

## 第 3 章 语句控制结构

- ① 语句
  - 空语句
  - 复合语句
  - 控制语句作用域
- ② 分支结构
  - if 语句
  - switch 语句
- ③ 循环结构
  - while 语句
  - do while 语句
  - for 语句
- ④ 跳转语句
  - break 语句
  - continue 语句
- ⑤ 嵌套结构和应用实例

## 学习目标

- 掌握基本语句控制结构的语法和特点;
- 学会运用基本控制结构解决简单问题;
- 理解并能够运用递推法和穷举法解决实际问题。

## 3.1 语句—空语句

### 语句

表达式后面加上分号就变成了一个表达式语句 (expression statement)。如：

```
counter + 1; //一条没有实际意义的表达式语句  
counter += 1; //一条有用的复合赋值语句
```

### 空语句

- 只有一个分号构成的语句，如：  
    ; //空语句
- 空语句不会执行任何操作，如：  
    counter += 1;; //第二个分号不会影响该语句的执行



是否可以随意使用分号？

## 3.1 语句—复合语句

### 复合语句

- **复合语句** (compound statement) 指用**花括号**括起来的语句和声明序列, 也被称作**语句块**。
- 在块内引入的名字只在块内可见, 如:

```
{ //语句块开始
    int sum = 0; // 定义一个对象
    /*...*/
} //语句块结束
```

## 3.1 语句—控制结构语句作用域

### C++ 控制结构语句包括：

- `if`语句
- `switch`语句
- `while`语句
- `for`语句

这些控制语句的作用域只包括紧跟其后的一条语句

## 3.1 语句—控制结构语句作用域

下面 while 语句的作用域是什么？

```
while(counter < 10 )  
    ++counter;  
sum += counter;
```

可用花括号扩展其作用域，如：

```
while(counter < 10 ){ //while作用域从这里开始  
    ++counter;  
    sum += counter;  
} //while作用域到这里结束
```

## 3.2 分支结构

C++ 提供了两种分支形式

- `if` 语句
- `switch` 语句



## 3.2 分支结构—if 语句

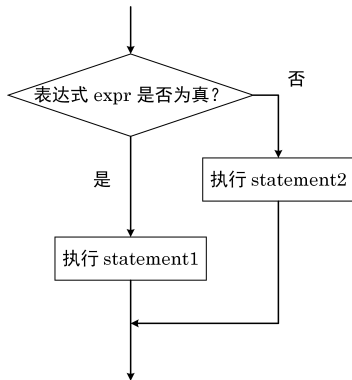
### if 语句的语法格式:

```
if (expr) { //条件表达式  
    statement; //语句  
}
```

### else 分支结构格式:

```
if (expr) {  
    statement1; //分支语句1  
}  
else {  
    statement2; //分支语句2  
}
```

**建议:** 尽量使用花括号改善程序的可读性



## 3.2 分支结构—if 语句

### 练习：找出下面程序段中的错误

```
1. if (val1 != val2)
    val1 = val2
else
    val1 = val2 = 0;
```

```
3. if (val1 < val2)
    //执行以下两个语句
    val1 = 1;
    val2 = 2;
```

```
2. if (val1 = 10)
    //如果val等于10
    value = 1;
```

```
4. if val1 < val2
    cin >> val1 >> endl;
```

## 3.2 分支结构—`if` 语句

### 例 3.1:

判断一个整数是否大于 0 且是 3 的倍数。

## 3.2 分支结构—if 语句

### 代码清单 3.1, 例 3.1:

```
1  #include<iostream>
2  using namespace std;
3  int main() {
4      int n;
5      cout << "请输入一个整数n:";
6      cin >> n;
7      if (n > 0 && n % 3 == 0) { //n大于0且被3整除
8          cout << "Yes" << endl;
9      }
10     else {
11         cout << "No" << endl;
12     }
13     return 0;
14 }
```

示例：输入：7    输出：No        输入：9    输出：Yes

## 3.2 分支结构—if 语句

### 嵌套的 if 语句

- 有**两个以上分支**时，选用**嵌套的 if 语句结构**
- 内嵌 if 语句既可以嵌套在 if 语句中，也可以嵌套在 else 语句中

### 例 3.2:

将百分制的成绩转换成五级制，如果成绩在 90 分到 100 分范围内（包括 90 分和 100 分），则转换成 A，80 分到 90 分为 B（包括 80 分不包括 90 分），依次类推，60 分以下为 F。

