華中科技大學

面向对象程序设计

第二章 C++基础

许向阳

xuxy@hust.edu.cn

学习内容

输入输出的流式运算

命名空间

const 修饰符

宏

内联函数

函数缺省参数　　函数常参数　　引用参数

内部(或静态)函数

指针　　引用

2.1 C++语言

- C的超集，完全兼容C，代码质量高、速度快。
- 多继承的强类型的混合型的OO语言
  - 为所有变量指定数据类型
  - 先声明后使用
  - 不同类型的变量相互操作时应加类型转换

```
int    p1 =6;
float   p2 = 10.5;
p2 = (float)p1;
p1 = (int)p2;
p2 =p1; //警告：从int转换到float，可能丢失数据
p1 = p2; //警告：从float转换到int，可能丢失数据
```

2.1 C++语言

- 支持面向对象的运算符重载

  （至少一个操作数的类型代表对象的类型）

  - ＋：两个整型数相加
  - ＋：两个复数相加（复数类中的加法运算）
  - ＋：两个矩阵相加（矩阵类中的加法运算）

- 提供函数模板和类模板等高级抽象机制
- 支持面向对象的异常处理
- 支持名字空间namespace

2.1 C++语言

- 支持C的注解 /*...*/
- 引入C++新注解 //到本行结束。
- 扩展名为.h的文件只应包含变量、函数的说明，
  其定义应出现在扩展名为.cpp的程序文件里。
  - 变量说明：**extern int x;** //说明：只含类型和名称
  - 变量定义：**int x; int y=3;**
  - **extern int z=4;** //定义：还包括初值
  - 函数说明：没有函数体的原型声明
    double sin(double);

extern "C" int fc(int) //说明".c"文件中的函数 fc

变量申明、变量定义、变量初始化

函数申明、函数定义

申明 VS 定义

分配空间 VS 不分配空间

给相应的存储空间赋值

推荐：自己给变量赋初值，

别用编译器赋予默认的值。

不同的编译器(不同版本)的做法可能不同

2.2 输入输出的流式运算

- 支持stdio.h：

int scanf(const char *, …); //返回成功输入变量的个数。
int printf(const char *, …); //返回成功输出字符的个数。

- 流iostream类对象cin通过重载>>运算符函数完成输入。

- >>可以自左至右连续运算。

  cin>>y>>z。

  等于 cin>>y；cin>>z

- cin和cout关于>>和<<运算的结果分别为cin和cout。

  cout << "my name is "<<name << endl;

2.2 输入输出的流式运算

華中科技大學

```
#include <iostream>
using namespace std;
int  main()
{
      int  x;
      char y[10];
      cin >> x;
      cin >> y;
      cout << "your input x=" << x << ";  y is " << y << endl;
      return 0;
}
```

// 若不使用 using namespace std;
// 则在语句中 std::cout << x<<std::endl;

2.2 输入输出的流式运算

输出的格式控制

```
int  x=12;
cout << "8进制  x= " << oct << x << endl;
cout << "16进制 x= " << hex << x << endl;
```

输出格式控制：

```
#include <iomanip>      // manipulators 操纵器
//   setw    设置输出数据的宽度
//   setprecision 设置小数点后的精度位数
cout<<" 16 coded x= "<< hex <<setw(10)<< x <<endl;
```

2.2 输入输出的流式运算

要求输入一个整数，而用户输入的不是整数，结果如何？

```
int  x = 123;
char s[20];
cout << "input a integer :";
cin >> x;
cin >> s;
// 若程序运行时，输入的不是数值
// 虽然会报错，但是后面的数据不能输入
// 会导致x的值为0，并且s串也没有输入
```

2.2 输入输出的流式运算


```
cout << cin.rdstate() << endl;      // 输入非数字，显示 2
   while (cin.rdstate() != ios::goodbit) { // goodbit 是 0
       cout << "input error" << endl;
       cin.clear();        //  清除错误状态
       cout << cin.rdstate() << endl;
              // 此时，cin.rdstate 已变成 0了。
        cin.ignore(numeric_limits<int>::max(), '\n');
          // ignore 设得足够大，实际起作用的是第二个参数。
          //  例如；  cin.ignore(20, '\n'); 同样，在输入不超过
20个字符时起作用；忽略输入
      cin >> x;
   }
```

2.2 输入输出的流式运算

输入有空格分隔的字符串

```
int  x = 123;
char s[20];
cout << "input a integer :";
cin >> x;

 //  cin >> s;   // 将会以空格作为字符串的分隔
                //  导致后续输入异常
cin.get();      // 要消掉缓冲区中的换行符
                //  即输入 x时的，换行符
cin.getline(s, 20);
```

2.3 const 修饰符

用得非常广泛的一个修饰符

修饰变量

```
const  int  x;          int  const  x;
const char *p;          char  const  *p;
char * const q;
const char * const w;
```

修饰函数参数

```
….   f(const char *src);
```

2.3 const 修饰符

用得非常广泛的一个修饰符

修饰一个对象

```
const   day   national_day;
```

修饰一个类中的数据成员

```
class  day {  const  int  x=10;};
```

修饰一个类中的函数成员参数

```
class  day {  const  int  x=10;
                    … f(const char *p);
};
```

修饰一个类中的函数成员

```
class  day {   int getyear( ) const;  };
```

2.3 const 修饰符

用得非常广泛的一个修饰符

在不同位置的 const，各有什么含义？

加了const后，对语句有何限定？

为什么要加 const 修饰符？

即 加了const 有什么作用？

对于一个编译通过的程序，去掉 const 之后的版本，与有const 版本，编译结果有何差别？

2.3 const 修饰符

```
#define   PI   3.14
const  float  PI=3.14;    // PI 是一个常量，运行中不得修改
float  const  PI=3.14;    // const float 等价于 float const
float  x;       const float  PI = x;       // 若x未初始化，则有警告
```

PI　float　　const float 是一种新的数据类型

3.14　不可变

x　float

…… 可变

2.3 const 修饰符

```
const  float  PI=3.14;
float          x,    *q;
PI =4.2;                    // Error : 不能给常量赋值
PI =x;                      // Error : 不能给常量赋值
const  float  cf;           // Error:  常量变量 cf 需要初始值设定
x =PI;
q= &PI;                     // 无法从const float * 转换为 float *
*q=5.6;
```

