

## 说明：本视频对应王道书 4.3.3

在前面的视频中，我们学习了王道书“4.1.6 文件的物理结构”，解释了“文件数据如何在外存中存放”的问题。

而王道书“4.3.3 外存空闲空间管理”主要介绍“外存中没有存放文件数据的空闲空间该如何管理”的问题。因此在本课程中，我们把 4.1.6、4.3.3 连起来学习。

建议：学完本视频，可以接着阅读王道书 4.3.3

本节内容

# 文件存储空间管理

# 知识总览

操作系统需要对磁盘块进行哪些管理

对非空闲磁盘块的管理（存放了文件数据的磁盘块）

对空闲磁盘块的管理

“文件存储空间管理”要探讨的问题

“文件的物理结构/文件分配方式”要探讨的问题——连续分配、链接分配、索引分配

# 知识总览

## 文件存储空间管理

存储空间的划分与初始化

文件卷（逻辑卷）的概念

目录区与文件区

几种管理方法

空闲表法

空闲链表法

空闲盘块链

空闲盘区链

位示图法

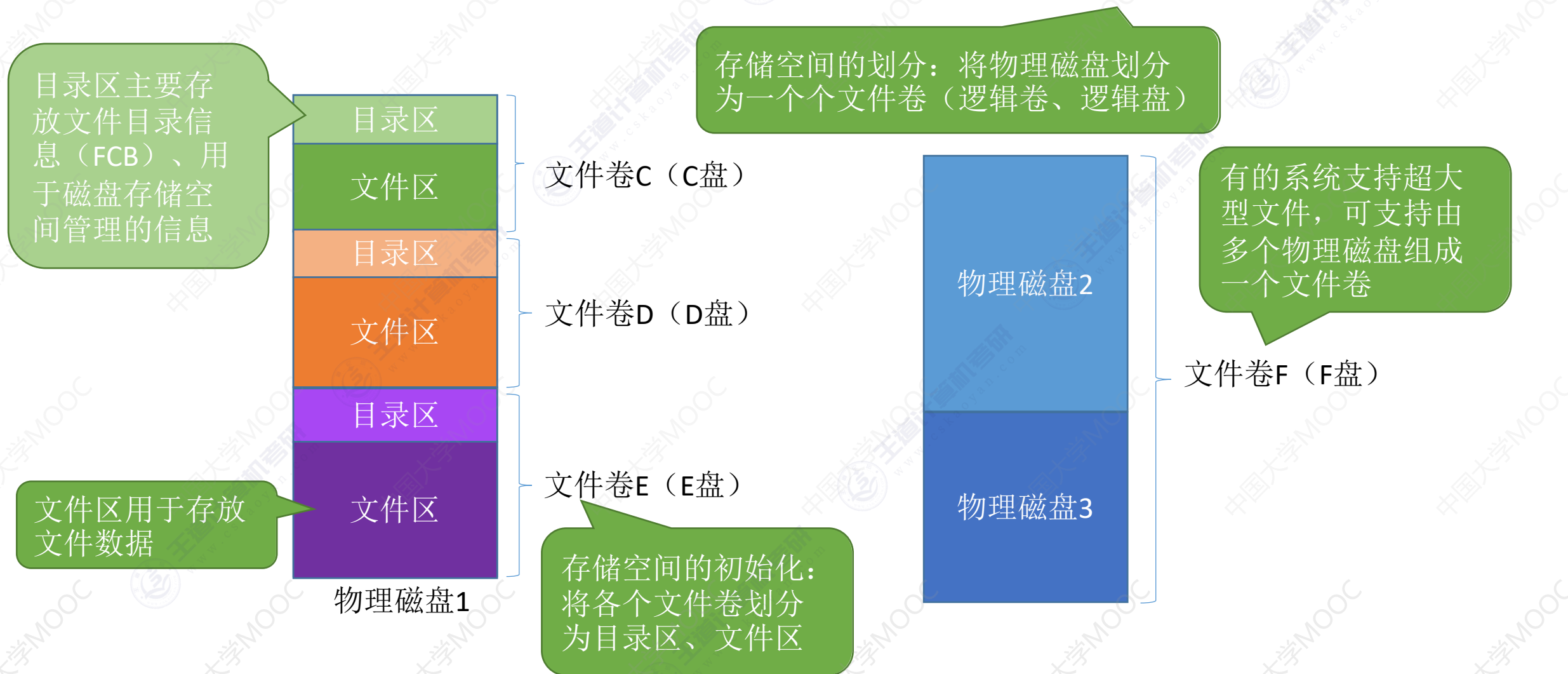
成组链接法

学习时注意从三个方面进行理解：

1. 用什么方式记录、组织空闲块？
2. 如何分配磁盘块
3. 如何回收磁盘块

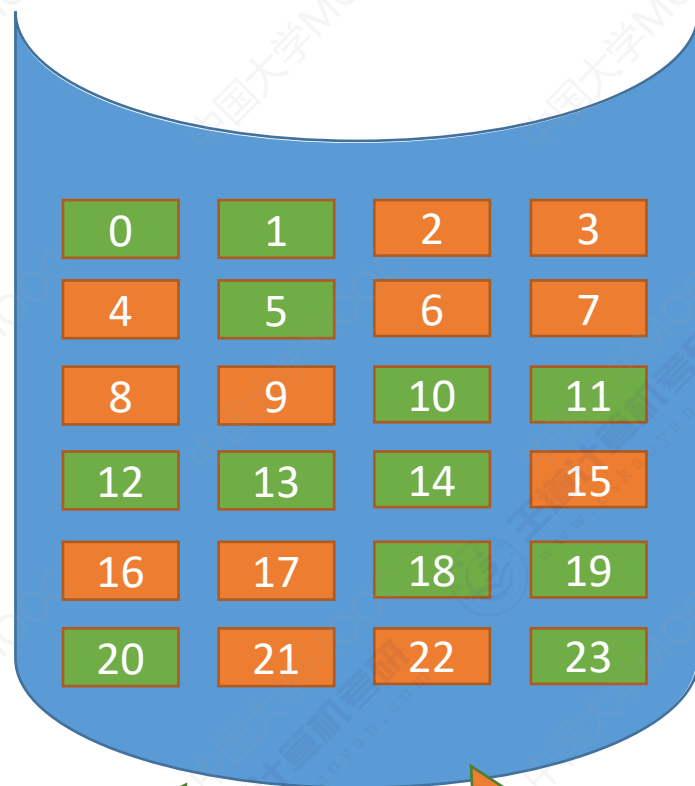
# 存储空间的划分与初始化

安装 Windows 操作系统的时候，一个必经步骤是——为磁盘分区（C: 盘、D: 盘、E: 盘等）



## 存储空间管理——空闲表法

适用于“连续分配方式”



