

第6章 文件系统 习题参考答案

1. 什么是文件？什么是文件系统？文件系统的主要功能是什么？

答：文件是具有符号名的、在逻辑上有完整意义的一组相关信息项的有序集合。它通常存放在外存上，能作为一个独立单位被保存和实施相应的操作。文件系统是指被管理的文件、对文件进行管理的一组软件集合以及实现管理功能所需要的数据结构（如目录表、文件控制块、位示图、i 节点等）的总体。它管理文件的存储、检索和更新，提供安全可靠的文件共享和保护手段。文件系统的主要功能包括文件存储空间的管理、文件目录管理、文件地址映射、文件读写管理、文件共享和保护。

2. 列举 5 种以上流行的文件系统，并指出它们分别在什么操作系统中使用？

答：

- (1) Linux 操作系统使用的文件系统，如 Ext2 和 Ext3 等。
- (2) Unix 家族操作系统使用的文件系统，如 sysv 文件系统和 UFS 等。
- (3) 微软 Windows 操作系统使用的文件系统，如 FAT、VFAT 和 NTFS。
- (4) 苹果 Mac OS 操作系统使用的文件系统，如 HFS、APFS。

3. 为什么大多数操作系统都引入了“打开”这个文件系统调用？打开的含义是什么？

答：当用户要求对一个文件实施多次读/写或者其他操作时，每次都要从检索目录开始。为了避免多次重复检索目录，在大多数 OS 中都引入了“打开”这一文件系统调用，当用户第一次请求对某文件进行操作时，必须先利用 open 系统调用将该文件打开。因此打开文件的含义是将文件的属性信息加载到内存打开文件表的一个表项中，并将这个表项的编号（称为文件描述符）返回给用户。以后当用户需要对文件进行读/写等操作时，就根据该文件描述符直接在打开文件表中查找文件属性信息，从而显著地提高文件操作速度。

4. 有结构文件可以有几种组织形式？

答：顺序文件、索引文件、索引顺序文件、直接文件和散列文件。

5. 当数据为以下使用要求时，应选择何种物理文件组织方式：

- (1) 快速访问，不经常更新，经常随机访问
- (2) 快速访问，经常更新，经常按一定顺序访问；
- (3) 快速访问，经常更新，经常随机访问。

答：(1) 顺序文件；(2) 显示链接文件或索引文件；(3) 索引文件

6. 文件的存取有哪两种方式？各有什么特点？

答：根据对文件记录的存取顺序，存取方法可分为顺序存取和随机存取两种。顺序存取是指按文件中的记录或字符顺序依次进行读/写操作的存取方法；随机存取是指按任意的次序随机读/写文件中的记录或字符。为了方便管理、提高检索效率，通常对顺序存取的文件，文件系统把它们组织成连续文件、链接文件或者索引文件；对随机存取的文件，文件系统把它们组织成索引文件。定长记录的连续文件和显式链接文件也能实现随机存取，不过由于显式链接文件需要顺序检索 FAT 表，因此随机存取效率较低。

7. 对目录管理的主要要求是什么？

答：具体来说，操作系统对文件目录管理通常有以下几方面的要求：

- (1) 实现“按名存取”。即用户只须提供文件名，就可对文件进行存取。这是目录管理最基本的功能，也是文件系统向用户提供的最基本的服务。
- (2) 提高目录的检索速度。合理地组织目录结构，可加快目录的检索速度，从而提高文件的存取速度。对于大中型文件系统来说，这是一个很重要的设计目标。

(3) 允许文件重名。为了便于用户按照自己的习惯来命名和使用文件，文件系统应该允许不同用户对不同的文件取相同的名字。

(4) 允许文件共享。在多用户系统中，应该允许多个用户共享一个文件，这样，就只需在外存上保留一份该文件的副本，从而节省大量的存储空间，并方便用户共享文件资源。当然还应该采用相应的安全措施，以保证不同权限的用户只能对文件进行相应的操作，防止越权使用。

