



# 《计算概论A》 程序设计部分

## C 程序中的数组

李 戈

北京大学 信息科学技术学院 软件研究所

[lige@sei.pku.edu.cn](mailto:lige@sei.pku.edu.cn)

# 数组的定义

## ■ 数组的定义

|       |               |
|-------|---------------|
| 类型    | 数组名 [ 常量表达式 ] |
| float | sheep[10];    |
| int   | a2001[1000];  |

## ■ 再次强调：数组下标从0开始

```
int a[10] = { 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 };
```

|      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   |
| a[0] | a[1] | a[2] | a[3] | a[4] | a[5] | a[6] | a[7] | a[8] | a[9] |

# 关于数组的定义 (1/3)

```
#include<iostream>
using namespace std;
int main()
{
    int n = 10;
    int a[n] = { 0 };
    for (int i = 0; i < 10; i++)
        cout << a[i];
    return 0;
}
```

**此处应为  
常量表达式**

## 关于数组的定义 (2/3)

```
#include <iostream>
using namespace std;
int main()
{
    const int i = 4;
    int a[i] = { 1, 2, 3, 4 };
    cout << "a[0]=" << a[0] <<endl
         << "a[1]=" << a[1] <<endl
         << "a[2]=" << a[2] <<endl
         << "a[3]=" << a[3] <<endl;
    return 0;
}
```

# 关于数组的定义 (3/3)

```
#include <iostream>
using namespace std;
#define N 4
int main()
{
    int a[N] = { 1, 2, 3, 4 };
    cout << "a[0]=" << a[0] << endl
         << "a[1]=" << a[1] << endl
         << "a[2]=" << a[2] << endl
         << "a[3]=" << a[3] << endl;
    return 0;
}
```

# 数组的初始化

```
int a[10] = { 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 };
```

|      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   |
| a[0] | a[1] | a[2] | a[3] | a[4] | a[5] | a[6] | a[7] | a[8] | a[9] |

# 数组的初始化 (1/5)

```
#include <iostream>
using namespace std;
int main()
{
    int a[4];
    cout << a[0] << a[1] << a[2] << a[3] << endl;
    return 0;
}
```

|            |            |            |            |
|------------|------------|------------|------------|
| -858993460 | -858993460 | -858993460 | -858993460 |
| a[0]       | a[1]       | a[2]       | a[3]       |

# 数组的初始化 (2/5)

```
#include <iostream>
using namespace std;
int main()
{
    int a[ ] = { 1, 2, 3, 4 };
    cout << a[0] << a[1] << a[2] << a[3] << endl;
    return 0;
}
```

|      |      |      |      |
|------|------|------|------|
| 1    | 2    | 3    | 4    |
| a[0] | a[1] | a[2] | a[3] |



# 数组的初始化 (3/5)

```
#include <iostream>
using namespace std;
int main()
{
    int a[4] = { 1, 2 };
    cout << a[0] << a[1] << a[2] << a[3] << endl;
    return 0;
}
```

|      |      |      |      |
|------|------|------|------|
| 1    | 2    | 0    | 0    |
| a[0] | a[1] | a[2] | a[3] |

# 数组的初始化 (4/5)

```
#include <iostream>
using namespace std;
int main()
{
    int a[4] = { 0 };
    cout << a[0] << a[1] << a[2] << a[3] << endl;
    return 0;
}
```


|      |      |      |      |
|------|------|------|------|
| 0    | 0    | 0    | 0    |
| a[0] | a[1] | a[2] | a[3] |

# 数组的初始化 (5/5)

```
#include <iostream>
using namespace std;
int main()
{
    int a[4] = { 1, 2, 3, 4, 5, 6 };
    cout << a[0] << a[1] << a[2] << a[3] << endl;
    return 0;
}
```

# 数组的初始化 (+1)

```
#include <iostream>
using namespace std;
int main()
{
    int a[4] = { 1, 2, 3, d };
    cout << a[0] << a[1] << a[2] << a[3] << endl;
    return 0;
}
```



