1 STL简介

1. 1.1 STL诞生

- 软件界希望建立一种可重复利用的东西
- C++的面向对象（**面对对象的三大特性：封装、继承、多态**）和泛型编程的思想，目的就是复用性提升
- 大多数情况下，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. 1.2 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**模板类和模板函数**

3. 1.3 STL六大组件

- STL大体分为六大组件，分别为**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。（eg.重载=、重载()等函数）
      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。（eg. 自动管理堆栈区的内存）

4. 1.4 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。如，顺序表，链表，队列，栈（放进去之前什么样，出来什么样）
>   - 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。如，树，图，集合，映射表（会进行排序）

> - 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)（算法头文件就是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（通过迭代器来访问容器内容）
- 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	举例
输入迭代器	对数据的只读访问	只读，支持++、==、!=	std::istream_iterator
输出迭代器	对数据的只写访问	只写，支持++	std::ostream_iterator
前向迭代器	读写操作，并能向前推进迭代器	读写，支持++、==、!=	std::forward_list
双向迭代器	读写操作，并能向前和向后操作	读写，支持++、- -	std::list
随其访问迭代器	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、<、<=、>、<=	std::vector、std::array

Table 1

- 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 常用容器

5. 2.1 vector

- 容器： vector
- 算法：for_each
- 迭代器：vector<数据类型>::iterator
- 容器头文件：#include
- 算法头文件：#include

5.1 (1) 存放内置数据类型

示例：

```
#include <iostream>
#include <vector>                                   //vector容器头文件
#include <algorithm>                                //标准算法头文件

using namespace std;

/*  vector插入内置数据  */


void myPrint(int val) {
    cout << val << endl;
}

void test01(void) {
    /* 创建vector容器 */
    vector<int> v;                                  //vector<数据类型>容器变量;

    /* 在容器中放数据 */
    v.push_back(10);
    v.push_back(20);
    v.push_back(30);
    v.push_back(40);
    v.push_back(50);

    /* 创建vector迭代器 */
    /* vector<数据类型>::迭代器类型 迭代器变量名字   iterator：正向迭代器 */
    vector<int>::iterator myBegin = v.begin();      //创建起始迭代器   指向v容器中的第一个
    vector<int>::iterator myEnd = v.end();          //创建终止迭代器   指向v容器中的最后一个元素的下一位

    /* 第一种遍历 */
```

```
    while (myBegin != myEnd)
    {
        cout << *myBegin << endl;
        myBegin++;                                          //与指针操作一样
    }

    cout << endl;

    /* 第二种遍历 */
    for (vector<int>::iterator it = v.begin(); it != v.end(); it++) {
        cout << *it << endl;
    }

    cout << endl;

    /* 第三种遍历 */
    /* 参数为（起始位置，终点位置，可调用对象）    可调用对象：这里使用的函数，利用的时回调函数的知识 */
    for_each(v.begin(), v.end(),myPrint);
}



int main(void) {

    test01();

    return 0;
}
```

Fence 1

5.2 (2) 存放自定义数据类型

示例:

```
#include <iostream>
#include <algorithm>
#include <vector>
#include <string>

using namespace std;




class Person {
public:

    Person(string name,int age) {
```

```
        this->m_name = name;
        this->m_age = age;
    }

    string m_name;
    int m_age;

};

void myPrintf(Person val) {
    cout << "姓名：  " << val.m_name << " 年龄：  " << val.m_age << endl;
}

/* vector容器存放自定义数据类型 */

void test01(void) {
    vector<Person> v;

    Person p1("aaa", 10);
    Person p2("BBB", 20);
    Person p3("ccc", 30);
    Person p4("ddd", 40);
    Person p5("eee", 50);
    Person p6("fff", 60);

    v.push_back(p1);
    v.push_back(p2);
    v.push_back(p3);
    v.push_back(p4);
    v.push_back(p5);
    v.push_back(p6);

    /* for循环遍历 */
    for (vector<Person>::iterator it = v.begin(); it != v.end(); it++) {
        cout << "姓名：" << (*it).m_name << "年龄：" << it->m_age << endl;
    }

    /* for_each()遍历 */
    for_each(v.begin(),v.end(), myPrintf);

}

/* vector容器存放自定义数据类型  指针 */
void myPrintf1(Person* val) {
    cout << "姓名：  " << val->m_name << " 年龄：  " << (*val).m_age << endl;
}

void test02(void) {
    vector<Person*> v;

    Person p1("aaa", 10);
    Person p2("BBB", 20);
    Person p3("ccc", 30);
```

```
    Person p4("ddd", 40);
    Person p5("eee", 50);
    Person p6("fff", 60);

    v.push_back(&p1);
    v.push_back(&p2);
    v.push_back(&p3);
    v.push_back(&p4);
    v.push_back(&p5);
    v.push_back(&p6);

    /* for循环遍历 */
    for (vector<Person*>::iterator it = v.begin(); it != v.end(); it++) {
        cout << "姓名: " << (*(*it)).m_name << "年龄: " << (*(it))->m_age << endl;
//二级指针   **it
    }

    /* for_each()遍历 */
    for_each(v.begin(), v.end(), myPrintf1);

}

int main(void) {

    test01();

    cout << endl;

    test02();
    return 0;
}

```

Fence 2

5.3 (3) 容器嵌套容器

示例:

```
#include <iostream>
#include <algorithm>
#include <vector>

using namespace std;


/* vector容器嵌套容器 */

void test01(void) {
    vector<vector<int>> v;

    /* 创建小容器 */
    vector<int> v1;
    vector<int> v2;
```

```
    vector<int> v3;
    vector<int> v4;

    /* 在小容器中创建数据 */
    for (int i = 0; i < 4; i++) {
        v1.push_back(i * 1);
        v2.push_back(i * 10);
        v3.push_back(i * 100);
        v4.push_back(i * 1000);
    }

    /* 在大容器中写入数据 */
    v.push_back(v1);
    v.push_back(v2);
    v.push_back(v3);
    v.push_back(v4);

    /* for循环遍历 */
    for (vector<vector<int>>::iterator it = v.begin(); it != v.end(); it++) {
        for (vector<int>::iterator it1 = (*it).begin(); it1 != (*it).end(); it1++) {
//*it 可以看<>中的数据是什么，就可以知道类型
            cout << *it1 << "  ";
        }
        cout << endl;
    }


}



int main(void) {

    test01();


    return 0;
}

```

Fence 3

5.4 (4) 基本概念

- **功能**:
  - `vector`数据结构和普通数组非常相似，通常也被称为**单端数组。**
- `vector`**与普通数组的区别**:
  - 普通数组在定义时大小是静态的，而`vector`则可以**动态扩展。**（vector头文件中，会倍数放大你要开辟的空间）
- **动态扩展**:

- `vector`并不是在原空间之上继续扩展，而是寻找更大的内存空间（一般会分配更大的空间，避免频繁开辟空间），然后将原数据移动到新空间，释放原空间。（vector != 链表）

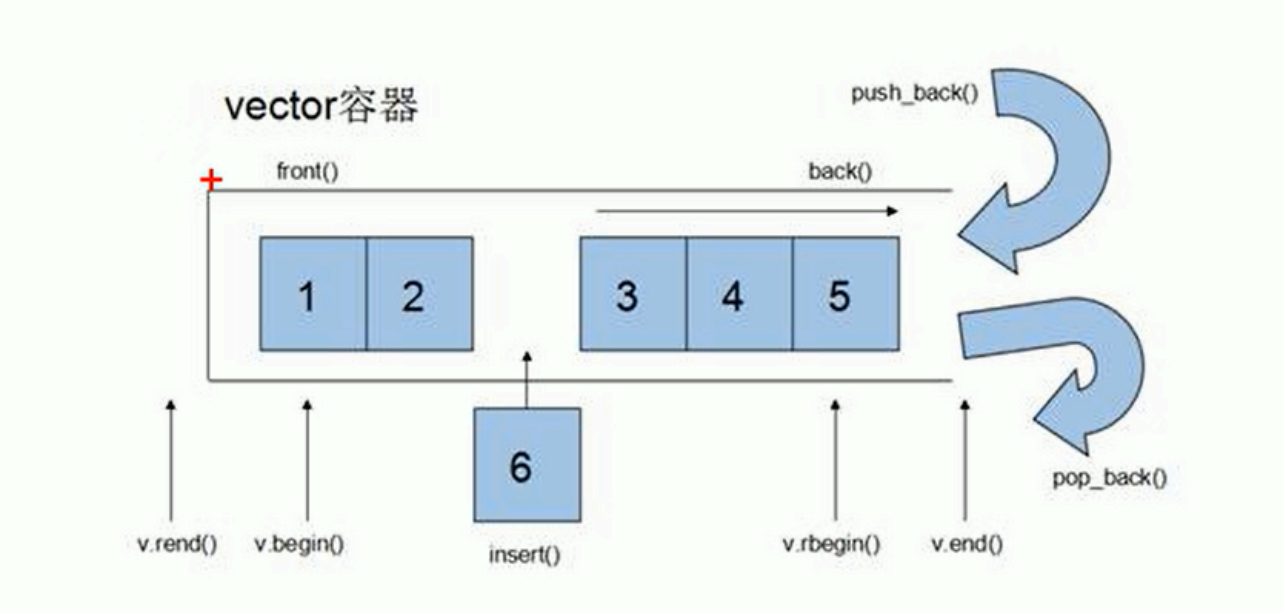


Figure 1

- `vector`容器的迭代器是支持随机访问的迭代器

5.5 (5) 构造函数

- 功能描述：
  - 创建`vector`容器。
- 函数原型：
  - `vector<T> v;`
    // 采用模板实现类型实例化，默认为构造函数。
  - `vector(v.begin(), v.end());`
    // 将`v`中`[begin(), end())`区间的元素拷贝给本身。 end() 取得是最后一个元素的下一个位置
  - `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：

```
#include <iostream>
#include <vector>
#include <algorithm>

using namespace std;

/* vector容器的构造函数 */

void printVector(vector<int> v) {
```

```
    for (vector<int>::iterator it = v.begin(); it != v.end(); it++) {
        cout << *it << "  ";
    }
    cout << endl;
}

void test01() {
    vector<int> v1;                                 // 采用模板实现类型实例化，默认为构造函数。
    for (int i = 0; i < 10; i++) {
        v1.push_back(i);
    }
    printVector(v1);

    vector<int> v2(v1.begin(), v1.end());           // 将`v`中`[begin(), end())`区间的元素拷贝给本身。 end() 取得是最后一个元素的下一个位置
    printVector(v2);

    vector<int> v3(10,100);                         // 构造函数将`n`个`elem`拷贝给本身。
    printVector(v3);

    vector<int> v4(v3);                             // 拷贝构造函数。
    printVector(v4);
}

int main() {

    test01();

    getchar();
    return 0;
}


```

Fence 4

5.6 (6) 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:

```
#include <iostream>
#include <vector>
#include <algorithm>

using namespace std;

/* vector容器的赋值操作 */

void printVector(vector<int> &v) {
    for (vector<int>::iterator it = v.begin(); it != v.end(); it++) {
        cout << *it << "  ";
    }
    cout << endl;
}

void test01() {
    vector<int> v1;
    for (int i = 0; i < 10; i++) {
        v1.push_back(i);
    }
    printVector(v1);

    vector<int> v2;                         //vector& operator=(const vector & vec);
// 重载等号操作符。
    v2 = v1;
    printVector(v2);

    vector<int> v3;                         //assign(beg, end); //将[beg, end)区间中的数
据拷贝赋值给本身。
    v3.assign(v1.begin(),v1.end());
    printVector(v3);

    vector<int> v4;                         //assign(n, elem);将n个elem拷贝赋值给本身。
    v4.assign(10,100);
    printVector(v4);


}

int main() {

    test01();

    getchar();
    return 0;
}


```

5.7 (7) 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，则用默认值（0）填充新位置。若容器变短，则末尾超出容器长度的元素被删除。（不会改变容量（系统分配的空间），只会改变大小（实际使用的空间））
  - `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。若容器变短，则末尾超出容器长度的元素被删除。

示例：

```
#include <iostream>
#include <vector>
#include <algorithm>

using namespace std;

/* vector容器的容量和大小 */

void printVector(vector<int>& v) {
    for (vector<int>::iterator it = v.begin(); it != v.end(); it++) {
        cout << *it << "  ";
    }
    cout << endl;
}

void test01() {
    vector<int> v1;
    for (int i = 0; i < 10; i++) {
        v1.push_back(i);
    }
    printVector(v1);

    if (v1.empty()) {                       // 判断容器是否为空。
        cout << "容器为空" << endl;
    }
    else
    {
```

```
        cout << "容量：" << v1.capacity(); // 容器的容量。
        cout << endl;
        cout << "元素个数：" << v1.size();   // 返回容器中元素的个数。
        cout << endl;
        cout << "重新指定长度：" << endl;  //resize(int num); 重新指定容器的长度为`num`，若容器变长，则默认用`值`填充新位置。若容器变短，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。若容器变短，则末尾超出容器长度的元素被删除。
        v1.resize(3);
        printVector(v1);
        v1.resize(5, 100);
        printVector(v1);
    }


}

int main() {

    test01();

    getchar();
    return 0;
}


```

Fence 6

5.8 (8) 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`。（提供迭代器）
  - `insert(const_iterator pos, int count, ele);`
    // 迭代器指向位置`pos`插入`count`个元素`ele`。（提供迭代器）
  - `erase(const_iterator pos);`
    // 删除迭代器指向的元素。（提供迭代器）
  - `erase(const_iterator start, const_iterator end);`
    // 删除迭代器从`start`到`end`之间的元素。（提供迭代器）（不包括end位置上的数）

