

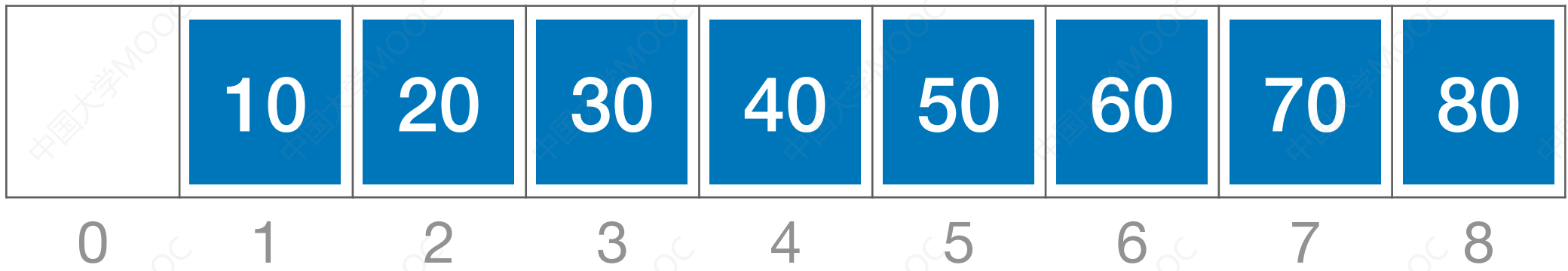
本节内容

希尔排序

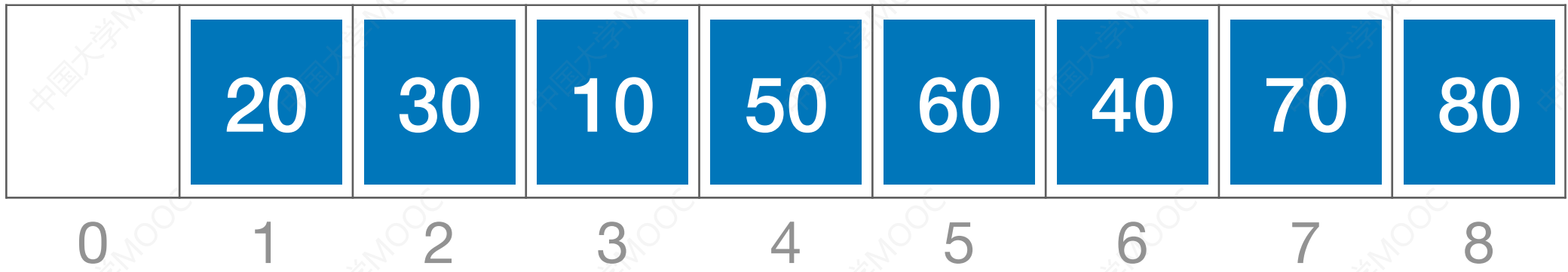
希尔排序 (Shell Sort)



最好情况：原本就有序



比较好的情况：基本有序

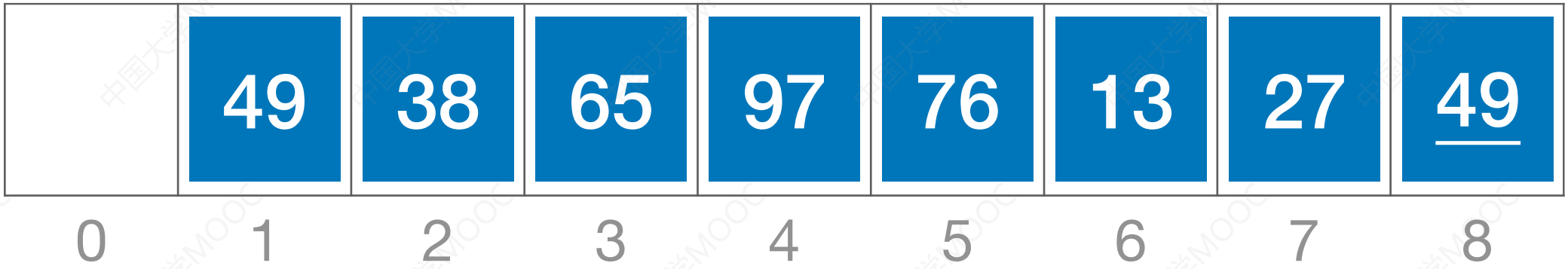


希尔排序：先追求表中元素部分有序，再逐渐逼近全局有序

希尔排序 (Shell Sort)



希尔排序：先将待排序表分割成若干形如 $L[i, i + d, i + 2d, \dots, i + kd]$ 的“特殊”子表，对各个子表分别进行直接插入排序。缩小增量d，重复上述过程，直到d=1为止。



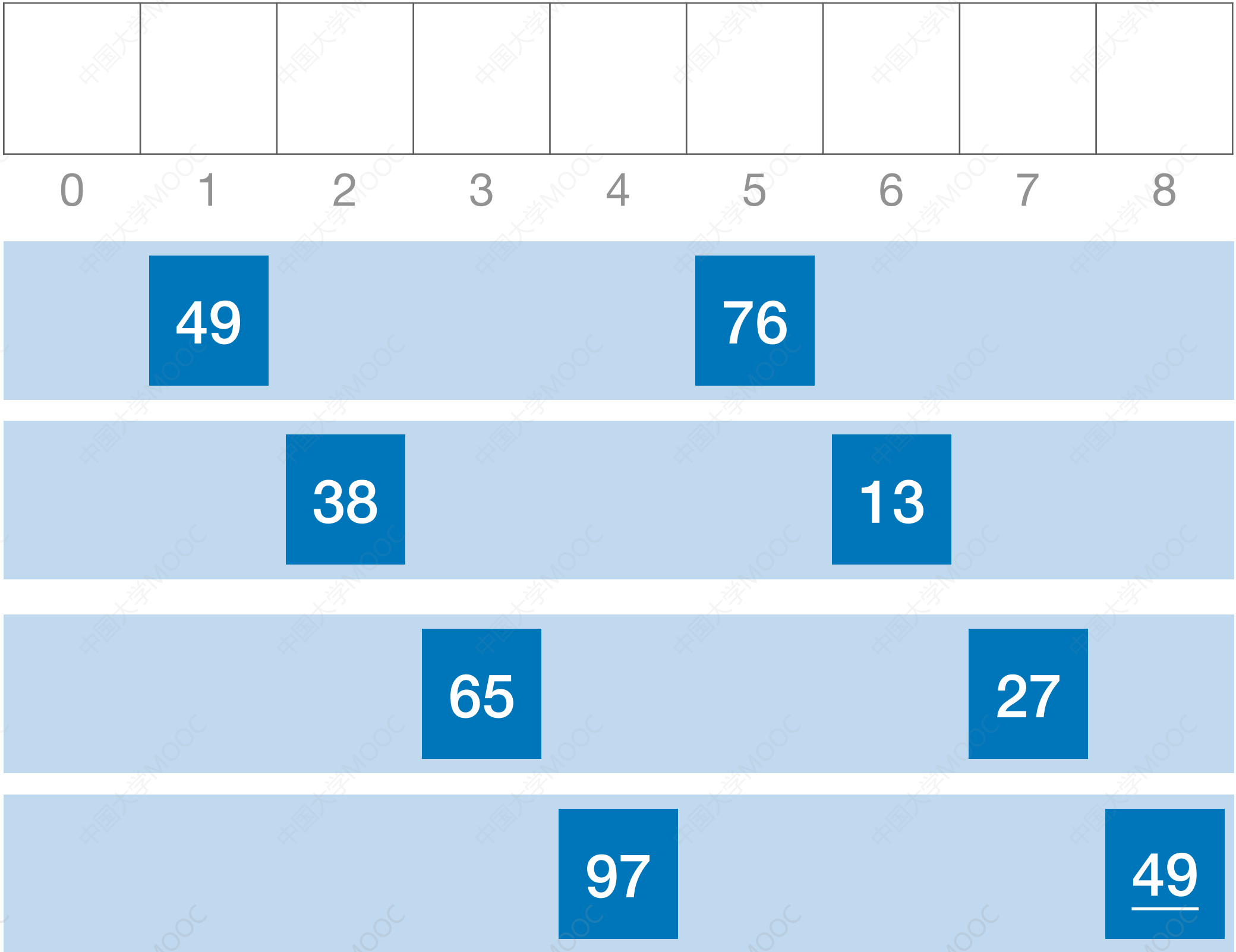
第一趟： $d_1=n/2=4$

希尔排序 (Shell Sort)



希尔排序：先将待排序表分割成若干形如 $L[i, i + d, i + 2d, \dots, i + kd]$ 的“特殊”子表，对各个子表分别进行直接插入排序。缩小增量 d ，重复上述过程，直到 $d=1$ 为止。

第一趟： $d_1=n/2=4$

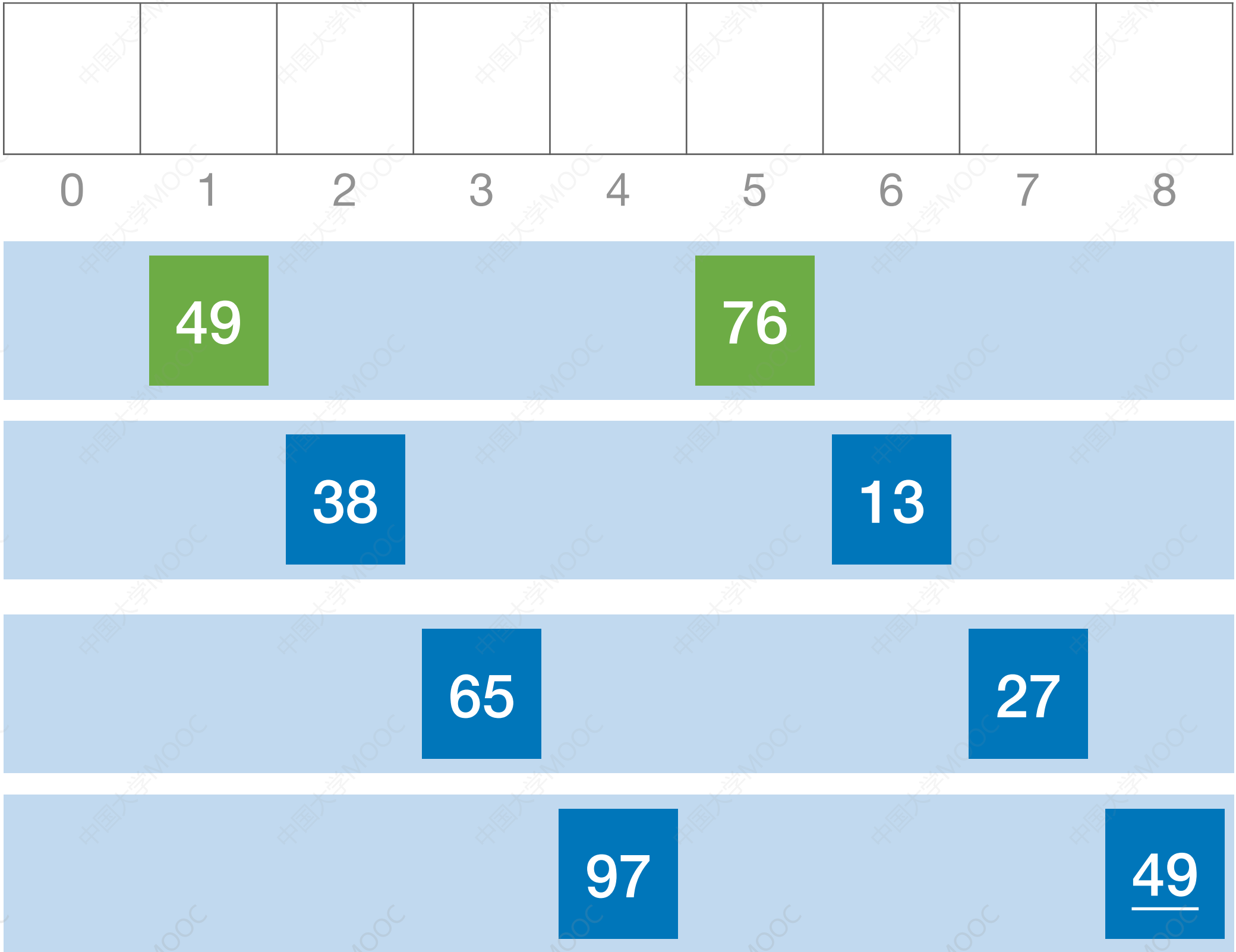


希尔排序 (Shell Sort)



希尔排序：先将待排序表分割成若干形如 $L[i, i + d, i + 2d, \dots, i + kd]$ 的“特殊”子表，对各个子表分别进行直接插入排序。缩小增量 d ，重复上述过程，直到 $d=1$ 为止。

第一趟： $d_1=n/2=4$

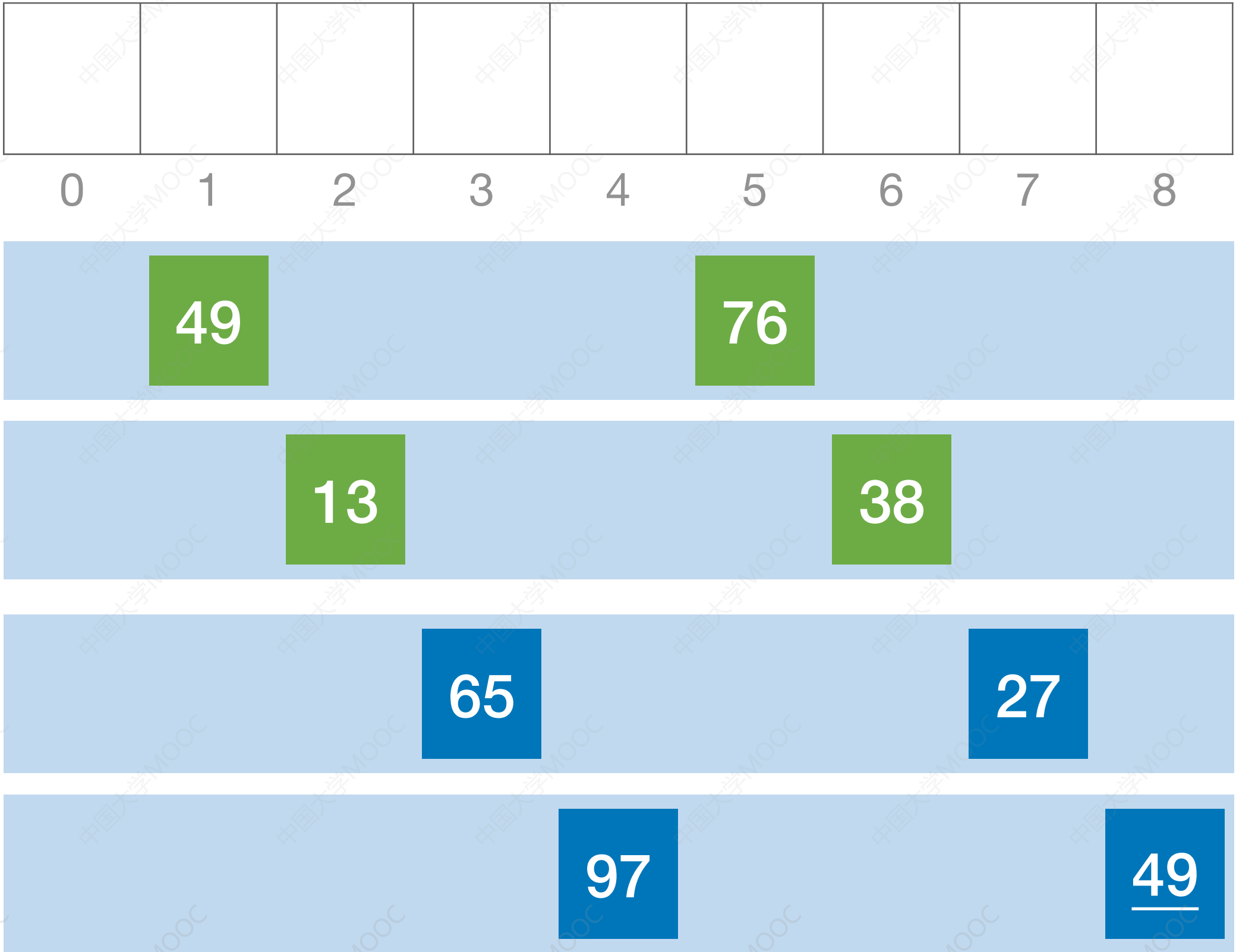


希尔排序 (Shell Sort)



希尔排序：先将待排序表分割成若干形如 $L[i, i + d, i + 2d, \dots, i + kd]$ 的“特殊”子表，对各个子表分别进行直接插入排序。缩小增量d，重复上述过程，直到d=1为止。

第一趟： $d_1=n/2=4$

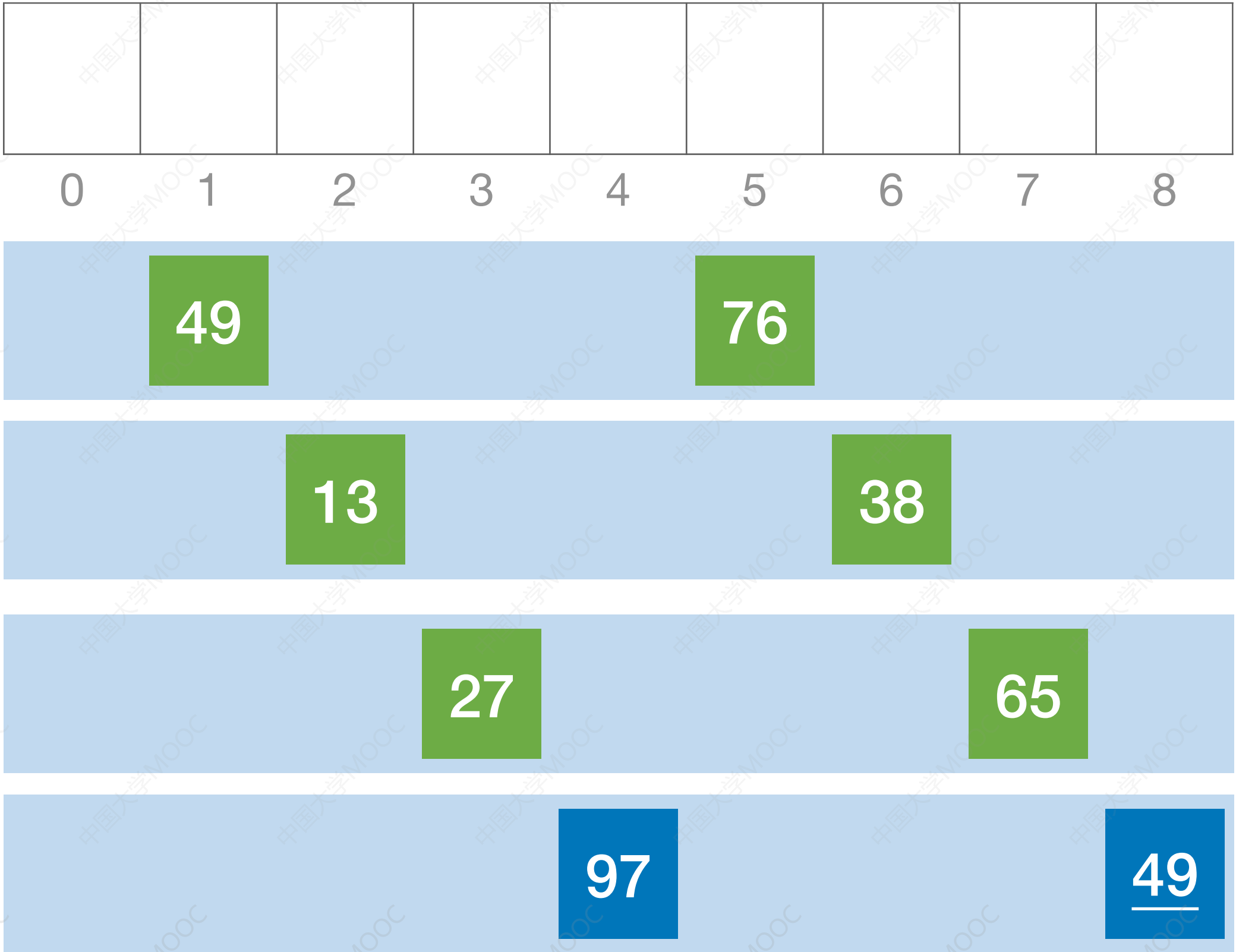


希尔排序 (Shell Sort)



希尔排序：先将待排序表分割成若干形如 $L[i, i + d, i + 2d, \dots, i + kd]$ 的“特殊”子表，对各个子表分别进行直接插入排序。缩小增量 d ，重复上述过程，直到 $d=1$ 为止。

第一趟： $d_1=n/2=4$

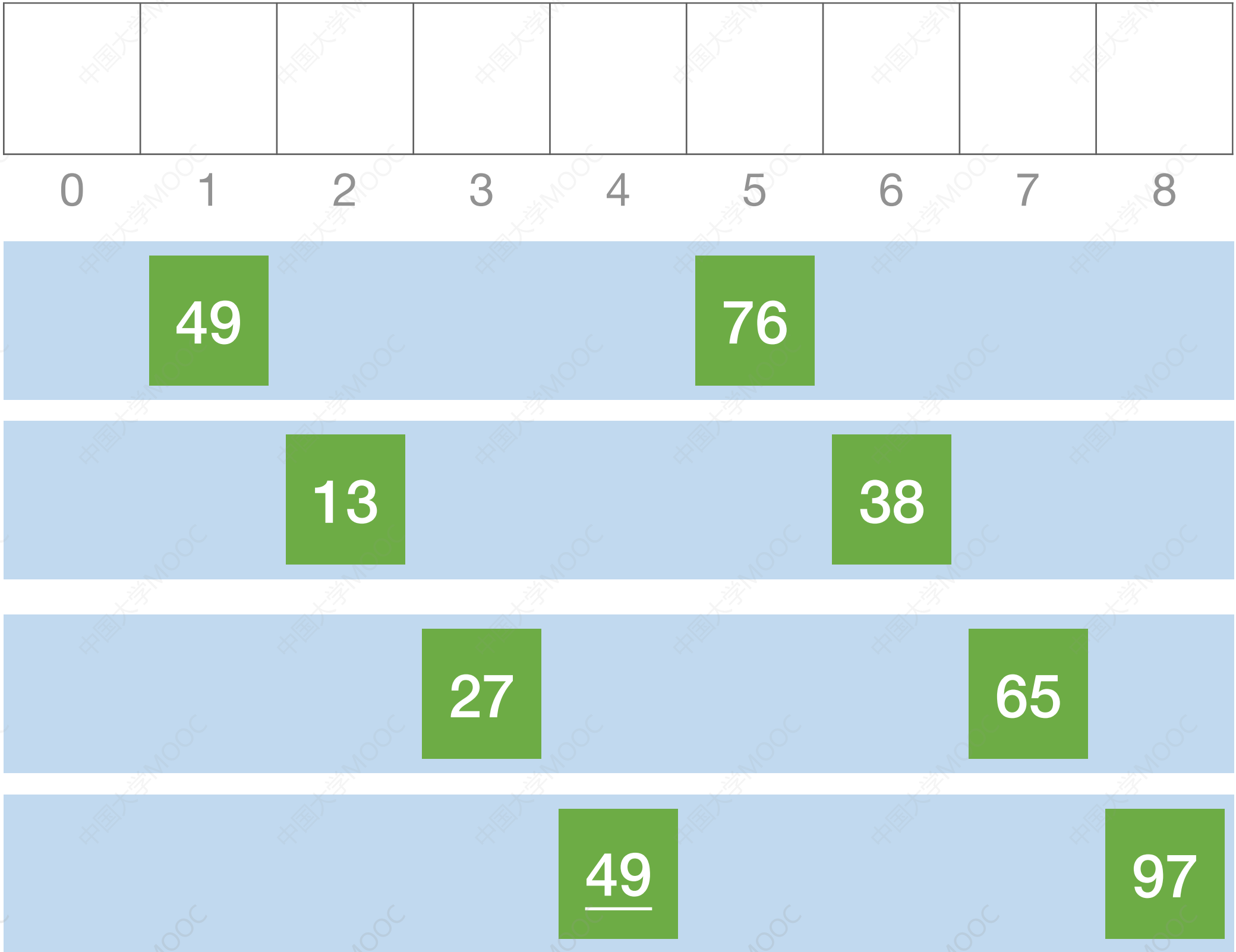


希尔排序 (Shell Sort)



希尔排序：先将待排序表分割成若干形如 $L[i, i + d, i + 2d, \dots, i + kd]$ 的“特殊”子表，对各个子表分别进行直接插入排序。缩小增量 d ，重复上述过程，直到 $d=1$ 为止。

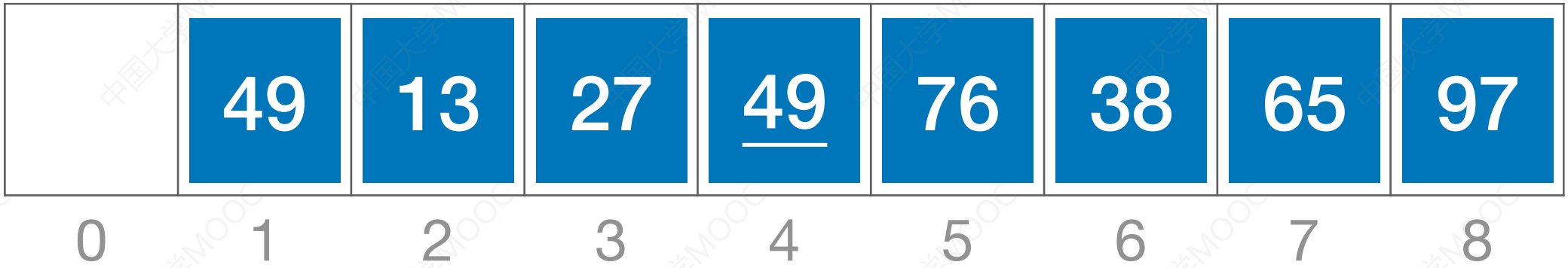
第一趟： $d_1=n/2=4$



希尔排序 (Shell Sort)



