

# 王道考研——组成原理

WWW.CSKAOYAN.COM

## 第三章 存储系统

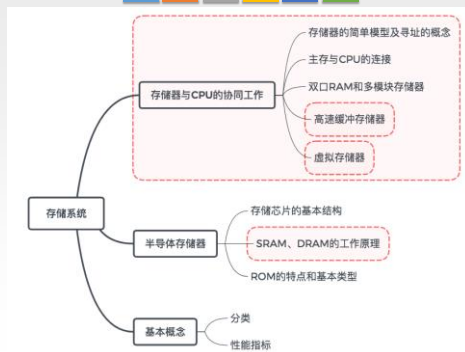
本节内容

### 存储系统

主存简单模型  
及寻址的概念

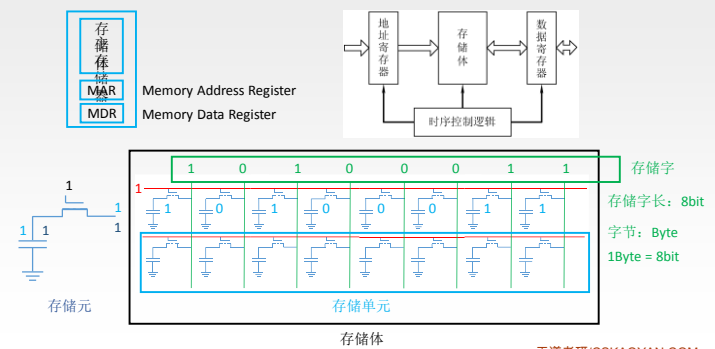
王道考研/CSKAOYAN.COM

### 本章总览



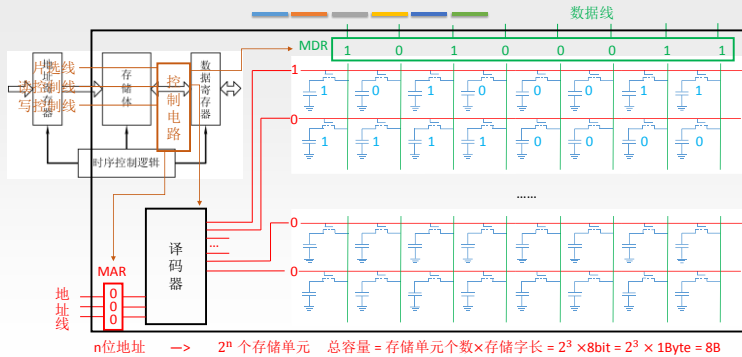
王道考研/CSKAOYAN.COM

### 主存储器



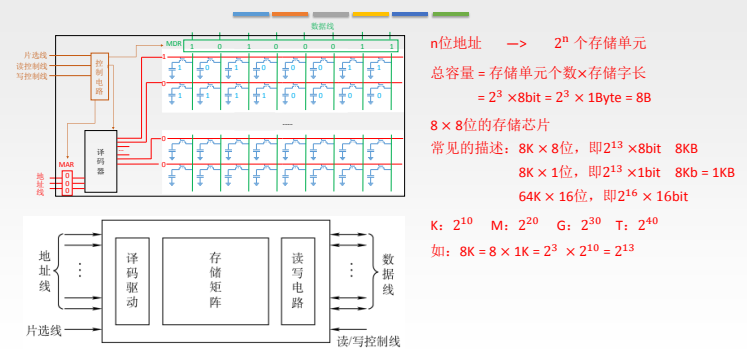
王道考研/CSKAOYAN.COM

## 主存储器的简单模型



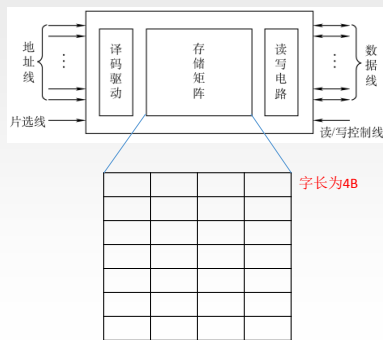
王道考研/CSKAOYAN.COM

## 存储器芯片的基本结构



王道考研/CSKAOYAN.COM

## 寻址



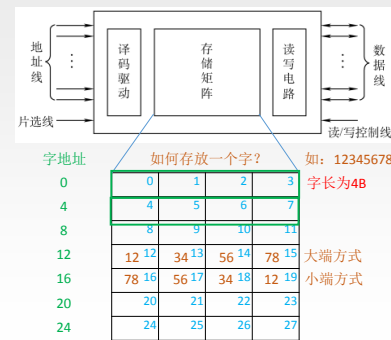
地址: 00 0000 0000  
00 0000 0001  
00 0000 0010  
00 0000 0011  
00 0000 0100  
00 0000 0101  
00 0000 0110  
.....

十进制:  
0  
1  
2  
3  
4  
5  
6  
.....

总容量为1KB 地址线: 10根  
按字节寻址: 1K个单元, 每个单元1B  
按字寻址: 256个单元, 每个单元4B  
按半字寻址: 512个单元, 每个单元2B  
按双字寻址: 128个单元, 每个单元8B

王道考研/CSKAOYAN.COM

## 寻址



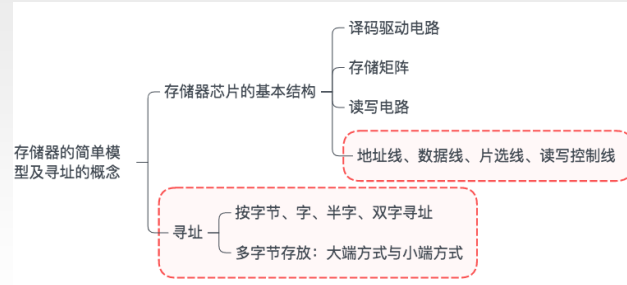
地址: 00 0000 0000  
00 0000 0001  
00 0000 0010  
00 0000 0011  
00 0000 0100  
00 0000 0101  
00 0000 0110  
.....

十进制:  
0  
1  
2  
3  
4  
5  
6  
.....

总容量为1KB 地址线: 10根  
按字节寻址: 1K个单元, 每个单元1B  
按字寻址: 256个单元, 每个单元4B  
按半字寻址: 512个单元, 每个单元2B  
按双字寻址: 128个单元, 每个单元8B

王道考研/CSKAOYAN.COM

### 本节回顾



王道考研/CSKAOYAN.COM

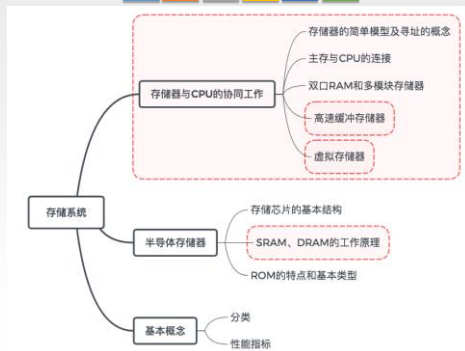
### 本节内容

## 存储系统

### 主存与CPU的连接

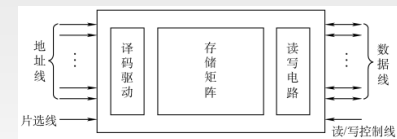
王道考研/CSKAOYAN.COM

### 本章总览



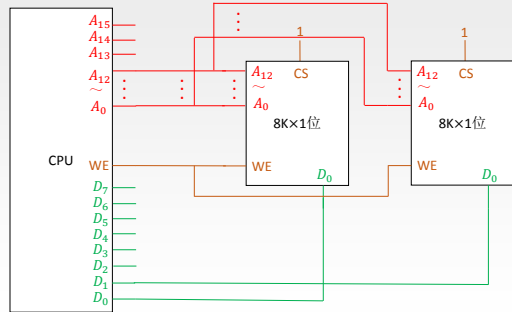
王道考研/CSKAOYAN.COM

### 存储器芯片的基本结构



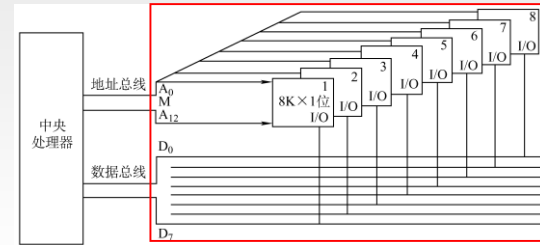
王道考研/CSKAOYAN.COM

主存容量扩展-位扩展



王道考研/CSKAOYAN.COM

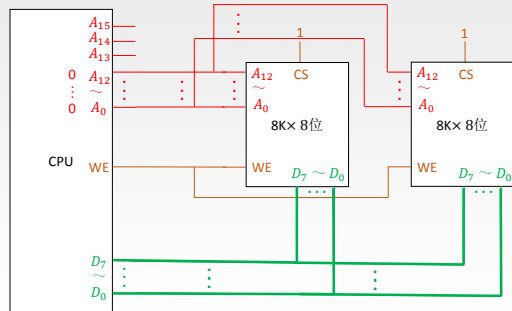
主存容量扩展-位扩展



8片  $8K \times 1$  位的存储芯片  
 → 1个  $8K \times 8$  位的存储器, 容量8KB

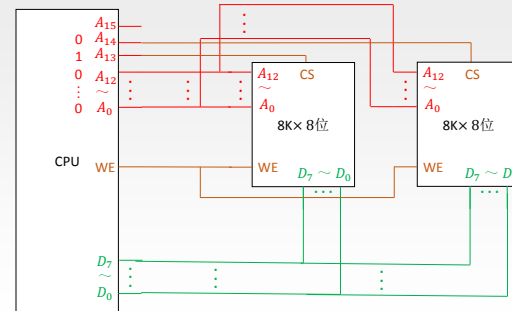
王道考研/CSKAOYAN.COM

主存容量扩展-字扩展



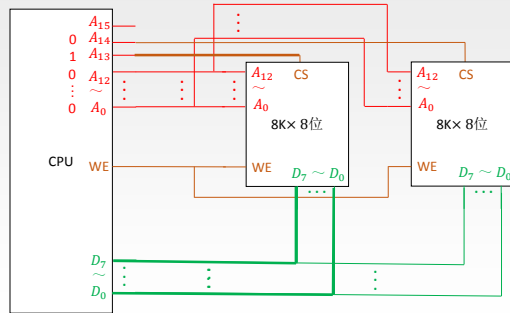
王道考研/CSKAOYAN.COM

主存容量扩展-字扩展



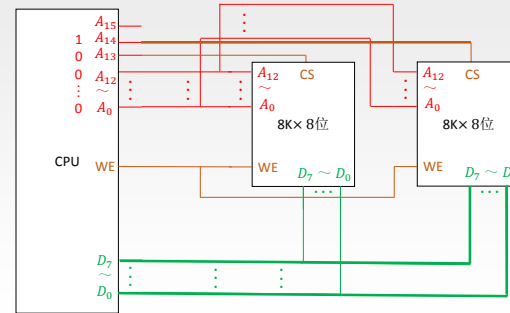
王道考研/CSKAOYAN.COM

主存容量扩展-字扩展



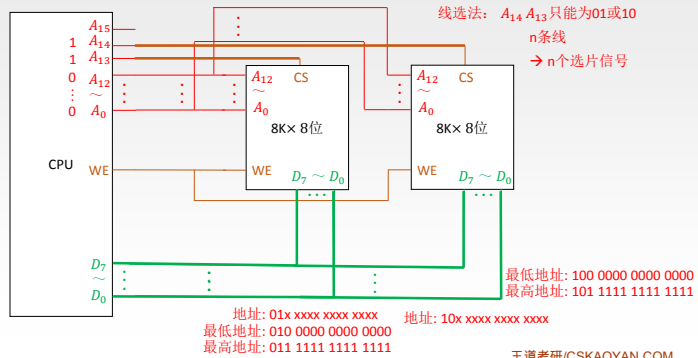
王道考研/CSKAOYAN.COM

主存容量扩展-字扩展



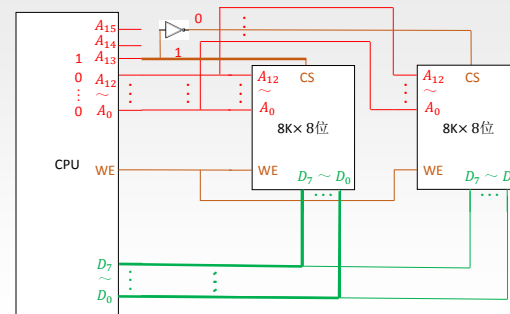
王道考研/CSKAOYAN.COM

主存容量扩展-字扩展



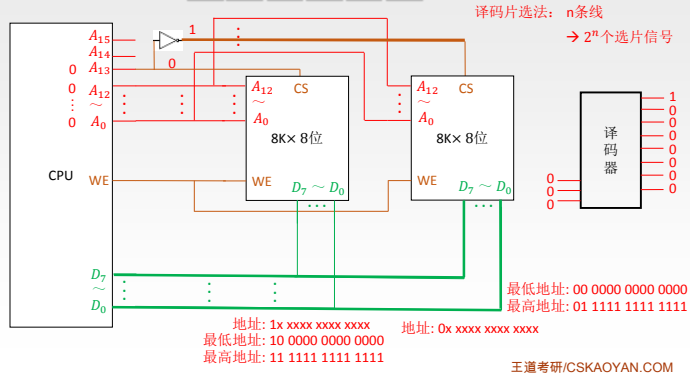
王道考研/CSKAOYAN.COM

主存容量扩展-字扩展

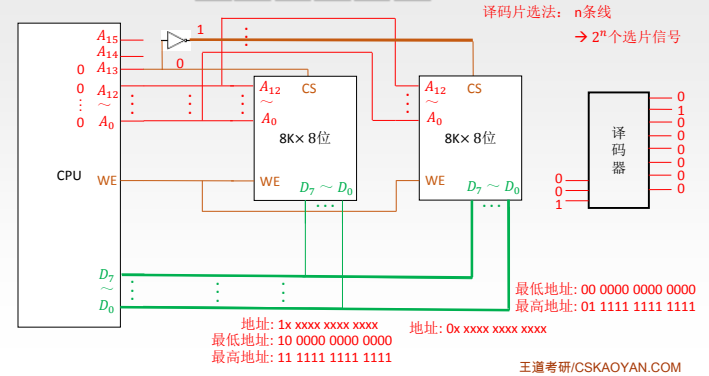


王道考研/CSKAOYAN.COM

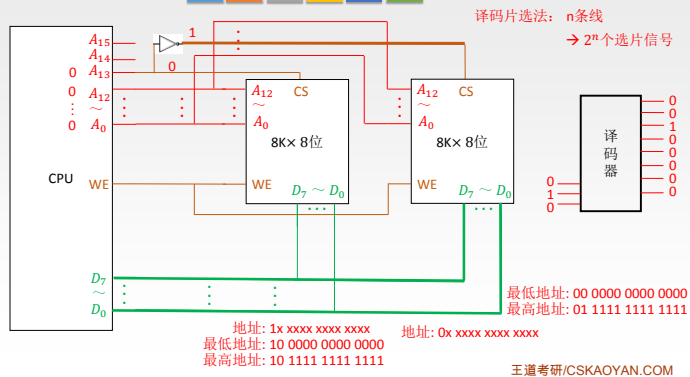
## 主存容量扩展-字扩展



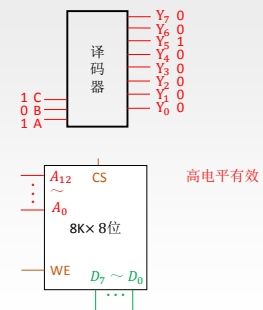
## 主存容量扩展-字扩展



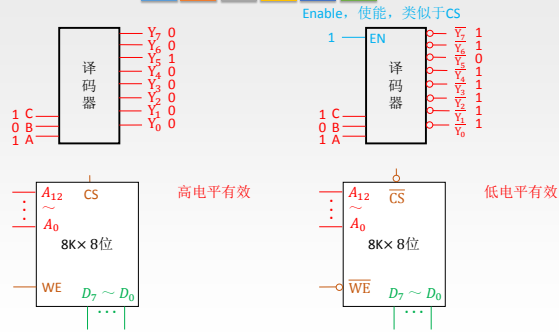
## 主存容量扩展-字扩展



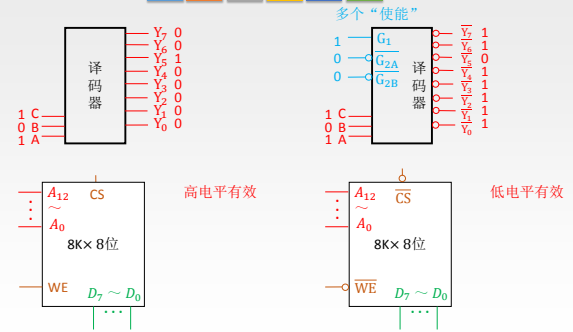
## 主存容量扩展-译码器



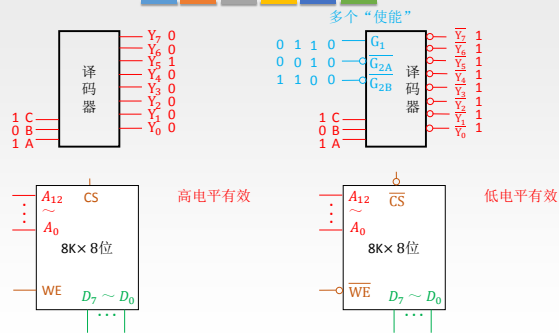
## 主存容量扩展-译码器



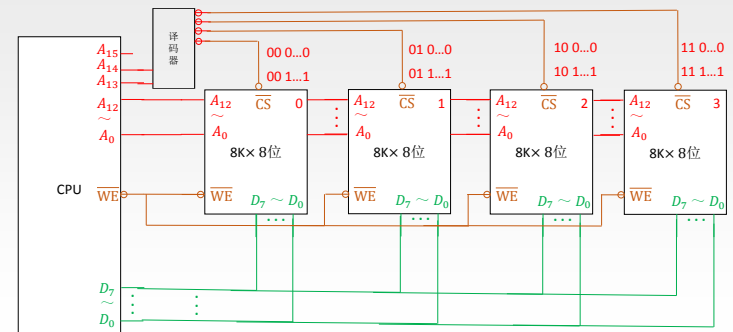
## 主存容量扩展-译码器



## 主存容量扩展-译码器



## 主存容量扩展-字扩展



王道考研/cskaoyan.com



## 本节内容

## 存储系统

主存与CPU  
的连接-例题

王道考研/CSKAOYAN.COM

## 主存与CPU的连接

设CPU有16根地址线，8根数据线，并用MREQ作为访存控制信号（低电平有效），用WR作为读/写控制信号（高电平为读，低电平为写）。现有下列存储芯片：1K×4位RAM，4K×8位RAM，8K×8位RAM，2K×8位ROM，4K×8位ROM，8K×8位ROM及74LS138译码器和各种门电路。画出CPU与存储器的连接图，要求：

- 1) 主存地址空间分配：6000H~67FFH为系统程序区；6800H~6BFFH为用户程序区。
- 2) 合理选用上述存储芯片，说明各选几片？
- 3) 详细画出存储芯片的片选逻辑图。

补充：系统程序区用ROM，用户程序区用RAM

## 1. 确认地址线、数据线，选择存储芯片

数据线：CPU数据线8根 → 存储器位数应扩展为8位

地址分配：6000H~67FFH → 67FFH - 6000H + 1 = 800H,  $8 \times 16^2 = 2^3 \times 2^8 = 2^{11} = 2K$

→ 用1片2K×8位ROM ROM地址线11根

6800H~6BFFH → 6BFFH - 6800H + 1 = 400H,  $4 \times 16^2 = 2^2 \times 2^8 = 2^{10} = 1K$

→ 用2片1K×4位RAM, 位扩展 RAM地址线10根

王道考研/CSKAOYAN.COM

## 主存与CPU的连接

设CPU有16根地址线，8根数据线，并用MREQ作为访存控制信号（低电平有效），用WR作为读/写控制信号（高电平为读，低电平为写）。现有下列存储芯片：1K×4位RAM，4K×8位RAM，8K×8位RAM，2K×8位ROM，4K×8位ROM，8K×8位ROM及74LS138译码器和各种门电路。画出CPU与存储器的连接图，要求：

- 1) 主存地址空间分配：6000H~67FFH为系统程序区；6800H~6BFFH为用户程序区。

补充：系统程序区用ROM，用户程序区用RAM

## 1. 确认地址线、数据线，选择存储芯片

数据线：CPU数据线8根 → 存储器位数应扩展为8位

地址分配：6000H~67FFH → 67FFH - 6000H + 1 = 800H,  $8 \times 16^2 = 2^3 \times 2^8 = 2^{11} = 2K$

→ 用1片2K×8位ROM ROM地址线11根

6800H~6BFFH → 6BFFH - 6800H + 1 = 400H,  $4 \times 16^2 = 2^2 \times 2^8 = 2^{10} = 1K$

→ 用2片1K×4位RAM, 位扩展 RAM地址线10根

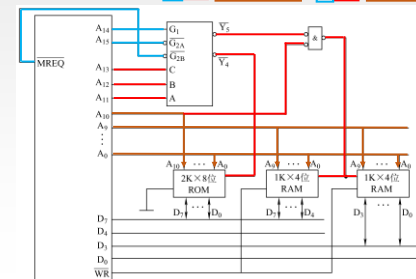
地址线：6000H~67FFH → 0110 0000 0000 0000 ~ 0110 0111 1111 1111  $\bar{V}_4$   
6800H~6BFFH → 0110 1000 0000 0000 ~ 0110 1011 1111 1111  $\bar{V}_5$

王道考研/CSKAOYAN.COM

## 主存与CPU的连接

补充：系统程序区用ROM，用户程序区用RAM

地址线：6000H~67FFH → 0110 0000 0000 0000 ~ 0110 0111 1111 1111  $\bar{V}_4$   
6800H~6BFFH → 0110 1000 0000 0000 ~ 0110 1011 1111 1111  $\bar{V}_5$   $A_{10}=0$  &  $\bar{V}_5=0$



