



Dhyana 401D

产品手册

V1.0.0



鑫图光电有限公司

版权所有

目录

1. 引言	3
1.1. 免责声明	3
1.2. 安全和警告信息	5
2. 产品规格	6
2.1. 包装清单	6
2.2. 量子效率曲线	7
2.3. 窗片曲线	7
2.4. 相机电源与信号连接	8
3. 特点与功能	9
3.1. 相机介绍	9
3.2. sCMOS 的结构和运行	9
3.3. 快门方式	10
3.4. 读出噪声	11
3.5. 坏点校正 (DPC)	12
3.6. 暗信号非均匀性 (DSNU)	12
3.7. 光响应非均匀性 (PRNU)	13
3.8. 工作模式	14
3.8.1. 高动态模式 (High Dynamic Range)	14
3.8.2. 高增益模式 (High Gain)	15
3.8.3. 低增益模式 (Low Gain)	15
3.9. ROI 读出	15
3.10. Binning 读出	16
3.11. 时间戳	17
3.12. 帧率计算	18
3.13. 帧率调节	19
3.14. 入射光子计算	19
3.15. 采集模式	20
3.15.1. 流模式	20
3.15.2. 软件触发模式	21
3.15.3. 硬件触发模式	21
3.16. 触发输出	27
3.16.1. 触发输出电路	27
3.16.2. 触发输出时序图	27

4. 安装	28
4.1. 推荐的电脑配置	28
4.2. 相机安装	29
4.3. 驱动安装和卸载	29
4.3.1. 相机 USB 驱动安装	29
4.4. 软件安装和卸载	32
4.4.1. 安装	32
4.4.2. 卸载	34
5. 维护	36
5.1. 定期检查	36
5.2. 基本使用	36
5.3. 窗片清洁	36
6. 故障排除	37
6.1. 电脑无法识别相机	37
6.2. 软件暂停工作、卡死	37
6.3. 帧率达不到标称	37
7. FAQs	38
7.1. 为什么拍摄下来的图片亮度与预览窗口不一致？	38
7.2. 相机预览图像出现条纹状闪动	38
8. 售后	39
附录 1： 结构线条图	40
附录 2： 相机参数表	41
附录 3： 第三方软件应用	43
附录 4： 第三方认证	44
附录 5： 更新日志	46

1. 导言

1.1. 免责声明

为保护用户的合法权益，请您在使用本公司产品前务必仔细阅读我们随附的说明书、免责声明和安全须知。此相机使用说明文档包含相机的基本信息、安装说明、产品功能介绍以及保养维护，旨在让用户更方便地使用鑫图相机，本文档只针对上述目的而公开。请您务必按照说明书和安全须知操作本产品。

在任何情况下，本文档中的所有内容均不构成任何明示、暗示、法定或者其他形式的保证，包括但不限于任何适销性、非侵权性或特定用途适用性的保证。

在任何情况下，对于因未经授权擅自使用本文档内容而引发的或与之相关的任何损失或损害，无论是直接的、间接的、特殊的、附带的、后果性的还是其他原因造成的，无论是侵权行为还是其他原因造成的，鑫图光电均不承担任何责任。

产品使用限制：

产品只能按照使用手册中的指导进行使用，不得进行非授权的修改、篡改或逆向工程，并提醒用户如不按照产品使用手册的指导进行使用，导致产品损坏或故障，责任由用户自行承担。用户在实际操作产品的过程中应根据产品使用手册、免责声明、安全须知的内容，结合自己的实际情况和需求进行调整和应用，本公司不对任何因用户违反产品使用手册、免责声明、安全须知或者操作不当，而造成的人身伤害或者财产损失承担任何法律责任。

引用第三方内容：

- 1) 使用手册中可能包含第三方提供的内容或链接，这些内容和链接仅供用户参考和便利，鑫图仅对第三方的内容或链接进行单纯的直接引用，不对其真实性、准确性、完整性作出任何担保，并且不承担任何责任。
- 2) 本文档中信息的发布并不意味着鑫图光电公司或任何第三方自动放弃任何专利权或专有权。
- 3) 本文档可能包括技术错误或印刷错误，在任何情况下，鑫图均不对未经授权擅自使用本文档内容造成的任何损失或损害承担责任，无论是直接的、间接的、特殊的、附带的、后果性的或以其他方式的损失或损害。

版权和保护声明：

本文档及相关图纸的版权归鑫图光电所有，鑫图光电保留解释权等所有权利。本文档和相关图纸不得擅自进行复印、翻印或复制，也不得擅自披露相关内容。

商标和专利信息：

鑫图、TUCSEN、、、是鑫图光电的商标，任何人不得侵犯鑫图光电的商标权利。所有其他商标均为其商标所有权人的财产，鑫图光电不对其他人的侵权行为负责。

使用手册的更新：

鑫图不承诺随时通知更新或保持当前的这个文档中所包含的信息。产品如果进行更改，相关更改信息将纳入新版手册中。恕不另行通知。

综上所述，在使用本公司产品之前，请您务必仔细阅读并理解以上的免责声明，祝您使用愉快，谢谢！

福建鑫图光电有限公司

1.2. 安全和警告信息

操作和使用

 注意	● 请勿摔落，自行拆卸，修理或更换内部器件。否则可能会损坏相机器件或导致触电。 ● 如果液体如水，饮料或化学品进入设备，请停止使用并联系最近的经销商或制造商寻求技术帮助。 ● 请勿用湿手触摸设备，否则可能会导致触电。 ● 不要让孩子在没有监督的情况下触摸设备。 ● 确保相机的温度在规定的温度范围使用。否则设备可能会因极端温度而损坏。
---	---

安装和维护

 注意	● 请不要安装在多灰尘脏污的或靠近空调或加热器的地方，以降低相机损坏的风险。 ● 避免在振动，高温，潮湿，灰尘，强磁场，爆炸性/腐蚀性气体或气体存在的极端环境下安装和操作。 ● 不要对设备施加过度的震动和冲击。这可能会损坏设备。 ● 不要在不稳定的照明条件下安装设备。严重的照明变化会影响设备产生的图像的质量，避免高能量的激光直接打在相机芯片上。 ● 请勿使用溶剂或稀释剂清洁设备表面，这会损坏外壳表面。
---	--

电源

 注意	● 请使用相机原装电源适配器，使用不匹配的电源会损坏相机。 ● 如果施加于相机的电压大于或小于相机的标称电压，相机可能会损坏或工作不正常。 ● 相机标称电压请参考规格表。
---	---

2. 产品规格

2.1. 包装清单

标配物品名称	规格	数量	图像
sCMOS 科研级相机	Dhyana 401D	1	
USB3.0 数据线	2 米	1	
U 盘	软件和驱动	1	

选配物品名称	规格	数量	图像
广濑（Hirose）触发线	HR10A-7R-6PB(73)	1	
电平转换盒子	标准	1	

2.2. 量子效率曲线

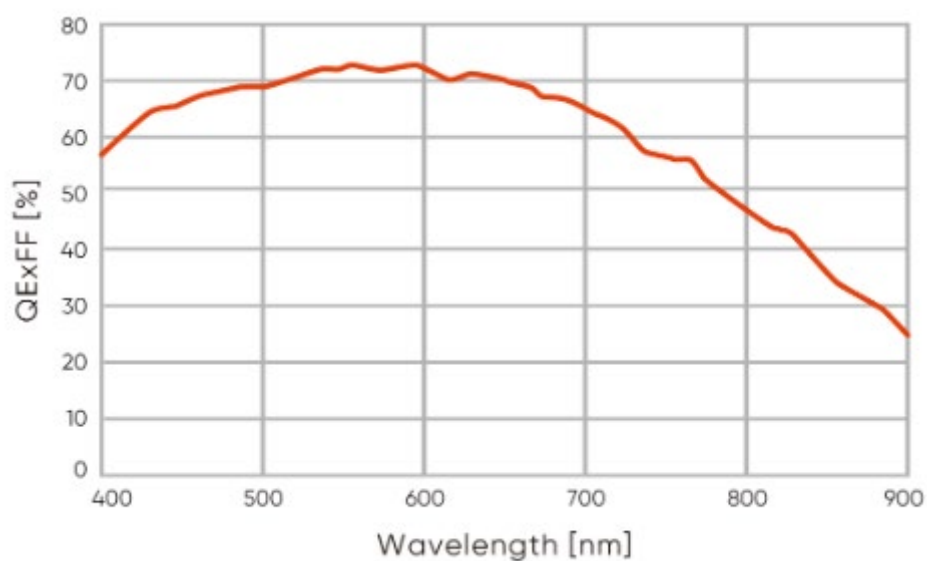


图 2-1 Dhyana 401D 量子效率曲线

2.3. 窗片曲线

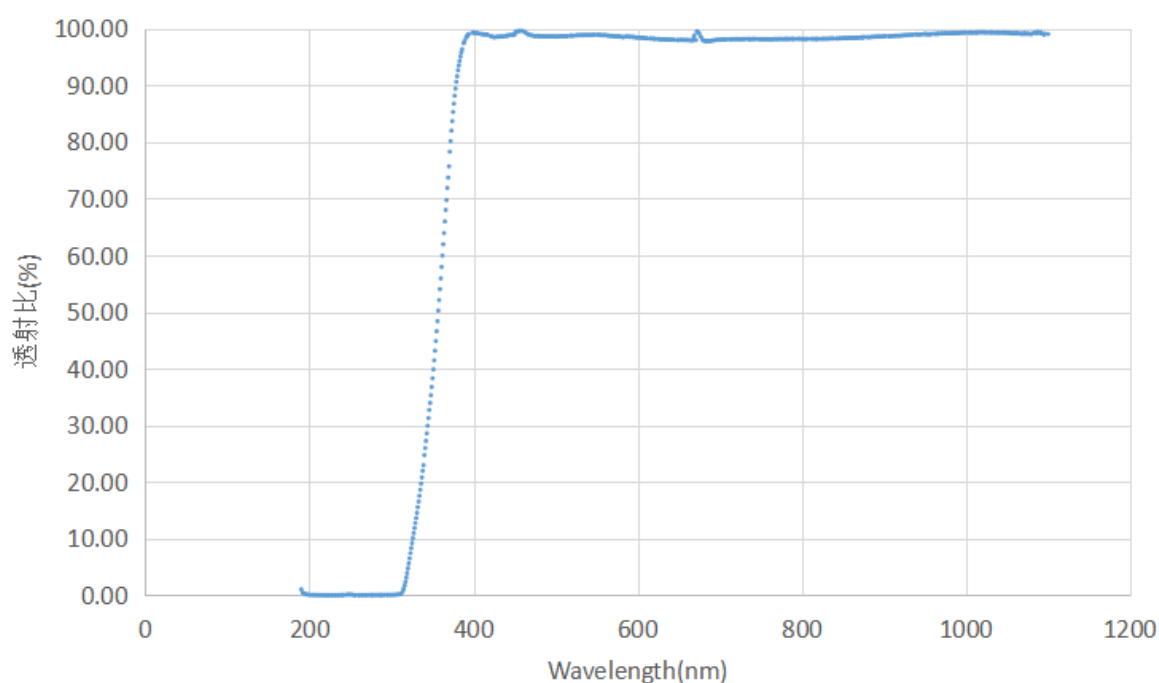


图 2-2 普通窗片透射曲线

2.4. 相机电源与信号连接

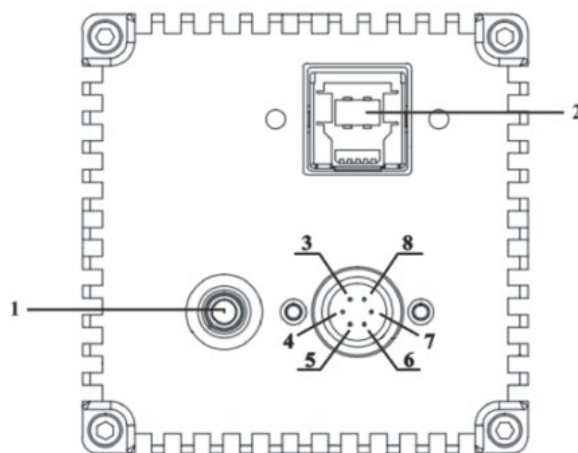


图 2-3 相机接口图

序号	名称	功能
1	指示灯	指示相机状态 红色：相机通电 橘黄色*：正常工作
2	USB 3.0	相机数据传输
3-8	外触发接口	外部触发输入及输出：广濑6芯触发接口（Hirose-6-pin），型号：HR10A-7R-6PB(73) 3：TRI_IN 外部触发输入 4：TRI_GND TRI 接地 5，8：NC 6：TRI_OUT0 曝光开始信号对应软件的 Port2 7：TRI_OUT1 读出结束信号对应软件的 port1 以上触发输出信号类型支持客户自定义设置

