

索”中的“模拟种树”实验串联起来，加强对当与直到循环区别的理解，同时，可鼓励学生拓展探究数组的应用等。

## 微项目3 探究循环嵌套的应用

### ○ 科技词典

#### 【名词解释】

循环嵌套——在一个循环体内又包含另一个完整的循环结构。

内循环——嵌套在循环体内的循环。

外循环——嵌套内循环的循环。

多层循环——循环可以嵌套循环，层数不限。

#### 【解决问题】

一重循环无法解决的复杂问题，如：多元方程组，复杂图形的绘制等等。

#### 【应用说明】

(1) 在循环的嵌套中，内层循环和外层循环应该使用不同的循环控制变量。

(2) 嵌套时，内外循环不得交叉，外循环必须完全包含内循环。

(3) 在多重循环的任何一层循环中都可以使用Exit Do或Exit For退出循环，但要注意只能退出Exit Do或Exit For语句所对应的最内层循环，而不是一次退出多层次循环。

#### 【习题范例】

求100~999之间的水仙花数。

水仙花数的定义：若某三位数ABC=A<sup>3</sup>+B<sup>3</sup>+C<sup>3</sup>，则称该数ABC为水仙花数。

如153=1<sup>3</sup>+5<sup>3</sup>+3<sup>3</sup>=1+125+27=153，则称153为水仙花数。

分析：由水仙花数的定义看出，水仙花数是指：

这个数=百位的立方+十位的立方+个位的立方

那么我们可以用三个变量分别表示百位数、十位数、个位数作为循环变量进行

循环嵌套的循环。如果这三个变量组成的百位数满足水仙花数的构成条件，则这个百位数就是水仙花数。不妨用A表示百位数、B表示十位数、C表示个位数。部分关键代码如下：

```

Dim A, B, C As Long
For A = 1 To 9
    For B = 0 To 9
        For C = 0 To 9
            If A * 100 + B * 10 + C = A ^ 3 + B ^ 3 + C ^ 3 Then
                Print A * 100 + B * 10 + C
            End If
        Next C, B, A
    
```

## ○ 技术手册

### 选题1：打印九九乘法表

技术关键：分析数据规律，找出数据在排列上的特点。确定：外循环中被乘数i的变化范围为1~9，而内循环中乘数j的变化范围为1~i。

部分关键代码：

```
Print i & "*" & j & "=" & i * j & " ";
```

讨论思考的点拨解答：

①用Do循环打印九九表

部分关键代码与技术：准确判断内外循环条件，注意循环体中勿忘循环变量增值表达式。

```
i = 1
```

```
Do While i <= 9
```

```
    j = 1
```

```
    Do While j <= i
```

```
        Print i & "*" & j & "=" & i * j & vbTab;
```

```
        j = j + 1
```

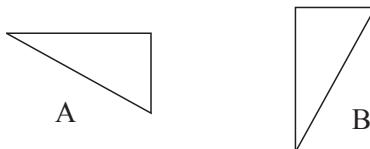
```
    Loop
```

```
Print
```

```
i = i + 1
```

```
Loop
```

② 将乘法表中的算式整体排列成下图示意的形状



部分关键代码与技术：分析每行每列中数据的内容和规律，可知形状A应该以9\*9开头，第一行依次为9\*8、9\*7……9\*1，第二行应为8\*9开头，但由于与9\*8重复，故应输出空格，然后输出8\*8，后面以此类推。因此，应对\*左右两边的数进行比较，确定是输出空格还是算式。B形状同理。

```
For i = 9 To 1 Step -1          '输出A形状
```

```
For j = 9 To 1 Step -1
```

```
If j > i Then
```

```
Print vbTab;
```

```
Else
```

```
Print i & "*" & j & "=" & i * j & vbTab;
```

```
End If
```

```
Next
```

```
Print
```

```
Next
```

```
For i = 1 To 9          '输出B形状
```

```
For j = 9 To 1 Step -1
```

```
If j < i Then
```

```
Print vbTab;
```

```
Else
```

```
Print i & "*" & j & "=" & i * j & vbTab;
```

```
End If
```

Next

Print

Next

### 选题2：排列星星组图形

技术关键：用For循环嵌套实现“\*”有规律的输出。

部分关键代码：

For i = 1 To 5

    For j = 1 To 5

        Print Spc ( 1 ) ; "\*";

    Next

    Print

Next

讨论思考的点拨解答：

① 找一找：内外循环的循环体、内外层循环变量、值的变化范围、谁控制了行列数、循环的总执行次数。

解答：内循环循环体：Print Spc ( 1 ) ; "\*";

外循环循环体：For j = 1 To 5

    Print Spc ( 1 ) ; "\*";

    Next

    Print

内层循环变量：j

外层循环变量：i

值的变化范围：i和j的变化范围都是1~5

谁控制了行列数：i控制行数，j控制列数

循环的总执行次数： $5 \times 5 = 25$ 次

② 打印由星号组成的直角三角形、等腰三角形、平行四边形、菱形等图形。

点拨：在解决这类问题时，应首先考虑一个一般行的输出，只需要把这个一般行的输出语句利用循环结构控制执行多次即可。要找清楚要输出的图形与行列变量之间的关系。

部分关键代码：

For i = 1 To 5                          '左上角直角三角形

  For j = 5 To i Step -1

    Print "\*";

