



《代码随想录》作者：[程序员Carl](#)

- 代码随想录官网（网站持续更新优化内容，建议直接看网站）：[www.programmercarl.com](http://www.programmercarl.com)
- 代码随想录[Github开源地址](#)
- [代码随想录算法公开课](#)，代码随想录的全部内容将由我（[程序员Carl](#)）视频讲解并免费开放给大家。
- [《代码随想录》](#) 已经出版。
- [代码随想录知识星球](#) 上万录友在这里学习
- [代码随想录算法训练营](#) 帮助录友高效刷完代码随想录。
- 微信公众号：[代码随想录](#)
- 组队刷题，可以添加[代码随想录官方微信](#)
- ACM模式练习，推荐：[卡码网](#)

特别提示：PDF仅提供C++语言版本同时PDF中很多动图无法加载，其他编程语言版本和查看动图可以移步至[代码随想录官方网站](#)查看。

## 1. 数组理论基础

数组是非常基础的数据结构，在面试中，考察数组的题目一般在思维上都不难，主要是考察对代码的掌控能力  
也就是说，想法很简单，但实现起来可能就不是那么回事了。

首先要知道数组在内存中的存储方式，这样才能真正理解数组相关的面试题

数组是存放在连续内存空间上的相同类型数据的集合。

数组可以方便的通过下标索引的方式获取到下标下对应的数据。

举一个字符数组的例子，如图所示：

内存地址:	100	101	102	103	104	105	106	107
字符数组:	S	A	B	J	H	J	A	B
下标:	0	1	2	3	4	5	6	7

需要两点注意的是

- 数组下标都是从0开始的。
- 数组内存空间的地址是连续的

正是因为数组的在内存空间的地址是连续的，所以我们在删除或者增添元素的时候，就难免要移动其他元素的地址。

例如删除下标为3的元素，需要对下标为3的元素后面的所有元素都要做移动操作，如图所示：

删除下标为3的元素

删除后的数组

内存地址:	100	101	102	103	104	105	106	107
字符数组:	S	A	B	J	H	J	A	B
下标:	0	1	2	3	4	5	6	7

100	101	102	103	104	105	106
S	A	B	H	J	A	B
0	1	2	3	4	5	6

而且大家如果使用C++的话，要注意vector 和 array的区别，vector的底层实现是array，严格来讲vector是容器，不是数组。

数组的元素是不能删的，只能覆盖。

那么二维数组直接上图，大家应该就知道怎么回事了

		列 (第二索引)			
		0	1	2	3
行 (第一索引)	0	3	4	2	8
	1	4	5	6	2
	2	4	5	2	4

那么二维数组在内存的空间地址是连续的么？

不同编程语言的内存管理是不一样的，以C++为例，在C++中二维数组是连续分布的。

我们来做一个实验，C++测试代码如下：

```
void test_arr() {
    int array[2][3] = {
        {0, 1, 2},
        {3, 4, 5}
    };
    cout << &array[0][0] << " " << &array[0][1] << " " << &array[0][2] << endl;
    cout << &array[1][0] << " " << &array[1][1] << " " << &array[1][2] << endl;
}

int main() {
    test_arr();
}
```

测试地址为

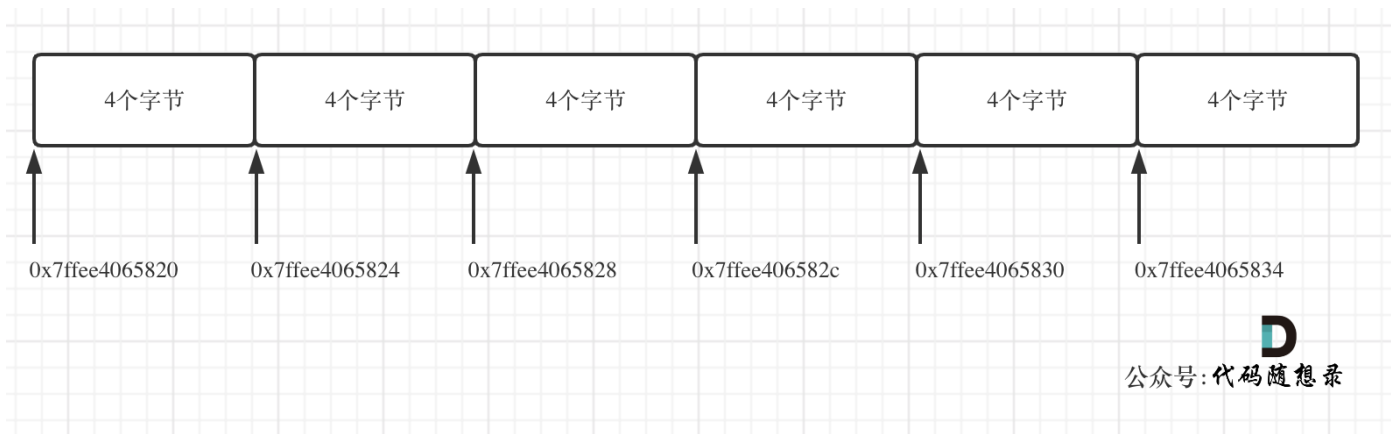
```
0x7ffee4065820 0x7ffee4065824 0x7ffee4065828
0x7ffee406582c 0x7ffee4065830 0x7ffee4065834
```

注意地址为16进制，可以看出二维数组地址是连续一条线的。

一些录友可能看不懂内存地址，我就简单介绍一下，0x7ffee4065820 与 0x7ffee4065824 差了一个4，就是4个字节，因为这是一个int型的数组，所以两个相邻数组元素地址差4个字节。

0x7ffee4065828 与 0x7ffee406582c 也是差了4个字节，在16进制里8 + 4 = c，c就是12。

如图：



所以可以看出在C++中二维数组在地址空间上是连续的。

像Java是没有指针的，同时也不对程序员暴露其元素的地址，寻址操作完全交给虚拟机。

所以看不到每个元素的地址情况，这里我以Java为例，也做一个实验。

```
public static void test_arr() {
    int[][] arr = {{1, 2, 3}, {3, 4, 5}, {6, 7, 8}, {9,9,9}};
    System.out.println(arr[0]);
    System.out.println(arr[1]);
    System.out.println(arr[2]);
    System.out.println(arr[3]);
}
```

