

## M81-82与背景暗星云--高光比天体的HDR处理

深空天体拍摄实战第二篇：M81/82与背景的暗星云

在这篇里主要介绍一个技巧：高光比天体的处理

Messier 81 ( M81 ) 星系被称为完美的螺旋星系，位于大熊星座，距离我们一千二百万光年，是地球上望远镜可观测到的最亮星系之一。螺旋星系M81外围有蓝色的旋臂。在M81的右下方还可以看到一个喷射着红色气体和尘埃的不规则星系M82。这两个星系现在正在陷入一场耗时几十亿年的“引力战争”中。每隔百万年我们就能看到星系对另一个星系的显著影响，在上一回合中M82的引力增强了M81周围的旋臂密度。但是M81让M82的恒星形成区和气体云碰撞发出的X射线。我们透过银河系内的共耀星云 (IFN) 看到了这场星际之间引力战争。再过几十亿年这两个星系最终会只剩下一个。

器材介绍：

使用的望远镜为高桥反射式摄星镜e-130D，焦距430mm

赤道仪为艾顿CEM60-EC

相机是QHY16200A，搭配七牌LRGB滤镜

其中明度通道单张10分钟，21张叠加

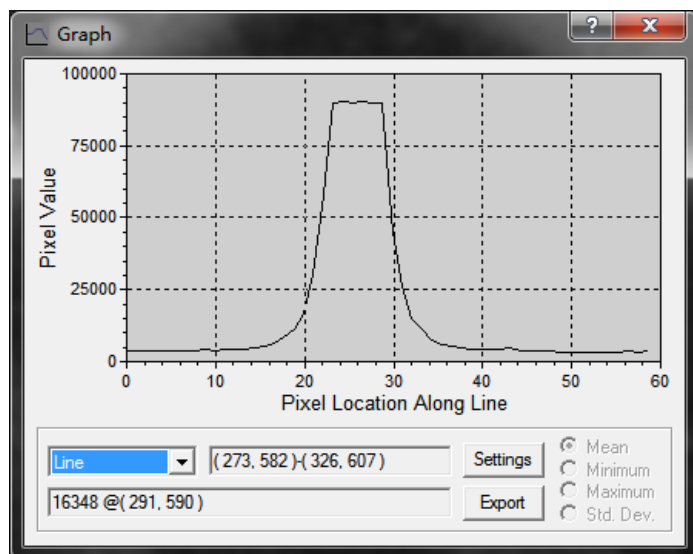
RGB通道单张10分钟，每通道各12张，分两个夜晚完成。

对于一支430mm焦距的小镜子来说，春天即星荒。所以我这一次把镜头对准了M81所在的天区，这一部分天区有很浓厚（相对其他天区而言）的星际物质，如果可以拍出来的话也是对画面的一种充实。

HDR的正式称谓是高动态范围。这个名词在风光摄影里是比较常见的，早期的数码相机宽容度不足，在拍摄光比很大的景物时如果亮部正常曝光，暗部就会毫无信息；如果暗部正常曝光则亮部会全部溢出。

