第一节FAT的概要

1.1 FAT

1.2 历史

1.3 FAT12

1.4 最初的FAT16

1.5 最终的FAT16

1.6 FAT32

1.7 主引导记录

1.8 硬盘分区表

第二节FAT的详细存储

2.1 FAT分区的结构

2.2 引导扇区与BPB

2.3 文件分配表

2.4 目录表

第三节 簇的概念

第四节 目录项

第五节 文件数据

作为一份入门的参考，还是可以借鉴的。

**FAT-文件分配表文件系统**

**第一节FAT的概要**

◆1.1 FAT

**文件分配表**（File Allocation Table，简称：FAT），是一种由微软发明并拥有部分专利的文件系统，供MS-DOS及非NT内核的微软Windows使用。

**但FAT有一个严重的缺点：当文件被删除并且在同一位置被写入新数据，他们的片段通常是分散的，减慢了读写速度。**磁盘碎片重整是一种解决方法，但必须经常重组来保持FAT文件系统的效率。

FAT的缺点还有以下几点：

1.大磁盘浪费空间。

2.磁盘利用效率抵。

3.文件存储受限制。

4.不支持长文件名，只能支持8个字符。

5.安全性较差。

◆1.2 历史

　　FAT文件系统遵行已用了多年的软件方法来进行规范。它在1977年由比尔·盖茨（Bill Gates）和马斯·麦当劳（）为了管理磁盘而发明，并在1980年被添·彼得逊（Tim Paterson）的86-DOS操作系统采用。这也是86-DOS操作系统与CP/M操作系统最大的不同点，若非此项差异，86-DOS操作系统与CP/M操作系统几乎可说完全相同。

History

The name originates from the usage of a table which centralizes the information about which areas belong to files, are free or possibly unusable, and where each file is stored on the disk. To limit the size of the table, disk space is allocated to files in contiguous groups of hardware sectors called clusters. As disk drives have evolved, the maximum number of clusters has dramatically increased, and so the number of bits used to identify each cluster has grown. The successive major versions of the FAT format are named after the number of table element bits: 12, 16, and 32. The FAT standard has also been expanded in other ways while preserving backward compatibility with existing software.

◆1.3 FAT12

　　早期版本的FAT就是现在俗称的FAT12。主要用于软盘，它对**簇（文件分配最小的存储空间，大于等于扇区,1簇=n扇区，n大于等于1）**的编址采用12比特宽度的数，所以称为FAT12。12比特的地址可以寻址4096(=2^12)个簇，事实上在FAT12中只能寻址4078个簇（0，1，F0-FF不能用来实际寻址，所以4096-18=4076）（在Linux下可寻址4084个簇），有一些簇号是不能用的，在后面会给出具体的说明。磁盘的扇区标识是用16比特的数进行计算的，所以磁盘的容量就被局限在32M（512B\*(2^16)）空间之内。作为**软盘的文件系统**，它有几项限制：不支持分层目录结构，簇寻址只有12位（这使得控制FAT有些棘手）而且只支持最多32M（2^16个）的分区。

当时入门级的磁盘是5.25"、单面、40磁道、每个磁道8个扇区、容量略少于160KB。（1\*40\*8\*512B/1024=160KB）上面的限制超过了这个容量一个或几个数量级，同时允许**将所有的控制结构放在第一个磁道**，这样在读写操作时移动磁头。这些限制在随后的几年时间里被逐步增大。

由于唯一的根目录也必须放在第一个磁道，能够存放的文件个数就限制在了几十个。

FAT12

The initial version of FAT is now referred to as FAT12. Designed as a file system for floppy disks, it limited cluster addresses to 12-bit values, which not only limited the cluster count to 4078, but made FAT manipulation tricky with the PC's 8-bit and 16-bit registers. (Under Linux, FAT12 is limited to 4084 clusters.) The disk's size is stored as a 16-bit count of sectors, which limited the size to 32 MB. FAT12 was used by several manufacturers with different physical formats, but a typical floppy disk at the time was 5.25-inch, single-sided, 40 tracks, with 8 sectors per track, resulting in a capacity of 160 KB for both the system areas and files. The FAT12 limitations exceeded this capacity by a factor of ten or more.

By convention, all the control structures were organized to fit inside the first track, thus avoiding head movement during read and write operations, although this varied depending on the manufacturer and physical format of the disk. At the time FAT12 was introduced, DOS did not support hierarchical directories, and the maximum number of files was typically limited to a few dozen. Hierarchical directories were introduced in MS-DOS version 2.0.

A limitation which was not addressed until much later was that any bad sector in the control structures area, track 0, could prevent the disk from being usable. The DOS formatting tool rejected such disks completely. Bad sectors were allowed only in the file area, where they made the entire holding cluster unusable as well. FAT12 remains in use on all common floppy disks, including 1.44MB ones.

目录

　　为了很好地支持以带有10MB硬盘为特色的IBM PC XT新计算机，在1983年年初MS-DOS 2.0几乎与该计算机在同时发布，它引进了**层次目录结构**。除了允许更好地组织文件外，目录允许在硬盘上存储更多的文件，这是因为最大文件个数不再受制于（仍然是固定的）根目录大小。这个数目现在能够等同于簇的数目（甚至更大，这是考虑到长度为0的文件并不占据任何FAT簇）。

FAT本身的格式并没有改变。PC XT的10MB的硬盘有4KB大小的簇。如果后来安装了一个20MB的硬盘，并且使用MS-DOS 2.0格式化，最后的簇大小将变为8KB，硬盘容量将变为15.9MB。（FAT12：簇的总数=2^12=4096，固定使用(FAT等)数：19，簇大小=4KB，15.9MB=16308KB=16699392B=4077\*4096B）

◆1.4 最初的FAT16

　　在1984年，IBM发布PC AT，这是一个20 MB的硬盘。微软公司也同步发布了MS-DOS 3.0。簇的地址增加至16位，允许更大数量的簇（最大 65,517，不是65519么？），所以有更大的文件系统大小。但是，最大数量磁区及最大分割区(相当于磁盘)的大小仍是32 MB。所以，尽管技术上已经是“FAT16”，这种格式并不是我们今天常见到的这个名字所代表的格式。在MS-DOS 3.0格式化一个20 MB的硬盘，这硬盘将不能被MS-DOS 2.0或之前的版本所存取。当然，MS-DOS 3.0 仍然可存取MS-DOS 2.0的格式(8 KB簇的分割区)。

MS-DOS 3.0也开始支持**高密度**1.2MB 5.25"磁盘，最著名的**是每个磁道有15个扇区**，这样就允许FAT有更大的空间。这或许促进了一个对于簇大小的不确定的优化，**簇大小从2个扇区减到1个**。这样做的最后结果是**高密度磁盘**比旧的**双密度磁盘**的速度大幅度降低。

Initial FAT16

In 1984, IBM released the PC AT, which featured a 20 MB hard disk. Microsoft introduced MS-DOS 3.0 in parallel. (The earlier PC XT was the first PC with a hard drive from IBM, and MS-DOS 2.0 supported that hard drive with FAT12.) Cluster addresses were increased to 16-bit, allowing for up to 65,517 clusters per volume, and consequently much greater file system sizes, at least in theory. However, the maximum possible number of sectors and the maximum (partition, rather than disk) size of 32 MB did not change. Therefore, although technically already "FAT16", this format was not what today is commonly understood as FAT16. With the initial implementation of FAT16 not actually providing for larger partition sizes than FAT12, the early benefit of FAT16 was to enable the use of smaller clusters, making disk usage more efficient, particularly for files several hundred bytes in size, which were far more common at the time. Also, the introduction of FAT16 actually did bring an increase in the maximum partition size under MS-DOS, since the implementation of FAT12 for hard disks in MS-DOS 2.0 was limited to 15 MB. (That is, the initial FAT16 did not support larger drives than FAT12, but MS-DOS 3.0 using FAT16 did support larger drives than MS-DOS 2.0 using FAT12, by a factor of two.)

A 20 MB hard disk formatted under MS-DOS 3.0 was not accessible by the older MS-DOS 2.0. (This was because MS-DOS 2.0 did not support version 3.0's FAT-16 and because it did not support hard disk partitions over 15 MB in size.) Of course, MS-DOS 3.0 could still access MS-DOS 2.0 style 8 KB-cluster partitions.

MS-DOS 3.0 also introduced support for high-density 1.2 MB 5.25" diskettes, which notably had 15 sectors per track, hence more space for the FATs. This probably prompted a dubious optimization of the cluster size, which went down from 2 sectors to just 1. The net effect was that high density diskettes were significantly slower than older double density ones.

扩展分区和逻辑驱动器

　　除了改进FAT文件系统本身的结构之外，一个并行的提高FAT存储空间的开发路线是支持**多个磁盘分区**。最初，由于主引导分区中文件分配表的固定结构的原因一个硬盘只能使用多达4个分区。然而，由于DOS设计要求只能有一个分区标识为“活动的”，它也是主引导代码启动所用的分区。使用DOS工具不可能创建几个“主”DOS分区，并且第三方的工具也至少会警告这样一个机制将与DOS不兼容。

为了用一种兼容的方式使用更多的分区，一种**新的分区类型**被开发出来（1986年1月的MS-DOS 3.2），**扩展分区**实际上是另外称为逻辑分区的一个容器。最初它里面只允许有一个逻辑分区、支持最大64MB的硬盘。在MS-DOS 3.3（1987年8月）这个限制更改到24个分区；它可能来自于强制性的C:-Z:的磁盘命名规则。逻辑分区表使用盘上的数据结构来描述，可能是为了简化编码它与主引导记录非常相似，并且它们组织成类似于**俄罗斯套娃**那样的结构。系统中只能有一个扩展分区。

俄罗斯套娃（матрёшка或матрешка）是俄罗斯 特产木制玩具，一般由多个一样图案的空心 木娃娃一个套一个组成，最多可达十多个，通常为圆柱形，底部平坦可以直立。最普通的 图案是一个穿着俄罗斯民族服装的姑娘，叫做“玛特罗什卡”，这也成为这种娃娃的通称。



在扩展分区引入之前，一些硬盘控制器（当时是独立的板子，因为还没有IDE标准）能够将大硬盘显示为两个独立的硬盘。作为一种选择，如Ontrack的磁盘管理员这样的一些特殊软件可以用于同样目的。

Partitioning and logical drives

Apart from improving the structure of the FAT file system itself, a parallel development allowing an increase in the maximum possible FAT size was the introduction of multiple FAT partitions on a hard disk. Extra DOS partitions could not be used as boot partitions. Simply allowing several identical-looking DOS partitions could lead to naming problems: behaviour if more than one partition was marked active was undocumented (although well defined), as was the behaviour if there was more than one hard disk in the computer (which was machine dependent), or if the system was booted from a diskette. The use of third party formatting tools under the DOS complicated the problem even more.

To allow the use of more FAT partitions in a compatible way, a new partition type was introduced (in MS-DOS 3.2, January 1986), the extended partition, which is a container for additional partitions called logical drives. A useful side-effect of the extended partition scheme was to significantly increase the maximum number of partitions possible on a PC hard disk beyond the four which could be described by the MBR alone.

◆1.5 最终的FAT16

　　1987年11月我们今天称为FAT的格式最终到来，它在康柏 DOS 3.31中去掉了磁盘扇区的16位计数器。这个结果曾经一度被称为DOS 3.31大文件系统。尽管看起来磁盘上的变动很小，这个DOS的磁盘代码都必须检查并转换到32位的扇区数，由于它全部是16位的汇编语言这样一个现实，这项工作就变得非常复杂。

1988年这项改进通过MS-DOS 4.0得到广泛应用。现在分区大小受限于每个簇的8位有符号扇区计数，它最大能达到2的64次方，对于一个常用的有32KB个簇每扇区512字节的硬盘来说，将FAT16分区大小的“明显”限制扩充到2GB。在磁光盘媒体上，它能使用1或者2KB的扇区，这样大小限制也就成比例地增大。

后来，WindowsNT通过将每个簇的扇区数当作无符号数将最大的簇大小增加到64KB。然而这个格式与当时其它的任何FAT实现都不兼容并且产生了大量内部碎片。Windows98也支持这种格式的读写操作但是它的磁盘管理工具不支持这种格式。

在FAT16中，采用了16bit宽的簇地址，32bit宽扇区地址。虽然32bit的扇区地址可以寻址2^32\*512，约2个TB的容量，但于由规定每簇最大的容量不超过1024\*32，所以FAT16文件系统的容量也就限制到了2^16\*1024\*32，大约2.1GB的空量，并且实际还达不到这个值。

FAT16是MS-DOS和最早期的WIN95操作系统中最常见的硬盘分区格式。它采用16位的文件分配表，能支持最大为2GB的硬盘分区。

FAT16文件系统缺点：最大只支持2GB的分区，而且每个分区最多只能有65525个簇。因此磁盘利用效率非常低。因为在DOS和WINDOWS系统中，磁盘文件的分配是以簇为单位的，一个簇只分配给一个文件使用，不管这个文件占用整个簇容量的多少。这样，即使一 个文件很小的话，它也要占用一个簇，剩余的空间便全部闲置在那里，形成了磁盘空间的浪费。由于分区表容量的限制，FAT的分区越大，磁盘上每个簇的容量也越大，造成的浪费也越大。

Final FAT16

Finally in November 1987, Compaq DOS 3.31 (an OEM version of MS-DOS 3.3 released by Compaq with their machines) introduced what is today called the FAT16 format, with the expansion of the 16-bit disk sector count to 32 bits. The result was initially called the DOS 3.31 Large File System. Although the on-disk changes were minor, the entire DOS disk driver had to be converted to use 32-bit sector numbers, a task complicated by the fact that it was written in 16-bit assembly language.

In 1988 this improvement became more generally available through MS-DOS 4.0 and OS/2 1.1. The limit on partition size was dictated by the 8-bit signed count of sectors per cluster, which had a maximum power-of-two value of 64. With the standard hard disk sector size of 512 bytes, this gives a maximum of 32 KB clusters, thereby fixing the "definitive" limit for the FAT16 partition size at 2 gigabytes. On magneto-optical media, which can have 1 or 2 KB sectors instead of 1/2 KB, this size limit is proportionally larger.

Much later, Windows NT increased the maximum cluster size to 64 KB by considering the sectors-per-cluster count as unsigned. However, the resulting format was not compatible with any other FAT implementation of the time, and it generated greater internal fragmentation. Windows 98 also supported reading and writing this variant, but its disk utilities did not work with it.

The number of root directory entries available is determined when the volume is formatted, and is stored in a 16-bit signed field, defining an absolute limit of 32767 entries (32736, a multiple of 32, in practice). For historical reasons, FAT12 and FAT16 media generally use 512 root directory entries on non-floppy media. Other sizes may be incompatible with some software or devices (entries being file and/or folder names in the original 8.3 format).[9] Some third party tools like mkdosfs allow the user to set this parameter.

长文件名（VFAT, LFN）

　　Windows 95设计人员的一个用户体验目标就是除了传统的8.3文件名以外在新操作系统中使用长文件名（LFN）。长文件名通过在目录条目排列时使用一个工作区来实现（参见下面）。按照Windows 95VxD设备驱动程序的命名规则这个新扩充的文件系统通常称为VFAT。 　　有意思的是，VFAT驱动在早于Windows 95的Windows for Groups 3.11中就已经出现，但它仅仅用于实现32位文件访问，一个绕过DOS的视窗自带高性能保护模式文件管理系统，它能够直接使用BIOS或者更好的32位磁盘访问，如视窗自带的保护模式磁盘驱动程序。它是一个后门；微软为Windows for Groups 3.11所作的广告说32位文件访问基于“芝加哥项目的32位文件系统”。

在Windows NT中，FAT文件系统对于长文件名的支持从3.5版就已经开始了。

Long file names

One of the user experience goals for the designers of Windows 95 was the ability to use long filenames (LFNs—up to 255 UTF-16 code points long), in addition to classic 8.3 filenames. LFNs were implemented using a workaround in the way directory entries are laid out (see below).

The version of the file system with this extension is usually known as VFAT after the Windows 95 virtual device driver, also known as "Virtual FAT" in Microsoft's documentation. Interestingly, the VFAT driver actually appeared before Windows 95, in Windows for Workgroups 3.11, but was only used for implementing 32-bit file access and did not support long file names.

In Windows NT, support for long filenames on FAT started from version 3.5. OS/2 added long filename support to FAT using extended attributes (EA) before the introduction of VFAT; thus, VFAT long filenames are invisible to OS/2, and EA long filenames are invisible to Windows.