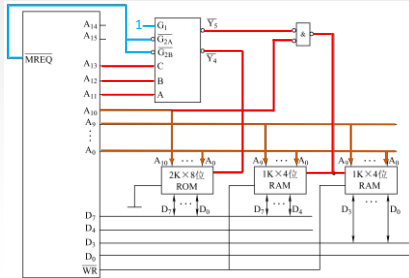
王道考研/CSKAOYAN.COM

## 主存与CPU的连接

补充：系统程序区用ROM，用户程序区用RAM

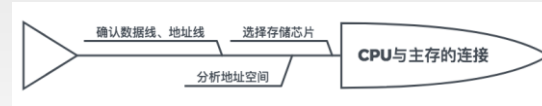
地址线：6000H~67FFH → 0110 000 0000 0000 ~ 0110 0111 1111 1111  $\overline{V}_4$

6800H~6BFFH → 0110 1000 0000 0000 ~ 0110 1011 1111 1111  $\overline{V}_5$   $A_{10}=0$  &  $\overline{V}_5=0$

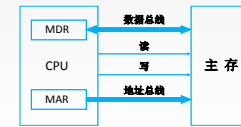


王道考研/CSKAOYAN.COM

## 本节回顾



系统程序区用ROM，用户程序区用RAM



王道考研/CSKAOYAN.COM

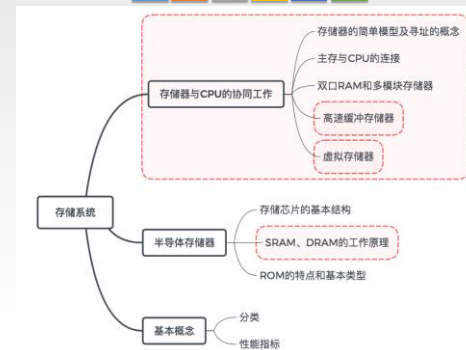
## 本节内容

## 存储系统

双口RAM  
多模块存储器

王道考研/CSKAOYAN.COM

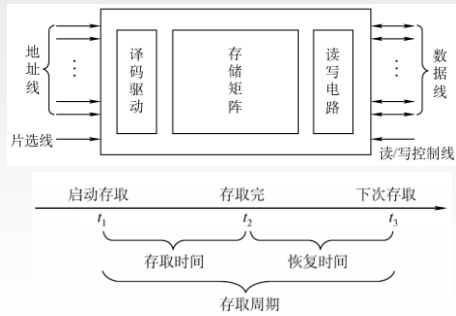
## 本章总览



提高存储器的工作速度

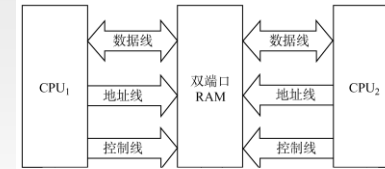
王道考研/CSKAOYAN.COM

## 存取周期



王道考研/CSKAOYAN.COM

## 双端口RAM



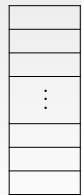
两个端口对同一主存操作有以下4种情况:

1. 两个端口同时对同一地址单元存取数据。Ⓢ
2. 两个端口同时对同一地址单元读出数据。Ⓢ
3. 两个端口同时对同一地址单元写入数据。Ⓢ
4. 两个端口同时对同一地址单元，一个写入数据，另一个读出数据。Ⓢ

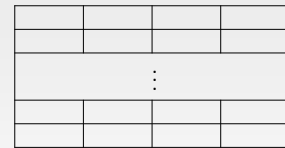
解决方法: 置“忙”信号为0, 由判断逻辑决定暂时关闭一个端口 (即被延时), 未被关闭的端口正常访问, 被关闭的端口延长一个很短的时间后再访问。

王道考研/CSKAOYAN.COM

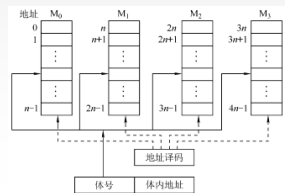
## 多模块存储器



普通存储器: 每行为1个存储单元



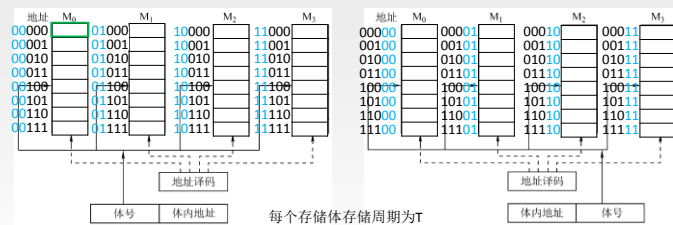
单体多字存储器  
每个存储单元存储 $m$ 个字  
总线宽度也为 $m$ 个字  
一次并行读出 $m$ 个字  
Ⓢ指令和数据在主存内必须是连续存放的



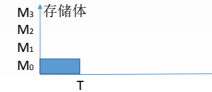
多体并行存储器  
每个模块都有相同的容量和存取速度。  
各模块都有独立的读写控制电路、地址寄存器和数据寄存器。  
它们既能并行工作，又能交叉工作。

王道考研/CSKAOYAN.COM

## 多体并行存储器



高位交叉编址的多体存储器



连续访问:

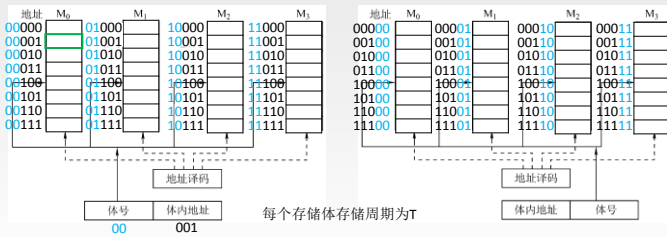


低位交叉编址的多体存储器

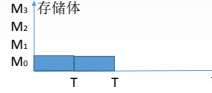


王道考研/CSKAOYAN.COM

## 多体并行存储器



高位交叉编址的多体存储器



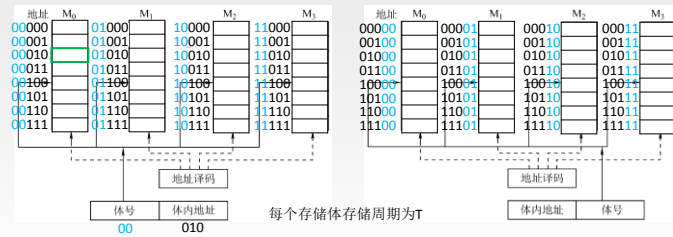
连续访问:

00000  
00001  
00010  
00011  
00100

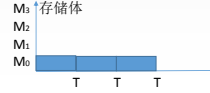
低位交叉编址的多体存储器

王道考研/CSKAOYAN.COM

## 多体并行存储器



高位交叉编址的多体存储器



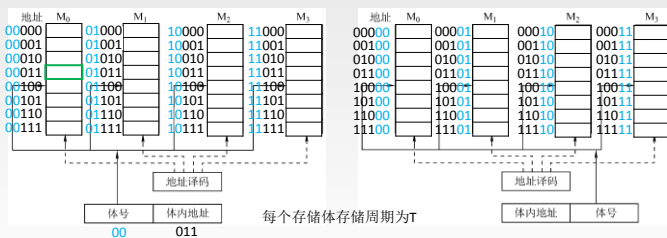
连续访问:

00000  
00001  
00010  
00011  
00100

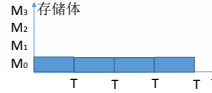
低位交叉编址的多体存储器

王道考研/CSKAOYAN.COM

## 多体并行存储器



高位交叉编址的多体存储器



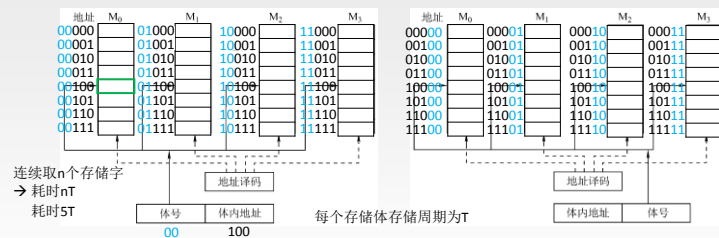
连续访问:

00000  
00001  
00010  
00011  
00100

低位交叉编址的多体存储器

王道考研/CSKAOYAN.COM

## 多体并行存储器

连续取  $n$  个存储字→ 耗时  $nT$ 耗时  $ST$ 

高位交叉编址的多体存储器

$M_3$  存储体  
 $M_2$   
 $M_1$   
 $M_0$

$T$   $T$   $T$   $T$

连续访问:

00000  
00001  
00010  
00011  
00100

低位交叉编址的多体存储器

存储体  
 $M_3$   
 $M_2$   
 $M_1$   
 $M_0$

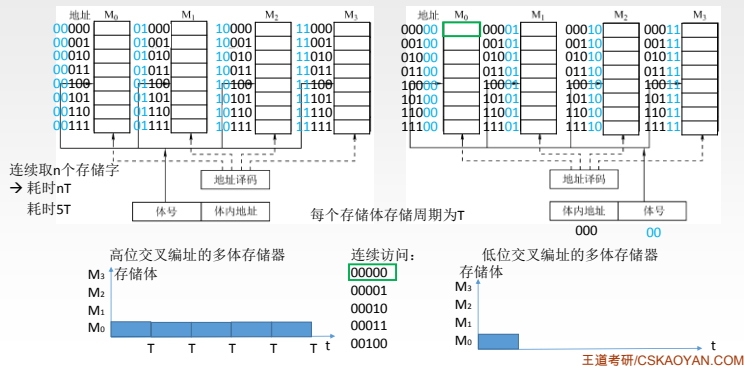
$T$   $T$   $T$   $T$

王道考研/CSKAOYAN.COM

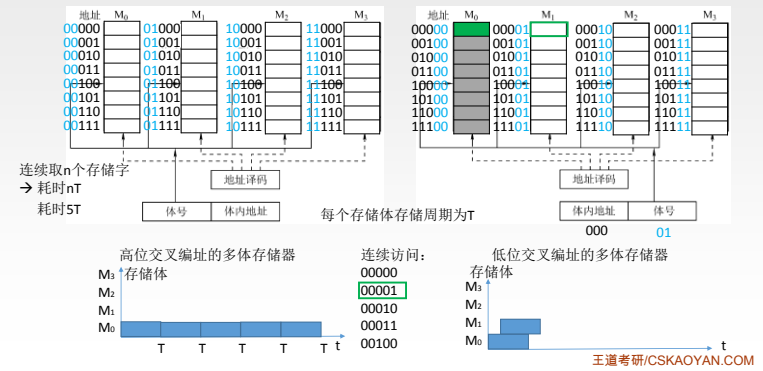
王道考研/cskaoayan.com

12

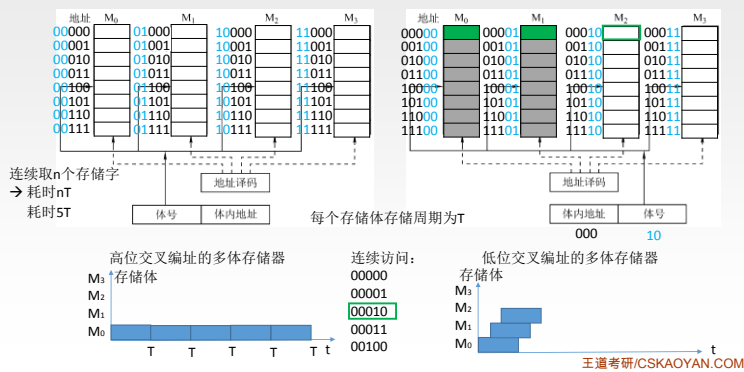
## 多体并行存储器



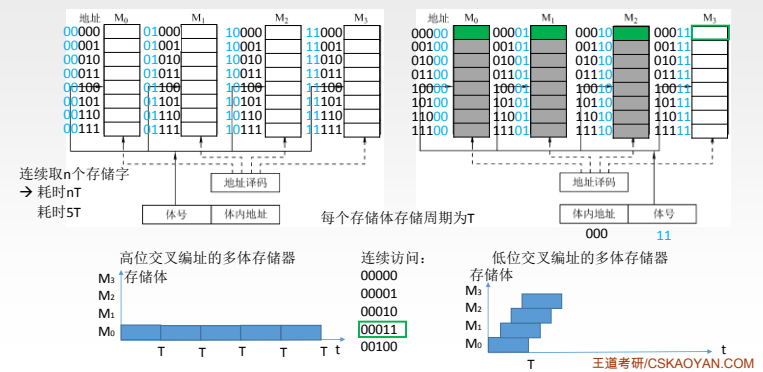
## 多体并行存储器



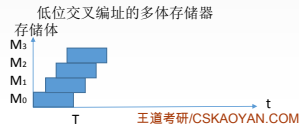
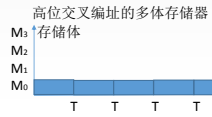
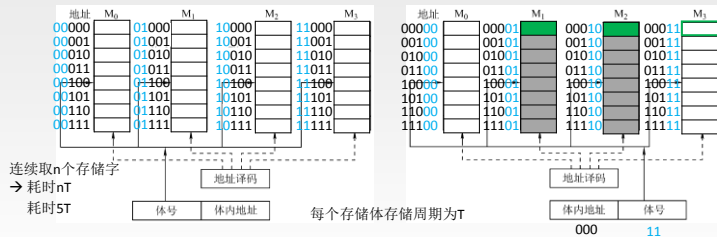
## 多体并行存储器



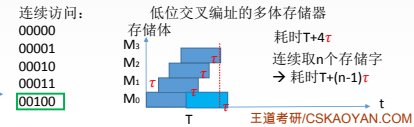
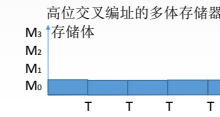
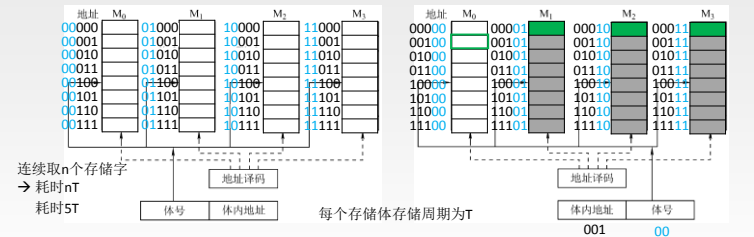
## 多体并行存储器



## 多体并行存储器



## 多体并行存储器



## 多体并行存储器

## 流水线

微观(计算题)

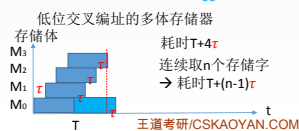
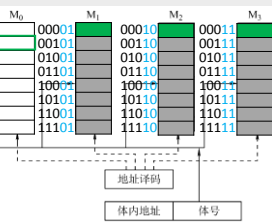
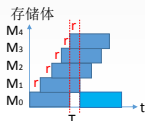
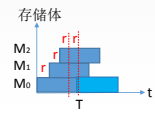
模块数 $m=4$ , 存储周期为 $T$ , 字长 $W$ , 数据总线宽度为 $W$ , 总线传输周期为 $r$ , 连续存取 $n$ 个字, 求交叉存储器的带宽。

有 $m$ 个存储体, 存储周期为 $T$ , 字长 $W$ , 每隔 $r$ 时间启动下一个存储体, 连续存取 $n$ 个字, 求存储器的存取速率。

连续存取 $n$ 个字耗时 $=T+(n-1)r$   $m \geq T/r$

$m < T/r$

$m > T/r$



## 多体并行存储器

## 流水线

微观(计算题)

模块数 $m=4$ , 存储周期为 $T$ , 字长 $W$ , 数据总线宽度为 $W$ , 总线传输周期为 $r$ , 连续存取 $n$ 个字, 求交叉存储器的带宽。

有 $m$ 个存储体, 存储周期为 $T$ , 字长 $W$ , 每隔 $r$ 时间启动下一个存储体, 连续存取 $n$ 个字, 求存储器的存取速率。

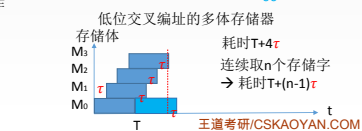
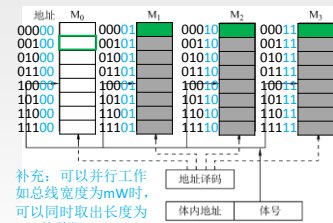
连续存取 $n$ 个字耗时 $=T+(n-1)r$   $m \geq T/r$

带宽  $= \frac{n \times W}{T+(n-1)r}$

$n$ 较大时, 带宽  $\rightarrow W/r$  相当于 $m$ 个存储体并行工作对比单个存储体的带宽:  $W/T$

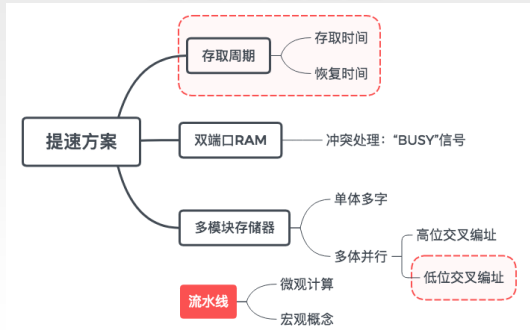
宏观(概念题)

一个存储周期内, 交叉存储器可以提供的数据量为单个模块的 $m$ 倍。



补充: 可以并行工作  
如总线宽度为 $mW$ 时,  
可以同时取出长度为  
 $mW$ 的数据

### 本节回顾



王道考研/CSKAOYAN.COM

# 王道考研——组成原理

WWW.CSKAOYAN.COM

## 第三章 存储系统

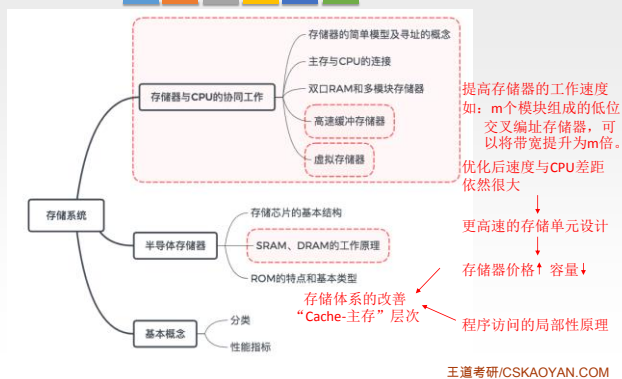
本节内容

高速缓冲  
存储器

局部性原理  
性能分析

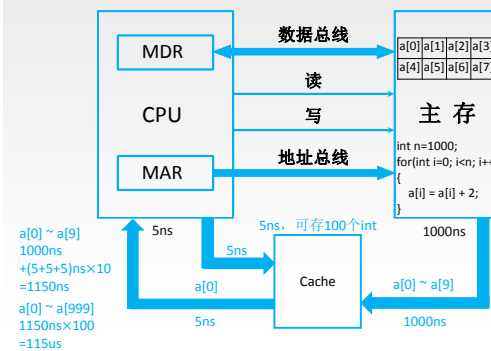
王道考研/CSKAOYAN.COM

### 本章总览



王道考研/CSKAOYAN.COM

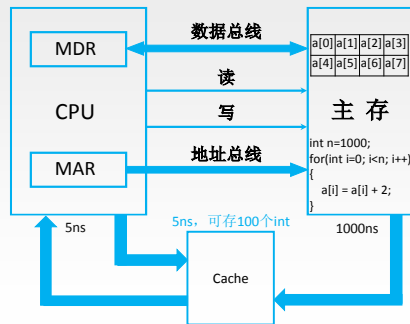
### 局部性原理



王道考研/CSKAOYAN.COM



## 性能分析



命中率H: CPU欲访问的信息已在Cache中的比率

设一个程序执行期间, Cache的总命中次数为 $N_c$ , 访问主存的总次数为 $N_m$ , 则  $H = \frac{N_c}{N_c + N_m}$

缺失率 $M = 1 - H$

设 $t_c$ 为命中时的Cache访问时间,  
 $t_m$ 为未命中时的访问时间

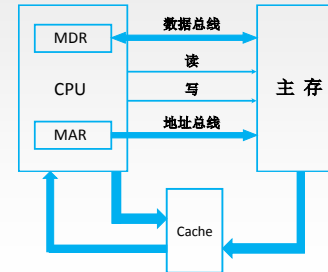
Cache—主存系统的平均访问时间  
 $T_a$ 为

$$T_a = H t_c + (1 - H) t_m$$

王道考研/CSKAOYAN.COM

## 性能分析

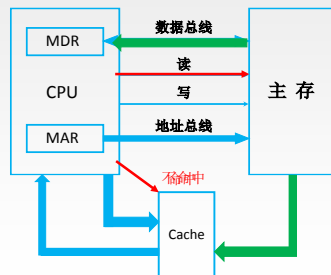
【例3-2】假设Cache的速度是主存的5倍, 且Cache的命中率为95%, 则采用Cache后, 存储器性能提高多少(设Cache和主存同时被访问, 若Cache命中则中断访问主存)?