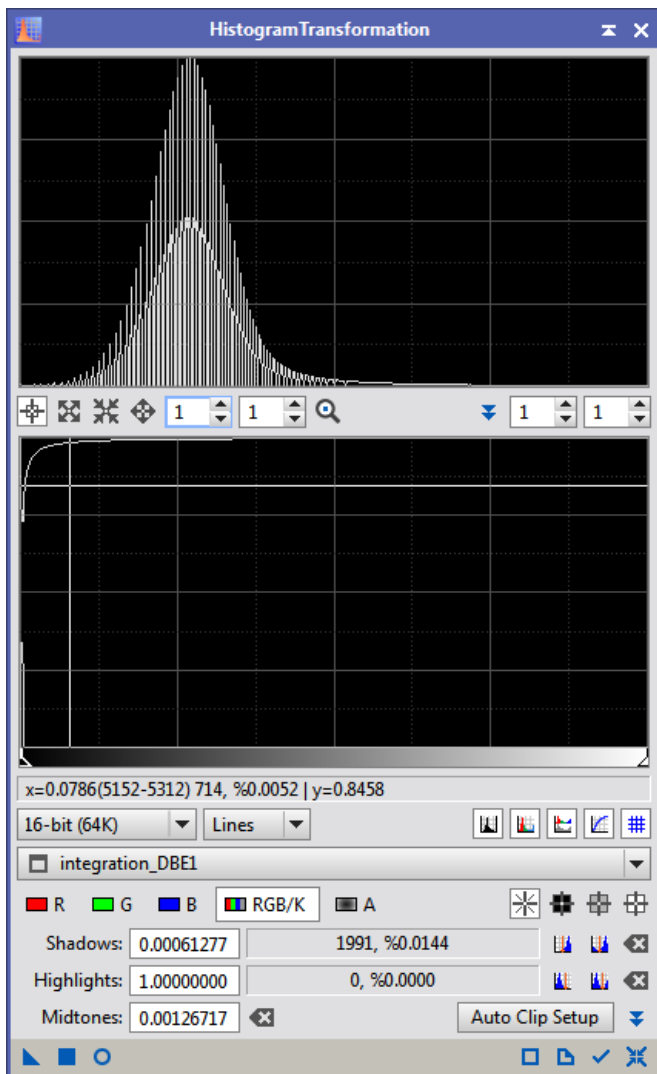
那么下面的问题是：天文摄影和风光摄影哪个对宽容度的要求更高呢？以前大家流行的观念是：如果你不拍M42那样强烈对比的天体，那么天文摄影对于宽容度的要求很低。但实际上的情况恰恰相反：天文摄影是最需要宽容度的。高动态范围的图像处理一般分为两种，一种是真正硬件上的HDR（我们以后称为线性HDR或者硬HDR），另一种是只存在于后期拉伸步骤的软件HDR。简单来说，硬HDR（或者叫线性HDR）是通过一组长曝光帧（例如15min的若干单张）和一组短曝光帧（例如1min的若干单张）在线性阶段把星点过曝的部分补齐。

如图所示，这是一张过曝的星点的一维投影图。中心被削平了，硬件HDR的做法就是拍摄一组短曝光的参考，把中间被削平了的地方再接成尖尖的，接完了之后的星点中心的数值将远超过65536，所以必须存储成32位fits格式（能表达429 496 7296种灰阶）。

