栈和队列

【本节目标】

1. **栈的概念及使用**
2. **队列的概念及使用**
3. **相关OJ题**

1. 栈(Stack)

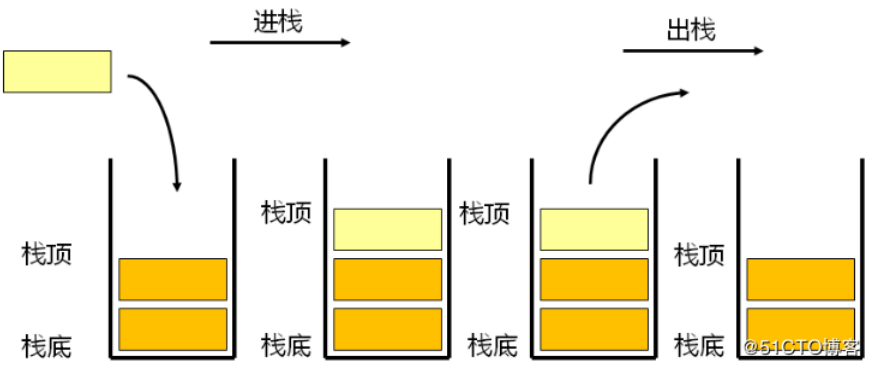
1.1 概念

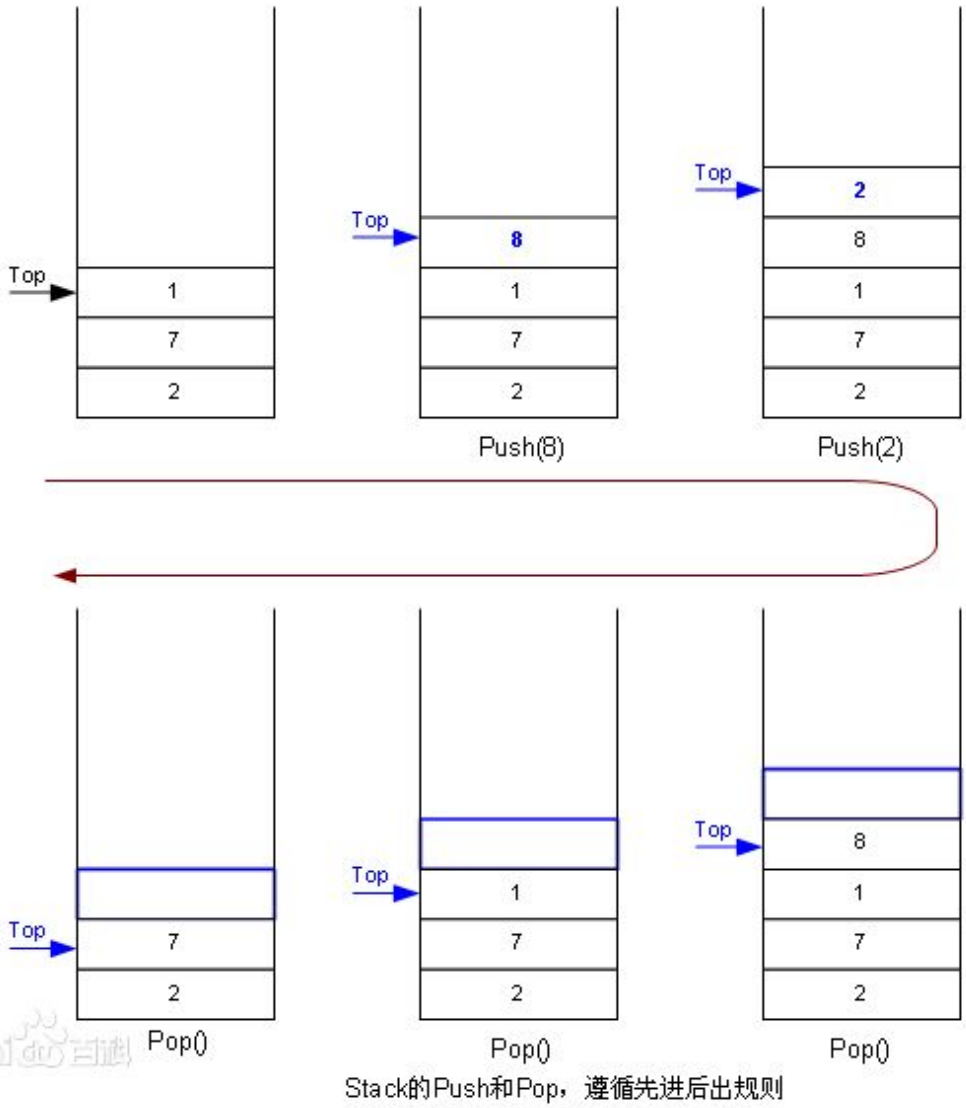
栈：一种特殊的线性表，其**只允许在固定的一端进行插入和删除元素操作。**进行数据插入和删除操作的一端称为栈顶，另一端称为栈底。栈中的数据元素遵守后进先出LIFO（Last In First Out）的原则。