***注意：**

若软件已经关闭，但相机灯还是橙黄色，说明相机仍未完全释放，需要彻底退出相机线程或重新开关机，指示灯颜色才会回到红色。

3. 特点与功能

3.1. 相机介绍

Dhyana 401D 相机精巧的结构设计适配于仪器集成领域，实现了软硬件的高效协同，适用于多种复杂多变的应用场景。这款相机的读出噪声仅为 2 电子的水平，确保了图像的信噪比与准确性。像素尺寸与高数值孔径的显微镜物镜完美适配，是科研与工业检测的理想选择。无论是科学研究、医疗诊断还是精密制造，它都能为用户提供优质的图像采集和成像体验。

3.2. sCMOS 的结构和运行

科研级互补金属氧化物半导体（sCMOS）相机是一种专门用于科学研究和高性能图像获取的相机。它结合了 CMOS 和电荷耦合元件（CCD）技术的优势，具有高速、低噪声和高灵敏度的特点。被广泛应用于科学研究、生物医学成像、光学显微镜等领域。

sCMOS 相机传感器的结构通常包括以下部分：

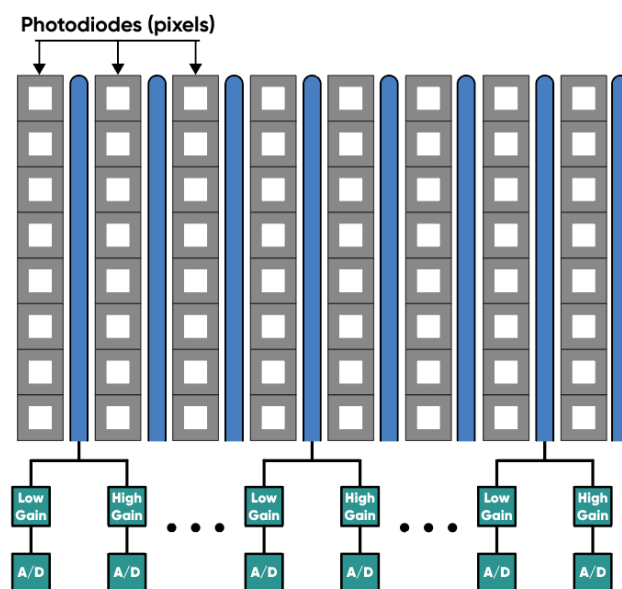


图 3-1 sCMOS 传感器结构图

- 1) 光敏传感器阵列：sCMOS 相机使用 sCMOS 传感器阵列（也称为图像传感器）来捕获光信号。这些传感器由许多光敏单元组成，可以将光转化为电荷信号。
- 2) 增益放大器：sCMOS 相机中的每个光敏单元都配备了一个独立的增益放大器，用于放大电荷信号，并将其转换为电压信号。

3) 数字转换器：放大后的模拟信号经过模数转换器（ADC）进行数字化，在相机内部转换为数字信号以进行进一步的处理和存储。

sCMOS 相机通常还会配备图像处理单元，用于执行图像增强、校正和其他图像处理算法，数字化的图像经过这些处理，可以得到更高质量的图像。

sCMOS 相机的运行过程如下：

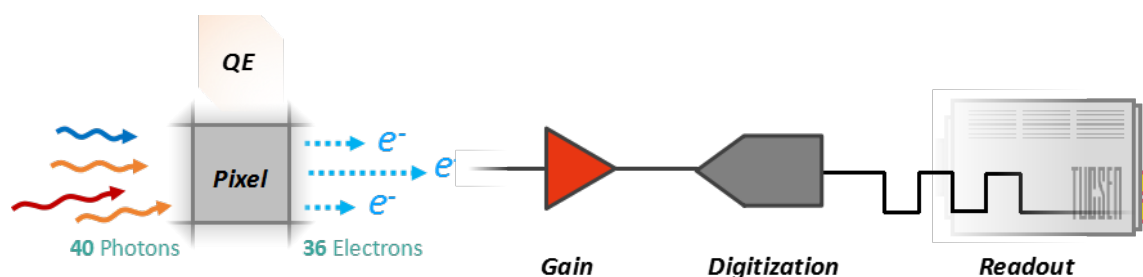


图 3-2 sCMOS 运行流程

1) 光信号捕获：当光敏单元受到光线照射时，光能被转化为电荷信号，并存储在每个单元中。

2) 信号放大：每个光敏单元的电荷信号经过相应的增益放大器放大，转换为电压信号。

3) 数字化：放大后的模拟信号经过模数转换器（ADC）转换为数字信号，以便进行处理和存储。

4) 图像处理：数字信号可以通过图像处理单元进行各种算法的处理，如降噪、增强、颜色校正等。

5) 数据输出：处理后的图像数据可以通过各种接口（如 USB、Ethernet 等）传输到计算机或其他设备进行显示、分析和存储。

3.3. 快门方式

401D 相机采用卷帘快门（Rolling）读出方式，在这种读出方式下，相机以行为单位依次读出，不同行曝光的时间一致，但不同行之间的起始曝光时间点不同，相邻行之间曝光时间点的差值也被称为行周期（ T_{line} ）。

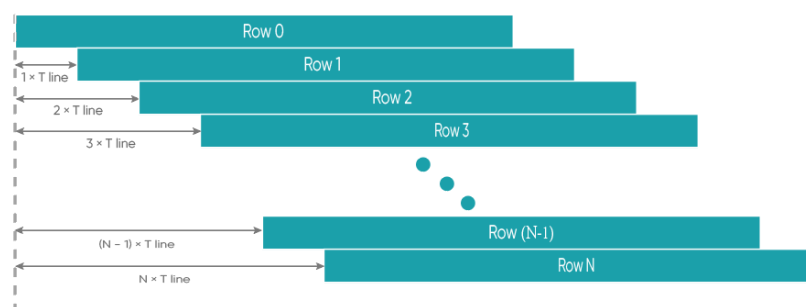


图 3-3 卷帘快门示意图

相机在卷帘模式下，一旦跟外部光源不同步或者使用了闪烁的光源，可能会得到条纹状的图片，这种现象在曝光时间短的情况下尤其明显（请参考 FAQs 内容解决）。

3.4. 读出噪声

噪声是对信号不确定性的描述。其中信号经电路读出引入的噪声，称之为读出噪声。读出噪声在低信号水平成像中占主导地位，读出噪声过高会限制一些弱光成像的应用。

在 CCD 中，由于所有像素共享相同的读出电路，每个像素的标准差（ σ ）相对均匀，因此可以用一个统一的数值表示整体的读出噪声水平。而 sCMOS 相机中每个像素则具有独立的读出电路，对所有像素的读出噪声统计可得到下图中的分布曲线，通常以中位数和均方根（RMS）来代表相机的读出噪声。中位数代表所有像素标准差的中值，而均方根则反映了整体噪声的情况，通常均方根数值高于中位数数值。

为了准确测量读出噪声，通常在无光信号以及最短曝光条件下，通过获取多张暗场图像并计算每个像素的时域标准差来评估其读出噪声水平。

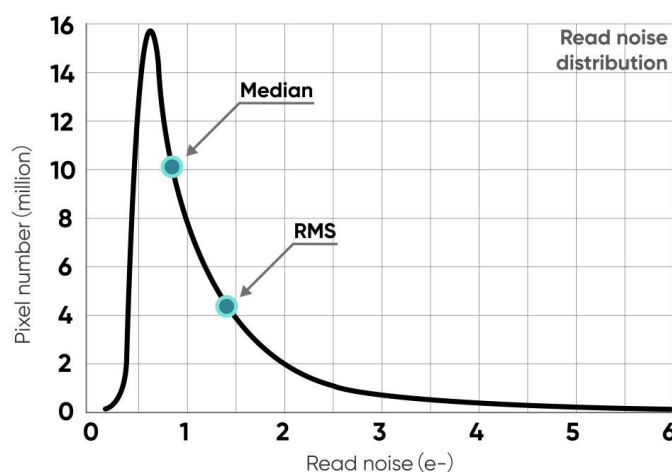


图 3-4 典型 sCMOS 相机的读出噪声分布示意图

3.5. 坏点校正（DPC）

sCMOS 相机芯片上总会有少数异常的数值，通过相机的坏点校正（DPC）功能可以对这些异常点进行校正，开启后可去除图像上的坏点。但可能会使一些单分子成像应用产生像素点闪动现象，对于这些应用不推荐使用 DPC 功能，或者仅使用最弱档的校正。

Dhyana 401D 采用动态坏点校正功能，通过 3x3 矩阵像素进行校正。目前开放了四档校正，每个档位对应的阈值不一样，由此可以控制坏点校正的强度。

3.6. 暗信号非均匀性（DSNU）

当相机在完全黑暗的环境中获取图像时，在理想的图像中，所有像素灰度值应接近零且应相等。然而，实际上当相机在黑暗中进行拍摄时，传感器中每个像元性能的细微差异将导致从相机输出的像素灰度值发生变化。

而且实际应用中，当没有光子入射到相机上时，获得的图像通常不会显示 0 灰度值(DN)。这是因为厂商通常会给相机设置一个本底值，例如 100 个灰度值，在没有光线时，在这个本底的基础上加上或减去噪声对测量的影响。然而，如果没有仔细的校准和校正，这个固定的偏置在不同像素之间可能也会有一些变化。这种变化被称为“固定图形噪声”，可以用暗信号非均匀性（DSNU）衡量。它表示像素偏置的标准偏差，以电荷为单位测量。

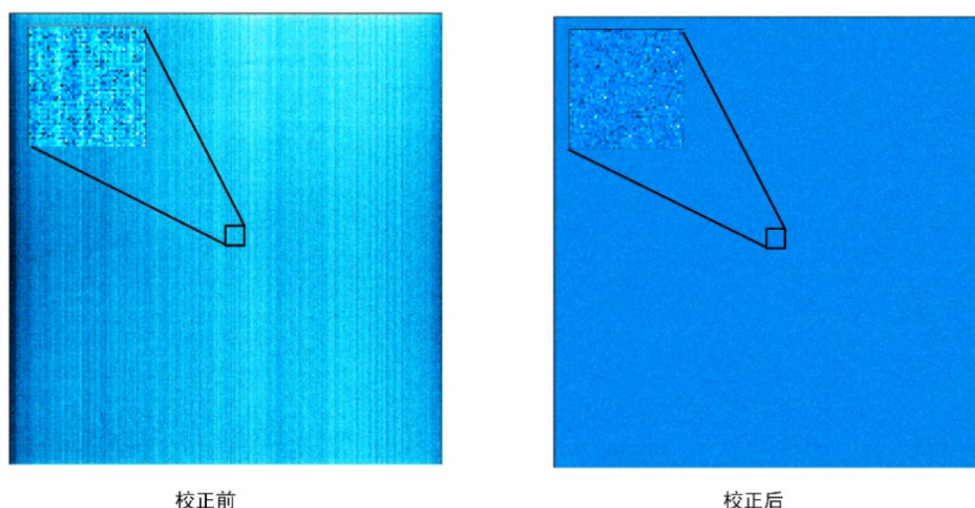


图 3-5 DSNU 校正前（左）后（右）对比图

对于许多弱光成像相机，DSNU 通常较低。这意味着在中等或高光照水平应用中（每个像素通常能够捕获数百或数千个光子），那么这种噪声的影响完全可以忽略不计。而且即使对于弱光应用，如果 DSNU 低于相机的读出噪声，那么这种固定图形噪声也不

太可能对图像质量产生影响。

3.7. 光响应非均匀性 (PRNU)

