

本节内容

字符串

KMP算法

两种模式匹配算法

字符串模式匹配

朴素模式匹配算法

KMP算法

## KMP算法

由D.E.Knuth, J.H.Morris和V.R.Pratt提出, 因此称为 KMP算法



你不要凶我 我害怕。

王道考研/CSKAOYAN.COM

## 朴素模式匹配算法

主串S: 

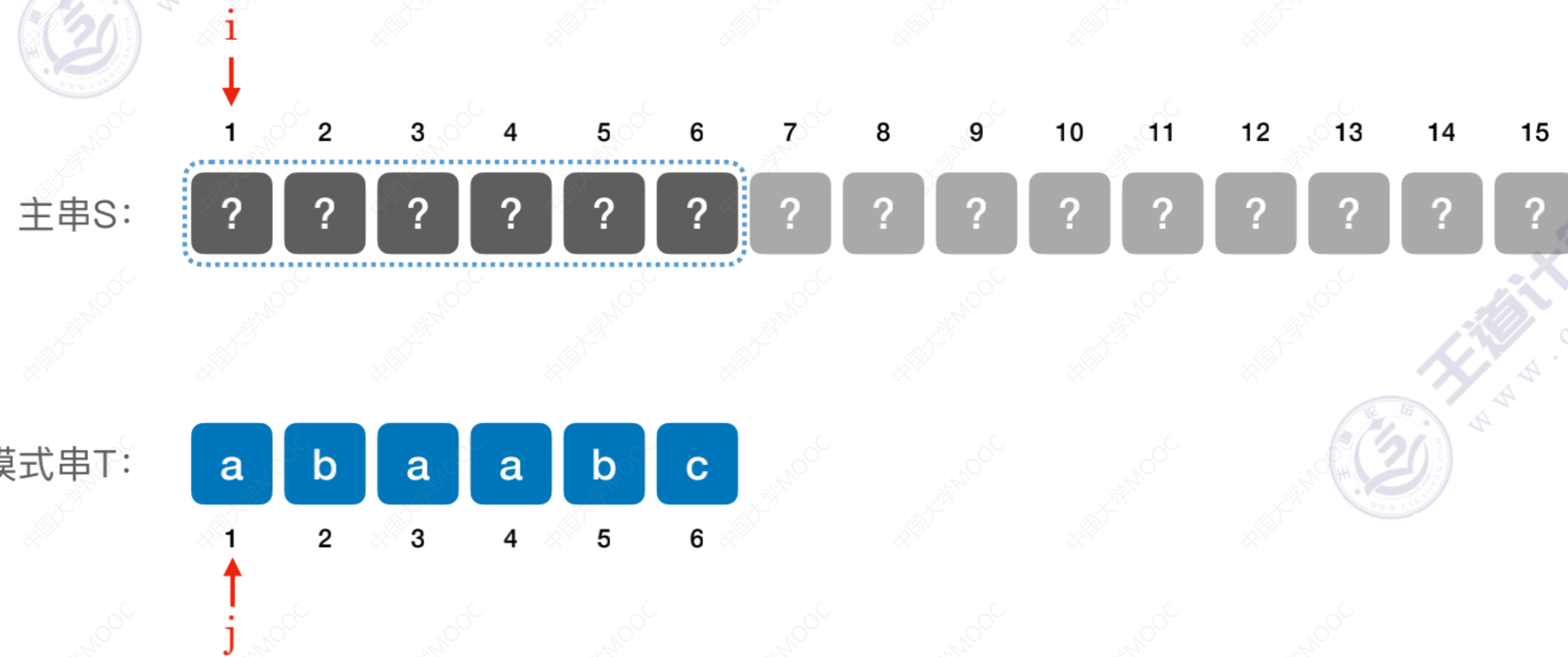
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?

模式串T: 

