

本节内容

页式
存储器

王道考研/CSKAOYAN.COM

1

页式存储

Cache块号

0

1KB

1

1KB

2

1KB

...

...

6

1KB

7

1KB

Cache (8KB)

主存块号

0

#2 (1KB)

1

1KB

2

#0 (1KB)

3

1KB

...

.....

4093

1KB

4094

#1 (1KB)

4095

#3 (1KB)

主存 (4MB)

块

#0 (1KB)

#1 (1KB)

#2 (1KB)

#3 (1KB)

耶!

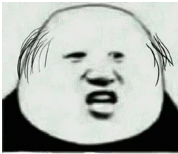
4KB的程序被分为4个“页”，每个页面的大小和“物理块”的大小相同

页式存储系统：一个程序(进程)在逻辑上被分为若干个大小相等的“页面”，“页面”大小与“块”的大小相同。每个页面可以离散地放入不同的主存块中。

王道考研/CSKAOYAN.COM

2

取变量 x 至ACC寄存器
机器指令: 000001 001000000011
操作码+地址码 (使用逻辑地址)



程序, 搞起来很轻松的
就是头冷

某程序
(4KB)

虚地址 vs 实地址

操作系统将
程序分“页”

#0 (1KB)	
#1 (1KB)	
#2 (1KB)	
#3 (1KB)	

主存块号

0	#2 (1KB)
1	1KB
2	#0 (1KB)
3	1KB
...
4093	1KB
4094	#1 (1KB)
4095	#3 (1KB)

主存 (4MB)

主存的物理地址共22位:

主存块号	块内地址
12位	10位

程序员视角:
整个程序共 4KB=2¹²B, 地址范围: 000000000000~111111111111

逻辑页号	页内地址
若干位	10位

变量 x 的逻辑地址: 001000000011
变量 y 的逻辑地址: 110000001010

逻辑地址 (虚地址): 程序员视角看到的地址
物理地址 (实地址): 实际在主存中的地址

变量 x 的物理地址: 000000000101000000011
变量 y 的物理地址: 1111111111110000001010

王道考研/CSKAOYAN.COM

3

取变量 x 至ACC寄存器
机器指令: 000001 001000000011
操作码+地址码 (使用逻辑地址)

逻辑页号	主存块号
#0	2
#1	4094
#2	0
#3	4095

页表项

页表数据
在主存里

页表

页表: 逻辑页号→主存块号

操作系统将
程序分“页”

#0 (1KB)	
#1 (1KB)	
#2 (1KB)	
#3 (1KB)	

主存块号

0	#2 (1KB)
1	1KB
2	#0 (1KB)
3	1KB
...
4093	1KB
4094	#1 (1KB)
4095	#3 (1KB)

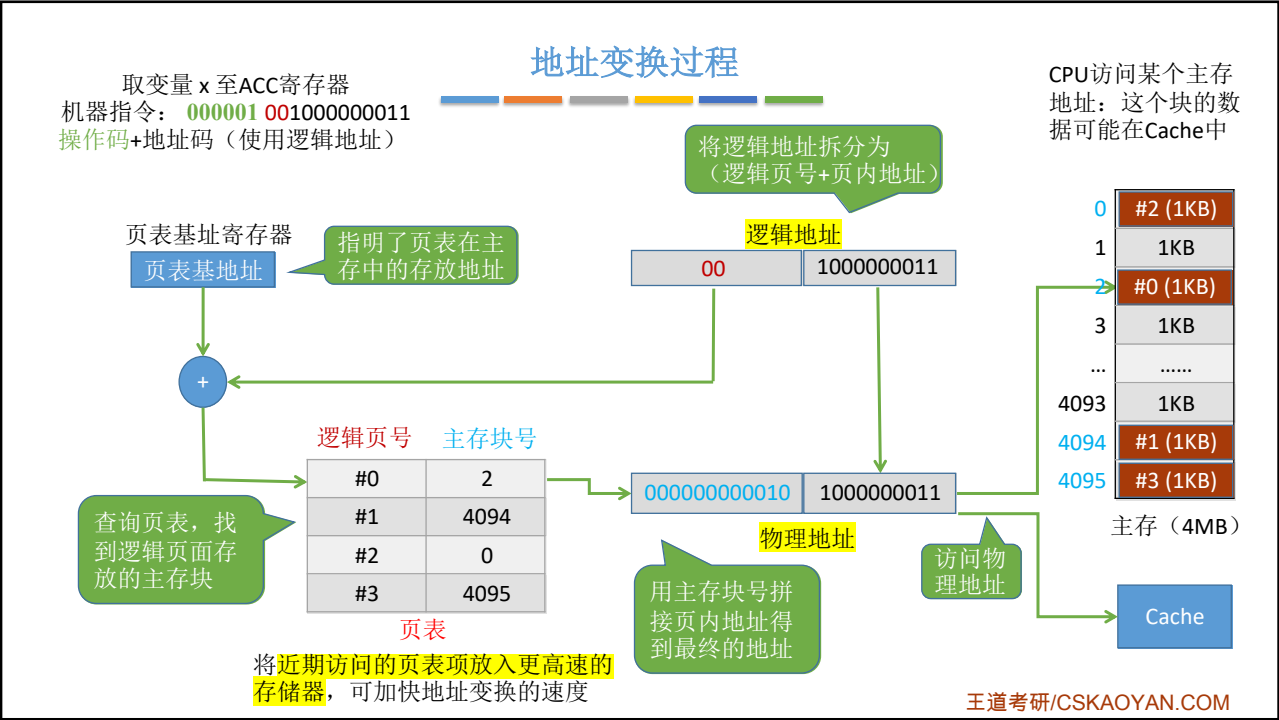
主存 (4MB)

