《计算概论A》课程 程序设计部分

C++语言的基本成分 — 控制成分

李　戈

北京大学 信息科学技术学院 软件研究所

lige@sei.pku.edu.cn

北京大学

计算机程序的基本结构

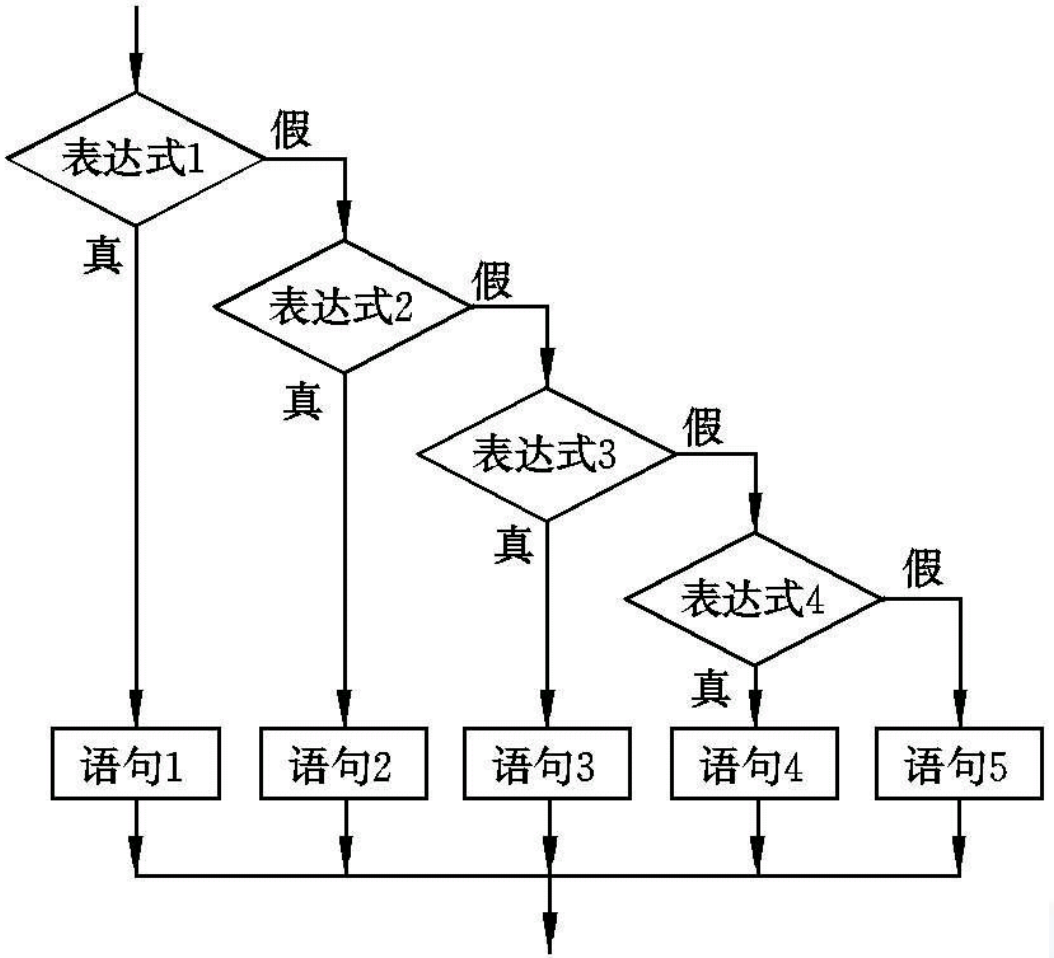
- 什么样的结构才能支持程序运行的逻辑？
- **1966年，G. Jacopini 和 C. Bohm在“Communications of the ACM”上发表论论文“Flow Diagrams, Turing Machines and Languages with Only Two Formation Rules”。**
- 从理论上证明了：任何具有单入口单出口的程序都可以用三种基本结构表达：
  - 顺序结构
  - 分支结构
  - 循环结构
- **C. Bohm & G. Jacopini, "Flow Diagrams, Turing Machines and Languages with Only Two Formation Rules," Communications of the ACM, vol9(5) May 1966, pp 366-371.**

