATMENT**);**  **break;**  **case**0**:**  isexit **=**1**;**  **break;**  **default:**  cout **<<**"您的输入有误，请重新输入!"**<<** endl**;**  **break;**  **}**  **if(**isexit **==**1**){**  **break;**  **}**  **}**  **}**  int main**(){**  vector**<**person**>** vlist**;**//创建的5个员工 未分组  multimap**<**int**,** person**>** plist**;**//保存分组后员工信息  //创建5个员工  CreatePerson**(**vlist**);**  //5名员工分配到不同的部门  PersonByGroup**(**vlist**,** plist**);**  //根据用户输入显示不同部门员工信息列表 或者 显示全部员工的信息列表  PersonMenue**(**plist**);**  system**(**"pause"**);**  **return** EXIT\_SUCCESS**;**  **}** |

## 3.9 STL容器元素深/浅拷贝问题

STL容器所提供的都是值(value)寓意，而非引用(reference)寓意，也就是说当我们给容器中插入元素的时候，容器内部实施了拷贝动作，将我们要插入的元素再另行拷贝一份放入到容器中，而不是将原数据元素直接放进容器中，也就是说我们提供的元素必须能够被拷贝。

|  |
| --- |
| [#define \_CRT\_SECURE\_NO\_WARNINGS](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)  [#include<iostream>](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)  [#include<vector>](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)  **[usingnamespace](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)** [std](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**[;](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**  [class myclass](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**[{](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**  [public](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**[:](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**  [myclass](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**[(](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**[char](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**[\*](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)** [data](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**[){](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**  [int len](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题) **[=](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)** [strlen](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**[(](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**[data](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**[)+](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**[1](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**[;](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**[//计算传进来的字符串长度](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)  **[this->](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**[data](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题) **[=new](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**[char](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**[[](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**[len](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**[];](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**[//在堆区分配了len字节内存](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)  [strcpy](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**[(this->](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**[data](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**[,](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)** [data](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**[);](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**[//将数据拷贝到我们在堆分配的内存中](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)  **[}](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**  [//增加拷贝构造函数](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)  [myclass](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**[(](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**[const myclass](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**[&](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)** [mc](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**[){](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**  [int len](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题) **[=](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)** [strlen](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**[(](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**[mc](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**[.](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**[data](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**[)+](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**[1](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**[;](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**  **[this->](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**[data](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题) **[=new](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**[char](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**[[](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**[len](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**[];](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**  [strcpy](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**[(this->](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**[data](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**[,](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)** [mc](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**[.](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**[data](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**[);](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**  **[}](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**  [//重载operator=操作符](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)  [myclass](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**[&operator=(](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**[const myclass](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**[&](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)** [mc](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**[){](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**  [if (this->data != NULL){](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)  [delete[] this->data;](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)  [this->data = NULL;](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)  [}](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)  [int len](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题) **[=](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)** [strlen](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**[(](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**[mc](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**[.](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**[data](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**[)+](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**[1](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**[;](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**  **[this->](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**[data](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题) **[=new](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**[char](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**[[](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**[len](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**[];](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**  [strcpy](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**[(this->](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**[data](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**[,](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)** [mc](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**[.](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**[data](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**[);](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**  **[return\*this;](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**  **[}](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**  [//既然我们在堆区分配了内存，需要在析构函数中释放内存](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)  **[~](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**[myclass](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**[(){](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**  **[if(NULL!=this->](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**[data](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**[){](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**  **[delete[]this->](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**[data](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**[;](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**  **[this->](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**[data](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题) **[=NULL;](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**  **[}](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**  **[}](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**  [private](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**[:](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**  [char](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**[\*](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)** [data](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**[;](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**  **[};](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**  [void test\_deep\_copy](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**[(){](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**  [char](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**[\*](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)** [data](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题) **[=](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**["abcd"](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**[;](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**  [myclass mc](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**[(](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**[data](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**[);](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**[//创建myclass的实例 并用char\*字符串data初始化对象](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)  [vector](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**[<](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**[myclass](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**[>](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)** [v](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**[;](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**[//创建vector容器](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)  [v](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**[.](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**[push\_back](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**[(](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**[mc](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**[);](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**[//将mc实例插入到vector容器尾部](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)  **[}](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**  [int main](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**[(){](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**  [test\_deep\_copy](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**[();](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**[//调用测试函数](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)  [system](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**[(](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**["pause"](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**[);](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**  **[return](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**[0](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**[;](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)**  **[}](STL示例代码/11 容器元素深拷贝浅拷贝问题)** |

## 3.10 STL容器使用时机

|  | vector | deque | list | set | multiset | map | multimap |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 典型内存结构 | 单端数组 | 双端数组 | 双向链表 | 二叉树 | 二叉树 | 二叉树 | 二叉树 |
| 可随机存取 | 是 | 是 | 否 | 否 | 否 | 对key而言：不是 | 否 |
| 元素搜寻速度 | 慢 | 慢 | 非常慢 | 快 | 快 | 对key而言：快 | 对key而言：快 |
| 元素安插移除 | 尾端 | 头尾两端 | 任何位置 | - | - | - | - |

* vector的使用场景：比如软件历史操作记录的存储，我们经常要查看历史记录，比如上一次的记录，上上次的记录，但却不会去删除记录，因为记录是事实的描述。
* deque的使用场景：比如排队购票系统，对排队者的存储可以采用deque，支持头端的快速移除，尾端的快速添加。如果采用vector，则头端移除时，会移动大量的数据，速度慢。

vector与deque的比较：

一：vector.at()比deque.at()效率高，比如vector.at(0)是固定的，deque的开始位置 却是不固定的。

二：如果有大量释放操作的话，vector花的时间更少，这跟二者的内部实现有关。

三：deque支持头部的快速插入与快速移除，这是deque的优点。

* list的使用场景：比如公交车乘客的存储，随时可能有乘客下车，支持频繁的不确实位置元素的移除插入。
* set的使用场景：比如对手机游戏的个人得分记录的存储，存储要求从高分到低分的顺序排列。
* map的使用场景：比如按ID号存储十万个用户，想要快速要通过ID查找对应的用户。二叉树的查找效率，这时就体现出来了。如果是vector容器，最坏的情况下可能要遍历完整个容器才能找到该用户。

