

1. (11)  $VA = 0x00006825$

$\therefore$  1KB页面大小

$\therefore$  10位偏移位, 即  $0x00006825$  的低10位,  $0x25$

$\therefore$  8组

$\therefore$  3位索引位, 即  $0x00006825$  的11~13位,  $0x02$

剩余19位为标记位,  $0x00$

虚拟地址寻址Cache			物理地址寻址Cache		
Index	Way 0	Way 1	Index	Way 0	Way 1
0			0	$0x00$	$0x00$
1			1	$0x00$	$0x00$
2	$0x00$	$0x00$	2	$0x00$	$0x00$
3			3	$0x00$	$0x00$
4			4	$0x00$	$0x00$
5			5	$0x00$	$0x00$
6			6	$0x00$	$0x00$
7			7	$0x00$	$0x00$

- 13) 虚拟地址寻址简化了地址翻译过程, 不需要额外的硬件处理虚拟地址到物理地址的转换, 但是可能导致别名问题, 即不同的虚拟地址映射到同一个物理地址, 这可能导致缓存一致性问题。在多级页表或复杂内存系统中, 虚拟地址可能频繁变化, 导致缓存效率降低。

物理地址寻址避免了别名问题, 缓存一致性更容易维护, 但需要额外硬件来处理虚拟地址到物理地址的转换, 增加硬件复杂性和功耗, 并增大访问延迟。

不能一概而论哪种寻址方式更好, 对于需要高性能低延迟的系统, 物理寻址可能更合适。对于反之, 使用虚拟寻址较好。

(2)  $PA = 0x00006825$

偏移位,  $0x25$

索引位,  $0x02$

标记位,  $0x00$

虚拟寻址 Cache			物理寻址 Cache		
Index	Way0	Way1	Index	Way0	Way1
0	0x00	0x00	0		
1	0x00	0x00	1		
2	0x00	0x00	2	0x00	0x00
3	0x00	0x00	3		
4	0x00	0x00	4		
5	0x00	0x00	5		
6	0x00	0x00	6		
7	0x00	0x00	7		

2. Reference (to pages): (0), (13), 5, 2, [14], (14), 13, [6] (6), (13), [15]  
 14, (15), (13), [4], [3]

(a) 4, 13, 3

(b)

Frame Number	Frame Contents
0	Page 14
1	Page 13
2	Page 3
3	Page 2
4	Page 6
5	Page 4
6	Page 15
7	Page Table

3. (a) 虚拟地址为  $1\text{MB} = 2^{20}$  字节

页面大小为  $2\text{KB} = 2^{11}$  字节

$\therefore$  总页数为  $\frac{2^{20}}{2^{11}} = 2^9 = 512$  页

VIPIT 要求 Index 被包含在页内偏移中, 需要满足  $IC \leq P$

其中  $I$  为 Sets 个数,  $C$  为缓存行大小,  $P$  为页大小

$\therefore$  Sets 个数最大为  $\frac{P}{C} = \frac{2^{11}}{8} = 256$

缓存\*大小为  $256 \times 2 \times 8 = 4\text{KB}$

缓存数据大小为  $4\text{KB} - 15 \times 2^9 \div 8\text{B} = 3136\text{B}$

(b) ~~虚拟索引~~ 在VIPIT缓存中, 使用虚拟地址的页内偏移量( $VP0$ )作为缓存的索引  
没有用到虚拟页号, 因为虚拟地址和物理地址的页内偏移量相同

(c) 缓存块一共是  $512 = 2^9$  个

有效位、脏位、LRU位占用空间为  $3 \times 2^9$  位

物理页号占用空间为  $15 \times 2^9 - 3 \times 2^9 = 12 \times 2^9$  位

物理页号共有  $12 \times 2^9 \div 2^9 = 12$  位

物理地址空间大小为  $2\text{KB} \times 2^{12} = 8\text{MB}$

4. 缓存大小:  $16KB = 2^{14}$  字节

缓存块大小:  $\frac{16KB}{1024 \times 4} = 4B$

组数: 1024

关联度: 4

地址划分: 偏移位为  $\log_2(4) = 2$  位

索引位为  $\log_2(1024) = 10$  位

标记位对于 32 位虚拟地址, 标记位数为  $32 - 2 - 10 = 20$  位

命中率: 4 路组关联比直接映射有更高命中率

访问时间: 由于缓存较小, 访问时间相对较快, 然而, 如果缓存未命中将显著增加访问时间

5.

访问行	到达内存控制器时间	Open-page	Close-page
X	10ns	20ns	40ns
X	75ns	20ns	40ns
Y	100ns	60ns	40ns
X	190ns	20ns	40ns
X	280ns	20ns	40ns
Y	290ns	60ns	40ns

Open-page:  $20 + 20 + 60 + 20 + 20 + 60 = 200ns$

Close-page:  $40 + 40 + 40 + 40 + 40 + 40 = 240ns$

6. (1) 使用最大容量的 DRAM 芯片, 8Gb

每个 rank : 8Gb

每个通道:  $4 \times 8 = 32 \text{ Gb}$

每个插槽:  $32 \times 6 = 192 \text{ Gb}$

整个系统:  $192 \times 2 = 384 \text{ Gb}$

(2) 假设数据输出宽度为最大, 16位

每个\*通道:  $1.2 \text{ GHz} \times 16 \text{ bits} = 19.2 \text{ Gbps}$

每个插槽:  $19.2 \text{ Gbps} \times 6 = 115.2 \text{ Gbps}$

整个系统:  $115.2 \text{ Gbps} \times 2 = 230.4 \text{ Gbps}$