希尔排序：先将待排序表分割成若干形如 $L[i, i + d, i + 2d, \dots, i + kd]$ 的“特殊”子表，对各个子表分别进行直接插入排序。缩小增量d，重复上述过程，直到d=1为止。



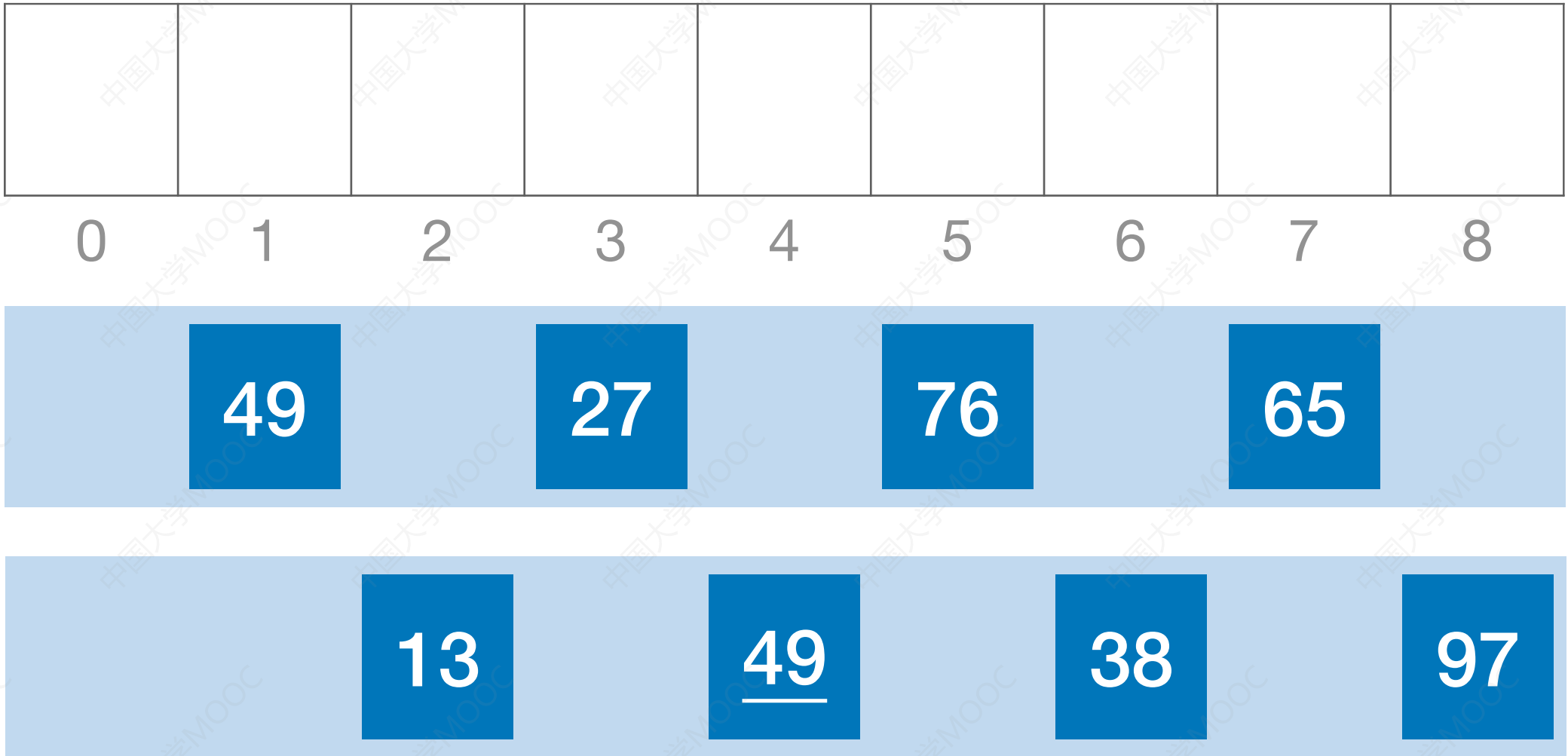
第二趟： $d_2=d_1/2=2$

希尔排序 (Shell Sort)



希尔排序：先将待排序表分割成若干形如 $L[i, i + d, i + 2d, \dots, i + kd]$ 的“特殊”子表，对各个子表分别进行直接插入排序。缩小增量 d ，重复上述过程，直到 $d=1$ 为止。

第二趟： $d_2=d_1/2=2$



子表1

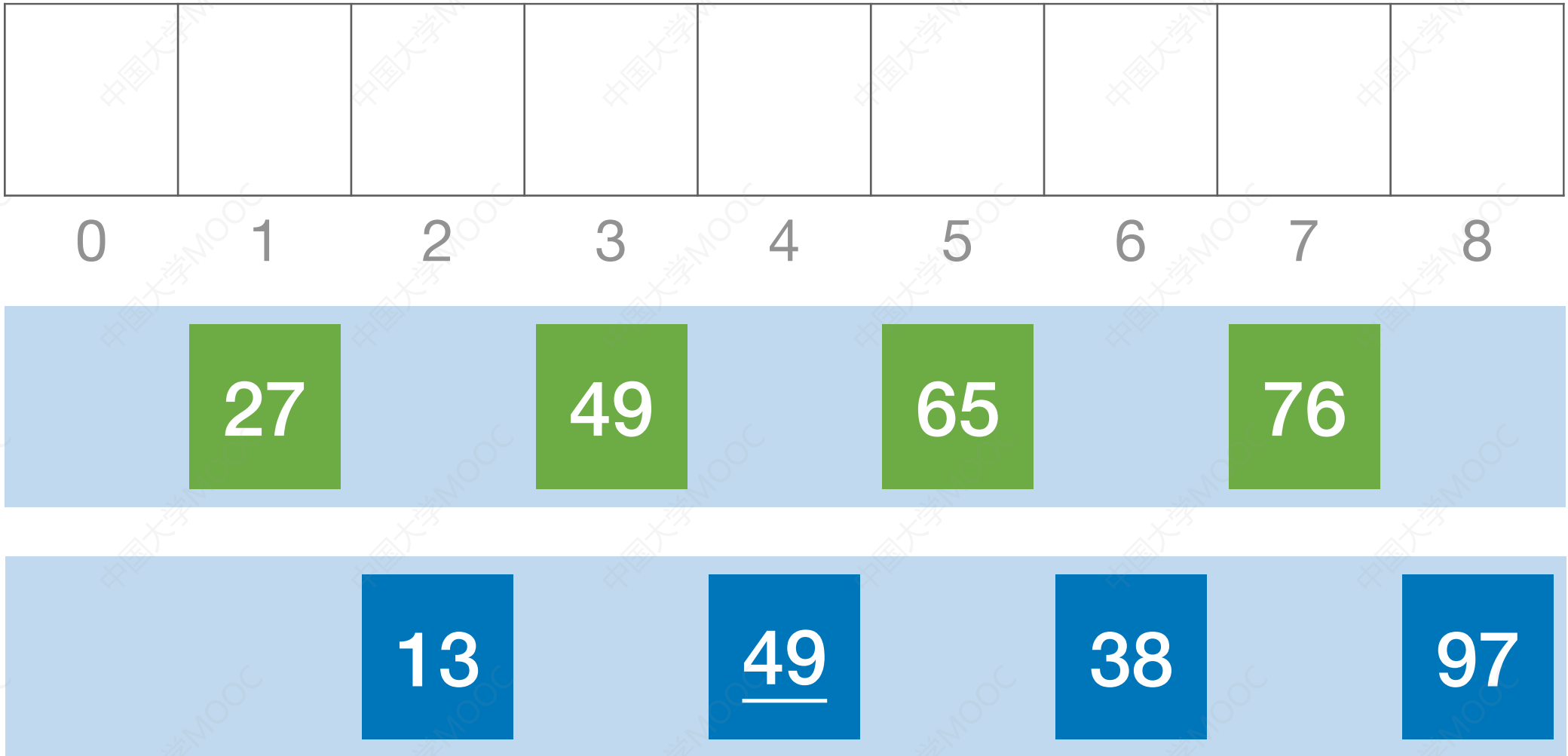
子表2

希尔排序 (Shell Sort)



希尔排序：先将待排序表分割成若干形如 $L[i, i + d, i + 2d, \dots, i + kd]$ 的“特殊”子表，对各个子表分别进行直接插入排序。缩小增量 d ，重复上述过程，直到 $d=1$ 为止。

第二趟： $d_2=d_1/2=2$



子表1

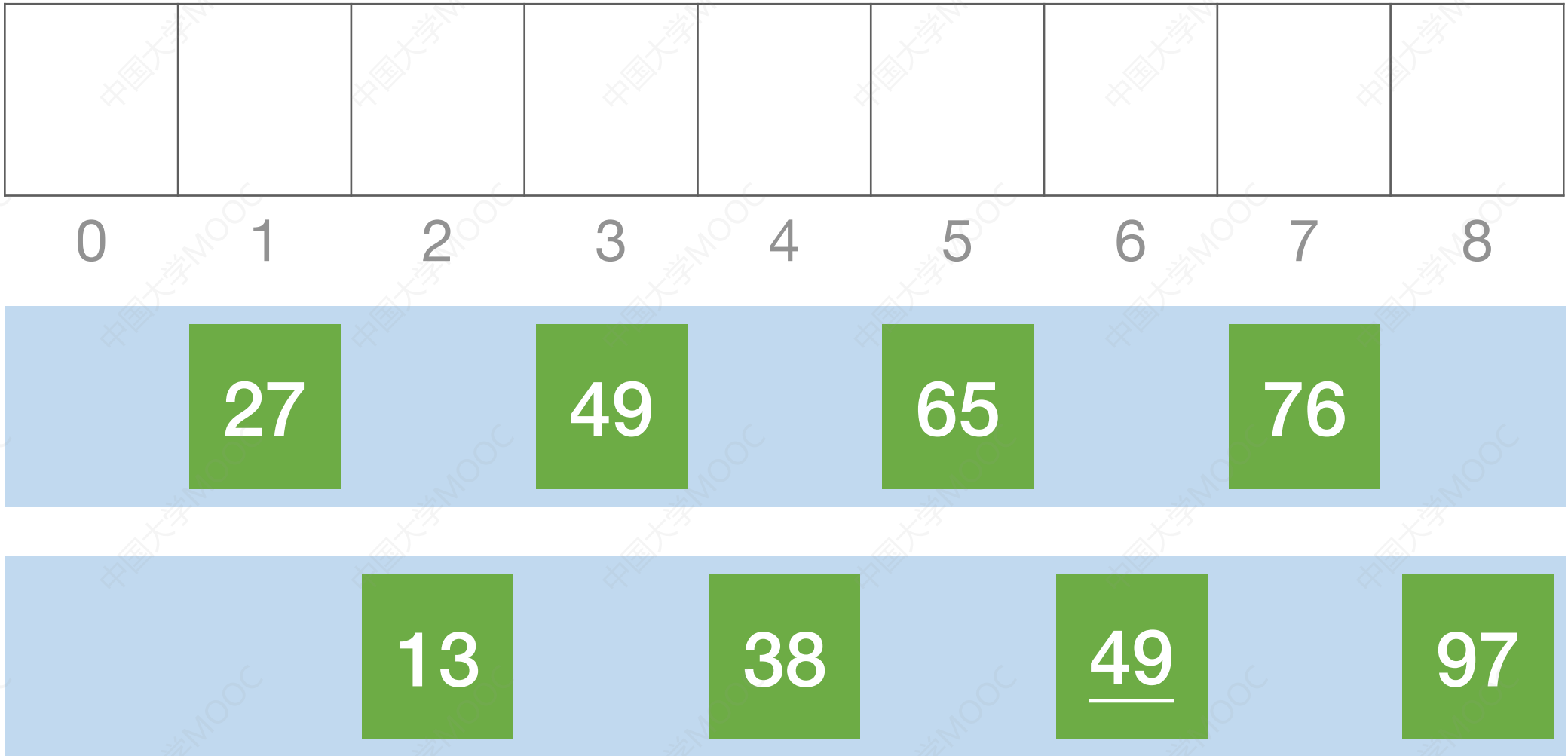
子表2

希尔排序 (Shell Sort)



希尔排序：先将待排序表分割成若干形如 $L[i, i + d, i + 2d, \dots, i + kd]$ 的“特殊”子表，对各个子表分别进行直接插入排序。缩小增量 d ，重复上述过程，直到 $d=1$ 为止。

第二趟： $d_2=d_1/2=2$



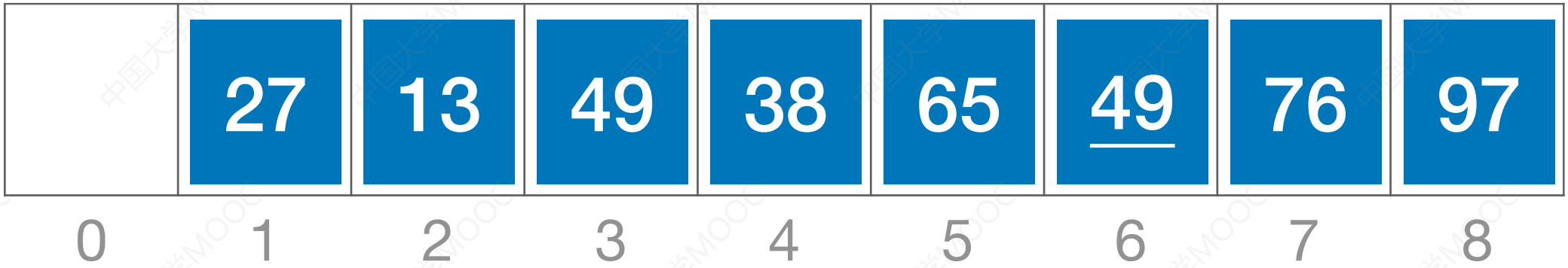
子表1

子表2

希尔排序 (Shell Sort)



希尔排序：先将待排序表分割成若干形如 $L[i, i + d, i + 2d, \dots, i + kd]$ 的“特殊”子表，对各个子表分别进行直接插入排序。缩小增量d，重复上述过程，直到d=1为止。



第三趟： $d_3=d_2/2=1$

希尔排序 (Shell Sort)



希尔排序：先将待排序表分割成若干形如 $L[i, i + d, i + 2d, \dots, i + kd]$ 的“特殊”子表，对各个子表分别进行直接插入排序。缩小增量 d ，重复上述过程，直到 $d=1$ 为止。

第三趟： $d_3=d_2/2=1$

0	1	2	3	4	5	6	7	8
	27	13	49	38	65	<u>49</u>	76	97

子表1

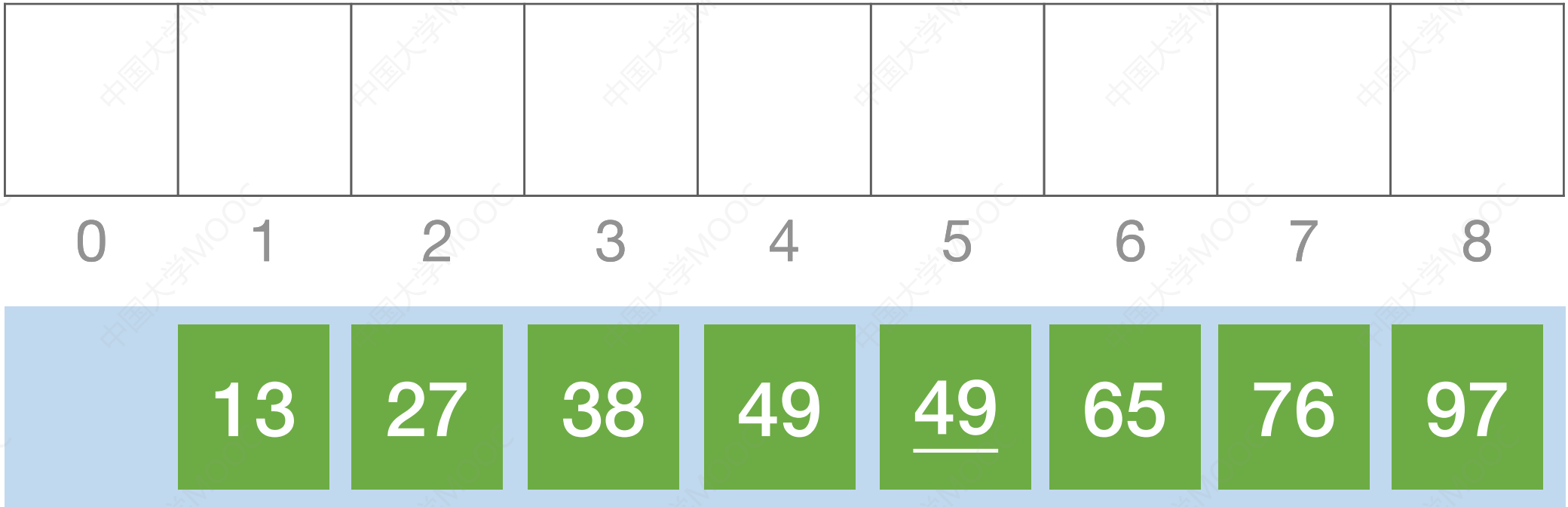
整个表已呈现出“基本有序”，对整体再进行一次“直接插入排序”

希尔排序 (Shell Sort)



希尔排序：先将待排序表分割成若干形如 $L[i, i + d, i + 2d, \dots, i + kd]$ 的“特殊”子表，对各个子表分别进行直接插入排序。缩小增量 d ，重复上述过程，直到 $d=1$ 为止。

第三趟： $d_3=d_2/2=1$



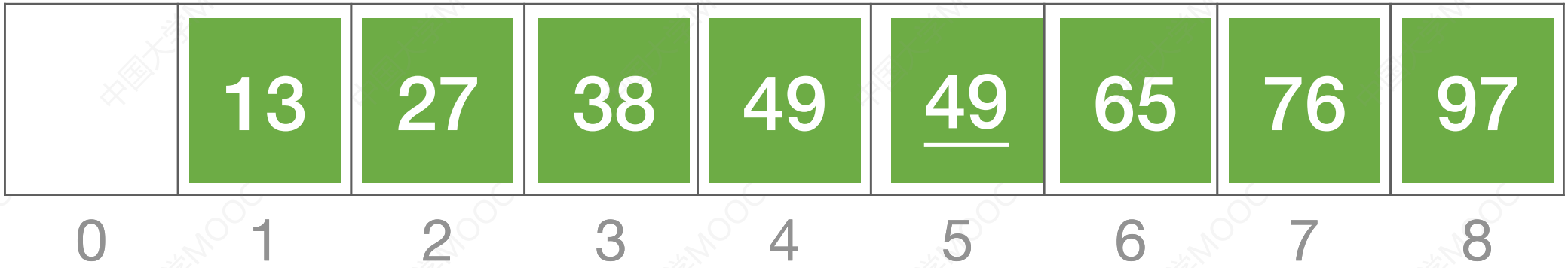
子表1

整个表已呈现出“基本有序”，对整体再进行一次“直接插入排序”

希尔排序 (Shell Sort)



希尔排序：先将待排序表分割成若干形如 $L[i, i + d, i + 2d, \dots, i + kd]$ 的“特殊”子表，对各个子表分别进行直接插入排序。缩小增量 d ，重复上述过程，直到 $d=1$ 为止。



希尔排序 (Shell Sort)



希尔排序：先将待排序表分割成若干形如 $L[i, i + d, i + 2d, \dots, i + kd]$ 的“特殊”子表，对各个子表分别进行直接插入排序。缩小增量 d ，重复上述过程，直到 $d=1$ 为止。

希尔本人建议：每次
将增量缩小一半

第一趟： $d_1=n/2=4$

	49	38	65	97	76	13	27	<u>49</u>
0	1	2	3	4	5	6	7	8

	49	13	27	<u>49</u>	76	38	65	97
0	1	2	3	4	5	6	7	8

第二趟： $d_2=d_1/2=2$

	27	13	49	38	65	<u>49</u>	76	97
0	1	2	3	4	5	6	7	8

第三趟： $d_3=d_2/2=1$

	13	27	38	49	<u>49</u>	65	76	97
0	1	2	3	4	5	6	7	8

希尔排序 (Shell Sort)



希尔排序：先将待排序表分割成若干形如 $L[i, i + d, i + 2d, \dots, i + kd]$ 的“特殊”子表，对各个子表分别进行直接插入排序。缩小增量 d ，重复上述过程，直到 $d=1$ 为止。

第一趟： $d_1=3$

	49	38	65	97	76	13	27	<u>49</u>
0	1	2	3	4	5	6	7	8

	49	38	65	97	76	13	27	<u>49</u>
0	1	2	3	4	5	6	7	8

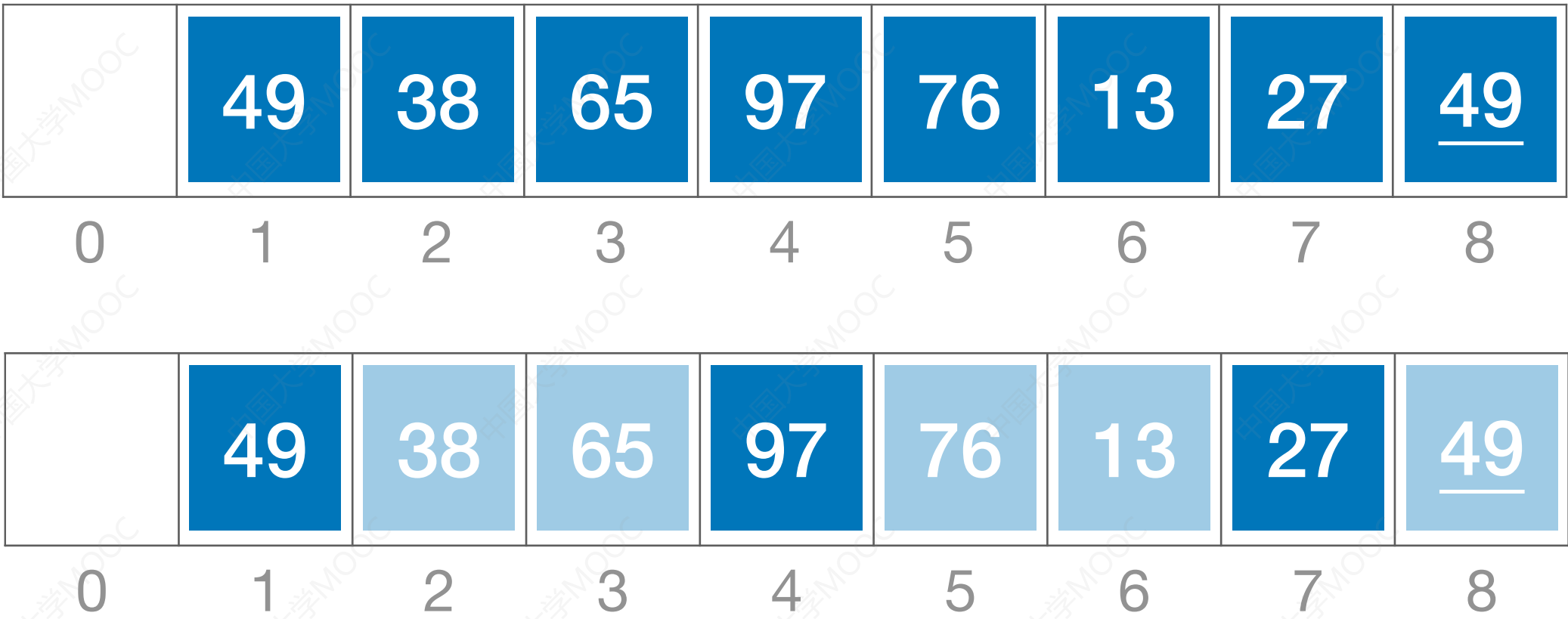
第二趟： $d_2=1$

希尔排序 (Shell Sort)



希尔排序：先将待排序表分割成若干形如 $L[i, i + d, i + 2d, \dots, i + kd]$ 的“特殊”子表，对各个子表分别进行直接插入排序。缩小增量 d ，重复上述过程，直到 $d=1$ 为止。

