



西北工业大学
NORTHWESTERN POLYTECHNICAL UNIVERSITY

C程序设计 Programming in C



1011014

主讲：姜学锋，计算机学院

循环的终止、加快和嵌套

- ◆ 4、编写计数型循环.....
- ◆ 5、编写条件型循环.....
- ◆ 6、对循环程序的时间性能分析.....

3.5.7 循环结构程序举例

- ▶ 1. 计数型循环
- ▶ 计数型循环用于处理已知循环次数的循环过程。
- ▶ 在计数型循环中，循环控制是由控制变量来完成的。
- ▶ 控制变量在每次循环时都要发生规律性变化（递增或递减），当控制变量达到预定的循环次数时，循环就结束。
- ▶ 计数型循环常使用for语句。

3.5.7 循环结构程序举例



【例3.11】

求

$$\sum_{n=1}^{10} n!$$

3.5.7 循环结构程序举例

例3.11

```
1 #include <stdio.h>
2 int main()
3 {
4     int s,n,t;
5     for (s=0,t=1,n=1; n<=10; n++) {
6         t = t * n; //t=n!
7         s = s + t;
8     }
9     printf("%d\n",s);
10    return 0;
11 }
```

程序使用t记录n!，由于 $n! = (n-1)! \times n$ ，因此避免了每次循环重新计算n!。

3.5.7 循环结构程序举例

- ▶ 2. 条件型循环
- ▶ 条件型循环用于处理循环次数未知的循环过程，称为“不定次数循环”。
- ▶ 在条件型循环中，由于事先不能准确知道循环的次数，因此循环控制是由条件来判定的。在每次循环时检测这个条件，当条件一旦满足，循环就结束。
- ▶ 条件型循环常使用while语句和do语句。

3.5.7 循环结构程序举例



【例3.12】

用下面的公式求 π 的近似值，直到最后一项的绝对值小于 10^{-7} 为止。

$$\frac{\pi}{4} \approx 1 - \frac{1}{3} + \frac{1}{5} - \frac{1}{7} + \dots$$

3.5.7 循环结构程序举例

例3.12

```
1 #include <stdio.h>
2 #include <math.h>
3 int main()
4 {
5     int s=1;
6     double pi=0,n=1,t=1;
7     while (fabs(t)>1e-7)
8         pi=pi+t, n=n+2, s=-s, t=s/n;
9     pi=pi*4;
10    printf("%lf\n",pi);
11    return 0;
12 }
```


3.5.7 循环结构程序举例



【例3.13】

从键盘输入一行字符，直到输入回车时结束。统计其中的字母、数字、空格个数。

3.5.7 循环结构程序举例

例3.13

```
1 #include <stdio.h>
2 int main()
3 {
4     char c;
5     int a=0,n=0,s=0;
6     printf("input string:");
7     while( (c=getchar()) != '\n')
8         if ((c>='A' && c<='Z') ||
9             (c>='a' && c<='z') ) a++; //字母
10        else if (c>='0' && c<='9') n++; //数字
11        else if (c==' ') s++; //空格
12    printf("%d,%d,%d\n",a,n,s);
13    return 0;
14 }
```

