

SWIR 系列相机用户手册

版本 1.0
2023.04.04



与本出版物相关的所有材料如有更改，恕不另行通知
请联系友思特viewsitec.com下载最新版本。



目录

SWIR 系列相机用户手册	1
1 产品说明及特性	4
2 相机参数和性能	5
2.1 相机参数.....	5
2.1.1 参数列表.....	5
2.1.2 参数指标.....	5
2.2 光谱响应曲线.....	6
2.3 相机运行模式.....	7
2.4 位深度和 ROI 控制.....	7
2.5 带宽和精确帧率控制.....	7
2.5.1 带宽.....	7
2.5.2 精确帧率控制.....	7
2.6 DDR3 缓存	7
2.7 BINNING	8
2.8 DC12V 供电和制冷系统.....	8
2.9 相机性能分析.....	8
2.10 镜头设计指南.....	9
2.11 滤光片	10
3 相机尺寸和外形	12
3.1 相机尺寸.....	12
3.2 相机外形及接口.....	12
3.3 装箱清单.....	13
4 外部 IO 接口定义及电气特性	14
4.1 管脚信号.....	14
4.2 I/O 电器特性	14
4.2.1 光耦隔离输入电路 (line0)	14
4.2.2 光耦隔离输出电路 (line1)	15
4.2.3 输入输出 I/O 电路 (line2/line3)	16
5 触发模式及其配置	18
5.1 视频模式和触发模式.....	18
5.2 触发源及其捕获方式.....	18
5.3 触发捕获和 IO 控制配置	20
6 制冷	24
7 应用程序	25
7.1 应用程序安装.....	25
7.2 ToupVIEW 介绍	25
7.2.1 用户界面设计.....	25
7.2.2 专业的相机控制面板.....	26
7.2.3 专业与实用的图像处理功能.....	26
7.2.4 超强的兼容性.....	26
7.2.5 硬件基本需求.....	26

8	软件开发说明	27
8.1	SDK 说明	27
8.1.1	SDK 支持平台	27
8.1.2	SDK 内容简介	27
8.2	第三方接口软件	29

1 产品说明及特性

SWIR 系列是采用 SONY SenSWIR 锑铟砷芯片的 USB3.0 接口短波红外制冷相机，具有高量子效率和高灵敏度的特点。

SWIR 系列可应用在近红外二区活体显微成像，高光谱成像，激光光斑观测，机器视觉和通用红外探测，近红外光斑检测，光斑拍摄与分析，近红外目标识别，荧光成像，荧光材料成像，图像对比增强，夜视成像，火焰监测，材料缺陷检测，芯片检测，太阳能电池检测，医药化妆品检测，食物、蔬果缺陷检测，粮食分选，塑料分选，透视检测等。

SWIR 系列相机的基本特性如下：

- SONY SenSWIR 锑铟砷芯片
- 内置 TEC 制冷片和外部 TEC 制冷
- 精准控温，温差可达低于环境温度 10 摄氏度
- 光谱响应范围宽：400nm-1800nm
- 5um 像元
- 全局快门
- USB3.0 接口
- 12-bit ADC
- 4Gb 内存
- 支持外部 IO 触发控制

2 相机参数和性能

2.1 相机参数

2.1.1 参数列表

订购代码	传感器型号与尺寸	像素(μm)	G 光灵敏度/暗电流	FPS/分辨率	采样平均	曝光时间
SWIR1300KMA	1.3M/IMX990(M) 1/2"(6.40x5.12) Built-in TEC	5x5	121mV with 1/30s 1.0mV with 1/30s	132@1280x1024 253@640x512	1x1 1x1	15us~60s
SWIR1300KMB	1.3M/IMX990(M) 1/2"(6.40x5.12) External TEC	5x5	121mV with 1/30s 1.0mV with 1/30s	132@1280x1024 253@640x512	1x1 1x1	15us~60s
SWIR330KMA	0.33M/IMX991(M) 1/4"(3.20x2.56) Built-in TEC	5x5	121mV with 1/30s 1.0mV with 1/30s	258.8@640x512 486.1@320x256	1x1 1x1	50us~60s
SWIR330KMB	0.33M/IMX991(M) 1/4"(3.20x2.56) External TEC	5x5	121mV with 1/30s 1.0mV with 1/30s	258.8@640x512 486.1@320x256	1x1 1x1	50us~60s

2.1.2 参数指标

表 1 SWIR 系列相机参数

参数	SWIR1300KMA	SWIR1300KMB	SWIR330KMA	SWIR330KMB
传感器型号	Sony IMX990-AABA-C	Sony IMX990-AABJ-C	Sony IMX991-AABA-C	Sony IMX 991-AABJ-C
传感器类型	InGaAs	InGaAs	InGaAs	InGaAs
光谱范围	400-1800nm	400-1800nm	400-1800nm	400-1800nm
像元尺寸	5.0μm×5.0μm	5.0μm×5.0μm	5.0μm×5.0μm	5.0μm×5.0μm
靶面尺寸	1/2"	1/2"	1/4"	1/4"
帧率&分辨率	70fps@1280*1024(12) 135fps@640*512(12) 132fps@1280*1024(8) 253fps@640*512(8)	70fps@1280*1024(12) 135fps@640*512(12) 132fps@1280*1024(8) 253fps@640*512(8)	137.1fps@640*512(12) 258.6fps@320*256(12) 257.8fps@640*512(8) 486.1fps@320*256(8)	137.1fps@640*512(12) 258.6fps@320*256(12) 257.8fps@640*512(8) 486.1fps@320*256(8)
DDR3 缓存	512MB(4Gb)	512MB(4Gb)	512MB(4Gb)	512MB (4Gb)
转换增益	44.3e/ADU	42.82e/ADU	42.29e/ADU	43.01e/ADU
动态范围	58.7dB	58.74dB	59.7dB	59.64dB
读出噪声	211e-	197.63e-	174.99e-	178.78e-
满井电荷	181.6ke-	175.41ke-	173.23ke-	176.17ke-
最大信噪比	52.6dB	52.44dB	52.39dB	52.46dB
灵敏度	121mV	121mV	121mV	121mV
暗电流	383e/s(0°C) 510e/s(10°C) 638e/s(20°C)	638e/s(20°C)	638e/s(20°C)	638e/s(20°C)
曝光时间范围	15us~60s	15us~60s	50us~60s	50us~60s
增益范围	1x~15x	1x~15x	1x~15x	1x~15x
快门模式	全局快门	全局快门	全局快门	全局快门
Binning 模式	软件 2x2, 3x3, 4x4	软件 2x2, 3x3, 4x4	软件 2x2, 3x3, 4x4	软件 2x2, 3x3, 4x4
数据接口	USB3.0			
数字 I/O	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	Mono8/Mono12			
有效制冷温度	低于环境温度 10°C			
一般参数				
供电方式	USB3.0 接口供电/12V 电源适配器供电			