# 4. 常用算法

## 4.1 函数对象

重载函数调用操作符的类，其对象常称为函数对象（function object），即它们是行为类似函数的对象，也叫仿函数(functor),其实就是重载“()”操作符，使得类对象可以像函数那样调用。

注意:

1.函数对象(仿函数)是一个类，不是一个函数。

2.函数对象(仿函数)重载了”() ”操作符使得它可以像函数一样调用。

分类:假定某个类有一个重载的operator()，而且重载的operator()要求获取一个参数，我们就将这个类称为“一元仿函数”（unary functor）；相反，如果重载的operator()要求获取两个参数，就将这个类称为“二元仿函数”（binary functor）。

函数对象的作用主要是什么？STL提供的算法往往都有两个版本，其中一个版本表现出最常用的某种运算，另一版本则允许用户通过template参数的形式来指定所要采取的策略。

|  |
| --- |
| [//函数对象是重载了函数调用符号的类](STL示例代码/12 函数对象概念)  [struct MyPrint](STL示例代码/12 函数对象概念)**[{](STL示例代码/12 函数对象概念)**  [void](STL示例代码/12 函数对象概念)**[operator()(](STL示例代码/12 函数对象概念)**[int val](STL示例代码/12 函数对象概念)**[){](STL示例代码/12 函数对象概念)**  [cout](STL示例代码/12 函数对象概念) **[<<](STL示例代码/12 函数对象概念)** [val](STL示例代码/12 函数对象概念) **[<<](STL示例代码/12 函数对象概念)** [endl](STL示例代码/12 函数对象概念)**[;](STL示例代码/12 函数对象概念)**  **[}](STL示例代码/12 函数对象概念)**  **[};](STL示例代码/12 函数对象概念)**  [void test01](STL示例代码/12 函数对象概念)**[(){](STL示例代码/12 函数对象概念)**  [//如何使用](STL示例代码/12 函数对象概念)  [MyPrint print01](STL示例代码/12 函数对象概念)**[;](STL示例代码/12 函数对象概念)**  [print01](STL示例代码/12 函数对象概念)**[(](STL示例代码/12 函数对象概念)**[10](STL示例代码/12 函数对象概念)**[);](STL示例代码/12 函数对象概念)**[//重载了()操作符的类实例化的对象，可以像普通函数那样调用,可以有参数 ，可以有返回值](STL示例代码/12 函数对象概念)  **[}](STL示例代码/12 函数对象概念)**  [//函数对象超出了普通函数的概念，可以保存函数的调用状态](STL示例代码/12 函数对象概念)  [struct HePrint](STL示例代码/12 函数对象概念)**[{](STL示例代码/12 函数对象概念)**  [HePrint](STL示例代码/12 函数对象概念)**[(){](STL示例代码/12 函数对象概念)**  [mCount](STL示例代码/12 函数对象概念) **[=](STL示例代码/12 函数对象概念)**[0](STL示例代码/12 函数对象概念)**[;](STL示例代码/12 函数对象概念)**  **[}](STL示例代码/12 函数对象概念)**  [void](STL示例代码/12 函数对象概念)**[operator()(](STL示例代码/12 函数对象概念)**[int val](STL示例代码/12 函数对象概念)**[){](STL示例代码/12 函数对象概念)**  [cout](STL示例代码/12 函数对象概念) **[<<](STL示例代码/12 函数对象概念)** [val](STL示例代码/12 函数对象概念) **[<<](STL示例代码/12 函数对象概念)** [endl](STL示例代码/12 函数对象概念)**[;](STL示例代码/12 函数对象概念)**  [mCount](STL示例代码/12 函数对象概念)**[++;](STL示例代码/12 函数对象概念)**  **[}](STL示例代码/12 函数对象概念)**  [int mCount](STL示例代码/12 函数对象概念)**[;](STL示例代码/12 函数对象概念)**  **[};](STL示例代码/12 函数对象概念)**  [void test02](STL示例代码/12 函数对象概念)**[(){](STL示例代码/12 函数对象概念)**  [HePrint print](STL示例代码/12 函数对象概念)**[;](STL示例代码/12 函数对象概念)**  [print](STL示例代码/12 函数对象概念)**[(](STL示例代码/12 函数对象概念)**[10](STL示例代码/12 函数对象概念)**[);](STL示例代码/12 函数对象概念)**  [print](STL示例代码/12 函数对象概念)**[(](STL示例代码/12 函数对象概念)**[20](STL示例代码/12 函数对象概念)**[);](STL示例代码/12 函数对象概念)**  [print](STL示例代码/12 函数对象概念)**[(](STL示例代码/12 函数对象概念)**[30](STL示例代码/12 函数对象概念)**[);](STL示例代码/12 函数对象概念)**  [print](STL示例代码/12 函数对象概念)**[(](STL示例代码/12 函数对象概念)**[40](STL示例代码/12 函数对象概念)**[);](STL示例代码/12 函数对象概念)**  [cout](STL示例代码/12 函数对象概念) **[<<](STL示例代码/12 函数对象概念)** [print](STL示例代码/12 函数对象概念)**[.](STL示例代码/12 函数对象概念)**[mCount](STL示例代码/12 函数对象概念) **[<<](STL示例代码/12 函数对象概念)** [endl](STL示例代码/12 函数对象概念)**[;](STL示例代码/12 函数对象概念)**  **[}](STL示例代码/12 函数对象概念)**  [//函数对象可以做参数和返回值](STL示例代码/12 函数对象概念)  [struct OurPrint](STL示例代码/12 函数对象概念)**[{](STL示例代码/12 函数对象概念)**  [void](STL示例代码/12 函数对象概念)**[operator()(](STL示例代码/12 函数对象概念)**[int val](STL示例代码/12 函数对象概念)**[){](STL示例代码/12 函数对象概念)**  [cout](STL示例代码/12 函数对象概念) **[<<](STL示例代码/12 函数对象概念)** [val](STL示例代码/12 函数对象概念) **[<<](STL示例代码/12 函数对象概念)** [endl](STL示例代码/12 函数对象概念)**[;](STL示例代码/12 函数对象概念)**  **[}](STL示例代码/12 函数对象概念)**  **[};](STL示例代码/12 函数对象概念)**  [void doBusiness](STL示例代码/12 函数对象概念)**[(](STL示例代码/12 函数对象概念)**[OurPrint print](STL示例代码/12 函数对象概念)**[){](STL示例代码/12 函数对象概念)**  [print](STL示例代码/12 函数对象概念)**[(](STL示例代码/12 函数对象概念)**[20](STL示例代码/12 函数对象概念)**[);](STL示例代码/12 函数对象概念)**  **[}](STL示例代码/12 函数对象概念)**  [void test03](STL示例代码/12 函数对象概念)**[(){](STL示例代码/12 函数对象概念)**  [//函数对象做参数](STL示例代码/12 函数对象概念)  [doBusiness](STL示例代码/12 函数对象概念)**[(](STL示例代码/12 函数对象概念)**[OurPrint](STL示例代码/12 函数对象概念)**[());](STL示例代码/12 函数对象概念)**  **[}](STL示例代码/12 函数对象概念)** |

