



说明书

ITALA G SERIES

**GigE Vision Cameras**



CAMERAS

v1.17 - zh

# 目录

<b>1</b>	<b>一般信息</b>	<b>2</b>
1.1	免责声明	2
1.2	预期用途	2
1.3	禁止使用	2
1.4	修订	4
1.5	订购代码	7
<b>2</b>	<b>保修和认证</b>	<b>9</b>
2.1	保修	9
2.2	CE 声明	9
2.3	FCC 声明	9
2.4	KC 认证	10
2.5	冲击和振动	10
2.5.1	ITALA G - G.EL	10
2.5.2	ITALA G.IP	11
2.6	RoHS、REACH 和 WEEE	11
<b>3</b>	<b>引言</b>	<b>12</b>
3.1	手册和公约	12
3.2	产品识别数据	12
3.3	储存和使用条件	13
3.3.1	储存条件	13
3.3.2	运行条件	13
3.4	清洁和维护	14

## 4 入门 16

4.1	概述	16
4.2	硬件安装	16
4.2.1	安装摄像头	16
4.2.2	镜头	16
4.2.3	以太网电缆	18
4.2.4	GPIO 电缆	19
4.2.5	液体透镜	21
4.3	系统配置	21
4.3.1	系统要求	21
4.3.2	相机驱动程序	22
4.3.3	网络和配置	24
4.3.4	带宽管理	26
4.3.5	网卡电源管理	28
4.4	Itala SDK	29
4.5	使用 Itala API 相机	33
4.5.1	Itala SDK 文件	33
4.6	将相机与第三方软件一起使用	34
4.7	使用 Itala View 相机	34
4.7.1	选项卡和面板	34
4.7.2	IP 配置器	35
4.7.3	固件更新	37
4.7.4	LUT 向导	38
4.7.5	缺陷像素修正向导	40
4.7.6	色彩校正向导	41

## 5 技术规格 44

5.1	技术规格	44
5.2	电气规格	48
5.2.1	电气输入规格	50

5.2.2	电气输出规格	51
5.3	传感器光学响应	54
5.4	光学过滤器	58
5.5	机械规格	60
5.5.1	尺寸图	60
5.5.2	千兆位视觉机械要求	62
5.5.3	传感器对中数据	62
5.6	连接器和引脚	64
5.7	输入/输出电路	67
5.7.1	光隔离输入	67
5.7.2	光隔离输出	67
5.8	LED 指示灯	68

## 6 相机功能 70

6.1	Device Control	70
6.1.1	Sensor Temperature Status	71
6.1.2	Bandwidth limit	72
6.2	Image Format Control	72
6.2.1	图像处理管道	74
6.2.2	图像投资回报率	75
6.2.3	Binning	76
6.2.4	消减	77
6.2.5	Readout direction	77
6.2.6	比特深度和像素格式	78
6.2.7	除胶	94
6.2.8	Test pattern	97
6.3	Acquisition Control	98
6.3.1	Trigger overlap	100
6.3.2	Dual Exposure	101
6.3.3	Trigger delay	103
6.3.4	<i>Timed vs TriggerWidth Exposure Mode</i>	104

6.3.5	Image Compression	105
6.4	Analog Control	106
6.4.1	Gain	107
6.4.2	白平衡	107
6.4.3	Gamma correction	109
6.4.4	Black level	110
6.5	OE Auto Functions Control	111
6.5.1	OE AutoAOI	112
6.5.2	OE Autoexposure/Autogain	113
6.6	LUT Control	115
6.6.1	LUT	116
6.7	Color transformation control	117
6.7.1	Color Correction Matrix (CCM)	117
6.7.2	如何进行正确的色彩校准	118
6.8	Digital I/O Control	124
6.8.1	Input Stage	125
6.8.2	Debouncer	125
6.8.3	Output stage	127
6.9	Counter and Timer Control	128
6.10	Encoder Control	129
6.10.1	Encoder interface	129
6.10.2	Encoder output mode	130
6.10.3	Encoder mode	130
6.10.4	编码器值封装管理	131
6.11	Logic Block Control	132
6.11.1	Logic block 模块	132
6.12	Action Control	134
6.12.1	Action Command	134
6.12.2	Scheduled Action Command	135
6.13	Event Control	136
6.13.1	Exposure End Event	137

6.13.2	Frame Trigger Missed Event . . . . .	138
6.13.3	Frame Trigger Ready Event . . . . .	138
6.13.4	Line 0 Rising Edge Event . . . . .	139
6.13.5	Line 1 Rising Edge Event . . . . .	140
6.13.6	Test Event . . . . .	140
6.13.7	Autofocus Done Event . . . . .	140
6.13.8	Sensor Temperature Event . . . . .	141
6.13.9	Event Lost Event . . . . .	141
6.13.10	Buffer Full Event . . . . .	142
6.13.11	Buffer Ready Event . . . . .	143
6.13.12	Transfer Skipped Event . . . . .	143
6.14	User Set Control . . . . .	144
6.15	Chunk Data Control . . . . .	145
6.15.1	Chunk Data . . . . .	146
6.15.2	Chunk Data: application example . . . . .	147
6.15.3	OE Serial Interface Control . . . . .	148
6.16	Serial interface . . . . .	149
6.17	OE Liquid Lens 控制器 . . . . .	150
6.17.1	液体透镜接口 . . . . .	151
6.17.2	自动对焦 . . . . .	152
6.18	OE Defective Pixel Correction Control . . . . .	155
6.18.1	缺陷像素校正 . . . . .	156
6.19	Test Control . . . . .	157
6.20	Transport Layer Control . . . . .	157
6.20.1	Precision Time Protocol (PTP) . . . . .	159
6.21	Sequencer Control . . . . .	160
6.21.1	Sequencer 概览 . . . . .	161
6.21.2	Sequencer set 的配置 . . . . .	161

## 7 使用案例 164

7.1	接线连接示例 . . . . .	164
-----	------------------	-----

7.1.1	通过外部设备触发摄像机	164
7.1.2	将外部设备与 Itala 摄像机同步	165
7.2	如何在摄像机的输出线中添加延迟	167
7.3	流媒体带宽管理	169
7.4	康耐视 Vision Pro 兼容性	173
7.5	定序器控制配置示例	180
7.5.1	使用编曲路径	180

## 8 故障排除 182

8.1	在可用设备列表中找不到摄像机	182
8.2	为什么某些功能没有出现在摄像机查看器的 GenICam 树中?	182
8.3	为什么相机会出现丢帧现象?	182

# 1 一般信息

## 1.1 免责声明

请务必在规定的条件下使用和存放 Opto Engineering® 产品，以确保其功能正常。不遵守以下条件可能会缩短产品使用寿命和/或导致故障、性能下降或失效。

请注意，本设备的错误操作可能会导致危险情况或重大经济损失。用户必须确保摄像机的操作适合其应用。

此处提及的所有商标均属于其各自所有者。

法律禁止的情况除外：

- 所有硬件、软件和文档均按 "原样 "提供。
- Opto Engineering® 不承担任何形式的间接损失。

收到 Opto Engineering® 产品后，请仔细检查产品是否在运输过程中受损。如果产品在收货时损坏，请立即通知 Opto Engineering®。

## 1.2 预期用途

该产品是用于检测、检查和/或测量物品/物体物理特性的 **机器视觉相机**。它通过高速连接向主机设备提供图像流。其操作可通过各种电信号与其他设备同步。

请注意，本产品不能用作视频监控系统中的闭路电视摄像机。

## 1.3 禁止使用

使用本照相机之前，请阅读以下注意事项。

如有任何疑问或进一步建议，请联系经销商或代理商。

- 请勿自行拆卸、改装或修理本产品。这可能导致永久性故障，甚至起火或触电，可能造成严重伤害；
- 请勿将产品放置在多尘、潮湿或高温的地方或靠近火焰的地方。这些情况可能导致故障和损坏，甚至起火或触电，可能造成严重伤害；

- 请勿在产品上或周围喷洒杀虫剂或使用其他挥发性化学品；
- 本设备不得用于其故障可能对人体健康造成危害或对其他设备造成损坏的应用场合。请注意，如果以制造商未预见的方式使用本设备，则其电路和外壳所提供的保护可能会受到损害；
- 这是一个低压供电设备。因此，任何应用信号组合之间的电位差在任何时候都不得超过电源电压；
- 较高的电压可能会导致故障，并对人体健康造成危害；
- 该设备对电感负载引起的瞬态保护功能有限。如有必要，可使用外部保护装置，如快速二极管，或者使用特定的瞬态保护器；
- 不要让异物进入设备或掉入孔、端子和其他开口或缝隙中。这可能会引起火灾或触电，并可能导致严重伤害；
- 移动产品前，请断开电源线。不遵守这一预防措施可能会损坏电源线、引起火灾或触电，并可能导致严重伤害；
- 请勿划伤、剪断、打开或扭曲电源线。这可能会导致故障、火灾或触电，并可能造成严重伤害；
- 如果电源线损坏或破裂，请联系我们的技术支持部门，并请勿使用本产品。损坏的电缆可能导致故障、火灾或触电，可能造成严重伤害；
- 请勿用湿手插拔电源线插头。这可能会导致触电，并可能造成严重伤害；
- 请勿在易燃气体环境中使用本产品。它可能会引起爆炸和火焰，可能会造成严重伤害；
- 如果发现任何异常情况，如异味、冒烟或过热，请关闭电源并断开电源线。在这种情况下继续使用本产品可能会引起火灾或触电，并可能导致严重伤害；
- 如果掉落了产品或损坏了产品外壳，请关闭电源并断开电源线。在这种情况下继续使用本产品可能会引起火灾或触电，并可能导致严重伤害。

## 1.4 修订

表 1 列出了所有用户手册修订版。

在 说明 栏中，列出了不同修订版之间的所有相关差异。

Rev.	Date	Description	FW ver.
1.0	22/09/2021	首次手动发布	1.0.0 - 1.1.2
1.1	14/06/2022	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 添加了有关新相机功能的参考信息</li> <li>- 添加了 SDK 安装部分</li> <li>- 添加了驱动程序安装部分</li> <li>- 添加了 Itala View 快速入门部分</li> <li>- 已添加 Itala View wizards 部分</li> </ul>	1.1.3 - 1.1.5
1.2	10/02/2023	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 添加了 CCM 校准程序</li> <li>- 添加了定时延时功能</li> <li>- 添加了 SDK 文档参考</li> <li>- 已添加 PTP 文档</li> <li>- 最新的储存和操作条件</li> <li>- 更新传感器 ADC 分辨率</li> <li>- 添加了千兆以太网机械规格参考文献</li> <li>- 在 "订购代码" 部分添加了新的零件编号</li> <li>- 在第 7.2 节中添加了用例</li> </ul>	1.2.0 - 1.2.2
1.3	07/03/2023	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 添加了触发延迟功能</li> <li>- 添加了操作命令功能</li> <li>- 已添加串行接口配置</li> <li>- 已添加串行协议 (ASCII、Modbus、二进制)</li> <li>- 新增 PTP 偏离 UTC 功能</li> </ul>	1.3.0 - 1.3.2
1.4	04/05/2023	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 添加了双曝光功能</li> <li>- 在 "订购代码" 部分添加了新的零件编号</li> <li>- 在 "订购代码" 部分添加了变量</li> <li>- 更新了 "电气规格" 中的触发输入延迟</li> </ul>	1.4.0

1.5	30/05/2023	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 添加了测试控制功能</li> <li>- 更新带宽限制公式</li> <li>- 更新了部分功能的访问属性</li> <li>- 已添加操作命令部分</li> <li>- 纠正双重曝光时间</li> </ul>	1.4.1 - 1.5.3
1.6	04/08/2023	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 已添加 "流媒体带宽管理" 用例</li> <li>- 在液体透镜硬件安装部分添加了注意事项</li> <li>- 添加了冲击和振动数据</li> </ul>	1.4.1 - 1.5.3
1.7	23/08/2023	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 添加了 FCC 声明部分</li> </ul>	1.4.1 - 1.5.3
1.8	27/09/2023	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 添加了康耐视 Vision Pro 兼容性测试程序</li> <li>- 更新了编码器输出模式部分</li> <li>- 添加了编码器模式部分</li> <li>- 更新双曝光时间</li> </ul>	1.5.3 - 2.0.0
1.9	07/11/2023	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 更新了固件更新程序</li> <li>- 已添加 "触发器宽度曝光" 功能说明</li> </ul>	2.0.0 - 2.0.2
1.10	20/11/2023	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 已添加双曝光功能说明</li> <li>- 已添加 "触发器宽度曝光" 功能说明</li> </ul>	2.0.0 - 2.0.2
1.11	16/01/2024	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 校正单色测试图案序列</li> <li>- 更新传感器光学响应图</li> <li>- 修订文件中引用的所有地物名称</li> <li>- 添加了音序器控制部分</li> <li>- 添加了序列器配置用例</li> </ul>	2.1.0 - 2.1.2

1.12	30/05/2024	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 为 IMX990 相机添加了 Dual Use 分类信息</li> <li>- 已添加 ChunkSequencerSetActive 功能</li> <li>- 添加了关于序列器路径优先级的说明</li> <li>- 改进的定序器多路径示例</li> <li>- 新增 IMX249 支持（订购代码、双重曝光、QE 绘图）</li> <li>- 纠正双重曝光时间</li> <li>- 随机振动试验 PSD 校正</li> <li>- 添加了传感器居中数据</li> <li>- 更新双曝光时间</li> <li>- 更新订购代码信息</li> <li>- 已添加第 6.3.1 款</li> <li>- 已添加第 6.10.4 节</li> </ul>	2.2.0 - 2.2.2
1.13	31/07/2024	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 添加了自动对焦部分</li> <li>- 添加了图像压缩部分</li> <li>- 已添加编码器和计数器数据块</li> <li>- 添加了偏光像素格式</li> </ul>	2.3.0
1.14	20/12/2024	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 添加了设备压力信息</li> <li>- 添加了 YUV411 像素格式</li> <li>- 添加了 Linux 驱动程序安装部分</li> <li>- 添加了 Itala IP67 规格</li> <li>- 已添加自动对焦完成事件</li> <li>- 已添加 oeLiquidLensAutofocusTriggerSource 功能</li> <li>- 添加了 oeFramesInBuffer 功能</li> <li>- 增加了安装螺钉的扭矩规格</li> <li>- 取消了 F 卡口选项</li> <li>- 增加了数字输出端可用的最大电流</li> <li>- 增加了电源要求，以满足 62368-1 的要求</li> </ul>	2.4.0 - 2.5.1
1.15	26/08/2025	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 增加音序器组数</li> <li>- 已添加第 4.3.5 节</li> <li>- 更新 Ubuntu 版本兼容性</li> <li>- 更新了 LED 颜色编码</li> </ul>	≥ 3.0.0
1.16	26/09/2025	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 添加了对 Ubuntu arm64 的支持</li> </ul>	≥ 3.0.0

1.17	19/02/2026	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 已为 arm64 平台添加经过测试的硬件</li> <li>- 为 Ubuntu 添加了 IP 配置</li> <li>- 为 Ubuntu 添加了巨型帧配置</li> <li>- 为 Ubuntu 添加网卡电源管理功能</li> <li>- 添加了 Ubuntu 的 SDK 安装说明</li> <li>- 添加了 GigE Vision 连接器规格</li> <li>- 更新了相机清洁说明</li> <li>- 新增康宁液态透镜功能</li> <li>- 添加了传感器温度状态部分</li> <li>- 已添加活动说明</li> <li>- 添加了去抖动和去咬合部分</li> <li>- 添加了比特深度和像素格式部分</li> <li>- 添加了去毛刺部分</li> <li>- 已添加分块数据部分</li> <li>- 添加了图像处理管道部分</li> <li>- 添加了 OE AutoAOI 部分</li> </ul>	≥ 3.2.0
------	------------	---	---------

Table 1: 手册修订

## 1.5 订购代码

照相机部件号的组成如下

# ITA000-WX-00Y-ZZ

表 2 解释了订购代码。

请访问 Opto Engineering 网站，查看所需部件号的供应情况。

**注意:** *ITA13-GM-10C-SWIR* 产品受法定出口管制条例的约束，可能需要提供有关预期最终用途和最终目的地的书面信息。

*Dual Use* 分类: 6A003.B.4.A.

代码	说明	选项	价值
ITA	系列名称		
000	传感器分辨率	04	IMX287 - 0.40 Mpixels
		13	IMX990 - 1.34 Mpixels
		16	IMX273 - 1.58 Mpixels
		23	IMX249 - 2.35 Mpixels
		24	IMX392 - 2.35 Mpixels
		32	IMX265 - 3.19 Mpixels
		50	IMX264 - 5.07 Mpixels
		51	IMX547 - 5.10 Mpixels
		81	IMX546 - 8.13 Mpixels
		89	IMX267 - 8.95 Mpixels
		120	IMX304 - 12.37 Mpixels
			IMX253 - 12.37 Mpixels
		124	IMX545 - 12.41 Mpixels
		162	IMX542 - 16.19 Mpixels
		168	IMX387 - 16.88 Mpixels
		196	IMX367 - 19.66 Mpixels
		204	IMX541 - 20.35 Mpixels
		246	IMX540 - 24.55 Mpixels
		315	IMX342 - 31.49 Mpixels
W	界面	G	以太网
X	单色/彩色传感器	M	单色
		C	颜色
00	变体	1X	Sony IMX Pregius™ 1st/2nd gen sensor
		2X	Sony IMX Pregius S™ 4th gen sensor
Y	安装	C	C-mount
		J	J-mount (M42x1 FD 12)
ZZ	可选功能	-	标准版本
		EL	带液体镜头控制器
v1.17 - zh		PL	偏光镜 Polarsens™ sensor
		SWIR	VIS-SWIR SenSWIR™ sensor

Table 2: 订购代码

## 2 保修和认证

### 2.1 保修

设备保修期为 5 年，从设备序列号的有效交付日期算起。

保修范围包括更换或修理有缺陷的部件（组件、设备或其一部分），但不包括拆卸和运输费用。

更换一个或多个部件不会延长整个设备的保修期。

由于正常使用或大气介质和外部环境造成的电子器件和部件老化不在保修之列。此外，由于非熟练人员或未经授权的人员缺乏、不充分或不正确的维护，或由于非预期使用或未经授权的更换、改动或维修而造成的所有故障均不在保修范围之内。

保修的一般有效性取决于：

- 按照设备手册的说明正确进行维护；
- 本手册规定的设备预期用途。

### 2.2 CE 声明

Itala 摄像机符合 EMC 指令 2014/30/EU，因此符合以下标准：

标准	说明
EN 61000-6-2	通用标准 - 工业环境抗扰度标准
EN 61000-6-4	通用标准 - 工业环境排放标准

Table 3: EMC 标准

### 2.3 FCC 声明

本设备已经过测试，符合 FCC 规则第 15 部分对 B 类数字设备的限制要求。这些限制旨在为住宅安装提供合理保护，防止有害干扰。本设备会产生、使用和辐射无线电频率能量，如果不按照说明安装和使用，可能会对无线电通信造成有害干扰。但是，不能保证在特定的安装环境中不会产生干扰。如果本设备确实对无线电或电视接收造成有害干扰（可通过关闭和打开设备来确定），建议用户尝试通过以下一项或多项措施来纠正干扰：

- 调整接收天线的方向或位置。
- 增加设备与接收器之间的距离。
- 将设备连接到与接收器连接的电路不同的插座上。
- 请向经销商或有经验的无线电/电视技术人员寻求帮助。

## 2.4 KC 认证

进口到韩国的电气和电子设备必须通过 KC 认证。这是一种强制性认证制度，确保只有经认可机构认证的产品才能进入韩国市场。该认证尤其对电磁兼容性（EMC）要求进行检查。

在韩国市场上销售的 Itala 相机都有 KC 标志和 KC 注册号。

有关 KC 识别数据的详细信息，请扫描产品或其包装上的 QR 码。

## 2.5 冲击和振动

Itala 摄像机已按照下列标准和限制进行了冲击和振动测试：

### 2.5.1 ITALA G - G.EL

标准	发布日期	测试	参数
EN 60068-2-27	2009	Shock	x/y/z axis, 20g, 11ms, 10 pos. / 10 neg. shocks
EN 60068-2-6	2008	Sine vibration	x/y/z axis, 10g, 50-500 Hz, 10 sweep
EN 60068-2-64	2008+A1:2019	Random vibration	x/y/z axis, 5g RMS, 0.056g <sup>2</sup> /Hz PSD, 30 min for each axis

Table 4: 冲击和振动标准与限制

## 2.5.2 ITALA G.IP

标准	发布日期	测试	参数
EN 60068-2-27	2009	Shock	x/y/z axis, 50g, 11ms, 10 pos. / 10 neg. shocks
EN 60068-2-6	2008	Sine vibration	x/y/z axis, 10g, 50-500 Hz, 10 sweep
EN 60068-2-64	2008+A1:2019	Random vibration	x/y/z axis, 5g RMS, 0.056g <sup>2</sup> /Hz PSD, 30 min for each axis

## 2.6 RoHS、REACH 和 WEEE

Itala 摄像机符合下列指令和标准:

- RoHS 2011/65/EU
- REACH 1907/2006/EC
- WEEE 2012/19/EU

## 3 引言

### 3.1 手册和公约

注册办事处位于 Strada Circonvallazione Sud 15, 46100 Mantova (Mn) - Italy 的 Opto Engineering® SpA（以下简称制造商）在本安装、使用和维护手册中以简单明了的方式提供了安装、使用和维护 Itala 产品所需的所有信息。

本手册的读者是指所有具备相关知识、经验和能力，能够理解本手册中的标准、规定和安全措施的人。这些人以后将被确定为有权运输、安装、使用和维修本手册所述产品的合格人员。

本手册仅供客户在安装、使用和维护产品时使用。

制造商保留修改或改进本手册和/或手册中提及的产品的权利，恕不另行通知。

本文件使用以下排版规则：

**注意:** 注释包含重要信息。在文本外突出显示其所指对象



**注意:** 这些说明强调了一些程序，如果不全部或部分遵守，可能会导致机器或设备损坏



**危险:** 这些说明强调了一些程序，如果不全部或部分遵守，可能会造成伤害或影响操作者的健康

### 3.2 产品识别数据

Itala 相机的识别标签贴在包装盒的侧面。在相机背面靠近连接器的地方也贴有一个小巧的标签。

该标签用于识别每个设备的部件号、序列号和 MAC 地址。标签示例如图 1 所示。

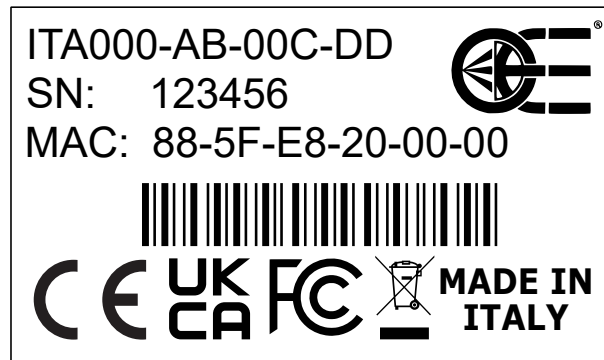


Figure 1: 相机标签示例。

### 3.3 储存和使用条件

#### 3.3.1 储存条件

存储环境介于 -10°C 和 60°C 之间。

不要将产品暴露在温度骤变的环境中，以避免热冲击。

将产品存放在干燥的地方：存放环境的相对湿度 (RH) 小于 80%（无冷凝现象）。

#### 3.3.2 运行条件

极端温度会影响产品功能，尤其是电子元件。

不要将产品暴露在温度骤变的环境中，以避免热冲击。

由于该产品包含电子元件，因此在运行时可能会产生热量：适当散热非常重要（如有必要，可使用强制空气冷却系统）。

在干燥的地方使用产品：相对湿度 (RH) 小于 80% 的操作环境（无冷凝现象）。

一般情况下，避免在以下环境中存放和使用相机：

- 强电场/强磁场环境。
- 暴露在阳光直射、雨雪中的地方。
- 暴露于特殊气体和危险物质的环境。
- 在极度振动的系统中。
- 尘土飞扬的地方
- 极端潮湿的地方

- 过热/过冷的环境。

Itala 相机已在气候箱中进行了测试，以证明其耐温能力。



**注意:** 当温度超过  $-10^{\circ}\text{C} \div +60^{\circ}\text{C}$  (结温) 范围时，图像传感器的质量很容易下降。

**在任何情况下都不得超过传感器的绝对最高温度  $100^{\circ}\text{C}$ 。**

请阅读 **Device Temperature** → **Sensor GenIcam** 功能，以监控传感器温度，避免超过绝对最大额定值。

如果出现过热故障，Opto Engineering 公司概不负责。



**注意:** 机箱温度不得超过  $-25^{\circ}\text{C} \div 65^{\circ}\text{C}$  的范围。

机箱温度是在铝制机箱外部靠近相机支架处测量的。



**注意:** 在散热不良的情况下，环境温度和机箱温度会有很大差异。

在这种情况下，监测环境温度可能是不够的。

用户必须监控 Itala 外壳温度，必要时采取适当的散热策略，以免超过  $65^{\circ}\text{C}$ 。

光电工程公司对过热故障和设备损坏不承担责任。

### 3.4 清洁和维护

即使相机配备了坚固的机械外壳，也必须采取一些措施，以免损坏相机本身。



**注意:** 不要试图拆卸相机进行清洁。内部组件高度敏感，处理不当会造成永久性损坏或使保修失效。所有外部清洁都应按照建议的程序进行。

## Housing



注意: 避免使用不适当的清洁剂, 如苯、丙酮、稀释剂和喷雾型清洁剂。

清洁相机外壳时, 用软布或刷子蘸取少量中性清洁剂, 然后擦干。

## Sensor protection glass / filter



注意: 避免使用不适当的清洁剂, 如苯、丙酮、稀释剂和喷雾型清洁剂。



注意: 不要使用高压压缩空气, 因为它会将灰尘颗粒带入相机组件。如果绝对有必要, 只能使用通过细喷嘴喷出并由适当的压力调节器调节的极低压空气。

用蘸有异丙醇的无绒毛棉签清洁传感器前面的保护玻璃或光学过滤器。

## 4 入门

### 4.1 概述

Itala 是符合 *GigE Vision* 和 *GenICam* 规范的工业千兆以太网摄像头。

该相机能够以高帧频传输图像数据，传输距离最远可达数百米。

Itala 摄像机专为恶劣的工业环境而设计，可确保可靠的运行和同类产品中的顶级性能。*GigE Vision* 和 *GenICam* 符合标准，便于集成和更换摄像头。Itala 摄像机具有灵活的供电选项（12-24 伏直流和 **Power over Ethernet**），可与大多数视觉系统兼容，从而实现简单灵活的布线配置。

### 4.2 硬件安装

#### 4.2.1 安装摄像头

摄像机两侧各有 4 个 M3 螺纹孔，安装灵活、牢固。建议使用金属支架将摄像机安装在金属物体上，以利于散热。在安装摄像头之前，请确保按照应用程序的要求正确对准摄像头。请记住，您还可以利用 **ReverseX** 和 **ReverseY** 摄像头功能，直接在摄像头中翻转 X 轴和 Y 轴上的图像，而不会造成性能损失。

应留出空间，确保摄像机背面有良好的电缆设置。

**注意:** 用 1.2-1.4 牛米的扭矩拧紧螺钉。如果设备振动较大，请使用螺纹锁固液。

#### 4.2.2 镜头

##### ITALA G - G.EL

**TYPE 1** 外壳中的相机配有标准 **C-mount**（直径 1 英寸，每英寸 32 螺纹），法兰距离为 17.526 毫米。

**TYPE 2** 外壳中的相机配有 **M42x1** 螺纹安装座，法兰距离为 12 毫米。  
相机尺寸图见第 5.5 节。

安装镜头前，请确保镜头和相机保护玻璃完全清洁。有关清洁说明，请参阅第 3.4 节。

**注意:** 对于重型镜头，可考虑使用适当的夹紧系统直接安装镜头，而不是依赖相机安装孔。如果镜头允许调整卡口的相位，则此操作非常简单。否则，您需要确保将其拧紧到最终位置后相机的方向是正确的。

## ITALA G.IP

IP67 机箱中的相机配有标准 **C-mount**（直径 1 英寸，每英寸 32 螺纹），法兰距离为 17.526 毫米。相机尺寸图见第 5.5 节。

安装镜头前，请确保镜头和相机保护玻璃完全清洁。有关清洁说明，请参阅第 3.4 节。



**注意:** 要达到完全 IP67 防护等级，需要适当的镜头外壳。

## IP67 Lens Enclosure

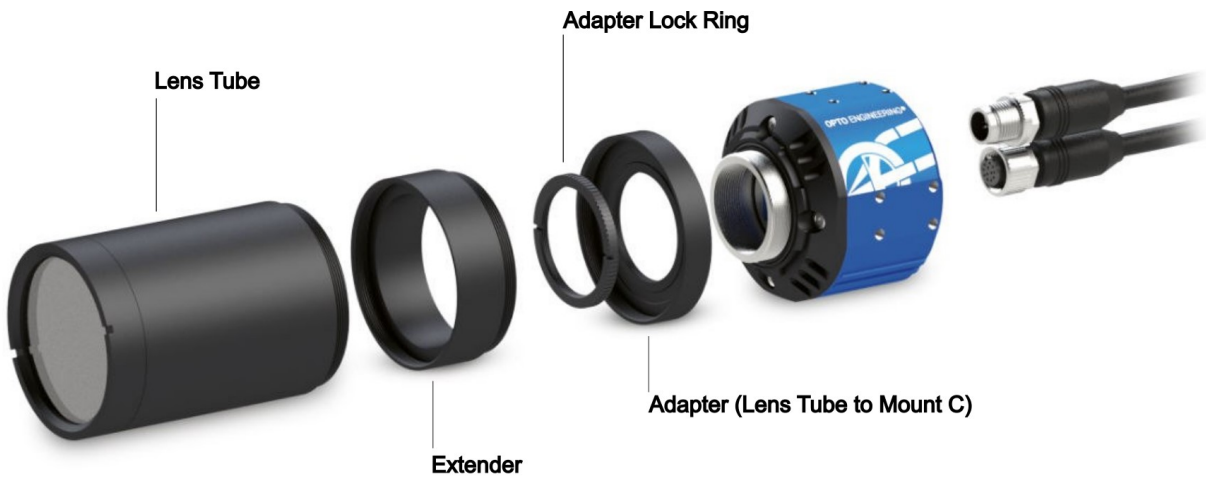


Figure 2: IP67 镜头外壳安装。

应将 **Adapter** 正确拧紧到 C 型支架上，以实现良好的密封。**Adapter Lock Ring** 的作用是将 **Adapter** 固定到位，防止其移动。**Extender** 是可选配件，其安装取决于镜头尺寸。**Lens Tube** 也应拧紧，以确保良好的密封。



注意: 不要过度拧紧镜头盒部件, 否则可能会损坏相机和镜头盒部件。

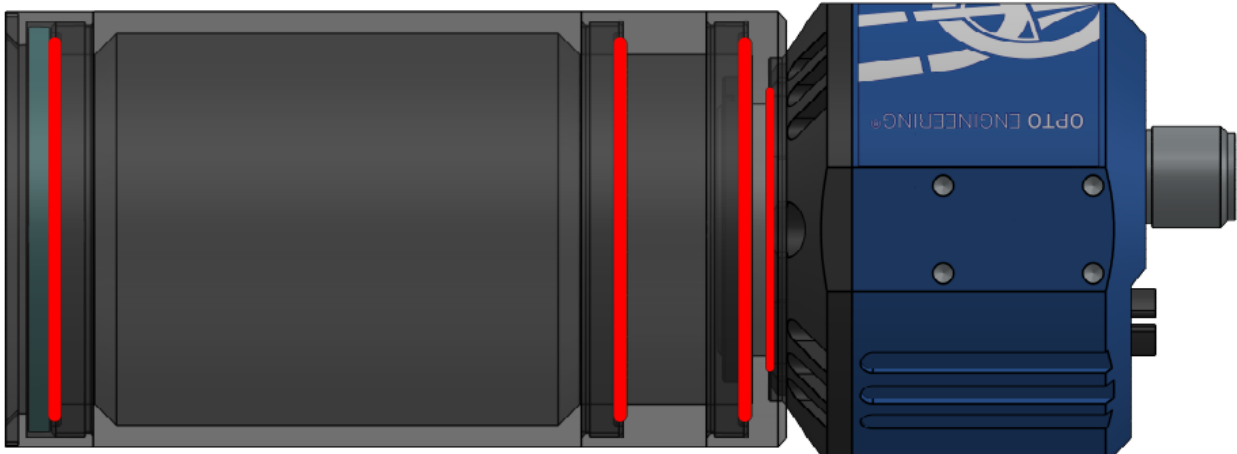


Figure 3: O 形环位置, 用于 IP67 镜头外壳。



危险: 确保镜头外壳机械部件所需的所有 O 形圈都已就位, 以保证良好的密封性。否则可能会损坏相机。

#### 4.2.3 以太网电缆

使用符合 *ANSI/TIA-568* 标准的合适 Cat 5e 或更高标准的以太网电缆将摄像机连接到主机设备, 电缆最长不超过 100 米。

应使用屏蔽电缆来提高系统的抗电磁干扰能力, 尤其是在恶劣的工业环境中。

如果打算使用 PoE (以太网供电) 为摄像机供电, 请将电缆连接到合适的 PoE 注入器或 NIC (网络接口卡) 上。



注意: 始终使用经认证的 *IEEE 802.3af* PoE 电源、注入器和网卡。否则可能会损坏摄像机。



**注意:** 请勿同时使用以太网供电 (PoE) 和专用 +24V 电源。这样做可能会导致摄像机的运行超出其保证规格。



**危险:** 电缆应小心布置，避免挤压、尖角和过度拉伸。否则会导致短路、设备损坏甚至起火。

### ITALA G - G.EL

Itala G - G.EL 摄像机配有 2 x M2 螺纹孔，可与 RJ45 螺旋锁连接器配合使用。对于移动应用（如安装在机械臂上的摄像机），请使用螺旋锁连接器和电缆夹线套，以确保连接可靠。此外，还建议使用专为高弯曲次数而设计的高柔性电缆。

相机尺寸图见第 5.5 节。

### ITALA G.IP

Itala G.IP 摄像机配备 M12 X-Coded 母以太网连接器，防护等级为 IP67。动态或移动应用不需要额外的夹线套。



**注意:** 为确保正确密封，必须牢牢拧紧连接器。典型的拧紧扭矩范围为 0.4 至 0.6 牛米；但建议的扭矩请务必参考电缆制造商的规格说明。

对于移动应用（如安装在机械臂上的摄像机），请使用螺旋锁连接器和电缆夹线套，以确保连接可靠。此外，还建议使用专为高弯曲次数而设计的高柔性电缆。

相机尺寸图见第 5.5 节。

### 4.2.4 GPIO 电缆

摄像机还可以通过 GPIO（通用输入/输出）端口供电，使用一根最长 30 米的 GPIO 电缆和一个合适的电源。为确保在特别干扰的环境中获得最佳性能和抗电磁干扰能力，请使用屏蔽电缆。有关 GPIO 连接器引脚分配的详细信息和 Itala 摄像机电气规格的完整列表，请分别参阅 5.6 和 5.2 章节。



**注意:** 请勿同时使用以太网供电 (PoE) 和专用 +24V 电源。这样做可能会导致摄像机的运行超出其保证规格。



**危险:** 用于供应 62368-1 规定的产品 PS2 和附件 Q.1 规定的 LPS 的最大功率小于 100W。



**危险:** 请务必使用符合所有设备规格的合适电缆和电源。否则可能导致损坏摄像机、火灾或伤害操作员。



**危险:** 电缆应小心布置，避免挤压、尖角和过度拉伸。否则会导致短路、设备损坏甚至起火。

### ITALA G - G.EL

牢固插入推拉式连接器，注意正确方向。对于移动应用（如安装在机械臂上的摄像机），建议使用专门设计的可弯曲次数较多的高柔性电缆。



**注意:** 如果遇到过大的阻力，不要强行连接。检查连接器的方向，然后再试一次。

### ITALA G.IP

Itala G.IP 摄像机配备 M12 A-Coded GPIO 公连接器，防护等级为 IP67。动态或移动应用不需要额外的夹线套。



**注意:** 为确保正确密封，必须牢牢拧紧连接器。典型的拧紧扭矩范围为 0.4 至 0.6 牛米；但建议的扭矩请务必参考电缆制造商的规格说明。

对于移动应用（如安装在机械臂上的摄像机），建议使用专门设计的可弯曲次数较多的高柔性电缆。相机尺寸图见第 5.5 节。

#### 4.2.5 液体透镜

如果摄像机带有 **Liquid Lens Controller** 选件，请使用专用电缆将摄像机 GPIO 端口连接到集成了电可调镜头的 Opto Engineering® 产品上。有两种可能的配置：

- 当摄像机通过 PoE 供电时，专用的 **点对点电缆** 可以简单地连接液体镜头。
- 专用的 **Y 型电缆** 可同时连接液体透镜、电源和同步装置。

有关液体透镜连接和操作的更多信息，请参见第 6.17.1 节。



**注意:** 使用 **Y 型电缆** 时，请确保先连接 **首先连接相机**，然后连接镜头，最后连接电源。切勿在连接镜头和/或电源时连接/断开摄像机连接器。否则可能会损坏液态镜头集成 **EEPROM**。



**注意:** 请务必使用 **Opto Engineering®** 提供的专用电缆将液体镜头连接到相机。否则可能会损坏相机或液体镜头。

**注意:** 如果镜头允许您调整卡口的相位，请选择能减少电缆压力的方向。

镜头安装方向会影响图像质量。在最终安装视觉系统之前，请阅读镜头规格。

### 4.3 系统配置

**注意:** 摄像机固件经常更新，以增加新功能和改进现有功能。请定期在 **Opto Engineering** 网站上查看是否有新固件版本和 **安装前请更新摄像机**。。

#### 4.3.1 系统要求

Itala SDK 可安装在使用下列操作系统之一的系统中：

- Microsoft Windows 10 / 11 (x64)
- Ubuntu 18.04 (x64) or higher
- Ubuntu 18.04 (arm64) or higher  
(tested on NVIDIA Jetson AGX Orin, Jetson Orin Nano and Jetson TX2)

该相机的正常功能尚未在其他操作系统和平台上进行过测试。  
有关详细信息，请联系 Opto Engineering 代表。

注意使用支持千兆以太网通信的网卡：特别是选择具有巨型帧数据包功能的网卡。

Itala 摄像机是一种高性能设备，能以高数据吞吐量流式传输图像。为了保证最佳性能，主机系统必须足够强大，以处理摄像机发送的大量数据。请考虑选择高性能 CPU 和足够的 RAM，以满足特定应用的图像采集和处理需求。

### 4.3.2 相机驱动程序

为了更好地处理图像流的高吞吐量，建议使用 **Itala 过滤器驱动程序**。过滤驱动程序拦截 *GigE Vision* 流协议数据包，重新组装整个有效载荷，然后直接发送到应用程序图像缓冲区。这样就可以跳过会增加延迟和主机 CPU 占用率的标准网络协议栈（图 4）。这样就实现了低级数据包处理卸载，优化了主机系统资源消耗。

#### 在 Windows 上安装驱动程序

Itala SDK 安装程序会自动在主机上安装必要的过滤器驱动程序。

您可以在以太网连接属性窗口中检查过滤驱动程序是否安装成功。转到 *Control Panel > Network and Sharing Center > Change adapter settings*，右键单击以太网连接并选择 *Properties*。如图 5 所示，在 *Networking* 选项卡中，您应该可以看到过滤驱动程序条目，并选中复选框。

**注意:** 为了避免冲突，建议禁用系统中可能安装的其他相机供应商的过滤驱动程序。

如果在不必要的删除后需要重新安装驱动程序，请按照此步骤操作：

1. 进入 Itala SDK 安装目录。
2. 打开 Filterdriver 文件夹。

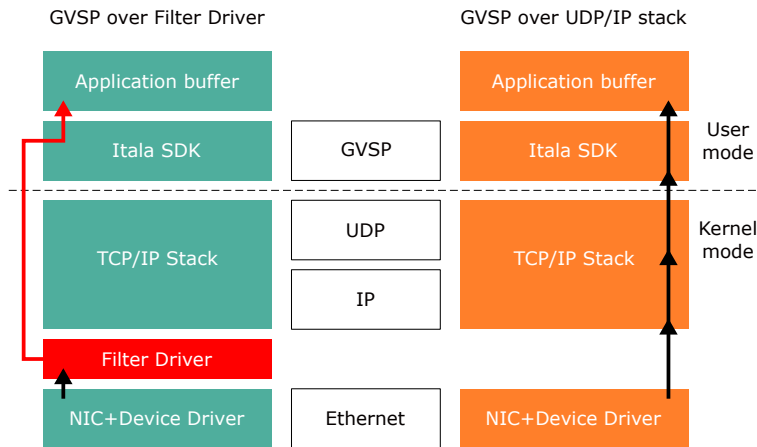


Figure 4: 带和不带滤波器驱动器的 GigE Vision Streaming (GVSP)

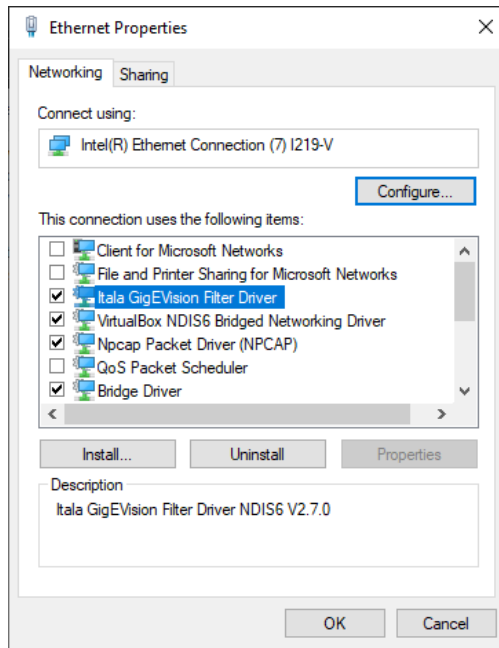


Figure 5: 成功安装过滤器驱动程序。

3. 如果是 Windows 10 操作系统，请启动 *install\_driver\_win10.bat*。请注意根据操作系统选择正确的批次。
4. 安装结束后，过滤器驱动程序将出现在 NIC 属性窗口中（图 5）。

## 在 Ubuntu 上安装驱动程序

Ubuntu GEV 模块不是 1G 摄像机的必备模块，但强烈建议用于高速摄像机，尤其是在遇到数据包不完整或丢失的问题时。

在 ubuntu (*oegevmodule*) 中安装 GEV 驱动程序有两种方法。

第一种是以管理员权限执行脚本 `/opt/itala-sdk/scripts/oegevmodule/install_oegevmodule.sh`。它会尝试下载并在系统中安装正确的模块版本。

第二种方法是从 Opto Engineering 网站 (<https://www.opto-e.com/en/resources/itala-drivers>) 手动下载并安装 GEV 模块。要选择正确的版本，您需要知道

- Itala SDK 版本支持的驱动程序版本：查看文件 `/opt/itala-sdk/changelog.md`
- 内核版本：打开终端，输入 `uname -r`。

您要查找的文件格式为 `oegevmodule-<driver-version>-<kernel-version>.tar.gz`，例如 `oegevmodule-24.04.0-5-15-119-generic.tar.gz`。下载软件包后，您可以解压压缩包，并按照解压文件夹中的 *README* 说明操作。

每次升级内核（即系统升级）时，都需要重新安装驱动程序。

每次升级 Itala SDK 时，可能也需要升级 GEV 模块。请查看 `/opt/itala-sdk/changelog.md` 或 Opto Engineering 官方网站，以确认您的 Itala SDK 版本是否支持所安装的 GEV 模块版本。

您可以在终端执行 `lsmod | grep oegevmodule` 命令，检查安装是否正确完成。如果命令没有返回任何内容，则说明 *oegevmodule* 没有正确安装，否则就是正确安装。您还可以评估内核日志中的 *oegevmodule* 活动（通过执行 `dmesg` linux 实用程序）。

如果您遇到安装问题，或者您的目标内核版本尚不支持，请联系 Opto Engineering 技术支持。

### 4.3.3 网络和配置

摄像机出厂时已配置为以 DHCP / LLA 模式（动态 IP）自动获取 IP 地址。这确保了与不同网络配置的最高兼容性。首次连接时，建议配置网络设置以使用 DHCP。

如果无法访问摄像机，可以强制其采用与当前 NIC 设置兼容的 **IP configuration**。为此，请参阅第 4.7.2 节。

首次连接后，建议尽可能为 NIC 和设备设置静态 IP 地址。这样可以加快发现过程和 IP 协商。

建议连接尽可能简单。为获得最佳性能，请使用网卡直接连接，或将摄像机和主机连接到同一以太网交换机，而不要通过它路由任何其他大流量。

## Windows 的动态 IP 设置

转到 *Control Panel > Network and Sharing Center > Change adapter settings*，右键单击以太网连接并选择 *Properties*。在 *Networking* 选项卡中，从列表中选择 *Internet Protocol Version 4 (TCP/IPv4)*，然后单击 *Properties*。

选择 *Obtain an IP address automatically*，然后单击 *OK*。最后，点击上一个窗口中的 *OK*。

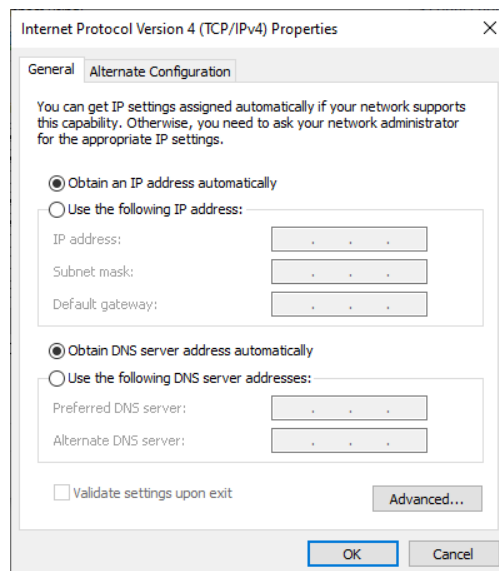


Figure 6: Windows 网络连接的动态 IP 配置。

## Ubuntu 上的动态 IP 设置

转到 *Settings > Network* 并创建或编辑 *Connection Profile*。转到 *IPv4* 选项卡，设置 *Automatic (DHCP)* 并单击 *Apply*。

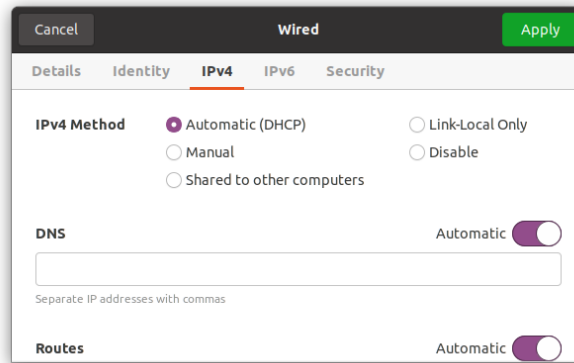


Figure 7: Ubuntu 网络连接的动态 IP 配置。

#### 4.3.4 带宽管理

为获得最佳的流媒体性能、连接可靠性并减少 CPU 消耗，建议将 NIC（网络接口卡）配置为使用 **Jumbo** 帧。巨型帧是大于 1500 字节的以太网帧，可以提高连接效率，减少协议开销。Opto Engineering® 建议使用支持至少 9000 字节巨型帧的网卡。

将 **多摄像头** 连接到一台计算机时，建议使用多个千兆网卡直接连接所有设备。

如果通过以太网交换机连接摄像机，请确保该交换机也支持巨型帧。请记住，如果多台设备连接到同一以太网交换机，它们将共享可用带宽。

有关带宽管理和多摄像机系统配置的更多信息，请参阅第 6.1.2 节。

#### Windows 上的巨型帧设置

巨型帧通常默认关闭。要启用它们，请转到 *Control Panel > Network and Sharing Center > Change adapter settings*，右键单击以太网连接并选择 *Properties*。

在 *Networking* 选项卡中单击 *Configure*。NIC 设置窗口将出现。

在 *Advanced* 选项卡中找到 *Jumbo frame* 或类似条目并将其启用（图 8）。根据具体的 NIC 型号和制造商，设置的值可能有所不同。

如果摄像头连接仍有问题，您可以试试：

- 安装最新的 NIC 驱动程序。
- 增加网卡的接收缓冲区大小。

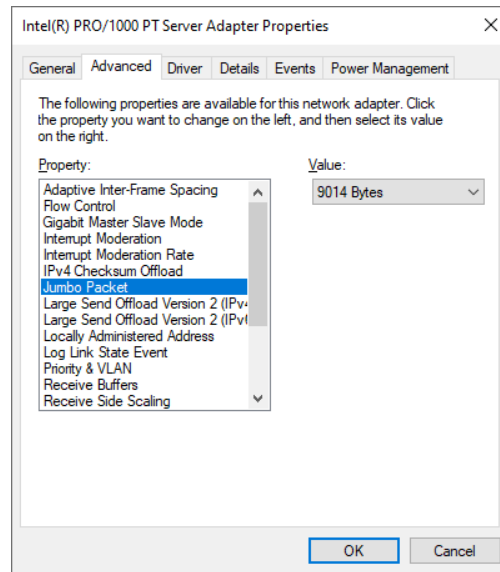


Figure 8: 在 Windows 系统中启用巨型帧时的网卡高级设置。

## Ubuntu 上的巨型帧设置

巨型帧通常默认关闭。要启用它们，请转到 *Settings > Network* 并编辑 *Connection Profile*。转到 *Identity* 选项卡，将 *MTU* 设置为 9000（或更大），然后单击 *Apply*（图 9）。请注意，您需要检查网卡上的 *MTU* 值是否已有效设置。为此，请将设备连接到网卡，打开 *Terminal* 并使用 `ip a` 或 `ifconfig` 命令。输出结果将与图 10 类似。

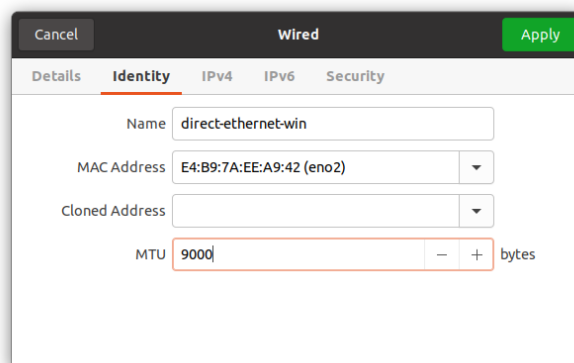


Figure 9: Ubuntu 上的巨型帧设置。

如果摄像头连接仍有问题，您可以试试：

- 安装最新的 NIC 驱动程序。

```
eno2: flags=4163<UP,BROADCAST,RUNNING,MULTICAST> mtu 9000
    inet6 fe80::b9dc:9a85:3020:f0cc prefixlen 64 scopeid 0x20<link>
    ether e4:b9:7a:ee:a9:42 txqueuelen 1000 (Ethernet)
    RX packets 3 bytes 894 (894.0 B)
    RX errors 0 dropped 0 overruns 0 frame 0
    TX packets 8 bytes 1452 (1.4 KB)
    TX errors 0 dropped 0 overruns 0 carrier 0 collisions 0
    device interrupt 16 memory 0xd1200000-d1220000
```

Figure 10: 检查 Ubuntu 上的巨型帧设置 (`ifconfig` 输出)。

- 增加网卡的接收缓冲区大小。

检查最大可用接收和发送缓冲区大小的一种方法是，如果目标 NIC 为 `eth0`，则使用 `ethtool -g eth0` 命令。输出结果与图 11 类似。

```
Ring parameters for eno2:
Pre-set maximums:
RX:                4096
RX Mini:           0
RX Jumbo:          0
TX:                4096
Current hardware settings:
RX:                256
RX Mini:           0
RX Jumbo:          0
TX:                256
```

Figure 11: 检查 Ubuntu 上的最大 RX 和 TX 缓冲区大小。

然后，可以使用 `sudo ethtool -g eth0 rx 4096 tx 4096` 设置最大大小。

在 Ubuntu 以及更广泛的 Linux 操作系统中，有不同的方法来设置网络参数，尤其是高级参数。要从 *Terminal* 设置网络参数，可以使用 `ip`、`ifconfig` 和 `ethtool` 命令。但请注意，这些设置都是临时的，不能在重启时持续使用。要持久更改，请使用 *Netplan*、*NetworkManager (nmcli / nmtui)*，或配置 `/etc/network/interfaces` 文件。

### 4.3.5 网卡电源管理

#### 视窗

**电源管理** 面板可在 NIC 属性窗口的专用选项卡中访问（见图 12）。

默认情况下，网络接口卡可配置为节能模式。

不过，这种设置可能会降低系统的整体性能，导致意想不到的行为，尤其是在高带宽情况下。

**允许计算机关闭该设备以节省电能** 设置控制计算机进入睡眠模式时如何处理网卡。

强烈建议不勾选该复选框，以防止操作系统电源优化和可能的性能损失。

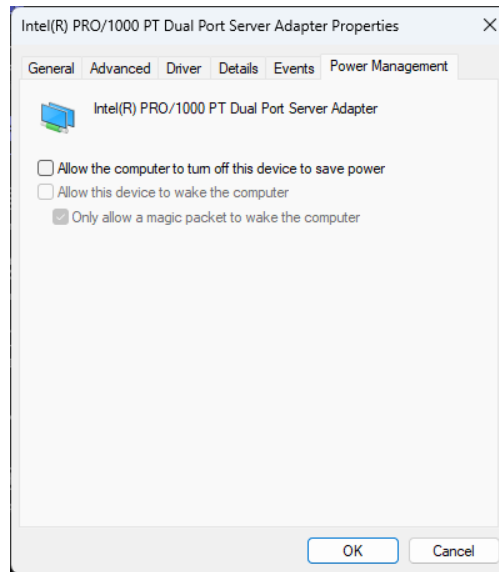


Figure 12: 网卡电源管理设置：应禁用设备关闭。

## 乌班图

如果遇到与省电功能有关的问题，请考虑禁用它们。首先检查是否是 *Wake-on* 功能或 *Energy Efficient Ethernet (EEE)* 设置导致了问题，因为这些设置有时会干扰网络稳定性。

对于更注重性能的配置，如果怀疑全系统省电机制影响了网络性能，可以尝试禁用 *PCIe ASPM (Active-State Power Management)*。禁用 *ASPM* 将关闭所有 PCIe 设备的此功能，这可能有助于减少延迟并提高稳定性，但代价是功耗略高。

## 4.4 Itala SDK

Itala 相机配有完整的软件开发工具包 Itala SDK，充分利用了机器视觉行业的最新标准和技术。SDK 包括

- Itala API
- Itala View
- GenTL producer (.cti)
- 过滤器驱动程序
- 包含代码示例的文档

## 在 Windows 上安装 Itala SDK

为了正确安装 Itala SDK，请执行以下步骤：

1. 从 Opto Engineering 网站下载 Itala SDK 并运行安装程序。
2. 显示 Itala SDK 设置窗口：请务必按照所列说明进行操作（图 13）。

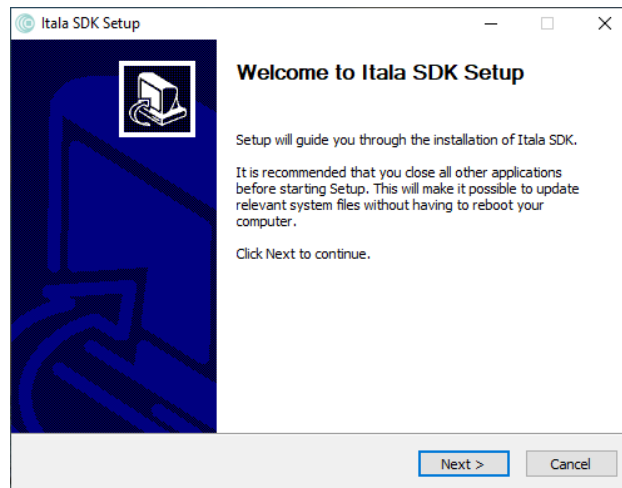


Figure 13: Itala SDK 设置窗口。

3. 安装 Itala SDK（Fig.14）之前，请检查许可条款。

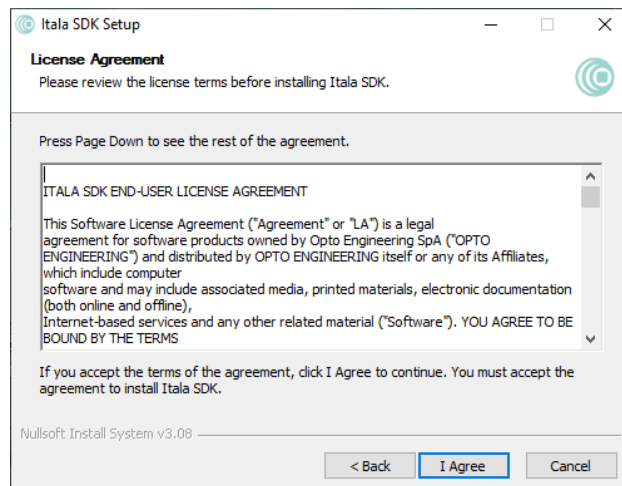


Figure 14: Itala SDK 许可协议窗口。

4. 选择目标文件夹（图 15）。
5. 选择需要安装的组件（图 16）。如果只安装过滤器驱动程序，则可跳过步骤 6。

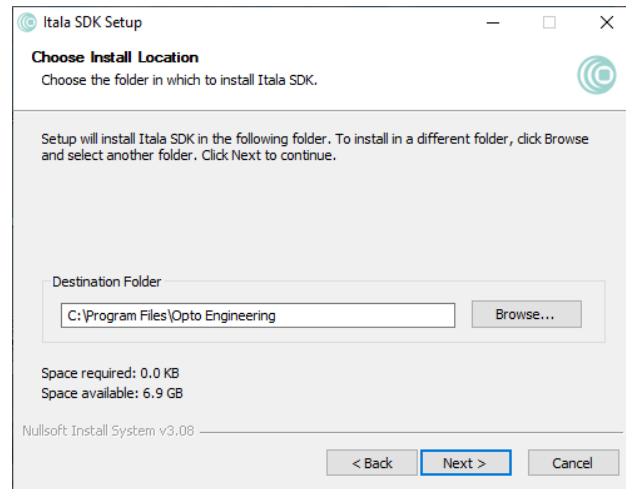


Figure 15: Itala SDK 目标文件夹窗口。

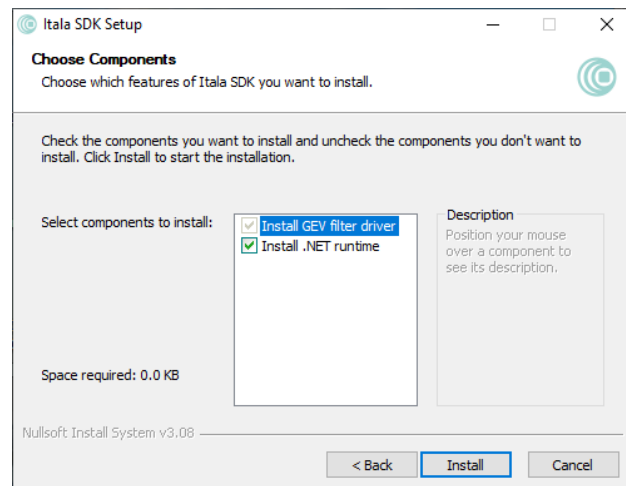


Figure 16: 组件选择窗口。

6. (可选) 如果需要安装 .NET 运行时，请单击 .NET 运行时安装窗口中的 *Install* (图 17)。如果安装成功，将出现图 18 所示的窗口。
7. Itala SDK 将自动安装。可以监控进度条以检查安装状态。安装结束后，将显示一个确认窗口 (图 19)。

## 在 Ubuntu 上安装 Itala SDK

Itala SDK 以 .deb 包的形式提供，便于使用 apt 或 dpkg 进行安装。除标准系统库外，该软件包没有其他依赖项。**Administrator (root) privileges are required.**

使用以下命令安装或删除软件包：

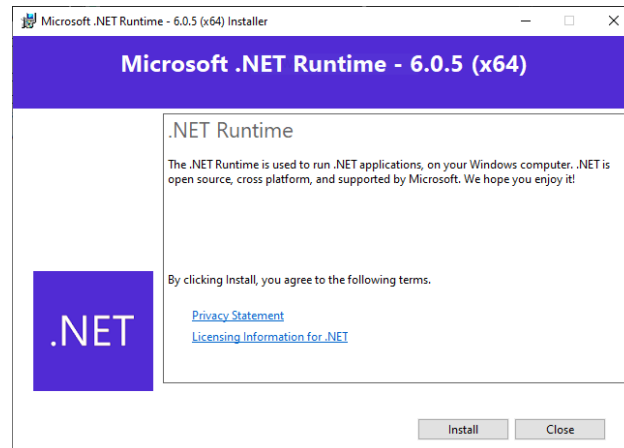


Figure 17: .NET 运行时安装窗口。

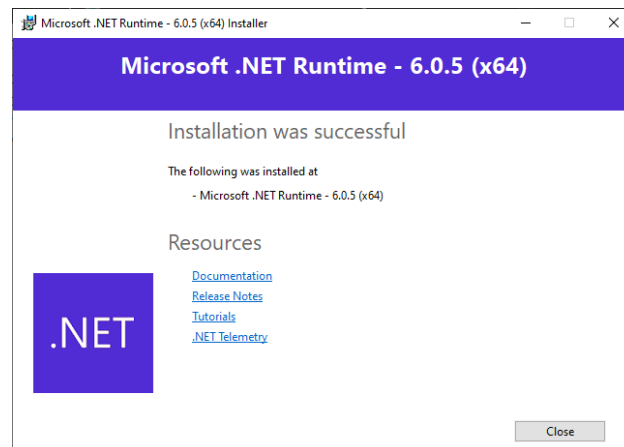


Figure 18: .NET 运行时成功安装窗口。

```
dpkg -i itala-sdk_v2025.05.21_amd64.deb # install
```

```
dpkg -r itala-sdk # uninstall (软件包名称，而不是文件名!)
```

所有文件都位于 `/opt/itala-sdk` 目录中。使用 Itala API 构建软件时，链接器将自动检测 Itala API 共享库。这是通过 `itala-sdk.conf` 文件启用的，该文件在安装过程中被放置在 `/etc/ld.so.conf.d` 目录中。该目录包含的配置片段包含在主链接器配置中。

**注意:** 要应用对链接器和环境变量（即 `GenTL` 变量）所做的更改，可能需要重新启动/注销。

**注意:** 通过 `apt` 安装时，软件包大小可能显示为 `115 GB`。该值不正确，不代表实际安装大小。

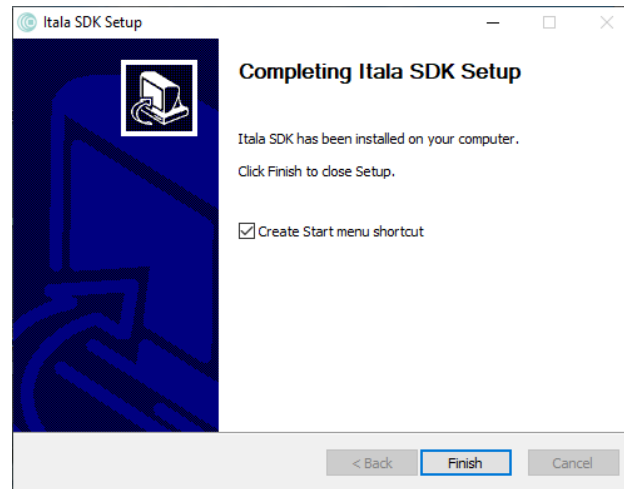


Figure 19: Itala SDK 安装成功。

## 4.5 使用 Itala API 相机

有了 Itala API，就可以轻松地将 Itala 设备集成到定制应用中，这要归功于大量的示例和完整的文档。有关使用该库的更多信息，请参阅 SDK 安装文件夹中的 Itala API 文档。

### 4.5.1 Itala SDK 文件

SDK 文档可在安装目录（*Itala SDK > Development > doc > html*）中找到。).