◆1.6 FAT32

　　为了解决FAT16对于卷大小的限制同时让DOS的真实模式在非必要情况下不减少可用常规内存状况下处理这种格式，微软公司决定实施新一代的FAT，它被称为FAT32，带有32位的簇数，目前用了其中的28位。

理论上，这将支持总数达268,435,438（<2^28）的簇，允许磁盘容量达到2T字节。然而，由于微软公司scandisk工具的限制，FAT不能大于4,177,920（<2^22）个簇，这将卷的容量限制在了124.55GB，除非不再使用“scandisk”。

FAT32文件系统使用了32bit宽的簇地址，所以称为FAT32。但在微软件的文件系统中**只使用了低28位，最大容量为2^28\*1024\*32,约8.7TB的空量。**有的人认为32bit全用，最大容量为2^32\*1024\*32，这种说法是不正确的。

虽然FAT32具有容纳近乎8.7TB的容量，但实际应用中通常不使用超过32GB的FAT32分区。WIN2000及之上的OS已经不直接支持对超过32GB的分区格式化成FAT32，但WIN98依然可以格式化大到127GB的FAT32分区，但不推荐这样做。

FAT32随着Windows95 OSR2(Windows97)发布，尽管需要重新格式化才能使用这种格式并且DriverSpace 3（Windows95 OSR2和Windows98所带版本）从来都不支持这种格式。Windows98提供了一个工具用来在不丢失数据的情况下将现有的硬盘从FAT16转到FAT32格式。在NT产品线上对于它的支持从Windows2000开始。

Windows2000和WindowsXP能够读写任何大小的FAT32文件系统，但是这些平台上的格式化程序只能创建最大32GB的FAT32文件系统。Thompson and Thompson (2003)写道“奇怪的是微软公司说这种现象是故意设计的”微软公司知识库文章 184006的确是这么说的，但是没有提出任何关于这个限制的合理解释。Peter Norton的观点是“微软公司在有意地削弱FAT32文件系统”。

从Win98开始，FAT32就已经的到了广泛的应用。FAT32格式采用32位的文件分配表，使其对磁盘 的能力大大增强，突破了FAT16对每一个分区的容量只有2GB的限制。Win95以上的操作系统都支持FAT32格式。

　　FAT32文件系统优点：突破了FAT对每一个分区的容量只有2GB的限制，可以支持大到2TB（2048G）的分区。在不超过8GB的分区容量下，每个簇的容量都固定为4KB，与FAT16相比，可以大大减少磁盘的浪费，提高磁盘利用率。

　　FAT32文件系统缺点：用 FAT32格式分区的磁盘，由于文件分配表的扩大，运行速度比采用FAT16格式分区的磁盘要慢，且DOS系统和某些早期的应用软件不支持这种分区格式。 另外还有一个致命的缺点让FAT32逐渐被淘汰，这就是FAT32的单个文件最大只能支持4GB。现在已经进入高清时代，720P和1080P高清视频文 件都很容易超过4GB，因此FAT32已经走向没落。

　　注意：当在windows2000/xp及以后的操作系统中，用自带的磁盘管理工具对硬盘进行分区时，只能创建最大32GB的FAT32文件系统，这是windows限制。用其它第三方工具分区或者DOS或win98下分区，是可以分出更大分区的，而且在windows2000/xp中也能正常使用的。

FAT32

In order to overcome size limit of FAT16, while at the same time allowing DOS real mode code to handle the format, and without reducing available conventional memory unnecessarily, Microsoft implemented a next generation, known as FAT32. Cluster values are represented by 32-bit numbers, of which 28 bits are used to hold the cluster number, for a maximum of approximately 268 million (228) clusters. This allows for drive sizes of up to 8 TiB with 32 KiB clusters, but the boot sector uses a 32-bit field for the sector count, limiting volume size to 2 TiB on a hard disk with 512 byte sectors.

On Windows 95/98, due to the version of Microsoft's SCANDISK utility included with these operating systems being a 16-bit application, the FAT structure is not allowed to grow beyond 4,177,920 (< 222) clusters, placing the volume limit at 127.5 GiB (≈137 GB). A limitation in original versions of Windows 98/98SE's Fdisk utility causes it to incorrectly report disk sizes over 64 GiB. A corrected version is available from Microsoft, but it cannot partition drives larger than 512 GiB (≈550 GB). The Windows 2000/XP installation program and filesystem creation tool imposes a limitation of 32 GiB. However, both systems can read and write to FAT32 file systems of any size. This limitation is by design and according to Microsoft was imposed because many tasks on a very large FAT32 file system become slow and inefficient. This limitation can be bypassed by using third-party formatting utilities. Windows Me supports the FAT32 file system without any limits. However, similarly to Windows 95/98/98SE there is no native support for 48-bit LBA in Windows ME, meaning that the maximum disk size for (parallel) ATA disks is 128 GiB (≈137 GB), the maximum size of an ATA disk using the previous long-standard 28-bit LBA.

FAT32 was introduced with Windows 95 OSR2, although reformatting was needed to use it, and DriveSpace 3 (the version that came with Windows 95 OSR2 and Windows 98) never supported it. Windows 98 introduced a utility to convert existing hard disks from FAT16 to FAT32 without loss of data. In the NT line, native support for FAT32 arrived in Windows 2000. A free FAT32 driver for Windows NT 4.0 was available from Winternals, a company later acquired by Microsoft. Since the acquisition the driver is no longer officially available.

The maximum possible size for a file on a FAT32 volume is 4 GiB minus 1 byte (232−1 bytes). Video applications, large databases, and some other software easily exceed this limit. Larger files require another formatting type such as NTFS.

FAT16和FAT32文件系统最大分区容量

　　在FAT16中，采用了16bit宽的簇地址，32bit宽扇区地址。虽然32bit的扇区地址可以寻址2^32\*512，约2个TB的容量，但于由规定每簇最大的容量不超过1024\*32，所以FAT16文件系统的容量也就限制到了2^16\*1024\*32，大约2.1GB的空量，并且实际还达不到这个值。

FAT32文件系统使用了32bit宽的簇地址，所以称为FAT32。但在微软件的文件系统中只使用了低28位，最大容量为2^28\*1024\*32,约8.7TB的空量。有的人认为32bit全用，最大容量为2^32\*1024\*32，这种说法是不正确的。

虽然FAT32具有容纳近乎8.7TB的容量，但实际应用中通常不使用超过32GB的FAT32分区。WIN2000及之上的OS已经不直接支持对超过32GB的分区格式化成FAT32，但WIN98依然可以格式化大到127GB的FAT32分区，但不推荐这样做。

第三方支持

　　其它IBM PC的可选操作系统—如Linux、FreeBSD和BeOS—都支持FAT格式，并且大部分都在相应的视窗版本发布以后很快就支持VFAT和FAT32格式。早期的Linux发布版本还包括称为UMSDOS的格式，它是保存在一个独立的称为--linux-.---的带有Unix文件属性（如长文件名和访问许可）的FAT。UMSDOS在VFAT发布以后就不再使用从Linux内核2.5.7开始就禁止了这项功能。Mac OS X操作系统在除启动盘之外的其它卷上也支持FAT文件系统。

FAT和其它数据流

　　FAT文件系统本身不是为支持ADS而设计的，但是一些高度依赖它们的操作系统创造出不同的方法在FAT驱动器上处理它们。这些方法或者在额外的文件或路径中存储附加的信息（Mac OS），或者给那些磁盘数据结构中以前没有使用的变量赋予新的含义（OS/2和视窗NT）。第二种设计，尽管想象起来会更有效率，但是它们不能被不认识这种格式的工具复制或者备份；使用不能识别这种格式的磁盘工具（如碎片整理或CHKFSK）控制这些磁盘可能会破坏这些信息。

Mac OS使用PC Exchange存储不同的数据，文件属性和文件名存在一个名为FINDER.DAT的隐藏文件中，资源分支（ADS）存在名为RESSOURCE.FRK的子目录中，这些数据都存在使用它们的每个目录中。从PC Exchange 2.1开始，它们将Mac OS的长文件名保存为标准的FAT长文件名，并且将超过31个字符的FAT长文件名转换为唯一的31字符能够被Macintosh应用程序识别的文件名。

Mac OS X将元数据（资源分支、不同的ADS、文件属性）保存在与所有人相同并以“.\_”开始的名字的隐藏文件中，并且Finder将一些文件夹和文件元数据存在名为“.DS\_Store”的隐藏文件中。

OS/2高度依赖于扩展属性（EA）并且将它们存在位于FAT12或FAT16的根目录下名为“EA DATA. SF”的隐藏文件中。这个文件使用以前文件（或者目录）的目录清单中的两个保留字节索引。在FAT32格式中，这些字节中存有文件或者目录开始簇号的高16位，这样就使它难于在FAT32上保存EA。扩展属性可以通过Workplace Shell桌面、REXX脚本、许多系统图形用户接口和命令行工具（如4DOS|4OS2）来访问。

Windows NT支持HPFS、NTFS和FAT中所有扩展属性的处理（所用处理机制完全类似于OS/2），但是不能处理其它一些存于NTFS驱动器的ADS数据。试图从复制带有与NTFS驱动器属性不同扩展属性的ADS到FAT驱动器将报告一个警告信息提示ADS将会丢失。 　　Windows 2000以后产品的处理类似于视窗NT但复制到FAT32时它们没有显示任何警告信息直接丢弃扩展属性（但报告其它象“Macintosh Finder Info”和“Macintosh Resource Fork”这些ADS引起的警告）。

前景

　　微软公司最近获得了VFAT和FAT32的专利（但没有得到最初的FAT的专利），这引起人们对于微软将会寻求从Linux OS发布和初始化他们产品的媒体厂商收取专利费的担忧（参见下面的FAT授权协议）。尽管最初的裁定不利于微软公司，但是微软仍然取得了胜利并且得到了专利授权。

由于微软公司已经宣布不再开发基于MS-DOS的消费用操作系统视窗Me的后续版本，所以不再有可能会有新版的FAT。对于大多数用途来说，为视窗NT系列开发的NTFS文件系统从效率、性能和可靠性来说都优于FAT；它的主要缺点是小容量文件所占的额外空间以及除了基于NT的视窗之外的很少有其他操作系统支持。由于确切的规范是微软公司的商业秘密，这就使得使用一个DOS软盘用于恢复目的很困难。微软公司提供了一个恢复界面来解决这个问题，由于安全的原因它严重限制了缺省情况下它能解决的问题。

FAT仍然是活动媒体的常用文件系统（CD和DVD是例外），软盘使用的是FAT12，其它多数活动媒体用的是FAT16（如用于数位相机的快闪记忆卡和USB盘）。许多活动媒体还没有达到能够享用FAT32。出于兼容性和存储空间利用率的考虑FAT仍然用在这些驱动器上，同时也是由于这些活动媒体上的文件的许可更容易遇到麻烦而不是更重要这样一个事实。

视窗2000和XP支持的FAT32格式化的限制是32GB，这非常有效地强迫使用现代硬盘的用户或者使用NTFS或者在视窗之外格式化驱动器。一个解决的办法是使用从Linux移植到视窗平台的一个工具version of mkdosfs。

这里也有一个自由开源的工具。

**FAT12 504K-16.241MB，分区大小472K-15.71M**

**FAT16 16.242MB-512.366MB，分区大小16.21M-511.84M**

**FAT32 512.367MB-MAX，分区大小512.33M-MAX**

分区大小必须是504KB的整数倍。16\*63\*512。扇区(Sector)为最小的物理储存单位，每个扇区为 512 bytes；将扇区组成一个圆，那就是磁柱(Cylinder)，磁柱是分区(partition)的最小单位；

◆**1.7 主引导记录（不是FAT专有）**

第一个扇区最重要，里面有：(1)主要启动区(Master boot record, MBR)及分割表(partition table)， 其中 MBR 占有 446 bytes，而 partition table 则占有 64 bytes。主引导记录（Master Boot Record，缩写：MBR），又叫做主引导扇区，是计算机开机后访问硬盘时所必须要读取的首个扇区，它在硬盘上的三维地址为（柱面，磁头，扇区）＝（0，0，1）。主引导扇区记录着硬盘本身的相关信息以及硬盘各个分区的大小及位置信息，是数据信息的重要入口。如果它受到破坏，硬盘上的基本数据结构信息将会丢失，需要用繁琐的方式试探性的重建数据结构信息后才可能重新访问原先的数据。主引导扇区内的信息是通过FDISK写入的，它是低级格式化的产物，和操作系统没有任何关系（操作系统是创建在高级格式化的硬盘分区之上，是和一定的文件系统相联系的）。

对于硬盘而言，一个扇区可能的字节数为128×2n (n=0,1,2,3)。大多情况下，取n=2，即一个扇区（sector）的大小为512字节。

**低级格式化**

低级格式化（Low-Level Formatting）又称低层格式化或物理格式化（Physical Format），对于部分硬盘制造厂商，它也被称为初始化（initialization）。最早，伴随着应用CHS编址方法、频率调制（FM）、改进频率调制（MFM）等编码方案的磁盘的出现，低级格式化被用于指代对磁盘进行划分柱面、磁道、扇区的操作。现今，随着软盘的逐渐退出日常应用，应用新的编址方法和接口的磁盘的出现，这个词已经失去了原本的含义，大多数的硬盘制造商将低级格式化（Low-Level Formatting）定义为创建硬盘扇区（sector）使硬盘具备存储能力的操作。现在，人们对低级格式化存在一定的误解，多数情况下，提及低级格式化，往往是指硬盘的填零操作。

对于一张标准的1.44 MB软盘，其低阶格式化将在软碟上创建160个磁道（track）（每面80个），每磁道18个磁区（sector），每磁区512位位组（byte）；共计1,474,560字节。需要注意的是：软盘的低级格式化通常是系统所内置支持的。通常情况下，对软盘的格式化操作即包含了低级格式化操作和高级格式化操作两个部分。

主引导记录的组成

启动代码(0000-01B7,440)

主引导记录最开头是第一阶段引导代码。其中的硬盘引导程序的主要作用是检查分区表是否正确并且在系统硬件完成自检以后将控制权交给硬盘上的引导程序（如GNU GRUB）。MBR是由分区程序（如Fdisk）所产生的，它不依赖任何操作系统，而且硬盘引导程序也是可以改变的，从而能够实现多系统引导。

选用磁盘标志(01B8-01BB,4)

(01BC-01BD,2)0x0000

◆**1.8 硬盘分区表（不是FAT专有）**

硬盘分区表(01BE-01FD,64)（Disk Patition Table,DPT）

硬盘分区表占据主引导扇区的64个字节(偏移01BEH--偏移01FDH)，可以对四个分区的信息进行描述，其中每个分区的信息占据16个字节。具体每个字节的定义可以参见硬盘分区结构信息。下面是一个例子：

如果某一分区在硬盘分区表的信息如下

80 01 01 00 0B FE BF FC 3F 00 00 00 7E 86 BB 00

则我们可以看到，最前面的"80"是一个分区的激活标志，表示系统可引导；"01 01 00"表示分区开始的磁头号为01，开始的扇区号为01，开始的柱面号为00；"0B"表示分区的系统类型是FAT32，其他比较常用的有04（FAT16）、07（NTFS）；"FE BF FC"表示分区结束的磁头号为254，分区结束的扇区号为63、分区结束的柱面号为764；"3F 00 00 00"表示首扇区的相对扇区号为63；"7E 86 BB 00"表示总扇区数为12289622。

80 **01 01 00** 0E **0F 3F 40** 3F 00 00 00 B1 FF 00 00

结束标志字(01FE-01FF,2)

结束标志字55，AA（偏移1FEH－偏移1FFH）是主引导扇区的最后两个字节，是检验主引导记录是否有效的标志。

主引导扇区的读取流程

系统开机或者重启。

1.BIOS 加电自检 ( Power On Self Test -- POST )。BIOS执行内存地址为 FFFF:0000H 处的跳转指令，跳转到固化在ROM中的自检程序处，对系统硬件(包括内存)进行检查。

2.读取主引导记录(MBR)。当BIOS检查到硬件正常并与 CMOS 中的设置相符后，按照 CMOS 中对启动设备的设置顺序检测可用的启动设备。BIOS将相应启动设备的第一个扇区(也就是MBR扇区)读入内存地址为0000:7C00H 处。

3.检查0000:7DFEH-0000:7DFFH(MBR的结束标志位)是否等于55AAH，若不等于则转去尝试其他启动设备，如果没有启动设备满足要求则显示"NO ROM BASIC"然后死机。

4.当检测到有启动设备满足要求后，BIOS将控制权交给相应启动设备。启动设备的MBR将自己复制到0000:0600H处, 然后继续执行。

5.根据MBR中的引导代码启动引导程序。

**硬盘分区表**

一、分区表的位置及识别标志

　　分区表一般位于硬盘某柱面的0磁头1扇区。而第1个分区表(也即主分区表)总是位于(0柱面，0磁头，1扇区)，剩余的分区表位置可以由主分区表依次推导出来。分区表有64个字节，占据其所在扇区的[447-510]字节。要判定是不是分区表，就看其后紧邻的两个字节(也即[511-512])是不是 "55AA"，若是，则为分区表。

二、分区表的结构

　　分区表由4项组成，每项16个字节.共4×16 = 64个字节。每项描述一个分区的基本信息。每个字节的含义如下：

分区表项含义

字节 含义

0 Activeflag.活动标志.若为0x80H,则表示该分区为活动分区.若为0x00H,则表示该分区为非活动分区.

1,2,3 该分区的起始磁头号,扇区号,柱面号磁头号 -- 1字节, 扇区号 -- 2字节低6位,柱面号 -- 2字节高2位 + 3字节

4 分区文件系统标志：

　　分区未用: 0x00H.

　　扩展分区: 0x05H, 0x0FH.

　　FAT16分区: 0x06H.

　　FAT32分区: 0x0BH, 0x1BH, 0x0CH, 0x1CH.

　　NTFS分区: 0x07H.

5,6,7 该分区的结束磁头号,扇区号,柱面号，含义同上.

8,9,10,11 逻辑起始扇区号。表示分区起点之前已用了的扇区数.

12,13,14,15 该分区所占用的扇区数.