与 *q=5.6;矛盾

2.3 const 修饰符


```
const  float  PI=3.14;    // PI 是一个常量，运行中不得修改

PI =4.2;
float   *q = &PI;          // 无法从const float * 转换为 float *
                           //  防止出现  *q=5.6；就是修改PI中的值

const float  *q = &PI;  // 因为不能修改*q，
                           // 也就不能修改q指向的PI;

                           // u是一个独立于PI的变量;
float   u = PI;            // 之后，修改u 的值，与 PI 无关

float   *q = (float *)&PI;  // 强制类型转换
                           // &PI 的类型是  const float *
                           // 转换为 float *
```

2.3 const 修饰符

华中科技大学

总结

const float PI=3.14;

- 定义一个常量，必须在定义时，赋初值；
- 常量不能在赋值号左边出现；
- 常量可以在赋值号右边出现；
- 常量的地址，只能赋值给一个常量指针；

常量的地址，可以进行强制地址类型转换；
转换后，可以在赋值号左右都出现。

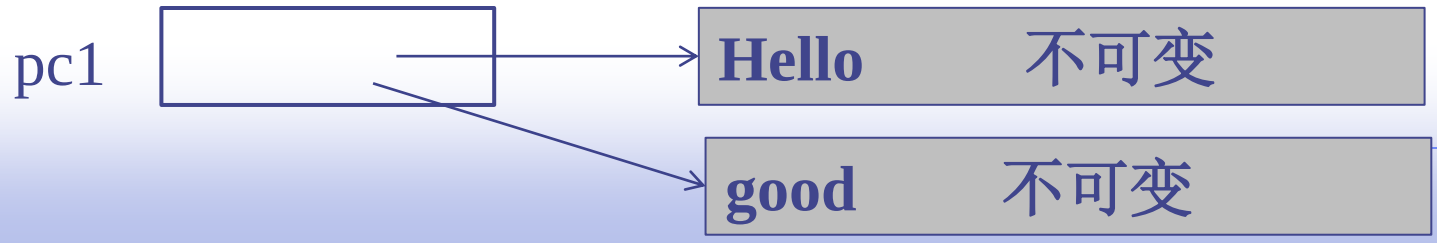
2.3 const 修饰符


```
char const * pc1;     // pc1是一个指针，指向常量字符串
const char * pc2;     // const char 于 char const 等价
const char * pc3 = “const string”；
pc1=“Hello”;
pc1=“good”;
```

从右向左读，将 * 读成 pointer to

pc1 is a pointer to const char;

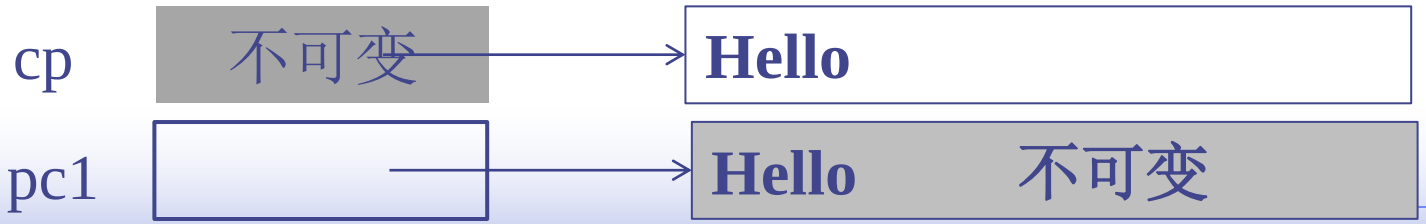
- 字符串中的内容不能修改
- 但指针中的值（即一个单元的地址）可以修改



2.3 const 修饰符

char *p1; p1=new char[10];
char * const cp=p1;
cp 是一个常指针，指向字符串
cp 中的内容不可变，必须在定义时初始化
char * const cp1=new char[10];
char * const cp2 = "Hello"; // 无法从const char[6] 转换为char *

将 * 读成 pointer to，从右向左读 char * const cp=p1;
cp is a const pointer to char;
char const * pc1; pc1 is a pointer to const char;

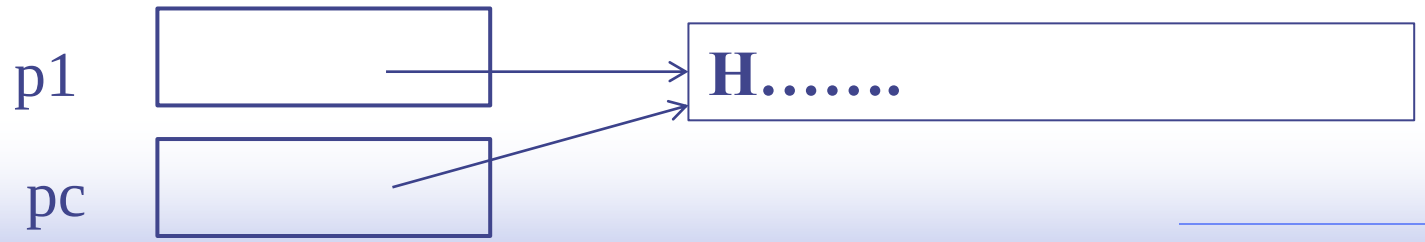


2.3 const 修饰符


```
char  *p1
p1=new char[10];
const char  * pc;
pc = p1;
```

p1 指向字的符串，可以通过 p1 来修改，如 p1[0]='H';

pc 指向的串，不能通过 pc来修改。
就像一个文件，本身是可以改的，p1 是有权限修改的人；
pc 是无权改的人



2.3 const 修饰符

```
char  s[]="good";
char *p = new char[10];

const char  *pc = s;
pc[3] = 'g';
pc = p;
p=pc;
p=(char *)pc;

char  * const  cp = s;
cp[3] = 'g';
cp = p;
p = cp;
```

测验：判断语句的对错

const 放在类型名前
或放在变量名前

常变量:
在定义时，必须赋初值。
不能出现在赋值号左边。

2.3 const 修饰符

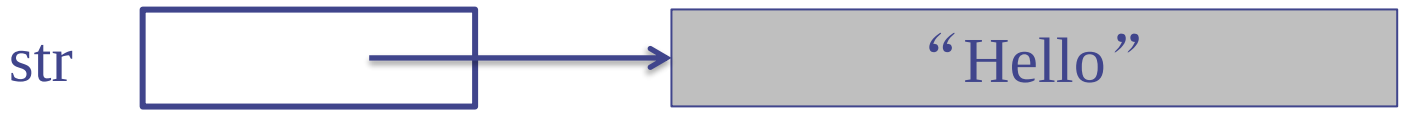
const char * const cccp = s;
const char * const cccp = “good”;