功耗	<3W (非制冷) / <4.92W (制冷)
温度	工作温度 -20~60°C, 储藏温度 -40~85°C
湿度	20%-80%, 无冷凝
滤光片	400-1800nm (标配); 1030-1800nm (选配)
相机尺寸	80*80*45.5mm
相机重量	384.1g
镜头接口	C 接口
软件	完整的 SDK 开发包/ToupView
操作系统	Win32/WinRT/Linux/macOS/Android
认证	CE, FCC

2.2 光谱响应曲线

Sony IMX990 和 IMX991 的灵敏度为 121mV，光谱响应曲线如图 1，量子效率如图 2 和图 3。

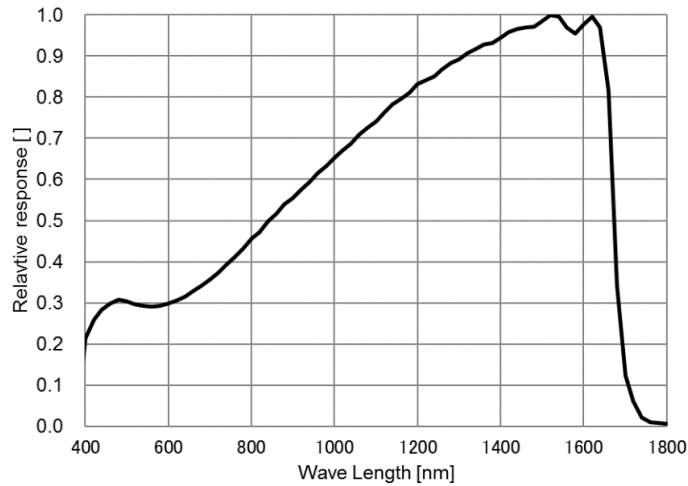


图 1 SWIR 系列传感器的光谱响应曲线

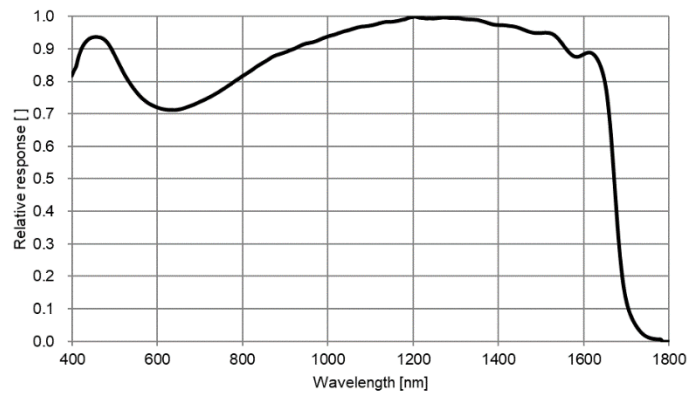


图 2 SWIR 系列传感器的相对量子效率

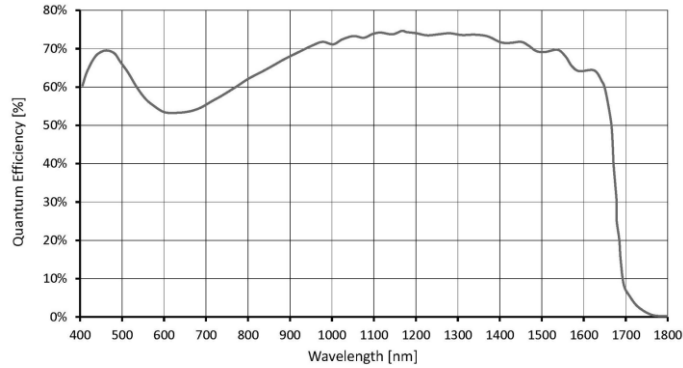


图 3 SWIR 系列传感器的绝对量子效率

2.3 相机运行模式

相机运行模式支持：视频模式或触发模式。

相机触发模式支持：软触发模式或外触发模式（光耦隔离输入、GPIO0、GPIO1、计数器分频模式和脉冲模式（PWM））。

2.4 位深度和 ROI 控制

SWIR 系列内置 12bit ADC。同时相机还支持硬件 ROI，ROI 尺寸越小，帧率越快。

2.5 带宽和精确帧率控制

2.5.1 带宽

SWIR 系列支持从 1%到 100%的带宽调节。如图 4 所示。相机默认为 100%带宽，可左右拖动滑动条设置带宽大小。

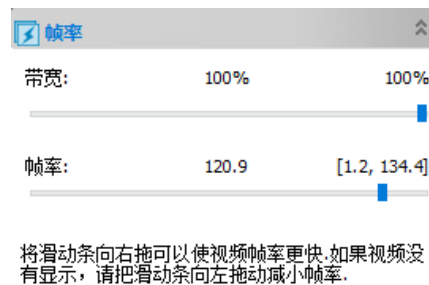


图 4 带宽和精确帧率设置

2.5.2 精确帧率控制

SWIR 系列支持精确帧率控制。帧率范围会根据带宽、位深度、分辨率、ROI 而变化。如图 4 所示，当前帧率可通过左右拖动滑动条来设置。

2.6 DDR3 缓存

SWIR 系列内置 512MB (4Gb) DDR3 缓存，可以有效提高 USB3.0 数据传输的稳定性，确保相机工作时不丢帧。

2.7 Binning

SWIR 系列支持叠加或平均的 1x1 到 8x8 数字 binning，以及平均的 1x1 到 2x2 硬件 binning。硬件 binning 可以获得比软件 binning 更高的帧率。

2.8 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，相机制冷系统无法工作，图像系统会自动切换到 USB 5V 供电，此时相机可以在常规散热模式下正常工作。

相机的制冷系统分为传感器内置 TEC 制冷片和外部 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 5-10°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。

2.9 相机性能分析

相机的性能可以通过 e^-/ADU ，读出噪声（Readout Noise）、满井电荷（Full Well）和动态范围（Dynamic Range）进行评估。

e^-/ADU : CCD/CMOS 相机的增益电子通过读出、放大、模数转换等一系列电路后转换为数字信号的转换系数。转换因子称之为 ADU。

Readout Noise: 读出噪声是衡量相机性能的最重要的参考指标。低读出噪声通常意味着更好的信噪比和更好的图像质量。在读出过程中，电子通过模数转换、放大和处理等步骤产生图像时，就产生了读出噪声。