- `clear();`
  // 删除容器中所有元素。

1、正向迭代器： 容器名<类型>::iterator 迭代器名

2、常量正向迭代器：容器名<类型>::const_iterator 迭代器名

3、反向迭代器： 容器名<类型>::reverse_iterator 迭代器名

4、常量反向迭代器：容器名<类型>::const_reverse_iterator 迭代器名

示例：

```
#include <iostream>
#include <vector>
#include <algorithm>

using namespace std;

/* vector容器的插入和删除 */

void printVector(vector<int>& v) {
    for (vector<int>::iterator it = v.begin(); it != v.end(); it++) {
        cout << *it << "  ";
    }
    cout << endl;
}

void test01() {
    vector<int> v1;
    for (int i = 0; i < 10; i++) {
        v1.push_back(i);                          // 尾部插入元素`ele`。
    }
    printVector(v1);

    cout << "删除最后一个元素" ;
    v1.pop_back();                                // 删除最后一个元素。
    printVector(v1);

    vector<int>::iterator  it = v1.begin();      //正向迭代器（只能用正向或者常量正向）
    cout << "指定插入一个元素";                  // 迭代器指向位置`pos`插入元素`ele`。（提供迭代器）
    v1.insert(it,100);                            //v.insert(v.begin() + index, element);
    printVector(v1);

    it = v1.begin();                              //重新获取头部位置
    cout << "指定插入n个相同元素";                // 迭代器指向位置`pos`插入`count`个元素`ele`。（提供迭代器）
```

```
    v1.insert(it, 2, 110);
    printVector(v1);

    cout << " 删除一个元素 ";
    v1.erase(v1.begin() + 2);                    // 删除迭代器指向的元素。（提供迭代器） 删除一个100
    printVector(v1);

    cout << " 删除区间元素 ";
    v1.erase(v1.begin(),v1.begin() + 2);         // 删除迭代器从`start`到`end`之间的元素。删除110、110
    printVector(v1);                             //清空 v1.erase(v1.begin().v1.end());

    cout << "清空容器";
    v1.clear();                                  // 删除容器中所有元素。
    printVector(v1);
}

int main() {

    test01();

    getchar();
    return 0;
}


```

Fence 7

5.9 (9) 数据存取

- 功能描述：
  - 对`vector`中的数据进行获取操作。
- 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();`
    // 返回容器中的第一个数据元素。
  - `back();`
    // 返回容器中的最后一个数据元素。

示例：

```
#include <iostream>
```

```cpp
#include <vector>
#include <algorithm>

using namespace std;

/* vector容器的数据存取*/

void printVector(vector<int>& v) {
    for (vector<int>::iterator it = v.begin(); it != v.end(); it++) {
        cout << *it << "  ";
    }
    cout << endl;
}

void test01() {
    vector<int> v1;
    for (int i = 0; i < 10; i++) {
        v1.push_back(i);
    }
    printVector(v1);

    cout << "成员函数at方式：" << endl;
    for (int i = 0; i < v1.size(); i++) {
        cout << v1.at(i) << "  ";                          // 返回索引`idx`所指的数据。
    }

    cout  << endl << "重载[]方式：" << endl;
    for (int i = 0; i < v1.size(); i++) {
        cout << v1[i] << "  ";                             // 返回索引`idx`所指的数据。
    }
    cout << endl;

    cout << " 返回第一个数据：  " << v1.front() << endl; // 返回容器中的第一个数据元素。
    cout << " 返回最后一个数据：  " << v1.back() << endl;// 返回容器中的最后一个数据元素。
}

int main() {

    test01();

    getchar();
    return 0;
}


```

5.10 (10) 互换容器

- 功能描述：
  - 实现两个容器内元素进行互换。（可以实现内存收缩的效果）
- 函数原型：
  - `swap(vec);`
    // 将 `vec` 与自身的元素进行互换。

示例：

```
#include <iostream>
#include <vector>
#include <algorithm>

using namespace std;

/* vector容器的互换容器*/

void printVector(vector<int>& v) {
    for (vector<int>::iterator it = v.begin(); it != v.end(); it++) {
        cout << *it << "  ";
    }
    cout << endl;
}

void test01(void) {
    vector<int> v1,v2;
    for (int i = 0; i < 10; i++) {
        v1.push_back(i);
        v2.push_back(i * 10);
    }
    cout << "交换前：" << endl;
    printVector(v1);
    printVector(v2);

    v1.swap(v2);                    // 将 `vec` 与自身的元素进行互换。

    cout << "交换后：" << endl;
    printVector(v1);
    printVector(v2);

}

void test02(void) {
    vector<int> v;
    for (int i = 0; i < 10000; i++) {
        v.push_back(i);
    }

    cout << "容量：" << v.capacity() << endl;
```

```
    cout << "大小: " << v.size() << endl;

    v.resize(3);

    cout << "容量: " << v.capacity() << endl;
    cout << "大小: " << v.size() << endl;

    /* 使用swap收缩容量 */
    vector<int>(v).swap(v);                    //匿名对象(当前行执行完，系统回收内存)，创建了一个新的 vector<int> 对象，初始化为 v 的内容
    cout << "容量: " << v.capacity() << endl;
    cout << "大小: " << v.size() << endl;
}

int main(void) {

    test01();
    test02();

    return 0;
}


```

Fence 9

5.11 (11) 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` 个元素的长度，预留位置未初始化，元素不可访问。

示例:

```
#include <iostream>
#include <vector>
#include <algorithm>

using namespace std;

/* vector容器的预留空间*/

void printVector(vector<int>& v) {
    for (vector<int>::iterator it = v.begin(); it != v.end(); it++) {
        cout << *it << "  ";
    }
    cout << endl;
}

```

```cpp
void test01(void) {
    vector<int> v1;

    v1.reserve(10000);                  // 容器预留 `len` 个元素的长度，预留位置未初始化，元素不可访问。

    /* 统计开辟空间次数 */
    int num = 0;
    int* p = NULL;

    for (int i = 0; i < 10000; i++) {
        v1.push_back(i);

        if (p != &v1[0]) {              //如果不等于v1的首地址，就强制等于首地址
            p = &v1[0];
            num++;
        }
    }

    cout << "num=" << num << endl;      //无预留空间开辟24次

}


int main(void) {

    test01();

    return 0;
}


```

Fence 10

6. 2.2 String

6.1 (1) 基本概念

- 本质：
  - string是C++风格的字符串，而string**本质上是一个类**
- 与char*的区别：
  - 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

6.2 (2) 构造函数

构造函数原型：

- string();　　//创建一个空字符串 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：

```
#include <iostream>
#include <string>

using namespace std;


void test01(void) {
    string s1;                      //使用默认构造函数

    const char* str = "你好";
    string s2(str);                 //使用有参构造    string s5("ab");

    string s3(s2);                  //使用拷贝构造

    string s4(10, 'b');             //使用另一种有参构造

    cout << "s2 = " << s2 << endl;
    cout << "s3 = " << s3 << endl;
    cout << "s4 = " << s4 << endl;

}

int main(void) {

    test01();

    return 0;
}
```

Fence 11

6.3 (3) 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 赋值给当前字符串
  - string& operator=(const string &s);　　//字符串s赋值给当前的字符串

- 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);　　//把字符串是的前n个字符赋给当前字符串
- 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：

```
#include <iostream>
#include <string>

using namespace std;


//strin的赋值操作
void test01(void) {
    string s1;                      //string& operator=(const char *s);
    s1 = "你好";

    string s2;                      //string& operator=(const string &s);
    s2 = s1;

    char c = 'A';
    string s3;                      //string& operator=(char c);
    s3 = c;

    string s4;                      //string& assign(const char *s);
    s4.assign("ABC");

    string s5;                      //string& assign(const char *s, int n);
    s5.assign("ABCD", 2);

    string s6;                      //string& assign(const string &s));
    s6.assign(s5);

    string s7;                      //string& assign(int n, char c);
    s7.assign(7, 'a');

    cout << "s1 = " << s1 << endl;
    cout << "s2 = " << s2 << endl;
    cout << "s3 = " << s3 << endl;
    cout << "s4 = " << s4 << endl;
    cout << "s5 = " << s5 << endl;
    cout << "s6 = " << s6 << endl;
    cout << "s7 = " << s7 << endl;

}

int main(void) {

    test01();
```

```
    return 0;
}
```

Fence 12

6.4 (4) 字符串拼接

- 功能描述
  - 在字符串末尾拼接字符串
- 赋值的函数原型
  - `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);` // 将字符数组 `s` 连接到当前字符串末尾
  - `string& append(const char* s, int n);` // 将字符数组 `s` 的前 `n` 个字符连接到当前字符串末尾
  - `string& append(const string& s);` // 将字符串 `s` 连接到当前字符串末尾
  - `string& append(const string& s, int pos, int n);` // 将字符串 `s` 从 `pos` 开始的 `n` 个字符连接到当前字符串末尾
  - 还有其他类型的拼接函数

示例:

```
#include <iostream>
#include <string>

using namespace std;


//strin的字符串拼接
void test01(void) {
    string s1 = "我";

    s1 += "爱你";                       //string& operator+=(const char* str);
    cout << "s1 = " << s1 << endl;

    s1 += 's';                            //string& operator=(const char c);`
    cout << "s1 = " << s1 << endl;

    string s2 = "在家";                    //string& operator+=(const string& str);
    s1 += s2;
    cout << "s1 = " << s1 << endl;

    string s3 = "蜜";
    s3.append("雪冰城");                 //string& append(const char* s);
    cout << "s3 = " << s3 << endl;
```

```
24
25      s3.append(" nihaoshijie",3);        //string& append(const char* s, int n);
26      cout << "s3 = " << s3 << endl;
27
28      s3.append(s2);                      //string& append(const string& s);
29      cout << "s3 = " << s3 << endl;
30
31      s3.append("ABCDEF",2,3);            //string& append(const string & s, int pos,
    int n);
32      cout << "s3 = " << s3 << endl;
33
34
35  }
36
37  int main(void) {
38
39      test01();
40
41      return 0;
42  }
```

Fence 13

6.5 (5) 查找与替换

- **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：**
  - `int find(const string& str, int pos = 0) const;` // 查找 str 第一次出现位置，从 pos 开始查找，有返回下标；没有返回-1，下面同理。从前往后找
  - `int find(const char* s, int pos = 0) const;` // 查找第一次出现位置，从 pos 开始查找
  - `int find(const char* s, int pos, int n) const;` // 从 pos 位置查找前 n 个字符第一次位置
  - `int find(const char c, int pos = 0) const;` // 查找字符 c **第一次**出现位置
  - `int rfind(const string& str, int pos = npos) const;` // 查找 str **最后一次**出现位置，从 pos 开始查找。从后往前找
  - `int rfind(const char* s, int pos = npos) const;` // 查找最后一次出现位置，从 pos 开始查找
  - `int rfind(const char* s, int pos, int n) const;` // 从 pos 查找字符的前 n 个字符最后一次位置
  - `int rfind(const char c, int pos = 0) const;` // 查找字符 c 最后一次出现位置
  - `string& replace(int pos, int n, const string& str);` // 替换从 pos 开始的 n 个字符为字符串 str。如果str的长度大于n，依然能够将str完整插入到 [pos:pos+n] 中去

- `string& replace(int pos, int n, const char* s);` // 替换从 pos 开始的 n 个字符为字符串 s

示例：

```
#include <iostream>
#include <string>

using namespace std;


//strin的查找与替换
void test01(void) {
    string s1 = "ni hao shi jie ni ni hao shi jie";
    string s2 = "shi jie";

    /* find 从前往后 */
    cout << s1.find(s2) << endl;
    cout << s1.find("o s") << endl;

    /* rfind 从后往前 */
    cout << s1.rfind(s2) << endl;
    cout << s1.rfind("o s") << endl;

    /* replace */
    cout << s1.replace(8,3,s2) << endl;
    cout << s1.replace(8,2, "abc") << endl;

    //指定多少字符，都会替换，
    string s3 = "abcdefg";
    cout << s3.replace(1, 3, "1111") << endl;       //替换成a1111efg,不会因为长度不够，而舍弃
    cout << s3.replace(1, 3, "22") << endl;
}

int main(void) {

    test01();

    return 0;
}
```

Fence 14

6.6 (6) 字符串比较

- **功能描述：**
  - 字符串之间的比较，判断二者大小的意义不是很大
- **比较方式：**
  - 字符串比较是按字符的 ASCII 码进行比较
    - `=` 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：

```
#include <iostream>
#include <string>

using namespace std;


//strin的字符串比较
void test01(void) {
    string s1 = "abc";
    string s2 = "abc";

    cout << s1.compare(s2) << endl;          //相等
    cout << s1.compare("ab") << endl;        //不相等 且第一个不相等的地方的ASCII值S1大 返回1
    cout << s1.compare("ad") << endl;        //不相等 且第一个不相等的地方的ASCII值S1小 返回-1
}

int main(void) {

    test01();

    return 0;
}
```

Fence 15

6.7 (7) 字符串存取

- **string 中单个字符存取方式有两种：**
    - `char& operator[](int n);` // 通过 `[]` 方式获取字符
    - `char& at(int n);` // 通过 `at` 方法获取字符

示例：

```
#include <iostream>
#include <string>

using namespace std;


//strin的字符串存取
```

```
void test01(void) {
    string s1 = "abcef";

    //s1.size()  访问string s1的大小
    cout << s1[1] << endl;
    cout << s1.at(2) << endl;

    s1[1] = 'a';
    cout << s1[1] << endl;
}

int main(void) {

    test01();

    return 0;
}
```