再谈 分支 与 循环

分支语句—— 复杂的if 语句

- **if … else …** 语句

```
if (条件表达式)
        单一语句;
else if (条件表达式)
        单一语句;
else if (条件表达式)
        单一语句;
. . . ;
else
        单一语句;
```



示 例

```
#include<iostream>
using namespace std;
int main( )
{
        float  weight = 0, standard_weight = 0, rate = 0;
           cin>>weight;
           standard_weight = (weight - 150)*0.6+50;
           rate =(weight-standard_weight)/ standard_weight ;
           if((-0.1 <= rate)&&(rate <= 0.1))
                      cout<<"体重适中！ "<<endl;
           else if((0.1 <= rate)&&(rate <= 0.2))
                      cout<<"超重！ 注意控制！ "<<endl;
           else if((0.2 < rate)&&(rate <= 0.4))
                      cout<<"肥胖！ 减肥吧！ "<<endl;
           else
                      cout<<"请直接拨打120！ "<<endl;
           return 0;
}
```

关于 if 语句的说明（1）

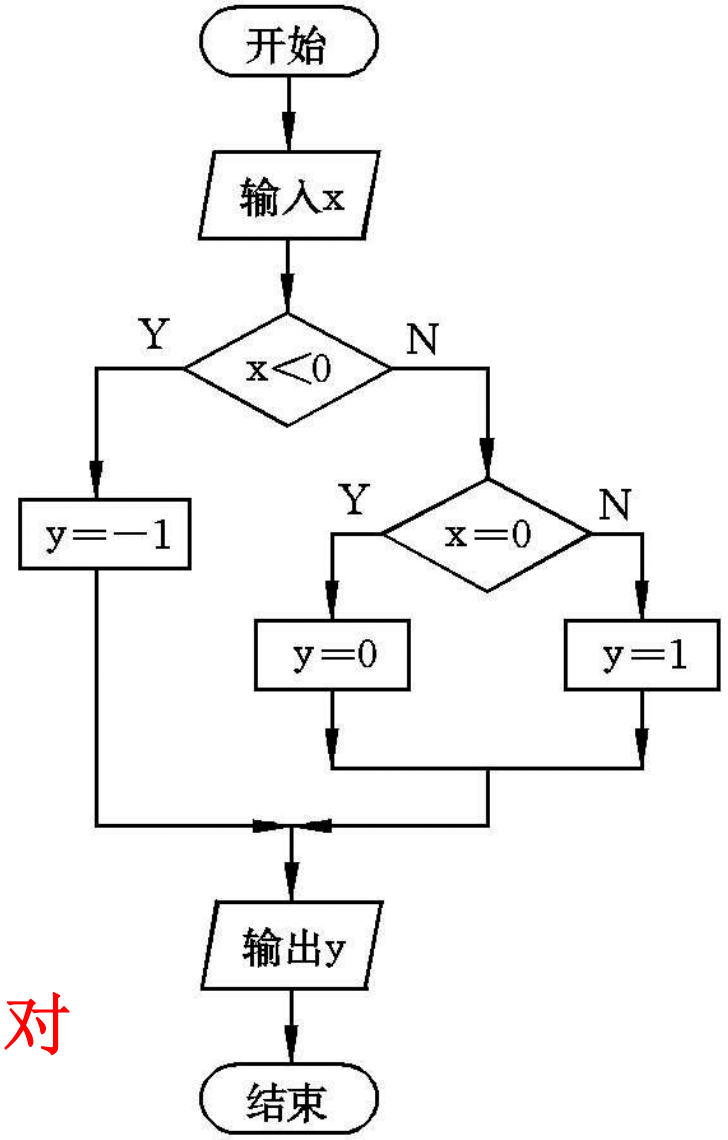
- 在执行 if 语句前先对表达式求解
  - 若表达式的值为0，按“假”处理
  - 若表达式的值为非0，按“真”处理
  - 表达式的类型不限于逻辑表达式，可以是任意的数值类型(包括整型、实型、字符型、指针型数据)。
    - if (‘a’) cout<<‘a’<<endl;
    - if (3)   cout<<“OK”<<endl;
- 注意：“;”号的使用！！！

