



Gemini 8KTDI

产品说明书

V1.0.1



鑫图光电有限公司

保留所有的权利

目录

1. 导言	4
1.1. 免责声明	4
1.2. 安全和警告信息	6
2. 产品规格	8
2.1. 包装清单	8
2.2. 相机简介	10
2.3. 相机接口和功能	10
2.3.1. 电源接口说明	13
2.3.2. 触发接口说明	14
2.3.3. 水冷接口说明	17
3. 安装	18
3.1. 推荐电脑配置	18
3.2. 采集卡安装	19
3.3. 相机安装	20
3.3.1. 采集卡连接光纤	21
3.3.2. 相机连接光纤	21
3.4. 水冷管安装	22
3.5. 采集卡驱动安装	24
3.6. 软件安装	27
4. 相机功能介绍	28
4.1. TDI 线阵传感器的工作原理	28
4.2. 光谱响应曲线	29
4.3. 运行模式与 TDI 级数	29

4.4. DeviceScanType	30
4.5. 扫描方向	30
4.6. 像素格式	31
4.7. 水平镜像	32
4.8. 子区域读出 (ROI)	32
4.9. 像素合并 (Binning)	33
4.10. 增益和黑电平	33
4.11. 查找表 (LUT)	34
4.12. 暗场校正 (DSNU)	35
4.13. 明场校正 (PRNU)	36
4.14. 数字 I/O 控制	36
4.15. 测试图像	37
4.16. 固件升级	38
5. 相机软件说明	40
5.1. 窗口组成	40
5.1.1. 预览窗口	42
5.1.2. 软件窗口	43
5.1.3. 图像拍摄	43
5.1.4. 设备参数	43
5.1.5. 图像调整	43
5.1.6. 软件日志	43
5.2. 图像拍摄	43
5.3. 设置设备参数	45
5.3.1. DeviceControl	47
5.3.2. ImageFormatControl	49

5.3.3. AcquisitionControl	51
5.3.4. AnalogControl	55
5.3.5. LUTControl	55
5.3.6. DigitalIOControl	57
5.3.7. CoolControl	59
5.3.8. DSNU	60
5.3.9. PRNU	61
5.3.10. CoaXPress	63
5.3.11. UserSetControl	64
5.4. 图像调整	65
6. 常见问题	67
7. 售后	71
附录 1: 温湿度对应结露点表	72
附录 2: 结构尺寸	73
附录 3: 相机参数表	74
附录 4: 更新日志	76

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。
- 确保摄像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。
- 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 20cm 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额定电压，相机可能会损



注意	<p>坏或工作不正常。</p> <ul style="list-style-type: none">● 相机的额定电压请参考规格表。
----	--

2. 产品规格

本章节将对 Gemini 8KTDI 相机规格进行介绍包括包装清单、相机简介、相机接口和功能。

2.1. 包装清单

物品名称	规格/型号	数量	图片
TDI 相机	Gemini 8KTDI	1	
电源适配器	GST160A24-R7B 24V/6.6A 3Pin 品字尾插脚 IEC320-C14C AC 接口 R7B 头 DC 线 1 米	1	
电源线缆	WP35-YC12 线长 1.8m 额定电流:10A 额定电压 AC250V	1	

12 芯触发线	CHR1012S06PL-3M 6 组双绞 兼容 广 瀚 HR10A-10F-12S 母头 12C*26AWB 彩色线缆 线长:3 米	1	
U 盘	内含软件与驱动	1	
QSFP28 光模块	FTQ2-HG-SR4 速率:103.125G 接口:MPO 波长:850nm	4	
光纤线	MPO/F-ITPO/P-0M3-8 B(B40m) 线长 40 米 8 芯铠装 OM3 光纤跳线 MPO 母头转 MPO 母头	2	
100G 图像采集卡	Samadhi Coaxlink QSFP28 四 路 CoaXPress-over-Fiber , 符合 100Gbps 光模块 要求的 QSFP28 端口	2	

2.2. 相机简介

Gemini 8KTDI 是鑫图应对高通量挑战性检测应用推出的新一代高性能 TDI 相机，较上一代 TDI 相机具有更高的信噪比和高速成像性能优势。Gemini 8KTDI 不仅在核心应用波段的灵敏度性能的大幅升级，266nm 和 355nm 紫外波段的量子效率分别高达 63.9%和 58%，420nm 可见光波段达到了 93.4%的峰值水平；Gemini 8KTDI 还率先实现了 100G CoF 高速数据接口技术的应用，8K 行频速度高达 1MHz，整体通量性能较上一代实现了翻倍升级，同时搭载鑫图稳定可靠的制冷降噪技术，可有效降低系统高速运行时带来的热噪声干扰，是高端设备实现更高精度检测和更高效能提升的强有力保障！

2.3. 相机接口和功能

Gemini 8KTDI 相机的各接口和接口所对应的功能如下图所示。

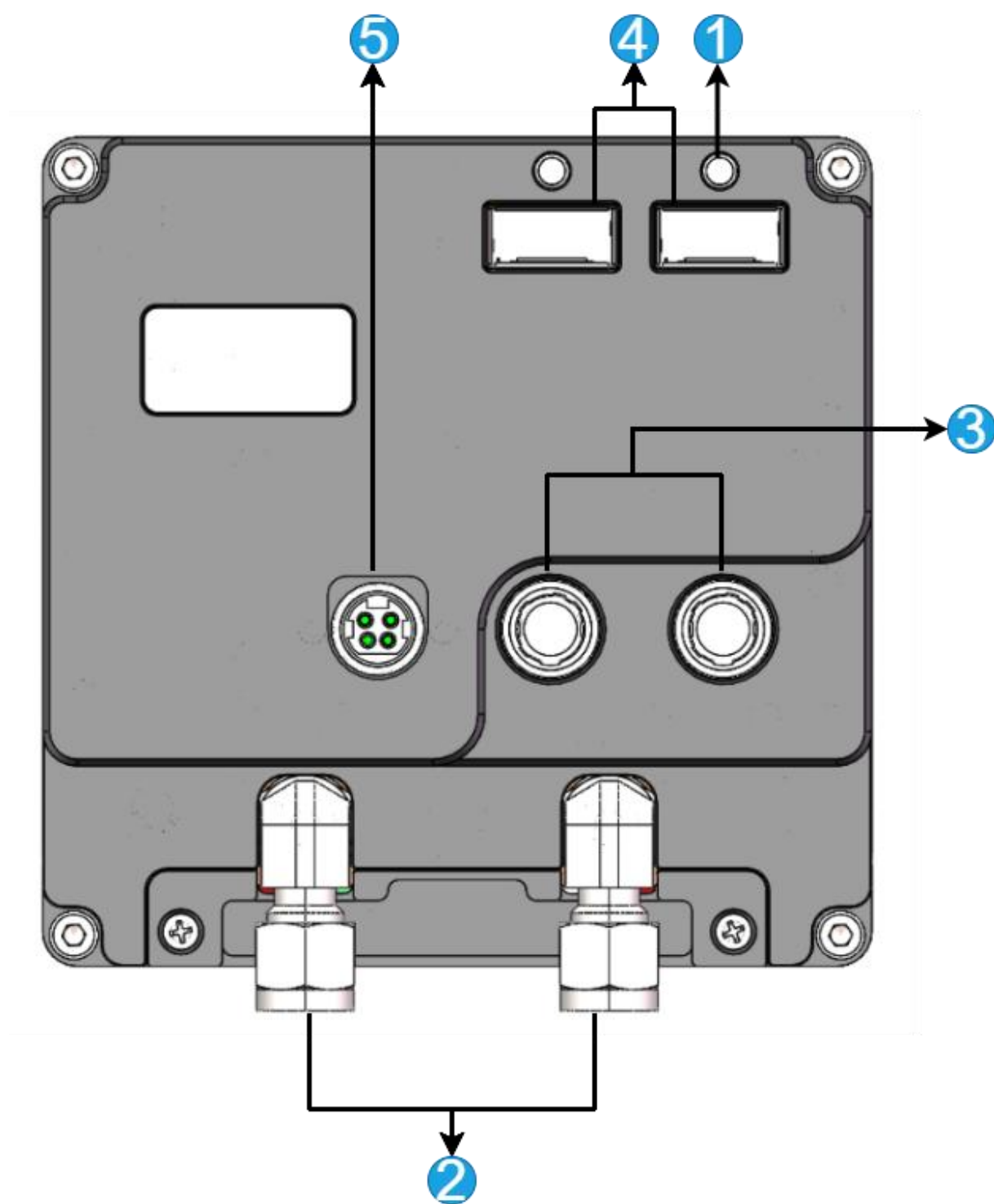


图 2-1 Gemini 8KTDI 接口图

表 2-1 Gemini 8KTDI 接口功能描述

编号	名称	功能		
1	指示灯	指示相机当前的工作状态	红灯常亮	相机未初始化
			红灯闪烁	连接配置未完成
			黄灯闪烁	正在传输低速链路信息
			绿灯常亮	连接配置完成
			黄绿交替闪烁	同时传输低速链路信息和高速图像数据
			绿灯闪烁	正在传输高速图像数据
2	水冷接口	水冷输入/输出接口		
3	触发	外部触发输入		
4	QSFP28 接口	数据传输接口		
5	电源接口	电源接口, 24V/6.6A		

2.3.1. 电源接口说明

推荐使用标配的电源适配器。相机的标准供电电压为 24V DC，允许 $\pm 3V$ 的波动。

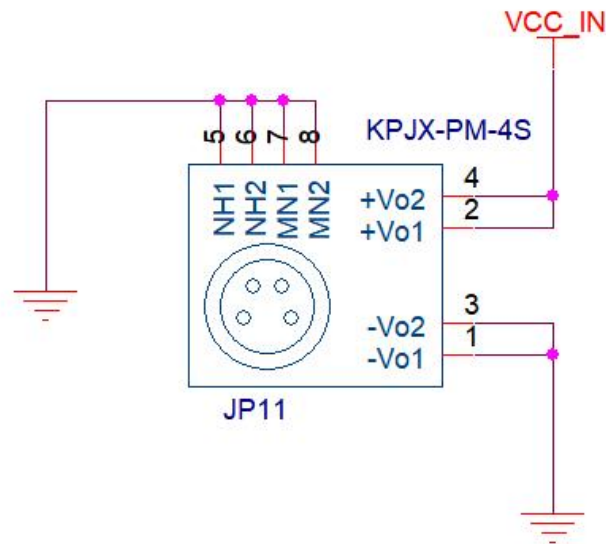


图 2-2 电源针脚定义

注意：

为了确保稳定的电源供应，需要同时连接两个+24V DC 和两个 GND 针脚，因为单个 +12V DC 或 GND 针脚的电流承载能力不足。

2.3.2. 触发接口说明

8KTDI 有 2 组触发输入输出接口，支持差分以及 TTL 信号触发。

硬件接口原理图：

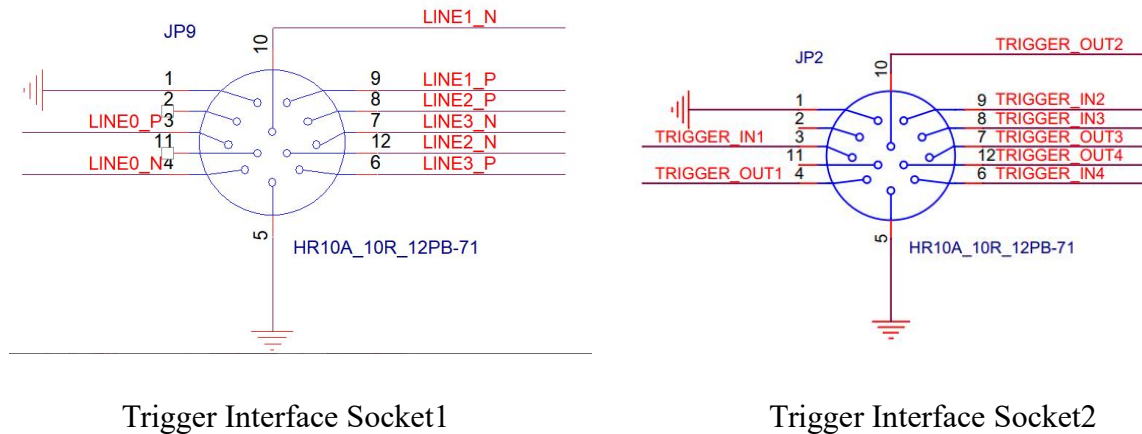


图 2-3 触发针脚定义

Socket1 有 4 组数字 IO 接口，这 4 组 IO 接口可支持差分和单端输入输出，通过软件接口设置。Socket2 为 TTL 单端信号接口，输入输出方向固定，有 4 个输入 IO 和 4 个输出 IO 端口，方向和模式固定，不可设置。

默认参数配置说明：

序号	属性	默认配置	映射 IO 管脚
1	行触发外部硬触发输入 IO	Socket1 Line0 ， 单端输入	Socket 1 ， Pin3
2	扫描方向外部控制输入 IO	Socket1 Line1 ， 单端输入	Socket 1 ， Pin9
3	帧触发外部触发输入 IO	Socket1 Line2 ， 单端输入	Socket 1 ， Pin8
4	触发输出 1 IO	Socket1 Line3 ， 单端输出	Socket 1 ， Pin6

触发接口电平定义：

参数	Socket1	Socket2
信号类型	差分&单端（兼容 RS-485/RS-422/RS-644）	单端（TTL 3.3V）
V _{Imin} （最低输入电压）	0V(单端电平)	0V
V _{Imax} （最大输入电压）	5V(单端电平)	5V
V _{IH} （输入高电压）	1.7V (单端电平)； A-B > 200mV (差分电平)	2.5V
V _{IL} （输入低电压）	1.3V (单端电平)； A-B < -200mV (差分电平)	0.4V
共模电压	-7V 到 +12V	-
差分电压（V _{ID} ）	200mV 到 6V	-
V _{OH} （输出高电压）	2.4V	3.2V
V _{OL} （输出低电压）	0.4V	0.1V

Trigger Interface Socket1 管脚定义：

管脚	信号	描述
1	GND	信号地
2	NC	

3	LINE0_P	数字 IO 接口 Line0, 差分输入输出 P 端, 单端输入输出
4	LINE0_N	数字 IO 接口 Line0, 差分输入输出 N 端
5	GND	信号地
6	LINE3_P	数字 IO 接口 Line3, 差分输入输出 P 端, 单端输入输出
7	LINE3_N	数字 IO 接口 Line3, 差分输入输出 N 端
8	LINE2_P	数字 IO 接口 Line2, 差分输入输出 P 端, 单端输入输出
9	LINE1_P	数字 IO 接口 Line1, 差分输入输出 P 端, 单端输入输出
10	LINE1_N	数字 IO 接口 Line1, 差分输入输出 N 端
11	NC	
12	LINE2_N	数字 IO 接口 Line2, 差分输入输出 N 端

Trigger Interface Socket2 管脚定义:

管脚	信号	描述
1	GND	信号地
2	NC	
3	LINE_IN0	数字 IO 接口 LineIn0, 单端输入
4	LINE_OUT0	数字 IO 接口 LineOut0, 单端输出

5	GND	信号地
6	LINE_IN3	数字 IO 接口 LineIn3, 单端输入
7	LINE_OUT2	数字 IO 接口 LineOut2, 单端输出
8	LINE_IN2	数字 IO 接口 LineIn2, 单端输入
9	LINE_IN1	数字 IO 接口 LineIn1, 单端输入
10	LINE_OUT1	数字 IO 接口 LineOut1, 单端输出
11	NC	
12	LINE_OUT4	数字 IO 接口 LineOut4, 单端输出

2.3.3.水冷接口说明

水冷机的水温需要根据实际环境的温湿度选择, 可以参考温湿度对应结露点的表格, 见附录。推荐水温应该高于表中的结露温度值, 如当环境温度是 25℃, 相对湿度是 70%, 那么水温不能低于 19℃。

- 1) 最小水流量: 1L/Min;
- 2) 推荐循环水温 15~20℃, 水温过低会导致窗片结雾, 可能导致芯片损坏。

3. 安装

本章将说明介绍，相机和采集卡的安装，相机采集软件的安装，以及水冷相机如何连接水冷机等。

3.1. 推荐电脑配置

此章节展示的电脑配置为我司已测试并且可以支持 Gemini 8KTDI 最高分辨率和最高行频的电脑，仅供参考。

电脑一：

部件	详细信息
处理器	英特尔 Xeon(至强) Gold 5218 @ 2.30GHz
主板	浪潮 NP5570M5 (C621 Series 芯片组)
显卡	ASPEED ASPEED Graphics Family (ASPEED)
内存	96 GB (三星 DDR4 2933MHz 16GB x 6)
主硬盘	希捷 ST2000NM000A-2J2100 (2 TB)

电脑二：

部件	详细信息
处理器	i9-10900X
主板	华硕 X299 SAGE
内存	64 GB (金士顿 3200 骇客 8GB*8)
主硬盘	三星 980 Pro

3.2. 采集卡安装

将电脑关机，打开电脑主机的盖板，如图 3-1 所示。选择 PCIe4.0×8 速率以上插槽将采集卡插好，用螺丝进行固定后再将电脑重新启动。不同 PCIe 插槽对应的最大传输帧率在下表列出。

