C++提高编程

本阶段主要针对C++泛型编程和STL技术，探讨C++更深层的使用

1、模板

1.1、模板的概念

模板就是建立通用的模具，大大提高复用性

模板的特点：

- 模板不可以直接使用，它只是一个框架
- 模板的通用并不是万能的

1.2、函数模板

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

1.2.1、函数模板语法

函数模板作用：

建立一个通用函数，其函数返回值类型和形参类型可以不具体指定，用一个虚拟的类型代表

语法：

```
template<typename T>
函数声明或定义
```

声明一个模板，告诉编译器后面代码中紧跟着的T不要报错，T是一个通用数据类型

解释：

template -- 声明创建模板

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

T -- 通用的数据类型，名称可以替换，通常为大写字母

```
//交换整型函数
void swapInt(int& a, int& b) {
    int temp = a;
    a = b;
    b = temp;
}
//交换浮点型函数
void swapDouble(double& a, double& b) {
    double temp = a;
    a = b;
    b = temp;
```

```
}
//利用模板提供通用的交换函数
template<typename T>
void mySwap(T& a, T& b)
{
    T temp = a;
    a = b;
    b = temp;
}
void test01()
{
    int a = 10;
    int b = 20;
    //swapInt(a, b);
    //利用模板实现交换
    //1、自动类型推导
    mySwap(a, b);
    //2、显示指定类型
    mySwap<int>(a, b);
    cout << "a = " << a << endl;
    cout << "b = " << b << endl
}
int main()
    test01();
    system("pause");
    return 0;
}
```

总结：

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

1.2.2、函数模板注意事项

注意事项：

- 自动类型推导，必须推导出一致的数据类型T，才可以使用
- 模板必须要确定出T的数据类型，才可以使用（即使没有使用T也必须指定）

模板指定的数据类型必须和元素定义一致，不能char转int

```
//利用模板提供通用的交换函数
template<class T>
void mySwap(T& a, T& b)
{
    T temp = a;
    a = b;
    b = temp;
}
// 1、自动类型推导，必须推导出一致的数据类型T,才可以使用
void test01()
{
    int a = 10;
    int b = 20;
```

```
    char c = 'c';
    mySwap(a, b); // 正确，可以推导出一致的T
    //mySwap(a, c); // 错误，推导不出一致的T类型
}
// 2、模板必须要确定出T的数据类型，才可以使用
template<class T>
void func()
{
    cout << "func 调用" << endl;
}
void test02()
{
    //func(); //错误，模板不能独立使用，必须确定出T的类型
    func<int>(); //利用显示指定类型的方式，给T一个类型，才可以使用该模板
}
int main() {
    test01();
    test02();
    system("pause");
    return 0;
}
```

总结：使用模板时必须确定出通用数据类型T，并且能推导出一致的类型

1.2.3、函数模板案例

案例描述：

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

```
//交换的函数模板
template<typename T>
void mySwap(T &a, T&b)
{
    T temp = a;
    a = b;
    b = temp;
}
template<class T> // 也可以替换成typename
//利用选择排序，进行对数组从大到小的排序
void mySort(T arr[], int len)
{
    for (int i = 0; i < len; i++)
    {
        int max = i; //最大数的下标
        for (int j = i + 1; j < len; j++)
        {
            if (arr[max] < arr[j])
            {
                max = j;
            }
        }
        if (max != i) //如果最大数的下标不是i，交换两者
```

```
        {
            mySwap(arr[max], arr[i]);
        }
    }
}
template<typename T>
void printArray(T arr[], int len) {

    for (int i = 0; i < len; i++) {
        cout << arr[i] << " ";
    }
    cout << endl;
}
void test01()
{
    //测试char数组
    char charArr[] = "bdcfeagh";
    int num = sizeof(charArr) / sizeof(char);
    mySort(charArr, num);
    printArray(charArr, num);
}
void test02()
{
    //测试int数组
    int intArr[] = { 7, 5, 8, 1, 3, 9, 2, 4, 6 };
    int num = sizeof(intArr) / sizeof(int);
    mySort(intArr, num);
    printArray(intArr, num);
}
int main() {
    test01();
    test02();
    system("pause");
    return 0;
}
```

总结：模板可以提高代码复用，需要熟练掌握

1.2.4、普通函数与函数模板的区别

普通函数与函数模板区别：

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

1、普通函数调用时可以自动类型转换

cout << myAdd01(a, c) << endl; //正确，将char类型的'c'隐式转换为int类型 'c' 对应 ASCII码 99

2、使用自动类型推导调用函数模板时，不会发生隐式类型转换

//myAdd02(a, c); // 报错，使用自动类型推导时，不会发生隐式类型转换

//使用两个参数也不会报错

```
template<class T1,class T2>
void myAdd02(T1 a, T2 b)
{
    return a + b;
}
myAdd02(a, c);
```

3、使用指定类型调用函数模板时，可以发生隐式类型转换

myAdd02(a, c); //正确，如果用显示指定类型，可以发生隐式类型转换

引用的方式不可以发生隐式类型转换

```
template<class T>
T myAdd02(T &a, T &b)
{
    return a + b;
}
int a=10;
char b='a';
myAdd02<int>(a,b);  //没有与参数列表匹配的 函数模板 "myAdd" 实例
```

```
//普通函数
int myAdd01(int a, int b)
{
    return a + b;
}
//函数模板
template<class T>
T myAdd02(T a, T b)
{
    return a + b;
}
//使用函数模板时，如果用自动类型推导，不会发生自动类型转换,即隐式类型转换
void test01()
{
    int a = 10;
    int b = 20;
    char c = 'c';
    cout << myAdd01(a, c) << endl; //正确，将char类型的'c'隐式转换为int类型  'c' 对应 ASCII码 99
    //myAdd02(a, c); // 报错，使用自动类型推导时，不会发生隐式类型转换
    myAdd02<int>(a, c); //正确，如果用显示指定类型，可以发生隐式类型转换
}
int main() {
    test01();
    system("pause");
    return 0;
}
```

总结：建议使用显示指定类型的方式调用函数模板，因为可以自己确定通用类型T

1.2.5、普通函数与函数模板的调用规则

调用规则：

1、如果函数模板和普通函数都可以实现，优先调用普通函数（重载）

2、可以通过空模板参数列表强制调用函数模板

myPrint<>(a, b); //调用函数模板

3、函数模板也可以发生重载

4、如果函数模板可以产生更好的匹配，优先调用函数模板

普通函数需要隐式类型转换，模板函数不需要

```
void myPrint(int a, int b)
{
    cout << "调用的普通函数" << endl;
}
template<typename T>
void myPrint(T a, T b)
{
    cout << "调用的模板" << endl;
}
char c1 = 'a';
    char c2 = 'b';
    myPrint(c1, c2); //调用函数模板
```

```
//普通函数与函数模板调用规则
void myPrint(int a, int b)
{
    cout << "调用的普通函数" << endl;
}
template<typename T>
void myPrint(T a, T b)
{
    cout << "调用的模板" << endl;
}
template<typename T>
void myPrint(T a, T b, T c)
{
    cout << "调用重载的模板" << endl;
}
void test01()
{
    //1、如果函数模板和普通函数都可以实现，优先调用普通函数
    // 注意 如果告诉编译器  普通函数是有的，但只是声明没有实现，或者不在当前文件内实现，就会报错找不到
    int a = 10;
    int b = 20;
    myPrint(a, b); //调用普通函数
    //2、可以通过空模板参数列表来强制调用函数模板
    myPrint<>(a, b); //调用函数模板
    //3、函数模板也可以发生重载
    int c = 30;
```

```
    myPrint(a, b, c); //调用重载的函数模板
    //4、 如果函数模板可以产生更好的匹配,优先调用函数模板
    char c1 = 'a';
    char c2 = 'b';
    myPrint(c1, c2); //调用函数模板
}
int main() {
    test01();
    system("pause");
    return 0;
}
```

1.2.6、模板的局限性

局限性：模板的通用性并不是万能的

```
template<class T>
void f(T a, T b)
{
    a = b;
}
```

如果传入的a和b是数组，就无法实现了

可以通过运算符重载和模板特定类型重载解决

```
template<class T>
void f(T a, T b)
{
    if(a > b) { ... }
}
```

如果传入T的数据类型是自定义的，也无法正常运行

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

template<> bool myCompare(Person &p1, Person &p2){}

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

class Person {
public:
    Person(string name, int age) {
        this->name = name;
        this->age = age;
    }
    string name;
    int age;
    bool operator==(const Person& p1) {
        cout<<"this is operator" << endl;
        if (this->name == p1.name && this->age == p1.age)   return true;
        else return false;
    }
};
```

```
template<class T>
bool myCompare(T& a, T& b) {
    if (a == b) return true;
    else return false;
}
template<> bool myCompare(Person &p1,Person &p2) {
    cout << "this is muban chongzai" << endl;
    if (p1.name==p2.name&&p1.age==p2.age)   return true;
    else return false;
}
int main() {
    Person p1("Tom", 20);
    Person p2("Tom", 20);
    cout << myCompare(p1,p2) << endl;
    return 0;
}
```

总结：

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

1.3、类模板

1.3.1、类模板语法

类模板作用：

建立一个通用类，类中的成员数据类型可以不具体制定，用一个虚拟的类型代表

```
#include <string>
//类模板
template<class NameType, class AgeType>
class Person
{
public:
    Person(NameType name, AgeType age)
    {
        this->mName = name;
        this->mAge = age;
    }
    void showPerson()
    {
        cout << "name: " << this->mName << " age: " << this->mAge << endl;
    }
public:
    NameType mName;
    AgeType mAge;
};
void test01()
{
    // 指定NameType 为string类型，AgeType 为 int类型
    Person<string, int>P1("孙悟空", 999);
    P1.showPerson();
}
int main() {
```

```
    test01();
    system("pause");
    return 0;
}
```

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

1.3.2、类模板与函数模板区别

类模板与函数模板区别主要有两点：

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

类模板中的模板参数列表指定默认参数，调用时可以不加该参数的类型。如果加了参数类型根据加的来忽略默认参数

```
template<class NameType, class AgeType = int>
Person <string> p("猪八戒", 999); //类模板中的模板参数列表 可以指定默认参数
Person <string, char>p("孙悟空", 'f');
```

```
#include <string>
//类模板
template<class NameType, class AgeType = int>
class Person
{
public:
    Person(NameType name, AgeType age)
    {
        this->mName = name;
        this->mAge = age;
    }
    void showPerson()
    {
        cout << "name: " << this->mName << " age: " << this->mAge << endl;
    }
public:
    NameType mName;
    AgeType mAge;
};
//1、类模板没有自动类型推导的使用方式
void test01()
{
    // Person p("孙悟空", 1000); // 错误 类模板使用时候，不可以用自动类型推导
    Person <string ,int>p("孙悟空", 1000); //必须使用显示指定类型的方式，使用类模板
    p.showPerson();
}
//2、类模板在模板参数列表中可以有默认参数
void test02()
{
    Person <string> p("猪八戒", 999); //类模板中的模板参数列表 可以指定默认参数
    p.showPerson();
}
int main() {
    test01();
```

```
    test02();
    system("pause");
    return 0;
}
```

1.3.3、类模板中成员函数创建时机

类模板中成员函数和普通类中成员函数创建时机区别：

- 普通类中的成员函数一开始就可以创建
- 类模板中成员函数在调用时才创建

MyClass m;类模板MyClass只调用了Person1即只生成了Person1的对象，并没有调用过Person2也没有生成Person2的对象，不能使用Person2的成员函数

```
class Person1
{
public:
    void showPerson1()
    {
        cout << "Person1 show" << endl;
    }
};
class Person2
{
public:
    void showPerson2()
    {
        cout << "Person2 show" << endl;
    }
};
template<class T>
class MyClass
{
public:
    T obj;

    //类模板中的成员函数，并不是一开始就创建的，而是在模板调用时再生成

    void fun1() { obj.showPerson1(); }
    void fun2() { obj.showPerson2(); }

};
void test01()
{
    MyClass<Person1> m;
    m.fun1();
    //m.fun2();//编译会出错，说明函数调用才会去创建成员函数
}
int main() {
    test01();
    system("pause");
    return 0;
}
```

总结：类模板中的成员函数并不是一开始就创建的，在调用时才去创建

1.3.4、类模板对象做函数参数

学习目标：类模板实例化出的对象，向函数传参的方式

三种传入方式：

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

```
#include <string>
//类模板
template<class NameType, class AgeType = int>
class Person
{
public:
    Person(NameType name, AgeType age)
    {
        this->mName = name;
        this->mAge = age;
    }
    void showPerson()
    {
        cout << "name: " << this->mName << " age: " << this->mAge << endl;
    }
public:
    NameType mName;
    AgeType mAge;
};
//1、指定传入的类型
void printPerson1(Person<string, int> &p)
{
    p.showPerson();
}
void test01()
{
    Person <string, int >p("孙悟空", 100);
    printPerson1(p);    //使用函数模板，可以不指定数据类型
}
//2、参数模板化
template <class T1, class T2>
void printPerson2(Person<T1, T2>&p)
{
    p.showPerson();
    cout << "T1的类型为： " << typeid(T1).name() << endl;
    cout << "T2的类型为： " << typeid(T2).name() << endl;
}
void test02()
{
    Person <string, int >p("猪八戒", 90);
    printPerson2(p);
}
//3、整个类模板化
template<class T>
```

```
void printPerson3(T & p)
{
    cout << "T的类型为： " << typeid(T).name() << endl;
    p.showPerson();

}
void test03()
{
    Person <string, int >p("唐僧", 30);
    printPerson3(p);
}
int main() {
    test01();
    test02();
    test03();
    system("pause");
    return 0;
}
```

总结：第一种使用比较广泛：指定传入的类型

第二第三种都是类模板配合函数模板，比较复杂

1.3.5、类模板与继承

使用类模板时要声明T的类型

类模板碰到继承，需要注意：

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

拷贝构造

MyArray arr3=arr1;

拷贝构造不支持直接赋值arr3=arr1;

运算符重载

MyArray arr4(100);
arr4 = arr1;

```
//类模板继承类模板 ,可以用T2指定父类中的T类型
template<class T1, class T2>
class Son2 :public Base<T2>
```

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