Full Well: 相机的每个像素所能容纳的电子的最大容量。在噪声和 A/D 转换相同的条件下，传感器的满井电荷容量越大，动态范围越宽。

Dynamic Range: 动态范围是指最大信号除以相机噪声，其中信号强度由满井电荷决定，噪声是暗噪声和读出噪声的总和。动态范围表示相机显示图像中最亮和最暗部分的能力以及两者之间的变化程度。在一个图像中可能有一部分是完全黑色的，而另一部分是完全饱和的。

对于 SWIR 系列，在描述相机性能时，Gain Value 在 xxx% 模式下，这里用 xxx 作为 x 轴 (Gain Value)

$$Rel\ Gain(dB) = 20 * \log_{10}[xxx(Gain\ Value)/100]$$

$$xxx(Gain\ Value) = 100 \times 10^{(Rel\ Gain(dB)/20)}$$

相机的性能参数如下：

- 最大分辨率
- RAW 12 Bit 模式
- 温度：5°C

表 2 SWR1300KMA 相机性能参数

Gain Value	100	125	158	199	251	316	398	501	603	794	1000	1258	1500
Rel Gain (dB)	0.00	1.91	3.93	5.94	7.94	9.96	11.99	14.05	16.07	18.10	20.15	22.07	23.70
e^-/ADU	44.32	35.56	28.21	22.37	17.76	14.08	11.15	8.79	6.97	5.52	4.36	3.49	2.90
Read Noise (e^-)	210.89	209.29	209.71	208.16	207.64	205.12	203.76	202.01	199.78	197.93	198.65	198.47	198.65
Full Well (ke-)	181.55	145.64	115.53	91.64	72.76	57.68	45.68	36.02	28.55	22.60	17.85	14.30	11.86
DR (stop)	9.75	9.44	9.11	8.78	8.45	8.14	7.81	7.48	7.16	6.84	6.49	6.17	5.90

表 3 SWR1300KMB 相机性能参数

Gain Value	100	125	158	199	251	316	398	501	603	794	1000	1258	1500
Rel Gain (dB)	0.00	1.25	1.57	1.97	2.47	3.12	3.91	4.92	6.20	7.77	9.72	11.94	14.32
e-/ADU	42.82	34.37	27.32	21.75	17.31	13.73	10.95	8.71	6.91	5.51	4.40	3.59	2.99
Read Noise (e-)	197.63	196.91	195.76	198.17	195.23	195.78	195.14	196.15	193.04	195.82	203.27	208.32	208.36
Full Well (ke-)	175.41	140.77	111.90	89.07	70.90	56.25	44.84	35.67	28.30	22.57	18.04	14.69	12.25
DR (stop)	9.79	9.48	9.16	8.81	8.50	8.17	7.84	7.51	7.20	6.85	6.47	6.14	5.88

表 4 SWR330KMA 相机性能参数

Gain Value	100	125	158	199	251	316	398	501	603	794	1000	1258	1500
Rel Gain (dB)	0.00	1.89	3.91	5.88	7.88	9.89	11.88	13.87	15.85	17.84	19.82	21.66	23.23
e-/ADU	42.29	34.00	26.98	21.48	17.07	13.54	10.77	8.57	6.82	5.43	4.32	3.49	2.92
Read Noise (e-)	174.99	169.28	172.01	171.45	170.73	169.36	168.80	170.65	173.33	176.87	184.04	189.99	187.34
Full Well (ke-)	173.23	139.27	110.49	87.99	69.90	55.47	44.11	35.08	27.92	22.23	17.69	14.31	11.95
DR (stop)	9.95	9.68	9.33	9.00	8.68	8.36	8.03	7.68	7.33	6.97	6.59	6.24	6.00

表 5 SWR330KMB 相机性能参数

Gain Value	100	125	158	199	251	316	398	501	603	794	1000	1258	1500
Rel Gain (dB)	0.00	1.90	3.90	5.91	7.91	9.93	11.92	13.93	15.92	17.90	19.94	21.70	23.21
e-/ADU	43.01	34.57	27.45	21.79	17.30	13.72	10.91	8.65	6.88	5.48	4.33	3.54	2.97
Read Noise (e-)	178.78	178.53	179.35	178.94	178.17	174.61	174.78	172.38	176.29	181.30	186.37	196.79	197.80
Full Well (ke-)	176.17	141.60	112.42	89.26	70.86	56.18	44.67	35.44	28.18	22.43	17.74	14.49	12.18
DR (stop)	9.94	9.63	9.29	8.96	8.64	8.33	8.00	7.68	7.32	6.95	6.57	6.20	5.94

