

QHY15 CCD 相机使用手册

版本 V1.2

目录

重要的安全信息.....	1
标准配件.....	1
选配件.....	4
相机接口及说明.....	5
快速入门及相机驱动安装.....	5
DC201 输入电压范围及功率.....	5
产品使用温度和湿度.....	6
芯片结露问题.....	6
长时间使用及远程天文台使用注意事项.....	6
制冷器保护.....	7
CCD 表面的清洁.....	7
关于 BLOOMING 控制问题.....	7
关于 GAIN 和 OFFSET 设置.....	8
QHY15 机械尺寸.....	8
QHY15 后截距.....	9
中心及倾角调节环使用方法.....	9
软件入门简易教程.....	9
MaxIm DL 图像测量.....	10
QHY15 CCD 的图像校准.....	11
技术参数.....	14

欢迎您购买 QHYCCD 系列产品。

在使用相机前，请您仔细阅读本使用手册以及注意事项，以便能迅速掌握本产品的正确使用方法。

QHY15 900 万像素科学级高分辨率大幅面制冷 CCD 相机是专为天文摄影，工业检测和实验室图像应用而设计的科学级高性能高灵敏度 CCD 摄像机。该相机具有专业级的 16BIT 采样深度，单一像素灰度范围为 0-65535，可以充分发挥 CCD 的动态范围。

QHY15 采用的 CCD 传感器为有效尺寸 36.8mm×36.8mm 的 KODAK KAF09000 CCD，在绿光下具有 70%的量子效率，在近红外波段也具有 20%-50%的量子效率，因此也非常适合近红外成像，例如太阳能电池板检测等。QHY15 内置了主动半导体制冷器，通过对 CCD 芯片的制冷，大幅度降低了热噪声，QHY15 还具有低速读出模式，进一步优化了信噪比。因此非常适合于弱光应用。

QHY15 采用高速 USB2.0 接口，不需要额外的视频采集卡，可以方便的与笔记本电脑和台式机连接，同时，QHY15 还可以输出适合于科学研究和定量测量所需要的 16bit 的无损 FIT 图像。

重要的安全信息

1. 幅面较大的 CCD 芯片和制冷器均属于易碎器件，相机受到强烈撞击或者跌落时，可能导致损坏，因此在使用和运输过程中应避免碰撞、摔。
2. 散热的通风口要避免阻挡。
3. 9 芯电源线接口避免热插拔。建议的连接顺序为：首先连接 USB 线，再连接 9 芯线，最后连接 12V 输入电源。关闭顺序为：先关闭 12V 输入电源，再拔掉 9 芯线，最后拔掉 USB 线。（如果先连接 9 芯线，再连接 USB 线，但这时候没有连接 12V 输入电源，会导致计算机找到 unknown device）。
4. DC201 的 12V 输入口，为内正外负，内径为 2.1mm 请检查电源适配器的插头机型是否匹配。若极性接反会导致损坏。使用不同内径（如 2.5mm）的插头，会导致接触不良的问题。