绿色为  
空闲块

橙色为  
非空闲块

第一个空闲盘块号	空闲盘块数
----------	-------

0	2
---	---

5	1
---	---

13	2
----	---

18	3
----	---

23	1
----	---

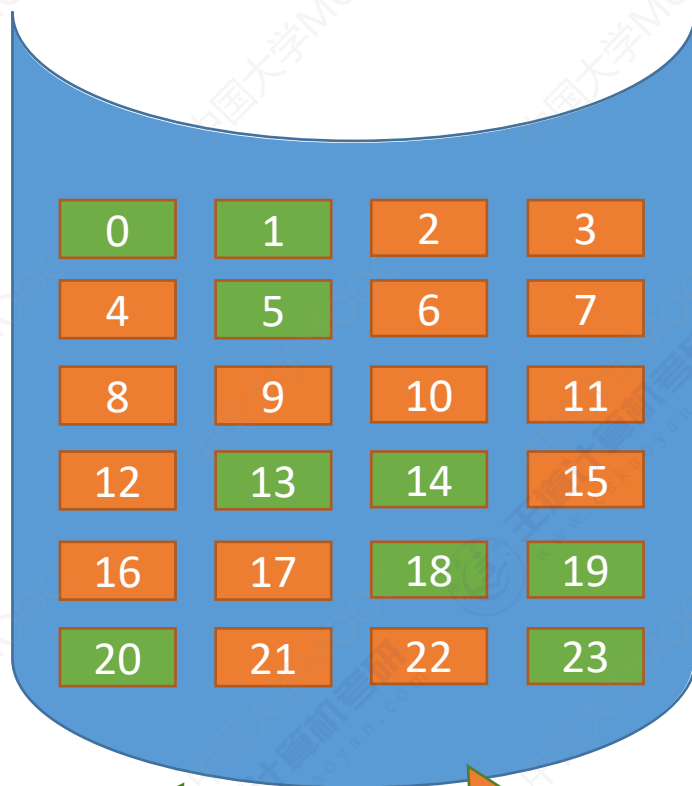
Eg: 新创建的文件  
请求3个块, 采用  
首次适应算法

空闲盘块表

如何分配磁盘块: 与内存管理中的动态分区分配很类似, 为一个文件分配连续的存储空间。同样可采用首次适应、最佳适应、最坏适应等算法来决定要为文件分配哪个区间。

## 存储空间管理——空闲表法

适用于“连续分配方式”



绿色为  
空闲块

橙色为  
非空闲块

第一个空闲盘块号	空闲盘块数
0	2
5	1
13	8
23	1

空闲盘块表

情况② Eg: 假设此时删除了某文件, 系统回收了它占用的 15、16、17号块

如何分配磁盘块: 与内存管理中的动态分区分配很类似, 为一个文件分配连续的存储空间。同样可采用首次适应、最佳适应、最坏适应等算法来决定要为文件分配哪个区间。

如何回收磁盘块: 与内存管理中的动态分区分配很类似, 当回收某个存储区时需要有四种情况——①回收区的前后都没有相邻空闲区; ②回收区的前后都是空闲区; ③回收区前面是空闲区; ④回收区后面是空闲区。总之, 回收时需要注意表项的合并问题。



