

第四章 文件系统

主讲人：毛启容

Email: mao_qr@ujc.edu.cn

江苏大学计算机科学与通信工程学院



第四章 文件管理

信息是计算机系统中的重要资源。操作系统中的一个重要组成部分——文件系统，就负责信息的组织、存储和访问。

文件系统的功能就是提供高效、快速和方便的信息存储和访问功能。本章的主要内容就是信息的组织。

4.1 文件的概念

4.2 文件目录

4.3 文件共享与保护

4.4 文件系统的实现

4.1 文件的概念

4.1.1 文件与文件系统

4.1.2 文件命名

4.1.3 文件的逻辑结构

4.1.4 文件类型

4.1.5 文件存取方法

4.1.6 文件属性

4.1.1 文件与文件系统

一、文件的定义

1、**定义**：文件是具有符号名的一组相关联元素的有序集合。**在逻辑上具有完整的意义。**

如：一个C语言源程序、I/O设备上传输的信息

2、**分类**（根据组成文件的最小单位）：**流式文件、记录式文件**

4.1.1 文件与文件系统

一、文件的定义

文件的逻辑结构(大体上分):

- ◆ 无结构文件 -- 流式文件
- ◆ 结构文件 -- 记录式文件。

(1). 流式文件

- ◆ 无结构的流式文件是相关的有序字符的集合。文件的长度为所含字符数。
- ◆ UNIX、DOS、WINDOWS系统中的普通文件都是流式文件。

4.1.1 文件与文件系统

一、文件的定义

(2)、记录式文件

记录式文件是一种结构式文件，文件是记录的集合。每个记录由彼此相关的域构成。记录可按顺序编号为记录1，记录2，...，记录n。如果文件中所有记录的长度都相同，则这种文件为**定长记录文件**。

定长记录文件的长度 = 记录个数 × 记录长度。

变长记录文件的长度为各记录长度之和。

例如：学生登记表文件 xsdjb.dbf

姓名	学号	籍贯	通信地址	邮政编码
李铭	925678	武昌	武昌关山街125号	430074
司马乐	925679	北京	北京海军路88号	100034

4.1.1 文件与文件系统

一、文件的定义

(3)、两种文件的比较

流式文件就象给一张白纸给用户，用户可将他的信息任意地写到纸上，没有任何格式上的限制。

记录式文件就象给一张表格给用户，用户要按表规定的格式填信息。

显然，记录式文件对用户的限制很大，使用起来就不方便，所以记录式文件被淘汰是理所当然的。

4.1.1 文件与文件系统

二、文件系统的定义

文件系统定义: 在操作系统中负责管理和存取文件信息的软件机构。

它涉及到:

一种特定的文件格式。

—如: FAT, NTFS, FAT32, Ext2

按特定格式进行了“格式化”的一块存储介质。

组成: 文件及其属性说明、操纵与管理文件的软件、用户使用文件的接口等。

4.1.1 文件与文件系统

三、文件系统的功能

从系统的
角度:

- (1) 有效地管理文件的存储空间，实施文件存储空间的分配与回收。
- (2) 确定文件信息的存储方式，组织信息的存储，有效地管理文件目录。
- (3) 实现文件从名字空间到文件存储器地址空间的映射。
- (4) 实现文件的读写管理。
- (5) 实现文件信息的共享，提供可靠的文件保护和安全措施。

4.1.1 文件与文件系统

四、文件系统的功能

从用户的
角度:

- (1) 用户可以创建、删除、读取、复制、修改、显示和关闭文件。
- (2) 用户可以受控地访问其他用户的文件。
- (3) 用户可以控制允许对文件进行哪种类型的访问。
- (4) 用户通过符号名访问文件。
- (5) 用户可以在文件间移动信息。
- (6) 用户可以备份文件和在需要时恢复所备份的文件。

4.1.1 文件与文件系统

四、使用文件系统的好处

➤使用的方便性。

在文件系统的支持下，实现了“按名存取”，用户可以容易地操纵文件。

➤文件系统的安全性。

提供各种文件和保密措施，防止文件被有意无意地破坏。

4.1.1 文件与文件系统

四、使用文件系统的好处（续）

➤ 数据的共享性

文件系统通过文件管理机构实现了对文件的共享。

➤ 接口的统一性

通过系统调用接口或命令接口来存取各种存储介质上的文件。

4.1 文件的概念

4.1.1 文件与文件系统

4.1.2 文件命名

4.1.3 文件的逻辑结构

4.1.4 文件类型

4.1.5 文件存取方法

4.1.6 文件属性

4.1.2 文件命名

一、文件名

- 根据文件的定义，每个文件必须有一个唯一的文件名，不论是系统管理，还是用户使用文件都使用文件名。
- 文件名是一个有限长度的字符串。

DOS、WINDOWS系统中文件名：

文件名 · [文件扩展名]

- DOS文件名是一个不大于8个字符的字符串，但WINDOWS系统中允许超长文件名，最多可有255个字符，不区分英文字母的大小写。

4.1.2 文件名

二、扩展名

不大于3个字符，一般用来表示文件的类型。

例如：

C C语言源程序文件

EXE 可执行文件

BAT 批处理文件

OBJ 目标文件

4.1 文件的概念

4.1.1 文件与文件系统

4.1.2 文件命名

4.1.3 文件的逻辑结构

4.1.4 文件类型

4.1.5 文件存取方法

4.1.6 文件属性

4.1.3 文件的逻辑结构

一、文件逻辑组织方式

文件的逻辑结构是指从用户观点出发所看到的文件组织方式或用户访问模式；它可以独立于在外存上的物理存储。

➤ 文件逻辑结构的设计要求：

- 访问性能：检索效率高；便于更新、维护操作。
- 存储性能：向物理存储转换方便，节省空间，可靠性高。

注意：这些要求可能会有冲突，应根据具体应用进行权衡。

➤ 文件的不同组织层次：域、记录、文件

4.1.3 文件的逻辑结构

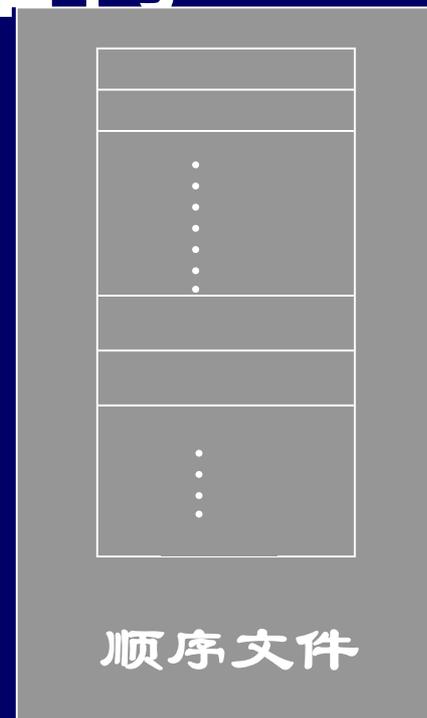
二、文件的逻辑组织方式

1. 顺序文件
2. 索引顺序文件
3. 索引文件
4. 直接文件(哈希文件)

4.1.3 文件的逻辑结构

二、文件的逻辑组织方式 - 顺序文件

◆ **顺序文件**：是最常用的文件组织形式，它把文件看作是一个连续的字节流（即无结构文件）或固定长度的记录按固定顺序的集合。



◆ **优点**：顺序存取速度快，**适应于顺序存取和成批处理**，多用于顺序存储设备（如磁带）。

◆ **缺点**：涉及到对单个或少数几个记录的**查询或更新**，顺序文件表现出来的性能较差。

4.1.3 文件的逻辑结构

二、文件的逻辑组织方式 - 索引顺序文件

在顺序文件（主文件main file）的基础上，另外建立索引(index)和溢出文件(overflow file)，这样做的目的是加快顺序文件的检索速度。

将顺序文件中的所有记录分为若干组（关键字按组排序），并按关键字为顺序文件建立一张索引表。在索引表中为每组中的第一个记录，建立一个索引项，其中含有这个记录中的关键字值和指向该记录的指针，索引项按关键字值大小顺序排列。

4.1.3 文件的逻辑结构

二、文件的逻辑组织方式 - 索引顺序文件

- 在索引文件中，可将关键字域中的取值划分若干个区间（如A-Z可以划分为A到Z共26个区间），每个区间对应一个索引项，后者指向该区间的开头记录。
- 通过划分层次，在记录数量较大时，比顺序文件大大缩短检索时间。顺序文件是 $N/2$ （这时可使用折半查找），而索引顺序文件（一级索引）是 $i/2 + N/(2*i)$ ，其中 i 为索引长度。索引还可以是多级的。如：有100万条记录的顺序文件的平均检索长度为50万，而在添加一个有1000条索引项的索引文件后，平均检索长度为1000。
- 新记录暂时保存在溢出文件（备份文件）中，定期归并入主文件。

4.1.3 文件的逻辑结构

二、文件的逻辑组织方式—索引顺序文件

关键字	逻辑地址
A	●
B	●
Z	

索引文件

姓名	其它属性
An Bing	
An Kang	
An Qing	
Bao Rong	
Bi Jing	
Bon Long	

顺序文件

4.1.3 文件的逻辑结构

二、文件的逻辑组织方式 - 索引文件

索引顺序文件是基于关键字进行处理的，当需要基于其他属性来检索记录时，索引顺序文件就难以胜任。为此，需要采用一种多索引的结构，让每种可能成为搜索条件的属性都建有相应的索引表，在这种情况下，我们称按关键字建立的索引表为**主索引表（或称完全索引）**，它包含主文件中每条记录的索引表项；而按其他属性建立的索引表为**辅助索引表（或称部分索引）**。

