

sMAX04BM 科学级相机手册

版本 1.0
2024.05.24



相机型号	sMAX04BM	sMAX04BM-U100	sMAX04BM-CL100
数据接口	USB3	USB3	CameraLink
FPS/分辨率	72.5fps@2048x2048 72.5fps@1024x1024	89fps@2048x2048 100fps@1024x1024	108fps@2048x2048 108fps@1024x1024
ADC 11bit	支持	支持	支持
ADC 11bit 高速模式	不支持	支持	支持
PGA Gain	可调	不可调	可调

ADC 11bit 高速模式：有更高的帧率，但是转换增益不可调。

与本出版物相关的所有材料如有更改，恕不另行通知，版权归图谱光电所有
请从 toupstek.com 下载最新版本。

目录

sMAX04BM 科学级相机手册.....	1
1 产品说明及特性	1
2 相机参数和性能	2
2.1 相机参数.....	2
2.2 光谱响应曲线.....	3
2.3 相机运行模式.....	3
2.4 DDR3 缓存	4
2.5 Binning.....	4
2.6 转换增益.....	4
2.7 DC12V 供电和制冷系统	4
2.8 滤光片	4
3 相机尺寸和外形	6
3.1 相机尺寸.....	6
3.2 相机外形及接口	6
3.3 装箱清单.....	8
4 外部 IO 接口定义及电气特性.....	11
4.1 管脚信号.....	11
4.2 I/O 电器特性.....	11
4.2.1 光耦隔离输入电路 (line0)	11
4.2.2 光耦隔离输出电路 (line1)	11
4.2.3 输入输出 I/O 电路 (line2/line3)	12
5 制冷	15
6 sMAX04BM 相机应用程序	16
6.1 触发模式及其配置	16
6.1.1 视频模式和触发模式.....	16
6.1.2 触发源及其捕获方式.....	16
6.1.3 触发捕获和 IO 控制配置.....	18
6.2 应用程序安装.....	22
6.3 ToupView 介绍.....	22
6.3.1 用户界面设计	22
6.3.2 专业的相机控制面板.....	23
6.3.3 专业与实用的图像处理功能	23
6.3.4 超强的兼容性	23
6.3.5 硬件基本需求	23
6.4 软件开发说明	24
6.4.1 SDK 说明.....	24
6.4.2 SDK 支持平台.....	24
6.4.3 SDK 内容简介.....	24
6.4.4 第三方接口软件.....	26
7 sMAX04BM-CL100 相机应用程序.....	27
7.1 CameraLink 连接	27

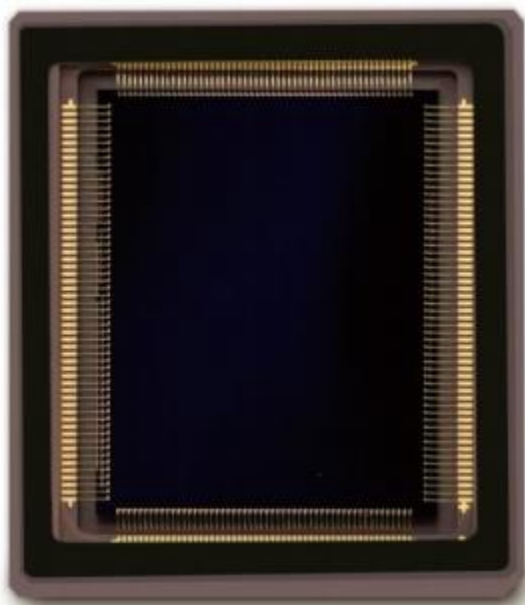
7.2	软件安装.....	27
7.2.1	安装 SDK	27
7.2.2	安装选项.....	27
7.2.3	安装驱动.....	28
7.3	Delsa 采集卡配置	28
7.3.1	串口配置.....	28
7.3.2	CameraLink 模式配置	29
7.3.3	CameraLink 接收配置	30
7.3.4	CameraLink 接收配置内容.....	31
7.4	GenIcam 使用	32
7.4.1	通信设置.....	32
7.5	GenIcam 内容介绍.....	33
7.5.1	Device Information and control.....	34
7.5.2	Image Format Controls	34
7.5.3	TEC Ctrl.....	34
7.5.4	Trigger ctrl.....	35
7.6	相机指令.....	35
7.6.1	基本格式.....	35
7.6.2	专用部分格式	36
7.6.3	各寄存器定义	37
7.7	SDK 及 CLView 软件.....	39
7.7.1	SDK	39
7.7.2	CLView 软件.....	39
7.7.3	CLCtrl 软件.....	40

1 产品说明及特性

sMAX04BM 搭载了 GSENSE2020BSI 1.2 英寸图像传感器，针对传感器固有的热噪声，专门设计了高效制冷模块，使得相机传感器的工作温度比环境温度低达 35-40 度。针对制冷相机常见的低温结雾现象设计了防结雾机制，确保传感器和滤光片表面在低温情况下不会结雾。sMAX04BM 的视频与图像数据通过 USB3 或 CameraLink 超高速传输接口传输以实现快速预览。

sMAX04BM 相机的基本特性如下：

- 采用 GSENSE2020BSI 科学级 CMOS 传感器
- 200nm-1100nm 宽光谱范围
- 支持紫外、可见、近红外波段应用场景
- 精准控温，温差可达 40 摄氏度
- 分辨率：2048 x 2048
- 6.5um 像元
- 卷帘快门
- USB3 / CameraLink 接口
- 11-bitADC / 12-bit ADC / 16-bit combined HDR
- 支持 11bit 高速读出模式，USB3 / CameraLink 帧率可达 89fps / 108fps
- 4Gb 内存
- 支持 HCG / LCG / HDR 模式
- 支持 Global Reset 模式
- 支持 2-CMS 低噪声模式
- 超低读出噪声：1.0e-(2-CMS 模式)
- 最大信噪比：47.3dB(LCG)
- 动态范围：86dB(16BIT HDR12HL) / 91.8dB(16BIT HDR11HL)
- 支持外部 IO 触发控制
- 紧凑型结构 80*80*101.5mm



2 相机参数和性能

2.1 相机参数

表 1 sMAX04BM 相机参数指标

参数 \ 型号		sMAX04BM	sMAX04BM-U100	sMAX04BM-CL100
相机				
传感器型号		GSENSE2020BSI		
传感器类型		CMOS 图像传感器		
光谱范围		200nm-1100nm		
像元尺寸		6.5μm x 6.5 μm		
靶面尺寸		1.2”		
分辨率		2048 x 2048		
帧率		72.5fps@2048x2048 72.5fps@1024x1024	89fps@2048x2048 100fps@1024x1024	108fps@2048x2048 108fps@1024x1024
内存		512MB (4Gb)		
转换增益	11bit	1.03		
	12bit	0.42(HCG) 13.33(LCG)		
	12bit CMS	0.43		
	12bit Global reset	0.44(HCG) 1.92(LCG)		
	HDR 11HL	0.58		
	HDR 12HL	0.54		
动态范围	11bit	61.38dB		
	12bit	59.73dB(HCG) 67.17dB(LCG)		
	12bit CMS	64.12dB		
	12bit Global reset	58.63dB(HCG) 61.27dB(LCG)		
	HDR 11HL	91.83dB		
	HDR 12HL	86.02dB		
读出噪声	11bit	1.69e-		
	12bit	1.72e-(HCG) 23.25e-(LCG)		
	12bit CMS	1.07e-		
	12bit Global reset	2.08e-(HCG) 6.62e-(LCG)		
	HDR 11HL	0.97e-		
	HDR 12HL	1.78e-		
满井电荷	11bit	1.98ke-		
	12bit	1.67ke-(HCG) 53.07ke-(LCG)		
	12bit CMS	1.71ke-		
	12bit Global reset	1.78ke-(HCG) 7.66ke-(LCG)		
	HDR 11HL	37.85ke-		
	HDR 12HL	35.56ke-		
信噪比	11bit	32.97dB		
	12bit	32.22dB(HCG) 47.25dB(LCG)		
	12bit CMS	32.34dB		
	12bit Global reset	32.49dB(HCG) 38.85dB(LCG)		
	HDR 11HL	45.78dB		
	HDR 12HL	45.51dB		
灵敏度		1.1x10 ⁸ e-/((W/m ²).s)@550nm		
暗电流		Typical: 0.45e-/s/pix@ -30℃ die temp		
量子效率		95%@560nm		
曝光时间范围		12us-300s	12us-10s	12us-10s
增益范围		1x – 21x	1x	1x – 21x
快门模式		卷帘快门 / 全局复位		

Binning 模式	软件 2x2, 3x3, 4x4, 硬件 FPGA 2x2		
数据接口	USB3.0	USB3.0	CameraLink
数字 IO	1 路光耦隔离输入, 1 路光耦隔离输出, 2 路非隔离输入输出		
数据格式	Mono 11 / Mono 12 / Mono 16		
制冷温差	低于室温 40 摄氏度		
一般参数			
供电方式	12V 电源适配器供电		
功耗	<25W		
温度	工作温度 -30~60℃, 储藏温度-40~85℃		
湿度	20%-80%, 无冷凝		
尺寸	80*80*101.5		
重量	860g		
镜头接口	C 接口		
软件	提供 SDK 开发包 / ToupView / 基于 Delsa 采集卡的 CLView 软件		

2.2 光谱响应曲线

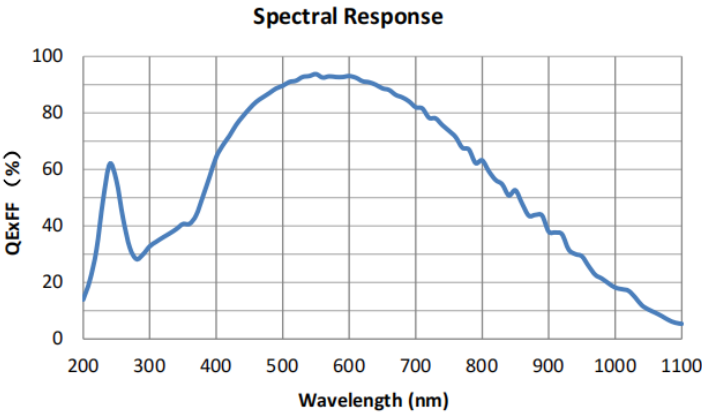


图 1 GSENSE2020BSI 光谱响应曲线

2.3 相机运行模式

表 2 相机运行模式

像素格式	传感器工作模式	HCG/LCG	支持型号		
			sMAX04BM	sMAX04BM-U100	sMAX04BM-CL100
RAW8	ADC 11bit	√	√	×	√
	ADC 11bit High Speed	×	×	√	√
RAW11	ADC 11bit	√	√	×	√
	ADC 11bit High Speed	×	×	√	√
RAW12	ADC 12bit	√	√	√	√
	2-CMS	×	√	√	√
	Global Reset	√	√	√	√
RAW16 (HDR 11HL)	ADC 11bit	×	√	√	√
RAW16 (HDR 12HL)	ADC 12bit	×	√	√	√

HDR 11HL: ADC 11Bit HCG + ADC 11Bit LCG = HDR 16Bit

HDR 12HL: ADC 12Bit HCG + ADC 12Bit LCG = HDR 16Bit

2-CMS: 低噪声模式

2.4 DDR3 缓存

相机内置 512MB (4Gb) DDR3 缓存，确保相机工作时不丢帧。

2.5 Binning

sMAX04BM 相机支持叠加或平均的 1×1 到 8×8 数字 binning，以及平均的 1×1 到 2×2 硬件 binning。硬件 binning 可以获得比软件 binning 更高的帧率。

sMAX04BM-CL100 支持平均的 1×1 到 2×2 硬件 binning。

2.6 转换增益

相机支持 HCG 和 LCG 模式，HCG 有较低的读出噪声，LCG 有较高的满井电荷。用户可以根据不同的应用选择不同的模式。



图 2 HCG 和 LCG 模式

2.7 DC12V 供电和制冷系统

当 DC12V 电源插入时，相机制冷系统和图像系统都采用统一的 12V 供电。

当 DC12V 电源断开时，相机无法工作。

相机的制冷系统为 TEC 制冷，采用外部散热结构和风扇辅助散热，工作温度可调至特定数值，有效制冷温度可低于环境温度 35-40°C，高效的制冷系统保证了极低的暗电流水平。

TEC 系统采用 PID 算法控制，使 TEC 精确的调节到目标温度，温度偏差为 0.1°C。

2.8 滤光片

sMAX04BM 使用 UV Quartz glass JGS2 滤光片，滤光片尺寸 39.00mm*29.00mm*1.10mm。透过率曲线如下图。

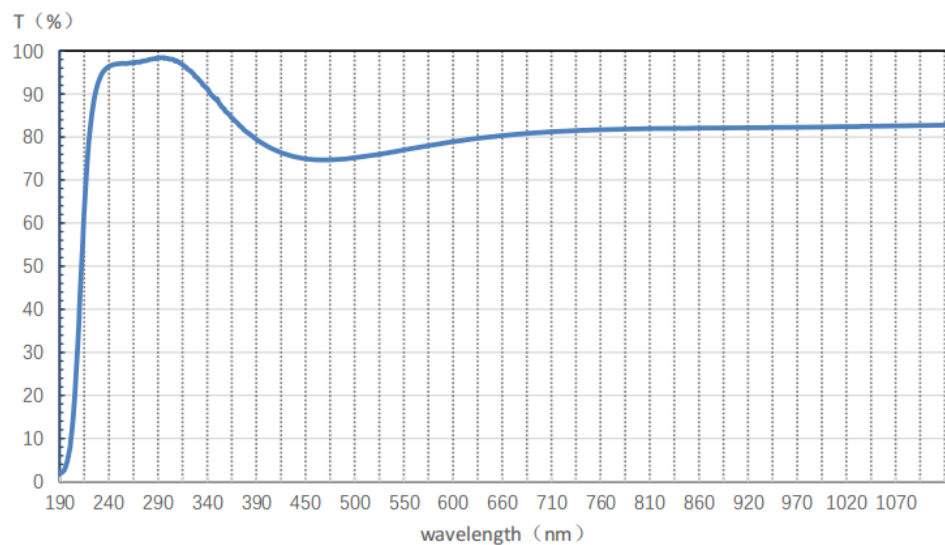


图 3 透过率曲线

表 3 透过率

λ (nm)	T (%)	λ (nm)	T (%)	λ (nm)	T (%)	λ (nm)	T (%)
190	2.28	420	75.91	650	80.51	880	82.14
200	8.01	430	75.34	660	80.73	890	82.15
210	41.85	440	74.92	670	80.91	900	82.17
220	80.82	450	74.71	680	81.07	910	82.18
230	93.45	460	74.65	690	81.17	920	82.20
240	96.42	470	74.73	700	81.33	930	82.23
250	97.01	480	74.91	710	81.43	940	82.27
260	97.12	490	75.16	720	81.55	950	82.28
270	97.40	500	75.44	730	81.61	960	82.28
280	97.92	510	75.80	740	81.67	970	82.34
290	98.40	520	76.18	750	81.74	980	82.37
300	98.19	530	76.58	760	81.76	990	82.39
310	97.43	540	77.01	770	81.84	1000	82.42
320	95.71	550	77.43	780	81.90	1010	82.45
330	93.57	560	77.79	790	81.91	1020	82.49
340	91.11	570	78.18	800	81.96	1030	82.51
350	88.78	580	78.57	810	81.99	1040	82.55
360	85.62	590	78.91	820	82.01	1050	82.60
370	83.27	600	79.25	830	82.05	1060	82.63
380	81.11	610	79.55	840	82.04	1070	82.68
390	79.34	620	79.82	850	82.08	1080	82.73
400	77.94	630	80.06	860	82.09	1090	82.76
410	76.84	640	80.36	870	82.11	1100	82.77