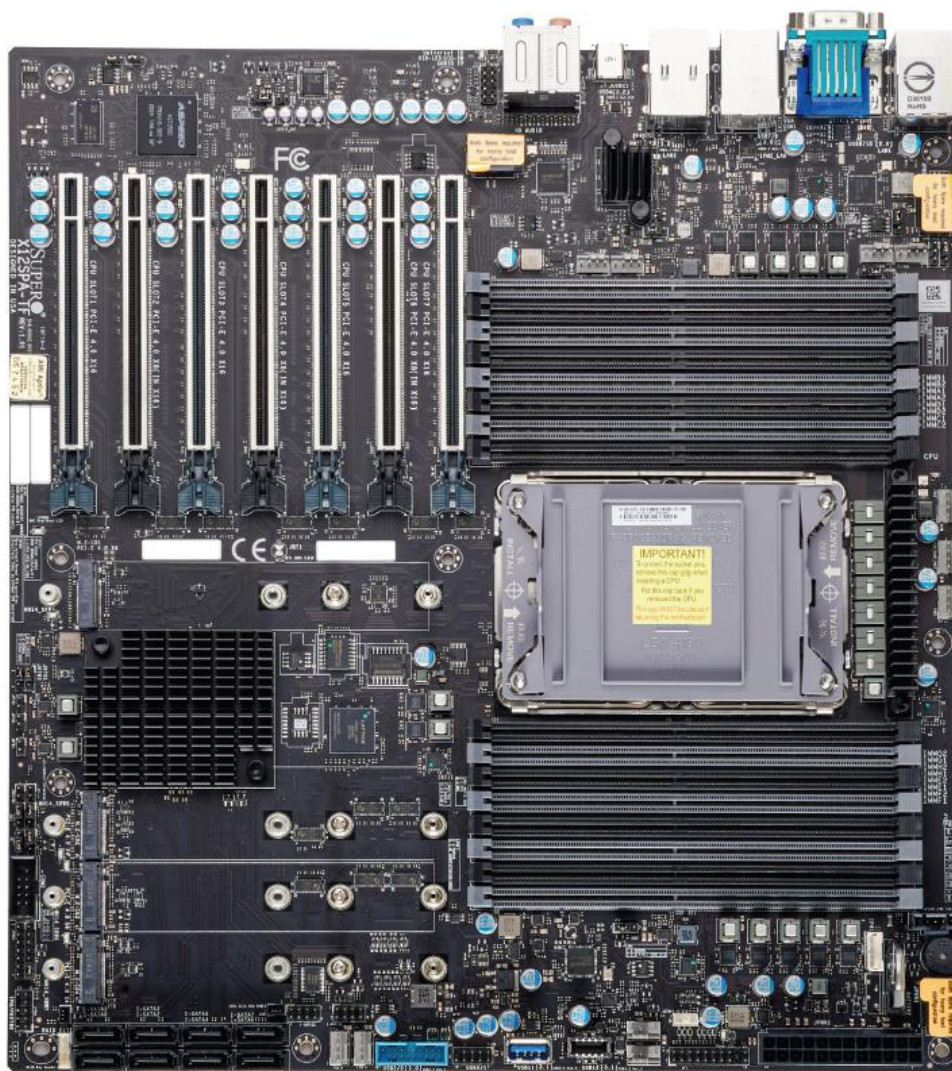


图 3-1 电脑主板图

不同 PCIe 插槽对应的最大传输速率

PCIe	X1	X4	X8	X16
1.0	0.25GB/s	1GB/s	2GB/s	4GB/s
2.0	0.5GB/s	2GB/s	4GB/s	8GB/s
3.0	0.985GB/s	3.9GB/s	7.8GB/s	15.7GB/s
4.0	1.969GB/s	7.88GB/s	15.75GB/s	31.51GB/s
5.0	3.938GB/s	15.75GB/s	31.51GB/s	63.02GB/s

目前测试支持的采集卡品牌、型号、固件情况如下：

品牌	型号	固件	驱动
TUCSEN	Samadhi QSFP28 Grabber	Coaxlink Frame 0.1.12	TucsenSetup1.1.4.19.exe

3.3. 相机安装

Gemini 8KTDI 支持双通道数据传输模式，连接方式如下图所示。

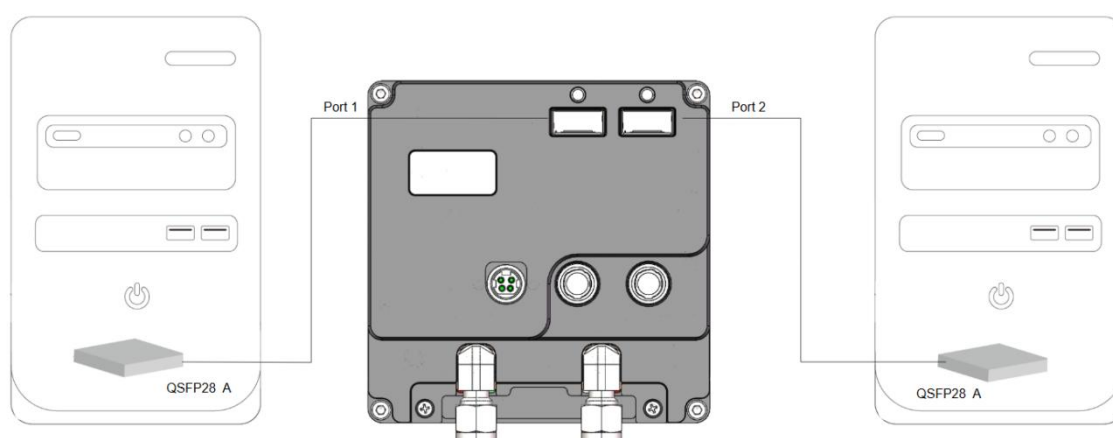


图 3-2 相机连接示意图

3.3.1. 采集卡连接光纤

将 QSFP+光模块接在采集卡的 A 口(靠近串口)。接口有防呆设计，注意插入的方向，插入后听到“咔”的一声，表示接头完全插入，此时光模块螺丝中心距离采集卡面板约 1cm。如下图所示：

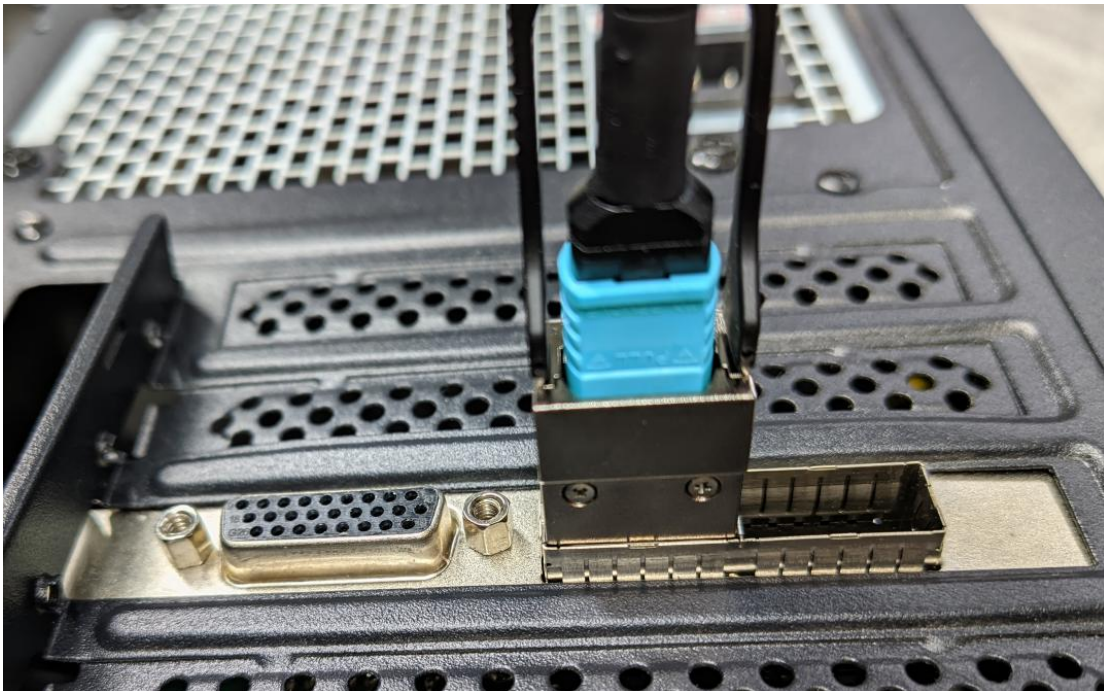


图 3-3 QSFP28 光模块与 Samdhi 采集卡 QSFP28 A 端口连接

3.3.2. 相机连接光纤

操作步骤

- 1) 将光纤线的 MPO 跳线插入标配的 QSFP28 光模块，如图 3-6 所示，接口有防呆设计，注意插入的方向，插入后听到“咔”的一声，表示接头完全插入；

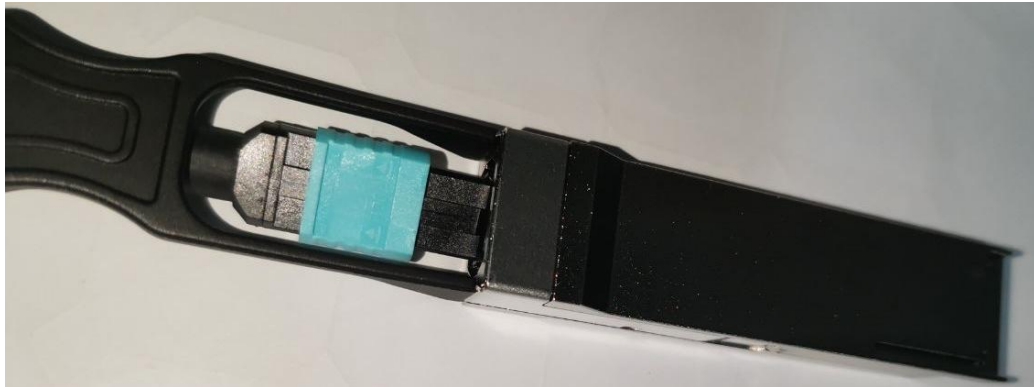


图 3-4 光纤与 QSFP+ 光模块连接

- 2) 将光模块插入相机的 QSFP+ 1 端口中，，插入后听到“咔”的一声表示接头完全插入。

3.4. 水冷管安装

本节介绍相机水冷的相关功能，包括水冷管连接，水温和流速推荐。

3.4.1 水冷管连接步骤

- 1) 将相机水冷阀门上的螺母、前卡套、后卡套拆除，准备一个塑料管插件

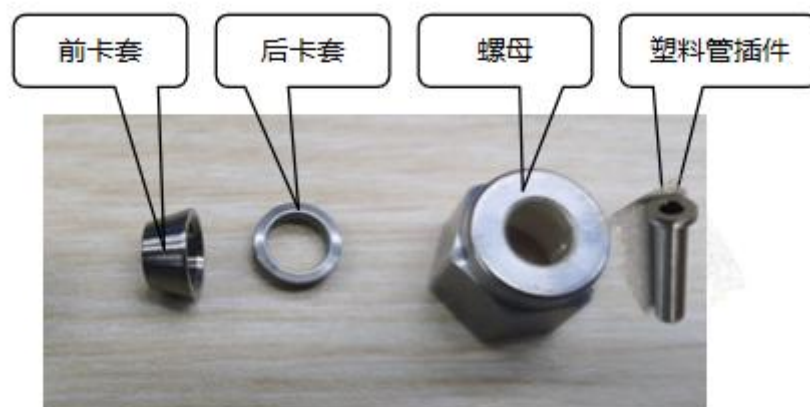


图 3-5 水冷阀门配件

- 2) 将螺母、后卡套、前卡套依次套入水管中，将塑料管插件插入水管



图 3-6

- 3) 将上一步组合好的水管插入水冷阀门中，确保卡套稳固地靠在水冷阀门肩部，使用手指顺时针将螺母拧紧

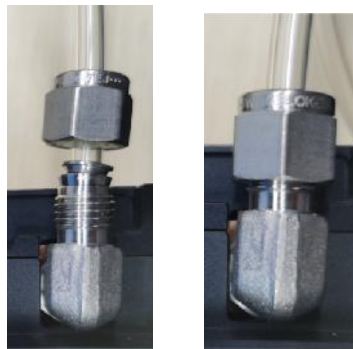


图 3-7

- 4) 在 6 点钟的位置给螺母做标记，使用六角扳手将螺母顺时针紧固四分之三圈以停在三点钟的位置

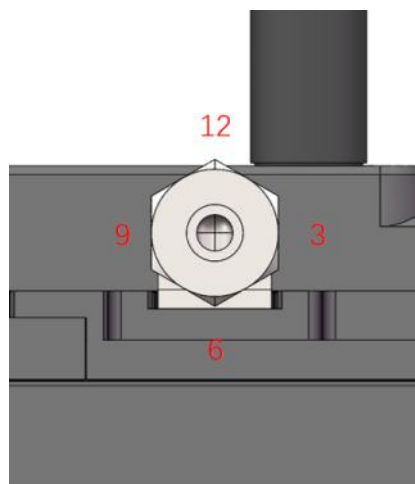


图 3-8

水温和流速推荐

- 1) 相机水冷口不区分“进”、“出”方向；
- 2) 最小水流量：1L/Min；
- 3) 推荐循环水温 15~20℃，水温过低会导致窗片结雾，可能导致芯片损坏。

水冷机的水温需要根据实际环境的温湿度选择，可以参考附件中温湿度对应结露点的表格。推荐水温应该高于表中的结露温度值，如当环境温度是 25℃，相对湿度是 70%，那么水温不能低于 19℃。

3.5. 采集卡驱动安装

Samadhi 采集卡驱动支持安装在 Windows 10（x64）操作系统上，目前安装的驱动版本为：TucsenSetup1.1.4.18.exe。固件版本为：0.1.12。