　　分区表项有几个字节比较重要，下面分别阐述之：

　　1、（1，2，3）字节

　　磁头号由（1）字节8位表示，其范围为（0 -- 2^8 - 1），也即（0 磁头-- 255磁头）。 　　扇区号由（2）字节低6位表示，其范围为（0 -- 2^6 - 1），由于扇区号从1开始，所以其范围是（1扇区-- 63扇区）。

　　柱面号由（2）字节高2位 + （3）字节，共10位表示，其范围为（0 --2^10 - 1），也即（0 柱面-- 1023柱面）。

　　当柱面号超过1023时，这10位依然表示成1023，需要注意。

　　（5，6，7）字节含义同上。

2、（8, 9, 10, 11）字节

　　如果是主分区表，则这4 个字节表示该分区起始逻辑扇区号与逻辑0扇区（0柱面，0磁头，1扇区）之差。如果非主分区表，则这4 个字节要么表示该分区起始逻辑扇区号与扩展分区起始逻辑扇区号之差，要么为63。详细情况在后面有所阐述。

注意：

　　1、扇区上的字节是按左边低位，右边高位的顺序排列的。所以在取值时，需要把字节再反一下，让高位字节在左边，低位字节在右边，这一点在读取逻辑起始扇区号和分区大小时需要注意。举个例子:第一项的逻辑起始扇区为(3F 00 00 00)，转换为十进制前要先反一下字节顺序，为（00 00 00 3F）然后在转换为十进制，即63 .同理分区大小为（3F 04 7D 00），先反为（00 7D 04 3F）再转换为十进制，即8193087。

　　2、逻辑扇区号与（柱面，磁头，扇区）的相互转换：

　　令L = 逻辑扇区号，C = 柱面号，H = 磁头号，S = 扇区号。

　　每道扇区数 = 63

　　每柱面磁头数 = 255

　　每柱面扇区数 = 每道扇区数\* 每柱面磁头数

　　= 63 × 255

　　= 16065

　　柱面号下标从0开始。磁头号[0 -- 254]，扇区号[1 -- 63]。

　　逻辑扇区号下标也从0开始。

　　(柱面，磁头，扇区)转换成逻辑扇区号的公式为：

　　L = C×16065 + H ×63 + S - 1 ;

　　比如（1柱面，1磁头，1扇区），其逻辑扇区号为：

　　L = 1×16065 + 1×63 + 1 – 1

　　= 16128

　　逻辑扇区号转换成(柱面，磁头，扇区) 公式为：

　　C = L / 16065

　　H = (L % 16065) / 63

　　S = (L % 16065) % 63 + 1

　　比如逻辑扇区号 16127：

　　C = 16127 / 16065 = 1

　　H = (16127 % 16065) / 63 = 0

　　S = (16127 % 16065) % 63 + 1 = 63

　　即（1柱面，0磁头，63扇区）

　　3、分区表上有四项，每一项表示一个分区，所以一个分区表最多只能表示4个分区。主分区表上的4项用来表示主分区和扩展分区的信息。因为扩展分区最多只能有一个，所以硬盘最多可以有四个主分区或者三个主分区，一个扩展分区。余下的分区表是表示逻辑分区的。这里有必要阐述一点：逻辑区都是位于扩展分区里面的，并且逻辑分区的个数没有限制。

4、分区表所在扇区通常在（0磁头，1扇区），而该分区的开始扇区通常位于（1磁头，1扇区），中间隔了63 个隐藏扇区。

三、分区表链的查找

　　分区表链实际上相当于一个单向链表结构。第一个分区表，也即主分区表，可以有一项 描述扩展分区。而这一项就相当于指针，指向扩展分区。然后我们根据该指针来到扩展分 区起始柱面的0头1扇区，找到第二个分区表。对于该分区表，通常情况下：第一项描述了 扩展分区中第一个分区的信息，第二项描述下一个分区,而这第二项就相当于指向第二个分 区的指针，第三项，第四项一般均为0。我们可以根据该指针来到扩展分区中第二个分区起 始柱面的0头1扇区，找到第三个分区表。以此类推，直到最后一个分区表。而最后一个分 区表只有第一项有信息,余下三项均为0.相当于其指针为空.所以只要找到了一个分区表就可 以推导找出其后面所有分区表。不过该分区表前面的分区表就不好推导出来了。但令人高兴 的是这个链表的头节点，也即主分区表的位置是固定的位于（0柱面, 0磁头, 1扇区）处， 我们可以很轻易的找到它，然后把剩下的所有分区表一一找到。

　　以笔者的硬盘为例:一个主分区（C盘）, 一个扩展分区.扩展分区中有两个逻辑分区（D盘,E盘）其分区表链示意图如下:

　　C盘的主分区表

　　图一 分区表链示意图

　　(一).读取（0柱面，0磁头，1扇区）处

　　[80 01 01 00 0B FE 7F FD 3F 00 00 00 3F 04 7D 00 ]

　　[00 00 41 FE 0F FE FF FF 7E 04 7D 00 1F 2C B4 00 ]

　　[00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 ]

　　[00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 ]

第一项：

　　（80）（01 01 00）（0B）（FE 7F FD ）（3F 00 00 00 ）（3F 04 7D 00）

　　描述的是C盘的情况。

　　1.（80）：表示C盘为活动分区。即系统会从C盘启动。

　　2.（01 01 00）：表示C盘的起始扇区为（0柱面，1磁头，1扇区）。

　　3.（0B）：表示C盘的文件系统为FAT32。

　　4．（FE 7F FD）：

　　(FE) 16 = (254) 10； (7F) 16 = (0111 1111) 2； (FD) 16 = (1111 1101) 2。

　　磁头号：(254) 10；

　　扇区号：(11 1111) 2 = (63) 10.

　　柱面号：(01 1111 1101) 2 = (509) 10

　　故C盘结束扇区为（509柱面，254磁头，63扇区）。

5.（3F 00 00 00）：

　　反向，(00 00 00 3F) 16 = (63) 10,为C盘起始逻辑扇区号与逻辑0扇区号之差。表示C盘前面已有63个扇区，这63个扇区为系统隐藏扇区。

　　6. (3F 04 7D 00)：

　　反向，(00 7D 04 3F) 16 = (8193087) 10。表明C盘有8193087个扇区。即（0柱面，1磁头，1扇区）至（509柱面，254磁头，63扇区）

　　共有8193087个扇区。

第二项：

　　(00）（00 41 FE）（0F）（FE FF FF）（7E 04 7D 00）（1F 2C B4 00）

　　描述的是扩展分区的情况。

　　1. (00): 表示该分区不是活动分区。

　　2. (00 41 FE):

　　(00) 16 = (0) 10　(41) 16 = (0100 0001) 2 (FE) 16 = (1111 1110) 2

　　磁头号：(0) 10；

　　扇区号：(00 0001) 2 = (1) 10.

　　柱面号：(01 1111 1110) 2 = (510) 10

　　所以扩展分区的起始扇区为（510柱面，0磁头，1扇区）。

　　3. (0F): 表示该分区为扩展分区。

　　4. (FE FF FF):

　　(FE) 16 = (254) 10 (FF) 16 = (1111 1111) 2 (FF) 16 = (1111 1111) 2;

　　磁头号：(254) 10；

　　扇区号：(11 1111) 2 = (63) 10.

　　柱面号：(11 1111 1111) 2 = (1023) 10

　　但这是不准确的，因为当柱面号的真实值超过1023时，表示柱面号的10位也依然是1023。

　　5. (7E 04 7D 00):

　　反向，(00 7D 04 7E) 16 = (8193150) 10. 表示扩展分区的起始扇区号为8193150，即(510 柱面，0磁头，1扇区)。这是真实准确的，我一般都用这一项来定位分区起点。

　　6. (1F 2C B4 00):

　　反向, (00 B4 2C 1F) 16 = (11807775) 10. 表示扩展分区共有11807775个扇区。通过上面得到的起点和分区的大小，可以推导出扩展分区的结束位置：8193150 + 11807775 = 20000925号扇区，即（1244 柱面，254磁头，63扇区）。

四、查找D盘分区表

　　根据上面的信息，第二个分区表，也即D盘分区表在（510柱面，0磁头，1扇区）处。读取该扇区，得到分区表如下：

　　[00 01 41 FE 0B FE FF 7B 3F 00 00 00 BF A3 5D 00 ]

　　[00 00 C1 7C 05 FE FF FF FE A3 5D 00 21 88 56 00 ]

　　[00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 ]

　　[00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 ]

第一项：

　　（00）（01 41 FE）（0B）（FE FF 7B）（3F 00 00 00 ）（BF A3 5D 00）

　　描述的是D盘的情况。

　　1.（00）：表示D盘不是活动分区。

　　2.（01 41 FE）：

　　(01) 16 = (1) 10 (41) 16 = (0100 0001) 2 (FE) 16 = (1111 1110) 2.

　　磁头号：(1) 10；

　　扇区号：(00 0001) 2 = (1) 10.

　　柱面号：(01 1111 1110) 2 = (510) 10;

　　故D盘开始扇区为（510柱面，1磁头，1扇区）。

　　3.（0B）：表示D盘的文件系统为FAT32。

　　4．（FE FF 7B）：

　　(FE) 16 = (254) 10 。 (FF) 16 = (1111 1111) 2 (7B) 16 = (0111 1011) 2.

　　磁头号：(254) 10；

　　扇区号：(11 1111) 2 = (63) 10.

　　柱面号：(11 0111 1011) 2 = (891) 10

　　故D盘结束扇区为（891柱面，254磁头，63扇区）。

　　5.（3F 00 00 00）：

　　反向，(00 00 00 3F)16 = (63)10,为D盘起始逻辑扇区号（510柱面，1磁头，1扇区）与扩展分区起始逻辑扇区号

　　（510柱面，0磁头，1扇区）之差。表示D盘前面已有63个扇区，这63个扇区为系统隐藏扇区。

　　6. (BF A3 5D 00)：

　　反向，(00 5D A3 BF) 16 = (6136767) 10。表明D盘有6136767个扇区。

　　通过上面得到的起点和分区的大小，可以推导出D盘的结束位置：8193150 + 63 + 6136767 = 14329980号扇区。即（891柱面，254磁头，63扇区）。与上面的正好吻合。

第二项：

　　(00)（00 C1 7C）（05）（FE FF FF）（FE A3 5D 00）（21 88 56 00）

　　描述的是E盘的情况。

　　1. (00)： 表示E盘不是活动分区。

　　2. (00 C1 7C)：

　　(00) 16 = (0) 10 (C1) 16 = (1100 0001) 2 (7C) 16 = (0111 1100) 2

　　磁头号：(0) 10

　　扇区号：(00 0001) 2 = (1) 10

　　柱面号：(11 0111 1100) 2 = (892) 10

　　所以E盘的起始扇区为（892柱面，0磁头，1扇区）。

　　3. (05): 表示E盘的在扩展分区里面。

　　4．(FE FF FF)：

　　(FE) 16 = (254) 10 (FF) 16 = (1111 1111) 2 (FF) 16 = (1111 1111) 2

　　磁头号：(254) 10

　　扇区号：(11 1111) 2 = (63) 10

　　柱面号：(11 1111 1111) 2 = (1023) 10

　　但这是不准确的，原因同上。

　　5．(FE A3 5D 00):

　　反向，(00 5D A3 FE) 16 = (6136830) 10. 这一项非常重要，它定位了E盘分区表所在扇区。其值为E盘分区表所在扇区号与扩展分区起始扇区号之差。所以，E盘分区表所在扇区号为：

　　8193150 + 6136830 = 14329980。即（892柱面，0磁头，1扇区）。

　　6．(21 88 56 00):

　　反向，(00 56 88 21) 16 = (5670945) 10.表示E盘共有11807775个扇区。通过上面得到的起点和分区的大小，可以推导出E盘的结束位置：14329980 + 5670945 = 20000925号扇区，即（1244 柱面，254磁头，63扇区）。

五、查找E盘分区表

　　根据上面的信息，第三个分区表，也即E盘分区表在（892柱面，0磁头，1扇区）处。读取该扇区，得到分区表如下：

　　[00 01 C1 7C 0B FE FF FF 3F 00 00 00 E2 87 56 00]

　　[ 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 ]

　　[00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 ]

　　[00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 ]

　　该分区表第二项全为0，说明没有下一个分区表了。该分区表就是分区表链的最后一个节点。

　　第一项：

　　（00）（01 C1 7C）（0B）（FE FF FF）（3F 00 00 00 ）（E2 87 56 00）

　　该项与D盘分区表的第二项描述的都是E盘的情况，但它们在某些细节上又有所区别。

　　1.（00）：表示E盘不是活动分区。

　　2.（01 C1 7C）：

　　(01) 16 = (1) 10 (C1) 16 = (1100 0001) 2 (7C) 16 = (0111 1100) 2.

　　磁头号：(1) 10

　　扇区号：(00 0001) 2 = (1) 10

　　柱面号：(11 0111 1100) 2 = (892) 10

　　故E盘起始扇区为（892柱面，1磁头，1扇区）。

　　3.（0B）：表示E盘的文件系统为FAT32。

　　4．（FE FF FF）：

　　(FE) 16 = (254) 10 。 (FF) 16 = (1111 1111) 2 (FF) 16 = (1111 1111) 2.

　　磁头号：(254) 10；

　　扇区号：(11 1111) 2 = (63) 10.

　　柱面号：(11 1111 1111) 2 = (1023) 10

　　但这是不准确的，原因同上。

　　5.（3F 00 00 00）：

　　反向，(00 00 00 3F) 16 = (63) 10.这一项与D盘分区表相应项有所不同.为E盘起始逻辑 　　扇区号（892柱面，1磁头，1扇区）与（892柱面，0磁头，1扇区）之差。表示E盘前面已有63个扇区, 这63个扇区为系统隐藏扇区。操作系统无法对这些扇区进行读写,所以可以把自己的秘密信息写在这里.

　　6. (E2 87 56 00):

　　反向，(00 56 87 E2) 16 = (5670882) 10。表明E盘有5670882个扇区。而D盘分区表相应项为5670945. 5670945 - 5670882 = 63.

　　正好等于63个隐藏扇区.这是因为D盘分区表描述的是(892柱面,0磁头，1扇区) 到 (1244 柱面，254磁头，63扇区) 之间的扇区数。而E盘分区表描述的是(892柱面, 1磁头,1扇区) 到 (1244 柱面，254磁头，63扇区) 之间的扇区数。

When the BIOS is configured to use a disk in LBA-assisted translation mode, the BIOS accesses the hardware using LBA mode, but also presents a translated CHS geometry via the INT 13h interface. The number of cylinders, heads, and sectors in the translated geometry depends on the total size of the disk, as shown in the following table.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Disk size** | **Sectors/track** | **Heads** | **Cylinders** |
| 1 < X ≤ 504 MiB | 63 | 16 | X / (63 × 16 × 512) |
| 504 MiB < X ≤ 1008 MiB | 63 | 32 | X / (63 × 32 × 512) |
| 1008 MiB < X ≤ 2016 MiB | 63 | 64 | X / (63 × 64 × 512) |
| 2016 MiB < X ≤ 4032 MiB | 63 | 128 | X / (63 × 128 × 512) |
| 4032 MiB < X ≤ 8032.5 MiB | 63 | 255 | X / (63 × 255 × 512) |

分区

磁盘分区是在硬盘驱动器上定义储存空间。

所有的操作系统都可以让用户为硬划分多个分区，这样使得一个物理硬盘分为几个较小的逻辑分区。

因为越小的分区拥有簇大小会更小,所以一些用户可能会将磁盘划分为多个分区。一个大的分区可能一个簇的大小为64KB，这意味着在该分区下的一个字的文件将占用该磁盘64KB的空间。而同样的在一个较小的分区该文件可能只需要2KB的空间。如果您需要保存大量的文件，这将是一个很好的办法。

您可以通过Diskpart.exe命令创建，删除和格式化分区。在网络上也有许多第三方软件可以图形化的操作磁盘分区。

主分区和活动分区：

主分区也被称为主磁盘分区，是磁盘分区的一中类型，其主要作用是用来安装操作系统。一个硬盘最多可创建4个主分区。活动分区是基于主分区的，磁盘分区中的任意主分区都可以设置为活动分区。如果电脑上4个主分区都安装了不同的系统，那被标记为活动分区的主分区将用于初始引导，即启动活动分区内安装的系统。

扩展分区和逻辑分区：

因为主分区最多可以创建4个，我们需要使用扩展分区打破4的限制。在磁盘上可以创建多个逻辑分区而创建的这些逻辑分区都被称为扩展分区，您可以用主分区和逻辑分区中储存数据，但是不能用扩展分区储存，因为扩展分区是我们对逻辑分区的总称，只是一个称呼。

一个硬盘的主分区也就是包含操作系统启动所必需的文件和数据的硬盘分区，要在硬盘上安装操作系统，则该硬盘必须得有一个主分区。

主分区，也称为主磁盘分区，和扩展分区、逻辑分区一样，是一种分区类型。

主分区中不能再划分其他类型的分区，因此每个主分区都相当于一个逻辑磁盘（在这一点上主分区和逻辑分区很相似，但主分区是直接在硬盘上划分的，逻辑分区则必须建立于扩展分区中）。

扩展分区也就是除主分区外的分区，但它不能直接使用，必须再将它划分为若干个逻辑分区才行。

逻辑分区也就是我们平常在操作系统中所看到的D、E、F等盘。

不管使用哪种分区软件，我们在给新硬盘上建立分区时都要遵循以下的顺序：

建立主分区→建立扩展分区→建立逻辑分区→激活主分区→格式化所有分区。

1. 一个硬盘可以有1到3个主分区和1个扩展分区，也可以只有主分区而没有扩展分区，但主分区必须至少有1个，扩展分区则最多只有1个，且主分区+扩展分区总共不能超过4个。逻辑分区可以有若干个。

2. 分出主分区后，其余的部分可以分成扩展分区，一般是剩下的部分全部分成扩展分区，也可以不全分，剩下的部分就浪费了。

3. 扩展分区不能直接使用，必须分成若干逻辑分区。所有的逻辑分区都是扩展分区的一部分。

硬盘的容量＝主分区的容量＋扩展分区的容量；

扩展分区的容量＝各个逻辑分区的容量之和。

4. 由主分区和逻辑分区构成的逻辑磁盘称为驱动器(Drive)或卷(Volume)。

5. 激活的主分区会成为“引导分区”（或称为“启动分区”），引导分区会被操作系统和主板认定为第一个逻辑磁盘（在DOS/Windows中会被识别为“驱动器C:”或“本地磁盘C:”，即通称的C盘）。

有关DOS/Windows启动的重要文件，如引导记录、boot.ini、ntldr、ntdetect.com等，必须放在引导分区中。

6. DOS/Windows 中无法看到非激活的主分区和扩展分区，但Windows 2000/Vista等NT内核的版本可以在磁盘管理中查看所有的分区。

由于分区表使用32位的项目来存储总扇区数量，如果每个扇区是512字节的话，那么一个分区的最大大小是2TB。

**第二节FAT的详细存储**

◆2.1 FAT分区的结构

　　一个FAT文件系统包括四个不同的部分。

**保留扇区**，位于最开始的位置。第一个保留扇区是**引导扇区**（分区启动记录）。它包括一个称为**基本输入输出参数块(BPB)**的区域（包括一些基本的文件系统信息尤其是它的类型和其它指向其它扇区的指针），通常包括操作系统的启动调用代码。**保留扇区的总数记录在引导扇区中的一个参数中。**引导扇区中的重要信息可以被DOS和OS/2中称为驱动器参数块的操作系统结构访问。

**FAT区域**。它包含有两份文件分配表，这是出于系统冗余考虑，尽管它很少使用，即使是磁盘修复工具也很少使用它。它是分区信息的映射表，指示簇是如何存储的。

**根目录区域**。它是在根目录中存储文件和目录信息的目录表。在FAT32下它可以存在分区中的任何位置，但是在早期的版本中它永远紧随FAT区域之后。

**数据区域**。这是实际的文件和目录数据存储的区域，它占据了分区的绝大部分。通过简单地在FAT中添加文件链接的个数可以任意增加文件大小和子目录个数（只要有空簇存在）。然而需要注意的是每个簇只能被一个文件占有，这样的话如果在32KB大小的簇中有一个1KB大小的文件，那么31KB的空间就浪费掉了。