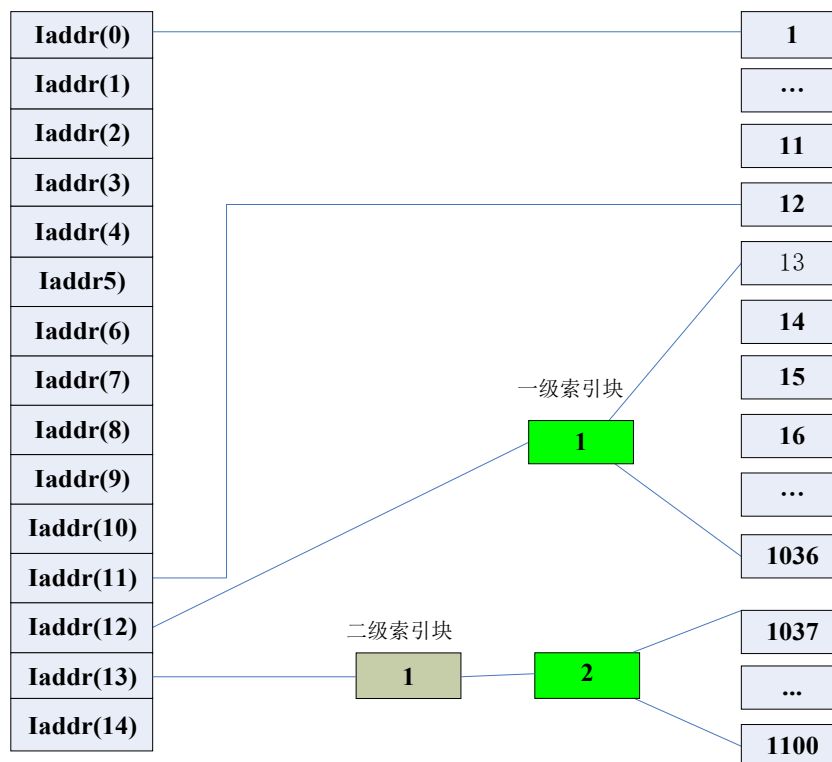
8. 在某个文件系统中，每个盘块为 512 个字节，文件控制块占 64 个字节，其中文件名占 8 个字节。如果索引节点编号占 2 个字节，对一个存放在磁盘上 256 个目录项的目录，试着比较引入索引节点前后，为找到其中一个文件的 FCB，平均启动磁盘的次数。

答：引入索引节点之前：FCB 占用块数： $256 \times 64 / 512 = 32$ ，平均磁盘启动次数： $(1 + 32) / 2 = 16.5$

引入索引节点之后：FCB 占用块数： $256 \times 10 / 512 = 5$ 块，平均访问磁盘次数： $(1 + 5) / 2 + 1 = 4$

9. 解释 i 节点在文件系统中的作用。在 Linux 中，i 节点的物理地址字段中有多少个地址项？每个地址项代表什么意思？若盘块大小为 4KB，每个盘块号 4B，一个 1100 个数据块的文件如何通过 i 节点索引这些数据块？请使用图作答。

答：有些文件系统采用了将文件控制块中的文件名与其他描述信息分开的方法，将文件的除文件名以外的描述信息单独形成一个数据结构，称为索引节点（简称 i 节点）。这样文件目录中的每个目录项就由文件名和指向文件 i 节点的指针组成，从而减少了目录文件的大小。而且引入 i 节点减少平均磁盘启动次数，大大提高目录检索效率。Linux 中有 15 个物理地址字段。前 12 个为直接地址，后面三个分别为一、二、三级索引。索引 1100 个数据块的文件如下图所示：



10. 什么是“重名”问题？树形目录结构如何解决该问题？

答：文件“重名”问题为了便于用户按照自己的习惯来命名和使用文件，文件系统应该允许不同用户对不同的文件取相同的名字。在树形目录结构中，不仅允许不同用户可以

使用相同的名字去命名不同的文件，而且允许同一用户在自己的不同子目录中使用相同的文件名。从而解决“重名”问题。

11. 设计文件系统时，子目录可以当作特殊的文件，也可以当作一般数据文件看待，请分析其优缺点。

答：如果将子目录当成一般的数据文件，可以使用一般文件操作方法来对其进行操作。这种方法简化了系统设计，但因为目录文件由各文件的 FCB 组成，是操作系统对文件操作的唯一凭证，当采用普通文件对其进行访问，可能会造成数据的破坏和丢失，产生严重的后果。作为特殊文件时，可以采用特殊的方法进行读写，操作系统为此要增加专门的系统调用，协调开销增加，但有助于保护子目录文件。