压栈：栈的插入操作叫做进栈/压栈/入栈，**入数据在栈顶。**

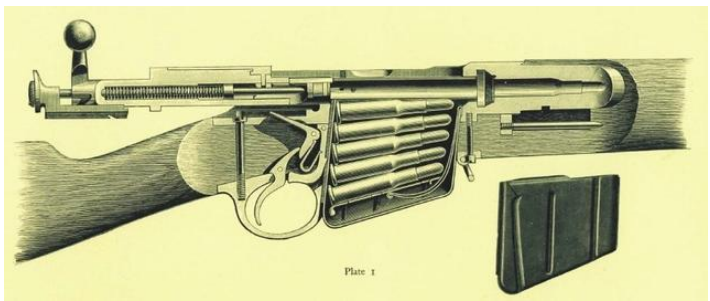
出栈：栈的删除操作叫做出栈。**出数据在栈顶。**

– 后进先出（Last In First Out）





栈在现实生活中的例子：

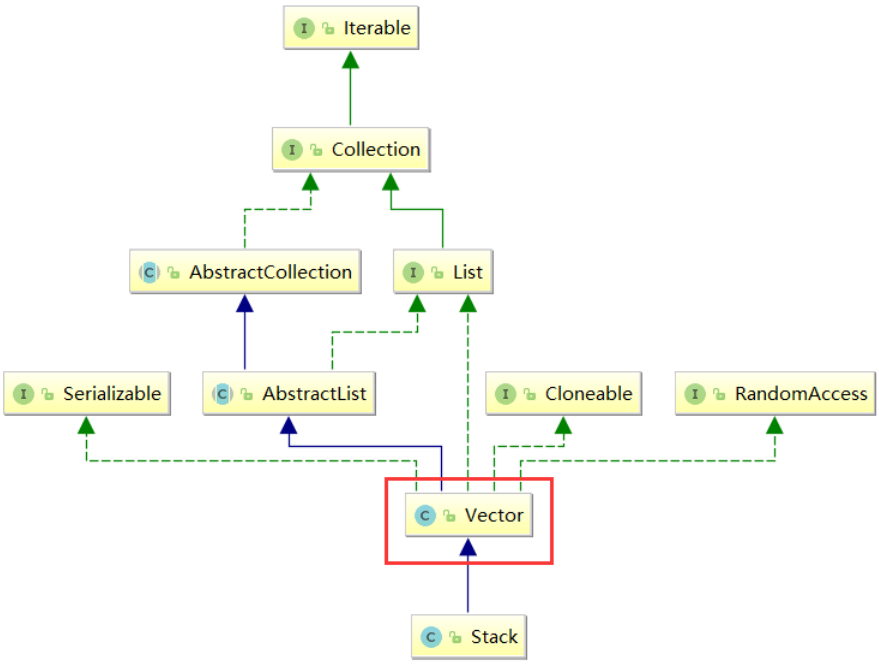


1.2 栈的使用

方法	功能
Stack()	构造一个空的栈
E push(E e)	将e入栈，并返回e
E pop()	将栈顶元素出栈并返回
E peek()	获取栈顶元素
int size()	获取栈中有效元素个数
boolean empty()	检测栈是否为空

```
public static void main(String[] args) {
    Stack<Integer> s = new Stack();
    s.push(1);
    s.push(2);
    s.push(3);
    s.push(4);
    System.out.println(s.size());  // 获取栈中有效元素个数---> 4
    System.out.println(s.peek());  // 获取栈顶元素---> 4
    s.pop();  // 4出栈，栈中剩余1 2 3，栈顶元素为3
    System.out.println(s.pop());  // 3出栈，栈中剩余1 2 栈顶元素为3
    if(s.empty()){
        System.out.println("栈空");
    }else{
        System.out.println(s.size());
    }
}
```