变量 x 的逻辑地址: 001000000011
变量 x 的物理地址: 000000000101000000011

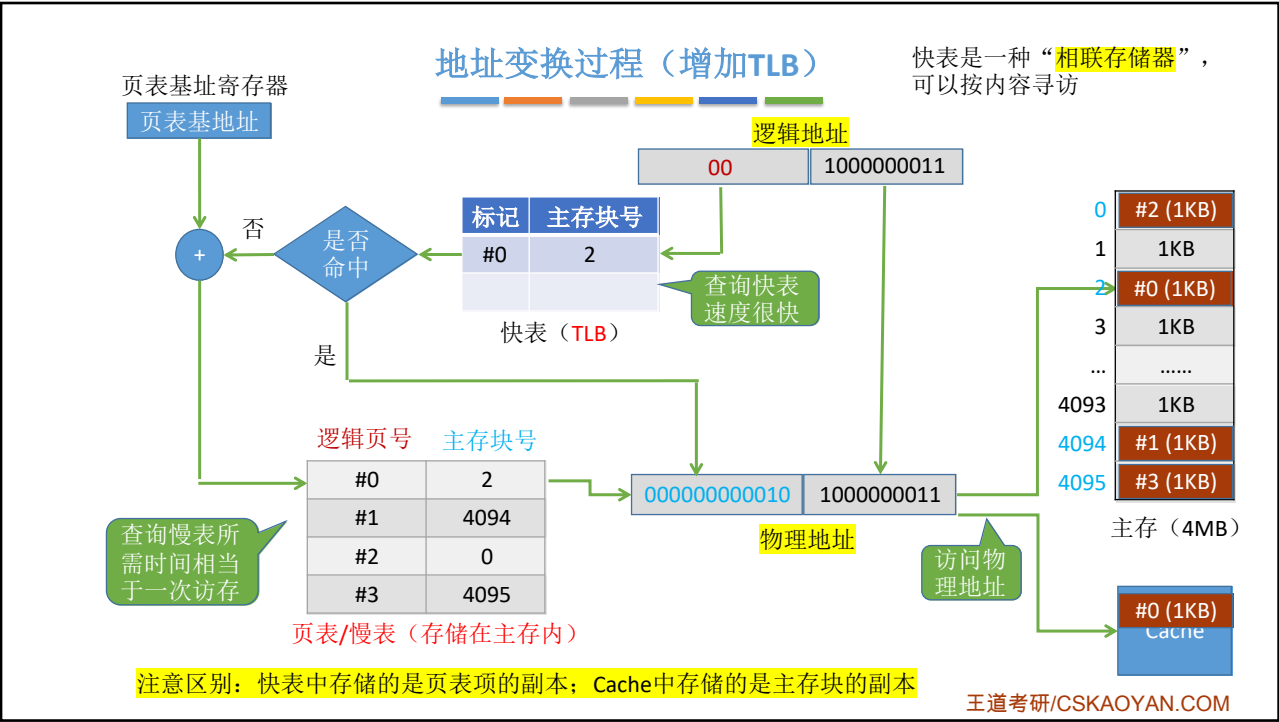
CPU执行的机器指令中, 使用的是“逻辑地址”, 因此需要通“页表”将逻辑地址转为物理地址。
页表的作用: 记录了每个逻辑页面存放在哪个主存块中

