

## FAT32 文件系统研究

毛 明

(北京电子科技学院 北京 100070)

**摘要:** Windows 系统中的 FAT32 文件系统与传统的 FAT16 文件系统相比发生了重大变化, 本文研究了这些变化, 对于深入了解 Windows 系统下的 FAT32 文件系统、开发相应的系统工具软件具有重要的参考价值。

**关键词:** FAT32 文件系统 BPB FAT 文件目录登记项 ROOT 区

由于硬盘容量的迅猛增大, Windows 系统在大容量的硬盘结构的划分过程中采用了 FAT32 文件系统, 即簇号采用 32bit 长度。此时, 磁盘文件系统中的 BPB 表、FAT 表、文件目录登记项以及 ROOT 区的相关数据结构都发生了重大变化, 下面分别进行讨论。

### 1 FAT32 文件系统下的 BPB 表

BPB(Boot Parameter Block)表存放的是与磁盘宏观结构有关的重要参数, 是 Windows 系统用于磁盘及文件管理的重要数据结构。BPB 由 Windows 系统在格式化磁盘时生成, 存放在 BOOT 区, 如表 1 所示。

表 1 FAT32 文件系统下的 BPB 表

BOOT 区偏移地址	各项参数含义	BOOT 区偏移地址	各项参数含义
0BH~0CH	每扇区字节数	28H~29H	扩展标记
0DH	每族有多少扇区	2AH~2BH	文件系统版本
0EH~0FH	保留扇区个数	2CH~2FH	ROOT 区占用的簇数
10H	FAT 表的个数	30H~31H	文件系统信息扇区
11H~12H	根目录登记项的项数	32H	引导扇区个数
13H~14H	磁盘总扇区数	33H~3FH	保留
15H	磁盘介质描述(Media Descriptor)	40H	磁盘编号(软盘=0, 硬盘=80H)
16H~17H	每份 FAT 表占用的扇区数	41H	保留
18H~19H	每道扇区数	42H	扩展的引导扇区特征码(29H)
1AH~1BH	磁头数	43H	磁盘号码(Volume ID Number)
1CH~1FH	隐含扇区数	47H~51H	磁盘卷标(Volume Label)
20H~23H	磁盘总扇区数	52H~58H	FAT 类别(FAT32)
24H~27H	每份 FAT 表中有几个扇区		

本文于 2001-02-19 收到, 2001-02-28 收到修改稿。

从偏移地址 24H 开始, FAT32 文件系统下的 BPB 表与传统的 FAT16 文件系统下的 BPB 表有很大的区别。关于 FAT16 文件系统下的 BPB 表请参阅有关资料。

## 2 FAT32 文件系统下的 FAT 表

FAT32 文件系统下的 FAT 表以 32bit(即双字)为一个登记项长度。FAT 表头为 8B, 其中首字节值为 0F8H 是介质标志, 其余 7B 为填充字节。从 FAT 表偏移地址 0008H 开始, 每 32bit 为一个簇的登记项, 32bit 的登记项按低字在前、高字在后的方式存储。

## 3 FAT32 文件系统下的文件目录登记项

在 Windows 文件系统中允许每一个文件(或文件夹)名称长达 255 个字符, 即所谓的长文件名。一个长文件名目录在 FDT 表中占用若干个 32B 的文件目录登记项, 除最后一个登记项保持 DOS 系统 8.3 短文件名目录登记项格式之外, 其他目录登记项格式与 DOS 系统下 8.3 短文件名目录登记项格式有较大的区别。表 2 是 Windows 下长文件名目录登记项的总体结构。

表 2 Windows 长文件名目录登记项总体结构

40H+n	长文件名最后一个目录登记项
...	.....
02	长文件名第二个目录登记项
01	长文件名第一个目录登记项
长文件名对应的 8.3 短文件名目录登记项	

关于 Windows 系统中长文件名目录登记项的技术细节请参阅有关资料, 此处仅讨论文件目录登记项中与 FAT32 文件系统密切相关的“首簇号”字段。

在 FAT16 文件系统中, 首簇号字段存放在文件目录登记项中的偏移地址 1AH 处, 为 16bit 长度。在 FAT32 文件系统中, 首簇号字段(32bit)存储在长文件名中 8.3 格式的短文件名目录登记项中, 由于其长度为 32bit, 为了保持兼容, 文件目录登记项中偏移地址 1AH 处存储首簇号低 16bit 的值, 而在偏移地址 14H 处存储首簇号高 16bit 的值。

