说明：本视频对应王道书 4.1.5

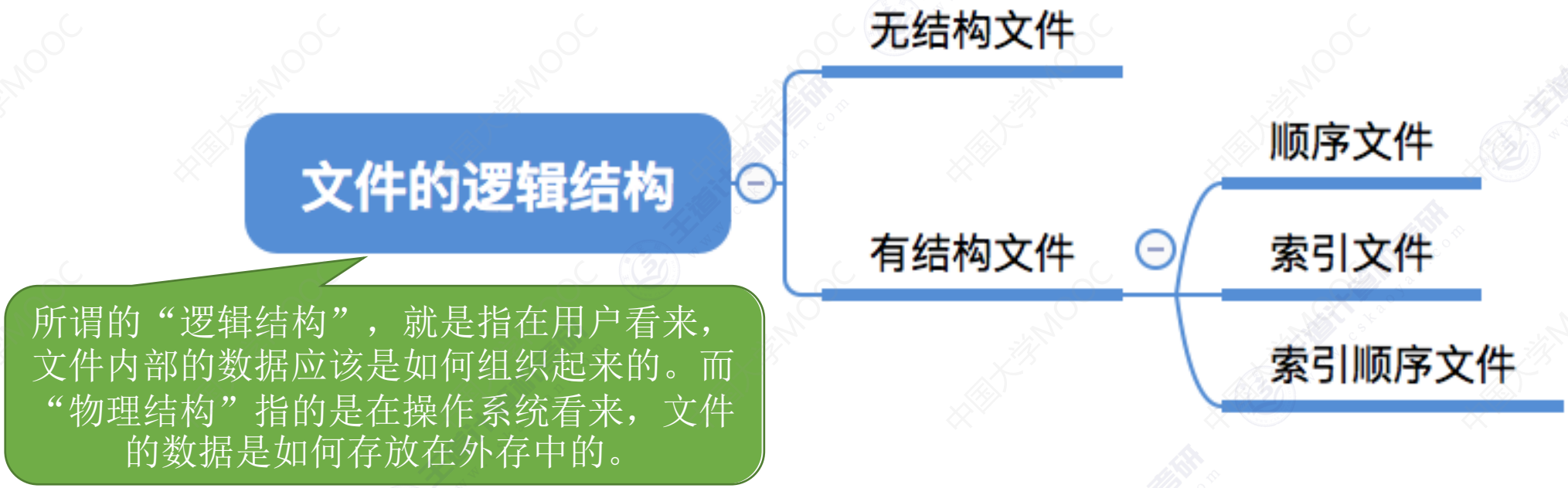
先学习文件的逻辑结构、文件的物理结构，有助于理解文件管理的其他知识。因此在课程中，我们会先跳学文件的逻辑结构（王道书4.1.5）、文件的物理结构（王道书 4.1.6）