Fence 16

6.8 (8) 字符串插入和删除

- **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：

```
#include <iostream>
#include <string>

using namespace std;


//strin的字符串插入和删除
void test01(void) {
    string s1 = "abcef";

    cout << s1.insert(1, "111") << endl;

    cout << s1.erase(1, 3) << endl;
}

int main(void) {

```

```
    test01();

    return 0;
}
```

Fence 17

6.9 (9) 子串的获取

- **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：

```
#include <iostream>
#include <string>

using namespace std;


//strin的子串获取
void test01(void) {
    string s1 = "abcef";
    string s2 = "你好世界";

    cout << s1.substr(1,3)<< endl;
    cout << s2.substr(0, 4) << endl;            //一个汉字站2个字节
}

/* 过滤信息 */
void test02(void) {
    string s1 = "nihaoshijie@qq.com";

    string s2;
    s2 = s1.substr(0, s1.find("@"));

    cout << s2 << endl;
}

int main(void) {

    test01();
    test02();

    return 0;
}
```

Fence 18

7. 2.3 deque

7.1 (1) 基本概念

- **功能：**
  - 双端数组，可以对头尾进行插入删除操作
- **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

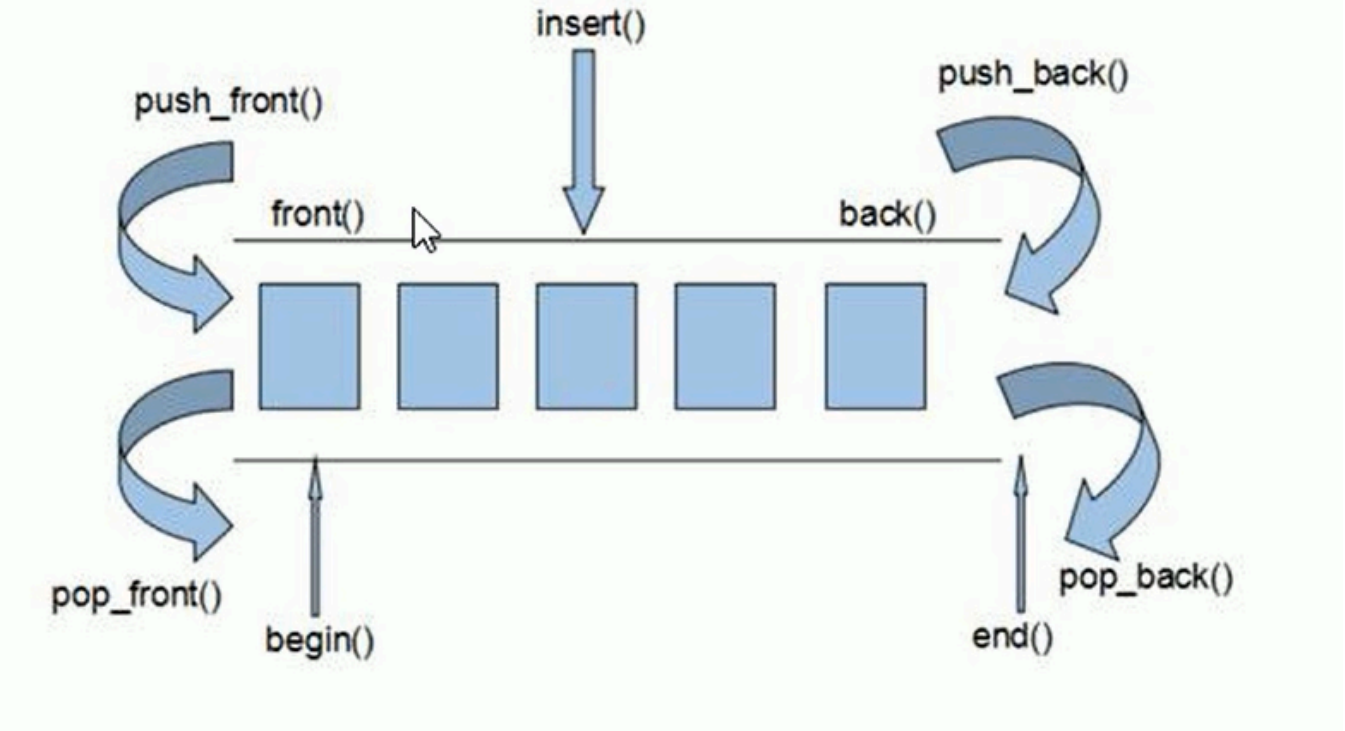


Figure 2

- **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时像是一片连续的内存空间。

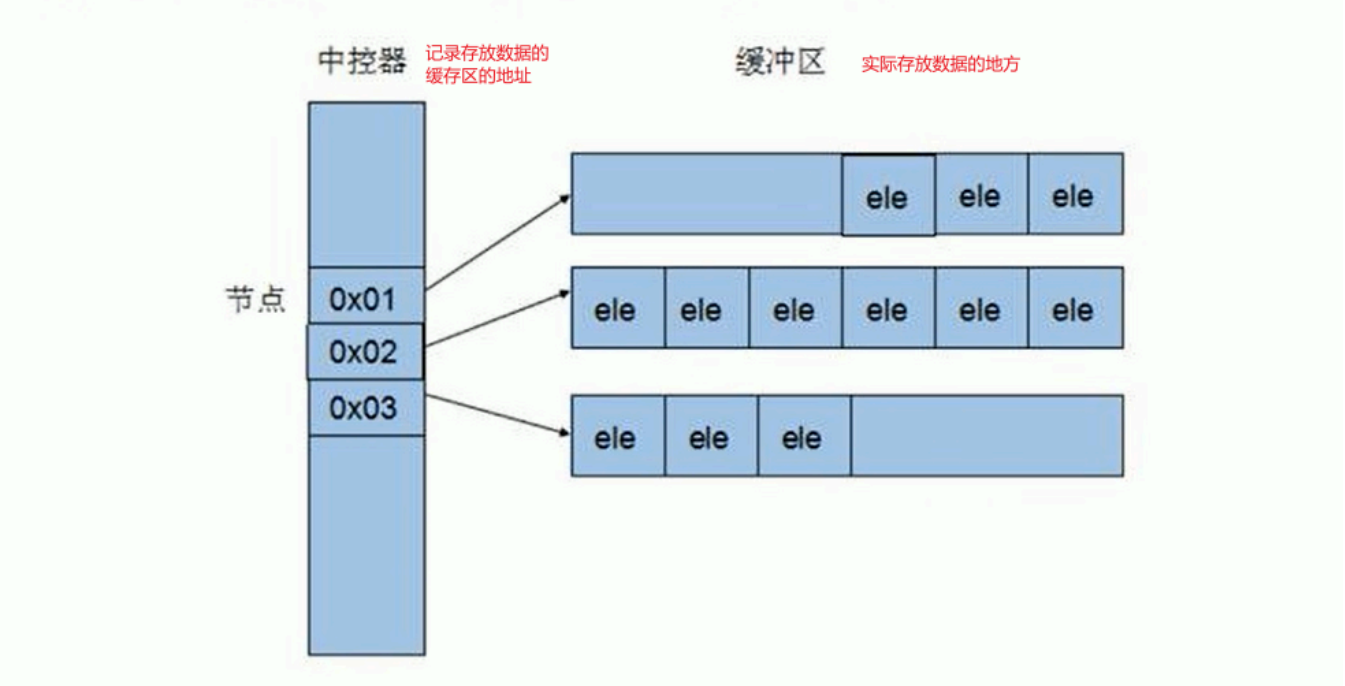


Figure 3

- deque容器的迭代器也是支持随机访问。

7.2 (2) 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：

```
#include <iostream>
#include <deque>
#include <algorithm>

using namespace std;

/* deque容器的构造函数*/

void printDeque(const deque<int>& d) {                                    //使用const 让d只读，防止函数中的操作进行误操作
    for (deque<int>::const_iterator it = d.begin(); it != d.end(); it++) {
//const_iterator 常量正向迭代器
        cout << *it << "  ";
```

```
    }
    cout << endl;
}

void test01(void) {
    deque<int> d1;                              //默认构造形式
    for (int i = 0; i < 20; i++)
    {
        d1.push_back(i);
    }
    printDeque(d1);

    deque<int> d2(d1.begin(),d1.end());      // 构造函数将[beg, end)区间中的元素拷贝给本身。
    printDeque(d2);

    deque<int> d3(3,100);                    // 构造函数将n个elem拷贝给本身。
    printDeque(d3);


    deque<int> d4(d3);                       // 拷贝构造函数
    printDeque(d4);
}


int main(void) {

    test01();

    return 0;
}


```

Fence 19

7.3 (3) 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);` // 重载赋值操作符
  - `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：

```
#include <iostream>
#include <deque>
```

```cpp
#include <algorithm>

using namespace std;

/* deque容器的赋值操作 */

void printDeque(const deque<int>& d) {                                          //使用const 让d只读，防止函数中的操作进行误操作
    for (deque<int>::const_iterator it = d.begin(); it != d.end(); it++) {     //const_iterator 常量正向迭代器
        cout << *it << "  ";
    }
    cout << endl;
}

void test01(void) {
    deque<int> d1;
    for (int i = 0; i < 20; i++)
    {
        d1.push_back(i);
    }
    printDeque(d1);

    deque<int> d2;
    d2 = d1;                                // 重载赋值操作符
    printDeque(d2);

    deque<int> d3;
    d3.assign(d1.begin(),d1.end());       // 将[beg, end)区间中的数据拷贝赋值给本身。
    printDeque(d3);

    deque<int> d4;
    d4.assign(2,100);                     // 将n个elem拷贝赋值给本身。
    printDeque(d4);
}


int main(void) {

    test01();

    return 0;
}


```

Fence 20

7.4 (4) 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();` // 判定容器是否为空
  - `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，如果容器变长，则以默认值（0）填充新位置；若容器变短，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，如果容器变长，则以elem值填充新位置；若容器变短，则末尾超出容器长度的元素被删除

示例：

```
#include <iostream>
#include <deque>
#include <algorithm>

using namespace std;

/* deque容器的大小操作 */

void printDeque(const deque<int>& d) {                                                  //使用const 让d只读，防止函数中的操作进行误操作
    for (deque<int>::const_iterator it = d.begin(); it != d.end(); it++) {  //const_iterator 常量正向迭代器
        cout << *it << "  ";
    }
    cout << endl;
}

void test01(void) {
    deque<int> d1;
    for (int i = 0; i < 20; i++)
    {
        d1.push_back(i);
    }
    printDeque(d1);

    if (d1.empty()) {
        cout << "deque容器为空！" << endl;                  // 判定容器是否为空
    }
    else
    {
        cout << "大小：" << d1.size() << endl;            // 返回容器中元素的个数
        d1.resize(3);                                       // 重新指定容器的长度为num，如果容器变长，则以默认值（0）填充新位置；若容器变短，则末尾超出容器长度的元素被删除
        printDeque(d1);
```

```
32
33          d1.resize(4, 100);
34          printDeque(d1);                                    // 重新指定容器的长度为num，如果
    容器变长，则以elem值填充新位置；若容器变短，则末尾超出容器长度的元素被删除
35
36
37      }
38  }
39
40
41  int main(void) {
42
43      test01();
44
45      return 0;
46  }
47
48
```

Fence 21

7.5 (5) 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(迭代器)插入一个elem元素，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（返回的是迭代器）。
    - `erase(pos);` // 删除pos位置的数据，返回下一个数据的位置。

示例：

```
1  #include <iostream>
2  #include <deque>
3  #include <algorithm>
```

```cpp

using namespace std;

/* deque容器的大小操作 */

void printDeque(const deque<int>& d) {                                          //使用const 让d只读，防止函数中的操作进行误操作
    for (deque<int>::const_iterator it = d.begin(); it != d.end(); it++) {     //const_iterator 常量正向迭代器
        cout << *it << "  ";
    }
    cout << endl;
}


void test01(void) {
    /* 两端插入 */
    deque<int> d1,d2;
    for (int i = 0; i < 20; i++)
    {
        d1.push_back(i);                        // 在容器尾部添加一个数据
        d2.push_front(i * 10);                  // 在容器头部插入一个数据
    }
    printDeque(d1);
    printDeque(d2);


    d1.pop_back();                               // 删除容器最后一个数据
    d2.pop_front();                             // 删除容器第一个数据
    printDeque(d1);
    printDeque(d2);

    /* 指定插入 */
    d1.insert(d1.begin(),1000);                 // 在pos位置插入一个elem元素，返回新数据的位置。
    printDeque(d1);

    d2.insert(d2.end(), 3, 1000);               // 在pos位置插入n个elem数据，无返回值。
    printDeque(d2);

    d1.insert(d1.begin(), d2.begin(), d2.end());// 在pos位置插入[beg, end)区间的数据，无返回值。
    printDeque(d1);

    cout << "初始位置" << *(d1.begin()) << endl;
    deque<int>::iterator a = d1.erase(d1.begin());  // 删除pos位置的数据，返回下一个数据的位置。 通過偏移删除其他位置
    printDeque(d1);
    cout << *a << endl;

    d1.erase(d1.begin(), d1.end());           // 删除[beg, end)区间的数据，返回下一个数据的位置（返回的是迭代器）。

```

```
    d2.clear();                                     // 清空容器的所有数据
    printDeque(d2);

}



int main(void) {

    test01();

    return 0;
}

```

Fence 22

7.6 (6) 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:

```
#include <iostream>
#include <deque>
#include <algorithm>

using namespace std;

/* deque容器的数据存取 */

void printDeque(const deque<int>& d) {                                          //使用const 让d只读，防止函数中的操作进行误操作
    for (deque<int>::const_iterator it = d.begin(); it != d.end(); it++) {     //const_iterator 常量正向迭代器
        cout << *it << "  ";
    }
    cout << endl;
}