王道考研/CSKAOYAN.COM

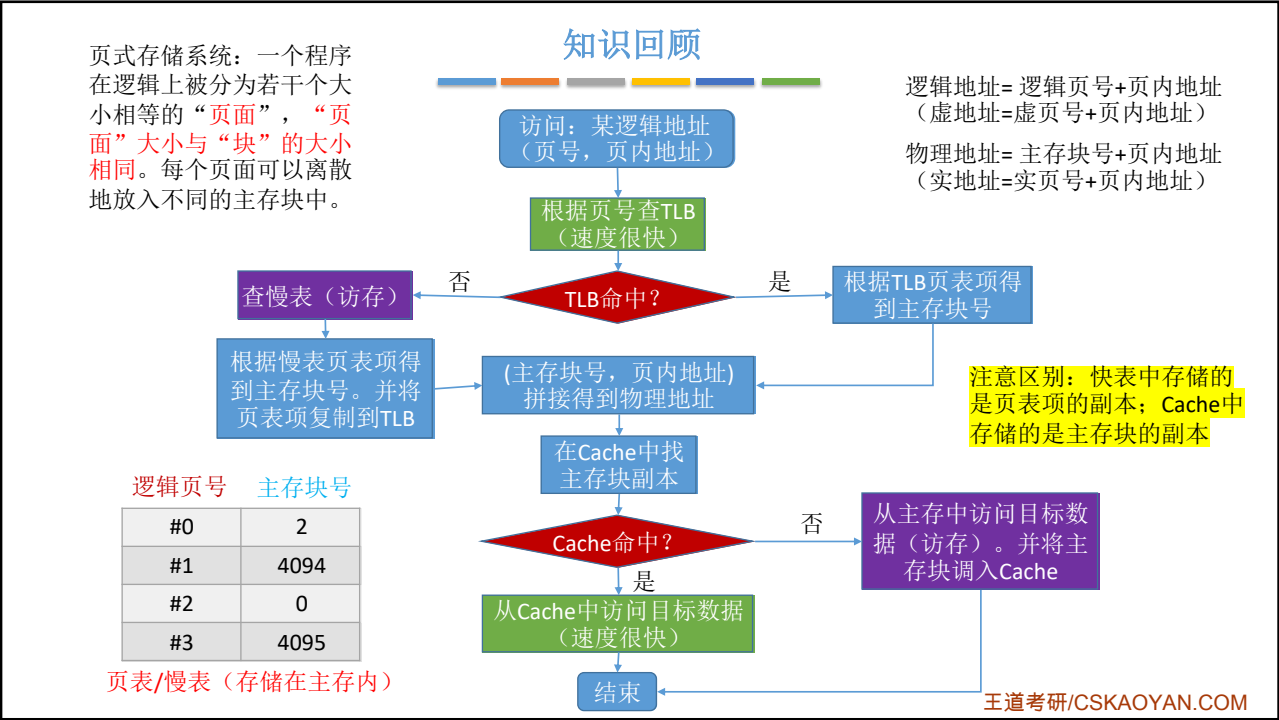
4



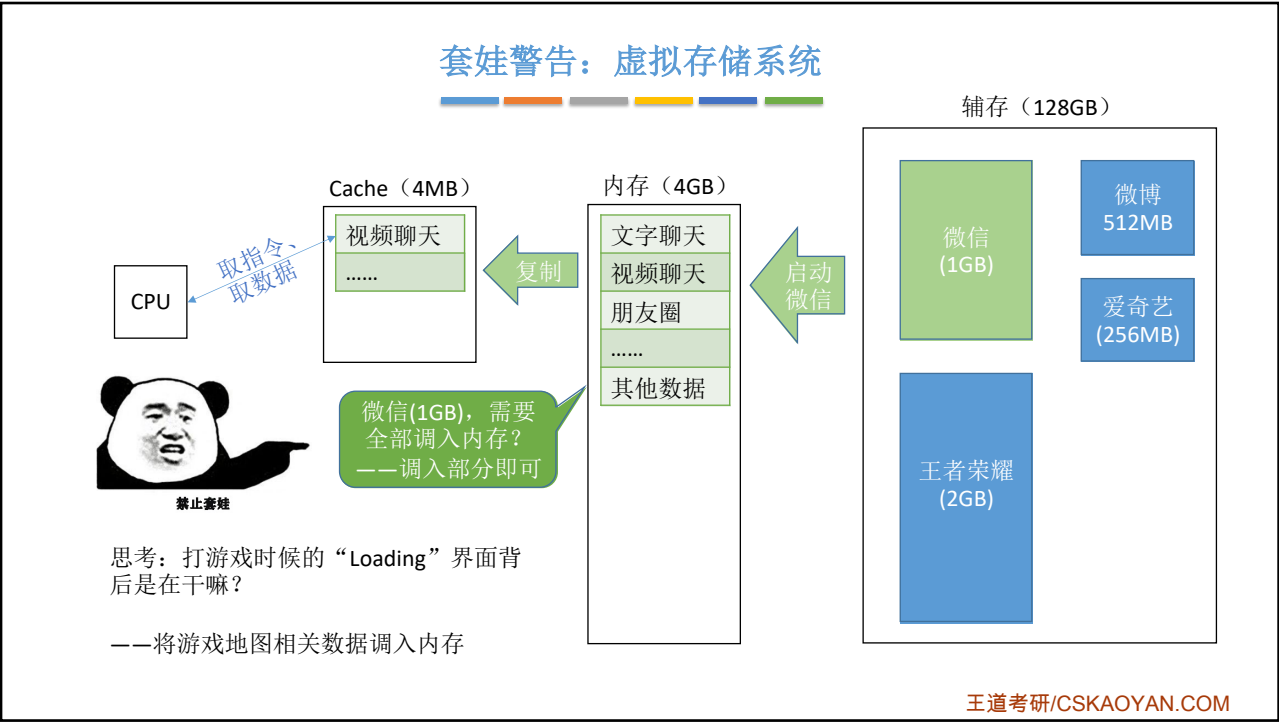
5



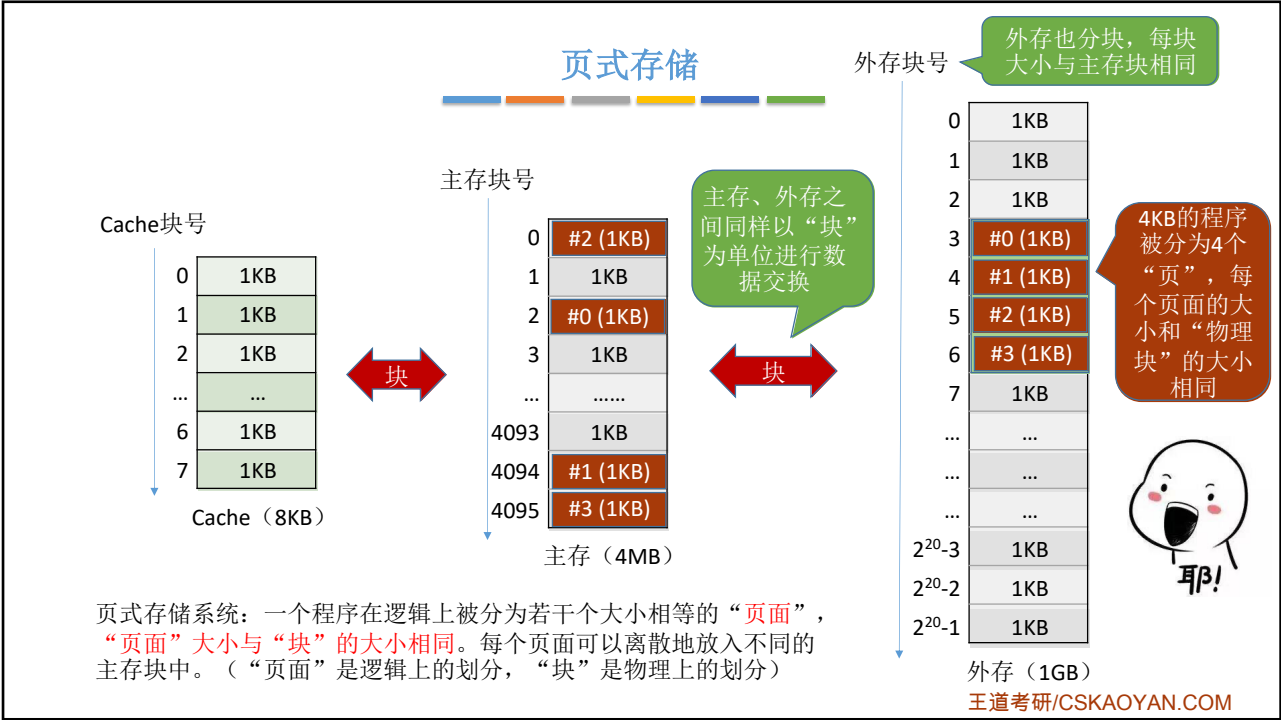
6