a	b	a	a	b	c
1	2	3	4	5	6

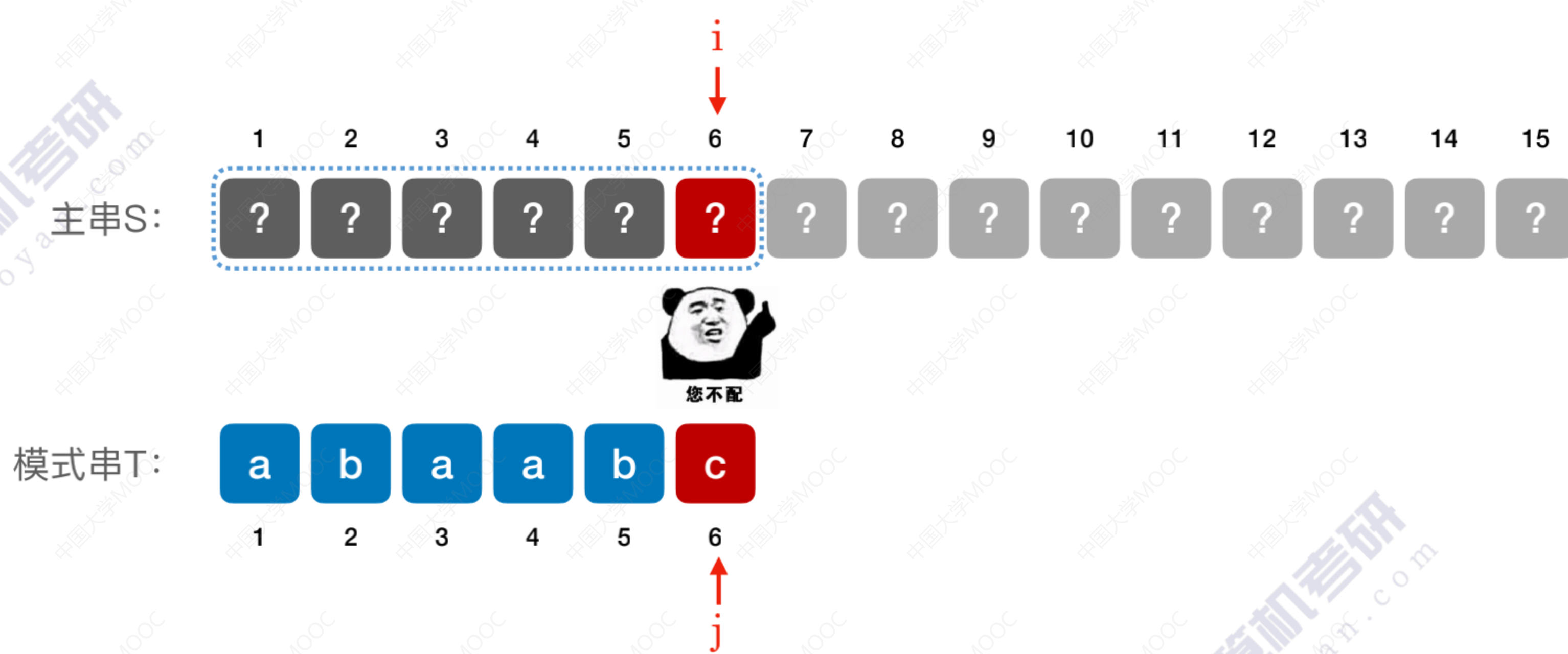
王道考研/CSKAOYAN.COM

## 朴素模式匹配算法



王道考研/CSKAOYAN.COM

## 朴素模式匹配算法



一旦发现当前这个子串中某个字符不匹配，就只能转而匹配下一个子串（从头开始）

王道考研/CSKAOYAN.COM

## 朴素模式匹配算法



一旦发现当前这个子串中某个字符不匹配，就只能转而匹配下一个子串（从头开始）

王道考研/CSKAOYAN.COM

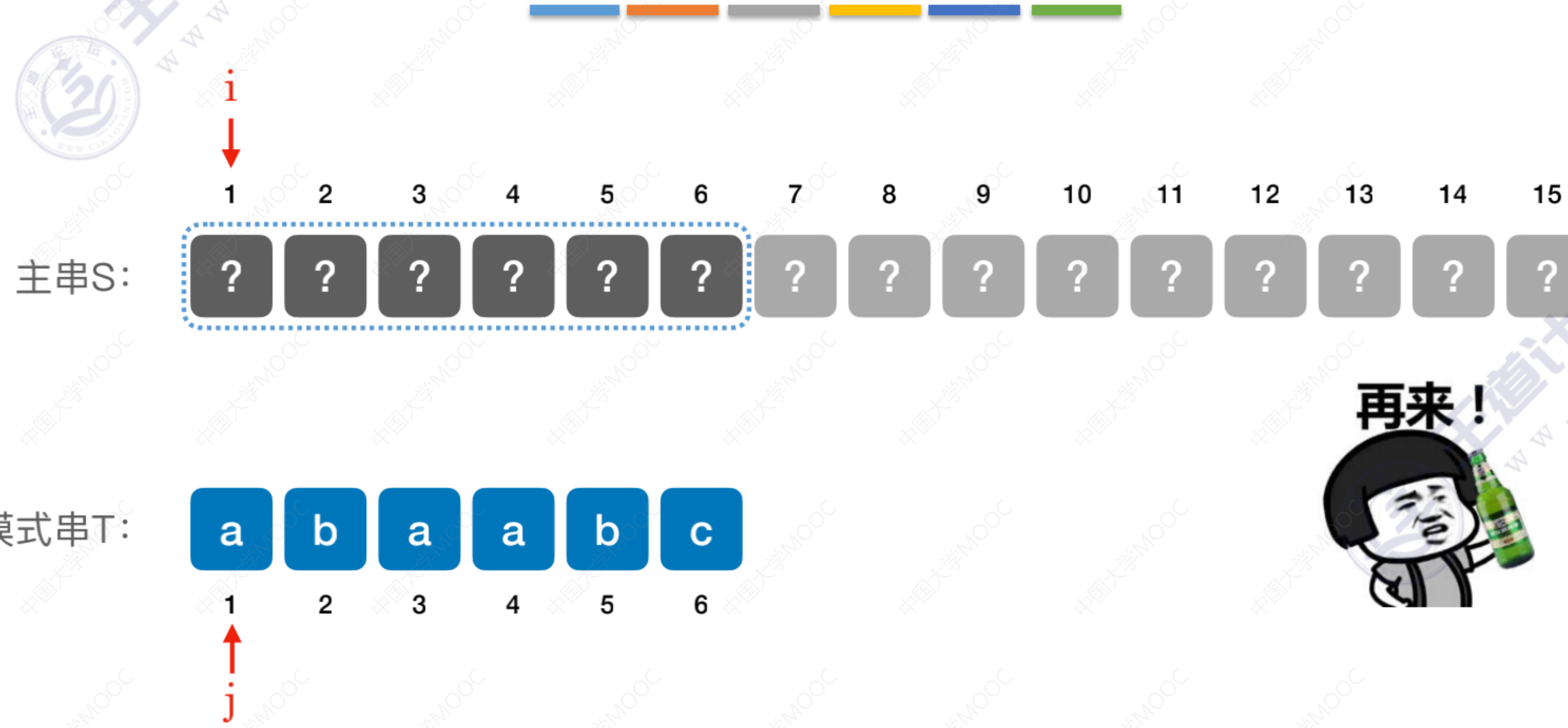
## 朴素模式匹配算法



一旦发现当前这个子串中某个字符不匹配，就只能转而匹配下一个子串（从头开始）

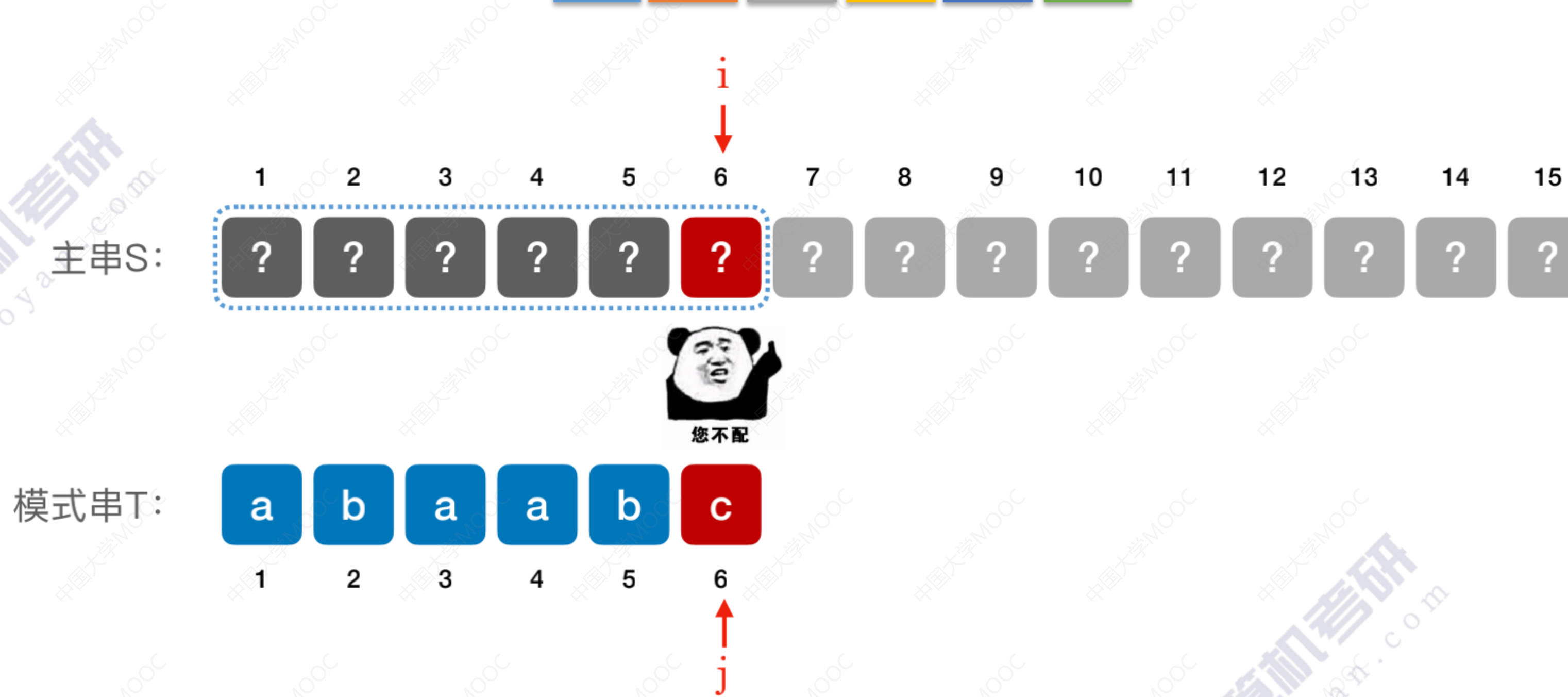
王道考研/CSKAOYAN.COM

# 朴素模式匹配算法



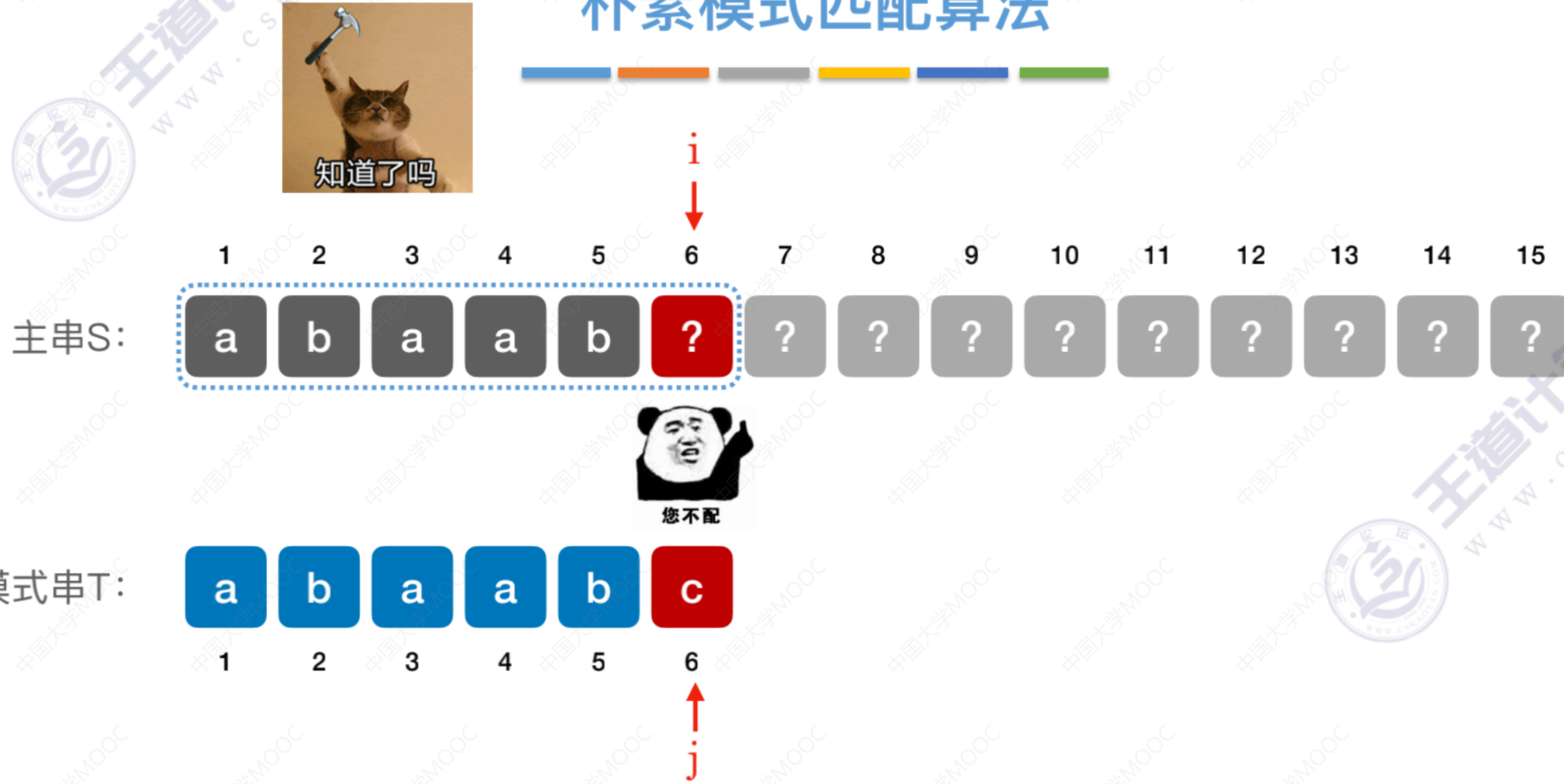
王道考研/CSKAOYAN.COM

# 朴素模式匹配算法



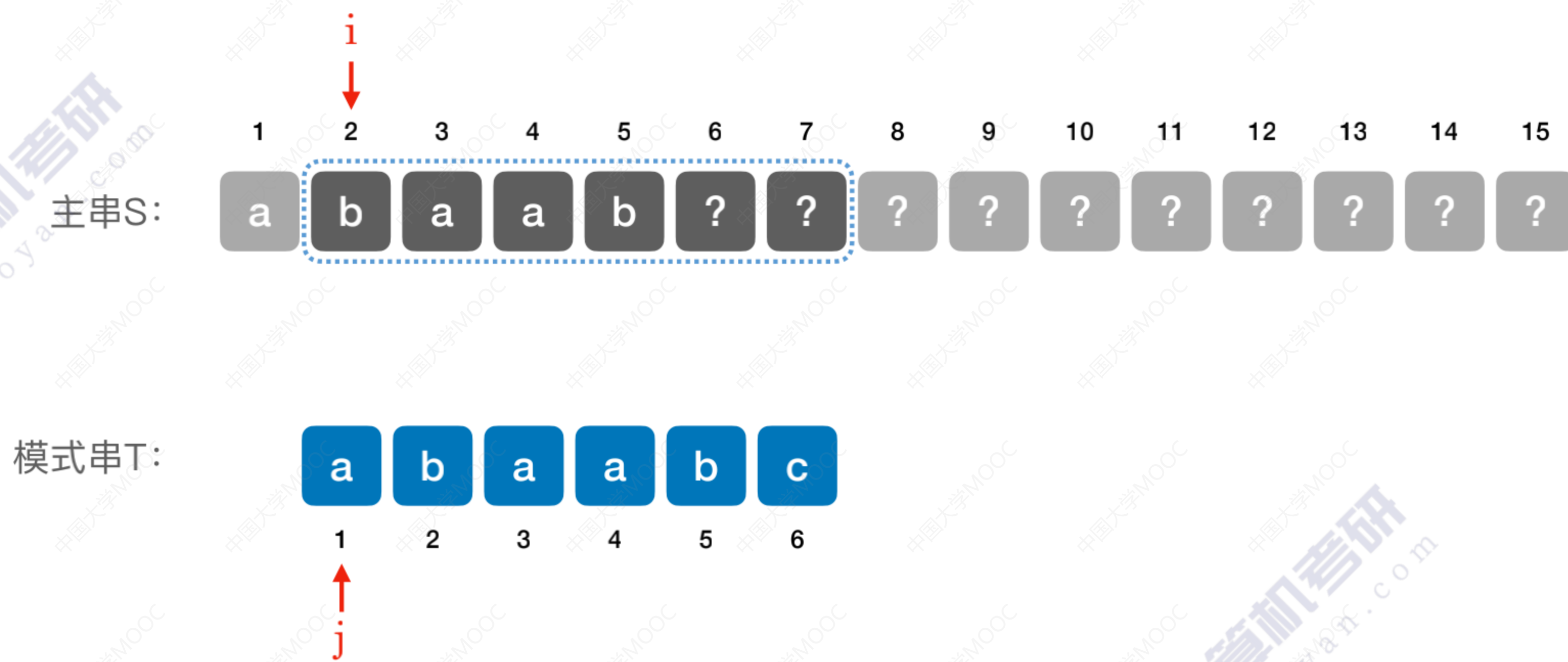
王道考研/CSKAOYAN.COM

# 朴素模式匹配算法

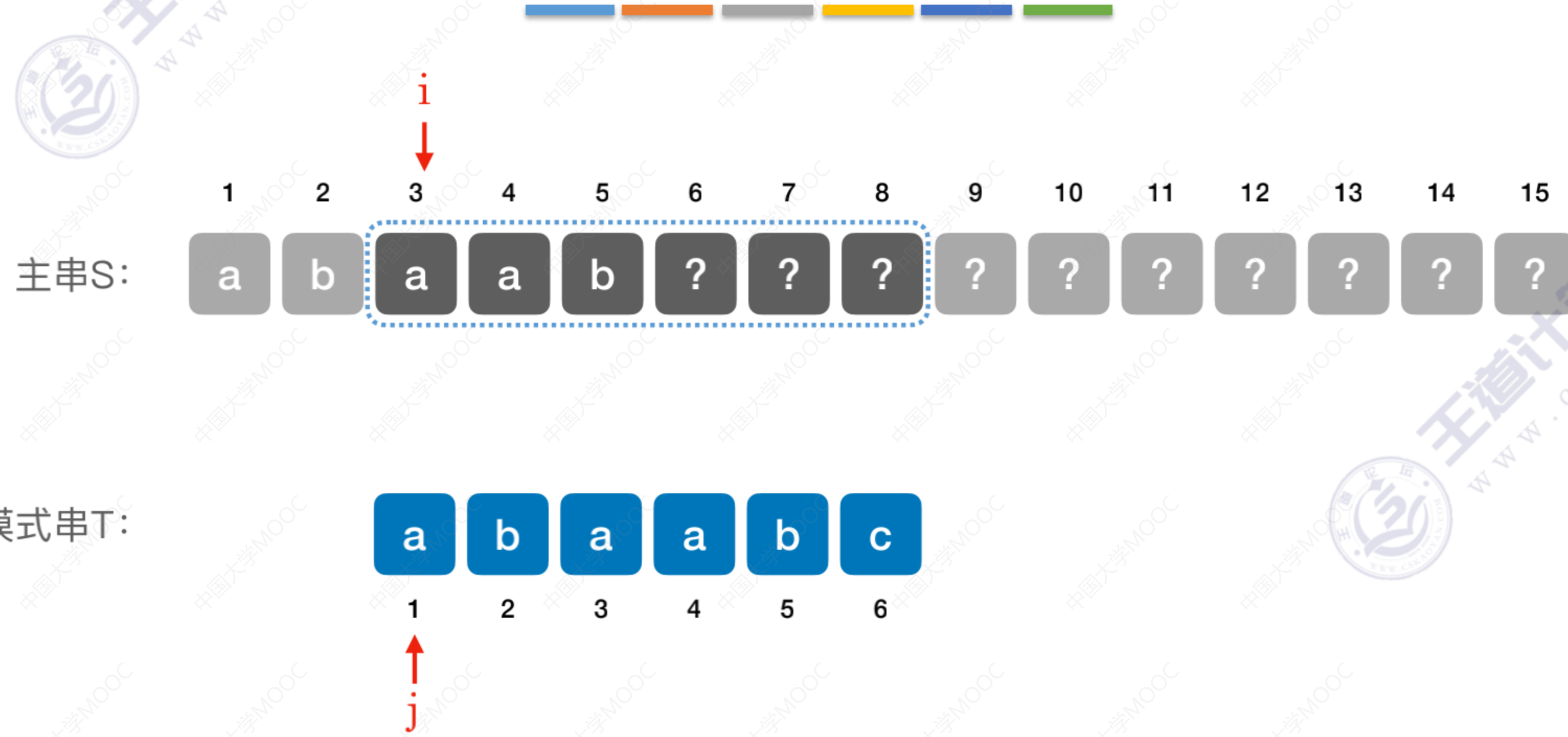


不匹配的字符之前，一定是和模式串一致的

# 朴素模式匹配算法

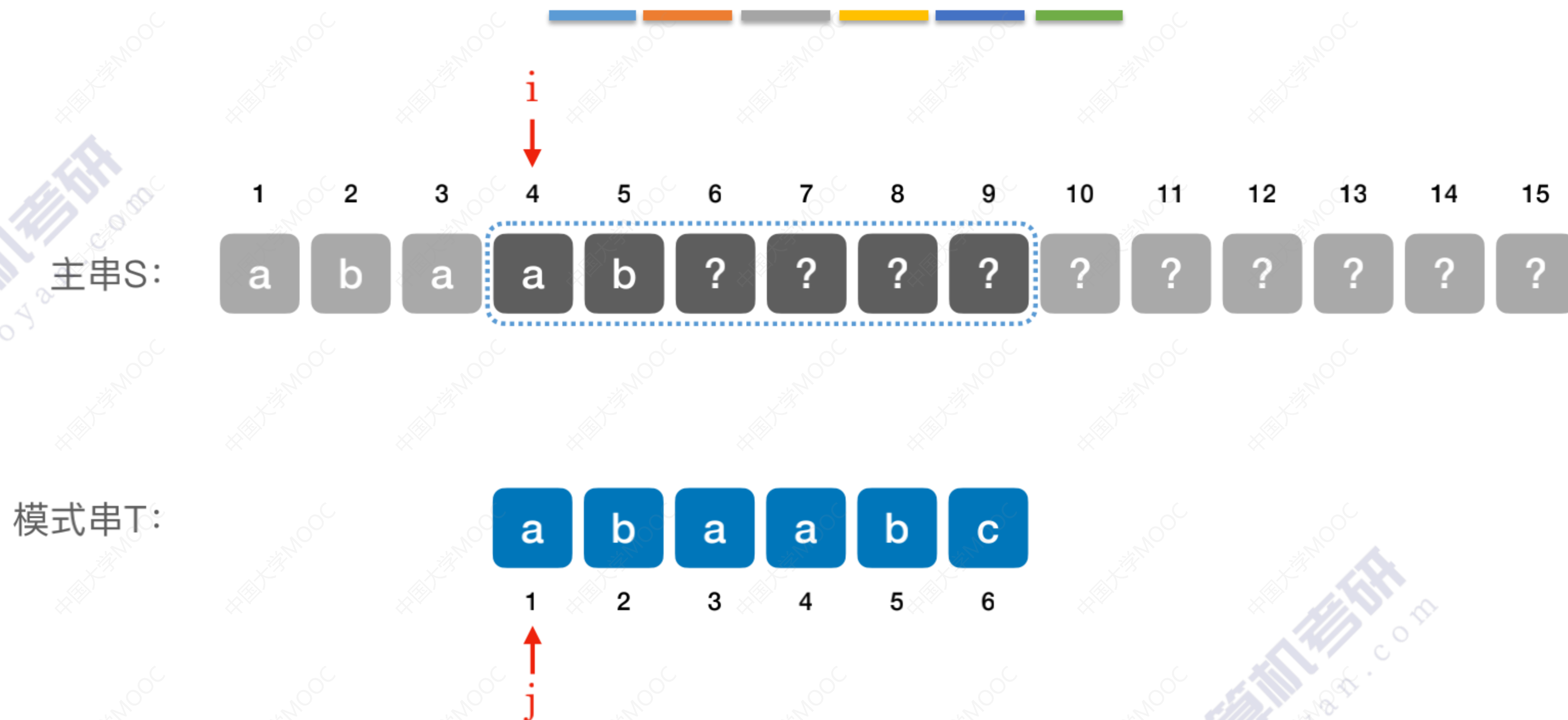


# 朴素模式匹配算法



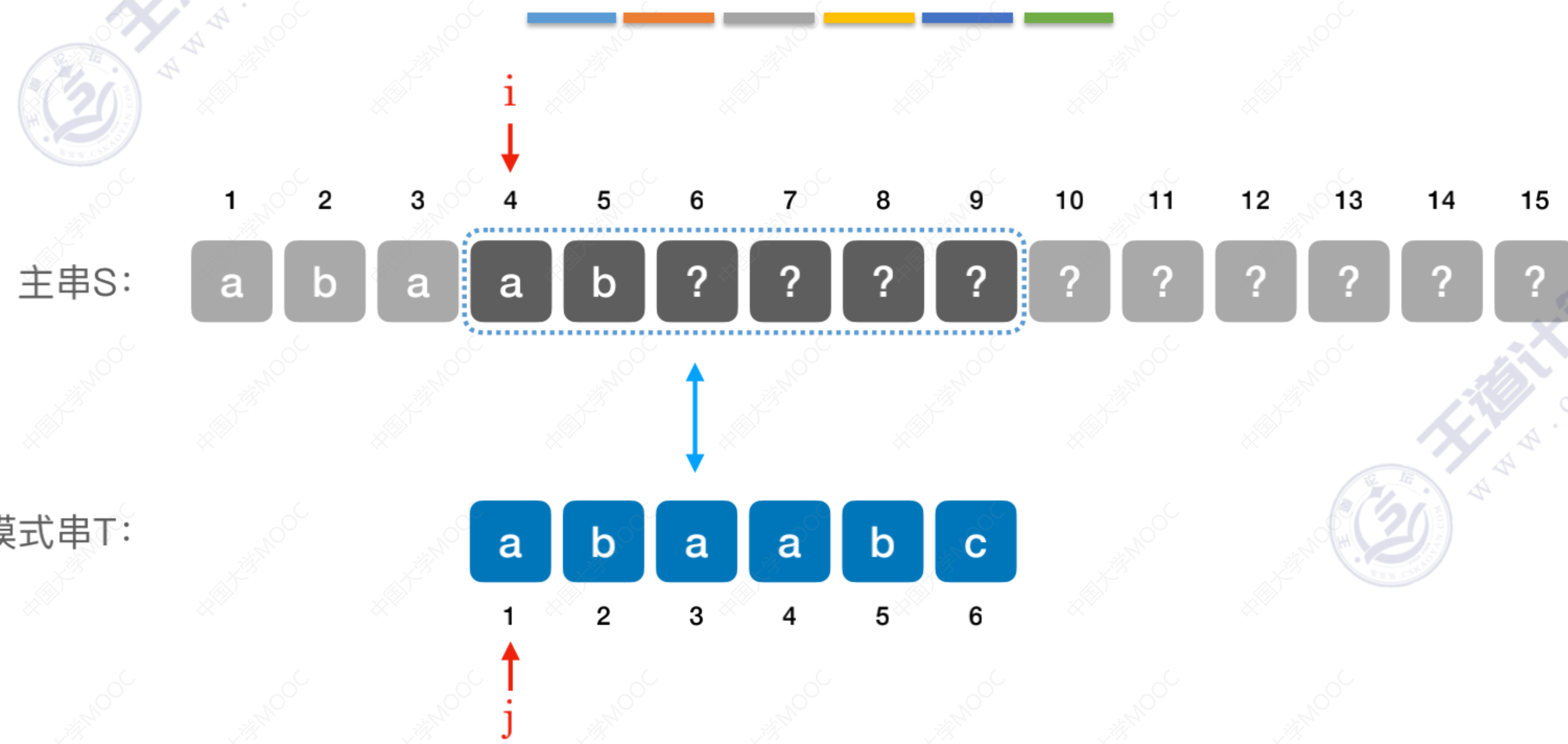
王道考研/CSKAOYAN.COM

# 朴素模式匹配算法



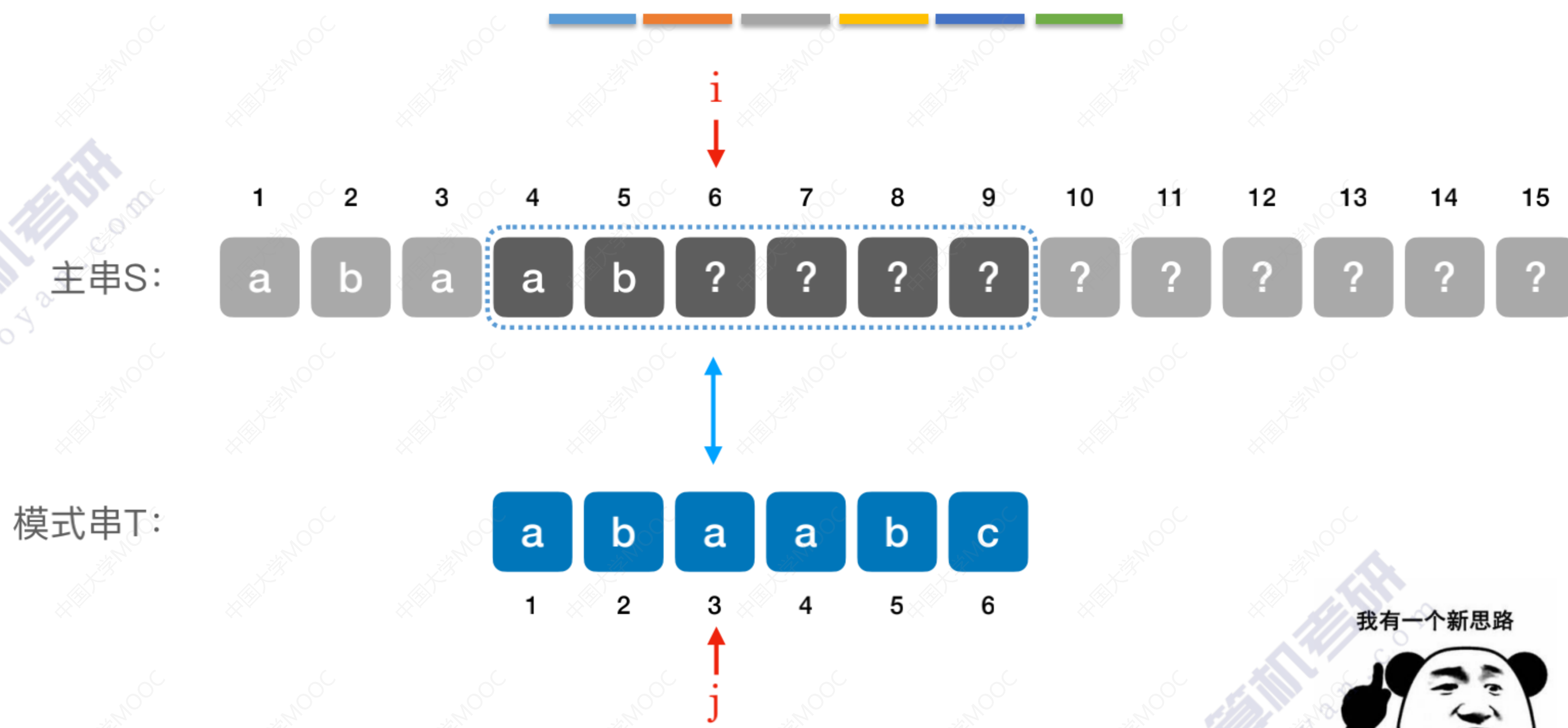
王道考研/CSKAOYAN.COM

# 朴素模式匹配算法



王道考研/CSKAOYAN.COM

# 朴素模式匹配算法

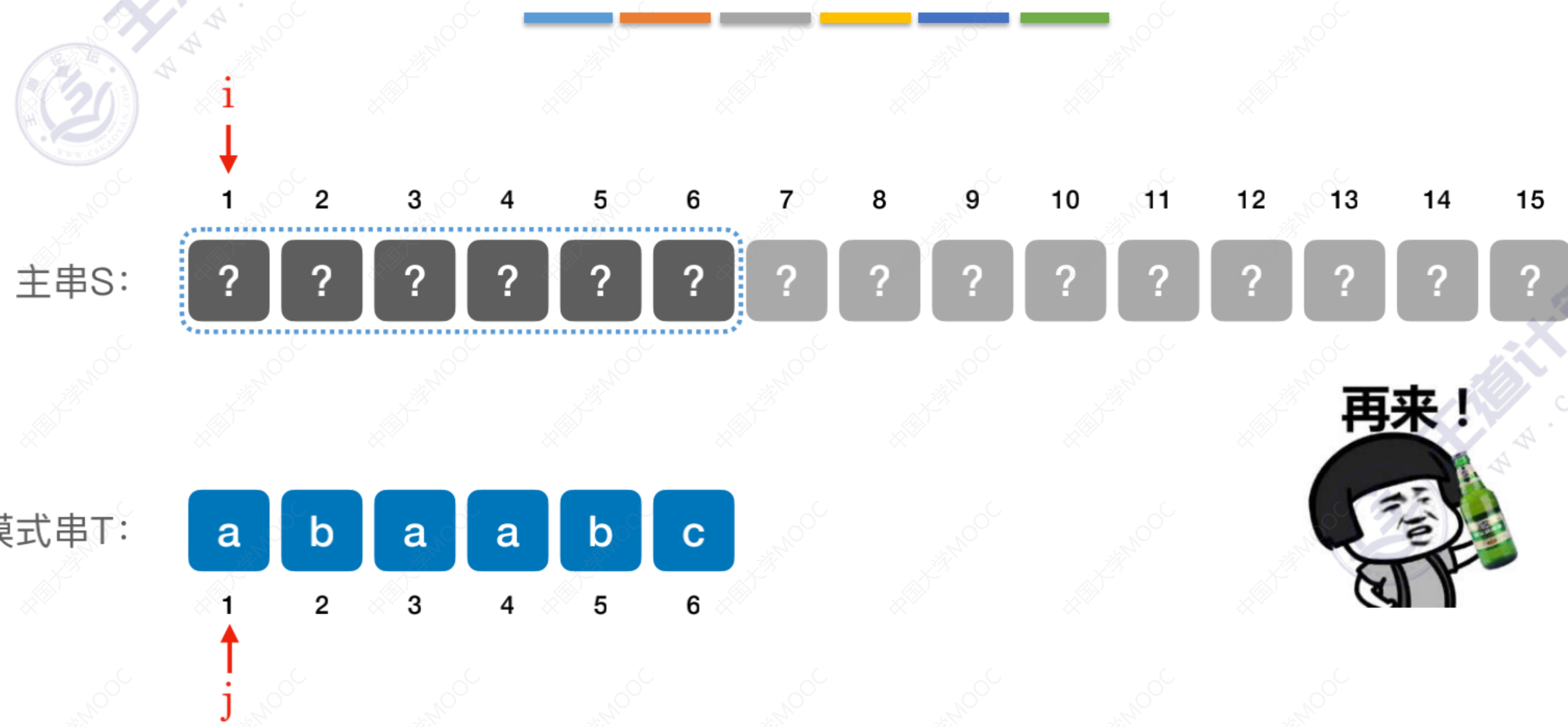


我有一个新思路



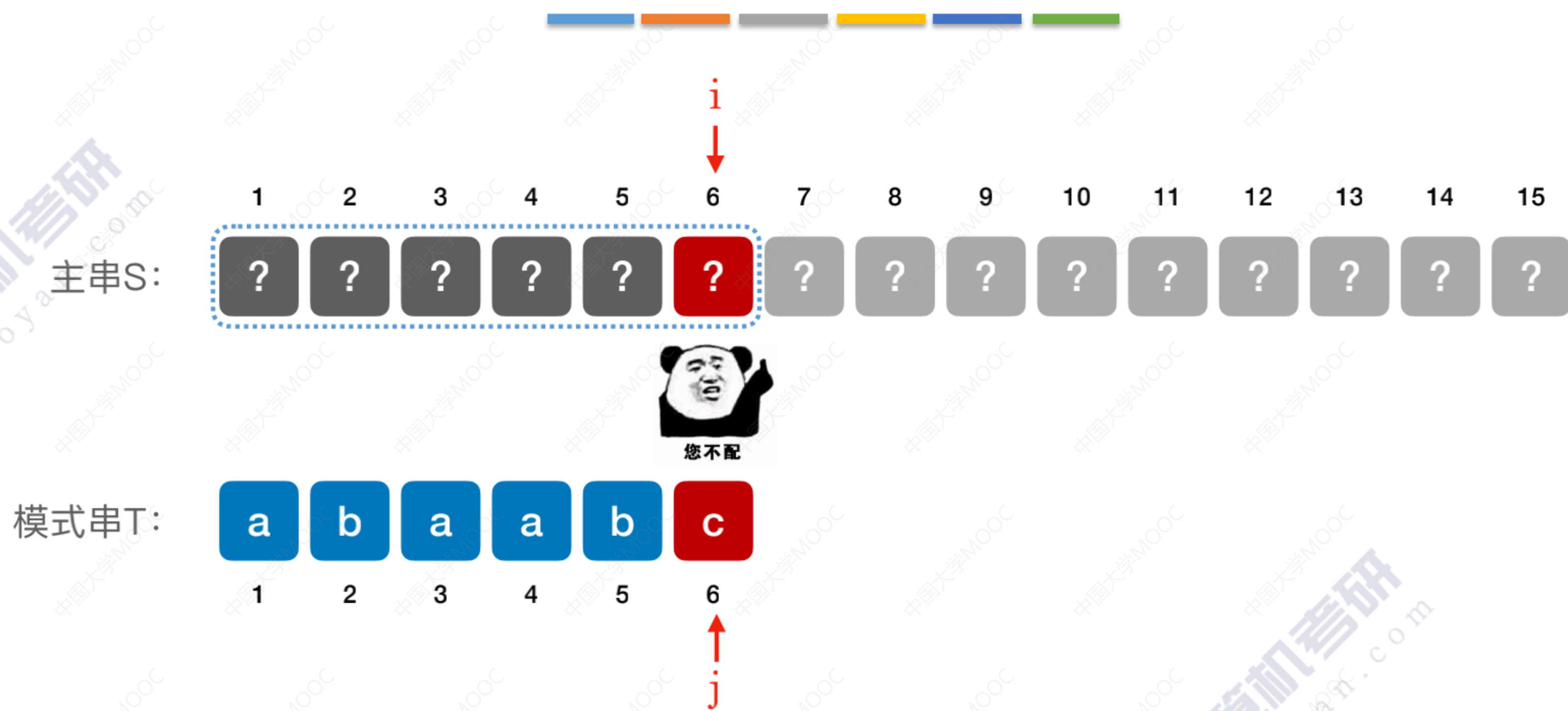
王道考研/CSKAOYAN.COM

# 朴素模式匹配算法优化思路



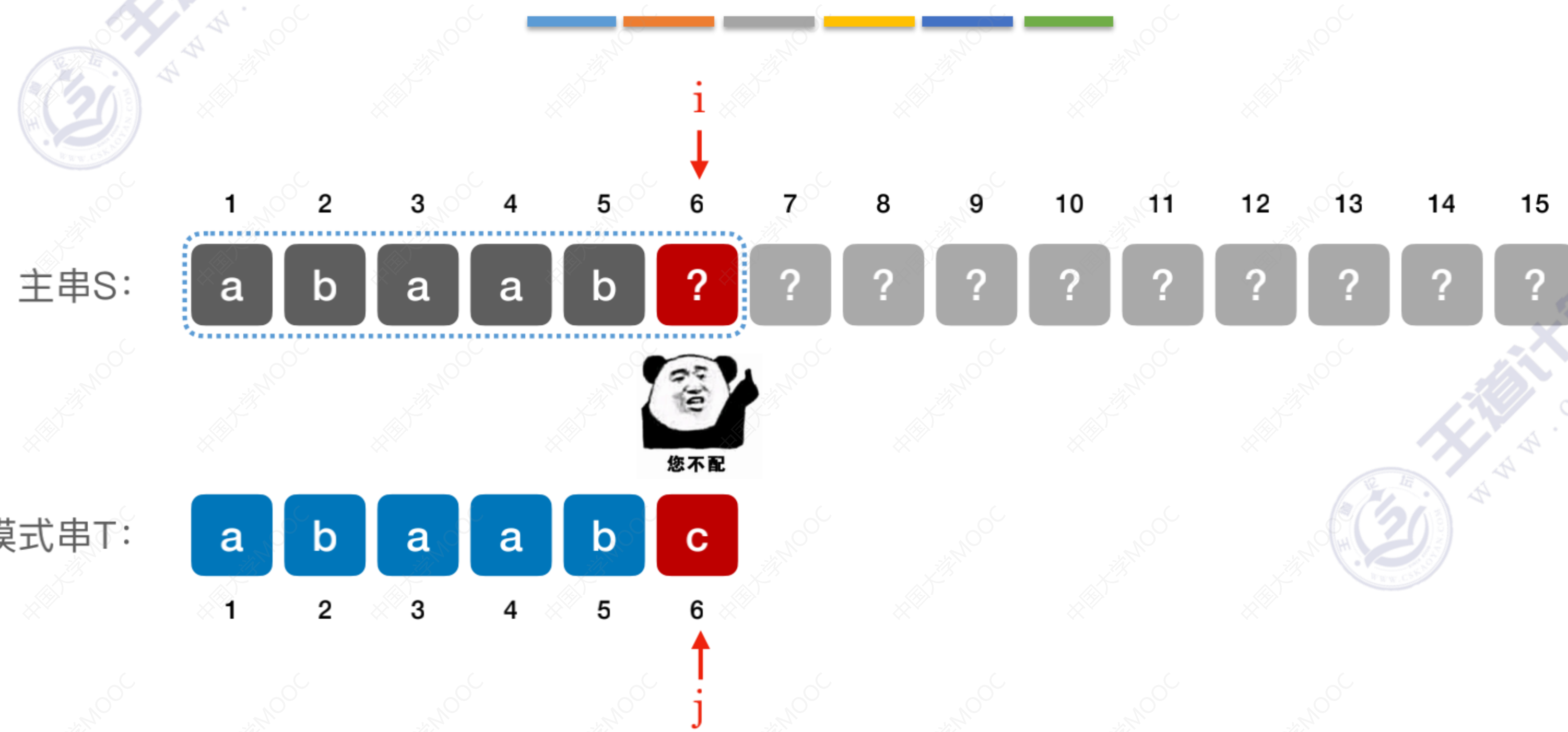
王道考研/CSKAOYAN.COM

# 朴素模式匹配算法优化思路



王道考研/CSKAOYAN.COM

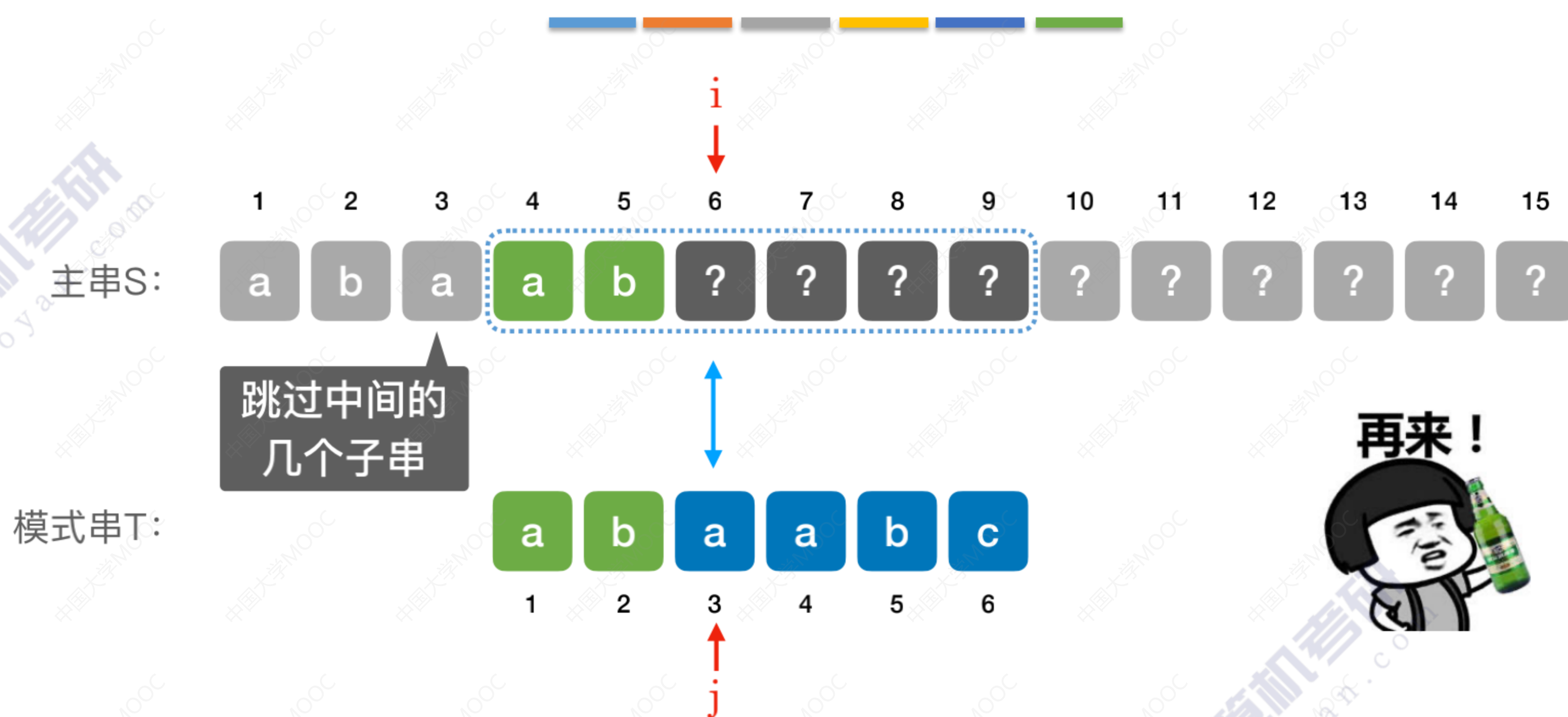
## 朴素模式匹配算法优化思路



不匹配的字符之前，一定是和模式串一致的

王道考研/CSKAOYAN.COM

## 朴素模式匹配算法优化思路

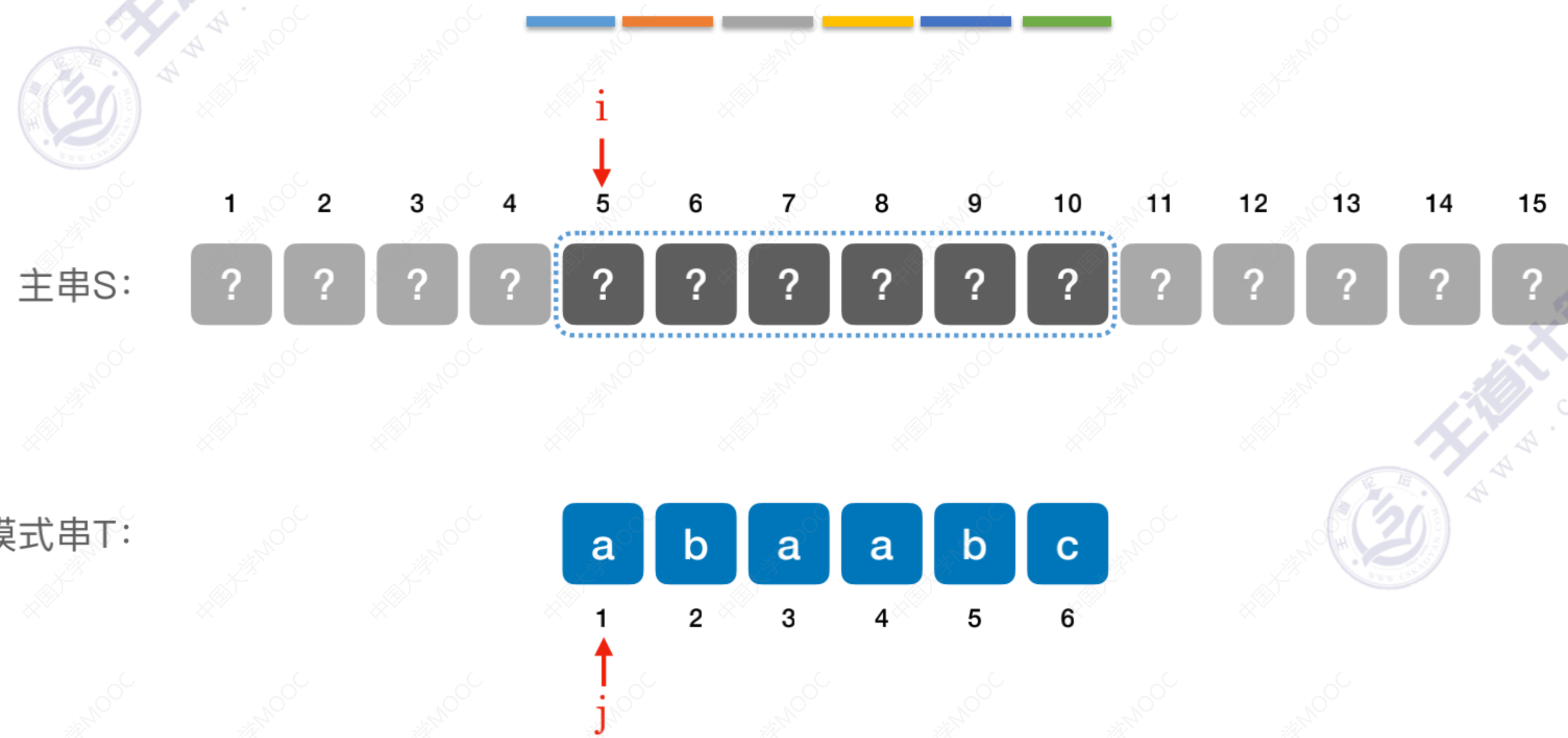


可以直接从这里继续匹配

对于模式串  $T = 'abaabc'$ ，当第6个元素匹配失败时，可令主串指针  $i$  不变，模式串指针  $j=3$

王道考研/CSKAOYAN.COM

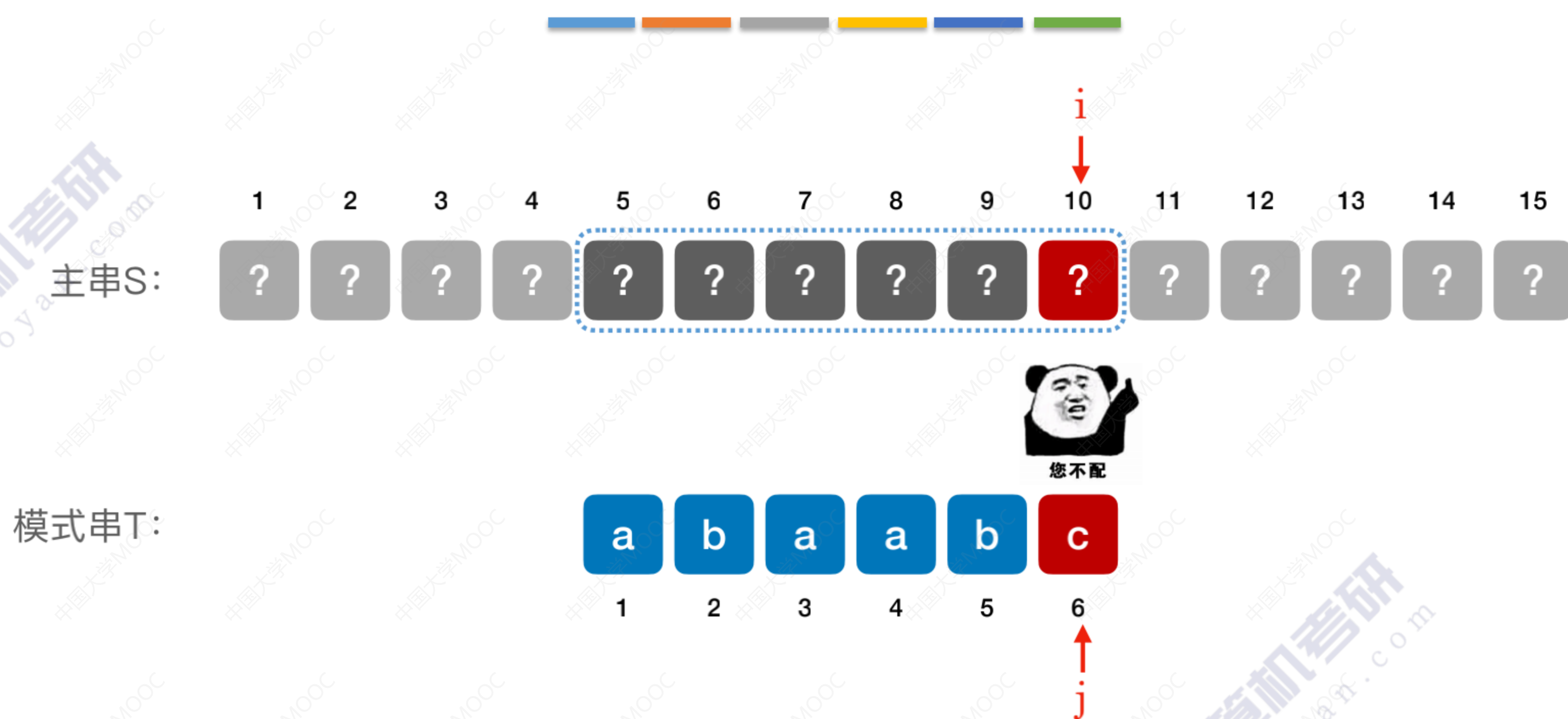
## 朴素模式匹配算法优化思路



对于模式串  $T = 'abaabc'$ ，当第6个元素匹配失败时，可令主串指针  $i$  不变，模式串指针  $j=3$

王道考研/CSKAOYAN.COM

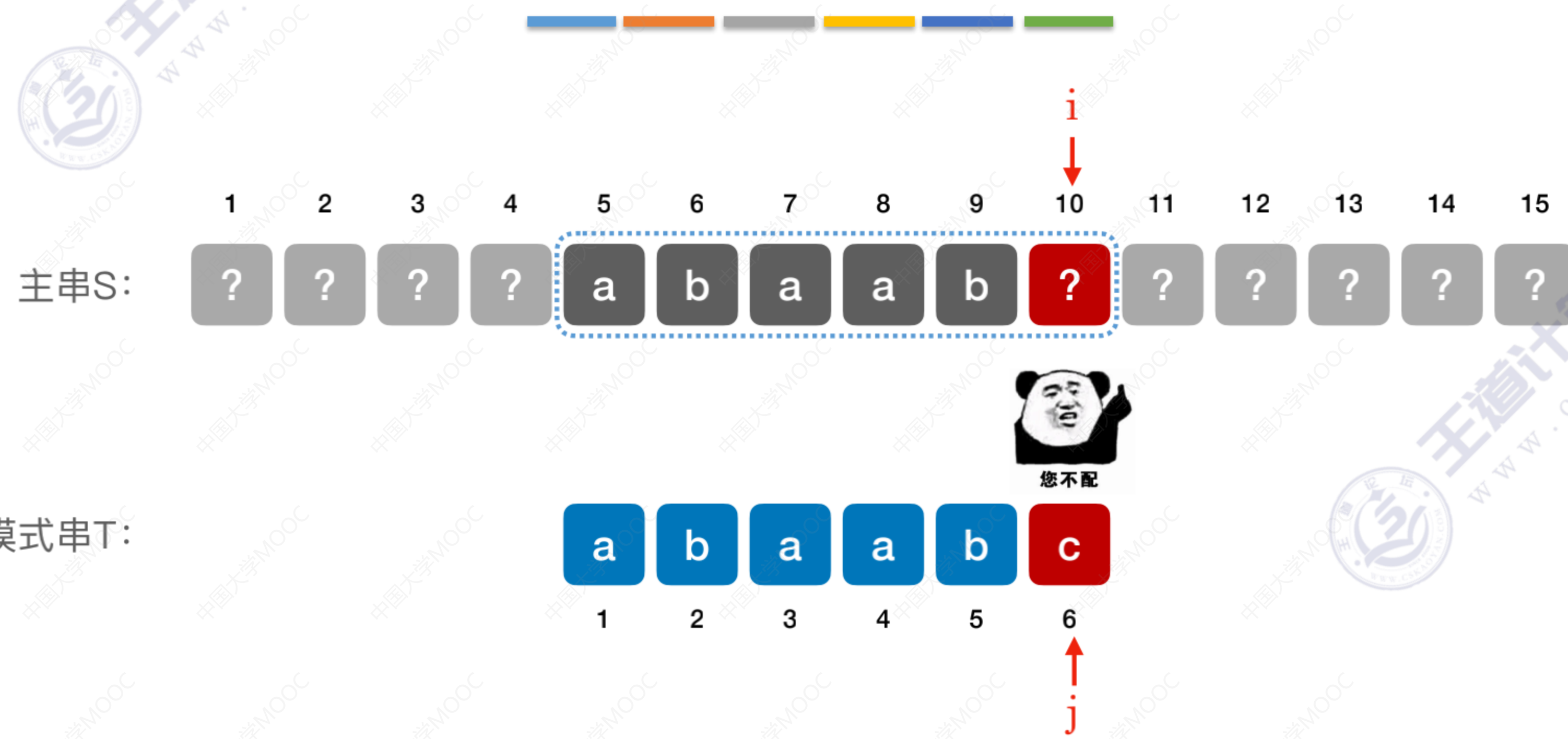
## 朴素模式匹配算法优化思路



对于模式串  $T = 'abaabc'$ ，当第6个元素匹配失败时，可令主串指针  $i$  不变，模式串指针  $j=3$

王道考研/CSKAOYAN.COM

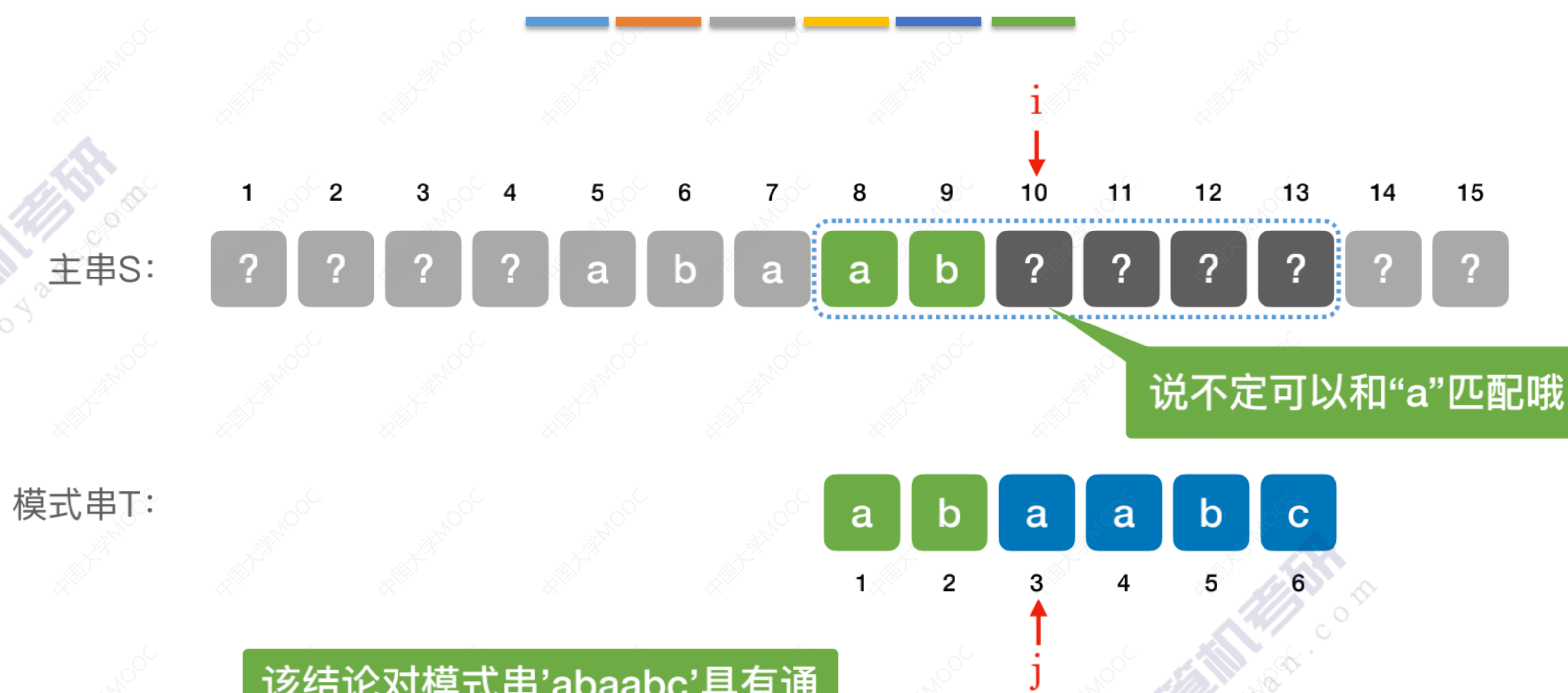
## 朴素模式匹配算法优化思路



对于模式串  $T = 'abaabc'$ ，当第6个元素匹配失败时，可令主串指针  $i$  不变，模式串指针  $j=3$

王道考研/CSKAOYAN.COM

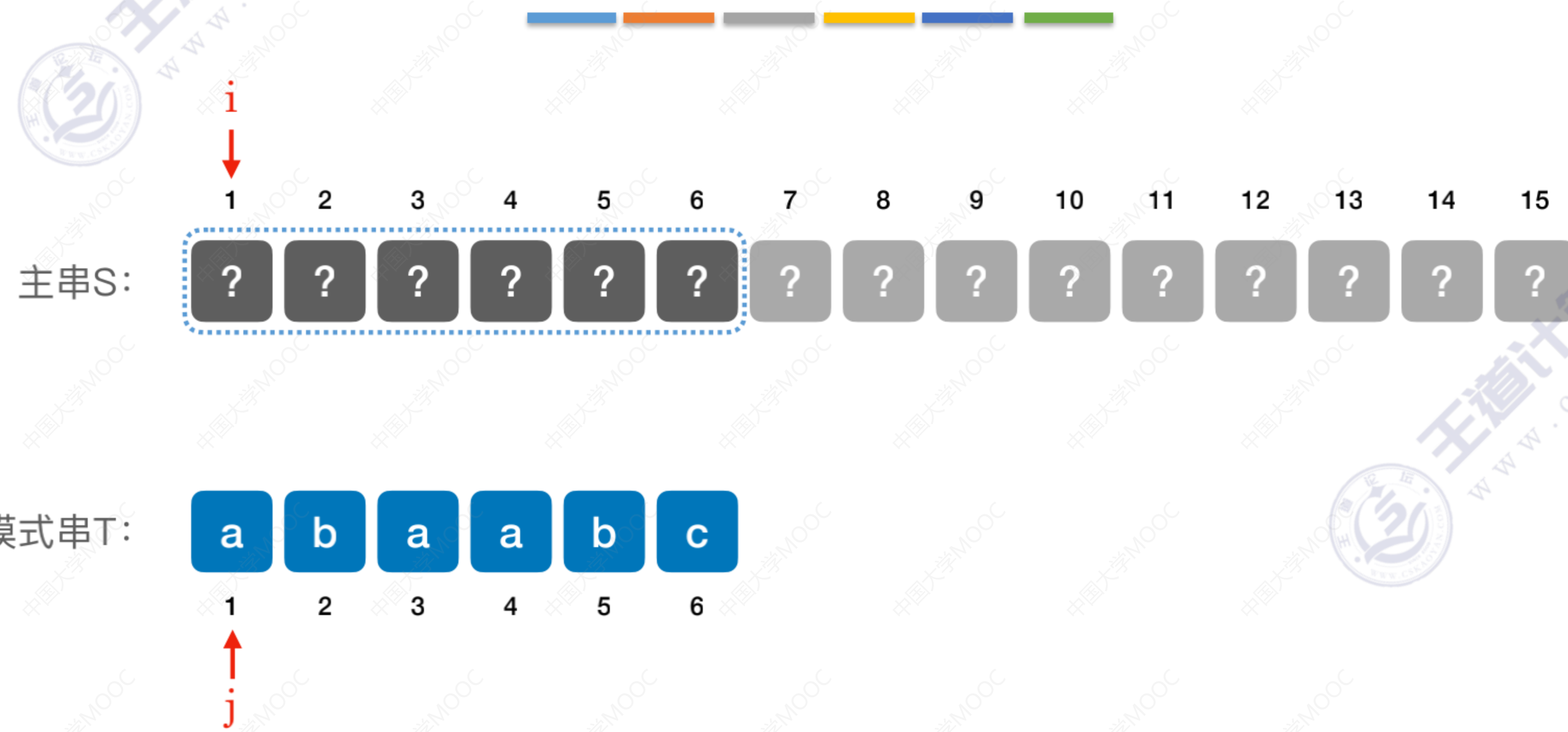
## 朴素模式匹配算法优化思路



对于模式串  $T = 'abaabc'$ ，当第6个元素匹配失败时，可令主串指针  $i$  不变，模式串指针  $j=3$

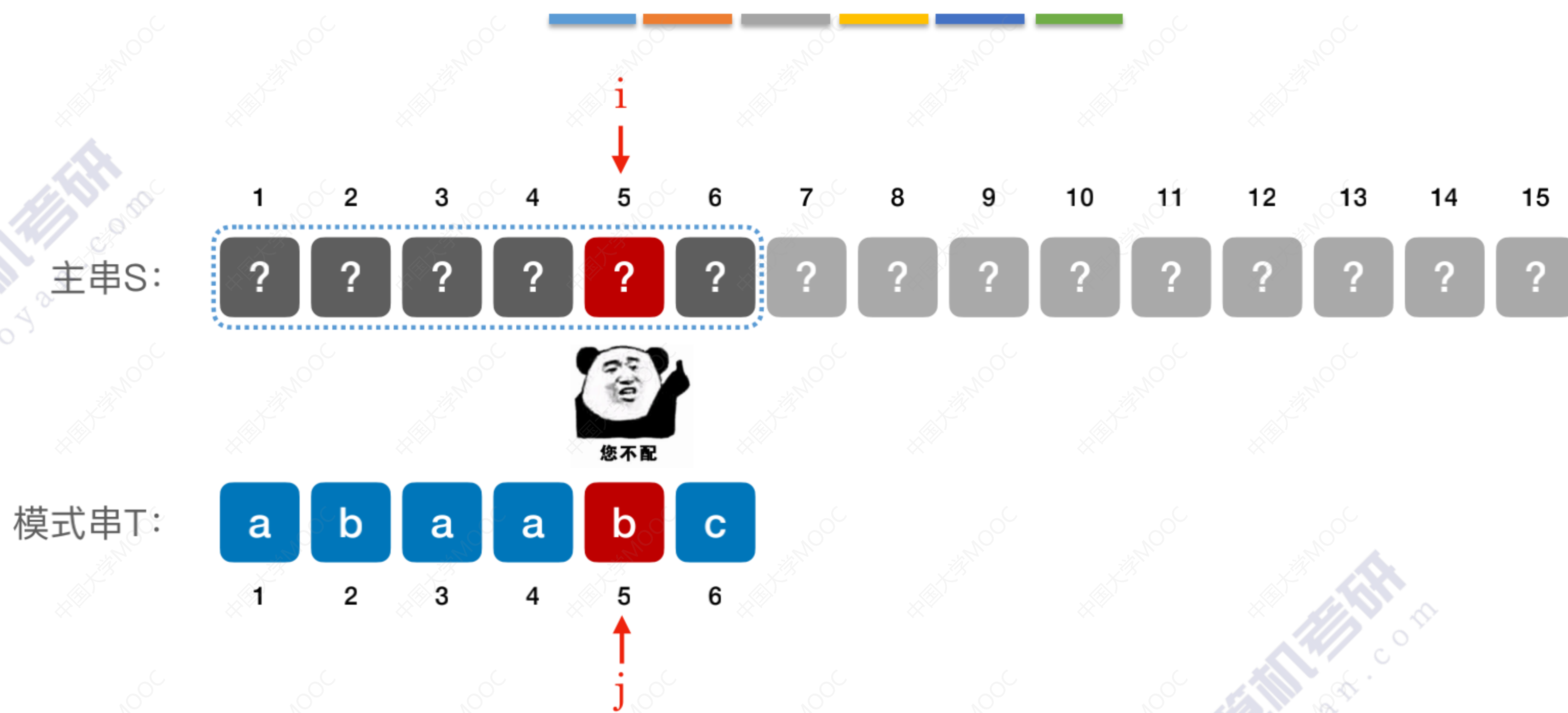
王道考研/CSKAOYAN.COM

### 如果其他位置不匹配呢?



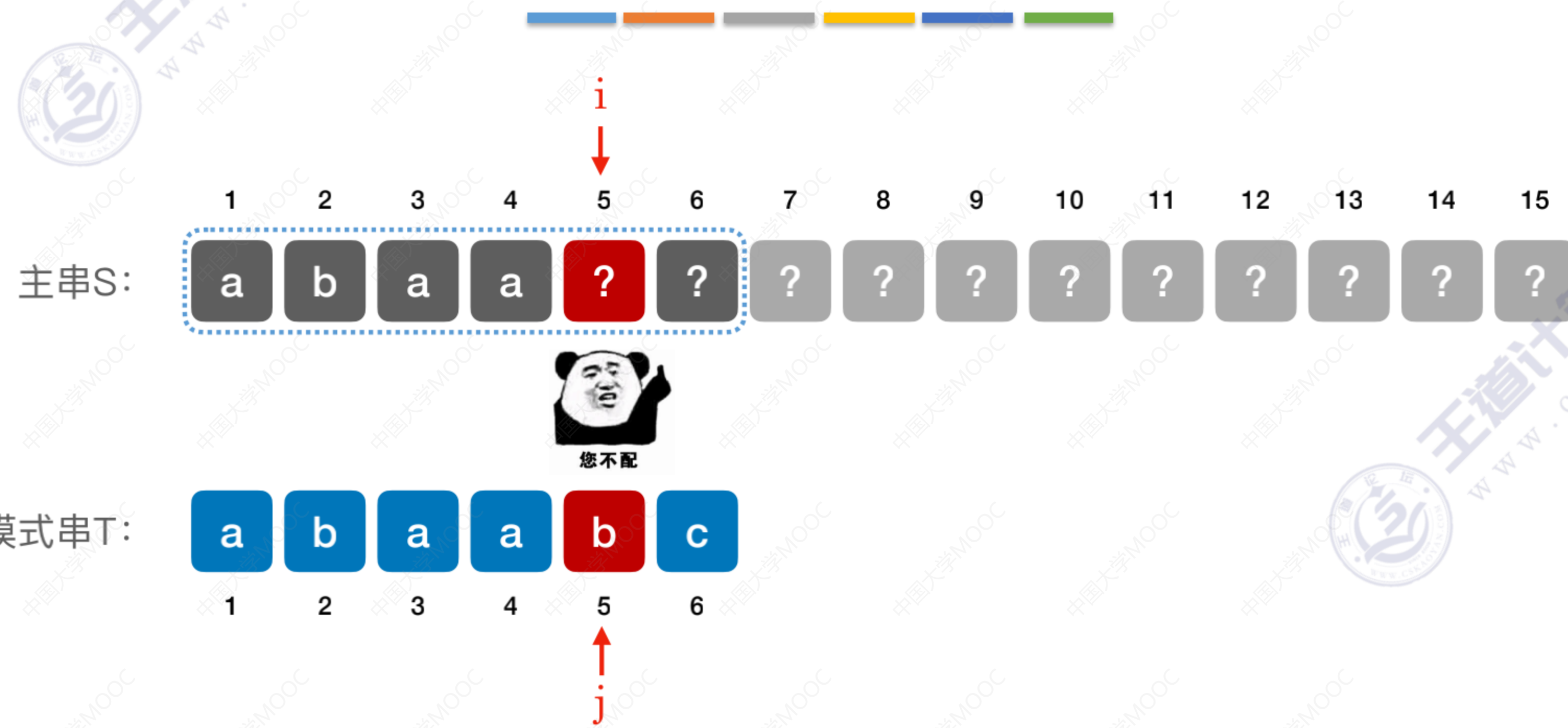
对于模式串 T = 'abaabc', 当第5个元素匹配失败时? 怎么搞?