建议：学完本视频，可以接着阅读王道书 4.1.5

本节内容

文件的逻辑结构

知识总览



类似于数据结构的“逻辑结构”和“物理结构”。

如“线性表”就是一种逻辑结构，在用户角度看来，线性表就是一组有先后关系的元素序列，如：a, b, c, d, e ……

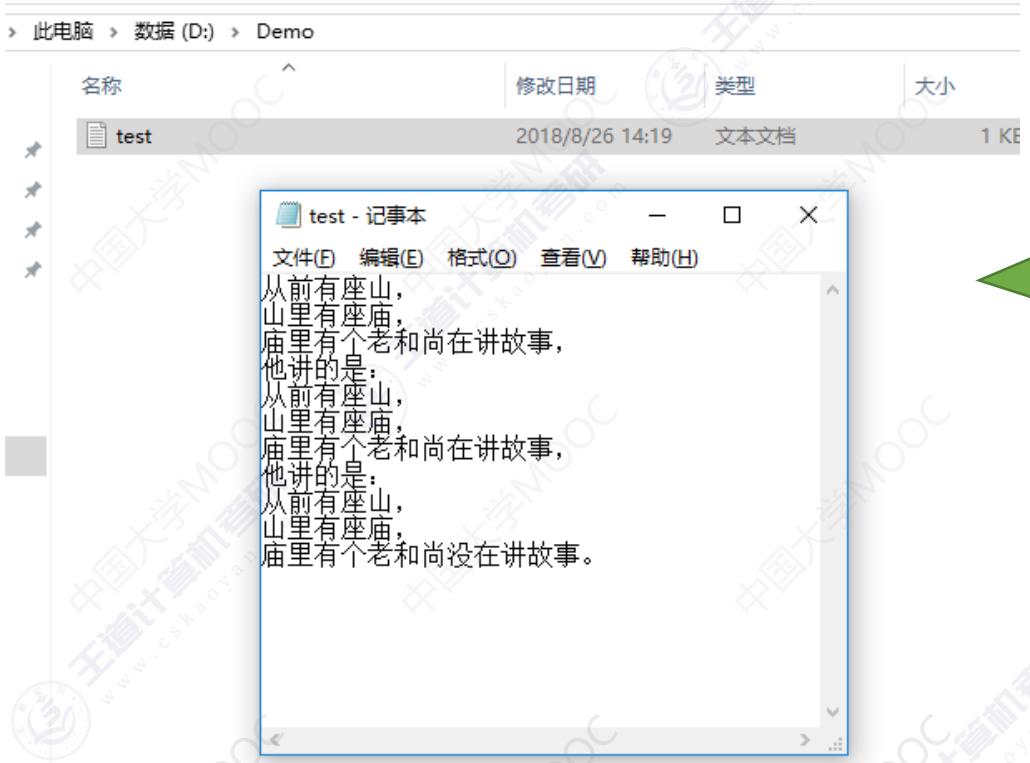
“线性表”这种逻辑结构可以用不同的物理结构实现，如：顺序表/链表。顺序表的各个元素在逻辑上相邻，在物理上也相邻；而链表的各个元素在物理上可以是不相邻的。因此，顺序表可以实现“随机访问”，而“链表”无法实现随机访问。

可见，算法的具体实现与逻辑结构、物理结构都有关（文件也一样，文件操作的具体实现与文件的逻辑结构、物理结构都有关）

无结构文件

按文件是否有结构分类，可以分为无结构文件、有结构文件两种。

无结构文件：文件内部的数据就是一系列二进制流或字符流组成。又称“流式文件”。如：Windows 操作系统中的 .txt 文件。



文件内部的数据其实就是一系列字符流，没有明显的结构特性。因此也不用探讨无结构文件的“逻辑结构”问题。

有结构文件

按文件是否有结构分类，可以分为无结构文件、有结构文件两种。

无结构文件：文件内部的数据就是一系列二进制流或字符流组成。又称“流式文件”。如：Windows 操作系统中的 .txt 文件。

有结构文件：由一组相似的记录组成，又称“记录式文件”。每条记录又若干个数据项组成。如：数据库表文件。一般来说，每条记录有一个数据项可作为关键字（作为识别不同记录的ID）

在本例中，“学号”即可作为各个记录的关键字

学号	姓名	性别	专业
1120112100	张三	男	挖掘机
1120112101	李四	女	挖掘机
1120112102	王五	男	数据挖掘
1120112103	赵六	男	挖掘机
1120112104	钱七	女	挖掘机
1120112105	狗剩	男	数据挖掘
1120112106	铁柱	女	数据挖掘
1120112107	如花	女	数据挖掘
1120112108	二狗	男	数据挖掘
1120112109	傻根儿	男	数据挖掘
1120112110	旺财	女	数据挖掘

