

**LBTEK**

# HFRxxxGC-10G 高速制冷相机

用户手册



## 目录

1 安全 .....	1
2 产品规格 .....	2
2.1 相机规格 .....	2
2.2 相机尺寸 .....	4
2.3 包装清单 .....	5
2.4 曲线 .....	5
2.5 相机电源与信号连接 .....	6
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.增益 .....	12
3.8. ROI 读出 .....	14
3.9. Binning 读出 .....	15
3.10. 帧率调节 .....	16
3.11. 入射光子计算 .....	16
3.12. 采集模式 .....	17
3.12.1. 流模式 .....	17
3.12.2. 软件触发模式 .....	18
3.13. 硬件触发模式 .....	19
3.13.1. 硬件触发输入电路 .....	19
3.13.2. 硬件触发延时与抖动 .....	21
3.13.3. 触发模式 .....	22
3.14. 触发输出 .....	23
3.14.1. 触发输出电路 .....	23

3.14.2. 触发输出时序图 .....	23
4 安装 .....	25
4.1.推荐的电脑配置 .....	25
4.2. 相机安装 .....	25
4.3. 网卡安装 .....	26
4.4.相机连接 .....	27
4.4.1. 联瑞网卡配置 .....	27
4.4.2. 相机连接说明 .....	31
4.4.3. 笔记本网口使用说明 .....	34
4.5. 软件使用 .....	39
4.5.1. 连接操作 .....	39
4.5.2. 相机拍图 .....	40
4.5.3. 相机信息 .....	42
4.5.4. 曝光控制 .....	43
4.5.5. 白平衡操作 .....	44
5 维护 .....	46
5.1.定期检查 .....	46
5.2.电气安全检查 .....	46
5.3.基本使用 .....	46
5.4.窗片清洁 .....	46
6.故障排除 .....	47
6.1.电脑无法识别相机 .....	47
6.2.软件暂停工作、卡死 .....	47
6.3.帧率达不到标称 .....	47
7.FAQs .....	47
7.1.为什么拍摄下来的图片亮度与预览窗口不一致? .....	48
7.2.相机预览图像出现条纹状闪动 .....	48

## 1 安全

### 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 相机规格

型号	HFR500GC-10G	HFR1200GC-10G
传感器类型	CMOS	
传感器型号	Gpixel GMAX 3405	Gpixel GMAX 3412
峰值量子效率	75%@540 nm; 33%@850 nm	
彩色/黑白	彩色	
对角线尺寸	10.9 mm (2/3")	17.4 mm(1.1")
有效面积	8.3 mm× 7.0 mm	14.0 mm × 10.5 mm
分辨率	2448 (H) ×2048 (V)	4096 (H) × 3072 (V)
像素大小	3.4 μm × 3.4 μm	
峰值量子效率	74% @ 540nm,33%@850nm	
满陷容量	12 bit: 8.7 ke-@Gain 1, 0.5 ke- @Gain 2	12 bit: 9 ke-@Gain 1, 0.6 ke- @Gain 2
位深	8 bit, 10 bit, 12 bit	
帧率	163 fps @ 8bit, 163 fps@10bit, 100 fps @12bit	97 fps @ 8bit, 65 fps@10bit, 63 fps @12bit
读出噪声	12 bit: 3.7 e- @ Gain 1, 2.5 e- @ Gain 2, 1.6 e- @ Gain 3;	12 bit: 3.9 e- @ Gain 1, 2.6 e- @ Gain 2, 1.8 e- @ Gain 3;
动态范围	12 bit: 67.7dB @ Gain 1, 65.5dB @ Gain 2, 50.7dB @ Gain 3;	12 bit: 68.0dB @ Gain 1, 65.3dB @ Gain 2, 53.3dB @ Gain 3;
快门类型	全局快门	

曝光时间	8bit: 2 $\mu$ s ~ 10 s; 10、12bit: 3 $\mu$ s ~ 10s	
ROI	支持	
触发模式	硬件, 软件	
暗信号 不均匀性	12 bit: 0.7 e- @ Gain 1, 0.4 e- @ Gain 2, 0.2 e- @ Gain 3;	12 bit: 67.7 e- @ Gain 1, 65.5 e- @ Gain 2, 50.7 e- @ Gain 3;
Binning (FPGA)	1 $\times$ 1, 2 $\times$ 2, 4 $\times$ 4	
光响应 不均匀性	12 bit: 0.4 % Gain 1, 0.4 % Gain 2, 0.9 % Gain 3;	12 bit: 67.7% Gain 1, 65.5% Gain 2, 50.7% Gain 3;
时间戳精度	1 $\mu$ s	
外触发输出	曝光输出, 读出, 触发准备, 高电平, 低电平	
触发接口	Hirose-12-Pin	
数据接口	10G GigE	
光学接口	C-Mount, 支持定制	
电源	12 V /5 A	
功耗	28W	30W
相机尺寸	60 mm x 60 mm x 100 mm	
重量	500g	
SDK	C, C++, C#, Python	
操作系统	Windows, Linux	
操作环境	工作温度: 0~40 $^{\circ}$ C, 工作湿度: 10~85 % 储存温度: -10~60 $^{\circ}$ C, 储存湿度: 0~85 %	

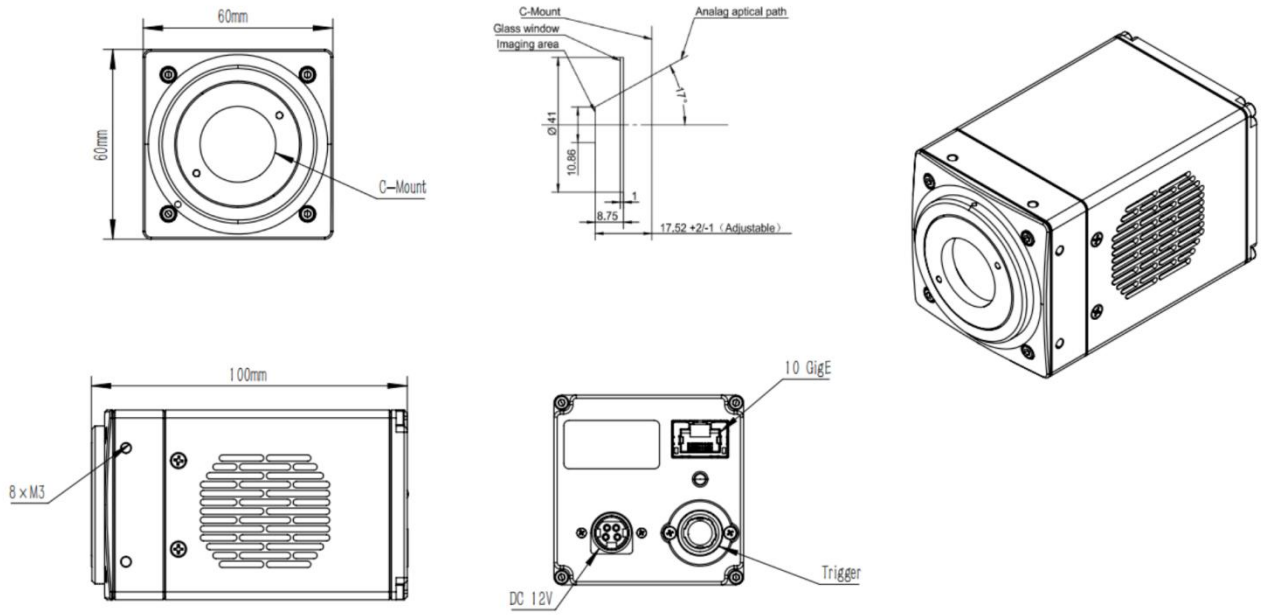
## 万兆网卡

型号	联瑞网卡, LR-Link(R)PCIe x4 10G Single-Port Desktop Adapter V2
操作系统	Windows
总线	PCIe 3x16,支持从主板到电脑的 2GB/s 传输

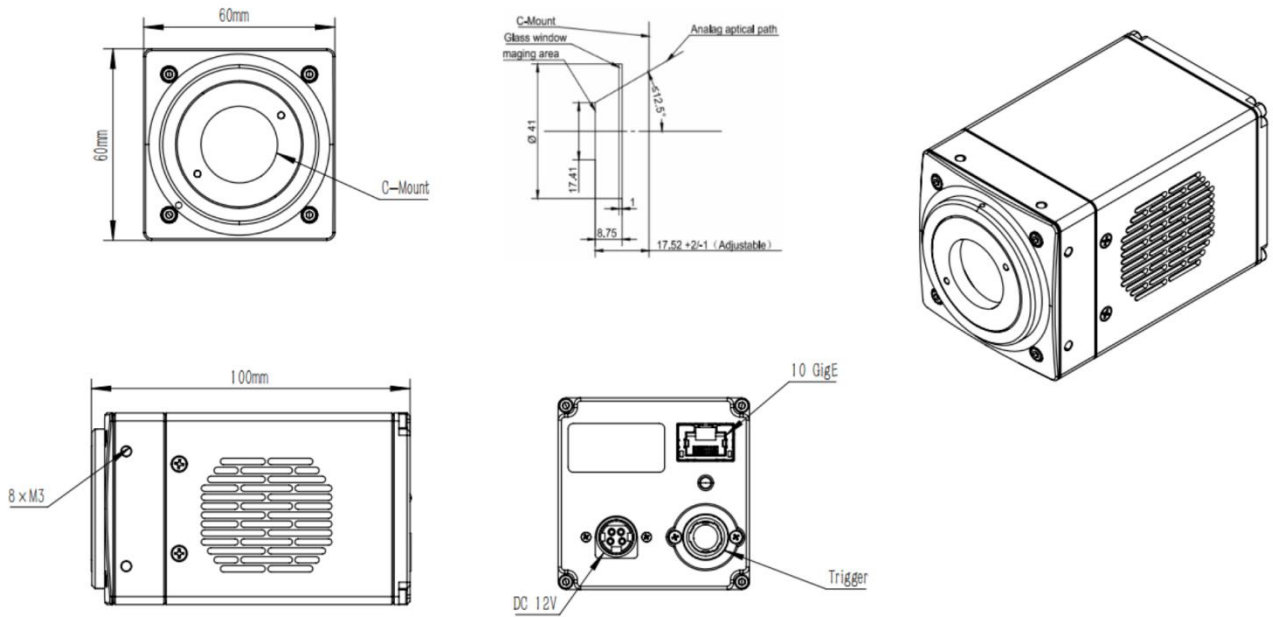
格式	Half length PCI Express
----	-------------------------

## 2.2 相机尺寸

HFR500GC-10G 尺寸参数:



HFR1200GC-10G:



## 2.3 包装清单

标配物品名称:

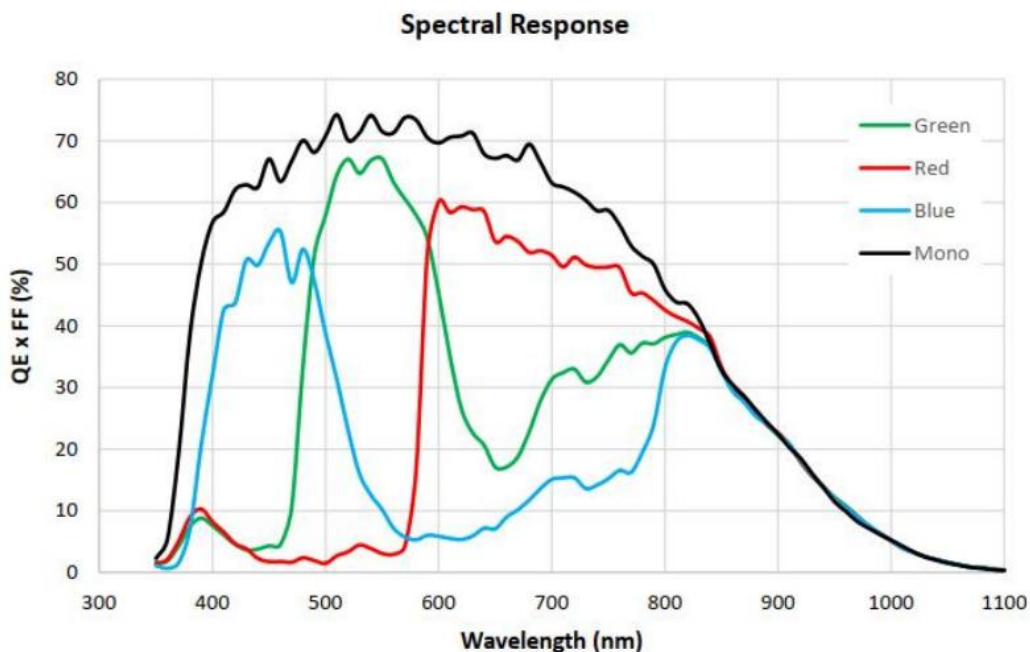
项次	描述
1	CMOS 科研级相机, HFR500GC-10G/HFR1200GC-10G
2	电源适配器, 12V/5A
3	电源适配器电源线, 三芯 250V/2.5A
4	网线, 七类圆形全铜网线 2m
5	U 盘 (4G), 内含用户手册, 软件和驱动