```

```cpp
void test01(void) {
    deque<int> d1, d2;
    for (int i = 0; i < 20; i++)
    {
        d1.push_back(i);                        // 在容器尾部添加一个数据
        d2.push_front(i * 10);                  // 在容器头部插入一个数据
    }
    printDeque(d1);
    printDeque(d2);


    /* []索引 */
    for (int i = 0; i < d1.size(); i++)
    {
        cout << d1[i] << " ";
    }
    cout << endl;

    /* at()索引 */
    for (int i = 0; i < d2.size(); i++)
    {
        cout << d2.at(i) << " ";
    }
    cout << endl;


    /* front() 访问返回容器中第一个数据元素 */
    cout << d1.front() << endl;

    /* back() 访问返回容器中最后一个数据元素 */
    cout << d2.back() << endl;

}



int main(void) {

    test01();

    return 0;
}


```

7.7 (7) 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（从小到大排序） vector容器也能使用

示例：

```
#include <iostream>
#include <deque>
#include <algorithm>

using namespace std;

/* deque容器的排序 */

void printDeque(const deque<int>& d) {                                          //使用const 让d只读，防止函数中的操作进行误操作
    for (deque<int>::const_iterator it = d.begin(); it != d.end(); it++) {     //const_iterator 常量正向迭代器
        cout << *it << "  ";
    }
    cout << endl;
}


void test01(void) {
    deque<int> d1;
    int j = 0;
    for (int i = 0; i < 20; i++)
    {
        j = i;
        if ((i % 2) == 0) {
            j += 2;
        }
        d1.push_back(j);                        // 在容器尾部添加一个数据
    }
    printDeque(d1);


    /* sort() 排序 */
    sort(d1.begin(), d1.end());
    printDeque(d1);                             //从小到打排序

}
```

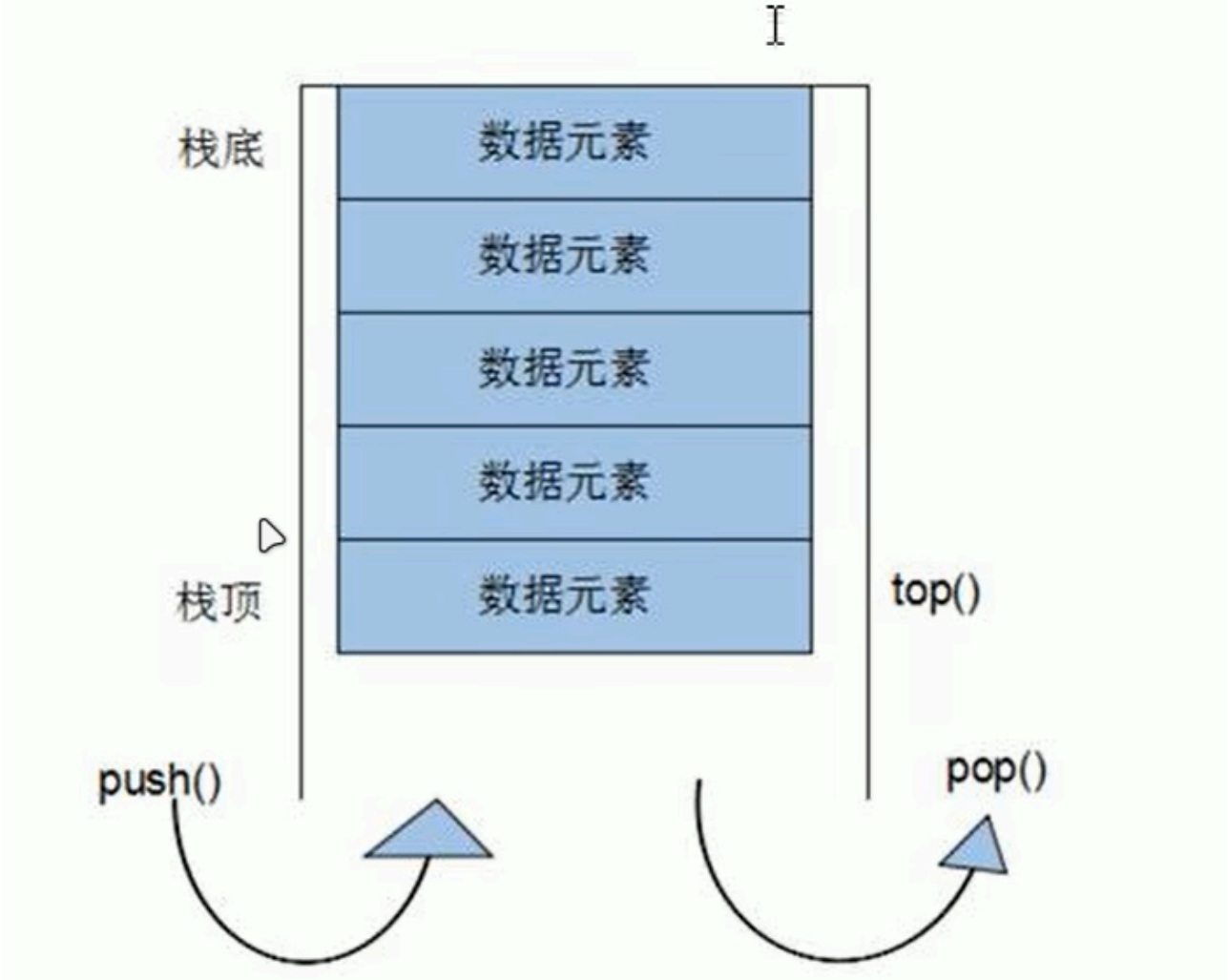
```
int main(void) {

    test01();

    return 0;
}


```

Fence 24

8. 2.4 stack(栈)

8.1 (1) 基本概念

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



- Figure 4
- 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。**
- 向栈写入数据——入栈（push（））
- 从栈取出数据——出栈（pop（））

8.2 (2) 常用接口

- 功能描述：栈常用的对外接口
- 构造函数：
  - `stack<T> stk;`//默认构造
  - `stack(const stack &stk);`//拷贝构造
- 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();`//移除栈顶第一个元素
  - `top();`//返回栈顶元素
- 大小操作：
  - `empty();`//判断栈是否为空
  - `size();`//返回栈大小

示例：

```
#include <iostream>
#include <stack>

using namespace std;

/* statc的常用接口（先进后出的特点） */

void test01() {
    stack<int> s;

    //入栈
    s.push(10);
    s.push(20);
    s.push(30);
    s.push(40);

    //查看栈中所有数据
    while (!s.empty())          //不为空，显示
    {
        cout << "查看栈顶元素：" << s.top() << endl;

        cout << "出栈前的大小：" << s.size() << endl;

        //出栈
        s.pop();

```

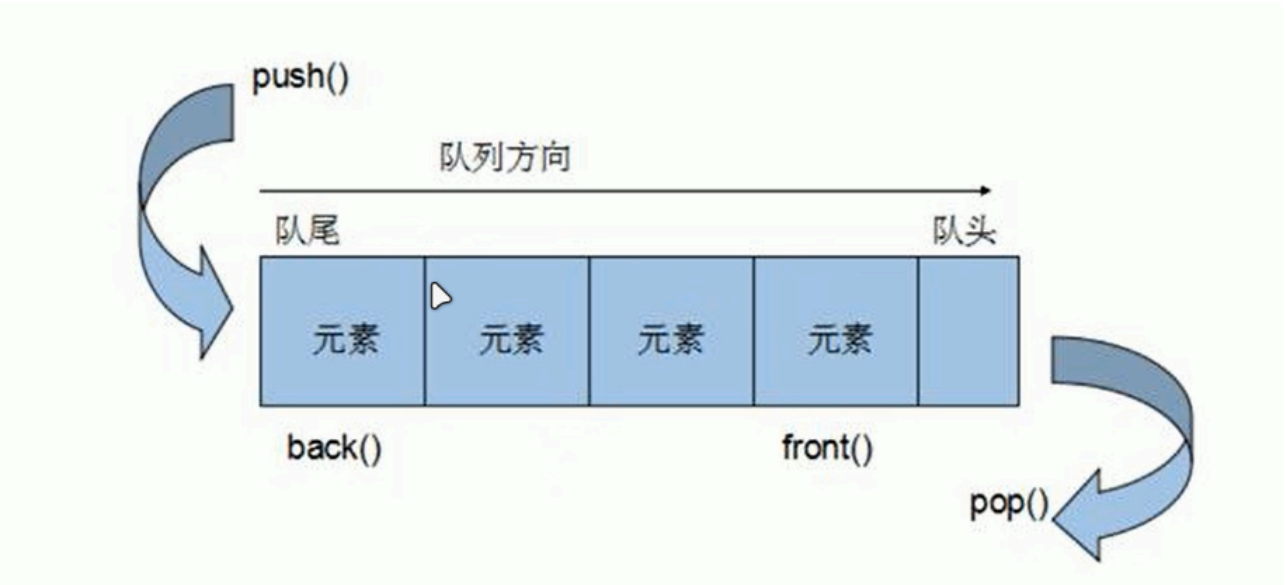
```
27          cout << "出栈后的大小：" << s.size() << endl;
28      }
29
30
31  }
32
33  int main() {
34      test01();
35
36      return 0;
37  }
```

Fence 25

9. 2.5 queue（队列）

9.1 (1) 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。



- Figure 5
- 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——入队（push），只能队尾进数据。
- 队列中出数据——出队（pop）。只能队头出数据。

9.2 (2) 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：

```cpp
#include <iostream>
#include <queue>

using namespace std;

/* queue的常用接口（先进先出） */

void test01() {
    queue<int> q;

    //入队
    q.push(10);
    q.push(20);
    q.push(30);
    q.push(40);

    cout << "队列大小" << q.size() << endl;

    //队列不为空，查看队尾、对头，出队
    while (!q.empty())
    {

        cout << "对头：" << q.front() << endl;
        cout << "对尾：" << q.back() << endl;

        //出队
        q.pop();

        cout << endl;
    }

    cout << "队列大小" << q.size() << endl;

}
```

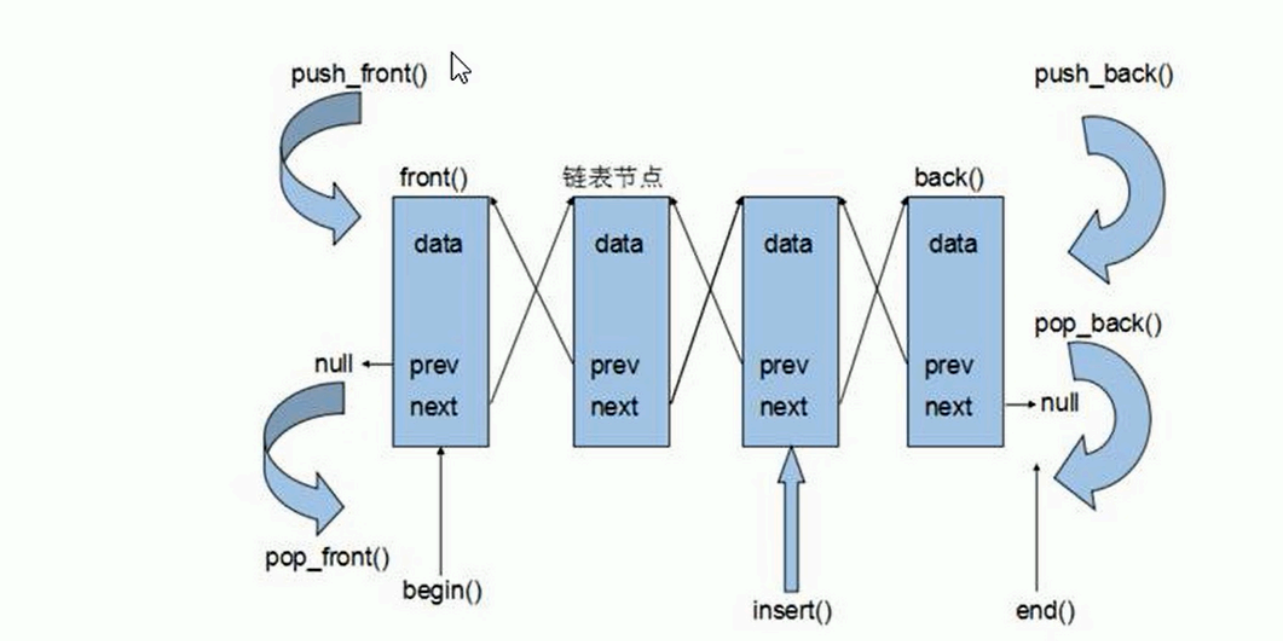
```
35
36  int main() {
37      test01();
38
39      return 0;
40  }
```

Fence 26

10. 2.6 list

10.1 (1) 基本概念

- 功能：将数据进行链式存储
- 优点：
  - 对比数组，对于任意的位置进行快速的插入或者删除元素（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。）
  - 能分散存储，采用动态存储分配，不会造成内存浪费和溢出。
- 缺点：
  - 容器遍历速度，没有数组快；链表灵活，但是空间（指针域）和时间（遍历）额外耗费较大。
  - 占用空间比数组大。
- 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：由一系列**结点**组成。
- 结点的组成：一个存储数据元素的**数据域**，另一个存储下一个节点地址的**指针域。**
- STL中的链表是一个**双向循环链表**（一个结点中指针域，维护两个指针，存储上一个结点的地址——prev；另外一个存储下一个结点的地址——next）。



