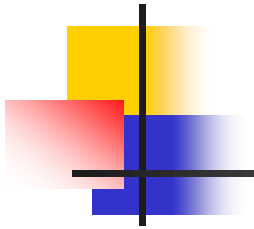
C语言与程序设计

The C Programming Language

第6章　编译预处理

华中科技大学计算机学院

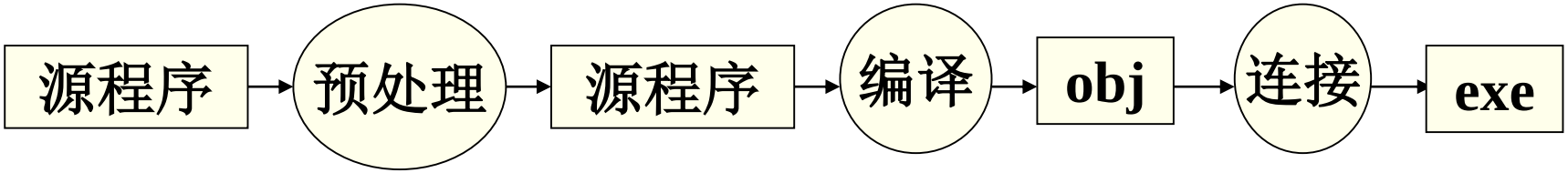
黄宏



本章重点

- 宏定义#define
  - 无参宏定义
  - 带参宏定义 √

编译预处理



编译预处理：对源程序进行编译之前所作的工作，它由预处理程序负责完成。编译时，系统将自动引用预处理程序对源程序中的预处理指令进行处理。

预处理指令：以“#”号开始的指令。

6.1 文件包含#include

用指定文件的内容取代该预处理指令行，有2种一般形式：

（1） #include <文件名>

在指定的标准目录下寻找被包含文件

（2） #include "文件名"

首先在用户当前目录中寻找被包含文件，若找不到，再在指定的标准目录下寻找

6.2 宏定义#define

用一个标识符来表示一个字符串.

#define 标识符 字符串

宏名：被定义的标识符。

宏代换（宏展开）：在编译预处理时，用字符串去取代宏名.

预处理前

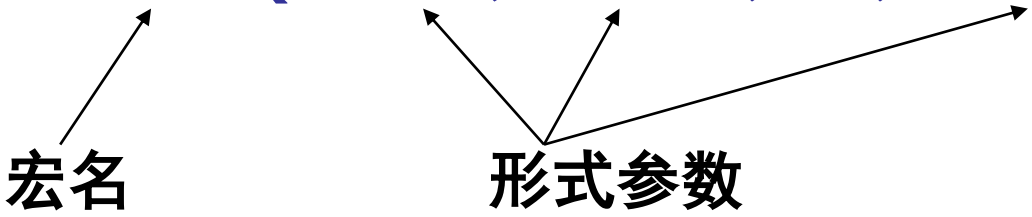
```
#define  M  (y*y+3*y )
void main(void)
{  int  s,y;
   printf("Input a number: ");
   scanf("%d",&y);
   s=3*M+4*M+y*M;
   printf("s=%d\n",s);
}
```

预处理后

```
void main(void)
{  int  s,y;
   printf("Input a number: ");
   scanf("%d",&y);
   s=3* (y*y+3*y ) +4* (y*y+3*y )
        +y* (y*y+3*y );
   printf("s=%d\n",s);
}
```

6.3 带参数的宏定义

#define 标识符(标识符，标识符，…，标识符) 字符串



宏调用：给出实参

宏展开：（1）用字符串替换宏，

（2）用实参去替换形参

例　定义计算x^2的宏

```
#define  SQ(x)  ((x)*(x))
```

宏调用：SQ(a+1)

宏展开：((a+1) * (a+1))

宏调用：SQ(SQ(a))

宏展开：((((a)*(a))) * (((a)*(a))))

为什么要这么多的括号？

考虑：#define SQ(x) x*x

宏调用： SQ(a+b)