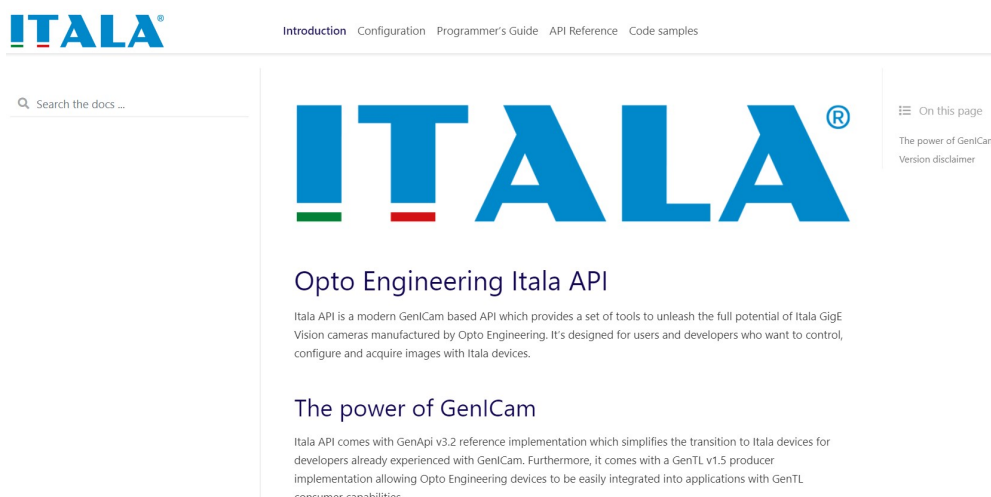


Figure 20: Itala SDK 文档主页。

图 20 描述了 Itala SDK 文档的主页。

## 4.6 将相机与第三方软件一起使用

Itala 相机符合 **GigE Vision** 和 **GenICam** 标准，可与第三方视觉软件轻松集成。此外，SDK 还包含一个 **GenTL producer** (.cti 文件)，符合由 EMVA 托管的 GenTL 规范。这进一步增强了与其他兼容设备和软件的互操作性。

## 4.7 使用 Itala View 相机

Itala View 是一款图形用户界面工具，可对 Itala 摄像机进行评估、配置和故障排除。Itala View 拥有一套全面的实用程序和向导，可加快评估和部署围绕 Itala 摄像头构建的视觉系统。

为便于首次使用该应用程序，下文将对其进行简要介绍。

### 4.7.1 选项卡和面板

参照图 21，Itala View 的主窗口可划分为不同的功能区：

1. 菜单栏
2. 设备发现
3. 设备信息和控制
4. 视频流
5. 图像数据分析和记录
6. GenICam 特征树

通过 **菜单栏**，您可以访问应用程序的设置、工具和向导。

**设备发现** 面板列出了计算机的网卡以及与其连接的摄像机。顶部的刷新按钮允许您对连接到网络的 GigE Vision 设备进行发现和枚举。

每个设备都有一个状态图标，显示是否可连接。设备无法连接可能是 IP 配置错误，也可能是同一设备正在被其他客户端应用程序使用。

每个设备旁边都有一个连接/断开按钮，用于访问该设备。

在 **设备信息** 标签中，显示了当前在发现面板中所选设备的一些基本信息。其中包括设备型号、序列号、MAC 地址和当前 IP 地址。

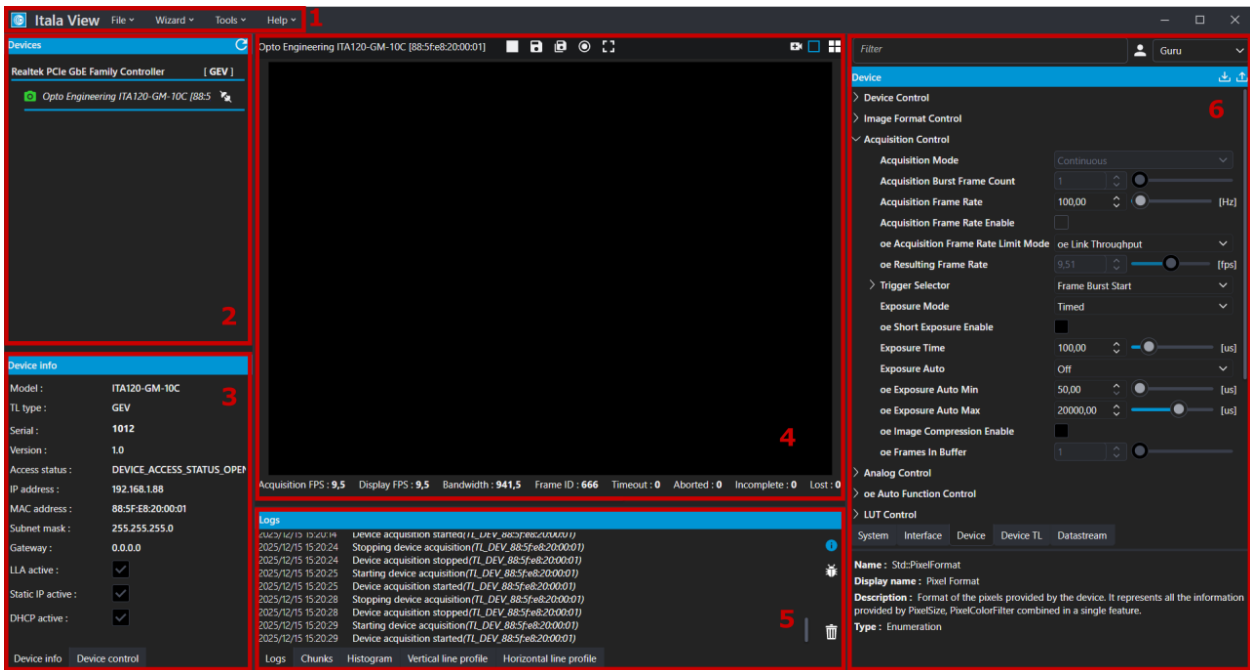


Figure 21: 查看器主窗口。

在 **设备控制** 选项卡中，您可以选择所需的访问模式和为图像抓取分配的缓冲区数量。

通过 **视频流** 视图，您可以控制采集过程并查看摄像机采集的实际图像。

面板顶部有一些快速访问按钮，用于开始/停止采集、保存图像和切换全屏模式。

底部有一个状态栏，显示采集的统计数据和当前图像的有用信息。

使用 **图像数据分析和记录** 标签，您可以查看应用程序日志、当前图像块数据，并对获取的图像进行不同类型的分析。

通过 **GenICam** 特征树可以访问摄像机参数。这些功能按功能分级分组，可以配置摄像机外围设备和/或读取其状态。其中包括曝光时间、增益或触发设置等基本功能，以及编码器或液体镜头控制器等高级功能。

您可以使用树形视图下方的选项卡在 GenTL 模块和连接设备（默认选中）的节点图之间切换。

## 4.7.2 IP 配置器

您可以从 **Tools** 菜单访问 **IP Configurator** 工具。IP 配置器旨在有效解决 Itala 摄像机的网络配置问题，包括但不限于以下方面：

- 摄像机和 NIC 设置为永久 IP，但子网不同

- 摄像机和 NIC 设置为永久 IP，但子网掩码不同
- 摄像机设置为 DHCP 模式，网卡设置为永久 IP
- 摄像机设置为永久 IP，网卡设置为 DHCP 模式

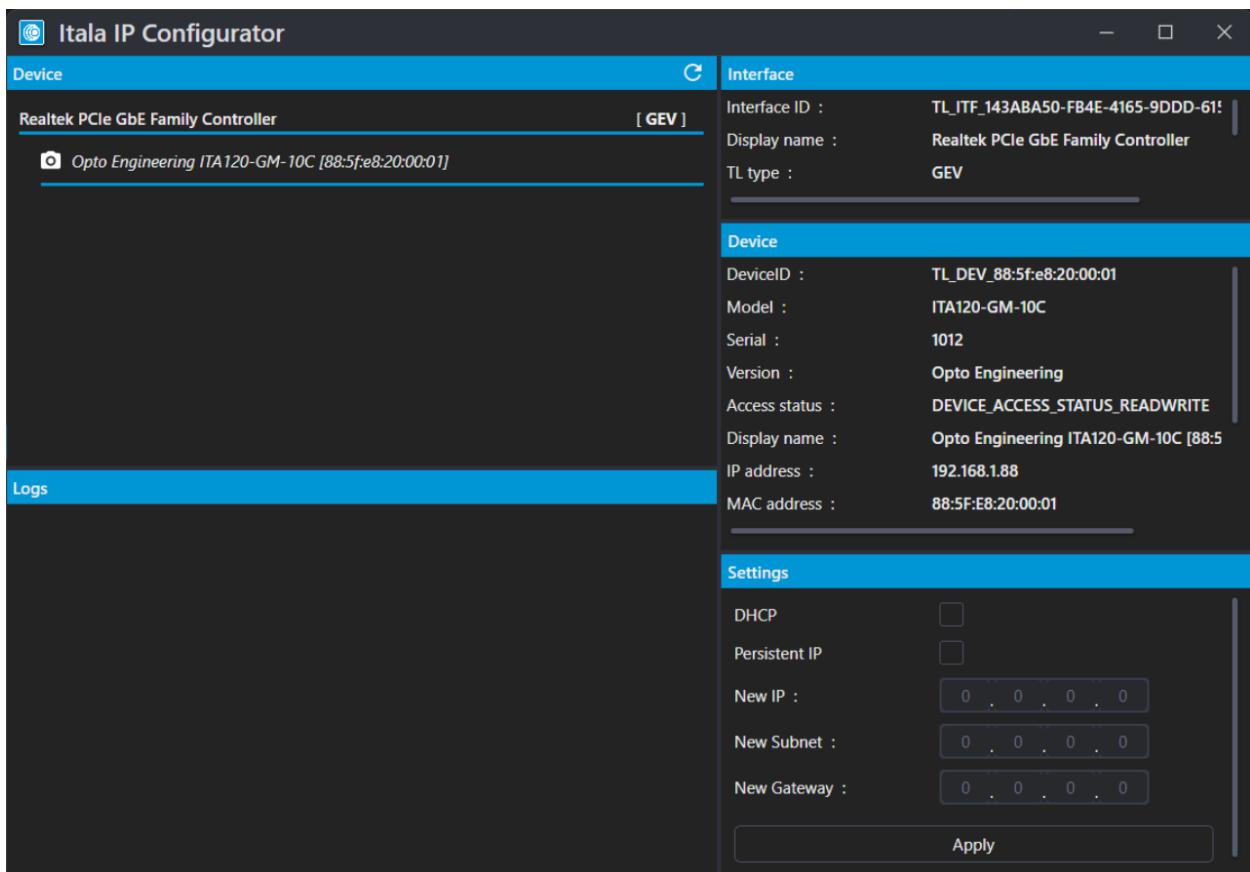


Figure 22: IP 配置器窗口。

如图 22 所示，IP 配置器显示的设备发现和枚举面板与查看器主窗口类似。在右侧可以看到与上述发现面板中当前所选设备相关的网卡和摄像机信息。

IP 配置问题可通过右下角的 **settings** 面板解决。例如，可以强制摄像机采用与当前网卡 IP 设置一致的持久 IP。只需输入正确的数据并单击 **Apply** 按钮。在日志面板中可以看到配置进度并检查设置是否已正确应用。

与查看器主窗口一样，每个枚举设备旁边的图标都以红色警告标志显示潜在问题。

有关摄像机 IP 配置的详细信息，请参阅第 4.3.3 节。

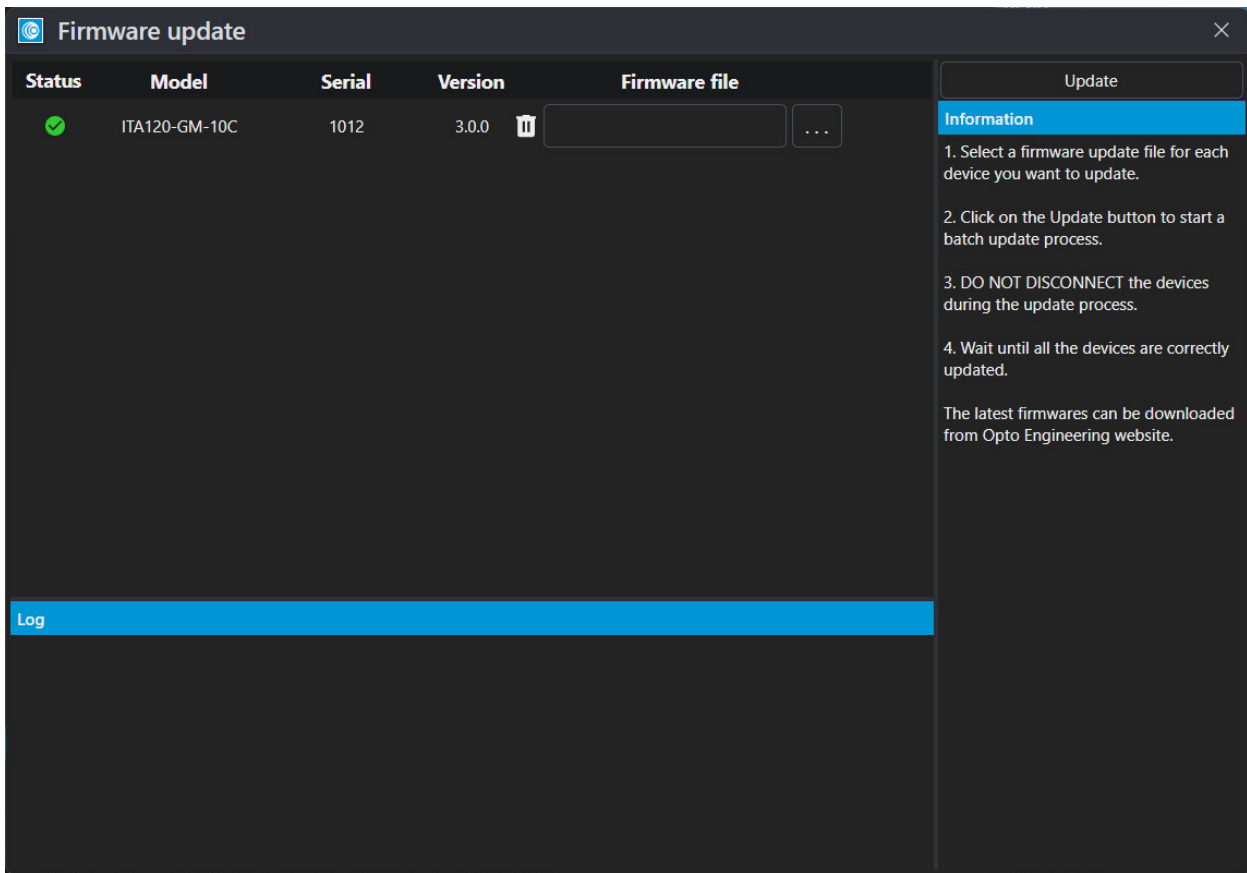


Figure 23: FW 更新器窗口。

### 4.7.3 固件更新

从 *Tools* 菜单可以进入 *Firmware Update* 实用程序（图 23）。现在，您可以为每个已枚举的设备选择一个固件文件。Itala 摄像机的最新固件可从 Opto Engineering 网站下载。

按照此步骤更新一个或多个设备：

1. 为每个要更新的设备选择一个固件更新文件。
2. 单击 *Update* 按钮，启动批量更新流程。
3. 请勿断开连接或关闭电源 更新过程中的设备（图 24）。LED 指示灯闪烁表示摄像机正在向闪存写入内容。
4. 等待直到所有设备都正确更新。

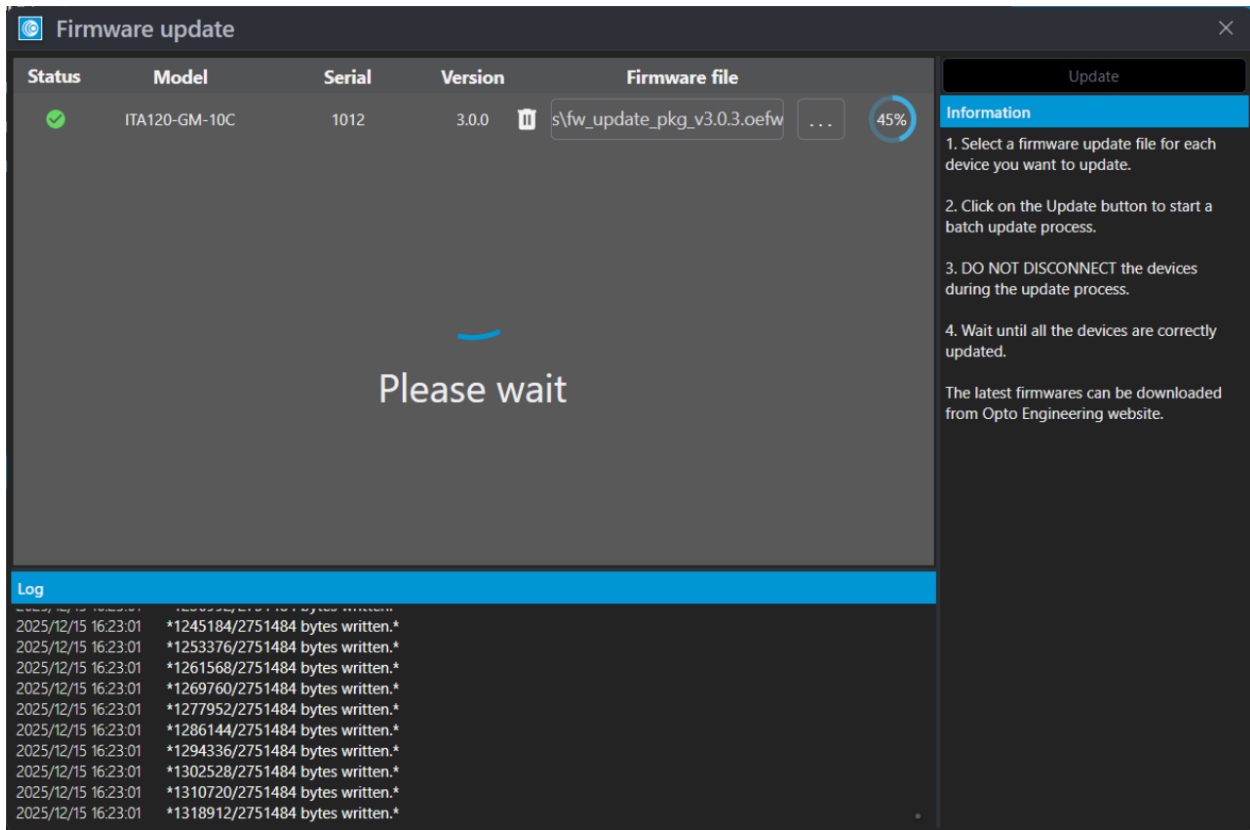


Figure 24: FW 正在更新。

**注意:** 不要断开或关闭电源设备。否则可能导致设备无法启动，应将其送回 *Opto Engineering* 进行出厂重置。

#### 4.7.4 LUT 向导

从 *Wizard* 菜单可以进入 *LUT* 向导。通过该向导可以查看和编辑所选摄像机的 *LUT*。

单击 *Import from camera* 从摄像机寄存器读取 *LUT*，并将其显示在 *Chart* 选项卡中（图 25）。现在可以在 *Table* 选项卡（图 26）中编辑 *LUT* 的每个值。设置特定 *LUT* 的更好方法是加载之前用电子表格编辑器或类似软件生成的 *CSV* 文件。您也可以将当前 *LUT* 写入 *CSV* 文件，编辑后再读取回来。

对生成的 *LUT* 感到满意后，单击 *Apply* 将其保存到相机内存中。有关 *LUT* 功能的更多信息，请参阅第 6.6.1 节。

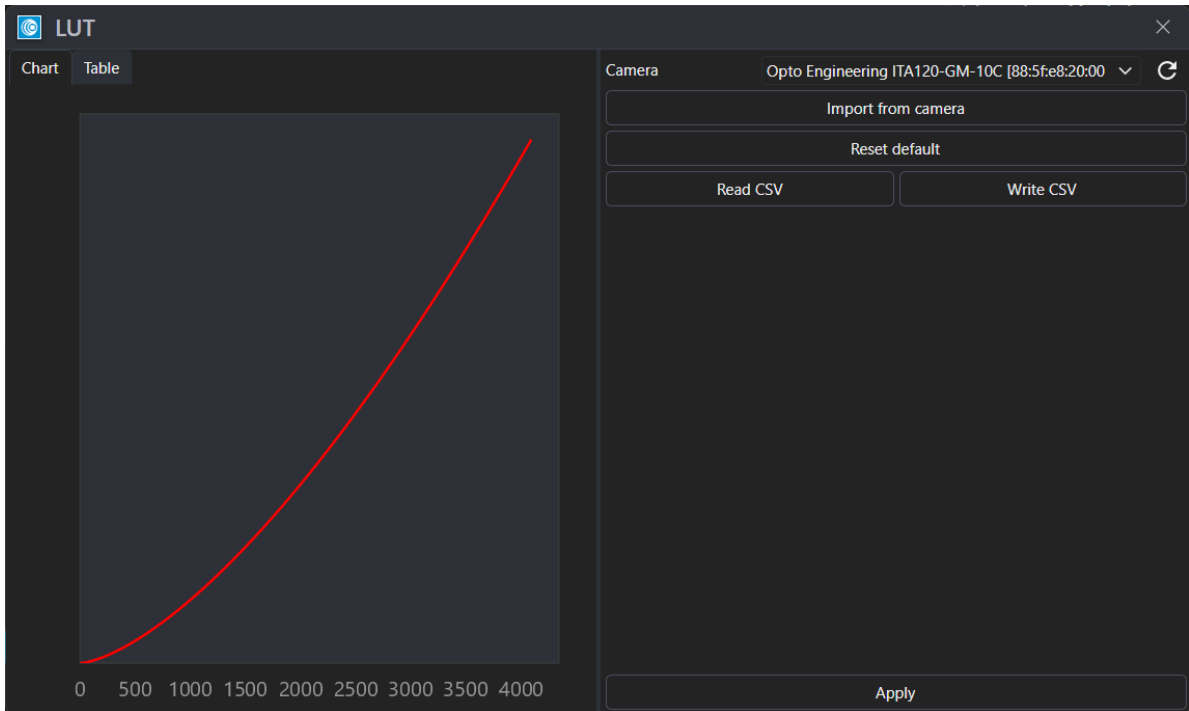


Figure 25: LUT 向导

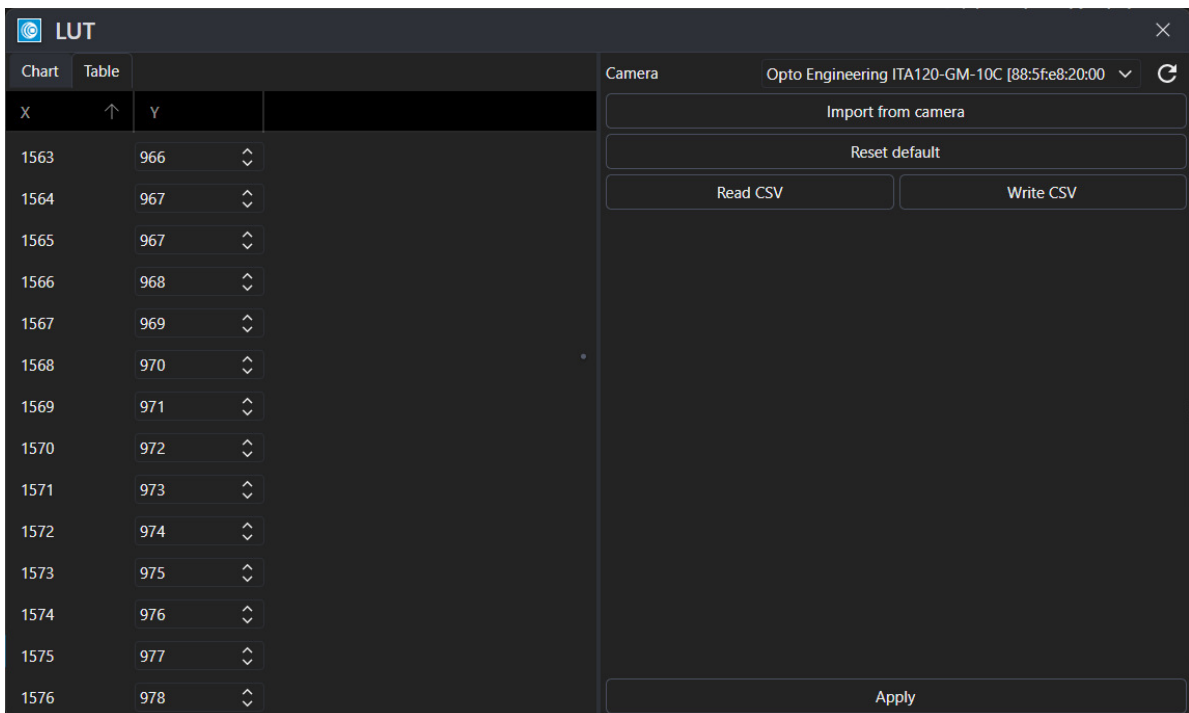


Figure 26: LUT 向导

#### 4.7.5 缺陷像素修正向导

图像传感器的缺陷像素是在 Itala 摄像机的生产和测试过程中映射出来的，因为它们大多与传感器硅片的生产过程有关。然后在相机采集流水线中对其值进行实时校正。有关缺陷像素校正的更多信息，请参阅第 6.18 节。

无论如何，在照相机的使用寿命期间，其他环境因素也会增加缺陷像素的数量。因此，Itala 相机允许用户执行自定义像素校正，将这些缺陷考虑在内。

要启用用户定义的缺陷像素校正，必须将此操作的结果保存到可用的用户设置中。事实上，默认的用户设置只会修正出厂时检测到的缺陷像素。

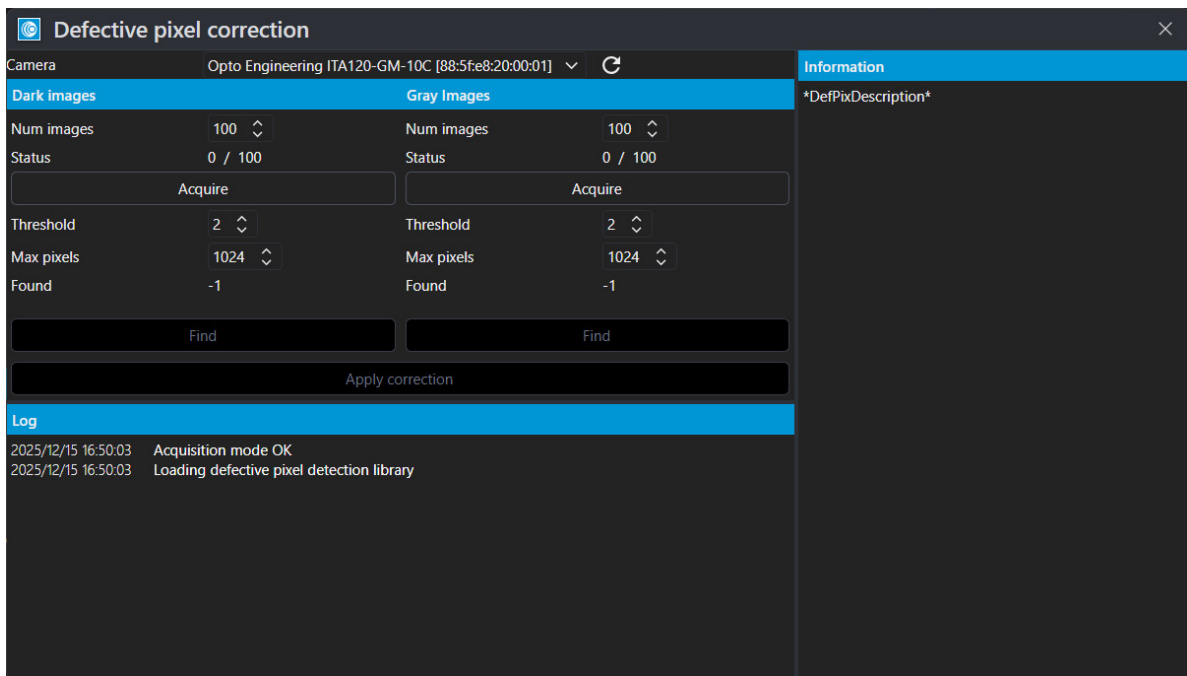


Figure 27: 缺陷像素修正向导

从 *Wizard* 菜单可以进入 *Defective Pixel Correction* 向导（图 27）。

1. 将摄像机置于自由运行采集状态，或确保有连续的触发脉冲输入。
2. 为获得最佳效果，请考虑使用比特深度为 12 位的原始像素格式，例如 *Mono12p* 或 *Bay-erRG12*。
3. 开始图像采集。
4. 盖上相机传感器。
5. 点击 *Dark images* 面板中的 *Acquire* 按钮，获取第一批暗图像。

6. 点击同一面板上的 *Find* 按钮，检测 *leaky* 像素。
7. 将传感器置于均匀光源下曝光（建议均匀度： $>97 \times 64088$ ），以获得平均亮度为最大饱和度的  $50 \times 64088$  的图像。您可以调整曝光时间以达到所需的水平。请记住，应使用相同的曝光时间来获取暗图像。
8. 点击 *Gray images* 面板中的 *Acquire* 按钮，获取第二批灰度图像。
9. 点击同一面板上的 *Find* 按钮，检测热像素和冷像素。
10. 单击 *Apply correction* 将数据上传到摄像机。

为了使这一更改永久有效，您应该保存当前的用户设置。加载默认用户设置将恢复出厂时的缺陷像素校正。

#### 4.7.6 色彩校正向导

从 *Wizard* 菜单可以进入 *Color correction* 向导（图 28）。通过参考色彩检查器（图 29）可以在特定的光线条件下校准摄像机，并获得最佳的显色效果。有关色彩校正矩阵的更多信息，请参阅第 6.7.1 节。

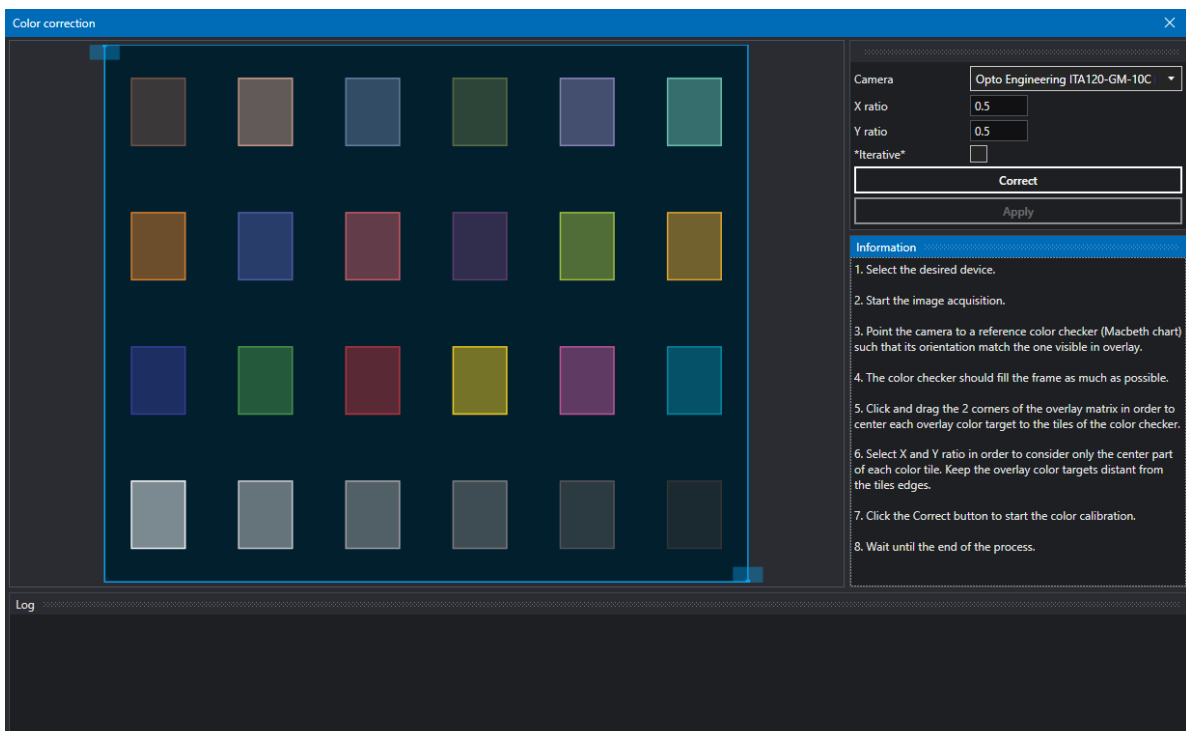


Figure 28: 色彩校正向导

请按照以下步骤进行正确校准：

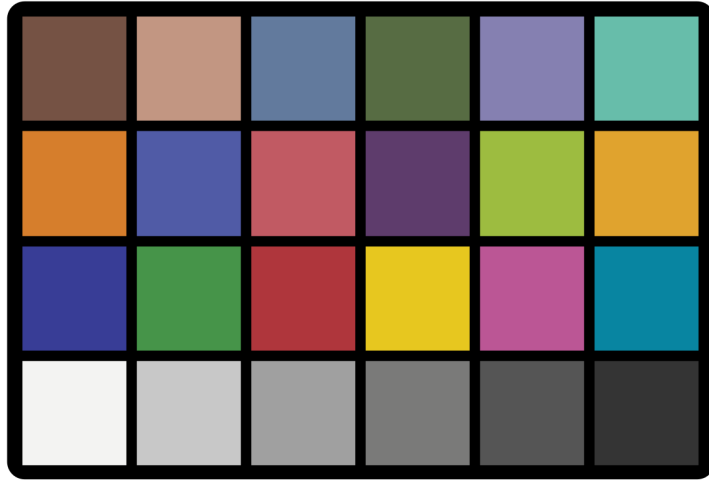


Figure 29: 参考色检查器

1. 选择所需的设备。
2. 开始图像采集。
3. 打开色彩校正向导 (*Wizard > Color correction*) (图 30)。
4. 将摄像机对准参考颜色校验器 (麦克白图), 使其方向与叠加中可见的方向一致。
5. 颜色检查器应尽可能填满框架 (图 31)。
6. 单击并拖动叠加矩阵的两个角, 将每个叠加颜色目标对准颜色检查器的色块。
7. 选择 X 和 Y 比例, 以便只考虑每个色块的中心部分。使叠加颜色目标远离色块边缘。
8. 单击 *Correct* 按钮开始色彩校准。
9. 等到流程结束。

为了使这一更改永久有效, 您应该保存当前的用户设置。加载默认用户设置将恢复出厂色彩校正矩阵。

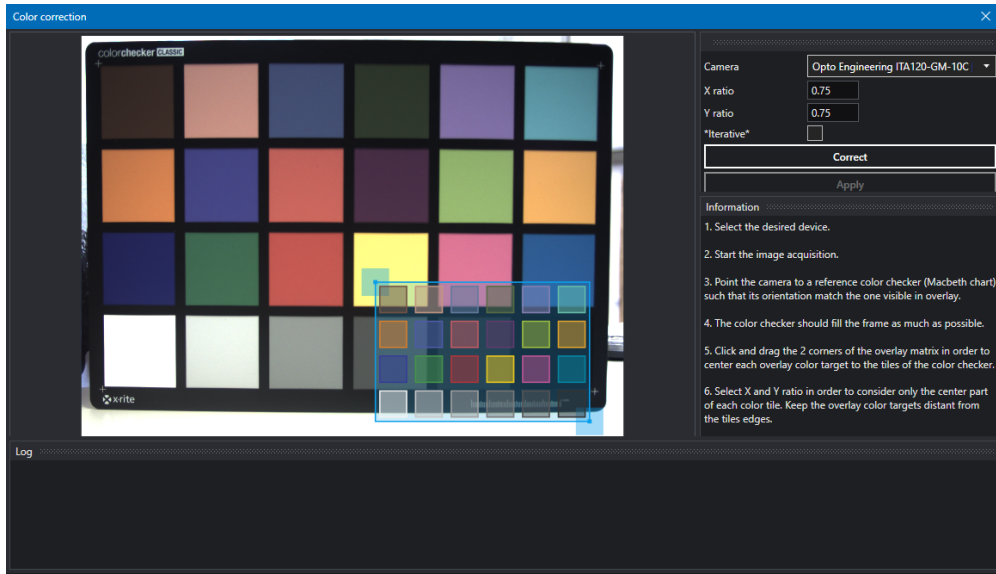


Figure 30: 色彩校正向导窗口。

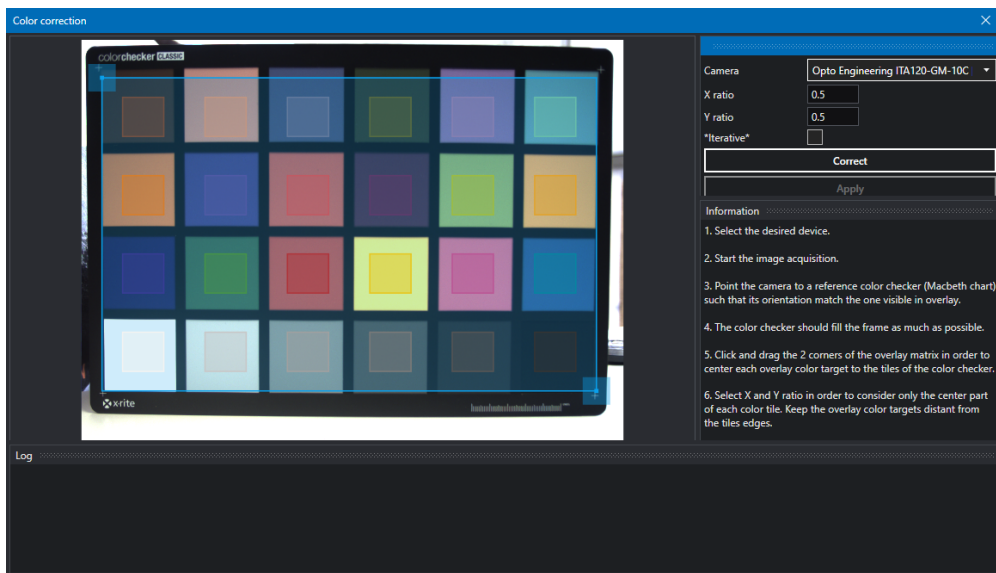


Figure 31: 为获得最佳效果，请确保将向导颜色遮罩与 Macbeth 颜色图砖对齐。

## 5 技术规格

### 5.1 技术规格

表 5.1 总结了摄像机的主要功能。  
下文各章将作进一步解释。

Features	Standard version	Liquid Lens version	Ref. page
<b>图像功能</b>			
ADC 分辨率	10/12bit <sup>1</sup>	10/12bit <sup>1</sup>	-
图像缓冲区大小	384MB	384MB	-
图像镜像 (X/Y)	✓	✓	p.77
ROI 模式	✓	✓	p.75
细分/分选	✓	✓	p.76
像素格式	Mono8, Mono10Packed, Mono10p, Mono12Packed, Mono12p, RGB8, YUV422, YUV411, BayerRG8, BayerRG10p, BayerRG10Packed, BayerRG12p, BayerRG12Packed, Polarized <sup>2</sup>	Mono8, Mono10Packed, Mono10p, Mono12Packed, Mono12p, RGB8, YUV422, YUV411, BayerRG8, BayerRG10p, BayerRG10Packed, BayerRG12p, BayerRG12Packed, Polarized <sup>2</sup>	-
LUT/Gamma 校正	✓	✓	p.109
Test pattern	✓	✓	p.97
收益	✓	✓	p.107
黑色水平	✓	✓	p.110

自动曝光	✓	✓	p.113
Autogain	✓	✓	p.113
缺陷像素校正	✓	✓	p.155
Debayering	✓ <sup>3</sup>	✓ <sup>3</sup>	p.94
白平衡	✓ <sup>3</sup>	✓ <sup>3</sup>	p.107
色彩校正矩阵	✓ <sup>3</sup>	✓ <sup>3</sup>	p.117
Chunk data	✓	✓	p.145
<b>相机功能</b>			
状态 LED 指示灯	✓	✓	p.68
操作系统兼容性	Windows 10, 11 (64 bit)	Windows 10, 11 (64 bit)	p.21
PoE (以太网供电)	✓	✓	-
千兆以太网	✓	✓	-
数据包重发选项	✓	✓	-
静态 IP/DHCP	✓	✓	-
IEEE 1588 (PTP)	✓	✓	-
光隔离输入	2	2	p.67
光隔离输出	4	1	p.67
温度传感器	Image sensor, FPGA	Image sensor, FPGA	-
用户设置	Factory + 2 user sets	Factory + 2 user sets	-
远程 FW 更新	✓	✓	p.37
突发采集	✓	✓	-
Trigger hardware	✓	✓	-
Trigger software	✓	✓	-
计时器	2	2	p.128
计数器	4	4	p.128
编码器控制	1 <sup>4</sup>	1 <sup>4</sup>	p.129
逻辑块	4	4	p.132
逻辑功能	OR, AND, LUT	OR, AND, LUT	p.132
串行通信	RS232/485		p.148

液体透镜控制器		✓	p.150
<b>认证与合规</b>			
符合 GigEVision 标准	✓	✓	-
GenICam 合规性	✓	✓	-
CE 证书	✓	✓	p.9
Shock 和 Vibrations	✓	✓	p.10
RoHS	✓	✓	p.11
REACH	✓	✓	p.11
WEEE	✓	✓	p.11
<b>环境</b>			
储存温度	-10°C - 60°C	-10°C - 60°C	p.13
储存湿度	RH < 80%	RH < 80%	p.13
工作温度 <sup>5</sup>	-25°C - 65°C	-25°C - 65°C	p.13
工作环境温度 <sup>6</sup>	-25°C - 50°C	-25°C - 50°C	p.13
工作湿度	RH < 80%	RH < 80%	p.13

<sup>1</sup> 传感器专用数据。

<sup>2</sup> BayerRG 像素格式的可用像素格式还包括 BayerGR、BayerGB 和 BayerBG。偏振像素格式包括单色和彩色、8p、10p、10Packed、12p 和 12Packed 变体。

<sup>3</sup> 不适用于单色传感器。

<sup>4</sup> 有关兼容的编码器接口，请参见第 6.10 段。

<sup>5</sup> 机壳温度，在机身前部测量。

<sup>6</sup> 不带镜头和不散热时的最高环境温度。通过适当的散热（即通过金属板安装摄像机）可以达到更高的工作温度。

## 5.2 电气规格

表 7 汇总了 Itala 相机的电气规格。

有关 I/O 电路的说明，请参见 5.7 章节。

Parameter	MIN	TYP	MAX	UNIT
<b>总论</b>				
电源电压	12	-	24	[V]
耗电量 <sup>1</sup>	-	-	5	[W]
<b>光隔离输入</b>				
输入电压	0	-	30	[V]
输入高电平阈值	2.2	-	-	[V]
输入低电压阈值	-	-	1.9	[V]
<b>光隔离输出</b>				
输出电压	0	-	+Vcc <sup>2</sup>	[V]
输出电流	-	-	50 <sup>3</sup>	[mA]

<sup>1</sup> 为 62368-1 规定的 PS2 和附件 Q.1 规定的 LPS 产品供电的最大功率小于 100W。

<sup>2</sup> 外部电源连接至数字输出 + 引脚。根据 62368-1 和附件 Q.1 为产品 PS2 和 LPS 供电的最大功率小于 100W。

<sup>3</sup> 输出电流必须受到外部负载或适当外部电阻器的限制。

Table 7: 电气规格

### 5.2.1 电气输入规格

图 32 显示了内部电路如何对线路 0/Line1 上的输入信号进行采样。0-1.9 V 范围内的输入电压被解释为逻辑低电平，而 2.2-30 V 之间的电压被解释为逻辑高电平。不得施加高于 30 V 的电压。

图 33 显示了上升沿和下降沿逻辑的最小/最大输入延迟。

*Digital input* 表示提供给 Itala 摄像机光隔离输入端的信号。

*Processed signal* 表示经过输入电路处理和内部逻辑采样后的信号。

处理后的信号具有平均延迟时间和抖动的特点，抖动是由于光隔离传播延迟的波动和内部逻辑执行的采样造成的（因为数字输入与内部时钟是异步的）。图 33 用灰色区域描述了这种抖动。最小和最大延迟时间表示该区域的抖动。

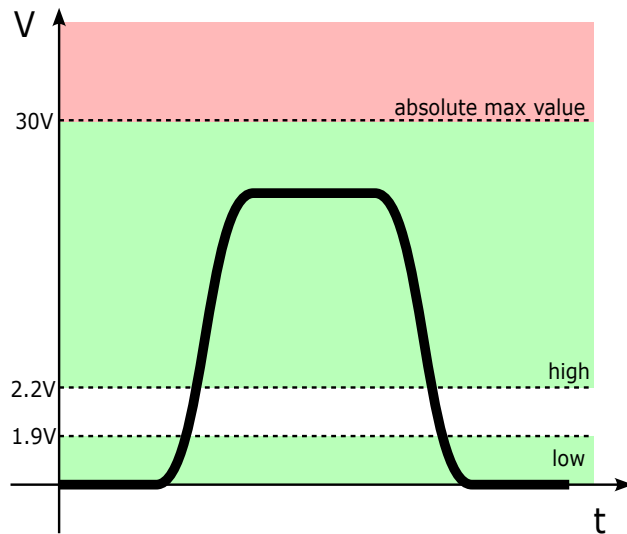


Figure 32: 0V-1.9V 和 2.2V-30V 之间的输入触发分别采样为低电平和高电平。不得超过最大输入电压阈值。

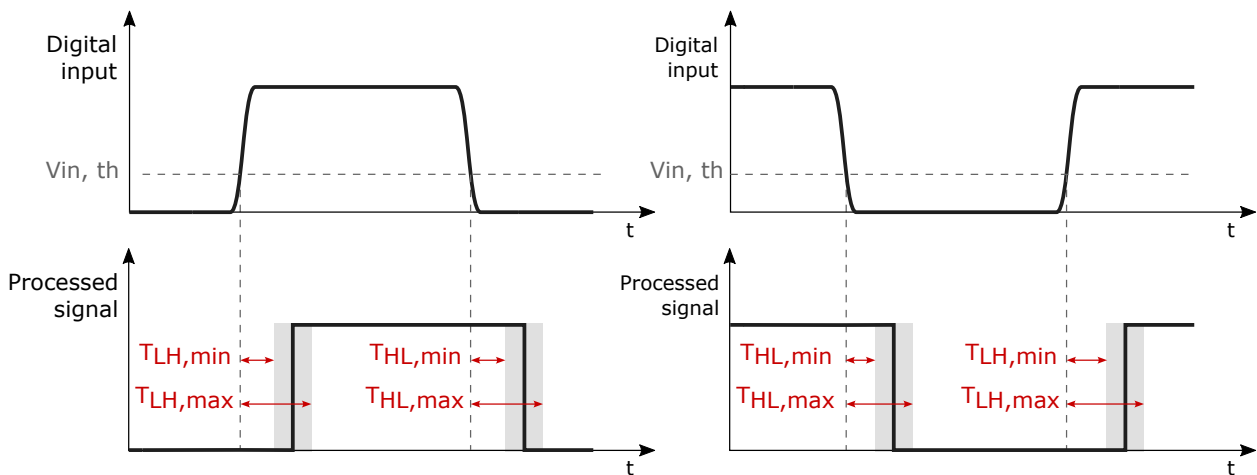


Figure 33: 左侧：输入触发信号和（输入电路）处理后的上升沿逻辑信号。右图：输入触发信号和（输入电路）处理后的下降沿逻辑信号。

最小/最大输入延迟（当 Itala 摄像机由外部设备触发时）如表 8 所示：第 *Input voltage* 列定义了输入触发信号的电压电平。

*MIN rise delay* 和 *MAX rise delay* 列显示从 I/O 连接器输入引脚到图像传感器触发引脚的信号传播延迟时间。如果输入信号为低电平有效，则应考虑 *MIN fall delay* 和 *MAX fall delay* 列。

