

章节导学

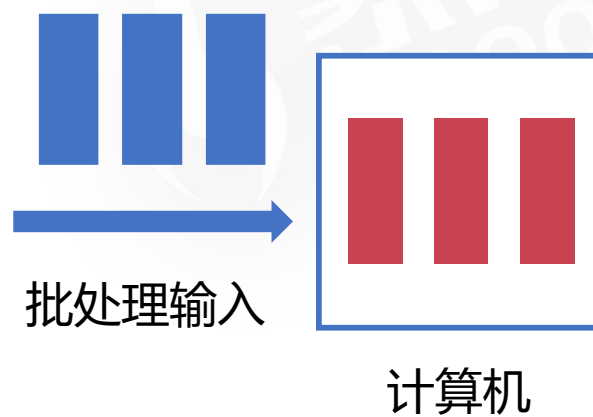
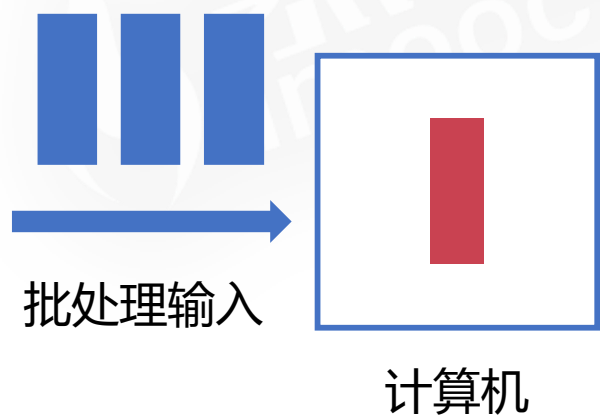
操作系统的演进



章节导学

多道程序设计

- ◆ 早期批处理系统只能一次处理一个任务
- ◆ **多道程序设计**使得批处理系统可以一次处理多个任务



章节导学

多道程序设计

- ◆ 多道程序设计是指在计算机内存中同时存放多个程序
- ◆ 多道程序在计算机的管理程序之下相互穿插运行

对多道程序的管理是操作系统的重要功能

章节导学

五大功能

进程管理

存储管理

作业管理

文件管理

设备管理

章节导学

◆ 操作系统概览

章节导学

- ◆ 进程管理之进程实体
- ◆ 进程管理之五状态模型
- ◆ 进程管理之进程同步
- ◆ Linux的进程管理

进程管理

章节导学

- ◆ 作业管理之进程调度
- ◆ 作业管理之死锁

作业管理

章节导学

- ◆ 存储管理之内存分配与回收
- ◆ 存储管理之段页式存储管理
- ◆ 存储管理之虚拟内存
- ◆ Linux的存储管理

存储管理

章节导学

- ◆ 操作系统的文件管理
- ◆ Linux的文件系统
- ◆ Linux文件的基本操作
- ◆ 操作系统的设备管理

文件管理

设备管理

章节导学

环境介绍

- ◆ Vmware WorkStation + Ubuntu



慕课网
imooc.com



慕课网
imooc.com



慕课网
imooc.com



慕课网
imooc.com

操作系统概览

- ◆ What&Why
- ◆ 操作系统的基本功能
- ◆ 操作系统相关概念

操作系统概览

What&Why

- ◆ 操作系统是管理计算机硬件和软件资源的**计算机程序**
- ◆ 管理配置内存、决定资源供需顺序、控制输入输出设备等
- ◆ 操作系统提供让用户和系统交互的**操作界面**

操作系统概览

What&Why

- ◆ 操作系统的种类是多种多样的，不局限于计算机
- ◆ 从手机到超级计算机，操作系统可简单也可复杂
- ◆ 在不同的设备上，操作系统可向用户呈现多种操作手段

操作系统概览

What&Why



ANDROID

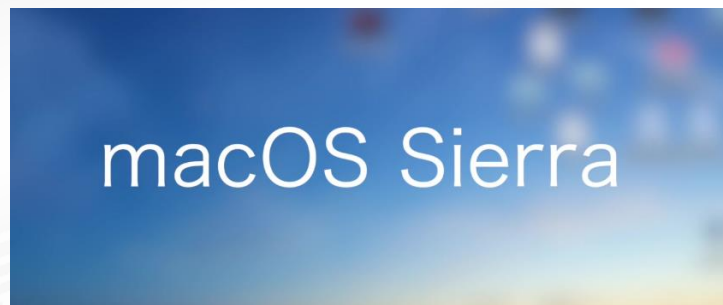
Android



iOS

操作系统概览

What&Why



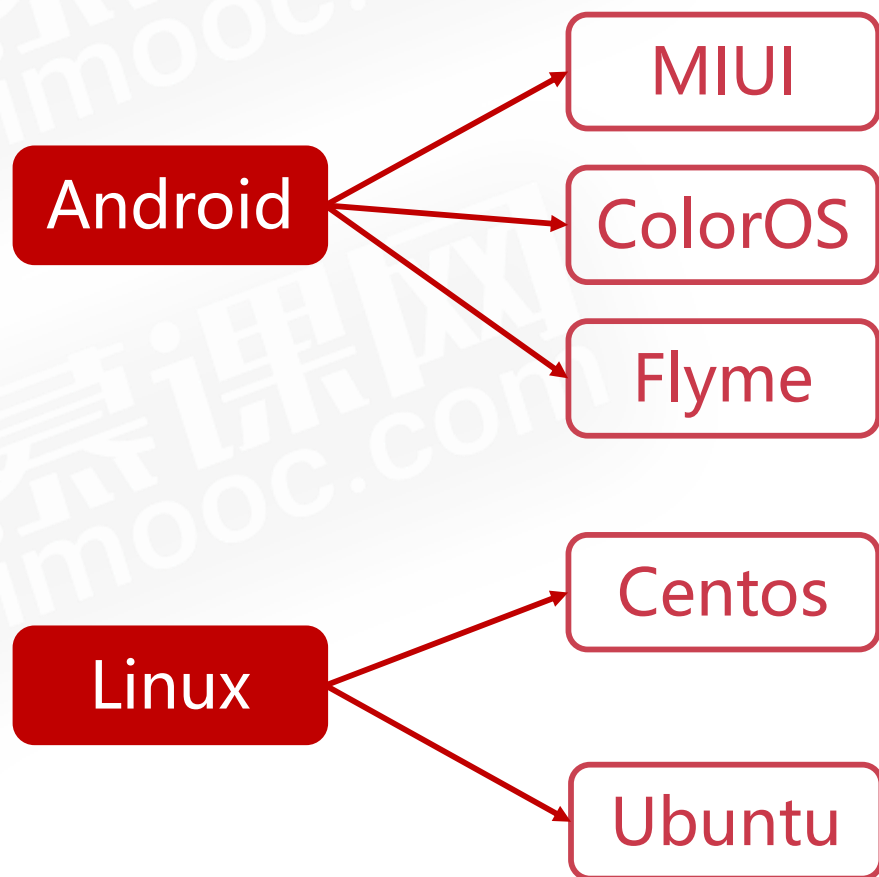
Windows

Linux

MacOS

操作系统概览

What&Why



华为“鸿蒙”

