

# 天文摄影基础入门教程

阅读提示：本文使用蓝色文字做为章节标识，红色文字做为重点标识，黑色加粗文字为软件菜单的原文。

1921 年，阿尔伯特·爱因斯坦获得了诺贝尔物理奖，这并不是因为他著名的相对论，而是因为他解释了光电效应！这是现代数码摄影的理论基础！当一个光子撞击到金属物质表面时，光子所携带的能量会从金属中释放出一个电子。数码相机的核心部件是图像传感器，也就是我们常说的 CCD 或 CMOS。图像传感器由很多微小的感光单元组成，表面涂摸了一层很薄的硅，用来搜集光子的能量并把释放出的电子收集起来产生不同的电压。每个感光单元的电压都会进行数字化，这些数据最终会被保存起来。这就是我们常说的原始数据，这些原始数据要经过 DDP（数字冲印）才能转变成清楚的图像。实际拍摄过程中，并不是只有光子的撞击才会产生电子，感光单元本身的发热以及电路干扰等因素也会产生电子，最终以噪点的形式出现在图像之中，这就是我们常说的杂讯。原始数据要经过后期处理，去除这些噪点才能显示出真实的图像，这就是我们常说的降噪。最有效的降噪办法就是盖上镜头盖拍摄暗场、偏置，以叠加的方式来去除所有的杂讯。

在日常摄影中，因为要实时成像，没办法自动盖上镜头盖拍摄和扣除暗场等校准文件，更没办法进行复杂的后期处理。只能利用相机内的微电脑对图像的原始数据进行机内优化，通过一些算法进行降噪等操作。让我们当场看到一个相对干净漂亮的照片！这样做的缺点是什么呢？就是无法完美的去除杂讯，破坏了图像的原始数据！所以很多高档单反拍摄的天文照片总是有这样那样的问题，还不如一些能直接提供无损 RAW 文件的低端机型后期效果更好。天文摄影的拍摄目标都比较暗，需要较长的曝光时间。曝光时间越长，杂讯也就会越多，所以更需要选择能提供真正原始数据的专业摄影终端。

当我们想做一件事时，要先明白我们为什么要做这件事，然后是如何做这件事，最后才是如何做好这件事！学习一些基础理论还是很重要的，我本人并不是一个喜欢谈理论的人，但不谈又不行，有人会说知其然，不知其所以然！片子拍不好不一定是设备不行，很多同好盲目追求高端设备，却始终拍不出好的效果。还有人主张一步到位，却不看很多同好用普通设备拍出了很好的片子。

没钱就不能玩天文吗？有钱就能玩好天文吗？我不这样认为！我不否认好的设备是出大片的条件之一，但多数人不能出大片的真正原因，是基础没打好！是技术不过关！一个不会用手中设备的人，你给他再好的设备，他也拍不好！一个能用普通设备拍出好片的人，你给他一套高档设备，他能拍的更好！天文之所以小众，高高在上的价格是一大门槛！与其鼓动新人们购买上万元的高档设备，还不如多教大家一些实用的技能！抓住每一个好天气，用好手中的设备才是王道！

## 硬件：

想要进行天文摄影，首先要采购好硬件，有以下三大件：

天文望远镜：如果侧重于深空摄影，建议小口径短焦比的 APO 镜子，理由是便携、复消色差出片质量好，一定要配上合适的平场；如果侧重于行星摄影，则建议大口径长焦距的牛反或施卡镜子，行星摄影绝对是拼口径和焦距的货。切忌追求全能的天文望远镜，因为这样的天文望远镜是不可能存在的。另外相对天文望远镜的性能，出勤率也是选择天文望远镜时的一个重要指标！

赤道仪：最好有双电跟具备 GOTO 功能，这样新人找起目标来比较容易，老手也能提高拍摄效率和深空导星。其目的就是让我们的望远镜能准确对准拍摄目标并将目标稳定在视场中，这样才能进行好的拍摄。这一点尤其是深空摄影要求最高，通常要求数分钟内星点不能有一点点位移。为了保证十分钟以上这种高精度的跟踪，往往还需要配备导星系统。

摄影终端：首选天文摄像头，因为天文摄像头价格便宜，功能全面，拍摄效果好。单反和专业制冷相机都不适合行星摄影，所以还是天文摄像头功能更全面，更适合入门！当然，手中有单反的也可以先把单反利用起来。专业制冷相机价格昂贵，主要用于深空摄影。先用天文摄像头来练手，等技术提升了再购置单反和制冷相机，之前买的天文摄像头还可以用来导星和行星摄影不会造成浪费。

三大件完了还有很多小件，我建议不要寻星镜，因为导星镜是必备的，不导星时也能当寻星镜用，没必要重复投资。黑白相机要配 LRGB 滤镜才能拍摄出彩色效果，也可以配 Ha、SII、OIII 等窄带滤镜来拍摄深空。彩色相机拍摄行星需要有红外截止滤镜，拍摄深空则需要再配个 UHC 这类的光害滤镜。一台便携电脑也是必需品，不管是拍摄还是后期都用得上。

## 软件：

硬件除外就是软件，选择合适的软件和选择合适的硬件一样重要！天文摄影的软件很多，我认为并不需要都学一遍，这就和不需要你去读天下所有的书一样。所以我特别精选出六款软件，配合天文摄像头的使用做以简单介绍，希望能用一种最为简洁快速的方式把大家带进天文摄影的大门！

- |                  |         |   |
|------------------|---------|---|
| 1、SharpCap2      | 简称 SC2  | 主要用来拍摄行星摄影的 AVI 无损视频文件，也可以拍摄延时摄影视频、捕捉流星等等，还可以在深空摄影中做一些辅助对焦、设备调试等工作。   |
| 2、AutoStakkert2  | 简称 AS!2 | 主要用于行星摄影拍摄的 AVI 文件叠加处理也可以叠加 AVI 格式的深空摄影。                              |
| 3、Astra Image 4  | 简称 AI4  | 主要用于行星摄影的反卷积处理，实际上 AI4 还可以更多的天文后期处理工作。                                |
| 4、VirtualDub     | 简称 VD   | 主要用于各种视频文件处理，可以手工删除不需要的帧，把不能叠加的有损视频文件转换成无损 AVI 文件，修改延时摄影视频的帧率，加入音乐等等。 |
| 5、MaxIm DL 5 PRO | 简称 MDL5 | 这个软件实在是太全能了，几乎可以做全部的天文摄影工作，包括拍摄、控制和后期。                                |
| 6、PixInsightLE   | 简称 PI   | 主要是做深空摄影后期， 是一款非常专业的天文后期制作软件。   |



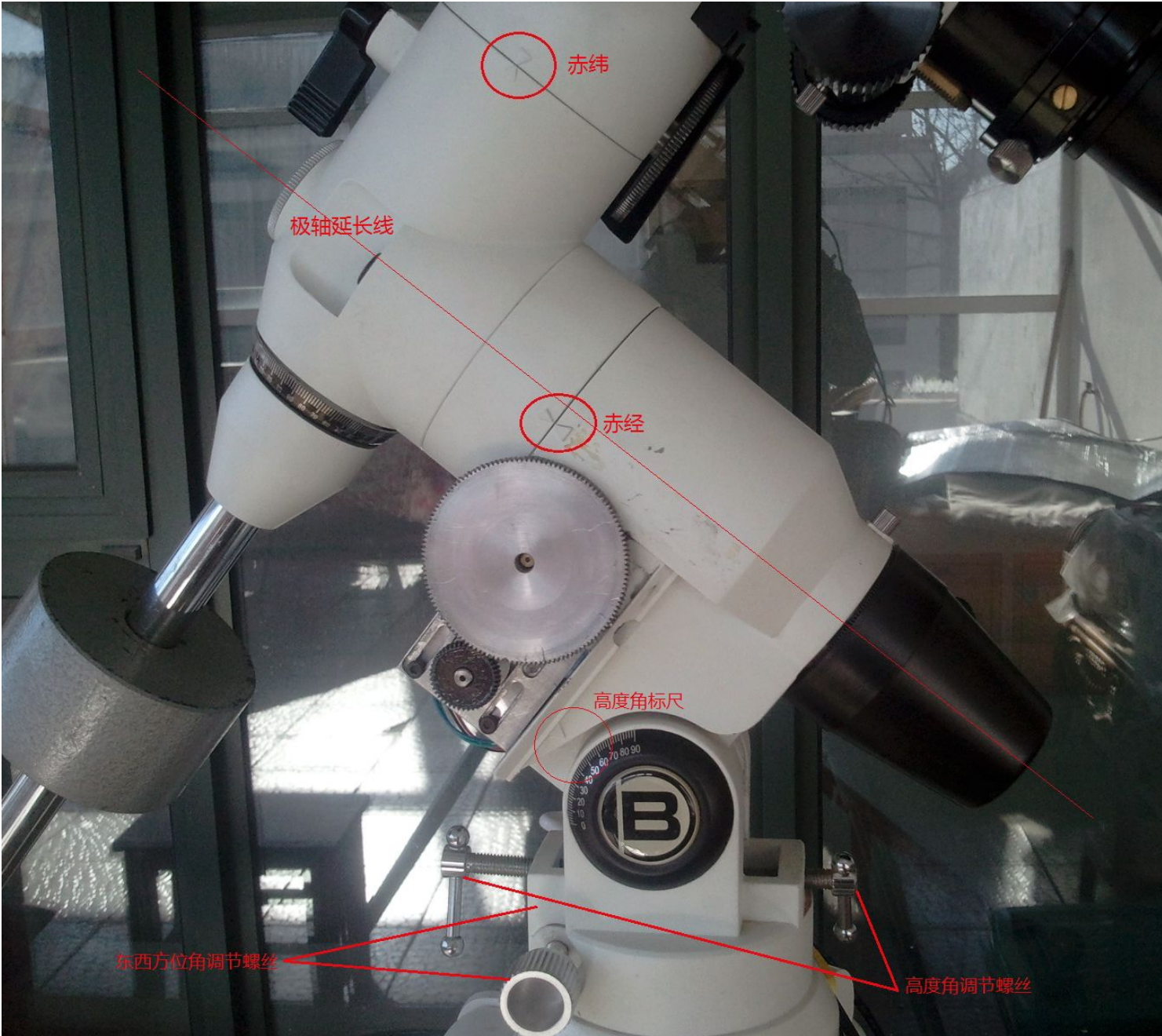
每次拍摄前应该制定拍摄计划，准备拍摄哪些目标，提前用星图软件确定好目标坐标，甚至花几天的时间进行目视观测以寻找和判断最佳的拍摄方位和时间。天气不好时，可以练习对焦、对极轴、认星和寻星。建议在白天做好对焦测试工作，要对着远处的景物调焦，可以在无限远合焦位上划根线，以后在此基础上再调焦就方便多了。导星镜的校准和主镜同轴的工作也建议在白天做，晚上黑灯瞎伙地干什么都不方便。只有提前做好了这些准备工作，我们才能不错过每一个难得地好天气。

重平衡：

要在全部设备都安装好后再调试重平衡。相机比较重的还应该将调焦筒调到无限远合焦位，避免调焦筒拉出后造成设备重心的改变。先调主镜和重锤的平衡，调整重锤让两边平衡。再调主镜本体的平衡，可以先调鸠尾板的安装位置，如果不能平衡，就需要调整抱箍的位置，让主镜本体也平衡。调整时要注意避免发生磕碰，重平衡不调好，还容易造成设备倾倒这种恶果！不同的赤道仪对重平衡的敏感度也不同，有时还需要特意有些偏差才更好，所以重平衡并不是越完美越好。

