

1. ① 访问速度：不同存储介质具有不同访问速度，使多个存储层级可以更好地利用不同存储介质的速度优势，以提高整个系统的性能。
- ② 存储成本不同：不同存储介质有不同成本，可以平衡系统性能与成本之间的关系。
- ③ 存储容量不同：可以更好地平衡系统存储容量需求。
- ④ 缓存效果：多个存储层级可以充当缓存，提高数据访问效率。
2. 过大的页会导致内存浪费，降低系统性能，增加页面置换的开销。  
过小的页会导致增加页表的大小，TLB失效增加，内存碎片增加。
3. (1) 位7(D): 脏位。当一个页表条目页面被修改时，该位将被置位，表示该页表对应页面已被修改，需写回内存。
- 位6(A): 访问位。当一个页表条目被访问时，该位将被置位。
- 位5(G): 全局位。该位被置位时，表示该页面是全局页面，可以被所有地址空间共享。
- 位4(U): 用户位。当该位被置位时，表示可以被用户态访问。
- 位3(X): 执行位。当该位被置位时，表示可执行。
- 位2(W): 写位。当该位被置位时，表示可以被写入。
- 位1(R): 读位。当该位被置位时，表示可以被读取。
- 位0(V): 有效位。当该位被置位时，表示有效，可以被使用。

(2) ① 越权访问，信息泄露。

② 内存泄露，内存浪费。

③ 数据损坏，系统崩溃。

④ 安全漏洞。

(3) 表示这个页面不能被访问。任何试图访问这个页面的尝试都会导致访问异常。

4. 1) PMP 控制寄存器 X/WIR 位控制的是物理地址空间的访问权限，可以对物理地址的不同区域设置不同的访问权限。

2) L 位用于控制地址匹配的锁定方式

M 位用于控制地址匹配的范围（指物理地址）

5. 1)  $4K = 2^{12}$

$64 - 12 = 52$

$2^{52} \times 8 = 2^{55} B$

2)  $48 - 12 = 36$

$2^{36} \times 8 = 2^{39} B$

3) 减小每个页表项的大小

减小无效页表项的存在

分配连续虚拟地址的内存更高效