选配物品名称:

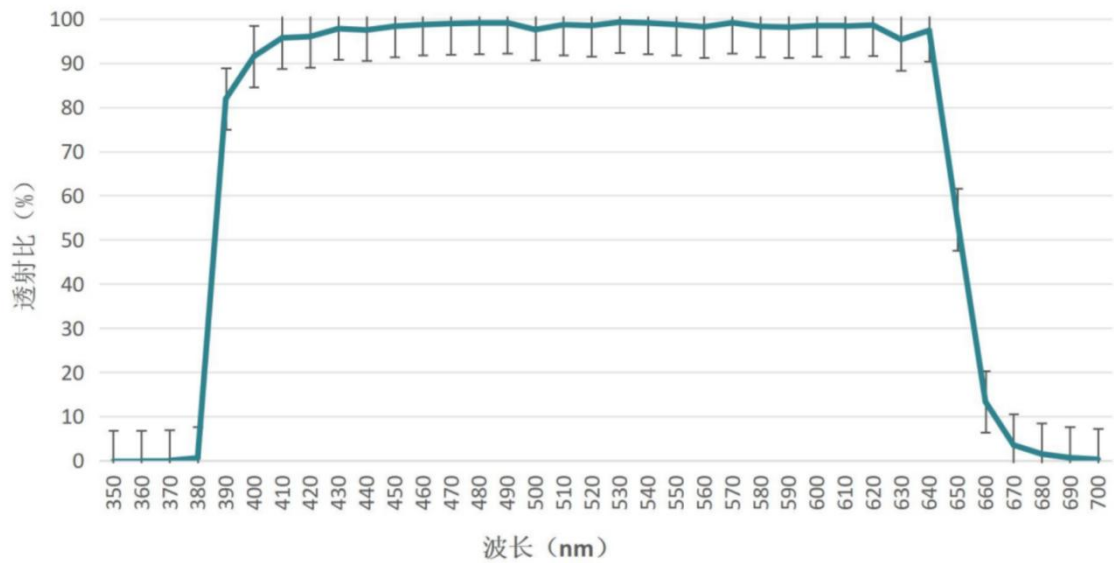
项次	描述
1	网口采集卡, 联瑞网卡
2	网线, 10 米
3	触发线缆, 其他线长

## 2.4 曲线

HFR500GC-10G/HFR1200GC-10G 相机光响应曲线:



IR 滤光片曲线:



## 2.5 相机电源与信号连接

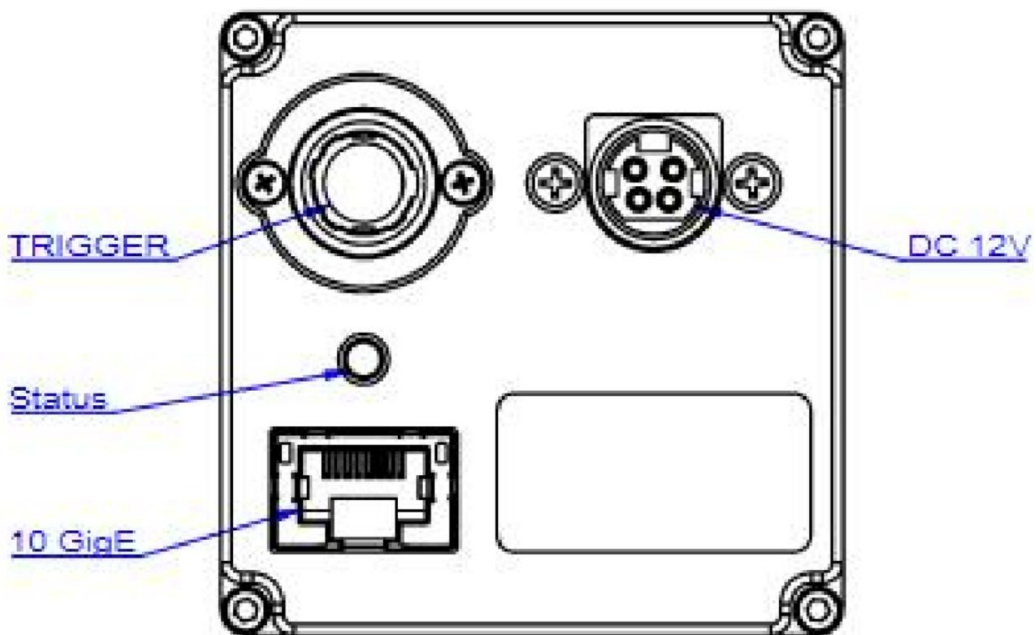
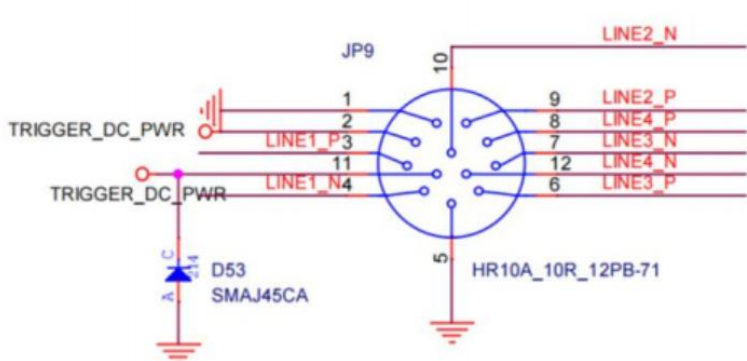


图 2-1 相机接口图

序号	名称	功能
1	PWR/IO DC 12V	电源接口
2	触发口	<p style="text-align: center;"><b>Trigger Connector</b></p>  <p>Trigger In-Port 1 对应接点 3: LINE1_P、接点 4: LINE1_N  TriggerOut-Port2 对应接点 9: LINE2_P、接点 10: LINE2_N  TriggerOut-Port3 对应接点 6: LINE3_P、接点 7: LINE4_N  TriggerOut-Port4 对应接点 8: LINE4_P、接点 12: LINE4_N</p>
3	接口指示灯	指示相机当前状态, 红色: 相机通电 绿色*: 正常工作
4	10GigE 接口	相机数据传输

\*注意:

1. 连接相机，相机初次上电，指示灯显示红色。当识别到相机后，或者正确安装驱动后，指示灯变为绿色，此时可正常打开相机软件使用相机。
2. 如果在相机是红灯时打开软件，会提示 No camera，此时请关闭软件耐心等待直到相机指示灯变为绿色。

## 3 特点与功能

### 3.1 相机介绍

HFR500GC-10G/HFR1200GC-10G 采用全局快门彩色 CMOS 芯片开发，具有高速高分辨率优势，为多通道荧光成像提供更优性能支持；整机结构小巧紧凑，更有利于仪器系统整合。

### 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：

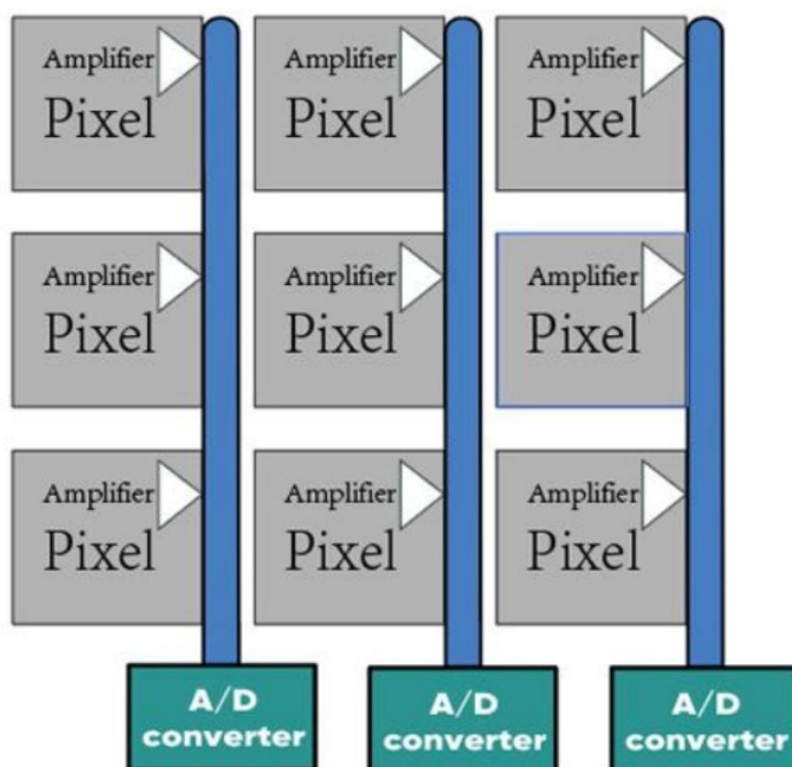


图 3-1 CMOS 传感器结构图

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：

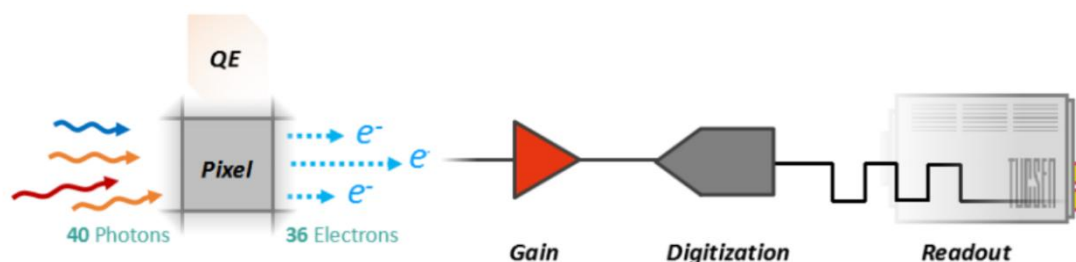


图 3-2 CMOS 运行流程

- 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

HFR500GC-10G/HFR1200GC-10G 系列相机采用全局快门（Global shutter）读出方式，在这种读出方式下，相机所有像素点可以在同一时刻曝光，当光圈关闭后，所有像素同时结束曝光，然后输出像素数据，所有行之间的起始曝光时间点相同。



图 3-3 全局快门示意图

相机在全局模式下，一旦跟外部光源不同步以及使用了闪烁的光源，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. 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。

