作业管理之进程调度

进程的调度

- 进程调度概述
- 进程调度算法

作业管理之进程调度

进程的调度

进程调度是指计算机通过决策决定哪个就绪进程可以获得CPU使用权

多道程序设计

- 保留旧进程的运行信息，请出旧进程（收拾包袱）
- 选择新进程，准备运行环境并分配CPU（新进驻）

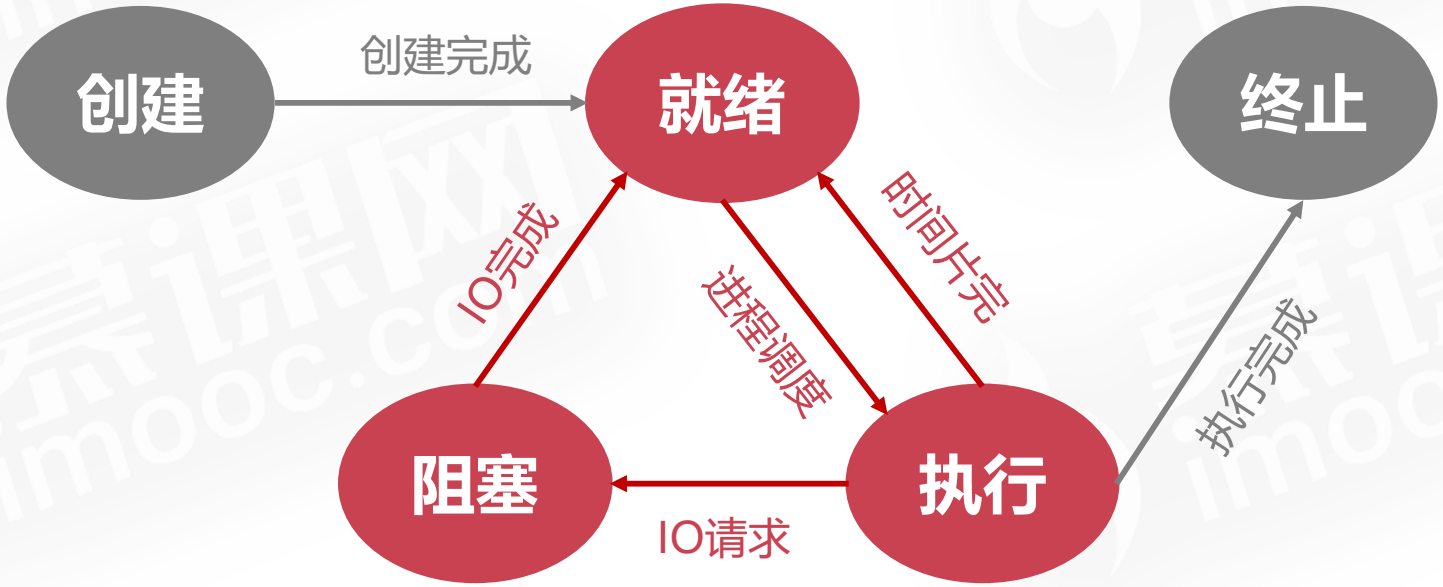
作业管理之进程调度

进程的调度

- 就绪队列的排队机制
- 选择运行进程的委派机制
- 新老进程的上下文切换机制

作业管理之进程调度

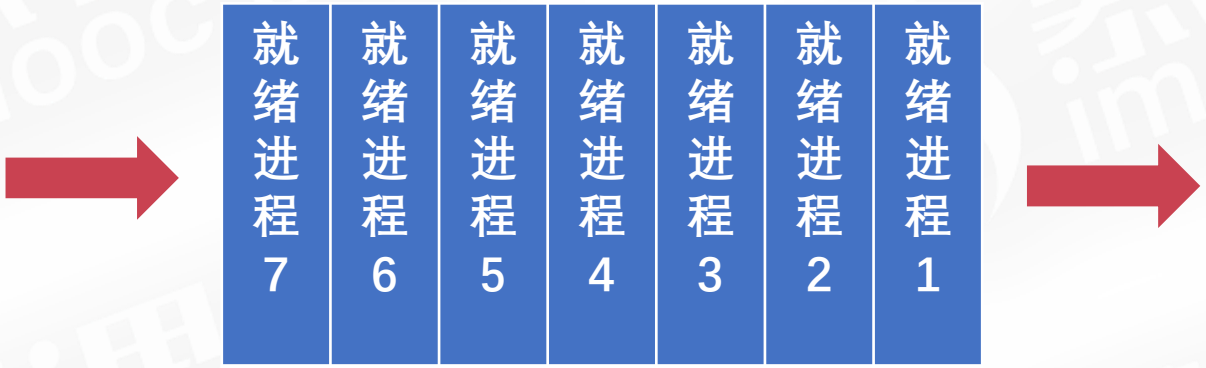
进程的调度



进程的五状态模型

作业管理之进程调度

进程的调度



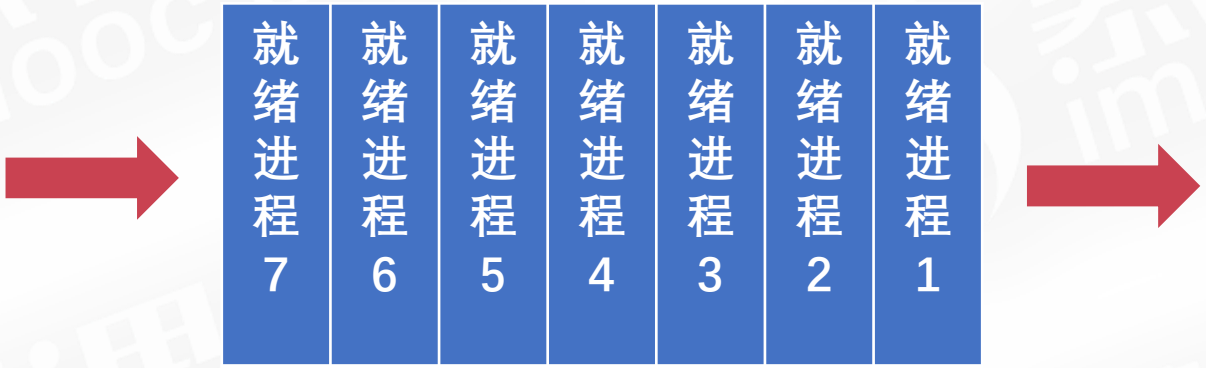
就绪队列

将就绪进程按照一定的方式排成队列，以便调度程序可以最快找到就绪进程

就绪队列的排队机制

作业管理之进程调度

进程的调度



就绪队列

调度程序以一定的策略选择就绪进程，将CPU资源分配给它

选择运行进程的委派机制

作业管理之进程调度

进程的调度

保存当前进程的上下文信息，装入被委派执行进程的运行上下文

新老进程的上下文切换机制

作业管理之进程调度

进程的调度

- 非抢占式的调度
- 抢占式的调度

作业管理之进程调度

进程的调度

- 处理器一旦分配给某个进程，就让该进程一直使用下去
- 调度程序不以任何原因抢占正在被使用的处理器
- 直到进程完成工作或因为IO阻塞才会让出处理器

非抢占式的调度

作业管理之进程调度

进程的调度

- 允许调度程序以一定的策略暂停当前运行的进程
- 保存好旧进程的上下文信息，分配处理器给新进程

抢占式的调度

作业管理之进程调度

进程的调度

	抢占式调度	非抢占式调度
系统开销	频繁切换，开销大	切换次数少，开销小
公平性	相对公平	不公平
应用	通用系统	专用系统

作业管理之进程调度

进程的调度

- 进程调度概述
- 进程调度算法

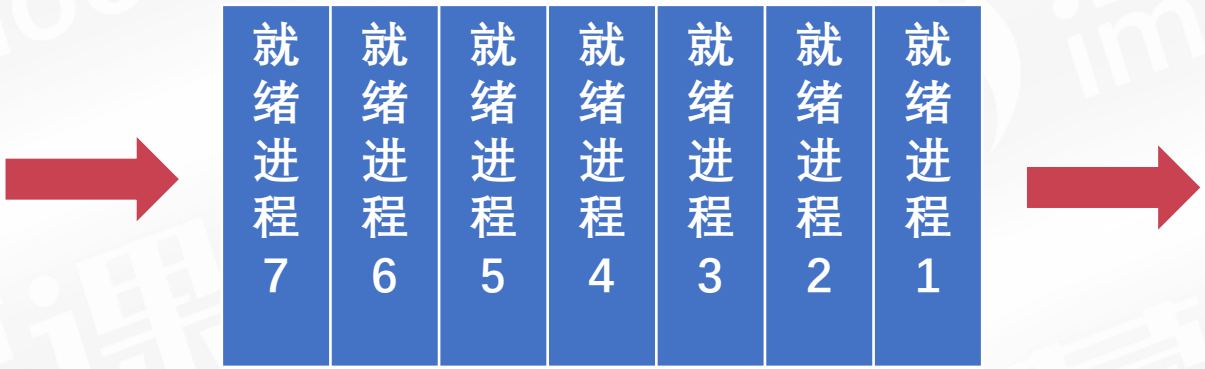
作业管理之进程调度

进程的调度

- 先来先服务调度算法
- 短进程优先调度算法
- 高优先权优先调度算法
- 时间片轮转调度算法

作业管理之进程调度

进程的调度



就绪队列

先来先服务调度算法

作业管理之进程调度

进程的调度

- 调度程序优先选择就绪队列中估计运行时间最短的进程
- 短进程优先调度算法不利于长作业进程的执行

短进程优先调度算法

作业管理之进程调度

进程的调度

- 进程附带优先权，调度程序优先选择权重高的进程
- 高优先权优先调度算法使得紧迫的任务可以优先处理

高优先权优先调度算法

作业管理之进程调度

进程的调度

- 按先来先服务的原则排列就绪进程
- 每次从队列头部取出待执行进程，分配一个时间片执行
- 是相对公平的调度算法，但不能保证及时响应用户

时间片轮转调度算法

作业管理之进程调度

进程的调度

- 先来先服务调度算法
- 短进程优先调度算法
- 高优先权优先调度算法
- 时间片轮转调度算法

作业管理之进程调度

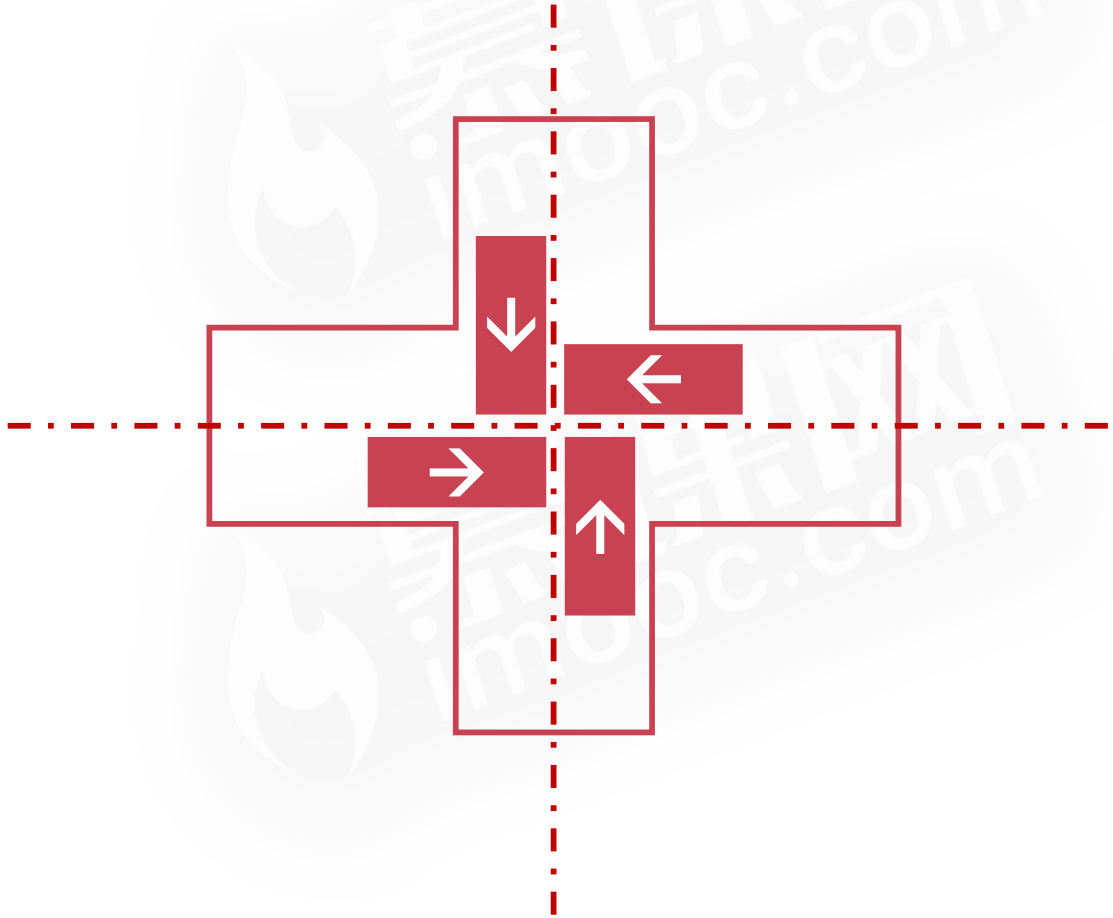
进程的调度

- 进程调度概述
- 进程调度算法

作业管理之死锁

死锁

死锁是指两个或两个以上的进程在执行过程中，由于竞争资源或者由于彼此通信而造成的一种阻塞的现象，若无外力作用，它们都将无法推进下去。此时称系统处于死锁状态或系统产生了死锁，这些永远在互相等待的进程称为死锁进程。