关于 if 语句的说明（2）

- if 语句可以嵌套

```
if (x<0)        y=-1;
else
    if (x==0)   y=0;
    else        y=1;
```

```
if (x<0)        y=-1;
else
    if (x==0)   y=0;
    if(x!= 0)   y=1;
```



else总是与它上面的最近的if配对

多分支选择语句

- **Switch语句的一般形式如下：**

```
switch(表达式)
{
    case   常量表达式1: 语句1;
    case   常量表达式2: 语句2;
      … ;
    case   常量表达式n: 语句n;
    default: 语句n＋1;
}
```

- 当表达式的值与某一个case后面的常量表达式的值相等时，就执行此case后面的语句，若所有的case中的常量表达式的值都没有与表达式的值匹配的，就执行default后面的语句。

多分支选择语句的说明

（1） switch后面括弧内的“表达式”， ANSI标准允许它为任何类型。

（2）执行完一个case后面的语句后，流程控制转移到下一个case继续执行。

“case常量表达式”只是起语句标号作用，并不是在该处进行条件判断。在执行Switch语句时，根据Switch后面表达式的值找到匹配的入口标号，就从此标号开始执行下去，不再进行判断。

（3）多个case可以共用一组执行语句。

关于switch语句

```
switch (grade)
   {
        case 'a': cout<<"85～100"<<endl;
        case 'b': cout<<"70～84"<<endl;
        case ‘c': cout<<"60～69"<<endl;
        case ‘d': cout<<"＜60"<<endl;
        default: cout<<"error"<<endl;
   }
```

北京大学

关于switch语句

```
switch (grade)
   {
        case 'a': cout<<"85～100"<<endl; break;
        case 'b': cout<<"70～84"<<endl; break;
        case ‘c': cout<<"60～69"<<endl; break;
        case ‘d': cout<<"＜60"<<endl;    break;
        default: cout<<"error"<<endl;
   }
```

关于switch语句

```
switch (grade)
   {
        case 'a': cout<<"85～100"<<endl;
        case 'b': cout<<"70～84"<<endl;
        case 'c':
        case 'd':
        case 'e':
        case 'f': cout<<"60～69"<<endl;
        case 'g': cout<<"＜60"<<endl;
        default: cout<<"error"<<endl;
   }
```

北京大学

关于switch语句

```
switch (grade)
   {
        case 'a': cout<<"85～100"<<endl;
        case 'b': cout<<"70～84"<<endl;
        case 'c':
        case 'd':
        case 'e':
        case 'f': cout<<"60～69"<<endl;
        case 'g': cout<<"＜60"<<endl;
        break;
        default: cout<<"error"<<endl;
   }
```

北京大学

关于switch语句

```
switch (grade)
   {
        case 'a': cout<<"85～100"<<endl;
        default: cout<<"error"<<endl;
        case 'b': cout<<"70～84"<<endl;
        case 'c':
        case 'd':
        case 'e':
        case 'f': cout<<"60～69"<<endl;
        case 'g': cout<<"＜60"<<endl;
   }
```

思考与练习

- 课堂练习
  - 学校要求实行成绩等级制度。现在已经有同学们的百分制成绩,要求按照百分制成绩输出相应的等级成绩. **90-100为’A’, 80—90分为’B’,70—80分为’C’,60—70分为’D’,60分以下为’E’。**
  - 最直接的办法：

    输入成绩；

    判定成绩是否：**90<=成绩<=100……**

    判定成绩是否：**80<=成绩<90……**

    ……
  - 如果用**switch**语句，如何解决？

思考与练习

```
#include<iostream>
using namespace std;
int main( )
{
        int score,num;
        cout<<"please give the score"<<endl;
        cin>>score;
        num = score / 10;
        switch(num)
        {
                case 10: cout<<"A"<<endl;
                case  9 : cout<<"A"<<endl;
                case  8 : cout<<"B"<<endl;
                case  7 : cout<<"C"<<endl;
                case  6 : cout<<"D"<<endl;
                default : cout<<"E"<<endl;
        }
        return 0;
}
```