HFR500GC-10G/HFR1200GC-10G 相机采用的是背照式芯片，峰值 QE 能达到 75%左右

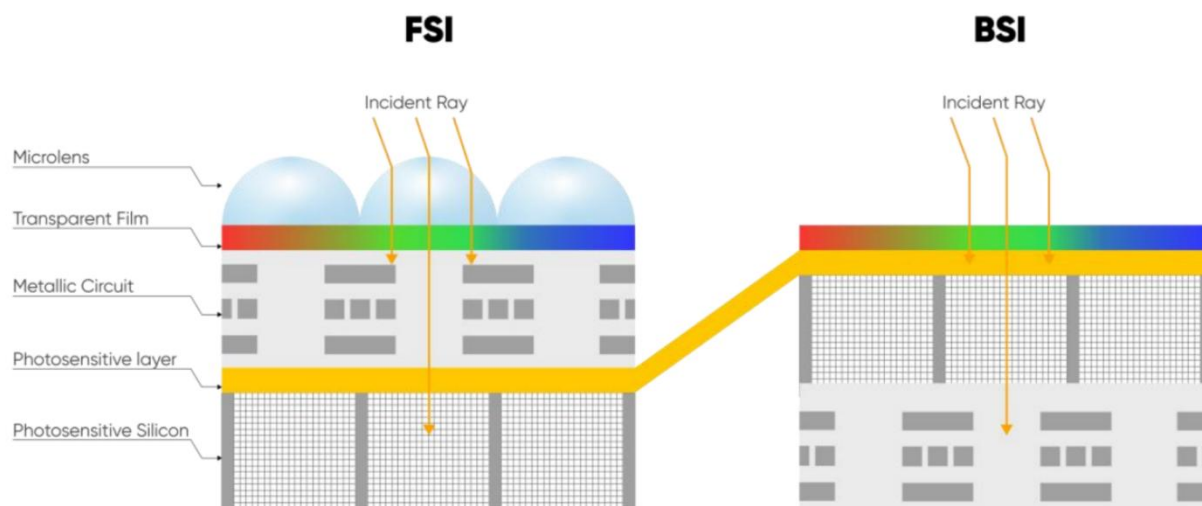


图 3-4 前照式和背照式示意图

### 3.5.读出噪声

读出噪声是信号被读出时，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 3-5 所示）。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数值会低于均方根数值。

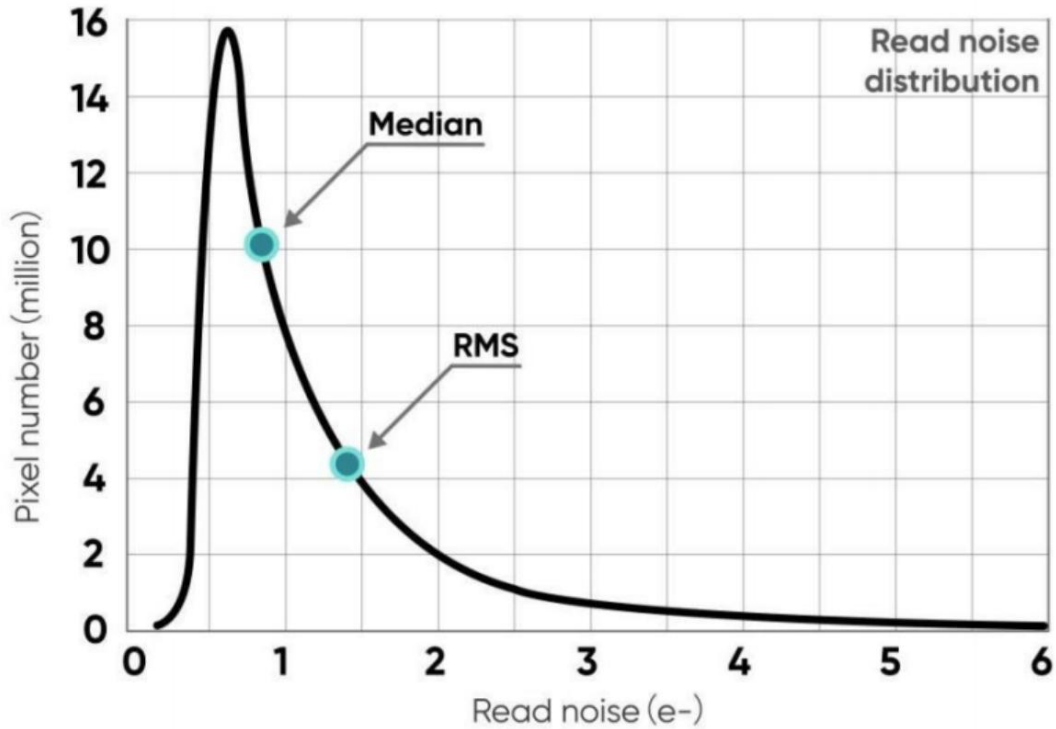


图 3-5 典型 CMOS 相机的读出噪声分布示意图

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。

HFR500GC-10G/HFR1200GC-10G 相机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，每个挡位对应的阈值不一样，由此可以控制坏点校正的强度。

### 3.7.增益

HFR500GC-10G/HFR1200GC-10G 相机可以支持不同位深下的模拟增益。HFR1200GC-10G

的模拟增益为 0~21.72dB（对应增益倍数 1~12.19）可调，HFR500GC-10G 的模拟增益为 0~24.49dB（对应增益倍数 1~16.76）可调，不同模式下系统增益、饱和容量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效果。

目前 HFR500GC-10G/HFR1200GC-10G 相机仅开放模拟增益，Mosaic 和 Sample 上的增益调整方式更改为档位的形式，分为 HighCapacity，Balanced 和 Sensitive 三个档位。档位区分位深模式有所差异，8bit 和 10bit 仅分为 Balanced 和 Sensitive 两个档位，12bit 区分三个档位。

表 3-1 HFR500GC-10G 相机典型工作模式参数

模式	10bit		12bit		
	增益倍数	1	2.03	1	2.03
对应增益档位	0	16	0	16	41
系统增益(DN/e-)	0.11	0.23	0.43	0.89	7.42
饱和容量(e-)	8530	3970	8860	4280	483
读出噪声(e-)	7.2	4.0	3.7	2.5	1.6
动态范围(dB)	61.2	60.3	67.7	65.5	50.7
最大信噪比	39.2	36.0	39.5	36.3	26.8

表 3-2 HFR1200GC-10G 相机典型工作模式参数表\*

模式	10bit		12bit		
	增益倍数	1	2.02	1	2.02
对应增益档位	0	16	0	16	39
系统增益(DN/e-)	0.12	0.23	0.43	0.83	4.9
饱和容量(e-)	8200	4000	9100	4548	750
读出噪声(e-)	7.3	3.9	3.9	2.6	1.8
动态范围(dB)	61.0	61.0	68.0	65.3	53.3
最大信噪比(dB)	39.0	36.0	39.6	36.6	28.5

\*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。相机快门通过减少曝光和读出的行数，从而提高相机帧率。同时，软件支持可手动输入 ROI 区域。相机不同接口下典型 ROI 帧率可参考表 3-2:

表 3-3 HFR500GC-10G 相机在万兆网口下的典型 ROI 区域实测帧率(fps)表

列(Pixel)	行(Pixel)	8bit	10bit	12bit
2448	2048	163	163	100
2448	1024	323	323	198
2448	512	631	631	387
2448	256	1205	1205	738
2448	128	2208	2208	1352
2448	64	3778	3778	2313
2448	32	5864	5864	3591
2448	8	10003	10003	6126
32	8	10003	10003	6126

表 3-4 HFR1200GM-10G 相机在万兆网口下的典型 ROI 区域实测帧率(fps)表

列(Pixel)	行(Pixel)	8bit	10bit	12bit
4096	3072	97	65	63
4096	768	377	254	237
4096	32	3507	2718	2132
32	32	3507	2718	2132
32	8	4746	3678	2884

注意:

- 1) HFR500GC-10G/HFR1200GC-10G 在 Samplepro 上最小支持 ROI 为: 32(列)×8(行)。
- 2) 帧率受电脑系统配置影响, 推荐在 i5 12 代以上处理器、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。

### 3.9. 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, 2 x 2 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。

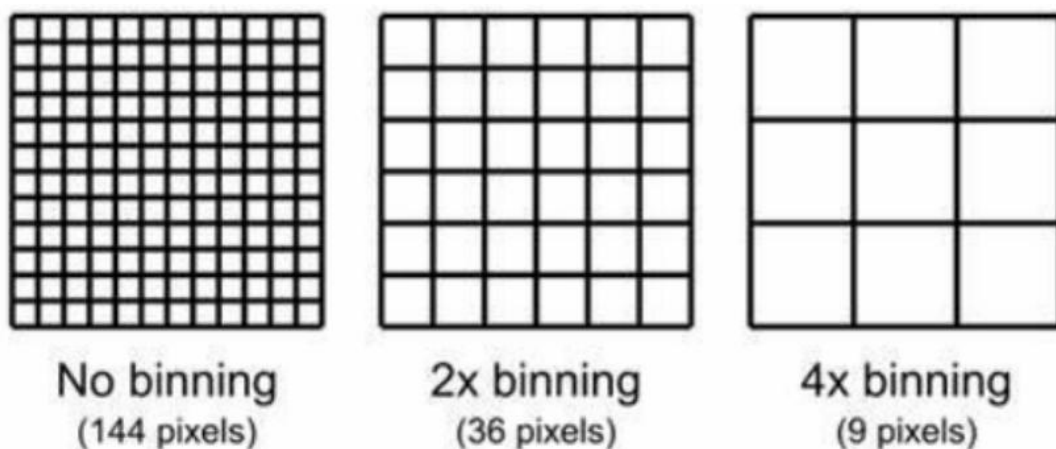


图 3-6 Binning 示意图

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

软件上的 FPGA Binning 的选择方式如下：



图 3-7 Binning 软件参数示意图

### 3.10. 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。

举例：以帧率为 60 fps 为例，若将帧率设置为 40 fps，即在图像输出时增加 8.33 ms 的消隐时间。

表 3-5 MIN\_VBLANKING 参考表

	8bit(行)	10bit(行)	12bit(行)
<b>No-binning</b>	269	241	213
<b>2X2-binning</b>	377	337	297

**注意：**

此表数值参与帧率计算时应用；

### 3.11. 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(λ) 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。

## 3.12. 采集模式

### 3.12.1. 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。

成功安装软件和驱动程序后，相机首次上电的触发模式默认“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；

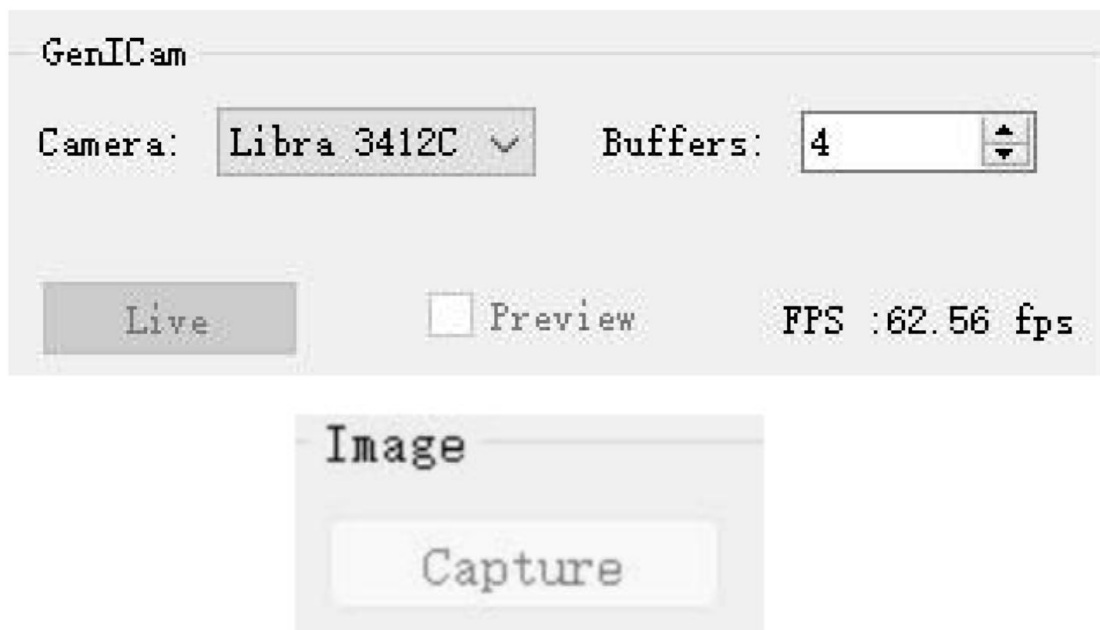


图 3-8 软件采集/预览示意图

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；

Device Properties	Common Propertie
Property	Value
> DeviceControl	
> ImageFormatControl	
> AcquisitionControl	
LUTControl	
ChunkDataControl	
> CustomControl	
> UserSetControl	
> TransportLayerControl	