# 从一维数组到二维数组

```
int a[12] = { 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 };
```

|          |          |          |          |          |          |          |          |          |           |           |           |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>1</b> | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>4</b> | <b>5</b> | <b>6</b> | <b>7</b> | <b>8</b> | <b>9</b> | <b>10</b> | <b>11</b> | <b>12</b> |
| a[0]     | a[1]     | a[2]     | a[3]     | a[4]     | a[5]     | a[6]     | a[7]     | a[8]     | a[9]      | a[10]     | a[11]     |

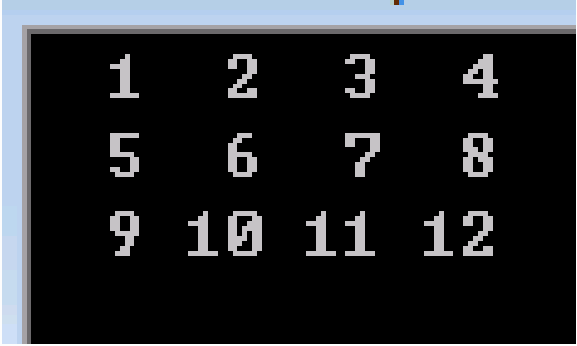
# 二维数组

|    | 0列                  | 1列                   | 2列                   | 3列                   |
|----|---------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| 0行 | <b>1</b><br>a[0][0] | <b>2</b><br>a[0][1]  | <b>3</b><br>a[0][2]  | <b>4</b><br>a[0][3]  |
| 1行 | <b>5</b><br>a[1][0] | <b>6</b><br>a[1][1]  | <b>7</b><br>a[1][2]  | <b>8</b><br>a[1][3]  |
| 2行 | <b>9</b><br>a[2][0] | <b>10</b><br>a[2][1] | <b>11</b><br>a[2][2] | <b>12</b><br>a[2][3] |

```
int a[3][4];
```

# 二维数组的初始化 (1/6)

```
#include <iostream>
#include <iomanip>
using namespace std;
int main()
{
    int a[3][4] = { { 1, 2, 3, 4 }, { 5, 6, 7, 8 }, { 9, 10, 11, 12 } };
    for (int i = 0; i < 3; i++)
    {
        for (int j = 0; j < 4; j++)
            cout << setw(3) <<a[i][j];
        cout << endl;
    }
    return 0;
}
```



```
1  2  3  4
5  6  7  8
9 10 11 12
```

# 二维数组的初始化 (2/6)

```
#include <iostream>
#include <iomanip>
using namespace std;
int main()
{
    int a[3][4] = { 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 };
    for (int i = 0; i < 3; i++)
    {
        for (int j = 0; j < 4; j++)
            cout << setw(3) <<a[i][j];
        cout << endl;
    }
    return 0;
}
```

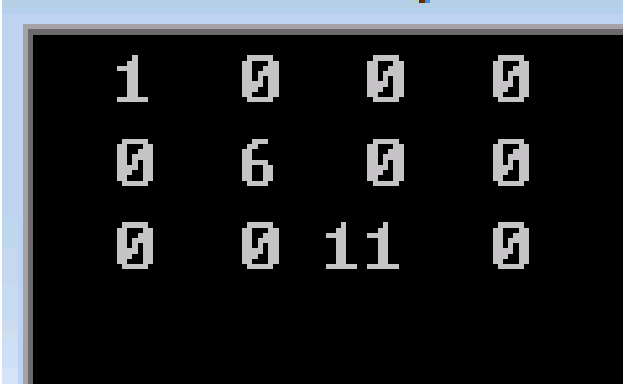


# 二维数组的初始化 (3/6)

```
#include <iostream>
#include <iomanip>
using namespace std;
int main()
{
    int a[3][4] = { 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 };
    for (int i = 0; i < 3; i++)
    {
        for (int j = 0; j < 4; j++)
            cout << setw(3) <<a[i][j];
        cout << endl;
    }
    return 0;
}
```

