



## § 9. 类和对象基础

### 9.1. 类和对象的基本概念

#### 9.1.1. 类的引入

在结构体只包含数据成员的基础上，引入成员函数的概念，使结构体同时拥有数据成员和成员函数

#### 9.1.2. 声明类类型

```
class student {  
    int num;  
    char name[20];  
    char sex;  
    void display()  
    {  
        cout << "num:" << num << endl;  
        cout << "name:" << name << endl;  
        cout << "sex:" << sex << endl;  
    }  
};
```

★ 类类型的使用与结构体的使用方法基本相同

#### § 7. 结构体、枚举及typedef声明新类型

##### 7.2.2. 结构体类型的声明

###### 7.2.2.1. 结构体类型声明的形式

所有“结构体”替换为“类”，均有效

- ★ 结构体成员也称为结构体的数据成员
- ★ 结构体名, 成员名命名规则同变量
- ★ 同一结构体的成员名不能同名, 但可与其它名称 (其它结构体的成员名, 其它变量名等) 相同
- ★ 每个成员的类型可以相同, 也可以不同
- ★ 每个成员的类型既可以是基本数据类型, 也可以是已存在的自定义数据类型
- ★ 每个成员的类型不允许是自身的结构体类型
- ★ 结构体类型的定义既可以放在函数外部, 也可以放在函数内部 (具体见后)
- ★ 结构体类型的大小为所有数据成员的大小的总和, 可以用sizeof(struct 结构体名)计算, 但不占用具体的内存空间 (结构体类型不占空间, 结构体变量占用一段连续的空间)
- ★ C的结构体只能包含数据成员, C++还可以包含函数 (后续模块)

不含成员函数

###### 7.2.2.2. 结构体类型声明与字节对齐

内存对齐的基本概念: 为保证CPU的运算稳定和效率, 要求基本数据类型在内存中的存储地址必须对齐, 即基本数据类型的变量不能简单的存储于内存中的任意地址处, 该变量的起始地址必须是该类型大小的整数倍

结构体的成员对齐:

- ★ 结构体类型的起始地址, 必须是所有数据成员中占最大字节的基本数据类型的整数倍
- ★ 结构体类型的所有数据成员的大小总和, 必须是所有数据成员中占最大字节的基本数据类型的整数倍, 因此可能会有填充字节
- ★ 结构体类型中各数据成员的起始地址, 必须是该类型大小的整数倍, 因此可能会有填充字节



## § 9. 类和对象基础

### 9.1. 类和对象的基本概念

#### 9.1.2. 声明类类型

★ 用sizeof(类名)计算类的大小时，成员函数不占用空间

★ 通过类的**成员访问限定符**(private/public)，可以指定成员的属性是私有(private)或公有(public)，私有不能被外界访问，公有可被外界所访问，由实际应用决定

● 缺省情况下，类的数据成员和成员函数都是私有的，不能被外界所访问，因此是无意义的

● 通常数据成员private, 成员函数public

● 成员访问限定符是限“外部”的访问，类的“内部”不受限定符的限制

★ 在类的定义中，private/public出现的顺序，次数无限制

```
class student {
    public:
        void display()
        {
            cout << "num:" << num << endl;
            cout << "name:" << name << endl;
            cout << "sex:" << sex << endl;
        }
    private:
        int num;
        char name[20];
        char sex;
};
```

class作为一个整体，不必考虑对数据成员的访问在数据成员的定义之前

```
class student {
    private:
        int num;
    public:
        void display()
        {
            cout << "num:" << num << endl;
            cout << "name:" << name << endl;
            cout << "sex:" << sex << endl;
        }
    private:
        char name[20];
        char sex;
};
```

```
class student {
    private:
        int num;
        char name[20];
        char sex;
    public:
        void display()
        {
            cout << "num:" << num << endl;
            cout << "name:" << name << endl;
            cout << "sex:" << sex << endl;
        }
};
```

本例：无论三个数据成员的限定符是什么；无论display函数的限定符是什么；都不影响display函数对三个数据成员的访问



## § 9. 类和对象基础

### 9.1. 类和对象的基本概念

#### 9.1.3. 对象的定义和访问

##### 9.1.3.1. 先定义类，再定义对象

结构体类型  $\xrightarrow{\text{实例化}}$  变量

类  $\xrightarrow{\text{实例化}}$  对象

★ 含义相同，称呼不同

|  |  |
|--|--|
| <pre>class student {<br/>    ...<br/>};<br/>student s1;<br/>student s2[10];<br/>student *s3;</pre> | <pre>struct student {<br/>    ...<br/>};<br/>struct student s1;<br/>struct student s2[10];<br/>struct student *s3;</pre> |
|--|--|

★ 结构体变量/类对象占用实际的内存空间，根据不同类型(静态/动态/全局/局部)在不同区域进行分配

##### 9.1.3.2. 在定义类的同时定义对象

|   |   |
|---|---|
| <pre>class student {<br/>    ...<br/>} s1, s2[10], *s3;<br/>student s4;</pre> | <pre>struct student {<br/>    ...<br/>} s1, s2[10], *s3;<br/>struct student s4;</pre> |
|---|---|

★ 可以再次用9.1.3.1的方法定义新的变量/类对象

##### 9.1.3.3. 直接定义对象(类无名)

|   |  |
|---|--|
| <pre>class {<br/>    ...<br/>} s1, s2[10], *s3;</pre> | <pre>struct {<br/>    ...<br/>} s1, s2[10], *s3;</pre> |
|---|--|

★ 因为结构体/类无名，因此无法再用9.1.3.1的方法进行新的变量/对象定义



## § 9. 类和对象基础

### 9.1. 类和对象的基本概念

#### 9.1.4. 类与结构体的比较

★ 在C++中，结构体也可以加成员函数，能够实现和类完全一样的功能

```
class student {  
    private:  
        int num;  
        char name[20];  
        char sex;  
    public:  
        void display()  
        {  
            cout << "num:" << num << endl;  
            cout << "name:" << name << endl;  
            cout << "sex:" << sex << endl;  
        }  
};
```

替换为struct, 功能完全相同



## § 9. 类和对象基础

### 9.1. 类和对象的基本概念

#### 9.1.4. 类与结构体的比较

- ★ 在C++中，结构体也可以加成员函数，能够实现和类完全一样的功能
- ★ 若不指定成员访问限定符，则struct缺省为public，class缺省为private

|  |   |   |   |
|--|---|---|---|
| <pre>#include &lt;iostream&gt; using namespace std;  struct student {     int num;     char name[20];     char sex;     void display() {         cout &lt;&lt; num &lt;&lt; endl;         cout &lt;&lt; name &lt;&lt; endl;         cout &lt;&lt; sex &lt;&lt; endl;     } };  int main() {     student s1;     s1.num = 1001;     return 0; }</pre> | <pre>#include &lt;iostream&gt; using namespace std;  class student {     int num;     char name[20];     char sex;     void display() {         cout &lt;&lt; num &lt;&lt; endl;         cout &lt;&lt; name &lt;&lt; endl;         cout &lt;&lt; sex &lt;&lt; endl;     } };  int main() {     student s1;     s1.num = 1001;     return 0; }</pre> | <pre>class student {     int num;     char name[20];     char sex;     void display()     {         cout &lt;&lt; num &lt;&lt; endl;         cout &lt;&lt; name &lt;&lt; endl;         cout &lt;&lt; sex &lt;&lt; endl;     } }; 全部是private</pre> | <pre>struct student {     int num;     char name[20];     char sex;     void display()     {         cout &lt;&lt; num &lt;&lt; endl;         cout &lt;&lt; name &lt;&lt; endl;         cout &lt;&lt; sex &lt;&lt; endl;     } }; 全部是public</pre> |
| <pre>全部public, 外界(main)可访问, 与C相比,多成员函数</pre>   | <pre>全部private, 外界(main)不可访问,编译错</pre>  | <pre>class student {     int num;     char name[20];     char sex;     public:     void display()     {         ...     } }; 私有 公有</pre>  | <pre>struct student {     int num;     char name[20];     char sex;     public:     void display()     {         ...     } }; 公有 公有</pre>   |
| <pre>(17,7): error C2248: "student::num": 无法访问 private 成员(在 "student" 类中声明) (5): message : 参见 "student::num" 的声明 (4): message : 参见 "student" 的声明</pre>   |   |   |   |