最后，*MIN Input pulse* 列定义了输入信号的最短时间，以便将其视为有效触发信号（即持续时间小于 MIN 输入脉冲的信号无法被输入电路正确采样）。

**注意:** 最小延迟和最大延迟之间的差值就是输入触发信号采样时产生的抖动。

**注意:** *Itala* 相机集成了一个高性能光隔离器，以最小的延迟处理输入触发信号。该光隔离器也是对称的（即最小/最大上升延迟等于最小/最大下降延迟），因此上升沿触发性能等于下降沿触发性能。

Input voltage	MIN rise delay ( $t_{LH,min}$ )	MAX rise delay ( $t_{LH,max}$ )	MAX fall delay ( $t_{HL,max}$ )	MIN fall delay ( $t_{HL,min}$ )	MIN Input Pulse ( $t_{pulse,min}$ )
[V]	[us]	[us]	[us]	[us]	[us]
3.3	1.5	2.5	1.5	2.5	2
5	1.5	2.5	1.5	2.5	2
12	1.5	2.5	1.5	2.5	2
24	1.5	2.5	1.5	2.5	2

Table 8: 外部设备触发 *Itala* 摄像机时的最小和最大输入延迟时间

### 5.2.2 电气输出规格

表 9 显示了 *Itala* 光隔离输出的电气规格。

*Supply Voltage* 列和 *Load Res* 列分别定义了连接至 *OPTO REF V+* 引脚的电源电压和连接至光隔离输出引脚的负载电阻。

第 *Meas Output Current* 列显示了流经光隔离器的测量电流，而第 *Meas Output Voltage* 列则显示了在电源电压和负载电阻的工作条件下，光隔离器输出引脚上的测量电压。*MAX Output delay* 列定义了光隔离器从输入到输出的最大传播延迟。

图 34 显示了上升沿和下降沿逻辑的最大输出延迟。

*Internal strobe signal* 表示用户希望输出到光电隔离输出引脚之一的内部信号（如曝光信号）。

*Digital output* 表示经过输出光隔离电路处理后的信号。

由于光隔离器的响应时间，数字输出具有输出延迟的特点：图 34 中的灰色区域表示这种延迟，它可能会随着工作条件的变化而波动：供电电压振荡、温度变化、输出负载电阻变化。表 9 规定了最大输出延迟，以应对最坏的情况。

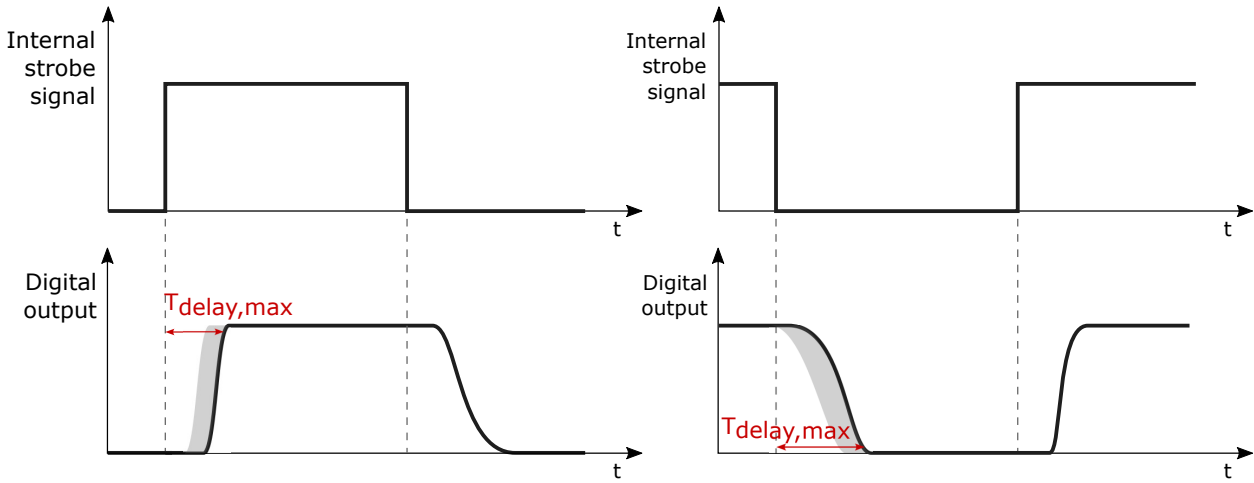


Figure 34: 左侧：内部选通信号和上升沿逻辑数字输出。右侧：内部选通信号和下降沿逻辑数字输出。

注意: 输出光隔离器的行为并不对称, 即上升沿逻辑和下降沿逻辑在电流和输出延迟方面有所不同。

Supply Voltage [V]	Load Res [ohm]	MAX Output delay [ $\mu$ s]	Meas Output Voltage [V]	Meas Output Current [mA]
<b>上升沿逻辑</b>				
3.3	150	3.5	2.1	14.0
	330	3.5	3.0	8.8
	560	3.4	3.2	5.6
	1000	3.3	3.2	3.2
5	330	3.5	4	12.1
	560	3.5	4.5	8.0
	1000	3.5	4.7	4.7
	2200	3.4	4.8	2.2
12	330	3.8	8.5	25.6
	560	3.8	10.2	18.2
	1000	3.7	11.4	11.3

	2200	3.6	12.0	5.4
24	560	4.0	16.5	29.5
	1000	4.0	21.0	21.0
	2200	3.9	23.2	10.6
	4700	3.8	23.7	5.1
	下降沿逻辑			
3.3	150	6.6	2.1	14.2
	330	17.3	3.0	9.1
	560	27.3	3.1	5.6
	1000	34.8	3.2	3.2
	5	330	9.6	4.0
560		20.6	4.6	8.2
1000		30.7	4.7	4.7
2200		42.2	4.8	2.2
12		330	1.8	8.4
	560	4.7	10.2	18.2
	1000	12.0	11.4	11.4
	2200	31.3	12.0	5.4
	24	560	1.5	17.0
1000		4.0	21.2	21.2
2200		15.8	23.3	10.6
4700		36.9	23.8	5.1

Table 9: Itala 摄像机输出信号的最大输出延迟和电气测量值

### 5.3 传感器光学响应

通常情况下，所有第一代 Sony IMX 传感器都具有相同的光学响应。

单色和彩色传感器的相对透射率如图 35 和图 36 所示。

请参阅第 1.5 节获取有关图像传感器系列的信息。

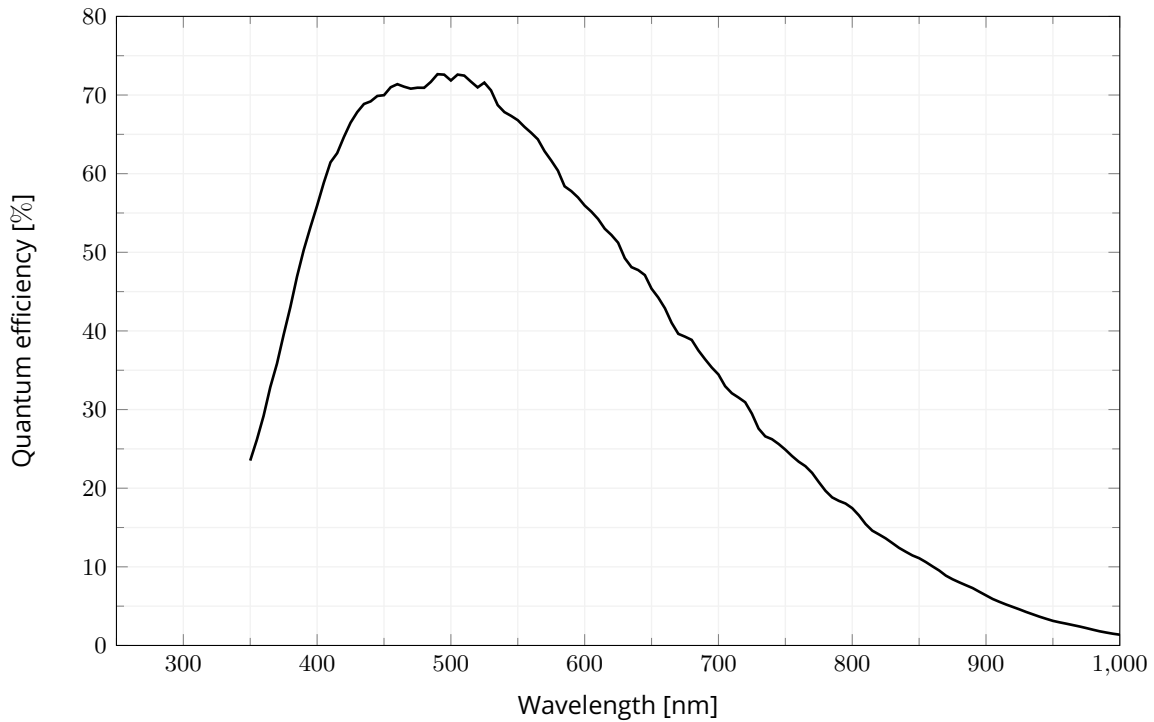


Figure 35: 第 1 代 Sony IMX 单色传感器。

通常情况下，所有第二代 Sony IMX 传感器都具有相同的光学响应。  
单色和彩色传感器的相对透射率如图 37 和图 38 所示。  
请参阅第 1.5 节获取有关图像传感器系列的信息。

通常情况下，所有第四代 Sony IMX 传感器的平均光学响应相同。  
单色和彩色传感器的相对透射率如图 39 和图 40 所示。  
请参阅第 1.5 节获取有关图像传感器系列的信息。

Sony IMX990 SenSWIR™ 的相对透射率 sensor is shown in Fig.41.  
请参阅第 1.5 节获取有关图像传感器系列的信息。

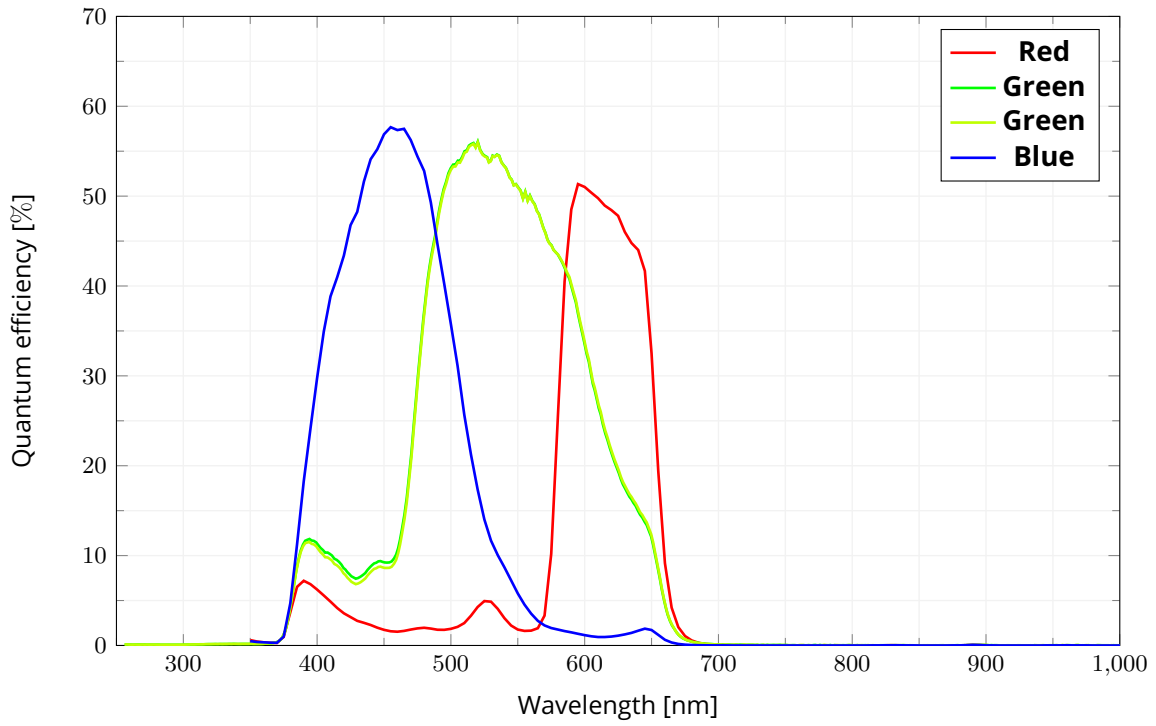


Figure 36: 第 1 代 Sony IMX 彩色传感器。

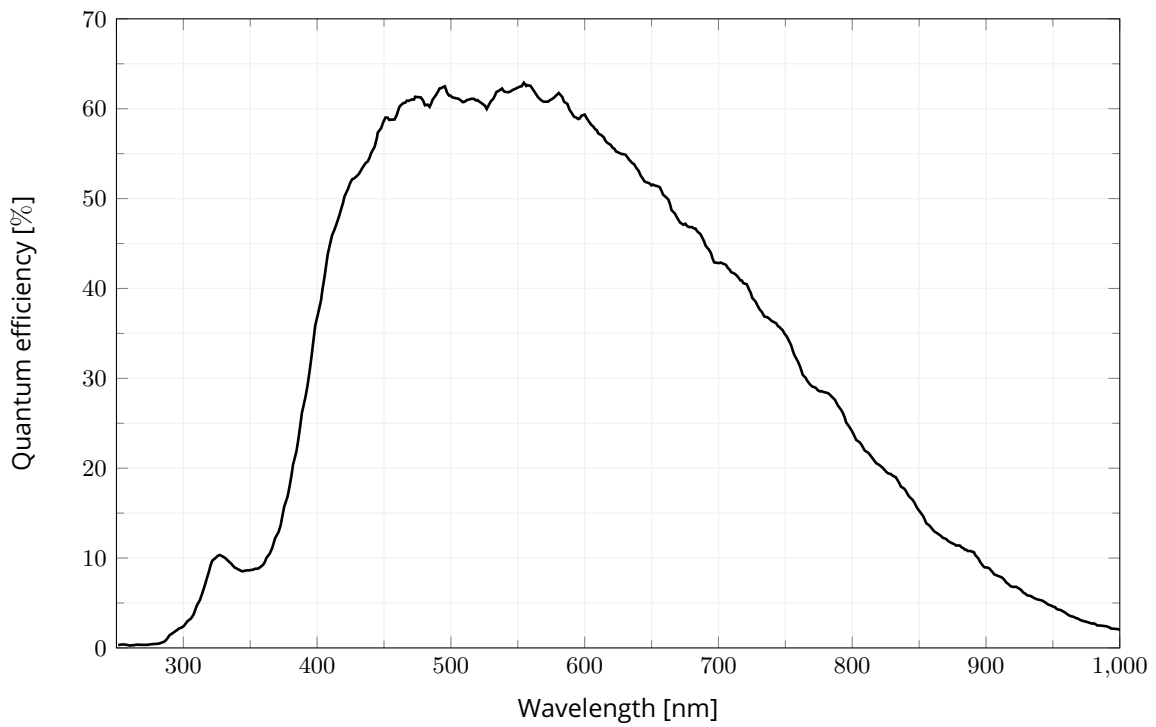


Figure 37: 第 2 代 Sony IMX 单色传感器。

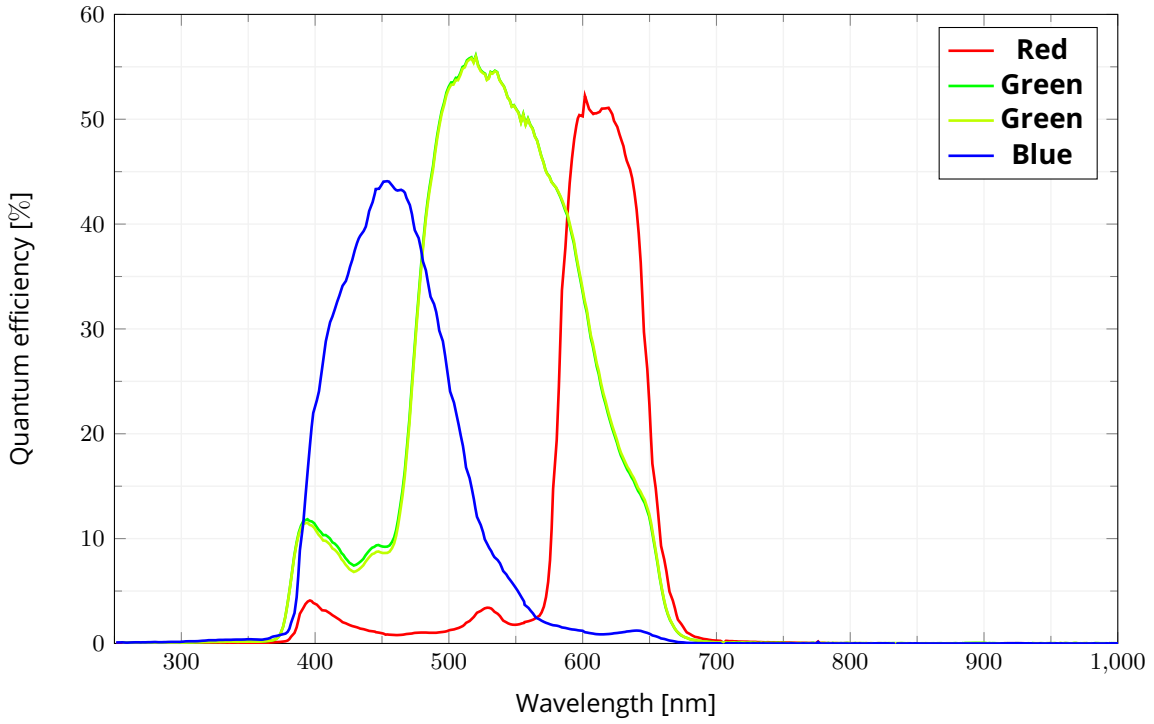


Figure 38: 第 2 代 Sony IMX 彩色传感器。

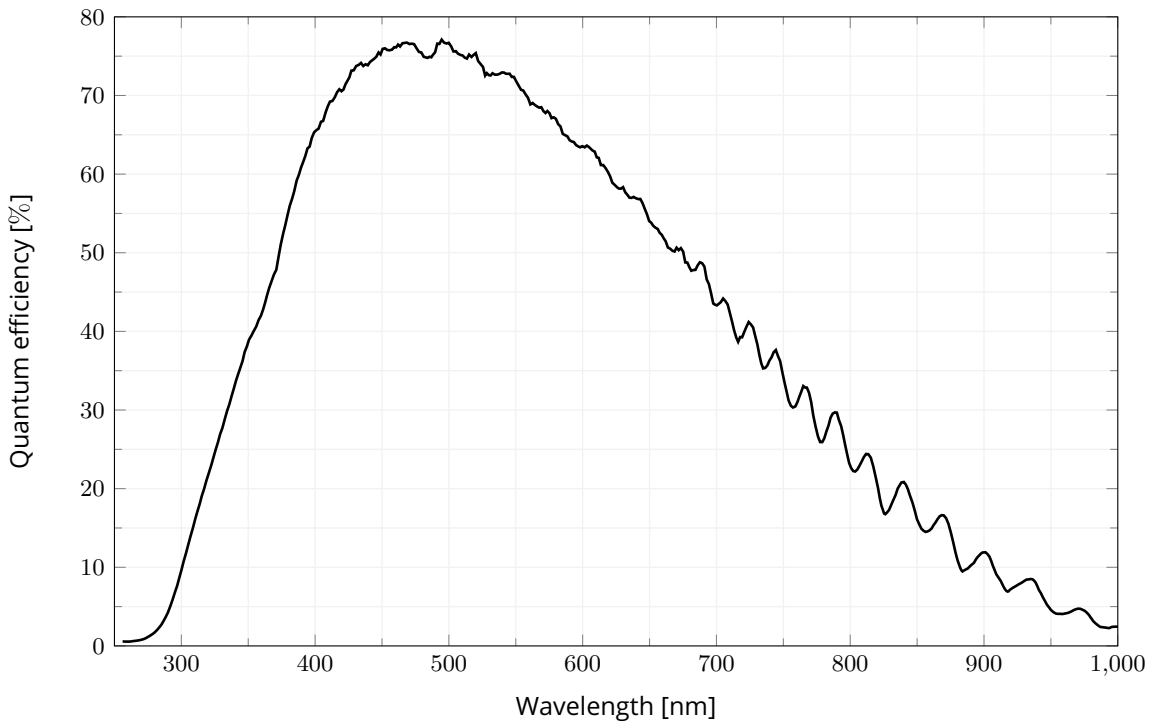


Figure 39: 第 4 代 Sony IMX 单色传感器。

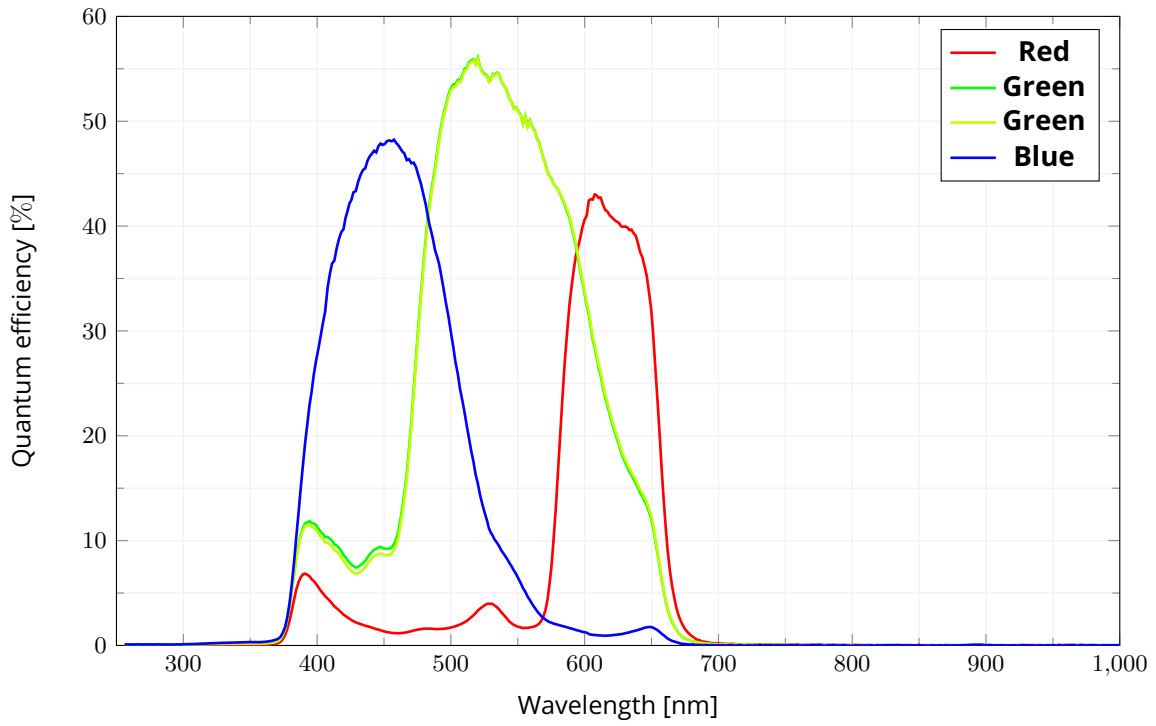


Figure 40: 第 4 代 Sony IMX 彩色传感器。

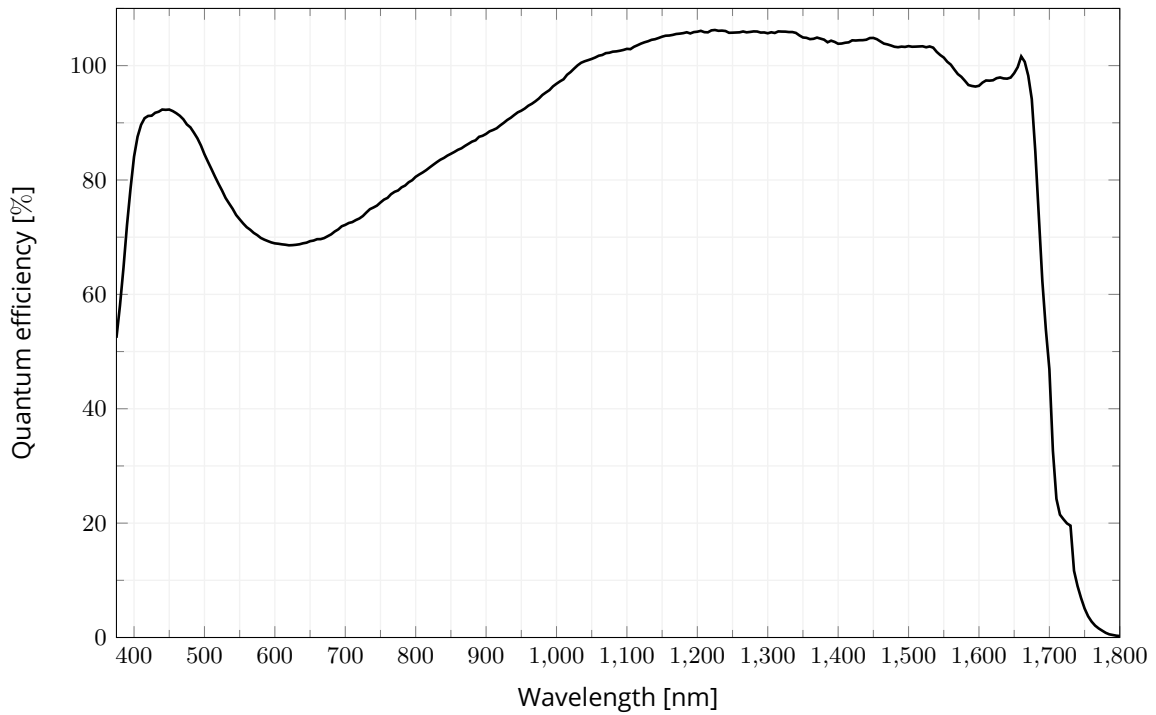
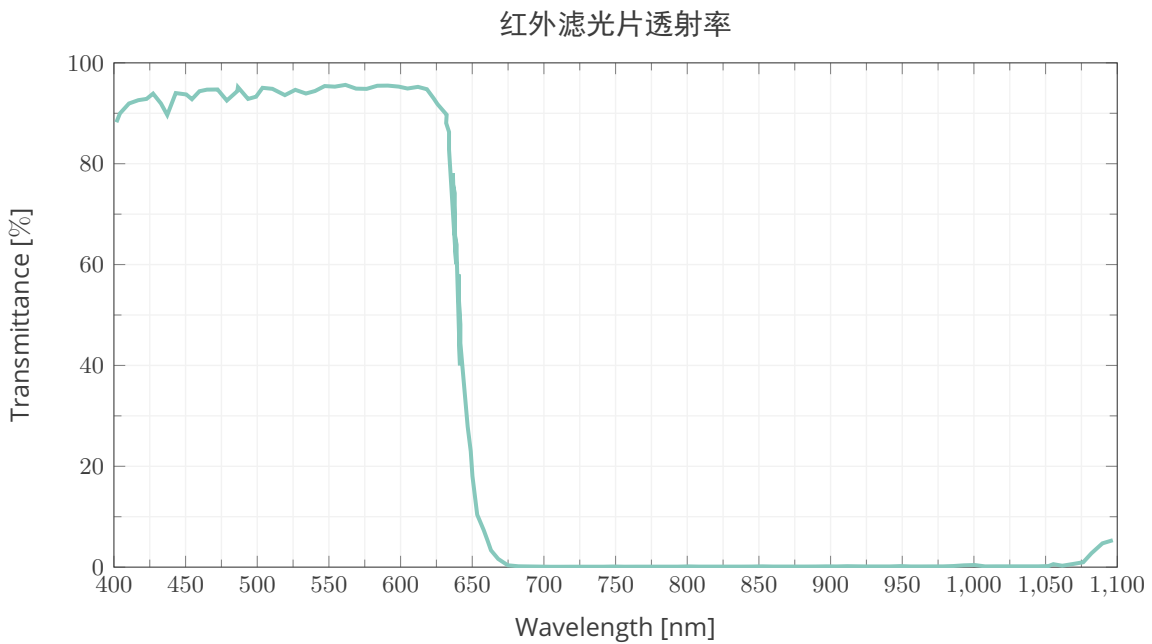
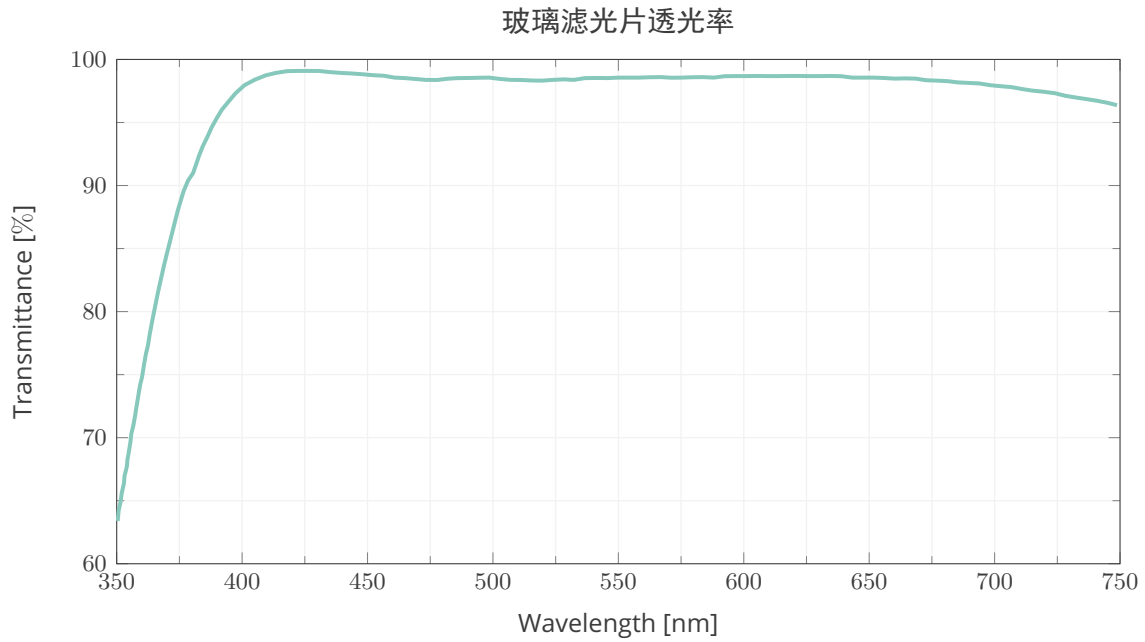


Figure 41: Sony IMX990 SenSWIR™ monochrome sensor.

## 5.4 光学过滤器

下图显示了 Itala 摄像机系列可用滤光镜的透射率特性。



## 5.5 机械规格

### 5.5.1 尺寸图

#### ITALA G - G.EL

**TYPE 1** 图纸（图 42）适用于所有带 1.2 英寸以下图像格式传感器的相机。这些相机配有标准 **C mount**（直径 1 英寸，每英寸 32 螺纹），法兰距离为 **17.526 mm**。

**TYPE 2** 图纸（图 43）适用于所有带 4/3 英寸至 APS-C 图像格式传感器的相机。这些相机配备 **M42x1** 螺纹卡口，法兰距离为 **12 mm**。

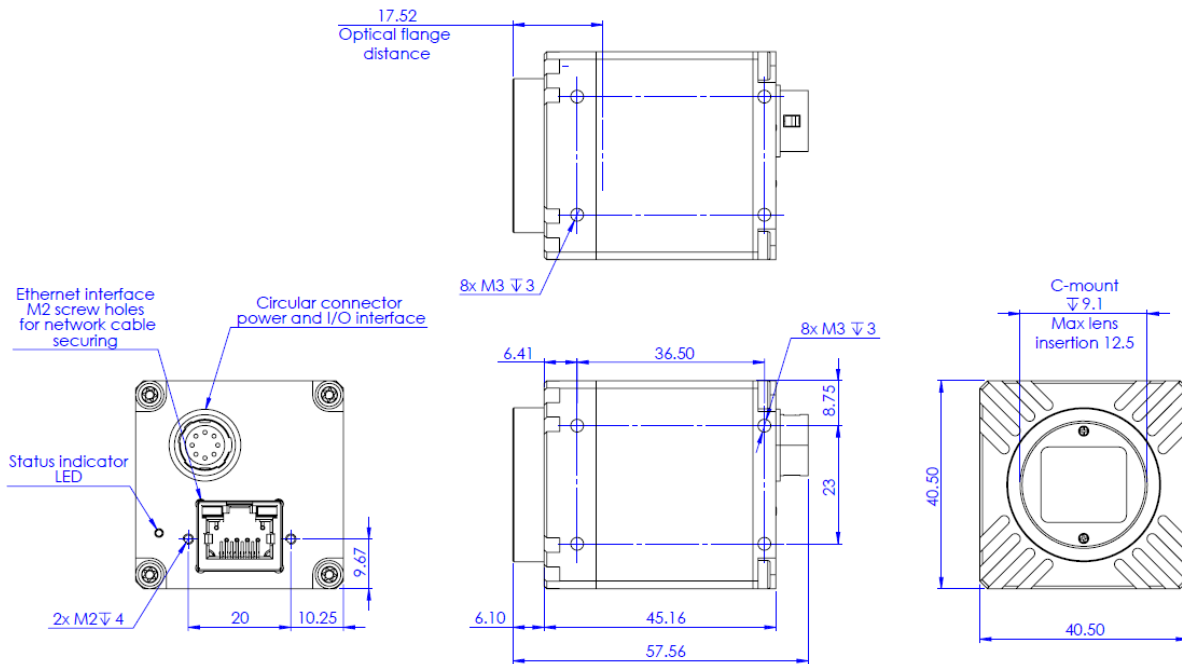


Figure 42: TYPE 1 dimensional drawings.

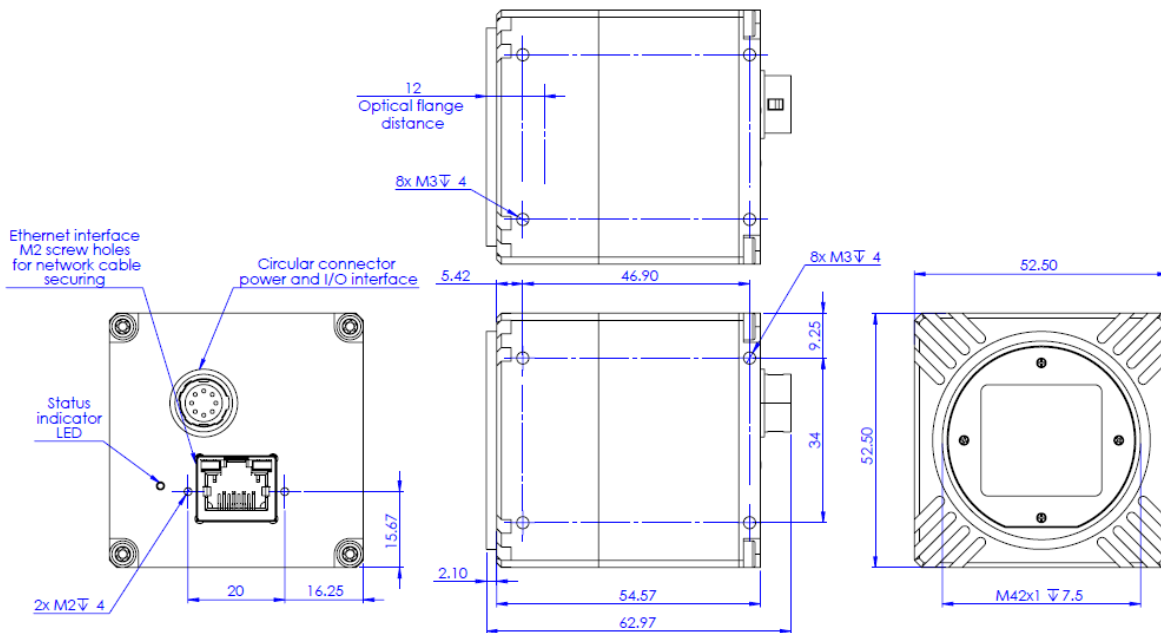


Figure 43: TYPE 2 dimensional drawings.

### ITALA G.IP

图 44 中的图纸涉及所有 IP67 摄像机。这些摄像机配备了标准 **C mount**（直径 1 英寸，每英寸 32 螺纹），法兰距离为 **17.526 mm**。

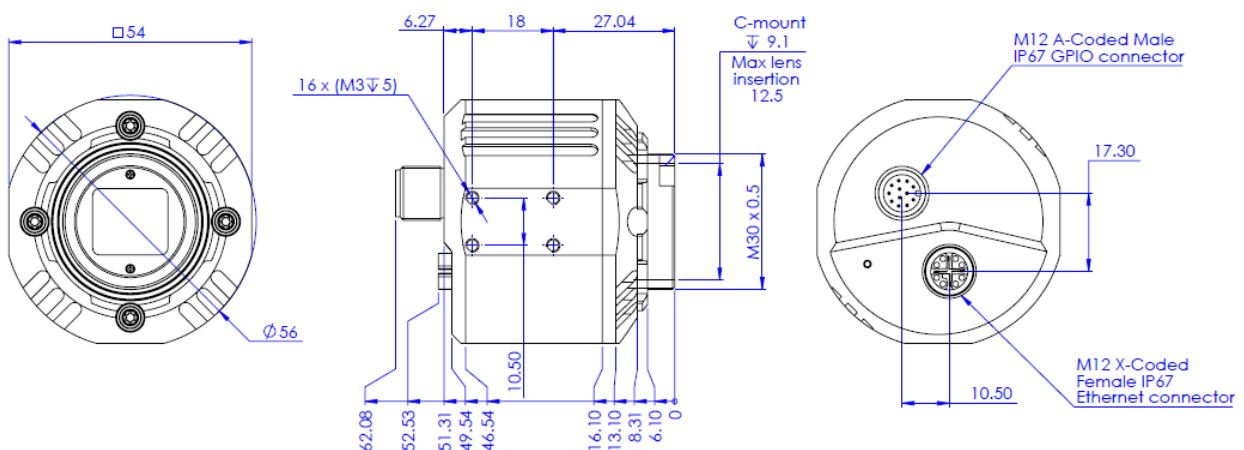
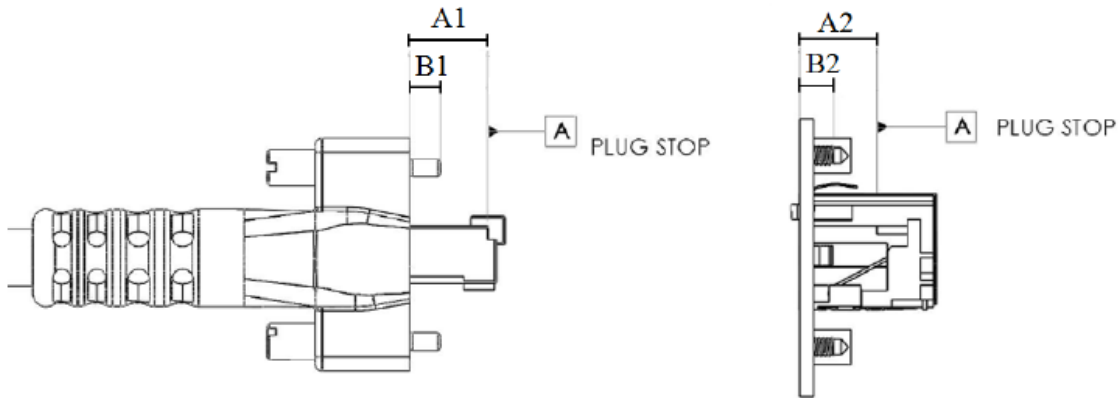


Figure 44: ITALA G.IP dimensional drawings.

### 5.5.2 千兆位视觉机械要求

Itala 相机的设计完全符合 GigE Vision 机械规格。实施的配置符合 *GigE Vision Mechanical Supplement* 中定义的 **TYPE090** 标准（图 45）。



Dimension – Free connector	TYPE090	TYPE110
From overmold to plug stop (A1)	9.0 mm (-0.47, +0.00)	11.0 mm (-0.47, +0.00)
From overmold to tip of thumbscrews (B1)	4.25 mm (-1.00, +0.25)	4.25 mm (-1.00, +0.25)
Dimension – Fixed Connector	TYPE090	TYPE110
From contact point to plug stop (A2)	9.0 mm (-0.00, +1.00)	11.0 mm (-0.00, +1.00)
From contact point to bottom of thumbscrew thread (B2)	4.5 mm (-0.00, +1)	4.5 mm (-0.00, +1.00)

Figure 45: GigE Vision 连接器规格

### 5.5.3 传感器对中数据

所有相机在组装后都要进行测试，以确保传感器正确对中。为确保最佳成像性能，对镜头安装的所有六个自由度都进行了测量。在表 10 和 11 中，报告了与图 46 相对应的传感器居中的典型生产值。

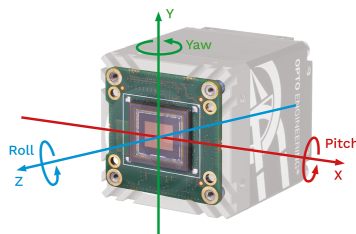


Figure 46: 传感器自由度

轴	名义	$3\sigma$
Roll	$0^{\circ}$	$0.4^{\circ}$
Yaw	$0^{\circ}$	$0.3^{\circ}$
Pitch	$0^{\circ}$	$0.5^{\circ}$
Horizontal shift (x)	0 mm	0.2 mm
Vertical shift (y)	0 mm	0.2 mm
FD (z)	17.53 mm	0.11 mm

Table 10: 用于 C 卡口相机的传感器对中

轴	名义	$3\sigma$
Roll	$0^{\circ}$	$0.6^{\circ}$
Yaw	$0^{\circ}$	$0.3^{\circ}$
Pitch	$0^{\circ}$	$0.5^{\circ}$
Horizontal shift (x)	0 mm	0.2 mm
Vertical shift (y)	0 mm	0.2 mm
FD (z)	12 mm	0.2 mm

Table 11: 用于 J 卡口相机的传感器对中

## 5.6 连接器和引脚

### ITALA G - G.EL

相机有两个连接器：

- 带螺丝锁的标准 **RJ45** 连接器

用于图像流的连接，以及（可选）通过 PoE 为摄像机供电。

- **12 针圆形连接器 (P/N: HR10G-10R-12PB(71))**

该连接器具有多用途引脚：电源、触发器、同步、串行通信、液体镜头驱动器。针脚排列并不固定，取决于相机型号（标准或带液体镜头控制器）。请参阅表 12，查看两种型号相机的引脚布局。

PIN	标准	液体透镜
1	GND	GND
2	+VIN	+VIN
3	Opto OUT 3	Lens -
4	Opto IN 0	Opto IN 0
5	Opto OUT 2	Lens +
6	Opto OUT 0	Opto OUT 0
7	Opto REF GND	Opto REF GND
8	RS232 RX	Lens SCL
9	RS232 TX	Lens SDA
10	Opto REF V+	Opto REF V+
11	Opto IN 1	Opto IN 1
12	Opto OUT 1	Lens +3.3V

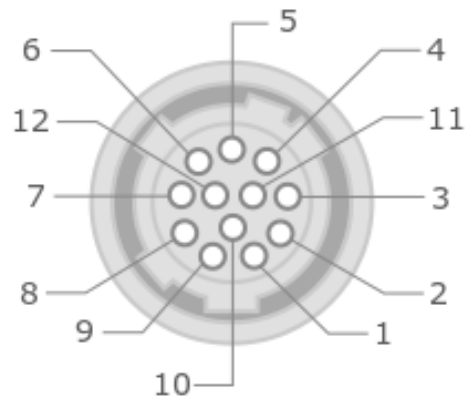


Table 12: Itala 引脚说明适用于标准版和液体透镜控制器版。

Figure 47: 12 针圆形连接器引脚布局 (相机正面图)

注意: 如果使用 CBGPIO001 电缆, 请查看 *Opto Engineering*® 网站, 获取 "颜色与功能" 关联。

## ITALA G.IP

相机有两个连接器：

- **M12 X-Coded IP67 母型以太网连接器 (P/N: 394811-E)**  
用于图像流的连接，以及（可选）通过 PoE 为摄像机供电。
- **M12 A-Coded IP67 GPIO 公连接器 (P/N: 494518-E)**  
该连接器具有多用途引脚：电源、触发、同步、串行通信。

PIN	标准
1	GND
2	+VIN
3	Opto OUT 3
4	Opto IN 0
5	Opto OUT 2
6	Opto OUT 0
7	Opto REF GND
8	RS232 RX
9	RS232 TX
10	Opto REF V+
11	Opto IN 1
12	Opto OUT 1

Table 13: Itala 引脚说明，用于 IP67 版本。

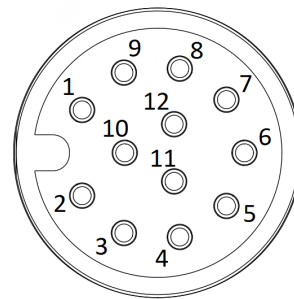


Figure 48: IP67 12 针圆形连接器引脚（摄像机正面图）。

**注意:** 如果使用 *RT-MSAS-12BFFM-SL8Dxx* 电缆，请查看 *Opto Engineering®* 网站以获取“颜色与功能”关联。

## 5.7 输入/输出电路

I/O 连接器的所有输入和输出引脚都是电气隔离的。

表 7 列出了所有电气规格和最大额定电压/电流。

### 5.7.1 光隔离输入

光隔离输入拓扑结构示意图如图 49 所示。

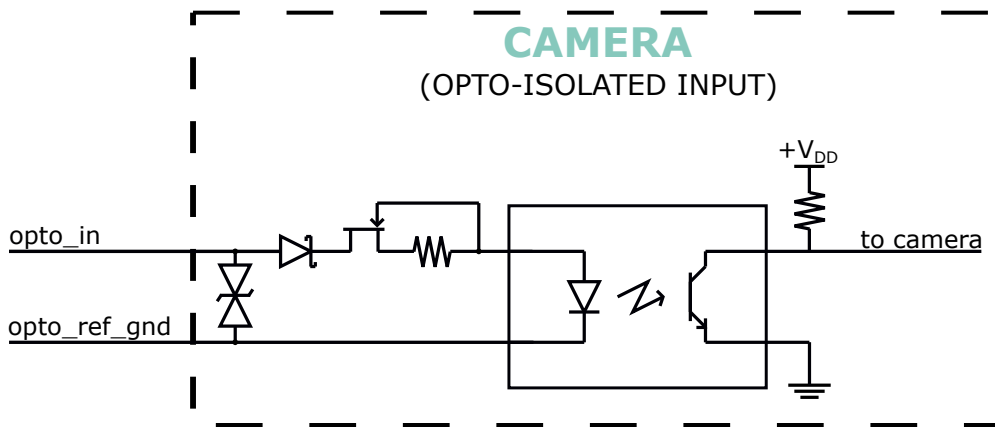


Figure 49: 光电隔离输入拓扑结构。

设计中使用了高速输入隔离器，以最小的传播延迟处理输入触发信号。TVS 二极管用于防止高压尖峰，而串联二极管则用于防止输入极性反转。此外，还包括一个电流限制器电路，用于自动调节输入电流。

**注意:** 请注意，光隔离输入电路的任何损坏都会导致其无法继续使用。

一些接线图示例（光电隔离和非隔离系统）见“接线连接示例”一章（7.1）。

### 5.7.2 光隔离输出

光隔离输出拓扑示意图如图 50 所示。

如果输出引脚发生意外连接，旁路二极管会保护晶体管，为电流提供另一条路径。光隔离输出引脚的基准电压可以不同于电源电压，但不得超过表 7 中列出的最大规格。

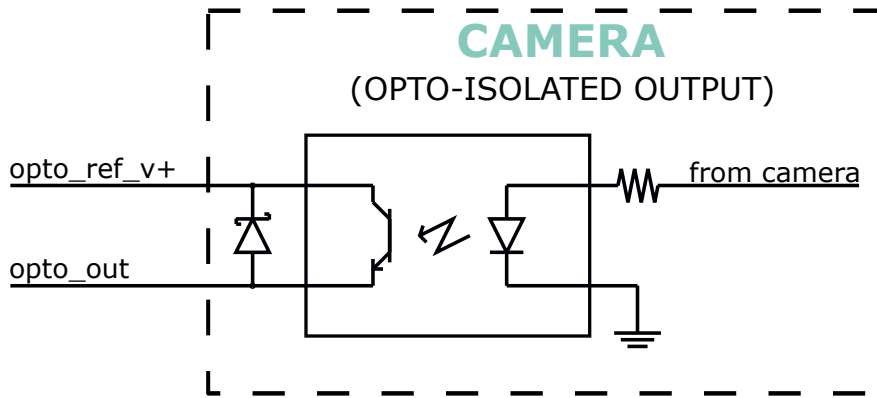


Figure 50: 光电隔离输出拓扑结构。

## 5.8 LED 指示灯

所有 Itala 摄像机的机壳背面都有一个 LED 指示灯，位于连接器旁边（见图 42、43 和 44）。此 LED 可直观显示摄像机当前的运行状态。颜色代码列于表 14。

颜色	摄像机状态
<b>Condition: camera working</b>	
● 黄色闪烁	相机启动引导（启动时）
● 黄色固定	相机就绪
● 绿色	触发相机
<b>Condition: camera during firmware update</b>	
● 紫色	相机处于启动模式
● 紫色/青色闪烁	相机正在更新
<b>Condition: fault</b>	
● 红色固定	硬件故障 - FPGA 错误
● 红色快速闪烁 - 持续时间：500 毫秒	硬件故障 - 内存错误
● 红色缓慢闪烁 - 持续时间：4s	硬件故障 - 图像传感器错误

Table 14: 指示摄像机状态的 LED 颜色代码

此外，除 IP67 型号外，所有 Itala 摄像机的外壳背面 RJ45 连接器上都有两个以太网状态 LED 指示

灯（见图 42 和 43）。

这些 LED 可直观地显示摄像机当前的以太网连接状态。

颜色代码列于表 15。

颜色	以太网状态
<b>Amber led - Network activity</b>	
● 黄色闪烁	数据正在积极传输
● 关闭	无网络活动
<b>Green led - Connection status</b>	
● 绿色	1000 Mbps 链路
● 关闭	100 Mbps 链路或无链路

Table 15: 用于显示以太网状态的 LED 颜色代码

## 6 相机功能

本章概述了 Itala 摄像机系列的标准功能和自定义功能。功能是按照 *Standard Feature Naming Convention (SFNC)* 和 *GenICam* 术语定义的。以下各节将对每种功能进行更详细的说明。

### 6.1 Device Control

本节包含与设备控制和信息相关的功能。

这主要用于在枚举过程中识别设备和获取设备本身的信息。

表 16 列出了所有 Device Control 参数。

特点	说明	界面	访问
DeviceType	返回设备类型	IEnumeration	R
DeviceScanType	设备传感器的扫描类型	IEnumeration	R
DeviceVendorName	设备制造商名称	IString	R
DeviceModelName	设备型号	IString	R
DeviceManufacturerInfo	设备制造商信息	IString	R
DeviceVersion	设备版本	IString	R
DeviceFirmwareVersion	设备固件的版本	IString	R
DeviceSerialNumber	设备序列号	IString	R
DeviceUserID	用户可编程设备标识符	IString	RW
DeviceTLType	设备的传输层类型	IEnumeration	R
DeviceTLVersionMajor	设备传输层的主要版本	Integer	R
DeviceTLVersionMinor	设备传输层的次要版本	Integer	R
DeviceLinkSelector	选择要控制的设备链接	Integer	RW
DeviceLinkSpeed	表示指定链路上协商的传输速度	Integer	R
DeviceLinkThroughputLimitMode	控制 DeviceLinkThroughputLimit 是否处于活动状态	IEnumeration	RW

DeviceLinkThroughputLimit	限制设备在所选链路上输出数据流的最大带宽	Integer	RW
DeviceLinkHeartbeatMode	激活或关闭 Link 的心跳	Enumeration	RW
DeviceLinkHeartbeatTimeout	控制特定链路的当前心跳超时	Float	RW
DeviceLinkCommandTimeout	表示指定链路的命令超时。这相当于设备对在该链路上发送的命令的最大响应时间	Float	RW
DeviceReset	将设备重置为开机状态。重置后，必须重新发现设备。请注意，某些传输层要求在开始实际重置设备前确认 DeviceReset 命令	Command	W
DeviceFeaturePersistenceStart	指示设备和 GenICam XML 准备好持续保持所有可流功能	Command	W
DeviceFeaturePersistenceEnd	向设备指示功能持久性的结束	Command	W
DeviceRegistersStreamingStart	为寄存器流准备设备，而不检查一致性	Command	W
DeviceRegistersStreamingEnd	宣布寄存器流结束	Command	W
DeviceTemperatureSelector	选择设备内测量温度的位置	Enumeration	RW
DeviceTemperature	设备温度，摄氏度 (°C)	Float	R
oeSensorTemperatureNormal	图像传感器正常温度极限，摄氏度 (°C)	Float	R
oeSensorTemperatureHigh	图像传感器高温限值，摄氏度 (°C)	Float	R
oeSensorTemperatureStatus	显示图像传感器温度状态	Enumeration	R
oeDevicePressure	设备内部压力，单位 hPa	Float	R

Table 16: 设备控制功能

### 6.1.1 Sensor Temperature Status

可使用 **oeSensorTemperatureStatus** 功能检查传感器的温度状态。有三种可能的状态：**Normal**、**High** 和 **Overheat**，由参数 **oeSensorTemperatureNormal**（可编辑）和 **oeSensorTemperature-**

**High**（固定）定义。根据温度状态，可能需要进行干预：在正常状态下，不需要干预；在高温状态下，建议进行冷却；在过热状态下，必须进行冷却，否则可能会损坏传感器。

**SensorTemperature** 事件可在事件控制部分使用。启用该事件后，每次 **oeSensorTemperatureStatus** 状态发生变化时都会收到一个事件。更多信息，请参阅事件章节。

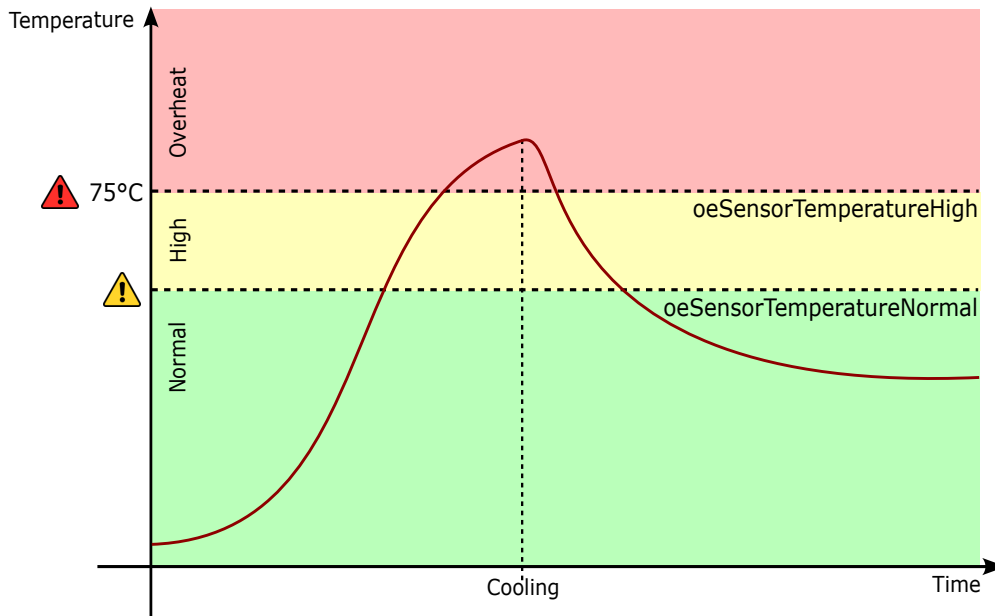


Figure 51: 设备温度曲线（传感器）和状态表示示例。

### 6.1.2 Bandwidth limit

**DeviceLinkThroughputLimit** 功能可限制摄像机数据流的可用带宽。将在传输层数据包之间均匀插入延迟，以控制峰值带宽。这相当于通过 **Transport Layer Control** 部分的 **GevSCPD** 功能直接设置数据包间延迟值。适当的数据传输延迟可防止摄像机 "超出" 传输接口限制。