这是一张数据库表，记录了各个学生的信息

每个学生对应一条记录，每条记录由若干个数据项组成

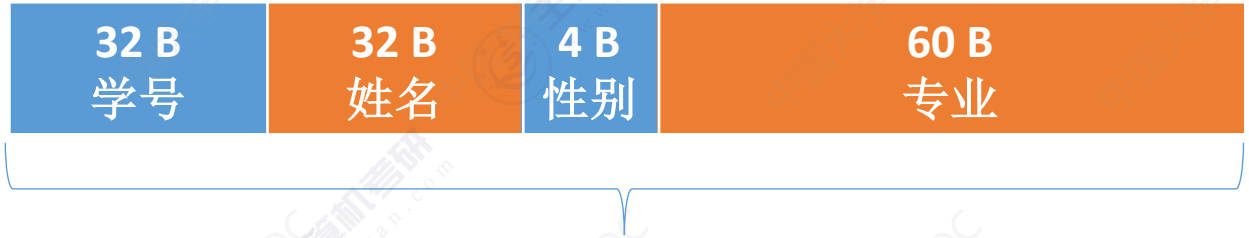
有结构文件

按文件是否有结构分类，可以分为无结构文件、有结构文件两种。

无结构文件：文件内部的数据就是一系列二进制流或字符流组成。又称“流式文件”。如：Windows 操作系统中的 .txt 文件。

有结构文件：由一组相似的记录组成，又称“记录式文件”。每条记录又若干个数据项组成。如：数据库表文件。一般来说，每条记录有一个数据项可作为关键字。根据各条记录的长度（占用的存储空间）是否相等，又可分为定长记录和可变长记录两种。

学号	姓名	性别	专业
1120112100	张三	男	挖掘机
1120112101	李四	女	挖掘机
1120112102	王五	男	数据挖掘
1120112103	赵六	男	挖掘机
1120112104	钱七	女	挖掘机
1120112105	狗剩	男	数据挖掘
1120112106	铁柱	女	数据挖掘
1120112107	如花	女	数据挖掘
1120112108	二狗	男	数据挖掘
1120112109	傻根儿	男	数据挖掘
1120112110	旺财	女	数据挖掘



这个有结构文件由定长记录组成，每条记录的长度都相同（共 128 B）。各数据项都处在记录中相同的位置，具有相同的顺序和长度（前32B一定是学号，之后32B一定是姓名……）

有结构文件

按文件是否有结构分类，可以分为无结构文件、有结构文件两种。

无结构文件：文件内部的数据就是一系列二进制流或字符流组成。又称“流式文件”。如：Windows 操作系统中的 .txt 文件。

有结构文件：由一组相似的记录组成，又称“记录式文件”。每条记录又若干个数据项组成。如：数据库表文件。一般来说，每条记录有一个数据项可作为关键字。根据各条记录的长度（占用的存储空间）是否相等，又可分为定长记录和可变长记录两种。

学号	姓名	性别	特长
1120112100	张三	男	腿特长
1120112101	李四	女	腿毛特长
1120112102	王五	男	
1120112103	赵六	男	
1120112104	钱七	女	
1120112105	狗剩	男	
1120112106	铁柱	女	
1120112107	如花	女	
1120112108	二狗	男	熟读唐诗三百首，琴棋书画样样精通，上得了厅堂下得了厨房，精通Java、C++、Python和任意一种脚本语言…(后面还有1万字……)
1120112109	傻根儿	男	
1120112110	旺财	女	

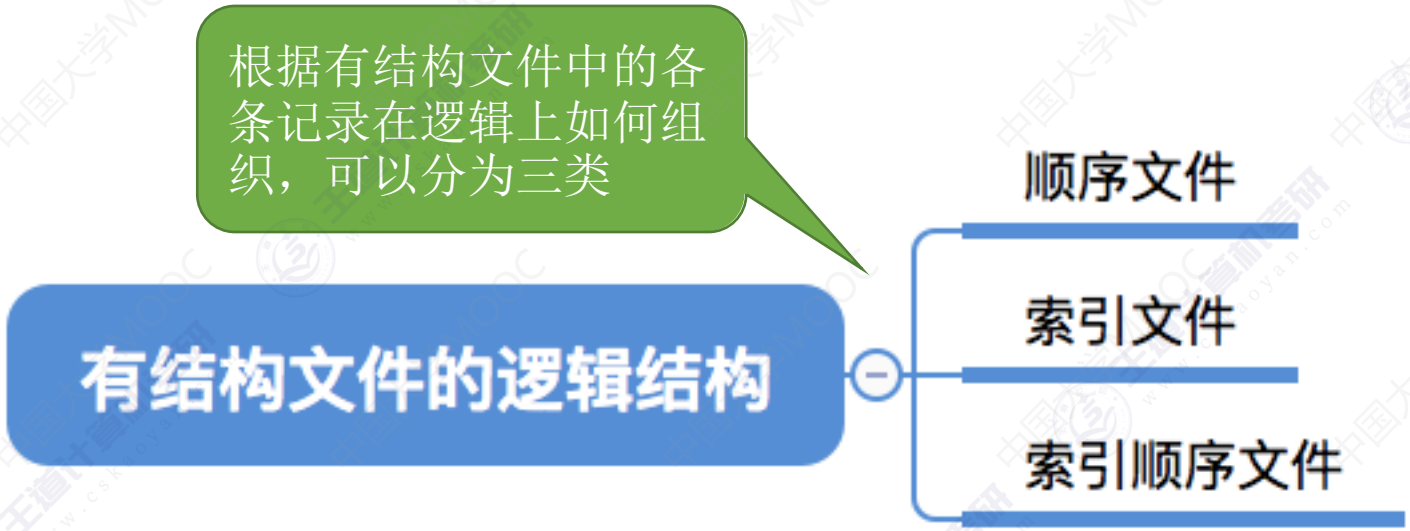
这个有结构文件由可变长记录组成，由于各个学生的特长存在很大区别，因此“特长”这个数据项的长度不确定，这就导致了各条记录的长度也不确定。当然，没有特长的学生甚至可以去掉“特长”数据项。