4.1.3 文件的逻辑结构

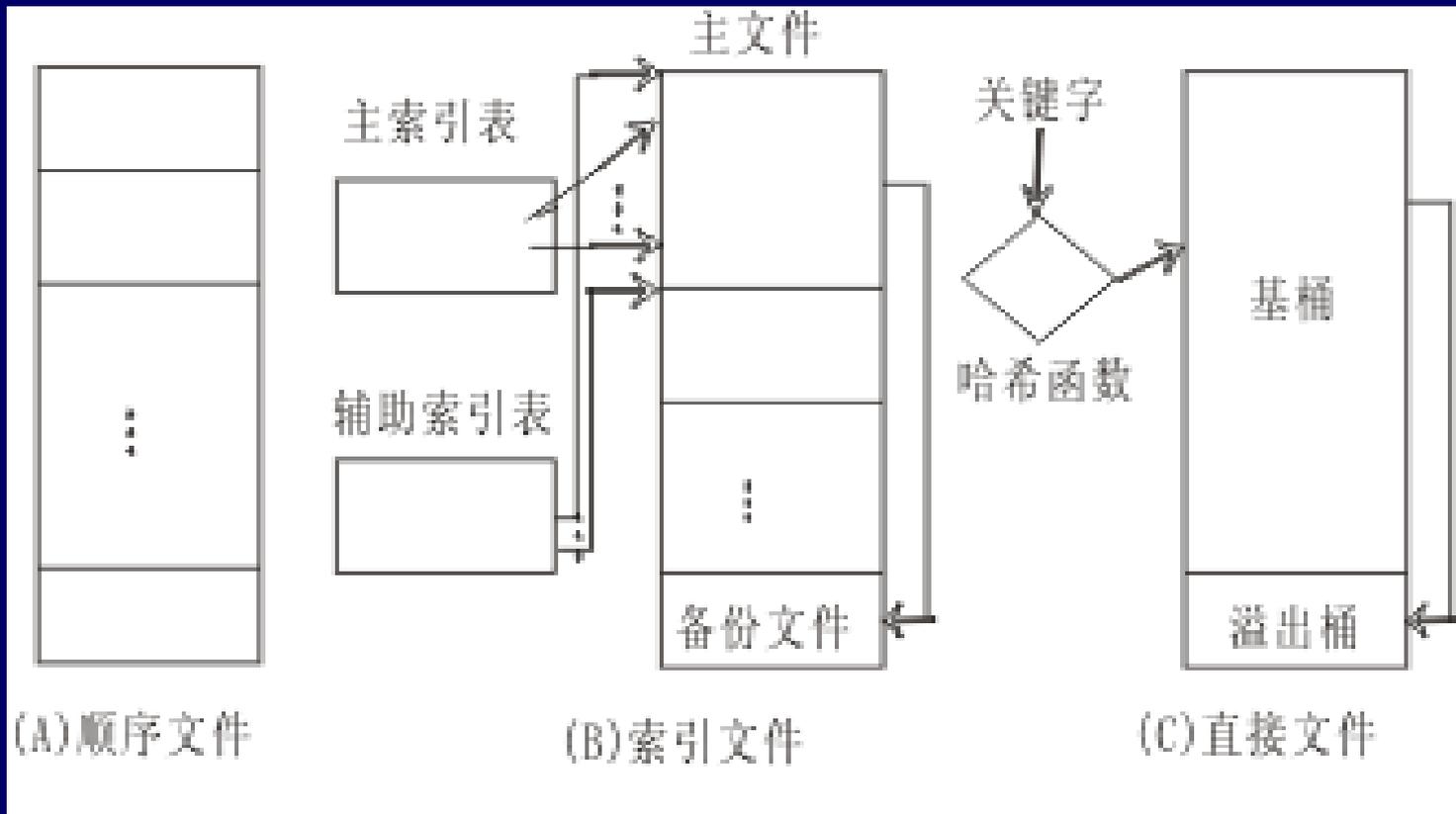
二、文件的逻辑组织方式 - 索引文件

记录大小不必相同，不必排序，存放在主文件(primary file)中。索引文件与索引顺序文件的区别在于对同一主文件，除了主索引表外，还有**辅助索引表**，可以针对不同的关键字域相应建立**多个索引**。索引文件的记录项通常较小，**查找速度快**，便于随机直接访问(random access)。

适用于：信息处理及时性要求较高的场合。

4.1.3 文件的逻辑结构

二、文件的逻辑组织方式 - 索引文件



4.1.3 文件的逻辑结构

二、文件的逻辑组织方式 - 直接文件

直接文件也称为哈希文件或散列文件，是用散列技术组织成的文件，其组织方式类似于散列表，但存储介质是外存储器。直接文件具有直接访问磁盘中任何一个地方已知块的能力。和顺序文件以及索引顺序文件一样，直接文件使用基于关键字的散列。直接文件中的记录通常是成组存放的。若干个记录组成一个存储单位。

4.1.3 文件的逻辑结构

二、文件的逻辑组织方式 - 直接文件

记录大小相同。由主文件和溢出文件组成。记录位置由哈希函数确定。检索时给出记录编号，通过哈希函数计算出该记录在文件中的相对位置。访问速度快，但在主文件中有空闲空间，不可顺序访问。

4.1 文件的概念

4.1.1 文件与文件系统

4.1.2 文件命名

4.1.3 文件的逻辑结构

4.1.4 文件类型

4.1.5 文件存取方法

4.1.6 文件属性

4.1.4 文件类型

一、按用途分类

- **系统文件**：指由系统软件构成的文件。
- **用户文件**：指由用户的源代码、可执行文件或数据等构成的文件。
- **库文件**：指由标准的子程序及常用的例程等构成的文件。

4.1.4 文件类型

二、按文件中的数据形式分类

- **源文件**：指由源程序和数据构成的文件。
- **目标文件**：指由各种语言编译程序所输出的相对地址形式的程序文件，如扩展名为.obj的文件。
- **可执行文件**：指通过连接装配程序连接后所生成的可执行的目标文件。

4.1.4 文件类型

三、按存取控制属性分类

- **只执行文件**：指只允许用户调用执行，既不允许读，更不允许写的文件。
- **只读文件**：指只允许用户对其进行读操作的文件。
- **读写文件**：指允许用户对其进行读或写操作的文件。

4.1.4 文件类型

四、按文件的逻辑结构分类

- **结构文件**：指由记录有序集合所构成的记录式文件，可分定长记录文件和变长记录文件。
- **无结构文件**：指由字符序列有序集合所构成的文件，即流式文件。

4.1 文件的概念

4.1.1 文件与文件系统

4.1.2 文件命名

4.1.3 文件的逻辑结构

4.1.4 文件类型

4.1.5 文件存取方法

4.1.6 文件属性

4.1.5 文件存取方法

文件存取方法： 研究访问存储空间上**物理**文件的方法。

➤ **顺序存取法：**

- 严格按照数据记录的排列顺序依次存取。

➤ **直接存取法：**

- 允许用户随意读写文件的任意一个记录。

➤ **按键存取法：**

- 根据文件中各记录的内容（键）进行存取的。

4.1 文件的概念

4.1.1 文件与文件系统

4.1.2 文件命名

4.1.3 文件的逻辑结构

4.1.4 文件类型

4.1.5 文件存取方法

4.1.6 文件属性

4.1.6 文件属性

文件属性：反映文件的类型、存取控制等。

一些可能的文件属性见下图。

表 4—1 一些可能的文件属性

域	含 义
保护	谁能访问该文件，以何种方式访问
口令	访问该文件所需口令
创建者	文件创建者的 id
所有者	当前文件的所有者
只读标志	0 表示读 / 写，1 表示只读
隐藏标志	0 表示正常，1 表示不在列表中显示
系统标志	0 表示正常文件，1 表示系统文件
存档标志	0 表示已备份过，1 表示需要备份
ASCII / 二进制标志	0 表示 ASCII 文件，1 表示二进制文件
随机存取标志	0 表示只能顺序存取，1 表示随机存取
临时标志	0 表示正常，1 表示在进程退出时删除文件
锁标志	0 表示未锁，非零表示已锁
记录长度	一条记录的字节数
关键字位置	每条记录中关键字偏移
关键字长度	关键字域的字节数
创建时间	文件创建日期和时间
最后存取时间	文件最后存取日期和时间
最后修改时间	文件最后修改日期和时间
当前长度	文件字节数
最大长度	文件最大允许字节数

第四章 文件管理

4.1 文件的概念

4.2 文件目录

4.3 文件共享与保护

4.4 文件系统的实现

4.2 文件目录

目录是由文件说明索引组成的用于文件检索的特殊文件。将文件名转换为该文件在外存的物理位置。文件目录的内容主要是文件访问的控制信息（不包括文件内容）。

对文件目录管理的要求：

- (1) 实现“按名存取”。
- (2) 提高文件的检索速度。
- (3) 文件共享。
- (4) 允许文件重名。

4.2 文件目录

4.2.1 文件目录内容

4.2.2 文件目录结构

4.2.3 路径名

4.2.4 目录查找

4.2.1 文件目录内容

目录的内容是**文件属性信息** (properties) (目录表目、文件控制块)，其中的一部分是用户可获取的。

(1) 基本信息

- **文件名**：由创建者（即用户或程序）标识文件的符号名，该符号名必须在一个目录中唯一。
- **文件类型**：指诸如文本文件、二进制文件、普通文件和特殊文件等。
- **文件组织**：指文件的逻辑组织和文件的物理组织。

4.2.1 文件目录内容

(2) 文件的地址信息

- **卷**：指文件所存放的设备。
- **起始地址**：指文件在辅存中存放的起始物理地址（如磁盘柱面号、磁头号 and 扇区号）。
- **文件使用大小**：指文件的当前大小。
- **分配大小**：指分配文件的最大尺寸。

4.2.1 文件目录内容

(3) 访问控制信息

- **文件的所有者**：指被指定为控制该文件的用户，也称为文件主。
- **访问信息**：指每个授权用户的用户名和口令，即用户的访问权限的信息。
- **许可的行为标记**：即文件属性标记（表4-1 中的标志位或短域），它控制文件读、写、执行以及网上传送等行为。

