MRT2.1.3.0 希捷虚拟启动详解

MRT 数据恢复软件在 2019 年 1 月 29 日升级了一个最新的正式版本，新的版本号为：2.1.3.0

新版本的下载地址为：**http://info.mrtlab.com/download/**
两口卡和五口卡均从上面的地址下载软件

虚拟启动的开发背景：

对于希捷 14 代硬盘，如常见的 DM 系列、LM 系列、部分 VM 系列，目前采用过去诸如针对老盘的短接法、12 代通刷以及配 ROM 的维修方法，已经无法帮助修复这些新盘的故障，尤其是重建编译器还可能会导致前好后坏这一当前最为复杂的故障。虽然重建编译器有时候可以修复故障，但是一旦前好后坏，有时连原始备份都无法修复，这时候就要想办法开辟新的维修思路。

根据已知的希捷故障，越来越发现 DiagError、LED 和 SIM Error 故障的频繁出现已经很难处理，而在硬盘遇到坏道或磁头不良时，终端还会报告非常多的自检反馈，给维修工作带来了很大的困难。

为此，我们早在 2.0.5.7 版本就开始尝试新的维修方法。经过近三年的发展，已经形成了一套比较完善的虚拟启动流程，增加了一些通用故障的补丁用以跳过当前故障，方便下一步维修工作展开。

目前该功能已经非常强大，在最新版的 2.1.3.0 版本中，我们在升级日志中已经说明，新增了两个关于编译器的补丁，配合《如何使用原始系统文件 35 处理 LM 前好后坏》的教程（当前仅限 A5 和 8C 两个家族），具体链接请知悉这里：
http://info.mrtlab.com/tech/seagate/273.html

虚拟启动的相关原理：

我们知道对于希捷硬盘来说，工厂自带的终端指令体系已经非常成熟且极为强大，我们的维修也必须依赖终端串口来操作。
一方面，终端可以提供非常详细的实时反馈报告，方便我们针对具体故障作出相应策略；另一方面希捷的指令非常齐全，甚至我们完全可以仅凭指令去维修希捷硬盘，而不需要借助其他专业工具。

在使用指令之前，我们需要确认终端是否能够正常工作，并且尝试获取终端诊断模式访问权限，一般我们称为 T 级（T Level），获取方式为，按下键盘 **CTRL+Z** 或者点击 Terminal Mode 图标 ，会出现以下反馈：

```
F3 T>
ASCII Diag mode
```

该反馈来自硬盘对于指令 CTRL+Z 作出的回应，获得该权限的条件涉及到电路板、磁头、硬盘自身状态以及是否加锁（非固件锁）等。

在希捷 ROM 中，包含启动代码、CAP、SAP、RAP 等，每个都有其自己的作用，比如 SAP 给电机、磁头提供伺服参数，RAP 用以划分物理盘片如分配段位表和缺陷表。
而 ROM 包含很多效验数据和内存地址，也就是说，我们是否可以在启动的过程中，打断它正常的启动流程，修改并添加自己的数据以创建一个虚拟的在内存中使用的环境，这样就可以实现跳过某个过程进入到下一阶段继续维修。通过这样的手段，在终端串口正常工作的情况下，再配合 T 级来操作指令，我们就可以达到维修的目的。

需要注意的是，终端串口是否工作和是否能获取 T 级是两个概念。如何理解呢？通常当终端设备连接正确时，对硬盘上电，终端可以反馈信息，说明终端可以工作，而是否能获取 T 级也就是能否使用指令，则与刚才所涉及的条件有关。反之，当终端没有报告反馈，就要考虑终端设备是否连接正确。
比如，很多硬盘故障会不停地报告 Fail Servo xxx，意思是伺服参数不能正常获取，多半与磁头损坏有关，这时我们使用 CTRL+Z 是不能获取 T 级的。

为了让大家理解相关的原理，这里有必要对 ATA 工作模式（CTRL+T）、终端 ASCII 码诊断模式（CTRL+Z）、终端 ASCII 码在线模式（CTRL+R）以及特殊的 Bootcode 模式进行梳理。

ATA 工作模式：
即 ESLIP Mode，默认加电模式，使用 **CTRL+T** 可以切换至该模式，该模式只响应串口接收到的 ESLIP 编码包。硬盘正常就绪后就使用该模式，ATA 模式执行指令的条件是硬盘 DRD DSC 灯亮，当硬盘长忙 BSY 灯亮的时候，我们发送 ATA 指令，硬盘不会执行。

ASCII 诊断模式：
即 ASCII Diagnostic Mode，我们常用的指令模式，使用 **CTRL+Z** 可以切换至该模式。该模式响应接收到的全部 ASCII 命令，不响应 ESLIP 编码的数据包。我们维修所使用的指令大部分都处在该模式下，它与 ATA 模式是分别独立工作的，执行指令需要终端能获取 T 级，而获得 T 级，需要至少 0 磁头或 1 磁头工作。