操作系统概览

What&Why

管理硬件、提供用户交互的软件系统

操作系统概览

What&Why

- ◆ 我们不可能直接操作计算机硬件
- ◆ 设备种类繁多复杂，需要统一界面
- ◆ 操作系统的简易性使得更多人能够使用计算机

操作系统概览

- ◆ What&Why
- ◆ 操作系统的基本功能

操作系统概览

操作系统的基本功能

处理器资源

IO设备资源

存储器资源

文件资源

操作系统统一管理着计算机资源

操作系统概览

操作系统的基本功能



- ◆ 用户无需面向硬件接口编程
- ◆ IO设备管理软件，提供读写接口
- ◆ 文件管理软件，提供操作文件接口

操作系统实现了对计算机资源的抽象

操作系统概览

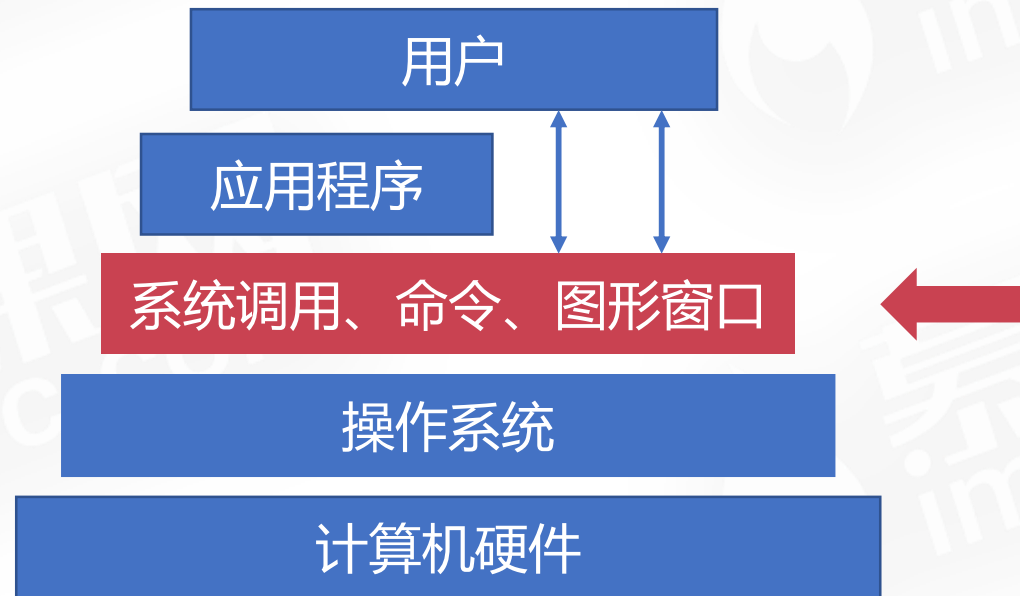
操作系统的基本功能

- ◆ 图像窗口形式
- ◆ 命令形式
- ◆ 系统调用形式

操作系统提供了用户与计算机之间的接口

操作系统概览

操作系统的基本功能



操作系统提供了用户与计算机之间的接口

操作系统概览

- ◆ What&Why
- ◆ 操作系统的基本功能
- ◆ 操作系统相关概念

操作系统概览

操作系统相关概念

◆ 并行性

◆ 共享性

◆ 虚拟性

◆ 异步性

操作系统概览

操作系统相关概念

并行

VS

并发

- ◆ 并行是指两个或多个事件可以在**同一个时刻**发生
- ◆ 并发是指两个或多个事件可以在**同一个时间间隔**发生

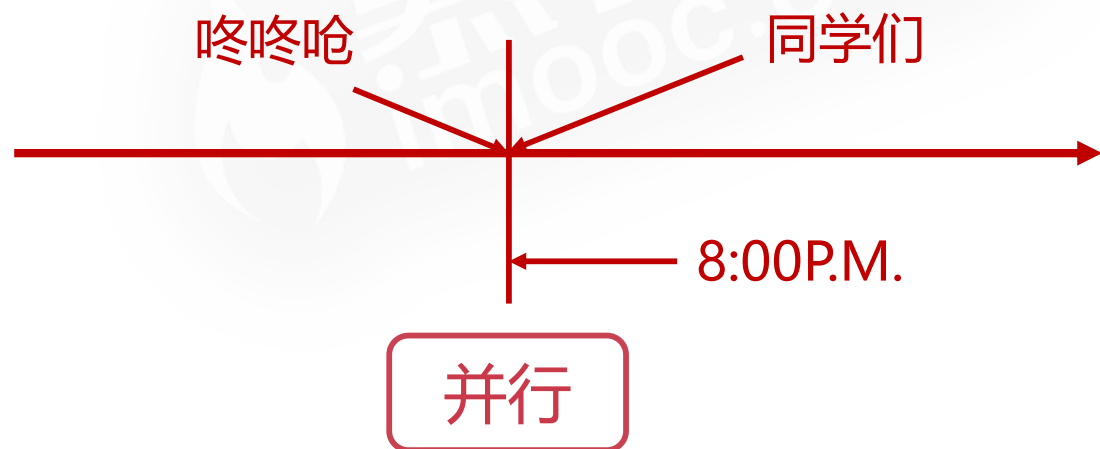
并发性

操作系统概览

操作系统相关概念

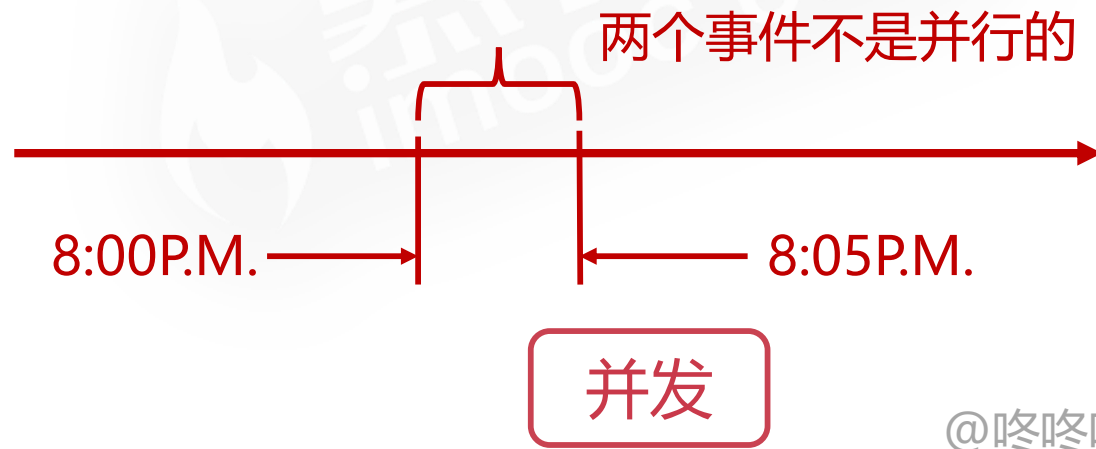
◆ 8:00P.M. 咚咚呛老师在准备课程

◆ 8:00P.M. 同学们在认真学习



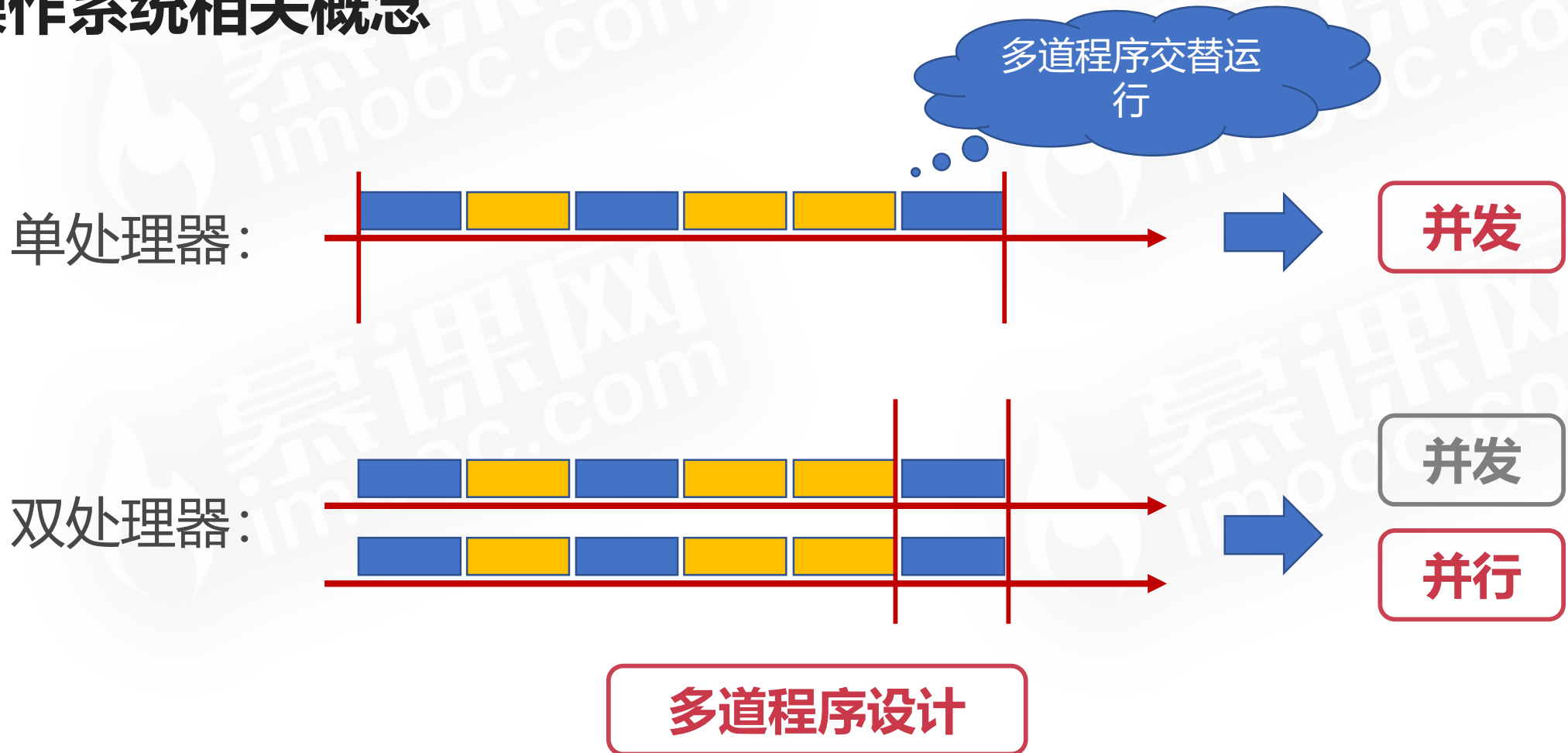
◆ 8:00P.M. 咚咚呛老师在准备课程

◆ 8:05P.M. 咚咚呛老师喝了口水



操作系统概览

操作系统相关概念



操作系统概览

操作系统相关概念

- ◆ 共享性表现为操作系统中的资源可供多个并发的程序共同使用
- ◆ 这种共同使用的形式称之为资源共享

共享性

操作系统概览

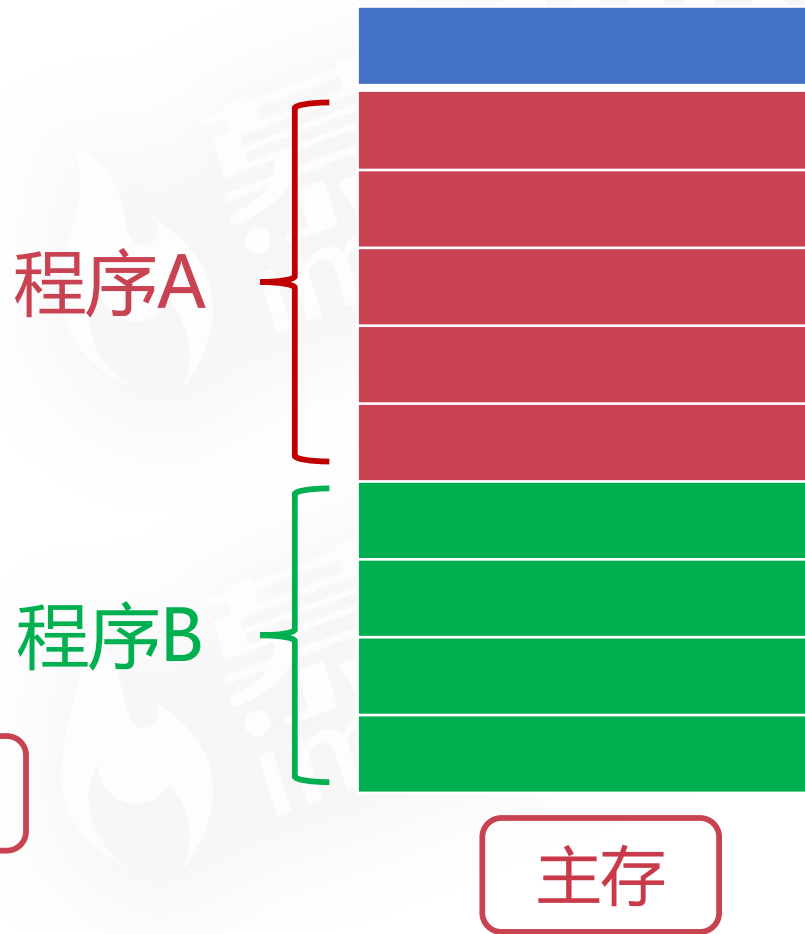
操作系统相关概念

- ◆ 多个程序可以同时使用主存资源
- ◆ 资源共享根据属性可分为两种方式

互斥共享形式

同时访问形式

共享性



操作系统概览

操作系统相关概念

- ◆ 当资源被程序A占用时，其他想使用的话只能等待
- ◆ 只有进程A使用完以后，其他进程才可以使用该资源

共享性

互斥共享形式

操作系统概览

操作系统相关概念

- ◆ 某种资源在一段时间内**并发地**被多个程序访问
- ◆ 这种“同时”是宏观的，从宏观去看该资源可以被同时访问

共享性

同时访问形式

操作系统概览

操作系统相关概念

- ◆ 虚拟性表现为把一个物理实体转变为若干个逻辑实体
- ◆ 物理实体是真实存在的，逻辑实体是虚拟的
- ◆ 虚拟的技术主要有时分复用技术和空分复用技术

虚拟性

操作系统概览

操作系统相关概念

- ◆ 资源在时间上进行复用，不同程序**并发**使用
- ◆ 多道程序分时使用计算机的硬件资源
- ◆ 提高资源的利用率

虚拟性

时分复用技术

操作系统概览

操作系统相关概念

- ◆ 借助多道程序设计技术
- ◆ 为每个程序建立进程
- ◆ 多个程序分时复用处理器
- ◆ 物理设备虚拟为多个逻辑设备
- ◆ 每个程序占用一个逻辑设备
- ◆ 多个程序通过逻辑设备并发访问

虚拟处理器技术

虚拟设备技术

虚拟性

时分复用技术

操作系统概览

操作系统相关概念

- ◆ 空分复用技术用来实现虚拟磁盘、虚拟内存等
- ◆ 提高资源的利用率，提升编程效率

虚拟性

空分复用技术

操作系统概览

操作系统相关概念