有结构文件的逻辑结构

按文件是否有结构分类，可以分为无结构文件、有结构文件两种。

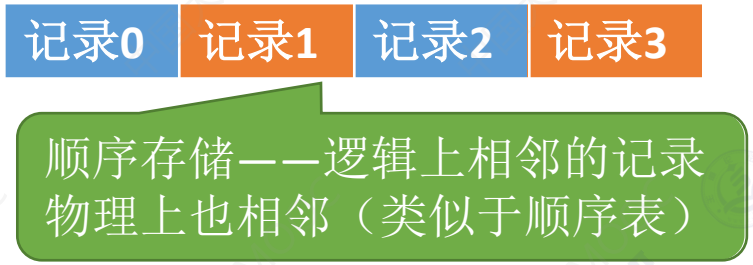
无结构文件：文件内部的数据就是一系列二进制流或字符流组成。又称“流式文件”。如：Windows 操作系统中的 .txt 文件。

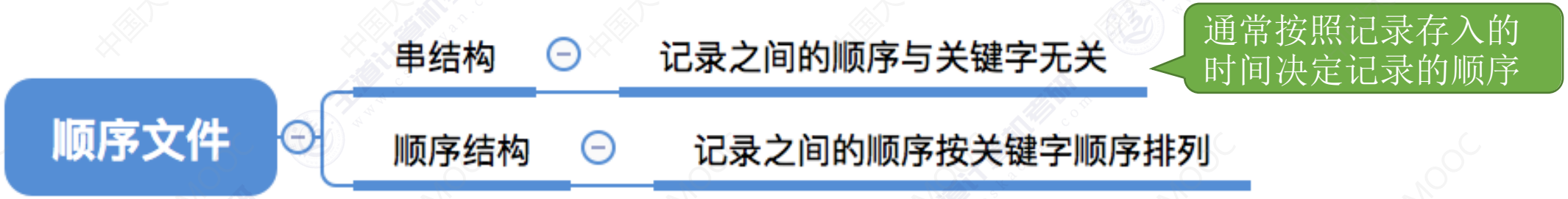
有结构文件：由一组相似的记录组成，又称“记录式文件”。每条记录又若干个数据项组成。如：数据库表文件。一般来说，每条记录有一个数据项可作为关键字。根据各条记录的长度（占用的存储空间）是否相等，又可分为定长记录和可变长记录两种。