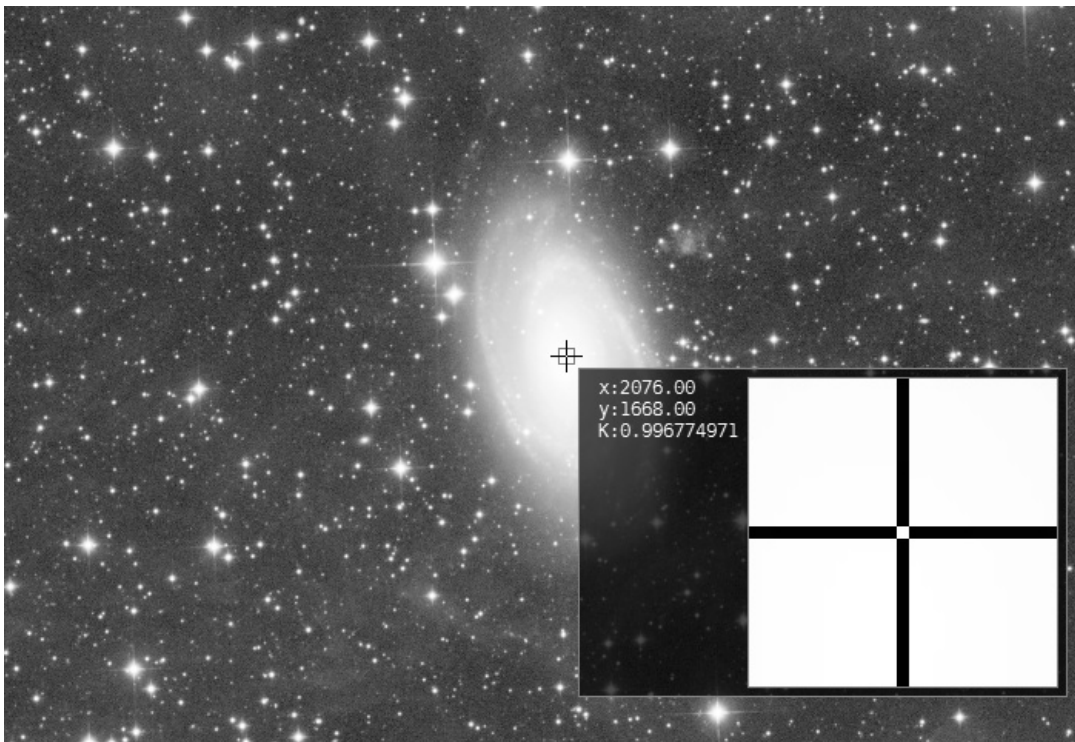


但我们今天说的并不是这种硬件HDR，而是基于非线性图像的软件HDR。想理解软件HDR的话还要先说一下平时我们所谓的“拉伸曲线”是怎么一回事。

下图是对这张M81/82的明度通道的非常剧烈的曲线，把极暗部的信息都拉伸到肉眼可见的水平



最后的结果是这样的。虽然说背景暗星云被提升上来了，但两个星系本体里的细节完全看不到。可是这跟前面的硬HDR里的星点过曝是不一样的，请注意**拉伸曲线不会让画面的任何部分过曝**，因为最亮的部分永远还是1。所以说我们常说的“拉伸曲线”实际上是一种**色阶压缩**操作，让高光部分“挤一挤”给暗部留出来，就好像一个老师想让班级里大多数人都及格，而修改了计分方式，把所有人的成绩开根号再乘以10一样。100分还是100分，但对于差生来说36分就能及格了。图中的星系中心部分是0.9967...的数值并没有到1.0。但是由于我们的肉眼对亮部不如对暗部敏感，亮部的这么一点点变化肉眼是很难察觉了，才造成了我们感官上的“过曝”感受。