ASCII 在线模式：
即 ASCII Online Mode，使用 **CTRL+R** 可以切换至该模式。该模式只响应接收到的 ASCII Online 命令，这部分命令通常不太用到，具体指令可以在终端获取 T 级后，输入**/CQ** 可以在头部查看到。

Bootcode 模式：
这是一种处在 PCB 板上电之后、加载 ROM 之前的工作模式。在发送终端串口指

令并进入该模式后，只访问 PCB 板，当前状态灯处于断电态，ATA 工作模式未启用，使用串口可以对 ROM 进行读写，状态灯截图如下：

（我们可以看到，Power 灯亮，BSY 灯灭，其他全部亮起）

Bootcode 模式和其他模式不同，正常加电后，我们使用 CTRL+Z、CTRL+R、CTRL+T 可以在三种模式之间切换，而 Bootcode 模式不行，从 Bootcode 模式切换到其他模式，需要断电上电进入正常加电状态。前者除了 BSY 灯灭，其余全部亮起，属于断电态，而正常上电，一般为 Power 灯亮起，故障时长忙灯 BSY 亮起，或者认盘时就绪灯 DRD DSC 亮起，有时候硬盘出现故障还会附带 ERR 错误灯。

小技巧：我们经常通过扫描来确定磁头和盘片状况，当遇到坏道时，会看到以下状态灯：

长忙灯和就绪灯同时亮起，并附带 ERR 和 UNC 错误状态灯。硬盘长忙时，即便有就绪灯（DRD DSC），发送 ATA 指令依然不执行，点击右侧的 ATA 模式，会看到以下状态灯：

点击软复位，硬盘恢复就绪状态，这时候 DRQ 灯会熄灭，此时可以使用 ATA 指令了。**DRQ 代表存储器接受信息交换**，一般是使用 ATA 命令进行数据交换时才会亮起，当操作执行完毕，如果 DRQ 仍然亮起，需要进行软复位。

怎样判断 PCB 板有问题？

既然 Bootcode 模式只访问 PCB 板，即访问该模式不需要盘体，那么单独接 PCB 板依然可以进入该模式。

通常，正确连接终端设备后，接上好的希捷硬盘能进入 Bootcode 模式，接上故障盘不能进入 Bootcode 模式，或者正常加电后状态灯闪烁（排除 SATA 线和电源问题），或者出现异常的不符合故障表现的状态灯时，基本上可以判断 PCB 板出现问题。**当我们能够进入该模式时，一般认为 PCB 板是好的。**

从以上的工作方式，我们可以大致理清访问终端 T 级的基本条件：

1. 物理终端设备连接正确（包含双核端口选择正确）
2. PCB 板工作正常（电路和 ROM 可以正常工作）
3. 磁头至少有一个（0 头或 1 头）可以工作
4. 没有其他重大物理或固件故障

了解了以上模式后，我们再来看看虚拟启动需要的条件：

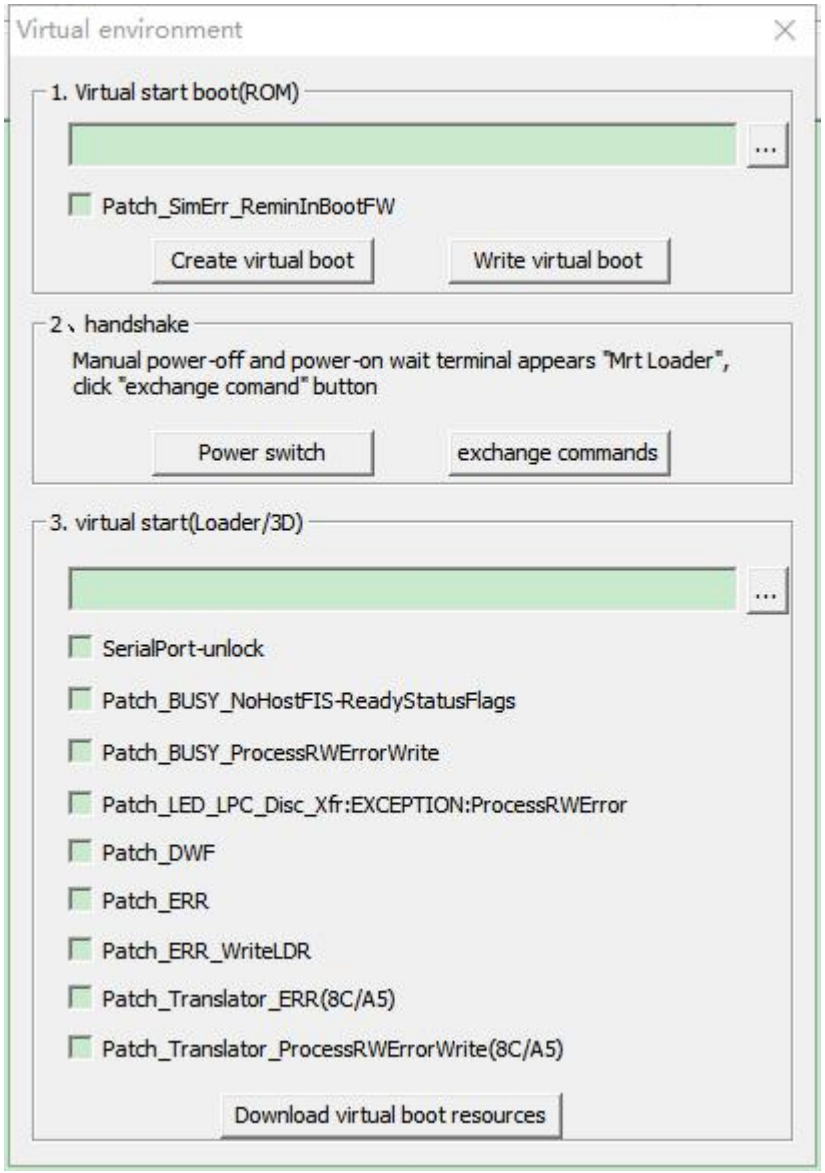
1. 物理终端设备连接正确
2. 能够进入 Bootcode 模式
3. 支持该家族并且有原始 ROM

