

# 第 17 章 Windows 的文件系统

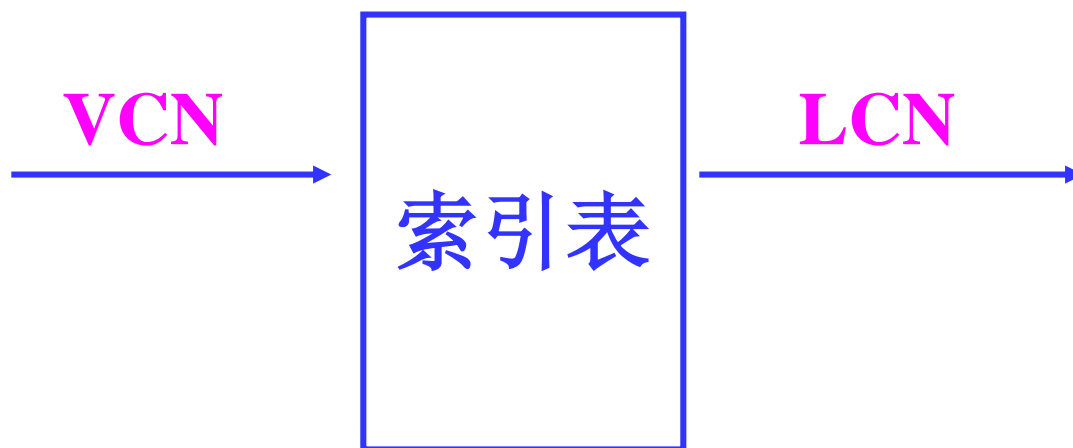
## 17.1 文件系统概述

- ❖ 支持FAT12、FAT16和FAT32文件系统。  
12、16和32分别为描述磁盘块簇地址使用的位数。
- ❖ NTFS.sys，规定使用64位的簇编号，但限制用32位来表达。
- ❖ 卷上簇的大小是在使用Format命令格式化卷时确定的。

# NTFS缺省的簇大小

卷容量	缺省簇大小
512MB	512B
512MB-1024MB	1KB
1024MB-2048MB	2KB
≥2048MB	4KB

- ❖ FAT和NTFS将卷划分成若干簇，并从卷头到卷尾进行编号，称为逻辑簇号(LCN)。
- ❖ NTFS支持的文件的物理结构是索引式的。通过索引表建立文件的虚拟簇号(VCN)与磁盘的逻辑簇号之间的映射。



# NTFS 文件卷结构

分区引导扇区	主控文件表区	文件数据区
--------	--------	-------

- 1) 最多占16个扇区。包含卷的布局、文件系统结构以及引导代码等信息；
- 2) MFT是NTFS卷的管理控制中心，包含了卷上所有的文件、目录及空闲未用盘簇的管理信息；
- 3) 文件数据区依次存放NTFS所有系统文件，主控文件表MFT的镜像文件，根目录、普通文件和子目录，一些空闲簇等。

- NTFS磁盘卷的组织方法非常简单，卷上的每个成分都是一个文件，**每个文件都由一组属性组成**。即使一个普通文件的具体内容也是作为一个属性进行处理的。
- 使用这种简单的结构，系统只要提供几个**通用函数**就可以组织和管理一个文件系统。

## 17.2 主控文件表

- MFT由若干个记录构成，记录的大小固定为**1KB**。每个记录描述一个文件或目录。
- MFT中的前**16**个记录是为NTFS元数据文件保留的。每个**元数据文件**具有一个以“\$”开头的文件名，但该符号是隐藏的。
- **16**个元数据文件之后是一般文件和目录的记录

# 元数据文件

1. **\$Mft**: MFT本身的信息
  2. **\$Logfile**: 日志文件
  3. **\$Volume**: 卷标文件
  4. **\$AttrDef**: 所有属性类型定义文件
  5. **\$\**: 根目录文件
  6. **\$Bitmap**: 管理文件卷簇的位图文件
  7. **\$Boot**: 系统的引导文件
- .....



