欢迎大家参与本项目，贡献其他语言版本的代码，拥抱开源，让更多学习算法的小伙伴们收益！

> 找到有没有环已经很不容易了，还要让我找到环的入口？

142.环形链表II

https://leetcode-cn.com/problems/linked-list-cycle-ii/

题意： 给定一个链表，返回链表开始入环的第一个节点。 如果链表无环，则返回 null。

为了表示给定链表中的环，使用整数 pos 来表示链表尾连接到链表中的位置（索引从 0 开始）。 如果 pos 是 -1，则在该链表中没有环。

说明：不允许修改给定的链表。

思路

这道题目，不仅考察对链表的操作，而且还需要一些数学运算。

主要考察两知识点：

- 判断链表是否环
- 如果有环，如何找到这个环的入口

判断链表是否有环

可以使用快慢指针法， 分别定义 fast 和 slow指针，从头结点出发，fast指针每次移动两个节点，slow指针每次移动一个节点，如果 fast 和 slow指针在途中相遇 ，说明这个链表有环。

为什么fast 走两个节点，slow走一个节点，有环的话，一定会在环内相遇呢，而不是永远的错开呢

首先第一点： **fast指针一定先进入环中，如果fast 指针和slow指针相遇的话，一定是在环中相遇，这是毋庸置疑的。**

相遇的时候fast已经在环中了，fast不再环中也无法和slow相遇

那么来看一下，**为什么fast指针和slow指针一定会相遇呢?**

可以画一个环，然后让 fast指针在任意一个节点开始追赶slow指针。

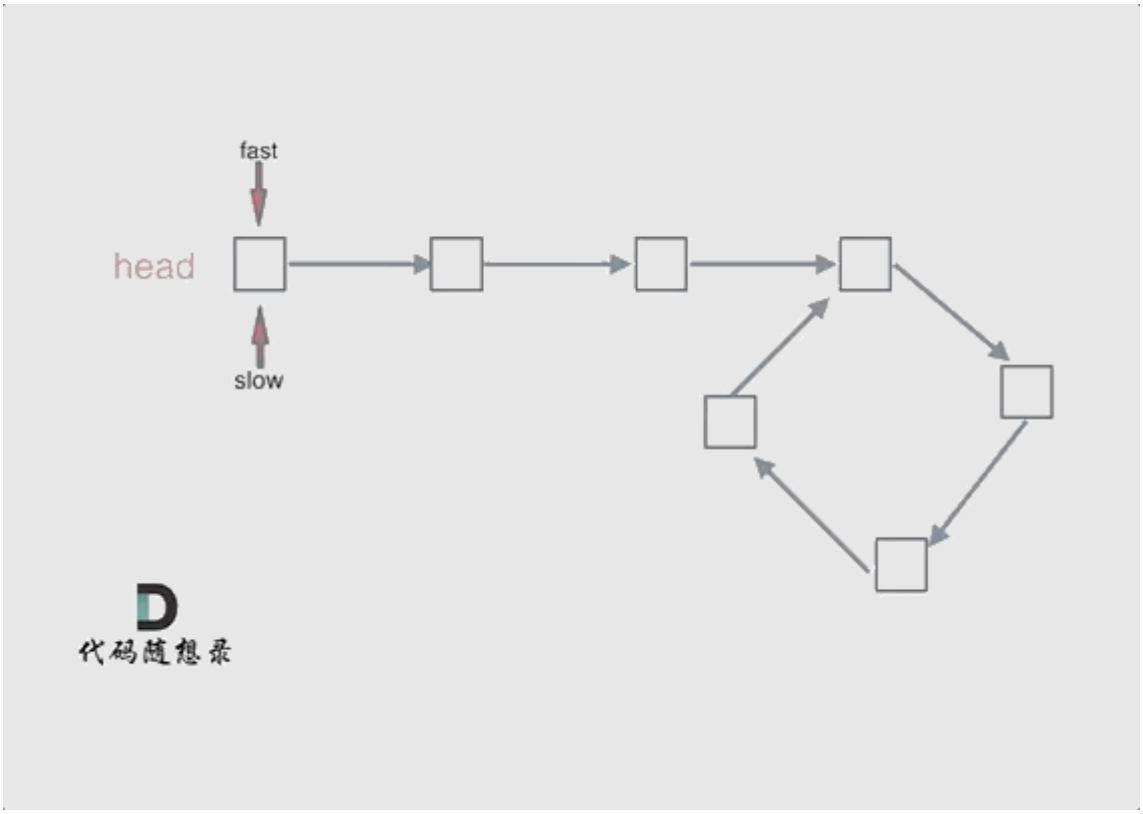
会发现最终都是这种情况， 如下图：

142环形链表1

fast和slow各自再走一步， fast和slow就相遇了

这是因为fast是走两步，slow是走一步，**其实相对于slow来说，fast是一个节点一个节点的靠近slow的**，所以fast一定可以和slow重合。

动画如下：



如果有环，如何找到这个环的入口

此时已经可以判断链表是否有环了，那么接下来要找这个环的入口了。