3 相机尺寸和外形

3.1 相机尺寸

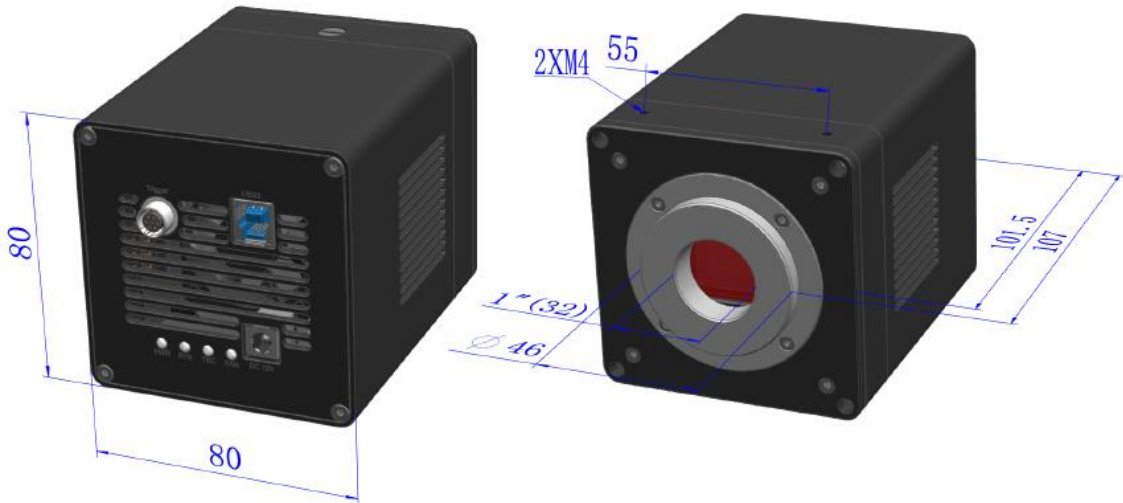


图 4 sMAX04BM 尺寸

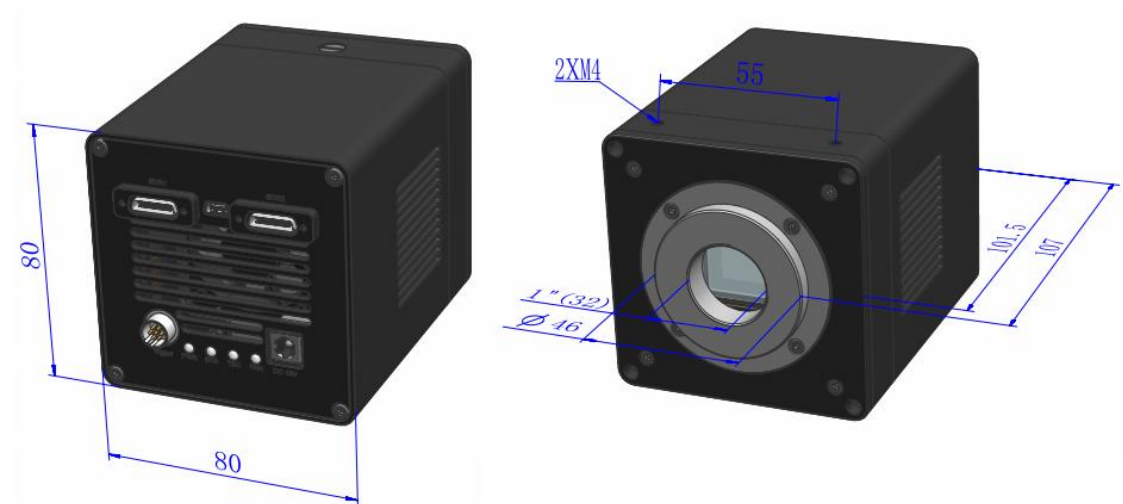


图 5 sMAX04BM-CL100 尺寸

表 4 相机尺寸规格

参数	规格
尺寸	80*80*101.5mm
相机镜头接口	标准 C mount

3.2 相机外形及接口

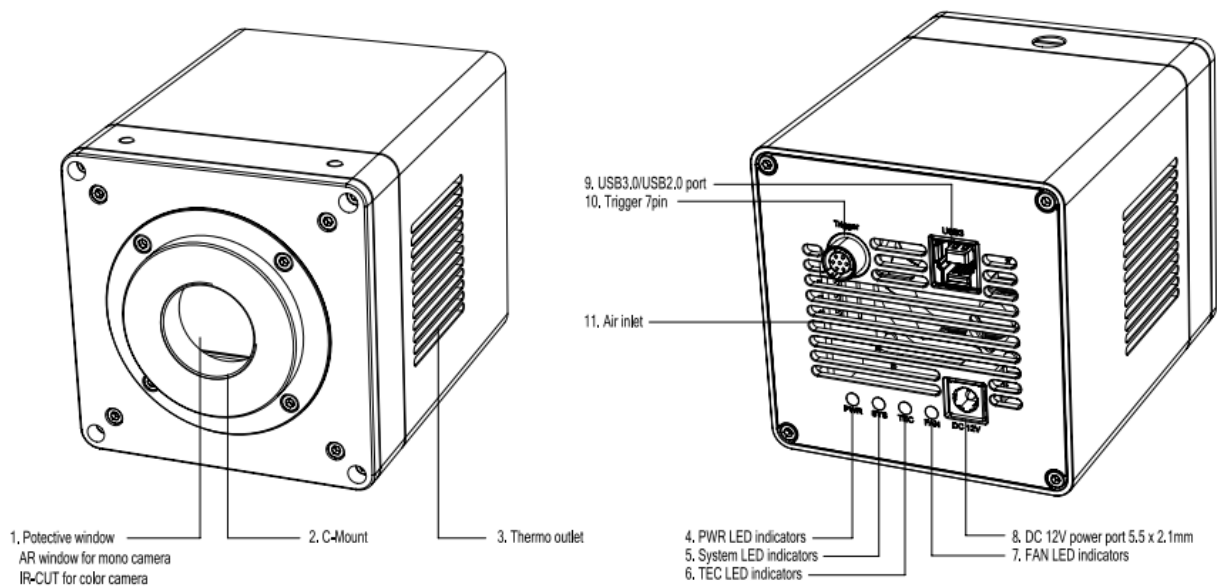


图 6 sMAX04BM 外形及接口

表 5 sMAX04BM 接口说明

序号	规格
1	保护玻璃，黑白相机是 AR 玻璃，彩色相机是滤光片
2	C 接口
3	热出口
4	电源 LED 指示灯
5	系统 LED 指示灯
6	制冷 LED 指示灯
7	风扇 LED 指示灯
8	DC 12V 电源接口， 5.5 × 2.1mm
9	USB 3.0/ USB 2.0 接口
10	Trigger 7PIN 接口
11	进风口

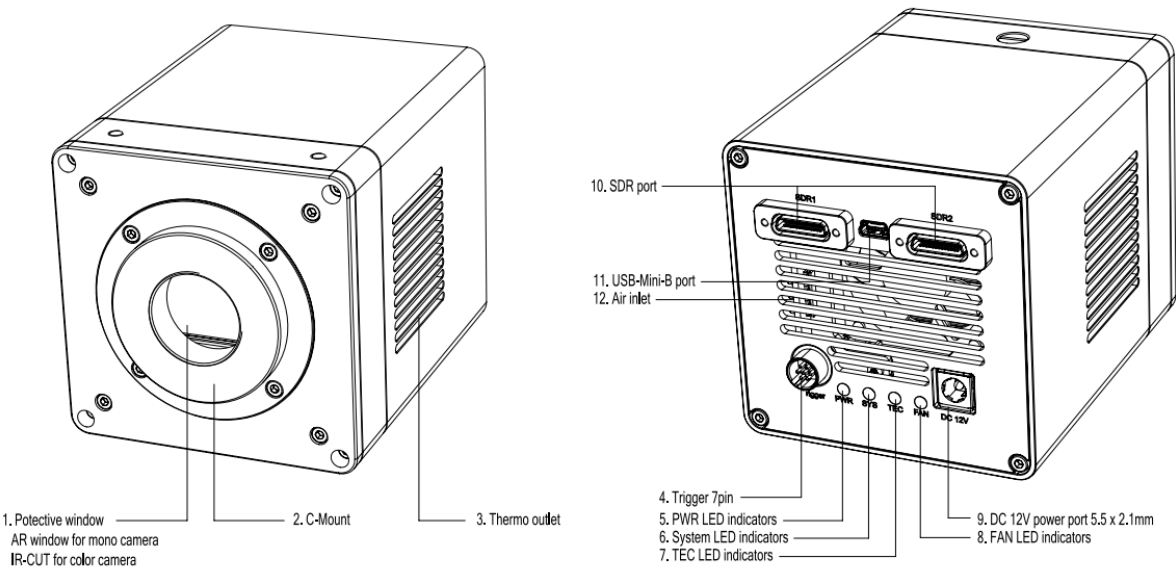


图 7 sMAX04BM-CL100 外形及接口

表 6 sMAX04BM-CL100 接口说明

序号	规格
1	保护玻璃，黑白相机是 AR 玻璃，彩色相机是滤光片
2	C 接口
3	热出口
4	Trigger 7PIN 接口
5	电源 LED 指示灯
6	系统 LED 指示灯
7	制冷 LED 指示灯
8	风扇 LED 指示灯
9	DC 12V 电源接口， 5.5 × 2.1mm
10	CameraLink 接口
11	USB-Mini-B 接口
12	进风口

3.3 装箱清单



图 8 sMAX04BM 装箱信息

表 7 sMAX04BM 装箱清单

标准包装列表			
A	包装箱规格 L:50cm W:30cm H:30cm (20pcs, 12~17Kg/ carton),这里在图未示出		
B	3-A 仪器安全盒: L:28cm W:23.0cm H:15.5cm (1pcs, 2.8Kg/盒); 外包装纸箱尺寸: L:28.2cm W:25.2cm H:16.7cm		
C	sMAX04BM 相机		
D	干燥管		
E	电源适配器: 输入: AC 100~240V 50Hz/60Hz, 输出: DC 12V 3A		
F	高速 USB3.0 A 公到 B 公镀金头数据线/1.5m		
G	外触发控制线一根		
H	CD (驱动及应用软件, Ø12cm)		
可选附件			
I	可调焦式目镜筒适配器	Dia.23.2mm 目镜筒转 C 接口 (请根据你的相机与显微镜选择其中之一)	108001/AMA037 108002/AMA050 108003/AMA075 108004/AMA100
		Dia.31.75mm 目镜筒转 C 接口 (请根据你的相机与望远镜选择其中之一)	108008/ATA037 108009/ATA050 108010/ATA075 108011/ATA100
J	固定式目镜筒适配器	Dia.23.2mm 目镜筒转 C 接口 (请根据你的相机与显微镜选择其中之一)	108005/FMA037 108006/FMA050 108007/FMA075 108008/FMA100
		Dia.31.75mm 目镜筒转 C 接口 (请根据你的相机与望远镜选择其中之一)	108011/FTA037 108012/FTA050 108013/FTA075 108014/FTA100
K	108015(Dia.23.2mm to 30.0mm 环)/用于直径 30mm 目镜筒转接环		
L	108016(Dia.23.2mm to 30.5mm 环)/用于直径 30.5mm 目镜筒转接环		

M	测微尺	106011/TS-M1(X=0.01mm/100Div.) 106012/TS-M2(X,Y=0.01mm/100Div.) 106013/TS-M7(X=0.01mm/100Div., 0.10mm/100Div.)
---	-----	--



图 9 sMAX04BM-CL100 相机装箱信息

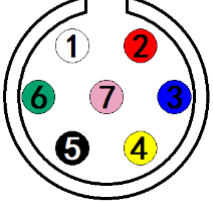
表 8 sMAX04BM-CL100 相机装箱清单

标准包装列表	
A	3-A 仪器安全盒：L：28cm W：23.0cm H：15.5cm（1pcs，2.8Kg/盒）
B	sMAX04BM-CL100 相机
C	电源线（国标，美标，欧标，英标可选）
D	电源适配器：输入：AC 100~240V 50Hz/60Hz，输出：DC 12V 3A
E	USB-Mini 线一根
F	外触发控制线一根
G	CameraLink 线 2 根（选配）
H	采集卡（选配）

4 外部 IO 接口定义及电气特性

4.1 管脚信号

表 9 Trigger 管脚信号定义

	颜色	管脚	信号	信号描述说明
	白色	1	GDN	非隔离信号及电源地
	红色	2	12V	12VDC 电源输入
	蓝色	3	OPTO_GND	光耦隔离信号地
	黄色	4	DIR_GPIO1	非隔离信号（软件可配置输入/输出）（line2）
	黑色	5	DIR_GPIO2	非隔离信号（软件可配置输入/输出）（line3）
	绿色	6	OPTO_IN	光耦隔离输入信号（line0）
	粉色	7	OPTO_OUT	光耦隔离输出信号（line1）

