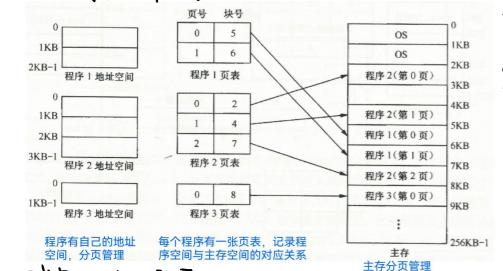


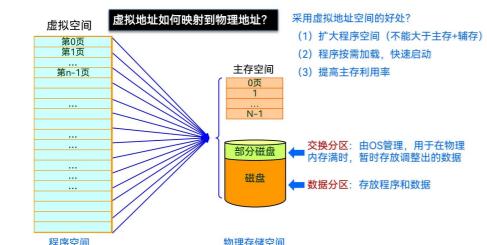
多任务和复杂程序需内存空间起物理内存，在有限内存较多，较大用户程序利用虚拟内存扩大寻址空间
现代用虚拟存储器进行存储保护、资源共享
主存、辅存与硬件管理提供比实际大得多的存储空间（用类似Cache的原理，提高效率）
用户感觉到一个速度接近主存而容量极大的存储器

页映像存储概念



操作系统调度内存的使用，通过对每一页设置访问权限
保护系统内核，通过限制内存边界避免某个进程破坏其它进程数据

页式虚拟地址空间

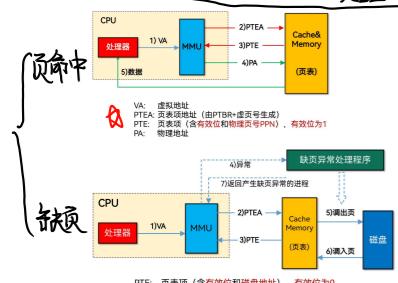


页式虚拟存储器地址映射



缺页(page fault)处理 \Rightarrow 页表指示虚拟内存不在内存中

进程挂起 \Rightarrow OS 将数据从磁盘迁到内存 \Rightarrow OS 负责替换策略，修改页表
唤醒



PTE: 页表项 (含有效位和磁盘地址)，有效位为0

TLB 加速虚拟存储器地址转换

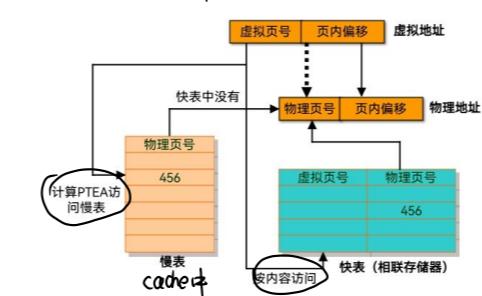
TLB 转换旁路缓冲器，小容量 cache

TLB 全写

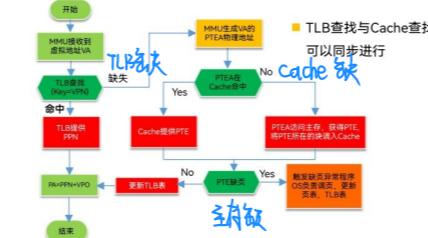
↑ 替换策略，转换率更快

全相联无锁部分

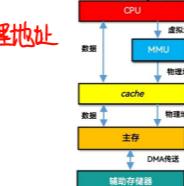
缓快慢表的内部地址转换(全相联映射) 顺序 VPN



虚拟地址 \Rightarrow 物理地址流程



虚地址计算机存储器结构



cache \leftarrow PTE 缓 \Rightarrow 地址

TLB 快 \Rightarrow CAM



最好情况：访问两次 cache
较坏情况：访问两次主存
最坏情况：缺页，访问多次主存，且需访问外存

异
VM 未命中性能损失远大于 Cache
VM 由硬件+OS 管理，Cache 由硬件管理
将程序中常用部分留在较高速存储器内
数据写入由硬件+OS 完成，对用户透明
利用程序局部性，使存储系统性能能接近于高速存储；容量小而频率近似高速存储器

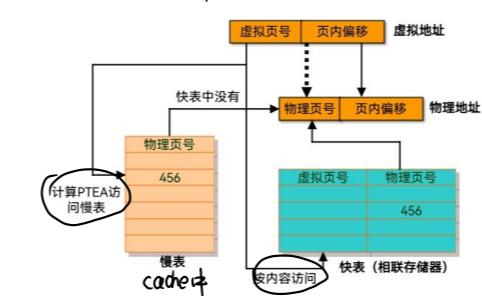
同
程序按需载入
高速存储器分块页
主存满后将不用程序数据淘汰或交换到辅存中

TLB 全写

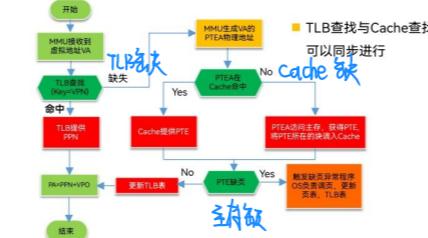
↑ 替换策略，转换率更快

全相联无锁部分

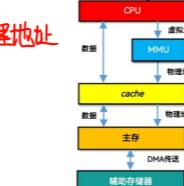
缓快慢表的内部地址转换(全相联映射) 顺序 VPN



虚拟地址 \Rightarrow 物理地址流程

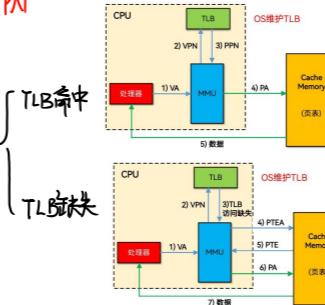


虚地址计算机存储器结构



异
VM 未命中性能损失远大于 Cache
VM 由硬件+OS 管理，Cache 由硬件管理
将程序中常用部分留在较高速存储器内
数据写入由硬件+OS 完成，对用户透明
利用程序局部性，使存储系统性能能接近于高速存储；容量小而频率近似高速存储器

同
程序按需载入
高速存储器分块页
主存满后将不用程序数据淘汰或交换到辅存中



理解虚拟存储器

编程阶段：程序员在比实际主存大得多的逻辑地址空间中编程

执行阶段：程序执行时，按需载入代码/数据，无需全部载入

实现：硬件+OS协作 \rightarrow OS 进行主存与磁盘间信息交换进行快慢表维护

\hookrightarrow MMU+TLB 转换地址

进程及进程上下文切换，角接分配

虚拟地址空间管理，缺页处理

存储器保护