第七章 文件管理

任亚勇

信息与软件工程学院

Email：17524677@qq.com

2022年2月

？ 问题

- 什么是文件？
- 文件由什么组成？
- 文件如何命名？
- 如何保证文件数据的安全？
- 对文件可以进行哪些操作？
- 文件在磁盘上如何存储？
- 磁盘的空白存储区如何管理 ？

7.1 文件和文件系统

- 有效地管理文件的存储空间；
- 管理文件目录；
- 完成文件的读/写操作；
- 实现文件共享与保护；
- 为用户提供交互式命令接口和程序调用接口。

7.1.1文件、记录和数据项

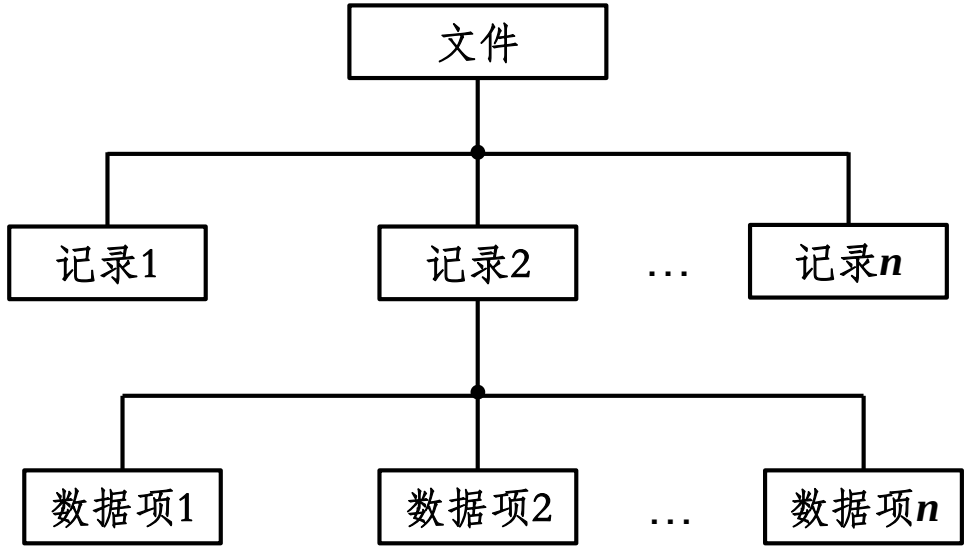


图7-1 文件、记录和数据项之间的层次关系

7.1.1 文件、记录和数据项

- 数据项 ：是最低级的数据组织形式，可把它分成以下两种类型：
- （1） 基本数据项
- 这是用于描述一个对象的某种属性的字符集，是数据组织中可以命名的最小逻辑数据单位， 即原子数据，又称为数据元素或字段。
- 它的命名往往与其属性一致。例如，用于描述一个学生的基本数据项有： 学号、 姓名、 年龄、 所在班级等。

- （2）组合数据项
- 它是由若干个基本数据项组成的，简称组项。
  - 例如，经理便是个组项，它由正经理和副经理两个基本项组成。又如，工资也是个组项，它可由基本工资、工龄工资和奖励工资等基本项所组成。
- 基本数据项除了数据名外，还应有数据类型。根据属性的不同，需要用不同的数据类型来描述。
  - 例如，在描述学生的学号时，应使用整数； 描述学生的姓名则应使用字符串(含汉字)；描述性别时，可用逻辑变量或汉字。

- 2. 记录
- 记录是一组相关数据项的集合，用于描述一个对象在某方面的属性。
- 3. 文件
- 文件是指由创建者所定义的、 具有文件名的一组相关元素的集合。
  - 在有结构的文件中，文件由若干个相关记录组成；
  - 而无结构文件则被看成是一个字符流。
- 文件在文件系统中是一个最大的数据单位，它描述了一个对象集。

文件的属性

- 文件的属性可以包括：
  - (1) 文件类型。
  - (2) 文件长度。
  - (3) 文件的物理位置。
  - (4) 文件的建立时间。

7.1.2 文件名和文件类型

1、文件名和扩展名

- 不同的操作系统对文件名的规定不同。例如：MS-DOS最多只允许8个字符，UNIX系统支持14个字符等。一些特殊字符也不能作为文件名
- 扩展名通常作为指示文件的类型

7.1.2 文件名和文件类型

1. 文件类型

1）按用途分类

1. **系统文件** 这是指由系统软件构成的文件。大多数的系统文件只允许用户调用，但不允许用户去读，更不允许修改；有的系统文件不直接对用户开放。
2. **用户文件** 由用户的源代码、目标文件、可执行文件或数据等所构成的文件。
3. **库文件** 这是由标准子例程及常用的例程等所构成的文件。这类文件允许用户调用，但不允许修改。

2) 按文件中数据的形式分类

1. 源文件

指由源程序和数据构成的文件。

2. 目标文件

指把源程序经过相应语言的编译程序编译过，但尚未经过链接程序链接的目标代码所构成的文件。它属于二进制文件。

3. 可执行文件

指把编译后所产生的目标代码再经过链接程序链接后所形成的文件。

3) 按存取控制属性分类

根据系统管理员或用户所规定的存取控制属性，可将文件分为三类：

(1) 只执行文件。

该类文件只允许被核准的用户调用执行，既不允许读，更不允许写。

(2) 只读文件。

该类文件只允许文件主及被核准的用户去读，但不允许写。

(3) 读写文件。

这是指允许文件主和被核准的用户去读或写的文件。

- 4) 按组织形式和处理方式分类
- 根据文件的组织形式和系统对其的处理方式，可将文件分为三类：
  - 普通文件：由ASCII码或二进制码组成的字符文件。一般用户建立的源程序文件、数据文件、目标代码文件及操作系统自身代码文件、库文件、实用程序文件等都是普通文件，它们通常存储在外存储设备上。
  - 目录文件：由文件目录组成的，用来管理和实现文件系统功能的系统文件，通过目录文件可以对其它文件的信息进行检索。由于目录文件也是由字符序列构成，因此对其可进行与普通文件一样的种种文件操作。
  - 特殊文件：特指系统中的各类I/O 设备。为了便于统一管理，系统将所有的输入/输出设备都视为文件，按文件方式提供给用户使用

7.1.3 文件系统的层次结构

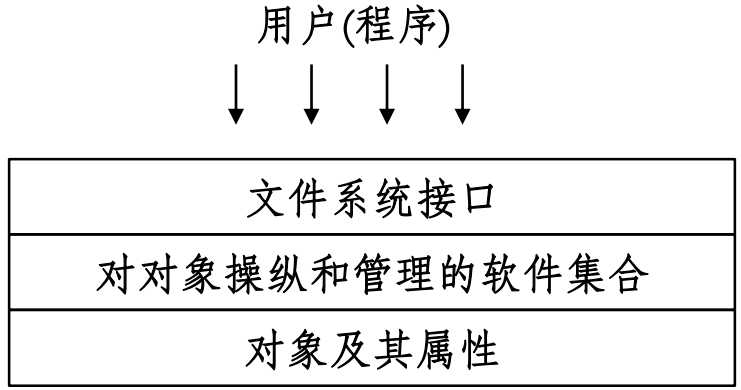


图7-2 文件系统模型

1）对象及其属性

文件管理系统管理的对象有：

①文件。 它作为文件管理的直接对象。

②目录。为了方便用户对文件的存取和检索，在文件系统中必须配置目录。对目录的组织和管理是方便用户和提高对文件存取速度的关键。

③磁盘(磁带)存储空间。 文件和目录必定占用存储空间，对这部分空间的有效管理，不仅能提高外存的利用率，而且能提高对文件的存取速度。

2）对对象操纵和管理的软件集合

这是文件管理系统的核心部分。文件系统的功能大多是在这一层实现的，其中包括：

- 对文件存储空间的管理
- 对文件目录的管理
- 用于将文件的逻辑地址转换为物理地址的机制
- 对文件读和写的管理
- 以及对文件的共享与保护等功能。

3）文件系统的接口

为方便用户使用文件系统，文件系统通常向用户提供两种类型的接口：

（1）命令接口。这是指作为用户与文件系统交互的接口。 用户可通过键盘终端键入命令，取得文件系统的服务。

（2）程序接口。这是指作为用户程序与文件系统的接口。 用户程序可通过系统调用来取得文件系统的服务。

7.1.4 文件操作

- 用户通过文件系统提供的系统调用实施对文件的操作。
  1. 最基本的文件操作有：创建文件、删除文件。读文件、写文件、截断文件和设置文件的读 / 写位置。
  2. 文件的“打开”和“关闭”操作：所谓“打开”，是指系统将指定文件的属性（包括该文件在外存上的物理位置）从外存拷贝到内存打开文件表的一个表目中，并将该表目的编号（或称为索引）返回给用户。 利用“关闭”（close）系统调用来关闭此文件，OS将会把该文件从打开文件表中的表目上删除掉。
  3. 其它文件操作：对文件属性的操作，改变文件名、改变文件的拥有者，查询文件的状态等；

文件操作实例（Linux）

- open：打开一个文件，并指定访问该文件的方式，调用成功后返回一个文件描述符。
- creat：打开一个文件，如果该文件不存在，则创建它，调用成功后返回一个文件描述符。
- close：关闭文件，进程对文件所加的锁全都被释放。
- read：从文件描述符对应的文件中读取数据，调用成功后返回读出的字节数。
- write：向文件描述符对应的文件中写入数据，调用成功后返回写入的字节数。

文件操作实例（Linux）

- # include <fcntl.h>
  # include <unistd.h>
  # include <sys/types.h>
  # include <sys/stat.h>
  *int open(const char *pathname,int flags);*
  *int open(const char *pathname,int flags,mode_t mode);*
  int close(int fd);
  open函数有两个形式.其中pathname是我们要打开的文件名(包含路径名称,缺省是认为在当前路径下面).
- Flags指文件的打开方式：
  - O_RDONLY:以只读的方式打开文件.
    O_WRONLY:以只写的方式打开文件.
    O_RDWR:以读写的方式打开文件.
    O_APPEND:以追加的方式打开文件.
    O_CREAT:创建一个文件.
    O_EXEC:如果使用了O_CREAT而且文件已经存在,就会发生一个错误.
    O_NOBLOCK:以非阻塞的方式打开一个文件.
    O_TRUNC:如果文件已经存在,则删除文件的内容.