操作步骤

- 1) 双击 Samadhi 采集卡驱动开始安装；

名称	修改日期	类型	大小
 TucsenSetup1.1.4.18.exe	2025/3/17 9:19	应用程序	141,942 KB

图 3-9

- 2) 选择安装语言，选项包括“简体中文”和“English”，点击“确定”；

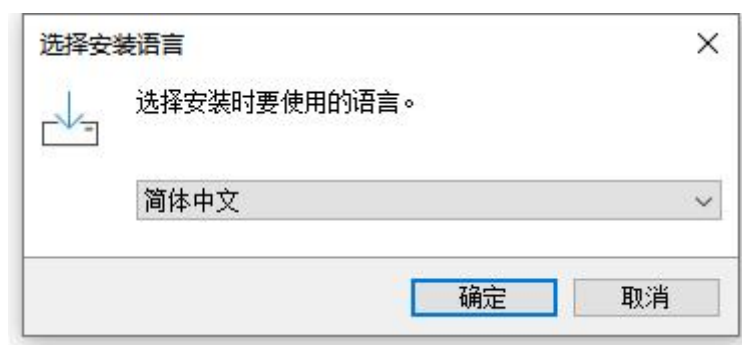


图 3-10

- 3) 选择安装位置，如想选择其他文件夹，点击“浏览”。选择完毕后，点击“下一步”；

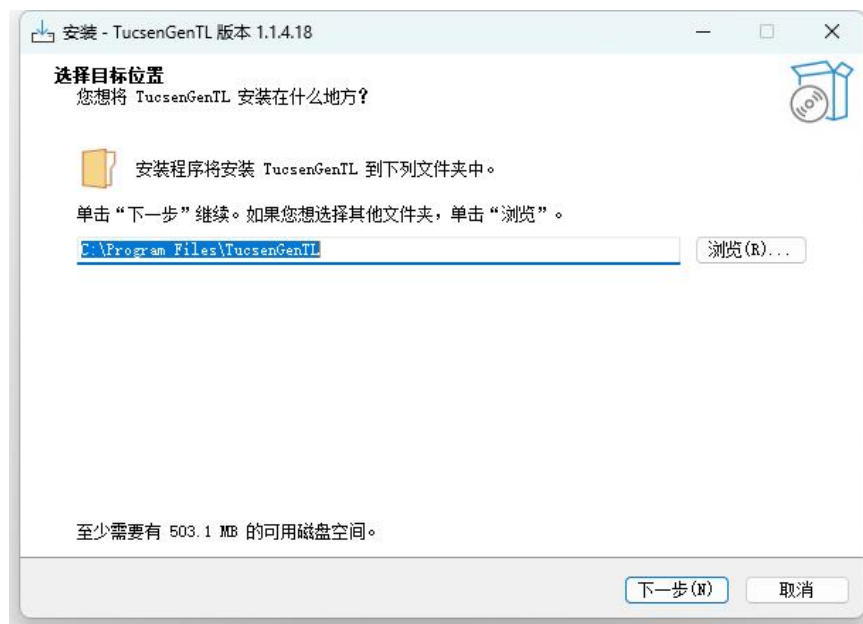


图 3-11

- 4) 选择附加任务，根据需要决定是否创建桌面快捷方式，默认不勾选。选择完毕后，点击“下一步”；

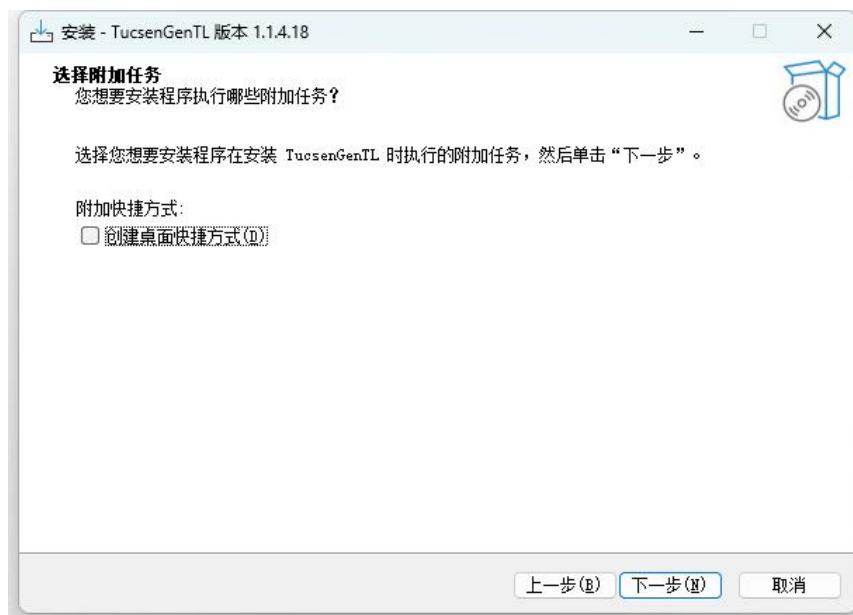


图 3-12

- 5) 准备安装确认，检查设置是否正确，确认无误后，点击“安装”；

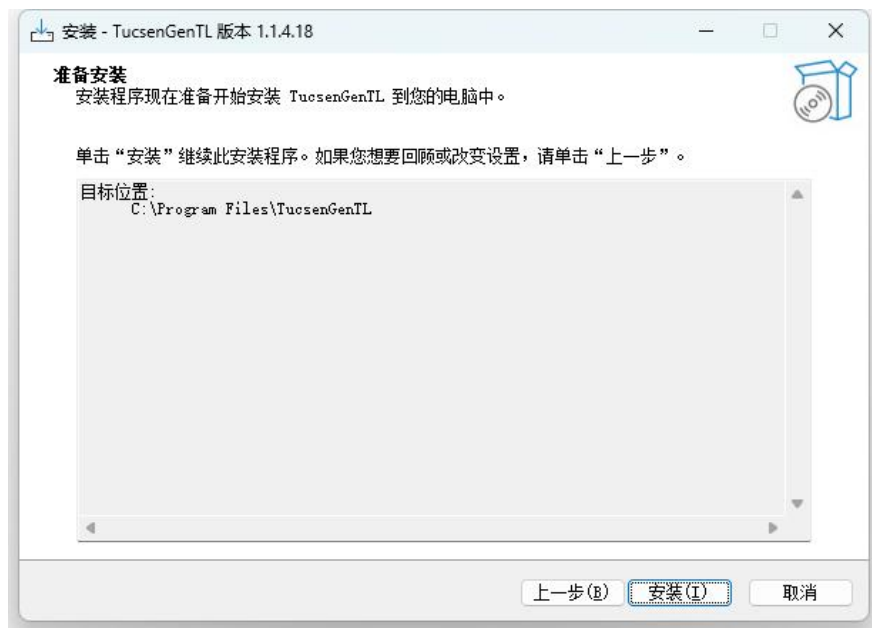


图 3-13

- 6) 单击“完成”结束安装。注意，结束后请将电脑关机再重新开机（不可直接重启，否则会导致驱动安装失败），电脑将会在开机后完成驱动安装；



图 3-14

Samadhi 驱动安装完成后，打开电脑设备管理器，当驱动安装成功时，Samadhi 采集卡将会出现在设备管理器下，显示 Samadhi Coaxlink QSFP28,如下图所示：

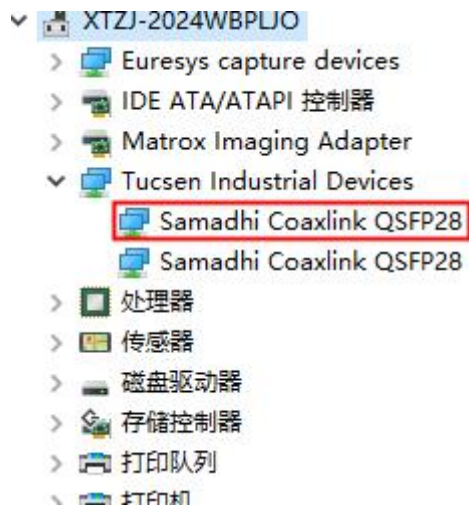


图 3-15

3.6. 软件安装

相机软件 SamplePro 在随机附带的 U 盘中，为绿色版软件，直接解压无需安装即可使用。

软件功能和操作说明，请参考[第五章](#)。

注意：

- 1) 采集卡软件和 SamplePro 软件不可同时运行，否则会出现无法识别相机的情况；
- 2) 相机正常工作时绿灯闪烁，异常时红色闪烁。
- 3) 当软件提示 No Camera，请尝试以下操作
 - ① 确认安装驱动后是否有关机开机动作。
 - ② 确认相机是否指示灯是否常亮绿色。
 - ③ 确认线缆安装正确，每个光模块完全卡紧。

4. 相机功能介绍

本章将介绍相机的主要功能模块、介绍相机的测试图像、如何对相机的固件版本进行更新操作等。

4.1. TDI 线阵传感器的工作原理

TDI (Time Delayed and Integration) ，即时间延迟积分，是一种能够增加线扫描传感器灵敏度的扫描技术。

工作原理

TDI 线阵相机是一种具有面阵结构、线阵输出的新型光电传感器相机，较普通的线阵相机而言，它具有多重级数延时积分的功能。

TDI 的电荷累积方向是沿 Y 向进行的，其推扫级数自下而上为第 1 级至第 N 级。在成像过程中，随着相机(或样本)的运动，从第 N 级至第 1 级依次感光 and 电荷逐级积累，累积的电荷从第 1 级经运算放大器及 ADC 转换再输出。TDI 为一种单方向推扫成像器件，与一般线阵相机相比，它借助了可变积分级数来增加曝光时间，因此比一般线阵传感器具有更高的灵敏度，可用在低光照度环境下成像，同时又不会影响扫描速度。

优势

TDI 较普通的线阵传感器而言，它具有以下几个优势：

- 1) 更高的灵敏度、响应度高、动态范围宽等优点，在低光照度环境下，也能输出一定信噪比的信号，
- 2) 当应用 TDI 对运动目标成像时，它允许在限定光强时提高扫描速度，或在常速扫描时减小照明光源的亮度，减小了功耗，降低了成本。

4.2. 光谱响应曲线

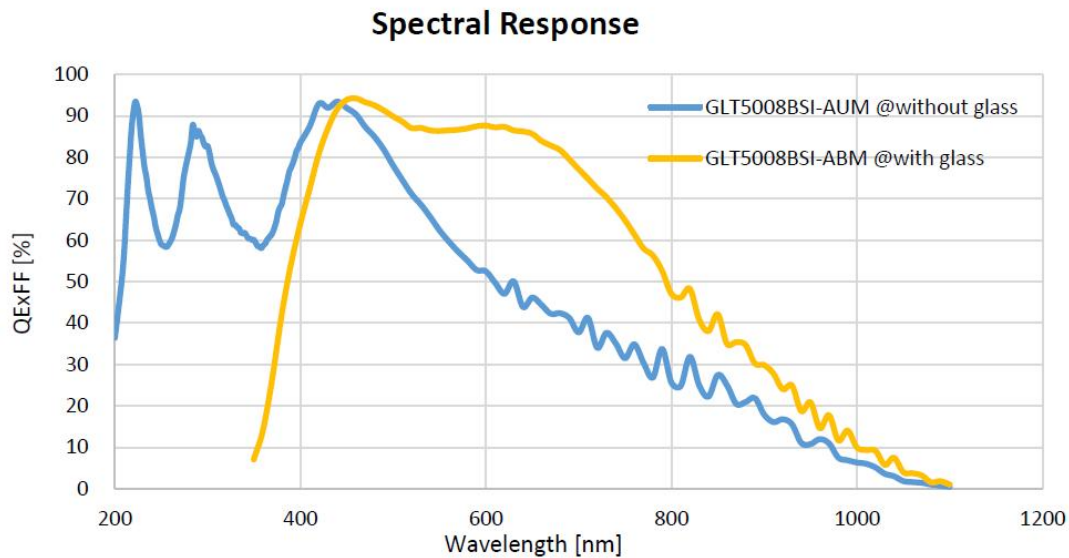


图 4-1 芯片光谱响应曲线*(芯片厂家提供)

4.3. 运行模式与 TDI 级数

Gemini 8KTDI 有两种不同的操作模式：面阵（Area）和线阵（TDI）。

如果将“Operation Mode”参数设置为“TDI”，则该相机将作为高灵敏度线扫描相机运行。如果将“Operation Mode”（运行模式）参数设置为“Area”，则相机将使用二维像素阵列作为面阵相机运行；面阵模式仅用于相机对焦，不保证图像质量。

在 TDI 模式下，“TDI Stages”参数用于设置相机使用的积分次数。8K 支持 P1 和 P2 band，P1 和 P2 支持的级数不同，且存在物理间隔,如下图所示：

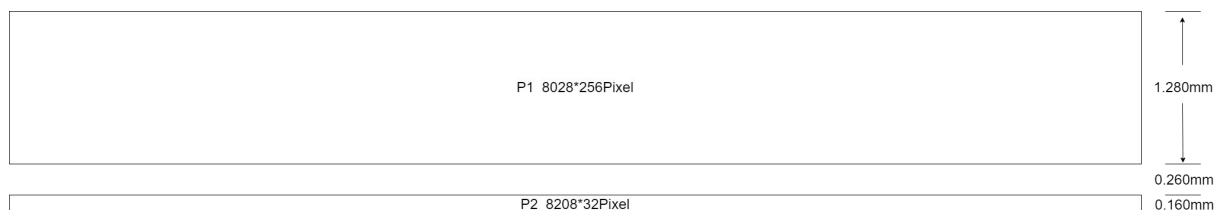


图 4-2 P1&P2 band 空间排布示例

如果“TDI Stages”参数设置为 256，则代表行数据都经过了 256 次积分。在面阵模式下，“TDI Stages”（TDI 级数）参数用于确定 Gemini 8KTDI 的高度。将“操作模式”设置为“Area”，并将“TDI Stages”参数设置为 256，则该相机将获取分辨率为 9072×256 的图像。

4.4. DeviceScanType

Linescan 模式：相机使用线扫的 CXP 协议输出，电脑收到 1 行图像后产生一个中断信号，这样中断的频率非常高，对 CPU 的资源占用也较高；通过设置采集卡的 Buffer 可以降低中断响应频率，Buffer 越大，中断频率越低，越不容易丢帧，需要的内存就越大。

Areascan 模式：相机使用面阵的 CXP 协议输出，电脑收到 Height 行图像后产生一个中断信号，因此 Areascan 模式下可以通过设置相机的 Height 降低中断响应频率，Height 越大，中断频率越低，越不容易丢帧，需要的内存空间越大。

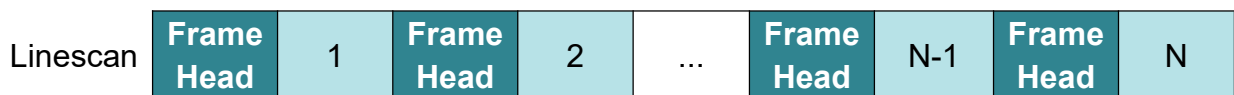


图 4-3 Linescan 模式传输 N 行图像



图 4-4 Areascan 模式传输 N 行图像

无论“Linescan”还是“Areascan”模式，采集到的图像并没有任何差异，只是图像通过 CXP 传输时的打包格式有所差异。Line 模式每一行均需要传输一个 Frame Head，Areascan 模式每 N 行传输一个 Frame Head，这样有效带宽会增加，相同分辨率下，其他配置相同的情况下，Areascan 模式能工作到更高的行频。

4.5. 扫描方向

在 TDI 模式下，“Scan Direction”（扫描方向）参数用于设置 Gemini 8KTDI 的扫描方向。Gemini 8KTDI 默认正方向扫描，方向示意如图 4-4 所示。用户可以根据使用环境自行调整相机的安装方向。相机可以支持四种方向控制模式。

1) Forward：应用场景为被摄物体将从相机的顶部通过到相机的底部；

- 2) Reverse: 应用场景为被摄物体经过相机的底部穿过到相机的顶部;
- 3) LineIn1: 应用场景为通过将外部触发信号(低电平=正向, 高电平=反向)控制扫描方向;
- 4) EncoderIn (AB 信号控制): 应用场景为通过编码器控制扫描方向, AB 方向正扫, BA 方向反扫。

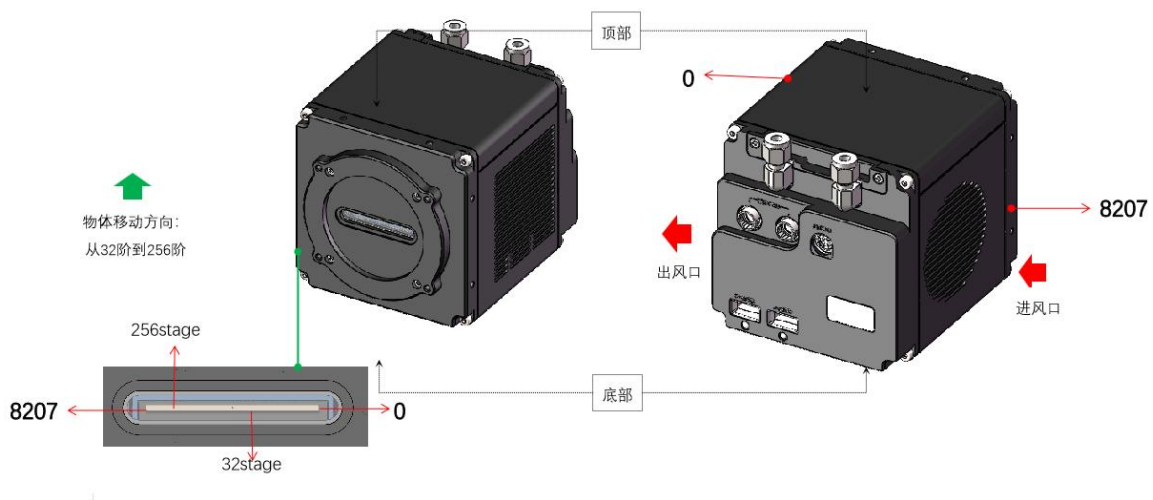


图 4-5 相机的正反方向定义

注意:

- 1) 在面阵模式下, 将“Scan Direction”参数设置为“Reverse”时可以获取垂直翻转的图像;

4.6. 像素格式

Gemini 8KTDI 支持配置 SensorPixelFormat 和 Pixel Format 控制相机的输出图像数据的位深格式。

SensorPixelFormat 表示 Sensor 输出的原始数据位深;

PixelFormat 表示相机输出的位深格式;

SensorPixelFormat > PixelFormat 时相机内部会对 Sensor 输出的数据截取高位输出。

SensorPixelFormat < PixelFormat 时相机内部会对 Sensor 输出的数据低位补 0 后

输出；

注意：

相机 Mono10 和 Mono12 输出时，图片属性显示为 16 位（高位补零）。

4.7. 水平镜像

Gemini 8KTDI 相机通过“Reverse X”可以实现水平镜像的功能，此功能可用于线阵和面阵模式。



图 4-6 原始图像

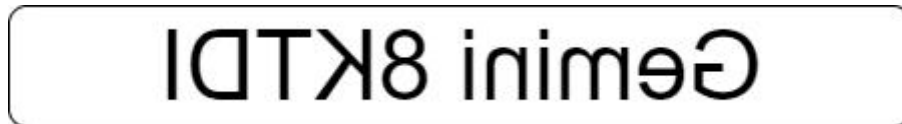


图 4-7 水平镜像图像

4.8. 子区域读出（ROI）

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。在操作过程中，只有指定区域的像素信息才从传感器中读取，并从相机传输到图像采集卡。

“Offset X”是设置 ROI 的起点。通过设定“Offset X”和“Width”设置来定义 ROI 的位置和大小。例如，假设将 Offset X 参数设置为 96，将“Width”参数设置为 256，相机将读取并传输像素 97 到 352 的像素值。您可以通过更改“Offset X”和“Width”的参数值来设定 ROI 的大小和位置。

注意：

- 1) “Offset X”和“Width”参数值的总和不得超过相机成像传感器的宽度。
- 2) “Offset X”设置值可以设置为 0 和 16 的整数倍。“Width”设置值必须至少为 256，并且为 16 的整数倍。
- 3) CXP 图像采集卡可能对 ROI 位置和大小设置了其他限制。请查阅您使用的 CXP 采集卡的用户手册以了解有关更多信息。

4.9. 像素合并 (Binning)