## § 9. 类和对象基础

### 9.1. 类和对象的基本概念

#### 9.1.5. 对象成员的访问

##### 9.1.5.1. 通过对象名访问对象中的成员

##### 9.1.5.2. 通过指向对象的指针访问对象中成员

##### 9.1.5.3. 通过对象的引用来访问对象中的成员

```
class student {  
    private:  
        int name[20];  
        char sex;  
    public:  
        int num;  
        void display()  
        {  
            ...  
        }  
};
```

类定义

```
int main() ★ 通过对象名访问  
对象中的成员  
{  
    student s1, s2[10];  
    s1.sex = 'm'; ✗  
    s1.num=10001; ✓  
    s1.display(); ✓  
    s2[0].sex = 'f'; ✗  
    s2[0].num=10002; ✓  
    s2[3].display(); ✓  
}
```

①

```
int main() ★ 通过指向对象的指针  
来访问对象中的成员  
{  
    student s1, *s3=&s1;  
    s1.num = 10001; ✓  
    (*s3).num = 10001; ✓  
    s3->num = 10001; ✓  
    s1.display(); ✓  
    (*s3).display(); ✓  
    s3->display(); ✓  
}
```

②

```
int main() ★ 通过对象的引用来  
访问对象中的成员  
{  
    student s1, &s3=s1;  
    s1.num = 10001; ✓  
    s3.num = 10001; ✓  
    s1.display(); ✓  
    s3.display(); ✓  
}
```

③

★ 注意访问权限，只能是public



## § 9. 类和对象基础

### 9.1. 类和对象的基本概念

#### 9.1.5. 对象成员的访问

##### 9.1.5.4. 访问规则

★ 只能访问公有的数据成员和成员函数

★ 数据成员可出现在其基本类型允许出现的任何地方

|  |   |
|--|---|
| <pre>class student {<br/>    private:<br/>        int name[20];<br/>        char sex;<br/>    public:<br/>        int num;<br/>        void display()<br/>        {<br/>            ...<br/>        }<br/>};</pre> | <pre>int i;          student s1;<br/>i=10;          s1.num=10;<br/>k=i+10;        k=s1.num+10;<br/>cout &lt;&lt; i;     cout &lt;&lt; s1.num;<br/>cin &gt;&gt; i;      cin &gt;&gt; s1.num;</pre> |
|--|---|

★ 成员函数的参数传递规则仍为**实参单向传值到形参**（引用仍为别名）



## § 9. 类和对象基础

### 9.1. 类和对象的基本概念

#### 9.1.6. 类的成员函数

##### 9.1.6.1. 成员函数的实现

体内实现：class中给出成员函数的定义及实现过程

```
class student {  
    ...  
    public:  
        void display()  
        {  
            cout<<"num:" <<num <<endl;  
            cout<<"name:"<<name<<endl;  
            cout<<"sex:" <<sex <<endl;  
        }  
};
```

体外实现：class中给出成员函数的定义，class外部(class后)给出成员函数的实现

- ★ 函数实现时需要加**类的作用域限定符**
- ★ 体外实现的函数体，仍然算类的“内部”，不受private/public访问限定符限制!!!

```
class student {  
    public:  
        void display();  
};  
  
void student::display()  
{  
    cout << "num:" <<num <<endl;  
    cout << "name:" <<name <<endl;  
    cout << "sex:" <<sex <<endl;  
}
```





## § 9. 类和对象基础

### 9.1. 类和对象的基本概念

#### 9.1.6. 类的成员函数

##### 9.1.6.2. 成员函数的性质

- ★ 对应类的成员函数(类函数)，一般的普通函数称为全局函数
- ★ 成员函数的定义、实现及调用时参数传递的语法规则与全局函数相同
- ★ 成员函数也受类的**成员访问限定符**的约束，只有**公有**的成员函数可以被外部调用
- ★ 私有和公有的成员函数均可以访问/调用本类的所有数据成员/成员函数，不受private/public的限制  
(再次强调: private/public是用来限制外部对成员的访问)

|   |   |  |
|---|---|--|
| <pre>class test {<br/>    private:<br/>        int a;<br/>        int f1();<br/>    public:<br/>        int b;<br/>        int f2();<br/>        int f3();<br/>};</pre> | <pre>int test::f1()<br/>{<br/>    a=10; ✓<br/>    b=15; ✓<br/>    f2(); ✓<br/>}<br/><br/>int test::f2()<br/>{<br/>    ...<br/>}<br/><br/>int test::f3()<br/>{<br/>    a=20; ✓<br/>    b=25; ✓<br/>    f1(); ✓<br/>}</pre> | <pre>int main()<br/>{<br/>    test t1;<br/><br/>    t1.a=10; ✗<br/>    t1.f1(); ✗<br/>    t1.b=15; ✓<br/>    t1.f2(); ✓<br/>    t1.f3(); ✓<br/>}</pre> |
|---|---|--|



## § 9. 类和对象基础

### 9.1. 类和对象的基本概念

#### 9.1.6. 类的成员函数

##### 9.1.6.2. 成员函数的性质

★ 全局函数与成员函数可以同名，按照低层屏蔽高层的原则进行，也可以通过**全局作用域符 (:: 级别最高)**强制访问高层

|   |   |  |
|---|---|--|
| <pre>class test {<br/>    ...<br/>    public:<br/>        int fun();<br/>        int f1();<br/>};<br/><br/>int fun() 全局函数<br/>{<br/>    ...<br/>}</pre> | <pre>int test::fun() 类函数<br/>{<br/>    ...<br/>}<br/><br/>int test::f1()<br/>{<br/>    fun(); 类函数<br/>    ::fun(); 全局函数<br/>}</pre> <p>成员函数内部</p> | <pre>int main()<br/>{<br/>    test t1;<br/><br/>    t1.fun(); 类函数<br/>    fun(); 全局函数<br/>}</pre> <p>全局函数中表示不会冲突</p> |
|---|---|--|



## § 9. 类和对象基础

### 9.1. 类和对象的基本概念

#### 9.1.6. 类的成员函数

##### 9.1.6.2. 成员函数的性质

★ 全局函数与成员函数可以同名，按照低层屏蔽高层的原则进行，也可以通过**全局作用域符 (:: 级别最高)**强制访问高层  
(类的数据成员与全局变量也遵循此强制访问规则)

```
int a;    //全局变量
void fun()
{
    int a;    //局部变量
    a=10;    //访问局部变量
    ::a=15;   //访问全局变量(第04模块时说不行)
}
```

```
int a; //全局变量

class test {
    ...
public:
    int a; //类数据成员
    int f1();
};

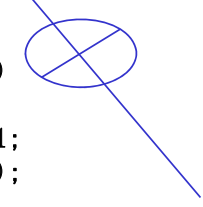
int test::f1()
{
    a=10;    //类数据成员
    ::a=15;  //全局变量
}
```

```
int a; //全局变量
class test {
    ...
public:
    int a;    //类数据成员
    int f1();
};
```

```
int test::f1()
{
    int a;    //成员函数内的自动变量
    a=5;      //自动变量
    test::a=10; //类数据成员
    ::a=15;   //全局变量
}

int main()
{
    test t1;
    t1.f1();

    cout << t1.a << endl; //类数据成员(需public)
    cout << a << endl;   //全局变量
}
```



