

杭州海康机器人股份有限公司

# XoFLink 光口工业线阵相机

## 用户手册



扫码可得更多产品资料

**HIKROBOT**

## 关于本产品

本手册描述的产品仅供中国大陆地区销售和使用。本产品只能在购买地所在国家或地区享受售后服务及维保方案。

## 关于本手册

本手册仅作为相关产品的指导说明，可能与实际产品存在差异，请以实物为准。因产品版本升级或其他需要，海康机器人可能对本手册进行更新，如您需要最新版手册，请您登录海康机器人官网查阅（[www.hikrobotics.com](http://www.hikrobotics.com)）。除非另有约定，海康机器人不对本文档提供任何明示或默示的声明或保证。

## 知识产权声明

- 海康机器人对本文档中所描述产品包含的技术享有相关的著作权和/或专利权，其中可能包括从第三方处获得的许可。
- 本文档的任何部分，包括文字、图片、图形等的著作权均归属于海康机器人。未经许可，任何单位或个人不得以任何方式摘录、复制、翻译、修改本文档的全部或部分。
- **HIKROBOT**、 **XoFLink** 为海康机器人的注册商标。
- 本手册涉及的其他商标由其所有人各自拥有。

## 责任声明

- 在法律允许的最大范围内，本手册以及所描述的产品（包含其硬件、软件、固件等）均“按照现状”提供，可能存在瑕疵或错误。海康机器人不提供任何形式的明示或默示保证，包括但不限于适销性、质量满意度、适合特定目的等保证；亦不对使用本手册或使用海康机器人产品导致的任何特殊、附带、偶然或间接的损害进行赔偿，包括但不限于商业利润损失、系统故障、数据或文档丢失产生的损失。
- 您知悉互联网的开放性特点，您将产品接入互联网可能存在网络攻击、黑客攻击、病毒感染等风险，海康机器人不对因此造成的产品工作异常、信息泄露等问题承担责任，但海康机器人将及时为您提供产品相关技术支持。
- 使用本产品时，请您严格遵循适用的法律法规，避免侵犯第三方权利，包括但不限于公开权、知识产权、数据权利或其他隐私权。您亦不得将本产品用于大规模杀伤性武器、生化武器、核爆炸或任何不安全的核能利用或侵犯人权的用途。
- 如本手册所涉数据可能因环境等因素而产生差异，本公司不承担由此产生的后果。
- 您必须按照本操作手册要求正确使用、保存、维护本产品，不得对产品进行修改、改装，否则导致的一切后果均由您承担。
- 如本手册内容与适用的法律相冲突，则以法律规定为准。

版权所有©杭州海康机器人股份有限公司 2025。保留一切权利。

## 前言

本节内容的目的是确保用户通过本手册能够正确使用产品或服务，以避免操作中的危险或财产损失。在使用此产品之前，请认真阅读产品手册并妥善保存以备日后参考。

### 概述

本手册适用于本公司 XoFLink 光口工业线阵相机。

### 手册用途

通过阅读本手册，能够了解该产品的安装方式以及功能，指导您完成产品的安装和使用。

### 适用对象

本用户手册适用于机器视觉相关行业使用该产品的技术人员或工程人员。

### 主要内容

本手册由十三章内容组成。详细介绍了该产品的组成、安装、接线、技术参数、故障处理等。

### 资料获取

- 访问本公司网站（[www.hikrobotics.com](http://www.hikrobotics.com)）获取技术规格书、说明书、结构图纸、应用工具和开发资料等。
- 使用手机扫描以下二维码获取 MVS 客户端用户手册。



客户端用户手册

### 获得支持

您还可以通过以下途径获得支持：

- 官网：访问 [www.hikrobotics.com](http://www.hikrobotics.com) 网址查找相关文档或寻求技术服务。

- 热线：拨打 400-989-7998 热线联系技术人员获取帮助。
- 邮件：发送邮件至 [tech\\_support@hikrobotics.com](mailto:tech_support@hikrobotics.com)，支持人员会及时回复。
- V 社区：扫描二维码进入 V 社区（[www.v-club.com](http://www.v-club.com)），获取更多经验资料或学习资料。



## 符号约定

对于文档中出现的符号，说明如下所示。

| 符号                                                                                            | 说明                                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
|  <b>说明</b>  | 说明类文字，表示对正文的补充和解释。                        |
|  <b>注意</b> | 注意类文字，表示提醒用户一些重要的操作或者防范潜在的伤害和财产损失危险。      |
|  <b>警告</b> | 警告类文字，表示有潜在风险，如果不加避免，有可能造成伤害事故、设备损坏或业务中断。 |
|  <b>危险</b> | 危险类文字，表示有高度潜在风险，如果不加避免，有可能造成人员伤亡的重大危险。    |

## 意见反馈

如您对本文档有任何意见或建议，欢迎扫码反馈。



# 目 录

|                        |    |
|------------------------|----|
| 第 1 章 安全指南 .....       | 1  |
| 1.1 安全声明 .....         | 1  |
| 1.2 安全使用注意事项 .....     | 1  |
| 1.3 预防电磁干扰注意事项 .....   | 2  |
| 第 2 章 清洁指南 .....       | 4  |
| 2.1 相机及镜头清洁 .....      | 4  |
| 2.1.1 气吹清洁 .....       | 4  |
| 2.1.2 镜刷清洁 .....       | 5  |
| 2.1.3 擦拭清洁 .....       | 5  |
| 2.1.4 镜头纸清洁 .....      | 6  |
| 2.2 外壳清洁 .....         | 6  |
| 第 3 章 产品简介 .....       | 8  |
| 3.1 产品说明 .....         | 8  |
| 3.2 主要特性 .....         | 8  |
| 3.3 工作原理 .....         | 8  |
| 第 4 章 硬件介绍 .....       | 10 |
| 4.1 产品外观介绍 .....       | 10 |
| 4.2 电源及 I/O 接口定义 ..... | 13 |
| 4.3 LED 灯 .....        | 14 |
| 4.3.1 LED 灯状态定义 .....  | 14 |
| 4.3.2 LED 灯状态说明 .....  | 14 |
| 4.4 相机供电 .....         | 15 |
| 4.5 相机散热 .....         | 16 |
| 4.5.1 温度参数说明 .....     | 16 |

|                        |    |
|------------------------|----|
| 4.5.2 散热措施 .....       | 18 |
| 4.5.3 低导热材质 .....      | 19 |
| 第 5 章 相关配件 .....       | 21 |
| 5.1 镜头.....            | 21 |
| 5.1.1 镜头接口 .....       | 21 |
| 5.1.2 镜头选型 .....       | 21 |
| 5.2 线缆.....            | 22 |
| 5.2.1 线缆选型 .....       | 22 |
| 5.2.2 布线原则 .....       | 22 |
| 第 6 章 快速入门 .....       | 25 |
| 6.1 相机安装 .....         | 25 |
| 6.1.1 安装配套 .....       | 25 |
| 6.1.2 整机安装 .....       | 26 |
| 6.2 客户端安装 .....        | 27 |
| 6.3 相机调试 .....         | 28 |
| 第 7 章 I/O 电气特性与接线..... | 31 |
| 7.1 I/O 概述 .....       | 31 |
| 7.2 I/O 电气特性.....      | 31 |
| 7.2.1 差分输入电路.....      | 31 |
| 7.2.2 差分输出电路.....      | 32 |
| 7.3 接线方式 .....         | 33 |
| 7.3.1 输入接线 .....       | 33 |
| 7.3.2 输出接线 .....       | 35 |
| 第 8 章 触发输入输出.....      | 37 |
| 8.1 触发输入 .....         | 37 |
| 8.1.1 触发模式 .....       | 37 |
| 8.1.2 触发源 .....        | 38 |