```
};
void test01()
{
    Son c;
}
//类模板继承类模板 ,可以用T2指定父类中的T类型
template<class T1, class T2>
class Son2 :public Base<T2>
{
public:
    Son2()
    {
        cout << typeid(T1).name() << endl;
        cout << typeid(T2).name() << endl;
    }
};
void test02()
{
    Son2<int, char> child1;
}
int main() {
    test01();
    test02();
    system("pause");
    return 0;
}
```

总结：如果父类是类模板，子类需要指定出父类中T的数据类型

1.3.6、类模板成员函数类外实现

学习目标：能够掌握类模板中成员函数类外实现

```
#include <string>
//类模板中成员函数类外实现
template<class T1, class T2>
class Person {
public:
    //成员函数类内声明
    Person(T1 name, T2 age);
    void showPerson();
public:
    T1 m_Name;
    T2 m_Age;
};
//构造函数 类外实现
template<class T1, class T2>
Person<T1, T2>::Person(T1 name, T2 age) {
    this->m_Name = name;
    this->m_Age = age;
}
//成员函数 类外实现
template<class T1, class T2>
void Person<T1, T2>::showPerson() {
    cout << "姓名: " << this->m_Name << " 年龄:" << this->m_Age << endl;
```

```
}
void test01()
{
    Person<string, int> p("Tom", 20);
    p.showPerson();
}
int main() {
    test01();
    system("pause");
    return 0;
}
```

总结：类模板中成员函数类外实现时，需要加上模板参数列表

```
template<class T1, class T2>
Person<T1, T2>::Person(T1 name, T2 age)
```

1.3.7、类模板分文件编写

学习目标：掌握类模板成员函数分文件编写产生的问题及解决方式

问题:

- 类模板中成员函数创建时机是在调用阶段，导致分文件编写时链接不到

解决:

- 方案一：直接包含.cpp源文件
- 方案二：将声明和实现写到同一个文件中，并更改后缀名为.hpp,hpp是约定的名称并不是强制

person.hpp中代码：

```
#pragma once
#include <iostream>
using namespace std;
#include <string>

template<class T1, class T2>
class Person {
public:
    Person(T1 name, T2 age);
    void showPerson();
public:
    T1 m_Name;
    T2 m_Age;
};

//构造函数 类外实现
template<class T1, class T2>
Person<T1, T2>::Person(T1 name, T2 age) {
    this->m_Name = name;
    this->m_Age = age;
}

//成员函数 类外实现
template<class T1, class T2>
```

```cpp
void Person<T1, T2>::showPerson() {
    cout << "姓名: " << this->m_Name << " 年龄:" << this->m_Age << endl;
}
```

类模板分文件编写.cpp中代码

一般不这样做，不会头文件包含源码

```cpp
#include<iostream>
using namespace std;

//#include "person.h"
#include "person.cpp" //解决方式1，包含cpp源文件

//解决方式2，将声明和实现写到一起，文件后缀名改为.hpp
#include "person.hpp"
void test01()
{
    Person<string, int> p("Tom", 10);
    p.showPerson();
}

int main() {

    test01();

    system("pause");

    return 0;
}
```

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

1.3.8、类模板与友元

学习目标：掌握类模板配合友元函数的类内和类外实现

全局函数类内实现：直接在类内声明友元即可

全局函数类外实现：需要提前让编译器知道全局函数存在（类外实现麻烦很多）

全局函数类外实现，加空模板参数列表，如果全局函数是类外实现，需要让编译器提前知道这个函数的存在

```cpp
#include <string>

//2、全局函数配合友元  类外实现 - 先做函数模板声明，下方在做函数模板定义，在做友元
template<class T1, class T2> class Person;

//如果声明了函数模板，可以将实现写到后面，否则需要将实现体写到类的前面让编译器提前看到
//template<class T1, class T2> void printPerson2(Person<T1, T2> & p);

template<class T1, class T2>
void printPerson2(Person<T1, T2> & p)
{
```

```
    cout << "类外实现 ---- 姓名：  " << p.m_Name << " 年龄：" << p.m_Age << endl;
}
template<class T1, class T2>
class Person
{
    //1、全局函数配合友元    类内实现
    friend void printPerson(Person<T1, T2> & p)
    {
        cout << "姓名：  " << p.m_Name << " 年龄：" << p.m_Age << endl;
    }
    //全局函数配合友元   类外实现
    friend void printPerson2<>(Person<T1, T2> & p);
public:
    Person(T1 name, T2 age)
    {
        this->m_Name = name;
        this->m_Age = age;
    }
private:
    T1 m_Name;
    T2 m_Age;

};
//1、全局函数在类内实现
void test01()
{
    Person <string, int >p("Tom", 20);
    printPerson(p);
}
//2、全局函数在类外实现




void test02()
{
    Person <string, int >p("Jerry", 30);
    printPerson2(p);
}
int main() {
    //test01();
    test02();
    system("pause");
    return 0;
}
```

总结：建议全局函数做类内实现，用法简单而且编译器可以直接识别

1.3.9、类模板案例

案例描述：实现一个通用的数组类，要求如下：

- 可以对内置数据类型以及自定义数据类型的数据进行存储
- 将数组中的数据存储到堆区
- 构造函数中可以传入数组的容量

- 提供对应的拷贝构造函数以及operator=防止浅拷贝问题
- 提供尾插法和尾删法对数组中的数据进行增加和删除
- 可以通过下标的方式访问数组中的元素
- 可以获取数组中当前元素个数和数组的容量

myArray.hpp中代码

```
#pragma once
#include <iostream>
using namespace std;

template<class T>
class MyArray
{
public:
    //构造函数
    MyArray(int capacity)
    {
        this->m_Capacity = capacity;
        this->m_Size = 0;
        pAddress = new T[this->m_Capacity];
    }
    //拷贝构造
    MyArray(const MyArray & arr)
    {
        this->m_Capacity = arr.m_Capacity;
        this->m_Size = arr.m_Size;
        this->pAddress = new T[this->m_Capacity];
        for (int i = 0; i < this->m_Size; i++)
        {
            //如果T为对象，而且还包含指针，必须需要重载 = 操作符，因为这个等号不是 构造而是赋值，
            // 普通类型可以直接= 但是指针类型需要深拷贝
            this->pAddress[i] = arr.pAddress[i];
        }
    }
    //重载= 操作符  防止浅拷贝问题
    MyArray& operator=(const MyArray& myarray) {

        if (this->pAddress != NULL) {
            delete[] this->pAddress;
            this->m_Capacity = 0;
            this->m_Size = 0;
        }
        this->m_Capacity = myarray.m_Capacity;
        this->m_Size = myarray.m_Size;
        this->pAddress = new T[this->m_Capacity];
        for (int i = 0; i < this->m_Size; i++) {
            this->pAddress[i] = myarray[i];
        }
        return *this;
    }
    //重载[] 操作符  arr[0]
    T& operator [](int index)
    {
```

```
        return this->pAddress[index]; //不考虑越界，用户自己去处理
    }
    //尾插法
    void Push_back(const T & val)
    {
        if (this->m_Capacity == this->m_Size)
        {
            return;
        }
        this->pAddress[this->m_Size] = val;
        this->m_Size++;
    }
    //尾删法
    void Pop_back()
    {
        if (this->m_Size == 0)
        {
            return;
        }
        this->m_Size--;
    }
    //获取数组容量
    int getCapacity()
    {
        return this->m_Capacity;
    }
    //获取数组大小
    int getSize()
    {
        return this->m_Size;
    }
    //析构
    ~MyArray()
    {
        if (this->pAddress != NULL)
        {
            delete[] this->pAddress;
            this->pAddress = NULL;
            this->m_Capacity = 0;
            this->m_Size = 0;
        }
    }
private:
    T * pAddress;  //指向一个堆空间，这个空间存储真正的数据
    int m_Capacity; //容量
    int m_Size;   // 大小
};
```

类模板案例—数组类封装.cpp中

```
#include "myArray.hpp"
#include <string>
void printIntArray(MyArray<int>& arr) {
    for (int i = 0; i < arr.getSize(); i++) {
        cout << arr[i] << " ";
```

```
    }
    cout << endl;
}
//测试内置数据类型
void test01()
{
    MyArray<int> array1(10);
    for (int i = 0; i < 10; i++)
    {
        array1.Push_back(i);
    }
    cout << "array1打印输出：" << endl;
    printIntArray(array1);
    cout << "array1的大小：" << array1.getSize() << endl;
    cout << "array1的容量：" << array1.getCapacity() << endl;
    cout << "--------------------------" << endl;
    MyArray<int> array2(array1);
    array2.Pop_back();
    cout << "array2打印输出：" << endl;
    printIntArray(array2);
    cout << "array2的大小：" << array2.getSize() << endl;
    cout << "array2的容量：" << array2.getCapacity() << endl;
}
//测试自定义数据类型
class Person {
public:
    Person() {}
        Person(string name, int age) {
        this->m_Name = name;
        this->m_Age = age;
    }
public:
    string m_Name;
    int m_Age;
};
void printPersonArray(MyArray<Person>& personArr)
{
    for (int i = 0; i < personArr.getSize(); i++) {
        cout << "姓名：" << personArr[i].m_Name << " 年龄：  " <<
personArr[i].m_Age << endl;
    }

}
void test02()
{
    //创建数组
    MyArray<Person> pArray(10);
    Person p1("孙悟空", 30);
    Person p2("韩信", 20);
    Person p3("妲己", 18);
    Person p4("王昭君", 15);
    Person p5("赵云", 24);
    //插入数据
    pArray.Push_back(p1);
    pArray.Push_back(p2);
```

```
    pArray.Push_back(p3);
    pArray.Push_back(p4);
    pArray.Push_back(p5);
    printPersonArray(pArray);
    cout << "pArray的大小：" << pArray.getSize() << endl;
    cout << "pArray的容量：" << pArray.getCapacity() << endl;
}
int main() {
    //test01();
    test02();
    system("pause");
    return 0;
}
```

2、STL

2.1 STL的诞生

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

2.2 STL基本概念

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

2.3 STL六大组件

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

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

2.4 STL中容器、算法、迭代器

容器：置物之所也

STL**容器**就是将运用**最广泛的一些数据结构**实现出来

常用的数据结构：数组, 链表,树, 栈, 队列, 集合, 映射表 等

这些容器分为**序列式容器**和**关联式容器**两种:

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

算法：问题之解法也

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

算法分为:**质变算法**和**非质变算法。**

质变算法：是指运算过程中会更改区间内的元素的内容。例如拷贝，替换，删除等等

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

迭代器：容器和算法之间粘合剂

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

每个容器都有自己专属的迭代器

迭代器使用非常类似于指针，初学阶段我们可以先理解迭代器为指针

迭代器种类：

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

常用的容器中迭代器种类为双向迭代器和随机访问迭代器

2.5、容器算法迭代器

2.5.1、vector存放内置数据类型

容器：vector

算法：for_each

迭代器：vector::iterator

//每一个容器都有自己的迭代器，迭代器是用来遍历容器中的元素
//v.begin()返回迭代器，这个迭代器指向容器中第一个数据
//v.end()返回迭代器，这个迭代器指向容器元素的最后一个元素的下一个位置
//vector::iterator 拿到vector这种容器的迭代器类型

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

void MyPrint(int val)
```

```
{
    cout << val << endl;
}
void test01() {
    //创建vector容器对象，并且通过模板参数指定容器中存放的数据的类型
    vector<int> v;
    //向容器中放数据
    v.push_back(10);
    v.push_back(20);
    v.push_back(30);
    v.push_back(40);
    //每一个容器都有自己的迭代器，迭代器是用来遍历容器中的元素
    //v.begin()返回迭代器，这个迭代器指向容器中第一个数据
    //v.end()返回迭代器，这个迭代器指向容器元素的最后一个元素的下一个位置
    //vector<int>::iterator 拿到vector<int>这种容器的迭代器类型
    vector<int>::iterator pBegin = v.begin();
    vector<int>::iterator pEnd = v.end();
    //第一种遍历方式：
    while (pBegin != pEnd) {
        cout << *pBegin << endl;
        pBegin++;
    }
    //第二种遍历方式：
    for (vector<int>::iterator it = v.begin(); it != v.end(); it++) {
        cout << *it << endl;
    }
    cout << endl;
    //第三种遍历方式：
    //使用STL提供标准遍历算法  头文件 algorithm
    for_each(v.begin(), v.end(), MyPrint);
}
int main() {
    test01();
    system("pause")
    return 0;
}
```

2.5.2、vector存放自定义数据类型

vector::iterator it=nums.begin();

it是地址

*it的本质是vector::iterator中<>内的内容

for (vector<Person*>::iterator it = v.begin(); it != v.end(); it++)

(**it).m_name

(*it)->m_name（一般用这个）

(*(*it)).m_name

```
#include <vector>
#include <string>

//自定义数据类型
```

```
class Person {
public:
    Person(string name, int age) {
        mName = name;
        mAge = age;
    }
public:
    string mName;
    int mAge;
};
//存放对象
void test01() {
    vector<Person> v;
    //创建数据
    Person p1("aaa", 10);
    Person p2("bbb", 20);
    Person p3("ccc", 30);
    Person p4("ddd", 40);
    Person p5("eee", 50);

    v.push_back(p1);
    v.push_back(p2);
    v.push_back(p3);
    v.push_back(p4);
    v.push_back(p5);
    for (vector<Person>::iterator it = v.begin(); it != v.end(); it++) {
        cout << "Name:" << (*it).mName << " Age:" << (*it).mAge << endl;

    }
}
//放对象指针
void test02() {
    vector<Person*> v;
    //创建数据
    Person p1("aaa", 10);
    Person p2("bbb", 20);
    Person p3("ccc", 30);
    Person p4("ddd", 40);
    Person p5("eee", 50);

    v.push_back(&p1);
    v.push_back(&p2);
    v.push_back(&p3);
    v.push_back(&p4);
    v.push_back(&p5);
    for (vector<Person*>::iterator it = v.begin(); it != v.end(); it++) {
        Person * p = (*it);
        cout << "Name:" << p->mName << " Age:" << (*it)->mAge << endl;
    }
}
int main() {
    test01();
    test02();
    system("pause");
    return 0;
```

```
}
```

2.5.3、vector容器嵌套容器

```
#include <vector>

//容器嵌套容器
void test01() {
    vector< vector<int> >  v;
    vector<int> v1;
    vector<int> v2;
    vector<int> v3;
    vector<int> v4;
    for (int i = 0; i < 4; i++) {
        v1.push_back(i + 1);
        v2.push_back(i + 2);
        v3.push_back(i + 3);
        v4.push_back(i + 4);
    }
    //将容器元素插入到vector v中
    v.push_back(v1);
    v.push_back(v2);
    v.push_back(v3);
    v.push_back(v4);
    for (vector<vector<int>>::iterator it = v.begin(); it != v.end(); it++)
{
        for (vector<int>::iterator vit = (*it).begin(); vit != (*it).end();
vit++) {
            cout << *vit << " ";
        }
        cout << endl;
    }

}
int main() {
    test01();
    system("pause");
    return 0;
}
```