例外情况

Apricot PC的MS-DOS所用FAT的实现有一个不同的启动扇区组织以使用计算机与IBM不兼容的基本输入输出系统。跳转指令和OEM名被省略并且MS-DOS文件系统参数位于0x50（在标准扇区中偏移为0x0B - 0x17）。后来的Apricot MS-DOS版本除了Apricot特有的引导区之外也具有了读写标准启动分区的能力。

BBC Master 512 上的DOS Plus根本就不使用传统的引导区。数据磁盘省略了引导区并且以一个单份的FAT开始（FAT的第一个字节用来确定磁盘容量），启动磁盘使用一个包含启动调用程序的小型ADFS文件系统，后面跟随一个单份的FAT。

一个FAT分区的构成概况

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 保留扇区 | | FAT区域 | | 数据区域 | |
| 引导扇区  (BPB+  引导代码) | | 其他  保护扇区 | FAT表1 | FAT表2 | 根目录 | 数据区 | |
| 可选 | 12Bit/16/32 | 12Bit/16/32 | 仅12/16 | 目录和数据 | |
| 1个扇区  0000-01FF | | N扇区(N>=0) | 9扇区  0200-13FF | 同FAT表1  1400-25FF | 224(E0)  14扇区  2600-41FF | F6 | |

◆2.2 引导扇区与BPB

BPB（BIOS Parametre Block）是FAT文件系统中第一个重要的数据结构，它位于该FAT分区的第一个扇区，同时也属于FAT文件系统基本区域的保留区，在下面的描述中。凡名称以BPB\_开头的都是BPB的一部分，凡名称与BS\_开头的项都是启动扇区的一部分，而不是属于BPB的内容，以下是启动扇区的结构

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | offset（byte） | 长度（byte） | 描述 |
| BS\_jmpBoot | 0x00 | 3 | 跳转指令，指向启动代码 |
| BS\_OEMName | 0x03 | 8 | 建议值为“MSWIN4.1”。有些厂商的FAT驱动可能会检测此项，所以设为“MSWIN4.1”可以尽量避免兼容性的问题 |
| BPB\_BytsPerSec | 0x0b | 2 | 每扇区的字节数，取值只能是以下几种：512，1024，2048或是4096。设为512会取得最好的兼容性，目前有很多FAT代码都是硬性规定每扇区的字节数为512，而不是实际的检测此值。但微软的操作系统能够很好支持1024，2048或是4096 |
| BPB\_SecPerClus | 0x0d | 1 | 每簇的扇区数，其值必须中2的整数次方（该整数必须>=0），同时还要保证每簇的字节数不能超过32K，也就是1024\*32字节 |
| BPB\_RsvdSecCnt | 0x0e | 2 | 保留扇区的数目，此域不能为0，FAT12/FAT16必须为1，FAT32的典型值取为32，，微软的系统支持任何非0值 |
| BPB\_NumFATs | 0x10 | 1 | 分区中FAT表的份数，任何FAT格式都建议为2 |
| BPB\_RootEntCnt | 0x11 | 2 | 对于FAT12和FAT16此域包含根目录中目录的个数（每项长度为32bytes），对于FAT32，此项必须为0。对于FAT12和FAT16，此数乘以32必为BPB\_BytesPerSec的偶数倍，为了达到更好的兼容性，FAT12和FAT16都应该取值为512 |
| BPB\_ToSec16 | 0x13 | 2 | 早期版本中16bit的总扇区，这里总扇区数包括FAT卷上四个基本分区的全部扇区，此域可以为0，若此域为0，那么BPB\_ToSec32必须为0，对于FAT32，此域必为0。对于FAT12/FAT16，此域填写总扇区数，如果该值小于0x10000的话，BPB\_ToSec32必须为0 |
| BPB\_Media | 0x15 | 1 | 对于“固定”（不可移动）存储介质而言，0xF8是标准值，对于可移动存储介质，经常使用的数值是0xF0，此域合法的取值可以取0xF0,0xF8,0xF9,0xFA,0xFC,0xFD,0xFE,0xFF。另外要提醒的是，无沦此域写入什么数值，同时也必须在FAT[0]的低字节写入相同的值，这是因为早期的MSDOS 1.x使用该字节来判定是何种存储介质 |
| BPB\_FATz16 | 0x16 | 2 | FAT12/FAT16一个FAT表所占的扇区数，对于FAT32来说此域必须为0，在BPB\_FATZ32中有指定FAT表的大小 |
| BPB\_SecPerTrk | 0x18 | 2 | 每磁道的扇区数，用于BIOS中断0x13，此域只对于有“特殊形状”（由磁头和柱面每分割为若干磁道）的存储介质有效，同时必须可以调用BIOS的0x13中断得到此数值 |
| BPB\_NumHeads | 0x1A | 2 | 磁头数，用于BIOS的0x13中断，类似于上面的BPB\_ SecPerTrk，只对特殊的介质才有效，此域包含一个至少为1的数值，比如1,4M的软盘此域为2 |
| BPB\_HidSec | 0x1C | 4 | 在此FAT分区之前所隐藏的扇区数，必须使得调用BIOS的0x13中断可以得到此数值，对于那些没有分区的存储介质，此域必须为0，具体使用什么值由操作系统决定 |
| BPB\_ToSec32 | 0x20 | 4 | 该卷总扇区数（32bit），这里的扇区总数包括FAT卷四个个基本分的全部扇区，此域可以为0，若此域为0，BPB\_ToSec16必须为非0，对FAT32，此域必须是非0。对于FAT12/FAT16如果总扇区数大于或等于0x10000的话，此域就是扇区总数，同时BPB\_ToSec16的值为0。 |

FAT32的BPB的内容和FAT12/16的内容在地址36以前是完全一样的，从偏移量36开始，他们的内容有所区别，具体的内容要看FAT类型为FAT12/16还是FAT32，这点保证了在启动扇区中包含一个完整的FAT12/16或FAT32的BPB的内容，这么做是为了达到最好的兼容性，同时也为了保证所有的FAT文件系统驱动程序能正确的识别和驱动不同的FAT格式，并让他们良好地工作，因为他们包含了现有的全部内容

从offset 36开始FAT12/FAT16的内容开始区别于FAT32，下面分两个表格列出，下表为FAT12/FAT16的内容

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 名称 | offset（byte） | 长度（byte） | 描述 |
| BS\_drvNum | 0x24 | 1 | 用于BIOS中断0x13得到磁盘驱动器参数，（0x00为软盘，0x80为硬盘）。此域实际上由操作系统决定 |
| BS\_Reseved1 | 0x25 | 1 | 保留（供NT使用），格式化FAT卷时必须设为0 |
| BS\_BootSig | 0x26 | 1 | 扩展引导标记（0x29）用于指明此后的3个域可用 |
| BS\_VolID | 0x27 | 4 | 卷标序列号，此域以BS\_VolLab一起可以用来检测磁盘是否正确，FAT文件系统可以用此判断连接的可移动磁盘是否正确，引域往往是由时间和日期组成的一个32位的值 |
| BS\_VolLab | 0x2B | 11 | 磁盘卷标，此域必须与根目录中11字节长的卷标一致。 |
| FAT文件系统必须保证在根目录的卷标文件列改或是创建的同时，此域的内容能得到时的更新，当FAT卷没有卷标时，此域的内容为“NO NAME” |
| BS\_FilSysType | 0x36 | 8 | 以下的几种之一：“FAT12”，“FAT16”，“FAT32” |
| 不少人错误的认为FAT文件系统的类型由此域来确认，他细点你就能发现此域并不是BPB的一部分，只是一个字符串而已，微软的操作系统并不使用此此域来确定FAT文件的类型，；因为它常常被写错或是根本就不存在。 |

下表为FAT32的内容

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 名称 | offset（byte） | 长度（byte） | 描述 |
| BPB\_FATSz32 | 0x24 | 4 | 一个FAT表所占的扇区数，此域为FAT32特有，同时BPB\_FATSz16必须为0 |
| BPB\_Flags | 0x28 | 2 | 此域FAT32特有。 |
| Bits0-3:不小于0的FAT（active FAT）数目，只有在镜像（mirrorig）禁止时才有效。 |
| Bits 4-6: 保留 |
| Bits7： 0表示FAT实时镜像到所有的FAT表中 |
| 1 表示只有一个活动的FAT表。这个表就是Bits0-3所指定的那个 |
| Bits8-15：保留 |
| BPB\_FSVer | 0x2A | 2 | 此域为FAT32特有， |
| 高位为FAT32的主版本号，低位为次版本号，这个版本号是为了以后更高级的FAT版本考虑，假设当前的操作系统只能支持的FAT32版本号为0.0。那么该操作系统检测到此域不为0时，它便会忽略FAT卷，因为它的版本号比系统能支持的版式本要高 |
| BPB\_RootClus | 0x2C | 4 | 根目录所在第一个簇的簇号，通常该数值为2，但不是必须为2 |
| 磁盘工具在改变根目录位置时，必须想办法让磁盘上第一个非坏簇作为根目录的第一个簇（比如第2簇，除非它已经被标记为坏簇），这样的话，如果此域正好为0的话磁盘检测工具也能轻松的找到根目录所在簇的位置 |
| BPB\_FSIfo | 0x30 | 2 | 保留区中FAT32卷FSINFO结构所占的扇区数，通常为1 |
| 在Backup Boot 中会有一个FSINFO的备份，但该备份只是更新其中的指针，也就是说无论是主引导记录还是备份引导记录都是指向同一个FSINFO结构 |
| BPB\_\_BkBootSec | 0x32 | 2 | 如果不为0，表示在保留区中引导记录的备数据所占的扇区数，通常为6。同时不建议使用6以外的其他数值 |
| BPB\_Reserved | 0x34 | 12 | 用于以后FAT扩展使用，对FAT32。此域用0填充 |
| BS\_DrvNum | 0x40 | 1 | 与FAT12/16的定义相同，只不过两者位于启动扇区不同的位置而已 |
| BS\_Reserved1 | 0x41 | 1 | 与FAT12/16的定义相同，只不过两者位于启动扇区不同的位置而已 |
| BS\_BootSig | 0x42 | 1 | 与FAT12/16的定义相同，只不过两者位于启动扇区不同的位置而已 |
| BS\_VolID | 0x43 | 4 | 与FAT12/16的定义相同，只不过两者位于启动扇区不同的位置而已 |
| BS\_VolLab | 0x47 | 11 | 与FAT12/16的定义相同，只不过两者位于启动扇区不同的位置而已 |
| BS\_FilSysType | 0x52 | 8 | 通常设置为“FAT32”，请参照FAT12/16此部分的陈述。 |

关于FAT启动扇区还有一点重要的说明，我们假设里面的内容是按字节排序的，那么扇区[510]的内容一定0x55，扇区[511]的内容一定是0xAA。

很多FAT资数文档会把0xAA55说成是“启动扇区最后两字节的内容”，这样的陈述是正确的—仅仅是如果—BPB\_BytsPerSec的值为512的话。若BPB\_BytsSec的值大于512，该标记的位置并没有改变（虽然在启动扇区的最后两个字节写0xAA55并没有问题）。

关于BPB\_ToSec16/32这里再作一点补充：假设一现在我们有一块磁盘或一个分区，它的扇区数为DskSz，如果BPB\_aToSec(BPB\_ToSec16或是BPB\_ToSec32基中不为0的那个)的值小于或等于DskSz并不会使该FAT卷在使用中出现什么错误，实际上BPB\_ToSec16/32的值不要比DskSz小得离谱就不会有什么错误。

这样做将造成磁盘空间的浪费，程序本身并不会认为该FAT卷存在什么错误，但是，如果BPB\_ToSec16/32的值比DskSz大将会使FAT卷遭到严重的损坏，因为它超出了存储介质或是磁盘分区的边界。当BPB\_ToSec16/32的值比DskSz大时，一些数据将不幸地被丢失.

引导扇区的结构：

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Jmp3 | | OEMNm8 | | | | BPS2 | | CPS1 | 保留扇区数2 |
| F1 | 目2 | TS | M | Fat扇2 | SPT2 | NH2 | Hid Sec4 | | |
| SectorsBig4 | | D1 | R1 | B1 | VolID4 | VolLab11 | | | |
| VolLab11 | | | | FileSysType8 | | | | | 引导代码448 |
| 引导代码448 | | | | | | | | | |
| 引导代码448 | | | | | | | | | EndFlag2 |

介质描述(MD-Media Description)

向DOS提供的所用磁盘的性质。介质描述拦中的值DOS所能识别的十六进制数，不同的介质(即不同的磁盘类型)具有不同的介质描述值。硬盘的介质描述符为“F8”，不同的软盘所对应的介质描述符如表所示。

表各种类型磁盘的介质描述值

|  |  |
| --- | --- |
| 十六进制数 | 说明 |
| F0 |  |
| F8 | 硬盘 |
| F9 | 双面5.25"软盘（15扇区高密度）、双面3.5"软盘FA |
| FA | 双面3.5"软盘、RAM虚拟盘FC |
| FC | 单面5.25"软盘（9扇区/磁道）、双面8"磁盘 |
| FD | 双面5.25"软盘（9扇区/磁道）、 |
| FE | 单面8"软盘（单密度）、单面8"软盘（双密度） |
|  | 单面5.25"软盘（8扇区/磁道） |
| FF | 双面5.25"软盘（8扇区/磁道） |

◆**2.3 文件分配表**

　　一个分区分成同等大小的簇，也就是连续空间的小块。簇的大小随着FAT文件系统的类型以及分区大小而不同，典型的簇大小介于2KB到32KB之间。每个文件根据它的大小可能占有一个或者多个簇；这样，一个文件就由这些这些（称为单链表）簇链所表示。然而，这些链并不一定一个接着一个在磁盘上存储，它们经常是在整个数据区域零散的储存。

文件分配表（FAT）是映射到分区每个簇的条目列表。

每个条目记录下面五种信息中的一种。

1.链中下一个簇的地址

2.一个特殊的文件结束符（EOF）符号指示链的结束

3.一个特殊的符号标示坏簇

4.一个特殊的符号标示保留簇

5.0来表示空闲簇

每个版本的FAT文件系统使用不同大小的FAT条目。这个大小已经由名字表示出来，例如FAT16文件系统的每个条目使用16位表示，32位文件系统使用32位表示。这个不同意味着FAT32系统的文件分配表能比FAT16映射更多的簇，它也允许FAT32有更大的分区大小。这也使得FAT32比FAT16更能有效地利用磁盘空间，因为每个驱动器能够寻址更小的簇，这也就意味着更少的空间浪费。

文件分配表中的每个簇号可取的表项值及其含义

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| FAT12 | FAT16 | FAT32 | 簇描述信息含义 |
| 000H | 0000H | 00000000H | "0"值（未分配使用） |
| 001H--FEFH | 0001--FFEFH | 00000001--0FFFFFEFH | "一个簇号"（已占用） |
| FF0H--FF6H | FFF0--FFF6H | 0FFFFFF0--0FFFFFF6H | 保留 |
| FF7H | FFF7H | 0FFFFFF7H | 坏簇 |
| FF8H--FFFH | FFF8H--FFFFH | 0FFFFFF8--0FFFFFFFH | "EOF"（文件结束簇） |

在FAT的簇登记项中，0号登记项和1号登记项是表头，簇的登记项从2号开始。系统隐含文件IO.SYS所在的首簇号总是0002。

文件分配表的大小计算

◆2.4 目录表

　　目录表是一个表示目录的特殊类型文件（现今通常称为文件夹）。它里面保存的每个文件或目录使用表中的32位条目表示。每个条目记录名字、扩展名、属性（档案、目录、隐藏、只读、系统和卷）、创建的日期和时间、文件/目录数据第一个簇的地址，最后是文件/目录的大小。

除了FAT12和FAT16文件系统中的根目录表占据特殊的根目录区域位置之外，所有其它的目录表都存在数据区域。

合法的DOS文件名包括下面一些字符：

大写字母A-Z

数字0-9

空格（尽管结尾的空格被作为填充而不是文件名的一部分）

! # $ % & ( ) - @ ^ \_ ` { } ~ '

数值 128-255

DOS文件名位于OEM字符集。

长文件名（LFN）使用一个技巧存储在FAT文件系统上——在目录表中添加假的条目。这些条目使用一个普通文件无法使用的卷标属性标识，普通文件无法使用是由于它们被大多数旧的MS-DOS程序忽略。很显然，一个只包含卷标的目录被当作空卷，这样就允许删除；使用长文件名创建的文件在从普通的DOS删除就会发生这样的情形。

校验和也允许检验长文件名是否与8.3文件名匹配；当一个文件删除之后使用DOS在同一个目录位置重新创建之后就会出现不匹配现象。校验和使用下面的算法计算。（注意pFcbName是指向如正常目录条目中所显示的文件名的指针，例如前八个字符是文件名，最后三个是扩展名。点是隐含的。文件名中没有使用的空间将使用空格（ASCII 0x20）补齐。例如，“Readme.txt”将记录为"README TXT"。

unsigned char lfn\_checksum(const unsigned char \*pFcbName) {

int i;

unsigned char sum=0;

for (i=11; i; i--)

sum = ((sum & 1) ? 0x80 : 0) + (sum >> 1) + \*pFcbName++;

return sum;

}

旧版的PC-DOS错误地将根目录中的长文件名当作卷标，这样它们就会显示错误的卷标。 　　每个假条目包含13UTF-16个字符（26字节），通过使用包含文件大小或者时间记录的区域获得除了旧的8+3之外的另外15个字节（但是出于安全和磁盘检查工具的考虑开始簇的区域没有使用保留值为0）。参见8.3中另外的解释。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **字节偏移** | **长度** | **描述** |
| 0x00 | 1 | 串行号 |
| 0x01 | 10 | 名称字符（5个UTF-16字符） |
| 0x0b | 1 | 属性（永远是0x0F） |
| 0x0c | 1 | 保留（永远是0x00） |
| 0x0d | 1 | DOS文件名校验和 |
| 0x0e | 12 | 名称字符（6个UTF-16字符） |
| 0x1a | 2 | 第一个簇（永远是0x0000） |
| 0x1c | 4 | 名称字符（两个UTF-16字符） |