宏展开：a+b*a+b /* 与(a+b)*(a+b)不同 */

再考虑：#define SQ(x) (x)*(x)

宏调用： 27/SQ(3)

宏展开：27/(3)*(3) /* 值27, 与 $27/3^2$ 不同 */

定义带参数的宏时，为了保证计算次序的正确性，表达式中的每个参数用括号括起来，整个表达式也用括号括起来。

注意：宏名和左括号之间不能有空格

#define SQ（x）((x)*(x))

被认为是无参宏定义 。

宏调用：SQ(3)

宏展开：(x) ((x)*(x)) (3) /*显然错误的*/

带参的宏虽被认为不安全，但还是很有价值

```
#define  SQ(x)  ((x)*(x))
```

宏调用：SQ(++a)

宏展开：((++a)*(++a))　　/*a加2次

如是函数调用，将不会有问题 */

- 宏节省了函数调用的开销，程序运行速度更快，形式参数不分配内存单元，不必作类型说明。但是，宏展开后使源程序增长。
- 宏比较适合于经常使用的简短表达式，以及小的可重复的代码段；当任务比较复杂，需要多行代码才能实现时，或者要求程序越小越好时，就应该使用函数。

6.3 取消宏定义#undef

终止宏名的作用域，形式为：

#undef 标识符

何时使用#undef指令?

- 防止宏名的冲突

```
#include "everything.h"
#undef  SIZE   /*everything.h中定义了SIZE，就取消它；
                否则该指令不起作用*/
#define  SIZE  100
```

- 保证调用的是一个实际函数而不是宏

```
#undef  getchar
int  getchar(void) {…}
```

6.4 条件编译

- 预处理程序提供了条件编译指令，用于在预处理中进行条件控制，根据所求条件的值有选择地包含不同的程序部分，因而产生不同的目标代码。 这对于程序的移植和调试是很有用的。对源程序的各部分有选择地进行编译称为条件编译。
- 条件编译指令三种形式，控制流与if-else语句类似。如表6.1所示 .

6.4.1 #if、#ifdef和 #ifndef指令

- 条件编译有三种形式，如表6.1所示，每种形式的控制流与if语句的控制流类似。
- “程序段”中可以包含#include和#define预处理行
- 常量表达式必须是整型的并且不能含有sizeof与强制类型转换运算符或枚举常量。

例 利用R计算圆或正方形的面积

预处理前

```
#define R
void main(void)
{
    float c, s;
    printf ("input a number: ");
    scanf("%f", &c);
    #ifdef R
    s=3.14159*c*c;
    printf("%f\n", r);
    #else
    s=c*c;
    printf("%f\n", s);
    #endif
}
```

预处理后

```
void main(void)
{
    float c, s;
    printf (“input a number: ”);
    scanf(“%f”, &c);
    s=3.14159*c*c;
    printf(“%f\n”, s);
}
```

生成的目标程序较短

例 利用R计算圆或正方形的面积

预处理前

```
void main(void)
{
    float c, s;
    printf ("input a number: ");
    scanf("%f ", &c);
    #ifdef R
    s=3.14159*c*c;
    printf("%f\n", s);
    #else
    s=c*c;
    printf("%f\n", s);
    #endif
}
```

预处理后

```
void main(void)
{
    float c, s;
    printf (“input a number: ”);
    scanf(“%f”, &c);
     s=c*c;
    printf(“%f\n”, s);
}
```

生成的目标程序较短

6.4.2 defined运算符

- defined是预处理运算符，其形式为：

  defined（标识符）或defined 标识符

  它用来判断标识符是否被#define定义了，如被定义，值为1，否则为0

- #ifdef R

  同

  #if defined(R)

6.4.3 条件编译的应用

【例6.5】采用条件编译，避免多次包含同一个头文件。

- 为了避免一个头文件被多次包含，可以在头文件的最前面两行和最后一行加上预编译指令，让头文件在被多个源文件引用时不会多次编译。

```
#ifndef _NAME_H
#define _NAME_H        /* 定义头文件的标识符 */
……                     /* 头文件的内容 */
#endif
```