2.3 const 修饰符

const 修饰函数参数，防止在函数中修改参数数据。

例： C标准库中有：

```
int  strlen(const char *str);
char *strcpy(char *dest, const char *source);
```



不能通过str来修改串中的内容， 函数的常参数

2.3 const 修饰符

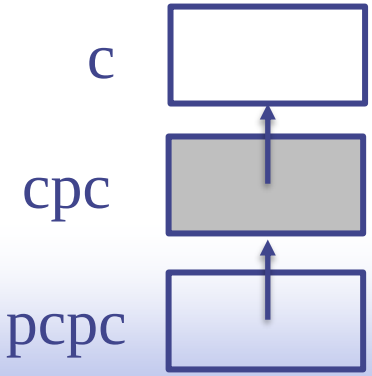
const 修饰函数参数，防止在函数中修改参数数据。

char * const * pcpc;

char * * q;

不能修改 *pcpc 中的内容；可修改 pcpc、 ** pcpc。

```
char  c;
char  * const  cpc=&c;
pcpc =&cpc;
```



2.3 const 修饰符

讨论：

- 对于程序（或函数中），不需要（或不允许）变化的变量，加上**const**，有什么好处？
- 能不能通过其他手段，修改**const** 变量的值呢？
- 如何记忆有关规则？

2.3 const 修饰符

讨论：

- 能不能通过其他手段，修改const 变量的值呢？

```
int  xx;
cin >> xx;                          // 输入 xx  为 100
const int yy = xx;
cout <<“yy = ”<< yy << endl;    // 显示 yy = 100
*(int*)& yy = 123;
cout <<"yy = "<< yy << endl;   // 显示 yy = 123
```

原理：

- yy是 const int 类型， &yy 是 const int * 类型
- 采用强制地址类型转换 (int *),
  将 const int * ,转换为 int *
- *(int *) 访问 yy

2.3 const 修饰符

讨论

- 能不能通过其他手段，修改const 变量的值呢？

```
*(int*)& yy = 123;
      mov     dword ptr [yy], 7Bh
```

等价写法：

```
*const_cast<int*>(& yy) = 123;  // mov  dword ptr [yy],7Bh
```

注意：
```
int (yy)=123;   // yy 重定义，不同类型的修饰符
const int(yy)=123;  // yy重定义，多次初始化
int(yy)=123;  等同   int yy=123;
```

2.3 const 修饰符

讨论：

- 能不能通过其他手段，修改const 变量的值呢？

```
const int yy=xx;
int   *p;

p= &yy;  // 无法从 const int * 转换为 int *

p = (int *)&yy;
p= const_cast<int*>(&yy) ;  // 与上一行等价
                            // (&yy)这的括号不能省略
*p=123;
```

此时，显示 yy=123

2.3 const 修饰符

讨论：

- 地址类型的强制转换与数据类型转换的差别

```
int     xx=10;
const int yy=xx;
const int  *p =&yy;

*p =123;        // error
*(int *)p=123;   // 强制将 p的类型 （const int *）
                 //  转换为 int *
                 //  等价 *(int *)&yy=123;
```

此时，显示 yy=123

2.3 const 修饰符

讨论：

- 能不能通过其他手段，修改const 变量的值呢？

```
const int yy = 100;
cout <<“yy = ”<< yy << endl;    // 显示 yy = 100
*(int*)& yy = 123;
cout <<"yy = "<< yy << endl;
```

显示的 yy =?　　显示的 yy =100

原理：

编译器看到 yy 是一个const int, 又给定了值100;
就认为 yy不再会改变，后面直接用 100来代换了 yy。
*(int *)&yy语句是执行了的，调试时看得到yy=123;
但 cout 的结果是 yy =100. 定义 const int yy=xx; 就无法给 yy 一个常量值。

2.3 const 修饰符

华中科技大学

讨论：

- 能不能通过其他手段，修改const 变量的值呢？

```
const int yy = 100;     VS  int  xx=100;
                                const int yy = xx;
```

下面同样一段程序的执行结果不同

```
cout <<“yy = ”<< yy << endl;    // 显示 yy = 100
*(int*)& yy = 123;
cout <<“yy = ”<< yy << endl;   // 显示100  VS  显示 123
volatile  const int yy = 100;  // 后面访问 yy时，都要直接
                               // 访问对应的内存单元
```

上面程序 显示　　yy =100
　　yy = 123

2.3 const 修饰符

讨论：

- 能不能通过其他手段，修改const 变量的值呢？

```
int xx;
cin >>xx;
const int yy = xx;
cout << “yy=” << yy<<endl;      // 显示输入xx的值
*(&xx - 3) = 30;
cout << “yy=” << yy<<endl;      // 显示30

        // 注意，变量xx的地址与yy地址之间的关系
        //   与编译器的设置有关
```

2.3 const 修饰符

思考题：

```
char   *  const  p = new char[10];
char   q[20];
```

如何 让 p 能指向q，或者另一个新申请的空间？

```
*(char **)&p = q ;
*(char **)&p = new char[20];
*const_cast<char**>(&p) = q;
*const_cast<char**>(&p) = new char[20];
```

2.3 const 修饰符

思考题：

```
char* pc = "hello";   // 编译时报错
                      // 无法从 const  char[6] 转换为 char *
```

如何修改，使之无语法错误？

```
const  char * pc="hello";      // 方法 1

char * pc=(char *)"hello";   // 方法 2
```

虽然语法上，方法 1和2都正确，但都有潜在危险。

方法2：直接通过 pc[i] 修改只读区的数据；

方法1：通过强制类型转换，修改只读区的数据；

2.3 const 修饰符

思考题：

char * pc=(char *)“hello”; // 方法 2

pc[0]=‘H’; // 在执行时出现问题

```
char* pc =(char *) "hello";
pc[0] = 'H';
return 0;
}
```

已引发异常

引发了异常: 写入访问权限冲突。
pc 是 0x529BEC。

原理：

“Hello”在只读数据存储区，其中的内容是不能修改的。pc 指向了一个只读数据存储单元，不能修改pc指向的单元。

2.3 const 修饰符

华中科技大学

思考题

```
char * pc=(char *)“hello”;   // 有风险
                             // 直接通过 pc 修改只读数据区
const char *pc = “hello”;    //  也有风险
        // 通过 pc数据类型的转换， 修改只读数据区
         pc[0]=‘H’;      // 编译报错
        *(char *)&(pc[0])=‘H’;     // 运行报错
        *(char *)pc=‘H’;     // 运行报错
        *(char *)(pc+1)=‘H’;     // 运行报错
char  pa[10]=“hello”;    // 保险做法
```