2.10 镜头设计指南

下面介绍镜头选择的相关信息。

传感器的成像与镜头如图 5 和图 6 所示。

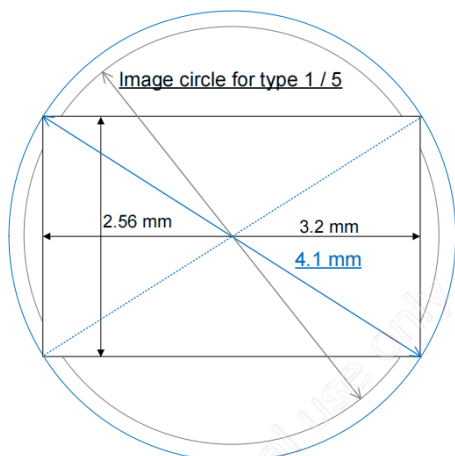


图 5 IMX991 成像圈与像素面积的关系

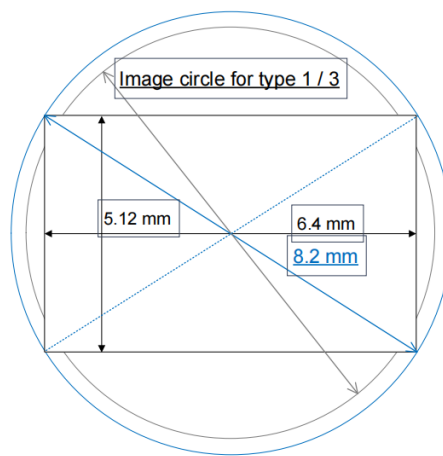


图 6 IMX990 成像圈与像素面积的关系

下图和表格推荐了图像高度从 0-100% 时的 CRA 特性。

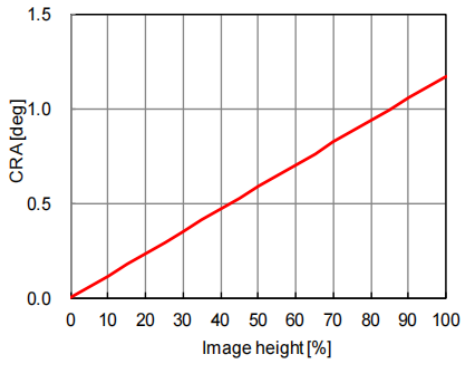


图 7 IMX991 CRA 特性

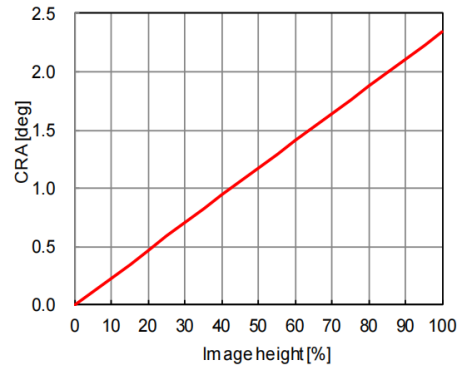


图 8 IMX990 CRA 特性

表 6 CRA (Chief Ray Angle) 特性

IMX991			IMX990		
Image height		CRA (deg)	Image height		CRA (deg)
(%)	(mm)		(%)	(mm)	
0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
5	0.10	0.06	5	0.20	0.12
10	0.20	0.12	10	0.41	0.23
15	0.31	0.18	15	0.61	0.35
20	0.41	0.23	20	0.82	0.47
25	0.51	0.29	25	1.02	0.59
30	0.61	0.35	30	1.23	0.70
35	0.72	0.41	35	1.43	0.82
40	0.82	0.47	40	1.64	0.94
45	0.92	0.53	45	1.84	1.06
50	1.02	0.59	50	2.05	1.17
55	1.13	0.65	55	2.25	1.29
60	1.23	0.70	60	2.46	1.41
65	1.33	0.76	65	2.66	1.53
70	1.43	0.82	70	2.87	1.64
75	1.54	0.88	75	3.07	1.76
80	1.64	0.94	80	3.28	1.88
85	1.74	1.00	85	3.48	1.99
90	1.84	1.06	90	3.69	2.11
95	1.95	1.12	95	3.89	2.23
100	2.05	1.17	100	4.10	2.35