当相机在明亮的光线下拍摄均匀的浅色目标时，理想的图像中，所有像素灰度值都应接近最大灰度值并且相等。然而，实际上相机中的像元性能存在细微差别，从而使得镜头或照明的变化都会导致从相机输出的像素灰度值发生变化。

当相机检测到光信号时，在曝光过程中每个像素捕获的光电子数量被测量，并作为数字灰度值(DN)传输给计算机。从电子到 DN 转换遵循一定的比例，称为系统增益 (K)，加上固定的偏置(通常为 100 DN)。这些值由用于转换的模数转换器和放大器共同决定。sCMOS 相机采用并行传输的方式，相机的每列有一个或多个模数转换器，每个像素有一个放大器，这就会导致像素间增益和偏置的微小变化。

在暗场或弱光条件下，偏置的差异可以由 3.6 节提到的 DSNU 衡量。而在明亮的环境中，还需要考虑增益的影响，增益和偏置变化带来的差异由光响应非均匀性 (PRNU) 衡量，即检测到的电子与显示 DN 的比值。鉴于所产生的强度值的差异将取决于信号的大小，它被表示为百分比。

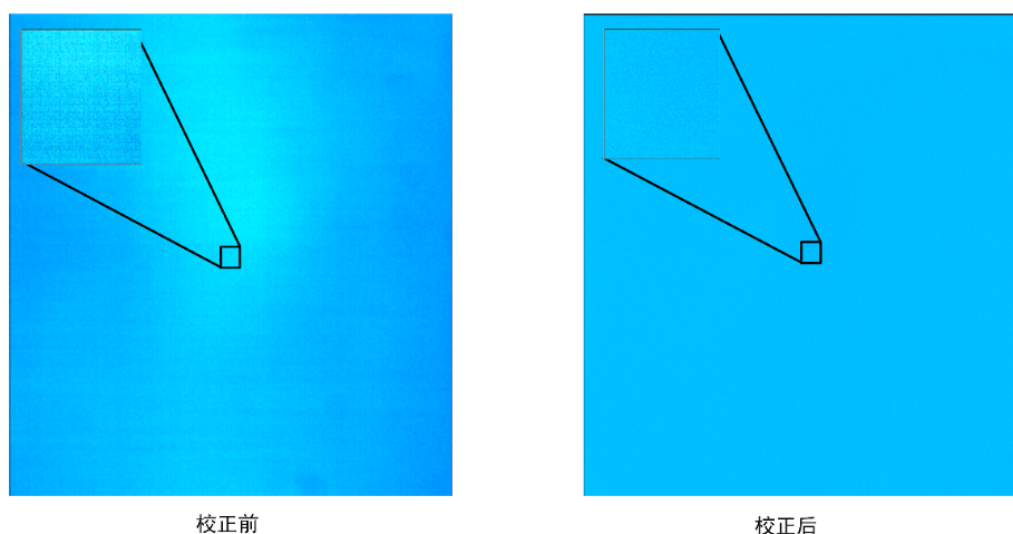


图 3-6 PRNU 校正前 (左) 后 (右) 对比图

校正后的 PRNU 值对于所有弱光和中等强度光源成像 (信号为 1000 e-或更少)，与读取噪声和其他噪声源相比，这种变化微不足道。同样，当进行高光照水平成像时，与图像中的其他噪声源(如光散粒噪声)相比，这种变化不太显著。但是在需要非常高测量精度的高光照水平成像应用中，特别是那些使用帧平均或帧求和的应用中，PRNU 值 <1%是有必要的。

3.8. 工作模式

401D 相机有三种工作模式，分别为高动态模式（High Dynamic Range, HDR）、高增益模式（High Gain, HG）、低增益模式（Low Gain, LG），不同模式下合成原理、行周期、增益值和读出噪声均存在差异，需依据实际场景选择合适的模式以获得高质量的成像结果。

表 3-1 典型工作模式参数表*

模式	HDR	HG	LG
系统增益(DN/e-)	1.5	2.15	0.08
饱和容量(e-)	40000	1700	43000
读出噪声(e-)	2.2(Median) 2.7(RMS)	2.0(Median) 2.8(RMS)	21(Median) 22(RMS)

***注意：**

此表数值仅为典型值，不同相机之间可能存在差异，具体请参考出厂光电报告。

3.8.1. 高动态模式（High Dynamic Range）

高动态范围（High Dynamic Range, HDR）图像模式，其合成原理图如下图所示，芯片会同时从顶部读出链和底部读出链输出图像信号。这两个图像具有完全相同的曝光时间，但具有不同的模拟增益。其中，低增益（Low Gain, LG）模式的满阱容量较高、噪声高，适用于强信号的成像场景；而高增益（High Gain, HG）模式的满阱容量低、读出噪声低，适用于较弱信号的成像场景。通过算法将高增益和低增益图像组合在一起，就可以生成一个 HDR 图像。此模式适合强弱信号变化较大的应用场景。

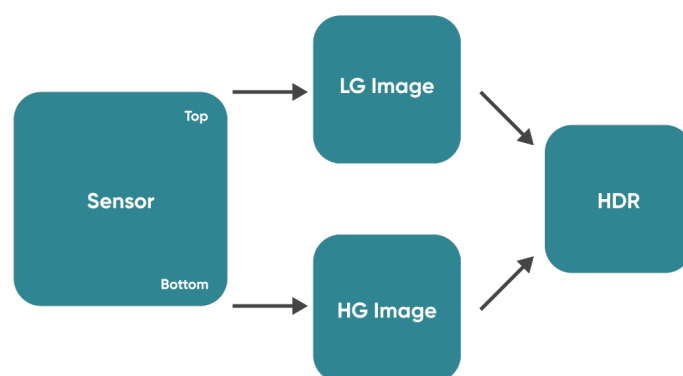


图 3-7 HDR 模式示意图

3.8.2. 高增益模式（High Gain）

高增益(High Gain, HG)模式的读出噪声较低，适用于较弱信号的成像场景。

3.8.3. 低增益模式（Low Gain）

低增益(Low Gain, LG)模式的满阱容量较高，适用于强信号的成像场景。

3.9. ROI 读出

在成像应用中，ROI(Region of interest)是在相机传感器分辨率范围内定义一个感兴趣的子区域，选择 ROI 后就仅仅对这个子区域内的图像进行读出。卷帘快门相机通过减少行数目，就可以提高相机的读出速率。软件设定了预设子区域，同时也支持用户手动设置，行开窗需为 4 的整数倍，列开窗需为 8 的整数倍。

Dhyana 401D 相机 USB3.0 下的典型 ROI 区域实测帧率（fps）如下表所示

表 3-2 Dhyana 401D 相机 USB3.0 下的典型 ROI 区域实测帧率(fps)表

列(Pixel)	行(Pixel)	HDR 16bit (fps)	HG/LG 12bit (fps)	HDR/HG/LG 8bit (fps)
2048	2048	40	45	45
2048	1024	80	91	91
2048	512	160	182	182
2048	256	320	362	362
2048	128	641	720	720
2048	64	1284	1418	1418
2048	32	2603	2753	2753
2048	16	5050	5201	5201
2048	8	9100	9363	9363

注意：

- 1) Dhyana 401D 在 Mosaic V3 上最小支持 ROI 为：8(列)×8(行)。
- 2) 帧率受电脑系统配置影响，推荐在 i5 以上处理器、64bit 系统的电脑上使用。
- 3) 需要进行高速图像采集时，建议不勾选自动色阶并关闭 Image Adjustment 模块。

4) 上表测试帧率为最短曝光时间下的实测最大值。

3.10. Binning 读出

合并（Binning）是对相机像素进行重新组合的读出模式，可以用来提高灵敏度，但同时也会损失分辨率。例如，2x2 合并即将每 4 个像素（2 行 2 列）组合成 1 个“大像素”，并由相机输出一个像素强度值。

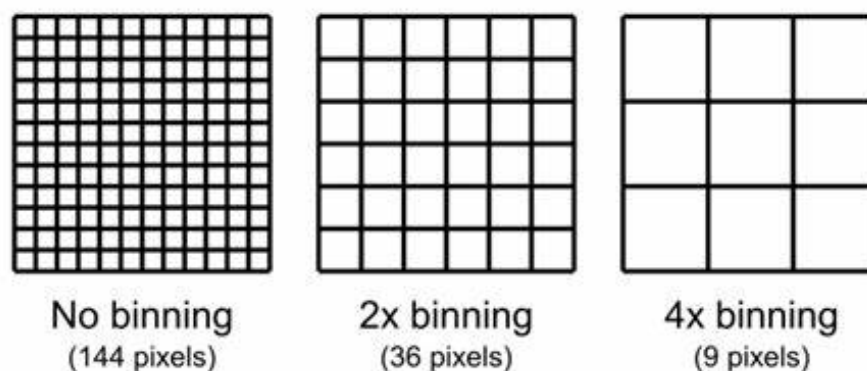


图 3-8 Binning 示意图

Binning 的操作可以由相机的 FPGA 完成，或者相机操作软件完成。像素合并可以提高信噪比，从而能够检测较弱的信号、提高图像质量或缩短曝光时间。然而，相机的有效像素大小也会增大，这可能会降低相机对目标细节的分辨率。

Binning 的数据处理可以分为求和 Binning（Sum Binning）和平均 Binning（Average Binning），以 2 x 2 Binning 为例，求和 Binning 即将 4 个像素的灰度值进行求和，平均 Binning 即为取平均。

Mosaic V3 上的软件 Binning 的选择方式如下：



图 3-9

Mosaic V3 上的 FPGA Binning 的选择方式如下：

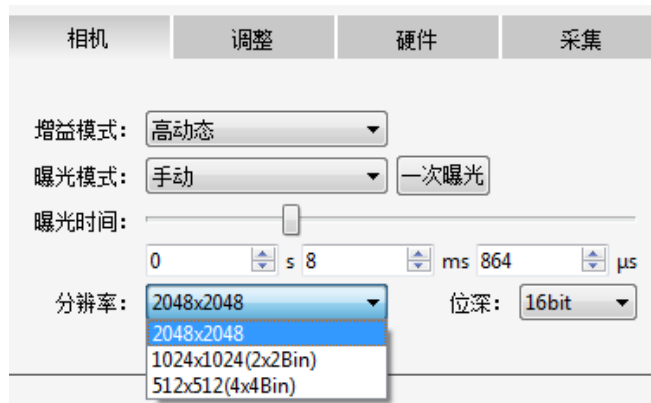


图 3-10

3.11. 时间戳

相机以 $1\ \mu\text{s}$ 的时间精度准确读出每一帧的开始时间。在 Mosaic V3 版本软件中，使用 .sen 格式保存图片，时间戳信息将在图片信息中显示，支持导出图片信息为 .csv 格式文件。

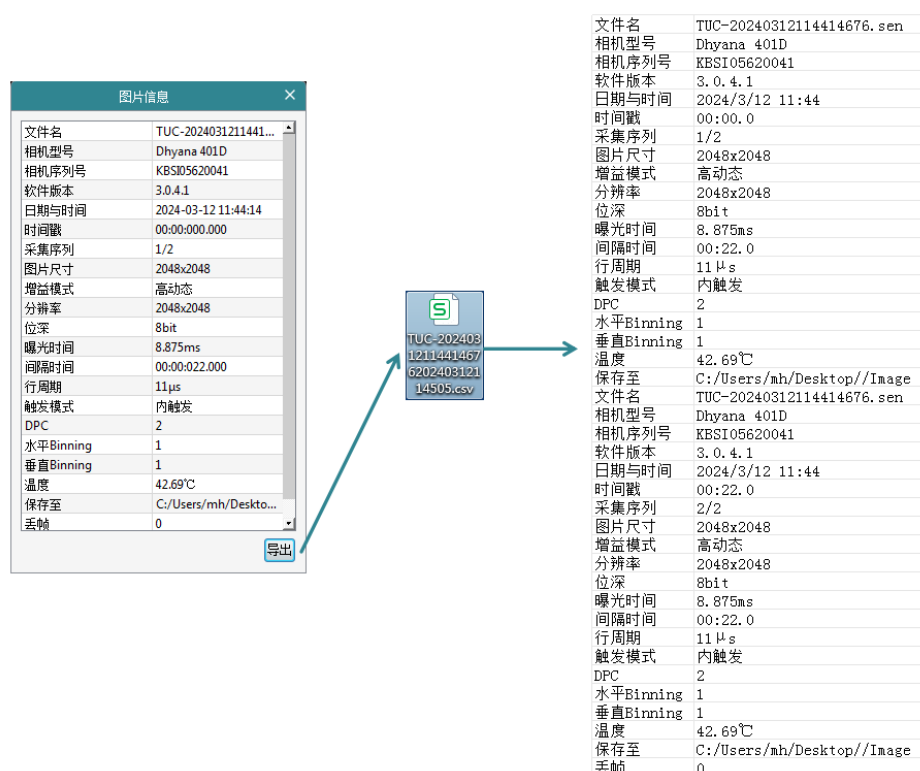


图 3-11 时间戳导出示意图

注意：

一般情况下，需要使用时间戳功能的应用对时间精度的要求都比较高，推荐使用 To RAM 存图模式。

3.12. 帧率计算

相机的帧率受读出时间和曝光时间的影响，理论帧率参考表 3-3、表 3-4 计算。

Dhyana 401D 各个模式的行周期和理论全幅最短读出时间如下表所示：

表 3-3 读出时间计算

工作模式	行周期 (T_{line})	读出时间 ($T_{readout}$)
High Dynamic Range HighGain LowGain	10.68 μ s	$(2048+2) \times 10.68\mu s = 21.894ms$

