

**LBTEK**

**RN2600RM-U**

**用户手册**



## 目录

1. 安全和警告信息 .....	4
2. 产品概述 .....	5
2.1 相机规格 .....	5
2.2 相机尺寸 .....	6
2.3 响应曲线 .....	7
2.3.1 量子效率曲线 .....	7
2.3.2 窗片曲线 .....	7
2.4 包装清单 .....	7
3. 特点与功能 .....	8
3.1. 相机介绍 .....	8
3.2. CMOS 的结构和运行 .....	8
3.3. 快门方式 .....	9
3.4. 前照式和背照式 CMOS 技术 .....	10
3.5. 读出噪声 .....	11
3.6. 坏点校正 (DPC) .....	12
3.7. 工作模式 .....	12
3.8. ROI 读出 .....	12
3.9. Binning 读出 .....	14
3.10. 时间戳 .....	16
3.11. 帧率计算 .....	16
3.12. 入射光子计算 .....	18
3.13. 采集模式 .....	19
3.13.1. 流模式 .....	19
3.13.2. 软件触发模式 .....	20
3.13.3. 硬件触发模式 .....	20
3.14. 触发输出 .....	25
3.14.1. 触发输出电路 .....	25
3.14.2. 触发输出时序图 .....	26
3.15. 制冷 .....	26
4. 安装 .....	27
4.1. 相机安装 .....	27
4.2. 相机 USB 驱动安装 .....	28
4.3. 软件安装和卸载 .....	29
4.3.1. 安装 .....	29
4.3.2. 卸载 .....	30
5. 维护 .....	30
5.1. 定期检查 .....	31
5.2. 电气安全检查 .....	31
5.3. 基本使用 .....	31
5.4. 窗片清洁 .....	31
6. 故障排除 .....	31
6.1. 电脑无法识别相机 .....	31

6.2. 软件暂停工作、卡死 .....	32
6.3. 相机达不到目标制冷温度 .....	32
6.4. 帧率达不到标称 .....	32
7. FAQs .....	32
7.1. 为什么拍摄下来的图片亮度与预览窗口不一致? .....	32
7.2. 相机预览图像出现条纹状闪动 .....	33

# 1. 安全和警告信息

## 操作和使用



- 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。
- 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



- 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。
- 请保证设备通风口周围至少留出 10 cm 的空间保证气流流动。使用过程中不要阻塞设备的通风口，否则会导致内部温度过高损坏设备。

## 电源



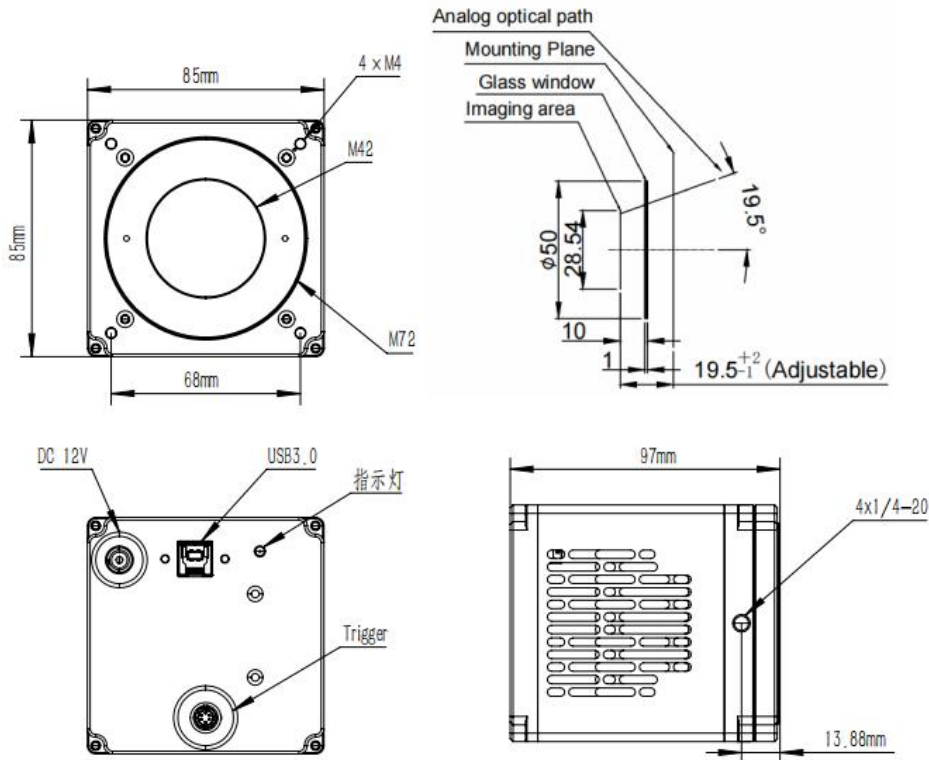
- 请使用相机原装电源适配器，使用不匹配的电源会损坏相机。
- 如果施加于相机的电压大于或小于相机的标称电压，相机可能会损坏或工作不正常。
- 相机标称电压请参考规格表。

## 2. 产品概述

### 2.1 相机规格

型号	RN2600RM-U
芯片类型	BSI CMOS
芯片型号	SONY IMX571BLR-J
光谱范围	400-1000 nm
颜色	黑白
对角线尺寸	28.3mm (1.8")
有效面积	23.4 mm × 15.6 mm
像元尺寸	3.76 μm × 3.76 μm
分辨率	6240 × 4168
峰值量子效率	92%@530nm
暗电流	<0.0005 e <sup>-</sup> /p/s
增益模式	Gain 0, Gain 1, Gain 2, Gain 3
满阱容量	49 ke <sup>-</sup> @ Gain0; 15.7 ke <sup>-</sup> @ Gain1; 7.8 ke <sup>-</sup> @ Gain2; 3 ke <sup>-</sup> @ Gain3
读出噪声	2.7 e <sup>-</sup> @ Gain0; 1.0 e <sup>-</sup> @ Gain1; 0.95 e <sup>-</sup> @ Gain2; 0.85 e <sup>-</sup> @ Gain3
帧率	6.5 fps@6240×4168 (Standard); 3.4 fps@6240×4168 (Low Noise) 35.5 fps@3120×2084 (SenBin)
快门模式	卷帘, 全局重置
曝光时间	34 μs ~ 60 min
图像校正	DPC
ROI	支持
Binning	2 × 2, 3 × 3, 4 × 4, 5 × 5, 6 × 6, 8 × 8, 16 × 16
制冷方式	风冷
制冷温度	低于环境温度 47°C
触发输出	曝光开始, 全局, 读出结束, 高电平, 低电平
触发接口	Hirose - 6 - Pin
数据接口	USB 3.0
光学接口	M42 口, 支持定制
位深	12bit, 14bit, 15bit, 16 bit
电源	12 V/8A
功耗	≤ 50W
相机尺寸	85 mm × 85 mm × 97 mm
重量	945 g
软件	Mosaic, SamplePro, LabVIEW, MATLAB, Micro - Manager
SDK	C, C++, C#, Python
操作系统	Windows/Linux
操作环境	工作: 温度 0~40°C, 湿度 10~85% 储存: 温度 -10~60°C, 湿度 0~85%

## 2.2 相机尺寸



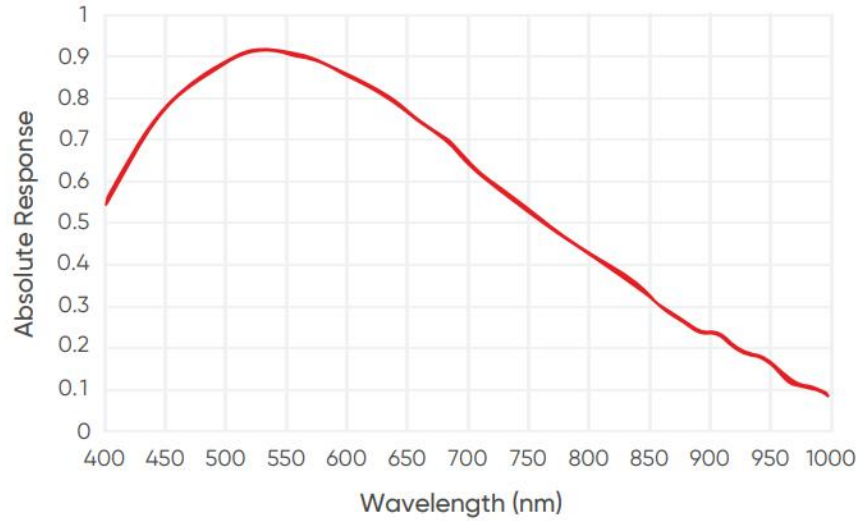
序号	名称	功能
1	DC12V	电源接口
2	USB 3.0 接口	相机数据传输
3	指示灯	指示相机状态, 按 F2 即可控制指示灯的亮或暗 红色: 相机通电 橘黄色*: 正常工作
4	外触发接口	外部触发输入及输出: 广濑 6 芯触发接口 (Hirose-6-pin), 型号: HR10A-7R-6PB(73)  Pin1: Trigger In, Pin2, Pin3: GND, Pin4: Exposure Start 默认对应软件的 Port3 Pin5: Readout End 默认对应软件的 Port1 Pin6: Global Exposure 默认对应软件的 Port2

