本节内容

生产者消费者问题

问题描述

系统中有一组生产者进程和一组消费者进程，生产者进程每次生产一个产品放入缓冲区，消费者进程每次从缓冲区中取出一个产品并使用。（注：这里的“产品”理解为某种数据）

生产者、消费者共享一个初始为空、大小为n的缓冲区。

只有缓冲区没满时，生产者才能把产品放入缓冲区，否则必须等待。

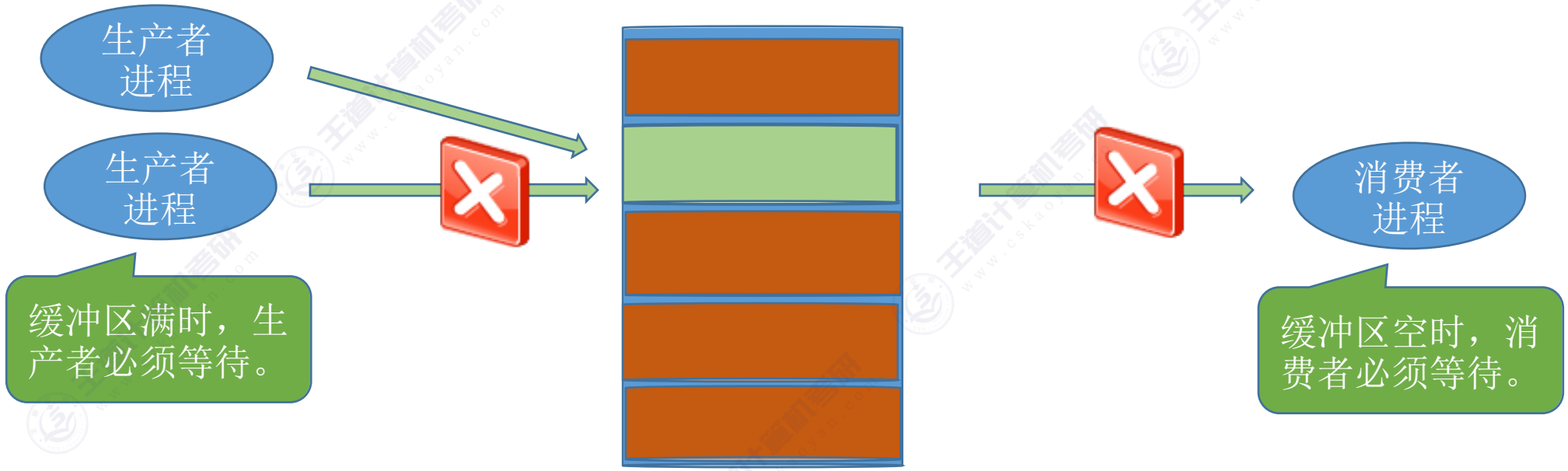
缓冲区没满→生产者生产

只有缓冲区不空时，消费者才能从中取出产品，否则必须等待。

缓冲区没空→消费者消费

缓冲区是临界资源，各进程必须互斥地访问。

互斥关系



问题分析

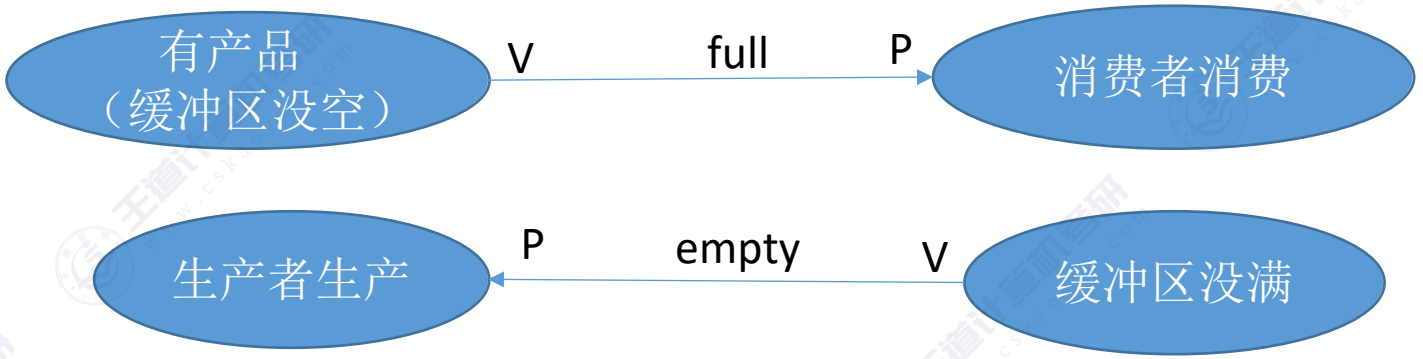
系统中有一组生产者进程和一组消费者进程，生产者进程每次生产一个产品放入缓冲区，消费者进程每次从缓冲区中取出一个产品并使用。（注：这里的“产品”理解为某种数据）