假设从头结点到环形入口节点 的节点数为x。 环形入口节点到 fast指针与slow指针相遇节点 节点数为y。 从相遇节点 再到环形入口节点节点数为 z。 如图所示：

142环形链表2

那么相遇时： slow指针走过的节点数为: `x + y`， fast指针走过的节点数： `x + y + n (y + z)`，n为fast指针在环内走了n圈才遇到slow指针， （y+z）为 一圈内节点的个数A。

因为fast指针是一步走两个节点，slow指针一步走一个节点， 所以 fast指针走过的节点数 = slow指针走过的节点数 * 2：

`(x + y) * 2 = x + y + n (y + z)`

两边消掉一个（x+y）：`x + y = n (y + z)`

因为要找环形的入口，那么要求的是x，因为x表示 头结点到 环形入口节点的的距离。

所以要求x ，将x单独放在左面：`x = n (y + z) - y` ，

再从n(y+z)中提出一个 （y+z）来，整理公式之后为如下公式：`x = (n - 1) (y + z) + z` 注意这里n一定是大于等于1的，因为 fast指针至少要多走一圈才能相遇slow指针。

这个公式说明什么呢?

先拿n为1的情况来举例，意味着fast指针在环形里转了一圈之后，就遇到了 slow指针了。

当 n为1的时候，公式就化解为 `x = z`，

这就意味着，**从头结点出发一个指针，从相遇节点 也出发一个指针，这两个指针每次只走一个节点， 那么当这两个指针相遇的时候就是 环形入口的节点。**

也就是在相遇节点处，定义一个指针index1，在头结点处定一个指针index2。

让index1和index2同时移动，每次移动一个节点， 那么他们相遇的地方就是 环形入口的节点。

动画如下：

那么 n如果大于1是什么情况呢，就是fast指针在环形转n圈之后才遇到 slow指针。

其实这种情况和n为1的时候 效果是一样的，一样可以通过这个方法找到 环形的入口节点，只不过，index1 指针在环里 多转了(n-1)圈，然后再遇到index2，相遇点依然是环形的入口节点。