4.2.1 文件目录内容

(4) 使用信息

文件建立日期: 指文件第一次放置在文件目录中的日期。

上一次读日期: 指到目前为止最后一次读文件的日期。

上一次读用户名: 指到目前为止最后一次读文件的用户。

上一次修改日期: 指到目前为止最后一次修改文件的日期。

上一次修改用户名: 指到目前为止最后一次修改文件的用户。

上一次备份日期: 指到目前为止最后一次备份文件到另一个存储介质的日期。

当前文件活动状态: 指有关当前文件的活动信息，如文件是否在主存已经修改但还没有存入磁盘、文件的使用者个数等。

4.2 文件目录

4.2.1 文件目录内容

4.2.2 文件目录结构

4.2.3 路径名

4.2.4 目录查找

4.2.2 文件目录结构

目录结构讨论目录的**组织结构**，设计目标是**提高检索效率**。

• **一级目录**：整个目录组织是一个线性结构，系统中的所有文件都建立在一张目录表中。它主要用于单用户操作系统。它具有如下的特点：

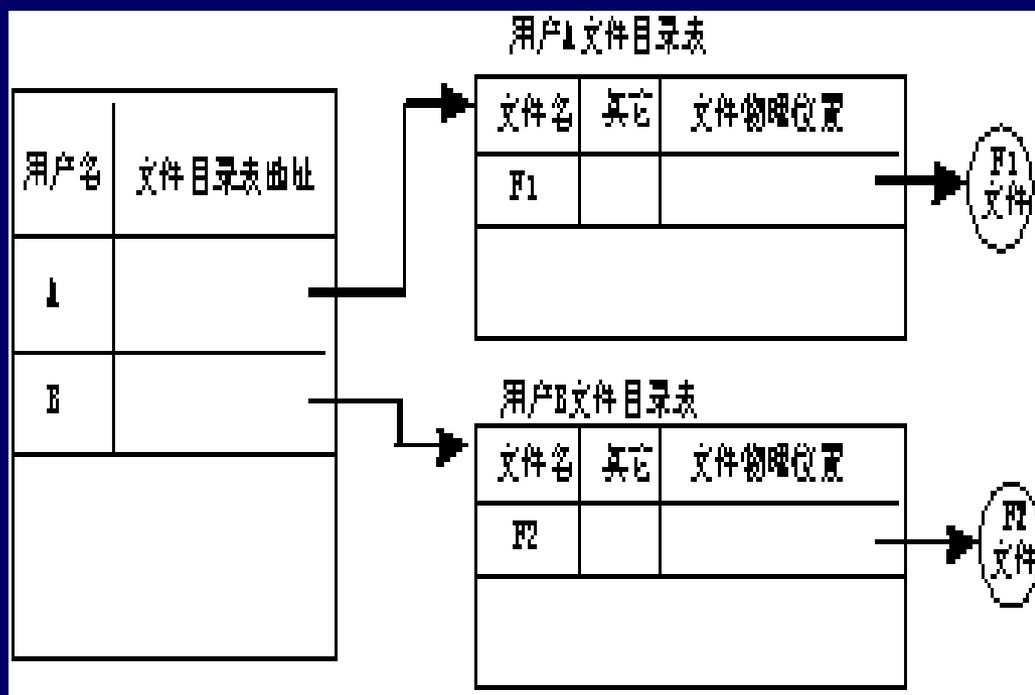
- 结构简单；

- 文件多时，目录检索时间长；

- 有命名冲突：如重名（多个文件有相同的文件名）或别名（一个文件有多个不同的文件名，即共享）。

4.2.2 文件目录结构

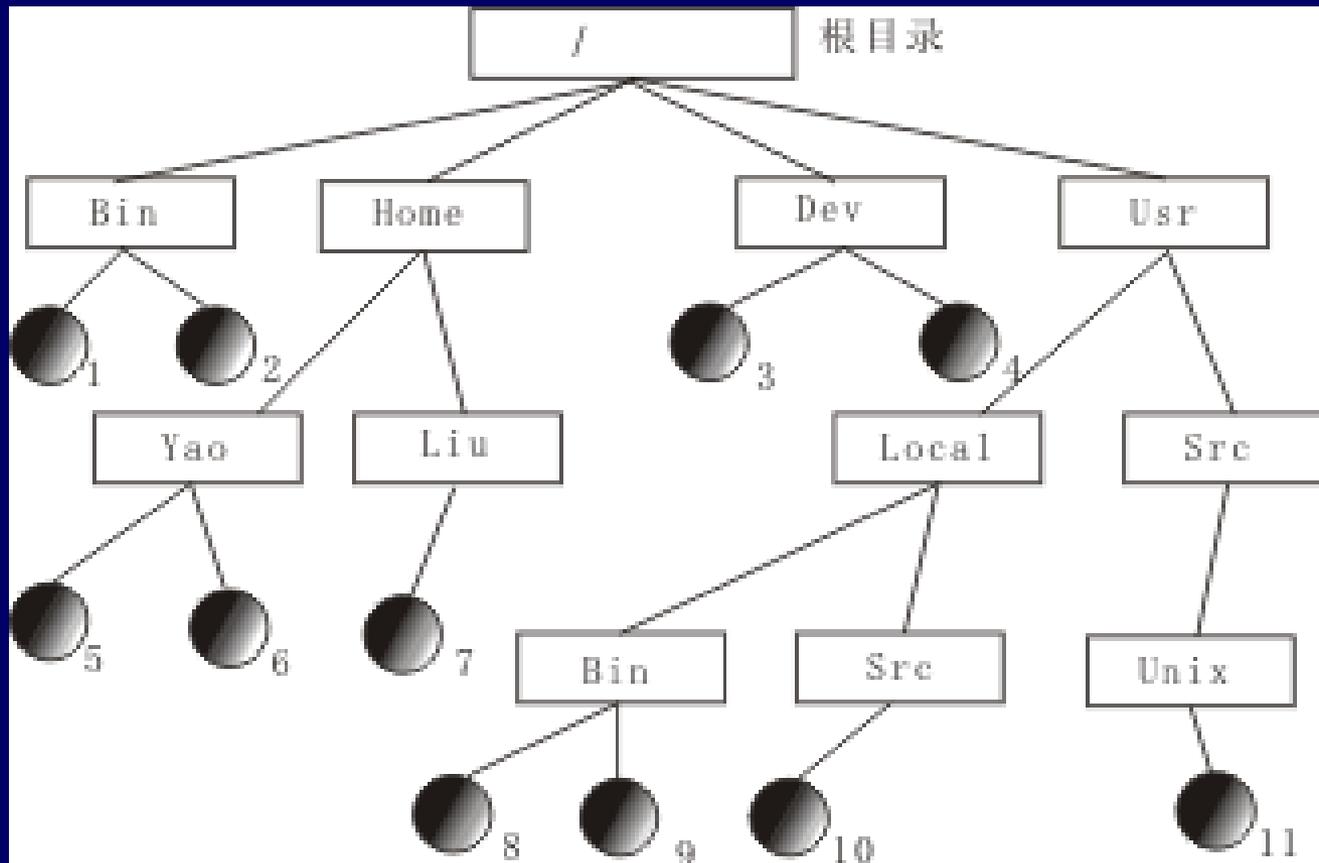
- **二级目录**: 在根目录下, 每个用户对应该一个目录 (第二级目录); 在用户目录下是该用户的文件, 而不再有以下级目录。适用于多用户系统, 各用户可有自己的专用目录。



4.2.2 文件目录结构

- **多级目录**：或称为树状目录 (tree-like)。在文件数目较多时，便于系统和用户将文件分散管理。适用于**较大的文件系统管理**。目录级别太多时，会增加**路径检索时间**。
- **目录文件**：一个目录的目录项组成的文件。
 - **目录名**：可以修改。
 - **目录树**：中间结点是目录，叶子结点是目录或文件。
 - **目录的上下级关系**：**当前目录** (current directory, working directory)、**父目录** (parent directory)、**子目录** (subdirectory)、**根目录** (root directory) 等；
 - **路径** (path)：每个目录或文件，可以由根目录开始依次经由的各级目录名，加上最终的目录名或文件名来表示；

4.2.2 文件目录结构



4.2.2 文件目录结构

•改进的多级目录：为了提高目录检索速度，可把目录中的文件说明（文件描述符）信息分成两个部分：

-符号文件目录：由文件名和文件内部标识组成的树状结构，按文件名排序；

-基本文件目录（索引节点目录）：由其余文件说明信息组成的线性结构，按文件内部标识排序；

4.2 文件目录

4.2.1 文件目录内容

4.2.2 文件目录结构

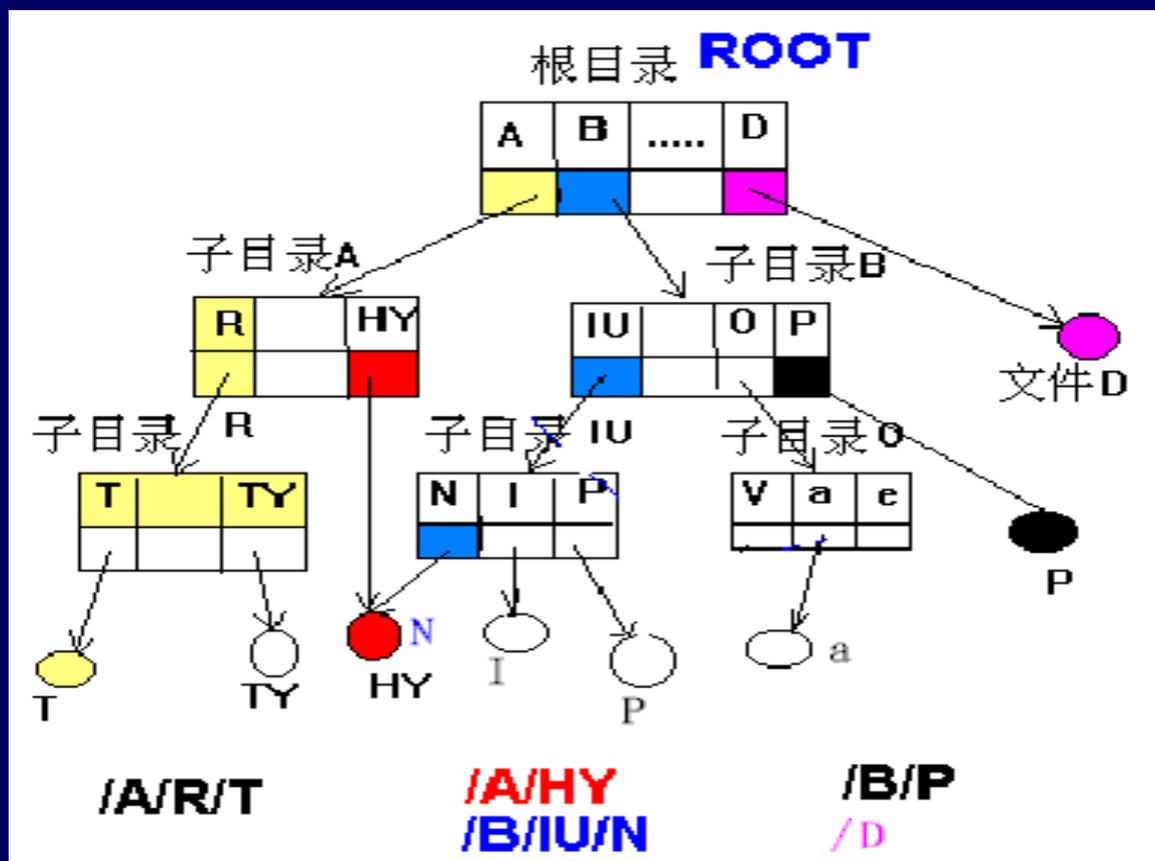
4.2.3 路径名

4.2.4 目录查找

4.2.3 路径名

所谓文件的路径名是指从根目录出发，一直到所要找的数据文件，把沿途的各个分支目录名连接一起再加上所要访问的文件名而形成的，两个分支目录名之间以及目录名与文件名之间用分隔符分开。

4.2.3 路径名



4.2 文件目录

4.2.1 文件目录内容

4.2.2 文件目录结构

4.2.3 路径名

4.2.4 目录查找

4.2.4 目录查找

- 一级目录结构可采用顺序、折半、hash查找法；
- 树形目录结构根据树形结构逐级查找，一般情况下从根目录查起，为了节省时间也可以从当前目录查起。当前目录可存放在主存。

第四章 文件管理

4.1 文件的概念

4.2 文件目录

4.3 文件共享与保护

4.4 文件系统的实现

4.3 文件共享与保护

4.3.1 文件共享

- 文件共享是指一个文件被若干用户或进程共同使用。避免了系统复制文件的开销，并节省文件占用的存储空间。

4.3.2 文件保护

- 文件系统必须提供安全可靠的保护与保密措施，以防止文件信息被有意或无意的破坏或偷窃。

4.3.1 文件共享

实现文件共享的常用方法

1. 绕道法
2. 连访法
3. 利用基本文件目录实现文件共享
4. 基于索引节点的共享方式
5. 利用符号链接实现共享

4.3.1 文件共享

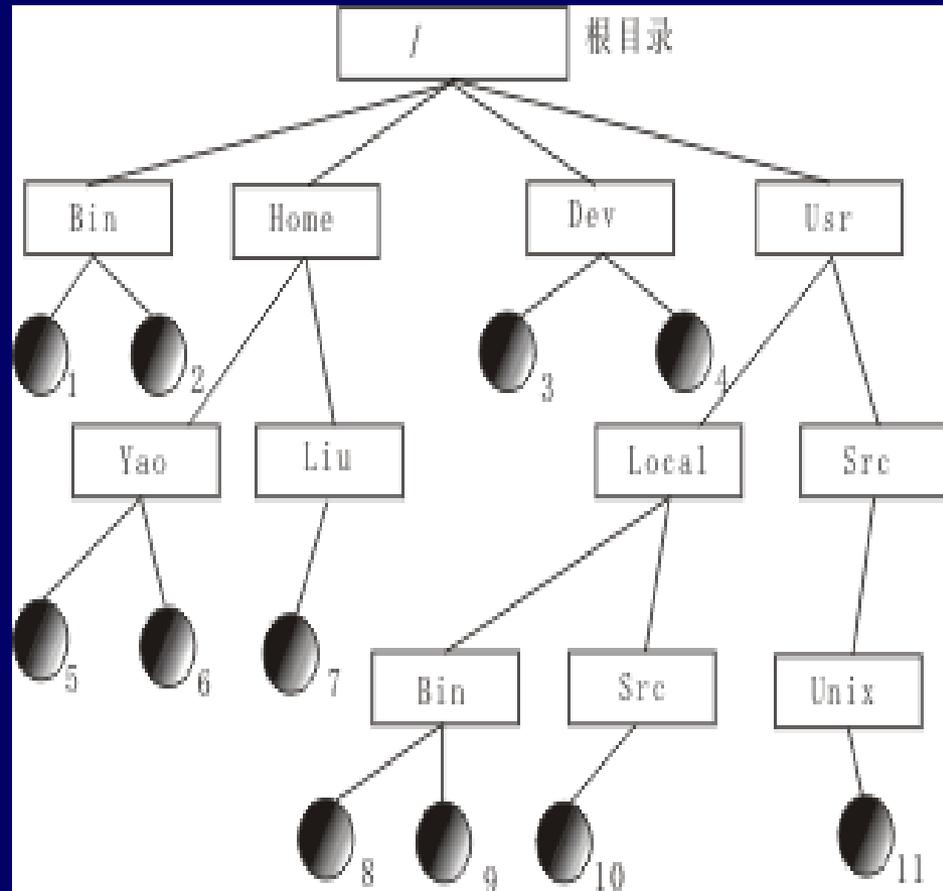
1. 绕道法

绕道法：给每个用户一个当前目录，用户对所有文件的访问都是相对于当前目录进行的。

缺点：为了访问一个不在当前目录下的共享文件，绕道法需要花费很多时间去访问多级目录，搜索效率较低。

4.3.1 文件共享

系统用“*”表示一个给定目录文件的父目录，假定用户Yao的当前目录为/home/Yao，用户Yao若要访问Liu的文件7，则应使用路径名*/Liu/7，从而实现文件的共享



4.3.1 文件共享

2. 连访法

连访法： 在相应的目录项之间进行链接，即在要共享的子目录中增设一个**LINK表目**，填上用户自己定义的访问共享文件所用的符号名，并将该表目中的指针直接指向被共享文件的文件目录表目，而不是直接指向文件本身，还要加上“**连接计数**”表目。