## 4.2 谓词

谓词是指普通函数或重载的operator()返回值是bool类型的函数对象(仿函数)。如果operator接受一个参数，那么叫做一元谓词,如果接受两个参数，那么叫做二元谓词，谓词可作为一个判断式。

|  |
| --- |
| struct GreaterThanFive**{**  bool**operator()(**int v**){**  **return** v **>**5**;**  **}**  **};**  //一元谓词  void test01**(){**    vector**<**int**>** v**;**  **for(**int i **=**0**;** i **<**10**;**i**++){**  v**.**push\_back**(**i**);**  **}**  vector**<**int**>::**iterator ret **=** find\_if**(**v**.**begin**(),** v**.**end**(),** GreaterThanFive**());**  **if(**ret **==** v**.**end**()){**  cout **<<**"没有找到!"**<<** endl**;**  **}**  **else{**  cout **<<**"找到:"**<<\***ret **<<** endl**;**  **}**  **}**  //二元谓词  struct MyCompare**{**  bool**operator()(**int v1**,**int v2**){**  **return** v1 **>** v2**;**  **}**  **};**  void test02**(){**  vector**<**int**>** v**;**  srand**((**unsignedint**)**time**(NULL));**  **for(**int i **=**0**;** i **<**10**;** i**++){**  v**.**push\_back**(**rand**()%**100**);**  **}**  **for(**vector**<**int**>::**iterator it **=** v**.**begin**();** it **!=** v**.**end**();** it **++){**  cout **<<\***it **<<**" "**;**  **}**  cout **<<** endl**;**  //排序算法  sort**(**v**.**begin**(),** v**.**end**(),** MyCompare**());**  **for(**vector**<**int**>::**iterator it **=** v**.**begin**();** it **!=** v**.**end**();** it**++){**  cout **<<\***it **<<**" "**;**  **}**  cout **<<** endl**;**  **}** |

## 4.3 内建函数对象

STL内建了一些函数对象。分为:算数类函数对象,关系运算类函数对象，逻辑运算类仿函数。这些仿函数所产生的对象，用法和一般函数完全相同，当然我们还可以产生无名的临时对象来履行函数功能。使用内建函数对象，需要引入头文件 #include<functional>。

* 6个算数类函数对象,除了negate是一元运算，其他都是二元运算。

|  |
| --- |
| template<classT>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 |

* 6个关系运算类函数对象,每一种都是二元运算。

|  |
| --- |
| 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 |

* 逻辑运算类运算函数,not为一元运算，其余为二元运算。

|  |
| --- |
| 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 |

内建函数对象举例:

|  |
| --- |
| /\*  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  \*/  void test01**(){**  equal\_to**<**int**>** MyEqual**;**  plus**<**int**>** MyPlus**;**  **if(**MyEqual**(**10**,**20**)){**  cout **<<**"相等!"**<<** endl**;**  **}**  **else{**  cout **<<**"不相等!"**<<** endl**;**  **}**  cout **<<**"MyPlus:"**<<** MyPlus**(**10**,**20**)<<** endl**;**  **}**  void test02**(){**    vector**<**int**>** v**;**  srand**((**unsignedint**)**time**(NULL));**  **for(**int i **=**0**;** i **<**10**;** i**++){**  v**.**push\_back**(**rand**()%**100**);**  **}**  **for(**vector**<**int**>::**iterator it **=** v**.**begin**();** it **!=** v**.**end**();** it**++){**  cout **<<\***it **<<**" "**;**  **}**  cout **<<** endl**;**  sort**(**v**.**begin**(),**v**.**end**(),**greater**<**int**>());**  **for(**vector**<**int**>::**iterator it **=** v**.**begin**();** it **!=** v**.**end**();** it**++){**  cout **<<\***it **<<**" "**;**  **}**  cout **<<** endl**;**  **}** |