王道考研/CSKAOYAN.COM

## 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)?

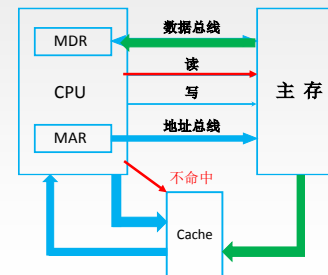


设Cache的存取周期为 $t$ , 则主存的存取周期为 $5t$   
Cache和主存同时访问, 不命中时访问时间为 $5t$   
故系统的平均访问时间为 $T_a = 0.95 \times t + 0.05 \times 5t = 1.2t$   
设每个周期可存取的数据量为 $S$ ,  
则存储系统带宽为 $S / 1.2t$ ,  
不采用Cache时带宽为 $S / 5t$ ,  
故性能为原来的 $\frac{S / 1.2t}{S / 5t} = \frac{5t}{1.2t} \approx 4.17$ 倍, 即提高了3.17倍。

王道考研/CSKAOYAN.COM

## 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)?

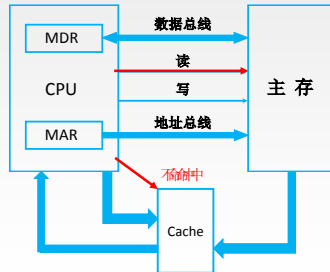


设Cache的存取周期为 $t$ , 则主存的存取周期为 $5t$   
Cache和主存同时访问, 不命中时访问时间为 $5t$   
故系统的平均访问时间为 $T_a = 0.95 \times t + 0.05 \times 5t = 1.2t$   
设每个周期可存取的数据量为 $S$ ,  
则存储系统带宽为 $S / 1.2t$ ,  
不采用Cache时带宽为 $S / 5t$ ,  
故性能为原来的 $\frac{S / 1.2t}{S / 5t} = \frac{5t}{1.2t} \approx 4.17$ 倍, 即提高了3.17倍。

王道考研/CSKAOYAN.COM

## 性能分析

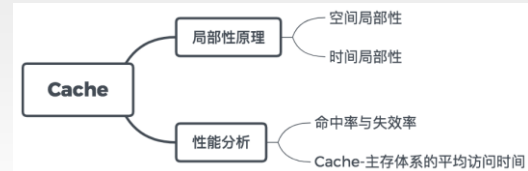
【例3-2】假设Cache的速度是主存的5倍，且Cache的命中率为95%，则采用Cache后，存储器性能提高多少（设Cache和主存同时被访问，若Cache命中则中断访问主存）？



设Cache的存取周期为 $t$ ，则主存的存取周期为 $5t$   
 Cache和主存同时访问，不命中时访问时间为 $5t$   
 故系统的平均访问时间为 $T_a = 0.95 \times t + 0.05 \times 5t = 1.2t$   
 设每个周期可存取的数据量为 $S$ ，  
 则存储系统带宽为 $S/1.2t$ ，  
 不采用Cache时带宽为 $S/5t$ ，  
 故性能为原来的 $\frac{S/1.2t}{S/5t} = \frac{5t}{1.2t} \approx 4.17$ 倍，即提高了3.17倍。  
 若采用先访问Cache再访问主存的方式  
 不命中时，访问Cache耗时为 $t$ ，发现不命中后再访问主存  
 耗时为 $5t$ ，总耗时为 $6t$   
 故系统的平均访问时间为 $T_a = 0.95 \times t + 0.05 \times 6t = 1.25t$   
 故性能为原来的 $\frac{5t}{1.25t} = 4$ 倍，即提高了3倍。

王道考研/CSKAOYAN.COM

## 本节回顾



王道考研/CSKAOYAN.COM

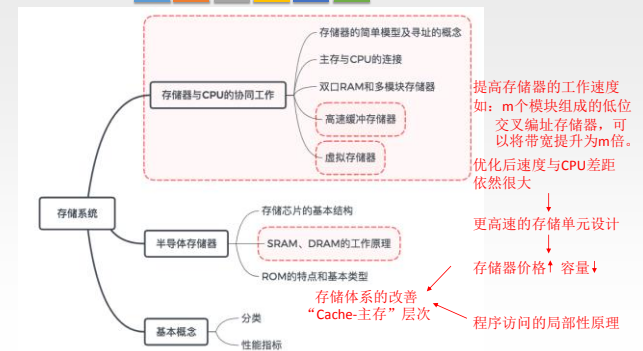
## 本节内容

# 高速缓冲存储器

## 地址映射方式

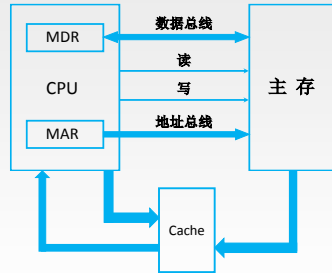
王道考研/CSKAOYAN.COM

## 本章总览



王道考研/CSKAOYAN.COM

## Cache的基本工作原理



- 主存中的块放到Cache中哪个位置？
  - 空位随意放：全相联映射
  - 对号入座：直接映射
  - 按号分组，组内随意放：组相联映射
- 对于(1)，Cache满了如何处理？  
对于(2)(3)，对应位置被占用如何处理？  
随机(RAND)算法、先进先出(FIFO)算法、  
近期最少使用(LRU)算法、  
最不经常使用(LFU)算法。
- 修改Cache中的内容后，如何保持主存中相应内容的一致性？  
命中：全写法(write-through)  
写回法(write-back)  
不命中：写分配法(write-allocate)  
非写分配法(not-write-allocate)

王道考研/CSKAOYAN.COM

## 地址映射

假设某个计算机的主存地址空间大小为256MB，按字节编址，其数据Cache有8个Cache行，行长为64B。

即Cache块，是Cache与主存之间  
传送数据的基本单位

Cache	按字节编址	十进制
0	000000000 ~ 000111111	0~63
1	001000000 ~ 001111111	64~127
2	010000000 ~ 010111111	128~191
3	011000000 ~ 011111111	192~255
4	100000000 ~ 100111111	256~319
5	101000000 ~ 101111111	320~383
6	110000000 ~ 110111111	384~447
7	111000000 ~ 111111111	448~511

数据容量：8×64B = 512B

- 主存中的块放到Cache中哪个位置？
  - 空位随意放：全相联映射
  - 对号入座：直接映射
  - 按号分组，组内随意放：组相联映射

主存	按字节编址
0	0...000000000 ~ 0...000011111
1	0...000100000 ~ 0...000111111
2	0...001000000 ~ 0...001011111
...	...
2 <sup>22</sup> -3	1...110100000 ~ 1...110111111
2 <sup>22</sup> -2	1...111000000 ~ 1...111011111
2 <sup>22</sup> -1	1...111100000 ~ 1...111111111

总容量：256MB 地址位数：28 = 19 + 3 + 6

王道考研/CSKAOYAN.COM

## 地址映射

假设某个计算机的主存地址空间大小为256MB，按字节编址，其数据Cache有8个Cache行，行长为64B。

即Cache块，是Cache与主存之间  
传送数据的基本单位

Cache	按字节编址	十进制
0	000000000 ~ 000111111	0~63
1	001000000 ~ 001111111	64~127
2	010000000 ~ 010111111	128~191
3	011000000 ~ 011111111	192~255
4	100000000 ~ 100111111	256~319
5	101000000 ~ 101111111	320~383
6	110000000 ~ 110111111	384~447
7	111000000 ~ 111111111	448~511

数据容量：8×64B = 512B

- 主存中的块放到Cache中哪个位置？
  - 空位随意放：全相联映射

主存	按字节编址
0	0...000000000 ~ 0...000011111
1	0...000100000 ~ 0...000111111
2	0...001000000 ~ 0...001011111
...	...
2 <sup>22</sup> -3	1...110100000 ~ 1...110111111
2 <sup>22</sup> -2	1...111000000 ~ 1...111011111
2 <sup>22</sup> -1	1...111100000 ~ 1...111111111

总容量：256MB 地址位数：28 = 19 + 3 + 6

王道考研/CSKAOYAN.COM

## 地址映射

假设某个计算机的主存地址空间大小为256MB，按字节编址，其数据Cache有8个Cache行，行长为64B。

即Cache块，是Cache与主存之间  
传送数据的基本单位

有效位	Cache	按字节编址	十进制
0	0	000000000 ~ 000111111	0~63
0	1	001000000 ~ 001111111	64~127
0	2	010000000 ~ 010111111	128~191
0	3	011000000 ~ 011111111	192~255
0	4	100000000 ~ 100111111	256~319
0	5	101000000 ~ 101111111	320~383
0	6	110000000 ~ 110111111	384~447
0	7	111000000 ~ 111111111	448~511

数据容量：8×64B = 512B

- 主存中的块放到Cache中哪个位置？
  - 空位随意放：全相联映射

主存	按字节编址
0	0...000000000 ~ 0...000011111
1	0...000100000 ~ 0...000111111
2	0...001000000 ~ 0...001011111
...	...
2 <sup>22</sup> -3	1...110100000 ~ 1...110111111
2 <sup>22</sup> -2	1...111000000 ~ 1...111011111
2 <sup>22</sup> -1	1...111100000 ~ 1...111111111

总容量：256MB 地址位数：28 = 19 + 3 + 6

王道考研/CSKAOYAN.COM

## 地址映射

假设某个计算机的主存地址空间大小为256MB，按**字节**编址，其数据Cache有8个Cache行，行长为64B。

即Cache块，是Cache与主存之间传送数据的基本单位

有效位	Cache	按字节编址	十进制
0	0	000000000 ~ 000111111	0~63
0	1	001000000 ~ 001111111	64~127
1	2	010000000 ~ 010111111	128~191
0	3	011000000 ~ 011111111	192~255
0	4	100000000 ~ 100111111	256~319
0	5	101000000 ~ 101111111	320~383
0	6	110000000 ~ 110111111	384~447
0	7	111000000 ~ 111111111	448~511

数据容量：8×64B = 512B

1. 主存中的块放到Cache中哪个位置？

(1)空位随意放：全相联映射

主存	按字节编址
0	0...0000000000 ~ 0...0000111111
1	0...0001000000 ~ 0...0001111111
2	0...0010000000 ~ 0...0010111111
...	...
2 <sup>22</sup> -3	1...1101000000 ~ 1...1101111111
2 <sup>22</sup> -2	1...1110000000 ~ 1...1110111111
2 <sup>22</sup> -1	1...1111000000 ~ 1...1111111111

总容量：256MB 地址位数：28 = 19 + 3 + 6

王道考研/CSKAOYAN.COM

## 地址映射

假设某个计算机的主存地址空间大小为256MB，按**字节**编址，其数据Cache有8个Cache行，行长为64B。

即Cache块，是Cache与主存之间传送数据的基本单位

有效位	Cache	按字节编址	十进制
0	0	000000000 ~ 000111111	0~63
0	1	001000000 ~ 001111111	64~127
1	2	010000000 ~ 010111111	128~191
0	3	011000000 ~ 011111111	192~255
0	4	100000000 ~ 100111111	256~319
0	5	101000000 ~ 101111111	320~383
0	6	110000000 ~ 110111111	384~447
0	7	111000000 ~ 111111111	448~511

数据容量：8×64B = 512B

1. 主存中的块放到Cache中哪个位置？

(1)空位随意放：全相联映射

主存	按字节编址
0	0...0000000000 ~ 0...0000111111
1	0...0001000000 ~ 0...0001111111
2	0...0010000000 ~ 0...0010111111
...	...
2 <sup>22</sup> -3	1...1101000000 ~ 1...1101111111
2 <sup>22</sup> -2	1...1110000000 ~ 1...1110111111
2 <sup>22</sup> -1	1...1111000000 ~ 1...1111111111

总容量：256MB 地址位数：28 = 19 + 3 + 6

王道考研/CSKAOYAN.COM

## 地址映射

假设某个计算机的主存地址空间大小为256MB，按**字节**编址，其数据Cache有8个Cache行，行长为64B。

即Cache块，是Cache与主存之间传送数据的基本单位

有效位	Cache	按字节编址	十进制
0	0	000000000 ~ 000111111	0~63
0	1	001000000 ~ 001111111	64~127
10...0000	2	010000000 ~ 010111111	128~191
0	3	011000000 ~ 011111111	192~255
0	4	100000000 ~ 100111111	256~319
10...0001	5	101000000 ~ 101111111	320~383
0	6	110000000 ~ 110111111	384~447
0	7	111000000 ~ 111111111	448~511

数据容量：8×64B = 512B

1. 主存中的块放到Cache中哪个位置？

(1)空位随意放：全相联映射

主存字块标记	字块内地址
--------	-------

主存	按字节编址
0	0...0000000000 ~ 0...0000111111
1	0...0001000000 ~ 0...0001111111
2	0...0010000000 ~ 0...0010111111
...	...
2 <sup>22</sup> -3	1...1101000000 ~ 1...1101111111
2 <sup>22</sup> -2	1...1110000000 ~ 1...1110111111
2 <sup>22</sup> -1	1...1111000000 ~ 1...1111111111

总容量：256MB 地址位数：28 = 19 + 3 + 6

王道考研/CSKAOYAN.COM

## 地址映射

假设某个计算机的主存地址空间大小为256MB，按**字节**编址，其数据Cache有8个Cache行，行长为64B。

即Cache块，是Cache与主存之间传送数据的基本单位

有效位	Cache	按字节编址	十进制
0	0	000000000 ~ 000111111	0~63
0	1	001000000 ~ 001111111	64~127
0	2	010000000 ~ 010111111	128~191
0	3	011000000 ~ 011111111	192~255
0	4	100000000 ~ 100111111	256~319
0	5	101000000 ~ 101111111	320~383
0	6	110000000 ~ 110111111	384~447
0	7	111000000 ~ 111111111	448~511

数据容量：8×64B = 512B

1. 主存中的块放到Cache中哪个位置？

(2)对号入座：直接映射

主存	按字节编址
0	0...0000000000 ~ 0...0000111111
1	0...0001000000 ~ 0...0001111111
2	0...0010000000 ~ 0...0010111111
...	...
2 <sup>22</sup> -3	1...1101000000 ~ 1...1101111111
2 <sup>22</sup> -2	1...1110000000 ~ 1...1110111111
2 <sup>22</sup> -1	1...1111000000 ~ 1...1111111111

总容量：256MB 地址位数：28 = 19 + 3 + 6

王道考研/CSKAOYAN.COM

## 地址映射

假设某个计算机的主存地址空间大小为256MB，按**字节**编址，其数据Cache有8个Cache行，行长为64B。

即Cache块，是Cache与主存之间传送数据的基本单位

有效位	Cache	按字节编址	十进制
0	0	000000000 ~ 000111111	0~63
0	1	001000000 ~ 001111111	64~127
0	2	010000000 ~ 010111111	128~191
0	3	011000000 ~ 011111111	192~255
0	4	100000000 ~ 100111111	256~319
0	5	101000000 ~ 101111111	320~383
0	6	110000000 ~ 110111111	384~447
0	7	111000000 ~ 111111111	448~511

数据容量：8×64B = 512B

1. 主存中的块放到Cache中哪个位置？  
(2)对号入座：直接映射

主存	按字节编址
0	0...000000000 ~ 0...000011111
1	0...000100000 ~ 0...000111111
2	0...001000000 ~ 0...001011111
...	...
2 <sup>22</sup> -3	1...110100000 ~ 1...110111111
2 <sup>22</sup> -2	1...111000000 ~ 1...111011111
2 <sup>22</sup> -1	1...111100000 ~ 1...111111111

总容量：256MB 地址位数：28 = 19 + 3 + 6

王道考研/CSKAOYAN.COM

## 地址映射

假设某个计算机的主存地址空间大小为256MB，按**字节**编址，其数据Cache有8个Cache行，行长为64B。

即Cache块，是Cache与主存之间传送数据的基本单位

有效位	Cache	按字节编址	十进制
1 0...0	0	000000000 ~ 000111111	0~63
0	1	001000000 ~ 001111111	64~127
0	2	010000000 ~ 010111111	128~191
0	3	011000000 ~ 011111111	192~255
0	4	100000000 ~ 100111111	256~319
0	5	101000000 ~ 101111111	320~383
0	6	110000000 ~ 110111111	384~447
0	7	111000000 ~ 111111111	448~511

数据容量：8×64B = 512B

1. 主存中的块放到Cache中哪个位置？  
(2)对号入座：直接映射

主存	按字节编址
0	0...000000000 ~ 0...000011111
1	0...000100000 ~ 0...000111111
2	0...001000000 ~ 0...001011111
...	...
2 <sup>22</sup> -3	1...110100000 ~ 1...110111111
2 <sup>22</sup> -2	1...111000000 ~ 1...111011111
2 <sup>22</sup> -1	1...111100000 ~ 1...111111111

总容量：256MB 地址位数：28 = 19 + 3 + 6

王道考研/CSKAOYAN.COM

## 地址映射

假设某个计算机的主存地址空间大小为256MB，按**字节**编址，其数据Cache有8个Cache行，行长为64B。

即Cache块，是Cache与主存之间传送数据的基本单位

有效位	Cache	按字节编址	十进制
1 0...0	0	000000000 ~ 000111111	0~63
0	1	001000000 ~ 001111111	64~127
0	2	010000000 ~ 010111111	128~191
0	3	011000000 ~ 011111111	192~255
0	4	100000000 ~ 100111111	256~319
0	5	101000000 ~ 101111111	320~383
0	6	110000000 ~ 110111111	384~447
0	7	111000000 ~ 111111111	448~511

数据容量：8×64B = 512B

1. 主存中的块放到Cache中哪个位置？  
(2)对号入座：直接映射

主存	按字节编址
0	0...000000000 ~ 0...000011111
1	0...000100000 ~ 0...000111111
2	0...001000000 ~ 0...001011111
...	...
2 <sup>22</sup> -3	1...110100000 ~ 1...110111111
2 <sup>22</sup> -2	1...111000000 ~ 1...111011111
2 <sup>22</sup> -1	1...111100000 ~ 1...111111111

总容量：256MB 地址位数：28 = 19 + 3 + 6

王道考研/CSKAOYAN.COM

## 地址映射

假设某个计算机的主存地址空间大小为256MB，按**字节**编址，其数据Cache有8个Cache行，行长为64B。

即Cache块，是Cache与主存之间传送数据的基本单位

有效位	Cache	按字节编址	十进制
1 0...0	0	000000000 ~ 000111111	0~63
1 0...0	1	001000000 ~ 001111111	64~127
0	2	010000000 ~ 010111111	128~191
0	3	011000000 ~ 011111111	192~255
0	4	100000000 ~ 100111111	256~319
0	5	101000000 ~ 101111111	320~383
0	6	110000000 ~ 110111111	384~447
0	7	111000000 ~ 111111111	448~511

数据容量：8×64B = 512B

1. 主存中的块放到Cache中哪个位置？  
(2)对号入座：直接映射

主存字块标记	Cache字块地址	字块内地址
0	0	0...000000000 ~ 0...000011111
1	0	0...001000000 ~ 0...000111111
2	0	0...001000000 ~ 0...001011111
...	...	...
2 <sup>22</sup> -3	1	1...110100000 ~ 1...110111111
2 <sup>22</sup> -2	1	1...111000000 ~ 1...111011111
2 <sup>22</sup> -1	1	1...111100000 ~ 1...111111111

总容量：256MB 地址位数：28 = 19 + 3 + 6

王道考研/CSKAOYAN.COM

## 地址映射

假设某个计算机的主存地址空间大小为256MB，按**字节**编址，其数据Cache有8个Cache行，行长为64B。

1. 主存中的块放到Cache中哪个位置？  
(3)按号分组，组内随意放：组相联映射

Cache分为4组  
即Cache块，是Cache与主存之间传送数据的基本单位

有效位	Cache	按字节编址	十进制
0	0	000000000 ~ 000111111	0~63
0	1	001000000 ~ 001111111	64~127
0	2	010000000 ~ 010111111	128~191
0	3	011000000 ~ 011111111	192~255
0	4	100000000 ~ 100111111	256~319
0	5	101000000 ~ 101111111	320~383
0	6	110000000 ~ 110111111	384~447
0	7	111000000 ~ 111111111	448~511

数据容量：8×64B = 512B

主存	按字节编址
0	0...000000000 ~ 0...000011111
1	0...000100000 ~ 0...000111111
2	0...001000000 ~ 0...001011111
...	...
2 <sup>22</sup> -3	1...110100000 ~ 1...110111111
2 <sup>22</sup> -2	1...111000000 ~ 1...111011111
2 <sup>22</sup> -1	1...111100000 ~ 1...111111111

总容量：256MB 地址位数：28 = 19 + 3 + 6

王道考研/CSKAOYAN.COM

## 地址映射

假设某个计算机的主存地址空间大小为256MB，按**字节**编址，其数据Cache有8个Cache行，行长为64B。

1. 主存中的块放到Cache中哪个位置？  
(3)按号分组，组内随意放：组相联映射

Cache分为4组  
即Cache块，是Cache与主存之间传送数据的基本单位

有效位	Cache	按字节编址	十进制
0	0	000000000 ~ 000111111	0~63
0	1	001000000 ~ 001111111	64~127
0	2	010000000 ~ 010111111	128~191
0	3	011000000 ~ 011111111	192~255
0	4	100000000 ~ 100111111	256~319
0	5	101000000 ~ 101111111	320~383
0	6	110000000 ~ 110111111	384~447
0	7	111000000 ~ 111111111	448~511

数据容量：8×64B = 512B

主存	按字节编址
0	0...000000000 ~ 0...000011111
1	0...000100000 ~ 0...000111111
2	0...001000000 ~ 0...001011111
...	...
2 <sup>22</sup> -3	1...110100000 ~ 1...110111111
2 <sup>22</sup> -2	1...111000000 ~ 1...111011111
2 <sup>22</sup> -1	1...111100000 ~ 1...111111111

总容量：256MB 地址位数：28 = 19 + 3 + 6

王道考研/CSKAOYAN.COM

## 地址映射

假设某个计算机的主存地址空间大小为256MB，按**字节**编址，其数据Cache有8个Cache行，行长为64B。

1. 主存中的块放到Cache中哪个位置？  
(3)按号分组，组内随意放：组相联映射

Cache分为4组  
即Cache块，是Cache与主存之间传送数据的基本单位

有效位	Cache	按字节编址	十进制
0	0	000000000 ~ 000111111	0~63
0	1	001000000 ~ 001111111	64~127
0	2	010000000 ~ 010111111	128~191
0	3	011000000 ~ 011111111	192~255
0	4	100000000 ~ 100111111	256~319
0	5	101000000 ~ 101111111	320~383
0	6	110000000 ~ 110111111	384~447
0	7	111000000 ~ 111111111	448~511

数据容量：8×64B = 512B

主存	按字节编址
0	0...000000000 ~ 0...000011111
1	0...000100000 ~ 0...000111111
2	0...001000000 ~ 0...001011111
...	...
2 <sup>22</sup> -3	1...110100000 ~ 1...110111111
2 <sup>22</sup> -2	1...111000000 ~ 1...111011111
2 <sup>22</sup> -1	1...111100000 ~ 1...111111111

总容量：256MB 地址位数：28 = 19 + 3 + 6

王道考研/CSKAOYAN.COM

## 地址映射

假设某个计算机的主存地址空间大小为256MB，按**字节**编址，其数据Cache有8个Cache行，行长为64B。

1. 主存中的块放到Cache中哪个位置？  
(3)按号分组，组内随意放：组相联映射

Cache分为4组  
即Cache块，是Cache与主存之间传送数据的基本单位

有效位	Cache	按字节编址	十进制
1 0...00	0	000000000 ~ 000111111	0~63
0	1	001000000 ~ 001111111	64~127
0	2	010000000 ~ 010111111	128~191
0	3	011000000 ~ 011111111	192~255
0	4	100000000 ~ 100111111	256~319
0	5	101000000 ~ 101111111	320~383
0	6	110000000 ~ 110111111	384~447
0	7	111000000 ~ 111111111	448~511