第一趟： $d_1=3$



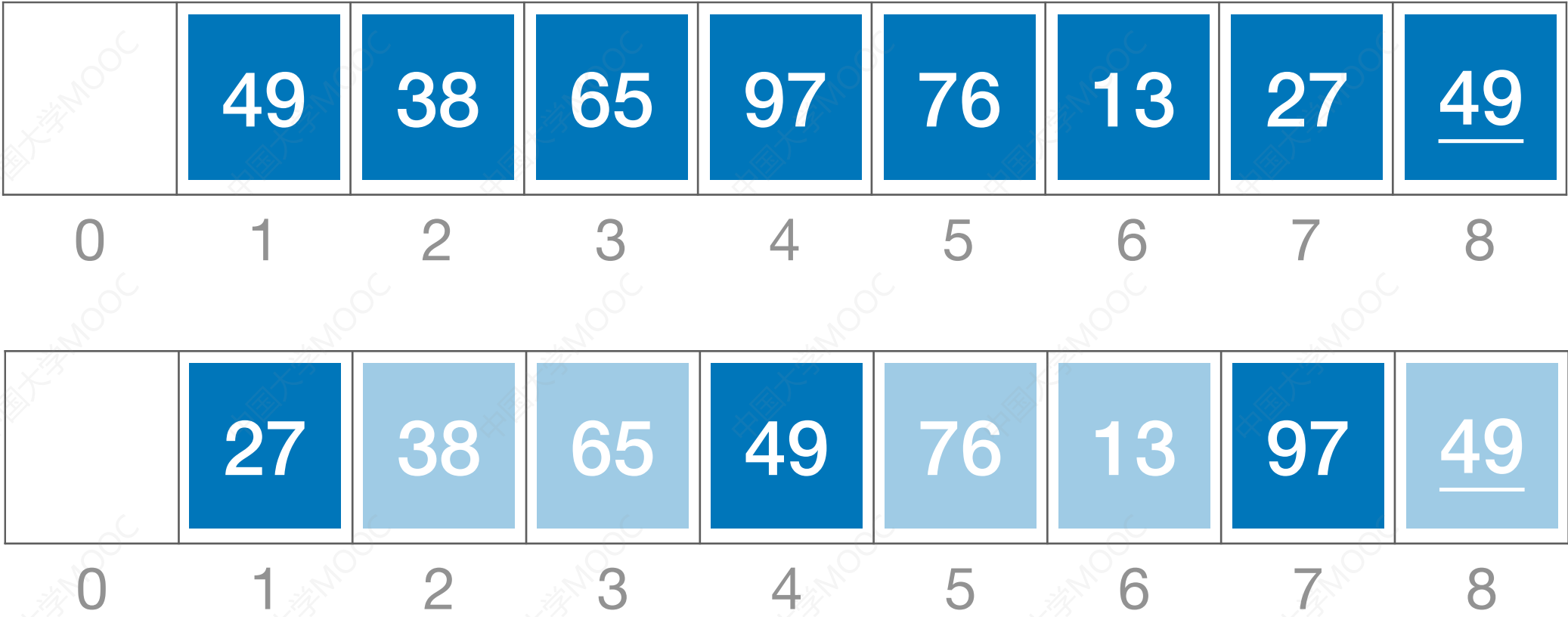
第二趟： $d_2=1$

希尔排序 (Shell Sort)



希尔排序：先将待排序表分割成若干形如 $L[i, i + d, i + 2d, \dots, i + kd]$ 的“特殊”子表，对各个子表分别进行直接插入排序。缩小增量 d ，重复上述过程，直到 $d=1$ 为止。

第一趟： $d_1=3$



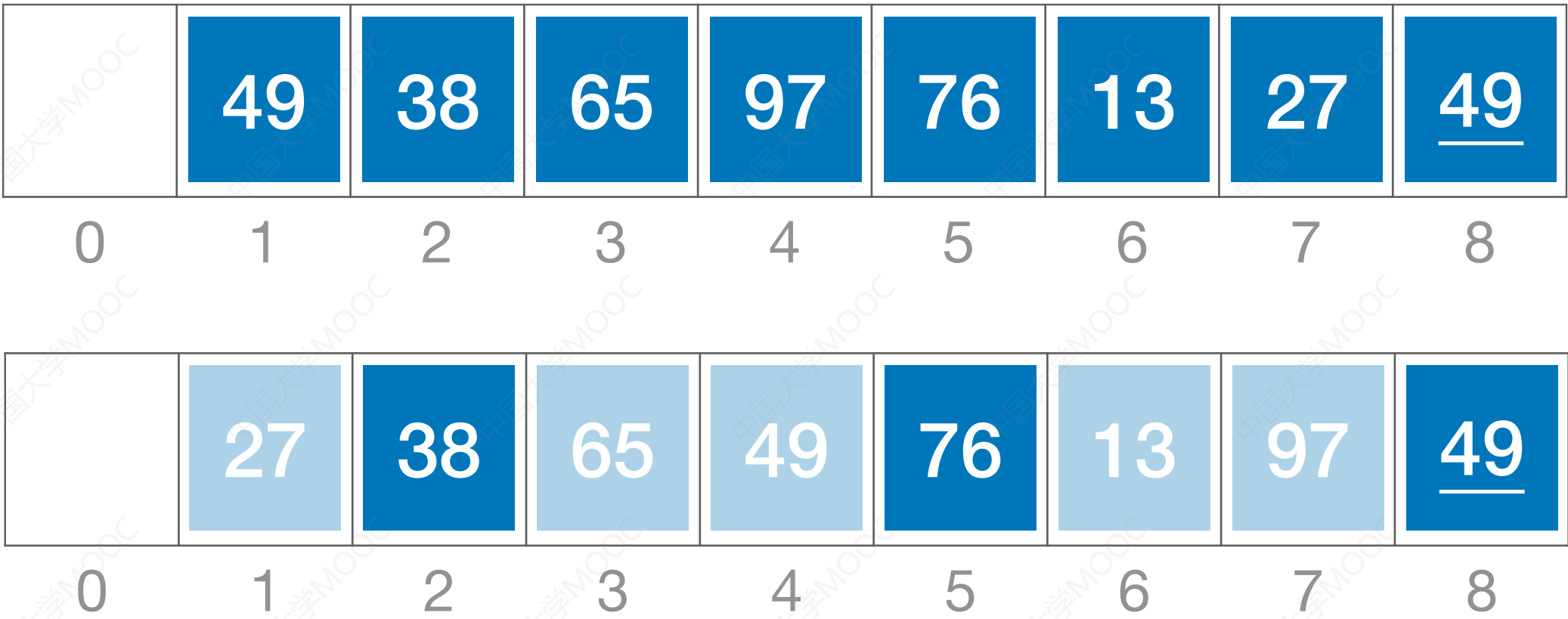
第二趟： $d_2=1$

希尔排序 (Shell Sort)



希尔排序：先将待排序表分割成若干形如 $L[i, i + d, i + 2d, \dots, i + kd]$ 的“特殊”子表，对各个子表分别进行直接插入排序。缩小增量 d ，重复上述过程，直到 $d=1$ 为止。

第一趟： $d_1=3$



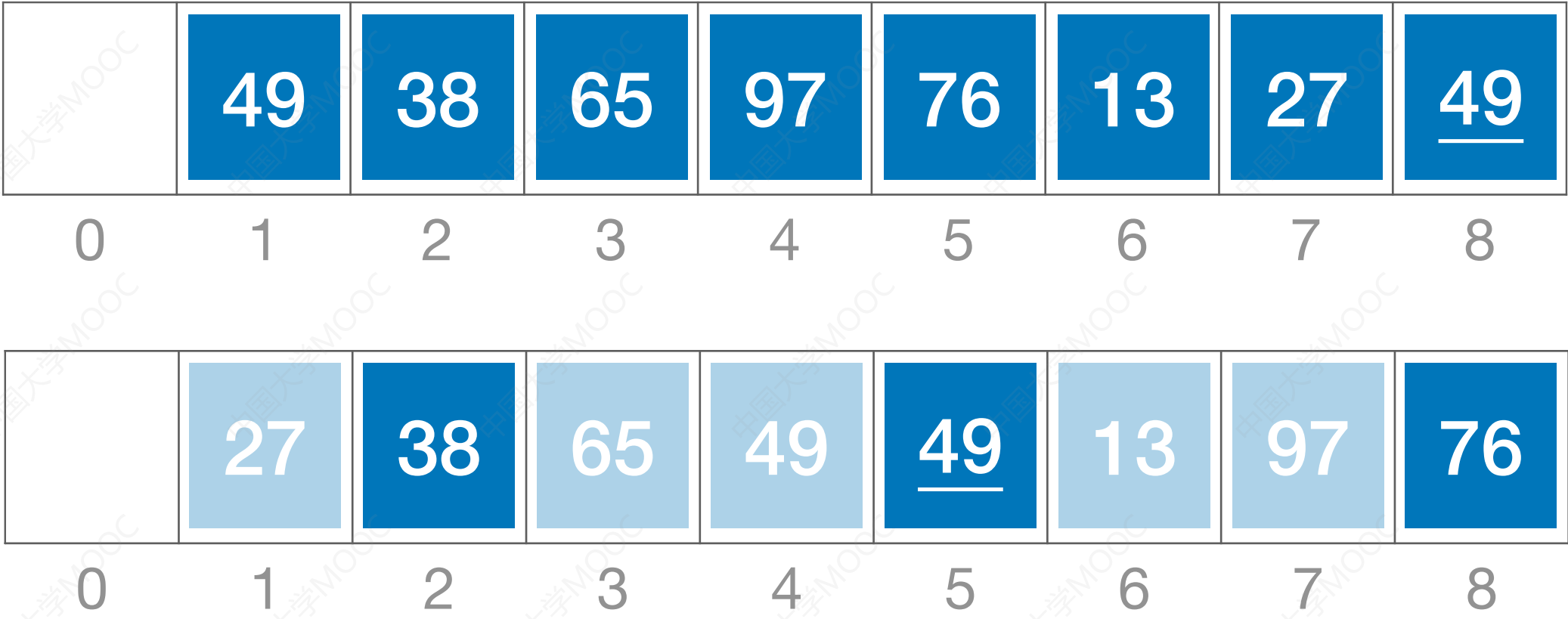
第二趟： $d_2=1$

希尔排序 (Shell Sort)



希尔排序：先将待排序表分割成若干形如 $L[i, i + d, i + 2d, \dots, i + kd]$ 的“特殊”子表，对各个子表分别进行直接插入排序。缩小增量 d ，重复上述过程，直到 $d=1$ 为止。

第一趟： $d_1=3$



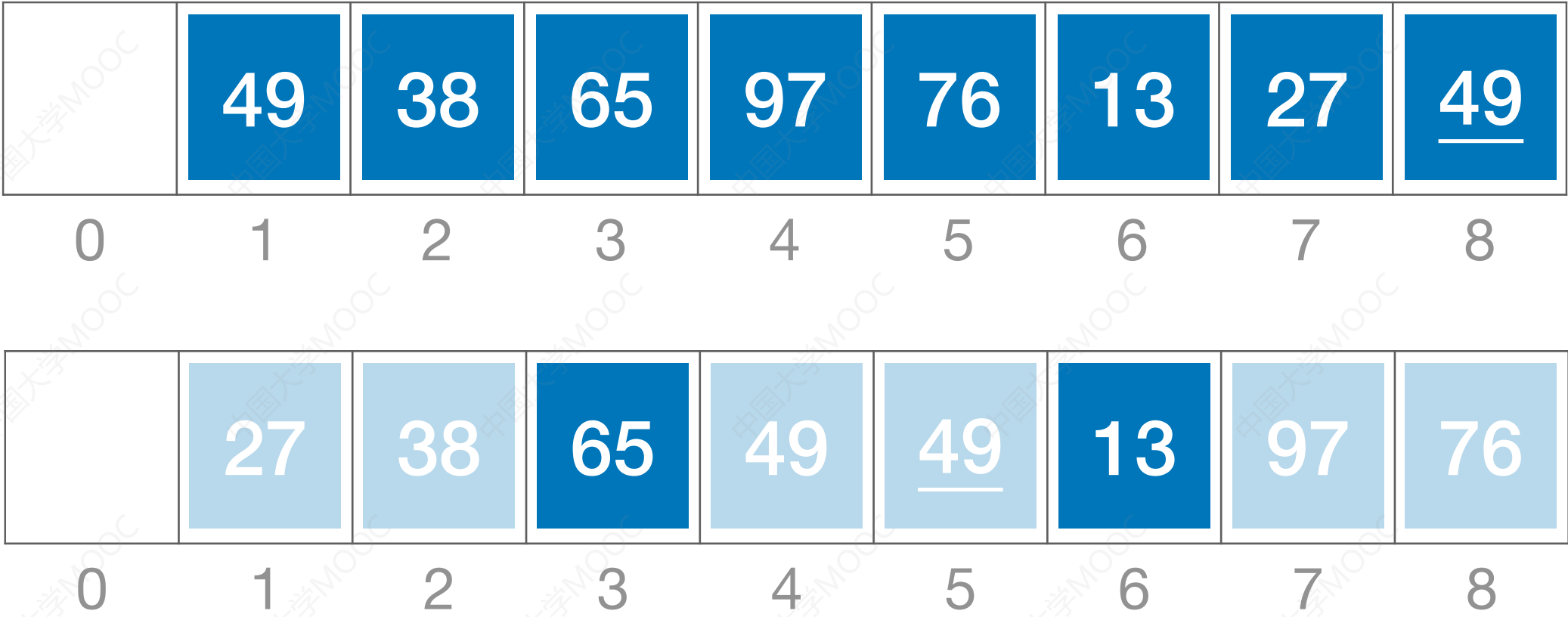
第二趟： $d_2=1$

希尔排序 (Shell Sort)



希尔排序：先将待排序表分割成若干形如 $L[i, i + d, i + 2d, \dots, i + kd]$ 的“特殊”子表，对各个子表分别进行直接插入排序。缩小增量 d ，重复上述过程，直到 $d=1$ 为止。

第一趟： $d_1=3$



第二趟： $d_2=1$

希尔排序 (Shell Sort)



希尔排序：先将待排序表分割成若干形如 $L[i, i + d, i + 2d, \dots, i + kd]$ 的“特殊”子表，对各个子表分别进行直接插入排序。缩小增量 d ，重复上述过程，直到 $d=1$ 为止。

第一趟： $d_1=3$

	49	38	65	97	76	13	27	<u>49</u>
0	1	2	3	4	5	6	7	8

	27	38	13	49	<u>49</u>	65	97	76
0	1	2	3	4	5	6	7	8

第二趟： $d_2=1$

希尔排序 (Shell Sort)



希尔排序：先将待排序表分割成若干形如 $L[i, i + d, i + 2d, \dots, i + kd]$ 的“特殊”子表，对各个子表分别进行直接插入排序。缩小增量 d ，重复上述过程，直到 $d=1$ 为止。

第一趟： $d_1=3$

	49	38	65	97	76	13	27	<u>49</u>
0	1	2	3	4	5	6	7	8
	27	38	13	49	<u>49</u>	65	97	76
0	1	2	3	4	5	6	7	8

第二趟： $d_2=1$

希尔排序 (Shell Sort)



希尔排序：先将待排序表分割成若干形如 $L[i, i + d, i + 2d, \dots, i + kd]$ 的“特殊”子表，对各个子表分别进行直接插入排序。缩小增量 d ，重复上述过程，直到 $d=1$ 为止。

考试中可能遇到各种增量

第一趟： $d_1=3$

	49	38	65	97	76	13	27	<u>49</u>
0	1	2	3	4	5	6	7	8

	27	38	13	49	<u>49</u>	65	97	76
0	1	2	3	4	5	6	7	8

第二趟： $d_2=1$

	13	27	38	49	<u>49</u>	65	76	97
0	1	2	3	4	5	6	7	8

算法实现

```
//希尔排序
void ShellSort(int A[],int n){
    int d, i, j;
    //A[0]只是暂存单元，不是哨兵，当j<=0时，插入位置已到
    for(d= n/2; d>=1; d=d/2) //步长变化
        for(i=d+1; i<=n; ++i)
            if(A[i]<A[i-d]){ //需将A[i]插入有序增量子表
                A[0]=A[i]; //暂存在A[0]
                for(j= i-d; j>0 && A[0]<A[j]; j-=d)
                    A[j+d]=A[j]; //记录后移，查找插入的位置
                A[j+d]=A[0]; //插入
            }//if
}
```

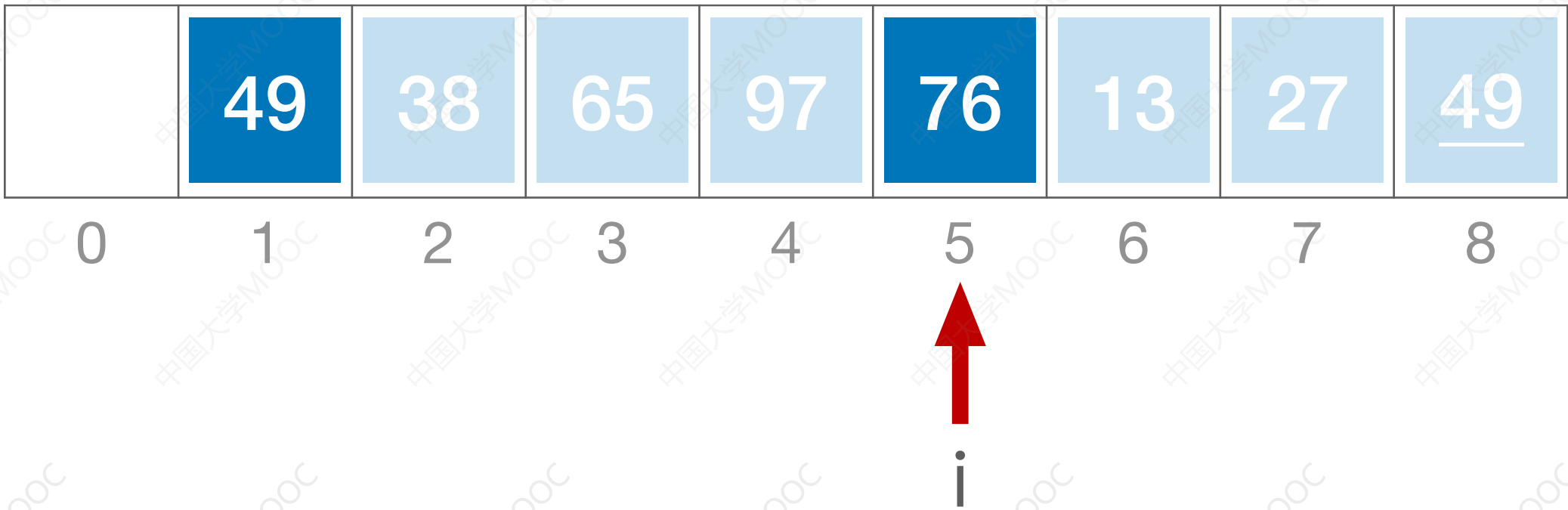
第一趟：d=n/2=4

	49	38	65	97	76	13	27	<u>49</u>
0	1	2	3	4	5	6	7	8

算法实现

```
//希尔排序
void ShellSort(int A[],int n){
    int d, i, j;
    //A[0]只是暂存单元，不是哨兵，当j<=0时，插入位置已到
    for(d= n/2; d>=1; d=d/2) //步长变化
        for(i=d+1; i<=n; ++i)
            if(A[i]<A[i-d]){ //需将A[i]插入有序增量子表
                A[0]=A[i]; //暂存在A[0]
                for(j= i-d; j>0 && A[0]<A[j]; j-=d)
                    A[j+d]=A[j]; //记录后移，查找插入的位置
                A[j+d]=A[0]; //插入
            }//if
    }
```

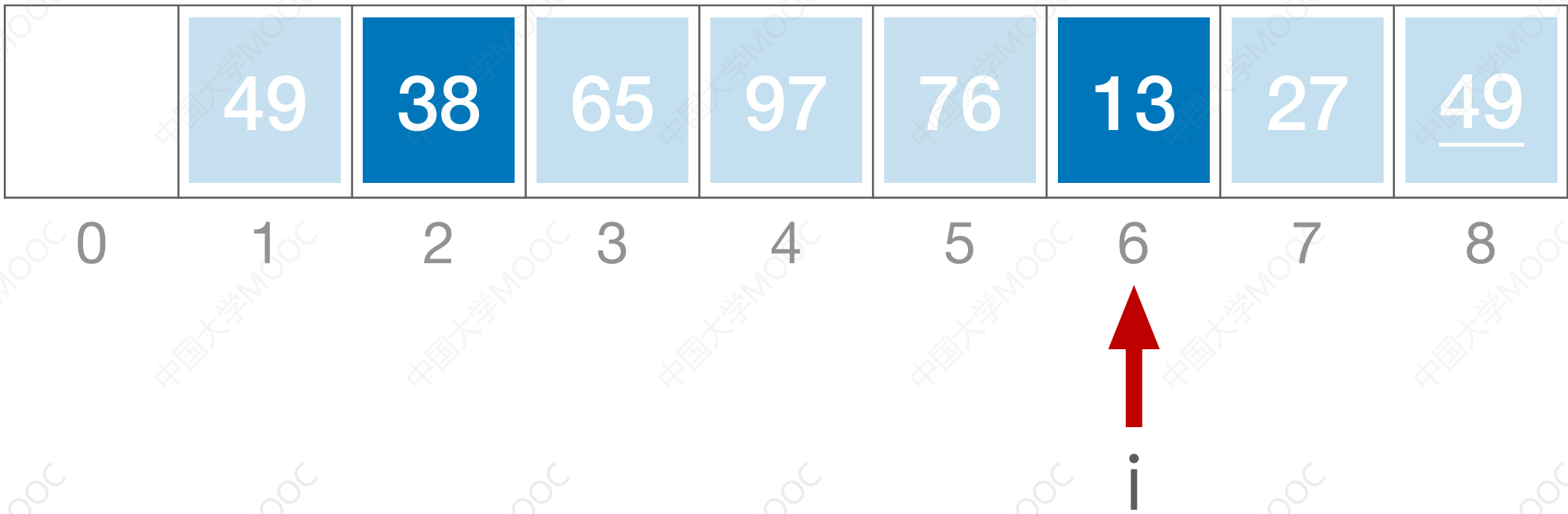
第一趟：d=n/2=4



算法实现

```
//希尔排序
void ShellSort(int A[],int n){
    int d, i, j;
    //A[0]只是暂存单元，不是哨兵，当j<=0时，插入位置已到
    for(d= n/2; d>=1; d=d/2) //步长变化
        for(i=d+1; i<=n; ++i)
            if(A[i]<A[i-d]){ //需将A[i]插入有序增量子表
                A[0]=A[i]; //暂存在A[0]
                for(j= i-d; j>0 && A[0]<A[j]; j-=d)
                    A[j+d]=A[j]; //记录后移，查找插入的位置
                A[j+d]=A[0]; //插入
            }//if
    }
```

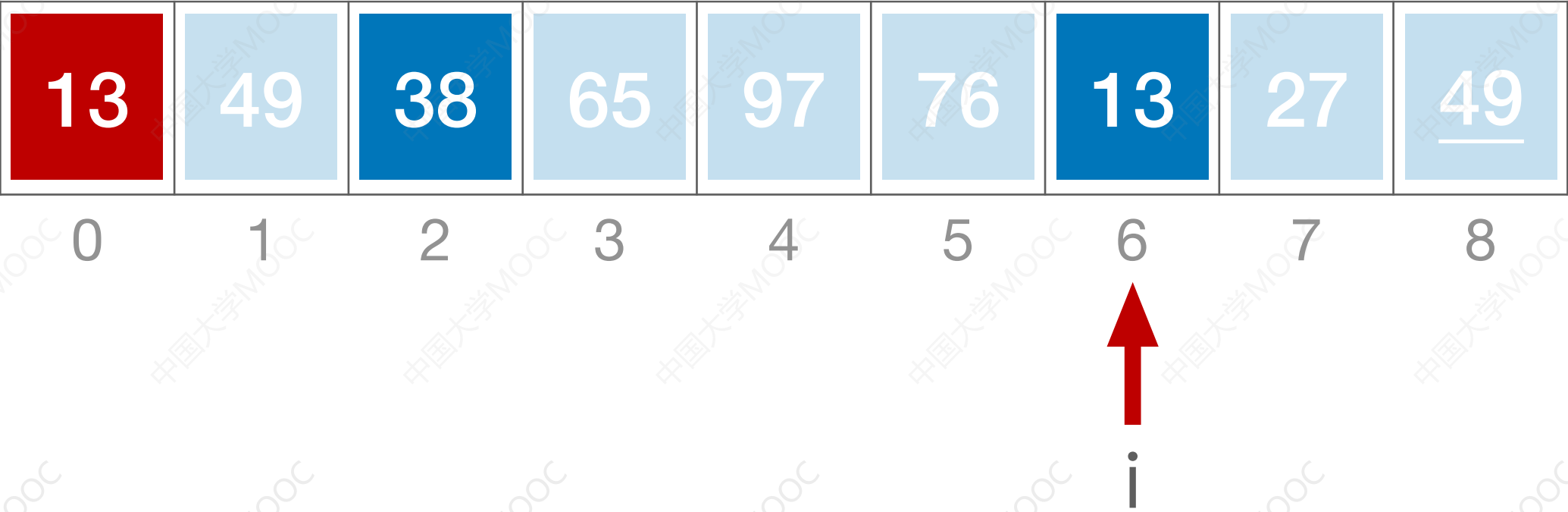
第一趟：d=n/2=4



算法实现

```
//希尔排序
void ShellSort(int A[],int n){
    int d, i, j;
    //A[0]只是暂存单元，不是哨兵，当j<=0时，插入位置已到
    for(d= n/2; d>=1; d=d/2) //步长变化
        for(i=d+1; i<=n; ++i)
            if(A[i]<A[i-d]){ //需将A[i]插入有序增量子表
                A[0]=A[i]; //暂存在A[0]
                for(j= i-d; j>0 && A[0]<A[j]; j-=d)
                    A[j+d]=A[j]; //记录后移，查找插入的位置
                A[j+d]=A[0]; //插入
            }//if
    }
```