- size_t write(int fildes,const void *buf,size_t nbytes);
- 参数说明：
  - fildes：与文件相对应的文件描述符，可通过调用open函数获取
  - buf：存放将写入文件的数据，可以是字符串，也可是其他数据。其中buf是指向字符串的指针
  - nbytes：需写进文件的字节数
- size_t read(int fildes,char *buf,size_t nbytes);
- 参数说明：
  - fildes：文件描述符
  - buf：存放从文件中读取的数据
  - nbytes：希望读取的直接数

- 如果使用了O_CREATE标志，那么要使用open的第二种形式。
- 即需要指定mode标志,用来表示文件的访问权限.mode可以是以下情况的组合.

S_IRUSR 用户可以读 S_IWUSR 用户可以写
S_IXUSR 用户可以执行 S_IRWXU 用户可以读写执行

S_IRGRP 组可以读 S_IWGRP 组可以写
S_IXGRP 组可以执行 S_IRWXG 组可以读写执行

S_IROTH 其他人可以读 S_IWOTH 其他人可以写
S_IXOTH 其他人可以执行 S_IRWXO 其他人可以读写执行

S_ISUID 设置用户执行ID S_ISGID 设置组的执行ID

- 功能：write从buffer中写count字节到文件fd中,成功时返回实际所写的字节数.

```
#i nclude <unistd.h>
#i nclude <fcntl.h>
#i nclude <stdio.h>
#i nclude <sys/types.h>
#i nclude <sys/stat.h>
#i nclude <errno.h>
#i nclude <string.h>
#define BUFFER_SIZE 1024
int main(int argc,char **argv)
{
int from_fd,to_fd;
int bytes_read,bytes_write;
char buffer[BUFFER_SIZE];
char *ptr;
if(argc!=3)
{
fprintf(stderr,"Usage:%s fromfile tofile\n\a",argv[0]);
exit(1);
}
```

- /* 打开源文件 */
  if((from_fd=open(argv[1],O_RDONLY))==-1)
  {
  fprintf(stderr,"Open %s Error:%s\n",argv[1],strerror(errno));
  exit(1);
  }

- /* 创建目的文件 */

- if((*to_fd=open(argv[2],O_WRONLY O_CREAT,S_IRUSR*
  S_IWUSR))==-1)
  {
  fprintf(stderr,"Open %s Error:%s\n",argv[2],strerror(errno));
  exit(1);
  }

- /* 以下代码是一个经典的拷贝文件的代码 */
- while(*bytes_read=read(from_fd,buffer,BUFFER_SIZE*))
  {
  if((bytes_read==-1)&&(errno!=EINTR)) break; /* 发生致命错误 */
  else if(bytes_read>0)
  {
  ptr=buffer;
  while(*bytes_write=write(to_fd,ptr,bytes_read*))
  {
  /* 一个致命错误发生了 */
  if((bytes_write==-1)&&(errno!=EINTR))break;
  else if(bytes_write==bytes_read) break; /* 写完了所有读的字节 */

  else if(bytes_write>0) /* 只写了一部分,继续写 */

  {
  ptr+=bytes_write;
  bytes_read-=bytes_write;
  }
  }
  if(bytes_write==-1)break; /* 写的时候发生的致命错误 */

  }
  }
  close(from_fd);
  close(to_fd);
  exit(0);
  }

7.2文件的逻辑结构

- 文件是由一系列的记录组成的。
- 对于任何一个文件，都存在着以下两种形式的结构：

（1）文件的逻辑结构

从用户观点出发所观察到的文件组织形式 。

（2）文件的物理结构

指文件在外存上的存储组织形式 。

7.2 文件逻辑结构

- 文件的逻辑结构可分为两大类：

（1）有结构文件：是指由一个以上的记录构成的文件，故又把它称为记录式文件；

•记录的长度可分为定长和不定长两类 。

• 可采用多种方式组织记录，形成不同的文件：

①顺序文件：是由一系列记录按某种顺序排列所形成的文件。

②索引文件：当记录为可变长度时，通常为之建立一张索引表。

③索引顺序文件：它为文件建立一张索引表，为每一组记录中的第一个记录设置一个表项。

2. 无结构文件

大量的源程序、 可执行文件、 库函数等， 所采用的就是无结构的文件形式，即流式文件。 其长度以字节为单位。

对流式文件的访问，则是采用读写指针来指出下一个要访问的字符。可以把*流式文件看作是记录式文件的一个特例*。

在UNIX系统中，所有的文件都被看作是流式文件；即使是有结构文件，也被视为流式文件；系统不对文件进行格式处理。

7.2.2 顺序文件

1．逻辑记录的排序

- 文件中的记录排列可归纳为以下两种情况：

①串结构，各记录之间的顺序与关键字无关。通常的办法是由时间来决定，即按存入时间的先后排列 .

②顺序结构，指文件中的所有记录按关键字排列。

2．对顺序文件的读／写操作

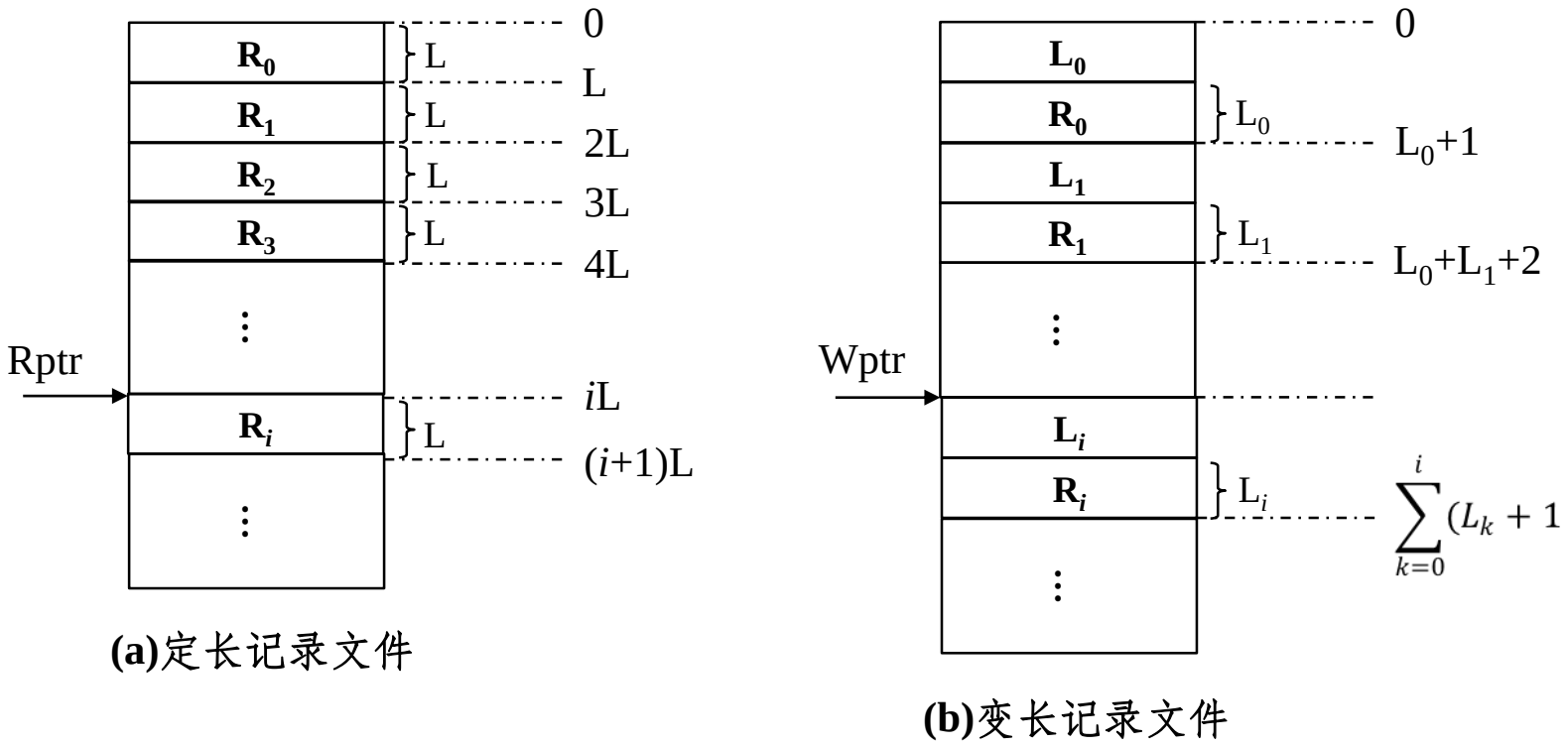
- 对于定长记录的顺序文件，如果已知当前记录的逻辑地址，便很容易确定下一个记录的逻辑地址。在读一个文件时，可设置一个读指针Rptr（见图7-3）。令它指向下一个记录的首地址，每当读完一个记录时，便执行:

  Rptr：=Rptr十L

- 对于变长记录的顺序文件，在每次读或写完一个记录后，须将读或写指针加上Li。

  Wptr：=Wptr十Li

定长和变长记录文件



(a)定长记录文件

(b)变长记录文件

图7-3 定长和变长记录文件

3．顺序文件的优缺点：

优点:

(1)对顺序文件的存取效率是所有逻辑文件中最高的.