如果一个文件名只包含小写字母、或者是一个小写字母的名加上大写扩展名的混合或者与此相反，没有特殊的字符并且满足8.3的限制，在视窗NT上就不创建VFAT的条目。相反，在目录条目的偏移0x0c处的没有说明的位用来指示文件名全部或者部分是小写字母。特别明确的是，位4意味着小写字母的扩展名，位3意味着名是小写字母，这样就允许如“example.TXT”和“HELLO.txt”这样的组合，但是不允许“Mixed.txt”这样的组合。很少有操作系统支持这种功能。非NT视窗版本当这个扩展使用时将把文件名当作大写字母。缺省情况下，Linux的最近版本将认识这个扩展但是在写时并不使用它。

需要说明的是：

1．引导扇区和其他保留扇区一起称为保留扇区，而其他保留扇区是可选的，当没有时候，引导扇区后紧跟的就是FAT表1

2．根目录区是仅FAT12/16才有，FAT32的目录项位于数据区。由于FAT12/16的根目录区是一个固定的区域，所以它的根目录的项数是有限制的，意即不能在根录建立超过这个定数的目录项数。

根目录的数据项结构：

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 文件名称8 | | | | 扩展3 | | 属性1 | 保留1 | 创建时间1 | 创建时间HMS2 |
| 创建日期YMD2 | 最后访问日期2 | ea Index2 | 最终修改时间2 | 最终修改 日期2 | 起始簇号2 | | 文件大小4 | | |

第三方扩展

　　在微软公司添加长文件名和创建/访问时间戳之前，其它的操作系统使用目录表字节0x0C-0x15存储其它的元数据。

FAT授权

专利

　　在二十世纪九十年代中期微软公司申请并获得了一系列的FAT文件系统内核部分的专利。由于具有广泛的兼容性和易于理解，FAT经常被选为用于数码相机和个人数码助理中闪存的数据交换格式。

2003年12月3日微软公司宣布使用FAT规范和“相关智慧产权”将需要得到授权，被个销售单元支付0.25美元的版权费，每个授权协议最多250,000美元的版权费。

为了这个目的，微软公司提及了四个关于FAT文件系统的专利作为它的知识产权主张的基础。所有这些与长文件名扩展有关的FAT首先出现在Windows 95中：

美国专利 5,745,902 - 访问使用不同文件名格式的文件名的方法和系统。1992年7月6日备案。这包括生成、联系一个8.3兼容格式的短文件名和长文件名的方法（如“Microsoft.txt”和“MICROS~1.TXT”），以及列举相互冲突的短文件名的方法（如“MICROS~2.TXT”和“MICROS~3.TXT”）。现在还不清楚这个专利是否覆盖不具有显式长文件名能力的FAT实现。Unix文件系统中的硬连接看起来不是先行者：从长文件名删除一个FAT文件也将删除它的短文件名。将一个文件重命名为一个“短”文件名也将一致地更改长文件名；同样，将一个文件重命名为“长”文件名也将重新生成一个“短”文件名。在NTFS中，硬连结和两个名字是不同的概念，并且每个硬连结都有两个名字。最后，在API的层面上，当在系统中进行目录搜索时两个文件名都会出现；它们看起来不是两个独立的文件并且它们也没有有必要去“映射”确定同一个文件。

美国专利 5,579,517 - 长、短文件名公用的命名空间。1995年4月24日备案。这包括将多个连续8.3目录条目链接在一起支持长文件名的方法，其中一些条目特殊进行标记阻止可能引起混淆地早期的不支持长文件名的FAT实现。

公共专利基金会成功地对这项专利发起了挑战；这个专利申请由于所申请的技术在专利美国专利 5,307,494 和 美国专利 5,367,671中的先期发现在2004年9月14日被驳回]。这个决定后来在2006年1月10日被美国专利局所推翻。

美国专利 5,758,352 - 长、短文件名公用的命名空间。1996年9月5日备案。它非常类似于5,579,517。

公共专利基金会成功地对这项专利发起了挑战；美国专利商标局基于"the six assignees names were incorrect"在2005年10月5日驳回了这项专利。这个决定也在后来的2006年1月10日被美国专利局推翻。

美国专利 6,286,013 - 在操作系统中为长、短文件名提供一个公用的命名空间的方法和系统。1997年1月28日备案。它所申请的内容包括Windows 95、Windows 98和Windows Me的长文件名提供给它们MS-DOS兼容层所用的方法。它看起来不影响非微软的FAT实现。 　　许多技术评论断言这些专利仅仅涵盖了支持长文件名的FAT实现，那些只使用短名字的移动固态媒体和消费设备将不受影响。

另外，在微软2000年12月6日出版的"Microsoft Extensible Firmware Initiative FAT 32 File System Specification, FAT: General Overview of On-Disk Format"，微软公司明确地给出了一些授权，许多读者将它认为是微软允许操作系统厂商实现FAT。

控诉

　　由于人们广泛要求重新审查这些专利，公众专利基金会向美国专利和商标局（USPTO）提出了一些证据争辩这些专利的有效性，其中包括施乐公司和IBM的早期参考资料。美国专利商标局承认这些证据提出了“可专利性的实质性的新问题”并且对于微软公司FAT专利的有效性展开调查。

2004年9月30日，美国专利商标局主要基于公共专利基金会所提供的证据驳回了美国专利 5,579,517的专利主张。这个基金会的执行总裁Dan Ravicher说“现在专利局只不过是确认了我们已经知道了一段时间的事情，微软公司的专利是假的。”

PUBPAT的新闻发布会说，“微软公司仍然有机会回应专利局的驳回。有代表性的是第三方的重新审查要求如PUBPAT提供的资料成功地减小了专利的范围或者有70%的机会完全驳回专利。”

2005年10月5日，专利局宣布随着调查的深入它驳回了专利5.579,517的专利主张，另外它发现专利美国专利 5,758,352有错误的专利受益人而无效。

最后在2006年1月10日，专利局裁定微软公司的FAT系统的实现特点是“新颖和非显然的”，推翻了早期的两个非最终裁决。

注解

专利申请的是在文件系统中支持长文件名的技术，而不是文件系统内核本身。

Duncan, Ray (1989). Design goals and implementation of the new High Performance File System. Microsoft Systems Journal 4 (5).

Thompson, Robert Bruce and Barbara Fritchman Thompson, PC Hardware in a Nutshell, 3rd Edition,, O'Reilly, ISBN 059600513X (p. 506 re Microsoft "bizarrely" saying 32 GB limitation is by design

Limitations of FAT32 File System, Microsoft knowledge base article 184006

Norton, Peter (2002页面文件)

FAT32和NTFS相互转化

一.FAT32转NTFS

　　在开始——运行中输入CMD ，再输入 convert X：/FS:NTFS(X：是所要转化的分区盘符)重新启动之后就开始转化了。不过这样的转化方式有三个弊端：

1.其实也不能算是弱点，主要是转化为NTFS之后，系统默认Everyone用户对所有目录、文件拥有完全权限，其实FAT32本来就默许所有用户访问!为了安全起见，需要重新设置安全特性。对一些重要文件，应该取消everyone用户的完全权限。

2.转化后的NTFS分区，第一次可能很容易产生磁盘碎片。

3.C盘在转换为NTFS分区前，一定要注意是不是多系统的，有没有安装WIN9X、ME等不认识NTFS分区的系统，如果安装了，那么C盘千万不能转换为NTFS分区，一定要保持原来的FAT分区。扩展分区里的逻辑分区则除了安装有WIN9X/ME系统的分区外，其他的分区都可以转换为NTFS分区。

二.NTFS转FAT32

　　目前为止，比较常用的方法就是用PQ Magic进行转化(也可用Acronis公司的Partation Expert，英文版，但完全支持中文)，但是一定要注意，如果有中文目录、文件，一定要集中起来用Winrar打包成英文名称的压缩包，否则这些中文目录、文件都将无法访问!!!

常见问题处理

　　1.中途断电，分区成了PQRP类型，无法访问，怎么办?

可以利用PQ安装目录下的PTEDIT32.exe(\PowerQuest\PartitionMagic 8.0)进行修复，只需将标志为PQRP的分区(类型为3C)，转化为FAT32/NTFS(类型为07/0B)即可。如果是C盘出错，可以借助实模式 DOS加载DOS版的PTEDIT.exe(\PowerQuest\PartitionMagic 8.0\DOS)进行修复。注：其他PQ操作断电导致的问题也可以依法炮制，而且相对于Diskgenius，PTEDIT32.exe可以支持NTFS 分区。

2.转化分区后，中文目录无法访问，怎么办?

可以利用GHOST克隆问题分区，然后用ghost Explorer打开gho备份文件，重命名中文目录即可。

FAT文件系统数据结构C语言表示

FAT文件系统相关数据结构

struct fat\_boot\_sector {

uint8\_t ignored[3]; /\* 0x00 Boot strap short or near jump \*/

int8\_t system\_id[8]; /\* 0x03 Name - can be used to special case

partition manager volumes \*/

uint8\_t sector\_size[2]; /\* 0x0B bytes per logical sector \*/

uint8\_t sectors\_per\_cluster; /\* 0x0D sectors/cluster \*/

uint16\_t reserved; /\* 0x0E reserved sectors \*/

uint8\_t fats; /\* 0x10 number of FATs \*/

uint8\_t dir\_entries[2]; /\* 0x11 root directory entries \*/

uint8\_t sectors[2]; /\* 0x13 number of sectors \*/

uint8\_t media; /\* 0x15 media code (unused) \*/

uint16\_t fat\_length; /\* 0x16 sectors/FAT \*/

uint16\_t secs\_track; /\* 0x18 sectors per track \*/

uint16\_t heads; /\* 0x1A number of heads \*/

uint32\_t hidden; /\* 0x1C hidden sectors (unused) \*/

uint32\_t total\_sect; /\* 0x20 number of sectors (if sectors == 0) \*/

/\* The following fields are only used by FAT32 \*/

uint32\_t fat32\_length; /\* 0x24=36 sectors/FAT \*/

uint16\_t flags; /\* 0x28 bit 8: fat mirroring, low 4: active fat \*/

uint8\_t version[2]; /\* 0x2A major, minor filesystem version \*/

uint32\_t root\_cluster; /\* 0x2C first cluster in root directory \*/

uint16\_t info\_sector; /\* 0x30 filesystem info sector \*/

uint16\_t backup\_boot; /\* 0x32 backup boot sector \*/

uint8\_t BPB\_Reserved[12]; /\* 0x34 Unused \*/

uint8\_t BS\_DrvNum; /\* 0x40 \*/

uint8\_t BS\_Reserved1; /\* 0x41 \*/

uint8\_t BS\_BootSig; /\* 0x42 \*/

uint8\_t BS\_VolID[4]; /\* 0x43 \*/

uint8\_t BS\_VolLab[11]; /\* 0x47 \*/

uint8\_t BS\_FilSysType[8]; /\* 0x52=82\*/

/\* \*/

uint8\_t nothing[420]; /\* 0x5A \*/

uint16\_t marker;

} \_\_attribute\_\_ ((\_\_packed\_\_));

struct msdos\_dir\_entry {

int8\_t name[8],ext[3]; /\* 00 name and extension \*/

uint8\_t attr; /\* 0B attribute bits \*/

uint8\_t lcase; /\* 0C Case for base and extension \*/

uint8\_t ctime\_ms; /\* 0D Creation time, milliseconds \*/

uint16\_t ctime; /\* 0E Creation time \*/

uint16\_t cdate; /\* 10 Creation date \*/

uint16\_t adate; /\* 12 Last access date \*/

uint16\_t starthi; /\* 14 High 16 bits of cluster in FAT32 \*/

uint16\_t time; /\* 16 time, date and first cluster \*/

uint16\_t date; /\* 18 \*/

uint16\_t start; /\* 1A \*/

uint32\_t size; /\* 1C file size (in bytes) \*/

};

/\* Up to 13 characters of the name \*/

struct msdos\_dir\_slot {

uint8\_t id; /\* 00 sequence number for slot \*/

uint8\_t name0\_4[10]; /\* 01 first 5 characters in name \*/

uint8\_t attr; /\* 0B attribute byte \*/

uint8\_t reserved; /\* 0C always 0 \*/

uint8\_t alias\_checksum; /\* 0D checksum for 8.3 alias \*/

uint8\_t name5\_10[12]; /\* 0E 6 more characters in name \*/

uint16\_t start; /\* 1A starting cluster number, 0 in long slots \*/

uint8\_t name11\_12[4]; /\* 1C last 2 characters in name \*/

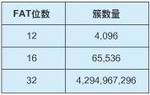
};

**第三节 簇的概念**

◆3.1 簇的概念

磁盘上最小可寻址存储单元称为扇区，通常每个扇区为512个字节(或字符)。由于多数文件比扇区大得多，因此如果对一个**文件分配最小的存储空间**，将使存储器能存储更多数据，这个最小存储空间即称为**簇**。根据存储设备(磁盘、闪卡和硬盘)的容量，簇的大小可以不同以使存储空间得到最有效的应用。1簇=n扇区（n大于等于1）。在BPB中是用1字节来存储每个簇的扇区数的。在早期的360KB磁盘上，簇大小为2个扇区(1,024字节)；第一批的10MB硬盘的簇大小增加到8个扇区(4,096字节)；现在的小型闪存设备上的典型簇大小是8KB或16KB。2GB以上的硬盘驱动器有32KB的簇。表2列出在给定簇大小和FAT类型的最大分区。

表2



**为什么采用簇呢？**通常，存储设备上的空间分配是随机的。在一个新存储设备上，文件连续存储，并知道开始和结束扇区和长度，在读取时可以根据这些信息重新得到所存储的文件。但是，过一段时间后，有些文件将会被擦掉，同时可能有些文件增大，这时不能保证同一个文件存储在连续的一系列扇区里。因此，需要一种方法来辨别哪个扇区被分配到某些文件，以及还有哪些扇区可用。这时可以采用一种表结构（FAT）来实现这种功能，使每个扇区对应一个表记录。**然而，由于大多数文件存储在多个扇区，一个记录对应一个扇区的作法将造成一些浪费。**因此，采用每个记录代表一个固定数量扇区将更有意义，这个固定扇区被称为簇。

簇是相对数据区而言的，从2开始编号。FAT32？

给文件分配扇区

如果给一个**文件分配的最小存储空间(簇)**大小取决于保存该文件的介质类型，我们必须有一种方法来标明某个簇是否可用或者已分配给一个文件。如果已将一个簇分配给一个文件，我们必须知道这个簇分配给文件的哪部分了，这就是通过一个**链接列表**来实现，即文件分配表(FAT)。FAT仅仅是一个包含N个整数的列表，N是存储设备上最大的簇数。表中每个记录的位数称为FAT大小，是12、16或32三个数之一。早期的存储设备使用12位(1.5字节)FAT以减少浪费，12位可以提供4,096个簇。假定一个簇具有两个扇区(1,024字节)，则代表存储设备将近有4.2MB存储容量。更大的簇就能实现更大的存储空间，**但是在存储较小文件时，由于簇没有完全装满而将造成存储空间的浪费。**

操作系统根据表现整个磁盘空间所需要的簇数量来确定使用多大的FAT。如果磁盘要求的簇少于4,096个，则可以使用12位FAT；如果小于65,536但大于4,096个簇，就使用16位FAT；否则，必须采用32位FAT。在存储设备的第一个扇区内以数据列表的形式定义了簇的大小，该数据列表被称为BIOS参数块。在系统引导期间操作系统可以读该扇区，这样就能设定如何从存储设备中读取文件。

FAT是一种链接列表，链接列表中相关记录之间互相指向对方。在存储设备目录中包含了FAT表名称、该文件大小和分配给该文件的第一个簇的编号。存储该文件的第一个簇所对应的表记录中包含了该文件的第二个簇号码。同样，第二个簇对应的记录里包含有存储该文件的第三个簇编号，以此类推直到该文件的最后一个簇。在新存储设备上存储的第一个文件将保存在连续的簇内，因此第一个簇会指向第二个，第二个指向第三个，如此类推。

实际上，第一个簇(簇0)总是保留用于存储操作系统信息、根目录和两份FAT。系统建立两份FAT，其目的是在当修改其中一个时如果系统发生中断(崩溃)，另一份还完整无缺，恢复程序会检查FAT并使用这份FAT来恢复。

簇大小

分区大小＜2M（通常是指1.44的软盘），FAT12，1簇＝1扇区，实例1.44M

2M≦分区大小≦15M，FAT12，1簇＝8扇区，实例2M，10M

16M≦分区大小≦127M，FAT16，1簇＝4扇区，实例20M

128M≦分区大小≦255M，FAT16，1簇＝8扇区

256M≦分区大小≦511M，FAT16，1簇＝16扇区

512M≦分区大小≦？M，FAT32，1簇＝8扇区，实例600M

512M≦分区大小≦1023M，FAT16，1簇＝32扇区

1024M≦分区大小≦2047M，FAT16，1簇＝64扇区，实例2047M

FAT16各分区与簇大小的关系如下表：

|  |  |
| --- | --- |
| 分区大小 | FAT16簇大小 |
| 16MB-127MB | 2KB |
| 128MB-255MB | 4KB |
| 256MB-511MB | 8KB |
| 512MB-1023MB | 16KB |
| 1024MB-2047MB | 32KB |

如果你在一个1000MB的分区中存放50KB的文件，由于该分区簇的大小为16KB，因此它要用到4个簇才行。而如果是一个1KB的文件，它也必须使用一个簇来存放。那么每个簇中剩下的空间可否拿来使用呢？答案是不行的，所以在使用磁盘时，无形中都会或多或少损失一些磁盘空间。

由上可知，FAT16文件系统有两个最大的缺点：

（１）磁盘分区最大只能到2GB。当前只要你添购计算机的话，想必其中的硬盘大小必定至少有2GB，而3.2GB、4.3GB以上的硬盘比比皆是，且物美价廉。FAT16文件系统已不能适应当前这种大容量的硬盘，必须被迫分区成几个磁盘空间。而分区磁盘的大小又牵扯出簇的问题来，可谓影响颇大。