4.2 I/O 电器特性

4.2.1 光耦隔离输入电路（line0）

相机的 I/O 控制中，光耦隔离输入电路如图 10 所示。

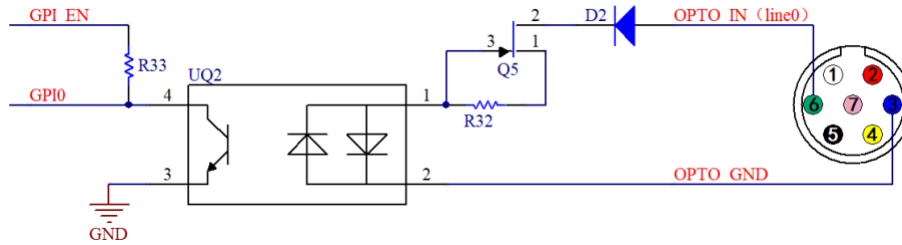


图 10 光耦输入电路

逻辑 0 输入电平：0~2.2VDC（OPTO_IN 引脚）

逻辑 1 输入电平：3.3~24VDC（OPTO_IN 引脚）

最大输入电流：30mA

输入电平在 2.2V 至 3.2V 之间电路动作状态不定，请尽量避免输入电压工作在此区间。

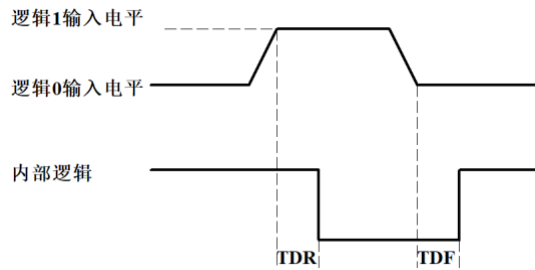


图 11 输入逻辑电平

输入上升延迟（TDR）：6us

输入下降延迟（TDF）：6us

4.2.2 光耦隔离输出电路（line1）

相机 I/O 控制中，光耦隔离输出电路如图 12 所示。

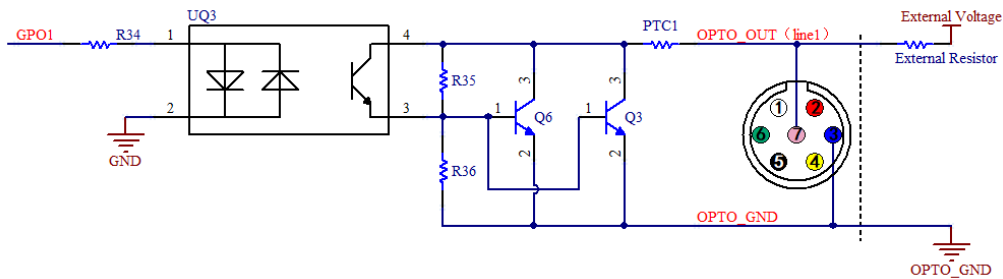


图 12 光耦输出电路

光耦隔离输出最大电流 30mA

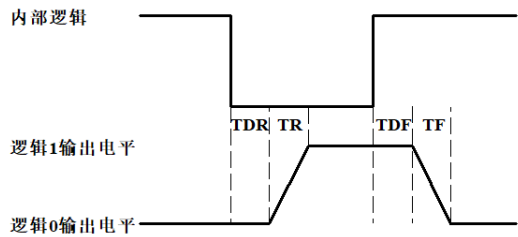


图 13 输出逻辑电平

光耦隔离输出电气特性（外部电压 5V，外部电阻 1K）如表 10 所示。

表 10 光耦隔离输出电气特性

参数名称	参数符号	参数值
输出逻辑低电平	VL	742mV
输出逻辑高电平	VH	4.134V
输出上升时间	TR	4us
输出下降时间	TF	1.8us
输出上升延迟	TDR	12us
输出下降延迟	TDF	2us

光耦隔离输出外部使用不同电压、电阻时对应电流及输出逻辑低电平参数如表 11 所示。

表 11 光耦隔离输出逻辑低电平参数

外部电压	外部电阻	VL	输出电流
3.3V	1KΩ	510mV	2.82mA
5V	1KΩ	742mV	4.31mA
12V	2.4KΩ	795mV	4.68mA
24V	4.7KΩ	850mV	4.97mA

4.2.3 输入输出 I/O 电路（line2/line3）

非隔离可配置输入输出 I/O 电路如图 14、图 15 所示。

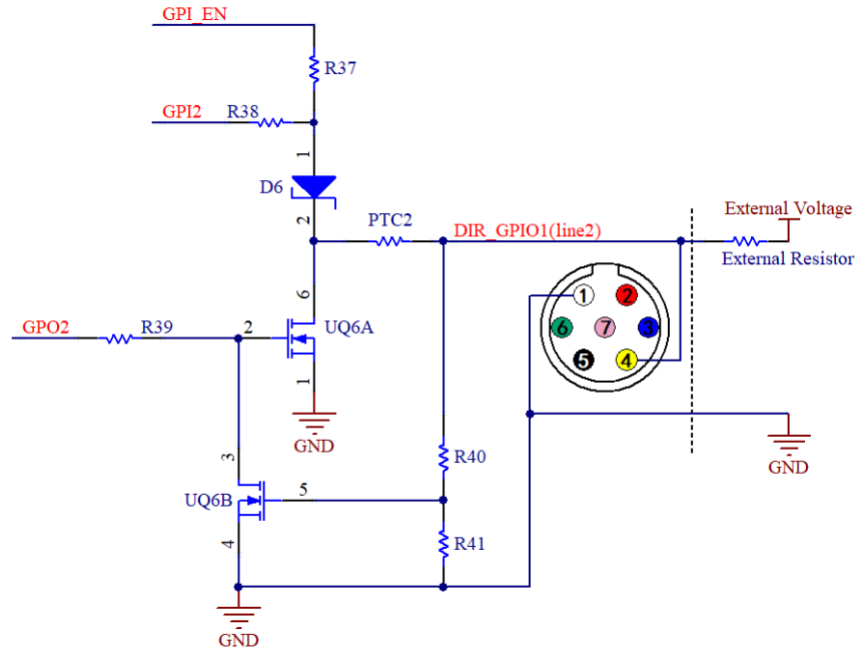


图 14 非隔离可配置输入输出 I/O 电路 (line2)

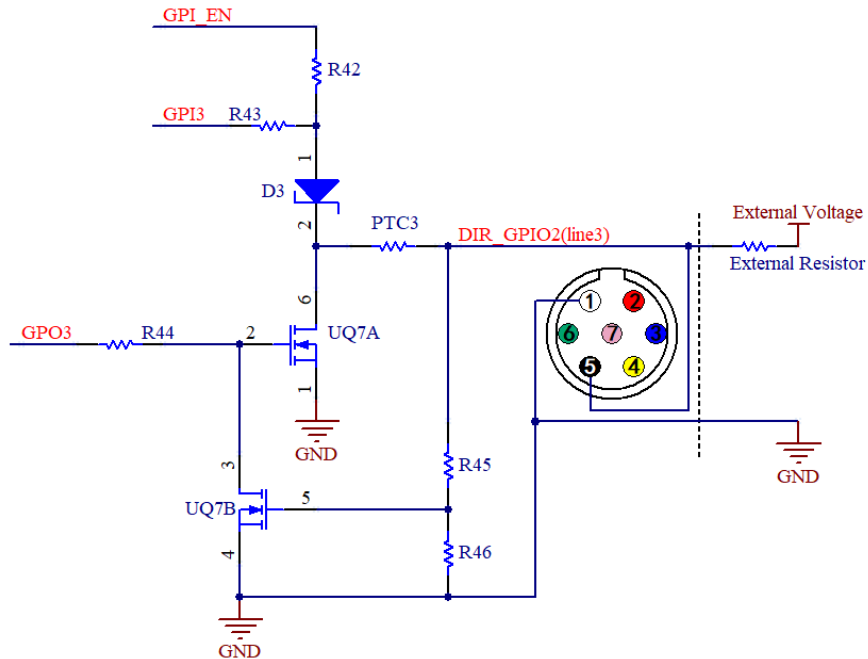


图 15 非隔离可配置输入输出 I/O 电路 (line3)

1、Line2/line3 设置成输入管脚

逻辑 0 输入电平：0~0.6VDC (DIR_GPIO1/DIR_GPIO2 管脚)

逻辑 1 输入电平：2.0~24VDC (DIR_GPIO1/DIR_GPIO2 管脚)

最大输入电流：25mA

输入电平在 0.6V 至 2.0V 之间电路动作不定，请尽量避免输入电压工作在此区间。

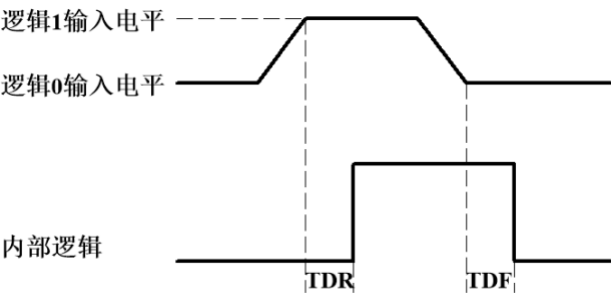


图 16 输入逻辑电平

为防止 GPIO 管脚损坏，请先连接管脚 GND，然后再向 Line2 管脚输入电压。

输入上升延迟（TDR）：0.02us

输入下降延迟（TDF）：0.02us

2、Line2/line3 设置成输出管脚

允许经过此管脚的最大电流为 25mA。

环境温度为 25 摄氏度时，外部电压，电阻和输出低电平之间的关系如表 12 所示。

表 12 非隔离输出逻辑低电平参数

外部电压	外部电阻	VL (GPIO)
3.3V	1KΩ	0.11V
5V	1KΩ	0.167V
12V	2.4KΩ	0.184V
24V	4.7KΩ	0.385V

外部上拉电压 5V 上拉电阻 1KΩ，GPIO 配置为输出的逻辑电平、电气特性如图 17 所示。

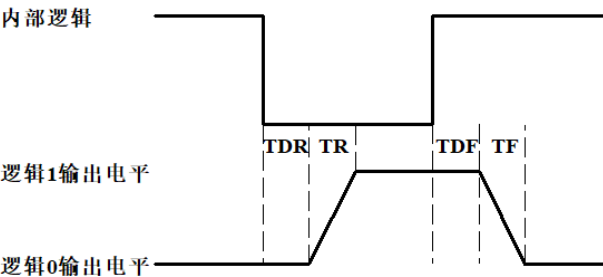


图 17 输出逻辑电平

表 13 非隔离输出电气特性

参数名称	参数符号	参数值
输出上升时间	TR	0.08us
输出下降时间	TF	0.02us
输出上升延迟	TDR	0.1us
输出下降延迟	TDF	0.04us

5 制冷

ToupView 左侧边栏有制冷功能模块，启用制冷功能需要外接 12V 电源，默认 TEC 开启，可以设置目标温度，输入数值后点击“应用”，传感器温度会逐步接近目标温度，同时 ToupView 可以实时显示当前功率，制冷效果可达比环境温度低 35-40℃左右，如图 18 所示。



图 18 TEC 设置

风扇由关到高有两个档位，高时风扇转速达到最高，关时风扇关闭，同时 TEC 也关闭，功率为 0，如图 19 所示。



图 19 风扇设置

当 TEC 开启后，风扇会自动开启，防止 TEC 工作时，风扇如果没有运行，出现壳体温度过高的异常情况；当风扇关闭后，TEC 会自动关闭。

6 sMAX04BM 相机应用程序

6.1 触发模式及其配置

6.1.1 视频模式和触发模式

触发功能可以在 ToupView 中相机侧栏的捕获与分辨率组中找到。当相机第一次开启时处于视频模式，如图 20 左边所示。在视频模式下，可以设置自动曝光、曝光目标、曝光时间和增益。可以通过点击触发模式单选按钮切换到触发模式。

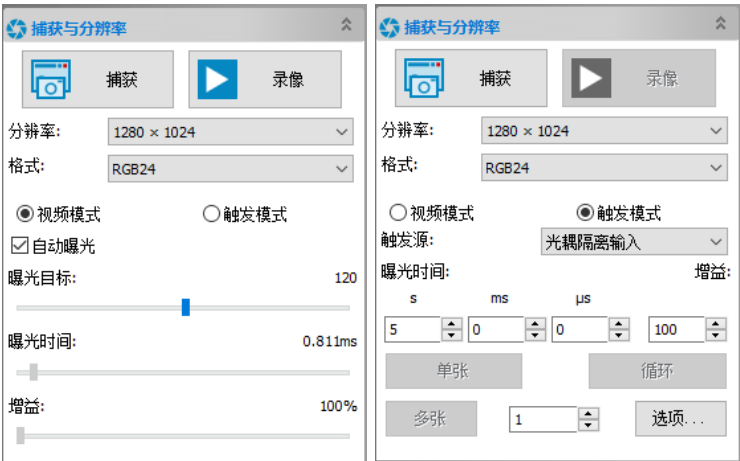


图 20 ToupView 中捕获与分辨率组的视频模式和触发模式

选中“触发模式”后，捕获与分辨率组将进入到触发模式，其界面如图 20 右边所示。在触发模式下可以选择触发源，设置曝光时间、增益，进行单张、循环、多张、帧数和选项等操作。

6.1.2 触发源及其捕获方式

触发源可以是任何输入到相机的外部信号的硬件（触发源），也可以是来自应用程序命令的软件（触发源）。对于软件触发源，它可以是单张、循环、多张或序列等捕获命令。图 21 为可选的触发源。表 14 为 ToupTek 相机有关触发源以及捕获方式的详细介绍。