其中，NAME是头文件的名字。比如头文件为myFile.h，则其标识符可为_MYFILE_H。

- 在创建一个头文件时，用#define指令为它定义一个唯一的标识符。通过#ifndef指令检查这个标识符是否已被定义，如果已被定义，则说明该头文件已经被包含了，就不要再次包含该头文件，#ifndef就帮助编译器跳过直到#endif的所有文本；反之，则定义这个标识符，以避免以后再次包含该头文件。

【例6. 6】 条件编译允许有选择地编译程序的某些部分，可以将程序的特殊性能纳入不同版本。

- 例如对于不同语言版本中的某个应用程序，需要改变货币的显示，可以使用以下条件编译，使用预定义常数 ACTIVE_COUNTRY 的值来决定货币符号。

```
#define  US                  0
#define  ENGLAND             1
#define  FRANCE              2
#define  ACTIVE_COUNTRY          US
#if  ACTIVE_COUNTRY = = US
   char currency[ ]= "dollar";        /* 美元 */
#elif ACTIVE_COUNTRY= =ENGLAND
   char currency[ ]= "pound";         /* 英镑 */
#else
   char currency[ ]= "franc";         /* 法郎 */
#endif
```

- #elif指令的意义与else if 相同，它形成一个if-else-if阶梯状语句，可进行多种编译选择。每个 #elif 后跟一个常量表达式。如果表达式为非0，则编译其后的程序段，不再对其他#elif表达式进行测试。否则，顺序测试下一个条件。

调试程序时临时忽略一些代码

- 可以把代码放在注释中。然而，如果代码中也含有注释，就会导致语法错误。
- 使用条件编译能解决这个问题

```
#if 0
  不编译的代码
#endif
```

- 要让编译器编译这段代码，把原来的0改为1就可以了。

调试程序时跟踪程序的执行

- 为调试而增加的语句放在条件编译指令之间，在调试时编译这些语句。如：

```
#ifdef  DEBUG
    printf("Variable x=%d\n",x);
#endif
```

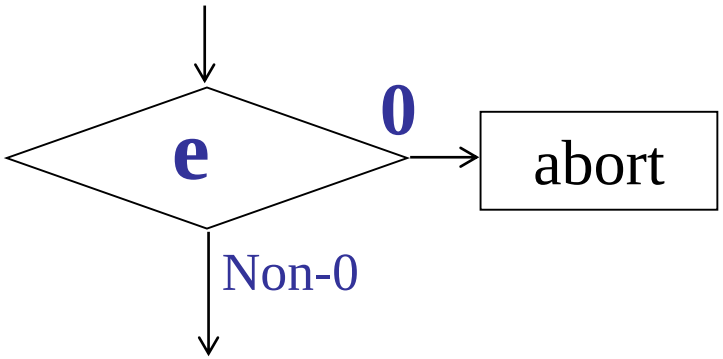
- 在调试程序时，在前面加#define DEBUG，就编译printf语句，输出供判断参考的x值。完成调试后，从程序中去掉#define指令，编译就忽略为调试而插入的printf语句，相当于它被“自动”删除了。

6.5 assert宏(C中的断言)

在头文件assert.h中，用来测试表达式的值是否符合要求，其形式如下：

assert(e)

如果e值非0，程序继续执行下一个语句。如果e值0，就输出错误信息，并通过调用实用库中的函数abort终止程序的执行。



断言与防御性编程

防御性编程使用户在运行程序（发布版本里）时，当出现意外情况时程序仍能继续工作。

```
long  Fact(int  n)
{
    int  i;
    long result = 1;
    assert(n >= 0);    /* 使用断言检查入口参数的合法性 */
    for (i=2; i<=n; i++)
        result *= i;
    return result;
}
```

如果n<0，会输出包含行号和文件名的错误信息并中断执行：

Assertion failed:n>=0, file test.c,line 32

把断言看作一种简单的制造栅栏的方法，这种栅栏能使错误在穿过自己时暴露。