数据容量：8×64B = 512B

主存	按字节编址
0	0...000000000 ~ 0...000011111
1	0...000100000 ~ 0...000111111
2	0...001000000 ~ 0...001011111
...	...
2 <sup>22</sup> -3	1...110100000 ~ 1...110111111
2 <sup>22</sup> -2	1...111000000 ~ 1...111011111
2 <sup>22</sup> -1	1...111100000 ~ 1...111111111

总容量：256MB 地址位数：28 = 19 + 3 + 6

王道考研/CSKAOYAN.COM

## 地址映射

假设某个计算机的主存地址空间大小为256MB，按字节编址，其数据Cache有8个Cache行，行长为64B。

Cache分为4组  
即Cache块，是Cache与主存之间传送数据的基本单位

有效位	Cache	按字节编址	十进制
1 0...00	0	00000000 ~ 00011111	0~63
0	1	00100000 ~ 00111111	64~127
0	2	01000000 ~ 01011111	128~191
0	3	01100000 ~ 01111111	192~255
0	4	10000000 ~ 10011111	256~319
0	5	10100000 ~ 10111111	320~383
0	6	11000000 ~ 11011111	384~447
0	7	11100000 ~ 11111111	448~511

数据容量：8×64B = 512B

1. 主存中的块放到Cache中哪个位置？  
(3)按号分组，组内随意放：组相联映射

主存	按字节编址
0	0...00000000 ~ 0...0000111111
1	0...0001000000 ~ 0...0001111111
2	0...0010000000 ~ 0...0010111111
...	...
2 <sup>22</sup> -3	1...1101000000 ~ 1...1101111111
2 <sup>22</sup> -2	1...1110000000 ~ 1...1110111111
2 <sup>22</sup> -1	1...1111000000 ~ 1...1111111111

总容量：256MB 地址位数：28 = 19 + 3 + 6

王道考研/CSKAOYAN.COM

## 地址映射

假设某个计算机的主存地址空间大小为256MB，按字节编址，其数据Cache有8个Cache行，行长为64B。

Cache分为4组  
即Cache块，是Cache与主存之间传送数据的基本单位

有效位	Cache	按字节编址	十进制
1 0...00	0	00000000 ~ 00011111	0~63
0	1	00100000 ~ 00111111	64~127
0	2	01000000 ~ 01011111	128~191
0	3	01100000 ~ 01111111	192~255
1 0...00	4	10000000 ~ 10011111	256~319
0	5	10100000 ~ 10111111	320~383
0	6	11000000 ~ 11011111	384~447
0	7	11100000 ~ 11111111	448~511

数据容量：8×64B = 512B

1. 主存中的块放到Cache中哪个位置？  
(3)按号分组，组内随意放：组相联映射

主存	按字节编址
0	0...00000000 ~ 0...0000111111
1	0...0010000000 ~ 0...0001111111
2	0...0010000000 ~ 0...0010111111
...	...
2 <sup>22</sup> -3	1...1101000000 ~ 1...1101111111
2 <sup>22</sup> -2	1...1110000000 ~ 1...1110111111
2 <sup>22</sup> -1	1...1111000000 ~ 1...1111111111

总容量：256MB 地址位数：28 = 19 + 3 + 6

王道考研/CSKAOYAN.COM

## 地址映射

假设某个计算机的主存地址空间大小为256MB，按字节编址，其数据Cache有8个Cache行，行长为64B。

Cache分为4组  
即Cache块，是Cache与主存之间传送数据的基本单位

有效位	Cache	按字节编址	十进制
1 0...00	0	00000000 ~ 00011111	0~63
0	1	00100000 ~ 00111111	64~127
0	2	01000000 ~ 01011111	128~191
0	3	01100000 ~ 01111111	192~255
1 0...00	4	10000000 ~ 10011111	256~319
0	5	10100000 ~ 10111111	320~383
0	6	11000000 ~ 11011111	384~447
0	7	11100000 ~ 11111111	448~511

数据容量：8×64B = 512B

1. 主存中的块放到Cache中哪个位置？  
(3)按号分组，组内随意放：组相联映射

主存	按字节编址
0	0...00000000 ~ 0...0000111111
1	0...0010000000 ~ 0...0001111111
2	0...0010000000 ~ 0...0010111111
...	...
2 <sup>22</sup> -3	1...1101000000 ~ 1...1101111111
2 <sup>22</sup> -2	1...1110000000 ~ 1...1110111111
2 <sup>22</sup> -1	1...1111000000 ~ 1...1111111111

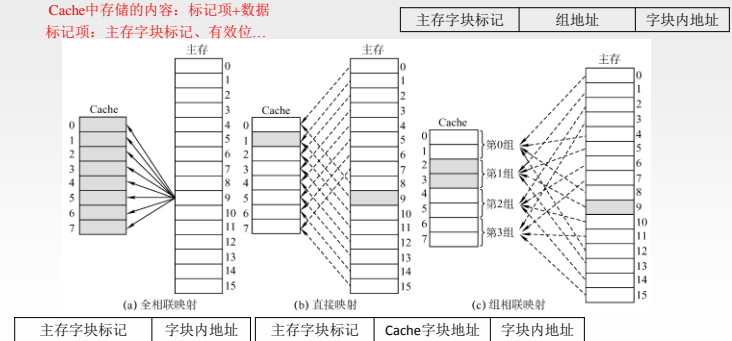
总容量：256MB 地址位数：28 = 19 + 3 + 6

王道考研/CSKAOYAN.COM

## 地址映射

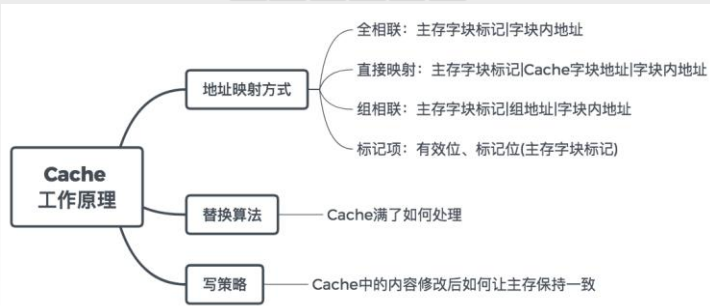
Cache中存储的内容：标记项+数据

标记项：主存字块标记、有效位...



王道考研/CSKAOYAN.COM

## 本节回顾



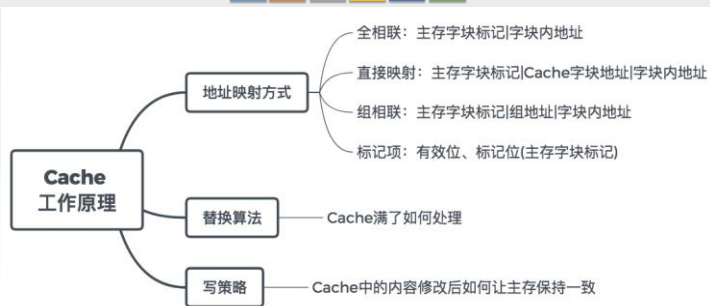
王道考研/CSKAOYAN.COM

## 本节内容

高速缓冲  
存储器替换算法  
写策略

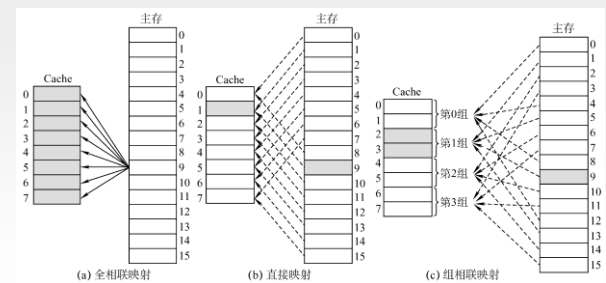
王道考研/CSKAOYAN.COM

## 本节总览



王道考研/CSKAOYAN.COM

## 地址映射



王道考研/CSKAOYAN.COM



## 替换算法

- 1. 随机算法(RAND):** 随机地确定替换的Cache块。它的实现比较简单, 但没有依据程序访问的局部性原理, 故可能命中率较低。
- 2. 先进先出算法(FIFO):** 选择最早调入的行进行替换。它比较容易实现, 但也没有依据程序访问的局部性原理, 可能会把一些需要经常使用的程序块(如循环程序)也作为最早进入Cache的块替换掉。
- 3. 近期最少使用算法(LRU):** 依据程序访问的局部性原理选择近期内长久未访问过的存储行作为替换的行, 平均命中率要比FIFO要高, 是堆栈类算法。  
LRU算法对每行设置一个计数器, Cache每命中一次, 命中行计数器清0, 而其他各行计数器均加1, 需要替换时比较各特定行的计数值, 将计数值最大的行换出。
- 4. 最不经常使用算法(LFU):** 将一段时间内被访问次数最少的存储行换出。每行也设置一个计数器, 新行建立后从0开始计数, 每访问一次, 被访问的行计数器加1, 需要替换时比较各特定行的计数值, 将计数值最小的行换出。

王道考研/CSKAOYAN.COM

## 替换算法

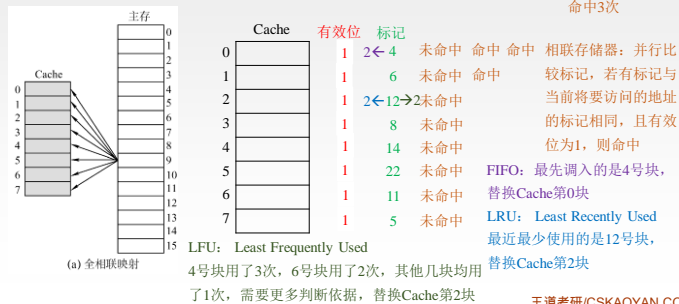
- 设Cache由8个块构成, CPU依次访问的主存地址块号为: 4, 6, 12, 4, 8, 14, 22, 6, 4, 11, 5, 2(十进制), 求:
- 1) 假设地址映射方式为全相联映射, 在采用FIFO、LRU、LFU替换算法时, 分别求Cache命中次数。
  - 2) 假设地址映射方式为直接映射, 求Cache命中次数。
  - 3) 假设地址映射方式为二路组相联映射, 在采用FIFO、LRU、LFU替换算法时, 分别求Cache命中次数。

王道考研/CSKAOYAN.COM

## 替换算法

设Cache由8个块构成, CPU依次访问的主存地址块号为: 4, 6, 12, 4, 8, 14, 22, 6, 4, 11, 5, 2(十进制), 求:

- 1) 假设地址映射方式为全相联映射, 在采用FIFO、LRU、LFU替换算法时, 分别求Cache命中次数。



王道考研/CSKAOYAN.COM

## 替换算法

设Cache由8个块构成, CPU依次访问的主存地址块号为: 4, 6, 12, 4, 8, 14, 22, 6, 4, 11, 5, 2(十进制), 求:

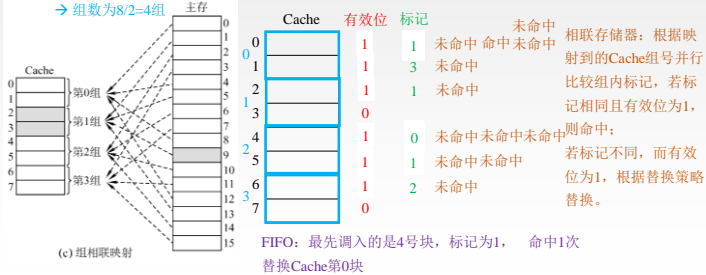
- 2) 假设地址映射方式为直接映射, 求Cache命中次数。



王道考研/CSKAOYAN.COM

## 替换算法

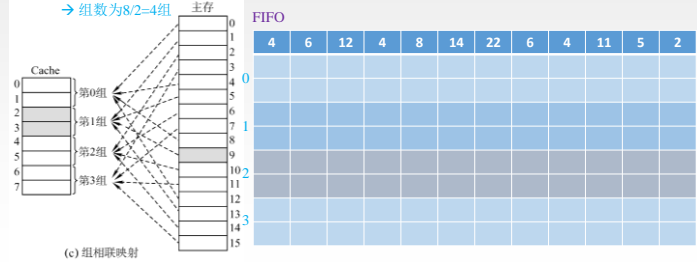
设Cache由8个块构成，CPU依次访问的主存地址块号为：4, 6, 12, 4, 8, 14, 22, 6, 4, 11, 5, 2  
(十进制)，求：对应的Cache块号-除以4得到的余数：0, 2, 0, 0, 0, 2, 2, 2, 0, 3, 1, 2  
3) 假设地址映射方式为三路组相联映射，在采用FIFO、LRU、LFU替换算法时，分别求Cache命中次数。  
即2块为一组 对应的标记-除以4得到的商：1, 1, 3, 1, 2, 3, 5, 1, 1, 2, 1, 0



王道考研/CSKAOYAN.COM

## 替换算法

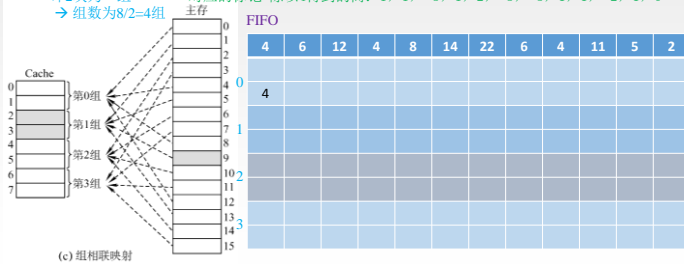
设Cache由8个块构成，CPU依次访问的主存地址块号为：4, 6, 12, 4, 8, 14, 22, 6, 4, 11, 5, 2  
(十进制)，求：对应的Cache块号-除以4得到的余数：0, 2, 0, 0, 0, 2, 2, 2, 0, 3, 1, 2  
3) 假设地址映射方式为三路组相联映射，在采用FIFO、LRU、LFU替换算法时，分别求Cache命中次数。  
即2块为一组 对应的标记-除以4得到的商：1, 1, 3, 1, 2, 3, 5, 1, 1, 2, 1, 0



王道考研/CSKAOYAN.COM

## 替换算法

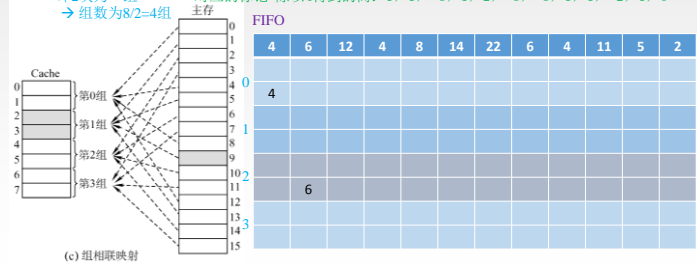
设Cache由8个块构成，CPU依次访问的主存地址块号为：4, 6, 12, 4, 8, 14, 22, 6, 4, 11, 5, 2  
(十进制)，求：对应的Cache块号-除以4得到的余数：0, 2, 0, 0, 0, 2, 2, 2, 0, 3, 1, 2  
3) 假设地址映射方式为三路组相联映射，在采用FIFO、LRU、LFU替换算法时，分别求Cache命中次数。  
即2块为一组 对应的标记-除以4得到的商：1, 1, 3, 1, 2, 3, 5, 1, 1, 2, 1, 0



王道考研/CSKAOYAN.COM

## 替换算法

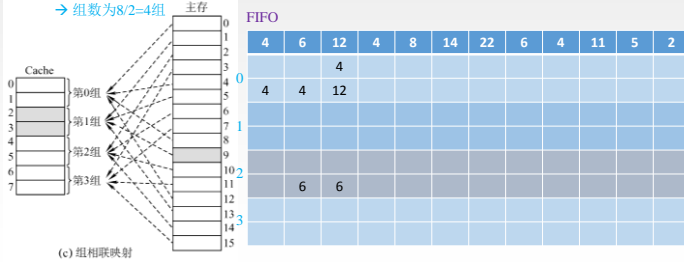
设Cache由8个块构成，CPU依次访问的主存地址块号为：4, 6, 12, 4, 8, 14, 22, 6, 4, 11, 5, 2  
(十进制)，求：对应的Cache块号-除以4得到的余数：0, 2, 0, 0, 0, 2, 2, 2, 0, 3, 1, 2  
3) 假设地址映射方式为三路组相联映射，在采用FIFO、LRU、LFU替换算法时，分别求Cache命中次数。  
即2块为一组 对应的标记-除以4得到的商：1, 1, 3, 1, 2, 3, 5, 1, 1, 2, 1, 0



王道考研/CSKAOYAN.COM

## 替换算法

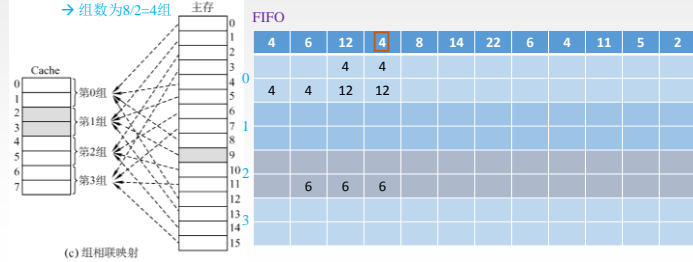
设Cache由8个块构成，CPU依次访问的主存地址块号为：4, 6, 12, 4, 8, 14, 22, 6, 4, 11, 5, 2  
(十进制)，求：对应的Cache块号-除以4得到的余数：0, 2, 0, 0, 0, 2, 2, 2, 0, 3, 1, 2  
3) 假设地址映射方式为三路组相联映射，在采用FIFO、LRU、LFU替换算法时，分别求Cache命中次数。  
即2块为一组 对应的标记-除以4得到的商：1, 1, 3, 1, 2, 3, 5, 1, 1, 2, 1, 0  
→ 组数为8/2=4组



王道考研/CSKAOYAN.COM

## 替换算法

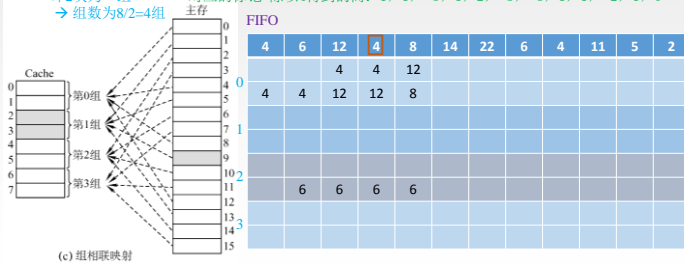
设Cache由8个块构成，CPU依次访问的主存地址块号为：4, 6, 12, 4, 8, 14, 22, 6, 4, 11, 5, 2  
(十进制)，求：对应的Cache块号-除以4得到的余数：0, 2, 0, 0, 0, 2, 2, 2, 0, 3, 1, 2  
3) 假设地址映射方式为三路组相联映射，在采用FIFO、LRU、LFU替换算法时，分别求Cache命中次数。  
即2块为一组 对应的标记-除以4得到的商：1, 1, 3, 1, 2, 3, 5, 1, 1, 2, 1, 0  
→ 组数为8/2=4组



王道考研/CSKAOYAN.COM

## 替换算法

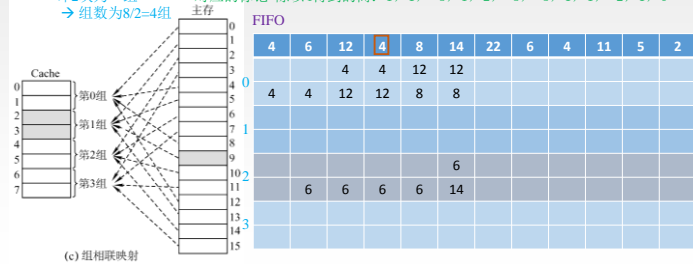
设Cache由8个块构成，CPU依次访问的主存地址块号为：4, 6, 12, 4, 8, 14, 22, 6, 4, 11, 5, 2  
(十进制)，求：对应的Cache块号-除以4得到的余数：0, 2, 0, 0, 0, 2, 2, 2, 0, 3, 1, 2  
3) 假设地址映射方式为三路组相联映射，在采用FIFO、LRU、LFU替换算法时，分别求Cache命中次数。  
即2块为一组 对应的标记-除以4得到的商：1, 1, 3, 1, 2, 3, 5, 1, 1, 2, 1, 0  
→ 组数为8/2=4组



王道考研/CSKAOYAN.COM

## 替换算法

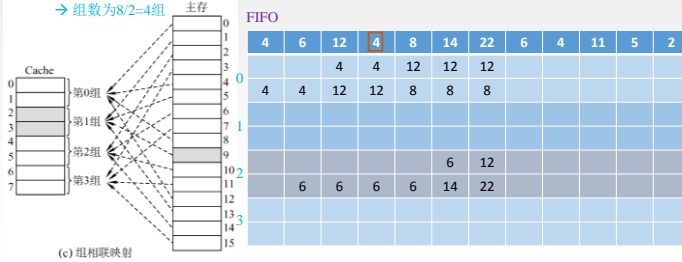
设Cache由8个块构成，CPU依次访问的主存地址块号为：4, 6, 12, 4, 8, 14, 22, 6, 4, 11, 5, 2  
(十进制)，求：对应的Cache块号-除以4得到的余数：0, 2, 0, 0, 0, 2, 2, 2, 0, 3, 1, 2  
3) 假设地址映射方式为三路组相联映射，在采用FIFO、LRU、LFU替换算法时，分别求Cache命中次数。  
即2块为一组 对应的标记-除以4得到的商：1, 1, 3, 1, 2, 3, 5, 1, 1, 2, 1, 0  
→ 组数为8/2=4组