### 如果其他位置不匹配呢?



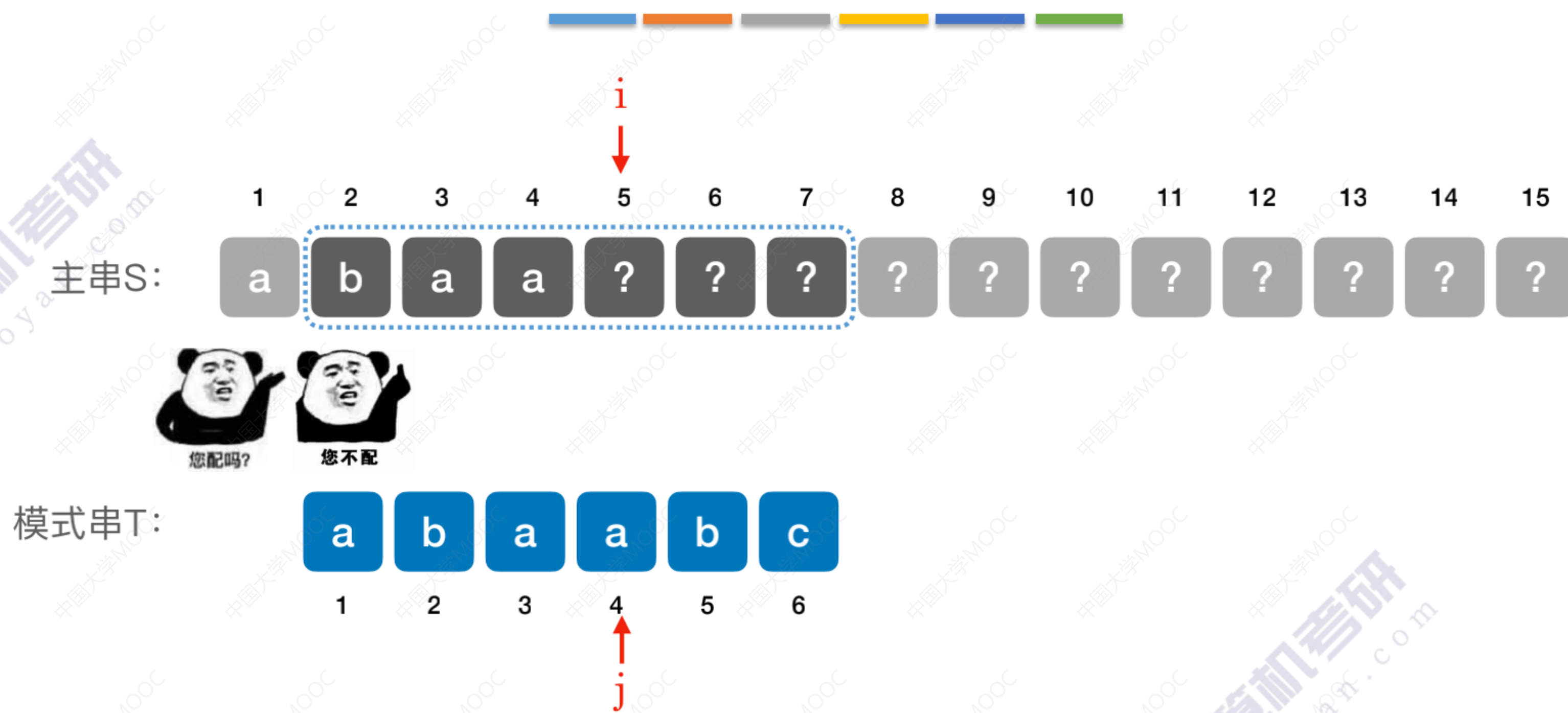
对于模式串 T = 'abaabc', 当第5个元素匹配失败时? 怎么搞?

### 如果其他位置不匹配呢？



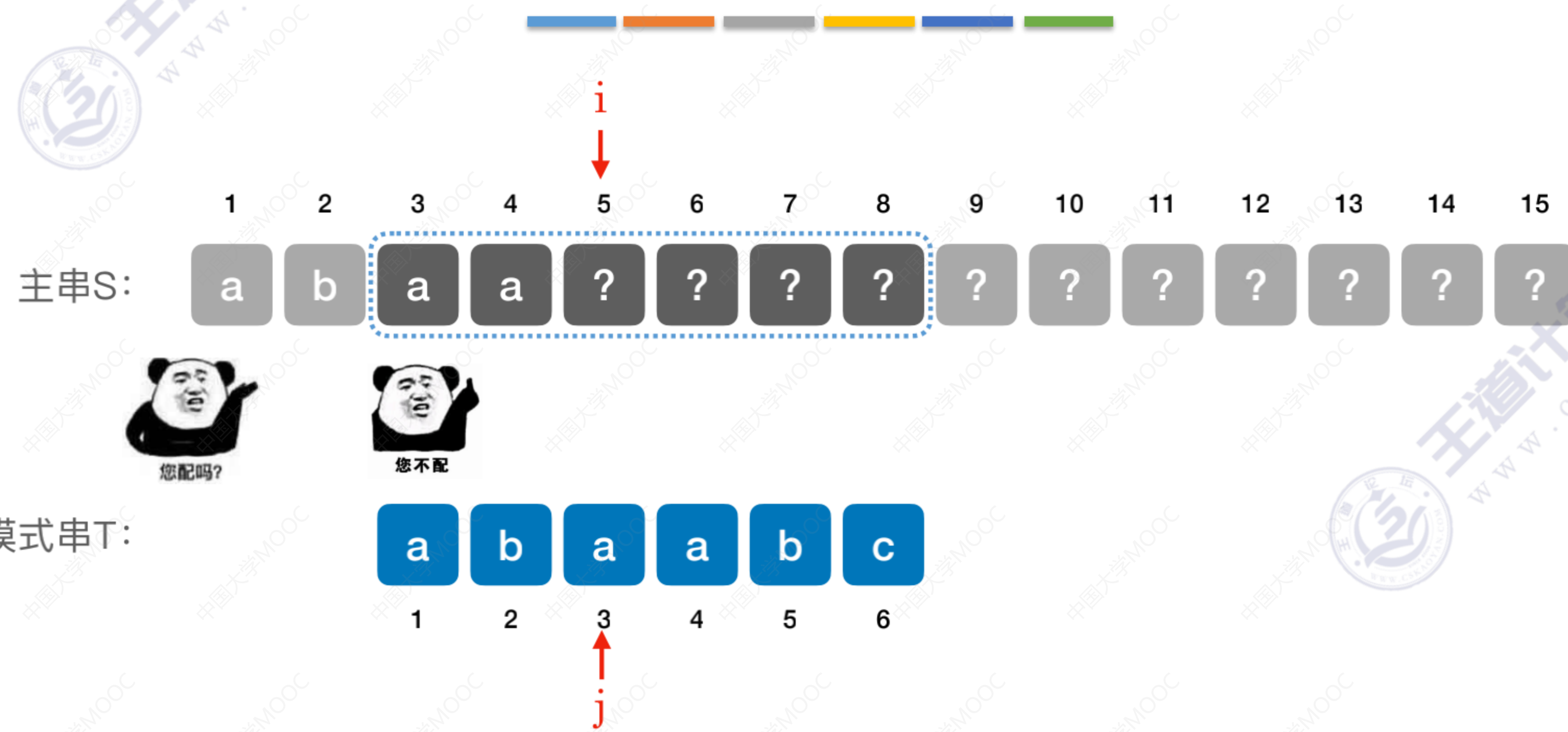
对于模式串 T = 'abaabc'，当第5个元素匹配失败时？怎么搞？

### 如果其他位置不匹配呢？



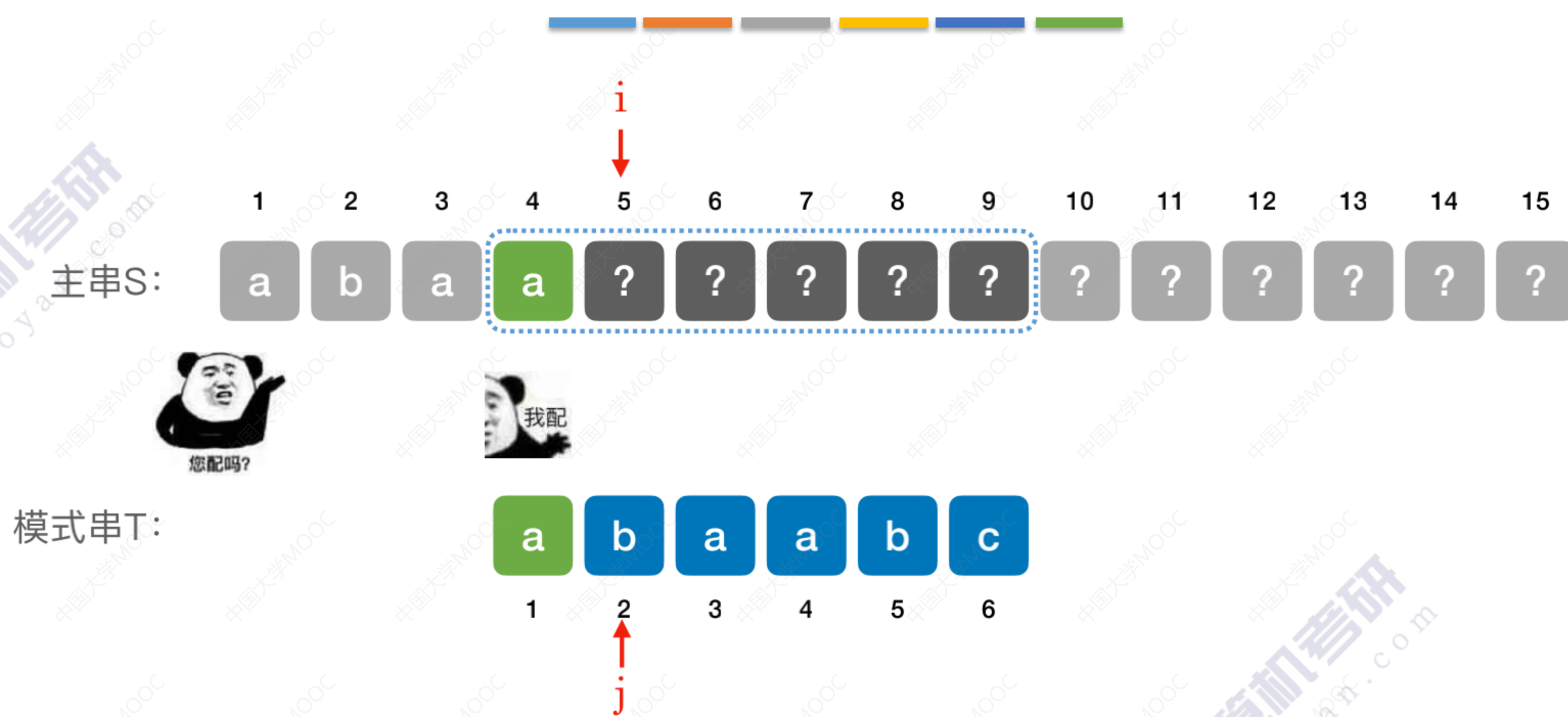
对于模式串 T = 'abaabc'，当第5个元素匹配失败时？怎么搞？

### 如果其他位置不匹配呢?



对于模式串 T = 'abaabc', 当第5个元素匹配失败时? 怎么搞?

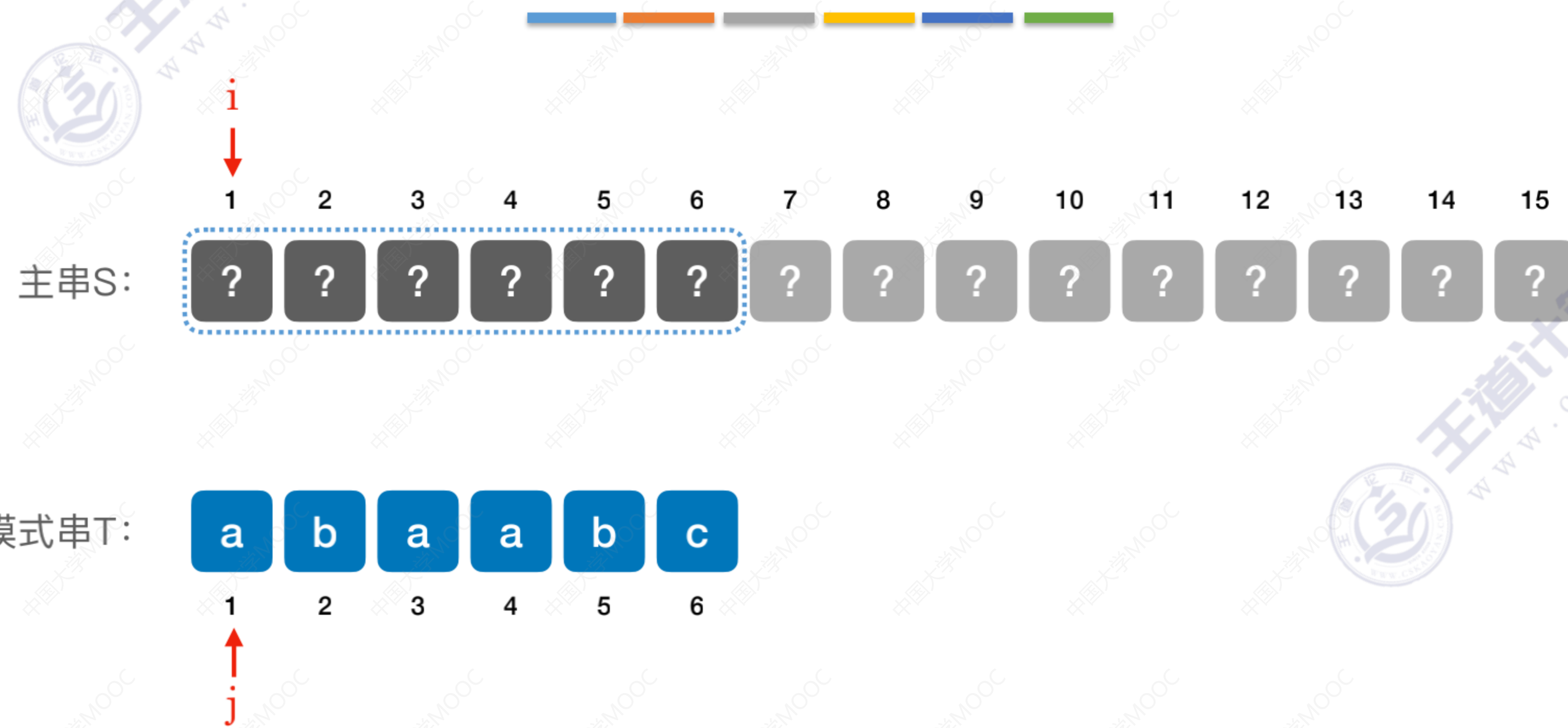
### 如果其他位置不匹配呢?



对于模式串 T = 'abaabc', 当第5个元素匹配失败时? 怎么搞?

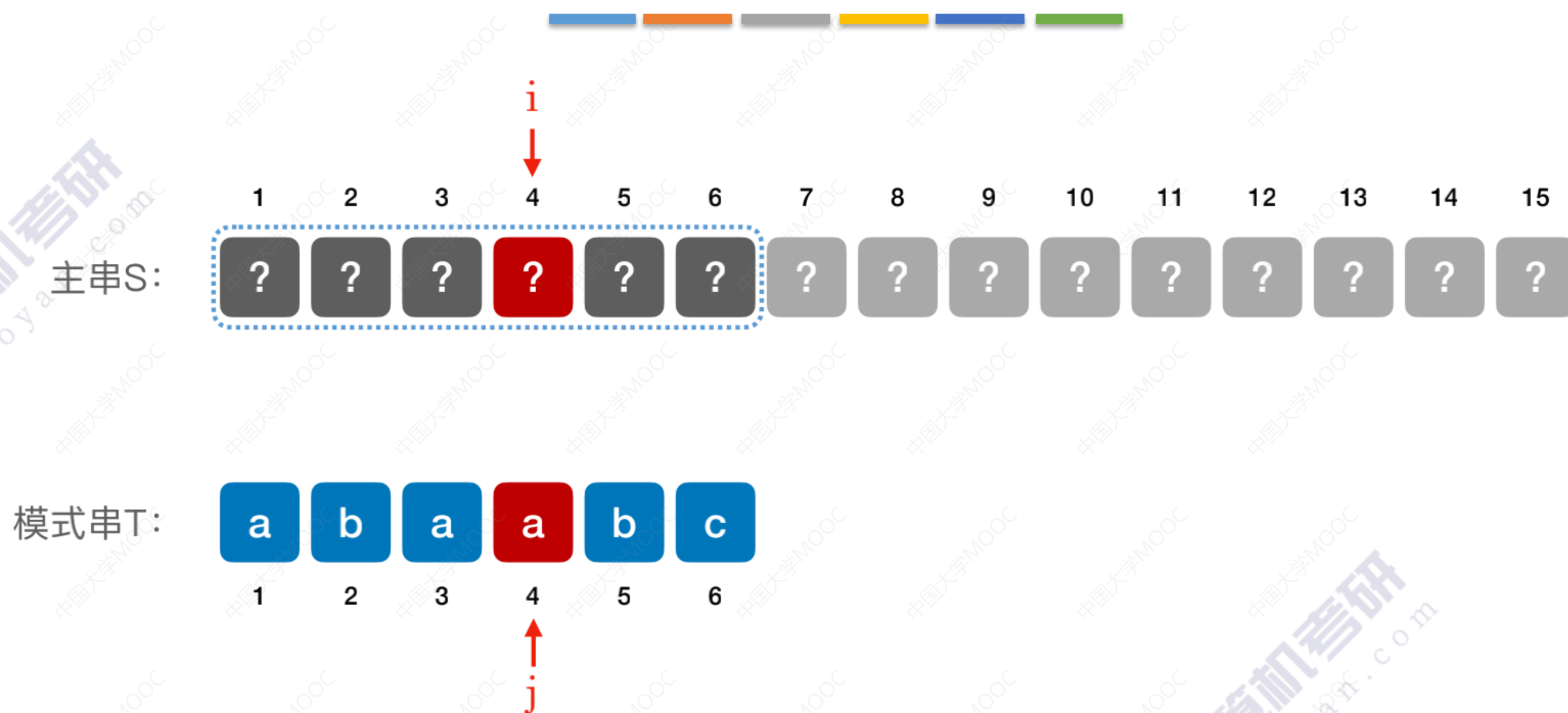
可令主串指针 i 不变, 模式串指针  $j = 2$

### 如果其他位置不匹配呢?



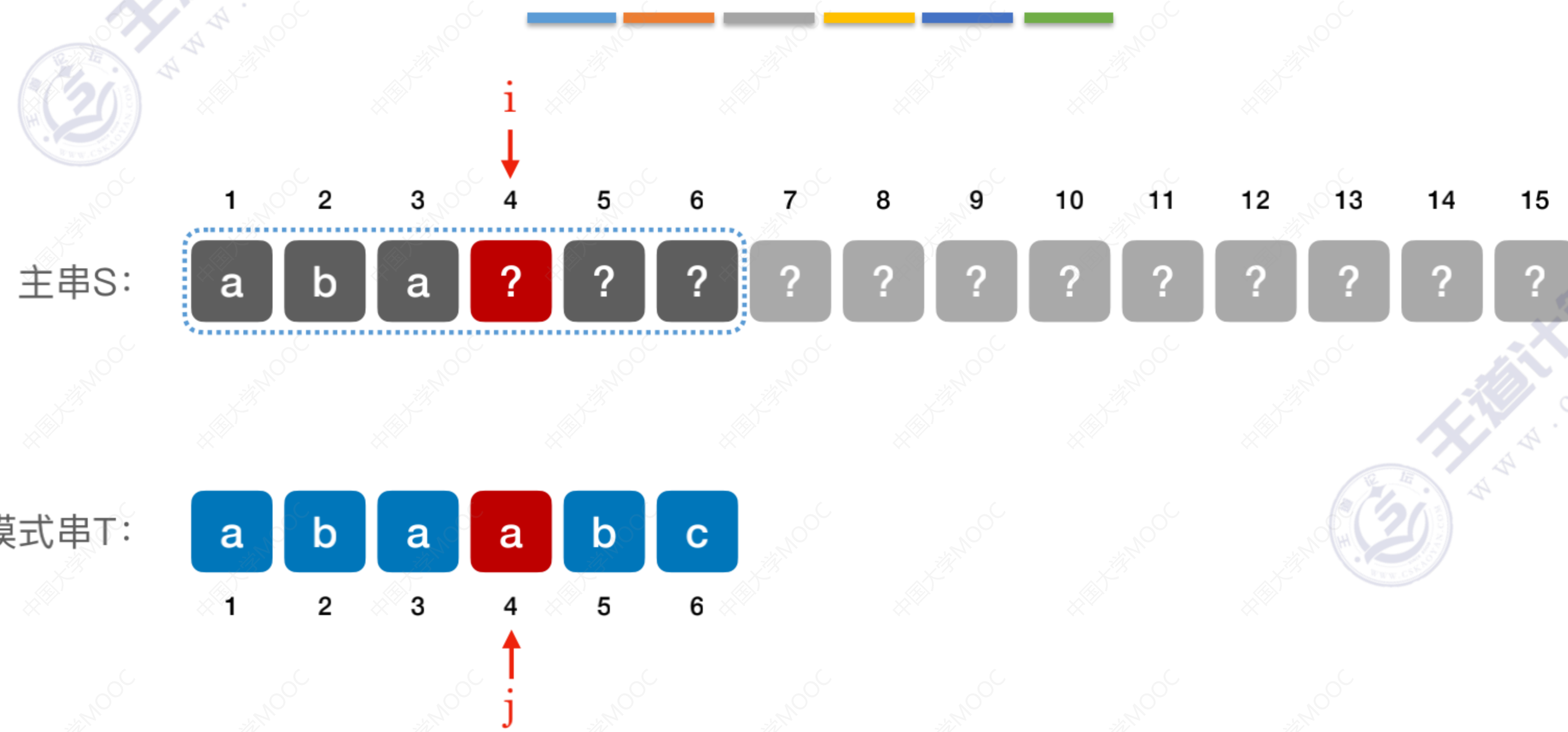
对于模式串 T = 'abaabc', 当第4个元素匹配失败时? 怎么搞?

### 如果其他位置不匹配呢?



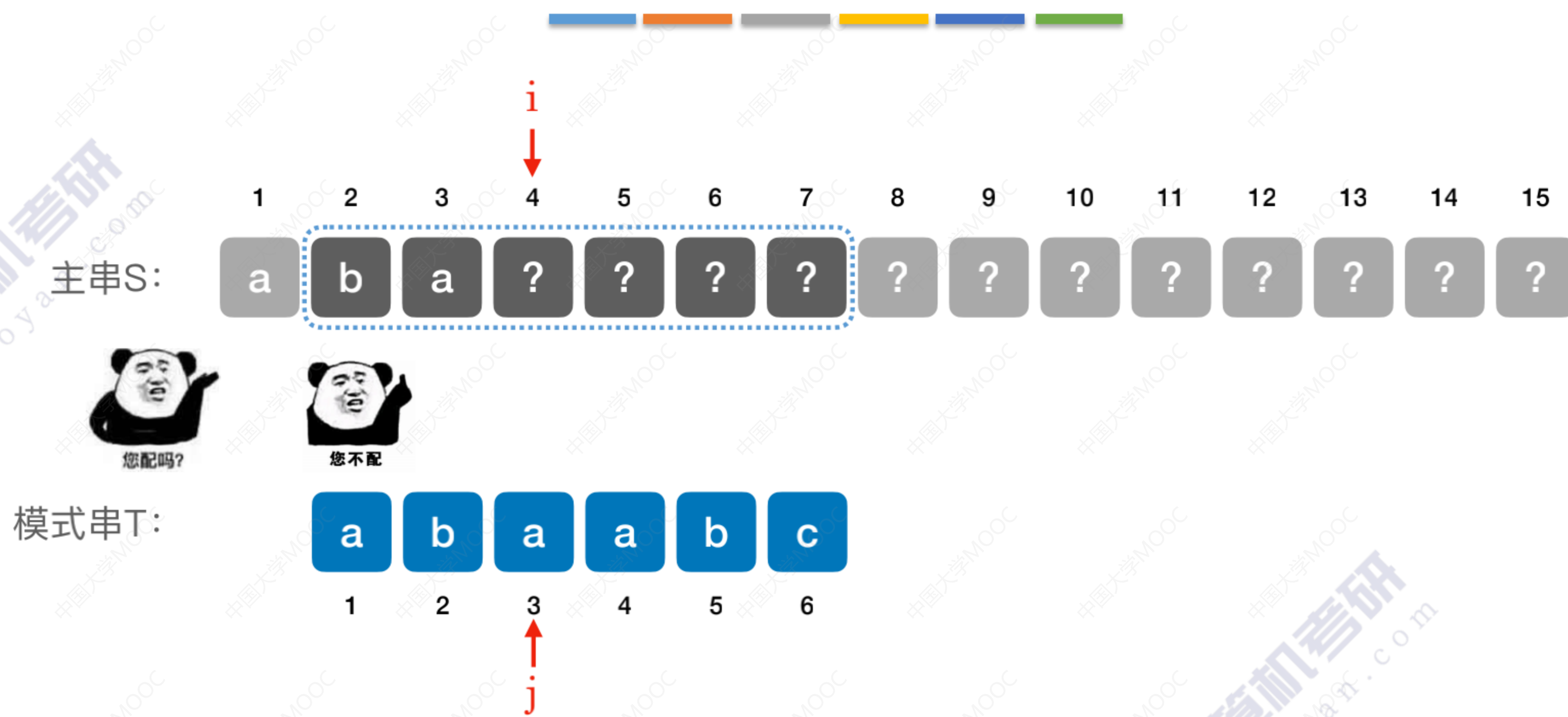
对于模式串 T = 'abaabc', 当第4个元素匹配失败时? 怎么搞?

### 如果其他位置不匹配呢?



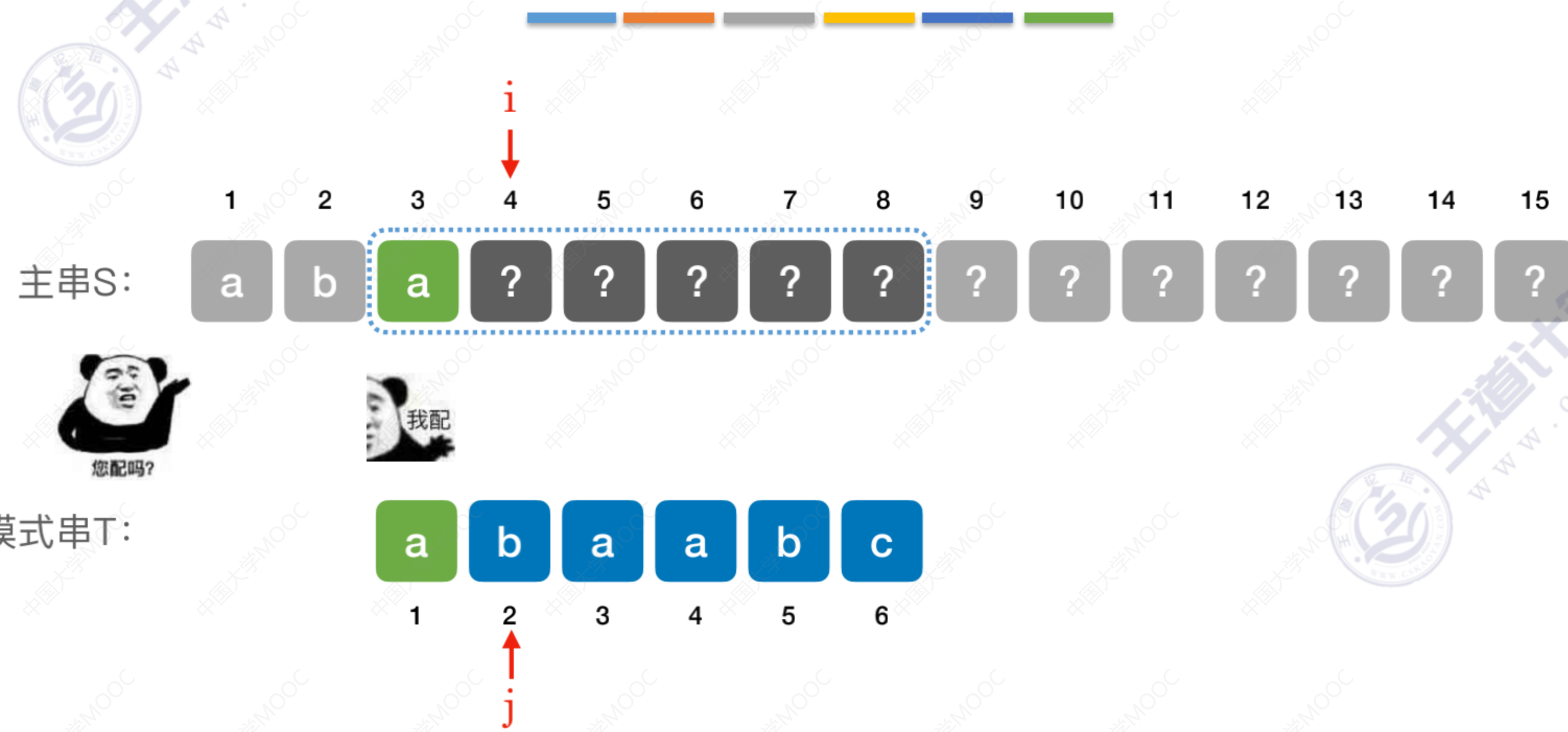
对于模式串 T = 'abaabc', 当第4个元素匹配失败时? 怎么搞?

### 如果其他位置不匹配呢?



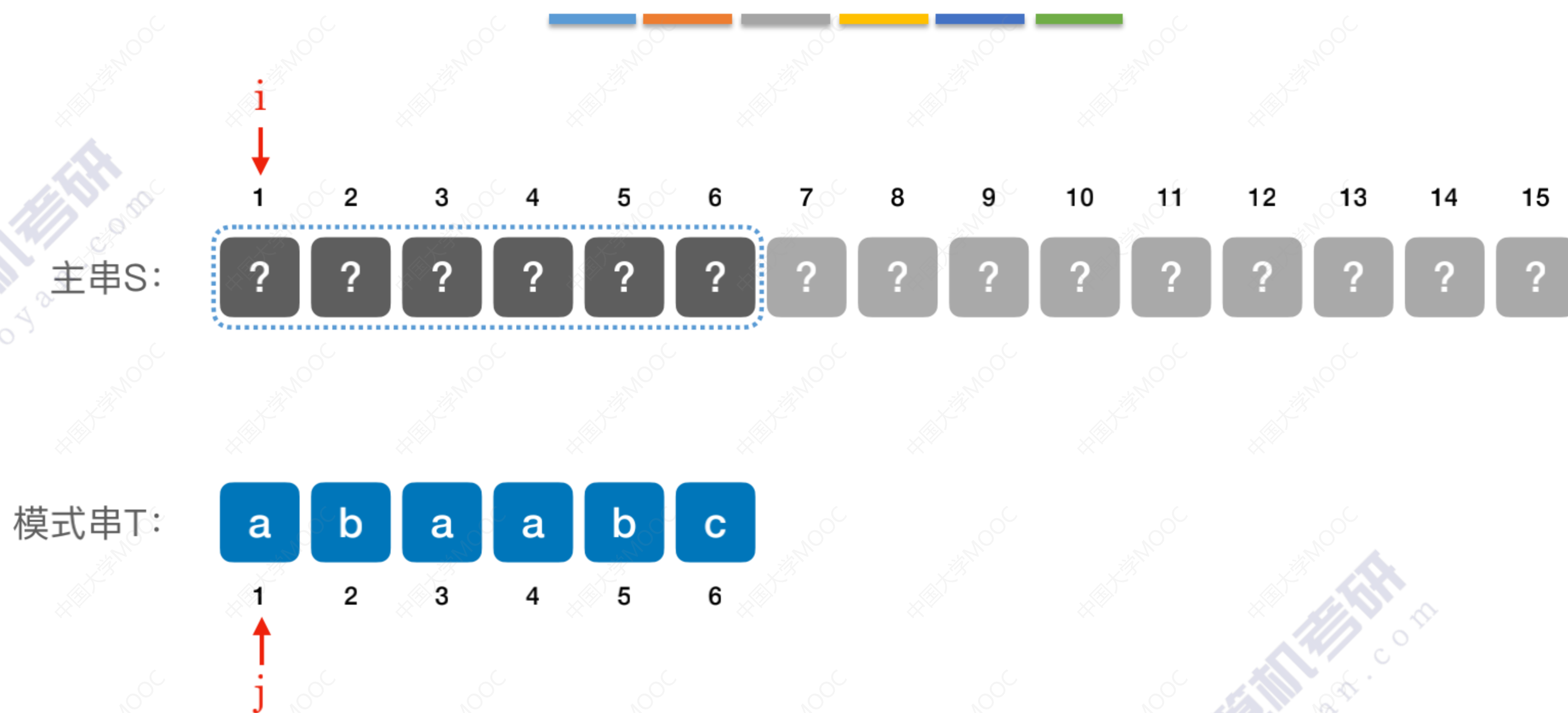
对于模式串 T = 'abaabc', 当第4个元素匹配失败时? 怎么搞?