- ◆ 物理磁盘虚拟为逻辑磁盘
- ◆ C、D、E等逻辑盘
- ◆ 使用起来更加安全、方便
- ◆ 在逻辑上扩大程序的存储容量
- ◆ 使用比实际内存更大的容量
- ◆ 大大提升编程效率

虚拟磁盘技术

虚拟内存技术

虚拟性

空分复用技术

操作系统概览

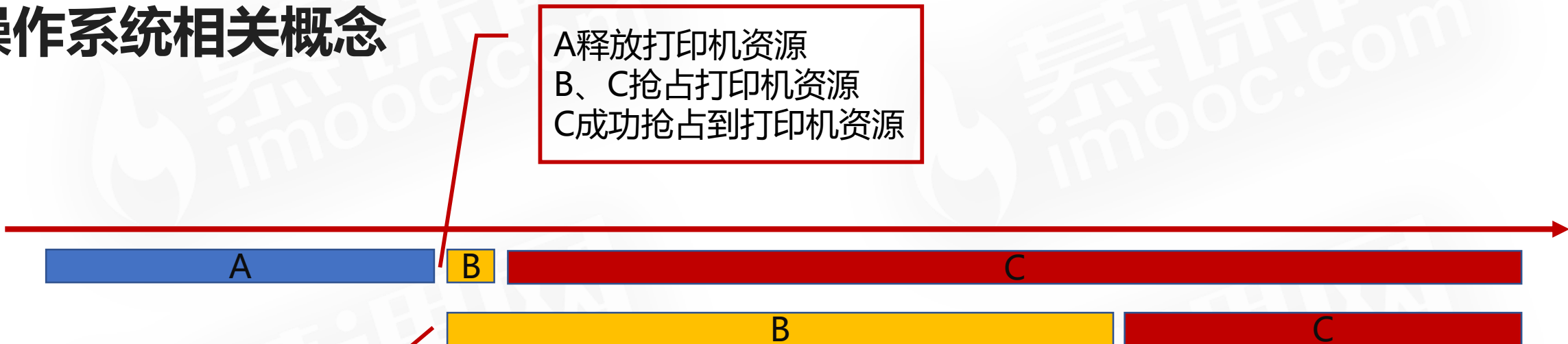
操作系统相关概念

- ◆ 在多道程序环境下，允许多个进程并发执行
- ◆ 进程在使用资源时可能需要等待或放弃
- ◆ 进程的执行并不是一气呵成的，而是以走走停停的形式推进

异步性

操作系统概览

操作系统相关概念



A释放打印机资源
B、C抢占打印机资源
B成功抢占到打印机资源

进程以不可预知的速度向前推进

异步性

- ◆ 何时执行
- ◆ 何时暂停
- ◆ 何时完成

操作系统概览

操作系统相关概念

◆ 并行性

◆ 共享性

◆ 虚拟性

◆ 异步性

操作系统概览

- ◆ What&Why
- ◆ 操作系统的基本功能
- ◆ 操作系统相关概念

慕课网
imooc.com

慕课网
imooc.com

慕课网
imooc.com

慕课网
imooc.com

进程管理之进程实体

- ◆ 为什么需要进程
- ◆ 进程的实体

进程管理之进程实体

为什么需要进程



- ◆ 没有配置OS之前，资源属于当前运行的程序
- ◆ 配置OS之后，引入多道程序设计的概念
- ◆ 合理的隔离资源、运行环境，提升资源利用率

进程管理之进程实体

为什么需要进程

- ◆ 进程是系统进行资源分配和调度的基本单位
- ◆ 进程作为程序独立运行的载体保障程序正常执行
- ◆ 进程的存在使得操作系统资源的利用率大幅提升

多道程序设计

进程管理之进程实体

- ◆ 为什么需要进程
- ◆ 进程的实体

进程管理之进程实体

进程的实体

- ◆ 主存中的进程形态
- ◆ 进程与线程

进程管理之进程实体

进程的实体



标识符
状态
优先级
程序计数器
内存指针
上下文数据
IO状态信息
记账信息
...

进程控制块

进程管理之进程实体

进程的实体

- ◆ 标识符唯一标记一个进程，用于区别其他进程

标识符
状态
优先级
程序计数器
内存指针
上下文数据
IO状态信息
记账信息
...

主存中的进程形态

标识符

进程控制块

进程管理之进程实体

进程的实体

- ◆ 标记进程的进程状态，如：运行态

标识符
状态
优先级
程序计数器
内存指针
上下文数据
IO状态信息
记账信息
...

主存中的进程形态

状态

进程控制块

进程管理之进程实体

进程的实体

- ◆ 标记进程的进程状态，如：运行态

标识符
状态
优先级
程序计数器
内存指针
上下文数据
IO状态信息
记账信息
...

主存中的进程形态

状态

进程控制块

进程管理之进程实体

进程的实体

- ◆ 进程即将被执行的下一条指令的地址

标识符
状态
优先级
程序计数器
内存指针
上下文数据
IO状态信息
记账信息
...

主存中的进程形态

程序计数器

进程控制块

进程管理之进程实体

进程的实体

- ◆ 程序代码、进程数据相关指针

标识符
状态
优先级
程序计数器
内存指针
上下文数据
IO状态信息
记账信息
...

主存中的进程形态

内存指针

进程控制块

进程管理之进程实体

进程的实体

- ◆ 进程执行时处理器存储的数据

标识符
状态
优先级
程序计数器
内存指针
上下文数据
IO状态信息
记账信息
...

主存中的进程形态

上下文数据

进程控制块

进程管理之进程实体

进程的实体

- ◆ 被进程IO操作所占用的文件列表

标识符
状态
优先级
程序计数器
内存指针
上下文数据
IO状态信息
记账信息
...

主存中的进程形态

IO状态信息

进程控制块

进程管理之进程实体

进程的实体

- ◆ 使用处理器时间、时钟数总和等

标识符
状态
优先级
程序计数器
内存指针
上下文数据
IO状态信息
记账信息
...