3、STL常用容器

3.1、string容器

3.1.1、string基本概念

string是C++风格的字符串，本质上是一个类

string和char*区别：

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

特点：

string类内部封装了很多成员方法

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

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

3.1.2、string构造函数

构造函数原型：

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

```
#include <string>
//string构造
void test01()
{
    string s1; //创建空字符串，调用无参构造函数
    cout << "str1 = " << s1 << endl;
    const char* str = "hello world";
    string s2(str); //把c_string转换成了string
    cout << "str2 = " << s2 << endl;
    string s3(s2); //调用拷贝构造函数
    cout << "str3 = " << s3 << endl;
    string s4(10, 'a');
    cout << "str3 = " << s3 << endl;
}
int main() {
    test01();
    system("pause");
    return 0;
}
```

3.1.3、string赋值操作

给string字符串进行赋值

赋值的函数原型：

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

```
//赋值
void test01()
{
    string str1;
    str1 = "hello world";
    cout << "str1 = " << str1 << endl;
```

```
    string str2;
    str2 = str1;
    cout << "str2 = " << str2 << endl;

    string str3;
    str3 = 'a';
    cout << "str3 = " << str3 << endl;

    string str4;
    str4.assign("hello c++");
    cout << "str4 = " << str4 << endl;

    string str5;
    str5.assign("hello c++",5);
    cout << "str5 = " << str5 << endl;

    string str6;
    str6.assign(str5);
    cout << "str6 = " << str6 << endl;

    string str7;
    str7.assign(5, 'x');
    cout << "str7 = " << str7 << endl;
}

int main() {
    test01();
    system("pause");
    return 0;
}
```

总结：

string的赋值方式很多，`operator=` 这种方式是比较实用的

3.1.4、string字符串拼接

功能描述：

- 实现在字符串末尾拼接字符串

函数原型：

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

```
//字符串拼接
```

```
void test01()
{
    string str1 = "我";
    str1 += "爱玩游戏";
    cout << "str1 = " << str1 << endl;
    str1 += ':';
    cout << "str1 = " << str1 << endl;
    string str2 = "LOL DNF";
    str1 += str2;
    cout << "str1 = " << str1 << endl;
    string str3 = "I";
    str3.append(" love ");
    str3.append("game abcde", 4);
    //str3.append(str2);
    str3.append(str2, 4, 3); // 从下标4位置开始 ，截取3个字符，拼接到字符串末尾
    cout << "str3 = " << str3 << endl;
}
int main() {
    test01();
    system("pause");
    return 0;
}
```

3.1.5、string查找和替换

功能描述：

- 查找：查找指定字符串是否存在
- 替换：在指定的位置替换字符串

函数原型：

- `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
- `int find(const char* s, int pos = 0) const;` //查找s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s的前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最后一次位置,从pos开始查找
- `int rfind(const char* s, int pos = npos) const;` //查找s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s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n个字符为字符串str
- `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

```
//查找和替换
void test01()
```

```
{
    //查找
    string str1 = "abcdefgde";
    int pos = str1.find("de");
    if (pos == -1)
    {
        cout << "未找到" << endl;
    }
    else
    {
        cout << "pos = " << pos << endl;
    }
    pos = str1.rfind("de");
    cout << "pos = " << pos << endl
}
void test02()
{
    //替换
    string str1 = "abcdefgde";
    //从1号位置起3个字符替换为"1111"
    str1.replace(1, 3, "1111");
    //a1111efgde
    cout << "str1 = " << str1 << endl;
}
int main() {
    //test01();
    //test02();
    system("pause");
    return 0;
}
```

总结：

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

3.1.6、string字符串比较

功能描述：字符串之间的比较

比较方式：字符串比较根据字符的ASCII码进行对比

=返回0

>返回1

<返回-1

函数原型：

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

```
//字符串比较
void test01()
{
```

```
    string s1 = "hello";
    string s2 = "aello";
    int ret = s1.compare(s2);
    if (ret == 0) {
        cout << "s1 等于 s2" << endl;
    }
    else if (ret > 0)
    {
        cout << "s1 大于 s2" << endl;
    }
    else
    {
        cout << "s1 小于 s2" << endl;
    }
}
int main() {
    test01();
    system("pause");
    return 0;
}
```

总结：字符串对比主要是用于比较两个字符串是否相等，判断谁大谁小意义并不大

3.1.7、字符存取

string中单个字符获取方式有两种

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

```
void test01()
{
    string str = "hello world";
    for (int i = 0; i < str.size(); i++)
    {
        cout << str[i] << " ";
    }
    cout << endl;
    for (int i = 0; i < str.size(); i++)
    {
        cout << str.at(i) << " ";
    }
    cout << endl;
    //字符修改
    str[0] = 'x';
    str.at(1) = 'x';
    cout << str << endl;
}
int main() {
    test01();
    system("pause");
    return 0;
}
```

总结：string字符串中单个字符存取有两种方式，利用[]或at

3.1.8、string插入和删除

功能描述：对string字符串进行插入和删除字符操作

append和+一样都是直接加到结尾的

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

```
//字符串插入和删除
void test01()
{
    string str = "hello";
    str.insert(1, "111");
    cout << str << endl;
    str.erase(1, 3);  //从1号位置开始3个字符
    cout << str << endl;
}
int main() {
    test01();
    system("pause");
    return 0;
}
```

插入和删除的起始下标都是从0开始

3.1.9、string子串

功能：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

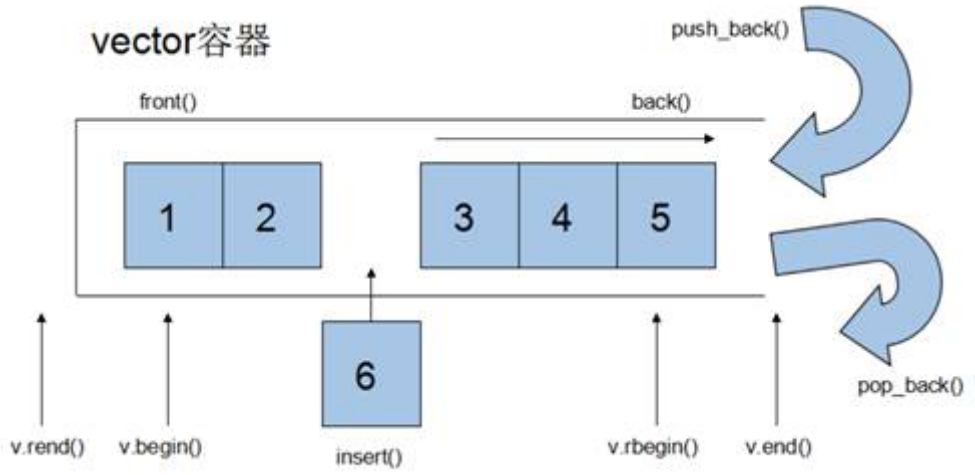
```
//子串
void test01()
{
    string str = "abcdefg";
    string subStr = str.substr(1, 3);
    cout << "subStr = " << subStr << endl;
    string email = "hello@sina.com";
    int pos = email.find("@");
    string username = email.substr(0, pos);
    cout << "username: " << username << endl;
}
int main() {
    test01();
    system("pause");
    return 0;
}
```

3.2、vector容器

3.2.1、vector基本概念

vector与普通函数区别：数组是静态空间，vector可以动态扩展

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



vector容器的迭代器支持随机访问的迭代器

3.2.2、vector构造函数

函数原型：

- `vector<T> v;` //采用模板实现类实现，默认构造函数
- `vector(v.begin(), v.end());` //将v[begin(), end())区间中的元素拷贝给本身。（左闭右开）
- `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。

```
#include <vector>

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; //无参构造
    for (int i = 0; i < 10; i++)
    {
        v1.push_back(i);
    }
    printVector(v1);
    vector<int> v2(v1.begin(), v1.end());
    printVector(v2);
    vector<int> v3(10, 100);
```

```
    printVector(v3);
    vector<int> v4(v3);
    printVector(v4);
}
int main() {
    test01();
    system("pause");
    return 0;
}
```

3.2.3、vector赋值操作

功能描述：给vector容器进行赋值

函数原型：

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

```
#include <vector>

void printVector(vector<int>& v) {
    for (vector<int>::iterator it = v.begin(); it != v.end(); it++) {
        cout << *it << " ";
    }
    cout << endl;
}
//赋值操作
void test01()
{
    vector<int> v1; //无参构造
    for (int i = 0; i < 10; i++)
    {
        v1.push_back(i);
    }
    printVector(v1);
    vector<int>v2;
    v2 = v1;
    printVector(v2);
    vector<int>v3;
    v3.assign(v1.begin(), v1.end());
    printVector(v3);
    vector<int>v4;
    v4.assign(10, 100);
    printVector(v4);
}
int main() {
    test01();
    system("pause");
    return 0;
}
```

3.2.4、vector容量和大小

功能描述：对vector容器的容量和大小操作

函数原型：

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

```
#include <vector>

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())
    {
        cout << "v1为空" << endl;
    }
    else
    {
        cout << "v1不为空" << endl;
        cout << "v1的容量 = " << v1.capacity() << endl;
        cout << "v1的大小 = " << v1.size() << endl;
    }
    //resize 重新指定大小 ，若指定的更大，默认用0填充新位置，可以利用重载版本替换默认填充
    v1.resize(15,10);
    printVector(v1);
    //resize 重新指定大小 ，若指定的更小，超出部分元素被删除
    v1.resize(5);
    printVector(v1);
}
int main() {
    test01();
    system("pause");
    return 0;
}
```

总结：

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

3.2.5、vector插入和删除

功能描述：对vector容器进行插入、删除操作

函数原型：

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

```
#include <vector>

void printVector(vector<int>& v) {
    for (vector<int>::iterator it = v.begin(); it != v.end(); it++) {
        cout << *it << " ";
    }
    cout << endl;
}
//插入和删除
void test01()
{
    vector<int> v1;
    //尾插
    v1.push_back(10);
    v1.push_back(20);
    v1.push_back(30);
    v1.push_back(40);
    v1.push_back(50);
    printVector(v1);
    //尾删
    v1.pop_back();
    printVector(v1);
    //插入
    v1.insert(v1.begin(), 100);
    printVector(v1);
    v1.insert(v1.begin(), 2, 1000);
    printVector(v1);
    //删除
    v1.erase(v1.begin());
    printVector(v1);
    //清空
    v1.erase(v1.begin(), v1.end());
```

```
    v1.clear();
    printVector(v1);
}
int main() {
    test01();
    system("pause");
    return 0;
}
```

总结：

- 尾插 --- push_back
- 尾删 --- pop_back
- 插入 --- insert （位置迭代器）
- 删除 --- erase （位置迭代器）
- 清空 --- clear

3.2.6、vector数据存取

功能描述：对vector中的数据的存取操作

函数原型：

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

```
#include <vector>

void test01()
{
    vector<int>v1;
    for (int i = 0; i < 10; i++)
    {
        v1.push_back(i);
    }
    for (int i = 0; i < v1.size(); i++)
    {
        cout << v1[i] << " ";
    }
    cout << endl;
    for (int i = 0; i < v1.size(); i++)
    {
        cout << v1.at(i) << " ";
    }
    cout << endl;
    cout << "v1的第一个元素为： " << v1.front() << endl;
    cout << "v1的最后一个元素为： " << v1.back() << endl;
}
int main() {
    test01();
    system("pause");
    return 0;
}
```

总结：

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

3.2.7、vector互换容器

功能描述：实现两个容器内元素进行互换

函数原型：swap(vec); //将vec与本身的元素互换

resize重新指定大小，但是不能改变容量

vector(v).swap(v); 收缩内存

vector(v)匿名对象

.swap(v)容器交换

匿名对象当前行执行完会被系统回收，不用担心浪费空间

```
#include <vector>

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;
    for (int i = 10; i > 0; i--)
    {
        v2.push_back(i);
    }
    printVector(v2);
    //互换容器
    cout << "互换后" << endl;
    v1.swap(v2);
    printVector(v1);
    printVector(v2);
}
void test02()
{
    vector<int> v;
    for (int i = 0; i < 100000; i++) {
        v.push_back(i);
    }
    cout << "v的容量为：" << v.capacity() << endl;

```

```
    cout << "v的大小为：" << v.size() << endl;
    v.resize(3);
    cout << "v的容量为：" << v.capacity() << endl;
    cout << "v的大小为：" << v.size() << endl;
    //收缩内存
    vector<int>(v).swap(v); //匿名对象
    cout << "v的容量为：" << v.capacity() << endl;
    cout << "v的大小为：" << v.size() << endl;
}
int main() {
    test01();
    test02();
    system("pause");
    return 0;
}
```

总结：swap可以使两个容器互换，可以达到实用的收缩内存效果

3.2.8、vector预留空间

功能描述：减少vector在动态扩展容量时的扩展次数

函数原型：

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

```
#include <vector>

void test01()
{
    vector<int> v;
    //预留空间
    v.reserve(100000);
    int num = 0;
    int* p = NULL;
    for (int i = 0; i < 100000; i++) {
        v.push_back(i);
        if (p != &v[0]) {
            p = &v[0];
            num++;
        }
    }
    cout << "num:" << num << endl;
}
int main() {
    test01();
    system("pause");
    return 0;
}
```