12. 删除文件时，存放文件的盘块常常返回到空闲盘块链中，有些系统同时清除盘块中的内容，而另一些系统则不清除，请对这两种方式加以比较。

答（1）从性能上考虑，因后一种方式在删除文件时减少了访问磁盘的次数，故其速度比前一种方式更快。

② 从安全性上考虑，把一个内容没有清除的盘块分配给下一个用户使用，则有可能使其获取盘块中的内容，故前一种方式比后一种方式更安全。

③ 从方便性上考虑，如果盘块中的内容没被清除，则当用户因误操作而删除文件时，他有可能通过某种办法恢复被删除的文件，故后一种方式更为方便。

13. 某文件系统采用单级索引文件结构，假定文件索引表的每个表项占 3 个字节存放一个磁盘块的块号，磁盘块的大小为 1KB。试问：

- (1) 该文件系统能支持的最大文件大小是多少字节？能管理的最大磁盘空间是多大？
(2) 若采用 3 级索引，该文件系统能支持的最大文件大小是多少字节？能管理的最大磁盘空间是多大？
(3) 一个文件系统，它能支持的文件大小与哪些因素有关？能管理的最大磁盘空间大小又与哪些因素有关？

答（1）每个磁盘块可以存放 $1\text{KB}/3=341$ 文件索引表项，而每一个表项对应一个物理块，因此该文件系统可以支持的最大文件为： $171*1\text{KB}=171\text{KB}=175104\text{B}$ 。能管理的最大磁盘空间： $2^{24}*1\text{KB}$

（2）若采用三级索引，则是： $341*341*341*1\text{KB}=39651821\text{KB}$

（3）能支持的最大文件与索引级数、每个索引表项字节和磁盘块大小相关，能管理的最大磁盘空间大小与每个索引表项字节数和磁盘块的大小相关。

14. 在某个采用混合索引分配的文件系统中，FCB 中有 $i_addr[0] \sim i_addr[8]$ 共 9 个物理地址项，其中 $i_addr[0] \sim i_addr[6]$ 是 7 个直接地址项， $i_addr[7]$ 是 1 个一次间址项， $i_addr[8]$ 是 1 个二次间址项。如果一个盘块的大小是 4KB，每个盘块号占 4 个字节。请写出将下列文件的字节偏移量转换成物理地址的过程：

(1) 10000; (2) 500000。

(3) 请分析两种物理文件的性能：FAT 文件系统、混合索引文件结构

答（1） $10000/4\text{KB}$ 的商为 2，余数为 1808，从 $i_addr[2]$ 获得物理盘块号，块内偏移 1808。

（2） $500000/4\text{KB}$ 的商为 122，余数为 288，每个盘块最多放 $4\text{KB}/4\text{B}=1024$ 个块号。 $122-7=115$ ，所以从 $i_addr[7]$ 的第 115 个地址项获得物理盘块号，块内偏移 288。

（3）FAT 文件系统相对隐式链接显著提高了文件的检索速度，也能实现随机存取。但 FAT 较大时，随机存取的效率会降低，同时 FAT 也会占据较大的内存空间。混合索引文件结构既适应于顺序存访问，也适应于随机访问，是一种比较好的文件物理结构。对于小文件从直接地址得到所有磁盘块号；对于中等大小文件，采用一级索引；对于个别大文件，使用三级索引也能得到很好的支持。但代价是需要付出索引表的空间开销和文件

索引的时间开销。

15. 在 UNIX 中, 每个 i 节点中有 10 个直接地址和一、二、三级间接索引。若每个盘块 512B, 每个盘块地址 4B, 则一个 1MB 的文件分别占用多少间接盘块? 20MB 的文件呢?

答: (1) 1MB 文件: 块数=1MB/512B=2K, 每个索引块存放盘块号数量=512B/4B=128

需要一级索引块= (2K-10) /128=16 (块),

需要二级索引块=1 因此间接盘块共 17 块

(2) 20MB 文件: 块数=20MB/512B=40K, 每个索引块存放盘块号数量=512B/4B=128

需要一级索引块= (40K-10) /128=320 (块),

需要二级索引块=319/128=3

需要三级索引块=1 因此间接盘块共 324 块

16. 在 UNIX 系统中有空闲盘块栈如下图 6-34 所示:

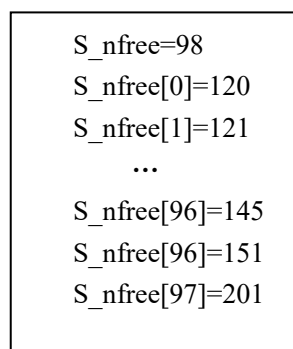
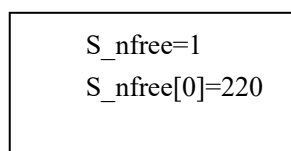