思考与练习

```
#include<iostream>
using namespace std;
int main( )
{
        int score,num;
        cout<<"please give the score"<<endl;
        cin>>score;
        num = score / 10;
        switch(num)
        {
                case 10: cout<<"A"<<endl;     break;
                case  9 : cout<<"A"<<endl;    break;
                case  8 : cout<<"B"<<endl;    break;
                case  7 : cout<<"C"<<endl;    break;
                case  6 : cout<<"D"<<endl;    break;
                default : cout<<"E"<<endl;
        }
        return 0;
}
```

About Default

```
#include<iostream>
using namespace std;
int main( )
{
        int score,num;
        cout<<"please give the score"<<endl;
        cin>>score;
        num = score / 10;
        switch(num)
        {
                case 10: cout<<"A"<<endl;
                default : cout<<"E"<<endl;
                case  9 : cout<<"A"<<endl;
                case  8 : cout<<"B"<<endl;
                case  7 : cout<<"C"<<endl;
                case  6 : cout<<"D"<<endl;

        }
        return 0;
}
```

循环结构

- C程序中的循环结构：
  - 用**for**语句构成循环。
  - 用**while**语句构成循环；
  - 用**do…while**语句构成循环；
  - 用**goto**语句和**if**语句构成循环；
- 循环中止或跳出语句：
  - 用**continue**语句结束本次循环；
  - 用 **break** 语句 跳出 本层循环；