2.3 const 修饰符

讨论：const 与 #define 相比，有何优点？

- const 常量有数据类型，编译器可对其进行类型安全检查
- 宏常量无数据类型，没有类型安全检查
- 宏替换时，可能出现预想不到的错误

```
#define  doubled(x)   x*2

doubled(1+2) =  ?
```

- 在调试时，可对const 常量进行调试

2.3 const 修饰符

讨论：为什么 char a[] = “hello”; 正确

char *p=“hello”; 编译时错误？ （VS2019）

- const char *p= “hello”;

- char *p = (char *)”hello”;

  p[0]=‘g’;

  虽然此种形式在编译时未报错，但执行时异常，为什么？

2.4 宏


```
#define  doubled(x)  x*2

cout<<"doubled(3) = "<<doubled(3)<<endl;

cout<<"doubled(1+2) = "<<doubled(1+2)<<endl;
```

doubled(3) = 6
doubled(1+2) = ?　　5

2.5 内联函数


```
inline int doubled(int x) {
        return x*2;
}
cout<<"doubled(3) = "<<doubled(3)<<endl;
cout<<"doubled(1+2) = "<<doubled(1+2)<<endl;
```

doubled(3) = 6

doubled(1+2) = ？ 6

希望生成的代码更优化一些;

有些编译器不理睬内联的请求。 VS2019 不理睬 inline

2.6 引用类型

引用变量的定义、初始化、使用

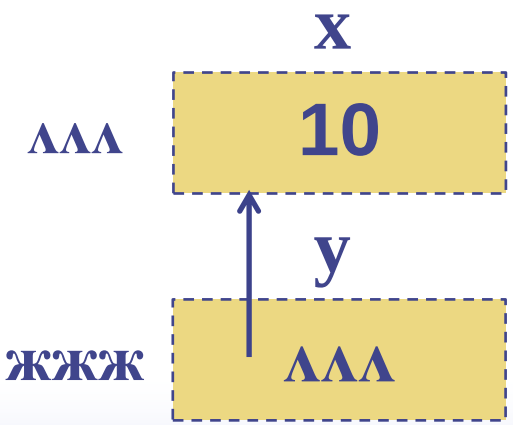
- 引用变量
- 引用参数
- 返回值引用
- 左值引用 与 右值引用

2.6 引用类型

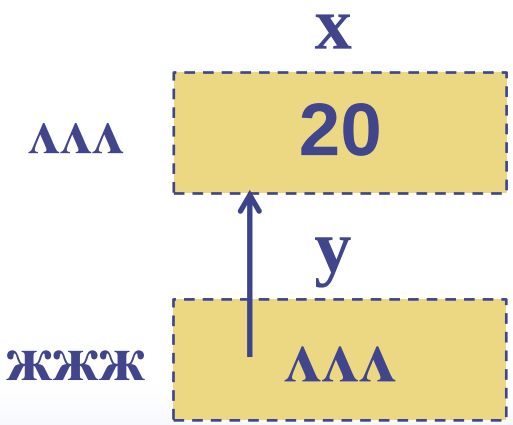
引用变量

```
int   x=10;

int   &y = x;        （1）

y=20;                （2）
```

```
lea      eax,[x]
mov    dword ptr [y],eax;

mov    eax,dword ptr [y];
mov    dword ptr [eax],14h
```



执行(1) 后

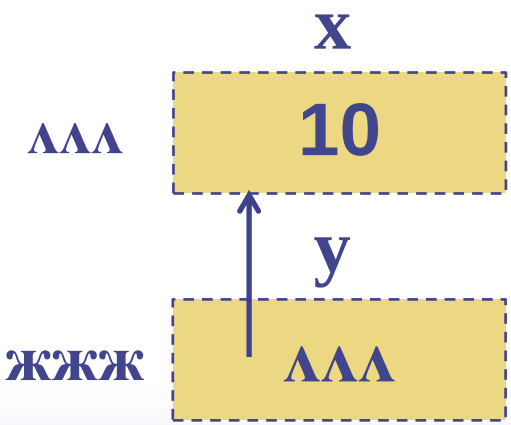


执行(2) 后

2.6 引用类型

引用变量

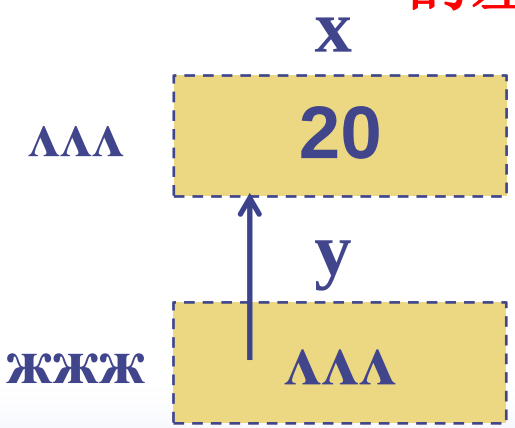
```
int   x=10;

int   &y = x;        （1）

y=20;                （2）
```



执行(1) 后

与指针的对比

```
int   *y;
y =  &x;

*y = 20;
```



执行(2) 后

为什么定义引用变量时就一定要初始化？

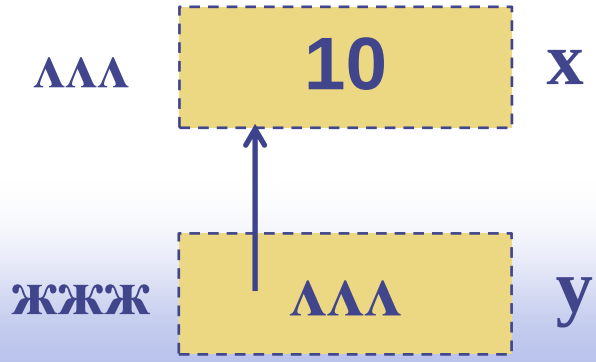
定义时的 = 与使用时的 = 的差别？

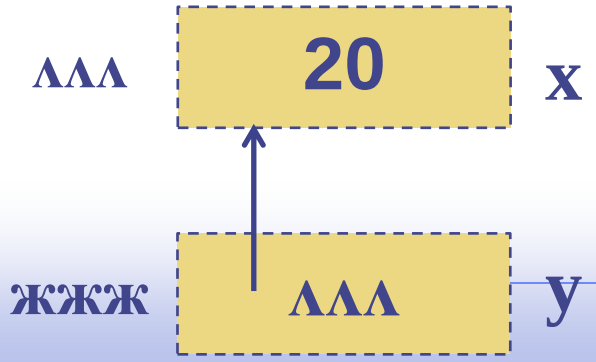
2.6 引用类型

```
int   x=10, t;
int   &y = x;

y=20;

t = y;
```

```
lea     eax,[x]
mov     dword ptr [y],eax;

mov     eax,dword ptr [y];
mov     dword ptr [eax],14h

mov     eax,dword ptr [y]
mov     ecx,dword ptr [eax]
mov     dword ptr [t],ecx
```

```
int   x=10, t;
int   *p=&x;

*p=20;
// *(&x)=20;

t = *p;
// t=20;
```