1.3 栈的模拟实现



从上图中可以看到，Stack继承了Vector，Vector和ArrayList类似，都是动态的顺序表，不同的是Vector是线程安全的。

```
public class MyStack {
    int[] array;
    int size;

    public MyStack(){
        array = new int[3];
    }

    public int push(int e){
        ensureCapacity();
        array[size++] = e;
        return e;
    }

    public int pop(){
        int e = peek();
        size--;
        return e;
    }

    public int peek(){
        if(empty()){
            throw new RuntimeException("栈为空，无法获取栈顶元素");
        }

        return array[size-1];
    }

    public int size(){
```

```
        return size;
    }

    public boolean empty(){
        return 0 == size;
    }

    private void ensureCapacity(){
        if(size == array.length){
            array = Arrays.copyOf(array, size*2);
        }
    }
}
```

1.4 栈的应用场景

1. **改变元素的序列**

> 1. 若进栈序列为 1,2,3,4 ，进栈过程中可以出栈，则下列不可能的一个出栈序列是（）
> A: 1,4,3,2 B: 2,3,4,1 C: 3,1,4,2 D: 3,4,2,1
>
> 2.一个栈的初始状态为空。现将元素1、2、3、4、5、A、B、C、D、E依次入栈，然后再依次出栈，则元素出栈的顺序是（ ）。
> A: 12345ABCDE B: EDCBA54321 C: ABCDE12345 D: 54321EDCBA

2. **将递归转化为循环**

比如：逆序打印链表

```
// 递归方式
void printList(Node head){
    if(null != head){
        printList(head.next);
        System.out.print(head.val + " ");
    }
}

// 循环方式
void printList(Node head){
    if(null == head){
        return;
    }

    Stack<Node> s = new Stack<>();
    // 将链表中的结点保存在栈中
    Node cur = head;
    while(null != cur){
        s.push(cur);
        cur = cur.next;

    }
```

```
    // 将栈中的元素出栈
    while(!s.empty()){
        System.out.print(s.pop().val + " ");
    }
}
```

3. **括号匹配**
4. **逆波兰表达式求值**
5. **出栈入栈次序匹配**
6. **最小栈**

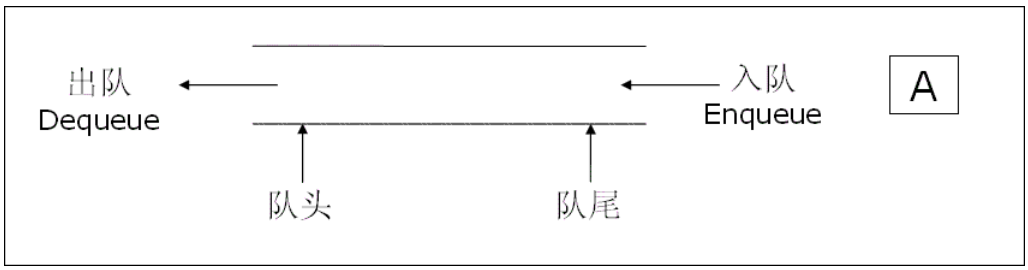
1.5 概念区分

栈、虚拟机栈、栈帧有什么区别呢?

2. 队列(Queue)

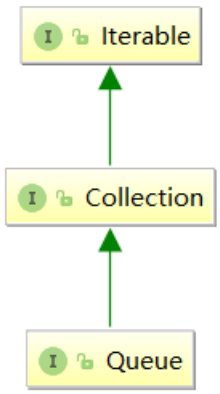
2.1 概念

队列：只允许在一端进行插入数据操作，在另一端进行删除数据操作的特殊线性表，队列具有先进先出FIFO(First In First Out) 入队列：进行插入操作的一端称为**队尾（Tail/Rear）** 出队列：进行删除操作的一端称为**队头（Head/Front)**