# 存储空间管理——空闲链表法

## 空闲链表法

空闲盘块链



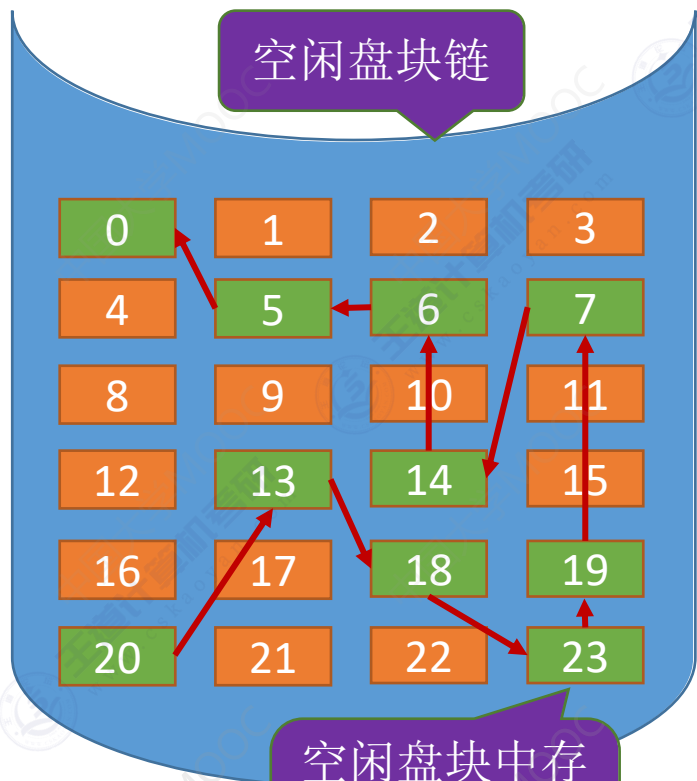
以盘块为单位组成一条空闲链

空闲盘区链



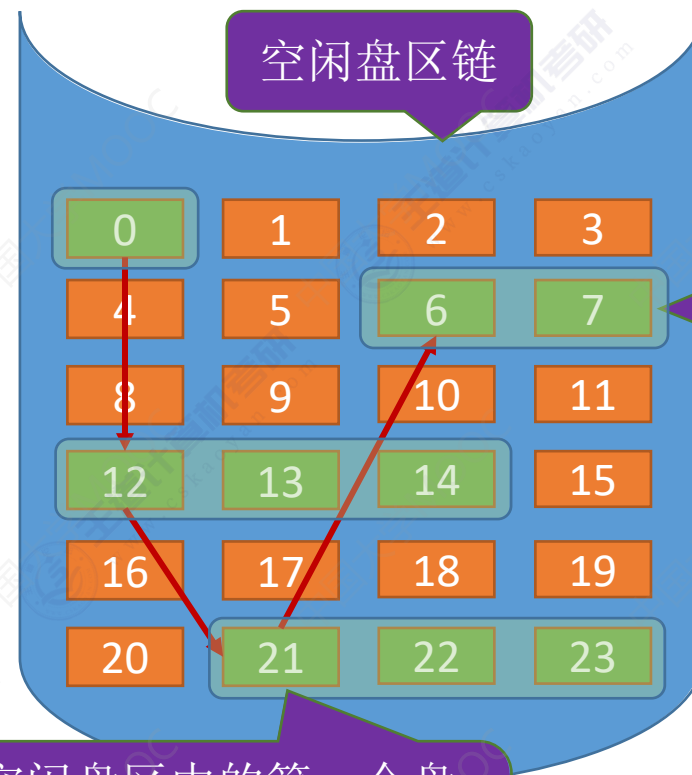
以盘区为单位组成一条空闲链

### 空闲盘块链



空闲盘块中存储着下一个空闲盘块的指针

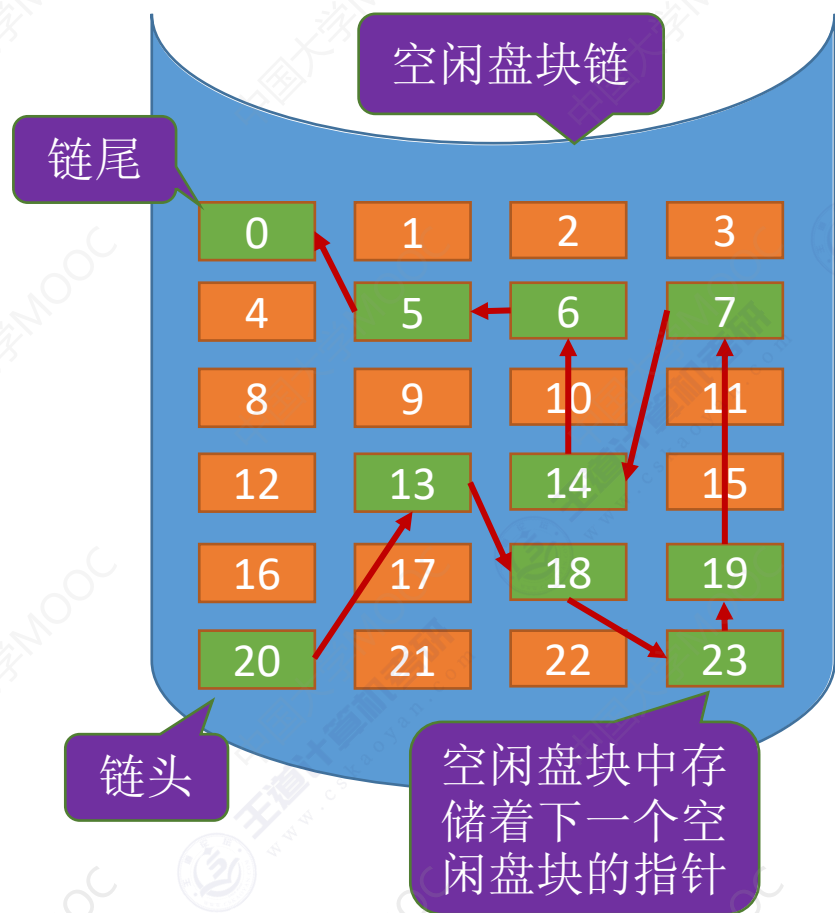
### 空闲盘区链



空闲盘区中的第一个盘块内记录了盘区的长度、下一个盘区的指针



# 存储空间管理——空闲链表法



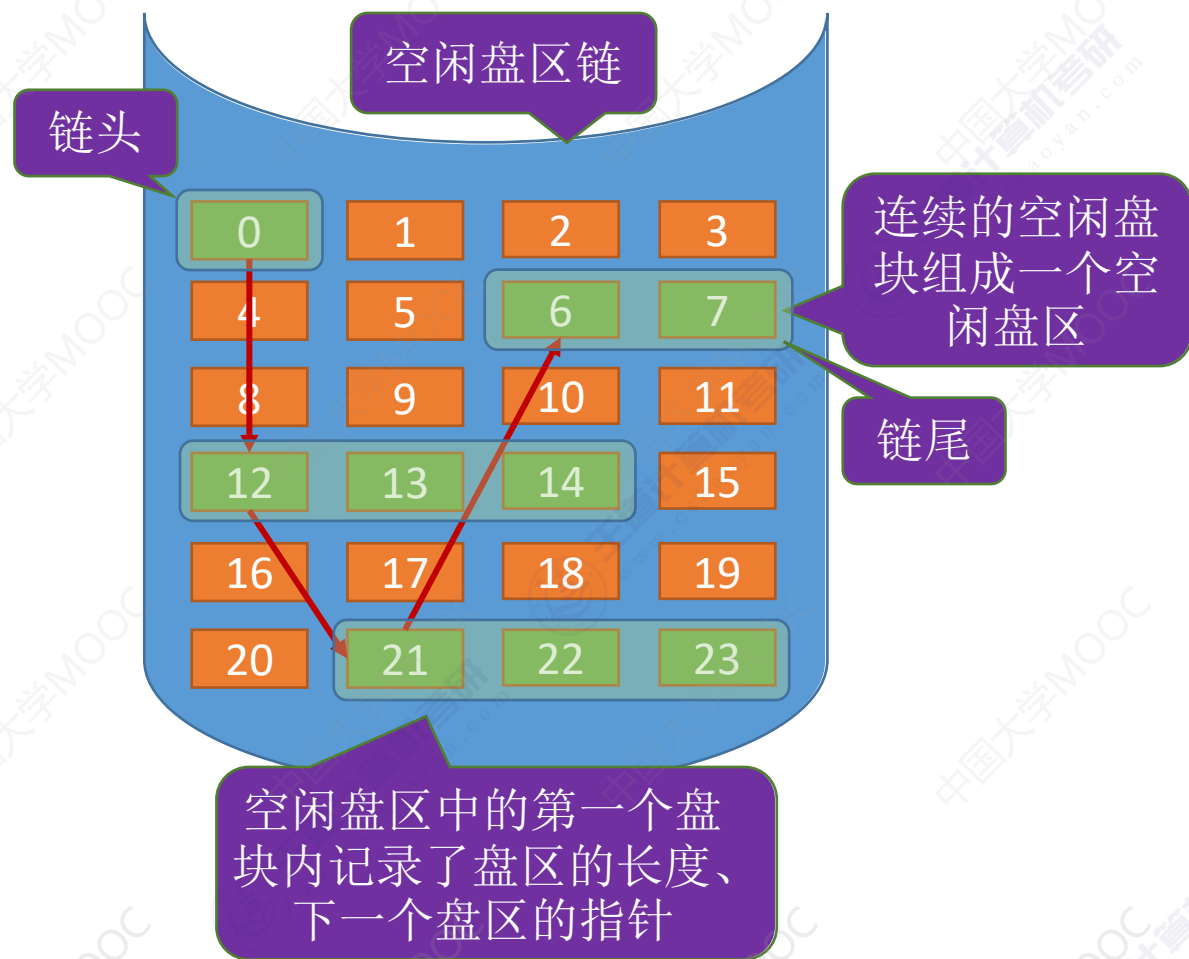
操作系统保存着链头、链尾指针。

如何分配：若某文件申请  $K$  个盘块，则从链头开始依次摘下  $K$  个盘块分配，并修改空闲链的链头指针。

如何回收：回收的盘块依次挂到链尾，并修改空闲链的链尾指针。

适用于离散分配的物理结构。为文件分配多个盘块时可能要重复多次操作

## 存储空间管理——空闲链表法



操作系统保存着**链头**、**链尾指针**。

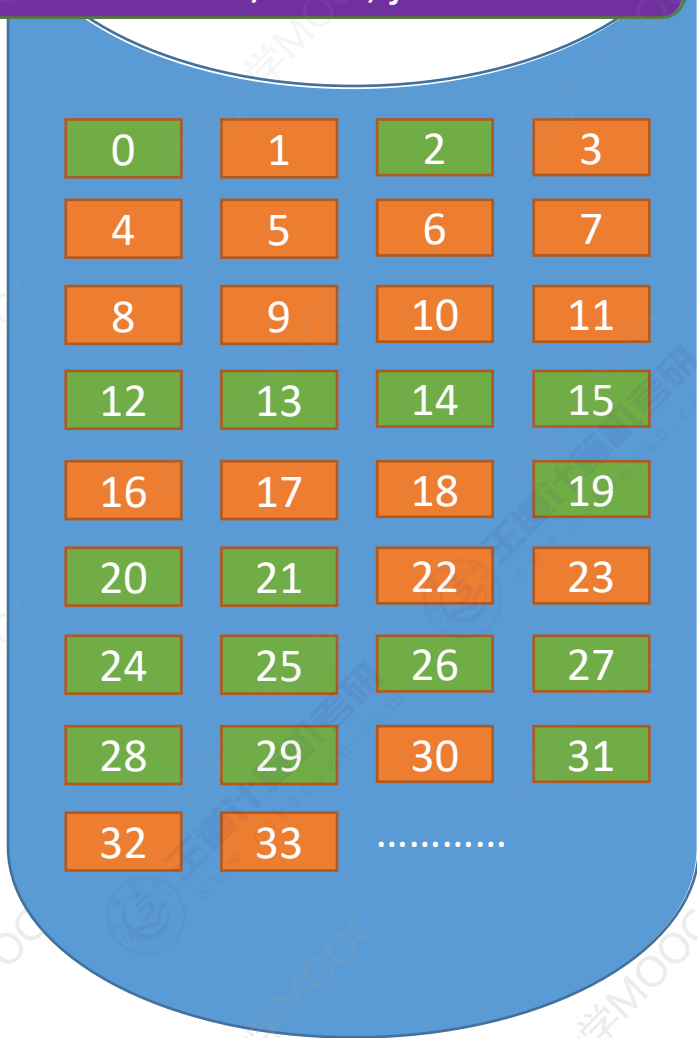
如何分配：若某文件申请  $K$  个盘块，则可以采用首次适应、最佳适应等算法，从链头开始检索，按照算法规则找到一个大小符合要求的空闲盘区，分配给文件。若没有合适的连续空闲块，也可以将不同盘区的盘块同时分配给一个文件，注意分配后可能要修改相应的链指针、盘区大小等数据。

如何回收：若回收区和某个空闲盘区相邻，则需要将回收区合并到空闲盘区中。若回收区没有和任何空闲区相邻，将回收区作为单独的一个空闲盘区挂到链尾。

离散分配、连续分配都适用。为一个文件分配多个盘块时效率更高

