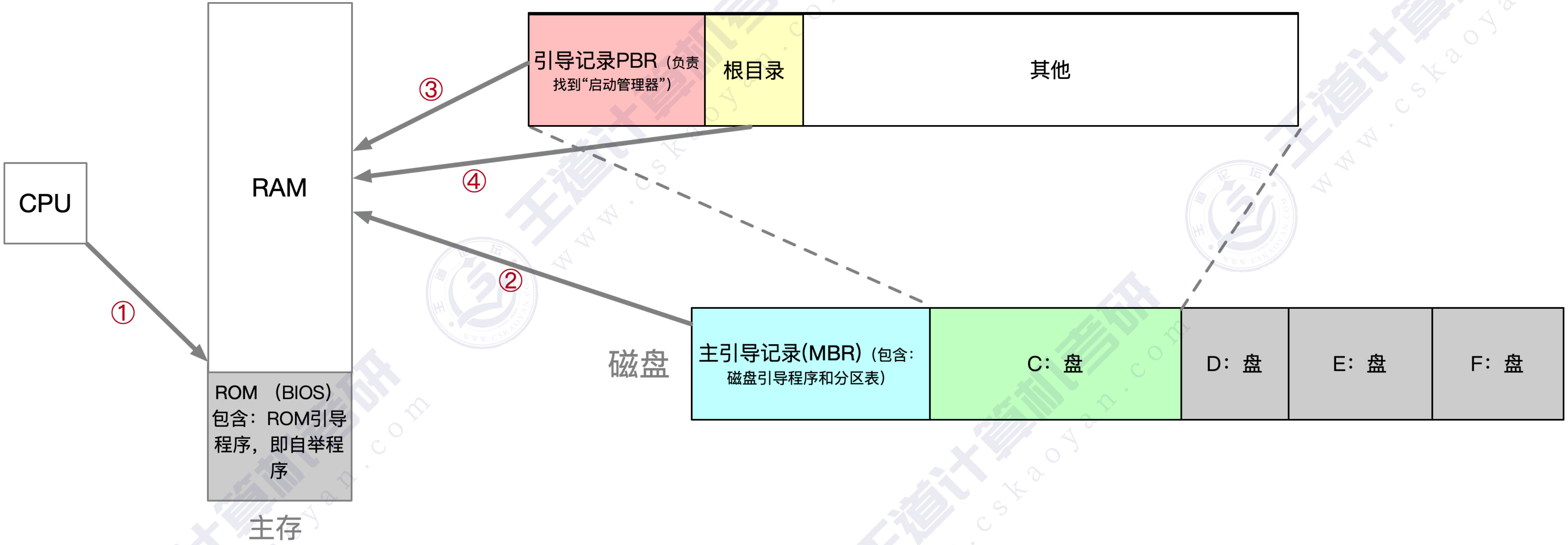
操作系统引导（开机过程）



CPU

RAM

ROM （BIOS）包含：ROM引导程序，即自举程序

主存

①

②

③

④

引导记录PBR（负责找到“启动管理器”）

根目录

其他

磁盘

主引导记录(MBR)（包含：磁盘引导程序和分区表）

C：盘

D：盘

E：盘

F：盘

操作系统引导：

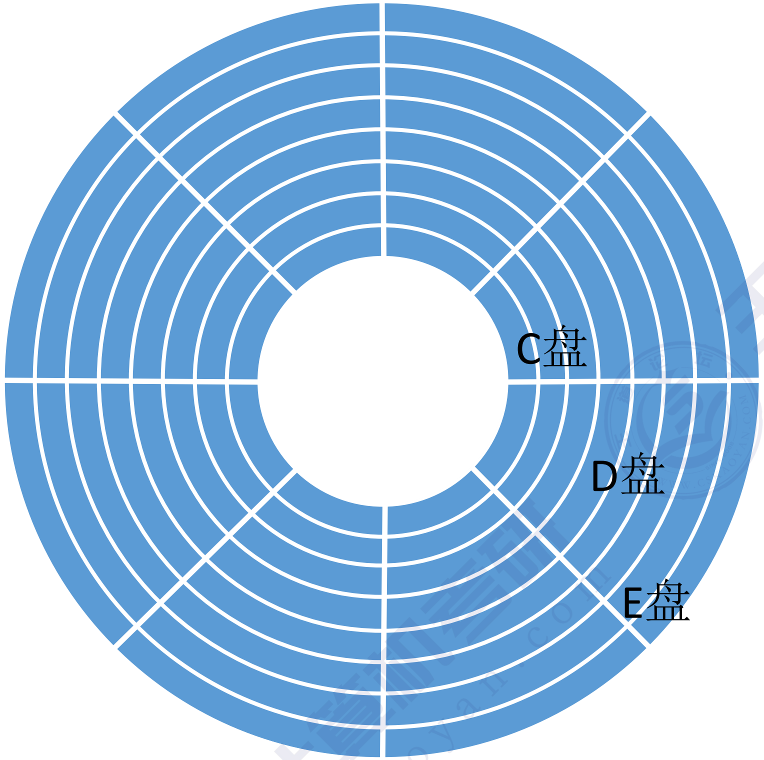
①CPU从一个特定主存地址开始，取指令，执行ROM中的引导程序（先进行硬件自检，再开机）