作业管理之死锁

死锁

- 死锁的产生
- 死锁的处理

作业管理之死锁

死锁

- 竞争资源
- 进程调度顺序不当

死锁的产生

作业管理之死锁

死锁

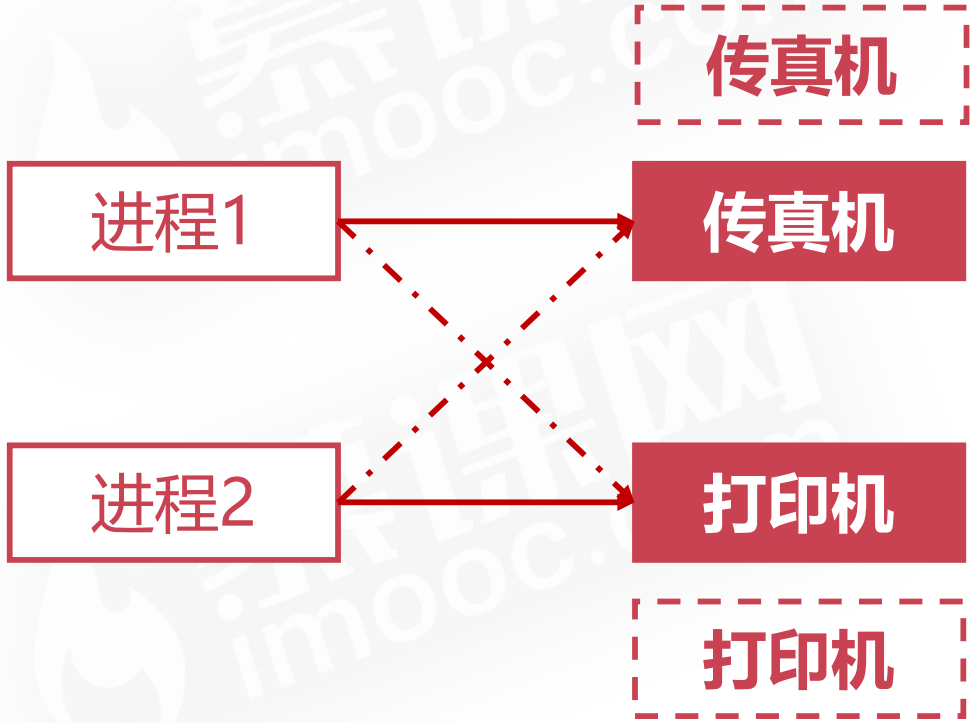
- 共享资源数量不满足各个进程需求
- 各个进程之间发生资源进程导致死锁

死锁的产生

竞争资源

作业管理之死锁

死锁



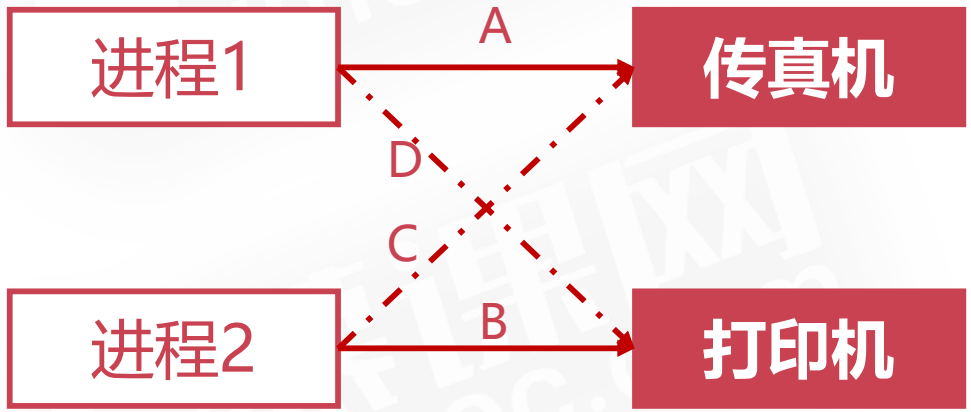
- 等待请求的资源被释放
- 自身占用资源不释放

死锁的产生

竞争资源

作业管理之死锁

死锁



A→B→C→D

A→D→B→C

死锁的产生

进程调度顺序不当

作业管理之死锁

死锁

- 互斥条件
- 请求保持条件
- 不可剥夺条件
- 环路等待条件

死锁的四个必要条件

作业管理之死锁

死锁

- 进程对资源的使用是排他性的使用
- 某资源只能由一个进程使用，其他进程需要使用只能等待

互斥条件

作业管理之死锁

死锁

- 进程至少保持一个资源，又提出新的资源请求
- 新资源被占用，请求被阻塞
- 被阻塞的进程不释放自己保持的资源

请求保持条件

作业管理之死锁

死锁

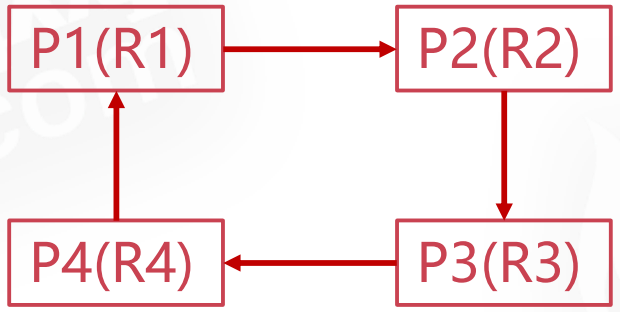
- 进程获得的资源在未完成使用前不能被剥夺
- 获得的资源只能由进程自身释放

不可剥夺条件

作业管理之死锁

死锁

- 发生死锁时，必然存在进程-资源环形链



环路等待条件

作业管理之死锁

死锁

- 死锁的产生
- 死锁的处理

作业管理之死锁

死锁

- 预防死锁的方法
- 银行家算法

作业管理之死锁

死锁

- 互斥条件
- 请求保持条件
- 不可剥夺条件
- 环路等待条件

预防死锁的方法

作业管理之死锁

死锁

- 系统规定进程运行之前，一次性申请所有需要的资源
- 进程在运行期间不会提出资源请求，从而摒弃请求保持条件

预防死锁的方法

摒弃请求保持条件

作业管理之死锁

死锁

- 当一个进程请求新的资源得不到满足时，必须释放占有的资源
- 进程运行时占有的资源可以被释放，意味着可以被剥夺

预防死锁的方法

摒弃不可剥夺条件

作业管理之死锁

死锁

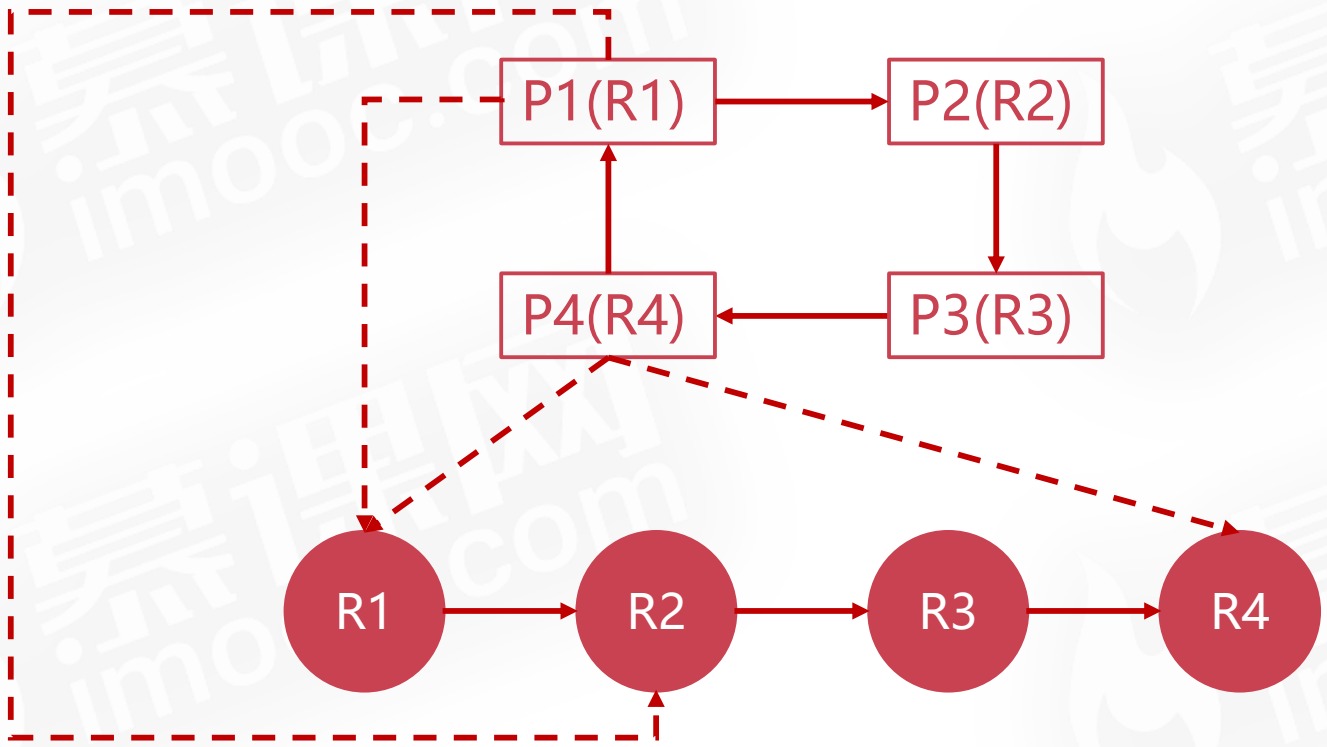
- 可用资源线性排序，申请必须按照需要递增申请
- 线性申请不再形成环路，从而摒弃了环路等待条件