目的： 提高对共享文件的访问速度。

4.3.1 文件共享

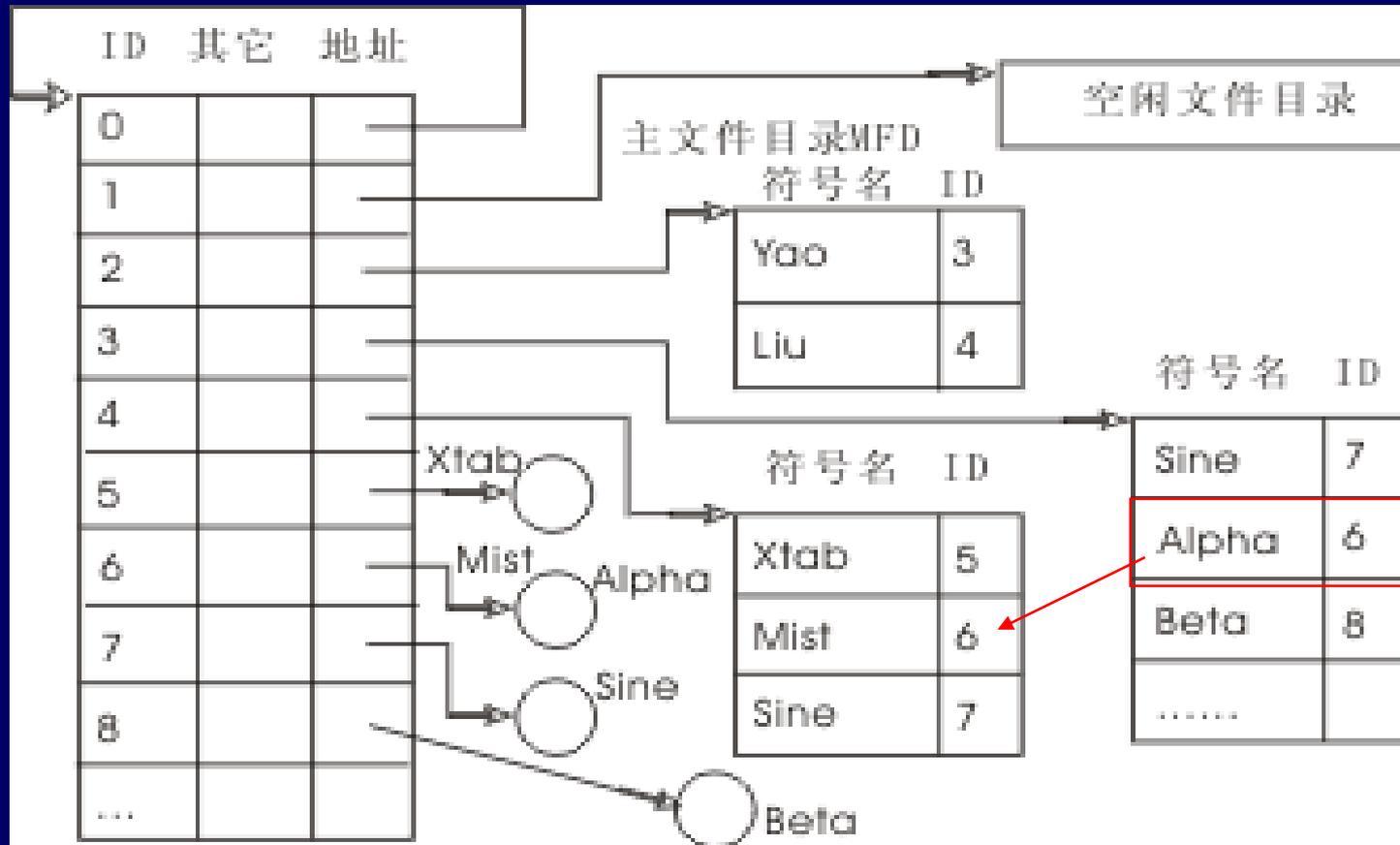
3. 利用基本文件目录实现文件共享

利用基本文件目录实现文件共享：利用把目录表目进行分解的办法来加快检索速度，同时也便于实施文件的共享

目录分解：就是把一个目录表目分解为两部分：**基本文件目录（BFD）部分与符号文件目录（SFD）部分。**

4.3.1 文件共享

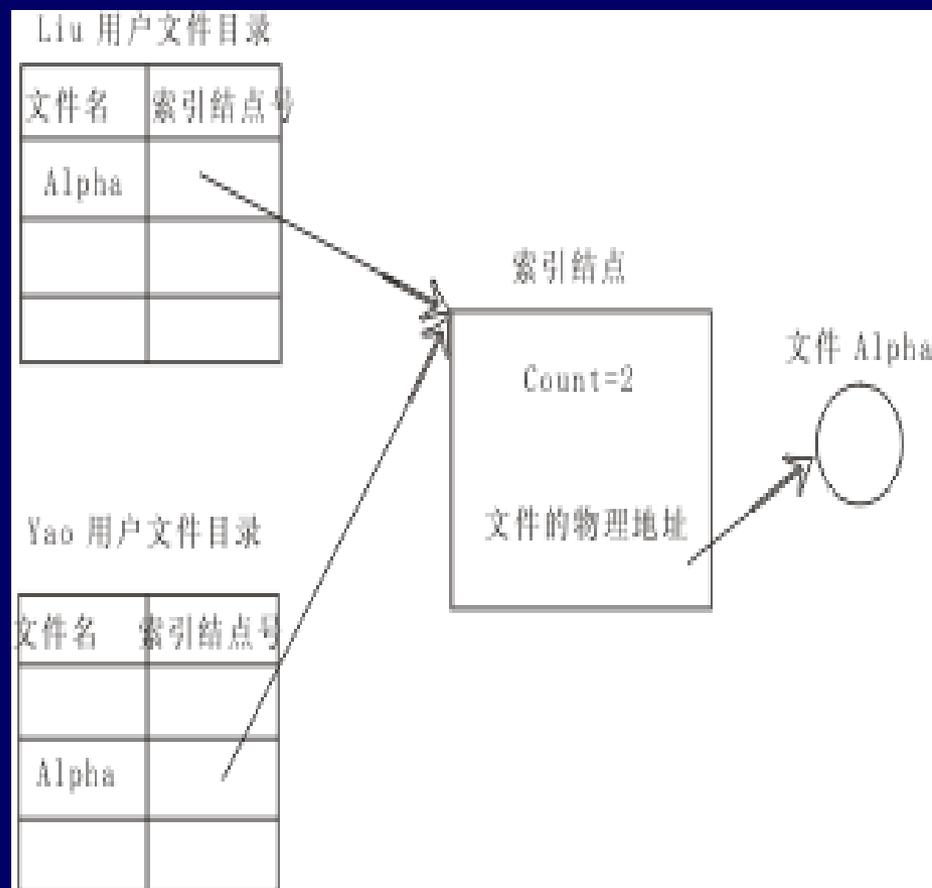
3. 利用基本文件目录实现文件共享



4.3.1 文件共享

4. 基于索引节点的共享方式

思想：对要共享的文件，引入一个**索引节点**，将文件中诸如文件的物理地址及其文件属性等信息，不放在文件目录表中，而是放在索引节点中。在文件目录中只设置**文件名**及其**指向相应索引节点的指针**。



4.3.1 文件共享

5. 利用符号链接实现共享

思想：与采用连访法实现文件共享很相似。

与连访法的不同：连访法连接只能建立在同一个机器上，而符号连接是跨机器的。

优点：能够用于链接计算机网络上的任何地点中的文件。

缺点：访问共享文件时，可能需要多次访盘，时间开销较大，也要开销一定磁盘空间。

4.3.2 文件保护

主要的目标：是实现文件的保密性、完整性和可用性。

具体的实现技术：

- 用户认证：**使用加密的口令、物理身份鉴别等技术。
- 文件保护机制：**使用保护域、存取矩阵（如存取控制表、权能表等）等技术。
- 数据备份：**包括全量备份和增量备份等。

4.3.2 文件保护

文件系统的一致性维护

在文件的保护技术中，另外还有一个重要的内容是有关文件系统的一致性问题。解决不一致问题的方法是进行**一致性检查**。

包括:

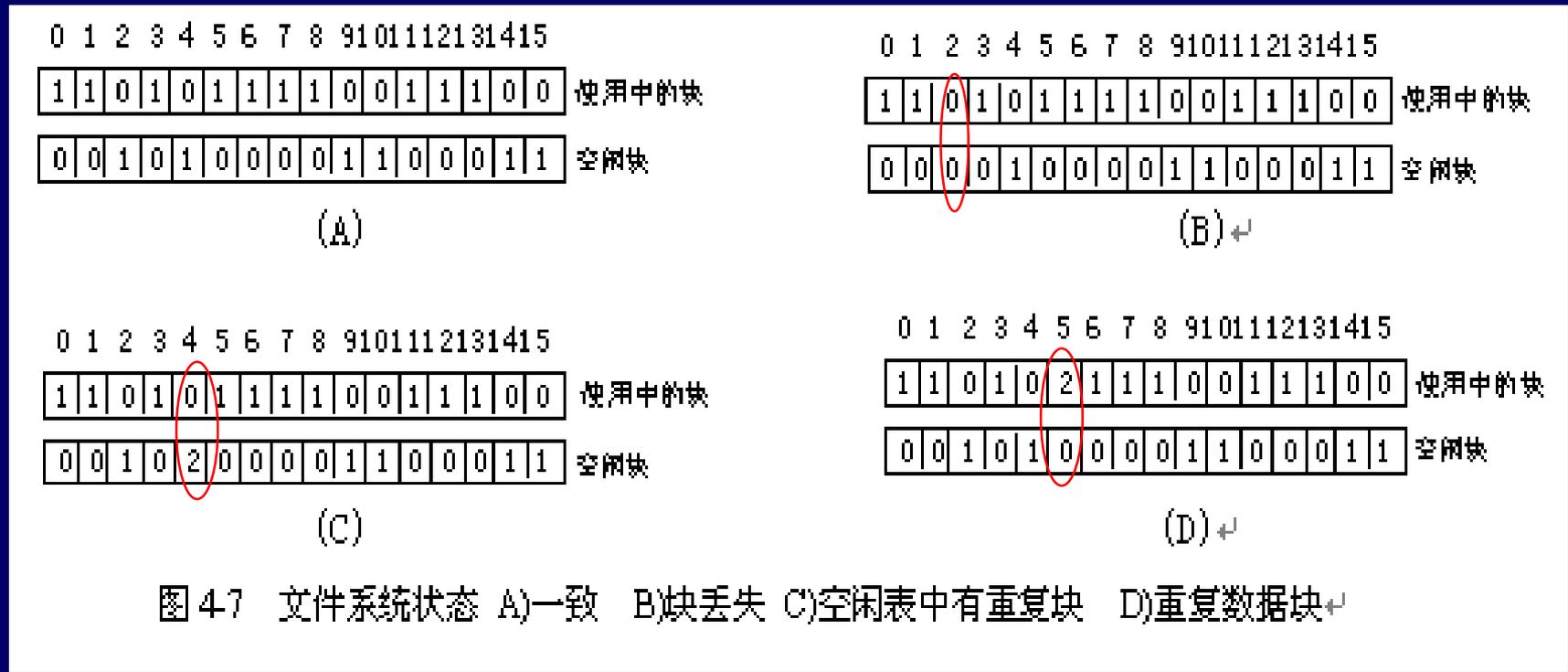
1. 块的一致性检查:

- 建立两张表。每张表中，每块对应一个计数器，初始值设为0。第一张表的计数器记录了每块在文件中出现的次数，第二张表的计数器记录了每块在空闲块链表(或空闲块位图)中出现的次数。

如果文件系统一致，则每个块要么在第一张表中为1，要么在第二张表中为1。

4.3.2 文件保护

文件系统的一致性维护



4.3.2 文件保护

文件系统的一致性维护

2. 文件的一致性检查:

- 一张计数器表，每个计数器对应于一个文件的i-节点。检验程序从根目录开始，沿着目录树递归下降，检查文件系统中的每个目录。对每个目录中的文件，其i-节点对应的计数器加1。

若i-节点对应的计数器与i-节点内的共享文件链接数相同，则一致，否则不一致。

第四章 文件管理

4.1 文件的概念

4.2 文件目录

4.3 文件共享与保护

4.4 文件系统的实现

4.4 文件系统的实现

从设计者角度来研究文件系统。讨论如何将辅存空间分配给文件；如何知道可以分配哪些空间；以及如何使系统有效而可靠地工作。

4.4.1 文件存储空间分配

4.4.2 文件分配

4.4.1 文件存储空间管理

文件存储空间管理的数据结构通常称为**磁盘分配表** (disk allocation table)。空闲空间的管理方法有：

1. 位示图 (bitmap)
2. 空闲表法
3. 空闲链表法
4. 链接索引表法

4.4.1 文件存储空间管理

1. 位示图(bitmap)

每一位表示一个盘块，取值0和1分别表示空闲和占用。
在文件使用期间存放在内存中，使用方便、速度较快。

分配步骤:

1. 位示图中找到一个其值为“0”的二进制位。
2. 计算盘块号为 $b=n*(I-1)+J$ ，(I为行，J为列)。注：b为相对块号，实际中盘块号为：(柱面号，磁头号，块号)
3. 令 $\text{map}[I, J]=1$ 。

回收步骤:

1. 将盘块号b变换成相应的行号I和列号J：
$$I = (b-1) \text{ div } n + 1;$$
$$J = (b-1) \text{ mod } n + 1.$$
2. 令 $\text{map}[I, J]=0$

4.4.1 文件存储空间管理

2. 空闲表法

空闲区：存储介质中一个连续的未分配区域。

系统为存储介质上的所有空闲区建立一张空闲表，每一个空闲区对应表中的一个表目。表目的内容包括：空闲区第一个盘块号、该空闲区的盘块总数等信息。将所有空闲区按第一盘块号的大小排列。

序号	首块号	空闲块数
1	3	5
2	9	8
...

