§6. 指针基础

6.7. 引用(C++新增)

6.7.1. 引用的基本概念

含义：变量的别名

声明：int a, &b=a;　　//a和b表示同一个变量

★ 引用不分配单独的空间(指针变量有单独的空间)

变量的定义：分配空间

变量的声明：不分配空间

★ 引用需在声明时进行初始化，指向同类型的变量，在整个生存期内不能再指向其它变量

```
int a, &c=a; //正确
int b, &c=b; //错
       &c=b; //错
```

c已是a的别名,不能再b

无论定义/赋值均不行

```
int a, &c=a, b;
  c=b/b=c ⇔ a=b/b=a
int a, &c=a, b[10];
  c=b[3]  ⇔ a=b[3]
```

都正确

★ 不能声明引用数组和指向引用的指针，但可声明数组的引用、数组元素的引用和指向指针的引用

```
int &b[3];              //错误，不能声明引用数组
int &*p;                //错误，不能定义指向引用的指针
int a[5],(&b)[5]=a;     //正确，引用指向整个数组
int a[5],&b=a[3];       //正确，引用指向数组元素
int *a, *&b=a;          //正确，指向指针的引用
```

§6. 指针基础

6.7. 引用(C++新增)

6.7.1. 引用的基本概念

含义：变量的别名

声明：int a, &b=a;　　//a和b表示同一个变量

★ 引用不分配单独的空间(指针变量有单独的空间)

★ 引用需在声明时进行初始化，指向同类型的简单变量，在整个生存期内不能再指向其它变量

★ 不能声明指向数组的引用、引用数组和指向引用的指针，但可声明数组元素的引用和指向指针的引用

★ &的理解

定义语句新变量名前：引用声明符

```
int a, &b=a;
```

其它(定义语句已定义变量名，执行语句)：　取地址运算符

```
int a, *p=&a;
p=&a;
```

引用的简单使用：出现在普通变量可出现的任何位置

```
//例：简单变量的引用
#include <iostream>
using namespace std;
int main()
{   int a=10, &b=a;
    a=a*a;
    cout << a << " " << b << endl;    100   100
    b=b/5;
    cout << a << " " << b << endl;    20    20
    return 0;
}
```

本例无任何实用价值
1、多定义一个名称
2、两者容易混淆

§6. 指针基础

6.7. 引用(C++新增)

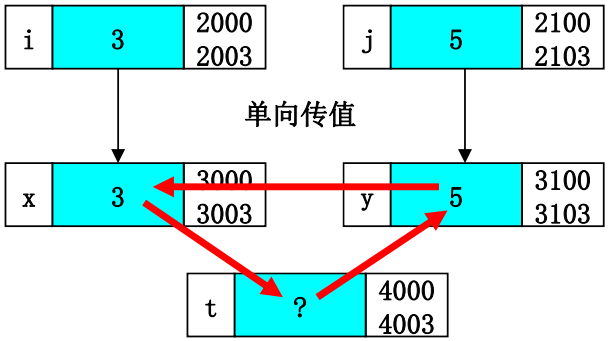
6.7.1. 引用的基本概念

6.7.2. 引用作函数参数

例：两数交换

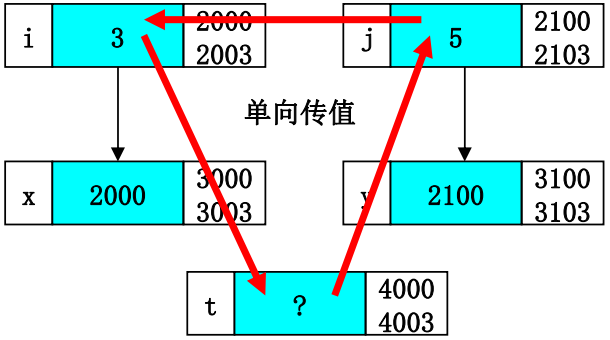
直接传值
错误

```
void swap(int x, int x)
{   int t;
    t = x;
    x = y;
    y = t;
}
int main()
{   int i=3, j=5;
    swap(i, j);
    cout << i << " " << j << endl;
    return 0;
}
```



