



西北工业大学
NORTHWESTERN POLYTECHNICAL UNIVERSITY

C程序设计 Programming in C



1011014

主讲：姜学锋，计算机学院

数值数据的运算与处理

- ◆ 1、运算符与表达式
- ◆ 2、算术运算

2.4 运算符与表达式

- ▶ 求解问题的基本处理是运算。

2.4.1 运算符与表达式的概念

- ▶ 1. 运算对象的数目
- ▶ 运算符所连接的运算对象的数目称为**运算符的目**
- ▶ (1) 单目运算符 (unary operator)。只有一个运算对象，其表达式形式分为两种：
 - 前缀单目运算符

op expr

2.4.1 运算符与表达式的概念

► 示例

```
!boolean , ~bits , ++a , --b , +x , -y , *point , &variable  
(int)floatvar , sizeof(int) , sizeof(a+b) , sizeof a ,  
sizeof (x+y)
```

2.4.1 运算符与表达式的概念

▶ 后缀单目运算符

expr **op**

▶ 示例

a**++** , a**--**

2.4.1 运算符与表达式的概念

- ▶ (2) 双目运算符 (binary operator)。包含两个运算对象，其表达式形式为：

```
expr1 op expr2
```

- ▶ 示例

```
array[index] , stpointer->membervar , st.membervar  
a * b , a / b , a % b , a + b , a - b , a << 2 , a >> 2  
a < b , a <= b , a > b , a >= b , a == b , a != b  
bits & 0x0f , bits ^ 0x0f , bits & 0x0f , bits | 0x0f  
logic1 && logic2 , logic1 || logic2  
x = y , x += y , x -= y , x *= y , x /= y , x %= y ,  
x &= y , x ^= y , x |= y , x <<= 2 , x >>= 2 ,  
x+y , x-y
```

2.4.1 运算符与表达式的概念

- ▶ (3) 三目运算符 (ternary operator)。包含三个运算对象，C语言中只有一个三目运算符，即条件运算符，其表达式形式为：

```
expr1 ? expr2 : expr3
```

- ▶ 例如：

```
(c>='a' && c<='z') ? c-32 : c
```


2.4.1 运算符与表达式的概念

- ▶ 2. 运算符的优先级
- ▶ 同一个式子中不同的运算符进行计算时，其运算次序存在先后之分，称为**运算符的优先级**（precedence）。
- ▶ 运算时先处理优先级高的运算符，再处理优先级低的运算符。
- ▶ 示例

a + b * c //先计算*，再计算+

2.4.1 运算符与表达式的概念

- ▶ 不同的表达式则按式子出现的先后次序决定运算次序，例如：

```
x=a+b; //先计算  
y=a-b; //后计算
```

- ▶ 教材附录列出了所有运算符的优先级

2.4.1 运算符与表达式的概念

- ▶ 3. 运算符的结合性
- ▶ 在一个式子中如果有两个以上同一优先级的运算符，其运算次序是按**运算符的结合性**（associativity）来处理的。
- ▶ C语言运算符分为左结合（方向）和右结合（方向），左结合自左向右处理，右结合自右向左处理。
- ▶ 示例

| | |
|-------------|-------------------------------|
| a + b + c | //先计算a+b，再计算+c，因为+为自左向右 |
| a += b *= c | //先计算b*=c，再计算a+=，因为+=、*=为自右向左 |

2.4.1 运算符与表达式的概念

- ▶ 4. 运算符对类型的要求
- ▶ C语言运算符对运算对象的数据类型有要求。例如求余运算符要求两个运算对象必须是整型，否则产生编译错误。
- ▶ 示例

```
a % 1.2 //错误，%要求两边均为整型
//若p1 , p2均为指针，则
p1 + p2 //错误，+运算时当一个运算对象是指针时，另一个必须是整型
```

2.4.1 运算符与表达式的概念

- ▶ 5. 表达式
- ▶ 由运算符和运算对象组成的式子称为表达式（expression），最简单的表达式仅包含一个常量或变量，含有两个或更多运算符的表达式称为复合表达式（compound expression）。
- ▶ 示例

```
a + b // 表达式  
x      // 最简单的表达式  
y=((x=1)*x+2)+3+4 // 复合表达式
```