以上可以看到，虚拟启动的使用条件将其归纳后，其实只有一个，**就是带原始 ROM 的好 PCB 板**，而这是很容易实现的。我们想象下，没有原始 ROM，基本其他手段也鲜有效果，而 PCB 板故障，只需要找到相同板号的备件盘，将故障盘的 ROM 写进去或者更换 ROM 芯片就可以使用虚拟启动了。

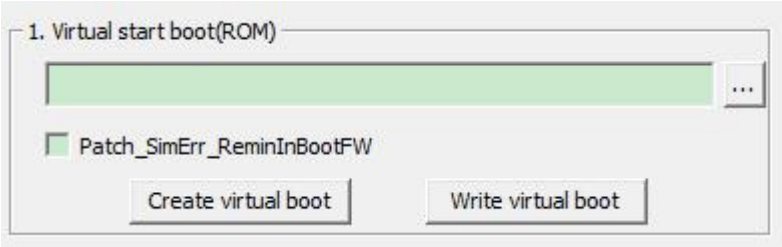
说到这里，也就可以解答我们常常会遇到的一个问题，虚拟启动是否需要获得 T 级？答案是不需要。我们知道很多硬盘不能获得 T 级，这时候我们做虚拟启动，成功后一般就可以访问 T 级了，对于虚拟后依然不能访问 T 级的请参考关于 3D 的解答。

虚拟启动的流程详解：

功能路径：菜单栏-》工具-》虚拟启动



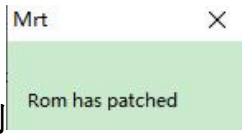
Step 1：



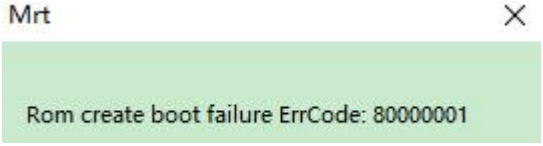
使用前先用 bootcode 模式备份出原始 ROM，并在此处选择原始 ROM。这里我们看到有一个选项 Patch_SimErr_ReminInBootFW ，**仅在终端看到以下故障时勾选：**

```
SimError - Remaining in BootFW
00001002Perform a double download without a power cycle
```

接下来，点击“创建虚拟引导” Create virtual boot，创建虚拟环境。通过该操作我们对原始 ROM 打上一个补丁，其实是一段编写的可执行代码，通过它可以实现在内存中加载我们需要加载的数据的环境，以便下一步工作展开。