(2)只有顺序文件才能存储在磁带上，并能有效地工作。

缺点：

(1)在交互应用的场合，如果用户（程序）要求查找或修改单个记录，为此系统便要去逐个地查找诸记录。

(2)如果想增加或删除一个记录，都比较困难；

7.2.3 记录寻址

- 对于定长记录文件，如果要查找第i个记录，第i个记录相对于第一个记录首址的地址：

$$Ai=i\times L$$

- 对于可变长度记录的文件，要查找其第i个记录时，须顺序地查找每个记录，从中获得相应记录的长度Li，然后才能按下式计算出第i个记录的首址。

$$A_i = \sum_{i=0}^{i-1} L_i + 1$$

- 可见，对于定长记录，除了可以方便地实现顺序存取外，还可较方便地实现直接存取。然而，对于变长记录就较难实现直接存取了.

7.2.4 索引文件

- 为变长记录文件建立一张索引表，对主文件中的每个记录，在索引表中设有一个相应的表项，用于记录该记录的长度L及指向该记录的指针(指向该记录在逻辑地址空间的首址)。
- 由于索引表是按关键字排序的，因此，索引表本身是一个定长记录的顺序文件，从而也就可以方便地实现直接存取。

3.索引文件

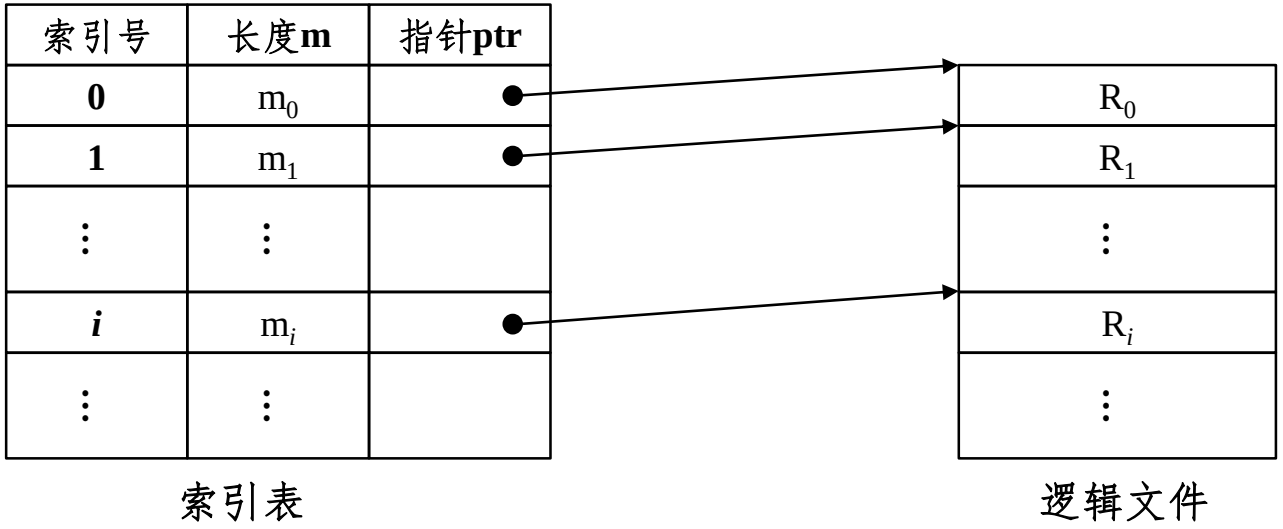


图7-4 索引文件的组织

3.索引文件的检索

- 利用折半查找法去检索索引表，从中找到相应的表项；
- 再利用该表项中给出的指向记录的指针值，去访问所需的记录。
- 而每当要向索引文件中增加一个新记录时，便须对索引表进行修改。
- 由于索引文件可有较快的检索速度，故它主要用于对信息处理的及时性要求较高的场合.例如，飞机订票系统。
- 主要问题：它除了有主文件外，还须配置一张索引表，而且每个记录都要有一个索引项，因此提高了存储费用。

7.3 文件目录

- 对目录管理的要求如下：
- (1) 实现“按名存取”。
- (2) 提高对目录的检索速度。
- (3) 文件共享。
- (4) 允许文件重名。

- 文件控制块（FCB）：用于描述和控制文件的数据结构
- 文件目录：文件控制块的有序集合。

7.3.1 文件控制块FCB

- 基本信息：文件名、文件类型等；
- 地址信息：*卷*（存储文件的设备）、*起始地址*（起始物理地址）、*文件长度*（以字节、字或块为单位）等。
- 访问控制信息：文件所有者、访问信息（用户名和口令等）、合法操作等；
- 使用信息：创建时间、创建者身份、当前状态、最近修改时间、最近访问时间等。

FCB

文件名	文件标识符
文件结构	文件类型
文件组织	记录长度
当前文件大小	最大文件尺寸
文件设备	物理位置
存取控制	口令
文件建立时间	最近存取时间
最近修改时间	当前存取方式
当前的共享状态	共享访问时的等待状态
进程访问文件所用的逻辑单元号	当前的逻辑位置
访问元素的当前物理位置	下一个元素的物理位置
缓冲区大小	缓冲区地址
指向下一个FCB的指针	文件创建者
临时/永久文件	文件拥有者

目录内容的组织方式及分析

- 目录项的两种组织方式：
- 1. FCB存储全部目录内容

- 2.存储部分目录信息，如文件名、索引节点指针等，其余部分保存在索引节点（*i*节点）。打开文件时将索引节点从磁盘读到内存中。

目录文件及操作

- 目录文件：一个文件目录也被看做是一个文件，即目录文件。是多个文件的目录项构成的一种特殊文件。
- 目录的操作
  - 搜索目录
  - 创建目录
  - 删除目录
  - 显示目录
  - 修改目录

目录结构

- 单级目录结构
- 两级目录结构
- 层次目录结构 ： 树型目录、无循环图

7.3.2 单级目录结构

- 所有用户的全部文件目录保存在一张目录表中，每个文件的目录项占用一个表项。

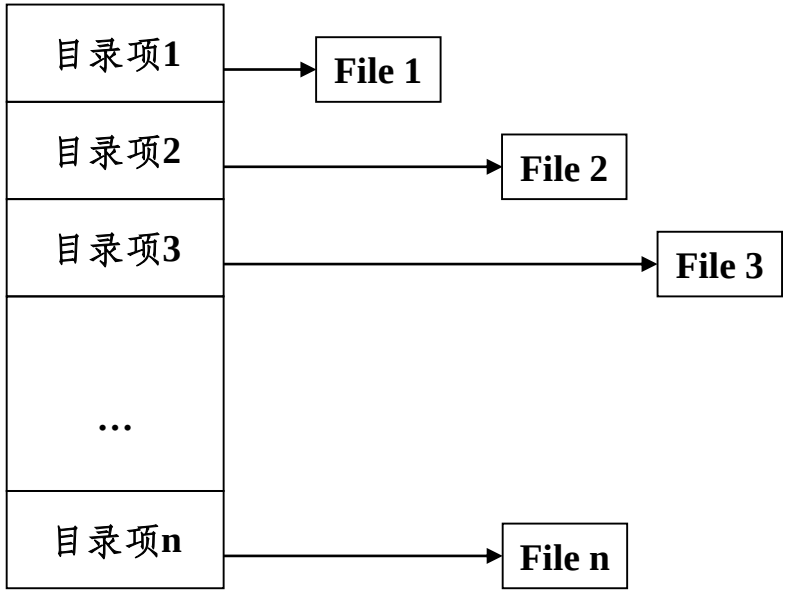


图7-9　单级目录结构

单级目录结构分析

- 单级目录的优点是简单且能实现目录管理的基本功能——按名存取
- 存在下述一些缺点：
- (1) 查找速度慢
- (2) 不允许重名
- (3) 不便于实现文件共享