### 3.1.4 函数对象适配器

|  |
| --- |
| [//函数适配器bind1st bind2nd](STL示例代码/15 函数对象适配器)  [//现在我有这个需求 在遍历容器的时候，我希望将容器中的值全部加上100之后显示出来，怎么做哇？](STL示例代码/15 函数对象适配器)  [struct myprint](STL示例代码/15 函数对象适配器) **[:](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[public binary\_function](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[<](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[int](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[,](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[int](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[,](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[void](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[>{](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[//二元函数对象 所以需要继承 binary\_fucntion<参数类型,参数类型,返回值类型>](STL示例代码/15 函数对象适配器)  [void](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[operator()(](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[int v1](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[,](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[int v2](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[)](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[const](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[{](STL示例代码/15 函数对象适配器)**  [cout](STL示例代码/15 函数对象适配器) **[<<](STL示例代码/15 函数对象适配器)** [v1](STL示例代码/15 函数对象适配器) **[+](STL示例代码/15 函数对象适配器)** [v2](STL示例代码/15 函数对象适配器) **[<<](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[" "](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[;](STL示例代码/15 函数对象适配器)**  **[}](STL示例代码/15 函数对象适配器)**  **[};](STL示例代码/15 函数对象适配器)**  [void test02](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[(){](STL示例代码/15 函数对象适配器)**  [vector](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[<](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[int](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[>](STL示例代码/15 函数对象适配器)** [v](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[;](STL示例代码/15 函数对象适配器)**  [v](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[.](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[push\_back](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[(](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[1](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[);](STL示例代码/15 函数对象适配器)**  [v](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[.](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[push\_back](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[(](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[2](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[);](STL示例代码/15 函数对象适配器)**  [v](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[.](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[push\_back](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[(](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[3](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[);](STL示例代码/15 函数对象适配器)**  [v](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[.](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[push\_back](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[(](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[4](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[);](STL示例代码/15 函数对象适配器)**  [//我们直接给函数对象绑定参数 编译阶段就会报错](STL示例代码/15 函数对象适配器)  [//for\_each(v.begin(), v.end(), bind2nd(myprint(),100));](STL示例代码/15 函数对象适配器)  [//如果我们想使用绑定适配器,需要我们自己的函数对象继承binary\_function 或者 unary\_function](STL示例代码/15 函数对象适配器)  [//根据我们函数对象是一元函数对象 还是二元函数对象](STL示例代码/15 函数对象适配器)  [for\_each](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[(](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[v](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[.](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[begin](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[(),](STL示例代码/15 函数对象适配器)** [v](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[.](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[end](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[(),](STL示例代码/15 函数对象适配器)** [bind2nd](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[(](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[myprint](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[(),](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[100](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[));](STL示例代码/15 函数对象适配器)**  [cout](STL示例代码/15 函数对象适配器) **[<<](STL示例代码/15 函数对象适配器)** [endl](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[;](STL示例代码/15 函数对象适配器)**  [//总结： bind1st和bind2nd区别?](STL示例代码/15 函数对象适配器)  [//bind1st ： 将参数绑定为函数对象的第一个参数](STL示例代码/15 函数对象适配器)  [//bind2nd ： 将参数绑定为函数对象的第二个参数](STL示例代码/15 函数对象适配器)  [//bind1st ,bind2nd将二元函数对象转为一元函数对象](STL示例代码/15 函数对象适配器)  **[}](STL示例代码/15 函数对象适配器)**  [//函数对象适配器 not1 not2](STL示例代码/15 函数对象适配器)  [struct myprint02](STL示例代码/15 函数对象适配器) **[{](STL示例代码/15 函数对象适配器)**  [void](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[operator()(](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[int v1](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[)](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[const](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[{](STL示例代码/15 函数对象适配器)**  [cout](STL示例代码/15 函数对象适配器) **[<<](STL示例代码/15 函数对象适配器)** [v1](STL示例代码/15 函数对象适配器) **[<<](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[" "](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[;](STL示例代码/15 函数对象适配器)**  **[}](STL示例代码/15 函数对象适配器)**  **[};](STL示例代码/15 函数对象适配器)**  [void test03](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[(){](STL示例代码/15 函数对象适配器)**  [vector](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[<](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[int](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[>](STL示例代码/15 函数对象适配器)** [v](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[;](STL示例代码/15 函数对象适配器)**  [v](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[.](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[push\_back](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[(](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[2](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[);](STL示例代码/15 函数对象适配器)**  [v](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[.](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[push\_back](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[(](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[1](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[);](STL示例代码/15 函数对象适配器)**  [v](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[.](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[push\_back](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[(](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[5](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[);](STL示例代码/15 函数对象适配器)**  [v](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[.](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[push\_back](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[(](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[4](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[);](STL示例代码/15 函数对象适配器)**  [vector](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[<](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[int](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[>::](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[iterator it](STL示例代码/15 函数对象适配器) **[=](STL示例代码/15 函数对象适配器)** [find\_if](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[(](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[v](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[.](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[begin](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[(),](STL示例代码/15 函数对象适配器)** [v](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[.](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[end](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[(),](STL示例代码/15 函数对象适配器)** [not1](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[(](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[bind2nd](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[(](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[less\_equal](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[<](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[int](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[>(),](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[2](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[)));](STL示例代码/15 函数对象适配器)**  [cout](STL示例代码/15 函数对象适配器) **[<<](STL示例代码/15 函数对象适配器)**["it:"](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[<<\*](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[it](STL示例代码/15 函数对象适配器) **[<<](STL示例代码/15 函数对象适配器)** [endl](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[;](STL示例代码/15 函数对象适配器)**  [sort](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[(](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[v](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[.](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[begin](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[(),](STL示例代码/15 函数对象适配器)** [v](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[.](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[end](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[(),](STL示例代码/15 函数对象适配器)** [not2](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[(](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[greater](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[<](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[int](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[>()));](STL示例代码/15 函数对象适配器)**  [for\_each](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[(](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[v](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[.](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[begin](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[(),](STL示例代码/15 函数对象适配器)** [v](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[.](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[end](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[(),](STL示例代码/15 函数对象适配器)** [myprint02](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[());](STL示例代码/15 函数对象适配器)**  [cout](STL示例代码/15 函数对象适配器) **[<<](STL示例代码/15 函数对象适配器)** [endl](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[;](STL示例代码/15 函数对象适配器)**  [//not1 对一元函数对象取反](STL示例代码/15 函数对象适配器)  [//not2 对二元函数对象取反](STL示例代码/15 函数对象适配器)  **[}](STL示例代码/15 函数对象适配器)**  [//如何给一个普通函数使用绑定适配器(bind1st bind2nd)绑定一个参数？