标准配件

QHY15 CCD 相机



×1

USB 连接线



×1

QHY15 DC201 直流电源适配器



×1

9 芯电源线



×1

中心及倾角调节环



×1

干燥管



×1

100-240V 转 12V 交流适配器



×1

USB 延长线（5 米）



×2

外触发信号线

×2

光盘

×1

QHY15 制冷 CCD 相机用户手册

×1

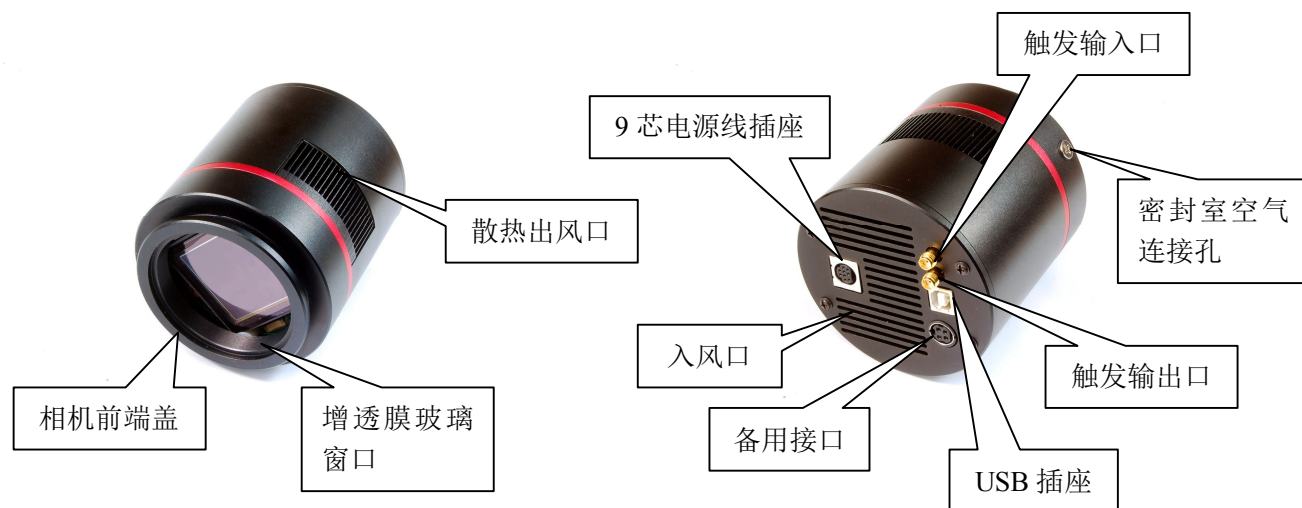
选配件

以下为选配件（根据地区不同，需要单独购买，或由经销商提供）

全密封保存箱及电热硅胶干燥器



相机接口及说明



快速入门及相机驱动安装

1. 该版本支持 windowsXP 系统。
2. 运行驱动安装程序“INSTALL.BAT”，安装 QHY15 驱动。
3. 使用 USB 线连接电脑与相机，暂不连接 9 芯电源。
4. 系统发现新硬件，选择---否---下一步---自动安装---仍然继续---路径 C:\WINDOWS\system32\drivers；重复以上步骤，直至驱动安装完成。
5. 驱动安装成功后，相机的红色 LED 指示灯将亮起。
6. 使用 9 芯电源线连接 DC201 和 QHY15。注意 9 芯电源线有 EMC 磁环一端应与 DC201 连接。
7. 将 DC201 接通 12V 电源，DC201 右上角（+15V，-15V，+5V）的指示灯将亮起。
8. 运行“EZCAP 应用程序”文件夹中的应用程序“EZCAP.exe”，打开“camera”点击“scan camera”，此时 QHY15 显示为可选，点击 QHY15。
9. 检查 DC201 上 FAN 和 TEC 指示灯是否亮起，QHY15 的风扇是否运转。

DC201 输入电压范围及功率

DC201 需 12V 稳压电源输入。最大允许输入范围为 11-13V。连接蓄电池时，充满的蓄电池电压可能超过 13V。电压太高可能减少 TEC 的寿命。必须在这种情况下使用时，应限制最大制冷器功率。

EZCAP 软件 Favorite—“TEC PROTECT”选项，请勾选该选项。ASCOT 已默认设置该项。

QHY15 的功率与制冷器 PWM 功率设置有关，范围为 3.6W 到 30W。因此应选择 12V4A 以上的供电电源。

产品使用温度和湿度

QHY15 使用温度为-20 摄氏度到+30 摄氏度。

相对湿度 RH=0%—90%

芯片结露问题

一定的相对湿度下，温度低于露点，物体表面出现结露或结霜，这是自然规律。结露或结霜出现在芯片和玻璃窗表面，会对成像产生影响。芯片表面结霜较多，这些冰晶融化成水，流至相机电路板，易产生短路并带有腐蚀性，导致相机损坏。相机在使用前后应避免出现此问题。

一、芯片表面结露

芯片处在密封性高的环境，芯片表面出现结露，说明密封环境内相对湿度较大，此时需干燥处理。

常用干燥使用方法：

1. 旋开前端盖上密封腔连接螺丝。
2. 将干燥管内装满硅胶干燥剂。装干燥剂前需加入少量棉花，避免干燥剂颗粒掉入密封腔内。干燥剂必须保证有效。
3. 将干燥管旋入空气连接接口处。检查橡胶密封圈状况，保证其气密性。
4. 约 24 小时后，密封腔内相对湿度可获得降低。