### 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。

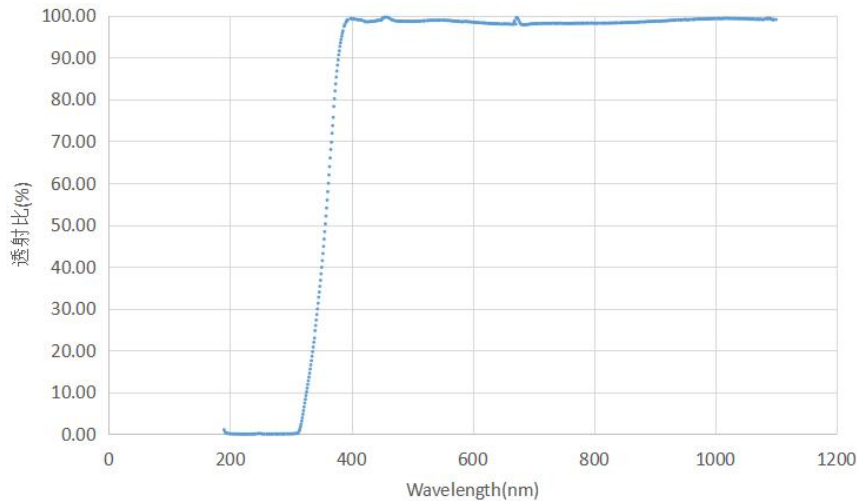
## 2.3 响应曲线

### 2.3.1 量子效率曲线



相机量子效率曲线

### 2.3.2 窗片曲线



普通窗片透射曲线

## 2.4 包装清单

项次	描述
1	CMOS 科研级相机 RN2600RM-U × 1
2	电源适配器 12V/8A × 1
3	电源适配器电源线 三芯 250V/2.5A × 1
4	USB3.0 数据线 2m × 1
5	U 盘 × 1
6	M3 十字螺丝 × 2
7	单头六角螺柱 × 2

## 3. 特点与功能

### 3.1. 相机介绍

RN2600RM-U 相机采用 SONY 背照式 CMOS 芯片，具有出色的成像性能。该相机的量子效率达到 92%，读出噪声低至  $0.9e^-$ ，并且无辉光。暗电流水平低至  $0.0005e^-/p/s$ ，相当于深度制冷 CCD 的水平，为长曝光成像提供了良好的性能支持。FL26BW 相机具有出色的动态范围，达到 16000:1，是同类 CCD 的 4 倍以上，大大拓展了信号测量范围。同时，它还支持坏点矫正（DPC），使得背景更加均匀，定量分析更加精准。相机还提供灵活的 Binning 模式，进一步提升了成像灵敏度和动态范围。该相机还具有高可靠性的制冷腔，制冷性能稳定，即使长时间使用也不会出现凝水问题。其紧凑型结构设计有利于仪器系统的整合，更方便携带和安装。

### 3.2. CMOS 的结构和运行

互补金属氧化物半导体（CMOS）相机具有低功耗、快速读出的优点，而且它的集成度更高，有更好的能耗效率。CMOS 相机广泛应用于医学成像、显微观察、工业检测等领域。由于 CMOS 相机易于集成的特点，因此在各种应用中具有灵活性和可扩展性。

CMOS 相机传感器的结构通常包括以下部分：

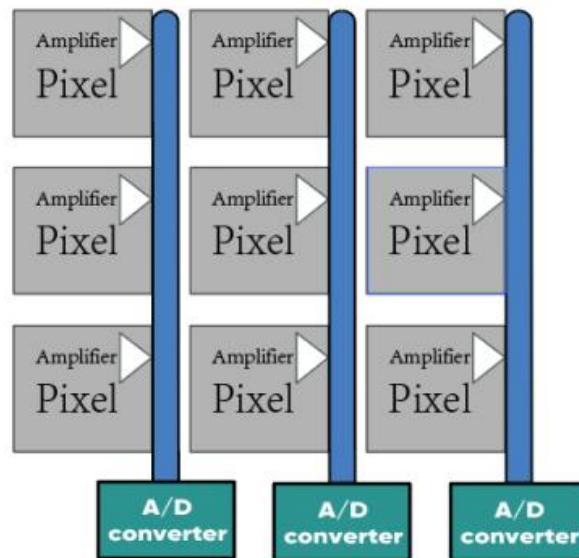


图 3-1 CMOS 传感器结构图

CMOS 传感器每个像元上电荷先通过晶体管转化为电压信号，再通过列转移线转移到一行 A/D 转化阵列进行输出。

**CMOS 相机的运行过程如下：**

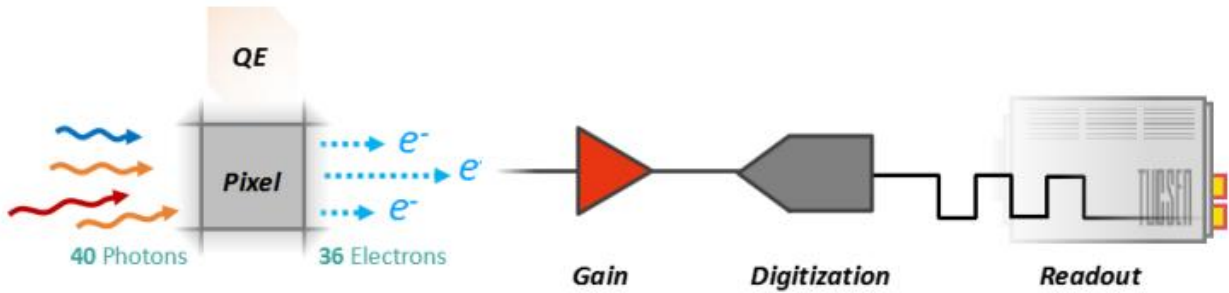


图 3-2 CMOS 运行流程

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

RN2600RM-U 相机支持卷帘快门（Rolling）读出和全局重置（Global Reset）读出。在卷帘快门读出方式下，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（ $T_{line}$ ）。

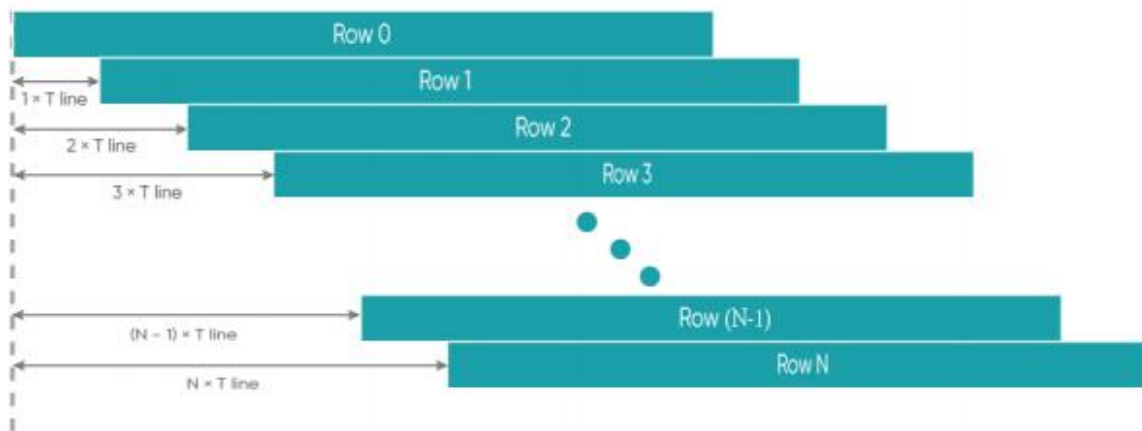


图 3-3 卷帘快门示意图

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）。

在全局重置（GlobalReset）读出方式下，可以让卷帘快门芯片的相机实现全局快门相机的拍摄效果。GlobalReset 功能首先同时对整个芯片的像素阵列清零重置，然后所有行同时曝光，曝光结束后逐行读出数据，相应的曝光时间会逐行递增。理想的应用中，应在第一行曝光结束之后，立刻关闭光源，可以避免得到亮度不均一的图像。此模式适合对信号同步有需求的应用场景，可以用来拍摄瞬态变化的对象。