- Figure 6

- 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。

10.2 (2) 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：

```
#include <iostream>
#include <list>

using namespace std;

/* list的构造函数 */

void printList(const list<int> &L) {
    for(list<int>::const_iterator it = L.begin(); it != L.end(); it++) {
        cout << *it << " ";
    }
    cout << endl;
}

void test01() {
    list<int> l1;                                   //默认构造

    l1.push_back(10);
    l1.push_back(20);
    l1.push_back(30);
    l1.push_back(40);

    printList(l1);

    list<int> l2(l1.begin(),l1.end());              //构造函数(区间)
    printList(l2);

    list<int> l3(l2);                               //拷贝构造
```

```
    printList(l3);

    list<int> l4(10,100);                          //构造函数(n个m的形式)
    printList(l4);
}

int main() {
    test01();

    return 0;
}
```

Fence 27

10.3 (3) 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：

```
#include <iostream>
#include <list>

using namespace std;

/* list的赋值和交换 */

void printList(const list<int>& L) {
    for (list<int>::const_iterator it = L.begin(); it != L.end(); it++) {
        cout << *it << " ";
    }
    cout << endl;
}

void test01() {
    list<int> l1;                                  //默认构造

    l1.push_back(10);
    l1.push_back(20);
    l1.push_back(30);
```

```
    l1.push_back(40);

    printList(l1);

    list<int> l2;                                   //将[beg, end)区间中的数据拷贝赋值给本身。
    l2.assign(l1.begin(),l1.end());
    printList(l2);

    list<int> l3;                                   // 将n个elem拷贝赋值给本身。
    l3.assign(10,100);
    printList(l3);

    list<int> l4;                                   //重载等号操作符
    l4 = l3;
    printList(l4);

    l1.swap(l4);                                    //将lst与本身的元素互换。
    printList(l1);
    printList(l4);
}

int main() {
    test01();

    return 0;
}
```

Fence 28

10.4 (4) 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，则未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，则未尾超出容器长度的元素被删除。

示例：

```
#include <iostream>
#include <list>

```

```cpp
using namespace std;

/* list的大小操作 */

void printList(const list<int>& L) {
    for (list<int>::const_iterator it = L.begin(); it != L.end(); it++) {
        cout << *it << " ";
    }
    cout << endl;
}

void test01() {
    list<int> l1;                                   //默认构造

    l1.push_back(10);
    l1.push_back(20);
    l1.push_back(30);
    l1.push_back(40);

    printList(l1);

    if(!l1.empty())                                 //判断容器是否为空
    {
        cout << "大小: " << l1.size() << endl; //返回容器中元素的个数
    }

    //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，则未尾超出容器长度的元素被删除。
    l1.resize(8);
    printList(l1);

    cout << endl;

    l1.resize(3);

    printList(l1);

    cout << endl;

    //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，则未尾超出容器长度的元素被删除。
    l1.resize(8,80);
    printList(l1);

    cout << endl;

    l1.resize(3,80);

    printList(l1);

    cout << endl;

}
```

```
55
56  int main() {
57      test01();
58
59      return 0;
60  }
```

Fence 29

10.5 (5) 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位置插入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 <iostream>
2   #include <list>
3
4   using namespace std;
5
6   /* list的插入和删除 */
7
8   void printList(const list<int>& L) {
9       for (list<int>::const_iterator it = L.begin(); it != L.end(); it++) {
10          cout << *it << " ";
11      }
12      cout << endl;
13  }
14
```

```cpp

void test01() {
    list<int> l1;                                   //默认构造

    l1.push_back(10);                               //在容器尾部加入一个元素
    l1.push_back(20);
    l1.push_back(30);
    l1.push_back(40);

    printList(l1);

    /* 插入 */
    l1.push_front(90);                              //在容器开头插入一个元素
    printList(l1);

    list<int>::iterator it = l1.begin();            //在pos位置插入elem元素的拷贝，返回新数据的位置。
    it = l1.insert(++it,80);                        //不能it+1，没有对应的int重载
    printList(l1);

    l1.insert(it, 4, 70);                            //在pos位置插入n个elem数据，无返回值。
    printList(l1);

    l1.insert(it, l1.begin(), l1.end());             //在pos位置插入[beg, end)区间的数据，无返回值。
    printList(l1);

    cout << endl;

    /* 删除 */
    l1.pop_back();                                  //删除容器中最后一个元素
    printList(l1);

    l1.pop_front();                                 //从容器开头移除第一个元素
    printList(l1);

    if (!l1.empty()) {
        l1.erase(it);                               //删除pos位置的数据，返回下一个数据的位置。it存的是80的位置
        printList(l1);

        l1.remove(90);                               //删除容器中所有与elem值匹配的元素。
        printList(l1);

        it = l1.begin();

        l1.erase(l1.begin(),++it);                  //删除[beg, end)区间的数据，返回下一个数据的位置。l1.erase(it, ++it)会出现，第二个it未定义行为
        printList(l1);

        l1.clear();
        if (l1.empty())
            cout << "清空" << endl;
```

```
    }
}

int main() {
    test01();

    return 0;
}
```

Fence 30

10.6 (6) 数据存取

- 功能描述
  - 对list容器中的数据进行存取（非连续空间——不能随机访问）
- 函数原型
  - `front();` //返回第一个元素。
  - `back();` //返回最后一个元素。

示例：

```
#include <iostream>
#include <list>

using namespace std;

/* list的数据存取 */

void printList(const list<int>& L) {
    for (list<int>::const_iterator it = L.begin(); it != L.end(); it++) {
        cout << *it << " ";
    }
    cout << endl;
}


void test01() {
    list<int> l1;                                   //默认构造

    l1.push_back(10);                               //在容器尾部加入一个元素
    l1.push_back(20);
    l1.push_back(30);
    l1.push_back(40);

    printList(l1);

    //不能使用[]访问元素 ，且没有at接口 迭代器也不支持随机访问（it = it + 1）
    cout << "第一个元素：" << l1.front() << endl;
    cout << "第二个元素：" << l1.back() << endl;
```

```
}

int main() {
    test01();

    return 0;
}
```

Fence 31

10.7 (7) 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：

```
#include <iostream>
#include <list>

using namespace std;

/* list的反转和排序 */

void printList(const list<int>& L) {
    for (list<int>::const_iterator it = L.begin(); it != L.end(); it++) {
        cout << *it << " ";
    }
    cout << endl;
}


bool myCompare(int v1,int v2) {
    //更换成降序
    return v1 > v2;
}

void test01() {
    list<int> l1;                                   //默认构造

    l1.push_back(10);                               //在容器尾部加入一个元素
    l1.push_back(40);
    l1.push_back(20);
    l1.push_back(30);

    printList(l1);
```

```
30
31      l1.reverse();                                   // 反转链表
32      printList(l1);
33
34      l1.sort();                                      // 链表排序（从小到大）   不能使用算法中的
    sort(l1,begin(),l1.end()); 所有不支持随机访问迭代器的容器，不能使用标准算法
35      printList(l1);                                  //不支持随机访问迭代器的容器，内部会提供对应
    的算法
36
37      l1.sort(myCompare);                             //排序（从大到小）   提供仿函数或者函数
38      printList(l1);
39  }
40
41  int main() {
42      test01();
43
44      return 0;
45  }
```

Fence 32

11. 2.7 set/multiset（集合容器）

11.1 (1) 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。

11.2 (2) 构造函数和赋值

- 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：

```cpp
#include <iostream>
#include <set>

using namespace std;

/* set/multiset的构造函数和赋值 */

void printSet(const set<int>& L) {
    for (set<int>::const_iterator it = L.begin(); it != L.end(); it++) {
        cout << *it << " ";
    }
    cout << endl;
}

void printMultiset(const multiset<int>& L) {
    for (multiset<int>::const_iterator it = L.begin(); it != L.end(); it++) {
        cout << *it << " ";
    }
    cout << endl;
}


void test01() {
    set<int> s1;                    //默认构造函数
    multiset<int> m1;

    //set没有push_back,只能通过insert()添加数据
    s1.insert(10);
    s1.insert(40);
    s1.insert(30);
    s1.insert(20);
    s1.insert(30);

    m1.insert(10);
    m1.insert(10);
    m1.insert(5);

    printSet(s1);                   //set不允许容器中有重复的元素，且会自动排序
    printMultiset(m1);              //multiset允许容器中有重复的元素，且会自动排序

    set<int> s2(s1);                //拷贝构造函数
    printSet(s2);

    set<int> s3 = s1;                //重载等号操作符
    printSet(s3);

}

int main() {
    test01();

```

```
    return 0;
}
```

Fence 33

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

示例：

```
#include <iostream>
#include <set>

using namespace std;

/* set/multiset的大小和交换 */

void printSet(const set<int>& L) {
    for (set<int>::const_iterator it = L.begin(); it != L.end(); it++) {
        cout << *it << " ";
    }
    cout << endl;
}



void test01() {
    set<int> s1;                    //默认构造函数
    set<int> s2;

    //set没有push_back,只能通过insert()添加数据
    s1.insert(10);
    s1.insert(40);
    s1.insert(30);
    s1.insert(20);
    s1.insert(30);

    s2.insert(10);
    s2.insert(10);
    s2.insert(5);

    printSet(s1);
```

```
    printSet(s2);

    if (!s1.empty() && !s2.empty()) {
        cout << "s1的大小：" << s1.size() << endl;
        cout << "s2的大小：" << s2.size() << endl;

        s1.swap(s2);

        cout << "交换后：" << endl;

        printSet(s1);
        printSet(s2);

    }
}

int main() {
    test01();

    return 0;
}
```

Fence 34

11.4 (4) 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指代的元素，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：

```
#include <iostream>
#include <set>

using namespace std;

/* set/multiset的插入和删除 */

void printSet(const set<int>& L) {
```

```
    for (set<int>::const_iterator it = L.begin(); it != L.end(); it++) {
        cout << *it << " ";
    }
    cout << endl;
}



void test01() {
    set<int> s1;                    //默认构造函数
    set<int> s2;

    //set没有push_back,只能通过insert()添加数据
    s1.insert(10);                  // 在容器中插入元素。
    s1.insert(40);
    s1.insert(30);
    s1.insert(20);
    s1.insert(30);

    s2.insert(10);
    s2.insert(10);
    s2.insert(5);

    printSet(s1);
    printSet(s2);

    set<int>::iterator it = s1.begin();
    s1.erase(it);                    // 删除pos指代的元素，返回下一个元素的迭代器。
    printSet(s1);

    s1.erase(20);
    printSet(s1);                   // 删除容器中值为elem的元素。

    s1.erase(s1.begin(), it);       // 删除区间[beg, end)的所有元素，返回下一个元素的迭代器。
    printSet(s1);

    s2.clear();                     // 清除所有元素。
    printSet(s2);
}

int main() {
    test01();

    return 0;
}
```

11.5 (5) 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，对于set而言，只可能为1或者0；对于multiset来说，可能会出现大于1

示例：

```
#include <iostream>
#include <set>

using namespace std;

/* set/multiset的查找和统计 */

void printSet(const set<int>& L) {
    for (set<int>::const_iterator it = L.begin(); it != L.end(); it++) {
        cout << *it << " ";
    }
    cout << endl;
}



void test01() {
    set<int> s1;                    //默认构造函数
    set<int> s2;

    //set没有push_back,只能通过insert()添加数据
    s1.insert(10);                  // 在容器中插入元素。
    s1.insert(40);
    s1.insert(30);
    s1.insert(20);
    s1.insert(30);

    s2.insert(10);
    s2.insert(10);
    s2.insert(5);

    printSet(s1);
    printSet(s2);

    // 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()
    set<int>::iterator it = s1.find(10);
    if (it != s1.end()) {
        cout << "找到" << endl;
```

```
    }
    else
    {
        cout << "未找到" << endl;
    }

    // 统计key的元素个数，对于set而言，只可能为1或者0；对于multiset来说，可能会出现大于1
    int num = s1.count(10);
    cout << num << endl;
}

int main() {
    test01();

    return 0;
}
```

Fence 36

11.6 (6) set与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：

```
#include <iostream>
#include <set>

using namespace std;

/* set/multiset的区别*/

void printSet(const set<int>& L) {
    for (set<int>::const_iterator it = L.begin(); it != L.end(); it++) {
        cout << *it << " ";
    }
    cout << endl;
}

void printSet(const multiset<int>& L) {
    for (multiset<int>::const_iterator it = L.begin(); it != L.end(); it++) {
        cout << *it << " ";
    }
    cout << endl;
}

```

```cpp
void test01() {
    set<int> s1;                    //默认构造函数
    multiset<int> s2;

    //set没有push_back,只能通过insert()添加数据
    s1.insert(10);                  // 在容器中插入元素。
    s1.insert(40);
    s1.insert(30);
    s1.insert(20);
    s1.insert(30);

    s2.insert(10);                  //直接返回的是迭代器
    s2.insert(10);
    s2.insert(5);

    printSet(s1);
    printSet(s2);

    //insert里面使用了对组，pair<迭代器，插入成功的布尔值>
    pair<set<int>::iterator, bool> re = s1.insert(70);

    if (re.second) {                        //通过second属性查看
        cout << "插入成功" << endl;
    }
    else
    {
        cout << "插入失败" << endl;
    }



}

int main() {
    test01();

    return 0;
}
```

Fence 37

11.7 (7) 容器排序

- 主要技术点:
  - 利用仿函数，改变排序规则

自定义数据类型，必须指定排序规则。

示例1——set存放内置的数据类型:

```cpp
#include <iostream>
#include <set>

using namespace std;