带宽限制尤其适用于安装带宽低于单个设备带宽总和的多摄像机系统。在每个设备上设置适当的限制可确保网络上的碰撞最少，从而最大限度地提高性能和整体稳定性。

## 6.2 Image Format Control

Image Format Control 部分介绍了如何配置图像大小和格式。

特点	说明	界面	访问
SensorWidth	传感器的有效宽度（像素）	Integer	R
SensorHeight	传感器的有效高度（像素）	Integer	R
SensorPixelWidth	感光像素单元 x 方向的物理尺寸（间距）	Float	R
SensorPixelHeight	感光像素单元 y 方向的物理尺寸（间距）	Float	R
SensorName	成像传感器的产品名称	String	R
WidthMax	图像的最大宽度（像素）	Integer	R
HeightMax	图像的最大高度（像素）	Integer	R
Width	设备提供的图像宽度（像素）	Integer	RW
Height	设备提供的图像高度（像素）	Integer	RW
OffsetX	从原点到感兴趣区域的水平偏移量（单位：像素）	Integer	RW
OffsetY	从原点到感兴趣区域的垂直偏移（单位：像素）	Integer	RW
BinningHorizontalMode	当使用 BinningHorizontal 时，设置将水平感光单元组合在一起的模式	Enumeration	RW
BinningHorizontal	组合在一起的水平感光单元数量	Integer	RW
BinningVerticalMode	设置使用 BinningVertical 时将垂直感光单元组合在一起的模式	Enumeration	RW
BinningVertical	组合在一起的垂直感光元件数量	Integer	RW
DecimationHorizontalMode	设置使用 DecimationHorizontal 时用于降低水平分辨率的模式	Enumeration	RW
DecimationHorizontal	图像的水平子采样	Integer	RW
DecimationVerticalMode	设置使用 DecimationVertical 时用于降低垂直分辨率的模式	Enumeration	RW
DecimationVertical	图像的垂直子采样	Integer	RW
ReverseX	水平翻转设备发送的图像	Boolean	RW

ReverseY	垂直翻转设备发送的图像	IBoolean	RW
PixelFormat	设备提供的像素格式	IEnumeration	RW
TestPattern	选择设备生成的测试图案类型作为图像源	IEnumeration	RW

Table 17: Image Format Control 功能

### 6.2.1 图像处理管道

图 52 展示了在 Itala 相机中实现的机载图像处理流水线。该流水线由一系列处理阶段组成，可将原始传感器数据转换为可用信息，以便进行分析和进一步的图像处理。

主要处理模块如下：

- **ROI:** 定义感兴趣区域，即将采集的传感器部分。
- **Defective pixel correction:** 补偿有缺陷的像素。
- **Decimation:** 减少获取和处理的像素数量。
- **Binning:** 合并相邻像素以提高灵敏度。
- **AOI:** 定义自动功能使用的兴趣区。
- **Autofocus:** 自动确定最佳对焦设置。
- **Autoexposure:** 自动调整曝光时间，以达到目标亮度。
- **Autogain:** 自动调整增益以达到目标信号电平。
- **White balance:** 均衡三个色彩通道（R、G、B）。
- **LUT:** 用于应用像素级转换（如伽玛校正）的查找表。
- **Debayering:** 对原始数据进行内插，重建 R、G、B 全彩图像。
- **Color Correction Matrix (CCM):** 调整色彩通道，实现准确的色彩再现。

**注意:** 某些处理阶段仅适用于特定型号的 *Itala* 摄像机。例如，白平衡、去毛刺和 *CCM* 只能在彩色相机上使用，而自动对焦仅在配备集成液体镜头控制器的 *Itala* 型号上支持。

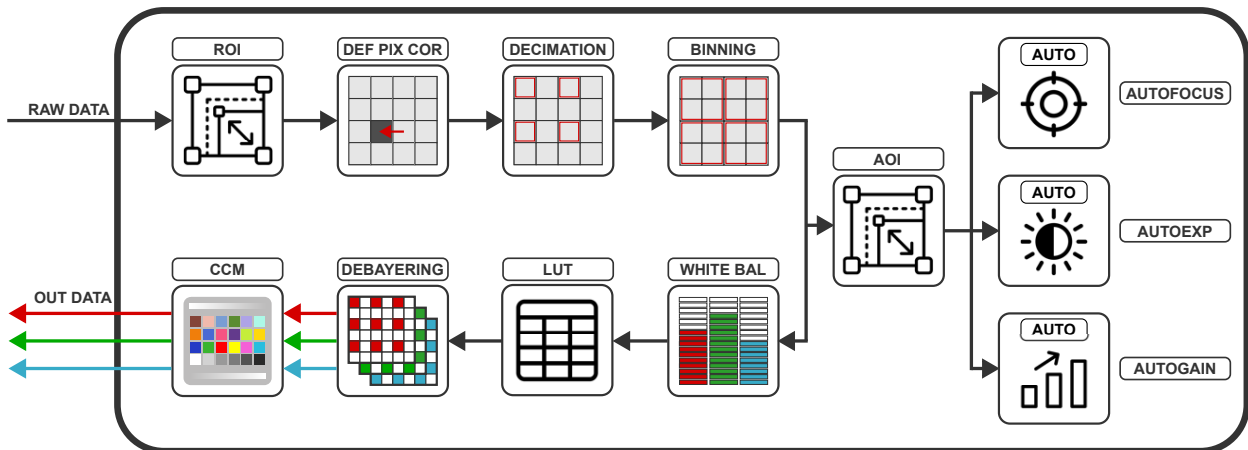


Figure 52: 图像处理管道

### 6.2.2 图像投资回报率

**Width**、**Height**、**OffsetX** 和 **OffsetY** 参数用于更改图像格式，并只对全分辨率图像的一部分进行流式处理：特别是，偏移参数设置 ROI（感兴趣区）的位移，而宽度和高度参数设置图像的有效尺寸。

**OffsetX** 和 **Width** 之和不能超过 **WidthMax** 值，**OffsetY** 和 **Height** 之和不能超过 **HeightMax** 值。

**WidthMax** 和 **HeightMax** 专门针对传感器，用户无法设置。

图 53 展示了这些参数的图解。

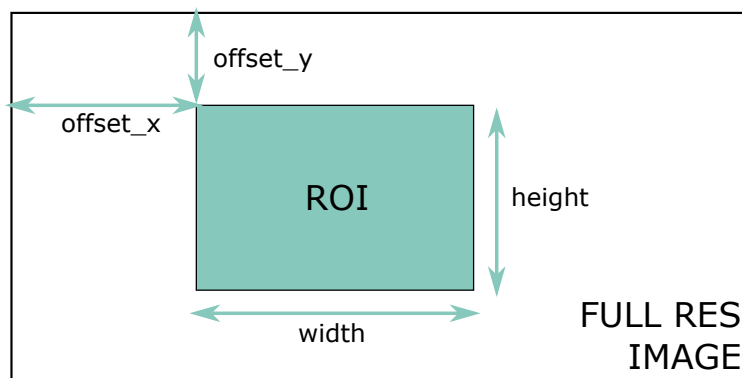


Figure 53: 图像 ROI 参数。

### 6.2.3 Binning

分档模式通过对相邻像素的电荷值求和来提高相机的灵敏度，但代价是降低有效的空间分辨率。如图 54 所示，由于两个相邻像素的信号被合并，**2x1 binning** 操作将图像分辨率沿 x 轴降低了一半，而整体图像亮度却增加了一倍。采用 **2x2 binning** 配置后，图像分辨率为原来的四分之一，亮度增加了四倍。

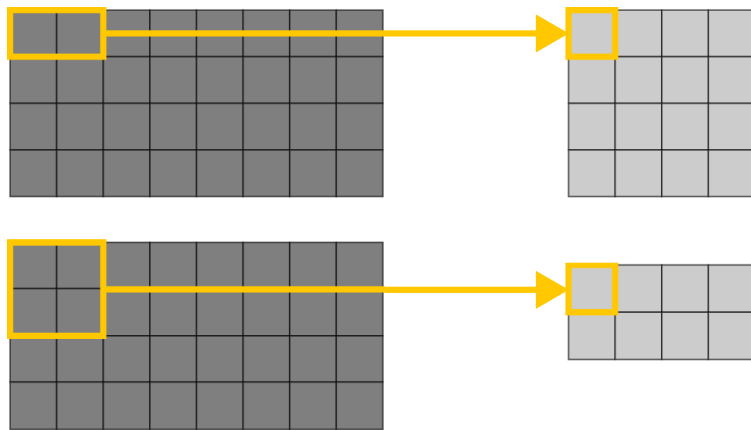


Figure 54: 单色传感器的分选示例：上图进行了 2x1 分选，下图进行了 2x2 分选。

对于彩色传感器，必须考虑拜耳滤波器模式。如图 55 所示，由于相邻像素对应不同的颜色通道，因此只对具有相同色度分量的像素进行分档。这种方法可以防止色度失真，并避免因混合不同颜色信息而产生的伪影。

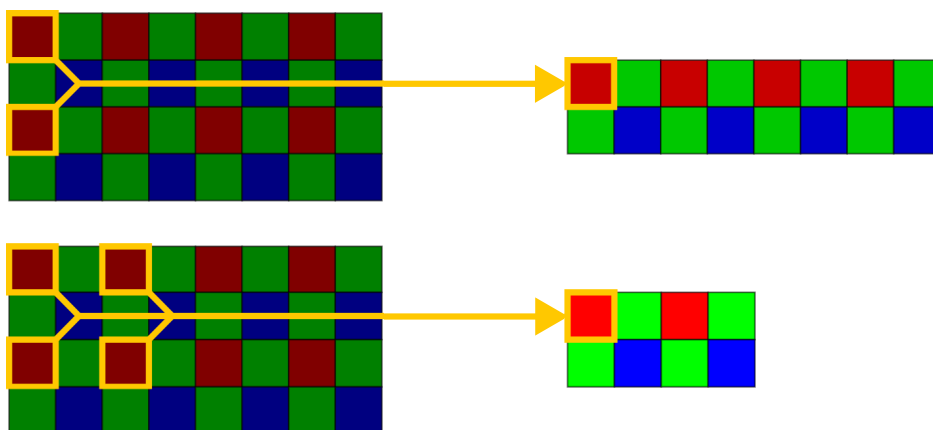


Figure 55: 彩色传感器的分档示例：上图进行了 1x2 分档，下图进行了 2x2 分档。

## 6.2.4 消减

细分模式用于舍弃像素，以获得子采样图像。

细分模式有一些优点，例如可以提高摄像机的帧频。

图 56 显示了两个去微处理的例子：上图中进行了 **2x1 十进制** 处理：只考虑了 2 像素以上的一个像素，因此得到的图像只有初始水平分辨率的一半；下图中进行了 **4x1 十进制** 处理，因此只获取了 4 像素以上的一个像素。在这种情况下，图像的水平分辨率也有所降低（降低了 4 倍）。

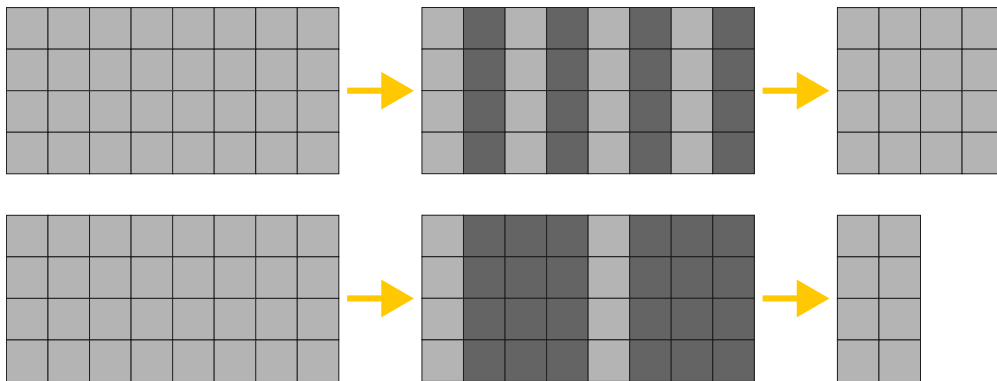


Figure 56: 细分示例：上图进行了 2x1 细分，下图进行了 4x1 细分。

对于彩色传感器，必须考虑拜耳滤波器：由于相邻像素具有不同的色度信息，因此要对具有不同颜色的像素进行抽取分组，如图 57 所示。这样，色度信息就不会受到算法伪影的影响。

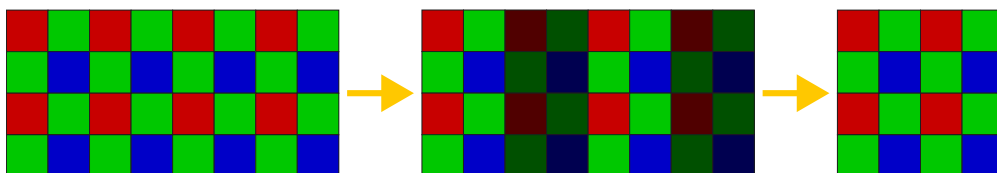


Figure 57: 彩色传感器的抽取示例：上图中进行了 2x1 抽取。

## 6.2.5 Readout direction

摄像头支持水平和垂直方向的图像镜像，使摄像头的集成与安装位置无关。

图 58 展示了 **ReverseX** 和 **ReverseY** 的特征。

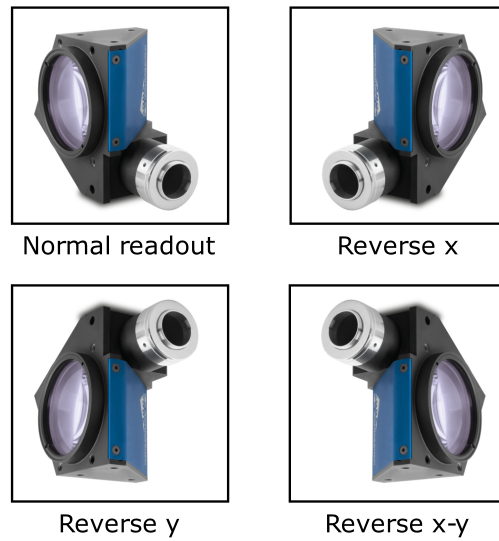


Figure 58: 表示所有四种可能的读出模式。

### 6.2.6 比特深度和像素格式

**Bit depth** 指用于表示传感器捕捉到的每个像素强度值的比特数。它定义了可用灰度级的数量，并直接影响可实现的动态范围。

图 59 说明了比特深度如何影响像素量化：较低的比特深度可提供较少的离散级别来对图像进行编码，可能会限制低对比度区域的细节。相反，比特深度越高，量化步骤越细，有效图像分辨率越高。

然而，比特深度的增加会带来带宽的损失：每个像素的比特越多，传输的总有效载荷就越大。在接口带宽固定的情况下，较高的有效载荷会降低可实现的最大帧频。

在机器视觉应用中，通常使用 8 到 12 位的位深度，在图像质量和吞吐量之间取得了良好的平衡。

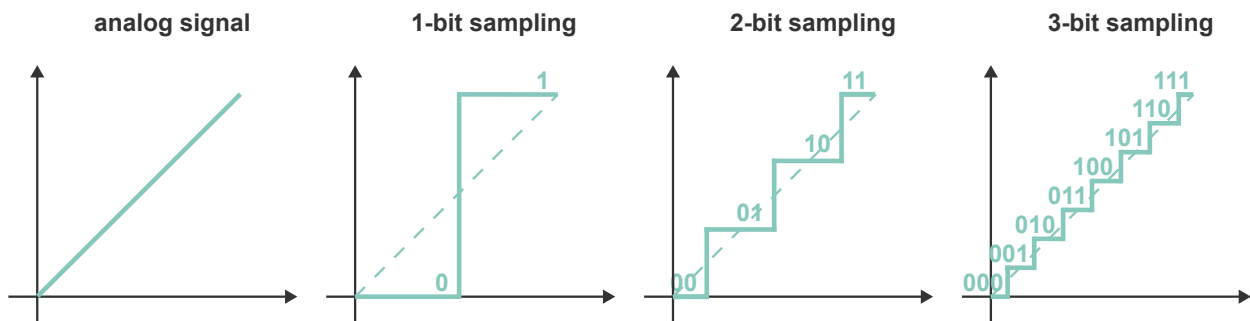


Figure 59: 像素量化示例：随着比特深度的增加（从左到右），可表示的强度级数也随之增加，从而使捕捉到的图像具有更精细的分辨率。

**Pixel format** 定义了像素数据的编码方式，指定了每个像素所含信息的类型（如单色或彩色通道、色彩空间、通道排序）以及用于表示这些信息的比特数。

虽然比特深度和像素格式密切相关，但它们指的是不同的概念。例如，*Mono10Packed* 像素格式使用的是每个像素 10 比特的采样分辨率，但数据是以 12 比特结构存储的（10 比特有意义数据加 2 比特填充）。

表 18 列出了 Itala 支持的像素格式：

像素格式	比特/像素	数据信息
<b>单色传感器</b>		
Mono8	8	Grey level data (8-bit)
Mono10p	10	Grey level data (10-bit)
Mono12p	12	Grey level data (12-bit)
Mono10Packed	12	Grey level data (10-bit)
Mono12Packed	12	Grey level data (12-bit)
<b>颜色传感器</b>		
Mono8	8	Luminance data (8-bit)
BayerXX8	8	Un-debayered raw data (8-bit)
BayerXX10p	10	Un-debayered raw data (10-bit)
BayerXX12p	12	Un-debayered raw data (12-bit)
BayerXX10Packed	12	Un-debayered raw data (10-bit)
BayerXX12Packed	12	Un-debayered raw data (12-bit)
YUV411_8_UYYVYY	12	Luminance (Y, 8-bit) and Chroma (U-V, 4-bit) data
YUV422_8	16	Luminance (Y, 8-bit) and Chroma (U-V, 8-bit) data
RGB8	24	Red (8-bit), Green (8-bit) and Blue (8-bit) data
<b>单色偏振传感器</b>		
Mono8	8	Grey level raw data (8-bit)
Mono10p	10	Grey level raw data (10-bit)
Mono12p	12	Grey level raw data (12-bit)
Mono10Packed	12	Grey level raw data (10-bit)

Mono12Packed	12	Grey level raw data (12-bit)
PolarizedYYMono8	8	Un-depolarized raw data (8-bit)
PolarizedYYMono10p	10	Un-depolarized raw data (10-bit)
PolarizedYYMono12p	12	Un-depolarized raw data (12-bit)
PolarizedYYMono10Packed	12	Un-depolarized raw data (10-bit)
PolarizedYYMono12Packed	12	Un-depolarized raw data (12-bit)
<b>彩色偏振传感器</b>		
BayerXX8	8	Un-debayered raw data (8-bit)
BayerXX10p	10	Un-debayered raw data (10-bit)
BayerXX12p	12	Un-debayered raw data (12-bit)
BayerXX10Packed	12	Un-debayered raw data (10-bit)
BayerXX12Packed	12	Un-debayered raw data (12-bit)
PolarizedYYBayerXX8	8	Un-depolarized raw data (8-bit)
PolarizedYYBayerXX10p	10	Un-depolarized raw data (10-bit)
PolarizedYYBayerXX12p	12	Un-depolarized raw data (12-bit)
PolarizedYYBayerXX10Packed	12	Un-depolarized raw data (10-bit)
PolarizedYYBayerXX12Packed	12	Un-depolarized raw data (12-bit)

Table 18: Itala 相机的像素格式。

图 60、61、62、63、64、65、66、67、68、69、70、71、72 说明了像素数据的打包和编码方式，具体取决于所选的像素格式。

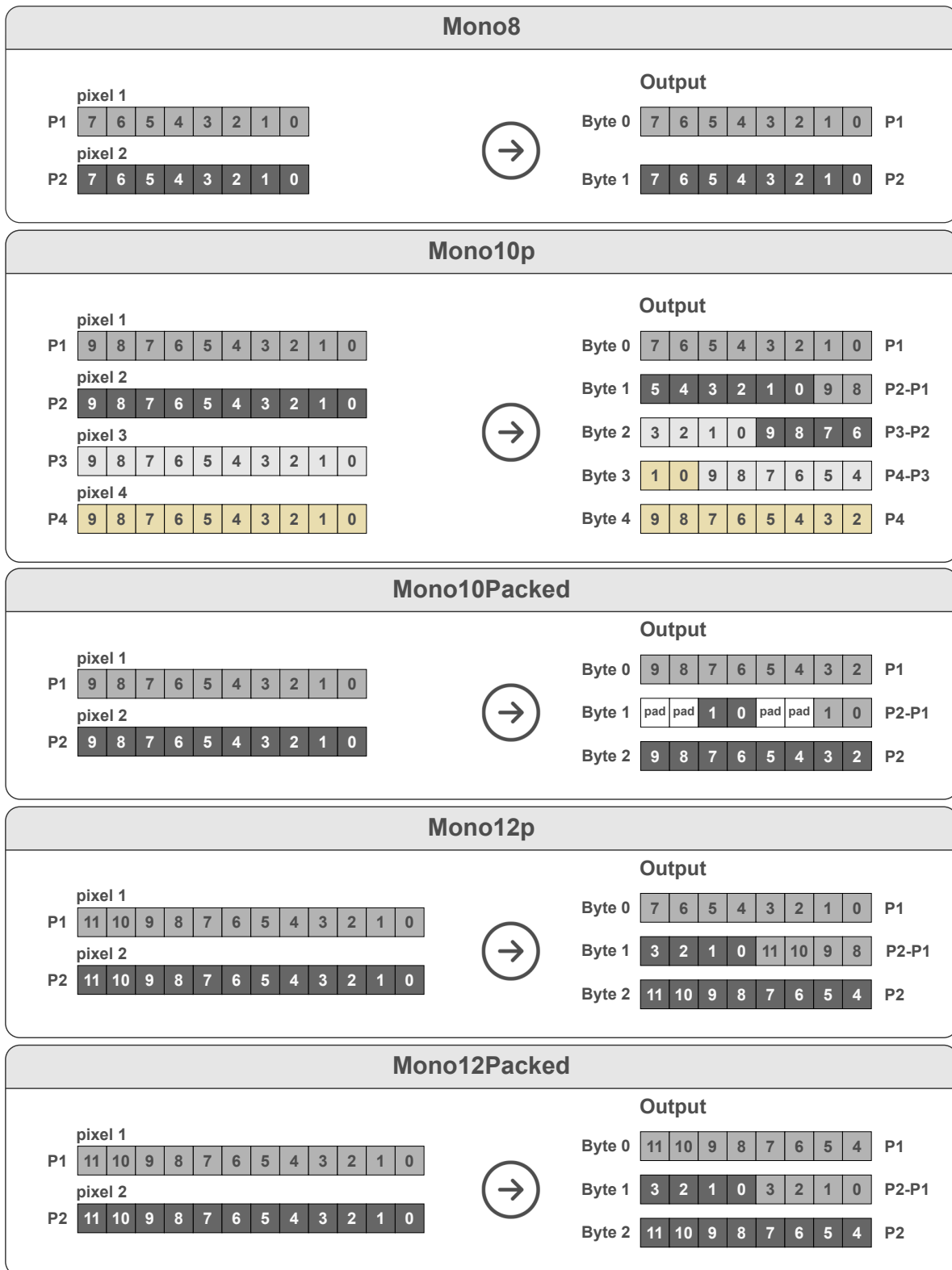


Figure 60: 像素格式编码

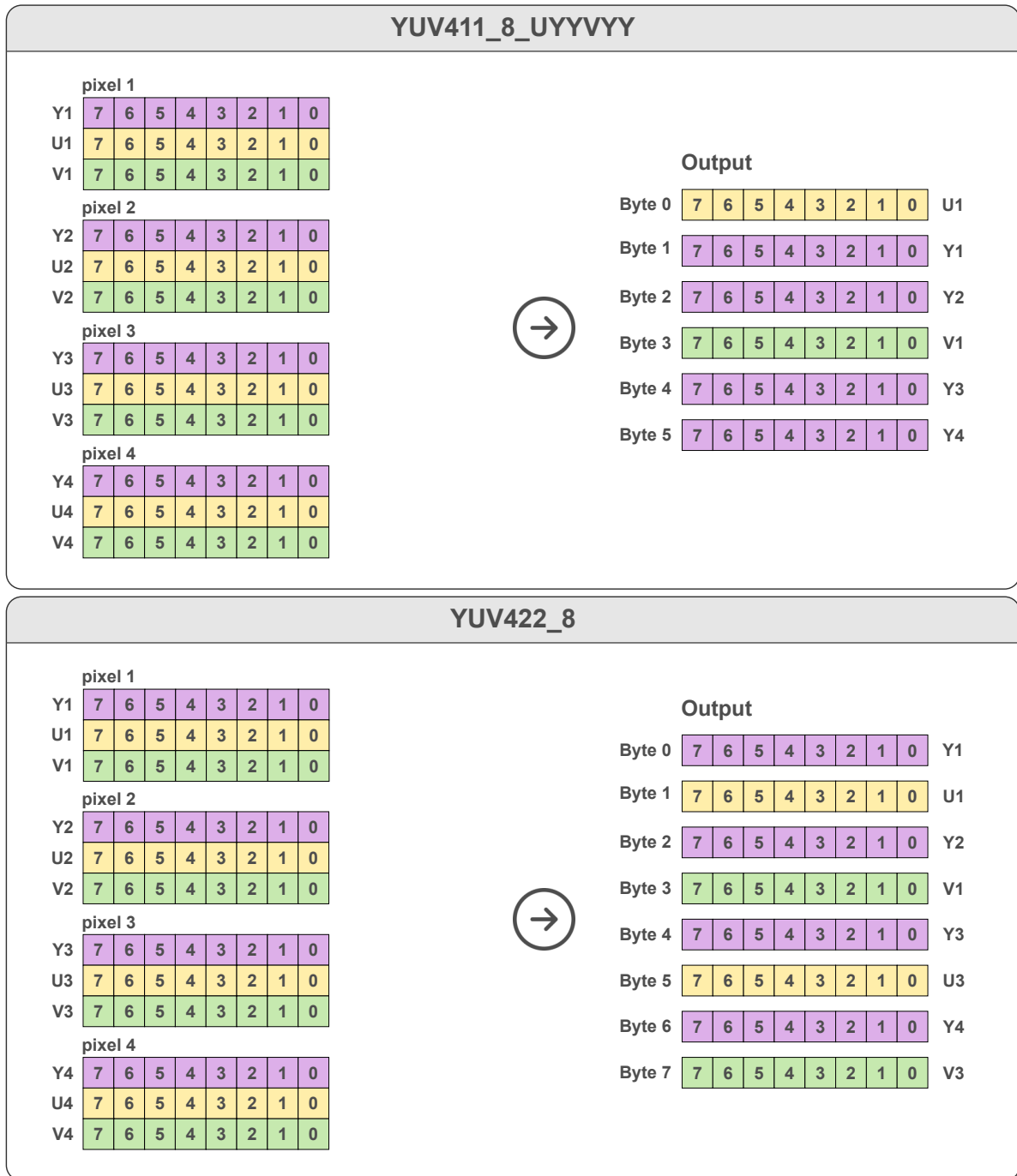


Figure 61: 像素格式编码

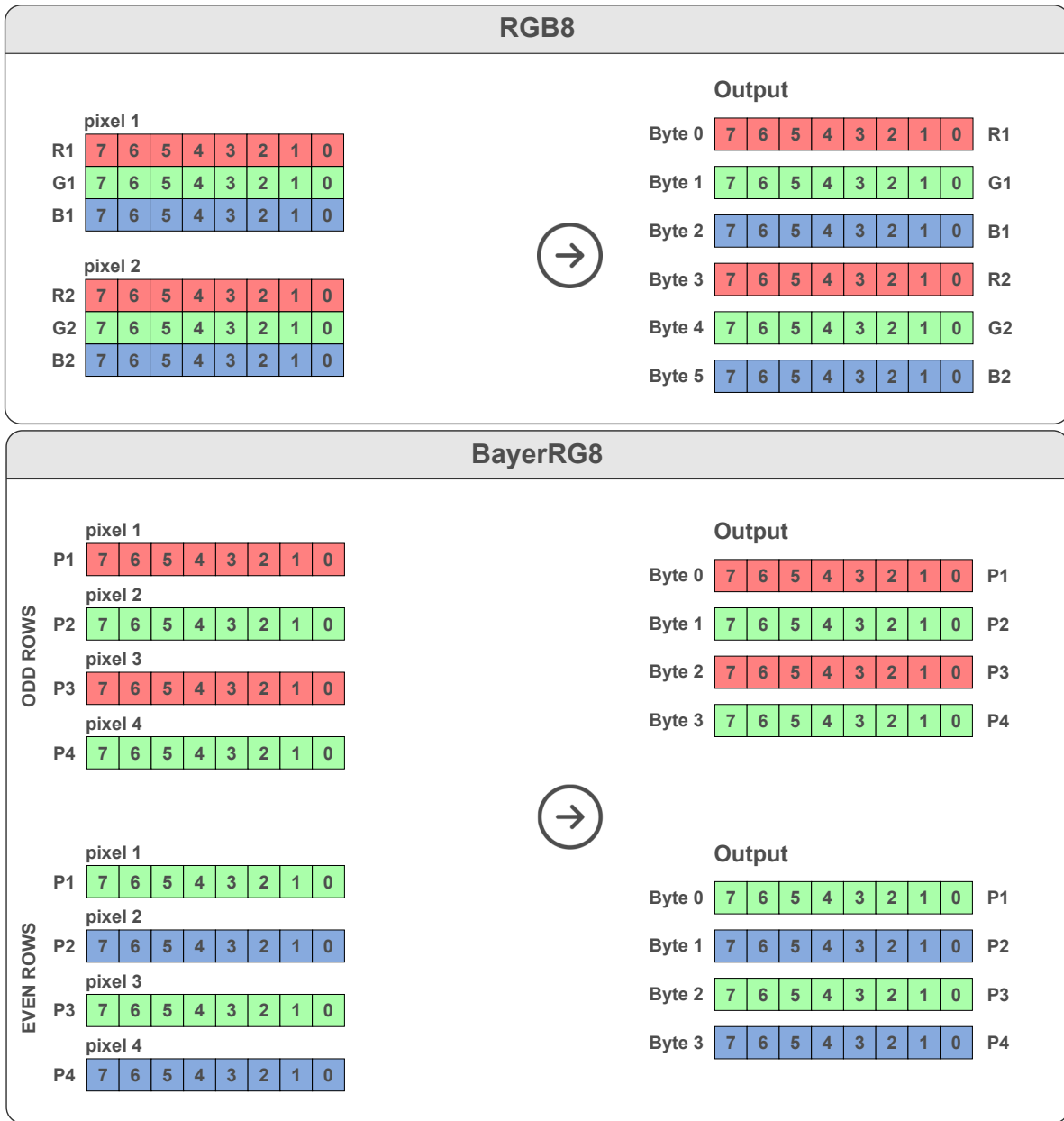


Figure 62: 像素格式编码

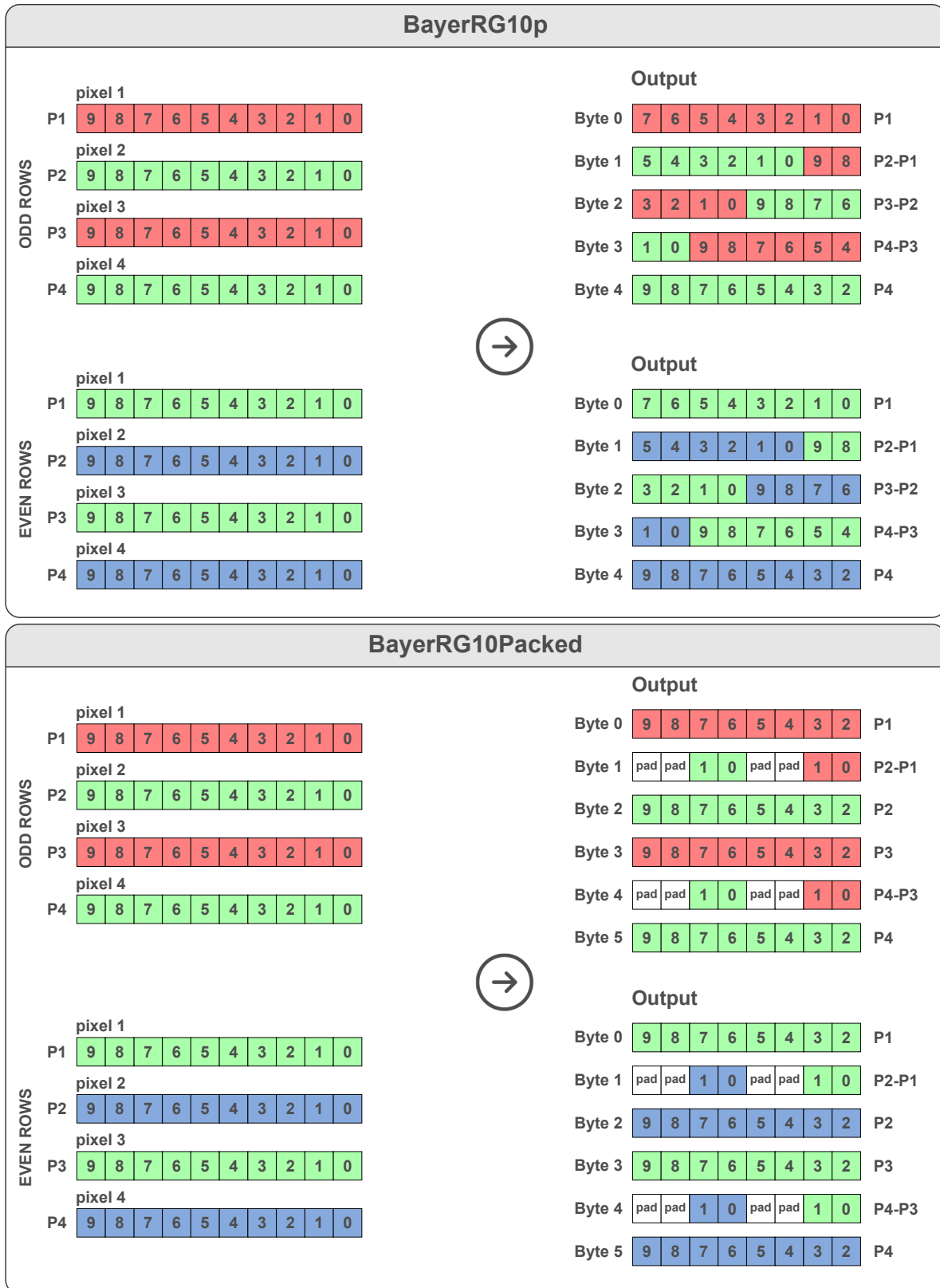


Figure 63: 像素格式编码

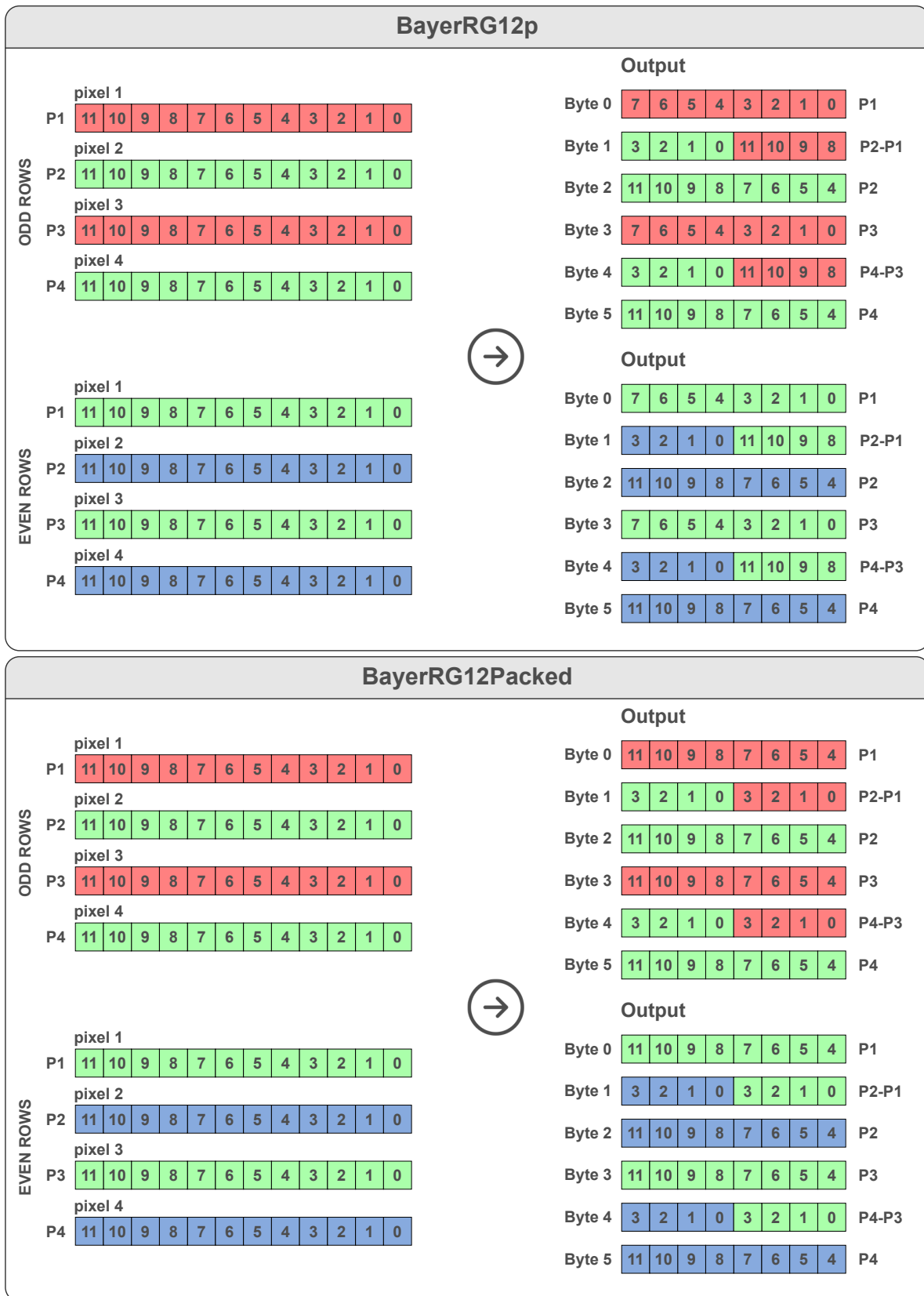


Figure 64: 像素格式编码

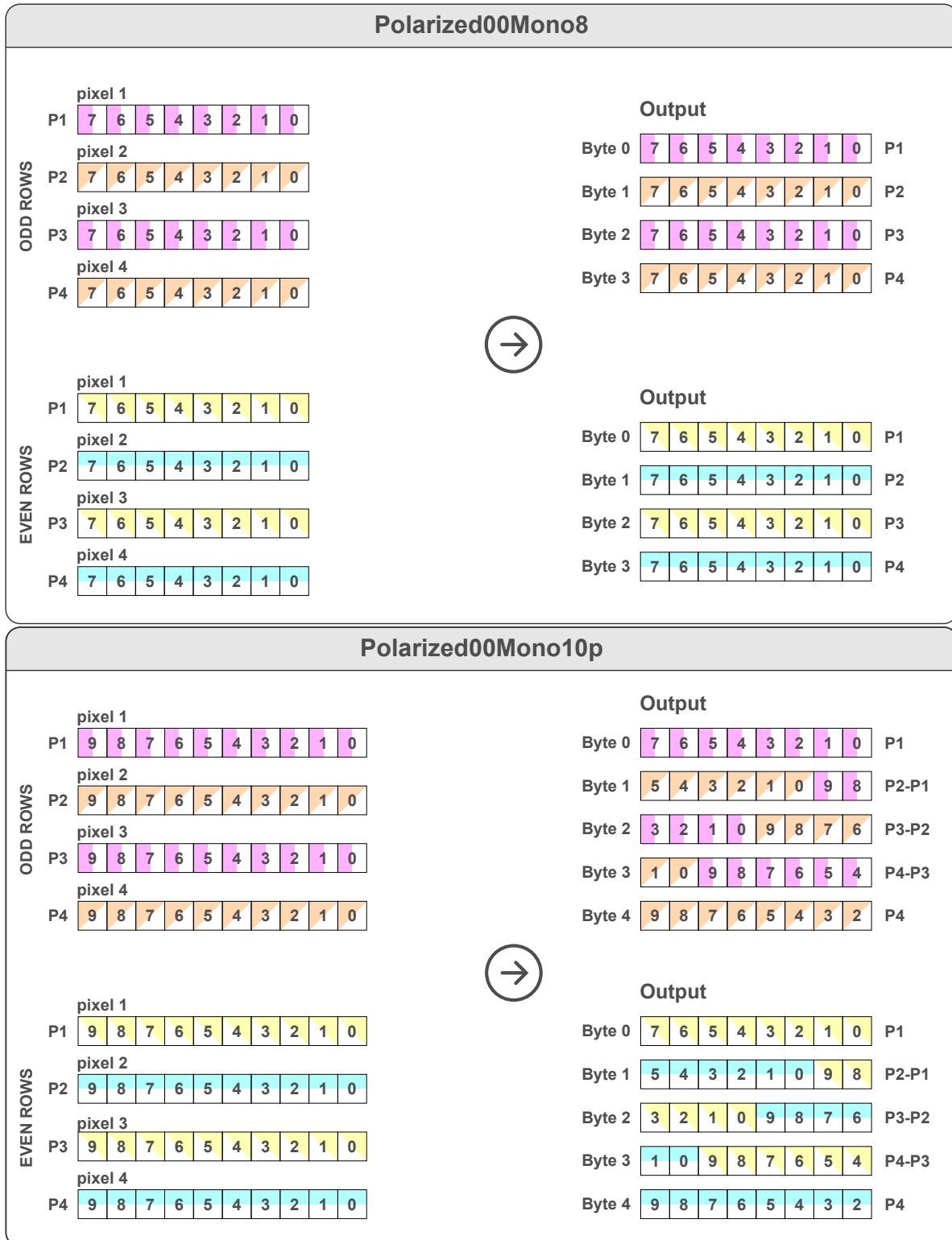


Figure 65: 像素格式编码

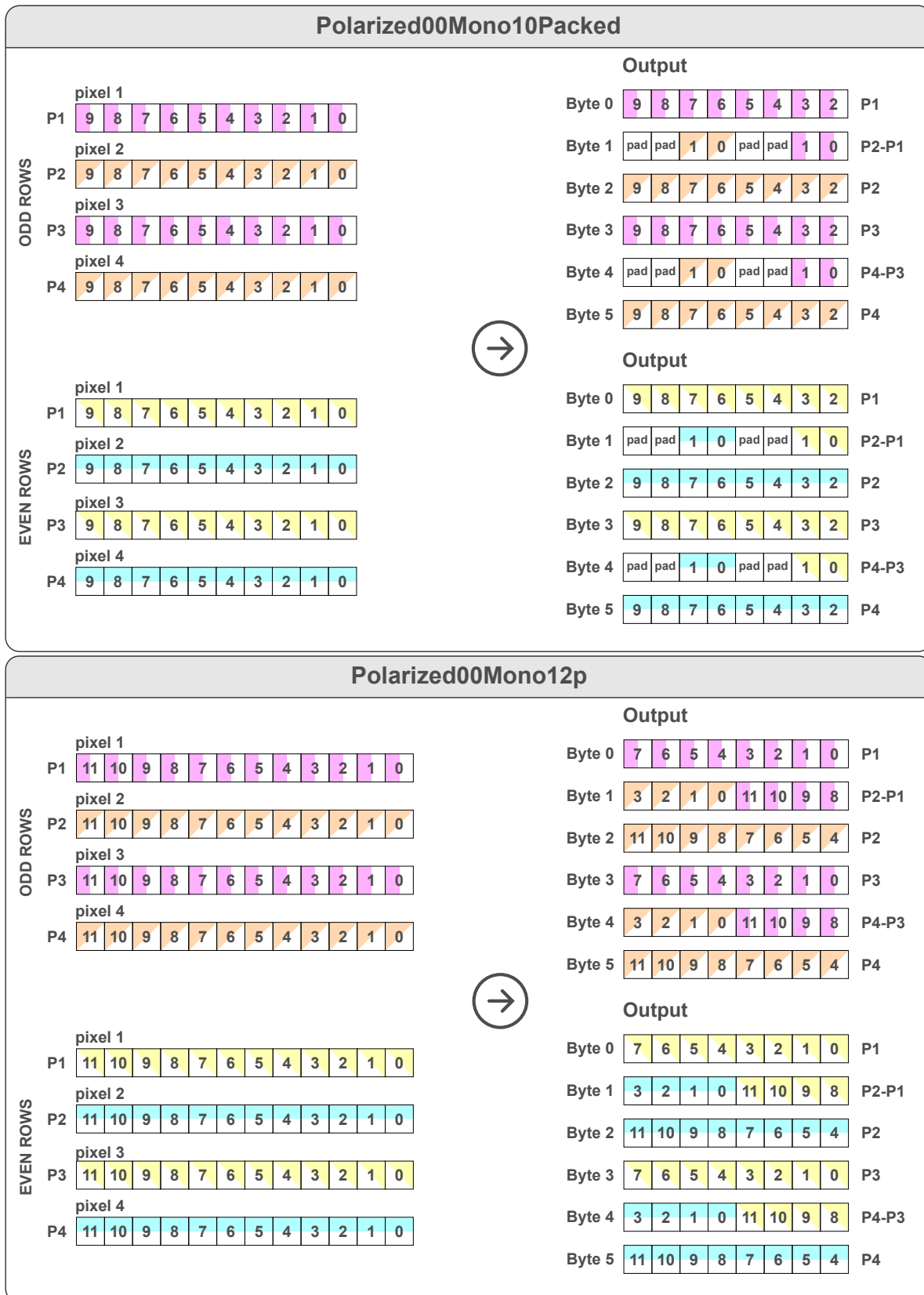


Figure 66: 像素格式编码

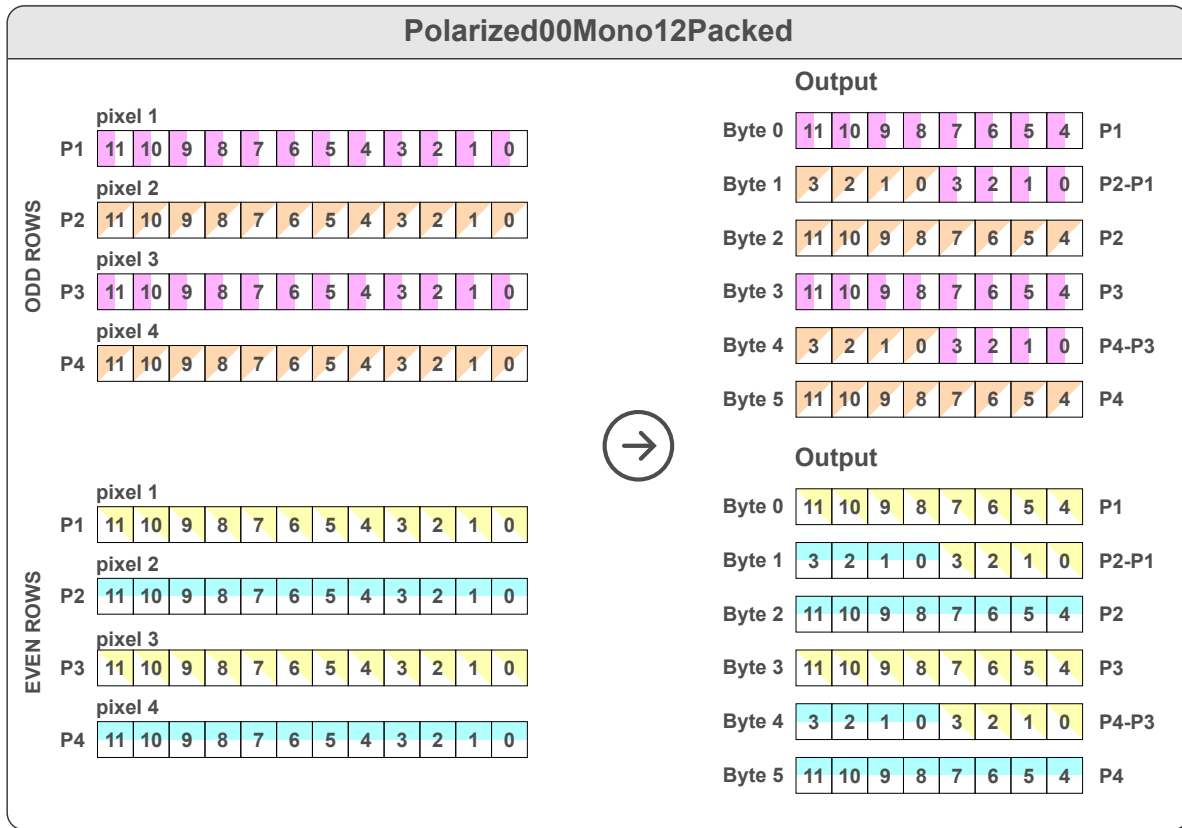


Figure 67: 像素格式编码



Figure 68: 像素格式编码



Figure 69: 像素格式编码

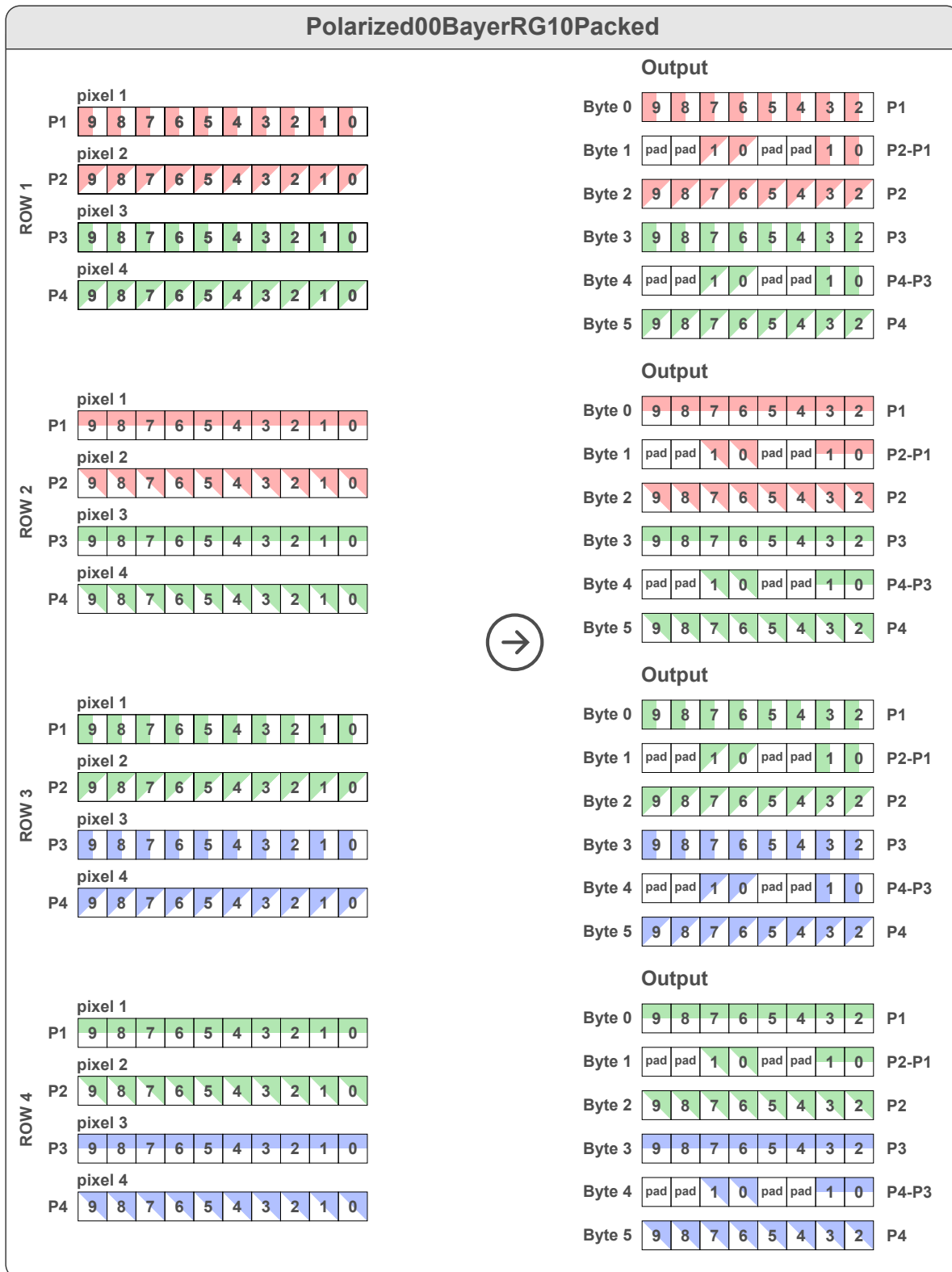


Figure 70: 像素格式编码



Figure 71: 像素格式编码



Figure 72: 像素格式编码

### 6.2.7 除胶

去色差（或去马赛克）是指从装有拜耳滤波器的图像传感器获取的原始数据中生成全彩图像的过程。

图像传感器不能直接测量颜色：由于传感器表面上方有一个拜耳滤光片阵列，因此每个像素只能记录一个主要成分（红色、绿色或蓝色）。

如图 73 所示，去细分的目的是通过对相邻像素的颜色信息进行内插，重建每个像素的所有三个颜色通道。

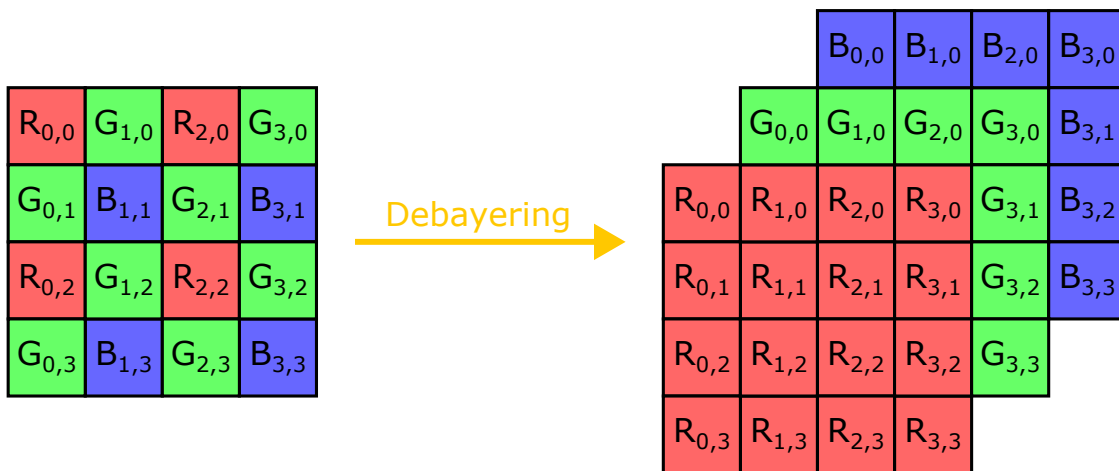


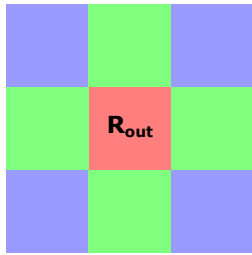
Figure 73: 图像的色彩信息、去层操作前和去层操作后的色彩信息。

生成图像的色彩准确度取决于去层次算法的有效性。

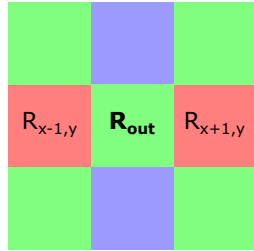
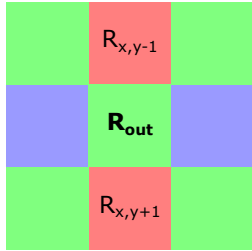
由于需要权衡算法复杂性和可用硬件资源，工业相机通常采用线性插值算法，这种算法计算简单，但对色彩重建非常有效。