2.6 引用类型


```
int   x=10, t;
int   &y = x;

int  &z =y;
```

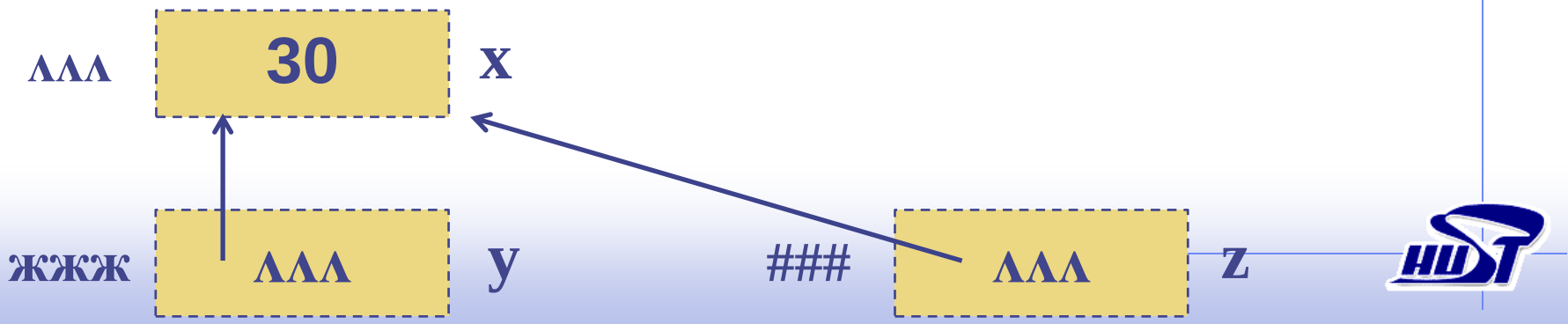
```
mov  eax,dword ptr [y]
mov   dword ptr [z],eax
```

```
z=30;
```

```
mov    eax,dword ptr [z]
mov    dword ptr [eax],1Eh;
```

```
t=x;
t=y;
t=z;
```

三者等价

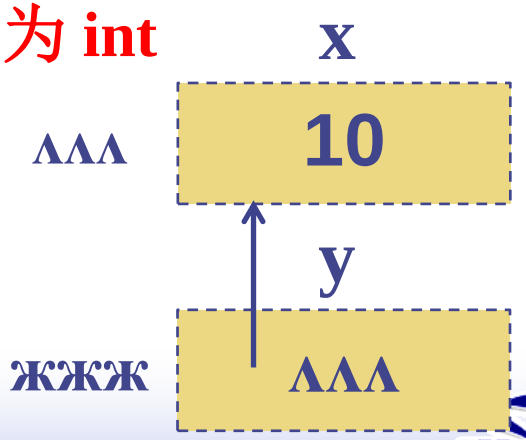


2.6 引用类型

华中科技大学

定义引用变量时就一定要正确初始化

```
int   x=10;

int   &y;          // 错误语句，必须初始化引用
int   &y=20;   //错误语句，无法从“int”转换为“int &”
int   &y=(int *)malloc(sizeof(int));
                   // 无法从“int *”转换为“int &”
y =&x;     // 错误语句，无法从 int * 转换为 int

int  &y=x;
int   &y=*(int *)malloc(sizeof(int));
```



2.6 引用类型

总结：

- 定义引用变量时就一定要正确初始化；
- 引用变量中存放的是被引用变量的地址；
  其本质是指针；
- 在有串接（多级）引用时，都是指向最终被引用的变量；
  与二级（多级）指针有很大的差别；
- 使用引用变量，操作对象都是被引用的变量

Q： 既然使用引用变量，操作对象都是被引用的变量，
那么定义 引用变量有什么意义？

2.6 引用类型

编程：写一个函数，交换两个整型变量的值

```
int a=10;
int  b=20;
swap( ….., …..);          // 执行后， a=20, b=10
```

函数参数 应该是变量a、 b 的地址

```
swap(int *x, int *y)          swap( &a, &b);
{
   int  t=*x;
   *x=*y;
   *y=t;
}
```

2.6 引用类型

引用参数

交换两个整型变量的值的函数

```
void swap（int  &x, int &y)
{
    int  t;
    t=x;
    x=y;
    y=t;
}
```

```
int  a,  b;
swap(a,b);
```

看汇编代码：观察引用参数传递的是什么？

2.6 引用类型


```
swap(int *x, int *y)
{
    int  t=*x;
    *x=*y;
    *y=t;
}

 int a=10;
 int  b=20;
 swap(&a, &b);
```

引用参数

```
swap(int &x, int &y)
{
    int  t=x;
    x=y;
    y=t;
}

int a=10;
int  b=20;
swap(a, b);

int      &x=a;
int      &y=b;
```

2.6 引用类型

引用参数

```
swap(int *x, int *y)
{
……
}
  int a=10;
  int  b=20;
  swap(&a, &b);
```

```
swap(int &x, int &y)
{
    ……          int    &x=a;
}               int    &y=b;
int a=10;
int  b=20;
swap(a, b);
```

Q：在一个程序中，这两个函数能同时存在吗？

swap(a,b) 不会与 swap(int *x, int *y) 匹配，
int *x=a; 是错误语句 // 无法从 int 转换为 int *

2.6 引用类型

引用参数

```
struct student
{       char name[20];
        int  age;
        int  weight;
};

struct student  xu;
print_info1(xu);
print_info2(xu);
```

```
void print_info1(struct student &s)
{
        cout<< s.name<<endl;
}

void print_info2(struct student s)
{
        cout<<s.name<<endl;
}
```