注：极端情况可能出现部分成员无法访问的情况，不建议深究

```
int a; //全局变量

class test {
    public:
        int a; //类数据成员
};

int test::f1()
{
    int a; //成员函数的自动变量
    if (***) {
        long a; //if语句内的自动变量
        for (***) {
            short a; //for循环内的自动变量

            全局a/test类a/函数内a/if中a/for中a, 共5个, 如何在此处访问不同a?
        } //end of for
    } //end of if
}
```



## § 9. 类和对象基础

### 9.1. 类和对象的基本概念

#### 9.1.6. 类的成员函数

##### 9.1.6.3. 成员函数的存储方式

- ★ 每个类的实例对象仅包含数据成员 ( $\text{sizeof}(\text{类}) = \text{所有数据成员之和}$ )，根据不同的定义位置占用不同的数据空间 (静态数据区或动态数据区)
- ★ 类的成员函数占用函数(代码)区，每个类的每个成员函数 (包括体内实现和体外实现) 只占用一段空间，所有该类的对象共用成员函数的代码空间
- ★ 当通过对象调用成员函数时，系统会缺省设置一个隐含的 `this` 指针，指向被调用的对象，并以此来区分成员函数对数据成员的访问

```
class student {  
    private:  
        int num;  
    public:  
        void set(int n) {  
            num = n;  
        }  
        void display() {  
            cout << num << endl;  
        }  
};
```

```
int main()  
{  
    student s1, s2;  
    s1.set(10);  
    s2.set(15);  
    s1.display();  
    s2.display();  
    return 0;  
}
```

`s1, s2` 占用不同的4字节  
为什么 `s1.set` / `s2.display` 时会指向不同的4字节

```
class student {  
    private:  
        int num;  
    public:  
        void set(student *this, int n) {  
            this->num = n;  
        }  
        void display(student *this) {  
            cout << this->num << endl;  
        }  
};
```

类成员函数中隐含了一个 `this` 指针  
调用时会隐含传入调用对象的地址  
`s1.set(10) ⇔ s1.set(&s1, 10);`  
`s2.display() ⇔ s2.display(&s2);`

注: `this` 不能显式写在函数声明中,  
但可显式访问



## § 9. 类和对象基础

### 9.1. 类和对象的基本概念

#### 9.1.7. 类的封装性和信息隐蔽

##### 9.1.7.1. 公有接口和私有实现的分离

- ★ 公有函数可被外界调用，称为类的公共/对外接口通过**对象. 公用函数(实参表)**的方法进行调用，将函数称为**方法**，将调用过程称为**消息传递**
- ★ 如果允许外界直接改变某个数据成员的值，可直接设置属性为public(**不提倡**)
- ★ 其它不愿公开的数据成员和成员函数可设置为私有, 对外部隐蔽，但仍可通过公有函数进行访问及修改

```
class student {  
    private:  
        int num;  
    public:  
        void set(int n)  
        {  
            num = n;  
        }  
        void display()  
        {  
            cout << num << endl;  
        }  
};
```

```
int main()  
{  
    student s1, s2;  
    s1.set(10);  
    s2.set(15);  
    s1.display(); 10  
    s2.display(); 15  
  
    return 0;  
}
```

set/display函数均间接  
访问了私有成员num



## § 9. 类和对象基础

### 9.1. 类和对象的基本概念

#### 9.1.7. 类的封装性和信息隐蔽

##### 9.1.7.1. 公有接口和私有实现的分离

★ 公有函数的形参称为提供给外部的访问接口，在形参的数量、类型、顺序不变的情况下，私有成员的变化及公有函数实现部分的修改不影响外部的调用

```
class student {  
    private: ①  
        int num;  
    public:  
        void set(int n)  
        {    num = n;  
        }  
        void display()  
        {    cout << num << endl;  
        }  
};
```

```
class student {  
    private: ②  
        int xh;  
    public:  
        void set(int n)  
        {    xh = n;  
        }  
        void display()  
        {    printf("%d\n", xh);  
        }  
};
```

```
class student {  
    private: ③  
        int xh;  
    public:  
        void set(int n)  
        {    xh = (n>=0 ? n:0);  
        }  
        void display()  
        {    printf("%d\n", xh);  
        }  
};
```

```
int main()  
{  
    student s1, s2;  
    s1.set(10);  
    s2.set(15);  
    s1.display(); 10  
    s2.display(); 15  
    return 0;  
}
```

假设class student由乙编写  
main函数由甲编写  
则：乙用三种方法  
甲的程序均不需要变化



## § 9. 类和对象基础

### 9. 1. 类和对象的基本概念

#### 9. 1. 7. 类的封装性和信息隐蔽

##### 9. 1. 7. 1. 公有接口和私有实现的分离

应用实例1:

谷歌公司的Android 4. x内核

```
class picture {
```

类的私有数据成员  
及成员函数  
外界不可见

```
void show(char *图片名)
```

函数实现, 不可见

```
};
```

谷歌公司的Android 7. x内核

```
class picture {
```

类的私有数据成员  
及成员函数  
外界不可见  
可能已进行过很大调整

```
void show(char *图片名)
```

函数实现, 不可见  
实现过程可能与2. 3完全不同

```
};
```

\*\*\*公司的游戏软件

```
int main()
```

```
{
```

```
....
```

```
picture p1;
```

```
p1.show(文件名);
```

```
....
```

```
}
```

谷歌称7. x的显示速度  
经优化后比4. x快\*\*%  
用户程序不需要变化



## § 9. 类和对象基础

### 9.1. 类和对象的基本概念

#### 9.1.7. 类的封装性和信息隐蔽

##### 9.1.7.1. 公有接口和私有实现的分离

应用实例2:

**A公司的乙团队: V1.0版本**

```
class translation {
```

类的私有数据成员  
及成员函数  
外界不可见

```
void trans(char *英文)
```

函数功能为输出中文  
具体实现过程不可见

```
};
```

**A公司的乙团队: V1.1版本**

```
class translation {
```

类的私有数据成员  
及成员函数  
外界不可见  
可能已进行过很大调整

```
void trans(char *英文)
```

函数实现, 不可见  
实现过程可能与1.0完全不同

```
};
```

**A公司的甲团队**

```
int main()
```

```
{
```

```
....
```

```
translation t1;
```

```
t1.trans("****");
```

```
....
```

```
}
```

V1.1比V1.0的翻译结果  
更准确, 更贴切  
用户程序不需要变化  
两个团队能同时工作

思考:

- 1、甲乙两个团队哪个更不可替代?
- 2、你的职业期望是哪个团队?
- 3、进入不同团队对不同知识的要求?





## § 9. 类和对象基础

### 9.1. 类和对象的基本概念

#### 9.1.7. 类的封装性和信息隐蔽

##### 9.1.7.1. 公有接口和私有实现的分离

##### 9.1.7.2. 类声明和成员函数定义的分离

★ 将类的声明 (\*.h) 与类成员函数的实现 (\*.cpp) 分开

例1: 假设程序由ex1.cpp、ex2.cpp和ex.h共同构成

|  |  |
|--|--|
| <pre>/* ex.h */ class student {     private:         数据成员1;         ...;         数据成员n;     public:         成员函数1;         ...;         成员函数2; }</pre> | <pre>/* ex1.cpp */ #include &lt;iostream&gt; #include "ex.h" using namespace std;  返回值 student::成员函数1() {     成员函数1的实现; }  ...</pre> |
| <pre>/* ex2.cpp */ #include &lt;iostream&gt; #include "ex.h" using namespace std; main及其它函数的实现</pre>   | <pre>返回值 student::成员函数n() {     成员函数n的实现; }</pre>  |



