

# 极客时间算法训练营

## 第二课

### 栈、队列

李煜东

《算法竞赛进阶指南》作者



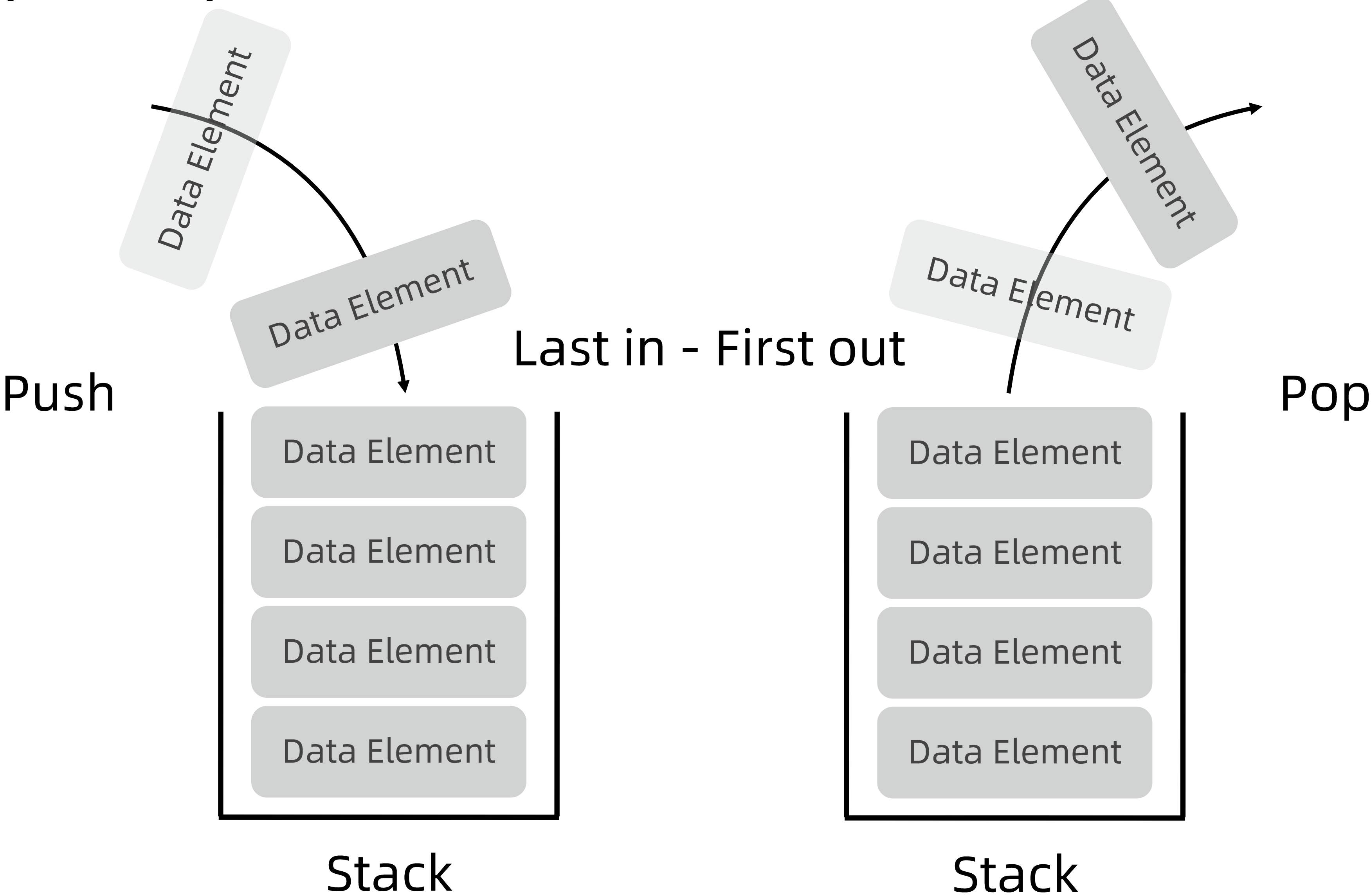
# 目录

1. 栈、队列及其常见变形、实战应用
2. 表达式求值系列问题
3. 单调栈与单调队列

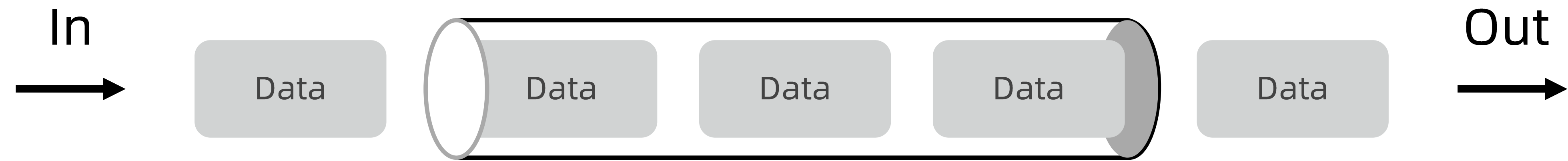


# 栈、队列及其常见变形、实战应用

# 栈 (stack)



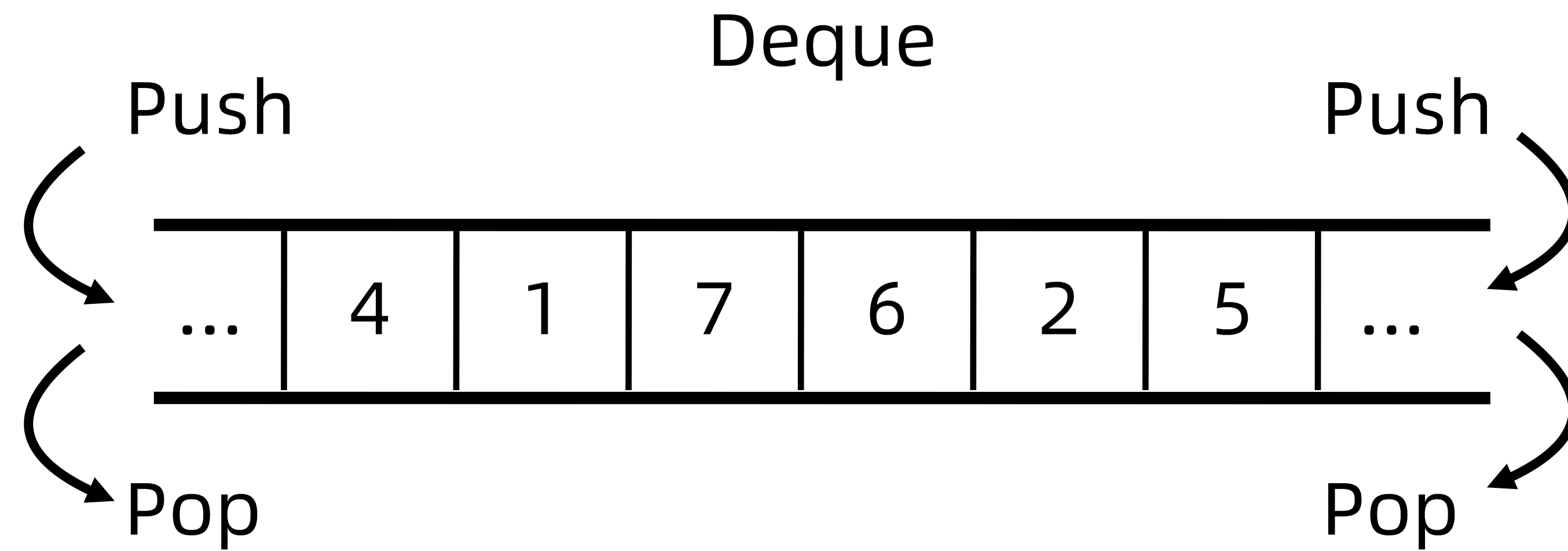
# 队列 (queue)



Last in - Last out

First in - First out

# 双端队列 (deque)



# 优先队列 (priority queue)

一般的队列是以“时间”为顺序的（先进先出）

优先队列按照元素的“优先级”取出

- “优先级”可以是自己定义的一个元素属性

许多数据结构都可以用来实现优先队列，例如二叉堆、二叉平衡树等

# 时间复杂度

## 栈、队列

- Push（入栈、入队）： $O(1)$
- Pop（出栈、出队）： $O(1)$
- Access（访问栈顶、访问队头）： $O(1)$

## 双端队列

- 队头、队尾的插入、删除、访问也都是  $O(1)$

## 优先队列

- 访问最值： $O(1)$
- 插入：一般是  $O(\log N)$ ，一些高级数据结构可以做到  $O(1)$
- 取最值： $O(\log N)$



# Homework

读文档，学习使用自己的语言中所带的栈、队列、双端队列、优先队列 library

C++: stack, queue, deque, priority\_queue

Java

- Stack
- Queue, Deque 可以用 LinkedList 实现
- PriorityQueue

Python

- 栈、队列、双端队列可以用 list 实现
- 优先队列可以用 heapq 库

# 实战

有效的括号

<https://leetcode-cn.com/problems/valid-parentheses/>

- 栈与“括号序列”
- “最近相关性”