|                       |    |
|-----------------------|----|
| 8.1.3 触发相关参数.....     | 47 |
| 8.2 触发输出 .....        | 56 |
| 8.2.1 电平反转 .....      | 56 |
| 8.2.2 Strobe 信号 ..... | 56 |
| 第 9 章 图像采集 .....      | 63 |
| 9.1 行频介绍 .....        | 63 |
| 9.1.1 行频 .....        | 63 |
| 9.1.2 行频匹配 .....      | 64 |
| 9.2 扫描模式 .....        | 65 |
| 9.3 扫描方向 .....        | 65 |
| 9.4 帧超时 .....         | 67 |
| 9.5 异常行使能 .....       | 68 |
| 第 10 章 图像处理 .....     | 69 |
| 10.1 分辨率与 ROI .....   | 69 |
| 10.2 镜像 .....         | 70 |
| 10.3 像素格式 .....       | 70 |
| 10.4 测试模式 .....       | 71 |
| 10.5 Binning .....    | 73 |
| 10.6 曝光 .....         | 74 |
| 10.7 亮度 .....         | 75 |
| 10.8 白平衡 .....        | 76 |
| 10.9 多重白平衡 .....      | 78 |
| 10.10 黑电平 .....       | 79 |
| 10.11 Gamma 校正 .....  | 79 |
| 10.12 增益控制 .....      | 81 |
| 10.12.1 模拟增益 .....    | 81 |
| 10.12.2 数字增益 .....    | 82 |

|                        |     |
|------------------------|-----|
| 10.13 AOI.....         | 82  |
| 10.14 色彩校正.....        | 83  |
| 10.15 色调.....          | 84  |
| 10.16 饱和度.....         | 86  |
| 10.17 超级调色盘.....       | 88  |
| 10.18 传感器模式.....       | 88  |
| 10.19 Sequence 轮询..... | 89  |
| 10.20 TDI 功能.....      | 90  |
| 10.21 分时曝光模式.....      | 91  |
| 10.21.1 分时频闪曝光.....    | 92  |
| 10.21.2 分时轮询曝光.....    | 94  |
| 10.22 降噪模式.....        | 97  |
| 10.23 LUT 用户查找表.....   | 97  |
| 10.24 FFC 平场校正.....    | 98  |
| 10.24.1 FPNC 校正.....   | 98  |
| 10.24.2 PRNUC 校正.....  | 100 |
| 10.25 SC 空间校正.....     | 104 |
| 10.25.1 行频偏差校正.....    | 104 |
| 10.25.2 视角偏差校正.....    | 105 |
| 10.26 去紫边.....         | 106 |
| 第 11 章 其他功能.....       | 107 |
| 11.1 用户参数设置.....       | 107 |
| 11.2 设备管理.....         | 108 |
| 11.3 传输层控制.....        | 109 |
| 11.4 XoFLink 接口设置..... | 110 |
| 11.5 文件存取.....         | 111 |
| 11.6 固件升级.....         | 112 |



|                                               |     |
|-----------------------------------------------|-----|
| 第 12 章 常见问题 .....                             | 114 |
| 12.1 启动客户端，搜索不到相机 .....                       | 114 |
| 12.2 相机预览画面全黑.....                            | 114 |
| 12.3 预览正常但无法触发 .....                          | 114 |
| 12.4 无法获取算法所需图像 .....                         | 115 |
| 第 13 章 修订记录 .....                             | 116 |
| 附录 A 相机参数索引 .....                             | 118 |
| A.1 Device Control 属性.....                    | 118 |
| A.2 Image Format Control 属性 .....             | 119 |
| A.3 Acquisition and Transfer Control 属性 ..... | 120 |
| A.4 Advanced Processing 属性 .....              | 122 |
| A.5 Shading Correction 属性.....                | 124 |
| A.6 I/O Control 属性.....                       | 125 |
| A.7 User Set Control 属性.....                  | 126 |

# 第1章 安全指南

在安装、操作、维护设备时，请先阅读并遵守本手册中的安全注意事项。

## 1.1 安全声明

- 为保障人身和设备安全，在安装、操作、维护设备时，请遵循设备上标识及手册中说明的所有安全使用注意事项。
- 手册中的“注意”、“警告”和“危险”事项，并不代表所应遵守的所有安全事项，只作为所有安全注意事项的补充。
- 本设备应在符合设计规格要求的环境下使用，否则可能造成故障，因未遵守相关规定引发的功能异常或部件损坏等不在设备质量保证范围之内。
- 因违规操作设备引发的人身安全事故、财产损失等，本公司将不承担任何法律责任。

## 1.2 安全使用注意事项



### 警告

- 开箱时发现产品和附件有残损、锈蚀、进水、型号不符、部件缺少等问题，请勿安装！
- 避免在水溅雨淋、阳光直射、强电场、强磁场、强烈振动等场所储存与运输。
- 搬运时避免产品及部件掉落、被砸或用力振动产品。
- 禁止将室内产品安装在可能淋到水或其他液体的环境，产品受潮，可能会引起火灾和电击危险！
- 请将产品放置在没有阳光直射和通风的地点，远离加热器和暖气等热源。
- 产品安装使用过程中，必须严格遵守国家和使用地区的各项电气安全规定。
- 请务必使用正规厂家提供的电源适配器，电源适配器需要符合安规的功率限制要求（LPS），具体要求请参见产品的技术规格书。
- 设备的插头或插座是断开电源的装置，请勿遮挡，便于插拔。
- 请确保在进行接线、拆线等操作时断开电源，切勿带电操作，否则会有触电的危险！
- 若产品出现冒烟、产生异味或发出杂音的现象，请立即关掉电源并拔掉电源线，及时与经销商或服务中心联系。
- 严禁在运行状态下触摸产品的任何接线端子，否则有触电危险！

- 严禁非专业技术人员在运行中检测信号，否则可能引起人身伤害或产品损坏！
- 严禁在通电状态下进行设备保养，否则有触电危险！
- 禁止将镜头对准强光（如灯光照明、太阳光或激光束等），否则会损坏图像传感器。
- 若有必要清洁，请使用湿纸巾或柔软的干净布稍微清润一点纯净水，轻轻拭去尘污，禁止使用酒精类腐蚀性溶液；清洁时务必确保将产品断电并拔掉电源插座。
- 请保持图像采集窗口清洁，建议使用清洁水擦拭，不恰当维护造成的损害不承担保修责任。
- 如果产品工作不正常，请联系最近的服务中心，不要以任何方式拆卸或修改产品。（对未经认可的修改或维修导致的问题，本公司不承担任何责任）。
- 请严格按照国家有关规定与标准进行产品的报废处理，以免造成环境污染及财产损失。