设备安装初始化：

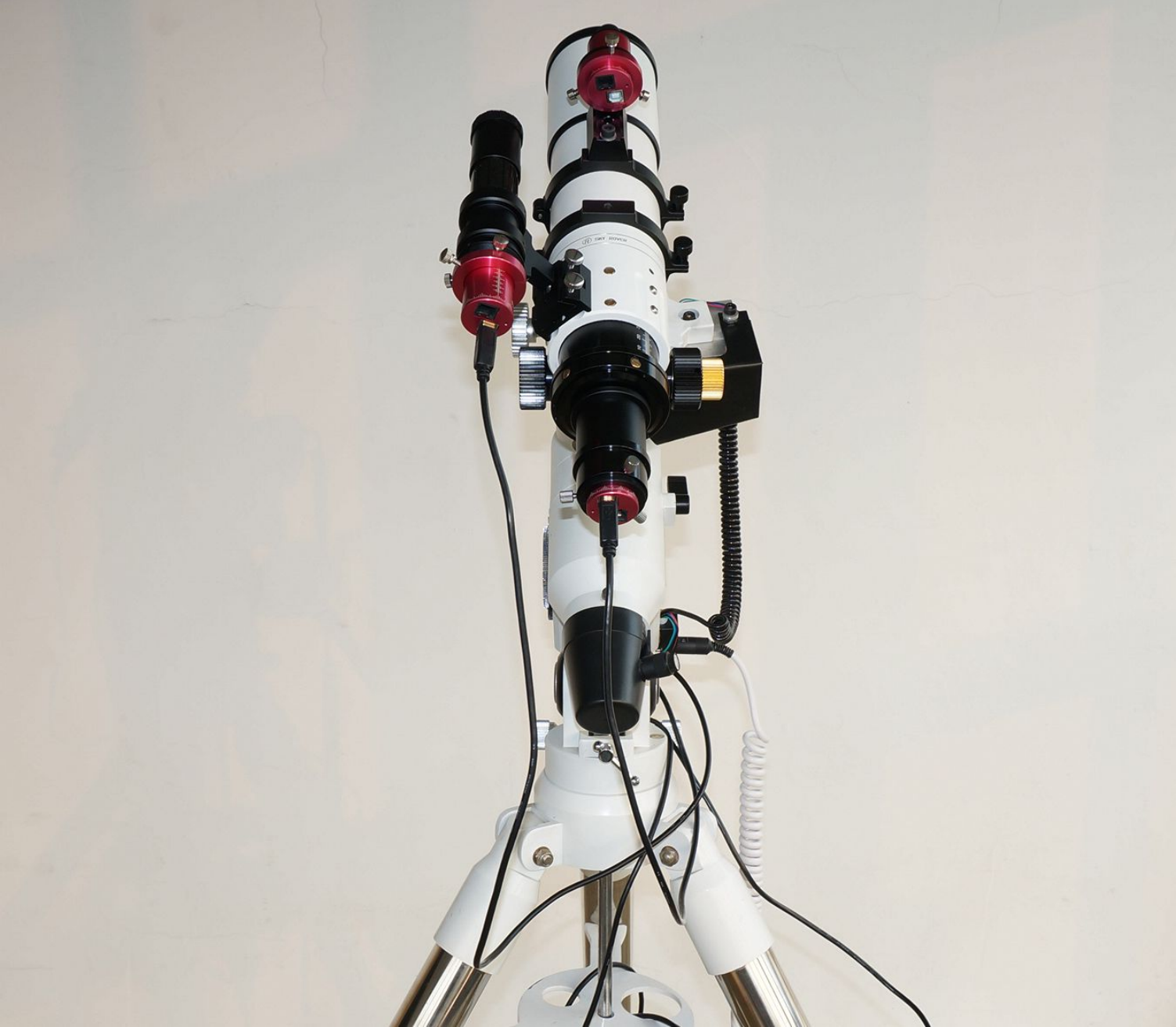
调试完毕，将主镜归于初始位置锁紧如下图，初始位置就是指对齐赤经和赤纬上那两对小三角时的位置。在日落前将设备提前搬出架好，做足热平衡。利用调试极轴和导星的时间拍摄暗场和偏置，暗场要盖上镜头盖用和亮场相同的参数和曝光时间拍摄，偏置和暗场的区别是要把曝光时间调到最短来拍摄。建议在正式拍摄前、拍摄中及拍摄后拍三组暗场和偏置，暗场建议每次 3 张，偏置 30 张。平场需要有均匀的光线来拍，可以等早晨天亮了再补拍。提前做好拍摄计划，巧妙安排时间，把更多的时间留给亮场拍摄，这都是好习惯，在后面的操作中大家更会体会到，所有好习惯都是有好处的，所有的偷懒都只会带来更多的麻烦。



以德式赤道仪为例，先将赤道仪极轴和主镜镜头指向正北，如上图。赤道仪底座上有一块突起（一般会标有 N）与之对应的三脚架那条腿都要指向正北，另两条腿则分别指向东西方向。突起的两边有两个手拧螺丝是调整东西方位的；底座前后方向上也有两个手拧螺丝是调整高底角的。操作时都要先松开一端再拧紧另一端，切记不可蛮干！已经有同好发生过强行拧断螺丝的惨剧。配有水平泡的就利用水平泡找好赤道仪底座的水平，这个要通过调节三个脚架的长度来实现，调完记得要锁紧。然后按当地纬度调好赤道仪的高度角，比如天津就调到 39 度附近。如果能看到北极星，有极轴镜的就用极轴镜对准北极星，没有极轴镜的可以用你的天文望远镜对准北极星，这个过程切记要通过移动三角架来完成，不能改变天文望远镜的初始安装位置，因为正确的天文望远镜初始安装位置就应该是指向正北的。这就是好习惯带来的好处，如果你之前没养成这种好习惯，请不要使用这个方法。如果看不到北极星的，就只好用指北针之类的辅助设备来确定正北的方向了，这一步有少许偏差也无妨，因为我们下面还要用漂移法来精对极轴。

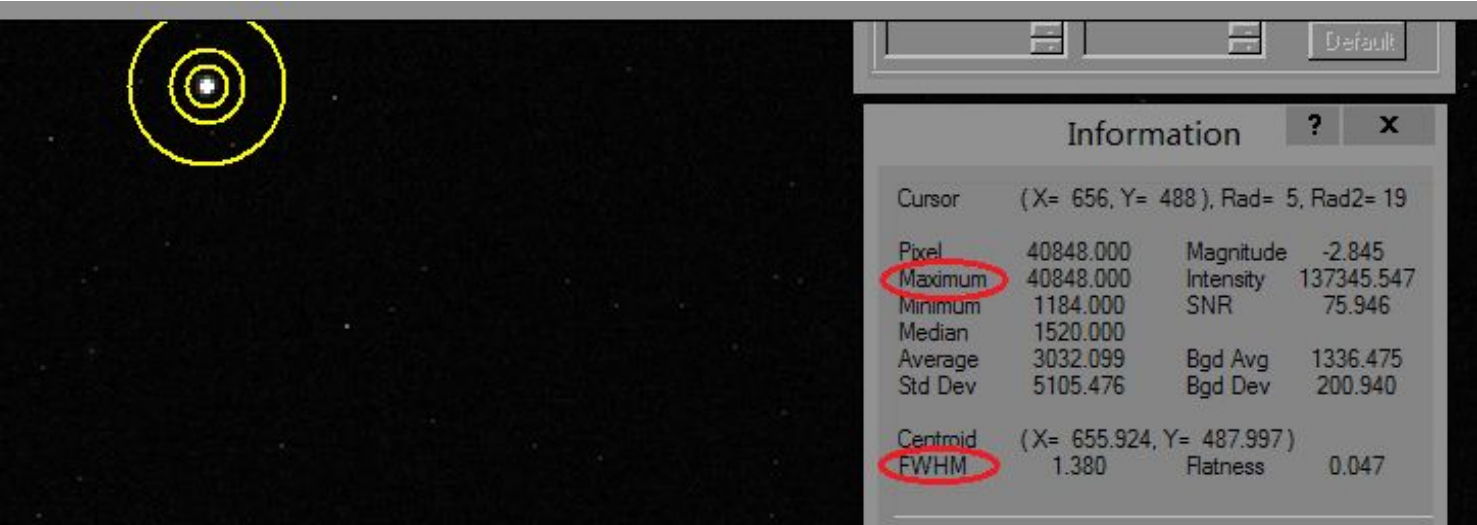


下图是一个标准的设备安装初始化位置的示意图，镜头指向正北方。



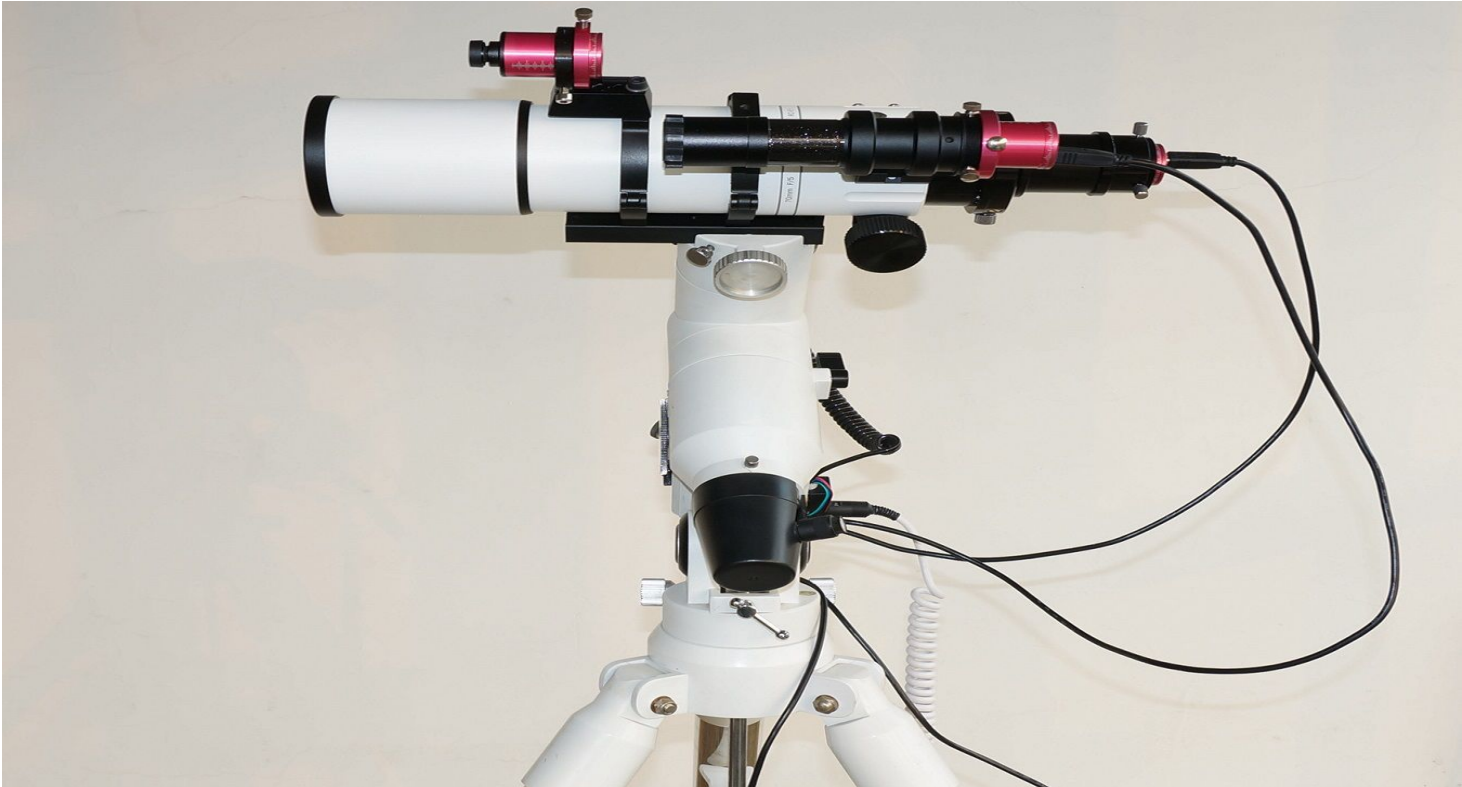
对焦：

关于对焦，这个问题往往是很容易被新手所忽视，但老手们却又总头痛不已。对焦看似简单，来回调就行了，但其实很多人都不清楚什么样的对焦才是最准确的。完全依靠肉眼很难判断准确的合焦位，所以我们要利用 MDL 软件来进行最为精确的数字化对焦。首先，我们可以用 MDL 软件相机界面中的连续曝光功能，找一个不太亮，也不太暗的星点来进行粗对焦。轻轻转动调焦旋钮，让星点在画面上看上去最小最亮，如果星点太小看不清楚，可以用 MDL 放大功能放大到合适大小查看调焦时星点的变化（这一步也可以利用 SharpCap 软件来进行，因为 SharpCap 软件使用 WDM 驱动，视频采样速度比 MDL 下的 ASCOM 驱动快很多，星点变化实时性更好）。然后进行**精确对焦**，这要借助 MDL 软件的 **Information** 功能，查看星点的 **Maximum** 值和 **FWHM** 值信息，以实现对焦的数值化。具体操作如下图，要先打开 **Information** 数据框，用鼠标将黄圈中心移到星点上就能看到 **Information** 信息框中的信息了。 最合适的用来对焦的星点要求 **Maximum** 值在四万左右，尽量不要超过四万。实际操作中，这个值会随着大气波动而变化，所以还要以其波动的平均值为参考。每次调焦后，观察 **FWHM** 值的变化，当 FWHM 值相对最小时对焦就成功了。下图就是一个比较成功的对焦范例，具体的合焦数值并不是固定不变的，会随着设备的不同而不同，FWHM 值越接近 1 自然是越好。



漂移法对极轴：

**漂移法对极轴第一步：** 松开赤纬锁紧开关，将天文望远镜‘水平’旋转 90 度后锁紧，如下图（左转和右转都可以）。实际操作时可以在这个基础上松开赤经和赤纬锁紧开关，将镜头向上微调到有阻挡物和能拍到星点的位置并锁紧赤经和赤纬就可以进行测试拍摄了。每次位置调整后都要记得把之前松开的锁紧开关再次锁紧。建议从 60 秒曝光开始先拍一张，看星点是否拉线，如果拉线明显就微调赤道仪高度角，一定要慢慢调别着急，每调完一点就拍一张看看星点还拉不拉线，如果拉线更明显，则需要反向调整赤道仪高度角，如此反复直到星点没有明显拉线为止。这样操作是因为正东和正西方向接近地面的星点受赤道仪高度角影响最大，对赤道仪极轴指北的要求最低。高度角可调的范围很小，这第一步不需要调的太仔细，没有明显拉线就可以，因为我们还没有调东西方位，等调完东西方位还会重复这一步的操作以达到最完美的效果。



**漂移法对极轴第二步：** 保持赤纬的锁紧状态不变，松开赤经锁紧开关，将天文望远镜‘垂直’旋转 90 度后锁紧，如下图（要保证镜头向上）。还是从 60 秒曝光开始先拍一张，看看星点是否拉线，如果拉线就继续微调赤道仪东西方位的调节螺丝，秘诀就是要一点点调，千万不要着急一次拧太多，要知道欲速则不达！每调完一点就拍一张看看星点还拉不拉线，如果拉线更明显，则需要反向调整赤道仪东西方向的调节螺丝，如此反复直到星点没有明显拉线为止。在这个位置操作是因为正南方向天赤道附近的星点受赤道仪极轴指北精度的影响最大，受赤道仪高度角的影响最小。东西方向的调节空间要比高度角的可调空间大的多，所以需要更仔细一些。如果你这二步星点都没有明显拉线，说明你的赤道仪极轴已经很正了。