代码如下：

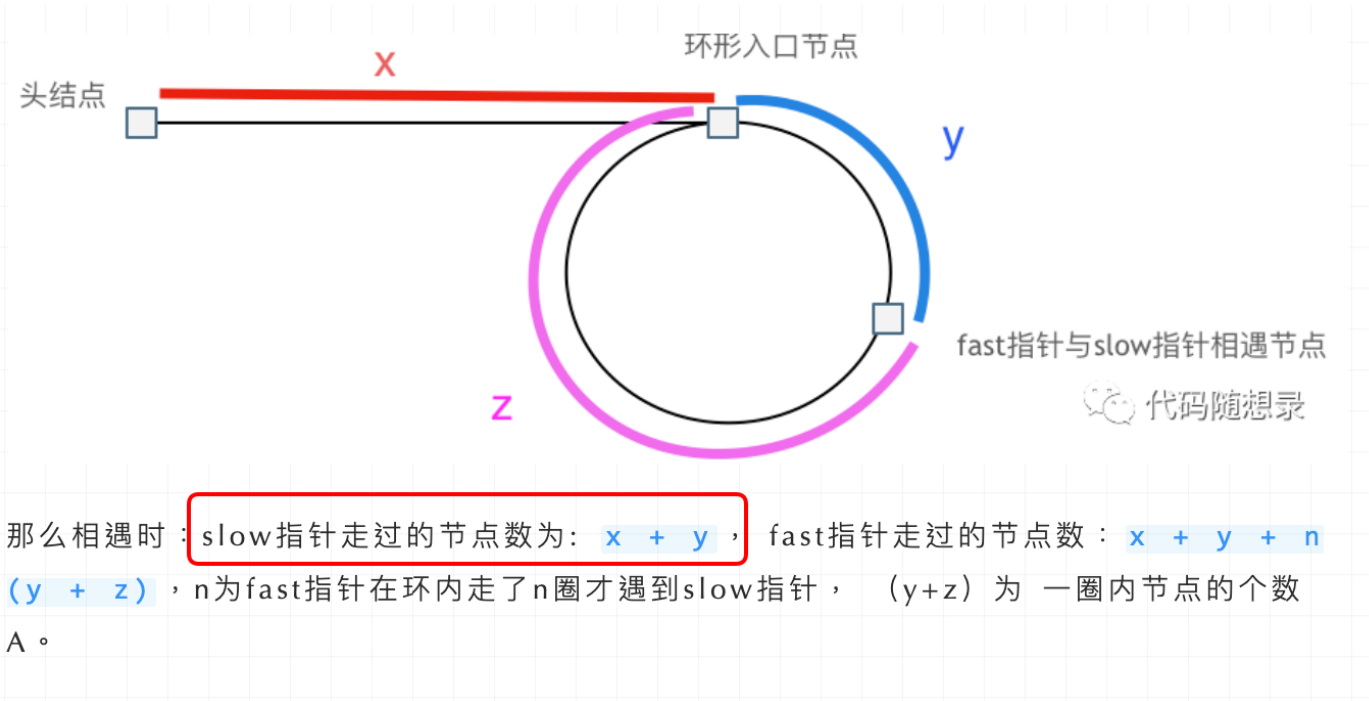
```
/**
 * Definition for singly-linked list.
 * struct ListNode {
 *     int val;
 *     ListNode *next;
 *     ListNode(int x) : val(x), next(NULL) {}
 * };
 */
class Solution {
public:
    ListNode *detectCycle(ListNode *head) {
        ListNode* fast = head;
        ListNode* slow = head;
        while(fast != NULL && fast->next != NULL) {
```

```
                slow = slow->next;
                fast = fast->next->next;
                // 快慢指针相遇，此时从head 和 相遇点，同时查找直至相遇
                if (slow == fast) {
                    ListNode* index1 = fast;
                    ListNode* index2 = head;
                    while (index1 != index2) {
                        index1 = index1->next;
                        index2 = index2->next;
                    }
                    return index2; // 返回环的入口
                }
            }
            return NULL;
        }
    };
```