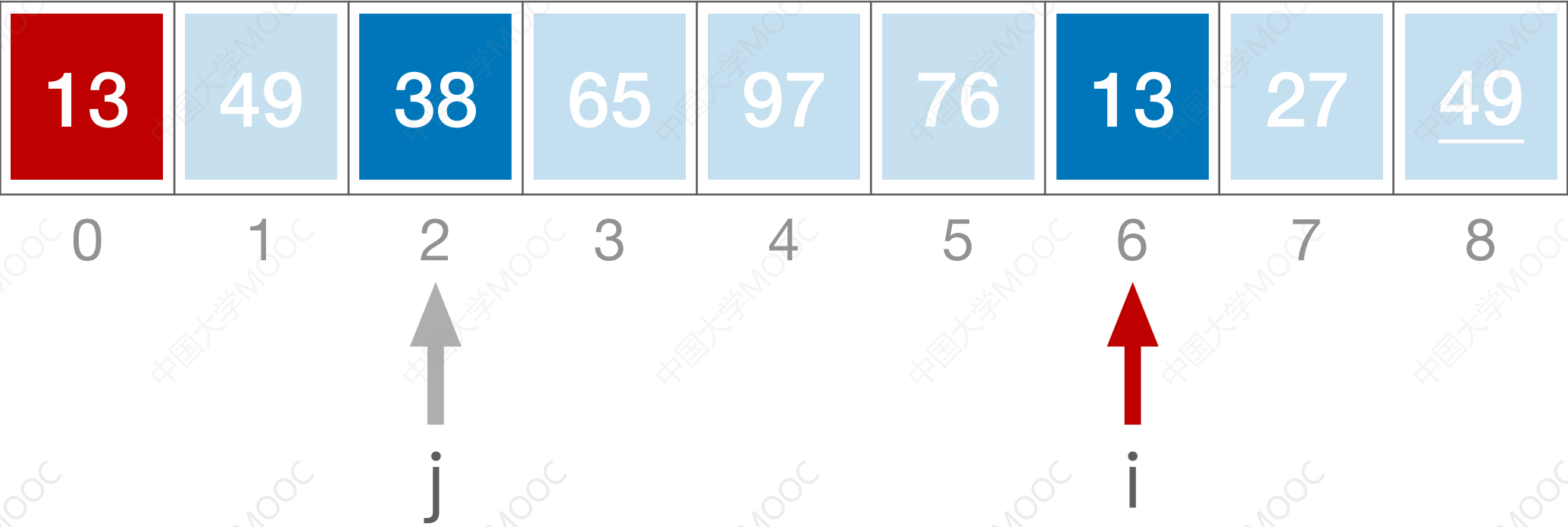
第一趟：d=n/2=4



算法实现

```
//希尔排序
void ShellSort(int A[],int n){
    int d, i, j;
    //A[0]只是暂存单元，不是哨兵，当j<=0时，插入位置已到
    for(d= n/2; d>=1; d=d/2) //步长变化
        for(i=d+1; i<=n; ++i)
            if(A[i]<A[i-d]){ //需将A[i]插入有序增量子表
                A[0]=A[i]; //暂存在A[0]
                for(j= i-d; j>0 && A[0]<A[j]; j-=d)
                    A[j+d]=A[j]; //记录后移，查找插入的位置
                A[j+d]=A[0]; //插入
            }//if
}
```

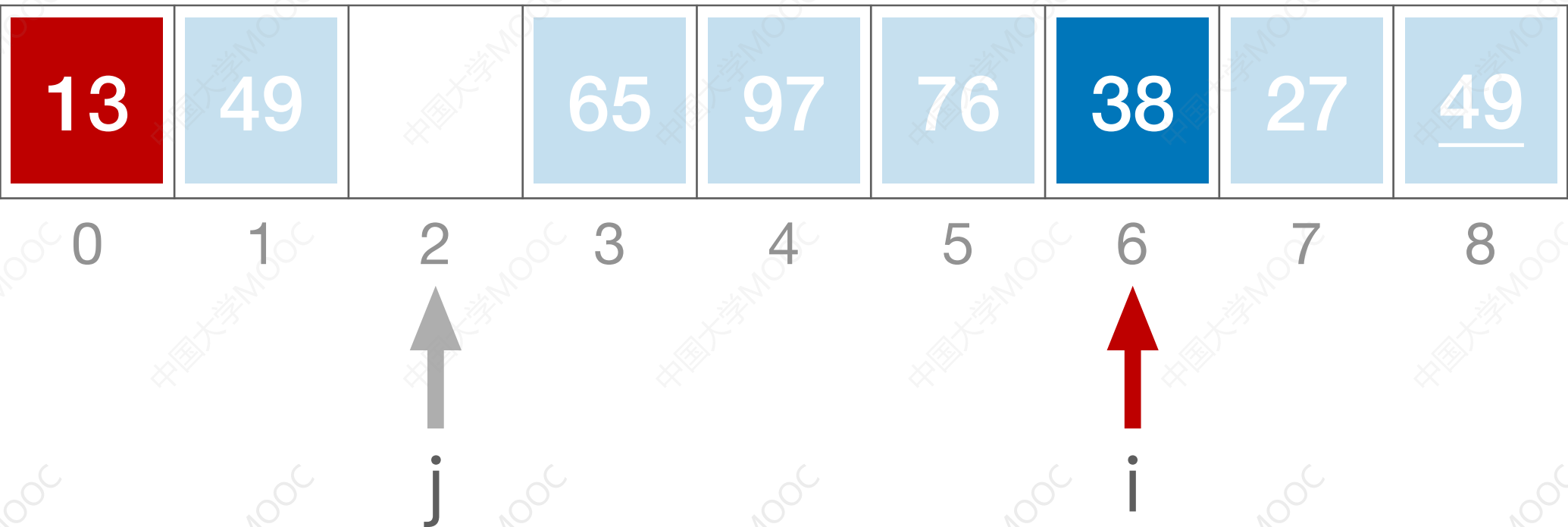
第一趟：d=n/2=4



算法实现

```
//希尔排序
void ShellSort(int A[],int n){
    int d, i, j;
    //A[0]只是暂存单元，不是哨兵，当j<=0时，插入位置已到
    for(d= n/2; d>=1; d=d/2) //步长变化
        for(i=d+1; i<=n; ++i)
            if(A[i]<A[i-d]){ //需将A[i]插入有序增量子表
                A[0]=A[i]; //暂存在A[0]
                for(j= i-d; j>0 && A[0]<A[j]; j-=d)
                    A[j+d]=A[j]; //记录后移，查找插入的位置
                A[j+d]=A[0]; //插入
            }//if
}
```

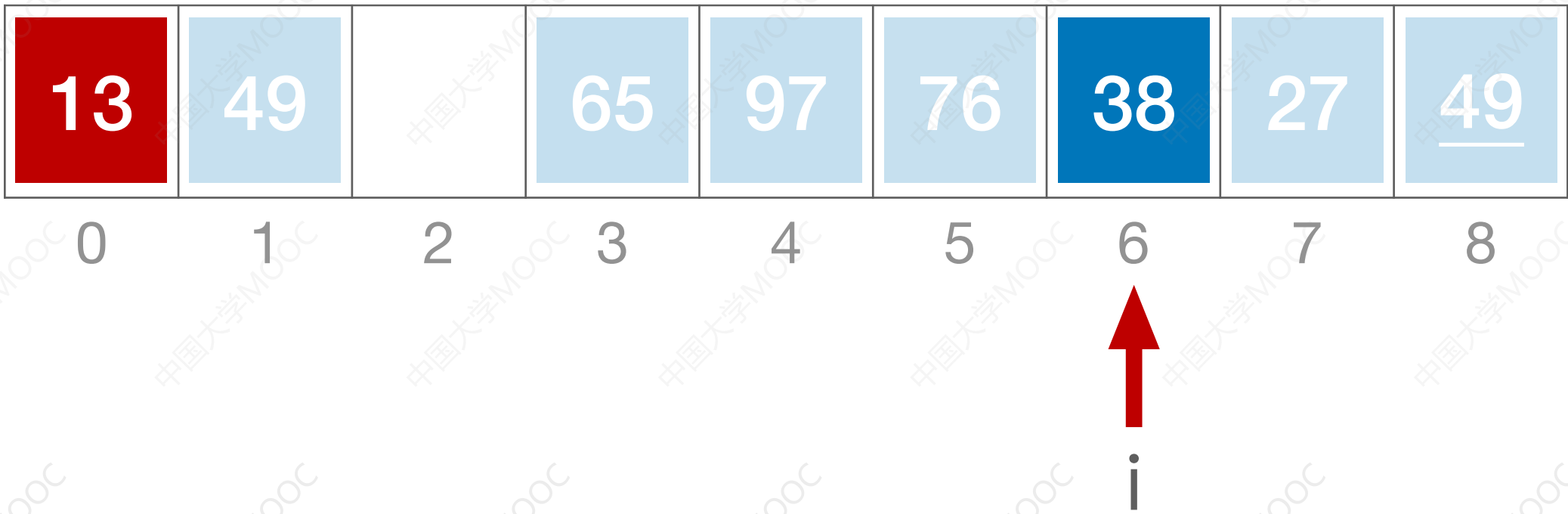
第一趟：d=n/2=4



算法实现

```
//希尔排序
void ShellSort(int A[],int n){
    int d, i, j;
    //A[0]只是暂存单元，不是哨兵，当j<=0时，插入位置已到
    for(d= n/2; d>=1; d=d/2) //步长变化
        for(i=d+1; i<=n; ++i)
            if(A[i]<A[i-d]){ //需将A[i]插入有序增量子表
                A[0]=A[i]; //暂存在A[0]
                for(j= i-d; j>0 && A[0]<A[j]; j-=d)
                    A[j+d]=A[j]; //记录后移，查找插入的位置
                A[j+d]=A[0]; //插入
            }//if
    }
```

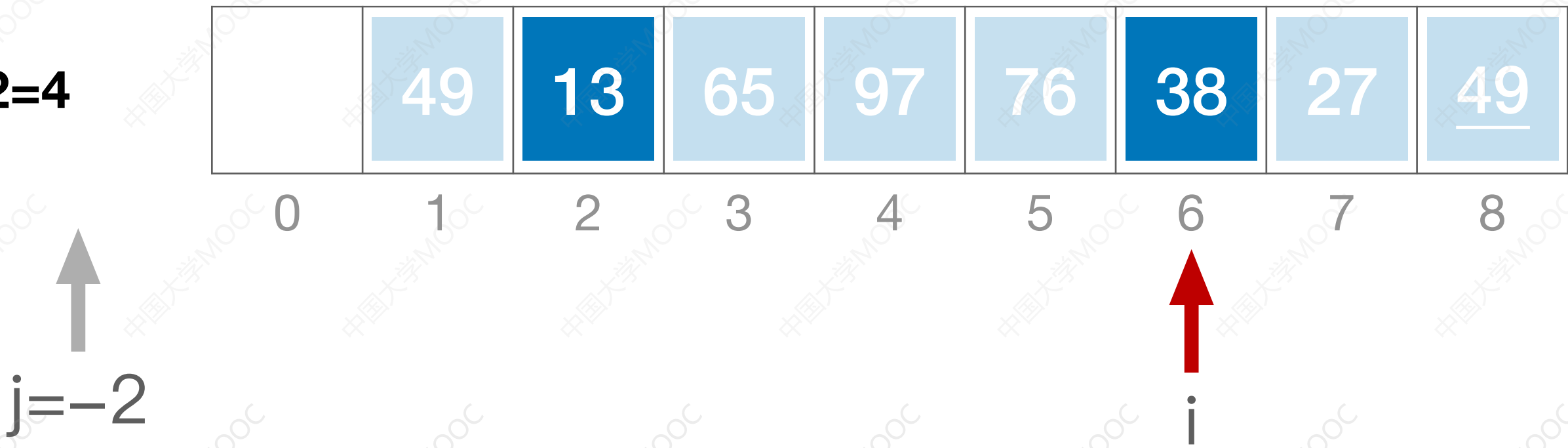
第一趟：d=n/2=4



算法实现

```
//希尔排序
void ShellSort(int A[],int n){
    int d, i, j;
    //A[0]只是暂存单元，不是哨兵，当j<=0时，插入位置已到
    for(d= n/2; d>=1; d=d/2) //步长变化
        for(i=d+1; i<=n; ++i)
            if(A[i]<A[i-d]){ //需将A[i]插入有序增量子表
                A[0]=A[i]; //暂存在A[0]
                for(j= i-d; j>0 && A[0]<A[j]; j-=d)
                    A[j+d]=A[j]; //记录后移，查找插入的位置
                A[j+d]=A[0]; //插入
            }//if
    }
```

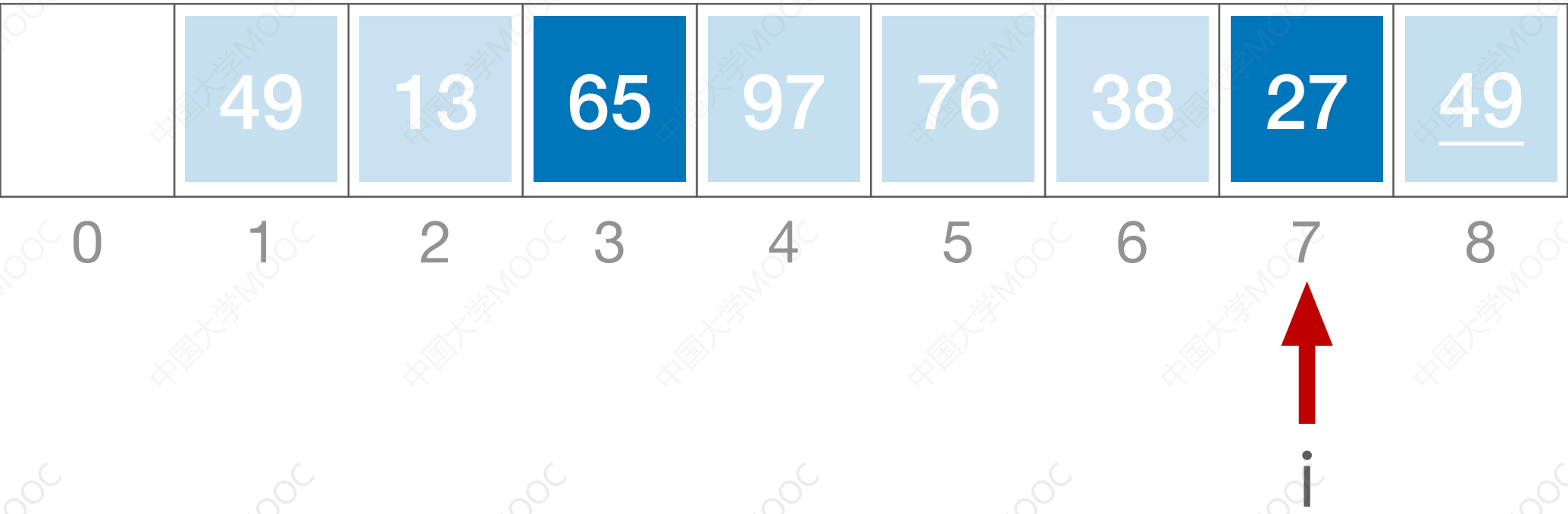
第一趟：d=n/2=4



算法实现

```
//希尔排序
void ShellSort(int A[],int n){
    int d, i, j;
    //A[0]只是暂存单元，不是哨兵，当j<=0时，插入位置已到
    for(d= n/2; d>=1; d=d/2) //步长变化
        for(i=d+1; i<=n; ++i)
            if(A[i]<A[i-d]){ //需将A[i]插入有序增量子表
                A[0]=A[i]; //暂存在A[0]
                for(j= i-d; j>0 && A[0]<A[j]; j-=d)
                    A[j+d]=A[j]; //记录后移，查找插入的位置
                A[j+d]=A[0]; //插入
            }//if
    }
```

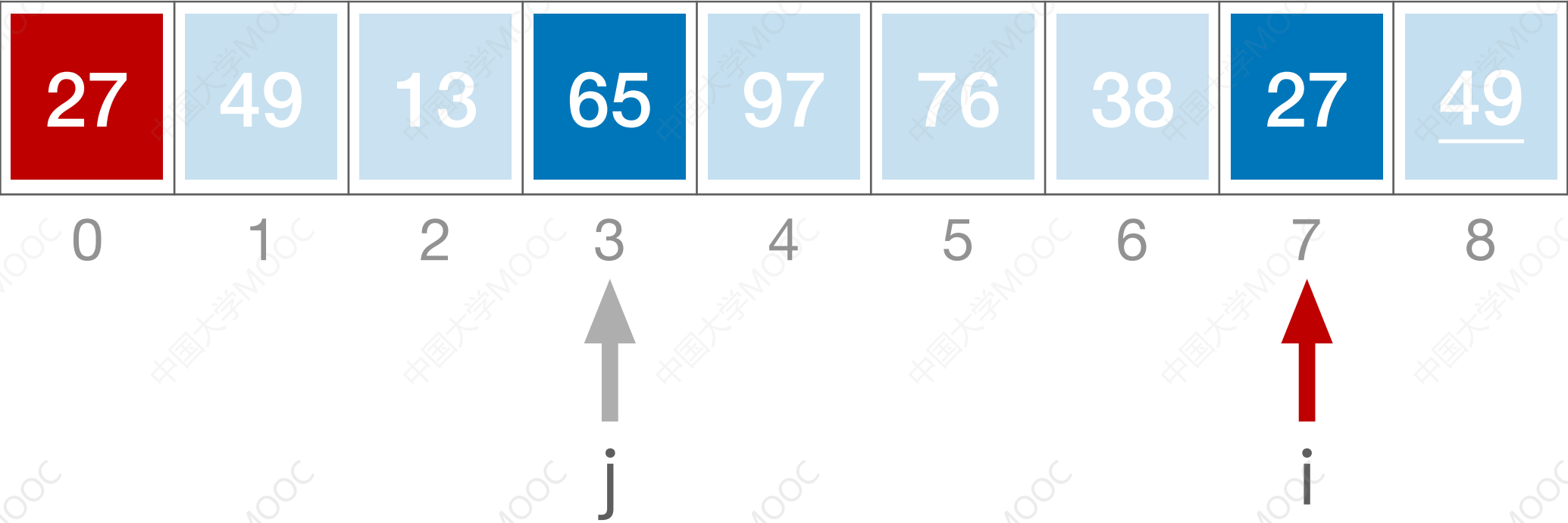
第一趟：d=n/2=4



算法实现

```
//希尔排序
void ShellSort(int A[],int n){
    int d, i, j;
    //A[0]只是暂存单元，不是哨兵，当j<=0时，插入位置已到
    for(d= n/2; d>=1; d=d/2) //步长变化
        for(i=d+1; i<=n; ++i)
            if(A[i]<A[i-d]){ //需将A[i]插入有序增量子表
                A[0]=A[i]; //暂存在A[0]
                for(j= i-d; j>0 && A[0]<A[j]; j-=d)
                    A[j+d]=A[j]; //记录后移，查找插入的位置
                A[j+d]=A[0]; //插入
            }//if
    }
```

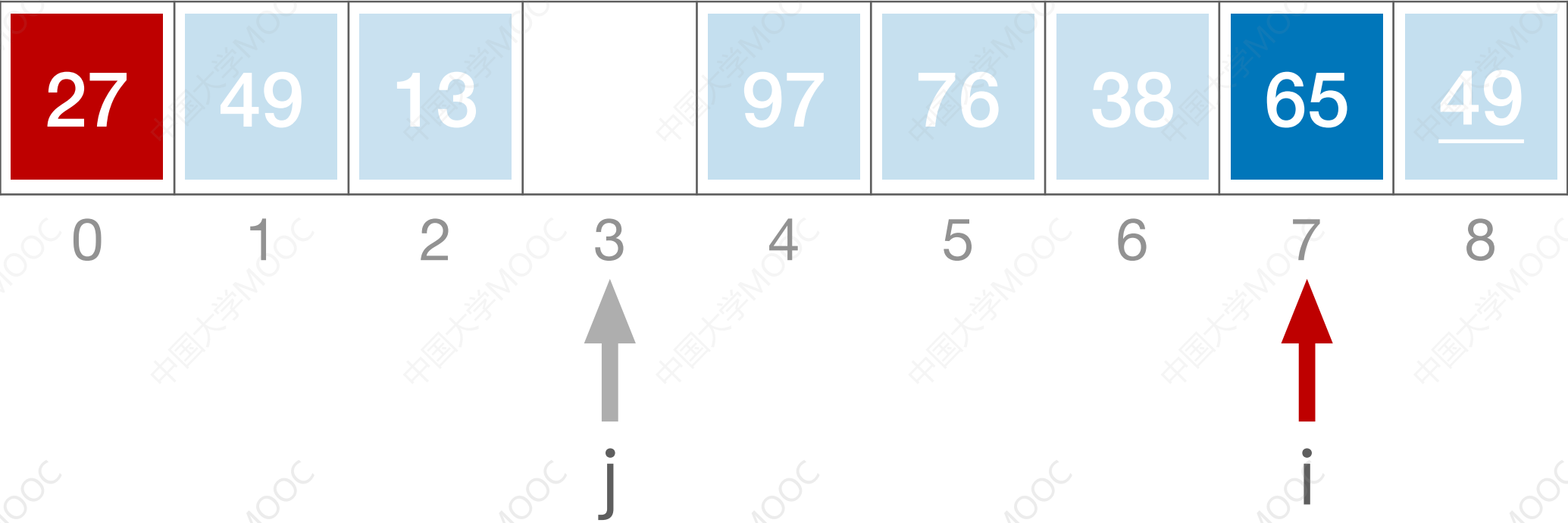
第一趟：d=n/2=4



算法实现

```
//希尔排序
void ShellSort(int A[],int n){
    int d, i, j;
    //A[0]只是暂存单元，不是哨兵，当j<=0时，插入位置已到
    for(d= n/2; d>=1; d=d/2) //步长变化
        for(i=d+1; i<=n; ++i)
            if(A[i]<A[i-d]){ //需将A[i]插入有序增量子表
                A[0]=A[i]; //暂存在A[0]
                for(j= i-d; j>0 && A[0]<A[j]; j-=d)
                    A[j+d]=A[j]; //记录后移，查找插入的位置
                A[j+d]=A[0]; //插入
            }//if
    }
```

第一趟：d=n/2=4



算法实现

//希尔排序

```
void ShellSort(int A[],int n){
```

```
int d, i, j;
```

//A[0]只是暂存单元，不是哨兵，当j<=0时，插入位置已到

```
for(d= n/2; d>=1; d=d/2) //步长变化
```

```
for(i=d+1; i<=n; ++i)
```

```
if(A[i]<A[i-d]){ //需将A[i]插入有序增量子表
```

```
A[0]=A[i];
```

```
//暂存在A[0]
```

```
for(j= i-d; j>0 && A[0]<A[j]; j-=d)
```

```
A[j+d]=A[j];
```

```
//记录后移，查找插入的位置
```