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

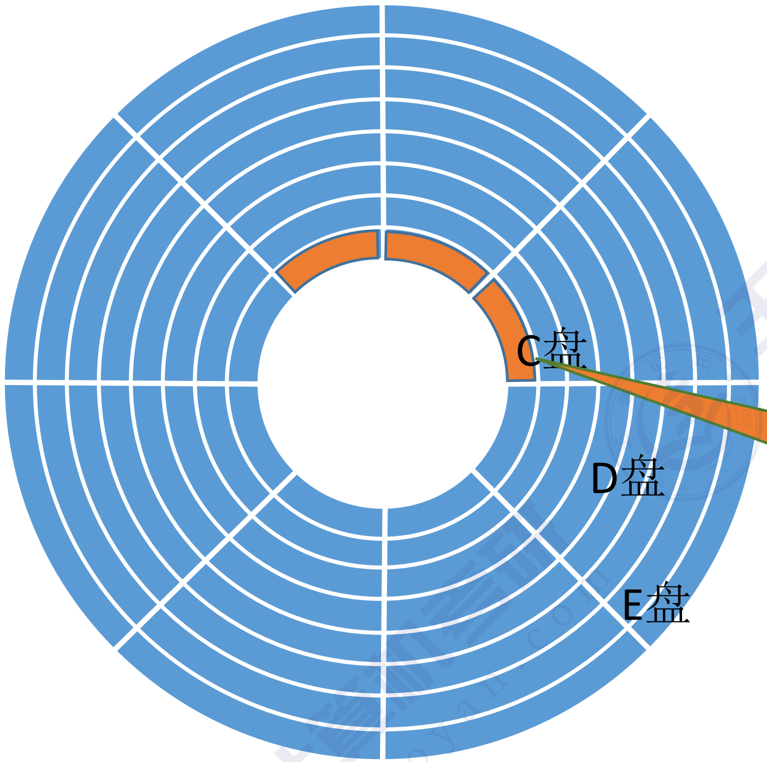
磁盘初始化



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）

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。

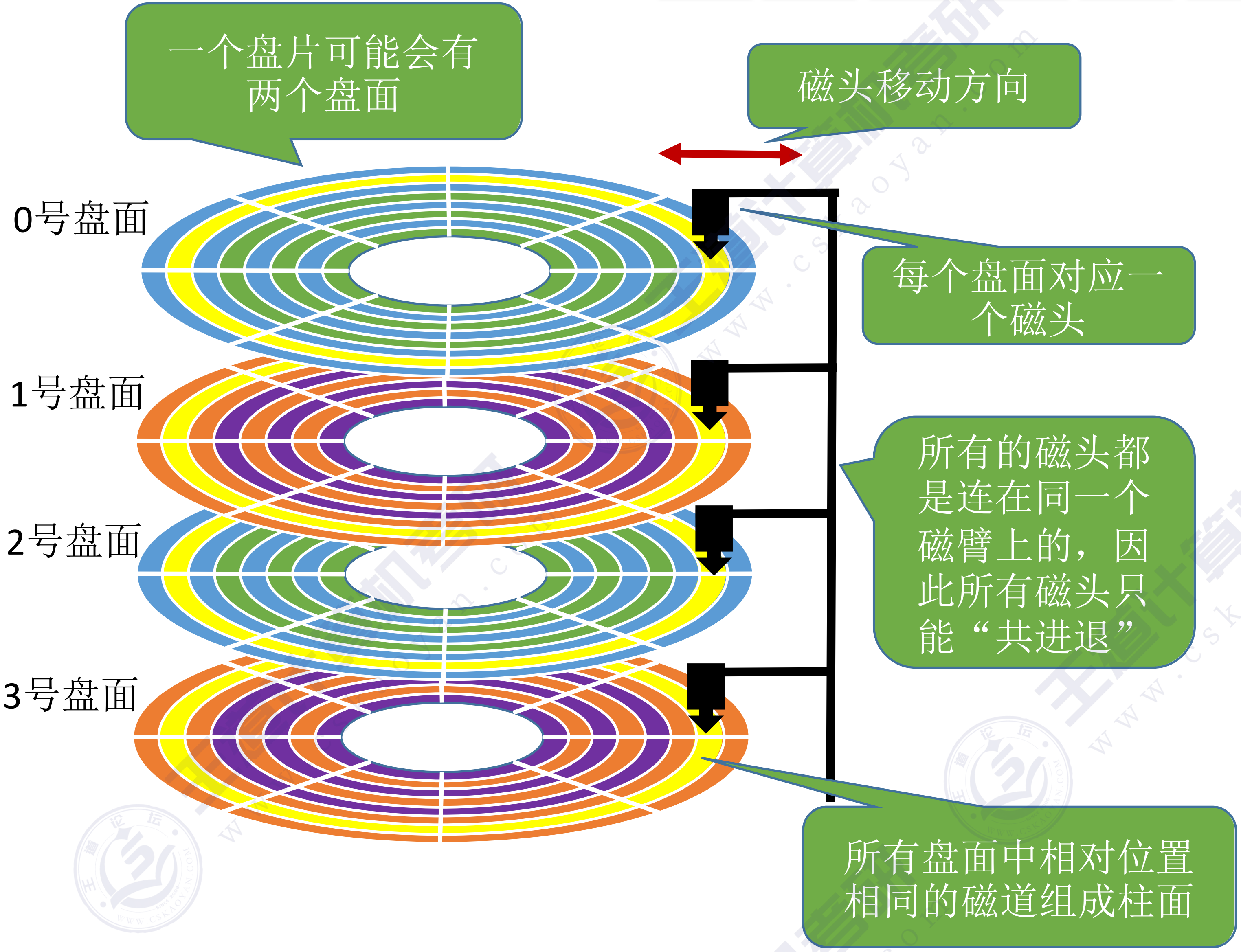
拥有启动分区的磁盘称为***启动磁盘***或***系统磁盘***（C:盘）

ROM

ROM中只存放很小的“自举装入程序”