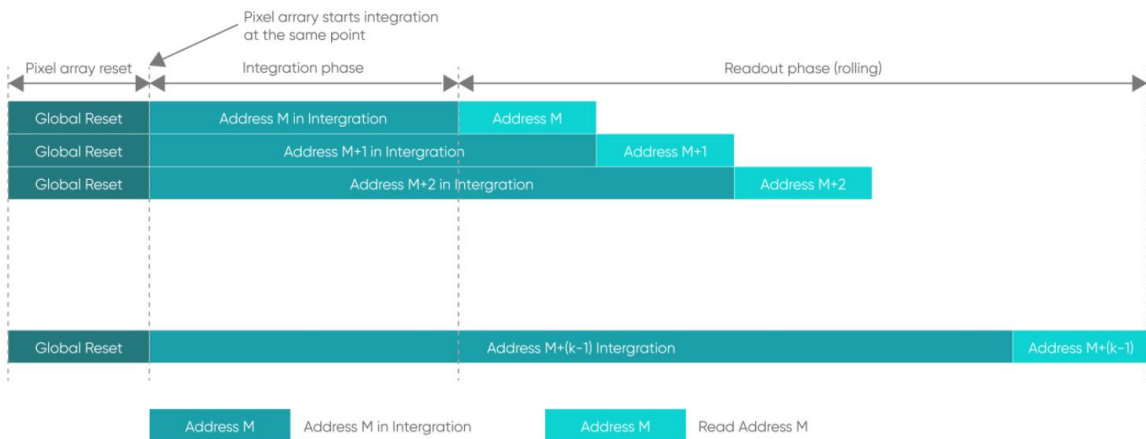


图 3-4 Global Reset 功能示意图

### 3.4. 前照式和背照式 CMOS 技术

CMOS 相机使用的芯片通常有两种类型：前照式（FSI）和背照式（BSI）。在前照式相机中，光线射入像元必须先通过金属电路结构才能被检测到。由于金属电路结构不透光，所以早期相机仅有 30~40%左右的量子效率（QE）。后来，随着技术的发展，微透镜的引入将光线通过导线聚焦到光敏硅中，将 QE 提升到 70%左右，有些先进的前照式相机的峰值 QE 甚至可达到 84%左右。

背照式相机逆转了这种传感器设计，它将金属电路结构放到了光敏硅层后面，入射光子就直接撞击薄薄的光敏硅层。这样的工艺革新，使得背照式相机 QE 峰值大大提高，改善了在弱光环境下的成像质量。由于背照式像元的光敏硅层很薄，对于工艺要求较高，制作难度与成本也就比前照式高。

RN2600RM-U 相机采用的是背照式芯片，峰值 QE 能达到 92%左右。

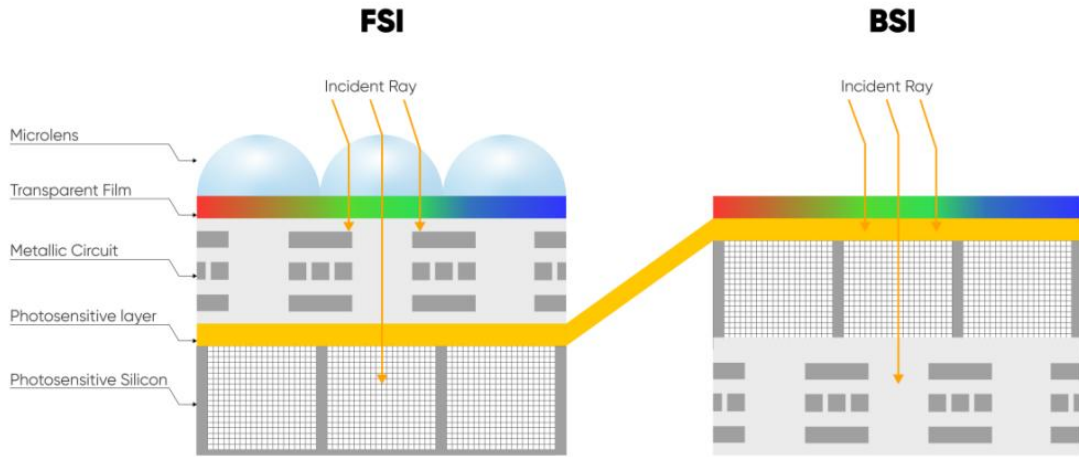


图 3-5 前照式和背照式示意图

### 3.5. 读出噪声

读出噪声是信号经电路读出引入的噪声。在 CCD 中，由于读出电路对于所有像素是一样的，所以每个像素所得出的标准差 ( $\sigma$ ) 也基本一致，故而 CCD 相机的参数表中，一个单独的数值——各个像素的标准差的均方根 (RMS)——就能够代表其读出噪声。

而 CMOS 各个像素所对应的读出电路并不相同，会形成一个分布曲线 (如图 3-6)。为了展现这条曲线的特征 CMOS 相机的参数表中一般会给出中位数 (Median) 和均方根 (RMS) 两个数值——前者是所有像素标准差的中位数；后者是所有像素标准差的均方根。由于 CMOS 相机芯片上总会有很少量但读出噪声特别高的像素——对中位数影响要小于对均方根的影响，所以一般情况下中位数的数值会低于均方根数值。

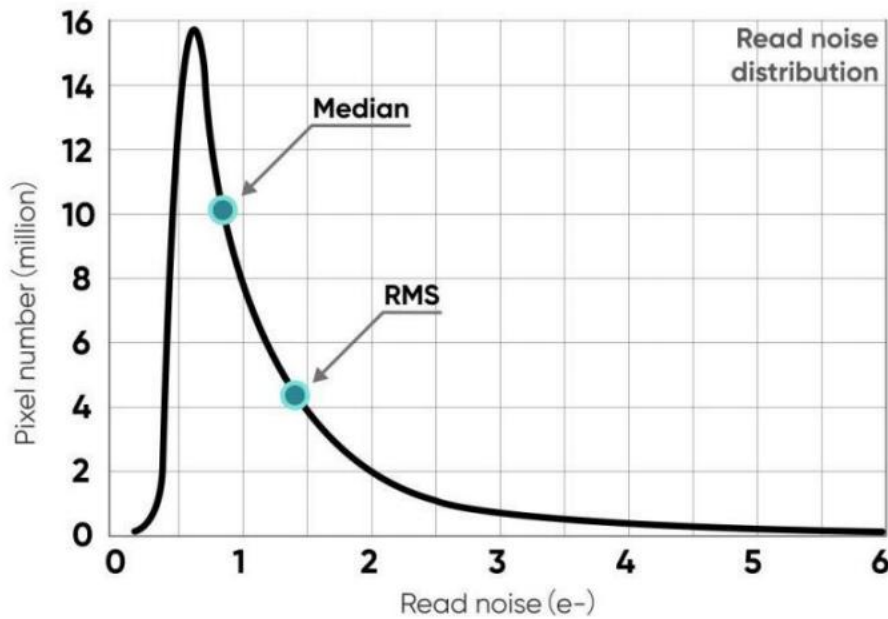


图 3-6 CMOS 相机的读出噪声分布示意图

为了从图像中测量计算读出噪声，就需要将热噪声和光散粒噪声的影响消除或降到

最低，仅保留由于电路读出过程所产生的读出噪声。所以测量读出噪声时，通常都是在没有光信号的环境下将曝光时间设为最小值（最大限度的减少暗电流的累积）来获取暗场图像（称为 dark image）。通过拍摄 N 张这样的图片，每个像素都能得到 N 个读出数值——其标准差（standard deviation,  $\sigma$ ）可以反映出对应像素的读出噪声大小。

### 3.6. 坏点校正（DPC）

CMOS 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。

RN2600RM-U 采用动态坏点校正功能，通过  $3 \times 3$  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。

### 3.7. 工作模式

RN2600RM-U 相机可选 4 个增益，分别为 Gain0、Gain1、Gain2、Gain3，不同增益下读出噪声和饱和容量等均存在差异，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\*

增益	Gain0	Gain1	Gain2	Gain3
系统增益(DN/e-)	1.28	3.98	8.0	20
饱和容量(e-)	49000	15700	7800	3000
读出噪声(e-)	2.7(Median)	1.0(Median)	0.95(Median)	0.85(Median)
	3.3(RMS)	1.3(RMS)	1.2(RMS)	1.0(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. 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，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。