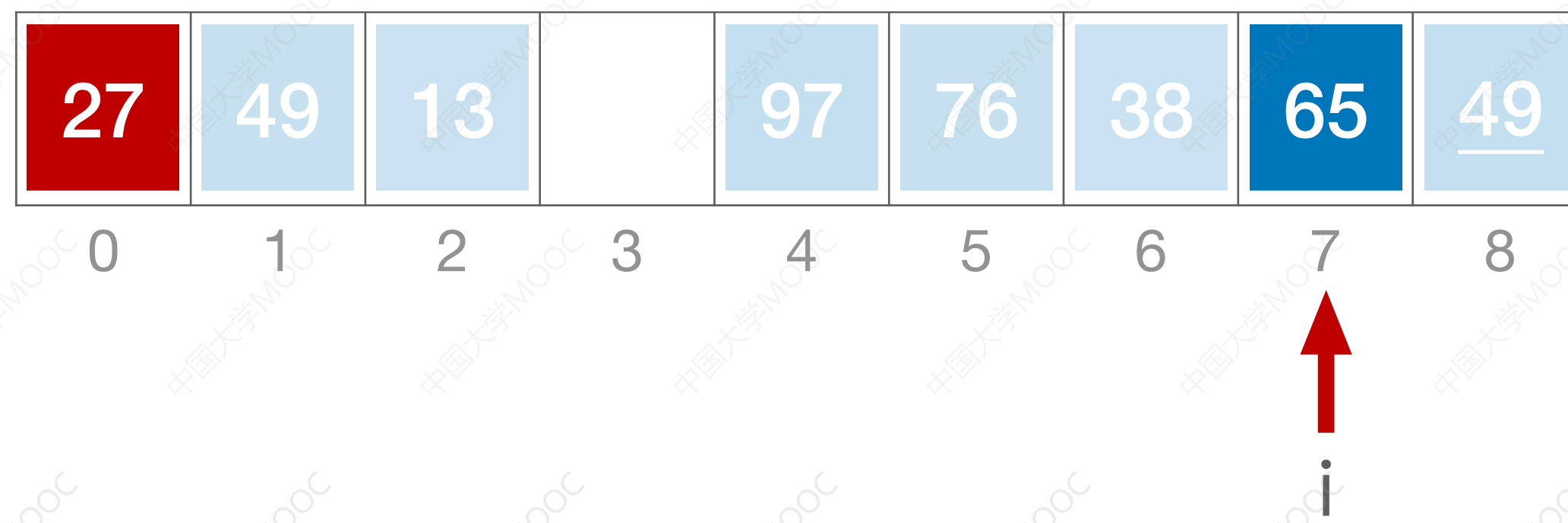
```
A[j+d]=A[0];
```

//插入

```
//if
```

}

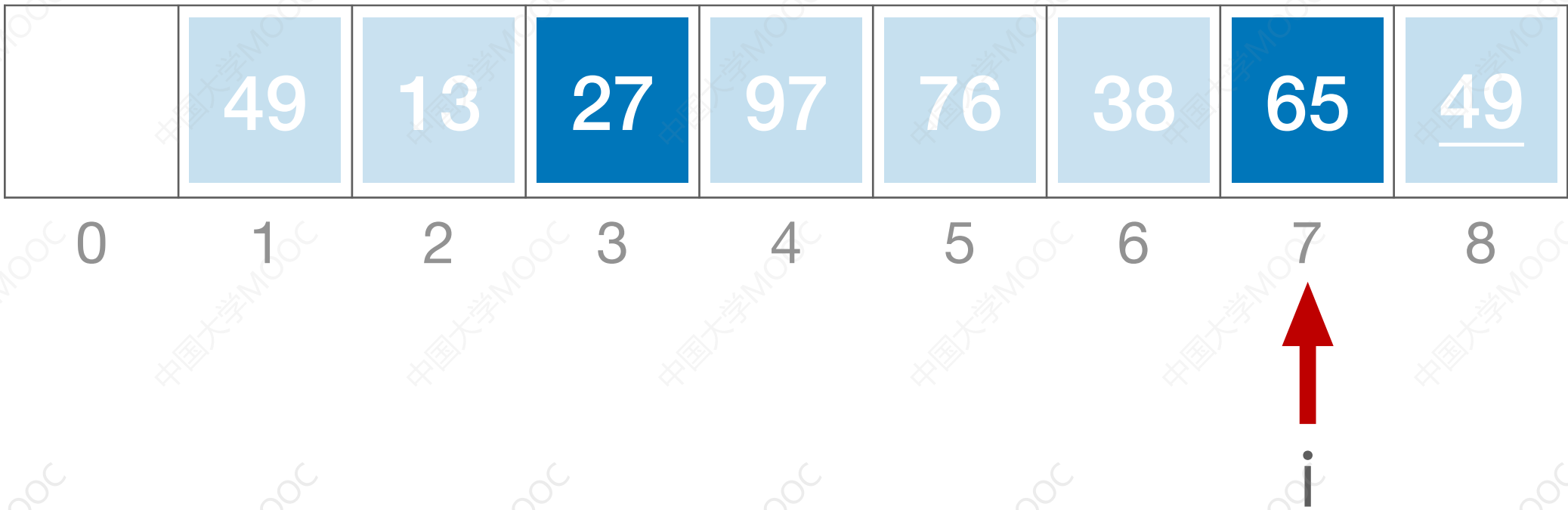
第一趟: $d=n/2=4$



算法实现

```
//希尔排序
void ShellSort(int A[],int n){
    int d, i, j;
    //A[0]只是暂存单元，不是哨兵，当j<=0时，插入位置已到
    for(d= n/2; d>=1; d=d/2) //步长变化
        for(i=d+1; i<=n; ++i)
            if(A[i]<A[i-d]){ //需将A[i]插入有序增量子表
                A[0]=A[i]; //暂存在A[0]
                for(j= i-d; j>0 && A[0]<A[j]; j-=d)
                    A[j+d]=A[j]; //记录后移，查找插入的位置
                A[j+d]=A[0]; //插入
            }//if
    }
```

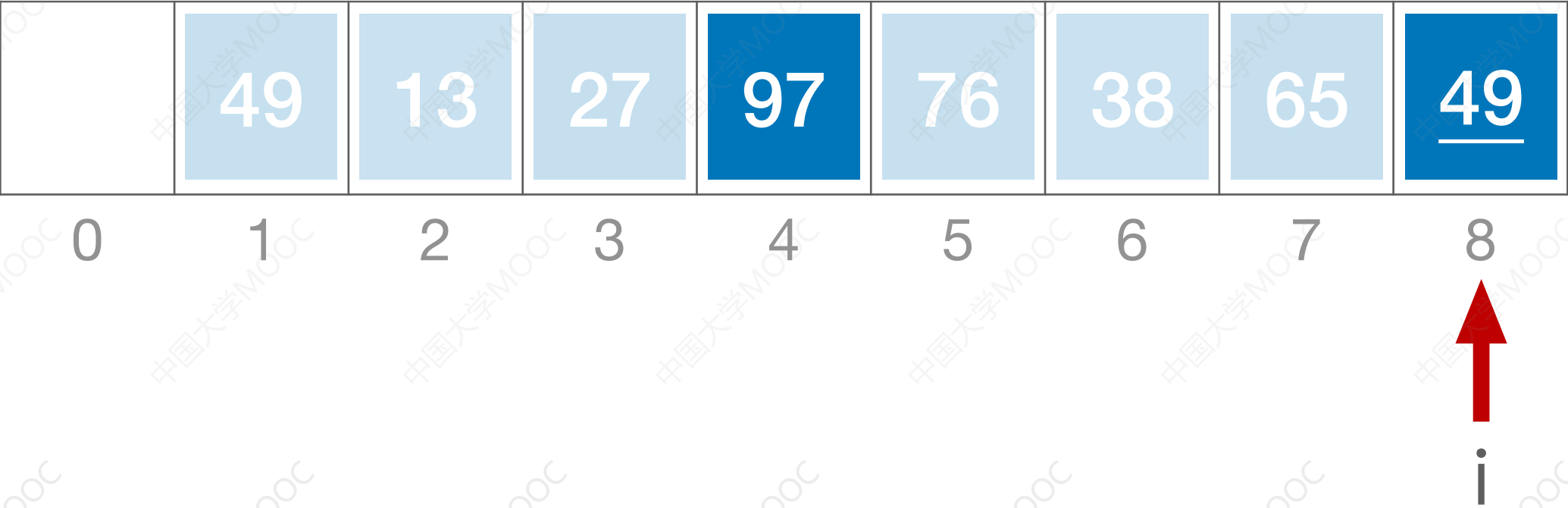
第一趟：d=n/2=4



算法实现

```
//希尔排序
void ShellSort(int A[],int n){
    int d, i, j;
    //A[0]只是暂存单元，不是哨兵，当j<=0时，插入位置已到
    for(d= n/2; d>=1; d=d/2) //步长变化
        for(i=d+1; i<=n; ++i)
            if(A[i]<A[i-d]){ //需将A[i]插入有序增量子表
                A[0]=A[i]; //暂存在A[0]
                for(j= i-d; j>0 && A[0]<A[j]; j-=d)
                    A[j+d]=A[j]; //记录后移，查找插入的位置
                A[j+d]=A[0]; //插入
            }//if
    }
```

第一趟：d=n/2=4



算法实现

//希尔排序

```
void ShellSort(int A[],int n){
```

```
int d, i, j;
```

//A[0]只是暂存单元，不是哨兵，当j<=0时，插入位置已到

```
for(d= n/2; d>=1; d=d/2) //步长变化
```

```
for(i=d+1; i<=n; ++i)
```

```
if(A[i]<A[i-d]){ //需将A[i]插入有序增量子表
```

```
A[0]=A[i]; //暂存在A[0]
```

```
for(j= i-d; j>0 && A[0]<A[j]; j-=d)
```

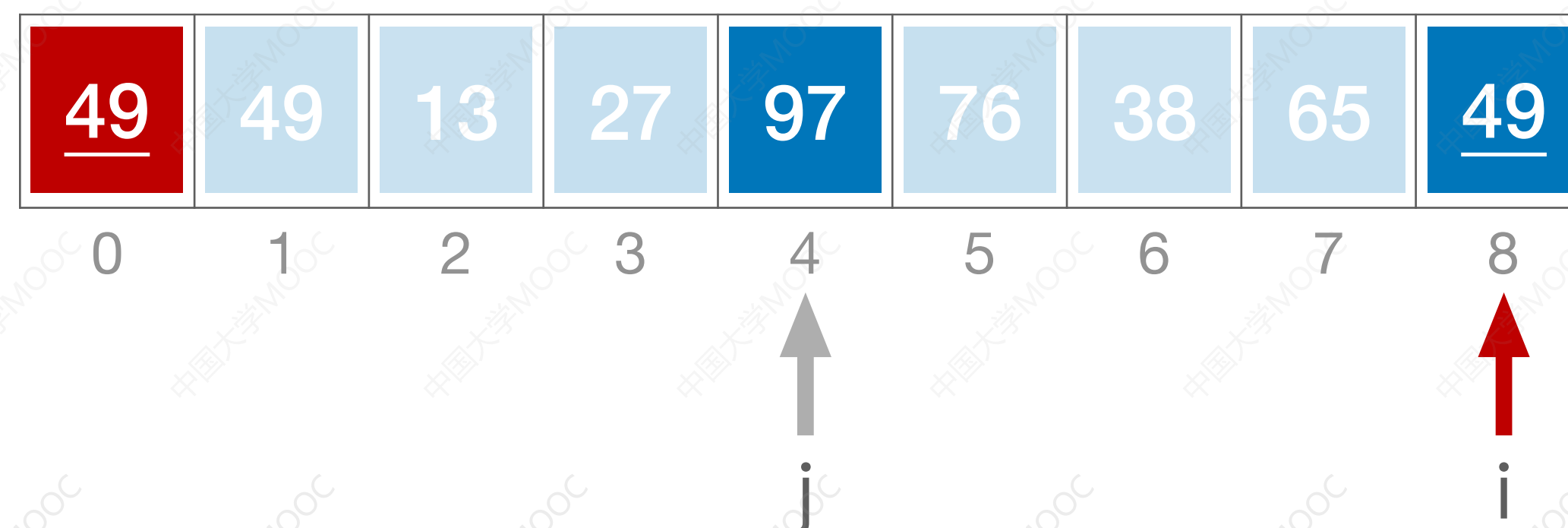
```
A[j+d]=A[j]; //记录后移, 查找插入的位置
```

```
A[j+d]=A[0]; //插入
```

```
} //if
```

}

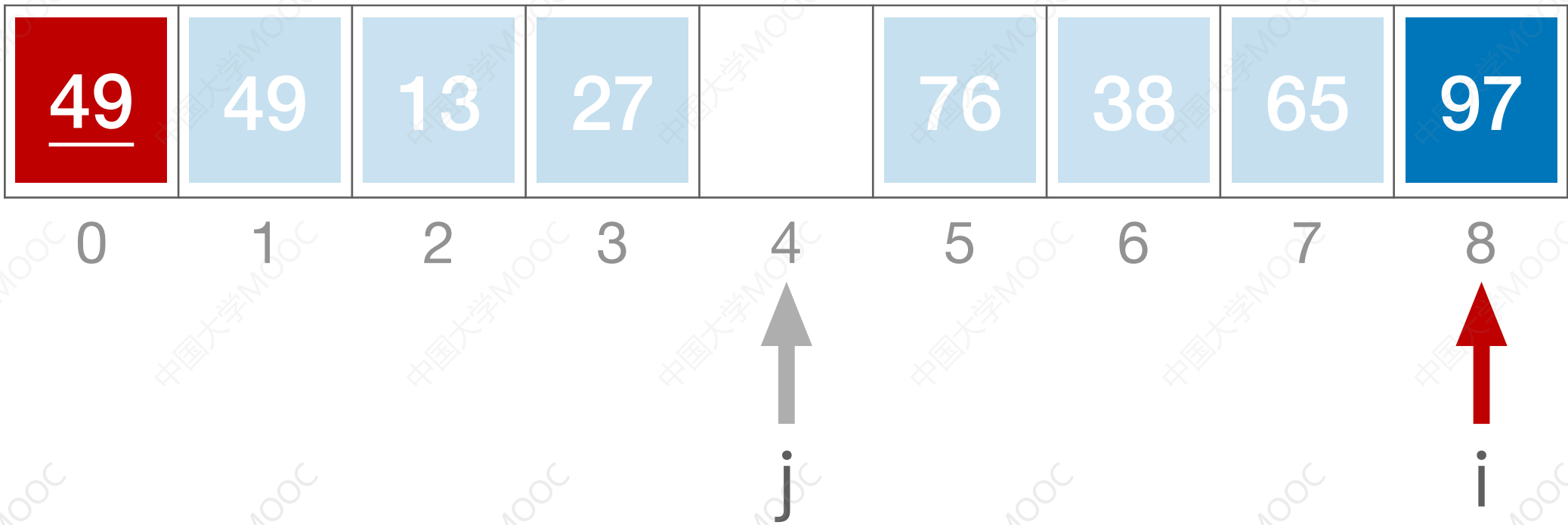
第一趟: $d=n/2=4$



算法实现

```
//希尔排序
void ShellSort(int A[],int n){
    int d, i, j;
    //A[0]只是暂存单元，不是哨兵，当j<=0时，插入位置已到
    for(d= n/2; d>=1; d=d/2) //步长变化
        for(i=d+1; i<=n; ++i)
            if(A[i]<A[i-d]){ //需将A[i]插入有序增量子表
                A[0]=A[i]; //暂存在A[0]
                for(j= i-d; j>0 && A[0]<A[j]; j-=d)
                    A[j+d]=A[j]; //记录后移，查找插入的位置
                A[j+d]=A[0]; //插入
            }//if
    }
```

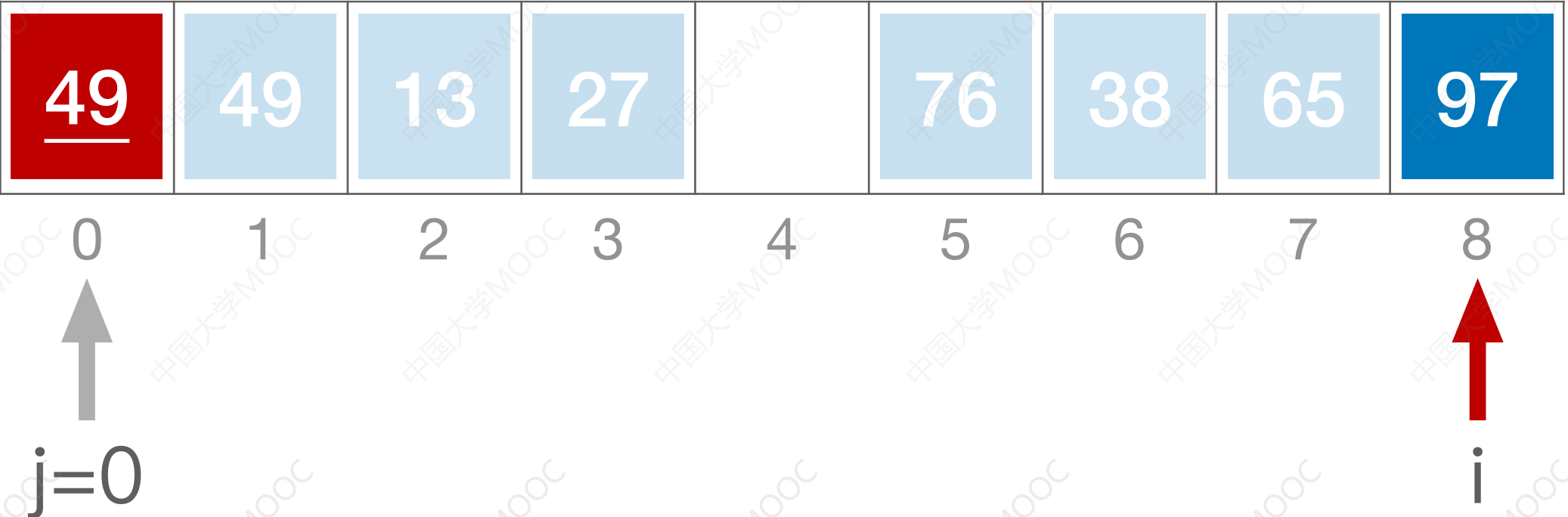
第一趟：d=n/2=4



算法实现

```
//希尔排序
void ShellSort(int A[],int n){
    int d, i, j;
    //A[0]只是暂存单元，不是哨兵，当j<=0时，插入位置已到
    for(d= n/2; d>=1; d=d/2) //步长变化
        for(i=d+1; i<=n; ++i)
            if(A[i]<A[i-d]){ //需将A[i]插入有序增量子表
                A[0]=A[i]; //暂存在A[0]
                for(j= i-d; j>0 && A[0]<A[j]; j-=d)
                    A[j+d]=A[j]; //记录后移，查找插入的位置
                A[j+d]=A[0]; //插入
            }//if
    }
```

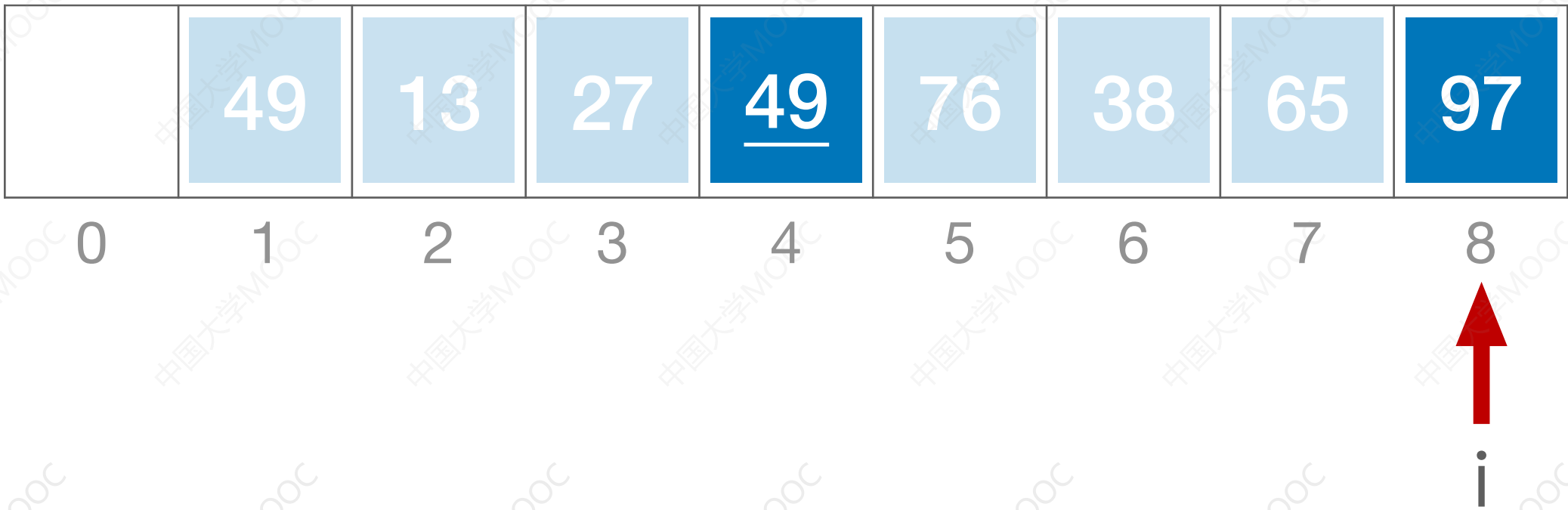
第一趟：d=n/2=4



算法实现

```
//希尔排序
void ShellSort(int A[],int n){
    int d, i, j;
    //A[0]只是暂存单元，不是哨兵，当j<=0时，插入位置已到
    for(d= n/2; d>=1; d=d/2) //步长变化
        for(i=d+1; i<=n; ++i)
            if(A[i]<A[i-d]){ //需将A[i]插入有序增量子表
                A[0]=A[i]; //暂存在A[0]
                for(j= i-d; j>0 && A[0]<A[j]; j-=d)
                    A[j+d]=A[j]; //记录后移，查找插入的位置
                A[j+d]=A[0]; //插入
            }//if
    }
```

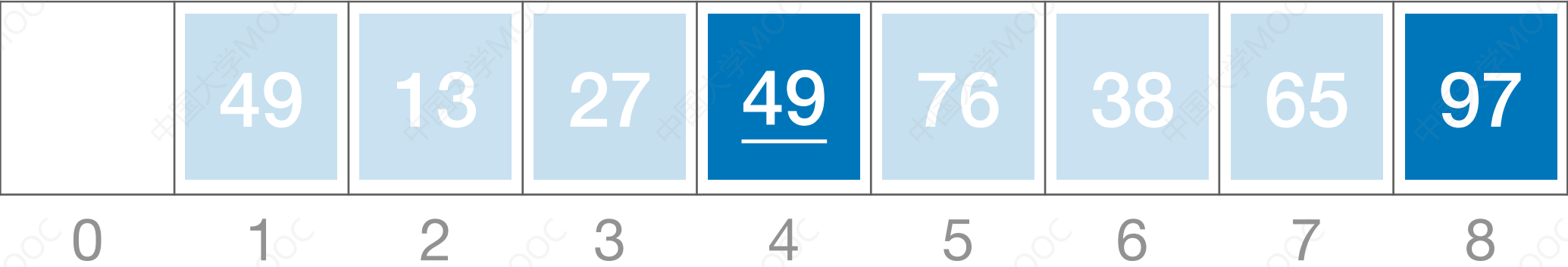
第一趟：d=n/2=4



算法实现

```
//希尔排序
void ShellSort(int A[],int n){
    int d, i, j;
    //A[0]只是暂存单元，不是哨兵，当j<=0时，插入位置已到
    for(d= n/2; d>=1; d=d/2) //步长变化
        for(i=d+1; i<=n; ++i)
            if(A[i]<A[i-d]){ //需将A[i]插入有序增量子表
                A[0]=A[i]; //暂存在A[0]
                for(j= i-d; j>0 && A[0]<A[j]; j-=d)
                    A[j+d]=A[j]; //记录后移，查找插入的位置
                A[j+d]=A[0]; //插入
            }//if
    }
```

第一趟：d=n/2=4



↑
i

算法实现

```
//希尔排序
void ShellSort(int A[],int n){
    int d, i, j;
    //A[0]只是暂存单元，不是哨兵，当j<=0时，插入位置已到
    for(d= n/2; d>=1; d=d/2) //步长变化
        for(i=d+1; i<=n; ++i)
            if(A[i]<A[i-d]){ //需将A[i]插入有序增量子表
                A[0]=A[i]; //暂存在A[0]
                for(j= i-d; j>0 && A[0]<A[j]; j-=d)
                    A[j+d]=A[j]; //记录后移，查找插入的位置
                A[j+d]=A[0]; //插入
            }//if
}
```

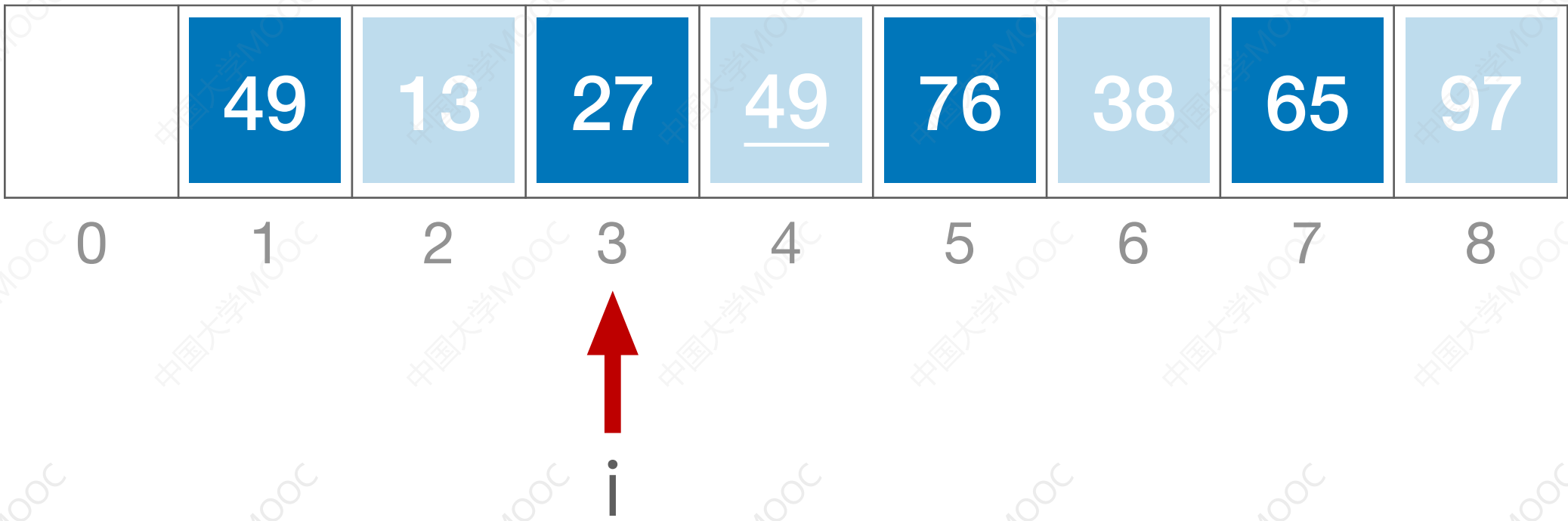
第二趟：d=2

	49	13	27	<u>49</u>	76	38	65	97
0	1	2	3	4	5	6	7	8

算法实现

```
//希尔排序
void ShellSort(int A[],int n){
    int d, i, j;
    //A[0]只是暂存单元，不是哨兵，当j<=0时，插入位置已到
    for(d= n/2; d>=1; d=d/2) //步长变化
        for(i=d+1; i<=n; ++i)
            if(A[i]<A[i-d]){ //需将A[i]插入有序增量子表
                A[0]=A[i]; //暂存在A[0]
                for(j= i-d; j>0 && A[0]<A[j]; j-=d)
                    A[j+d]=A[j]; //记录后移，查找插入的位置
                A[j+d]=A[0]; //插入
            }//if
}
```