### 如果其他位置不匹配呢?



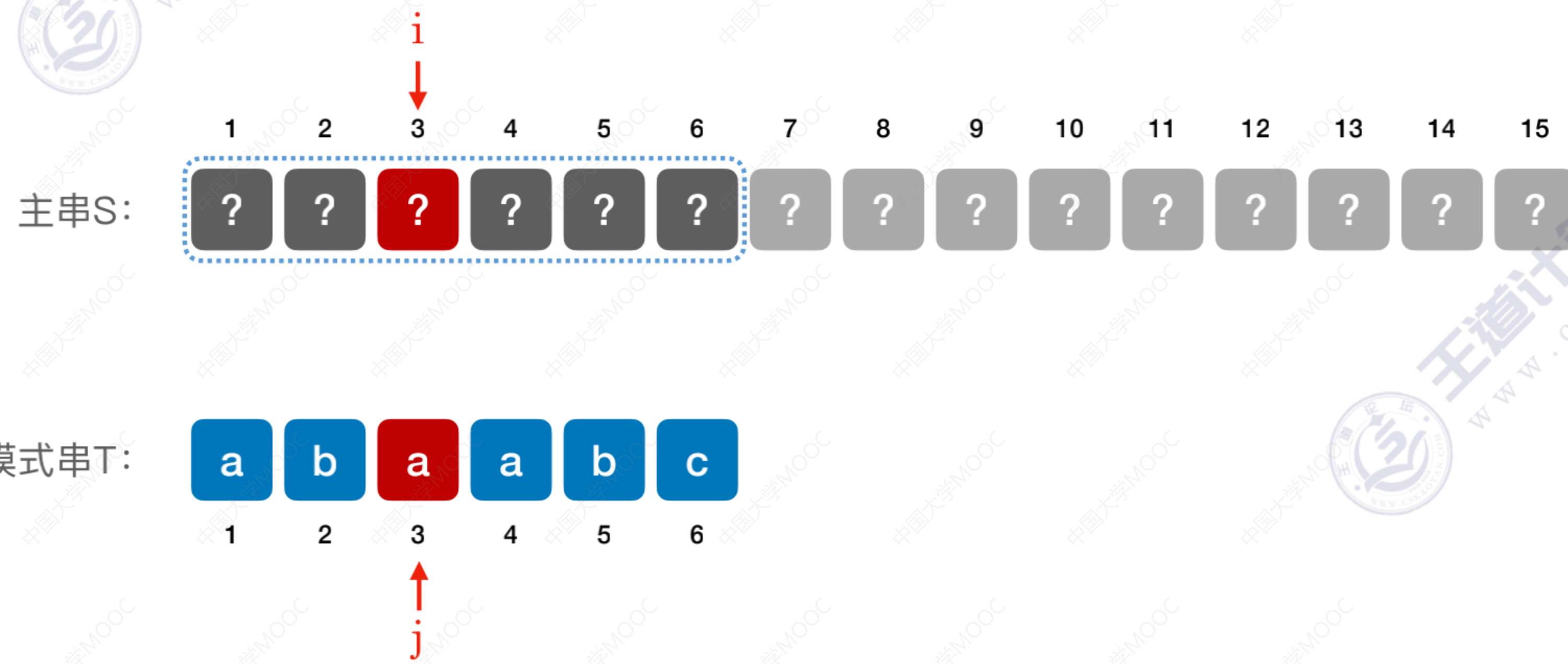
王道考研/CSKAOYAN.COM

### 如果其他位置不匹配呢?



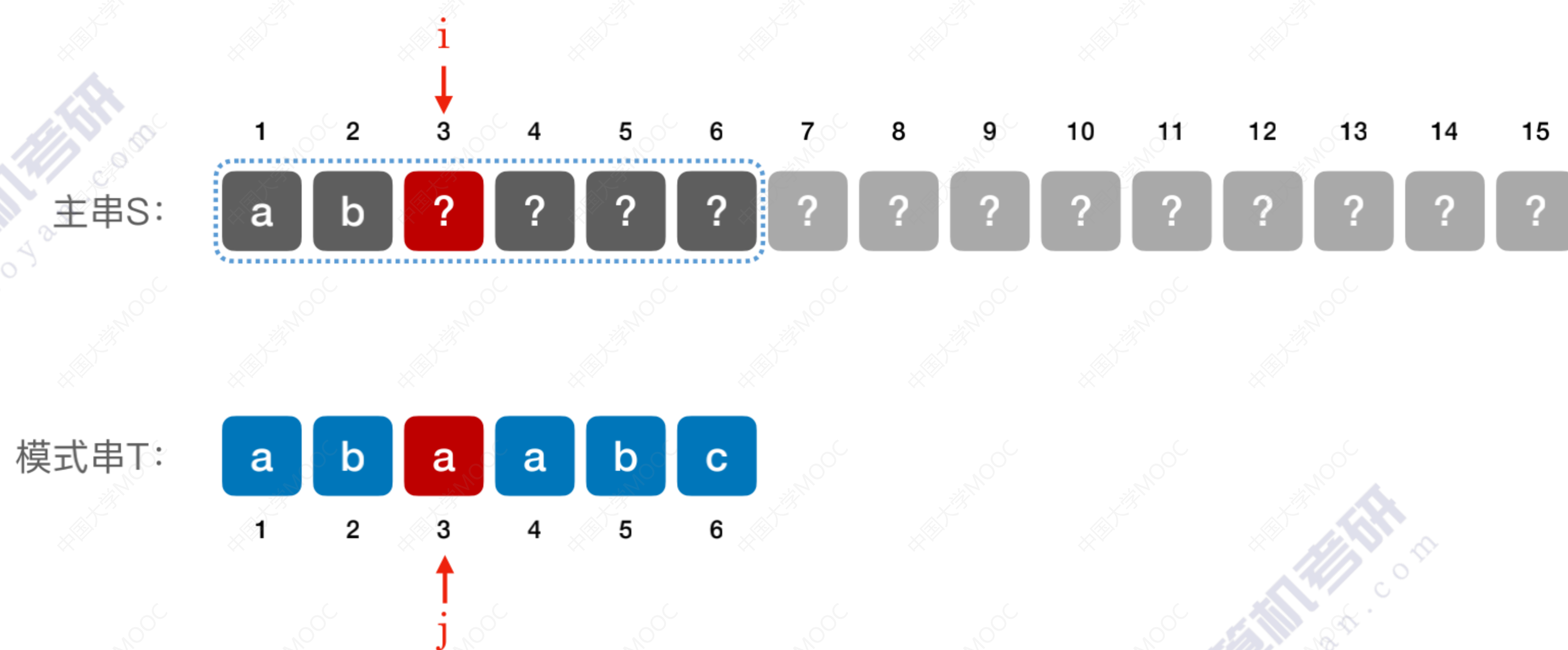
王道考研/CSKAOYAN.COM

### 如果其他位置不匹配呢?



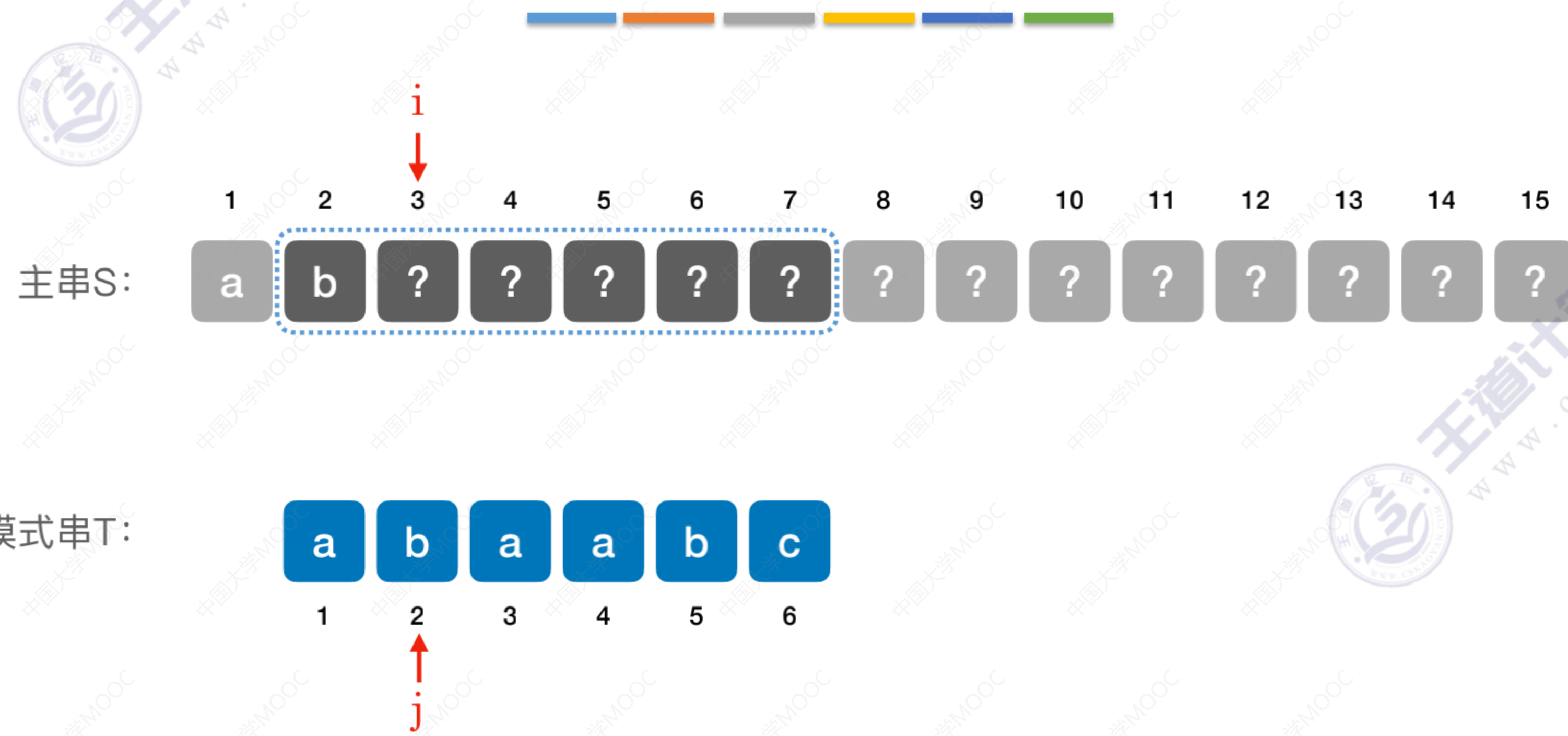
王道考研/CSKAOYAN.COM

### 如果其他位置不匹配呢?



王道考研/CSKAOYAN.COM

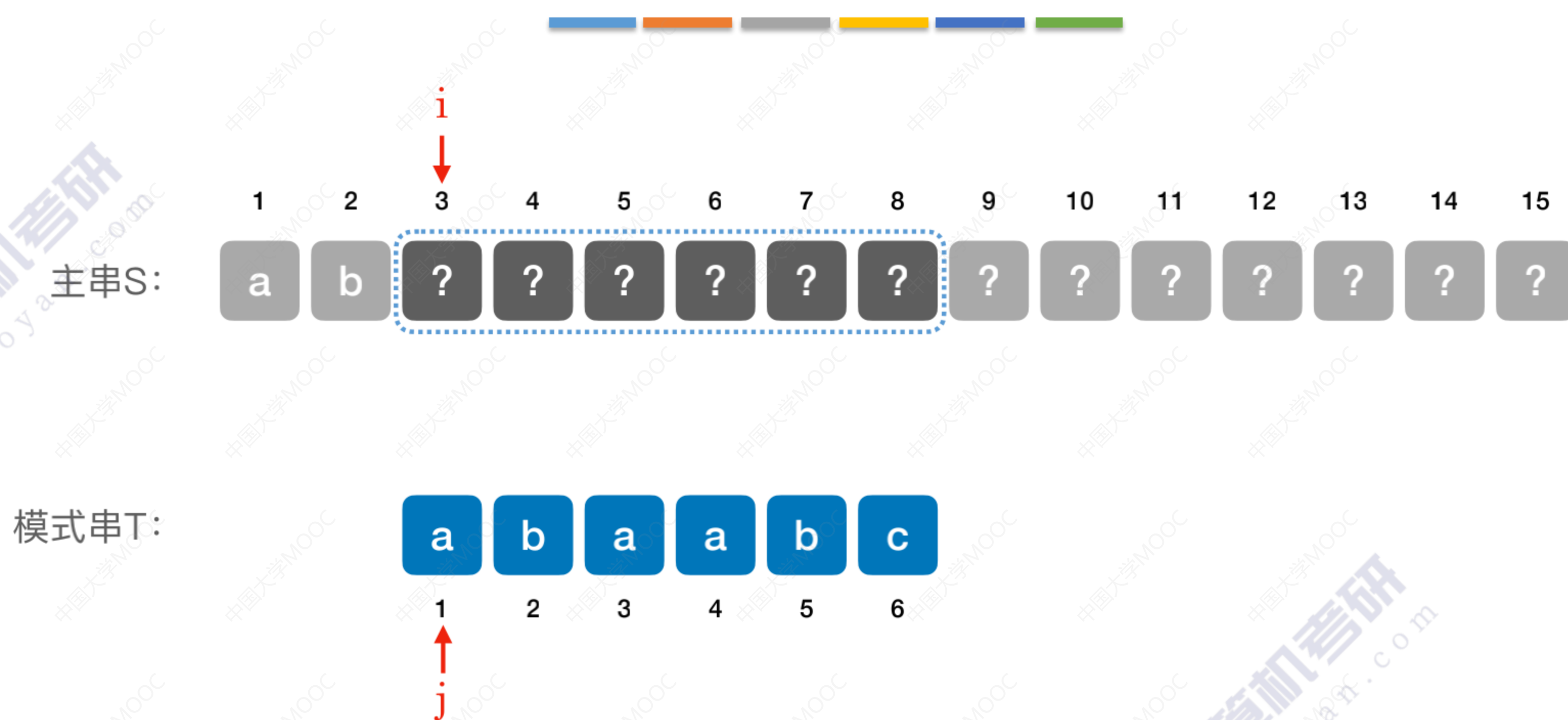
### 如果其他位置不匹配呢?



对于模式串 T = 'abaabc', 当第3个元素匹配失败时? 怎么搞?

王道考研/CSKAOYAN.COM

### 如果其他位置不匹配呢?

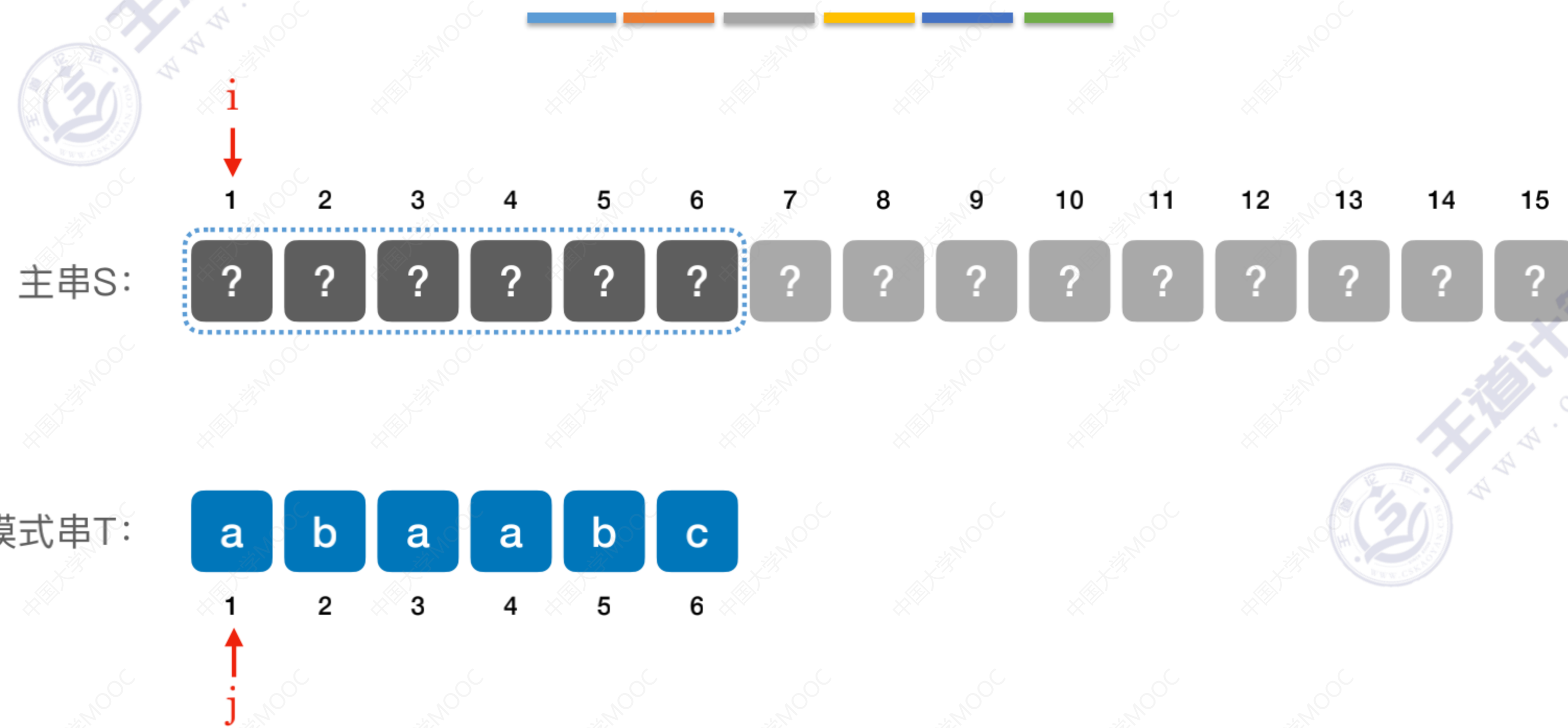


对于模式串 T = 'abaabc', 当第3个元素匹配失败时? 怎么搞?

可令主串指针 i 不变, 模式串指针  $j = 1$

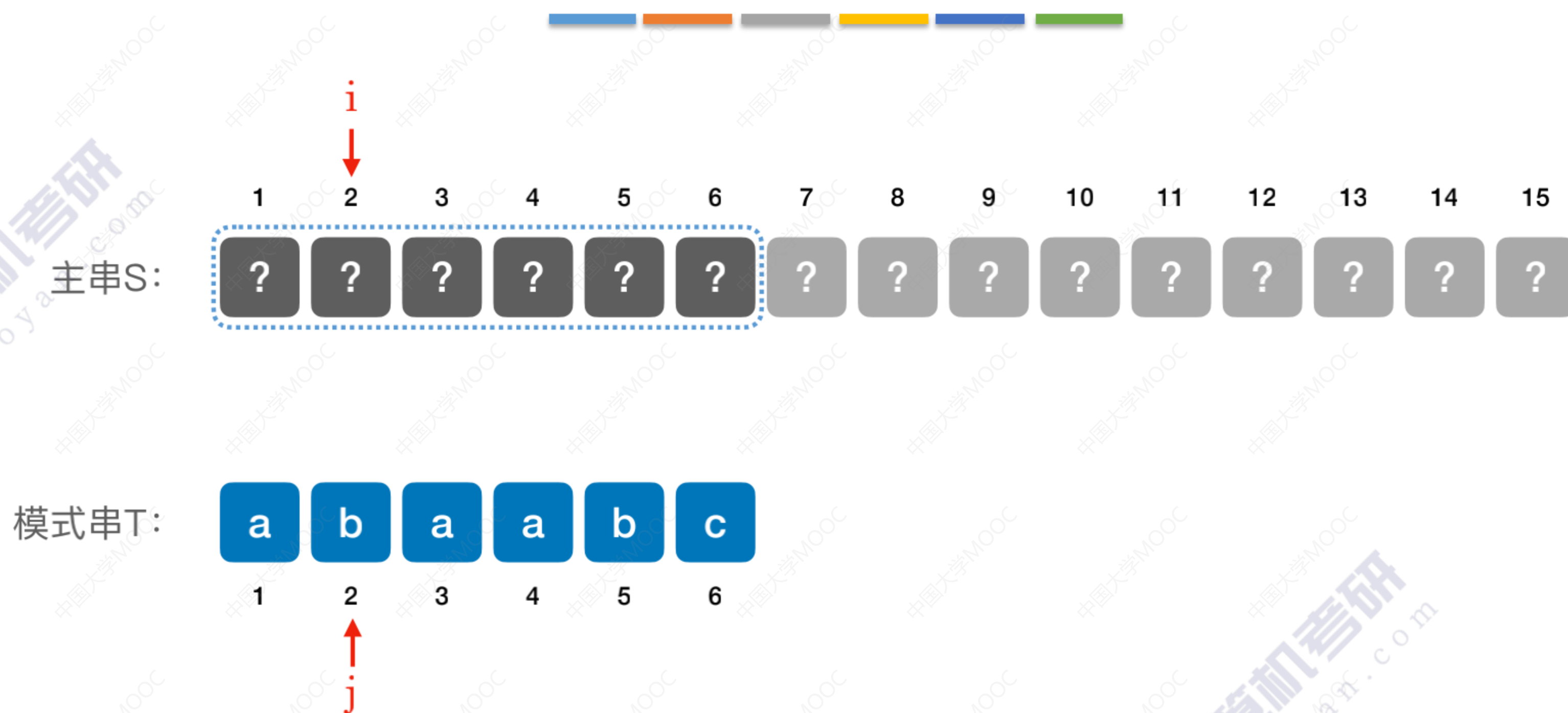
王道考研/CSKAOYAN.COM

### 如果其他位置不匹配呢?



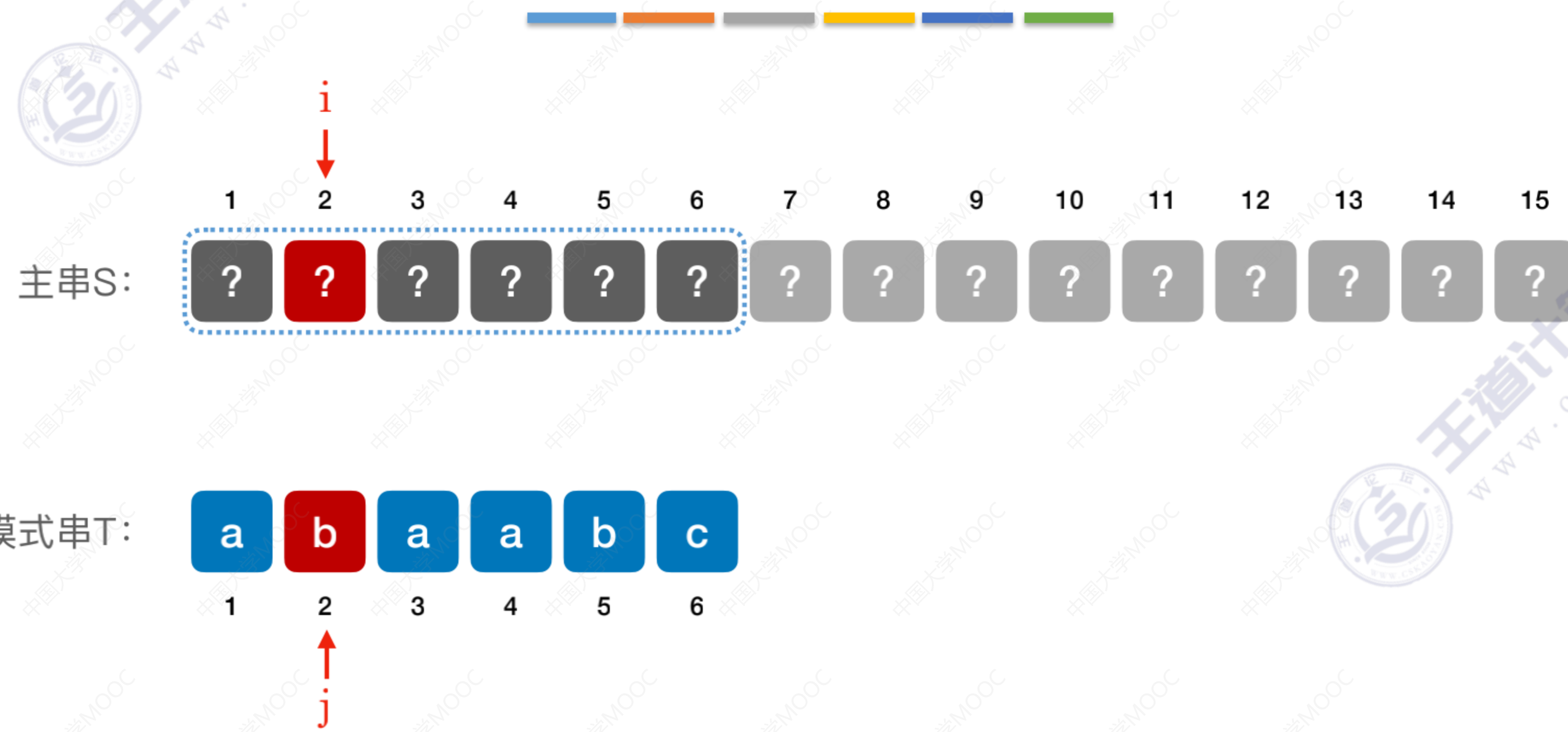
对于模式串 T = 'abaabc', 当第2个元素匹配失败时? 怎么搞?

### 如果其他位置不匹配呢?



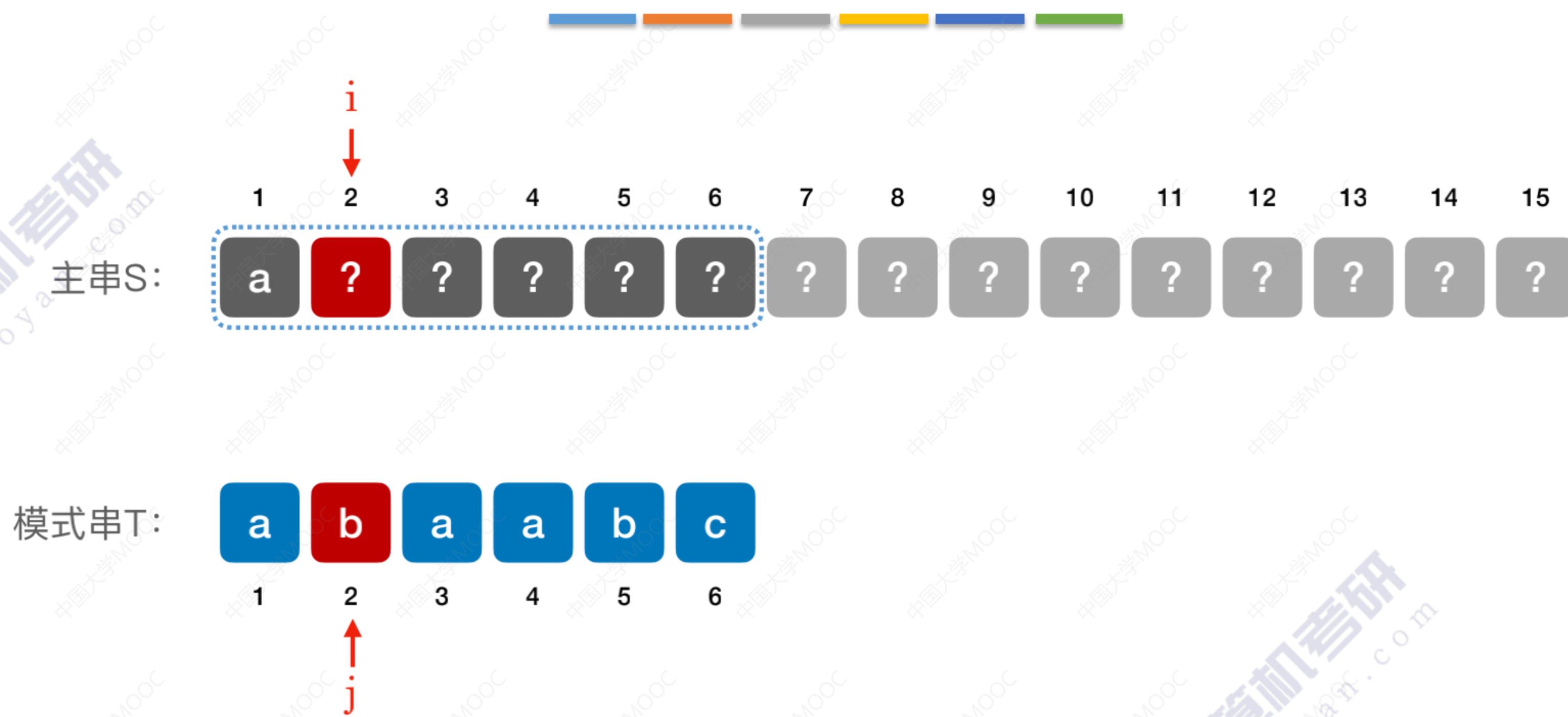
对于模式串 T = 'abaabc', 当第2个元素匹配失败时? 怎么搞?

### 如果其他位置不匹配呢?



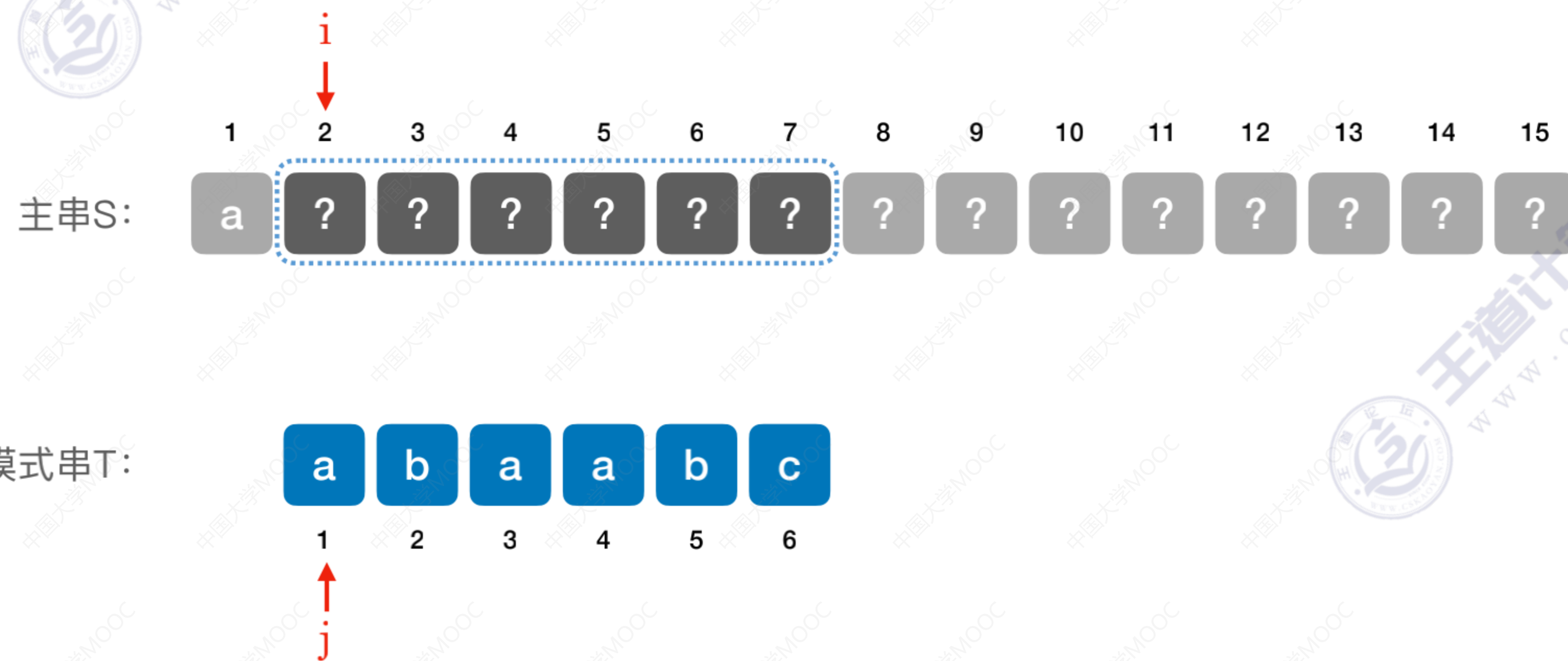
对于模式串 T = 'abaabc', 当第2个元素匹配失败时? 怎么搞?

### 如果其他位置不匹配呢?



对于模式串 T = 'abaabc', 当第2个元素匹配失败时? 怎么搞?

## 如果其他位置不匹配呢?

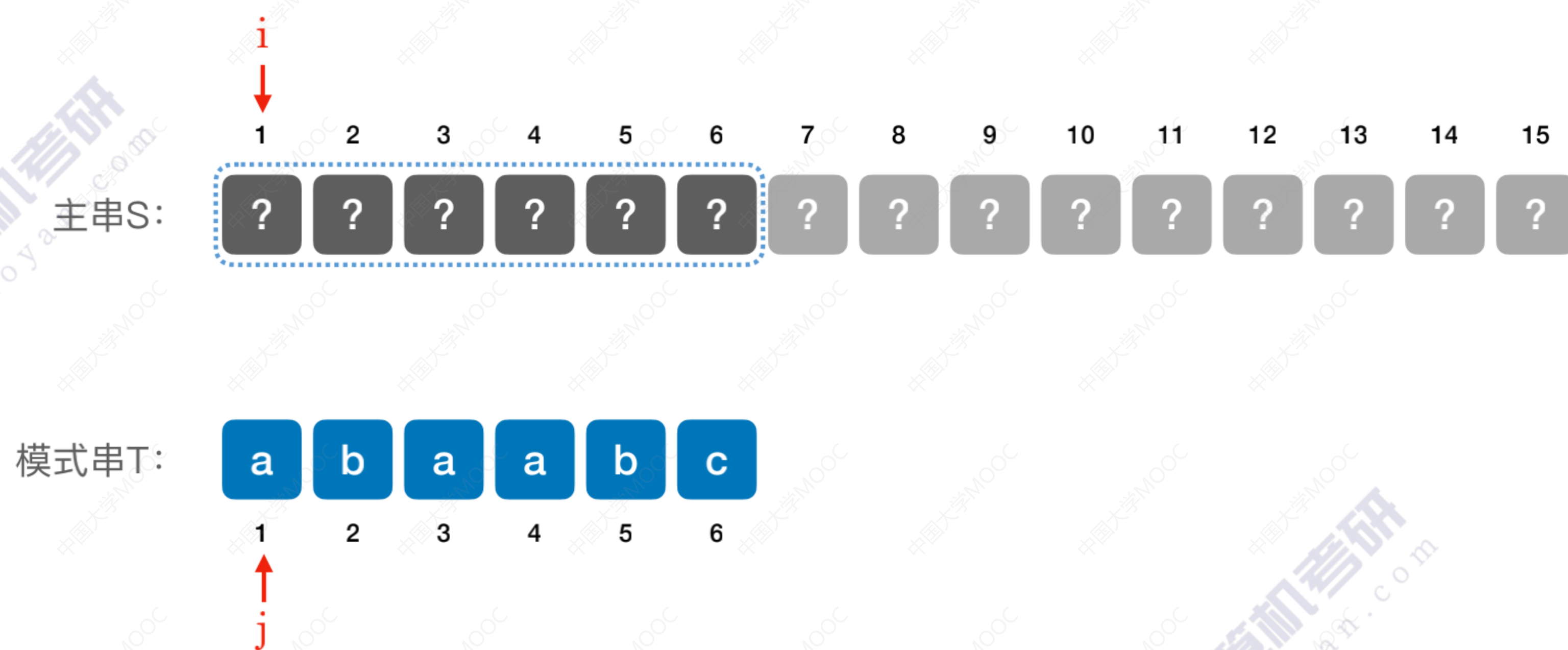


对于模式串  $T = 'abaabc'$ ，当第2个元素匹配失败时? 怎么搞?