for 语句

- **for (表达式1; 表达式2; 表达式3)　语句;**

  for(i = 1; i < 10; i++) {…}

- 执行过程：

（1）先求解表达式1。

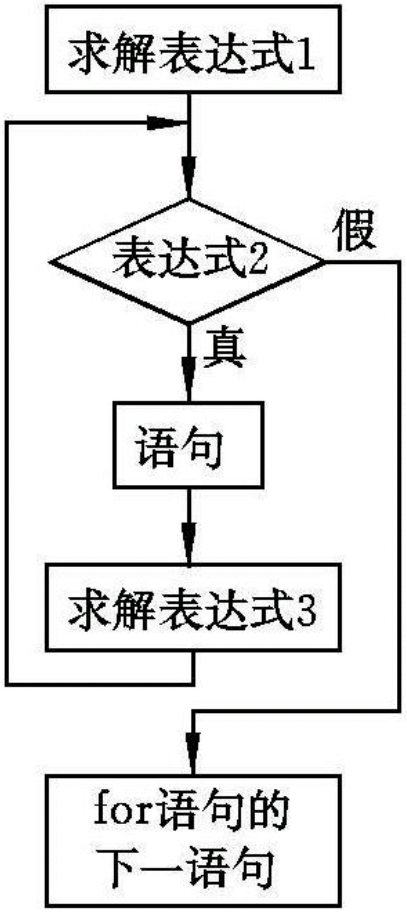
（2）再求解表达式2，

- 若其值为真(值为非0)，则执行for语句中指定的内嵌语句，然后执行下面第（3）步。
- 若为假(值为0)，则结束循环，转到第（5步。

（3）求解表达式3。

（4）转回上面第（2）步骤继续执行。

（5）循环结束，执行for语句下面的一个语句。

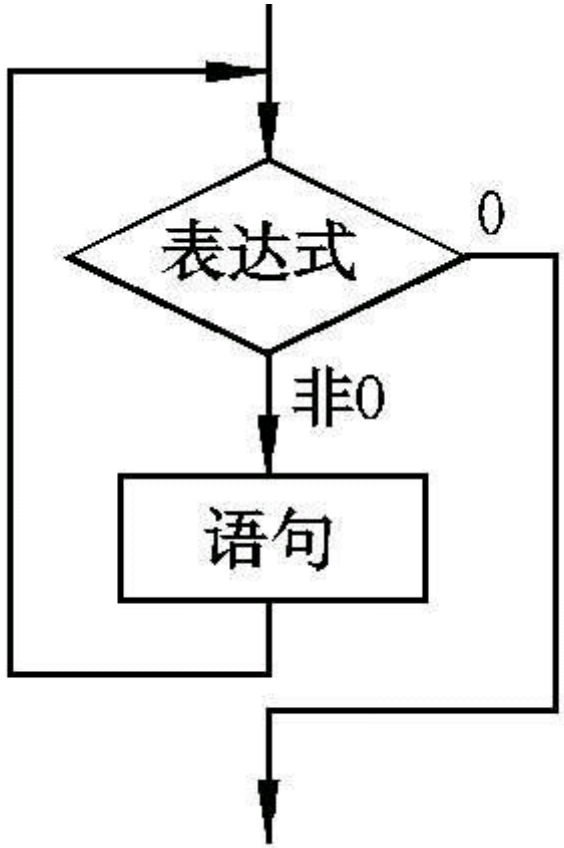


While 语句

- **while语句一般形式如下：**

while (表达式) 语句;

```
void main()
{
    int  i，  sum=0;
    i = 1;
    while (i<=100)
     {
          sum = sum + i;
          i++;
     }
    cout<<sum<<endl;
}
```



While 语句说明

两点：

（1）循环体如果包含一个以上的语句，应该用大括弧括起来，以复合语句形式出现。如果不加花括弧，则**while**语句的范围只到**while**后面第一个分号处。

（2）在循环体中应有使循环趋向于结束的语句。如果无此语句，则**i**的值始终不改变，循环永不结束。

示 例

```
void main()
{
    const int N = 99;
    int counter, sum = 0;
    counter = 2;
    while(counter <= N)
    {
        sum += counter;
        counter += 2;
    }
    cout<<"The total is "<<sum<<endl;
}
```

示 例

小红今年12岁,父亲比她大20岁,问多少年之后,父亲的年龄是小红的二倍?

示 例

小红今年12岁,父亲比她大20岁,问多少年之后,父亲的年龄是小红的二倍?

```
void main( )
{   int ageOfHong = 12, ageOfFather = 32, count=0;
    while(2*ageOfHong != ageOfFather)
    {
          ageOfHong++;
          ageOfFather++;
          count++;
    }
    cout<<count;
}
```

Do … while语句

- do while语句的特点是先执行循环体，然后判断循环条件是否成立。其一般形式为

  do

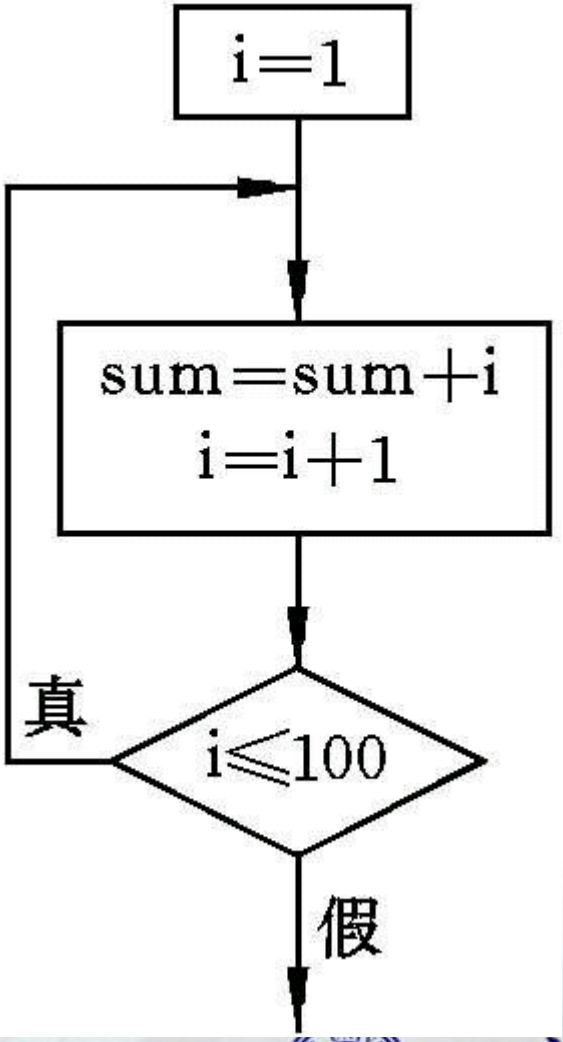
  循环体语句

  while (表达式);