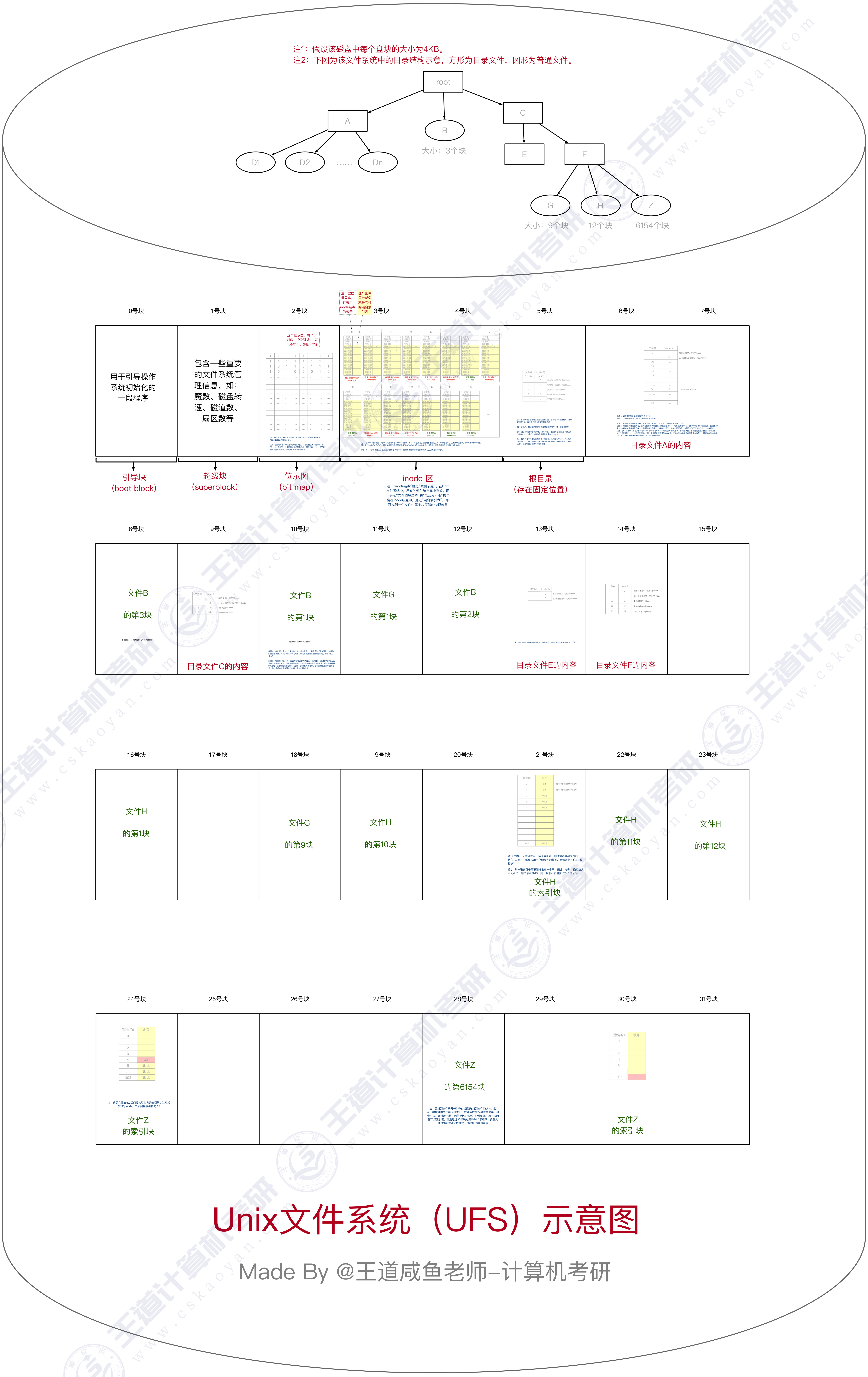
开机时计算机先运行“自举装入程序”，通过执行该程序就可找到引导块，并将完整的“自举程序”读入内存，完成初始化

磁盘的物理地址


一个盘片可能会有两个盘面
磁头移动方向
0号盘面
1号盘面
2号盘面
3号盘面
每个盘面对应一个磁头
所有的磁头都是连在同一个磁臂上的，因此所有磁头只能“共进退”
所有盘面中相对位置相同的磁道组成柱面

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。

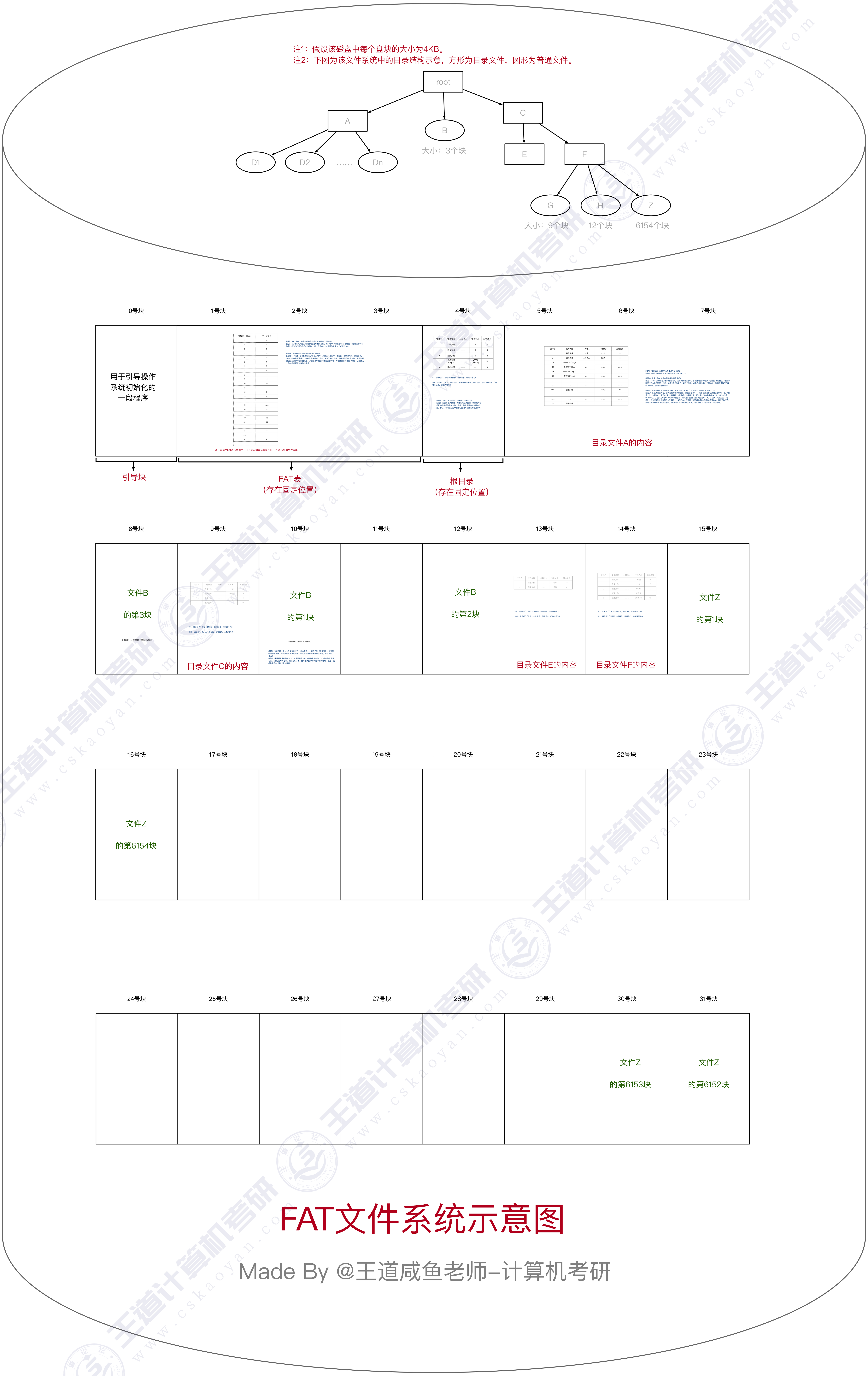
可根据该地址读取一个“块”
①根据“柱面号”移动磁臂，让磁头指向指定柱面；
②激活指定盘面对应的磁头；
③磁盘旋转的过程中，指定的扇区会从磁头下面划过，这样就完成了对指定扇区的读/写。


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。
root
A
B
C
D1
D2
……
Dn
大小：3个块
E
F
G
H
Z
大小：9个块
12个块
6154个块
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
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)
目录文件A的内容
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
目录文件C的内容
文件B
的第1块
文件G
的第1块
文件B
的第2块
目录文件E的内容
目录文件F的内容
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
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
文件Z
的索引块
文件Z
的第6154块
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）**



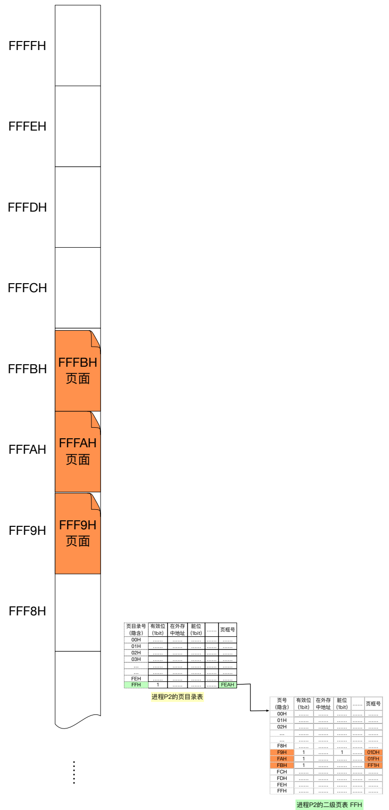
注1：假设该磁盘中每个盘块的大小为4KB。
注2：下图为该文件系统中的目录结构示意，方形为目录文件，圆形为普通文件。

root
A
B
C
D1
D2
……
Dn
大小：3个块
E
F
G
H
Z
大小：9个块
12个块
6154个块
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
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
目录文件C的内容
文件B的第1块
文件B的第2块
目录文件E的内容
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

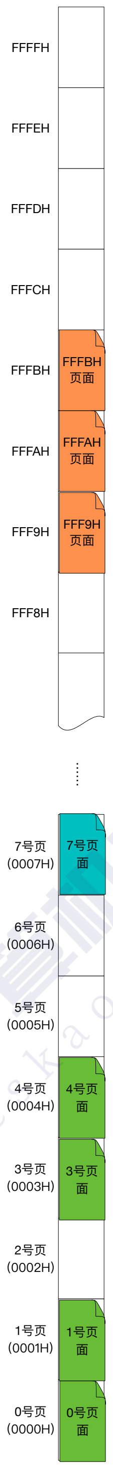
磁盘**（上图为某个磁盘分区示意图，如 D: 盘）**


FFFFH
FFFEH
FFFDH
FFFCH
FFFBH
FFFBH 页面
FFFAH
FFFAH 页面
FFF9H
FFF9H 页面
FFF8H
进程P2的页目录表
进程P2的二级页表 FFH
(通过页表实现页面共享)
7号页 (0007H)
6号页 (0006H)
5号页 (0005H)
4号页 (0004H)
3号页 (0003H)
2号页 (0002H)
1号页 (0001H)
0号页 (0000H)