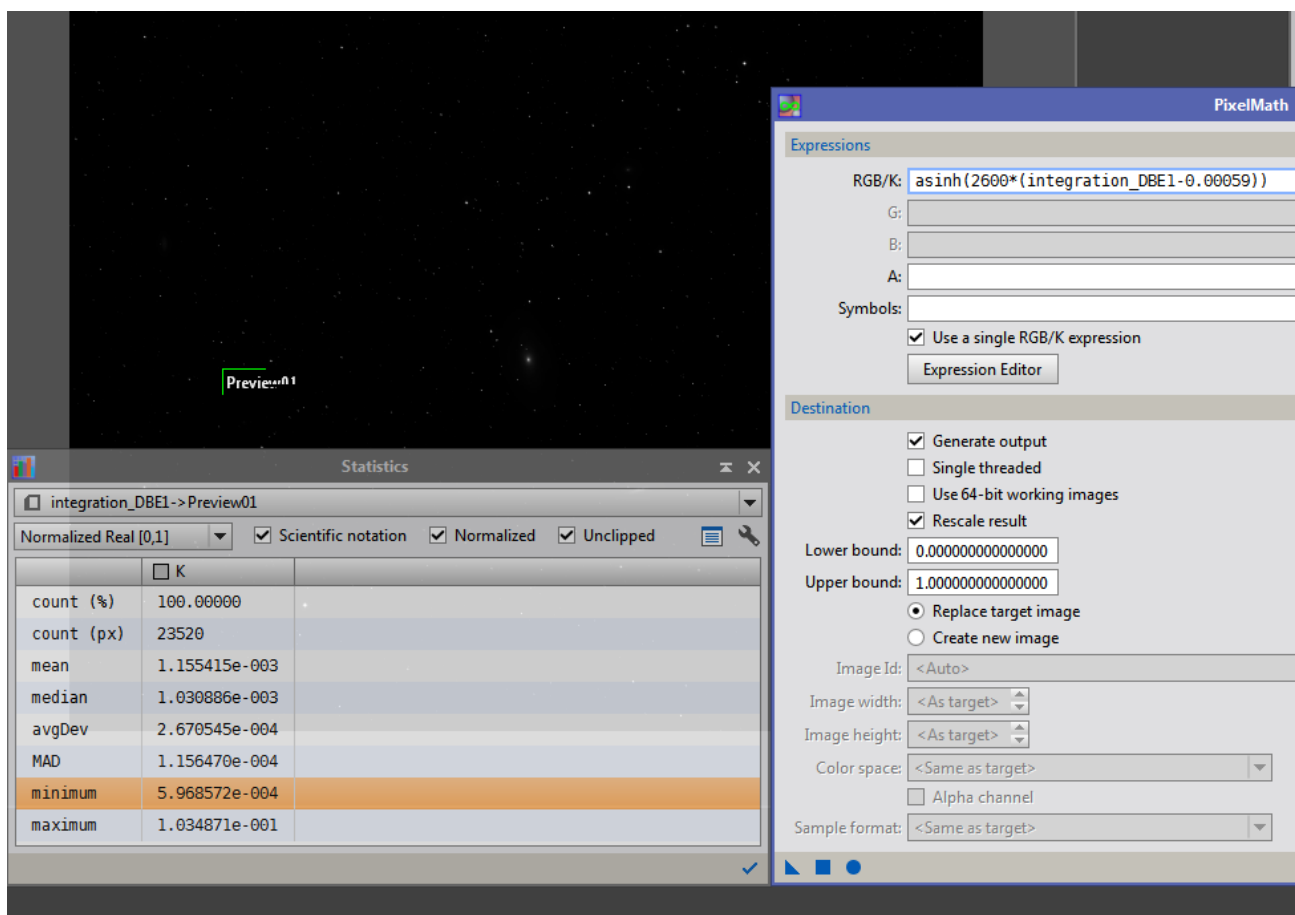
其实无论是pixinsight还是photoshop里的色阶压缩方式都是log函数，它对亮部的保护是不太好的，换句话说就是亮部太拥挤了。为了让图片中的暗星云和星系全都能很舒服的显示出来，我们通常采取两种操作：软件HDR或者Arcsinh函数压缩色阶。

首先来介绍Arcsinh函数的色阶压缩。这个功能通常在独立的软件Fitsliberator里或者Pixinsight的Pixel Math里实现。这里我们着重介绍pixel math的色阶压缩