传地址
正确

```
void swap(int *x, int *y)
{   int t;
    t  = *x;
    *x = *y;
    *y = t;
}
int main()
{   int i=3, j=5;
    swap(&i, &j);
    cout << i << " " << j << endl;
    return 0;
}
```



§6. 指针基础

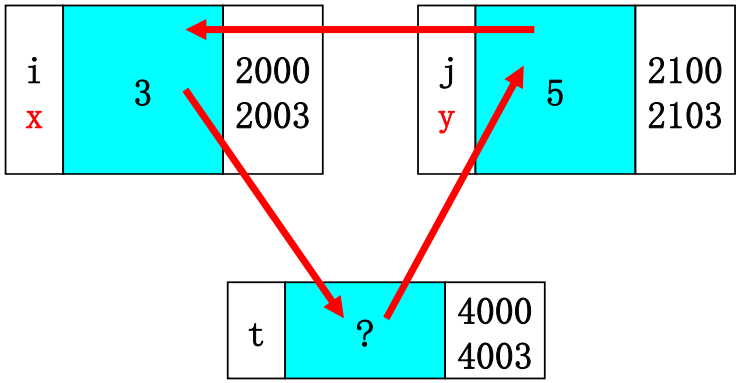
6.7. 引用(C++新增)

6.7.1. 引用的基本概念

6.7.2. 引用作函数参数

例：两数交换

```
void swap(int &x, int &y)   引用做形参
{   int t;                  正确
    t = x;
    x = y;
    y = t;
}

int main()
{   int i=3, j=5;
    swap(i, j);
    cout << i << " " << j << endl;
    return 0;
}
```



★ 形参是引用时，不需要声明时初始化，调用时，形参不分配空间，只是当作实参的别名，因此对形参的访问就是对实参的访问

★ 实参虽然是变量名，但传递给形参的实际上是实参的地址，同时形参不单独分配空间，只是虚实结合(地址传递方式)

§6. 指针基础

6.7. 引用(C++新增)

6.7.1. 引用的基本概念

6.7.2. 引用作函数参数

★ 实参虽然是变量名，但传递给形参的实际上是实参的地址，同时形参不单独分配空间，只是虚实结合(地址传递方式)

- C++函数参数传递的两种方式
  - 传值：单向传值，实形参分占不同空间

```
void fun(int x)
{ …
}

int main()
{  int k = 10;
   fun(k);
}
```

形参的变化不影响实参

```
void fun(int *x)
{ …
}

int main()
{  int k=10;
   fun(&k);
}
```

可通过形参间接访问实参，但本质仍是单向传值

  - 传址：实形参重合，对形参的访问就是对实参的访问

```
void fun(int *x)
{ …
}

int main()
{  int k[10] = {…};
   fun(k);
}
```

对形参数组的修改影响实参数组

```
void fun(int &x)
{ …
}

int main()
{  int k=10;
   fun(k);
}
```

对形参的访问就是对实参的访问

§6. 指针基础

6.7. 引用(C++新增)

6.7.1. 引用的基本概念

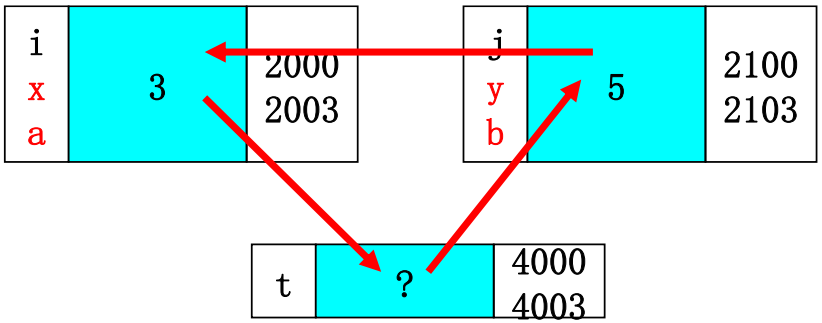
6.7.2. 引用作函数参数

★ 形参是引用时，不需要声明时初始化，调用时，形参不分配空间，只是当作实参的别名，因此对形参的访问就是对实参的访问

★ 实参虽然是变量名，但传递给形参的实际上是实参的地址，同时形参不单独分配空间，只是虚实结合(地址传递方式)

★ 引用允许传递

```
void swap1(int &a, int &b)
{   int t;
    t = a;
    a = b;
    b = t;
}
void swap(int &x, int &y)
{
    swap1(x, y);
}
int main()
{
    int i=3, j=5;
    swap(i, j);
}
```



§6. 指针基础

6.7. 引用(C++新增)

6.7.2. 引用作函数参数

★ 形参是引用时，不需要声明时初始化，调用时，形参不分配空间，只是当作实参的别名，因此对形参的访问就是对实参的访问

★ 实参虽然是变量名，但传递给形参的实际上是实参的地址，同时形参不单独分配空间，只是虚实结合(地址传递方式)

★ 引用允许传递

★ 当引用做函数形参时，实参不允许是常量/表达式，否则编译错误(形参为const引用时实参可为常量/表达式)

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

void fun(int x)
{
    cout << x << endl;
}
int main()
{   int i=10;
    fun(i);    //正确
    fun(15);   //正确
    return 0;
}
```

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

void fun(int &x)
{
    cout << x << endl;
}
int main()
{   int i=10;
    fun(i);    //正确
    fun(15);   //编译错
    return 0;
}
```

```
error C2664: "void fun(int &)": 无法将参数 1 从"int"转换为"int &"
```

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

void fun(const int &x)
{
    cout << x << endl;
}
int main()
{   int i=10;
    fun(i);    //正确
    fun(15);   //正确
    return 0;
}
```

问：系统认为错误的原因是什么？是为了防止什么隐患出现？

答：引用做函数形参，表示形参是可读可写的，而实参是常量/表达式，不可写

=> 形参是实参别名，但得到的权限(读/写)大于原始权限(只读)

§6. 指针基础

6.7. 引用(C++新增)

6.7.3. 关于引用的特别说明

★ 引用在需要改变实参值的函数调用时比指针方式更容易理解，形式也更简洁，不容易出错

★ 引用不能完全替代指针(可以将指针理解为if-else，引用理解为switch-case)

★ 引用是C++新增的，纯C的编译器不支持，后续工作学习中接触的大量底层代码仍是由C编写的，此时无法使用引用
(VS/Dev都是C++编译器，兼容编译纯C，以后缀名.c/.cpp来区分如何编译)

★ 对于计算机底层而言，仍需要透彻理解指针!!!

§6. 指针基础

6.8. 不同基类型指针的相互赋值

★ 不同类型的指针变量不能直接相互赋值，若要赋值，则需要进行强制类型转换

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

int main()
{
    long a=70000, *p=&a;
    short *p1;
    char  *p2;

    p1 = p;   //编译错
    p2 = p;   //编译错

    cout << *p  << endl;
    cout << *p1 << endl;
    cout << *p2 << endl;

    return 0;
}
```

```
(9,11): error C2440: “=”: 无法从“long *”转换为“short *”
(9,10): message : 与指向的类型无关；强制转换要求 reinterpret_cast、C 样式强制转换或函数样式强制转换
(10,11): error C2440: “=”: 无法从“long *”转换为“char *”
(10,10): message : 与指向的类型无关；强制转换要求 reinterpret_cast、C 样式强制转换或函数样式强制转换
```

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

int main()
{
    long a=70000, *p=&a;
    short *p1;
    char  *p2;

    p1 = (short *)p;
    p2 = (char *)p;

    cout << *p  << endl;   70000
    cout << *p1 << endl;   4464
    cout << *p2 << endl;   p

