

4-1. 简述现代计算机需要存储层级的原因。

解：由于大容量存储器的访问延迟极大，等待数据可用的过程将花费大量时间，将使处理器性能大幅下降。
另一方面，快速处理器由于工艺及面积等特性单位成本高，因此需要分级存储以降低成本，提供快速便宜的存储器。

4-2. 页式存储中，过大过小的页会导致什么问题？

过大的页将导致内存的浪费，由于其他进程无法访问已分配的页，这会导致小规模进程得到大量无用内存。
过小的页将导致低效的内存数据读取，因为这将使进程数据被分散到不同的页上，为大量数据读取开销。

4-3. RISC-V 页内的状态位。

1)

V 表明 PTE 是否合法，为 0 时可被自由使用

R, W, X 表明该页是否可读、写、执行；U 表示页表是否为用户态使用

G 表示是否为全局映射；A 为虚拟地址操作，当虚拟地址被读写时置位；D 表示页是否被更改。

2) 若用户可以自由更改的页表，则页表中的状态位可能被设置为不合法状态并导致安全性或系统运行问题

3) R, W, X 位全为 0 的有效页表明其为一个指向下级页表的指针。

4-4. RISC-V 中的 PMP 机制。

1) PMP 中的 R, W, X 用于保护实际的物理地址，并会引发处理器的异常状态，其主要用于避免用户进程访问。

2) L 位表示当前 PMP 位被锁定，对寄存器的写入将被忽略。

A 位表示 PMP 表项是否禁用，当 A 为低时不匹配地址。

5.5

1) 若页大小为4KB, 每个页表使用8字节地址, 内存系统按字节寻址, 则使用64位地址时, 一个单级页表需要多大解. 页中的低12位用于偏移量, 则52位用表表示页地址, 需要 $2^{52} \times 8 \text{ byte}$ 空间用于储存.

2) 若使用48位的地址时, 一个单级页需要多大.

解. 48位中使用36位作为偏移量, 共需要 $2^{12} \times 8 \text{ byte}$ 用于储存.

3) 为什么多级页表可用于降低开销.

解. 多级页表不同于单级页表之处在于其可以为内存动态分配空间而无需一次性分配所有空间, 因此能大幅度降低总的内存占用.