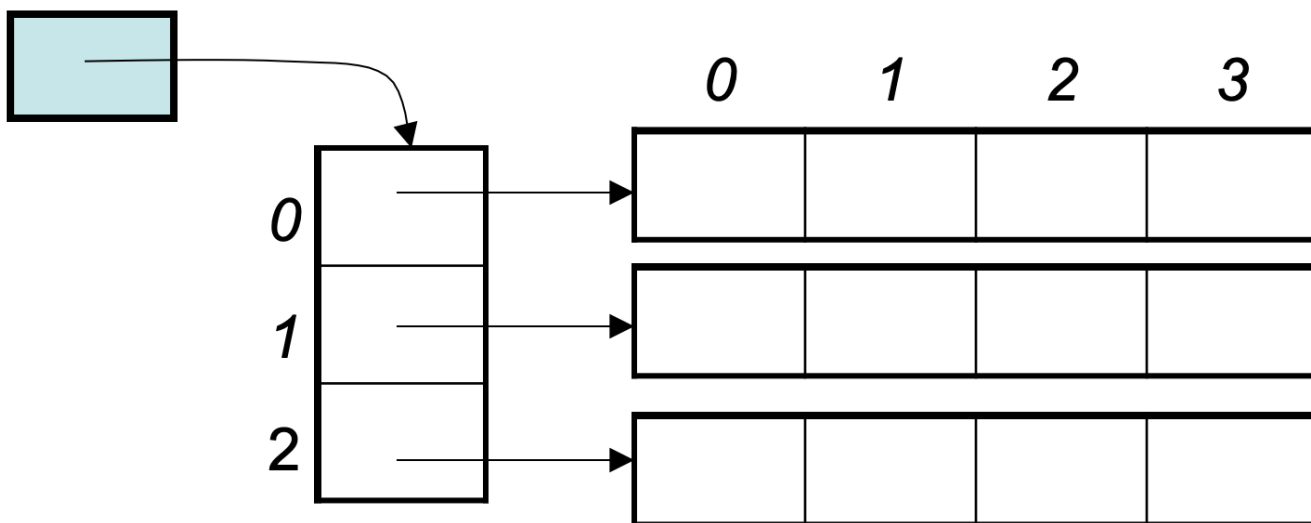
输出的地址为：

```
[I@7852e922
[I@4e25154f
[I@70dea4e
[I@5c647e05
```

这里的数值也是16进制，这不是真正的地址，而是经过处理过后的数值了，我们也可以看出，二维数组的每一行头结点的地址是没有规则的，更谈不上连续。

所以java的二维数组可能是如下排列的方式：

```
int[][] rating = new int[3][4];
```



这里面试中数组相关的理论知识就介绍完了。

## 2. 二分查找

[力扣题目链接](#)

给定一个  $n$  个元素有序的（升序）整型数组 `nums` 和一个目标值 `target`，写一个函数搜索 `nums` 中的 `target`，如果目标值存在返回下标，否则返回 `-1`。

示例 1:

```
输入: nums = [-1,0,3,5,9,12], target = 9
输出: 4
解释: 9 出现在 nums 中并且下标为 4
```

示例 2:

```
输入: nums = [-1,0,3,5,9,12], target = 2
输出: -1
解释: 2 不存在 nums 中因此返回 -1
```

提示:

- 你可以假设 nums 中的所有元素是不重复的。
- n 将在 [1, 10000]之间。
- nums 的每个元素都将在 [-9999, 9999]之间。

## 算法公开课

[《代码随想录》算法视频公开课：手把手带你撕出正确的二分法](#)，相信结合视频再看本篇题解，更有助于大家对本题的理解。

## 思路

这道题目的前提是数组为有序数组，同时题目还强调数组中无重复元素，因为一旦有重复元素，使用二分查找法返回的元素下标可能不是唯一的，这些都是使用二分法的前提条件，当大家看到题目描述满足如上条件的时候，可要想一想是不是可以用二分法了。

二分查找涉及的很多的边界条件，逻辑比较简单，但就是写不好。例如到底是 `while(left < right)` 还是 `while(left <= right)`，到底是 `right = middle` 呢，还是要 `right = middle - 1` 呢？

大家写二分法经常写乱，主要是因为对区间的定义没有想清楚，区间的定义就是不变量。要在二分查找的过程中，保持不变量，就是在while寻找中每一次边界的处理都要坚持根据区间的定义来操作，这就是循环不变量规则。

写二分法，区间的定义一般为两种，左闭右闭即`[left, right]`，或者左闭右开即`[left, right)`。

下面我用这两种区间的定义分别讲解两种不同的二分写法。

### 二分法第一种写法

第一种写法，我们定义 target 是在一个在左闭右闭的区间里，也就是`[left, right]`（这个很重要非常重要）。

区间的定义这就决定了二分法的代码应该如何写，因为定义target在`[left, right]`区间，所以有如下两点：

- `while (left <= right)` 要使用 `<=`，因为`left == right`是有意义的，所以使用 `<=`
- `if (nums[middle] > target) right` 要赋值为 `middle - 1`，因为当前这个`nums[middle]`一定不是target，那么接下来要查找的左区间结束下标位置就是 `middle - 1`

例如在数组：1,2,3,4,7,9,10中查找元素2，如图所示：

下标:      0      1      2      3      4      5      6

1	2	3	4	7	9	10
---	---	---	---	---	---	----

L = 0

M = 3

R = 6



1	2	3
---	---	---

L = 0    M = 1    R = 2



公众号:代码随想录

代码如下: (详细注释)

```
// 版本一
class Solution {
public:
    int search(vector<int>& nums, int target) {
        int left = 0;
        int right = nums.size() - 1; // 定义target在左闭右闭的区间里, [left, right]
        while (left <= right) { // 当left==right, 区间[left, right]依然有效, 所以用 <=
            int middle = left + ((right - left) / 2); // 防止溢出 等同于(left + right)/2
            if (nums[middle] > target) {
                right = middle - 1; // target 在左区间, 所以[left, middle - 1]
            } else if (nums[middle] < target) {
                left = middle + 1; // target 在右区间, 所以[middle + 1, right]
            } else { // nums[middle] == target
                return middle; // 数组中找到目标值, 直接返回下标
            }
        }
        // 未找到目标值
        return -1;
    }
};
```

```
}  
};
```