## § 9. 类和对象基础

### 9.1. 类和对象的基本概念

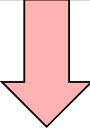
#### 9.1.7. 类的封装性和信息隐蔽

##### 9.1.7.1. 公有接口和私有实现的分离

##### 9.1.7.2. 类声明和成员函数定义的分离

★ 将类的声明 (\*.h) 与类成员函数的实现 (\*.cpp) 分开

例2: 本次90-b2大作业

|   |   |
|---|---|
| <pre>/* lib_mtol0_net_tools.h */<br/>class mtol0_net_tools {<br/>    private:<br/>        ...;<br/><br/>    public:<br/>        ...;<br/>};</pre>                     | <pre>/* lib_mtol0_net_tools.cpp */</pre> <p>cpp实现过程被隐藏<br/>提供lib (静态库)</p>  <pre>/* lib_mtol0_net_tools.lib */</pre> |
| <pre>/* mtol0-net-demo.cpp */<br/>#include &lt;iostream&gt;<br/>#include " lib_mtol0_net_tools.h "<br/>using namespace std;<br/>网络手动版的实现(知道调用什么函数, 但不知道函数的具体实现)</pre> |   |



## § 9. 类和对象基础

9.1. 类和对象的基本概念

9.1.7. 类的封装性和信息隐蔽

9.1.7.1. 公有接口和私有实现的分离

9.1.7.2. 类声明和成员函数定义的分离

★ 将类的声明 (\*.h) 与类成员函数的实现 (\*.cpp) 分开

★ 在需要外部调用的地方，只要提供声明部分即可，类的实现可通过库文件 (\*.lib) 或动态链接库 (\*.dll) 的方式提供，而不必提供实现的源码

★ 一个程序包含多源程序文件的方法已掌握

★ 建立库文件/动态链接库的方法有兴趣可自学



## § 9. 类和对象基础

### 9.2. 构造函数

#### 9.2.1. 对象的初始化

对象的初值：在静态数据区分配的对象，数据成员初值为0；

在动态数据区分配的对象，数据成员的初值随机

(与普通变量相同)

对象的初始化方法：

(1) 若全部成员都是公有，可按结构体的方式进行初始化

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

class Time {
public:
    int f2(); //函数不占用对象空间
    int hour;
    int minute;
    int sec;
};

int main()
{
    Time t1={14,15,23};
    cout << t1.hour << ':' << t1.minute
         << ':' << t1.sec << endl;
}
```

Microsoft Visual Studio 调试控制台

14:15:23

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

class Time {
public:
    int f2(); //函数不占用对象空间
    int hour;
    int minute;
    int sec;
};

int main()
{
    Time t1=(14,15,23);
    cout << t1.hour << ':' << t1.minute
         << ':' << t1.sec << endl;
}
```

以下两种形式均报错：  
Time t1(14,15,23);  
Time t1=(14,15,23);

error C2440: “初始化”：无法从“int”转换为“Time”  
message : 无构造函数可以接受源类型，或构造函数重载决策不明确

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

class Time {
public:
    int f2(); //函数不占用对象空间
    int hour;
    int minute;
    int sec;
};

int main()
{
    Time t1(14,15,23);
    cout << t1.hour << ':' << t1.minute
         << ':' << t1.sec << endl;
}
```

以下两种形式均报错：  
Time t1(14,15,23);  
Time t1=(14,15,23);

error C2440: “初始化”：无法从“initializer list”转换为“Time”  
message : 无构造函数可以接受源类型，或构造函数重载决策不明确



## § 9. 类和对象基础

### 9.2. 构造函数

#### 9.2.1. 对象的初始化

对象的初值：在静态数据区分配的对象，数据成员初值为0；

在动态数据区分配的对象，数据成员的初值随机

(与普通变量相同)

对象的初始化方法：

(1) 若全部成员都是公有, 可按结构体的方式进行初始化 (若有私有成员, 不能用此方法)

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

class Time {
public:
    int f2(); //函数不占用对象空间
    int hour;
    int minute;
    int sec;
};

int main()
{
    Time t1={14,15,23};
    cout << t1.hour << ':' << t1.minute
         << ':' << t1.sec << endl;
}
```

以下两种形式均报错：  
Time t1(14,15,23);  
Time t1=(14,15,23);

Microsoft Visual Studio 调试控制台

14:15:23

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

class Time {
public:
    int hour;
    int minute;
private:
    int sec;
    int f2(); //函数不占空间
};

int main()
{
    Time t1={14,15,23};
    cout << t1.hour << ':' << t1.minute
         << ':' << t1.sec << endl;
}
```

error C2440: “初始化”: 无法从“initializer list”转换为“Time”  
message : 无构造函数可以接受源类型, 或构造函数重载决策不明确

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

class Time {
    int f1(); //缺省私有
public:
    int hour;
    int minute;
    int sec;
};

int main()
{
    Time t1={14,15,23};
    cout << t1.hour << ':' << t1.minute
         << ':' << t1.sec << endl;
}
```

只要所有数据成员均公有即可

Microsoft Visual Studio 调试控制台

14:15:23



## § 9. 类和对象基础

### 9.2. 构造函数

#### 9.2.1. 对象的初始化

对象的初始化方法:

- (1) 若全部成员都是公有, 可按结构体的方式进行初始化 (若有私有成员, 不能用此方法)
- (2) 写一个赋初值的公有成员函数, 在其它成员被调用之前进行调用

```
class Time {  
    private:  
        int hour;  
        int minute;  
        int sec;  
    public:  
        void set(int h, int m, int s)  
        {  
            hour=h;  
            minute=m;  
            sec=s;  
        }  
};  
  
int main()  
{  
    Time t;  
  
    t.set(14, 15, 23);  
    t. 其它  
}
```

```
class Time {  
    public:  
        int hour=0;  
        int minute=0;  
        int sec=0;  
};
```

不同对象的值被统一初始化,  
无法个性化

- (3) 声明类时对数据成员进行初始化  
(C++11标准支持, 目前双编译器均可)



## § 9. 类和对象基础

### 9.2. 构造函数

#### 9.2.2. 构造函数的引入及使用

引入：完成对象的初始化工作, 对象建立时被自动调用

形式：与类同名，无返回类型 (非void, 也不是缺省int)

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

class Time {
private:
    int hour, minute, sec; //相同类型可以写在一行上
public:
    Time()
    {
        hour=0;
        minute=0;
        sec=0;
    }
    void display()
    {
        cout << hour << ':' << minute << ':' << sec << endl;
    }
};

int main()
{
    Time t; //t的三个成员都是0
    t.display();
}
```

体内实现

Microsoft Visual Studio 调试控制台

0:0:0

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

class Time {
private:
    int hour, minute, sec; //相同类型可以写在一行上
public:
    Time();
    void display()
    {
        cout << hour << ':' << minute << ':' << sec << endl;
    }
};

Time::Time()
{
    hour=0;
    minute=0;
    sec=0;
}

int main()
{
    Time t; //t的三个成员都是0
    t.display();
}
```

体外实现

Microsoft Visual Studio 调试控制台

0:0:0



## § 9. 类和对象基础

### 9.2. 构造函数

#### 9.2.2. 构造函数的引入及使用

引入：完成对象的初始化工作, 对象建立时被自动调用

形式：与类同名, 无返回类型 (非void, 也不是缺省int)

使用：

- ★ 对象建立时被自动调用
- ★ 构造函数必须公有
- ★ 若不指定构造函数, 则系统缺省生成一个构造函数, 形式为无参空体
- ★ 若用户定义了构造函数, 则缺省构造函数不再存在
- ★ 构造函数既可以体内实现, 也可以体外实现
- ★ 允许定义带参数的构造函数, 以解决无参构造函数初始化各对象的值相同的情况

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

class Time {
private:
    int hour;
    int minute;
    int sec;
public:
    Time(int h, int m, int s);
    void display()
    { cout << hour << ':' << minute << ':' << sec << endl;
    }
};

Time::Time(int h, int m, int s)
{
    hour   = h;
    minute = m;
    sec    = s;
}
```

也允许体内实现