（２）使用簇的大小不恰当。试想，如果一个只有1KB大小的文件放置在一个1000MB的磁盘分区中，它所占的空间并不是1KB，而是16KB，足足浪费了15KB！当前流行的HTML文件，其大小几乎多为1KB、2KB，而制作一个网站往往用到数十个HTML文件。如果你的硬盘中有100个这种小文件的话，你浪费的磁盘空间可从700KB(511MB的分区)，到3.1MB(2047MB的分区)。

以上这两个问题常常使得用户在“分多大的分区，才能节省空间，同时又可使硬盘的使用更加方便有效”的抉择中徘徊不定。

簇

从统计学上讲，平均每个文件浪费0.5簇的空间，簇越大，存储文件时空间浪费越多，利用率越低。因此，簇的大小决定了该盘数据区的利用率。FAT16系统簇号用16位二进制数表示，从0002H到FFEFH个可用簇号(FFF0H到FFFFH另有定义,用来表示坏簇，文件结束簇等)，允许每一逻辑盘的数据区最多不超过FFEDH(65518)个簇。FAT32系统簇号改用32位二进制数表示，大致从00000002H到FFFFFEFFH个可用簇号。FAT表按顺序依次记录了该盘各簇的使用情况，是一种位示图法。

每簇的使用情况用32位二进制填写，未被分配的簇相应位置写零；坏簇相应位置填入特定值；已分配的簇相应位置填入非零值，具体为：如果该簇是文件的最后一簇，填入的值为FFFFFF0FH，如果该簇不是文件的最后一簇，填入的值为该文件占用的下一个簇的簇号，这样，正好将文件占用的各簇构成一个簇链，保存在FAT表中。0000000H、00000001H两簇号不使用，其对应的两个DWORD位置(FAT表开头的8个字节)用来存放该盘介质类型编号。FAT表的大小就由该逻辑盘数据区共有多少簇所决定，取整数个扇区。

簇大小和扇区大小

　　文件占用磁盘空间时，基本单位不是字节而是簇。簇的大小与磁盘的规格有关，一般情况下，软盘每簇是1个扇区，硬盘每簇的扇区数与硬盘的总容量大小有关，可能是4、8、16、32、64……。

　　通常在Windows平台下使用的3种文件系统是FAT（文件分区表），FAT32（32位文件分区表）和NTFS（NT文件系统）。在FAT文件系统下，每一个磁盘被分成固定大小的簇。簇最少为512个字节，其大小可以成倍增长，最大为32K。每个簇都是由唯一的索引号——一个16位二进制数来标识。因为16位二进制数最大为65536，所以FAT分区所拥有的簇的数量不可能超过65536个。簇的数量和大小的限制，就是FAT分区为什么不能超过2GB的原因。

　　FAT中的入口连接着组成一个文件的各个簇，文件的目录入口包含其第一个簇的索引号，而该簇在FAT中的入口又包含着下一个簇的索引号，依此类推。一个文件的最后一簇对应的FAT入口则包含着一个特殊的文件终止符，未使用的簇和损坏的簇也会用特殊代码标识出来。

　　FAT32文件的原理几乎与此相同，但它的簇更小，而且由于FAT32入口是32位，所以其容量理论上可以超过40亿个字节。

　　NTFS是一个相当高级的文件系统。它的主文件表（MFT）是一个非常完整的数据库，它负责对磁盘上的每个文件进行索引。每个MFT的入口通常为1K大小，其中记录了大量的文件信息。NTFS可以在文件的MFT入口中存储非常小的文件的全部内容；对于大一些的文件，这些入口会标识出包含文件数据的簇。

　　硬盘最基本的组成部分是由坚硬金属材料制成的涂以磁性介质的盘片，不同容量硬盘的盘片数不等。每个盘片有两面，都可记录信息。盘片被分成许多扇形的区域，每个区域叫一个扇区，每个扇区可存储128×2的N次方（N＝0.1.2.3）字节信息。在DOS中每扇区是128×2的2次方＝512字节，盘片表面上以盘片中心为圆心，不同半径的同心圆称为磁道。硬盘中，不同盘片相同半径的磁道所组成的圆柱称为柱面。磁道与柱面都是表示不同半径的圆，在许多场合，磁道和柱面可以互换使用，我们知道，每个磁盘有两个面，每个面都有一个磁头，习惯用磁头号来区分。扇区，磁道（或柱面）和磁头数构成了硬盘结构的基本参数，帮这些参数可以得到硬盘的容量，基计算公式为：

　　存储容量＝磁头数×磁道（柱面）数×每道扇区数×每扇区字节数。

　　要点：

　　（1）硬盘有数个盘片，每盘片两个面，每个面一个磁头。

　　（2）盘片被划分为多个扇形区域即扇区。

　　（3）同一盘片不同半径的同心圆为磁道。

　　（4）不同盘片相同半径构成的圆柱面即柱面。

　　（5）公式： 存储容量＝磁头数×磁道（柱面）数×每道扇区数×每扇区字节数。

　　（6）信息记录可表示为：××磁道（柱面），××磁头，××扇区。

**第四节 目录项**

◆FDT 文件目录表（File Directory Table）：

计算机术语　即根目录区，又称为ROOT区，紧跟在FAT2的下一个扇区，长度为32个扇区（**256个表项**）。如果支持长文件名，则每个表项为64个字节，其中，前32个字节为长文件链接说明；后32个字节为文件属性说明，包括文件长度、起始地址、日期、时间等。如不支持长文件名，则每个表项为32个字节的属性说明。

值得注意的是:

**FAT32没有储存目录的目录区，而 FAT16储存根目录并把子目录放到数据区。表示目录的目录项指出根目录地址同时长度字节为0，表示文件的目录项指出数据地址。**

注意：DOS7前的怪字符为E5H，表示被删除，被删除文件仍旧能够找到开始簇，数据恢复就依靠这一特点。

用FORMAT命令对磁盘（或逻辑盘）进行格式化的时候，就已经为整个硬盘建立了一个根目录FDT。在根目录下，用户可以用DOS命令"MD"再创建不同的各个子目录，以及子目录下的子目录。

根目录以及各级子目录都有自己的FDT。

在具体操作中，系统规定用字母C-Z代表逻辑盘符，所以DOS简单地用“[盘符:]\”表示在根目录下。根目录的作用是分配根目录下的所有文件和子目录的存储空间（逻辑扇区号），并且通过设备驱动程序接口确定有效的最大目录项。

1.根目录中的FDT

根目录的作用是分配根目录下的所有文件和子目录的存储空间（逻辑扇区号），并通过设备驱动程序接口确定有效的最大目录项。

根目录下的所有文件及其子目录在根目录的文件目录表（FDT）中都有一个“目录登记项”或简称为“目录项”。每个目录登记项占用32个字节，分为8个区域，提供有关文件或子目录的信息。其中包括了DOS的系统文件（IO.SYS、MSDOS.SYS、和COMMAND.COM）的目录项。

常用软盘的根目录（FDT）所在逻辑扇区如下：

360KB:5--11扇区，共7个扇区

1.2MB:15--28扇区，共14个扇区

1.44MB:19--32扇区，共14个扇区

在硬盘中，各逻辑盘的根FDT的起始逻辑扇区由分区容量确定。在FAT16中，其大小总是32(20H)个扇区。FAT32中的根FDT大小与其逻辑盘容量有关。

下面是用DEBUG读出1.44MB软盘逻辑13H扇区开始的14个扇区内容的例子。

C>DEBUG

-L 00 0 13 E

-D 00

2.FDT中的目录项

根目录下的所有文件及其子目录在根目录的文件目录表（FDT）中都有一个“目录登记项”或简称为“目录项”。

由于每个文件的目录32个字节，用作目录的一个扇区（512字节）最多只能装入512/32=16个文件。因此，在常用磁盘的根目录下最多可建文件或子目录数如下：

360 KB: 共7个扇区， 7\*16=112个文件或子目录。

1.2 MB: 共14个扇区，14\*16=224个文件或子目录。

1.44MB: 共14个扇区，14\*16=224个文件或子目录。

硬盘逻辑盘：共32个扇区，16\*32=512个文件或子目录。

在FDT中，每个目录登记项占用32个字节，分为8个区域，提供有关文件或子目录的信息，包括DOS的系统文件IO.SYS、MSDOS.SYS的目录项。

在FAT16文件系统中，一个文件目录登记项32个字节中个字节的内容及含义如表6-6所示。

表6-6 **FAT16文件目录项**内容及含义表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 字节位置 | 内 容 及 含 义 | |
| 第0--7字节 | 表示文件名 | |
| 第8--10字节 | 表示文件的扩展名 | |
| 第11字节 | 表  示  文  件  属  性 | 00H（读写） |
| 01H（只读） |
| 02H（隐藏） |
| 04H（系统） |
| 08H（卷标） |
| 10H（子目录） |
| 20H（归档——只要完成了写操作并已关闭，则该位置1） |
| 第12--21字节 | 保留未用 | |
| 第22--23字节 | 表示文件的创建时间 | |
| 第24--25字节 | 表示文件的创建日期 | |
| 第26--27字节 | 表示文件的起始簇号（首簇号） | |
| 第28--31字节 | 表示文件的字节数 | |

FAT16文件系统对每个文件来说其数据结构是一个单项簇链表，而文件在文件目录表FDT中占一个文件目录项，每个文件的首簇号就存放在该文件的目录项中，一个文件目录项占32个字节。对FDT中一个文件目录项的几个参数值作如下说明：

(1)文件名

FAT16文件系统中，FDT的文件目录项中第0-7字节为文件名（若有剩余字节则用空白符20H填充）。其中，第1字节又表明了该文件的状态，它有如下3种取值方式：

·00H目录项的空表目。

·E5表示该目录项曾经使用过，但文件已被删除。

·2E表示该项为子目录项。

其它任何字符表示一个文件名（或子目录名）的第一个字符的ASCII码值。

(2)文件属性

第11字节为文件属性字节，按位规定如下：

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| b7 | b6 | b5 | b4 | b3 | b2 | b1 | b0 |
| 未用 | 未用 | 归档 | 子目录 | 卷标 | 系统 | 隐藏 | 只读 |

(3)文件创建（修改）时间

·（第22字节0--4位）以2秒为增量的二进制树

·（23字节0--2位）+（22字节5--7位）为分钟

·（第23字节3--7位）为小时

(4)文件创建（修改）日期

·（第24字节0--4位）为日期1--31

·（25字节0位）+（24字节5--7位）为月份1--12

·（第25字节1--7位）为年号0--119（1980--2099）

(5)文件首簇号

第26、27 字节存放该文件的首簇号。系统根据FAT中该文件的单链表即可找到它的全部内容。

要注意区分文件目录表（FDT）和FDT中的目录登记项这两个概念。

目录登记项是一个32字节长的数据块，它记录了一个文件或子目录的有关信息。FDT是由若干目录登记项组成的一个表。根目录区是盘卷上的一个固定区域，根目录及各子目录都有各自的FDT。

DOS**文件名**（附加空格）

第一个字节可以是下面的特殊数值：

0x00 这个条目有用并且后面没有被占用条目

0x05 最初字符确实是 0xE5

0x2E '点'条目；'.' 或者 '..'

0xE5 这个条目曾经被删除不再有用。取消删除文档工具作为取消删除的一步必须使用一个正常的字符取代它。

DOS **文件扩展名**（空格补齐）

**文档属性**

第一个字节可以是下面一些特殊值：

位 掩码 描述

0 0x01 只读 （R）

1 0x02 隐藏 （H）

2 0x04 系统 （S）

3 0x08 卷标

4 0x10 子目录

5 0x20 档案 （A）

6 0x40 设备（内部使用，磁盘上看不到）

7 0x80 没有使用

属性值 **0x0F** 用来表示长文件名条目。

**保留**，NT使用（参见后面）

**创建时间**，最小时间分辨率：10ms 单位，数值从 0 到199。

**创建时间**。小时、分钟和秒根据后面的图示描述进行编码：

位 描述

15-11 小时（0-23）

10-5 分钟（0-59）

4-0 秒／2（0-29）

注意秒只保存了2秒的分辨率。更细分辨率的文档创建时间在偏移 0x0d 处。

**创建日期**。年、月和日根据后面的图示编码：

位 描述

15-9 年（0 = 1980, 127 = 2107）

8-5 月（1 = 1月，12 = 12月）

4-0 日（1 - 31）

**最近访问时间**；参见偏移 0x0e 处的描述。

FAT12和FAT16中的EA-Index（OS/2和NT使用），FAT32中第一个簇的两个高字节

**最后更改时间**；参见偏移 0x0e 处的描述。

**最后更改日期**； 参见偏移 0x10 处的描述。

FAT12和FAT16中的第一个簇。FAT32中第一个簇的两个低字节。

**文件大小**：4字节。

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | A | B | C | D | E | F |
| 42 | 42 | 42 | 42 | 42 | 42 | 42 | 42 | 54 | 58 | 54 | 20 | 00 | 1D | D8 | B2 |
| 50 | 3D | 50 | 3D | 00 | 00 | 28 | AA | 50 | 3D | 06 | 00 | 64 | 02 | 00 | 00 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 1 | 2 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| B | B | B | B | B | B | B | B | T | X | T |  | . | . | . | . |
| P | = | P | = | . | . | ( | . | P | = | . | . | d | . | . | . |

文件名称8：BBBBBBBB，扩展3：TXT

属性1：20 00100000档案属性A，保留1：00

创建时间1：1D=290ms，

创建时间HMS2：B2 D8 （10110，010110，11000）22：22：48

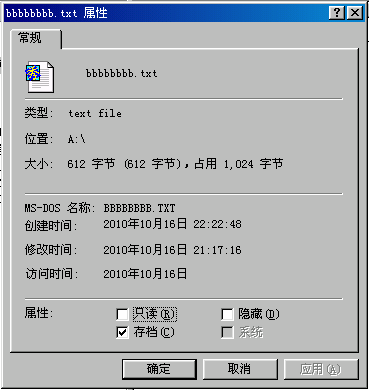
创建日期YMD2：3D 50 （0011110，1010，10000）1980+30年10月16日

最后访问日期2：3D 50 （0011110，1010，10000）1980+30年10月16日

eaIndex2：00 00，最终修改时间2：AA 28 （10101，010001，01000）21：17：16

最终修改日期2：3D 50 （0011110，1010，10000）1980+30年10月16日

起始簇号2：00 06 6，文件大小4：00 00 02 64 612B



|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 字节偏移 | 字节数 | 定义 | | |
| (16进制) |
| 0x0 | 1 | 属性字节位意义 | 7 | 保留未用 |
| 6 | 1表示长文件最后一个目录项 |
| 5 | 保留未用 |
| 4 | 顺序号数值 |
| 3 |
| 2 |
| 1 |
| 0 |
| 0x1~0xA | 10 | 长文件名unicode码① | | |
| 0xB | 1 | 长文件名目录项标志，取值0FH | | |
| 0xC | 1 | 系统保留 | | |
| 0xD | 1 | 校验值(根据短文件名计算得出) | | |
| 0xE~0x19 | 12 | 长文件名unicode码② | | |
| 0x1A~0x1B | 2 | 文件起始簇号(目前常置0) | | |
| 0x1C~0x1F | 4 | 长文件名unicode码③ | | |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | A | B | C | D | E | F |
| 41 | 61 | 00 | 61 | 00 | 61 | 00 | 61 | 00 | 61 | 00 | 0F | 00 | A2 | 61 | 00 |
| 61 | 00 | 61 | 00 | 00 | 00 | FF | FF | FF | FF | 00 | 00 | FF | FF | FF | FF |
| 41 | 41 | 41 | 41 | 41 | 41 | 41 | 41 | 20 | 20 | 20 | 10 | 00 | C0 | D7 | B2 |
| 50 | 3D | 50 | 3D | 00 | 00 | D8 | B2 | 50 | 3D | 02 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 |
| 41 | 62 | 00 | 62 | 00 | 62 | 00 | 62 | 00 | 62 | 00 | 0F | 00 | 4A | 62 | 00 |
| 62 | 00 | 62 | 00 | 2E | 00 | 74 | 00 | 78 | 00 | 00 | 00 | 74 | 00 | 00 | 00 |
| 42 | 42 | 42 | 42 | 42 | 42 | 42 | 42 | 54 | 58 | 54 | 20 | 00 | 1D | D8 | B2 |
| 50 | 3D | 50 | 3D | 00 | 00 | 28 | AA | 50 | 3D | 06 | 00 | 64 | 02 | 00 | 00 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 1 | 2 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| A | a | . | a | . | a | . | a | . | a | . | . | . | . | a | . |
| a | . | a | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| A | A | A | A | A | A | A | A |  |  |  | . | . | . | . | . |
| P | = | P | = | . | . | . | . | P | = | . | . | . | . | . | . |
| A | b | . | b | . | b | . | b | . | b | . | . | . | . | b | . |
| b | . | b | . | . | . | t | . | x | . | . | . | t | . | . | . |
| B | B | B | B | B | B | B | B | T | X | T |  | . | . | . | . |
| P | = | P | = | . | . | ( | . | P | = | . | . | d | . | . | . |

FAT32短文件名目录项参数表

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 0 | 7 | 8 | 文件名 | 0 | 7 |
| 8 | A | 3 | 扩展名 | 8 | 10 |
| B | B | 1 | 属性字节 | 11 | 11 |
| C | C | 1 | 保留 | 12 | 12 |
| D | D | 1 | 创建时间毫秒 | 13 | 13 |
| E | F | 2 | 创建时间 | 14 | 15 |
| 10 | 11 | 2 | 创建日期 | 16 | 17 |
| 12 | 13 | 2 | 最后访问日期 | 18 | 19 |
| 14 | 15 | 2 | 起始簇号的高16位 | 20 | 21 |
| 16 | 17 | 2 | 最近修改时间 | 22 | 23 |
| 18 | 19 | 3 | 最近修改日期 | 24 | 25 |
| 1A | 1B | 3 | 起始簇号得低16位 | 26 | 27 |
| 1C | 1F | 4 | 文件的长度 | 28 | 31 |

长文件名目录项参数表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 0 | 0 | 1 | 属性字节 |
| 1 | A | 10 | 长文件名unicode码① |
| B | B | 1 | 目录项标志0FH |
| C | C | 1 | 保留 |
| D | D | 1 | 校验值根据短文件名计算得出 |
| E | 19 | 12 | 长文件名unicode码② |
| 1A | 1B | 2 | 文件的起始簇号 |
| 1C | 1F | 4 | 长文件名unicode码③ |

|  |  |
| --- | --- |
| 7 | 保留 |
| 6 | 1长文件最后一个目录项 |
| 5 | 保留 |
| 4 | 顺序号数值 |
| 3 |  |
| 2 |  |
| 1 |  |
| 0 |  |