王道考研/CSKAOYAN.COM

## 替换算法

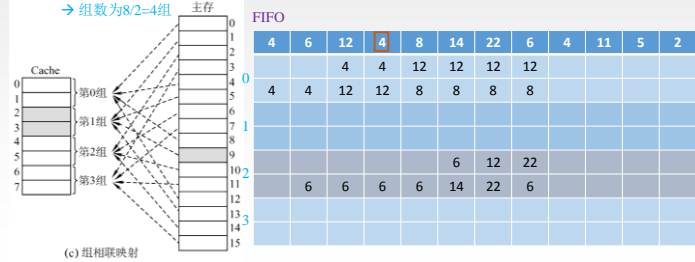
设Cache由8个块构成，CPU依次访问的主存地址块号为：4, 6, 12, 4, 8, 14, 22, 6, 4, 11, 5, 2  
(十进制)，求：对应的Cache块号-除以4得到的余数：0, 2, 0, 0, 0, 2, 2, 2, 0, 3, 1, 2  
3) 假设地址映射方式为三路组相联映射，在采用FIFO、LRU、LFU替换算法时，分别求Cache命中次数。  
即2块为一组 对应的标记-除以4得到的商：1, 1, 3, 1, 2, 3, 5, 1, 1, 2, 1, 0  
→ 组数为8/2=4组



王道考研/CSKAOYAN.COM

## 替换算法

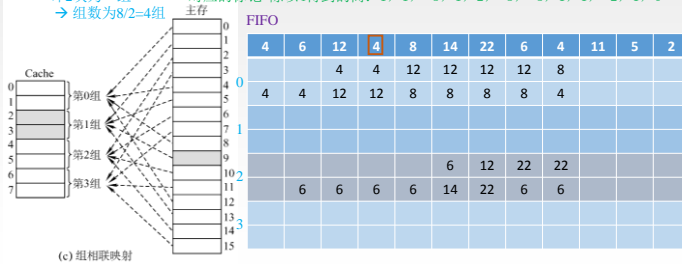
设Cache由8个块构成，CPU依次访问的主存地址块号为：4, 6, 12, 4, 8, 14, 22, 6, 4, 11, 5, 2  
(十进制)，求：对应的Cache块号-除以4得到的余数：0, 2, 0, 0, 0, 2, 2, 2, 0, 3, 1, 2  
3) 假设地址映射方式为三路组相联映射，在采用FIFO、LRU、LFU替换算法时，分别求Cache命中次数。  
即2块为一组 对应的标记-除以4得到的商：1, 1, 3, 1, 2, 3, 5, 1, 1, 2, 1, 0  
→ 组数为8/2=4组



王道考研/CSKAOYAN.COM

## 替换算法

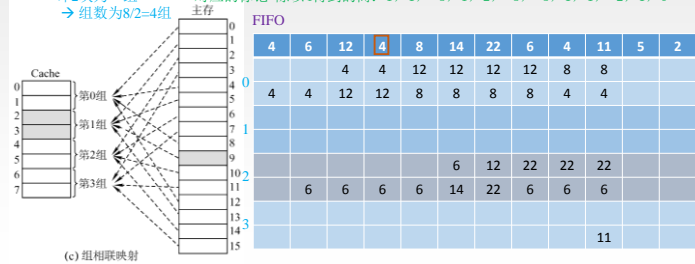
设Cache由8个块构成，CPU依次访问的主存地址块号为：4, 6, 12, 4, 8, 14, 22, 6, 4, 11, 5, 2  
(十进制)，求：对应的Cache块号-除以4得到的余数：0, 2, 0, 0, 0, 2, 2, 2, 0, 3, 1, 2  
3) 假设地址映射方式为三路组相联映射，在采用FIFO、LRU、LFU替换算法时，分别求Cache命中次数。  
即2块为一组 对应的标记-除以4得到的商：1, 1, 3, 1, 2, 3, 5, 1, 1, 2, 1, 0  
→ 组数为8/2=4组



王道考研/CSKAOYAN.COM

## 替换算法

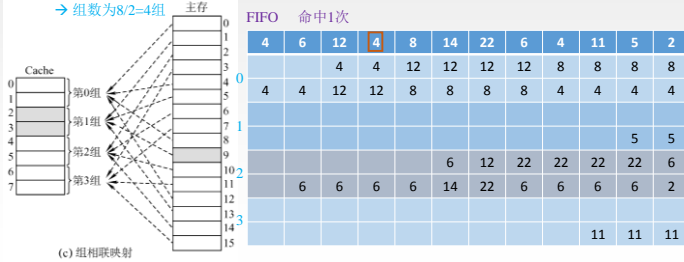
设Cache由8个块构成，CPU依次访问的主存地址块号为：4, 6, 12, 4, 8, 14, 22, 6, 4, 11, 5, 2  
(十进制)，求：对应的Cache块号-除以4得到的余数：0, 2, 0, 0, 0, 2, 2, 2, 0, 3, 1, 2  
3) 假设地址映射方式为三路组相联映射，在采用FIFO、LRU、LFU替换算法时，分别求Cache命中次数。  
即2块为一组 对应的标记-除以4得到的商：1, 1, 3, 1, 2, 3, 5, 1, 1, 2, 1, 0  
→ 组数为8/2=4组



王道考研/CSKAOYAN.COM

## 替换算法

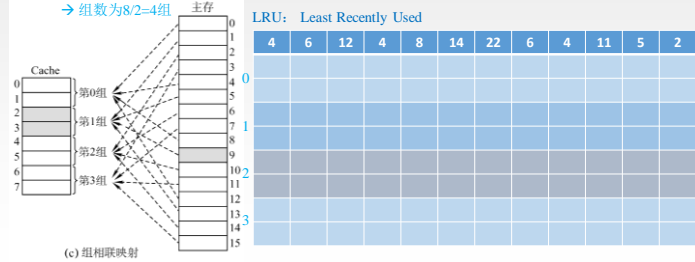
设Cache由8个块构成，CPU依次访问的主存地址块号为：4, 6, 12, 4, 8, 14, 22, 6, 4, 11, 5, 2  
(十进制)，求： 对应的Cache块号-除以4得到的余数：0, 2, 0, 0, 0, 2, 2, 2, 0, 3, 1, 2  
3) 假设地址映射方式为三路组相联映射，在采用FIFO、LRU、LFU替换算法时，分别求Cache命中次数。  
即2块为一组 对应的标记-除以4得到的商：1, 1, 3, 1, 2, 3, 5, 1, 1, 2, 1, 0  
→ 组数为8/2=4组



王道考研/CSKAOYAN.COM

## 替换算法

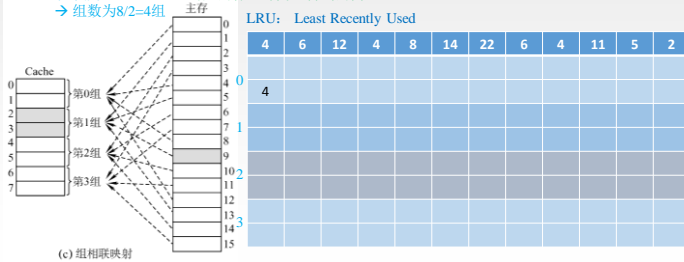
设Cache由8个块构成，CPU依次访问的主存地址块号为：4, 6, 12, 4, 8, 14, 22, 6, 4, 11, 5, 2  
(十进制)，求： 对应的Cache块号-除以4得到的余数：0, 2, 0, 0, 0, 2, 2, 2, 0, 3, 1, 2  
3) 假设地址映射方式为三路组相联映射，在采用FIFO、LRU、LFU替换算法时，分别求Cache命中次数。  
即2块为一组 对应的标记-除以4得到的商：1, 1, 3, 1, 2, 3, 5, 1, 1, 2, 1, 0  
→ 组数为8/2=4组



王道考研/CSKAOYAN.COM

## 替换算法

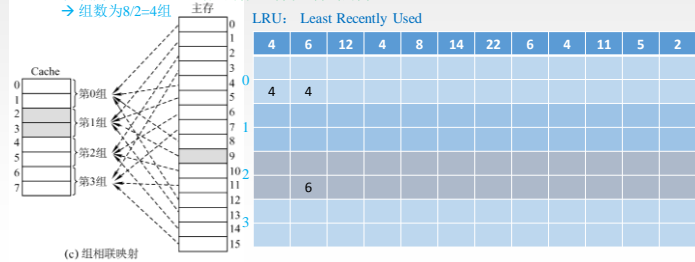
设Cache由8个块构成，CPU依次访问的主存地址块号为：4, 6, 12, 4, 8, 14, 22, 6, 4, 11, 5, 2  
(十进制)，求： 对应的Cache块号-除以4得到的余数：0, 2, 0, 0, 0, 2, 2, 2, 0, 3, 1, 2  
3) 假设地址映射方式为三路组相联映射，在采用FIFO、LRU、LFU替换算法时，分别求Cache命中次数。  
即2块为一组 对应的标记-除以4得到的商：1, 1, 3, 1, 2, 3, 5, 1, 1, 2, 1, 0  
→ 组数为8/2=4组



王道考研/CSKAOYAN.COM

## 替换算法

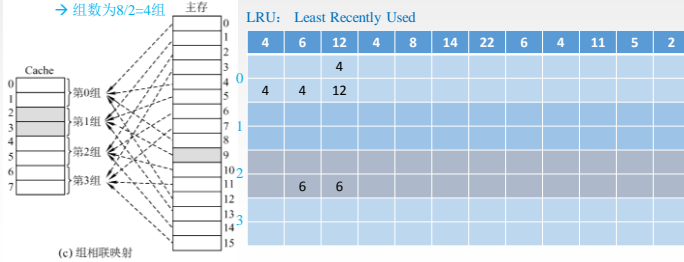
设Cache由8个块构成，CPU依次访问的主存地址块号为：4, 6, 12, 4, 8, 14, 22, 6, 4, 11, 5, 2  
(十进制)，求： 对应的Cache块号-除以4得到的余数：0, 2, 0, 0, 0, 2, 2, 2, 0, 3, 1, 2  
3) 假设地址映射方式为三路组相联映射，在采用FIFO、LRU、LFU替换算法时，分别求Cache命中次数。  
即2块为一组 对应的标记-除以4得到的商：1, 1, 3, 1, 2, 3, 5, 1, 1, 2, 1, 0  
→ 组数为8/2=4组



王道考研/CSKAOYAN.COM

## 替换算法

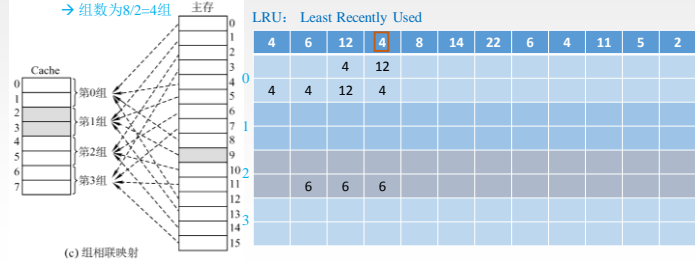
设Cache由8个块构成，CPU依次访问的主存地址块号为：4, 6, 12, 4, 8, 14, 22, 6, 4, 11, 5, 2  
(十进制)，求： 对应的Cache块号-除以4得到的余数：0, 2, 0, 0, 0, 2, 2, 2, 0, 3, 1, 2  
3) 假设地址映射方式为三路组相联映射，在采用FIFO、LRU、LFU替换算法时，分别求Cache命中次数。  
即2块为一组 对应的标记-除以4得到的商：1, 1, 3, 1, 2, 3, 5, 1, 1, 2, 1, 0  
→ 组数为8/2=4组



王道考研/CSKAOYAN.COM

## 替换算法

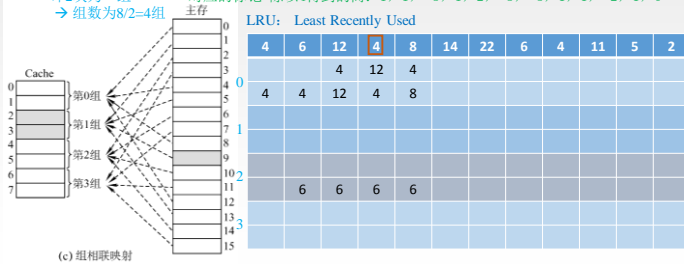
设Cache由8个块构成，CPU依次访问的主存地址块号为：4, 6, 12, 4, 8, 14, 22, 6, 4, 11, 5, 2  
(十进制)，求： 对应的Cache块号-除以4得到的余数：0, 2, 0, 0, 0, 2, 2, 2, 0, 3, 1, 2  
3) 假设地址映射方式为三路组相联映射，在采用FIFO、LRU、LFU替换算法时，分别求Cache命中次数。  
即2块为一组 对应的标记-除以4得到的商：1, 1, 3, 1, 2, 3, 5, 1, 1, 2, 1, 0  
→ 组数为8/2=4组



王道考研/CSKAOYAN.COM

## 替换算法

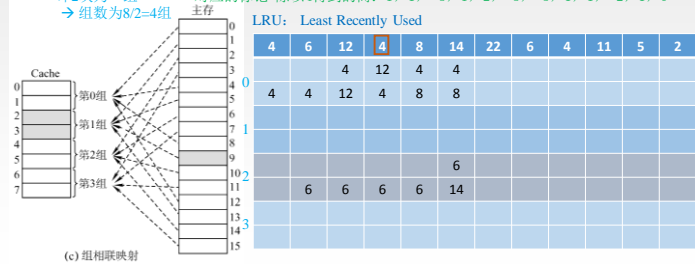
设Cache由8个块构成，CPU依次访问的主存地址块号为：4, 6, 12, 4, 8, 14, 22, 6, 4, 11, 5, 2  
(十进制)，求： 对应的Cache块号-除以4得到的余数：0, 2, 0, 0, 0, 2, 2, 2, 0, 3, 1, 2  
3) 假设地址映射方式为三路组相联映射，在采用FIFO、LRU、LFU替换算法时，分别求Cache命中次数。  
即2块为一组 对应的标记-除以4得到的商：1, 1, 3, 1, 2, 3, 5, 1, 1, 2, 1, 0  
→ 组数为8/2=4组



王道考研/CSKAOYAN.COM

## 替换算法

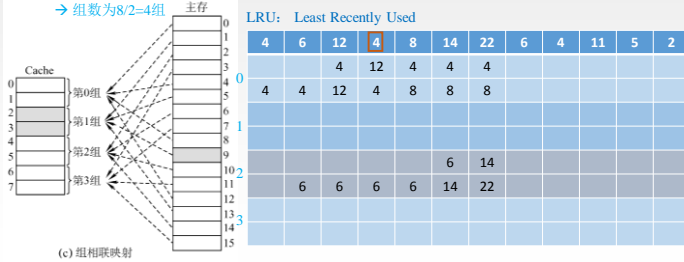
设Cache由8个块构成，CPU依次访问的主存地址块号为：4, 6, 12, 4, 8, 14, 22, 6, 4, 11, 5, 2  
(十进制)，求： 对应的Cache块号-除以4得到的余数：0, 2, 0, 0, 0, 2, 2, 2, 0, 3, 1, 2  
3) 假设地址映射方式为三路组相联映射，在采用FIFO、LRU、LFU替换算法时，分别求Cache命中次数。  
即2块为一组 对应的标记-除以4得到的商：1, 1, 3, 1, 2, 3, 5, 1, 1, 2, 1, 0  
→ 组数为8/2=4组



王道考研/CSKAOYAN.COM

## 替换算法

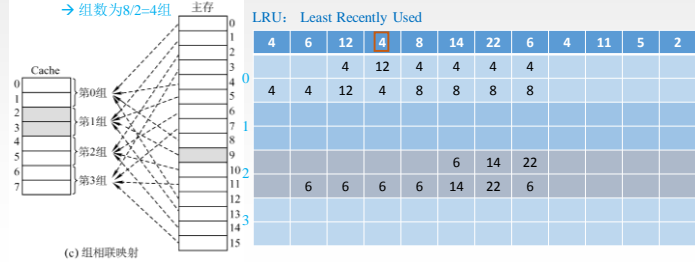
设Cache由8个块构成，CPU依次访问的主存地址块号为：4, 6, 12, 4, 8, 14, 22, 6, 4, 11, 5, 2  
(十进制)，求： 对应的Cache块号-除以4得到的余数：0, 2, 0, 0, 0, 2, 2, 2, 0, 3, 1, 2  
3) 假设地址映射方式为三路组相联映射，在采用FIFO、LRU、LFU替换算法时，分别求Cache命中次数。  
即2块为一组 对应的标记-除以4得到的商：1, 1, 3, 1, 2, 3, 5, 1, 1, 2, 1, 0  
→ 组数为8/2=4组



王道考研/CSKAOYAN.COM

## 替换算法

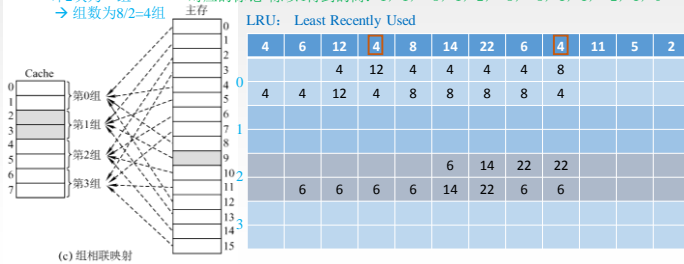
设Cache由8个块构成，CPU依次访问的主存地址块号为：4, 6, 12, 4, 8, 14, 22, 6, 4, 11, 5, 2  
(十进制)，求： 对应的Cache块号-除以4得到的余数：0, 2, 0, 0, 0, 2, 2, 2, 0, 3, 1, 2  
3) 假设地址映射方式为三路组相联映射，在采用FIFO、LRU、LFU替换算法时，分别求Cache命中次数。  
即2块为一组 对应的标记-除以4得到的商：1, 1, 3, 1, 2, 3, 5, 1, 1, 2, 1, 0  
→ 组数为8/2=4组



王道考研/CSKAOYAN.COM

## 替换算法

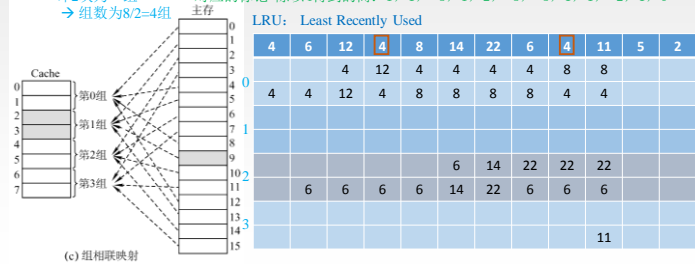
设Cache由8个块构成，CPU依次访问的主存地址块号为：4, 6, 12, 4, 8, 14, 22, 6, 4, 11, 5, 2  
(十进制)，求： 对应的Cache块号-除以4得到的余数：0, 2, 0, 0, 0, 2, 2, 2, 0, 3, 1, 2  
3) 假设地址映射方式为三路组相联映射，在采用FIFO、LRU、LFU替换算法时，分别求Cache命中次数。  
即2块为一组 对应的标记-除以4得到的商：1, 1, 3, 1, 2, 3, 5, 1, 1, 2, 1, 0  
→ 组数为8/2=4组



王道考研/CSKAOYAN.COM

## 替换算法

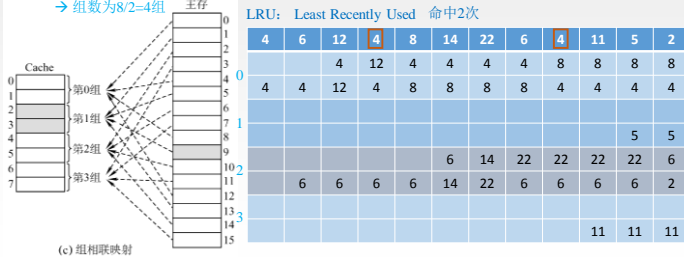
设Cache由8个块构成，CPU依次访问的主存地址块号为：4, 6, 12, 4, 8, 14, 22, 6, 4, 11, 5, 2  
(十进制)，求： 对应的Cache块号-除以4得到的余数：0, 2, 0, 0, 0, 2, 2, 2, 0, 3, 1, 2  
3) 假设地址映射方式为三路组相联映射，在采用FIFO、LRU、LFU替换算法时，分别求Cache命中次数。  
即2块为一组 对应的标记-除以4得到的商：1, 1, 3, 1, 2, 3, 5, 1, 1, 2, 1, 0  
→ 组数为8/2=4组



王道考研/CSKAOYAN.COM

## 替换算法

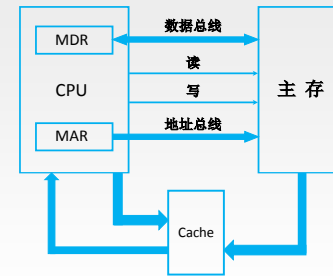
设Cache由8个块构成，CPU依次访问的主存地址块号为：4, 6, 12, 4, 8, 14, 22, 6, 4, 11, 5, 2 (十进制)，求：  
 1) 对应的Cache块号-除以4得到的余数：0, 2, 0, 0, 0, 2, 2, 2, 0, 3, 1, 2  
 2) 假设地址映射方式为二路组相联映射，在采用FIFO、LRU、LFU替换算法时，分别求Cache命中次数。  
 即2块为一组，对应的标记-除以4得到的商：1, 1, 3, 1, 2, 3, 5, 1, 1, 2, 1, 0  
 → 组数为 $8/2=4$ 组