```
int main()
{
    Time t1(14, 15);
    Time t2;
}
```

```
cpp-demo.cpp(24, 19): error C2661: "Time::Time": 没有重载函数接受 2 个参数
cpp-demo.cpp(25, 10): error C2512: "Time": 没有合适的默认构造函数可用
cpp-demo.cpp(4, 7): message : 参见 "Time" 的声明
```

```
int main()
{
    Time t1(14, 15, 23);
    Time t2{15, 16, 24};
    Time t3={16, 17, 25};
    t1.display();
    t2.display();
    t3.display();
}
```

三种  
形式  
均可

Microsoft Visual Studio 调试控制台

```
14:15:23
15:16:24
16:17:25
```





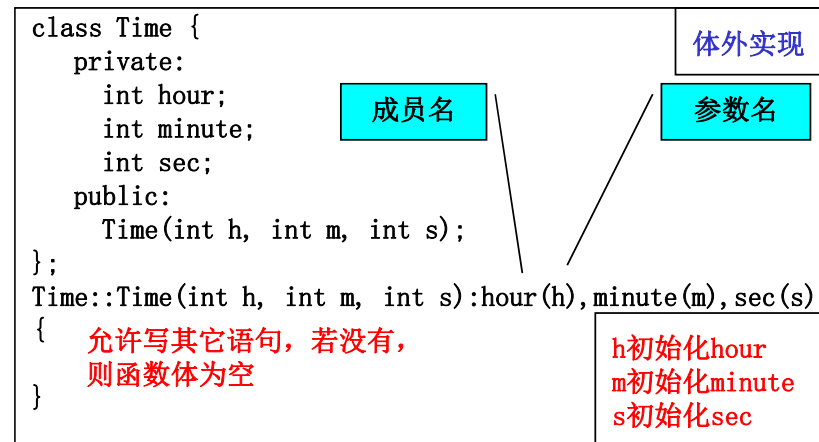
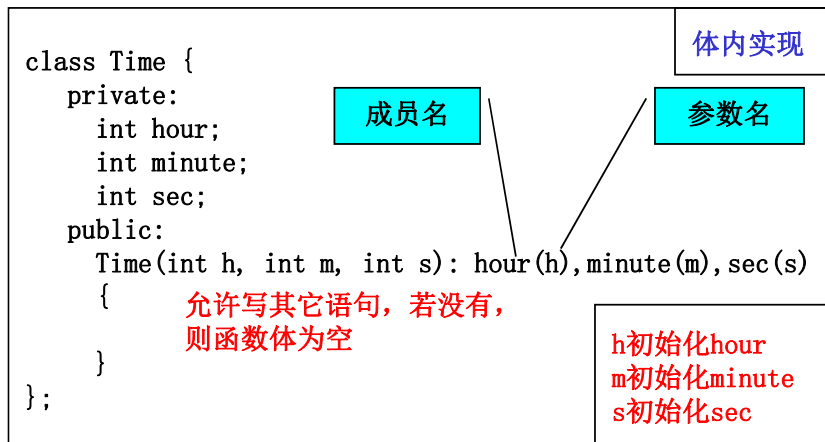
## § 9. 类和对象基础

### 9.2. 构造函数

#### 9.2.2. 构造函数的引入及使用

使用:

★ 有参构造函数可以使用参数初始化表来对数据成员进行初始化



★ 有参构造函数可以使用参数初始化表来对数据成员进行初始化 (仅适用于简单的赋值)

```
Time::Time(int h, int m, int s)  
{  
    if (h>=0 && h<=23)  
        hour = h;  
    else  
        hour = 0;  
    ....  
}
```

无法通过参数初始化表实现



## § 9. 类和对象基础

### 9.2. 构造函数

#### 9.2.2. 构造函数的引入及使用

使用:

#### ★ 构造函数允许重载

```
class Time {  
    ...  
    public:  
        Time();  
        Time(int h, int m, int s);  
};  
Time::Time()  
{ hour   = 0;  
  minute = 0;  
  sec    = 0;  
}  
Time::Time(int h, int m, int s)  
{ hour   = h;  
  minute = m;  
  sec    = s;  
}  
int main()  
{ Time t(14, 15, 23); //正确  
  Time t2;           //正确  
  ...  
}
```

也可以体内实现



## § 9. 类和对象基础

### 9.2. 构造函数

#### 9.2.2. 构造函数的引入及使用

使用:

★ 构造函数允许带默认参数, 但要注意可能与重载产生二义性冲突

|  |                                       |
|--|---------------------------------------|
| <pre>class Time {<br/>    ...<br/>    public:<br/>        Time();<br/>        Time(int h, int m, <b>int s=0</b>);<br/>};<br/>Time::Time()<br/>{ hour   = 0;<br/>  minute = 0;<br/>  sec    = 0;<br/>}<br/>Time::Time(int h, int m, int s)<br/>{ hour   = h;<br/>  minute = m;<br/>  sec    = s;<br/>}<br/>int main()<br/>{ Time t1(14, 15, 23); //正确<br/>  Time t2(14, 15);     //正确<br/>  Time t3;             //正确<br/>}</pre> | 无参与带缺省参数的重载,<br>不冲突<br>适应带0/2/3个参数的情况 |
|--|---------------------------------------|

|  |                       |
|--|-----------------------|
| <pre>class Time {<br/>    ...<br/>    public:<br/>        Time();<br/>        Time(int h=0, int m=0, <b>int s=0</b>);<br/>};<br/>Time::Time()<br/>{ hour   = 0;<br/>  minute = 0;<br/>  sec    = 0;<br/>}<br/>Time::Time(int h, int m, int s)<br/>{ hour   = h;<br/>  minute = m;<br/>  sec    = s;<br/>}<br/>int main()<br/>{ Time t1(14, 15, 23); //正确<br/>  Time t2(14, 15);     //正确<br/>  Time t3(14);         //正确<br/>  Time t4;             //错误<br/>}</pre> | 无参与带缺省参数的重载,<br>冲突!!! |
|--|-----------------------|

```
cpp-demo.cpp(25): error C2668: "Time::Time": 对重载函数的调用不明确  
cpp-demo.cpp(14,5): message : 可能是 "Time::Time(int,int,int)"  
cpp-demo.cpp(8,5): message : 或 "Time::Time(void)"  
cpp-demo.cpp(25,12): message : 尝试匹配参数列表 "()" 时
```



## § 9. 类和对象基础

### 9.2. 构造函数

#### 9.2.2. 构造函数的引入及使用

使用:

★ 构造函数也可以显式调用，一般用于带参构造函数

```
class Test {  
    private:  
        int a;  
    public:  
        Test(int x) {  
            a=x;  
        }  
};  
Test fun()  
{ ...  
    return Test(10); //显式  
}  
  
int main()  
{  
    Test t1(10);      //隐式  
    Test t2=Test(10); //显式  
    Test t3=Test{10}; //显式  
}
```



## § 9. 类和对象基础

### 9.3. 析构函数

引入：在对象被撤销时 (**生命期结束**) 时被自动调用，完成一些善后工作 (**主要是内存清理**)，但不是撤销对象本身形式：

~类名();

★ 无返回值 (**非void, 也不是int**)，无参，不允许重载

使用：

★ 对象撤销时被自动调用，用户不能**显式**调用

★ 析构函数必须**公有**

★ 若不指定析构函数，则系统缺省生成一个析构函数，形式为**无参空体**

★ 若用户定义了析构函数，则缺省析构函数**不再存在**

★ 析构函数既可以**体内实现**，也可以**体外实现**

★ 在数据成员**没有动态内存申请需求**的情况下，一般**不需要定义析构函数** (动态内存申请为荣誉课内容，此处不再展开)

```
class Time {  
    ...  
public:  
    Time() //构造体内实现  
    { ...  
    }  
  
    ~Time() //析构体内实现  
    { ...  
    }  
};
```

```
class Time {  
    ...  
public:  
    Time(); //构造声明  
    ~Time(); //析构声明  
};  
  