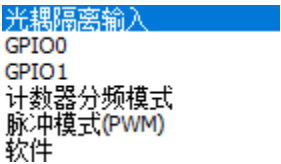
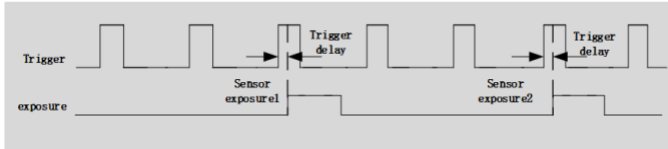
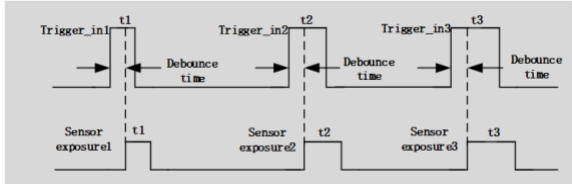
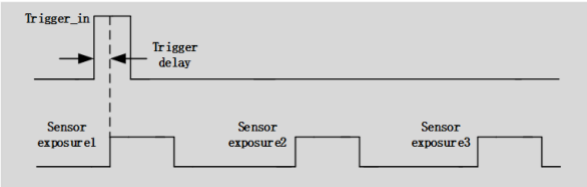


图 21 可选的触发源

表 14 相机的触发源及捕获方式

触发源	描述
光耦隔离输入	逻辑 0 输入电平：0~2.2VDC； 逻辑 1 输入电平：3.3~24VDC； 最大输入电流：30mA；
GPIO0	逻辑 0 输入电平：0~0.6VDC（DIR_GPIO0/DIR_GPIO1 管脚） 逻辑 1 输入电平：2.0~24VDC（DIR_GPIO0/DIR_GPIO1 管脚） 最大输入电流：25mA 如果将 GPIO0 作为触发源，它应该在选项>IO 控制 页面的输入输出模式组合框中配置为输入
GPIO1	逻辑 0 输入电平：0~0.6VDC（DIR_GPIO0/DIR_GPIO1 管脚）； 逻辑 1 输入电平：2.0~24VDC（DIR_GPIO0/DIR_GPIO1 管脚）； 最大输入电流：25mA；

	如果将 GPIO1 作为触发源，它应该在选项>IO 控制页面的输入输出模式组合框中配置为输入；
计数器分频模式	计数器分频模式指相机通过预设的计数器数值对外部输入触发信号进行频率划分，并根据客户的逻辑进行图像采集的方式。例如，当计数器数值设为 3（Counter Value: 3 [1,1023]）时，相机需要接收 3 个触发信号才能触发一次；  当捕获与分辨率组的触发源组合框选择计数器分频模式时，选项>IO 控制页面上计数器模式信号源可以是光耦隔离输入、GPIO0或GPIO1； 如果选项>IO 控制页面的计数器模式信号源选择了 GPIO0 或 GPIO1，应该将其在输入输出模式组合框中配置成输入； 点击选项>IO 控制页面的线路选择组合框的相关选项和计数器选项的详细信息；
脉冲模式（PWM）	PWM 是指由输入触发信号的脉宽去控制相机曝光时间的工作方式；  PWM 触发源可以是光耦隔离输入、GPIO0或GPIO1。如果在选项>IO 控制页面的脉冲模式信号源选择了 GPIO0 或 GPIO1，应该将其在输入输出组合框配置成输入； 点击选项>IO 控制页面的线路选择组合框的相关选项和 PWM 选项可了相关的详细信息；
软件	当选择软件触发时，客户端软件通过 USB3.0 发送命令使相机捕获和传输图像。在 ToupView 中可以使用单张、循环、多张或序列发送软件触发命令； 如果在选项>序列页面的类型组合框中选择了计划或硬件，则多张按钮切换为序列按钮，相机将依次使用序列表中的曝光时间和增益来捕获指定的帧的；计划选项会一行行调用序列表中的曝光时间和增益以及延期去捕获图像，硬件选项会一次性将所有序列表中的曝光时间和增益去下发给硬件，由硬件以序列方式一帧帧捕获指定的帧；
单张	点击单张时相机开始捕获图像。同时，单张按钮将变成停止。单击停止将停止当前的单张捕获，停止按钮将再次变为单张按钮进行下一次捕获操作； 注： 1)捕获的帧将始终显示在视频窗口，防止捕获过多； 2)当在触发源组合框中选择软件或在选项>高级页中选中始终启用软件触发时使能；
循环	点击循环时相机开始连续拍摄图像，循环按钮切换为停止。单击停止将停止循环捕获，停止按钮将再次变为循环进行下一次循环捕获操作； 注： 1)捕获的帧将始终显示在视频窗口，防止捕获过多； 2)当触发源组合框中选择软件或选中选项>高级页面的始终启用软件触发时循环捕获使能；
多张	多张是指相机接收一个软件触发信号输出多帧图像的捕获方式。在多张按钮(多张 3 选项...)旁边设计了一个编辑框（称为帧数框），用于设置要捕获的帧数； 帧数框设置的范围为 1~65535。若帧数框设置为 3 则将捕获并输出三帧图像；  注： 1)当在触发源组合框选择软件时多张捕获使能； 2)当在选项>高级页面选中始终启用软件触发时多张捕获按钮使能，这时捕获与分辨率组的触发源组合框中无论选择的是软件还是硬件触发，该使能一直有效； 3)如果在选项>序列页面的类型组合框选择了计划或硬件，多张按钮将切换到序列，相机将依次使用序列表中的曝光时间和增益。捕获的帧将显示在视频窗口、新窗口显示或磁盘保存，用户可以在选项>输出页面设置；计划选项会一行行调用序列表中的曝光时间和增益以及延期去捕获图像，硬件选项会一次性将所有序列表中的曝光时间和增益去下发给硬件，由硬件以序列方式一帧帧捕获指定的帧；
序列	点击序列，相机将开始捕获图像直到帧数框中指定的帧数捕获完为止。同时序列按钮将切换成停止。单击停止按钮将停止当前的序列捕获，这时停止按钮将再次切换到序列按钮以进行下一次序列捕获； 注： 1)在选项>序列页的类型组合框选择计划或硬件，多按钮将切换为序列按钮用以捕获帧数框指定的帧数； 2)如果在选项>序列页面的类型组合框选择了计划或硬件，则序列按钮将会使能，相机会在选项>序列页面依次使用序列表中的曝光时间、增益或延期去控制相机捕获指定的帧； 3)如果在选项>序列页面的类型组合框选择了计划或硬件，并且在选项>高级页面选中了始终启用软件触

	发，则序列按钮将不会切换到多张，序列按钮会一直使能； 4)如果在选项>序列页面的类型组合框中选择了计划，并且在触发源处选择了软件，则序列按钮使能； 5)如果在触发源组合框选择了硬件，则序列按钮被禁用，但帧数框仍生效，并且序列将切换为硬件序列捕获。硬件触发信号的序列捕获会首先下载选项>序列页序列表中的所有曝光时间和增益去捕获帧数框内指定的帧数；
--	--

6.1.3 触发捕获和 IO 控制配置

触发源可以在**选项**页配置为**光耦隔离输入**、**GPIO0**、**GPIO1**（当配置成输入时）、**计数器分频模式**和**脉冲模式（PWM）**。此外，相机的**光耦隔离输出**、**GPIO0**或**GPIO1**（可以配置为输出）可以作为输出或 UART（仅 **GPIO0**、**GPIO1**）应用。所有这些配置都可以在下面的表 15 描述的选项属性页中实现。

- 关于捕获文件，可以在**选项>输出**页找到；
- 关于序列设置，可以在**选项>序列**页找到；
- 关于相机引脚 IO 控制，可以在**选项>IO 控制**页找到；
- 关于**始终启用软件触发**和 **UART** 设置，**快门模式**和**曝光有效信号模式**，可以在**选项>高级**页找到。

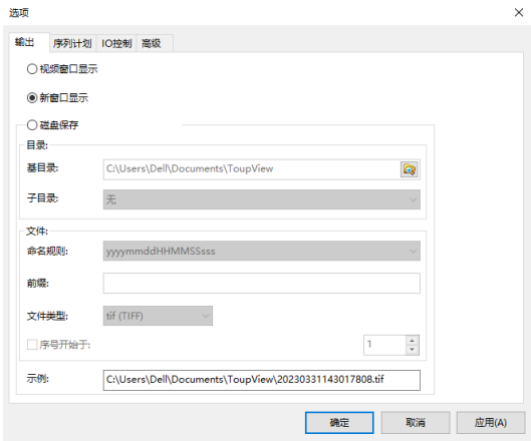


图 22 选项>输出

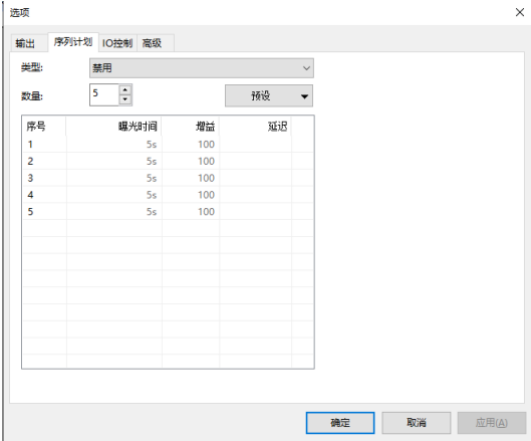


图 23 选项>序列计划



图 24 选项>IO 控制

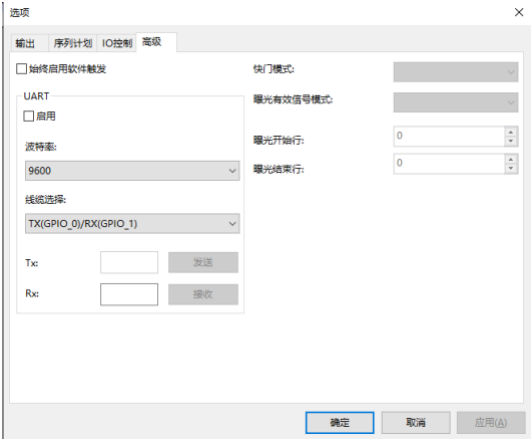
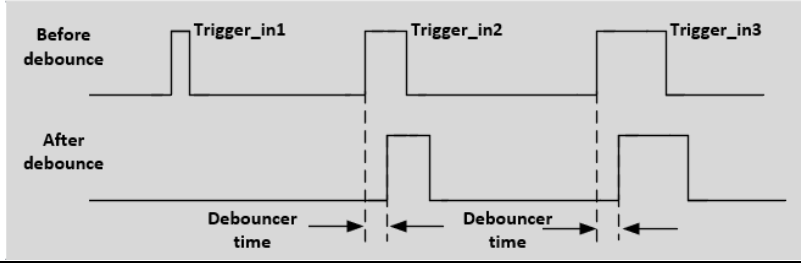
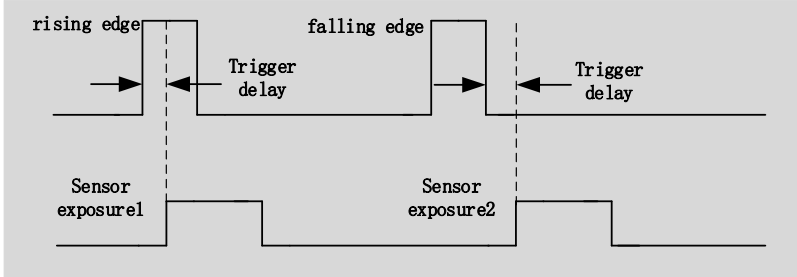
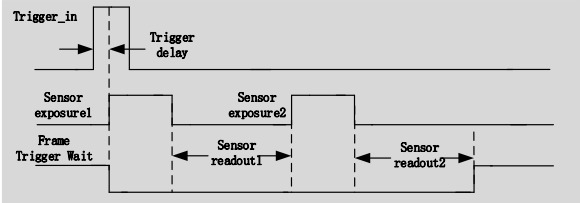
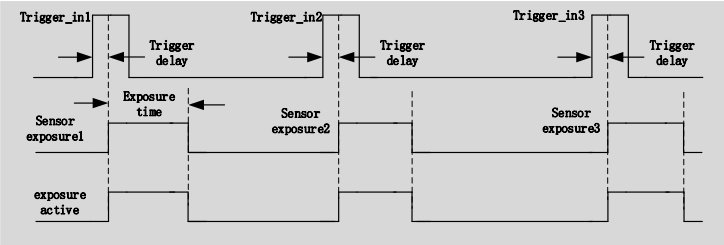


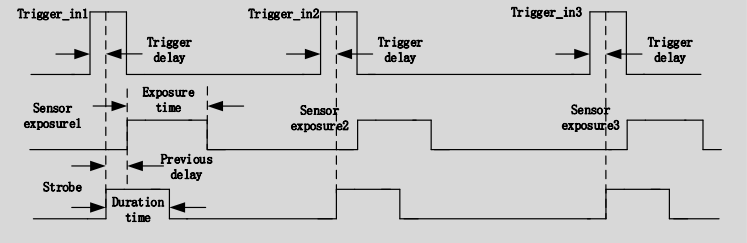
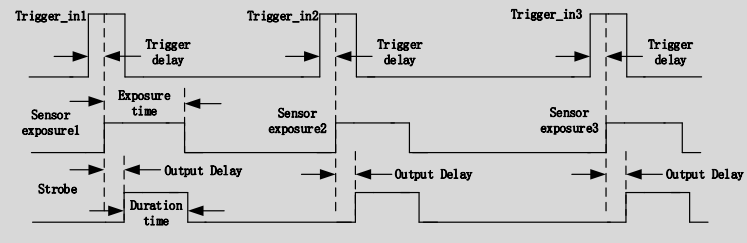
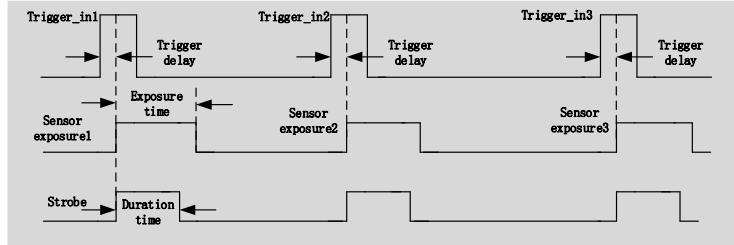
图 25 选项>高级