- 时间复杂度： $O(\log n)$
- 空间复杂度： $O(1)$

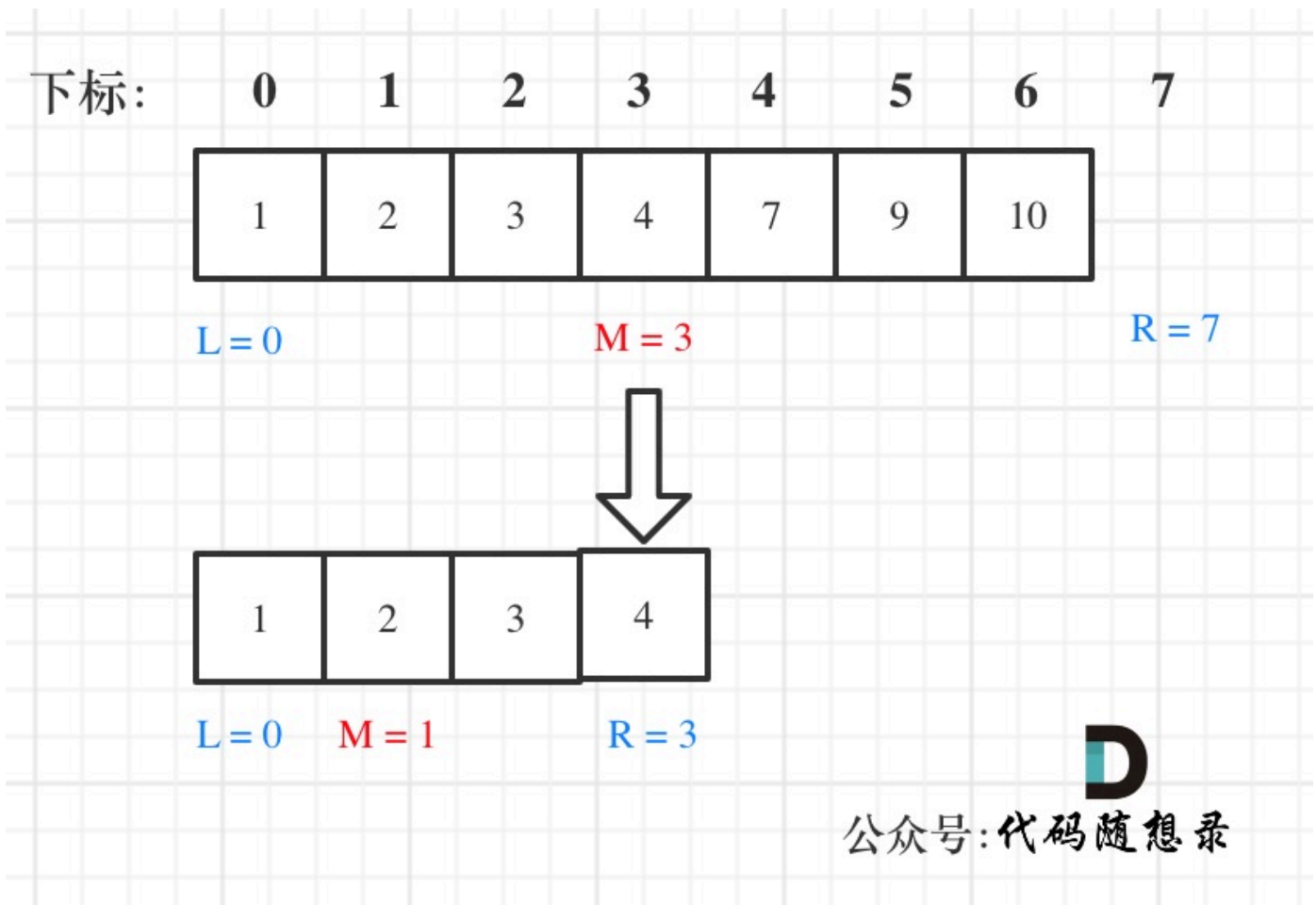
## 二分法第二种写法

如果说定义 `target` 是在一个在左闭右开的区间里，也就是  $[left, right)$ ，那么二分法的边界处理方式则截然不同。

有如下两点：

- `while (left < right)`，这里使用 `<`，因为 `left == right` 在区间  $[left, right)$  是没有意义的
- `if (nums[middle] > target)` `right` 更新为 `middle`，因为当前 `nums[middle]` 不等于 `target`，去左区间继续寻找，而寻找区间是左闭右开区间，所以 `right` 更新为 `middle`，即：下一个查询区间不会去比较 `nums[middle]`

在数组：1,2,3,4,7,9,10中查找元素2，如图所示：（注意和方法一的区别）



代码如下：（详细注释）

```
// 版本二  
class Solution {  
public:  
    int search(vector<int>& nums, int target) {
```

```
int left = 0;
int right = nums.size(); // 定义target在左闭右开的区间里，即：[left, right)
while (left < right) { // 因为left == right的时候，在[left, right)是无效的空间，所以
使用 <

    int middle = left + ((right - left) >> 1);
    if (nums[middle] > target) {
        right = middle; // target 在左区间，在[left, middle)中
    } else if (nums[middle] < target) {
        left = middle + 1; // target 在右区间，在[middle + 1, right)中
    } else { // nums[middle] == target
        return middle; // 数组中找到目标值，直接返回下标
    }
}
// 未找到目标值
return -1;
}
};
```

- 时间复杂度： $O(\log n)$
- 空间复杂度： $O(1)$

## 总结

二分法是非常重要的基础算法，为什么很多同学对于二分法都是一看就会，一写就废？

其实主要就是对区间的定义没有理解清楚，在循环中没有始终坚持根据查找区间的定义来做边界处理。

区间的定义就是不变量，那么在循环中坚持根据查找区间的定义来做边界处理，就是循环不变量规则。

本篇根据两种常见的区间定义，给出了两种二分法的写法，每一个边界为什么这么处理，都根据区间的定义做了详细介绍。

相信看完本篇应该对二分法有更深刻的理解了。

## 相关题目推荐

- [35.搜索插入位置](#)
- [34.在排序数组中查找元素的第一个和最后一个位置](#)
- [69.x 的平方根](#)
- [367.有效的完全平方数](#)

## 3. 移除元素

[力扣题目链接](#)

给你一个数组 `nums` 和一个值 `val`，你需要 原地 移除所有数值等于 `val` 的元素，并返回移除后数组的新长度。

不要使用额外的数组空间，你必须仅使用  $O(1)$  额外空间并原地修改输入数组。



元素的顺序可以改变。你不需要考虑数组中超出新长度后面的元素。

示例 1:

给定 `nums = [3,2,2,3]`, `val = 3`,

函数应该返回新的长度 2, 并且 `nums` 中的前两个元素均为 2。

你不需要考虑数组中超出新长度后面的元素。

示例 2:

给定 `nums = [0,1,2,2,3,0,4,2]`, `val = 2`,

函数应该返回新的长度 5, 并且 `nums` 中的前五个元素为 0, 1, 3, 0, 4。

你不需要考虑数组中超出新长度后面的元素。

## 算法公开课

《代码随想录》算法视频公开课：[数组中移除元素并不容易！LeetCode: 27. 移除元素](#)，相信结合视频再看本篇题解，更有助于大家对本题的理解。

## 思路

有的同学可能说了，多余的元素，删掉不就得了。

要知道数组的元素在内存地址中是连续的，不能单独删除数组中的某个元素，只能覆盖。

数组的基础知识可以看这里[程序员算法面试中，必须掌握的数组理论知识](#)。

## 暴力解法

这个题目暴力的解法就是两层for循环，一个for循环遍历数组元素，第二个for循环更新数组。

删除过程如下：

`nums = [0,1,2,3,3,0,4,2]`，删除元素2，

size = 8

数组：



下表：

0 1 2 3 4 5 6 7



 代码随想录

很明显暴力解法的时间复杂度是 $O(n^2)$ ，这道题目暴力解法在leetcode上是可以过的。

代码如下：

```
// 时间复杂度：O(n^2)
// 空间复杂度：O(1)
class Solution {
public:
    int removeElement(vector<int>& nums, int val) {
        int size = nums.size();
        for (int i = 0; i < size; i++) {
            if (nums[i] == val) { // 发现需要移除的元素，就将数组集体向前移动一位
                for (int j = i + 1; j < size; j++) {
                    nums[j - 1] = nums[j];
                }
                i--; // 因为下标i以后的数值都向前移动了一位，所以i也向前移动一位
                size--; // 此时数组的大小-1
            }
        }
        return size;
    }
};
```