3.5.7 循环结构程序举例

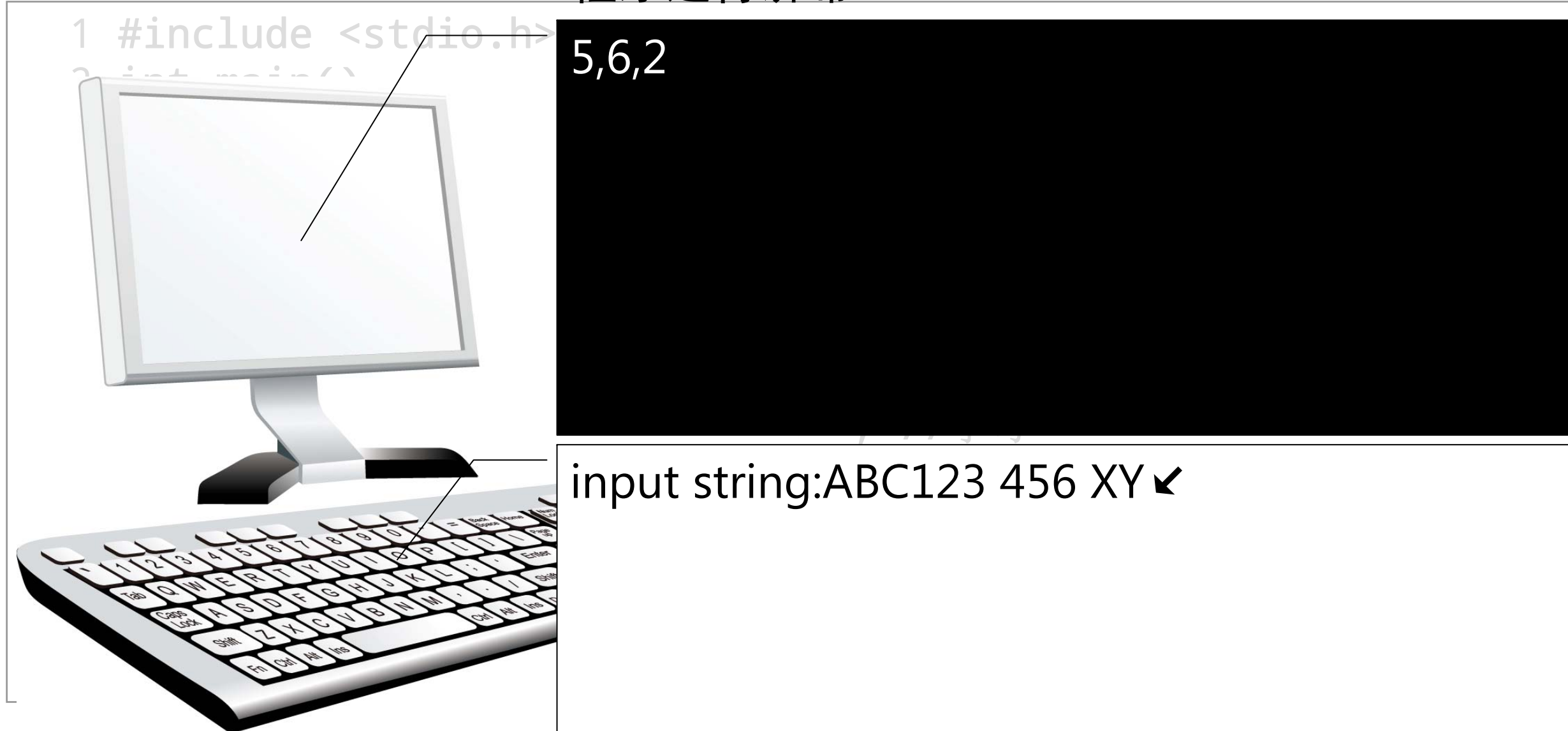
例3.13

```
1 #include <stdio.h>
2 int main()
3 {
4     char c;
5     int a=0,n=0,s=0;
6     printf("input string:");
7     while( (c=getchar()) != '\n')
8         if ((c>='A' && c<='Z') ||
9             (c>='a' && c<='z') ) a++; //字母
10        else if (c>='0' && c<='9') n++; //数字
11        else if (c==' ') s++; //空格
12    printf("%d,%d,%d\n",a,n,s);
13    return 0;
14 }
```

3.5.7 循环结构程序举例

例3.13

程序运行屏幕



3.5.7 循环结构程序举例



【循环程序举例】

有一个调和级数不等式

$$n < 1 + 1/2 + 1/3 + \cdots + 1/m < n + 1$$

求满足此不等式的 m 。

3.5.7 循环结构程序举例



例题分析

设和 s 的整数部分为 n ，设置 i 循环，可预置2147483647次。求和 $s=s+1/i$ 过程中若出现 $s>n$ ，此时 $c=i$ 为区间的下限。若出现 $s>n+1$ ，此时 $d=i-1$ 为所求区间的上限，然后退出循环。

编程时注意，出现 $s>n$ 且赋值 $c=i$ 之后继续求和过程中，条件 $s>n$ 始终成立，于是由初值 $c=i$ 确定的下限 c 也随之改变。为防止确定了下限 c 后再发生改变，需增加判别条件 $c==0$ 。