生产者、消费者共享一个初始为空、大小为n的缓冲区。

只有缓冲区没满时，生产者才能把产品放入缓冲区，否则必须等待。 缓冲区没满→生产者生产

只有缓冲区不空时，消费者才能从中取出产品，否则必须等待。 缓冲区没空→消费者消费

缓冲区是临界资源，各进程必须互斥地访问。 互斥关系



PV操作题目分析步骤：

1. 关系分析。找出题目中描述的各个进程，分析它们之间的同步、互斥关系。
2. 整理思路。根据各进程的操作流程确定P、V操作的大致顺序。
3. 设置信号量。并根据题目条件确定信号量初值。（互斥信号量初值一般为1，同步信号量的初始值要看对应资源的初始值是多少）

问题分析

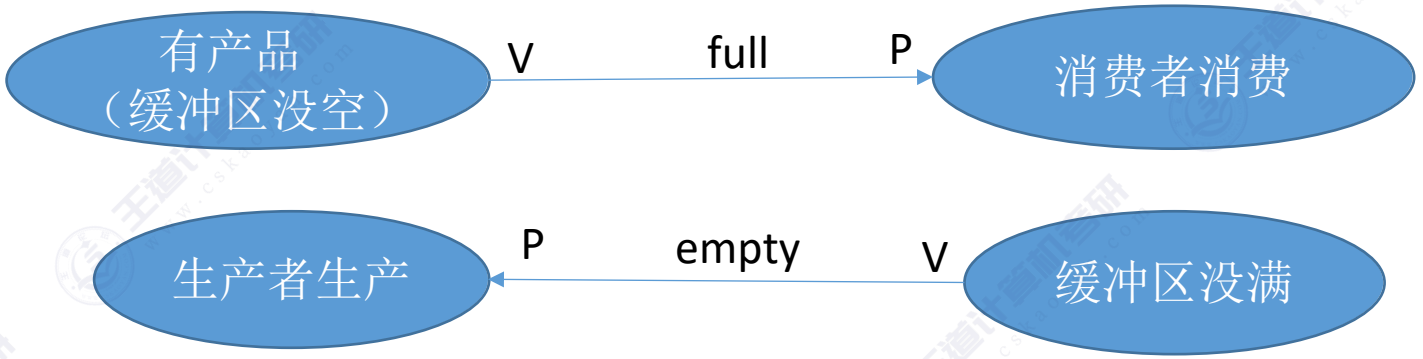
系统中有一组生产者进程和一组消费者进程，生产者进程每次生产一个产品放入缓冲区，消费者进程每次从缓冲区中取出一个产品并使用。（注：这里的“产品”理解为某种数据）

生产者、消费者共享一个初始为空、大小为n的缓冲区。

只有缓冲区没满时，生产者才能把产品放入缓冲区，否则必须等待。 缓冲区没满→生产者生产

只有缓冲区不空时，消费者才能从中取出产品，否则必须等待。 缓冲区没空→消费者消费

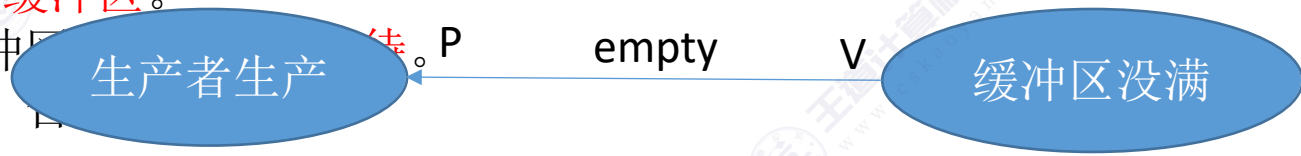
缓冲区是临界资源，各进程必须互斥地访问。 互斥关系




```
semaphore mutex = 1;        //互斥信号量，实现对缓冲区的互斥访问
semaphore empty = n;        //同步信号量，表示空闲缓冲区的数量
semaphore full = 0;         //同步信号量，表示产品的数量，也即非空缓冲区的数量
```