(拓展)](STL示例代码/15 函数对象适配器)  [//ptr\_fun](STL示例代码/15 函数对象适配器)  [void myprint04](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[(](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[int v1](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[,](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[int v2](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[){](STL示例代码/15 函数对象适配器)**  [cout](STL示例代码/15 函数对象适配器) **[<<](STL示例代码/15 函数对象适配器)** [v1](STL示例代码/15 函数对象适配器) **[+](STL示例代码/15 函数对象适配器)** [v2](STL示例代码/15 函数对象适配器) **[<<](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[" "](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[;](STL示例代码/15 函数对象适配器)**  **[}](STL示例代码/15 函数对象适配器)**  [void test04](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[(){](STL示例代码/15 函数对象适配器)**  [vector](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[<](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[int](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[>](STL示例代码/15 函数对象适配器)** [v](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[;](STL示例代码/15 函数对象适配器)**  [v](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[.](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[push\_back](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[(](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[2](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[);](STL示例代码/15 函数对象适配器)**  [v](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[.](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[push\_back](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[(](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[1](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[);](STL示例代码/15 函数对象适配器)**  [v](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[.](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[push\_back](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[(](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[5](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[);](STL示例代码/15 函数对象适配器)**  [v](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[.](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[push\_back](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[(](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[4](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[);](STL示例代码/15 函数对象适配器)**  [//1 将普通函数适配成函数对象](STL示例代码/15 函数对象适配器)  [//2 然后通过绑定器绑定参数](STL示例代码/15 函数对象适配器)  [for\_each](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[(](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[v](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[.](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[begin](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[(),](STL示例代码/15 函数对象适配器)** [v](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[.](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[end](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[(),](STL示例代码/15 函数对象适配器)** [bind2nd](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[(](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[ptr\_fun](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[(](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[myprint04](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[),](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[100](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[));](STL示例代码/15 函数对象适配器)**  [cout](STL示例代码/15 函数对象适配器) **[<<](STL示例代码/15 函数对象适配器)** [endl](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[;](STL示例代码/15 函数对象适配器)**  [//总结: ptr\_fun 将普通函数转变为函数对象](STL示例代码/15 函数对象适配器)  **[}](STL示例代码/15 函数对象适配器)**  [//mem\_fun mem\_fun\_ref](STL示例代码/15 函数对象适配器)  [//如果我们容器中存储的是对象或者对象指针，如果能指定某个成员函数处理成员数据。](STL示例代码/15 函数对象适配器)  [class student](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[{](STL示例代码/15 函数对象适配器)**  [public](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[:](STL示例代码/15 函数对象适配器)**  [student](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[(](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[string name](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[,](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[int age](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[):](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[name](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[(](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[name](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[),](STL示例代码/15 函数对象适配器)** [age](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[(](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[age](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[){}](STL示例代码/15 函数对象适配器)**  [void print](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[(){](STL示例代码/15 函数对象适配器)**  [cout](STL示例代码/15 函数对象适配器) **[<<](STL示例代码/15 函数对象适配器)**["name:"](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[<<](STL示例代码/15 函数对象适配器)** [name](STL示例代码/15 函数对象适配器) **[<<](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[" age:"](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[<<](STL示例代码/15 函数对象适配器)** [age](STL示例代码/15 函数对象适配器) **[<<](STL示例代码/15 函数对象适配器)** [endl](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[;;](STL示例代码/15 函数对象适配器)**  **[}](STL示例代码/15 函数对象适配器)**  [void print2](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[(](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[int a](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[){](STL示例代码/15 函数对象适配器)**  [cout](STL示例代码/15 函数对象适配器) **[<<](STL示例代码/15 函数对象适配器)**["name:"](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[<<](STL示例代码/15 函数对象适配器)** [name](STL示例代码/15 函数对象适配器) **[<<](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[" age:"](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[<<](STL示例代码/15 函数对象适配器)** [age](STL示例代码/15 函数对象适配器) **[<<](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[" a:"](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[<<](STL示例代码/15 函数对象适配器)** [a](STL示例代码/15 函数对象适配器) **[<<](STL示例代码/15 函数对象适配器)** [endl](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[;](STL示例代码/15 函数对象适配器)**  **[}](STL示例代码/15 函数对象适配器)**  [int age](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[;](STL示例代码/15 函数对象适配器)**  [string name](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[;](STL示例代码/15 函数对象适配器)**  **[};](STL示例代码/15 函数对象适配器)**  [void test05](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[(){](STL示例代码/15 函数对象适配器)**  [//mem\_fun : 如果存储的是对象指针，需要使用mem\_fun](STL示例代码/15 函数对象适配器)  [vector](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[<](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[student](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[\*>](STL示例代码/15 函数对象适配器)** [v](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[;](STL示例代码/15 函数对象适配器)**  [student](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[\*](STL示例代码/15 函数对象适配器)** [s1](STL示例代码/15 函数对象适配器) **[=new](STL示例代码/15 函数对象适配器)** [student](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[(](STL示例代码/15 函数对象适配器)**["zhaosi"](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[,](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[10](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[);](STL示例代码/15 函数对象适配器)**  [student](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[\*](STL示例代码/15 函数对象适配器)** [s2](STL示例代码/15 函数对象适配器) **[=new](STL示例代码/15 函数对象适配器)** [student](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[(](STL示例代码/15 函数对象适配器)**["liuneng"](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[,](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[20](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[);](STL示例代码/15 函数对象适配器)**  [student](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[\*](STL示例代码/15 函数对象适配器)** [s3](STL示例代码/15 函数对象适配器) **[=new](STL示例代码/15 函数对象适配器)** [student](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[(](STL示例代码/15 函数对象适配器)**["shenyang"](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[,](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[30](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[);](STL示例代码/15 函数对象适配器)**  [student](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[\*](STL示例代码/15 函数对象适配器)** [s4](STL示例代码/15 函数对象适配器) **[=new](STL示例代码/15 函数对象适配器)** [student](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[(](STL示例代码/15 函数对象适配器)**["xiaobao"](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[,](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[40](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[);](STL示例代码/15 函数对象适配器)**  [v](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[.](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[push\_back](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[(](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[s1](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[);](STL示例代码/15 函数对象适配器)**  [v](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[.](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[push\_back](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[(](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[s2](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[);](STL示例代码/15 函数对象适配器)**  [v](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[.](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[push\_back](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[(](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[s3](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[);](STL示例代码/15 函数对象适配器)**  [v](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[.](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[push\_back](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[(](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[s4](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[);](STL示例代码/15 函数对象适配器)**  [for\_each](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[(](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[v](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[.](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[begin](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[(),](STL示例代码/15 函数对象适配器)** [v](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[.](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[end](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[(),](STL示例代码/15 函数对象适配器)** [mem\_fun](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[(&](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[student](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[::](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[print](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[));](STL示例代码/15 函数对象适配器)**  [cout](STL示例代码/15 函数对象适配器) **[<<](STL示例代码/15 函数对象适配器)**["-----------------------------"](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[<<](STL示例代码/15 函数对象适配器)** [endl](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[;](STL示例代码/15 函数对象适配器)**  [//mem\_fun\_ref : 如果存储的是对象，需要使用mem\_fun\_ref](STL示例代码/15 函数对象适配器)  [vector](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[<](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[student](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[>](STL示例代码/15 函数对象适配器)** [v2](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[;](STL示例代码/15 函数对象适配器)**  [v2](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[.](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[push\_back](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[(](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[student](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[(](STL示例代码/15 函数对象适配器)**["zhaosi"](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[,](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[50](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[));](STL示例代码/15 函数对象适配器)**  [v2](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[.](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[push\_back](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[(](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[student](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[(](STL示例代码/15 函数对象适配器)**["liuneng"](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[,](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[60](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[));](STL示例代码/15 函数对象适配器)**  [v2](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[.](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[push\_back](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[(](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[student](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[(](STL示例代码/15 函数对象适配器)**["shenyang"](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[,](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[70](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[));](STL示例代码/15 函数对象适配器)**  [v2](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[.](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[push\_back](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[(](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[student](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[(](STL示例代码/15 函数对象适配器)**["xiaobao"](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[,](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[80](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[));](STL示例代码/15 函数对象适配器)**  [for\_each](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[(](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[v2](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[.](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[begin](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[(),](STL示例代码/15 函数对象适配器)** [v2](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[.](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[end](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[(),](STL示例代码/15 函数对象适配器)** [mem\_fun\_ref](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[(&](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[student](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[::](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[print](STL示例代码/15 函数对象适配器)**[));](STL示例代码/15 函数对象适配器)**  **[}](STL示例代码/15 函数对象适配器)** |