- 时间复杂度：O(n^2)
- 空间复杂度：O(1)

## 双指针法

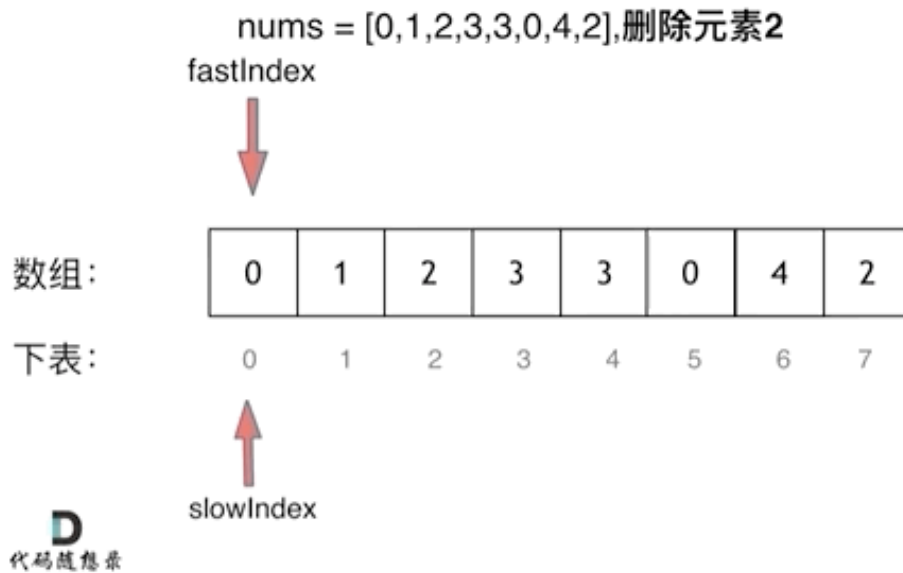
双指针法（快慢指针法）：通过一个快指针和慢指针在一个for循环下完成两个for循环的工作。

定义快慢指针

- 快指针：寻找新数组的元素，新数组就是不含有目标元素的数组
- 慢指针：指向更新 新数组下标的位置

很多同学这道题目做的很懵，就是不理解 快慢指针究竟都是什么含义，所以一定要明确含义，后面的思路就更容易理解了。

删除过程如下：



很多同学不了解

双指针法（快慢指针法）在数组和链表的操作中是非常常见的，很多考察数组、链表、字符串等操作的面试题，都使用双指针法。

后续都会一一介绍到，本题代码如下：

```
// 时间复杂度: O(n)
// 空间复杂度: O(1)
class Solution {
public:
    int removeElement(vector<int>& nums, int val) {
        int slowIndex = 0;
        for (int fastIndex = 0; fastIndex < nums.size(); fastIndex++) {
            if (val != nums[fastIndex]) {
                nums[slowIndex++] = nums[fastIndex];
            }
        }
        return slowIndex;
    }
};
```

注意这些实现方法并没有改变元素的相对位置！

- 时间复杂度:  $O(n)$
- 空间复杂度:  $O(1)$

```
/**
 * 相向双指针方法，基于元素顺序可以改变的题目描述改变了元素相对位置，确保了移动最少元素
 * 时间复杂度:  $O(n)$ 
 */
```

```

* 空间复杂度: O(1)
*/
class Solution {
public:
    int removeElement(vector<int>& nums, int val) {
        int leftIndex = 0;
        int rightIndex = nums.size() - 1;
        while (leftIndex <= rightIndex) {
            // 找左边等于val的元素
            while (leftIndex <= rightIndex && nums[leftIndex] != val){
                ++leftIndex;
            }
            // 找右边不等于val的元素
            while (leftIndex <= rightIndex && nums[rightIndex] == val) {
                -- rightIndex;
            }
            // 将右边不等于val的元素覆盖左边等于val的元素
            if (leftIndex < rightIndex) {
                nums[leftIndex++] = nums[rightIndex--];
            }
        }
        return leftIndex;    // leftIndex一定指向了最终数组末尾的下一个元素
    }
};

```

## 相关题目推荐

- [26.删除排序数组中的重复项](#)
- [283.移动零](#)
- [844.比较含退格的字符串](#)
- [977.有序数组的平方](#)

双指针风骚起来，也是无敌

## 4.有序数组的平方

### [力扣题目链接](#)

给你一个按 非递减顺序 排序的整数数组 `nums`，返回 每个数字的平方 组成的新数组，要求也按 非递减顺序 排序。

示例 1：

- 输入：nums = [-4,-1,0,3,10]
- 输出：[0,1,9,16,100]
- 解释：平方后，数组变为 [16,1,0,9,100]，排序后，数组变为 [0,1,9,16,100]

示例 2:

- 输入: nums = [-7,-3,2,3,11]
- 输出: [4,9,9,49,121]

## 算法公开课

《代码随想录》算法视频公开课: [双指针法经典题目!LeetCode:977.有序数组的平方](#), 相信结合视频再看本篇题解, 更有助于大家对本题的理解。

## 思路

### 暴力排序

最直观的想法, 莫过于: 每个数平方之后, 排个序, 美滋滋, 代码如下:

```
class Solution {
public:
    vector<int> sortedSquares(vector<int>& A) {
        for (int i = 0; i < A.size(); i++) {
            A[i] *= A[i];
        }
        sort(A.begin(), A.end()); // 快速排序
        return A;
    }
};
```

这个时间复杂度是  $O(n + n\log n)$ , 可以说是  $O(n\log n)$  的时间复杂度, 但为了和下面双指针法算法时间复杂度有鲜明对比, 我记为  $O(n + n\log n)$ 。

### 双指针法

数组其实是有序的, 只不过负数平方之后可能成为最大数了。

那么数组平方的最大值就在数组的两端, 不是最左边就是最右边, 不可能是中间。

此时可以考虑双指针法了,  $i$  指向起始位置,  $j$  指向终止位置。

定义一个新数组 result, 和 A 数组一样的大小, 让  $k$  指向 result 数组终止位置。

如果  $A[i] * A[i] < A[j] * A[j]$  那么  $result[k--] = A[j] * A[j]$ 。

如果  $A[i] * A[i] \geq A[j] * A[j]$  那么  $result[k--] = A[i] * A[i]$ 。

如动画所示:

输入数组:

-4	-1	0	3	10
----	----	---	---	----

```
if (A[i] * A[i] < A[j] * A[j]) {  
    result[k--] = A[j] * A[j];  
    j--;  
}  
else {  
    result[k--] = A[i] * A[i];  
    i++;  
}
```

结果集:

--	--	--	--	--

**D**  
代码随想录

不难写出如下代码:

```
class Solution {  
public:  
    vector<int> sortedSquares(vector<int>& A) {  
        int k = A.size() - 1;  
        vector<int> result(A.size(), 0);  
        for (int i = 0, j = A.size() - 1; i <= j;) { // 注意这里要i <= j, 因为最后要处理两个  
元素  
            if (A[i] * A[i] < A[j] * A[j]) {  
                result[k--] = A[j] * A[j];  
                j--;  
            }  
            else {  
                result[k--] = A[i] * A[i];  
                i++;  
            }  
        }  
        return result;  
    }  
};
```

此时的时间复杂度为 $O(n)$ , 相对于暴力排序的解法 $O(n + n \log n)$ 还是提升不少的。

这里还是说一下, 大家不必太在意leetcode上执行用时, 打败多少多少用户, 这个就是一个玩具, 非常不准确。

做题的时候自己能分析出来时间复杂度就可以了, 至于leetcode上执行用时, 大概看一下就行, 只要达到最优的时间复杂度就可以了,

一样的代码多提交几次可能就击败百分之百了.....

## 5.长度最小的子数组

[力扣题目链接](#)

给定一个含有  $n$  个正整数的数组和一个正整数  $s$ ，找出该数组中满足其和  $\geq s$  的长度最小的连续子数组，并返回其长度。如果不存在符合条件的子数组，返回 0。

示例：

- 输入： $s = 7$ ,  $nums = [2,3,1,2,4,3]$
- 输出：2
- 解释：子数组  $[4,3]$  是该条件下的长度最小的子数组。

提示：

- $1 \leq target \leq 10^9$
- $1 \leq nums.length \leq 10^5$
- $1 \leq nums[i] \leq 10^5$

## 算法公开课

《代码随想录》算法视频公开课：[拿下滑动窗口！ | LeetCode 209 长度最小的子数组](#)，相信结合视频再看本篇题解，更有助于大家对本题的理解。

## 思路

### 暴力解法

这道题目暴力解法当然是两个for循环，然后不断的寻找符合条件的子序列，时间复杂度很明显是 $O(n^2)$ 。

代码如下：

```
class Solution {
public:
    int minSubArrayLen(int s, vector<int>& nums) {
        int result = INT32_MAX; // 最终的结果
        int sum = 0; // 子序列的数值之和
        int subLength = 0; // 子序列的长度
        for (int i = 0; i < nums.size(); i++) { // 设置子序列起点为i
            sum = 0;
            for (int j = i; j < nums.size(); j++) { // 设置子序列终止位置为j
                sum += nums[j];
                if (sum >= s) { // 一旦发现子序列和超过了s，更新result
                    subLength = j - i + 1; // 取子序列的长度
                    result = result < subLength ? result : subLength;
                    break; // 因为我们是找符合条件最短的子序列，所以一旦符合条件就break
                }
            }
        }
    }
}
```

```
        }  
    }  
    // 如果result没有被赋值的话，就返回0，说明没有符合条件的子序列  
    return result == INT32_MAX ? 0 : result;  
}  
};
```