A. 当我们点击后看到 

的提示，表明该 ROM 并非原始，已经打过补丁，比较常见的就是此 ROM 为解锁过的 ROM，通过该功能可以判断此 ROM 是否被修改过。

B. 当我们点击后看到 

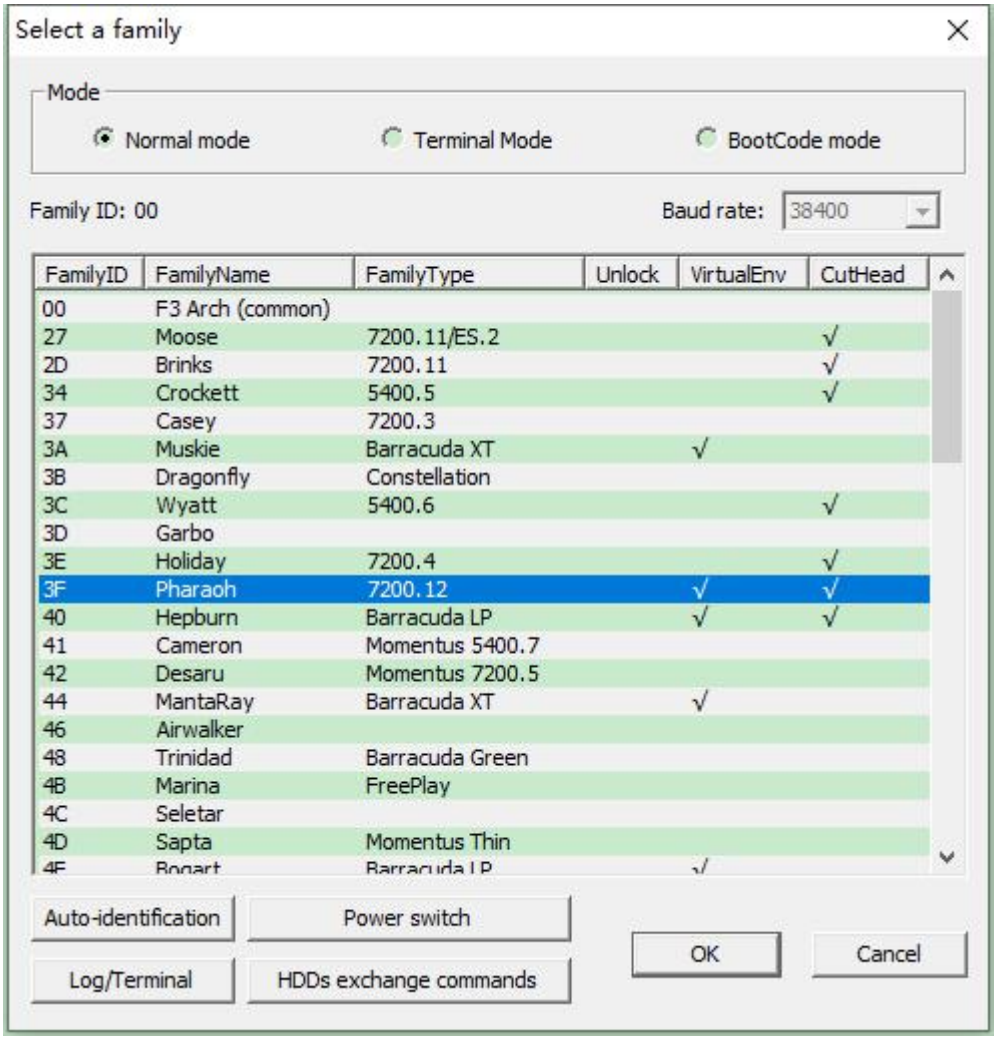
的提示，表明该 ROM 不支持虚拟启动，比如该家族不支持，或者家族支持但因为是新盘的新 ROM，需要后续更新来支持。

接着点击“写虚拟引导” Write virtual boot，将使用 Bootcode 模式写入打过补丁的 ROM。

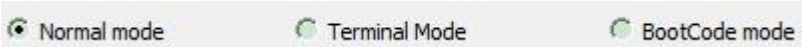
需要注意的是，写入的时候需要选择波特率，而当前支持的波特率除了跟终端在硬件上是否支持外，还与家族有关，主要是不同的家族在软件中添加了不同的波特率因子，它会影响当前波特率是否可用。

比如，我们常常遇到读写 ROM 的时候选择 460800 波特率，但是速度非常慢，这是因为家族选择不对，导致使用的依然是默认的 38400 波特率。

怎样识别家族、该家族是否支持虚拟启动呢？



这张是 MRT 希捷 F3 应用程序的家族选择面板，我们来看下如何读懂这些参数。



正常模式 Normal mode

选择该模式，点击“自动识别” Auto-identification，进入程序后，跳转至**日志界面**，程序**会发送指令**到硬盘读取有关固件信息。当硬盘出现故障或者存在固件锁时，我们是获取不到固件信息的。

终端模式 Terminal mode

选择该模式，点击“自动识别” Auto-identification，进入程序后，跳转至**终端界面**，并且**不会发送指令**到硬盘去读取固件信息。该模式适用于硬盘不能自动识别，需要维修的情形，方便直接进入终端操作。

BootCode 模式 BootCode mode

选择该模式，点击“自动识别” Auto-identification 会进入 Bootcode 模式从 ROM 中读取家族 ID，并且显示在日志面板。如果自动识别的家族和 Bootcode 模式识别的家族不一致，请联系技术支持。这里有个波特率选项 Baud rate: 38400，通常我们使用默认的 38400 就可以了。**在使用该模式识别家族 ID，进入程序后，需要断电上电并查看终端，来进行正常的维修工作。该模式可帮助我们在硬盘不能自动识别家族时来获取家族。**