快速干燥使用方法：

准备干燥的压缩空气，（或手动气泵，让空气缓慢经过干燥管）稍微旋松前端盖，使气流通过空气连接口，进入密封腔，从前端盖与机身之间旋松处流出。几分钟后，密封腔内相对湿度可以获得降低。采用此方法，应避免气压太大。太大的气压可导致芯片或制冷器损坏。采用此方法，应避免气压太大。太大的气压可导致芯片或制冷器损坏。

二、增透膜玻璃窗口结露

外界环境湿度大时，若制冷温度太低，因密封腔内部空气对流，会导致红外截止玻璃窗口温度降低，使玻璃窗口结露。

QHY15 采用较厚玻璃窗口，有效改善上述情况。极端情况下，发生此问题，请采用以下方法：

1. 减少制冷量。QHY15 最佳制冷温度为-15 摄氏度到-20 摄氏度之间，应根据实际情况设置制冷器温度。
2. 避免 CCD 玻璃窗口朝向下方。CCD 玻璃窗口朝向下方时，冷空气更易集中在玻璃窗口，导致玻璃窗口温度更低。

相机使用结束后，应关闭所有电源，避免关闭制冷器后，相机部分仍保持供电的情况。因为相机使用结束后，芯片周围可能存在冰晶。冰晶融化后，流至电路板上，电路板保持供电的情况下会出现短路或者电化学腐蚀情况，容易损坏相机。

长时间使用及远程天文台使用注意事项

CCD 长时间使用，或者远程天文台使用时，请注意安全须知，并与经销商进行咨询。

注意事项：

1. 使用前需要反复检查密封腔内是否处于干燥状态。其方法为制冷后，观察芯片周边是否产生较多冰晶，若出现，则说明密封腔内相对湿度较大，需要进行干燥处理。
2. 检查密封腔气密性。其方法为使用手动泵从密封腔空气连接口向内部加压（注意压力不能太大，不能超过 1.1MP），观看压力是否迅速减小，若迅速减小，则说明气密性不良，检查前端盖是否拧紧。
3. 将干燥管装满有效的干燥剂，始终与 CCD 连接。以获得较长时间的持续的干燥效果。
4. 不建议 CCD 长期（几天或几周）处于供电工作状态。如需长时使用，应对 12V 输入或交流输入进行控制。

制冷器保护

QHY15 的制冷器最大可以达到 40-45 摄氏度的环境温差，因此需要注意避免热冲击。热冲击是指制冷器在温度快速变化时，由于膨胀或者收缩，导致的制冷器内部应力变化。强烈的热冲击会缩短制冷器的使用寿命，甚至导致制冷器的永久损坏。

避免制冷器热冲击的方法，在开机时，避免将制冷器功率调节到最大值，应逐步增大制冷器功率。在关机时，如果制冷器功率较大，应该逐步减小制冷器功率，然后关闭电源。

CCD 表面的清洁

如果 CCD 表面有较大的灰尘，影响成像效果，则可以打开前端盖进行芯片表面清洁处理；对于较小的灰尘，建议尝试使用平场的方法进行处理，而无需打开前端盖。

清洁方法：

1. 逆时针拧开前端盖。
2. 使用手动泵对表面的灰尘进行清洁。对于无法吹掉的污渍，使用镜头纸或者市面上可以买到的单反相机专用清洁套装对 CCD 表面进行清洁。

对于镜头纸，正确的清洁方法为：

1. 首先用肥皂清洗双手。
2. 取一张镜头纸，折叠一次或者两次（不可折叠太多，折叠太多以后，镜头纸会产生很尖锐的棱角，可能划伤 CCD 玻璃表面）
3. 对着 CCD 哈一口气，然后用手压在镜头纸上，保持适当的压力，对 CCD 表面进行擦拭。
4. 清洁完毕以后，重新安装 CCD 前端盖。如果环境湿度较大，则需要对 CCD 密封腔内部进行干燥处理。