预防死锁的方法

摒弃环路等待条件

作业管理之死锁

死锁



预防死锁的方法

摒弃环路等待条件

作业管理之死锁

死锁

- 预防死锁的方法
- 银行家算法

作业管理之死锁

死锁

- 是一个可操作的著名的避免死锁的算法
- 以银行借贷系统分配策略为基础的算法

银行家算法

作业管理之死锁

死锁

- 客户申请的贷款是有限的，每次申请需声明最大资金量
- 银行家在能够满足贷款时，都应该给用户贷款
- 客户在使用贷款后，能够及时归还贷款

银行家算法

作业管理之死锁

死锁

	A	B	C	D
P1	0	0	1	4
P2	1	4	3	2
P3	1	3	5	4
P4	1	0	0	0

已分配资源表

	A	B	C	D
P1	0	6	5	6
P2	1	9	4	2
P3	1	3	5	6
P4	1	7	5	0

所需资源表

A	B	C	D
1	5	2	0

可分配资源表

作业管理之死锁

	A	B	C	D
P1	0	6	5	6
P2	1	9	4	2
P3	1	3	5	6
P4	1	7	5	0

所需资源表

−

	A	B	C	D
P1	0	0	1	4
P2	1	4	3	2
P3	1	3	5	4
P4	1	0	0	0

已分配资源表

A	B	C	D
1	5	2	0

可分配资源表

	A	B	C	D
P1	0	6	4	2
P2	0	5	1	0
P3	0	0	0	2
P4	0	7	5	0

还需分配资源表

作业管理之死锁

	A	B	C	D
P1	0	6	5	6
P2	1	9	4	2
P3	1	3	5	6
P4	1	7	5	0

所需资源表

	A	B	C	D
P1	0	0	1	4
P2	1	4	3	2
P3	1	3	5	4
P4	1	0	0	0

已分配资源表

A	B	C	D
1	5	2	0

可分配资源表

	A	B	C	D
P1	0	6	4	2
P2	0	5	1	0
P3	0	0	0	2
P4	0	7	5	0

还需分配资源表

作业管理之死锁

	A	B	C	D
P1	0	6	5	6
P2	1	9	4	2
P3	1	3	5	6
P4	1	7	5	0

所需资源表

−

	A	B	C	D
P1	0	0	1	4
P2	1	4	3	2
P3	1	3	5	4
P4	1	0	0	0

已分配资源表

A	B	C	D
1	5	2	0

可分配资源表

=

	A	B	C	D
P1	0	6	4	2
P2	0	5	1	0
P3	0	0	0	2
P4	0	7	5	0

还需分配资源表

作业管理之死锁

	A	B	C	D
P1	0	6	5	6
P2	1	9	4	2
P3	1	3	5	6
P4	1	7	5	0

所需资源表

	A	B	C	D
P1	0	0	1	4
P2	1	4	3	2
P3	1	3	5	4
P4	1	0	0	0

已分配资源表

A	B	C	D
1	5	2	0

可分配资源表

	A	B	C	D
P1	0	6	4	2
P2	0	5	1	0
P3	0	0	0	2
P4	0	7	5	0

还需分配资源表

作业管理之死锁

	A	B	C	D
P1	0	6	5	6
P2	1	9	4	2
P3	1	3	5	6
P4	1	7	5	0

所需资源表

−

	A	B	C	D
P1	0	0	1	4
P2	1	4	3	2
P3	1	3	5	4
P4	1	0	0	0

已分配资源表

A	B	C	D
1	5	2	0

可分配资源表

=

	A	B	C	D
P1	0	6	4	2
P2	0	5	1	0
P3	0	0	0	2
P4	0	7	5	0

还需分配资源表

作业管理之死锁

死锁

- 死锁的产生
- 死锁的处理

存储管理之内存分配与回收

早期计算机编程并不需要过多的存储管理

随着计算机和程序越来越复杂，存储管理成为必要

- 确保计算机有足够的内存处理数据
- 确保程序可以从可用内存中获取一部分内存使用
- 确保程序可以归还使用后的内存以供其他程序使用

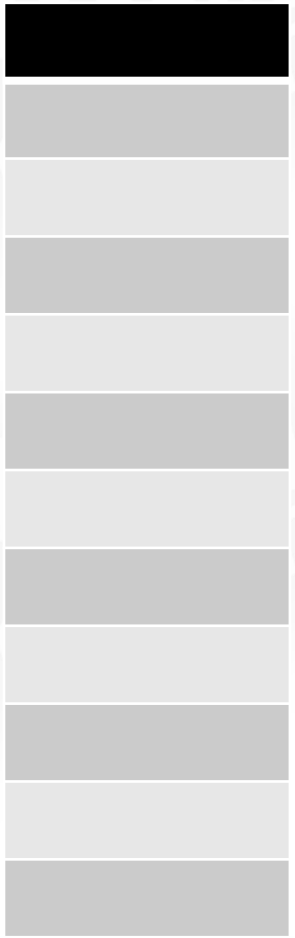
存储管理之内存分配与回收

- 内存分配的过程
- 内存回收的过程

存储管理之内存分配与回收

内存分配的过程

- 单一连续分配是最简单的内存分配方式
- 只能在单用户、单进程的操作系统中使用

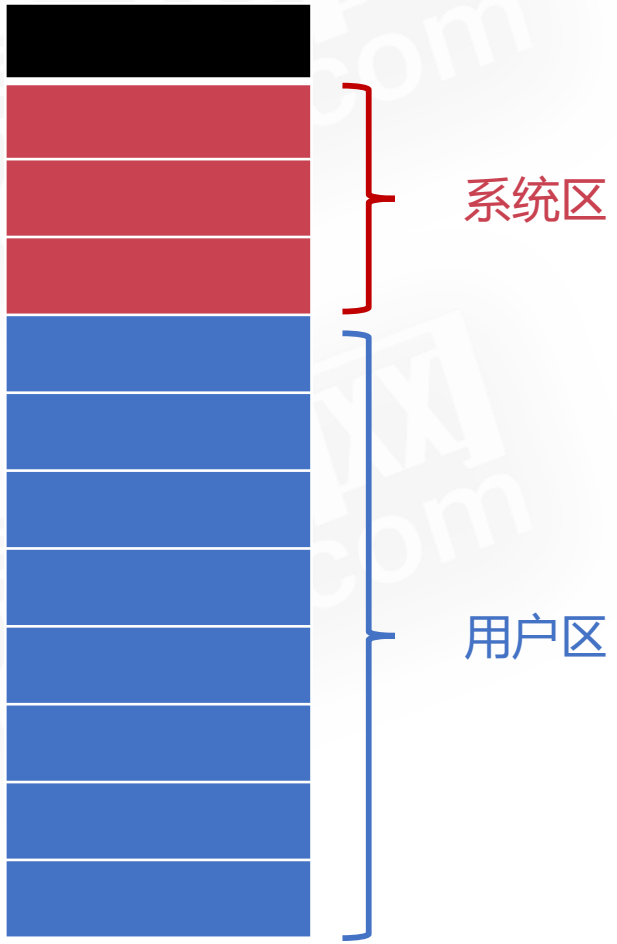


单一连续分配

存储管理之内存分配与回收

内存分配的过程

- 单一连续分配是最简单的内存分配方式
- 只能在单用户、单进程的操作系统中使用



单一连续分配

存储管理之内存分配与回收

内存分配的过程

- 固定分区分配是支持多道程序的最简单存储分配方式
- 内存空间被划分为若干固定大小的区域
- 每个分区只提供给一个程序使用，互不干扰

固定分区分配

存储管理之内存分配与回收

内存分配的过程

- 根据进程实际需要，动态分配内存空间
- 相关数据结构、分配算法

动态分区分配

存储管理之内存分配与回收

内存分配的过程

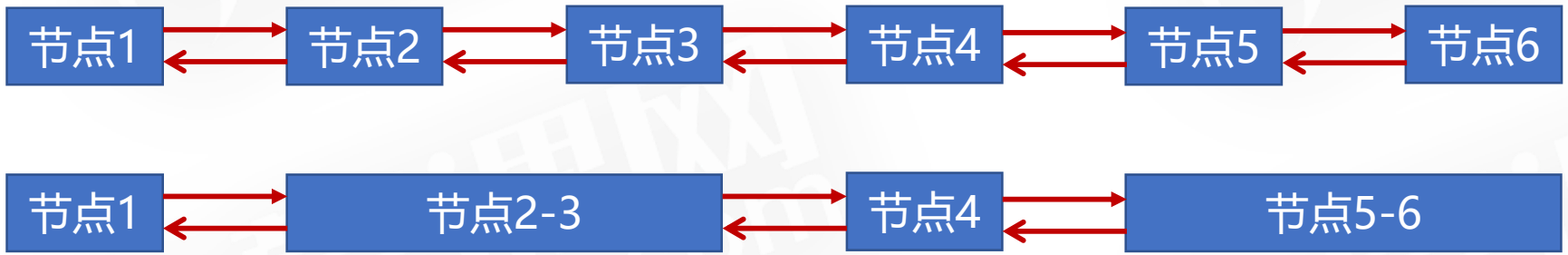
分区	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
标记	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0

动态分区分配

动态分区空闲表数据结构

存储管理之内存分配与回收

内存分配的过程



- 节点需记录可存储的容量

动态分区分配

动态分区空闲链数据结构

存储管理之内存分配与回收

内存分配的过程

- 首次适应算法(FF算法)
- 最佳适应算法(BF算法)
- 快速适应算法(QF算法)