3.5.7 循环结构程序举例

例3.65

```
1  #include <stdio.h>
2  int main()
3  {
4      double s=0.0;
5      int n,i,c=0,d=0;
6      scanf("%d",&n);
7      for(i=1; i<=2147483647; i++) {
8          s=s+1.0/i; //级数
9          if(s>n) {
10             if (c==0) c=i; //下限
11             if (s>n+1) {
12                 d=i-1; //上限
13                 break;
14             }
15         }
```

3.5.7 循环结构程序举例

例3.65

```
16     }  
17     printf("%d < m < %d\n",c,d);  
18     return 0;  
19 }
```


3.5.7 循环结构程序举例

例3.65

```
1 #include <stdio.h>
2 int main()
3 {
4     double s=0.0;
5     int n,i,c=0,d=0;
6     scanf("%d",&n);
7     for(i=1; i<=2147483647; i++) {
8         s=s+1.0/i; //级数
9         if(s>n) {
10             if (c==0) c=i; //下限
11             if (s>n+1) {
12                 d=i-1; //上限
13                 break;
14             }
15     }
```

3.5.7 循环结构程序举例

例3.65

```
1  #include <stdio.h>
2  int main()
3  {
4      double s=0.0;
5      int n,i,c=0,d=0;
6      scanf("%d",&n);
7      for(i=1; i<=2147483647; i++) {
8          s=s+1.0/i; //级数
9          if(s>n) {
10             if (c==0) c=i; //下限
11             if (s>n+1) {
12                 d=i-1; //上限
13                 break;
14             }
15         }
```

3.5.7 循环结构程序举例

例3.65

```
1  #include <stdio.h>
2  int main()
3  {
4      double s=0.0;
5      int n,i,c=0,d=0;
6      scanf("%d",&n);
7      for(i=1; i<=2147483647; i++) {
8          s=s+1.0/i; //级数
9          if(s>n) {
10             if (c==0) c=i; //下限
11             if (s>n+1) {
12                 d=i-1; //上限
13                 break;
14             }
15         }
```

3.5.7 循环结构程序举例

例3.65

```
1 #include <stdio.h>
2 int main()
3 {
4     double s=0.0;
5     int n,i,c=0,d=0;
6     scanf("%d",&n);
7     for(i=1; i<=2147483647; i++) {
8         s=s+1.0/i; //级数
9         if(s>n) {
10             if (c==0) c=i; //下限
11             if (s>n+1) {
12                 d=i-1; //上限
13                 break;
14             }
15         }
```

3.5.7 循环结构程序举例



【循环程序举例】

用数字0~9可以组成多少个各位没有重复的3位偶数。

3.5.7 循环结构程序举例



例题分析

首先是个位可以从5个偶数（0,2,4,6,8）中选择，然后是10位数从其余9个中选，百位数从剩余8个中选。

但是由于把0作为百位数的情况被重复计数了，所以减去就可以了。按数学可得

$$C(5,1)*C(9,1)*C(8,1) - C(4,1)*C(8,1) = 360-32=328$$

3.5.7 循环结构程序举例

例3.66

```
1 #include <stdio.h>
2 int main()
3 {
4     int i,j,k,n=0;
5     for (i=1;i<=9;i++) //百位
6         for (k=0;k<=8;k=k+2) //个位
7             if (k!=i)
8                 for (j=0;j<=9;j++) //十位
9                     if (j!=k&&j!=i)
10                         n++;
11     printf("%d\n",n);
12     return 0;
13 }
```

3.5.7 循环结构程序举例

例3.66

```
1 #include <stdio.h>
2 int main()
3 {
4     int i,j,k,n=0;
5     for (i=1;i<=9;i++) //百位
6         for (k=0;k<=8;k=k+2) //个位
7             if (k!=i)
8                 for (j=0;j<=9;j++) //十位
9                     if (j!=k&& j!=i)
10                         n++;
11     printf("%d\n",n);
12     return 0;
13 }
```


