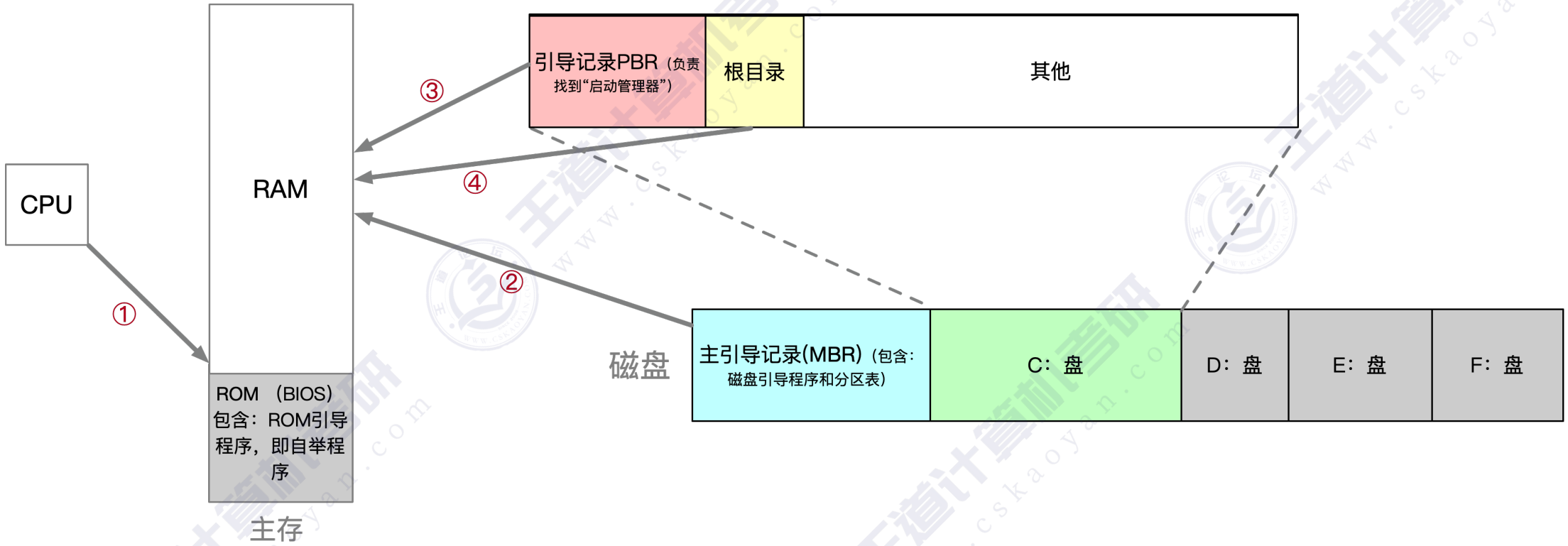
操作系统引导（开机过程）



操作系统引导：

①CPU从一个特定主存地址开始，取指令，执行ROM中的引导程序（先进行硬件自检，再开机）

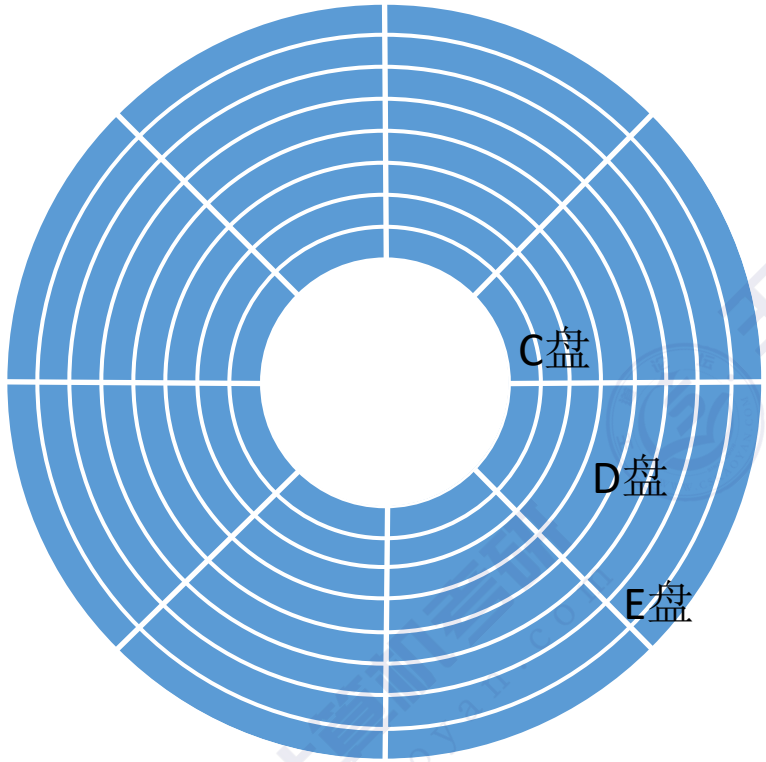
②将磁盘的第一块——主引导记录 读入内存，执行磁盘引导程序，扫描分区表

③从活动分区（又称主分区，即安装了操作系统的分区）读入分区引导记录，执行其中的程序

④从根目录下找到完整的操作系统初始化程序（即 启动管理器）并执行，完成“开机”的一系列动作