动态分区分配

动态分区分配算法

存储管理之内存分配与回收

内存分配的过程

- 分配内存时从开始顺序查找适合内存区
- 若没有合适的空闲区，则该次分配失败

动态分区分配

动态分区分配算法

首次适应算法

存储管理之内存分配与回收

内存分配的过程

- 分配内存时从开始顺序查找适合内存区
- 若没有合适的空闲区，则该次分配失败

动态分区分配

动态分区分配算法

首次适应算法

存储管理之内存分配与回收

内存分配的过程

- 分配内存时从开始顺序查找适合内存区
- 若没有合适的空闲区，则该次分配失败
- 每次从头部开始，使得头部地址空间不断被划分

动态分区分配

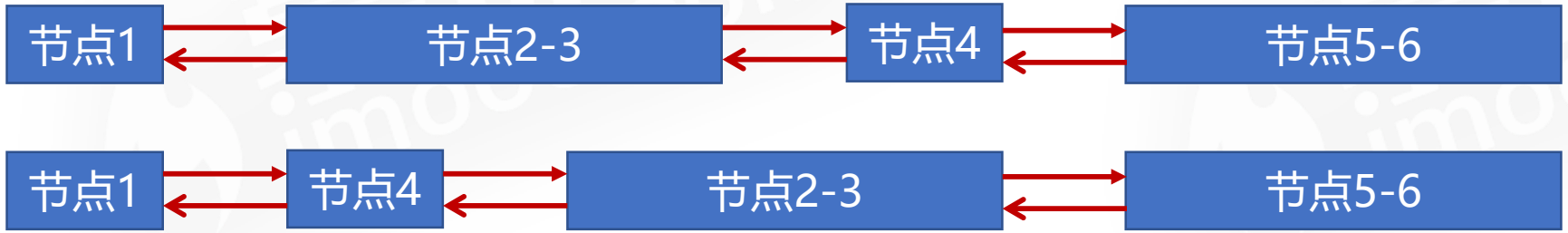
动态分区分配算法

首次适应算法

存储管理之内存分配与回收

内存分配的过程

- 最佳适应算法要求空闲区链表按照容量大小排序
- 遍历空闲区链表找到最佳合适空闲区



动态分区分配

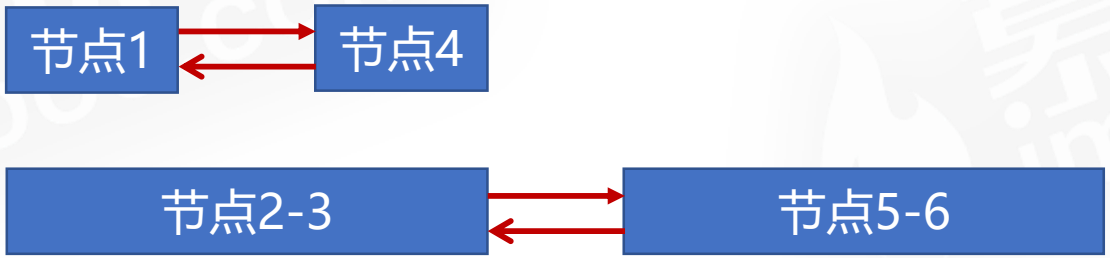
动态分区分配算法

最佳适应算法

存储管理之内存分配与回收

内存分配的过程

- 快速适应算法要求有多个空闲区链表
- 每个空闲区链表存储一种容量的空闲区



动态分区分配

动态分区分配算法

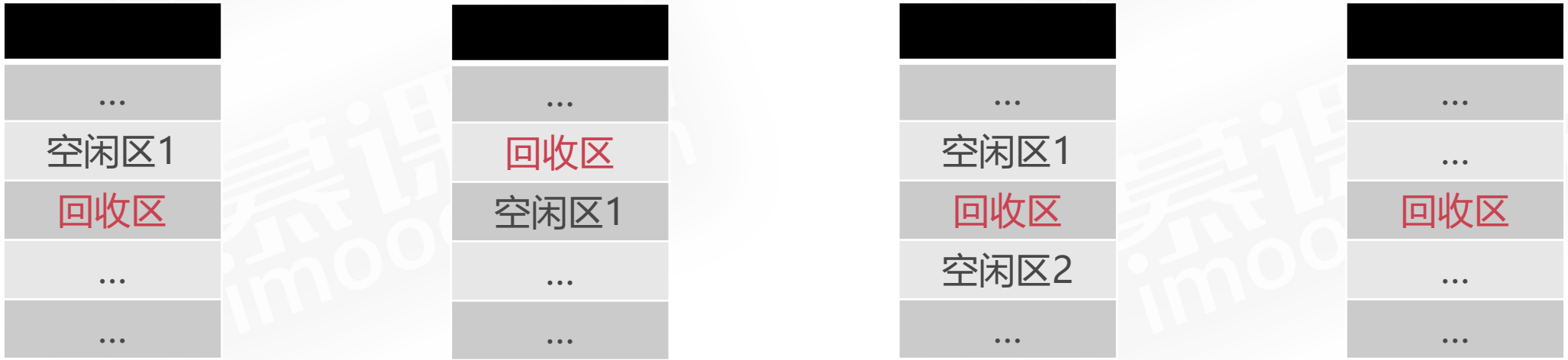
快速适应算法

存储管理之内存分配与回收

- 内存分配的过程
- 内存回收的过程

存储管理之内存分配与回收

内存回收的过程



存储管理之内存分配与回收

内存回收的过程

- 不需要新建空闲链表节点
- 只需要把空闲区1的容量增大为空闲区即可

存储管理之内存分配与回收

内存回收的过程

- 将回收区与空闲区合并
- 新的空闲区使用回收区的地址

存储管理之内存分配与回收

内存回收的过程

- 将空闲区1、空闲区2和回收区合并
- 新的空闲区使用空闲区1的地址

存储管理之内存分配与回收

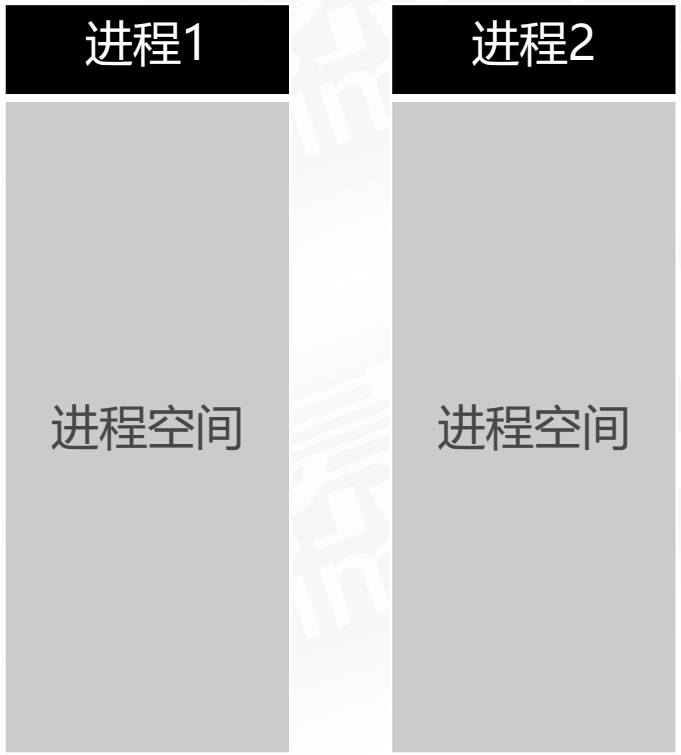
内存回收的过程

- 为回收区创建新的空闲节点