<https://leetcode-cn.com/problems/min-stack/>

- 前缀最小值

# 表达式求值

## 前缀表达式

- 形如 “op A B” , 其中op是一个运算符, A,B是另外两个前缀表达式
- 例如:  $* 3 + 1 2$
- 又称波兰式

## 后缀表达式

- 形如 “A B op”
- $1 2 + 3 *$
- 又称逆波兰式

## 中缀表达式

- $3 * (1 + 2)$

# 后缀表达式求值

<https://leetcode-cn.com/problems/evaluate-reverse-polish-notation/>

建立一个用于存数的栈，逐一扫描后缀表达式中的元素。

- 如果遇到一个数，则把该数入栈。
- 如果遇到运算符，就取出栈顶的两个数进行计算，然后把结果入栈。

扫描完成后，栈中恰好剩下一个数，就是该后缀表达式的值。

时间复杂度  $O(n)$

# 中缀表达式求值

<https://leetcode-cn.com/problems/basic-calculator/>（以及-ii, -iii）

建立一个用于存运算符的栈，逐一扫描中缀表达式中的元素。

- 如果遇到一个数，输出该数。
- 如果遇到左括号，把左括号入栈。
- 如果遇到右括号，不断取出栈顶并输出，直到栈顶为左括号，然后把左括号出栈。
- 如果遇到运算符，只要栈顶符号的优先级  $\geq$  新符号，就不断取出栈顶并输出，最后把新符号进栈。优先级顺序为乘除号  $>$  加减号  $>$  左括号。
- 思考：如何辨别运算符是加减法运算还是正负号？

依次取出并输出栈中的所有剩余符号。

最终输出的序列就是一个与原中缀表达式等价的后缀表达式，再对后缀表达式求值。

时间复杂度  $O(n)$



# 单调栈、单调队列

# 单调栈

柱状图中最大的矩形

<https://leetcode-cn.com/problems/largest-rectangle-in-histogram/>

模板题

思考方向：

1. 以一个柱子为确定的高度，向两侧扩展的范围：左、右第一个比它矮的柱子
2. 若柱子高度单调递增，答案是什么？
3. 来了一个柱子破坏了单调性，会发生什么？

# 单调栈

单调栈题目思维套路：

- 确定递增递减——关键在于考虑“前面不能影响到后面”的条件
- 本题中若  $h[i - 1] > h[i]$ ，则  $h[i - 1]$  这个高度就无法影响到更后面，自然可以单独计算了

单调栈题目代码套路：

- for 每个元素
- while (栈顶与新元素不满足单调性) { 弹栈，更新答案，累加“宽度” }
- 入栈

# 实战

接雨水

<https://leetcode-cn.com/problems/trapping-rain-water/>

前缀/后缀最大值？

单调栈？

# 单调队列

滑动窗口最大值

<https://leetcode-cn.com/problems/sliding-window-maximum/>

模板题



# 单调队列

滑动窗口最大值

<https://leetcode-cn.com/problems/sliding-window-maximum/>

单调队列题目思维套路：

- 单调队列维护的是一个候选集合，前面的比较旧，后面的比较新（**时间有单调性**）
- 候选项的某个**属性也具有单调性**
- 确定递增递减的方法——考虑任意两个候选项  $j_1 < j_2$ ，写出  $j_1$  比  $j_2$  优的条件

**排除冗余的关键：若  $j_1$  比  $j_2$  差， $j_1$  的生命周期还比  $j_2$  短，那  $j_1$  就没卵用了**

# 单调队列

滑动窗口最大值

<https://leetcode-cn.com/problems/sliding-window-maximum/>

单调队列题目代码套路：

- for 每个元素
  - (1) while (队头过期) 队头出队
  - (2) 取队头为最佳选项，计算答案
  - (3) while (队尾与新元素不满足单调性) 队尾出队
  - (3) 新元素入队

(2) (3) 的顺序取决于：  
 $i$  是不是候选项

# Homework

设计循环双端队列

<https://leetcode-cn.com/problems/design-circular-deque/>

最大矩形

<https://leetcode-cn.com/problems/maximal-rectangle/>



# THANKS

 极客时间 | 训练营