2.2 队列的使用

在Java中，**Queue是个接口，底层是通过链表实现**的。



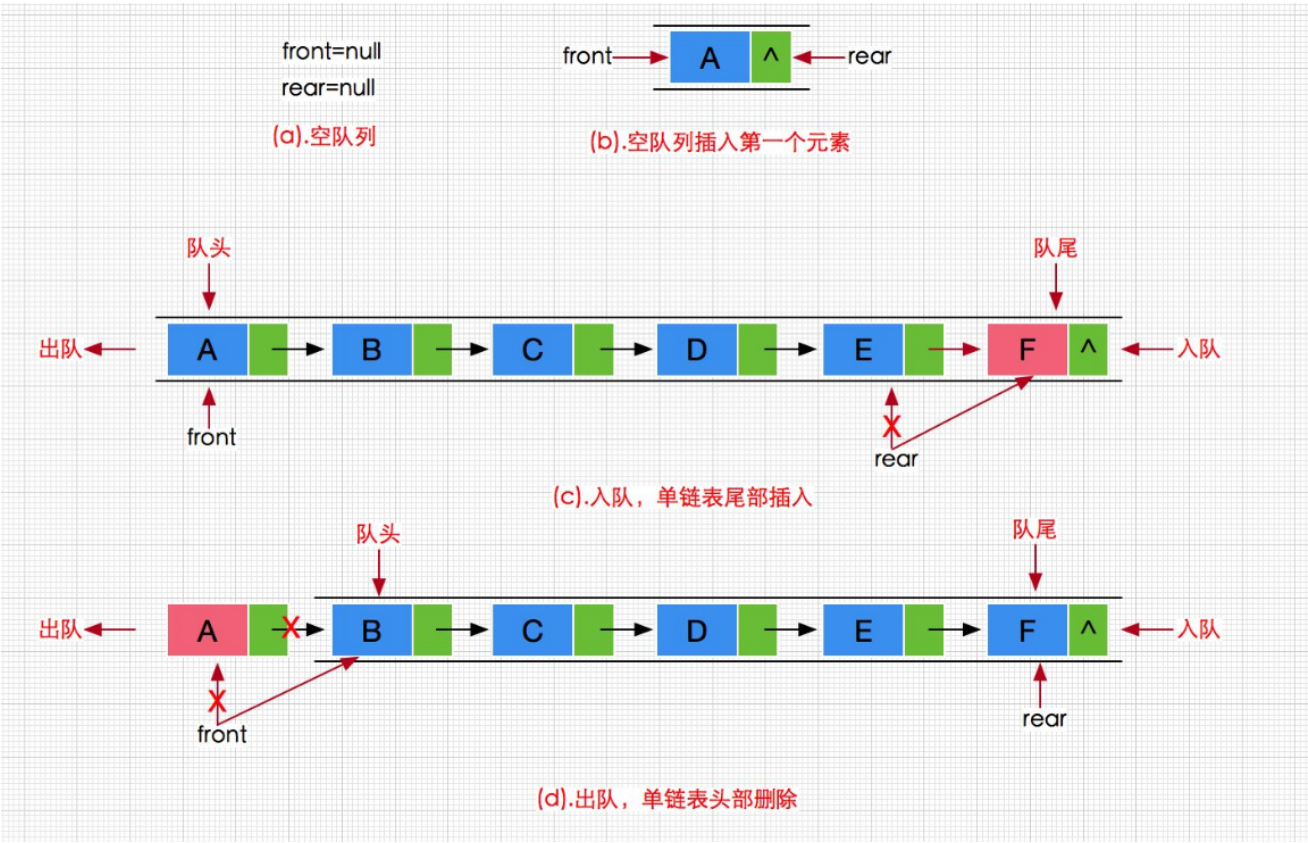
方法	功能
boolean offer(E e)	入队列
E poll()	出队列
peek()	获取队头元素
int size()	获取队列中有效元素个数
boolean isEmpty()	检测队列是否为空

注意：Queue是个接口，在实例化时必须实例化LinkedList的对象，因为LinkedList实现了Queue接口。

```
public static void main(String[] args) {
    Queue<Integer> q = new LinkedList<>();
    q.offer(1);
    q.offer(2);
    q.offer(3);
    q.offer(4);
    q.offer(5);                 // 从队尾入队列
    System.out.println(q.size());
    System.out.println(q.peek()); // 获取队头元素

    q.poll();
    System.out.println(q.poll()); // 从队头出队列，并将删除的元素返回

    if(q.isEmpty()){
        System.out.println("队列空");
    }else{
        System.out.println(q.size());
    }
}
```

2.3 队列模拟实现

队列中既然可以存储元素，那底层肯定要有能够保存元素的空间，通过前面线性表的学习了解到常见的空间类型有两种：**顺序结构 和 链式结构。**同学们思考下：**队列的实现使用顺序结构还是链式结构好?**