- 插入到相应的空闲区链表中去

存储管理之内存分配与回收

- 内存分配的过程
- 内存回收的过程

存储管理之段页式存储管理



存储管理之段页式存储管理

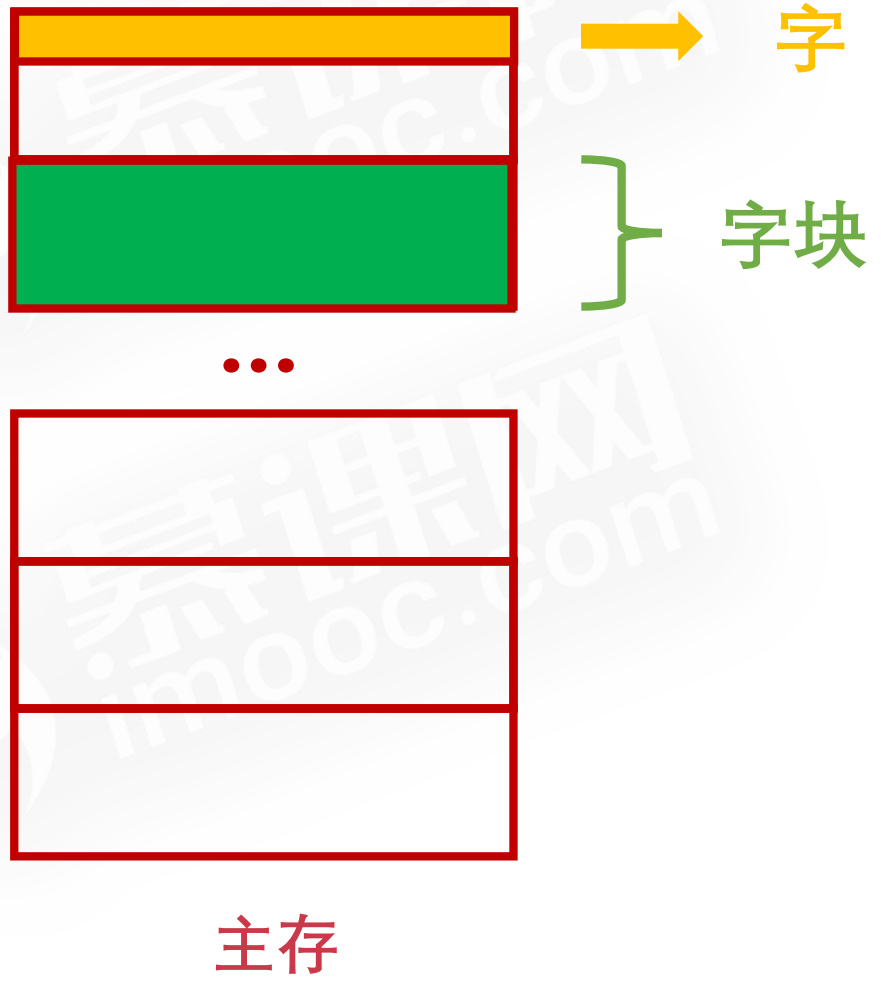
- 页式存储管理
- 段式存储管理
- 段页式存储管理

存储管理之段页式存储管理

页式存储管理

页面

- 字块是相对物理设备的定义
- 页面则是相对逻辑空间的定义



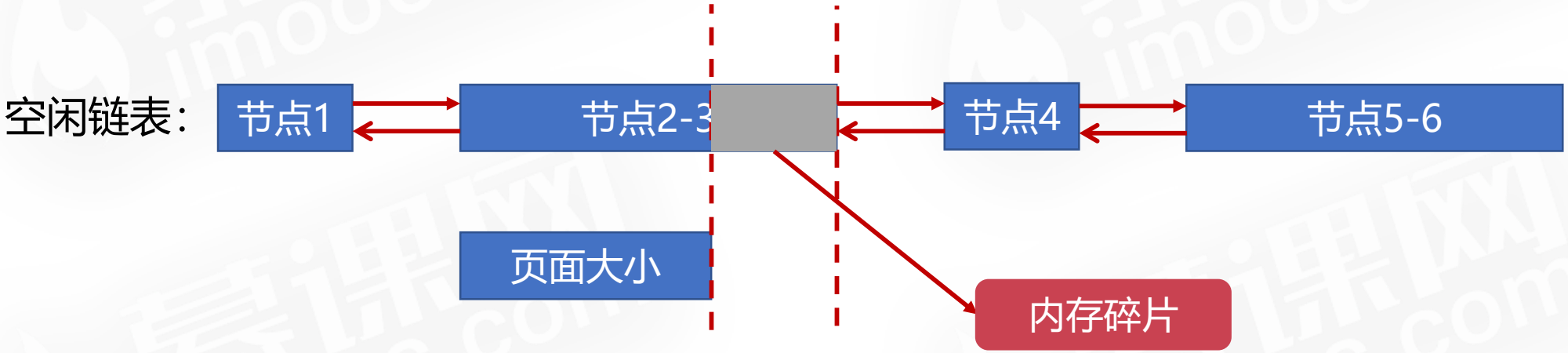
存储管理之段页式存储管理

页式存储管理

- 将进程逻辑空间等分成若干大小的页面
- 相应的把物理内存空间分成与页面大小的物理块
- 以页面为单位把进程空间装进物理内存中分散的物理块

存储管理之段页式存储管理

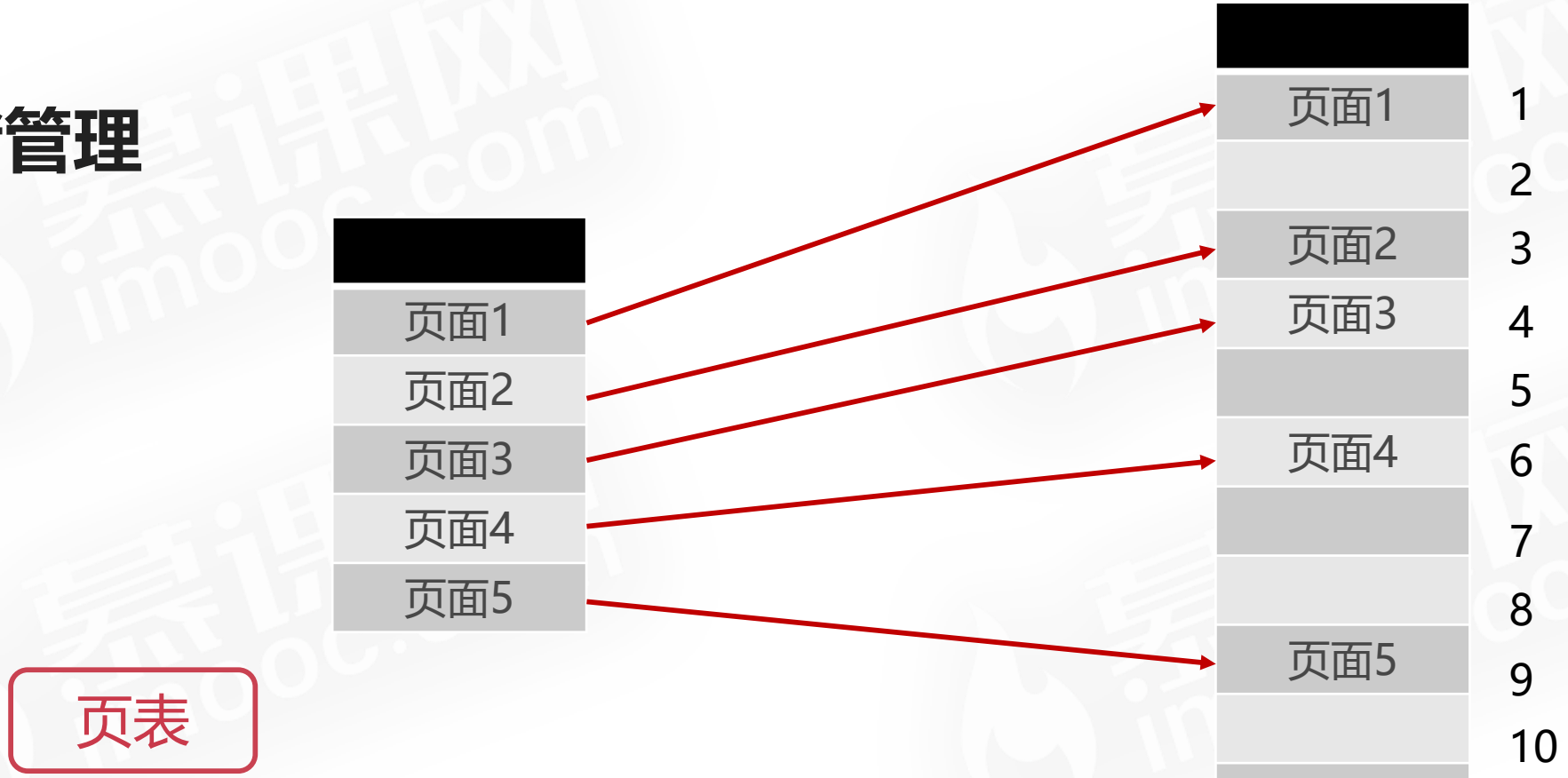
页式存储管理



- 页面大小应该适中，过大难以分配，过小内存碎片过多
- 页面大小通常是512B~8K

存储管理之段页式存储管理

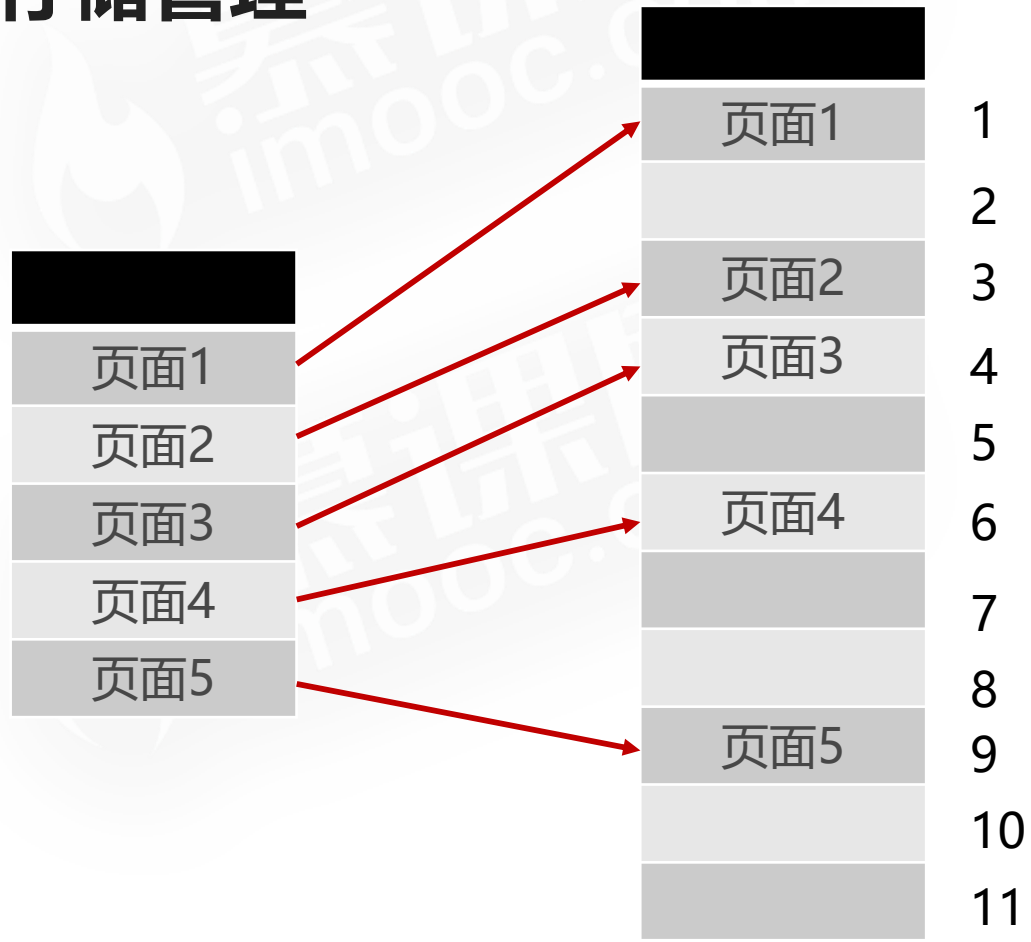
页式存储管理



- 页表记录进程逻辑空间与物理空间的映射

存储管理之段页式存储管理

页式存储管理



页面	字块
1	1
2	3
3	4
4	6
5	9

页表

页号	页内偏移

地址

存储管理之段页式存储管理

页式存储管理

现代计算机系统中，可以支持非常大的逻辑地址空间（2^32~2^64），这样，页表就变得非常大，要占用非常大的内存空间，如，具有32位逻辑地址空间的分页系统，规定页面大小为4KB，则在每个进程页表中的页表项可达1M(2^20)个，如果每个页表项占用1Byte，故每个进程仅仅页表就要占用1MB的内存空间。

32位系统进程的寻址空间为4G

4G/4KB=2^20

多级页表

存储管理之段页式存储管理

页式存储管理

页面	字块
1	7
2	300
3	442
…	645
n	911

页面	字块
1	8
2	301
3	443
…	647
1024	913

页面	字块