**第五节 文件数据**

◆

数据区（Data Area）:

紧跟在FDT的下一个扇区，直到逻辑盘的结束地址。它存储着所有的数据，而且即使文件目录被破坏仍旧可能从磁盘里把信息读出，这也就是硬盘数据的理论依据。

到现在为止，硬盘数据结构的理论部分已经讲完。

数据恢复主要是手动找出FAT、目录、数据的对应关系或直接找到数据，现在已经有完善的磁盘编辑器帮助我们做到这一点，使工作大大简化了。有智能化的恢复工具能不依靠FAT而恢复被删除文件，比如RECOVERNT，估计是依靠Win2000的文件使用记录。这种方法在重新启动之前恢复文件的可能性很大。从理论上讲只要数据不被覆盖总能被恢复的。

磁盘大小:1.44MB FAT12

30MB FAT16

FAT的存储结构

00:0000第001扇区(1扇区，1\*512字节)主引导扇区(MBR，Master Boot Record)

**启动代码**

主引导记录最开头是第一阶段引导代码。其中的硬盘引导程序的主要作用是检查分区表是否正确并且在系统硬件完成自检以后将控制权交给硬盘上的引导程序（如GNU GRUB）。MBR是由分区程序（如Fdisk）所产生的，它不依赖任何操作系统，而且硬盘引导程序也是可以改变的，从而能够实现多系统引导。

**硬盘分区表**

硬盘分区表占据主引导扇区的64个字节(偏移01BEH--偏移01FDH)，可以对四个分区的信息进行描述，其中每个分区的信息占据16个字节。具体每个字节的定义可以参见硬盘分区结构信息。

下面是一个例子：

如果某一分区在硬盘分区表的信息如下

80 01 01 00 0B FE BF FC 3F 00 00 00 7E 86 BB 00

则我们可以看到，最前面的"80"是一个分区的激活标志，表示系统可引导；

"01 01 00"表示分区开始的磁头号为01，开始的扇区号为01，开始的柱面号为00；

"0B"表示分区的系统类型是FAT32，其他比较常用的有04（FAT16）、07（NTFS）；

"FE BF FC"表示分区结束的磁头号为254(FE)，分区结束的扇区号为63、分区结束的柱面号为764；

"3F 00 00 00"表示首扇区的相对扇区号为63；(00 00 00 3F)

"7E 86 BB 00"表示总扇区数为~~12289622~~12289662。(00 BB 86 7E)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 硬盘分区结构信息 | | |
| 偏移 | 长度(字节) | 意义 |
| 00H | 1 | 分区状态：**00-->非活动分区；80--> 活动分区；** 其它数值没有意义 |
| **01H** | **1** | **分区起始磁头号(HEAD)，用到全部8位** |
| 02H | 2 | 分区起始扇区号(SECTOR)，占据02H的位0－5； 该分区的起始磁柱号(CYLINDER)，占据 02H的位6－7和03H的全部8位 |
| **04H** | **1** | **文件系统标志位** |
| 05H | 1 | 分区结束磁头号(HEAD)，用到全部8位 |
| **06H** | **2** | **分区结束扇区号(SECTOR)，占据06H的位0－5； 该分区的起始磁柱号(CYLINDER)，占据 06H的位6－7和07H的全部8位** |
| 08H | 4 | 分区起始相对扇区号 |
| **0CH** | **4** | **分区总的扇区数** |

80 **01** 01 00 **0E** 0F **3F 40** 3F 00 00 00 **B1 FF 00 00**

00 **00** 00 00 **00** 00 **00** **00** 00 00 00 00 **00 00 00 00**

80 活动分区

**01 HEAD 01**

00 01 SECTOR(0-5) + CYLINDER(6-7 + )

**0E**

0F(15)

**40 3F**

00 00 00 3F(63)★

**00 00 FF B1(65457) (65457\*512)/(1024\*1024)=31.9MB**

**结束标志字**

结束标志字55，AA（偏移1FEH－偏移1FFH）是主引导扇区的最后两个字节，是检验主引导记录是否有效的标志。

00:0200第002扇区(61扇区，61\*512字节)保留扇区

00:7E00第063扇区(1扇区，1\*512字节)分区引导扇区

**引导扇区**

启动扇区是硬盘、软盘或类似的数据存储设备的一个扇区，内含负责启动（booting）“存放在碟片（disk）的其他部份的程序（通常，但不必然是操作系统）”的机器码。

引导扇区有两种：

Volume Boot Record 是软盘未被分区的第一个扇区，或已分区的分区的第一个扇区，包含了加载与唤起操作系统(放在这个分区之内或放在这个软盘上)的码。

Master Boot Record 是软盘已被分区的第一个扇区，它包含定位活动分区区与唤起它的VBR的码。

IBM PC兼容机上，BIOS不在意VBR与MBR的不同，甚至分区区。固件只是加载并运行软盘的第一个扇区(sector)，在MBR里的码，才知道软盘分区消息；且是负责加载启动活动分区区的VBR的地方。

如果你从“一个没有灌操作系统的软盘”启动，屏幕会显示"Please Insert a bootable disc and press a key"；这是开机扇区(boot sector)显示的，而不是机器的固件。

**BPB（BIOS Parameter Block）**

FAT16的BPB（BIOS Parameter Block）表，描述逻辑盘结构组成，包含隐藏扇区数目（从0-1-1开始计算）、FAT扇区数、FAT拷贝数、硬盘磁头总数、根目录表项最大值等。

FAT32系统中，BPB表的偏移与FAT16不同，但表项基本相同。

整个隐藏扇区部分都作为逻辑盘的描述区域。

硬盘BPB主要结构说明：

(Cylinder柱面/磁道-Side/Head磁头-Sector扇区地址以下简称为?-?-?)

主分区 　　名称 地址 长度(扇区)

主引导记录（Main Boot Record) 0-0-1 1

系统扇区（System Secotrs） 0-0-2 0-0-63 62

引导扇区（Boot） 0-1-1 1

扩展分区 　　名称 地址 长度(扇区)

扩展分区（Extend Partition） ?-y-1 1

系统扇区（System Secotrs） ?-y-2 ?-y-63 62

引导扇区（Boot） ?-(y+1)-1 1

其后各项与主分区相同……

隐藏扇区（Hidden Secotrs）:

FAT16 0-1-1 1

FAT32 0-1-1 32

文件分配表(File Allocation Table):

FAT16 0-1-2 根据逻辑盘容量变化

FAT32 0-1-33 根据逻辑盘容量变化

说明：

1. FAT16的每个表项由2字节（16位）组成，通常每个表项指向的簇包含64个扇区，即32K字节。逻辑盘容量最大为2047MB。

2. FAT32的每个表项由4字节（32位）组成，通常每个表项指向的簇包含8个扇区，即4K字节。逻辑盘容量最小为512MB。

3. 对于C分区，在MBR的偏移01c2H处，FAT16为06H，FAT32为0CH。

BIOS parameter block

In computing, the BIOS parameter block, often shortened to BPB, is a data structure in the Volume Boot Record describing the physical layout of a data storage volume. On partitioned devices, such as hard disks, the BPB describes the volume partition, whereas, on unpartitioned devices, such as floppy disks, it describes the entire medium. A basic BPB can appear and be used on any partition, including floppy disks where its presence is often necessary, however, certain filesystems also make use of it in describing basic filesystem structures. Filesystems making use of a BIOS parameter block include FAT12, FAT16, FAT32, HPFS, and NTFS. Due to different types of fields and the amount of data they contain, the length of the BPB is different for FAT16, FAT32, and NTFS boot sectors. ECMA-107 or ISO/IEC 9293 (which describes FAT as for flexible/floppy and optical disk cartridges) also describes this as an FDC Descriptor or an FDC Extended Descriptor.

The standard BPB for FAT16 is as follows:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Field | Field Length | Hex offset | Description |
| BytesPerSector | WORD | 0x000B | Bytes Per Sector |
| SectorsPerCluster | BYTE | 0x000D | Sectors Per Cluster |
| ReservedSectors | WORD | 0x000E | Reserved Sectors |
| FatCopies | BYTE | 0x0010 | Number of FATs |
| RootDirEntries | WORD | 0x0011 | Root Entries |
| NumSectors | WORD | 0x0013 | Small Sectors |
| MediaType | BYTE | 0x0015 | Media Descriptor |
| SectorsPerFAT | WORD | 0x0016 | Sectors Per FAT |
| SectorsPerTrack | WORD | 0x0018 | Sectors Per Track |
| NumberOfHeads | WORD | 0x001A | Number of Heads |
| HiddenSectors | DWORD | 0x001C | Hidden Sectors |
| SectorsBig | DWORD | 0x0020 | Large Sectors |

Extended BPB for FAT16 Volumes:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Field Length | Hex offset | Description |
| BYTE | 0x0024 | Physical Drive Number |
| BYTE | 0x0025 | Reserved |
| BYTE | 0x0026 | Extended Boot Signature |
| DWORD | 0x0027 | Volume Serial Number |
| 11 bytes | 0x002B | Volume Label |
| QWORD | 0x0036 | File System Type |

00:8000第064扇区(64扇区，64\*512字节)FAT1扇区

01:0000第128扇区(64扇区，64\*512字节)FAT2扇区

01:8000第192扇区(32扇区，32\*512字节)根目录扇区

01:C000第224扇区(n扇区，n\*512字节)文件存储扇区--512字节单位

硬盘（FAT16）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 0 |  | 63 | 64 | | 128 | | 192 | 224 |  |  |
| 0000h |  | 7E00 | 8000 | | 10000 | | 18000 | 1C000 |  |  |
| MBR | … | VBR | FAT1 |  | FAT2 |  | RootDir | File1 | File1 | File2 |
| DPT |  | BPB | 0- |  |  |  |  |  |  |  |
| 16\*4 |  | 1 | 64 | | 64 | | 32 |  |  |  |

软盘（FAT12）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 0 | 1 | | 10 | | 19 | 33 |  |  |
| 0000 | 0200 | | 1400 | | 2600 | 4200 |  |  |
| BS | FAT1 |  | FAT2 |  | RootDir | File1 | File1 | File2 |
| BPB | 0- |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 9 | | 9 | | 14 |  |  |  |

文件目录表项存储第一个簇0002其余文件的簇号存储于FAT中。

SecNo=（n-2）\*4:BPB\_SecPerClus +224， n=FAT中的簇地址。

n=3,SecNo=(3-2)\*4:BPB\_SecPerClus +224=228.

n=45(2d),SecNo=(45-2)\*4:BPB\_SecPerClus +224=396.

FAT32

参数

分区标识： 0x0B, 0x0C（MBR）EBD0A0A2-B9E5-4433-87C0-68B6B72699C7（GPT）

最大单文件大小： 4 GB (Fat16分区是2 GB )

最大文件数量： 268,435,437

最长档名限制： 8.3 或者 长文件名255个字符

最大卷大小： 8 TB （在windows 2000和windows XP环境下格式化程序只能创建最大32GBFAT32文件系统，不过可以用如PQ等分区软件分出大于32GB的FAT32分区，大于32GB的FAT32分区在WIN2000/XP下使用完全正常）

记录日期： 创建、修改、访问

日期范围： 1980年1月1日至2107年12月31日

属性： 只读，隐藏，系统，卷标，子目录，档案

透明加密：不支持

透明压缩：不支持

访问许可：无限制

性能特点

FAT32(File Allocation Table)具有一个最大的优点：在一个不超过8GB 的分区中，FAT32分区格式的每个簇容量都固定为4KB，与FAT16相比，可以大大地减少磁盘的浪费，提高磁盘利用率。目前，支持这一磁盘分区格式的操作系统有Win95、Win98、Win2000、Win2003、Win Vista、Win7和Win10。部分智能手机也支持对FAT32格式存储器的直接读写（OTG）。但是，这种分区格式也有它的缺点，首先是采用FAT32格式分区的磁盘，由于文件分配表的扩大，运行速度比采用FAT16格式分区的磁盘要慢。

约束

windows 2000和windows XP能够读写任何大小的FAT32文件系统，但是这些平台上的格式化程序只能创建最大32GB的FAT32文件系统。

在dos系统下可直接访问fat32分区，而ntfs分区则不能在dos下直接访问。

缺点

但FAT有一个严重的缺点：当文件删除后写入新资料，FAT不会将档案整理成完整片段再写入，长期使用后会使档案资料变得逐渐分散，而减慢了读写速度。硬盘碎片整理是一种解决方法，但必须经常整理来保持FAT文件系统的效率。还有就是FAT32分区因为设计缺陷,无法支持超过4GB的单个文件.

磁盘结构

主启动区 文件 分配表 #1 文件 分配表 #2 根目录 其他所有资料...剩下磁盘空间

一个FAT文件系统包括四个不同的部分。

保留扇区

位于最开始的位置。第一个保留扇区是引导区（分区启动记录）。它包括一个称为基本输入输出参数块的区域（包括一些基本的文件系统信息尤其是它的类型和其它指向其它扇区的指针），通常包括操作系统的启动调用代码。保留扇区的总数记录在引导扇区中的一个参数中。引导扇区中的重要信息可以被DOS和OS/2中称为驱动器参数块的操作系统结构访问。

FAT区域

它包含有两份文件分配表，这是出于系统冗余考虑，尽管它很少使用，即使是磁盘修复工具也很少使用它。它是分区信息的映射表，指示簇是如何存储的。

根目录区域

它是在根目录中存储文件和目录信息的目录表。在FAT32下它可以存在分区中的任何位置，但是在早期的版本中它永远紧随FAT区域之后。

数据区域

这是实际的文件和目录数据存储的区域，它占据了分区的绝大部分。通过简单地在FAT中添加文件链接的个数可以任意增加文件大小和子目录个数（只要有空簇存在）。然而需要注意的是每个簇只能被一个文件占有，这样的话如果在32KB大小的簇中有一个1KB大小的文件，那么31KB的空间就浪费掉了。

启动扇区

格式如下

偏移（字节） 长度（字节） 说明

0x00 3 跳转指令（跳过开头一段区域）

0x03 8 OEM名称（空格补齐）。 MS-DOS检查这个区域以确定使用启动记录中的哪一部分数据。常见值是IBM 3.3（在“IBM”和“3.3”之间有两个空格）和MSDOS5.0.

0x0b 2 每个扇区的字节数。基本输入输出系统参数块从这里开始。

0x0d 1 每簇扇区数

0x0e 2 保留扇区数（包括启动扇区）

0x10 1 文件分配表数目

0x11 2 最大根目录条目个数

0x13 2 总扇区数（如果是0，就使用偏移0x20处的4字节值）

0x15 1 介质描述

0xF8 单面、每面80磁道、每磁道9扇区

0xF9 双面、每面80磁道、每磁道9扇区

0xFA 单面、每面80磁道、每磁道8扇区

0xFB 双面、每面80磁道、每磁道8扇区

0xFC 单面、每面40磁道、每磁道9扇区

0xFD 双面、每面40磁道、每磁道9扇区

0xFE 单面、每面40磁道、每磁道8扇区

0xFF 双面、每面40磁道、每磁道8扇区

同样的介质描述必须在重复复制到每份FAT的第一个字节。有些操作系统（MSX-DOS 1.0版）全部忽略启动扇区参数，而仅仅使用FAT的第一个字节的介质描述确定文件系统参数。

0x16 2 每个文件分配表的扇区（FAT16）

0x18 2 每磁道的扇区

0x1a 2 磁头数

0x1c 4 隐藏扇区

0x20 4 总扇区数（如果超过65535，参见偏移0x13）

0x24 4 每个文件分配表的扇区（FAT32）。扩展基本输入输出系统参数块从这里开始。

0x24 1 物理驱动器个数（FAT16）

0x25 1 当前磁头（FAT16）

0x26 1 签名（FAT16）

0x27 4 ID (FAT16)

0x28 2 Flags (FAT32)

0x2a 2 版本号 (FAT32)

0x2c 4 根目录启始簇 (FAT32)

0x2b 11 卷标（非FAT32）

0x30 2 FSInfo 扇区 (FAT32)

0x32 2 启动扇区备份 (FAT32)

0x34 2 保留未使用 (FAT32)

0x36 8 FAT文件系统类型（如FAT、FAT12、FAT16）

0x3e 2 操作系统自引导代码

0x40 1 BIOS设备代号 (FAT32)

0x41 1 未使用 (FAT32)

0x42 1 标记 (FAT32)

0x43 4 卷序号 (FAT32)

0x47 11 卷标（FAT32）

0x52 8 FAT文件系统类型（FAT32）

0x1FE 2 扇区结束符（0x55 0xAA）

这里描述的启动扇区能在如OS/2 1.3的启动盘上看到。早期的版本使用一个较短的基本输入输出系统参数块，它们的启动代码在前面开始（如OS/2 1.1中是偏移0x2b）。

分配表

一个分区分成同等大小的簇，也就是连续空间的小块。簇的大小随着FAT文件系统的类型以及分区大小而不同，典型的簇大小介于2KB到32KB之间。每个文件根据它的大小可能占有一个或者多个簇；这样，一个文件就由这些（称为单链表）簇链所表示。然而，这些链并不一定一个接着一个在磁盘上存储，它们经常是在整个数据区域零散的储存。

文件分配表（FAT）是映射到分区每个簇的条目列表。每个条目记录下面五种信息中的一种。

●链中下一个簇的地址

●一个特殊的文件结束符（EOF）符号指示链的结束

●一个特殊的符号标示坏簇

●一个特殊的符号标示保留簇

●0来表示空闲簇

FAT32条目值：

FAT32 描述

0x?0000000 空闲簇

0x?0000001 保留簇

0x?0000002 - 0x?FFFFFEF 被占用的簇；指向下一个簇

0x?FFFFFF0 - 0x?FFFFFF6 保留值

0x?FFFFFF7 坏簇

0x?FFFFFF8 - 0x?FFFFFFF 文件最后一个簇

注意FAT32只使用32位中的28位。高4位通常是0但它们是保留位，不要更改它们。在上面的表中它们用问号表示。

目录表

目录表是一个表示目录的特殊类型文件（现今通常称为文件夹）。它里面保存的每个文件或目录使用表中的32位条目表示。每个条目记录名字、扩展名、属性（档案、目录、隐藏、只读、系统和卷）、创建的日期和时间、文件/目录数据第一个簇的地址，最后是文件/目录的大小。

