

考点18: 文件的逻辑结构和物理结构

• 小题28 2009 	• 小题30 2010 	• 综合题 46 2011 	• 综合题 46 2012 	• 小题24 • 小题26 2013 	• 综合题 46 2014 	• 小题29 2015 
• 综合题 47 2016 	 2017 	• 综合题 46 2018 	 2019 	• 小题24 2020 	 2021 	• 综合题 45 2022 

历年考频: 小题×6、综合题×6

操作系统考点18

文件的逻辑 结构和物理 结构

文件的存储位置信息

进程对文件进行 open 系统调用后, FCB读入内存

FCB_A

文件名	所有者	创建时间	文件总大小	存储位置信息 (与物理结构有关)
-----	-----	------	-------	-------	---------------------

①open 系统调用后, 操作系统将文件 FCB 读入内存

内核区

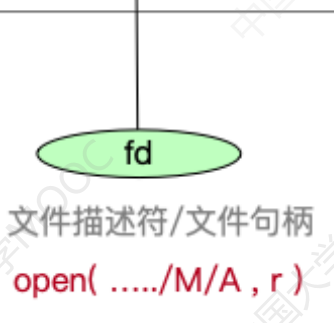
索引	FCB	打开计数
0	FCB_X	1
1	FCB_Y	2
2	FCB_A	1

系统打开文件表

索引	打开方式	读写指针	系统打开文件表索引
0	读/写		0
1	只读	512	2

进程P(用户)打开文件表

进程P用户区



进程P的读写指针

A#0	A#1	A#2	A#3	A#4
1KB	1KB	1KB	1KB	1KB

文件A的逻辑地址

连续分配

起始块号、总块数

隐式链接

起始块号、结束块号

显式链接

起始块号

索引分配

顶级索引表
(一级/多级/混合)

FAT表

- ①整个文件系统仅一张
- ②存储在磁盘中固定位置
- ③开机时调入并常驻内存

③操作系统根据 FCB, 结合文件物理结构, 将逻辑地址映射为物理地址

②用户进程按“逻辑地址”访问文件数据

注: 通常来说, 采用索引分配的文件系统, 顶级索引表包含在 inode 中。open 系统调用时, 首先读入文件目录项、再读入 inode

连续分配

进程对文件进行 open 系统调用后, FCB读入内存



内核区

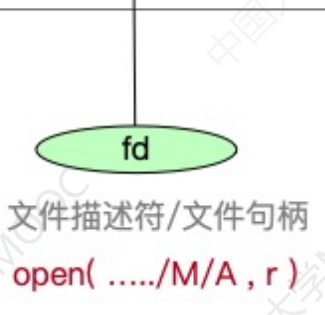
索引	FCB	打开计数
0	FCB_X	1
1	FCB_Y	2
2	FCB_A	1

系统打开文件表

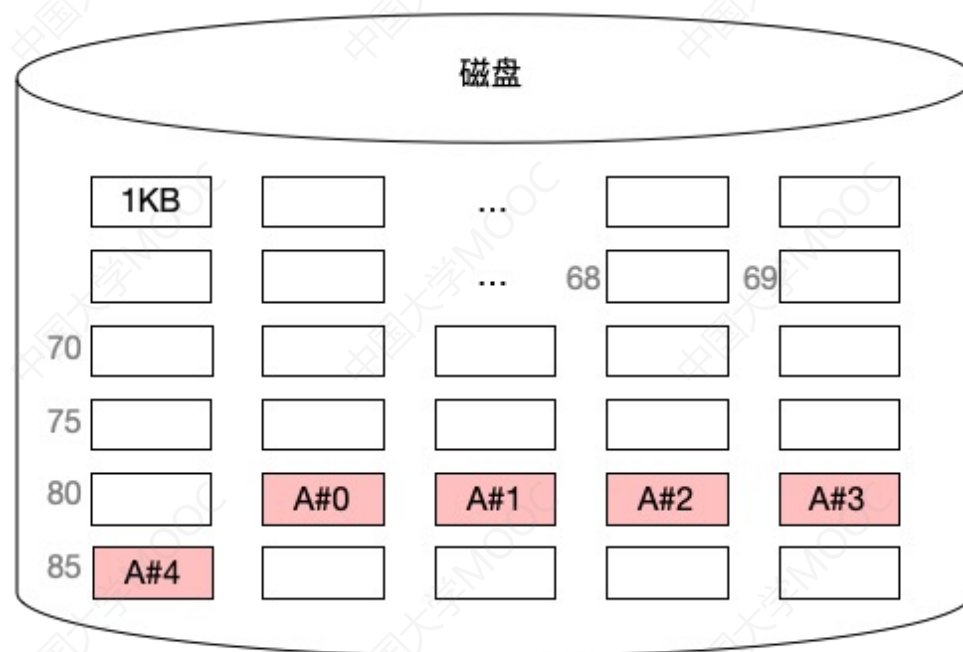
索引	打开方式	读写指针	系统打开文件表索引
0	读/写		0
1	只读	512	2