可令主串指针  $i$  不变，模式串指针  $j = 1$

王道考研/CSKAOYAN.COM

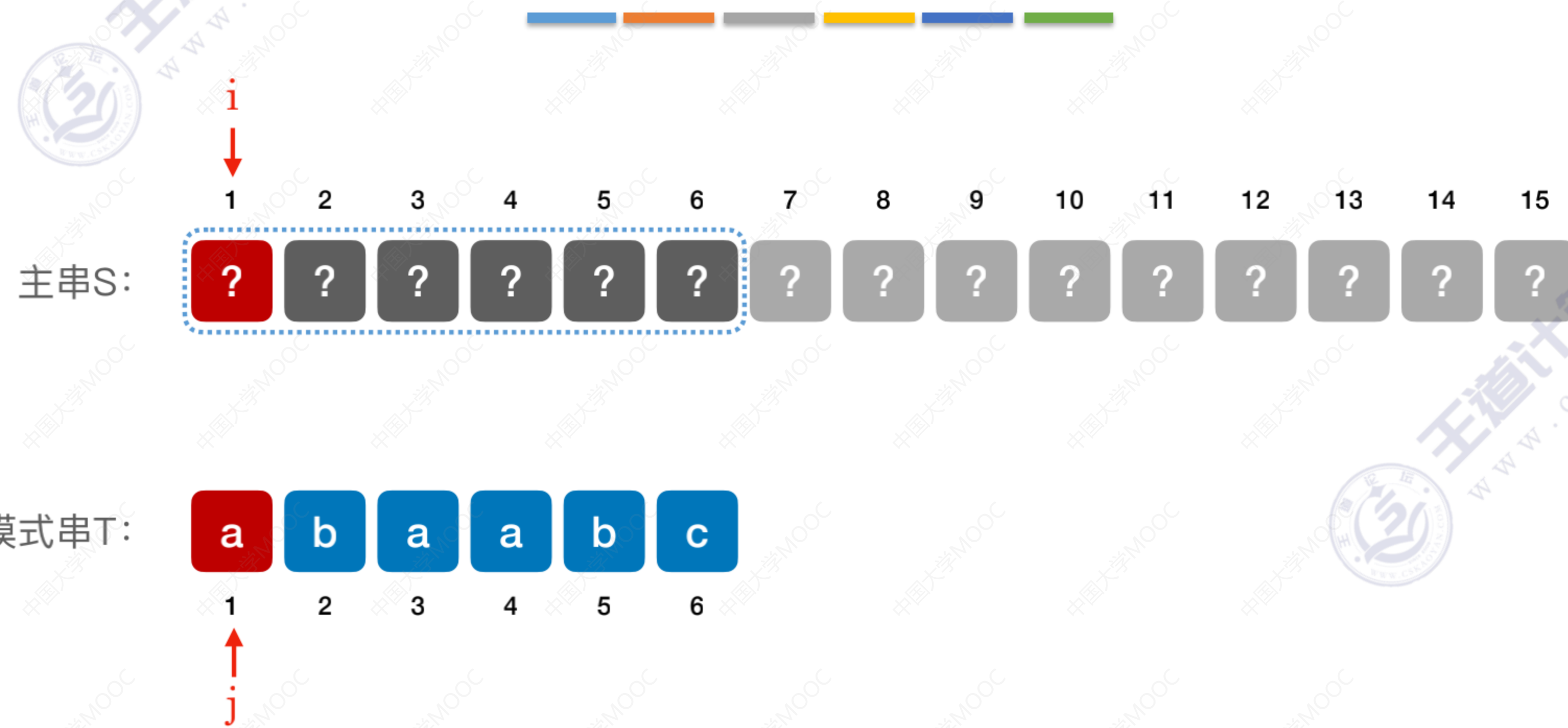
## 如果其他位置不匹配呢?



对于模式串  $T = 'abaabc'$ ，当第1个元素匹配失败时? 怎么搞?

王道考研/CSKAOYAN.COM

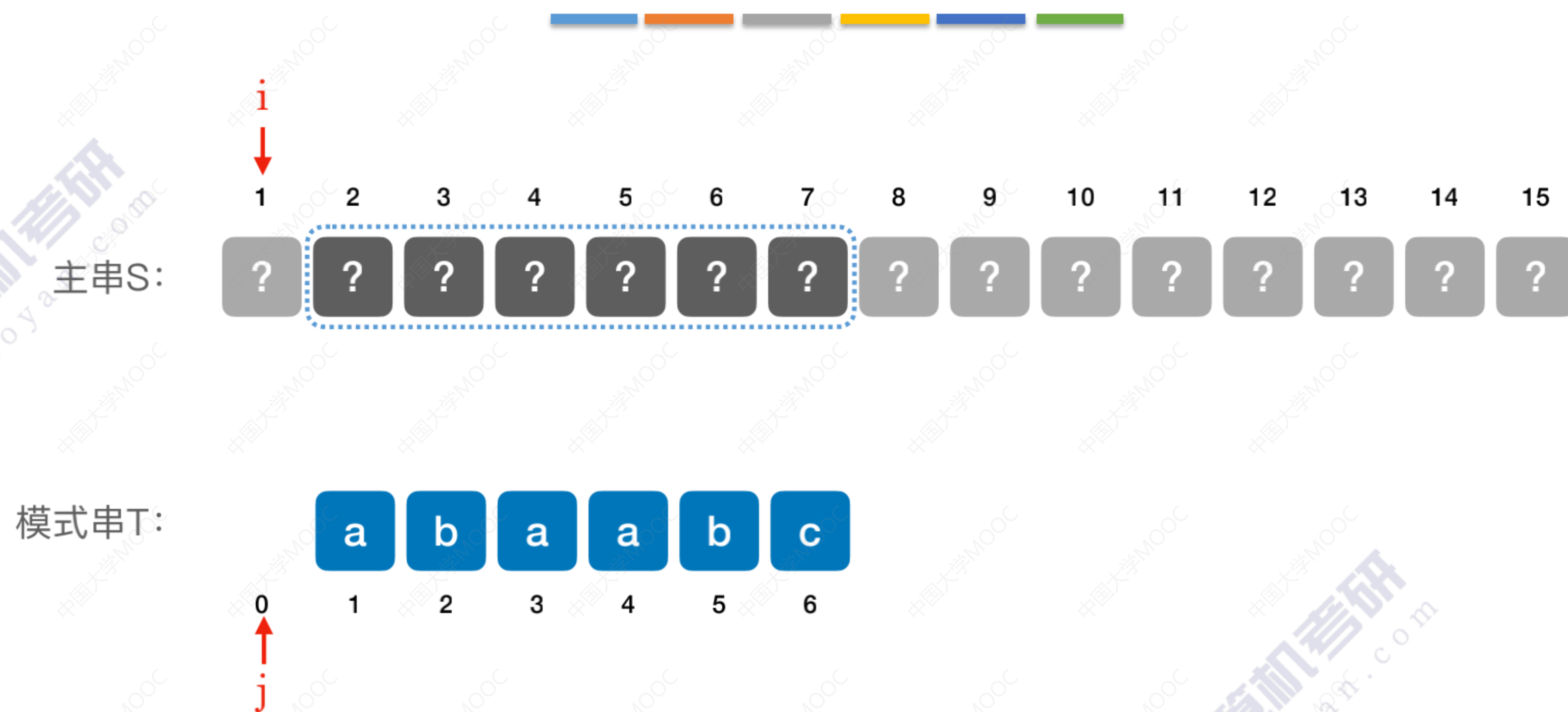
### 如果其他位置不匹配呢?



对于模式串 T = 'abaabc', 当第1个元素匹配失败时? 怎么搞?

匹配下一个相邻子串

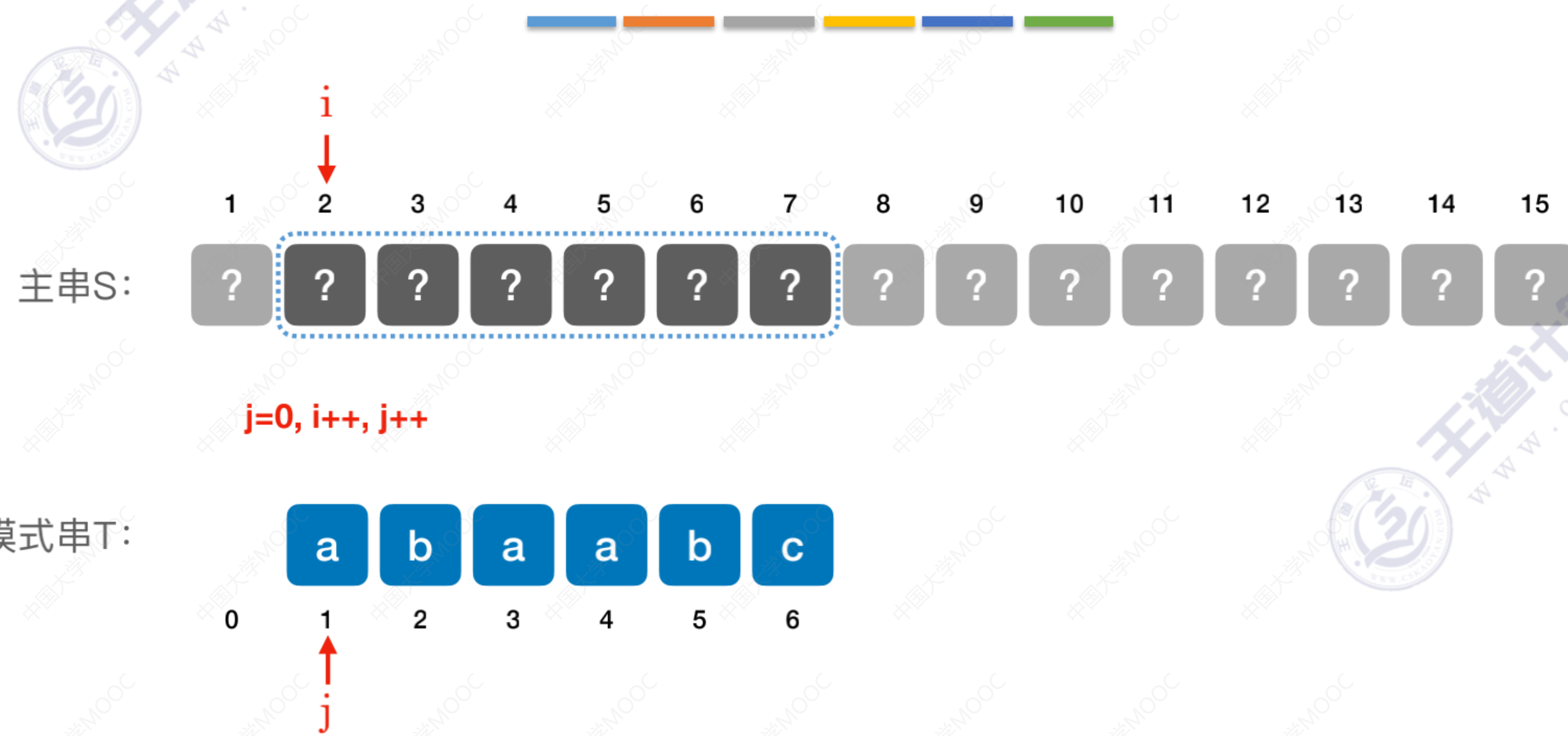
### 如果其他位置不匹配呢?



对于模式串 T = 'abaabc', 当第1个元素匹配失败时? 怎么搞?

匹配下一个相邻子串

## 如果其他位置不匹配呢?

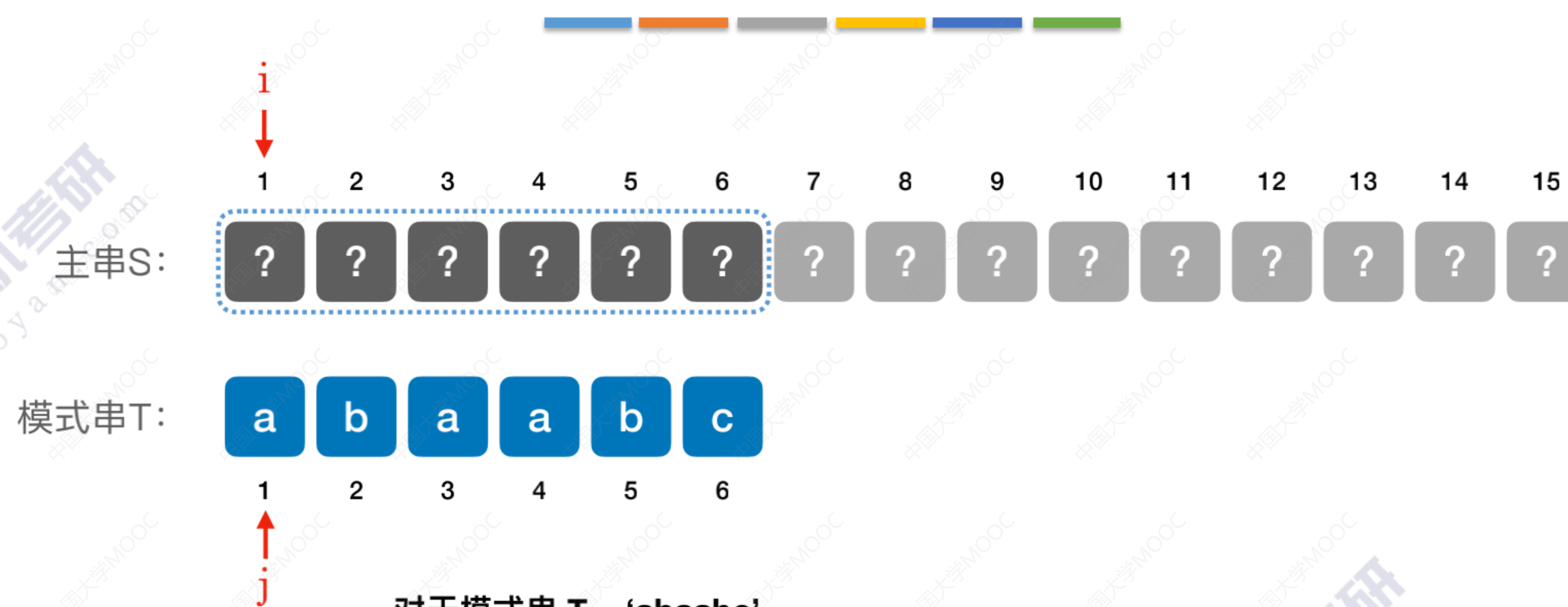


对于模式串  $T = 'abaabc'$ ，当第1个元素匹配失败时？怎么搞？

匹配下一个相邻子串

王道考研/CSKAOYAN.COM

## 结论

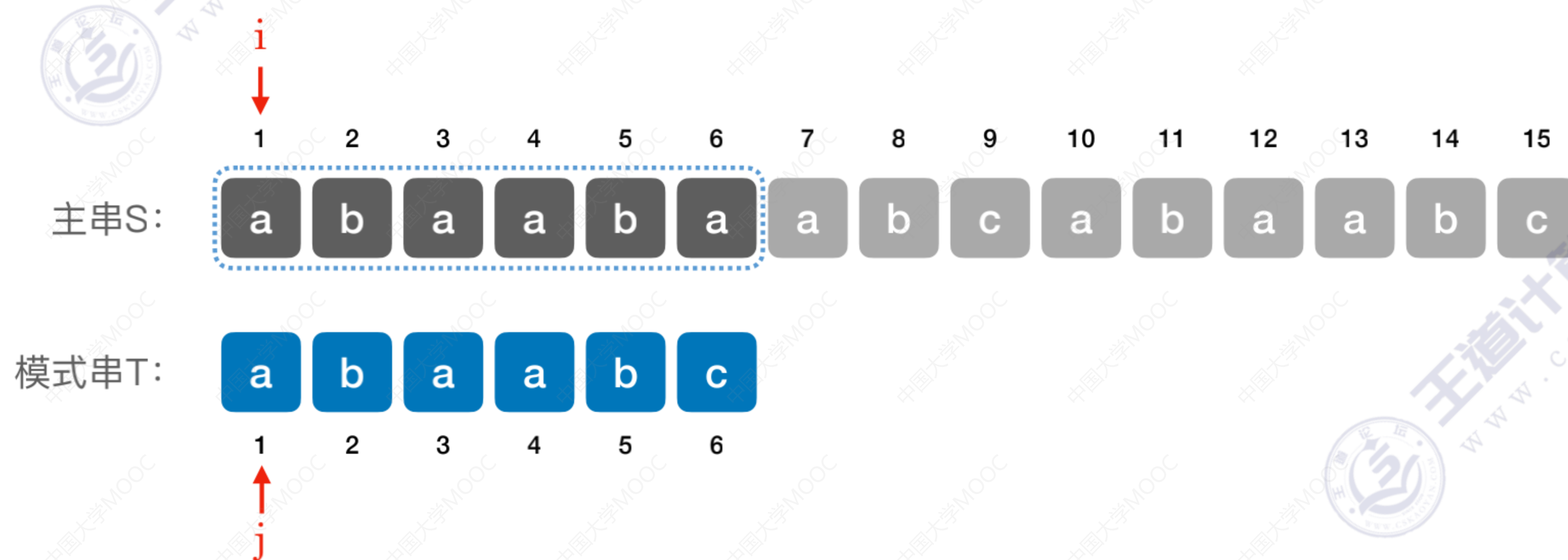


对于模式串  $T = 'abaabc'$

- 当第6个元素匹配失败时，可令主串指针  $i$  不变，模式串指针  $j=3$
- 当第5个元素匹配失败时，可令主串指针  $i$  不变，模式串指针  $j=2$
- 当第4个元素匹配失败时，可令主串指针  $i$  不变，模式串指针  $j=2$
- 当第3个元素匹配失败时，可令主串指针  $i$  不变，模式串指针  $j=1$
- 当第2个元素匹配失败时，可令主串指针  $i$  不变，模式串指针  $j=1$
- 当第1个元素匹配失败时，匹配下一个相邻子串，令  $j=0, i++, j++$

王道考研/CSKAOYAN.COM

## 再整一次上一节的例子

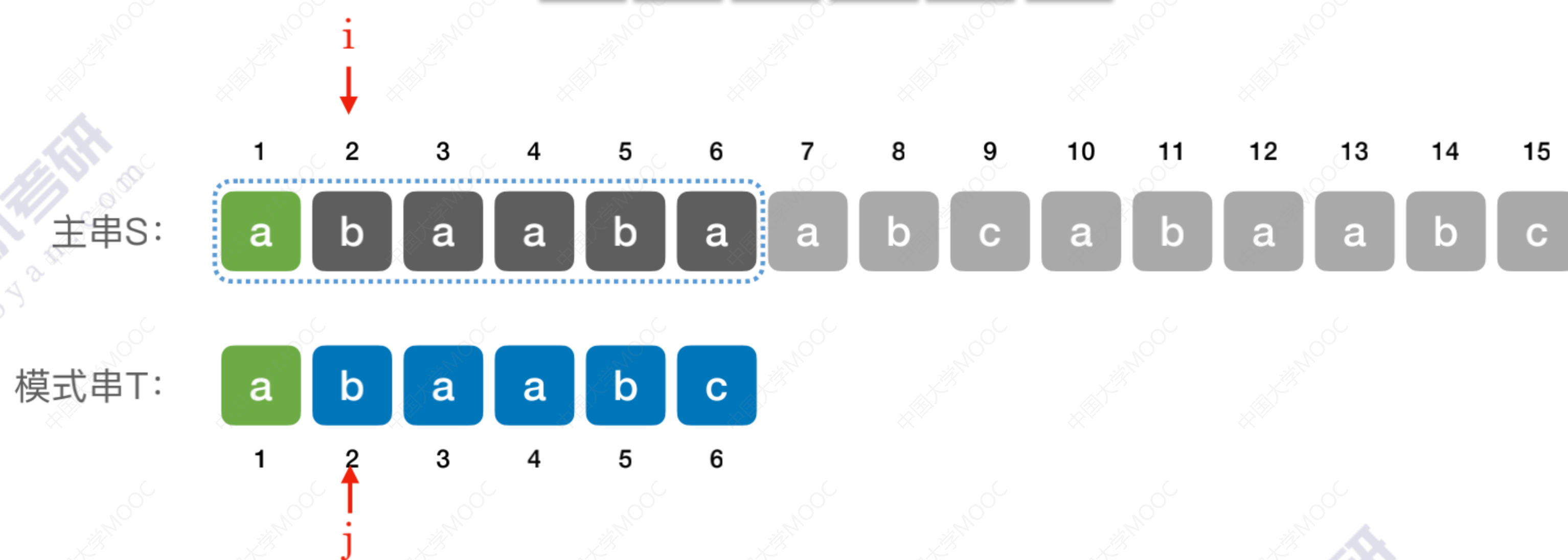


对于模式串  $T = 'abaabc'$

- 当第6个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=3$
- 当第5个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=2$
- 当第4个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=2$
- 当第3个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=1$
- 当第2个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=1$
- 当第1个元素匹配失败时, 匹配下一个相邻子串, 令  $j=0, i++, j++$

王道考研/CSKAOYAN.COM

## 再整一次上一节的例子

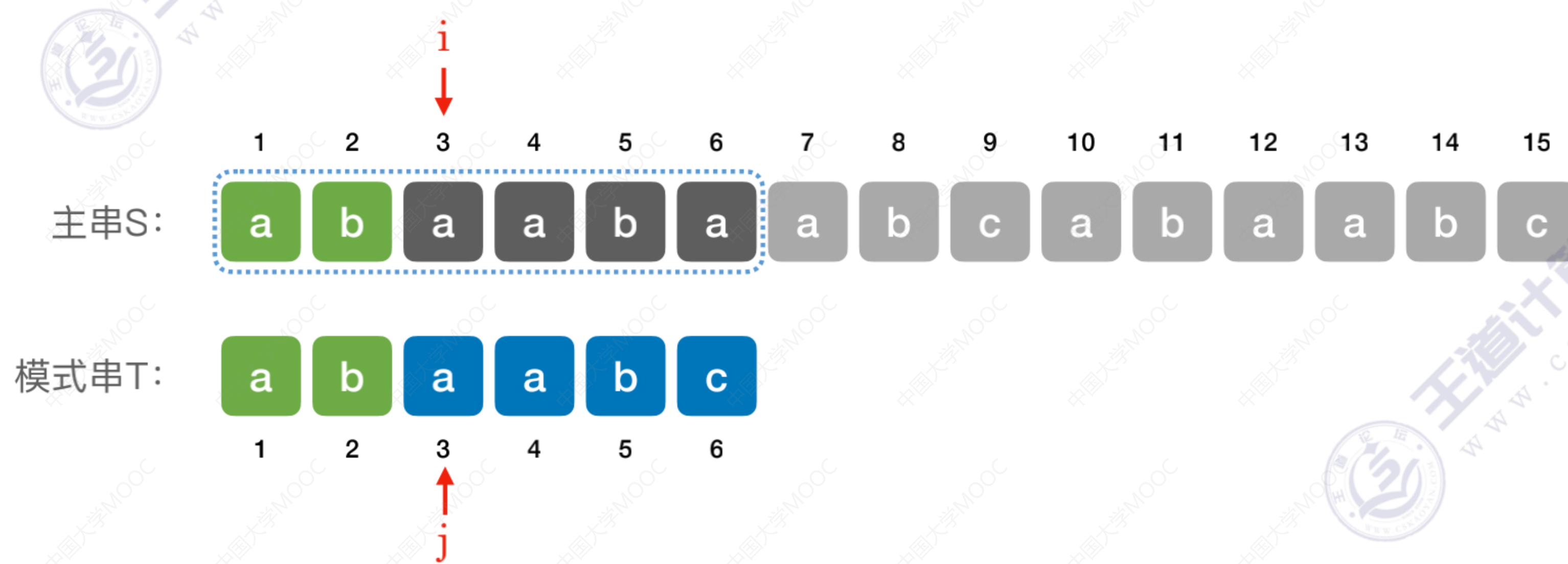


对于模式串  $T = 'abaabc'$

- 当第6个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=3$
- 当第5个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=2$
- 当第4个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=2$
- 当第3个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=1$
- 当第2个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=1$
- 当第1个元素匹配失败时, 匹配下一个相邻子串, 令  $j=0, i++, j++$

王道考研/CSKAOYAN.COM

## 再整一次上一节的例子

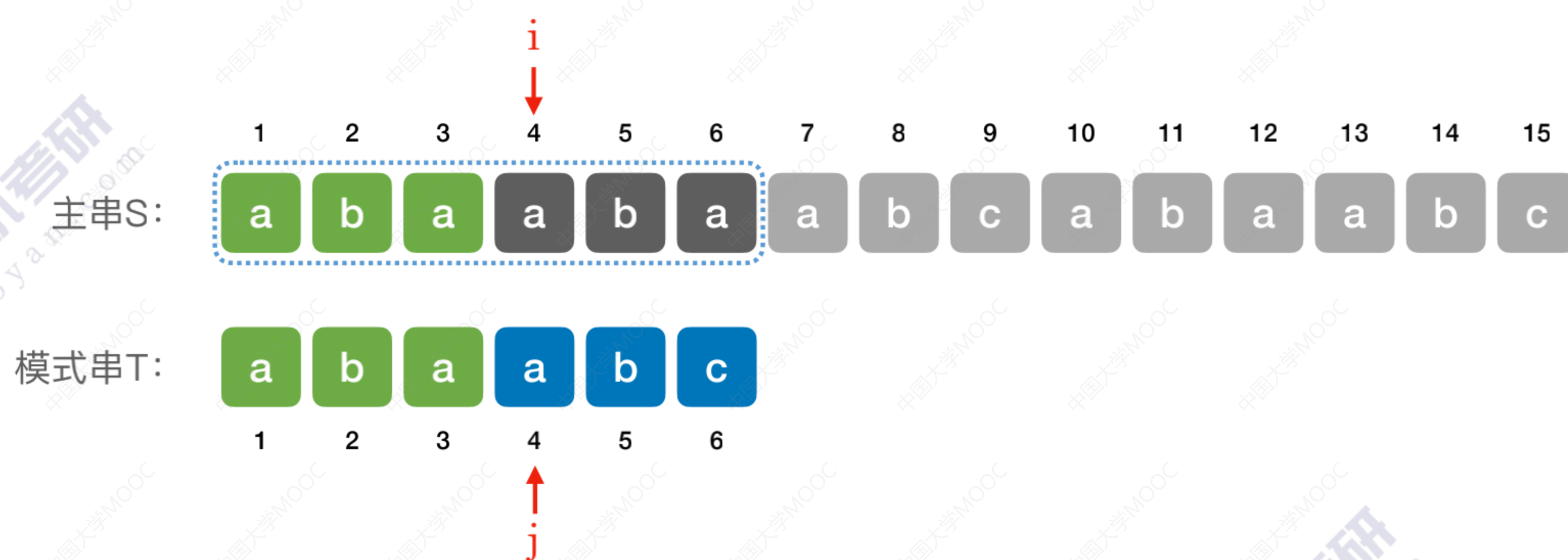


对于模式串  $T = 'abaabc'$

- 当第6个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=3$
- 当第5个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=2$
- 当第4个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=2$
- 当第3个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=1$
- 当第2个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=1$
- 当第1个元素匹配失败时, 匹配下一个相邻子串, 令  $j=0, i++, j++$

王道考研/CSKAOYAN.COM

## 再整一次上一节的例子

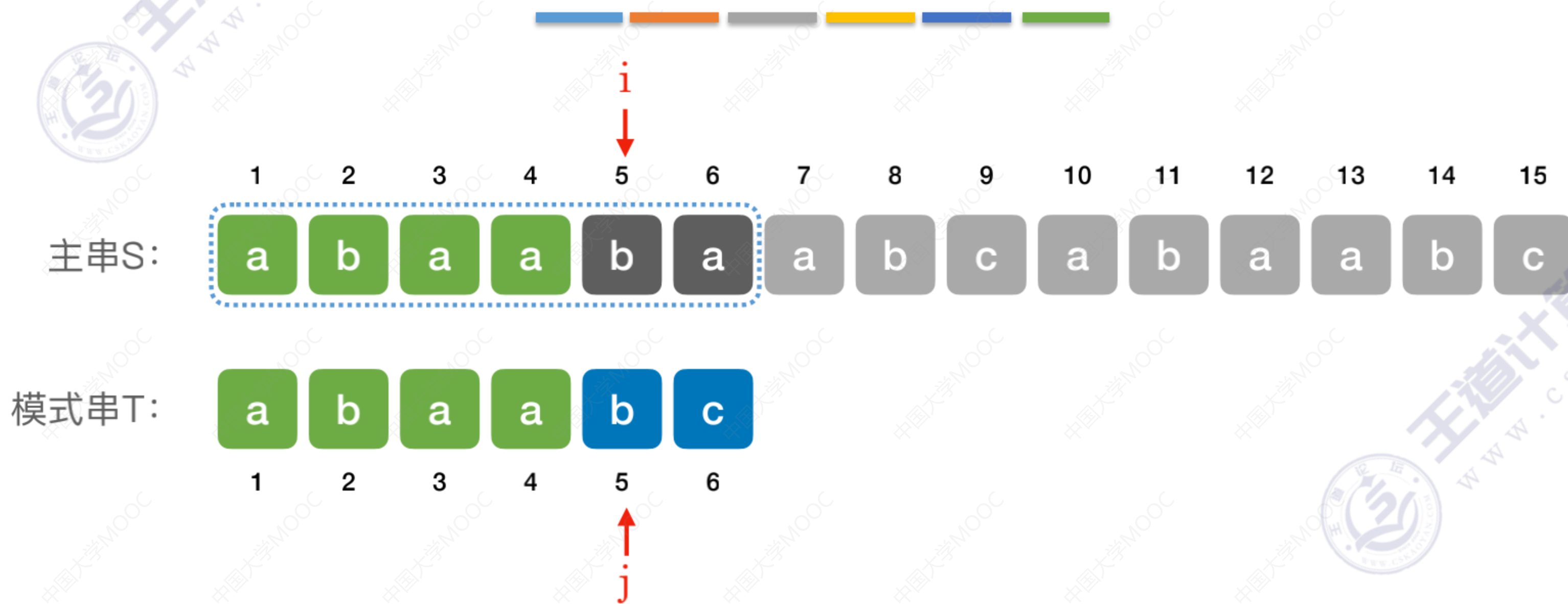


对于模式串  $T = 'abaabc'$

- 当第6个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=3$
- 当第5个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=2$
- 当第4个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=2$
- 当第3个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=1$
- 当第2个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=1$
- 当第1个元素匹配失败时, 匹配下一个相邻子串, 令  $j=0, i++, j++$

王道考研/CSKAOYAN.COM

## 再整一次上一节的例子

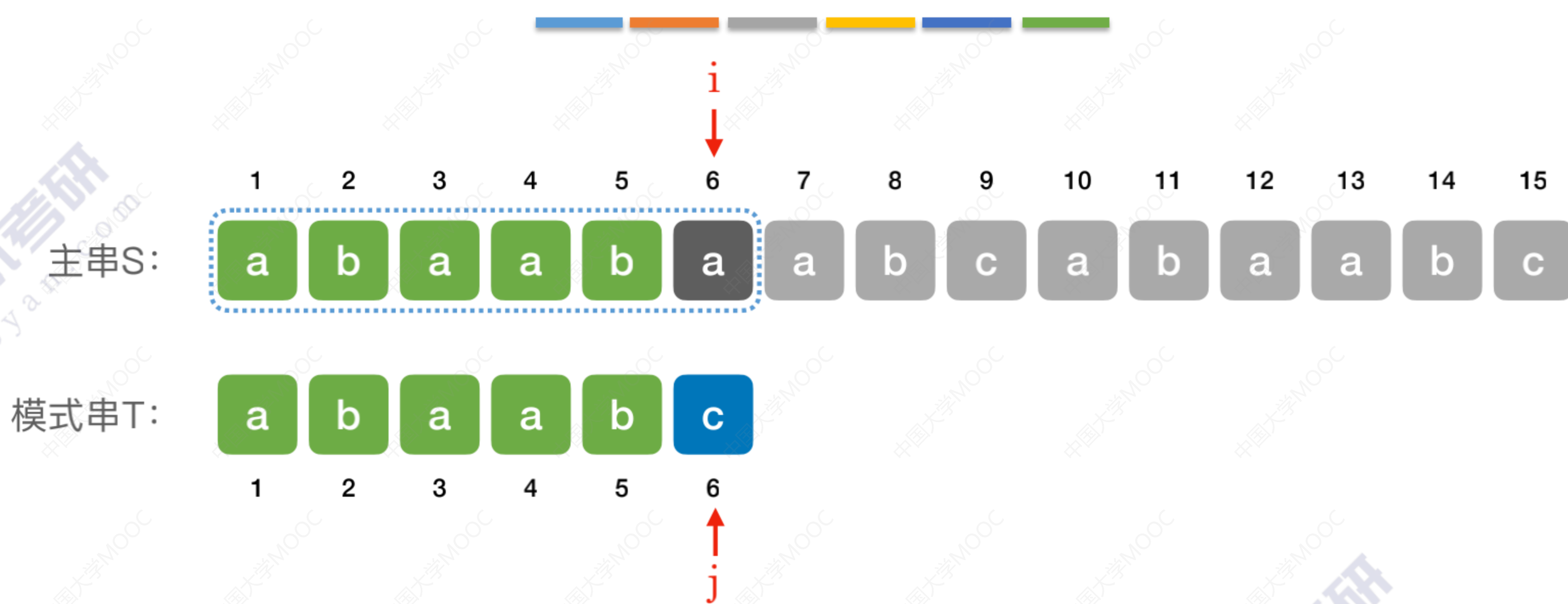


对于模式串  $T = 'abaabc'$

- 当第6个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=3$
- 当第5个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=2$
- 当第4个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=2$
- 当第3个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=1$
- 当第2个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=1$
- 当第1个元素匹配失败时, 匹配下一个相邻子串, 令  $j=0, i++, j++$

王道考研/CSKAOYAN.COM

## 再整一次上一节的例子

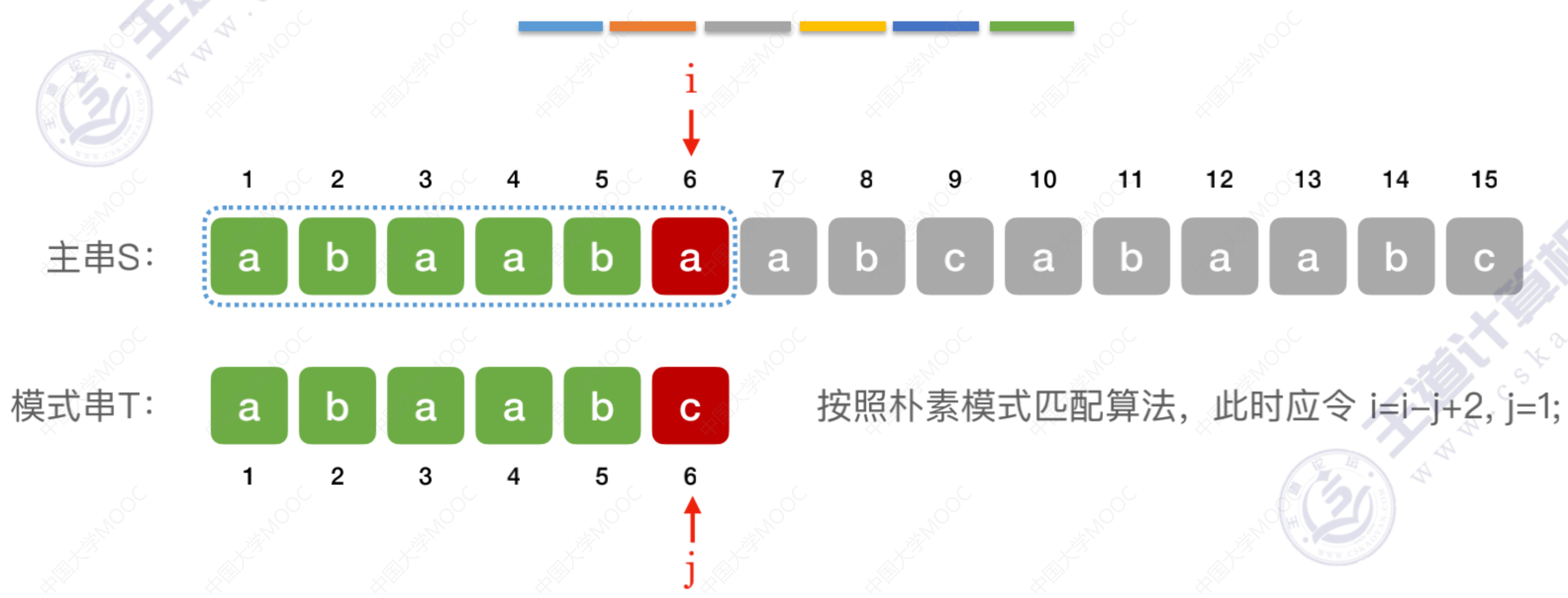


对于模式串  $T = 'abaabc'$

- 当第6个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=3$
- 当第5个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=2$
- 当第4个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=2$
- 当第3个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=1$
- 当第2个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=1$
- 当第1个元素匹配失败时, 匹配下一个相邻子串, 令  $j=0, i++, j++$