## 3.2 分支结构—if 语句

### 代码清单 3.2, 例 3.2:

```
1  #include<iostream>
2  using namespace std;
3  int main() {
4      unsigned score;
5      cout << "请输入一个分数:";
6      cin >> score;
7      if (score < 60) {
8          cout << "F" << endl;
9      }
10     else if (score < 70) {
11         cout << "D" << endl;
12     }
13     else if (score < 80) {
14         cout << "C" << endl;
15     }
16     else if (score < 90) {
17         cout << "B" << endl;
18     }
19     else {
20         cout << "A" << endl;
21     }
22     return 0;
23 }
```

示例: 输入 76 输出: C

## 3.2 分支结构—if 语句

### 避免悬垂 else

- 上例中 if 和 else 语句个数相同，若 if 语句数目多于 else 语句数目，就会出现 else 和 if 匹配的问题，也称**悬垂 else (dangling else)**。
- C++ 规定 else 和离它**最近的尚未匹配的 if 匹配**，如：

```
if (n % 2 == 0) //n 被 2 整除
    if (n % 3 == 0) //n 被 3 整除
        cout << "n 是 6 的倍数";
    else //n 被 2 整除但不能被 3 整除
        cout << "n 是 2 的倍数不是 3 的倍数";
```

### 思考：

为什么 else 语句数目不能多于 if 语句数目？

## 3.2 分支结构—if 语句

### 避免悬垂 else

- 上例中 if 和 else 语句个数相同，若 if 语句数目多于 else 语句数目，就会出现 else 和 if 匹配的问题，也称**悬垂 else (dangling else)**。
- C++ 规定 else 和离它**最近的尚未匹配的 if 匹配**，如：

```
if (n % 2 == 0) //n 被 2 整除
    if (n % 3 == 0) //n 被 3 整除
        cout << "n 是 6 的倍数";
    else //n 被 2 整除但不能被 3 整除
        cout << "n 是 2 的倍数不是 3 的倍数";
```

### 思考：

为什么 else 语句数目不能多于 if 语句数目？  
因为 else 可以省略，而 if 不能省略



## 3.2 分支结构—if 语句

### 避免悬垂 else

- 根据原则，上例中 else 会和第二个 if 匹配，若我们的本意是 else 和第一个 if 匹配，则相应代码如下：

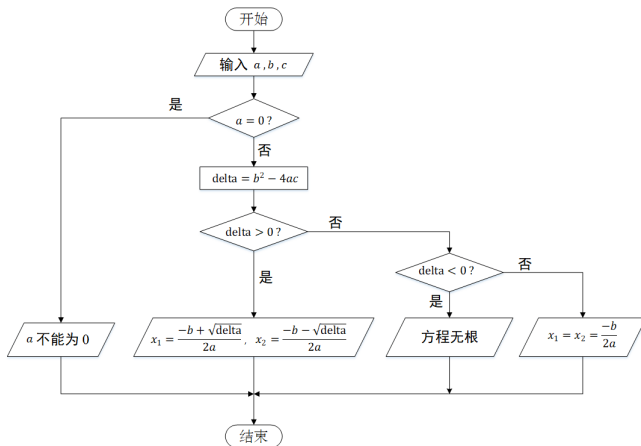
```
if (n % 2 == 0) {  
    if (n % 3 == 0)  
        cout << "n 是 6 的倍数";  
}  
else //n 不能被 2 整除  
    cout << "n 不是 2 的倍数";
```

## 3.2 分支结构—if 语句

### 例 3.3:

求一元二次方程  $ax^2 + bx + c = 0$  的根。

**提示：**创建对象存放方程系数 → 计算判别式 → 根据判别式处理



## 3.2 分支结构—`if` 语句

### 代码清单 3.3, 例 3.3:

```
1  #include<iostream>
2  #include<cmath> //用于求平方根函数sqrt, 第12行代码
3  using namespace std;
4  int main() {
5      double a,b,c; //创建3个double类型对象存放三个系数值
6      cout << "请输入a,b,c:";
7      cin >> a >> b >> c;
8      if (a != 0) {
9          double delta = b*b - 4 * a*c;
10         if (delta > 0) {
11             double x1, x2; //需要时创建对象
12             delta = sqrt(delta); //求delta的平方根
13             x1 = (-b + delta) / (2 * a);
14             x2 = (-b - delta) / (2 * a);
15             cout << "方程有两个实根: " << x1 << ", " << x2 << endl;
16         }
```