进程P(用户)打开文件表

进程P用户区



进程P的读写指针



连续分配



是否支持随机读写——是
是否方便文件拓展——否

最佳应用场景——文件长度
基本不会改变，对随机读写
速度要求高

常考：单个文件的最大长度

① FCB中用多少个bit表示总
块数？

②每个磁盘块的大小是多少？

常考：在FCB已经读入内存
的条件下，访问第 i 个逻辑
块所需的读磁盘次数

答：仅需读磁盘1次

链接分配（隐式链接）

进程对文件进行 open 系统调用后，FCB读入内存



内核区

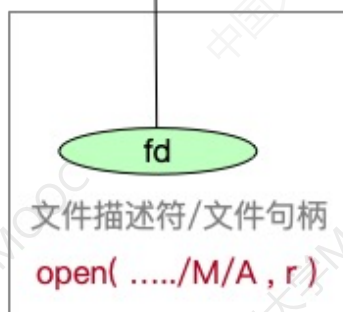
索引	FCB	打开计数
0	FCB_X	1
1	FCB_Y	2
2	FCB_A	1

系统打开文件表

索引	打开方式	读写指针	系统打开文件表索引
0	读/写		0
1	只读	512	2

进程P(用户)打开文件表

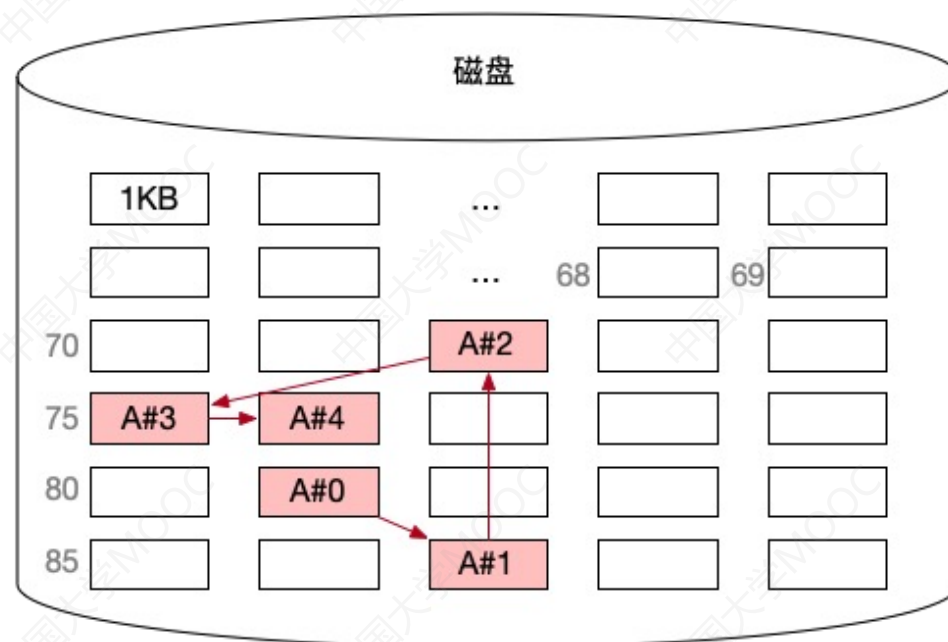
进程P用户区



进程P的读写指针



文件A的逻辑地址



链接分配（隐式链接）

是否支持随机读写——否
是否方便文件拓展——是

最佳应用场景——文件长度经常改变，只要求对文件进行顺序访问

常考：单个文件的最大长度

① 一个磁盘块中，用多少个bit 表示下一块的链接指针？

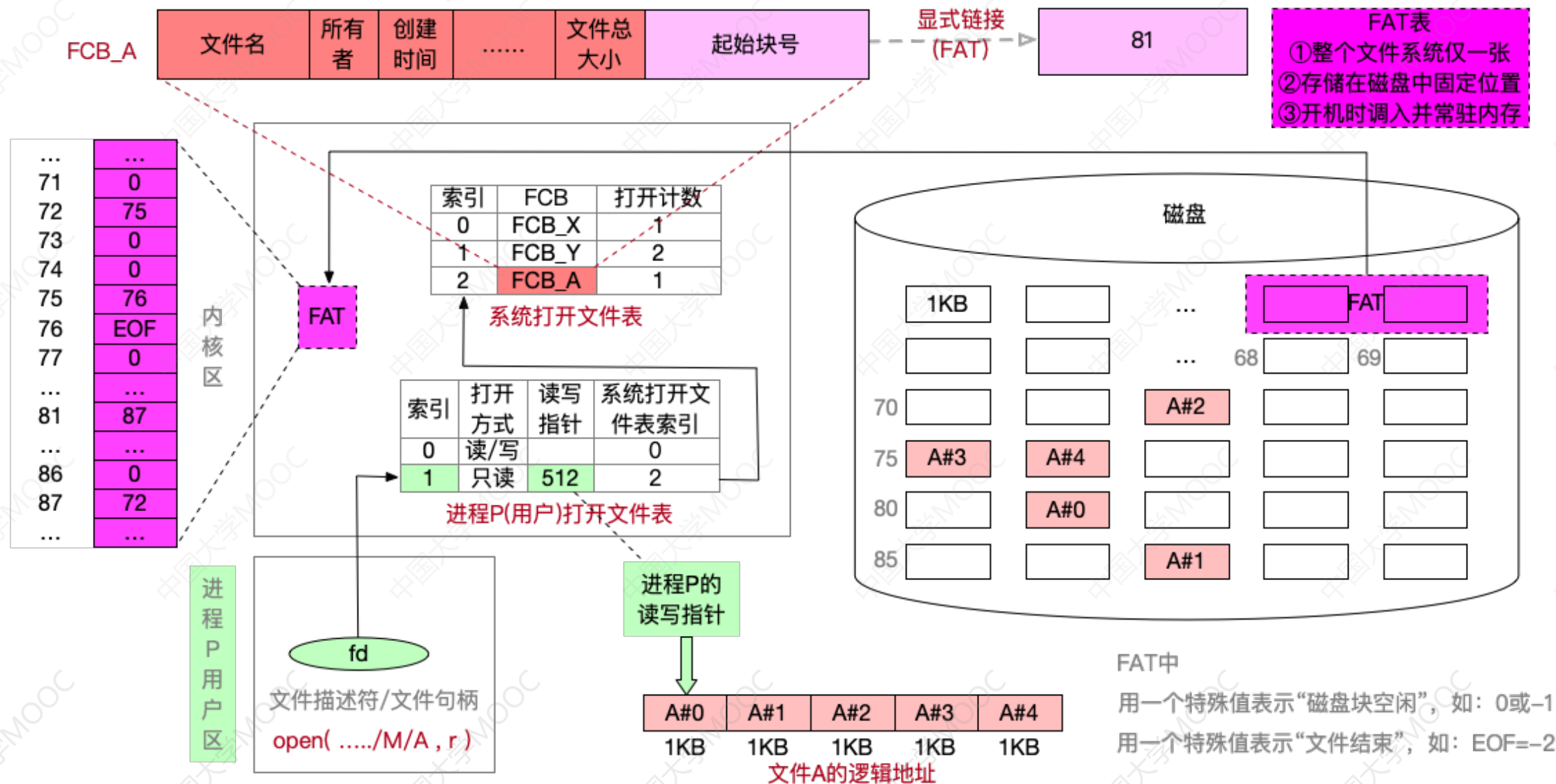
② 一个磁盘块中，文件数据部分大小是多少？

常考：在FCB已经读入内存的条件下，访问第 i 个逻辑块所需的读磁盘次数

答：需要读磁盘 i 次

显式链接 (FAT)