3.5.7 循环结构程序举例



【循环程序举例】

用4个不同的数字（d、e、f、g）组成两个2位数，这两个2位数的乘积等于这两个2位数的逆序数的乘积，即 $dexfg = edxgf$ 。

输出满足 $dexfg = edxgf$ 的式子来。

3.5.7 循环结构程序举例



例题分析

由 $dexfg = edxgf$ ，且 d 最小可知： e 、 g 必然位于 d 、 f 之间，于是有 $d \leq 6$ 且 $f \geq d + 3$ 。由此建立如下四重循环：

- (1) d 从1递增到6
- (2) f 从9递减到 $d + 3$
- (3) e 从 $d + 1$ 递增到 $f - 1$
- (4) g 从 $d + 1$ 递增到 $f - 1$

若 $e \neq g$ 且 $dexfg = edxgf$ ，则输出结果。

3.5.7 循环结构程序举例

例3.67

```
1 #include <stdio.h>
2 int main()
3 {
4     int d,e,f,g;
5     for (d=1;d<=6;d++)
6         for (f=9;f>=d+3;f--)
7             for (e=d+1;e<f;e++)
8                 for (g=d+1;g<f;g++)
9                     if (e!=g&&(10*d+e)*(10*f+g)==(10*e+d)*(10*g+f))
10                        printf("%d%dx%d%d=%d%dx%d%d\n",d,e,f,g,e,d,g,f);
11     return 0;
12 }
```

3.5.7 循环结构程序举例

例3.67

```
1 #include <stdio.h>
2 int main()
3 {
4     int d,e,f,g;
5     for (d=1;d<=6;d++)
6         for (f=9;f>=d+3;f--)
7             for (e=d+1;e<f;e++)
8                 for (g=d+1;g<f;g++)
9                     if (e!=g&&(10*d+e)*(10*f+g)==(10*e+d)*(10*g+f))
10                        printf("%d%d x %d%d = %d%d x %d%d\n",d,e,f,g,e,d,g,f);
11     return 0;
12 }
```

3.5.7 循环结构程序举例



【循环程序举例】

一个整数由 n 个1组成，能被2009整除，问 n 至少为多大？

3.5.7 循环结构程序举例



例题分析

模拟“整数除法”求解

设整数除法运算每次试商的被除数为 a ，除数为 $d=2009$ ，每次试商的余数为 r 。编写循环，以余数 $r!=0$ 作为循环条件，初值 $c=1111$ ， $n=4$ 。

模拟整数除法，设置模拟循环，循环中被除数 $a=r*10+1$ ，试商余数 $r=a\%d$ 。若余数 $r=0$ ，结束循环。

3.5.7 循环结构程序举例

例3.68

```
1  #include <stdio.h>
2  int main()
3  {
4      int a,d=2009,r=1111,n=4;
5      while (r!=0) {
6          a=r*10+1; //在个位增加1个1
7          r=a%d;   //能否整除2009
8          n=n+1;   //试商一位n增加1
9      }
10     printf("%d\n",n);
11     return 0;
12 }
```

3.5.7 循环结构程序举例

例3.68

```
1  #include <stdio.h>
2  int main()
3  {
4      int a,d=2009,r=1111,n=4;
5      while (r!=0) {
6          a=r*10+1; //在个位增加1个1
7          r=a%d; //能否整除2009
8          n=n+1; //试商一位n增加1
9      }
10     printf("%d\n",n);
11     return 0;
12 }
```


3.5.7 循环结构程序举例



【循环程序举例】

张三说李四在说谎，李四说王五在说谎，王五说张三和李四都在说谎。
编写程序判断这三人中到底谁说的是真话，谁说的是假话。

3.5.7 循环结构程序举例



例题分析

张三说李四在说谎，李四说王五在说谎，王五说张三和李四都在说谎。
设张三为a，李四为b，王五为c，说真话为1，说假话为0。

(1) 若a为真话，则b为谎话，若a为谎话，则b为真话，即
 $(a \& \& !b) \parallel (!a \& \& b)$

(2) 若b为真话，则c为谎话，若b为谎话，则c为真话，即
 $(b \& \& !c) \parallel (!b \& \& c)$

3.5.7 循环结构程序举例



例题分析

张三说李四在说谎，李四说王五在说谎，王五说张三和李四都在说谎。
设张三为a，李四为b，王五为c，说真话为1，说假话为0。

(3) 若c为真话，则a和b均为谎话，若c为谎话，则a和b均为真话，即
$$(c \& \& (a + b == 0)) \parallel (!c \& \& (a + b != 0))$$