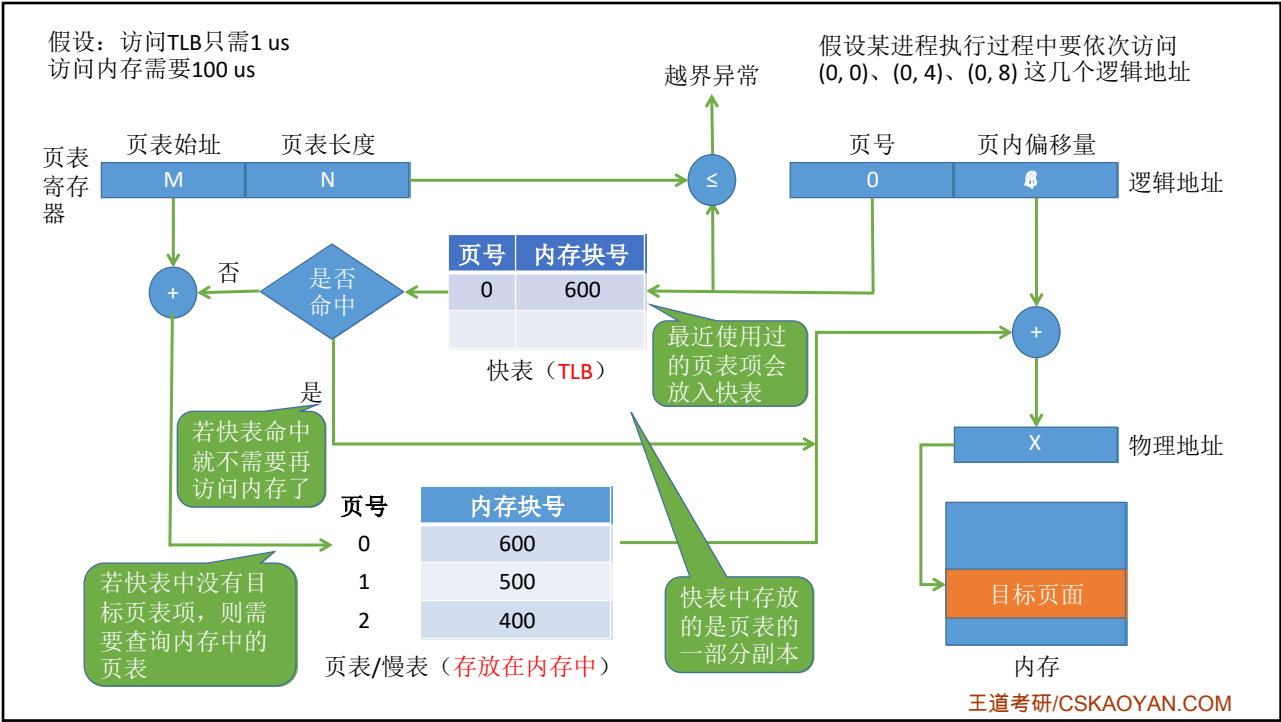
7



8

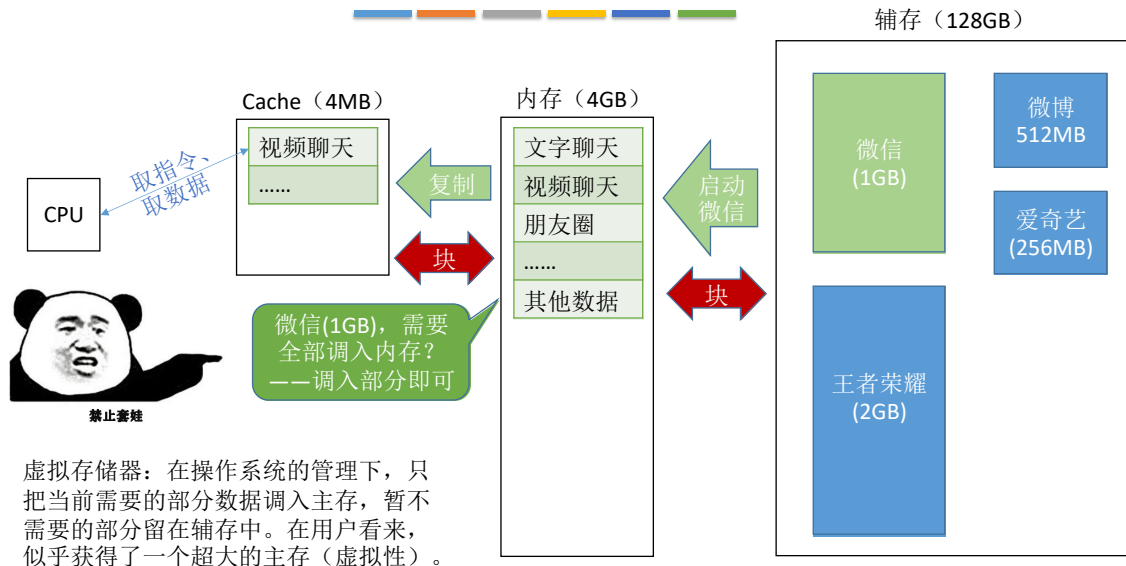


9



10

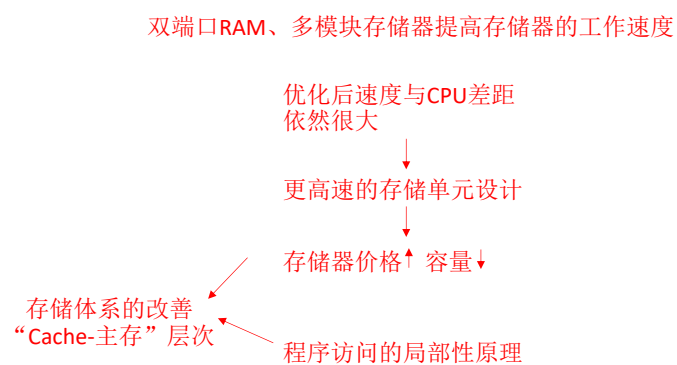
套娃警告：虚拟存储系统



王道考研/CSKAOYAN.COM