    return 0;
}
```

Microsoft Visual Studio 调试控制台

```
70000
4464
p
```

70000 = 00000000 00000001 00010001 01110000

p	2000

p1	2000

p2	2000

a:低位在前存放	
2000	01110000
2001	00010001
2002	00000001
2003	00000000

§6. 指针基础

6.8. 不同基类型指针的相互赋值

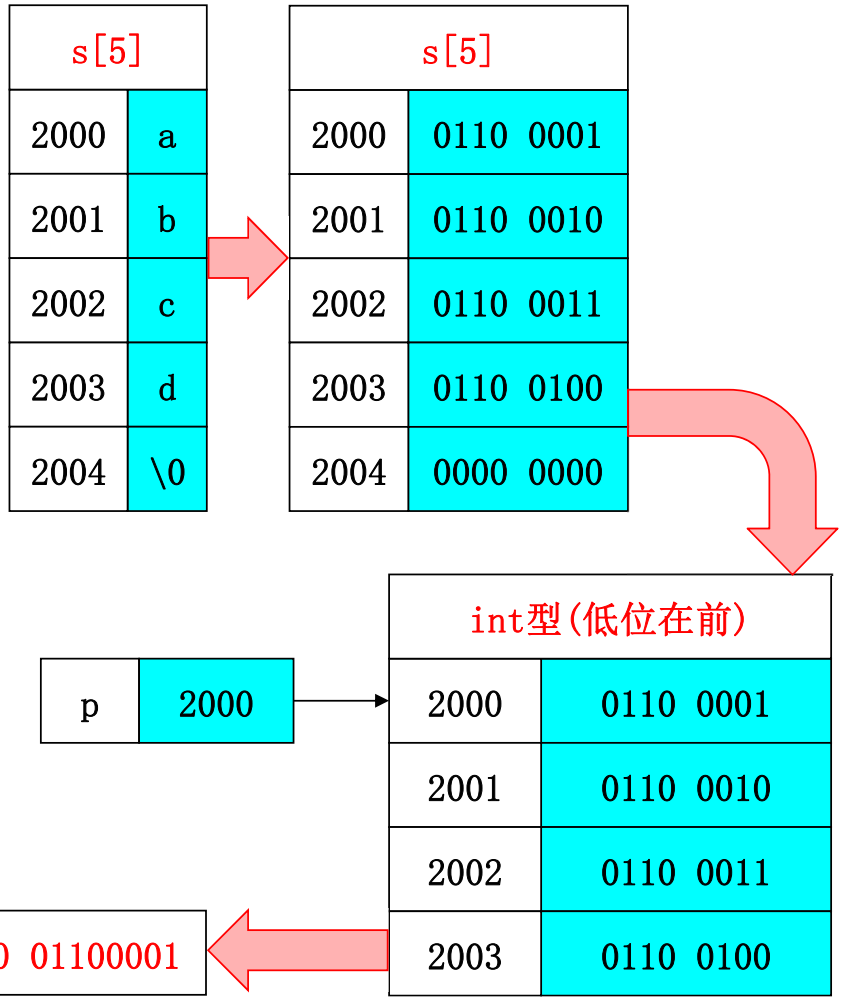
★ 不同类型的指针变量不能直接相互赋值，若要赋值，则需要进行强制类型转换

```
#include <iostream>
using namespace std;
int main()
{
    char s[]="abcd";
    int *p=(int *)s;

    cout << dec << *p << endl; //取基类型为int的指针变量p的值
    cout << hex << *p << endl; //取基类型为int的指针变量p的值