Time::Time() //构造体外实现  
{ ...  
}  
  
Time::~~Time() //析构体外实现  
{ ...  
}
```



## § 9. 类和对象基础

### 9. 4. 构造函数与析构函数的调用时机

构造函数:

- ★ 自动对象(形参) : 函数中变量定义时
- ★ 静态局部对象 : 第一次调用时
- ★ 静态全局/外部全局对象: 程序开始时
- ★ 动态申请的对象: 荣誉课内容(略)

main开始前

析构函数:

- ★ 自动对象(形参) : 函数结束时
- ★ 静态局部对象 : 程序结束时(在全局之前)
- ★ 静态全局/外部全局对象: 程序结束时
- ★ 动态申请的对象: 荣誉课内容(略)

main结束后



## § 9. 类和对象基础

### 9. 4. 构造函数与析构函数的调用时机

```
#include <iostream>
using namespace std;
class Time {
    private:
        int hour;
        int minute;
        int second;
    public:
        Time(int h=0, int m=0, int s=0);
        ~Time();
};
Time::Time(int h, int m, int s)
{
    hour    = h;
    minute  = m;
    second  = s;
    cout << "Time Begin" << endl;
}
Time::~~Time()
{
    cout << "Time End" << endl;
}
```

```
void fun()
{
    Time t1;
    cout << "addr:" << &t1 << endl;
    cout << "fun" << endl;
}
int main()
{
    cout << "main begin" << endl;
    fun();
    cout << "continue" << endl;
    fun();
    cout << "main end" << endl;
}
```

程序的运行结果:

```
main begin
Time Begin
addr:地址a
fun
Time End
continue
Time Begin
addr:地址a(同上)
fun
Time End
main end
```

- 1、函数调用时分配空间  
结束时回收空间
- 2、函数多次调用则多次  
分配/回收空间  
(解决函数模块遗留问题)



## § 9. 类和对象基础

### 9. 4. 构造函数与析构函数的调用时机

```
#include <iostream>
using namespace std;
class Time {
    private:
        int hour;
        int minute;
        int second;
    public:
        Time(int h=0, int m=0, int s=0);
        ~Time();
};
Time::Time(int h, int m, int s)
{
    hour    = h;
    minute  = m;
    second  = s;
    cout << "Time Begin" << endl;
}
Time::~~Time()
{
    cout << "Time End" << endl;
}
```

```
void fun()
{
    static Time t1;
    cout << "fun" << endl;
}
int main()
{
    cout << "main begin" << endl;
    fun();
    cout << "continue" << endl;
    fun();
    cout << "main end" << endl;
}
```

程序的运行结果:

```
main begin
Time Begin
fun
continue
fun
main end
Time End
```

- 1、函数第1次调用时分配
- 2、后续函数调用不分配
- 3、全部程序结束后回收  
(解决函数模块遗留问题)





## § 9. 类和对象基础

### 9. 4. 构造函数与析构函数的调用时机

```
#include <iostream>
using namespace std;
class Time {
    private:
        int hour;
        int minute;
        int second;
    public:
        Time(int h=0, int m=0, int s=0);
        ~Time();
};
Time::Time(int h, int m, int s)
{
    hour    = h;
    minute  = m;
    second  = s;
    cout << "Time Begin" << endl;
}
Time::~~Time()
{
    cout << "Time End" << endl;
}
```

```
Time t1;
void fun()
{
    cout << "fun begin" << endl;
    cout << "fun end" << endl;
}
int main()
{
    cout << "main begin" << endl;
    fun();
    cout << "main end" << endl;
}
```

程序的运行结果:

```
Time begin
main begin
fun begin
fun end
main end
Time End
```



## § 9. 类和对象基础

### 9.5. 对象数组

#### 9.5.1. 形式

类型 对象名[整型常量表达式] : 一维数组

类型 对象名[整型常量表达式1][整型常量表达式2] : 二维数组

```
Time t[10];
```

```
Time s[3][4];
```

#### 9.5.2. 定义对象时进行初始化

★ 若未定义构造函数或构造函数无参，则按简单对象使用无参构造函数的规则进行

|  |  |
|--|--|
| <pre>#include &lt;iostream&gt; using namespace std;  class Time { private:     int hour, minute, sec; public:     void display()     { cout &lt;&lt; hour &lt;&lt; ':' &lt;&lt; minute &lt;&lt; ':' &lt;&lt; sec &lt;&lt; endl;     } };  int main() {   Time t[10];     for (int i=0; i&lt;10; i++)         t[i].display(); }</pre> | <pre>Microsoft Visual Studio 调试控制台 -858993460:-858993460:-858993460 -858993460:-858993460:-858993460 -858993460:-858993460:-858993460 -858993460:-858993460:-858993460 -858993460:-858993460:-858993460 -858993460:-858993460:-858993460 -858993460:-858993460:-858993460 -858993460:-858993460:-858993460 -858993460:-858993460:-858993460 -858993460:-858993460:-858993460</pre> |
|  | <p>10个元素的三个成员的值都是随机的，因为调用缺省构造，什么也没做</p>  |

|   |  |
|---|--|
| <pre>#include &lt;iostream&gt; using namespace std;  class Time { private:     int hour, minute, sec; public:     Time() { hour=0; minute=0; sec=0;}     void display()     { cout &lt;&lt; hour &lt;&lt; ':' &lt;&lt; minute &lt;&lt; ':' &lt;&lt; sec &lt;&lt; endl;     } };  int main() {     Time t[10];     for (int i=0; i&lt;10; i++)         t[i].display(); }</pre> | <pre>Microsoft Visual Studio 调试控制台 0:0:0 0:0:0 0:0:0 0:0:0 0:0:0 0:0:0 0:0:0 0:0:0 0:0:0 0:0:0</pre> |
|   | <p>10个元素的三个成员的值都是0，因为调用无参构造</p>  |



## § 9. 类和对象基础

### 9.5. 对象数组

#### 9.5.2. 定义对象时进行初始化

★ 若带参构造函数只带一个参数，可用数组定义时初始化的方法进行

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

class Time {
private:
    int hour, minute, sec;
public:
    Time(int h)
    {
        hour = h;
        minute = 0;
        sec = 0;
    }
    void display()
    {
        cout << hour << ':' << minute << ':' << sec << endl;
    }
};

int main()
{
    Time t[10] = {1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10};
    for (int i=0; i<10; i++)
        t[i].display();
}
```

Microsoft Visual Studio 调试控制台

```
1:0:0
2:0:0
3:0:0
4:0:0
5:0:0
6:0:0
7:0:0
8:0:0
9:0:0
10:0:0
```

10个元素的三个成员中  
hour=1-10, 其它两个为0  
调用一个参数的构造

```
#include <iostream>
using namespace std;
class Time {
private:
    int hour, minute, sec;
public:
    Time()
    {
        hour = 0;
        minute = 0;
        sec = 0;
    }
    Time(int h)
    {
        hour = h;
        minute = 0;
        sec = 0;
    }
    void display()
    {
        cout << hour << ':' << minute << ':' << sec << endl;
    }
};

int main()
{
    Time t[10] = {1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10};
    for (int i=0; i<10; i++)
        t[i].display();
}
```

Microsoft Visual Studio 调试控制台

```
1:0:0
2:0:0
3:0:0
4:0:0
5:0:0
6:0:0
7:0:0
8:0:0
9:0:0
10:0:0
```