4.1空间配置器

4.1.1容器通过空间配置器取得数据存储空间,空间配置器管理容器的空间

4.1.2 STL空间配置器产生的缘由：

　　在软件开发，程序设计中，我们不免因为程序需求，使用很多的小块内存（基本类型以及小内存的自定义类型）。在程序中动态申请，释放。

这个过程过程并不是一定能够控制好的，于是乎，

问题1：就出现了内存碎片问题。

问题2：一直在因为小块内存而进行内存申请，调用malloc，系统调用产生性能问题。

策略：如果申请的内存大小超过128，那么空间配置器就自动调用一级空间配置器。反之调用二级空间配置器。

**一级空间配置器，STL源码中的一级空间配置器命名为class \_\_malloc\_alloc\_template ，它很简单，就是对malloc，free，realloc等系统分配函数的一层封装。**

**二级空间配置器，由一个内存池和自由链表配合实现的。**

## 4.2 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,其中常用的功能涉及到比较，交换，查找,遍历，复制，修改，反转，排序，合并等...

<numeric>体积很小，只包括在几个序列容器上进行的简单运算的模板函数.

<functional> 定义了一些模板类,用以声明函数对象。

## 4.3 常用遍历算法

|  |
| --- |
| /\*  遍历算法 遍历容器元素  @param beg 开始迭代器  @param end 结束迭代器  @param \_callback 函数回调或者函数对象  @return 函数对象  \*/  for\_each(iterator beg, iterator end, \_callback);  /\*  transform算法 将指定容器区间元素搬运到另一容器中  注意 : transform 不会给目标容器分配内存，所以需要我们提前分配好内存  @param beg1 源容器开始迭代器  @param end1 源容器结束迭代器  @param beg2 目标容器开始迭代器  @param \_cakkback 回调函数或者函数对象  @return 返回目标容器迭代器  \*/  transform(iterator beg1, iterator end1, iterator beg2, \_callbakc) |

for\_each:

|  |
| --- |
| /\*  template<class \_InIt,class \_Fn1> inline  void for\_each(\_InIt \_First, \_InIt \_Last, \_Fn1 \_Func)  {  for (; \_First != \_Last; ++\_First)  \_Func(\*\_First);  }  \*/  //普通函数  void print01**(**int val**){**  cout **<<** val **<<**" "**;**  **}**  //函数对象  struct print001**{**  void**operator()(**int val**){**  cout **<<** val **<<**" "**;**  **}**  **};**  //for\_each算法基本用法  void test01**(){**    vector**<**int**>** v**;**  **for(**int i **=**0**;** i **<**10**;**i**++){**  v**.**push\_back**(**i**);**  **}**  //遍历算法  for\_each**(**v**.**begin**(),** v**.**end**(),** print01**);**  cout **<<** endl**;**  for\_each**(**v**.**begin**(),** v**.**end**(),** print001**());**  cout **<<** endl**;**  **}**  struct print02**{**  print02**(){**  mCount **=**0**;**  **}**  void**operator()(**int val**){**  cout **<<** val **<<**" "**;**  mCount**++;**  **}**  int mCount**;**  **};**  //for\_each返回值  void test02**(){**  vector**<**int**>** v**;**  **for(**int i **=**0**;** i **<**10**;** i**++){**  v**.**push\_back**(**i**);**  **}**  print02**&** p **=** for\_each**(**v**.**begin**(),** v**.**end**(),** print02**());**  cout **<<** endl**;**  cout **<<** p**.**mCount **<<** endl**;**  **}**  struct print03 **:**public binary\_function**<**int**,**int**,**void**>{**  void**operator()(**int val**,**int bindParam**)**const**{**  cout **<<** val **+** bindParam **<<**" "**;**  **}**  **};**  //for\_each绑定参数输出  void test03**(){**    vector**<**int**>** v**;**  **for(**int i **=**0**;** i **<**10**;** i**++){**  v**.**push\_back**(**i**);**  **}**  for\_each**(**v**.**begin**(),** v**.**end**(),** bind2nd**(**print03**(),**100**));**  **}** |