## 3.2 分支结构—`if` 语句

### 代码清单 3.3, 例 3.3:

```
17         else if (delta < 0) {
18             cout << "方程无实根" << endl;
19         }
20         else {
21             cout << "方程有两个相同的实根: " << -b / (2 * a) << endl;
22         }
23     }
24     else { //二次项系数不能为0
25         cout << "a不能为0" << endl;
26     }
27     return 0;
28 }
```

示例: 输入  $a = 1, b = -4, c = 4$     输出: 方程有两个相同的实根: 2

## 3.2 分支结构—switch 语句

### switch 分支结构格式:

```
/*...*/  
int score;  
cin >> score;  
switch (score/10){  
case 9:  
    cout << "A" << endl;  
    break;  
case 8:  
    cout << "B" << endl;  
    break;  
...  
default;  
    cout << "F" << endl;  
}  
/*...*/
```

## 3.2 分支结构—switch 语句

### switch 语句语法规则：

- 每个开关入口可以**对应多个标签值**，执行相同的操作

```
/*...*/  
switch(score/10){  
case 9:case 10:  
    cout << "A" << endl;  
    break;  
/*...*/
```

- case 标签的值**必须为整型常量**，且每个**标签值必须不同**，否则会引发语法错误：

```
case 9.0:case 10: //报错：表达式必须为整型常量表达式  
    cout << "A" << endl;  
    break;  
case 10: //报错：标签值已经出现在次开关  
    cout << "B" << endl;  
    break;
```

## 3.2 分支结构—switch 语句

### switch 语句语法规则：

- break 语句需根据需要进行谨慎选择。如果因疏忽，忘记 break 语句，可能带来灾难性的逻辑错误：

```
/*...*/  
case 8:  
    cout << "B" << endl;  
case 7:  
    cout << "C" << endl;  
    break;  
/*...*/
```

当 score 在 B 分数段内时，比如 85 分，会得到如下错误的输出：

B  
C

## 3.2 分支结构—switch 语句

### switch 语句语法规则：

- 开关语句里面定义对象时需要使用花括号。例如：

```
case 8:  
    char c = 'B';  
    break;  
case 7:  
    c = 'C'; //修改在前面标签处定义的对象  
    break;
```

编译正确，但当进入开关 case 7 时，由于对象 c 未定义，出现错误



## 3.2 分支结构—switch 语句

### switch 语句语法规则：

- 开关语句里面定义对象时需要使用花括号。例如：

```
case 8:{  
    char c = 'B'; //对象c只在case 8的作用域内可见  
    break;  
}  
case 7:  
    c = 'C'; //修改在前面标签处定义的对象，报错  
    break;
```

编译错误，case 7 处对象 c 未定义

## 3.2 分支结构—switch 语句

### 代码清单 3.4, 使用 switch 语句解决例 3.2

```
1  #include<iostream>
2  using namespace std;
3  int main() {
4      int score;
5      cout << "请输入一个分数:";
6      cin >> score;
7      //整型值表达式
8      switch (score/10){
9          case 9:case 10:
10             cout << "A" << endl;
11             break;
12             //常量标签值后面紧跟冒号
13          case 8:
14             cout << "B" << endl;
15             break;
16             case 7:
17                 cout << "C" << endl;
18                 break;
19             case 6:
20                 cout << "D" << endl;
21                 break;
22             default:
23                 cout << "F" << endl;
24                 break;
25         }
26         return 0;
27     }
```

示例：输入：76     输出：C

## 3.3 循环结构

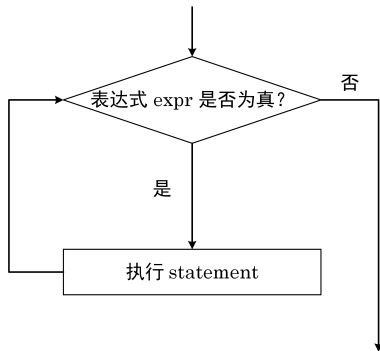
### 三种循环结构：

- `while`语句
- `do while`语句
- `for`语句

### 3.3 循环结构—while 语句

#### while 语句语法格式

```
while (expr) { //条件表达式  
    statement; //循环体语句  
}
```



### 3.3 循环结构—while 语句

#### 练习:

下面程序段的运行结果是 ()

```
int x = 0, y = 0;
while (x < 15) {
    ++y;
    x += 1;
}
cout << y << endl;
```