Gemini 8KTDI 通过 FPGA 和 Sensor 分别实现了 Binning 功能。

BinningHorizontal 支持 X1、X2、X4、X8，设置 X2 后，图像分辨率减半，帧率不变。

BinningVertical 支持 X1、X2、X4、X8，设置 X2 后，图像分辨率不变，帧率减半。

SensorBinning 支持 X1、X2，设置 X2 后，图像分辨不变，帧率不变 (仅 8bit、10bit 支持)。

使用 SensorBinningX2,分为以下 2 种情况：

- a. 样本速度不变时，行频需要减半，才能保证清晰成像；
- b. 行频不变时，需要倍增样本速度，才能保证清晰成像。

FPGA Binning 有 2 种方式，求和 Bin(Sum Bin)和均值 Bin(Avr Bin)，差别如下：

FPGA Avr Bin：饱和容量按比例增大，系统增益按比例减小，暗电流按比例变大，饱和灰度值不变。

FPGA Sum Bin：饱和容量不变，系统增益不变，饱和灰度值不变。

4.10. 增益和黑电平

“Gain”（增益）参数会改变 Gemini 8KTDI 的光响应曲线的斜率，从而增强或减弱相机输出图像的灰度值。

当在弱信号条件下，无法看清所需拍摄物体时，可以通过增大 “Gain” 参数值，以看清暗部的细节；当在信号很强的场景中、输出图像过亮时，可以通过降低 “Gain” 值以避免过曝。

模拟增益增大，会导致系统增益成比例增大，饱和容量成比例降低，读出噪声降低，

绝对灵敏度阈值降低，信噪比降低，DSNU,PRNU 变小。

线性误差增大。

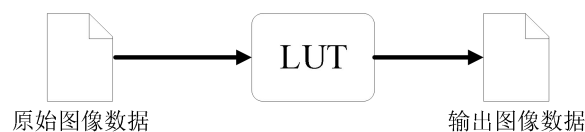
数字增益增大，系统增益成比例增大，饱和容量会按比例减小，动态范围降低，信噪比降低，暗电流增大，DSNU 减小，PRNU 增大。

两个增益模式如下所示：

- 1) AnalogGain: 模拟增益，支持 1~4 切换，步进 1，默认为 1；
- 2) DigitalGain: 数字增益，支持切换为 0.5~10，步进 1，默认为 1；
- 3) DigitalGain: DigitalGainMicro: 数字增益输入框设置，支持输入 0.1~16，步进 0.1；
- 4) BlackLevel: 黑电平，将增加或减少图片本底灰度值。

4.11. 查找表（LUT）

查找表（The Lookup Table,LUT）转换是基本的图像处理功能，可突出细节包含重要的信息。这些功能包括直方图均衡化、伽马校正、对数修正、指数的修正。输出图像的灰度值与原始图像的灰度值将被一对一映射。用户根据应用情况自行设置对应的数值。



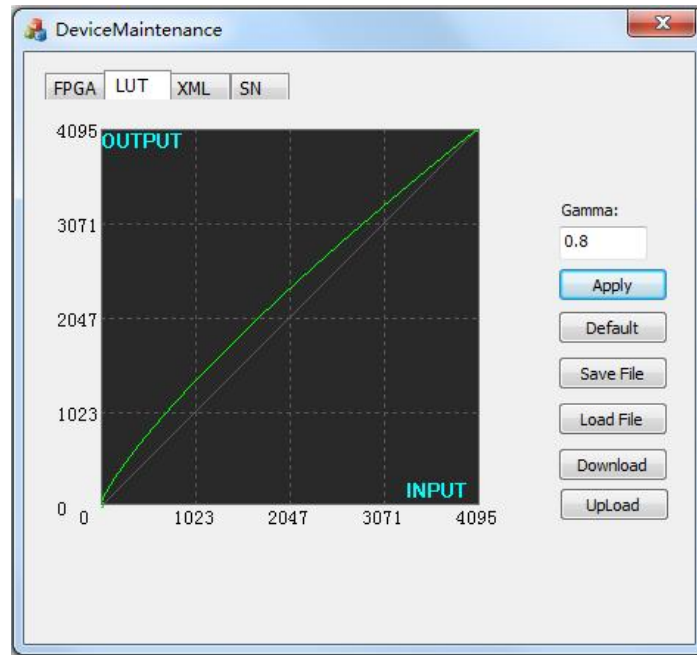


图 4-8 Gamma=0.8 时的 LUT

4.12. 暗场校正 (DSNU)

Gemini 8KTDI 提供 DSNU 校正功能和 DSNU 校正值的存储。

DSNU 校正完后, 暗场本底灰度值为 6DN (8bit)、25DN (10bit)、100DN (12bit)

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照相机输出的像素灰度值发生某些变化。这种变化称为暗信号非均匀性 (DSNU)

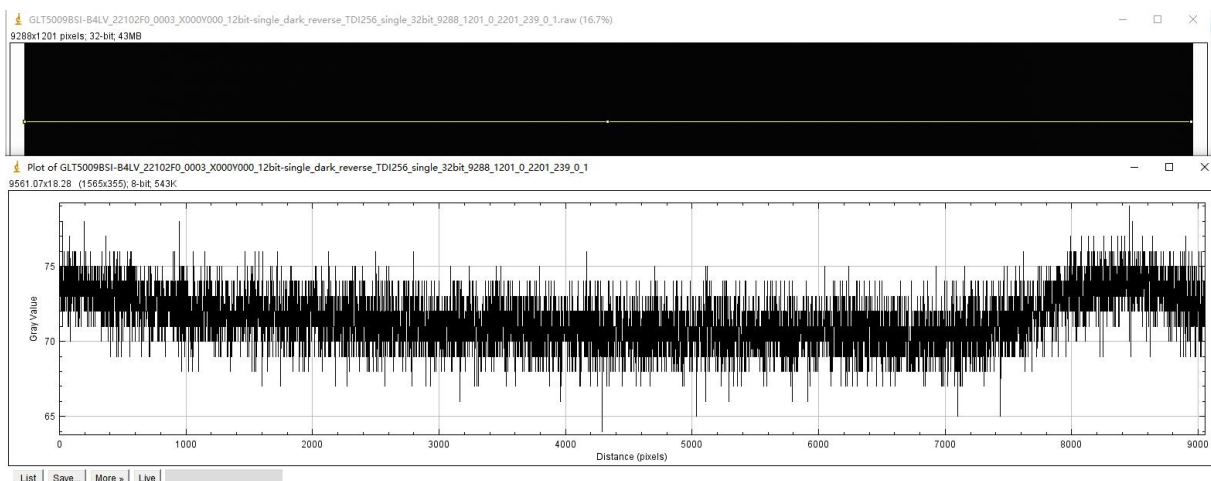


图 4-9 未校正前暗场灰度值曲线

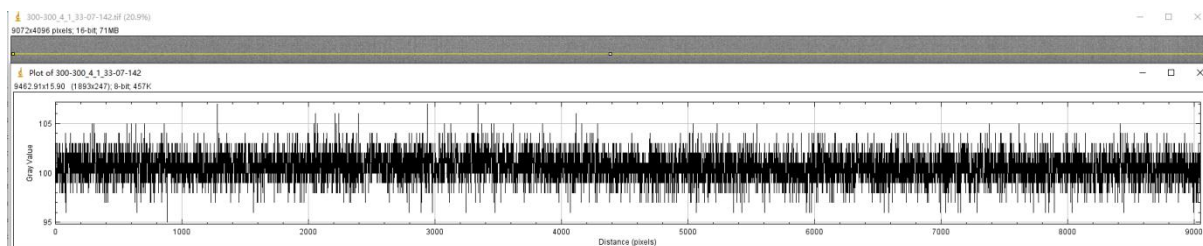


图 4-10 DSNU 校正后暗场灰度值曲线

4.13. 明场校正(PRNU)

Gemini 8KTDI 提供 PRNU 校正功能和 PRNU 校正值的存储。

当相机在明亮的光线下拍摄均匀的浅色目标时，在理想的图像中，所有像素灰度值都应接近最大灰度值并且相等。然而，实际上但相机中的像元性能的细微差别，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。这种变化称为光响应非均匀性（PRNU）。

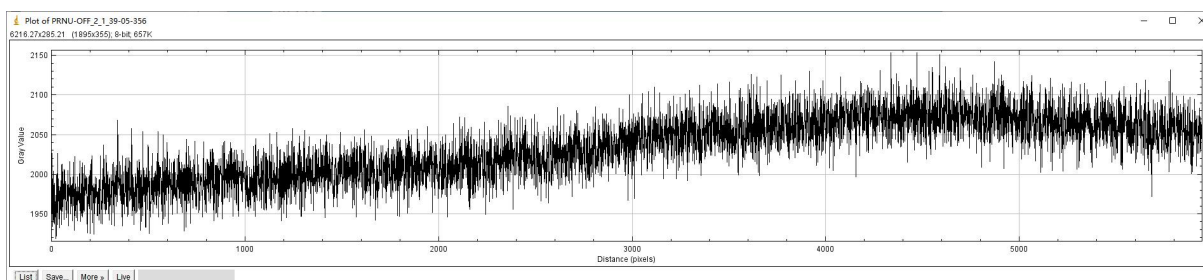


图 4-11 未校正前明场灰度值曲线

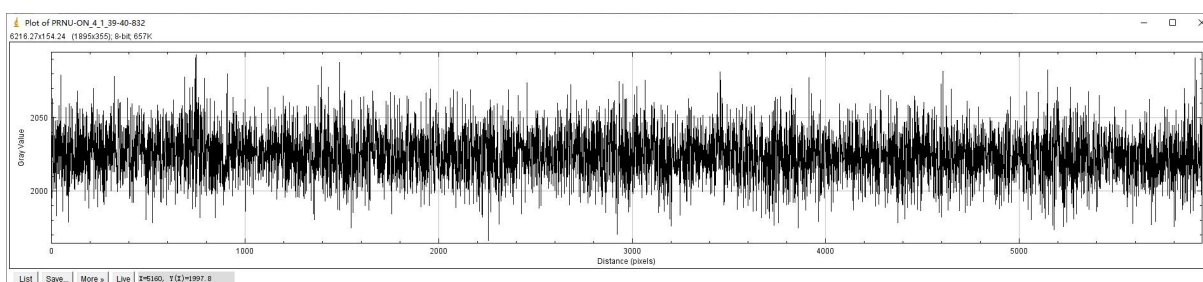


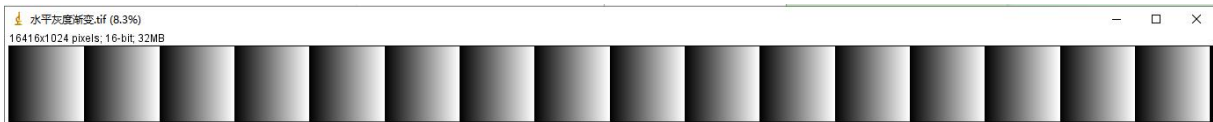
图 4-12 校正后明场灰度值曲线

4.14. 数字 I/O 控制

当需要使用触发信号或者向外部设备提供源信号时，Gemini 8KTDI 可以通过控制 I/O 口设置输入输出的触发信号。支持差分 and 单端信号的输入输出。

4.15. 测试图像

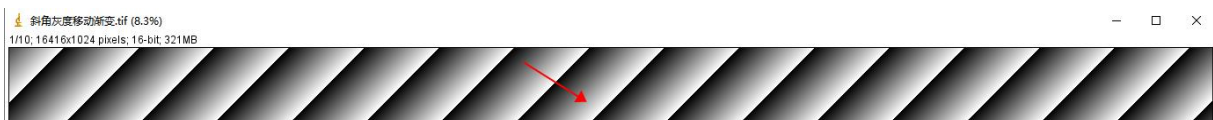
为了检查相机的状态，Gemini 8KTDI 可以输出内部创建的测试图案。有 6 种类型的测试模式：



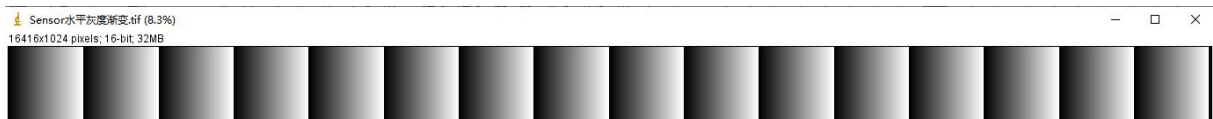
FPGA 水平灰度渐变测试图



FPGA 斜角灰度渐变测试图



FPGA 斜角灰度移动渐变测试图



Sensor 水平灰度渐变测试图



Sensor 垂直灰度渐变测试图



Sensor 斜角灰度渐变测试图

注意：

FPGA 测试图由 FPGA 生成，主要用于验证相机 FPGA 到 PC 的链路是否存在问

题；Sensor 测试图由 sensor 生成，主要用于验证 sensor 是否正常工作。

4.16. 固件升级

Gememini 8KTDI 相机通过“UpdateTool”软件可进行固件的在线升级。

准备资料：

UpdateTool 更新工具；

固件文件，.bin 格式；

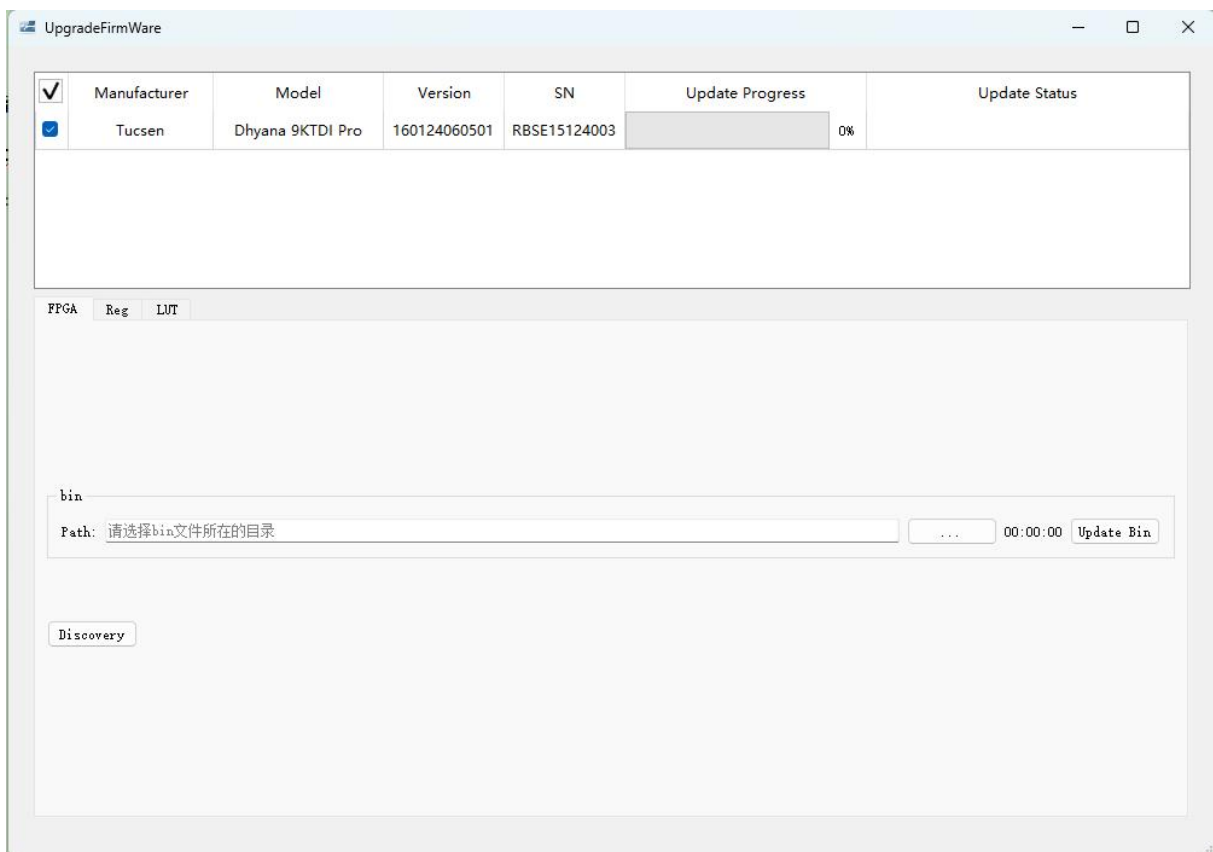


图 4-13 UpdateTool 界面

操作步骤：

- 1) 双击运行“UpdateTool”工具，界面如图 4-14 所示；
- 2) 选择固件文件路径；

- 3) 点击“Update”按钮等待更新完成；
- 4) 更新完成后，断电重启相机，新固件生效，或者使用软件的“DeviceReset”进行重启；
- 5) 待相机重启后，确认 DeviceVersion 与所升级固件一致，则升级成功。