表 15 触发源或相机引脚配置选项属性表

页面	规格	描述
输出	输出位置	用于设置捕获帧的输出位置，捕获的帧可以是 视频窗口显示 、 新窗口显示 或 磁盘保存 ；

		当选择磁盘保存时，按钮将使用。单击按钮选择基目录，单击子目录的下拉组合框选择子目录；用户还可以选择、设置或定义文件命名规则、前缀、文件类型以及文件的开始顺序； 注： 1)仅对序列或多张有效； 2)对于单张或循环，捕获的帧始终显示在视频窗口；
序列页	类型	禁用：如果在选项>序列页面类型组合框中选择了禁用，则捕获与分辨率组的序列按钮将切换为多按钮； 计划：1)如果在选项>序列页面类型组合框中选择了计划，则捕获与分辨率组的多张按钮将切换为序列； 2)如果在捕获与分辨率组中选择了软件触发源，或者在选项>高级页选中始终启用软件触发时，则序列按钮将使用。当收到软件触发信号后（点击单张、循环或序列），相机将捕获序列按钮旁编辑框中指定的帧   （我们称为帧数框），整个捕获将通过软件一行依次使用序列表中的曝光时间、增益和延迟（数量： ）去控制相机，时间比较慢； 3)如果在选项>序列页面类型组合框中选择了禁用，则捕获与分辨率组的序列按钮将切换为多张； 4)只有当 a)在选项>序列页面类型组合框中选择了计划，并且 b)在捕获与分辨率组选择了软件触发源或 c)在选项>高级页选中始终启用软件触发，序列按钮才会使用； 硬件：1)如果在选项>序列页面类型组合框中选择了硬件，则捕获与分辨率组的多张按钮将切换为序列，并且硬件外触发将被禁用。但用户仍可以在捕获与分辨率组的帧数框设置帧数； 2)收到硬件触发信号后，相机将捕获序列按钮旁编辑框中指定的帧   （我们称为帧数框），整个捕获将依次使用序列表中的曝光时间、增益（不使用延迟）（数量： ）但储存在相机硬件中，便于快速操作； 3)如果在选项>序列页面类型组合框中选择了禁用，则捕获与分辨率组的序列按钮将切换为多张； 4)如果 a)在选项>序列页面类型组合框中选择了硬件，并且 b)在捕获与分辨率组中选了硬件触发源，则序列按钮始终是禁用的； 5)如果 a)在捕获与分辨率组中选择了软件触发源或 b)在选项>高级页选中始终启用软件触发，序列按钮将被使用。在这种情况下，计划和硬件序列捕获都支持；
		数量
		为 序列 捕获设置的待捕获的帧数。如果 捕获与分辨率 组的编辑框中的 数量 大于 序列数量 ，多出的帧将在下一次 序列 操作中逐一循环执行；
		序号
		数量 的 序号 ；
		曝光时间
		相机在 序列 捕获中指定 序号 下的 曝光时间 ；
		增益
		相机在 序列 捕获中指定 序号 下的 增益 ；
		延迟
		在 序列 捕获中指定 序号 下的 延迟时间 （ 延期 仅供 软件类型 使用）；
		预设
		点击 保存 将保存当前 序列计划 的设置； 点击 管理 可以 重命名 已保存的 序列计划 文件或从 管理 列表中 删除 ；
IO 控制	线路选择	选择设置哪条线路。可以是 光耦隔离输入 、 光耦隔离输出 、 GPIO0 和 GPIO1 ；
	输入输出模式	配置选择的线路是 输入 还是 输出 。只有 GPIO0 和 GPIO1 可以配置为 输入 或 输出 ； 如果选择 光耦隔离输入 或 光耦隔离输出 ， 输入输出模式 将显示为定义的 输入 或 输出 （不可配置）；
	格式	根据 线路选择 组合框中选定的线路，在这里显示当前线路的 格式 ，可以是 光耦隔离 （ 光耦隔离输入 、 光耦隔离输出 ）或 TTL （ GPIO0 、 GPIO1 ）（均不可配置）；
	消抖时间	由于相机的外触发输入信号可能存在毛刺，如果直接进入相机内部逻辑会造成误触发，因此要对输入的触发信号进行消抖处理。此外，用户输入的触发信号有效脉冲宽度应大于消抖时间，否则该触发信号将被忽略； 在线路选择组合框中选择光耦隔离输入、GPIO0或GPIO1，并且GPIO0或GPIO1在输入输出模式配置成输入时，消抖时间使用，用户可以设置 0-20000us； 
	输入信号触发沿	在 线路选择 组合框中选择 光耦隔离输入 、 GPIO0 或 GPIO1 ，并且 GPIO0 或 GPIO1 在 GPIO 模式 配置成 输入 时， 输入信号触发沿 使用，可以配置为 上升沿 或 下降沿 ；

		 还可配置为高电平或低电平。选择高电平时，输入信号为高电平则相机一直触发帧；选择低电平时，输入信号为低电平则相机一直触发帧；
触发延迟时间		在线路选择组合框中选择光耦隔离输入、GPIO0 或 GPIO1，并且 GPIO0 或 GPIO1 配置成输入时，这时触发延迟时间使能，用户可以设置 0-5000000us；如设置触发延迟时间为 1000000us，则相机在接收到触发信号等待 1s 后捕获图像；
输出模式 触发等待信号 曝光有效信号 闪光灯信号 用户输出信号 计数器输出信号 定时器输出信号		在线路选择组合框中选择光耦隔离输出、GPIO0 或 GPIO1，同时 GPIO0 或 GPIO1 在输入输出模式配置为输出时，这时输出模式使能。可以是触发等待信号、曝光有效信号、闪光灯信号、用户输出信号、计数器输出信号或定时器输出信号。所选模式可用于多种应用； 触发等待信号在曝光开始时拉低，在最后一帧数据读出时拉高。用户输入的触发信号应在该信号的高电平期间，否则触发信号将被忽略。下面举例说明，当相机运行在多帧触发模式，多张 = 2 时的情况如图：  曝光有效信号：此信号为高时，说明传感器正在曝光。该信号可以用于控制外部移动设备在相机曝光时保持静止或低速移动。曝光有效信号时序图如下图：  相机与被拍摄物体的相对位置发生变化时，可以参考此信号，防止在曝光过程中因移动、调焦而影响到捕获的图像；
		当选择闪光灯信号时，闪光灯信号延迟模式、闪光灯信号延迟时间、闪光灯脉冲宽度使能；
		当选择用户输出模式时，用户输出数值使能。line3、line2、line1 分别为 GPIO1、GPIO0 和 光耦隔离输出。如果用户输出数值为 001，则 GPIO1 和 GPIO0 禁用，光耦隔离输出使能； UserOutput Value: 100 line3line2line1 Line:
		选择计数器输出信号时，当计数器值为 m，则相机触发 m 次输出一个信号。
		选择定时器输出信号时，相机会一直输出信号。当闪光灯信号延迟模式选择延迟输出时，高电平的脉冲宽度由闪光灯脉冲宽度设置决定；低电平的脉冲宽度由闪光灯信号延迟时间设置决定；
输出反相		在线路选择组合框中选择光耦隔离输出，GPIO0 或 GPIO1 在输入输出模式配置为输出时，输出反相使能，这里用户可配置当前选择的线路是否为输出反相；
闪光灯信号延迟模式		闪光灯信号可用于控制闪光灯等外部设备，可以设置闪光灯信号的有效电平持续时间、输出延迟和预输出； 当输出模式为闪光灯信号时，闪光灯信号延迟模式使能，可以是预输出或延迟输出；

闪光灯信号延迟时间	曝光开始时，闪光灯信号并不立即生效，根据闪光灯信号延迟时间设置的值进行延迟输出，范围在 0~5000000us。闪光灯信号延迟模式可以是预输出和延迟输出，描述如下： 预输出：  延迟输出： 
闪光灯脉冲宽度	闪光灯信号的高电平持续时间由闪光灯脉冲宽度决定，范围在 0~5000000us。如下图所示： 
用户输出数值	当在输出模式选择用户输出信号时，用户可在用户输出数值处输入一个数值来控制相应的线路禁用或使能。GPIO1（line3）、GPIO0（line2）和光耦隔离输出（line1）的逻辑值是 0 或 1 的组合；当输出模式选择用户输出信号时，用户可在用户输出数值处输入一个数值来控制相应的线路输出 0 或 1 此处的数值只有二进制的低三位有效，例如当 line1、line3 设置为用户输出模式时，且用户输出值设置为 4（'b100），那么此时 line3 输出 1，line1 输出 0，如下图所示： UserOutput Value: 1 0 0 Line: line3 line2 line1 LSB
计数器模式信号源	当在捕获与分辨率组的触发源组合框中选择计数器模式时，计数器模式信号源可以是光耦隔离输入、GPIO0或GPIO1；
计数器数值	在组选择计数器触发源时，计数器数值用于对外部输入的触发信号进行分频。详见表 14 中计数器的描述；
计数器复位	单击重置按钮可以清除当前的计数并开始新的计数；
脉冲模式信号源	当在捕获与分辨率组的触发源组合框中选择PWM时，脉冲模式信号源可以是光耦隔离输入、GPIO0或GPIO1；
高级	始终启用软件触发 选中该按钮，无论触发源是软件还是硬件，软触发按钮（单张、循环、和多张）总是使能的；如果在选项>序列页面的类型组合框选择了计划或硬件，则多张按钮将切换为序列按钮；如果 a)在当在捕获与分辨率组的触发源组合框中选中了软件触发源或 b)在选项>高级页选中始终启用软件触发，序列按钮将会使能。在这种情况下，计划和硬件的序列捕获都支持；
	UART 在高级界面中有串口功能，可与外部设备进行串口通信，勾选启用可能该功能。使能后 GPIO0 和 GPIO1 将只能用作 UART 传输；波特率支持 9600-115200。线缆选择可以对 GPIO0 和 GPIO01 进行配置，可分别配置为 TX 或 RX。在 TX 处设置一个数值，点击发送即可发送设置的数值；在 RX 处点击接受即可收到外部设备传来的数值；
	快门模式 如果相机支持则使能。用户可选择卷帘快门或全局复位；
	曝光有效信号模式 如果相机支持则使能。用户可选择指定行或共同曝光时间；
	曝光开始行 选择曝光有效信号模式的指定行时使能。配置曝光有效信号何时生效；

曝光结束行选择曝光有效信号模式的**指定行**时使能。配置**曝光有效信号**何时无效；

6.2 应用程序安装

软件方面，欢迎客户访问我们的软件网站：<https://touptek.com/download/>，下载最新的 ToupView。也可以和 ASCOM，DirectShow SDK 一起使用。如果第三方软件与这些 SDK 兼容，客户也可以从我们的网站下载软件驱动，安装到第三方软件中。

6.3 ToupView 介绍

ToupView 是一款集摄像控制、图像采集处理、图像浏览和分析功能于一体的专业软件。ToupView 具有以下特点：

- x86: XP SP3及以上；CPU支持SSE2及以上
- x64: Win7 及以上
- 支持视频模式和触发模式（Raw格式或RGB格式）
- 自动捕获和快速记录功能
- 支持多种语言
- 硬件 ROI 和数字 binning 功能
- 丰富的图像处理功能，如图像拼接、实时叠加、平场校正、暗场校正等
- 支持所有的 ToupTek 相机

6.3.1 用户界面设计

- 菜单和工具条设置合理确保快速操作
- 专业集成了5个侧边栏--相机、文件夹、撤销/重做、图层、测量
- 舒适的操作方法（双击或右键上下文菜单）
- 详细的帮助手册

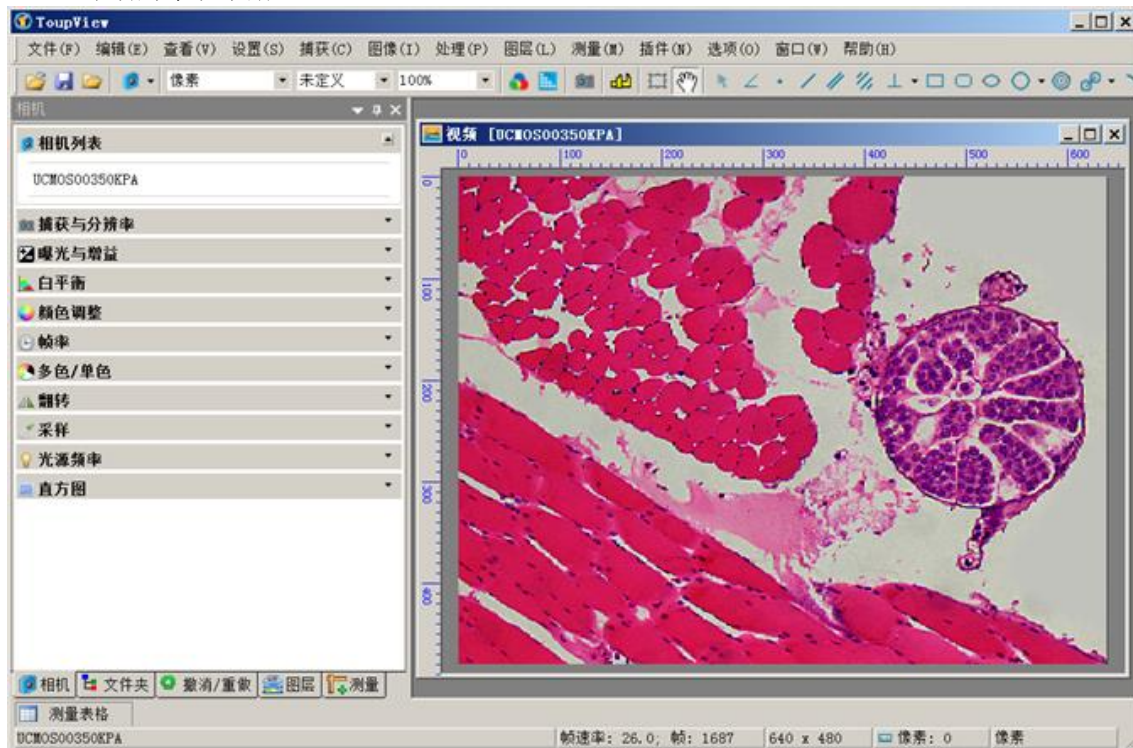


图 26 ToupView 视频窗口

6.3.2 专业的相机控制面板

捕获和分辨率	设置实时和静态捕获、抓拍图像或录制视频
曝光与增益	自动曝光(预设曝光目标值)，手动曝光(曝光时间可以手动输入与滑动条设置)；增益高达 5 倍
白平衡	高级单击智能白平衡设置、更可通过手动设置色温与色彩调整白平衡
颜色调整	色彩、饱和度、亮度、对比度、伽马值初始高速调整功能
帧速率控制	针对不同的电脑与 USB 性能，可通过调整帧速率实现相机超强的兼容
翻转	选择“水平”或“垂直”可调节样品方向确保同目视系统方向一致
采样	邻域平均可以提高视频流的信噪比；而抽样提取模式可以保证视频流的锐度。支持视频流的直方图扩展、图像负片与正片切换，灰度校准，清晰度因子计算以方便视频对焦
位深度	8、12 位切换，8 位是基本的 Windows 图像格式。12 位有更高的图像质量，但会降低帧速率
ROI	ROI, Region of interest 该功能可以设置视频窗口的 ROI 值。ROI 组展开后，在视频窗口中间会出现一个矩形框，可以更改 ROI。鼠标可调整 ROI 的大小，如果 ROI 没有问题，点击“应用”将视频设置为 ROI 大小，默认值将恢复到原来的大小
暗场校正	要启用暗场校正，首先应该捕获案场图像，然后单击 Enable。选中启用将启用暗场校正。不选中它将禁用暗场校正
制冷	设置 TEC 目标温度、风扇开/关
参数保存	装载、保存、覆盖、载入，导出自定义相机面板控制(包括校准信息，曝光参数与颜色设置信息等)