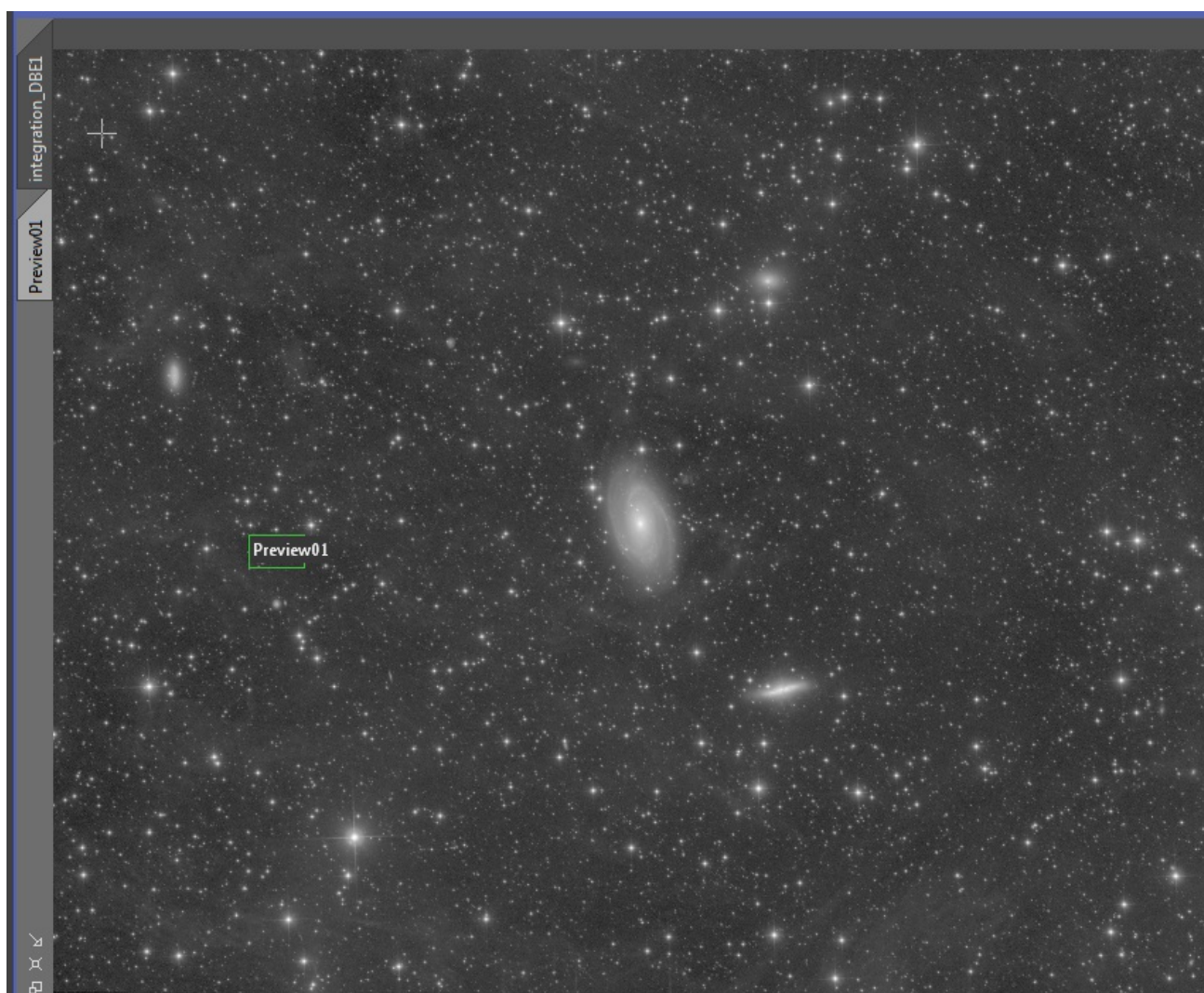
首先给出公式： $Image' = \text{arsinh}(\text{Strength} * (\text{Image} - \text{Background}))$

先解释一下这个公式是什么意思。Background就是图像的最暗部的亮度大小，Image是目标图像，Strength为色阶压缩强度，经验上通常选择1000-3000的范围。Image' 是输出图像。

首先在图像的背景上选一块preview，在statistics里查看最小值，填入公式种的background里。注意在pixel math的选项里要勾上rescale result，否则画面就会全白，那才是真正的“拉伸色阶”了、