两级目录结构

- 主文件目录MFD、用户文件目录UFD

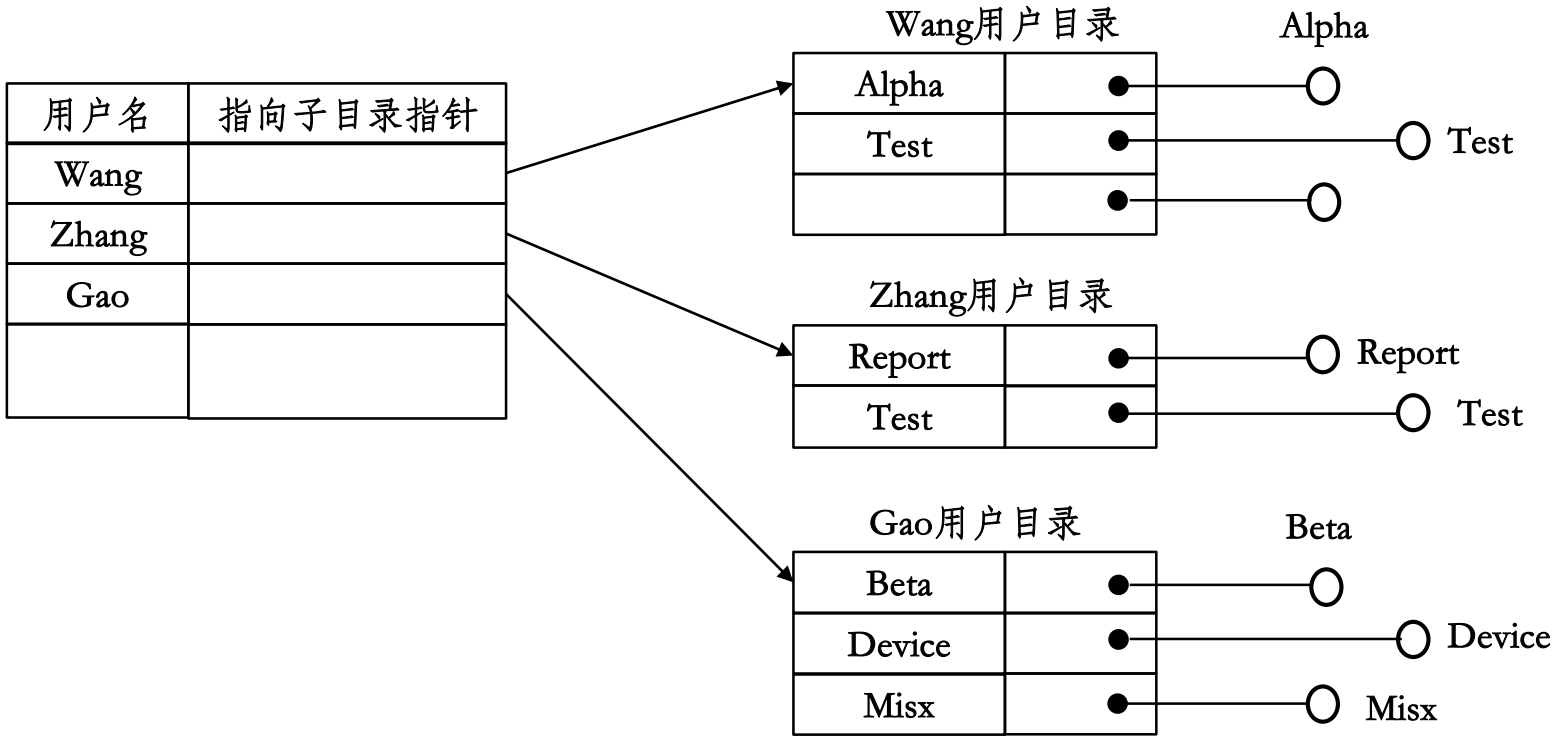


图7-10 两级目录结构

两级目录结构分析

- 一定程度解决了重名问题
- 提高了文件目录检索效率
- 简单的文件共享
- 问题：不便用户文件的逻辑分类；进一步解决重名、共享、检索效率等问题

3．多级目录结构

（1）目录结构：多级目录结构又称为树型目录结构，主目录在这里被称为根目录，把数据文件称为树叶，其它的目录均作为树的结点。（图7-11）

7.3.3 树形结构目录

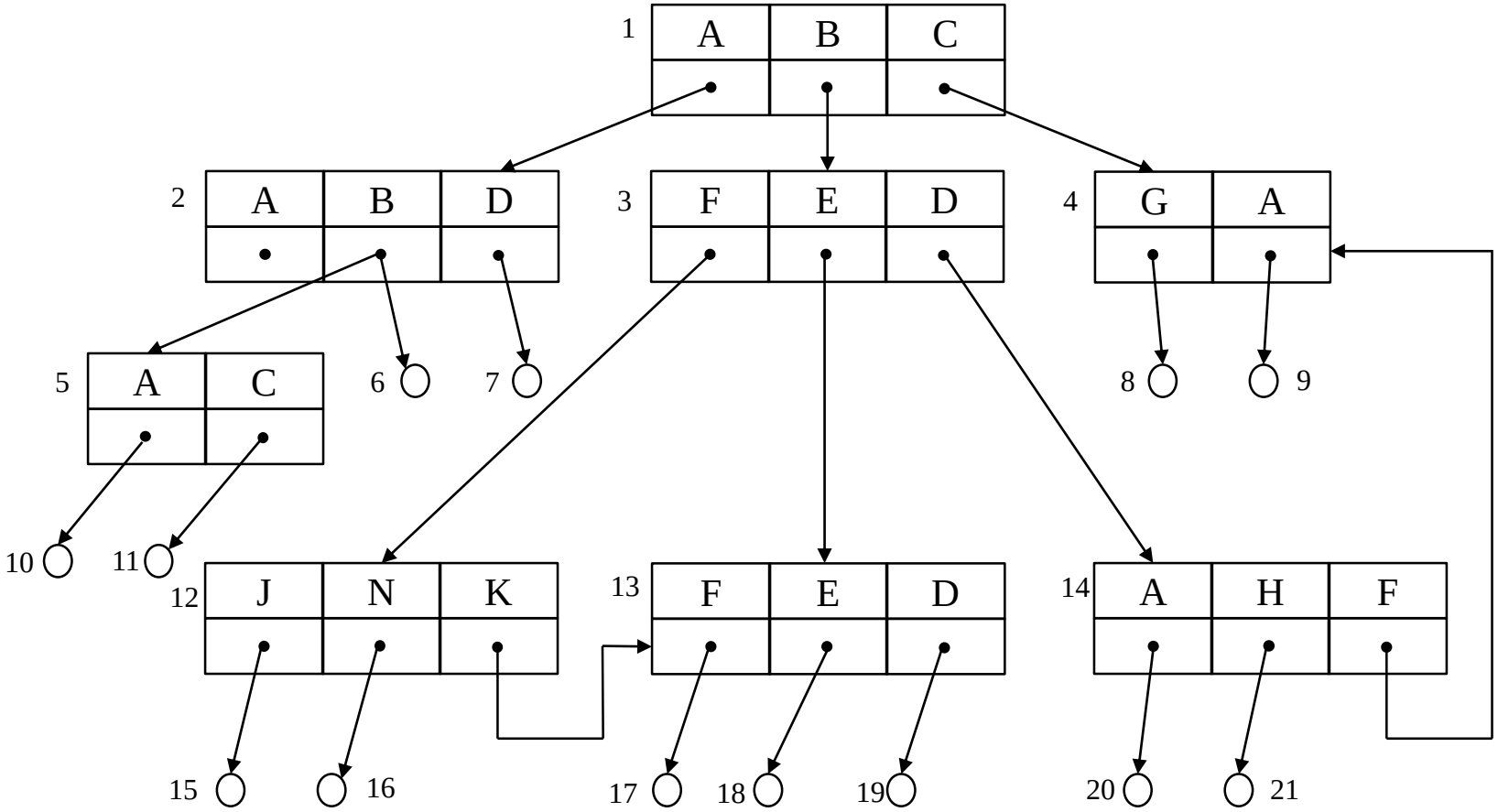


图7-11 多级目录结构

- （2）路径名：从树的根（即主目录）开始，把全部目录文件名与数据文件名，依次地用“/”连接起来，即构成该数据文件的路径名（path name）。
  - 系统中的每一个文件都有惟一的路径名。
- （3）当前目录：为每个进程设置一个“当前目录”，又称为“工作目录”进程对各文件的访问都相对于“当前目录”而进行。
- 相对路径名
- 绝对路径名

4．增加和删除目录

- 增加目录：在用户要创建一个新文件时，只需查看在自己的UFD及其子目录中，有无与新建文件相同的文件名。若无，便可在UFD或其某个子目录中增加一个新目录项。
- 目录删除采用下述两种方法处理：

（1）不删除非空目录。

（2）可删除非空目录。

7.3.4 目录查询技术

★对目录进行查询的方式有两种：线性检索法和Hash方法:

1. 线性检索法

- 线性检索法又称为顺序检索法。

①在单级目录中，利用用户提供的文件名，用顺序查找法直接从文件目录中找到指名文件的目录项。

②在树型目录中，用户提供的文件名是由多个文件分量名组成的路径名，此时须对多级目录进行查找。

线性检索法

根目录

1	.
1	..
4	bin
7	dev
14	lib
9	etc
6	usr
8	tmp

在节点6中查找usr字段

节点6是/usr的目录

132

132号盘块是/usr的目录

6	.
1	..
19	dick
30	erik
51	jim
26	ast
45	bal

节点6是/usr/ast的目录

496

496号盘块是/usr/ast的目录

26	.
6	..
64	grants
92	books
60	mbox
81	minik
17	src

图7-12 查找/usr/ast/mbox的步骤

2．Hash方法

- Hash方法: 建立了一张Hash索引文件目录，系统利用用户提供的文件名并将它变换为文件目录的索引值，再利用该索引值到目录中去查找。
- Hash方法将显著地提高检索速度。
- 在文件名中使用了通配符“*”、“？”等，系统便无法利用Hash法检索目录，因此，需要利用线性查找法查找目录。
- 在进行文件名的转换时，有可能把”个不同的文件名转换为相同的Hash值，称谓的“Hash冲突”。

7.4 文件共享

文件共享的有效控制涉及两个方面：

- 同时存取（Simultaneous Access）
- 存取权限（Access Rights）

- 在树型结构的目录中，当有两个(或多个)用户要共享一个子目录或文件时，必须将共享文件或子目录链接到两个(或多个)用户的目录中，才能方便地找到该文件。此时该文件系统的目录结构已不再是树型结构，而是个有向非循环图。

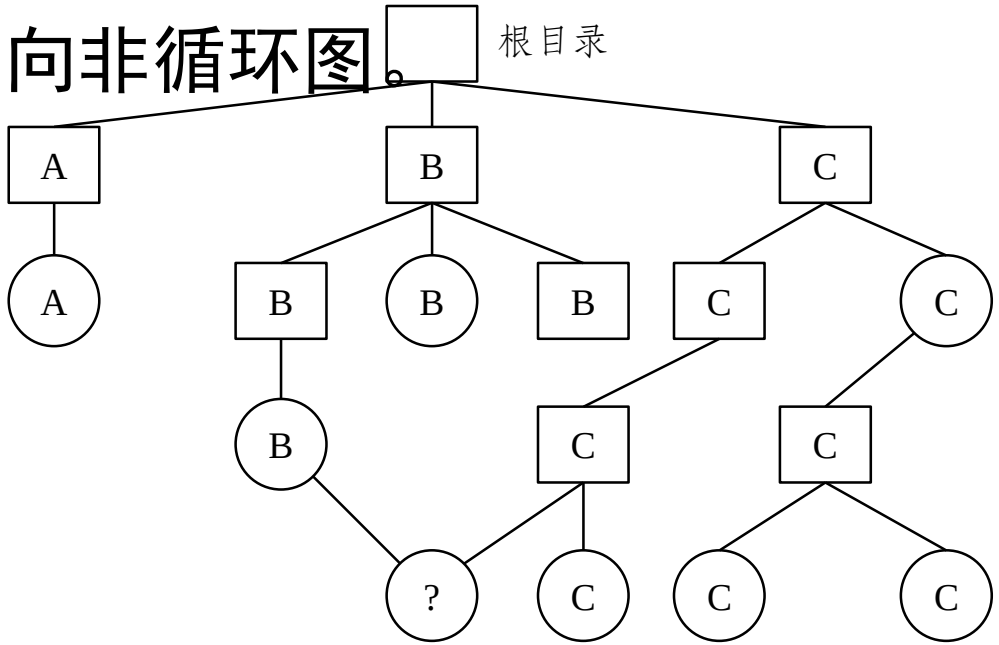


图7-13 包含共享文件的文件系统

文件共享的实现

- 实现文件共享的实质就是可以从不同地方打开同一个文件
- 打开文件的首要步骤就是找到文件的目录项，读取文件在外存的起始地址。
- 实现文件共享的方式：
  - 利用链接目录项实现法
  - 利用索引节点实现法
  - 利用符号链实现法等。

1.链接目录项实现文件共享

- 文件目录项中设置一个链接指针，用于指向共享文件的目录项。
- 访问文件时，根据链接指针内容找到共享文件的目录项，读取该目录项中文件起始位置等信息，操作该文件。
- 每当有用户（进程）共享文件时，共享文件目录项中的“共享计数”加1；当用户不再共享该文件，撤消链接指针时，“共享计数”减1。
- *只有当共享文件用户数为1时，才能删除共享文件。*

基于索引节点的共享方式

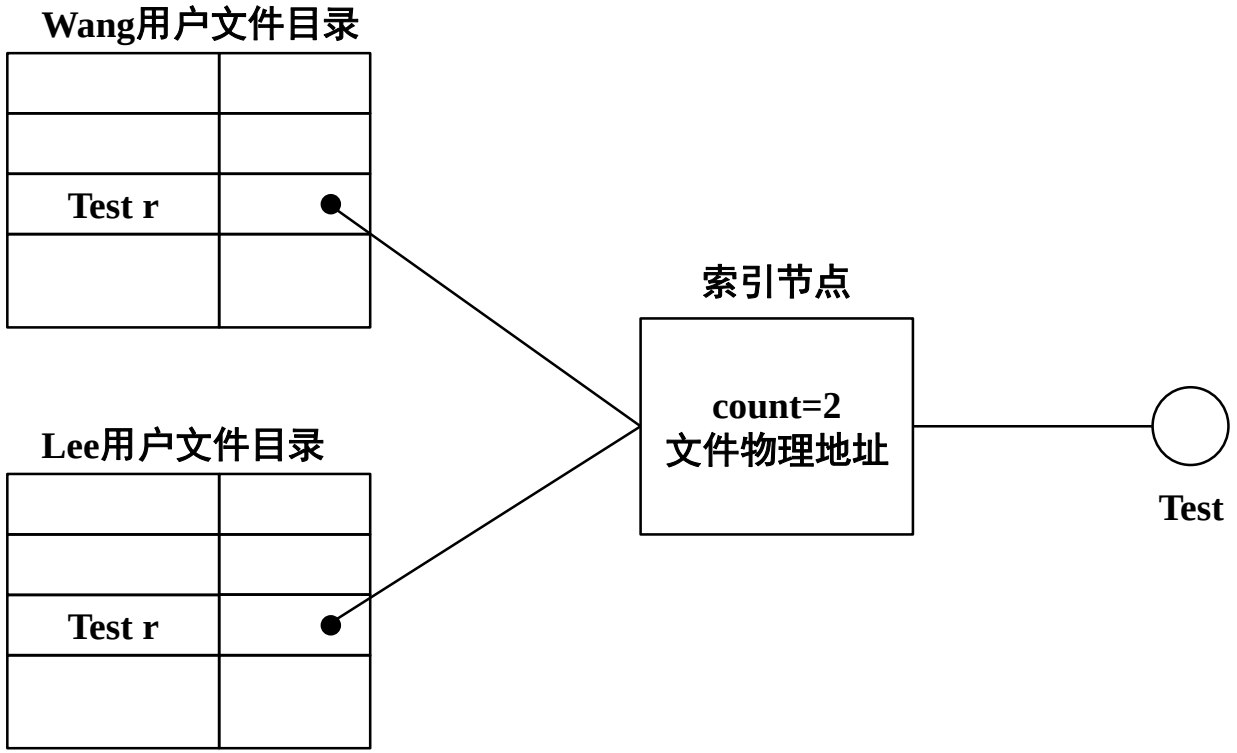


图7-14 基于索引节点的共享方式

2.利用索引节点实现文件共享

- 文件的物理地址及其它的文件属性等信息，不再是放在目录项中，而是放在索引结点中。在文件目录中只设置文件名及指向相应索引结点的指针。
- 由任何用户对文件进行Append 操作或修改，所引起的相应结点内容的改变(例如，增加了新的盘块号和文件长度等)，都是其他用户可见的，从而也就能提供给其他用户来共享。

2.利用索引节点实现文件共享

- UNIX操作系统的文件目录项中只包含文件名和指向索引节点的指针，文件的物理地址及其它说明信息保存在索引节点中。

- 可以*通过共享文件索引节点来共享文件*，即当用户需要共享文件时，在自己的文件目录中新建一个目录项，为共享文件命名(也可用原名)，并将索引节点指针指向共享文件的索引节点。

- 当用户C创建一个新文件时，他便是该文件的所有者，此时将count 置1。
- 当有用户B要共享此文件时，在用户B的目录中增加一目录项，并设置一指针指向该文件的索引结点，此时，文件主仍然是C，count=2。

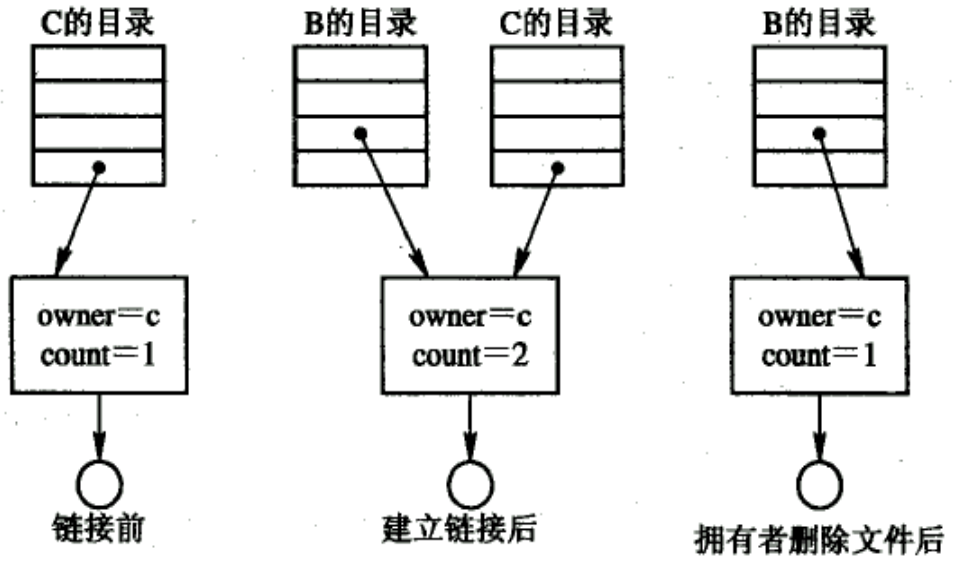


图 6－25　进程 B 链接前后的情况

7.4.2利用符号链实现文件共享

•为使B能共享C的一个文件F，可以由系统创建一个LINK类型的新文件，以实现B的目录与文件F的链接；在新文件中只包含被创文件F的路径名。这样的链接方法被称为符号链接.