如何

生产者、消费者共享一个初始为空、大小为n的缓冲区。
只有缓冲区没满时，生产者才能把产品放入缓冲区，否则等待。
只有缓冲区不空时，消费者才能从中取出产品，否则等待。
缓冲区是临界资源，各进程必须互斥地访问。




```
semaphore mutex = 1;        //互斥信号量，实现对缓冲区的互斥访问
semaphore empty = n;        //同步信号量，表示空闲缓冲区的数量
semaphore full = 0;         //同步信号量，表示产品的数量，也即非空缓冲区的数量
```

```
producer (){
    while(1){
        生产一个产品;
        P(empty);
        P(mutex);
        把产品放入缓冲区;
        V(mutex);
        V(full);
    }
}
```

```
consumer (){
    while(1){
        P(full);
        P(mutex);
        从缓冲区取出一个产品;
        V(mutex);
        V(empty);
        使用产品;
    }
}
```

实现互斥是在同一进程中进行一对PV操作

消耗一个空闲缓冲区

消耗一个产品（非空缓冲区）

增加一个产品

实现两进程的同步关系，是在其中一个进程中执行P，另一进程中执行V

增加一个空闲缓冲区

思考：能否改变相邻P、V操作的顺序？

```
producer (){
    while(1){
        生产一个产品;
        P(mutex);        ①
        P(empty);        ②
        把产品放入缓冲区;
        V(mutex);
        V(full);
    }
}
```

mutex 的P操作在前

```
consumer (){
    while(1){
        P(mutex);        ③
        P(full);         ④
        从缓冲区取出一个产品;
        V(mutex);
        V(empty);
        使用产品;
    }
}
```

能否放到PV操作之间？

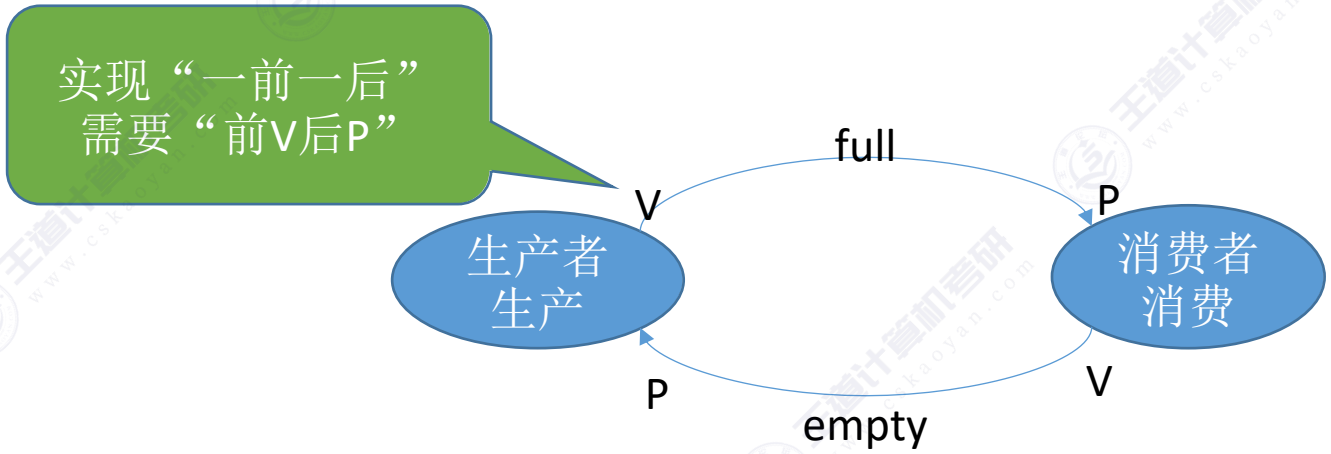
若此时缓冲区内已经放满产品，则 empty=0，full=n。
则生产者进程执行① 使mutex变为0，再执行②，由于已没有空闲缓冲区，因此生产者被阻塞。
由于生产者阻塞，因此切换回消费者进程。消费者进程执行③，由于mutex为0，即生产者还没释放对临界资源的“锁”，因此消费者也被阻塞。
这就造成了生产者等待消费者释放空闲缓冲区，而消费者又等待生产者释放临界区的情况，生产者和消费者循环等待被对方唤醒，出现“死锁”。
同样的，若缓冲区中没有产品，即full=0，empty=n。按③④① 的顺序执行就会发生死锁。
因此，实现互斥的P操作一定要在实现同步的P操作之后。
V操作不会导致进程阻塞，因此两个V操作顺序可以交换。