关于 BLOOMING 控制问题

QHY15 及所采用的芯片具有大于 100 倍饱和曝光强度的抗溢出功能，在拍摄极亮的目标可能出现溢出的情况，因此在可避免的情况下，应避免 CCD 直射强光光源。

关于 GAIN 和 OFFSET 设置

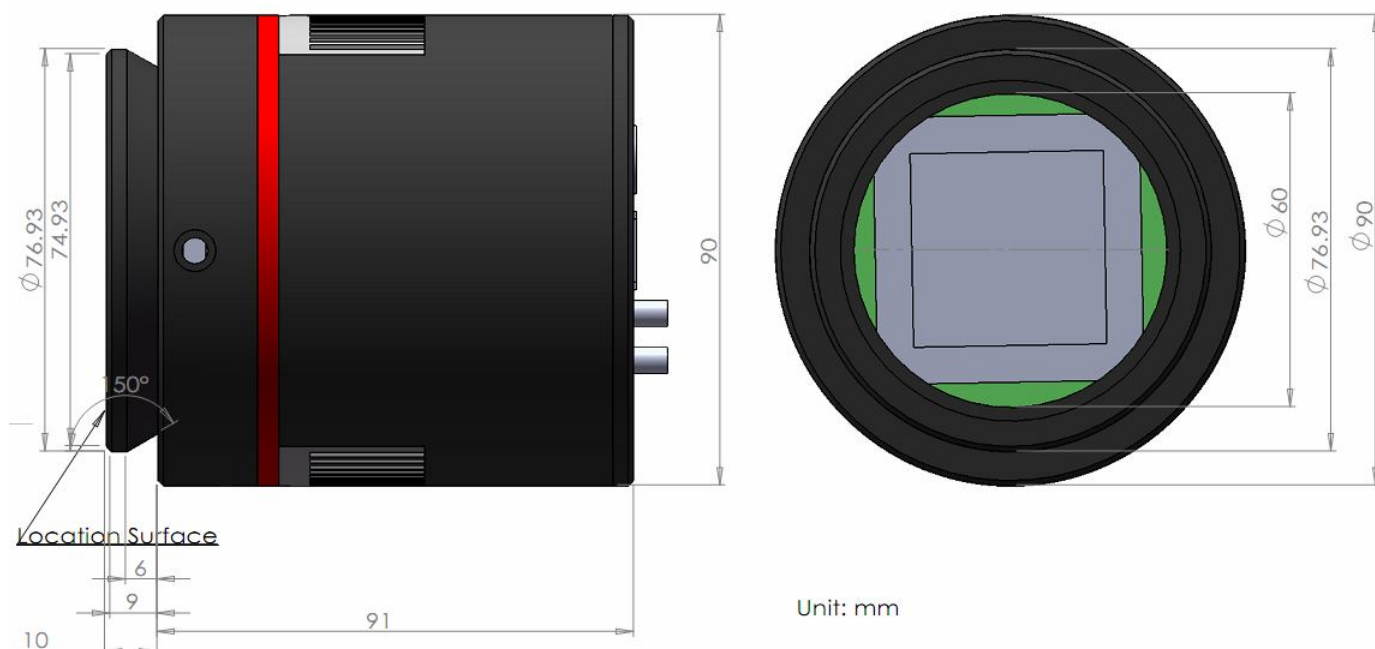
QHYCCD 开放了相机内部 ADC 的 GAIN 和 OFFSET 设置，以便用户获得最佳的使用性能。

GAIN 是 ADC 的前置可编程增益放大器的增益设置，范围为 0-63。OFFSET 是 ADC 的电压偏置设置。正确的设置 OFFSET 和 GAIN，可以改变 CCD 的系统增益，使得 CCD 的输出信号范围与 ADC 的量化范围相匹配，从而获得最好的动态范围。

适合于大多数情况的校准方法：

1. 首先设置增益为 0。
2. 在曝光时间为 0 的情况下，盖上镜头盖，拍摄一张 BIAS 帧。
3. 观看所拍摄图像的局部平均值（可以用 EZCAP 的 Noise Analyze 功能）。
4. 理想的平均值在 500-1000 左右，如果值偏大，则减小 OFFSET，如果值偏小，则增加 OFFSET。
5. 重复 2-4 步，获得理想的 OFFSET 值。
6. 打开镜头盖，增加曝光时间，对着均匀的灯光（如灯箱，或者液晶屏，拍摄一张曝光饱和的图像。
7. 观看所拍摄图像的局部平均值，如果小于 60000，则增加 GAIN，如果全部为 65535，则减小 GAIN。（注：对于某一些 QHYCCD 和 2×2 ， 3×3 ， 4×4 合并下，即使增益为 0 时，也为 65535，这种情况下，就将增益设置为 0。）
8. 重复 6-7 步，得到适合的 OFFSET。
9. 在上述 GAIN 下，在此重复 2-4 步，得到更为准确的 OFFSET。