总结：数据量较大，可以一开始利用reserve预留空间

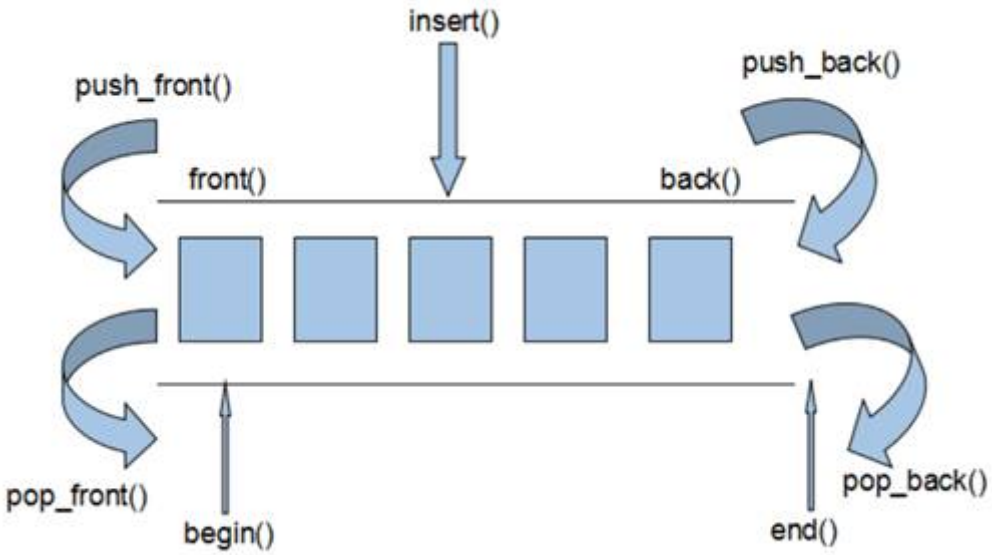
3.3、deque容器

3.3.1、deque容器基本概念

功能：双端数组，可以对头端进行插入删除操作

deque与vector区别：

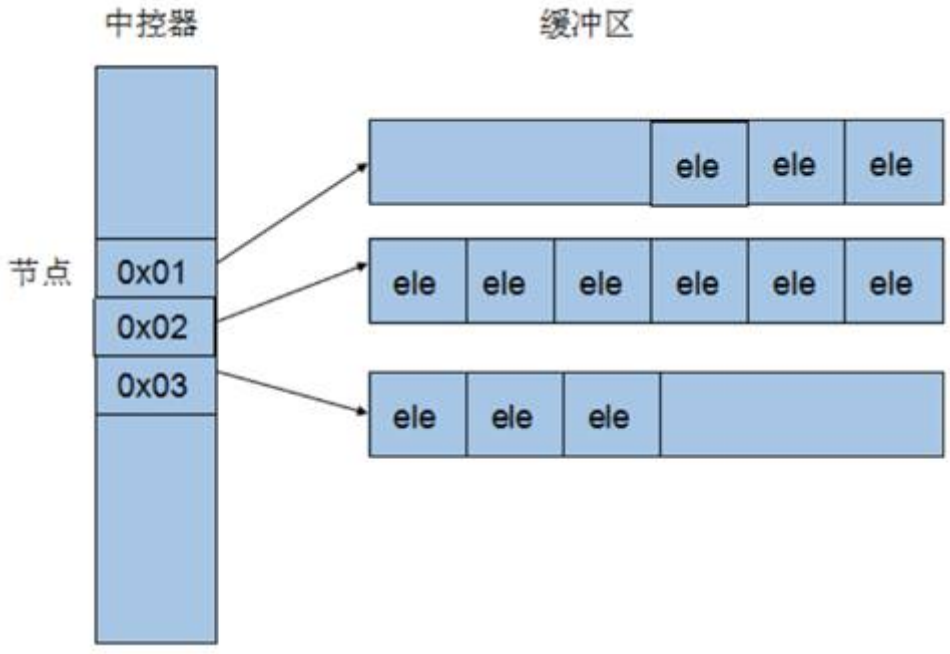
- vector对头部的插入删除效率低，数据量越大，效率越低
- deque相对而言，对头部的插入删除速度比vector快
- vector访问元素时的速度会比deque快，这和两者内部实现有关



deque内部工作原理：

deque内部有个中控器，维护每段缓冲区中的内容，缓冲区中存放真实数据

中控器维护的是每个缓冲区的地址，使得使用deque时像一片连续的内存空间



deque容器的迭代器也是支持随机访问的

3.2.2、deque构造函数

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

只读迭代器

```
void printDeque(const deque<int>& d)
{
    for (deque<int>::const_iterator it = d.begin(); it != d.end(); it++) {
        cout << *it << " ";
    }
    cout << endl;
}
```

```
#include <deque>

void printDeque(const deque<int>& d)
{
    for (deque<int>::const_iterator it = d.begin(); it != d.end(); it++) {
        cout << *it << " ";
    }
    cout << endl;
}
//deque构造
void test01() {
    deque<int> d1; //无参构造函数
    for (int i = 0; i < 10; i++)
    {
        d1.push_back(i);
    }
    printDeque(d1);
    deque<int> d2(d1.begin(),d1.end());
    printDeque(d2);
    deque<int>d3(10,100);
    printDeque(d3);
    deque<int>d4 = d3;
    printDeque(d4);
}
int main() {
    test01();
    system("pause");
    return 0;
}
```

总结：deque容器和vector容器的构造方式几乎一致

3.3.3、deque赋值操作

函数原型：

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

```
#include <deque>

void printDeque(const deque<int>& d)
{
    for (deque<int>::const_iterator it = d.begin(); it != d.end(); it++) {
        cout << *it << " ";
    }
    cout << endl;
}
//赋值操作
void test01()
{
    deque<int> d1;
    for (int i = 0; i < 10; i++)
    {
        d1.push_back(i);
    }
    printDeque(d1);
    deque<int>d2;
    d2 = d1;
    printDeque(d2);
    deque<int>d3;
    d3.assign(d1.begin(), d1.end());
    printDeque(d3);
    deque<int>d4;
    d4.assign(10, 100);
    printDeque(d4);
}
int main() {
    test01();
    system("pause");
    return 0;
}
```

总结：deque赋值操作也与vector相同

3.3.4、deque大小操作

函数原型：

- `deque.empty();` //判断容器是否为空
- `deque.size();` //返回容器中元素的个数
- `deque.resize(num);` //重新指定容器的长度为num,若容器变长，则以默认值填充新位置。

  //如果容器变短，则末尾超出容器长度的元素被删除。

- `deque.resize(num, elem);` //重新指定容器的长度为num,若容器变长，则以elem值填充新位置。

  //如果容器变短，则末尾超出容器长度的元素被删除。

deque可以无限开辟新的缓冲区，中控器加一个地址维护新开辟的缓冲区空间，故deque没有容量的概念

```
#include <deque>

void printDeque(const deque<int>& d)
{
    for (deque<int>::const_iterator it = d.begin(); it != d.end(); it++) {
        cout << *it << " ";
    }
    cout << endl;
}
//大小操作
void test01()
{
    deque<int> d1;
    for (int i = 0; i < 10; i++)
    {
        d1.push_back(i);
    }
    printDeque(d1);
    //判断容器是否为空
    if (d1.empty()) {
        cout << "d1为空!" << endl;
    }
    else {
        cout << "d1不为空!" << endl;
        //统计大小
        cout << "d1的大小为：" << d1.size() << endl;
    }
    //重新指定大小
    d1.resize(15, 1);
    printDeque(d1);
    d1.resize(5);
    printDeque(d1);
}
int main() {
    test01();
    system("pause");
    return 0;
}
```

总结:

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

3.3.5、deque插入和删除

函数原型：

两端插入操作：

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

指定位置操作：

pos是迭代器

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

```
#include <deque>

void printDeque(const deque<int>& d)
{
    for (deque<int>::const_iterator it = d.begin(); it != d.end(); it++) {
        cout << *it << " ";

    }
    cout << endl;
}
//两端操作
void test01()
{
    deque<int> d;
    //尾插
    d.push_back(10);
    d.push_back(20);
    //头插
    d.push_front(100);
    d.push_front(200);

    printDeque(d);

    //尾删
    d.pop_back();
    //头删
    d.pop_front();
    printDeque(d);
}
//插入
void test02()
{
    deque<int> d;
```

```
    d.push_back(10);
    d.push_back(20);
    d.push_front(100);
    d.push_front(200);
    printDeque(d);

    d.insert(d.begin(), 1000);
    printDeque(d);

    d.insert(d.begin(), 2,10000);
    printDeque(d);

    deque<int>d2;
    d2.push_back(1);
    d2.push_back(2);
    d2.push_back(3);

    d.insert(d.begin(), d2.begin(), d2.end());
    printDeque(d);
}
//删除
void test03()
{
    deque<int> d;
    d.push_back(10);
    d.push_back(20);
    d.push_front(100);
    d.push_front(200);
    printDeque(d);

    d.erase(d.begin());
    printDeque(d);

    d.erase(d.begin(), d.end());
    d.clear();
    printDeque(d);
}
int main() {
    //test01();
    //test02();
    test03();
    system("pause");
    return 0;
}
```

总结:

- 插入和删除提供的位置是迭代器
- 尾插 --- push_back
- 尾删 --- pop_back
- 头插 --- push_front
- 头删 --- pop_front

3.3.6、deque数据存取

功能描述：对deque中的数据的存取操作

函数原型：

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

deq.back()

迭代器存取*(deq.end()-1)

```
#include <deque>

void printDeque(const deque<int>& d)
{
    for (deque<int>::const_iterator it = d.begin(); it != d.end(); it++) {
        cout << *it << " ";

    }
    cout << endl;
}
//数据存取
void test01()
{
    deque<int> d;
    d.push_back(10);
    d.push_back(20);
    d.push_front(100);
    d.push_front(200);

    for (int i = 0; i < d.size(); i++) {
        cout << d[i] << " ";
    }
    cout << endl;
    for (int i = 0; i < d.size(); i++) {
        cout << d.at(i) << " ";
    }
    cout << endl;
    cout << "front:" << d.front() << endl;
    cout << "back:" << d.back() << endl;
}
int main() {
    test01();
    system("pause");
    return 0;
}
```

总结：

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

deque插入删除比vector快，但是访问元素速度比vector慢

3.3.7、deque排序

算法：

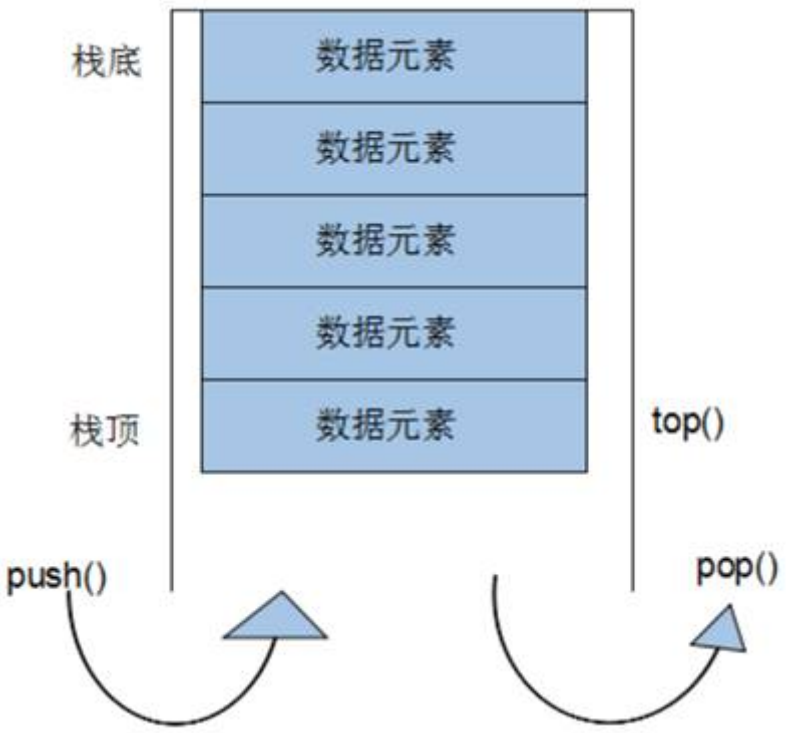
- `sort(iterator beg, iterator end)` //对beg和end区间内元素进行排序

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

void printDeque(const deque<int>& d)
{
    for (deque<int>::const_iterator it = d.begin(); it != d.end(); it++) {
        cout << *it << " ";

    }
    cout << endl;
}
void test01()
{

    deque<int> d;
    d.push_back(10);
    d.push_back(20);
    d.push_front(100);
    d.push_front(200);

    printDeque(d);
    sort(d.begin(), d.end());
    printDeque(d);

}
int main() {
    test01();
    system("pause");
    return 0;
}
```

3.5 stack容器

3.5.1 stack 基本概念

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



栈中只有顶端的元素才可以被外界使用，因此栈不允许有遍历行为

栈中进入数据称为 --- **入栈** `push`

栈中弹出数据称为 --- **出栈** `pop`

3.5.2 stack 常用接口

功能描述：栈容器常用的对外接口

构造函数：

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

赋值操作：

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

数据存取：

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

大小操作：

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

示例：

```
#include <stack>

//栈容器常用接口
void test01()
{
```

```
    //创建栈容器 栈容器必须符合先进后出
    stack<int> s;
    //向栈中添加元素，叫做 压栈 入栈
    s.push(10);
    s.push(20);
    s.push(30);
    while (!s.empty()) {
        //输出栈顶元素
        cout << "栈顶元素为： " << s.top() << endl;
        //弹出栈顶元素
        s.pop();
    }
    cout << "栈的大小为：" << s.size() << endl;
}
int main() {
    test01()
    system("pause");
    return 0;
}
```

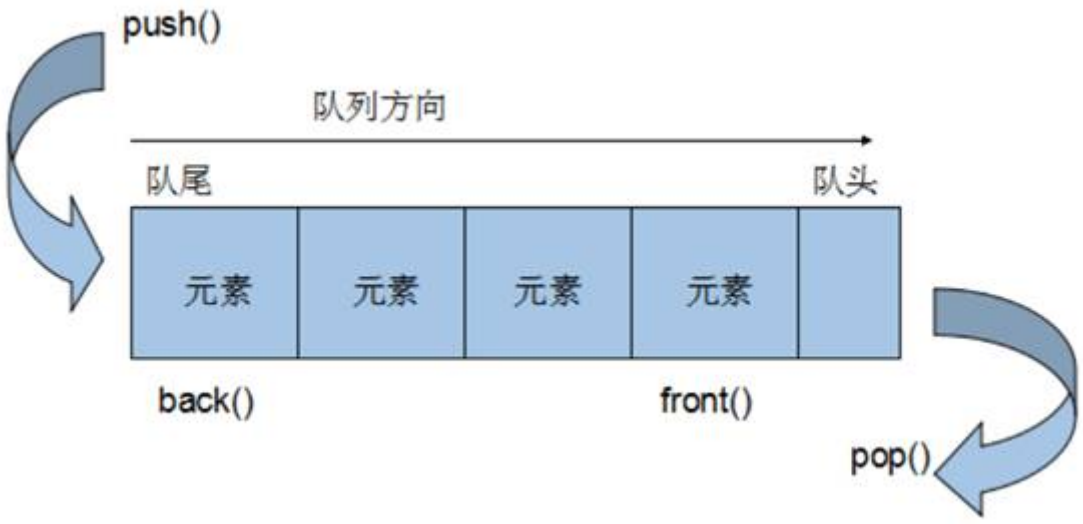
总结：

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

3.6 queue 容器

3.6.1 queue 基本概念

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



队列容器允许从一端新增元素，从另一端移除元素

队列可以获取双端元素的值

队列中只有队头和队尾才可以被外界使用，因此队列不允许有遍历行为

队列中进数据称为 --- **入队** `push`

队列中出数据称为 --- **出队** `pop`

3.6.2 queue 常用接口

功能描述：栈容器常用的对外接口

构造函数：

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

赋值操作：

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

数据存取：

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

大小操作：

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

示例：