图 3-9 软件设参示意图

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。

Path:	<input type="text" value="C:/Users"/>
Image Name:	<input type="text" value="TS"/> <input type="checkbox"/> RAW
Total Frames:	<input type="text" value="1"/> <input type="button" value="▲"/> <input type="button" value="▼"/>
Image Stack:	<input type="text" value="1"/> <input type="button" value="▲"/> <input type="button" value="▼"/>
Buffer Frames:	<input type="text" value="16"/> <input type="button" value="▲"/> <input type="button" value="▼"/>

图 3-10 软件保存路径示意图

### 3.12.2. 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。

软件中触发模式，在“TriggerMode”触发模式设置为“Software”后，如需存图，则点击拍摄进入等待触发状态，再点击“TriggerSoftwarePulse”的“Execute”按钮后相机开始曝光，

并在曝光结束后输出一帧图像，每次点击 Execute 只输出一张图。

TriggerMode	Software
TriggerExpos...	TriggerTimed
TriggerSoftw...	Execute

图 3-11

### 3.13. 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。

触发输入：HFR500GC-10G/HFR1200GC-10G 相机支持 TTL Level（单端）、LVDS Level（差分）、RS485 Level（差分）三种触发信号输入，Standard Timed/Width 两种触发模式，不支持 Synchronization 和 Global 模式，仅 Standard Timed 模式增加支持可设置 TriggerMultipleImages（一次触发出多张图功能）。

- Standard Timed: 该模式使用相机内部设置的曝光
- Standard Width: 该模式根据曝光依赖占空比（高电平时间），触发信号频率控制相机帧率。

#### 3.13.1. 硬件触发输入电路

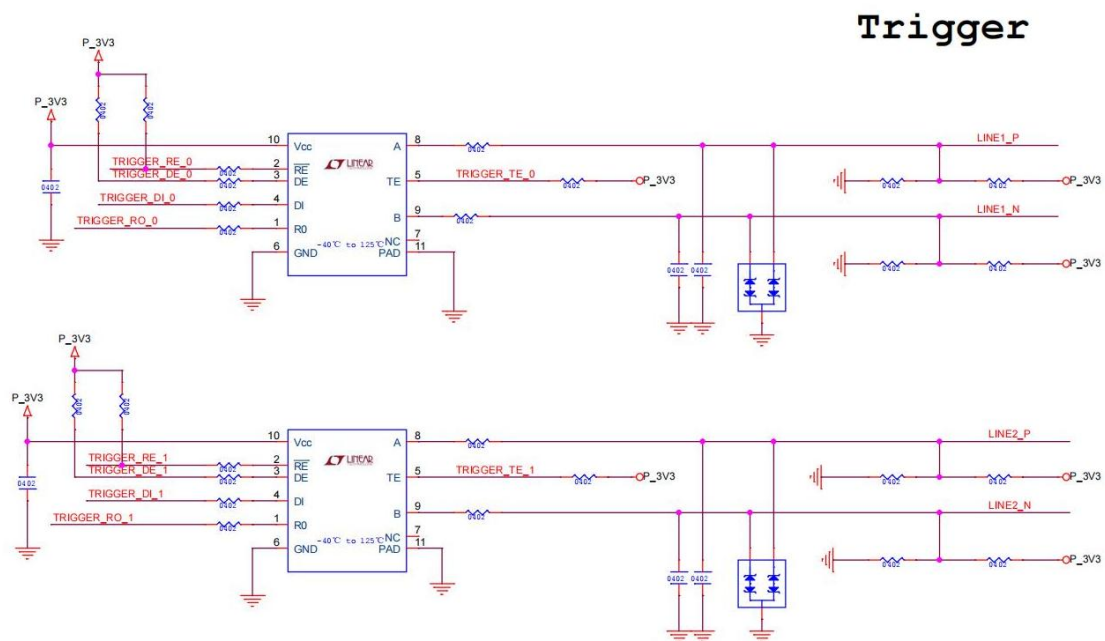
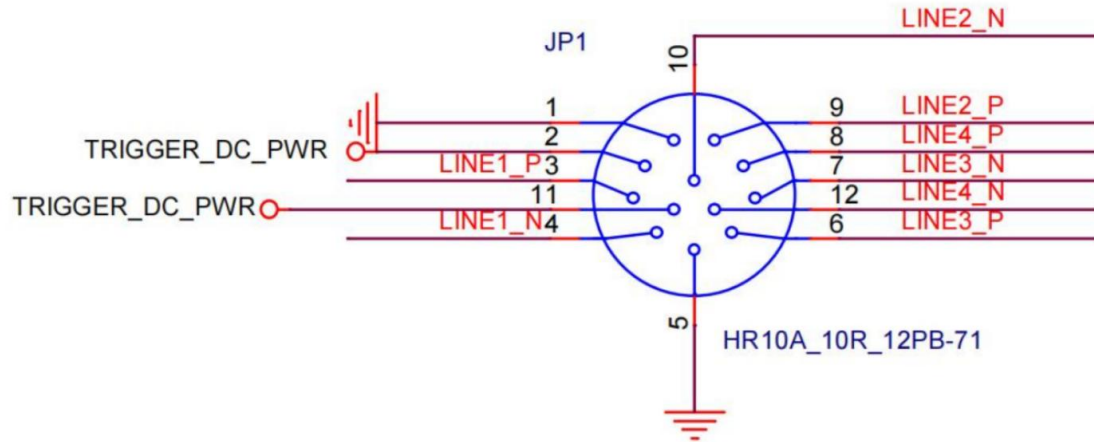


图 3-12 触发输入电路

## Trigger Connector



- 1) Port 1 对应接点 3: LINE1\_P、接点 4: LINE4\_N
- 2) Port2 对应接点 9: LINE2\_P、接点 10: LINE2\_N
- 3) Port3 对应接点 6: LINE3\_P、接点 7: LINE4\_N
- 4) Port4 对应接点 8: LINE4\_P、接点 12: LINE4\_N

以下为接线示例:

非光电触发单以下为接线示例:

### 1. 非光电触发单端输入 (使用 Port1)

将 Port 1 对应接点 3 : LINE1\_P 接入到触发小板上的任意输出 P 口, 接点 4: LINE1\_N 保持空接。

### 2. 非光电触发差分输入

将 Port 1 对应接点 3 : LINE1\_P 接入到触发小板上的任意输出 P 口, 接点 4: LINE1\_N 接入对应 N 口。

注意:

1) 使用光电隔离触发输入时相机能够识别的有效外触发信号必须为+5V~+24 V 的电平信号, 超过最大限定电压将可能造成永久性损坏;

2) 非光电隔离触发单端输入时, 支持 LVTTTL 和 TTL 电平, 最大不超过 5V, 否则可能造成永久性损坏;

3) 可识别电平信号脉宽需大于 1  $\mu$ s。

4) 图 3-14 同为触发输入电路, 且支持触发输出, 输入信号可以为单端 TTL 或差分 RS422 信号等, 若单端作为触发输入接入在 LINEN\_P。

### 3.13.2. 硬件触发延时与抖动

相机三种位深模式下的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  $T_{logic}$ ，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  $T_{delay}=T_{iso} + T_{logic}$ 。

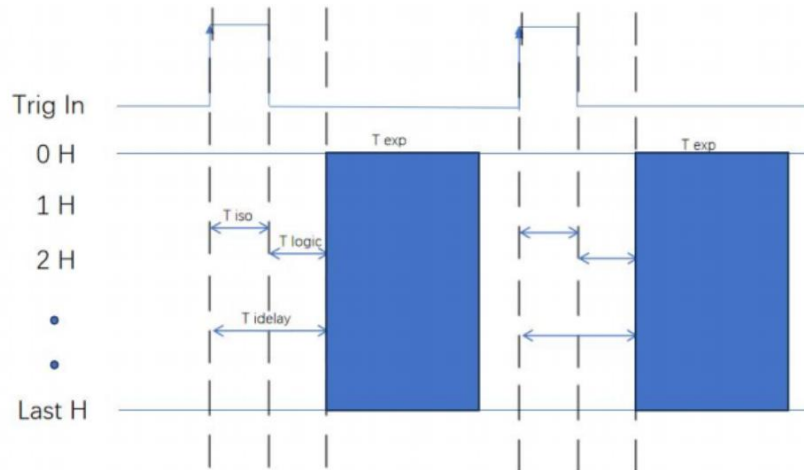


图 3-13 Rolling 下触发延迟示意图

$T_{exp}$ : 曝光时间;  $T_{iso}$ : 硬件电路延迟;  $T_{logic}$ : 触发动抖;  $T_{delay}$ : 延迟;

#### HFR500GC-10G:

1. 在 TTL 触发模式下，相机曝光时间设置最低曝光时间，8bit、10bit、12bit 位深下的触发延迟如下：

HFR500GC-10G 相机三个位深下触发延时基本一致，TTL 触发信号输入到曝光开始信号最大延时为 680ns，即  $T_{delay}=680ns$ 。

2. 在差分(LVDS、RS485)触发模式下，相机曝光时间设置最低曝光时间，测试 8bit、10bit、12bit 位深下的触发延迟如下：

HFR500GC-10G 相机三个位深下触发延时基本一致，输入一个约 1ms 的差分信号，差分触发下总延时约为 1.04ms，其中触发芯片延时约为 68ns，FPGA 延时实际约为 680ns，输出信号基本与差分输入信号长度持平。

#### HFR1200GC-10G:

3. 在 TTL 触发模式下，相机曝光时间设置最低曝光时间，8bit、10bit、12bit 位深下的触发延迟如下：

HFR1200GC-10G 相机三个位深下触发延时基本一致, TTL 触发信号输入到曝光开始信号最大延时为 640ns, 即  $T_{idelay}=640ns$ .

4. 在差分(LVDS、RS485)触发模式下, 相机曝光时间设置最低曝光时间, 测试 8bit、10bit、12bit 位深下的触发延迟如下:

HFR1200GC-10G 相机三个位深下触发延时基本一致, 输入一个约 1ms 的差分信号, 差分触发下总延时约为 1.04ms, 其中芯片延时约为 950 $\mu s$ , FPGA 延时实际约为 560ns, 输出信号基本与差分输入信号长度持平。

### 3.13.3. 触发模式

HFR500GC-10G/HFR1200GC-10G 相机支持单触发多帧采集功能, 可在通过设置在 Standard Timed 下来设置 TriggerMultipleImages 的帧/信号 (参考图 3-21) 修改触发出图数, 以设置数量 2 为例 (单次触发出两张图功能), 触发时序图如下:

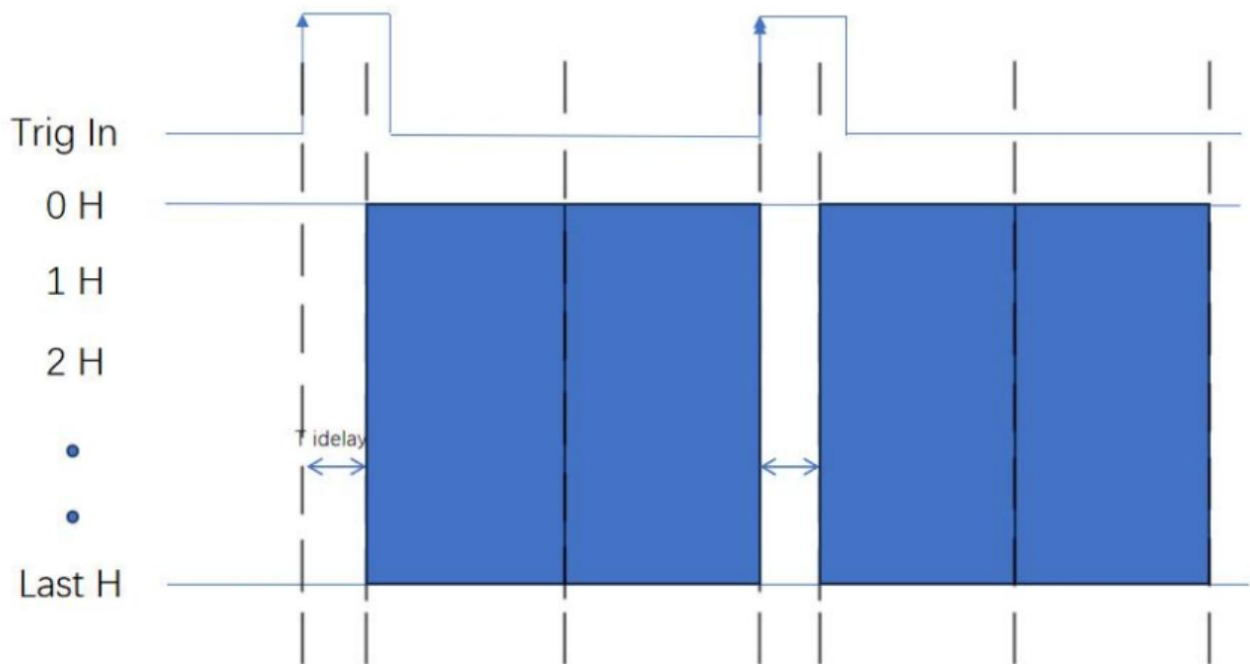


图 3-14 单触发多帧采集时序图

Standard Width 模式下不支持设置 TriggerMultipleImages。

## 3.14. 触发输出

### 3.14.1. 触发输出电路

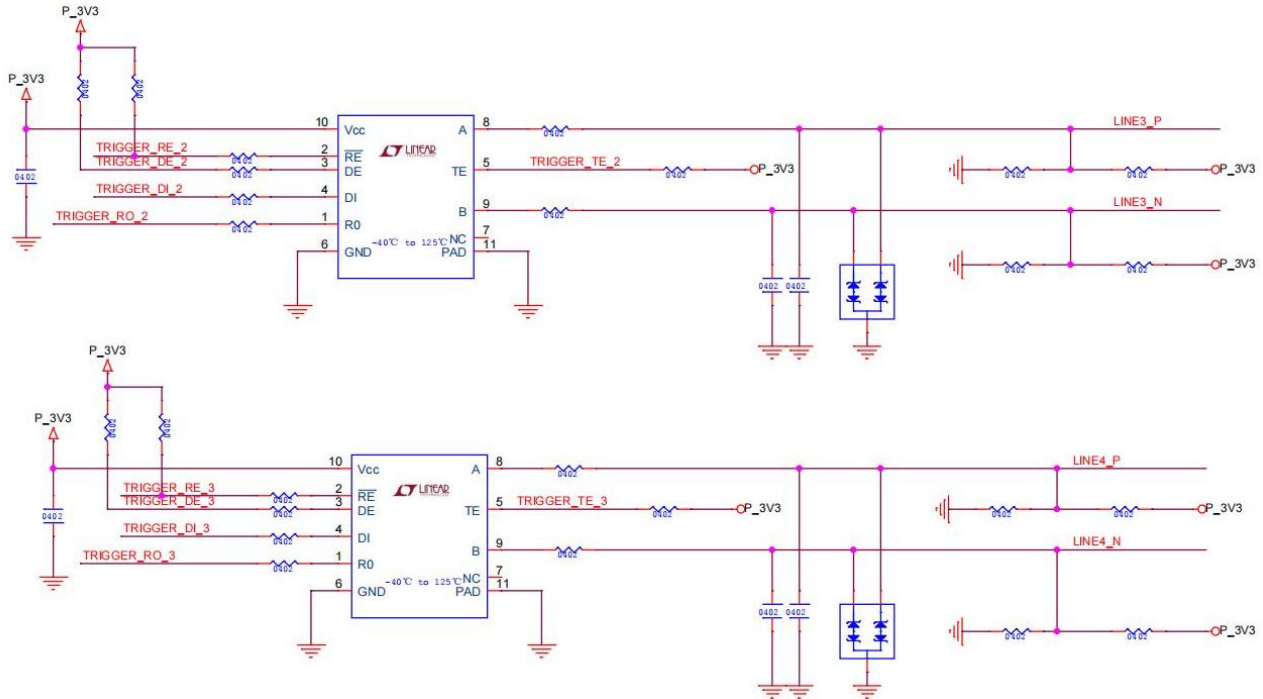


图 3-15

注意:

1. 非隔离输入/输出支持 RS485/LVDS/TTL 电平，输入输出可配置切换。
2. Port1 默认为 Trigger In，Port2~Port4 默认为 Trigger Out。

### 3.14.2. 触发输出时序图

相机有三个外触发输出接口，不同接口之间相互独立，都可输出以下六种时序的信号。各输出信号之间互不干扰，可以在三个输出口独立配置，并且可以同时输出到不同设备。

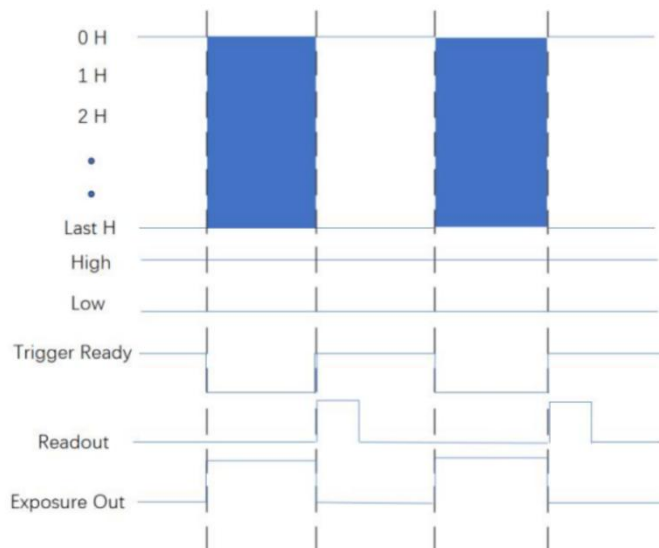


图 3-16 触发输出的时序图

- High: 始终输出高电平;
- Low: 始终输出低电平;
- Trigger Ready: 当相机处于空闲等待触发时, “Trigger Ready” 电平拉高; 当收到外部触发信号相机开始曝光时, Trigger Ready 置低电平; 曝光完成后, 可以接收下一帧信号, 拉高 Trigger Ready 信号
- ExposureOut: 相机的实时曝光时间;
- Readout end: 以第一行开始读出到最后一行开始读出的电平信号输出 (每一帧的读出时间)

## 4 安装

### 4.1.推荐的电脑配置

相机接口	GigE 网口
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
PCIe 规格	PCIe3.0*16

注意：

在 Gige 网口下，需要有优化网卡设置，如果一打开相机软件，看到“找不到相机”提示信息，建议先优化网卡设置，例如“巨型帧”等参数。

### 4.2. 相机安装

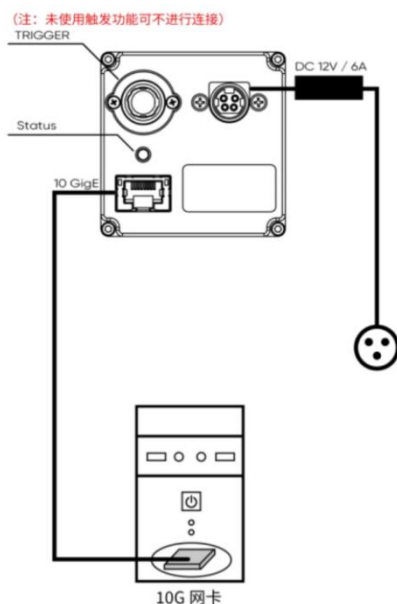


图 4-1 HFR500GC-10G/HFR1200GC-10G 相机连接图

- HFR500GC-10G/HFR1200GC-10G 相机
- 电源适配器

- 网络数据线

将网线的一端接在 PC 上，网口需接在主机接口上。另一端接在 CMOS 相机上，若网线有固定螺丝需锁好螺丝，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，确保散热片能暴露在空气中。
- 2) C-mount 的深度为 7 mm。把底座拧得太紧会划伤玻璃表面。
- 3) 连接和断开线缆前，请务必关闭相机及周边设备的电源。

### 4.3. 网卡安装

将电脑关机，电脑主机电源线断开，打开电脑主机的盖板，如图 4-6 所示。选择 PCIE 卡槽 3.0 x16 以上的插槽将采集卡插好，用螺丝进行固定后再将电脑重新启动。通过数据传输线将相机和电脑网卡的接口相接即可。

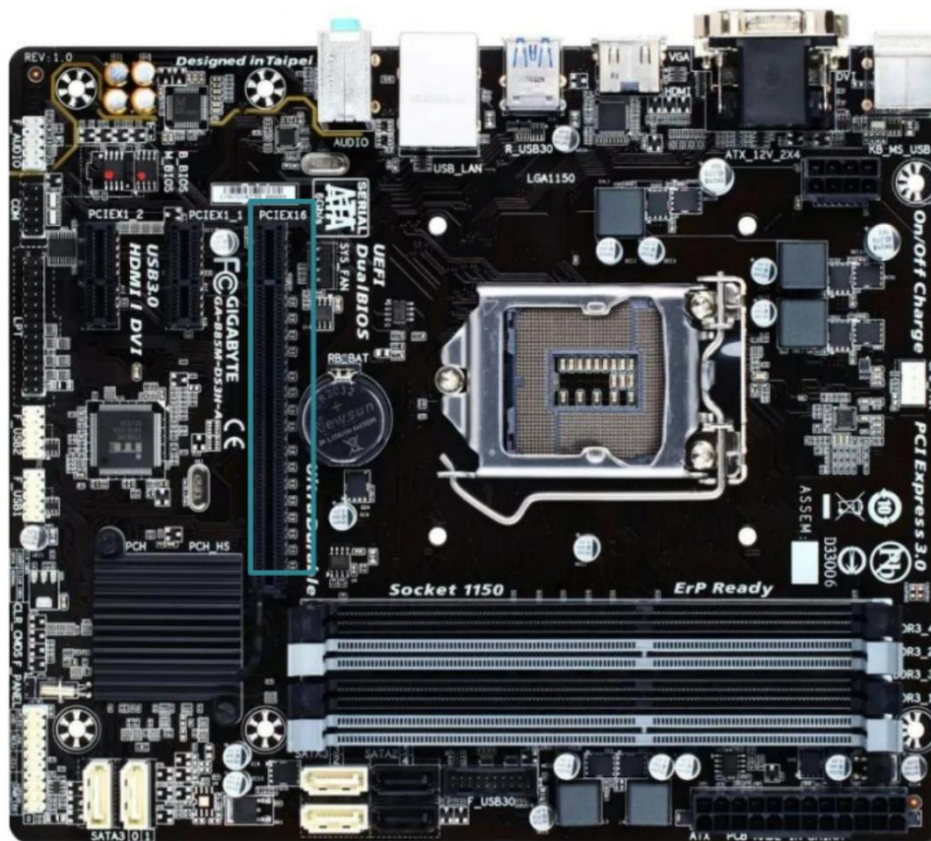


图 4-2 电脑主板图

**注意：**

- 1) 安装以及拆卸网卡时，一定要断电操作；
- 2) 连接网线时注意卡紧压舌片，安装好后能听到清脆的“咔”声。

## 4.4.相机连接

本节将介绍相机的连接部分，其中包括网卡的配置以及相机的驱动下载；

### 4.4.1. 联瑞网卡配置

#### 4.4.1.1. 联瑞网卡的安装步骤：

- (1) 打开文件夹中的联瑞网卡驱动“`Aquantia_AQtion_x64_Win`”文件，点击安装“Install”