USB 3.0 典型帧率计算：

其中 H_n ：水平方向上选取行数； V_n ：垂直方向上选取行数； T_{line} ：行周期； T_{exp} ：设置的曝光时间； Y_{U3} ：40 fps(USB 3.0 下 16bit 全幅最大帧率)

表 3-4 12Bit/8Bit 位深帧率计算

工作模式	行周期 T_{line}	计算公式	水平(H_n)	垂直(V_n)	帧率(fps)
HG/LG (12Bit) HDR/HG/LG (8bit)	10.68 μ s	$1/((V_n+2)*T_{line})$	2048	2048	45.68
				1024	91.26
				512	182.17
				256	362.92
				128	720.28
				64	1418.7

表 3-5 HDR 16Bit 位深帧率计算

工作模式	行周期 T_{line}	计算公式	水平(H_n)	垂直(V_n)	帧率(fps)
HDR (16Bit)	10.68 μ s	$1/(V_n/2048/Y_{U3})$	2048	2048	40
				1024	80
				512	160
				256	320
				128	640
				64	1280

注意：

1) 帧率受到实际传输带宽及电脑系统配置等的影响，为防止丢帧，实际传输时会增加以行周期为单位的间隔时间，读出时间相应增加，导致部分计算帧率可能会大于实际帧率；

2) 帧率表数值为最低曝光时间下的计算值，HDR/HG/LG 模式在 $T_{exp} > (T_{readout} - 2 * T_{line})$ 时，帧率 $= 1 / (T_{exp} + 2 * T_{line}) (s)$ ；

3.13. 帧率调节

在每一帧图像读出时都有一个固定的消隐时间，帧率调节即通过改变消隐时间（T blanking）来实现对帧率的控制。

若曝光时间 < 读出时间，以帧率为 45 fps 为例，若将帧率设置为 40 fps，即在图像输出时增加 3.1 ms 的消隐时间。

若曝光时间 > 读出时间，以曝光时间 100 ms 为例，若将帧率设置为 5 fps，即在图像输出时增加 100 ms 的消隐时间。

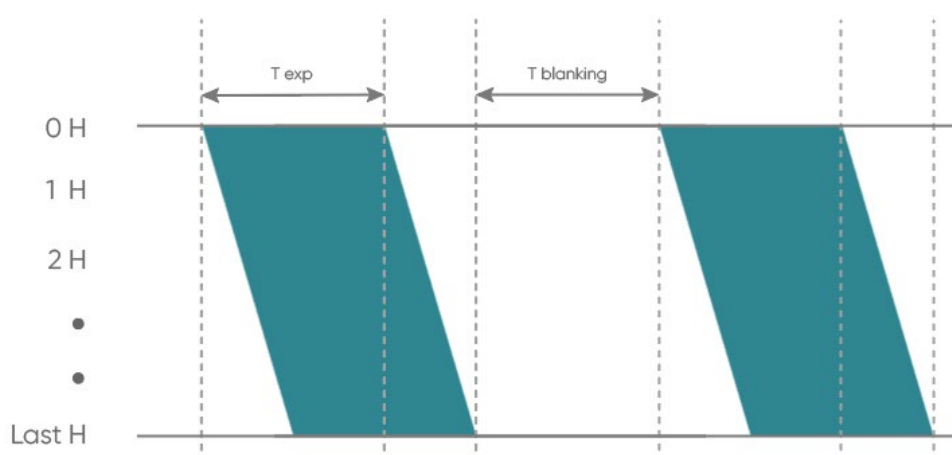


图 3-12 帧率调节时序图

3.14. 入射光子计算

科学相机成像是光子、电子、电压、灰度值的转换过程。因此可以从灰度值逆推入射光子数。计算公式如下所示：

$$P = \frac{(DN - Offset)/K}{Q(\lambda)}$$

其中 P 代表入射光子数； DN 为光信号的灰度值； K 为系统增益（参考表 3-1），单位为 (DN/e^-) ； $Q(\lambda)$ 对应光波长为 λ 时的量子效率；Offset 为相机的本底值，单位为 DN 。

3.15. 采集模式

3.15.1. 流模式

流模式（live）是一种适合实时预览的模式，其以数据流为输出方式。图像像流水一样连续输出。此模式下，用户可随意修改设置曝光时间、工作模式、感兴趣区域等参数，进行实时预览以及存图等操作。

成功安装 Mosaic V3 软件和驱动程序后，硬件的触发模式默认“内触发”（流模式），用户可以点击预览/停止控制相机流模式的开启及关闭，点击拍摄即可获取图像；



图 3-13

用户可以对曝光时间、工作模式及其他相机参数进行设置，可通过预览窗口进行实时预览，以获取到合适的图像；



图 3-14

在采集模块中可以设置保存路径，文件名称，采集总帧数等信息，设置完成后即可对图像进行拍摄。



图 3-15

3.15.2. 软件触发模式

当相机处在软件触发模式（Software trigger）时，通过软件给相机下发拍照指令，相机接收到信号后，开始曝光，并输出图像。

Mosaic V3 中软件触发模式，勾选软件触发后，如需存图，则点击拍摄进入等待触发状态，再点击**快照**后相机开始曝光，并在曝光结束后输出一帧图像，每次点击**快照**只输出一张图。



图 3-16

3.15.3. 硬件触发模式

硬件触发模式（Hardware trigger）是一种等待外部触发电平信号来曝光和存图的模式。

硬件触发模式包含标准(Standard-Overlap)、标准(Standard-Non-Overlap)。

Mosaic V3 硬件触发模式设置，进入外触发模式后，包含以下几个配置：触发模式、帧/信号、曝光、边沿、曝光延迟等，帧/信号即可控制触发出图数量，收到触发信号后将按照设置的张数持续采图。



图 3-17

3.15.3.1. 硬件触发输入电路

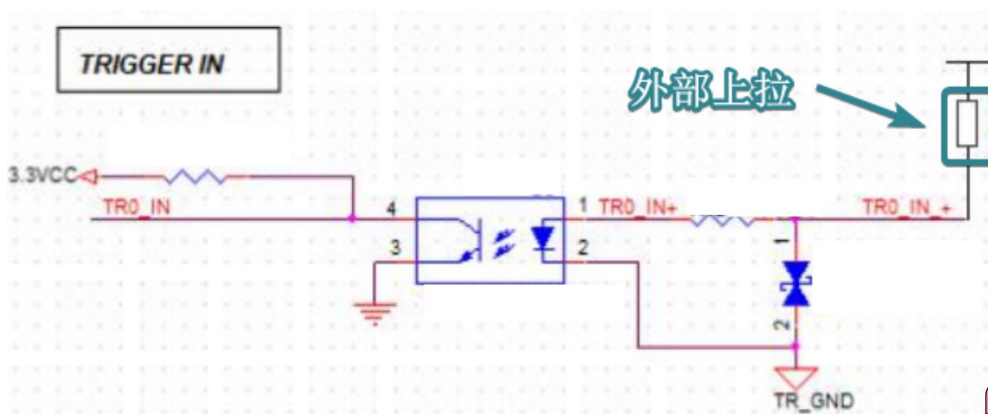


图 3-18 触发输入电路

注意：

- 1) Dhyana 401D 外触发电路为光耦隔离电路，需要外部上拉才能使用触发功能，如图所示：电压 3.3V、电阻 1kΩ；
- 2) 触发信号支持方波或正弦波信号。

3.15.3.2. 触发滤波

为了抑制外触发信号中的干扰，外触发滤波功能支持高低电平滤波。使用此功能可滤除电平上的毛刺信号。滤波时间的范围可以设置为 $[0, 1000000]\mu\text{s}$ 。默认是 0。

下图以滤波时间设置为 1 ms 为例：

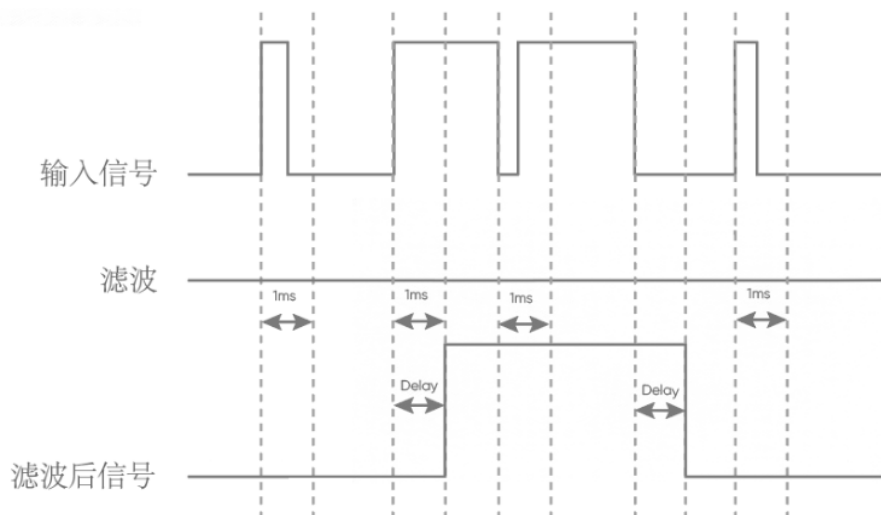


图 3-19 触发滤波功能示意图

注意：

相机在接收到有效的触发信号后，滤波信号会滞后于抖动时段的最后一个边沿，滞后时间=设置的滤波时间。

3.15.3.3. 硬件触发延时与抖动

如下图所示，当外触发电平信号到来时，首先经过硬件电路时会有纳秒级别的延迟 T_{iso} 。经过硬件电路延迟后，输入到相机内部的电平信号经过转换，有一定的抖动延迟 T_{logic} ，这个值范围为 0-1 个最小曝光单位 T_{line} 。因此，外部触发输入到曝光开始的总延迟时间 $T_{delay} = T_{iso} + T_{logic}$ ，并且在一个行周期范围之内。如果使用触发滤波功能，会在此基础上增加一个触发滤波延迟时间 T_{filter} 。

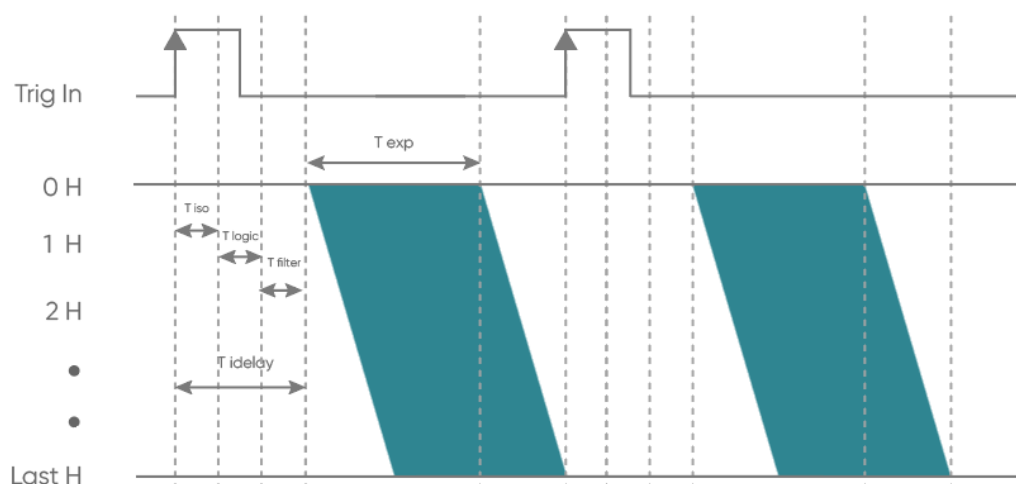


图 3-20 触发延迟示意图

T_{exp} : 曝光时间; T_{iso} : 硬件电路延迟; T_{logic} : 触发抖动; T_{delay} : 延迟; T_{filter} : 触发滤波功能延迟; 1H: 一个行周期。