1	90
2	302
3	445
…	649
1024	917

…

主存

存储管理之段页式存储管理

页式存储管理

- 将进程逻辑空间等分成若干大小的页面
- 相应的把物理内存空间分成与页面大小的物理块
- 以页面为单位把进程空间装进物理内存中分散的物理块

有一段连续的逻辑分布在多个页面中，将大大降低执行效率

存储管理之段页式存储管理

- 页式存储管理
- 段式存储管理

存储管理之段页式存储管理

段式存储管理

- 将进程逻辑空间划分成若干段（非等分）
- 段的长度由连续逻辑的长度决定
- 主函数MAIN、子程序段X、子函数Y等

存储管理之段页式存储管理

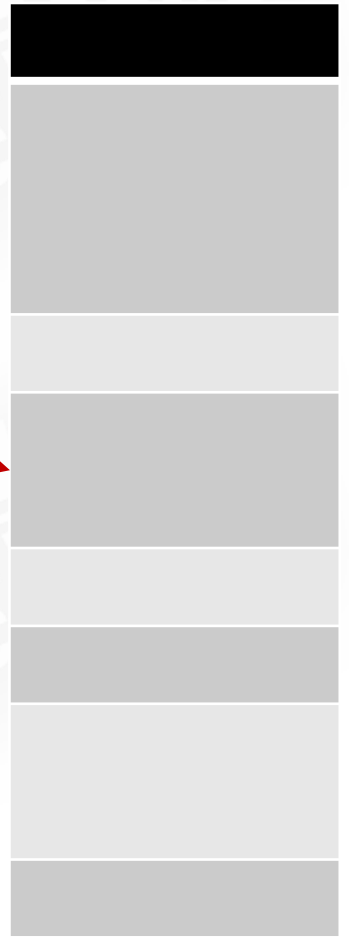
段式存储管理

段号	基址	段长
1	10k	30k
2	40k	10k
3	50k	40k
…	…	…
n	…	…

段表

段号	段内偏移

段地址



主存

存储管理之段页式存储管理

段式存储管理

段式存储和页式存储都离散地管理了进程的逻辑空间

- 页是物理单位，段是逻辑单位
- 分页是为了合理利用空间，分段是满足用户要求
- 页大小由硬件固定，段长度可动态变化
- 页表信息是一维的，段表信息是二维的

存储管理之段页式存储管理

- 页式存储管理
- 段式存储管理
- 段页式存储管理

存储管理之段页式存储管理

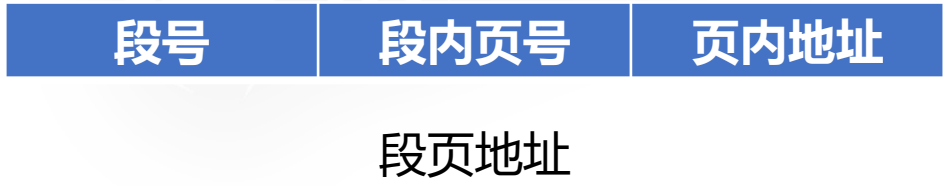
段页式存储管理

- 分页可以有效提高内存利用率（虽然说存在页内碎片）
- 分段可以更好满足用户需求
- 两者结合，形成段页式存储管理

存储管理之段页式存储管理

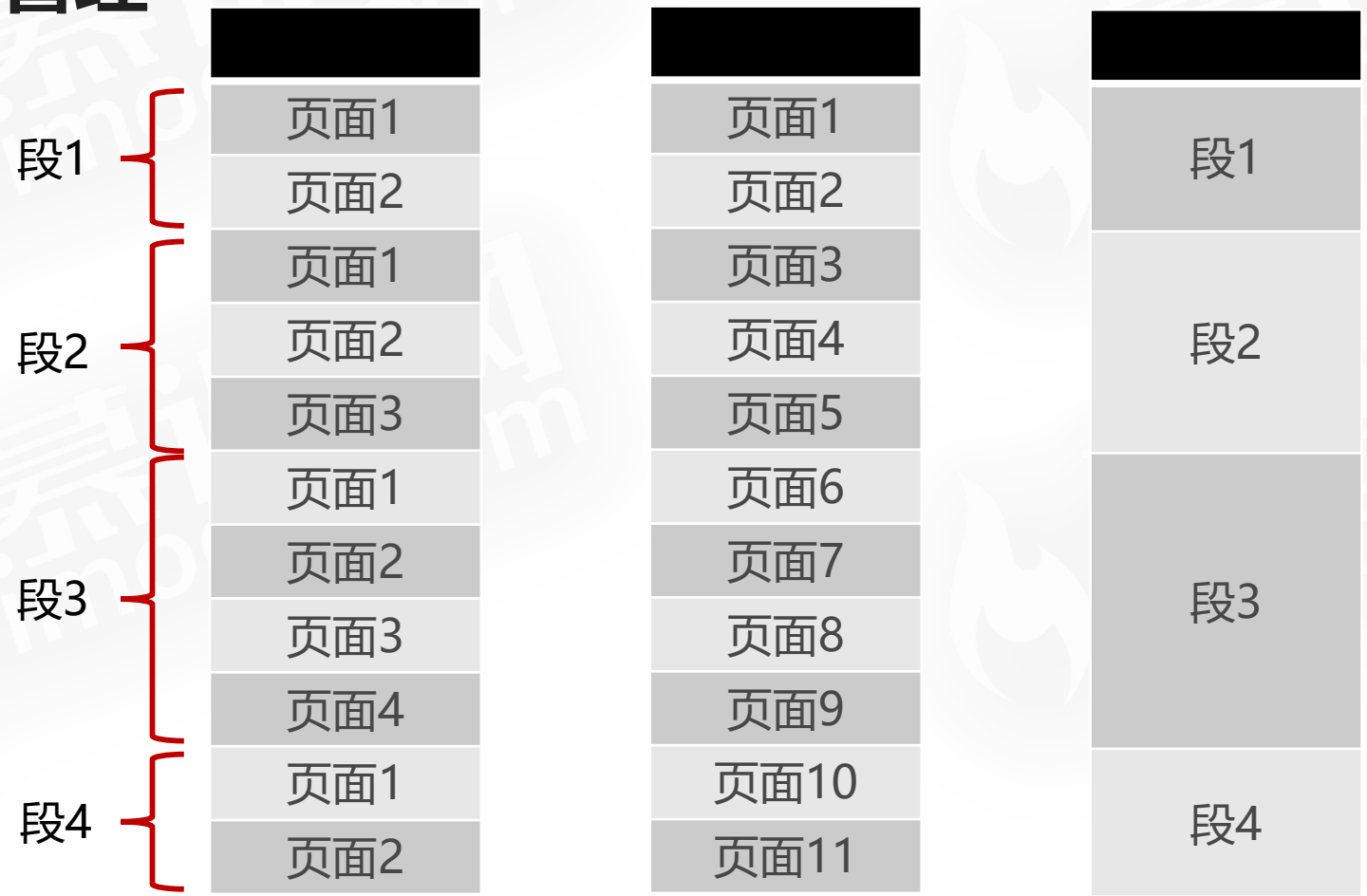
段页式存储管理

- 先将逻辑空间按段式管理分成若干段
- 再把段内空间按页式管理等分成若干页



存储管理之段页式存储管理

段页式存储管理



存储管理之段页式存储管理

- 页式存储管理
- 段式存储管理
- 段页式存储管理

存储管理之虚拟内存

一个游戏十几G，物理内存只有4G，那这个游戏是怎么运行起来的?