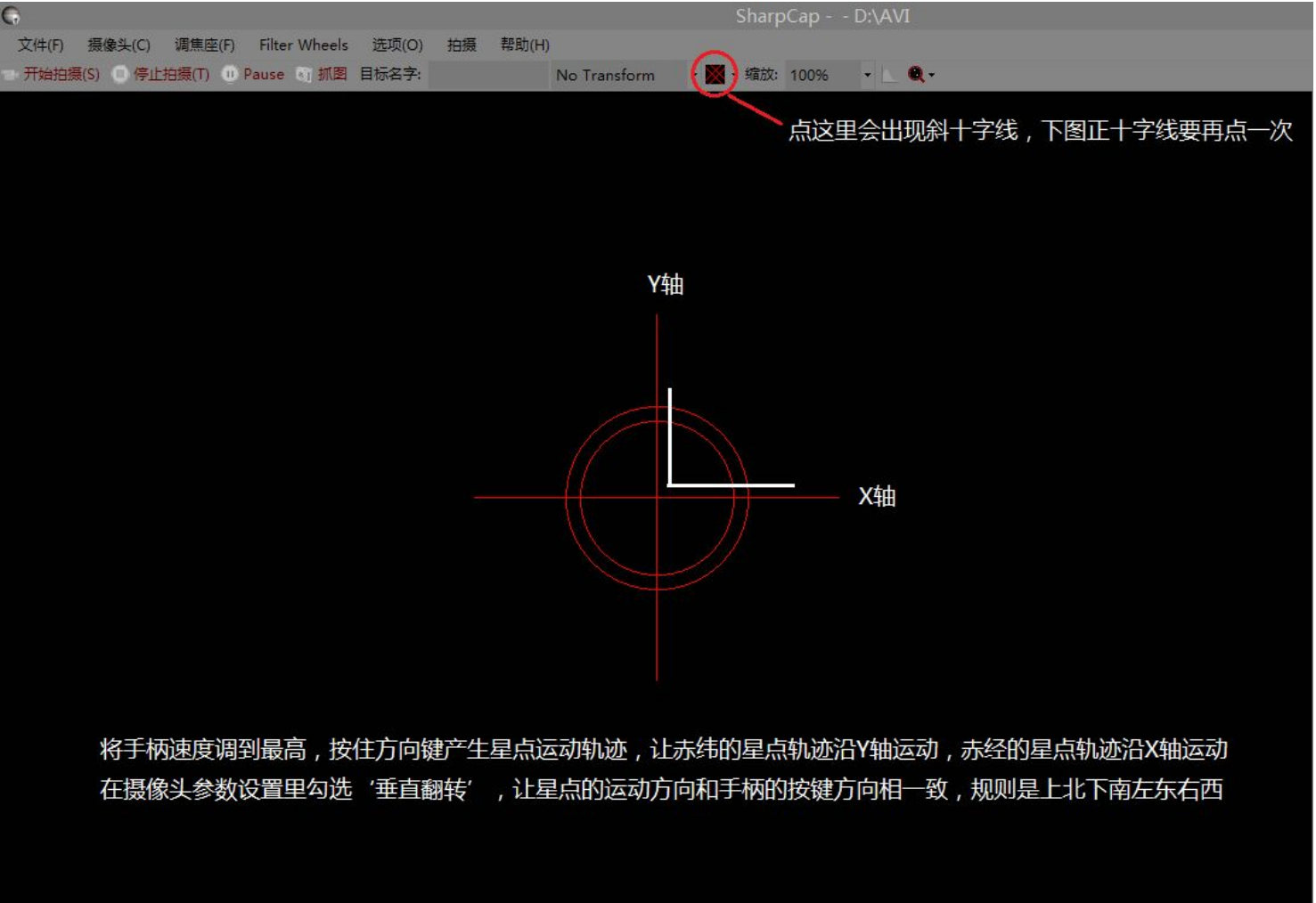


以上两步在分别做到 60 秒星点没有明显拉线后，建议用 120 秒和 180 秒的曝光再调试一遍。一般来说能在 180 秒盲跟不拉线，极轴就已经对的极好了！对于这二步的操作顺序，有的人认为先调东西后调高度角效率更高，这样说也是有道理的。因为在不换拍摄地点和拆装三角架的情况下，高度角漂一次基本上就不用再调了。我这样写也只是为了减少操作的重复性，让大家更容易理解。另外这二步也应该反复操作，所以顺序并不重要，重要的是结果。

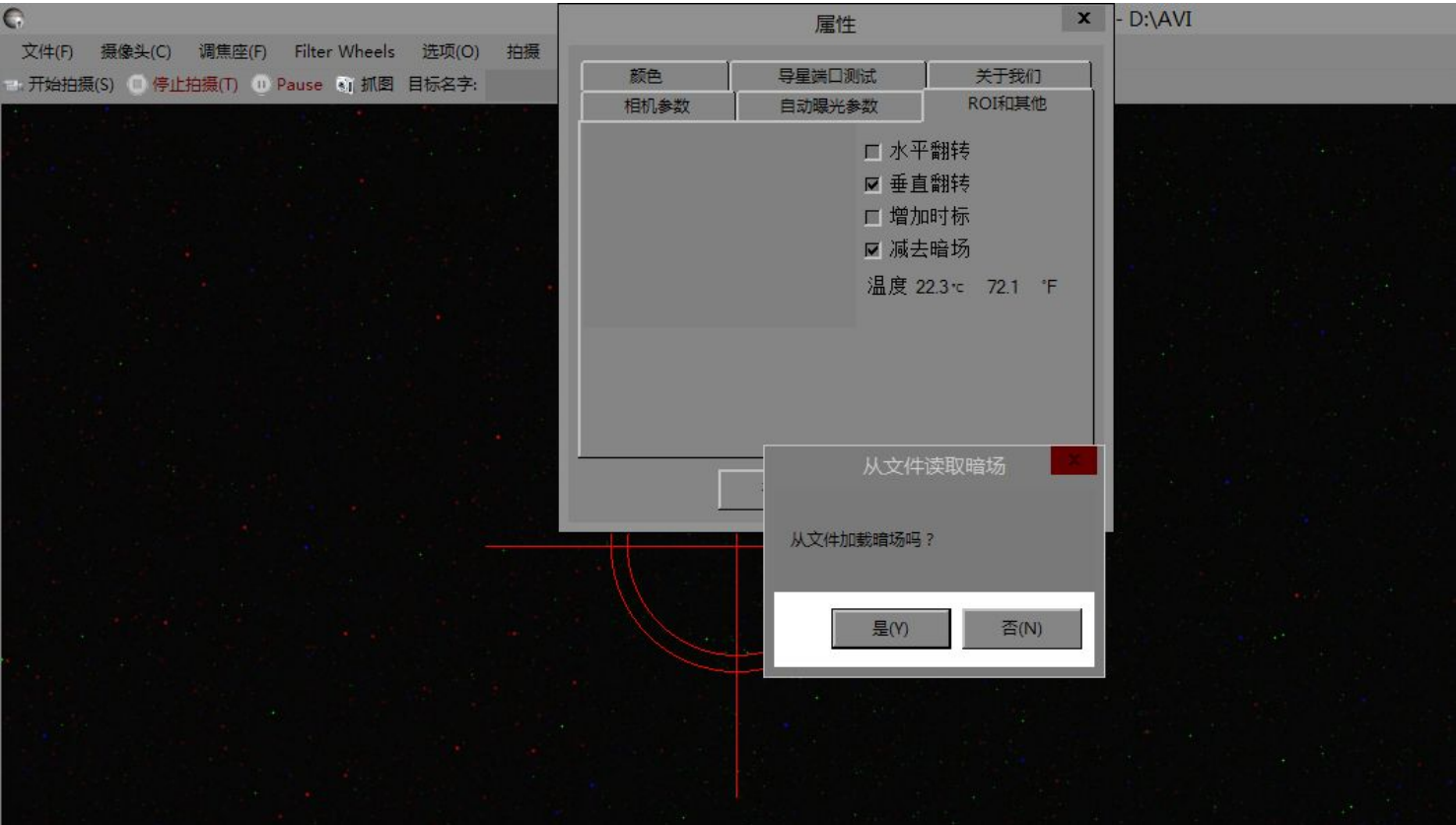


导星：

深空拍摄导星是非常重要的，想要盲跟 10 分钟以上星点不拉线基本上是不可能的，所以想要进行更长时间的跟踪拍摄就必须要靠导星来实现了。在正式开始导星操作之前，我们要先调整一下导星摄像头和主镜摄像头的安装角度。可以利用 SharpCap 软件的十字线来判断摄像头的安装角度，最终目的是要让两个摄像头的安装角度相同。



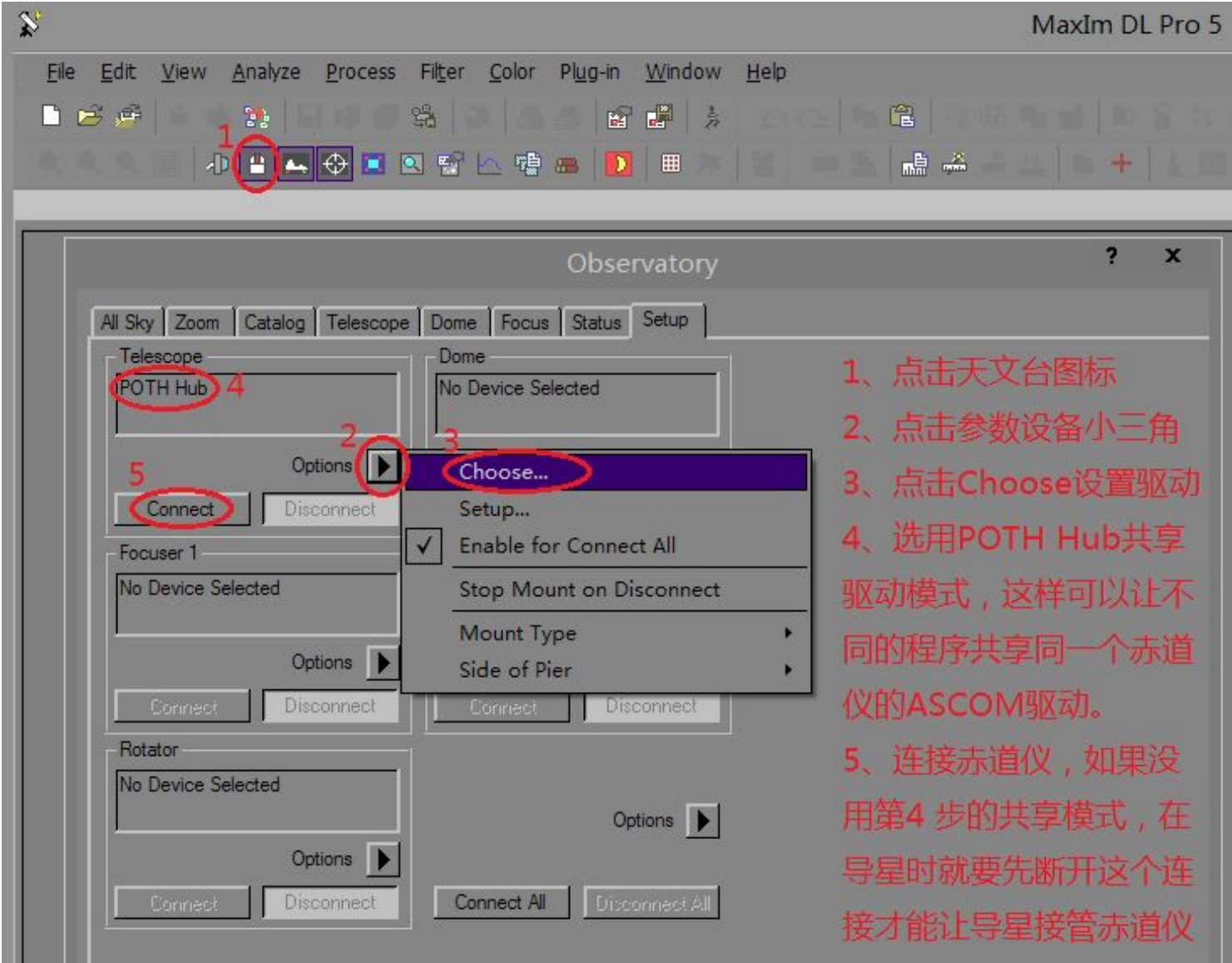
先让星点处于正中位置，按住手柄的方向键让星点运动轨迹和十字线保持平行并注意上下左右方向的一致性如上图。先让 X 轴的星点运动轨迹和手柄操作方向一致，如果这时 Y 轴的星点运动轨迹和手柄操作方向相反，就要用到下图中的‘垂直翻转’功能。总之，我们的目标就是要让 X 和 Y 轴上的星点运动轨迹都和手柄操作一致，手柄的操作方向要遵循上北下南左东右西的规则。这一步非常重要，因为这会影响导星的算法，尽量减少不必要的导星指令，最终会影响导星精度。