顺序文件

顺序文件：文件中的记录一个接一个地顺序排列（逻辑上），记录可以是定长的或可变长的。各个记录在物理上可以顺序存储或链式存储。





假设：已经知道了文件的起始地址（也就是第一个记录存放的位置）

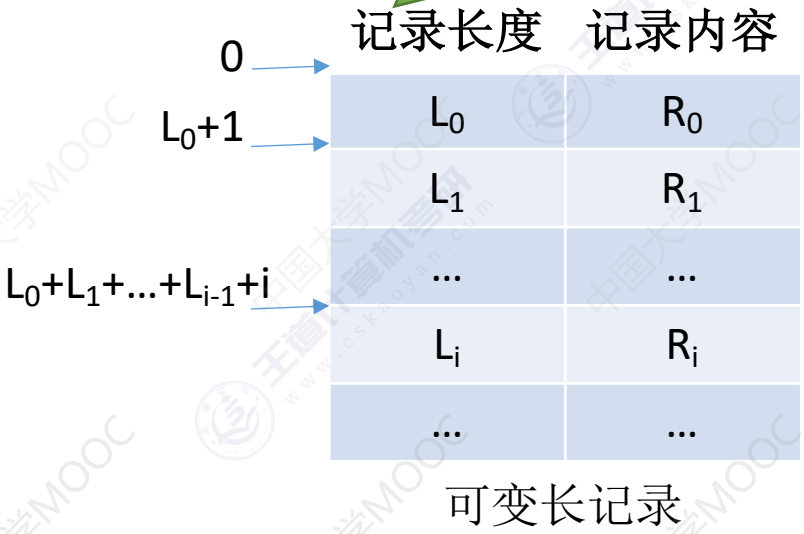
思考1：能否快速找到第 i 个记录对应的地址？（即能否实现随机存取）

思考2：能否快速找到某个关键字对应的记录存放的位置？

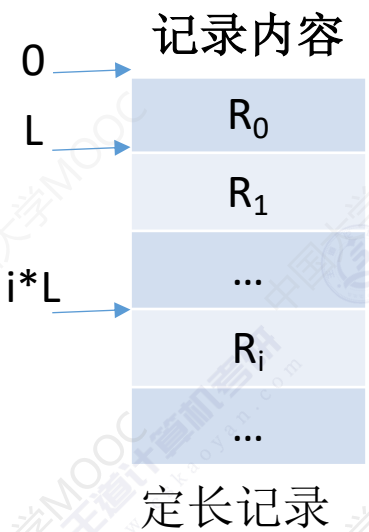
顺序文件

- 顺序文件
  - 链式存储：无论是定长/可变长记录，都无法实现随机存取，每次只能从第一个记录开始依次往后查找
  - 顺序存储
    - 可变长记录：无法实现随机存取。每次只能从第一个记录开始依次往后查找
    - 定长记录：可实现随机存取。记录长度为L，则第 i 个记录存放的相对位置是 i*L
      - 若采用串结构，无法快速找到某关键字对应的记录
      - 若采用顺序结构，可以快速找到某关键字对应的记录（如折半查找）

需要显式地给出记录长度，假设用1字节表示记录长度



可变长记录



定长记录

结论：定长记录的顺序文件，若物理上采用顺序存储，则可实现随机存取；若能再保证记录的顺序结构，则可实现快速检索（即根据关键字快速找到对应记录）

注：一般来说，考试题目中所说的“顺序文件”指的是物理上顺序存储的顺序文件。之后的讲解中提到的顺序文件也默认如此。
可见，顺序文件的缺点是增加/删除一个记录比较困难（如果是串结构则相对简单）

索引文件

对于可变长记录文件，要找到第 i 个记录，必须先顺序第查找前 i-1 个记录，但是很多应用场景中又必须使用可变长记录。如何解决这个问题？

索引号	长度m	指针ptr
0	m_0	
1	m_i	
…	…	
i	m_i	
…	…	

建立一张索引表以加快文件检索速度。每条记录对应一个索引项。

R_0
R_1
…
R_i
…

逻辑文件

文件中的这些记录在物理上可以离散地存放。

索引表本身是定长记录的顺序文件。因此可以快速找到第 i 个记录对应的索引项。

可将关键字作为索引号内容，若按关键字顺序排列，则还可以支持按照关键字折半查找。

每当要增加/删除一个记录时，需要对索引表进行修改。由于索引文件有很快的检索速度，因此主要用于对信息处理的及时性要求比较高的场合。

另外，可以用不同的数据项建立多个索引表。如：学生信息表中，可用关键字“学号”建立一张索引表。也可用“姓名”建立一张索引表。这样就可以根据“姓名”快速地检索文件了。