我们可以归纳一下这三种方式：

① 硬盘就绪并且认盘时，选择正常或终端模式，自动识别就可以获取家族

② 硬盘不认盘时，选择 Bootcode 模式，点击自动识别来获取家族

知道了家族 ID，再来看看这些家族 ID 的相关信息。

FamilyID	FamilyName	FamilyType	Unlock	VirtualEnv	CutHead
00	F3 Arch (common)				
27	Moose	7200.11/ES.2			√
2D	Brinks	7200.11			√
34	Crockett	5400.5			√
37	Casey	7200.3			
3A	Muskie	Barracuda XT		√	
3B	Dragonfly	Constellation			
3C	Wyatt	5400.6			√
3D	Garbo				
3E	Holiday	7200.4			√
3F	Pharaoh	7200.12		√	√
40	Hepburn	Barracuda LP		√	√

每个家族 ID 对应有自己的家族名称 FamilyName 和家族类型 FamilyType，通过不同的家族我们可以确定不同的硬盘代数，如 3F-Pharaoh-7200.12 中的.12 就代表 12 代，27-Moose-7200.11 中的.11 就代表 11 代，我们常见的 58、59、8C、A5 家族都是 14 代，而不同代数的希捷盘维修的方式有差异。

我们可以看到 **Unlock**、**VirtualEnv**、**Cuthead**。

Unlock：代表固件锁，打钩就表示当前版本支持该家族固件解锁。看到这个标记，我们就要意识到，当一个好盘不能获取固件时，在排除终端连接错误的前提下，是否硬盘存在固件锁。注意，因为字符空间限制，采用的是简写的 Unlock，它并不是指密码解锁。

VirtualEnv：完整描述为 Virtual Environment，即虚拟环境，打钩代表该家族支持虚拟启动。只要当前家族支持虚拟启动，我们建议在维修时优先考虑虚拟启动，

避免第一时间就重建编译器导致其他问题。

Cuthead：代表砍头，表示当前版本支持该家族砍头。需要说明的是，同一个家族有非常多不同的型号，同一个型号也有不同的固件版本。型号不同，容量和磁头数也有差异，即便是同容量，也存在不同磁头数的情况。这里打钩仅代表该家族有部分型号支持砍头，磁头数不同，固件版本不同，能否砍 0 头，支持的情况也不尽相同。按照砍头教程操作后，根据给出的提示就知道是否支持。

比如进入“磁头屏蔽功能”界面后，选择 ROM 并看到这个就表明不支持砍头：
Not support the ROM or the ROM has been modified!

另外，砍头一般需要工厂固件，如果各位工程师有这方面的资源，还请有意者联系我们，这样我们就可以支持更多的型号和家族。

现在我们来看下这几个按钮：

Auto-identification **自动识别**，选择模式之后要先自动识别再点击 OK。

Log/Terminal **日志/终端**，用于切换到日志界面或终端界面。有时候我们其实只想查看下硬盘反馈，这时在识别家族后，可以切换到终端界面，断电上电查看故障表现，而不用进入应用程序就能知道大概的问题。

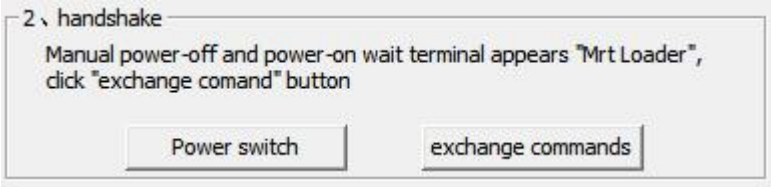
Power switch **电源开关**，对电源进行断电和上电操作。

HDDs exchange commands **硬盘交换指令**，也就是握手。当硬盘处在虚拟启动状态或者固件解锁状态，上电是长忙状态，切换到终端界面，会看到相应的 MRT 标识，这时可以点击“自动识别”跳过该状态。