除了FAT12和FAT16文件系统中的根目录表占据特殊的根目录区域位置之外，所有其它的目录表都存在数据区域。

合法的DOS文件名包括下面一些字符：

●大写字母A-Z

●数字0-9

●空格（尽管结尾的空格被作为填充而不是文件名的一部分）

●! # $ amp;amp; ( ) - @ ^ \_ ` { } ~ '

●数值 128-255

●DOS文件名位于OEM字符集。

长文件名（LFN）使用一个技巧存储在FAT文件系统上——在目录表中添加假的条目。这些条目使用一个普通文件无法使用的卷标属性标识，普通文件无法使用是由于它们被大多数旧的MS-DOS程序忽略。很显然，一个只包含卷标的目录被当作空卷，这样就允许删除；使用长文件名创建的文件在从普通的DOS删除就会发生这样的情形。

校验和也允许检验长文件名是否与8.3文件名匹配；当一个文件删除之后使用DOS在同一个目录位置重新创建之后就会出现不匹配现象。校验和使用下面的算法计算。（注意pFcbName是指向如正常目录条目中所显示的文件名的指针，例如前八个字符是文件名，最后三个是扩展名。点是隐含的。文件名中没有使用的空间将使用空格（ASCII 0x20）补齐。例如，“Readme.txt”将记录为&quot;README TXT&quot;。

特点编辑

FAT32实际上是文件分区表采取的一种形式，它是相对于FAT16而言的。众所周知，Dos和Windows95采用的都是FAT16格式。至于FAT32，准确地说是在Windows95OSR2中第一次出现的，之所以没有宣传是因为当时该文件系统还不够成熟，尚处于试探阶段。那么为什么一定要推出FAT32呢？这主要是由其自身的优越性决定的。

首先，它可以大大地节约磁盘空间。文件在磁盘上是以簇的方式存放的，簇里存放了一个文件就不能再存放另外的文件。假如一个磁盘的分区大小为512MB，基于FAT16的系统的簇的大小为8KB，而FAT32系统的簇的大小仅是4KB，那么，我们存放一个3KB的文件，FAT16系统就会有5KB的空间被浪费，而FAT32的浪费则会少一些。如果分区达到1GB，FAT16的簇为16KB，而FAT32还是4KB，节省的也就更多了。

在推出FAT32文件系统之前，通常PC机使用的文件系统是FAT16。像基于MS-DOS，Win 95等系统都采用了FAT16文件系统。在Win 9X下，FAT16支持的分区最大为2GB。我们知道计算机将信息保存在硬盘上称为“簇”的区域内。使用的簇越小，保存信息的效率就越高。在FAT16的情况下，分区越大簇就相应的要增大，存储效率就越低，势必造成存储空间的浪费。并且随着计算机硬件和应用的不断提高，FAT16文件系统已不能很好地适应系统的要求。在这种情况下，推出了增强的文件系统FAT32。同FAT16相比，FAT32主要具有以下特点：

1. 同FAT16相比FAT32最大的优点是可以支持的磁盘大小达到2TB（2048GB），但是不能支持小于512MB的分区。基于FAT32的Win 2000可以支持分区最大为32GB；而基于 FAT16的Win 2000支持的分区最大2GB。

2. 由于采用了更小的簇，FAT32文件系统可以更有效率地保存信息。如两个分区大小都为2GB，一个分区采用了FAT16文件系统，另一个分区采用了FAT32文件系统。采用FAT16的分区的簇大小为32KB，而FAT32分区的簇只有4KB的大小。这样FAT32就比FAT16的存储效率要高很多，通常情况下可以提高15%。

3. FAT32文件系统可以重新定位根目录和使用FAT的备份副本。另外FAT32分区的启动记录被包含在一个含有关键数据的结构中，减少了计算机系统崩溃的可能性。

稍作补充：

功能编辑

与以前的 FAT 文件系统实现相比，FAT32 提供了以下增强功能：FAT32 支持最大为 2 TB 的驱动器。

注意：Microsoft Windows 2000 仅能支持最大为 32 GB 的 FAT32 分区。

· FAT32 可以更高效地使用空间。FAT32 使用较小的簇（即，对于大小在 8 GB 以内的驱动器，使用 4 KB 的簇），这与大的 FAT 或 FAT16 驱动器相比，可将磁盘空间的使用率提高10% 到 15%。

· FAT32 更稳定可靠。FAT32 可以重新定位根文件夹，而且它使用文件分配表的备份副本，而不是使用默认副本。此外，FAT32 驱动器上的引导记录也得到扩展，包括了关键数据结构的备份副本。因此，与现有的 FAT16 驱动器相比，FAT32 驱动器不容易受单点故障的影响。

· FAT32 更灵活。FAT32 驱动器上的根文件夹是普通的簇链，因此它可以位于驱动器上的任何位置。以前对根文件夹数量的限制不复存在。此外，可以禁用文件分配表镜像，这样就可以让文件分配表的副本而不是让第一个文件分配表处于活动状态。这些功能允许您动态重调 FAT32 分区的大小。不过要注意，虽然 FAT32 的设计允许这一功能，但 Microsoft 将不在初始版本中实现此功能。

兼容性编辑

软硬件的兼容问题

为了与现有程序、网络和设备驱动程序保持最大程度的兼容性，FAT32 尽可能不改动现有的 Windows 体系结构、内部数据结构、应用程序编程接口(API) 和磁盘上的格式。然而，因为需要 4 字节来存储簇值，所以许多内部的和磁盘上的数据结构以及发布的 API 都作了修改或扩展。某些情况下，现有的 API 无法在 FAT32 驱动器上运行。大多数程序不会受这些更改的影响。现有工具和驱动程序在 FAT32 驱动器上应能够继续正常运行。不过，MS-DOS 块设备驱动程序（例如 Aspidisk.sys）和磁盘工具需要经过修改才能支持 FAT32 驱动器。

所有 Microsoft 捆绑磁盘工具（格式化、Fdisk、碎片整理、基于 MS-DOS 和 Windows 的磁盘扫描）已经过修改，可以在 FAT32 中正常运行。此外，Microsoft 正在与一些主要设备驱动程序和磁盘工具厂商协作，帮助他们修改其产品以支持 FAT32。

注意：不能使用 Microsoft DriveSpace 或 DriveSpace 3 压缩 FAT32 卷。

FAT32 性能

转换到 FAT32 文件系统是您可以在基于 Windows 98 的计算机上实现的最大的一种性能增强。

双启动计算机

目前，在 Microsoft 操作系统中，只有 Windows 95 OSR2、Windows 98、Windows 2000 和 Windows Me 可以访问 FAT32 卷。MS-DOS、Windows 95 原始版和 Windows NT 4.0不识别 FAT32 分区，它们无法从 FAT32 卷启动。此外，如果使用其他操作系统（例如，Windows 95 或 MS-DOS 启动盘）启动计算机，也无法正确访问 FAT32 卷。

Windows 95 OSR2 和 Windows 98 可以在实模式下启动（例如为了运行游戏）并可以使用 FAT32 卷。

创建 FAT32 驱动器

在 Windows 95 OSR2、Windows 98 和 Windows Me 中，如果在大小超过 512 兆字节 (MB) 的硬盘上运行 Fdisk 工具，Fdisk 将提示您是否启用大磁盘支持。如果回答“是”（启用大磁盘支持），您创建的任何大于 512 MB 的分区都将被标记为 FAT32 分区。

Windows 98 和 Windows Me 中还带有一种 FAT32 转换工具，您可以使用该工具将现有驱动器转换为 FAT32 文件系统。要使用该转换工具，请按照下列步骤操作： 1. 单击开始，依次指向程序、附件、系统工具，然后单击驱动器转换器 (FAT32)。

2. 单击下一步。

3. 单击希望转换为 FAT32 文件系统的驱动器，然后单击下一步。

4. 按照屏幕上的说明操作。

支持范围

Microsoft 将支持 FAT32 文件系统的功能，以实现无错读取和在实模式或保护模式下保存文件。Microsoft 支持 Windows 95 中所带的实模式和保护模式工具。

对于旧式（较早的）程序，如果它们无法在 FAT32 卷上安装，或者无法正确保存文件或读取文件，则您必须与软件包的生产厂商联系。

注意：虽然 FAT32 文件系统所支持的硬盘容量最高可以达到 2 TB，但有些硬盘可能会因为计算机基本输入/输出系统 (BIOS) INT13 接口的限制而无法包含大于 7.8 GB 的可启动分区。请与硬件制造商联系，以确定您计算机的 BIOS 是否支持更新后的 INT13 扩展。

Windows 操作系统使用 FAT32 文件系统时存在以下限制： · 簇不能是 64 千字节 (KB) 或更大。如果簇为 64 KB 或更大，有些程序（例如安装程序）在计算磁盘空间时可能会出错。

· 卷必须包含至少 65,527 个簇，才能使用 FAT32 文件系统。您不能增加使用 FAT32 文件系统的卷上的簇大小，以致于该卷的最终簇数小于 65,527。

· 在使用 FAT32 文件系统的卷上，簇最多是 268,435,445 个。对于文件分配表 (FAT) 的空间，每簇最大为 32 KB，据此计算出的最大磁盘大小大约为 8 太字节 (TB)。

· Microsoft Windows 95 和 Microsoft Windows 98 附带的“磁盘扫描”工具是 16 位程序。这样的程序有一个内存块，该内存块的最大分配大小等于 16 MB 减去 64 KB。因此，Windows 95 或 Windows 98 的“磁盘扫描”工具无法处理使用 FAT32 文件系统（其 FAT 大小大于 16 MB 和 64 KB 之差）的卷。使用 FAT32 文件系统的卷上的 FAT 项使用 4 字节，因此 ScanDisk 无法处理使用定义的簇数大于 4,177,920（包括两个保留的簇）的 FAT32 文件系统的卷上的 FAT。将 FAT 本身包括在内，按每簇最大 32 KB 计算，卷大小为 127.53 吉字节 (GB)。

· 您不能减少使用 FAT32 文件系统的卷上的簇大小，以致于 FAT 的最终大小大于 16 MB 与 64 KB 之差。

· 在 Windows 2000 中您无法使用 FAT32 文件系统格式化大于 32 GB 的卷。Windows 2000 FastFAT 驱动程序可以安装和支持使用 FAT32 文件系统且大于 32 GB的卷（受到其他限制），但是您不能使用格式化工具创建一个这样的卷。这种现象是设计使然。如果需要创建大于 32 GB 的卷，请改用 NTFS 文件系统。

备注：在尝试格式化大于 32 GB 的 FAT32 分区时，在进程快结束时格式化会失败，并出现以下错误：

Logical Disk Manager:Volume size too big.

Windows XP 中 FAT32 文件系统的限制

当您在 Windows XP 中使用 FAT32 文件系统时，请注意下列限制： · 簇不能等于或大于 64 KB。如果簇大小为 64 KB 或更大，则有些程序（例如安装程序）可能会不正确地计算磁盘空间。

· FAT32 卷必须至少包含 65,527 个簇。您不能增加使用 FAT32 文件系统的卷上的簇大小，这样会导致卷上的簇数少于 65,527 个。

· 如果考虑到以下可变因素，则最大磁盘大小大约为 8 TB：一个 FAT32 卷上允许的最大簇数为 268,435,445，每个簇最大为 32 KB，另外还有文件分配表 (FAT) 所需的空间。

· 您不能减少 FAT32 卷上的簇大小，这样会导致 FAT 的大小大于 16 MB 减去 64 KB。

· 在 Windows XP 安装过程中，您不能使用 FAT32 文件系统格式化大于 32 GB 的卷。Windows XP 可以装入和支持大于 32 GB 的 FAT32 卷（受到其他限制），但是您不能在安装期间使用 Format 工具创建大于 32 GB 的 FAT32 卷。如果您需要格式化大于 32 GB 的卷，请使用 NTFS 文件系统来格式化。另一种方法是从 Microsoft Windows 98 或 Microsoft Windows Millennium Edition (Me) 启动盘启动，然后使用该磁盘上包含的 Format 工具。

有关如何使用 Microsoft Windows 98 或 Microsoft Windows Millennium Edition (Me) 启动盘格式化硬盘的其他信息，请单击下面的文章编号，以查看 Microsoft 知识库中相应的文章：

255867 如何使用 Fdisk 和 Format 工具对硬盘进行分区或重新分区

注意：当您在 Windows XP 安装过程中试图格式化大于 32GB 的 FAT32 分区时，在格式化过程快结束时操作将会失败，并且您可能会收到以下错误信息：

Logical Disk Manager:Volume size too big.

· MS-DOS（Microsoft Windows 95 的原始版本）和 Microsoft Windows NT 4.0 及更低版本都不能识别 FAT32 分区，因此无法从 FAT32 卷启动。

· 您不能在 FAT32 分区上创建大于 (2^32)-1 字节（即 4 GB 减去 1 个字节）的文件。

FAT32格式理论上可以支持128TB的磁盘，即簇的大小乘簇的数量32K\*(2^32),但由于受到软硬件的限制和其他方面的原因，不可能达到理论值。

FAT32数据恢复原理

由于FAT与FDT对数据的链式存储管理的，可以通过链式搜索查找。只有FAT表和FDT配合使用，才能可以统一管理整个磁盘文件,也就可以准确定位被删除的文件的确切位置。

在 Window操作系统下对文件的删除工作，是将FDT中该文件的第一个字符改“E5”来表示该文件已经删除，同时改写引导扇区的第二个扇区中表示该分区点用空间大小的相应信息。因此，在设计的时候，根据其存储结构，对相应的地方进行修改，搜索E5删除标志，再按被删文件数据链进行恢复。

具体步骤如下：

(1) 获取磁盘分区类型，分区存储空间，FAT、FDT、文件等存储的起始扇区。

(2) 获取FAT、FDT表项内的簇信息，即簇的删除、未使用、坏簇、以及文件占用簇的起始扇区信息等。

(3) 通过FAT、FDT计算不同文件在物理扇区的起始位置，包括有标识E5的删除文件起始位置、文件类型、占用大小和存储的所在簇。

(4) 改变删除位，通过第3步得到的结果，并按FAT表对文件进行链式查找并缓存，当达到文件所在簇尾时，停止操作。

(5) 对存储的数据进行转换，生成文件。

(6) 对文件进行异区存储。 而操作系统在读写文件时，会根据FDT中的起始单元，结合FAT表就可以知道文件在磁盘的具体位置，然后顺序读取每个簇的内容,文件的查找如图4-1所示。具体的方法如下：

(1)在文件目录项FDT中找到存放在FAT表中的文件File的地址M(2)2\*M得到FAT表中File文件数据链表首地址B。

(3)在FAT表中的B地址中，存放有文件FILE数据链表头P。

(4)P\*4得到在FAT表项中的下一个偏移位置，即下一个数据链表。

(5)如果下一个数据链表内的信息为0FFFFFFH，则表示文件存储已经结束图4-1查找文件流程需要说明的是，新建文件时，系统在FAT表中查找未用的簇记录在新文件目录项中做为首簇；FDT文件目录项中，第0~7字节为文件名(若有剩余字节用20填充)第1字节表明了该文件的状态，第1字节又表明了文件的状态，00HE5H及其它字符。当该字节为00H时，表示该目录项是空表项，可以使用。当为E5H时，表示该目录项以前用过，但是文件被已经删除了。

小知识编辑

在FAT32下，一个目录只能够容纳65536个文件。微软的官方文档没有给出。

三、NTFS文件系统

　　NTFS是从Windows XP系统开始逐渐成为主流的磁盘格式，是微软Windows NT内核的系列操作系统支持的、一个特别为网络和磁盘配额、文件加密等管理安全特性设计的磁盘格式。支持NTFS磁盘格式的操作系统有：WINDOWS NT、WINDOWS2000、WINDOWS2003、WINDOWS XP、WINDOWS vista、WINDOWS7等。因此NTFS目前仍是主流的磁盘格式，有大量用户在使用。

　　NTFS文件系统优点：NTFS分区具有极高的安全性和稳定性，在使用中不易产生文件碎片。它能对用户的操作 进行记录，通过对用户权限进行非常严格的限制，使每个用户只能按照系统赋予的权限进行操作，充分保护了系统与数据的安全。另外对大部分用户而言，NTFS 最直观的优点是，单个文件的大小突破了FAT32的4GB的限制。

　　NTFS文件系统缺点：NTFS虽然有诸多优点，但这些都是针对传统机械硬盘而设计的，对于新兴的Flash 闪存材料不一定适用。NTFS分区是采用“日志式”的文件系统，因为要记录磁盘的详细读写操作，对U盘这种闪存储介质会造成较大的负担，比如同样存取一个 文件或目录，在NTFS系统上的读写次数就会比FAT32来得多，理论上NTFS格式的U盘比较容易损坏，而且400MB以下的分区也比FAT16更浪费 空间。

四、exFAT文件系统

　　exFAT是近年才出现的格式，主要针对移动存储设备，什么闪存、U盘等。因为FAT32格式单个文件不能超过4G，使用NTFS格式又容易损坏闪存芯片，所以才开发EXFAT格式来解决这些问题。

　　exFAT文件系统优点：分区大小和单文件大小最大可达16EB（16×1024×1024TB）；簇大小非 常灵活，最小0.5KB，最高达32MB；采用了剩余空间分配表，空间利用率更高；同一目录下最大文件数可达65536个；支持访问控制；支持 TFAT(WINCE早期文件系统)。可以看出，ExFAT就是闪存专用的文件系统，只有U盘和存储卡才能格式化成exFAT，传统硬盘是无法格式化成 exFAT格式的，因为exFAT的特性其实并不比NTFS强，但却比NTFS及FAT32更适合闪存使用。

　　exFAT文件系统缺点：exFAT作为一种全新的文件系统，在电脑上的兼容性却不太好，目前主流的XP和Vista默认都不支持ExFAT，XP需升级至SP3补丁、Vista需升级至SP1补丁才能支持它。当然微软也提供了exFAT的单独更新文件，Win7默认支持。