3.15.3.4. 标准触发模式

标准触发模式分为标准（Overlap）触发模式和标准（Non-Overlap）触发模式。

标准（Overlap）触发模式：当相机处于开流状态，图像在第一行曝光结束后，即可响应触发信号。

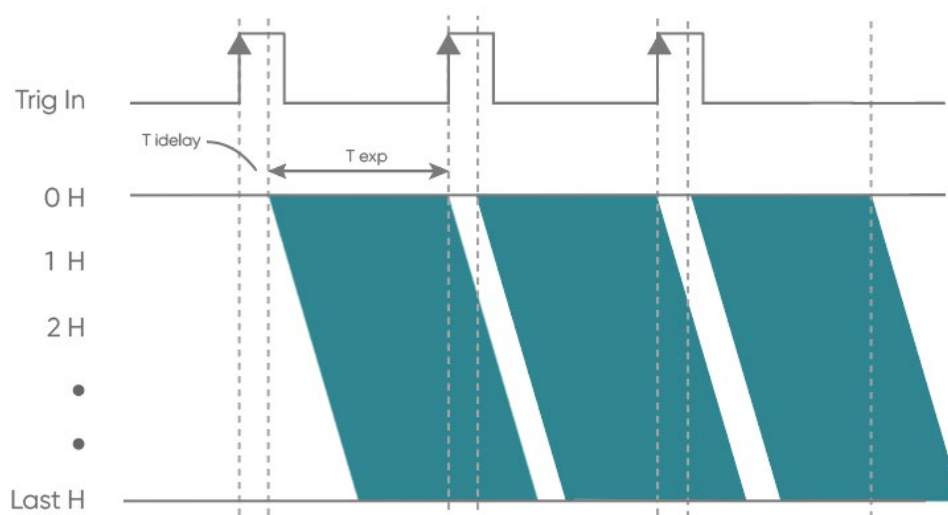


图 3-21 标准（Overlap）触发时序

标准（Non-Overlap）触发模式：当相机处于开流状态，图像在读出结束后，才对外部触发信号进行响应；

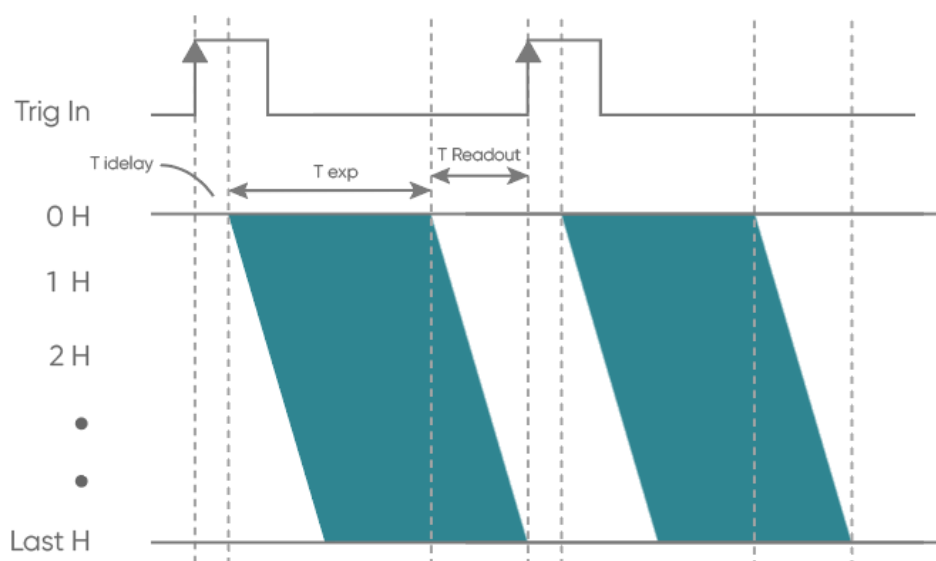


图 3-22 标准（Non-Overlap）触发时序

以上两种模式均支持设置为电平触发和边沿触发，以标准（Non-Overlap）触发模式为例。电平触发模式下，通过输入外部触发信号电平的上升或者下降来控制曝光的开始和结束，曝光时间长短由电平的持续时间来决定。电平触发模式并非是连续拍照，常用来拍摄静止或者缓慢运动的物体。

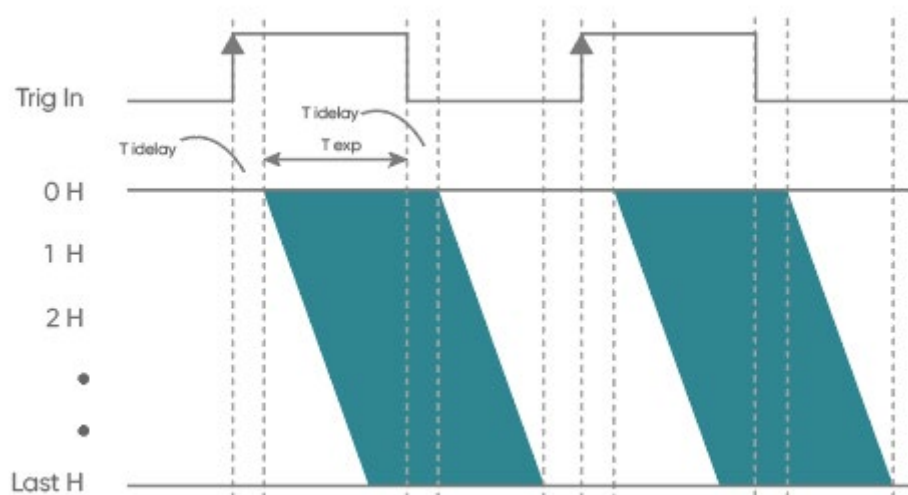


图 3-23 标准（Non-Overlap）电平触发时序图

而边沿触发模式下，则是在软件中直接设置曝光时间的长短。在使用的时候要注意触发信号的每个脉冲周期的时间（脉宽+脉冲间隔）必须大于或等于每一帧图像输出所用的总时间（即帧率的倒数），才能保证一帧图像是完整无误的。

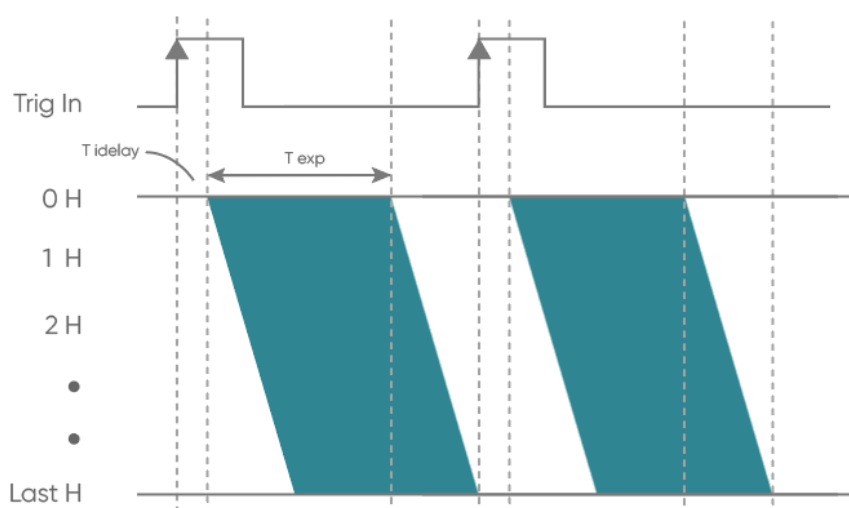


图 3-24 边沿触发模式示意图

401D 相机支持单触发多帧采集功能，可在通过设置标准触发模式下的帧/信号（参考图 3-17）修改触发出图数，以设置数量 2 为例，触发时序图如下：

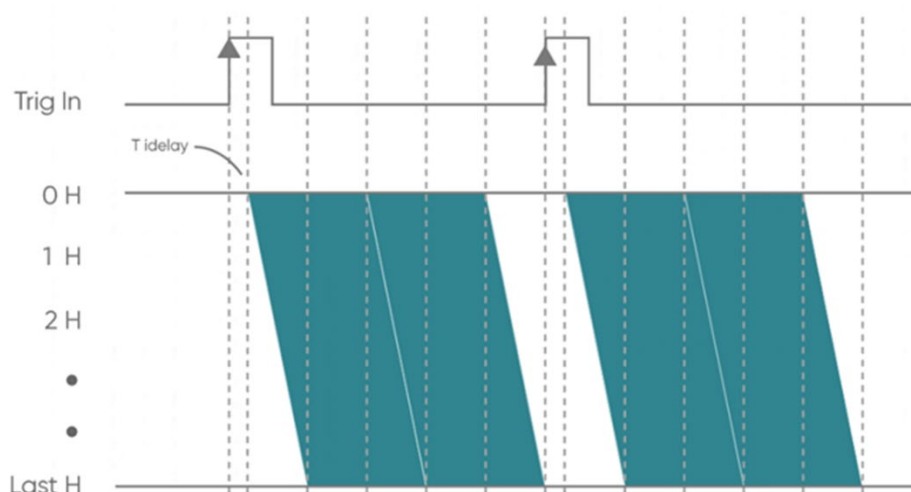


图 3-25 单触发多帧采集时序图

3.16. 触发输出

3.16.1. 触发输出电路

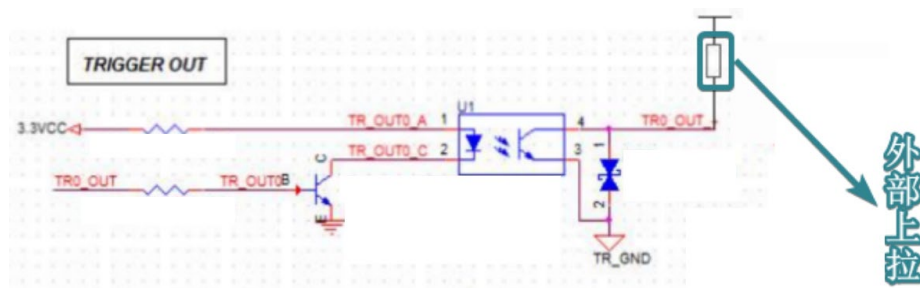


图 3-26

3.16.2. 触发输出时序图

相机有两个外触发输出接口，不同接口之间相互独立，都可输出以下三种时序的信号。各输出信号之间互不干扰，可以在两个输出口独立配置，并且可以同时输出到不同设备。

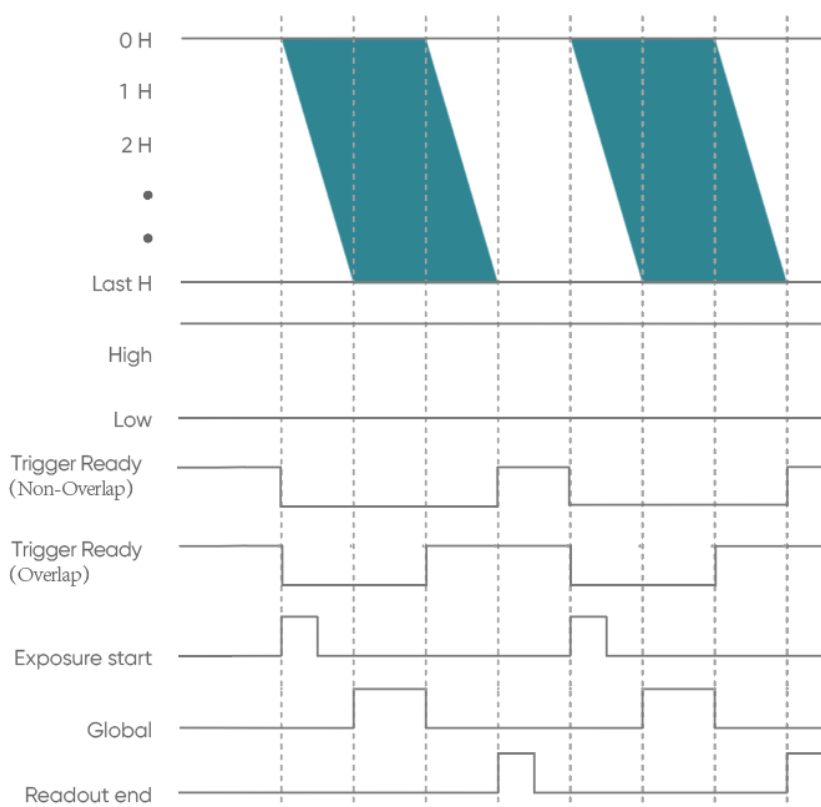


图 3-27 触发输出的时序图

- **High:** 始终输出高电平;
- **Low:** 始终输出低电平;
- **Trigger Ready:** 相机处于开流状态且可以即时响应外部触发信号时, 输出高电平;
- **Exposure Start:** 从第一行开始曝光开始, 脉宽默认 5ms, 可自定义,默认在 Port2 (TRIG.OUT0) 接口输出;
- **Readout End:** 从最后一行结束曝光开始, 脉宽默认 5ms, 可自定义, 默认在 Port1 (TRIG.OUT1) 接口输出;
- **Global:** 从最后一行开始曝光开始, 到第一行结束曝光结束 (曝光时间大于读出时间有效)。