Q：两个函数调用传递的参数分别是什么？
采用引用参数有何好处？

Q：能否将print_info2的名字，改成print_info1？为什么？

2.6 引用类型

返回结果为引用

```
int & f( ) {
    int  t=25;
    return t;
}
lea       eax,[t]   // 返回地址
```

```
int     a=f();
call    f
mov     eax,dword ptr [eax]
mov     dword ptr [ebp-0Ch],eax
```

```
int  f( ) {
    int  t=25;
    return t;
}
mov    eax,dword ptr [t]
                // 返回值
```

```
int       a=f();
call      f
mov       dword ptr [ebp-0Ch],eax
```

两者都显示 a=25

warning C4172: 返回局部变量或临时变量的地址

2.6 引用类型

返回结果为引用

```
int & f( ) {
    int  t=25;
    return t;
}
```

```
int    a=f();      // 执行后  a=25;
int    &b = f();   // 执行后b 中的
                      内容 为 t 的地址
```

类比：

```
int   x=10;
int   &y = x;     //  y中内容是x的地址
int  u  = y;      //  u中内容 = x中的内容，即 10
int  &v=y;        //  v中内容是 x的地址
```

与传统指针相比： int a; int &y=a : int *p=&a;

int u = y : int u=*p; int &v=y : int &v= (*p)

返回结果为引用

```
int & f( ) {
    int  t=25;
    return t;
}

int  x = f( );
```

```
int   g( ) {
    int  t=25;
    return t;
}

int  y = g( );
```

// x，y 的值都是25，但实现的方法不同
// f 函数编译有警告

```
int  &u= f( );
```

```
int  &v = g( );
```

//无法从int 转换为 int &

2.6 引用类型

返回结果为引用

```
int & f(int t ) {
    t=t+10;
    return t;
}

a=f(10)+f(20) ;
          // 显示 a = 60
b = f(20)+f(10);
          // 显示 b = 40
```

```
int  f(int  t ) {
    t=t+10;
    return t;
}

a=f(10)+f(20) ;
          // 显示 a = 50
b = f(20)+f(10);
          // 显示 b = 50
```

warning C4172: 返回局部变量或临时变量的地址

2.6 引用类型

返回结果为引用

```
int & f(int t ) {
    t=t+10;
    return t;
}
```

```
a=f(10)+f(20) ;
          // 显示 a = 60
b = f(20)+f(10);
          // 显示 b = 40
```

a=f(10)+f(20)

先执行 f(10),
返回 函数f中变量t 的地址

再执行 f(20)
返回 函数f中变量t 的地址

根据第1个返回地址，取相应单元的内容，为 30
根据第2个返回地址，取相应单元的内容，为 30
故 a =60

warning C4172: 返回局部变量或临时变量的地址

2.6 引用类型

返回结果为引用

```
int & f(int t ) {
    t=t+10;
    return t;
}
```

```
 t = t + 10;
mov     eax,dword ptr [t]
add     eax,0Ah
mov     dword ptr [t],eax
    return t;
lea     eax,[t]
```

```
a=f(10)+f(20) ;
        // 显示 a = 60
push    0Ah
call    f (08D1190h)
add     esp,4
mov     esi,eax
push    14h
call    f (08D1190h)
add     esp,4
mov     ecx,dword ptr [esi]
add     ecx,dword ptr [eax]
mov     dword ptr [a],ecx
```

2.6 引用类型

华中科技大学

返回结果为引用

```
int & f(int t ) {
    int *p=(int *)malloc(sizeof(int));
    *p=t+10;
    return  *p;
}

a=f(10)+f(20) ;
          // 显示 a = 50
b = f(20)+f(10);
          // 显示 b = 50
```

删除引用& 后，结果同样正确。

2.6 引用类型

返回结果为引用

```
struct  AAA {
    int  x;
    int  y;
};
AAA  & f()
{
    AAA  t;
    t.x=40;
    t.y=50;
    return t;
}
```

```
AAA  zzz;
zzz=f();
cout <<"zzz.x = "<<zzz.x<<" zzz.y
= "<<zzz.y<<endl;
```

warning C4172: 返回局部变量或临时变量的地址

显示:

zzz.x= -858993460   // CC CC CC CC

zzz.y = -858993460

2.6 引用类型


```
char * fcharp()
{
    char t[20];
    strcpy_s(t,"hello");
    cout<<"t is "<<t<<endl;
     return  t;
}

char *pc;
pc=fcharp();    // 此处观察 pc 指向的串为 hello
cout<<"pc is"<<pc<<endl;
```

warning C4172: 返回局部变量或临时变量的地址

运行显示 并非 hello

2.6 引用类型

讨论：

- 指针和引用有什么差别？
- 传引用比传指针安全，为什么？

- 引用在创建时，必须初始化，即引用到一个有效的对象；指针在定义时，可以不 初始化

- 指针可以为NULL
  引用必须与合法的存储单元关联，不存在NULL引用

- 引用一旦被初始化为指向一个对象，就不能再改变为另一个对象的引用；指针是可变的

2.7 函数参数及返回值


```
void  DrawCircle(int x, int y, int r=10)
{
        .......
}

DrawCircle(100, 100, 20);

DrawCircle(100, 100);
```

缺省参数

如果某个参数给了缺省值，其右边的参数都需要给参数值。

思考：编译器会如何处理？

2.7 函数参数及返回值


```
int printf(const char *format, …);
                          …… 省略参数
```

编写n个整数求和，n是可变的

◆参数个数不定

◆常参数
在本函数内不变

```
int s=sum(3,4,5,6);    //执行完后s=15
    s=sum(2,10,20);    //执行完后s=30

int sum(int n, …)
 {
     int  s=0;
     int  *p=&n+1;    //p指向第1个省略参数
     for (int k=0; k<n; k++)  s+=p[k];
     return s;
}
```

2.7 函数参数及返回值

函数的返回值

void f(….)：函数无返回值。

看汇编代码：观察函数返回的是什么？

2.8 变量的定义和声明

- 变量定义：定义性申明 **defining declaration (definition)**
- 变量声明： 引用性申明 **referencing declaration,** 简称申明

  定义和申明的差别：是否为变量分配存储空间

- 函数定义须**有函数体**
- **C++** 规则
  - 变量声明和定义不必在语句之前，即和语句可穿插形成序列。
  - 所有变量都可以用任意表达式初始化。
  - 函数内定义的变量如不初试化，其值不确定。
  - 在**if**、**while**和**for**的条件部分定义变量，仅限于其语句访问。
  - 由开工函数产生(初始化全局变量)，由收工函数消灭全局变量