RN2600RM-U 相机 USB3.0 下的典型 ROI 区域实测帧率(fps)如下表所示:

表 3-2 RN2600RM-U 相机 6240x4168 (Standard) 分辨率的典型 ROI 区域实测帧率表

分辨率	列(Pixel)	行(Pixel)	Rolling	GlobalReset
6240x4168 (Standard)	6240	4168	6.5	6.5
	6240	2084	13.0	13.0
	6240	1040	25.6	25.6
	6240	520	48.5	48.3
	6240	260	85.8	84.8
	6240	128	148.0	138.1
	6240	32	272.2	255.4
	32	32	272.2	255.4

表 3-3 RN2600RM-U 相机 6240x4168 (Low Noise) 分辨率的典型 ROI 区域实测帧率表

分辨率	列(Pixel)	行(Pixel)	Rolling	GlobalReset
6240x4168 (Low Noise)	6240	4168	3.4	3.4
	6240	2084	6.7	6.7
	6240	1040	13.0	13.0
	6240	520	24.3	23.9
	6240	260	43.3	42.7
	6240	128	71.9	69.9
	6240	32	136.8	129.9
	32	32	136.8	129.9

3-4 RN2600RM-U 相机 3120x2084(SenBin)分辨率的典型 ROI 区域实测帧率表

分辨率	列(Pixel)	行(Pixel)	Rolling	Global Reset
3120x2084(SenBin)	3120	2084	35.5	35.5
	3120	1040	71.0	71.0
	3120	520	142.0	141.0
	3120	260	265.3	260.4
	3120	128	473.4	459.6
	3120	64	764.3	728.8
	3120	32	1103.6	1031.6
	32	32	1103.6	1031.6

注意:

- 1) RN2600RM-U 在 Mosaic V3 上最小支持 ROI 为: 32(列)×32(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) 上表测试帧率为流模式最短曝光时间下的实测最大值。

### 3.9. 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。

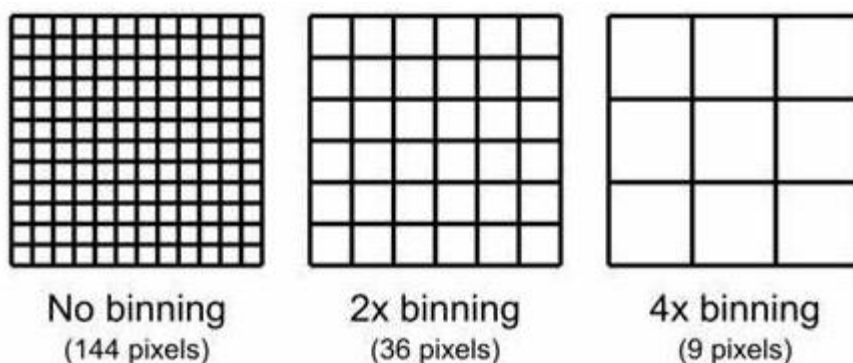


图 3-7 Binning 示意图

Binning 的操作可以在芯片层面实现, 也可以由相机的 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  $2 \times 2$  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 3-8

RN2600RM-U 相机也支持芯片 Binning，可在分辨率选项选择 (SenBin)，采用此方式可在一定程度上提升帧率：

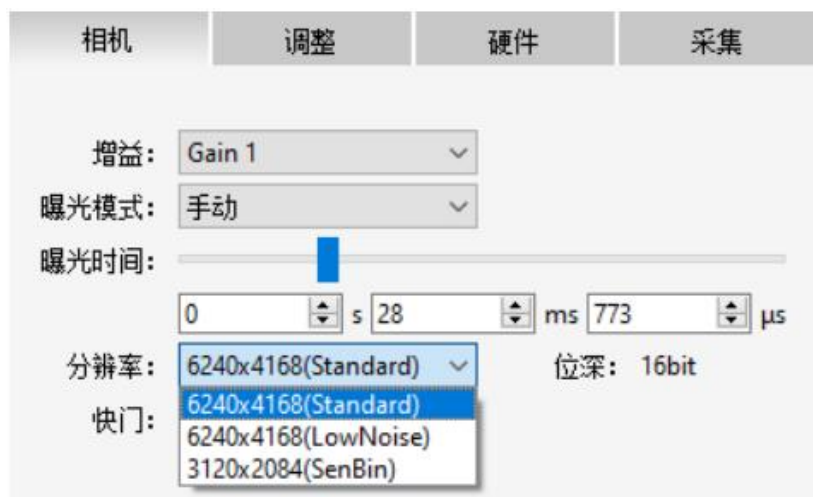


图 3-9

各分辨率下对应的帧率 (fps) 实测值如下表所示：

表 3-5 不同分辨率下的帧率实测值

分辨率	Rolling/GlobalReset
6240x4168 (standard)	6.5
6240x4168 (Low Noise)	3.41
3120x2084(SenBin)	35.5

### 3.10. 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。

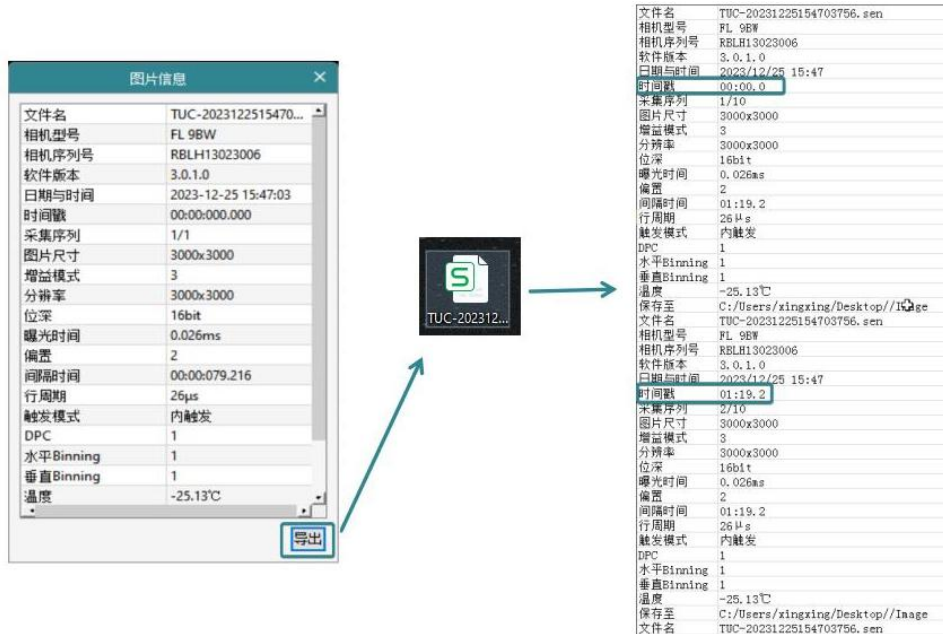


图 3-10 时间戳导出示意图

#### 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。

### 3.11. 帧率计算

相机的帧率受读出时间和曝光时间的影响，理论帧率参考下表计算：

#### Rolling 快门方式下 USB 3.0 (U3) 典型帧率计算：

$H_n$ : 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;

$Y_{exp}$ : 设置的曝光时间

$Y_{U3-Standard}$ : 6.5 fps(USB3.0 下 Standard 模式最大帧率);

$Y_{U3-SenBin}$ : 35.5 fps (USB3.0 下 SenBin 模式最大帧率)

表 3-6 Rolling 快门方式下帧率计算

工作模式	行周期 $T_{line}$	计算公式	水平(Hn)	垂直 (Vn)	帧率 (fps)
Standard	34.67 $\mu$ s	$\min\{1/(Vn/4168/Y_{U3-Standard}), 1/(T_{line}*(Vn+74))\}$	6240	4168	6.5
				2084	13
				1040	25.6
				520	48.5
				260	85.8
				128	148
				32	272.2
Low Noise	69.3 $\mu$ s	$1/(T_{line}*(Vn+74))$	6240	4168	3.4
				2084	6.7
				1040	13
				520	24.3
				260	43.3
				128	71.9
				32	136.8
SenBin	12.58 $\mu$ s	$\min\{1/(Vn/3000/Y_{U3-SenBin}), 1/(T_{line}*(Vn+40))\}$	3120	2084	35.5
				1040	71
				520	142
				260	265.3
				128	473.4
				64	764.3
				32	1103.6

**Global Reset 快门方式下 USB3.0 典型帧率计算:**

Hn: 水平方向上选取行数;