4. 安装

4.1. 推荐的电脑配置

相机接口	USB3.0
CPU	i5 及以上性能, 主频 2.6GHz 以上
操作系统	Windows10/11 64 位 PC
内存	8GB 及以上

4.2. 相机安装

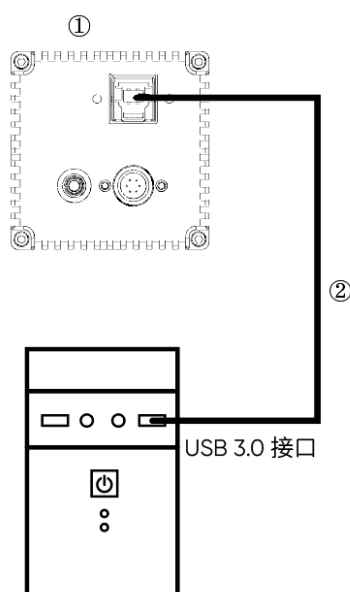


图 4-1 Dhyana 401D 相机连接图

- ① Dhyana 401D 相机
- ② USB 3.0 数据线

将 USB 3.0 数据连接线的一端接在 PC 上，USB 需接在主机后端的 USB 3.0 接口上。另一端接在 sCMOS 相机上，锁好螺丝，即可看到指示灯亮起，呈红色。

注意：

C-mount 的深度为 7 mm。把底座拧得太紧会划伤玻璃表面。

4.3. 驱动安装和卸载

本节将介绍相机 USB 驱动安装与卸载。

4.3.1. 相机 USB 驱动安装

操作步骤：

- (1) 相机连接电脑，打开配套 U 盘；
- (2) 双击运行驱动安装包；
- (3) 按照提示点击[Next]默认安装；

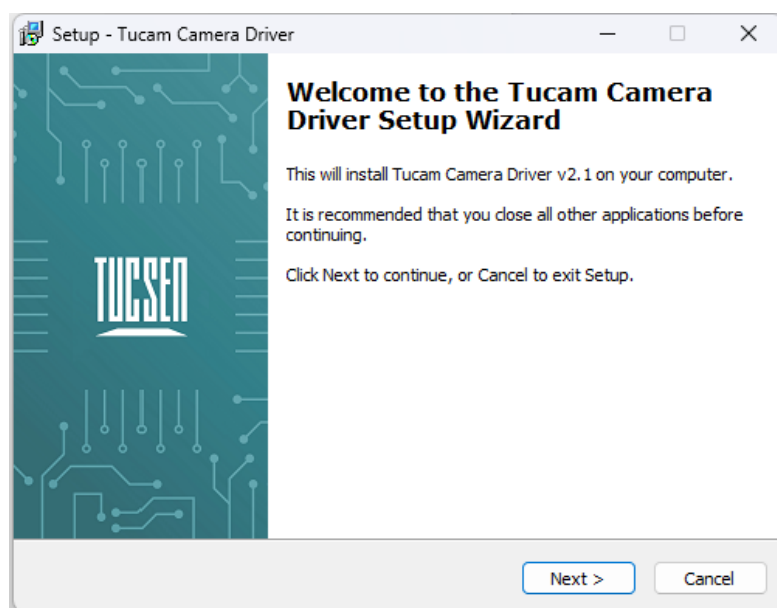


图 4-2

(4) 选择安装内容，默认勾选安装微软运行库 vcredist_2008 和 vcredist_2013，取消勾选可能会导致软件或者第三方插件无法工作；

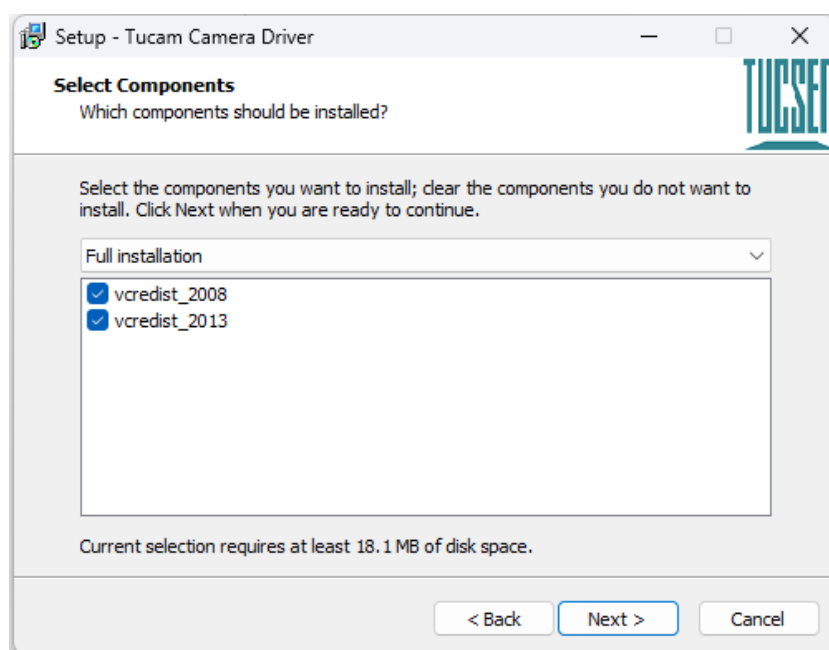


图 4-3

(5) 等待驱动安装完成；

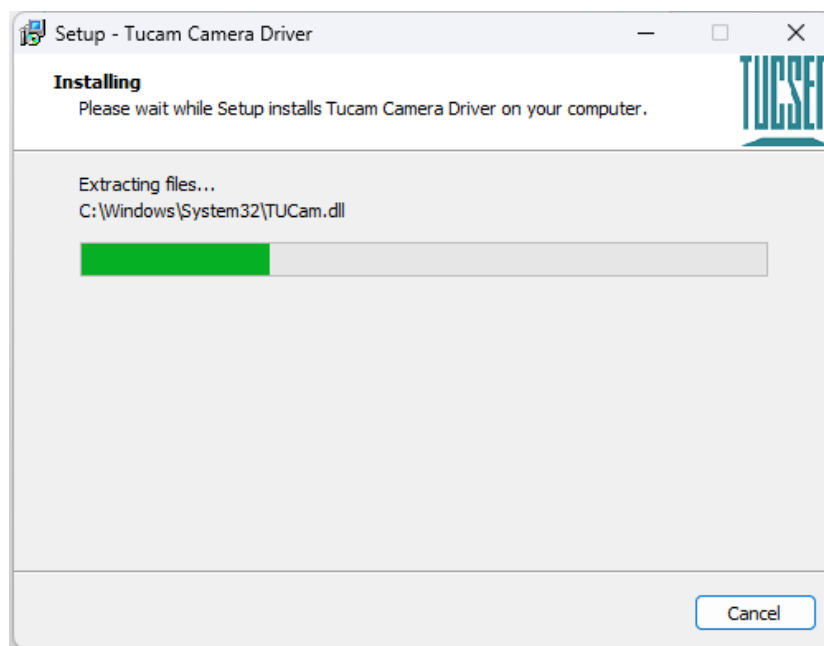


图 4-4

(6) 点击“Finish”完成驱动安装；

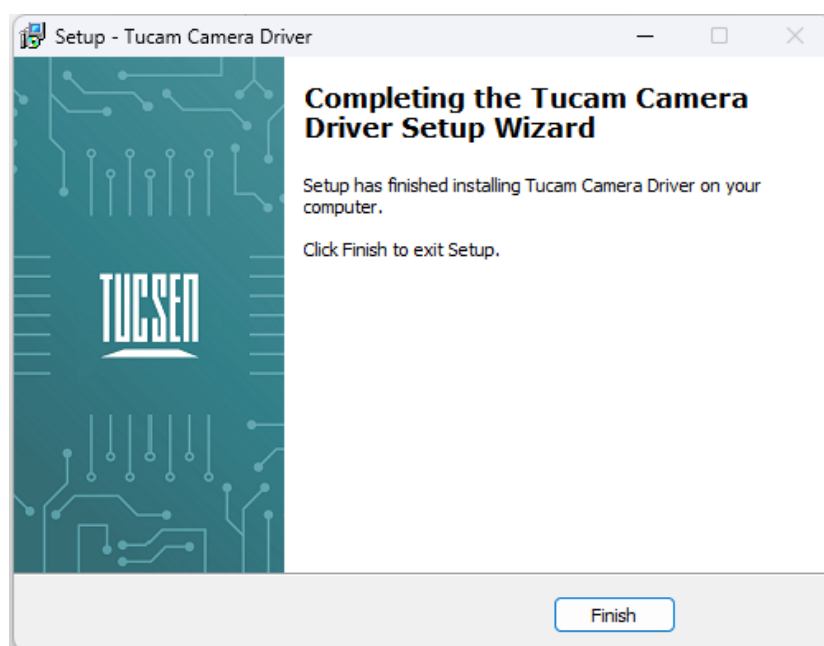


图 4-5

相机 USB 3.0 驱动安装完成后，打开电脑的设备管理器。当驱动安装成功时，相机将会出现在图像设备下，并且不带任何的黄色标志，如图所示。若出现黄色标志，则表示需要重新安装驱动。