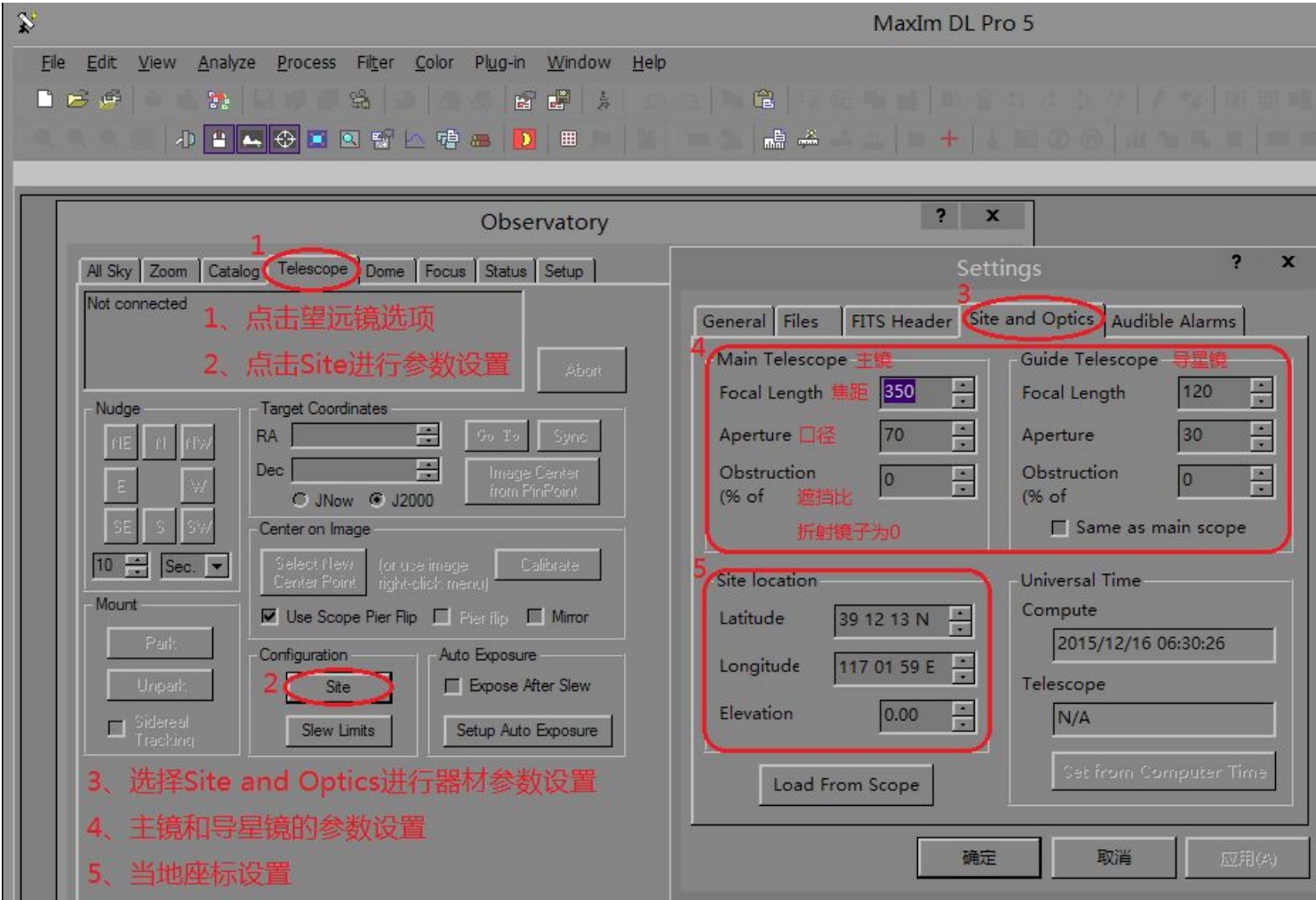
大家可能注意到上图中花花绿绿的噪点很多吧，这是因为没有自动减去暗场的原因，我们可以利用摄像头驱动的减去暗场功能来消除这些噪点。如上图提示框中显示“从文件加载暗场吗？”选择 Y 就是要从已拍摄好的暗场文件中选择符合当前曝光时间的暗场文件，选择 N 就会提示盖上镜头重新拍摄暗场文件并以曝光时间为文件名关键词进行保存同时自动减少暗场以得到一个干净的效果。

MDL5 导星设置

首先要在 MDL 软件里进行赤道仪驱动设置，让 MDL 软件能控制我们的赤道仪。点击天文台图标，按下图数字顺序进行设置。建议用 POTH Hub 模式，也就是共享模式来连接赤道仪，让不同的软件可以共享同一个赤道仪的 ASCOM 驱动。

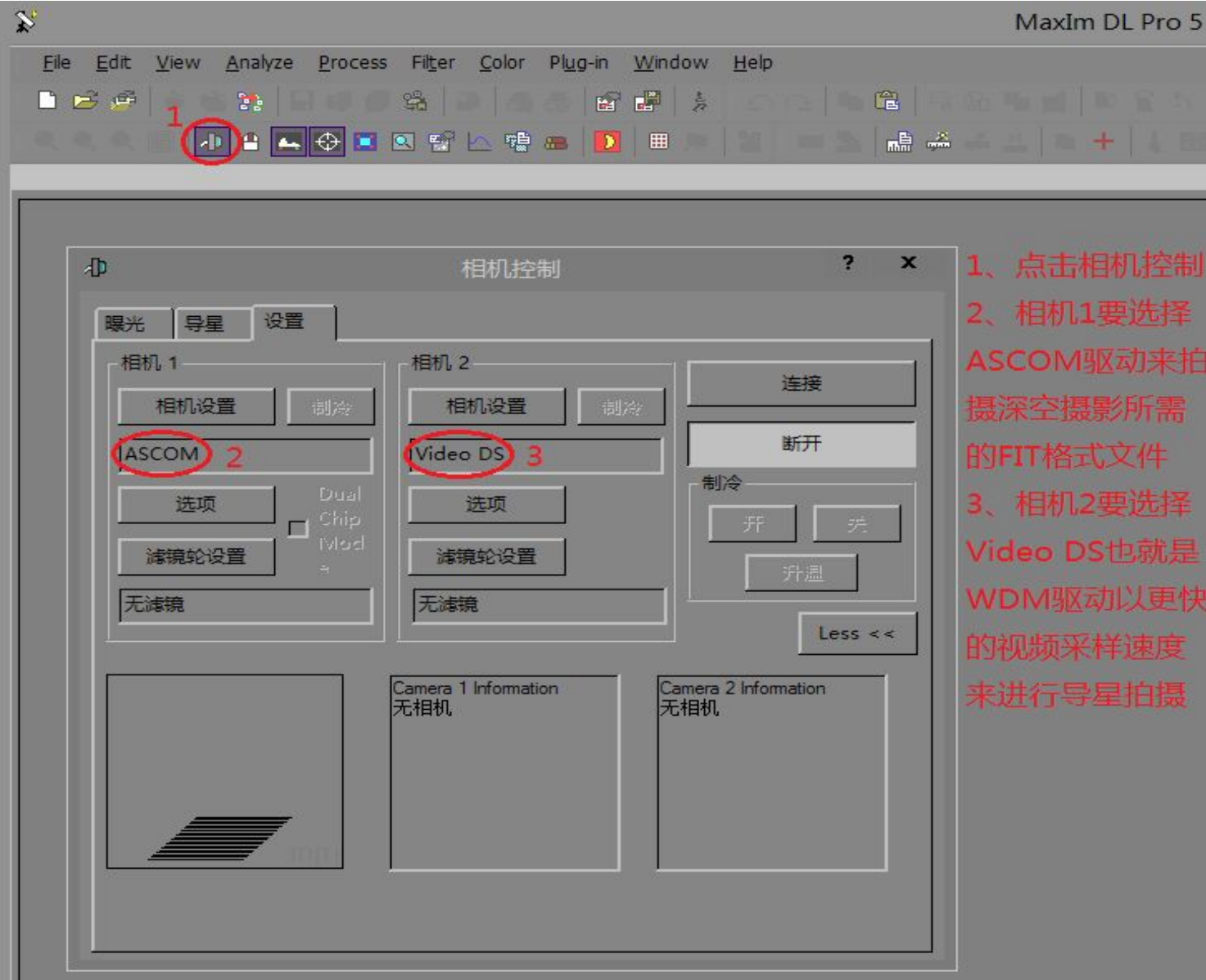


赤道仪驱动设置完成后，我们还要在 MDL 软件中进行主镜和导星镜参数设置。首先是主镜和导星镜的焦距及口径，折射镜子没有遮挡率，牛反和施卡还要输入遮挡率如下图：

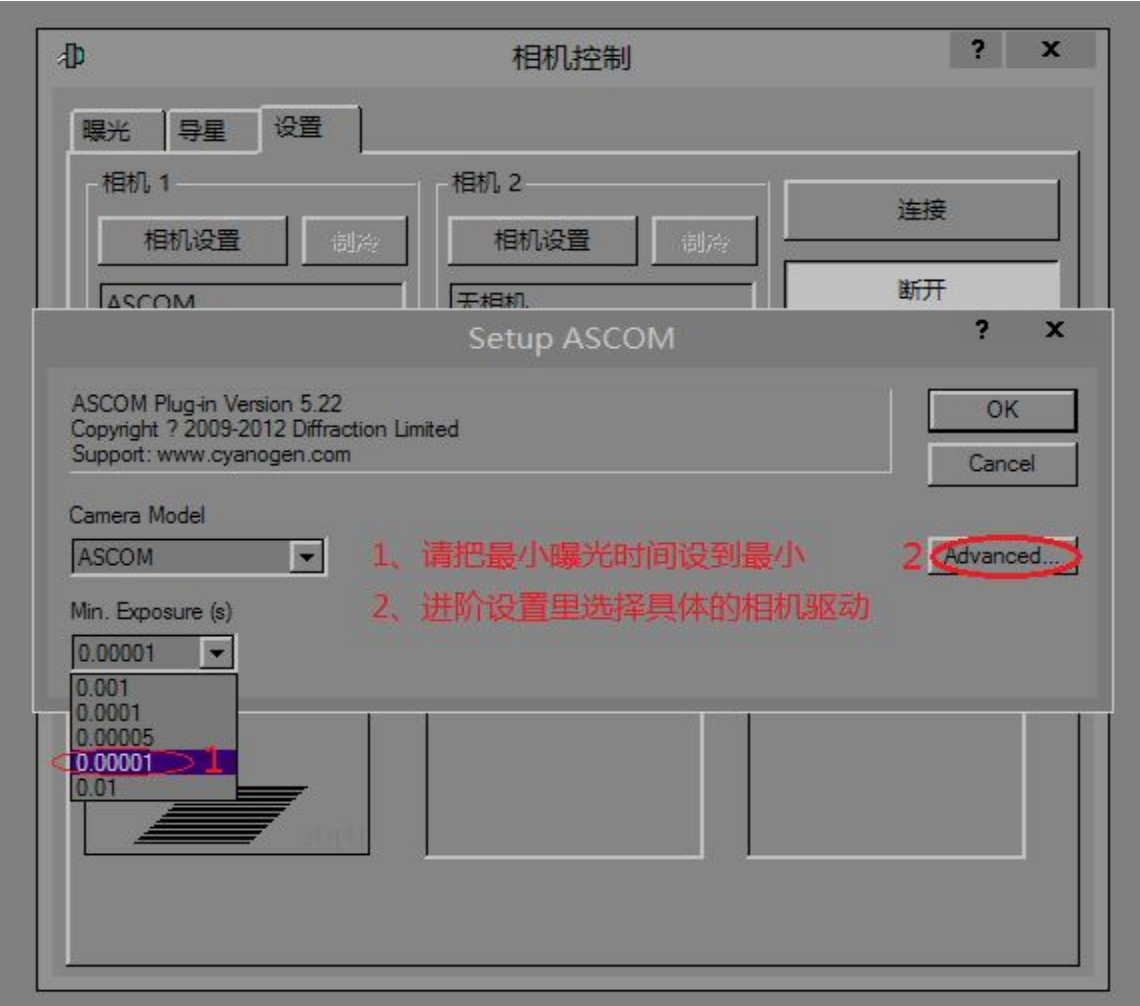




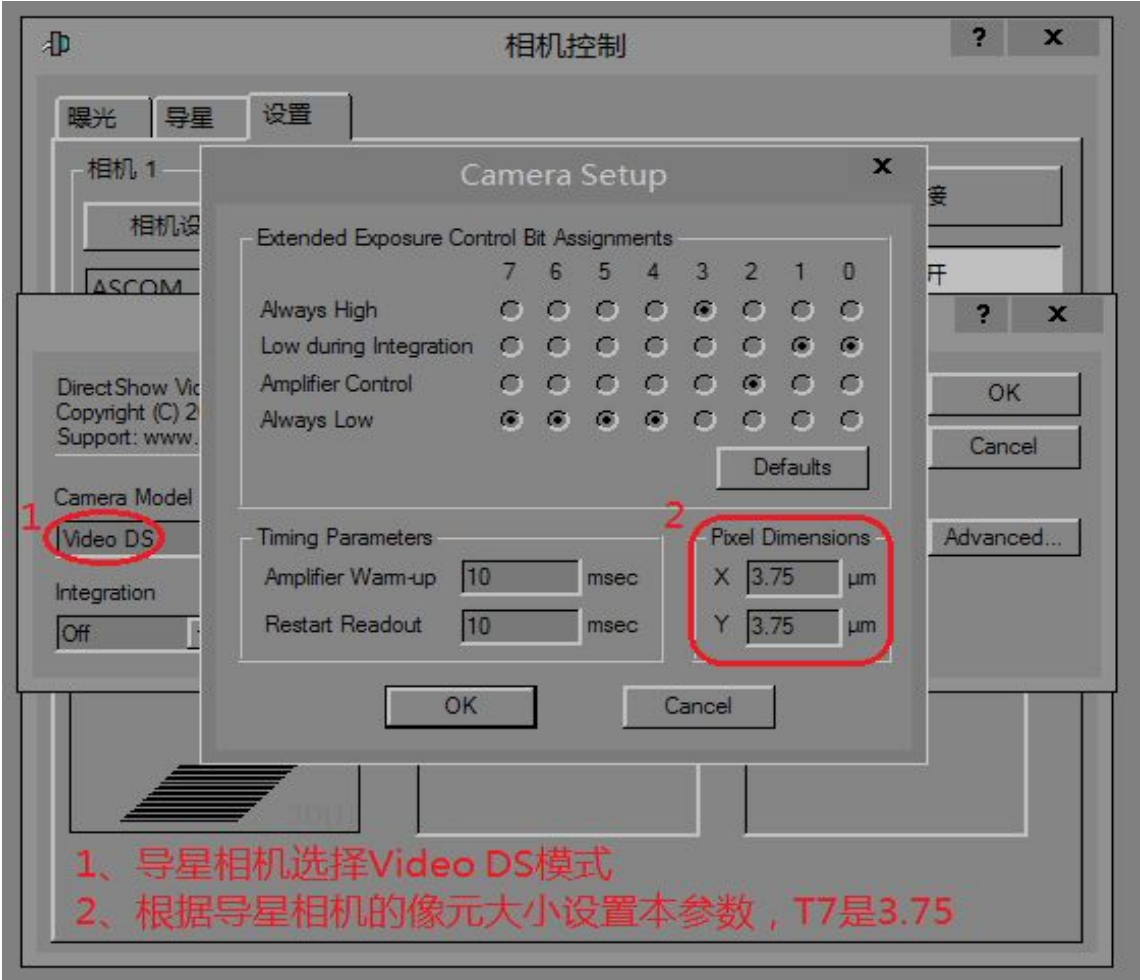
然后添加**相机驱动**，MDL 软件不能使用 ASCOM 驱动同时识别两台同款摄像头，所以主摄像头如果是 T7M，则导星摄像头则必须换成 T7C，反之亦然。