QHY15 机械尺寸



QHY15 后截距

QHY15 的后截距为 14.5mm。

连接中心及倾角调节环以后，QHY15 的后截距将增加约 8.5mm。如果需要精确计算距离，则需要考虑 CCD 表面玻璃的厚度和该玻璃到 CCD 感光晶片的距离。详细数值请参考 KODAK 官方网站 KAF 09000 CCD 的资料。

中心及倾角调节环使用方法

QHY15 通过调节环可以直接与望远镜连接。如果需要调节 CCD 中心及倾角，需要使用中心及倾角调需要注意的是，如果使用此调节环，QHY15 后截距将增加大约 8.5mm。

中心调节时，将调节环周围的三颗螺丝松开，将调节环套入 QHY15 的燕尾槽中，此时调节三个螺丝的位置，可以实现最大约 1mm 的中心位置调节。

倾角调节时，略微松开三颗螺丝，在调节环侧面有一个顶丝，调节该顶丝的位置，可以实现倾角角度大小的调节。将 QHY15 与调节环相对旋转，可以实现倾角的方位调节。

调节好中心和方位后，将三颗螺丝锁死。

软件入门简易教程

尽管有丰富的软件支持 QHY15 相机，但是我们仍然强烈建议您初次试用的时候使用 QHY15 标配的 EZCAP 软件。EZCAP 软件具有最大的硬件兼容性，您可以使用 EZCAP 软件验证您的相机能否正常工作。

1. 运行 EZCAP.exe。
2. 在 Camera 菜单栏中选择 Scan Camera。
3. 如果检测到相机，则会显示【QHY15】，请点击【QHY15】。EZCAP 软件左边的 Preview 栏目会自动打开。
4. 设置 GAIN 为 0，OFFSET 为 125。
5. 设置 Exposure 曝光时间。
6. 点击 Preview 按钮，相机开始曝光，并且显示图像。
7. 调节 Histogram 栏里的灰度拉伸条，选择合适的拉伸范围。通常情况下，可以观察 Histogram 的强度图谱，然后调节拉伸条，让拉伸条所涵盖的范围正好包括强度谱线主要的分布范围。
8. 勾取 Live Preview，可以实现连续预览。建议使用较短的曝光时间（100-500ms），从而获得较快的预览速度。
9. 调节镜头或者望远镜焦距，使得图像基本清晰。
10. 停止连续预览。
11. 通过鼠标在图像区域点击，选择一个合适的目标或者星点。
12. 打开 FOCUS 栏，点击 Focus 按钮，获取一张对焦图像。
13. 调节 Histogram 栏里的灰度拉伸条，选择合适的拉伸范围。
14. 勾取 Live Focus，进行连续预览。可以通过鼠标在图像区域点击，更为准确的选择目标。此时，在 Screen View 栏中会显示强度分析曲线，以及 5 倍放大对焦图像。在 FWHM 中会显示星点半宽全高和星点峰值强度。一般说来，FWHM 越小，峰值强度越高，说明对焦越好。
15. 对焦完毕以后，打开 Capture 栏，进行正式拍摄。
16. 设置合适的增益和偏置以及曝光时间。
17. 选取 1×1 合并模式，选择低速读出。点击 Capture 进行拍摄。

EZCAP 可以对相机进行手动或者自动的温度控制。在 Setup 菜单中选择 Temp Control。温度控制窗口出现，可以看到一共有三个选项：TEC OFF，Manuel 和 Auto Control。其中 TEC OFF 为关闭制冷器，选中以后制冷器电源会立即关闭。Manuel 为手工控制，此时可以通过左边的 PWM 功率调节条，控制制冷器功率。范围从 0%到 100%。Auto Control 为自动恒温控制，此时可以调节右边的目标温度调节条，设置所需要的温度。