- 时间复杂度： $O(n^2)$
- 空间复杂度： $O(1)$

后面力扣更新了数据，暴力解法已经超时了。

## 滑动窗口

接下来就开始介绍数组操作中另一个重要的方法：**滑动窗口**。

所谓滑动窗口，就是不断的调节子序列的起始位置和终止位置，从而得出我们要想的结果。

在暴力解法中，是一个for循环滑动窗口的起始位置，一个for循环为滑动窗口的终止位置，用两个for循环 完成了一个不断搜索区间的过程。

那么滑动窗口如何用一个for循环来完成这个操作呢。

首先要思考 如果用一个for循环，那么应该表示 滑动窗口的起始位置，还是终止位置。

如果只用一个for循环来表示 滑动窗口的起始位置，那么如何遍历剩下的终止位置？

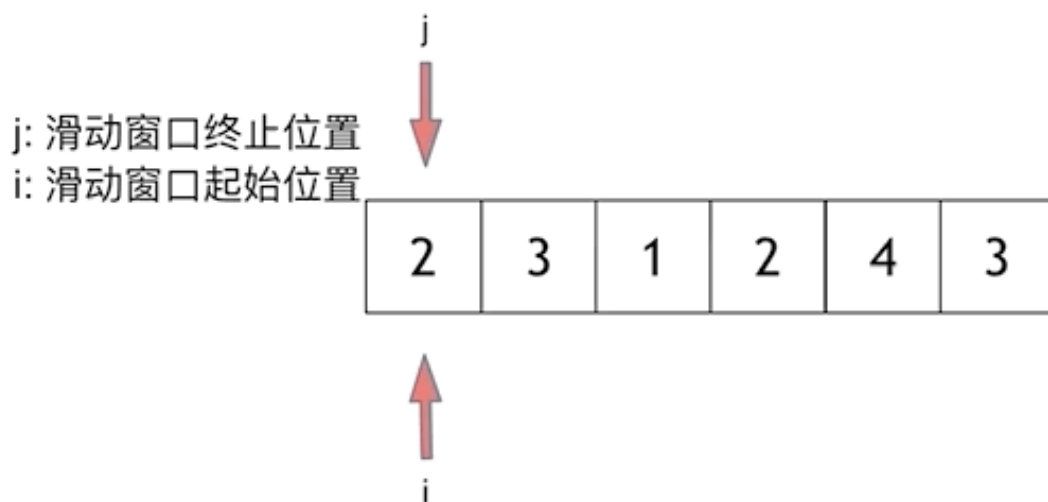
此时难免再次陷入 暴力解法的怪圈。

所以 只用一个for循环，那么这个循环的索引，一定是表示 滑动窗口的终止位置。

那么问题来了， 滑动窗口的起始位置如何移动呢？

这里还是以题目中的示例来举例， $s=7$ ，数组是 2, 3, 1, 2, 4, 3，来看一下查找的过程：





最后找到 4, 3 是最短距离。

其实从动画中可以发现滑动窗口也可以理解为双指针法的一种！只不过这种解法更像是一个窗口的移动，所以叫做滑动窗口更适合一些。

在本题中实现滑动窗口，主要确定如下三点：

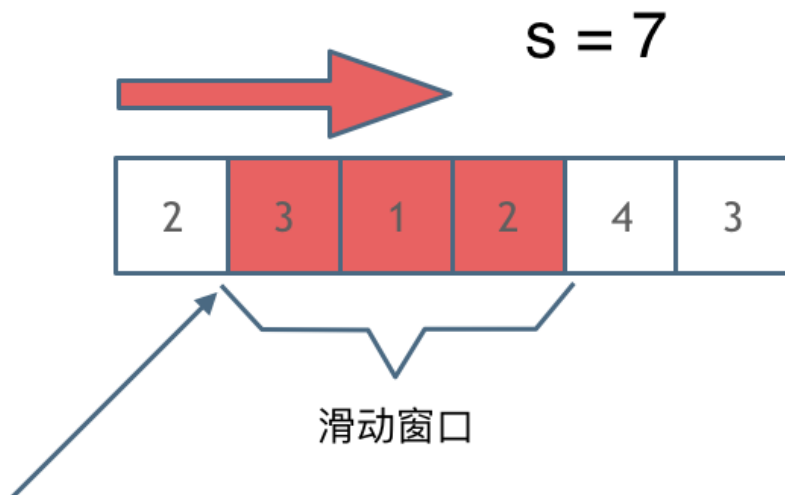
- 窗口内是什么？
- 如何移动窗口的起始位置？
- 如何移动窗口的结束位置？

窗口就是 满足其和  $\geq s$  的长度最小的 连续 子数组。

窗口的起始位置如何移动：如果当前窗口的值大于 $s$ 了，窗口就要向前移动了（也就是该缩小了）。

窗口的结束位置如何移动：窗口的结束位置就是遍历数组的指针，也就是for循环里的索引。

解题的关键在于 窗口的起始位置如何移动，如图所示：



此块代码的精髓就是动态调节滑动窗口的起始位置

```
while (sum >= s) {  
    subLength = (j - i + 1); // 取子序列的长度  
    result = result < subLength ? result : subLength;  
    sum -= nums[i++]; // 这里体现出滑动窗口的精髓之处，不断变更i（子序列的起始位置）  
}
```

可以发现滑动窗口的精妙之处在于根据当前子序列和大小的情况，不断调节子序列的起始位置。从而将 $O(n^2)$ 暴力解法降为 $O(n)$ 。

C++代码如下：

```
class Solution {  
public:  
    int minSubArrayLen(int s, vector<int>& nums) {  
        int result = INT32_MAX;  
        int sum = 0; // 滑动窗口数值之和  
        int i = 0; // 滑动窗口起始位置  
        int subLength = 0; // 滑动窗口的长度  
        for (int j = 0; j < nums.size(); j++) {  
            sum += nums[j];  
            // 注意这里使用while，每次更新 i（起始位置），并不断比较子序列是否符合条件  
            while (sum >= s) {  
                subLength = (j - i + 1); // 取子序列的长度  
                result = result < subLength ? result : subLength;  
                sum -= nums[i++]; // 这里体现出滑动窗口的精髓之处，不断变更i（子序列的起始位置）  
            }  
        }  
        // 如果result没有被赋值的话，就返回0，说明没有符合条件的子序列  
        return result == INT32_MAX ? 0 : result;  
    }  
};
```

- 时间复杂度： $O(n)$
- 空间复杂度： $O(1)$

一些录友会疑惑为什么时间复杂度是 $O(n)$ 。

不要以为for里放一个while就以为是 $O(n^2)$ 啊，主要是看每一个元素被操作的次数，每个元素在滑动窗后进来操作一次，出去操作一次，每个元素都是被操作两次，所以时间复杂度是  $2 \times n$  也就是 $O(n)$ 。

## 相关题目推荐

- [904.水果成篮](#)
- [76.最小覆盖子串](#)

## 6.螺旋矩阵II

[力扣题目链接](#)