这样做完色阶压缩之后，我们发现图像的亮部会得到极好的保护，再也不用担心“过曝”了。



仔细看看星点，和log曲线压缩出来的图像也是不一样的  
Arcsinh变换出的图像



Log变换出的图像



可以看到Arcsinh变换出的图像比Log函数的星点更细，星点的中心是一小块亮斑，往外延伸的是一层淡淡的光晕。

但是做这张M81/82的图像时，我并没有用这个看起来高大上的Arcsinh函数变换，原因在于arcsinh的反差不够高，而星际尘埃部分是很需要反差的。

所以这里再介绍第二种高光比天体的处理方法：软HDR

软HDR在整个处理流程中的位置，我习惯放在LRGB合成以后。

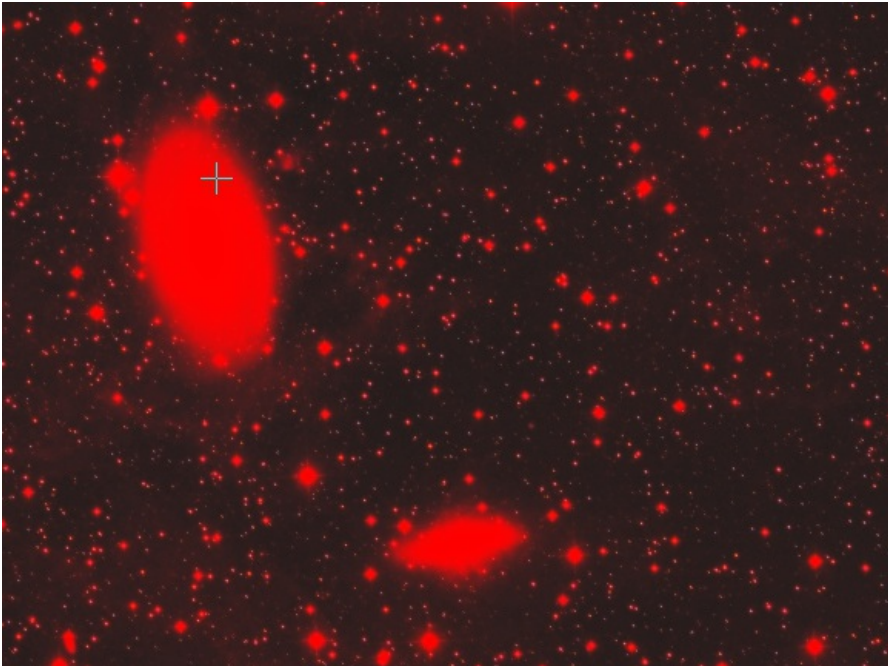
首先我们需要一张只拉伸出星系本体的照片和一张，记为L1，还需要一张充分拉伸出背景星云的照片，记为L2

首先要制作一张Shadowmask来遮住L1的亮部。用小波滤镜去掉1-3层，调整曲线让蒙版层暴露出中心而周围近似于全黑





将蒙版应用到L1上，并且勾选“invert mask”反相，这时候再做什么图像操作的话，就几乎只对图像中的非红色区域（蒙版透明区）起作用。



然后打开pixel math工具，输入 $\max(L1, L2)$ ，并作用到L1图上去，之后L1的蒙版透明区域（对应的是背景区）由于最大值函数的操作，会取两张图里的最大值，也就是那张拉伸过的图像的亮度，而蒙版的不透明区域也就是星系本体上，加了蒙版之后几乎是0，最大值操作就几乎不起作用。这样我们便得到了一个同时带有星系和背景暗星云细节的图像了。

软HDR还有其他的办法，但都不如这种好。其他的办法比如：给L2打上正相的蒙版，跟L1做最小值。这个办法最大的坏处是星点周围会出现由于最小值滤镜造成的黑圈，非常难看。另外由于蒙版不是全透明的，暗部也并不是全黑，做完HDR之后一般还需要一点饱和度提高或者明度曲线继续提高暗星云的亮度，软HDR的蒙版范围操作不好的话很容易让星系的旋臂出现很生硬的变化，这些都是做HDR合成时需要避免的。

HDR之后的成品图:

