

May. 9th (W12) Chap 4

1. 速度越快的存储器，相同容量下成本相差很大，常见容量有数量级的差异。为在合适成本的条件下加快处理器对数据的读取，将频繁使用的少量数据用速度快、容量小的存储器，很少使用的大量数据用速度慢、容量大、成本低的存储器，这就形成了存储层级。

2. 过大的页会使页内偏移位较长，且该页在磁盘和内存间交换较慢；过小的页会增加页表所需的内存资源，虚拟页号/物理页号也更长，使译码更复杂。

3. (1) 

7	6	5	4	3	2	1	0	
...	D	A	G	U	X	W	R	V

 当各位为1(置位)时含义如下：

V: 该页表项(PTE)有效。R: 可读。W: 可写。X: 可执行。U: 用户模式可访问。

G: 指定全局映射。A: 已被访问。D: 已被写。

(2) 若用户进程可修改页表，则可能错误更改功能位；尤其是与权限有关的位将失去意义。

(3) XWR=000 表示该页表项指向下一一级页表，而不是对应物理地址的叶子项。

4. (1) PMP 应与页式虚拟存储共同工作。一条虚拟访存指令可能导致多个物理访存行为，PMP 根据 CSR 中的 XWR 位对每次物理访存进行检查，而 PTE 只进行页级的检查。

(2) A: 表示地址匹配模式，包括 00 智能、01 TOR、10 NA4、11 NAPOT，指定了将 pmpaddr 对应到物理地址的模式。

L: 表示该 PMP 项被锁定，即对应的 pmpcfg 和 pmpaddr 的写入均被忽略。硬件线程重置时解除锁定。

5. (1) 页大小为 4KB，需 12 位页内偏移，剩余 52 位产生  $2^{52}$  个页表项，每次 8B。  
共计  $2^{52} \times 8B = 2^{55} B = 32 PB$  空间用于存储页表。

$$(2) 2^{48-12} \times 8B = 2^{39} B = 512 GB$$

(3) 多级页表避免了所需空间随虚拟地址位数增多而指数增长。将虚拟地址分段，每段用于索引一级页表项，该项内容再作为地址参与索引下一级页表。每级实现的页表数可根据内存使用情况而调整。使用的内存很少时，可使每级只有一个页表，所需空间很小。