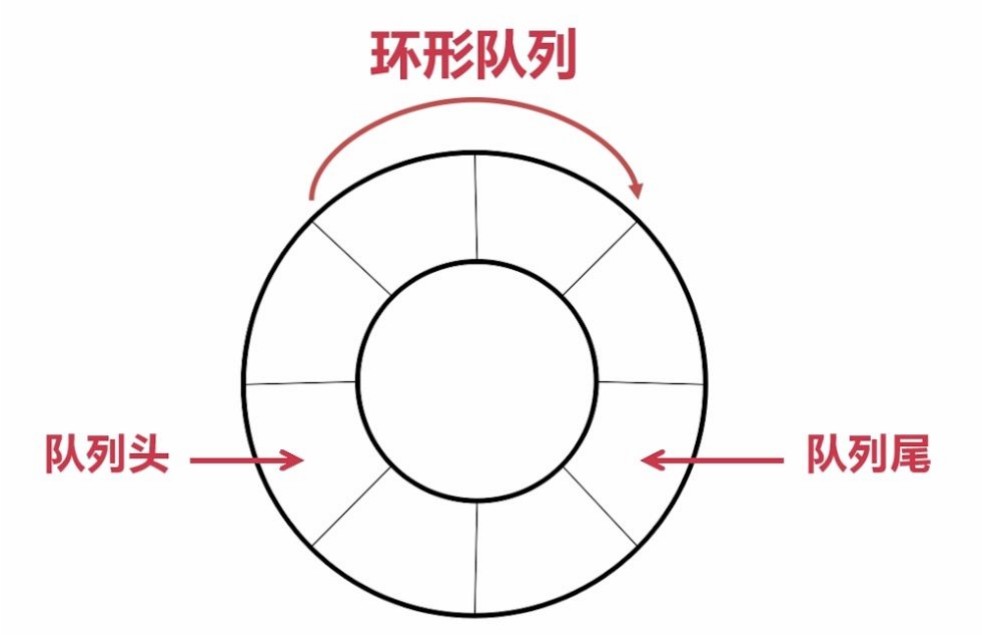



```
public class Queue {
    // 双向链表节点
    public static class ListNode{
        ListNode next;
        ListNode prev;
        int value;

        ListNode(int value){
            this.value = value;
        }
    }

    ListNode first;   // 队头
    ListNode last;    // 队尾
    int size = 0;

    // 入队列---向双向链表位置插入新节点
    public void offer(int e){
        ListNode newNode = new ListNode(e);
        if(first == null){
            first = newNode;
            // last = newNode;
        }else{
            last.next = newNode;
            newNode.prev = last;
            // last = newNode;
        }

        last = newNode;
```

```
        size++;
    }

    // 出队列---将双向链表第一个节点删除掉
    public int poll(){
        // 1. 队列为空
        // 2. 队列中只有一个元素----链表中只有一个节点---直接删除
        // 3. 队列中有多个元素---链表中有多个节点----将第一个节点删除
        int value = 0;
        if(first == null){
            return null;
        }else if(first == last){
            last = null;
            first = null;
        }else{
            value = first.value;
            first = first.next;
            first.prev.next = null;
            first.prev = null;
        }
        --size;
        return value;
    }

    // 获取队头元素---获取链表中第一个节点的值域
    public int peek(){
        if(first == null){
            return null;
        }

        return first.value;
    }

    public int size() {
        return size;
    }

    public boolean isEmpty(){
        return first == null;
    }
}
```