•新文件中的路径名，则只被看作是符号链。当B要访问被链接的文件F且正要读LINK类新文件时，将被OS截获，根据新文件中的路径名去读该文件，于是就实现了用户B对文件F的共享。

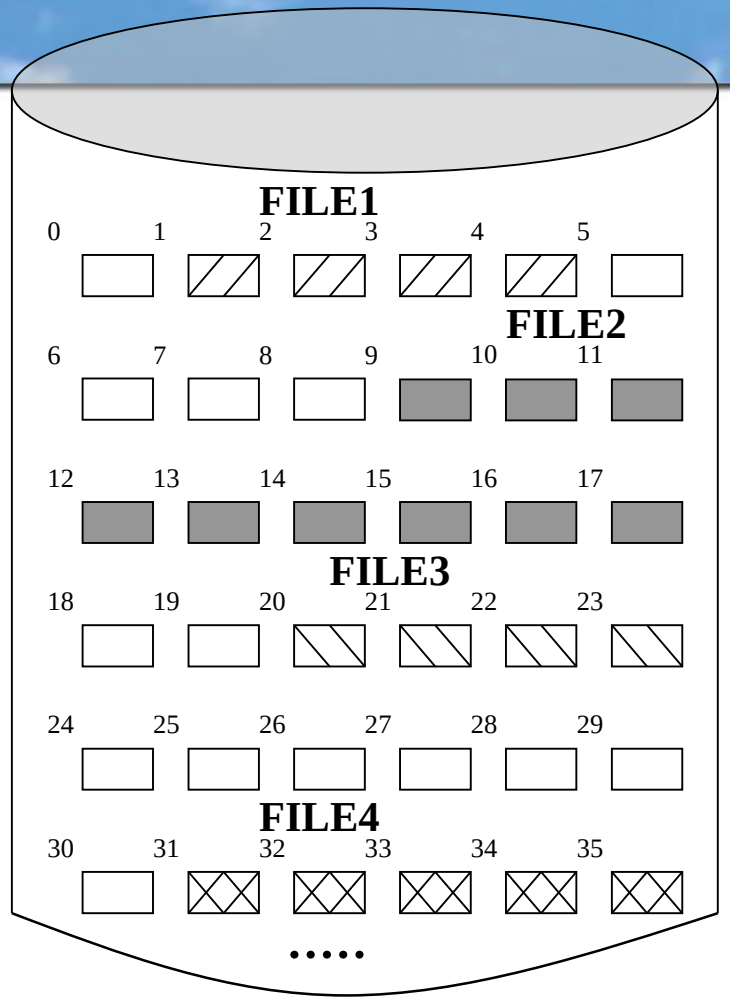
- 在利用符号链方式实现文件共享时，只是文件主才拥有指向其索引结点的指针,而共享该文件的其它用户，则只有该文件的路径名，并不拥有指向其索引结点的指针。
- 符号链方式优点：能连接任何机器上的文件。
- 每增加一个连接，就增加一个文件名，各用户使用自己的名字去共享文件。
- 缺点：备份时可能会产生多个拷贝。可能产生无效的符号链接；

8.1 外存分配方式

- 在为文件分配外存空间时所要考虑的主要问题是：怎样才能有效地利用外存空间和如何提高对文件的访问速度。
- 目前，常用的外存分配方法有:
  - 连续分配
  - 链接分配
  - 索引分配

1.连续分配

- 连续分配(Continuous Allocation)要求为每一个文件分配一组相邻接的盘块。一组盘块的地址定义了磁盘上的一段线性地址。
- 把逻辑文件中的数据顺序地存储到物理上邻接的各个数据块中，这样形成的物理文件可以进行顺序存取。
- 文件目录中为每个文件建立一个表项，其中记载文件的第一个数据块地址及文件长度。
- 对于顺序文件，连续读/写多个数据块内容时，性能较好。



目录表

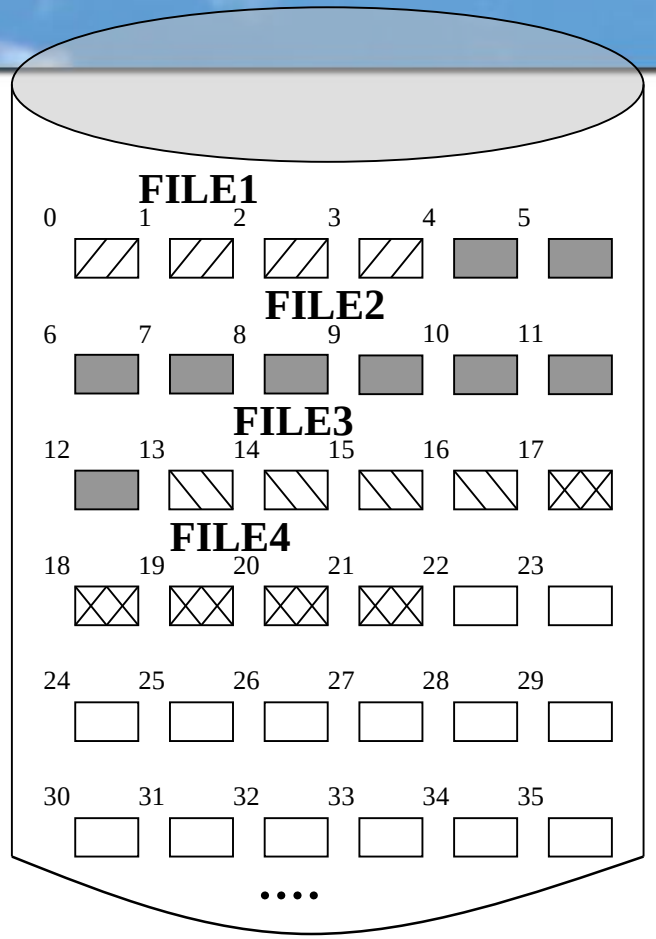
文件名	起始块号	文件长度
FILE1	1	4
FILE2	9	9
FILE3	20	4
FILE4	31	5
…	…	…

图 磁盘空间的连续分配

- 连续分配的主要优点：
  - （1）顺序访问容易。
    - 能很快检索文件中的一个数据块。
    - 例如，如果一个文件的第一个数据块的序号为x，需要检索文件的第y块，则该数据块在外存中的位置为x+y-1。
  - (2) 顺序访问速度快。
    - **磁头移动距离短，效率最高**

连续分配存在的问题

- （1）要求有连续的存储空间。
  - 该分配方案可能会导致磁盘碎片，严重降低外存空间的利用率。
  - 解决方法之一，系统定期或不定期采用紧凑技术，将小分区合并为大的、连续分区，将文件占用空间合并在一起。
- （2）必须事先知道文件的长度。
  - 空间利用率不高；
  - 不利于文件尺寸的动态增长。



目录表

文件名	起始块号	文件长度
FILE1	0	4
FILE2	4	9
FILE3	13	4
FILE4	17	5
…	…	…

图 磁盘 连续分配（紧凑以后）

2. 链接分配

- 连续分配的文件分区太大，不利于存储空间的有效利用。
- 如果在将一个逻辑文件存储到外存上时，可以考虑将文件装到多个离散的盘块中。
- 链接文件：采用链接分配方式时，可通过在每个盘块上的链接指针，将同属于一个文件的多个离散的盘块链接成一个链表，把这样形成的物理文件称为链接文件。