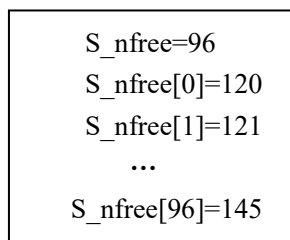
图 6-34 空闲盘块栈

- (1) 现有一个进程要释放 3 个物理块, 其块号为 156#、160#、220#, 画出空闲盘块栈的变化。
- (2) 在 (1) 的基础上假定一个进程要求分配 5 个空闲块, 请说明进程所分配到的盘块的盘块号, 并画出分配后的空闲盘块栈。

答: (1)



- (2) 进程分配到的盘块 220,160,156,201,151, 分配后的空闲盘块栈如下



17. 有一个文件系统, 盘块大小为 1KB, 盘块号 4B。根目录常驻内存如图 6-35 所示, 文件目录采用链接结构, 每个目录下最多存放 40 个文件或目录(称下级文件)。每个磁盘块最多可存放 10 个文件目录项: 若下级文件是目录文件, 则上级目录项指向该目录文件的第一块地址。假设目录结构中文件或子文件按自左向右的次序排列, “...” 表示尚有其他文件或子目录。

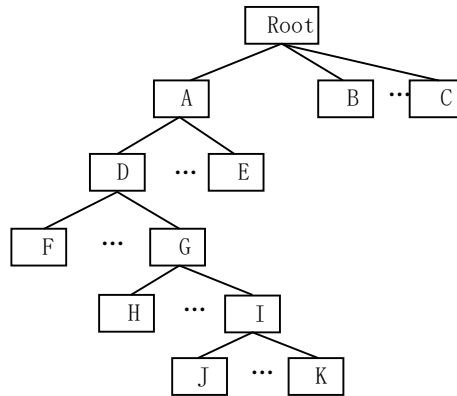


图 6-35 文件目录结构

(1) 普通文件采用 UNIX 三级索引结构，若要读入/A/D/G/I/K 的第 7458 块，至少启动磁盘多少次，最多多少次？

(2) 若普通文件采用隐式链接结构，要读入/A/D/G/I/K 的第 175 块，至少启动磁盘多少次，最多多少次？

(3) 若将 I 设置为当前目录，可以减少几次启动磁盘的次数？

答：一个文件的所有块可以通过以下方式找到：直接提供 FCB 找到前 10 块，通过一级索引找到 256 块，通过二级索引找到 256×256 块，通过三级索引找到 $256 \times 256 \times 256$ 块，所以一个文件最大可以有 $10 + 256 + 256^2 + 256^3 = 16843018$ 块。

查找 FCB，最少：读取 A，D，G，I 4 个目录文件的第一块，得到 K 的 FCB，总共 4 次启动磁盘；最多：读取 A 的第一块，D，G，I 目录文件的所有 4 个块， $1 + 4 \times 3 = 13$ 次启动磁盘。

读入 K 的第 7458 块：需要通过二级索引找到，一次二级索引块、一次一级索引块、一次数据块最少启动磁盘 $4 + 3 = 7$ 次，最多 $13 + 3 = 16$ 次。

(2) 为读取 FCB 所启动的磁盘次数和 (1) 一样，最少为 4 次，最多为 13 次，而读取数据块启动 175 次，因此读取第 175 块最少需要启动 $4 + 175 = 179$ 次磁盘，最多需要启动 $13 + 175 = 188$ 次。