- 执行方式：
  - 先执行一次指定的循环体语句，然后判别表达式，当表达式的值为非**0** 时，返回重新执行循环体语句，如此反复，直到表达式的值等于**0**为止，此时循环结束。

Do … while语句

```
void main()
{
    int i，  sum=0;
    i=1;
    do
     {
          sum = sum + i;
          i++;
     }
    while ( i <= 100 );
    cout<<sum<<endl;
}
```



示 例

```
int main()
{   int num; int count = 0;
    cout<<“Please enter an integer.”<<endl;
    cin>>num;
    do {
          cout << num % 10;
          num = num / 10;
          count++;
    } while (num != 0 );
    cout<< count << “ digits” << endl;
    return 0;
}
```

循环语句的嵌套

(1) while( )
{…
while( )
{…}
}

(2) do
{…
do
{… }
while( );
}
while( );

(3) for(;;)
{
for(; ;)
{…}
}

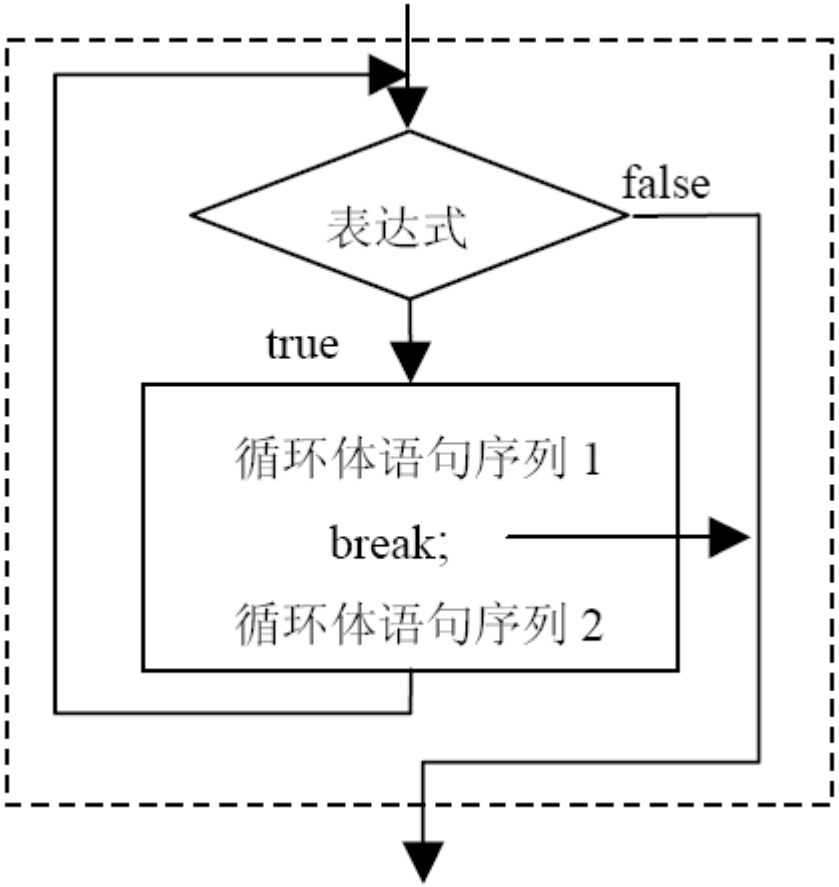
(4) while( )
{…
do
{…}
while( );
…
}

(5) for(; ;)
{…
while( )
{ }
…
}

(6) do
{
…
for (; ;)
{ }
}
while( );

转向控制语句

- **break 语句**
  - 在**switch** 语句、**while** 语句、**do-while** 语句、**for** 语句中使用**break** 语句，以跳出**switch** 语句或内层循环，继续执行逻辑上的下一条语句。