王道考研/CSKAOYAN.COM

## 再整一次上一节的例子



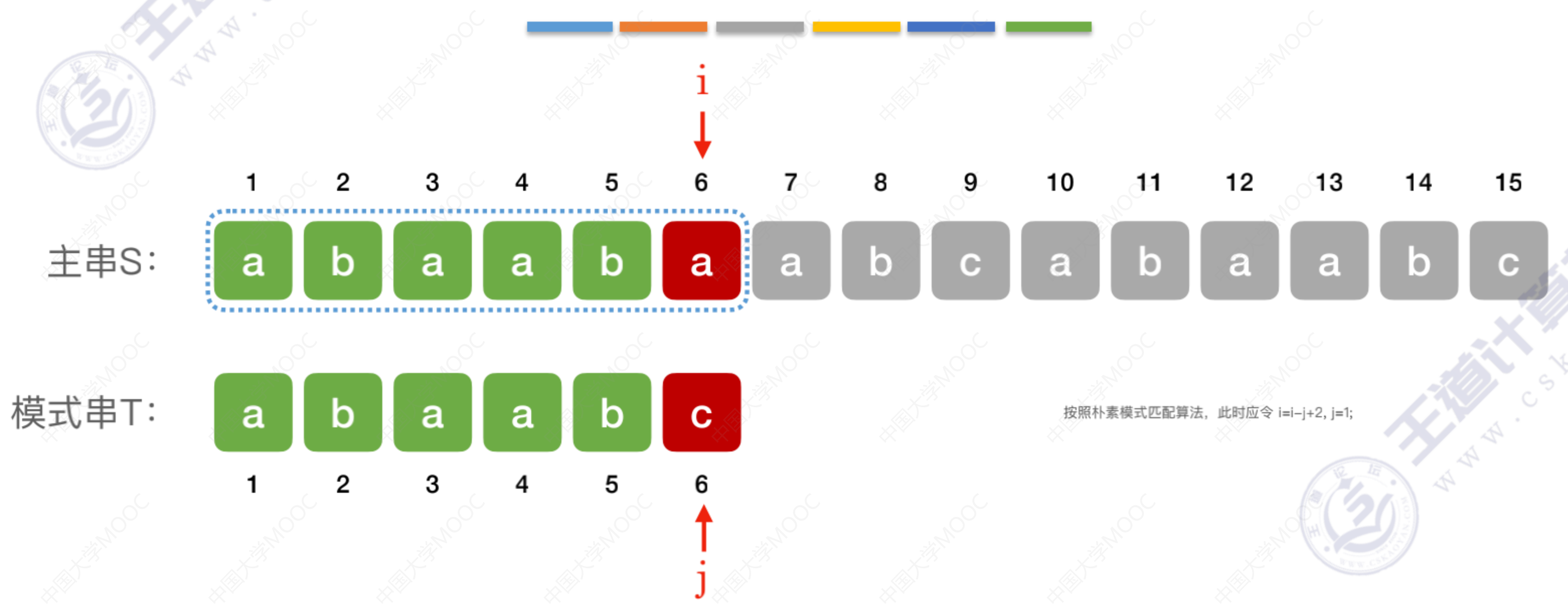
- 对于模式串  $T = 'abaabc'$
- 当第6个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=3$
  - 当第5个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=2$
  - 当第4个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=2$
  - 当第3个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=1$
  - 当第2个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=1$
  - 当第1个元素匹配失败时, 匹配下一个相邻子串, 令  $j=0, i++, j++$

## 再整一次上一节的例子



- 对于模式串  $T = 'abaabc'$
- 当第6个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=3$
  - 当第5个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=2$
  - 当第4个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=2$
  - 当第3个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=1$
  - 当第2个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=1$
  - 当第1个元素匹配失败时, 匹配下一个相邻子串, 令  $j=0, i++, j++$

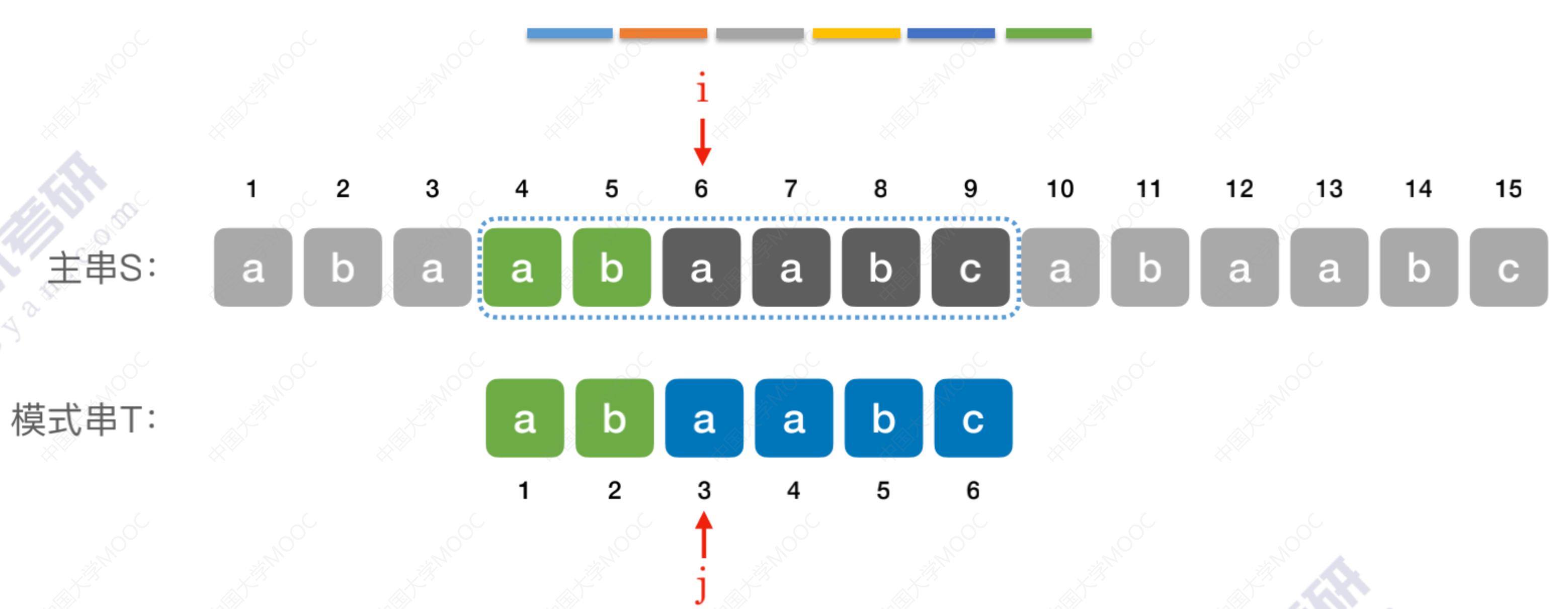
### 再整一次上一节的例子



对于模式串  $T = 'abaabc'$

- 当第6个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=3$
- 当第5个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=2$
- 当第4个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=2$
- 当第3个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=1$
- 当第2个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=1$
- 当第1个元素匹配失败时, 匹配下一个相邻子串, 令  $j=0, i++, j++$

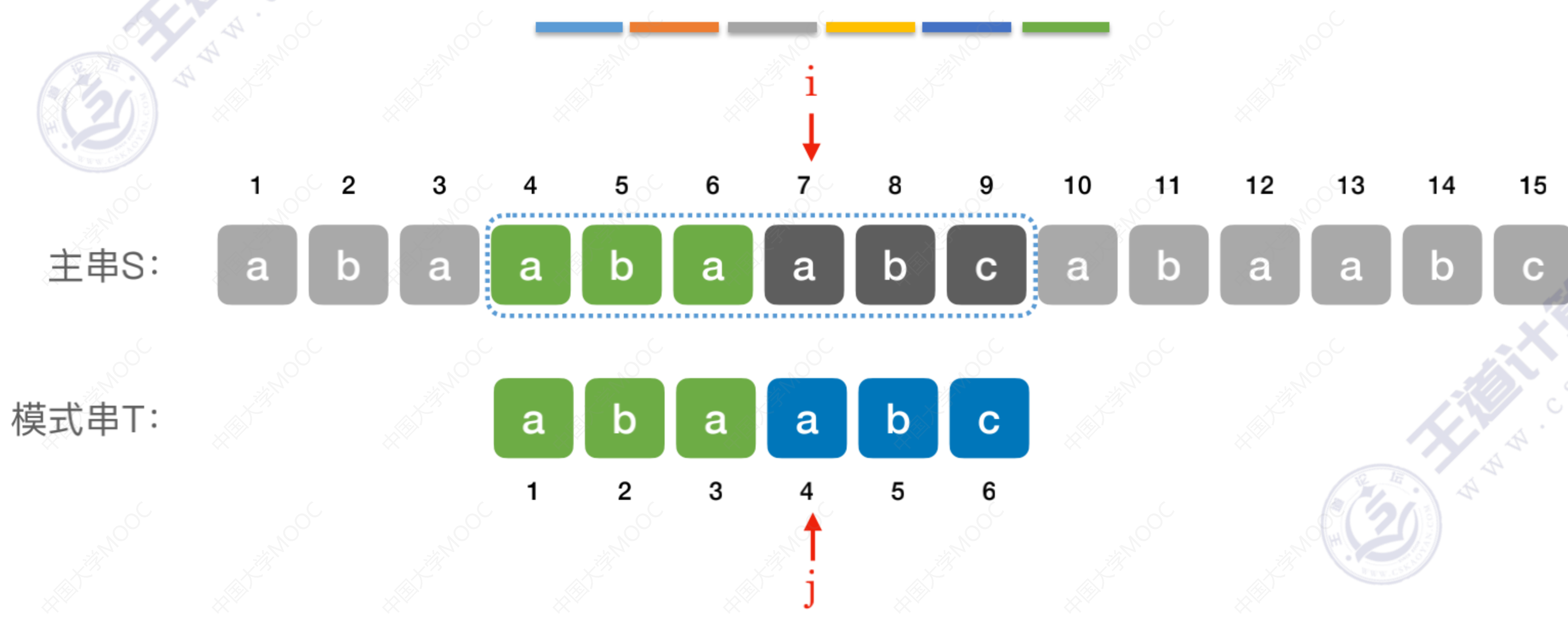
### 再整一次上一节的例子



对于模式串  $T = 'abaabc'$

- 当第6个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=3$
- 当第5个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=2$
- 当第4个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=2$
- 当第3个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=1$
- 当第2个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=1$
- 当第1个元素匹配失败时, 匹配下一个相邻子串, 令  $j=0, i++, j++$

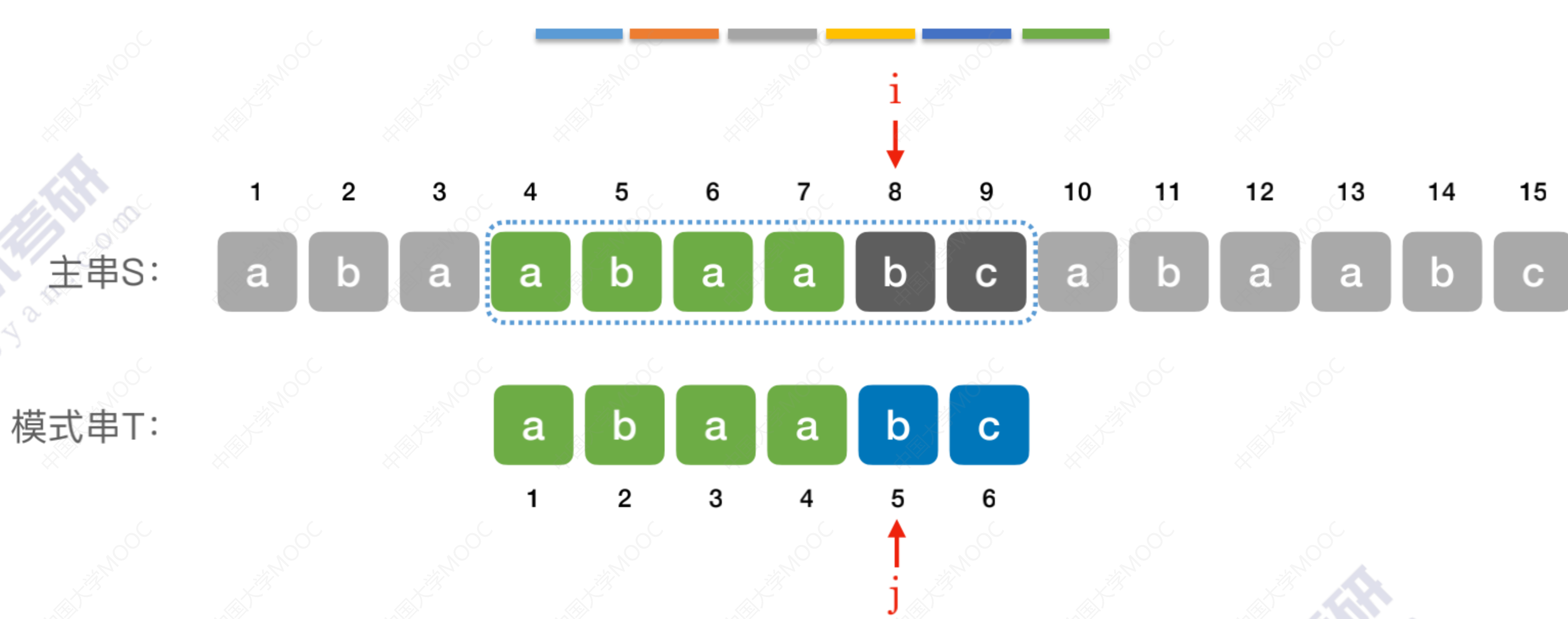
### 再整一次上一节的例子



对于模式串  $T = 'abaabc'$

- 当第6个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=3$
- 当第5个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=2$
- 当第4个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=2$
- 当第3个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=1$
- 当第2个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=1$
- 当第1个元素匹配失败时, 匹配下一个相邻子串, 令  $j=0, i++, j++$

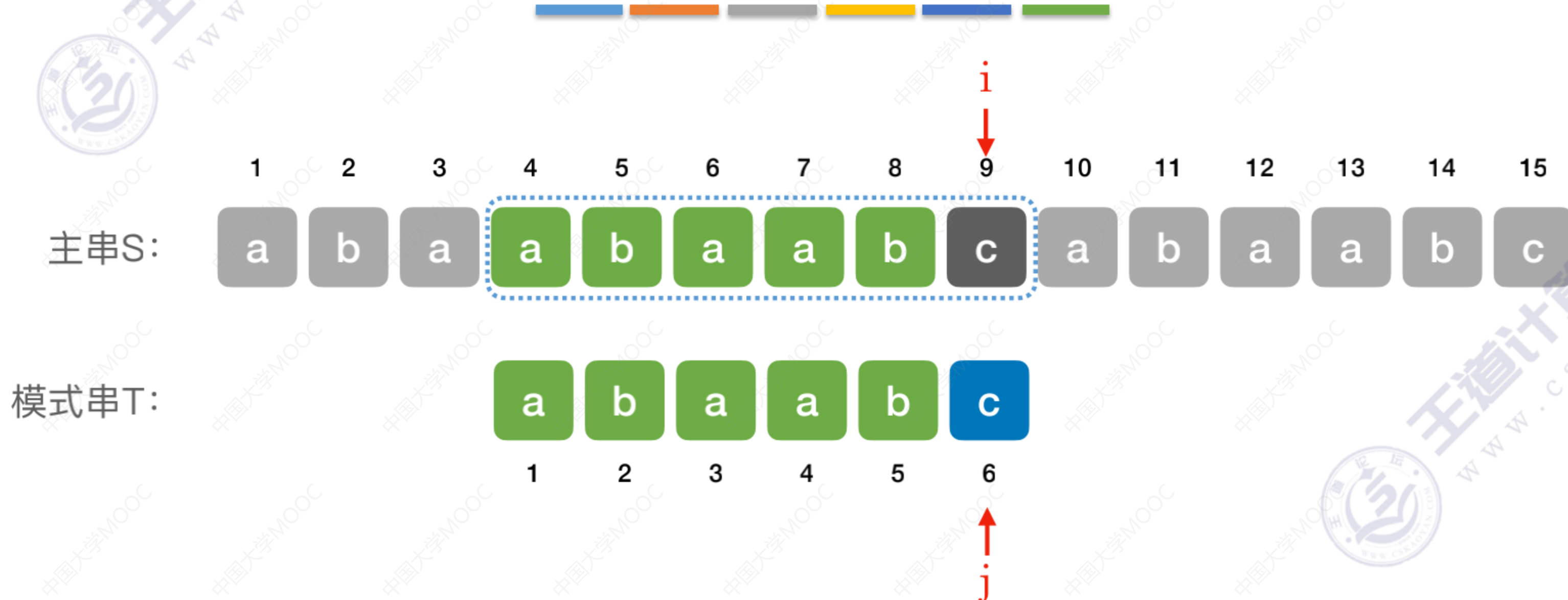
### 再整一次上一节的例子



对于模式串  $T = 'abaabc'$

- 当第6个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=3$
- 当第5个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=2$
- 当第4个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=2$
- 当第3个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=1$
- 当第2个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=1$
- 当第1个元素匹配失败时, 匹配下一个相邻子串, 令  $j=0, i++, j++$

## 再整一次上一节的例子



对于模式串  $T = 'abaabc'$

**当第6个元素匹配失败时，可令主串指针  $i$  不变，模式串指针  $j=3$**

当第5个元素匹配失败时，可令主串指针  $i$  不变，模式串指针  $j=2$

当第4个元素匹配失败时，可令主串指针  $i$  不变，模式串指针  $j=2$

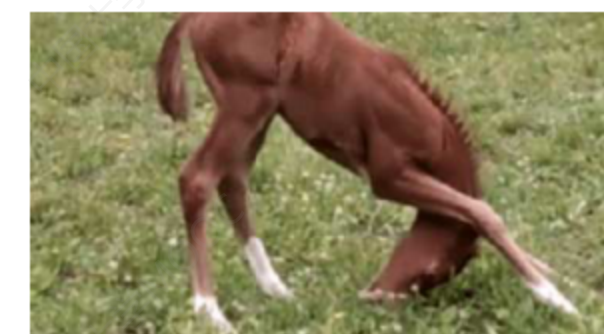
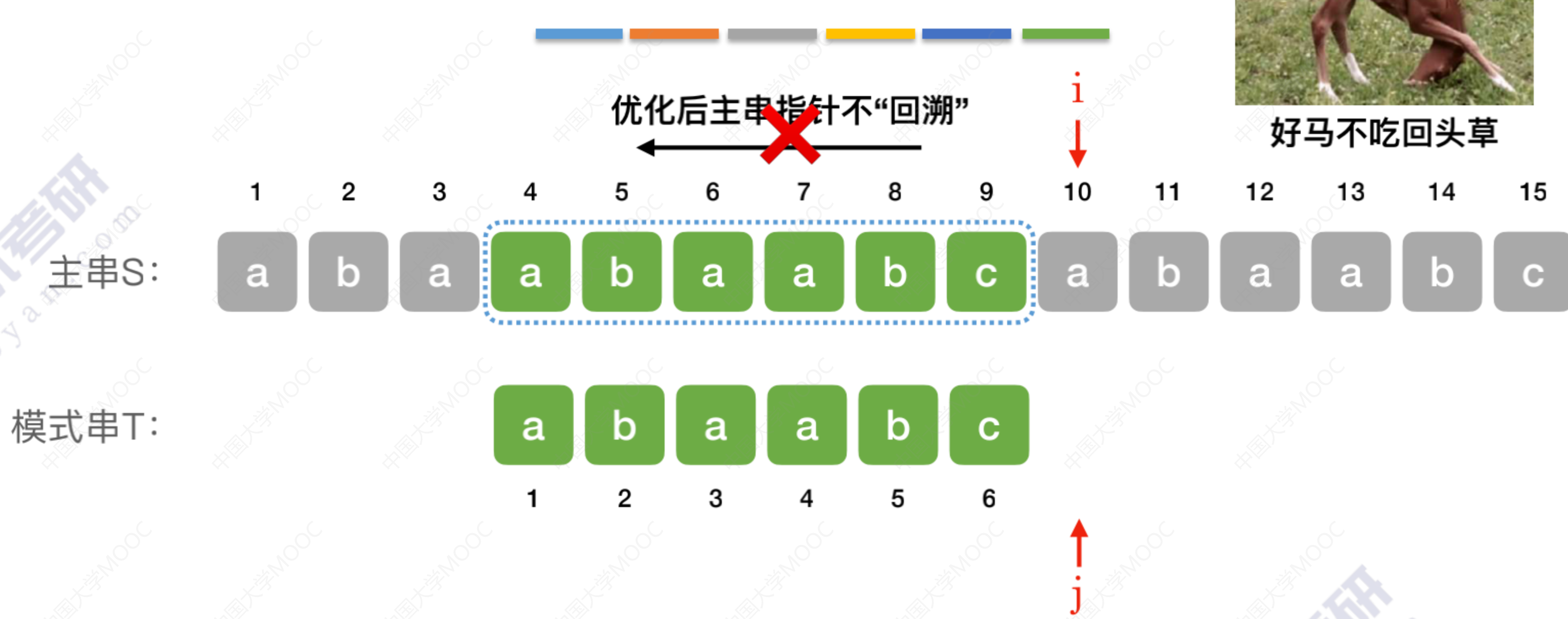
当第3个元素匹配失败时，可令主串指针  $i$  不变，模式串指针  $j=1$

当第2个元素匹配失败时，可令主串指针  $i$  不变，模式串指针  $j=1$

当第1个元素匹配失败时，匹配下一个相邻子串，令  $j=0, i++, j++$

王道考研/CSKAOYAN.COM

## 再整一次上一节的例子



好马不吃回头草



掌声送给最棒的你

对于模式串  $T = 'abaabc'$

**当第6个元素匹配失败时，可令主串指针  $i$  不变，模式串指针  $j=3$**

当第5个元素匹配失败时，可令主串指针  $i$  不变，模式串指针  $j=2$

当第4个元素匹配失败时，可令主串指针  $i$  不变，模式串指针  $j=2$

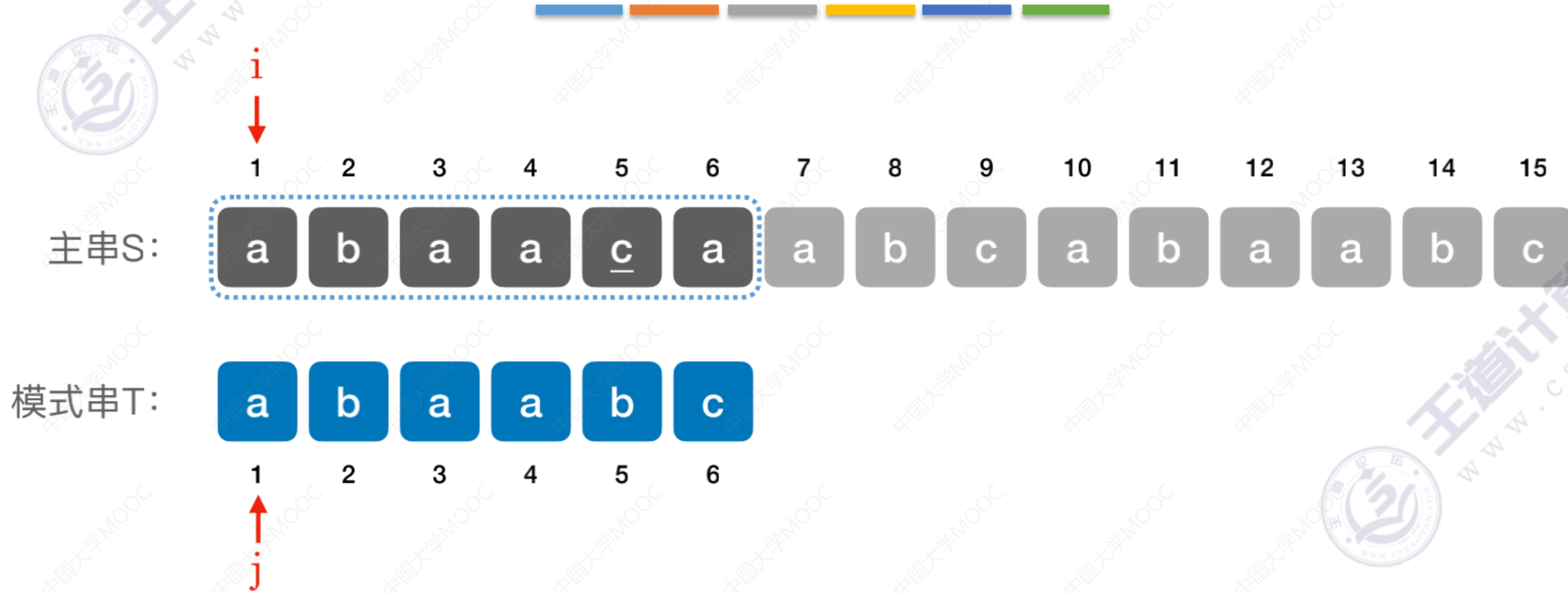
当第3个元素匹配失败时，可令主串指针  $i$  不变，模式串指针  $j=1$

当第2个元素匹配失败时，可令主串指针  $i$  不变，模式串指针  $j=1$

当第1个元素匹配失败时，匹配下一个相邻子串，令  $j=0, i++, j++$

王道考研/CSKAOYAN.COM

## 改造一哈例子

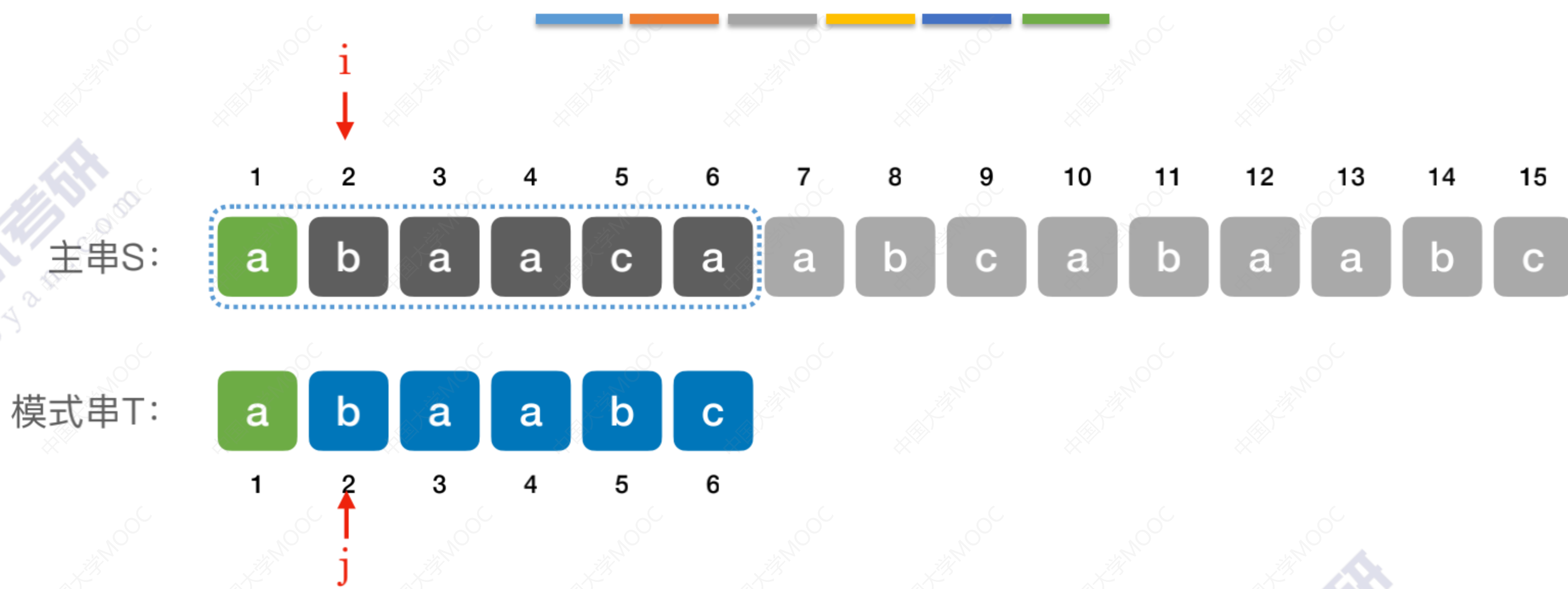


对于模式串  $T = 'abaabc'$

- 当第6个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=3$
- 当第5个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=2$
- 当第4个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=2$
- 当第3个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=1$
- 当第2个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=1$
- 当第1个元素匹配失败时, 匹配下一个相邻子串, 令  $j=0, i++, j++$

王道考研/CSKAOYAN.COM

## 改造一哈例子

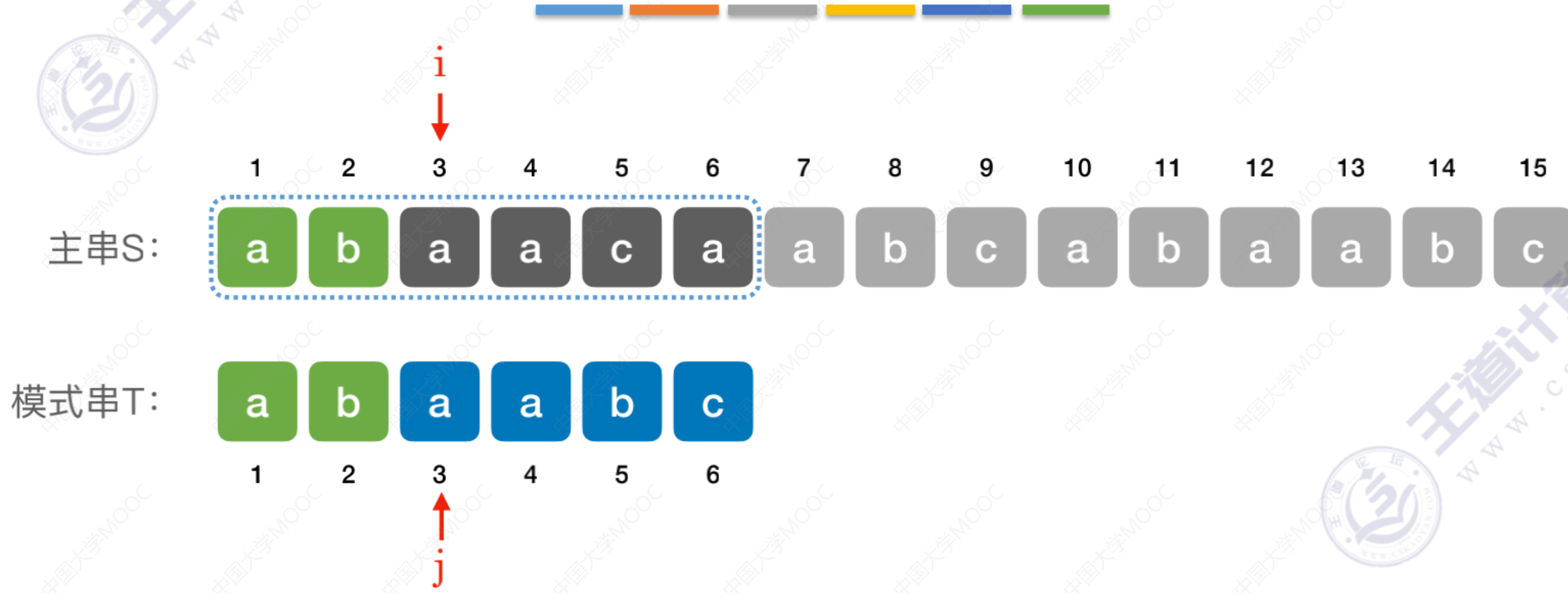


对于模式串  $T = 'abaabc'$

- 当第6个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=3$
- 当第5个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=2$
- 当第4个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=2$
- 当第3个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=1$
- 当第2个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=1$
- 当第1个元素匹配失败时, 匹配下一个相邻子串, 令  $j=0, i++, j++$

王道考研/CSKAOYAN.COM

## 改造一哈例子

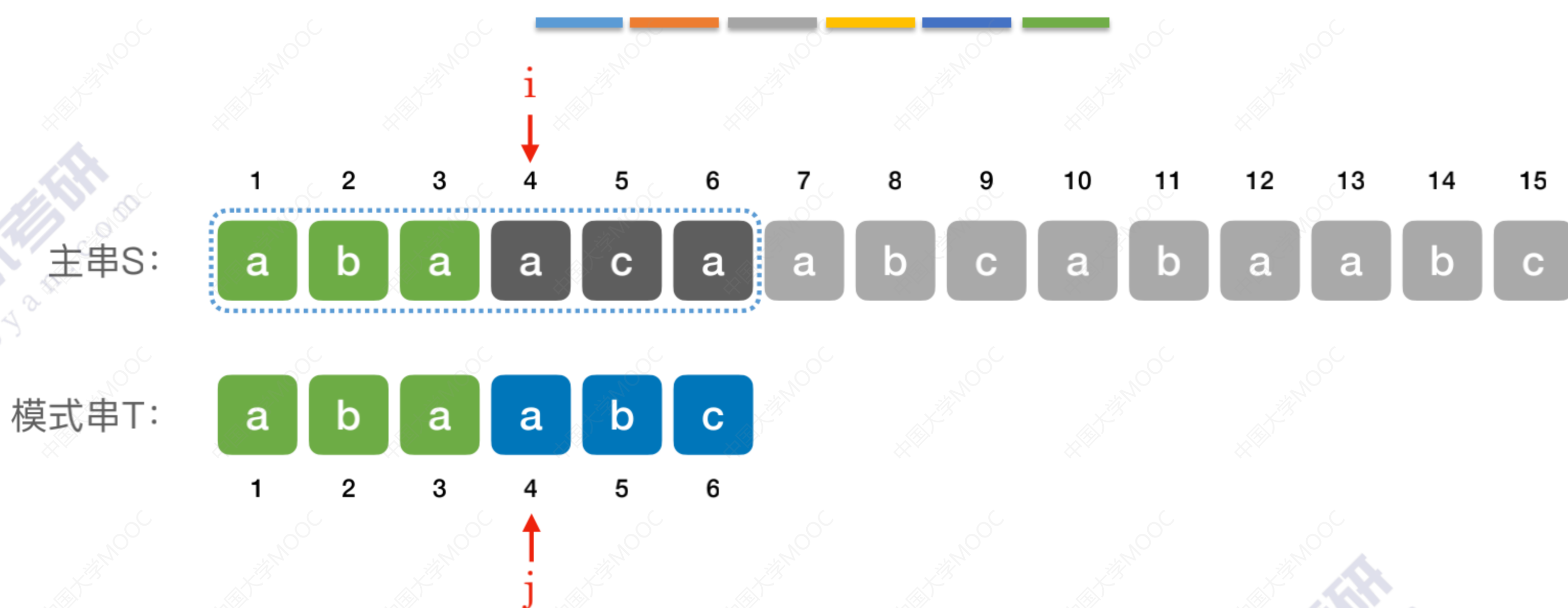


对于模式串  $T = 'abaabc'$

- 当第6个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=3$
- 当第5个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=2$
- 当第4个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=2$
- 当第3个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=1$
- 当第2个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=1$
- 当第1个元素匹配失败时, 匹配下一个相邻子串, 令  $j=0, i++, j++$

王道考研/CSKAOYAN.COM

## 改造一哈例子

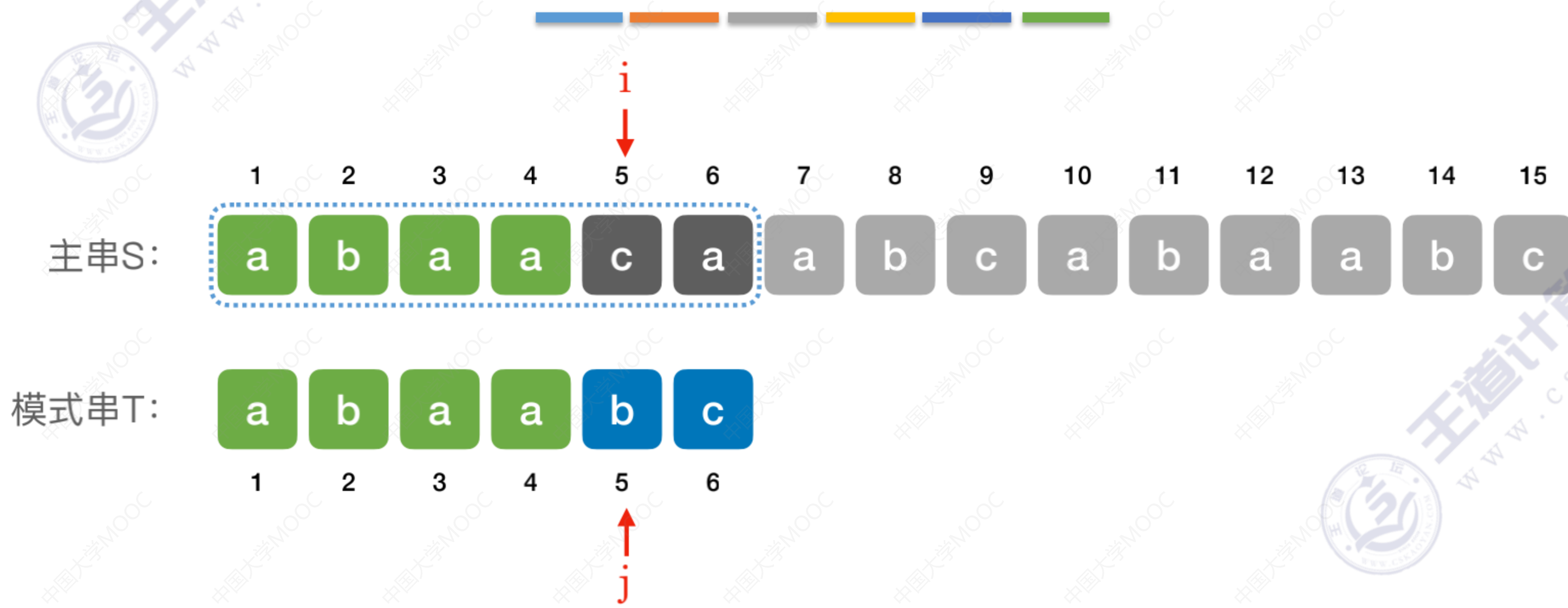


对于模式串  $T = 'abaabc'$

- 当第6个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=3$
- 当第5个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=2$
- 当第4个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=2$
- 当第3个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=1$
- 当第2个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=1$
- 当第1个元素匹配失败时, 匹配下一个相邻子串, 令  $j=0, i++, j++$