# 二维数组的初始化 (4/6)

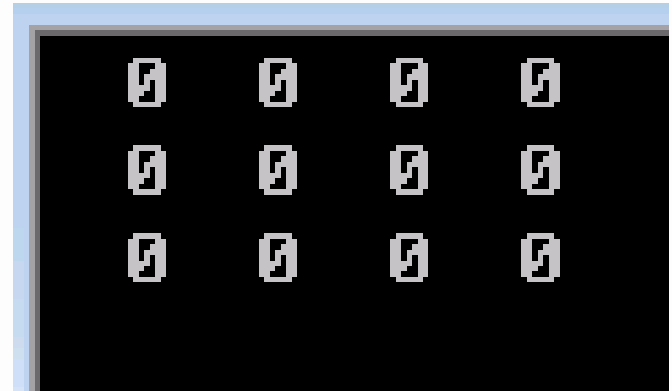
```
#include <iostream>
#include <iomanip>
using namespace std;
int main()
{
    int a[3][4] = {{1}, {0, 6}, {0, 0, 11}};
    for (int i = 0; i < 3; i++)
    {
        for (int j = 0; j < 4; j++)
            cout << setw(3) <<a[i][j];
        cout << endl;
    }
    return 0;
}
```



```
1  0  0  0
0  6  0  0
0  0 11  0
```

# 二维数组的初始化 (5/6)

```
#include <iostream>
#include <iomanip>
using namespace std;
int main()
{
    int a[3][4] = {0};
    for (int i = 0; i < 3; i++)
    {
        for (int j = 0; j < 4; j++)
            cout << setw(3) <<a[i][j];
        cout << endl;
    }
    return 0;
}
```



A 3x4 grid of zeros, representing the output of the C++ code. The zeros are arranged in three rows and four columns, with a space between each zero. The grid is displayed on a black background with a light blue border.

# 二维数组的初始化 (6/6)

```
int main()
{
    int a[3][4] = { 0 };
    for (int i = 0; i < 3; i++)
        for (int j = 0; j < 4; j++)
            a[i][j] = 4 * i + j + 1;

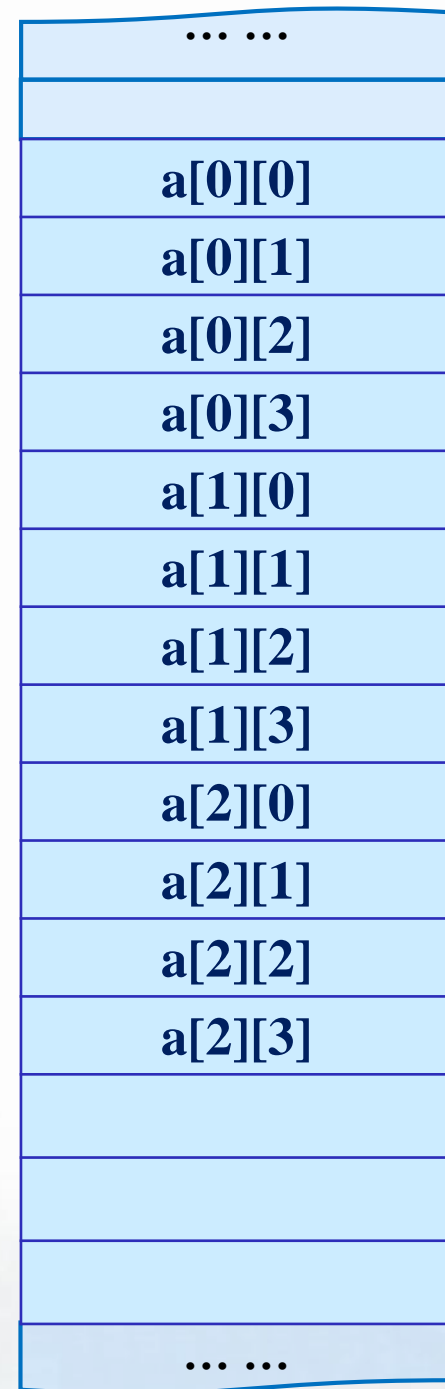
    for (int i = 0; i < 3; i++)
    {
        for (int j = 0; j < 4; j++)
            cout << setw(3) << a[i][j];
        cout << endl;
    }
    return 0;
}
```

|    | 0列           | 1列            | 2列            | 3列            |
|----|--------------|---------------|---------------|---------------|
| 0行 | 1<br>a[0][0] | 2<br>a[0][1]  | 3<br>a[0][2]  | 4<br>a[0][3]  |
| 1行 | 5<br>a[1][0] | 6<br>a[1][1]  | 7<br>a[1][2]  | 8<br>a[1][3]  |
| 2行 | 9<br>a[2][0] | 10<br>a[2][1] | 11<br>a[2][2] | 12<br>a[2][3] |

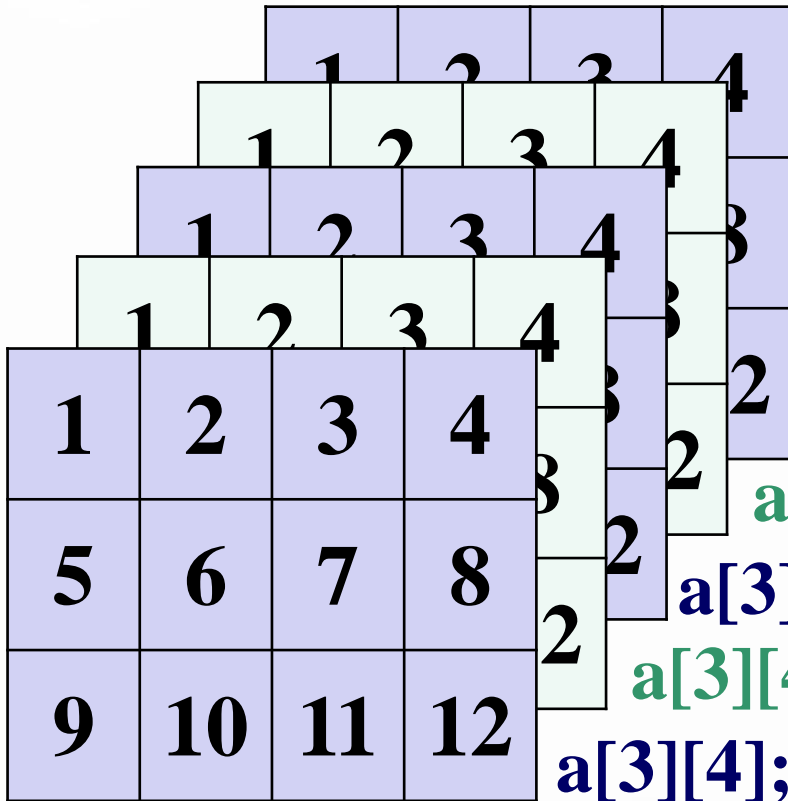
# 二维数组

```
int a[3][4];
```

|    | 0列                  | 1列                   | 2列                   | 3列                   |
|----|---------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| 0行 | <b>1</b><br>a[0][0] | <b>2</b><br>a[0][1]  | <b>3</b><br>a[0][2]  | <b>4</b><br>a[0][3]  |
| 1行 | <b>5</b><br>a[1][0] | <b>6</b><br>a[1][1]  | <b>7</b><br>a[1][2]  | <b>8</b><br>a[1][3]  |
| 2行 | <b>9</b><br>a[2][0] | <b>10</b><br>a[2][1] | <b>11</b><br>a[2][2] | <b>12</b><br>a[2][3] |