## 3.3 循环结构—while 语句

### 练习:

下面程序段的运行结果是 ()

```
int x = 0, y = 0;
while (x < 15) {
    ++y;
    x += 1;
}
cout << y << endl;
```

答案: 15

## 3.2 循环结构—while 语句

### 例 3.4:

根据以下公式利用迭代法求  $\pi$  的近似值，最后一项小于或等于  $1.0E-10$  时停止。

$$\frac{\pi}{2} = 1 + \frac{1}{3} + \frac{1}{3} \times \frac{2}{5} + \frac{1}{3} \times \frac{2}{5} \times \frac{3}{7} + \dots + x_i, \quad x_i = x_{i-1} \times \frac{i-1}{2i-1}$$

## 3.3 循环结构—while 语句

### 代码清单 3.5, 例 3.4:

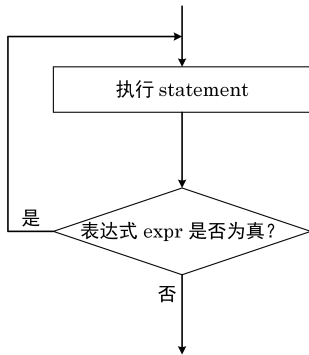
```
1  #include<iostream>
2  #include <iomanip> //库函数setprecision
3  using namespace std;
4  int main() {
5      //sum存放数列前i项的和, x存放当前项的值, 注意初始值
6      double sum=0,x=1;
7      int i = 1; //求解第i项
8      while (x > 1.0E-10) {
9          sum += x;
10         ++i;          //在当前项基础上计算下一项
11         x *= (i - 1.) / (2 * i - 1); //注意1后面的小数点
12     } //fixed和setprecision用于控制输出精度
13     cout<<"pi="<<fixed<<setprecision(10)<<2*sum<<endl;
14         //输出结果pi=3.1415926533
15     return 0;
16 }
```



### 3.3 循环结构—do while 语句

#### do while 语句语法格式

```
do{  
    statement; //循环体语句  
}while (expr); //条件表达式, 注意以分  
号结束
```

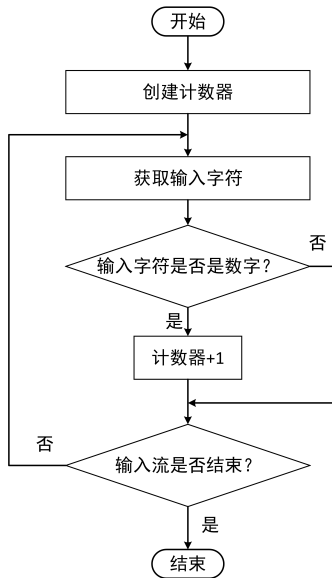


## 3.2 循环结构—do while 语句

### 例 3.5:

输入一段文本，统计数字字符个数。

**提示：**程序主要流程如右图所示



## 3.3 循环结构—do while 语句

### 代码清单 3.6, 例 3.5:

```
1  #include<iostream>
2  using namespace std;
3  int main() {
4      int cnt = 0;
5      char x;
6      do {
7          x = cin.get(); //获取终端输入的任意一个字符
8          if (x >= '0' && x <= '9') ++cnt;
9      } while (x != EOF); //EOF为输入流结束标志, 组合键Ctrl+z
10     cout << "数字字符个数为: " << cnt << endl;
11     return 0;
12 }
```

输入: ab12345     输出: 数字字符个数为: 5

## 3.2 循环结构—do while 语句

### 练习:

1. 下面程序段中的循环执行几次?

```
int x = -1;
do{
    x = x * x;
}while(!x);
```

A. 死循环   B. 执行 3 次   C. 执行一次   D. 有语法错误

2. 下面程序段的输出结果是?

```
int y = 10;
do{
    y--;
}while(--y);
cout << y-- << endl;
```

A.-1   B.1   C.8   D.0

## 3.2 循环结构—do while 语句

### 练习:

1. 下面程序段中的循环执行几次?

```
int x = -1;
do{
    x = x * x;
}while(!x);
```

A. 死循环   B. 执行 3 次   C. 执行一次   D. 有语法错误

2. 下面程序段的输出结果是?

```
int y = 10;
do{
    y--;
}while(--y);
cout << y-- << endl;
```