2.8 变量的定义和声明

跳过本页

```
#include <stdio.h>
extern  int  h;            //C变量定义方式：常量表达式初始化
extern  int  i;           //变量声明， C和C++都可先声明后定义
int   i=5;
int   j=i+printf("ABC\n");//C++定义方式：任意表达式初始化，输出ABC
static int  p=j+5;        //C++定义方式：任意表达式初始化
void  main(void){
    static int  n=j+5;  //C++定义方式：任意表达式初始化
    int  k, i=20;
    for(int j=k+2; j<9; j++){
        int  m=5;
    };
    int q=23;             //C++定义方式，定义出现在for语句后
    struct{ int k, m;}b={j+3, 5};        //C++定义方式
    int a[4]={scanf_s("%d", &k), 1};     //C++定义方式
}//即使main函数体为空也会输出ABC。程序作为对象(产生、活动和灭亡)。
```

2.8 变量的定义和声明

- **左值表达式**：在等号左边出现的值表达式　++x
- **右值表达式**：只能出现在等号右边的数值表达式。　X++

```
int   x=10,  y=20;
 y = ++x;   等价于：x=x+1;   y=x;
 y = x++;   等价于：y= x;    x=x+1;
 ++x = y;   等价于：x=x+1;  x=y;
 x++ =y;    // 错，  = 左操作数必须为 左值
```

2.8 变量的定义和声明

华中科技大学

传统左值表达式：

能在等号左边出现的值表达式

- 非const类型变量

  int x;　x=2;　// const定义的变量是传统右值

- 有址引用非const类型的变量

  int &y=x;　y=3;

- 非const指针和非const内容：

  char z[]="abc",　*p=z;　// 这是定义语句

  p=(char*)"ab";　*p='c';　// 赋值语句

- 有址引用非const类型的函数

  int &f( ){..... };　f( )=3;

- 前置++和--运算、赋值运算

  int C=1;　(++C)=5;　(C+=2)=3;

2.8 变量的定义和声明

华中科技大学

传统右值表达式：

只能出现在等号右边的数值表达式

- const定义的变量是传统右值

  const int x=3;　不可以再给 x赋值

- C语言的函数调用为传统右值，

  其调用只在等号右边出现；

- C++函数可返回传统左值，可出现在等号左边

  int &f( ){……}。　　f()=3;

- 一个表达式既然能出现在等号左边，就必然能出现在等号右边；反之则不一定成立。

2.8 变量的定义和声明


```
void f(int u, int v)
{
    cout << "u= " << u << "  v = " << v << endl;
}          // 显示 u =3,   v=4

int main()
{
   int  x = 3, y = 4;
   f(x++, y++);
   cout << "x= " << x << "  y = " << y << endl;
   return 0;          // 显示 x=4   y =5
}
```

2.8 变量的定义和声明


```
f(x++, y++);
mov     eax,dword ptr [y]
mov     dword ptr [ebp-0DCh],eax  //  y的值拷贝到一个临时空间
mov     ecx,dword ptr [y]         //  实现 y = y+1
add     ecx,1
mov     dword ptr [y],ecx
mov     edx,dword ptr [x]
mov     dword ptr [ebp-0E0h],edx  //  x的值拷贝到一个临时空间
mov     eax,dword ptr [x]         //  实现 x = x+1
add     eax,1
mov     dword ptr [x],eax
mov     ecx,dword ptr [ebp-0DCh]  //  从临时空间取数作为参数
push    ecx
mov     edx,dword ptr [ebp-0E0h]  //  从临时空间取数作为参数
push    edx
call    f (0C910E6h)
```

左值引用

```
void fr(int &u, int &v)
{
    cout << "u= " << u << "  v = " << v << endl;
    u = 20;   v = 30;
}                              // 显示 u =3,   v=4

int main()
{
   int  x = 3, y = 4;
   fr(x, y);
   cout << "x= " << x << "  y = " << y << endl;
   return 0;                   // 显示 x=20   y =30
}
```

左值引用

```
void fr(int &u, int &v)
{
    cout << "u= " << u << "  v = " << v << endl;
    u = 20;   v = 30;
}                              // 显示 u =4,   v=5

int main()
{
   int  x = 3, y = 4;
   fr(++x, ++y);
   cout << "x= " << x << "  y = " << y << endl;
   return 0;                   // 显示 x=20   y =30
}
```

2.8 变量的定义和声明

左值引用

```
void fr(int &u, int &v)
{
    cout << "u= " << u << "  v = " << v << endl;
    u = 20;   v = 30;
}                              // 显示 u =4,   v=5

int main()
{
   int  x = 3, y = 4;
   fr(x++, y++);  // 语法错误，无法从int转换为int &
   cout << "x= " << x << "  y = " << y << endl;
   return 0;
}     // 想要传递一个临时对象的地址
```

2.8 变量的定义和声明

右值引用

```
void frr(int &&u, int &&v)
{
    cout << "u= " << u << "  v = " << v << endl;
    u = 20;   v = 30;
}                          // 显示 u =3,   v=4

int main()
{
   int  x = 3, y = 4;
   frr(x++, y++);
   cout << "x= " << x << "  y = " << y << endl;
   return 0;
}            // 显示 x =4,   y=5
```

2.8 变量的定义和声明

frr(x++, y++);

右值引用

```
mov         eax,dword ptr [y]
mov         dword ptr [ebp-0E0h],eax
mov         ecx,dword ptr [y]
add         ecx,1
mov         dword ptr [y],ecx
mov         edx,dword ptr [x]
mov         dword ptr [ebp-0ECh],edx
......
lea         ecx,[ebp-0E0h]    // 传递临时对象的地址
push        ecx
lea         edx,[ebp-0ECh]
push        edx
call        frr (0CE1168h)
```

右值引用：通过加 const 约束的左值引用来实现

```
void fcr(const int & u, const int & v)
{       cout << "u= " << u << "  v = " << v << endl;
        // 不能修改 u、 v 引用的对象
}

int  x = 3, y = 4;
fcr(x, y);                    // 三条语句均正确
fcr(x++, y++);
fcr(5, 6);
```

对比不加 const 约束的左值引用

```
void fcr(int & u, int & v)
{       cout << "u= " << u << "  v = " << v << endl;
        // 不能修改 u、 v 引用的对象
}

int  x = 3, y = 4;
fcr(x, y);

fcr(x++, y++);    // 无法将参数1从 int 转换为 int &
fcr(5, 6);
```