进程对文件进行 open 系统调用后, FCB 读入内存



显式链接 (FAT)

是否支持随机读写——是
是否方便文件拓展——是

最佳应用场景——文件长度经常改变，且要求随机读写

常考：单个文件的最大长度

① FAT文件表中，总共有几个表项？

② FAT文件表中，每一个表项有多少个 bit？

③ 每个磁盘块的大小是多少？

常考：在FCB已经读入内存的条件下，访问第*i*个逻辑块所需的读磁盘次数

答：仅需读磁盘 1 次

由于FAT在开机时已经调入并常驻内存，因此查FAT表不需要读磁盘。

通过FCB可知文件第一块的块号，再通过查内存中的FAT表，可以直接确定文件的第*i*块存储在哪里。

索引分配

进程对文件进行 open 系统调用后, FCB读入内存

FCB_A

文件名	所有者	创建时间	文件总大小	顶级索引表 (一级/多级/混合)
-----	-----	------	-------	-------	---------------------

内核区

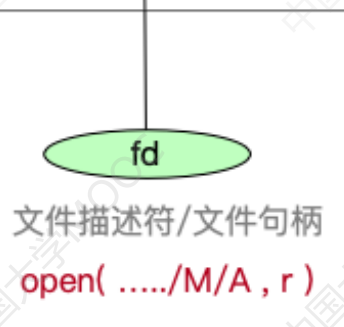
索引	FCB	打开计数
0	FCB_X	1
1	FCB_Y	2
2	FCB_A	1