    return 0;
}
```

```
1684234849
64636261
```

Microsoft Visual Studio 调试控制台

```
1684234849
64636261
```



§6. 指针基础

6.8. 不同基类型指针的相互赋值

★ 不同类型的指针变量不能直接相互赋值，若要赋值，则需要进行强制类型转换

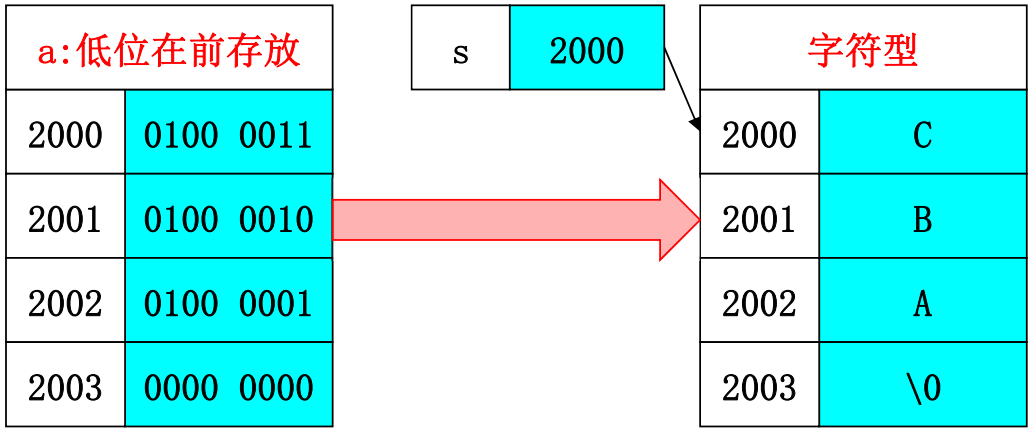
```
#include <iostream>
using namespace std;

int main()
{
    int a=4276803; //0x414243
    char *s=(char *)&a;
    cout << s << '#' << endl; //串方式输出

    return 0;
}
```

CBA

Microsoft Visual Studio 调试控制台

CBA#

6276803 = 00000000 01000001 01000010 01000011




```
int main()
{
    int a= 0x41424344;
    char *s=(char *)&a;
    cout << s << '#' << endl; //串方式输出

    return 0;
}
```

Microsoft Visual Studio 调试控制台

DCBA烫烫萌\?默#

为什么?

§6. 指针基础

6.8. 不同基类型指针的相互赋值

★ 不同类型的指针变量不能直接相互赋值，若要赋值，则需要进行强制类型转换

问题：

1、如何知道double型数据的存储(三段制)？

2、同一个数据，如何知道float和double的存储差异？

3、如何知道某种编译器下两个相邻的变量间隔几字节？

4、如何知道数组和某相邻变量间隔几字节？

5、如何知道某函数的原始执行代码？

6、...

§.基础知识题 - 浮点数机内存储格式(IEEE 754)理解

第02模块的PPT作业，看懂原理

基础知识：用于看懂float型数据的内部存储格式的程序如下：

注意：除了对黄底红字的具体值进行改动外，其余部分不要做改动，也暂时不需要弄懂为什么（需要第6章的知识才能弄懂）

```
#include <iostream>
using namespace std;
int main()
{
    float f = 123.456f;
    unsigned char* p = (unsigned char*)&f;
    cout << hex << (int)(*p)     << endl;
    cout << hex << (int)(*(p+1)) << endl;
    cout << hex << (int)(*(p+2)) << endl;
    cout << hex << (int)(*(p+3)) << endl;
    return 0;
}
```

```
Microsoft
79
e9
f6
42
```

d:低位在前存放	
2000	0x79
2001	0xe9
2002	0xf6
2003	0x42

上例解读：单精度浮点数123.456，在内存中占四个字节，四个字节的值依次为0x42 0xf6 0xe9 0x79（按打印顺序逆向取）

转换为32bit则为：0100 0010 | 1111 0110 | 1110 1001 | 0111 1001

8位指数　　23位尾数

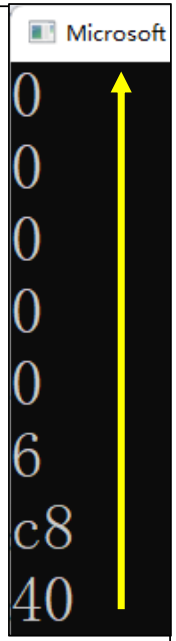
§.基础知识题 - 浮点数机内存储格式(IEEE 754)理解

第02模块的PPT作业，看懂原理

基础知识：用于看懂double型数据的内部存储格式的程序如下：

注意：除了对黄底红字的具体值进行改动外，其余部分不要做改动，也暂时不需要弄懂为什么（需要第6章的知识才能弄懂）