  Next j

  Print

Next i

For i = 1 To 5                          '等腰三角形

  For x = 1 To 5 - i

    Print " ";

  Next x

  For j = 1 To 2 \* i - 1

    Print "\*";

  Next j

  Print

Next i

For i = 1 To 5                          '平行四边形

  For x = 1 To 5 - i

    Print " ";

  Next x

  For j = 1 To 5

    Print "\*";

  Next j

  Print

Next i

For i = -2 To 2                          '菱形

```

Print Tab ( Abs ( i ) + 1 ) ;
For j = 1 To 2 * ( 3 - Abs ( i ) ) - 1
    Print "*";
Next j
Next i

```

②设计综合输出界面，包含若干带图形名称的按钮，实现编程输出。

点拨：根据上一问题的解答，把握此类题目的规律，尝试用星号排列出更多样的图形。

界面参考：



部分关键代码：

```

For i = 1 To 5                      '倒三角形
    For x = 1 To i - 1
        Print " ";
    Next x
    For j = 1 To 2 * ( 5 - i ) - 1
        Print "*";
    Next j
    Print
Next i

```

```
For i = 1 To 5          '梯形
```

```
    For k = 5 - i To 0 Step -1
```

```
        Print " ";
```

```
    Next
```

```
    For j = 1 To i * 2 + 2
```

```
        Print "*";
```

```
    Next j
```

```
    Print
```

```
Next i
```

### ③创作丰富多彩的图案

点拨：加入其他符号图形，如：○、★、◎、◇等，颜色可以通过设置ForeColor的值来控制。

部分关键代码：

```
For a = 1 To 8          '彩色小车的车厢部分
```

```
    ForeColor = vbBlue
```

```
    Print "○";
```

```
Next a
```

```
Print
```

```
For i = 1 To 3
```

```
    ForeColor = vbBlue
```

```
    Print "○";
```

```
    For j = 1 To 6
```

```
        ForeColor = vbRed
```

```
        Print "★";
```

```
    Next j
```

```
    ForeColor = vbBlue
```

```
    Print "○";
```

```
    Print
```

```
Next i
```

### 选题3：穷举速解方程组

技术关键：用穷举的思想，以未知数作为循环变量，先确定循环嵌套的层数，再确定循环变量的取值范围及步长。

部分关键代码：

For x = 0 To 20

For y = 0 To 33

For z = 0 To 100 Step 3

If x \* 5 + y \* 3 + z / 3 = 100 And x + y + z = 100 Then

Print Tab ( 25 ) ; "公鸡:" & x, "母鸡:" & y, "小鸡:" & z

End If

Next z, y, x

技术探索：分析内外循环的关系

解答：（1）取球程序的执行情况

外层循环	内层循环	输出
a=0	b=1 c=4	0 1 4
	b=2 c=3	0 2 3
	b=3 c=2	0 3 2
a=1	b=1 c=3	1 1 3
	b=2 c=2	1 2 2
	b=3 c=1	1 3 1
a=2	b=1 c=2	2 1 2
	b=2 c=1	2 2 1
	b=3 c=0	2 3 0

（2）循环嵌套程序内外循环的关系：

在循环嵌套程序的执行过程中，外层循环先执行，每执行一次外层循环，内层循环都要从头至尾执行一遍。

（3）外层循环变量a每次取值时，内层循环要执行3次。

（4）此程序的循环总共执行了9次。

## ● 教学指引

### 【指导学时】

建议分为2~3课时为宜。以2课时为例的划分如下。

第一课时：体验循环嵌套程序，了解循环嵌套的应用范围，直观应用双重循环嵌套，掌握循环嵌套的格式和执行过程。

第二课时：掌握多重循环嵌套的使用技巧，能准确构造多重循环嵌套的终止条件，理解内外循环间的关系。

### 【教学建议】

教学中提倡分组探究、合作学习模式。

第一选题应注意引导学生尝试从一重循环入手解决问题，对比循环嵌套的使用效果，让学生通过体验，了解循环嵌套的应用场合，自主探究或合作探讨，总结循环嵌套结构的特点，并尝试挑战修改九九表程序使之以另外的形状呈现，通过分析行列规律开阔学生的思路，加深对嵌套结构的理解。

第二选题从实际生活中的粮食画入手，不妨让学生实际画一画、摆一摆，增强兴趣，再自然地过渡到用“\*”排列图形的问题上来。一定注意引导学生参考教材的项目指导，从1列到多列，从1行到多行，深入思考，真正理解内外循环的关系。鼓励学生大胆尝试“讨论思考”中的创新活动。养成主动探究，分工合作的研讨习惯，通过反复调试的过程走向成功，锤炼学生的耐心，形成一名优秀程序员应有的素养。此选题还应注意结合“科学探究”版块中关于循环嵌套格式的规范，进一步明确、规范学生的使用，减少出错。

第三选题应注意培养锻炼学生设计算法的能力。体验对二重以上循环的应用。通过改进算法的尝试，让学生进一步加深对循环嵌套的理解，增强应用的灵活性。同时，通过“技术探索”版块中的技术实验，填写程序执行情况，计算循环次数，使学生更加明确循环嵌套程序内外循环间的关系，提升应用能力。