Vn: 垂直方向上选取行数;

$T_{line}$ : 行周期;

$T_{exp}$ : 设置的曝光时间;

$Y_{U3-Standard}$ : 6.5 fps(USB3.0 下 Standard 模式最大帧率);

$Y_{U3-SenBin}$ : 35.5 fps (USB3.0 下 SenBin 模式最大帧率)。

表 3-7 Global Reset 快门方式下帧率计算

工作模式	行周期 $T_{line}$	计算公式	水平 (Hn)	垂直 (Vn)	帧率 (fps)
Standard	34.67 $\mu$ s	$\min\{1/(Vn/4168/Y_{U3-Standard}), 1/(T_{line}*(Vn+80))\}$	6240	4168	6.5
				2084	13
				1040	25.6
				520	48.3
				260	84.8
				128	138.1
Low Noise	69.3 $\mu$ s	$1/(T_{line}*(Vn+78)+T_{exp})$	6240	4168	3.4
				2084	6.7
				1040	13
				520	23.9
				260	42.7
				128	69.9
SenBin	12.58 $\mu$ s	$\min\{1/(Vn/3000/Y_{U3-SenBin}), 1/(T_{line}*(Vn+45)+T_{exp})\}$	3120	2084	35.5
				1040	71
				520	141
				260	260.4
				128	459.6
				64	728.8
				32	1031.6

**注意:**

- 1) 帧率表数值为最低曝光时间下的计算值，当设置的曝光时间( $T_{exp}$ )大于读出时间时，帧率= $1/T_{exp}$  (s);
- 2) 以上计算公式供参考，standard 模式帧率受到 sensor 和带宽(U3 带宽 330M/s) 的双重影响，实际帧率以两个公式计算的最小值为准;
- 3) 帧率还受到电脑系统配置等的影响，同时为防止丢帧，实际帧率可能会小于计算值。

### 3.12. 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<sup>-</sup>)； $Q(\lambda)$ 对应光波长为 $\lambda$ 时的量子效率；Offset 为相机的本底值，单位为 DN。

### 3.13. 采集模式

#### 3.13.1. 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 3-11

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。

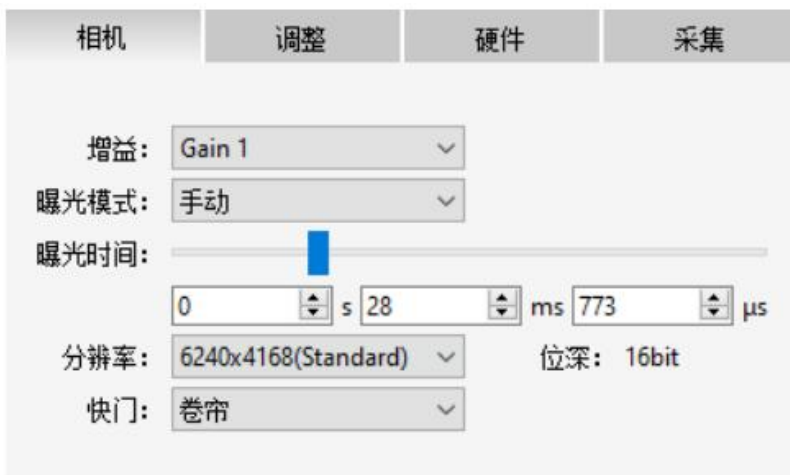


图 3-12

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，设置完成后可对图像进行拍摄。



图 3-13

### 3.13.2. 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 3-14

### 3.13.3. 硬件触发模式

硬件触发模式（Hardware trigger）是一种等待外触发电平信号指令来曝光和存图的模式。

Mosaic V3 硬件触发模式设置，进入标准外触发模式后，包含以下几个配置：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 3-15

### 3.13.3.1. 硬件触发输入电路

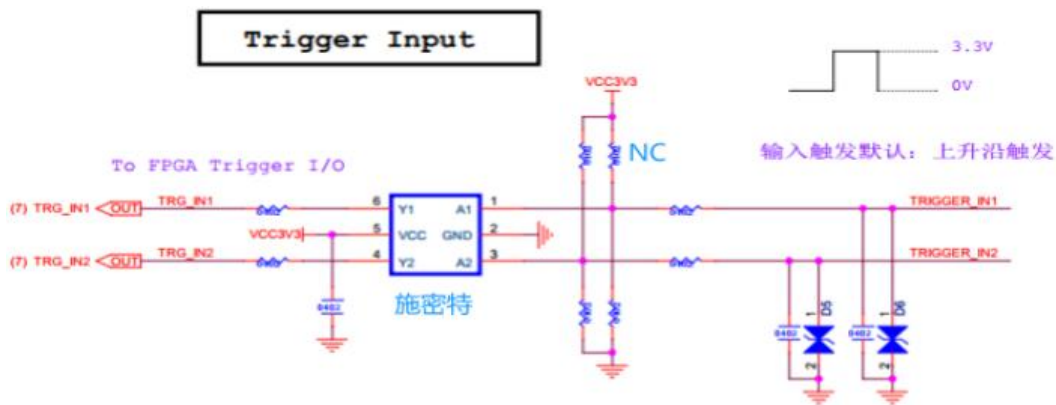


图 3-16 触发输入电路

注意：

1) 推荐外触发输入高电平为 2.6 ~ 3.3 V，最大不可超过 5.0 V，超过最大限定电压将可能造成永久性损坏，推荐低电平 < 0.6 V。

2) 相机可识别电平信号脉宽需大于 1  $\mu$ s。

### 3.13.3.2. 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，相机接收到触发信号到第一行开始正式曝光有 8~12 个行周期的延迟  $T_{logic}$ 。因此，外部触发输入到曝光开始的总延迟时间  $T_{delay} = T_{iso} + T_{logic}$ 。

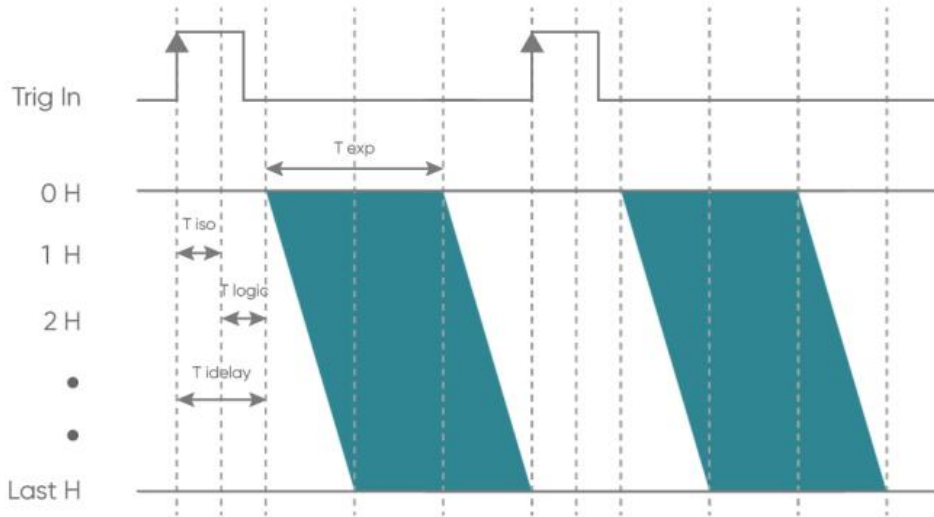


图 3-17 Rolling 模式触发延迟示意图

Global Reset 模式下的示意图如下：

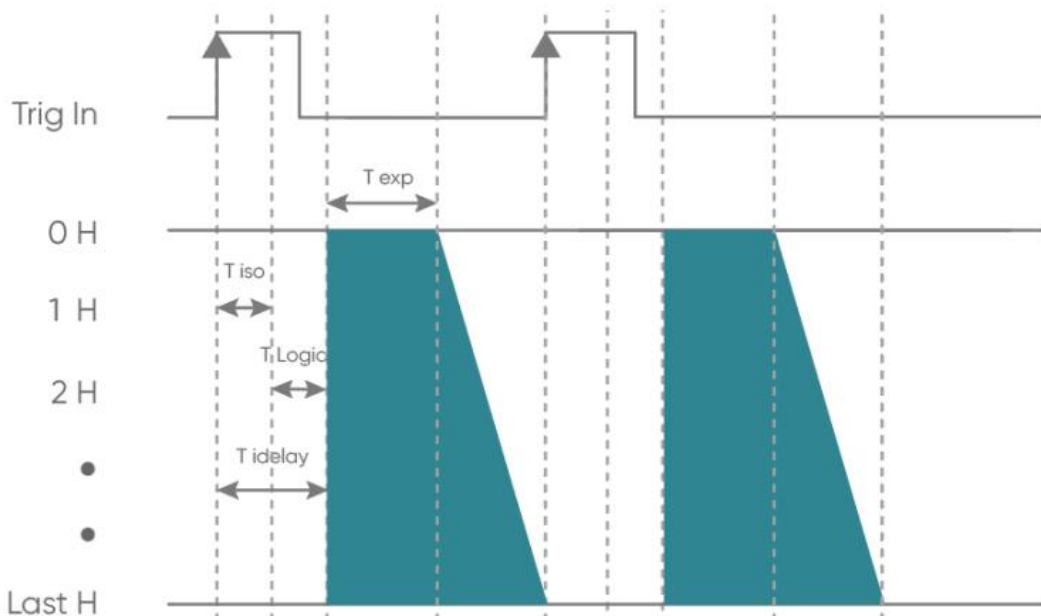


图 3-18 Global Reset 模式触发延迟示意图

$T_{exp}$ : 曝光时间;  $T_{iso}$ : 硬件电路延迟;  $T_{logic}$ : 触发抖动;  $T_{delay}$ : 延迟;  $1H$ : 一个行周期。