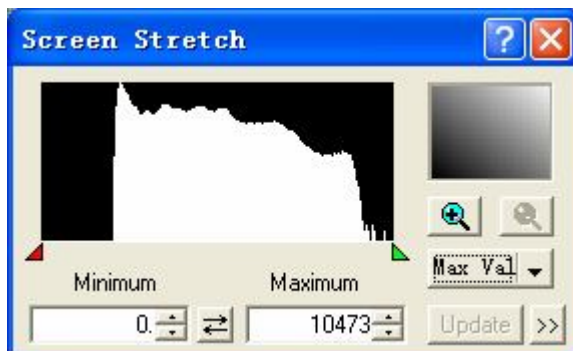
EZCAP 输出的图像中，有可能包含 overscan 区域和 optic black 区域。如图所示。这些区域的数据可以用于 CCD 图像的预处理。注意不是所有软件都可以输出这些区域。



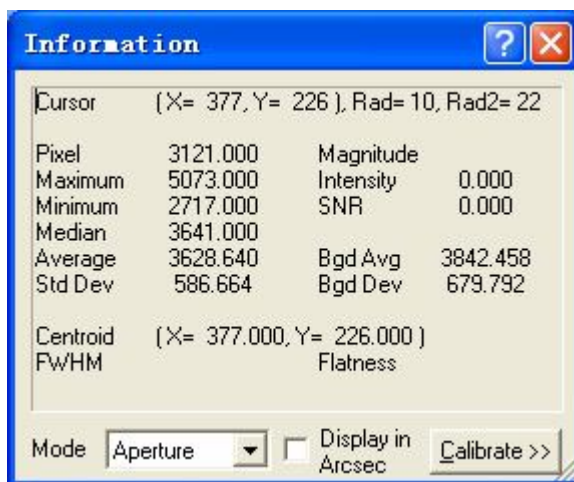
MaxIm DL 图像测量

在 MaxIm DL 中，可以对拍摄的原始图像（如 QHY15 拍摄的 FIT 格式图像）进行测量，以获得直观的科学数据。

打开 MaxIm DL，选择 View-Screen Stretch，或点击  按钮，打开 Screen Stretch 调整窗口。改变直方图下边的两侧滑块，可以调整图像的亮度范围。右侧的下拉菜单可以快捷设置一些预置的参数，比较常用的是 Max Val（显示全部位数）。下部的 Minimum 和 Maximum 为左右两侧滑块的当前亮度数值。注意，改变 Screen Stretch 仅仅是改变显示的亮度范围，对于拍摄的原始图像，并不会改变实际某一点的亮度。



选择 View-Information Window，或点击 ，打开 Information 窗口。打开该窗口后，鼠标将变成一个 3 圈结构的环。在 Information 窗口中，先选择窗口下部的 Mode 为 Aperture 模式，此时可以观察到鼠标中心位置，小环半径，大环半径，中心像素亮度值等信息。以下将对这些信息做一个简单介绍。



1. **Cursor:** 显示鼠标中心位置，单位为像素。Rad 为内环的半径，Rad2 为外环的半径，单位均为像素。在图像上右键单击，可以弹出设置内环半径的选项，请根据需要进行设置。
2. 以下信息显示的范围为内环以内：
 - (1) **Pixel:** 显示鼠标中心位置的像素亮度。
 - (2) **Maximum:** 显示内环范围内的最亮像素的亮度。
 - (3) **Minimum:** 显示内环范围内的最暗像素的亮度。
 - (4) **Median:** 显示内环范围内的像素亮度中值。
 - (5) **Average:** 显示内环范围内的像素亮度均值。
 - (6) **Std Dev:** 显示内环范围内的像素亮度标准差。
3. 以下信息显示的范围为内环以内，但预减去了中环的像素亮度均值：
 - (1) **Magnitude:** 显示内环范围内的某颗星的星等（天文方面使用，注意需要保证内环范围内只有一颗星）。
 - (2) **Intensity:** 显示内环范围内的像素总亮度。注意，此时的像素总亮度算法为将内环内的各像素亮度减去背景亮度后再进行相加。
 - (3) **SNR:** 显示内环范围内的像素信噪比。注意，该信噪比的计算方法为内环范围内的像素总亮度相比于背景亮度标准差的比值的平方根。
4. 以下信息显示的范围为外环：
 - (1) **Bgd Avg:** 显示背景亮度均值。
 - (2) **Bgd Dev:** 显示背景亮度标准差。