- MFT中的每个记录都描述一个文件或目录。当一个文件或目录太大时，可能占用多个MFT文件记录。
- 用于存放同一文件属性的第一个记录叫做“文件的基记录”。其他记录叫扩展记录。

# MFT的记录结构

记录=一个记录头+若干（属性，属性值）对

- **记录头**包含了一个用于有效性检查的魔数、文件生成时的顺序号、文件的引用计数、记录中实际使用的字节数。
- **（属性，属性值）**对是指属性的名字和属性的具体内容。

如（**\$FILE\_NAME**，A.C），

（**\$DATA**，文件的具体内容）

# 有名属性和无名属性

- NTFS通过在大写字母前加一个\$符来指定属性。
- 文件属性分为有名属性和无名属性。有名属性包括文件名、文件拥有者、时间标记、安全描述体等。文件的内容是文件的无名属性。
- NTFS文件系统中的文件由若干属性流组成。很容易为文件添加更多属性。

- ❖ 文件的每个属性通过单独的字节流 (stream) 进行存取。
- ❖ NTFS 只负责读/写有名的属性流，应用程序才读/写实际文件的数据（即无名属性）。
- ❖ 表17.3给出了NTFS卷上文件的常用属性。

# 常驻属性与非常驻属性

- 文件属性有常驻属性与非常驻属性。当一个文件很小时，其所有属性和属性值可存放在MFT的一个文件记录中，该属性称为常驻属性。
- 文件的每个属性以标准头开始，且标准头总是常驻的。标准头包含属性和属性值是否常驻等信息。

(标准头)  
文件名属性头

文件名属性值

常驻，偏移=8h, 长度=6	A.doc
----------------	-------

- ❖ 标准头中包含相应属性和属性值是否常驻等信息。
- ❖ 若常驻，则给出从头到属性值的偏移，属性值的长度；若非常驻，它的头包含查找属性值所需的信息。

# 小文件、小目录

- 如果属性值直接存放在MFT的一个记录中，那么NTFS只需访问一次磁盘，就可立即获得数据。
- 小文件或小目录的所有属性常驻在MFT中。小文件的**无名属性**可以包括文件的所有数据。小目录的**索引根属性**可以包括其中所有文件和子目录的索引。

## 小文件的MFT记录

标准信息	文件名	安全描述体	文件数据
------	-----	-------	------

## 小目录的MFT记录

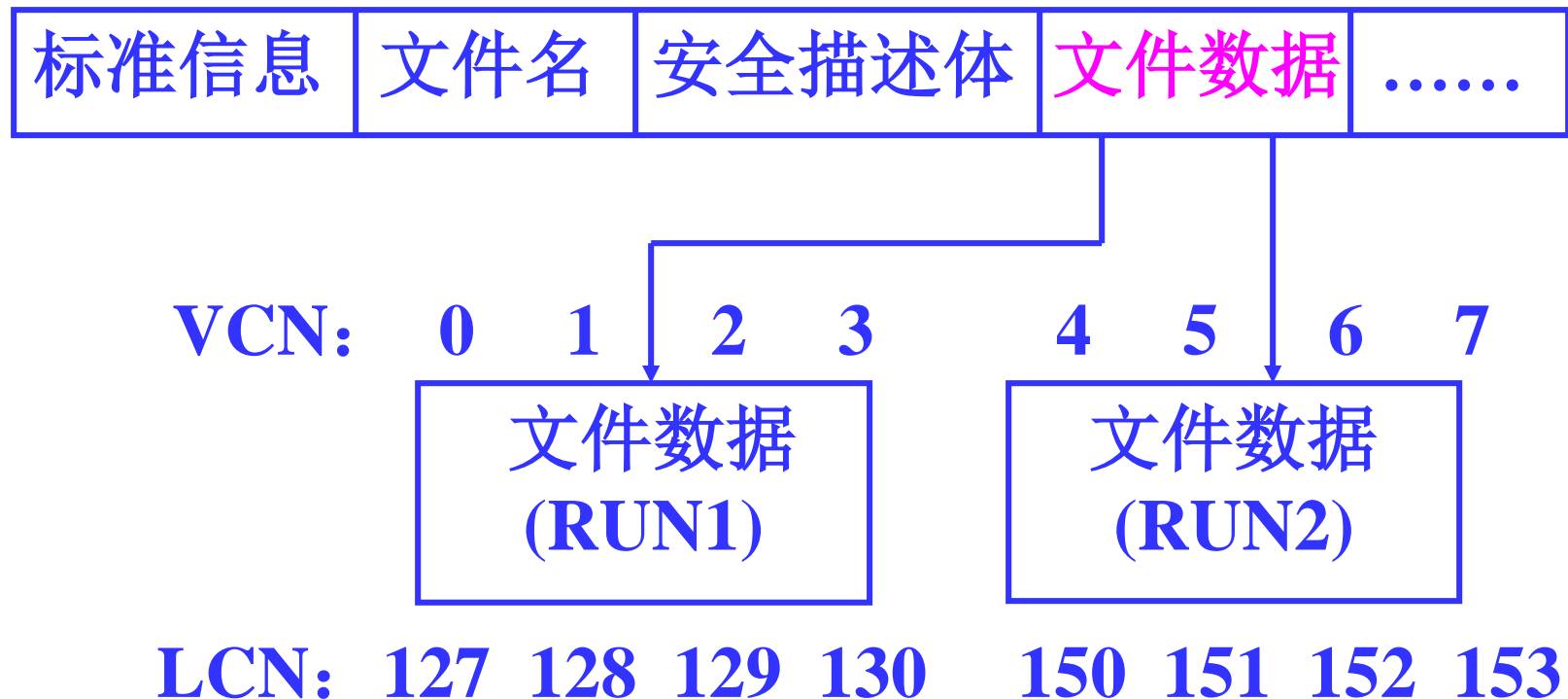
标准信息	目录名	安全描述体	索引根的文件索引			空
			文件1	文件2	文件3	