P2 进程虚拟地址空间

(0000 000H ~ FFFF FFFH)

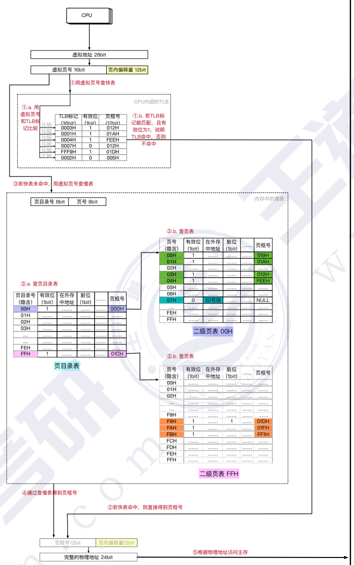
<虚拟页号 16bit，页内偏移量 12bit>

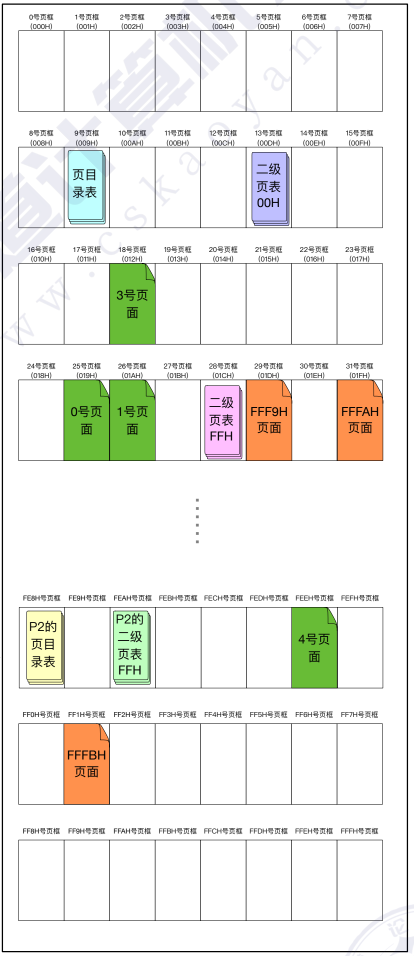

FFFFH
FFFEH
FFFDH
FFFCH
FFFBH
FFFBH 页面
FFFAH
FFFAH 页面
FFF9H
FFF9H 页面
FFF8H
7号页 (0007H)
7号页 面
6号页 (0006H)
5号页 (0005H)
4号页 (0004H)
4号页 面
3号页 (0003H)
3号页 面
2号页 (0002H)
1号页 (0001H)
1号页 面
0号页 (0000H)
0号页 面

P1 进程虚拟地址空间

(0000 000H ~ FFFF FFFH)