存储管理之虚拟内存

- 虚拟内存概述
- 程序的局部性原理
- 虚拟内存的置换算法

存储管理之虚拟内存

虚拟内存概述

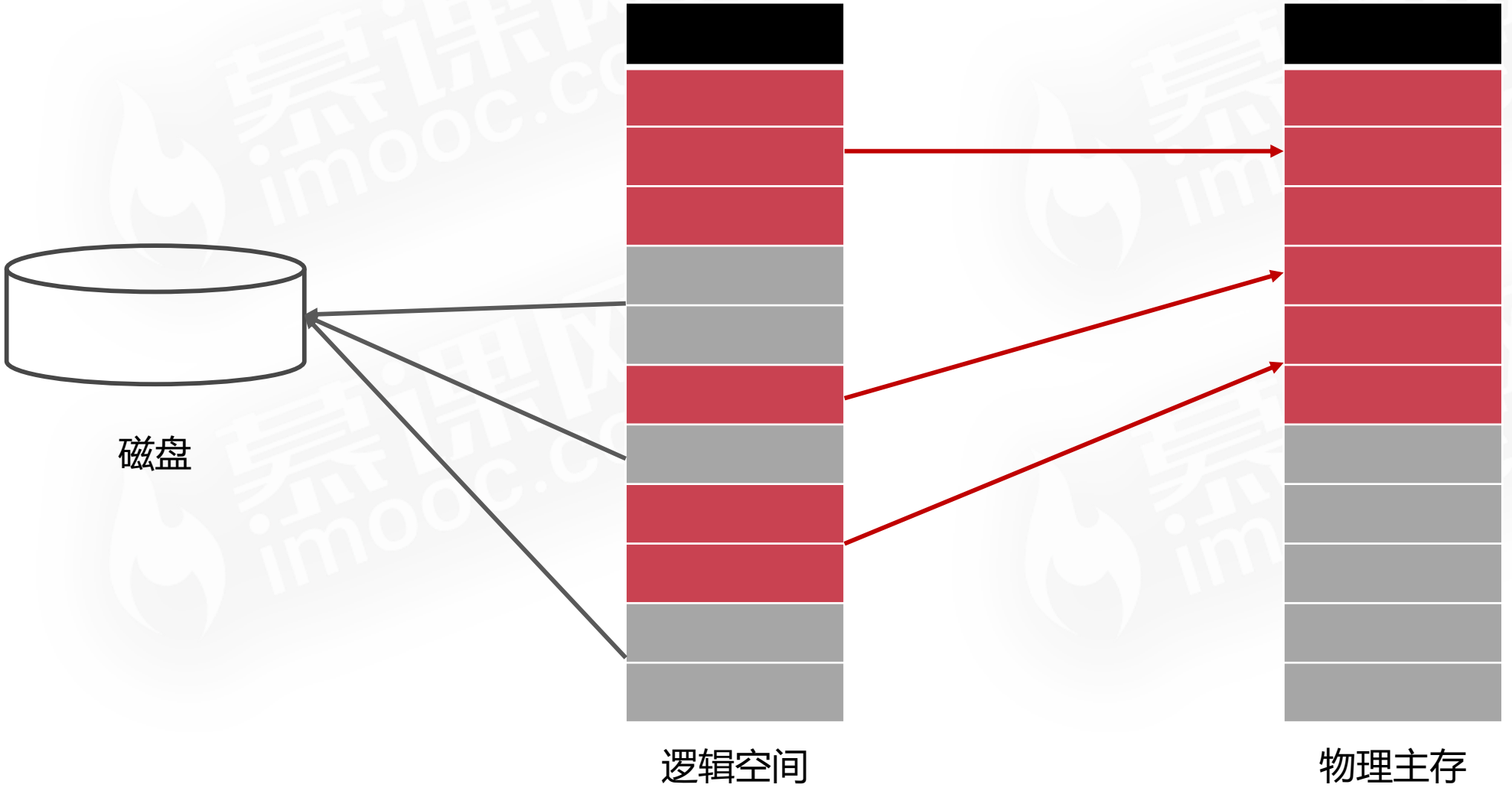
- 有些进程实际需要的内存很大，超过物理内存的容量
- 多道程序设计，使得每个进程可用物理内存更加稀缺
- 不可能无限增加物理内存，物理内存总有不够的时候

存储管理之虚拟内存

虚拟内存概述

- 虚拟内存是操作系统内存管理的关键技术
- 使得多道程序运行和大程序运行成为现实
- 把程序使用内存划分，将部分暂时不使用的内存放置在辅存

存储管理之虚拟内存



存储管理之虚拟内存

- 虚拟内存概述
- 程序的局部性原理

存储管理之虚拟内存

程序的局部性原理

局部性原理是指CPU访问存储器时，无论是存取指令还是存取数据，所访问的存储单元都趋于聚集在一个较小的连续区域中。

局部性原理

存储管理之虚拟内存

程序的局部性原理

- 程序运行时，无需全部装入内存，装载部分即可
- 如果访问页不在内存，则发出缺页中断，发起页面置换
- 从用户层面看，程序拥有很大的空间，即是虚拟内存

虚拟内存实际是对物理内存的补充，速度接近于内存，成本接近于辅存

存储管理之虚拟内存

- 虚拟内存概述
- 程序的局部性原理
- 虚拟内存的置换算法

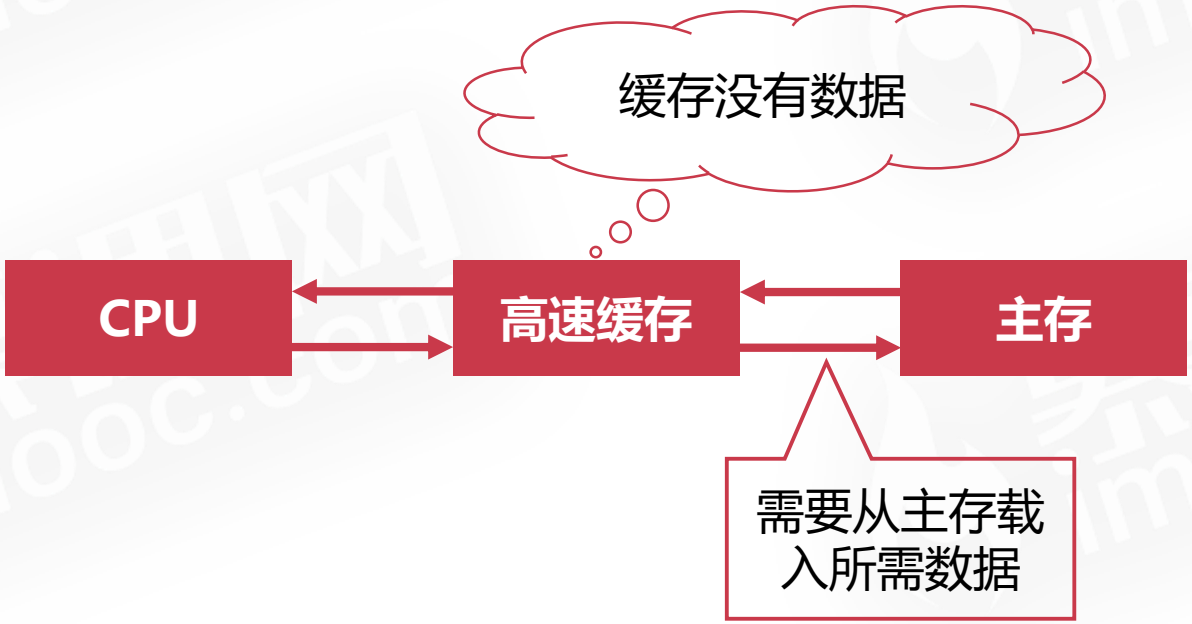
存储管理之虚拟内存

虚拟内存的置换算法

- 先进先出算法(FIFO)
- 最不经常使用算法(LFU)
- 最近最少使用算法(LRU)