其他参数和更详细的信息请参考 MaxIm DL 的帮助文档。

QHY15 CCD 的图像校准

图像校准是指对 CCD 进行 BIAS 场，DARK 场，FLAT 场校准。通过校准，可以完全去除 CCD 的热噪点，同时使得图像亮度均匀，以及去除 CCD 表面由于灰尘所导致的暗斑。图像校准是进行严肃的拍摄所必须进行的步骤。

为了获得准确的校准信息，需要将 CCD 控制在恒温状态，并且温度要与正式拍摄时使用的温度相同。

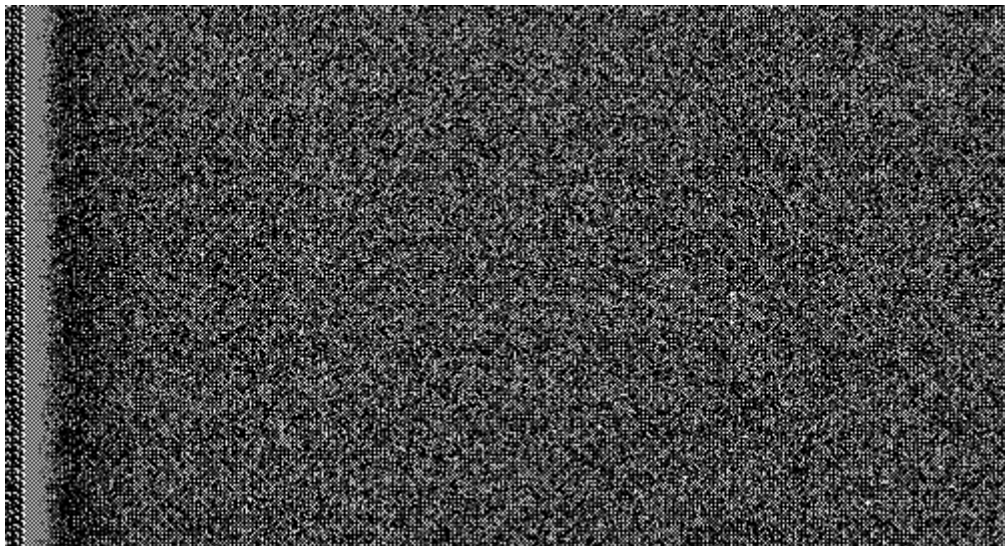
CCD 图像校准原理：

校准后图像 = $[(L-B)-(D-B)]/(F-B) = (L-D)/(F-B)$

其中 L 为实际拍摄图像，D 为 Dark Frame 图像，B 为 BIAS 图像，F 为 FLAT 图像。

一、BIAS 图像的拍摄

BIAS 图像是指曝光时间为 0 时的图像。拍摄时需要避免任何光进入 CCD 传感器中。因此需要盖上镜头盖。将曝光时间设置为 0，然后使用低速， 1×1 模式拍摄若干张（10 张-50 张）BIAS 图像。保存，然后用叠加软件进行叠加（选用平均叠加，不进行位置匹配，得到一张 BIAS Master 图像。保存该图像。



BIAS 局部图像 (B)