### 注意

- 开箱前请检查产品包装是否完好，有无破损、浸湿、受潮、变形等情况。
- 开箱时请检查产品和附件表面有无残损、锈蚀、碰伤等情况。
- 开箱后请仔细查验产品及附件数量、资料是否齐全。
- 请按照产品的储存与运输条件进行储存与运输，储存温度、湿度应满足要求。
- 严禁将本产品与可能对本产品构成影响或损害的物品混装运输。
- 对安装和维修人员的素质要求：
  - 具有从事弱电系统安装、维修的资格证书或经历，并有从事相关工作的经验和资格，此外还必须具有如下的知识和操作技能。
  - 具有低压布线和低压电子线路接线的基础知识和操作技能。
  - 具有读懂本手册内容的能力。
- 安装前请务必仔细阅读产品使用说明书和安全注意事项！
- 请严格参照本指导书中的安装方式进行设备安装。
- 该设备的外壳温度可能过热，需要断电半小时后才能接触。
- 设备不要放置裸露的火焰源，如点燃的蜡烛。

## 1.3 预防电磁干扰注意事项

- 使用屏蔽线时，请务必确保屏蔽层完整无破损，与金属接头 360°压接导通。
- 请勿将产品和其他产品（特别是伺服电机/大功率产品等）一起走线，并将走线间距控制在 10cm 以上。若无法避免，请务必在线缆上做好屏蔽措施。
- 产品控制线与工业光源供电线务必分别单独布线，避免捆绑布线。

- 产品电源线与数据线、信号线等务必分开布线。若采用布线槽分开布线且布线槽为金属，请务必确保接地。
- 布线过程中，请合理评估布线空间，禁止对线缆用力拉扯，以免破坏线缆的电气性能。
- 若产品频繁上下电，务必加强稳压隔离，可考虑在产品 and 适配器间增加 DC/DC 隔离电源模块。
- 请使用电源适配器单独给产品供电。若必需集中供电，则务必采用直流滤波器给产品电源单独滤波后使用。
- 产品未使用的线缆请务必做绝缘处理。
- 安装产品时，若不能确保产品本身及产品所连接的所有设备均良好接地，则应选择将产品用绝缘支架隔离。
- 为避免造成静电积累现象，现场其他产品（如机台、内部部件等）和金属支架，需确保已正确接地。
- 产品安装和使用过程中，必须避免高压漏电等现象。
- 产品线缆过长时，务必采用 8 字形捆扎。
- 产品与金属类配件连接时，务必可靠连接在一起，保持良好导电性。
- 请使用带屏蔽功能的网线连接产品，若使用自制网线，请务必确保航空头处屏蔽壳与屏蔽线铝箔或金属编织层搭接良好。

## 第2章 清洁指南

### 2.1 相机及镜头清洁

当相机和镜头存在灰尘或污渍时，可通过以下 4 种方式进行清洁，不同设备及其支持的清洁方式请见下表。

表2-1 不同设备支持的清洁方式

| 设备<br>清洁方式 | 相机  | 镜头 |
|------------|-----|----|
| 气吹清洁       | 支持  | 支持 |
| 镜刷清洁       | 不支持 | 支持 |
| 擦拭清洁       | 支持  | 支持 |
| 镜头纸清洁      | 不支持 | 支持 |

#### 2.1.1 气吹清洁

可使用简易手持气吹吹净相机滤光片和镜头表面的灰尘。

##### 操作步骤

1. 将吹气球的吹气口朝下空吹几次，吹出吹气口和内部的灰尘。
2. 手持相机或镜头，向下倾斜，使吹气口与相机镜头呈  $45^{\circ}$  角，吹走相机滤光片或镜头表面灰尘即可。



图2-1 气吹清洁

 **注意**

- 进行相机清洁时，气吹口请勿探入相机卡口过深，避免直接接触防尘玻璃。
- 严禁直接嘴吹镜头，避免唾液微粒溅射到玻璃表面，造成严重的二次污染。

### 2.1.2 镜刷清洁

若使用气吹清洁方式无法清洁掉镜头表面的灰尘，可使用镜刷轻轻扫除镜头表面灰尘。

 **注意**

禁止用手直接接触刷毛。

### 2.1.3 擦拭清洁

对于相机滤光片或镜头表面的顽固污渍，如指痕、液体残渍等，需使用无脂棉签或无尘布，配合高纯度酒精擦拭清洁。以无脂棉签为例，具体操作步骤如下：

1. 取一根干净的无脂棉签，注意手指不要触碰到棉签头部，蘸取适量酒精或清洁液，起到润滑的作用。
2. 将无脂棉签倾斜  $60^{\circ}$  左右，顶住相机滤光片或镜头表面，从左向右进行清洁，再将棉签翻转一面，从右向左再次进行清洁。
3. 再取一根未沾取酒精或清洁液的无脂棉签轻扫相机滤光片或镜头，将残留的酒精或清洁液吸收干净。
4. 检查是否还是存在污渍，若污渍变换位置，重复步骤 1~3，直至污渍清洁干净。

若镜头中的污渍始终无法擦拭干净，请进行镜头纸清洁，操作步骤请见[镜头纸清洁](#)章节。



图2-2 接触式清洁

## 2.1.4 镜头纸清洁

对于无脂棉签或无尘布也无法清洁的镜头污渍，可使用镜头纸进行清洁。

### 前提条件

- 请使用在正规、专业的摄影商店购买的镜头纸。
- 请使用刚开封的湿润状态下的镜头纸。

### 操作步骤

1. 确保镜头上无硬质灰尘。
2. 撕开镜头纸外包装 将预湿润的镜头纸折叠至合适的擦拭状态，从镜头中心向外朝同一方向慢慢螺旋擦拭。



图2-3 镜头纸清洁

### 注意

- 擦拭镜头时，请勿使用硬纸、纸巾或餐巾纸清洁镜头，这些产品包含具有刮擦性的木质纸浆，将会严重损害镜头上的易损涂层。
- 使用镜头纸清洁镜头时，请勿用力挤压镜头表面，否则会擦拭掉镜头表面的易受损涂层。

完成镜头清洁后，镜头应从各个方向上都看不到灰尘和水渍。若仍旧存在污渍，请联系本公司，进行返厂清洁。

## 2.2 外壳清洁

进行相机清洁时，需尽量在封闭室内进行清洁工作，避免环境中存在大量灰尘。具体操作步骤如下：

1. 断开相机电源。
2. 取一块在清洁时不会引起静电的柔软无绒布，并使用中性清洁剂浸湿。
3. 视情况使用浸湿的无绒布擦拭相机外壳。
4. 擦拭完成后等待残留湿气蒸发，待水分完全蒸发后，可重新连接相机电源。



### **注意**

切勿使用压缩空气加速蒸发。

检查相机镜头和外壳清洁干净后，相机卡口朝下，安装相机镜头盖或安装镜头存放。



## 第3章 产品简介

### 3.1 产品说明

本手册提及的工业线阵相机，通过 XoFLink 光纤接口实时传输非压缩图像，可使用 MVS 客户端软件或调用 SDK 等方式设置参数，图像数据采集需通过配套的 10 Gbps 光口采集卡和 SFP+光模块实现。

### 3.2 主要特性

- XoFLink 光纤数据接口，提供高带宽传输
- 支持曝光控制和增益调节
- 支持明/暗场校正、LUT、Gamma 校正等
- 灵活的 I/O 触发参数配置
- 紧凑的结构设计，提供多面安装孔
- 兼容 GenICam 等协议标准