A.-1   B.1   C.8   D.0

答案: 1.C   2.D

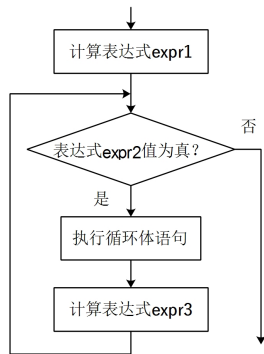
## 3.3 循环结构—for 语句

### for 语句语法格式

```
for(expr1; expr2; expr3){  
    statement;  
}
```

例如, 1 到 100 累加求和:

```
int sum = 0;  
for(int i = 1; i <= 100; ++i){  
    sum += i;  
}
```



### 3.3 循环结构—for 语句

for 非常灵活，可以有多种形式

- 可以省略任意一个表达式，但分号不能省略：

```
int i(1),sum(0);  
for(; i<=100; ++i){  
    sum += i;  
}  
//省略表达式 expr1
```

```
int i(1),sum(0);  
for(; i<=100; ){  
    sum += i++;  
} //注意不是 ++i;  
//省略 expr1 和 expr3
```

```
int i(1),sum(0);  
for(; ; ){  
    sum += i++;  
    if(i>100) break;  
} //三个全部省略
```

## 3.3 循环结构—for 语句

### for 非常灵活，可以有多种形式

- 表达式 `expr1` 可以定义多个对象，表达式 `expr3` 可以是任意表达式：

```
for (int i = 1, j = 100; i < j; ++i, --j) {  
    sum += i + j;  
}
```

### 注意：

虽然上述表达式可以省略，但是需要在合适的位置添加相应功能的语句。



## 3.3 循环结构—for 语句

### 练习:

1. 下面程序段中的循环执行几次?

```
/*...*/  
int a,b;  
for(a = 0,b = 5;a <= b+1;a += 2,b--)  
    cout << a << endl;  
/*...*/
```

A.3    B.2    C.1    D.0

## 3.3 循环结构—for 语句

### 练习:

1. 下面程序段中的循环执行几次?

```
/*...*/  
int a,b;  
for(a = 0,b = 5;a <= b+1;a += 2,b--)  
    cout << a << endl;  
/*...*/
```

A.3    B.2    C.1    D.0

答案: A

## 3.3 循环结构—for 语句

### 练习:

2. 下面程序段运行结束后, K 的值是?

```
int main() {  
    int i, j, k;  
    for (i = 0, j = 10; i <= j; i++, j--)  
        k = i + j;  
    cout << k << endl;  
}
```

A.0   B.9   C.8   D.10

## 3.3 循环结构—for 语句

### 练习:

2. 下面程序段运行结束后, K 的值是?

```
int main() {  
    int i, j, k;  
    for (i = 0, j = 10; i <= j; i++, j--)  
        k = i + j;  
    cout << k << endl;  
}
```

A.0   B.9   C.8   D.10

答案: D

## 3.3 循环结构

### 练习:

3. 下列语句中, 哪一个不是无限循环?

A. `i=100;`  
`while(1)`  
`{ i=i%100; i++;`  
`if (i > 100) break;`  
`}`

B. `for(;;)`

C. `short k=32765;`  
`do {`  
`k++; k++;`  
`}while(k>0);`

D. `short i=32765;`  
`while((i++%2)||(i%2))`  
`i++;`

## 3.3 循环结构

### 练习:

3. 下列语句中, 哪一个不是无限循环?

A. `i=100;`  
    `while(1)`  
    `{ i=i%100; i++;`  
      `if (i > 100) break;`  
    `}`

B. `for(;;)`

C. `short k=32765;`  
    `do {`  
      `k++; k++;`  
    `}while(k>0);`

D. `short i=32765;`  
    `while((i++%2)||(i%2))`  
      `i++;`

答案: C

## 3.3 循环结构

### 循环语句的选择原则

- 循环次数**确定**, 选择**for** 语句
- 循环次数**不确定**, 选择**while**或**do while** 语句
  - 循环体**至少执行一次**, 选择**do while** 语句
  - 循环体**一次也不执行**, 选择**while** 语句