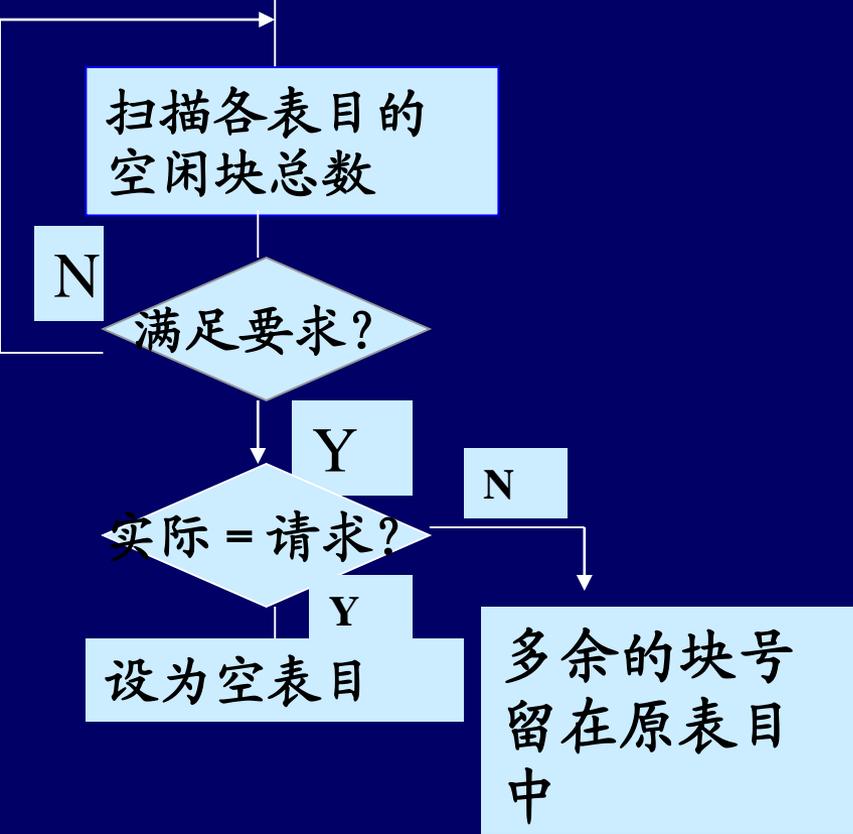
(A) 空闲表

分配算法与内存分配类似。

4.4.1 文件存储空间管理

2. 空闲表法

空闲区分配:



删除文件:

- 扫描空闲表，寻找一个空表目，将文件所释放的第一个盘块号及其占用的盘块数填入该表目中。

4.4.1 文件存储空间管理

2. 空闲表法

总结：适用于连续分配文件，管理方法简单，但当空闲区过多时，将大大影响使用效率。

4.4.1 文件存储空间管理

3. 空闲链表法

空闲链表法是将所有的空闲区拉成一条空闲链。

根据构成链的基本元素的不同，可分为：

❖ 空闲盘块链

- 空闲盘块链是指将磁盘上所有空闲区，以盘块为基本元素拉成一条链。

优点：分配与回收一个盘块的过程非常简单；

缺点：空闲盘块链可能很长，影响效率。

4.4.1 文件存储空间管理

◆ 空闲区链

- 空闲区链是指将磁盘上所有的空闲区（每个空闲区可能包含若干个盘块）拉成一条链。

优点：空闲区链较短；

缺点：分配与回收的过程较复杂。

4.4.1 文件存储空间管理

4. 链接索引表法

基本思想：使用若干个空闲盘块作为索引表块，来指出存储空间中所有空闲盘块。

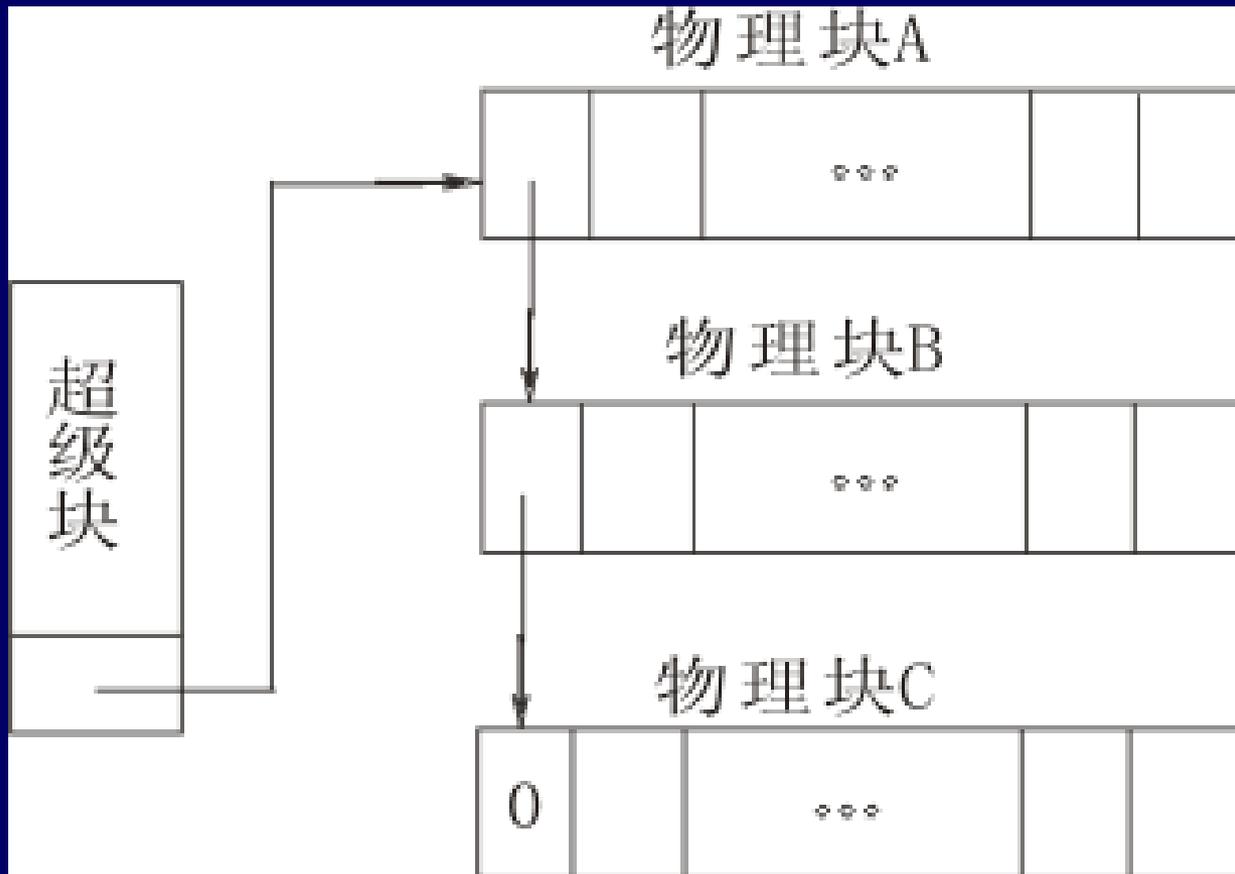
分配：

- 系统从链表头的索引表块（如图4-9中的A索引块）的尾部开始分配。

回收：

- 系统将释放的空闲块添加到索引链表头指出的索引表块的空闲表目中（链表中只有头指针指出的索引表块是不满的，其他索引表块全是满的）。

4.4.1 文件存储空间管理



4.4 文件系统的实现

4.4.1 文件存储空间分配

4.4.2 文件分配

4.4.2 文件分配

文件分配：也叫文件的物理组织，即文件在文件存储空间上的存储结构。

文件分配的优劣主要取决于：

- ❖ 采用**静态分配**（预分配）还是**动态分配**。
- ❖ 分区大小应该是多少。
- ❖ 文件空间的管理。
- ❖ 文件分配方法。

静态分配是指创建一个文件时就给文件一次性分配所需的最大文件存储空间；**动态分配**是指随文件动态增长动态分配所需的文件存储空间。

4.4.2 文件分配

如何才能有效地利用文件存储空间、如何提高对文件的访问速度是文件存储空间分配时要考虑的主要问题。

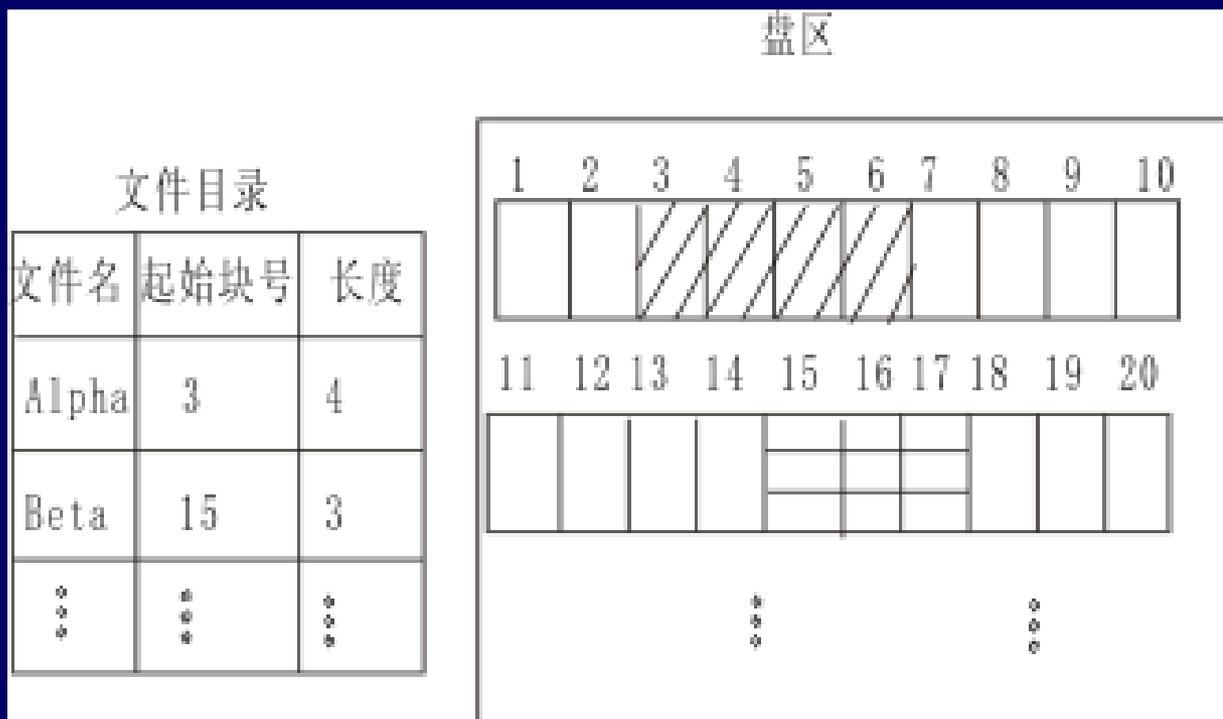
主要的文件分配方法：

- ❖ 连续分配
- ❖ 链接分配
- ❖ 索引链接分配
- ❖ 索引节点—i节点

4.4.2 文件分配

连续分配

连续分配是指在创建文件时，给文件分配一组连续的物理盘块，使用静态分配策略。所形成的物理文件为顺序文件。



4.4.2 文件分配

连续分配

优点:

- 比较简单，容易实现；
- 支持直接存取，即检索一个块也是非常容易。

缺点:

- 必须在文件创建时就知道文件的最大长度。
- 造成磁盘碎片

4.4.2 文件分配

链接分配

链接分配是指为每个文件构造磁盘块的链接表，每个块的第一个字用于指向下一块的指针，块的其它部分存放数据，由此形成的物理文件称为链接文件。

分类：

- ❖ 隐式链接
- ❖ 显式链接

4.4.2 文件分配

链接分配 - 隐式链接

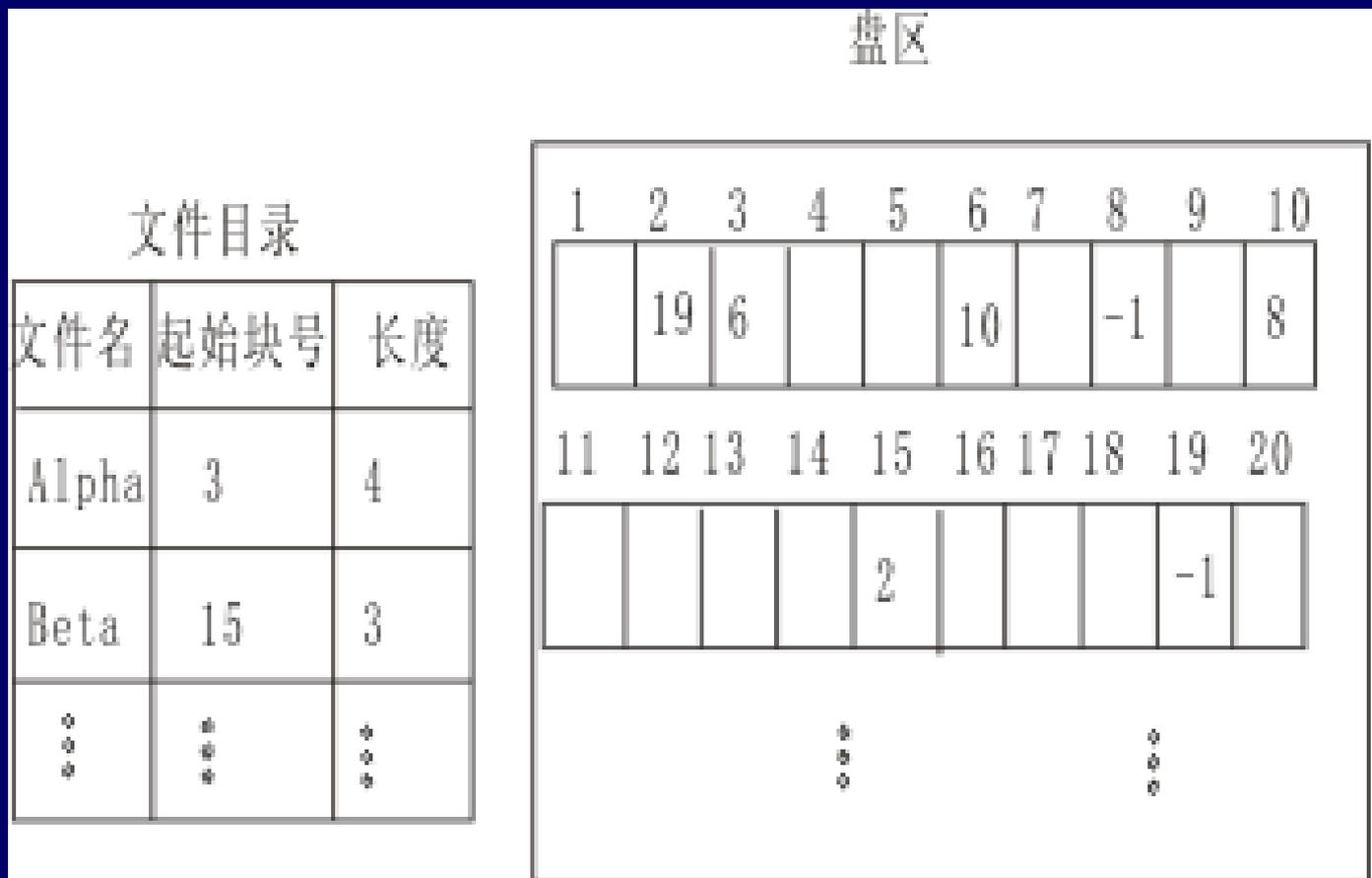
在文件目录的每个目录表目中，都须含有指向链接文件的第一盘块和文件长度（或最后一个盘块的指针）。