LFU: Least Frequently Used, 详见操作系统

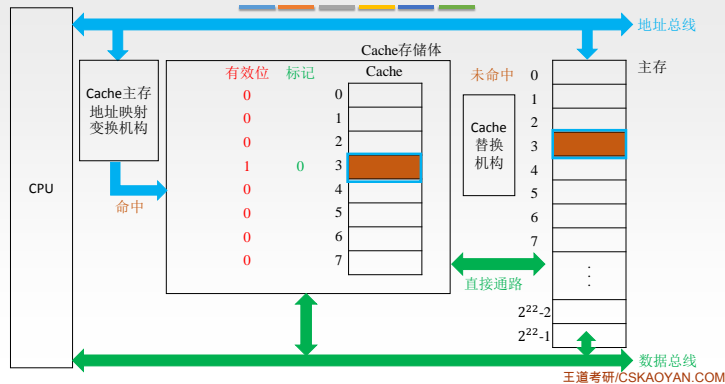
王道考研/CSKAOYAN.COM

## Cache的工作原理小结



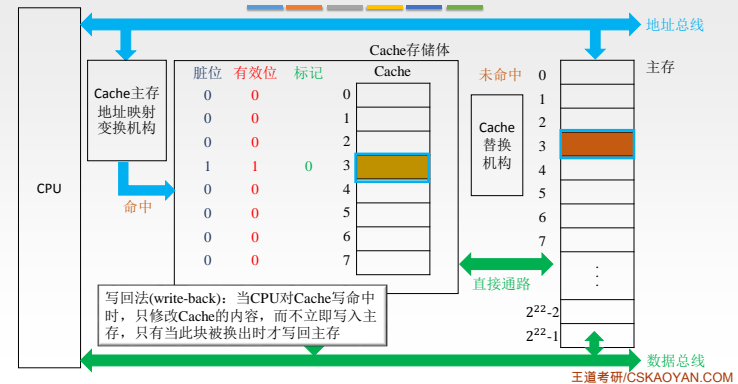
王道考研/CSKAOYAN.COM

## Cache的工作原理小结



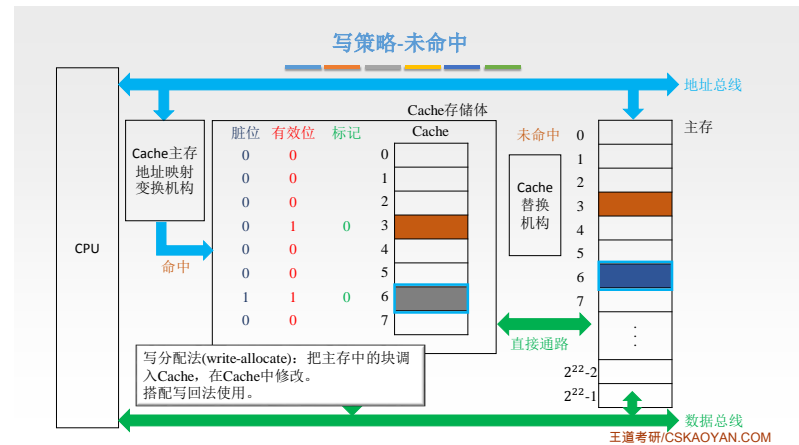
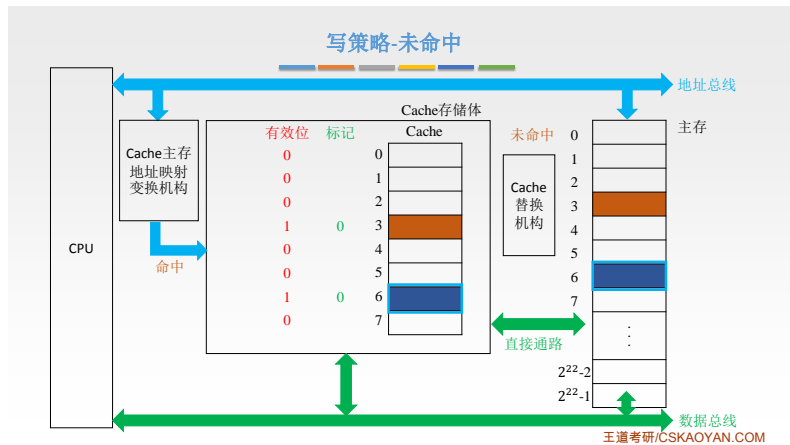
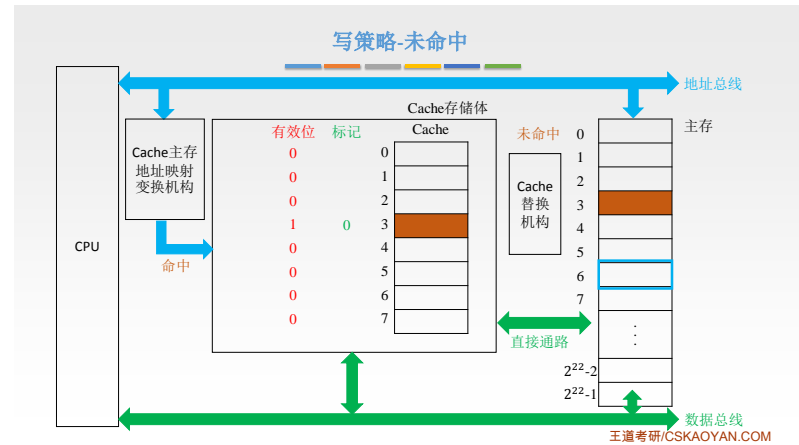
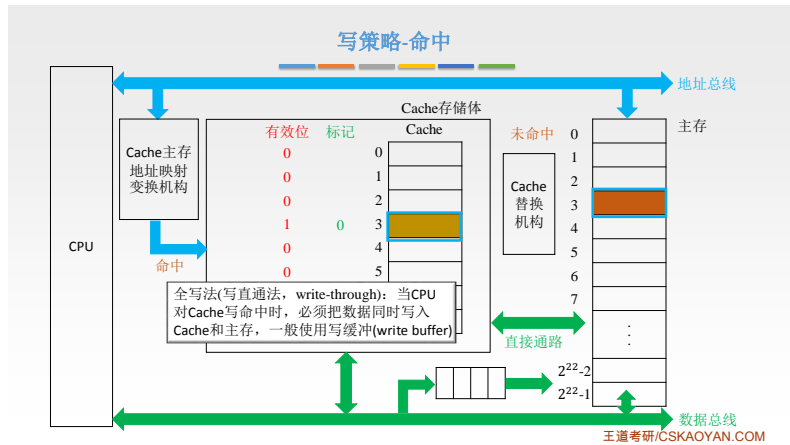
王道考研/CSKAOYAN.COM

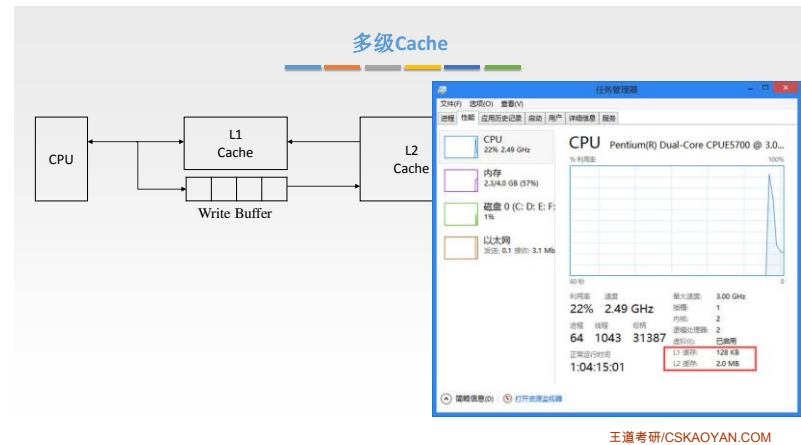
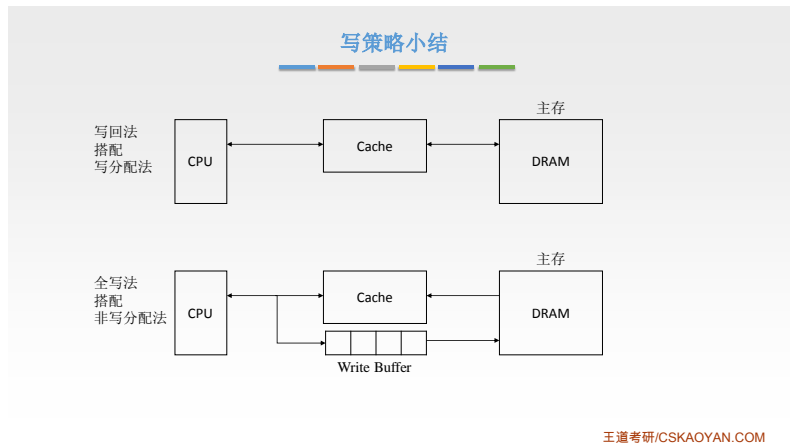
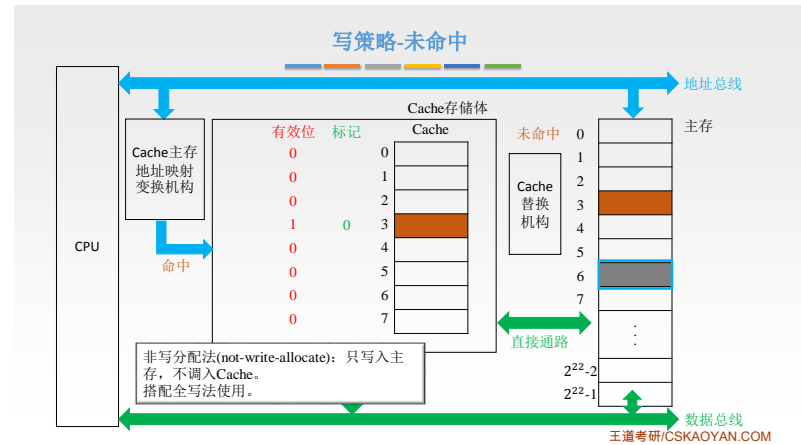
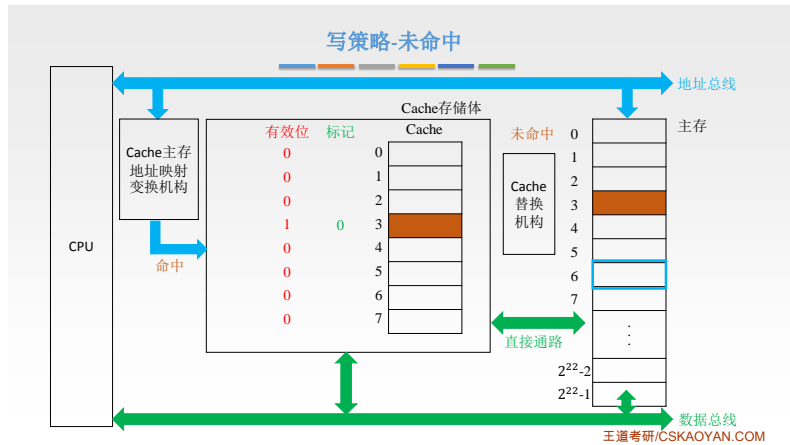
## 写策略-命中



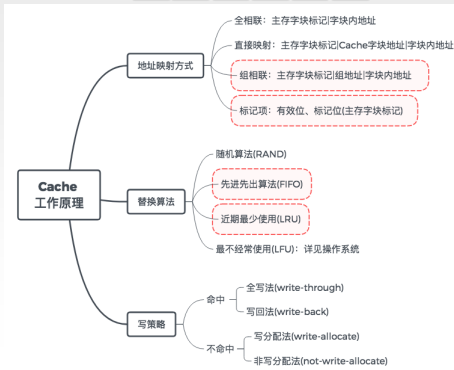
王道考研/CSKAOYAN.COM



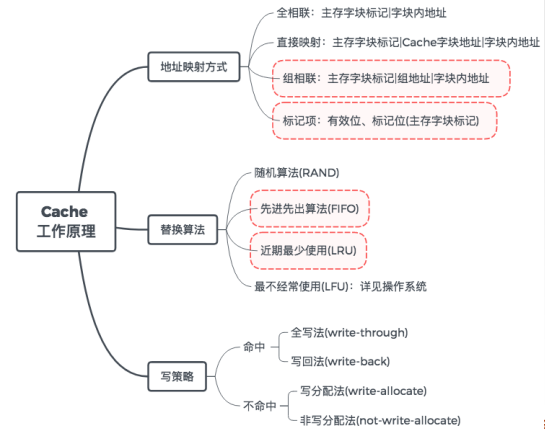




## Cache回顾



王道考研/CSKAOYAN.COM



CSKAOYAN.COM

# 王道考研——组成原理

WWW.CSKAOYAN.COM

## 第三章 存储系统

本节内容

存储系统

Cache  
例题

王道考研/CSKAOYAN.COM

### Cache总结



1. 二进制形式的地址映射
2. Cache容量计算

王道考研/CSKAOYAN.COM

### Cache例题

设主存地址空间大小为1KB, 按字节编址, Cache由8个块构成, 每个Cache块大小为16B, CPU依次访问以下地址: 0001001110、1001110010、0001001111、0011000010、0101001000、1011110010、1111010000、0011001001(十进制为78、626、79、194、328、754、976、201), 求:

- 1) 假设地址映射方式为全相联映射, 在采用FIFO、LRU、LFU替换算法时, 分别求Cache命中次数。
- 2) 假设地址映射方式为直接映射, 求Cache命中次数。
- 3) 假设地址映射方式为二路组相联映射, 在采用FIFO、LRU、LFU替换算法时, 分别求Cache命中次数。
- 4) 假设其它配置同3), 采用写回法和直写法时, Cache的总容量分别为多少?

王道考研/CSKAOYAN.COM

## 替换算法

设主存地址空间大小为1KB，按字节编址，Cache由8个块构成，每个Cache块大小为16B，CPU依次访问以下地址：0001001110、1001110010、0001001111、0011000010、0101001000、1011110010、1111010000、0011001001(十进制为78、626、79、194、328、754、976、201)，求：

1) 假设地址映射方式为全相联映射，在采用FIFO、LRU、LFU替换算法时，分别求Cache命中次数。



王道考研/CSKAOYAN.COM

## 替换算法

设主存地址空间大小为1KB，按字节编址，Cache由8个块构成，每个Cache块大小为16B，CPU依次访问以下地址：0001001110、1001110010、0001001111、0011000010、0101001000、1011110010、1111010000、0011001001(十进制为78、626、79、194、328、754、976、201)，求：

1) 假设地址映射方式为全相联映射，在采用FIFO、LRU、LFU替换算法时，分别求Cache命中次数。



王道考研/CSKAOYAN.COM

## 替换算法

设主存地址空间大小为1KB，按字节编址，Cache由8个块构成，每个Cache块大小为16B，CPU依次访问以下地址：0001001110、1001110010、0001001111、0011000010、0101001000、1011110010、1111010000、0011001001(十进制为78、626、79、194、328、754、976、201)，求：

1) 假设地址映射方式为全相联映射，在采用FIFO、LRU、LFU替换算法时，分别求Cache命中次数。



王道考研/CSKAOYAN.COM

## 替换算法

设主存地址空间大小为1KB，按字节编址，Cache由8个块构成，每个Cache块大小为16B，CPU依次访问以下地址：0001001110、1001110010、0001001111、0011000010、0101001000、1011110010、1111010000、0011001001(十进制为78、626、79、194、328、754、976、201)，求：

1) 假设地址映射方式为全相联映射，在采用FIFO、LRU、LFU替换算法时，分别求Cache命中次数。



王道考研/CSKAOYAN.COM

## 替换算法

设主存地址空间大小为1KB，按字节编址，Cache由8个块构成，每个Cache块大小为16B，CPU依次访问以下地址：0001001110、1001110010、0001001111、0011000010、0101001000、1011110010、1111010000、0011001001(十进制为78、626、79、194、328、754、976、201)，求：

1) 假设地址映射方式为全相联映射，在采用FIFO、LRU、LFU替换算法时，分别求Cache命中次数。



王道考研/CSKAOYAN.COM

## 替换算法

设主存地址空间大小为1KB，按字节编址，Cache由8个块构成，每个Cache块大小为16B，CPU依次访问以下地址：0001001110、1001110010、0001001111、0011000010、0101001000、1011110010、1111010000、0011001001(十进制为78、626、79、194、328、754、976、201)，求：

1) 假设地址映射方式为全相联映射，在采用FIFO、LRU、LFU替换算法时，分别求Cache命中次数。



王道考研/CSKAOYAN.COM

## 替换算法

设主存地址空间大小为1KB，按字节编址，Cache由8个块构成，每个Cache块大小为16B，CPU依次访问以下地址：0001001110、1001110010、0001001111、0011000010、0101001000、1011110010、1111010000、0011001001(十进制为78、626、79、194、328、754、976、201)，求：

1) 假设地址映射方式为全相联映射，在采用FIFO、LRU、LFU替换算法时，分别求Cache命中次数。



王道考研/CSKAOYAN.COM

## 替换算法

设主存地址空间大小为1KB，按字节编址，Cache由8个块构成，每个Cache块大小为16B，CPU依次访问以下地址：0001001110、1001110010、0001001111、0011000010、0101001000、1011110010、1111010000、0011001001(十进制为78、626、79、194、328、754、976、201)，求：

1) 假设地址映射方式为全相联映射，在采用FIFO、LRU、LFU替换算法时，分别求Cache命中次数。



王道考研/CSKAOYAN.COM

## 替换算法

设主存地址空间大小为1KB，按字节编址，Cache由8个块构成，每个Cache块大小为16B，CPU依次访问以下地址：0001001110、1001110010、0001001111、0011000010、0101001000、1011110010、1111010000、0011001001(十进制为78、626、79、194、328、754、976、201)，求：

1) 假设地址映射方式为全相联映射，在采用FIFO、LRU、LFU替换算法时，分别求Cache命中次数。



王道考研/CSKAOYAN.COM

## 替换算法

设主存地址空间大小为1KB，按字节编址，Cache由8个块构成，每个Cache块大小为16B，CPU依次访问以下地址：0001001110、1001110010、0001001111、0011000010、0101001000、1011110010、1111010000、0011001001(十进制为78、626、79、194、328、754、976、201)，求：

1) 假设地址映射方式为全相联映射，在采用FIFO、LRU、LFU替换算法时，分别求Cache命中次数。



王道考研/CSKAOYAN.COM

## 替换算法

设主存地址空间大小为1KB，按字节编址，Cache由8个块构成，每个Cache块大小为16B，CPU依次访问以下地址：0001001110、1001110010、0001001111、0011000010、0101001000、1011110010、1111010000、0011001001(十进制为78、626、79、194、328、754、976、201)，求：

1) 假设地址映射方式为全相联映射，在采用FIFO、LRU、LFU替换算法时，分别求Cache命中次数。



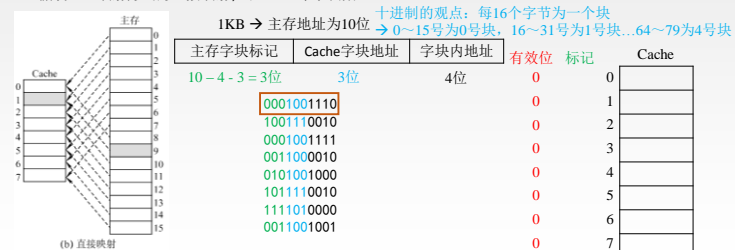
未涉及替换问题，故使用三种替换算法时，Cache命中次数均为2次

王道考研/CSKAOYAN.COM

## 替换算法

设主存地址空间大小为1KB，按字节编址，Cache由8个块构成，每个Cache块大小为16B，CPU依次访问以下地址：0001001110、1001110010、0001001111、0011000010、0101001000、1011110010、1111010000、0011001001(十进制为78、626、79、194、328、754、976、201)，求：

2) 假设地址映射方式为直接映射，求Cache命中次数。



王道考研/CSKAOYAN.COM

## 替换算法

设主存地址空间大小为1KB，按字节编址，Cache由8个块构成，每个Cache块大小为16B，CPU依次访问以下地址：0001001110、1001110010、0001001111、0011000010、0101001000、1011110010、1111010000、0011001001(十进制为78、626、79、194、328、754、976、201)，求：

2) 假设地址映射方式为直接映射，求Cache命中次数。



王道考研/CSKAOYAN.COM

## 替换算法

设主存地址空间大小为1KB，按字节编址，Cache由8个块构成，每个Cache块大小为16B，CPU依次访问以下地址：0001001110、1001110010、0001001111、0011000010、0101001000、1011110010、1111010000、0011001001(十进制为78、626、79、194、328、754、976、201)，求：

2) 假设地址映射方式为直接映射，求Cache命中次数。



王道考研/CSKAOYAN.COM

## 替换算法

设主存地址空间大小为1KB，按字节编址，Cache由8个块构成，每个Cache块大小为16B，CPU依次访问以下地址：0001001110、1001110010、0001001111、0011000010、0101001000、1011110010、1111010000、0011001001(十进制为78、626、79、194、328、754、976、201)，求：

2) 假设地址映射方式为直接映射，求Cache命中次数。

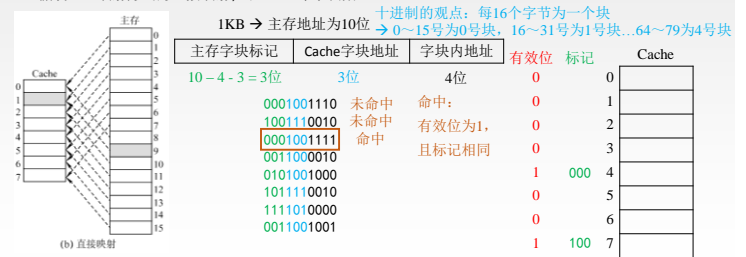


王道考研/CSKAOYAN.COM

## 替换算法

设主存地址空间大小为1KB，按字节编址，Cache由8个块构成，每个Cache块大小为16B，CPU依次访问以下地址：0001001110、1001110010、0001001111、0011000010、0101001000、1011110010、1111010000、0011001001(十进制为78、626、79、194、328、754、976、201)，求：

2) 假设地址映射方式为直接映射，求Cache命中次数。



王道考研/CSKAOYAN.COM



## 替换算法

设主存地址空间大小为1KB，按字节编址，Cache由8个块构成，每个Cache块大小为16B，CPU依次访问以下地址：0001001110、1001110010、0001001111、0011000010、0101001000、1011100100、1111010000、0011001001(十进制为78、626、79、194、328、754、976、201)，求：

2) 假设地址映射方式为直接映射，求Cache命中次数。

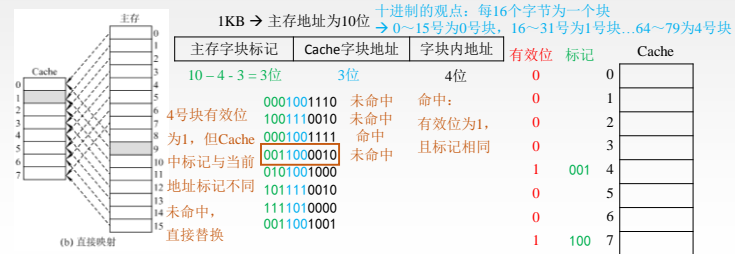


王道考研/CSKAOYAN.COM

## 替换算法

设主存地址空间大小为1KB，按字节编址，Cache由8个块构成，每个Cache块大小为16B，CPU依次访问以下地址：0001001110、1001110010、0001001111、0011000010、0101001000、1011100100、1111010000、0011001001(十进制为78、626、79、194、328、754、976、201)，求：