## 3.2 循环结构

### 例 3.6:

猜数字游戏。程序随机选择一个 0-100 之间的一个数，玩家来猜测程序选择的数，如果猜对了，游戏结束，否则玩家继续猜测，直到猜中为止。对于玩家的每一次猜测，需要给出相应的提示信息：猜对了、猜大了或猜小了。

**提示：**根据猜测次数，选择合适的循环语句



## 3.3 循环结构

### 代码清单 3.7, 例 3.6:

```
1  using namespace std;
2  int main(){
3      srand(time(0)); //系统当前时间作为随机数发生器的种子
4      int target = rand() % 100; //获取一个[0-100)内的随机数
5      int guess;
6      cout << "`请猜0-100之内的数`" << endl;
7      do {
8          cin >> guess;
9          if (guess < target) {
10             cout << "猜小了" << endl;
11         }
12         else if(guess > target) {
13             cout << "猜大了" << endl;
14         }
15         else {
16             cout << "恭喜! 猜对了! " << endl;
17         }
18     } while (guess != target); //猜中时游戏结束
19     return 0;}
```

## 3.4 跳转语句

跳转语句用于中断当前的执行顺序，包括：

- `break` 语句
- `return` 语句：

```
int main(){  
    return 0; /*返回一个整型值*/  
}
```

- `continue` 语句
- `goto` 语句（不作介绍）

## 3.4 跳转语句—break 语句

### break 语句

**break 语句**只能用于 **switch 语句**或**循环语句**中，用来跳出离它最近的 switch 语句或终止循环的执行，它的作用域仅限离它最近的 switch 语句或循环语句。

### 练习：

1. 下面程序段的运行结果是？

```
int a = 10, y = 0;
do {
    a += 2; y += a;
    cout<<"a="<<a<<" "<<"y="<<y<< endl;
    if (y > 50) break;
} while (a = 14);
```

## 3.4 跳转语句—break 语句

### break 语句

**break 语句**只能用于 **switch 语句**或**循环语句**中，用来跳出离它最近的 switch 语句或终止循环的执行，它的作用域仅限离它最近的 switch 语句或循环语句。

### 练习：

1. 下面程序段的运行结果是？

```
int a = 10, y = 0;
do {
    a += 2; y += a;
    cout<<"a="<<a<<" "<<"y="<<y<< endl;
    if (y > 50) break;
} while (a = 14);
```

答案：

a=12,y=12  
a=16,y=28  
a=16,y=44  
a=16,y=60

## 3.4 跳转语句—break 语句

### 示例:

将例 3.6 改造成由 `while` 内嵌一个 `switch` 结构来说明 `break` 语句的用法

**提示:** `switch` 结构需要整型值表达式, 可根据玩家猜测的数字与电脑给出的数字的大小关系进行转换

## 3.4 跳转语句—break 语句

### 代码清单 3.8, 例 3.6:

```
1  using namespace std;
2  int main(){
3      //系统当前时间作为随机数发生器的种子
4      srand(time(0));
5      //获取一个0-100内的随机数
6      int target = rand() % 100;
7      int guess;
8      cout << "`请猜0-100之内的数`" << endl;
9      while(1) {
10         cin >> guess;
11         int val = (guess > target) - (guess < target);
12         //将guess和target的大小关系转化为三个数
13         switch (val){
14             case -1:
15                 cout << "猜小了" << endl;
16                 break; //跳出switch
```

## 3.4 跳转语句—break 语句

### 代码清单 3.8, 例 3.6:

```
17         case 1:
18             cout << "猜大了" << endl;
19             break; //跳出switch
20     default:
21         cout << "恭喜! 猜对了!" << endl;
22         //跳出switch
23         break;
24     } //switch结束
25     if (val == 0) {
26         break; //跳出while, 游戏结束
27     }
28 } //while结束
29 return 0;
30 }
```

## 3.4 跳转语句—continue 语句

### continue 语句

**continue 语句**只在**循环结构**中有作用，用来终止当前操作，进入下一次循环。  
continue 语句的作用域仅作用于离它最近的循环

例如：

```
//当i为奇数，输出*#，为偶数时无输出
for (int i = 0; i < 5; ++i) {
    if (i % 2) {
        cout << "*#"; //打印符号*，然后再打印符号#
    }
    else {
        continue; //结束当前迭代，跳转到for语句，执行++i
    }
    cout << "#";
}
```