缺点： (1) 只适应顺序访问，对随机访问效率很差。此外，其可靠性也较差。

(2) 另外，每个磁盘块存储数据的字节数不再是2的幂，降低了系统的运行效率。

- 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。

4.4.2 文件分配



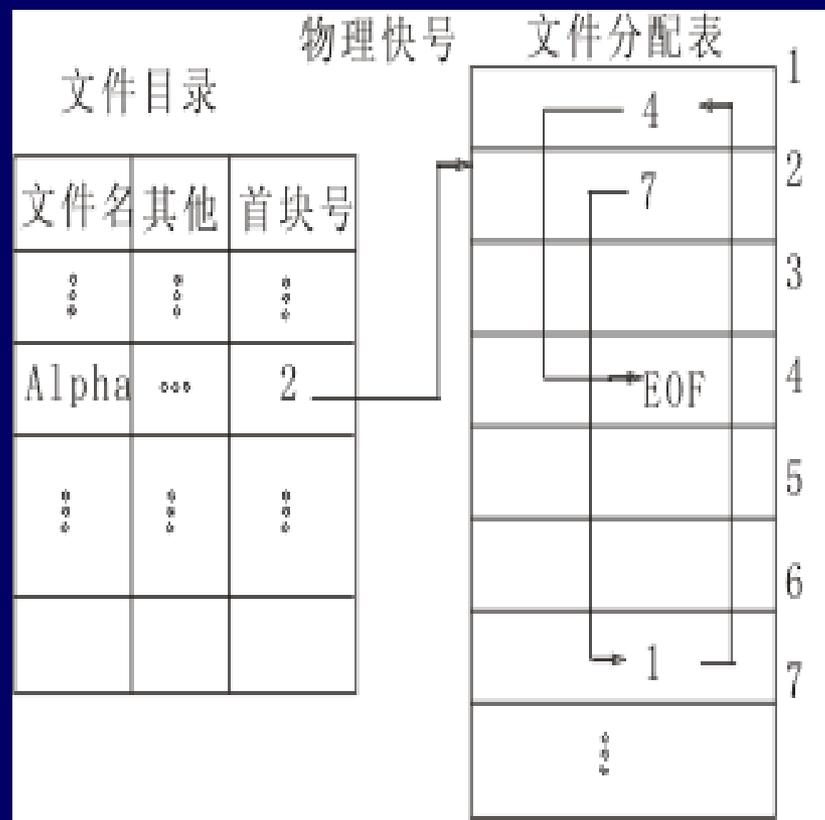
4.4.2 文件分配

链接分配 - 显式链接

显式链接是指把用于链接文件的各物理地址指针，显式地放在内存的一张链接表中。该表在整个磁盘中仅设置一张。

优点： 不会形成磁盘碎片。

缺点： 随机存取却相当缓慢；



4.4.2 文件分配

索引链接分配

索引分配是为了解决连续分配和链接分配的问题而产生的。索引链接分配是文件逻辑组织中索引组织的物理实现。

分类：

1. 一级索引链接分配
2. 多级索引链接分配

--适合于大的文件

4.4.2 文件分配

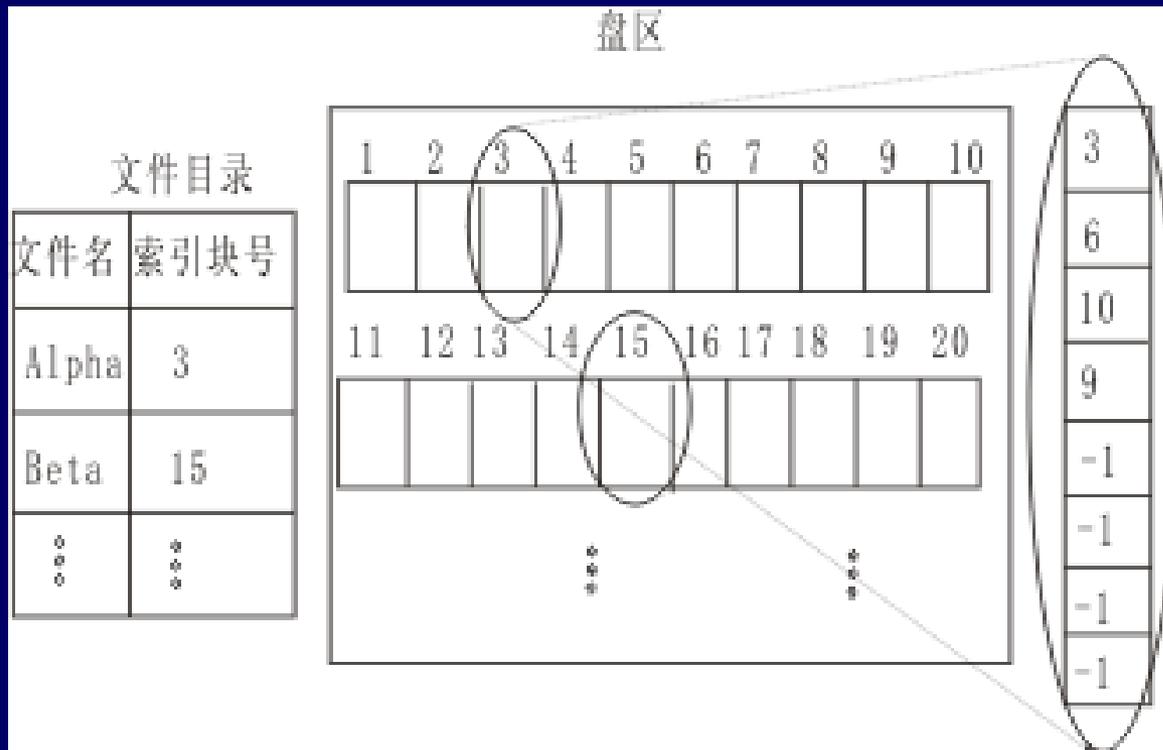
索引链接分配 - 一级

思想：为每个文件分配一个索引块（表），把分配给该文件的所有盘块号，都记录到该索引块中，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，必须在该文件的目录表目中，填上指向该索引块的指针。

缺点：当文件较小时，索引块大部分空间未被使用上，造成索引块的利用率低。

4.4.2 文件分配

索引链接分配 - 一级



4.4.2 文件分配

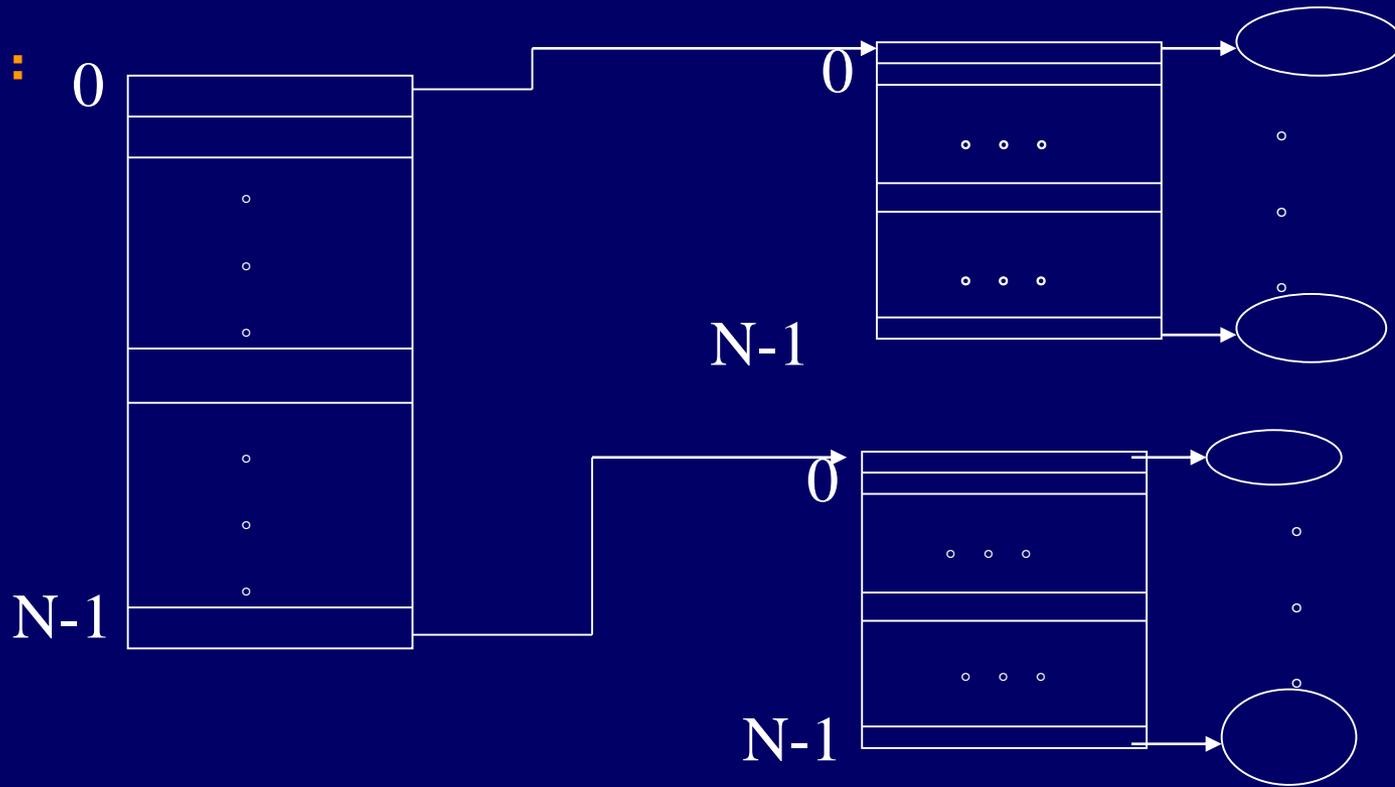
索引链接分配 - 多级

思想： 对大文件来说，分配给文件的索引块数量较多，各索引块之间也必须用链接指针链接起来，当检索第I块时，需将该文件的所有索引块读入内存，然后进行检索。

4.4.2 文件分配

索引链接分配 - 多级

举例:



4.4.2 文件分配

索引节点—i节点

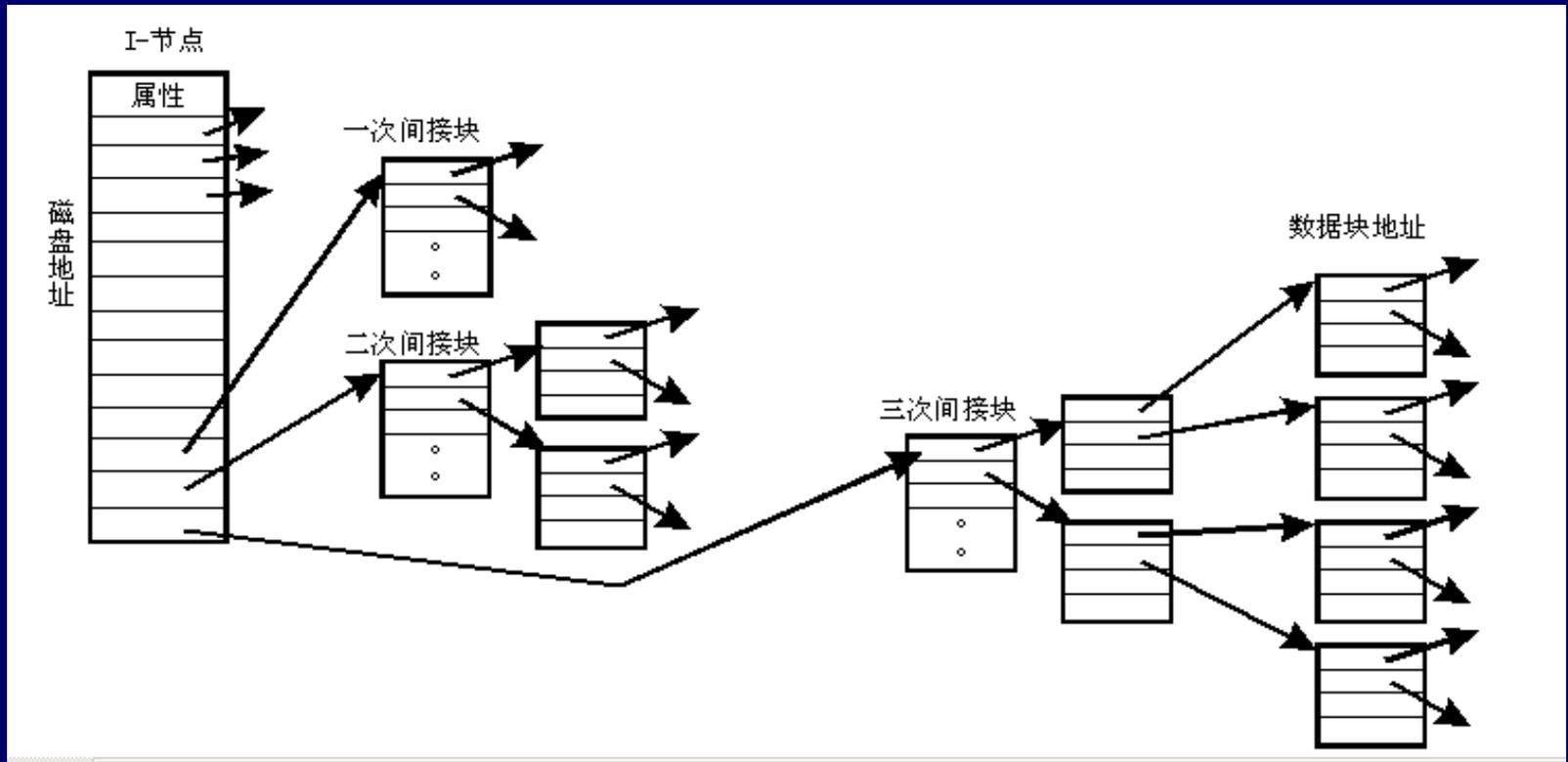
思想：索引节点分配方法实际是一种将上述介绍的多种分配方法相结合的混合分配方法。

每个文件的索引表规定为13个索引表目。前面10表目直接记录存放文件信息的物理盘块号，叫直接寻址，第11项放一次间接寻址，第12项放二次间接寻址，第13项中放三次间接寻址。

在UNIX系统采用这种文件分配方法，如图所示。

4.4.2 文件分配

索引节点—i节点



第四章 文件管理

4.1 文件的概念

4.2 文件目录

4.3 文件共享与保护

4.4 文件系统的实现