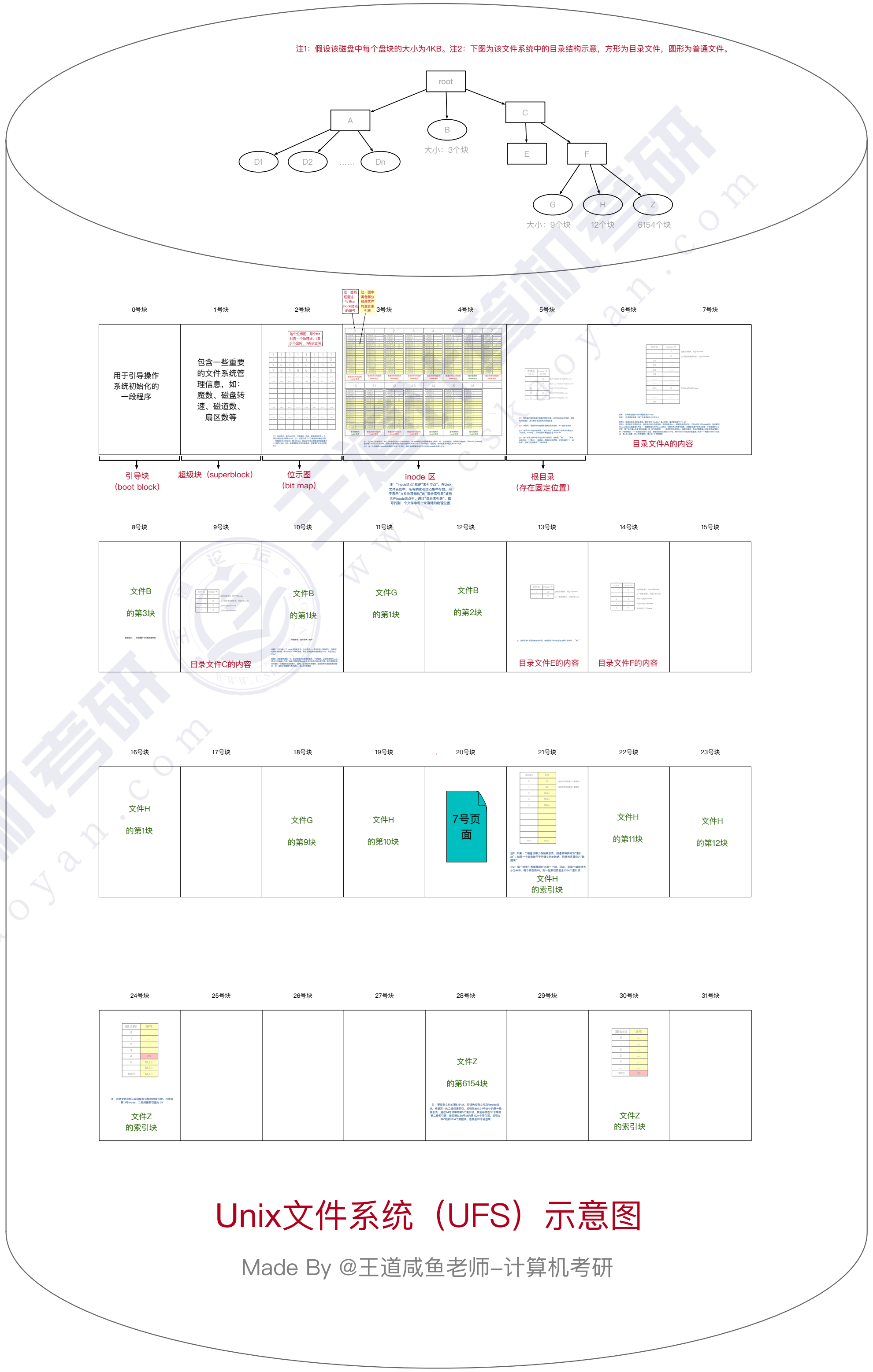
<虚拟页号 16bit，页内偏移量 12bit>


CPU
虚拟地址 28bit
页面偏移量 12bit
页目录号 8bit
页号 8bit
页目录表
二级页表 00H
二级页表 FFH
完整的物理地址 24bit
④根据物理地址访问主存


0号页框 (000H)
1号页框 (001H)
2号页框 (002H)
3号页框 (003H)
4号页框 (004H)
5号页框 (005H)
6号页框 (006H)
7号页框 (007H)
8号页框 (008H)
9号页框 (009H)
页目录表
10号页框 (00AH)
11号页框 (00BH)
12号页框 (00CH)
13号页框 (00DH)
二级页表 00H
14号页框 (00EH)
15号页框 (00FH)
16号页框 (010H)
17号页框 (011H)
18号页框 (012H)
3号页面
19号页框 (013H)
20号页框 (014H)
21号页框 (015H)
22号页框 (016H)
23号页框 (017H)
24号页框 (018H)
25号页框 (019H)
0号页面
26号页框 (01AH)
1号页面
27号页框 (01BH)
28号页框 (01CH)
二级页表 FFH
29号页框 (01DH)
FFF9H 页面
30号页框 (01EH)
31号页框 (01FH)
FFFAH 页面
FE8H号页框
FE9H号页框
FEAH号页框
FEBH号页框
FECH号页框
FEDH号页框
FEEH号页框
FEFH号页框
P2的页目录表
P2的二级页表 FFH
4号页面
FF0H号页框
FF1H号页框
FFFBH 页面
FF2H号页框
FF3H号页框
FF4H号页框
FF5H号页框
FF6H号页框
FF7H号页框
FF8H号页框
FF9H号页框
FFAH号页框
FFBH号页框
FFCH号页框
FFDH号页框
FFEH号页框
FFFH号页框

物理内存

注：页框大小为4KB，页框总数为4K个，物理地址 = <页框号 12bit，页内偏移量 12bit>

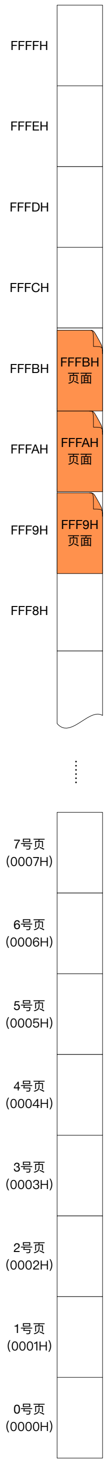

root
A
B
大小：3个块
C
D1
D2
......
Dn
E
F
G
H
Z
大小：9个块
12个块
6154个块
0号块
1号块
2号块
3号块
4号块
5号块
6号块
7号块
用于引导操作系统初始化的一段程序
包含一些重要的文件系统管理信息，如：魔数、磁盘转速、磁道数、扇区数等
这个位示图，每个bit对应一个物理块，1表示不空闲，0表示空闲
注：虚线框里这一行表示inode结点的编号
注：图中黄色部分就是文件的混合索引表
目录文件A的内容
引导块 (boot block)
超级块（superblock）
位示图 (bit map)
inode 区
注："inode结点"就是"索引节点"。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
目录文件C的内容
文件B 的第1块
文件G 的第1块
文件B 的第2块
目录文件E的内容
目录文件F的内容
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
7号页面
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
文件Z 的索引块
文件Z 的第6154块
文件Z 的索引块

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。

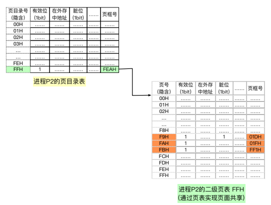
Unix文件系统（UFS）示意图

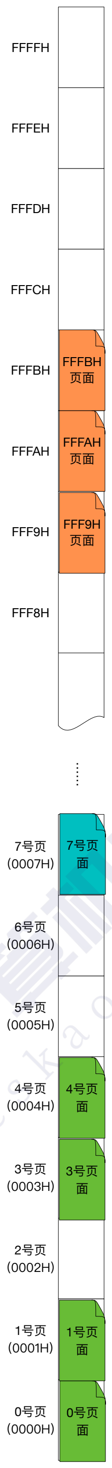
Made By @王道咸鱼老师-计算机考研

磁盘

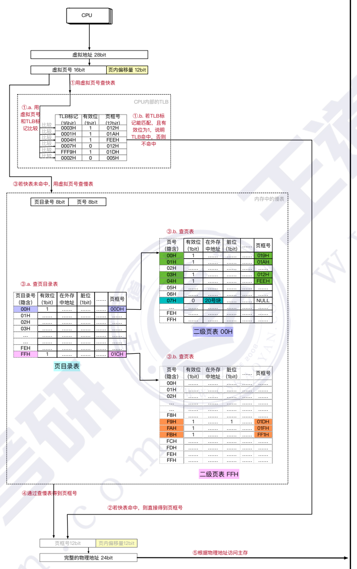

FFFFH
FFFEH
FFFDH
FFFCH
FFFBH
FFFBH 页面
FFFAH
FFFAH 页面
FFF9H
FFF9H 页面
FFF8H
……
7号页 (0007H)
6号页 (0006H)
5号页 (0005H)
4号页 (0004H)
3号页 (0003H)
2号页 (0002H)
1号页 (0001H)
0号页 (0000H)

P2 进程虚拟地址空间
(0000 000H ~ FFFF FFFH)
<虚拟页号 16bit，页内偏移量 12bit>


进程P2的页目录表
进程P2的二级页表 FFH
(通过页表实现页面共享)


FFFFH
FFFEH
FFFDH
FFFCH
FFFBH
FFFBH 页面
FFFAH
FFFAH 页面
FFF9H
FFF9H 页面
FFF8H
……
7号页 (0007H)
7号页面
6号页 (0006H)
5号页 (0005H)
4号页 (0004H)
4号页面
3号页 (0003H)
3号页面
2号页 (0002H)
1号页 (0001H)
1号页面
0号页 (0000H)
0号页面

P1 进程虚拟地址空间
(0000 000H ~ FFFF FFFH)
<虚拟页号 16bit，页内偏移量 12bit>


CPU
虚拟地址 28bit
虚拟页号 16bit
页内偏移量 12bit
①用虚拟页号查快表
CPU内部的TLB
①.a. 用虚拟页号和TLB标记比较
比较
①.b. 若TLB标记能匹配，且有效位为1，说明TLB命中，否则不命中
③若快表未命中，用虚拟页号查慢表
内存中的慢表
页目录号 8bit
页号 8bit
③.a. 查页目录表
页目录表
③.b. 查页表
二级页表 00H
③.b. 查页表
二级页表 FFH
④通过查慢表得到页框号
②若快表命中，则直接得到页框号
页框号12bit
页内偏移量12bit
完整的物理地址 24bit
⑤根据物理地址访问主存

CPU内部的TLB

TLB标记 (16bit)	有效位 (1bit)	页框号 (12bit)
0003H	1	012H
0001H	1	01AH
0004H	1	FEEH
0007H	0	012H
FFF9H	1	01DH
0002H	0	005H

页目录表

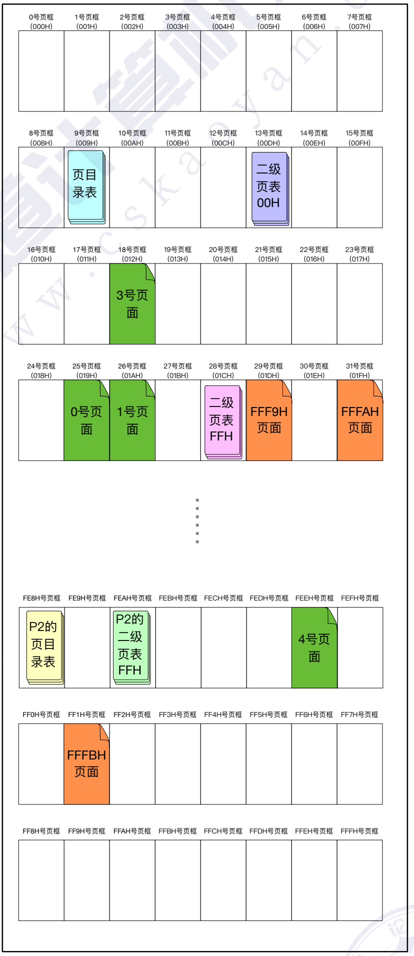
页目录号 (隐含)	有效位 (1bit)	在外存中地址	脏位 (1bit)	……	页框号
00H	1	……	……	……	00DH
01H	……	……	……	……	……
02H	……	……	……	……	……
03H	……	……	……	……	……
…	……	……	……	……	……
…	……	……	……	……	……
FEH	……	……	……	……	……
FFH	1	……	……	……	01CH

二级页表 00H

页号 (隐含)	有效位 (1bit)	在外存中地址	脏位 (1bit)	……	页框号
00H	1	……	……	……	019H
01H	1	……	……	……	01AH
02H	……	……	……	……	……
03H	1	……	……	……	012H
04H	1	……	……	……	FEEH
05H	……	……	……	……	……
06H	……	……	……	……	……
07H	0	20号块	……	……	NULL
…	……	……	……	……	……
FEH	……	……	……	……	……
FFH	……	……	……	……	……