2.11 滤光片

SWIR 系列使用两种滤光片：长波通滤光片 LPF390H 和长波通滤光片 LP1000H。

LPF390H: D25X1MM 截止 200-375HR-透光 400-1800HT-T90-OD5

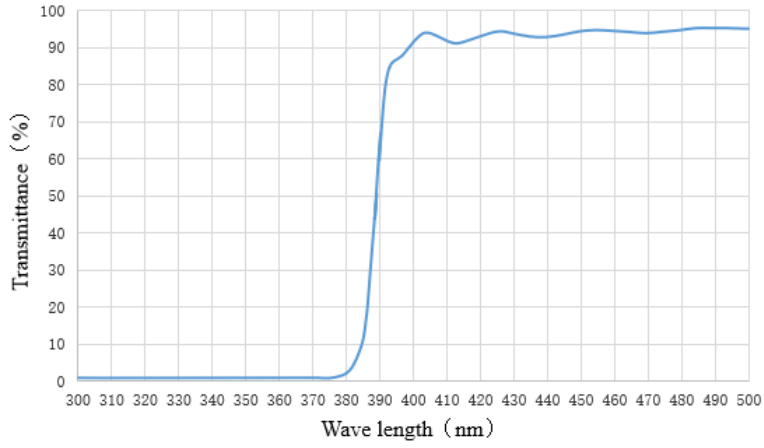


图 9 长波通滤光片 LPF390H 透过率曲线

LP1000H: D25x2MM 200-980HR-1030-1800NM T90-OD5

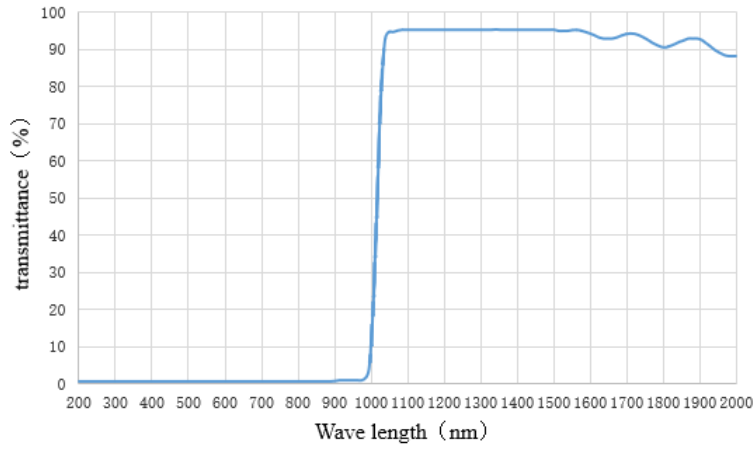


图 10 长波通滤光片 LPF1000H 透过率曲线

3 相机尺寸和外形

3.1 相机尺寸

相机尺寸如图 11 所示。

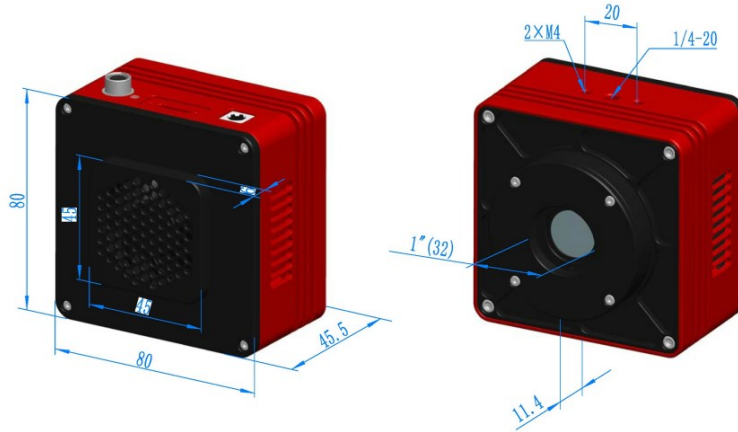


图 11 SWIR 系列尺寸

表 7 SWIR 系列尺寸

参数	规格
尺寸	80*80*45.5mm
接口	C mount

3.2 相机外形及接口

相机外形如图 12 所示，接口介绍如表 8。

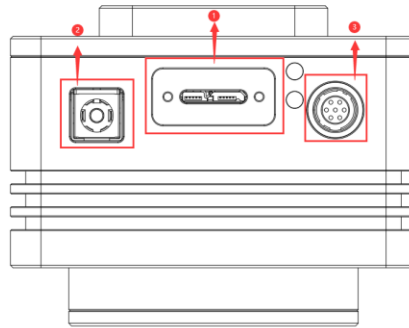


图 12 相机外形及接口

表 8 相机接口

序号	规格
1	USB3.0 接口
2	DC 12V 电源接口
3	外部 IO 接口

3.3 装箱清单



图 13 SWIR 系列装箱信息

表 9 SWIR 系列装箱清单

标准包装列表	
A	B 外箱（未在图中展示）
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	SWIR 系列相机
D	电源线，有国标，美标，欧标，英标电源线（D1，D2，D3，D4）
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	U 盘（内含驱动及应用软件）

4 外部 IO 接口定义及电气特性

4.1 管脚信号

外部 IO 接口如图 14 所示，外部 IO 接口对应的管脚信号定义如表 10。



图 14 相机侧面接口示意图

表 10 SWIR 系列管脚信号定义

	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_GPIO0	非隔离信号（软件可配置输入/输出）（line2）
	黑色	5	DIR_GPIO1	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 15 所示。

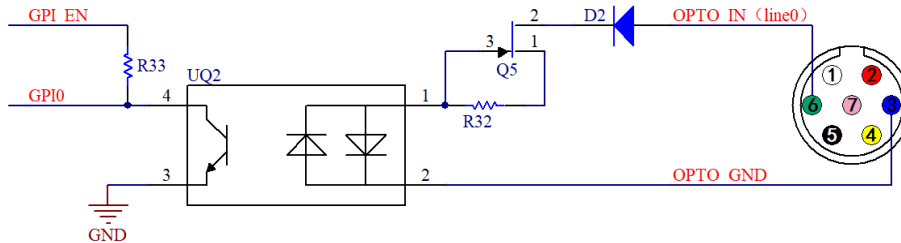


图 15 光耦输入电路

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。

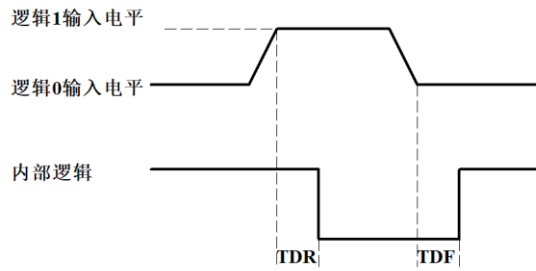


图 16 输入逻辑电平

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 17 所示。

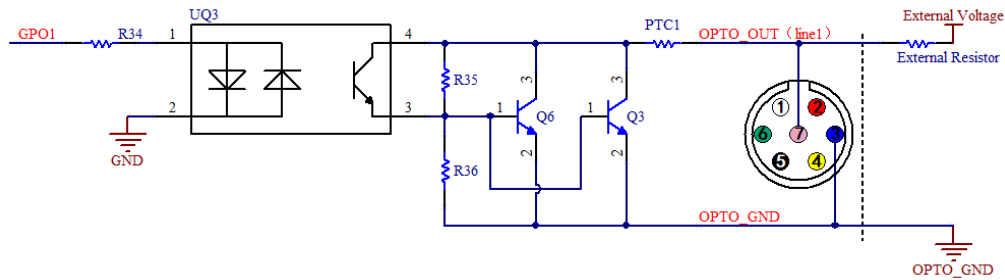


图 17 光耦输出电路

光耦隔离输出最大电流 30mA

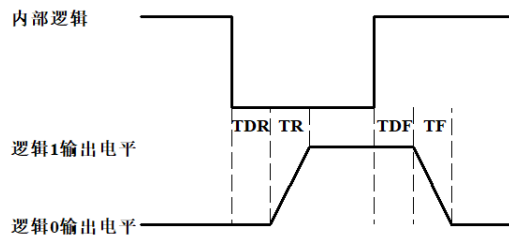


图 18 输出逻辑电平

光耦隔离输出电气特性 (外部电压 5V, 外部电阻 1K) 如表 11 所示。

表 11 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 12 所示。

表 12 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 19、图 20 所示。

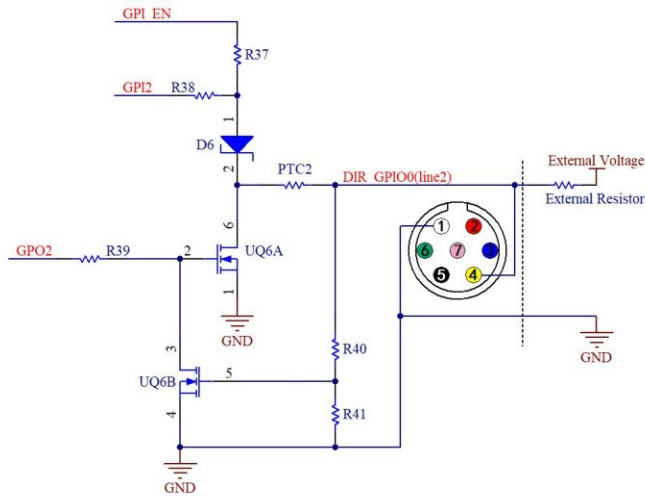


图 19 非隔离可配置输入输出 I/O 电路 (line2)

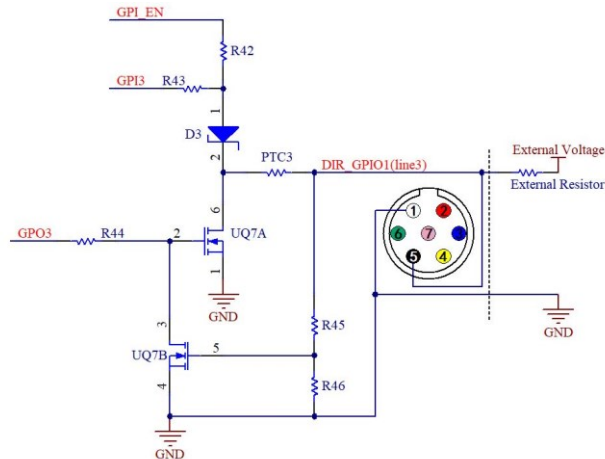


图 20 非隔离可配置输入输出 I/O 电路 (line3)

