

5/10 第四章习题：

1. 存储层级：现代计算机按照距离处理器远近存储层级可分为多级，层级从上到下容量逐渐增大速度逐渐减慢，且单位容量的成本逐级降低。存储层级的需要主要是为了提高性价比、减少成本，通过存储层级让整体平均成本接近最低层，而其到达的性能接近最高层，同时增加容量和持久性；其次还可为架构调整易于满足不同需求。

2. 虚过大：在页面内部空间内存，即内存碎片，降低了访问页面的效率，同时增加页面置换开销，降低内存利用率。

虚过小：内存中会出现很多的未使用空间，即外部碎片，降低内存利用率；增加管理开销和页错误频率，影响性能。

3.(1) V位：指示 PTE (page-table entry) 是否有效，若 V=0 其他位都不起作用，且被软件自由使用。

R/W/X位：这三位分别指示这个内存是否可读、可写或可执行，其中 R 表示是否可读，W 表示是否可写，X 表示是否可执行（仅供参考）。

U 位：代表这个权限是否支持用户模式访问，当设置 U=1 时，用户模式的软件才能访问该页面。

G 位：指定了一个全局映射，全局映射指的是存在于所有地址空间的映射。

A 位：指示自从上次 A 位被清除后这个虚拟页是否被读取、写入或获取 (fetch) 过。

D 位：指示自从上次 D 位被清除后这个虚拟页是否被写入过。

(2) 若用户能随意修改页表，则用户可能会修改不应该改动的一些权限和一些指示信号的正确性，从而让系统中所规定的权限遭到破坏，且一些指示信号给出错误的指示，导致异常和错误的产生。

(3) 当 X/W/R 位全为 0，代表既不可读、不可写、不可执行，此时的 PTE 变成了指向下一级页表的指针。

4. (1) 需要注意的是 X/W/R 位是控制虚拟地址合法/与执行权限，而此处 PMP 中的 X/W/R 位是控制物理地址内的这片权限。

(2) L 位：指示 PMP entry 是否被锁定，当 PMP entry 被锁定时，写入数据将不会和相关地址寄存器的值匹配。

同时 L 位指示 R/W/X 位的操作权限是否被加在了机器模式，即当 L 位置位时，R/W/X 位允许会被加在所有特权模式下，而当 L 位被清零时，机器模式匹配 PMP 条目的访问会成为，R/W/X 位只会用于 SJL 模式之下。

A 位：进行地址匹配，与地址寄存器共同决定地址的范围。当 A=0 时，代表 PMP entry 无效，无地址匹配；

A=1 时，代表匹配任意一个地址范围的顶层地址；A=2 时代表匹配 4 字节地址范围；A=3 时匹配 8 字节地址范围 (包括了低 4 位)。

5.(1) 页面大小 $4KB = 2^{12}B \rightarrow$ 需要 2^{12} 位进行页内索引 $\therefore 64 - 12 = 52$ (位)。 \therefore 共需 $2^{52} \times 2^3 = 2^{55}B = 33554432G$ 空间

(2) 同理， $48 - 12 = 36$ (位)。 $2^{36} \times 2^3 = 2^{39}B = 512G \therefore$ 降低到 $512G$ 。

(3) 多级页表通过只为进程实际使用的那些虚拟地址内存已请求页表，省去大量未映射页表项，从而实现灵活分配空间。

此外多级页表采用分散分配的方式，提高内存利用率，降低存储开销。