5. 相机软件说明

SamplePro 为相机的控制软件，用户通过此软件进行相机参数的设置、预览和图像获取，并支持多相机同时连接。

双击 SamplePro 开启相机软件，软件开启界面如图 5-1 软件开启界面所示，等待加载完成后，功能将展示在画面的左侧；

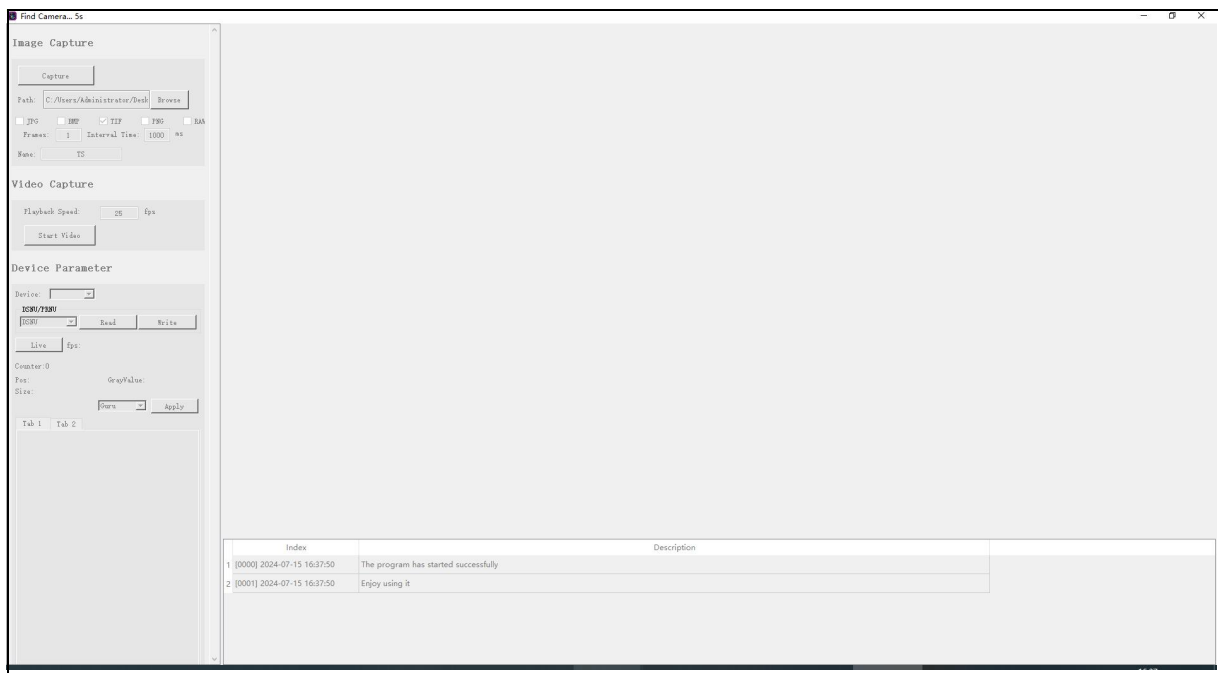


图 5-1 软件开启界面

注意：

第一次启动 SamplePro 软件时,以右键管理员身份运行,后续使用软件直接双击即可;

5.1. 窗口组成

SamplePro 软件主界面由“预览窗口”、“软件窗口”、“图像摄像”、“设备参数”、“软件日志”“图像调整”六部分组成，如图 5-2 、图 5-3 软件窗口界面分布所示。

本节对各个窗口的功能做简要介绍。

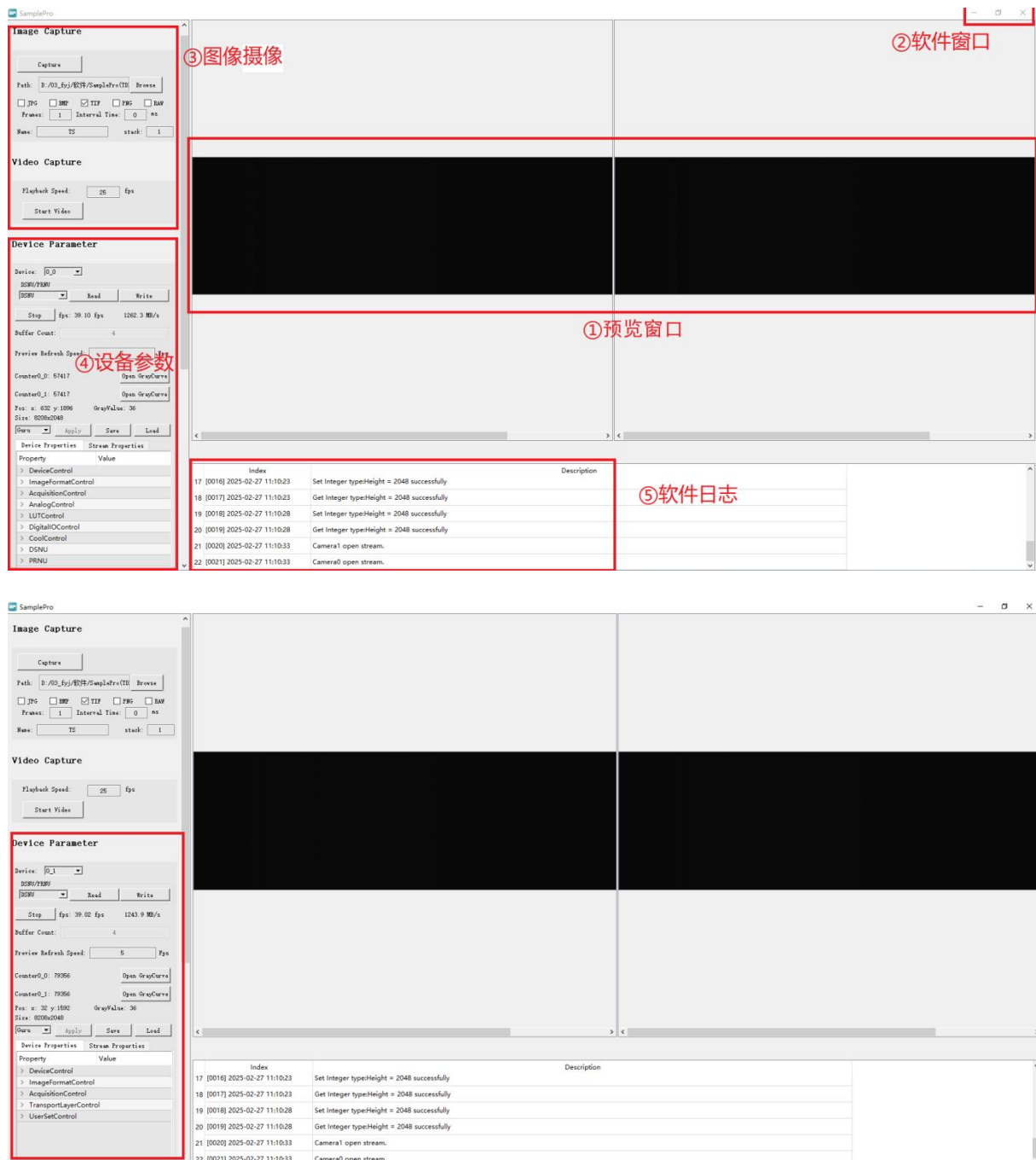


图 5-2 软件窗口界面分布 1

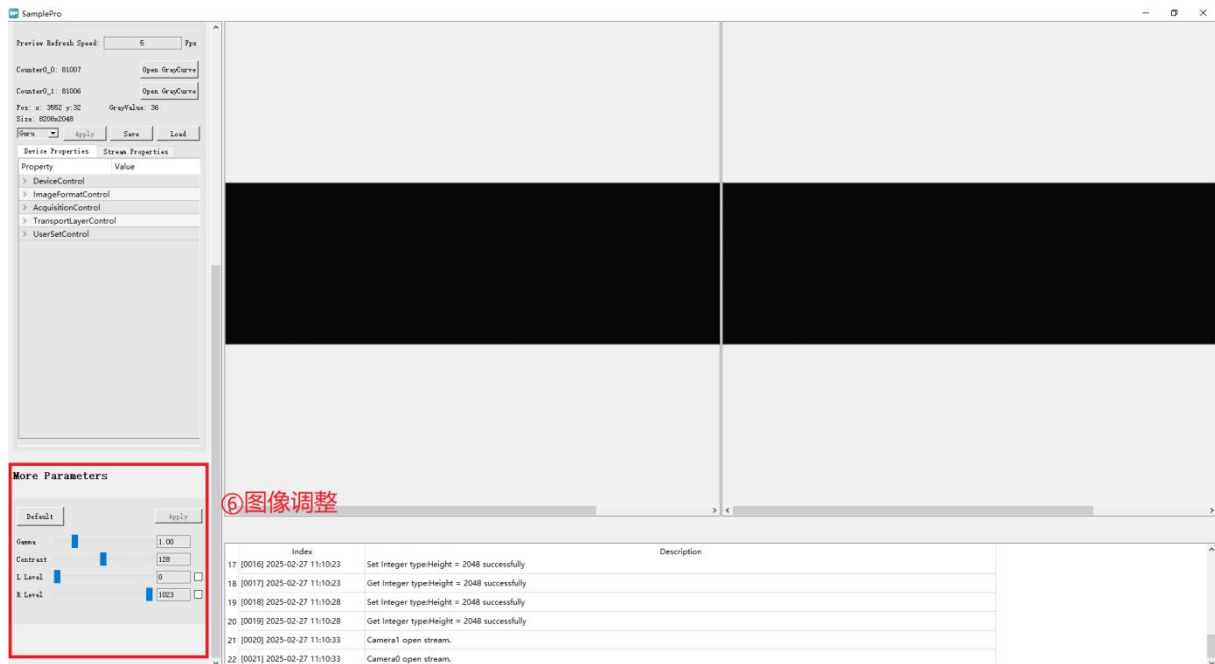


图 5-3 软件窗口界面分布 2

5.1.1.预览窗口

预览窗口显示相机实时拍摄画面。预览窗口支持实时缩放，用户可依据实际需求，通过鼠标滚轮放大或者缩小预览窗口画面。多相机连接的时候，预览窗口也支持同时显示多个相机的实时拍摄画面。

预览窗口左侧会根据鼠标在实时画面中显示鼠标位置所在的像元灰度值、坐标以及图片分辨率大小。如图 5-4 所示

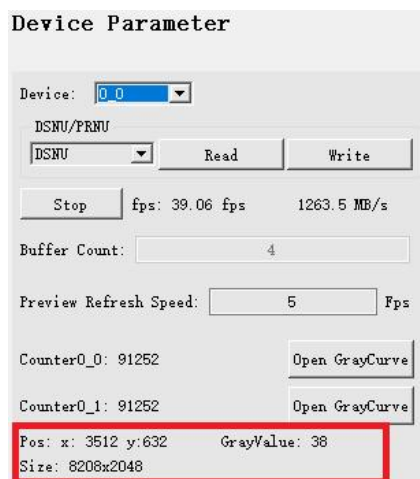


图 5-4

5.1.2. 软件窗口

软件窗口为常见的界面操作按钮，“—”——窗口最小化功能、“□”——最大化、向下还原功能、“×”——关闭窗口功能。

5.1.3. 图像拍摄

图像摄影模块为相机的基本拍图、录像功能。用户可根据使用需求，选择不同的图片格式进行抓图和自定义时长录像，默认会保存在软件根目录下的 img 文件夹中。

5.1.4. 设备参数

相机的主要功能均在此模块下展开，同时相机的出图方式在此控制。用户可根据使用需求在相应的功能模块下进行展开使用。

5.1.5. 图像调整

用户可以在图像调整界面，根据实时预览效果和实际样本的差距，调节图像伽马值、对比度值，设置左右色阶以达到需要的图像效果。

5.1.6. 软件日志

实时记录用户与软件的交互过程，包括用户操作、和响应结果等，为常见问题排查提供参考信息。

5.2. 图像拍摄

本节对图像拍摄模块的功能进行详细的介绍，包括部分功能的操作步骤等；

如图 5-6 图像拍摄界面所示，图像拍摄模块支持相机的基本拍图、录像功能。

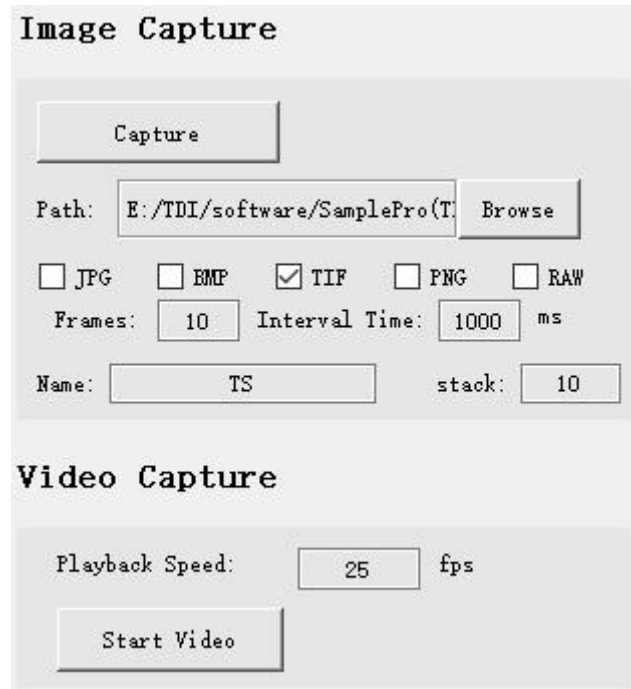



图 5-5 图像拍摄界面

- 1) **Capture:** 抓拍按钮，点击进行图像抓拍；
- 2) **Path:** 设置抓拍图像和录像的保存路径，默认软件根目录下的 img 文件夹，点击  可自定义保存路径；
- 3) ☐ JPG ☐ BMP ☒ TIF ☐ PNG ☐ RAW : 图片格式选取，支持 RAW、TIF、JPG、BMP、PNG 格式，默认 TIF 格式，支持同时勾选；
- 4) **Frames:** 拍图张数自定义选择，默认存图 1 张；
- 5) **Interval Time:** 每帧之间存图间隔时间，默认 1000ms，可设置为 0ms，存图速度更快；
- 6) **Name:** 图片名称命名，默认 TS 前缀，支持自定义；
- 7) **Stack:** 图像堆栈功能，用户可设置拍取任意张数合并为一张，默认数量为 1，仅 Windows 版本支持该功能
- 8) **Playback Speed:** 可设置视频播放帧率，默认 25fps；
- 9) **Start Video/Stop Video:** 手动开始/停止录像；

注意：

技术支持邮箱: service@tucsen.com 电话: 0591-28055080-818 传真: 0591-28055080-826

- 1) 存储 RAW 格式图像时，前面 1024 个字节的数据为图像头信息，需要跳过。
- 2) 存储 tif 格式图像时，需要把图像调整的算法都设置成默认，见图 5-5，否则保存出来的图像是经过处理软件处理后的，比如色阶等等。
- 3) 流模式存图会丢帧，建议使用触发存图。
- 4) 使用外触发存图时，触发图数量需要与存图数量一致，否则会出现图像覆盖。
E.g. 需要存 100 张图 (9072*1024)，那么触发数量为 100*1024。
- 5) 触发存图会预先申请内存，因此要内存足够。

5.3. 设置设备参数

此功能模块包含了相机和采集卡的所有设置参数接口，同时相机的预览开关也在此模块体现。“Device Properties”为相机参数设置模块，“Stream Properties”为采集卡参数设置模块。

Device Parameter

Device: 0_0

DSNU/PRNU
DSNU Read Write

Stop fps: 39.06 fps 1263.5 MB/s

Buffer Count: 4

Preview Refresh Speed: 5 Fps

Counter0_0: 484948 Open GrayCurve

Counter0_1: 484948 Open GrayCurve

Pos: x: 720 y: 376 GrayValue: 34

Size: 8208x2048

Guru Apply Save Load

Device Properties Stream Properties

Property	Value
> DeviceControl	
> ImageFormatControl	
> AcquisitionControl	
> AnalogControl	
> LUTControl	
> DigitalIOControl	
> CoolControl	
> DSNU	
> PRNU	
> HDR	
> TransportLayerControl	
> DeviceMonitor	
> UserSetControl	

图 5-6

- 1) **Device:** 显示连接的相机序号，可选择相机序号对该相机参数进行设置；
- 2) **Live/Stop:** 相机预览切换窗口，当显示“Live”时表示相机正常连接，但预览未开启，当显示“Stop”时表示相机正常连接且预览已经开启；

注意：

相机执行 Live/Stop 前需要先对从机进行 Live/Stop 操作，再对主机进行 Live/Stop。例如，主机和从机均处于 8bit 流模式出图状态，需要切换 10bit，则先对从机进行 Stop 停止出流，再对主机进行 Stop 停止出流；之后在主机切换 10bit 再对从机进行 Live（此时因为主机未出流，从机处于流模式待触发状态），最后对主机进行 Live 出图，主机与从机数据会同时出流。

- 3) **Counter:** 显示相机出图帧数，计数为 RxLineNum/相机高度；
- 4) **fps:** 显示相机实时帧率。TDI 模式下，帧率为相机行频/高度；Area 模式下，帧率 = 1000ms/帧周期（帧周期 = FPGA 内部逻辑耗时 + 曝光时间（软件中设置的曝光时间），FPGA 内部逻辑耗时 = $(1 \times 4096 \text{ (固定参数)}) / (1000 \times 0.9 \text{ (固定比例系数)})$ ，1000 指的是 10bit、CXP12 X4、Width = 2192 下的最大行频，单位 kHz）；
- 5) 1243.9 MB/s：显示相机实时数据流量；
- 6) **DSNU/PRNU Read & Write:** 支持 DSNU、PRNU 背景数据的读写，Read 功能为从 flash 中导出校正数据，Write 功能为将校正数据写入到 flash 中，若需保存，分别在 Device Properties->DSNU/PRNU 页面点击 DSNU Save 或 PRNU Save，导出和写入格式为 TXT；
- 7) **Pos:** 实时显示鼠标位置所在像元的坐标；
- 8) **GrayValue:** 实时显示鼠标位置所在像元的灰度值；
- 9) **Size:** 显示所选相机设置的分辨率大小；
- 10) **Apply:** 同时接多台相机/多个通道时可使用该功能。相机停流后按钮处于高亮状态可点击，可将当前通道的参数配置一键应用到其他通道/相机上；