# 大文件

- ✚ 如果一个属性（如文件内容）太大而不能存放在只有1KB的MFT记录中，则NTFS将为它分配一个与MFT分开的区域。这个区域称为一个运行（run）或一个扩展（extent），用来存储属性值。如果该属性值再增加，那么再分配一个运行。

# 非常驻数据属性的VCN与LCN的映射



# 大文件的数据属性头

- 大文件的数据属性头包含NTFS需要在磁盘上查找属性值所必须的信息
- NTFS通过建立VCN和LCN之间的映射，记录运行的占用情况，以定位文件。

开始的 VCN	开始的 LCN	簇数
0	127	4
4	150	4

## 17.3 NTFS文件的物理结构

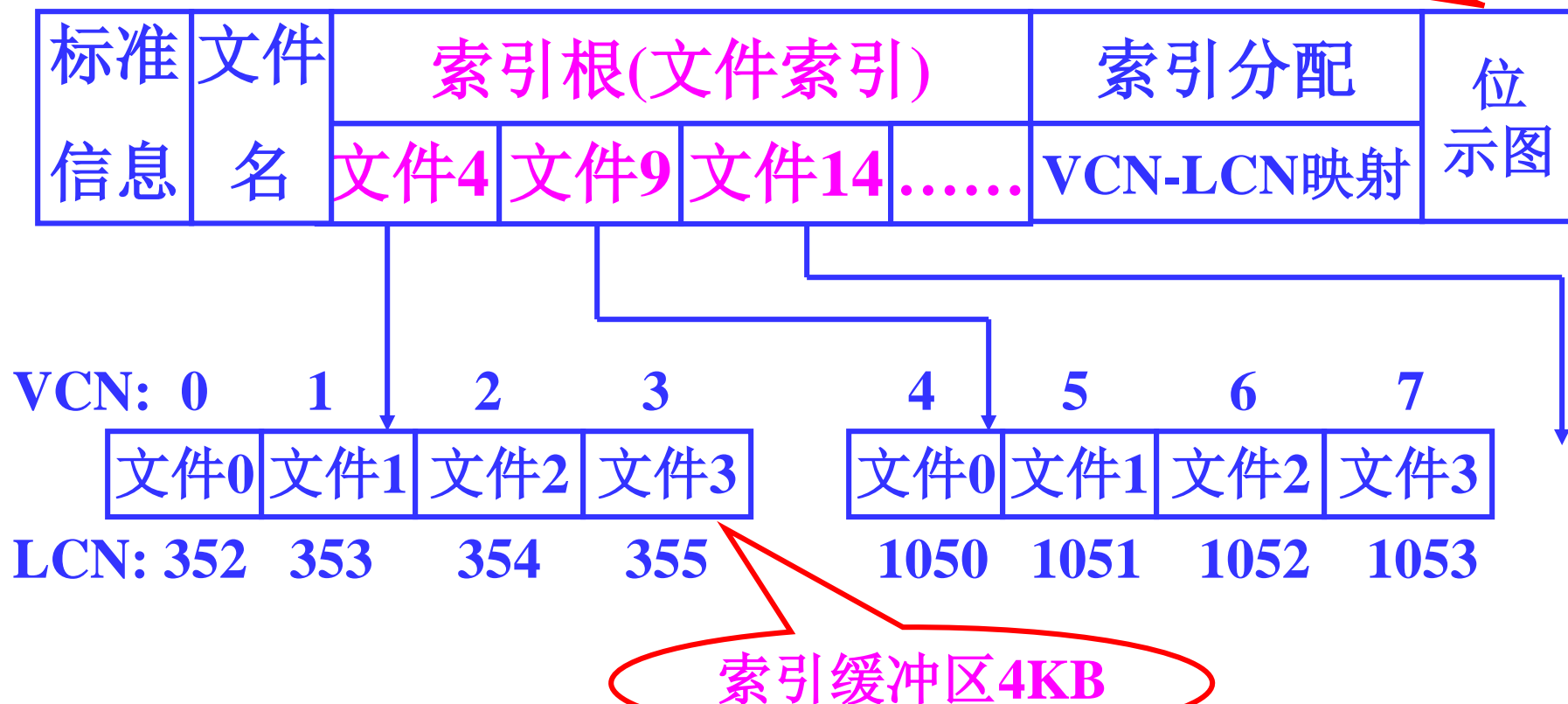
### 1. NTFS文件的索引

- ❖ NTFS系统中，文件的物理结构是索引式的。文件目录是文件名的一个索引。
- ❖ 创建目录时，NTFS必须对目录中的文件名和子目录名属性进行索引，并保存在索引根属性中。