/* set存放内置的数据类型 */

//仿函数 本质就是一个类
class MyCompareF
{
public:
    //添加const原因 explicit set(const Compare& comp, const Allocator& alloc =
Allocator());
    bool operator()(int v1, int v2) const{
        return v1 > v2;
    }

};

void printSet(const set<int>& L) {
    for (set<int>::const_iterator it = L.begin(); it != L.end(); it++) {
        cout << *it << " ";
    }
    cout << endl;
}

void printSet(const set<int, MyCompareF>& L) {
    for (set<int, MyCompareF>::const_iterator it = L.begin(); it != L.end(); it++) {
        cout << *it << " ";
    }
    cout << endl;
}




void test01() {
    set<int> s1;

    s1.insert(10);
    s1.insert(20);
    s1.insert(30);
    s1.insert(40);
    printSet(s1);               //默认从小到大

    /* 更改排序规则--使用仿函数 */
    set<int, MyCompareF> s2;

    s2.insert(10);
    s2.insert(20);
    s2.insert(30);
```

```
    s2.insert(40);
    printSet(s2);               //从大到小

}

int main() {
    test01();

    return 0;
}
```

Fence 38

示例2——自定义数据类型指定排序规则：

```
#include <iostream>
#include <set>

using namespace std;

/* set自定义数据类型指定排序规则 */

class Person
{
public:
    Person(char a, int age) {
        this->m_a = a;
        this->m_age = age;
    }

    char m_a;
    int m_age;
private:

};



//仿函数 本质就是一个类
class MyCompareF
{
public:

    bool operator()(const Person &v1,const Person &v2) const {
        return v1.m_age > v2.m_age;
    }

};

void printSet(const set<Person, MyCompareF>& L) {
    for (set<Person, MyCompareF>::const_iterator it = L.begin(); it != L.end(); it++)
{
```

```
        cout << "姓名: " << it->m_a << " " << "年龄: " << it->m_age << endl;;
    }
    cout << endl;
}


void test01() {
    set<Person, MyCompareF> s1;
    Person p1('A',10);
    Person p2('B', 20);
    Person p3('C', 30);
    Person p4('D', 50);
    s1.insert(p1);
    s1.insert(p2);
    s1.insert(p3);
    s1.insert(p4);

    printSet(s1);



}

int main() {
    test01();

    return 0;
}
```

Fence 39

12. 2.8 pair(队组)

12.1 (1) 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:

```
#include <iostream>
#include <set>

using namespace std;

```

```cpp
/* pair 队组*/

void printSet(const set<int>& L) {
    for (set<int>::const_iterator it = L.begin(); it != L.end(); it++) {
        cout << *it << " ";
    }
    cout << endl;
}



void test01() {
    //默认构造
    pair<char, int> p('A',20);
    cout << "第一个数据: " << p.first << endl;
    cout << "第二个数据: " << p.second << endl;

    //make_pair()
    pair<char, int> p1 = make_pair('B', 10);
    cout << "第一个数据: " << p1.first << endl;
    cout << "第二个数据: " << p1.second << endl;
}

int main() {
    test01();

    return 0;
}
```

Fence 40

13. 2.9 map/multimap

13.1 (1) 基本概念

- 简介:
  - `map`中所有元素都是`pair`。
  - `pair`中第一个元素是`key`（键值），起到索引作用，第二个元素是`value`（实值）。
  - 所有元素会根据键元素自动排序。
- 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**重复键值**元素。

- `multimap` 允许容器中有**重复键值**元素。

13.2 (2) 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：

```
#include <iostream>
#include <map>

using namespace std;

/* map的构造和赋值 */


void printMap(const map<int,int> &m) {
    for (map<int, int>::const_iterator it = m.begin(); it != m.end();it++) {
        cout << it->first << " " << it->second << endl;
    }
    cout << endl;
}

void test01() {
    map<int, int> m1;

    //map::insert 方法期待一个 std::pair 类型来插入键值对。
    m1.insert(pair<int,int> (1,1));
    m1.insert(pair<int, int>(3, 1));
    m1.insert(pair<int, int>(2, 3));
    m1.insert(pair<int, int>(3, 4));
    m1.insert({ 4,5 });
    printMap(m1);

    map<int, int> m2(m1);            // 拷贝构造函数
    printMap(m2);

    map<int, int> m3;
```

```
    m3 = m2;                            // 重载等号操作符
    printMap(m3);
}

int main() {
    test01();

    return 0;
}
```

Fence 41

13.3 (3) 大小和交换

- 功能描述：
  - 用于统计 `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：

```
#include <iostream>
#include <map>

using namespace std;

/* map的大小和交换 */


void printMap(const map<int, int>& m) {
    for (map<int, int>::const_iterator it = m.begin(); it != m.end(); it++) {
        cout << it->first << " " << it->second << endl;
    }
    cout << endl;
}

void test01() {
    map<int, int> m1;

    //map::insert 方法期待一个 std::pair 类型来插入键值对。
    m1.insert(pair<int, int>(1, 1));
    m1.insert(pair<int, int>(3, 1));
    m1.insert(pair<int, int>(2, 3));
    m1.insert(pair<int, int>(3, 4));
    m1.insert({ 4,5 });
    printMap(m1);
```

```
26
27      if (!m1.empty()) {                                  // 判断容器是否为空。
28          cout << "大小: " << m1.size() << endl;      //返回容器中元素的数目。
29      }
30
31      map<int, int> m2;
32      m2.insert(pair<int, int>(10, 1));
33      m2.insert(pair<int, int>(30, 1));
34      m2.insert(pair<int, int>(20, 3));
35      printMap(m2);
36
37      cout << "交换: " << endl;
38      m1.swap(m2);
39      printMap(m1);
40      printMap(m2);
41
42
43  }
44
45  int main() {
46      test01();
47
48      return 0;
49  }
```

Fence 42

13.4 (4) 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 <iostream>
2  #include <map>
3
4  using namespace std;
5
6  /* map的插入和删除 */
7
```

```cpp

void printMap(const map<int, int>& m) {
    for (map<int, int>::const_iterator it = m.begin(); it != m.end(); it++) {
        cout << it->first << " " << it->second << endl;
    }
    cout << endl;
}

void test01() {
    map<int, int> m1;

    //map::insert 方法期待一个 std::pair 类型来插入键值对。
    m1.insert(pair<int, int>(1, 1));              // 在容器中插入元素。第一种
    m1.insert(pair<int, int>(3, 1));
    m1.insert(pair<int, int>(2, 3));
    m1.insert(pair<int, int>(3, 4));
    m1.insert(make_pair(5,5));                    //第二种
    m1.insert({ 4,5 });                           //第三种
    m1.insert(map<int, int>::value_type(6, 6)); //第四种
    m1[7] = 8;                                    //第五种 存在风险，使用时如果没有创建键值，会默认创建一个0；如果有会覆盖原本数据
    cout << m1[8]  << "《-值" << endl;             //[]多用于访问map的value值
    printMap(m1);

    m1.erase(8);                                  // 删除容器中值为key的元素。
    printMap(m1);

    m1.erase(m1.begin());                         // 删除pos迭代器所指的元素，返回下一个元素的迭代器。
    printMap(m1);

    map<int, int>::iterator it = m1.begin();
    m1.erase(m1.begin(),++it);                    // 删除区间[beg,end)的所有元素，返回下一个元素的迭代器。
    printMap(m1);

    m1.clear();                                    // 清除所有元素。
    printMap(m1);









}

int main() {
    test01();

    return 0;
}
```

13.5 (5) 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 map.end()。
  - `count(key);`//统计 key 的元素个数。mao只为0或者1；multimap会出现大于1的情况。

示例：

```
#include <iostream>
#include <map>

using namespace std;

/* map的查找和统计 */


void printMap(const map<int, int>& m) {
    for (map<int, int>::const_iterator it = m.begin(); it != m.end(); it++) {
        cout << it->first << " " << it->second << endl;
    }
    cout << endl;
}

void test01() {
    map<int, int> m1;

    //map::insert 方法期待一个 std::pair 类型来插入键值对。
    m1.insert(pair<int, int>(1, 1));              // 在容器中插入元素。第一种
    m1.insert(pair<int, int>(3, 1));
    m1.insert(pair<int, int>(2, 3));
    m1.insert(pair<int, int>(3, 4));
    m1.insert(make_pair(5, 5));                   //第二种
    m1.insert({ 4,5 });                           //第三种
    m1.insert(map<int, int>::value_type(6, 6)); //第四种
    m1[7] = 8;                                    //第五种 存在风险，使用时如果没有创建键值，会默认创建一个0；如果有会覆盖原本数据
    cout << m1[8] << "《-值" << endl;          //[]多用于访问map的value值
    printMap(m1);

    int i = 5;
    if (m1.find(i) != m1.end()) {
        cout << m1[i] << endl;
        cout << "数量：" << m1.count(i) << endl;
    }
    else {
        cout << "未找到" << endl;
        cout << "数量：" << m1.count(i) << endl;
```

```
    }




}

int main() {
    test01();

    return 0;
}
```

Fence 44

13.6 (6) 排序

- 主要技术点：
  - 利用仿函数，改变排序规则

自定义数据类型，必须指定排序规则。

示例：

```
#include <iostream>
#include <map>

using namespace std;

/* map的排序 */

class Person
{
public:
    Person(char name,int age) {
        this->m_name = name;
        this->m_age = age;
    }

    char m_name;
    int m_age;
};



//仿函数
class MyCompareMap
{
```

```
public:
    //降序 不能通过value来排序
    bool operator()(int v1, int v2)const {
        return v1 > v2;
    }

    bool operator()(const Person p1,const Person p2)const {
        return p1.m_age > p2.m_age;
    }

};



void printMap(const map<int, int, MyCompareMap>& m) {
    for (map<int, int, MyCompareMap>::const_iterator it = m.begin(); it != m.end(); it++) {
        cout << it->first << " " << it->second << endl;
    }
    cout << endl;
}

void printMap(const map<Person, int, MyCompareMap>& m) {
    for (map<Person, int, MyCompareMap>::const_iterator it = m.begin(); it != m.end(); it++) {
        cout << "姓名：" << it->first.m_name
             << "年龄：" << it->first.m_age << " " << it->second << endl;
    }
    cout << endl;
}

void test01() {
    map<int, int, MyCompareMap> m1;

    //map::insert 方法期待一个 std::pair 类型来插入键值对。
    m1.insert(pair<int, int>(1, 1));              // 在容器中插入元素。第一种
    m1.insert(pair<int, int>(3, 1));
    m1.insert(pair<int, int>(2, 3));
    m1.insert(pair<int, int>(3, 4));
    m1.insert(make_pair(5, 5));                  //第二种
    m1.insert({ 4,5 });                          //第三种
    m1.insert(map<int, int>::value_type(6, 6)); //第四种
    m1[7] = 8;                                   //第五种 存在风险，使用时如果没有创建键值，会默认创建一个0；如果有会覆盖原本数据
    cout << m1[8] << "《-值" << endl;          //[]多用于访问map的value值
    printMap(m1);

    map<Person, int, MyCompareMap> m2;

    Person p1('A',10);
    Person p2('B', 40);
    Person p3('C', 20);

```

```
    m2.insert(make_pair(p1, 100));
    m2.insert(make_pair(p2, 200));
    m2.insert(make_pair(p3, 300));

    printMap(m2);
}

int main() {
    test01();

    return 0;
}
```

Fence 45

3 函数对象

14. 3.1 函数对象（仿函数）

14.1 (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种实现方式：函数指针（fucntion pointer）、lambda表达式、“带有成员函数 operator（）”的class建立的object、“带有转换函数可以将自己转换为 pointer to function”的class所建立的object。

14.2 (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：

```
#include <iostream>


using namespace std;

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

class MyChar
{
public:
    MyChar() {
        this->count = 0;
    }
```

```
    void operator()(char a) {
        cout << a << endl;
        this->count++;
    }

    int count;          //记录仿函数使用状态
};



//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
void test01() {
    MyAdd myAdd;                                    //myAdd叫做函数对象
    cout << myAdd(10, 10) << endl;                  //本质上是myAdd()(10,10)
}


// 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
void test02() {
    MyChar myChar;
    myChar('A');
    myChar('A');

    cout << myChar.count << endl;                   //打印状态
}

//函数对象可以作为参数传递
void doChar(MyChar &mC,char a) {
    mC(a);
}

void test03() {
    MyChar myChar;
    doChar(myChar,'B');
}

int main() {
    test01();
    test02();
    test03();

    return 0;
}
```

15. 3.2 谓词

15.1 (1) 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，那么称作一元谓词。
  - 如果 `operator()` 接受两个参数，那么称作二元谓词。

示例1——一元谓词：

```
#include <iostream>
#include <vector>
#include <algorithm>


using namespace std;

/* 一元谓词 */
class MyC{
public:
    bool operator()(int var) {
        return var > 5;
    }
};

void test01() {
    vector<int> v;

    for (int i = 0; i < 10; i++) {
        v.push_back(i);
    }

    //寻找大于5的数
    //MyC() 匿名函数对象
    //find_if() 按照条件查找元素的算法
    vector<int>::iterator it = find_if(v.begin(),v.end(), MyC());

    if (it != v.end()) {
        cout << *it << endl;
    }
    else {
        cout << "未找到" << endl;
    }
}
```

```
int main() {
    test01();

    return 0;
}
```

Fence 47

示例2——二元谓词：

```
#include <iostream>
#include <vector>
#include <algorithm>


using namespace std;

/* 二元谓词 */
class MyC {
public:
    bool operator()(int v1,int v2) {
        return v1 > v2;
    }
};

void test01() {
    vector<int> v;

    for (int i = 0; i < 10; i++) {
        v.push_back(i);
    }

    //改变排序规则从大到小
    sort(v.begin(),v.end(),MyC());
    for (vector<int>::iterator it = v.begin(); it != v.end(); it++) {
        cout << *it << " ";
    }
    cout << endl;
}




int main() {
    test01();

    return 0;
}
```