5.3.1.DeviceControl

Property	Value
▼ DeviceControl	
DeviceScanType	Areascan
DeviceVendorN...	Tucsen
DeviceModelN...	Dhyana 9KTDI Pro
DeviceManufac...	Tucsen CXP Camera
DeviceVersion	2E0124061801
DeviceSerialNu...	RBSE15124002
DeviceUserID	D-Sensor
DeviceSFNCVer...	2
DeviceSFNCVer...	0
DeviceSFNCVer...	0
DeviceManifest...	0
DeviceManifest...	1
DeviceManifest...	0
DeviceManifest...	4
DeviceManifest...	1
DeviceManifest...	0
DeviceManifest...	Local:TDI.zip;2000...
DeviceTLType	Coa X Press
DeviceTLVersio...	1
DeviceTLVersio...	0
DeviceLinkSelec...	0
DeviceLinkSpeed	0.00000
DeviceLinkThro...	0.00000
DeviceLinkCom...	0.00000
DeviceReset	{Command}
DeviceIndicator...	Active
DeviceTempera...	54.77856
SensorTemper...	10.11812
Timestamp	2,256,275,542,136
TimestampIncr...	8
TimestampReset	{Command}
TimestampRes...	0

图 5-7

用于显示相机的参数信息设置和显示，包括基本信息（只读）、UserID 设置，相机复位、Device 和 Sensor 温度显示、复位等。如图 5-8 所示。

DeviceScanType: 相机图像输出类型，支持“Linescan”和“Areascan”。Linescan 模式相

机高度只有一行数据，且无法更改；Areascan 相机高度支持自行设置，最大 32768；从机与主机的高度设置相互独立，可设置不同的高度进行预览或拍图；

注意：

该参数不代表相机工作模式，仅代表图像数据的输出格式。详见 [DeviceScanType](#)

DeviceVersion: 显示相机的固件版本号（只读）；

DeviceSerialNumber: 显示相机的 SN 号（只读）；

DeviceUserID: 设备用户 ID，自定义输入编辑，在一个系统集成多个相机时，可以用修改该参数区分相机，支持 32 位字符长度；

DeviceChannel: 显示当前硬件通信通道的顺序（当 4 张采集卡接同一电脑时，DeviceChannel 为 0，固定为该相机的主通道）；

DeviceFatoryTestMode: 相机工厂测试模式，开启此模式，相机在全分辨率 8208 下也能设置行频 1MHz 出流，但 FPGA 实际帧率仍然受限于带宽，Rx 会丢失，推荐此模式调试时使用，默认此模式关闭；

DeviceLowPowerMode: 低功耗模式，默认关闭，开启此模式，则相机自动关闭 TEC 和风扇、SENSOR 主要功能及 FPGA 主要功能，只保留相机的控制通讯指令；

DeviceLowPowerStatus: 显示低功耗模式状态，状态 0 表示低功耗模式关闭，状态 1 表示低功耗模式打开；

注意：需等待低功耗模式状态为 0 后，再对相机进行操作；

DeviceReset: 设备复位按钮，点击对相机进行在线重启操作，相机重启后加载选择的 UserSetDefault 参数；

DevicePoweroff: 设备电源开关，点击可对相机进行断电，断电操作后需拔掉电源 30s 左右后重新上电；

DeviceIndicatorMode: 相机通信指示灯显示开关，默认开启；

DeviceTemperature: 显示相机主板的实时温度（只读）；

SensorTemperature: 显示 Sensor 的实时温度（只读）；

Timestamp: 时间戳信息显示；

TimestampIncrement: 时间戳精度 8ns（只读）；

技术支持邮箱：service@tucsen.com 电话：0591-28055080-818 传真：0591-28055080-826

TimestampReset: 时间戳复位，从当前截取帧重新统计时间戳；

TimestampLatch: 抓取当前时间戳信息；

5.3.2. ImageFormatControl

此模块可用于设置相机的图像宽度、起始 OffsetX、OffsetY、水平、垂直 Binning、水平镜像、位深切换、测试模式、线扫方向、TDI 级数调节等。

▼ ImageFormatControl	
SensorWidth	8,208
SensorHeight	1
WidthMax	8,208
HeightMax	1
Width	8,208
Height	1
OffsetX	0
OffsetY	0
SensorBinning	X1
BinningHorizon...	X1
BinningVertical	X1
BinningType	Avr
ReverseX	<input type="checkbox"/> False
PixelFormat	Mono 10
LineInfo	<input type="checkbox"/> False
TestPattern	Off
ScanDirection	Forward
ReadoutMode	SingleBandP1
TDIStagesP1	256
TDIStagesP2	32

图 5-8

SensorWidth: 相机 sensor 的宽度信息显示；

SensorHight: 相机 sensor 的高度信息显示；

WidthMax: 相机可设置的最大宽度；

HeightMax: 相机可设置的最大高度；

Width: 图像水平宽度设置，允许输入范围：256-8208，最小步进 16； Binning 之后输入的范围会发生变化，如 X2Binning 后的输入范围：128-4096，其他 Binning 以此类

推；

Height: 图像高度设置，Areascan 下可设置，设置范围 1~32768；Linescan 下 TDI 模式不可设置，固定为 1，Area 模式也可设置 Height，设置范围 1~32768；

OffsetX: 图像水平起始点选择， $\text{Offset} + \text{Width} \leq 8208$ ，最小可输入 0，步进 16；

OffsetY: 图像垂直起始位置，即图像从第多少行开始输出，例 $\text{OffsetY} = 256$ 表示扫描的前 256 个信号过滤不计入数据，可输入范围 0~32768，步进 1，仅 TDI 模式下设置生效。

SensorBinning: 支持 $\times 2$ 垂直 Binning，SensorBinning 后行频不降速；SensorBinning $\times 2$ 后，为适配 SensorBinning $\times 1$ 的图像效果，需要将行频设置为原来的一半或样本速度翻倍，仅 8bit、10bit 支持；

BinningHorizontal&BinningVertical: 水平和垂直 Binning 均支持 X1、X2、X4、X8 模式。水平 Binning 之后水平分辨率降低，可选择 Binning 之后的图像输出是 Sum 或 Avr；垂直 Binning 之后垂直分辨率不降低，但是多行合并成一行输出，RxLineNum 计数成相应倍数减少；

BinningType: Binning 类型切换，支持 Sum 和 Avr，Sum 是将 Binning 几行或几列像素相加求和作为 Binning 像素的输出；Avr 是将几行或几列像素求平均值作为 Binning 像素的输出。

ReverseX: 图像进行水平方向翻转；

PixelFormat: 位深切换，支持 8bit, 10bit 和 12bit。当选择 8bit 时，图片输出位深为 8bit，当选择 10bit 和 12bit 时，图片输出位深为 16bit，因为 PC 端的数据需要按字节对齐。

SensorPixelFormat: 表示 Sensor 输出的原始数据位深。当设置为 Auto 时，那么 Sensor 输出的原始位深由 PixelFormat 决定，PixelFormat 设置为 12bit 时 Sensor 输出 12bit，PixelFormat 设置为 10bit、8bit 时 Sensor 输出 10bit 数据。当设置为 10bit/12bit 时， $\text{SensorPixelFormat} > \text{PixelFormat}$ 时相机内部会对 Sensor 输出的数据截取高位输出， $\text{SensorPixelFormat} < \text{PixelFormat}$ 时相机内部会对 Sensor 输出的数据低位补 0 后输出；

LineInfo: 帧信息，开启后，每一行数据最后多出 48 个像素，用于统计每行之间的调试信息；

TestPattern: 测试模式，支持“水平灰度渐变”、“水平灰度斜角渐变”、“水平灰度斜角移动渐变”、“Sensor 水平灰度渐变”、“Sensor 垂直灰度渐变”、“Sensor 斜角灰度渐变”、，8/10/12bit 下分别设置图像高度为 256/1024/4096 开启正常测试模式。

ScanDirection: 选择相机线扫正方向，支持 Forward、Reverse、LineIn（外触发控制）、EncoderIn（AB 信号控制）四种，用户可依据实际使用场景切换以匹配线扫正方向，单端信号默认为低电平，差分信号默认高电平；

- 1) LineIn: 由外触发电平信号控制扫描方向，当发送低电平信号时，扫描方向为正向；发送高电平信号时，扫描方向为反向；
- 2) EncoderIn: 由两路同源外触发相位信号控制扫描方向，当 A 信号相位在前时，扫描方向为正向，当 B 信号相位在前时，扫描方向为反向；

ReadOutMode: Sensor 数据输出模式，支持 P1、P2 单独输出；

TDIStagesP1: TDI 级数 P1 阵列切换，支持 4、32、64、128、192、224、252、256 级数。TDI 模式下，同一光照亮度下，TDI 级数越大，积分时间越长，图像亮度越大；

TDIStagesP2: TDI 级数 P2 阵列切换，支持 2、4、8、16、24、28、30、32 级数。TDI 模式下，同一光照亮度下，TDI 级数越大，积分时间越长，图像亮度越大；

注意：

- 1) 只有在停流的状态下，才能设置 Width、Height、OffsetX、OffsetY、位深、LineInfo、Binning、测试图像、TDI 阵列进行切换；
- 2) 设置 Width、OffsetX 必须为 16 的倍数，如果设置错误，软件自动返回到上次设置正确的数值；

5.3.3.AcquisitionControl

此模块用于控制相机的工作模式、行频设置、外触发模式、触发统计显示等，设置界面如图 5-9 所示。

▼ AcquisitionControl	
AcquisitionStart	{Command}
AcquisitionStop	{Command}
AcquisitionLine...	80,000.00000
TriggerBurstLin...	8,192
OperationMode	TDI
ExposureTime	10.00000
SoftTrigger	{Command}
▼ TriggerSelect	
TriggerSele...	Line Start
TriggerMode	Off
TriggerSour...	Line In 0
TriggerActiv...	Rising Edge
▼ TriggerRescaler	
TriggerResc...	Off
TriggerResc...	1
TriggerResc...	1

图 5-9

AcquisitionStart: 流模式下，扫描开始按钮；

AcquisitionStop: 流模式下，扫描暂停按钮；

AcquisitionLineRate: 行频设置，TDI 模式设置有效，Area 模式不支持输入。行频与曝光时间转换关系如下，曝光时间=TDI 级数/行频（秒），P1 阵列的最大曝光时间 5.12ms，P2 阵列的最大曝光时间 0.64ms；

TriggerBurstLineNum: 一次软触发的触发数量设置，当帧触发为边沿触发时（RisingEdge，FallingEdge），该数值表示一个脉冲对应的扫描行数量；

OperationMode: 出图模式选择，支持 TDI 与 Area 模式，推荐 Area 模式用于静态图像的对焦定物距；

TriggerSelector: 触发类型选择，支持 LineStart 和 FrameStart，LineStart 和 FrameStart 设置独立，可同时使用也可单独使用。若同时启用，则 FrameStart 作用于 LineStart；当用户扫描场景需要过滤前后无效数据时，可以在扫描有效区域拉高电平作用于相机 FrameStart 以达到选择性扫描的功能；

ExposureTime: 面阵模式下，曝光时间调节，可输入 1~10000ms；

SoftTrigger: 软触发按钮，点击一次触发 TriggerBurstLineNum 数量的脉冲，频率与设置的行频一致；

TriggerMode: 触发模式开关，On 状态下开启触发模式。LineStart 和 FrameStart 的触发状态独立控制。LineStart 开启后，TDI 模式一个脉冲触发一行数据。Area 模式，图像高度由 TDI 级数决定，一次脉冲触发一帧图像；Area 模式下，在一个帧周期（如前面计算公式一样）内的脉冲信号触发一帧图像，当一次发送多个信号时，触发时长（触发数量/触发行频）大于帧周期，则触发多帧图像；

TriggerSource: 触发类型选择，支持 LineIn0 外触发、Software 软触发和 CXPin 采集卡触发、EncoderIn、EncoderForwardIn、EncoderBackwardIn 五种触发方式；

- 1) Line In0: 触发源通过外触发线连接相机触发口进行触发出图（TTL 信号）；
- 2) Software: 设置 TriggerBurstLineNum 数量，点击 SoftTrigger 进行触发；
- 3) CXPin: 触发源通过采集卡触发线连接采集卡进行触发出图；
- 4) EncoderIn: 触发通过旋转编码器 AB 信号出图，A 和 B 信号不区分；
- 5) EncoderForwardIn: 旋转编码器 A 信号在 B 信号前时进行触发；
- 6) EncoderBackwardIn: 旋转编码器 B 信号在 A 信号前时进行触发；

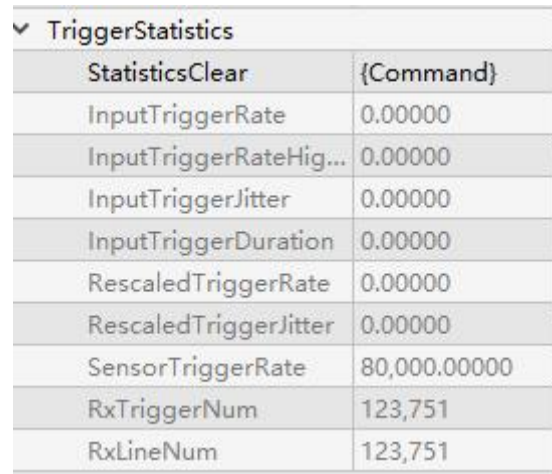
TriggerActivation: 触发类型选择，支持上升沿、下降沿、双边沿触发（触发频率、脉冲数量翻倍）、高电平、低电平触发，其中高、低电平仅帧触发支持；

TriggerRescalerMode: 触发分倍频模式，仅行触发模式开启后生效，支持先 DividerMultiplier（分频后倍频）或 MultiplierDivider（先倍频后分频）；

TriggerRescalerDivider: 触发分频设置系数，可设置范围 1~1024，默认 1；

TriggerRescalerMultiplier: 触发倍频设置系数，可设置范围 1~1024，默认 1；

TriggerStatistics: 触发统计功能模块，功能界面如图 5-10 所示；



TriggerStatistics	
StatisticsClear	{Command}
InputTriggerRate	0.00000
InputTriggerRateHig...	0.00000
InputTriggerJitter	0.00000
InputTriggerDuration	0.00000
RescaledTriggerRate	0.00000
RescaledTriggerJitter	0.00000
SensorTriggerRate	80,000.00000
RxTriggerNum	123,751
RxLineNum	123,751

图 5-10 触发统计功能模块

StatisticsClear: 触发统计显示清零功能；

InputTriggerRate: 显示输入触发行频统计值 Hz；

InputTriggerRateHighest: 显示输入触发行频最大值统计 Hz（StatisticsClear 和相机重启清零）；

InputTriggerJitter: 显示触发输入信号的抖动%，值越小信号质量越好；

InputTriggerDuration: 显示触发输入信号高电平时间 us；

RescaledTriggerRate: 显示触发输入重调后的频率 Hz；

RescaledTriggerJitter: 显示触发输入重调后的信号抖动%；

SensorTriggerRate: 显示 Sensor 实际触发频率 Hz；

RxTriggerNum: 外触发输入信号的脉冲数量，该值在启动采集时会进行一次清零；

RxLineNum: 查看相机通过 CXP 接口送出的图像行数，该值在启动采集时会进行一次清零；

注意：

$RxTriggerNum \geq RxLineNum$ ，一般有两个原因

- 1) 实际频率比理论支持的频率大，可通过 **InputTriggerRateHighest** 确认。
- 2) 信号在合理范围内，但是由于信号传输质量，导致两个触发沿的时间间隔小于最小行周期，也会出现这种情况；

5.3.4. AnalogControl

此功能模块用于设置相机的模拟、数字增益以及黑电平调节如图 5-11 所示：

▼ AnalogControl	
AnalogGain	X1
AnalogGainP2	X1
DigitalGain	X1
DigitalGainMicro	1.000
BlackLevel	0

图 5-11

AnalogGain：模拟增益，支持 x1~x4 档位切换，步进 1；

DigitalGain：数字增益档位设置，支持 x0.5、x1~x10 档位切换，步进 1；

DigitalGainMicro：数字增益输入框设置，支持输入 0.1~16，步进 0.1；

BlackLevel：黑电平，增加或减少图片本底灰度值，可调节-255~255，10bit 和 12bit 下按比例换算；

5.3.5. LUTControl

此模块用于设置 LUT 功能，设置界面如图 5-12 所示：

▼ LUTControl	
LUTSelector	Luminance
LUTEnable	<input type="checkbox"/> False
LUTIndex	0
LUTValue	0
LUTSave	{Command}
LUTLoad	{Command}