10个元素的三个成员中  
hour=1-10, 其它两个为0  
两个构造用一个参数的



## § 9. 类和对象基础

### 9.5. 对象数组

#### 9.5.2. 定义对象时进行初始化

★ 若带参构造函数有带一个参数和多个参数共存(可以是带默认参数的构造函数), 则可用数组定义时初始化的方法进行, 每个数组元素只传一个参数

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

class Time {
private:
    int hour, minute, sec;
public:
    Time()
    {   hour=0; minute=0; sec=0;
    }
    Time(int h)
    {   hour=h; minute=0; sec=0;
    }
    Time(int h,int m)
    {   hour=h; minute=m; sec=0;
    }
    void display()
    {   cout << hour << ':' << minute << ':' << sec << endl;
    }
};

int main()
{
    Time t[10] = {1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10};
    for (int i=0; i<10; i++)
        t[i].display();
}
```

Microsoft Visual Studio 调试控制台

```
1:0:0
2:0:0
3:0:0
4:0:0
5:0:0
6:0:0
7:0:0
8:0:0
9:0:0
10:0:0
```

无参  
1、2  
重载

10个元素的三个成员中  
hour=1-10, 其它两个为0  
多个构造用一个参数的

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

class Time {
private:
    int hour, minute, sec;
public:
    Time(int h=0,int m=0, int s=0)
    {
        hour   = h;
        minute  = m;
        sec     = s;
    }
    void display()
    {   cout << hour << ':' << minute << ':' << sec << endl;
    }
};

int main()
{
    Time t[10] = {1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10};
    for (int i=0; i<10; i++)
        t[i].display();
}
```

Microsoft Visual Studio 调试控制台

```
1:0:0
2:0:0
3:0:0
4:0:0
5:0:0
6:0:0
7:0:0
8:0:0
9:0:0
10:0:0
```

带默认参数的构造函数  
可带0/1/2/3个参数

10个元素的三个成员中  
hour=1-10, 其它两个为0  
调用带一个参数的构造



## § 9. 类和对象基础

### 9.5. 对象数组

#### 9.5.2. 定义对象时进行初始化

★ 如果希望初始化时多于一个参数，则初始化时显式给出构造函数及实参表

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

class Time {
private:
    int hour;
    int minute;
    int sec;
public:
    Time(int h=0, int m=0, int s=0)
    {    hour=h; minute=m; sec=s;
    }
    void display()
    {    cout << hour << ':' << minute << ':' << sec << endl;
    }
};

int main()
{    Time t[10] = {Time(1, 2, 3), Time(4, 5), 6, 7, 8, 9, 10};
    for (int i=0; i<10; i++)
        t[i].display();
}
```

Microsoft Visual Studio 调试控制台

```
1:2:3    ... t[0] 三参构造
4:5:0    ... t[1] 两参构造
6:0:0    ... t[2] 一参构造
7:0:0
8:0:0
9:0:0
10:0:0   ... t[7] 零参构造
0:0:0
0:0:0
0:0:0
```

问：以下两种的差别在哪里？

```
Time t[10] = { {1, 2, 3}, {4, 5}, 6, 7, 8, 9, 10 };
```

```
Time t[10] = { (1, 2, 3), (4, 5), 6, 7, 8, 9, 10 };
```

★ 初始化的数量不能超过数组大小

★ 定义数组时可不定义大小，有初始化表决定

```
Time t[10] = {Time(1, 2, 3), Time(4, 5), 6, 7, 8, 9, 10};
不能比7小
```

```
Time t[] = {Time(1, 2, 3), Time(4, 5), 6, 7, 8, 9, 10};
自动为7
```



## § 9. 类和对象基础

### 9.6. 对象指针

#### 9.6.1. 指向对象的指针

形式:

类名 \*指针变量名

Time \*t;

指针的赋值:

Time t1, \*t;            Time t1, \*t=&t1;

t = &t1;

定义后赋值语句赋值    定义时赋初值

Time t2[10], \*t;        Time t2[10], \*t=t2;

t = t2;    t指向t2[0], t++则指向t2[1]

t++ ⇔ t+sizeof(time)

Time换成 int  
Time换成结构体的student  
方法相同



## § 9. 类和对象基础

### 9. 6. 对象指针

#### 9. 6. 1. 指向对象的指针

使用:

Time换成结构体的student  
方法相同, 仅限public

```
class Time {
    private:
        int minute;
        int sec;
    public:
        int hour; //公有
        Time(int h=0, int m=0, int s=0);
        ~Time();
        void display();
};
```

Time类定义

```
Time t1, *t=&t1;

t : t1对象的地址
*t : t1对象
(*t).hour    ⇔ t->hour    ⇔ t1.hour;
(*t).display() ⇔ t->display() ⇔ t1.display()
```

指向简单变量的指针

```
Time t2[10], *t=t2;

t : t2数组的第[0]个对象的地址
*t : t2数组的第[0]个对象

(*t).hour    ⇔ t->hour    ⇔ t2[0].hour
(*t).display() ⇔ t->display() ⇔ t2[0].display()

t+3 : t2数组的第[3]个对象的地址
*(t+3) : t2数组的第[3]个对象

(*(t+3)).hour    ⇔ t[3].hour    ⇔ (t+3)->hour ⇔ t2[3].hour
(*(t+3)).display() ⇔ t[3].display() ⇔ (t+3)->display() ⇔ t2[3].display()
```

指向数组变量的指针



## § 9. 类和对象基础

### 9. 6. 对象指针

#### 9. 6. 1. 指向对象的指针

#### 9. 6. 2. 指向对象成员的指针

##### 9. 6. 2. 1. 指向对象的数据成员的指针

定义：数据成员的类型 \*指针变量名

赋值：指针变量名 = 数据成员的地址

```
Time t1;
```

```
int *p;
```

```
p=&t1.hour;
```

Time换成结构体的student  
方法相同，仅限public

使用：

```
*p ⇔ t1.hour;
```

★ 对象的数据成员必须是public

##### 9. 6. 2. 2. 指向对象的成员函数的指针 (荣誉课内容，略)





## § 9. 类和对象基础

### 9. 6. 对象指针

#### 9. 6. 1. 指向对象的指针

#### 9. 6. 2. 指向对象成员的指针 (其中: 指向成员函数的指针 略)

#### 9. 6. 3. this指针

含义: 指向当前被访问的成员函数所对应的对象的指针, 名称固定为this, 基类型为类名

```
void Time::display()
{
    cout << hour    << endl;
    cout << minute << endl;
    cout << sec     << endl;
}
```

相当于

```
void Time::display(const Time *this)
{
    cout << this->hour    << endl;
    cout << this->minute << endl;
    cout << this->sec     << endl;
} //编译会错, 只是含义上相当于!!!
```

```
Time t1, t2;
t1.display() 时, this指向t1
               ⇔ t1.display(&t1);
t2.display() 时, this指向t2
               ⇔ t2.display(&t2);
```

```
void Time::set(int h, int m, int s)
{
    hour   = h;
    minute = m;
    sec    = s;
}
```

相当于

```
void Time::set(const Time *this, int h, int m, int s)
{
    this->hour   = h;
    this->minute = m;
    this->sec    = s;
} //编译会错, 只是含义上相当于!!!
```

```
Time t1, t2;
t1.set(14, 15, 23) 时, this指向t1
                      ⇔ t1.set(&t1, 14, 15, 23);
t2.set(16, 30, 0)  时, this指向t2
                      ⇔ t2.set(&t2, 16, 30, 0);
```



## § 9. 类和对象基础

### 9.6. 对象指针

#### 9.6.3. this指针

含义：指向当前被访问的成员函数所对应的对象的指针，名称固定为this，基类型为类名  
使用：

★ 隐式使用，相当于通过对象调用成员函数时传入该对象的自身的地址

★ 也可以显式使用(但不能显式定义)

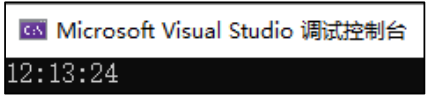
```
#include <iostream>
using namespace std;

class Time {
private:
    int hour, minute, sec;
public:
    Time(int h, int m, int s)
    {
        hour = h;
        minute = m;
        sec = s;
    }
    void display()
    {
        cout << this->hour << ':' << this->minute
              << ':' << this->sec << endl;
    }
};

int main()
{
    Time t1(12, 13, 24);
    t1.display();
}
```

隐式使用

显式使用



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

class Time {
private:
    int hour, minute, sec;
public:
    Time(int h, int m, int s)
    {
        hour = h;
        minute = m;
        sec = s;
    }
    void display(const Time *this)
    {
        cout << this->hour << ':' << this->minute
              << ':' << this->sec << endl;
    }
};

int main()
{
    Time t1(12, 13, 24);
    t1.display(&t1);
}
```

error C2143: 语法错误: 缺少“)” (在“this”的前面)  
error C2143: 语法错误: 缺少“;” (在“this”的前面)  
error C2059: 语法错误: “this”  
error C2059: 语法错误: “)”  
error C2334: “{”的前面有意外标记; 跳过明显的函数体

不能显式定义

//特殊约定, this不能显式, 其它名字可以  
void display(const Time \*that)  
{  
 cout << that->hour << ':' << this->minute  
 << ':' << this->sec << endl;  
}



## § 9. 类和对象基础

### 9.7. 对象的赋值与复制

#### 9.7.1. 对象的赋值

含义：将一个对象的所有数据成员的值对应赋值给另一个**已存在**对象的数据成员

形式：类名 对象名1，对象名2；

...

对象名1=对象名2;     //执行语句的方式

```
Time t1(14, 15, 23), t2;
```

```
t2=t1;
```

★ 两个对象属于同一个类，且**不能**在定义时赋值

★ 系统**默认的赋值操作**是将右对象的全部数据成员的值对应赋给左对象的全部数据成员(**理解为整体内存拷贝，但不包括成员函数**)，在对象的数据成员**无动态内存申请时可直接使用**

★ 若对象数据成员是指针并涉及动态内存申请，则需要自行实现(**通过=运算符的重载实现，荣誉课内容**)



## § 9. 类和对象基础

### 9.7. 对象的赋值与复制

#### 9.7.2. 对象的复制

含义：建立一个**新**对象，其值与某个已有对象完全相同

使用：

类 对象名(已有对象名)

类 对象名=已有对象名

两种形式  
本质一样

```
Time t1(14, 15, 23), t2(t1), t3=t1;
```

★ 与对象赋值的区别：定义语句/执行语句中

```
Time t1(14, 15, 23), t2, t3=t1; //复制，t3为新对象
```

```
t2 = t1; //赋值，t2为已有对象
```

★ 系统**默认的复制操作**是将已有对象的全部数据成员的值对应赋给新对象的全部数据成员 (**理解为整体内存拷贝，但不包括成员函数**)，在对象的数据成员**无动态内存申请**时可直接使用

★ 若对象数据成员是指针并涉及动态内存申请，则需要自行实现 (**通过重定义复制/拷贝构造函数来实现，荣誉课内容**)



## § 9. 类和对象基础

### 9.8. 友元

#### 9.8.1. 引入

当在外部访问对象时，private全部禁止，public全部允许，为使应用更灵活，引入友元(friend)的概念，允许友元访问private部分

★ 友元不是面向对象的概念，它破坏了数据的封装性，但方便使用，提高了运行效率

问题：在全局函数display(外部)中如何访问私有成员？

```
class Time {  
    private:  
        int hour;  
        int minute;  
        int sec;  
    public:  
        ...  
};
```

```
void display(Time t)  
{  
    想访问 t.hour;  
}
```

方法1：通过公有函数间接访问

```
class Time {  
    private:  
        int hour;  
        int minute;  
        int sec;  
    public:  
        int get_hour() { return hour; }  
        void set_hour(int h) { hour = h; }  
        ...  
};
```

缺点：当频繁调用时，效率较低

```
void display(Time t)  
{  
    通过 t.get_hour() 读  
    通过 t.set_hour(12) 赋值  
}
```

方法2：成员直接公有

```
class Time {  
    public:  
        int hour;  
        int minute;  
        int sec;  
    public:  
        ...  
};
```

```
void display(Time t)  
{  
    直接 t.hour;  
}
```

缺点：所有外部函数都能访问  
不仅局限于一个display()  
失去了类的封装和隐蔽性



## § 9. 类和对象基础

### 9. 8. 友元

#### 9. 8. 1. 引入

可以成为类的友元的成分：

- ★ 全局函数
- ★ 其它类的成员函数
- ★ 其它类

友元的声明方式：

在类的声明中，相应要成为友元的函数/类前加friend关键字即可



## § 9. 类和对象基础

### 9.8. 友元

#### 9.8.2. 声明全局函数为友元函数

```
class Time {  
    private:  
        int hour;  
        int minute;  
        int sec;  
        friend void display(Time &t);  
    public:  
        ...  
};
```

全局函数

```
void display(Time &t)  
{  
    cout << t.hour ; ✓  
}
```

```
void fun(Time &t)  
{  
    cout << t.hour ; ✗  
}
```

```
void main()  
{  
    Time t1;  
    display(t1);  
}
```

- ★ 不能直接写成员名，要通过对象来调用  
因为不是成员函数，没有this指针
- ★ 声明友元的位置不限private/public



## § 9. 类和对象基础

### 9.8. 友元

#### 9.8.3. 声明其它类的成员函数为友元函数

|   |   |
|---|---|
| <pre>class Time; ← 在test中引用Time时，                Time尚未定义，                因此要提前声明</pre>   | <pre><del>class Time;</del> ← 如无提前声明，test中                   每个Time前加class也                   可以（数量多时不方便）</pre>   |
| <pre>class test { public:     void display(Time &amp;t); };</pre>   | <pre>class test { public:     void display(<span style="border: 1px solid red;">class</span> Time &amp;t); };</pre>   |
| <pre>class Time { private:     int hour;     ...     <span style="border: 1px solid red;">friend</span> void <span style="border: 1px solid red;">test::</span>display(Time &amp;t); };</pre> | <pre>class Time { private:     int hour;     ...     <span style="border: 1px solid red;">friend</span> void <span style="border: 1px solid red;">test::</span>display(Time &amp;t); };</pre> |
| <pre>void test::display(Time &amp;t) {     cout &lt;&lt; t.hour &lt;&lt; ... &lt;&lt; endl; }</pre>   | <pre>void test::display(Time &amp;t) {     cout &lt;&lt; t.hour &lt;&lt; ... &lt;&lt; endl; }</pre>   |





## § 9. 类和对象基础

### 9.8. 友元

#### 9.8.3. 声明其它类的成员函数为友元函数

```
class Time;    在test中引用Time时，Time尚未定义因此要提前声明
```

```
class test {  
    public:  
        void display(Time &t);  
};
```

```
class Time {  
    private:    声明友元不限定private/public  
        int hour;    但友元函数所在类要符合限定规则  
    ...  
    friend void test::display(Time &t);  
};
```

```
void test::display(Time &t)  
{  
    cout << t.hour << ... << endl;  
}
```

//成员. 对象方式访问



## § 9. 类和对象基础

### 9.8. 友元

#### 9.8.4. 友元类

##### ★ 提前声明遵循刚才的原则

```
class test://有提前声明
class Time {
    private:
        ...
        friend test;
};
class test {
    ...
};
```

test的所有成员函数  
都可以访问Time的  
私有成员

```
class test; //无提前声明
class Time {
    private:
        ...
        friend class test;
};
class test {
    ...
};
```

##### ★ 友元是单向而不是双向的

本例中：Time中不能访问test的私有

##### ★ 友元不可传递

```
class A {
    friend class B;
};
class B {
    friend class C;
};
class C {
    ...
    C不能访问A的私有成员
};
```

##### ★ C++规定同类的不同对象互为友元

```
class Student {
    private:
        int num;
    public:
        void display();
};
void Student::display()
{ Student s;
  ...
  if (this->num > s.num) {...}
}
```

互为友元