```
#include <iostream>
using namespace std;
int main()
{
    double d = 1.23e4;
    unsigned char* p = (unsigned char*)&d;
    cout << hex << (int)(*p)     << endl;
    cout << hex << (int)(*(p+1)) << endl;
    cout << hex << (int)(*(p+2)) << endl;
    cout << hex << (int)(*(p+3)) << endl;
    cout << hex << (int)(*(p+4)) << endl;
    cout << hex << (int)(*(p+5)) << endl;
    cout << hex << (int)(*(p+6)) << endl;
    cout << hex << (int)(*(p+7)) << endl;
    return 0;
}
```



d:低位在前存放	
2000	0x00
2001	0x00
2002	0x00
2003	0x00
2004	0x00
2005	0x06
2006	0xc8
2007	0x40

上例解读：双精度浮点数1.23e4，在内存中占八个字节，八个字节的值依次为0x40 0xc8 0x06 0x00 0x00 0x00 0x00 0x00(逆向)

转换为64bit则为：

0100 0000	1100 1000	0000 0100	0000 0000	0000 0000	0000 0000	0000 0000	0000 0000

11位指数　　52位尾数

§6. 指针基础

6.8. 不同基类型指针的相互赋值

★ 不同类型的指针变量不能直接相互赋值，若要赋值，则需要进行强制类型转换

```
#include <iostream>
using namespace std;
int main()
{   double d=1.23e4;
    unsigned char *p=(unsigned char *)&d;
    for (int i=0; i<8; i++)
        cout << hex << int(p[i]) << ' ';
    cout << endl;
    return 0;
}
```

Microsoft Visual Studio 调试控制台

```
0 0 0 0 0 6 c8 40
```

```
#include <iostream>
using namespace std;
int main()
{   float d=1.23e4; //无warning
    unsigned char *p=(unsigned char *)&d;
    for (int i=0; i<4; i++)
        cout << hex << int(p[i]) << ' ';
    cout << endl;
    return 0;
}
```

Microsoft Visual Studio 调试控制台

```
0 30 40 46
```

1.23e4 =	0100 0000	1100 1000	0000 0110	40bit0

尾数符号位：0
阶码：100 0000 1100 = 1036 - 1023 = 13
尾数：1000 0000 0110 … = 0.50146484375
加1 = 1.50146484375
1.50146484375 x 2^{13} = 12300 = 1.23e4

d:低位在前存放	
2000	0x00
2001	0x00
2002	0x00
2003	0x00
2004	0x00
2005	0x06
2006	0xc8
2007	0x40

1.23e4 =	0100 0110	0100 0000	0011 0000	0000 0000

尾数符号位：0
阶码：100 0110 0 = 140 - 127 = 13
尾数：100 0000 0011 0000 0000 0000 = 0.50146484375
加1 = 1.50146484375
1.50146484375 x 2^{13} = 12300 = 1.23e4

d:低位在前存放	
2000	0x00
2001	0x30
2002	0x40
2003	0x46

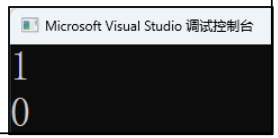
§6. 指针基础

6.8. 不同基类型指针的相互赋值

★ 不同类型的指针变量不能直接相互赋值，若要赋值，则需要进行强制类型转换

例：验证浮点数表示是否存在误差的样例程序

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

int main()
{
    float d1 = 1.23e4; //无warning
    cout << (d1==1.23e4) << endl;

    float d2 = 1.2; //有warning
    cout << (d2==1.2) << endl;

    return 0;
}
```



§.基础知识题 - C方式输入输出的格式化控制

1.格式化输出函数printf的基本理解

E.观察下列程序的运行结果，回答问题并将程序的运行结果截图贴上(如果有错则贴错误信息截图)

```
#include <stdio.h>

int main()
{
    int a = 70000;
    printf("a=%ld*\n", a);
    printf("a=%10ld*\n", a);
    printf("a=%-10ld*\n\n", a);

    printf("a=%d*\n", a);
    printf("a=%10d*\n", a);
    printf("a=%10d*\n", -a);
    printf("a=%-10d*\n\n", a);
    printf("a=%-10d*\n", -a);

    printf("a=%hd*\n", a);
    printf("a=%10hd*\n", a);
    printf("a=%-10hd*\n\n", a);

    return 0;
}//注：最后加*的目的，是为了看清是否有隐含空格
```

