

1. ① 不同存储器的价格与性能不同，针对计算机中不同需求选取适当的存储器可以在保障性能下提升性价比。
② 引入多级存储架构能缓解处理器与存储器速度不匹配问题，提升计算机效率。
2. ① 过大的页会引起内存碎片增加，因为有时进程只访问一部分页面，却被分配了整页，导致资源浪费性能降低。
② 过小的页会增大页表的大小，占用大量内存。此外TLB的捕获几率减小，降低了运行速度。
3. (1) ① 第0位 V：表示 PTE 是否有效，若为0，则未使用。
② 第1,2,3位 RWX 表示该页表访问权限，分别为可读、可写、可执行。
③ 第4位 U：表示是否在用户模式下能访问该页，U=1 能访问。
④ 第5位 G：指全局映射。
⑤ 第6位 A 表示虚拟页上一次 A 被清零后，是否读取或写入。
⑥ 第7位 b 表示自上次 A 清零后是否被写入。
- (2) 若能自己修改页表，则可修改 RWX 等值进行非法访问，破坏了权限机制。
- (3) 若 RWX 为0，则表示该表项指向的是下一级页表，不指向实际内存。
- 4-4. (1) PMP 保护机制的 XMR 寄存器是对页表条目进行更精确的控制，处理器会将 PMP 与页表条目对应的位进行逻辑与运算确定该条目的访问权限，这意味着能在硬件层面影响访问权限。
- (2) A 位 表示对相关 PMP 寄存器的地址匹配模式进行编码。A=0 时 i 级目录，A=1 表示任意范围的顶部边界，A=2 表示四字节区域自然对齐，A=3 表示二进制自然对齐。
- C 位：表示 PMP 条目是否被封锁，即是否忽略外界对其的写入。
- 4-5 (1) 一页大小 4KB，则页内偏移需 12 位，剩余 52 位用于存储索引。若使用单级页表，则共有 $2^{52} \cdot 8 = 2^{55}$ 字节 = 2^{15} TB。
- (2) 索引位下降为 36 位，共 $2^{36} \cdot 8 = 512$ GB。
- (3) 多级页表可以随着进程占用内存的增大而动态增加该进程页表数目，而不是直接分配大量内存给页表。