主存中的进程形态

记账信息

进程控制块

进程管理之进程实体

进程的实体



进程管理之进程实体

进程的实体

- ◆ 用于描述和控制进程运行的通用数据结构
- ◆ 记录进程当前状态和控制进程运行的全部信息
- ◆ PCB的使得进程是能够独立运行的基本单位

进程控制块 (PCB)

进程管理之进程实体

进程的实体

- ◆ PCB是操作系统进行调度经常会被读取的信息
- ◆ PCB是常驻内存的，存放在系统专门开辟的PCB区域内

进程控制块 (PCB)

进程管理之进程实体

进程的实体

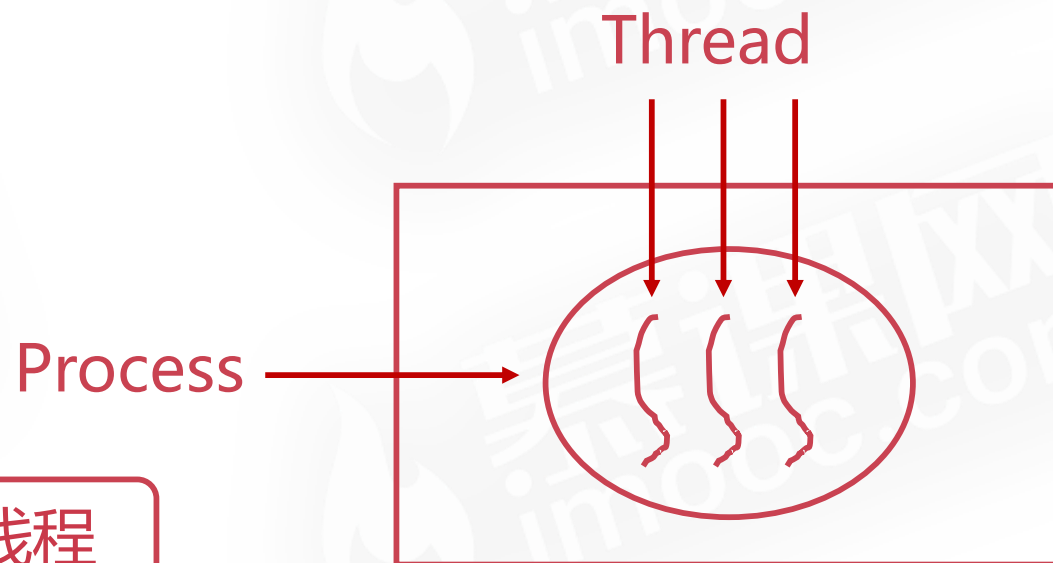
- ◆ 主存中的进程形态
- ◆ 进程与线程

进程管理之进程实体

进程的实体

- ◆ 进程 (Process)
- ◆ 线程 (Thread)

一个进程可以有一个或多个线程



进程与线程

进程管理之进程实体

进程的实体

进程是系统进行资源分配和调度的基本单位

- ◆ 线程是操作系统进行运行调度的最小单位
- ◆ 包含在进程之中，是进程中实际运行工作的单位
- ◆ 一个进程可以并发多个线程，每个线程执行不同的任务

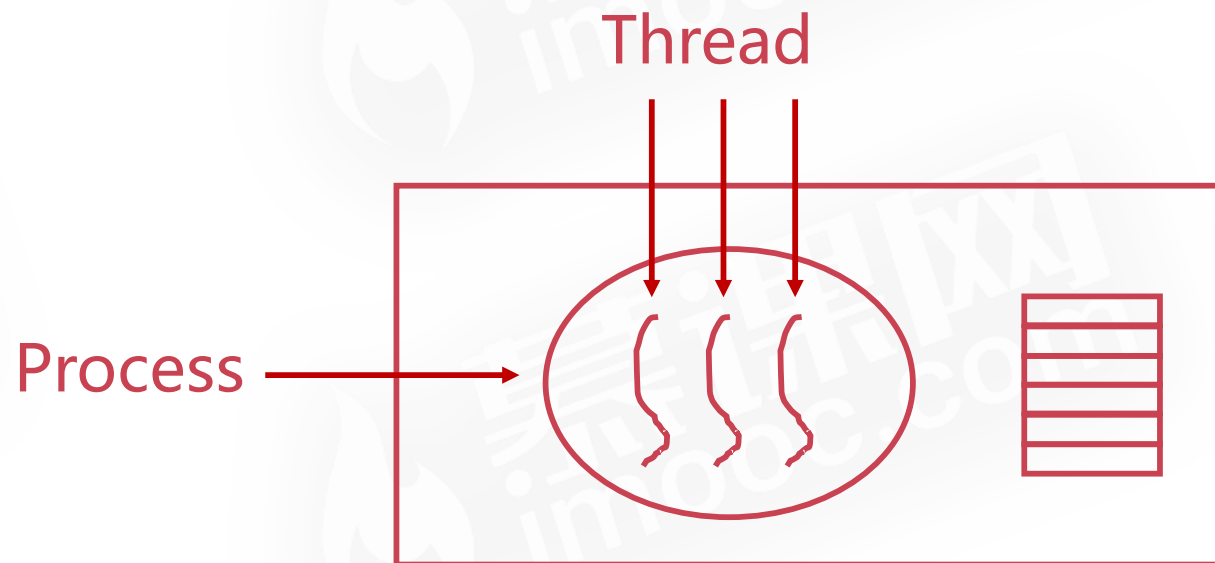
进程与线程

进程管理之进程实体

进程的实体

- ◆ 进程 (Process)
- ◆ 线程 (Thread)

进程的线程共享进程资源



进程与线程

进程管理之进程实体

进程的实体

	进程	线程
资源	资源分配的基本单位	不拥有资源
调度	独立调度的基本单位	独立调度的最小单位
系统开销	进程系统开销大	线程系统开销小
通信	进程IPC	读写同一进程数据通信