示例

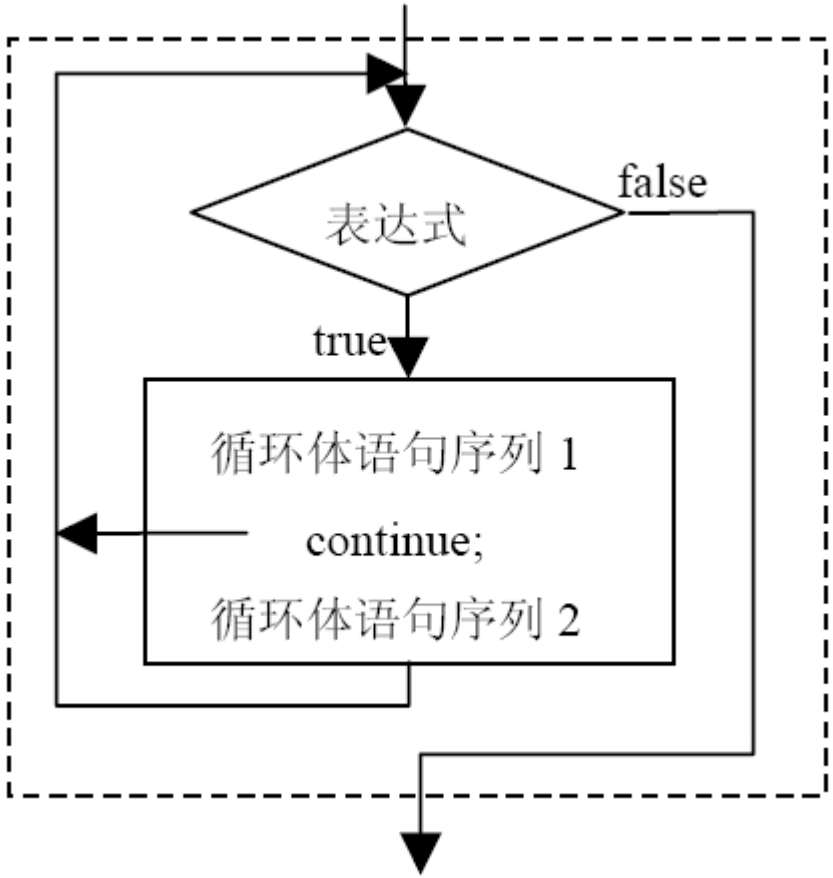
```
#include <iostream>
using namespace std;
int main()
{
        int n = 0;
        for( ; ; )
        {
                cin>>n;
                if (n == 0) break;
        }
}
```

示例

```
#include <iostream>
using namespace std;
int main()
{
        int n = 0;
        while(true)
        {
                cin>>n;
                if (n == 0) break;
        }
}
```

转向控制语句

- **continue 语句**
  - 用于循环语句中，作用是结束本次循环，接着立即测试循环控制表达式，判断是否继续执行下一次循环。



示 例

```
#include <iostream>
void main()
{
    int n, counter=0;
    for(n=1;n<=100;n++)
    {
        if(n%3==0 || n%5==0 || n%7==0)
            continue;
        cout<<n<<'\t';
        counter++;
        if(counter%10==0)
            cout<<endl;
    }
    cout<<endl;
}
```

早期的程序控制方法

- **Goto 语句**
  - 无条件转向语句
  - 它的一般形式为

    goto 语句标号；

    - 语句标号：标识符，定名规则与变量名相同；
  - 例如：
    - **goto label-1;** ✗
    - **goto 123;** √

Goto 语句的例子

汇编语言

```
        load 0 a 数据装入寄存器0
        load 1 b 数据装入寄存器1
loop:   mult 0 1 寄存器0与1的数据相乘
        load 1 c 数据装入寄存器1
        add 0 1  寄存器0与1的数据加
        goto loop
        save 0 d 保存寄存器0里的数据
```