王道考研/CSKAOYAN.COM

磁盘初始化



磁盘初始化：

Step 1：进行低级格式化（物理格式化），将磁盘的各个磁道划分为扇区。一个扇区通常可分为 头、数据区域（如512B大小）、尾 三个部分组成。管理扇区所需要的各种数据结构一般存放在头、尾两个部分，包括扇区校验码（如奇偶校验、CRC循环冗余校验码等，校验码用于校验扇区中的数据是否发生错误）

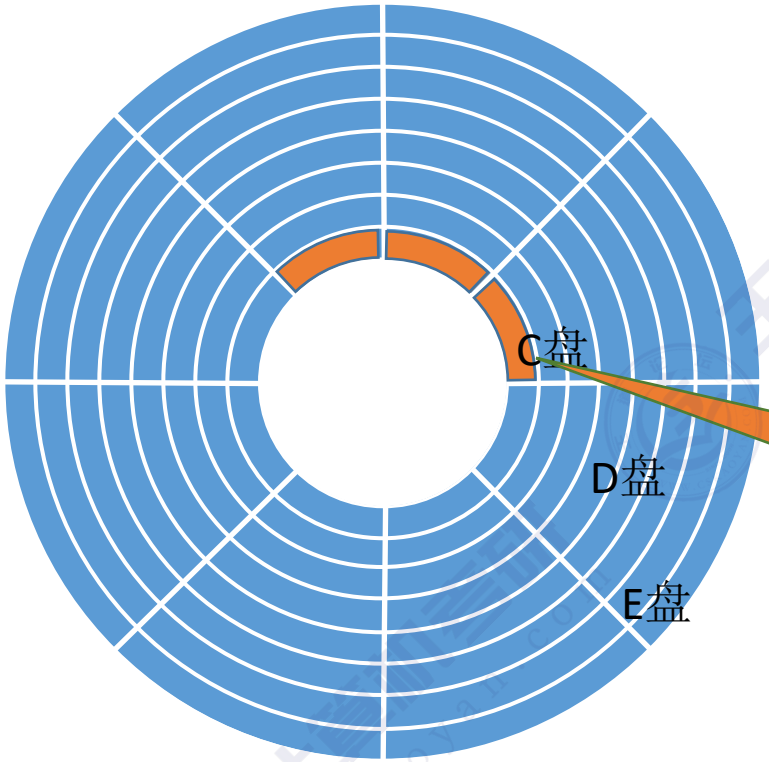
Step 2：将磁盘分区，每个分区由若干柱面组成（即分为我们熟悉的 C盘、D盘、E盘）

Step 3：进行逻辑格式化，创建文件系统。包括创建文件系统的根目录、初始化存储空间管理所用的数据结构（如 位示图、空闲分区表）

王道考研/CSKAOYAN.COM

引导块

计算机开机时需要进行一系列初始化的工作，这些初始化工作是通过执行初始化程序（自举程序）完成的



初始化程序程序（自举程序）放在ROM中存在什么问题？

万一需要更新自举程序，将会很不方便，因为ROM中的数据无法更改。如何解决呢？

完整的自举程序放在磁盘的启动块（即引导块/启动分区）上，启动块位于磁盘的固定位置。

拥有启动分区的磁盘称为*启动磁盘*或*系统磁盘*（C:盘）

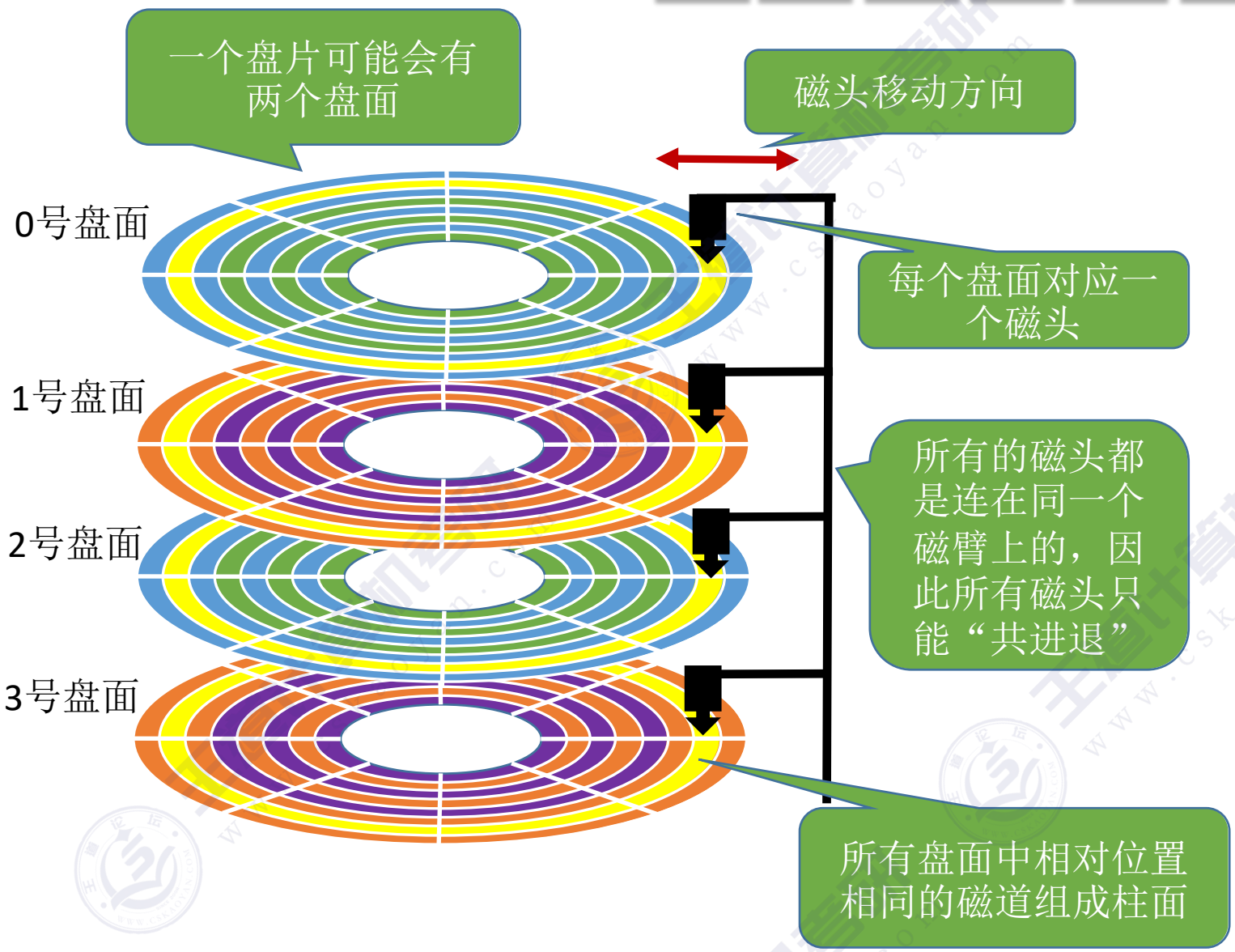
ROM

ROM中只存放很小的“自举装入程序”

开机时计算机先运行“自举装入程序”，通过执行该程序就可找到引导块，并将完整的“自举程序”读入内存，完成初始化

王道考研/CSKAOYAN.COM

磁盘的物理地址

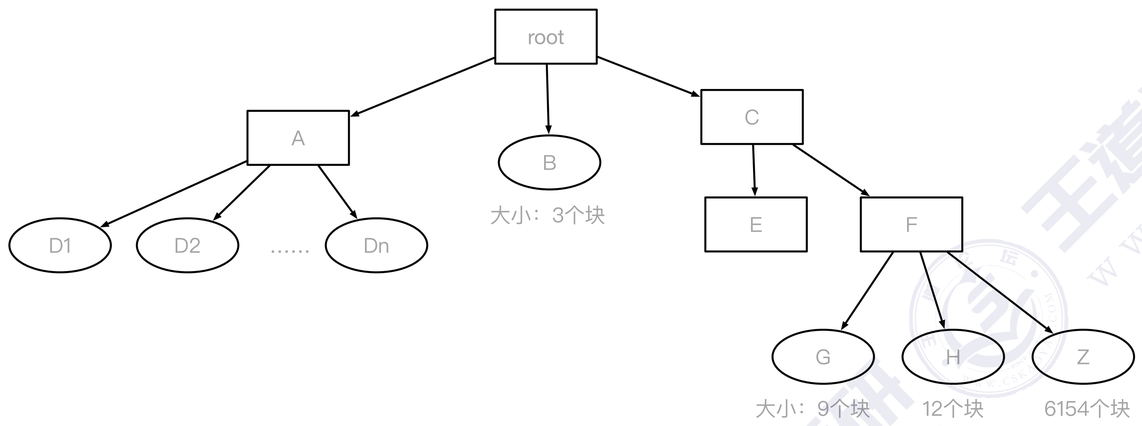


可用（柱面号，盘面号，扇区号）来定位任意一个“磁盘块”。在“文件的物理结构”小节中，我们经常提到文件数据存放在外存中的几号块，这个块号就可以转换成（柱面号，盘面号，扇区号）的地址形式。

可根据该地址读取一个“块”
①根据“柱面号”移动磁臂，让磁头指向指定柱面；
②激活指定盘面对应的磁头；
③磁盘旋转的过程中，指定的扇区会从磁头下面划过，这样就完成了对指定扇区的读/写。

王道考研/CSKAOYAN.COM

注1：假设该磁盘中每个盘块的大小为4KB。
注2：下图为该文件系统中的目录结构示意，方形为目录文件，圆形为普通文件。



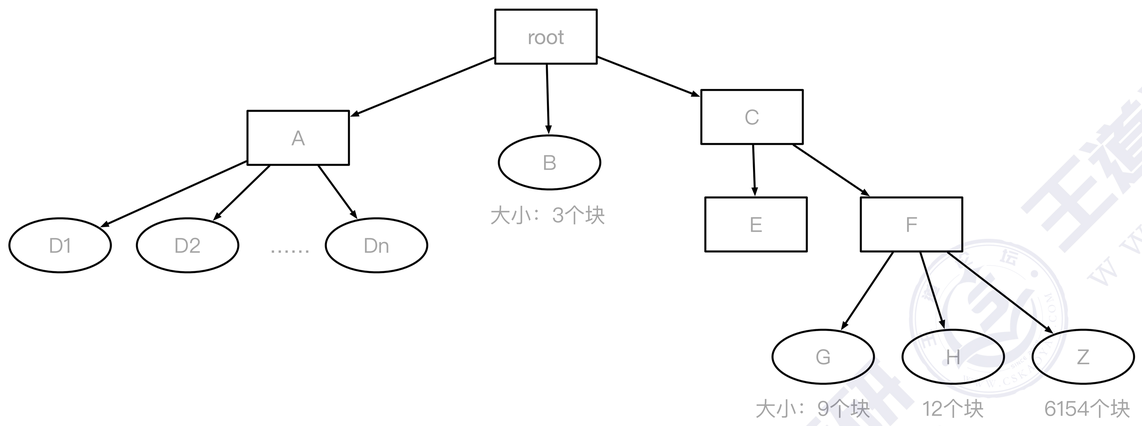
0号块	1号块	2号块	3号块	4号块	5号块	6号块	7号块
用于引导操作系统初始化的一段程序	包含一些重要的文件系统管理信息，如：魔数、磁盘转速、磁道数、扇区数等	这个位示图，每个bit对应一个物理块，1表示不空闲，0表示空闲 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 0 1 1 0 1 1 1 1 0 1 0 0 0 1 0 注1：位示图中，每个bit对应一个磁盘块，因此，若磁盘块共有 n 个，则位示图位图记录着 n 块。 注2：这里只用了一个磁盘块存储位示图，一个磁盘块大小为4KB，即32K bit，因此这个位示图最多只能存储32K个bit，如果需要支持更多磁盘块，则需要扩充位示图的大小	注：虚线框里这一行表示inode结点的编号 注：图中黄色部分就是文件的混合索引表 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 根目录文件对应的inode 结点 目录文件A对应的inode 结点 普通文件B对应的inode 结点 目录文件C对应的inode 结点 普通文件D对应的inode 结点 普通文件E对应的inode 结点 普通文件F对应的inode 结点 目录文件G对应的inode 结点 普通文件H对应的inode 结点 普通文件Z对应的inode 结点 暂未使用的inode 结点 注1：在Unix文件系统中，每个文件会对应一个inode结点，而 inode结点的总数量是有上限的，即：该示意图中，仅用两个磁盘块，即8KB存为inode区。根目录下inode大小为64B，即该文件系统最多只能存储8KB/64B=128个 inode结点，相应地，该系统最多只能支持128个文件。 注2：当一个进程通过open系统调用打开某个文件时，操作系统需要将该文件对应的 inode结点读入主存。	文件名 | inode 号 . | 1 .. | 0 D1 | ..... D2 | ..... D3 | ..... D4 | .... | ..... Dm | 5 ..... | ..... Dn | ..... 当前目录是A，对应1号inode 上一级目录是根目录，对应0号inode 文件Dm对应5号inode 注1：根目录的信息存储在磁盘的固定位置，这样可以保证开机时，能够找到根目录，再从根目录出发找到其他信息 注2：开机时，根目录的内容通常会被加载到内存，并一直常驻内存 注3：在Unix文件系统采用了“索引节点”，因此每个目录项只需包含文件名、inode号”，文件的具体属性信息存在 inode 中 注4：每个目录文件中默认包含两个目录项，分别是“.”和“..”，“.”表示当前目录，“..”表示上一级目录，根目录比较特殊，没有所谓的“上一级目录”，因此它的目录项“..”指向自身	目录文件A的内容 思考1：如何确定目录文件A需要占多少个块？ 回答1：目录项的数量 * 每个目录项的大小/块大小 思考2：如果从根目录开始查找，要将文件 “/A/Dm” 读入内存，描述查找发生了什么？ 回答2：根目录文件常驻内存，因此查内存中的相应条，找到目录项A——根据目录项A中的 inode 号找到A的 inode 结点，读取A的 inode 到内存——根据根据A的 inode 结点中记录的信息，找到A的数据块在磁盘上的位置，假设A的数据存放在100、101两个盘块中，则将101号盘块读入内存——根据A的数据（目录项）找到Dm的 inode 号——假设Dm的 inode 号为9——根据9号 inode 结点计算出Dm的 inode 结点所在的磁盘块号（假设为8）——将8号盘块读入内存——根据Dm的 inode 结点中记录的信息，找到Dm的数据块并读入内存
引导块 (boot block)	超级块 (superblock)	位示图 (bit map)	inode 区 注：“inode结点”就是“索引节点”。在Unix文件系统中，所有的索引结点集中存放，用于表示“文件物理结构”的“混合索引表”被包含在inode结点中，通过“混合索引表”，即可找到一个文件中每个块存储的物理位置		根目录 (存在固定位置)		
8号块	9号块	10号块	11号块	12号块	13号块	14号块	15号块
文件B 的第3块 歌曲部分：...你若要野 今生我把选奉陪	文件 | inode 号 . | 2 .. | 0 E | 3 F | 4 当前目录是C，对应2号inode 上一级目录是根目录，对应0号inode 文件E对应3号inode 文件F对应4号inode 目录文件C的内容	文件B 的第1块 歌曲部分：放牙月伊人惟悴... 问题1：文件B是一个 .mp3 类型的文件，什么是哪一类杰伦的《发如雪》，如果你的音乐播放器，每次只读入一块的数据，那这首歌直接快进到最后一句，有总发生了什么？ 回答1：这首歌的最后一句，应该存储在该文件的最后一个逻辑块，此时文件B的inode结点已经被调入内存，因此只需要根据inode节点中保存的信息查只表，即可直接找到的最后一个逻辑块存放在哪儿，显然，应该是6号物理块，因此如果快进到歌曲的最后一句，需应该根据索引表的指示，调入6号物理块	文件G 的第1块	文件B 的第2块	文件 | inode 号 . | 3 .. | 7 当前目录是E，对应3号inode 上一级目录是C，对应7号inode 注：虽然目录E下面没有任何东西，但是目录文件E也会包含两个目录项，“.”和“..”	文件 | inode 号 . | 4 .. | 7 G | 11 H | 12 Z | 13 当前目录是F，对应4号inode 上一级目录是C，对应7号inode 文件G对应11号inode 文件H对应12号inode 文件Z对应13号inode	
16号块	17号块	18号块	19号块	20号块	21号块	22号块	23号块
文件H 的第1块		文件G 的第9块	文件H 的第10块		(隐含的) | 块号 0 | 22 1 | 23 2 | NULL 3 | NULL 4 | NULL 1023 | NULL 指向文件H的第11个数据块 指向文件H的第12个数据块 注1：如果一个磁盘块用于存储索引表，则通常将其称为“索引块”；如果一个磁盘块用于存储文件的数据，则通常将其称为“数据块” 注2：每一张索引表需要刚好占满一个块，因此，若每个磁盘块大小为4KB，每个索引项4B，则一张索引表包含1024个索引项 文件H 的索引块	文件H 的第11块	文件H 的第12块
24号块	25号块	26号块	27号块	28号块	29号块	30号块	31号块
(隐含的) | 块号 0 | ... 1 | ... 2 | ... 3 | ... 4 | 30 5 | NULL ... | NULL 1023 | NULL 注：这是文件Z的二级间接索引指向的索引块，注意观察13号inode，二级间接索引指向 24 文件Z 的索引块				文件Z 的第6154块 注：要找到文件的第6154块，应该先找到文件Z的inode结点，根据其中的二级间接索引，找到存放在24号块中的第一级索引表，通过24号块中的第5个索引项，找到存放在30号块的第二级索引表，最后通过30号块的第1024个索引项，找到文件Z的第6154个数据块，也就是28号磁盘块		(隐含的) | 块号 0 | ... 1 | ... 2 | ... 3 | ... 4 | ... ... | ... 1023 | 28 文件Z 的索引块	

Unix文件系统（UFS）示意图

Made By @王道咸鱼老师–计算机考研

磁盘 **（上图为某个磁盘分区示意图，如 C: 盘）**

注1：假设该磁盘中每个盘块的大小为4KB。
注2：下图为该文件系统中的目录结构示意，方形为目录文件，圆形为普通文件。



0号块	1号块	2号块	3号块	4号块	5号块	6号块	7号块
用于引导操作 系统初始化的 一段程序	当前块号（隐含） / 下一块块号 0 / -1 1 / 2 2 / 3 3 / -1 4 / -1 5 / 6 6 / 7 7 / -1 8 / -1 9 / -1 10 / 12 11 / …… 12 / 8 13 / -1 14 / …… 15 / -1 …… / …… 30 / 16 31 / 30 …… / …… k / -1 …… / …… m / k …… / …… 问题1：FAT表中，每个表项的大小对文件系统有什么影响？ 回答1：已知文件系统支持的最大磁盘块数有限制，如：每个FAT表项16bit，则最多只能表示2^16个块号；之外FAT表的总大小有影响，每个表项的大小*表项的数量 = FAT表的大小 问题2：简述操作系统是如何使用FAT表的？ 回答2：开机后，系统把整个FAT表读入内存，系统运行过程中，优先在一直驻留内存，也就是说，查FAT表不需要读磁盘，内存里本来就有这个表。系统运行过程中，如果要访问某个文件/目录的首块，从目录项中找到文件的起始块号，再根据起始块号查FAT表，从而确认文件的后序那些块存放在哪里。 注：在这个FAT表示意图中，什么都没填表示盘块空闲，-1 表示到达文件末尾	文件名 / 文件类型 / ...其他... / 文件大小 / 起始块号 . / 目录文件 / ..... / 1 / 4 .. / 目录文件 / ..... / 1 / 4 A / 目录文件 / ..... / 3 / 5 B / 普通文件（.mp3） / ..... / 3个块（2.5KB） / 10 C / 目录文件 / ..... / ... / 9 注1：目录项 "." 表示当前目录，即根目录，起始块号为4 注2：目录项 ".." 表示上一级目录，由于根目录没有上一级目录，因此将目录项 ".." 指向其自身，起始块号为4 问题1：为什么根目录要存放在磁盘的固定位置？ 回答1：因为书机的时候，需要从根目录出发，找到操作系统到磁光相关的各种文件。因此，将根目录存放在固定位置，那么开机时候就这个固定位置录入根目录的数据即可。	文件名 / 文件类型 / ...其他... / 文件大小 / 起始块号 . / 目录文件 / ..... / 3个块 / 5 .. / 目录文件 / ..... / 1个块 / 4 D1 / 普通文件（.png） / ..... / ..... / ..... D2 / 普通文件（.jpg） / ..... / ..... / ..... D3 / 普通文件（.mp3） / ..... / ..... / ..... D4 / 普通文件（.txt） / ..... / ..... / .... / ..... / ..... / ..... / .... / ..... / ..... / ..... / ..... Dm / 普通文件 / ..... / 2个块 / m ..... / ..... / ..... / ..... / .... / ..... / ..... / ..... / ..... Dn / 普通文件 / ..... / ..... / ..... 问题1：如何确定目录文件A需要占多少个块？ 回答1：{目录项的数量 * 每个目录项的大小}/块大小 问题2：目录文件A 必须占用连续的磁盘块吗？ 回答2：不用！目录项本文件A也就变复杂，需要重新分配磁盘块，那么通过查FAT表可以找到空闲磁盘块，将其分配给文件A使用即可。当然，本来文件A的最后一块是7号块，如果给A再分配一个新的块，就需要修改FAT表的7号表项，指向新分配的块。 问题3：如果现在从根目录开始查找，要将文件 "/A/Dm" 读入内存，描述需要发生了什么？ 回答3：根目录常驻内存，首先查内存中的根目录，找到目录项——根据目录项中记录的起始块号，读入A的第一块（5号块），尝试在5号块中找到Dm目录项，如果没找到，那么通过查内存中的FAT表，读入A的第二块（6号块），尝试在6号块中找到Dm目录项，如果还没找到，那么继续查FAT表，读入A的第三块（7号块），尝试在7号块中找到Dm目录项——找到Dm的目录项，发现Dm最初存放在9块，FAT表项在FAT表的第9项，9号块里又有Dm的新盘块，就可以知道Dm今年晚之后数6号块，9号块里又有Dm的最后一块，因此用Dm，9 两个块录入内存即可。	目录文件A的内容
引导块		FAT表 （存在固定位置）		根目录 （存在固定位置）			
8号块	9号块	10号块	11号块	12号块	13号块	14号块	15号块
文件B 的第3块 歌曲部分：... 你若要野 今生我把选奉陪	文件名 / 文件类型 / ...其他... / 文件大小 / 起始块号 . / 目录文件 / ..... / 1个块 / 9 .. / 目录文件 / ..... / 1个块 / 4 E / 普通文件 / ..... / ..... / 13 F / 目录文件 / ..... / ..... / 14 注1：目录项 "." 表示当前目录，即目录C，起始块号为9 注2：目录项 ".." 表示上一级目录，即根目录，起始块号为4 目录文件C的内容	文件B 的第1块 歌曲部分：张牙月伴人情味... 问题1：文件B是一个 .mp3 类型的文件，什么是哪一类杰伦的《发如雪》，如果你的音乐播放器，每次只读入一块的数据，那这首歌直接快进到最后一句，将会发生了什么？ 回答1：快进到歌的最后一句，就是要读入MP3文件的最后一块，从文件的目录项可知，B的起始块号是10，再结合FAT表，就可以找到10号块后序的其他块，最后一块的块号为5，读入块号就即可。		文件B 的第2块	文件名 / 文件类型 / ...其他... / 文件大小 / 起始块号 . / 目录文件 / ..... / 1个块 / 13 .. / 目录文件 / ..... / 1个块 / 4 注1：目录项 "." 表示当前目录，即目录E，起始块号为13 注2：目录项 ".." 表示上一级目录，即目录C，起始块号为9 目录文件E的内容	文件名 / 文件类型 / ...其他... / 文件大小 / 起始块号 . / 目录文件 / ..... / 1个块 / 14 .. / 目录文件 / ..... / 1个块 / 9 f2 / 普通文件 / ..... / 9个块 / ..... f4 / 普通文件 / ..... / 12个块 / ..... Z / 普通文件 / ..... / 6154个块 / 15 注1：目录项 "." 表示当前目录，即目录F，起始块号为14 注2：目录项 ".." 表示上一级目录，即目录C，起始块号为9 目录文件F的内容	文件Z 的第1块
16号块	17号块	18号块	19号块	20号块	21号块	22号块	23号块
文件Z 的第6154块							
24号块	25号块	26号块	27号块	28号块	29号块	30号块	31号块
						文件Z 的第6153块	文件Z 的第6152块

FAT文件系统示意图

Made By @王道咸鱼老师–计算机考研

磁盘 **（上图为某个磁盘分区示意图，如 D: 盘）**