（Eg：SQL 就支持根据某个数据项建立索引的功能）

索引顺序文件

思考索引文件的缺点：每个记录对应一个索引表项，因此索引表可能会很大。比如：文件的每个记录平均只占 8B，而每个索引表项占32个字节，那么索引表都要比文件内容本身大4倍，这样对存储空间的利用率就太低了。

键	地址
An Qi	
Bao Rong	
Ding Ding	…
Cao Cao	…
…	…

索引顺序文件的索引项也不需要按关键字顺序排列，这样可以极大地方便新表项的插入

姓名	其他属性
An Qi	
An Kang	
…	

姓名	其他属性
Bao Rong	
Bao Zi	
…	

逻辑文件

索引顺序文件是索引文件和顺序文件思想的结合。索引顺序文件中，同样会为文件建立一张索引表，但不同的是：并不是每个记录对应一个索引表项，而是一组记录对应一个索引表项。

在本例中，学生记录按照学生姓名的开头字母进行分组。每个分组就是一个顺序文件，分组内的记录不需要按关键字排序

用这种策略确实可以让索引表“瘦身”，但是是否会出现不定长记录的顺序文件检索速度慢的问题呢？

索引顺序文件（检索效率分析）

键	地址
An Qi	
Bao Rong	
Ding Ding	…
Cao Cao	…
…	…

姓名	其他属性
An Qi	
An Kang	
…	

姓名	其他属性
Bao Rong	
Bao Zi	
…	

用这种策略确实可以让索引表“瘦身”，但是能否解决不定长记录的顺序文件检索速度慢的问题呢？

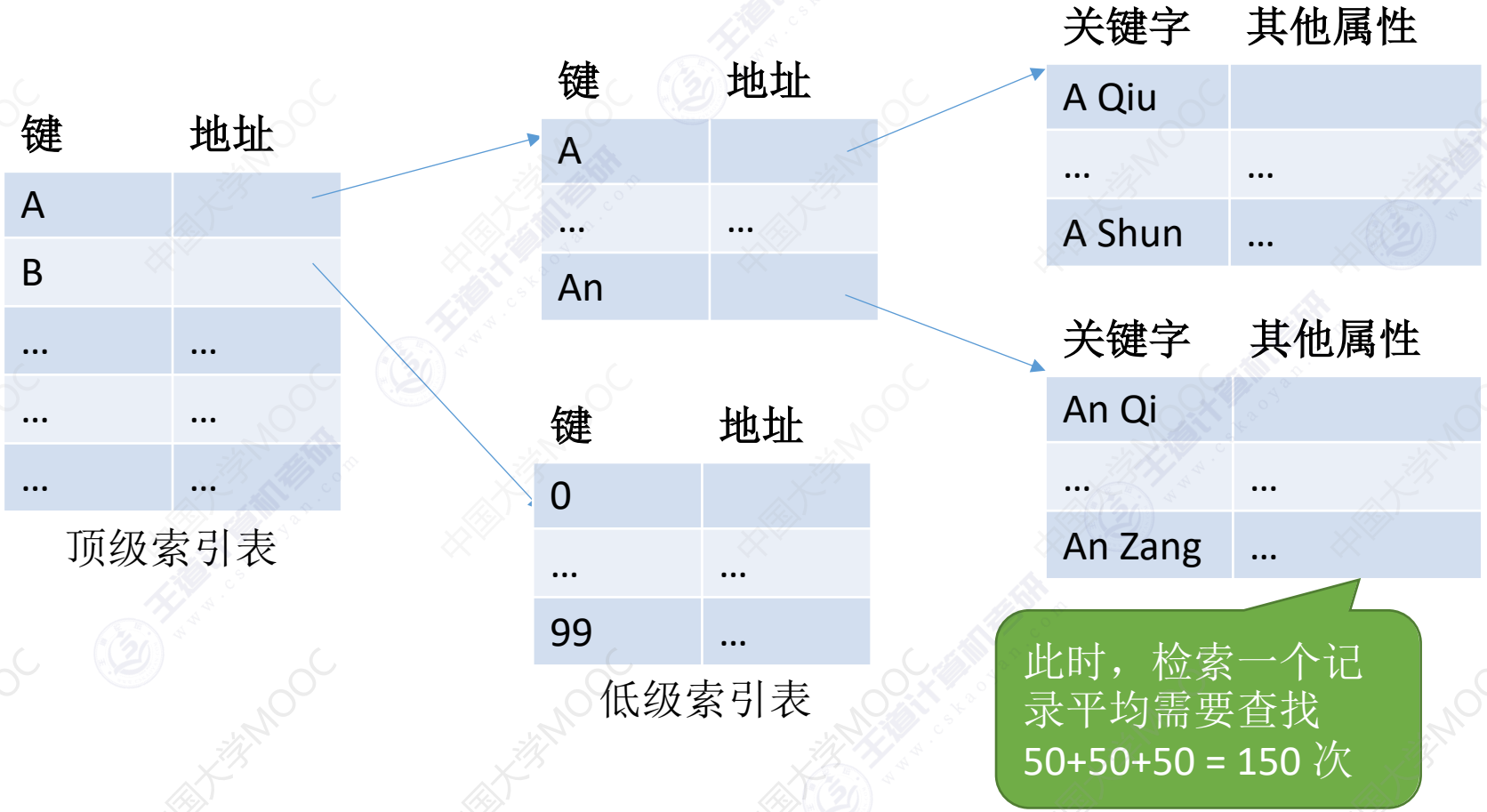
若一个顺序文件有10000个记录，则根据关键字检索文件，只能从头开始顺序查找（这里指的并不是定长记录、顺序结构 的顺序文件），平均须查找 5000 个记录。