#### 说明

- XoFLink 光口工业线阵相机部分功能视具体型号而定，请以实际功能为准。
- 关于相机的具体技术参数，请参看相应型号的技术规格书。
- 当 XoFLink 光口线阵相机处于较高帧率时，PC 性能不足可能引起丢帧。

### 3.3 工作原理

XoFLink 光口工业线阵相机板载框图如下图所示，图像传感器接收图像数据后，通过内置的各类 ISP 图像处理算法完成图像数据处理，最后通过 XoFLink 协议完成图像数据的高速传输。

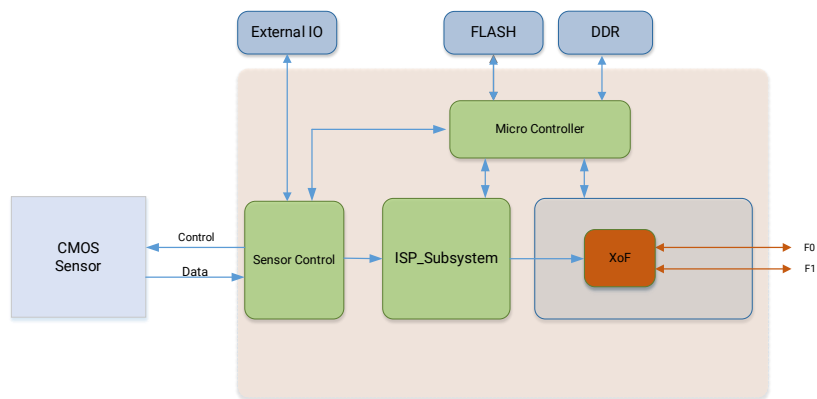


图3-1 工作原理

## 第4章 硬件介绍

### 4.1 产品外观介绍

不同型号相机外观有所不同，请以实际设备为准，共有五种相机外观，不同相机外观对应的具体型号请见表4-1，对应的接口介绍请见表4-2。

 **说明**

相机具体的尺寸信息请查看相应型号相机的技术规格书。

表4-1 相机外观对应型号

| 相机外观                                                                                | 相机型号           |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
|    | MV-CL082-91F2M |
|                                                                                     | MV-CL083-91F2C |
|                                                                                     | MV-CL084-91F2M |
|                                                                                     | MV-CL162-91F2M |
|  | MV-CL082-91F1M |
|  | MV-CL042-91FC  |
|  | MV-CL166-91F2C |
|  | MV-CL086-B0F1C |
|  | MV-CL084-90F1M |