系统打开文件表

索引	打开方式	读写指针	系统打开文件表索引
0	读/写		0
1	只读	512	2

进程P(用户)打开文件表

进程P用户区

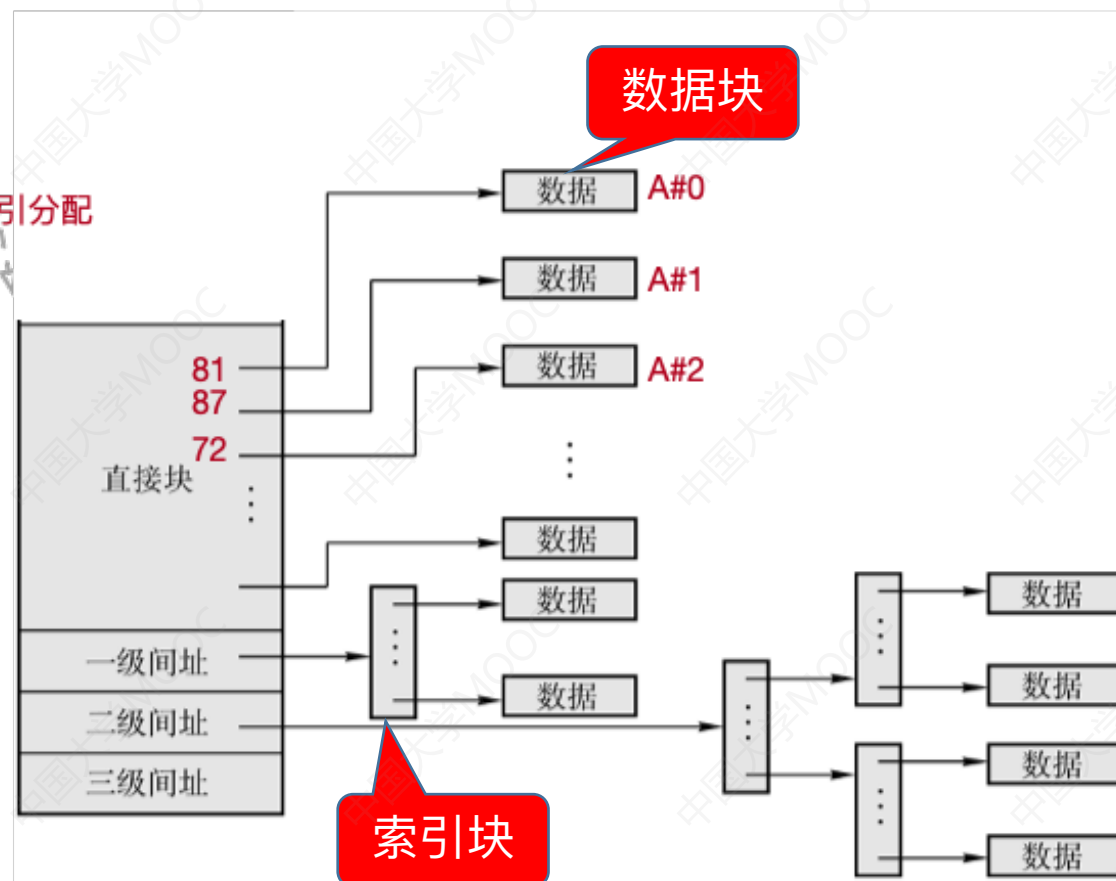


进程P的读写指针



文件A的逻辑地址

混合索引分配



索引分配

是否支持随机读写——是
是否方便文件拓展——是

最佳应用场景——文件长度经常改变，且要求随机读写

假如有N0个直接索引，N1个一级间接索引，N2个二级间接索引，每个盘块的大小为M字节，盘块号占m个字节。其所允许的文件最大长度为（字节）：

$$\left(N0 + N1 \times \frac{M}{m} + N2 \times \left(\frac{M}{m} \right)^2 \right) \times M$$

常考：单个文件的最大长度

① 关注索引项的数量，以及每个索引项是哪种类型（直接索引/一级间接/二级间接/三级间接）？

② 关注每个索引项占多少个bit（通常要能够表示磁盘块总数）？

③ 每个磁盘块的大小是多少？

④ 结合②、③计算出每个块可以存储多少个索引项

④ 计算最大文件长度

常考：在FCB已经读入内存的条件下，访问第i个逻辑块所需的读磁盘次数

答：取决于文件的第i块从属于哪一级索引。如果从属于直接索引，则仅需读磁盘1次；如果从属于一级间接索引，则需读磁盘2次；如果从属于二级间接索引，则需读磁盘3次；如果从属于三级间接索引，则需读磁盘4次

文件物理结构

【考点笔记】文件分配方式

文件分配方式	说明
连续分配	<p>连续分配方法要求每个文件在磁盘上占有一组连续的块，其文件的 FCB 包含第一块的磁盘地址和连续块的数量。</p> <ul style="list-style-type: none">① 支持顺序访问和直接访问。② 实现简单、访问文件时需要的寻道数和寻道时间最小，存取速度快。③ 文件长度不宜动态增加；④ 反复增删文件后会产生外部碎片，只适用于长度固定的文件
隐式链接分配	<p>隐式链接分配将每个文件对应一个磁盘块的链表；磁盘块离散分布，除最后一个盘块外，每一个盘块都有指向下一个盘块的指针。目录包括文件第一块的指针和最后一块的指针。</p> <ul style="list-style-type: none">① 只能顺序访问文件。② 消除了外部碎片，显著地提高了外存空间的利用率；③ 可动态地按需分配盘块，无需事先知道文件的大小。④ 对文件的增、删、改很方便⑤ 稳定性存在问题，一旦断链将导致文件数据的丢失

文件物理结构

文件分配方式	说明
显式链接分配	<p>显式链接，是指把用于链接文件各物理块的指针，显式地存放在内存的一张链接表中。该表在整个磁盘仅设置一张，在每个表项中存放链接指针，即下一个盘块号。在该表中，凡是属于某一文件的第一个盘块号，或者说是每一条链的链首指针所对应的盘块号，均作为文件地址被填入相应文件的 FCB 的“物理地址”字段中。由于查找记录的过程是在内存中进行的，因而不仅显著地提高了检索速度，而且大大减少了访问磁盘的次数。由于分配给文件的所有盘块号都放在该表中，故把该表称为文件分配表 FAT(File Allocation Table)</p>
索引分配	<p>把每个文件的所有的盘块号都集中放在一起构成索引块（表）。每个文件都有其索引块，这是一个磁盘块地址的数组。索引块的第 i 个条目指向文件的第 i 个块。目录条目包括索引块的地址。</p> <ul style="list-style-type: none">① 索引分配支持直接访问，且没有外部碎片问题。② 增加了系统存储空间的开销