C++ 语言

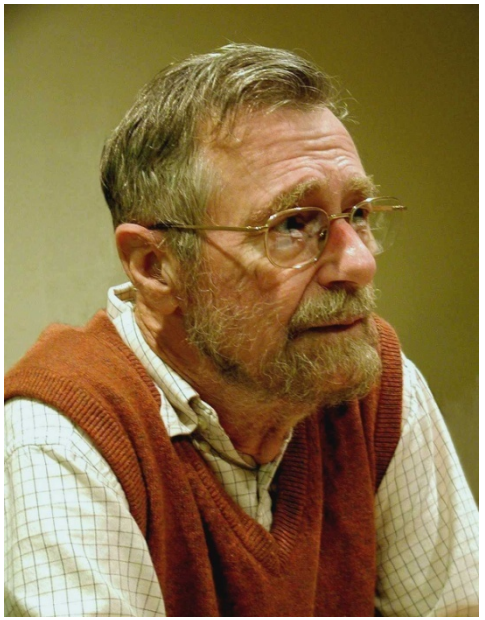
```
int main( )
{       int i，  sum=0;
        i=1;
loop:   sum=sum+i;
        i++;
        goto loop;
        cout<<sum<<endl;
        return 0;
}
```

Goto 语句和 if 语句

```
main( )
{
        int i，  sum=0;
        i=1;
loop:  if (i<=100)
        {
                sum=sum+i;
                i++;
                goto loop;
        }
        printf("%d"，  sum);
 }
```

关于 Goto 语句的讨论

- 著名的荷兰教授 **E. W. Dijkstra**
  - **1965年，IFIP（International Federation for Information Processing）会议上，Dijkstra提出“Go To语句可以从高级语言中取消”，“一个程序的质量与程序中所含的Go To语句的数量成反比”。**
  - **但是，Dijkstra讲话的影响很小，当时人们正广泛地使用FORTRAN，而Go To语句则是FORTRAN的支柱。**



Algol60设计实现者
GoTo有害论提出者
信号量理论提出者
最短路径算法提出者
THE操作系统设计者
程序正确性证明推动者

关于 Goto 语句的讨论

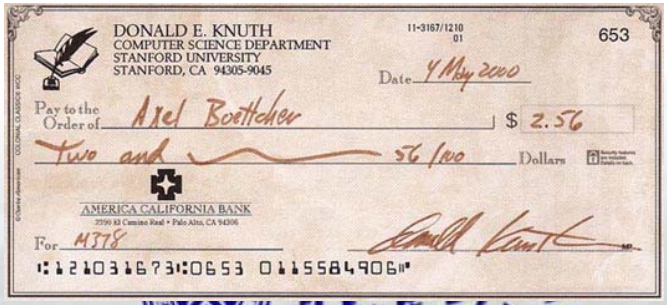
- **1968年，Dijkstra给ACM通讯写了一篇短文“Go To Statement Considered Harmful”，该文后改成信件形式刊登，成为著名的“Go To Letter”。**
- **Dijkstra在信中建议：“Go To语句太容易把程序弄乱，应从一切高级语言中去掉；只用三种基本控制结构就可以写各种程序，而这样的程序可以由上而下阅读而不会返回”。**
- **在整个计算科学的范围内，引发了关于Goto语句的讨论。**

关于 Goto 语句的讨论

- 60年代末至70年代，关于goto语句的争论非常激烈
- 正方：从高级语言中去掉goto语句：
  - 包含goto语句的程序难以阅读，难以查错；
  - 去掉goto语句后，可以直接从程序结构上反映程序的运行过程。使程序的结构清晰、便于阅读，便于查错，而且也有利于程序正确性的证明。
- 反方：goto语句无害，应该保留：
  - goto语句使用起来比较灵活，而且有些情形能够提高程序的效率。
  - 如果一味强调删除goto语句，有些情形反而会使程序过于复杂，增加一些不必要的计算量。

关于 Goto 语句的讨论

- **Donald E. Knuth（高德纳）**
- **1974年，D.E.Knuth对于goto语句的争论作了全面的公正的评述：**
  - **不加限制地使用goto语句，特别是使用往回跳的goto语句，会使程序的结构难于理解，这种情形应该尽量避免使用goto语句；**
  - **为了提高程序的效率，同时又不破坏程序的良好结构，有控制地使用一些goto语句是有必要的。**
- **“有些情形，主张废除转向语句，有些情形我主张引进转向语句。”**



好好想想，有没有问题?

谢　谢　！

北京大学