图 4-3

- (1)等待安装完成后，点击“Finish”结束安装。
- (3) 继续安装安装狮子头驱动，文件夹下的“FilterDriver”文件，选择对应系统的安装文件夹直接运行安装包即可，此处以 win10 为例：

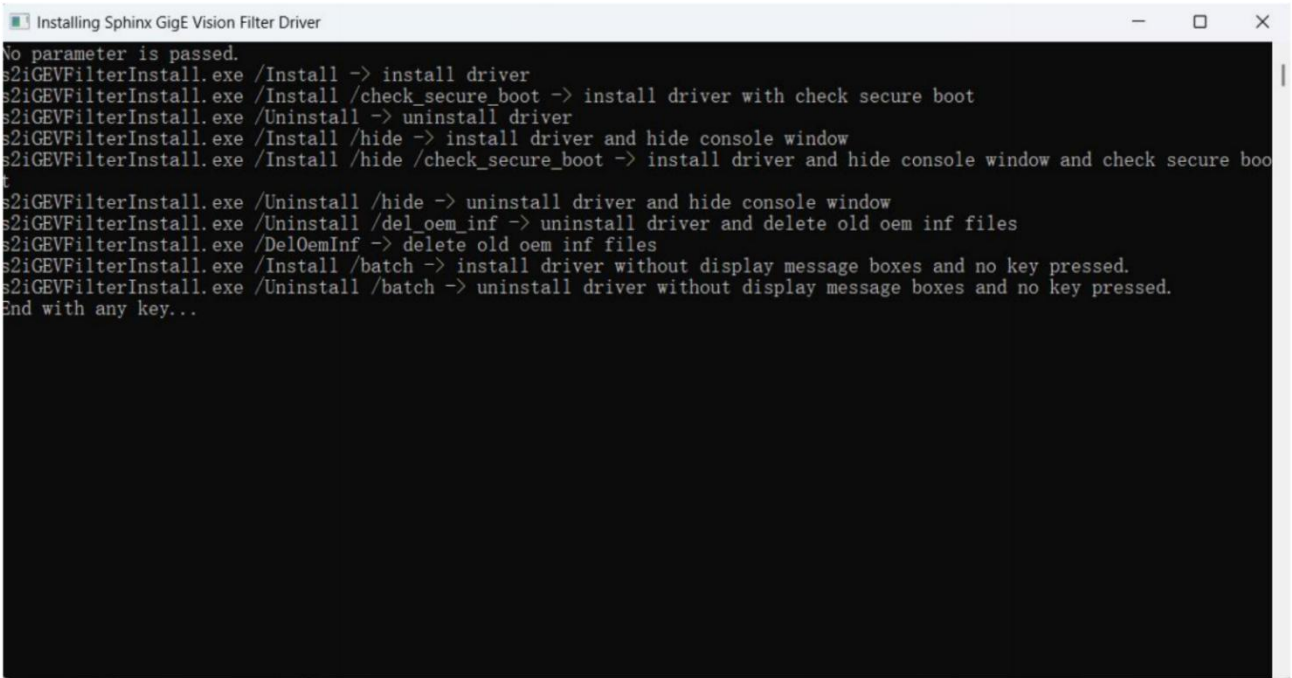


图 4-4

#### 4.4.1.2. 联瑞网卡安装确认:

(1) 打开设备管理器，查看驱动是否成功安装:

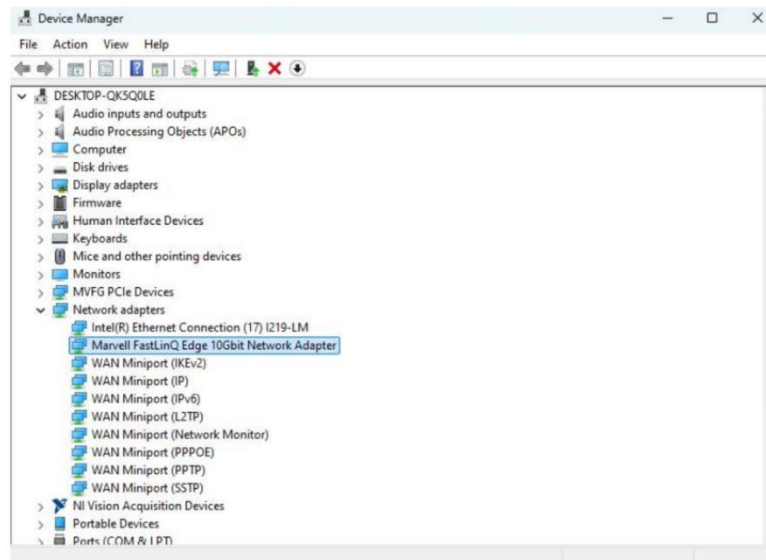


图 4-5

(2) 右击属性 “Properties” :

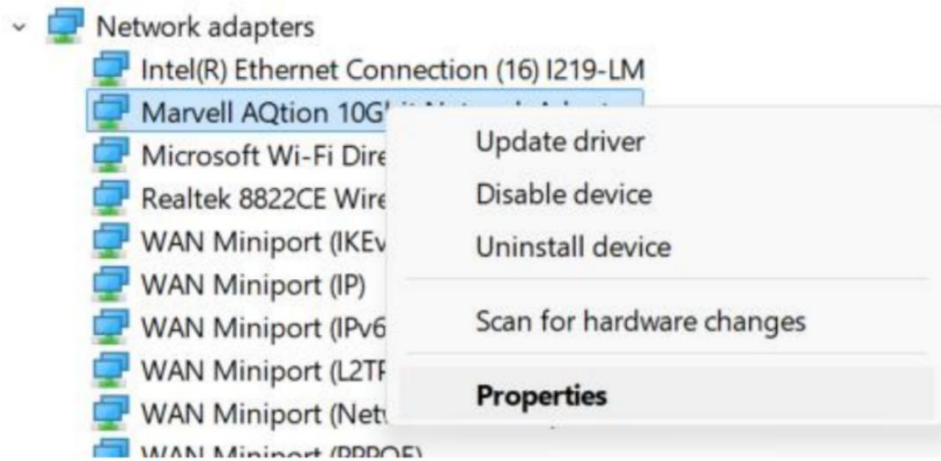


图 4-6

(3)在属性页面中选择高级“Advance”页面：



图 4-7

(4) 在高级里找到巨帧（Jumbo Packet）并选中，将右侧的值调到最大，然后点击确定（巨帧数据包有时也叫巨型帧或者大型数据包）：



图 4-8

(4)如果以上步骤完成后相机没有图像或图像无法正常显示，请查看接收缓冲区并开到最大，中断节流改为极值。如果相机正常采集此步可忽略：

#### Marvell AQtion 10Gbit Network Adapter #3 属性

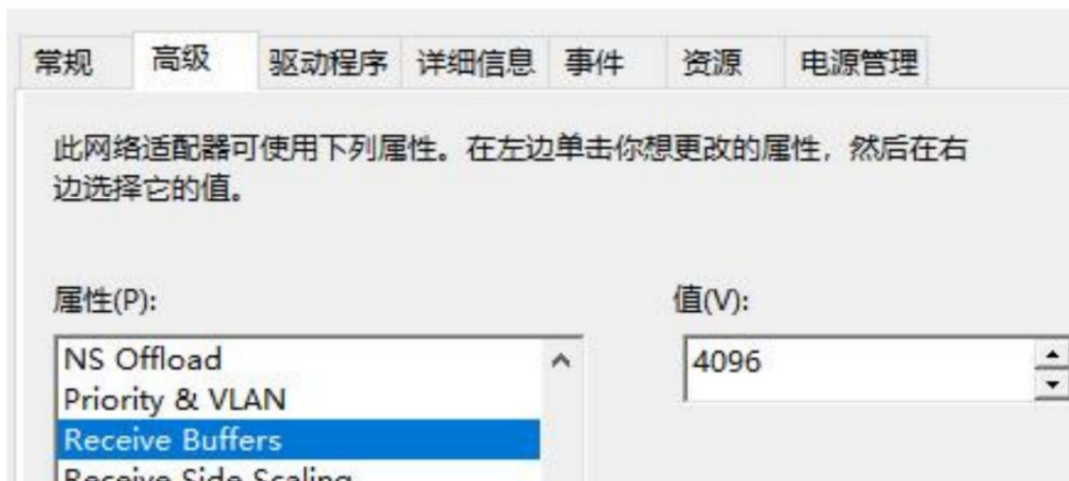


图 4-9



图 4-10

(6) 取消勾选电源管理内的参数



图 4-11

## 4.4.2. 相机连接说明

HFR500GC-10G/HFR1200GC-10G 为网口相机，若想正常使用需要正确设置防火墙和相机 IP；

### 4.4.2.1 防火墙

(1) 如打开系统设置->更新和安全->Windows 安全中心，点击防火墙和网络保护：



图 4-12

(2) 将各个防火墙设置为关闭:



图 4-13

### 4.4.2.2 相机 IP

将网卡驱动设置好后，正常电脑的 IP 默认都是设置为自动获取设备 IP，可以通过如下操作进行检查。

(1)从控制面板中选择网络和共享中心，点击以太网，点击更改适配器选项：



图 4-14

(2) 点击以太网，右键选择属性；（电脑若未接网卡，正常只有一个以太网适配器），随后选择 Internet 协议版本 4（TCP/IPv4），点击属性：



图 4-15

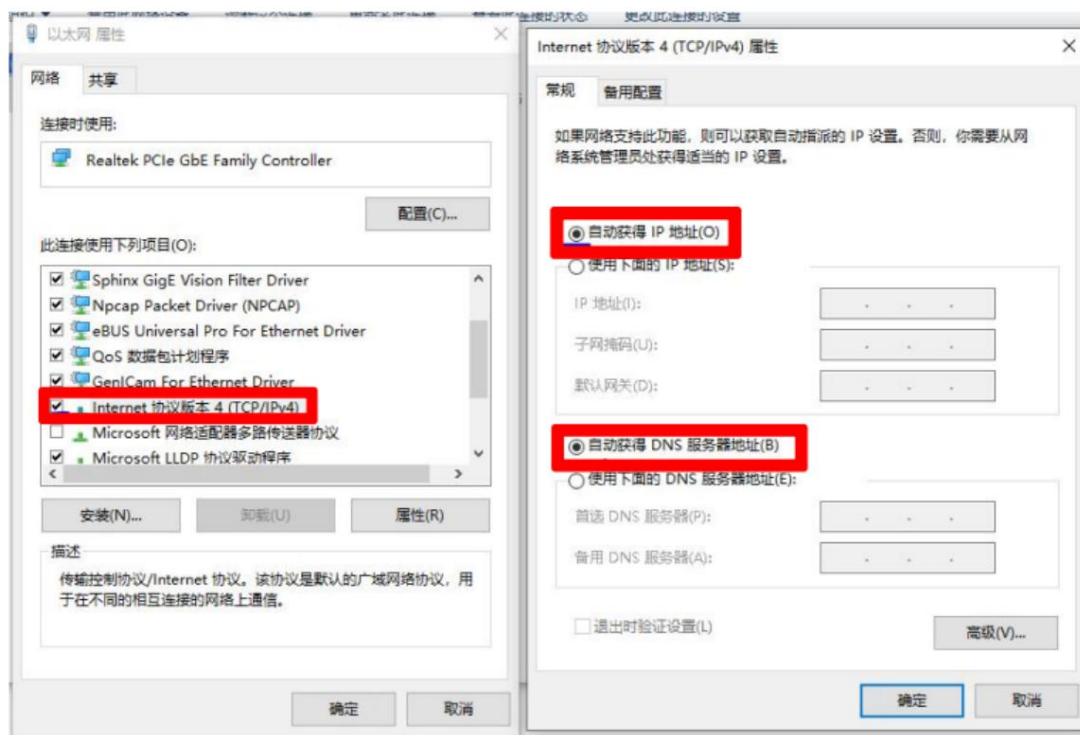


图 4-16

#### 4.4.3. 笔记本网口使用说明

因不同使用环境，也会存在应用环境笔记本来搭配相机来使用（HFR500GC-10G/HFR1200GC-10G 支持 1G/2.5G /5G/10G 连接），本示例应用以下测试环境配置来举例说明关于转接器的网卡优化设置操作步骤：