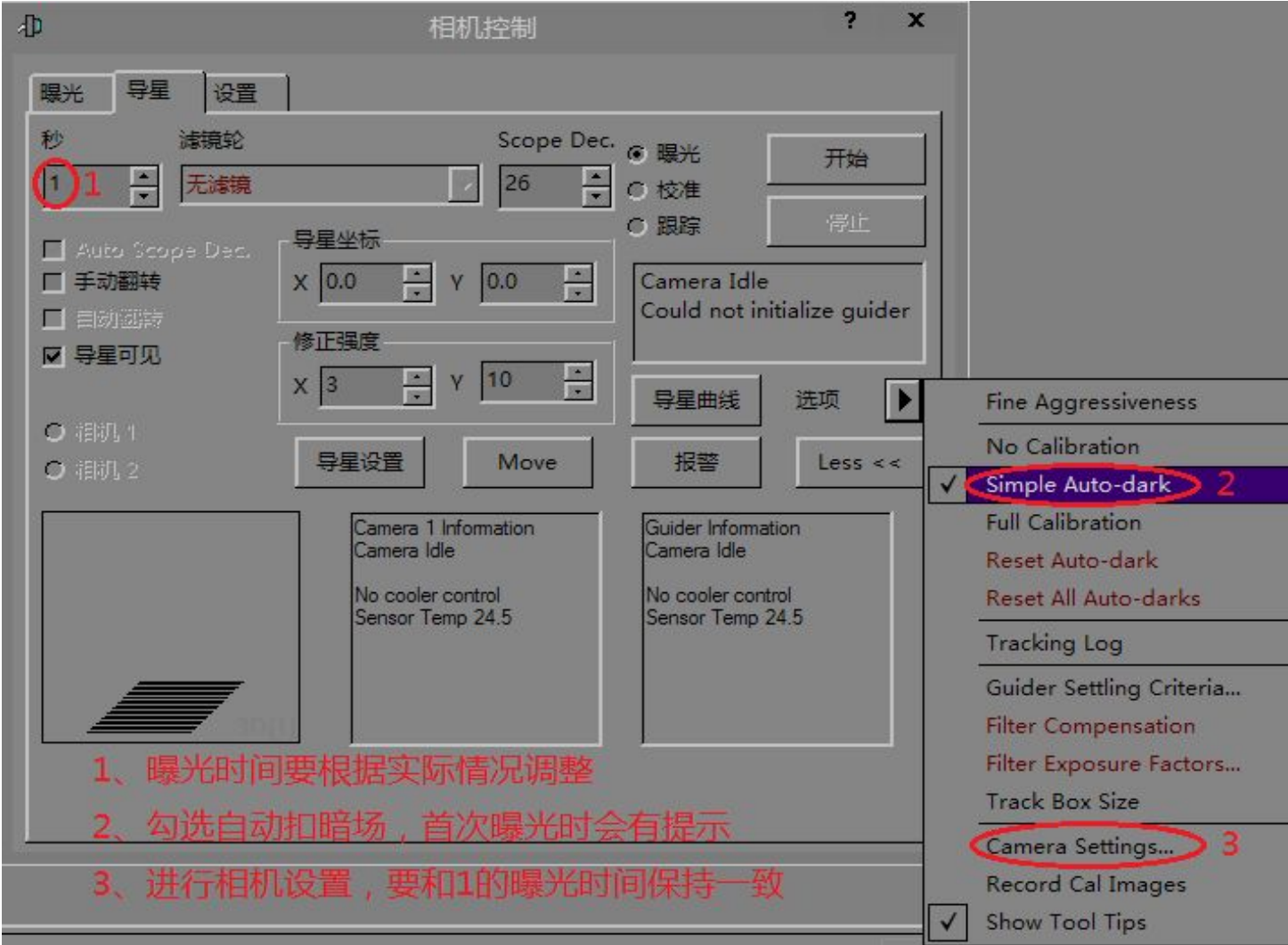
相机 1 的**相机设置**是用来设置拍摄用主摄像头驱动及参数的，一定要选择 **ASCOM** 驱动，这样才能拍摄出深空摄影所需的 FIT 格式文件。这里要注意将 **Min. Exposure(s)** 也就是最小曝光时间设到最小，这会影响到**偏置**的拍摄，因为偏置的理论曝光时间应该为零。**Advanced** 是用来选择具体的相机驱动的，点进去后根据自己的硬件选择正确的驱动就可以了。



相机 2 的**相机设置**是用来设置导星摄像头驱动及参数的，建议选择 **Video DS** 模式，也就是摄像头的 **WDM** 驱动，因为这种驱动的图像采集速度更快，更适合导星操作的快速反应。在 **Advanced** 里可根据导星 COMS 的像元大小进行相应设置。



以上这些设置一般只做一次就可以，要根据自己的实际情况来设置。如果更换了设备，就要再做相应的修改。  
下图的 MDL 导星参数，是以我个人的设备为例，导星相机是 T7C。因为我的赤纬回差较大，导星曲线波动也较大，所以我特别加重了赤纬修正量和高级设置里赤纬回差、延时等参数。大家要根据自己的实际情况进行参数调整，切不可如图照搬。提醒大家注意红圈 3 的说明，曝光前要在**选项->Camera Settings** 中再设置一次和红圈 1 中相同的曝光时间，否则在红圈 1 中输入的曝光时间是无效的。这应该是 MDL5 的一个 BUG，或者是导星驱动的一个 BUG。相对来说，多数 MDL 导星教程中所讲的**修正强度**设置作用并不大，只能在有限范围内减少导星波动，解决不了硬件回差大这些问题。一般来说 X 的值要小于 Y 值，因为 X 是指赤经导星，Y 是指赤纬导星，一般来说都是赤纬问题较多，所以修正值也要稍大一些。





在上图中点击‘**导星设置**’进入导星设置对话框，这里的导星设置才是最关键的。首先要选择好适合自己的导星驱动，建议使用 **ASCOM Direct** 模式，红圈 2 的设置是进行导星速度等硬件设置的地方，请慎重设置，最好是用缺省的选项不要乱改！红圈 3 的高级设置也不要轻易修改，越高级的设置参数一定要真正明白了再动，否则还不如不动。



导星设置参数详解

**校准时间：**是用来做导星校准用的，导星校准的要求是每个轴至少有 10 个像素的位移，如果在操作中发现没有达到此标准，则要相应的延时校准时间。Y 轴的静摩擦力和回差往往都比较大，所以校准时间也要设得更长一些。

**间隙补偿：**也就是回差设置，回差越大这个值就需要越大，但这个值也不能给的太大，否则会产生相反的效果。回差的具体表现为在给出反转命令后，不能立即回转，要继续给出一些转动指令才能产生回转。回差大会引起导星曲线的波动，X 轴因为一直处于跟踪运转状态，所以很少有回差问题。

**抗 粘 连：**表现为给出转动指令后不能立即转动，要延迟一会才突然转动起来。这是由于机械零件之间的摩擦力过大，造成的反应延迟，这也就是我们常说的静摩擦力。也是赤纬轴才容易有这种问题，情况会造成导星曲线的突然跳动！当回差设置无法让导星曲线的波动变得更小时，就可以考虑加大 Y 轴的抗粘连数值，需要注意的是抗粘连的数值也不能太大。