# 三维数组



```
int a[5][3][4];
```

`a[3][4];`

`a[4][3][4];`

`a[3][4];`

`a[3][3][4];`

`a[3][4];`

`a[2][3][4];`

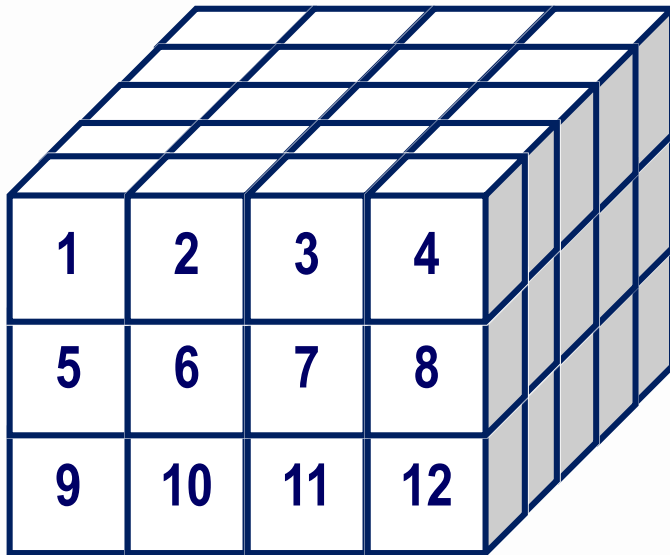
`a[3][4];`

`a[1][3][4];`

`a[3][4];`

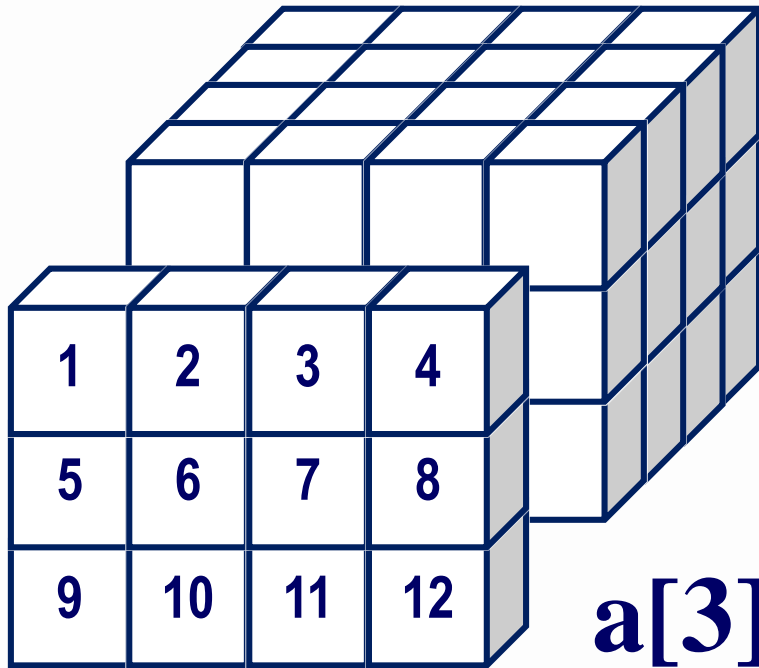
`a[0][3][4];`

# 三维数组



```
int a[5][3][4];
```

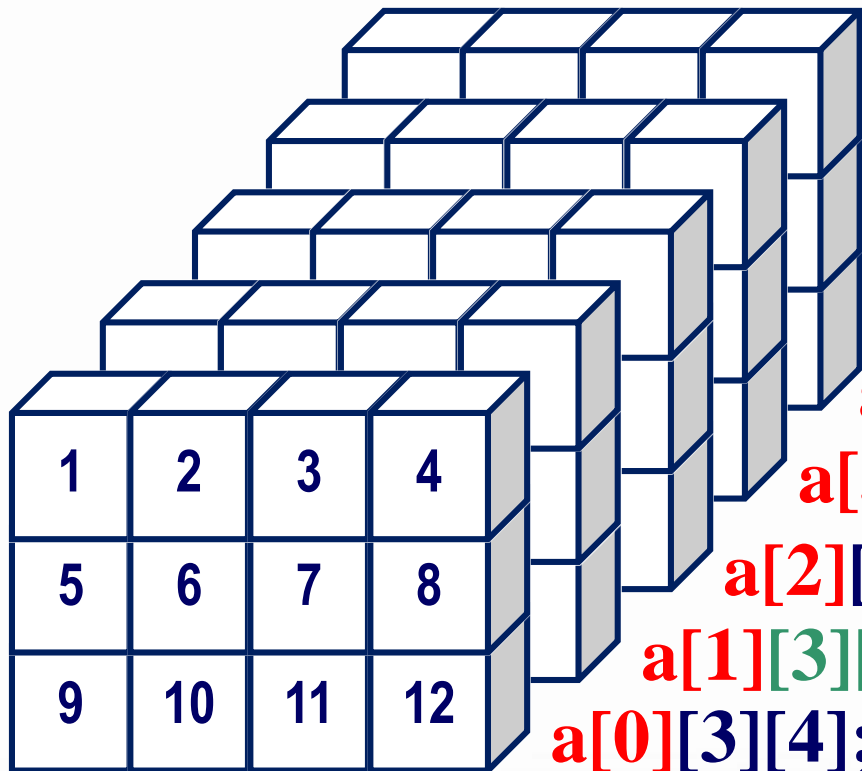
# 三维数组



```
int a[5][3][4];
```



# 三维数组



$a[4][3][4];$   
 $a[3][3][4];$   
 $a[2][3][4];$   
 $a[1][3][4];$   
 $a[0][3][4];$