3.5.7 循环结构程序举例

例3.69

```
1  #include <stdio.h>
2  int main()
3  {
4      int a,b,c;
5      for(a=0;a<=1;a++) //每个人都可能真话或者假话
6          for(b=0;b<=1;b++)
7              for(c=0;c<=1;c++)
8                  if ( ((a&&!b)||(!a&&b)) && ((b&&!c)||(!b&&c)) &&
9                      ( (c&&(a+b==0)) || (!c&&(a+b!=0)) ) )
10     { printf("张三说%s\n",a ? "真话":"假话");
11        printf("李四说%s\n",b ? "真话":"假话");
12        printf("王五说%s\n",c ? "真话":"假话");
13    }
14    return 0;
15 }
```

3.5.7 循环结构程序举例

例3.69

```
1  #include <stdio.h>
2  int main()
3  {
4      int a,b,c;
5      for(a=0;a<=1;a++) //每个人都可能真话或者假话
6          for(b=0;b<=1;b++)
7              for(c=0;c<=1;c++)
8                  if ( ((a&&!b)||(!a&&b)) && ((b&&!c)||(!b&&c)) &&
9                      ( (c&&(a+b==0)) || (!c&&(a+b!=0)) ) )
10         { printf("张三说%s\n",a ? "真话":"假话");
11             printf("李四说%s\n",b ? "真话":"假话");
12             printf("王五说%s\n",c ? "真话":"假话");
13         }
14     return 0;
15 }
```

3.5.7 循环结构程序举例

- ▶ 3. 对循环程序的时间性能分析
- ▶ 算法分析的主要目的在于通过分析算法执行的逻辑，统计算法执行的基本操作花费的时间和操作占用的存储空间。

3.5.7 循环结构程序举例

- ▶ 算法的时间复杂度是指执行算法所需要的计算工作量。
- ▶ 算法中基本运算次数 $T(n)$ 是问题规模 n 的某个函数 $f(n)$ ，记做

- ▶
$$T(n) = O(f(n))$$

- ▶ 记号 O 是 Order 的简写，意指数量级。它表示随问题规模 n 的增大，算法执行时间的增长率和 $f(n)$ 的增长率相同。

3.5.7 循环结构程序举例

- ▶ O的形式定义为：
- ▶ 若 $f(n)$ 是正整数 n 的一个函数，则 $T(n)=O(f(n))$ 表示存在一个正的常数 M ，使得当 $n \geq n_0$ 时都满足 $|T(n)| \leq M|f(n)|$ ，也就是只要求出 $T(n)$ 的最高阶，忽略其低阶项和常系数。
- ▶ 这样既可简化 $T(n)$ 的计算，又能比较客观地反映出当 n 很大时算法的时间性能。

3.5.7 循环结构程序举例

- ▶ 一个没有循环的算法中基本运算次数与问题规模 n 无关，记为 $O(1)$ ，也称常数阶。一个只有一重循环的算法中基本运算次数与问题规模 n 的增长呈线性增大关系，记为 $O(n)$ ，也称线性阶。
- ▶ 其他还有平方阶 $O(n^2)$ 、立方阶 $O(n^3)$ 、对数阶 $O(\log_2 n)$ 等，统称为多项式算法时间。而指数阶 $O(2^n)$ 、阶乘 $O(n!)$ 、乘方阶 $O(n^n)$ 等统称为指数算法时间。

3.5.7 循环结构程序举例

- ▶ 各种不同数量级对应的值存在着如下关系：

$$O(1) < O(\log_2 n) < O(n) < O(n \log_2 n) < O(n^2) < O(n^3) < O(2^n) < O(n!) < O(n^n)$$

- ▶ 一般地，当问题规模 n 取值充分大时，在计算机上实现指数时间算法是不可能的，就是比 $O(\log_2 n)$ 时间复杂度高的多项式算法时间运行起来也很困难。

CP 程序设计