进程与线程

进程管理之进程实体

- ◆ 为什么需要进程
- ◆ 进程的实体

慕课网
imooc.com

慕课网
imooc.com

慕课网
imooc.com

慕课网
imooc.com

进程管理之五状态模型

进程的五状态模型

创建

就绪

终止

阻塞

执行

进程管理之五状态模型

进程的五状态模型

- ◆ 当进程被分配到除CPU以外所有必要的资源后
- ◆ 只要再获得CPU的使用权，就可以立即运行
- ◆ 其他资源都准备好、只差CPU资源的状态为就绪状态

就绪状态

进程管理之五状态模型

进程的五状态模型

- ◆ 在一个系统中多个处于就绪状态的进程通常排成一个队列



就绪队列

就绪状态

进程管理之五状态模型

进程的五状态模型

- ◆ 进程获得CPU，其程序正在执行称为执行状态
- ◆ 在单处理机中，在某个时刻只能有一个进程是处于执行状态

执行状态

进程管理之五状态模型

进程的五状态模型

- ◆ 进程因某种原因如：其他设备未就绪而无法继续执行
- ◆ 从而放弃CPU的状态称为阻塞状态

阻塞状态

进程管理之五状态模型

进程的五状态模型

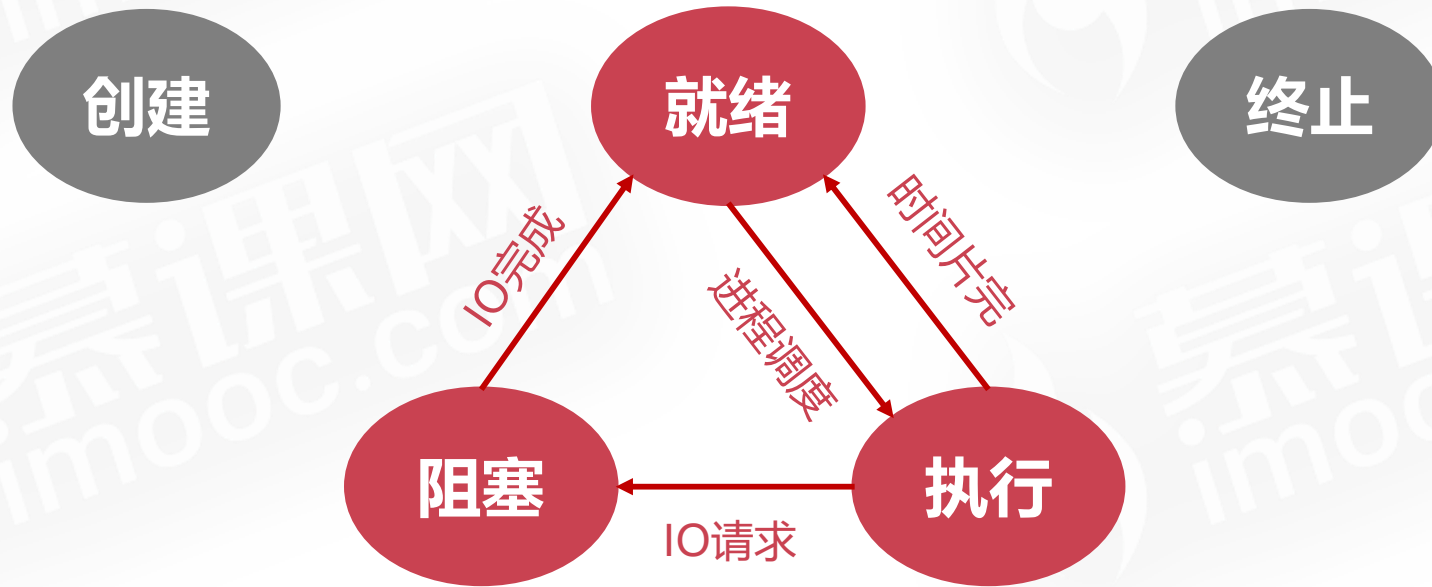


阻塞队列

阻塞状态

进程管理之五状态模型

进程的五状态模型



进程管理之五状态模型

进程的五状态模型



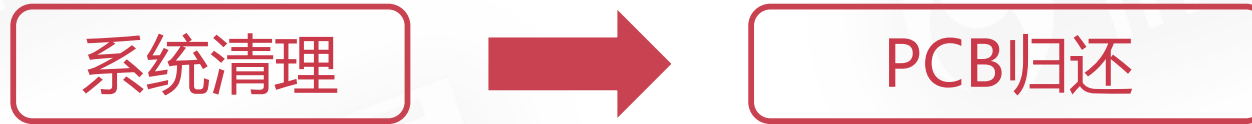
- ◆ 创建进程时拥有PCB但其他资源尚未就绪的状态称为创建状态

操作系统提供fork函数接口创建进程

创建状态

进程管理之五状态模型

进程的五状态模型

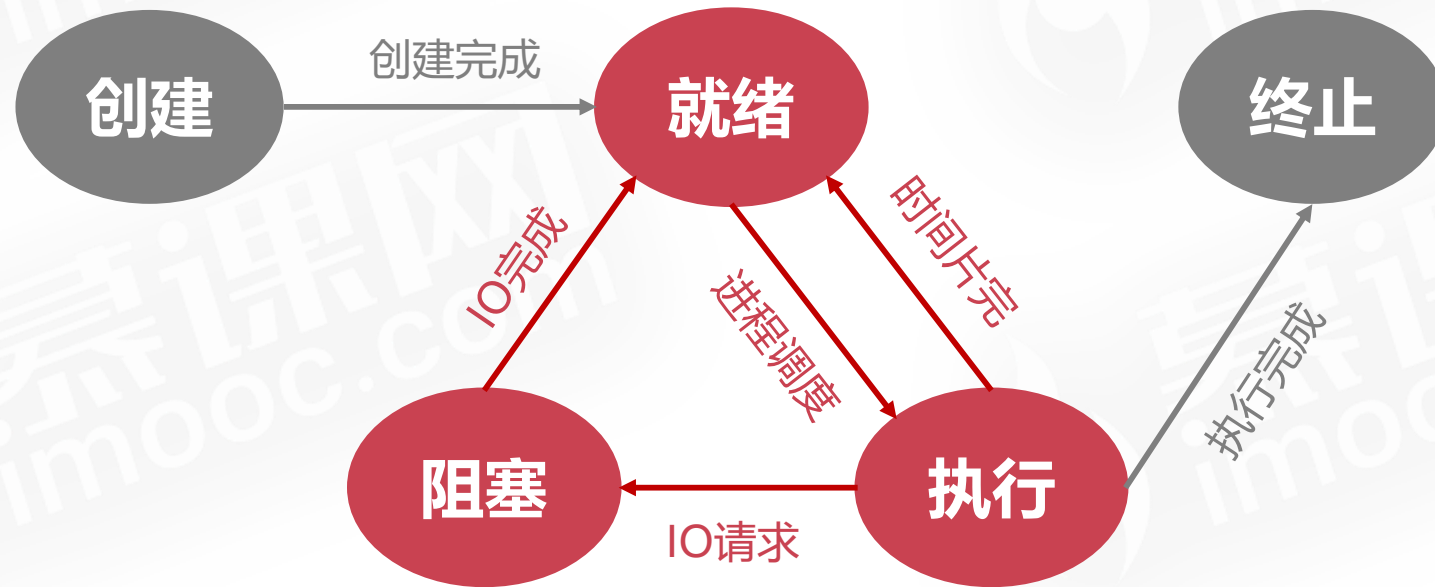


- ◆ 进程结束由系统清理或者归还PCB的状态称为终止状态

终止状态

进程管理之五状态模型

进程的五状态模型





慕课网
imooc.com



慕课网
imooc.com



慕课网
imooc.com



慕课网
imooc.com

进程管理之进程同步

进程间的同步

- ◆ 为什么需要进程间同步
- ◆ 进程间同步的原则
- ◆ 线程同步

进程管理之进程同步

有一群生产者进程在生产产品，并将这些产品提供给消费者进程进行消费，生产者进程和消费者进程可以并发执行，在两者之间设置了一个具有 n 个缓冲区的缓冲池，生产者进程需要将所生产的产品放到一个缓冲区中，消费者进程可以从缓冲区取走产品消费。