6.3.3 专业与实用的图像处理功能

视频功能	各种视频专业处理功能：视频广播、定时捕获、视频录像、视频水印、水印移动对准、水印旋转对准、视频网格叠加、视频测量、视频定标、灰度定标校准、视频高动态(HDR)、视频景深扩展、视频图像拼接、视频比例尺、日期等叠加
图像处理与增强	图像对比度控制与调整、图像去噪，各种图像滤波算法，图像数学形态学算法，图像旋转，图像缩放以及图像打印等
图像叠加	ToupView 图像叠加去噪功能引入先进的图像匹配技术，用户只需录制自己待叠加图像的一小段视频，就能够在视频多帧图像之间存在位移、旋转及放大率改变的情况下叠加输出高保真的图像，简单易用

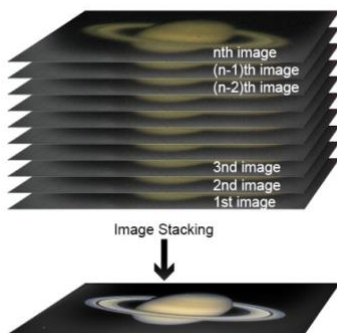


图 27 图像叠加去噪

6.3.4 超强的兼容性

相机视频接口	提供 Twain, DirectShow, Labview, SDK 安装包(原生 C++、C#)
支持操作系统	兼容 Microsoft® Windows® XP / Vista / 7 / 8 / 10 (32 & 64 bit), Mac OSX, Linux
语言支持	语言支持可手动添加，目前支持英文，简体中文，繁体中文，德语，日语，俄语，法语，意大利语，波兰语，土耳其语

6.3.5 硬件基本需求

PC 基本配置要求	CPU: Intel Core 2 2.8GHz 或更高
-----------	------------------------------

	内存: 2GB or more
	USB 接口: USB3.0/USB2.0 接口
	显示器: 17" 或更高
	CD-ROM

6.4 软件开发说明

6.4.1 SDK 说明

SDK 的下载链接如下:

<http://www.touptek.com/download/showdownload.php?lang=en&id=32>

6.4.2 SDK 支持平台

- Win32:
 - x86: XP SP3 及以上版本; CPU 至少需要支持 SSE2 指令集;
 - x64: Win7 及以上版本;
 - arm: Win10 及以上版本;
 - arm64: Win10 及以上版本;
- WinRT : x86, x64, arm, arm64; Windows10及以上版本;
- macOS: universal (x64+x86) ; macOS10.10及以上版本;
- Linux: 内核2.6.27及以上:
 - x86: CPU 至少需要支持 SSE3 指令集; GLIBC2.8 及以上;
 - x64: GLIBC2.14 及以上;
 - Armel: GLIBC2.17 及以上; 由 arm-linux-gnueabi(版本 5.4.0)编译;
 - Armhf: GLIBC2.17 及以上; 由 arm-linux-gnueabi(版本 5.4.0)编译;
 - arm64: GLIBC2.17 及以上; 由 aarch64-linux-gnu(版本 5.4.0)编译;
- Android: arm : armeabi-v7a ; arm64 : arm64-v8a, x86 ; x64 : x86_64 ; 由android-ndk-r18b编译。

6.4.3 SDK 内容简介

ToupCam 系列相机支持多种 API, 包括: Native C/C++, .NET/C#/VB.NET, Python, Java, DirectShow, Twain, LabView, Matlab 等等。Native C/C++ API 作为底层(Low Level) API 相比较其他 API 的特点是使用纯 C/C++开发, 不依赖其他的运行时库, 接口简洁, 控制灵活。本 SDK 压缩包包含了所有需要用到的资源和信息, 目录如下:

- Inc:
 - toupcam.h, C/C++头文件;
- win: Microsoft Windows 平台文件
 - ◆ dotnet:
 - toupcam.cs, 支持 C#. toupcam.cs 使用 P/Invoke 调用至 toupcam.dll。请把 toupcam.cs 拷贝到你的 C#工程中使用;
 - toupcam.vb, 支持 VB.NET。toupcam.vb 使用 P/Invoke 调用至 toupcam.dll。请把 toupcam.vb 拷贝到你的 VB.NET 工程中使用;

◆ x86:

toupcam.lib, x86 lib 文件;
 toupcam.dll, x86 动态库文件;
 updatefw.exe, firmware 升级工具;
 *.exe, 一些 demo 程序 exe 文件。

● x64:

toupcam.lib, x64 lib 文件。
 toupcam.dll, x64 动态库文件。
 *.exe, 一些 demo 程序 exe 文件。

● arm:

toupcam.lib, arm lib 文件。
 toupcam.dll, arm 动态库文件。

● arm64:

toupcam.lib, arm64 lib 文件。
 toupcam.dll, arm64 动态库文件。

● winrt:

适用于 WinRT/UWP (Universal Windows Platform) /Windows Store App 的动态库文件。它们和 Windows Runtime 兼容, 可以被 Universal Windows Platform app 引用。如果使用 C#开发 UWP, 可以使用 toupcam.cs 包装类。

请注意: uwp 只能用 winusb 驱动, 不能使用私有驱动。如果已安装, 请在设备管理器中卸载私有驱动, 之后 Windows 会自动使用 Winusb。

uwp 的 DeviceCapability, 参阅 How to add USB device capabilities to the app manifest。

● drivers: (2017.1.1 之后生产的相机支持 WinUSB, 在 Windows8 及以上版本上不再需要安装驱动)

x86 文件夹包含 x86 的内核态驱动文件, 包括 toupcam.cat, toupcam.inf 和 toupcam.sys。

x64 文件夹包含 x64 的内核态驱动文件, 包括 toupcam.cat, toupcam.inf 和 toupcam.sys。

● samples:

1.democpp, C++例子, 本例子演示了枚举设备, 打开设备, 预览视频, 抓拍图像, 设置分辨率, 触发, 多种图片格式(.bmp, .jpg, .png 等)保存图像到文件, wmv 格式录像, 触发模式, IO 控制等等。这个例子使用了 Pull Mode 机制。为了保持代码整洁, 例子使用的 WTL 库可以从这个链接下载 <http://sourceforge.net/projects/wtl/>。

2.demopush, C++例子, 使用 Push Mode 机制, StartPushModeV3。

3.demomfc, 一个简单 C++例子, 使用 MFC 作为 GUI 库, 支持打开设备, 预览视频, 抓拍图像, 设置分辨率, 多种图片格式(.bmp, .jpg, .png 等)保存图像到文件等等。这个例子使用了 Pull Mode 机制。

4.demowinformcs1, C# winform 例子, 支持打开设备, 预览视频, 抓拍图像, 保存图片到文件, 设置白平衡。这个例子使用了 Pull Mode 机制, StartPullModeWithWndMsg。

5.demowinformcs2, C# winform 例子, 支持打开设备, 预览视频, 抓拍图像, 保存图片到文件, 设置白平衡。这个例子使用了 Pull Mode 机制, StartPullModeWithCallback。

6.demowinformcs3, C# winform 例子, 支持打开设备, 预览视频, 抓拍图像, 保存图片到文件, 设置白平衡。这个例子使用了 Push Mode 机制, StartPushMode。

7.demowinformvb, VB.NET winform 例子, 支持打开设备, 预览视频, 抓拍图像, 保存图片到文件, 设置白平衡。这个例子使用了 Pull Mode 机制。

- linux: Linux 平台文件
Udev: 99-toupcam.rules, udev rule 文件;
请参考: http://reactivated.net/writing_udev_rules.html;
- c#: toupcam.cs, 支持 .Net Core C#。toupcam.cs 使用 P/Invoke 调用至 libtoupcam.so。请把 toupcam.cs 拷贝到你的 C# 工程中使用;
- x86: libtoupcam.so, x86 版本 so 文件;
- x64: libtoupcam.so, x64 版本 so 文件;
- armel: libtoupcam.so, armel 版本 so 文件, toolchain 为 arm-linux-gnueabi;
- armhf: libtoupcam.so, armhf 版本 so 文件, toolchain 为 arm-linux-gnueabihf;
- arm64: libtoupcam.so, arm64 版本 so 文件, toolchain 为 aarch64-linux-gnu;
- android: Android 平台 arm, arm64, x86, x64 四种架构的 libtoupcam.so;
- mac: macOS 平台文件;
- python: toupcam.py 和例子代码;
- java: toupcam.java 和例子代码 (控制台和 Swing);
- doc: SDK 使用文档, 简体中文, 英文;
- sample:
demosimplest, 最简单的例子, 大约 60 行代码;
demoraw, RAW 数据和静态抓拍, 大约 120 行代码;

6.4.4 第三方接口软件

- directshow: DirectShow SDK 和 demo 程序;
- twain: TWAIN SDK;
- labview: Labview SDK 和 demo 程序;
- matlab: MatLab demo 程序;
- Micromanager;

7 sMAX04BM-CL100 相机应用程序

7.1 CameraLink 连接

连接两条 CameraLink 线：相机上的 SDR1 接口连接采集卡的 CL1 接口，相机上的 SDR2 接口连接采集卡的 CL2 接口。

注意：如果相机端和采集卡端连接交叉，相机将无法工作，请特别注意。

7.2 软件安装

7.2.1 安装 SDK

win10 系统可直接选择图 28 的 exe 安装 SDK；win7 系统请先安装图 29 的驱动。

名称	修改日期	类型	大小
SaperaLTSDKSetup_8.60.exe	2023/4/28 13:49	应用程序	413,617 KB
Xtium2-CL MX4.pdf	2023/4/28 13:59	Microsoft Edge ...	4,426 KB
xtium-cl_mx4_130000311.exe	2023/4/28 13:49	应用程序	43,574 KB

图 28

SaperaLTSDKSetup_8.60.exe	2023/4/28 13:49	应用程序	413,617 KB
Windows6.1-KB3033929-x64.msu	2023/8/24 10:37	Microsoft 更新独...	44,843 KB
Xtium2-CL MX4.pdf	2023/4/28 13:59	Microsoft Edge ...	4,426 KB
xtium-cl_mx4_130000311.exe	2023/4/28 13:49	应用程序	43,574 KB

图 29

7.2.2 安装选项

下图为需要选择的界面，其余步骤可直接点击下一步或 next。

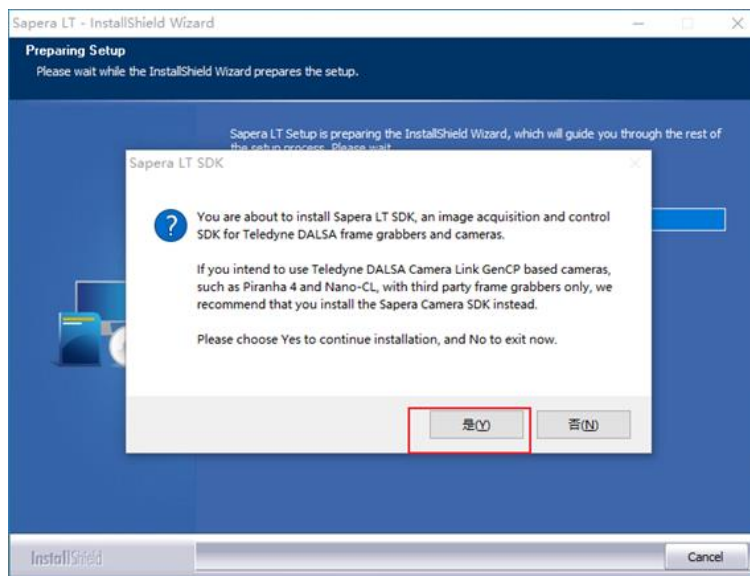


图 30

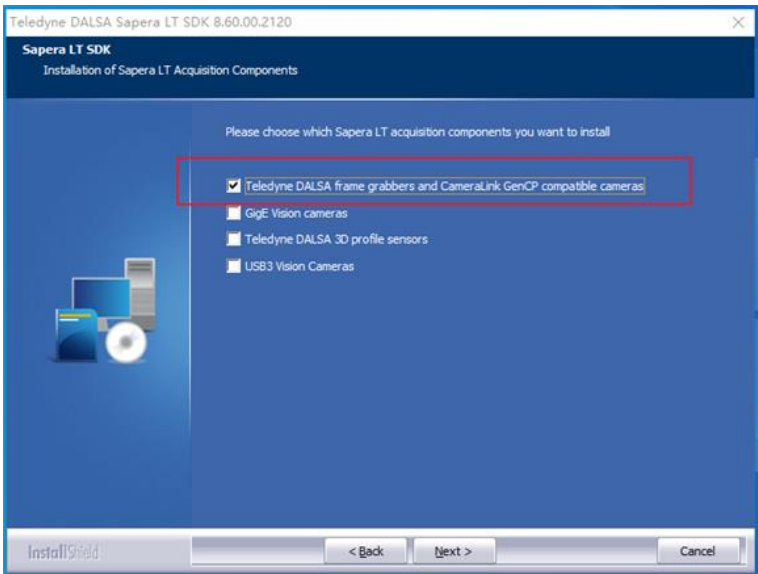


图 31

7.2.3 安装驱动

图 32 的 exe 为我司目前使用的采集卡（xtium-cl_mx4）的驱动，dalsa 不同采集卡驱动不同。采集卡驱动安装步骤可全部点击下一步或者 next。