- 1）隐式链接
- 在采用隐式链接分配方式时，在文件目录的每个目录项中，都须含有指向链接文件第一个盘块和最后一个盘块的指针。

- 每个盘块中都含有一个指向下一个盘块的指针。

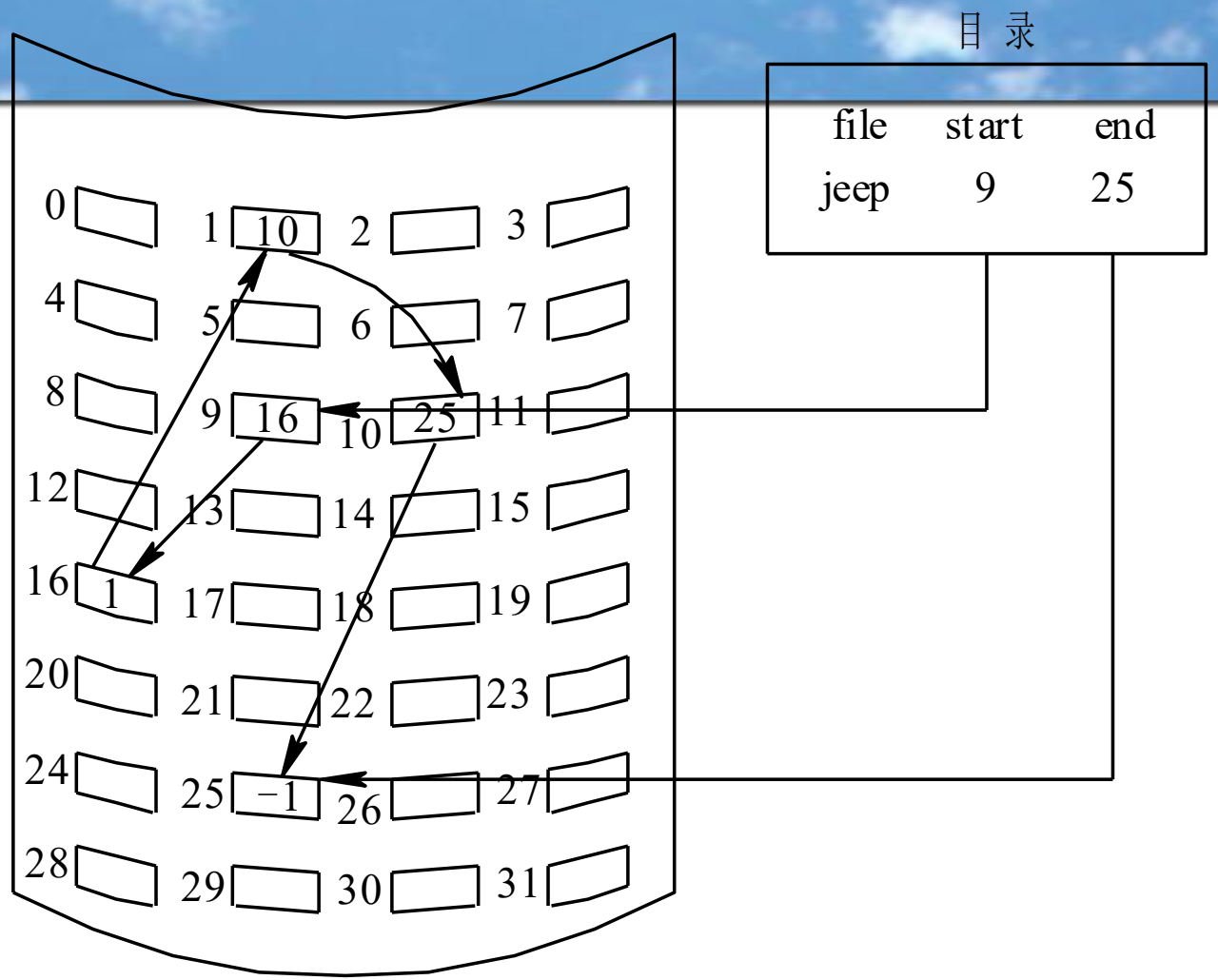
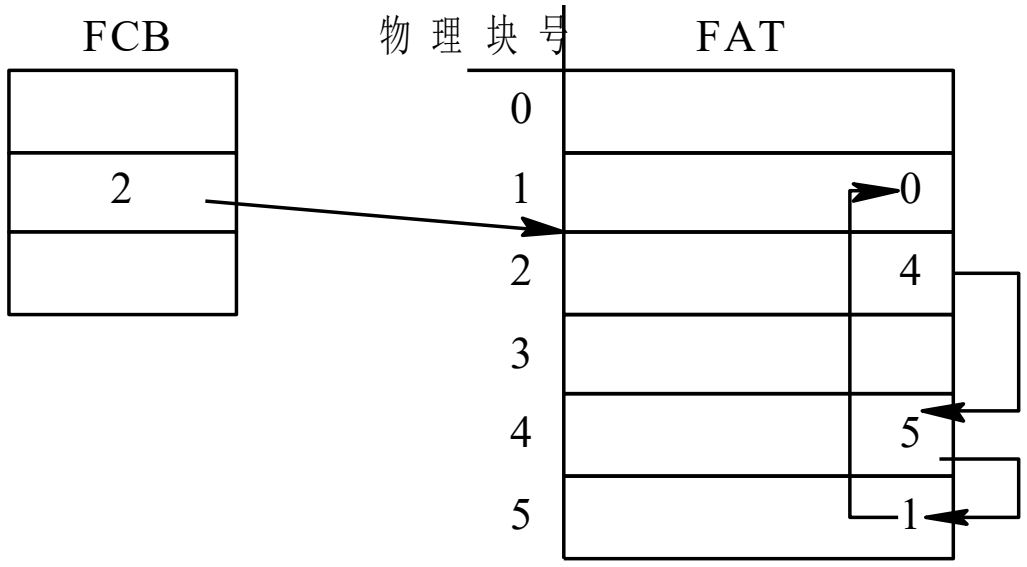


图 磁盘空间的隐式链接式分配

- 隐式链接分配方式的主要问题在于：它只适合于顺序访问，它对随机访问是极其低效的。
  - 如果要访问文件所在的第*i*个盘块，则必须先读出文件的第一个盘块……，就这样顺序地查找直至第*i*块。
- 为了提高检索速度和减小指针所占用的存储空间，可以将几个盘块组成一个簇(cluster)。
  - 比如，一个簇可包含4 个盘块，在进行盘块分配时，是以簇为单位进行的。在链接文件中的每个元素也是以簇为单位的。
  - 减少查找时间和指针所占空间，但增大了内部碎片
- 这种改进也是非常有限的。

- **2）. 显式链接**
- **这是指把用于*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。**
- **整个磁盘仅设置一张文件分配表（FAT）。**



- 在该表中，凡是属于某一文件的第一个盘块号，均作为文件地址被填入相应文件的FCB 的“*物理地址*”字段中。
- 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)。

索引分配

- 链接分配方式虽然解决了连续分配方式所存在的问题， 但又出现了另外两个问题， 即：
  - (1) 不能支持高效的直接存取。要对一个较大的文件进行直接存取，须首先在FAT中顺序地查找许多盘块号。
  - (2) FAT需占用较大的内存空间。由于一个文件所占用盘块的盘块号是随机地分布在FAT中的，因而只有将整个FAT 调入内存，才能保证在FAT 中找到一个文件的所有盘块号。

3.索引分配

- 1）单级索引分配
- 索引分配能解决连续分配和链接分配存在的诸多问题。
- 原理：为每个文件分配一个索引块(表)，再把分配给该文件的所有盘块号都记录在该索引块中，因而该索引块就是一个含有许多盘块号的数组。
- 在建立一个文件时，只需在为之建立的目录项中填上指向该索引块的指针。