(3) 若将 I 设置为当前目录，就可以直接读取到 K 的 FCB，根据 (1) 中的分析，最多可以少启动磁盘 13 次，最少可以少启动磁盘 4 次。

18. Linux 系统有几种文件类型？它们分别是什么？有哪些相同点和不同点？如果文件的类型和权限用 “drwxrw-r--” 表示，那么这个文件属于什么类型的文件，各类用户对这个文件拥有什么权限？

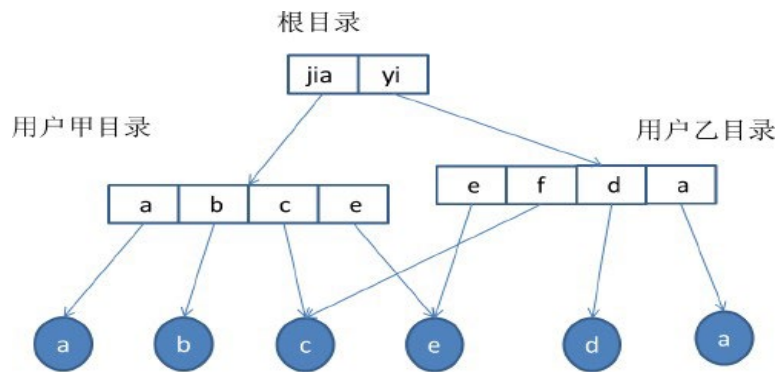
答：Linux 系统有普通文件、目录文件和特殊文件，特殊文件包括 FIFO 文件、字符设备文件、块设备文件和符号链接文件。相同点是它们都是文件，都有一个文件名和 i 节点号。不同点是，普通文件的内容为数据，目录文件的内容为目录项或文件名与 i 节点对应表，设备文件不占用磁盘空间，通过其 i 节点信息可建立与内核驱动程序的联系。如果文件的类型和权限用 “drwxrw-r--” 表示，那么这个文件属于目录类型的文件。文件主可读可写可执行，文件所属用户组可读可写，其他人可读。

19. 什么是软链接？什么是硬链接？

答：利用符号链接 (symbolic link) 实现共享是创建一个类型为符号链接文件的新文件，该文件的内容是共享文件的路径，在 Unix 和 Linux 中又称为软链接 (soft link)。基于索引节点的共享方式就是两个或多个不同的目录项只需要指向相同的索引节点即可，当某

一个用户需要共享某文件时，可在自己的文件目录中新建一个目录项，填入为共享文件所取的名字以及指向该共享文件索引节点的指针。这种共享方式在 Unix 和 Linux 系统中又称为硬链接（hard link）。

20. 假定两个用户共享一个文件系统，用户甲要用到文件 a、b、c、e，用户乙想要用到文件 a、d、e、f。已知：用户甲的文件 a 与用户乙的文件 a 实际上不是同一个文件，用户甲的文件 c 与用户乙的文件 f 实际上是同一个文件，甲、乙两用户的文件 e 是同一文件。试拟定一个文件组织方案，使得甲、乙两用户能共享文件系统而不致造成混乱。



答：如下图所示。用户甲的主目录名为 jia，有四个文件，文件名为 a、b、c、e。
用户乙的主目录名为 yi，有四个文件，文件名为 a、d、e、f。

21. 操作系统通常会提供多种文件保护机制，包括用户权限、存取控制表、文件的 RWX 位。

请针对下面三种文件使用要求，分别为它们选择合适的文件保护机制：

- (1) 甲用户希望除他的同事以外，任何人不能访问他的文件；
- (2) 乙用户和丙用户希望共享某些秘密文件；
- (3) 丁用户希望公开他的一些文件。

答：(1) 存取控制表；

(2) 用户权限或存取控制表；

(3) 用户权限或存取控制表或文件的 RWX 位。

22. 在一个系统中，某时刻有如下柱面请求序列：15,20,9,16,24,13,29。此时磁头位于 15 柱面，移臂方向从小到大，请给出最短寻道时间优先算法和 SCAN 算法的柱面移动数，并分析操作系统为什么通常并不采用最短寻道时间优先算法。（给出计算过程）

答：最短寻道时间：15, 16, 13, 9, 20, 24, 29

移动的柱面数： $(16-15) + (16-13) + (13-9) + (20-9) + (24-20) + (29-24) = 28$

SCAN: 15, 16, 20, 24, 29, 13, 9

移动的柱面数： $(16-15) + (20-16) + (24-20) + (29-24) + (29-13) + (13-9) = 1+4+4+5+16+4=34$

操作系统通常并不采用最短寻道时间优先算法主要基于以下三个原因，第一该算法算法不能保证平均寻道距离最短；第二该算法是一种不公平的算法，可能会使得某些远离当前磁道的 I/O 请求长期得不到服务，产生饥饿现象；第三该算法在选择下一个磁道访问请求时，完全不考虑磁头当前的移动方向，可能会造成磁头频繁地改变移动方向而影响磁盘的机械寿命。

23. 有 6 个记录 R1~R6 存放在磁盘的某个磁道上，且每个磁道刚好可以存放 6 个记录。设磁盘旋转速度为 30ms/转，处理程序每读出一个记录后用 5ms 的时间进行处理，处理完成后读取下一条记录。请问：