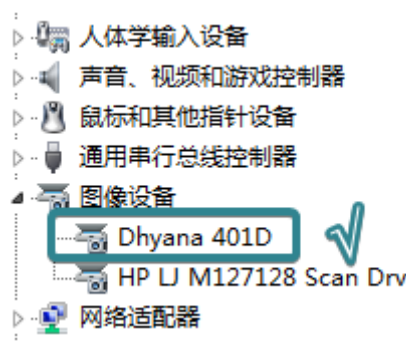


图 4-6 设备管理器显示

4.4. 软件安装和卸载

4.4.1. 安装

操作步骤：

- (1) 打开配套 U 盘，双击运行 Mosaic V3 软件；
- (2) 选择安装路径，默认 C 盘，用户可根据需求自定义安装路径；

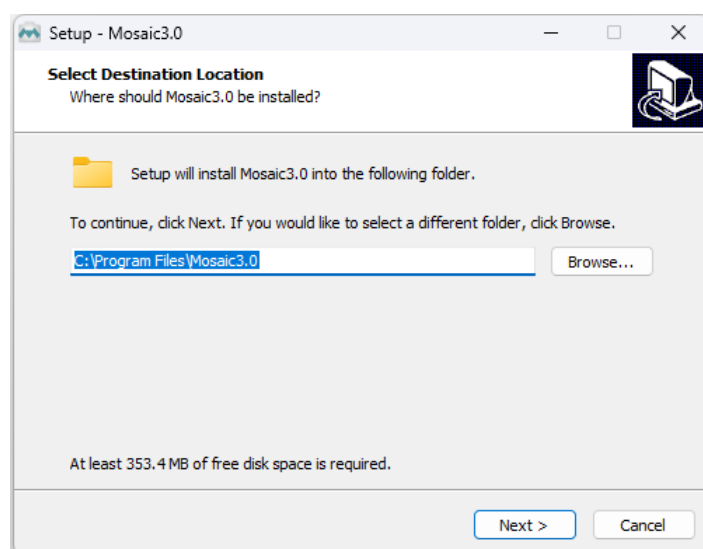


图 4-7

- (3) 选择安装内容，默认勾选安装驱动和微软运行库 vc_redist_2015，取消勾选安装可能导致相机无法被软件识别；

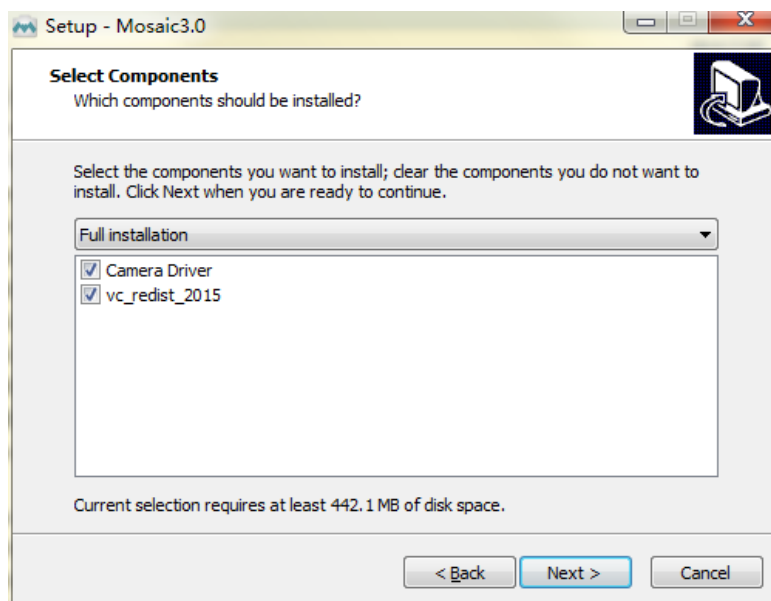


图 4-8

(4) 配置安装参数，选择是否生成桌面快捷方式；

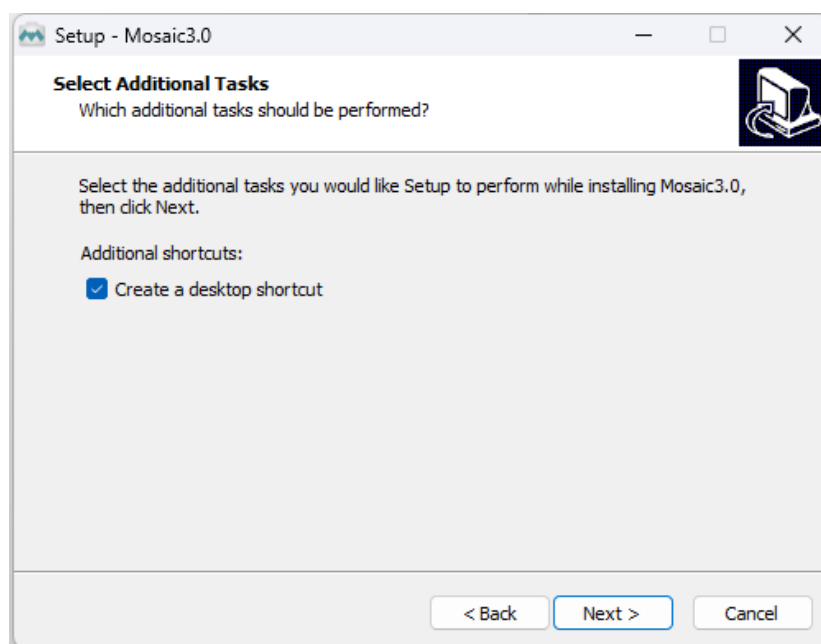


图 4-9

(5) 确认所有安装参数后，点击“Install”开始执行安装动作；

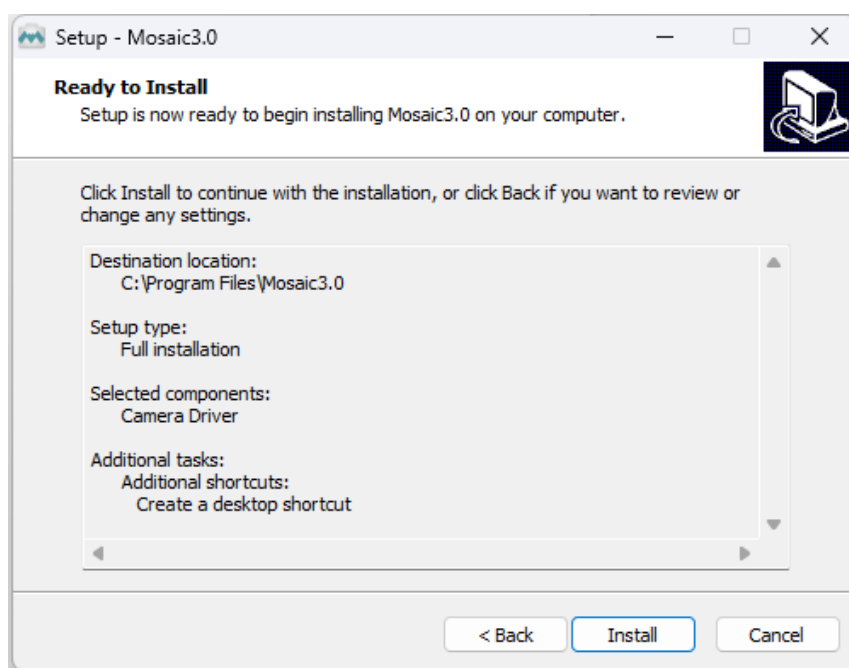


图 4-10

(6) 等待安装完成；

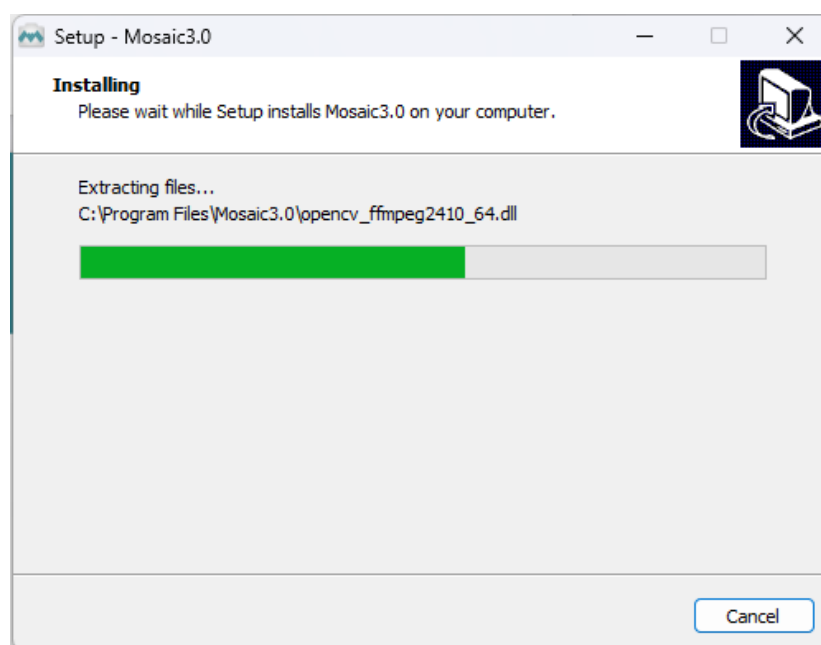


图 4-11

4.4.2. 卸载

Mosaic 软件有如下三种卸载方式；

(1) 通过安装包卸载，安装包运行时会卸载电脑上已有的版本，默认 C 盘路径生效；

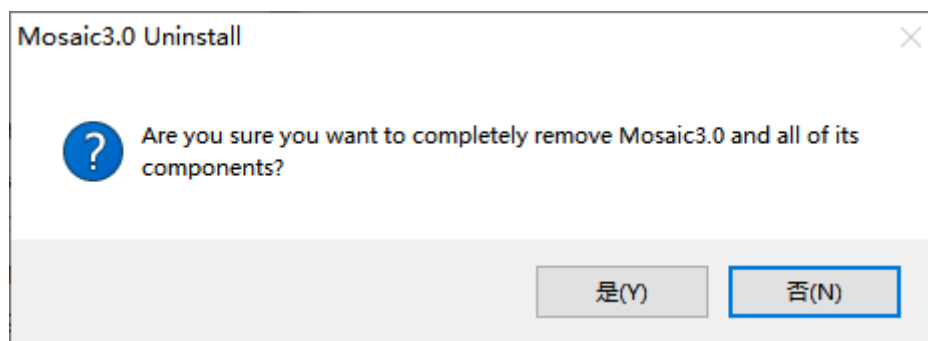


图 4-12 通过安装包卸载

(2) 安装路径下，找到 unins000.exe 卸载，双击卸载；

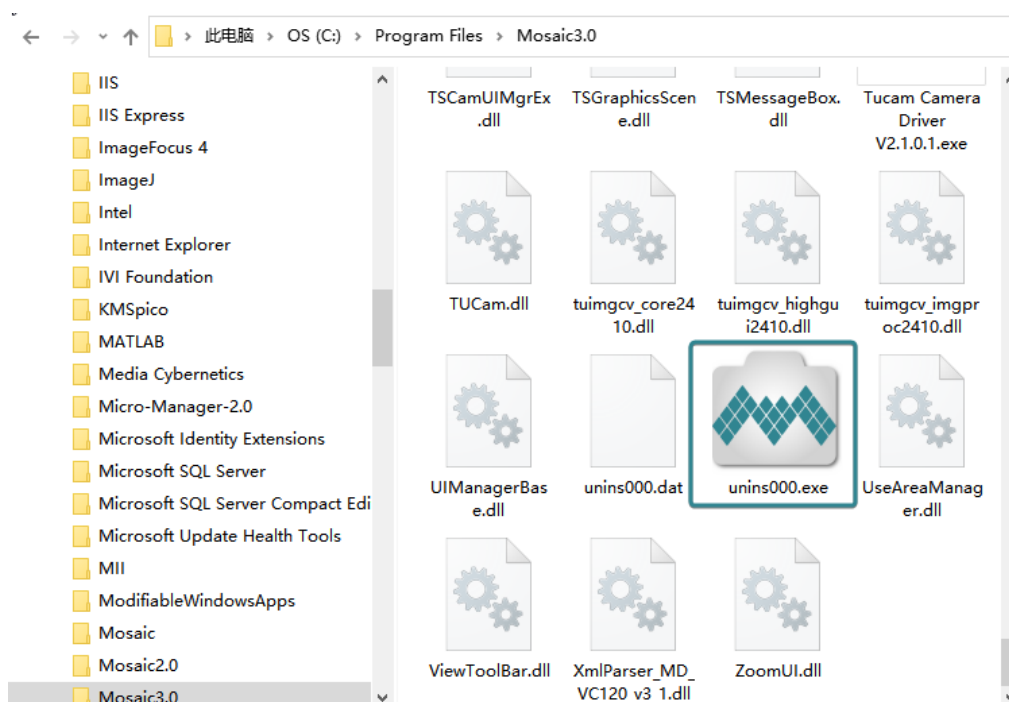


图 4-13

(3) 在电脑程序管理界面卸载。

注意：

卸载和重装软件后，所有软件配置信息和校正表数据都会被删除。

5. 维护

由未经授权的维护或程序造成的损坏将导致保修失效。

5.1. 定期检查

应定期检查产品状态，请勿使用损坏的设备。

5.2. 基本使用

- 1) 避免在灰尘较大的环境中打开镜头防尘盖；
- 2) 打开镜头防尘盖和安装镜头时，相机口朝下，避免灰尘落在窗片表面；
- 3) 长期不用时，请装好防尘盖。

5.3. 窗片清洁

当发现相机拍到的图像有污渍或脏点时，请排除是否相机接口处镜头/显微镜/物镜等表面脏污。如果以上都不是，确定是相机本身带来的，可以按照以下步骤进行窗片清洁：

- 1) 优先使用气吹，使用洗耳球或气吹吹掉一般性粉尘；再配合毛刷可去除大部分灰尘；
- 2) 对于顽固的油性灰尘，需准备无尘棉签（或专用擦镜纸、无纺布等）以及无水乙醇等专用工具；
- 3) 使用无尘棉签蘸取适量无水乙醇沿窗片表面擦拭，擦拭时不要过于用力，且始终沿一个方向进行，避免来回擦拭；
- 4) 擦拭好后使用气吹等物品，让窗片表面酒精挥发完全再继续使用。