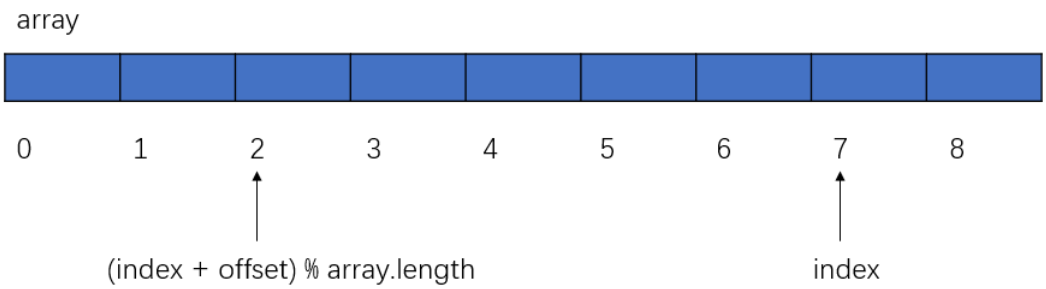
2.4 循环队列

实际中我们有时还会使用一种队列叫循环队列。如操作系统课程讲解生产者消费者模型时可以就会使用循环队列。环形队列通常使用数组实现。



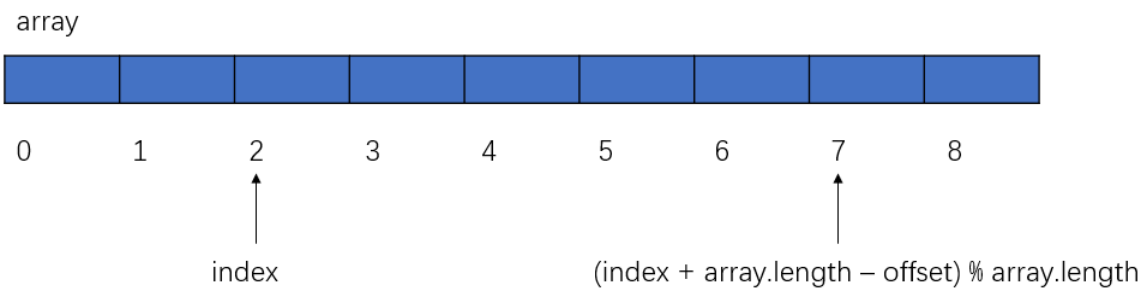
数组下标循环的小技巧

1. 下标最后再往后(offset 小于 array.length): index = (index + offset) % array.length



index = 7
array.length = 9
offset = 4
结果 = 2

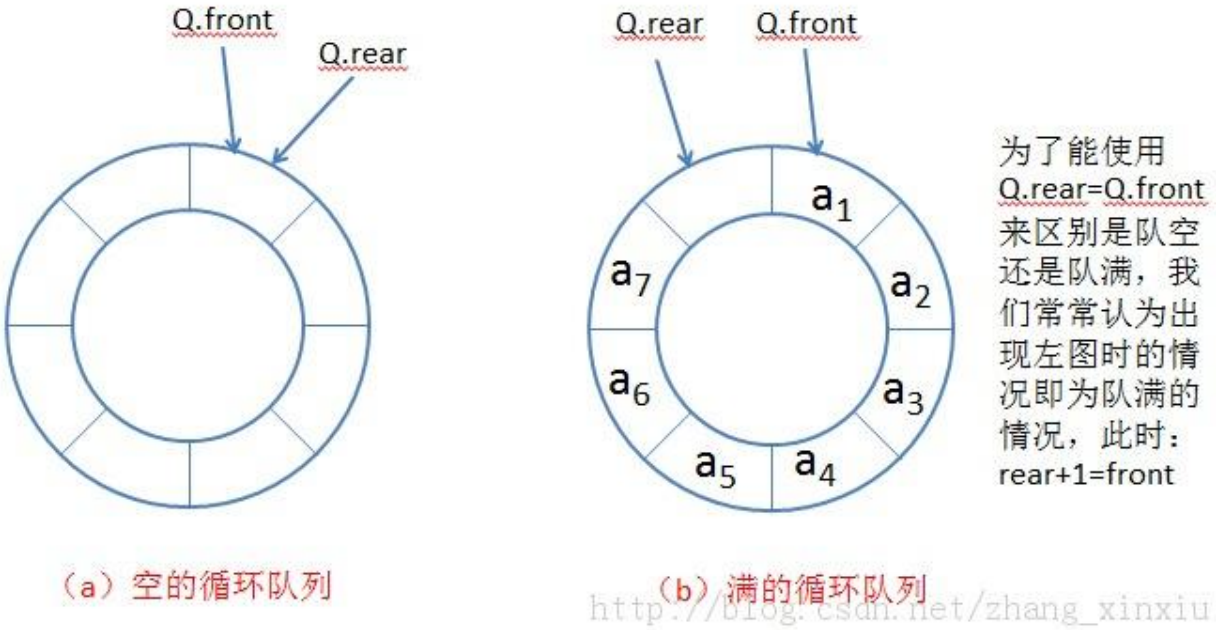
2. 下标最前再往前(offset 小于 array.length): index = (index + array.length - offset) % array.length



