

- 4-17. a) 内存系统按字节寻址，访存请求每次仅传递一个字节给处理器。
 b) 虚拟地址长度 14 比特，物理地址长度 12 比特。
 c) 页大小 64 字节，使用单级页表。
 d) TLB 拥有 16 个条目，四路组相联。
 e) L1 缓存物理寻址，块大小 4 字节，共 16 个组，直接映射。

$$(1) 0x05a4 = \underline{0000} \underline{0101} \underline{1010} \underline{0100}$$

页大小为 64 字节，因此页内偏移为 6 位。四路组相联，索引为 2 位，于是标签为前 8 位。

页内偏移：100100，索引：10，即 2(d)。标签：0000 0101，即 0x05。

在 TLB 第 2 组中能找到 0x05 标签。因此命中，物理页号为 0x1C。加上偏移 100100，

⇒ 物理地址为 0000 0101 100100 = 0x0164。

(2) 由于页内偏移为 6 位，虚拟地址长度为 14 位，因此页表索引为 8 位

⇒ 页表条目数为 $2^8 = 256$ 。

(3) 使用物理地址：0x0164。即 0x1C 与 100100 拼接。

L1 缓存块大小为 4 字节，因此偏移位数为 2；16 个组，索引位数为 4。

于是偏移量为 00，索引为 1001 ⇒ 组号为 9，标签为 0x1C

观察 L1 缓存，第 9 组标签恰为 0x1C。因此命中，偏移 00 ⇒ 访存结果为 0x63。

4-18. (1)

访存地址	A	B	C	D	A	B	C	D
way 0	—	A	A	C	C	A	A	C
way 1	—	—	B	B	D	D	B	B
命中？	N	N	N	N	N	N	N	N

长时间运行后，缓存命中率为 0。

(2) 缓存替换策略为：不替换。这种情况下缓存内容恒为 A-B，因此命中率为 50%。

4-19. (1) 若不唯一，则可能会匹配到多个相符的数据，无法确定哪个命中。

(2) 假设低位标签判断命中，但是高位标签判断没有命中，原来的缓存替换策略在第一次判断是否命中时会出现错误，但是引入微标签后，缓存替换还要发生在对高位标签的判断之后。

(3) 16KB 页大小需要 14 位的页内偏移。

而 8KB 大小的四路组相联缓存，要求组索引位尽可能少，缓存块大小尽量大，因此组索引位至少为 1。

因此低位标签至多为 $14 - 1 = 13$ 。

4-20. 目录一致性事务为单对单传播，扩展性更好，但一致性事务的处理时间更长，延迟更高。

监听一致性事务为单对多，总线传输流量规模大，延迟较低；但一致性事务产生的流量很大，扩展性较差，难以在大规模多核处理器系统内部实现。

代价：① 性能。频繁地进行缓存同步，会增加系统开销，降低系统性能。

② 复杂性。需要处理缓存数据一致性，增大设计难度与维护难度。

③ 可靠性。如果出现同步不及时或不一致，会导致出错，降低系统可靠性。