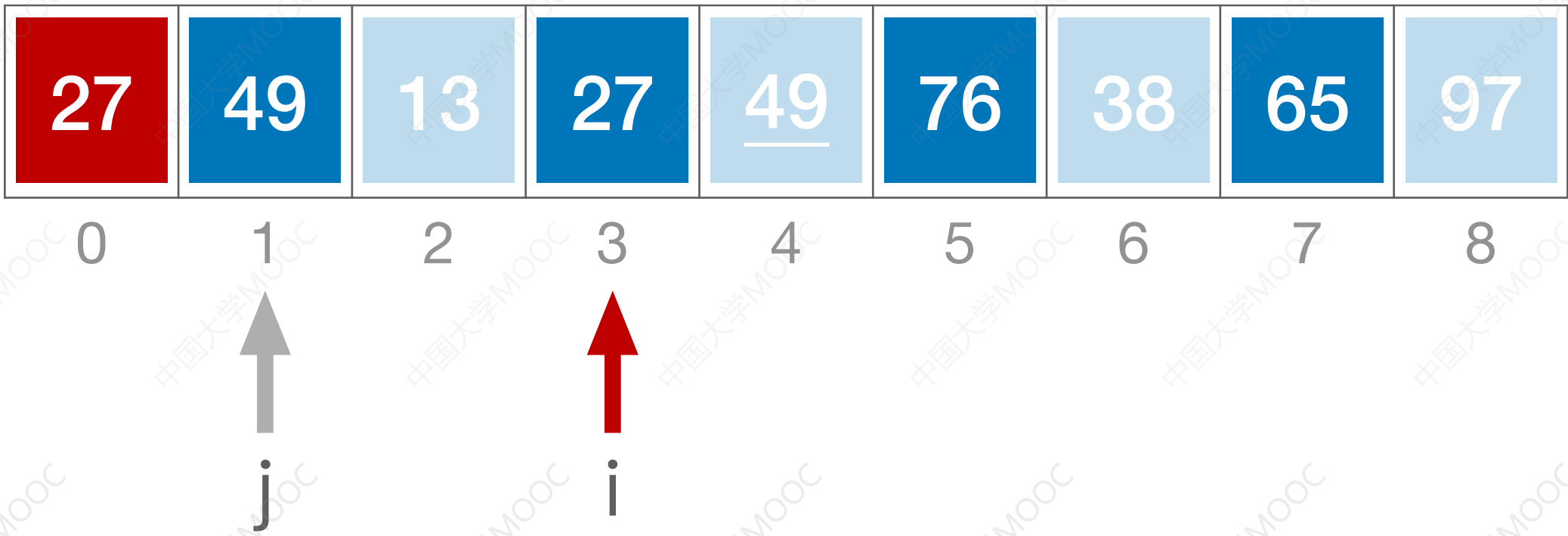
第二趟：d=2



算法实现

```
//希尔排序
void ShellSort(int A[],int n){
    int d, i, j;
    //A[0]只是暂存单元，不是哨兵，当j<=0时，插入位置已到
    for(d= n/2; d>=1; d=d/2) //步长变化
        for(i=d+1; i<=n; ++i)
            if(A[i]<A[i-d]){ //需将A[i]插入有序增量子表
                A[0]=A[i]; //暂存在A[0]
                for(j= i-d; j>0 && A[0]<A[j]; j-=d)
                    A[j+d]=A[j]; //记录后移，查找插入的位置
                A[j+d]=A[0]; //插入
            }//if
}
```

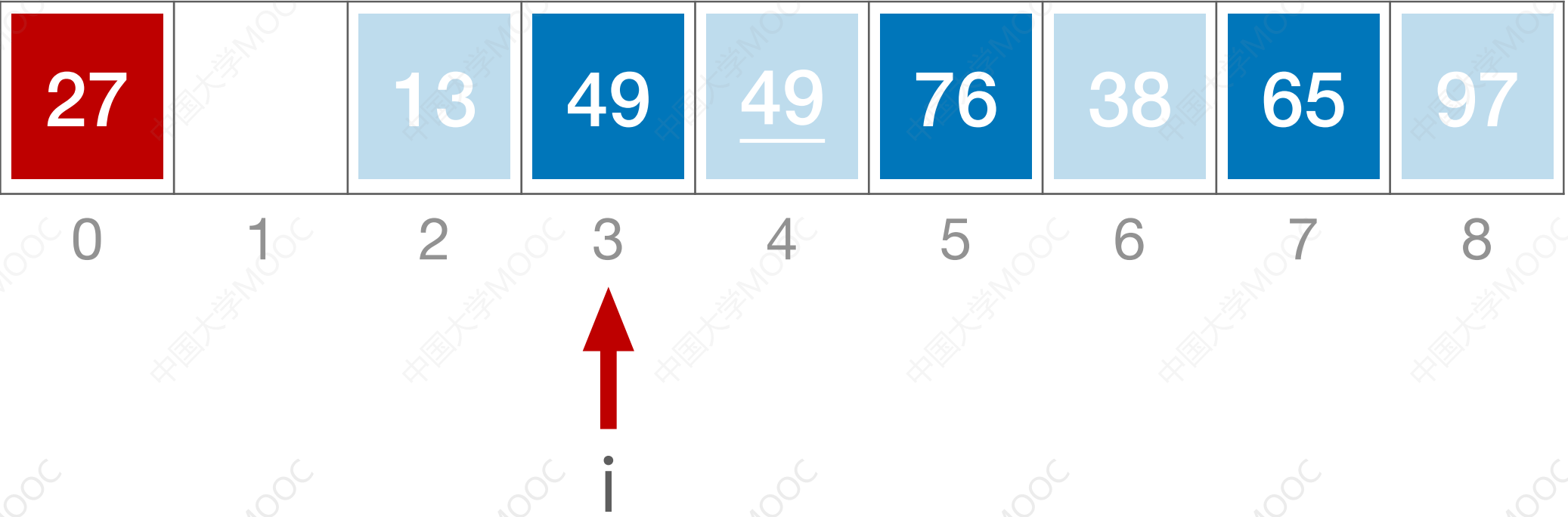
第二趟：d=2



算法实现

```
//希尔排序
void ShellSort(int A[],int n){
    int d, i, j;
    //A[0]只是暂存单元，不是哨兵，当j<=0时，插入位置已到
    for(d= n/2; d>=1; d=d/2) //步长变化
        for(i=d+1; i<=n; ++i)
            if(A[i]<A[i-d]){ //需将A[i]插入有序增量子表
                A[0]=A[i]; //暂存在A[0]
                for(j= i-d; j>0 && A[0]<A[j]; j-=d)
                    A[j+d]=A[j]; //记录后移，查找插入的位置
                A[j+d]=A[0]; //插入
            }//if
}
```

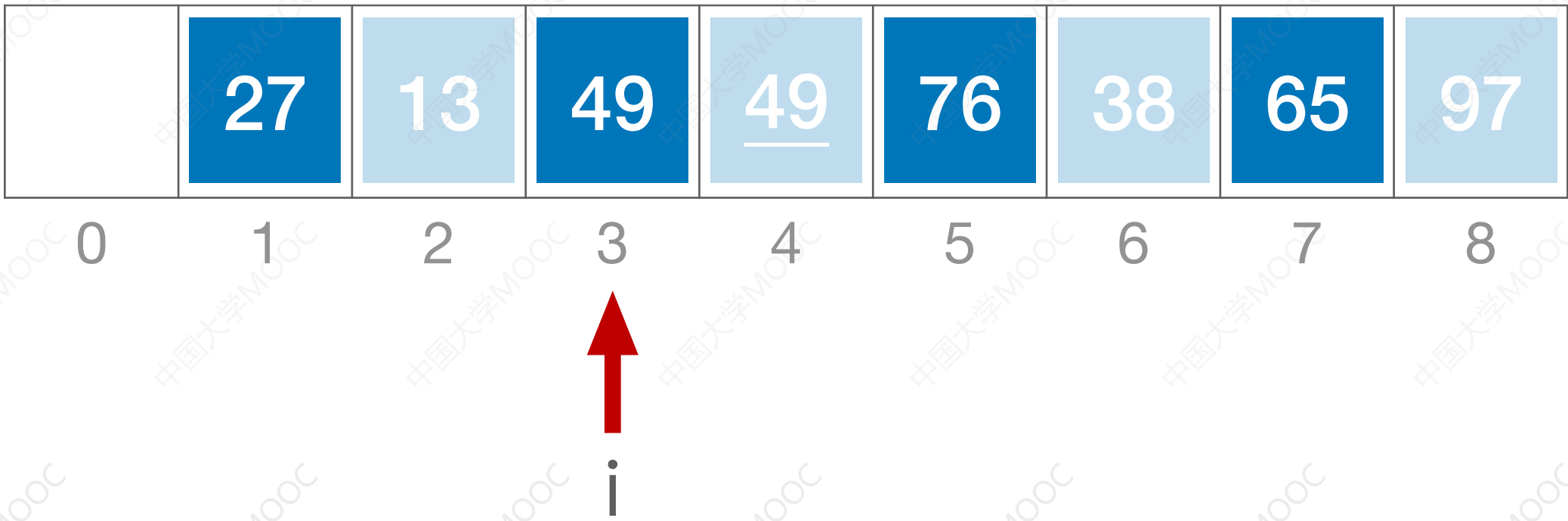
第二趟：d=2



算法实现

```
//希尔排序
void ShellSort(int A[],int n){
    int d, i, j;
    //A[0]只是暂存单元，不是哨兵，当j<=0时，插入位置已到
    for(d= n/2; d>=1; d=d/2) //步长变化
        for(i=d+1; i<=n; ++i)
            if(A[i]<A[i-d]){ //需将A[i]插入有序增量子表
                A[0]=A[i]; //暂存在A[0]
                for(j= i-d; j>0 && A[0]<A[j]; j-=d)
                    A[j+d]=A[j]; //记录后移，查找插入的位置
                A[j+d]=A[0]; //插入
            }//if
}
```

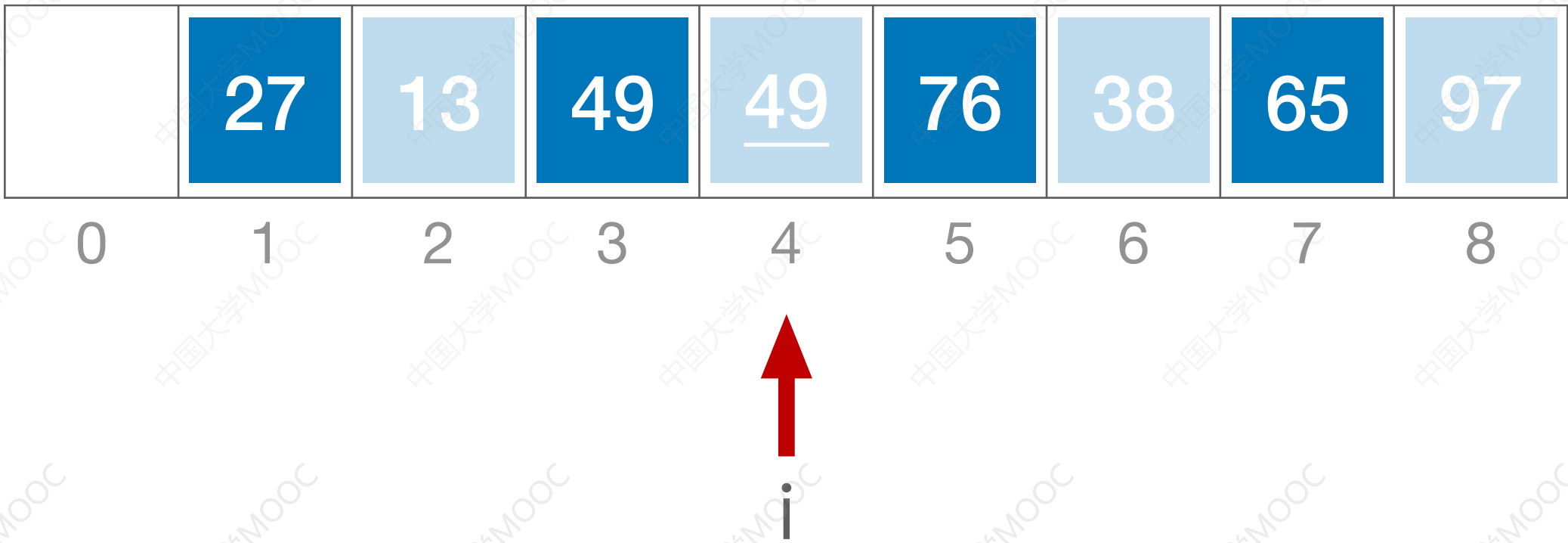
第二趟：d=2



算法实现

```
//希尔排序
void ShellSort(int A[],int n){
    int d, i, j;
    //A[0]只是暂存单元，不是哨兵，当j<=0时，插入位置已到
    for(d= n/2; d>=1; d=d/2) //步长变化
        for(i=d+1; i<=n; ++i)
            if(A[i]<A[i-d]){ //需将A[i]插入有序增量子表
                A[0]=A[i]; //暂存在A[0]
                for(j= i-d; j>0 && A[0]<A[j]; j-=d)
                    A[j+d]=A[j]; //记录后移，查找插入的位置
                A[j+d]=A[0]; //插入
            }//if
}
```

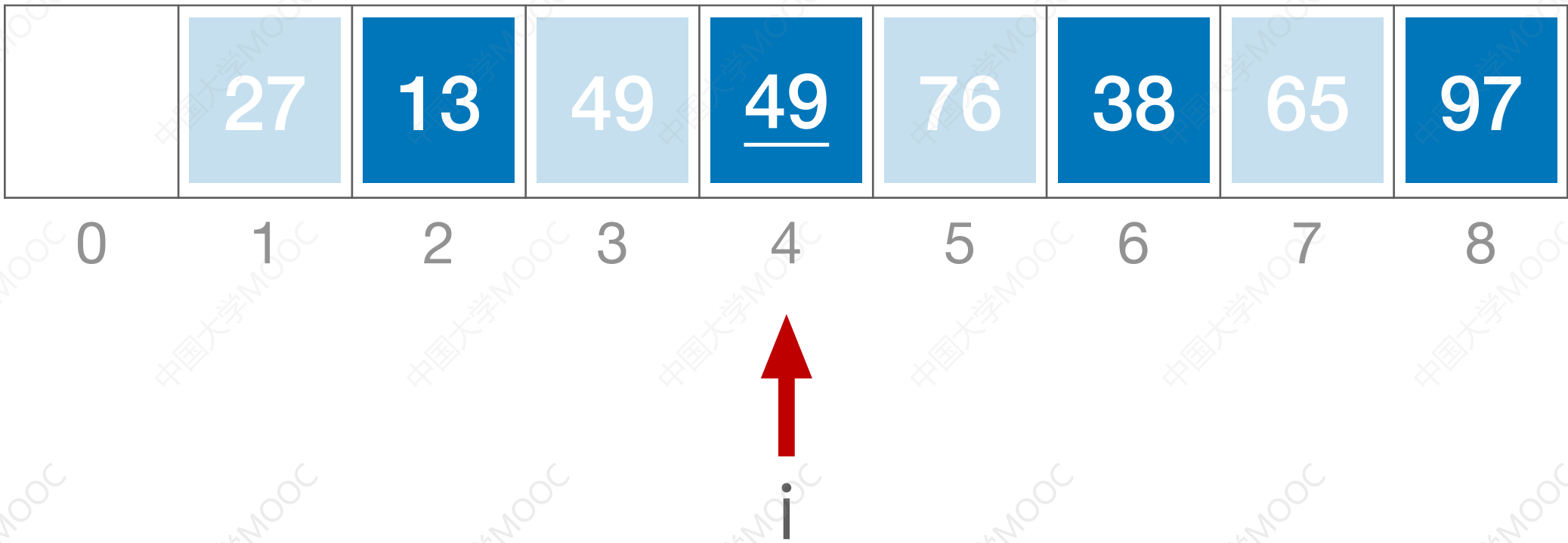
第二趟：d=2



算法实现

```
//希尔排序
void ShellSort(int A[],int n){
    int d, i, j;
    //A[0]只是暂存单元，不是哨兵，当j<=0时，插入位置已到
    for(d= n/2; d>=1; d=d/2) //步长变化
        for(i=d+1; i<=n; ++i)
            if(A[i]<A[i-d]){ //需将A[i]插入有序增量子表
                A[0]=A[i]; //暂存在A[0]
                for(j= i-d; j>0 && A[0]<A[j]; j-=d)
                    A[j+d]=A[j]; //记录后移，查找插入的位置
                A[j+d]=A[0]; //插入
            }//if
}
```

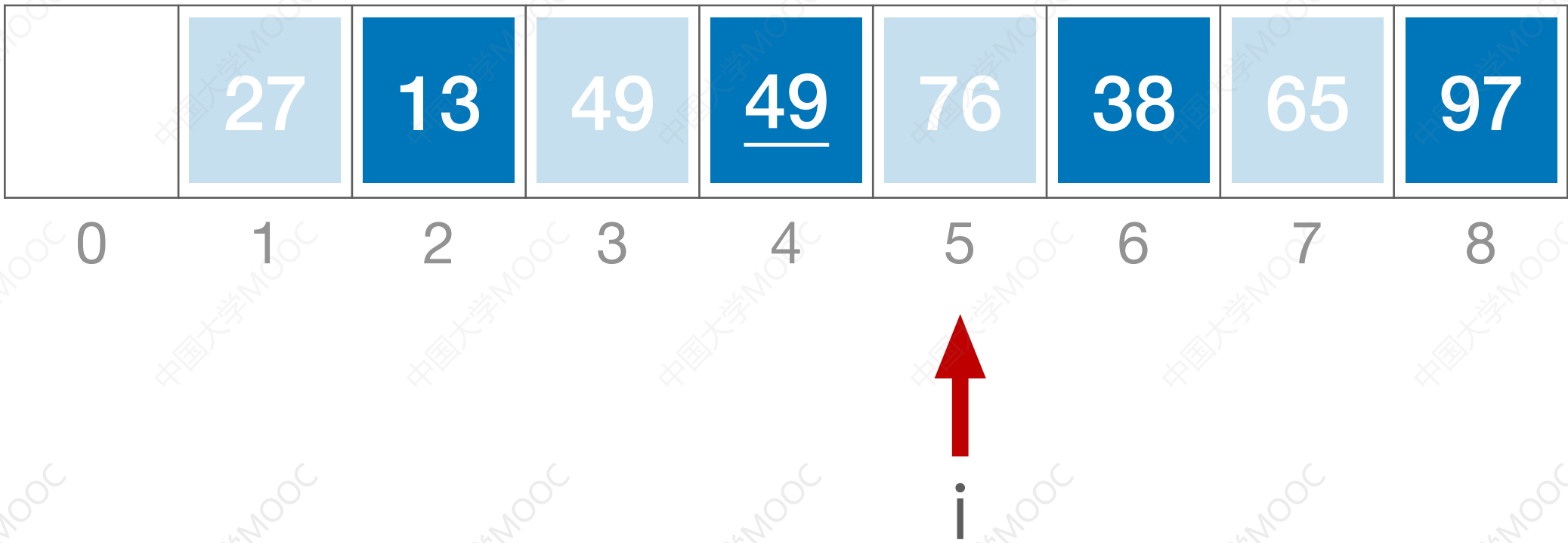
第二趟：d=2



算法实现

```
//希尔排序
void ShellSort(int A[],int n){
    int d, i, j;
    //A[0]只是暂存单元，不是哨兵，当j<=0时，插入位置已到
    for(d= n/2; d>=1; d=d/2) //步长变化
        for(i=d+1; i<=n; ++i)
            if(A[i]<A[i-d]){ //需将A[i]插入有序增量子表
                A[0]=A[i]; //暂存在A[0]
                for(j= i-d; j>0 && A[0]<A[j]; j-=d)
                    A[j+d]=A[j]; //记录后移，查找插入的位置
                A[j+d]=A[0]; //插入
            }//if
}
```

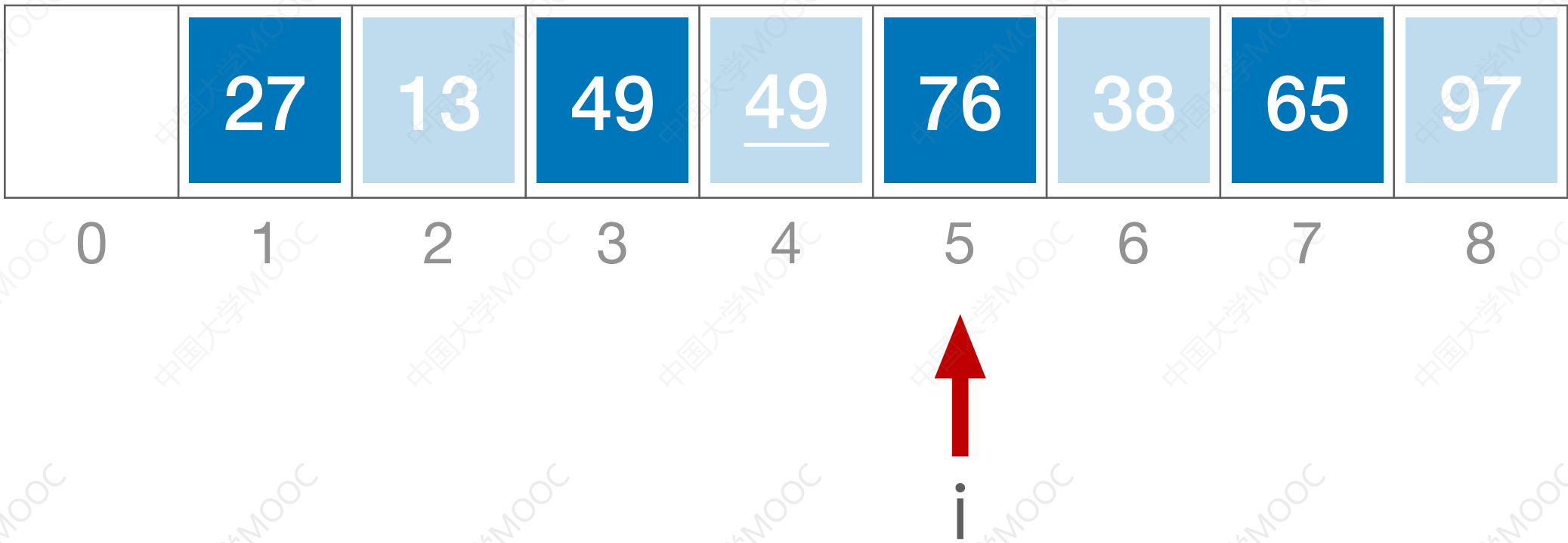
第二趟：d=2



算法实现

```
//希尔排序
void ShellSort(int A[],int n){
    int d, i, j;
    //A[0]只是暂存单元，不是哨兵，当j<=0时，插入位置已到
    for(d= n/2; d>=1; d=d/2) //步长变化
        for(i=d+1; i<=n; ++i)
            if(A[i]<A[i-d]){ //需将A[i]插入有序增量子表
                A[0]=A[i]; //暂存在A[0]
                for(j= i-d; j>0 && A[0]<A[j]; j-=d)
                    A[j+d]=A[j]; //记录后移，查找插入的位置
                A[j+d]=A[0]; //插入
            }//if
}
```

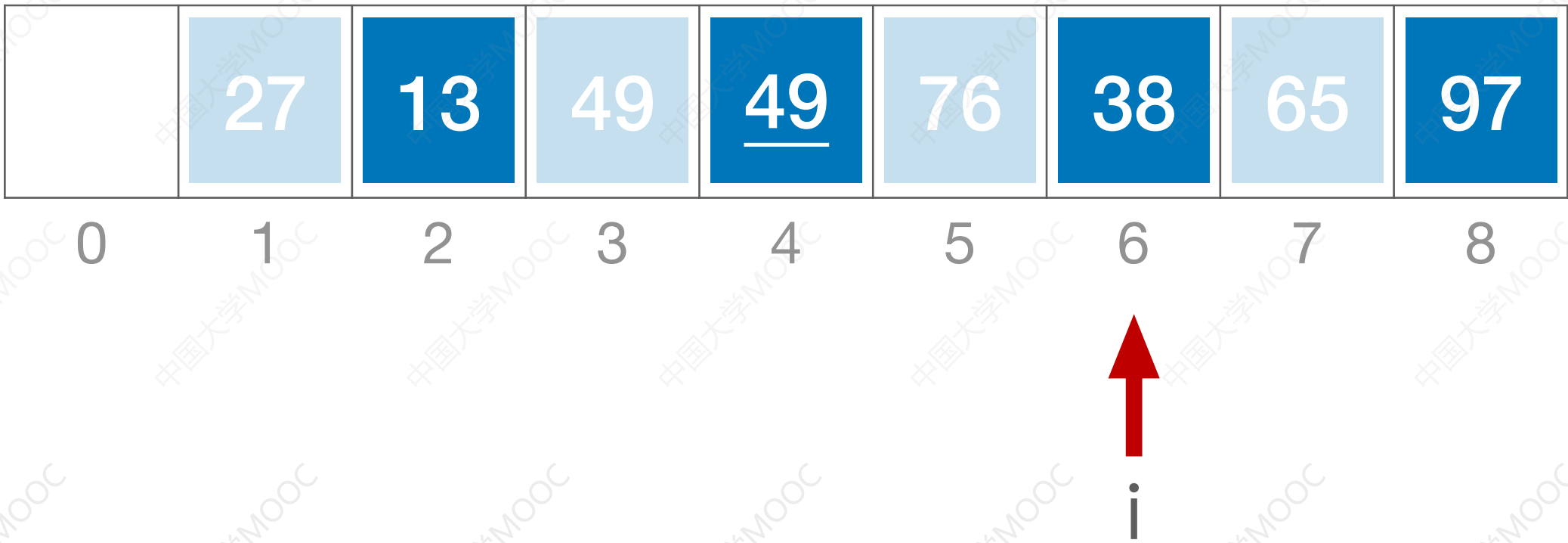
第二趟：d=2



算法实现

```
//希尔排序
void ShellSort(int A[],int n){
    int d, i, j;
    //A[0]只是暂存单元，不是哨兵，当j<=0时，插入位置已到
    for(d= n/2; d>=1; d=d/2) //步长变化
        for(i=d+1; i<=n; ++i)
            if(A[i]<A[i-d]){ //需将A[i]插入有序增量子表
                A[0]=A[i]; //暂存在A[0]
                for(j= i-d; j>0 && A[0]<A[j]; j-=d)
                    A[j+d]=A[j]; //记录后移，查找插入的位置
                A[j+d]=A[0]; //插入
            }//if
}
```