2.8 变量的定义和声明

void *p 所指向的实体单元字节数不定。

- 可以将任意类型变量的地址赋给 **p**。
- 对指向的实体单元赋值时，类型或字节数必须确定，必须进行强制类型转换

  例如： ***(double *)p = 3.2;**

2.8 变量的定义和声明

```
int  i=1;
const int &j=5;  //只读引用变量引用常量
      //  5是一个常量，有一个单元中存放的数为5
      //  变量j中存放的是存放5的那个单元的地址，亦称 匿名地址
      // int  &j=5;   error，无法从 int 转换为 int &
      // int  &j=i+5;  error，无法从 int 转换为 int &
const int k=10, &m=k; //只读引用变量引用只读变量(右值表达式)
int &x=++i;       //左值引用，++i为左值表达式，x指向i;  i=2
int &y=i=0;       //左值引用，i=0为左值表达式，被引用变量为i
                  // 先执行 i=0;  后执行 &y=i;  y 引用i
int &z=y=3;       //左值引用，y=3为左值表达式，被引用变量为i
                  //  此时 i=3; y=3 ;(即y指向的单元为i 为 3, *y=3)
                  //  z 也是指向 i 的
执行后 i,x,y,z   皆为 3;  k, m 为 10.
```

2.8 变量的定义和声明


```
int &f(int &v){
    return  v+=5;      //v+=5为左值，返回v引用的变量
}
void main(void)
{
int &w=i++; //错误，i ++为右值，无法从 int 转换为 int &
  i=7;  //x、y、z共享i的内存，故x=y=z=i=7
  int w=8;        //x=y=z=i=7，w=8共享匿名左值变量的内存
  ++y=10;         //左值++y使i=8并引用i，10赋给i使x=y=z=i=10
  (z=9)=15;       //左值z=9使i=9并引用i，15赋给i使x=y=z=i=15
  (f(y)=1)=2;     //f(r)返回y引用的i，
                  // (f(y)=1)为左值引用i，x=y=z=i=2
}
```

2.8 变量的定义和声明

位段 Bit field

在结构体或者联合体中以位为单位定义成员变量所占的空间

```
struct A{
    int i:3;          //i为位段成员
    int j:4;          //j为位段成员
    int k;
} a;                  // sizeof(a) =8;
a.i = 6;
a.J = 9;              //  一个字节中存放的信息
```

2.8 变量的定义和声明


```
struct A{
    int j:4;          //j为位段成员
     int k;
} a;
void main(void){
    register int i=0, &j=i;//正确，i、j都编译为(基于栈的)自动变量
     int  &&m=j;        //无法从 int 转换为 int &&
     int  &*m;          //错，不能指向逻辑上不分配内存的引用
     int  &s[4];        //错误，数组元素不能为引用变量
     int  t[6], (&u)[6]=t;//正确，引用变量u可以引用数组t
     int  &v=t[0];  //正确，引用变量v可以引用数组元素
     int  &w=a.j;       //错误，位段不能被引用
     int  &x=a.k;       //正确，a.k不是位段
}
```

2.8 变量的定义和声明

静态变量

```
void  f ( ….) {
      static   int   x=0;
      x++;
      cout  <<x<<endl;
}
```

第1次调用函数 f 时，显示 1
第2次调用函数 f 时，显示 2
第3次调用函数 f 时，显示 3

变量

```
void  f ( ….) {
      int   x=0;
      x++;
      cout  <<x<<endl;
}
```

显示 1
显示 1
显示 1

2.8 变量的定义和声明

静态变量

```
void  f ( ….) {

      static   int   x=0;
      x++;
      cout  <<x<<endl;
}
```

变量

```
void  f ( ….) {

      int   x=0;
      x++;
      cout  <<x<<endl;
}
```

- X 分配的空间静态存储器，属于静态存储方式
- X 不是全局变量，它的作用域只在函数内
- X 的生命周期是整个程序，在函数返回时并不消亡
- 全局变量也是静态存储，它的作用域是整个程序
- 静态局部变量在定义时，若未赋初值，会赋予 0

2.8 变量的定义和声明

静态局部变量 VS 局部变量　　作用域

静态全局变量 VS 全局变量　　生命周期

- 静态全局变量的作用域 是定义该变量的文件
- 其他文件中可以有同名的变量
- 全局变量的作用域是整个程序

2.9 命名空间

定义：　　namespace 名称 { …… }

```
namespace mine
{   // 变量，函数，类，……
    char username[20]="Xu Xiangyang";
}

namespace yours
{
    char username[20]="zhang";
    char *p= “hello” ;  //无法从const char[6] 转换为 char *
    const char *p= “hello” ;
}
```

2.9 命名空间

使用： using namespace 名称；
名称 :: 成员

```
using namespace yours;

void  display()
{
   cout<<username<<endl;
   cout<<"Hello "<<yours::username<<endl;
   cout<<"My name is "<<mine::username<<endl;
}
```

标准C++ 将整个库定义在 命名空间 std 下。
using namespace std;

总结

常

const 修饰符

const int x =……; 常变量

char * const p =……; 指针常量

const char *p; 常量指针 （是指针，指向常量）

const char * const p=……; 指向常量的指针常量

Myfun(const int a); 常参数

Myfun(int a) const; 常成员函数 / 类 /第3 章

const Date National_day(1, 10, 1949); 常对象 /类

常变量：在定义时要赋值，

在程序中不能直接或者间接“修改”

总结

引用

引用

int &x = ……; 引用变量

void f(int &x) ; 引用参数

Int & f(……) ; 返回结果引用

类比

int &x=…;

y=f(…) y=x;

引用变量：

- 相当于指针，变量中存放被引用对象的地址；
- 在定义时赋初值
- 在使用引用变量时等价 于指针；*x
  这也就要求必须在定义时赋初值

总结

static 修饰符

静态

静态全局变量　作用域：文件内　生命周期：整个程序

静态局部变量　作用域：函数内　生命周期：整个程序

静态函数　作用域：文件内　生命周期：整个程序

在其他文件中可以有同名函数

静态数据成员；　类 /第5 章

静态成员函数；　类　/第5 章

总结

函数

函数缺省参数

```
int   myfun(int  a, int b=5);      // 申明
x=mufun(10);                       // 调用
```

函数常参数

```
int   myfun(int  a, const  int  b);      // 申明
x=mufun(10, 20);                         // 调用
char * strcpy(char *dst, const char *src);
```

函数引用参数

```
void   myfun(int  &a,   int  &b);      // 申明
Int x,y;     mufun(x, y);              // 调用
```

总结

const 修饰符

static

宏

内联函数

指针

引用

输入输出的流式运算

命名空间