## 4 FAT32 文件系统下的 ROOT 区结构

在 FAT32 文件系统下的硬盘 ROOT 区与 FAT16 文件系统下的 ROOT 区相比有四个方面的重大变化。

### 4.1 ROOT 区不再独立地占用一个固定的区域

FAT32 文件系统下的 ROOT 区(即 FDT 表)不再独立地占用一个固定的区域, 而是属于“数据区”的一部分, 如图 1 所示。

### 4.2 ROOT 区以 2 号簇作为起始位置

在 FAT16 文件系统中, “数据区”占用磁盘空间最大的一个区域, 其分配单位为“簇”, 每个簇是由磁盘上相邻的若干个逻辑扇区组成的, 数据区起始簇号为 2, 2 号簇一般被分配给某一文件(例如 IO.SYS)来使用。

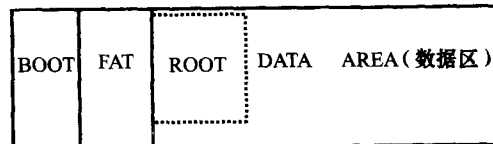


图 1 FAT32 文件系统下的硬盘总体结构

在 FAT32 文件系统中, 2 号簇被作为 ROOT 区的起始位置, 也即硬盘 ROOT 区中的各个文件目录登记项从 2 号簇开始存放。也许你使用过一些磁盘工具软件, 发现 FAT32 文件系统下的 2 号簇中存放的不是某一文件的内容, 而是磁盘文件目录, 其原因就在于此。

### 4.3 ROOT 区长度可变

FAT32 文件系统下的 ROOT 区不再是固定的长度, 它能随着硬盘根目录下文件个数的增加而自动扩展, 以至于使 ROOT 区中的文件个数不受任何限制。在采用 FAT32 文件系统下的硬盘 BPB 表中偏移地址 11H~12H 处的内容已无任何意义, 所以固定为 0。对于如此重大的变化, 在各种 Windows 文件系统手册中无任何说明, 因而许多针对 FAT16 文件系统开发的磁盘工具软件在 FAT32 文件系统下运行时会出现崩溃。

### 4.4 ROOT 区的维护方式巧妙

在 FAT32 文件系统下, 新格式化的硬盘 ROOT 区仅使用 2 号簇, 通过使用 DEBUG 工具软件, 查看硬盘 FAT 表中 2 号簇登记项的内容为 0FFFFFFFH。然而随着 ROOT 区建立的文件及文件夹个数的增多, 当 2 号簇容纳不下时, Windows 系统便在 FAT 表中找出一个空闲簇作为 ROOT 区的后继空间使用, 并将此空闲簇的簇号填入到 2 号簇在 FAT 的登记项中, 同时将该空闲簇在 FAT 中的登记项内容填写为 0FFFFFFFH, 表示该簇是 ROOT 区的结束位置。

如果硬盘 ROOT 区中的文件个数再度增加, 以至于当前分配给 ROOT 区的所有簇使用完以后, FAT32 文件系统会继续在 FAT 中寻找一个空闲簇作为 ROOT 区的后继簇使用, 同时自动维护 ROOT 区占用的簇号链。

由此可见, 在 FAT32 文件系统下, 硬盘 ROOT 区占用的空间是通过簇号链来管理的, 类似于操作系统对一个文件内容进行管理一样, 其大小不再是固定的, 其位置除 2 号簇以外是随机分配的。

传统的 FAT16 文件系统下的硬盘 ROOT 区其位置及其大小是固定不变的, 系统往往在格式化硬盘时, 留出相当大的空间作为 ROOT 区。这种 ROOT 区的缺点有二: 其一, 如果 ROOT 区中的文件个数较少时, 将浪费大量的硬盘空间; 其二, 如果 ROOT 区中的文件个数过多, 以至于超过 ROOT 区所能存放的文件目录个数时, 系统又不能扩充 ROOT 区的空间。显然, FAT32 文件系统的硬盘 ROOT 区管理机制克服了这些缺陷。

值得一提的是, 在 FAT32 文件系统中, 设计者将硬盘 ROOT 区的管理很自然地纳入到硬盘“数据区”中, 像管理一个文件一样来管理硬盘 ROOT 区, 其方法既简单又巧妙, 既出乎意料但又合乎情理, 既克服了传统 ROOT 区的分配缺点, 又秉承了传统的 DOS/Windows 文件系统的总体管理思想, 值得软件开发人员学习和借鉴。

## 5 结束语

Windows 系统中的 FAT32 文件系统与传统的 FAT16 文件系统相比有着较大的区别, 本文研究了其中的主要方面。深入了解 FAT32 文件系统的各个方面对于开发磁盘工具软件、修复崩溃的 Windows 系统具有重要的意义。

### 参 考 文 献

- 1 施威铭研究室著, 乔 勇, 聂元铭改编. Windows 98 系统秘笈. 北京: 人民邮电出版社, 1999.