补充

在推理过程中，大家可能有一个疑问就是：**为什么第一次在环中相遇，slow的 步数 是 x+y 而不是 x + 若干环的长度 + y 呢?**

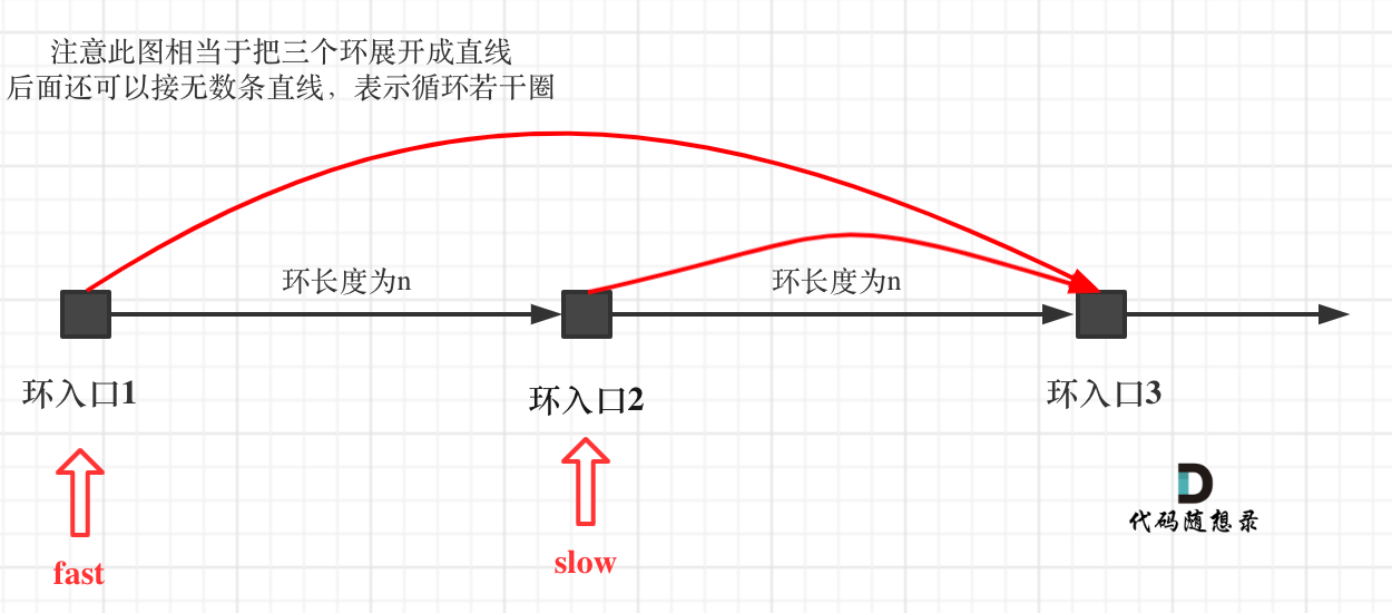
即文章链表：环找到了，那入口呢？中如下的地方：



那么相遇时：slow指针走过的节点数为：`x + y`，fast指针走过的节点数：`x + y + n (y + z)`，n为fast指针在环内走了n圈才遇到slow指针，（y+z）为 一圈内节点的个数A。

首先slow进环的时候，fast一定是先进环来了。

如果slow进环入口，fast也在环入口，那么把这个环展开成直线，就是如下图的样子：



可以看出如果slow 和 fast同时在环入口开始走，一定会在环入口3相遇，slow走了一圈，fast走了两圈。

重点来了，slow进环的时候，fast一定是在环的任意一个位置，如图：

142环形链表4

那么fast指针走到环入口3的时候，已经走了k + n 个节点，slow相应的应该走了(k + n) / 2 个节点。

因为k是小于n的（图中可以看出），所以(k + n) / 2 一定小于n。

也就是说slow一定没有走到环入口3，而fast已经到环入口3了。 还是得需要再看一遍

这说明什么呢?

在slow开始走的那一环已经和fast相遇了。 ???

那有同学又说了，为什么fast不能跳过去呢？ 在刚刚已经说过一次了，**fast相对于slow是一次移动一个节点，所以不可能跳过去。**

好了，这次把为什么第一次在环中相遇，slow的 步数 是 x+y 而不是 x + 若干环的长度 + y ，用数学推理了一下，算是对链表：环找到了，那入口呢？的补充。

总结

这次可以说把环形链表这道题目的各个细节，完完整整的证明了一遍，说这是全网最详细讲解不为过吧，哈哈。

其他语言版本

Java：

```
public class Solution {
    public ListNode detectCycle(ListNode head) {
        ListNode slow = head;
        ListNode fast = head;
```

```
        while (fast != null && fast.next != null) {
            slow = slow.next;
            fast = fast.next.next;
            if (slow == fast) {// 有环
                ListNode index1 = fast;
                ListNode index2 = head;
                // 两个指针，从头结点和相遇结点，各走一步，直到相遇，相遇点即为环入口
                while (index1 != index2) {
                    index1 = index1.next;
                    index2 = index2.next;
                }
                return index1;
            }
        }
        return null;
    }
}
```

Python：

```
class Solution:
    def detectCycle(self, head: ListNode) -> ListNode:
        slow, fast = head, head
        while fast and fast.next:
            slow = slow.next
            fast = fast.next.next
            # 如果相遇
            if slow == fast:
                p = head
                q = slow
                while p!=q:
                    p = p.next
                    q = q.next
                #你也可以return q
                return p

        return None
```

Go：

```
func detectCycle(head *ListNode) *ListNode {
    slow, fast := head, head
    for fast != nil && fast.Next != nil {
        slow = slow.Next
        fast = fast.Next.Next
        if slow == fast {
            for slow != head {
                slow = slow.Next
                head = head.Next
            }
            return head
        }
    }
    return nil
}
```

javaScript

```
// 两种循环实现方式
/**
 * @param {ListNode} head
 * @return {ListNode}
 */
// 先判断是否是环形链表
var detectCycle = function(head) {
    if(!head || !head.next) return null;
    let slow =head.next, fast = head.next.next;
    while(fast && fast.next && fast!== slow) {
        slow = slow.next;
        fast = fast.next.next;
    }
    if(!fast || !fast.next ) return null;
    slow = head;
    while (fast !== slow) {
        slow = slow.next;
        fast = fast.next;
    }
    return slow;
};

var detectCycle = function(head) {
    if(!head || !head.next) return null;
    let slow =head.next, fast = head.next.next;
    while(fast && fast.next) {
        slow = slow.next;
        fast = fast.next.next;
        if(fast == slow) {
            slow = head;
            while (fast !== slow) {
                slow = slow.next;
                fast = fast.next;
            }
            return slow;
        }
    }
    return null;
};
```

- 作者微信：程序员Carl
- B站视频：代码随想录
- 知识星球：代码随想录