输出结果：\*##



## 3.4 跳转语句—continue 语句

### 练习:

1. 下面程序段的输出结果是什么?

```
int main(){  
    int x(0);  
    for(int i=0; i<2; i++){  
        x++;  
        for(int j=0; j<=3; j++){  
            if(j%2) continue;  
            x++;  
        }  
        x++;  
    }  
    cout<<x<<endl;  
    return 0;  
}
```

A. x = 4    B. x = 8    C. x = 6    D. x = 12

## 3.4 跳转语句—continue 语句

### 练习:

1. 下面程序段的输出结果是什么?

```
int main(){
    int x(0);
    for(int i=0; i<2; i++){
        x++;
        for(int j=0; j<=3; j++){
            if(j%2) continue;
            x++;
        }
        x++;
    }
    cout<<x<<endl;
    return 0;
}
```

A. x = 4    B. x = 8    C. x = 6    D. x = 12

答案: B

## 3.4 跳转语句—continue 语句

### 练习:

2. 下面程序段的输出结果是什么?

```
int k=0; char c='A';
do{
    switch(c++){
        case 'A':k++; break;
        case 'B':k--;
        case 'C':k+=2; break;
        case 'D':k=k%2; continue;
        case 'E':k=k*10; break;
        default :k=k/3;
    }
    k++;
} while(c<'G');
cout<<k<<endl;
```

A.k = 3    B.k = 4    C.k = 2    D.k = 0

## 3.4 跳转语句—continue 语句

### 练习:

2. 下面程序段的输出结果是什么?

```
int k=0; char c='A';
do{
    switch(c++){
        case 'A':k++; break;
        case 'B':k--;
        case 'C':k+=2; break;
        case 'D':k=k%2; continue;
        case 'E':k=k*10; break;
        default :k=k/3;
    }
    k++;
} while(c<'G');
cout<<k<<endl;
```

A.k = 3   B.k = 4   C.k = 2   D.k = 0

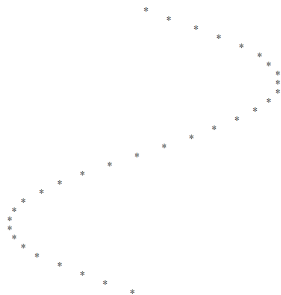
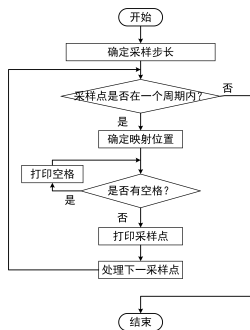
答案: B

## 3.5 嵌套结构和应用实例

### 例 3.7:

将坐标系顺时针旋转 90 度, 画出  $\sin(x)$  在  $x \in [0, 2\pi]$  之间的曲线, 如右图所示。

**提示:** 程序主要流程如左图所示



## 3.5 嵌套结构和应用实例

### 代码清单 3.9, 例 3.7:

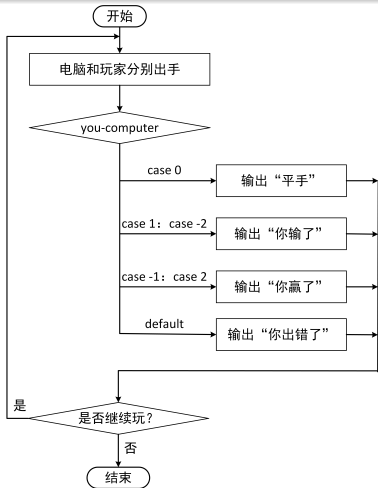
```
1  using namespace std;
2  int main() {
3      double step = 0.2; //x增加的步长
4      double x = 0;      //x从0开始
5      while (x < 6.28) { //画一个周期的曲线
6          int val = 30*(sin(x)+1); //计算sin(x)左侧的空格数
7          for (int i = 0; i < val; ++i) //画出所有空格
8              cout << " ";
9      }
10     cout << "*" << endl; //在相应的位置打印*
11     x += step;           //处理下一个x
12 }
13 return 0;
14 }
```