历年真题

28. 下列文件物理结构中, 适合随机访问且易于文件扩展的是_____。

- A. 连续结构
- B. 索引结构
- C. 链式结构且磁盘块定长
- D. 链式结构且磁盘块变长

30. 设文件索引结点中有 7 个地址项, 其中 4 个地址项是直接地址索引, 2 个地址项是一级间接地址索引, 1 个地址项是二级间接地址索引, 每个地址项大小为 4B。若磁盘索引块和磁盘数据块大小均为 256B, 则可表示的单个文件最大长度是_____。

- A. 33KB
- B. 519KB
- C. 1 057KB
- D. 16 513KB

24. 为支持 CD-ROM 中视频文件的快速随机播放, 播放性能最好的文件数据块组织方式是_____。

- A. 连续结构
- B. 链式结构
- C. 直接索引结构
- D. 多级索引结构

26. 若某文件系统索引结点 (inode) 中有直接地址项和间接地址项, 则下列选项中, 与单个文件长度无关的因素是_____。

- A. 索引结点的总数
- B. 间接地址索引的级数
- C. 地址项的个数
- D. 文件块大小

2009真题

2010真题

2013真题

2013真题

历年真题

29. 在文件的索引结点中存放直接索引指针 10 个，一级和二级索引指针各 1 个。磁盘块大小为 1KB，每个索引指针占 4 个字节。若某文件的索引结点已在内存中，则把该文件偏移量（按字节编址）为 1234 和 307400 处所在的磁盘块读入内存，需访问的磁盘块个数分别是_____。

A. 1,2

B. 1,3

C. 2,3

D. 2,4

24. 下列选项中，支持文件长度可变、随机访问的磁盘存储空间分配方式是

A. 索引分配

B. 链接分配

C. 连续分配

D. 动态分区分配

2015真题

2020真题

46. (7 分) 某文件系统为一级目录结构, 文件的数据一次性写入磁盘, 已写入的文件不可修改, 但可多次创建新文件。请回答如下问题。

(1) 在连续、链式、索引三种文件的数据块组织方式中, 哪种更合适? 要求说明理由。为定位文件数据块, 需要 FCB 中设计哪些相关描述字段?

(2) 为快速找到文件, 对于 FCB, 是集中存储好, 还是与对应的文件数据块连续存储好? 要求说明理由。

考察: 连续分配、链接分配、索引分配

46. 文件 F 由 200 条记录组成，记录从 1 开始编号。用户打开文件后，欲将内存中的一条记录插入到文件 F 中，作为其第 30 条记录。请回答下列问题，并说明理由。

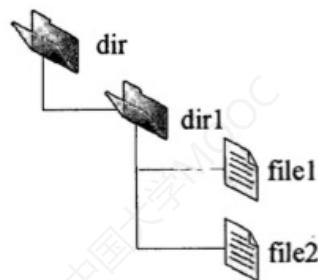
1) 若文件系统采用连续分配方式，每个磁盘块存放一条记录，文件 F 存储区域前后均有足够的空闲磁盘空间，则完成上述插入操作最少需要访问多少次磁盘块？F 的文件控制块内容会发生哪些改变？

2) 若文件系统采用链接分配方式，每个磁盘块存放一条记录和一个链接指针，则完成上述插入操作需要访问多少次磁盘块？若每个存储块大小为 1KB，其中 4 个字节存放链接指针，则该文件系统支持的文件最大长度是多少？