index = 2
array.length = 9
offset = 4
结果 = 7

如何区分空与满

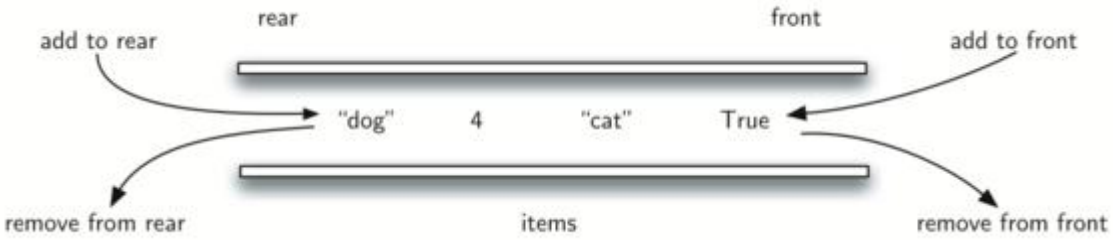
1. 通过添加 size 属性记录
2. 保留一个位置
3. 使用标记



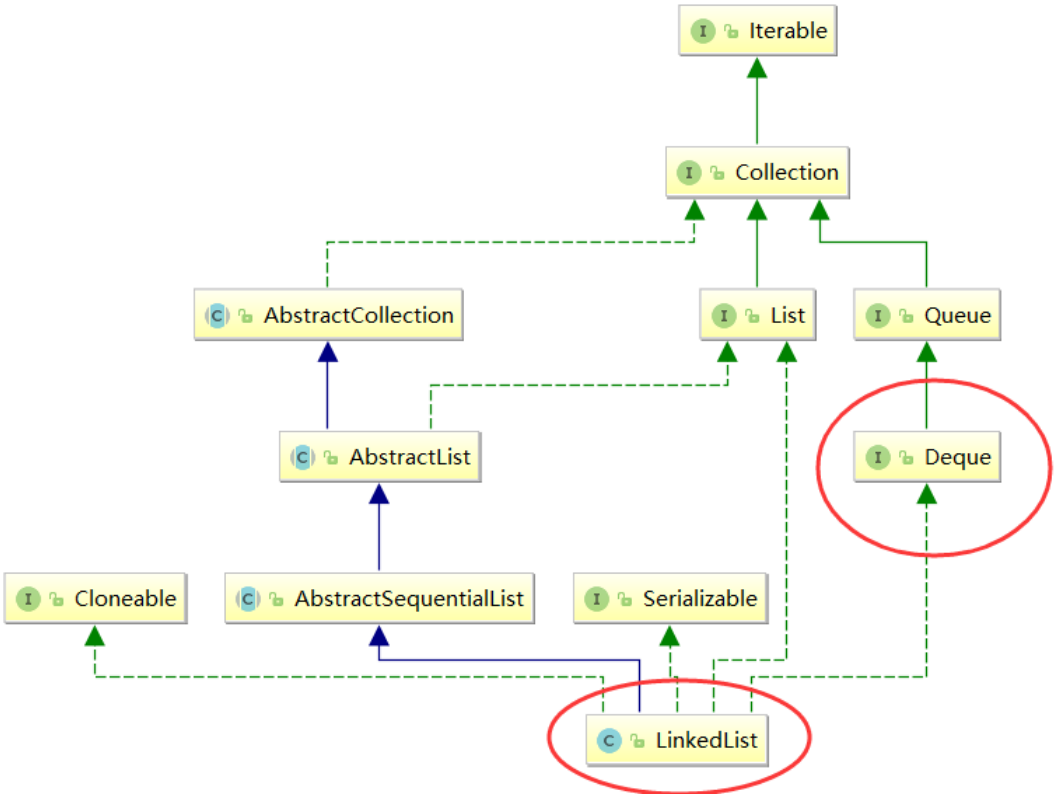
设计循环队列

3. 双端队列 (Deque)

双端队列（deque）是指允许两端都可以进行入队和出队操作的队列，deque 是 “double ended queue” 的简称。那就说明元素可以从队头出队和入队，也可以从队尾出队和入队。



Deque是一个接口，使用时必须创建LinkedList的对象。



在实际工程中，使用Deque接口是比较多的，栈和队列均可以使用该接口。

```
Deque<Integer> stack = new ArrayDeque<>();//双端队列的线性实现
Deque<Integer> queue = new LinkedList<>();//双端队列的链式实现
```

4. 面试题

1. 用队列实现栈。OJ链接
2. 用栈实现队列。OJ链接