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。

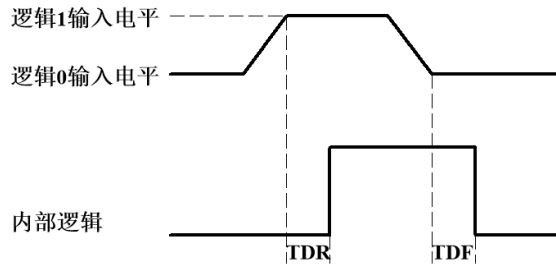


图 21 输入逻辑电平

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 13 所示。

表 13 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 22 所示。

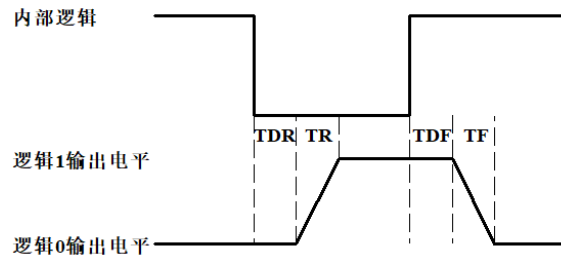


图 22 输出逻辑电平

表 14 非隔离输出电气特性

参数名称	参数符号	参数值
Output rise time	TR	0.08us
output fall time	TF	0.02us
Output rise delay	TDR	0.1us
Output fall delay	TDF	0.04us

5 触发模式及其配置

5.1 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 23 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。

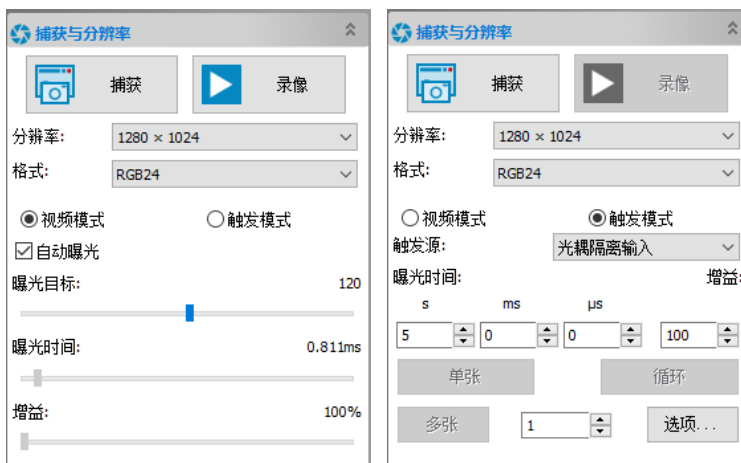


图 23 ToupView 中捕获与分辨率组组的视频模式和触发模式

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 23 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。

5.2 触发源及其捕获方式

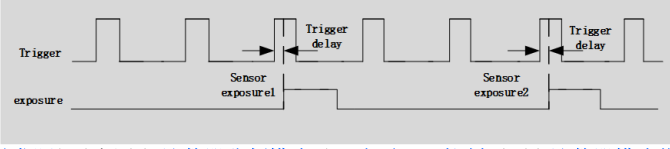
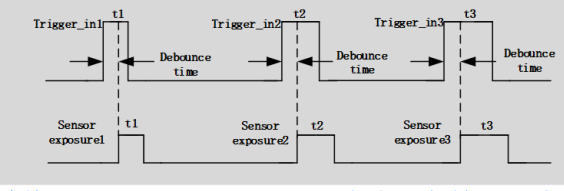
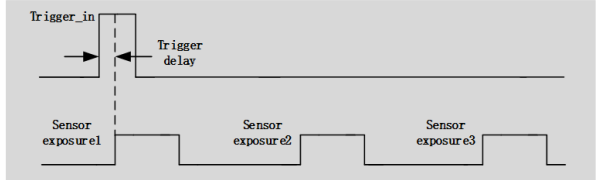
触发源可以是任何输入到相机的外部信号的硬件（触发源），也可以是来自应用程序命令的软件（触发源）。对于软件触发源，它可以是单张、循环、多张或序列等捕获命令。图 24 为可选的触发源。表 15 为 Hongke 相机有关触发源以及捕获方式的详细介绍。

光耦隔离输入
GPIO
GPIO1
计数器分频模式
脉冲模式(PWM)
软件

图 24 可选的触发源

表 15 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；

<p>计数器分频模式</p>	<p>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: <input type="text" value="3"/> [1,1023]）时，相机需要接收 3 个触发信号才能触发一次；</p>  <p>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；</p>
<p>脉冲模式 (PWM)</p>	<p>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；</p>  <p>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；</p>
<p>软件</p>	<p>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</p>
<p>单张</p>	<p>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；</p>
<p>循环</p>	<p>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；</p>
<p>多张</p>	<p>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(<input type="text" value="多张"/> <input type="text" value="3"/> <input type="text" value="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；</p>  <p>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</p>
<p>序列</p>	<p>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；</p>

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；

5.3 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 16 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。