transform:

|  |
| --- |
| //transform 将一个容器中的值搬运到另一个容器中  /\*  template<class \_InIt, class \_OutIt, class \_Fn1> inline  \_OutIt \_Transform(\_InIt \_First, \_InIt \_Last,\_OutIt \_Dest, \_Fn1 \_Func)  {  for (; \_First != \_Last; ++\_First, ++\_Dest)  \*\_Dest = \_Func(\*\_First);  return (\_Dest);  }  template<class \_InIt1,class \_InIt2,class \_OutIt,class \_Fn2> inline  \_OutIt \_Transform(\_InIt1 \_First1, \_InIt1 \_Last1,\_InIt2 \_First2, \_OutIt \_Dest, \_Fn2 \_Func)  {  for (; \_First1 != \_Last1; ++\_First1, ++\_First2, ++\_Dest)  \*\_Dest = \_Func(\*\_First1, \*\_First2);  return (\_Dest);  }  \*/  struct transformTest01**{**  int**operator()(**int val**){**  **return** val **+**100**;**  **}**  **};**  struct print01**{**  void**operator()(**int val**){**  cout **<<** val **<<**" "**;**  **}**  **};**  void test01**(){**  vector**<**int**>** vSource**;**  **for(**int i **=**0**;** i **<**10**;**i **++){**  vSource**.**push\_back**(**i **+**1**);**  **}**  //目标容器  vector**<**int**>** vTarget**;**  //给vTarget开辟空间  vTarget**.**resize**(**vSource**.**size**());**  //将vSource中的元素搬运到vTarget  vector**<**int**>::**iterator it **=** transform**(**vSource**.**begin**(),** vSource**.**end**(),** vTarget**.**begin**(),** transformTest01**());**  //打印  for\_each**(**vTarget**.**begin**(),** vTarget**.**end**(),** print01**());** cout **<<** endl**;**    **}**  //将容器1和容器2中的元素相加放入到第三个容器中  struct transformTest02**{**  int**operator()(**int v1**,**int v2**){**  **return** v1 **+** v2**;**  **}**  **};**  void test02**(){**  vector**<**int**>** vSource1**;**  vector**<**int**>** vSource2**;**  **for(**int i **=**0**;** i **<**10**;** i**++){**  vSource1**.**push\_back**(**i **+**1**);**  **}**  //目标容器  vector**<**int**>** vTarget**;**  //给vTarget开辟空间  vTarget**.**resize**(**vSource1**.**size**());**  transform**(**vSource1**.**begin**(),** vSource1**.**end**(),** vSource2**.**begin**(),**vTarget**.**begin**(),** transformTest02**());**  //打印  for\_each**(**vTarget**.**begin**(),** vTarget**.**end**(),** print01**());** cout **<<** endl**;**  **}** |

## 4.4 常用查找算法

|  |
| --- |
| /\*  find算法 查找元素  @param beg 容器开始迭代器  @param end 容器结束迭代器  @param value 查找的元素  @return 返回查找元素的位置  \*/  find(iterator beg, iterator end, value)  /\*  adjacent\_find算法 查找相邻重复元素  @param beg 容器开始迭代器  @param end 容器结束迭代器  @param \_callback 回调函数或者谓词(返回bool类型的函数对象)  @return 返回相邻元素的第一个位置的迭代器  \*/  adjacent\_find(iterator beg, iterator end, \_callback);  /\*  binary\_search算法 二分查找法  注意: 在无序序列中不可用  @param beg 容器开始迭代器  @param end 容器结束迭代器  @param value 查找的元素  @return bool 查找返回true 否则false  \*/  bool binary\_search(iterator beg, iterator end, value);  /\*  find\_if算法 条件查找  @param beg 容器开始迭代器  @param end 容器结束迭代器  @param callback 回调函数或者谓词(返回bool类型的函数对象)  @return bool 查找返回true 否则false  \*/  find\_if(iterator beg, iterator end, \_callback);  /\*  count算法 统计元素出现次数  @param beg 容器开始迭代器  @param end 容器结束迭代器  @param value回调函数或者谓词(返回bool类型的函数对象)  @return int返回元素个数  \*/  count(iterator beg, iterator end, value);  /\*  count算法 统计元素出现次数  @param beg 容器开始迭代器  @param end 容器结束迭代器  @param callback 回调函数或者谓词(返回bool类型的函数对象)  @return int返回元素个数  \*/  count\_if(iterator beg, iterator end, \_callback); |

[STL示例代码\18 find](STL示例代码/18%20find)

[STL示例代码\19 find\_if](STL示例代码/19%20find_if)

[STL示例代码\20 adjacent\_find](STL示例代码/20%20adjacent_find)

[STL示例代码\21 binary\_search](STL示例代码/21%20binary_search)

[STL示例代码\22 count和count\_if](STL示例代码/22%20count和count_if)