生产者-消费者问题

进程管理之进程同步



- ◆ 生产者往缓冲区 +1
- ◆ 消费者往缓冲区 -1
- ◆ 在生活中这种模型没有问题

生产者-消费者问题

进程管理之进程同步



- ◆ 缓冲是在Cache上的
- ◆ 操作缓冲需要三个步骤

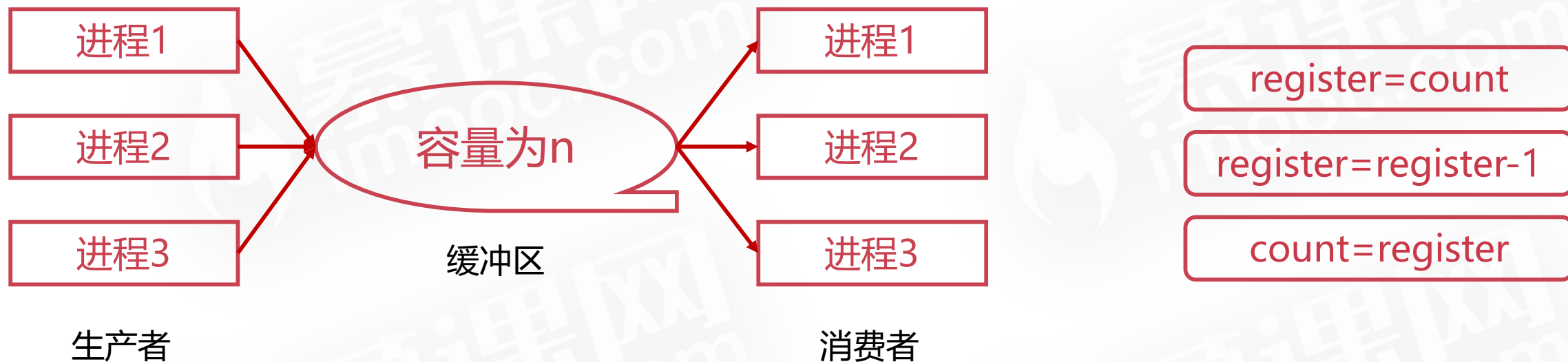
register=count

register=register+1

count=register

生产者-消费者问题

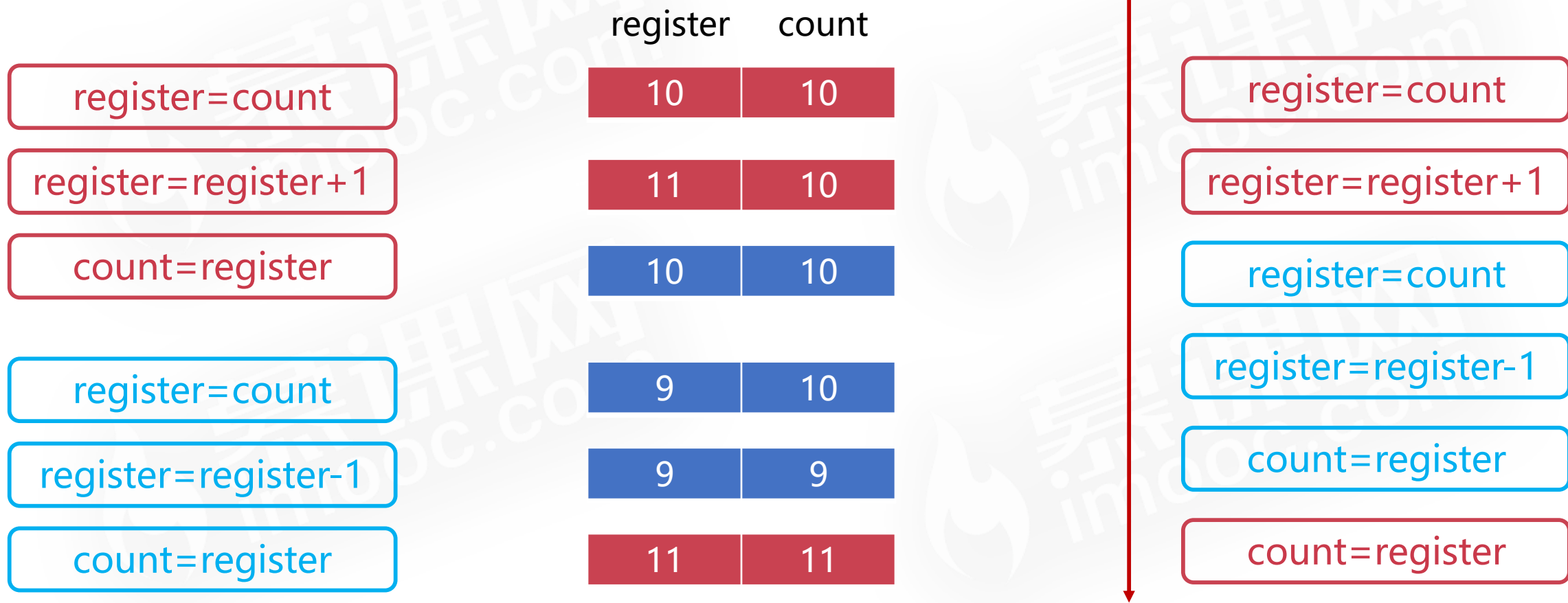
进程管理之进程同步



- ◆ 单从生产者程序或消费者程序去看是没问题的
- ◆ 单两者并发执行时就可能出差错

生产者-消费者问题

进程管理之进程同步



生产者-消费者问题

10

11

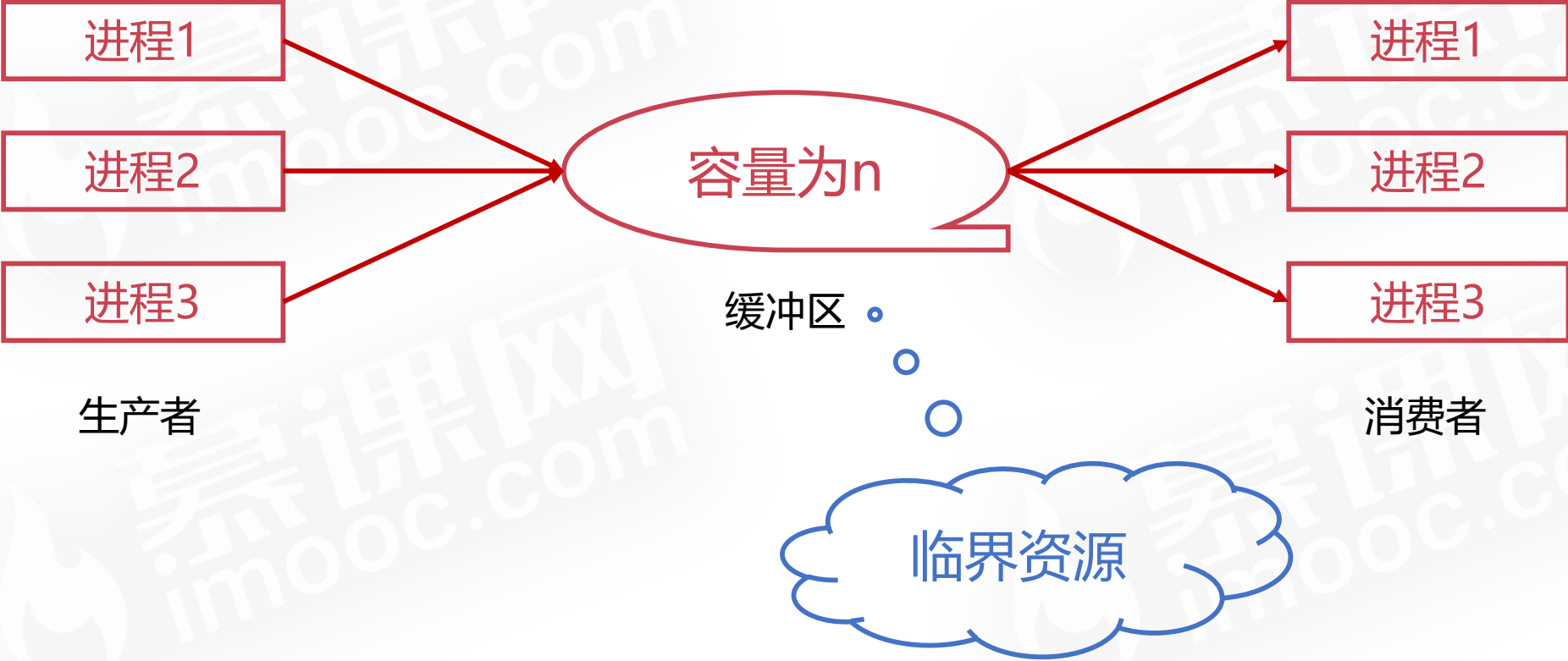
进程管理之进程同步

→ 看看实际程序的例子

生产者-消费者问题



进程管理之进程同步



生产者-消费者问题

进程管理之进程同步

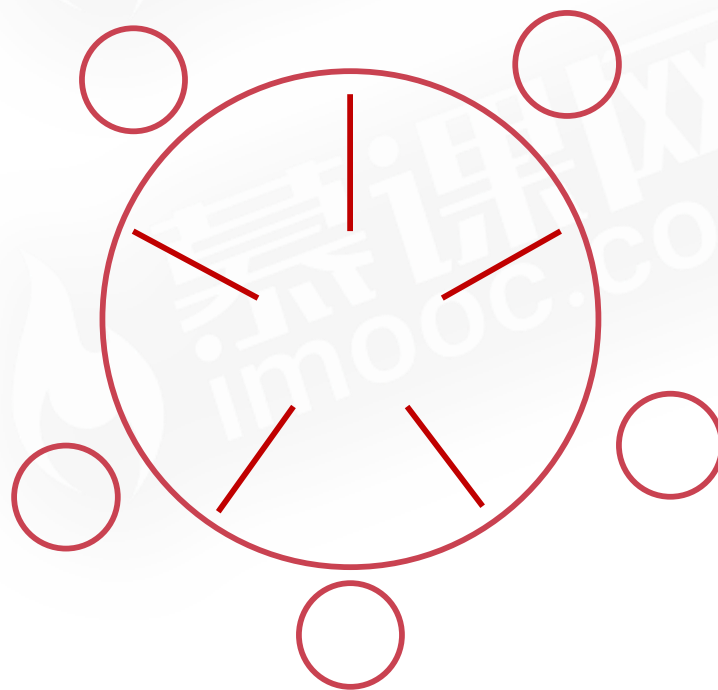
有五个哲学家，他们的生活方式是交替地进行思考和进餐，哲学家们共同使用一张圆桌，分别坐在周围的五张椅子上，在圆桌上有五个碗和五支筷子。平时哲学家们只进行思考，饥饿时则试图取靠近他们的左、右两支筷子，只有两支筷子都被他拿到的时候就能进餐，进餐完毕之后，放下左右筷子继续思考。

拿起左边筷子

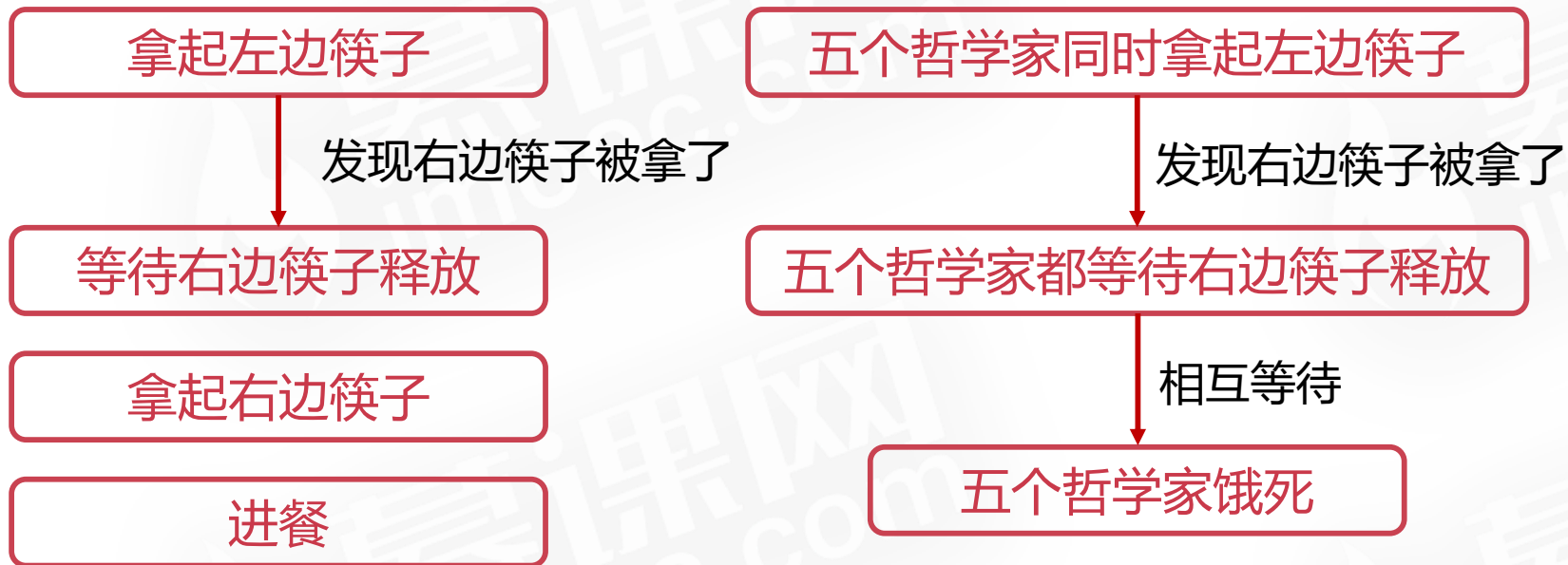
拿起右边筷子

进餐

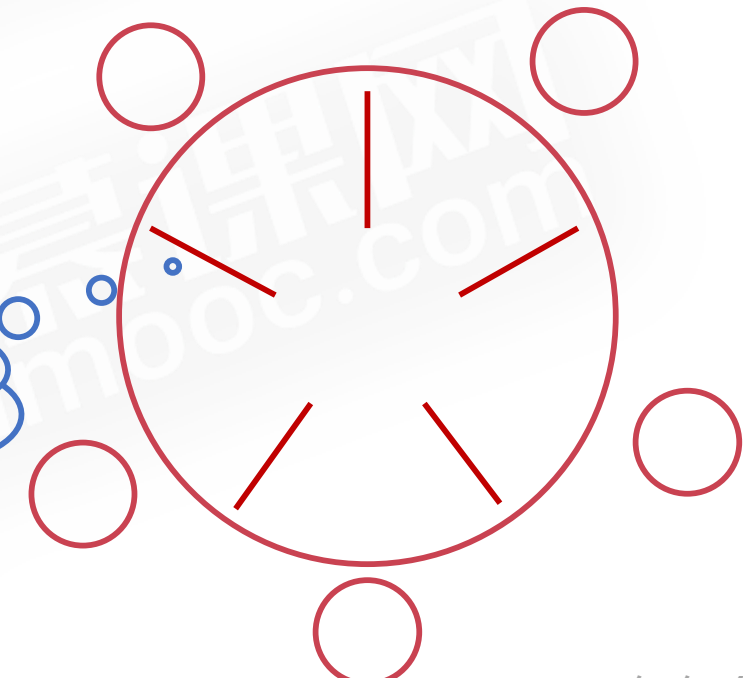
哲学家进餐问题



进程管理之进程同步



临界资源



哲学家进餐问题

进程管理之进程同步

进程间的同步

- ◆ 根源问题是：彼此相互之间没有通信
- ◆ “如果生产者通知消费者我已经完成一件生产”
- ◆ “哲学家向旁边哲学家说我要进餐了”