```
#include <queue>
#include <string>
class Person
{
public:
    Person(string name, int age)
    {
        this->m_Name = name;
        this->m_Age = age;
    }
    string m_Name;
    int m_Age;
};

void test01() {
    //创建队列
    queue<Person> q;
    //准备数据
    Person p1("唐僧", 30);
    Person p2("孙悟空", 1000);
    Person p3("猪八戒", 900);
    Person p4("沙僧", 800);
    //向队列中添加元素  入队操作
    q.push(p1);
    q.push(p2);
    q.push(p3);
    q.push(p4);
    //队列不提供迭代器，更不支持随机访问
```

```
    while (!q.empty()) {
        //输出队头元素
        cout << "队头元素-- 姓名： " << q.front().m_Name
             << " 年龄： "<< q.front().m_Age << endl;
        cout << "队尾元素-- 姓名： " << q.back().m_Name
             << " 年龄： " << q.back().m_Age << endl;
        cout << endl;
        //弹出队头元素
        q.pop();
    }
    cout << "队列大小为：" << q.size() << endl;
}
int main() {
    test01();
    system("pause");
    return 0;
}
```

总结：

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

3.7 list容器

3.7.1 list基本概念

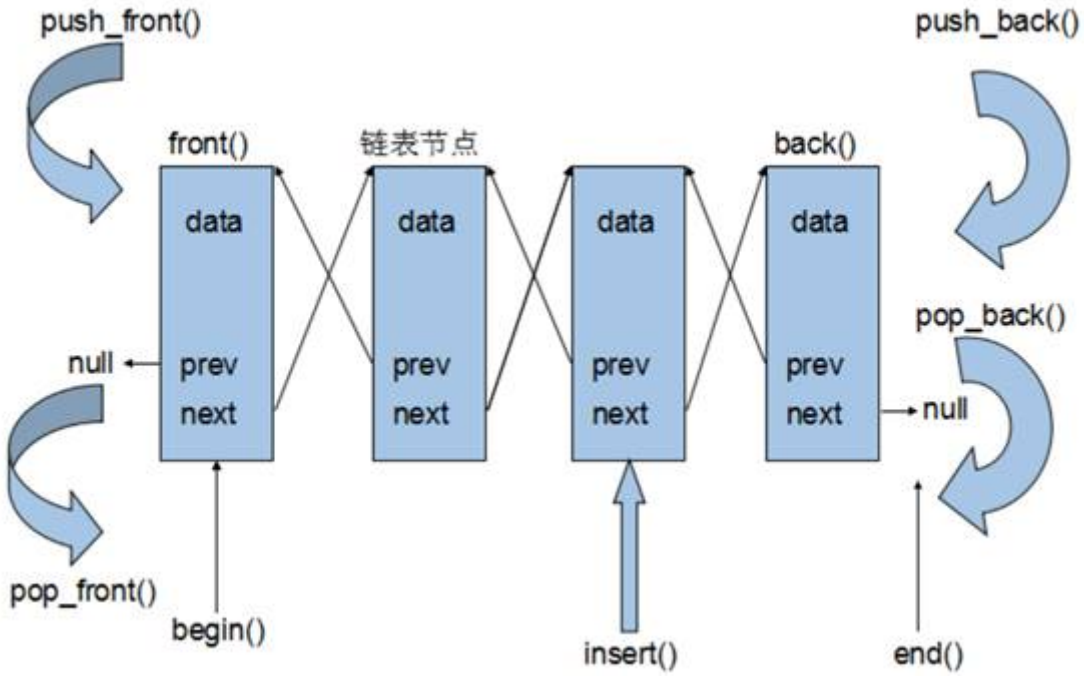
功能：将数据进行链式存储

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

链表的组成：链表由一系列**结点**组成

结点的组成一个是存储数据元素的**数据域**，另一个是存储下一个结点地址的**指针域**

STL中的链表是一个双向循环链表



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

list的优点：

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

list的缺点：

- 链表灵活，但是空间(指针域) 和 时间（遍历）额外耗费较大，因为要额外存储指针
- 遍历速度没有数组快

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

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

3.7.2 list构造函数

功能描述：

- 创建list容器

函数原型：

- `list<T> lst;` //list采用采用模板类实现,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 <list>

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;
    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());
    printList(L2);
    list<int>L3(L2);
    printList(L3);
    list<int>L4(10, 1000);
    printList(L4);
}
int main() {
    test01();
    system("pause");
    return 0;
}
```

总结：list构造方式同其他几个STL常用容器，熟练掌握即可

3.7.3 list 赋值和交换

功能描述：

- 给list容器进行赋值，以及交换list容器

函数原型：

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

示例：

```
#include <list>

void printList(const list<int>& L) {
    for (list<int>::const_iterator it = L.begin(); it != L.end(); it++) {
        cout << *it << " ";
    }
    cout << endl;
}
//赋值和交换
void test01()
{
    list<int>L1;
    L1.push_back(10);
    L1.push_back(20);
    L1.push_back(30);
    L1.push_back(40);
```

```
    printList(L1);

    //赋值
    list<int>L2;
    L2 = L1;
    printList(L2);

    list<int>L3;
    L3.assign(L2.begin(), L2.end());
    printList(L3);

    list<int>L4;
    L4.assign(10, 100);
    printList(L4);
}
//交换
void test02()
{
    list<int>L1;
    L1.push_back(10);
    L1.push_back(20);
    L1.push_back(30);
    L1.push_back(40);

    list<int>L2;
    L2.assign(10, 100);

    cout << "交换前： " << endl;
    printList(L1);
    printList(L2);

    cout << endl;

    L1.swap(L2);

    cout << "交换后： " << endl;
    printList(L1);
    printList(L2);
}

int main() {
    //test01();
    test02();
    system("pause");
    return 0;
}
```

总结：list赋值和交换操作能够灵活运用即可

3.7.4 list 大小操作

功能描述：

- 对list容器的大小进行操作

函数原型：

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

示例：

```
#include <list>

void printList(const list<int>& L) {
    for (list<int>::const_iterator it = L.begin(); it != L.end(); it++) {
        cout << *it << " ";
    }
    cout << endl;
}
//大小操作
void test01()
{
    list<int>L1;
    L1.push_back(10);
    L1.push_back(20);
    L1.push_back(30);
    L1.push_back(40);
    if (L1.empty())
    {
        cout << "L1为空" << endl;
    }
    else
    {
        cout << "L1不为空" << endl;
        cout << "L1的大小为：  " << L1.size() << endl;
    }
    //重新指定大小
    L1.resize(10);
    printList(L1);
    L1.resize(2);
    printList(L1);
}
int main() {
    test01();
    system("pause");
    return 0;
}
```

总结：

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

3.7.5 list 插入和删除

功能描述：

- 对list容器进行数据的插入和删除

函数原型：

- push_back(elem);//在容器尾部加入一个元素
- pop_back();//删除容器中最后一个元素
- push_front(elem);//在容器开头插入一个元素
- pop_front();//从容器开头移除第一个元素
- insert(pos,elem);//在pos位置插elem元素的拷贝，返回新数据的位置。
- insert(pos,n,elem);//在pos位置插入n个elem数据，无返回值。
- insert(pos,beg,end);//在pos位置插入[beg,end)区间的数据，无返回值。
- clear();//移除容器的所有数据
- erase(beg,end);//删除[beg,end)区间的数据，返回下一个数据的位置。
- erase(pos);//删除pos位置的数据，返回下一个数据的位置。
- remove(elem);//删除容器中所有与elem值匹配的元素。

示例：

```
#include <list>

void printList(const list<int>& L) {

    for (list<int>::const_iterator it = L.begin(); it != L.end(); it++) {
        cout << *it << " ";
    }
    cout << endl;
}
//插入和删除
void test01()
{
    list<int> L;
    //尾插
    L.push_back(10);
    L.push_back(20);
    L.push_back(30);
    //头插
    L.push_front(100);
    L.push_front(200);
    L.push_front(300);
    printList(L);
    //尾删
    L.pop_back();
    printList(L);
    //头删
    L.pop_front();
    printList(L);
    //插入
    list<int>::iterator it = L.begin();
    L.insert(++it, 1000);
    printList(L);
    //删除
```

```
    it = L.begin();
    L.erase(++it);
    printList(L);
    //移除
    L.push_back(10000);
    L.push_back(10000);
    L.push_back(10000);
    printList(L);
    L.remove(10000);
    printList(L);
    //清空
    L.clear();
    printList(L);
}

int main() {
    test01();
    system("pause");
    return 0;
}
```

总结:

- 尾插 --- push_back
- 尾删 --- pop_back
- 头插 --- push_front
- 头删 --- pop_front
- 插入 --- insert
- 删除 --- erase
- 移除 --- remove
- 清空 --- clear

3.7.6 list 数据存取

功能描述:

- 对list容器中数据进行存取

函数原型:

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

示例:

```
#include <list>

//数据存取
void test01()
{
    list<int>L1;
    L1.push_back(10);
    L1.push_back(20);
    L1.push_back(30);
    L1.push_back(40);
    //cout << L1.at(0) << endl;//错误 不支持at访问数据
```

```
    //cout << L1[0] << endl; //错误   不支持[]方式访问数据
    cout << "第一个元素为：  " << L1.front() << endl;
    cout << "最后一个元素为：  " << L1.back() << endl;
    //list容器的迭代器是双向迭代器，不支持随机访问
    list<int>::iterator it = L1.begin();
    //it = it + 1;//错误，不可以跳跃访问，即使是+1
}
int main() {
    test01();
    system("pause");
    return 0;
}
```

总结：

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

3.7.7 list 反转和排序

功能描述：

- 将容器中的元素反转，以及将容器中的数据进行排序

函数原型：

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

示例：

指定规则排序

```
bool myCompare(int val1 , int val2)
{
    return val1 > val2;
}
L.sort(myCompare); //指定规则，从大到小
```

```
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 val1 , int val2)
{
    return val1 > val2;
}
//反转和排序
void test01()
{
    list<int> L;
    L.push_back(90);
```

```
    L.push_back(30);
    L.push_back(20);
    L.push_back(70);
    printList(L);

    //反转容器的元素
    L.reverse();
    printList(L);

    //排序
    L.sort(); //默认的排序规则 从小到大
    printList(L);

    L.sort(myCompare); //指定规则，从大到小
    printList(L);
}
int main() {
    test01();
    system("pause");
    return 0;
}
```

总结：

- 反转 --- reverse
- 排序 --- sort （成员函数）

3.7.8 排序案例

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

排序规则：按照年龄进行升序，如果年龄相同按照身高进行降序

示例：

```
#include <list>
#include <string>
class Person {
public:
    Person(string name, int age , int height) {
        m_Name = name;
        m_Age = age;
        m_Height = height;
    }
public:
    string m_Name;  //姓名
    int m_Age;      //年龄
    int m_Height;   //身高
};
bool ComparePerson(Person& p1, Person& p2) {
    if (p1.m_Age == p2.m_Age) {
        return p1.m_Height  > p2.m_Height;
    }
    else
    {
        return  p1.m_Age < p2.m_Age;
```

```
    }

}
void test01() {
    list<Person> L;

    Person p1("刘备", 35 , 175);
    Person p2("曹操", 45 , 180);
    Person p3("孙权", 40 , 170);
    Person p4("赵云", 25 , 190);
    Person p5("张飞", 35 , 160);
    Person p6("关羽", 35 , 200);

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

    for (list<Person>::iterator it = L.begin(); it != L.end(); it++) {
        cout << "姓名:  " << it->m_Name << " 年龄:  " << it->m_Age
             << " 身高:  " << it->m_Height << endl;
    }
    cout << "---------------------------------" << endl;
    L.sort(ComparePerson); //排序
    for (list<Person>::iterator it = L.begin(); it != L.end(); it++) {
        cout << "姓名:  " << it->m_Name << " 年龄:  " << it->m_Age
             << " 身高:  " << it->m_Height << endl;
    }
}

int main() {
    test01();
    system("pause");
    return 0;
}
```

总结:

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

3.8、set/multiset容器

3.8.1、set基本概念

简介：所有元素都会在插入时自动被排序

本质：set/multiset属于关联式容器，底层构造是用红黑树实现

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

set和multiset区别:

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

3.8.2、set构造和赋值

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

```
#include <set>

void printSet(set<int> & s)
{
    for (set<int>::iterator it = s.begin(); it != s.end(); it++)
    {
        cout << *it << " ";
    }
    cout << endl;
}
//构造和赋值
void test01()
{
    set<int> s1;
    s1.insert(10);
    s1.insert(30);
    s1.insert(20);
    s1.insert(40);
    printSet(s1);
    //拷贝构造
    set<int>s2(s1);
    printSet(s2);
    //赋值
    set<int>s3;
    s3 = s2;
    printSet(s3);
}
int main() {
    test01();
    system("pause");
    return 0;
}
```

总结：

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

set不支持头插/尾插，插入数据时只有insert

3.8.3 set大小和交换

功能描述：

- 统计set容器大小以及交换set容器

函数原型：

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

示例：

```
#include <set>

void printSet(set<int> & s)
{
    for (set<int>::iterator it = s.begin(); it != s.end(); it++)
    {
        cout << *it << " ";
    }
    cout << endl;
}
//大小
void test01()
{
    set<int> s1;

    s1.insert(10);
    s1.insert(30);
    s1.insert(20);
    s1.insert(40);

    if (s1.empty())
    {
        cout << "s1为空" << endl;
    }
    else
    {
        cout << "s1不为空" << endl;
        cout << "s1的大小为：  " << s1.size() << endl;
    }
}
//交换
void test02()
{
    set<int> s1;

    s1.insert(10);
    s1.insert(30);
    s1.insert(20);
    s1.insert(40);

    set<int> s2;
    s2.insert(100);
```

```
    s2.insert(300);
    s2.insert(200);
    s2.insert(400);

    cout << "交换前" << endl;
    printSet(s1);
    printSet(s2);
    cout << endl;

    cout << "交换后" << endl;
    s1.swap(s2);
    printSet(s1);
    printSet(s2);
}
int main() {
    //test01();
    test02();
    system("pause");
    return 0;
}
```