**Small Stars：**就是小星点导星，估计大家注意到的不多，其实这是 MDL 一个非常强大的导星算法。这个算法在可导星较暗的情况下，以星点中心的峰值为计算依据，从而计算出更准确的导星数据。

1、这里要根据赤道仪接口来选择导星控制方式

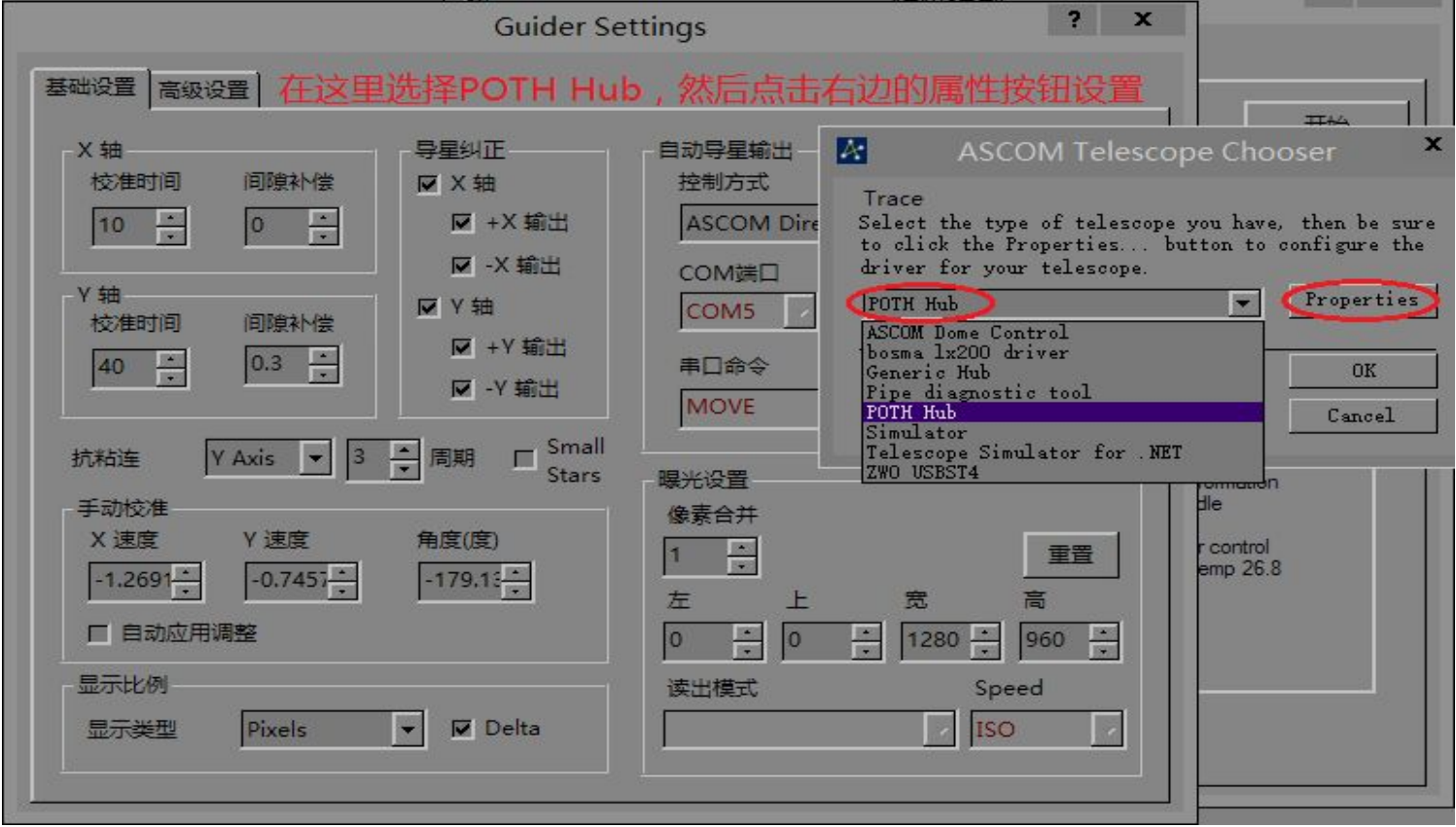
2、间隙补偿也就大家常说的回差，要注意不能给的太大，否则也会影响导星精度

3、抗粘连就是我说的静摩擦力，通常也只是赤纬有这个问题

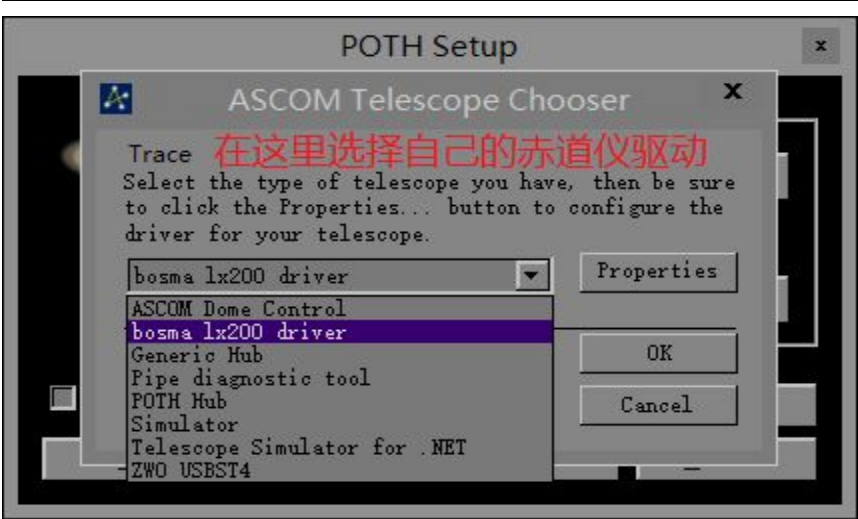
4、MDL提供了小星点导星算法以达到更高的导星精度

如果通过这些参数调整还是不能有一个高精度的导星曲线，就要通过调整涡轮、蜗杆的咬合度来减少硬件上的回差了。

在进行上图第 1 项导星**控制方式**的选择时建议使用 **POTH Hub** 模式，这和导星开始时介绍的共享赤道仪驱动是一样的。如果不选择 **POTH Hub** 模式，导星将独占赤道仪的 ASCOM 驱动端口，无法再运行 GOTO 等其它赤道仪控制。在相机拍摄时又需要保持相机的工作连续性，否则拍摄的校准文件就可能和亮场不匹配。所以想要在不断开相机连接的同时，还能进行导星和 GOTO 的切换操作就只能依靠 **POTH Hub** 来实现。



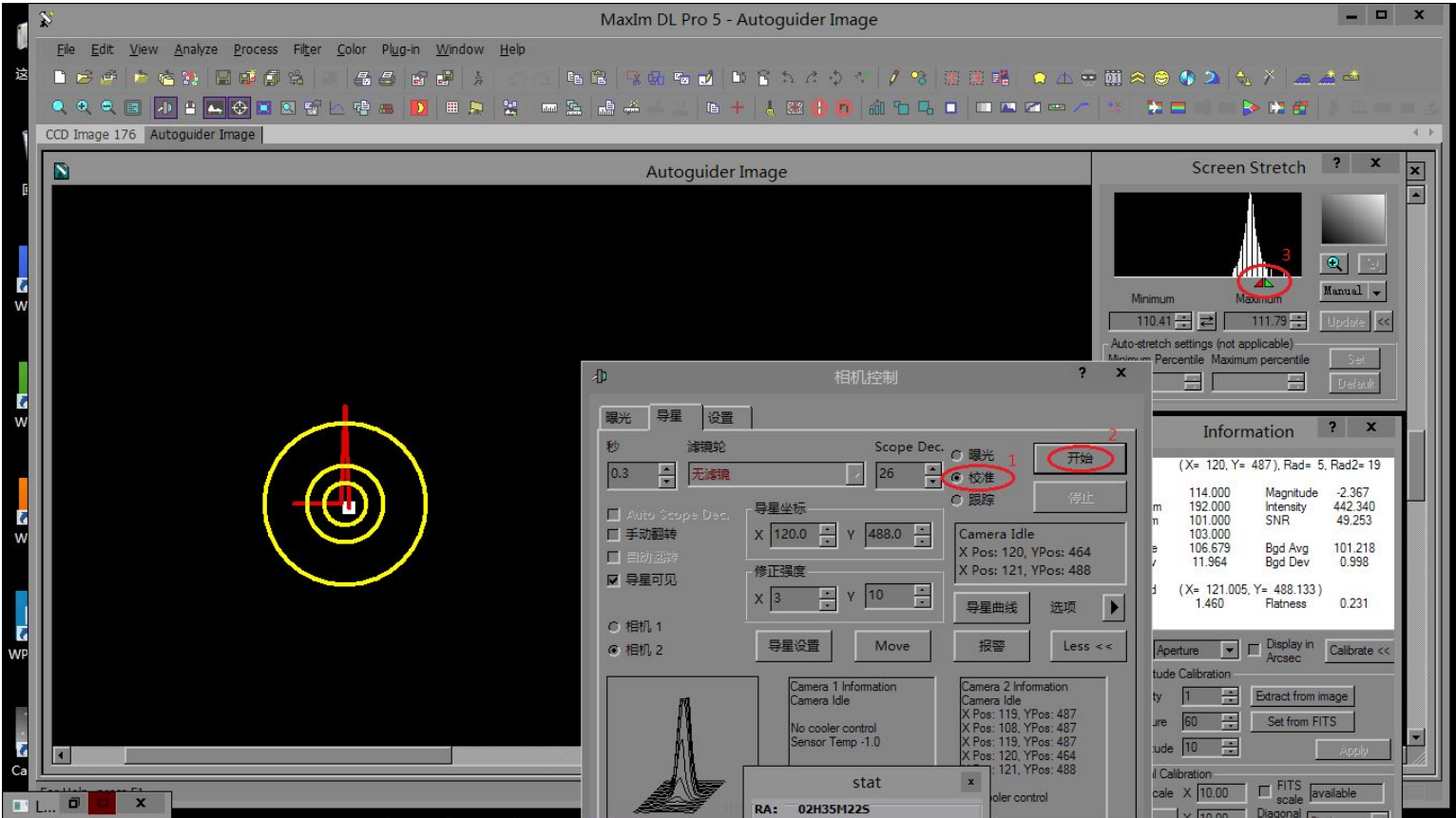
选择 **POTH Hub** 模式后，还要进入 **Properties**(属性)对话框中进行详细的设置。先进入红圈 1 的 **Chooser Scope** 对话框中选择适合自己的赤道仪驱动。红圈 2 的 **Setup** 是进行导星硬件设置，一般不要变。红圈 3 的 **Connect** 是启动连接。





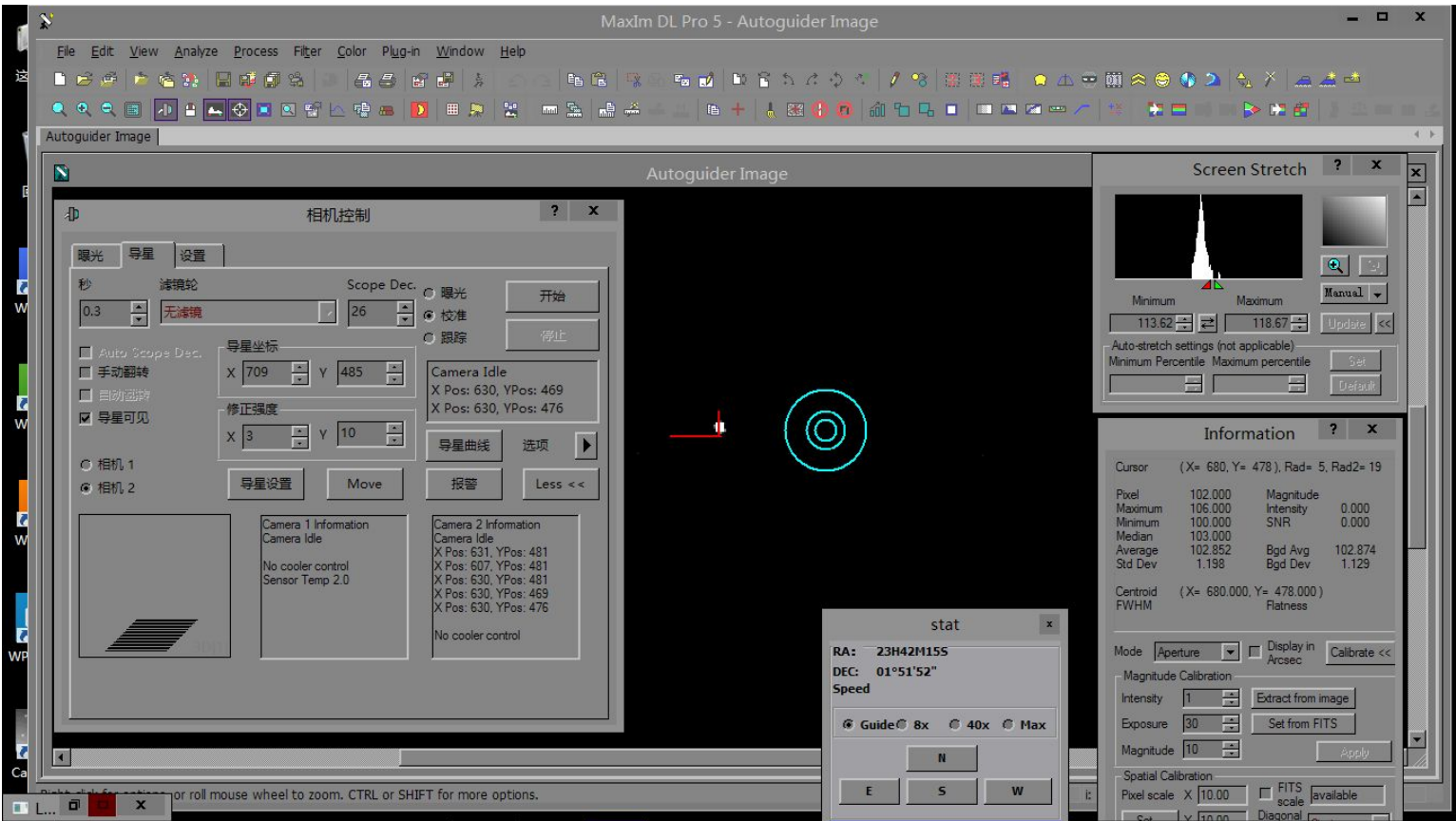
MDL5 导星校准

这些都设置好后就可以进行**曝光**了，曝光时间要根据个人的导星镜参数及导星摄像头的性能来确定，0.1 秒至 3 秒都是可以的。**这里一定要注意在选项->Camera Settings 里还要再设置一次曝光时间和相机控制界面设置的曝光时间一致，如下图的 0.3 秒。**曝光后会出现一个画面，在其中找一个相对较亮的星点进行导星校准，可以双击这个星点以放置一个黄色同心圈，然后点**校准**就可以了。我们可以利用这个校准功能来进行**快速漂移法对极轴**。



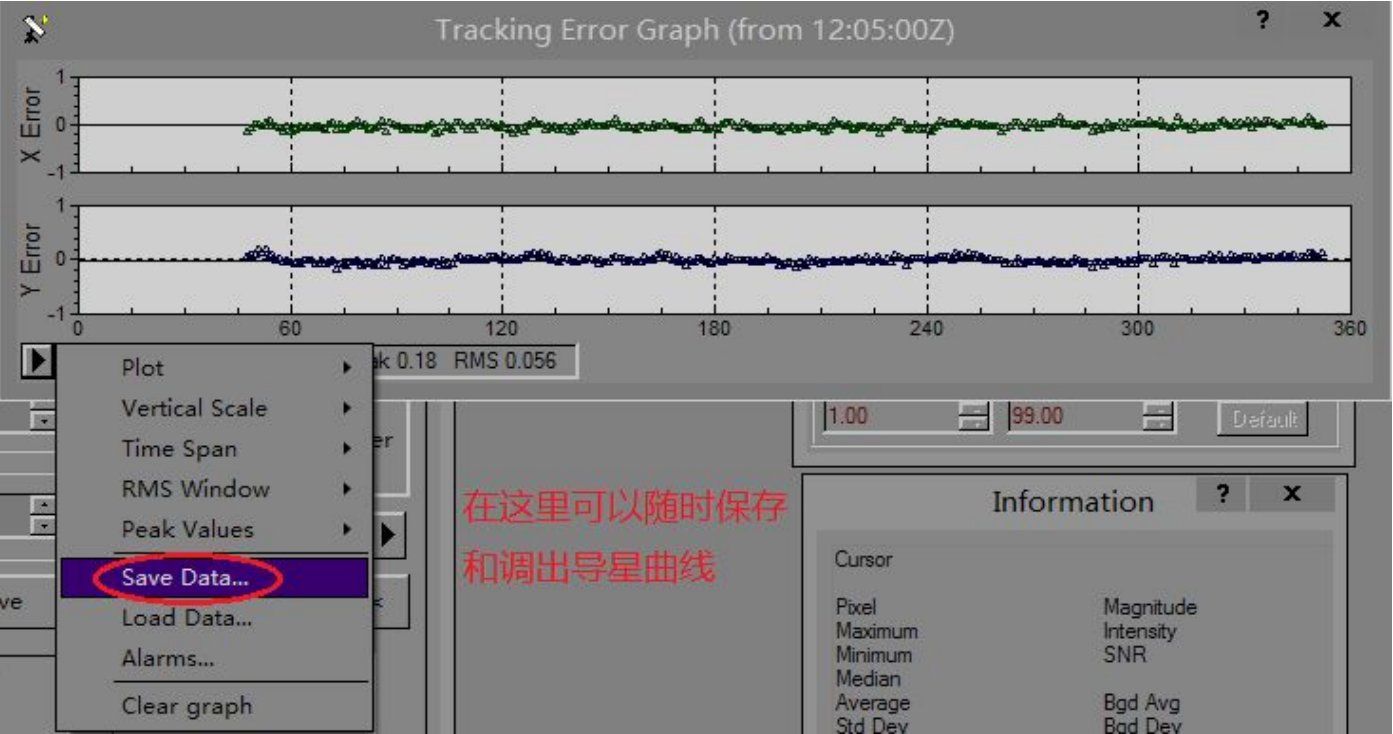
\*这里有一个技巧如上图 3 所示，就是尽量的压黑背景提升星点反差，这样会对导星计算有很大的帮助。