A. 当硬盘处于固件解锁状态，握手后硬盘才能就绪（无长忙故障时），然后识别家族。

B. 当硬盘处于虚拟启动状态，可以自动识别跳过该状态让硬盘就绪，这样就可以识别家族了，进入程序后再做虚拟启动。

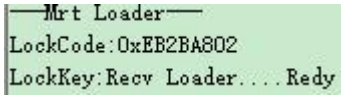
Step 2：



现在处在 Bootcode 模式，写入的是带虚拟启动代码的非原始 ROM。要让代码工作并进入正常模式，我们双击 Power switch 进行断电上电操作。

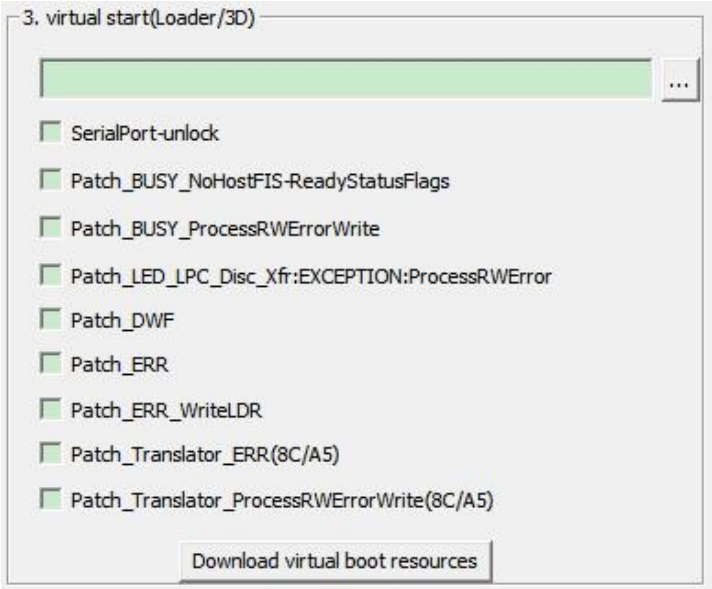
A. 当我们看不到 Mrt Loader 标识时，我们就可以判断出当前故障发生在虚拟启动之前或出现其他异常错误，导致流程并未进行到虚拟启动。

B. 当我们看得到 Mrt Loader 标识时，点击右方的握手按钮 进行握手：



注意：此时为虚拟的 ROM，当故障修复后，通常进入 Data Explorer 后需要创建磁头位图，之后为了还原硬盘状态需要写入原始 ROM，也就是第一步中选择的原始 ROM。如果是 2130 版本创建的虚拟 ROM，也可以将当前 ROM 读出来，在 ROM 工具中删除虚拟启动补丁，保存并写入硬盘。

Step 3:

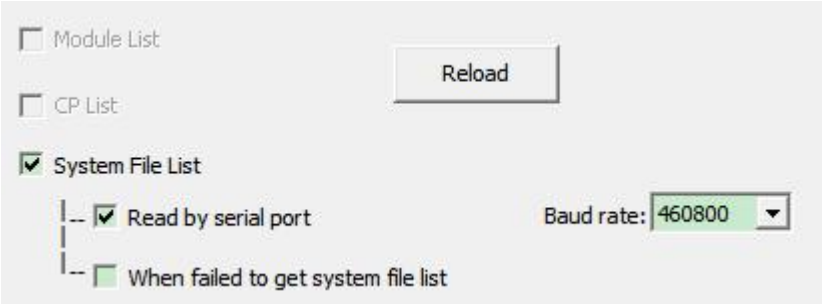


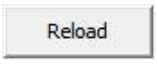
这里需要选择 Loader/3D，3D 指的是模块 3D，与其对应的是系统文件 20D 与 20E。这里的 Loader 与以前我们所使用的 LDR 并非一个固件，虽然都可以用于初始化固件，但是两者并非一个东西，请大家注意一下。

我们推荐优先使用本盘的模块 3D 或系统文件 20D，当硬盘不可访问固件区时，再考虑找备件 3D。

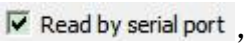
获取系统文件 20D 的方法：

点击“电源” 旁边的“基本状态” ，看截图部分：



A. 当硬盘就绪时，直接点击“重新加载” 

；

B. 当硬盘长忙时，勾选“通过串口读” 

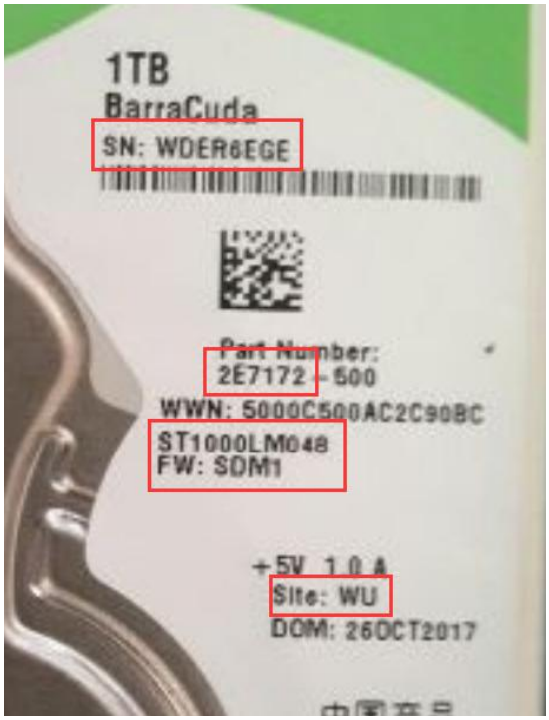
，再点击“重新加载”，当使用默认波特率 460800 加载失败时，尝试其他波特率。第二个子选项正常情况下不要勾选。