知识回顾与重要考点

PV 操作题目的解题思路：

1. 关系分析。找出题目中描述的各个进程，分析它们之间的同步、互斥关系。
2. 整理思路。根据各进程的操作流程确定P、V操作的大致顺序。
3. 设置信号量。设置需要的信号量，并根据题目条件确定信号量初值。（互斥信号量初值一般为1，同步信号量的初始值要看对应资源的初始值是多少）

生产者消费者问题是一个互斥、同步的综合问题。
对于初学者来说最难的是发现题目中隐含的两对同步关系。
有时候是消费者需要等待生产者生产，有时候是生产者要等待消费者消费，这是两个不同的“一前一后问题”，因此也需要设置两个同步信号量。



易错点：实现互斥和实现同步的两个P操作的先后顺序（死锁问题）

问题分析

系统中有一组生产者进程和一组消费者进程，生产者进程每次生产一个产品放入缓冲区，消费者进程每次从缓冲区中取出一个产品并使用。（注：这里的“产品”理解为某种数据）
生产者、消费者共享一个初始为空、大小为n的缓冲区。
只有缓冲区没满时，生产者才能把产品放入缓冲区，否则必须等待。
只有缓冲区不空时，消费者才能从中取出产品，否则必须等待。
缓冲区是临界资源，各进程必须互斥地访问。

刚开始空闲缓冲区的数量为n，正在缓冲区（产品）的数量为0

同步关系。缓冲区满时，生产者要等待消费者取走产品

同步关系。缓冲区空时（即没有产品时），消费者要等待生产者放入产品

互斥

如何用信号量机制（P、V操作）实现生产者、消费者进程的这些功能呢？
信号量机制可实现互斥、同步、对一类系统资源的申请和释放。

设置初值为1的互斥信号量

设置初值为0的同步信号量（实现“一前一后”）

设置一个信号量，初始值即为资源的数量（本质上也属于“同步问题”，若无空闲资源，则申请资源的进程需要等待别的进程释放资源后才能继续往下执行）

PV操作题目分析步骤：
1. 关系分析。找出题目中描述的各个进程，分析它们之间的同步
2. 整理思路。根据各进程的操作流程确定P、V操作的大致顺序。
3. 设置信号量。设置需要的信号量，并根据题目条件确定信号量
   1，同步信号量的初始值要看对应资源的初始值是多少）

生产者每次要消耗（P）一个空闲缓冲区，并生产（V）一个产品。
消费者每次要消耗（P）一个产品，并释放一个空闲缓冲区（V）。
往缓冲区放入/取走产品需要互斥。

问题分析

系统中有一组生产者进程和一组消费者进程，生产者进[illegible]消费者进程每次从缓冲区中取出一个产品并使用。（注：这里的[illegible]理解为某种数据）
生产者、消费者共享一个初始为空、大小为n的缓冲区。
只有缓冲区没满时，生产者才能把产品放入缓冲区，否则必须等待。
只有缓冲区不空时，消费者才能从中取出产品，否则必须等待。
缓冲区是临界资源，各进程必须互斥地访问。

刚开始空闲缓冲区的数量为n，非空闲缓冲区（产品）的数量为0

同步关系。缓冲区满时，生产者要等待消费者取走产品

同步关系。缓冲区空时（即没有产品时），消费者要等待生产者放入产品

互斥

如何用信号量机制（P、V操作）实现生产者、消费者进程的这些功能呢？
信号量机制可实现互斥、同步、对一类系统资源的申请和释放。

设置初值为1的互斥信号量

设置初值为0的同步信号量（实现“一前一后”）

设置一个信号量，初始值即为资源的数量（本质上也属于“同步问题”，若无空闲资源，则申请资源的进程需要等待别的进程释放资源后才能继续往下执行）

```
semaphore mutex = 1;        //互斥信号量，实现对缓冲区的互斥访问
semaphore empty = n;        //同步信号量，表示空闲缓冲区的数量
semaphore full = 0;         //同步信号量，表示产品的数量，也即非空缓冲区的数量
```

公众号：王道在线

b站：王道计算机教育

抖音：王道计算机考研