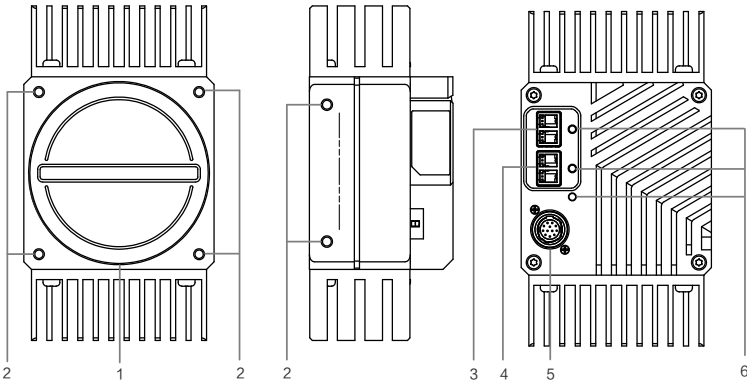


图4-1 第一种相机外观

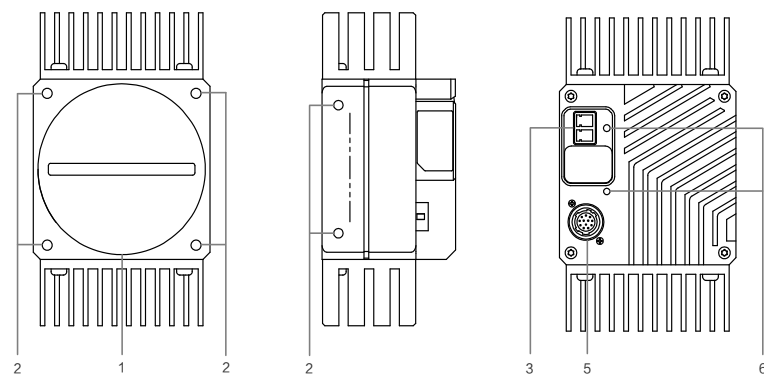


图4-2 第二种相机外观

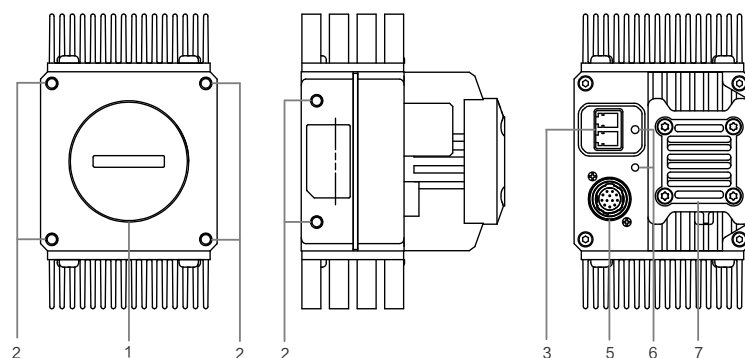


图4-3 第三种相机外观

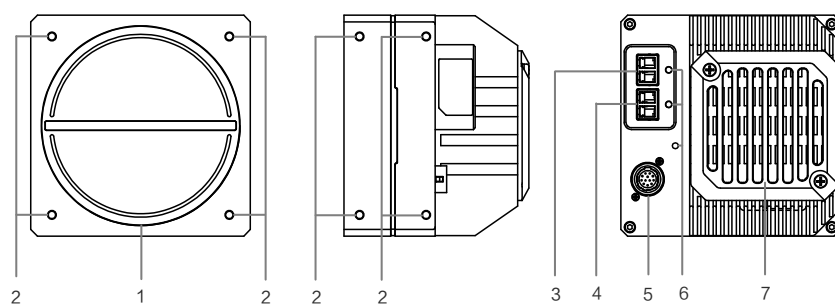


图4-4 第四种相机外观

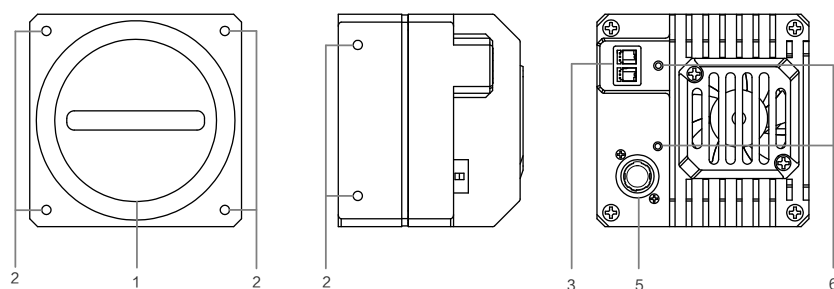


图4-5 第五种相机外观

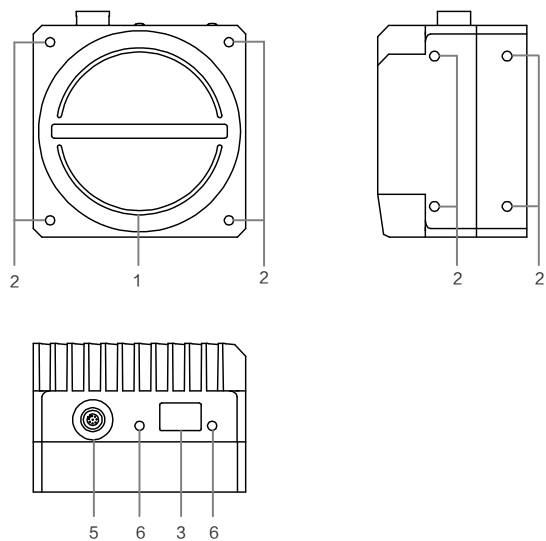


图4-6 第六种相机外观

表4-2 相机接口介绍

| 序号 | 接口         | 说明                                                                                                                           |
|----|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 镜头接口       | 用于安装镜头，相机镜头规格请查看具体型号相机的技术规格书                                                                                                 |
| 2  | 螺孔         | 用于固定相机，螺孔分布于相机的侧面或正面。不同型号相机使用的螺丝规格有所不同，具体请查看相应型号相机技术规格书中的外形尺寸图                                                               |
| 3  | F0 接口      | 第一个 XoFLink 光口，接口为 LC，用于传输数据<br><b>说明</b><br>部分型号相机的旧版本设备上，该 XoFLink 光口标识为 F1                                                |
| 4  | F1 接口      | 第二个 XoFLink 光口，接口为 LC，用于传输数据<br><b>说明</b><br>部分型号相机的旧版本设备上，该 XoFLink 光口标识为 F2                                                |
| 5  | 电源及 I/O 接口 | 提供供电、I/O 以及串口功能，具体含义请查看 <a href="#">电源及 I/O 接口定义</a> 章节<br><b>说明</b><br>MV-CL086-B0F1C、MV-CL084-90F1M 型号相机的电源及 I/O 接口仅支持供电功能 |
| 6  | 指示灯        | 分为相机指示灯和光口链路指示灯，具体含义请查看 <a href="#">LED 灯</a> 章节                                                                             |

| 序号 | 接口 | 说明             |
|----|----|----------------|
| 7  | 风扇 | 用于散热，以保证相机稳定运行 |

4.2 电源及 I/O 接口定义

相机的电源及 I/O 接口为 12-pin P10 接口，如下图所示，对应的管脚信号定义请见下表。

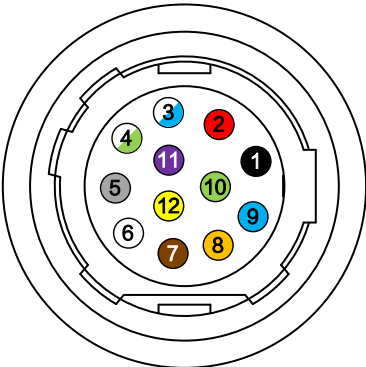


图4-7 12-pin 管脚

表4-3 管脚定义

| 管脚 | 线芯颜色 | 信号      | I/O 信号源 | 说明            |
|----|------|---------|---------|---------------|
| 1  | 黑    | GND     | --      | 电源地           |
| 2  | 红    | DC_PWR  | --      | 直流电源正         |
| 3  | 白/蓝  | LINE0_P | Line 0+ | 差分输入输出 IO 0 正 |
| 4  | 白/绿  | LINE0_N | Line 0- | 差分输入输出 IO 0 负 |
| 5  | 灰    | GND     | --      | 电源地           |
| 6  | 白    | LINE3_P | Line 3+ | 差分输入输出 IO 3 正 |
| 7  | 棕    | LINE3_N | Line 3- | 差分输入输出 IO 3 负 |
| 8  | 橙    | LINE4_P | Line 4+ | 差分输入输出 IO 4 正 |
| 9  | 蓝    | LINE1_P | Line 1+ | 差分输入输出 IO 1 正 |
| 10 | 绿    | LINE1_N | Line 1- | 差分输入输出 IO 1 负 |
| 11 | 紫    | DC_PWR  | --      | 直流电源正         |

| 管脚 | 线芯颜色 | 信号      | I/O 信号源 | 说明            |
|----|------|---------|---------|---------------|
| 12 | 黄    | LINE4_N | Line 4- | 差分输入输出 IO 4 负 |

### 说明

- 接线时，请根据表中的各管脚编号及对应的定义说明，结合线缆标签上的名称和颜色进行连接。
- 图 4-7 与 表 4-3 中所示线芯仅为本公司销售的线缆线序以及对应的线芯颜色，若线缆不是从本公司购买，请以实际线序以及对应线芯颜色为准。
- MV-CL086-B0F1C、MV-CL084-90F1M 型号相机的电源及 I/O 接口仅支持供电功能。

## 4.3 LED 灯

### 4.3.1 LED 灯状态定义

表1-1 LED 灯状态定义

| 状态  | 描述            |
|-----|---------------|
| 常灭  | 一直熄灭          |
| 常亮  | 一直点亮          |
| 快闪  | 亮灭间隔为 200 毫秒  |
| 慢闪  | 亮灭间隔为 1000 毫秒 |
| 超快闪 | 亮灭间隔为 80 毫秒   |

### 4.3.2 LED 灯状态说明

相机 LED 灯状态包括相机 LED 灯以及光口链路 LED 灯。相机 LED 灯用于显示相机运行状态，光口链路 LED 灯用于显示 SFP+ 光纤跳线与相机的连接状态。

#### 相机 LED 灯状态说明

表4-4 相机 LED 灯状态说明

| LED 灯状态 | 相机状态  |
|---------|-------|
| 蓝灯常灭    | 相机未启动 |

| LED 灯状态 | 相机状态                 |
|---------|----------------------|
| 红灯常亮    | 相机异常                 |
| 蓝灯常亮    | 系统启动成功, 无数据传输或数据传输异常 |
| 蓝灯快闪    | 连续模式取流               |
| 蓝灯慢闪    | 触发模式取流               |
| 红蓝灯交替慢闪 | 固件升级中                |

## 光口链路 LED 灯状态说明

表4-5 相机 LED 灯状态说明

| LED 灯状态 | 相机状态                                |
|---------|-------------------------------------|
| 灯灭      | 相机未启动或已启动但 SFP+ 光纤跳线一端未接采集卡、另一端未接相机 |
| 橘灯常亮    | 相机正在启动                              |
| 红灯慢闪    | 相机启动成功, 光口链路未连接                     |
| 绿灯常亮    | 相机已连接但无数据传输                         |
| 绿灯超快闪   | 连续模式取流                              |
| 橘灯超快闪   | 相机已连接 PC 端, 数据传输中                   |
| 橘灯慢闪    | 触发模式取流                              |

## 4.4 相机供电

XoFLink 光口工业线阵相机仅有一种供电方式：外部直流电源供电。

外部直流电源供电是指将外部直流电源通过 I/O 线连接到电源 I/O 接口，即可为相机供电，使用的具体供电电压范围请参考相机标签。





### 注意

- 使用超出规定电压范围的直流电源供电，有可能会造成相机损坏或工作异常。
- 插入与 I/O 接口不匹配的连接器，有可能会造成相机损坏或工作不正常，I/O 接口定义具体请见
- 电源及 I/O 接口定义 章节。
- 请勿短接电源和地。