总结:

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

3.8.4 set插入和删除

功能描述:

- set容器进行插入数据和删除数据

函数原型:

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

示例:

```
#include <set>

void printSet(set<int> & s)
{
    for (set<int>::iterator it = s.begin(); it != s.end(); it++)
    {
        cout << *it << " ";
    }
    cout << endl;
}
//插入和删除
void test01()
{
```

```
    set<int> s1;
    //插入
    s1.insert(10);
    s1.insert(30);
    s1.insert(20);
    s1.insert(40);
    printSet(s1);

    //删除
    s1.erase(s1.begin());
    printSet(s1);
    s1.erase(30);
    printSet(s1);
    //清空
    //s1.erase(s1.begin(), s1.end());
    s1.clear();
    printSet(s1);
}

int main() {
    test01();
    system("pause");
    return 0;
}
```

总结:

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

3.8.5 set查找和统计

功能描述:

- 对set容器进行查找数据以及统计数据

函数原型:

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

示例:

```
#include <set>

//查找和统计
void test01()
{
    set<int> s1;
    //插入
    s1.insert(10);
    s1.insert(30);
    s1.insert(20);
    s1.insert(40);
```

```
12
13      //查找
14      set<int>::iterator pos = s1.find(30);
15      if (pos != s1.end())
16      {
17          cout << "找到了元素 ：  " << *pos << endl;
18      }
19      else
20      {
21          cout << "未找到元素" << endl;
22      }
23      //统计
24      int num = s1.count(30);
25      cout << "num = " << num << endl;
26  }
27  int main() {
28      test01();
29      system("pause");
30      return 0;
31  }
```

总结：

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

3.8.6 set和multiset区别

学习目标：

- 掌握set和multiset的区别

区别：

- set不可以插入重复数据，而multiset可以
- set插入数据的同时会返回插入结果，表示插入是否成功=
- multiset不会检测数据，因此可以插入重复数据pair<set::iterator, bool> ret = s.insert(10);

示例：

```
1   #include <set>
2
3   //set和multiset区别
4   void test01()
5   {
6       set<int> s;
7       pair<set<int>::iterator, bool>  ret = s.insert(10);
8       if (ret.second) {
9           cout << "第一次插入成功!" << endl;
10      }
11      else {
12          cout << "第一次插入失败!" << endl;
13      }
14      ret = s.insert(10);
15      if (ret.second) {
16          cout << "第二次插入成功!" << endl;
```

```
    }
    else {
        cout << "第二次插入失败!" << endl;
    }
    //multiset
    multiset<int> ms;
    ms.insert(10);
    ms.insert(10);
    for (multiset<int>::iterator it = ms.begin(); it != ms.end(); it++) {
        cout << *it << " ";
    }
    cout << endl;
}
int main() {
    test01();
    system("pause");
    return 0;
}
```

总结:

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

3.8.7 pair对组创建

功能描述:

- 成对出现的数据，利用对组可以返回两个数据

两种创建方式:

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

pair<string, int> p2 = make_pair("Jerry", 10);

示例:

```
    unordered_map<string, int> hash;
    hash.insert(pair<string, int>("hello world", 1));
    cout << ( * hash.begin()).first << "    " << hash.begin()->second << endl;
```

```
#include <string>

//对组创建
void test01()
{
    pair<string, int> p(string("Tom"), 20);
    cout << "姓名:  " <<  p.first << " 年龄:  " << p.second << endl;

    pair<string, int> p2 = make_pair("Jerry", 10);
    cout << "姓名:  " << p2.first << " 年龄:  " << p2.second << endl;
}
int main() {
```

```
    test01();
    system("pause");
    return 0;
}
```

总结：

两种方式都可以创建对组，记住一种即可

3.8.8 set容器排序

学习目标：

- set容器默认排序规则为从小到大，掌握如何改变排序规则

主要技术点：

- 利用仿函数，可以改变排序规则

示例一 set存放内置数据类型

```
class MyCompare
{
public:
    bool operator()(int v1, int v2) {
        return v1 > v2;
    }
};
    set<int, MyCompare> s2;
```

```
#include <set>

class MyCompare
{
public:
    bool operator()(int v1, int v2) {
        return v1 > v2;
    }
};
void test01()
{
    set<int> s1;
    s1.insert(10);
    s1.insert(40);
    s1.insert(20);
    s1.insert(30);
    s1.insert(50);

    //默认从小到大
    for (set<int>::iterator it = s1.begin(); it != s1.end(); it++) {
        cout << *it << " ";
    }
    cout << endl;

    //指定排序规则
    set<int,MyCompare> s2;
```

```
    s2.insert(10);
    s2.insert(40);
    s2.insert(20);
    s2.insert(30);
    s2.insert(50);

    for (set<int, MyCompare>::iterator it = s2.begin(); it != s2.end();
it++) {
        cout << *it << " ";
    }
    cout << endl;
}

int main() {
    test01();
    system("pause");
    return 0;
}
```

总结：利用仿函数可以指定set容器的排序规则

示例二 set存放自定义数据类型

```
#include <set>
#include <string>

class Person
{
public:
    Person(string name, int age)
    {
        this->m_Name = name;
        this->m_Age = age;
    }
    string m_Name;
    int m_Age;
};
class comparePerson
{
public:
    bool operator()(const Person& p1, const Person &p2)
    {
        //按照年龄进行排序  降序
        return p1.m_Age > p2.m_Age;
    }
};
void test01()
{
    set<Person, comparePerson> s;
    Person p1("刘备", 23);
    Person p2("关羽", 27);
    Person p3("张飞", 25);
    Person p4("赵云", 21);

    s.insert(p1);
```

```
    s.insert(p2);
    s.insert(p3);
    s.insert(p4);
    s.insert(Person("Mike", 17));
    for (set<Person, comparePerson>::iterator it = s.begin(); it != s.end();
it++)
    {
        cout << "姓名:  " << it->m_Name << " 年龄:  " << it->m_Age << endl;
    }
}
int main() {
    test01();
    system("pause");
    return 0;
}
```

总结:

对于自定义数据类型，set必须指定排序规则才可以插入数据

3.9 map/ multimap容器

3.9.1 map基本概念

简介:

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

本质:

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

优点:

- 可以根据key值快速找到value值

map和multimap**区别**:

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

3.9.2 map构造和赋值

功能描述:

- 对map容器进行构造和赋值操作

函数原型:

构造:

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

赋值:

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

示例：

```
#include <map>

void printMap(map<int,int>&m)
{
    for (map<int, int>::iterator it = m.begin(); it != m.end(); it++)
    {
        cout << "key = " << it->first << " value = " << it->second << endl;
    }
    cout << endl;
}
void test01()
{
    map<int,int>m; //默认构造
    m.insert(pair<int, int>(1, 10));
    m.insert(pair<int, int>(2, 20));
    m.insert(pair<int, int>(3, 30));
    printMap(m);

    map<int, int>m2(m); //拷贝构造
    printMap(m2);

    map<int, int>m3;
    m3 = m2; //赋值
    printMap(m3);
}

int main() {
    test01();
    system("pause");
    return 0;
}
```

总结：map中所有元素都是成对出现，插入数据时候要使用对组

3.9.3 map大小和交换

功能描述：

- 统计map容器大小以及交换map容器

函数原型：

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

示例：

```
#include <map>

void printMap(map<int,int>&m)
{
    for (map<int, int>::iterator it = m.begin(); it != m.end(); it++)
    {
```

```
        cout << "key = " << it->first << " value = " << it->second << endl;
    }
    cout << endl;
}

void test01()
{
    map<int, int>m;
    m.insert(pair<int, int>(1, 10));
    m.insert(pair<int, int>(2, 20));
    m.insert(pair<int, int>(3, 30));

    if (m.empty())
    {
        cout << "m为空" << endl;
    }
    else
    {
        cout << "m不为空" << endl;
        cout << "m的大小为：  " << m.size() << endl;
    }
}


//交换
void test02()
{
    map<int, int>m;
    m.insert(pair<int, int>(1, 10));
    m.insert(pair<int, int>(2, 20));
    m.insert(pair<int, int>(3, 30));

    map<int, int>m2;
    m2.insert(pair<int, int>(4, 100));
    m2.insert(pair<int, int>(5, 200));
    m2.insert(pair<int, int>(6, 300));

    cout << "交换前" << endl;
    printMap(m);
    printMap(m2);

    cout << "交换后" << endl;
    m.swap(m2);
    printMap(m);
    printMap(m2);
}
int main() {
    test01();
    test02();
    system("pause");
    return 0;
}
```

总结：

- 统计大小 --- size

- 判断是否为空 --- empty
- 交换容器 --- swap

3.9.4 map插入和删除

功能描述：

- map容器进行插入数据和删除数据

函数原型：

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

m.insert(make_pair(2, 20));

示例：

```
#include <map>

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

void test01()
{
    //插入
    map<int, int> m;
    //第一种插入方式
    m.insert(pair<int, int>(1, 10));
    //第二种插入方式
    m.insert(make_pair(2, 20));
    //第三种插入方式
    m.insert(map<int, int>::value_type(3, 30));
    //第四种插入方式
    m[4] = 40;
    printMap(m);

    //删除
    m.erase(m.begin());
    printMap(m);

    m.erase(3);
    printMap(m);

    //清空
    m.erase(m.begin(),m.end());
    m.clear();
```

```
    printMap(m);
}

int main() {
    test01();
    system("pause");
    return 0;
}
```

总结：

- map插入方式很多，记住其一即可

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

3.9.5 map查找和统计

功能描述：

- 对map容器进行查找数据以及统计数据

函数原型：

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

示例：

```
#include <map>

//查找和统计
void test01()
{
    map<int, int>m;
    m.insert(pair<int, int>(1, 10));
    m.insert(pair<int, int>(2, 20));
    m.insert(pair<int, int>(3, 30));
    //查找
    map<int, int>::iterator pos = m.find(3);
    if (pos != m.end())
    {
        cout << "找到了元素 key = " << (*pos).first << " value = " << (*pos).second << endl;
    }
    else
    {
        cout << "未找到元素" << endl;
    }
    //统计
    int num = m.count(3);
    cout << "num = " << num << endl;
}
int main() {
    test01();
```

```
    system("pause");
    return 0;
}
```

总结：

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

3.9.6 map容器排序

学习目标：

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

主要技术点：

- 利用仿函数，可以改变排序规则

示例：

```
#include <map>

class MyCompare {
public:
    bool operator()(int v1, int v2) {
        return v1 > v2;
    }
};

void test01()
{
    //默认从小到大排序
    //利用仿函数实现从大到小排序
    map<int, int, MyCompare> m;

    m.insert(make_pair(1, 10));
    m.insert(make_pair(2, 20));
    m.insert(make_pair(3, 30));
    m.insert(make_pair(4, 40));
    m.insert(make_pair(5, 50));

    for (map<int, int, MyCompare>::iterator it = m.begin(); it != m.end(); it++) {
        cout << "key:" << it->first << " value:" << it->second << endl;
    }
}
int main() {
    test01();
    system("pause");
    return 0;
}
```

总结：

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

3.10 案例-员工分组

3.10.1 案例描述

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

3.10.2 实现步骤

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

案例代码：

```
#include<iostream>
using namespace std;
#include <vector>
#include <string>
#include <map>
#include <ctime>

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

#define CEHUA  0
#define MEISHU 1
#define YANFA  2

class Worker
{
public:
    string m_Name;
    int m_Salary;
};

void createWorker(vector<Worker>&v)
{
    string nameSeed = "ABCDEFGHIJ";
    for (int i = 0; i < 10; i++)
    {
        Worker worker;
        worker.m_Name = "员工";
        worker.m_Name += nameSeed[i];
```

```
        worker.m_Salary = rand() % 10000 + 10000; // 10000 ~ 19999
        //将员工放入到容器中
        v.push_back(worker);
    }
}

//员工分组
void setGroup(vector<Worker>&v,multimap<int,Worker>&m)
{
    for (vector<Worker>::iterator it = v.begin(); it != v.end(); it++)
    {
        //产生随机部门编号
        int deptId = rand() % 3; // 0 1 2

        //将员工插入到分组中
        //key部门编号，value具体员工
        m.insert(make_pair(deptId, *it));
    }
}

void showWorkerByGourp(multimap<int,Worker>&m)
{
    // 0  A  B  C   1  D  E   2  F G ...
    cout << "策划部门：" << endl;

    multimap<int,Worker>::iterator pos = m.find(CEHUA);
    int count = m.count(CEHUA); // 统计具体人数
    int index = 0;
    for (; pos != m.end() && index < count; pos++ , index++)
    {
        cout << "姓名：  " << pos->second.m_Name << " 工资：  " << pos->second.m_Salary << endl;
    }

    cout << "----------------------" << endl;
    cout << "美术部门：  " << endl;
    pos = m.find(MEISHU);
    count = m.count(MEISHU); // 统计具体人数
    index = 0;
    for (; pos != m.end() && index < count; pos++, index++)
    {
        cout << "姓名：  " << pos->second.m_Name << " 工资：  " << pos->second.m_Salary << endl;
    }

    cout << "----------------------" << endl;
    cout << "研发部门：  " << endl;
    pos = m.find(YANFA);
    count = m.count(YANFA); // 统计具体人数
    index = 0;
    for (; pos != m.end() && index < count; pos++, index++)
    {
        cout << "姓名：  " << pos->second.m_Name << " 工资：  " << pos->second.m_Salary << endl;
```

```
    }

}

int main() {
    srand((unsigned int)time(NULL));
    //1、创建员工
    vector<Worker>vWorker;
    createWorker(vWorker);
    //2、员工分组
    multimap<int, Worker>mWorker;
    setGroup(vWorker, mWorker);
    //3、分组显示员工
    showWorkerByGourp(mWorker);
    ////测试
    //for (vector<Worker>::iterator it = vWorker.begin(); it != vWorker.end(); it++)
    //{
    //  cout << "姓名：  " << it->m_Name << " 工资：  " << it->m_Salary << endl;
    //}
    system("pause");
    return 0;
}
```