给定一个正整数  $n$ ，生成一个包含 1 到  $n^2$  所有元素，且元素按顺时针顺序螺旋排列的正方形矩阵。

示例：

输入: 3

输出：

```
[
  [1, 2, 3],
  [8, 9, 4],
  [7, 6, 5]
]
```

## 算法公开课

[《代码随想录》算法视频公开课：拿下螺旋矩阵！LeetCode：59.螺旋矩阵II](#)，相信结合视频再看本篇题解，更有助于大家对本题的理解。

## 思路

这道题目可以说在面试中出现频率较高的题目，本题并不涉及到什么算法，就是模拟过程，但却十分考察对代码的掌控能力。

要如何画出这个螺旋排列的正方形矩阵呢？

相信很多同学刚开始做这种题目的时候，上来就是一波判断猛如虎。

结果运行的时候各种问题，然后开始各种修修补补，最后发现改了这里那里有问题，改了那里这里又跑不起来了。

大家还记得我们在这篇文章[数组：每次遇到二分法，都是一看就会，一写就废](#)中讲解了二分法，提到如果要写出正确的二分法一定要坚持循环不变量原则。

而求解本题依然是要坚持循环不变量原则。

模拟顺时针画矩阵的过程：

- 填充上行从左到右
- 填充右列从上到下
- 填充下行从右到左

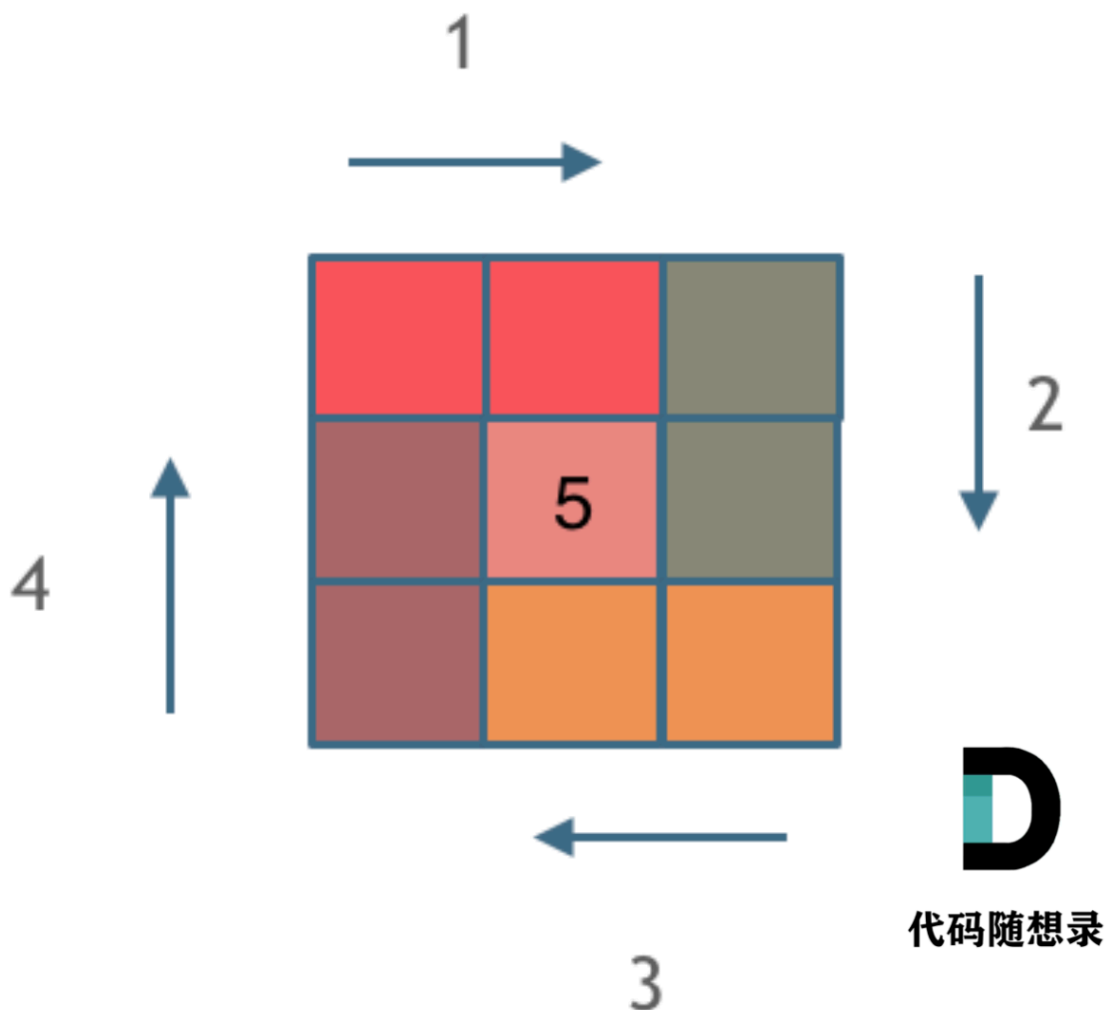
- 填充左列从下到上

由外向内一圈一圈这么画下去。

可以发现这里的边界条件非常多，在一个循环中，如此多的边界条件，如果不按照固定规则来遍历，那就是一进循环深似海，从此offer是路人。

这里一圈下来，我们要画每四条边，这四条边怎么画，每画一条边都要坚持一致的左闭右开，或者左开右闭的原则，这样这一圈才能按照统一的规则画下来。

那么我按照左闭右开原则，来画一圈，大家看一下：



这里每一种颜色，代表一条边，我们遍历的长度，可以看出每一个拐角处的处理规则，拐角处让给新的一条边来继续画。

这也是坚持了每条边左闭右开原则。

一些同学做这道题目之所以一直写不好，代码越写越乱。

就是因为在画每一条边的时候，一会左开右闭，一会左闭右开，一会又来左闭右开，岂能不乱。

代码如下，已经详细注释了每一步的目的，可以看出while循环里判断的情况是很多的，代码里处理的原则也是统一的左闭右开。

整体C++代码如下：

```
class Solution {
public:
    vector<vector<int>> generateMatrix(int n) {
        vector<vector<int>> res(n, vector<int>(n, 0)); // 使用vector定义一个二维数组
        int startx = 0, starty = 0; // 定义每循环一个圈的起始位置
        int loop = n / 2; // 每个圈循环几次，例如n为奇数3，那么loop = 1 只是循环一圈，矩阵中间的值需要单独处理
        int mid = n / 2; // 矩阵中间的位置，例如：n为3， 中间的位置就是(1, 1)，n为5，中间位置为(2, 2)
        int count = 1; // 用来给矩阵中每一个空格赋值
        int offset = 1; // 需要控制每一条边遍历的长度，每次循环右边界收缩一位
        int i, j;
        while (loop --) {
            i = startx;
            j = starty;

            // 下面开始的四个for就是模拟转了一圈
            // 模拟填充上行从左到右(左闭右开)
            for (j = starty; j < n - offset; j++) {
                res[startx][j] = count++;
            }
            // 模拟填充右列从上到下(左闭右开)
            for (i = startx; i < n - offset; i++) {
                res[i][j] = count++;
            }
            // 模拟填充下行从右到左(左闭右开)
            for (; j > starty; j--) {
                res[i][j] = count++;
            }
            // 模拟填充左列从下到上(左闭右开)
            for (; i > startx; i--) {
                res[i][j] = count++;
            }

            // 第二圈开始的时候，起始位置要各自加1， 例如：第一圈起始位置是(0, 0)，第二圈起始位置是(1, 1)
            startx++;
            starty++;

            // offset 控制每一圈里每一条边遍历的长度
            offset += 1;
        }

        // 如果n为奇数的话，需要单独给矩阵最中间的位置赋值
        if (n % 2) {
            res[mid][mid] = count;
        }
    }
};
```

```
        return res;
    }
};
```

- 时间复杂度  $O(n^2)$ : 模拟遍历二维矩阵的时间
- 空间复杂度  $O(1)$

## 类似题目

- [54.螺旋矩阵](#)
- [剑指Offer 29.顺时针打印矩阵](#)

## 7. 数组总结篇

### 数组理论基础

数组是非常基础的数据结构，在面试中，考察数组的题目一般在思维上都不难，主要是考察对代码的掌控能力  
也就是说，想法很简单，但实现起来可能就不是那么回事了。

首先要知道数组在内存中的存储方式，这样才能真正理解数组相关的面试题

**数组是存放在连续内存空间上的相同类型数据的集合。**

数组可以方便的通过下标索引的方式获取到下标下对应的数据。

举一个字符数组的例子，如图所示：

内存地址：	100	101	102	103	104	105	106	107
字符数组：	S	A	B	J	H	J	A	B
下标：	0	1	2	3	4	5	6	7

需要两点注意的是

- 数组下标都是从0开始的。
- 数组内存空间的地址是连续的

正是因为数组的在内存空间的地址是连续的，所以我们在删除或者增添元素的时候，就难免要移动其他元素的地址。

例如删除下标为3的元素，需要对下标为3的元素后面的所有元素都要做移动操作，如图所示：

## 删除下标为3的元素

内存地址:	100	101	102	103	104	105	106	107
字符数组:	S	A	B	J	H	J	A	B
下标:	0	1	2	3	4	5	6	7

## 删除后的数组

100	101	102	103	104	105	106
S	A	B	H	J	A	B
0	1	2	3	4	5	6

而且大家如果使用C++的话，要注意vector 和 array的区别，vector的底层实现是array，严格来讲vector是容器，不是数组。

数组的元素是不能删的，只能覆盖。

那么二维数组直接上图，大家应该就知道怎么回事了

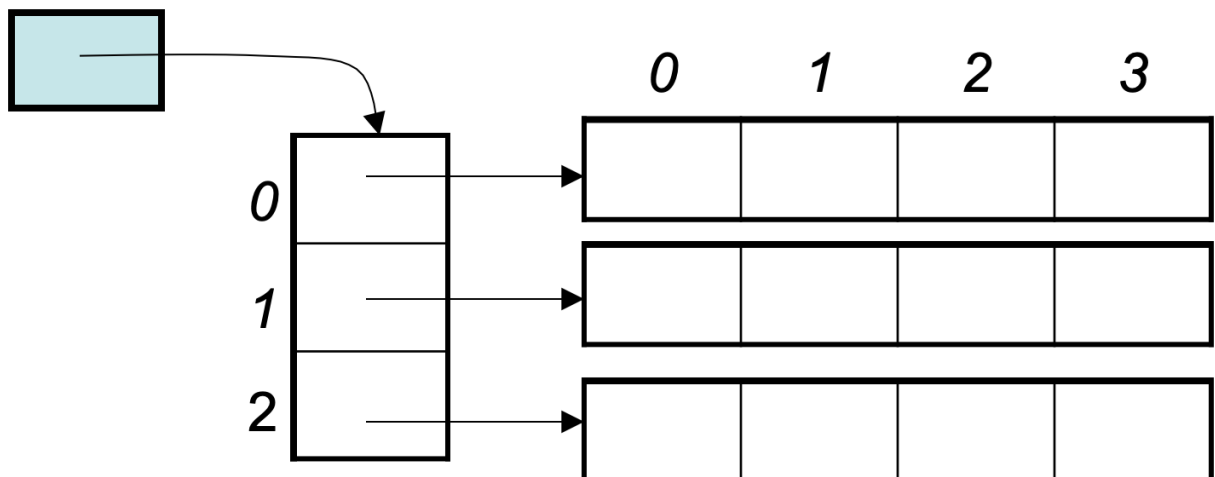
		列 (第二索引)			
		0	1	2	3
行 (第一索引)	0	3	4	2	8
	1	4	5	6	2
	2	4	5	2	4