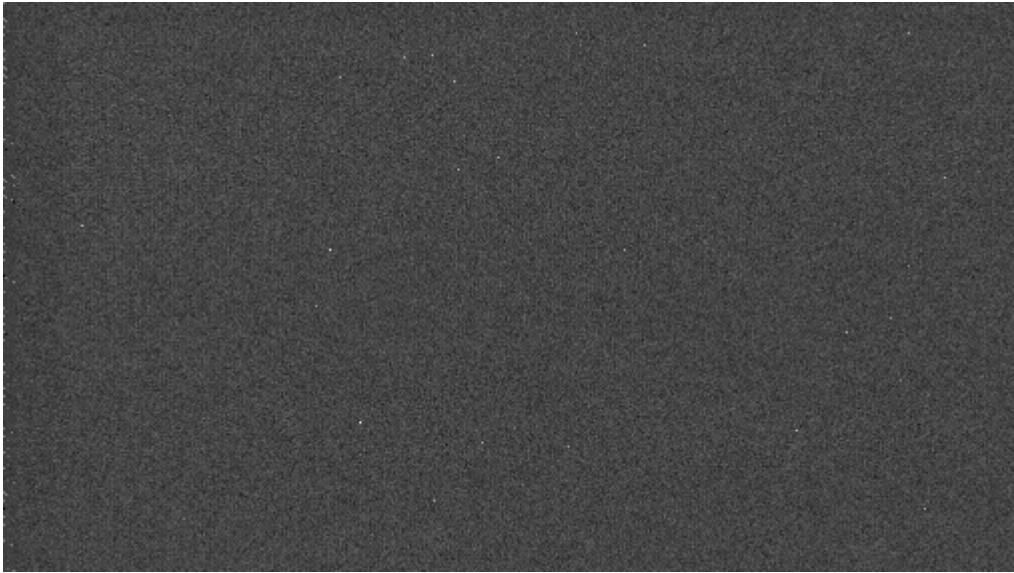
二、DARK 图像的拍摄

DARK 图像是指曝光时间与正式拍摄时间相同的图像。拍摄时需要避免任何光进入 CCD 传感器中。因此需要盖上镜头盖。

将曝光时间设置为与正式拍摄时间相同，然后使用低速， 1×1 模式拍摄若干张（10 张-50 张）DARK 图像。保存，然后使用叠加软件进行叠加，得到一张 DarkMaster 图像。保存该图像。



Dark 局部图像 (D)



经过 BIAS 场校准的 DARK 局部图像 (D-B)

三、FLAT 图像的拍摄

FLAT 图像可以校正由于光学系统的不均匀性造成的中心亮，边缘暗的问题，也可以校正由于 CCD 芯片表面会成导致的图像污渍问题。

平场校准的方法是：需要一个均匀发光的灯箱。将灯箱放置于望远镜镜头前。设置适当的曝光时间，进行曝光。连续拍摄 10-50 张平场图像。保存并进行叠加，得到一张 FLAT Master 图像，保存该图像。

要获得准确的平场校准，需要注意以下事项。

应在拍摄之前或者拍摄结束之后立即拍摄平场图像。以避免由于拆装设备后，振动导致 CCD 表面灰尘的位置发生变化。

曝光量的选择，以最大动态范围的 30%为宜。

获得的 BIAS Master，DARK Master 和 FLAT Master 图像将作为图像后期处理时，对所拍摄图像进行校准的数据。

技术参数

QHY15 CCD 相机参数表

CCD 芯片	KODAK KAF09000
有效感光面积	36.8mm×36.8mm
总像素数	3103×3086
有效像素数	3056×3056
像素尺寸	12 μm×12 μm
CCD 类型	方形 CCD
扫描方式	逐行扫描
满阱电荷数	110Ke-
防溢出功能	大于 100 倍饱和曝光强度
图像缓存	32MB SDRAM
低速下载时间（注）	18 秒（1×1binning） 9 秒（2×2binning） 4 秒（4×4binning）
高速下载时间	4 秒（1×1binning） 2 秒（2×2binning） 1 秒（4×4binning）
像素合并	1×1, 2×2, 3×3, 4×4
动态范围	84dB
读出速率	2Mpixel/s, 6Mpixel/s
读出噪声	约为 10ADU（相当于 10-18 个电子）
系统增益	1.5e-/ADU 到 1.7e-/ADU
双相关采样	是
模数转换位数	16bit 模数转换器（注 2）
制冷系统	双层半导体制冷器
散热风扇	内置主动散热风扇
最大制冷温差	低于环境温度 45 摄氏度
温度控制器	内建
功耗	最小（TEC OFF） 2W TEC=50% 18W 最大（TEC=100%） 36W
输入电压范围	DC12V（输入至 DC201 电源适配器） 安全输入电压：11V-13.5V
望远镜接口	M77 斜面
最大中心位置调节量	±0.5mm
最大芯片倾斜度调节量	1°
芯片距定位面距离	14.5mm（不连接中心仰角调节环） ≈23mm（连接中心仰角调节环）
相机重量（不包括电源适配器和线缆）	675g
相机尺寸	参见机械外形图
触发口	1 外触发输入端口 1 外触发输出端口

快门及滤镜轮控制端口	1 4 芯 RS232 串口
可拆装的干燥管	是
数据接口	USB2.0（可提供转千兆网方案）

注：所注为典型下载时间，下载速度与读出噪声有关，可以根据具体要求进行调整和平衡。

CCD 光谱响应曲线（归一化）