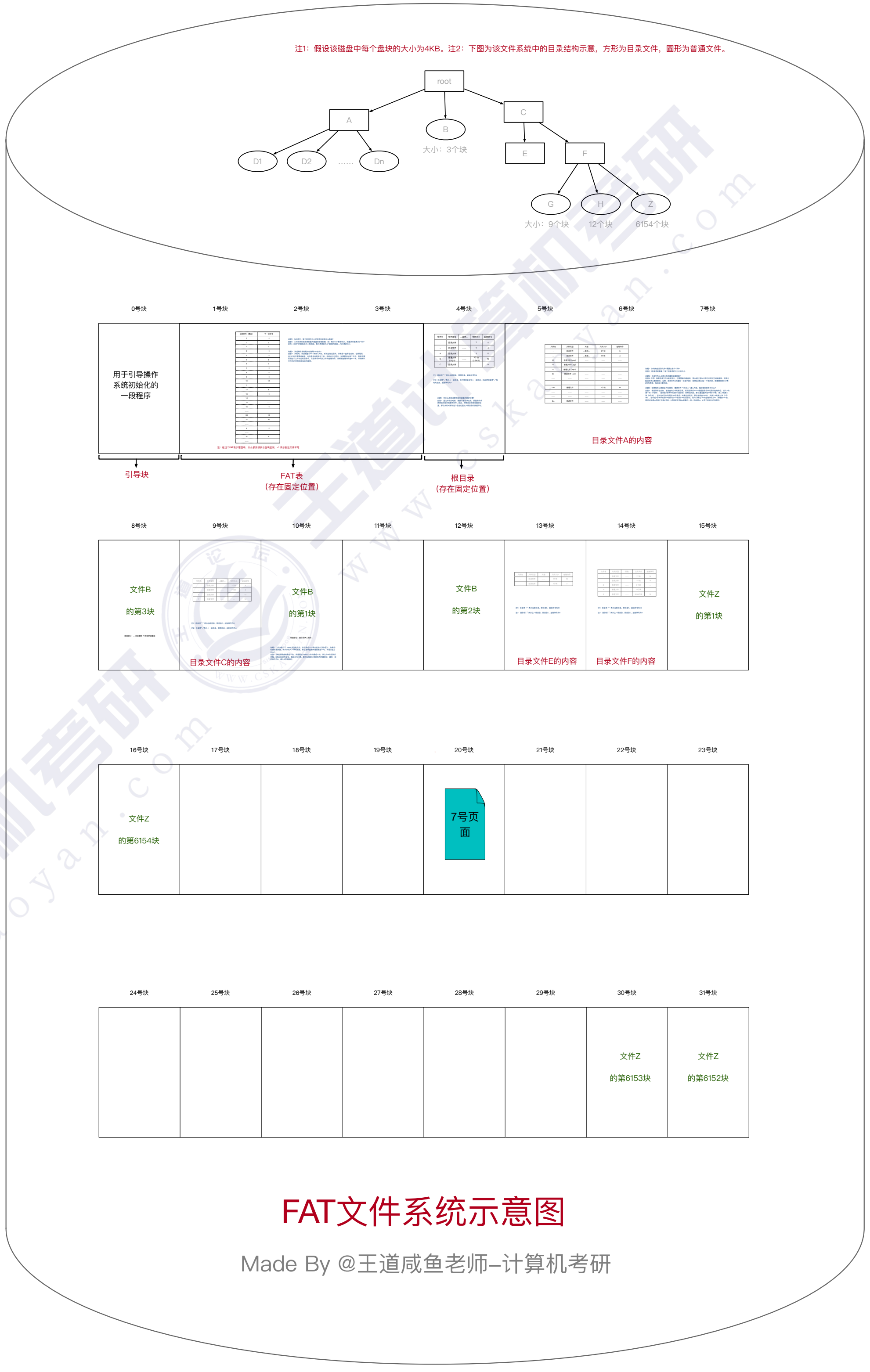
二级页表 FFH

页号 (隐含)	有效位 (1bit)	在外存中地址	脏位 (1bit)	……	页框号
00H	……	……	……	……	……
01H	……	……	……	……	……
02H	……	……	……	……	……
…	……	……	……	……	……
…	……	……	……	……	……
F8H	……	……	……	……	……
F9H	1	……	1	……	01DH
FAH	1	……	……	……	01FH
FBH	1	……	……	……	FF1H
FCH	……	……	……	……	……
FDH	……	……	……	……	……
FEH	……	……	……	……	……
FFH	……	……	……	……	……


0号页框 (000H)
1号页框 (001H)
2号页框 (002H)
3号页框 (003H)
4号页框 (004H)
5号页框 (005H)
6号页框 (006H)
7号页框 (007H)
8号页框 (008H)
9号页框 (009H)
页目录表
10号页框 (00AH)
11号页框 (00BH)
12号页框 (00CH)
13号页框 (00DH)
二级页表 00H
14号页框 (00EH)
15号页框 (00FH)
16号页框 (010H)
17号页框 (011H)
18号页框 (012H)
3号页面
19号页框 (013H)
20号页框 (014H)
21号页框 (015H)
22号页框 (016H)
23号页框 (017H)
24号页框 (018H)
25号页框 (019H)
0号页面
26号页框 (01AH)
1号页面
27号页框 (01BH)
28号页框 (01CH)
二级页表 FFH
29号页框 (01DH)
FFF9H 页面
30号页框 (01EH)
31号页框 (01FH)
FFFAH 页面
FE8H号页框
P2的页目录表
FE9H号页框
FEAH号页框
P2的二级页表 FFH
FEBH号页框
FECH号页框
FEDH号页框
FEEH号页框
4号页面
FEFH号页框
FF0H号页框
FF1H号页框
FFFBH 页面
FF2H号页框
FF3H号页框
FF4H号页框
FF5H号页框
FF6H号页框
FF7H号页框
FF8H号页框
FF9H号页框
FFAH号页框
FFBH号页框
FFCH号页框
FFDH号页框
FFEH号页框
FFFH号页框

物理内存

注：页框大小为4KB，页框总数为4K个，物理地址 = <页框号 12bit，页内偏移量 12bit>


root
A
B
C
D1
D2
……
Dn
大小：3个块
E
F
G
H
Z
大小：9个块
12个块
6154个块
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
引导块
FAT表 (存在固定位置)
根目录 (存在固定位置)
目录文件A的内容
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
目录文件C的内容
文件B 的第1块
文件B 的第2块
目录文件E的内容
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
7号页面
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

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。

FAT文件系统示意图

Made By @王道咸鱼老师–计算机考研

磁盘