### 3.13.3.3. 标准触发模式

标准触发模式：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;

标准触发模式下支持设置为电平触发和边沿触发。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。

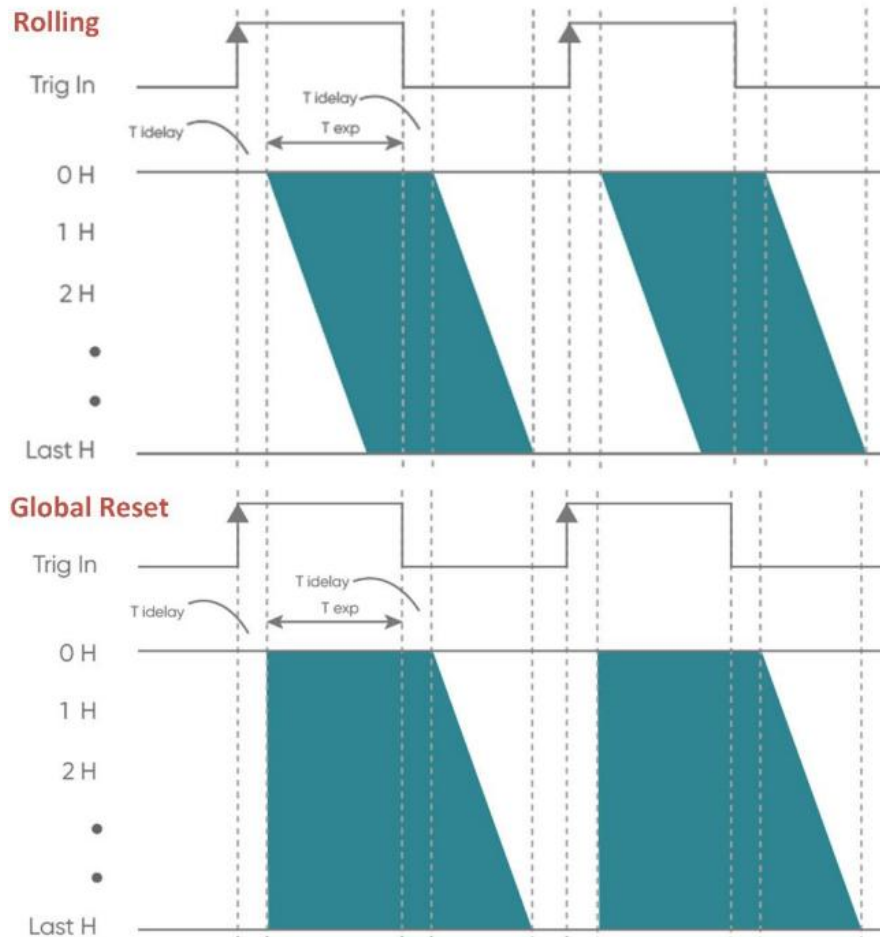


图 3-19 电平触发模式

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。

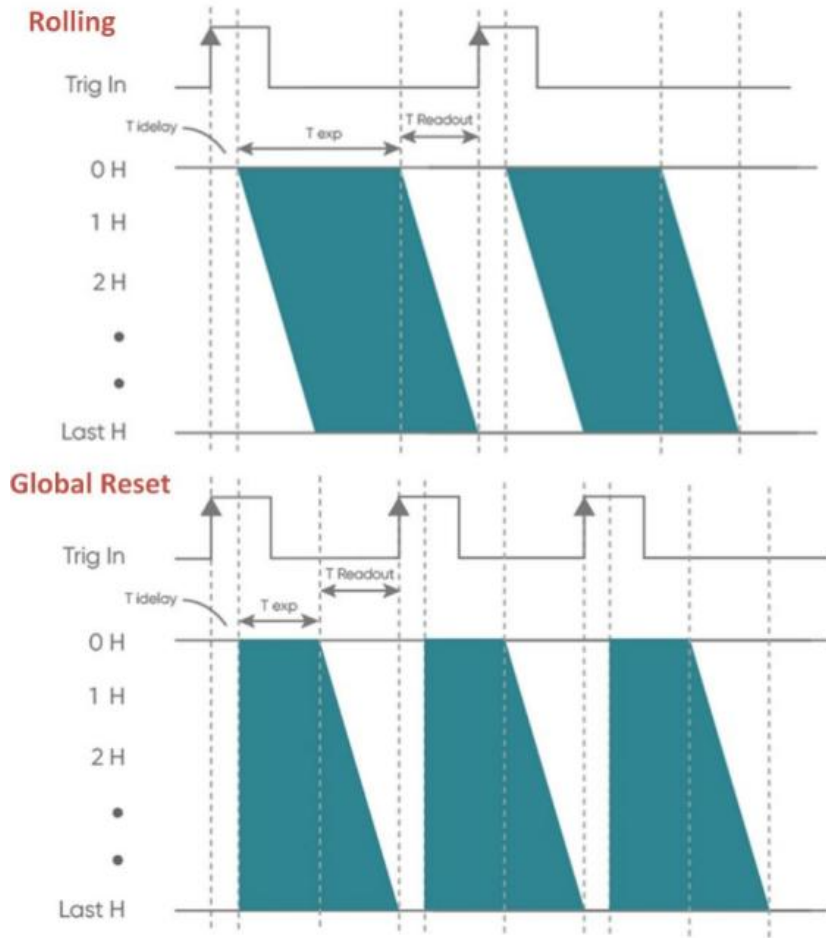


图 3-20 边沿触发模式

RN2600RM-U 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 3-15）修改触发出图数，以设置数量 2 为例，触发时序图如下：