Itala 摄像机采用的算法旨在防止出现 *zipper artifacts* 等重构伪影。

表 19、20 和 21 详细介绍了用于恢复拜耳阵列中每种像素类型的红色、绿色和蓝色分量的插值方案。

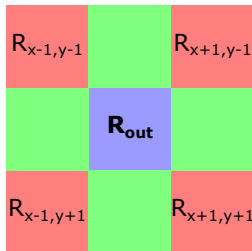


$$R_{out} = R_{x,y}$$



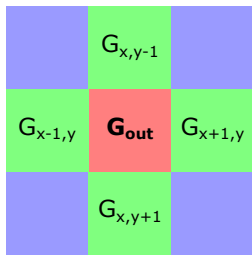
$$R_{out} = \frac{R_{x,y-1} + R_{x,y+1}}{2}$$

$$R_{out} = \frac{R_{x-1,y} + R_{x+1,y}}{2}$$

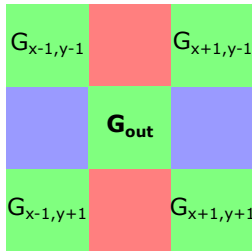


$$R_{out} = \frac{R_{x-1,y-1} + R_{x+1,y-1} + R_{x-1,y+1} + R_{x+1,y+1}}{4}$$

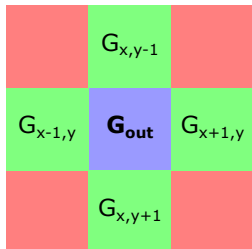
Table 19: 分别对红色（上图）、绿色（中间）和蓝色（下图）像素进行红色重构。



$$G_{out} = \frac{G_{x,y-1} + G_{x-1,y} + G_{x+1,y} + G_{x,y+1}}{4}$$

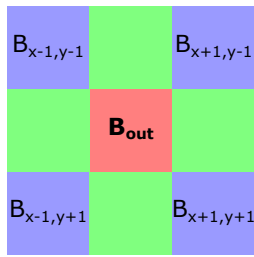


$$G_{out} = \frac{4 * G_{x,y} + G_{x-1,y-1} + G_{x+1,y-1} + G_{x-1,y+1} + G_{x+1,y+1}}{8}$$

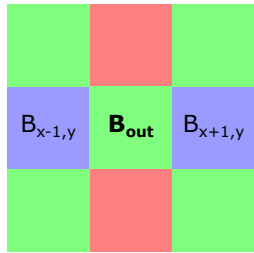


$$G_{out} = \frac{G_{x,y-1} + G_{x-1,y} + G_{x+1,y} + G_{x,y+1}}{4}$$

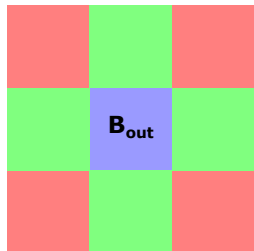
Table 20: 分别对红色（顶部）、绿色（中间）和蓝色（底部）像素进行绿色重构。



$$B_{out} = \frac{B_{x-1,y-1} + B_{x+1,y-1} + B_{x-1,y+1} + B_{x+1,y+1}}{4}$$



$$B_{out} = \frac{B_{x-1,y} + B_{x+1,y}}{2} \quad \text{or} \quad \frac{B_{x,y-1} + B_{x,y+1}}{2}$$



$$B_{out} = B_{x,y}$$

Table 21: 分别对红色（顶部）、绿色（中间）和蓝色（底部）像素进行蓝色重构。

## 6.2.8 Test pattern

Itala 相机支持两种不同的 test patterns，一种是单色，一种是彩色。

图 74 和 75 表示两种不同的 test patterns。

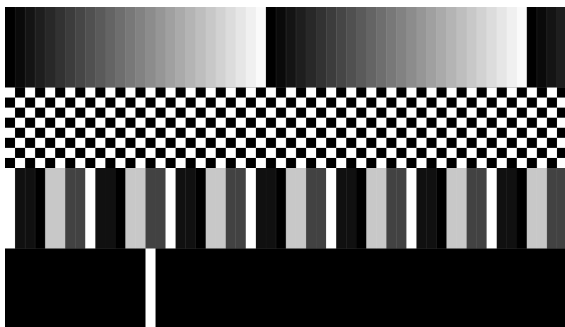


Figure 74: 单色 test pattern

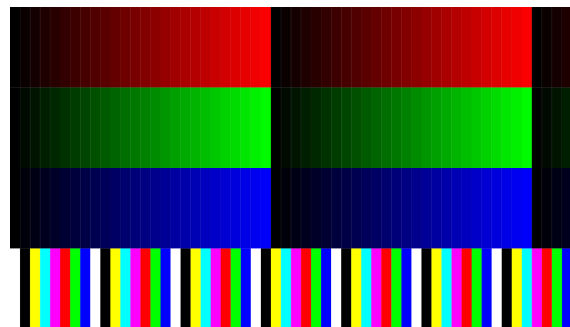


Figure 75: 颜色 test pattern

**monochrome pattern** 有 4 个不同的部分：

- 从黑到白的固定渐变图案；
- 固定的国际象棋模式；
- 固定的不对称条形图案（值：0xC8、0x10、0x10、0x42）；
- 黑底白字

**color pattern** 有 4 个不同的部分：

- 一个固定的红色渐变图案，从黑色到红色；
- 一个固定的绿色渐变图案，从黑色到绿色；
- 一个固定的蓝色渐变图案，从黑色到蓝色；
- 固定的色条模式（R、G 和 B 坐标的所有可能组合）。

## 6.3 Acquisition Control

Acquisition Control 部分介绍了与图像采集有关的所有功能，包括 trigger 和曝光控制。它描述了采集的基本模式和设备的典型行为。

特点	说明	界面	访问
AcquisitionMode	设置设备的采集模式。它主要定义采集过程中采集的帧数和采集停止的方式。	IEnumeration	RW
AcquisitionStart	启动设备采集	ICommand	RW
AcquisitionStop	在当前帧结束时停止设备采集	ICommand	RW
AcquisitionBurstFrameCount	每个 FrameBurstStart 触发器获取的帧数	IInteger	RW
AcquisitionFrameRate	控制采集帧的采集速率（赫兹）	IFloat	RW
AcquisitionFrameRateEnable	控制 AcquisitionFrameRate 功能是否可写入并用于控制采集速率。否则，采集速率将由 ExposureTime 等其他功能组合隐式控制。	IBoolean	RW
oeAcquisitionFrameRateLimitMode	选择限制采集帧频的因素	IEnumeration	RW
oeResultingFrameRate	显示采集帧频	IFloat	RO

oeMaxFrameRate	显示启用图像压缩时可达到的最大采集帧频	IFloat	RO
TriggerSelector	选择要配置的触发器类型	IEnumeration	RW
TriggerMode	控制所选触发器是否处于激活状态	IEnumeration	RW
TriggerSoftware	生成内部触发器	ICommand	RW
TriggerSource	指定用作触发源的内部信号或物理输入线	IEnumeration	RW
TriggerOverlap	指定允许与上一帧或行重叠的触发类型。这定义了新帧或新行接受（或锁存）有效触发器的时间	IEnumeration	RW
TriggerDelay	以微秒（us）为单位指定接收到触发器信号后激活触发器的延迟时间	IFloat	RW
ExposureMode	设置曝光的操作模式	IEnumeration	RW
oeShortExposureEnable	启用短时间曝光模式	IBoolean	RW
oeDualExposureEnable	启用双重曝光模式	IBoolean	RW
ExposureTime	设置 ExposureMode 为定时和 ExposureAuto 为关闭时的曝光时间	IFloat	RW
oeWaitTime1	双重曝光模式下第一次曝光和第二次曝光之间的时间延迟。	IFloat	RO
oeExposureTime2	双重曝光模式下的第二次曝光时间。	IFloat	RO
oeWaitTime2	在双重曝光模式下，第二次曝光后进行新采集前的等待时间。	IFloat	RO
ExposureAuto	当 ExposureMode 为定时时，设置自动曝光模式	IEnumeration	RW
oeExposureAutoMin	设置自动曝光算法的下限	IFloat	RW

oeExposureAutoMax	设置自动曝光算法的上限	IFloat	RW
oeImageCompressionEnable	启用图像压缩算法	IBoolean	RW
oeFramesInBuffer	显示当前存储在机载内存中的帧数	IInteger	RO

Table 22: Acquisition Control 特点

### 6.3.1 Trigger overlap

#### Exposure Time 和 Frame Readout 的关系

默认情况下，功能 **TriggerOverlap** 设置为 "关闭"：在这种情况下，如图 76 所示，在当前帧传输结束之前不允许进行下一次曝光，即曝光时间和帧传输不能重叠。然而，在这种配置下，曝光时间和帧传输之间的延迟具有很高的重复性。

总之，提高确定性的代价是降低摄像机的有效帧频。

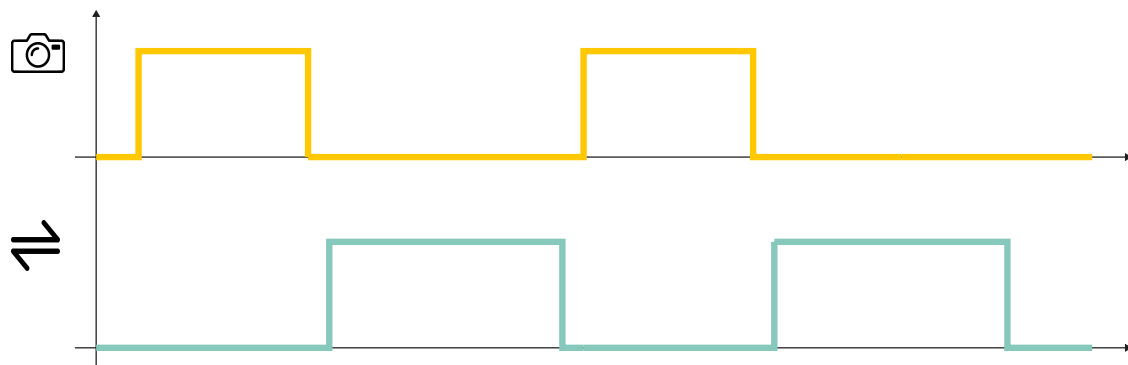


Figure 76: 当 TriggerOverlap 设置为关闭时，延迟的可重复性很高，但在当前帧传输到内部存储器之前，无法接受下一次曝光时间。从上到下显示传感器的曝光和读出信号。

当 **TriggerOverlap** 配置为 Readout 时，曝光结束与帧传输开始之间的延迟变化较大。不过，当上一帧图像仍在从传感器传输到内存缓冲区时，新的曝光就可以开始了。如图 77 所示，该模式的唯一限制是避免连续传输间隔之间的重叠。因此，可以实现更高的摄像机帧频（受以太网带宽限制），但代价是降低帧传输时序的确定性。

#### 读出模式如何影响曝光时间

**ExposureTime** 的值以：

- **ExposureTimeMin**: 用户可设置的最短曝光时间。

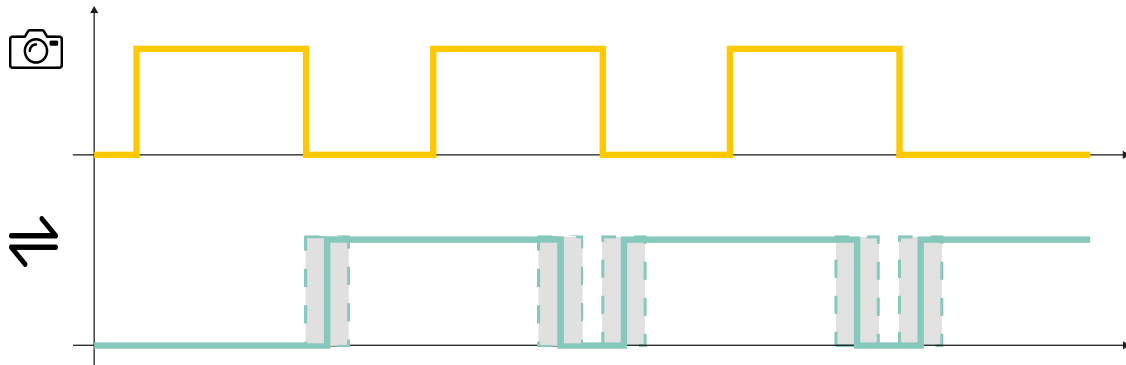


Figure 77: 当 `TriggerOverlap` 设置为 `Readout` 时，当当前帧被传输到内部存储器时，可以接受以下曝光时间，但延迟会受到较高不确定性的影响。从上到下显示传感器的曝光和读出信号。

- **ExposureTimeMax:** 用户可设置的最长曝光时间。
- **ExposureTimeInc:** 用于增加/减少曝光时间的离散步长值。

**ExposureTimeMax** 在两个 `TriggerOverlap` 配置 (`Off` 和 `Readout`) 中均保持不变。

`TriggerOverlap = Off` 和 `TriggerOverlap = Readout` 之间的 **ExposureTimeMin** 差异取决于传感器型号，但通常可以忽略不计。

`TriggerOverlap` 主要影响 **ExposureTimeInc** 的值。

- 当 `TriggerOverlap = Off` 时，"曝光时间"粒度非常细，约为几十纳秒。
- `TriggerOverlap = Readout` 时，曝光时间粒度与传感器行周期（即图像传感器读取单行所需的时间）密切相关。在这种配置下，曝光时间增量取决于传感器型号，但通常为几十微秒。

总之，用户设置的 **ExposureTime** 会由设备根据当前的相机配置自动调整。

### 6.3.2 Dual Exposure

Dual Exposure 的功能允许获取尽可能接近的两帧图像，使快速移动物体或涉及不同光源的检测变得更加容易。如图 78 所示，这可以通过重叠第一个传感器读数和第二个传感器曝光来实现。

默认情况下，功能 `oeDualExposureEnable` 不可用。只有当 `TriggerMode` 设置为 `ON` 且 `TriggerOverlap` 设置为读出时，Dual Exposure 才可用。当 `oeDualExposureEnable` 启用时，`AcquisitionBurstFrame`

将消失，并自动设置为 2。

Dual Exposure 仅在设置了有效的 **TriggerSource** 时可用。trigger 将启动下面解释的程序：

- 第一次曝光时间 *EXPOSURE TIME 1* 按照 **ExposureMode** 设置：其持续时间可以是 Timed 或 TriggerWidth，详见 6.3.4 小节。
- 第一次曝光完成后，传感器运行需要 *WAIT TIME 1* 时间。这段时间代表两幅图像之间可达到的最小时间跨度。这个时间是固定的。
- 说到 *EXPOSURE TIME 2*，这里发生了 trigger 的重叠，因为相机在传感器第一次读数时就开始了第二次曝光。*EXPOSURE TIME 2* 的持续时间与 *SENSOR READOUT 1* 相同。这个时间是固定的。
- 第二次曝光后，*WAIT TIME 2* 发生，允许传感器工作并读取第二帧图像。这个时间是固定的。

所有固定时间都与传感器有关，需要在双曝光模式下正确操作相机。这些值取决于传感器配置（ROI、Pixel Format、Binning 和 Decimation），可从 **oeWaitTime1**、**oeExposureTime2** 和 **oeWaitTime2** 功能中读取。

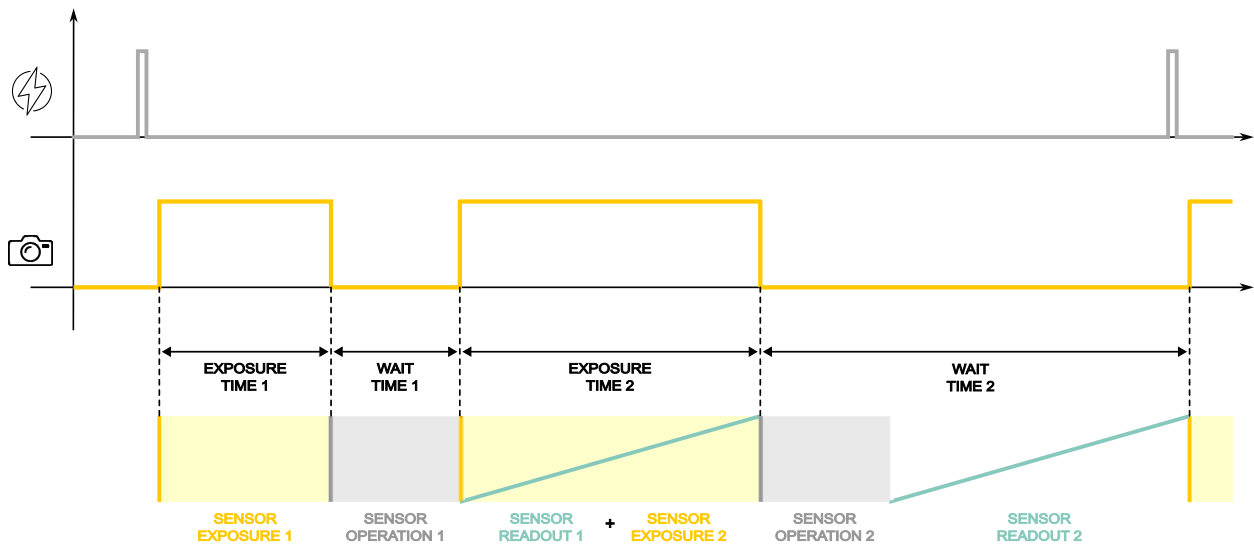


Figure 78: Dual Exposure 时序和操作。从上到下依次为 trigger 信号、传感器曝光信号和照相机操作信号。

**注意:** 请注意，第二个 *hardware trigger* 只能在整个过程完成后发生，即在 *WAIT TIME 2* 之后。在 *WAIT TIME 1* 或 *EXPOSURE TIME 2* 或 *WAIT TIME 2* 期间发生的所有触发信号都将被忽略。

**注意:** 在设计机器视觉系统时应考虑 *WAIT TIME 1*，以便根据应用要求正确选择相机型号。

**注意:** 启用 *Dual Exposure* 后，*ChunkExposureTime* 只显示为 *EXPOSURE TIME 1* 设置的值（即在 *Exposure Time* 字段中设置的值）。

### 6.3.3 Trigger delay

由于照明和曝光之间的同步具有挑战性，因此可以使用 **TriggerDelay** 功能将传感器的曝光周期与外部照明正确对齐。

例如，考虑到触发装置可以同时实现照明和相机曝光的情况。如果对准不良，传感器无法收集到所有光线（见图 79），导致照明效率低下。

**TriggerDelay** 功能可用于移动 Itala 摄像机的曝光时间，以便完全覆盖照明器的开启时间（见图 80）。.

**注意:** 在激活延迟期间接收到的多个触发事件会在内部排队，并在编程延迟后执行。摄像机的缓冲器可存储多达 64 个触发信号，确保在高速运行时不会丢失任何触发信号。

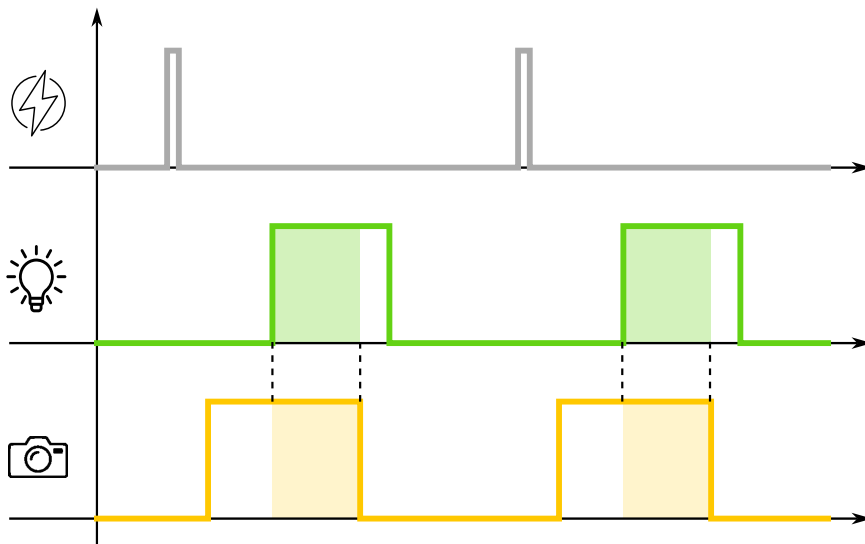


Figure 79: 照明和相机曝光时间之间的不正确对齐。从上到下依次为 trigger 信号、照明时间和相机曝光时间。

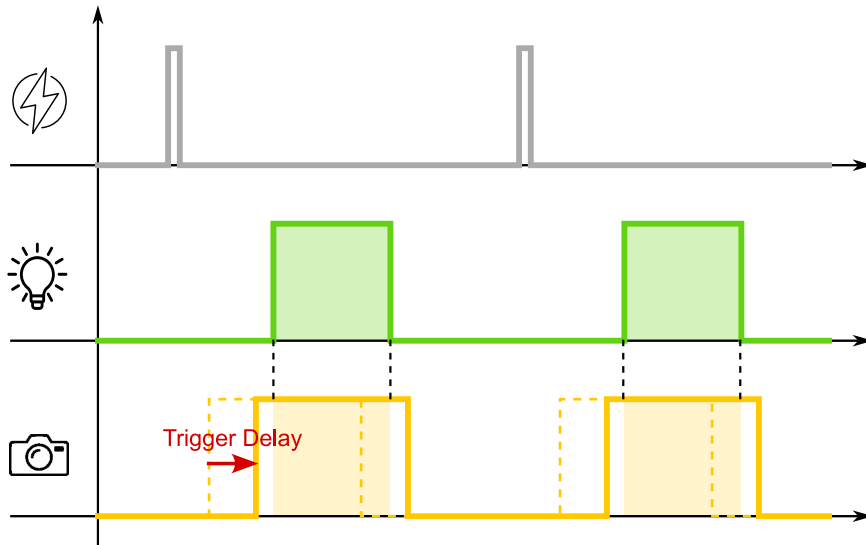


Figure 80: 照明和相机曝光时间的正确对齐。从上到下依次为 trigger 信号、照明时间和相机曝光时间。

### 6.3.4 Timed vs TriggerWidth Exposure Mode

曝光模式可以是 **Timed** 或 **TriggerWidth**。

选择 **Timed Exposure** 时，使用 *ExposureTime* 或 *ExposureAuto* 功能设置传感器曝光时间。在这种情况下，曝光时间可表示如下：

$$SensorExposureTime = ExposureTime \quad (1)$$

例如，如果是  $ExposureTime = 500\mu s$ ，则图像传感器的曝光时间为  $500\mu s$ 。

选择 **TriggerWidth Exposure** 时，曝光持续时间等于当前 trigger 信号脉冲的宽度。实际上，对于某些图像传感器来说，实际曝光时间可以按以下方式计算：

$$SensorExposureTime = TriggerPulse + ExposureOffset \quad (2)$$

在哪里？

- *SensorExposureTime* 是图像传感器的总曝光时间。
- *TriggerPulse* 等于外部 trigger 信号。
- *ExposureOffset* 是图像传感器收集光线的额外固有周期。

在这种情况下，如果提供给相机的 **trigger** 脉冲等于  $500\mu s$ ，还必须考虑传感器曝光偏移的固有贡献，从而导致整体曝光时间高于  $500\mu s$ 。

一般来说，曝光偏移量取决于图像传感器，以单位/数十微秒为单位。

**注意:** 选择 **TriggerWidth Exposure** 时，**ExposureTime** 字段是允许的最大脉冲宽度。提供更大脉宽的 **trigger** 信号会导致捕捉到的帧的曝光时间被箝制在 **ExposureTime** 字段内。

**注意:** 选择 **TriggerWidth Exposure** 时，**ChunkExposureTime** 显示 **ExposureTime** 字段中设置的值。

### 6.3.5 Image Compression

**图像压缩** 功能允许使用无损算法对捕获的帧进行压缩。

该算法的压缩比并不是一个恒定值，而是可变的，取决于所拍摄的图像。特别是，压缩比与构成图像的像素熵成反比。因此，压缩比会受到图像噪音的影响，这也是建议使用低增益水平的原因。典型的压缩比介于 1.5 和 2 之间。

如果启用了 **图像压缩**，就可以减小图像有效载荷的大小，从而在相同带宽下提高帧频。这是因为在链路带宽固定的情况下，图像有效载荷大小（连同曝光时间、采集模式和其他图像处理功能，如分档和抽取）控制着摄像机的帧频（见 6.1.2 部分中的 **DeviceLinkThroughputLimit** 功能）。

要启用 **图像压缩**，请设置参数 **oeImageCompressionEnable**。激活压缩后，摄像机会自动压缩帧，计算新的图像有效载荷大小，并根据新的大小值调整帧频，以占用所有可用带宽 (**DeviceLinkThroughputLimit**)。其结果是，该算法会尽可能提高摄像机的速度。

只有在启用压缩功能时，摄像机才会自动执行所有这些操作；用户只需配置摄像机的其他参数即可。

最大帧频由 **oeMaxFrameRate** 参数显示，摄像机只有在开启图像压缩时才能达到最大帧频，而绝对最大帧频则由图像传感器的速度决定。

**注意:** **图像压缩** 仅支持大小为 **8bit** 的像素格式：**Mono8**、**BayerRG8**、**BayerGR8**、**BayerGB8**、**BayerBG8**、**Polarized00Mono8**、**Polarized00BayerRG8**、**Polarized00BayerGR8**、**Polarized00BayerGB8** 和 **Polarized00BayerBG8**。

注意: 如果 `oeAcquisitionFrameRateLimitMode` 设置为 `oeLinkThroughput`, 则支持图像压缩。

注意: 如果启用图像压缩, 则不支持分块数据。

解压缩算法是在 Opto Engineering® GenTL 生成器 (.cti) 中实现的, 因此不依赖 Opto Engineering® GenTL 生成器 (.cti) 的第三方软件无法进行解压缩。

图 81 显示了一个实施示例: 两台摄像机共享 1 Gbps 的带宽, 每台摄像机有 0.5 Gbps 的可用带宽 (`DeviceLinkThroughputLimit = 62500000`)。如果压缩速度能达到 x2, 那么两台摄像机即使只有一半的带宽, 也能达到相同的帧速率。

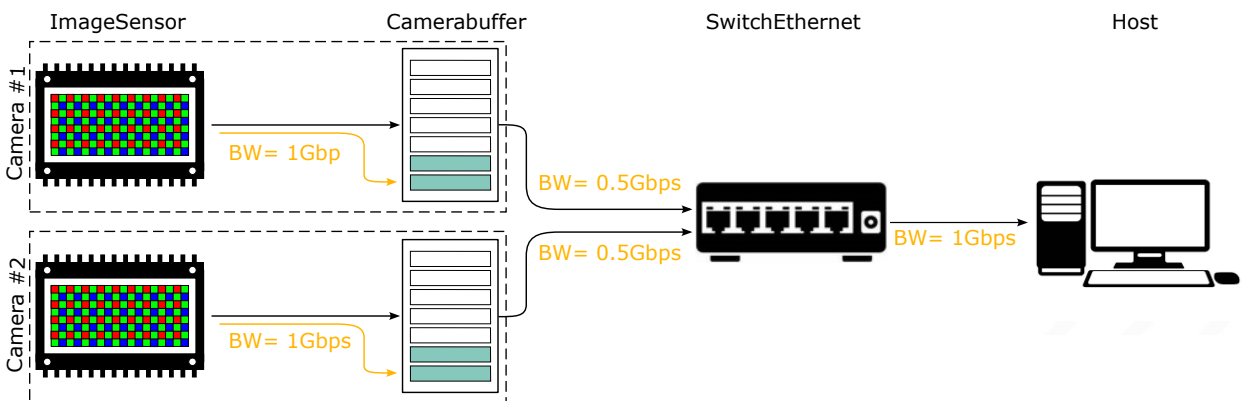


Figure 81: 启用图像压缩功能的多摄像头系统示例。

## 6.4 Analog Control

本节介绍如何影响图像的模拟特性, 如增益、黑电平和伽玛。

特点	说明	界面	访问
Gain	控制所选增益的绝对物理值	IFloat	RW
GainAuto	设置自动增益控制 (AGC) 模式	IEnumeration	RW
oeGainAutoMin	设置自动增益算法的下限	IFloat	RW
oeGainAutoMax	设置自动增益算法的上限	IFloat	RW

BlackLevel	以绝对物理值控制模拟黑电平	IFloat	RW
BalanceRatioSelector	选择要控制的平衡比	IEnumeration	RW
BalanceRatio	控制所选颜色成分的比例	IFloat	RW
BalanceWhiteAuto	控制色彩通道之间的自动白平衡模式。自动调整白平衡比率	IEnumeration	RW
oeGammaEnable	启用伽玛校正。LUT 功能将被禁用	IBoolean	RW
Gamma	控制像素强度的伽玛校正	IFloat	RW

Table 23: Analog Control 功能

### 6.4.1 Gain

**Gain** 是应用于像素值的乘法系数，以便在弱光条件下也能提高图像亮度。

然而，传感器增益对有用信号和不需要的噪声都有影响：如图 82 所示，图像亮度与增益成正比增加，但在增益值过高的情况下，图像质量会因噪声过大而下降。



Figure 82: 不同的增益图像

### 6.4.2 白平衡

**white balance** 功能允许调整彩色摄像机的三个色彩通道（R、G、B）的响应。

通常情况下，彩色传感器对三种颜色坐标的敏感度不同：这主要是由于图像传感器顶部的拜尔滤光片的响应不同。

图 83（左图）显示了彩色传感器的一个典型特征：即使外部光线完全均匀（即平光谱），像素的响应也不均匀（灰度级的平均值不同），因此绿色像素会比红色和蓝色像素更亮。

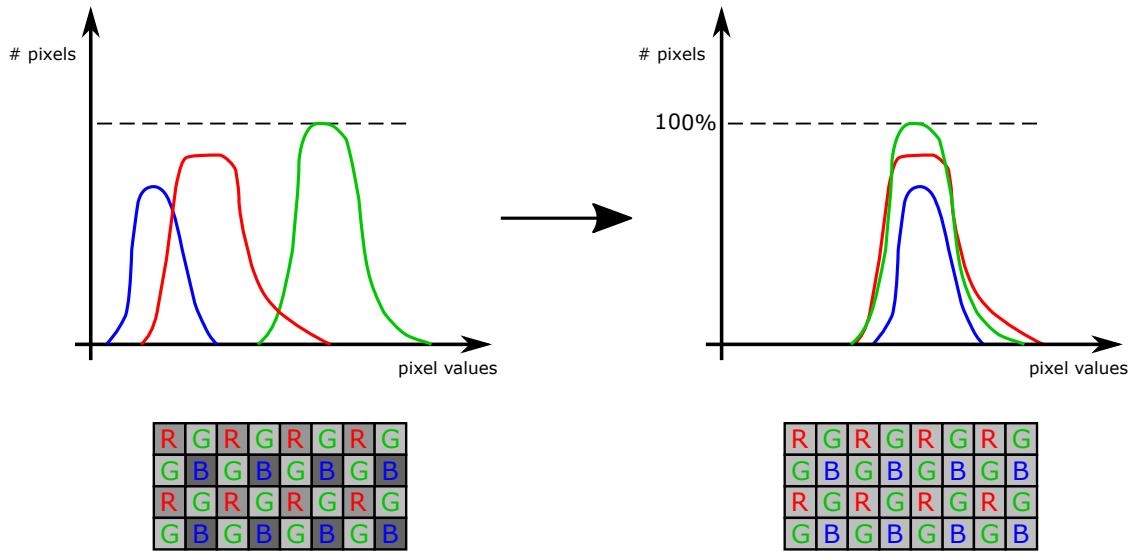


Figure 83: 左边是彩色传感器典型光谱灵敏度的直方图。右图是白平衡相机的直方图。

为了解决这种不均匀性，可以对三个颜色通道应用比例因子：

$$R_{out} = K_{red} * R_{in} \quad (3)$$

$$G_{out} = K_{green} * G_{in} \quad (4)$$

$$B_{out} = K_{blue} * B_{in} \quad (5)$$

为了进一步简化操作，可以将一个颜色通道保持不变（通常是绿色通道，因为它是拜耳瓷砖的主要颜色）。因此，红色和蓝色通道的白平衡系数可以写为

$$R_{out} = K_{red} * R_{in} \quad (6)$$

$$G_{out} = G_{in} \quad (7)$$

$$B_{out} = K_{blue} * B_{in} \quad (8)$$

在哪里？

$$K_{red} = G_{in}/R_{in} \quad (9)$$

$$K_{blue} = G_{in}/B_{in} \quad (10)$$

与上一个方程一样，**BalanceRatio** 可以设置  $K_{red}$  和  $K_{blue}$  系数，而  $K_{green}$  则固定为 1。图 83（右图）显示了白平衡程序的效果：三个通道被均衡化，显示出相同的平均灰度。

Itala 摄像机可自动平衡三个颜色坐标：为此，必须启用 **BalanceWhiteAuto** 功能。

BalanceWhiteAuto 算法依赖于灰色世界近似：这一假设的前提是，在色彩均衡的图像中，所有颜

色的平均值都是中性灰色。

因此，为了获得完美的白平衡，请执行以下步骤：

- 开始 free-run 收购；
- 确保插入一个均匀的样本（例如白色中性背景），覆盖图像的所有 ROI（感兴趣区）；
- 启用 BalanceWhiteAuto（*Continuous mode* 或 *Once mode*）；
- 如果使用 *Continuous mode* 自动白平衡，在执行校正后，禁用 BalanceWhiteAuto；
- 移除统一的中性背景；
- 现在相机已经平衡，可以使用了。

图 84 显示了自动白平衡程序的一个示例：左边显示的是未校正的图像；右边显示的是经过白平衡校正的图像。

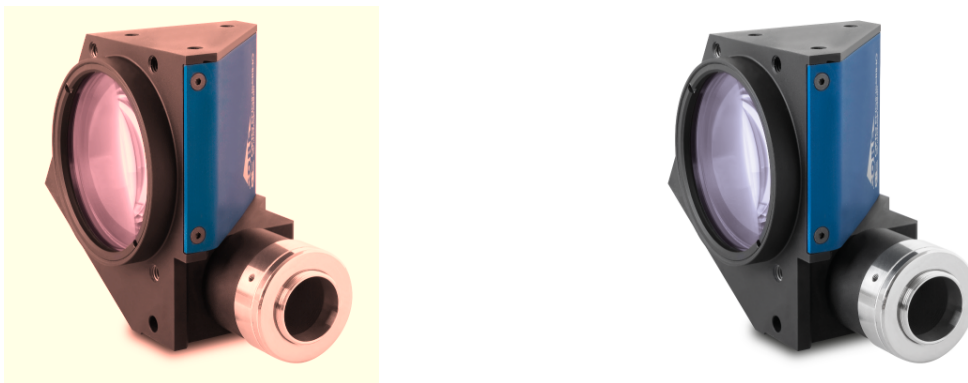


Figure 84: 左侧显示未校正的图像，右侧显示白平衡校正后的图像。

### 6.4.3 Gamma correction

伽马校正是一种非线性运算，其公式为 11：

$$V_{out} = V_{in}^{\gamma} \quad (11)$$

其中， $V_{out}$  是像素  $n$  在伽玛校正后的灰度级， $V_{in}$  是像素  $n$  的灰度级， $\gamma$  是用于非线性变换的系数，由 **Gamma** 特征设置。

图 85 清楚地显示了这一操作：虽然校正后 "黑色" 和 "白色" 像素保持不变，但不同的灰色像素被重新映射到一条非线性曲线上，根据  $\gamma$  值的不同，增强了暗部或亮部特征。

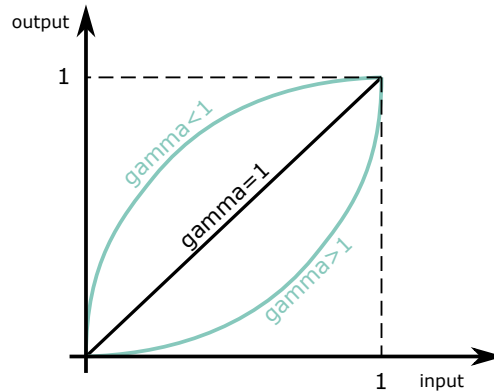


Figure 85:  $\gamma = 1$ 、 $\gamma < 1$  和  $\gamma > 1$  的伽马校正曲线。X 轴和 Y 轴已归一化。

图 86 展示了伽玛校正的应用实例。

$\gamma < 1$  扩大了暗部的数值范围，压缩了亮部的数值范围，因此在观察图像暗部的特征时非常有用。反之亦然， $\gamma > 1$  可以压缩暗部的数值范围，扩大亮部的数值范围，因此在观察图像亮部的特征时非常有用。

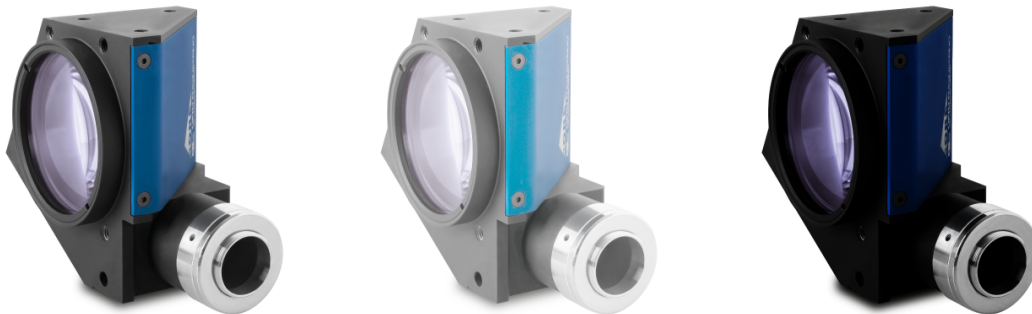


Figure 86: 以不同的  $\gamma$  值拍摄的图像：左边为  $\gamma = 1$ ，中间为  $\gamma < 1$ ，右边为  $\gamma > 1$

请注意，如果启用了 LUT 功能，则无法使用伽玛校正（请参阅第 6.6.1 节）。

#### 6.4.4 Black level

**BlackLevel** 是一个偏移值，以灰度级表示，可以加到图像的所有像素上。

在图像中添加 black level 值的效果是使像素直方图向饱和度方向移动（如图 87 所示）。

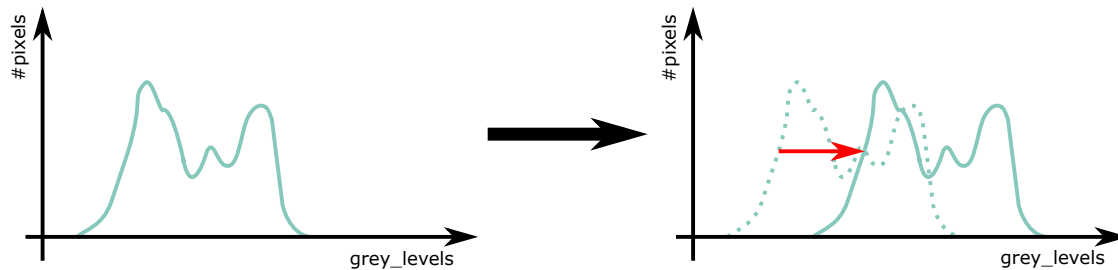


Figure 87: black level 会将像素直方图向更高的像素值移动。

## 6.5 OE Auto Functions Control

本部分包括与自动曝光和自动增益控制有关的所有功能。

特点	说明	界面	访问
oeAutoTargetBrightness	自动增益和自动曝光功能使用的图像预期亮度级别（单位 %	Integer	RW
oeResultingBrightness	图像的实际亮度级别（单位 %	Integer	R
oeAutoDampingFactor	自动增益和自动曝光功能用于减少算法振荡的控制值（单位 %	Integer	RW
oeAutoConfidence	自动增益和自动曝光功能使用的目标值附近的滞后。数值越大，图像稳定性越好，但亮度误差也会增加	Integer	RW
oeAutoAOIWidth	自动函数计算区域的宽度（像素）	Integer	RW
oeAutoAOIHeight	自动函数计算区域的高度（像素）	Integer	RW
oeAutoAOIOffsetX	从原点到自动函数计算区域的水平偏移（单位：像素）	Integer	RW
oeAutoAOIOffsetY	从原点到自动函数计算区域的垂直偏移（单位：像素）	Integer	RW

Table 24: OE Auto Functions Control 特点

### 6.5.1 OE AutoAOI

**ExposureAuto** 和 **GainAuto** 可以在全画幅图像或专用 Area of Interest (AOI) 上运行

在第一种情况下，自动函数是在整个活动帧上计算的，即 **Width** 和 **Height** 参数所定义的区域。

在第二种情况下，采集区域和自动功能区域可以分离，如图 88 所示。灰色区域代表设备传输的所有活动像素，而蓝色区域则定义了用于 **ExposureAuto** 和 **GainAuto** 计算的区域。

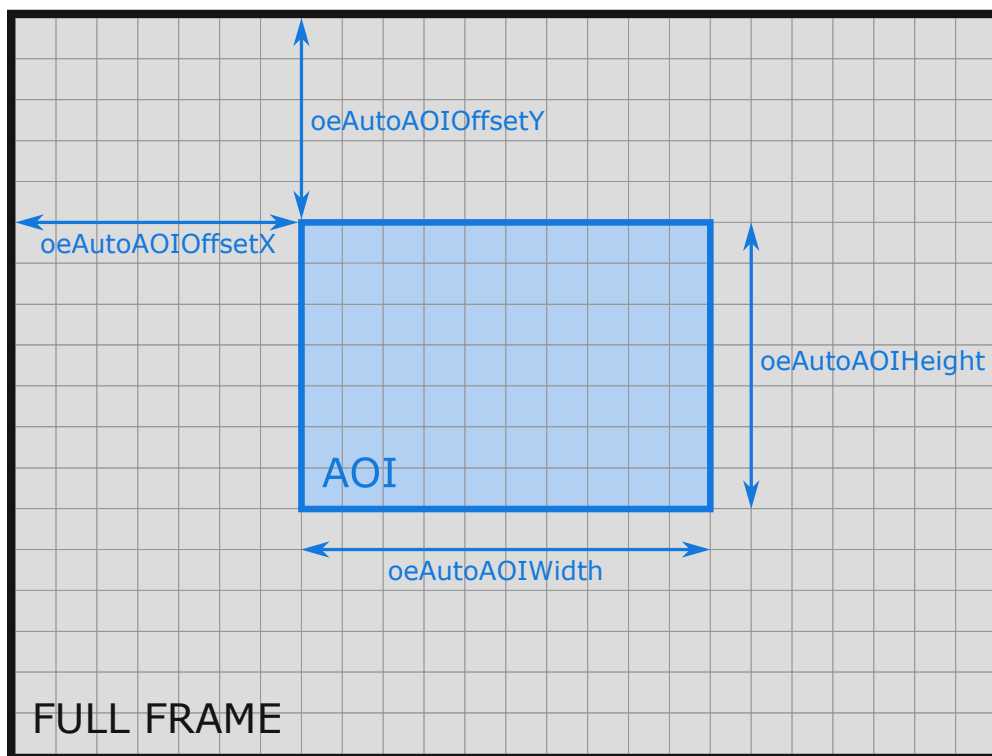


Figure 88: 灰色区域包括采集过程中传输的所有有效像素。蓝色区域定义了用于自动曝光/自动增益计算的区域；该区域（灰色区域）以外的像素将被自动功能忽略。

自动功能的 AOI 可在 **oeAutoFunctionControl** 类别中配置。

参考图 88，可使用以下节点：

- **oeAutoAOIWidth**: 自动功能运行区域的宽度（像素）。
- **oeAutoAOIHeight**: 自动功能运行区域的高度（像素）。
- **oeAutoAOIOffsetX**: 自动功能运行区域的水平偏移（像素）。
- **oeAutoAOIOffsetY**: 自动功能运行区域的垂直偏移（像素）。

此外，当配置了缩小的 ROI 时（例如，为了限制传感器面积和减小有效载荷大小），可以为自动曝光/自动增益定义单独的 AOI，如图 89 所示。

在图 89 中，AOI（蓝色）定义了用于自动曝光/自动增益计算的区域，ROI（红色）定义了设备传输的有效像素区域，而其余像素（灰色）则排除在采集和自动功能处理之外。

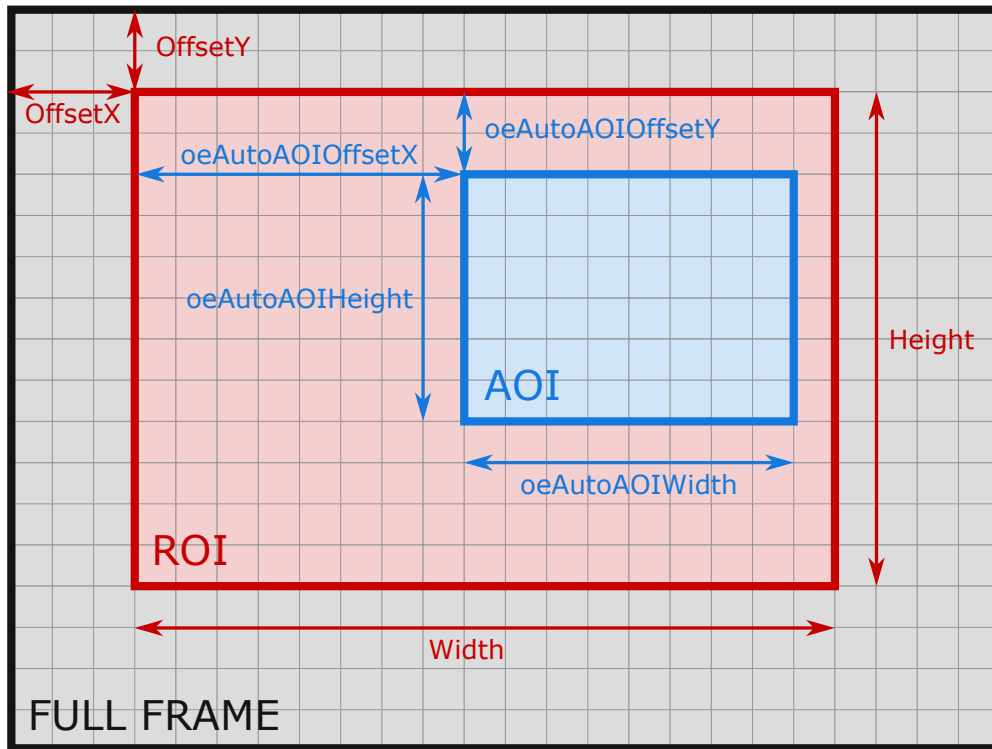


Figure 89: AOI（蓝色）定义了自动曝光/自动增益计算区域；ROI（红色）定义了活动采集区域；采集和自动功能均忽略所有灰色像素。

## 6.5.2 OE Autoexposure/Autogain

如果事先不知道获得足够亮度所需的正确曝光时间，或者目标的光照度随时间发生变化，则可以使用 **autoexposure** 和 **autogain** 功能来获得稳定的亮度，即使外部光照条件并不恒定。

例如，请看图 90：在采集开始时（即第一次采集），图像的平均灰度值等于 50。通常情况下，良好的曝光以全尺度范围的一半（8 位图像约为 127）为中心，因此可以在 **oeAutoTargetBrightness** 特征中设置全动态的平均灰度值为 50%。因此，如图 90 所示，平均灰度值会自动调整，以达到所需的 127 亮度。

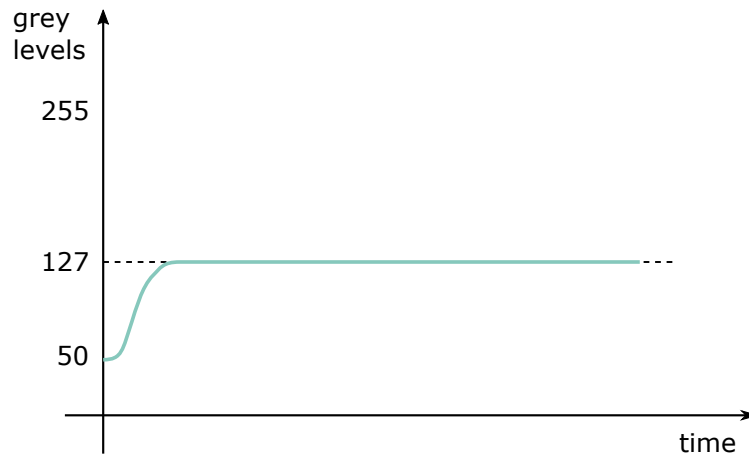


Figure 90: 当 autoexposure 激活时，平均灰度值随时间的变化情况。

为了避免不断调整曝光时间，可以使用 **oeAutoConfidence** 功能设置一定的阈值：这样，算法就会对微小的外部光线波动更加不敏感，只有在灰度级变化一致的情况下才会启动（见图 trigger166）。

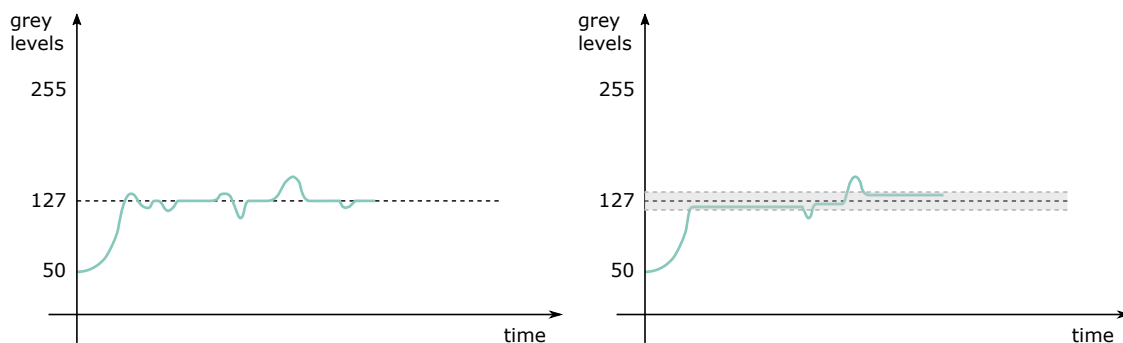


Figure 91: 通过在目标亮度周围添加一个置信值（右图），可以减缓因外部光线变化而导致的曝光时间连续调整（左图）。

autogain/autoexposure 算法的性能可以通过 **oeAutoDampingFactor** 节点进行调整：该参数值低，稳定性高，但响应速度较慢；相反，参数值高，算法速度加快，但可能导致不稳定的行为（见图 92）。

如果光线条件较差，则需要较长的曝光时间才能达到所需的亮度水平：在某些情况下，这种情况可能会导致相机帧频意外降低。

例如，如图 93 所示，如果达到所需亮度所需的曝光时间大于 **oeExposureAutoMax** 值，则无法达到目标灰度级，但不会因曝光时间过长而影响帧频。

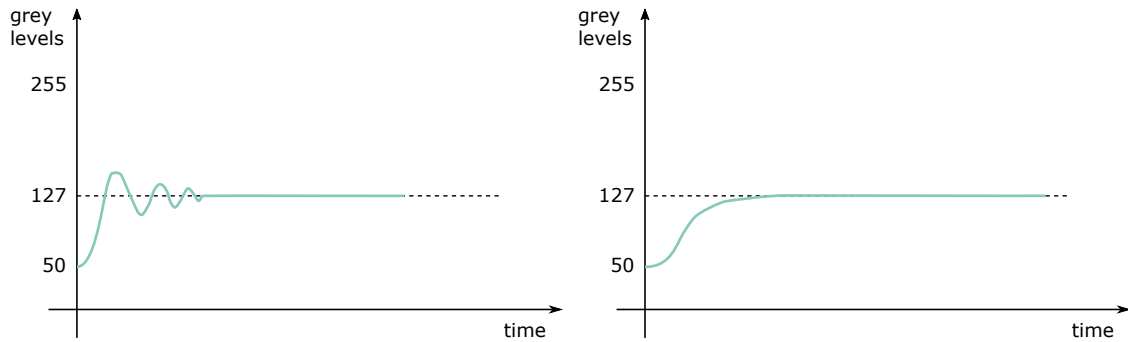


Figure 92: 在阻尼系数较低的情况下（如左图），算法响应速度较快，但可能会出现振荡；在阻尼系数较高的情况下（如右图），算法比较稳定，但可能需要很长时间才能收敛。

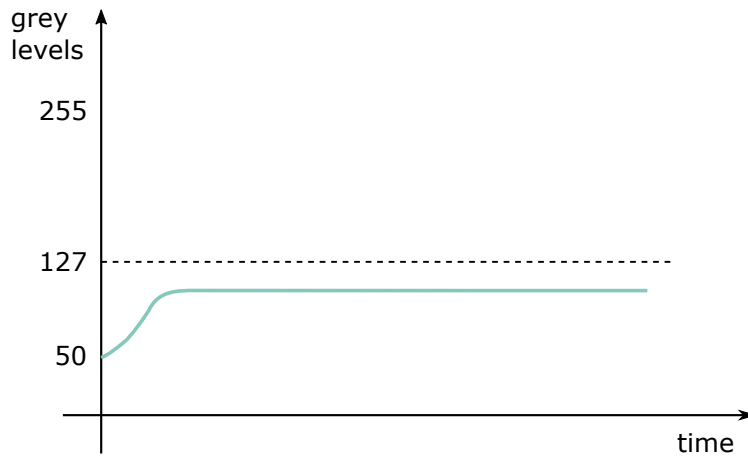


Figure 93: 当设置 `oeExposureAutoMax` 时，可能无法达到目标亮度，但可以避免长时间曝光，从而避免降低相机帧频。

## 6.6 LUT Control

本章介绍 Look-up table (LUT) 的相关功能。

特点	说明	界面	访问
LUTSelector	选择要控制的 LUT	IEnumeration	RW
LUTEnable	激活所选 LUT	IBoolean	RW
LUTIndex	控制所选 LUT 中要访问的系数的索引（偏移）。	IInteger	RW

LUTValue	返回 LUTSelector 所选 LUT 的入口 LUTIndex 值	Integer	RW
----------	--------------------------------------	---------	----

Table 25: LUT Control 特点

### 6.6.1 LUT

**LUT** (Look-up-table) 功能允许用户在像素级设置转换：LUT 输入端的特定灰度值可被新的灰度值取代。所有具有相同灰度值的像素都会以相同的方式进行处理。

请看图 94 所示的图形：在第一幅图中，没有应用 LUT，因此输出灰度级等于输入灰度级（例如，灰度级 127 在 LUT 的输出端仍为 127）；在第二幅图中，应用了二进制阈值处理：灰度级值低于 127 的所有像素（在 8 位图像的情况下）被设置为 0（黑色），其他像素被设置为 255（白色）。

图 95 显示了前两次变换的结果。

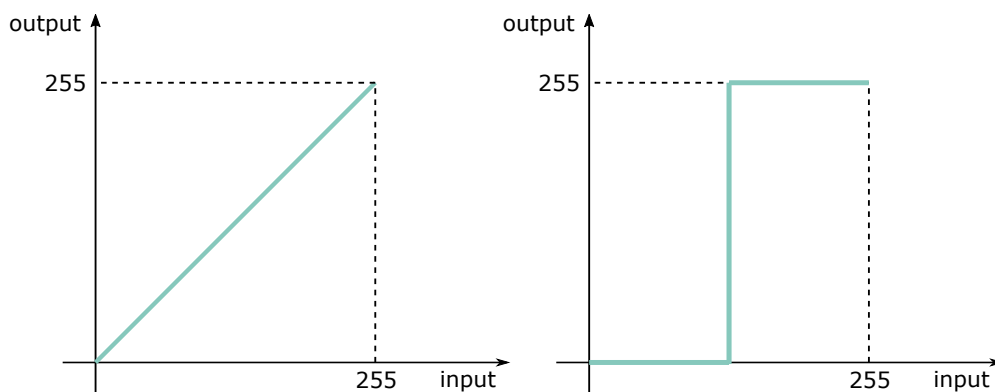


Figure 94: 两个典型的输入输出传递函数：左侧未应用 LUT，右侧采用二进制阈值。

请注意，如果启用了伽玛功能，则无法使用 LUT（请参阅第 6.4.3 节）。有关 Itala View 的 LUT 向导的更多信息，请参阅第 4.7.4 节。

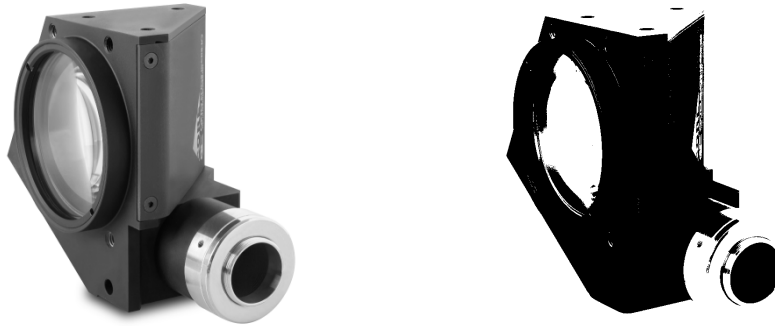


Figure 95: 左边没有使用 LUT，右边采用了二进制阈值。

## 6.7 Color transformation control

Color Transformation 部分介绍了设备中与颜色变换相关的所有功能。

特点	说明	界面	访问
ColorTransformationSelector	选择由哪个色彩变换模块控制各种色彩变换功能	IEnumeration	RW
ColorTransformationEnable	激活选定的色彩转换模块	IBoolean	RW
ColorTransformationValueSelector	选择所选色彩变换模块中要访问的变换矩阵的增益因子或偏移量	IEnumeration	RW
ColorTransformationValue	表示所选增益因子或偏移量在变换矩阵中的值	IFloat	RW