那么二维数组在内存的空间地址是连续的么？

我们来举一个Java的例子，例如：`int[][] rating = new int[3][4];`，这个二维数组在内存空间可不是一个 `3*4` 的连续地址空间

看了下图，就应该明白了：

**`int[][] rating = new int[3][4];`**



所以Java的二维数组在内存中不是 `3*4` 的连续地址空间，而是四条连续的地址空间组成！

# 数组的经典题目

---

在面试中，数组是必考的基础数据结构。

其实数组的题目在思想上一般比较简单的，但是如果想要高效，并不容易。

我们之前一共讲解了四道经典数组题目，每一道题目都代表一个类型，一种思想。

## 二分法

[数组：每次遇到二分法，都是一看就会，一写就废](#)

这道题目呢，考察数组的基本操作，思路很简单，但是通过率在简单题里并不高，不要轻敌。

可以使用暴力解法，通过这道题目，如果追求更优的算法，建议试一试二分法，来解决这道题目

- 暴力解法时间复杂度： $O(n)$
- 二分法时间复杂度： $O(\log n)$

在这道题目中我们讲到了**循环不变量原则**，只有在循环中坚持对区间的定义，才能清楚的把握循环中的各种细节。

二分法是算法面试中的常考题，建议通过这道题目，锻炼自己手撕二分的能力。

## 双指针法

- [数组：就移除个元素很难么？](#)

双指针法（快慢指针法）：通过一个快指针和慢指针在一个for循环下完成两个for循环的工作。

- 暴力解法时间复杂度： $O(n^2)$
- 双指针时间复杂度： $O(n)$

这道题目迷惑了不少同学，纠结于数组中的元素为什么不能删除，主要是因为以下两点：

- 数组在内存中是连续的地址空间，不能释放单一元素，如果要释放，就是全释放（程序运行结束，回收内存栈空间）。
- C++中vector和array的区别一定要弄清楚，vector的底层实现是array，封装后使用更友好。

双指针法（快慢指针法）在数组和链表的操作中是非常常见的，很多考察数组和链表操作的面试题，都使用双指针法。

## 滑动窗口

- [数组：滑动窗口拯救了你](#)

本题介绍了数组操作中的另一个重要思想：滑动窗口。

- 暴力解法时间复杂度： $O(n^2)$
- 滑动窗口时间复杂度： $O(n)$

本题中，主要要理解滑动窗口如何移动 窗口起始位置，达到动态更新窗口大小的，从而得出长度最小的符合条件的长度。



滑动窗口的精妙之处在于根据当前子序列和大小的情况，不断调节子序列的起始位置。从而将 $O(n^2)$ 的暴力解法降为 $O(n)$ 。

如果没有接触过这一类的方法，很难想到类似的解题思路，滑动窗口方法还是很巧妙的。

模拟行为

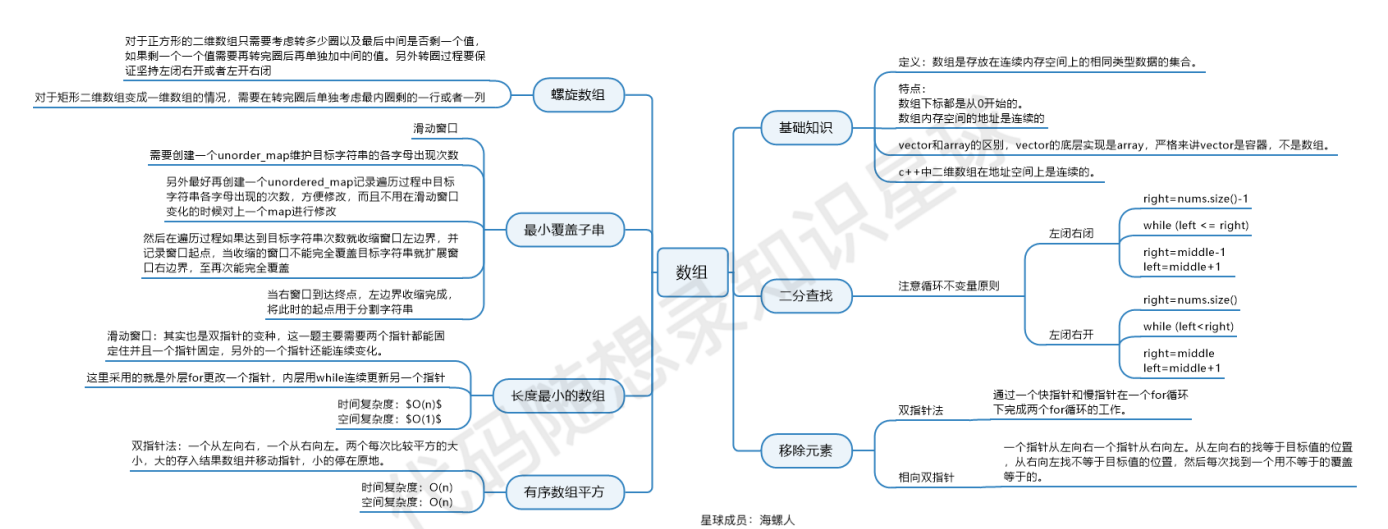
- 数组：这个循环可以转懵很多人！

模拟类的题目在数组中很常见，不涉及到什么算法，就是单纯的模拟，十分考察大家对代码的掌控能力。

在这道题目中，我们再一次介绍到了循环不变量原则，其实这也是写程序中的重要原则。

相信大家有遇到过这种情况：感觉题目的边界调节超多，一波接着一波的判断，找边界，拆了东墙补西墙，好不容易运行通过了，代码写的十分冗余，毫无章法，其实真正解决题目的代码都是简洁的，或者有原则性的，大家可以在这道题目中体会到这一点。

总结



这个图是 代码随想录知识星球 成员：海螺人，所画，总结的非常好，分享给大家。

从二分法到双指针，从滑动窗口到螺旋矩阵，相信如果大家真的认真做了「代码随想录」每日推荐的题目，定会有所收获。

推荐的题目即使大家之前做过了，再读一遍文章，也会帮助你提炼出解题的精髓所在。