图 5-12

LUTEnable：LUT 控制开关，默认不开启；

LUTIndex：INPUT 值，输入后自动加载应用的曲线对应的输出值，范围 0~4095；

LUTValue：OUTPUT 值，根据输入的 LUTIndex 值加载，可手动修改和保存，范围 0~4095；

LUTSave: 对修改后的曲线进行保存；

LUTLoad: 对应用写入的 LUT 曲线进行加载；

注意：

使用 LUT 功能前，用户需打开 UpdateFW 软件根据实际使用进行 LUT 配置写入

UpdateFW 的 LUT 设置

软件操作界面如图 5-13 所示。

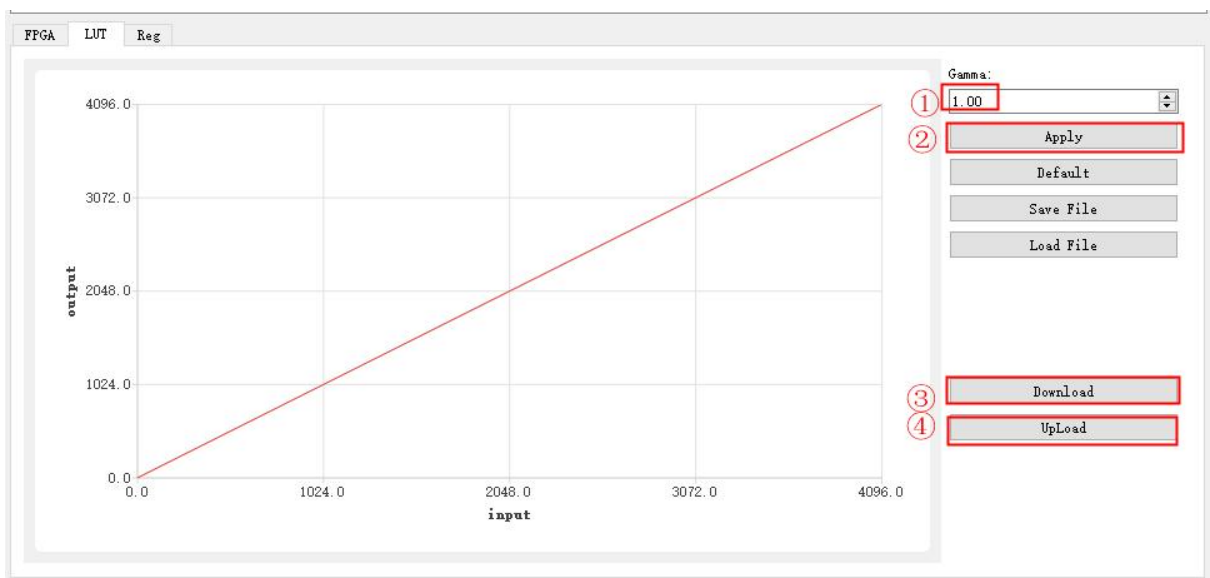


图 5-13

Gamma: 输入值后可调出对应 INPUT-OUTPUT 曲线；

Apply: 应用当前调用 LUT 曲线；

Default: 恢复默认为 Gamma=1 时的 LUT 曲线状态；

Save File: 保存当前 LUT 曲线到指定文件路径；

Load File: 加载保存的 LUT 曲线文件；

DownLoad: 把当前应用的 LUT 曲线配置到相机中；

UpLoad: 从相机中加载读取应用的 LUT 曲线（需要在 SamplePro 中对 LUT 曲线保存后才可加载读取）；

应用步骤如下：

技术支持邮箱：service@tucsen.com 电话：0591-28055080-818 传真：0591-28055080-826

- ①先输入需要的 Gamma 值；
- ②点击 Apply 应用当前选择的曲线；
- ③点击 DownLoad 将曲线配置到相机中。

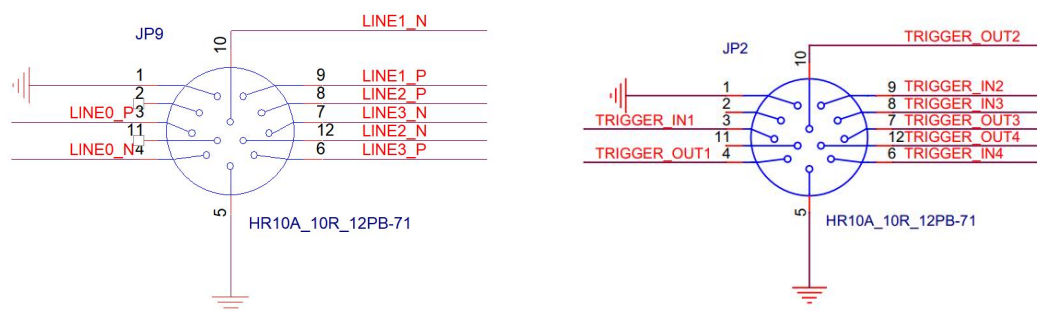
5.3.6. DigitalIOControl

此模块用于设置相机的触发输入输出功能，功能界面如图 5-14 所示。

DigitalIOControl	
LineTriggerLineSelect	Socket1 Line0
ScanDirectionLineSelect	Socket1 Line1
FrameTriggerLineSelect	Socket1 Line2
EncoderInA	Socket1 Line0
EncoderInB	Socket1 Line1
▼ DigitalIOSelect	
DigitalIOSelector	Socket1 Line0
DigitalIOFormat	Single Ended ...
DigitalIOInverter	<input type="checkbox"/> False
TriggerBurrFilter	0
DigitalIOSource	Strobe0
▼ Strobe	
StrobeUnitSelect	Strobe0
StrobeSourceSelect	LineTrigger St...
StrobeMode	Off
StrobeOutDelay	0.000
StrobeDuration	0.600

图 5-14

相机 IO 端口分为单端 TTL 和差分，引脚如图所示



Trigger Interface Socket1

Trigger Interface Socket2

LineTriggerLineSelect: 行触发外部硬触发输入 IO 选择, 默认 Socket1 Line0, 支持 Socket1 Line0、Socket2 LineIn0;

ScanDirectionLineSelect: 扫描方向外部控制输入 IO 选择, 默认 Socket1 Line1, 支持 Socket1 Line1、Socket2 LineIn1;

FrameTriggerLineSelect: 帧触发外部触发输入 IO 选择, 默认 Socket1 Line2, 支持 Socket1 Line2、Socket2 LineIn2;

EncoderInA: 编码器触发 A 相输入 IO 选择, 默认 Socket1 Line0;

EncoderInB: 编码器触发 B 相输入 IO 选择, 默认 Socket1 Line1;

Digital IO Select: 选择需要设置的 IO 引脚;

Digital IO Format: 设置 Digital IO Select 所选引脚的 IO 类型, 支持 Single Ended Input、Single Ended Output、Differential Input、Differential Output;

Digital IO Inverter: 对选择的引脚信号进行反相参数设置, 默认不开启;

TriggerBurrFilter: IO 输入毛刺滤波参数, 设置毛刺宽度, 单位 ns, 当对应 IO 设置为输入时该参数有效;

Digital IO Source: 若对应 IO 口设置为输出模式, 可选择输出信号源, 可同时支持三路输出 Strobe0、Strobe1、Strobe2;

StrobeUnitSelect: Strobe 信号发生单元选择, 支持 Strobe0、Strobe1、Strobe2;

StrobeSourceSelect: IO 的 Strobe 输出模式触发事件源选择, TDI 模式下支持输出 LineTrigger Start Active、LineRead Start Active、LineRead End Active; Area 下支持输出 Exposure Start Active、Exposure Active、Exposure End Active;

StrobeMode: Strobe 输出模式选择, 支持 Off 输出低电平、On 输出高电平、Timed 输出信号有效宽度由 Duration 参数设置 (占空比 50%)、PulseWidth 输出信号有效宽度由源信号宽度决定;

StrobeOutDelay: Strobe 输出信号延时参数, 单位 us;

StrobeDuration: Strobe 输出信号脉宽参数, 单位 us;

5.3.7.CoolControl

用于设置相机的制冷功能, 设置界面如图 5-15 所示。

CoolControl	
FanOperationMode	Temperature
FanDutyFactor	0
TECOperationMode	Temperature
TECDutyFactor	0
CoolOperationTem...	10

图 5-15

FanOperationMode: 风扇模式档位, Off (关闭风扇)、On (开启风扇)、Temperature (恒温模式);

FanDutyFactor: 风扇转速档位, 可调节 20~100%, 仅 ON 模式生效;

TECOperationMode: TEC 模式, Off (关闭风扇)、On (开启风扇)、Temperature (恒温模式);

TECDutyFactor: TEC 功率档位, 可调节 0~100%, 仅 ON 模式生效;

CoolOperationTemperature: Temperature 模式下生效, 设定制冷目标温度, 根据设定的目标温度, 固件自动调节风扇和 TEC 档位以达目标值, 可调范围 0~60℃, 默认 10℃;

注意:

- 1) 温度控制的目标为 sensor 温度;
- 2) 正常工作模式下, sensor 温度 > 65℃ 或 FPGA 温度 > 85℃, 高温报警, 关闭 TEC, 风扇全开; sensor 温度 > 80℃ 或 FPGA 温度 > 90℃, 相机断电;
- 3) 低功耗模式下, sensor 温度 > 65℃ 或 FPGA 温度 > 85℃, 高温报警; sensor 温度 > 80℃ 或 FPGA 温度 > 90℃, 相机断电;
- 4) 当设置为 “Temperature” 模式时, 设置的 TEC 功率和风扇转速档位无效。

5.3.8.DSNU

DSNU 用于校准相机的暗场非均匀性，设置界面如图 5-16 所示。

▼ DSNU	
DSNUMode	On
DSNUSelector	0
DSNUGenerateAll	{Command}
DSNUGenerate	{Command}
DSNUSave	{Command}
DSNULoad	{Command}
DSNUStatus	3

图 5-16

DSNUMode: DSNU 校正使能开关，Off 档位关闭 DSNU，ON 档位开启 DSNU；

DSNUSelector: 选择 DSNU 档位，不同位深需要分开存储，支持 64 组数据；

DSNUGenerateAll: 相机在当前曝光时间在暗场无光环境下，点击对所有模拟增益和位深做在线 DSNU 校正；

DSNUGenerate: 相机当前曝光时间在暗场无光环境下，点击对当前模拟增益和位深做在线 DSNU 校正；

DSNUSave: 保存当前 DSNU 结果到非易失性存储器中，掉电不丢失，下次可直接从非易失性存储器中加载使用保存的 DSNU 数据；

DSNULoad: 从非易失性存储器中加载保存的 DSNU 数据；

DSNUStatus: DSNU 操作计数器。使用 DSNUGenerateall、DSNUGenerate、DSNUSave、DSNULoad，切换位深，模拟增益，DSNU 计数器均会加一。当设备断电、复位或者这个值溢出时，该值均会清零（复位或者上电后，内部初始化会操作，所以此时的值是不为 0 的）。

DSNU 操作步骤

- 1) 根据实际应用设置相机参数；
- 2) 相机放置在暗场无光条件下；
- 3) 开启相机预览；

- 4) 点击“DSNUGenerateAll”对当前位深所有的模拟增益模式做 DSNU 校正，并且自动保存校准结果；或点击“DSNUGenerate”对当前位深下设置的增益模式进行 DSNU 校准，需要点击“DSNUSave”才会保存结果，否则断电后校准数据丢失；

注意：

- 1) DSNU 应该在暗场无光条件下进行；
- 2) 不同行频、不同位深、不同 TDI 级数、不同增益、不同温度背景下，背景数据是不同的，需要重新进行校准；
- 3) 如果选择 DSNUGenerate，当切换增益或位深时，需要重新进行 DSNU 校准；
- 4) 出厂默认 DSNU0 参数是在以下条件下 DSNUGenerateAll 校正；

DSNU0: 10bit 1MHz

DSNU1: 12bit 500KHz

5.3.9.PRNU

此功能模块用于校正相机的 PRNU 参数，操作界面如图 5-17 所示。

PRNU	
PRNUMode	On
PRNUSelector	0
PRNURegionOf...	3,072
PRNURegionWi...	2,048
TargetLevelAUTO	<input checked="" type="checkbox"/> True
PRNUTargetLevel	128
PRNUGenerate	{Command}
PRNUSave	{Command}
PRNULoad	{Command}
PRNUFactoryRe...	{Command}
PRNUStatus	1

图 5-17

PRNUMode: PRNU 校正使能开关，Off 档位关闭 PRNU，ON 档位开启 PRNU；

PRNUSelector: 选择需要操作的 PRNU 编号，支持 256 组数据；

PRNURegionOffsetX: 设置 PRNU 校正目标灰度值区域起始位置，步进 32；

PRNURegionWidth: 设置 PRNU 校正目标灰度值区域宽度，步进 32；

TargetLevelAUTO: 自动 PRNU 模式（系统自动计算当前图像亮度均值），勾选使能后，明场均匀光下点击 PRNUGenerate，自动生成 PRNU 校正数据；

PRNUTargetLevel: 手动 PRNU 模式，取消勾选自动 PRNU 模式后，通过设置 PRNU 灰度值，调节明场均匀光亮度到设定灰度值，点击 PRNUGenerate，自动生成 PRNU 校正数据，不同位深配置均归一到 8bit 表示，目标灰度值范围 0~255；（例：设置 PRNUTargetLevel 为 128，则需调节明场均匀光至图像大致半饱和状态，再一键在线 PRNU 校正）；

PRNUGenerate: 点击做在线 PRNU 校正；（PRNU 校正前需保证 DSNU 校正开启，调节明场均匀光至图像灰度值半饱和，做 PRNU 校正），不自动保存到 Flash，断电或切模式便失效；

PRNUSave: 保存当前 PRNU 结果到输入的 0~255 组参数的 Flash 中；

PRNULoad: 从选择的 0~255 组参数加载并启用保存的 PRNU 数据；

PRNUFactoryReset: 将选择的 0~255 组参数恢复至出厂备份参数；

PRNUStatus: PRNU 操作计数器。使用 PRNUGenerate、PRNUSave、PRNULoad、PRNUFactoryReset，切换 PRNUSelector，PRNU 计数器均会加一；但切换位深、模拟增益 PRNU 计数器不会增加。当设备断电、复位或者这个值溢出时，该值均会清零（复位或者上电后，内部初始化会操作，所以此时的值是不为 0 的）。

PRNU 校正步骤

- 1) PRNU 使能；
- 2) 通过“PRNUSelector”选择将参数保存到哪个组；
- 3) 设置 Target，可以选择自动或者手动。手动设置的灰度值应与实际光源灰度相匹配，即实际均匀光环境的灰度为 100，目标应该设置为 100；
- 4) 点击“PRNUGenerate”进行 PRNU 校正，校正过程中预览画面会出现闪烁的情况，当预览画面稳定时，表示校正完成；
- 5) 点击“PRNUSave”，即可将校正结果保存到“PRNUSelector”选择的组别中；

注意：

- 1) PRNU 校正需要在 DSUN 校正之后进行；
- 2) 不同行频、不同位深、不同 TDI 级数、不同模拟增益、不同温度背景下，背景数据是不同的，需要重新进行校准；
- 3) 需要在预览模式下进行；
- 4) 需要在半饱和的均匀光照下进行校正；
- 5) 相机在出厂时候校正 8 组 PRNU，校正条件为半饱和的均匀光照，行频=80000Hz，位深和模拟增益不同，具体参数如下：

分别在 P1、P2 阵列，以下条件下进行 PRNU 校正；

PRNU0: 10bit Gain1 P1&P2

PRNU1: 10bit Gain2 P1&P2

PRNU2: 10bit Gain3 P1&P2

PRNU3: 10bit Gain4 P1&P2

PRNU4: 12bit Gain1

PRNU5: 12bit Gain2

PRNU6: 12bit Gain3

PRNU7: 12bit Gain4

5.3.10. CoaXPress

此模块用于显示和设置 CXP 的连接，设置界面如图 5-18 所示。

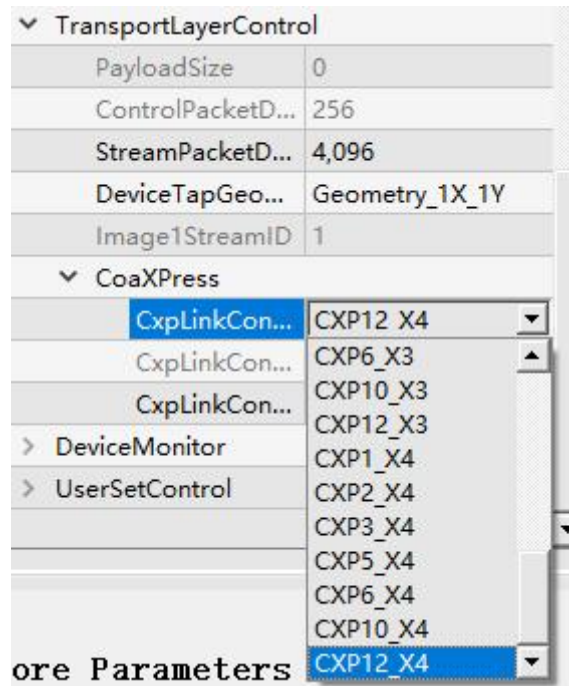


图 5-18

CxpLinkConfigurationPreferredSwitch: CXP 默认启动连接选择;