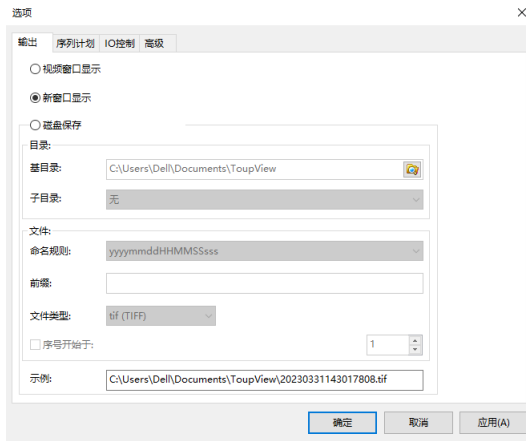


图 25 选项>输出

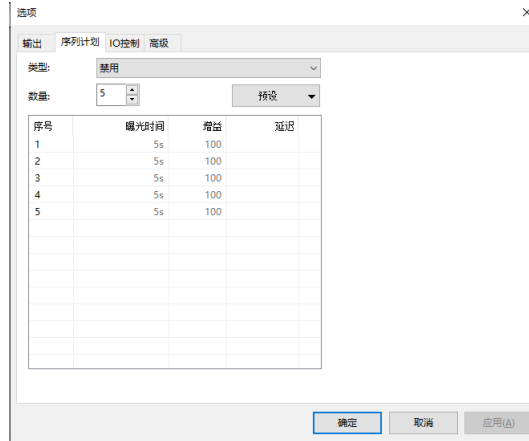


图 26 选项>序列计划



图 27 选项>IO 控制

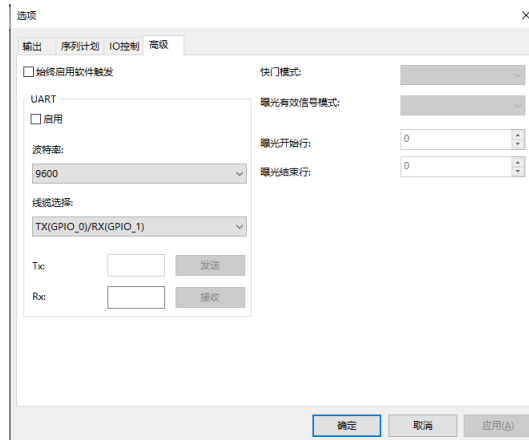
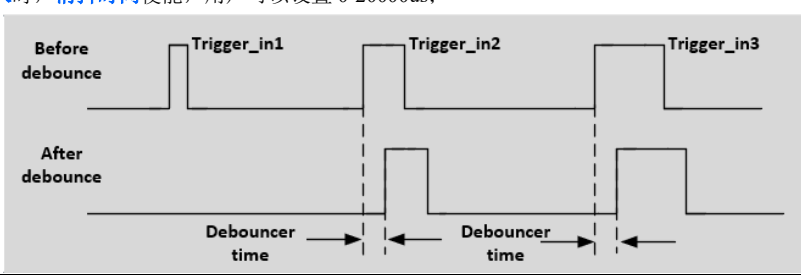
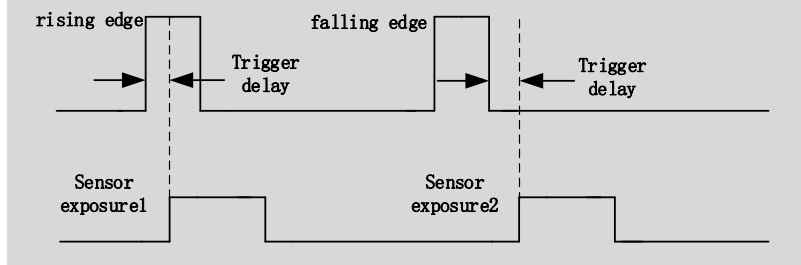
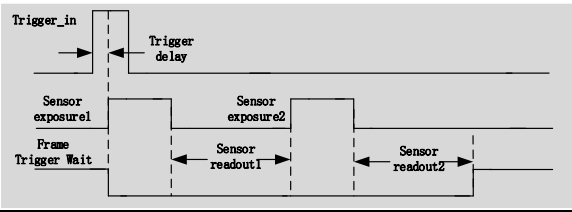
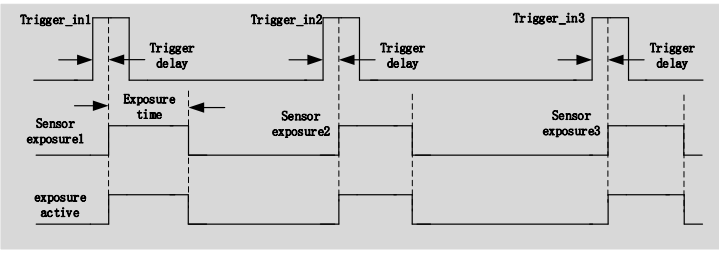


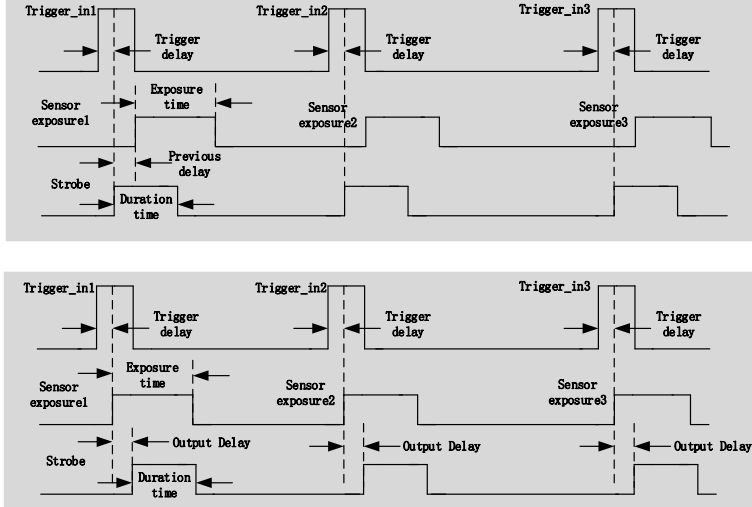
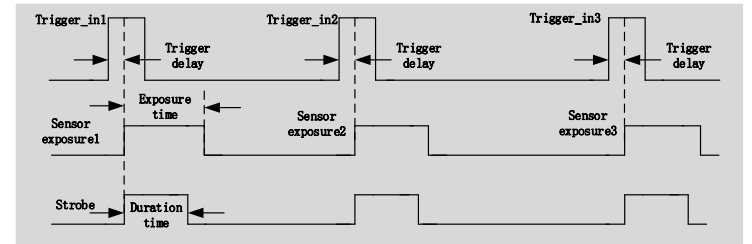
图 28 选项>高级

表 16 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 使能 。单击按钮选择 基目录 ，单击 子目录 的下拉组合框选择 子目

		<p>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；</p> <p>注：</p> <ol style="list-style-type: none"> 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	<p>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；</p> <p>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；</p> <p>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 <input type="text" value="序列"/> <input type="text" value="3"/> <input type="button" value="选项..."/>（我们称为帧数框），整个捕获将通过软件一行行依次使用序列表中的曝光时间、增益和延迟（数量 <input type="text" value="3"/> <input type="button" value="预设"/>）去控制相机，时间比较慢；</p> <p>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；</p> <p>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；</p> <p>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；</p> <p>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 <input type="text" value="序列"/> <input type="text" value="3"/> <input type="button" value="选项..."/>（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 <input type="text" value="3"/> <input type="button" value="预设"/> 但储存在相机硬件中，便于快速操作；</p> <p>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；</p> <p>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；</p> <p>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；</p>
	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
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		<p>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。；</p> <p>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，消抖时间使能，用户可以设置 0-20000us；</p> 
	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 使能，可以配置为 上升沿 或 下降沿 ；

