

## 1. 主要有以下几点

- ① 存储层级可以在性能和成本之间取得平衡, 利用不同存储技术在速度、容量和价格上的差异, 构成一个高效经济的存储系统
- ② 可以利用程序的局部性原理, 将最常用数据放在最快的存储器中。
- ③ 可以提供更大的虚拟存储空间, 使程序员可以编写更复杂的程序, 而不受主存容量的限制。

2. ① 过大的页会导致内部碎片增多, 即每个页中未被利用的空间浪费。同时过大的页也会增加页表的大小, 因为每个都需要一个页表项

② 过小的页会导致外部碎片增多, 即内存中未被分配的空间浪费。同时, 过小的页也会增加页表项的数量和页换入换出的频率, 降低系统性能

3. ① PPN[1] 表示物理页的第 1 位, 用于支持超页

PPN[0] 表示第 1 位, 用于支持超页

RSW 表示保留的软件位, 用于操作系统自定义使用

4. D 表示脏位, 用于标记该页是否被写过

3. A 表示访问位, 用于标记该页是否被访问过

2. G 表示全局位, 用于标记该页是否对所有地址空间有效

1. U 表示用户位, 用于标记该页是否允许用户模式访问

0. V 表示有效位, 用于标记该页是否存在于物理内存中

② I: 用户进程可能会修改页表项的物理页号, 从而访问其他进程或内核的内存空间, 破坏了内存的隔离和保护。

II. 可能会修改页表项的权限位, 从而执行非法的操作, 如写入只读的页或执行非指令的页, 导致系统异常或安全漏洞。

III. 可能也会修改状态位, 从而影响操作系统的内存管理, 如标记未使用的页为脏或访问过的, 或标记已使用的页为干净或未访问过的, 造成内存浪费或数据丢失。

⑤ 该页表条目指向了下一级的页表，而不是一个物理页

该页表条目不允许任何模式的指令执行、写入或读取该页

只能用于建立虚拟地址空间的结构，而不能用于实际的内存访问

④ PMP控制寄存器中的X/W/R用于指定PMP入口所控制的物理内存区域的执行/写/读权限。

② L位表示PMP入口处于锁定状态，此时对于配置寄存器和对应的地址寄存器的写入会被忽略。

A位表示PMP入口的地址匹配模式，三种取值：TOR, MAY, MAPOT。这些决定了PMP入口所控制的物理内存区域的范围和对齐方式。当A位为0时，不匹配任何地址

$$5① \frac{2^{64}}{2^{12}} = 2^{52} \quad 2^{52} \cdot 64 = 2^{58} \text{ 位}$$

$$② \frac{2^{48}}{2^{12}} = 2^{36} \quad 2^{36} \cdot 64 = 2^{42} \text{ 位}$$

③ 可实现按需分配，避免浪费内存空间

④ 可实现不连续分配，减少内存碎片，提高内存利用率

⑤ 实现动态调整，避免过多或过少的页表开销

⑥ 可结合TLB提高地址转换的效率，降低时间开销，提高系统性能。