2.4.1 运算符与表达式的概念

- ▶ (1) 表达式的运算对象可以是常量、变量、函数调用和嵌套的表达式等。

- ▶ 示例

`12 + a + max(x,y) + (x+y)` //常量、变量、函数调用、嵌套的表达式

2.4.1 运算符与表达式的概念

- ▶ (2) 表达式的计算是按步骤执行的，称为**表达式求值顺序** (order of evaluation) 。

- ▶ 示例

```
x > y && x < z //先计算x>y，若结果为假则运算结束，然后计算x<z
```

2.4.1 运算符与表达式的概念

- ▶ 多数编译器在不影响计算结果时采用从左向右的数学习惯处理表达式的求值顺序，而且结合最多的运算符号。
- ▶ 示例

```
10+'a'+i*f-m/d
```

```
//尽管乘除比加减优先级高，但计算先10+'a'不会影响整个表达式的值
```

```
x+++y //等价于 x++ + y
```


2.4.1 运算符与表达式的概念

- ▶ (3) 表达式的运算需要考虑参与运算的数据对象是否具有合法的数据类型以及是否需要类型转换。
- ▶ 示例

```
k=10 + 'a' + i*5.0 - d/100.5; //数据类型不同, 需要进行类型转换
```

2.4.1 运算符与表达式的概念

- ▶ C语言表达式要求写在同一个语句中，即中间不能用分号（；）分隔。
- ▶ 由于运算符本身可以作为语法分隔符，因此运算符与运算对象之间可以有也可以没有空白符。
- ▶ 示例

$x * -x + y / z - m \% n$, $(x * -x + y / z) - m \% n$
//正确，用空格和括号会使表达式更清晰

2.4.1 运算符与表达式的概念

▶ 由两个字符组成的运算符之间不能有空白符。

▶ 示例

| | |
|--|------|
| ++， --， <<， >>， <=， >=， ==， !=， &&， ， | //正确 |
| +=， -=， *=， /=， %=， &=， ^=， =， <<=， >>= | //正确 |
| + +， - -， < <， > >， < =， > =， = =， ! =， & &， | //错误 |
| + =， - =， * =， / =， % =， & =， ^ =， =， << =， >> = | //错误 |

2.4.2 算术运算符

表2-3 算术运算符

| 运算符 | 功能 | 目 | 结合性 | 用法 |
|-----|-----------|----|------|---------------|
| + | 取正值 | 单目 | 自右向左 | +expr |
| - | 取负值 | 单目 | 自右向左 | -expr |
| * | 乘法 | 双目 | 自左向右 | expr1 * expr2 |
| / | 除法 | 双目 | 自左向右 | expr1 / expr2 |
| % | 整数求余/模数运算 | 双目 | 自左向右 | expr1 % expr2 |
| + | 加法 | 双目 | 自左向右 | expr1 + expr2 |
| - | 减法 | 双目 | 自左向右 | expr1 - expr2 |

2.4.2 算术运算符

▶ 整数求余/模数运算示例

```
35 % 6    //结果为5, 与35-35/6*6等价
35 % 7    //结果为0, 与35-35/7*7等价
-35 % 8    //结果为-3, 与-35-(-35)/-8*-8等价
35 % -8    //结果为3, 与35-35/-8*-8等价
-35 % -8   //结果为-3, 与-35-(-35)/-8*-8等价
8 % 3      //正确 结果为2
8.5 % 3    //错误
```

$x \% y$ 等价于 $x - x/y*y$

2.4.2 算术运算符



【例2.5】

已知int x=1234，求x的千位、百位、十位、个位数。

解：x/1000为千位数，x%10为个位数，x/10%10为十位数，x/100%10为百位数。

2.4.2 算术运算符



【例2.6】

已知每45行文字要用一页纸来写，求n行文字需要多少页。

解：设计n为整型，设需要pages页，则

$\text{pages} = (n-1)/45 + 1$ 。

2.4.2 算术运算符



已知a、b为正整数 ($a < b$)，求a、b的平均值？

答案是： $(a+b) / 2$

NO!

为什么？

2.4.2 算术运算符



已知a、b为正整数（ $a < b$ ），求a、b的平均值？

因为： $a, b \in -2147483648 \sim +2147483647$

$(a+b)/2$ 在做 $(a+b)$ 时，会越界

例如： `int a=3, b=2147483647;`

$(a+b)/2 = -1073741823$

$(b-a)/2 + a$ ：更理想的式子

$(b-a)/2 + a = 1073741825$

CP 程序设计