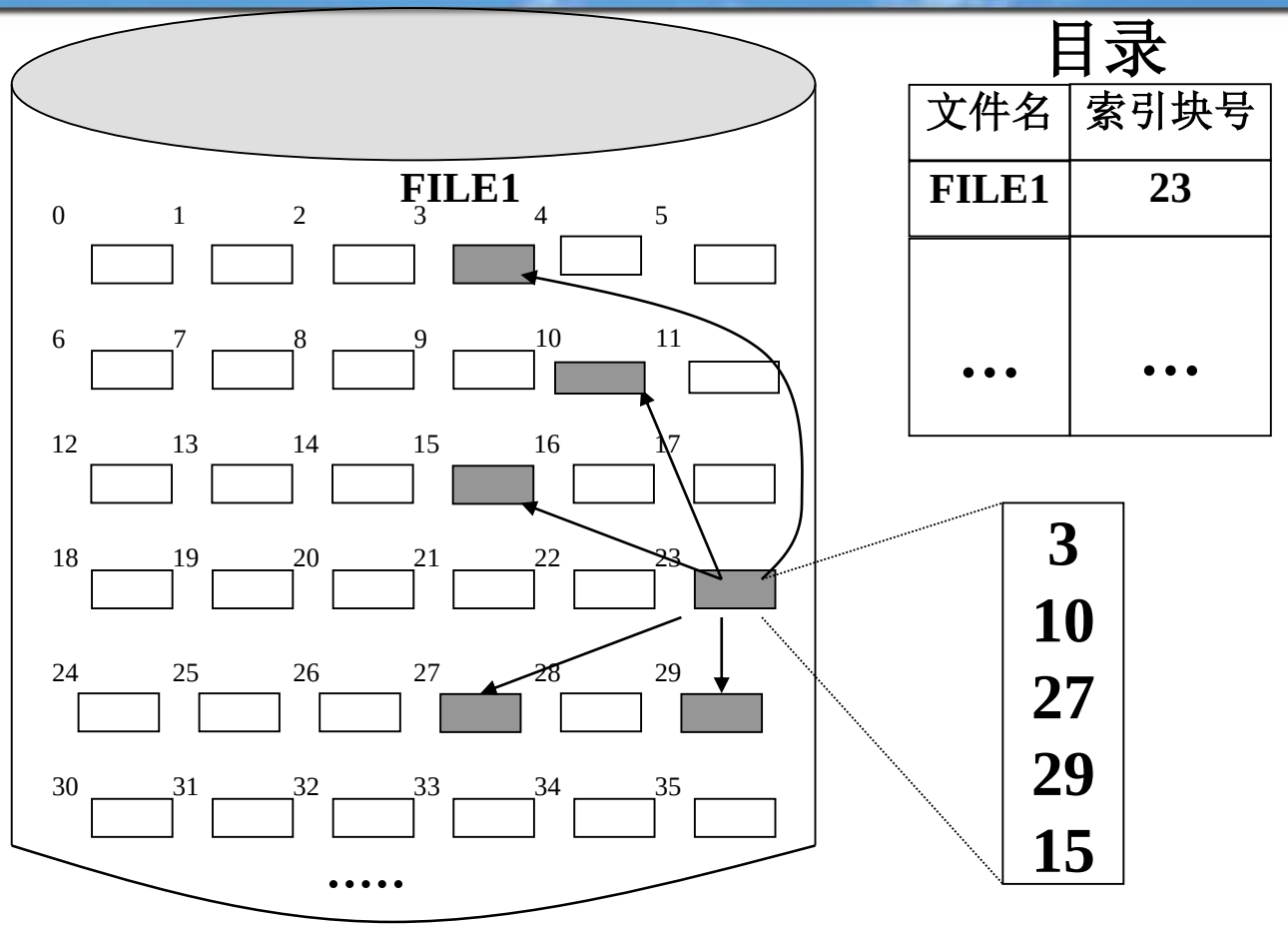


图　基于数据块分区的索引分配

索引分配

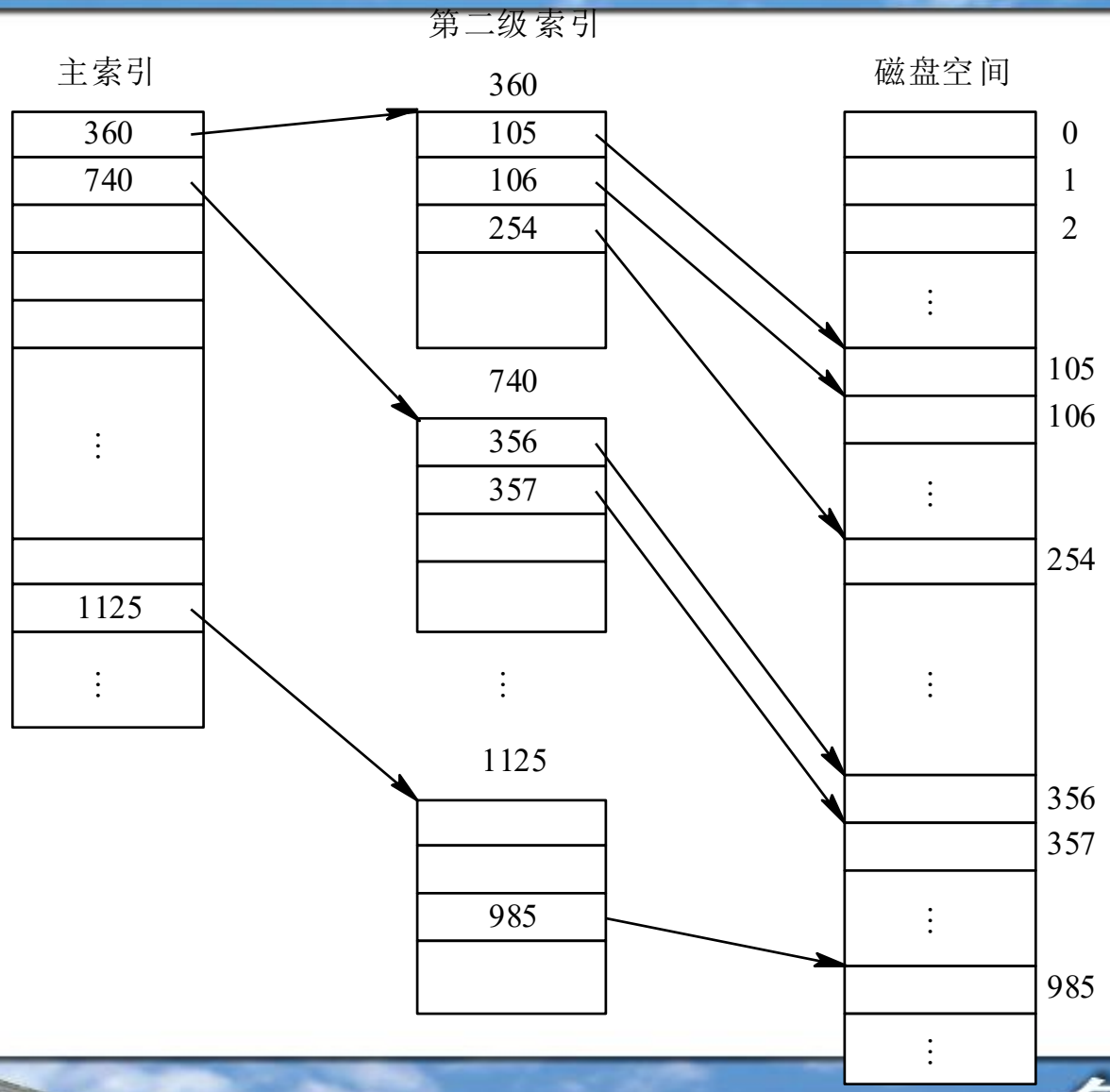
- 优点：
  - 索引分配方式支持直接访问。当要读文件的第i 个盘块时，可以方便地直接从索引块中找到第i个盘块的盘块号；
  - 基于数据块的分区能消除外部碎片
- 缺点：
  - 大文件索引项较多，可能使一个数据块容纳不了一个文件的所有分区的索引。
  - 索引块可能要花费较多的外存空间。每当建立一个文件时，便须为之分配一个专门的索引块，将分配给该文件的所有盘块号记录于其中。对于小文件如果采用这种方式，索引块的利用率将是极低的。

- 2．两级索引分配
- 当文件太大，其一级索引块太多时，这种方法是低效的。

❑ 此时，应为这些索引块再建立一级索引，形成*两级索引分配方式。*

– 即系统再分配一个索引块，作为第一级索引的索引块，将第一块、第二块……等索引块的盘块号填入到此索引表中

两级索引分配


第二级索引
主索引
磁盘空间
360
740
1125
360
105
106
254
740
356
357
1125
985
0
1
2
105
106
254
356
357
985

Linux操作系统的混合索引方式

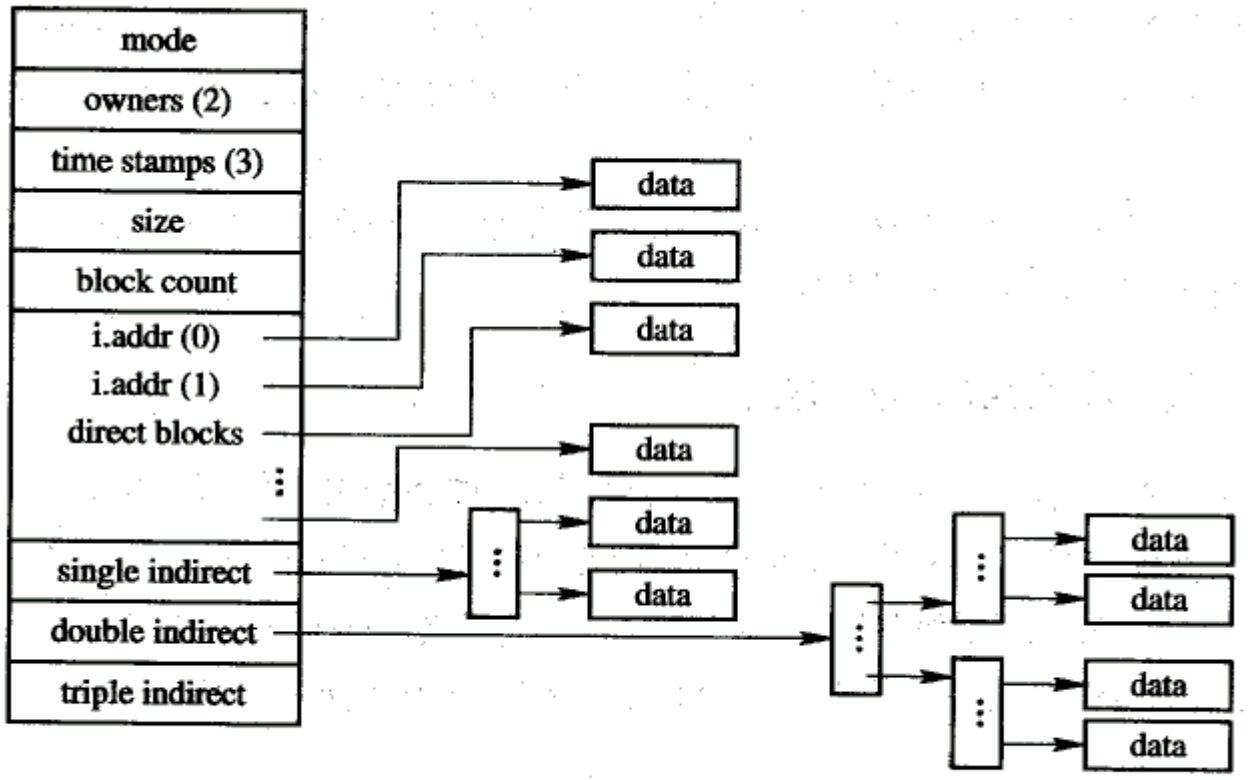


图 6－13　混合索引方式

混合索引方式的索引结点中设有 13 个地址项直接地址：前 10 个地址项用来存放直接地址一次间接地址：第 11 个地址项来提供一次间接地址多次间接地址：第 12 个地址项来提供二次间接地址，第 13 个地址项来提供三次间接地址。假设盘块大小为4KB，一次间址块 和 多次间址块可存放1K个盘块号。则当文件不大于40KB时，便可直接从索引结点中读出该文件的全部盘块号。当文件不大于4MB + 40KB时，可通过索引结点中的前 11 个地址项读取所有盘块号（前 10 个地址项为直接地址，可以读取 10 个盘块号，共 40KB。第 11 个地址项为一次间接地址，可读取 1k 个盘块号，共 4MB）。当文件不大于 4GB + 4MB + 40KB时，可通过前 12 个地址项读取所有盘块号（直接地址 + 一次间接地址 + 二次间接地址）。当文件不大于 4TB + 4GB + 4MB + 40KB时，可通过所有的 13 个地址项读取所有盘块号。

第七章 作业

1. 在OS中，引入“打开”这一文件系统调用，“打开”的含义是什么？
2. 试说明对索引文件的检索方法
3. 基于索引节点的文件共享方式有何优点？
4. 基于符号链的文件共享有何优点