Fence 48

16. 3.3 内建函数对象

16.1 (1) 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>`。

16.2 (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

template为声明模板T

T plus第一个为返回值类型，第二个为参数列表类型

示例：

```
#include <iostream>
#include <vector>
#include <functional>


using namespace std;

```

```cpp
/* 算术仿函数 */

void test01() {
    // 取反仿函数
    negate<int> n;

    cout << n(5) << endl;

    // 加法仿函数 二元仿函数 但是两个参数只能是同一类型
    plus<int> p;
    cout << p(5,6) << endl;

    // 减法仿函数
    minus<int> mi;
    cout << mi(5, 6) << endl;

    // 乘法仿函数
    multiplies<int> mu;
    cout << mu(5, 6) << endl;

    // 除法仿函数
    divides<int> d;
    cout << d(10, 5) << endl;

     // 取模仿函数
    modulus<int> mo;
    cout << mo(10, 5) << endl;
}



int main() {
    test01();

    return 0;
}
```

Fence 49

16.3 (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：

```cpp
#include <iostream>
#include <vector>
#include <functional>
#include <algorithm>


using namespace std;

/* 关系仿函数 */

void test01() {
    vector<int> v;

    v.push_back(10);
    v.push_back(30);
    v.push_back(40);
    v.push_back(20);

    sort(v.begin(), v.end(), greater<int>());

    // 大于
    for (vector<int>::iterator it = v.begin(); it != v.end(); it++) {
        cout << *it << " ";
    }
    cout << endl;
}




int main() {
    test01();

    return 0;
}
```

Fence 50

16.4 (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：

```cpp
#include <iostream>
#include <vector>
#include <functional>
#include <algorithm>


using namespace std;

/* 逻辑仿函数 */

void test01() {
    vector<bool> v;

    v.push_back(true);
    v.push_back(false);
    v.push_back(true);
    v.push_back(true);


    for (vector<bool>::iterator it = v.begin(); it != v.end(); it++) {
        cout << *it << " ";
    }
    cout << endl;

    //利用逻辑非 将容器v搬运到容器v1中，并且取反
    vector<bool> v1;
    v1.resize(v.size());

    //搬运算法
    transform(v.begin(),v.end(),v1.begin(), logical_not<bool>());

    for (vector<bool>::iterator it = v1.begin(); it != v1.end(); it++) {
        cout << *it << " ";
    }
    cout << endl;
}




int main() {
    test01();

    return 0;
```

```
}
```

Fence 51

4 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。

17. 4.1 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

17.1 (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：

```
#include <iostream>
#include <vector>
#include <algorithm>


using namespace std;

/* for_each */

//普通函数
void print01(int v) {
    cout << v << " ";
}

```

```
//仿函数
class Print02
{
public:
    void operator()(int v) {
        cout << v << " ";
    }

};



void test01() {
    vector<int> v;
    v.push_back(10);
    v.push_back(20);
    v.push_back(30);
    v.push_back(40);
    v.push_back(50);
    v.push_back(60);

    for_each(v.begin(),v.end(), print01);
    cout << endl;

    for_each(v.begin(), v.end(), Print02());
    cout << endl;

}


int main() {
    test01();

    return 0;
}
```

Fence 52

17.2 (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

- 目标容器必须提前开辟空间，否则会报错

示例：

```
#include <iostream>
#include <vector>
#include <algorithm>


using namespace std;

/* transform */

//仿函数
class Transform
{
public:
    int operator()(int v) {
        cout << v << " ";
        return v;
    }

};

class Print
{
public:
    void operator()(int v) {
        cout << v << " ";
    }

};

void test01() {
    vector<int> v;
    v.push_back(10);
    v.push_back(20);
    v.push_back(30);
    v.push_back(40);
    v.push_back(50);
    v.push_back(60);

    vector<int> v1;
    v1.resize(6);                //目标容器需要提前开辟空间，否则会报错


    transform(v.begin(), v.end(), v1.begin(), Transform());     //可在搬运时，进行数据处理
    cout << endl;
    for_each(v1.begin(),v1.end(), Print());

}
```

```
48
49
50  int main() {
51      test01();
52
53      return 0;
54  }
```

Fence 53

18. 4.2 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

18.1 (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
- 查找自定义类型，需要重载==
- 返回值为迭代器

示例：

```
1  #include <iostream>
2  #include <vector>
3  #include <algorithm>
4
5
6  using namespace std;
7
```

```cpp
/* find */

class Person{
public:
    Person(char name,int age) {
        this->m_name = name;
        this->m_age = age;
    }

    //重载== 让find底层知道如何对比自定义数据类型
    bool operator==(const Person &p1) {
        return this->m_name == p1.m_name;
    }

    char m_name;
    int m_age;
};

//仿函数
class Transform
{
public:
    int operator()(int v) {
        cout << v << " ";
        return v;
    }

};

class Print
{
public:
    void operator()(int v) {
        cout << v << " ";
    }

};

void test01() {
    //查找内置数据类型
    vector<int> v;
    v.push_back(10);
    v.push_back(20);
    v.push_back(30);
    v.push_back(40);
    v.push_back(50);
    v.push_back(60);

    vector<int>::iterator it;
    it = find(v.begin(),v.end(),5);
    if (it != v.end()) {
        cout << *it << endl;
    }
```

```
    else {
        cout << "没有" << endl;
    }

    //查找自定义数据类型
    vector<Person> v1;
    char c[4] = {'A','B','C','D'};
    for (int i = 0; i < 4; i++) {
        int t = rand() % 100 + 1;
        Person p(c[i],t);

        v1.push_back(p);
    }

    vector<Person>::iterator itP;
    Person q('A',20);
    itP = find(v1.begin(), v1.end(), q);
    if (itP != v1.end()) {
        cout << itP->m_name << " " << itP->m_age << endl;
    }
    else {
        cout << "没有" << endl;
    }

}


int main() {
    test01();

    return 0;
}
```

Fence 54

18.2 (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 函数或谓词（返回 bool 类型的仿函数）

示例：

```cpp
#include <iostream>
#include <vector>
#include <algorithm>


using namespace std;

/* find_if */

class Person {
public:
    Person(char name, int age) {
        this->m_name = name;
        this->m_age = age;
    }

    //重载== 让find底层知道如何对比自定义数据类型
    bool operator==(const Person& p1) {
        return this->m_name == p1.m_name;
    }

    char m_name;
    int m_age;
};

//仿函数
class GreaterFive
{
public:
    bool operator()(int v) {
        return v > 20;
    }


};

class Print
{
public:
    bool operator()(Person& p1) {
        return p1.m_name == 'A';
    }

};

void test01() {
    //查找内置数据类型
    vector<int> v;
    v.push_back(10);
    v.push_back(20);
    v.push_back(30);
    v.push_back(40);
    v.push_back(50);
```

```
    v.push_back(60);

    vector<int>::iterator it;
    it = find_if(v.begin(), v.end(), GreaterFive());
    if (it != v.end()) {
        cout << *it << endl;
    }
    else {
        cout << "没有" << endl;
    }

    //查找自定义数据类型
    vector<Person> v1;
    char c[4] = { 'A','B','C','D' };
    for (int i = 0; i < 4; i++) {
        int t = rand() % 100 + 1;
        Person p(c[i], t);

        v1.push_back(p);
    }

    vector<Person>::iterator itP;
    Person q('A', 20);
    itP = find_if(v1.begin(), v1.end(), Print());
    if (itP != v1.end()) {
        cout << itP->m_name << " " << itP->m_age << endl;
    }
    else {
        cout << "没有" << endl;
    }

}


int main() {
    test01();

    return 0;
}
```

Fence 55

18.3 (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：

```
#include <iostream>
#include <vector>
#include <algorithm>


using namespace std;

/* adjacent_find */

class Person {
public:
    Person(char name, int age) {
        this->m_name = name;
        this->m_age = age;
    }

    //重载== 让find底层知道如何对比自定义数据类型
    bool operator==(const Person& p1) {
        return this->m_name == p1.m_name;
    }

    char m_name;
    int m_age;
};

//仿函数
class GreaterFive
{
public:
    bool operator()(int v) {
        return v > 20;
    }


};

class Print
{
public:
    bool operator()(Person& p1) {
        return p1.m_name == 'A';
    }

};

void test01() {
    //查找内置数据类型
```

```cpp
    vector<int> v;
    v.push_back(10);
    v.push_back(20);
    v.push_back(20);
    v.push_back(40);
    v.push_back(50);
    v.push_back(60);

    vector<int>::iterator it;
    it = adjacent_find(v.begin(),v.end());
    if (it != v.end()) {
        cout << *it << endl;
    }
    else {
        cout << "没有" << endl;
    }

    //查找自定义数据类型
    vector<Person> v1;
    char c[4] = { 'A','B','C','D' };
    for (int i = 0; i < 4; i++) {
        Person p(c[i], 1);

        v1.push_back(p);
    }

    vector<Person>::iterator itP;
    Person q('A', 20);
    itP = adjacent_find(v1.begin(), v1.end());
    if (itP != v1.end()) {
        cout << itP->m_name << " " << itP->m_age << endl;
    }
    else {
        cout << "没有" << endl;
    }

}


int main() {
    test01();

    return 0;
}
```

18.4 (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**(必须为排好序的序列,且必须为升序，降序也找不到)
    - // beg 开始迭代器
    - // end 结束迭代器
    - // value 查找的元素（实际值）

示例：

```
#include <iostream>
#include <vector>
#include <algorithm>


using namespace std;

/* binary_search */



void test01() {
    //查找内置数据类型
    vector<int> v;
    v.push_back(60);
    v.push_back(50);
    v.push_back(40);
    v.push_back(30);
    v.push_back(20);
    v.push_back(10);

    bool it;
    it = binary_search(v.begin(), v.end(),10);          //降序无法寻找
    if (it) {
        cout << "有" << endl;
    }
    else {
        cout << "没有" << endl;
    }



}

```

```
35
36  int main() {
37      test01();
38
39      return 0;
40  }
```

Fence 57

18.5 (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
- 自定义数据类型，需要重载==

示例：

```
1   #include <iostream>
2   #include <vector>
3   #include <algorithm>
4
5
6   using namespace std;
7
8   /* count */
9   class Person
10  {
11  public:
12      Person(char name,int age) {
13          this->m_name = name;
14          this->m_age = age;
15      }
16
17      //需要重载==
18      bool operator==(const Person &p) {
19          return ((this->m_name == p.m_name) && (this->m_age == p.m_age));
20      }
21
22      char m_name;
23      int m_age;
24  };
```

```cpp


void test01() {
    //统计内置数据类型
    vector<int> v;
    v.push_back(60);
    v.push_back(50);
    v.push_back(20);
    v.push_back(20);
    v.push_back(20);
    v.push_back(10);

    int it;
    it = count(v.begin(), v.end(), 20);
    cout << it << endl;

    //统计自定义类型
    vector<Person> v1;
    Person p1('A',20);
    Person p2('A', 20);
    Person p3('B', 20);
    Person p4('A', 30);

    v1.push_back(p1);
    v1.push_back(p2);
    v1.push_back(p3);
    v1.push_back(p4);

    Person p5('A', 20);

    int num = count(v1.begin(), v1.end(), p5);
    cout << num << endl;
}


int main() {
    test01();

    return 0;
}
```

Fence 58

18.6 (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：

```
#include <iostream>
#include <vector>
#include <algorithm>


using namespace std;

/* count_if */
class Person
{
public:
    Person(char name, int age) {
        this->m_name = name;
        this->m_age = age;
    }

    //需要重载==
    bool operator==(const Person& p) {
        return ((this->m_name == p.m_name) && (this->m_age == p.m_age));
    }

    char m_name;
    int m_age;
};

class Pr
{
public:
    bool operator()(const int& v) {
        return v > 20;
    }
};

class Pr1
{
public:
    bool operator()(const Person& v) {
        return v.m_age > 20;
    }
};


void test01() {
    //统计内置数据类型
```

```
    vector<int> v;
    v.push_back(60);
    v.push_back(50);
    v.push_back(20);
    v.push_back(20);
    v.push_back(20);
    v.push_back(10);

    int it;
    it = count_if(v.begin(), v.end(), Pr());
    cout << it << endl;

    //统计自定义类型
    vector<Person> v1;
    Person p1('A', 20);
    Person p2('A', 20);
    Person p3('B', 20);
    Person p4('A', 30);

    v1.push_back(p1);
    v1.push_back(p2);
    v1.push_back(p3);
    v1.push_back(p4);


    int num = count_if(v1.begin(), v1.end(), Pr1());
    cout << num << endl;
}


int main() {
    test01();

    return 0;
}
```

Fence 59

19. 4.3 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

19.1 (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 （可选，默认从小到大的排序）

示例：

```
#include <iostream>
#include <vector>
#include <algorithm>
#include <functional>

using namespace std;

/* sort */

void Print(int v) {
    cout << v << " ";
}

void test01() {
    //内置数据类型
    vector<int> v;
    v.push_back(60);
    v.push_back(50);
    v.push_back(20);
    v.push_back(20);
    v.push_back(20);
    v.push_back(10);

    sort(v.begin(),v.end());
    for_each(v.begin(),v.end(), Print);
    cout << endl;

    //该降序
    sort(v.begin(), v.end(), greater<int>());
    for_each(v.begin(), v.end(), Print);
    cout << endl;

}