 SperaLTSDKSetup_8.60.exe	2023/4/28 13:49	应用程序	413,617 KB
 Xtium2-CL MX4.pdf	2023/4/28 13:59	Microsoft Edge ...	4,426 KB
 xtium-cl_mx4_130000311.exe	2023/4/28 13:49	应用程序	43,574 KB

图 32

安装完成后重启电脑。

7.3 Delsa 采集卡配置

7.3.1 串口配置

找到 DALSA 配套工具中图 33 的软件 Spera Configuration，打开后在图 34 所示处修改 COM port mapping（optional）为需要的端口（目前为 COM2），按照程序要求重启电脑。

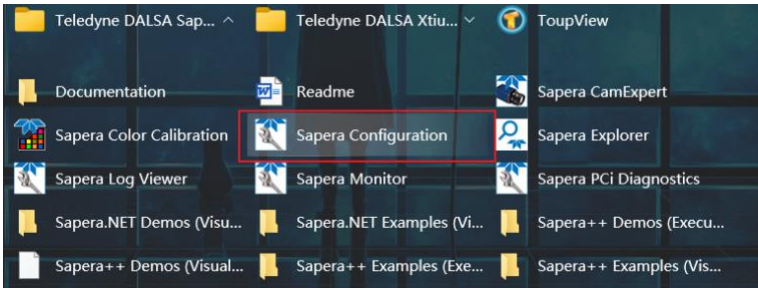


图 33

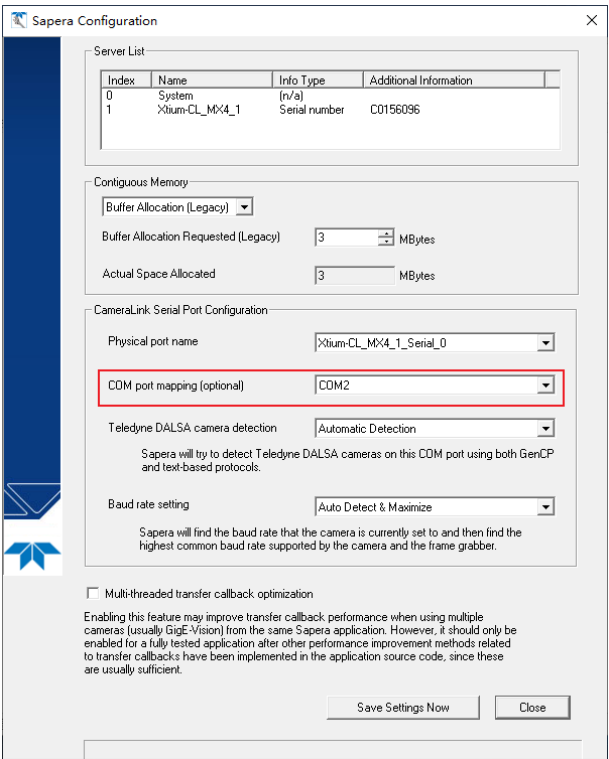


图 34 串口配置对话框

7.3.2 CameraLink 模式配置

打开图 35 中的软件，确认是否为图 36 所示。若不是请点击图 36 中的 Manual 按钮修改为图 37 所示，点击 tart Updat 按钮，等待更新完成，如出现报错，请确认串口控制是否关闭。

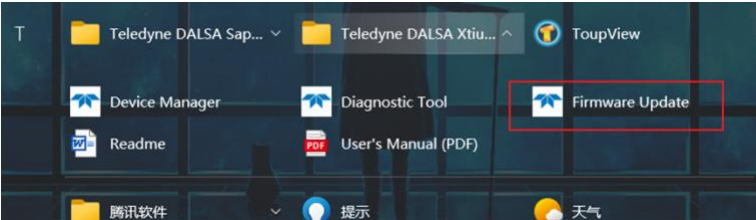


图 35

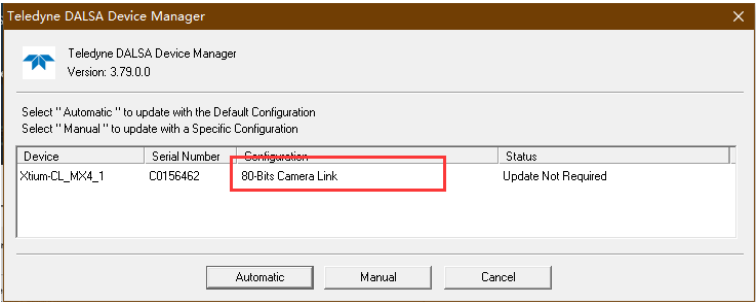


图 36

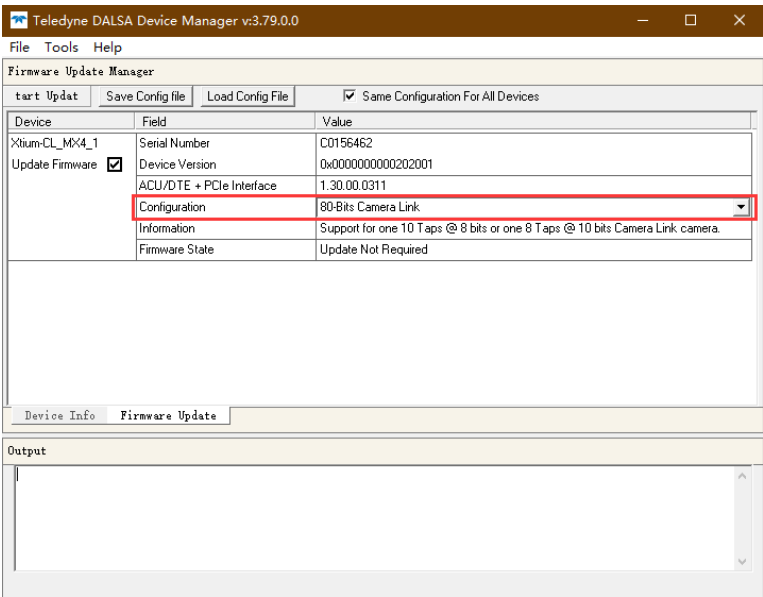


图 37

7.3.3 CameraLink 接收配置

打开 DALSA 的 Sapera CamExpert 软件后，单击图 38 箭头位置，选择 sMAX04BM_CL_10bit_8Ports_V1.0.ccf，加载 CameraLink 接收格式配置信息。

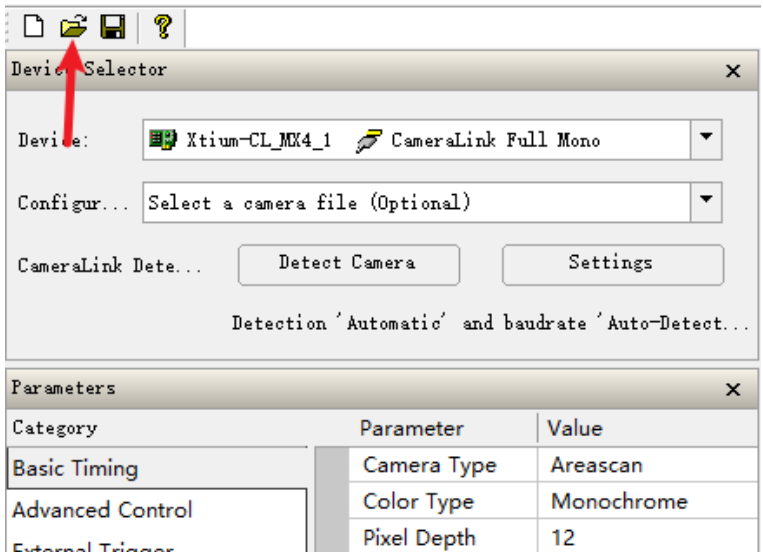


图 38 加载 CameraLink 接收格式配置信息

排列方式如图 39 所示（使用上述 ccf 文件不需要修改排列方式）。

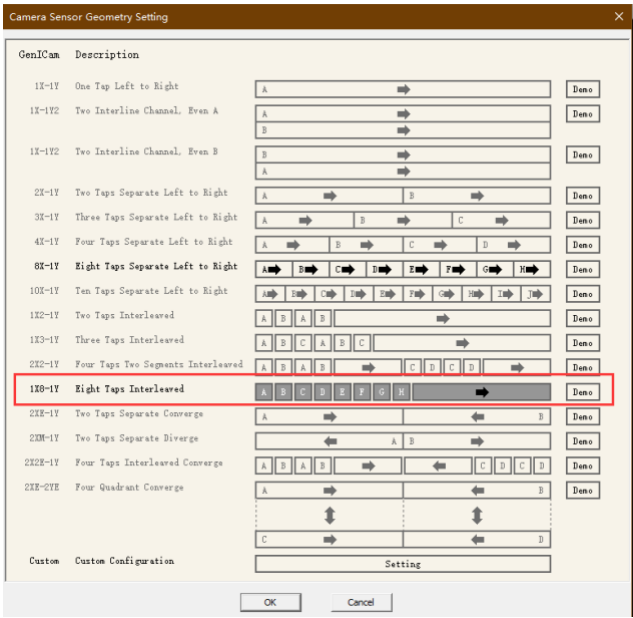


图 39 排列方式

7.3.4 CameraLink 接收配置内容

下图为分辨率和位深度设置。

Parameter	Value
Camera Type	Areascan
Color Type	Monochrome
Horizontal Activ...	2048
Horizontal Offs...	0
Vertical Active (...)	2048
Vertical Offset (...)	0
Pixel Clock Inp...	85
Camera Sensor...	1X8-1Y
PoCL	Disabled
PoCL Status	Not Active

图 40

Camera Sensor Geometry Setting 步骤如图 41 和图 42。

Parameter	Value
Camera Type	Areascan
Color Type	Monochrome
Horizontal Activ...	2048
Horizontal Offs...	0
Vertical Active (...)	2048
Vertical Offset (...)	0
Pixel Clock Inp...	85
Camera Sensor...	1X8-1Y
PoCL	Disabled
PoCL Status	Not Active

图 41

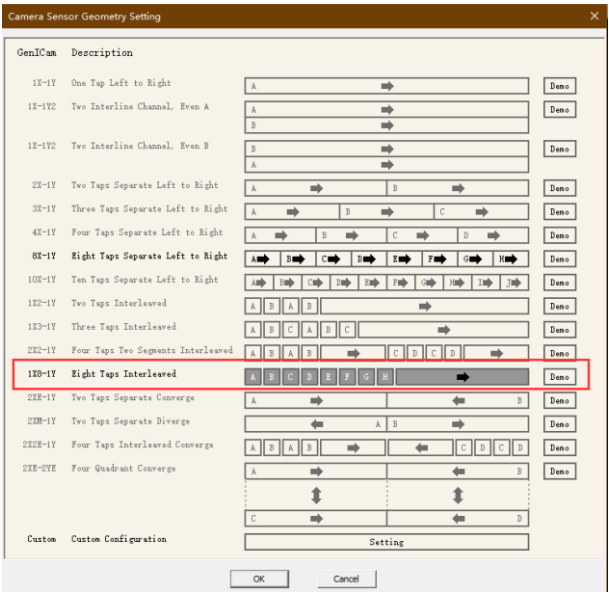


图 42

7.4 GenIcam 使用

7.4.1 通信设置

进入图 43 界面设置为图 44 的内容。

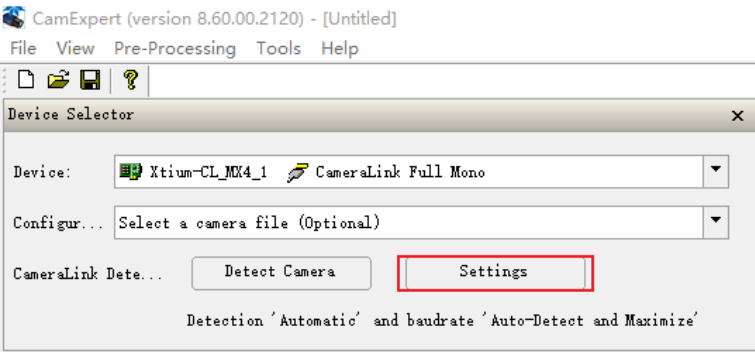


图 43

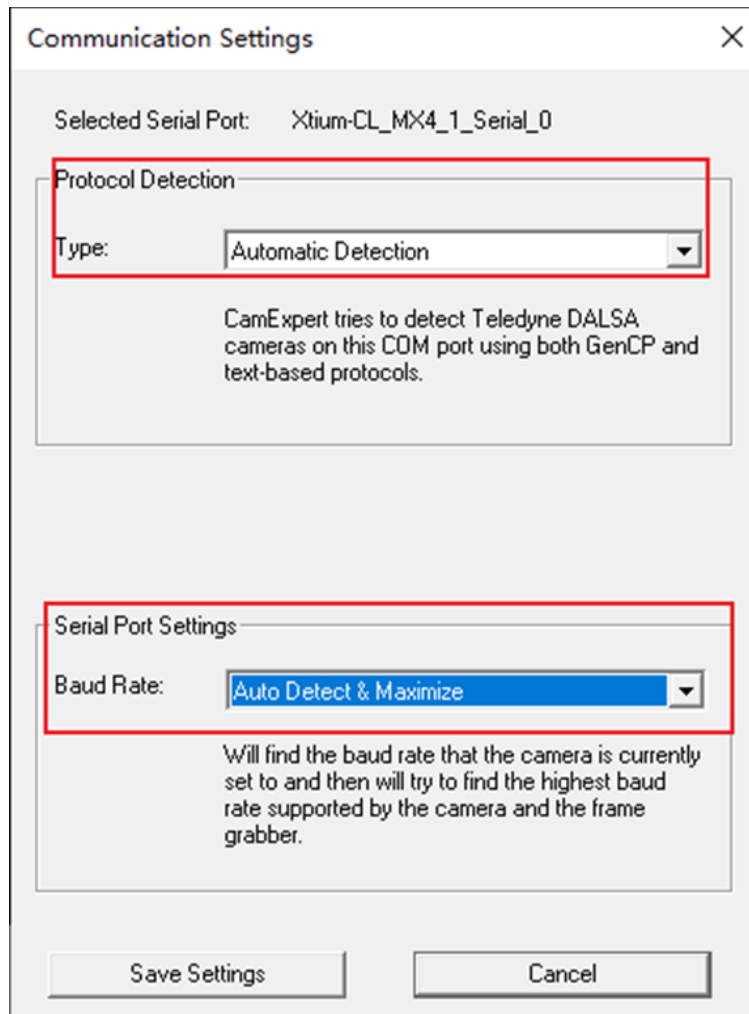


图 44

设置完成后，正确连接相机，并重启 CamExpert，软件界面会出现图 45 内容。

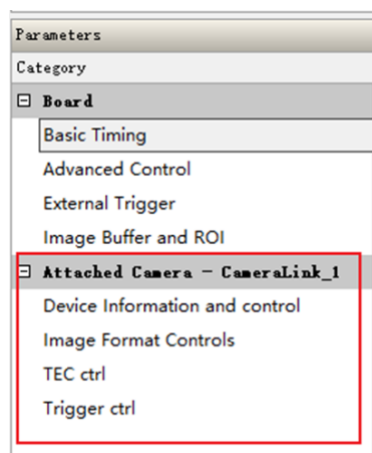


图 45

7.5 GenIcam 内容介绍

7.5.1 Device Information and control

如图 46 所示，包含设备部分基本信息，曝光时间控制、增益控制、帧率控制和 TEC 温度显示。

Category	Parameter	Value
Board	Manufacturer ...	touptek hangzh
	Device Family	toupswir
	Model Name	toupswir331k
	Serial Number	...
	expo time	100
Attached Camera - ...	gain	Middle Gain
	Frame Frequency	700
	Deniose mode ...	Enable
	Deniose level	5
	TEC_temp	0.4
Show More >>		