存储管理之虚拟内存

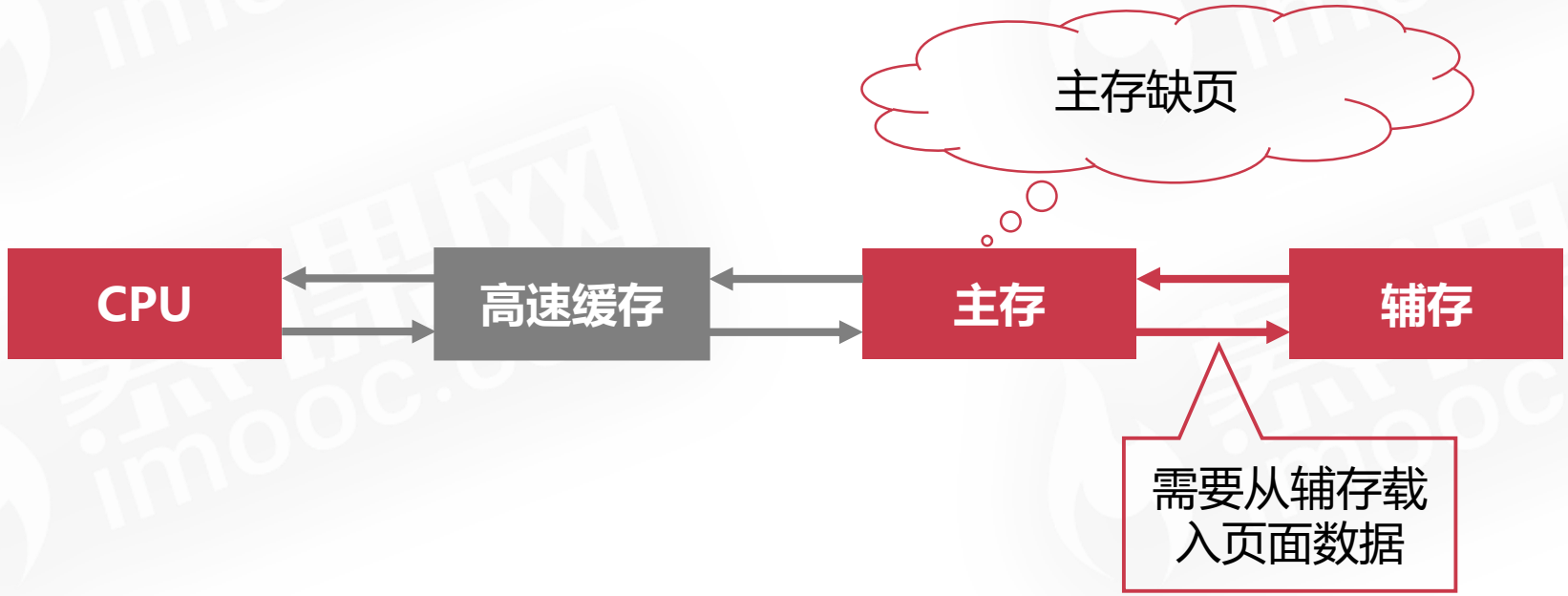
虚拟内存的置换算法



高速缓存的替换时机

存储管理之虚拟内存

虚拟内存的置换算法



主存页面的替换时机

存储管理之虚拟内存

虚拟内存的置换算法

- 替换策略发生在Cache-主存层次、主存-辅存层次
- Cache-主存层次的替换策略主要是为了解决速度问题
- 主存-辅存层次主要是为了解决容量问题

存储管理之虚拟内存

- 虚拟内存概述
- 程序的局部性原理
- 虚拟内存的置换算法

Linux的存储管理

- Buddy内存管理算法
- Linux交换空间

Linux的存储管理

Buddy内存管理算法

- Buddy算法是经典的内存管理算法
- 算法基于计算机处理二进制的优势具有极高的效率
- 算法主要是为了解决内存外碎片的问题

Linux的存储管理

Buddy内存管理算法

内部碎片是已经被分配出去（能明确指出属于哪个进程）的内存空间大于请求所需的内存空间，不能被利用的内存空间就是内部碎片。

外部碎片是指还没有分配出去（不属于任何进程），但是由于大小而无法分配给申请内存空间的新进程的内存空闲块。

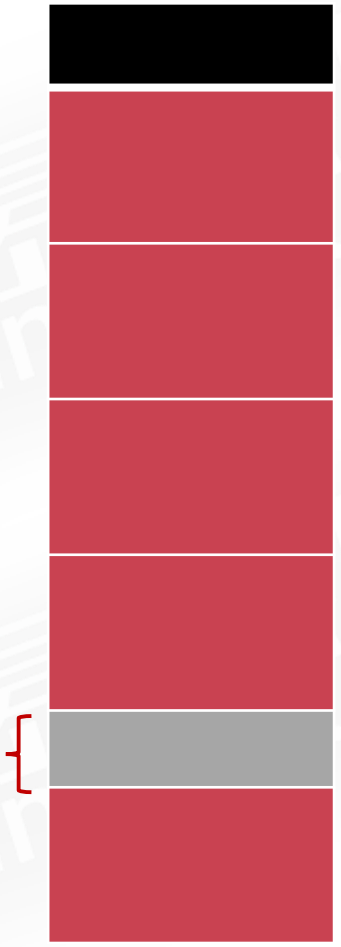
页内碎片

页外碎片

Linux的存储管理

Buddy内存管理算法

页内碎片



页外碎片

Linux的存储管理

Buddy内存管理算法

努力让内存分配与相邻内存合并能快速进行

Linux的存储管理

Buddy内存管理算法

- 向上取整为2的幂大小
  - 70k→128k
  - 129k→256k
  - 666k→1024k

内存分配原则

Linux的存储管理

Buddy内存管理算法

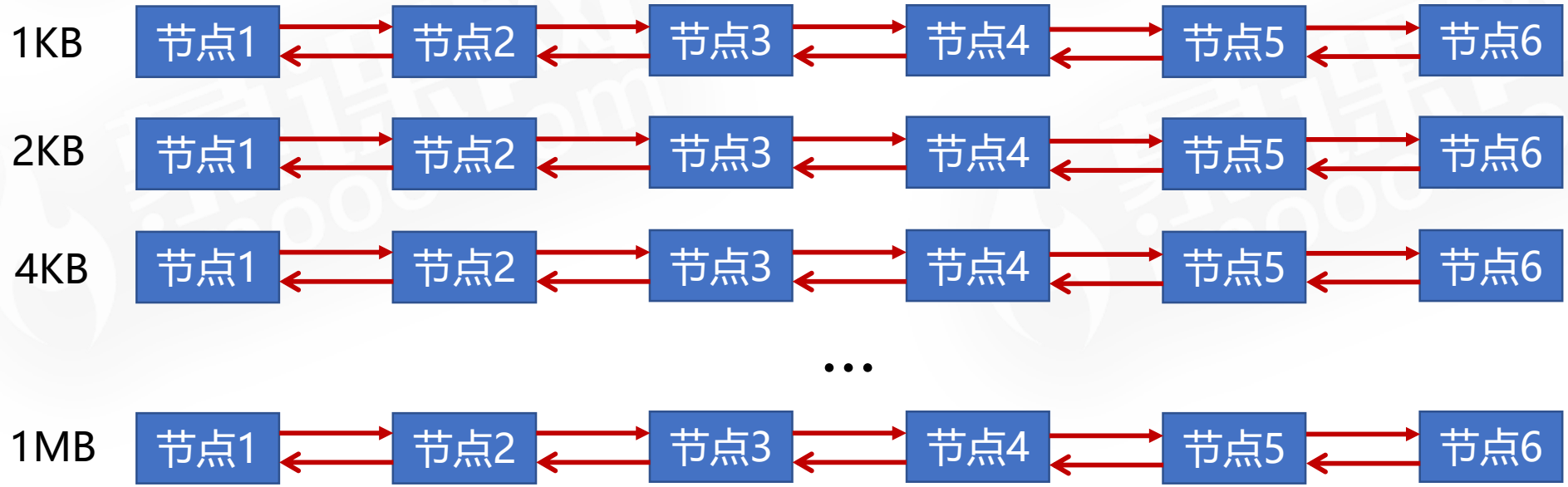
- “伙伴”指的是内存的“伙伴”
- 一片连续内存的“伙伴”是相邻的另一片大小一样的连续内存

伙伴系统

Linux的存储管理

Buddy内存管理算法

- 创建一系列空闲块链表，每一种都是2的幂



Linux的存储管理

Buddy内存管理算法

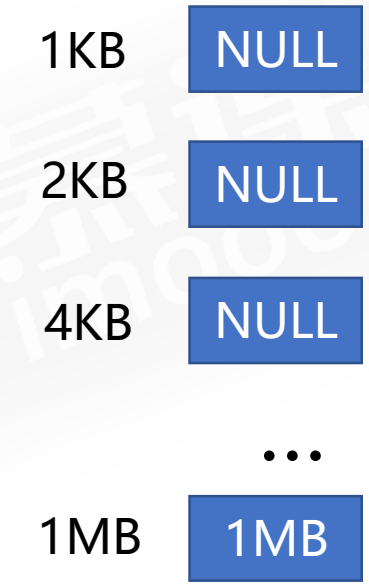
- 假设存储空间有1M大小

Linux的存储管理

Buddy内存管理算法

◆ 分配100k内存

1. 100k向上取2的幂=128k
2. 查询是否有128k空闲内存块?
3. 没有！查询是否有256k空闲内存块?
4. 没有！查询是否有512k空闲内存块?
5. 没有！查询是否有1M空闲内存块?



Linux的存储管理

Buddy内存管理算法

◆ 分配100k内存

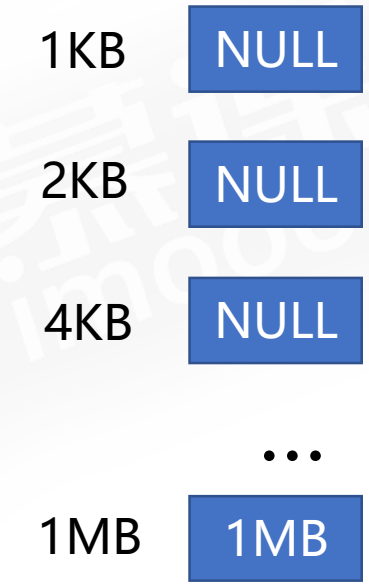
6. 有，摘下1M空闲内存块，分配出去
7. 拆下512k放在512k的空闲链表，其余的分配出去
8. 拆下256k放在256k的空闲链表，其余的分配出去
9. 拆下128k放在128k的空闲链表，其余的分配出去
10. 分配完毕

Linux的存储管理

Buddy内存管理算法

- 回收刚才分配的内存

1. 判断刚才分配的内存伙伴在空闲链表上吗?
2. 在！移除伙伴，合并为256k空闲内存，判断
3. 在！移除伙伴，合并为512k空闲内存，判断
4. 在！移除伙伴，合并为1M空闲内存
5. 插入1M空闲链表，回收完成



Linux的存储管理

Buddy内存管理算法

- Buddy算法是经典的内存管理算法
- 算法基于计算机处理二进制的优势具有极高的效率
- 算法主要是为了解决内存外碎片的问题

内存外碎片问题 → 内存内碎片问题

Linux的存储管理

- Buddy内存管理算法
- Linux交换空间

Linux的存储管理

Linux交换空间

- 交换空间(Swap)是磁盘的一个分区
- Linux物理内存满时，会把一些内存交换至Swap空间
- Swap空间是初始化系统时配置的

Linux的存储管理

Linux交换空间

查看系统Swap空间→

Linux的存储管理

Linux交换空间

- 冷启动内存依赖
- 系统睡眠依赖
- 大进程空间依赖

Linux的存储管理

Linux交换空间

- Swap空间存在于磁盘
- Swap空间与主存发生置换
- Swap空间是操作系统概念
- Swap空间解决系统物理内存不足问题

Swap空间

VS

- 虚拟内存存在于磁盘
- 虚拟内存与主存发生置换
- 虚拟内存是进程概念
- 虚拟内存解决进程物理内存不足问题

虚拟内存

Linux的存储管理

- Buddy内存管理算法
- Linux交换空间