Table 26: Color Transformation Control 特点

### 6.7.1 Color Correction Matrix (CCM)

获得良好的色彩保真度可能具有挑战性，这是因为图像的色彩取决于相机的滤色片，最重要的是取决于光照。

由于照明与应用有关，有时需要对色彩进行校正，以获得合适的色彩保真度。

**Color Correction Matrix (CCM)** 可以通过以下增益/偏移来调整图像的输出颜色：

$$\begin{bmatrix} R' \\ G' \\ B' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Gain00 & Gain01 & Gain02 \\ Gain10 & Gain11 & Gain12 \\ Gain20 & Gain21 & Gain22 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} Offset_0 \\ Offset_1 \\ Offset_2 \end{bmatrix}$$

其中， $R'$ 、 $G'$  和  $B'$  是校正后的颜色坐标，而  $R$ 、 $G$  和  $B$  是未校正的颜色坐标。

用户可以自由编辑增益和偏移量，但为了获得出色的校准效果，已经开发了一个向导，可在 Itala View 中使用。请参阅第 4.7.6 段，了解该校准程序的步骤。

色彩校正矩阵还可用于色彩空间之间的转换：例如，如果选择了 YUV 像素格式，摄像机会自动加载正确的系数，从 RGB 转换到 YUV 色彩空间：

$$\begin{bmatrix} Y \\ U \\ V \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.299 & 0.587 & 0.114 \\ -0.147 & -0.289 & 0.436 \\ 0.615 & -0.515 & -0.100 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ 128 \\ 128 \end{bmatrix}$$

有关 CCM 系数的正确调整，请参阅第 4.7.6 节。

## 6.7.2 如何进行正确的色彩校准

为了使用 Itala 摄像机进行正确的色彩校准，可以使用 Itala View 并执行以下步骤：

1. 在光照合适的情况下，选择 *Horizontal line profile* 选项卡（中央下面板）并绘制一个 ROI，该 ROI 仅包括颜色检查器底部的灰度值（图 96）。
2. 显示图像的每个灰度瓦片都应与色彩检查器施加的参考值相匹配。  
因此，有必要调整 *ExposureTime* 和 *Gamma* 的值，以实现完美匹配（图 97）。现在只考虑绿色通道（当前像素值显示在图像显示面板的右下方）。
3. 在正确调整绿色通道后，使用 *BalanceRatioSelector* 和 *BalanceRatio* 功能对红色和蓝色通道进行同样的操作。  
在此步骤中避免使用 *Balance white auto* 功能，继续监控 *Horizontal line profile* 选项卡。当 R、G 和 B 曲线叠加时，白平衡达到最佳状态（图 98）。
4. 现在可以使用 Itala View 的 *Tool* 面板中的专用向导进行色彩校准：4.7.6 段列出了正确使用 *Color Correction Wizard* 的说明（图 99）。  
校准完成后，结果将类似于下图 100 所示。

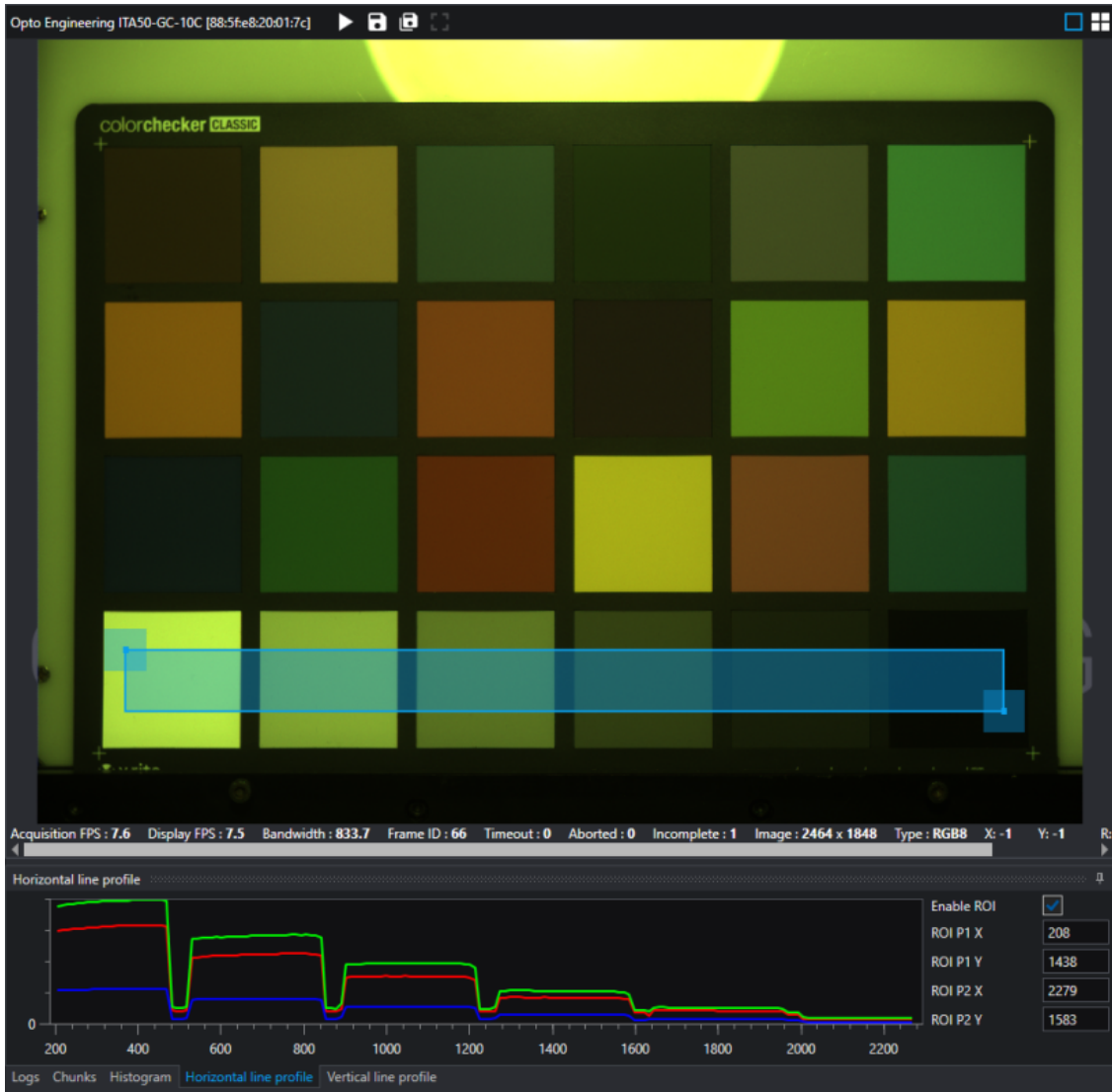


Figure 96: 色彩校准程序的第一步：设置适当的 ROI（只包括色彩检查器的灰度图块），并在水平线剖析器上显示结果。

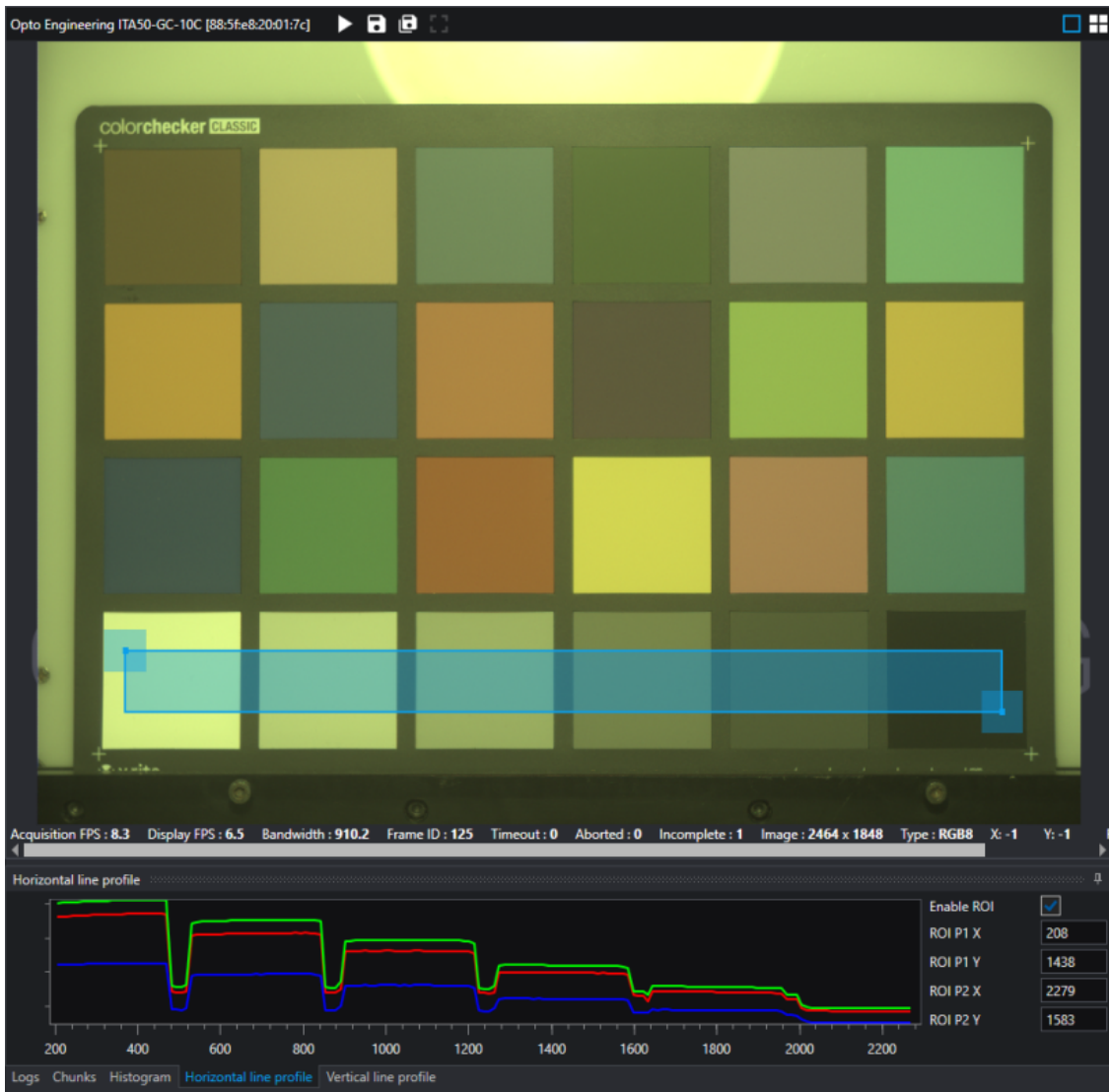


Figure 97: 色彩校准程序的第二步: 调整 *Exposure Time* 和 *Gamma*, 使绿色通道与色彩校验器施加的值相匹配。

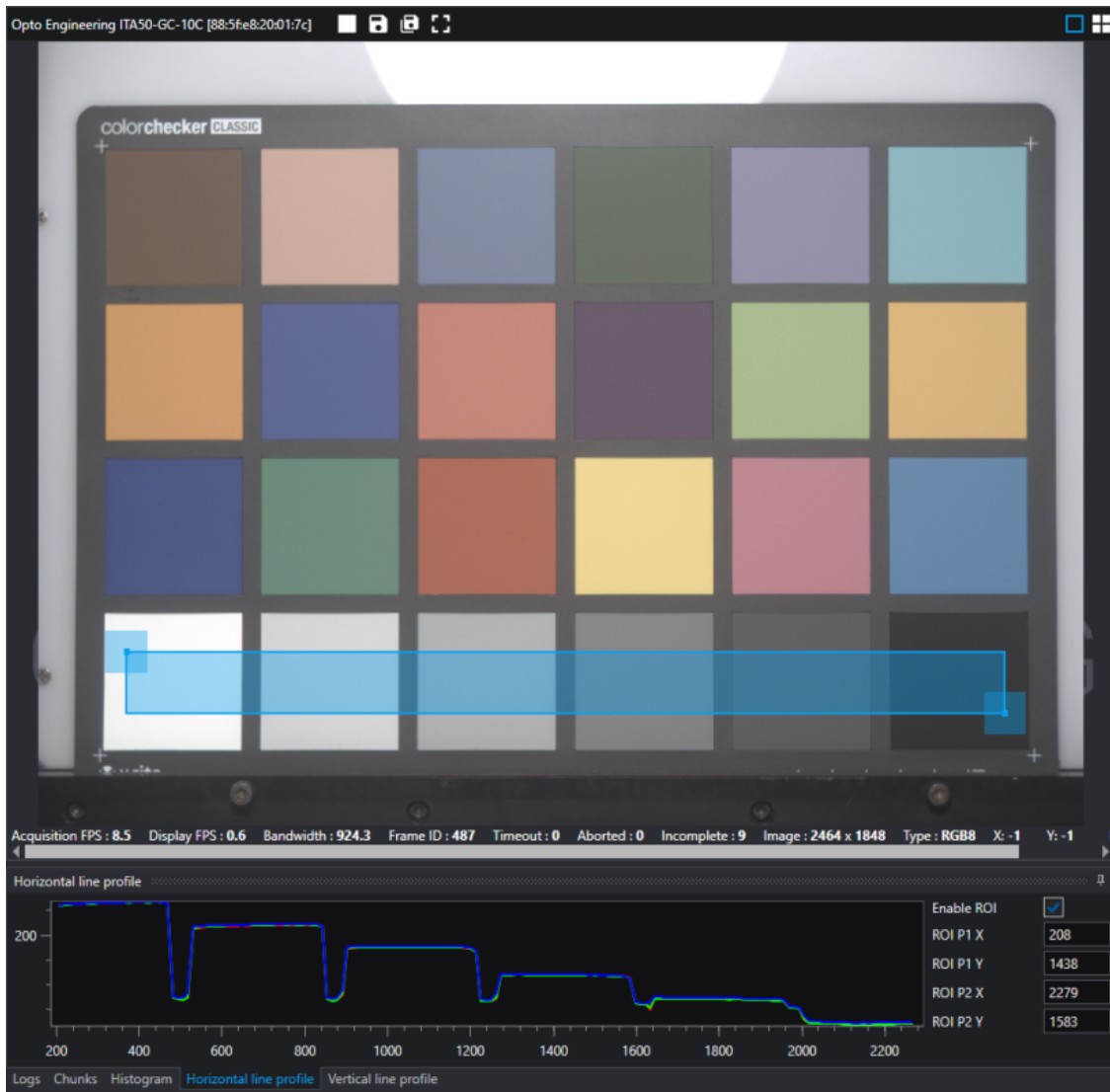


Figure 98: 色彩校准步骤的第三步：使用 *BalanceRatio* 功能，调整红色和蓝色通道，以便在水平线轮廓选项卡中叠加所有三条色彩曲线。

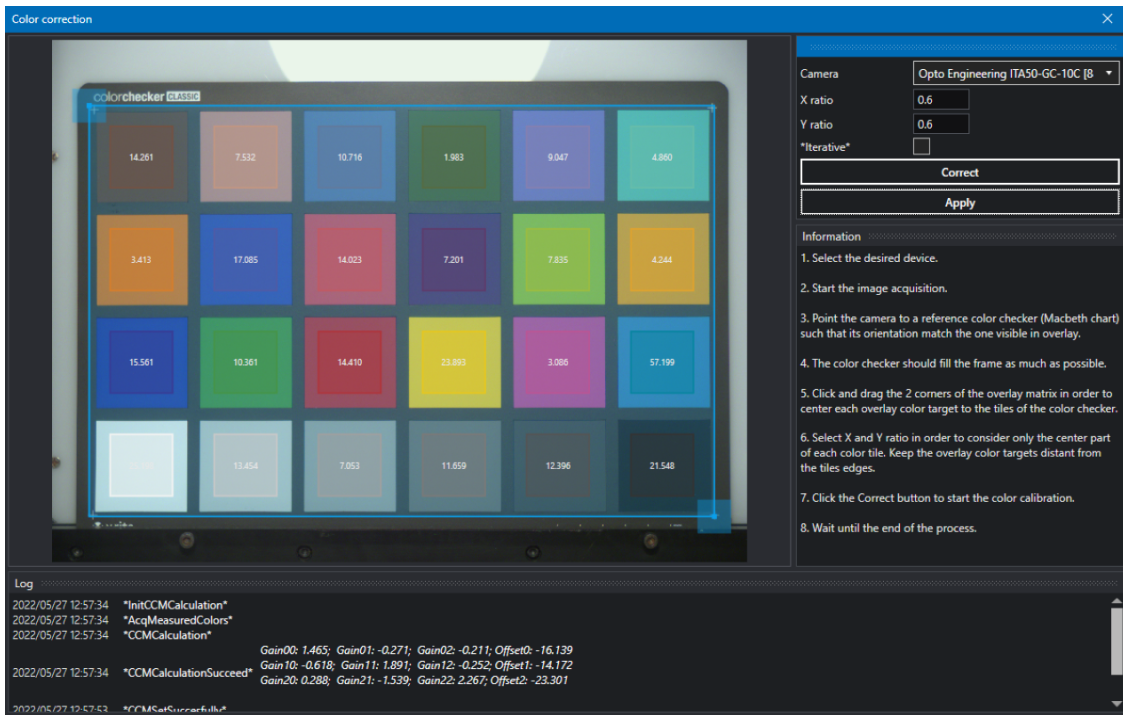


Figure 99: 色彩校准程序的第四步：使用 Itala View 的 *Color Correction Wizard*，按照向导的提示进行色彩校准。

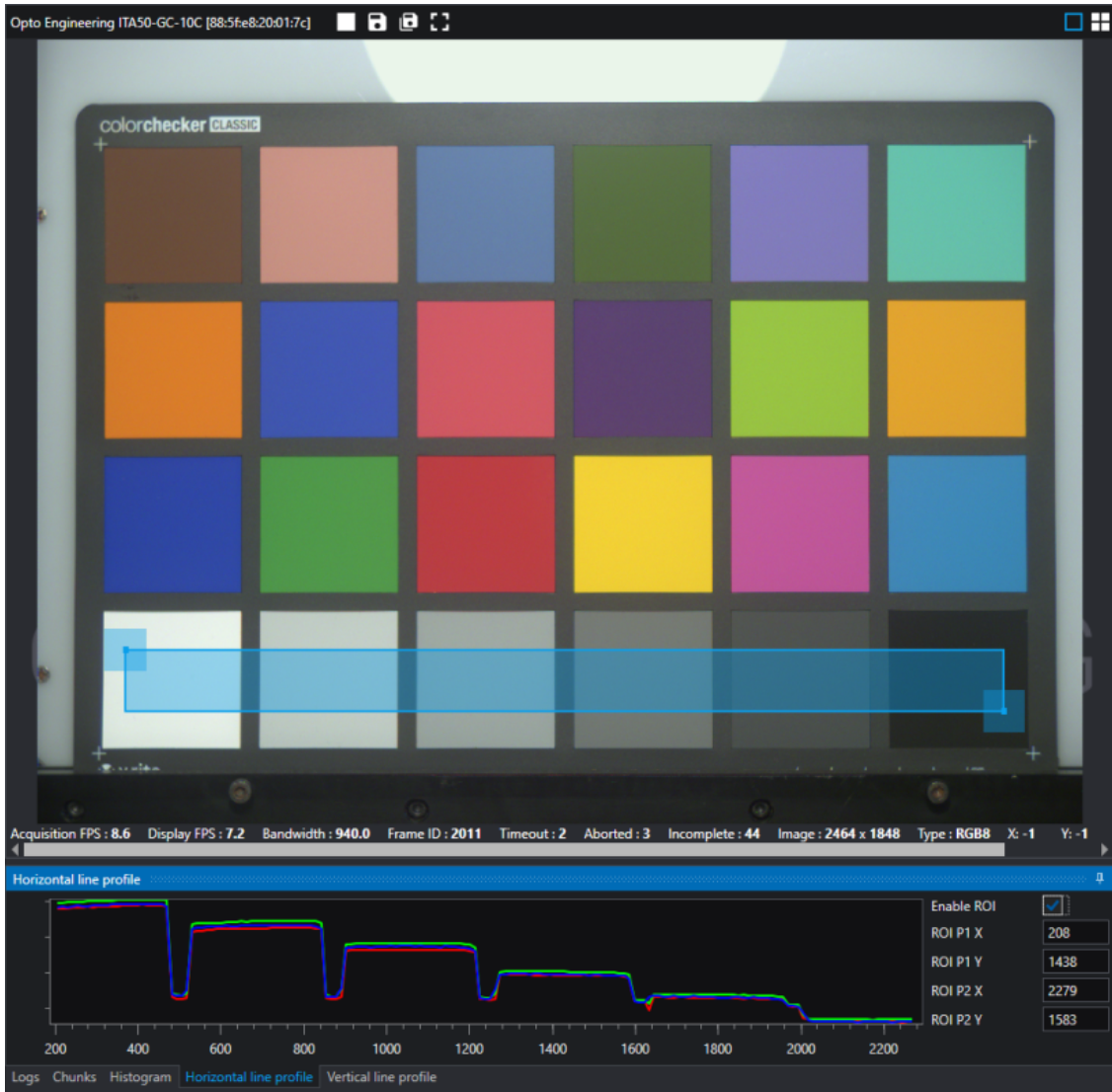


Figure 100: 颜色校准程序后的颜色检查器。

## 6.8 Digital I/O Control

Digital I/O 章涵盖了控制设备一般输入和输出信号所需的功能。其中包括用于触发定时器和计数器的输入和输出控制信号，以及用户可配置的输入或输出位等静态信号。

特点	说明	界面	访问
LineSelector	选择外部设备连接器的物理线路（或引脚）或传输层的虚拟线路进行配置	IEnumeration	RW
LineMode	控制物理线路是用于输入还是输出信号	IEnumeration	RW
LineInverter	控制所选输入或输出信号的反转线路	IBoolean	RW
LineStatus	返回所选输入或输出的当前状态行	IBoolean	R
LineStatusAll	以单个比特字段返回轮询时所有可用线路信号的当前状态	IInteger	R
LineSource	选择要在所选线路上输出的内部采集信号或 I/O 信号源	IEnumeration	RW
oeDebounceEnable	启用输入消抖电路。这样可以对输入信号进行滤波，忽略杂散换向。	IBoolean	RW
oeDebounceAmount	输入信号需要保持恒定的时间量，才能被识别为有效输入信号	IFloat	RW
oePulseGeneratorEnable	用 LineSource 所指定信号的上升沿产生的脉冲覆盖输出信号	IBoolean	RW
oePulseGeneratorPeriod	设置输出信号脉冲的持续时间	IFloat	RW
UserOutputSelector	选择 UserOutputValue 将设置用户输出寄存器的哪个位	IEnumeration	RW
UserOutputValue	设置 UserOutputSelector 所选位的值	IBoolean	RW
UserOutputValueAll	设置用户输出寄存器所有位的值	IInteger	RW

UserOutputValueAllMask	在用户输出寄存器中写入 UserOutputValueAll 指定的值之前，设置写入掩码。	Integer	RW
------------------------	---	---------	----

Table 27: Digital I/O Control 特点

### 6.8.1 Input Stage

数字输入/输出块包括一个板载处理级，用于处理输入触发信号和同步输出。

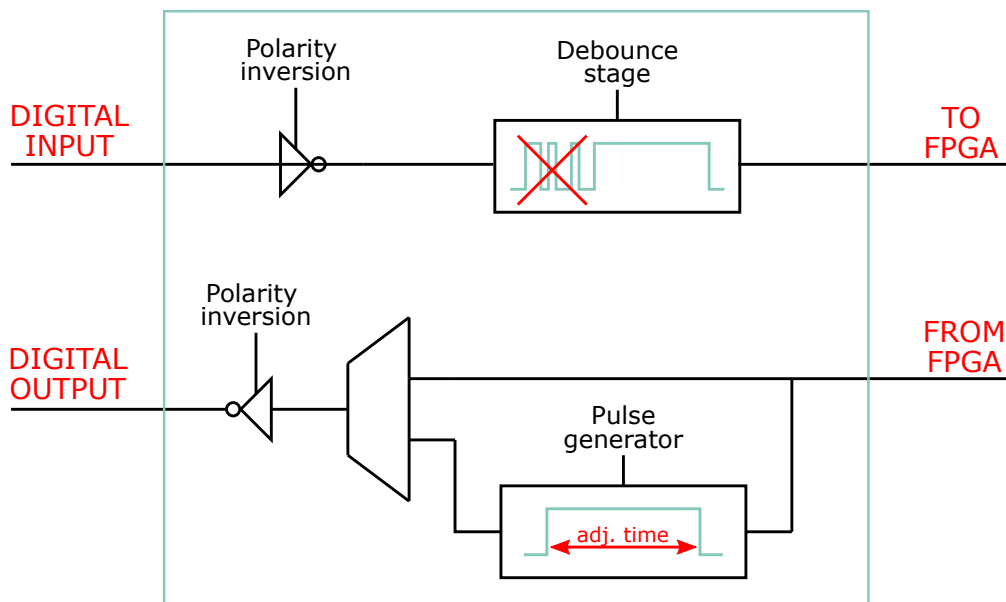


Figure 101: 数字输入/输出级表示法

当输入触发器使用 低电平 逻辑时，即必须检测到下降沿时，必须激活 **LineInverter** 功能。该功能也适用于同步输出。

### 6.8.2 Debouncer

解扰器的设计目的是抑制输入触发信号上的噪声、尖峰和振荡。它通常用于此类干扰可能导致意外触发事件的系统中。

图 102 说明了除障逻辑的工作原理。

短于  $T_{DEBOUNCE}$ （在 GenICam 树中显示为 **oeDebounceAmount**）的输入脉冲被归类为杂散脉

冲，因此会被剔除，而超过这一持续时间的脉冲则被视为有效脉冲。

当然，这一阶段会带来固有的处理延迟，因为在确定输入脉冲的真假之前，必须经过一个等于 `oeDebounceAmount` 的时间间隔。

**注意:** 要启用退保器，必须将布尔功能 `oeDebounceEnable` 设置为 `ON`。

**注意:** 始终存在  $1\ \mu\text{s}$  的默认固有消抖周期，以抑制光隔离输入端的高频振荡。

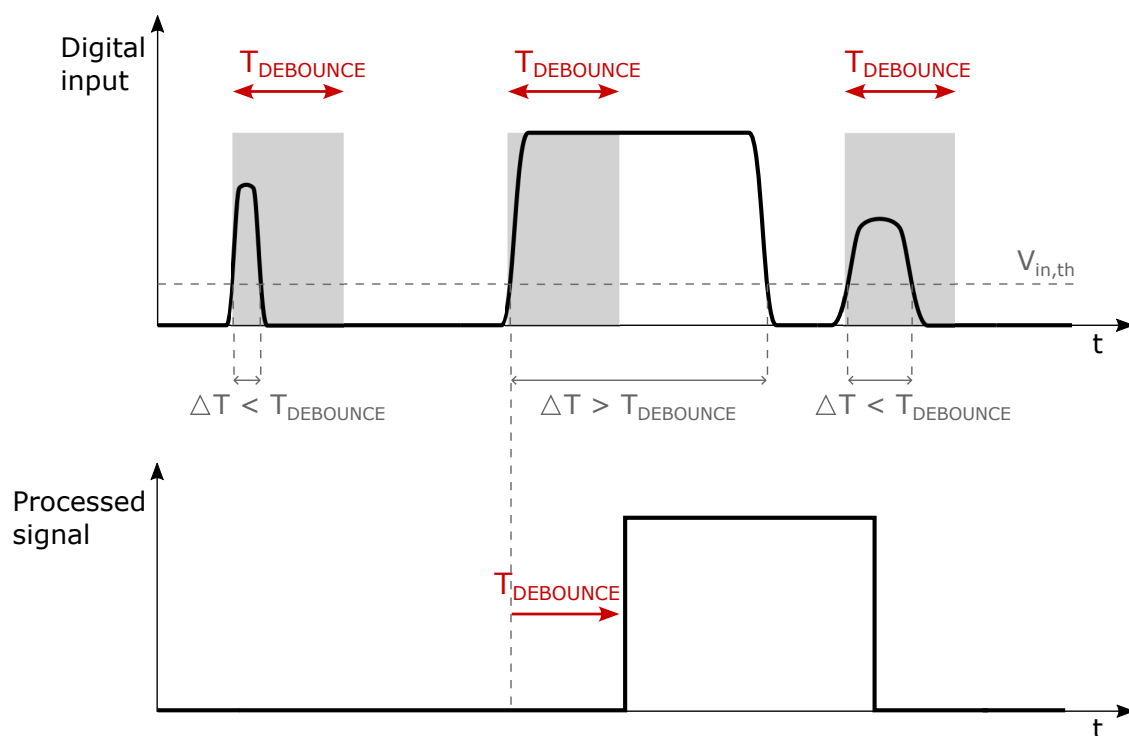


Figure 102: 解扰器工作原理。短于 `oeDebounceAmount` 的脉冲作为不需要的尖峰信号被剔除，而较长的脉冲则作为有效的触发信号被接受。

此外，还可启用额外的保护机制，进一步提高输入触发器对噪声和干扰的稳健性。

当功能 `oeDeglitchEnable` 激活时，输入消隐电路会过滤持续时间短于 `oeDebounceAmount` 的负向脉冲。只有当去抖动器 (`oeDebounceEnable`) 启用时，去抖动级才会工作。

图 103 显示了脱扣逻辑的功能原理。

**注意:** 消抖周期始终与消抖周期一致。

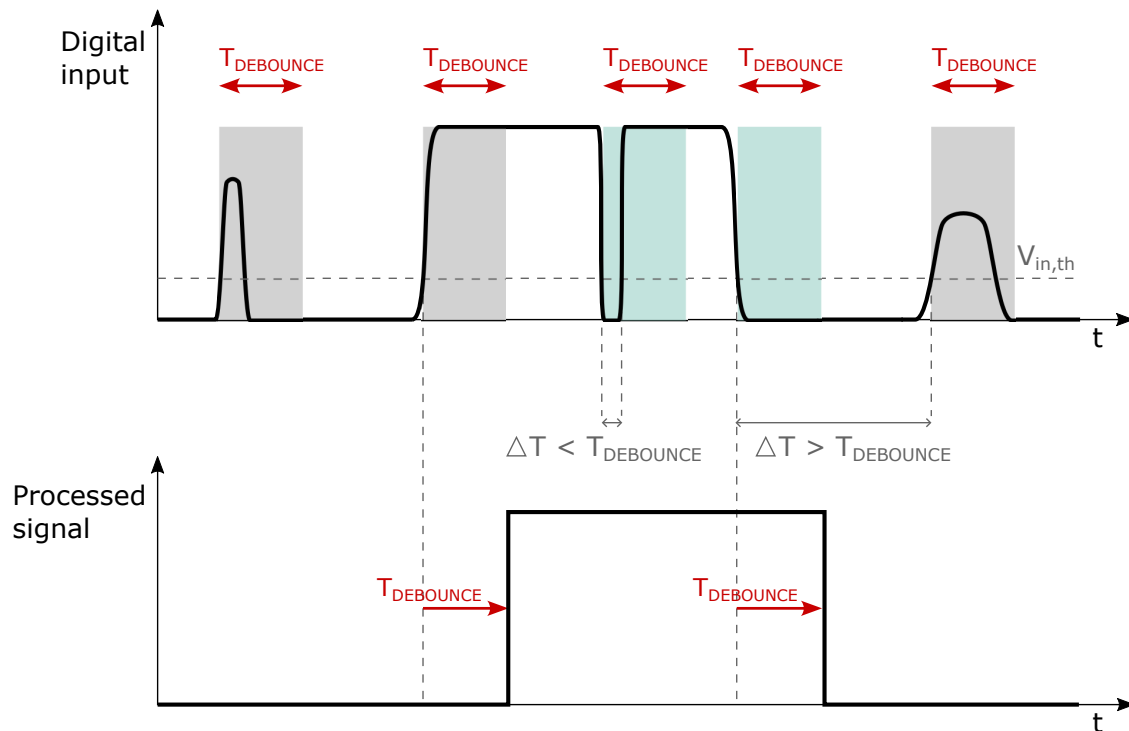


Figure 103: 降噪器工作原理短于 `oeDebounceAmount` 的负向输入脉冲会被剔除，因为它们被视为不需要的脉冲闪烁。当逻辑低电平状态持续时间超过 `oeDebounceAmount` 时，下降沿被视为有效，处理后的信号也相应切换为低电平。

### 6.8.3 Output stage

输出同步信号可以在满足条件时断言的内部生成脉冲（例如 `TimerEnd`、`CounterEnd`、`EncoderOut.....`）和专用脉冲发生器之间进行选择：使用第二种方法的优点在于可以选择脉冲的持续时间，而在第一种情况下，生成的信号可能只持续一个时钟周期，可能太快而无法被从属设备检测到。

`oePulseGeneratorEnable` 功能允许在满足 `LineSource` 条件时触发脉冲发生器，而 `oePulseGeneratorPeriod` 功能则设置其导通时间。

## 6.9 Counter and Timer Control

本节列出了与控制 and 监视计数器和计时器有关的所有功能。

特点	说明	界面	访问
CounterSelector	选择要配置的计数器	IEnumeration	RW
CounterEventSource	选择将作为计数器增量源的事件	IEnumeration	RW
CounterResetSource	选择重置计数器的信号源	IEnumeration	RW
CounterDuration	设置生成 CounterEnd 事件前的持续时间（或事件数	IInteger	RW
CounterValue	读取或写入所选计数器的当前值	IInteger	RW
CounterReset	对所选计数器进行软件重置并启动它	ICommand	RW
TimerSelector	选择要配置的计时器	IEnumeration	RW
TimerTriggerSource	选择启动定时器的触发源	IEnumeration	RW
TimerDuration	设置定时脉冲的持续时间（以微秒为单位	IFloat	RW
TimerDelay	设置定时器启动前接收触发器时的延迟时间（以微秒为单位）。	IFloat	RW
TimerValue	读取或写入所选定时器的当前值（以微秒为单位	IFloat	RW
TimerReset	对选定的计时器进行软件重置并启动它	ICommand	RW

Table 28: Counter and Timer Control 特点

## 6.10 Encoder Control

本节列出了控制和监控正交编码器的所有功能。

正交编码器也称为增量式编码器、旋转式编码器和轴编码器。

特点	说明	界面	访问
EncoderSelector	选择要配置的编码器	IEnumeration	RW
EncoderSourceA	选择作为编码器 A 输入信号源的信号	IEnumeration	RW
EncoderSourceB	选择作为编码器 B 输入信号源的信号	IEnumeration	RW
EncoderMode	选择编码器计数是使用带抖动滤波的 FourPhase 模式，还是使用不带抖动滤波的 HighResolution 模式	IEnumeration	RW
EncoderDivider	设置产生编码器输出脉冲信号所需的编码器增量/减量的数量	IInteger	RW
EncoderOutputMode	选择编码器接口生成有效编码器输出信号的条件	IEnumeration	RW
EncoderValue	读取或写入所选编码器位置计数器的当前值	IInteger	RW
EncoderResetSource	选择重置编码器的信号源	IEnumeration	RW
EncoderReset	对所选编码器进行软件复位并启动它	ICommand	RW

Table 29: Encoder Control 特点

### 6.10.1 Encoder interface

Itala 可用于监控增量式编码器。

正交编码器的 A-B 引脚可连接到 Itala 摄像机的光隔离输入引脚。

电气规格见表 7 和表 5.1。

Itala 编码器接口的最大输入频率约为 30KHz。

这主要是由于光隔离电路的响应时间所致。

**注意:** 如果输入频率高于额定规格, 可能会出现采样误差, 从而在编码器监控过程中产生误差。

### 6.10.2 Encoder output mode

**EncoderOutputMode** 功能可从以下两种驾驶模式中选择一种 (见图 104):

- **direction mode:** 编码器位置只在一个方向上递增。  
移动方向改变时, 编码器计数器停止计数, 直到移动方向再次改变。  
在这种配置中, 不考虑运动反向。
- **position mode:** 编码器位置只在一个方向上递增。  
当移动方向改变时, 编码器计数器开始递减, 直到移动方向再次改变。  
因此, 在这种配置中, 考虑了反向运动。

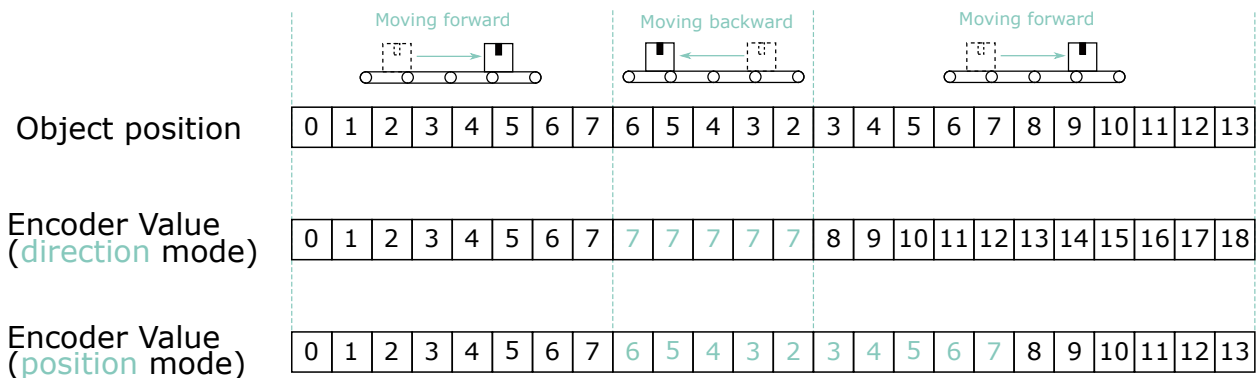


Figure 104: 编码器模块的两种不同驱动模式: (上图) **direction mode** 和 (下图) **position mode**。

### 6.10.3 Encoder mode

编码器计数器的增减有两种不同的方法:

- **High resolution mode:** 每次 *Encoder A* 或 *Encoder B* 信号换向时, 编码器计数器都会更新 (递增或递减)。
- **4-phase mode:** 编码器计数器在每个完整周期 (即每个序列 00 - 10 - 11 - 01) 内更新 (递增或递减)。

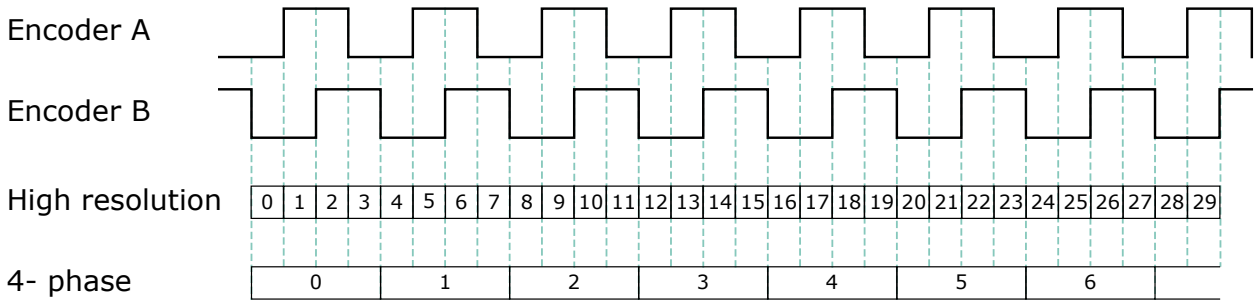


Figure 105: 编码器模式：高分辨率（上图）与四相位（下图）。

### 6.10.4 编码器值封装管理

**EncoderValue** 为正值，范围从 0 到 65535。

当编码器输出模式设置为 **position mode** 时，在计算 **EncoderValue** 时将考虑反向运动：由于该值不能为负，反向运动将导致编码器反向计数，从 65535 到 0，如图 106 所示。

在这种情况下，如果反向运动没有得到正确管理，就会产生杂散脉冲。

请看下面的示例，**EncoderDivider** 设置为 20000。

再考虑若干后退步，使 **EncoderValue** 等于 15000，即小于 **EncoderDivider** 的值。当重新开始向前运动时，当 **EncoderValue** 等于 **EncoderDivider**（即 20000）时，会出现一个编码器假脉冲。

为了避免不必要的编码器脉冲，必须满足以下条件：

$$\text{Maximum backward steps} < (2^{16} - 1) - \text{EncoderDivider} \quad (12)$$

如果 Eq.11 无法保证，则必须由用户应用程序管理编码器的杂散脉冲。

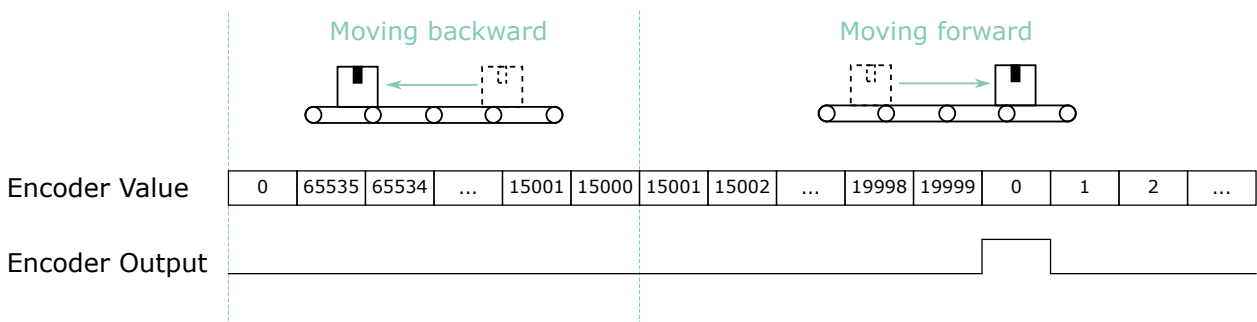


Figure 106: 产生杂散脉冲的示例：首先进行反向运动，使 **EncoderValue** 指标低于 **EncoderDivider**。然后，当恢复正向运动时，当 **EncoderValue** 等于 **EncoderDivider** 时产生一个杂散脉冲

## 6.11 Logic Block Control

Logic Block Control 部分介绍了与 Logic Block 元件控制和信号生成有关的模型和功能。

特点	说明	界面	访问
LogicBlockSelector	指定要配置的逻辑块	IEnumeration	RW
LogicBlockFunction	选择要配置的逻辑块的组合逻辑功能	IEnumeration	RW
LogicBlockInputNumber	指定逻辑模块的有效信号输入端数量	IInteger	R
LogicBlockInputSelector	选择要配置的逻辑块输入	IInteger	RW
LogicBlockInputSource	选择输入逻辑模块的源信号	IEnumeration	RW
LogicBlockInputInverter	选择所选逻辑块输入源信号是否反相	IBoolean	RW
LogicBlockLUTIndex	控制所选 LUT 中要访问的真值表索引	IInteger	RW
LogicBlockLUTValue	读取或写入与所选 LUT 中索引 LogicBlockLUTIndex 处条目相关的值	IBoolean	RW
LogicBlockLUTValueAll	在一次访问中设置所选 LUT 所有输出位的值忽略 LogicBlockLUTIndex	IInteger	RW

Table 30: Logic Block Control 特点

### 6.11.1 Logic block 模块

**logic block module** 主要用于根据两个输入条件生成输出信号。

该模块具有三种不同的逻辑功能（见图 107）：

- **AND:** 如果两个输入端均为高电平，则 logic block 的输出为高电平；
- **OR:** 如果至少一个输入端为高电平，则 logic block 的输出端为高电平；
- **LUT:** 用户可以自由编译 lut 的真值表：

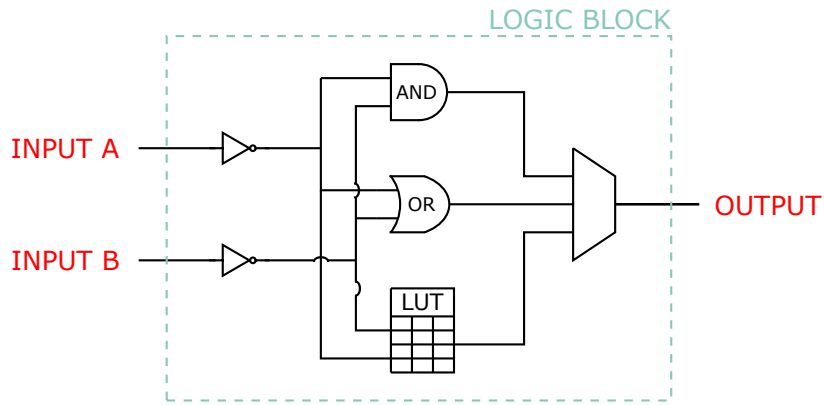


Figure 107: logic block 电池的简化方案。

LogicBlockLUTIndex	Input A	Input B	LogicBlockLUTValue
0	0	0	LogicBlockLUTValue[0]
1	0	1	LogicBlockLUTValue[1]
2	1	0	LogicBlockLUTValue[2]
3	1	1	LogicBlockLUTValue[3]

Table 31: LUT 编译示例

为了获得最大的灵活性，该模块的输入端还包括一个反相级。

## 6.12 Action Control

Action 章介绍了设备中与 Action Signals 有关的所有功能。

特点	说明	界面	访问
ActionUnconditionalMode	启用无条件操作命令模式，即使主控制通道已关闭，仍可处理操作命令。	IEnumeration	RW
ActionDeviceKey	提供设备密钥，允许设备检查操作命令的有效性	Integer	W
ActionQueueSize	表示 scheduled action commands 队列的大小。该数字表示在给定时间点上待处理的 scheduled action commands 的最大数量。	IEnumeration	R
ActionSelector	选择适用于哪个动作信号的进一步动作设置	Integer	RW
ActionGroupKey	提供设备在接收到操作协议信息时用于验证操作的密钥	Integer	RW
ActionGroupMask	提供设备在接收到操作协议信息时用于验证操作的掩码	Integer	RW

Table 32: Action command Control 特点

### 6.12.1 Action Command

Action Command 允许用户在以太网上大致相同的时间触发一台或多台千兆以太网摄像机上的操作。由于系统受以太网延迟的影响，动作信号并不像硬件触发器那样在所有设备上同步，因此信号不会同时到达设备。无论如何，使用动作命令，用户可以避免使用其他硬件连接来触发摄像机，而只使用以太网线路。此外，在多台摄像机上使用操作命令触发比软件触发更好，因为只有一条命令会转发给所有摄像机。

Itala 摄像机支持一条操作命令，因此用户可以配置一条 ActionDeviceKey、一条 ActionGroupKey 和一条 ActionGroupMask。摄像机检查命令信息是否与配置的操作命令一致，然后生成触发器。命令可以单播或广播模式发送，具体取决于是否要触发一个或多个设备。

为提高相机触发器的同步性，必须使用 **Scheduled Action Commands** (6.12.2)。

### 6.12.2 Scheduled Action Command

Scheduled Action Commands 允许在纳秒粒度的未来特定时间在一个或多个设备上生成触发操作。唯一的两个要求是启用 **PTP** 功能和使摄像机与 PTP 主时钟同步（见 6.20.1），否则不会处理计划的操作请求。

图 108 是解释计划行动控制结构的框图，下面将对其进行详细讨论。

当用户发送预定操作时，摄像机会通过硬件检查命令信息是否与配置的操作命令一致。然后，如果计划的操作在过去有时间标记，则立即处理该操作，否则将添加到硬件操作时间队列中；队列深度为 4，因此最多可处理 4 个计划的操作。如果队列已满，其他命令将被忽略。当操作时间戳小于或等于参考时间时，将从队列中移除，并向曝光控制发出硬件触发。

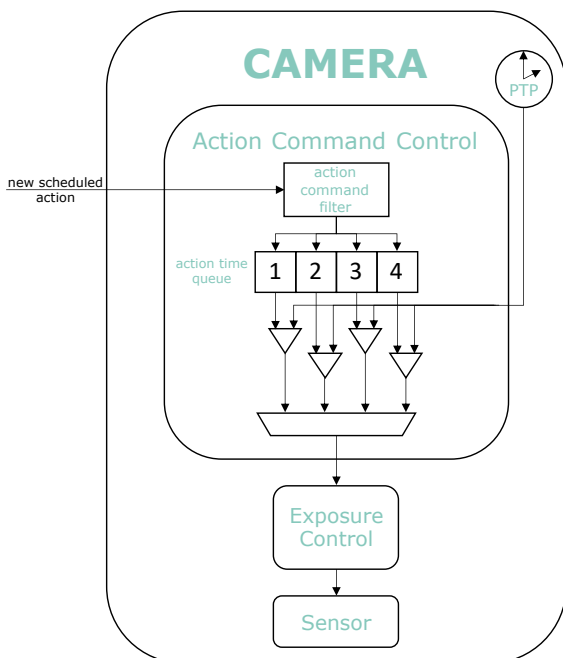


Figure 108: 计划行动命令框图。

如果请求 ACK 报文，可能的状态代码是

- **GEV\_STATUS\_NO\_REF\_TIME:**  
摄像机没有与任何主时钟同步的参考时间；不处理计划的操作请求。
- **GEV\_STATUS\_ACTION\_LATE:**  
摄像机接收到带有过去时间标记（相对于设备时间戳）的预定操作命令。
- **GEV\_STATUS\_OVERFLOW:**  
时间戳队列已满，设备接收到无法排队的操作命令。

为了补偿硬件延迟并提高触发时间的准确性，在时间戳中删除了硬件延迟，该延迟是在计划行动被配置为触发传感器曝光时测量的，由硬件处理引起。

如果开启 **TriggerOverlap**，曝光时间和帧传输之间的延迟会受到较高不确定性的影响，因此，即使使用了计划动作，帧采集的抖动也会高于关闭 **TriggerOverlap** 时的抖动。

## 6.13 Event Control

本节介绍如何控制向主机应用程序发送事件。事件是发送给主机应用程序的消息，用于通知其发生内部事件。

事件通常用于确保主机应用程序与设备上的外部事件同步。在机器视觉领域，一个典型的用例是主机应用程序等待传感器曝光结束的通知，以便在传送带上移动被检测的部件。

**EventSelector** 选择要控制的特定事件。事件的来源有很多，如采集、温度和 I/O 线路。

**EventNotification** 用于启用或禁用 **EventSelector** 所选内部事件的发生通知。如果 **EventNotification** 设置为 **Off**，则不会生成所选类型的事件。

对于 **EventSelector** 枚举中列出的每个事件，都有一个相应的事件标识符功能，并有一个标准名称（如 **EventExposureEnd**）。控制应用程序可利用该功能注册一个回调函数，以便在事件发生时发出通知。该整数事件特征返回唯一标识符值，用于在传输层上识别事件。

特点	说明	界面	访问
EventSelector	选择要向主机应用程序发出信号的事件	IEnumeration	RW
EventNotification	激活或禁用向主机应用程序发送所选事件发生的通知	IEnumeration	RW
EventExposureEndData	包含与 ExposureEnd 事件相关的所有事件的类别	ICategory	-
EventFrameTriggerMissedData	包含与 FrameTriggerMissed 事件相关的所有事件的类别	ICategory	-
EventFrameTriggerReadyData	包含与 FrameTriggerReady 事件相关的所有事件的类别	ICategory	-
EventLine0RisingEdgeData	包含与 Line0RisingEdge 事件相关的所有事件的类别	ICategory	-
EventLine1RisingEdgeData	包含与 Line1RisingEdge 事件相关的所有事件的类别	ICategory	-
EventTestData	包含与 Test 事件相关的所有事件的类别	ICategory	-

EventAutofocusDoneData	包含与 AutofocusDone 事件相关的所有事件的类别	ICategory	-
EventSensorTemperatureData	包含与 SensorTemperatureData 事件相关的所有事件的类别	ICategory	-
EventEventLostData	包含与 EventLost 事件相关的所有事件的类别	ICategory	-
oeEventLostCounter	显示已丢失事件的计数	Integer	-
oeEventLostCounterClear	清除事件丢失计数器	ICommand	-
EventBufferFullData	包含与 BufferFull 事件相关的所有事件的类别	ICategory	-
EventBufferReadyData	包含与 BufferReady 事件相关的所有事件的类别	ICategory	-
EventTransferSkippedData	包含与 TransferSkipped 事件相关的所有属性的类别	ICategory	-

Table 33: 事件控制功能

### 6.13.1 Exposure End Event

当设备完成一个帧（或行）的曝光时，会生成此事件。

特点	说明	界面	访问
EventExposureEnd	返回事件曝光结束类型的唯一标识符	Integer	R
EventExposureEndTimestamp	返回 ExposureEnd 事件的时间戳	Integer	R
EventExposureEndFrameID	返回生成 ExposureEnd 事件的帧（或图像）的唯一标识符	Integer	R

Table 34: 事件曝光结束数据特征

### 6.13.2 Frame Trigger Missed Event

当摄像机无法处理传入的触发信号，导致错过触发时，就会产生此事件。原因可能是在禁止的时间间隔内发生了太多的触发。

特点	说明	界面	访问
EventFrameTriggerMissed	返回帧触发器未触发事件类型的唯一标识符	Integer	R
EventFrameTriggerMissedTimes-tamp	返回帧触发器未触发事件的时间戳	Integer	R
EventFrameTriggerMissed-FrameID	返回生成帧触发器未触发事件的帧（或图像）的唯一标识符	Integer	R

Table 35: 事件帧触发器遗漏数据功能

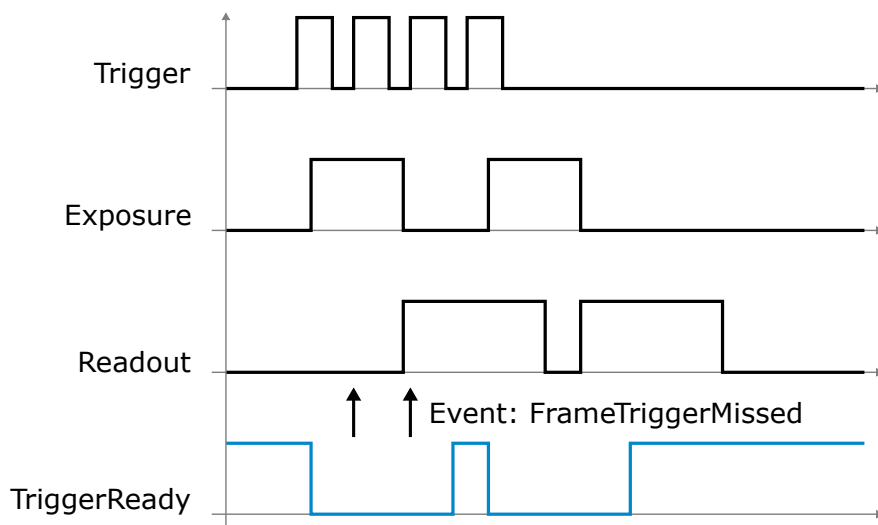


Figure 109: 帧触发器未触发事件

### 6.13.3 Frame Trigger Ready Event

当设备准备好接收触发器以开始捕捉帧时，就会生成该事件。

特点	说明	界面	访问
----	----	----	----

EventFrameTriggerReady	返回帧触发器就绪事件类型的唯一标识符	Integer	R
EventFrameTriggerReadyTimestamp	返回帧触发器就绪事件的时间戳	Integer	R