若采用索引顺序文件结构，可把 10000 个记录分为 √10000 = 100 组，每组 100 个记录。则需要先顺序查找索引表找到分组（共100个分组，因此索引表长度为 100，平均需要查 50 次），找到分组后，再在分组中顺序查找记录（每个分组100 个记录，因此平均需要查 50 次）。可见，采用索引顺序文件结构后，平均查找次数减少为 50+50 = 100 次。

同理，若文件共有 10^6 个记录，则可分为 1000 个分组，每个分组 1000 个记录。根据关键字检索一个记录平均需要查找 500+500 = 1000 次。这个查找次数依然很多，如何解决呢？

多级索引顺序文件

为了进一步提高检索效率，可以为顺序文件建立多级索引表。例如，对于一个含 10^6 个记录的文件，可先为该文件建立一张低级索引表，每 100 个记录为一组，故低级索引表中共有 10000 个表项（即10000个定长记录），再把这 10000 个定长记录分组，每组100个，为其建立顶级索引表，故顶级索引表中共有 100 个表项。

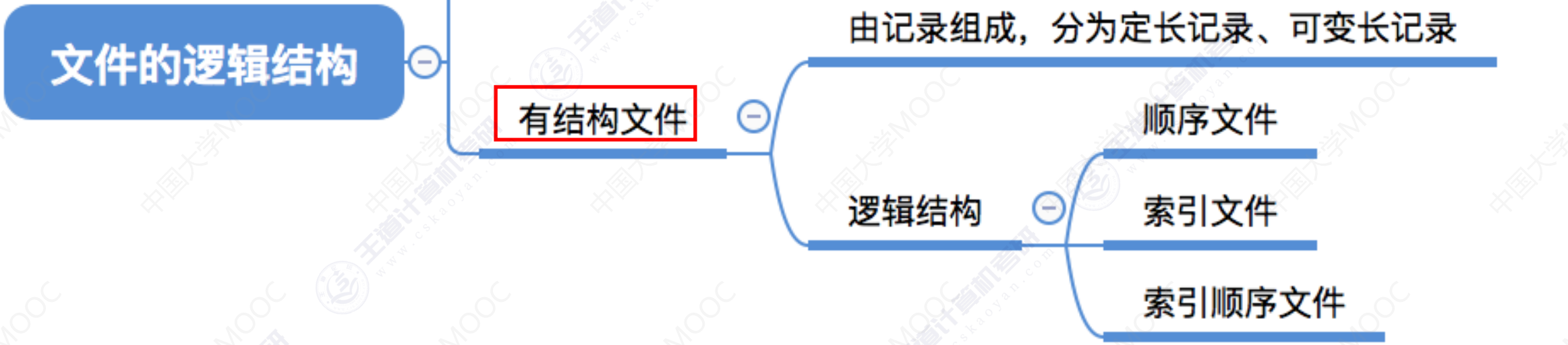


Tips: 要为 N 个记录的文件建立 K 级索引，则最优的分组是每组 $N^{1/(K+1)}$ 个记录。

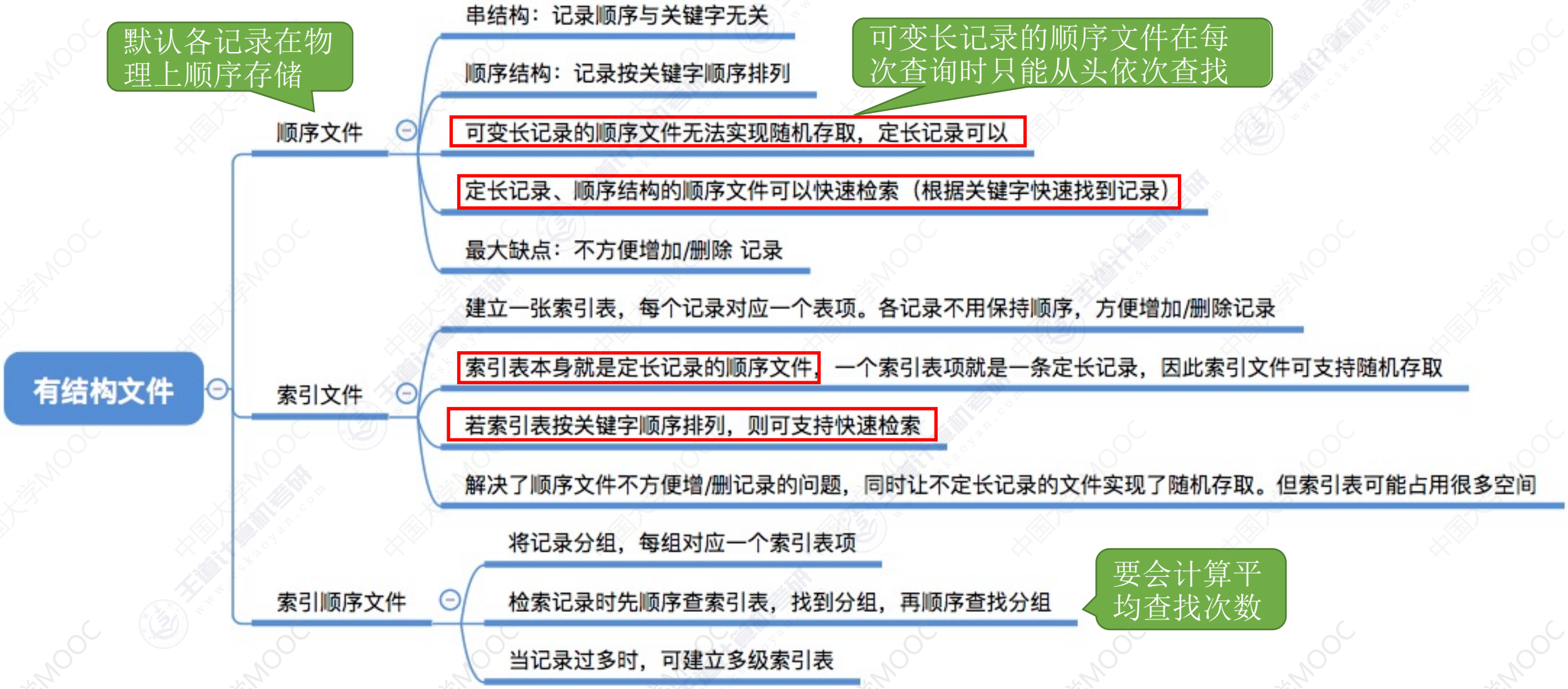
检索一个记录的平均查找次数是 $((N^{1/(K+1)})/2) * (K+1)$

如：本例中，建立 2级索引，则最优分组为每组 $100000^{1/3} = 100$ 个记录，平均查找次数是 (100/2) * 3 = 150 次

知识点回顾与重要考点



知识点回顾与重要考点



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