王道考研/CSKAOYAN.COM

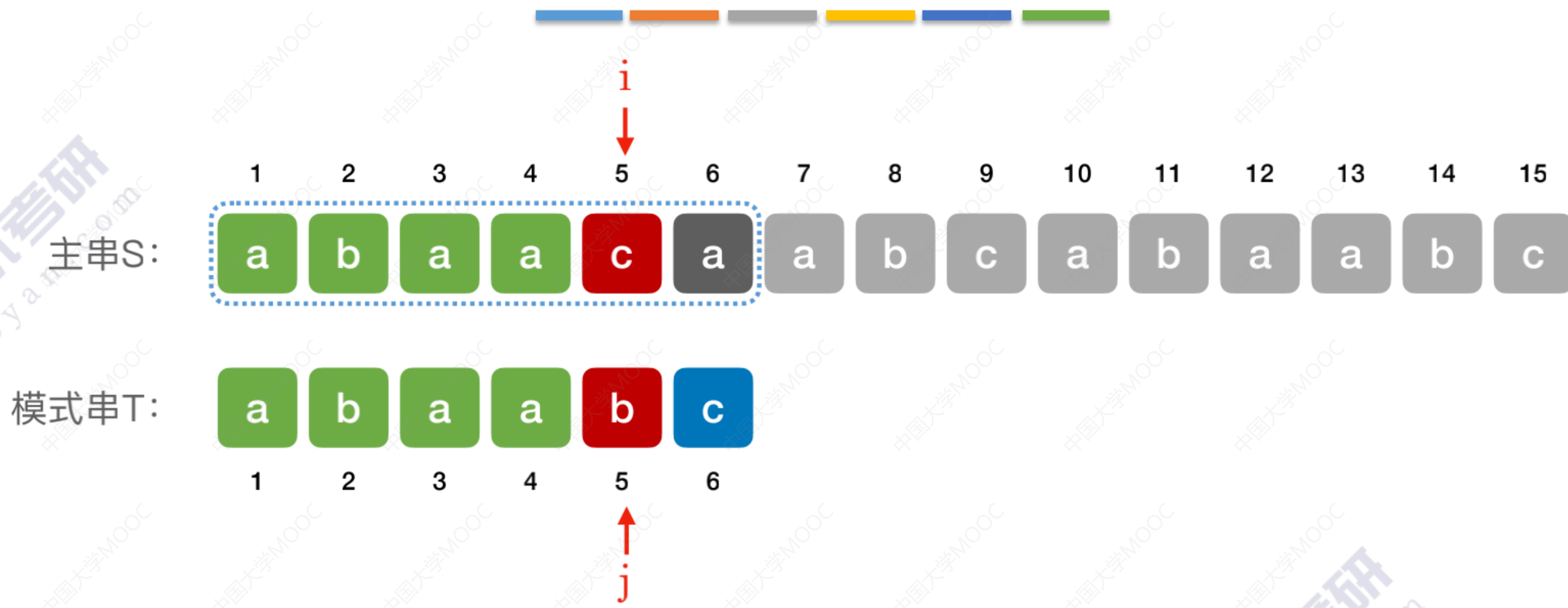
### 改造一哈例子



对于模式串  $T = 'abaabc'$

- 当第6个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=3$
- 当第5个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=2$
- 当第4个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=2$
- 当第3个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=1$
- 当第2个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=1$
- 当第1个元素匹配失败时, 匹配下一个相邻子串, 令  $j=0, i++, j++$

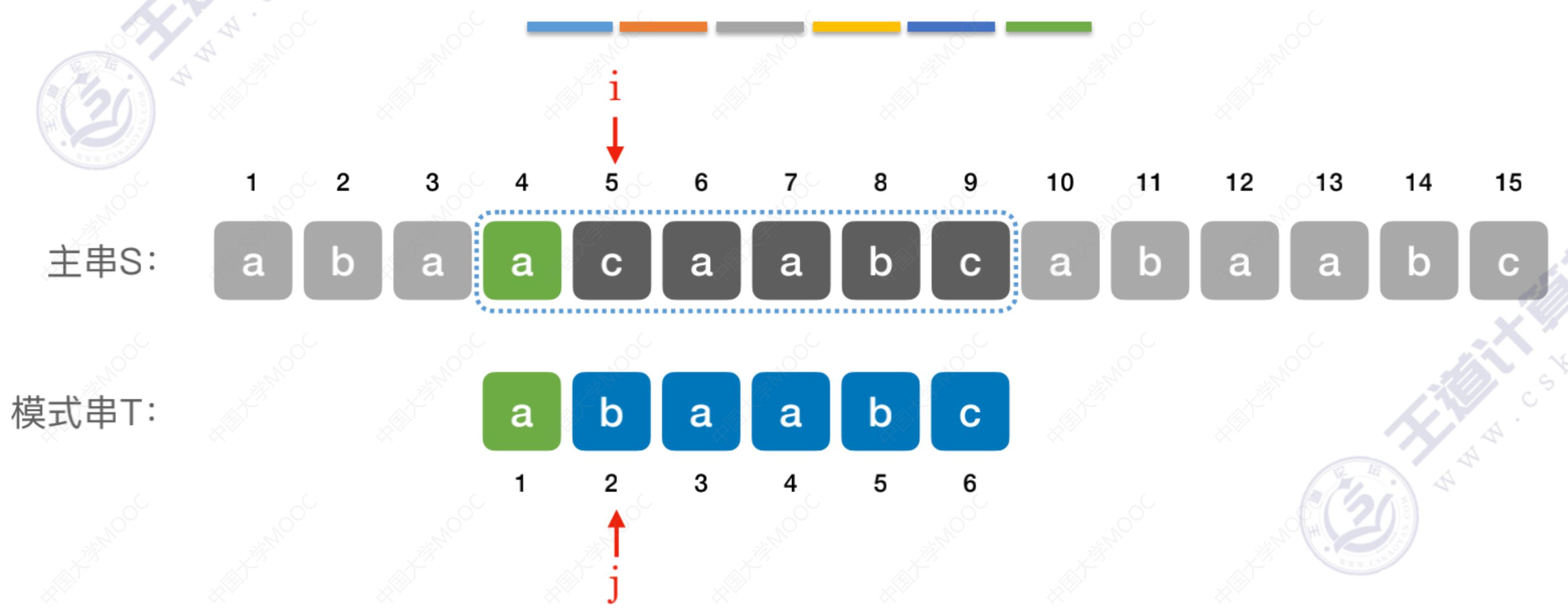
### 改造一哈例子



对于模式串  $T = 'abaabc'$

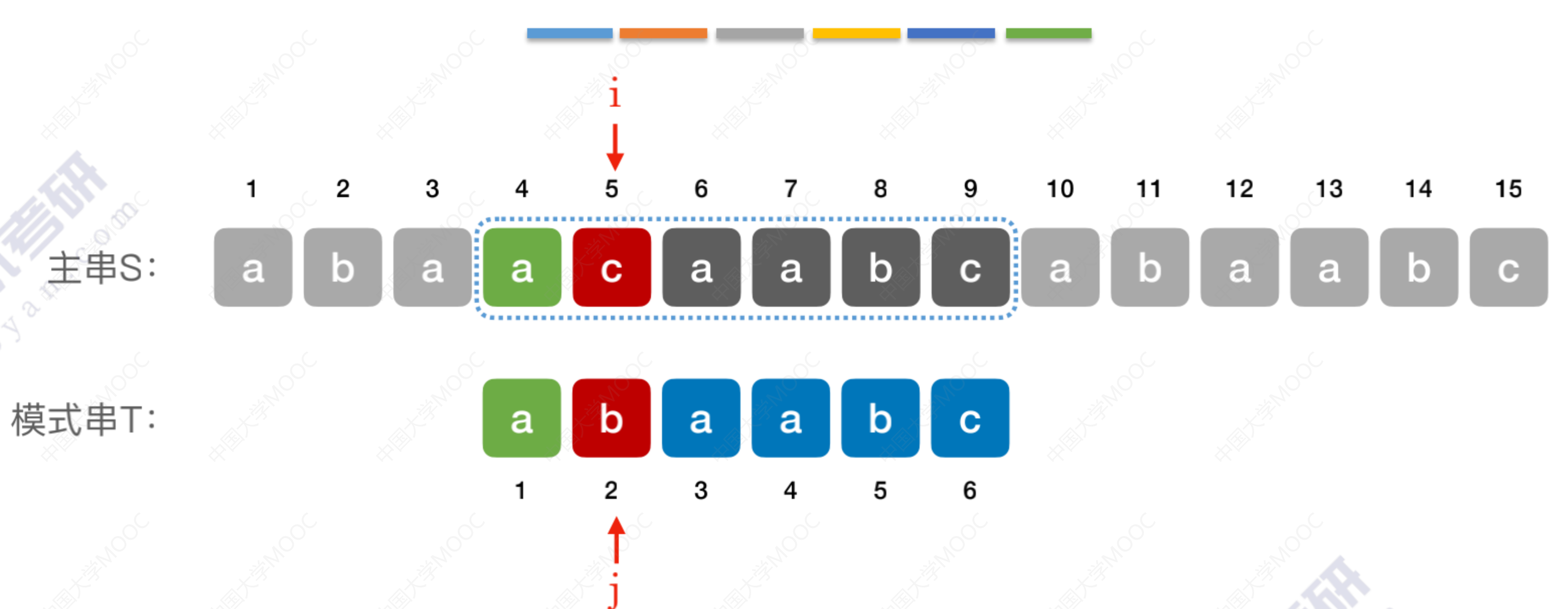
- 当第6个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=3$
- 当第5个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=2$
- 当第4个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=2$
- 当第3个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=1$
- 当第2个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=1$
- 当第1个元素匹配失败时, 匹配下一个相邻子串, 令  $j=0, i++, j++$

### 改造一哈例子



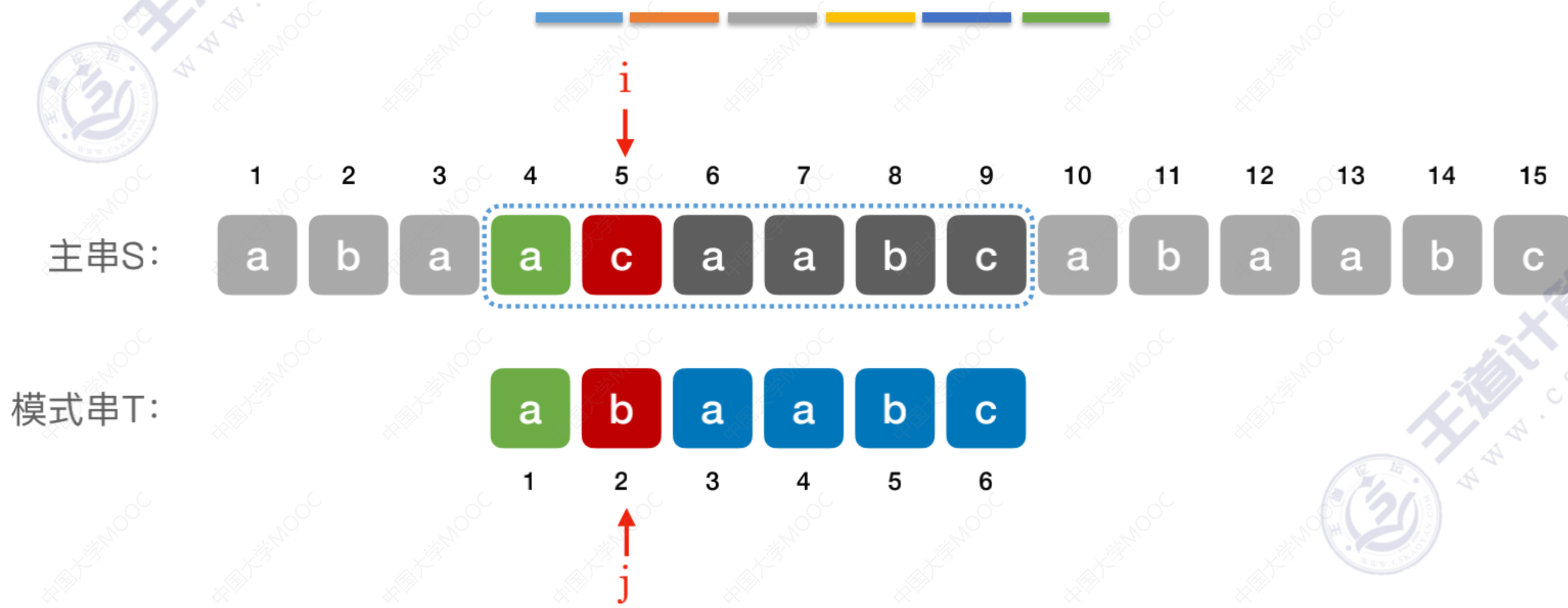
- 对于模式串  $T = 'abaabc'$
- 当第6个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=3$
- 当第5个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=2$
- 当第4个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=2$
- 当第3个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=1$
- 当第2个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=1$
- 当第1个元素匹配失败时, 匹配下一个相邻子串, 令  $j=0, i++, j++$

### 改造一哈例子



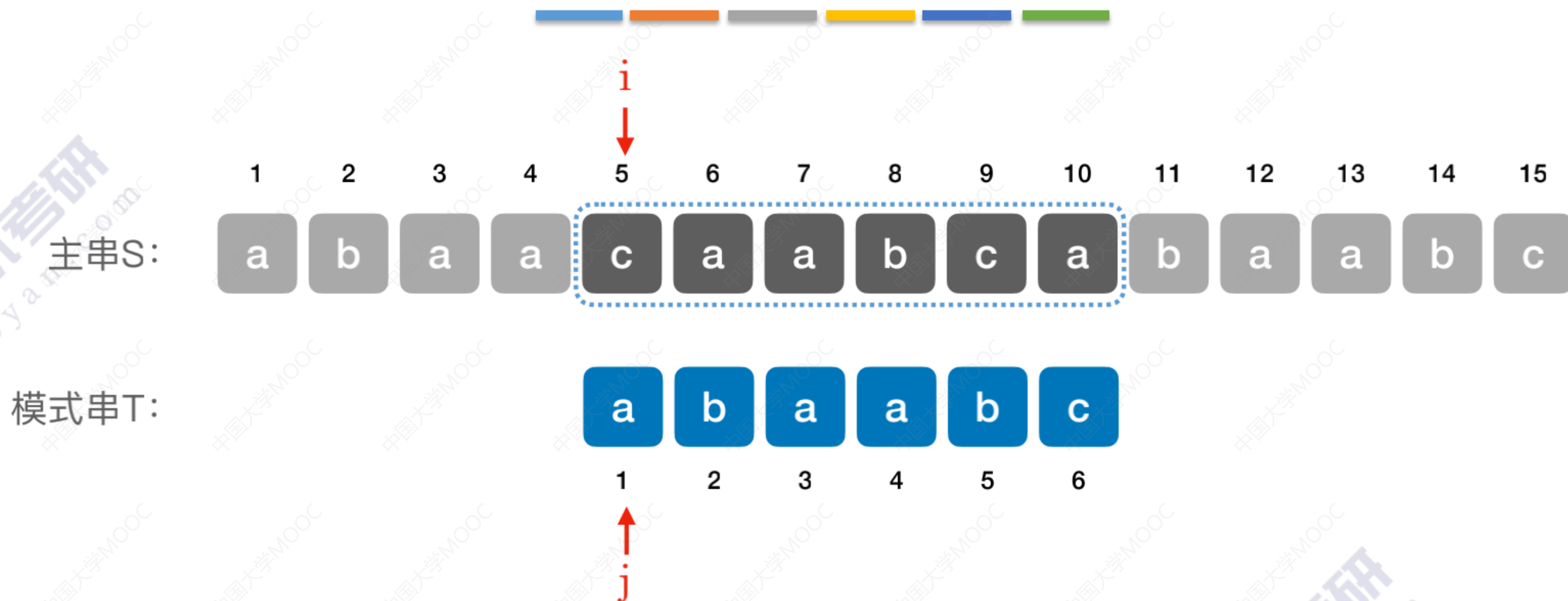
- 对于模式串  $T = 'abaabc'$
- 当第6个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=3$
- 当第5个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=2$
- 当第4个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=2$
- 当第3个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=1$
- 当第2个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=1$
- 当第1个元素匹配失败时, 匹配下一个相邻子串, 令  $j=0, i++, j++$

### 改造一哈例子



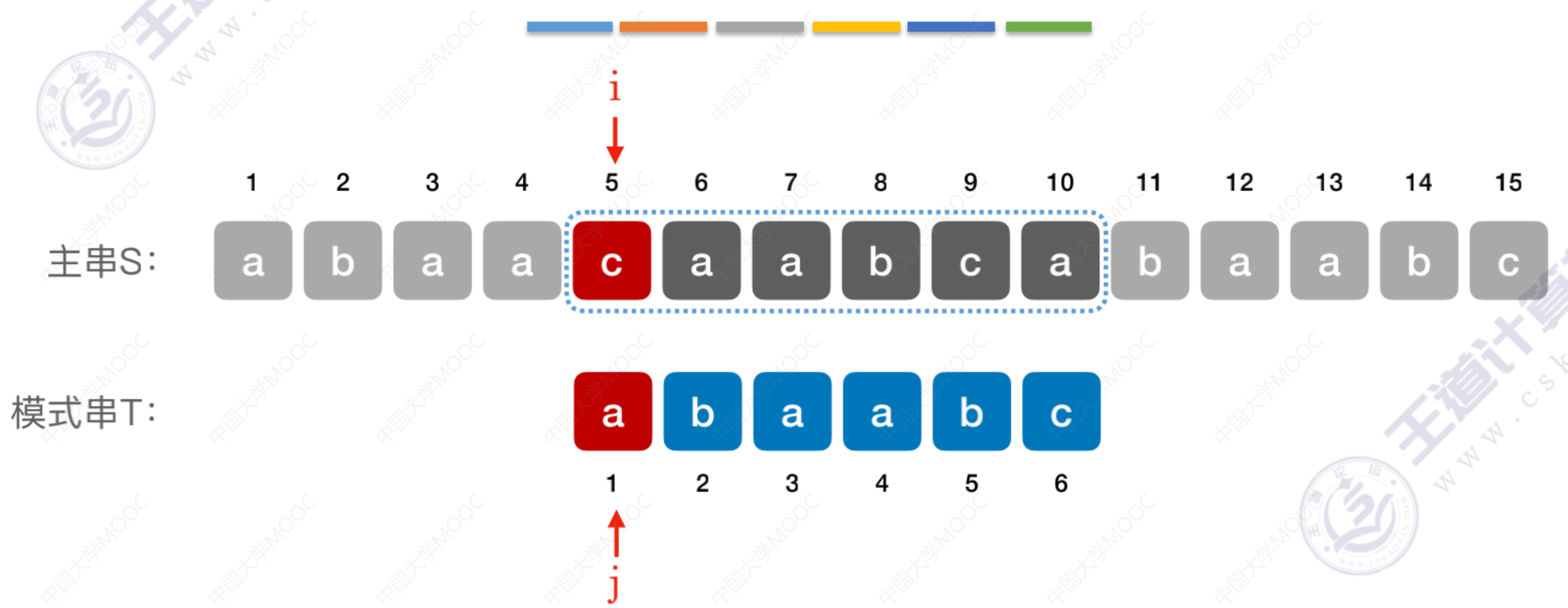
- 对于模式串 T = 'abaabc'
- 当第6个元素匹配失败时, 可令主串指针 i 不变, 模式串指针 j=3
- 当第5个元素匹配失败时, 可令主串指针 i 不变, 模式串指针 j=2
- 当第4个元素匹配失败时, 可令主串指针 i 不变, 模式串指针 j=2
- 当第3个元素匹配失败时, 可令主串指针 i 不变, 模式串指针 j=1
- 当第2个元素匹配失败时, 可令主串指针 i 不变, 模式串指针 j=1
- 当第1个元素匹配失败时, 匹配下一个相邻子串, 令 j=0, i++, j++

### 改造一哈例子



- 对于模式串 T = 'abaabc'
- 当第6个元素匹配失败时, 可令主串指针 i 不变, 模式串指针 j=3
- 当第5个元素匹配失败时, 可令主串指针 i 不变, 模式串指针 j=2
- 当第4个元素匹配失败时, 可令主串指针 i 不变, 模式串指针 j=2
- 当第3个元素匹配失败时, 可令主串指针 i 不变, 模式串指针 j=1
- 当第2个元素匹配失败时, 可令主串指针 i 不变, 模式串指针 j=1
- 当第1个元素匹配失败时, 匹配下一个相邻子串, 令 j=0, i++, j++

### 改造一哈例子

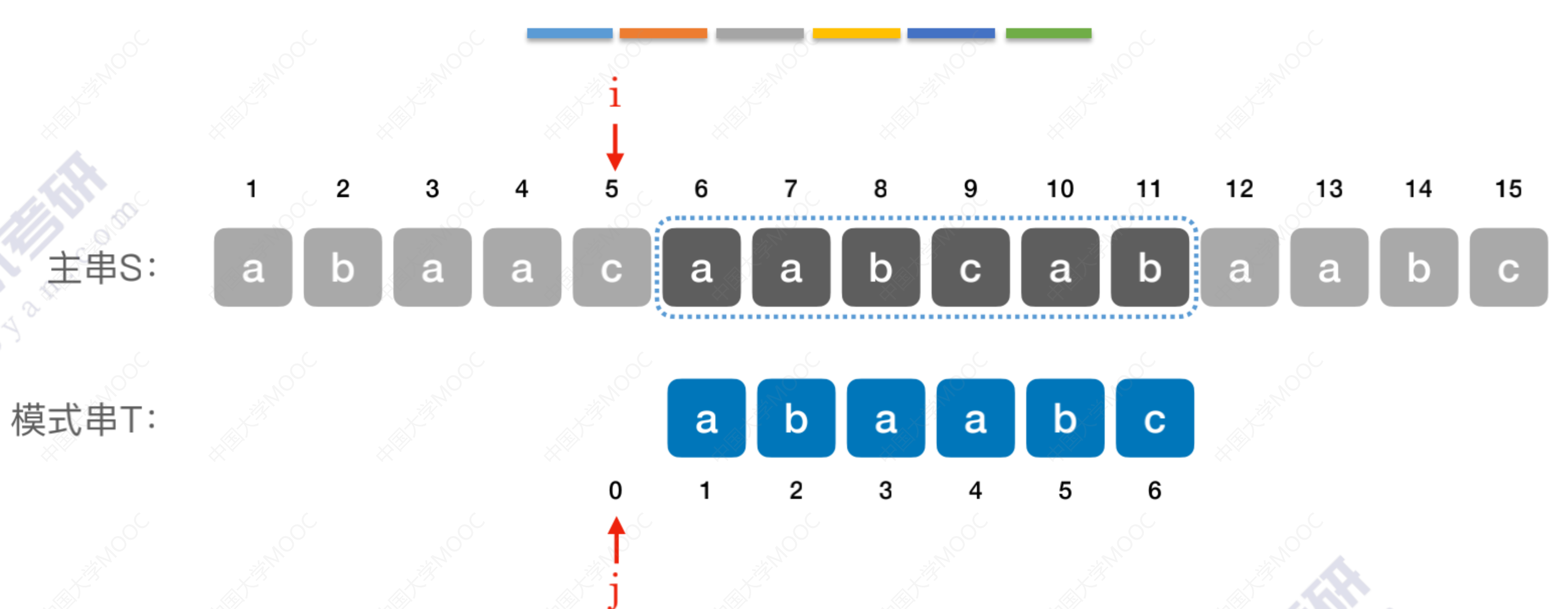


对于模式串  $T = 'abaabc'$

- 当第6个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=3$
- 当第5个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=2$
- 当第4个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=2$
- 当第3个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=1$
- 当第2个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=1$
- 当第1个元素匹配失败时, 匹配下一个相邻子串, 令  $j=0, i++, j++$

王道考研/CSKAOYAN.COM

### 改造一哈例子

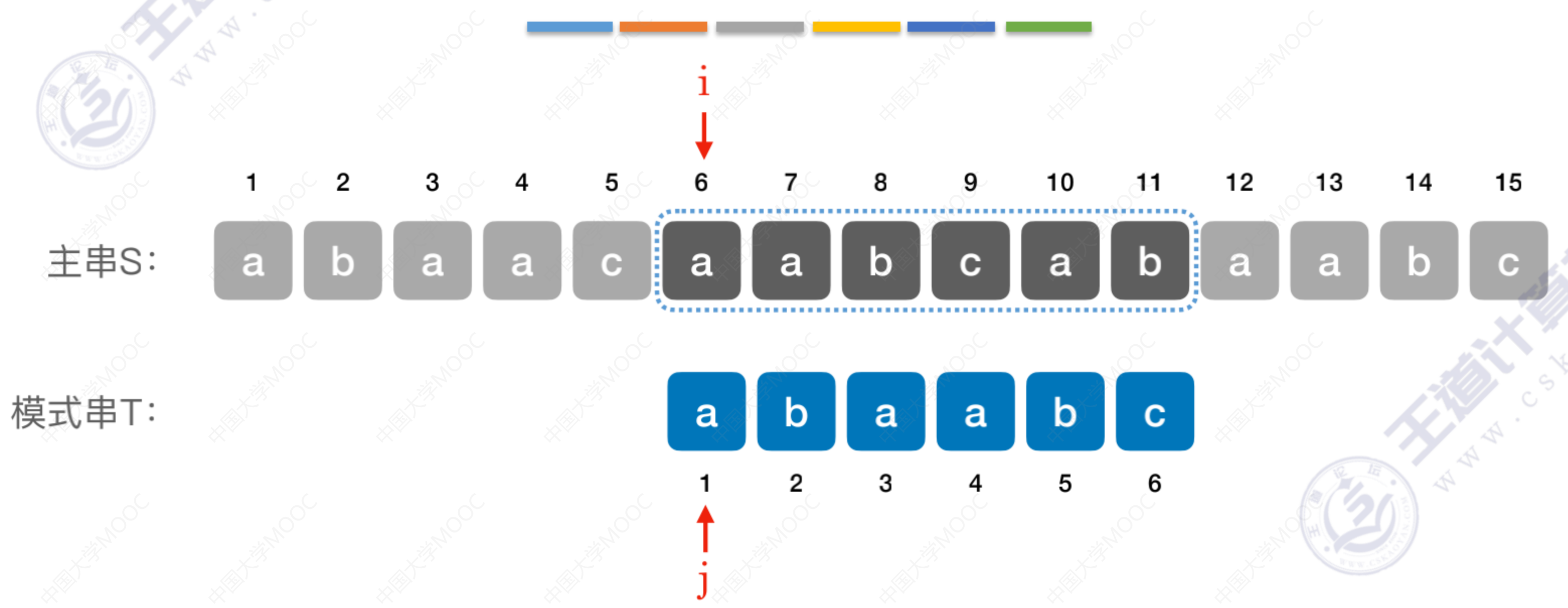


对于模式串  $T = 'abaabc'$

- 当第6个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=3$
- 当第5个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=2$
- 当第4个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=2$
- 当第3个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=1$
- 当第2个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=1$
- 当第1个元素匹配失败时, 匹配下一个相邻子串, 令  $j=0, i++, j++$

王道考研/CSKAOYAN.COM

### 改造一哈例子

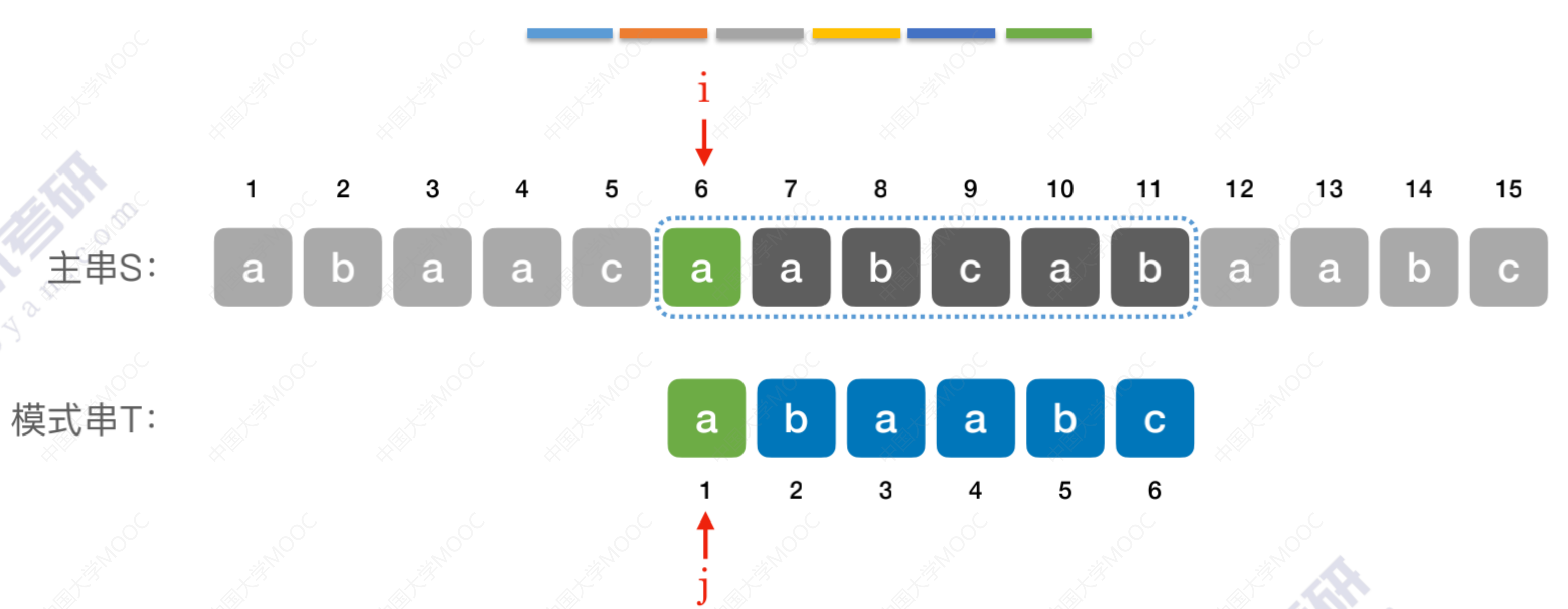


对于模式串  $T = 'abaabc'$

- 当第6个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=3$
- 当第5个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=2$
- 当第4个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=2$
- 当第3个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=1$
- 当第2个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=1$
- 当第1个元素匹配失败时, 匹配下一个相邻子串, 令  $j=0, i++, j++$

王道考研/CSKAOYAN.COM

### 改造一哈例子

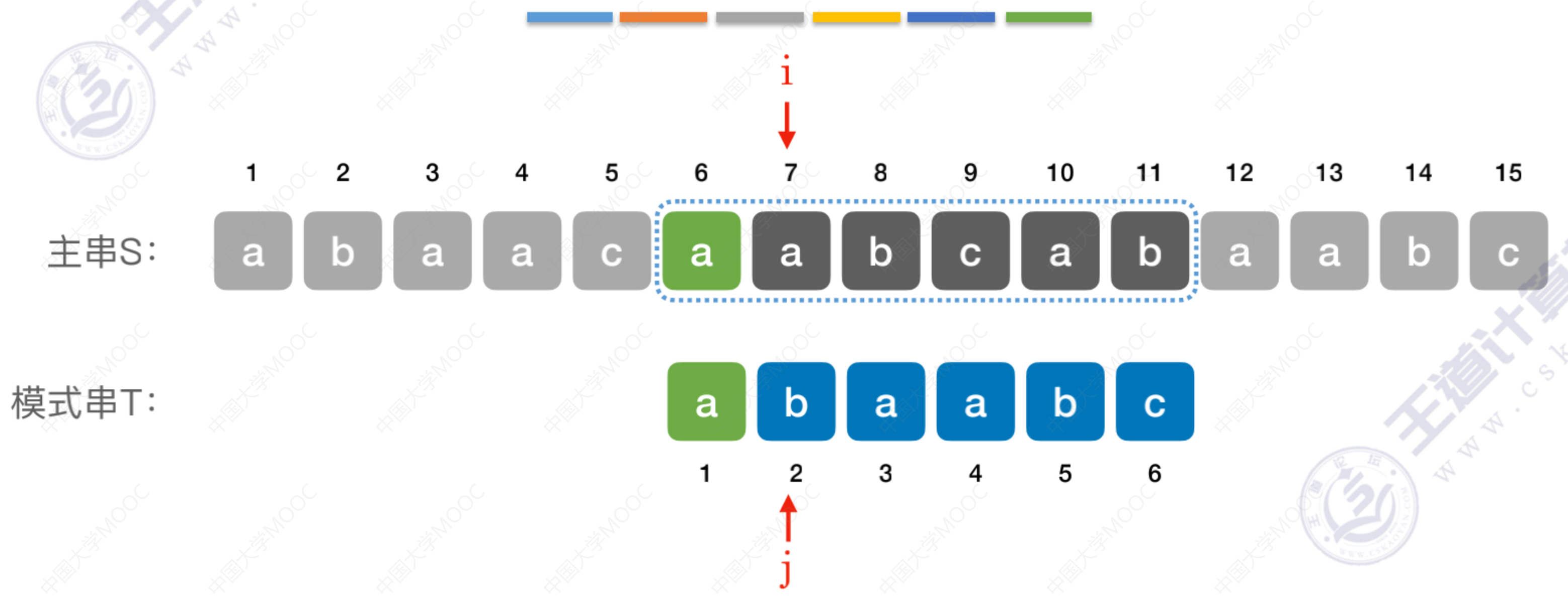


对于模式串  $T = 'abaabc'$

- 当第6个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=3$
- 当第5个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=2$
- 当第4个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=2$
- 当第3个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=1$
- 当第2个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=1$
- 当第1个元素匹配失败时, 匹配下一个相邻子串, 令  $j=0, i++, j++$