|              |
|--------------|
| ...          |
| $a[0][0][0]$ |
| $a[0][0][1]$ |
| $a[0][0][2]$ |
| $a[0][0][3]$ |
| $a[0][1][0]$ |
| $a[0][1][1]$ |
| $a[0][1][2]$ |
| $a[0][1][3]$ |
| $a[0][2][0]$ |
| $a[0][2][1]$ |
| $a[0][2][2]$ |
| $a[0][2][3]$ |
| $a[0][3][0]$ |
| $a[0][3][1]$ |
| $a[0][3][2]$ |
| $a[0][3][3]$ |
| $a[1][0][0]$ |
| $a[1][0][1]$ |
| .....        |
| $a[1][3][3]$ |
| $a[2][0][0]$ |
| $a[2][0][1]$ |
| .....        |
| $a[2][3][3]$ |
| $a[3][0][0]$ |
| .....        |
| $a[3][3][3]$ |
| $a[4][0][0]$ |
| .....        |
| $a[4][3][3]$ |
| ...          |

# 三维数组

```
int main()
```

```
{
```

```
    int a[5][3][4] = { 0 };
```

```
    for (int i = 0; i < 5; i++)
```

```
        for (int j = 0; j < 3; j++)
```

```
            for (int k = 0; k < 4; k++)
```

```
                a[i][j][k] = 12 * i + 4 * j + k + 1;
```

```
        for (int i = 0; i < 5; i++)
```

```
        {
```

```
            for (int j = 0; j < 3; j++)
```

```
            {
```

```
                {
```

```
                    for (int k = 0; k < 4; k++)
```

```
                        cout << setw(3) << a[i][j][k];
```

```
                }
```

```
            }
            cout << endl;
```

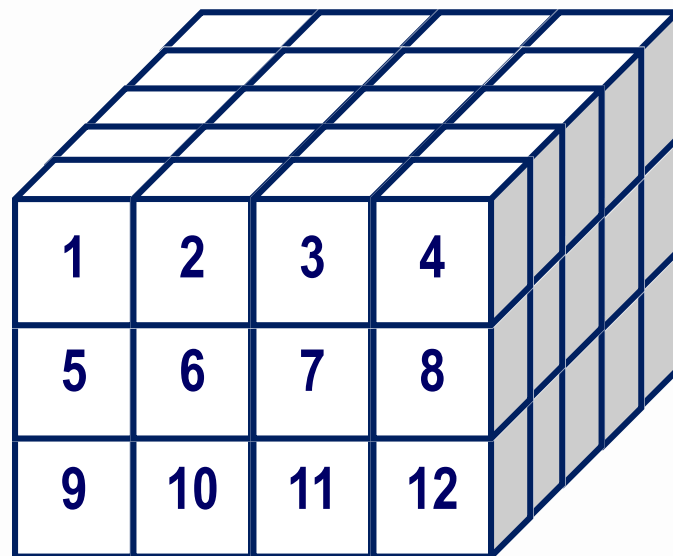
```
        }
```

```
        cout << endl;
```

```
    }
```

```
    return 0;
```

```
}
```



```
1  2  3  4
5  6  7  8
9 10 11 12
```

```
13 14 15 16
17 18 19 20
21 22 23 24
```

```
25 26 27 28
29 30 31 32
33 34 35 36
```

```
37 38 39 40
41 42 43 44
45 46 47 48
```

```
49 50 51 52
53 54 55 56
57 58 59 60
```

# 数组的作用

```
int a[12] = { 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 };
```

|          |          |          |          |          |          |          |          |          |           |           |           |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>1</b> | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>4</b> | <b>5</b> | <b>6</b> | <b>7</b> | <b>8</b> | <b>9</b> | <b>10</b> | <b>11</b> | <b>12</b> |
| a[0]     | a[1]     | a[2]     | a[3]     | a[4]     | a[5]     | a[6]     | a[7]     | a[8]     | a[9]      | a[10]     | a[11]     |