2) 假设地址映射方式为直接映射，求Cache命中次数。



王道考研/CSKAOYAN.COM

## 替换算法

设主存地址空间大小为1KB，按字节编址，Cache由8个块构成，每个Cache块大小为16B，CPU依次访问以下地址：0001001110、1001110010、0001001111、0011000010、0101001000、1011100100、1111010000、0011001001(十进制为78、626、79、194、328、754、976、201)，求：

2) 假设地址映射方式为直接映射，求Cache命中次数。

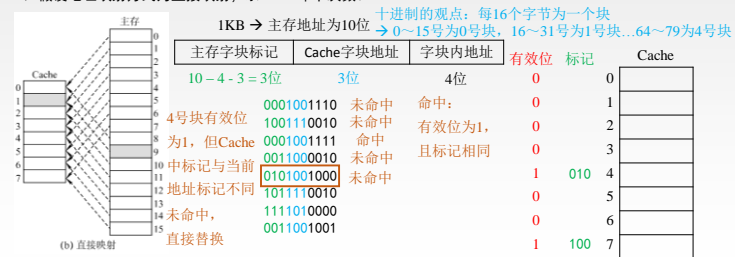


王道考研/CSKAOYAN.COM

## 替换算法

设主存地址空间大小为1KB，按字节编址，Cache由8个块构成，每个Cache块大小为16B，CPU依次访问以下地址：0001001110、1001110010、0001001111、0011000010、0101001000、1011100100、1111010000、0011001001(十进制为78、626、79、194、328、754、976、201)，求：

2) 假设地址映射方式为直接映射，求Cache命中次数。

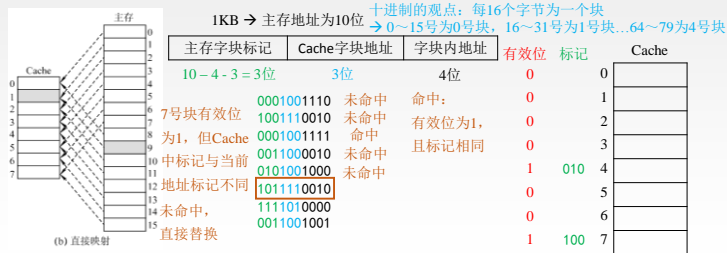


王道考研/CSKAOYAN.COM

## 替换算法

设主存地址空间大小为1KB，按字节编址，Cache由8个块构成，每个Cache块大小为16B，CPU依次访问以下地址：0001001110、1001110010、0001001111、0011000010、0101001000、1011100100、1111010000、0011001001(十进制为78、626、79、194、328、754、976、201)，求：

2) 假设地址映射方式为直接映射，求Cache命中次数。

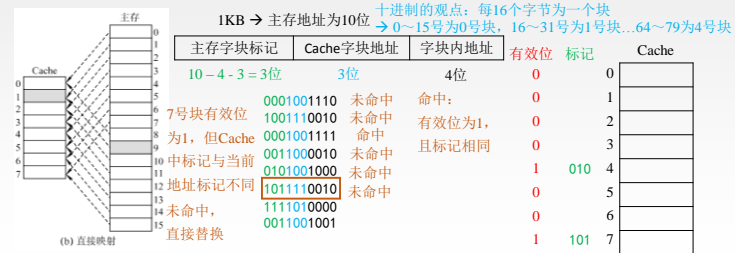


王道考研/CSKAOYAN.COM

## 替换算法

设主存地址空间大小为1KB，按字节编址，Cache由8个块构成，每个Cache块大小为16B，CPU依次访问以下地址：0001001110、1001110010、0001001111、0011000010、0101001000、1011100100、1111010000、0011001001(十进制为78、626、79、194、328、754、976、201)，求：

2) 假设地址映射方式为直接映射，求Cache命中次数。



王道考研/CSKAOYAN.COM

## 替换算法

设主存地址空间大小为1KB，按字节编址，Cache由8个块构成，每个Cache块大小为16B，CPU依次访问以下地址：0001001110、1001110010、0001001111、0011000010、0101001000、1011100100、1111010000、0011001001(十进制为78、626、79、194、328、754、976、201)，求：

2) 假设地址映射方式为直接映射，求Cache命中次数。



王道考研/CSKAOYAN.COM

## 替换算法

设主存地址空间大小为1KB，按字节编址，Cache由8个块构成，每个Cache块大小为16B，CPU依次访问以下地址：0001001110、1001110010、0001001111、0011000010、0101001000、1011100100、1111010000、0011001001(十进制为78、626、79、194、328、754、976、201)，求：

2) 假设地址映射方式为直接映射，求Cache命中次数。



王道考研/CSKAOYAN.COM

## 替换算法

设主存地址空间大小为1KB，按字节编址，Cache由8个块构成，每个Cache块大小为16B，CPU依次访问以下地址：0001001110、1001110010、0001001111、0011000010、0101001000、1011110010、1111010000、0011001001（十进制为78、626、79、194、328、754、976、201），求：

2) 假设地址映射方式为直接映射，求Cache命中次数。



王道考研/CSKAOYAN.COM

## 替换算法

设主存地址空间大小为1KB，按字节编址，Cache由8个块构成，每个Cache块大小为16B，CPU依次访问以下地址：0001001110、1001110010、0001001111、0011000010、0101001000、1011110010、1111010000、0011001001（十进制为78、626、79、194、328、754、976、201），求：

2) 假设地址映射方式为直接映射，求Cache命中次数。



对号入座→有冲突直接替换，不涉及替换策略，命中次数为1次

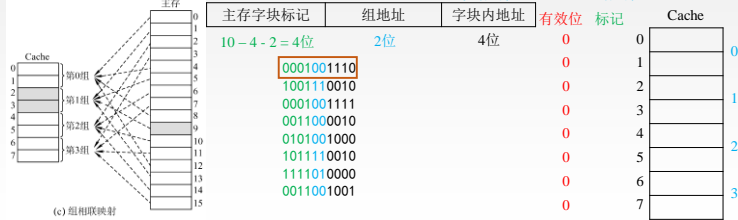
王道考研/CSKAOYAN.COM

## 替换算法

设主存地址空间大小为1KB，按字节编址，Cache由8个块构成，每个Cache块大小为16B，CPU依次访问以下地址：0001001110、1001110010、0001001111、0011000010、0101001000、1011110010、1111010000、0011001001（十进制为78、626、79、194、328、754、976、201），求：

3) 假设地址映射方式为二路组相联映射，在采用FIFO、LRU、LFU替换算法时，分别求Cache命中次数。

即2块为一组  
→ 组数为8/2=4组  
十进制的观点：每16个字节为一个块  
→ 0~15号对应第0组...64~79对应第4 mod 4 = 0组



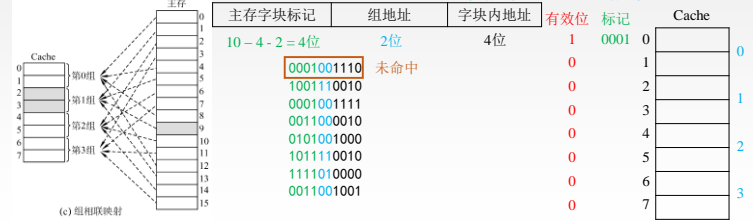
王道考研/CSKAOYAN.COM

## 替换算法

设主存地址空间大小为1KB，按字节编址，Cache由8个块构成，每个Cache块大小为16B，CPU依次访问以下地址：0001001110、1001110010、0001001111、0011000010、0101001000、1011110010、1111010000、0011001001（十进制为78、626、79、194、328、754、976、201），求：

3) 假设地址映射方式为二路组相联映射，在采用FIFO、LRU、LFU替换算法时，分别求Cache命中次数。

即2块为一组  
→ 组数为8/2=4组  
十进制的观点：每16个字节为一个块  
→ 0~15号对应第0组...64~79对应第4 mod 4 = 0组



王道考研/CSKAOYAN.COM

## 替换算法

设主存地址空间大小为1KB，按字节编址，Cache由8个块构成，每个Cache块大小为16B，CPU依次访问以下地址：0001001110、1001110010、0001001111、0011000010、0101001000、1011110010、1111010000、0011001001（十进制为78、626、79、194、328、754、976、201），求：

3) 假设地址映射方式为二路组相联映射，在采用FIFO、LRU、LFU替换算法时，分别求Cache命中次数。

即2块为一组  
→ 组数为8/2=4组  
1KB → 主存地址为10位  
十进制的观点：每16个字节为一个块  
→ 0~15号对应第0组...64~79对应第4 mod 4 = 0组



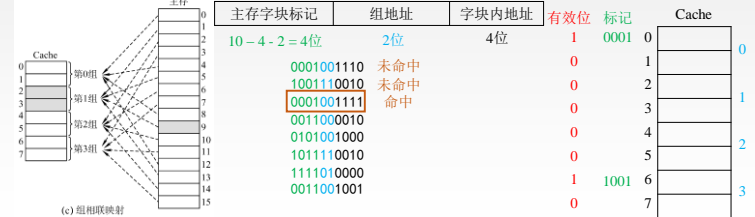
王道考研/CSKAOYAN.COM

## 替换算法

设主存地址空间大小为1KB，按字节编址，Cache由8个块构成，每个Cache块大小为16B，CPU依次访问以下地址：0001001110、1001110010、0001001111、0011000010、0101001000、1011110010、1111010000、0011001001（十进制为78、626、79、194、328、754、976、201），求：

3) 假设地址映射方式为二路组相联映射，在采用FIFO、LRU、LFU替换算法时，分别求Cache命中次数。

即2块为一组  
→ 组数为8/2=4组  
1KB → 主存地址为10位  
十进制的观点：每16个字节为一个块  
→ 0~15号对应第0组...64~79对应第4 mod 4 = 0组



王道考研/CSKAOYAN.COM

## 替换算法

设主存地址空间大小为1KB，按字节编址，Cache由8个块构成，每个Cache块大小为16B，CPU依次访问以下地址：0001001110、1001110010、0001001111、0011000010、0101001000、1011110010、1111010000、0011001001（十进制为78、626、79、194、328、754、976、201），求：

3) 假设地址映射方式为二路组相联映射，在采用FIFO、LRU、LFU替换算法时，分别求Cache命中次数。

即2块为一组  
→ 组数为8/2=4组  
1KB → 主存地址为10位  
十进制的观点：每16个字节为一个块  
→ 0~15号对应第0组...64~79对应第4 mod 4 = 0组



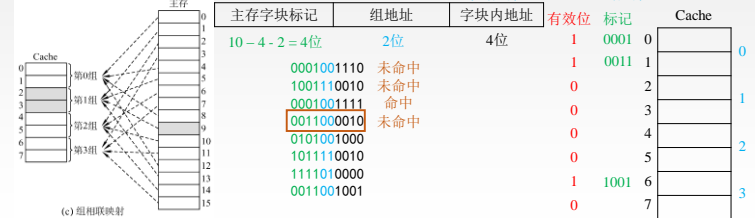
王道考研/CSKAOYAN.COM

## 替换算法

设主存地址空间大小为1KB，按字节编址，Cache由8个块构成，每个Cache块大小为16B，CPU依次访问以下地址：0001001110、1001110010、0001001111、0011000010、0101001000、1011110010、1111010000、0011001001（十进制为78、626、79、194、328、754、976、201），求：

3) 假设地址映射方式为二路组相联映射，在采用FIFO、LRU、LFU替换算法时，分别求Cache命中次数。

即2块为一组  
→ 组数为8/2=4组  
1KB → 主存地址为10位  
十进制的观点：每16个字节为一个块  
→ 0~15号对应第0组...64~79对应第4 mod 4 = 0组



王道考研/CSKAOYAN.COM

## 替换算法

设主存地址空间大小为1KB，按字节编址，Cache由8个块构成，每个Cache块大小为16B，CPU依次访问以下地址：0001001110、1001110010、0001001111、0011000010、0101001000、1011100100、1111010000、0011001001（十进制为78、626、79、194、328、754、976、201），求：

3) 假设地址映射方式为二路组相联映射，在采用FIFO、LRU、LFU替换算法时，分别求Cache命中次数。

即2块为一组  
→ 组数为8/2=4组  
1KB → 主存地址为10位  
→ 十进制的观点：每16个字节为一个块  
→ 0~15号对应第0组...64~79对应第4 mod 4 = 0组



LFU: 0011和0001均用过1次，需要更多依据，详见操作系统

王道考研/CSKAOYAN.COM

## 替换算法

设主存地址空间大小为1KB，按字节编址，Cache由8个块构成，每个Cache块大小为16B，CPU依次访问以下地址：0001001110、1001110010、0001001111、0011000010、0101001000、1011100100、1111010000、0011001001（十进制为78、626、79、194、328、754、976、201），求：

3) 假设地址映射方式为二路组相联映射，在采用FIFO、LRU、LFU替换算法时，分别求Cache命中次数。

即2块为一组  
→ 组数为8/2=4组  
1KB → 主存地址为10位  
→ 十进制的观点：每16个字节为一个块  
→ 0~15号对应第0组...64~79对应第4 mod 4 = 0组



LFU: 0011和0001均用过1次，需要更多依据，详见操作系统

王道考研/CSKAOYAN.COM

## 替换算法

设主存地址空间大小为1KB，按字节编址，Cache由8个块构成，每个Cache块大小为16B，CPU依次访问以下地址：0001001110、1001110010、0001001111、0011000010、0101001000、1011100100、1111010000、0011001001（十进制为78、626、79、194、328、754、976、201），求：

3) 假设地址映射方式为二路组相联映射，在采用FIFO、LRU、LFU替换算法时，分别求Cache命中次数。

即2块为一组  
→ 组数为8/2=4组  
1KB → 主存地址为10位  
→ 十进制的观点：每16个字节为一个块  
→ 0~15号对应第0组...64~79对应第4 mod 4 = 0组



王道考研/CSKAOYAN.COM

## 替换算法

设主存地址空间大小为1KB，按字节编址，Cache由8个块构成，每个Cache块大小为16B，CPU依次访问以下地址：0001001110、1001110010、0001001111、0011000010、0101001000、1011100100、1111010000、0011001001（十进制为78、626、79、194、328、754、976、201），求：

3) 假设地址映射方式为二路组相联映射，在采用FIFO、LRU、LFU替换算法时，分别求Cache命中次数。

即2块为一组  
→ 组数为8/2=4组  
1KB → 主存地址为10位  
→ 十进制的观点：每16个字节为一个块  
→ 0~15号对应第0组...64~79对应第4 mod 4 = 0组



王道考研/CSKAOYAN.COM

## 替换算法

设主存地址空间大小为1KB，按字节编址，Cache由8个块构成，每个Cache块大小为16B，CPU依次访问以下地址：0001001110、1001110010、0001001111、0011000010、0101001000、1011110010、1111010000、0011001001（十进制为78、626、79、194、328、754、976、201），求：

3) 假设地址映射方式为二路组相联映射，在采用FIFO、LRU、LFU替换算法时，分别求Cache命中次数。

即2块为一组  
→ 组数为8/2=4组  
1KB → 主存地址为10位  
十进制的观点：每16个字节为一个块  
→ 0~15号对应第0组...64~79对应第4 mod 4 = 0组



王道考研/CSKAOYAN.COM

## 替换算法

设主存地址空间大小为1KB，按字节编址，Cache由8个块构成，每个Cache块大小为16B，CPU依次访问以下地址：0001001110、1001110010、0001001111、0011000010、0101001000、1011110010、1111010000、0011001001（十进制为78、626、79、194、328、754、976、201），求：

3) 假设地址映射方式为二路组相联映射，在采用FIFO、LRU、LFU替换算法时，分别求Cache命中次数。

即2块为一组  
→ 组数为8/2=4组  
1KB → 主存地址为10位  
十进制的观点：每16个字节为一个块  
→ 0~15号对应第0组...64~79对应第4 mod 4 = 0组



王道考研/CSKAOYAN.COM

## 替换算法

设主存地址空间大小为1KB，按字节编址，Cache由8个块构成，每个Cache块大小为16B，CPU依次访问以下地址：0001001110、1001110010、0001001111、0011000010、0101001000、1011110010、1111010000、0011001001（十进制为78、626、79、194、328、754、976、201），求：

3) 假设地址映射方式为二路组相联映射，在采用FIFO、LRU、LFU替换算法时，分别求Cache命中次数。

即2块为一组  
→ 组数为8/2=4组  
1KB → 主存地址为10位  
十进制的观点：每16个字节为一个块  
→ 0~15号对应第0组...64~79对应第4 mod 4 = 0组



对号入座→不同的替换策略，本例中替换结果相同，命中次数均为2次

王道考研/CSKAOYAN.COM

## 替换算法

设主存地址空间大小为1KB，按字节编址，Cache由8个块构成，每个Cache块大小为16B，CPU依次访问以下地址：0001001110、1001110010、0001001111、0011000010、0101001000、1011110010、1111010000、0011001001（十进制为78、626、79、194、328、754、976、201），求：

3) 假设地址映射方式为二路组相联映射，在采用FIFO、LRU、LFU替换算法时，分别求Cache命中次数。

即2块为一组  
→ 组数为8/2=4组  
1KB → 主存地址为10位  
十进制的观点：每16个字节为一个块  
→ 0~15号对应第0组...64~79对应第4 mod 4 = 0组



王道考研/CSKAOYAN.COM

## 替换算法

设主存地址空间大小为1KB，按字节编址，Cache由8个块构成，每个Cache块大小为16B，CPU依次访问以下地址：0001001110、1001110010、0001001111、0011000010、0101001000、1011110010、1111010000、0011001001（十进制为78、626、79、194、328、754、976、201），求：

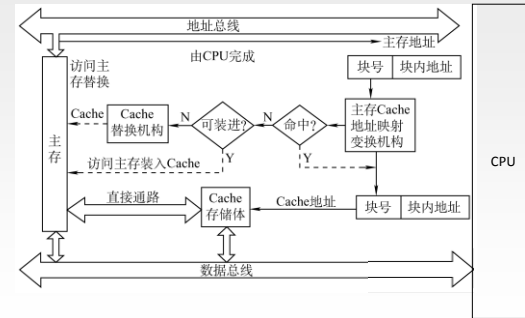
3) 假设地址映射方式为二路组相联映射，在采用FIFO、LRU、LFU替换算法时，分别求Cache命中次数。

即2块为一组  
→ 组数为8/2=4组  
1KB → 主存地址为10位  
十进制的观点：每16个字节为一个块  
→ 0~15号对应第0组...64~79对应第4 mod 4 = 0组



王道考研/CSKAOYAN.COM

## Cache工作原理



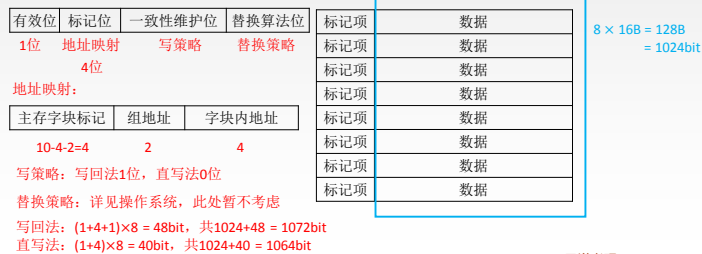
王道考研/CSKAOYAN.COM

## Cache容量

设主存地址空间大小为1KB，按字节编址，Cache由8个块构成，每个Cache块大小为16B，CPU依次访问以下地址：0001001110、1001110010、0001001111、0011000010、0101001000、1011110010、1111010000、0011001001（十进制为78、626、79、194、328、754、976、201），求：

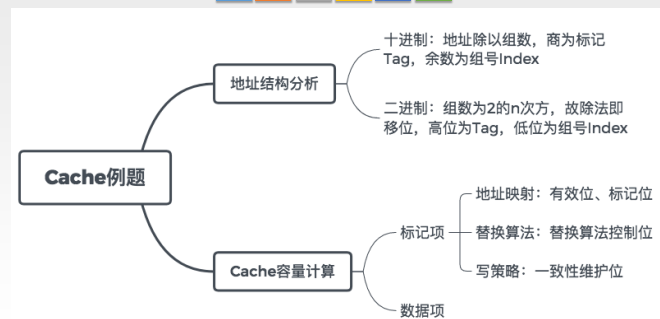
3) 假设地址映射方式为二路组相联映射，在采用FIFO、LRU、LFU替换算法时，分别求Cache命中次数。