## 3.5 嵌套结构和应用实例

### 例 3.8：石头剪刀布游戏

玩家和电脑出法相减结果如右图所示。

玩家 \ 电脑	石头/0	剪刀/1	布/2
石头/0	0	-1	-2
剪刀/1	1	0	-1
布/2	2	1	0



## 3.5 嵌套结构和应用实例

### 代码清单 3.10, 例 3.8:

```
1  using namespace std;
2  int main() {
3      //系统当前时间作为随机数发生器的种子
4      srand(time(0));
5      while (1) {
6          int computer(0),you(0);
7          do {
8              cout << "你好! 石头=0, 剪刀=1, 布=2";
9              //电脑随机选一种出法
10             computer = rand() % 3;
11             cout << "请出手: ";
12             //输入0、1或2, 不要搞错
13             cin >> you;
14             switch (you - computer) {
15                 case 0:
16                     cout << "平手!" << endl;
17                     break;
```



## 3.5 嵌套结构和应用实例

### 代码清单 3.10, 例 3.8:

```
18         case 1: case -2:
19             cout << "你输了!" << endl;
20             break;
21         case -1: case 2:
22             cout << "你赢了!" << endl;
23             break;
24         default:
25             cout << "你出错了! " << endl;
26     }
27 } while (computer == you); //平手, 双方继续出
28 cout << "还要玩吗? Y/N:";
29 char play;
30 cin >> play;
31 if (play == 'N' || play == 'n') break;
32 }
33 return 0;
34 }
```

## 3.5 嵌套结构和应用实例

### 代码清单 3.10, 例 3.8:

```
18         case 1: case -2:
19             cout << "你输了!" << endl;
20             break;
21         case -1: case 2:
22             cout << "你赢了!" << endl;
23             break;
24         default:
25             cout << "你出错了! " << endl;
26     }
27 } while (computer == you); //平手, 双方继续出
28 cout << "还要玩吗? Y/N:";
29 char play;
30 cin >> play;
31 if (play == 'N' || play == 'n') break;
32 }
33 return 0;
34 }
```

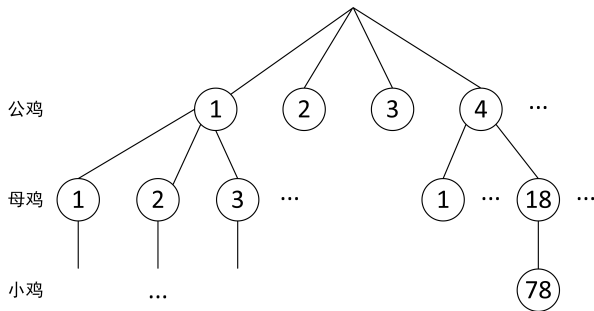
如何让电脑更聪明? 提示: 尝试人工智能-强化学习方法

## 3.5 嵌套结构和应用实例

### 例 3.9:

公元前五世纪，我国古代数学家张丘建在《算经》一书中提出了（百钱百鸡）：鸡翁一值钱五，鸡母一值钱三，鸡雏三值钱一。百钱买百鸡，问鸡翁、鸡母、鸡雏各几何？

**提示：**穷举法：对可能是解的众多候选解按某种顺序进行逐一列举和检验，从中找出符合要求的解。本例穷举示意图如下图所示。



上图中公鸡、母鸡、小鸡数目分别为：4、18、78 是一种符合要求的结果

## 3.5 嵌套结构和应用实例

### 代码清单 3.11, 例 3.9:

```
1  using namespace std;
2  int main() {
3      //公鸡、母鸡最大数目
4      int max_rst = 100 / 5, max_hen = 100 / 3;
5      for (int i = 0; i < max_rst; ++i) {
6          for (int j = 0; j < max_hen; ++j) {
7              int k = 100 - i - j; //小鸡数目
8              //跳过不能被3整除的数, 执行流程跳转到++j
9              if (k % 3) continue;
10             if (5 * i + 3 * j + k / 3 == 100) {
11                 cout<<"公鸡: "<<i<<" 母鸡: "<<j<<" 小鸡: "<<k<<endl;
12             }
13         }
14     }
15     return 0;
16 }
```

## 3.5 嵌套结构和应用实例

输出:

公鸡: 0 母鸡: 25 小鸡: 75

公鸡: 4 母鸡: 18 小鸡: 78

公鸡: 8 母鸡: 11 小鸡: 81

公鸡: 12 母鸡: 4 小鸡: 84

## 作业本

- ④ 习题 3.5、3.6 和 3.13

## 上机练习

- ④ 实验指导书：第三章

本章结束