- ❖ 对于一个大目录，文件名实际存储在固定4KB大小的索引缓冲区中。

- ❖ 每个4KB大小的索引缓冲区可容纳20到30个文件项。每个文件项包括：文件引用，时间，大小等信息，以提高目录浏览速度。它可以在不打开目录中任何文件的情况下显示每个文件的时间标记和大小。
- ❖ 索引缓冲区是采用B+树数据结构实现的。根索引属性包含B+树的第一级（根子目录）并指向包含下一级(子目录或文件)的索引缓冲区。

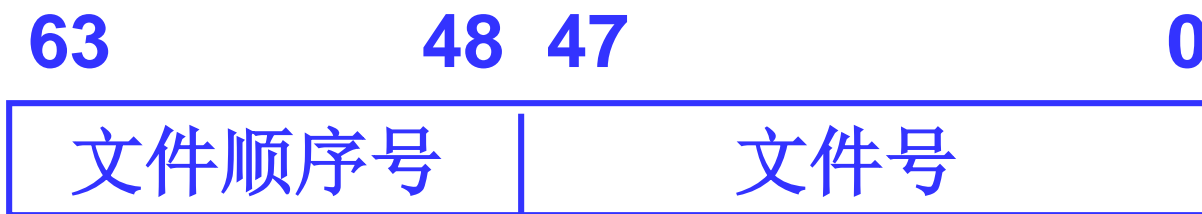
# NTFS根目录文件的文件名索引

跟踪在索引缓冲区中哪些VCN  
在使用?哪些是空闲的?



## 2. NTFS文件的引用

- ❖ NTFS卷上每个文件都有一个唯一的文件引用号。系统通过文件引用号引用文件。
- ❖ 一个文件引用号由64位组成，分成文件号和文件顺序号两部分。



文件号对应于该文件在MFT中的索引位置。文件顺序号随着每次文件记录的重用而增加，是为了让NTFS进行内部一致性检查而设计的。