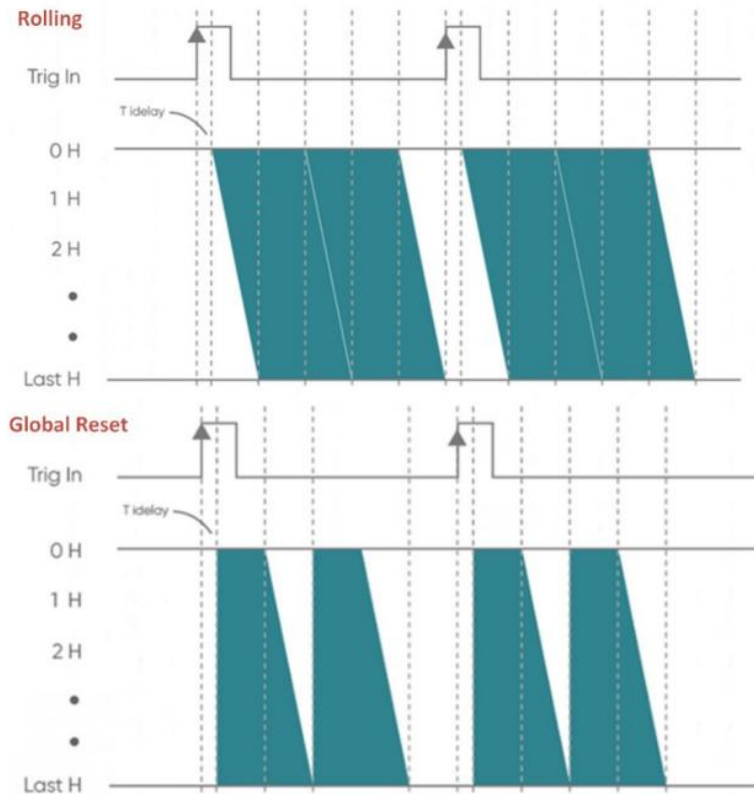


图 3-21 单触发多帧采集时序图

### 3.14. 触发输出

#### 3.14.1. 触发输出电路

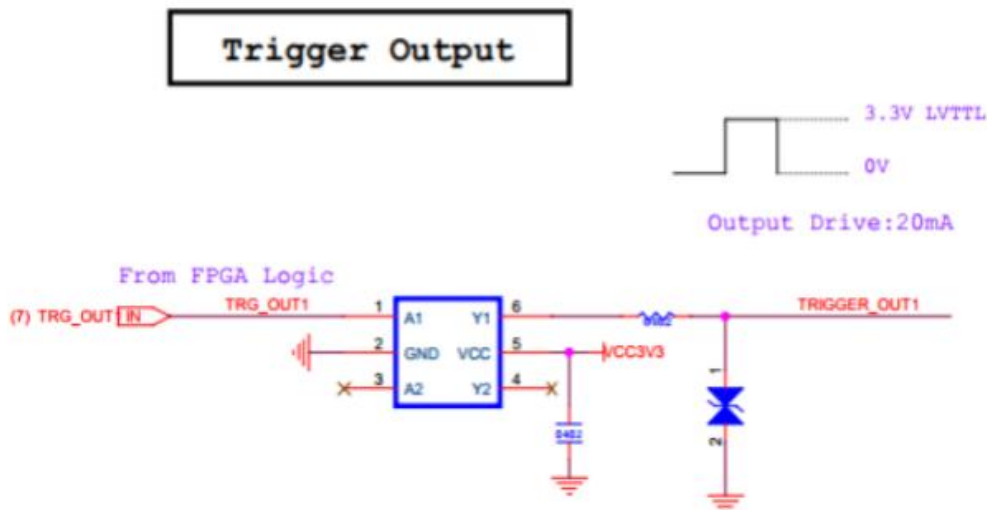


图 3-22

注意:

相机外触发输出电平为固定值 3.3 V，支持最大的驱动电流为 20 mA。

### 3.14.2. 触发输出时序图

相机采用触发输出采用广濑接口，触发输出信号接口对应 pin4、pin5、pin6，可输出以下 5 种时序的信号。

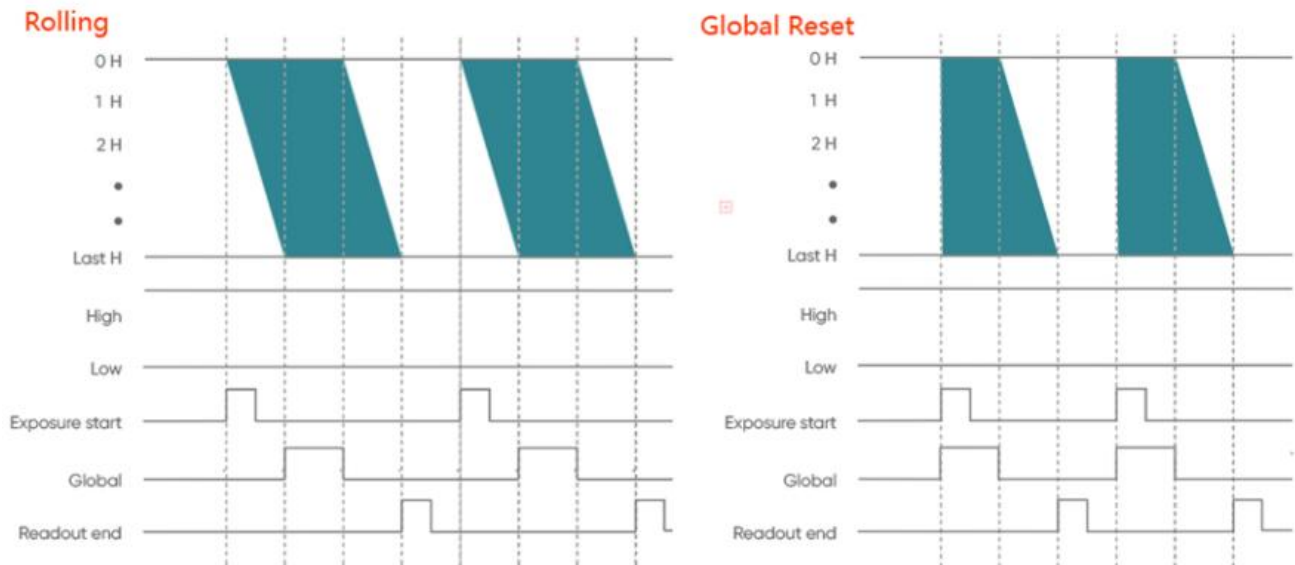


图 3-23 触发输出的时序图

- High: 始终输出高电平;
- Low: 始终输出低电平;
- Exposure Start: 从第一行开始曝光开始，脉宽默认 5ms，可自定义，默认在 Pin4 接口输出，对应软件的 Port3;
- Readout End: 从最后一行结束曝光开始，脉宽默认 5ms，可自定义，默认 Pin5 输出，对应软件的 Port1;
- 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），默认在 Pin6 接口输出，对应软件的 Port2。

### 3.15. 制冷

相机制冷可有效减小“暗电流噪声”和热像素的影响。相机采用半导体制冷方式，利用帕耳帖效应，由 N、P 型材料组成一对热电偶，当热电偶通入直流电流后，因直流电通入的方向不同，将在电偶结点处产生吸热和放热现象。其中冷端贴近芯片，给芯片降温以降低暗电流；热端连接金属导热块，通过相应的方式将产生的热散去。

RN2600RM-U 相机采用风冷方式，进出风口标识如下图所示。

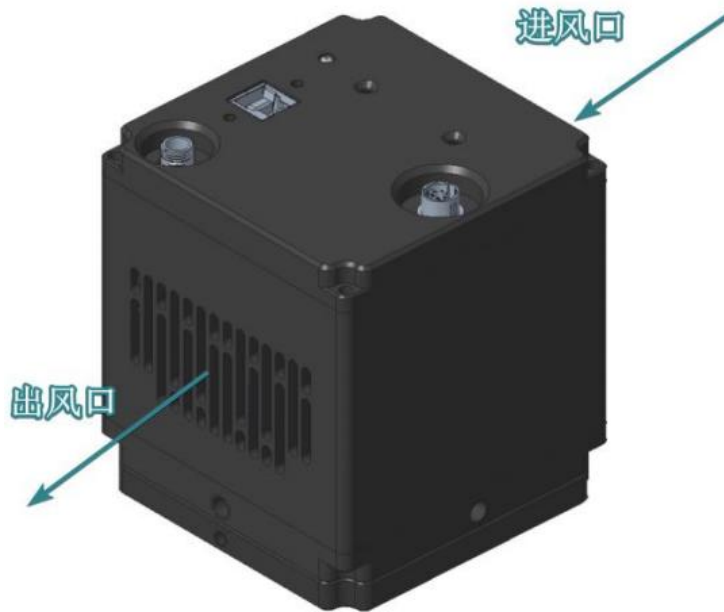


图 3-24 RN2600RM-U 进出风口示意图

如果相机的使用环境温度较高，空气湿度大，相机由于制冷后内部温度低，水蒸气就将冷凝成雾，附着在相机上，导致结雾的发生。

RN2600RM-U 在环境温湿度较高（如 $>70\%$ ）的应用场景中，随着制冷温度降低，温差 $47^{\circ}\text{C}$ 以内，不会结露（默认 $-25^{\circ}\text{C}$ 不会结露）；温差 $47\sim 52^{\circ}\text{C}$ 有低结露风险，温差 $52^{\circ}\text{C}$ 以上，有较高结露风险。（以上推荐值均受实际环境温湿度的影响，仅供参考）

#### 注意：

相机默认温度设置为 $-25^{\circ}\text{C}$ ，允许用户最低调至 $-35^{\circ}\text{C}$ ，但温度设置低于 $-25^{\circ}\text{C}$ 时，相机窗片将会有“结雾风险！”。用户可以通过提高 sensor 制冷温度、降低环境湿度等来预防结雾的发生。