Table 36: 事件帧触发器就绪数据功能

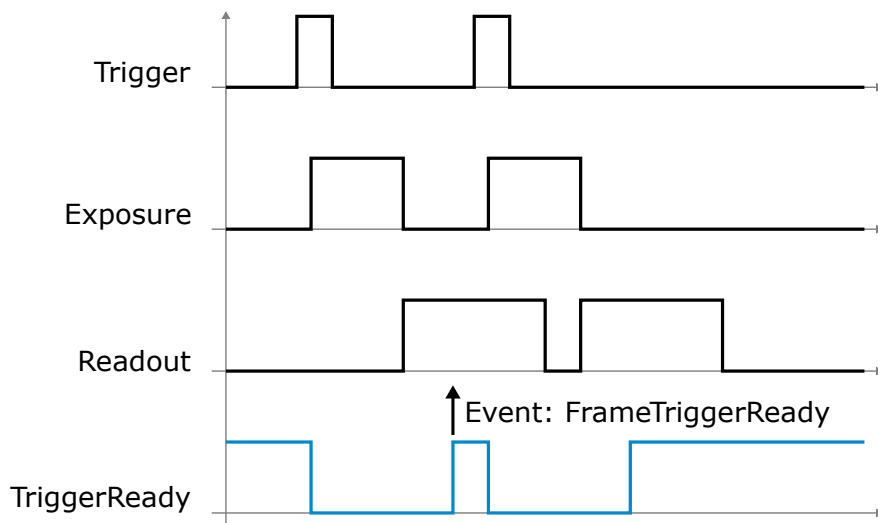


Figure 110: 帧触发器未就绪

#### 6.13.4 Line 0 Rising Edge Event

当检测到 0 号线上出现上升沿时，将生成事件。

特点	说明	界面	访问
EventLine0RisingEdge	返回 0 号线上升沿事件类型的唯一标识符	Integer	R
EventLine0RisingEdgeTimestamp	返回 0 号线上升沿事件的时间戳	Integer	R
EventLine0RisingEdgeFrameID	返回产生 0 号线上升沿事件的帧（或图像）的唯一标识符	Integer	R

Table 37: 事件线 0 上升沿数据特征

### 6.13.5 Line 1 Rising Edge Event

当检测到 1 号线上出现上升沿时，将生成事件。

特点	说明	界面	访问
EventLine1RisingEdge	返回 1 号线上升沿事件类型的唯一标识符	Integer	R
EventLine1RisingEdgeTimestamp	返回 1 号线上升沿事件的时间戳	Integer	R
EventLine1RisingEdgeFrameID	返回生成 1 号线上升沿事件的帧（或图像）的唯一标识符	Integer	R

Table 38: 事件线 1 上升沿数据特征

### 6.13.6 Test Event

当设备接收到 **TestEventGenerate** 命令时，将生成测试事件。

特点	说明	界面	访问
EventTest	返回使用 TestEventGenerate 命令生成的测试类型事件的唯一标识符	Integer	R
EventTestTimestamp	返回测试事件的时间戳	Integer	R

Table 39: 事件测试数据功能

### 6.13.7 Autofocus Done Event

只要设备完成自动对焦过程，就会生成此事件。

特点	说明	界面	访问
EventAutofocusDone	返回事件自动对焦类型的唯一标识符	Integer	R
EventAutofocusDoneTimestamp	返回自动对焦完成事件的时间戳	Integer	R

Table 40: 事件自动对焦完成数据功能

### 6.13.8 Sensor Temperature Event

当传感器改变工作温度范围时，将生成此事件。

特点	说明	界面	访问
EventSensorTemperature	返回图像传感器温度范围变化产生的事件传感器温度类型的唯一标识符	Integer	R
EventSensorTemperatureTimestamp	返回事件传感器温度事件的时间戳	Integer	R

Table 41: 事件传感器温度数据功能

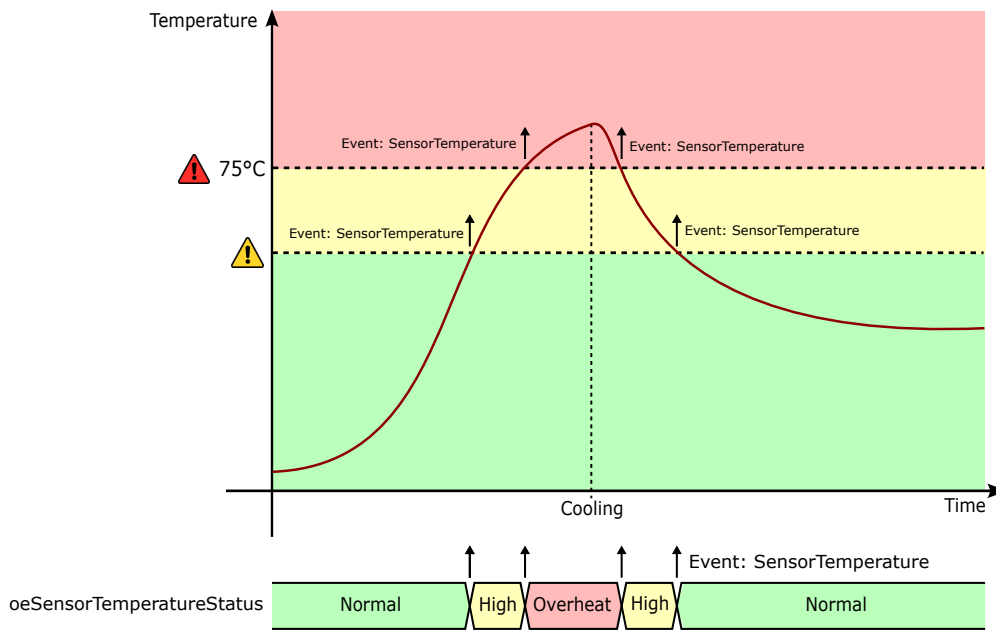


Figure 111: 传感器温度事件

### 6.13.9 Event Lost Event

当所选事件丢失时会生成该事件。丢失的原因可能是发生的事件过多。

特点	说明	界面	访问
----	----	----	----

EventEventLost	返回事件的唯一标识符丢失的事件类型	Integer	R
EventEventLostTimestamp	返回丢失事件的时间戳	Integer	R

Table 42: 事件丢失数据功能

### 6.13.10 Buffer Full Event

当设备图像缓冲区已满时生成此事件。

特点	说明	界面	访问
EventBufferFull	返回事件缓冲区完整类型的唯一标识符	Integer	R
EventBufferFullTimestamp	返回缓冲区满事件的时间戳	Integer	R

Table 43: 事件缓冲区全数据功能

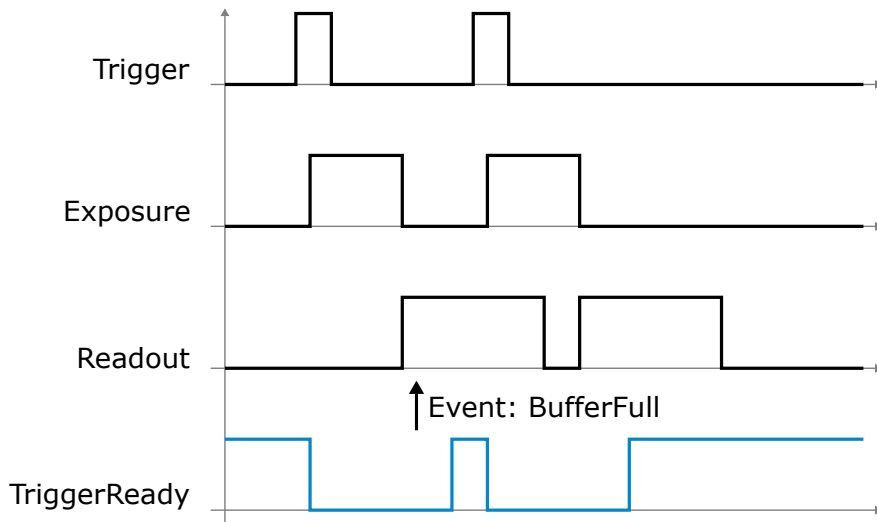


Figure 112: 缓冲区满事件

### 6.13.11 Buffer Ready Event

当设备图像缓冲区准备好接收新帧时，会生成此事件。

特点	说明	界面	访问
EventBufferReady	返回缓冲区就绪事件类型的唯一标识符	Integer	R
EventBufferReadyTimestamp	返回缓冲区就绪事件的时间戳	Integer	R

Table 44: 事件缓冲区就绪数据功能

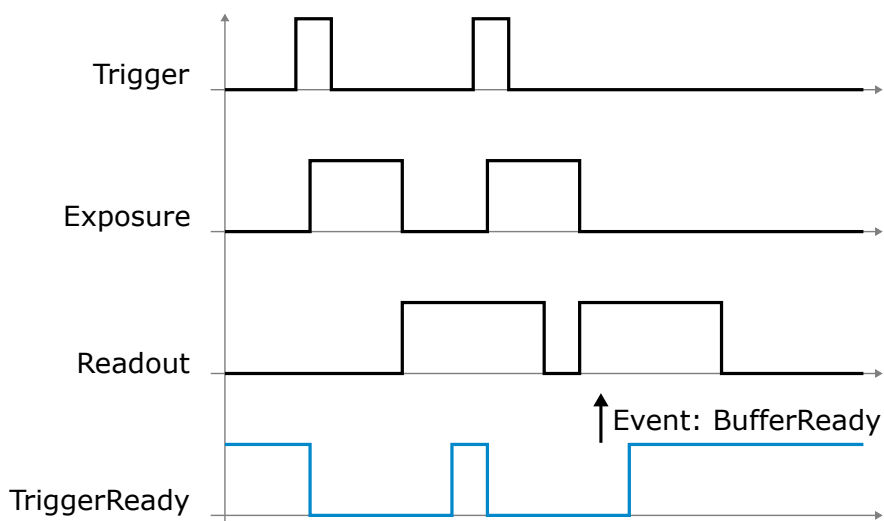


Figure 113: 缓冲就绪事件

### 6.13.12 Transfer Skipped Event

当设备因缓冲区已满而跳过当前帧传输时，就会产生该事件。

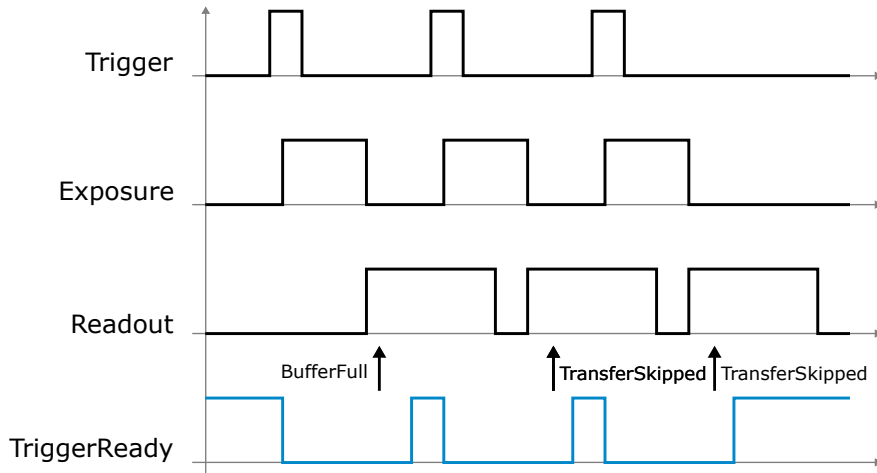


Figure 114: 传输被中断事件

## 6.14 User Set Control

本节介绍设备设置的全局控制功能。它允许加载或保存出厂设置或用户定义的设置。加载出厂默认设置 User Set 后，可确保在仅使用必选功能的状态下开始连续采集。

特点	说明	界面	访问
UserSetSelector	选择要加载、保存或配置的功能用户设置	IInteger	RW
UserSetLoad	将 UserSetSelector 指定的用户集加载到设备并使其激活	ICommand	RW
UserSetSave	将 UserSetSelector 指定的用户设置保存到设备的非易失性存储器中	ICommand	RW
UserSetDefault	选择要加载的功能 "用户设置", 并在重置设备时使其默认处于活动状态	IEnumeration	RW

Table 46: 用户设置控制功能

## 6.15 Chunk Data Control

本节介绍与 chunk data 有关的所有功能。

特点	说明	界面	访问
ChunkModeActive	激活图像有效载荷中包含的 Chunk data	IBoolean	RW
ChunkSelector	选择要启用或控制的 Chunk	IEnumeration	RW
ChunkEnable	启用将选定的 Chunk data 纳入图像有效载荷的功能	IBoolean	RW
ChunkWidth	返回有效载荷中图像的宽度	IInteger	R
ChunkHeight	返回有效载荷中图像的高度	IInteger	R
ChunkOffsetX	返回有效载荷中包含的图像的 OffsetX	IInteger	R
ChunkOffsetY	返回有效载荷中包含的图像的偏移量 Y	IInteger	R
ChunkPixelFormat	返回有效载荷中包含的图像的像素格式	IEnumeration	R
ChunkExposureTime	返回拍摄图像所用的曝光时间	IFloat	R
ChunkGain	返回用于捕捉图像的增益	IFloat	R
ChunkBlackLevel	返回捕捉有效载荷中的图像时使用的黑电平	IFloat	R
ChunkTimestamp	返回 FrameStart 内部事件发生时有效载荷中包含的图像的时间戳	IInteger	R
ChunkFrameID	返回有效载荷中包含的帧（或图像）的唯一标识符	IInteger	R
ChunkSequencerSetActive	返回有效载荷中包含的运行 sequencer 的活动集索引	IInteger	R
ChunkEncoderValue	返回 FrameStart 事件发生时 Encoder 0 的值	IInteger	R
ChunkCounterValue	返回 Counter 0 在 FrameStart 事件发生时的值	IInteger	R

Table 47: Chunk mode Control 特点

### 6.15.1 Chunk Data

在机器视觉相机中，**chunk data** 指的是与像素有效载荷一起直接嵌入图像流中的元数据。这种元数据提供了有关图像或采集时相机状态的附加信息。大块数据在工业和视觉引导应用中尤为重要，用于：

- **Synchronization:** 使获取的图像与外部传感器或事件保持一致。
- **Dynamic analysis:** 允许应用程序访问实时相机参数。
- **Reduced overhead:** 不再需要单独的设备查询来检索元数据。

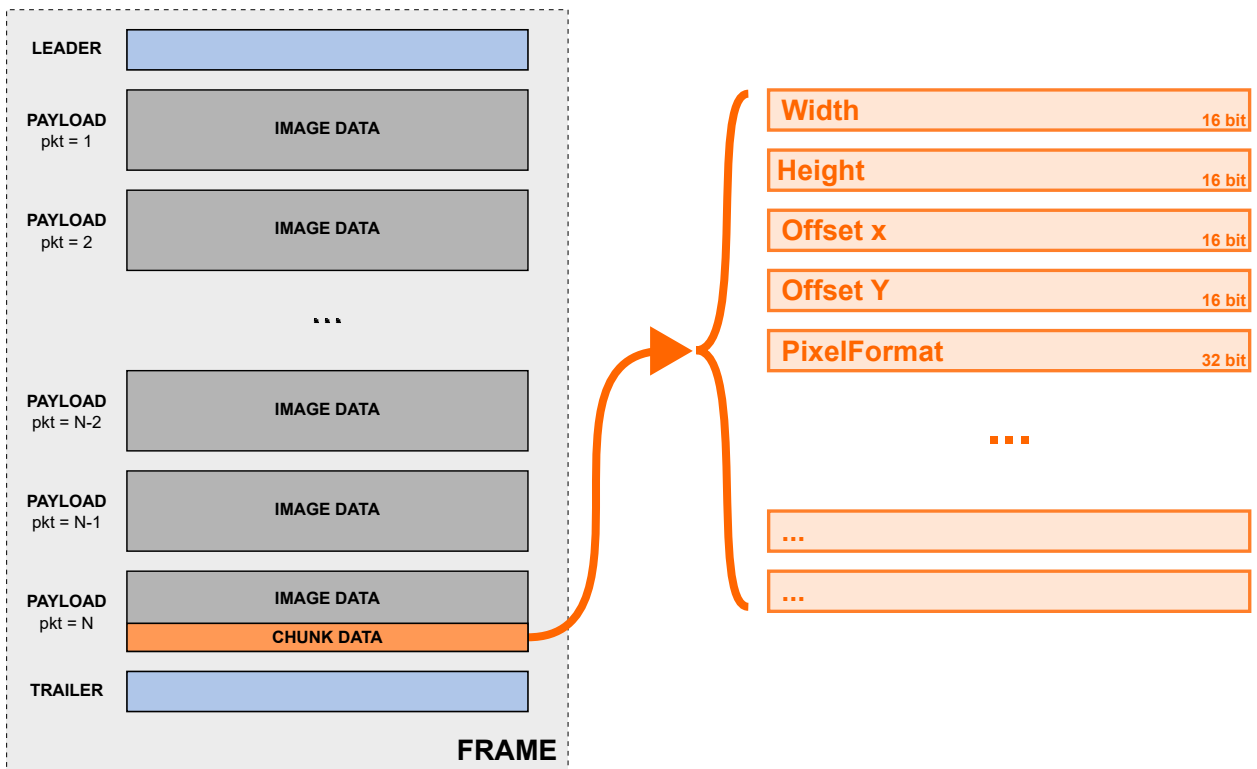


Figure 115: 左图：摄像机输出的 GigE Vision 数据包。右图：帧传输结束时附加的块数据结构。

图 115 显示了 *GigE Vision* 帧的结构：引导包打开传输，随后是一连串包含图像数据的有效载荷包。拖尾包结束传输。

启用分块数据后，元数据会附加到最终有效载荷数据包的像素流中。

要启用分块数据，必须将 **ChunkModeActive** 功能设置为 ON，并通过 **ChunkSelector** 启用至少一种分块类型。

**注意:** 当块模式激活时，摄像机将传输 **all** 种块数据类型。无法只选择子集。

一个潜在的缺点是，块数据可能会降低可实现的最大帧频，尤其是当元数据大小与有效载荷大小相当时。

相反，当图像有效载荷明显大于块数据块时，对帧频的影响可以忽略不计。

### 6.15.2 Chunk Data: application example

请看下面的示例：编码器连接到摄像机，每 1000 步触发一次采集（图 116）。

通过启用块数据和使用 *ChunkEncoderValue*，可以将获取的每幅图像与移动样本的精确位置相关联。

此外，*ChunkFrameID* 可用于重建所获取图像的精确序列，即使样本交替向前和向后移动（即 *ChunkEncoderValue* 可能同时增加和减少）。

**注意:** *ChunkFrameID* 与 *GigE Vision FrameID* 不同。前者从 0 开始，后者从 1 开始。

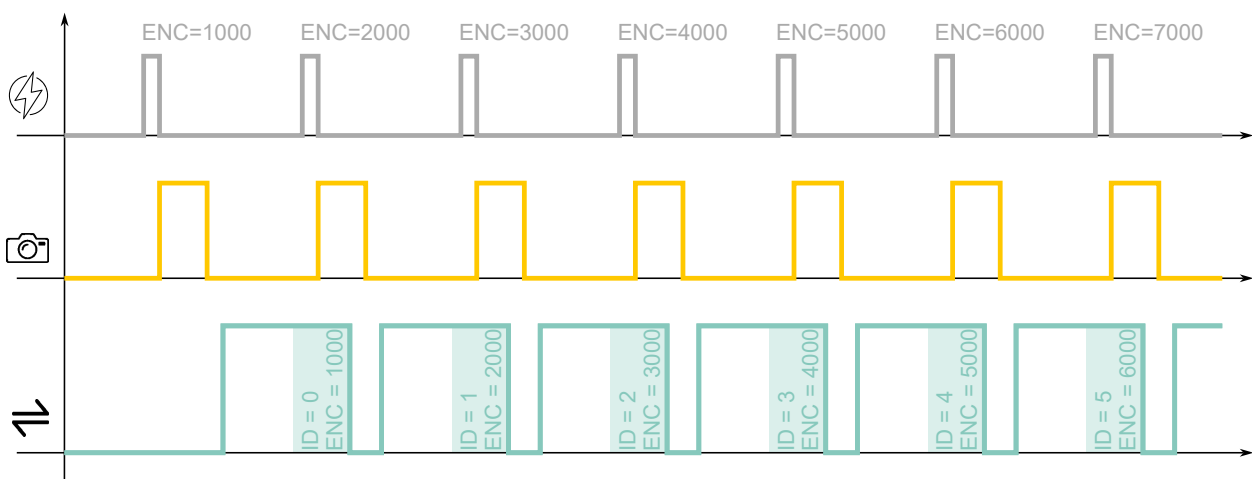


Figure 116: 大块数据应用实例。编码器每运行 1000 步，就会触发一次曝光，从而获取一个图像帧。启用块数据后，每个帧都会标记相关元数据，如 *ChunkFrameID* 和 *ChunkEncoderValue*。

### 6.15.3 OE Serial Interface Control

本节介绍串行通信功能。

特点	说明	界面	访问
oeSerialEnable	启用串行接口	IBoolean	RW
oeSerialBaudRate	选择串行接口波特率	IEnumeration	RW
oeSerialMode	选择串行接口运行模式	IEnumeration	RW
oeSerialProtocol	选择要在串行接口上使用的协议	IEnumeration	RW
oeSerialSlewRate	选择串行接口数据的压摆率	IEnumeration	RW
oeSerialASCIIWriteBuffer	串行接口的字符写入缓冲区	IString	RW
oeSerialASCIIWrite	在串行接口上开始写入操作	ICommand	RW
oeSerialASCIIReadCount	从串行输入缓冲区读取的字节数	IInteger	RW
oeSerialASCIIReadBuffer	串行接口的字符读取缓冲区	IString	R
oeSerialASCIIRead	读取串行输入缓冲区	ICommand	RW
oeSerialModbusSlaveID	目标设备的 Modbus 从站 ID	IInteger	RW
oeSerialModbusAddress	用于读/写请求的从属寄存器地址	IInteger	RW
oeSerialModbusWriteValue	要写入从属寄存器地址的值	IInteger	RW
oeSerialModbusWrite	发送 "写入单寄存器 "请求 (0x06)	ICommand	RW
oeSerialModbusReadValue	从寄存器地址读取的值	IInteger	R
oeSerialModbusRead	发送 "读取保持寄存器 "请求 (0x03)	ICommand	RW
oeSerialBinaryWriteBuffer	通过串行接口写入的二进制数据缓冲器	IRegister	RW
oeSerialBinaryWriteCount	要写入的数据长度	IInteger	RW
oeSerialBinaryWrite	向串行接口写入数据的命令	ICommand	RW
oeSerialBinaryReadBuffer	从串行接口读取的二进制数据	IRegister	R
oeSerialBinaryReadCount	要读取的串行字节数	IInteger	RW
oeSerialBinaryRead	从串行接口读取数据的命令	ICommand	RW

Table 48: OE Serial Interface Control 特点

## 6.16 Serial interface

串行接口 允许通过串行连接与外部设备通信。这是一个双模外设，可通过 **oeSerialMode** 功能配置为 **RS232** 或 **RS485** 收发器，如图 117 所示。根据要连接到摄像机的外部设备选择相应的操作模式。RS232 模式的通信通道是全双工的，而 RS485 模式的通信通道是半双工的。

串行接口的配置如下

- **Baud Rate:** from 9600 to 115200;
- **Data Bits:** 8 bit;
- **Stop Bits:** 1 bit;
- **Parity:** none.

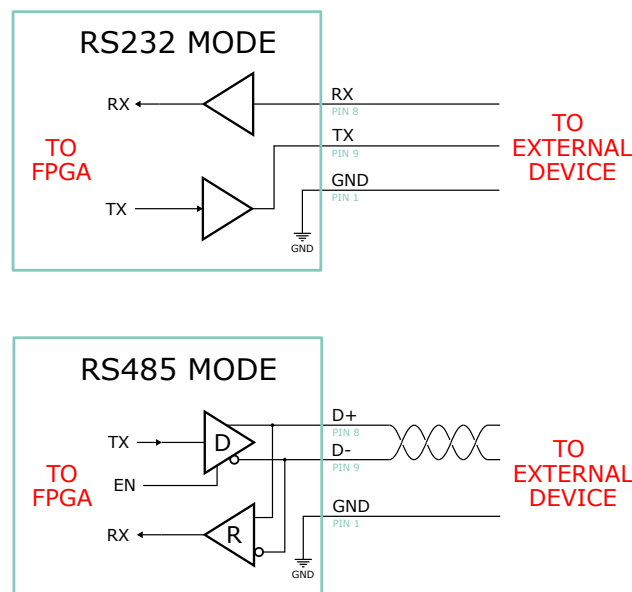


Figure 117: RS232 和 RS485 工作模式下串行接口的等效电路。



**注意:** 请务必检查连接到摄像机的外部设备规格 **之前**，并相应设置串行模式。否则可能会损坏摄像机或外部设备。

**slew rate** 控制会影响输出信号波形的形状。**slow** 设置可产生平滑过渡，并可减少 EMI 辐射。**fast** 设置可产生陡峭的过渡，从而可以使用最高波特率。此功能仅适用于 **RS485** 模式。

### ASCII 协议：

ASCII 协议允许通过串行接口发送和接收 ASCII 字符（NULL 结束）。可用于 RS232 和 RS485 模式。

### Modbus RTU 协议：

Modbus RTU 是一种请求/应答协议，在串行总线上连接的设备之间提供客户端/服务器通信。摄像机就像一个客户端，实现 Modbus RTU 功能代码的一个子集，如 **Read Holding Registers** 和 **Write Single Register**。仅适用于 RS485 模式。

### 二进制协议：

二进制协议允许通过串行接口发送和接收纯二进制数据。可用于 RS232 和 RS485 模式。

## 6.17 OE Liquid Lens 控制器

本节介绍与液体透镜控制有关的所有功能。

特点	说明	界面	访问
oeLiquidLensEnable	启用液体镜头控制器	IBoolean	RW
oeLiquidLensConfigurationData <sup>(1)</sup>	获取液体透镜的配置	IEnumeration	R
oeLiquidLensManufacturer	显示镜头制造商	IEnumeration	R
oeLiquidLensSerialNumber	液体镜头序列号。此字符串是液体镜头的唯一标识符	IString	R
oeLiquidLensFWVersion <sup>(2)</sup>	用于康宁液体透镜的液体透镜 FW 版本	IInteger	R
oeLiquidLensFocalLenght <sup>(2)</sup>	镜头焦距	IInteger	R
oeLiquidLensTemperatureSensorStatus	显示液体镜头温度传感器状态	IEnumeration	R
oeLiquidLensTemperature	通过集成在液体透镜中的传感器读取温度（仅适用于特定型号）	IFloat	R
oeLiquidLensMode <sup>(1)</sup>	选择镜头控制模式	IEnumeration	RW
oeLiquidLensMaxPositiveCurrent <sup>(1)</sup>	透镜可承受的最大正向电流	IFloat	RW

oeLiquidLensMaxNegativeCurrent <sup>(1)</sup>	透镜可承受的最大负电流	IFloat	RW
oeLiquidLensCurrent <sup>(1)</sup>	设置液体透镜线圈电流	IFloat	RW
oeLiquidLensPower <sup>(1)</sup>	设置液体镜头焦距	IFloat	RW
oeLiquidLensVoltage <sup>(2)</sup>	设置液体透镜电压	IFloat	RW
oeLiquidLensResultingCurrent <sup>(1)</sup>	产生的液体透镜线圈电流	IFloat	R
oeLiquidLensResultingPower <sup>(1)</sup>	产生的液体透镜焦距功率	IFloat	R
oeLiquidLensAutofocusEnable <sup>(1)</sup>	启用自动对焦控制器	IBoolean	RW
oeLiquidLensAutofocusAOISize <sup>(1)</sup>	选择自动对焦区域大小	IEnumeration	RW
oeLiquidLensAutofocusAOIOffsetX <sup>(1)</sup>	从原点到自动对焦计算区域的水平偏移（单位：像素）	IIInteger	RW
oeLiquidLensAutofocusAOIOffsetY <sup>(1)</sup>	从原点到自动对焦计算区域的垂直偏移（单位：像素）	IIInteger	RW
oeLiquidLensAutofocusStartCurrent <sup>(1)</sup>	自动对焦的起始电流值	IFloat	RW
oeLiquidLensAutofocusStopCurrent <sup>(1)</sup>	自动对焦的当前停止值	IFloat	RW
oeLiquidLensAutofocusStartPower <sup>(1)</sup>	自动对焦的起始功率值	IFloat	RW
oeLiquidLensAutofocusStopPower <sup>(1)</sup>	自动对焦停止功率值	IFloat	RW
oeLiquidLensAutofocusFrameCount <sup>(1)</sup>	为自动对焦获取的帧数	IIInteger	RW
oeLiquidLensAutofocusStart <sup>(1)</sup>	启动自动对焦	ICommand	RW
oeLiquidLensAutofocusTriggerSource <sup>(1)</sup>	指定用作自动对焦触发源的内部信号或物理输入线	IEnumeration	RW
oeLiquidLensAutofocusStatus <sup>(1)</sup>	返回自动对焦状态	IEnumeration	R

Table 49: OE Liquid Lens Control 特点

(1) 功能仅适用于 Optotune 镜片 (2) 仅适用于康宁镜头的功能

### 6.17.1 液体透镜接口

通过 液态透镜接口，可以直接从摄像机设备控制采用液体镜头技术的 Opto Engineering® 产品。这确保了与摄像机 SDK 的最大程度集成，并通过 *GigE Vision* 和 *GenTL* 标准与第三方软件兼容。接口可在两种不同模式下运行：

- EEPROM mode;

- manual mode;

在 **EEPROM mode** 中，摄像机会自动检测所连接的镜头，并从嵌入式 EEPROM 中读取校准数据。通过 *GenICam* 功能树可以读取镜头属性并直接设置镜头焦距。EEPROM 还包括一个温度传感器，由控制器对镜头电流进行热补偿。这可确保在较宽的工作温度范围内保持恒定的焦距功率。还可以直接控制透镜电流，并检查实际产生的焦距功率，这取决于透镜温度。连接兼容镜头时会自动选择该模式。

**manual mode** 可以控制没有嵌入 EEPROM 的镜头，直接设置驱动线圈的电流。在这种情况下，用户有责任设置正确的值，并且不得超出透镜规格中规定的限制。

**oeLiquidLensConfigurationData** 显示镜头是否配备校准 EEPROM 或外设是否在手动模式下运行。



**注意:** 在将镜头连接到相机之前，请务必检查镜头规格。如果镜头没有配备校准 EEPROM，请在连接镜头时检查并设置电流限制 **之前**。否则可能会损坏相机或液体镜头。

### 6.17.2 自动对焦

自动对焦是一项完全在相机内实现的功能，可以直接从相机设备自动找到最佳焦点，控制采用液态镜头技术的 Opto Engineering® 产品。

自动对焦算法不会应用于整个画面；因此，必须通过 **oeLiquidLensAutofocusAOISize** 选择器以及 **oeLiquidLensAutofocusAOIOffsetX** 和 **oeLiquidLensAutofocusAOIOffsetY** 参数定义专用的 AOI:

- **oeLiquidLensAutofocusAOISize:** 自动对焦算法运行区域的宽度和高度（像素）。
- **oeLiquidLensAutofocusAOIOffsetX:** 自动对焦区域的水平偏移（像素）。
- **oeLiquidLensAutofocusAOIOffsetY:** 自动对焦区域的垂直偏移（像素）。

如果当前应用了兴趣区域 (ROI)（例如，只选择全帧图像的特定区域），则在指定 **oeLiquidLensAutofocusAOISize** 和 **oeLiquidLensAutofocusAOIOffsetX/oeLiquidLensAutofocusAOIOffsetY** 时会考虑到 *Width*、*Height*、*OffsetX* 和 *OffsetY* GenICam 特征，如图 119 所示。

根据 **oeLiquidLensMode** 功能，必须设置电流或功率范围。

最后，利用 **oeLiquidLensAutofocusFrameCount** 功能，必须设置帧数。

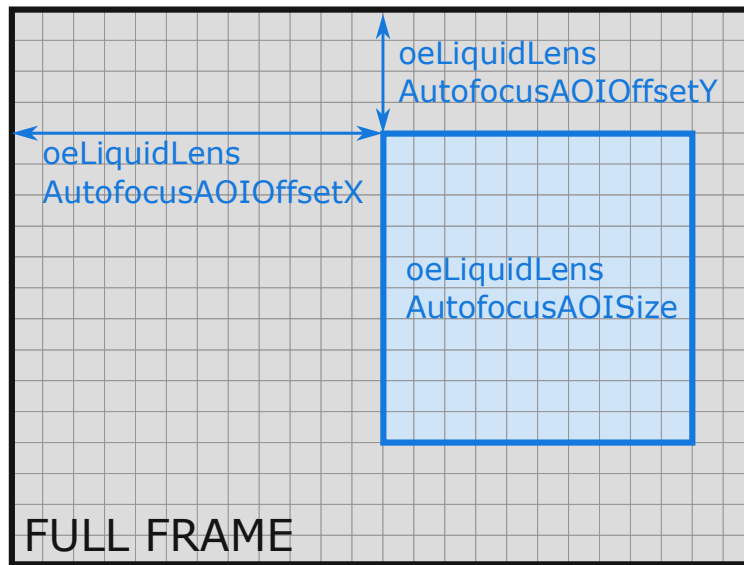


Figure 118: 自动对焦感兴趣区域（AOI）的定义：自动对焦算法只评估 AOI 边界内的像素。

**注意：**一旦触发 **oeLiquidLensAutofocusStart** 命令，摄像机就会等待传输最后一帧图像。然后开始自动对焦。

要确定自动对焦是否完成，请检查 **oeLiquidLensAutofocusStatus**。

自动对焦性能受其配置的影响：

1. 电流/功率范围越小，精度越高。
2. AOI 越小，对焦时间就越快。
3. 曝光时间越短，精度越高，对焦时间越快。
4. 帧数越多，精度越高，但对焦时间越慢。

下面的公式确定了预期的最短聚焦时间：

$$MinAutofocusTime[ms] = 1000 \cdot \frac{N_{frame} - 1}{FPS[s^{-1}]} + t_{exp}[ms] \quad (13)$$

其中，FPS 值必须在传感器 ROI 等于 **oeLiquidLensAutofocusAOISize** 并将 **oeAcquisitionFrameRateLimitMode** 设为 **oe Sensor Throughput** 时进行评估。

**defocus** 参数是一个优劣值，有助于确定当前的自动对焦配置是否能产生精确的结果。离焦值越

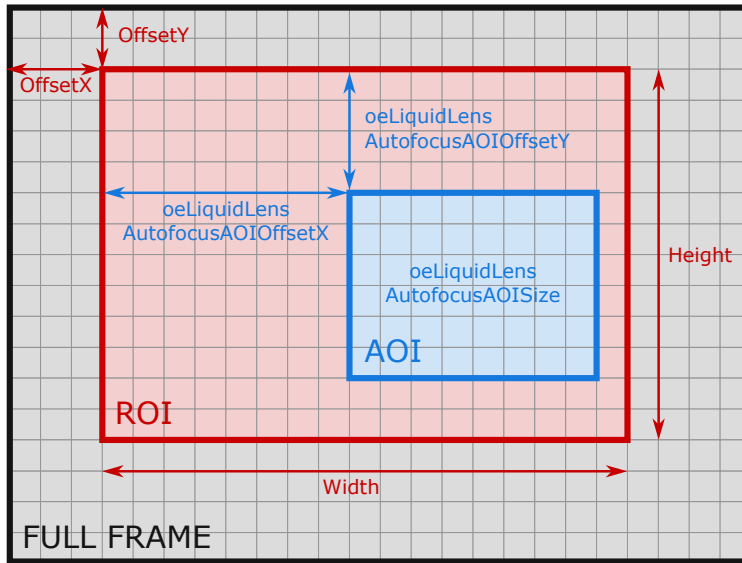


Figure 119: 在已应用 ROI 的情况下，为自动对焦功能定义感兴趣区域（AOI）：自动对焦算法仅在 AOI 边界所限定的像素中执行。

高，对焦精度越差：

$$defocus[dpt] = slope[dpt/ms] \cdot t_{exp}[ms] \tag{14}$$

where,

$$slope[dpt/ms] = \frac{PowerRange[dpt]}{MinAutofocusTime[ms]} \tag{15}$$

**注意:** 对焦时间是可变的，并且总是大于最小自动对焦时间。这取决于相机设置和自动对焦开始前下载最后一帧所需的时间。

**注意:** 当 **TriggerOverlap** 设置为 **ReadOut** 时，对焦精度可能会受到曝光开始抖动的影

**注意:** 为了获得更高的精度，可以通过 SDK 实现 **dual-pass** 行为。首先，粗调有助于确定最佳聚焦区域，然后细调提供更精确的结果。这可以通过作用于电流/功率范围来实现。

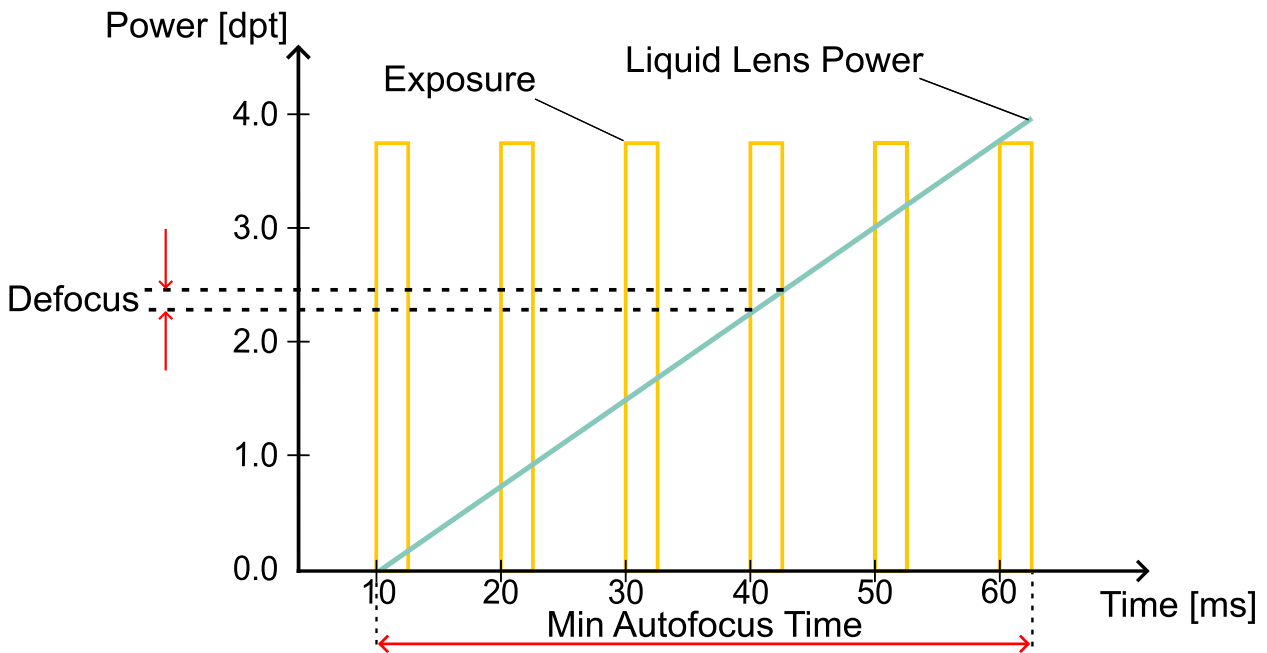


Figure 120: 自动对焦工作原理：描绘曝光时间和液体透镜行为。液体透镜在电流/功率范围内进行扫描。

## 6.18 OE Defective Pixel Correction Control

本节介绍与修正缺陷像素相关的所有功能。

特点	说明	界面	访问
oeDefectivePixelCount	显示缺陷像素的数量	Integer	RW
oeDefectivePixelSelector	代表缺陷像素图中缺陷像素的索引	Integer	RW
oeDefectivePixelXCoordinate	代表实际缺陷像素的横坐标	Integer	RW
oeDefectivePixelYCoordinate	代表实际缺陷像素的垂直坐标	Integer	RW
oeDefectivePixelWriteMap	在摄像机非易失性存储器中写入故障像素图	ICCommand	RW

Table 50: OE Defective Pixel Correction Control 特点

### 6.18.1 缺陷像素校正

图像传感器会因多种原因（温度、老化、宇宙射线、电离辐射等）而出现像素衰减。克服这些影响的一个可行方法是采用缺陷像素校正策略。这包括用接近良好像素的值替换有缺陷像素的值。该算法在摄像机采集流水线中实时执行，并依赖于缺陷像素坐标表。

**注意:** 像素缺陷检测和修正的自动程序在第 4.7.5 节中有说明。此处仅解释单个缺陷像素的修正。

**oeDefectivePixelCount** 是相机修正的实际缺陷像素的指标。

选择像素索引 (**oeDefectivePixelSelector**) 后，故障像素坐标可显示在节点 **oeDefectivePixelXCoordinate** 和 **oeDefectivePixelYCoordinate** 上。

下面的示例显示了如何将新的缺陷像素手动添加到缺陷像素列表中。让我们来看看坐标 (4,2) 处的缺陷像素（见图 121）。要修正这个像素，需要

1. 将 **oeDefectivePixelCount** 的编号增加 1；
2. 在 **oeDefectivePixelSelector** 节点中选择第一个可用索引：正确的索引是具有未初始化的 **oeDefectivePixelXCoordinate** 和 **oeDefectivePixelYCoordinate** 值的索引（请注意，像素枚举是从 0 开始的）；
3. 在 **oeDefectivePixelXCoordinate** 和 **oeDefectivePixelYCoordinate** 字段中插入缺陷像素的坐标；
4. 使用 **oeDefectivePixelWriteMap** 命令将新地图保存到板载内存中；

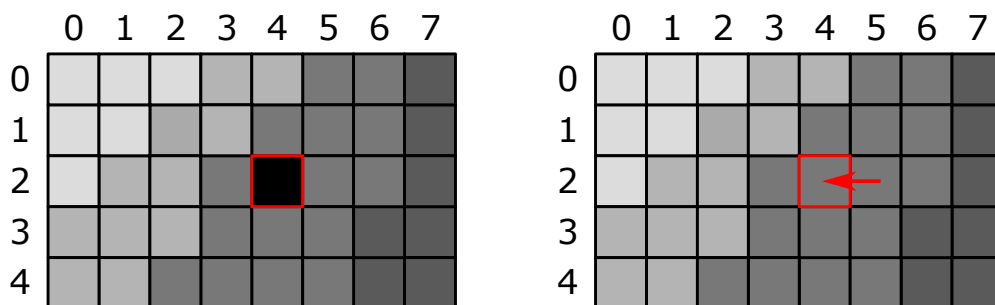


Figure 121: (左图) 坐标 (4,2) 处存在一个死像素。(右图) 通过近邻算法进行纠错。

在彩色摄像机中，色彩校正算法会考虑到相邻像素的色度信息不同，因此校正时会使用下面的像素值，如图 122 所示。

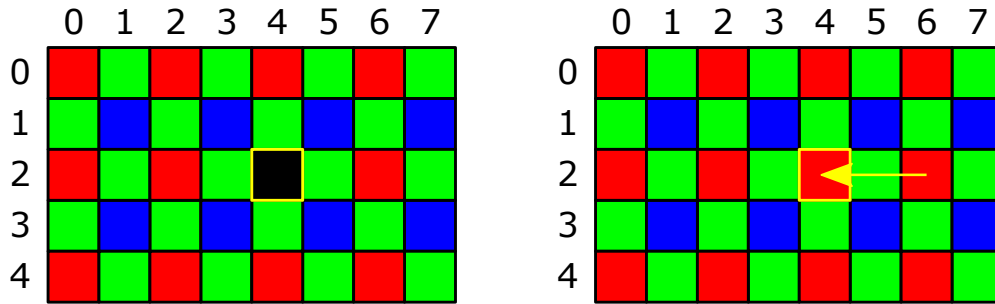


Figure 122: (左图) 坐标 (4,2) 处存在一个死像素。(右图) 通过最近邻算法 (但色度信息相同) 进行纠错。

## 6.19 Test Control

包含与测试功能控制相关的功能。

特点	说明	界面	访问
TestEventGenerate	生成测试事件	ICommand	W

Table 51: Test Control 特点

## 6.20 Transport Layer Control

本节介绍 Transport Layer control 的功能。

特点	说明	界面	访问
PayloadSize	提供流通道上每个图像或块的传输字节数	IInteger	R
PtpEnable	启用 Precision Time Protocol (PTP)	IBoolean	RW
oePtpOffsetFromUtc	启用将当前 IEEE 1588 UTC 偏移应用于输出时间	IBoolean	RW
PtpDataSetLatch	从设备的 PTP 时钟数据集中锁存当前值	ICommand	W
PtpStatus	返回 PTP 时钟的锁定状态	IEnumeration	R

PtpServoStatus	返回时钟伺服的锁定状态	IEnumeration	R
PtpOffsetFromMaster	以纳秒为单位返回 PTP 主时钟的锁存偏移量	Integer	R
PtpClockID	返回 PTP 设备的锁存时钟 ID	Integer	R
PtpParentClockID	返回 PTP 设备的锁定父时钟 ID	Integer	R
PtpGrandmasterClockID	返回 PTP 设备锁定的主时钟 ID	Integer	R
GevSupportedOptionSelector	选择 GEV 选项以查询现有支持	IEnumeration	RW
GevSupportedOption	返回是否支持所选的 GEV 选项	Boolean	R
GevInterfaceSelector	选择要控制的逻辑链路	Integer	RW
GevMACAddress	逻辑链路的 MAC 地址	Integer	R
GevCurrentIPConfigurationLLA	控制是否在给定逻辑链路上激活链路本地地址 IP 配置方案	Boolean	RW
GevCurrentIPConfigurationDHCP	控制是否在给定逻辑链路上激活 DHCP IP 配置方案	Boolean	RW
GevCurrentIPConfigurationPersistentIP	控制是否在给定逻辑链路上激活 PersistentIP 配置方案	Boolean	RW
GevCurrentIPAddress	报告给定逻辑链路的 IP 地址	Integer	R
GevCurrentSubnetMask	报告给定逻辑链路的子网掩码	Integer	R
GevCurrentDefaultGateway	报告给定逻辑链路的默认网关 IP 地址	Integer	R
GevPersistentIPAddress	控制此逻辑链路的持久 IP 地址	Integer	RW
GevPersistentSubnetMask	控制与此逻辑链路上持久 IP 地址相关联的持久子网掩码	Integer	RW
GevPersistentDefaultGateway	控制此逻辑链路的持久默认网关	Integer	RW
GevDiscoveryAckDelay	表示设备等待确认发现命令的最大随机延迟时间	Integer	R
GevMCPHostPort	控制设备必须向其发送信息的端口	Integer	R
GevMCDA	控制信息通道的目标 IP 地址	Integer	RW
GevMCTT	提供以毫秒为单位的传输超时值	Integer	RW

GevMCRC	控制信息通道信息超时时允许的重传次数	Integer	RW
GevMCSP	该功能指示报文通道的源端口	Integer	R
GevStreamChannelSelector	选择要控制的数据流通道	Integer	RW
GevSCPIInterfaceIndex	要使用的逻辑链接的索引	Integer	RW
GevSCPHostPort	控制 GVSP 发送机必须向其发送数据流的选定通道端口，或 GVSP 接收机可以接收数据流的端口	Integer	R
GevSCPSFireTestPacket	发送测试数据包。设置此功能后，设备将发送一个测试数据包	Boolean	RW
GevSCPSDoNotFragment	该功能的状态会被复制到每个流数据包 IP 头的 "不分片" 位中。应用程序可利用它来防止数据包在流信道上被 IP 分割	Boolean	RW
GevSCSPPacketSize	此 GigE Vision 特定功能与 DeviceStreamChannelPacketSize 相对应，应与之保持同步	Integer	RW
GevSCPD	控制在该数据流通道的每个数据包之间插入的延迟（以 GEV 时间戳计数器为单位）。	Integer	R
GevSCDA	控制 GVSP 发送机必须向其发送数据流的选定数据流通道的目标 IP 地址，或控制 GVSP 接收机可以接收数据流的目标 IP 地址。	Integer	RW
GevSCSP	表示数据流通道的源端口	Integer	R

Table 52: Transport Layer Control 特点

### 6.20.1 Precision Time Protocol (PTP)

PTP (Precision Time Protocol) 是 IEEE 1588 标准的时钟同步协议。它可以精确同步以太网上多台千兆以太网摄像机的时钟。PTP 程序规定，网络中时钟最准确的设备被选为主时钟，其他设备成为从时钟。从属设备定期自动将其时钟与主时钟直接同步。其结果是，整个网络的时间戳值与主时钟

保持一致。该协议在 IEEE 标准文件中有详细描述。

**注意:** *Itala* 摄像机只能成为从属模式（不执行主模式）。

如果使用 **scheduled action commands** (6.12.2)，则必须启用 PTP 功能。

## 6.21 Sequencer Control

本节介绍与 Sequencer Control 有关的所有功能。

特点	说明	界面	访问
SequencerMode	控制 sequencer 机制是否激活	IEnumeration	RW
SequencerConfigurationMode	控制 sequencer 配置模式是否激活	IEnumeration	RW
SequencerFeatureSelector	选择要控制的 sequencer 功能	IEnumeration	RW
SequencerFeatureEnable	启用所选功能并使其在所有 sequencer 中激活	IBoolean	RW
SequencerSetSelector	选择适用于进一步功能设置的 sequencer 设置	IInteger	RW
SequencerSetSave	将当前设备状态保存到 SequencerSetSelector 选择的 sequencer 设置中	ICommand	W
SequencerSetLoad	加载设备中 SequencerSetSelector 选定的 sequencer 设置	ICommand	W
SequencerSetActive	包含当前激活的音序器组	IInteger	R
SequencerSetStart	设置初始/起始 sequencer 数据集，这是 sequencer 中使用的第一个数据集。	IInteger	RW
SequencerPathSelector	选择进一步的路径设置适用于哪个分支路径	IInteger	RW

SequencerSetNext	指定下一个 sequencer 设置	Integer	RW
SequencerTriggerSource	指定用作 sequencer 触发源的内部信号或物理输入线	Enumeration	RW
SequencerTriggerActivation	指定 sequencer 触发器的激活模式	Enumeration	RW

Table 53: Sequencer Control 特点

### 6.21.1 Sequencer 概览

Sequencer Control 的目的是允许用户定义一系列可在采集过程中连续激活的特征集。每个 *sequencer set* 变化都由用户配置的事件触发。  
 sequencer 的执行完全由设备控制。

### 6.21.2 Sequencer set 的配置

*sequencer set* 的索引由 **SequencerSetSelector** 给出。最多可配置 64 个音序器组。

表 54 中定义了实际属于 *sequencer set* 的功能。这些功能可由 **SequencerFeatureSelector** 选择，并由 **SequencerFeatureEnable** 激活。如果启用了某一功能，则该功能适用于所有 *sequencer sets*。

要配置 *sequencer set*，必须通过 **SequencerConfigurationMode** 将摄像机切换到配置模式。然后用户必须使用 **SequencerSetSelector** 选择要修改的 *sequencer set*。用户修改完所有需要的摄像机设置后，可以通过 **SequencerSetSave** 将所有这些设置存储到选定的 *sequencer set* 中。用户还可以通过 **SequencerSetLoad** 读回这些设置。

为了灵活使用，从一个 *sequencer set* 到另一个 *sequencer set* 最多有两条路径。路径由 **SequencerPathSelector** 选择。每条路径以及不同 *sequencer sets* 之间的转换都基于一个已定义的触发器和即将到来的目标 *sequencer set*，可通过 **SequencerSetNext** 进行选择。触发后，下一组的设置将被激活。

触发器由特征 **SequencerTriggerSource**（表 55）和 **SequencerTriggerActivation** 定义。

**注意:** **SequencerTriggerActivation** 默认设置为 "RisingEdge"，不可更改。

*sequencer set* 应包含以下值：

- 设备应控制的摄像机数据
- **SequencerPathSelector** 至少有一条路径
- **SequencerSetNext**、**SequencerTriggerSource** 和 **SequencerTriggerActivation** 用于 **SequencerPathSelector** 可选择的每条路径。

**注意:** *If two paths are configured, Path 0 的优先级高于 Path 1。如果同时出现两个不同的 SequencerTriggerSource, 则与 Path 0 相关的触发源胜出。*

表 54 汇总了 Sequencer Control 的可用功能，表 55 详细介绍了 Itala 摄像机支持的 **Sequencer-TriggerSource** 选项：

特点	备注
ExposureTime	
CounterDuration	只配置了计数器 0
OffsetX	必须预先配置适当的投资回报率
OffsetY	必须预先配置适当的投资回报率
Gain	
oeLiquidLensCurrent	必须在 CurrentMode 中设置 oeLiquidLensMode
oeLiquidLensPower	必须在 PowerMode 中设置 oeLiquidLensMode

Table 54: Sequencer Control 操作的可用功能

特点	备注
Off	禁用 sequencer 触发器
ExposureEnd	从接收 ExposureEnd 开始
Counter0End	从接收 Counter0End 开始
Timer0End	从接收 Timer0End 开始
Encoder0	从接收编码器输出信号开始

Table 55: Sequencer Control 操作的可用触发源

**注意:** 配置的 *sequencer* 程序与其他功能一样，作为用户设置的一部分存储。

**注意:** 加载 *sequencer set* 时，相机的实际设置将被覆盖。

## 7 使用案例

### 7.1 接线连接示例

#### 7.1.1 通过外部设备触发摄像机

要在机器视觉系统中触发 Itala 摄像机，必须进行适当的连接。

考虑到光电隔离输入引脚的电路（第 5.7 节），可能的连接如图 123 所示。

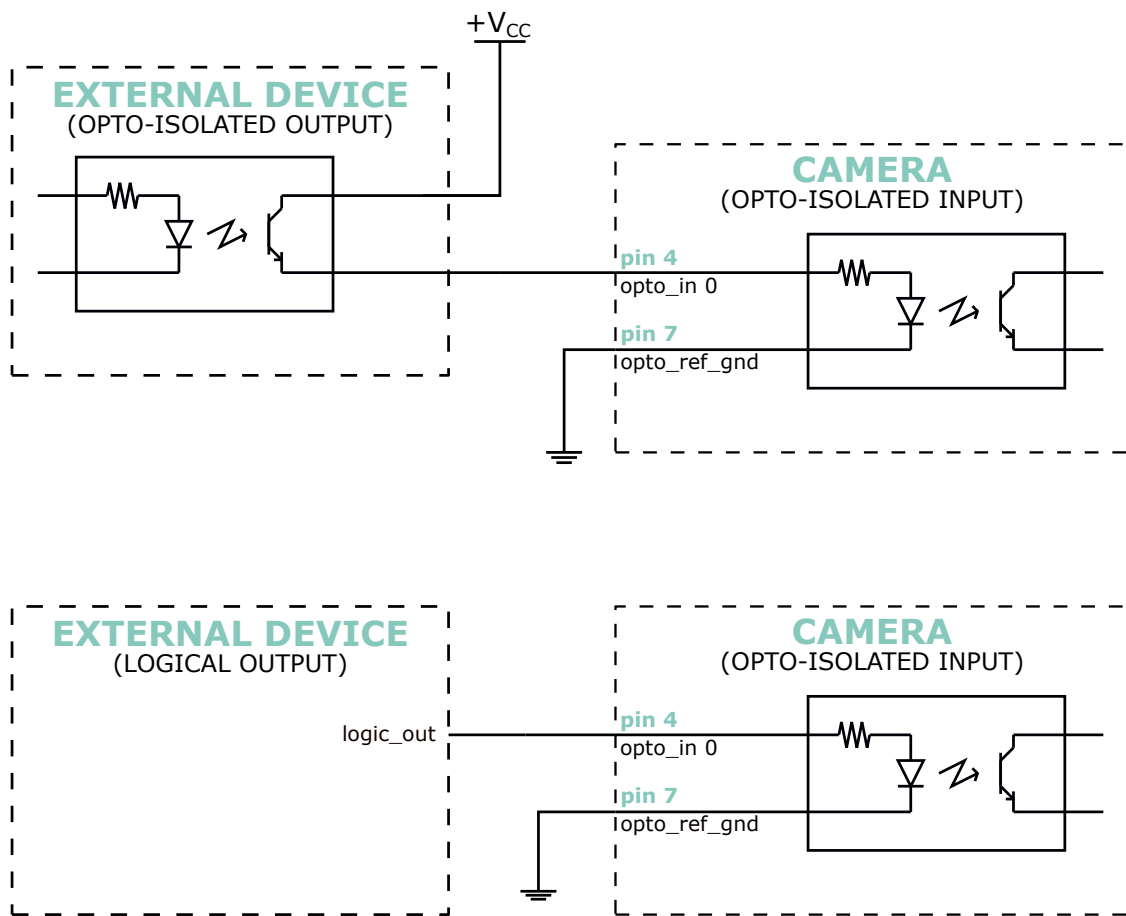


Figure 123: 上图：摄像头由光隔离外部设备触发。下图摄像头由逻辑输出引脚触发。

当外部光隔离设备触发 Itala 摄像机时，可将摄像机的输入引脚直接连接到触发设备的源输出引脚。

在这种情况下，触发输出级起到开关的作用：当同步信号产生时，开关闭合，外部电源（+V<sub>CC</sub>）被输送到相机输入引脚，拨动实际状态，从而触发相机。



**注意:** 请注意不要超过光隔离输入引脚的最大电压规格。  
如第 5.2 节所述,  $+V_{CC}$  不得超过 30V。

当 Itala 摄像机由外部 **逻辑** 引脚 (如 TTL) 触发时, 输出引脚仍可连接至摄像机的光隔离输入引脚: 在这种情况下, 逻辑输出引脚必须能够触发光隔离输入级, 即高逻辑电平必须大于光耦合器的阈值电压 (参见第 5.2 节)。