总结：

- 当数据以键值对形式存在，可以考虑用map 或 multimap

4、STL-函数对象

4.1、函数对象

4.1.1、函数对象概念

概念：

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

本质：函数对象（仿函数）是一个类，不是一个函数

4.1.2、函数对象使用

特点：

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

```
#include <string>

//1、函数对象在使用时，可以像普通函数那样调用，可以有参数，可以有返回值
class MyAdd
{
public :
```

```
    int operator()(int v1,int v2)
    {
        return v1 + v2;
    }
};
void test01()
{
    MyAdd myAdd;
    cout << myAdd(10, 10) << endl;
}
//2、函数对象可以有自己的状态
class MyPrint
{
public:
    MyPrint()
    {
        count = 0;
    }
    void operator()(string test)
    {
        cout << test << endl;
        count++; //统计使用次数
    }
    int count; //内部自己的状态
};
void test02()
{
    MyPrint myPrint;
    myPrint("hello world");
    myPrint("hello world");
    myPrint("hello world");
    cout << "myPrint调用次数为： " << myPrint.count << endl;
}
//3、函数对象可以作为参数传递
void doPrint(MyPrint &mp , string test)
{
    mp(test);
}
void test03()
{
    MyPrint myPrint;
    doPrint(myPrint, "Hello C++");
}
int main() {
    //test01();
    //test02();
    test03();
    system("pause");
    return 0;
}
```

总结：

- 仿函数写法非常灵活，可以作为参数进行传递。

4.2、谓词

4.2.1、谓词概念

概念:

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

4.2.2、一元谓词

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

//1.一元谓词
struct GreaterFive{
    bool operator()(int val) {
        return val > 5;
    }
};
void test01() {
    vector<int> v;
    for (int i = 0; i < 10; i++)
    {
        v.push_back(i);
    }
    vector<int>::iterator it = find_if(v.begin(), v.end(), GreaterFive());
    if (it == v.end()) {
        cout << "没找到!" << endl;
    }
    else {
        cout << "找到:" << *it << endl;
    }
}
int main() {
    test01();
    system("pause");
    return 0;
}
```

4.2.3、二元谓词

```
#include <vector>
#include <algorithm>
//二元谓词
class MyCompare
{
public:
    bool operator()(int num1, int num2)
    {
        return num1 > num2;
    }
};
```

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

    //默认从小到大
    sort(v.begin(), v.end());
    for (vector<int>::iterator it = v.begin(); it != v.end(); it++)
    {
        cout << *it << " ";
    }
    cout << endl;
    cout << "----------------------------" << endl;
    //使用函数对象改变算法策略，排序从大到小
    sort(v.begin(), v.end(), MyCompare());
    for (vector<int>::iterator it = v.begin(); it != v.end(); it++)
    {
        cout << *it << " ";
    }
    cout << endl;
}
int main() {
    test01();
    system("pause");
    return 0;
}
```

4.3、内建函数对象

4.3.1、内建函数对象意义

概念:

- STL内建了一些函数对象

分类:

- 算术仿函数
- 关系仿函数
- 逻辑仿函数

用法:

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

4.3.2、算符仿函数

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

```
#include <functional>
//negate
void test01()
{
    negate<int> n;
    cout << n(50) << endl;
}
//plus
void test02()
{
    plus<int> p;
    cout << p(10, 20) << endl;
}
int main() {
    test01();
    test02();
    system("pause");
    return 0;
}
```

4.3.3 关系仿函数

功能描述：

- 实现关系对比

仿函数原型：

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

示例：

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

```cpp
#include <algorithm>

class MyCompare
{
public:
    bool operator()(int v1,int v2)
    {
        return v1 > v2;
    }
};
void test01()
{
    vector<int> v;

    v.push_back(10);
    v.push_back(30);
    v.push_back(50);
    v.push_back(40);
    v.push_back(20);

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

    //自己实现仿函数
    //sort(v.begin(), v.end(), MyCompare());
    //STL内建仿函数  大于仿函数
    sort(v.begin(), v.end(), greater<int>());

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

int main() {
    test01();
    system("pause");
    return 0;
}
```

总结：关系仿函数中最常用的就是greater<>大于

4.3.4 逻辑仿函数

功能描述：

- 实现逻辑运算

函数原型：

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

示例：

```
#include <vector>
#include <functional>
#include <algorithm>
void test01()
{
    vector<bool> v;
    v.push_back(true);
    v.push_back(false);
    v.push_back(true);
    v.push_back(false);

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

    //逻辑非  将v容器搬运到v2中，并执行逻辑非运算
    vector<bool> v2;
    v2.resize(v.size());
    transform(v.begin(), v.end(),  v2.begin(), logical_not<bool>());b
    for (vector<bool>::iterator it = v2.begin(); it != v2.end(); it++)
    {
        cout << *it << " ";
    }
    cout << endl;
}

int main() {
    test01();
    system("pause");
    return 0;
}
```

总结：逻辑仿函数实际应用较少，了解即可

5、STL常用算法

概述：

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

5.1 常用遍历算法

学习目标：

- 掌握常用的遍历算法

算法简介：

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

5.1.1 for_each

功能描述：

- 实现遍历容器

函数原型：

- `for_each(iterator beg, iterator end, _func);`

  // 遍历算法 遍历容器元素

  // beg 开始迭代器

  // end 结束迭代器

  // _func 函数或者函数对象（仿函数）,可以是用类名创建的匿名对象如Func()

示例：

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

//普通函数
void print01(int val)
{
    cout << val << " ";
}
//函数对象
class print02
{
 public:
    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(), print02());
```

```
    cout << endl;
}
int main() {
    test01();
    system("pause");
    return 0;
}
```

总结：for_each在实际开发中是最常用遍历算法，需要熟练掌握

5.1.2 transform

功能描述：

- 搬运容器到另一个容器中

函数原型：

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

//beg1 源容器开始迭代器

//end1 源容器结束迭代器

//beg2 目标容器开始迭代器

//_func 函数或者函数对象

```
vector<int>vTarget; //目标容器
vTarget.resize(v.size()); // 目标容器需要提前开辟空间
transform(v.begin(), v.end(), vTarget.begin(), TransForm());
```

示例：

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

//常用遍历算法  搬运 transform
class TransForm
{
public:
    int operator()(int val)
    {
        return val;
    }
};
class MyPrint
{
public:
    void operator()(int val)
    {
        cout << val << " ";
    }
};
void test01()
{
    vector<int>v;
```

```
    for (int i = 0; i < 10; i++)
    {
        v.push_back(i);
    }
    vector<int>vTarget; //目标容器
    vTarget.resize(v.size()); // 目标容器需要提前开辟空间
    transform(v.begin(), v.end(), vTarget.begin(), TransForm());
    for_each(vTarget.begin(), vTarget.end(), MyPrint());
}
int main() {
    test01();
    system("pause");
    return 0;
}
```

总结： 搬运的目标容器必须要提前开辟空间，否则无法正常搬运

5.2 常用查找算法

学习目标：

- 掌握常用的查找算法

算法简介：

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

5.2.1 find

功能描述：

- 查找指定元素，找到返回指定元素的迭代器，找不到返回结束迭代器end()

函数原型：

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

  // 按值查找元素，找到返回指定位置迭代器，找不到返回结束迭代器位置

  // beg 开始迭代器

  // end 结束迭代器

  // value 查找的元素

示例：

```
#include <algorithm>
#include <vector>
#include <string>
void test01() {

    vector<int> v;
    for (int i = 0; i < 10; i++) {
```

```
        v.push_back(i + 1);
    }
    //查找容器中是否有 5 这个元素
    vector<int>::iterator it = find(v.begin(), v.end(), 5);
    if (it == v.end())
    {
        cout << "没有找到!" << endl;
    }
    else
    {
        cout << "找到:" << *it << endl;
    }
}

class Person {
public:
    Person(string name, int age)
    {
        this->m_Name = name;
        this->m_Age = age;
    }
    //重载==
    bool operator==(const Person& p)
    {
        if (this->m_Name == p.m_Name && this->m_Age == p.m_Age)
        {
            return true;
        }
        return false;
    }

public:
    string m_Name;
    int m_Age;
};

void test02() {

    vector<Person> v;

    //创建数据
    Person p1("aaa", 10);
    Person p2("bbb", 20);
    Person p3("ccc", 30);
    Person p4("ddd", 40);

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

    vector<Person>::iterator it = find(v.begin(), v.end(), p2);
    if (it == v.end())
    {
        cout << "没有找到!" << endl;
```

```
    }
    else
    {
        cout << "找到姓名:" << it->m_Name << " 年龄: " << it->m_Age << endl;
    }
}
```

总结： 利用find可以在容器中找指定的元素，返回值是迭代器

5.2.2 find_if

功能描述：

- 按条件查找元素

函数原型：

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

  // 按值查找元素，找到返回指定位置迭代器，找不到返回结束迭代器位置

  // beg 开始迭代器

  // end 结束迭代器

  // _Pred 函数或者谓词（返回bool类型的仿函数）

只返回第一个找到的元素迭代器

示例：

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

//内置数据类型
class GreaterFive
{
public:
    bool operator()(int val)
    {
        return val > 5;
    }
};

void test01() {

    vector<int> v;
    for (int i = 0; i < 10; i++) {
        v.push_back(i + 1);
    }

    vector<int>::iterator it = find_if(v.begin(), v.end(), GreaterFive());
    if (it == v.end()) {
        cout << "没有找到!" << endl;
    }
    else {
        cout << "找到大于5的数字:" << *it << endl;
    }
```

```cpp
}

//自定义数据类型
class Person {
public:
    Person(string name, int age)
    {
        this->m_Name = name;
        this->m_Age = age;
    }
public:
    string m_Name;
    int m_Age;
};

class Greater20
{
public:
    bool operator()(Person &p)
    {
        return p.m_Age > 20;
    }

};

void test02() {
    vector<Person> v;

    //创建数据
    Person p1("aaa", 10);
    Person p2("bbb", 20);
    Person p3("ccc", 30);
    Person p4("ddd", 40);

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

    vector<Person>::iterator it = find_if(v.begin(), v.end(), Greater20());
    if (it == v.end())
    {
        cout << "没有找到!" << endl;
    }
    else
    {
        cout << "找到姓名:" << it->m_Name << " 年龄: " << it->m_Age << endl;
    }
}

int main() {
    //test01();
    test02();
    system("pause");
    return 0;
```

```
}
```

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

5.2.3 adjacent_find

功能描述：

- 查找相邻重复元素

函数原型：

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

  // 查找相邻重复元素,返回相邻元素的第一个位置的迭代器

  // beg 开始迭代器

  // end 结束迭代器

  只会返回第一个相邻元素

示例：

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

void test01()
{
    vector<int> v;
    v.push_back(1);
    v.push_back(2);
    v.push_back(5);
    v.push_back(2);
    v.push_back(4);
    v.push_back(4);
    v.push_back(3);

    //查找相邻重复元素
    vector<int>::iterator it = adjacent_find(v.begin(), v.end());
    if (it == v.end()) {
        cout << "找不到!" << endl;
    }
    else {
        cout << "找到相邻重复元素为:" << *it << endl;
    }
}
```

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

5.2.4 binary_search

功能描述：

- 查找指定元素是否存在

函数原型：

- `bool binary_search(iterator beg, iterator end, value);`

// 查找指定的元素，查到 返回true 否则false

// 注意: 在无序序列中不可用

// beg 开始迭代器

// end 结束迭代器

// value 查找的元素

示例：

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

void test01()
{
    vector<int>v;

    for (int i = 0; i < 10; i++)
    {
        v.push_back(i);
    }
    //二分查找
    bool ret = binary_search(v.begin(), v.end(),2);
    if (ret)
    {
        cout << "找到了" << endl;
    }
    else
    {
        cout << "未找到" << endl;
    }
}
int main() {
    test01();
    system("pause");
    return 0;
}
```

总结：二分查找法查找效率很高，值得注意的是查找的容器中元素必须的有序序列

5.2.5 count

功能描述：

- 统计元素个数

函数原型：

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

  // 统计元素出现次数

  // beg 开始迭代器

  // end 结束迭代器

  // value 统计的元素

示例：

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

//内置数据类型
void test01()
{
    vector<int> v;
    v.push_back(1);
    v.push_back(2);
    v.push_back(4);
    v.push_back(5);
    v.push_back(3);
    v.push_back(4);
    v.push_back(4);
    int num = count(v.begin(), v.end(), 4);
    cout << "4的个数为：  " << num << endl;
}
//自定义数据类型
class Person
{
public:
    Person(string name, int age)
    {
        this->m_Name = name;
        this->m_Age = age;
    }
    bool operator==(const Person & p)
    {
        if (this->m_Age == p.m_Age)
        {
            return true;
        }
        else
        {
            return false;
        }
    }
    string m_Name;
    int m_Age;
};

void test02()
{
    vector<Person> v;

    Person p1("刘备", 35);
    Person p2("关羽", 35);
    Person p3("张飞", 35);
    Person p4("赵云", 30);
    Person p5("曹操", 25);

    v.push_back(p1);
    v.push_back(p2);
    v.push_back(p3);
    v.push_back(p4);
```

```
    v.push_back(p5);

    Person p("诸葛亮",35);

    int num = count(v.begin(), v.end(), p);
    cout << "num = " << num << endl;
}
int main() {
    //test01();
    test02();
    system("pause");
    return 0;
}
```

总结： 统计自定义数据类型时候，需要配合重载 `operator==`

5.2.6 count_if

功能描述：

- 按条件统计元素个数

函数原型：

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

  // 按条件统计元素出现次数

  // beg 开始迭代器

  // end 结束迭代器

  // _Pred 谓词

重载==在数据类型的类中写即可

重载（）需要另外写一个类

示例：

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

class Greater4
{
public:
    bool operator()(int val)
    {
        return val >= 4;
    }
};
//内置数据类型
void test01()
{
    vector<int> v;
    v.push_back(1);
    v.push_back(2);
    v.push_back(4);
    v.push_back(5);
```

```
    v.push_back(3);
    v.push_back(4);
    v.push_back(4);

    int num = count_if(v.begin(), v.end(), Greater4());
    cout << "大于4的个数为：  " << num << endl;
}

//自定义数据类型
class Person
{
public:
    Person(string name, int age)
    {
        this->m_Name = name;
        this->m_Age = age;
    }
    string m_Name;
    int m_Age;
};
class AgeLess35
{
public:
    bool operator()(const Person &p)
    {
        return p.m_Age < 35;
    }
};
void test02()
{
    vector<Person> v;