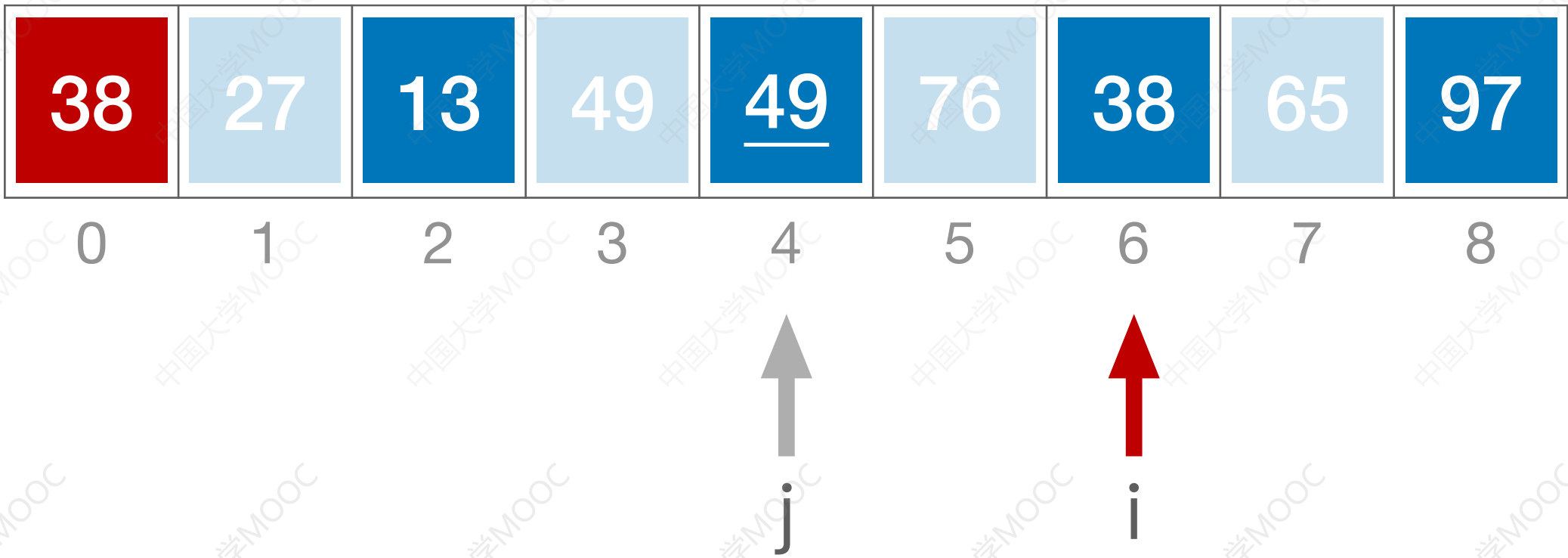
第二趟：d=2



算法实现

```
//希尔排序
void ShellSort(int A[],int n){
    int d, i, j;
    //A[0]只是暂存单元，不是哨兵，当j<=0时，插入位置已到
    for(d= n/2; d>=1; d=d/2) //步长变化
        for(i=d+1; i<=n; ++i)
            if(A[i]<A[i-d]){ //需将A[i]插入有序增量子表
                A[0]=A[i]; //暂存在A[0]
                for(j= i-d; j>0 && A[0]<A[j]; j-=d)
                    A[j+d]=A[j]; //记录后移，查找插入的位置
                A[j+d]=A[0]; //插入
            }//if
}
```

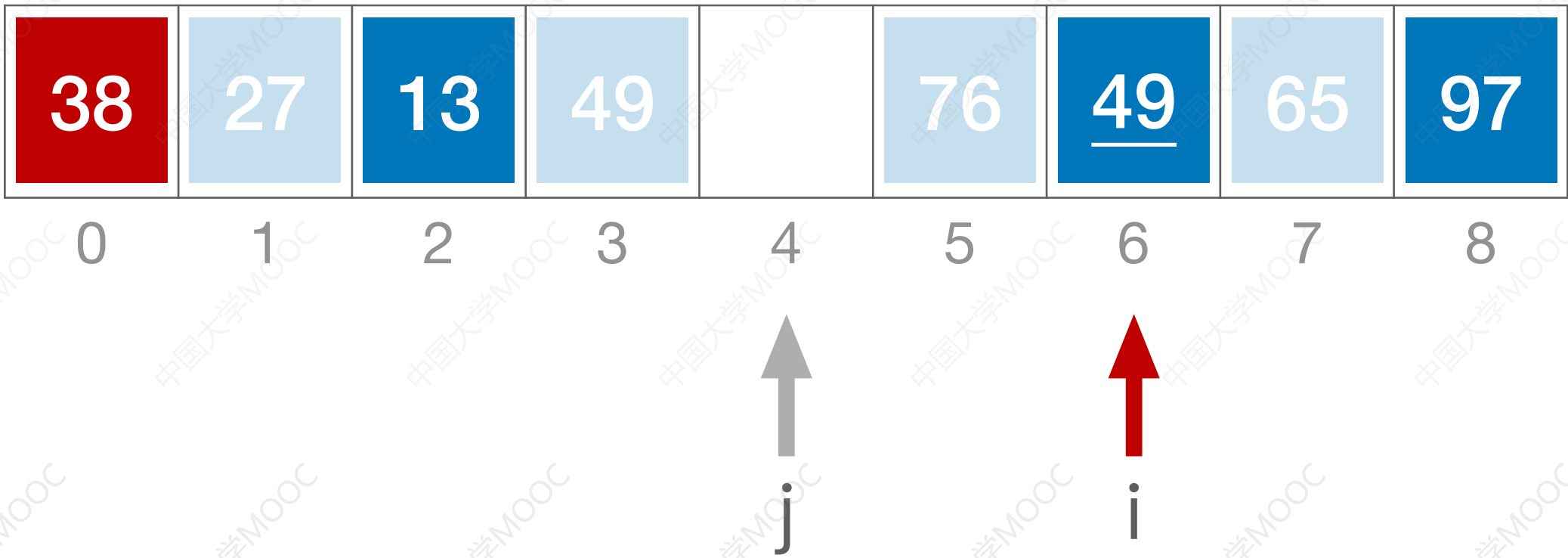
第二趟：d=2



算法实现

```
//希尔排序
void ShellSort(int A[],int n){
    int d, i, j;
    //A[0]只是暂存单元，不是哨兵，当j<=0时，插入位置已到
    for(d= n/2; d>=1; d=d/2) //步长变化
        for(i=d+1; i<=n; ++i)
            if(A[i]<A[i-d]){ //需将A[i]插入有序增量子表
                A[0]=A[i]; //暂存在A[0]
                for(j= i-d; j>0 && A[0]<A[j]; j-=d)
                    A[j+d]=A[j]; //记录后移，查找插入的位置
                A[j+d]=A[0]; //插入
            }//if
}
```

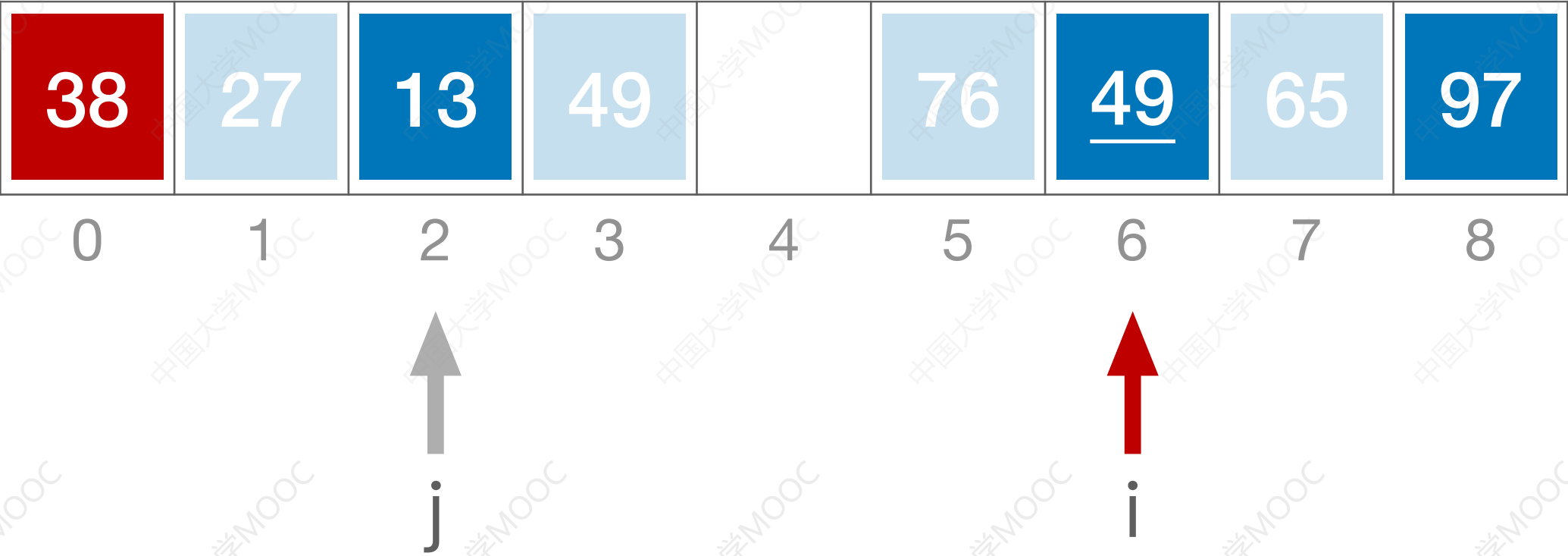
第二趟：d=2



算法实现

```
//希尔排序
void ShellSort(int A[],int n){
    int d, i, j;
    //A[0]只是暂存单元，不是哨兵，当j<=0时，插入位置已到
    for(d= n/2; d>=1; d=d/2) //步长变化
        for(i=d+1; i<=n; ++i)
            if(A[i]<A[i-d]){ //需将A[i]插入有序增量子表
                A[0]=A[i]; //暂存在A[0]
                for(j= i-d; j>0 && A[0]<A[j]; j-=d)
                    A[j+d]=A[j]; //记录后移，查找插入的位置
                A[j+d]=A[0]; //插入
            }//if
}
```

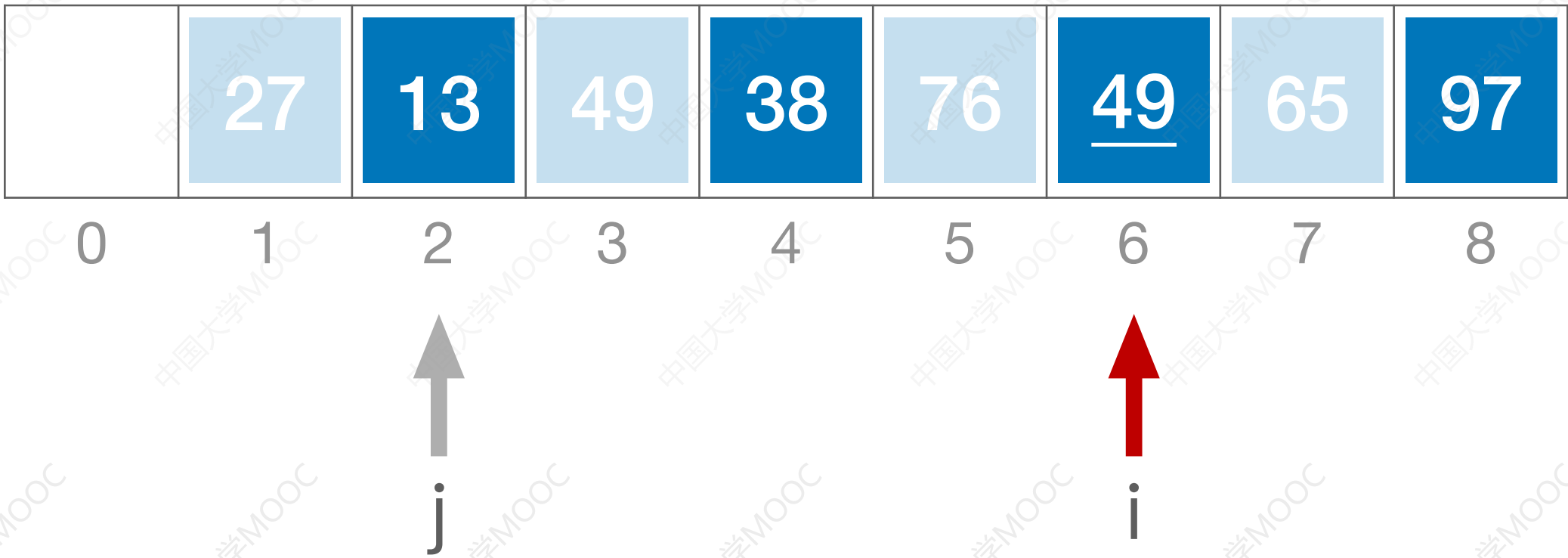
第二趟：d=2



算法实现

```
//希尔排序
void ShellSort(int A[],int n){
    int d, i, j;
    //A[0]只是暂存单元，不是哨兵，当j<=0时，插入位置已到
    for(d= n/2; d>=1; d=d/2) //步长变化
        for(i=d+1; i<=n; ++i)
            if(A[i]<A[i-d]){ //需将A[i]插入有序增量子表
                A[0]=A[i]; //暂存在A[0]
                for(j= i-d; j>0 && A[0]<A[j]; j-=d)
                    A[j+d]=A[j]; //记录后移，查找插入的位置
                A[j+d]=A[0]; //插入
            }//if
}
```

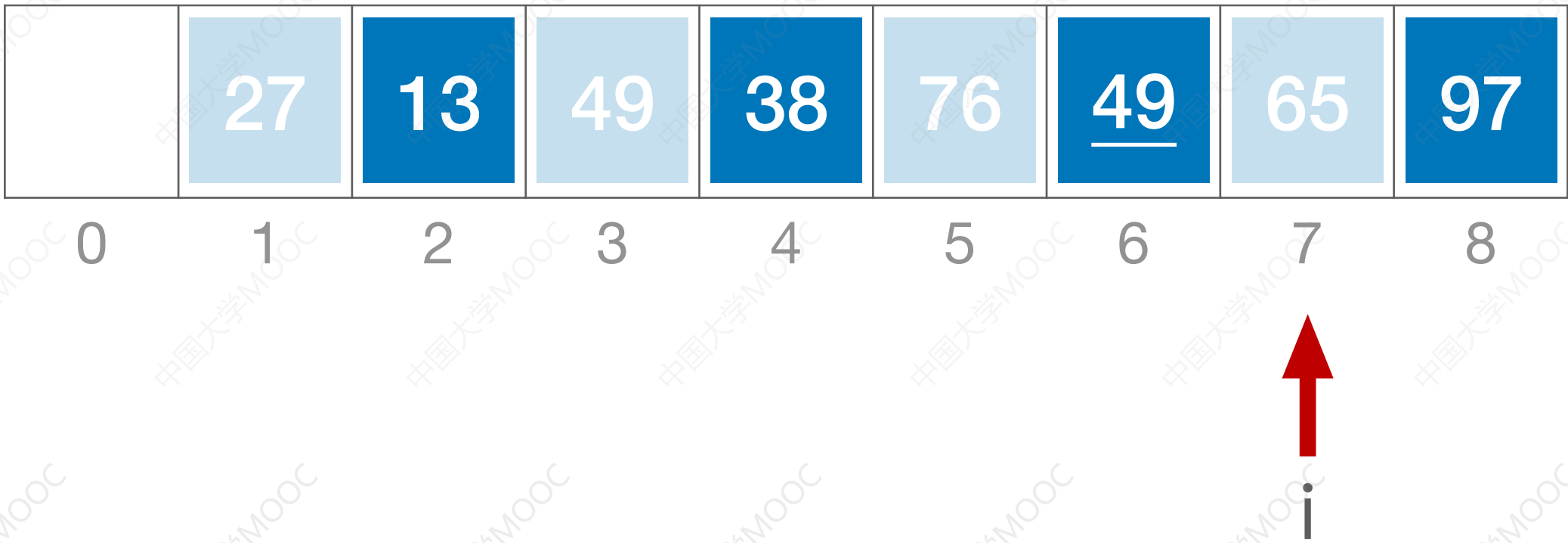
第二趟：d=2



算法实现

```
//希尔排序
void ShellSort(int A[],int n){
    int d, i, j;
    //A[0]只是暂存单元，不是哨兵，当j<=0时，插入位置已到
    for(d= n/2; d>=1; d=d/2) //步长变化
        for(i=d+1; i<=n; ++i)
            if(A[i]<A[i-d]){ //需将A[i]插入有序增量子表
                A[0]=A[i]; //暂存在A[0]
                for(j= i-d; j>0 && A[0]<A[j]; j-=d)
                    A[j+d]=A[j]; //记录后移，查找插入的位置
                A[j+d]=A[0]; //插入
            }//if
}
```

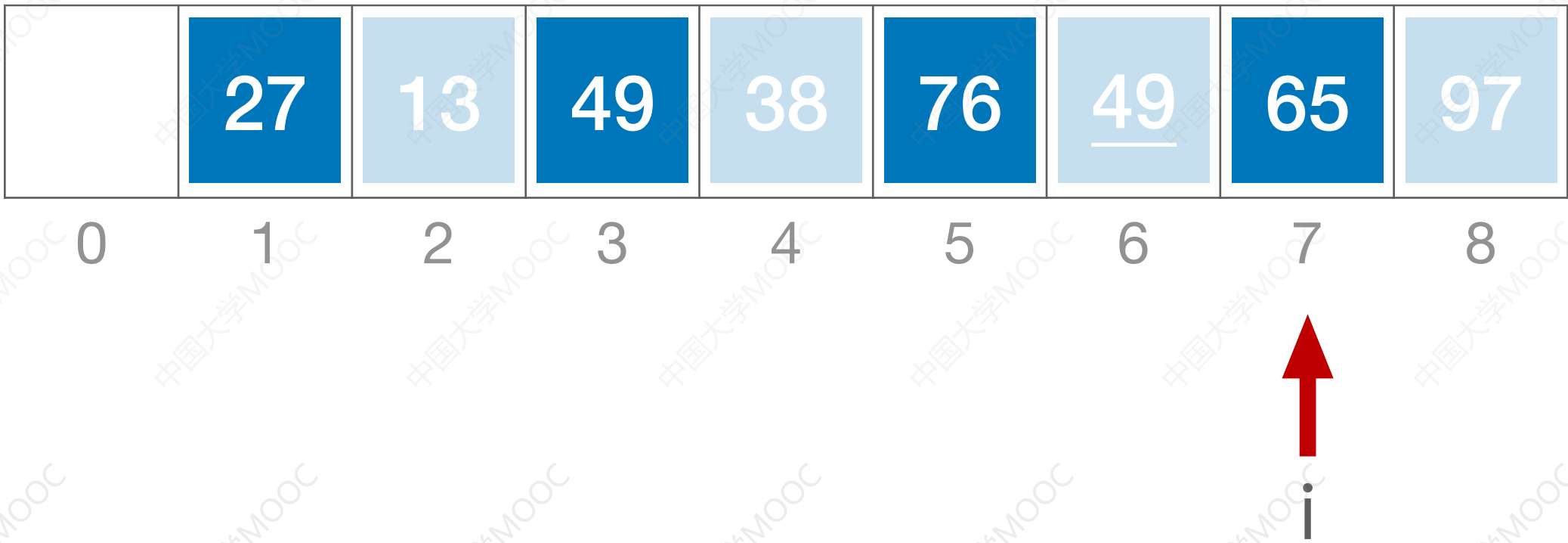
第二趟：d=2



算法实现

```
//希尔排序
void ShellSort(int A[],int n){
    int d, i, j;
    //A[0]只是暂存单元，不是哨兵，当j<=0时，插入位置已到
    for(d= n/2; d>=1; d=d/2) //步长变化
        for(i=d+1; i<=n; ++i)
            if(A[i]<A[i-d]){ //需将A[i]插入有序增量子表
                A[0]=A[i]; //暂存在A[0]
                for(j= i-d; j>0 && A[0]<A[j]; j-=d)
                    A[j+d]=A[j]; //记录后移，查找插入的位置
                A[j+d]=A[0]; //插入
            }//if
}
```

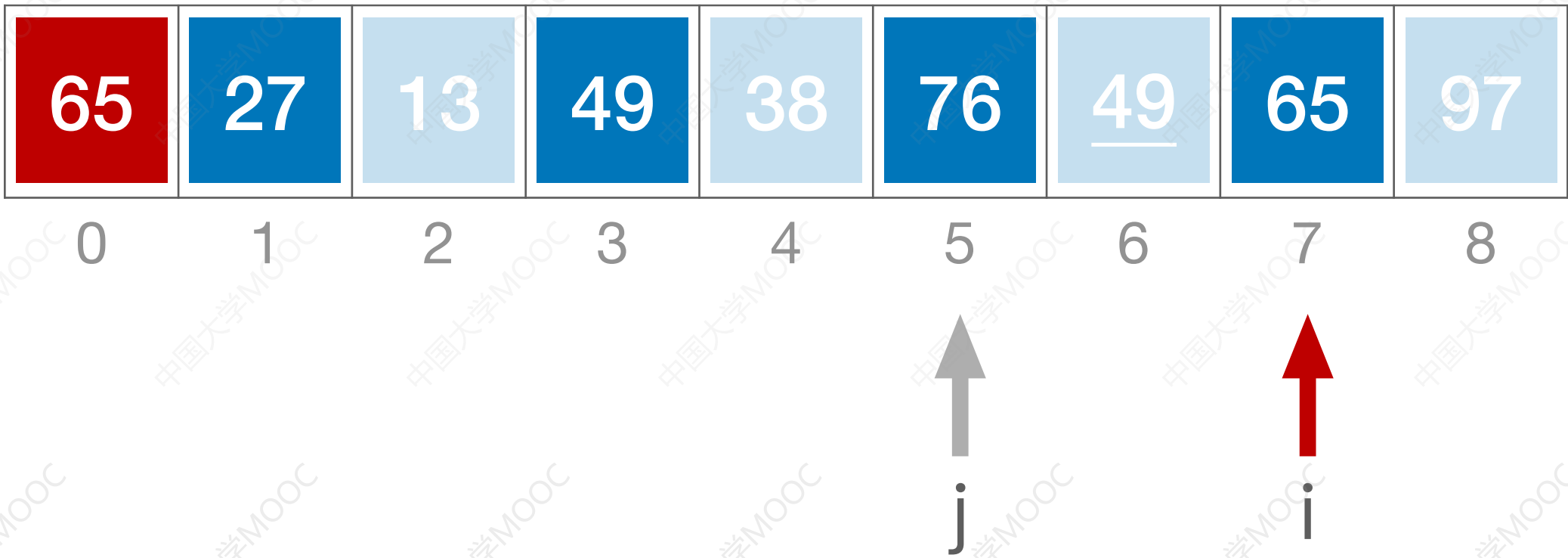
第二趟：d=2



算法实现

```
//希尔排序
void ShellSort(int A[],int n){
    int d, i, j;
    //A[0]只是暂存单元，不是哨兵，当j<=0时，插入位置已到
    for(d= n/2; d>=1; d=d/2) //步长变化
        for(i=d+1; i<=n; ++i)
            if(A[i]<A[i-d]){ //需将A[i]插入有序增量子表
                A[0]=A[i]; //暂存在A[0]
                for(j= i-d; j>0 && A[0]<A[j]; j-=d)
                    A[j+d]=A[j]; //记录后移，查找插入的位置
                A[j+d]=A[0]; //插入
            }//if
}
```