# 例1 数字统计

- 输入20个0~9之间的整数，请你统计每个数在输入数列中出现的次数。

```
4 5 7 4 3 2 4 5 7 7 7 4 3 2 2 4 6 7 8 4
```

```
2输入了3次  
3输入了2次  
4输入了6次
```

|      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| a[0] | a[1] | a[2] | a[3] | a[4] | a[5] | a[6] | a[7] | a[8] | a[9] |

# 例1 数字统计

```
for (i = 0; i < 10; i++)
{
    cin >> num;
    for (j = 0; j < 10; j++)
    {
        if (num==j)
            count[j]++;
    }
}
```

# 例1 数字统计

```
#include <iostream>
using namespace std;
int main()
{
    int num, count[10] = {0};
    for (int i = 0; i < 20; i++)
    {
        cin >> num;
        for (int j = 0; j < 10; j++)
        {
            if (num == j)    count[j]++;
        }
    }
    for (int i = 0; i < 10; i++)
    {
        if (count[i] != 0)
            cout << i << "输入了" << count[i] << "次" << endl;
    }
    return 0;
}
```

# 例1 数字统计

```
for (i=1;i<=20;i++)
{
    cin >> num;
    switch(num)
    {
        case 0 : count[0]++;break;
        case 1 : count[1]++;break;
        case 2 : count[2]++;break;
        ...
    }
}
```

# 例1 数字统计

```
#include <iostream>
using namespace std;
int main()
{
    int num, count[10] = {0};
    for (int i = 1; i <= 20; i++)
    {
        cin >> num;
        switch (num)
        {
            case 0: count[0]++; break;
            case 1: count[1]++; break;
            case 2: count[2]++; break;
            case 3: count[3]++; break;
            case 4: count[4]++; break;
            case 5: count[5]++; break;
            case 6: count[6]++; break;
            case 7: count[7]++; break;
            case 8: count[8]++; break;
            case 9: count[9]++; break;
        }
    }
    for (int i = 0; i < 10; i++)
    {
        if (count[i] != 0)
            cout << i << "输入了" << count[i] << "次" << endl;
    }
    return 0;
}
```



# 例1 数字统计

- 更简单的办法:

```
for (i = 0; i < 20; i++)  
{  
    cin >> num;  
    count[num]++;  
}
```

# 例1 数字统计

```
#include <iostream>
using namespace std;
int main()
{
    int num, count[10] = {0};
    for (int i = 0; i < 20; i++)
    {
        cin >> num;
        count[num]++;
    }
    for (int i = 0; i < 10; i++)
    {
        if (count[i] != 0)
            cout << i << "输入了" << count[i] << "次" << endl;
    }
    return 0;
}
```

## 例2 数字统计

### ■ 问题

- ◆ 某学校有1000位老师，分布在20个不同的学院中，每个学院最多有12个系，请你编写一个程序，输入每位老师的所在院、系的编号（院编号1-20，系编号1-12），打印出各个系老师的数量。

### ■ 分析

- ◆ 你的解决方案？

```
#include<iostream>
#include<iomanip>
using namespace std;
int main()
{ int teacher[21][13];
  int school, department;
  int i,j;
  char name[30];

  for(i=0;i<1000;i++)
  {
    cin>>name>>school>>department;
    teacher[school][department]++;
  }

  for (i=1;i<21;i++)
    for(j=1;j<13;j++)
      cout << setw(4) << teacher[i][j] ;
  cout << endl;
  return 0;
}
```

## 例3 找出素数

### ■ 问题:

◆ 请编写程序，输出100以内的所有素数；

|      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| a[0] | a[1] | a[2] | a[3] | a[4] | a[5] | a[6] | a[7] | a[8] | a[9] | a[10] | a[11] | a[12] | a[13] | a[14] | a[15] | a[16] | a[17] | a[18] |

## 例3 找出素数

### ■ 问题:

◆ 请编写程序，输出100以内的所有素数；

### ■ 典型的解决方法:

◆ 循环 (i 从 2 至 100)

● 设置一个标识  $p = 0$ ;