当系统文件夹列表获取成功后，点击菜单栏“系统文件”，打开系统文件列表。

A. 当硬盘就绪时，直接双击系统文件 20D 就可以读取。

B. 当硬盘长忙时，我们点击“串口二进制模式” ，然后再读取 20D。

找备件 3D 的方法：



备件 3D 匹配的条件是：型号相同（容量不要求完全一致），固件版本相同（对于 58 家族 CCxx 固件相似固件版本也可以），PN 号相同，SN 号尽量一样，其中

产地 Site 相同的情况下，SN 号的首字母就相同，另外需要注意的是家族最好一致。
举例：
故障：ST2000LM007-1R8174-SBK2-8C
备件：ST2000LM007-1R8174-SBK2-A5
只有家族不同，很多情况下并不能通用。

故障：ST1000DM003-9YN162-CC4C-W1D1EVDB-58
备件：ST2000DM001-9YN164-CC4C-S240A7N8-58
固件版本和家族相同，其他都不同，3D 不能匹配。这里可以看到，固件版本相同，型号、PN 号、SN 号可以是不一样的，而且固件不通用。

故障：ST1000DM003-9YN162-CC4C-W1D1EVDB-58
备件：ST2000DM001-9YN164-CC4B-W1E0DBST-58
家族相同，其他都相近，这个 3D 是不匹配的。通常对于 DM 系列，162 对应 1Tb，164 对应 2Tb，16L 对应 2.5Tb，166 对应 3Tb。

故障：ST500LM030-2E717D-SDM1-ZGS048SG-A5
备件：ST500LM030-2E717D-SDM1-WDE4PEGV-A5
仅有 SN 号不一样，首字母不一致说明产地不同，这个 3D 是不匹配的。

Patch 的讲解：

Patch 补丁会对 3D 进行操作，并且是在内存中运行，也就是说，所有补丁只在当前内存中生效，断电上电后，必须重新握手并下载虚拟资源。

SerialPort-unlock：我们回忆一下，在 **Step 1** 中我们需要选择原始 ROM，并打上虚拟启动补丁写入硬盘，此时 ROM 尚未解锁，勾选该补丁就可以实现固件解锁。

Patch_BUSY_NoHostFIS-ReadyStatusFlags：BUSY 代表 BSY 长忙灯亮，并报告 NO HOST 故障，这两个是会同时出现的。当出现该故障时进行勾选。

Patch_BUSY_ProcessRWErrorWrite：同理，BSY 长忙灯亮，并报告该故障。当出现该故障时进行勾选。

Patch_LED_Disc_Xfr:EXCEPTION:ProcessRWError：终端报告 LED 故障，并伴随后面的故障内容。当出现该故障时进行勾选。

Patch_DWF：DWF 对应指示灯的 DWF 灯亮起，表示写入硬盘失败。

Patch_ERR：ERR 对应指示灯的 ERR 灯亮起，表示硬盘出现某种错误，并在右边指示错误的形态。

Patch_ERR_WriteLDR：ERR 错误灯亮起，同时不能加载 LDR。当需要加载 LDR 的时候，需要勾选此补丁，配合加载 3D 后报告 Overlay，可以实现读取固件。

Patch_Translator_ERR(8C/A5)、Patch_Translator_ProcessRWErrorWrite(8C/A5)：这两个补丁要一起使用，且只针对 LM 盘 8C 和 A5 两个家族使用原始系统文件 35 来修复前好后坏。具体教程在“虚拟启动的开发背景”中有交代。

3D 不匹配会有怎样的表现呢？

1. 虚拟成功后，终端反馈停留在握手成功的界面，没有下一步反馈，代表 3D 不匹配。

```
——Mrt Loader——
LockCode:0xEB2BA802
LockKey:Recv Loader....Redy
```

2. 虚拟成功后，硬盘就绪了，但是执行很多指令报告 Overlay，也代表 3D 不匹配，这时候可以另找 3D，也可以加载备件资源的 LDR（需要勾选 WriteLDR 补丁）。

```
F3 T>/7X

 HighPowerMode
TCC-0018Status 0001 Req 0002
Unable to load Diag Cmd Processor Overlay
```

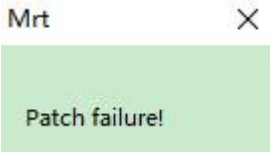
58 家族报告该反馈代表 3D 不匹配

```
F3 T>/7X

Overlay PartNum: 10222139
CFW PartNum: 12062016
Overlay CompileDate: 20181022
CFW CompileDate: 20161206

 OverlayCompatibilityCheck failed

Overlay PartNum: 10222139
CFW PartNum: 12062016
Overlay CompileDate: 20181022
CFW CompileDate: 20161206

 OverlayCompatibilityCheck failed

Unable to load Diag Cmd Processor Overlay
```