此外, 输出引脚必须具有适当的驱动强度, 以便切换光隔离输入级。

### 7.1.2 将外部设备与 Itala 摄像机同步

当 Itala 摄像机用于触发外部设备时, 必须进行适当的连接。

考虑到光电隔离输出引脚的电路 (第 5.7 节), 可能的连接如图 124 所示。

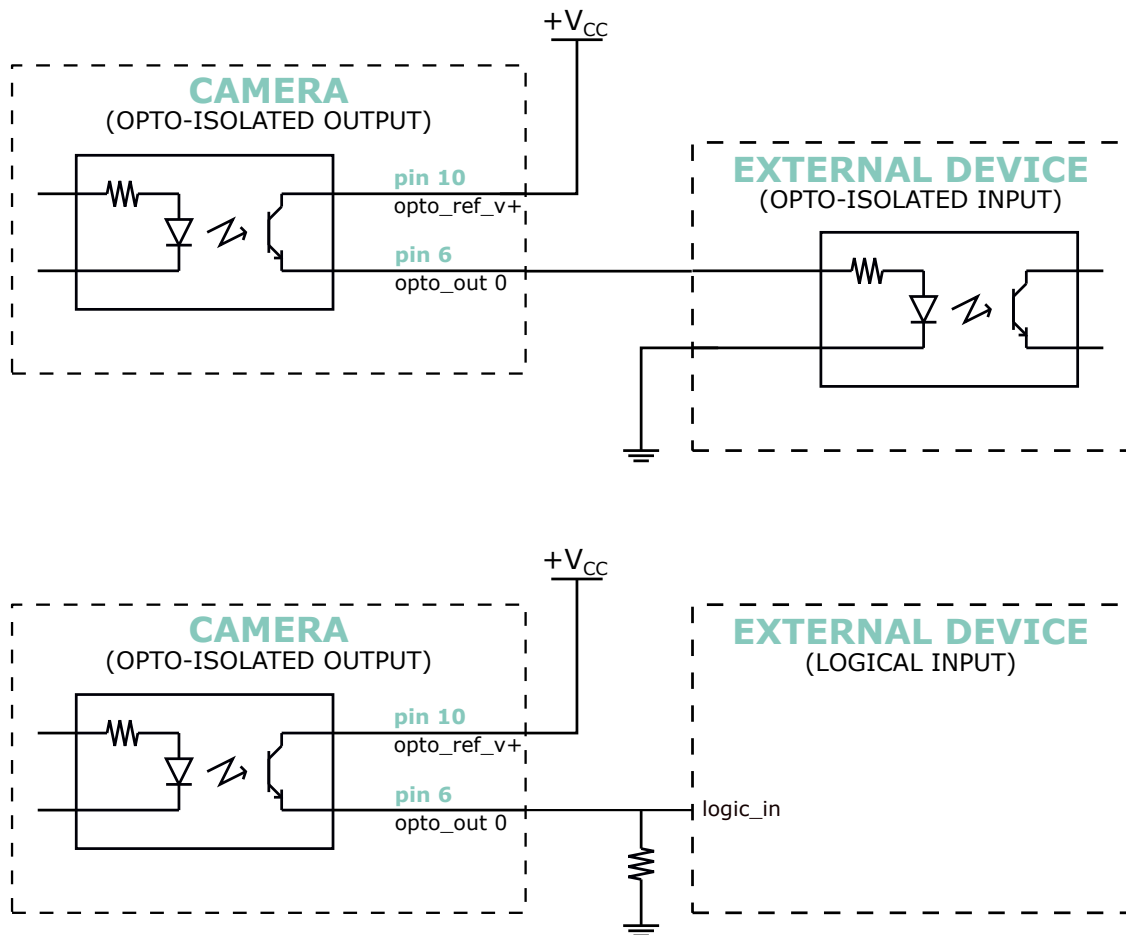


Figure 124: 上图: 摄像头触发光隔离外部设备。下图摄像头触发一个逻辑输入引脚。

当 Itala 摄像头触发外部 **光隔离** 设备时，摄像头的输出引脚可直接连接到触发设备的输入引脚。在这种情况下，输出级充当开关：当同步信号产生时，开关闭合，外部电源 ( $+V_{CC}$ ) 被输送到外部设备，切换实际状态，从而触发设备。



**注意:** 请注意不要超过光隔离输入引脚的最大电压规格。  
如第 5.2 节所述， $+V_{CC}$  不得超过 30V。

相反，当 Itala 摄像头触发外部 **logic** 引脚（如 TTL）时，输出引脚仍可连接到摄像头的光隔离输入引脚，但需要注意：当光隔离输出未激活时，需要一个外部电阻器将输入引脚接地。



**注意:** 请注意不要超过光隔离输入引脚的最大电压规格。  
如第 5.2 节所述， $+V_{CC}$  不得超过 30V。



**注意:** 请务必检查  $+V_{CC}$  与逻辑引脚最大额定电压之间的兼容性。

## 7.2 如何在摄像机的输出线中添加延迟

本节将介绍如何为 Itala 输出线添加用户定义的延迟。

例如，我们考虑在 **Line2** 上产生一个输出脉冲，其持续时间等于  $1\text{ms}$ ，延迟  $100\mu\text{s}$ ，并由 *Exposure End* 功能触发。

图 125 描述了这种情况。

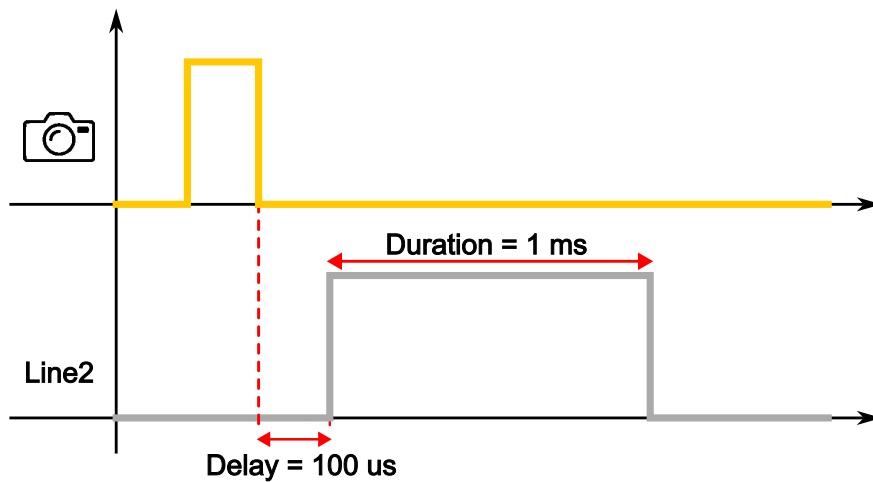


Figure 125: 示例：曝光时间结束后产生  $1\text{ms}$  输出脉冲（延迟  $100\mu\text{s}$ ）。

为了在 **Line2** 上获得该波形，可以采用以下设置：

### 1. Timer 配置

- 使用 *Timer Selector* 功能选择其中一个计时器（即 *Timer 0*）。
- 选择 *Timer Trigger Source* 功能的 *Exposure End* 条目。
- 在 *Timer Delay* 字段中设置所需的脉冲延迟（即  $100\mu\text{s}$ ）。
- 在 *Timer Duration* 字段中设置所需的脉冲持续时间（即  $1000\mu\text{s}$ ）。

### 2. Digital IO 配置

- 使用 *Line Selector* 功能选择其中一条输出线（即 *Line 2*）。
- 选择 *Line Source* 功能的 *Timer 0 Active* 条目。

如果使用 Itala View，则所述配置如图 126 所示。

其中，绿色方框突出显示定时器配置，黄色方框突出显示数字 IO 配置。

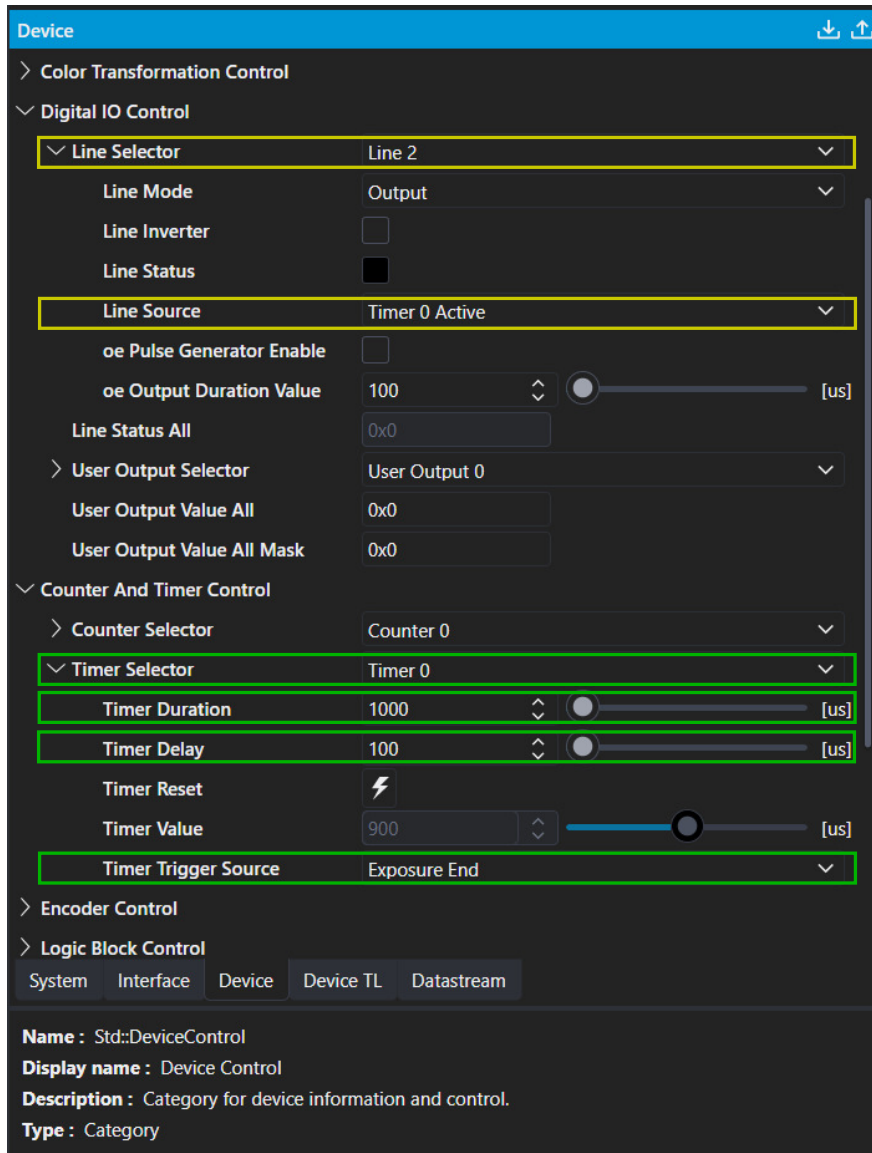


Figure 126: 使用 Itala View 实现输出延迟脉冲

### 7.3 流媒体带宽管理

Itala 可以选择（和调整）图像传感器的总体采集帧速率：特别是，传感器吞吐量设置中涉及的 GenICam 自定义功能是 **oeAcquisitionFrameRateLimitMode**。

默认情况下，**oeAcquisitionFrameRateLimitMode** 设置为 **oeLinkThroughput**。

在这种配置下，采集帧速率受到千兆位链路带宽的限制。

传感器设置（如触发逻辑、空白期等）会自动计算，以匹配千兆位连接的吞吐量，即 1 Gbps。

这种情况如图 127 所示：由绿松石色块表示的帧从图像传感器捕获并存储在内部相机缓冲区中，然后由用户应用程序读取。

图 127 还显示了板载图像缓冲器的行为：由于 *read* 的数据传输速率始终等于 *write* 的数据传输速率，因此内部存储器不可能完全满载。

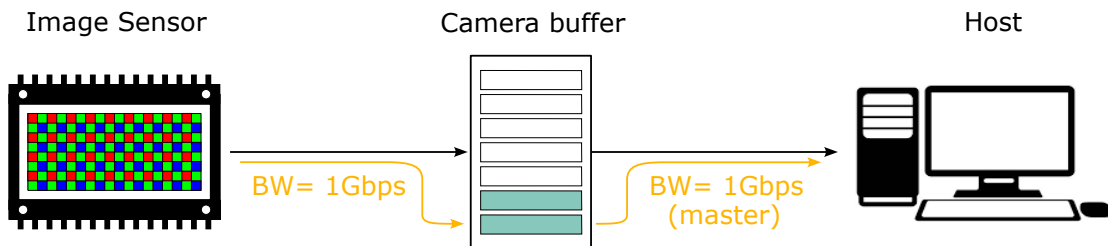


Figure 127: 当 **oeAcquisitionFrameRateLimitMode = oeLinkThroughput** 时，传感器吞吐量会自动调整，以匹配千兆带宽。

另一方面，当 **oeAcquisitionFrameRateLimitMode** 设置为 **oeSensorThroughput** 时，采集带宽的驱动因素变为图像传感器，如图 128 所示。

在这种情况下，摄像机和主机之间的总带宽仍受以太网接口的限制，但采集数据速率与链路带宽无关，其值可高于或低于千兆位链路速度，具体取决于图像传感器型号及其工作模式。

由于 *write* 的数据传输速率可能高于 *read* 的数据传输速率，摄像机的内部图像缓冲区可能会饱和，如图 129 所示。在这种情况下，捕捉帧的可视化过程中可能会出现滞后效应。

当 Itala 处于自由运行采集模式且 **oeAcquisitionFrameRateLimitMode** 设置为 **oeSensorThroughput** 时，几乎总是会出现这种情况。

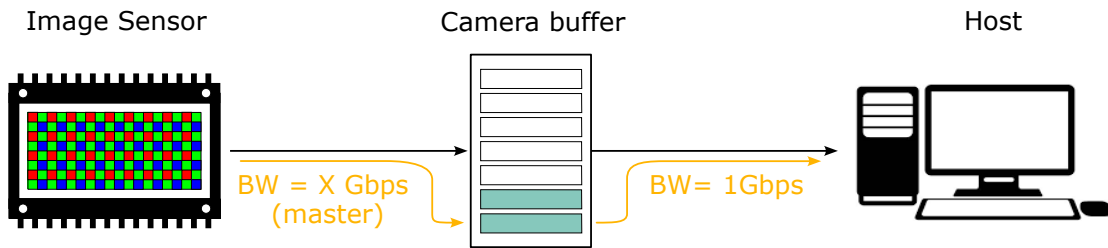


Figure 128: 当  $oeAcquisitionFrameRateLimitMode = oeSensorThroughput$  时，采集带宽与链路带宽完全无关。

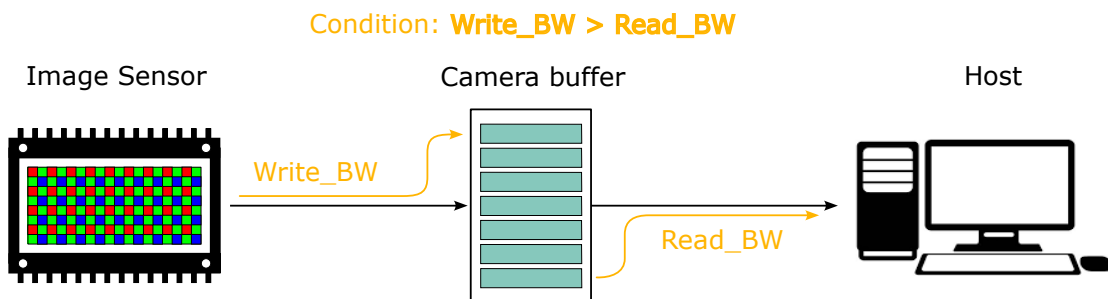


Figure 129: 当  $oeAcquisitionFrameRateLimitMode = oeSensorThroughput$  时，如果写入带宽高于读取带宽，则可能出现缓冲满条件。

当 **TriggerMode** 设置为 ON 且 **AcquisitionBurstFrameCount** 大于 1 时， $oeSensorThroughput$  配置与触发模式和突发采集结合使用时，才能真正显示出其优势。

在这种情况下，可以以极高的帧速率从图像传感器抓取图像，并将其存储在内部存储器缓冲区中（图 130a），而读取可以在随后进行，带宽较低（图 130b）。

需要考虑的一个重要因素是内部缓冲区的有限大小：内存中可存储的帧数与两个参数密切相关，并取决于这两个参数：图像分辨率和像素格式。

缓冲区饱和前可捕捉的最大帧数用以下公式表示：

$$MaxBurstSize = \frac{BufferSize[Mbit]}{Resolution[Mpixel] * BitPerPixel} \quad (16)$$

在哪里？

- *Buffer Size* 是内部内存缓冲区大小（有关缓冲区大小的信息，请参阅第 5.1 节）。

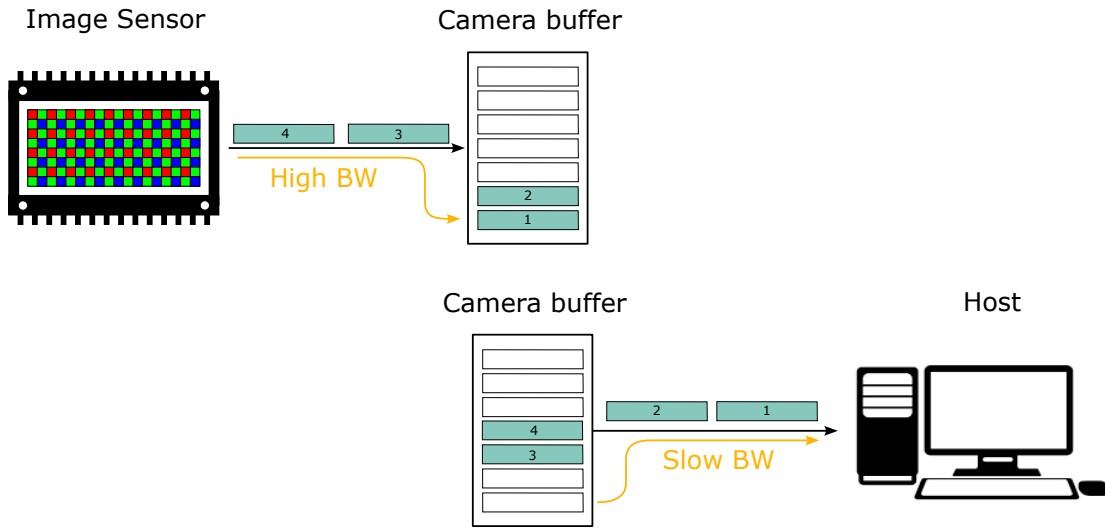


Figure 130: (a) 首先，启用突发采集功能，只需一个输入触发信号即可采集多帧图像。(b) 其次，图像可以较慢的帧速率从相机传输到主机。

- *Resolution* 是传感器的分辨率（宽 x 高），单位为百万像素。
- *Bit Per Pixel* 是与图像每个像素相关的比特数。

表 56 简要概括了 Itala 相机支持的每种像素格式的 每像素比特 值。

像素格式	每像素比特
Mono8	8
BayerRG8	8
PolarizedXXMono8	8
PolarizedXXBayerRG8	8
Mono10p	10
BayerRG10p	10
PolarizedXXMono10p	10
PolarizedXXBayerRG10p	10
Mono10Packed	12
BayerRG10Packed	12

PolarizedXXMono10Packed	12
PolarizedXXBayerRG10Packed	12
Mono12p	12
BayerRG12p	12
PolarizedXXMono12p	12
PolarizedXXBayerRG12p	12
Mono12Packed	12
BayerRG12Packed	12
PolarizedXXMono12Packed	12
PolarizedXXBayerRG12Packed	12
YUV411	12
YUV422	16
RGB8	24

Table 56: Itala 摄像机支持的每种像素格式的每像素比特值概述

下面的示例将展示在不出现缓冲区饱和的情况下对最大突发大小估计的粗略计算。

**注意:** 在下面的示例中, 考虑了最坏的情况, 即在突发采集结束后后开始向主机应用程序下载帧。

**注意:** 在以下示例中, 缓冲区大小为 384 Mb (即 3072 Mbit)。实际缓冲区大小请参见第 5.1 节。

考虑到图像传感器为 **12Mpixel**, 像素格式设置为 **Mono8**, 则饱和前可获取的最大帧数等于

$$MaxBurstSize = \frac{3072Mbit}{12Mpixel * 8} = 32frames \quad (17)$$

使用相同传感器的相机, 如果设置为 **RGB8** 像素格式, 则最大连拍尺寸等于:

$$MaxBurstSize = \frac{3072Mbit}{12Mpixel * 24} = 10frames \quad (18)$$

## 7.4 康耐视 Vision Pro 兼容性

这是一份小型技术指南，简要说明如何用 Itala 设置康耐视 Vision Pro。请按照以下步骤操作：

1. 连接摄像头。
2. 确保 IPv4 配置和摄像机 IP 模式正确。
3. 打开 *Cognex GigE Vision Configuration*。
4. 确保已安装 *Performance driver*。

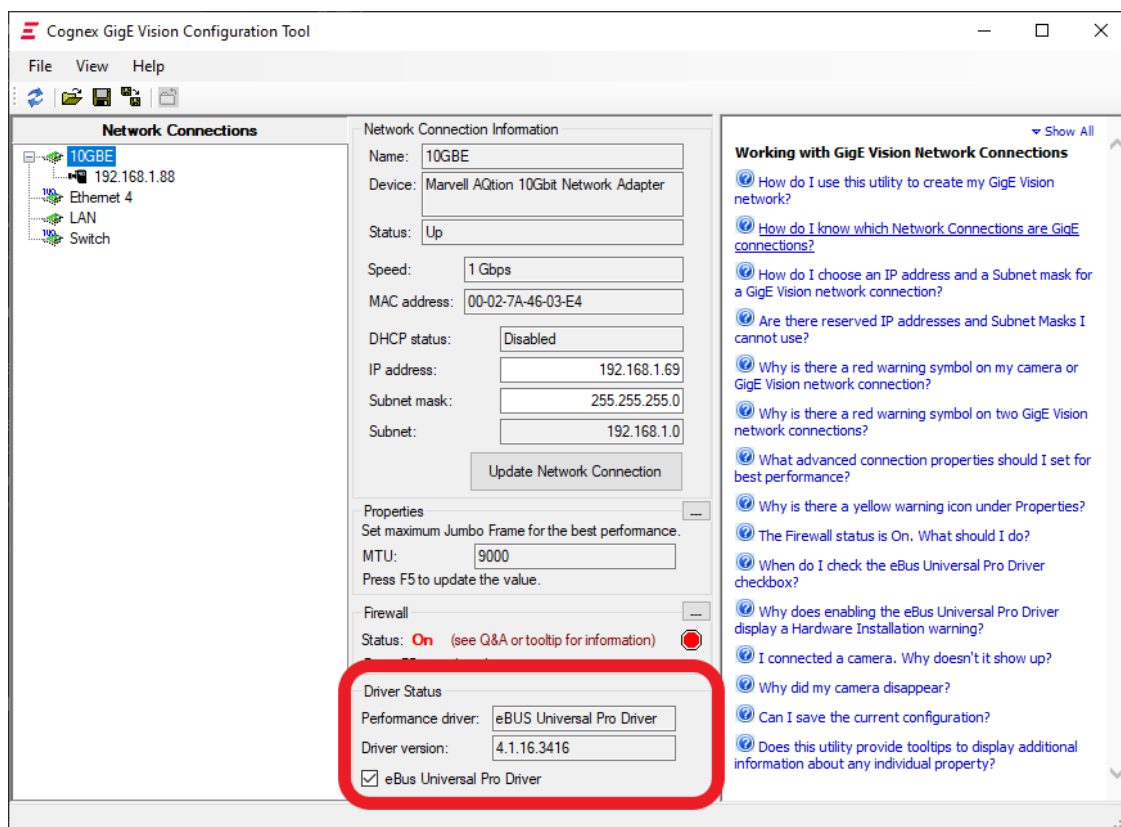
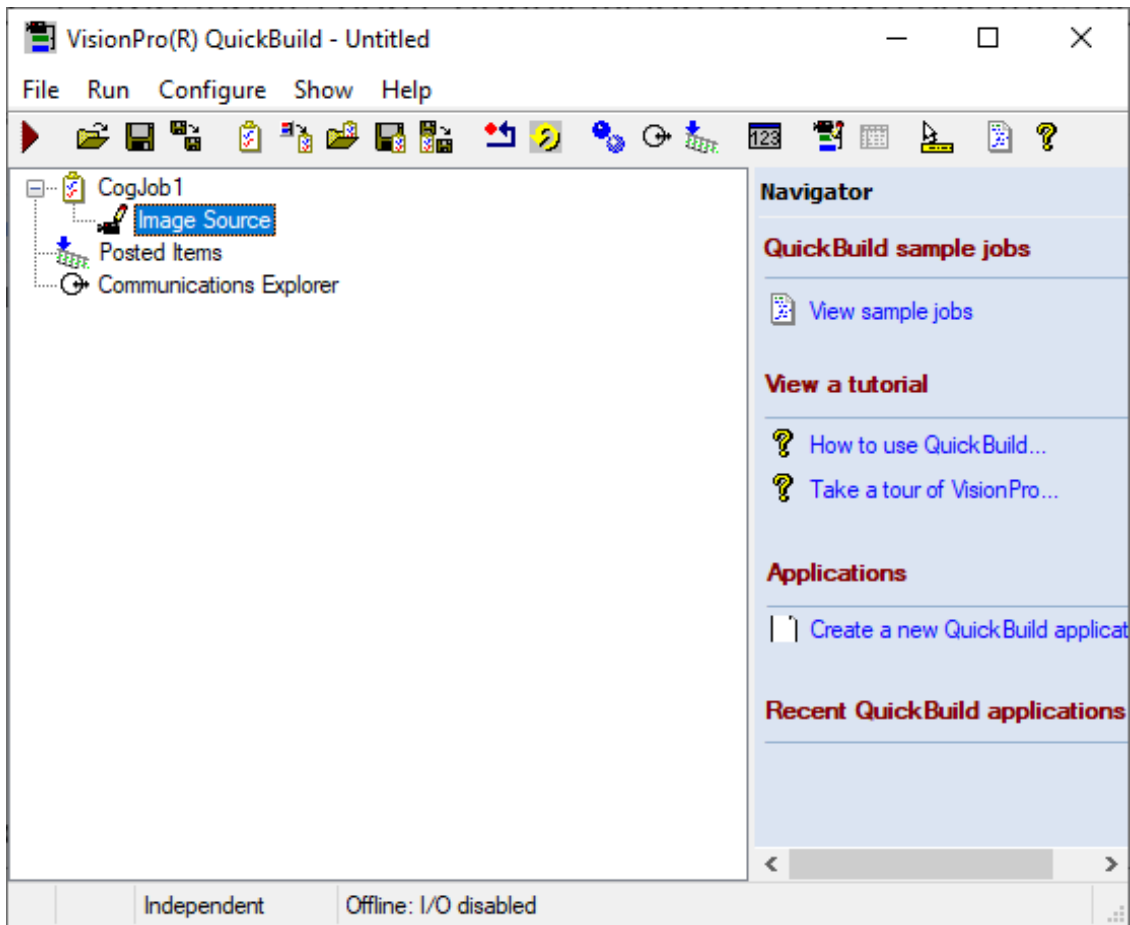


Figure 131: 第 4 步 - *Cognex GigE Vision Configuration Tool* 窗口。

5. 打开 *VisionPro QuickBuild*。Figure 132: 第 5 步 - *VisionPro QuickBuild* 窗口。

6. 双击 *Image Source*。
7. 将打开两个窗口。在 *Image Source* 窗口，点击 *Camera* 按钮。

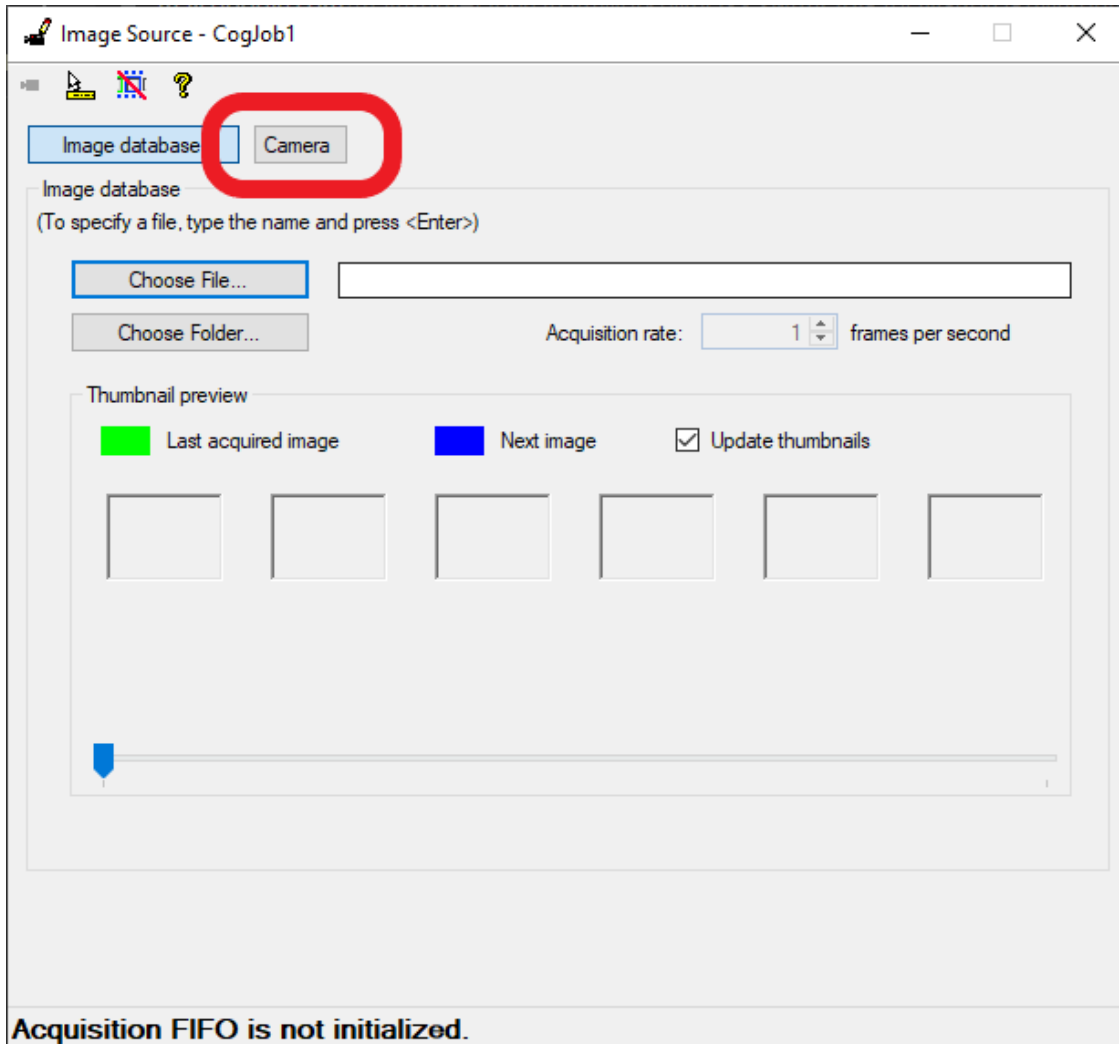


Figure 133: 第 7 步 - *Image Source* 窗口。

8. 从组合框中选择以 *GigEVision* 开头的条目。

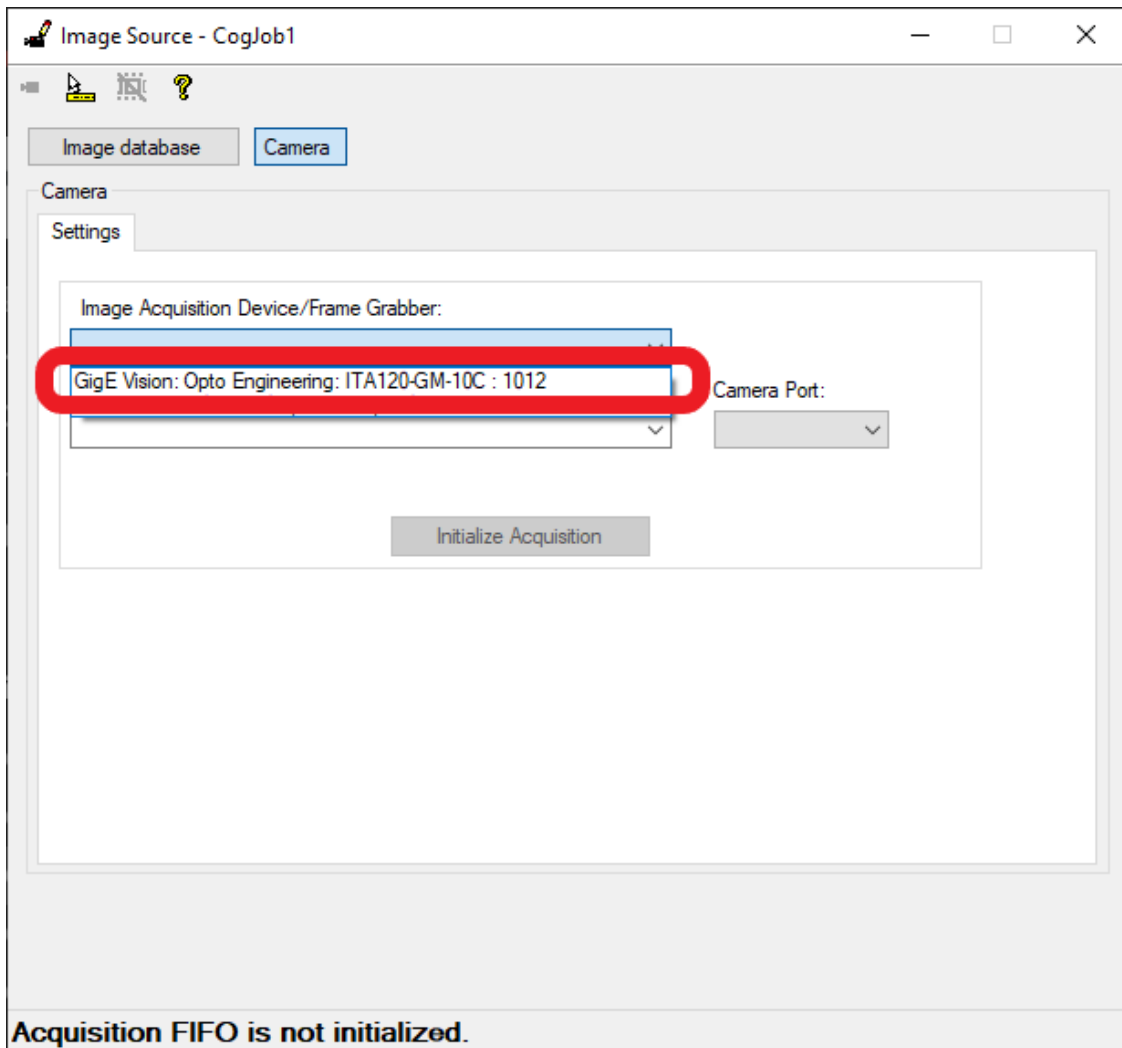


Figure 134: 第 8 步 - *Image Source* 窗口，*Image Acquisition Device* 选择。

9. 单击 *Video Formats* 字段上的递减箭头，选择所需的像素格式。

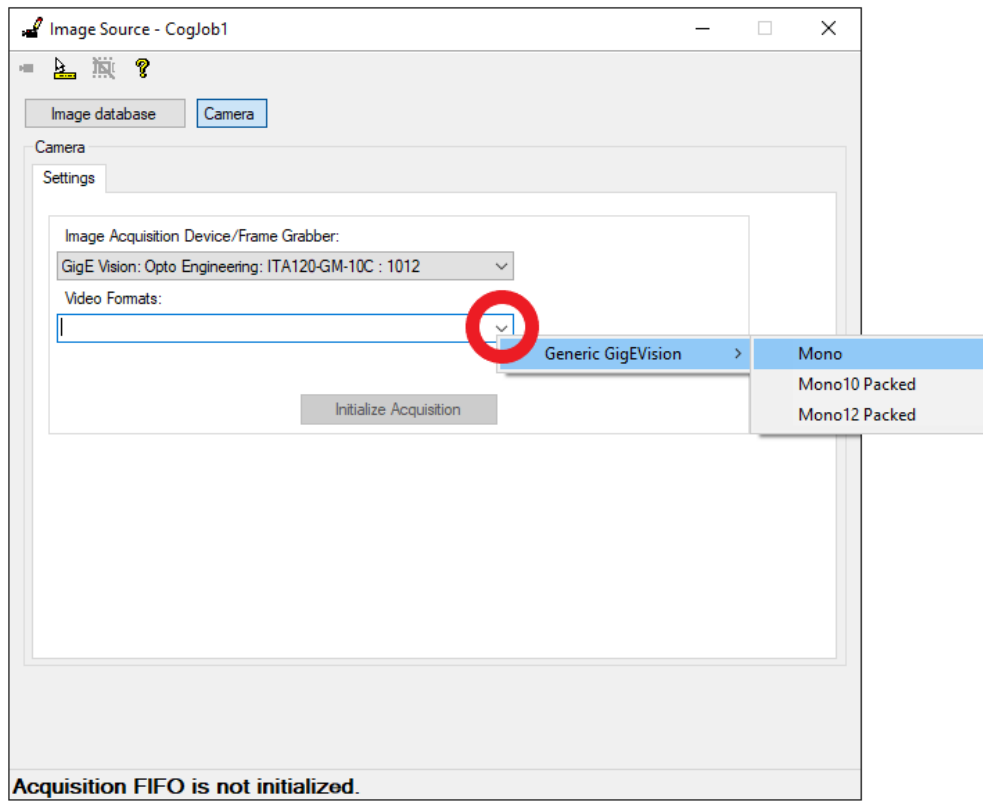


Figure 135: 第 9 步 - *Image Source* 窗口，*Video Formats* 选择。

10. 点击 *Initialize Acquisition*。

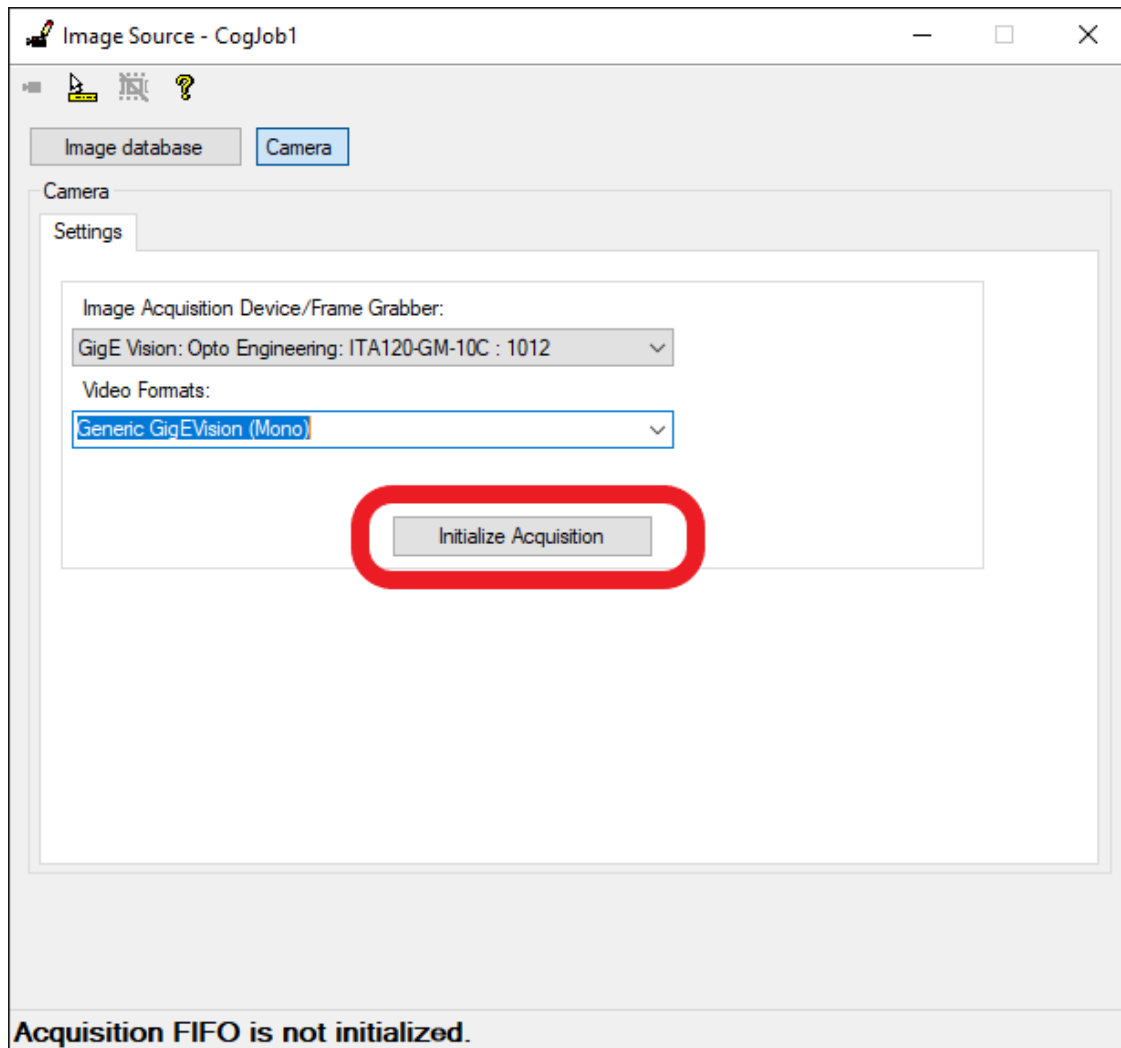


Figure 136: 第 10 步 - *Image Source* 窗口，*Initialize Acquisition*。

11. 要进行实时预览，请单击窗口左上角的摄像机图标。还可以设置曝光时间、触发模式和 ROI 等其他设置。

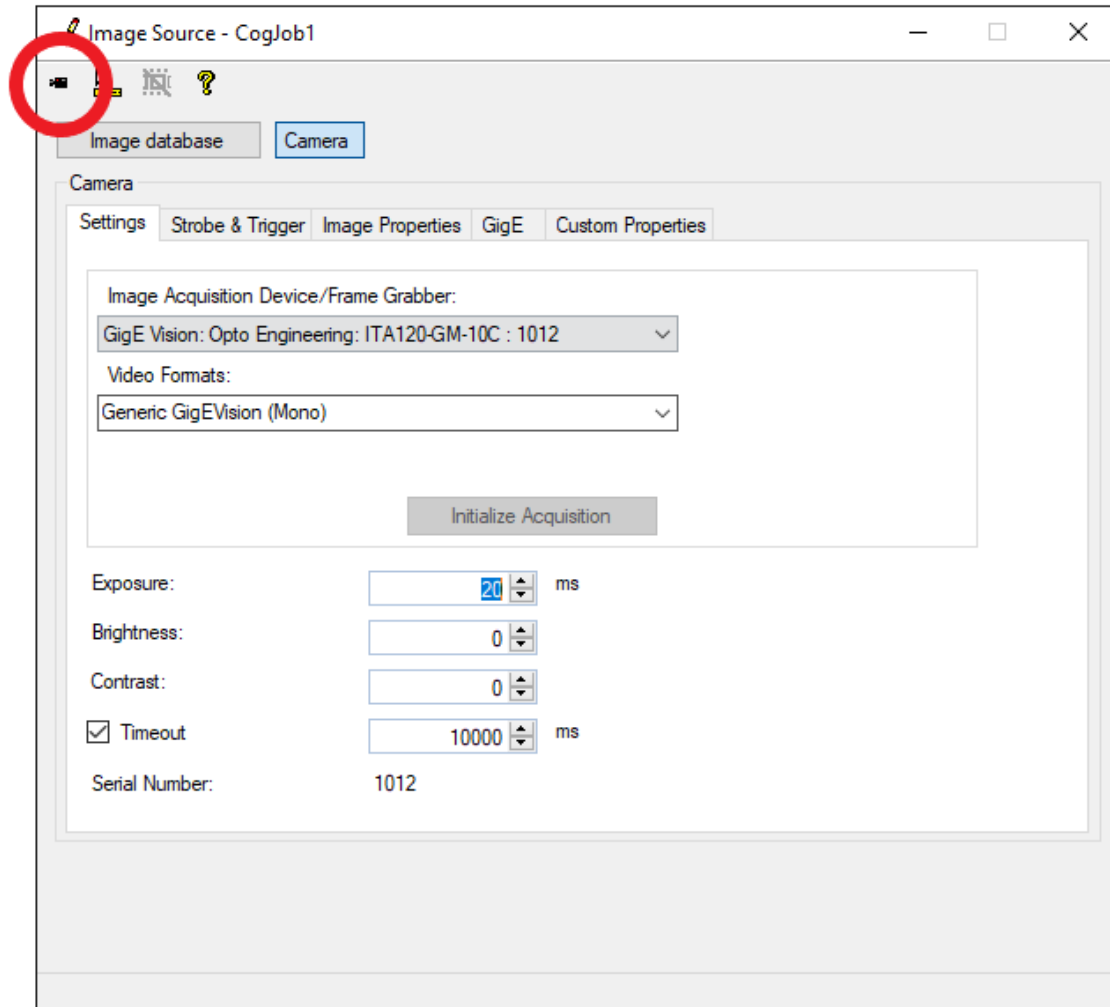


Figure 137: 第 11 步 - *Image Source* 窗口，*Live Preview*。

## 7.5 定序器控制配置示例

在这个例子中，我们定义了一个在设备上有四次不同曝光时间的采集序列，其中最后一步重复了五次。

所有配置均在设备本身完成，因此在配置完成并开始采集后，设备本身会在必要时应用参数更改。然后，主机应用程序只需采集图像即可。与主机应用程序逐帧应用这些更改相比，总体帧速率要快得多。

流程图如下

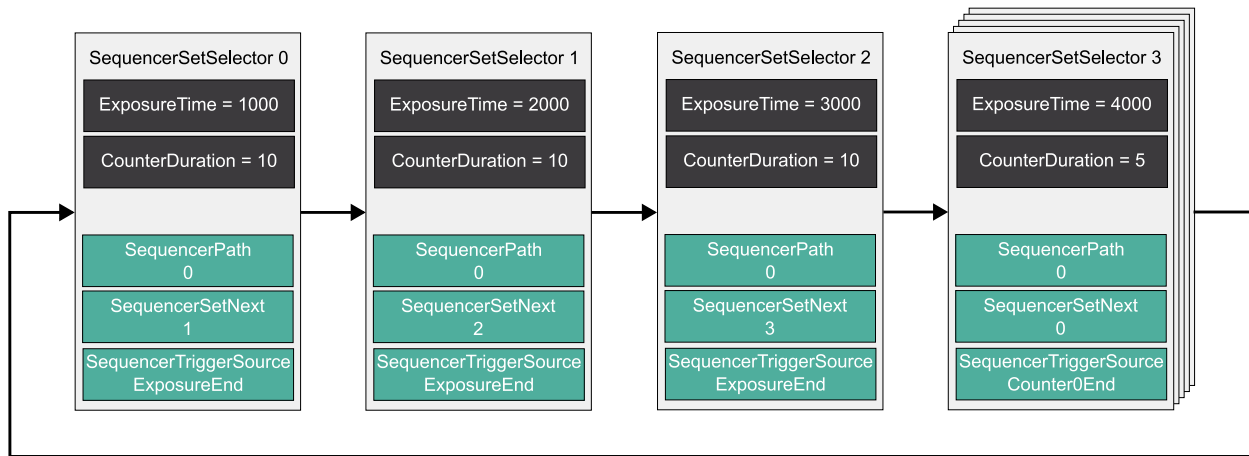


Figure 138: 定序器控制示例流程图

有一些关于定序器路径功能的规范：

- 一旦 **SequencerTriggerSource** 关闭，路径即处于非活动状态。
- 如果两条路径都处于非激活状态，或者没有触发任何一个 **SequencerTriggerSource**，定序器将保持当前设置。
- 如果两条路径的 **SequencerTriggerSource** 都被触发，则将遵循先触发的路径。

### 7.5.1 使用编曲路径

最多可定义两条活动路径的集合。下图显示了一个使用 **ExposureTime** 和 **oeLiquidLensPower** 功能的示例，其中在 "集 0" 和 "集 1" 中定义了两条路径：

- "定时器 0 结束时，下一组是 "设置 2"，遵循路径 1。

- "设置 2"在 "ExposureEnd" 之后返回 "设置 0"

附加设置:

- **TimerDuration** (Timer 0) = 2000000 $\mu$ s
- **oeLiquidLensMode** = Power Mode

流程图如下

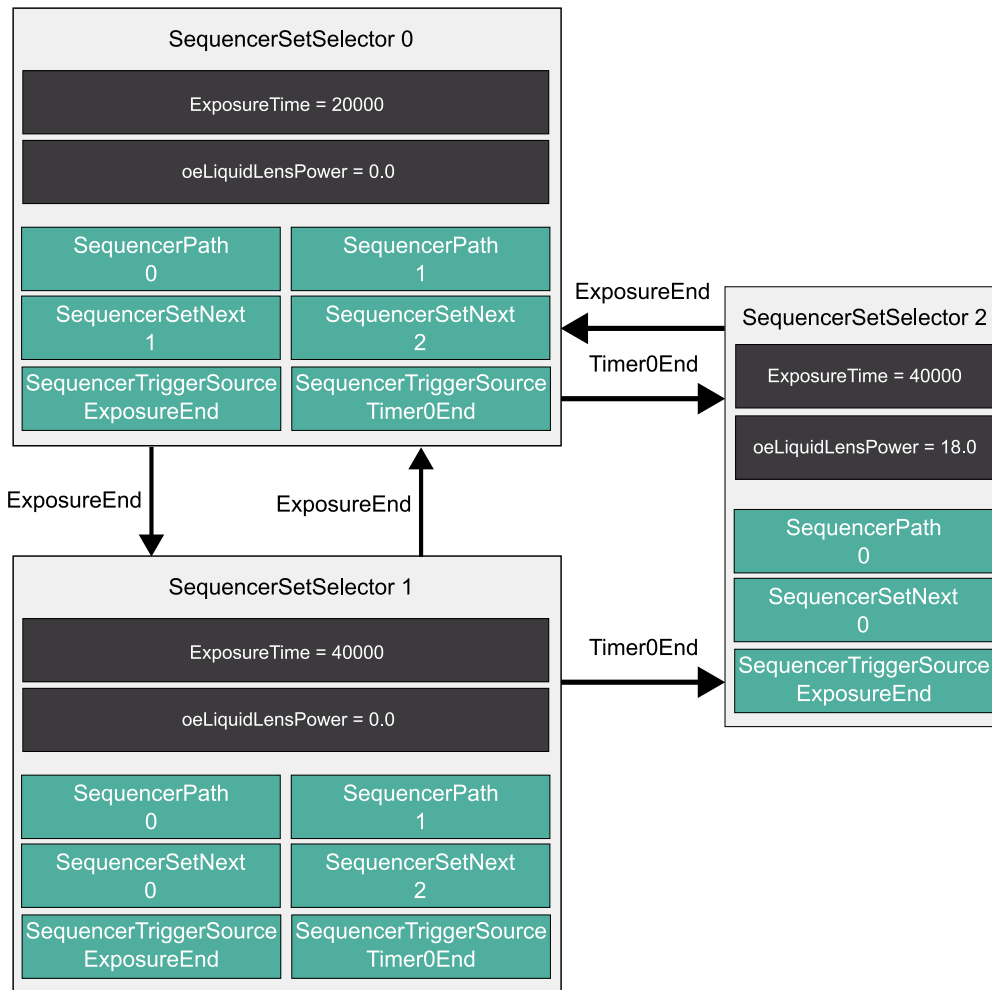


Figure 139: 定序器控制路径示例流程图。

## 8 故障排除

### 8.1 在可用设备列表中找不到摄像机

如果未检测到摄像机，且设备列表中也未列出该摄像机，请检查以下步骤：

1. 检查摄像机电源是否正确。打开摄像机电源后，状态指示灯会在几秒钟后变为黄色。
2. 检查当前是否有防火墙阻止主机与设备之间的通信。
3. 检查 NIC（网络接口控制器）的配置。  
默认情况下，摄像机配置为由 DHCP 服务器分配的 IP 地址。  
不过，用户也可以为摄像机分配一个静态 IP 地址：在这种情况下，请检查接口卡是否有与摄像机兼容的合适 IP 地址。  
作为替代方法，使用 *IP Configurator tool* 正确配置摄像机的 IP。
4. 检查网卡驱动程序是否正确安装（并更新到最新版本）。
5. 如果摄像机当前正被其他应用程序使用，则实际处理过程中将无法使用摄像机。在这种情况下，请断开摄像机与其他应用程序的连接，然后重新将摄像机连接到所需的应用程序。
6. 检查电缆是否损坏。

### 8.2 为什么某些功能没有出现在摄像机查看器的 GenICam 树中？

如果缺少某些功能，请检查以下几点：

1. 检查所选相机型号是否确实具有该功能。  
例如，典型的彩色功能（如 RGB 像素格式）无法用于单色相机。
2. 检查查看器的可见模式。  
某些功能在 *Beginner mode* 中不可见，但只能在 *Expert mode* 或 *Guru mode* 中显示。
3. 某些新功能可能会在后续固件版本中添加：请检查相机 FW 是否始终为最新版本。

### 8.3 为什么相机会出现丢帧现象？

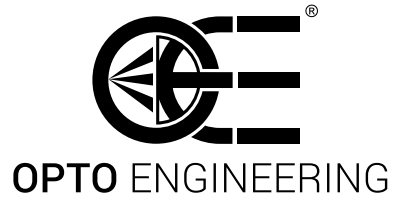
当摄像机和/或网卡配置不当时，可能会丢失一些帧。

出现这种情况时，请检查以下潜在原因：

1. 检查 GigE Vision 捕捉驱动程序是否安装正确。
2. 检查网络接口驱动程序是否为最新版本。
3. 检查网络接口卡的 *jumbo packet* 选项是否已启用。  
巨型数据包支持大于 1500 字节的帧，可在高带宽摄像机上提供最佳性能。
4. 检查网络接口卡接收缓冲区的大小是否正确。如果出现帧丢失，请尝试增加接收缓冲区的大小。
5. 检查电脑是否处于 省电模式 状态。在这种工作状态下，CPU 性能会大大降低，并可能导致帧丢失。
6. 检查当前带宽是否超出链路带宽的支持速率。  
根据经验，BW 可以用公式 19 很好地近似表示：

$$BW[Mbps] = Resolution[Mpixel] * BitPerPixel[bit/pixel] * FrameRate[fps] \quad (19)$$

除此检查外，还可使用 *DeviceLinkThroughputLimit* 功能来控制摄像机使用的带宽。当该值降低时，由于可用于传输的带宽减少，最大帧频可能会降低。



**Contact us**

**EUROPE**

**Opto Engineering  
Headquarters**

str. Circonvallazione Sud, 15  
46100 Mantova, IT  
phone: +39 0376 699111  
eu@opto-e.com

**Opto Engineering  
Germany**

Marktplatz 3,  
82031 Grünwald, DE  
phone: +49 (0)89 693 9671-0  
de@opto-e.com

**UNITED STATES**

**Opto Engineering  
USA**

11321 Richmond Ave  
Suite M-105, Houston, TX 77082, USA  
phone: +1 832 2129391  
us@opto-e.com

**ASIA**

**Opto Engineering  
China**

Room 1903-1904, No.885, Renmin RD  
Huangpu District 200010  
Shanghai, CN  
phone: +86 21 61356711  
cn@opto-e.com

**[www.opto-e.com](http://www.opto-e.com)**