CxpLinkConfiguration: CXP 模式切换, 默认 CXP12_X4, 需在 Live 状态下, 流模式 Stop 状态下灰色不可切换;

5.3.11. UserSetControl

此模块用于保存用户设置的参数, 最多支持 10 组, 设置界面如图 5-19 所示;

UserSetControl	
UserSetSelector	User Set 1
UserSetLoad	{Command}
UserSetSave	{Command}
UserSetDefault	User Set 1

图 5-19

UserSetSelector: 用户设置存储, 用户设置存储, 提供 Default、User Set1~User Set9 十种配置, Default 是相机出厂的默认参数不可修改, User Set1~User Set9 可以通过 UserSetSave 命令进行保存;

UserSetLoad: 相机加载 UserSetSelector 选中的相机配置参数;

UserSetSave: 修改参数后的配置保存在 UserSetSelector 选中的相机配置参数中, 选

中 Default 时保存无效；

UserSetDefault: 相机复位或断电重启后默认加载的一组用户配置，如果用户配置模块默认加载设置为 User Set1，相机复位或断电重启后加载的是 User Set1 的参数；

5.4. 图像调整

此模块包括直方图、伽马和对比度设置，设置界面如图 5-20 所示。

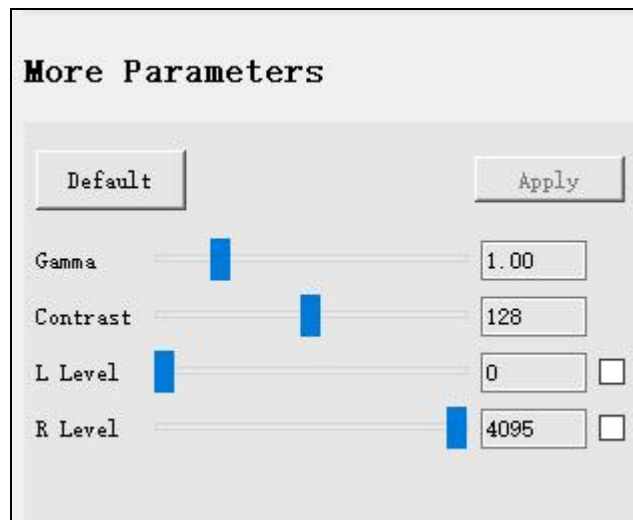


图 5-20

Gamma: 伽马值可以改变画面明暗，增加对比度，数值越大，灰阶越大，亮度越高范围 0.64~2.55，默认 1.00；

Contrast: 一幅图像中明暗区域最亮的白和最暗的黑之间不同亮度层级的差异，范围 0~255，默认 128；

Default: 点击默认按钮，将图像调整模块的参数恢复至软件设定的默认值；

Apply: 将当前通道的 Gamma 值、Contrast 值、L Level、R Level 设置一键应用至其他通道；

L Level: 用户可通过拖动色阶滑块，改变左色阶值，勾选后自动重新定义最暗的像素作为黑（最小灰度值）；

R Level: 用户可通过拖动色阶滑块，改变右色阶值，勾选后自动重新定义最量的像素

作为白（最大灰度值）。

注意：

在拍摄 tiff 格式图像的时候需要设置为 Default，否则会保存的图是经过算法处理的。

6. 常见问题

如何计算读出时间？

一帧图像的读出时间可以按照“行周期乘行数”计算，行周期为行频的倒数。

如何计算行频？

行频 (Hz) = 样本移动速度 (mm/s) 除以像素间隔宽度 (mm)。

举例说明：

386 个像素的宽度是 10mm，则单像素宽度是 0.026mm，样本速度是 100mm/s，

那么行频=100/0.026=3846Hz

那么触发信号频率需要设置为 3846Hz。

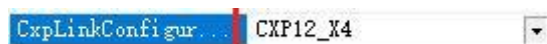
影响相机线速（行频）的因素是什么？

BufferHeight：影响帧率不影响线速。

Width：越大，行频越低

Binning：FPGA 垂直 2bin 线速相比原来要减半，水平 2bin 与线速无关。

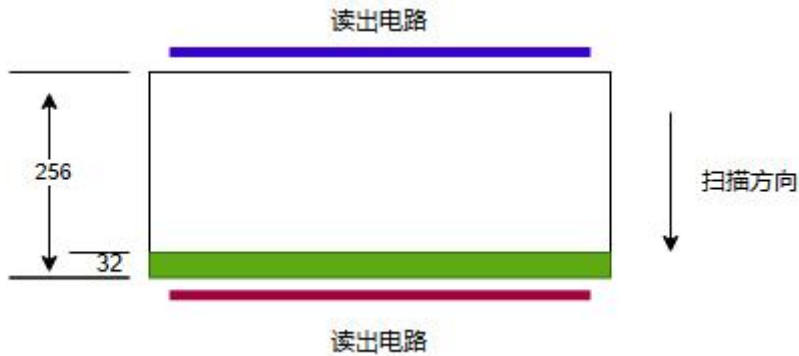
传输带宽：默认为 CXP12_X4，带宽不足时软件会自动降低，线速受到限制。



当 TDI Stage 小于 256 时，读出的是 Sensor 上的哪几行数据？

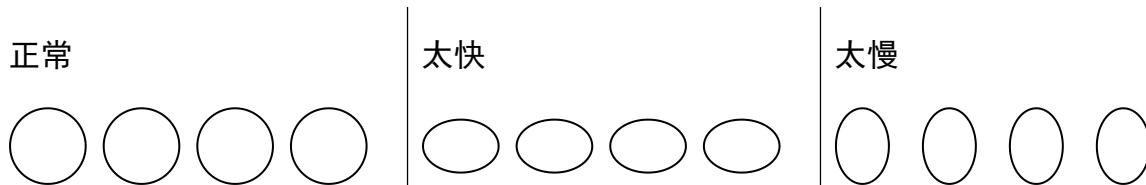
芯片的读出电路在上下端。所以当 TDI Stage 小于 256 时，读取的是两端的数据。以 TDIstage=32 为例，如果是从下往上扫，就是取最下端的 32 行数据，如果是从上往下

扫，就是取最上端的 32 行数据。



TDI 模式下，为什么预览图像相对于实际样本有拉伸或者压缩？

相机行频与物体的运动速度不匹配。如果出现了压缩，表示运动速度大于扫描速度，如果出现了拉伸，表示运动速度小于扫描速度。



为什么在 Area 模式曝光时间越短拖影越严重？

这是正常的现象，因为线扫相机的 Area 模式跟真正面阵相机是不同的，它是由单线数据转移出来的，在转移过程中也会存在曝光，该曝光会造成拖尾现象，在短曝光时间条件下，转移曝光的时间相对占比更高，体现出来的拖影就会更严重。所以 Area 模式仅推荐用于对焦使用，正常采图，推荐使用 TDI 模式。

转移行频：当前配置的工作模式能到的最大行频*0.9、转移次数：TDI 级数、转移时间 = 转移周期*TDI 级数。转移行频的倒数就是转移周期。

光纤线最长可以支持多少米？

目前我司测试的最长距离为 70 米。

Area（面阵）模式下的帧率如何计算？

Gemini 8KTDI 面阵模式帧率计算（实际结果可能会因为电脑性能波动）

9KTDI 帧率=1000/帧周期/（高度/TDI 级数）

帧周期=FPGA 内部逻辑耗时+曝光时间

FPGA 内部逻辑耗时=（4096/最大行频*0.9）单位: ms

以 Gemini 8KTDI 为例, TDI 级数 256, 分辨率 2272 (W) *256 (H), 曝光时间 10ms

FPGA 内部逻辑耗时=（4096/1000*0.9）=4.551（ms）

帧周期=4.551+10=14.551（ms）

帧率=1000/14.551=68.72

TDI 外触发采集的第一帧图像为什么有部分全白？

因为在外触发模式状态下，没有脉冲的时候，相机是一直处于曝光状态，这个与 TDI 级数有关，256 级就是 256 行亮线，表现在图像上就是部分全白。但由于现阶段芯片 anti-blooming 的原因,会有几百行数据都出现这种问题。

解决方案：

标准版固件已经增加启动采集时删除前 n 行数据，所删除行数通过界面的 offsetY 参数设置，删除操作在两种情况下生效，①start 采集时生效，②触发信号停止时长超过 2ms 重新开始时生效。

为什么 8bit 下饱和灰度值达不到 255？

8bit 下饱和灰度达不到 255 是做了 DSNU 的缘故

我们 DSNU 先减掉芯片本底比如 15，再加上校正数值即-15+6（12bit 下 100DN 换算 8bit 下为 6DN）=-9，因此饱和 255-9=246；

如果需要达到 255 要么关掉 DSNU 要么 BlackLevel 加上对应的数值。

相机输出 8bit 图片时候，每一个灰度值是如何从 10bit 转化为 8bit?

取 10bit 的高 8 位

相机何时需要 2 张 100G 采集卡同时工作?

当需要在 10bit、1M 行频、满分辨率的工况时，就需要 2 张 100G 的采集卡同时工作。

原因是在 PCIe 传输中，数据必须严格遵守 8/16bit 对齐规则。因此，当采集卡使用 10bit 模式时，硬件会自动将其补齐至 16bit 进行传输，导致有效带宽利用率降低。

7. 售后

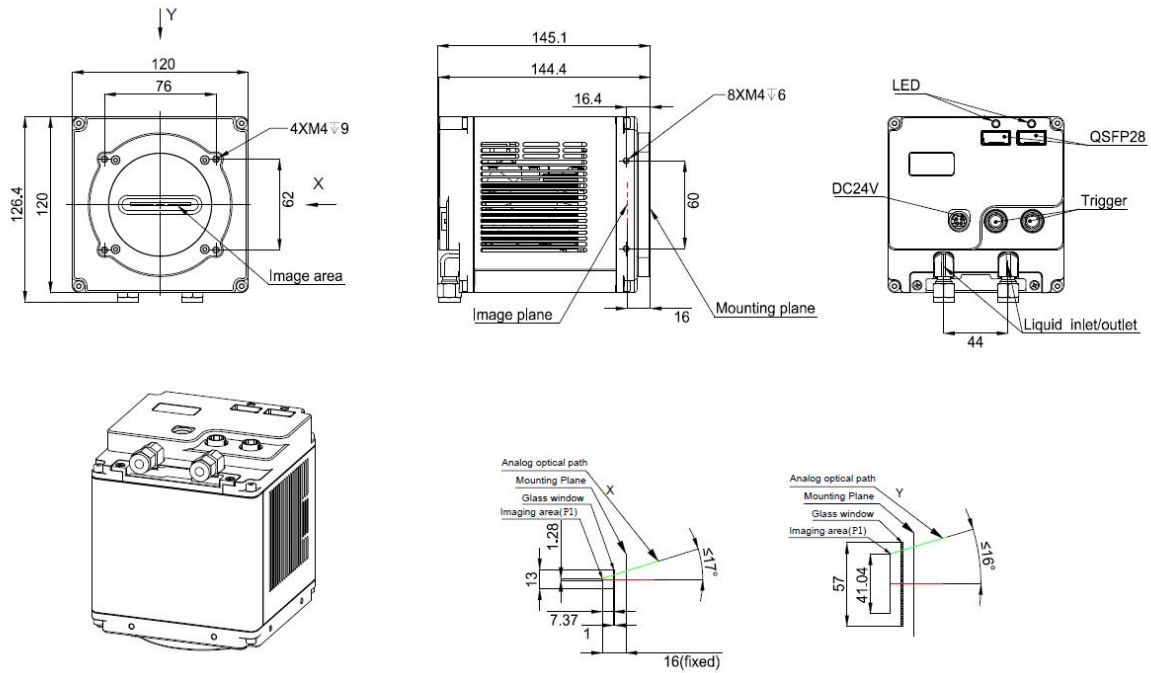
- 1) 登陆官网，点击[技术支持]模块，获得常见问题解答。
- 2) 质保：
 - 产品质保期从发货日开始算起，共 24 个月。在此期间的损坏，符合质保要求的我们将免费整修；
 - 质保范围仅限于产品材料和制造的缺陷。自行拆卸、进水、抛物等人为损坏以及自然灾害引起的损坏不在质保范围内。
- 3) 联系专业人员，获得技术支持：
 - TEL: 400-075-8880 0591-88194580-811
 - Email: service@tucsen.com
 - 登陆鑫图官网留言: <http://www.tucsen.net>.
- 4) 请提前准备以下信息：
 - 相机型号和 S/N(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：温湿度对应结露点表

		湿度							
		20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%
温 度	5							1.8	3.5
	6							2.8	4.5
	7						1.9	3.8	5.5
	8						2.9	4.8	6.5
	9					1.6	3.8	5.7	7.4
	10					2.6	4.8	6.7	8.4
	11					3.5	5.7	7.7	9.4
	12				1.9	4.5	6.7	8.7	10.4
	13				2.8	5.4	7.7	9.6	11.4
	14				3.7	6.4	8.6	10.6	12.4
	15			1.5	4.7	7.3	9.6	11.6	13.4
	16			2.4	5.6	8.2	10.5	12.6	14.4
	17			3.3	6.5	9.2	11.5	13.5	15.3
	18			4.2	7.4	10.1	12.4	14.5	16.3
	19		1.0	5.1	8.4	11.1	13.4	16.4	18.3
	20		1.9	6.0	9.3	12.0	14.4	16.4	18.3
	21		2.8	6.9	10.2	12.9	15.3	17.4	19.3
	22		3.6	7.8	11.0	13.9	16.3	18.4	20.3
	23		4.5	8.7	12.0	14.8	17.2	19.4	21.3
	24		5.4	9.6	12.9	15.8	18.2	20.3	22.3
	25	0.5	6.2	10.5	13.9	16.7	19.1	21.3	23.2
	26	1.3	7.1	11.4	14.8	17.6	20.1	22.3	24.2
	27	2.1	8.0	12.3	15.7	18.6	21.1	23.3	25.2
	28	3.0	8.8	13.2	16.6	19.5	22.0	24.2	26.2
	29	3.8	9.7	14.0	17.5	20.4	23.0	25.2	27.2

附录 2：结构尺寸

Unit: mm, Diameter: \varnothing .



附录 3：相机参数表

相机型号	Gemini 8KTDI
芯片类型	背照式 CMOS 图像传感器
传感器型号	Gpixel GLT5008BSI_UV
光谱范围	180 nm-1100 nm
彩色/黑白	黑白
分辨率	P1:8208 pixels x256 stages P2:8208 pixels x32 stages
像素尺寸	5 μ m x 5 μ m
有效面积	41mm
量子效率	$\geq 63.9\%$ @266 nm, $\geq 93.4\%$ @440 nm
TDI 级数	P1: 4, 32, 64, 128, 192, 224, 252, 256 P2: 2, 4, 8, 16, 24, 28, 30, 32
最大线速度	1MHz@8/10bit; 500 kHz@12bit
扫描方向	正向/反向/触发控制
动态范围	$\geq 62.8\text{dB}$ @10bit ADC
电荷转移效率	$\geq 0.99993\%$
满阱容量	$\geq 16\text{ke-}$
读出噪声 (Median Value)	12.1e-@10bit
暗电流	$\leq 1000\text{e-}/\text{p/s}$ @10 °C, $\leq 7000\text{e-}/\text{p/s}$ @40 °C
模拟增益	X1 ~ x4
数字增益	x0.1 ~ x16
暗信号非均匀度	$\leq 10.8\text{e-}$ @10bit, $\leq 5.6\text{e-}$ @10bit (校正后)
光响应非均匀度	$\leq 0.124\%$
制冷方式	风冷, 水冷
最大制冷温差	水冷: 0°C@22°C水温; 风冷: 10 °C @22°C室温

像素合并 (Binning)	水平 Binning 支持 x1、x2、X4、X8 垂直 Binning 支持 x1、x2、X4、X8
感兴趣区域 (ROI)	支持
触发模式	Trigger Input, Scan Direction Input
触发输出	Strobe out
外部触发连接	Hirose 12
接口	QSFP+ / QSFP28
SDK	支持 GenICam 标准 C# ;C++
位深	8bit; 10bit; 12bit
光学接口	M72x0.75, 用户可定制
电源工作电压电流	72W / 21~27 V
相机尺寸	120 mm x 120mm x144.5mm
相机重量 (净重)	< 3500 g
应用软件	SamplePro
兼容系统	Windows 10/11 (X64), Ubuntu20.04/22.04 (X64) OpenEuler(ARM64)
操作环境	工作温度: 0 -40 °C, 湿度 20-80% 储存温度: -20-60 °C, 湿度 20-80% 工作海拔: 0-2000 米

附录 4：更新日志

版本	日期	修改内容
V1.0.0	20250326	创建文档
V1.0.1	20250528	<ol style="list-style-type: none">1. 新增低功耗模式说明2. 新增 P1、P2Band 说明3. 新增 SensorPixelFormat 说明4. 新增 Sensorbin 说明5. 新增高温保护机制说明6. 新增水冷安装说明7. 新增常见问题 FAQ 说明8. 更新采集卡驱动 TucsenSetup1.1.4.19