## 4. 安装

### 4.1. 相机安装

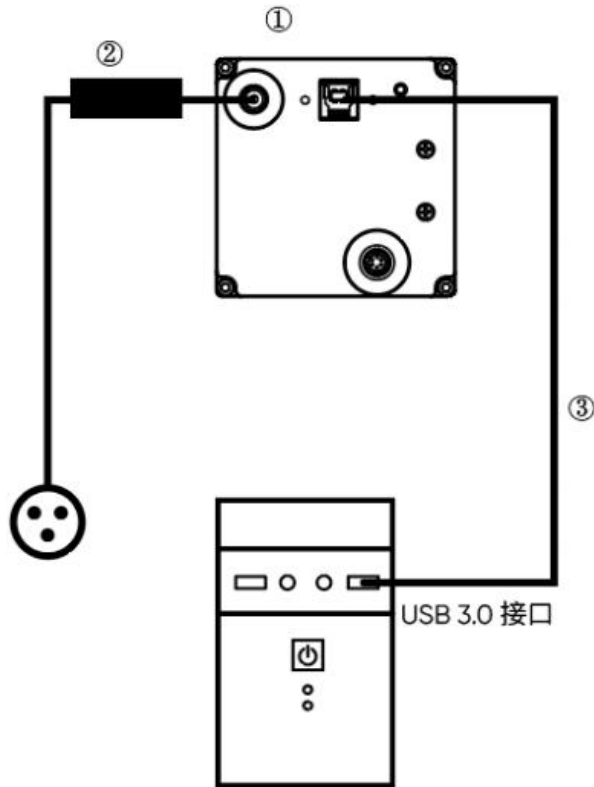


图 4-1 RN2600RM-U 相机连接图

①RN2600RM-U 相机

②电源适配器

③USB 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 CMOS 相机上，锁好螺丝，然后插上电源线，即可看到指示灯亮起，呈红色。

**注意：**

1)为防止相机内部过热，请勿将相机包裹在布或任何其他材料中，或以任何方式堵住相机的通风口。

2)如果在封闭环境中操作相机，为保证相机的安全性和制冷性能，安装时请确保相机进风口和出风口之间至少有 10 cm 的间隙；如相机放置在桌面或平台上使用，请注意相机风口不要朝下。

## 4.2. 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;

(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。

(5) 等待驱动安装完成;

(6) 点击“Finish”完成驱动安装;

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。若出现黄色标志, 则表示需要重新安装驱动。

## 4.3. 软件安装和卸载

### 4.3.1. 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;

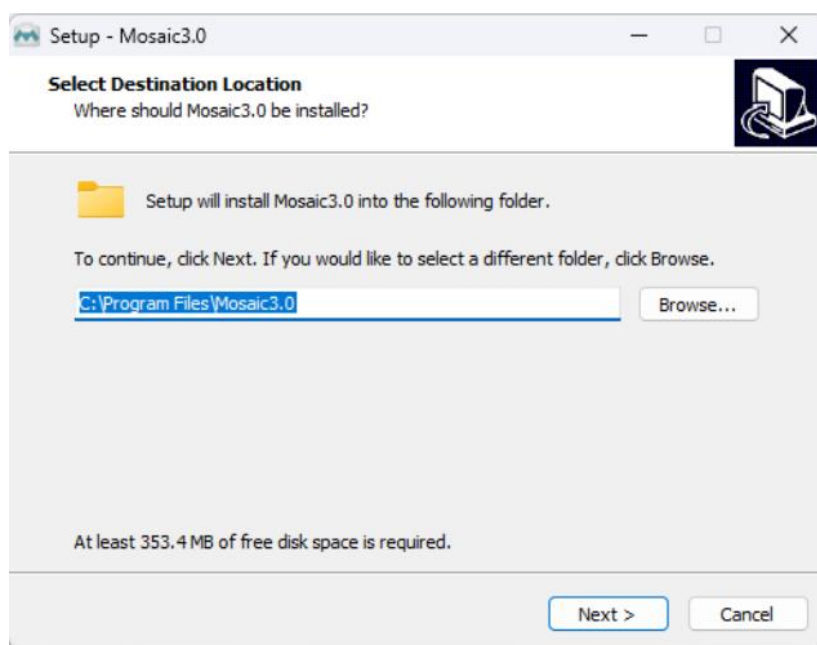


图 4-2

(3) 选择安装内容, 默认勾选安装驱动和微软运行库 vc\_redist\_2015, 取消勾选可能出现相机无法被软件识别的问题;

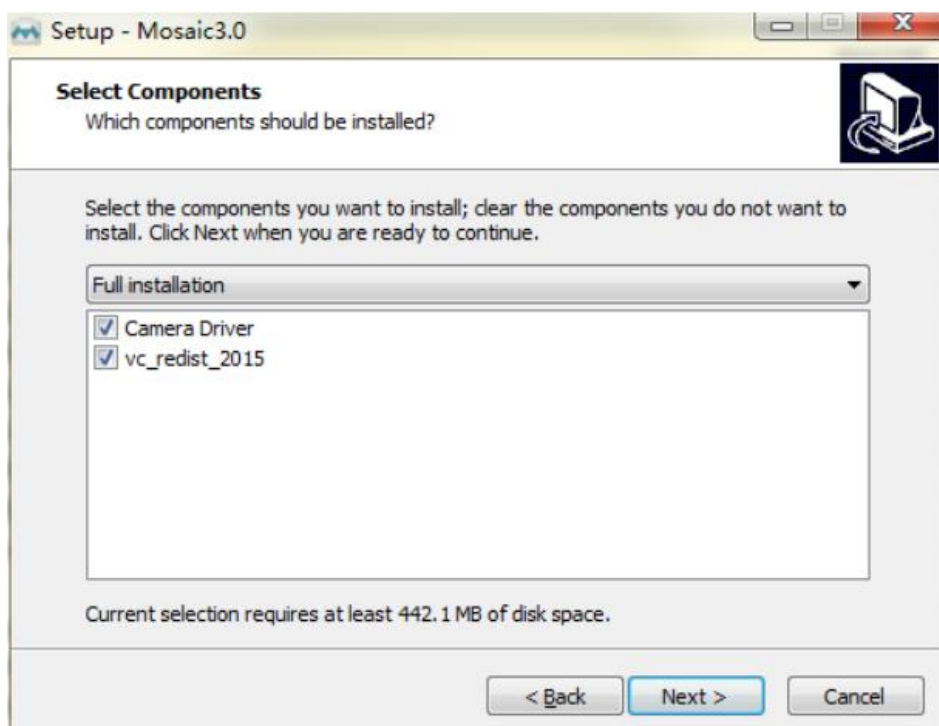


图 4-3

- (4) 配置安装参数，选择是否生成桌面快捷方式；
- (5) 确认所有安装参数后，点击“Install”开始执行安装动作；
- (6) 等待安装完成；

### 4.3.2. 卸载

Mosaic V3 软件有如下三种卸载方式：

- (1) 通过安装包卸载，安装包运行时会自动卸载电脑上已有的版本，默认 C 盘路径生效；
- (2) 安装路径下，找到 uninst000.exe 卸载，双击卸载；
- (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，特别是外部电源和主电缆的完整性、电源线的完整性，请勿使用损坏的设备。

## 5.2. 电气安全检查

建议每年检查交流/直流转换器的绝缘和保护接地的完整性。

不要使用损坏的设备。

## 5.3. 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。

## 5.4. 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) 如果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) 如果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. 相机达不到目标制冷温度

- 1) 确认环境温度;
- 2) 确认出风口是否堵塞;
- 3) 确认风扇是否正常转动。

## 6.4. 帧率达不到标称

1) 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;

2) 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;

3) 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;

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 MosaicV3 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。

**声明：**

1. 长沙麓邦光电科技有限公司致力于产品的不断改善和功能升级，用户手册提供资料如有变更，恕不另行通知！
2. 此文件包含的一切信息的所有权归长沙麓邦光电科技有限公司所有，接收此文件即表明接收人同意在未得到麓邦授权前，不得将该文件透露的信息及它的任何部分进行复制、转化到其他文件，或者由于用于制造或其他目的而使用或者泄露给第三方！



麓邦公众号

产品上新/商城活动/技术文章/展会会议

**麓邦商城 — 您身边的光电实验好帮手!**

深圳市麓邦技术有限公司

Shenzhen LUBON Technology Co.,Ltd.

地址：深圳市南山区打石一路深圳国际创新谷6栋A座2103

电话：400-060-6986

官网：www.lubon.com

邮箱：service@lbtek.com ; sales@lbtek.com

长沙麓邦光电科技有限公司

Changsha LUBON Photoelectric Technology Co.,Ltd.

地址：长沙市岳麓区环创企业广场A6栋

电话：400-060-6986

官网：www.lbtek.com

邮箱：service@lbtek.com ; sales@lbtek.com

 **400-060-6986**