① 当记录 R1~R6 按顺序依次存放在磁道上时，顺序处理这 6 个记录花费的总时间是多少？

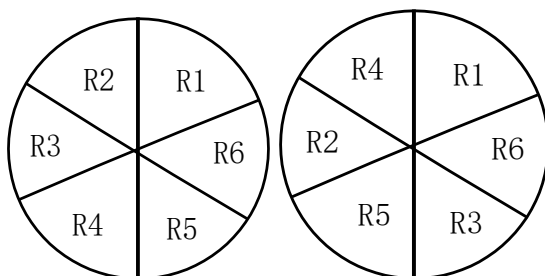
② 为了使系统处理这 6 条记录的时间最短，应如何进行优化？求出该最短时间。

答：（1）第一条记录：读出+处理=10ms

后面每一条记录，要延迟一圈才能读出，所以处理时间为： 30ms

所以总共处理时间：10+35*5=185ms

（2）记录间隔存储在磁道上，处理时间：10*6+5=65ms



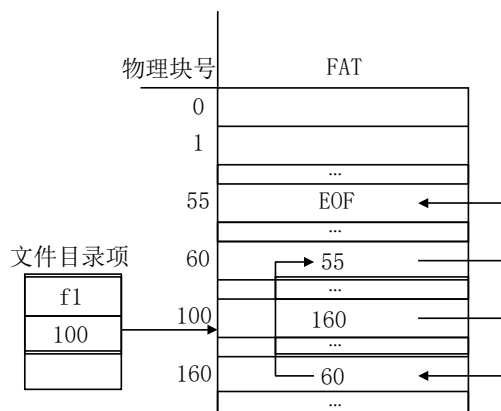
24. 有一个文件包含 4 个逻辑记录（每个逻辑记录的大小与磁盘块大小相等，均为 512B），分别存放在第 100, 160, 60, 55 号磁盘块上，回答如下问题：

（1）若物理结构采用显示链接结构（FAT 文件系统），画出该文件的 FAT 结构。

（2）若要读该文件的第 1560 字节处的信息，应该访问哪一个磁盘块？若 FAT 已经在内存中，需要进行多少次磁盘 I/O 操作？

（3）若该文件系统采用单级索引结构，且该文件位于当前目录下，则读取该文件的第 1560 字节处的信息需要进行多少次磁盘 I/O 操作？

答：（1）



（2）1560/512=3...24，所以应该访问 60 磁盘块。如果 FAT 已经在内存中，需要 1 次磁盘 I/O 操作。

（3）如果该文件系统采用单级索引结构，且该文件位于当前目录下，则读取该文件的第 1560 字节处的信息需要进行 2 次磁盘 I/O 操作。

25. 某文件系统空间的最大容量是 4TB，以磁盘块为基本分配单位，磁盘块大小为 1KB。文件控制块包含一个 512B 的索引表区，请回答以下问题：

（1）假设索引表区仅采用直接索引结构，索引表区存放文件数据占用的磁盘块号。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）假定索引表区采用如下结构：第 0~7B 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 504B 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文件长度是多少字节？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。

答（1）文件系统空间的最大容量为4TB，磁盘块大小为1KB。因此该文件系统存储空间的盘块数是 $2^{42}/2^{10}=2^{32}$ 。为了表示 2^{32} 个块号，一个索引表项至少要 32 位。32b=4B。文件控制块(FCB)包含一个 512B 的索引表区，即可存放 2^7 个索引表项。因此，文件最大长度为： $2^7 \times 2^{10}=2^{17}B=128KB$ 。

（2）起始块号占 6B，块数占 2B(16 位)。

剩余 504 字节采用直接索引结构，一个索引项占 6B，可以有 $504/6=84$ 个索引项。

最大文件长度为： $2^{16} \times 2^{10} + 84 \times 2^{10} = 64MB + 84KB = 65620KB$ 。

合理的起始块号和块数所占的字节分别是 4，4(或 1，7 或 2，6 或 3，5)。块数占 4B 以上，就可以表示 $2^{32}=4TB$ 大小的文件长度，达到文件系统空间的上限。

26. 设磁盘容量为 1MB，磁盘块大小为 1KB，从 0 开始编号，某文件数据顺序存储在 4 个磁盘块上（每个磁道上仅有一个盘块）且分别位于 40，200，10 和 900 磁道上，且该文件的目录项位于 50 号磁道上，若上一次磁盘访问的是 51 号磁道，且系统采用先来先服务调度算法。