可使用工业开关电源为相机进行直流电源供电。使用时，需注意以下事项：

- 进行任何安装或维护工作前，请先确保电源与市电分离，并确保不会因为人为疏忽或配线问题再次接入市电。
- 请勿将电源安装在潮湿环境、靠近液体、高温环境、太阳直射处或靠近火源处。
- 工业开关电源有裸露的高压接线端子，请将其安装在封闭机箱或机柜内使用，防止人员意外接触。
- 电源内部元器件应与安装螺丝间保持足够的绝缘距离。
- 风扇及散热孔位置不能有任何遮挡。当相邻设备属于发热源时，必须与该设备保持至少 10 ~15 cm 距离。
- 请务必确保将电源按要求接地，方可使用。
- 使用电源时请勿超过其输出的电流和功率上限，具体请参考电源铭牌参数。
- 非标准安装或将电源用于高温环境会提高内部元器件温度，导致输出功率下降。
- 电源内含高压危险电路，如有异常，请务必先断电，并交由具有电工专业资质的技术人员处理，请勿自行打开外盖。
- 电源断电 5 分钟内请勿触摸电源端子，否则可能导致触电。

## 4.5 相机散热

由于线阵相机中包含感光元器件，当相机温度升高时，将对采集的图像质量造成一定影响。基于以上情况，本节将对温度参数以及现场安装建议进行介绍，以实现更好的散热效果，提高相机的图像质量和可靠性。

### 4.5.1 温度参数说明

#### 工作温度

线阵相机规格书中工作温度的上限值是指相机在无任何附加散热措施情况下所满足的最高环境温度。在该工作温度内运行，能够满足电子元器件上的温度规格要求，保证相机可靠运行。

相机工作环境温度的监测位置为距相机主要壳体 80 mm 处，如图4-8所示，其中相机和测温点所处的空间内，需中间无物体遮挡且温度分布均匀。

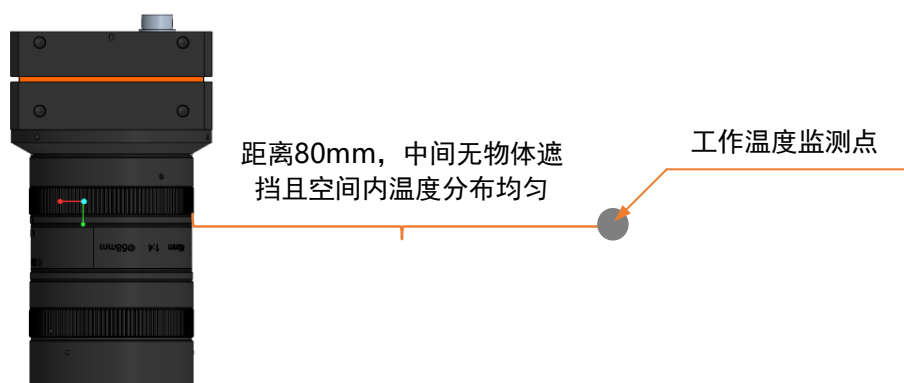


图4-8 工作温度监测点

## 外壳温度

为保证相机内部电子元器件的温度规格满足要求，对相机内部高功耗元器件增加散热处理措施，使其热量传导至外壳。因此，在触摸相机外壳时，感受到外壳有一定的温度，或者“烫”，这是相机散热的正常现象。

电子元器件工作产生的热量传导至相机外壳后，若相机没有附加任何散热措施，则热量通过相机外壳以对流和辐射的形式将热量散至外界环境，如图 2 所示。



图4-9 线阵相机无任何附件散热措施下的散热说明

线阵相机内部电子元器件的温度是影响图像质量、设备运行稳定性和长期可靠性的关键因素。因此，可通过降低外壳温度，从而降低内部电子元器件温度的方式，获取更优的图像质量和可靠性。

## 4.5.2 散热措施

相机外壳温度受相机功耗、相机尺寸、相机周围环境以及附加散热措施的影响。通过设计相机现场安装方式，附加相机散热措施，可将外壳热量快速散至外界环境。

在工业现场，相机外壳热量可以通过安装件、固定平台导走散出。如图4-10所示，而这种散热措施的散热效果取决于材料的导热性能以及安装件方式等。本节将分别对材质和安装方式做具体说明。