4) 假设其它配置同3)，采用写回法和直写法时，Cache的总容量分别为多少？



王道考研/CSKAOYAN.COM

## 本节回顾



王道考研/CSKAOYAN.COM

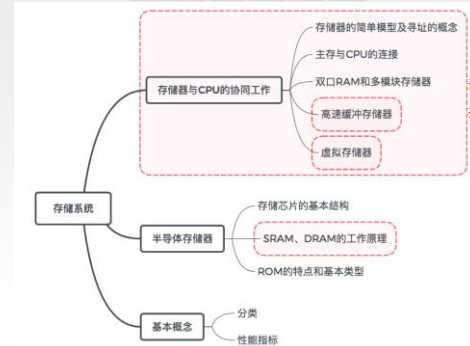
## 本节内容

## 存储系统

## 虚拟存储器

王道考研/CSKAOYAN.COM

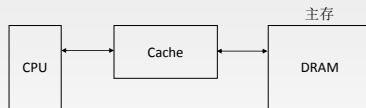
## 本章总览



提高存储器的工作速度  
提高存储系统的工作速度  
提高存储系统的容量  
1. 地址转换  
2. 虚拟存储器的访问过程

王道考研/CSKAOYAN.COM

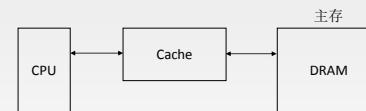
## Cache-主存层次



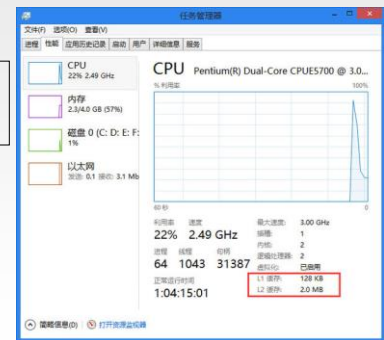
硬件直接实现，对操作系统透明。  
透明：看不见，像不存在一样。

王道考研/CSKAOYAN.COM

## Cache-主存层次



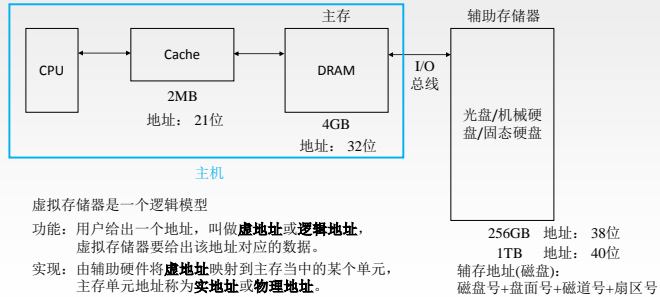
硬件直接实现，对操作系统透明。  
透明：看不见，像不存在一样。



王道考研/CSKAOYAN.COM



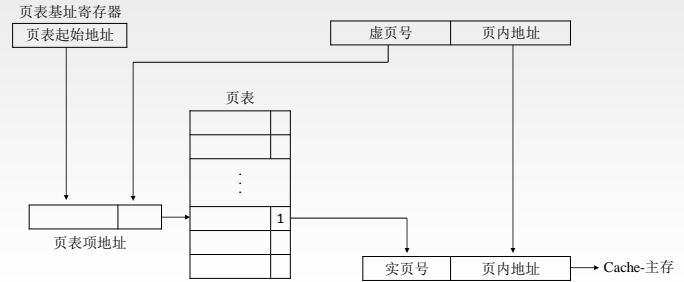
## 虚拟存储器



王道考研/CSKAOYAN.COM

## 页式虚拟存储器

虚拟空间与主存空间都被划分成同样大小的页，主存的页称为**实页**，虚存的页称为**虚页**。



王道考研/CSKAOYAN.COM

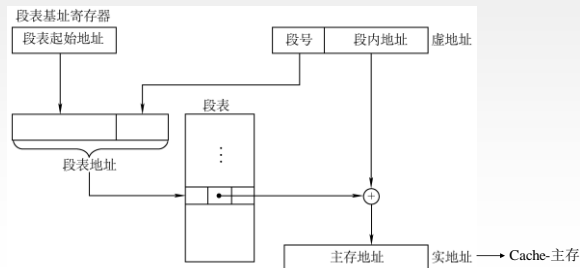
## 段式虚拟存储器

段式虚拟存储器中的段是按程序的逻辑结构划分的，各个段的长度因程序而异。

虚拟地址分为两部分：**段号**和**段内地址**。

**段表**：每一行记录了与某个段对应的段号、装入位、段起点和段长等信息。

由于段的长度可变，所以段表中要给出各段的起始地址与段的长度。



王道考研/CSKAOYAN.COM

## 段页式虚拟存储器

把程序按逻辑结构分段，每段再划分为固定大小的页，主存空间也划分为大小相等的页，程序对主存的调入、调出仍以页为基本传送单位。每个程序对应一个段表，每段对应一个页表。

虚拟地址：段号+段内页号+页内地址

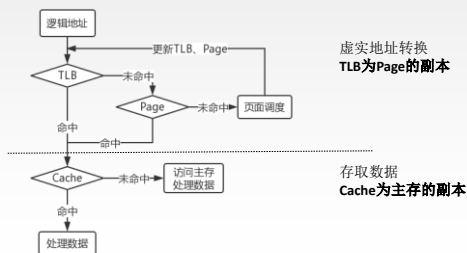
王道考研/CSKAOYAN.COM

## 本节回顾

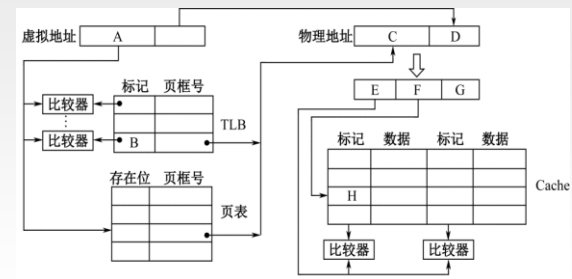
页表、段表存放在主存中，收到虚拟地址后要先访问主存，查询页表、段表，进行虚实地址转换。放在主存中的页表称为**慢表(Page)**。

提高变换速度 → 用高速缓冲存储器存放常用的页表项 → **快表(TLB)**

访问过程:



王道考研/CSKAOYAN.COM



王道考研/CSKAOYAN.COM

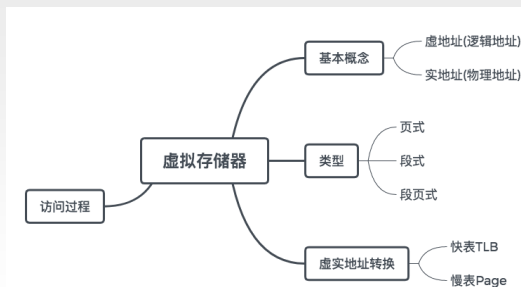
某计算机主存地址空间大小为256 MB，按字节编址。虚拟地址空间大小为4GB，采用页式存储管理，页面大小为4 KB，TLB（快表）采用全相联映射，有4个页表项，内容如下表所示。

有效位	标记	页框号	...
0	FF180H	0002H	...
1	3FFF1H	0035H	...
0	02FF3H	0351H	...
1	03FFFH	0153H	...

则对虚拟地址 03FF F180H 进行虚实地址变换的结果是 0153 180H → 015 3180H  
对虚拟地址 FF18 0180H 进行虚实地址变换的结果是 TLB 缺失

主存地址: 实页号16位 + 页内地址12位  
虚拟地址: 虚页号20位 + 页内地址12位

王道考研/CSKAOYAN.COM



## 虚实地址转换 访问过程

- 其他问题
  - 1. 不同类型的特点
  - 2. 多级页表
  - 3. 页表具体信息
  - 4. 置换算法

详见操作系统

王道考研/CSKAOYAN.COM

# 王道考研——组成原理

WWW.CSKAOYAN.COM

## 第三章 存储系统

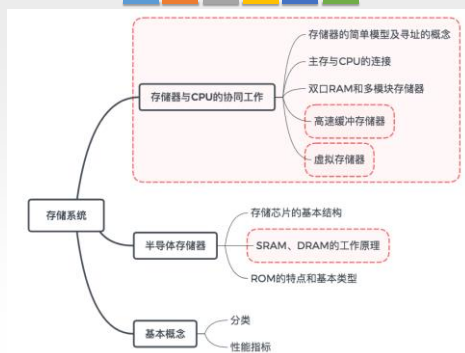
本节内容

存储系统

半导体存储器

王道考研/CSKAOYAN.COM

### 本章总览



王道考研/CSKAOYAN.COM

### 半导体存储芯片的基本结构



1. 存储矩阵：由大量相同的位存储单元阵列构成。
2. 译码驱动：将来自地址总线的地址信号翻译成对应存储单元的选通信号，该信号在读写电路的配合下完成对被选中单元的读/写操作。
3. 读写电路：包括读出放大器和写入电路，用来完成读/写操作。
4. 读/写控制线：决定芯片进行读/写操作。
5. 片选线：确定哪个存储芯片被选中。可用于容量扩充。
6. 地址线：是单向输入的，其位数与存储字的个数有关。
7. 数据线：是双向的，其位数与读出或写入的数据位数有关。
8. 数据线和地址线共同反映存储芯片容量的大小。  
如地址线10根，数据线8根，则芯片容量= $2^{10} \times 8$  K位。

王道考研/CSKAOYAN.COM

## 半导体随机存取存储器

Static Random Access Memory    Dynamic Random Access Memory

特 点	类 型	SRAM	DRAM
		都以电信号的形式存储0/1 → 断电就丢失信息：易失性存储器	
存储信息	0、1	触发器 双稳态	电容 充放电 读出后需要重新充电
破坏性读出		非 读：“查看”触发器状态 写：改变触发器状态 能保持两种稳定的状态	是 读：连接电容，检测电流变化 写：给电容充/放电 电容上的电荷只能维持2ms
需要刷新	地址	不要	需要
送行地址	行地址	同时送	分两次送 地址线复用，线数减少一半
运行速度		快	慢
集成度		低 6个逻辑元件构成	高 1个或3个逻辑元件构成
发热量		大	小
存储成本		高	低

常用作Cache

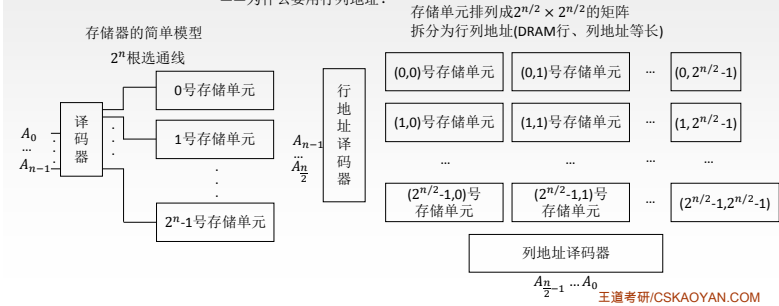
常用作主存

SDRAM：同步动态随机存储器

王道考研/CSKAOYAN.COM

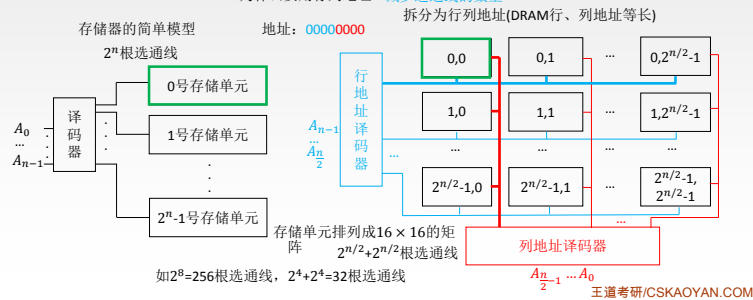
## DRAM的刷新

- 多久需要刷新一次？ 刷新周期：一般为2ms
- 每次刷新多少存储单元？以行为单位，每次刷新一行存储单元  
——为什么要用行列地址？



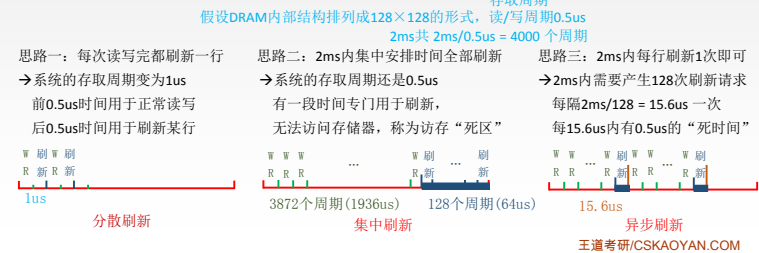
## DRAM的刷新

- 多久需要刷新一次？ 刷新周期：一般为2ms
- 每次刷新多少存储单元？以行为单位，每次刷新一行存储单元  
——为什么要用行列地址？ 减少选通线的数量

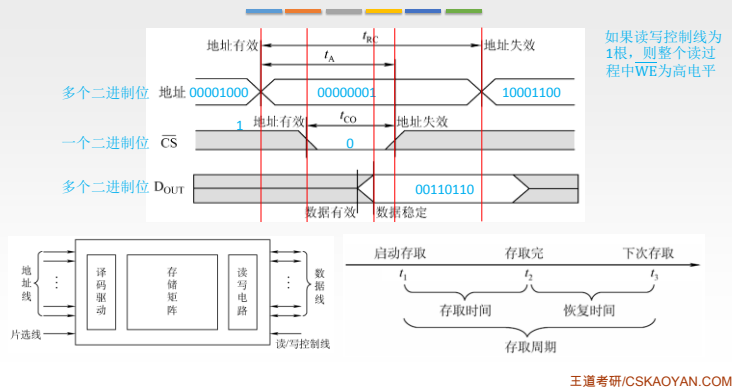


## DRAM的刷新

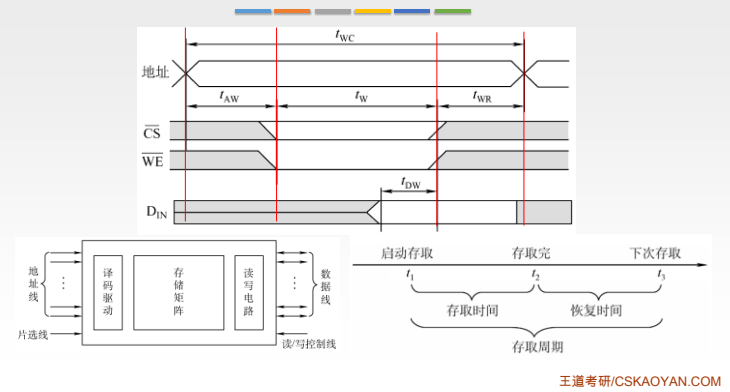
- 多久需要刷新一次？ 刷新周期：一般为2ms
- 每次刷新多少存储单元？以行为单位，每次刷新一行存储单元  
——为什么要用行列地址？ 减少选通线的数量
- 如何刷新？ 有硬件支持，读出一行的信息后重新写入，占用1个读/写周期
- 在什么时候刷新？ 存取周期



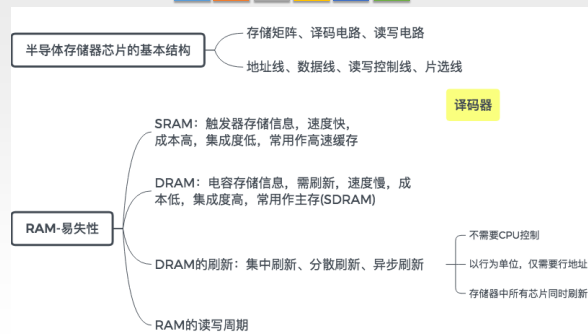
## SRAM的读周期



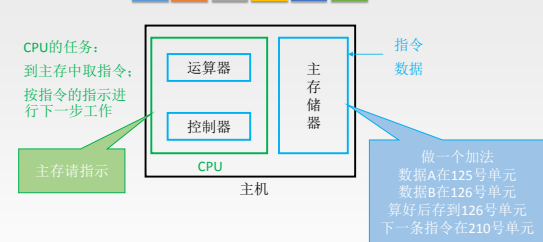
## SRAM的写周期



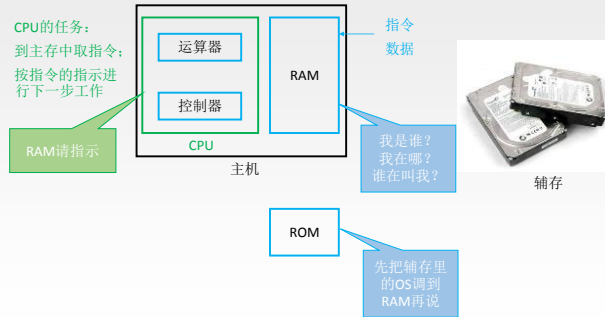
## RAM-易失性存储器



## RAM-易失性存储器

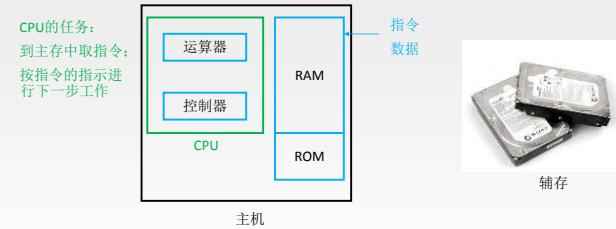


## RAM-易失性存储器



王道考研/CSKAOYAN.COM

## RAM-易失性存储器



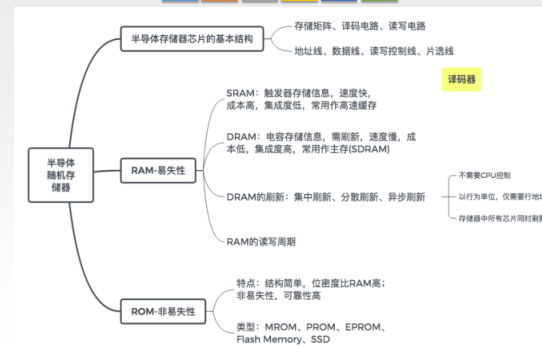
王道考研/CSKAOYAN.COM

## ROM: Read-Only Memory

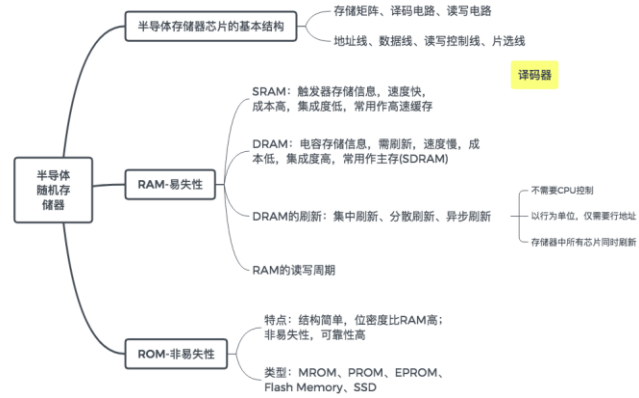


王道考研/CSKAOYAN.COM

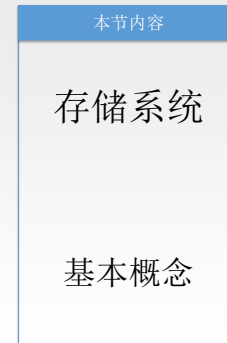
## 本节回顾



王道考研/CSKAOYAN.COM

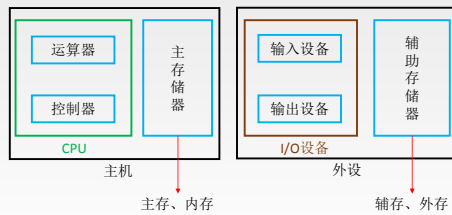


王道考研/CSKAOYAN.COM



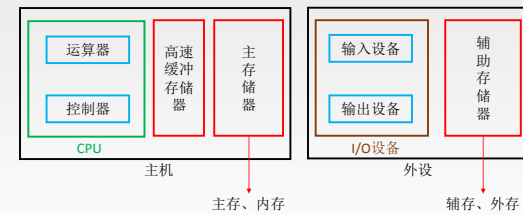
王道考研/CSKAOYAN.COM

### 存储器



王道考研/CSKAOYAN.COM

### 存储器的分类



存储器的功能: 存放二进制信息

1	0	1	0	1	1	0	1

王道考研/CSKAOYAN.COM

## 存储器的分类

存储器的功能：存放二进制信息

1	0	1	0	1	1	0	1

不同的材料

1.磁表面存储器：磁盘、磁带



2.磁芯存储器



3.半导体存储器



4.光存储器



王道考研/CSKAOYAN.COM

## 存储器的分类

存储器的功能：存放二进制信息

1	0	1	0	1	1	0	1

不同的材料

不同的特性

1.磁表面存储器：磁盘、磁带

直接存取



顺序存取

2.磁芯存储器



非易失性

破坏性读出：  
DRAM

3.半导体存储器



ROM

RAM

易失性

随机存取

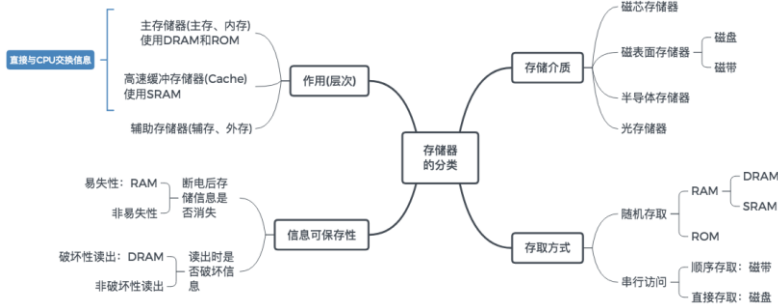
存取时间与存储单元位置无关

4.光存储器



王道考研/CSKAOYAN.COM

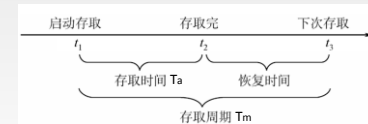
## 存储器的分类



王道考研/CSKAOYAN.COM

## 存储器的性能指标

1. 存储容量：存储字数 $\times$ 字长（如 $1\text{M}\times 8\text{位}$ ）。
2. 单位成本：每位价格=总成本/总容量。
3. 存取速度：数据传输率=数据的宽度/存储周期。

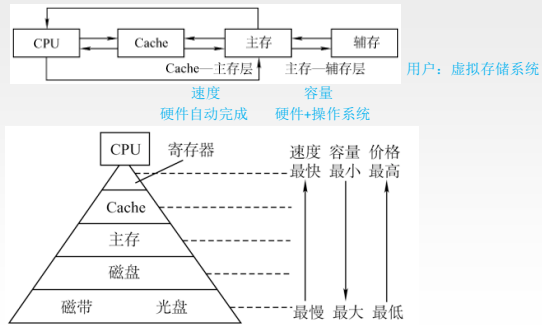


- ① 存取时间 ( $T_a$ )：存取时间是指从启动一次存储器操作到完成该操作所经历的时间，分为读出时间和写入时间。
- ② 存取周期 ( $T_m$ )：存取周期又称为读写周期或访问周期。它是指存储器进行一次完整的读写操作所需的全部时间，即连续两次独立地访问存储器操作（读或写操作）之间所需的最小时间间隔。
- ③ 主存带宽 ( $B_m$ )：主存带宽又称数据传输率，表示每秒从主存进出信息的最大数量，单位为字/秒、字节/秒 (B/s) 或位/秒 (b/s)。

王道考研/CSKAOYAN.COM

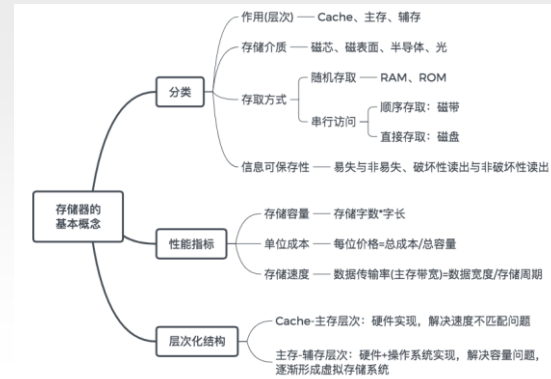


### 存储器的层次化结构



王道考研/CSKAOYAN.COM

### 本节回顾



:KAOYAN.COM