校准完成后会产生一组红线，如果发现某个轴上的红线不重合，如上图 Y 轴的红线就不重合，我们就需要调整高度角再做校准直至 Y 轴的红线变成重合的状态，同样如果 X 轴上的红线不重合，就需要调整东西方位角直至 X 轴的红线重合。一个好的校准红线会形成一个直角的 L 如下图。

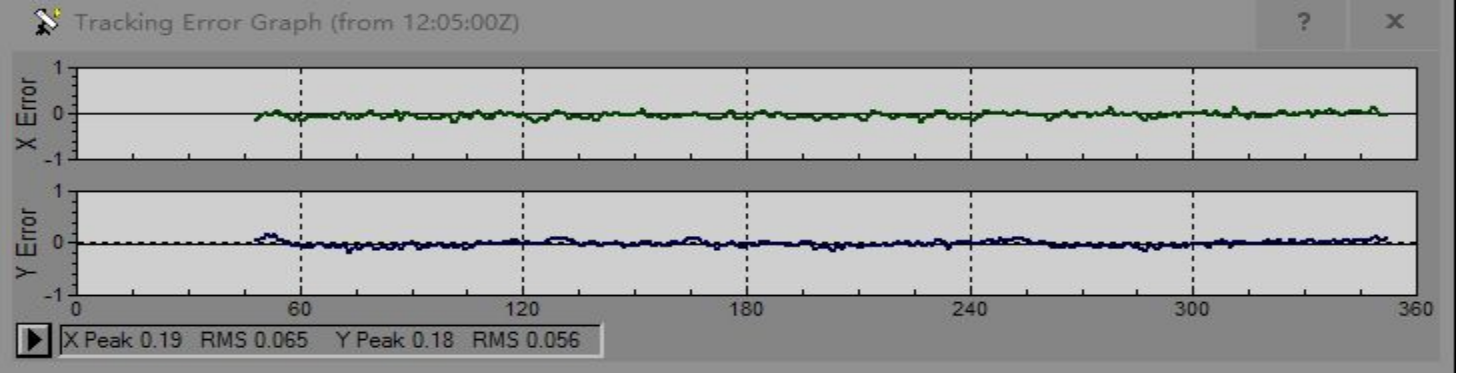


如果想要提高这种对极轴的精度，可以延长两轴的校准时间。要注意的是，正式导星时一定要把校准时间改回合适的大小，导星校准的要求是每个轴至少有 10 个像素的位移。校准完成后就可以点跟踪开始导星了。点击**导星曲线**可以观看导星的效果，如果出现明显的波动就要进行相应的参数调整直到导星曲线稳定。如果这些参数调到最大还是有较大的波动，就要考虑从硬件上调整赤纬的回差了。对于赤纬回差实在太大又无法从硬件上调小回差的赤道仪，MDL 建议对极轴时把极轴故意往 Y 轴的某个方向调得偏差大一些，这样 MDL 导星时就可以只修正这一个方向上的位移，以避免赤纬回差太大修正不过来产生的周期性大波动。这还真真是个有趣的现象，所以极轴有时候并不是对得越准越好，就和重平衡一样，有时特意的有些偏差反而是一件好事。

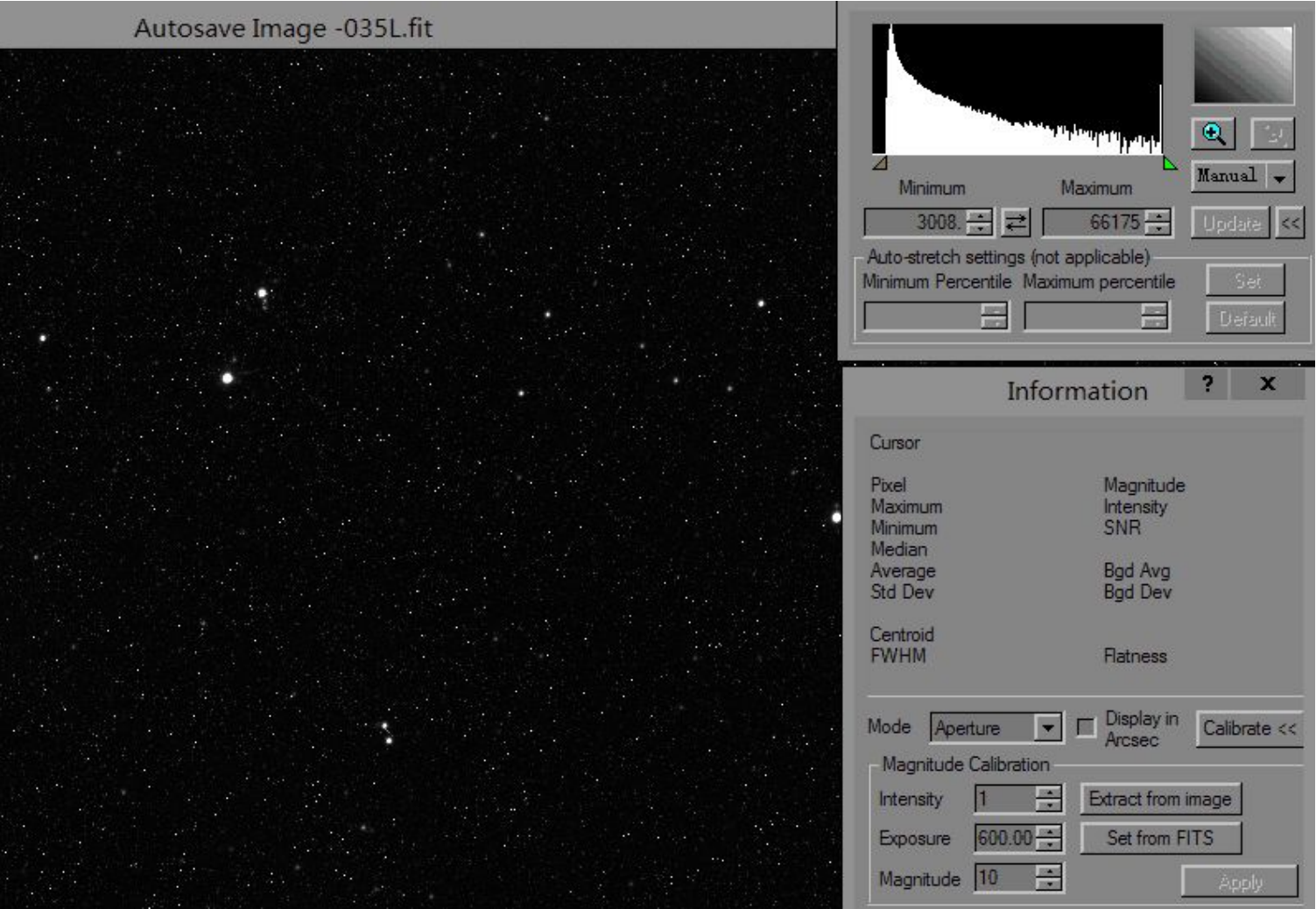
点击导星界面中的导星曲线就可以显示导星曲线，我们可以随时保存和调出导星曲线，也方便分享我们的导星曲线。



最后让我们看一下一个合格导星曲线应该是什么样子的，请看下图：



这组导星曲线精度就相当好了，导星镜的口径是 30mm，焦距是 120mm，导星摄像头是 T7C，赤纬和赤经 **Peak** 值都小于 0.2，**RMS** 都小于 0.06。整条导星曲线看上去就像是两条直线，**Peak** 值代表导星波动的最大值，这个值极轴越精确波动就越小。**RMS** 值代表导星误差，理论上这个值越小越好。那么一个好的导星曲线拍摄出来的星点是什么样的呢？下图这个单张曝光 600 秒的星点很锐很圆。这就是我们想要的效果，一个好的导星才能达到的效果。





总结：

让我们看看正式拍摄前都有哪些工作要做：购买硬件，硬件安装调试，安装软件并进行参数设置，架设设备并初始化，对极轴，寻找目标，导星校准。如果只是行星摄影的话，最后一步导星校准可以不做。当然如果你的盲跟能达到 10 分钟不拉线，深空摄影也是可以不用导星的。

导星相机和主镜相机的安装角度一定要相同，并且赤经和赤纬要分别和校准正十字线的 X 和 Y 轴保持平行，否则导星就会多出许多修正动作出来，造成星点乱晃，影响导星精度。很多同好也许会说，不用这么追求导星精度，我的导星曲线不怎么好，拍出来的星点也是圆的。但是他也许并不知道他的星点圆其实是导星晃圆的！只有最好的导星精度才会带来最稳定的跟踪，才会拍出最锐利的星点！天文摄影是严谨的，一分投入一分回报！

附加篇：

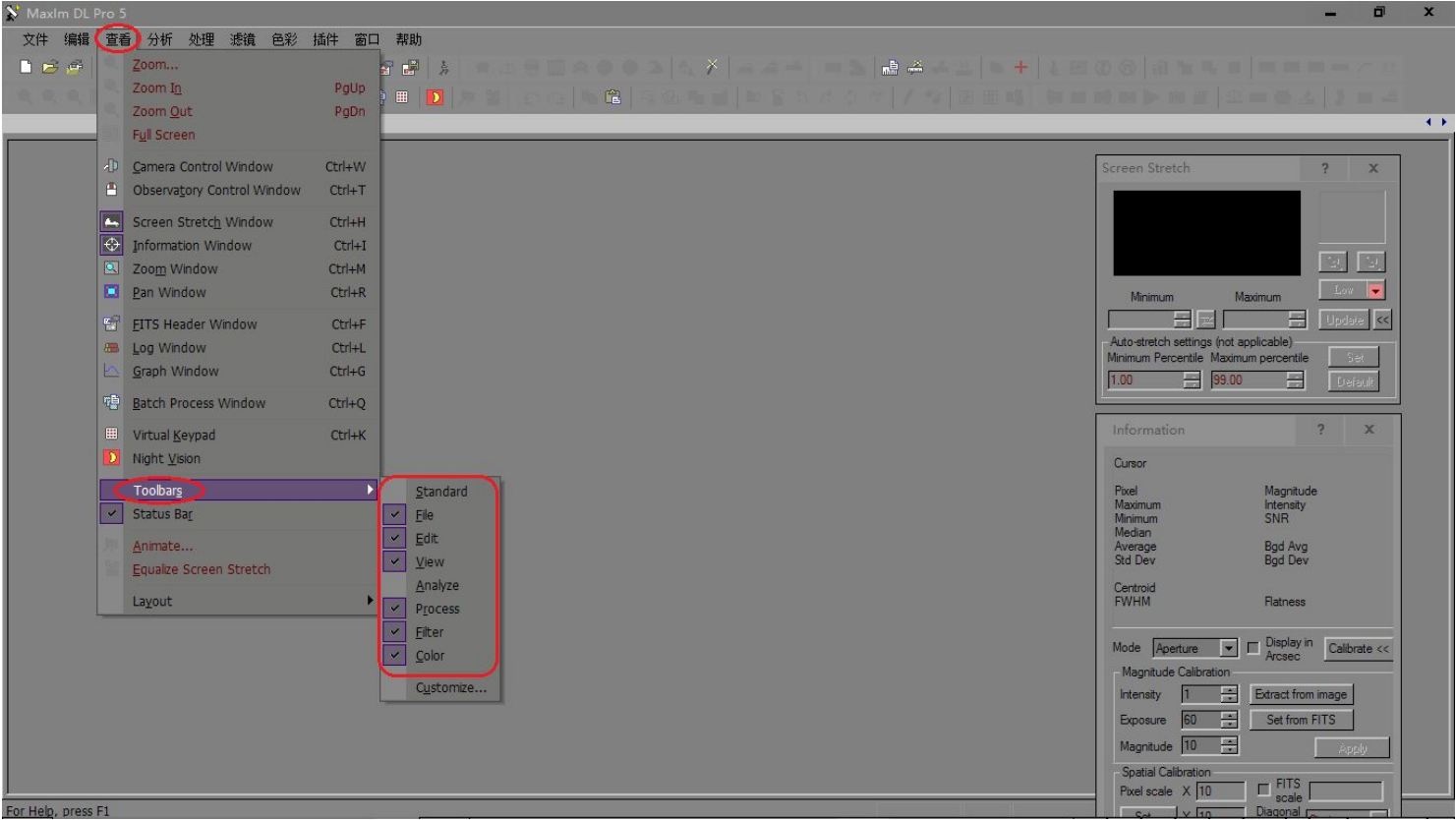
高级导星技巧 Dither 和马赛克拍摄

在相机拍摄界面中的自动保存设置有一个**抖动**设置，这是一个相当强大的功能，也就是我们常说的 **Dither**。这个功能可以通过导星控制赤道仪产生细微位移，让我们可以拍摄最少的暗场来取得最佳的校准效果也就是噪点消除效果，把更多的时间留给亮场拍摄。**抖动**选项下面的**马赛克**也是非常强大的，使用这个功能必须在 **POTH Hub** 模式下，可以自动控制赤道仪移动到下一区域拍摄。当然，想用好这个功能必须有一个好的赤道仪，还要提前做好 Pin Point 分析才可以。