    Person p1("刘备", 35);
    Person p2("关羽", 35);
    Person p3("张飞", 35);
    Person p4("赵云", 30);
    Person p5("曹操", 25);

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

    int num = count_if(v.begin(), v.end(), AgeLess35());
    cout << "小于35岁的个数：" << num << endl;
}


int main() {
    //test01();
    test02();
    system("pause");
    return 0;
}
```

总结：按值统计用count，按条件统计用count_if

5.3 常用排序算法

学习目标：

- 掌握常用的排序算法

算法简介：

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

5.3.1 sort

功能描述：

- 对容器内元素进行排序

函数原型：

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

  // 按值查找元素，找到返回指定位置迭代器，找不到返回结束迭代器位置

  // beg　开始迭代器

  // end　结束迭代器

  // _Pred 谓词

示例：

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

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

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

    //sort默认从小到大排序
    sort(v.begin(), v.end());
    for_each(v.begin(), v.end(), myPrint);
    cout << endl;

    //从大到小排序
    sort(v.begin(), v.end(), greater<int>());
    for_each(v.begin(), v.end(), myPrint);
```

```
    cout << endl;
}

int main() {
    test01();
    system("pause");
    return 0;
}
```

总结：sort属于开发中最常用的算法之一，需熟练掌握

5.3.2 random_shuffle

功能描述：

- 洗牌 指定范围内的元素随机调整次序

函数原型：

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

  // 指定范围内的元素随机调整次序

  // beg 开始迭代器

  // end 结束迭代器

  加随机数种子，保证每次的随机结果都不一样

  srand((unsigned int)time(NULL));

示例：

```
#include <algorithm>
#include <vector>
#include <ctime>

class myPrint
{
public:
    void operator()(int val)
    {
        cout << val << " ";
    }
};

void test01()
{
    srand((unsigned int)time(NULL));
    vector<int> v;
    for(int i = 0 ; i < 10;i++)
    {
        v.push_back(i);
    }
    for_each(v.begin(), v.end(), myPrint());
    cout << endl;

    //打乱顺序
    random_shuffle(v.begin(), v.end());
```

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

int main() {
    test01();
    system("pause");
    return 0;
}
```

总结：random_shuffle洗牌算法比较实用，使用时记得加随机数种子

5.3.3 merge

功能描述：

- 两个容器元素合并，并存储到另一容器中

函数原型：

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

  // 容器元素合并，并存储到另一容器中

  // 注意: 两个容器必须是有序的

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

  目标容器必须提前开辟空间，合并的两个容器必须是有序的且顺序必须相同

  ```
      vector<int> vtarget;
      //目标容器需要提前开辟空间
      vtarget.resize(v1.size() + v2.size());
  ```

示例：

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

class myPrint
{
public:
    void operator()(int val)
    {
        cout << val << " ";
    }
};

void test01()
{
    vector<int> v1;
    vector<int> v2;
```

```
    for (int i = 0; i < 10 ; i++)
    {
        v1.push_back(i);
        v2.push_back(i + 1);
    }
    vector<int> vtarget;
    //目标容器需要提前开辟空间
    vtarget.resize(v1.size() + v2.size());
    //合并  需要两个有序序列
    merge(v1.begin(), v1.end(), v2.begin(), v2.end(), vtarget.begin());
    for_each(vtarget.begin(), vtarget.end(), myPrint());
    cout << endl;
}
int main() {
    test01();
    system("pause");
    return 0;
}
```

总结：merge合并的两个容器必须的有序序列

5.3.4 reverse

功能描述：

- 将容器内元素进行反转

函数原型：

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

  // 反转指定范围的元素

  // beg 开始迭代器

  // end 结束迭代器

示例：

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

class myPrint
{
public:
    void operator()(int val)
    {
        cout << val << " ";
    }
};
void test01()
{
    vector<int> v;
    v.push_back(10);
    v.push_back(30);
    v.push_back(50);
    v.push_back(20);
    v.push_back(40);
```

```
    cout << "反转前： " << endl;
    for_each(v.begin(), v.end(), myPrint());
    cout << endl;
    cout << "反转后： " << endl;
    reverse(v.begin(), v.end());
    for_each(v.begin(), v.end(), myPrint());
    cout << endl;
}
int main() {
    test01();
    system("pause");
    return 0;
}
```

总结：reverse反转区间内元素，面试题可能涉及到

5.4 常用拷贝和替换算法

学习目标：

- 掌握常用的拷贝和替换算法

算法简介：

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

5.4.1 copy

功能描述：

- 容器内指定范围的元素拷贝到另一容器中

函数原型：

- `copy(iterator beg, iterator end, iterator dest);`

  // 按值查找元素，找到返回指定位置迭代器，找不到返回结束迭代器位置

  // beg 开始迭代器

  // end 结束迭代器

  // dest 目标起始迭代器

示例：

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

class myPrint
{
public:
    void operator()(int val)
    {
        cout << val << " ";
    }
```

```
};

void test01()
{
    vector<int> v1;
    for (int i = 0; i < 10; i++) {
        v1.push_back(i + 1);
    }
    vector<int> v2;
    v2.resize(v1.size());
    copy(v1.begin(), v1.end(), v2.begin());
    for_each(v2.begin(), v2.end(), myPrint());
    cout << endl;
}
int main() {
    test01();
    system("pause");
    return 0;
}
```

总结：利用copy算法在拷贝时，目标容器记得提前开辟空间

5.4.2 replace

功能描述：

- 将容器内指定范围的旧元素修改为新元素

函数原型：

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

  // 将区间内旧元素 替换成 新元素

  // beg 开始迭代器

  // end 结束迭代器

  // oldvalue 旧元素

  // newvalue 新元素

示例：

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

class myPrint
{
public:
    void operator()(int val)
    {
        cout << val << " ";
    }
};

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

```
    v.push_back(20);
    v.push_back(30);
    v.push_back(20);
    v.push_back(40);
    v.push_back(50);
    v.push_back(10);
    v.push_back(20);
    cout << "替换前：" << endl;
    for_each(v.begin(), v.end(), myPrint());
    cout << endl;
    //将容器中的20 替换成 2000
    cout << "替换后：" << endl;
    replace(v.begin(), v.end(), 20,2000);
    for_each(v.begin(), v.end(), myPrint());
    cout << endl;
}
int main() {
    test01();
    system("pause");
    return 0;
}
```

自定义对象replace

```
#include<iostream>
#include <algorithm>
#include <vector>
using namespace std;

class Person {
public:
    Person(string name,int age) {
        this->name = name;
        this->age = age;
    }
    Person(const Person& p) {
        this->name = p.name;
        this->age = p.age;
    }
    bool operator==(const Person& p) {
        if (this->age == p.age&&this->name==p.name) {
            return true;
        }
        else return false;
    }
    string name;
    int age;
};
int main() {
    vector<Person> vec;
    vec.push_back(Person("张飞",28));
    vec.push_back(Person("赵云", 23));
    vec.push_back(Person("马超", 23));
    vec.push_back(Person("诸葛亮", 20));
    vec.push_back(Person("黄忠", 30));
```

```
    replace(vec.begin(), vec.end(), Person("黄忠", 23), Person("黄忠", 40));
    for (auto it = vec.begin(); it != vec.end(); it++) {
        cout << "name:" << it->name << "    age:" << it->age << endl;
    }
    return 0;
}
```

总结：replace会替换区间内满足条件的元素

5.4.3 replace_if

功能描述:

- 将区间内满足条件的元素，替换成指定元素

函数原型:

- `replace_if(iterator beg, iterator end, _pred, newvalue);`

  // 按条件替换元素，满足条件的替换成指定元素

  // beg 开始迭代器

  // end 结束迭代器

  // _pred 谓词

  // newvalue 替换的新元素

示例:

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

class myPrint
{
public:
    void operator()(int val)
    {
        cout << val << " ";
    }
};
class ReplaceGreater30
{
public:
    bool operator()(int val)
    {
        return val >= 30;
    }

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

```
    v.push_back(10);
    v.push_back(20);

    cout << "替换前：" << endl;
    for_each(v.begin(), v.end(), myPrint());
    cout << endl;
    //将容器中大于等于的30 替换成 3000
    cout << "替换后：" << endl;
    replace_if(v.begin(), v.end(), ReplaceGreater30(), 3000);
    for_each(v.begin(), v.end(), myPrint());
    cout << endl;
}
int main() {
    test01();
    system("pause");
    return 0;
}
```

总结：replace_if按条件查找，可以利用仿函数灵活筛选满足的条件

5.4.4 swap

功能描述：

- 互换两个容器的元素

函数原型：

- `swap(container c1, container c2);`

  // 互换两个容器的元素

  // c1容器1

  // c2容器2

示例：

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

class myPrint
{
public:
    void operator()(int val)
    {
        cout << val << " ";
    }
};
void test01()
{
    vector<int> v1;
    vector<int> v2;
    for (int i = 0; i < 10; i++) {
        v1.push_back(i);
        v2.push_back(i+100);
    }
    cout << "交换前：  " << endl;
```

```
    for_each(v1.begin(), v1.end(), myPrint());
    cout << endl;
    for_each(v2.begin(), v2.end(), myPrint());
    cout << endl;

    cout << "交换后： " << endl;
    swap(v1, v2);
    for_each(v1.begin(), v1.end(), myPrint());
    cout << endl;
    for_each(v2.begin(), v2.end(), myPrint());
    cout << endl;
}
int main() {
    test01();
    system("pause");
    return 0;
}
```

总结：swap交换容器时，注意交换的容器要同种类型

5.5 常用算术生成算法

学习目标：

- 掌握常用的算术生成算法

注意：

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

算法简介：

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

5.5.1 accumulate

功能描述：

- 计算区间内 容器元素累计总和

函数原型：

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

  // 计算容器元素累计总和

  // beg 开始迭代器

  // end 结束迭代器

  // value 起始值

示例：

```
#include <numeric>
#include <vector>
void test01()
{
    vector<int> v;
```

```
    for (int i = 0; i <= 100; i++) {
        v.push_back(i);
    }
    int total = accumulate(v.begin(), v.end(), 0);
    cout << "total = " << total << endl;
}
int main() {
    test01();
    system("pause");
    return 0;
}
```

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

5.5.2 fill

功能描述：

- 向容器中填充指定的元素

函数原型：

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

  // 向容器中填充元素

  // beg 开始迭代器

  // end 结束迭代器

  // value 填充的值

示例：

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

class myPrint
{
public:
    void operator()(int val)
    {
        cout << val << " ";
    }
};

void test01()
{
    vector<int> v;
    v.resize(10);
    //填充
    fill(v.begin(), v.end(), 100);
    for_each(v.begin(), v.end(), myPrint());
    cout << endl;
}
int main() {
    test01();
    system("pause");
```

```
    return 0;
}
```

总结：利用fill可以将容器区间内元素填充为 指定的值

5.6 常用集合算法

学习目标：

- 掌握常用的集合算法

算法简介：

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

5.6.1 set_intersection

功能描述：

- 求两个容器的交集

函数原型：

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

  // 求两个集合的交集

  // 注意:两个集合必须是有序序列

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

示例：

itEnd并不等于VTarget.end(),itEnd是交集最后一个迭代器，并不一定是VTarget的最后一个，因为VTarget的size开辟的空间不会被全部填满，除非一个集合是另一个的子集

```
vector<int>::iterator itEnd =
        set_intersection(v1.begin(), v1.end(), v2.begin(), v2.end(), vTarget.begin());
```

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

class myPrint
{
public:
    void operator()(int val)
    {
        cout << val << " ";
    }
};
```

```cpp

void test01()
{
    vector<int> v1;
    vector<int> v2;
    for (int i = 0; i < 10; i++)
    {
        v1.push_back(i);
        v2.push_back(i+5);
    }
    vector<int> vTarget;
    //取两个里面较小的值给目标容器开辟空间
    vTarget.resize(min(v1.size(), v2.size()));
    //返回目标容器的最后一个元素的迭代器地址
    vector<int>::iterator itEnd =
        set_intersection(v1.begin(), v1.end(), v2.begin(), v2.end(),
vTarget.begin());
    for_each(vTarget.begin(), itEnd, myPrint());
    cout << endl;
}
int main() {
    test01();
    system("pause");
    return 0;
}
```

总结:

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

5.6.2 set_union

功能描述:

- 求两个集合的并集

函数原型:

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

  // 求两个集合的并集

  // **注意:两个集合必须是有序序列**

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

示例:

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

```

```
class myPrint
{
public:
    void operator()(int val)
    {
        cout << val << " ";
    }
};

void test01()
{
    vector<int> v1;
    vector<int> v2;
    for (int i = 0; i < 10; i++) {
        v1.push_back(i);
        v2.push_back(i+5);
    }

    vector<int> vTarget;
    //取两个容器的和给目标容器开辟空间
    vTarget.resize(v1.size() + v2.size())
    //返回目标容器的最后一个元素的迭代器地址
    vector<int>::iterator itEnd =
        set_union(v1.begin(), v1.end(), v2.begin(), v2.end(),
vTarget.begin());
    for_each(vTarget.begin(), itEnd, myPrint());
    cout << endl;
}
int main() {
    test01();
    system("pause");
    return 0;
}
```

总结:

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

5.6.3 set_difference

功能描述:

- 求两个集合的差集

函数原型:

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

  // 求两个集合的差集

  // **注意:两个集合必须是有序序列**

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

示例：

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

class myPrint
{
public:
    void operator()(int val)
    {
        cout << val << " ";
    }
};

void test01()
{
    vector<int> v1;
    vector<int> v2;
    for (int i = 0; i < 10; i++) {
        v1.push_back(i);
        v2.push_back(i+5);
    }

    vector<int> vTarget;
    //取两个里面较大的值给目标容器开辟空间
    vTarget.resize( max(v1.size() , v2.size()));

    //返回目标容器的最后一个元素的迭代器地址
    cout << "v1与v2的差集为：  " << endl;
    vector<int>::iterator itEnd =
        set_difference(v1.begin(), v1.end(), v2.begin(), v2.end(),
vTarget.begin());
    for_each(vTarget.begin(), itEnd, myPrint());
    cout << endl;

    cout << "v2与v1的差集为：  " << endl;
    itEnd = set_difference(v2.begin(), v2.end(), v1.begin(), v1.end(),
vTarget.begin());
    for_each(vTarget.begin(), itEnd, myPrint());
    cout << endl;
}

int main() {
    test01();
    system("pause");
    return 0;
}
```

总结：

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