```

```
int main() {
    test01();

    return 0;
}
```

Fence 60

19.2 (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
- 需要加随机数种子

示例：

```
#include <iostream>
#include <vector>
#include <algorithm>
#include <functional>

using namespace std;

/* random_shuffle */


void Print(int v) {
    cout << v << " ";
}

void test01() {

    vector<int> v;
    v.push_back(60);
    v.push_back(50);
    v.push_back(20);
    v.push_back(20);
    v.push_back(20);
    v.push_back(10);
```

```
24
25      for_each(v.begin(), v.end(), Print);
26      cout << endl;
27
28      //洗牌
29      random_shuffle(v.begin(),v.end());
30      for_each(v.begin(), v.end(), Print);
31      cout << endl;
32
33  }
34
35
36  int main() {
37      srand((unsigned int)time(NULL));            //需要添加随机数种子 这样random_shuffle才
    能每次打乱结果不一样
38
39      test01();
40
41      return 0;
42  }
```

Fence 61

19.3 (3) merge()

- 功能描述：
  - 两个容器元素合并，并存储到另一个容器中(合并完，依然为有序序列)
- 函数原型：
  - `merge(iterator beg1, iterator end1, iterator beg2, iterator end2, iterator dest);`
    - 容器元素合并，并存储到另一个容器中
    - **注意：两个容器必须是有序的**(必须为升序)
    - `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
- 提前给容器开辟空间

示例：

```
1  #include <iostream>
2  #include <vector>
3  #include <algorithm>
4  #include <functional>
5
```

```cpp
using namespace std;

/* merge */


void Print(int v) {
    cout << v << " ";
}

void test01() {

    vector<int> v,v1,v2;
    v.push_back(60);
    v.push_back(50);
    v.push_back(20);
    v.push_back(20);
    v.push_back(20);
    v.push_back(10);

    v1.push_back(6);
    v1.push_back(5);
    v1.push_back(2);
    v1.push_back(2);
    v1.push_back(2);
    v1.push_back(1);

    // 对v和v1进行排序 merge必须为升序
    sort(v.begin(), v.end());
    sort(v1.begin(), v1.end());

    int size1 = v.size() + v1.size();
    v2.resize(size1);                    //提前开辟空间

    for_each(v.begin(), v.end(), Print);
    cout << endl;
    for_each(v1.begin(), v1.end(), Print);
    cout << endl;

    merge(v.begin(),v.end(),v1.begin(),v1.end(),v2.begin());
    for_each(v2.begin(), v2.end(), Print);
    cout << endl;

}


int main() {
    test01();

    return 0;
}
```

19.4 (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：

```
#include <iostream>
#include <vector>
#include <algorithm>
#include <functional>

using namespace std;

/* reverse */


void Print(int v) {
    cout << v << " ";
}

void test01() {

    vector<int> v, v1, v2;
    v.push_back(60);
    v.push_back(50);
    v.push_back(20);
    v.push_back(20);
    v.push_back(20);
    v.push_back(10);


    for_each(v.begin(), v.end(), Print);
    cout << endl << "反转后" << endl;
    reverse(v.begin(),v.end());
    for_each(v.begin(),v.end(),Print);
    cout << endl;
}


int main() {
    test01();

```

```
    return 0;
}
```

Fence 63

20. 4.4 拷贝和替换算法

- 算法简介：
  - `copy`：将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

20.1 (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);`
    - 说明：
    - 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 目标迭代器开始迭代器
- 必须先开辟空间

示例：

```
#include <iostream>
#include <vector>
#include <algorithm>
#include <functional>

using namespace std;

/* copy */


void Print(int v) {
    cout << v << " ";
}

void test01() {
```

```
    vector<int> v, v1;
    v.push_back(60);
    v.push_back(50);
    v.push_back(20);
    v.push_back(20);
    v.push_back(20);
    v.push_back(10);

    //开辟空间
    v1.resize(v.size());


    for_each(v.begin(), v.end(), Print);
    cout << endl << "复制后" << endl;
    copy(v.begin(), v.end(),v1.begin());
    for_each(v1.begin(), v1.end(), Print);
    cout << endl;
}


int main() {
    test01();

    return 0;
}
```

Fence 64

20.2 (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：

```
#include <iostream>
#include <vector>
#include <algorithm>
#include <functional>
```

```cpp

using namespace std;

/* replace */


void Print(int v) {
    cout << v << " ";
}

void test01() {

    vector<int> v, v1;
    v.push_back(60);
    v.push_back(50);
    v.push_back(20);
    v.push_back(20);
    v.push_back(20);
    v.push_back(10);

    for_each(v.begin(),v.end(),Print);
    cout << endl << " 替换后" << endl;

    replace(v.begin(), v.end(), 20, 200);
    for_each(v.begin(), v.end(), Print);
}


int main() {
    test01();

    return 0;
}
```

Fence 65

20.3 (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：

```
#include <iostream>
#include <vector>
#include <algorithm>
#include <functional>

using namespace std;

/* replace_if */


void Print(int v) {
    cout << v << " ";
}

class MyPr
{
public:
    bool operator()(int v) {
        return v > 20;
    }
};



void test01() {

    vector<int> v, v1;
    v.push_back(60);
    v.push_back(50);
    v.push_back(20);
    v.push_back(20);
    v.push_back(20);
    v.push_back(10);

    for_each(v.begin(), v.end(), Print);
    cout << endl << " 替换后" << endl;

    replace_if(v.begin(), v.end(), MyPr(), 200);
    for_each(v.begin(), v.end(), Print);
}


int main() {
    test01();

    return 0;
}
```

20.4 (4) swap()

- 功能描述：
  - 互换两个同种类型容器的元素
- 函数原型：
  - `swap(container c1, container c2);`
    - 互换两个容器的元素 同种类型的容器的交换
    - `c1`：容器1
    - `c2`：容器2

示例：

```
#include <iostream>
#include <vector>
#include <algorithm>
#include <functional>

using namespace std;

/* swap */


void Print(int v) {
    cout << v << " ";
}

class MyPr
{
public:
    bool operator()(int v) {
        return v > 20;
    }
};



void test01() {

    vector<int> v, v1;
    v.push_back(60);
    v.push_back(50);
    v.push_back(20);
    v.push_back(20);
    v.push_back(20);
    v.push_back(10);

    v1.push_back(6);
    v1.push_back(5);
```

```
    v1.push_back(2);
    v1.push_back(2);
    v1.push_back(2);

    for_each(v.begin(), v.end(), Print);
    cout << endl;
    for_each(v1.begin(), v1.end(), Print);
    cout << endl << " 交换后" << endl;

    swap(v,v1);
    for_each(v.begin(), v.end(), Print);
    cout << endl;
    for_each(v1.begin(), v1.end(), Print);
}


int main() {
    test01();

    return 0;
}
```

Fence 67

21. 4.5 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

21.1 (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`：起始的累加值，该值不在容器中

示例：

```cpp
#include <iostream>
#include <vector>
#include <algorithm>
#include <numeric>

using namespace std;

/* accumulate */


void Print(int v) {
    cout << v << " ";
}

class MyPr
{
public:
    bool operator()(int v) {
        return v > 20;
    }
};



void test01() {

    vector<int> v, v1;
    v.push_back(60);
    v.push_back(50);
    v.push_back(20);
    v.push_back(20);
    v.push_back(20);
    v.push_back(10);


    for_each(v.begin(), v.end(), Print);
    cout << endl;


    int sum = accumulate(v.begin(),v.end(),0);           //如果不为0，sum的值是在原容器中的总和加上该值
    cout << "总和：" << sum << endl;
}


int main() {
    test01();

    return 0;
}
```

21.2 (2) fill()

- 功能描述：
  - 向容器中填充指定的元素(会覆盖原有的值)
- 函数原型：
  - `fill(iterator beg, iterator end, value);`
    - 解释：
    - `beg`：开始迭代器
    - `end`：结束迭代器
    - `value`：填充的值

示例：

```
#include <iostream>
#include <vector>
#include <algorithm>
#include <numeric>

using namespace std;

/* fill */


void Print(int v) {
    cout << v << " ";
}

class MyPr
{
public:
    bool operator()(int v) {
        return v > 20;
    }
};



void test01() {

    vector<int> v, v1;
    v.push_back(60);
    v.push_back(50);
    v.push_back(20);
    v.push_back(20);
    v.push_back(20);
    v.push_back(10);


```

```
    for_each(v.begin(), v.end(), Print);
    cout << endl;

    fill(v.begin(), v.end(), 100);

    for_each(v.begin(), v.end(), Print);
    cout << endl;

    v.resize(10);
    fill(v.begin(), v.end(), 100);
    for_each(v.begin(), v.end(), Print);
    cout << endl;
}


int main() {
    test01();

    return 0;
}
```

Fence 69

22. 4.6 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

22.1 (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

- 目标容器需要提取开辟空间
- 遍历时，使用`set_intersection`返回的迭代器，否则会将没有使用的地方遍历出来。

示例：

```
#include <iostream>
#include <vector>
#include <algorithm>
#include <numeric>

using namespace std;

/* set_intersection */


void Print(int v) {
    cout << v << " ";
}

class MyPr
{
public:
    bool operator()(int v) {
        return v > 20;
    }
};



void test01() {

    vector<int> v, v1,v2;
    v.push_back(1);
    v.push_back(2);
    v.push_back(3);
    v.push_back(4);
    v.push_back(5);
    v.push_back(6);

    v1.push_back(2);
    v1.push_back(12);
    v1.push_back(22);
    v1.push_back(32);
    v1.push_back(42);
    v1.push_back(52);

    //开辟空间  空间大小取值，最小容器的大小

    v2.resize(min(v1.size(),v.size()));


```

```
    for_each(v.begin(), v.end(), Print);
    cout << endl;
    for_each(v1.begin(), v1.end(), Print);
    cout << endl;

    //记录结束位置
    vector<int>::iterator itEnd =
set_intersection(v.begin(),v.end(),v1.begin(),v1.end(),v2.begin());

    //使用itEnd作为结束迭代器
    for_each(v2.begin(), itEnd, Print);
    cout << endl;
}


int main() {
    test01();

    return 0;
}
```

Fence 70

22.2 (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
- 目标容器需要提取开辟空间
- 遍历时，使用`set_union`返回的迭代器，否则会将没有使用的地方遍历出来。

示例：

```
#include <iostream>
```

```cpp
#include <vector>
#include <algorithm>
#include <numeric>

using namespace std;

/* set_union */


void Print(int v) {
    cout << v << " ";
}

class MyPr
{
public:
    bool operator()(int v) {
        return v > 20;
    }
};



void test01() {

    vector<int> v, v1, v2;
    v.push_back(1);
    v.push_back(2);
    v.push_back(3);
    v.push_back(4);
    v.push_back(5);
    v.push_back(6);

    v1.push_back(2);
    v1.push_back(12);
    v1.push_back(22);
    v1.push_back(32);
    v1.push_back(42);
    v1.push_back(52);

    //开辟空间 空间大小取值，两个容器大小的和

    v2.resize(v1.size() + v.size());


    for_each(v.begin(), v.end(), Print);
    cout << endl;
    for_each(v1.begin(), v1.end(), Print);
    cout << endl;

    //记录结束位置
    vector<int>::iterator itEnd = set_union(v.begin(), v.end(), v1.begin(), v1.end(), v2.begin());
```

```
54
55      //使用itEnd作为结束迭代器
56      for_each(v2.begin(), itEnd, Print);
57      cout << endl;
58  }
59
60
61  int main() {
62      test01();
63
64      return 0;
65  }
```

Fence 71

22.3 (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(上面为v1对于v2的差集，差集 = v1 - （v2与v1求交集））
    - // 注意:两个集合必须是有序列
    - // 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 <iostream>
2   #include <vector>
3   #include <algorithm>
4   #include <numeric>
5
6   using namespace std;
7
8   /* set_difference */
9
10
11  void Print(int v) {
12      cout << v << " ";
```

```cpp
}

class MyPr
{
public:
    bool operator()(int v) {
        return v > 20;
    }
};



void test01() {

    vector<int> v, v1, v2,v3;
    v.push_back(1);
    v.push_back(2);
    v.push_back(3);
    v.push_back(4);
    v.push_back(5);
    v.push_back(6);

    v1.push_back(2);
    v1.push_back(12);
    v1.push_back(22);
    v1.push_back(32);
    v1.push_back(42);


    //开辟空间 空间大小取值，求谁的差集，用谁的容器大小 或者 直接用大的，如：A和B的差集 A的大小

    //v和v1的差集 容器大小
    v2.resize(v.size());

    //v1和v的差集 容器大小
    v3.resize(v1.size());

    //v2.resize(max(v.size(),v1.size()));



    for_each(v.begin(), v.end(), Print);
    cout << endl;
    for_each(v1.begin(), v1.end(), Print);
    cout << endl;

    //记录结束位置
    //v和v1的差集
    vector<int>::iterator itEnd1 = set_difference(v.begin(), v.end(), v1.begin(), v1.end(), v2.begin());

    //v1和v的差集
```

```
    vector<int>::iterator itEnd2 = set_difference(v1.begin(), v1.end(), v.begin(), v.end(), v3.begin());

    //使用itEnd作为结束迭代器
    for_each(v2.begin(), itEnd1, Print);
    cout << endl;
    for_each(v3.begin(), itEnd2, Print);
    cout << endl;
}


int main() {
    test01();

    return 0;
}
```

Fence 72

写程序：理清关系-》搭建最基础-》抽象出各个类的父类-》搭建子类接口 -》编写接口

选中+atl + 回车 直接在cpp中创建

/stirng 转 int
//.c_str() 转 char* (C语言风格)
//atoi() 转 int
atoi(o.m_order[i]["stuId"].c_str())