● 循环 (j 从 2 至  $i-1$ )

◆ 如果  $(i \text{ mode } j == 0)$   $p = 1$

● 如果  $p = 0$ ，输出  $i$

# 例3 找出素数

```
#include <iostream>
using namespace std;
int main()
{
    bool prime = true;
    for (int i = 0; i < 100; i++)
    {
        prime = true;
        for (int j = 2; j < i; j++)
        {
            if (i % j == 0)
                prime = false;
        }
        if (prime == true)
            cout << i << endl;
    }
    return 0;
}
```

## 例3 找出素数

### ■ 问题:

- ◆ 请编写程序，输出100以内的所有素数；

|      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| a[0] | a[1] | a[2] | a[3] | a[4] | a[5] | a[6] | a[7] | a[8] | a[9] | a[10] | a[11] | a[12] | a[13] | a[14] | a[15] | a[16] | a[17] | a[18] |

### ■ 思路:

- ◆ 将数组中 1的倍数、2的倍数、3的倍数、.....  
100倍数全部划掉；
- ◆ 那么，剩下的数就是素数；



## 例3 找出素数

### ■ 解题思路:

- ◆ 将数组所有元素设置为0;
- ◆ 筛出所有合数:
  - 分别计算2, 3, 4, 5, ..., 99自我相加多次的数值;
    - ◆ 每次计算得到的结果都是一个合数, 在数组中标记该数字被“筛掉”;
    - ◆ 每次计算过程中, 只要相加结果没有达到100就继续自我相加;
- ◆ 根据标记输出所有没有被筛掉的数字;

```
#include<iostream>
using namespace std;
int main()
{
    int sum = 0, a[100] = { 0 };
    for (int i = 2; i < 100; i++)
    {
        sum = i;
        while (sum < 100)
        {
            sum = sum + i;
            if (sum < 100) a[sum] = 1;
        }
    }
    for (int i = 2; i < 100; i++)
    {
        if (a[i] == 0) cout << i << " ";
    }
    return 0;
}
```

## 例3 找出素数

### ■ 筛法求素数：

- ◆ 埃拉托斯特尼（Eratosthenes，约公元前274～194年）发明，又称埃拉托斯特尼筛子。
- ◆ 基本思路
  - 不是挑选出所有素数，而是筛掉所有的合数；

|      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| a[0] | a[1] | a[2] | a[3] | a[4] | a[5] | a[6] | a[7] | a[8] | a[9] | a[10] | a[11] | a[12] | a[13] | a[14] | a[15] | a[16] | a[17] | a[18] |

## 例3 找出素数

### ■ 稍作优化:

- ◆ 可以让  $2, 3, 4, 5, \dots, c$  中的每个数自我相加多次, 来获得100之内的所有合数;
- ◆  $c$ 如何确定?
  - 根据初等数论, 若 $n$ 为合数, 则 $n$ 的最小正因数 $c$ 满足:

$$1 < c \leq \sqrt{n}$$

```
#include<iostream>
#include<cmath>
using namespace std;
int main()
{
    int sum = 0, a[100] = { 0 };
    for (int i = 2; i < sqrt(100.0); i++)
    {
        sum = i;
        while (sum < 100)
        {
            sum = sum + i;
            if (sum < 100) a[sum] = 1;
        }
    }
    for (int i = 2; i < 100; i++)
    {
        if (a[i] == 0) cout << i << " ";
    }
    return 0;
}
```

```
#include<iostream>
#include<cmath>
using namespace std;
int main()
{
    int sum = 0, a[100] = { 0 };
    for (int i = 2; i < sqrt(100.0); i++)
    {
        sum = i;
        if (a[sum] == 0)
        {
            while (sum < 100)
            {
                sum = sum + i;
                if (sum < 100) a[sum] = 1;
            }
        }
    }
    for (int i = 2; i < 100; i++)
    {
        if (a[i] == 0) cout << i << " ";
    }
    return 0;
}
```



# 数组的作用

## ■ 不仅

- ◆ 当你有一些数据要进行存储时：

- 用于存放一系列数据类型相同的数据；

## ■ 还能

- ◆ 当你的处理对象是连续的整数时：

- 利用数据与下标间的对应关系，解决问题；