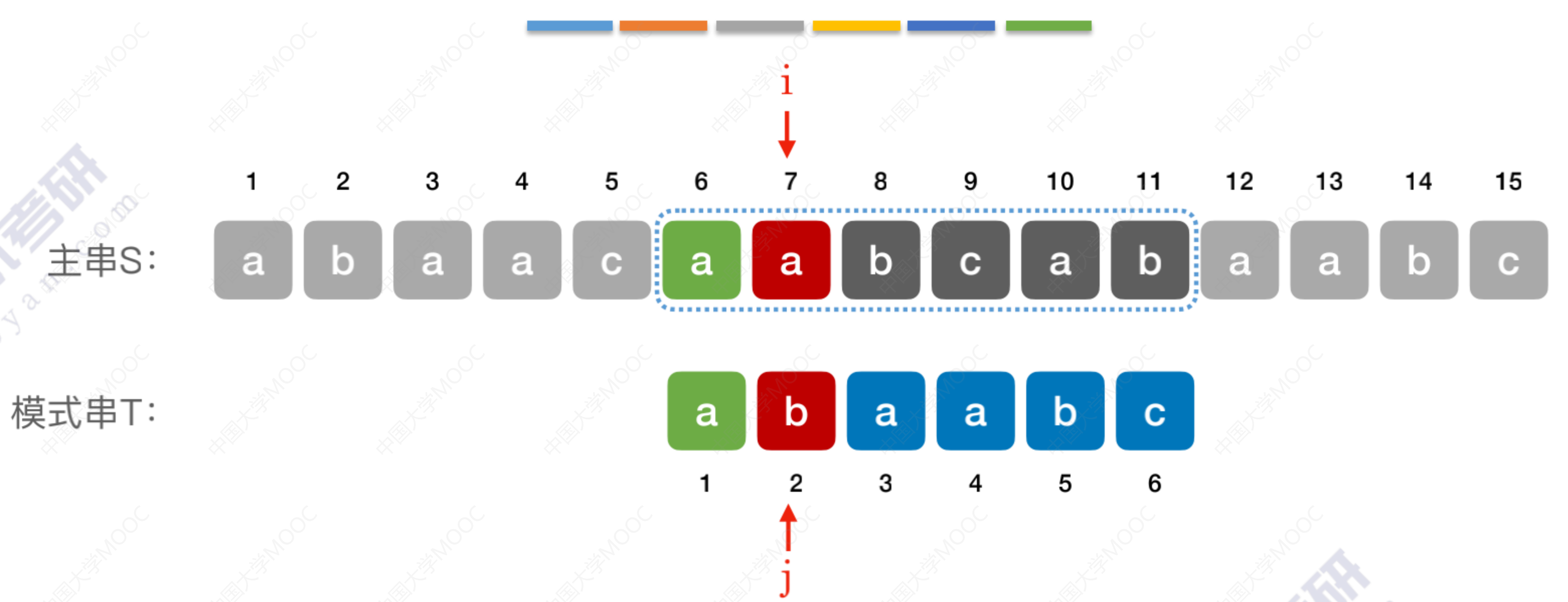
王道考研/CSKAOYAN.COM

### 改造一哈例子



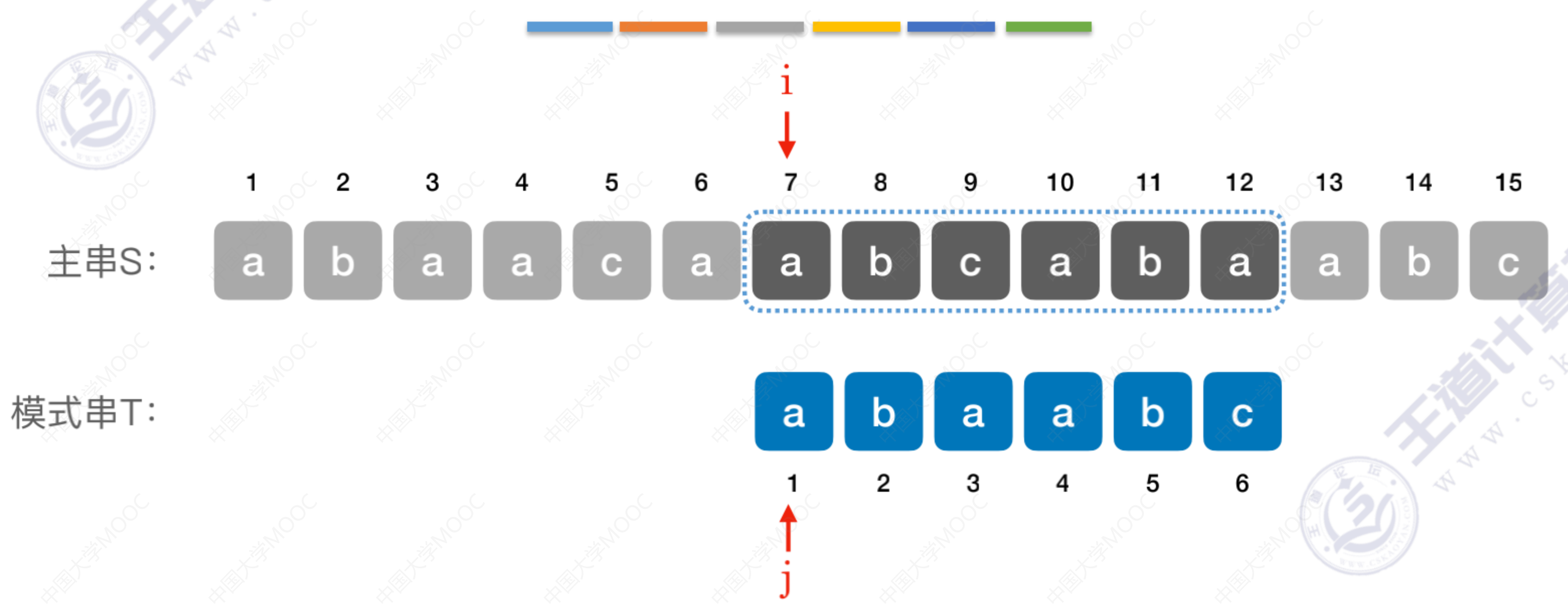
对于模式串  $T = 'abaabc'$   
当第6个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=3$   
当第5个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=2$   
当第4个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=2$   
当第3个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=1$   
当第2个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=1$   
当第1个元素匹配失败时, 匹配下一个相邻子串, 令  $j=0, i++, j++$   
王道考研/CSKAOYAN.COM

### 改造一哈例子



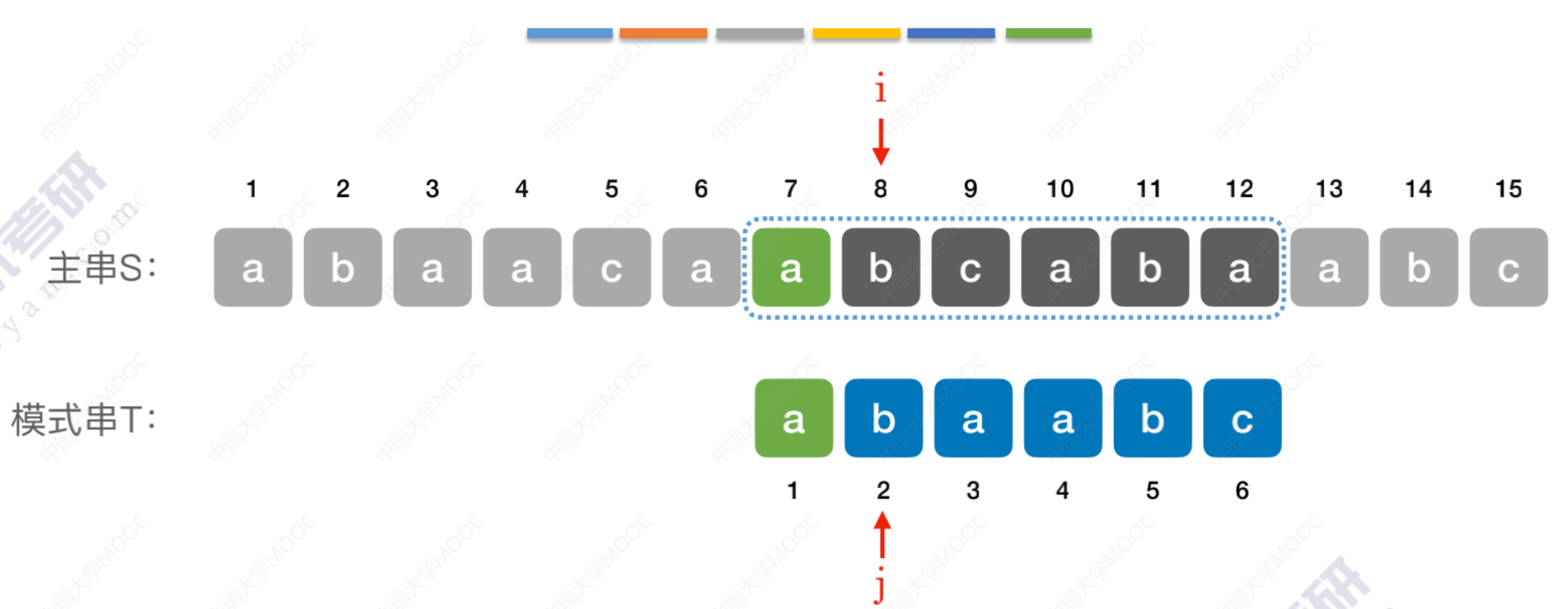
对于模式串  $T = 'abaabc'$   
当第6个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=3$   
当第5个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=2$   
当第4个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=2$   
当第3个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=1$   
当第2个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=1$   
当第1个元素匹配失败时, 匹配下一个相邻子串, 令  $j=0, i++, j++$   
王道考研/CSKAOYAN.COM

### 改造一哈例子



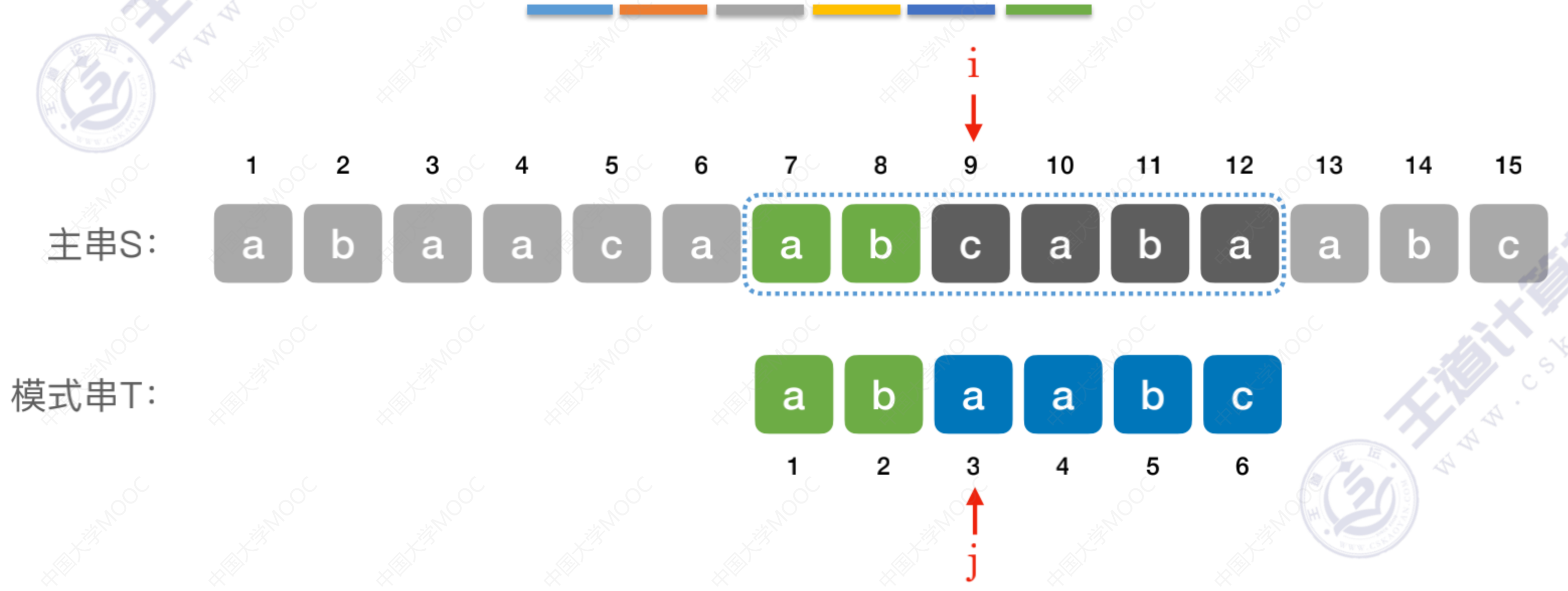
- 对于模式串 T = 'abaabc'
- 当第6个元素匹配失败时, 可令主串指针 i 不变, 模式串指针 j=3
- 当第5个元素匹配失败时, 可令主串指针 i 不变, 模式串指针 j=2
- 当第4个元素匹配失败时, 可令主串指针 i 不变, 模式串指针 j=2
- 当第3个元素匹配失败时, 可令主串指针 i 不变, 模式串指针 j=1
- 当第2个元素匹配失败时, 可令主串指针 i 不变, 模式串指针 j=1
- 当第1个元素匹配失败时, 匹配下一个相邻子串, 令 j=0, i++, j++

### 改造一哈例子



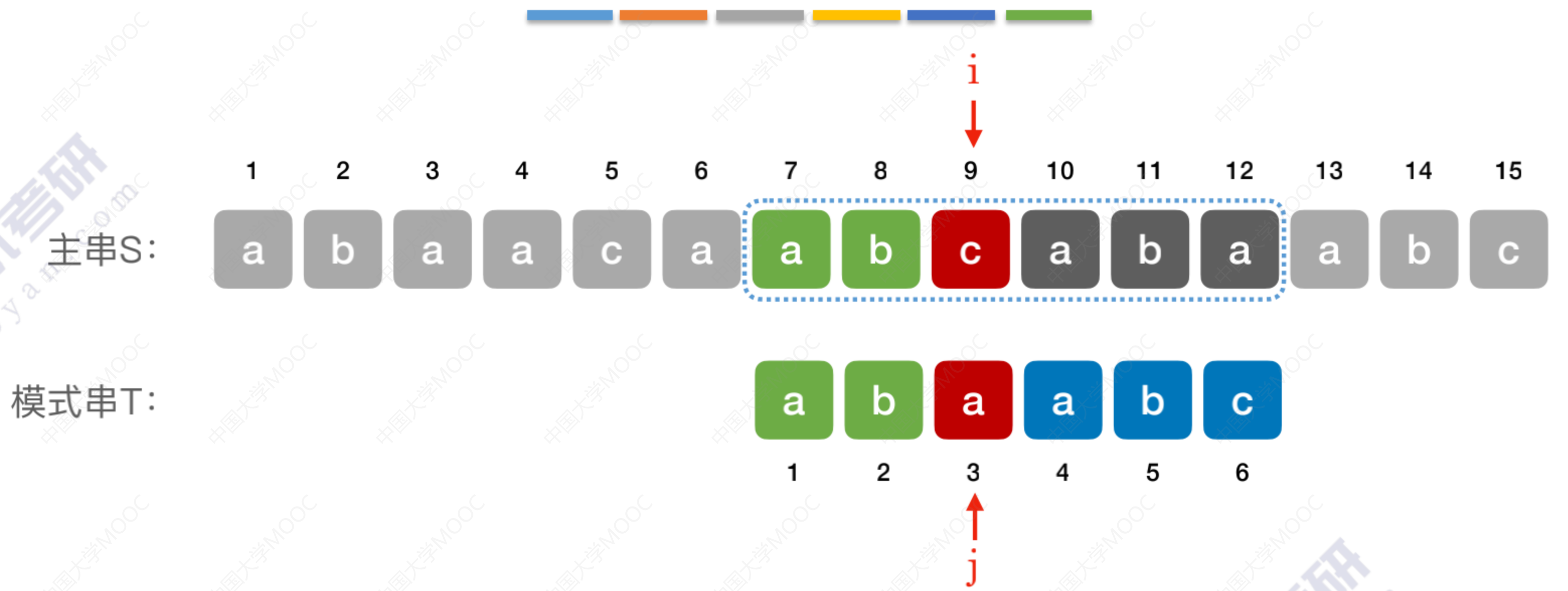
- 对于模式串 T = 'abaabc'
- 当第6个元素匹配失败时, 可令主串指针 i 不变, 模式串指针 j=3
- 当第5个元素匹配失败时, 可令主串指针 i 不变, 模式串指针 j=2
- 当第4个元素匹配失败时, 可令主串指针 i 不变, 模式串指针 j=2
- 当第3个元素匹配失败时, 可令主串指针 i 不变, 模式串指针 j=1
- 当第2个元素匹配失败时, 可令主串指针 i 不变, 模式串指针 j=1
- 当第1个元素匹配失败时, 匹配下一个相邻子串, 令 j=0, i++, j++

### 改造一哈例子



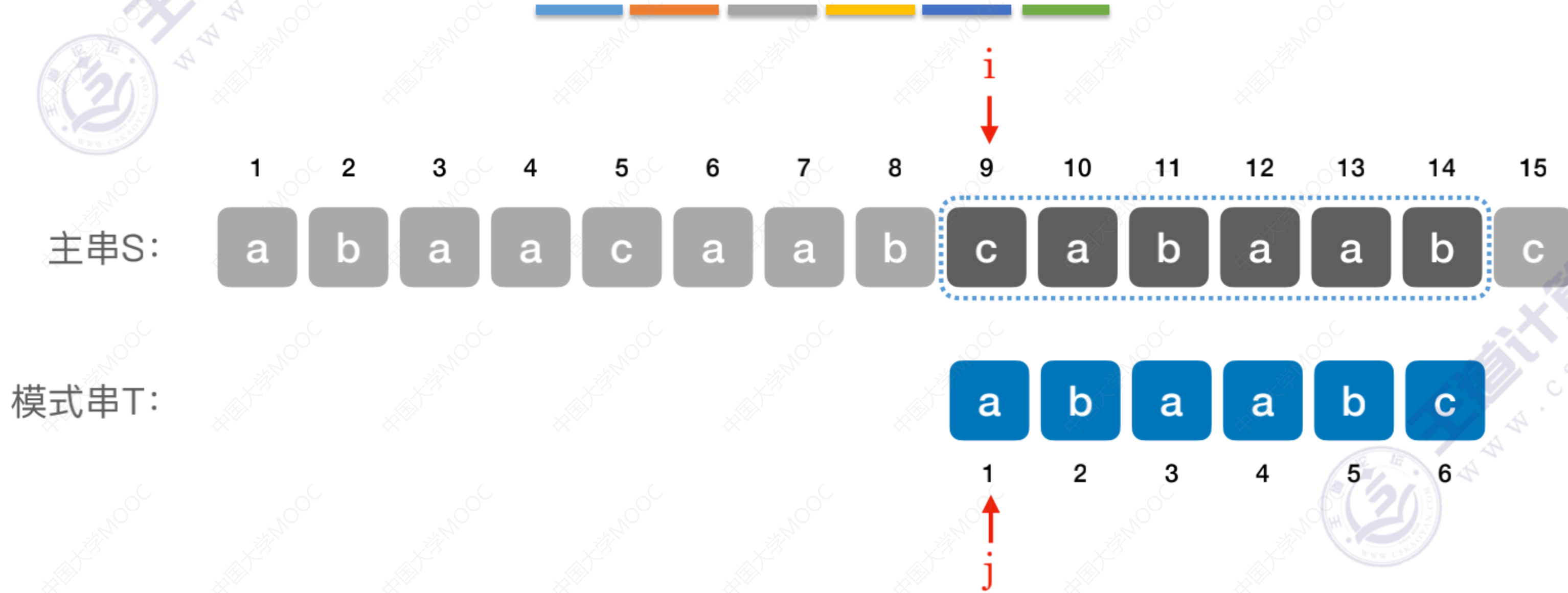
- 对于模式串 T = 'abaabc'
- 当第6个元素匹配失败时, 可令主串指针 i 不变, 模式串指针 j=3
- 当第5个元素匹配失败时, 可令主串指针 i 不变, 模式串指针 j=2
- 当第4个元素匹配失败时, 可令主串指针 i 不变, 模式串指针 j=2
- 当第3个元素匹配失败时, 可令主串指针 i 不变, 模式串指针 j=1
- 当第2个元素匹配失败时, 可令主串指针 i 不变, 模式串指针 j=1
- 当第1个元素匹配失败时, 匹配下一个相邻子串, 令 j=0, i++, j++

### 改造一哈例子



- 对于模式串 T = 'abaabc'
- 当第6个元素匹配失败时, 可令主串指针 i 不变, 模式串指针 j=3
- 当第5个元素匹配失败时, 可令主串指针 i 不变, 模式串指针 j=2
- 当第4个元素匹配失败时, 可令主串指针 i 不变, 模式串指针 j=2
- 当第3个元素匹配失败时, 可令主串指针 i 不变, 模式串指针 j=1
- 当第2个元素匹配失败时, 可令主串指针 i 不变, 模式串指针 j=1
- 当第1个元素匹配失败时, 匹配下一个相邻子串, 令 j=0, i++, j++

## 改造一哈例子



对于模式串  $T = 'abaabc'$

当第6个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=3$

当第5个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=2$

当第4个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=2$

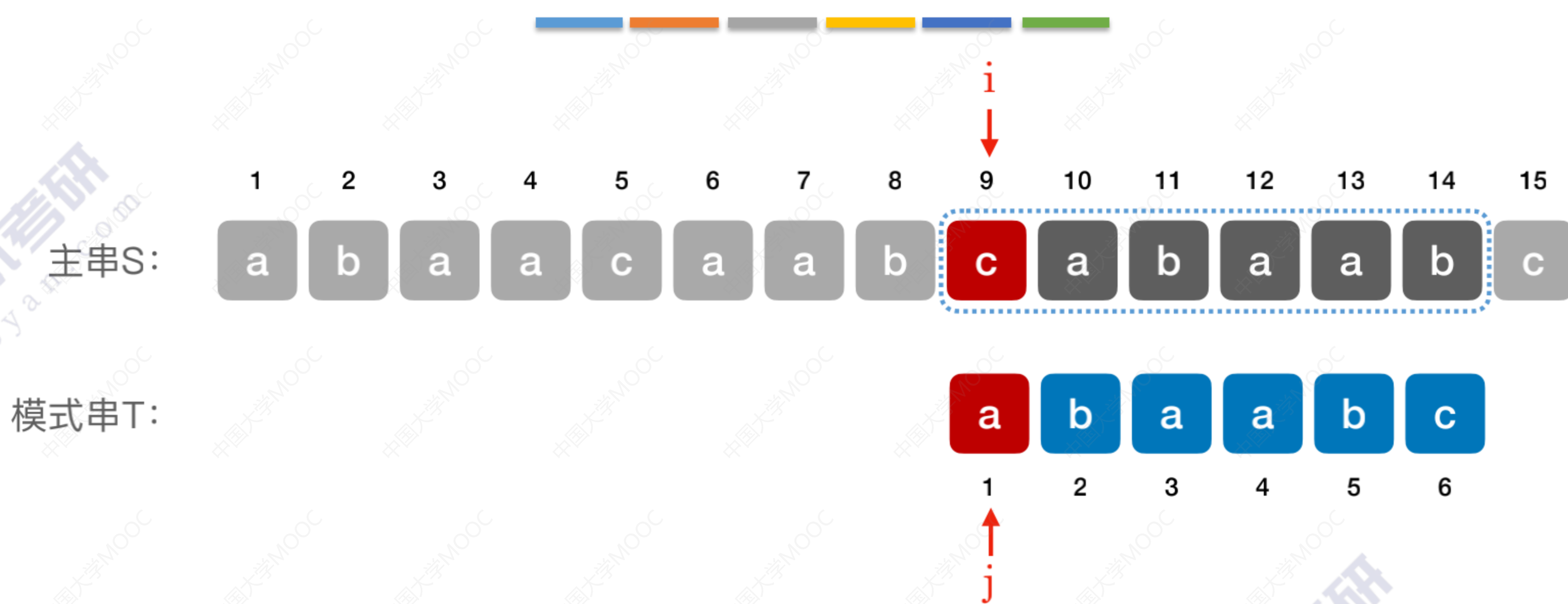
当第3个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=1$

当第2个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=1$

当第1个元素匹配失败时, 匹配下一个相邻子串, 令  $j=0, i++, j++$

王道考研/CSKAOYAN.COM

## 改造一哈例子



对于模式串  $T = 'abaabc'$

当第6个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=3$

当第5个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=2$

当第4个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=2$

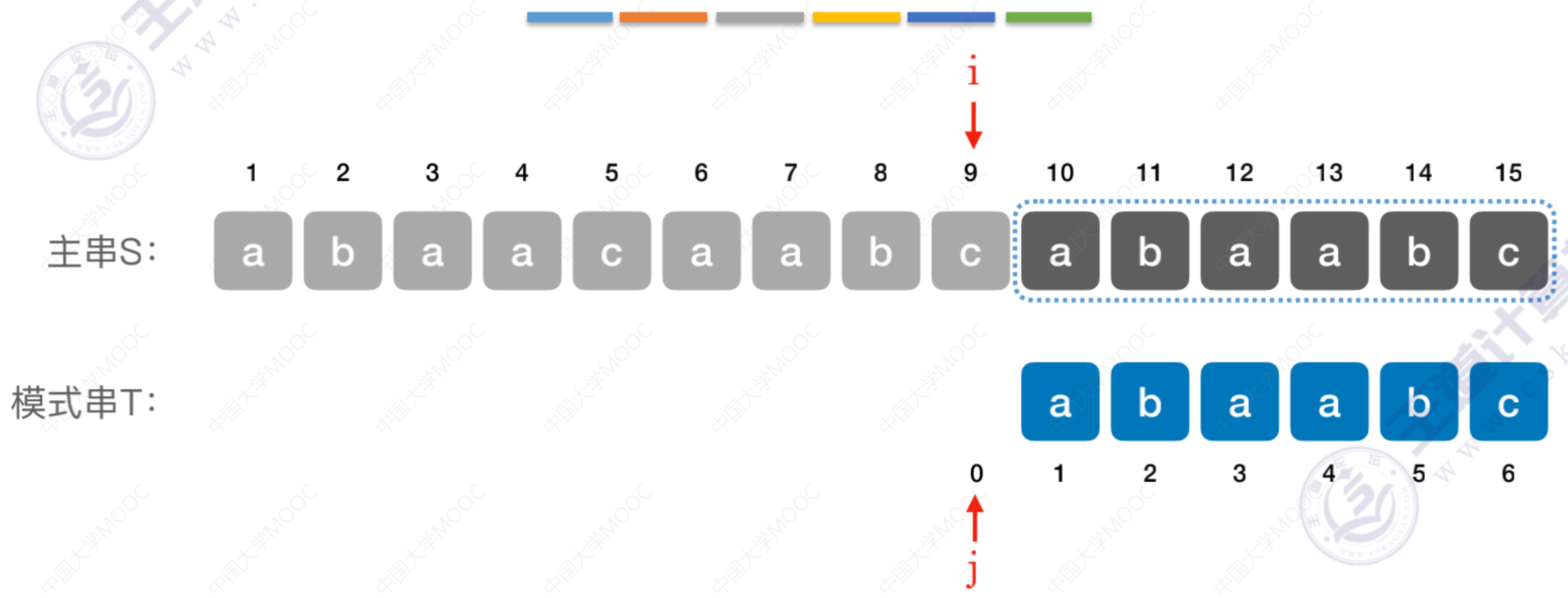
当第3个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=1$

当第2个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=1$

当第1个元素匹配失败时, 匹配下一个相邻子串, 令  $j=0, i++, j++$

王道考研/CSKAOYAN.COM

### 改造一哈例子

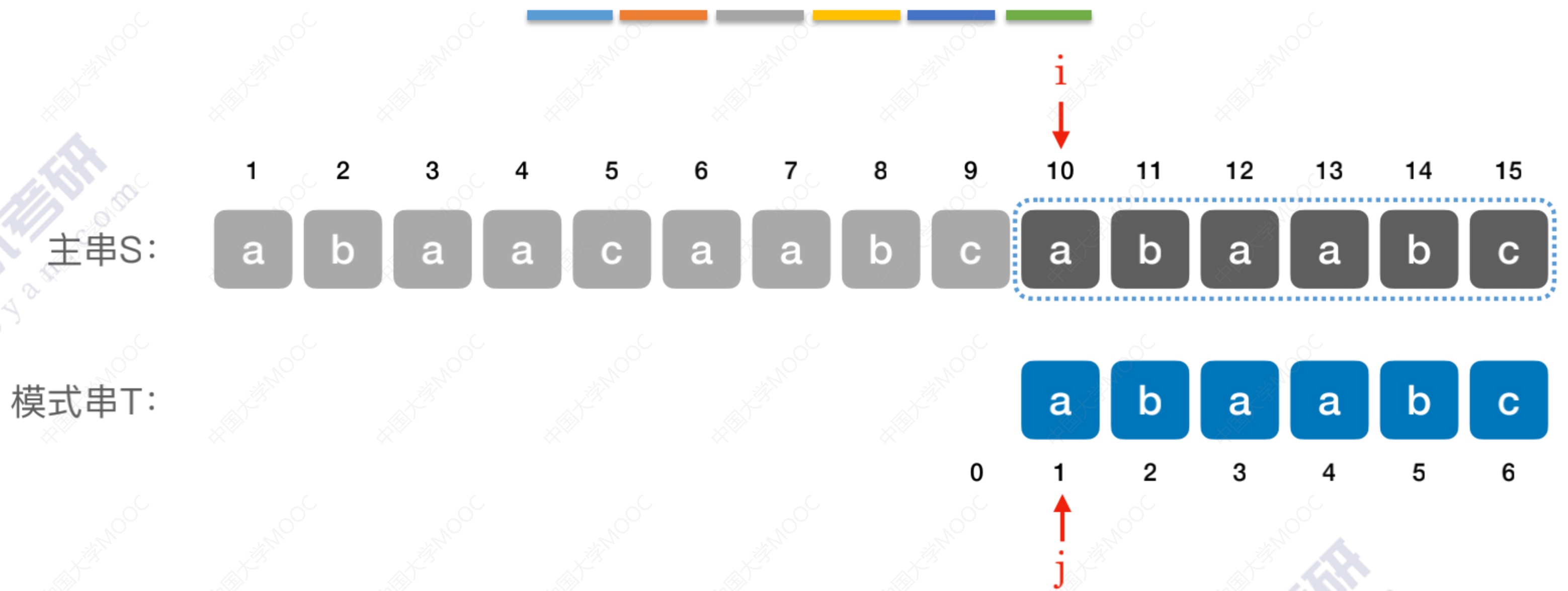


对于模式串  $T = 'abaabc'$

- 当第6个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=3$
- 当第5个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=2$
- 当第4个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=2$
- 当第3个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=1$
- 当第2个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=1$
- 当第1个元素匹配失败时, 匹配下一个相邻子串, 令  $j=0, i++, j++$

王道考研/CSKAOYAN.COM

### 改造一哈例子

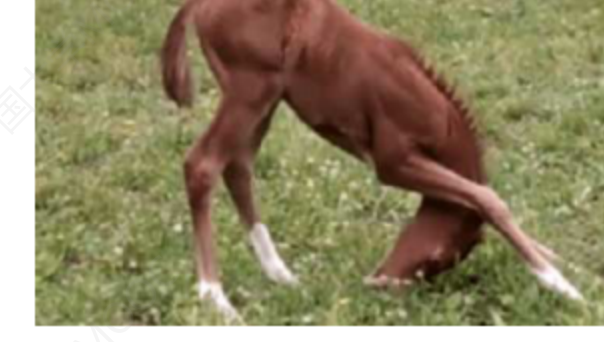


对于模式串  $T = 'abaabc'$

- 当第6个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=3$
- 当第5个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=2$
- 当第4个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=2$
- 当第3个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=1$
- 当第2个元素匹配失败时, 可令主串指针  $i$  不变, 模式串指针  $j=1$
- 当第1个元素匹配失败时, 匹配下一个相邻子串, 令  $j=0, i++, j++$

王道考研/CSKAOYAN.COM

## 改造一哈例子



好马不吃回头草  
优化后主串指针不“回溯”



主串S: a b a a c a a b c a b a a b c

模式串T:

a b a a b c

0 1 2 3 4 5 6



别说话，用心去感受。

对于模式串  $T = 'abaabc'$

当第6个元素匹配失败时，可令主串指针  $i$  不变，模式串指针  $j=3$

当第5个元素匹配失败时，可令主串指针  $i$  不变，模式串指针  $j=2$

当第4个元素匹配失败时，可令主串指针  $i$  不变，模式串指针  $j=2$

当第3个元素匹配失败时，可令主串指针  $i$  不变，模式串指针  $j=1$

当第2个元素匹配失败时，可令主串指针  $i$  不变，模式串指针  $j=1$

当第1个元素匹配失败时，匹配下一个相邻子串，令  $j=0, i++, j++$

王道考研/CSKAOYAN.COM

## 怎么用代码实现这个处理逻辑?

主串S: ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ?

模式串T: a b a a b c

next数组:

next[0]	next[1]	next[2]	next[3]	next[4]	next[5]	next[6]
0	1	1	2	2	3	

```
if (S[i] != T[j]) j = next[j];
if (j == 0) { i++; j++; }
```

对于模式串  $T = 'abaabc'$

当第6个元素匹配失败时，可令主串指针  $i$  不变，模式串指针  $j=3$

当第5个元素匹配失败时，可令主串指针  $i$  不变，模式串指针  $j=2$

当第4个元素匹配失败时，可令主串指针  $i$  不变，模式串指针  $j=2$

当第3个元素匹配失败时，可令主串指针  $i$  不变，模式串指针  $j=1$

当第2个元素匹配失败时，可令主串指针  $i$  不变，模式串指针  $j=1$

当第1个元素匹配失败时，匹配下一个相邻子串，令  $j=0, i++, j++$

王道考研/CSKAOYAN.COM

# KMP算法



主串S: ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ?

模式串T: a b a a b c

next数组:

next[0]	next[1]	next[2]	next[3]	next[4]	next[5]	next[6]
	0	1	1	2	2	3

```
if (S[i] != T[j]) j=next[j];
if (j==0) { i++; j++; }
```

next数组只和短短的模式串有关，和长长的主串无关

对于模式串 T = 'abaabc'

- 当第6个元素匹配失败时，可令主串指针 **i** 不变，模式串指针 **j=3**
- 当第5个元素匹配失败时，可令主串指针 **i** 不变，模式串指针 **j=2**
- 当第4个元素匹配失败时，可令主串指针 **i** 不变，模式串指针 **j=2**
- 当第3个元素匹配失败时，可令主串指针 **i** 不变，模式串指针 **j=1**
- 当第2个元素匹配失败时，可令主串指针 **i** 不变，模式串指针 **j=1**
- 当第1个元素匹配失败时，匹配下一个相邻子串，令 **j=0, i++, j++**

# KMP算法



根据模式串T，求出 next 数组

利用next数组进行匹配 (主串指针不回溯)

next数组:

next[0]	next[1]	next[2]	next[3]	next[4]	next[5]	next[6]
	0	1	1	2	2	3

```
if (S[i] != T[j]) j=next[j];
if (j==0) { i++; j++; }
```

next数组只和短短的模式串有关，和长长的主串无关

对于模式串 T = 'abaabc'

- 当第6个元素匹配失败时，可令主串指针 **i** 不变，模式串指针 **j=3**
- 当第5个元素匹配失败时，可令主串指针 **i** 不变，模式串指针 **j=2**
- 当第4个元素匹配失败时，可令主串指针 **i** 不变，模式串指针 **j=2**
- 当第3个元素匹配失败时，可令主串指针 **i** 不变，模式串指针 **j=1**
- 当第2个元素匹配失败时，可令主串指针 **i** 不变，模式串指针 **j=1**
- 当第1个元素匹配失败时，匹配下一个相邻子串，令 **j=0, i++, j++**

## KMP算法

利用next数组进行匹配  
(主串指针不回溯)

next数组:

next[0]	next[1]	next[2]	next[3]	next[4]	next[5]	next[6]
0	1	1	2	2	3	

```
if (S[i] != T[j]) j=next[j];
if (j==0) { i++; j++; }
```

```
int Index_KMP(SString S, SString T, int next[]){
    int i=1, j=1;
    while(i<=S.length&& j<=T.length){
        if(j==0 || S.ch[i]==T.ch[j]){
            ++i;
            ++j; //继续比较后继字符
        }
        else{
            j=next[j]; //模式串向右移动
        }
    }
    if(j>T.length)
        return i-T.length; //匹配成功
    else
        return 0;
}
```

王道考研/CSKAOYAN.COM

## 朴素模式匹配 v.s. KMP算法

```
int Index(SString S, SString T){
    int i=1, j=1;
    while(i<=S.length && j<=T.length){
        if(S.ch[i]==T.ch[j]){
            ++i; ++j; //继续比较后继字符
        }
        else{
            i=i-j+2;
            j=1; //指针后退重新开始匹配
        }
    }
    if(j>T.length)
        return i-T.length;
    else
        return 0;
}
```

朴素模式匹配算法, 最坏时间复杂度  $O(mn)$

```
int Index_KMP(SString S, SString T, int next[]){
    int i=1, j=1;
    while(i<=S.length&& j<=T.length){
        if(j==0 || S.ch[i]==T.ch[j]){
            ++i;
            ++j; //继续比较后继字符
        }
        else{
            j=next[j]; //模式串向右移动
        }
    }
    if(j>T.length)
        return i-T.length; //匹配成功
    else
        return 0;
}
```

KMP算法, 最坏时间复杂度  $O(m+n)$

其中, 求 next 数组时间复杂度  $O(m)$   
模式匹配过程最坏时间复杂度  $O(n)$

王道考研/CSKAOYAN.COM

## KMP算法

根据模式串T，求出 next 数组

利用next数组进行匹配  
(主串指针不回溯)

KMP算法精髓：利用好已经匹配过的模式串的信息

next数组:

next[0]	next[1]	next[2]	next[3]	next[4]	next[5]	next[6]
0	1	1	2	2	3	

if (S[i] != T[j]) j=next[j];  
if (j==0) { i++; j++ }

KMP算法，最坏时间复杂度  $O(m+n)$

其中，求 next 数组时间复杂度  $O(m)$   
模式匹配过程最坏时间复杂度  $O(n)$

```
int Index_KMP(SString S,SString T,int next[]){
    int i=1, j=1;
    while(i<=S.length&& j<=T.length){
        if(j==0 || S.ch[i]==T.ch[j]){
            ++i;
            ++j;
            //继续比较后继字符
        }
        else
            j=next[j];
            //模式串向右移动
    }
    if(j>T.length)
        return i-T.length;
    //匹配成功
    else
        return 0;
}
```