$(0,1) \rightarrow b=16*0+1=1$   
 $(1,10) \rightarrow b=16*1+10=26$

$b=13 \rightarrow i=13/16=0, j=13\%16=13$   
 $b=31 \rightarrow i=31/16=1, j=31\%16=15$



## 存储空间管理——位示图法

字 号	位 号															
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0
2	1	1	...													
...																

**位示图：**每个二进制位对应一个盘块。在本例中，“0”代表盘块空闲，“1”代表盘块已分配。位示图一般用连续的“字”来表示，如本例中一个字的字长是16位，字中的每一位对应一个盘块。因此可以用（字号，位号）对应一个盘块号。当然有的题目中也描述为（行号，列号）

**重要重要重要：要能自己推出盘块号与（字号，位号）相互转换的公式。**

**注意题目条件：**盘块号、字号、位号到底是从0开始还是从1开始  
如本例中盘块号、字号、位号从0开始，若n表示字长，则...

(字号, 位号)=(i, j) 的二进制位对应的 盘块号  $b = ni + j$

b号盘块对应的 字号  $i = b/n$ ， 位号  $j = b\%n$

注：王道课本上给出的是盘块号、字号、位号都从1开始的算法。

## 存储空间管理——位示图法

连续分配、离散分配都适用

位号

字号

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0
2	1	1	...													
...																