相机接口	GigE 网口
CPU	12th Gen Intel(R) Core(TM) i5-1235U 1.30 GHz
操作系统	Windows11 64 位 PC
内存	16GB
USB 光口转接器	LIANGUO 联果

注意：

- 1) 网口转接器需要自行准备，不进行推荐，仅提供测试过的结果；

2) 使用自备网口转接器需要注意转接器的带宽大小，不满足 10G 无法达到满帧率，具体以实际使用情况为准。

### 安装步骤:

- (1) 安装自备 USB 接口转网口转接器的驱动;
- (2) 在设备管理器中找到对应网卡名称，鼠标右击选择“属性”;

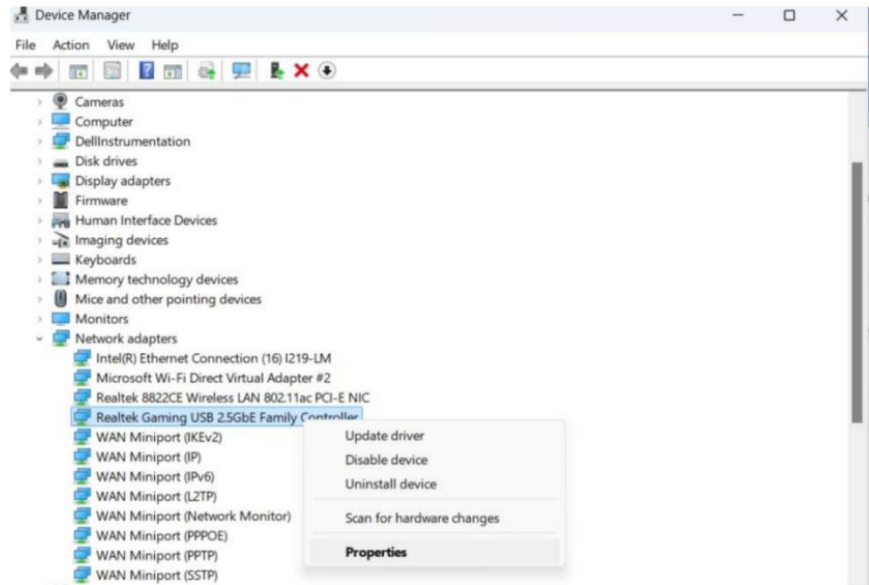


图 4-17

- (3) 进入属性页面后，选择第二个选项卡“高级设置”(advanced):

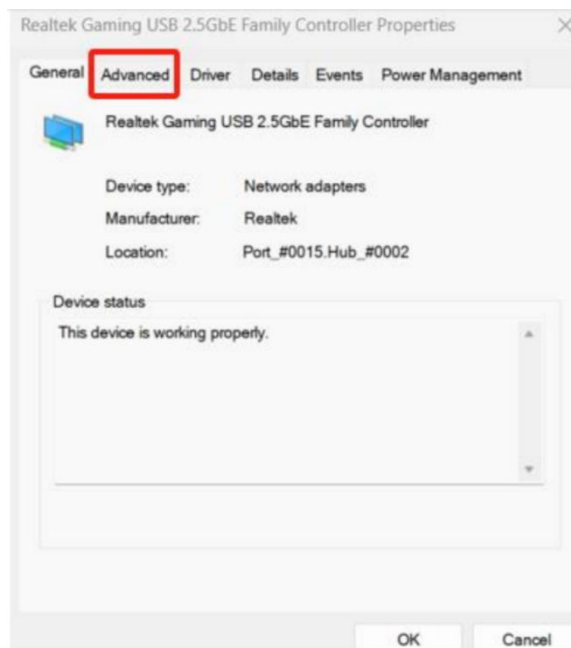


图 4-18 电脑主板图

(4) 设置巨型帧，将右侧的值调到最大，然后点击确定（巨帧数据包有时也叫巨型帧或者大型数据包）

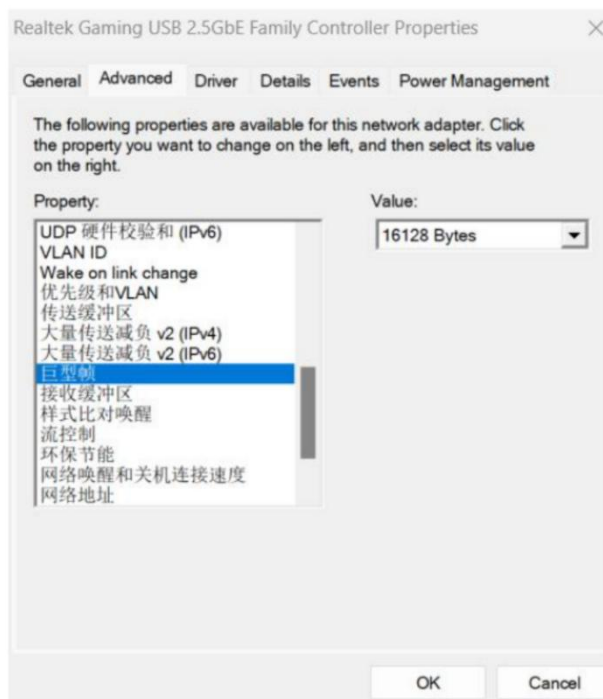


图 4-19

(5) 设置连接速度和双工模式，一般为自动协商，可不作更改：



图 4-20

(6) 设置传输缓存区，设置接收缓冲器为最大值。根据网卡不同，最大值可能不相同：



图 4-22

(7) 设置 EEE&最大速率支持，一般为自动协商，可不做更改：

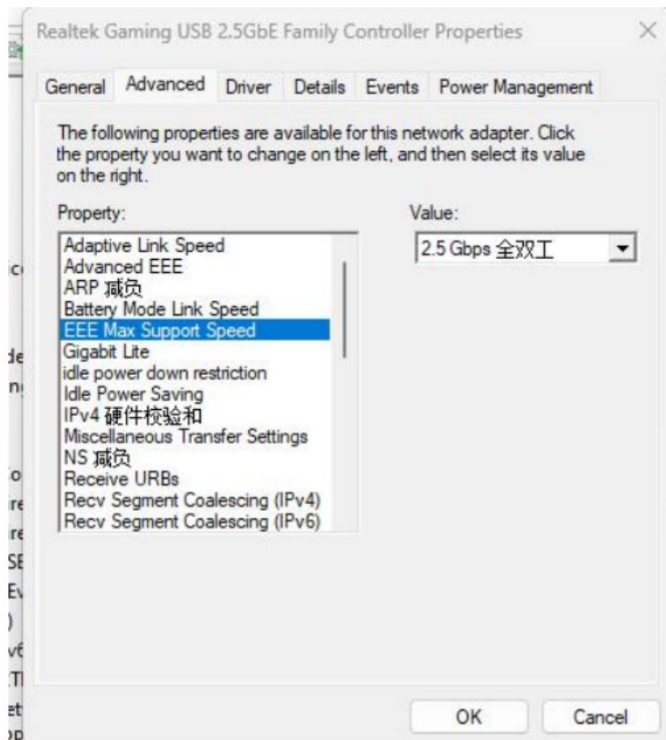


图 4-23

(8) 设置以下两项均为关闭:

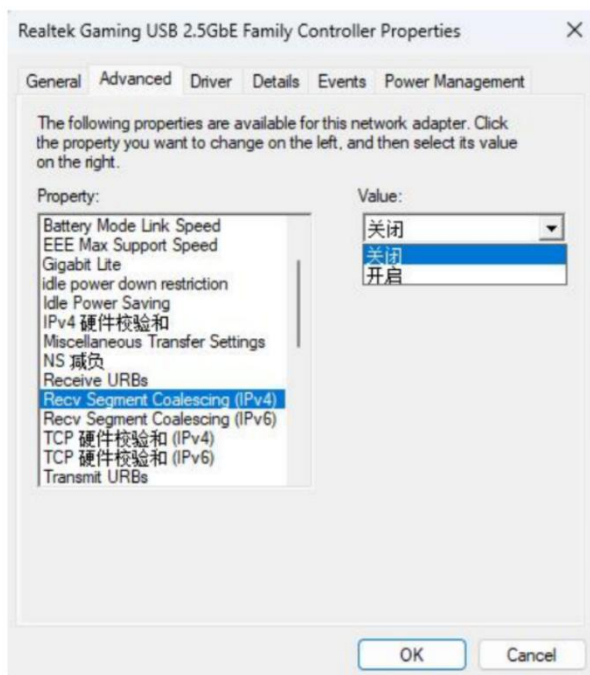


图 4-24

(9) 设置魔术封包唤醒为关闭（网卡接收到这个封包后，如果 mac 一致，则网卡会发送一个开机的指令，计算机会从关机、待机、休眠下唤醒）:



图 4-25

(10)设置环保节能为关闭，（不同厂家网卡，具体选项会有所差异，秉持的原则是节能选项一定要关闭）：

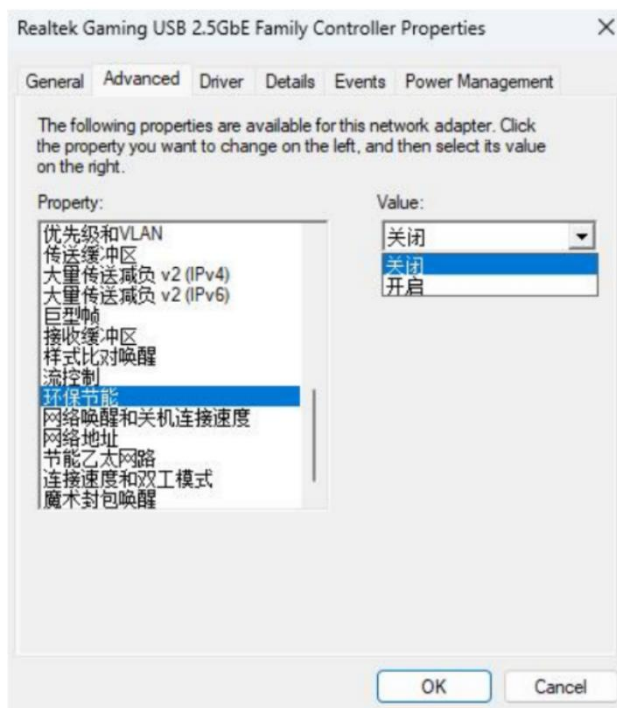


图 4-26

## 4.5. 软件使用

### 4.5.1. 连接操作

(1) 连接相机完毕，相机指示灯显示为绿灯后，即可打开软件使用。打开配套 U 盘，双击运行软件，左上角会显示连接情况；

(2) 等待几秒钟后，相机连接成功，打开软件，点击 live 按钮，可以正常预览，且会显示当前模式的帧率。如果还是全白色无法实现预览，请检查网卡的参数设置；



图 4-27

(3) 此时设置自动色阶进行观察。

**注意:**

若发现软件持续性无法找到相机或文件提示损坏请联系 LBTEK 技术支持。

### 4.5.2. 相机拍图

(1) 软件功能位置:

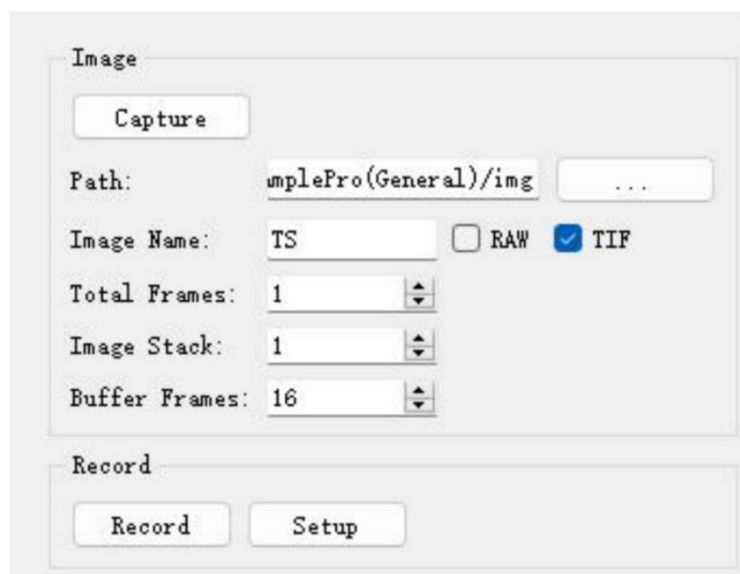


图 4-28

(2) 相机拍图，点击左上角控件“Capture”：

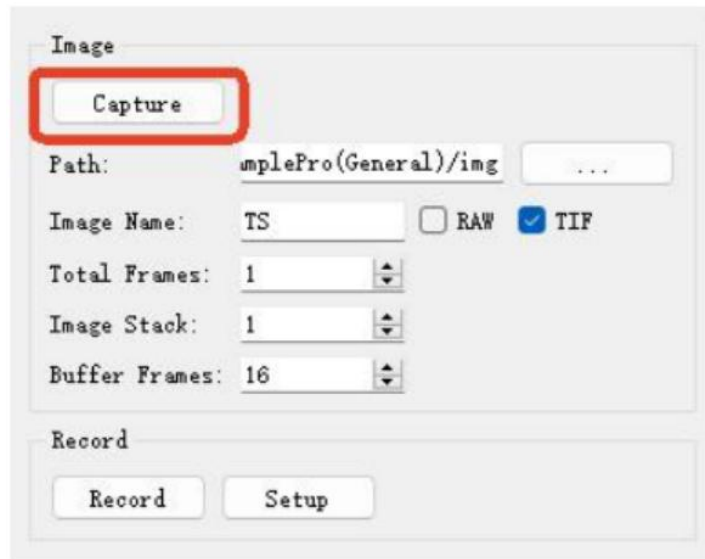


图 4-29

(4) 图像保存位置选择:

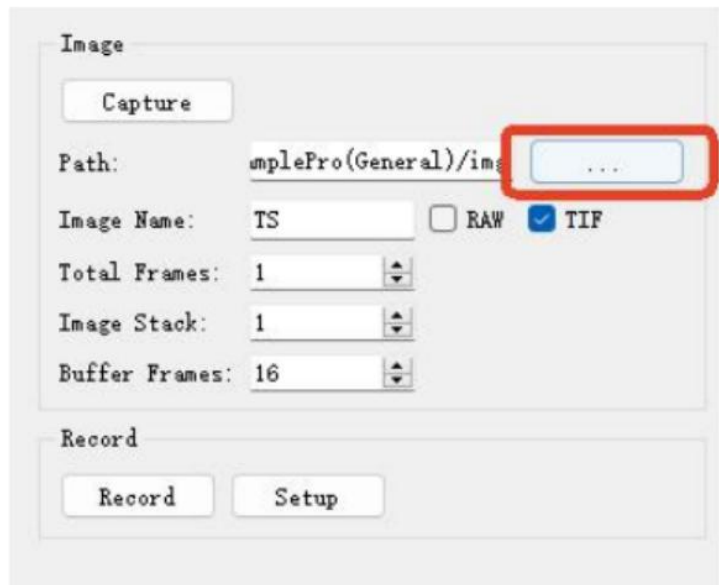


图 4-30

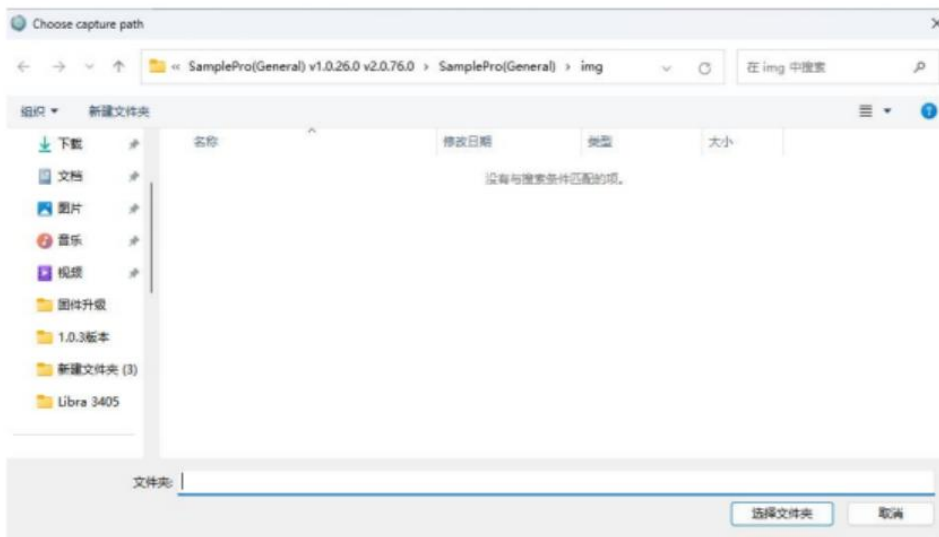


图 4-31 选择保存路径

(4) 视频录制:

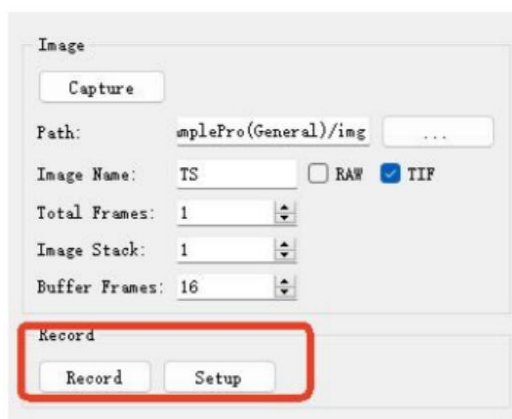


图 4-32

### 4.5.3. 相机信息

该部分包含了相机扫描方式，相机品牌，相机型号，相机接口类型，相机固件版本以及相机各部件温度信息。

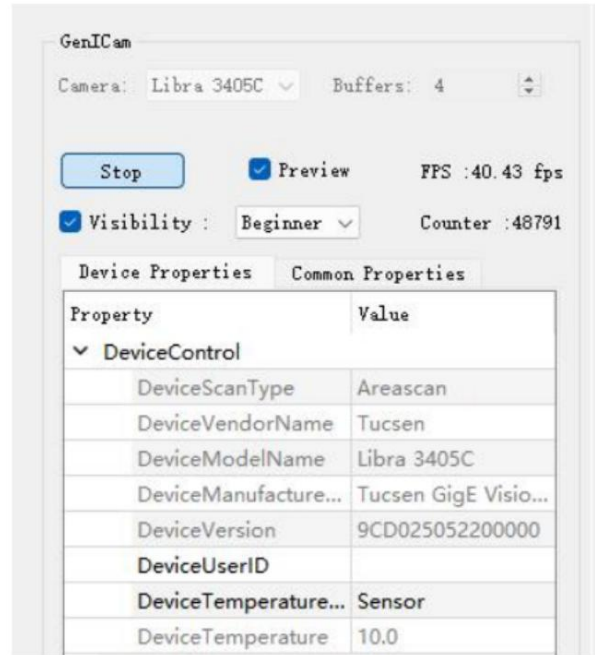


图 4-33

#### 4.5.4. 曝光控制

(1) 曝光模式：包含自动曝光，手动曝光，一次曝光三个模式

Property	Value
AcquisitionControl	
AcquisitionStart	Execute
AcquisitionStop	Execute
AcquisitionFrameR...	40.4
CurrentFrameRate(...)	40.4
AutoTargetGray(%)	90.0
AutoMeteringRatio...	1.0
ExposureControl	
ExposureTime(us)	10,000
ExposureAuto	Off
ExposureAutoO...	Off
AutoControlStat...	Once
	Continuous
ExposureAutoM...	500,000
ExposureAutoM...	1

图 4-34

(2) 设置相机获取帧率：可设置需要固定的帧率值，后续的数据获取中会锁定在固定的帧率上；

Property	Value
▼ AcquisitionControl	
AcquisitionStart	Execute
AcquisitionStop	Execute
AcquisitionFrameR...	40.4
CurrentFrameRate(...)	40.4
AutoTargetGray(%)	90.0
AutoMeteringRatio...	1.0
▼ ExposureControl	

图 4-35

(3) 曝光时间上下限控制:

▼ ExposureControl	
ExposureTime(us)	10,000
ExposureAuto	Off
ExposureAutoO...	Execute
AutoControlStat...	Idle
ExposureAutoM...	500,000
ExposureAutoM...	1

图 4-36

(4) 增益模式: 区分三档,分为 HighCapacity , Balanced 和 Sensitive 三个档位。档位区分位深模式有所差异,8bit 和 10bit 仅分为 Balanced 和 Sensitive 两个档位,12bit 区分三个档位。

▼ GainControl	
GainMode	Sensitive
TriggerMode	HighCapacity Balanced
TriggerSoftwarePulse	Sensitive
TriggerMultipleIma...	1

图 4-37

#### 4.5.5. 白平衡操作

白平衡分为手动白平衡, 自动白平衡, 一次白平衡三个模式。

Property	Value
> ChunkDataControl	
> UserSetControl	
▼ CustomControl	
▼ PeripheralControl	
DeviceCoolingE...	<input checked="" type="checkbox"/> True
DeviceTempera...	10.0
DeviceWarning...	90.0
CurrentFanSpee...	5,280
DeviceLedEnable	<input checked="" type="checkbox"/> True
▼ ImageSignalProcessingControl	
BalanceWhiteWi...	2,448
BalanceWhiteH...	2,048
BalanceWhiteOf...	0
BalanceWhiteOf...	0
BalanceWhiteAu...	Automatic ▼
ResetPresetBala...	Manual
BalanceRatioSel...	Automatic
BalanceRatioSel...	Preset

图 4-38

## (1) 手动白平衡:

在自动白平衡下锁定后,能够自行调整 R, G, B 参数以达到特定环境下的色彩还原准确;

BalanceWhiteAu...	Manual
ResetPresetBala...	Execute
BalanceRatioSel...	Red
BalanceRatio	489
Gamma	200

图 4-39

## (2) 自动白平衡:

能够根据当前场景实时调整 R, G, B 值;

## (3) 一次白平衡:

调整到无样本或者防止一张白纸,确认后点击“Execute”。能够根据实时场景做白平衡校正后锁定 R, G, B 值;

BalanceWhiteAu...	Preset ▼
ResetPresetBala...	Execute
BalanceRatioSel...	Red
BalanceRatio	489

图 4-40

## 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，避免灰尘落在镜头表面；
- 3) 长期不用时，相机口应朝下方式，并装上防尘盖。

### 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；
- 2) 可配合毛刷，去除绝大部分灰尘；
- 3) 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；
- 4) 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；

5) 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：

如不能保证独立完成清洁步骤或者没有所需的物品，请务必联系我们处理；

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。此时必须联系我们处理。

## 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：USB 连接，请使用台式机后端的 USB3.0 接口；
- 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，是软件不能正常工作，出现掉帧或者软件卡死等情况。可检查关闭电脑的节能模式。

2) 电脑开启了太多应用，导致电脑 CPU 占用过高，是软件 CPU 利用率低而不能正常工作。可关闭多余的应用程序。

### 6.3.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；
- 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) 在 USB 下，如果使用非 3.0 接口，帧率可能无法达到标称帧率；
- 5) 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?

软件预览默认开启自动色阶功能，展示最合适的亮度，但是 tif 图片存储时不会将自动色阶的效果保存，造成了这样的差异。

有两个解决方案：

- 1) 关闭软件的自动色阶功能；
- 2) 使用专业图片查看工具例如 ImageJ 打开 tif 图片，调整色阶；

## 7.2.相机预览图像出现条纹状闪动

外部光源不同步以及使用了闪烁的光源，建议客户延长曝光时间以及使用稳压电源的光源来进行照明可以避免这种问题的出现。

**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**