注意：

- 1) 如不能保证独立完成清洁步骤或者没有所需的物品，请务必联系我们；
- 2) 如按以上步骤操作之后，脏污仍然存在，可以尝试按以上步骤再擦一次。如果无法解决，考虑是芯片内部脏污。此时请务必联系我们。

6. 故障排除

6.1. 电脑无法识别相机

- 1) 确认相机正常通电且开机；
- 2) 确认相机与电脑正常连接；
- 3) 确认驱动正常工作，可在电脑设备管理器中查看图像设备是否有识别到相机。

6.2. 软件暂停工作、卡死

- 1) 电脑可能开启了节能模式，系统 CPU 性能降低，导致软件不能正常工作，出现掉帧或者软件卡死等情况。可检查保证电脑处于高性能模式下。
- 2) 电脑开启了太多应用，导致电脑 CPU 占用过高，软件 CPU 利用率低而不能正常工作。可关闭多余的应用程序。
- 3) 数据线连接异常，当数据线松动，或者经转接过长延长也会导致软件连接异常，不能正常工作。

6.3. 帧率达不到标称

- 1) 确认曝光时间是否影响了帧率，可设置最小曝光时间确认帧率；
- 2) 表中帧率是理想带宽下的实测帧率，实际使用场景的帧率会受到数据传输的影响，跟采用的数据接口类型、传输线长度相关；
- 3) 确认是否使用正确的数据传输接口，USB 需要使用 USB3.0 接口，如果使用非 3.0 接口，帧率可能无法达到标称帧率；
- 4) 如果您使用的是 USB3.0 的接口，但是转接了 HUB/延长/扩展等操作，也会导致无法达到标称帧率。

7. FAQs

7.1. 为什么拍摄下来的图片亮度与预览窗口不一致？

当第一次使用相机且拍摄目标较暗时，软件预览图可能会是全黑的图像。建议在直方图设置区域勾选自动左色阶和自动右色阶，此时，软件预览会显示最合适的亮度和对比度。但实际存图时，软件默认保存的图片不会将自动色阶的效果保存，导致预览图片与拍摄图片不一致。

可尝试以下解决方案：

- 1) 关闭软件的自动色阶功能，预览图跟存的图片将保持一致；
- 2) 使用专业图片查看工具例如 ImageJ 打开 tif 图片，调整色阶；
- 3) 使用 Mosaic V3 软件在采集部分勾选“保存调整后的图像”（不需要原始图像数据值时可使用）。

7.2. 相机预览图像出现条纹状闪动

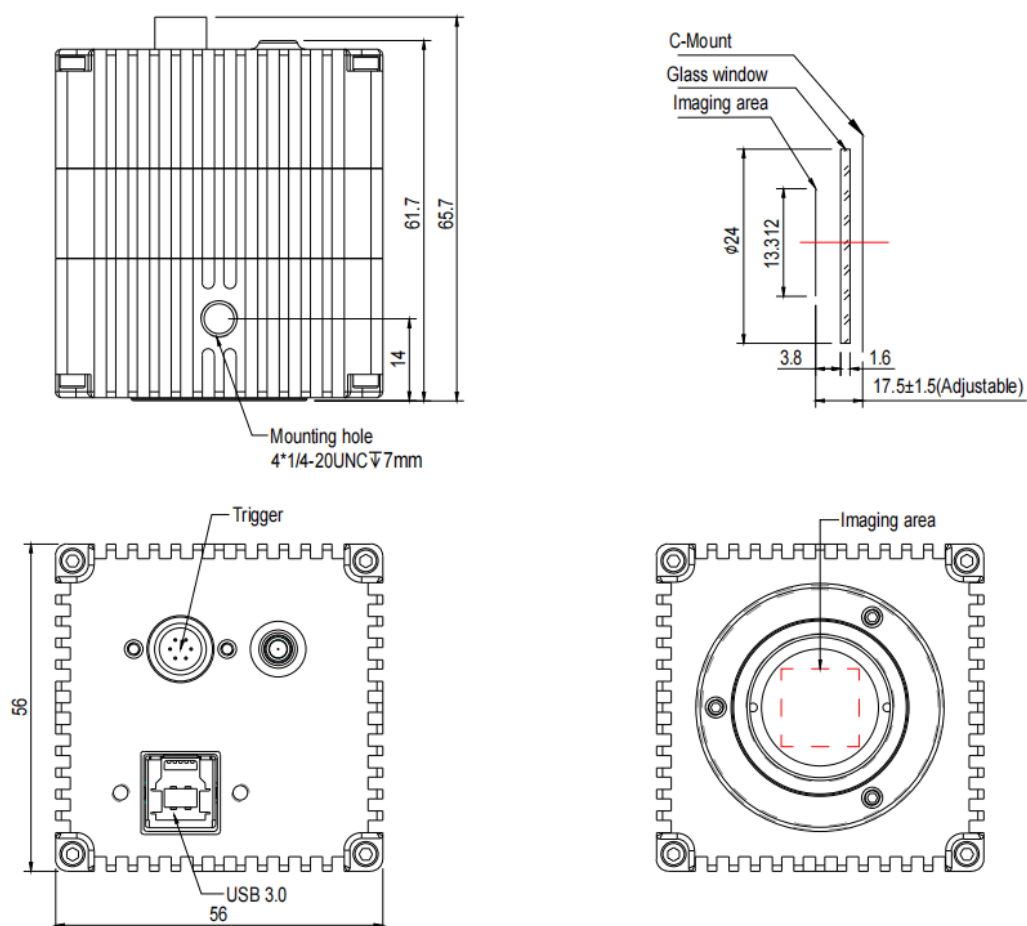
可能由于外部光源不同步导致。环境中可能存在频闪光源，可通过延长曝光时间判断。如果是环境光源，关闭照明光源即可。如果来自照射样品光源，则需要使用稳压光源来进行照明。

8. 售后

- 1) 登录官网，点击[技术支持]模块，获得常见问题解答。
- 2) 质保：
 - 产品质保期从发货日开始算起，共 24 个月。在此期间的损坏，符合质保要求的我们将免费整修；
 - 质保范围仅限于产品材料和制造的缺陷。自行拆卸、进水、抛物等人为损坏以及自然灾害引起的损坏不在质保范围内。
- 3) 联系专业人员，获得技术支持：
 - TEL: 400-075-8880 0591-28055080-818
 - Email: service@tucsen.com
 - 登录鑫图官网留言: <http://www.tucsen.net>.
- 4) 请提前准备以下信息：
 - 相机型号和 S/N(产品序列号);
 - 软件版本号和电脑系统信息;
 - 问题的描述及任何和问题相关的图像。

附录1：结构线条图

Unit: mm, Diameter: ϕ .



附录2：相机参数表

相机

型号	Dhyana 401D
传感器类型	FSI sCMOS
传感器型号	Gpixel GSENSE2020
峰值量子效率	72% @ 595nm
彩色 / 黑白	黑白
对角线尺寸	18.8 mm
有效面积	13.3 mm x 13.3 mm
分辨率	2048 (H) x 2048 (V)
像素尺寸	6.5 μ m x 6.5 μ m
满阱容量	典型值: 43 ke-
动态范围	典型值: 85 dB
帧率	40 fps @ 16bit 45 fps @ 8bit&12bit
读出噪声	2.1 e- (Median)
快门类型	卷帘
曝光时间	10 μ s ~ 10 s
Binning	2 x 2, 4 x 4
感兴趣区 (ROI)	支持
时间戳精度	1 μ s
触发模式	硬件, 软件
外触发输出	曝光开始, 读出结束, 触发准备, 全局曝光, 高电平, 低电平
触发接口	Hirose-6-pin
数据接口	USB 3.0
位深	8 bit, 12 bit, 16 bit
光学接口	C-mount

电源	USB3.0
功耗	<4W
相机尺寸	56 mm x 56 mm x 61.7 mm
重量	305 g
软件	Mosaic V3, Samplepro, LabVIEW, Matlab, Micromanager2.0
SDK	C, C++, C#,Python
操作系统	Windows, Linux
操作环境	温度 0~40° C, 湿度 10~85%

注：本表中参数均为典型值，如有变动，恕不再另行通知

附录3：第三方软件应用

目前我们提供调用第三方软件（LabVIEW、Matlab、Micro-Manager2.0 等）的插件，
请点击链接下载配置：[第三方软件-鑫图光电 \(tucsen.net\)](#)

附录4：第三方认证





验证报告

No. CANEC2016482002

日期: 2020年10月15日 第1页,共43页

福州鑫图光电有限公司

福建省福州市仓山区盖山镇阳岐支路2号万物社智慧产业园区5号楼

样品名称: 科学相机
SGS工作编号: 21187002 - XM
测试基本型号: Dhyana 401D
客户参考信息: Dhyana 201D
样品接收日期: 2020年09月18日
验证周期: 2020年09月18日 - 2020年10月15日
验证要求: 参考欧盟RoHS指令2011/65/EU的修正指令(EU) 2015/863。
验证方法: 请参见后续页。
验证结果: 请参见后续页。
验证结论: 依据对所提供样品的相关验证, 铅、汞、镉、六价铬、多溴联苯(PBBs)、多溴二苯醚(PBDEs) 和邻苯二甲酸酯(如邻苯二甲酸二丁酯(DBP)、邻苯二甲酸丁苄酯(BBP)、邻苯二甲酸二(2-乙基己基)酯(DEHP)和邻苯二甲酸二异丁酯(DIBP))的测试结果符合欧盟RoHS指令2011/65/EU附录II修正指令(EU) 2015/863的限值要求。

通标标准技术服务有限公司广州分公司
授权签名

廖江玲

Jenny Liao 廖江玲
批准签署人

Unless otherwise agreed in writing, this document is issued by the Company subject to its General Conditions of Service printed overleaf, available on request or accessible at <http://www.sgs.com/en/Terms-and-Conditions.aspx> and, for electronic format documents, subject to Terms and Conditions for Electronic Documents at <http://www.sgs.com/en/Terms-and-Conditions/Terms-e-Documents.aspx>. Attention is drawn to the limitation of liability, indemnification and jurisdiction issues defined therein. Any holder of this document is advised that information contained hereon reflects the Company's findings at the time of its intervention only and within the limits of Client's instructions, if any. The Company's sole responsibility is to its Client and this document does not exonerate parties to a transaction from exercising all their rights and obligations under the transaction documents. This document cannot be reproduced except in full, without prior written approval of the Company. Any unauthorized alteration, forgery or falsification of the content or appearance of this document is unlawful and offenders may be prosecuted to the fullest extent of the law. Unless otherwise stated the results shown in this test report refer only to the sample(s) tested.

Attention: To check the authenticity of testing/inspection report & certificate, please contact us at telephone: (86-755) 8307 1443, or email: CH_Doccheck@sgs.com

SGS-CSTC 通标标准技术服务有限公司
Guangzhou Branch Testing Center Chemical Laboratory

198 Kashi Road, Sairi Tech Park, Guangzhou Economic & Technology Development District, Guangzhou, China 510663 t (86-20) 82155555 f (86-20) 82075113 www.sgs.com.cn
中国·广州·经济技术开发区科学城科珠路198号 邮编: 510663 t (86-20) 82155555 f (86-20) 82075113 e sgs.china@sgs.com

Member of the SGS Group (SGS SA)

附录5：更新日志

版本	日期	修改内容
V1.0.0	2024-8-14	创建文档