A5 家族报告该反馈代表 3D 不匹配

3. 虚拟成功后，硬盘依然长忙或者能就绪，能出 T 级，但是执行指令，终端没有反应。比如出现 F3 T 级后，输入/7X（显示磁头放大器阻抗值），终端没有执行命令，而是返回 F3 T 级。

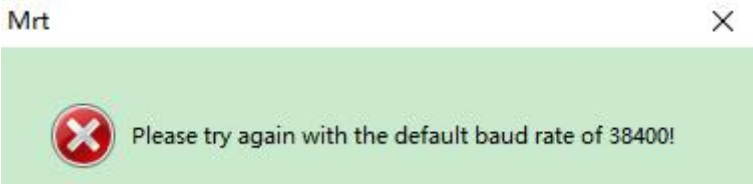
4. 虚拟不成功，点击“下载虚拟启动资源” Download virtual boot resources 显示截图信息，代表 3D 完全不匹配：



额外注意事项：

1) 有的 3D 虽然可以使用，但不是完美匹配，在进行到 Step 3 的“下载虚拟启动资源”，会出现下方截图中波特率报错的情况。

   这时需要回到 Step 2，重新断电上电并握手，因为串口的工作状态在报错的时候已经出现错误，需要重置电源来初始化，而不是在报错后继续尝试其他波特率。



2) 有些盘即便虚拟成功了，依然不能访问 T 级，比较常见的就是磁头损坏，终端在虚拟前和虚拟后都报告 Fail Servo，对于这种故障，需要更换磁头，如图：

```
FAIL  Servo Op=0155 Resp=0007
0155 071C 0456 7FFF 7FFF 7FFF 0000 0003 000
ResponseFrame 0000 0001 0000 0000 0008 0000
Trans.

——Mrt Loader——
LockCode:0x6358C240
LockKey:Recv Loader....Redy

 Spin Up
SpinOK
TCC:001B

FAIL  Servo Op=0165 Resp=0007
0165 071C 0456 7FFF 7FFF 7FFF 0070 0807 364
ResponseFrame 0000 0001 0000 0000 0008 0FB6
```

3) 虚拟启动可以跳过一些通用的故障，以进行到下一个阶段。我们知道希捷近年来的盘往往会出现 LED 、SIM Error、DiagError，对于 LED 故障在上电后就报告的情况，虚拟启动在某些硬盘中可以跳过，而 SIM Error 和 DiagError 目前不能只凭借虚拟启动来处理。

我们使用 T 级下的 y 指令，可以显示所有 SIM 文件，对应的是系统文件。

```
F3 T>y

File  Vol  FD        Location     Size     Cylinder  Hd  Sector
----  ---  --------  ------------ -------- --------  --  ------
0000  000  fd000000  0000000246df 0000000c 0002ace7  00  00001f
0001  000  fc001203  00000002900f 00000009 0002acf9  00  00026f
```

我们看到有 File 文件序号和 FD 文件 ID，通常新盘反馈 SIM Error 后，会报告错误的地址和 FD，这样我们就知道指向的是什么系统文件。但是问题也随之而来，我们知道了哪个系统文件出错，是否就一定就要修复该系统文件？是否修复了该系统文件，我们就一定能看到数据呢？实际情况是，我们很少去手动修复它。当然，有些故障需要对应修复该系统文件才能看到数据，这时虚拟启动只能帮助获得 T 级。

SIM Error 和 DiagError 报告会有不同的代码，每个代码只对应一种错误形态，至于具体表现涉及到哪些系统文件，并没有固定性。也就是说，同一个故障，可能指向不同的系统文件，而即便指向同一个系统文件，引发该故障的根源也并非只有一个，这就给虚拟启动针对单一故障造成了困难。

另外，这两个故障时常会伴随 LED 故障，因此这类问题的处理，往往需要极强的个人经验和深入研究，才能得出结论。比如 DiagError 500D，它代表格式化失败，可能的原因包含磁头、坏道、固件不匹配等等。

因此，针对这一类故障，虚拟启动只能帮助过滤掉通用故障，提供解决该故障的操作环境，而不是跳过该故障本身。

4) Patch 的勾选有时候针对不同的盘会有不同的表现。

例如，有的盘并没有 DWF 或 ERR 故障，我们勾选这两个补丁并不会造成其他后果，而有些盘则表现出不同的结果，这时候就需要去掉这两个补丁，只针对终端已经存在的反馈进行勾选。

5) 最后两个有关编译器的补丁，如果不是使用原始系统文件 35 修复前好后坏，不要勾选。如果是用 35 修复前好后坏，由于 LM 盘往往带有固件锁，按照教程来做，只需要勾选第一个和最后两个，其他补丁不勾选。

以上就是 MRT2.1.3.0 版本关于虚拟启动的完整讲解，更多教程敬请期待。