需要进程间的同步

进程管理之进程同步

进程间的同步

对竞争资源在多进程间进行使用次序的协调

使得并发执行的多个进程之间可以有效使用资源和相互合作

需要进程间的同步

进程管理之进程同步

进程间的同步

- ◆ 为什么需要进程间同步
- ◆ 进程间同步的原则

进程管理之进程同步

进程间的同步

临界资源指的是是一些虽作为共享资源却又无法同时被多个线程共同访问的共享资源。当有进程在使用临界资源时，其他进程必须依据操作系统的同步机制等待占用进程释放该共享资源才可重新竞争使用共享资源。

临界资源

进程管理之进程同步

进程间的同步

- ◆ 空闲让进：资源无占用，允许使用
- ◆ 忙则等待：资源有占用，请求进程等待
- ◆ 有限等待：保证有限等待时间能够使用资源
- ◆ 让权等待：等待时，进程需要让出CPU

进程管理之进程同步

进程间的同步

- ◆ 消息队列
- ◆ 共享存储
- ◆ 信号量



进程同步的方法

进程管理之进程同步

进程间的同步

- ◆ 为什么需要进程间同步
- ◆ 进程间同步的原则
- ◆ 线程同步

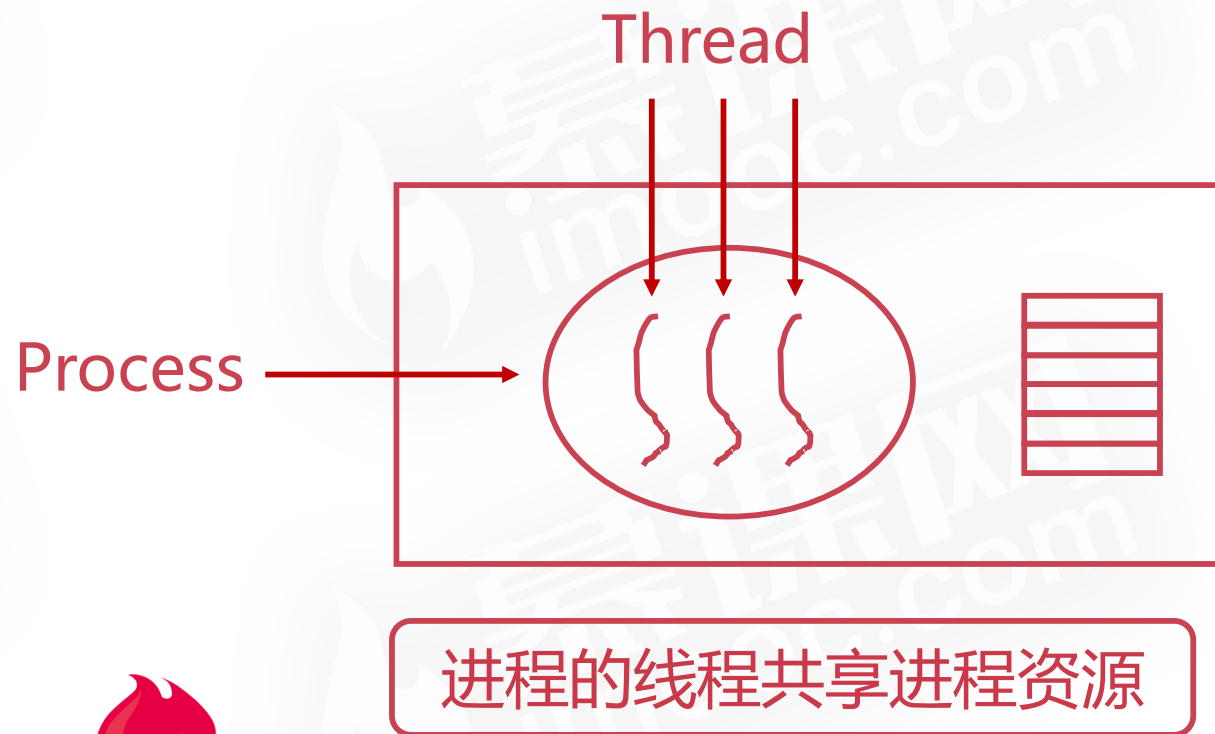
进程管理之进程同步

进程间的同步

当多个线程并发使用进程资源时，会发生什么？



进程内多线程也需要同步



进程管理之进程同步

进程间的同步

- ◆ 互斥量
- ◆ 读写锁
- ◆ 自旋锁
- ◆ 条件变量



线程同步的方法

进程管理之进程同步

进程间的同步

- ◆ 为什么需要进程间同步
- ◆ 进程间同步的原则
- ◆ 线程同步

慕课网
imooc.com

慕课网
imooc.com

慕课网
imooc.com

慕课网
imooc.com

Linux的进程管理

- ◆ Linux进程的相关概念
- ◆ 操作Linux进程的相关命令

Linux的进程管理

Linux进程的相关概念

- ◆ 进程的类型
- ◆ 进程的标记

Linux的进程管理

进程的类型

前台进程

后台进程

守护进程

Linux的进程管理

进程的类型

```
To escape to local shell, press 'Ctrl+Alt+]'.

Welcome to Ubuntu 16.04.1 LTS (GNU/Linux 4.4.0-53-generic x86_64)

 * Documentation:  https://help.ubuntu.com
 * Management:    https://landscape.canonical.com
 * Support:       https://ubuntu.com/advantage

Last login: Sun Jun  9 22:00:26 2019 from 119.29.148.149
ubuntu@VM-233-185-ubuntu:~$
ubuntu@VM-233-185-ubuntu:~$
ubuntu@VM-233-185-ubuntu:~$
ubuntu@VM-233-185-ubuntu:~$
ubuntu@VM-233-185-ubuntu:~$
ubuntu@VM-233-185-ubuntu:~$
ubuntu@VM-233-185-ubuntu:~$
ubuntu@VM-233-185-ubuntu:~$
ubuntu@VM-233-185-ubuntu:~$
ubuntu@VM-233-185-ubuntu:~$
ubuntu@VM-233-185-ubuntu:~$
ubuntu@VM-233-185-ubuntu:~$
ubuntu@VM-233-185-ubuntu:~$
ubuntu@VM-233-185-ubuntu:~$
ubuntu@VM-233-185-ubuntu:~$
```