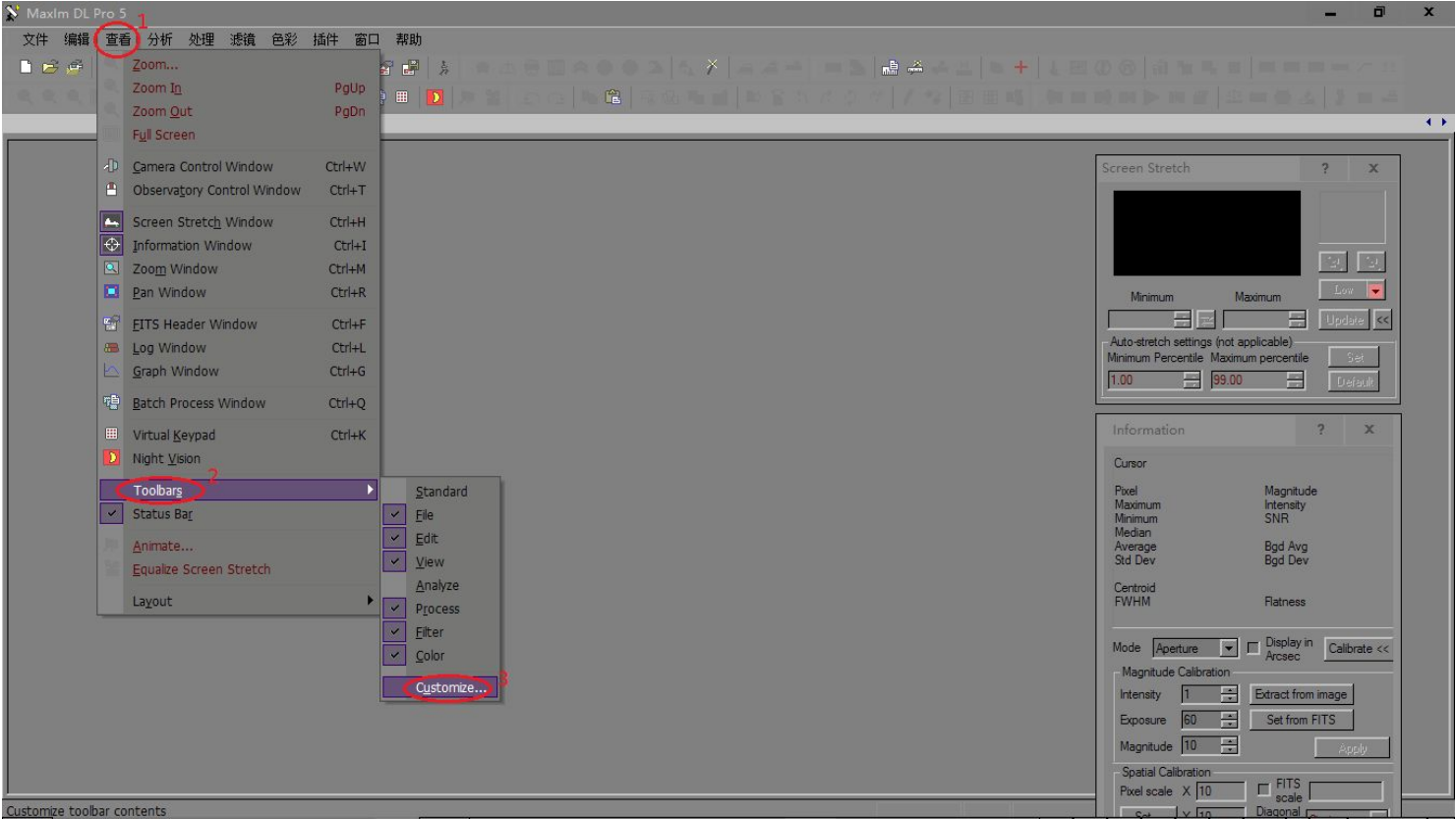
MDL5 工具栏的项目添加：

MDL5 刚安装好时只有缺省的几个工具栏，有的同好不知道别人的那么工具栏是怎么调出来的，请参照下图进行勾选即可。

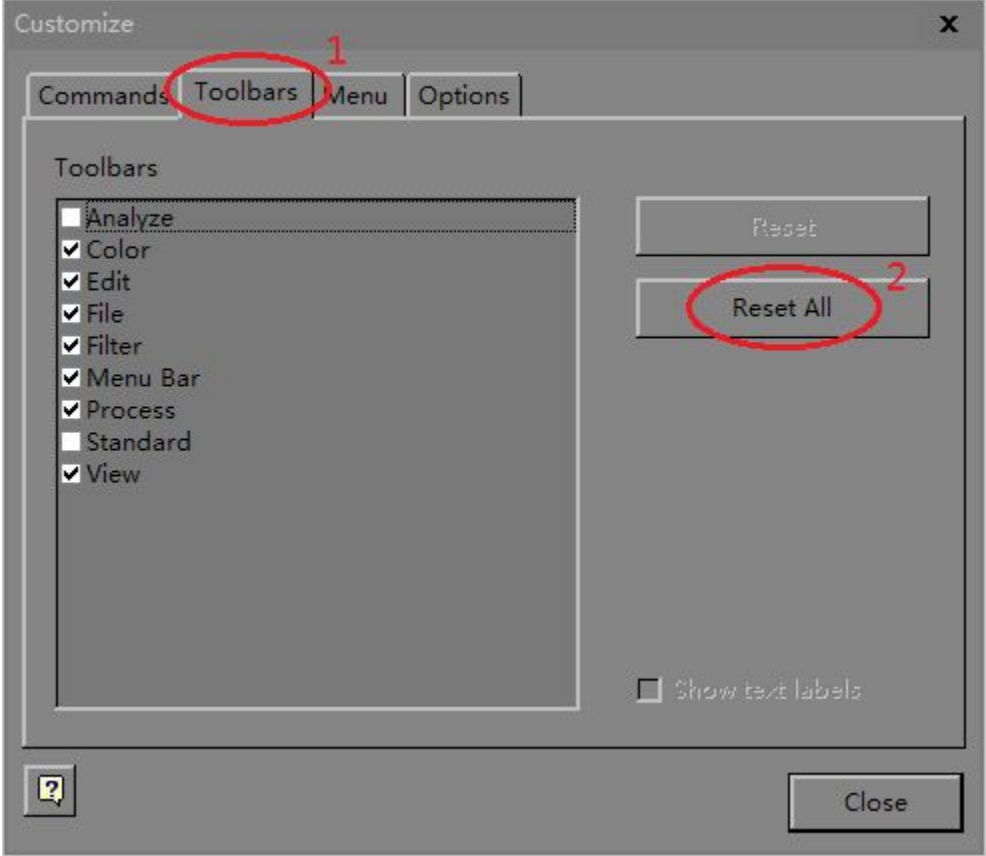


## MDL5 菜单的汉化问题：

MDL5 汉化后不知道什么原因主菜单标题并不能直接显示中文,这就给喜欢中文界面的朋友指出一个让主菜单标题显示中文的办法，具体操作请看下图。要注意我这个菜单已经是中文的了，没有下面操作之前是英文的，所以‘查看’对的是英文菜单是‘View’。



接着上图的步骤调出 **Customize** 对话框，选择 **Toolbars**，最后点击 **Reset All**，主菜单就变成中文的了。这个操作一定要在先执行过汉化操作之后才有效，具体的汉化操作在安装包中都有说明，我就不在这里复述了。

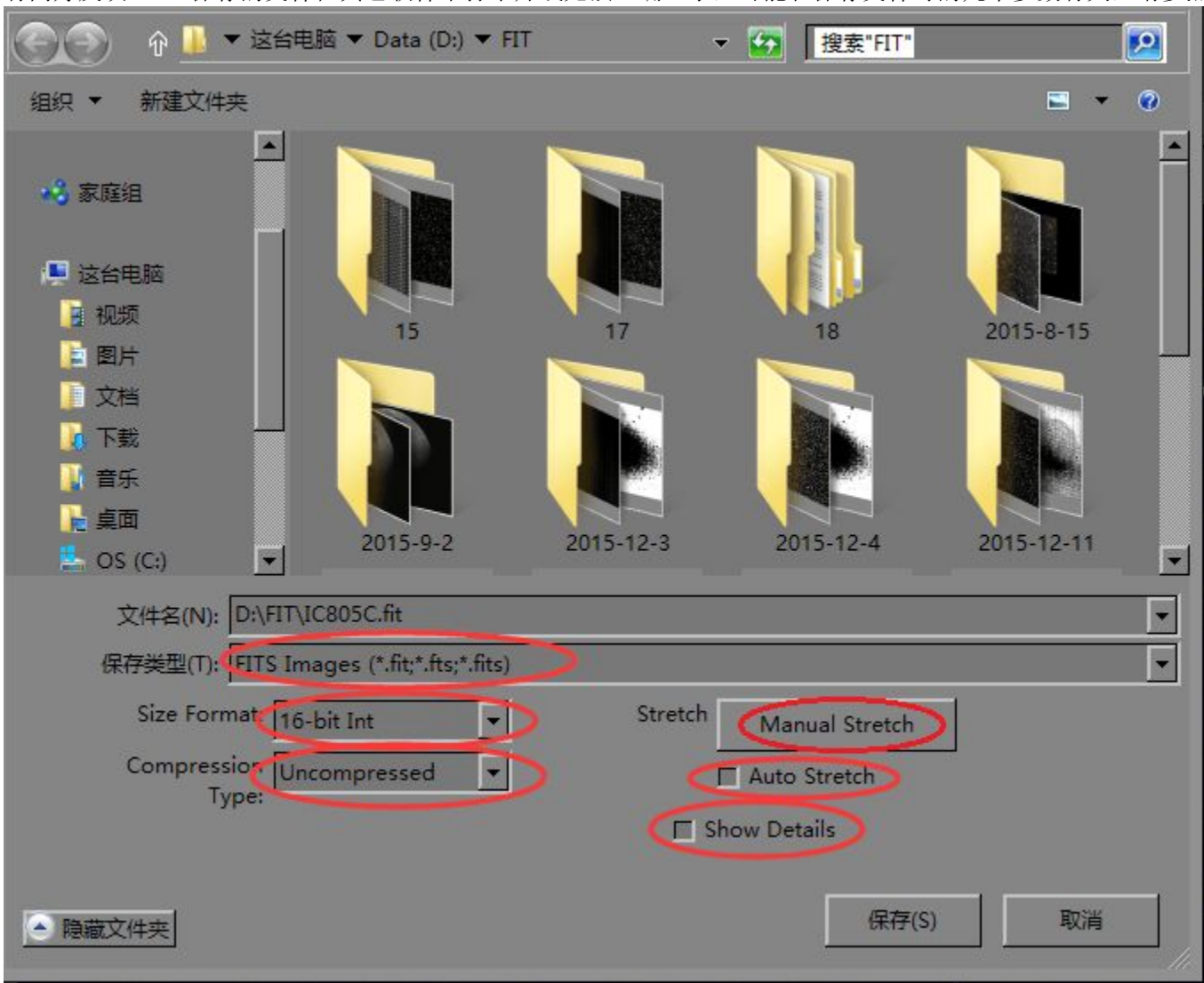


\*这个中文菜单的问题我也是最近才搞明白，所以教程中有的 MDL 界面截图还是英文菜单，我也懒得都按新中文菜单重新做了，反正这样也好，相当于有中英文对照的双版本界面，方便不同界面的同好查看。

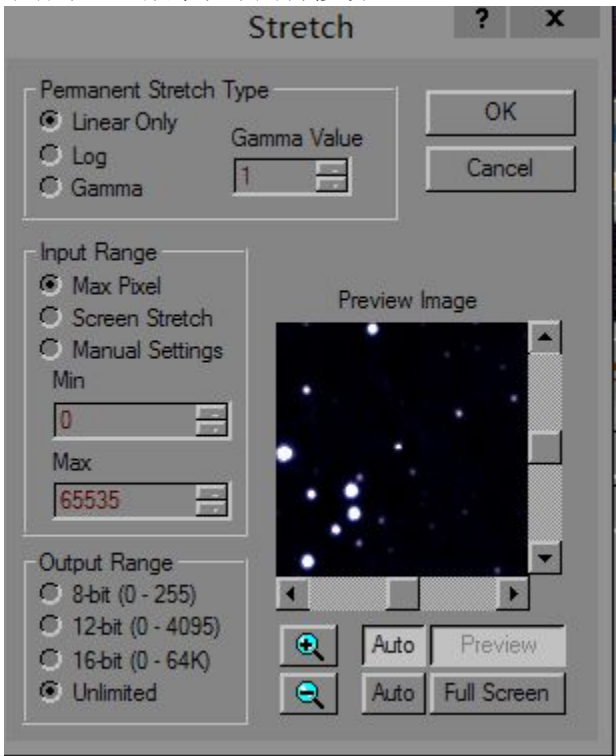


MDL5 文件保存的问题：

有同好反映 MDL5 保存的文件在其它软件中打不开或无法正确显示，可能和保存文件时的几个参数有关，请参照下图。



请注意红圈处的内容和选项，照图中设置即可。建议打开 **Manual Stretch** 设置按下图进行设置，这些只需设置一次就行了，一般来说不用再修改。



结束语：想说的话还有很多，但又无法一一道来！本教程主要讲述了一些最基础的理论 and 操作，旨在建立一个硬件及软件的基础，所述不深，仅供入门。请配合另外两篇教程实战篇及后期篇学习，希望能对大家有帮助！