**位示图：**每个二进制位对应一个盘块。在本例中，“0”代表盘块空闲，“1”代表盘块已分配。

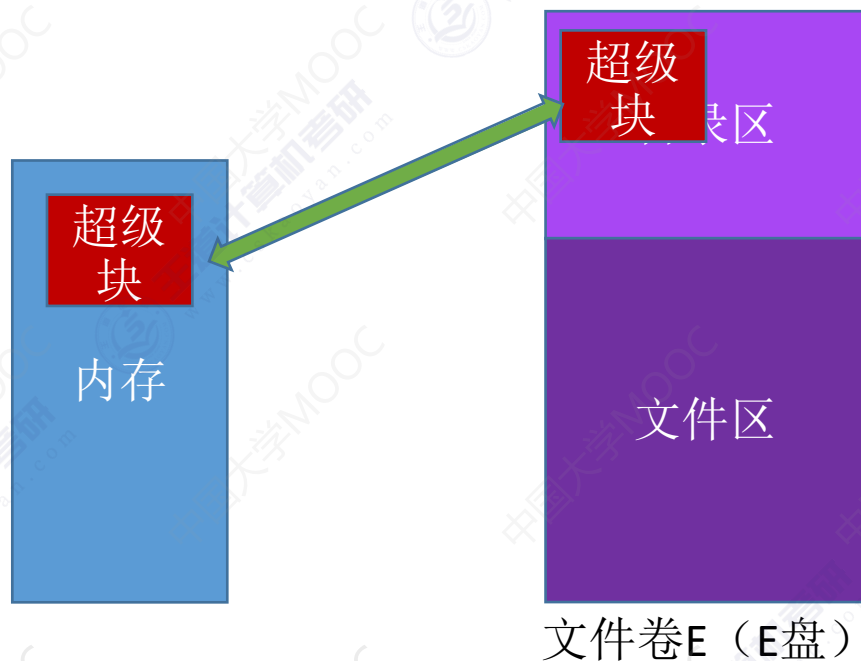
如何分配：若文件需要K个块，①顺序扫描位示图，找到K个相邻或不相邻的“0”；②根据字号、位号算出对应的盘块号，将相应盘块分配给文件；③将相应位设置为“1”。

如何回收：①根据回收的盘块号计算出对应的字号、位号；②将相应二进制位设为“0”。

## 存储空间管理——成组链接法

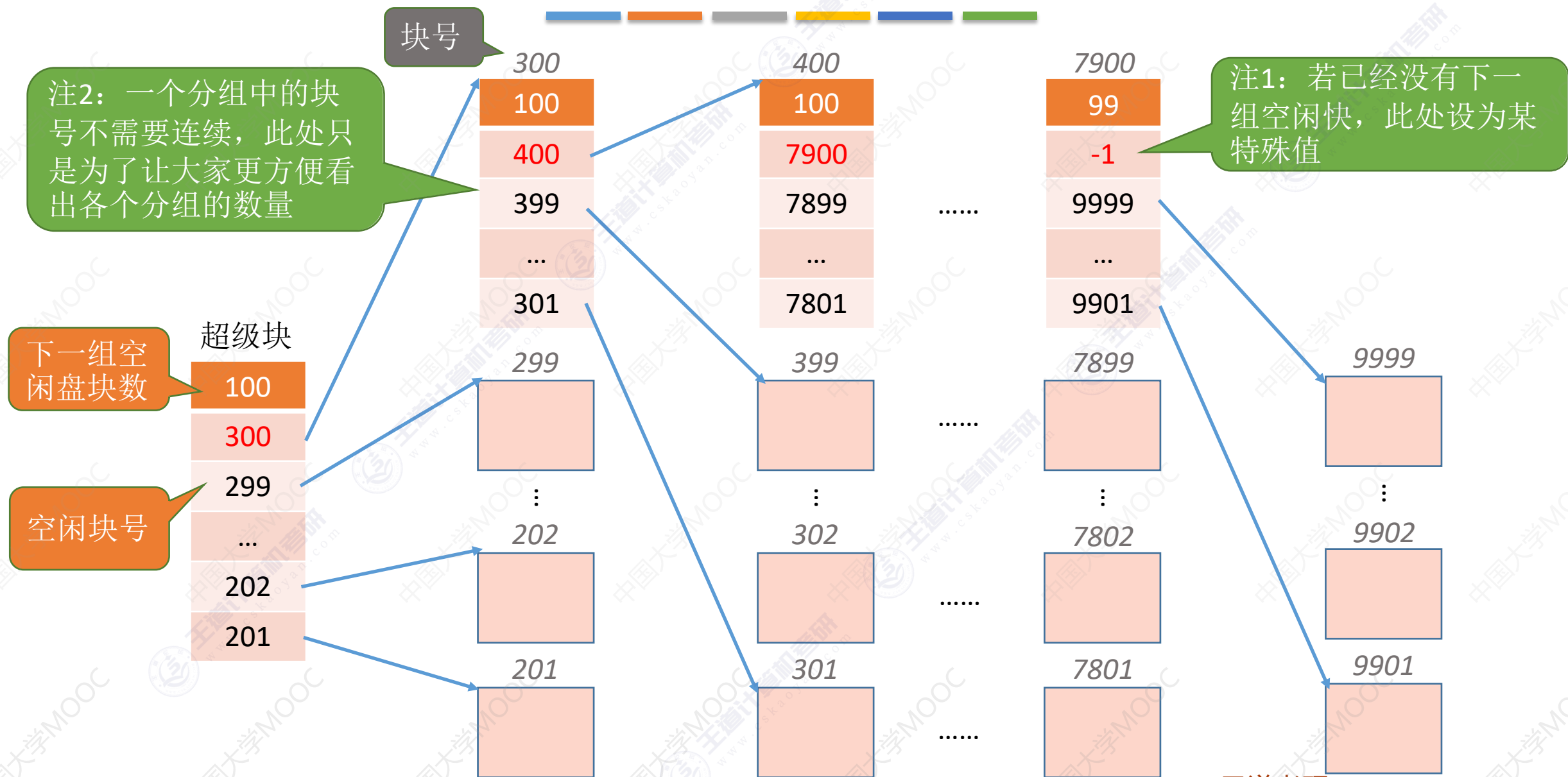
空闲表法、空闲链表法不适用于大型文件系统，因为空闲表或空闲链表可能过大。UNIX系统中采用了**成组链接法**对磁盘空闲块进行管理。