运行结果：

参考printf的格式控制符和附加格式控制符，给出解释：

%ld　：以_____类型的数据类型输出
%10ld：以_____类型输出，总宽度____，__对齐
%-10ld：以_____类型输出，总宽度____，__对齐

%d　：以_____类型的数据类型输出
%10d：以_____类型输出，总宽度____，__对齐
%-10d：以_____类型输出，总宽度____，__对齐

%hd　：以_____类型的数据类型输出
%10hd：以_____类型输出，总宽度____，__对齐
%-10hd：以_____类型输出，总宽度____，__对齐

如果输出负数且指定宽度，负号_____(占/不占)总宽度

§.基础知识题 – C方式输入输出的格式化控制

1.格式化输出函数printf的基本理解

E.观察下列程序的运行结果，回答问题并将程序的运行结果截图贴上(如果有错则贴错误信息截图)

```
#include <stdio.h>

int main()
{
    int a = 70000;

    printf("a=%hd*\n", a);
    printf("a=%10hd*\n", a);
    printf("a=%-10hd*\n\n", a);

    return 0;
}//注：最后加*的目的，是为了看清是否有隐含空格
```

70000 = 00000000 00000001 00010001 01110000

a:低位在前存放	
2000	01110000
2001	00010001
2002	00000001
2003	00000000

结论：在C方式中，如果%格式符与实际数据类型不一致，以格式符为准

§.基础知识题 - C方式输入输出的格式化控制

2.格式化输入函数scanf的基本理解

F.观察下列程序的运行结果，回答问题并将程序的运行结果截图贴上(如果有错则贴错误信息截图)

`#define _CRT_SECURE_NO_WARNINGS`
`#include <stdio.h>`
 	
`int main()`
`{`
`  short c;`
 	
`  scanf("%d", &c);`
`  printf("c=%hd\n", c);`
 	
`  return 0;`
`}`
	`#define _CRT_SECURE_NO_WARNINGS`
	`#include <stdio.h>`
	
	`int main()`
	`{`
	`  int c;`
	
	`  scanf("%hd", &c);`
	`  printf("c=%d\n", c);`
	
	`  return 0;`
	`}`
		`#define _CRT_SECURE_NO_WARNINGS`
		`#include <stdio.h>`
		
		`int main()`
		`{`
		`  short c;`
		
		`  scanf("%hd", &c);`
		`  printf("c=%hd\n", c);`
		
		`  return 0;`
		`}`

假设键盘输入为：10↙ 则输出为：	假设键盘输入为：10↙ 则输出为：	假设键盘输入为：10↙ 则输出为： 假设键盘输入为：70000↙ 则输出为：

结论：

1、附加格式控制符h的作用是_____

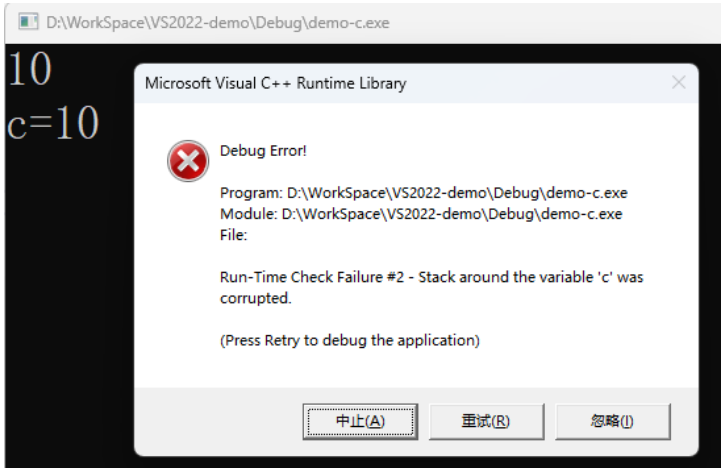
2、如果格式控制符的数据类型和要读取的变量类型的字节大小不一致（例：4/2字节），则_____