													
<p>触发延迟时间</p>	<p>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；</p>												
<p>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</p>	<p>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、闪光灯信号或用户输出信号。所选模式可用于多种应用；</p> <p>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；</p>  <p>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；</p>  <p>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；</p> <p>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；</p> <p>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；</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> <table style="border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td style="padding: 2px;">UserOutput</td> <td style="padding: 2px;">1</td> <td style="padding: 2px;">0</td> <td style="padding: 2px;">0</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Value:</td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Line:</td> <td style="padding: 2px;">line3</td> <td style="padding: 2px;">line2</td> <td style="padding: 2px;">line1</td> </tr> </table> </div>	UserOutput	1	0	0	Value:				Line:	line3	line2	line1
UserOutput	1	0	0										
Value:													
Line:	line3	line2	line1										
<p>输出反相</p>	<p>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；</p>												
<p>闪光灯信号延迟模式</p>	<p>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；</p>												
<p>闪光灯信号延迟时间</p>	<p>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：</p>												

		 <p>延迟输出:</p>												
闪光灯脉冲宽度		<p>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：</p> 												
用户输出数值		<p>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：</p> <table border="1" data-bbox="844 1134 1088 1218"> <tr> <td></td> <td colspan="3" style="text-align: center;">LSB</td> </tr> <tr> <td>UserOutput Value:</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td>Line:</td> <td style="text-align: center;">line3</td> <td style="text-align: center;">line2</td> <td style="text-align: center;">line1</td> </tr> </table>		LSB			UserOutput Value:	1	0	0	Line:	line3	line2	line1
	LSB													
UserOutput Value:	1	0	0											
Line:	line3	line2	line1											
计数器模式信号源		<p>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；</p>												
计数器数值		<p>在组选择计数器触发源时，计时器数值用于对外部输入的触发信号进行分频。详见表 15 错误!未找到引用源。中计数器的描述；</p>												
计数器复位		<p>单击重置按钮可以清除当前的计数并开始新的计数；</p>												
脉冲模式信号源		<p>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；</p>												
高级		<p>始终启用软件触发</p> <p>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；</p> <p>UART</p> <p>在高级界面中有串口功能，可与外部设备进行串口通信，勾选启用可能使该功能。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；</p> <p>快门模式</p> <p>如果相机支持则使能。用户可选择卷帘快门或全局复位；</p> <p>曝光有效信号模式</p> <p>如果相机支持则使能。用户可选择指定行或共同曝光时间；</p> <p>曝光开始行</p> <p>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；</p> <p>曝光结束行</p> <p>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；</p>												

6 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 10 度左右，如图 29 所示。



图 29 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 30 所示。



图 30 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。

7 应用程序

7.1 应用程序安装

软件方面，欢迎客户联系虹科技术支持下载最新软件。CTR3CMOS 系列也可以和 ASCOM，DirectShow SDK 一起使用。如果第三方软件与这些 SDK 兼容，客户也可以从我们下载软件驱动，安装到第三方软件中。

7.2 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

7.2.1 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

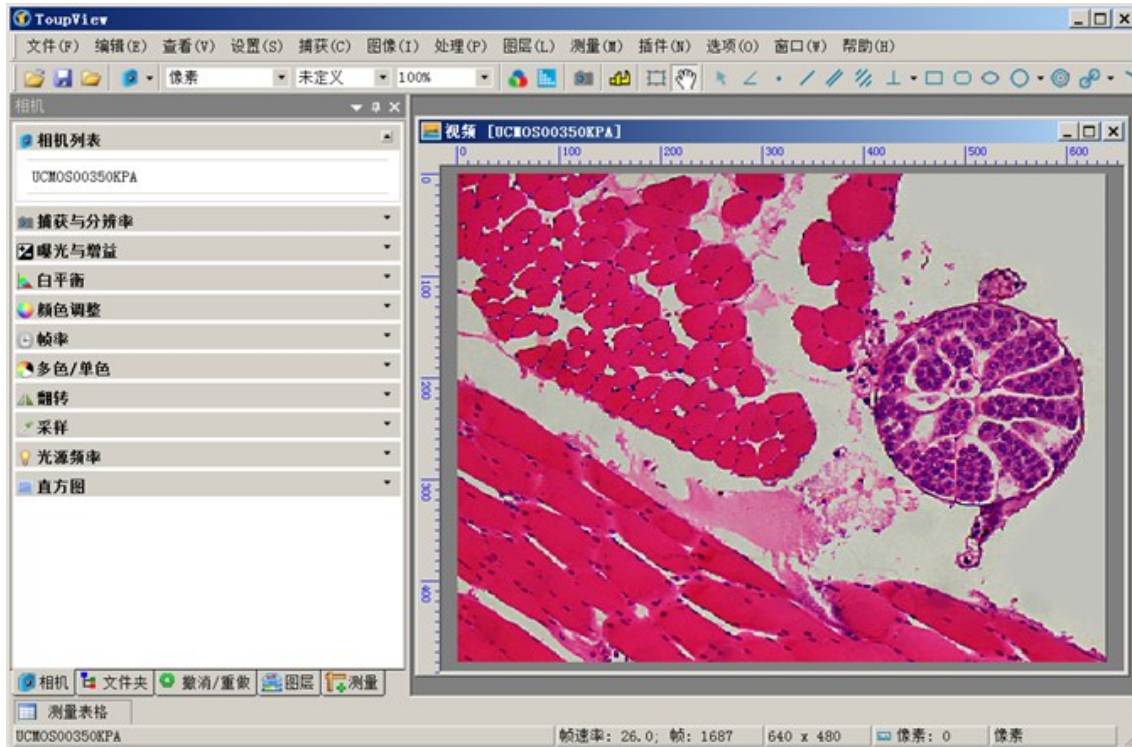


图 31 ToupView 视频窗口

7.2.2 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)

7.2.3 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

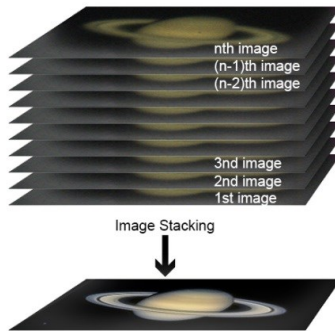


图 32 图像叠加去噪

7.2.4 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

7.2.5 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

8 软件开发说明

8.1 SDK 说明

SDK 可联系虹科工程师获取：

8.1.1 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。

8.1.2 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-gnueabi;
- 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;

8.2 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;