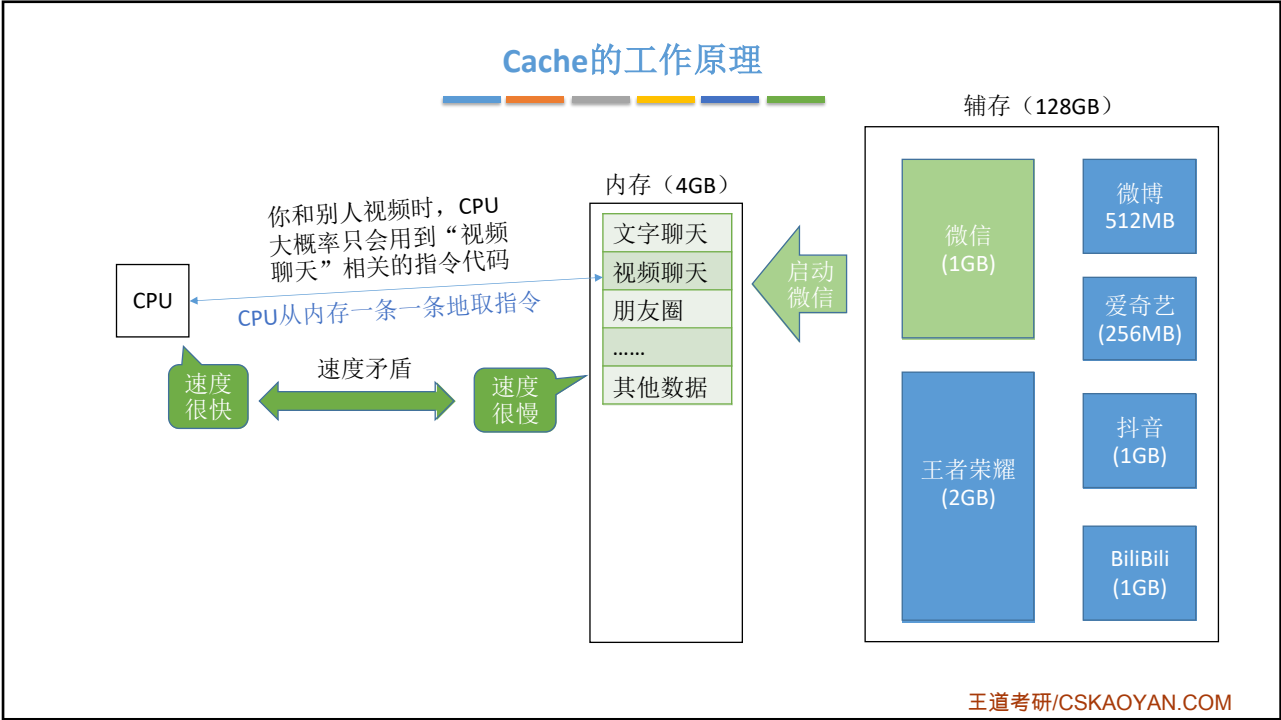
11

存储系统存在的问题

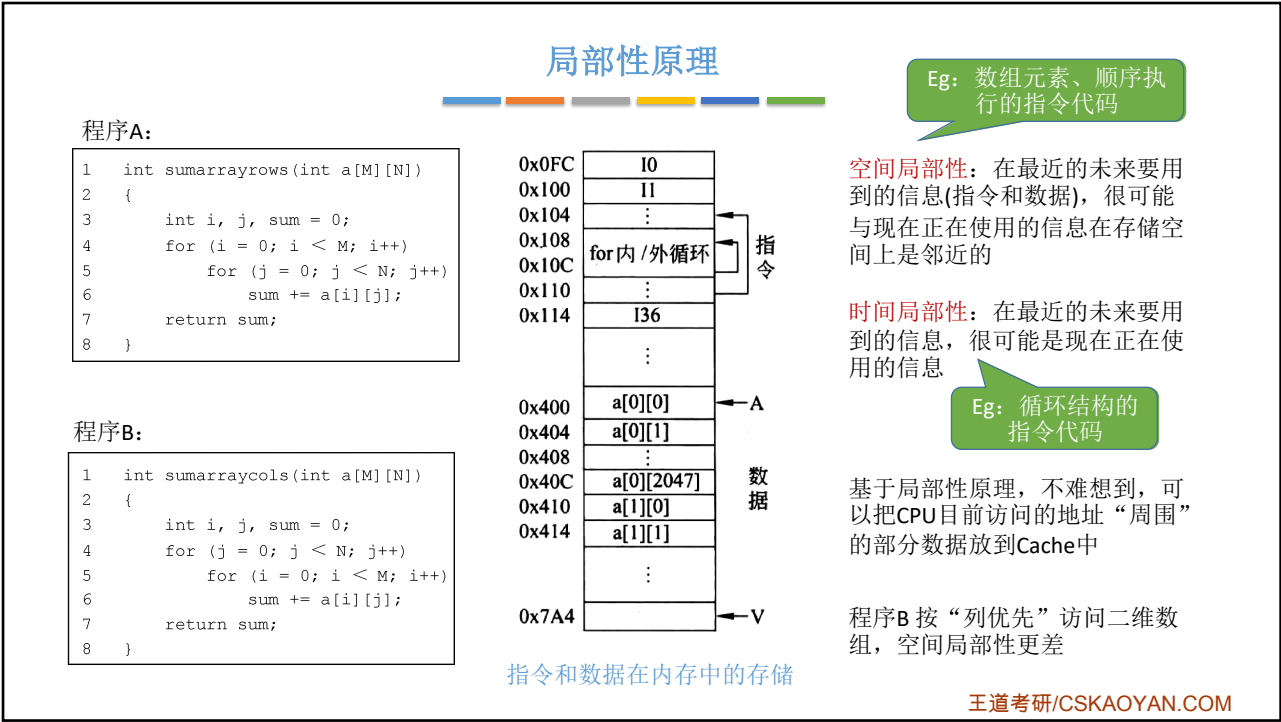


王道考研/CSKAOYAN.COM

12

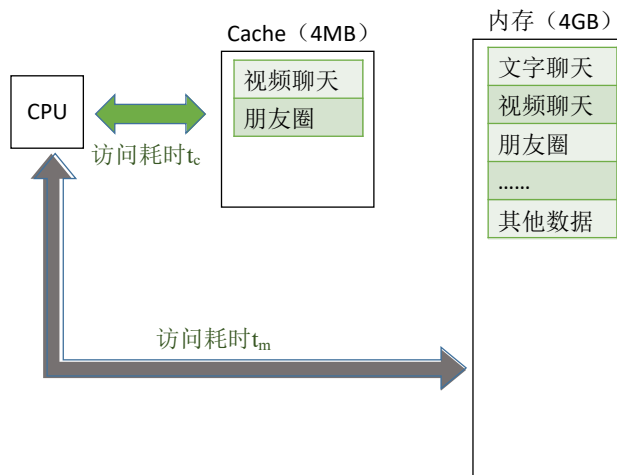


13



14

性能分析



设 t_c 为访问一次Cache所需时间，
 t_m 为访问一次主存所需时间

命中率 H : CPU欲访问的信息已在
Cache中的比率

缺失 (未命中) 率 $M = 1 - H$

Cache—主存 系统的平均访问时间 t 为

$$t = Ht_c + (1 - H)(t_c + t_m)$$

先访问Cache, 若Cache未命中再访问主存

或 $t = Ht_c + (1 - H)t_m$

同时访问 Cache和主存, 若Cache
命中则立即停止访问主存

王道考研/CSKAOYAN.COM

15

性能分析

【例3-2】假设Cache的速度是主存的5倍，且Cache的命中率为95%，则采用Cache后，存储器性能提高多少（设Cache和主存同时被访问，若Cache命中则中断访问主存）？