§.基础知识题 - C方式输入输出的格式化控制

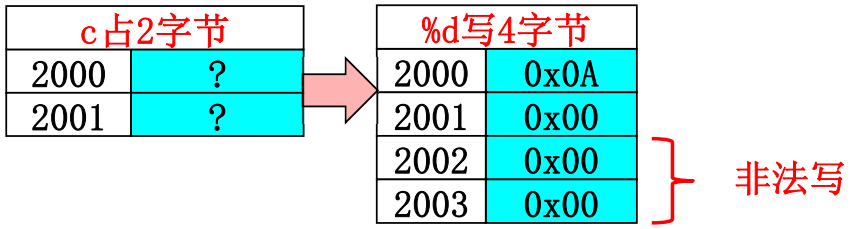
2. 格式化输入函数scanf的基本理解

F. 观察下列程序的运行结果，回答问题并将程序的运行结果截图贴上(如果有错则贴错误信息截图)

```
#define _CRT_SECURE_NO_WARNINGS
#include <stdio.h>

int main()
{
    short c;

    scanf("%d", &c);
    printf("c=%hd\n", c);

    return 0;
}
```




```
warning C4477: “scanf”：格式字符串“%d”需要类型“int *”的参数，但可变参数 1 拥有了类型“short *”
message : 请考虑在格式字符串中使用“%hd”
```



§.基础知识题 - C方式输入输出的格式化控制

2.格式化输入函数scanf的基本理解

F.观察下列程序的运行结果，回答问题并将程序的运行结果截图贴上(如果有错则贴错误信息截图)

```
#define _CRT_SECURE_NO_WARNINGS
#include <stdio.h>

int main()
{
    int c;

    scanf("%hd", &c);
    printf("c=%d\n", c);

    return 0;
}
```

```
Microsoft Visual Studio 调试控制台
10
c=-859045878
```

c占4字节	
2000	?
2001	?
2002	?
2003	?

%hd只写2字节	
2000	0x0a
2001	0x00
2002	?
2003	?

```
warning C4477: “scanf”：格式字符串“%hd”需要类型“short *”的参数，但可变参数 1 拥有了类型“int *”
message : 请考虑在格式字符串中使用“%d”
message : 请考虑在格式字符串中使用“%Id”
message : 请考虑在格式字符串中使用“%I32d”
```

§.基础知识题 - C方式输入输出的格式化控制

2.格式化输入函数scanf的基本理解

F.观察下列程序的运行结果，回答问题并将程序的运行结果截图贴上(如果有错则贴错误信息截图)

```
  | -859045878 |
+ | 3435921418 |
-----------------
    4294967286  (2^32)
```

上一页的验证程序

```c
#define _CRT_SECURE_NO_WARNINGS
#include <stdio.h>

int main()
{
    int c;
    unsigned char *p = (unsigned char *)&c;
    printf("%x %x %x %x\n", *p, *(p+1), *(p+2), *(p+3));
    scanf("%hd", &c);
    printf("c=%d\n", c);
    printf("%x %x %x %x\n", *p, *(p+1), *(p+2), *(p+3));
    return 0;
}
```

c占4字节	
2000	0xcc
2001	0xcc
2002	0xcc
2003	0xcc

%hd只写2字节	
2000	0x0a
2001	0x00
2002	0xcc
2003	0xcc

§.基础知识题 – C方式输入输出的格式化控制

2.格式化输入函数scanf的基本理解

F.观察下列程序的运行结果，回答问题并将程序的运行结果截图贴上(如果有错则贴错误信息截图)

```
#define _CRT_SECURE_NO_WARNINGS
#include <stdio.h>

int main()
{
    short c;

    scanf("%hd", &c);
    printf("c=%hd\n", c);

    return 0;
}
```

```
Microsoft Visual Studio 调试控制台
70000
c=4464
```

%hd读入2字节	
2000	01110000
2001	00010001

%hd打印2字节	
2000	01110000
2001	00010001

键盘输入的70000给c赋值时，舍弃高16位

70000 = ~~00000000 00000001~~ 00010001 01110000