考察：连续分配、链接分配

47. 某磁盘文件系统使用链接分配方式组织文件，簇大小为 4KB。目录文件的每个目录项包括文件名和文件的第一个簇号，其他簇号存放在文件分配表 FAT 中。

(1) 假定目录树如下图所示，各文件占用的簇号及顺序如下表所示，其中 dir、dir1 是目录，file1、file2 是用户文件。请给出所有目录文件的内容。



文件名	簇号
dir	1
dir1	48
file1	100、106、108
file2	200、201、202

(2) 若 FAT 的每个表项仅存放簇号，占 2 个字节，则 FAT 的最大长度为多少字节？该文件系统支持的文件长度最大是多少？

(3) 系统通过目录文件和 FAT 实现对文件的按名存取，说明 file1 的 106、108 两个簇号分别存放在 FAT 的哪个表项中。

(4) 假设仅 FAT 和 dir 目录文件已读入内存，若需将文件 dir/dir1/file1 的第 5000 个字节读入内存，则要访问哪几个簇？

考察：显式链接（FAT）

46. 某文件系统空间的最大容量为 4TB ($1\text{TB}=2^{40}\text{B}$), 以磁盘块为基本分配单位。磁盘块大小为 1KB。文件控制块 (FCB) 包含一个 512B 的索引表区。请回答下列问题。

1) 假设索引表区仅采用直接索引结构, 索引表区存放文件占用的磁盘块号, 索引表项中块号最少占多少字节? 可支持的单个文件最大长度是多少字节?

2) 假设索引表区采用如下结构: 第 0~7 字节采用<起始块号, 块数>格式表示文件创建时预分配的连续存储空间, 其中起始块号占 6B, 块数占 2B; 剩余 504 字节采用直接索引结构, 一个索引项占 6B, 则可支持的单个文件最大长度是多少字节? 为了使单个文件的长度达到最大, 请指出起始块号和块数分别所占字节数的合理值并说明理由。

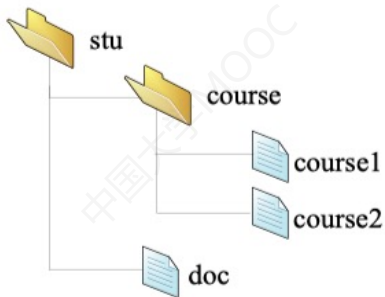
考察: 1) 索引分配(直接索引); 2) 连续分配+直接索引

46. (7 分)某文件系统采用索引节点存放文件的属性和地址信息，簇大小为 4KB。每个文件索引节点占 64B，有 11 个地址项，其中直接地址项 8 个，一级、二级和三级间接地址项各 1 个，每个地址项长度为 4B。请回答下列问题。

- (1) 该文件系统能支持的最大文件长度是多少？（给出计算表达式即可）
- (2) 文件系统用 1M ($1\text{M}=2^{20}$) 个簇存放文件索引节点，用 512M 个簇存放文件数据。若一个图像文件的大小为 5600B，则该文件系统最多能存放多少个这样的图像文件？
- (3) 若文件 F1 的大小为 6KB，文件 F2 的大小为 40KB，则该文系统获取 F1 和 F2 最后一个簇的簇号需要的时间是否相同？为什么？

考察：索引分配(混合索引)

45. (7 分) 某文件系统的磁盘块大小为 4 KB，目录项由文件名和索引节点号构成，每个索引节点占 256 字节，其中包含直接地址项 10 个，一级、二级和三级间接地址项各 1 个，每个地址项占 4 字节。该文件系统中子目录 stu 的结构如题 45(a)图所示，stu 包含子目录 course 和文件 doc，course 子目录包含文件 course1 和 course2。各文件的文件名、索引节点号、占用磁盘块的块号如题 45(b)图所示。



题 45(a)图

文件名	索引节点号	磁盘块号
stu	1	10
course	2	20
course1	10	30
course2	100	40
doc	10	x

题 45(b)图

请回答下列问题。

- (1) 目录文件 stu 中每个目录项的内容是什么？
- (2) 文件 doc 占用的磁盘块的块号 x 的值是多少？
- (3) 若目录文件 course 的内容已在内存，则打开文件 course1 并将其读入内存，需要读几个磁盘块？说明理由。
- (4) 若文件 course2 的大小增长到 6 MB，则为了存取 course2 需要使用该文件索引节点的哪几级间接地址项？说明理由。

经典必做题目——索引分配(混合索引)