**文件卷的目录区**中专门用一个磁盘块作为“**超级块**”，当系统启动时需要将**超级块**读入**内存**。并且要保证内存与外存中的“超级块”数据一致。





# 存储空间管理——成组链接法





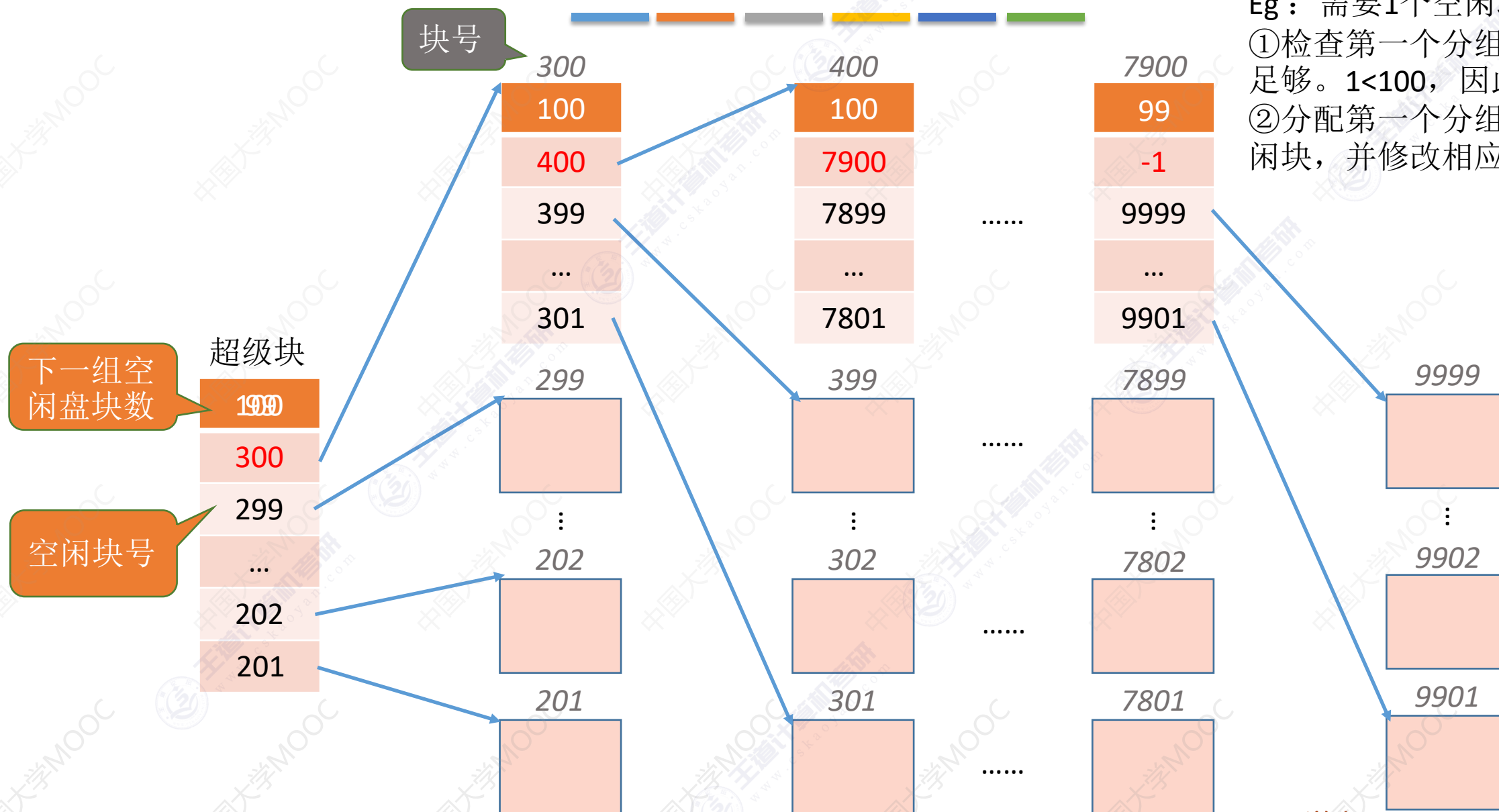
# 存储空间管理——成组链接法

如何分配？

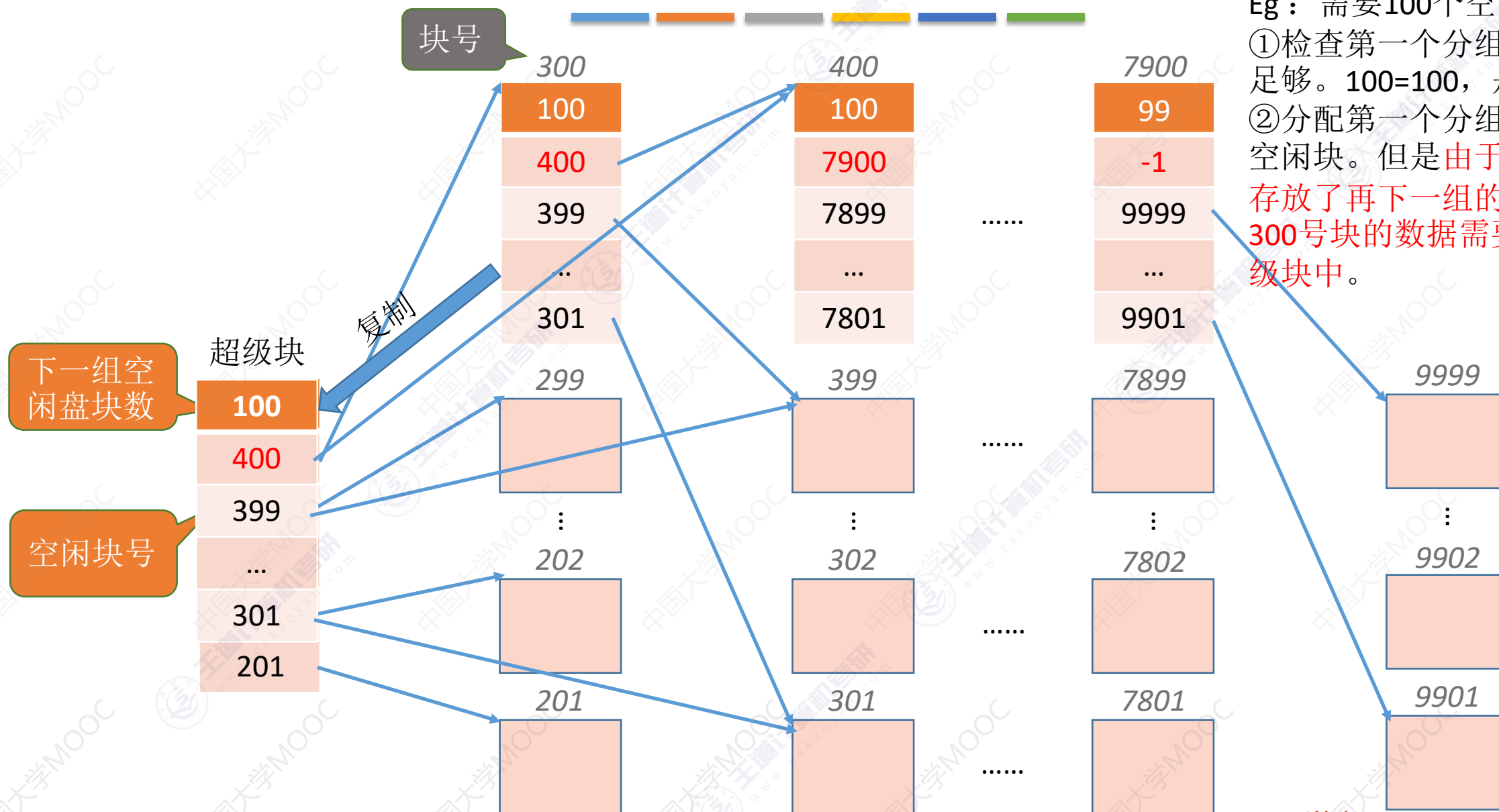
Eg：需要1个空闲块

①检查第一个分组的块数是否足够。 $1 < 100$ ，因此是足够的。

②分配第一个分组中的1个空闲块，并修改相应数据



## 存储空间管理——成组链接法



如何分配？

Eg：需要100个空闲块

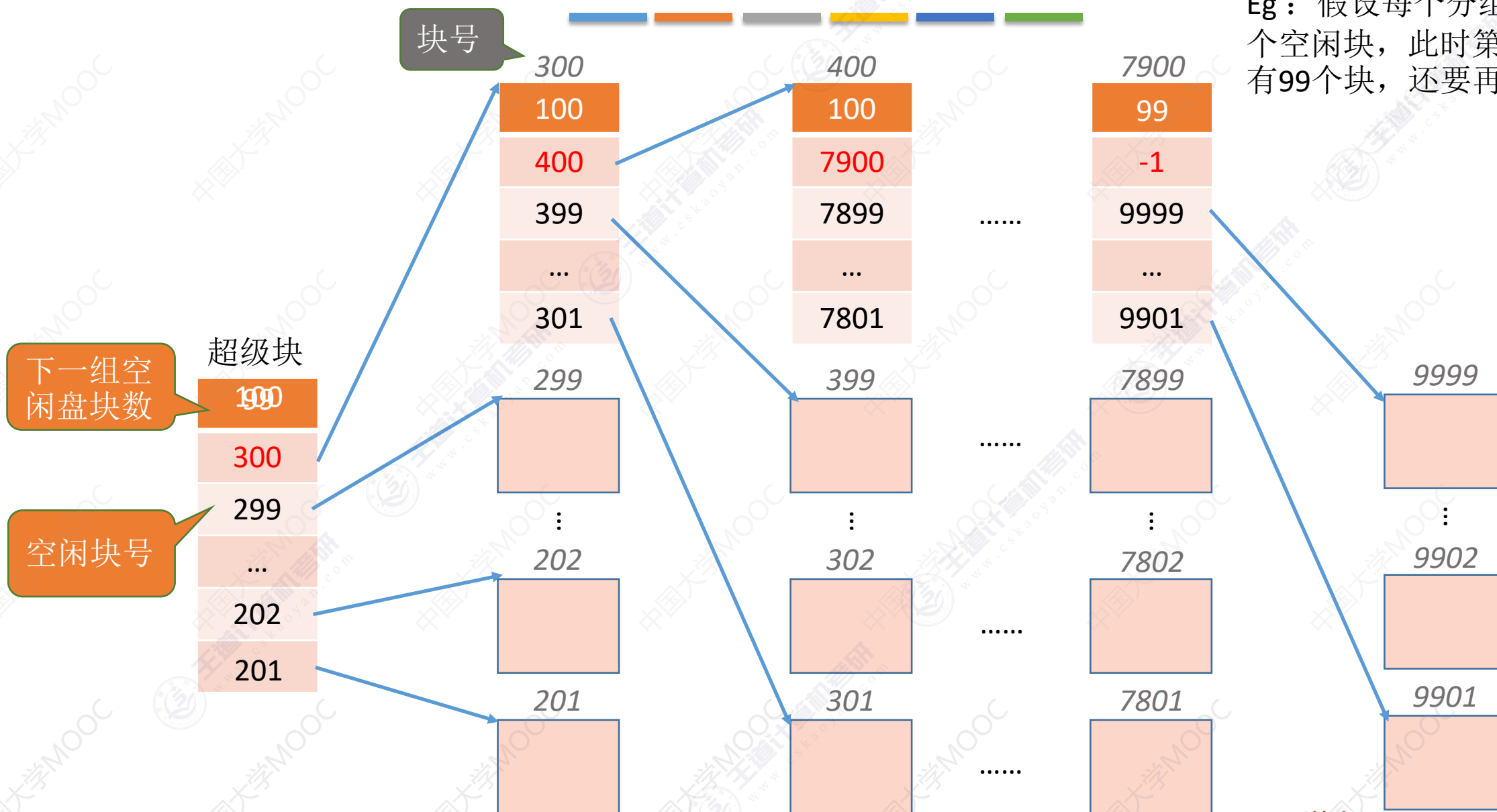
①检查第一个分组的块数是否足够。100=100，是足够的。

②分配第一个分组中的100个空闲块。但是由于300号块内存放了再下一组的信息，因此300号块的数据需要复制到超级块中。