图 46

7.5.2 Image Format Controls

图 47 为 ROI 控制。

Parameters			
Category	Parameter	Value	
Board	Horizontal Offset	0	
	Vertical Offset	0	
	Width	640	
	Height	512	
	Show More >>		
Attached Camera - CameraLink_1	Device Information and control		
	Image Format Controls		
	TEC ctrl		
	Trigger ctrl		

图 47

7.5.3 TEC Ctrl

如图 48 所示，TEC Ctrl 包含 TEC 温度控制、TEC 开关、风扇开关和 TEC 温度显示，单位为摄氏度。

Category	Parameter	Value
Board Basic Timing Advanced Control External Trigger Image Buffer and ROI	set temp	0.0
	TEC mode select	Enable
	Fan mode select	Enable
	TEC_temp	-1.5
	Show More >>	
Attached Camera - ... Device Information and ... Image Format Controls TEC ctrl Trigger ctrl		

图 48

7.5.4 Trigger ctrl

如图 49 所示为触发控制内容设置，包含基本的触发设置内容。

Parameters		
Category	Parameter	Value
Board Basic Timing Advanced Control External Trigger Image Buffer and ROI	Tri mode	Disable
	Softalways	Disable
	TriSource	Opt_in
	TriActivation	rising edge
	Burst Counter	0
Attached Camera - ... Device Information and ... Image Format Controls TEC ctrl Trigger ctrl	CounterSource	Opt_in
	Counter Value	0
	PWMSource	Opt_in
	Soft trigger	Disable
	Tirgger Delay0	0
	Tirgger Delays	0
	Output Mode0	0
	DurationTime	0
	PreDelay	0
	OutputDelay	0
	UserValue	Opt_in
	TriProhibited	4100
	Counter Reset	Disable
	Debounce0	0
	Line Inverter	-Invalid value-
	OutputCounter	1

图 49

7.6 相机指令

7.6.1 基本格式

本相机使用 CameraLink 的串口作为通讯口，串口波特率为 115200，8 位，无校验位方式。

协议格式兼容标准的 GENICAM gencp 1.0，详细说明可参考 GENICAM 协议。

协议指令采用寄存器访问方式实现，各个功能采用不同寄存器地址区分和定义，协议数据分为通用部分和专用部分。协议数据前面为通用部分后面为专用部分，通用部分固定为 16 个字节的长度，专用部分长度依照功能的不同长度可变。

通用部分 16 字节格式说明如下（通用部分所有的字段均采用高字节在前的 Big-Endian 格式）：

假设十六个字节数据分别为：D0, D1, D2, D3, D4, D5, D6, D7, D8, D9, D10, D11, D12, D13, D14, D15，对于命令的执行，协议规定上位机为主动发起端，设备为被动响应端。

1. D0, D1 为两个前置字节，固定为 0x01, 0x00。
2. D2, D3 为通用部分数据的校验字，校验部分从 D6, D7 到 D14, D15 采用的是双字节的 CRC 冗余校验，高字节在前（Big-Endian）。
3. D4, D5 为总的协议数据的校验字，校验部分从 D6, D7 到整个协议数据的尾部，同样采用的是双字节的 CRC 冗余校验，高字节在前（Big-Endian）。
4. D6, D7 为通道 ID，目前设备通道固定为 0，采用通道 0，数据为 0x00, 0x00。
5. D8, D9 为通用标志字段，对于上位机如果为 0x40, 0x01 表示发送正常功能申请，且需要设备响应，如果为 0x00, 0x01 表示发送正常功能申请，且不需要设备响应。对于设备端响应时该字段为 0x00, 0x00 表示设备接收正确，没有异常。
6. D10, D11 为命令 ID，是通用命令定义字段，对于上位机读数据时为 0x08, 0x00，写数据时为 0x08, 0x02。对于设备端响应读数据时为 0x08, 0x01，响应写数据时为 0x08, 0x03。
7. D12, D13 表示专用部分数据的长度。
8. D14, D15 为 sequence ID，对于上位机而言，每发送一次指令 sequence ID 都需要加一。对于设备端响应时 sequence ID 保持相同的值，以确保上位机的得到设备端指令正确执行的确认。

7.6.2 专用部分格式

对于专用部分格式主要分两读和写寄存器两种（寄存器及长度字段固定为高字节在前的 Big-Endian 格式，其余数据部分可以为 Big-Endian，也可以为 Little-Endian，依照自定义）

1. 上位机读寄存器数据时的专用部分格式说明

整个专用数据长度为 12 字节，假如数据为 R0, R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7, X0, X1, X2, X3，其中 R0~R7 为需要读取的寄存器地址；X0, X1 固定为 0x00, 0x00；X2, X3 为需要读取数据的长度（长度为该寄存器定义的合法长度，各个寄存器读写的长度均有规定）。

2. 设备端响应上位机读寄存器数据时的专用部分格式说明

整个专用数据为需要读取的数据，没有其他字段；长度依照读取的数据的长度不同而不同，假如数据为 X1, X2, X3.....Xn；读取的数据长度为 n。

3. 上位机写寄存器数据时的专用部分格式说明

上位机写寄存器数据时的专用部分数据由寄存器和数据两部分组成，如

R0, R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7, X1, X2, X3.....Xn；R0~R7 为寄存器地址(REG_ADDR)，X1~Xn 为需要写的数据，所写数据长度为 n，长度为该寄存器规定的合法长度。

4. 设备端响应上位机写寄存器数据时的专用部分格式说明

当设备端成功执行上位机写数据时，设备端响应的专用数据部分固定为：0x00, 0x00, 0x00, 0x00。

7.6.3 各寄存器定义

ADDR_BASE = 0x0000000020000000

REG_ADDR = ADDR_BASE + ADDR_OFFSET

序号	寄存器功能	寄存器地址 (ADDR_OFFSET)	寄存器取值	默认参数	数据长度	R/W	数据顺序
1	ROI 列数	0x070	0-2047	0	4byte	RW	little
2	ROI 列起始位置	0x080	0-2047	2048	4byte	RW	little
3	ROI 行数	0x090	0-2047	0	4byte	RW	little
4	ROI 行起始位置	0x0A0	0-2047	2048	4byte	RW	little
5	曝光时间	0x200	16~100000(us)	100	4byte	RW	Big
6	帧率控制	0x230	1~700	700	4byte	RW	Big
7	去噪等级	0x280	1~10	5	4byte	RW	Big
8	TEC 温度设置	0x330	T (°C) = data/10, 二进制补码	0	4byte	RW	Big
9	TEC 温度读取	0x340	T (°C) = data/10, 二进制补码		4byte	R	Big
10	TEC 开关控制	0x350	1 为开, 0 为关	1	4byte	RW	Big
11	风扇控制	0x360	1 为开, 0 为关	1	4byte	RW	Big
12	自动曝光开关	0x390	1 为开, 0 为关 (暂不支持)	0	4byte	RW	Big
13	tri_mode	0x400	0-Normal Mode 1-Trigger Mode	0	4byte	RW	Big
14	soft_always_en	0x410	0-soft disable 1-soft always enable	0	4byte	RW	Big
15	tri_source_i	0x420	trigger source: 0-Opt_in 1-GPIO_0 2-GPIO_1 3-counter 4-PWM 5-software	0	4byte	RW	Big
16	tri_activation_i	0x430	0-rising edge; 1-falling edge; 2-level high; 3-level low	0	4byte	RW	Big
17	burst_counter_i	0x440	continuous acquisition 0-65535	0	4byte	RW	Big
18	counter_source_i	0x450	0-Opt_in 1-GPIO_0 2-GPIO_1	0	4byte	RW	Big
19	counter_value_i	0x460	Frequency division coefficient	0	4byte	RW	Big
20	pwm_source_i	0x470	0-Opt_in 1-GPIO_0 2-GPIO_1	0	4byte	RW	Big
21	IO_link	0x480	0bit: GPIO_0: 0-input, 1-output 1bit: GPIO_1: 0-input, 1-output	0	4byte	RW	Big
22	soft_start	0x490	software trigger	0	4byte	W	Big
23	tri_delay_0_i	0x4a0	when the Opt_in trigger assert, the start of exposure will delay 0-32xffff ffff (cycle)	0	4byte	RW	Big
24	tri_delay_1_i	0x4b0	when the GPIO_0 trigger assert, the start of	0	4byte	RW	Big

			exposure will delay 0-32xffff ffff (cycle)				
25	tri_delay_2_i	0x4c0	when the GPIO_1 trigger assert, the start of exposure will delay 0-32xffff ffff (cycle)	0	4byte	RW	Big
26	tri_delay_s_i	0x4d0	when the software trigger assert, the start of exposure will delay 0-32xffff ffff (cycle)	0	4byte	RW	Big
27	output_mode_0_i	0x4e0	Opt_out output mode: 0-Frame Trigger Wait 1-Exposure Active 2-Strobe 3-User output	0	4byte	RW	Big
28	output_mode_1_i	0x4f0	GPIO_0 Output mode: 0-Frame Trigger Wait 1-Exposure Active 2-Strobe 3-User output	0	4byte	RW	Big
29	output_mode_2_i	0x500	GPIO_1 output mode: 0-Frame Trigger Wait 1-Exposure Active 2-Strobe 3-User output	0	4byte	RW	Big
30	duration_time_i	0x510	Strobe duration time: effective time 0-32xffff ffff (cycle)	0	4byte	RW	Big
31	pre_delay_i	0x520	advance the exposure time 0-32xffff ffff (cycle)	0	4byte	RW	Big
32	output_delay_i	0x530	later than exposure time 0-32xffff ffff (cycle)	0	4byte	RW	Big
33	user_value	0x540	Opt_out--user value	0	4byte	RW	Big
34	tri_prohibited_i	0x550	next trigger rising prohibited time 4100~32xffff ffff (cycle)	4100	4byte	RW	Big
35	counter_reset	0x560	When counter_reset assert, the counter of trigger will be reseted	0	4byte	W	Big
36	debounce_0	0x570	debounce time: 0-20000us	0	4byte	RW	Big
37	debounce_1	0x580	debounce time: 0-20000us	0	4byte	RW	Big
38	debounce_2	0x590	debounce time: 0-20000us	0	4byte	RW	Big
39	line_inverter	0x5a0	1-enable	3'b111	4byte	RW	Big
40	output_counter_i	0x5b0		1	4byte	RW	Big
41	pause	0x5c0		0	4byte	RW	Big
42	版本号	0x3a0	MCU 版本+最高帧率+固件版本+固件日期		16byte	R	Big
43	降噪控制	0x600	2bit=0,降噪关; 2bit=1,降噪开	0	4byte	W	Big
44	位深切换控制	0x610	8,像素位深度为 8bit 8*8Full 10,像素位深度为 10bit 10*8 80bit 12,像素位深度为 12bit	10	4byte	W	Big

			12*4 Medium 16,像素位深度为 16 *1 Base				
45	传感器模式切换	0x680	2bit=0, 12bit 2bit=1, 11bit 2bit=2, 11bit 高速率	2	4byte	W	Big
46	global reset 模式 切换	0x690	该模式只能在 12bit 下 切换 1 为 global reset 模式, 0 为 12bit 模式	0	4byte	W	Big
47	2-CMS 模式切 换	0x6a0	该模式只能在 12bit 下 切换 1 为 2-CMS 模式, 0 为 12bit 模式	0	4byte	W	Big
48	HDR_K	0x700	HDR 计算参数	2359	4byte	W	Big
49	HDR_B	0x710		2657	4byte	W	Big
50	HDR_TH	0x720		4000	4byte	W	Big
51	ADC/PGA 增益	0x750	0-2100	100	4byte	RW	Big
52	锐化开关/等级	0x290	0: 锐化关闭 锐化等级: 1-100	0	8byte	W	Big

7.7 SDK 及 CLView 软件

7.7.1 SDK

相机控制支持两种模式：1) 通过私有的 SDK 开发包控制；2) 通过 GenICam 接口控制。

7.7.2 CLView 软件



图 50 CLView 软件界面

CLView 软件可以实现对相机的完整控制，并且开源给客户使用，同时提供技术支持。

CLView 软件主要功能描述：

串口控制；
曝光时间控制；
增益模式控制；
ROI 控制；
帧率控制；
触发模式控制；
暗场校正控制；
TEC 和风扇控制；
制冷温度控制；
实时帧率显示；
实时温度监控；
存图；
录像；
在线更新；
接受客户 OEM 功能订制。

7.7.3 CLCtrl 软件

相机可以通过 CameraLink 采集卡软件采集和显示图像的同时，用 CLCtrl 软件来实现控制。注意先开启 CLCtrl 软件，取得串口控制权之后，再开启采集卡软件。