（1）若采用隐式链接，试计算读取该文件的寻道距离。

（2）若采用 FAT 分配方法，FAT 表存储在磁盘开始的位置，每个 FAT 表项占 4B。现在要在 700 号磁道上为该文件尾部追加数据，按顺序写出对磁盘的操作步骤及相应磁道号。

答（1）读取文件访问磁道的顺序为 50→40→200→10→900，寻道距离= $(51-50) + (50-40) + (200-40) + (200-10) + (900-10) = 1 + 10 + 160 + 190 + 890 = 1251$

（2）磁盘共 $1MB/1KB=1024$ 个盘块，每盘块可以存放 $1KB/4B=256$ 个 FAT 项，所以 FAT 占 4 个盘块（#0，#1，#2，#3）。

操作步骤如下：

No.	操作	磁道号
1	访问目录读取文件 FCB	50
2	读取 FAT 表	0，3
3	在 FAT 第 900 项位置上写入 700	3
4	在 FAT 第 700 项位置上写入 EOF	2
5	在 700 号磁盘块上追加数据	700

27. [2014 年 408 统考题]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变化？

（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 4B 存放链接指针，则该文件系统支持的文件最大长度是多少？

答（1）系统采用顺序分配方式时，插入记录需要移动其它的记录块，整个文件共有 200 条记录，要插入新记录作为第 30 条，而存储区前后均有足够的磁盘空间，且要求最少的访问存储块数，则要把文件前 29 条记录前移，若算访盘次数，移动一条记录读出和存回磁盘各是一次访盘，29 条记录共访盘 58 次，存回第 30 条记录访盘 1 次，共访盘 59 次。

(2) 文件系统采用链接分配方式时, 插入记录并不用移动其它记录, 只需找到相应的记录, 修改指针即可。插入的记录为其第 30 条记录, 因此需要找到文件系统的第 29 块, 一共需要访盘 29 次, 然后把第 29 块的下块地址部分赋给新块, 把新块存回磁盘会访盘 1 次, 4B 共 32 位, 可以寻址 $2^{32}=4G$ 块存储块, 每块的大小 1KB, 即 1024B, 其中下块地址部分占 4B, 数据部分占 1020B, 因此该系统的文件最大长度是 $4G \times 1020B = 4080GB$ 。

28. [2018 年 408 统考题] 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 64KB, 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 (1M=220) 个簇存放文件索引节点, 用 512M 个簇存放文件数据。若一个图形文件的大小为 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 大小为 6KB, 文件 F2 的大小为 40KB, 则该文件系统获取 F1 和 F2 最后一个簇的簇号需要的时间是否相同? 为什么?

答: (1) 簇大小为 4KB, 每个地址项长度为 4B, 因此每簇有 $4KB/4B=1024$ 个地址项。最大文件的物理块数可达 $8+1 \times 1024+1 \times 1024^2+1 \times 1024^3$, 每个物理块 (簇) 大小为 4KB, 因此最大文件长度为 $(8+1 \times 1024+1 \times 1024^2+1 \times 1024^3) \times 4KB = 32KB + 4MB + 4GB + 4TB$ 。

(2) 文件索引结点总个数为 $1M \times 4KB/64B = 64M$, 5600B 的文件占 2 个簇, 512M 个簇可存放的文件总个数为 $512M/2 = 256M$ 。可表示的文件总个数受限于文件索引结点总个数, 因此能存储 64M 个大小为 5600B 的图像文件。

(3) 文件 F1 的大小为 $6KB < 4KB \times 8 = 32KB$, 因此获取文件 F1 的最后一个簇的簇号只需要访问索引结点的直接地址项。文件 F2 大小为 40KB, $4KB \times 8 < 40KB < 4KB \times 8 + 4KB \times 1024$, 因此获取 F2 的最后一个簇的簇号还需要读一级索引表, 综上, 需要的时间不相同。

29. [2010 年 408 统考题] 如图 6-40 所示, 假设计算机系统采用 C-SCAN (循环扫描) 磁盘调度策略, 使用 2KB 的内存空间记录 16384 个磁盘块的空闲状态。