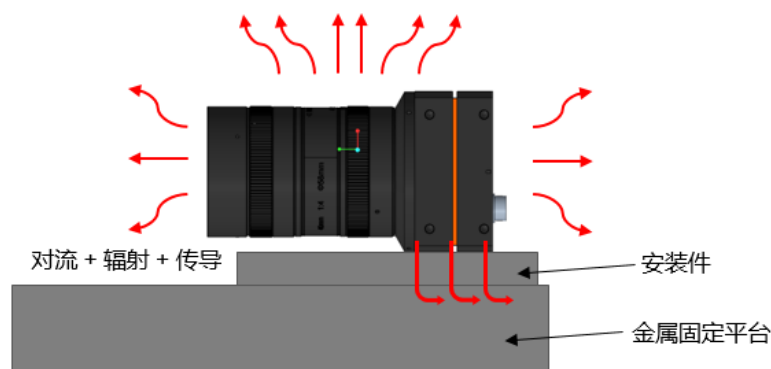


图4-10 安装件散热

### 安装件材质

- 建议安装件和固定平台使用高导热性能材料，如铝、铜等金属材质，热量可通过安装件进一步传至金属固定平台。
- 不建议使用塑料和橡胶等低导热系数材质。

#### i 说明

后续安装件设计的散热说明均针对高导热性能材料，对于低导热性材质的散热说明请见[低导热材质](#)章节。

### 安装件设计

- 导热路径。
  - 安装件的导热路径需尽可能短，以提高散热效率。
  - 安装件的厚度、长度以及是否折弯等都会影响相机的导热路径距离。

如图4-11中安装方式①和②所示，建议使用厚度更薄的安装件，缩短相机通过安装件的导热路径。

如图4-11中安装方式③和④所示，避免使用长度延长以及折弯的安装件，增加相机通过安装件的导热路径。

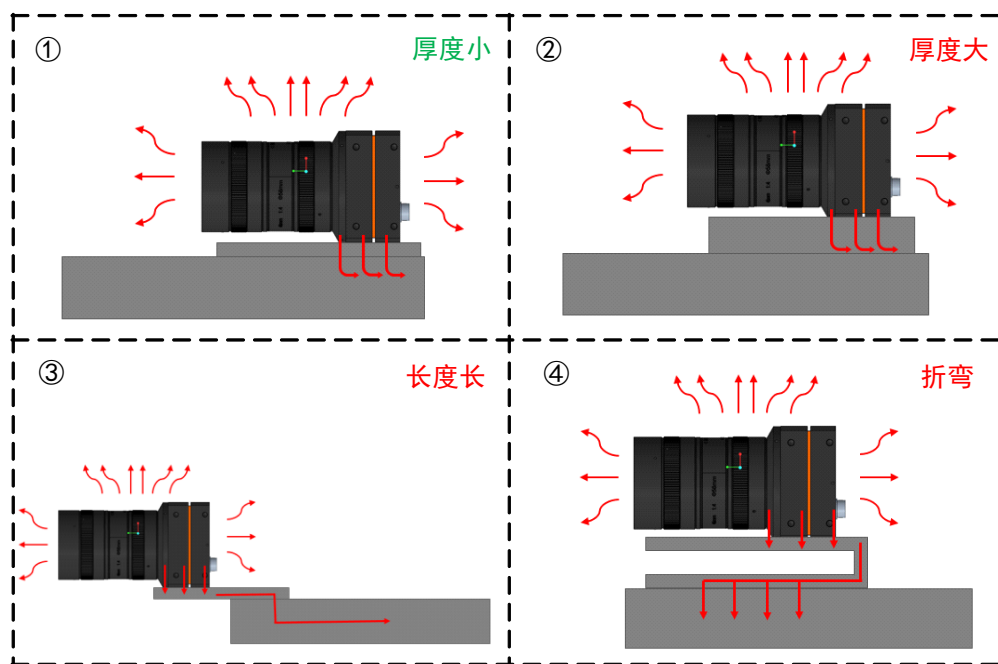


图4-11 不同安装方式的导热路径

#### ● 接触面积。

- 相机、安装件和固定平台之间应尽量使用面接触，避免安装件、相机和固定平台之间使用点接触，且需尽量增大接触面积。

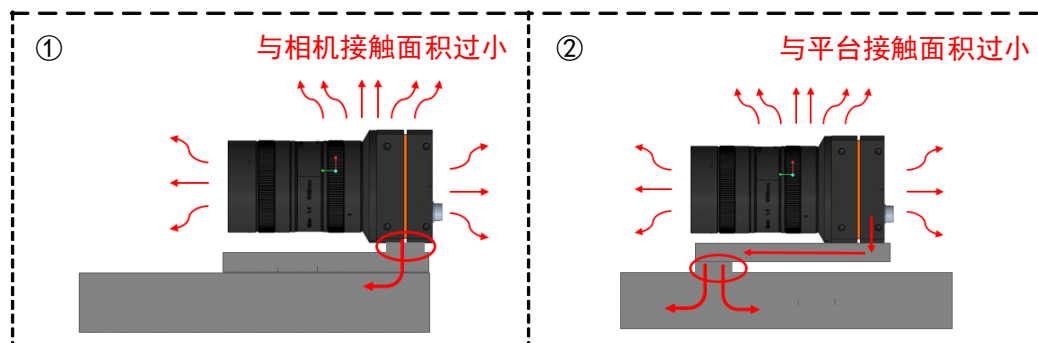


图4-12 安装件与相机、固定平台之间的接触面积

- 安装件的平面度需控制在 0.1 mm 内，以防实际接触面并未完全贴紧，影响散热效果。

### 4.5.3 低导热材质

当安装件为塑料、橡胶等导热性能差的材料时，由于安装件直接与相机接触，相机热量难以通过安装件导出。可通过风扇和空调等通风设备，增加相机表面空气流动速度，降低相机周围环境空气温度，强化相机对流散热，从而降低相机外壳温度，提高相机图像质量和可靠性。

当固定平台材质为塑料和墙体等导热性能较差的材料时，可通过如下几种方式增强散热。

- 增大安装件表面积。

安装件和相机接触良好的情况下，可视为相机外壳的一部分，外壳散热面积越大，散热效果越好，因此安装件的表面积越大，散热效果越好。

- 安装件可做成金属材质的散热齿形状，也可做成大面积平板，增强散热效果。

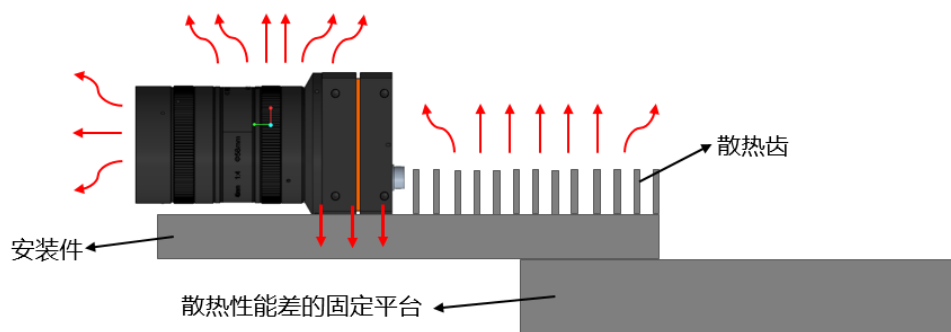


图4-13 增加散热齿的安装件

- 除此之外，可以采用喷漆和氧化等方式，增加安装件向外界环境的辐射换热，强化相机的散热。

## 第5章 相关配件

### 5.1 镜头

#### 5.1.1 镜头接口

XoFLink 光口工业线阵相机支持标准 M42 口、M72 口和 M90 口镜头，M42 可通过镜头转接环转接至 F 口、C 口以及其他螺纹口镜头，M72 和 M90 可通过镜头转接环转接至 F 口镜头。M42 口相机镜头螺纹深度不低于 5.5 mm，M72 口和 M90 口相机镜头螺纹深度不低于 5 mm。

#### 5.1.2 镜头选型

为满足工业相机的图像采集需求，本公司提供多款镜头，具有高性能、高清晰度、低畸变率等特点。选择镜头时，应考虑以下几个因素：

- 接口：XoFLink 光口工业线阵相机为标准 M42 口、M72 口和 M90 口，在选择镜头时，选择相同接口的镜头。当相机和镜头的接口不同时，部分镜头接口可使用对应的镜头转接环进行转接。
- 法兰后焦：不同接口的镜头法兰后焦不同，在选择镜头时，需选择法兰后焦匹配的接口镜头。
- 靶面尺寸：即镜头成像可覆盖的最大芯片尺寸。选择镜头时，需保证镜头靶面要大于等于相机的靶面尺寸。
- 分辨率：代表镜头记录物体细节的能力，通常以每毫米能够分辨出的线对数为计量单位：线对/毫米 (lp/mm)，分辨率越高的镜头，成像越清晰。选择镜头时，需保证系统需要的精度小于镜头的分辨率。
- 工作距离：即镜头的第一个工作面到被测物体的距离。选择镜头时，需保证工作距离大于镜头的最小物距。
- 焦距：即从镜头的中心点到焦拍平面上所形成的清晰影像之间的距离。焦距数值越小，数字相机拍摄到的画面视野越大。可根据镜头的焦距，搭建合适的工作距离，或根据工作距离需求，选择合适的镜头。

为更好的提供合适的镜头型号，可登录海康机器人官网 ([www.hikrobotics.com](http://www.hikrobotics.com)) 视觉产品 > 镜头 > [镜头选型工具](#)，输入您的应用参数，我们即可帮您找到适合的镜头型号，如有问题，请联系本公司技术支持。

## 5.2 线缆

### 5.2.1 线缆选型

根据线缆性能，可分为标准、高柔以及超柔类线缆，使用时，需根据不同的使用场景进行选择。

- 标准线缆：只适用于静态场景。
- 柔性线缆：可承受拖链或弯折运动 10 万次。
- 高柔线缆：可承受拖链运动 500 万次。
- 超柔线缆：可承受拖链运动 1000 万次、弯折运动 300 万次或扭转运动 500 万次。