设Cache的存取周期为 t ，则主存的存取周期为 $5t$

若Cache和主存同时访问，命中时访问时间为 t ，未命中时访问时间为 $5t$

平均访问时间为 $0.95 \times t + 0.05 \times 5t = 1.2t$

故性能为原来的 $\frac{5t}{1.2t} \approx 4.17$ 倍

若先访问Cache再访问主存，命中时访问时间为 t ，未命中时访问时间为 $t + 5t$

平均访问时间为 $T_a = 0.95 \times t + 0.05 \times 6t = 1.25t$

故性能为原来的 $\frac{5t}{1.25t} = 4$ 倍

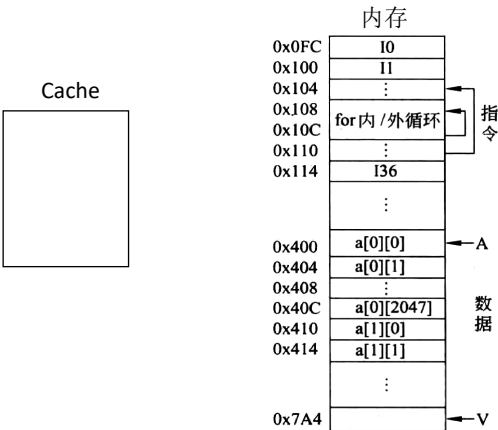
王道考研/CSKAOYAN.COM

16

有待解决的问题

基于局部性原理，不难想到，可以把CPU目前访问的地址“周围”的部分数据放到Cache中。如何界定“周围”？

将主存的存储空间“分块”，如：每 1KB 为一块。主存与Cache之间以“块”为单位进行数据交换



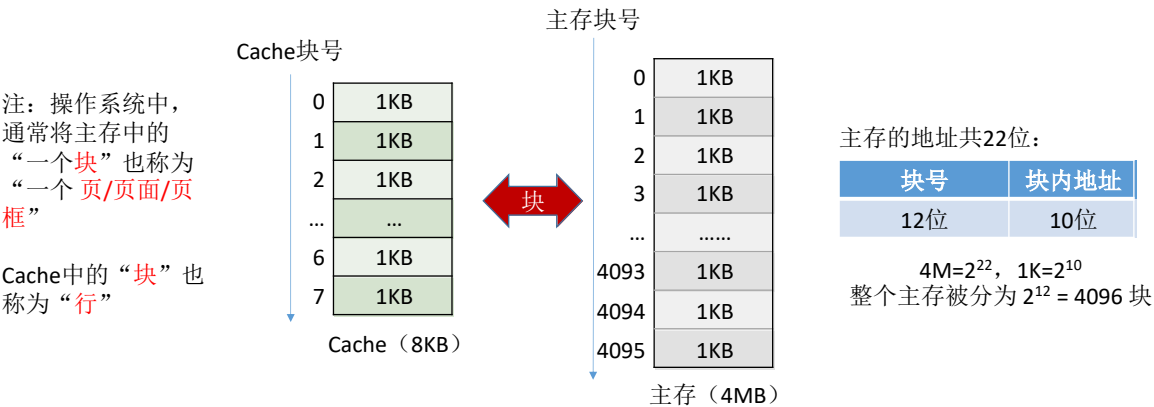
王道考研/CSKAOYAN.COM

17

有待解决的问题

基于局部性原理，不难想到，可以把CPU目前访问的地址“周围”的部分数据放到Cache中。如何界定“周围”？

将主存的存储空间“分块”，如：每 1KB 为一块。主存与Cache之间以“块”为单位进行数据交换



王道考研/CSKAOYAN.COM

18

有待解决的问题

Cache块号

0	1KB
1	1KB
2	1KB
...	...
6	1KB
7	1KB

Cache (8KB)

主存块号

0	1KB
1	1KB
2	1KB
3	1KB
...
4093	1KB
4094	1KB
4095	1KB

主存 (4MB)

注意：每次被访问的主存块，一定会被立即调入Cache

主存的地址共22位：

块号	块内地址
12位	10位

$4M=2^{22}$, $1K=2^{10}$
整个主存被分为 $2^{12} = 4096$ 块

- 如何区分 Cache 与 主存 的数据块对应关系？
- Cache 很小，主存很大。如果Cache满了怎么办？
- CPU修改了Cache中的数据副本，如何确保主存中数据母本的一致性？

——Cache和主存的映射方式

——替换算法

——Cache写策略

王道考研/CSKAOYAN.COM

知识回顾

高速缓冲存储器
Cache

- 工作原理：将某些主存块复制到Cache中，缓和CPU与主存之间的速度矛盾
- 局部性原理
 - 时间局部性：现在访问的地址，不久之后也很可能被再次访问
 - 空间局部性：现在访问的地址，其附近的地址也很可能即将被访问
- 性能分析
 - 理解Cache命中率、缺失率
 - 两种方式
 - 先访问Cache，发现未命中再访问主存
 - 同时访问Cache和主存，若Cache命中则停止访问主存
- 其他概念
 - 主存与Cache之间以“块”为单位进行数据交换
 - 主存的“块”又叫“页/页框/页面”；Cache的“块”又叫“行”
 - 主存地址可拆分为（主存块号，块内地址）的形式

每次被访问的主存块，一定会被立即调入Cache

- 如何区分 Cache 与 主存 的数据块对应关系？
- Cache 很小，主存很大。如果Cache满了怎么办？
- CPU修改了Cache中的数据副本，如何确保主存中数据母本的一致性？

——Cache和主存的映射方式

——替换算法

——Cache写策略

王道考研/CSKAOYAN.COM