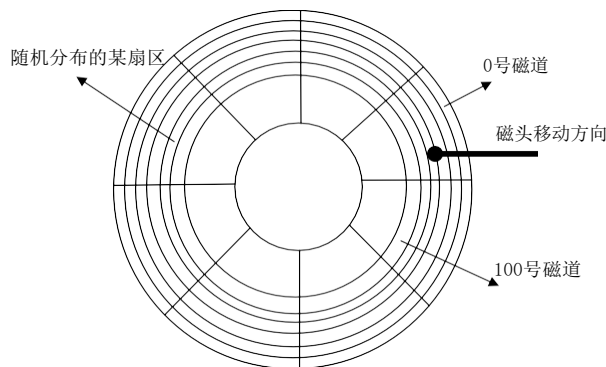


图 6-40 磁盘示意图

请说明在上述条件下如何进行磁盘块空闲状态的管理。

(2) 设某单面磁盘旋转速度为 6000 转/分, 每个磁道有 100 个扇区, 相邻磁道间的平均移动时间为 1ms, 若在某时刻, 磁头位于 100 号次磁道处, 并沿着磁道号增大的方向移动 (见上图), 磁道号请求队列为 50, 90, 30, 120, 对请求队列中的每个磁道需读取 1 个随机分布的扇区, 则读完这 4 个扇区点共需要多少时间? 要求给出计算过程。

(3) 若将磁盘替换为随机访问 Flash 半导体存储器 (如 U 盘、固态硬盘等), 是否有比 C-SCAN 更高效的磁盘调度策略? 若有, 给出磁盘调度策略的名称并说明理由; 若无, 说明理由。

答: (1) 用位示图表示磁盘的空闲状态。每位表示一个磁盘块的空闲状态, 共需

$16384/32=512$ 个字= $512*4B=2KB$ ，正好可放在系统提供的内存中。

(1) 采用 C-SCAN 调度算法，访问磁道的顺序和移动的磁道数如下表所示

被访问的下一个磁道号	移动距离（磁道数）
120	20
30	90
50	20
90	40

移动的磁道数为 $20+90+20+40=170$ ，因此总的移动磁道时间为 $170ms$ 。

由于转速为 6000 转/分，因此平均旋转延迟为 $5ms$ ，总的旋转延迟时间= $20ms$ 。由

于转速为 6000 转/分，因此读取一个磁道上的一个扇区的平均读取时间为 $0.1ms$ ，扇区的平均读取时间为 $0.1ms$ ，总的读取扇区时间为 $0.4ms$ 。

(3) 采用先来先服务 (FCFS) 调度策略更高效。因为 Flash 半导体存储器的物理结构不需要考虑寻道时间和旋转延迟，可直接按 I/O 请求的先后顺序服务。

30.[2019 年 408 统考题]某计算机系统磁盘有 300 个柱面，每个柱面有 10 个磁道，每个磁道有 200 个扇区，扇区大小为 512B。文件系统的每个簇包含 2 个扇区，请回答以下问题：

(1) 磁盘的容量是多少？

(2) 假设磁头在 85 号柱面上，此时有 4 个磁盘访问请求，簇号分别为 100260，60005，101660 和 110560。采用最短寻道时间优先 (SSTF) 调度算法，系统访问簇的先后次序是什么？

(3) 第 100530 簇在磁盘上的物理地址是什么？将簇号转换成磁盘物理地址过程是由 I/O 系统的什么程序完成的？

答 (1) 磁盘容量=磁盘的柱面数*每个柱面的磁道数*每个磁道的扇区数*每个扇区的大小= $(300*10*200*512/1024)$ KB= $3*105KB$ 。

(2) 磁头在 85 号柱面上，对 SSTF 算法而言，总是访问当前柱面距离最近的地址。注意每个簇包含 2 个扇区，通过计算得到，85 号柱面对应的簇号为 85000~85999 最近的 100260，随后访问离 100260 最近的 101660，然后访问 110560，最后访问 60005。顺序为 100260,101660,110560,60005。

(3) 第 100530 簇在磁盘上的物理地址由其所在的柱面号、磁头号、扇区号构成。

柱面号= $\lfloor \text{簇号}/\text{每个柱面的簇数} \rfloor = \lfloor 100530/(10*200/2) \rfloor = 100$

磁头号= $\lfloor (\text{簇号}\% \text{每个柱面的簇数})/\text{每个磁道的簇数} \rfloor = \lfloor 530/(200/2) \rfloor = 5$

扇区号= $\text{扇区地址}\% \text{每个磁道的扇区数} = (530*2)\%200 = 60$ 。

将簇号转换成磁盘物理地址的过程由磁盘驱动程序完成。