终端Shell

前台进程

Linux的进程管理

进程的类型

- ◆ 前台进程就是具有终端，可以和用户交互的进程

前台进程

Linux的进程管理

进程的类型

- ◆ 与前台进程相对，没有占用终端的就是后台进程
- ◆ 后台程序基本上不和用户交互，优先级比前台进程低

将需要执行的命令以“&”符号结束

后台进程

Linux的进程管理

进程的类型

- ◆ 守护(daemon)进程是特殊的后台进程
- ◆ 很多守护进程在系统引导的时候启动，一直运行直到系统关闭
- ◆ Linux有很多典型的守护进程

守护进程

Linux的进程管理

进程的类型

crond

sshd

httpd

mysqld

进程名字以“d”结尾的一般都是守护进程

守护进程

Linux的进程管理

Linux进程的相关概念

- ◆ 进程的类型
- ◆ 进程的标记

Linux的进程管理

进程的标记

- ◆ 进程ID
- ◆ 进程的状态标记

Linux的进程管理

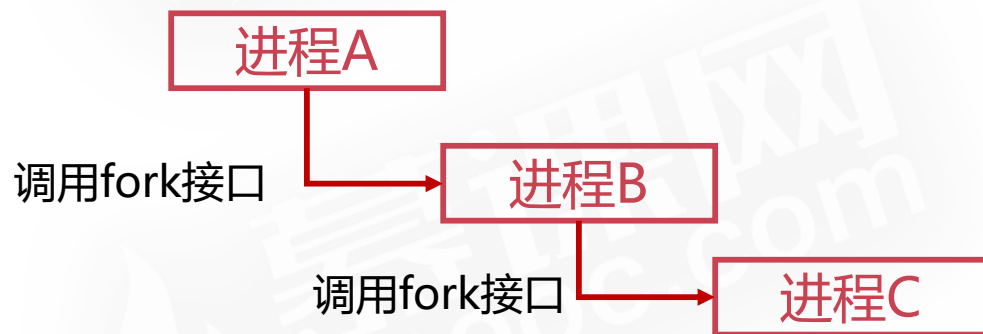
进程的标记

- ◆ 进程ID是进程的唯一标记，每个进程拥有不同的ID
- ◆ 进程ID表现为一个非负整数，最大值由操作系统限定

进程ID

Linux的进程管理

进程的标记

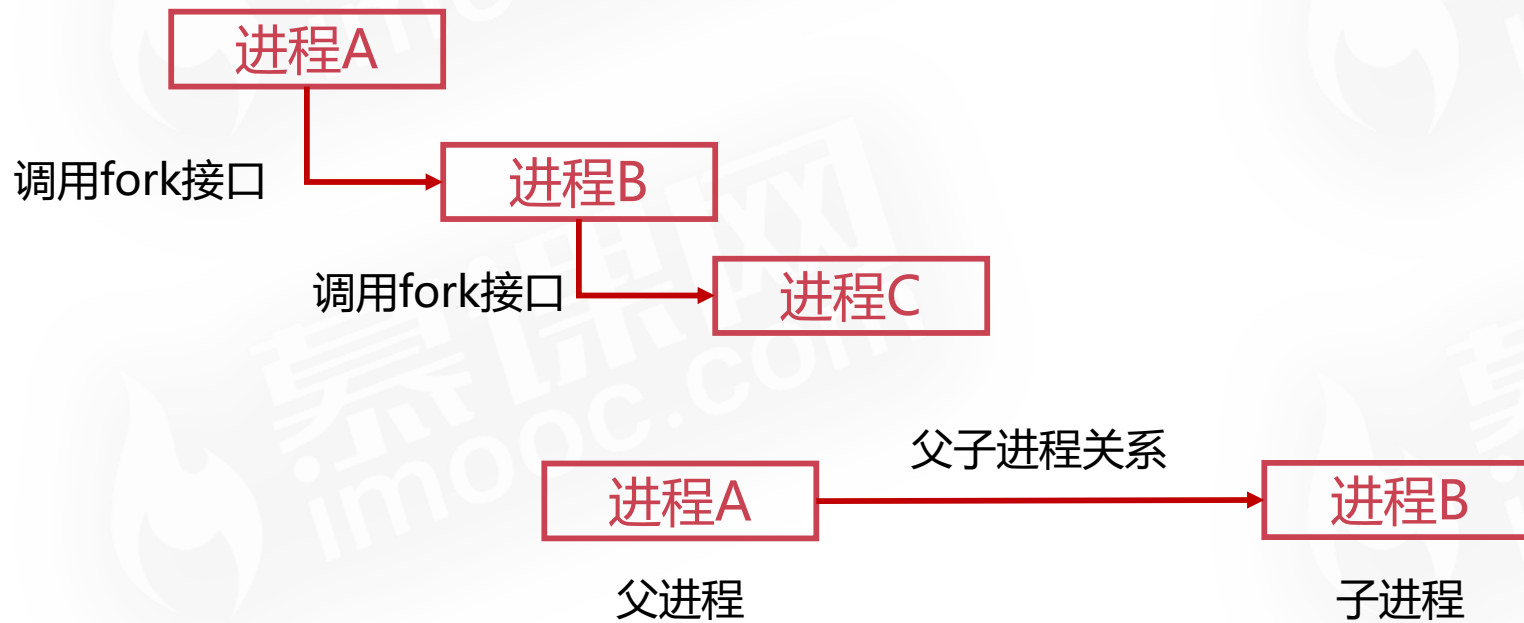


操作系统提供fork函数接口创建进程

进程ID

Linux的进程管理

进程的标记



进程ID

Linux的进程管理

进程的标记

- ◆ 父子进程关系可以通过pstree命令查看

进程ID

Linux的进程管理

进程的标记

ID为0的进程为idle进程，是系统创建的第一个进程

ID为1的进程为init进程，是0号进程的子进程，完成系统初始化

Init进程是所有用户进程的祖先进程

进程ID

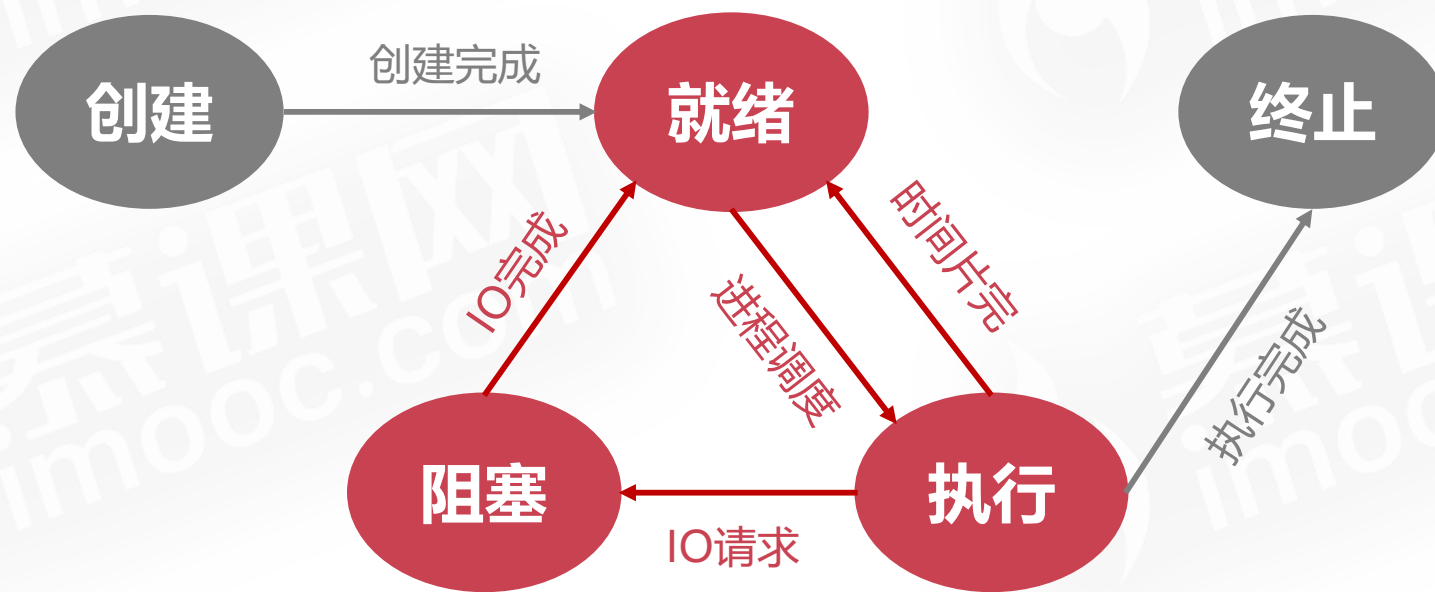
Linux的进程管理

进程的标记

- ◆ 进程ID
- ◆ 进程的状态标记

Linux的进程管理

进程的标记



Linux的进程管理

进程的标记

PROCESS STATE CODES

Here are the different values that the **s**, **stat** and **state** output specifiers (header "STAT" or "S") will display to describe the state of a process:

```
D    uninterruptible sleep (usually IO)
R    running or runnable (on run queue)
S    interruptible sleep (waiting for an event to complete)
T    stopped by job control signal
t    stopped by debugger during the tracing
W    paging (not valid since the 2.6.xx kernel)
X    dead (should never be seen)
Z    defunct ("zombie") process, terminated but not reaped by its parent
```

For BSD formats and when the **stat** keyword is used, additional characters may be displayed:

```
<   high-priority (not nice to other users)
N   low-priority (nice to other users)
L   has pages locked into memory (for real-time and custom IO)
s   is a session leader
l   is multi-threaded (using CLONE_THREAD, like NPTL pthreads do)
+   is in the foreground process group
```

man ps

Linux的进程管理

进程的标记

状态符号	状态说明
R	(TASK_RUNNING), 进程正处于运行状态
S	(TASK_INTERRUPTIBLE), 进程正处于睡眠状态
D	(TASK_UNINTERRUPTIBLE), 进程正在处于IO等待的睡眠状态
T	(TASK_STOPPED), 进程正处于暂停状态
Z	(TASK_DEAD or EXIT_ZOMBIE), 进程正处于退出状态, 或僵尸进程

Linux的进程管理

- ◆ Linux进程的相关概念
- ◆ 操作Linux进程的相关命令

Linux的进程管理

操作Linux进程的相关命令

◆ ps命令

◆ top命令

◆ kill命令

Linux的进程管理

操作Linux进程的相关命令

- ◆ fg命令将一个后台命令调换至前台终端继续执行
- ◆ bg命令将一个后台暂停的命令变成继续执行
- ◆ ctrl+z将前台工作暂停

fg/bg命令

Linux的进程管理

操作Linux进程的相关命令

- ◆ 查看当前有多少在后台运行的命令

jobs命令

Linux的进程管理

操作Linux进程的相关命令

- ◆ 不挂断地运行命令

nohup命令

Linux的进程管理

操作Linux进程的相关命令

- ◆ ps命令常用于显示当前进程的状态
- ◆ ps命令常配合aux参数或ef参数和grep命令检索特定进程

ps命令

Linux的进程管理

操作Linux进程的相关命令

- ◆ kill命令发送指定信号给进程
- ◆ kill -l 可以查看操作系统支持的信号

只有(SIGKILL 9)信号可以无条件终止进程，其他信号进程有权忽略

kill命令

Linux的进程管理

操作Linux进程的相关命令

◆ ps命令

◆ top命令

◆ kill命令

Linux的进程管理

- ◆ Linux进程的相关概念
- ◆ 操作Linux进程的相关命令

A watermark logo for the Chinese Massive Open Online Course (MOOC) platform. It features a stylized flame icon on the left, followed by the Chinese characters "慕课网" in a bold, sans-serif font, and the website address "imooc.com" in a smaller font below it. The entire logo is set against a dark, rounded rectangular background with a subtle glow.

慕课网
imooc.com

A watermark logo for the Chinese Massive Open Online Course (MOOC) platform. It features a stylized flame icon on the left, followed by the Chinese characters "慕课网" in a bold, sans-serif font, and the website address "imooc.com" in a smaller font below it. The entire logo is set against a dark, rounded rectangular background with a subtle glow.

慕课网
imooc.com

A watermark logo for the Chinese Massive Open Online Course (MOOC) platform. It features a stylized flame icon on the left, followed by the Chinese characters "慕课网" in a bold, sans-serif font, and the website address "imooc.com" in a smaller font below it. The entire logo is set against a dark, rounded rectangular background with a subtle glow.

慕课网
imooc.com

A watermark logo for the Chinese Massive Open Online Course (MOOC) platform. It features a stylized flame icon on the left, followed by the Chinese characters "慕课网" in a bold, sans-serif font, and the website address "imooc.com" in a smaller font below it. The entire logo is set against a dark, rounded rectangular background with a subtle glow.

慕课网
imooc.com