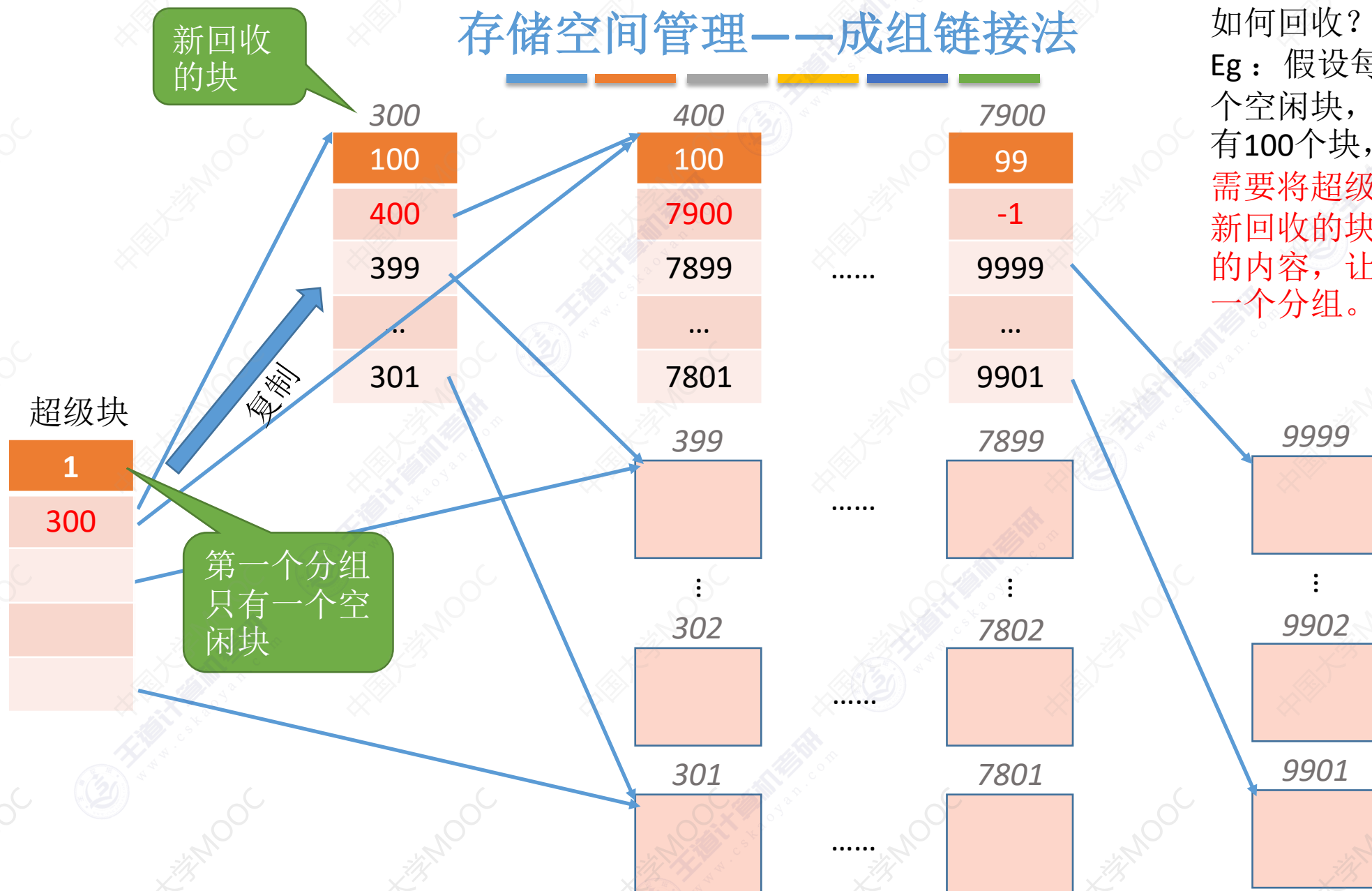
# 存储空间管理——成组链接法

如何回收？

Eg：假设每个分组最多为100个空闲块，此时第一个分组已有99个块，还要再回收一块



## 存储空间管理——成组链接法



如何回收？

Eg：假设每个分组最多为100个空闲块，此时第一个分组已有100个块，还要再回收一块。需要将超级块中的数据复制到新回收的块中，并修改超级块的内容，让新回收的块成为第一个分组。

# 知识点回顾与重要考点

## 文件存储空间管理

文件卷（逻辑卷），目录区、文件区的概念

存储空间的划分与初始化

目录区包含文件目录、空闲表、位示图、超级块等用于文件管理的数据

空闲表法

空闲表中记录每个连续空闲区的起始盘块号、盘块数

分配时可采用首次适应、最佳适应等策略；回收时注意表项的合并问题

空闲链表法

空闲盘块链

以盘块为单位组成一条空闲链

分配时从链头依次取出空闲块，回收时将空闲块查到链尾

空闲盘区链

以盘区为单位组成一条空闲链

分配时可采用首次适应、最佳适应等策略；回收时注意相邻空闲盘区合并的问题

位示图法

一个二进制位对应一个盘块。（字号，位号）或（行号，列号）与盘块号一一对应

重要考点：要能够自己推出盘块号 $\rightarrow$ （字号，位号）之间的相互转换公式

需要注意的题目条件

二进制位 0/1 到底哪个代表空闲，哪个代表不空闲

字号、位号、盘块号到底是从0开始还是从1开始

成组链接法

UNIX 采用的策略，适合大型文件系统。理解即可，不方便用文字描述的知识点也很难作为考题





@王道论坛



@王道计算机考研备考  
@王道咸鱼老师-计算机考研  
@王道楼楼老师-计算机考研



@王道计算机考研



知乎

@王道计算机考研

微信视频号

@王道计算机考研



微信公众平台

@王道在线





公众号：王道在线



b站：王道计算机教育



抖音：王道计算机考研