## 4.5 常用排序算法

|  |
| --- |
| /\*  merge算法 容器元素合并，并存储到另一容器中  @param beg1 容器1开始迭代器  @param end1 容器1结束迭代器  @param beg2 容器2开始迭代器  @param end2 容器2结束迭代器  @param dest 目标容器开始迭代器  \*/  merge(iterator beg1, iterator end1, iterator beg2, iterator end2, iterator dest)  /\*  sort算法 容器元素排序  注意:两个容器必须是有序的  @param beg 容器1开始迭代器  @param end 容器1结束迭代器  @param \_callback 回调函数或者谓词(返回bool类型的函数对象)  \*/  sort(iterator beg, iterator end, \_callback)  /\*  random\_shuffle算法 对指定范围内的元素随机调整次序  @param beg 容器开始迭代器  @param end 容器结束迭代器  \*/  random\_shuffle(iterator beg, iterator end)  /\*  reverse算法 反转指定范围的元素  @param beg 容器开始迭代器  @param end 容器结束迭代器  \*/  reverse(iterator beg, iterator end) |

[STL示例代码\23 sort](STL示例代码/23%20sort)

[STL示例代码\24 merge](STL示例代码/24%20merge)

[STL示例代码\26 reverse和random\_shuttle](STL示例代码/26%20reverse和random_shuttle)

## 4.6 常用拷贝和替换算法

|  |
| --- |
| /\*  copy算法 将容器内指定范围的元素拷贝到另一容器中  @param beg 容器开始迭代器  @param end 容器结束迭代器  @param dest 目标容器结束迭代器  \*/  copy(iterator beg, iterator end, iterator dest)  /\*  replace算法 将容器内指定范围的旧元素修改为新元素  @param beg 容器开始迭代器  @param end 容器结束迭代器  @param oldvalue 旧元素  @param oldvalue 新元素  \*/  replace(iterator beg, iterator end, oldvalue, newvalue)  /\*  replace\_if算法 将容器内指定范围满足条件的元素替换为新元素  @param beg 容器开始迭代器  @param end 容器结束迭代器  @param callback函数回调或者谓词(返回Bool类型的函数对象)  @param oldvalue 新元素  \*/  replace\_if(iterator beg, iterator end, \_callback, newvalue)  /\*  swap算法 互换两个容器的元素  @param c1容器1  @param c2容器2  \*/  swap(container c1, container c2) |

[STL示例代码\27 copy](STL示例代码/27%20copy)

[STL示例代码\28 replace和replace\_if](STL示例代码/28%20replace和replace_if)

[STL示例代码\29 swap](STL示例代码/29%20swap)

## 4.7 常用算数生成算法

|  |
| --- |
| /\*  accumulate算法 计算容器元素累计总和  @param beg 容器开始迭代器  @param end 容器结束迭代器  @param value累加值  \*/  accumulate(iterator beg, iterator end, value)  /\*  fill算法 向容器中添加元素  @param beg 容器开始迭代器  @param end 容器结束迭代器  @param value t填充元素  \*/  fill(iterator beg, iterator end, value) |

[STL示例代码\30 accumulate和fill](STL示例代码/30%20accumulate和fill)

## 4.8 常用集合算法

|  |
| --- |
| /\*  set\_intersection算法 求两个set集合的交集  注意:两个集合必须是有序序列  @param beg1 容器1开始迭代器  @param end1 容器1结束迭代器  @param beg2 容器2开始迭代器  @param end2 容器2结束迭代器  @param dest 目标容器开始迭代器  @return 目标容器的最后一个元素的迭代器地址  \*/  set\_intersection(iterator beg1, iterator end1, iterator beg2, iterator end2, iterator dest)  /\*  set\_union算法 求两个set集合的并集  注意:两个集合必须是有序序列  @param beg1 容器1开始迭代器  @param end1 容器1结束迭代器  @param beg2 容器2开始迭代器  @param end2 容器2结束迭代器  @param dest 目标容器开始迭代器  @return 目标容器的最后一个元素的迭代器地址  \*/  set\_union(iterator beg1, iterator end1, iterator beg2, iterator end2, iterator dest)  /\*  set\_difference算法 求两个set集合的差集  注意:两个集合必须是有序序列  @param beg1 容器1开始迭代器  @param end1 容器1结束迭代器  @param beg2 容器2开始迭代器  @param end2 容器2结束迭代器  @param dest 目标容器开始迭代器  @return 目标容器的最后一个元素的迭代器地址  \*/  set\_difference(iterator beg1, iterator end1, iterator beg2, iterator end2, iterator dest) |

[STL示例代码\31 set\_union和set\_difference和set\_intersection](STL示例代码/31%20set_union和set_difference和set_intersection)

# STL综合案例(学校演讲比赛)

**学校演讲比赛介绍**

1）某市举行一场演讲比赛（ speech\_contest ），共有24个人参加。比赛共三轮，前两轮为淘汰赛，第三轮为决赛。

2）比赛方式：分组比赛，每组6个人；选手每次要随机分组，进行比赛；

第一轮分为4个小组，每组6个人。比如100-105为一组，106-111为第二组，依次类推，

每人分别按照抽签（draw）顺序演讲。当小组演讲完后，淘汰组内排名最后的三个选手，然后继续下一个小组的比赛。

第二轮分为2个小组，每组6人。比赛完毕，淘汰组内排名最后的三个选手，然后继续下一个小组的比赛。

第三轮只剩下6个人，本轮为决赛，选出前三名。

4）比赛评分：10个评委打分，去除最低、最高分，求平均分

每个选手演讲完由10个评委分别打分。该选手的最终得分是去掉一个最高分和一个最低分，求得剩下的8个成绩的平均分。

选手的名次按得分降序排列，若得分一样，按参赛号升序排名。

用STL编程，求解这个问题

1. 请打印出所有选手的名字与参赛号，并以参赛号的升序排列。
2. 打印每一轮比赛后，小组比赛成绩和小组晋级名单
3. 打印决赛前三名，选手名称、成绩。

**需求分析**

//产生选手（ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ）姓名、得分；选手编号

//第1轮 选手抽签选手比赛查看比赛结果

//第2轮 选手抽签选手比赛查看比赛结果

//第3轮 选手抽签选手比赛查看比赛结果