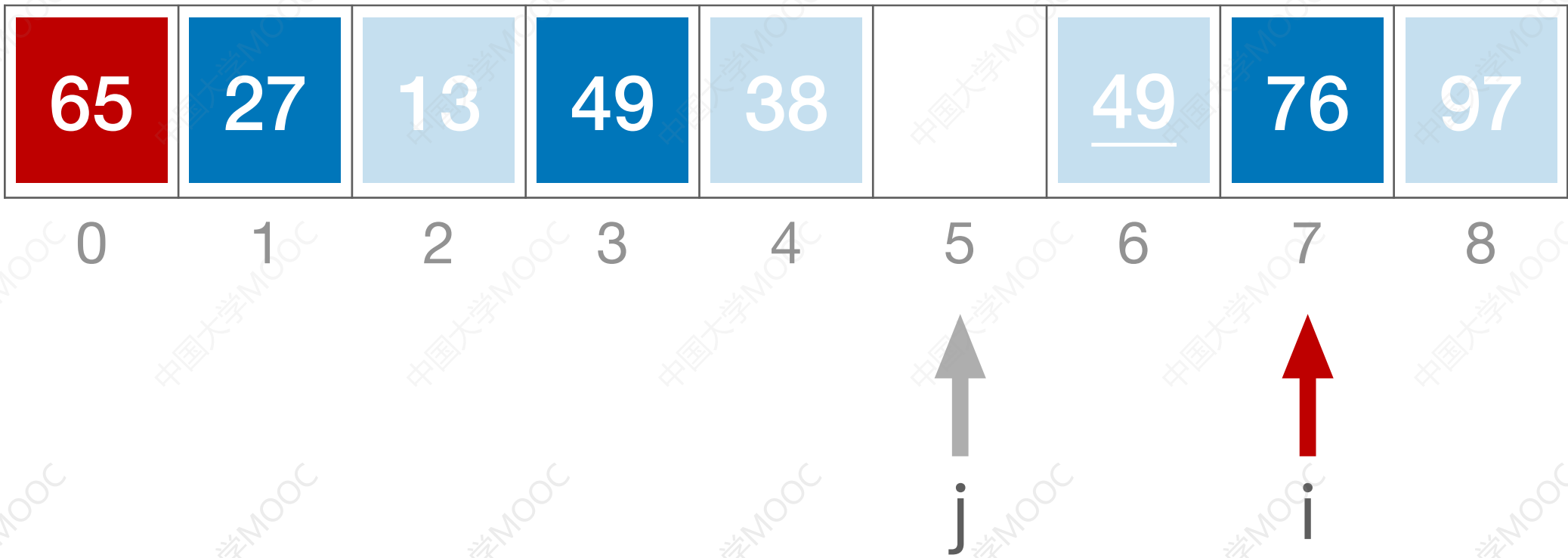
第二趟：d=2



算法实现

```
//希尔排序
void ShellSort(int A[],int n){
    int d, i, j;
    //A[0]只是暂存单元，不是哨兵，当j<=0时，插入位置已到
    for(d= n/2; d>=1; d=d/2) //步长变化
        for(i=d+1; i<=n; ++i)
            if(A[i]<A[i-d]){ //需将A[i]插入有序增量子表
                A[0]=A[i]; //暂存在A[0]
                for(j= i-d; j>0 && A[0]<A[j]; j-=d)
                    A[j+d]=A[j]; //记录后移，查找插入的位置
                A[j+d]=A[0]; //插入
            }//if
}
```

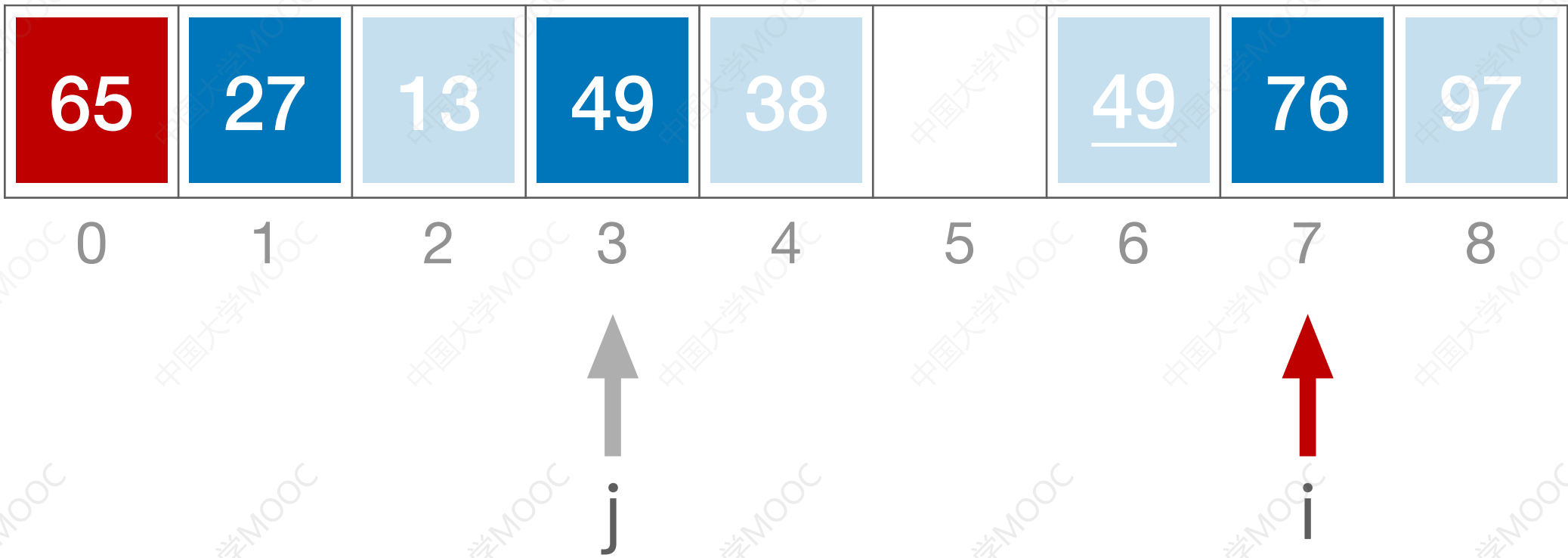
第二趟：d=2



算法实现

```
//希尔排序
void ShellSort(int A[],int n){
    int d, i, j;
    //A[0]只是暂存单元，不是哨兵，当j<=0时，插入位置已到
    for(d= n/2; d>=1; d=d/2) //步长变化
        for(i=d+1; i<=n; ++i)
            if(A[i]<A[i-d]){ //需将A[i]插入有序增量子表
                A[0]=A[i]; //暂存在A[0]
                for(j= i-d; j>0 && A[0]<A[j]; j-=d)
                    A[j+d]=A[j]; //记录后移，查找插入的位置
                A[j+d]=A[0]; //插入
            }//if
}
```

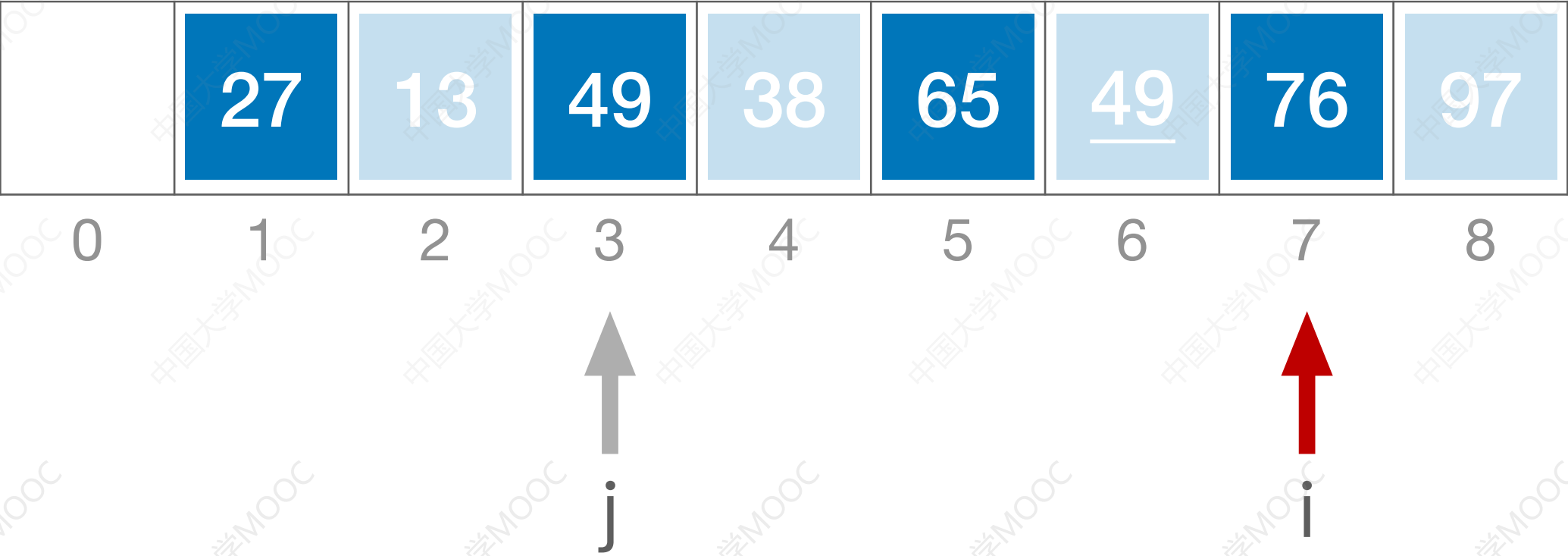
第二趟：d=2



算法实现

```
//希尔排序
void ShellSort(int A[],int n){
    int d, i, j;
    //A[0]只是暂存单元，不是哨兵，当j<=0时，插入位置已到
    for(d= n/2; d>=1; d=d/2) //步长变化
        for(i=d+1; i<=n; ++i)
            if(A[i]<A[i-d]){ //需将A[i]插入有序增量子表
                A[0]=A[i]; //暂存在A[0]
                for(j= i-d; j>0 && A[0]<A[j]; j-=d)
                    A[j+d]=A[j]; //记录后移，查找插入的位置
                A[j+d]=A[0]; //插入
            }//if
}
```

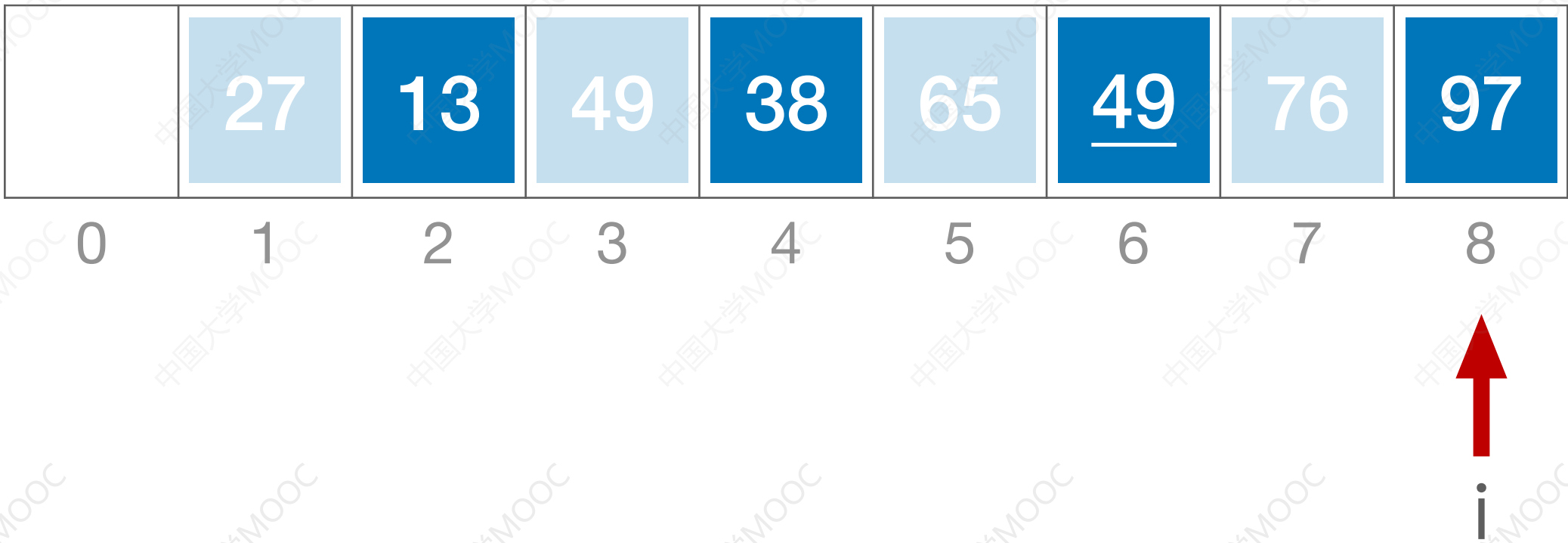
第二趟：d=2



算法实现

```
//希尔排序
void ShellSort(int A[],int n){
    int d, i, j;
    //A[0]只是暂存单元，不是哨兵，当j<=0时，插入位置已到
    for(d= n/2; d>=1; d=d/2) //步长变化
        for(i=d+1; i<=n; ++i)
            if(A[i]<A[i-d]){ //需将A[i]插入有序增量子表
                A[0]=A[i]; //暂存在A[0]
                for(j= i-d; j>0 && A[0]<A[j]; j-=d)
                    A[j+d]=A[j]; //记录后移，查找插入的位置
                A[j+d]=A[0]; //插入
            }//if
}
```

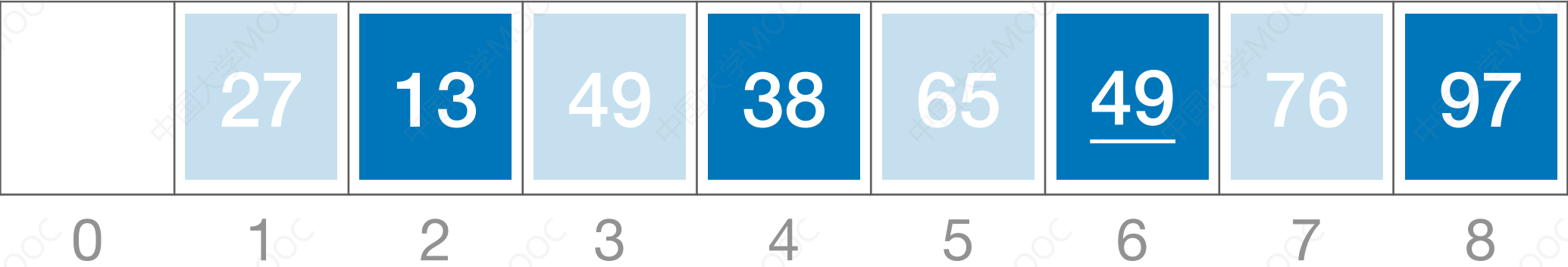
第二趟：d=2



算法实现

```
//希尔排序
void ShellSort(int A[],int n){
    int d, i, j;
    //A[0]只是暂存单元，不是哨兵，当j<=0时，插入位置已到
    for(d= n/2; d>=1; d=d/2) //步长变化
        for(i=d+1; i<=n; ++i)
            if(A[i]<A[i-d]){ //需将A[i]插入有序增量子表
                A[0]=A[i]; //暂存在A[0]
                for(j= i-d; j>0 && A[0]<A[j]; j-=d)
                    A[j+d]=A[j]; //记录后移，查找插入的位置
                A[j+d]=A[0]; //插入
            }//if
}
```

第二趟：d=2

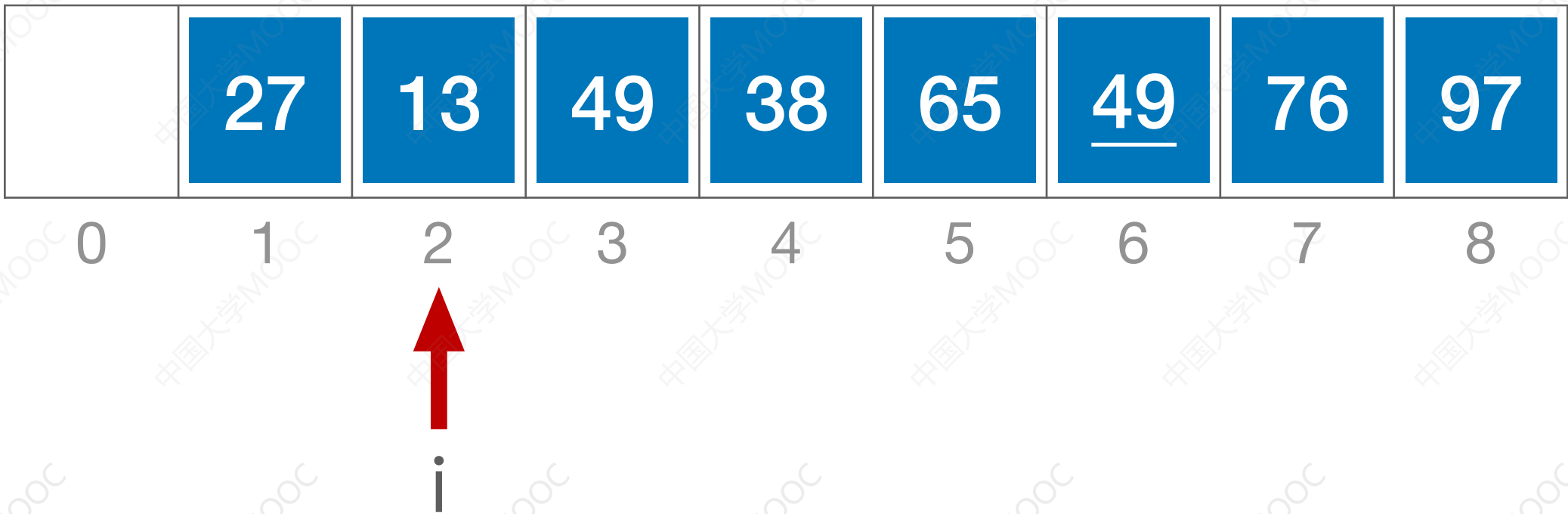


↑
i

算法实现

```
//希尔排序
void ShellSort(int A[],int n){
    int d, i, j;
    //A[0]只是暂存单元，不是哨兵，当j<=0时，插入位置已到
    for(d= n/2; d>=1; d=d/2) //步长变化
        for(i=d+1; i<=n; ++i)
            if(A[i]<A[i-d]){ //需将A[i]插入有序增量子表
                A[0]=A[i]; //暂存在A[0]
                for(j= i-d; j>0 && A[0]<A[j]; j-=d)
                    A[j+d]=A[j]; //记录后移，查找插入的位置
                A[j+d]=A[0]; //插入
            }//if
}
```

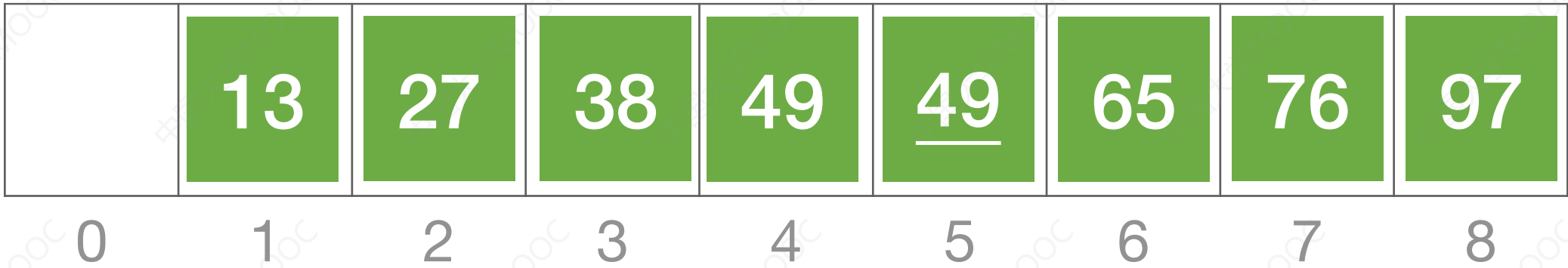
第三趟：d=1



算法实现

```
//希尔排序
void ShellSort(int A[],int n){
    int d, i, j;
    //A[0]只是暂存单元，不是哨兵，当j<=0时，插入位置已到
    for(d= n/2; d>=1; d=d/2) //步长变化
        for(i=d+1; i<=n; ++i)
            if(A[i]<A[i-d]){ //需将A[i]插入有序增量子表
                A[0]=A[i]; //暂存在A[0]
                for(j= i-d; j>0 && A[0]<A[j]; j-=d)
                    A[j+d]=A[j]; //记录后移，查找插入的位置
                A[j+d]=A[0]; //插入
            }//if
}
```

第三趟：d=1



算法性能分析

空间复杂度: $O(1)$

	49	38	65	97	76	13	27	<u>49</u>
0	1	2	3	4	5	6	7	8

第一趟: $d_1=n/2=4$

49	13	27	<u>49</u>	76	38	65	97
----	----	----	-----------	----	----	----	----

第二趟: $d_2=d_1/2=2$

27	13	49	38	65	<u>49</u>	76	97
----	----	----	----	----	-----------	----	----

第三趟: $d_3=d_2/2=1$

13	27	38	49	<u>49</u>	65	76	97
----	----	----	----	-----------	----	----	----

第一趟: $d_1=3$

27	38	13	49	<u>49</u>	65	97	76
----	----	----	----	-----------	----	----	----

第二趟: $d_2=1$

13	27	38	49	<u>49</u>	65	76	97
----	----	----	----	-----------	----	----	----



时间复杂度: 和增量序列 d_1, d_2, d_3, \dots 的选择有关, 目前无法用数学手段证明确切的时间复杂度
最坏时间复杂度为 $O(n^2)$, 当 n 在某个范围内时, 可达 $O(n^{1.3})$

算法性能分析



原始序列:

65	49	<u>49</u>
----	----	-----------

第一趟: $d=2$

<u>49</u>	49	65
-----------	----	----

第二趟: $d=1$

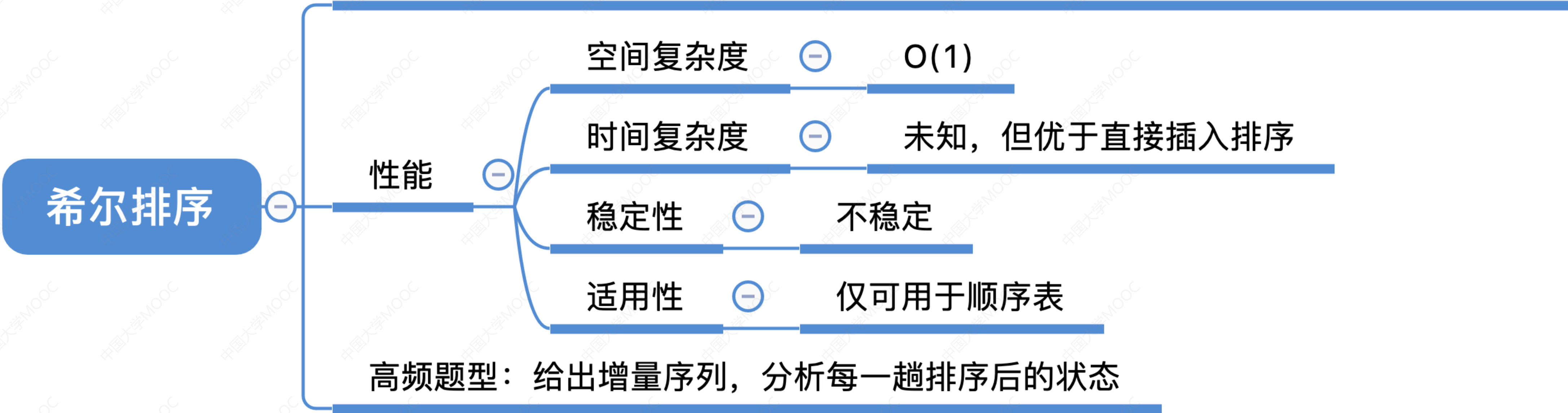
<u>49</u>	49	65
-----------	----	----

稳定性: 不稳定!

适用性: 仅适用于顺序表, 不适用于链表

知识回顾与重要考点

先将待排序表分割成若干形如 $L[i, i + d, i + 2d, \dots, i + kd]$ 的“特殊”子表，对各个子表分别进行直接插入排序。缩小增量 d ，重复上述过程，直到 $d=1$ 为止。

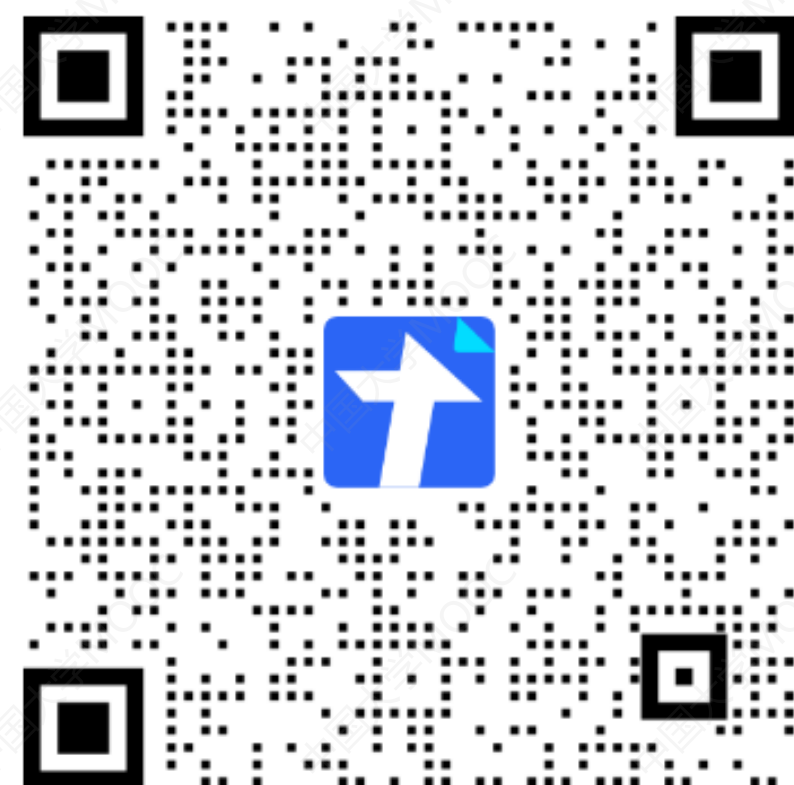


欢迎大家对本节视频进行评价~



学员评分：8.2.3 希尔排序

扫一扫二维码打开或分享给好友



— 腾讯文档 —

可多人实时在线编辑，权限安全可控



公众号：王道在线



b站：王道计算机教育



抖音：王道计算机考研