### 5.2.2 布线原则

对于表6-1中选用的电源 I/O 线缆和网线，需关注高频通信和高频运动等场景应用需求，在这种场景中，若用不合适的方式布置线缆，可能在使用中造成各种问题，例如线缆外皮磨损、内部导体折断、相机丢包等。基于以上情况，本节对运动类线缆的基本布线原则和注意事项进行介绍，以帮助您正确安装、使用相关产品，提升系统整体健康运转寿命。

- 布线时链轨的最小弯曲半径，应控制在线径的 10~12 倍以上（弯曲半径越大，线缆运动寿命越长）。
- 确保线缆在链轨中无打旋现象，线缆应沿链轨方向水平铺开。
- 若线缆铺设过紧，线缆外皮与链轨在运动过程中会产生摩擦，进而导致外皮磨损，因此在布线过程中，应避免有铺设张力作用在线缆上。
- 如果将线缆固定在链轨运动部位，运动过程中会对固定位置产生应力集中，因此可将线缆两端固定，但不可固定在中间的运动段。
- 多条线缆在链轨中运动时可能存在互相干扰，此时应选择足够宽度尺寸的链轨，以确保线缆在水平铺设后仍留有一定空间，使用隔片也是避免干扰的有效办法。注意隔片与线缆之间也应留有至少 2 mm 空隙。若没有隔片，请勿将线缆堆积排放！
- 请保持线缆铺设后所占据的空间系数在 30% 以内，如下图所示。

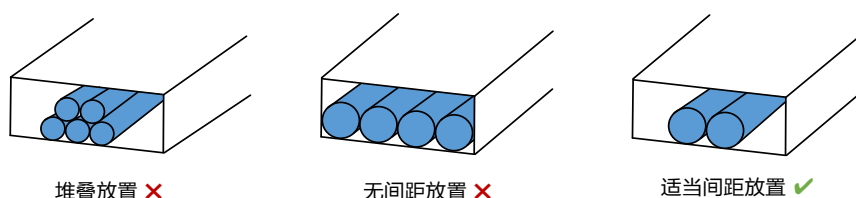


图5-1 线缆铺设后所占据空间

- 同一链轨内，若存在不同粗细直径的线缆，外径小的线缆容易被外径大的线缆挤压到底部，此时需使用隔片进行分类隔离，如稀土所示。

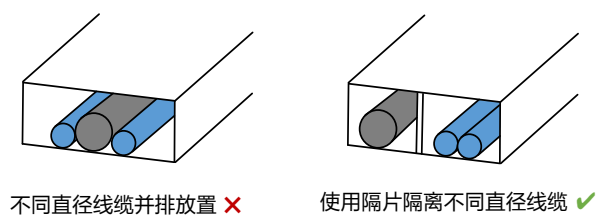


图5-2 隔片分离隔离

- 若与空管等硬物在同一链轨内布线，请使用隔片进行隔离。
- 若链轨已损坏，请同时更换链轨和线缆，因为损坏的链轨可能已加剧对线缆的损伤。
- 请勿将线缆垂直弯曲在固定点上。

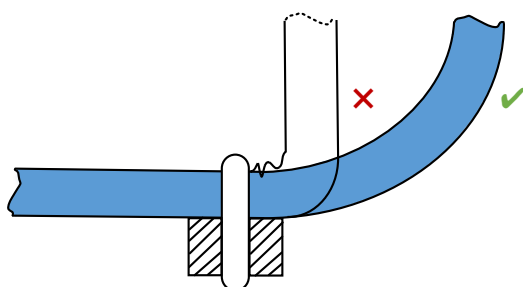


图5-3 请勿垂直弯曲固定

- 请务必给线缆预留合适的弯曲长度。

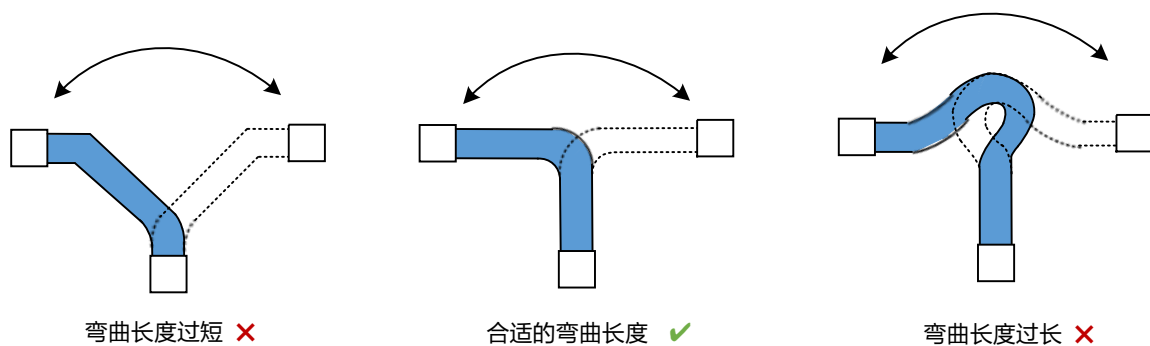


图5-4 预留合适的弯曲长度

- 请保持足够的弯曲半径。



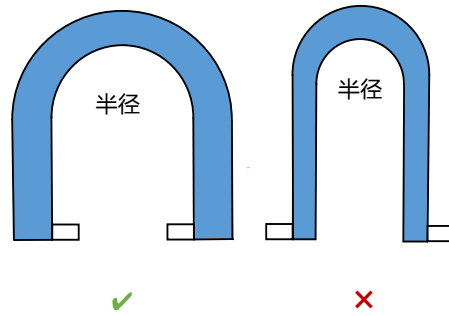


图5-5 足够的弯曲半径

- 连接器装配时，请固定在连接器网尾，而非线身上。

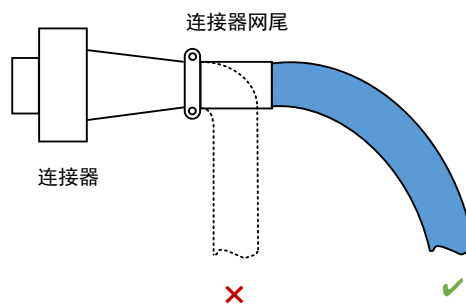


图5-6 装配连接器

- 请勿将不同线径的线缆捆绑在一起。

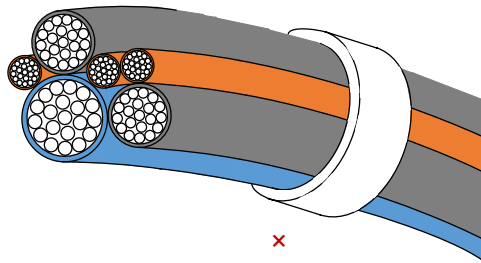


图5-7 请勿混合捆绑

## 第6章 快速入门

### 6.1 相机安装

#### 6.1.1 安装配套

为正常使用 XoFLink 光口工业线阵相机，安装前请准备表6-1中的配套物品。

表6-1 建议配套物品

| 序号 | 配件名称          | 数量  | 说明                                                                                     |
|----|---------------|-----|----------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 电源 I/O 线缆（必配） | 1   | 12-pin 线缆或延长线缆，需单独采购                                                                   |
| 2  | 直流电源（必配）      | 1   | 符合要求的电源适配器或开关电源，具体请查看相应的技术规格书，需单独采购                                                    |
| 3  | 采集卡（必配）       | 1   | 10 Gbps 光口采集卡，需单独采购                                                                    |
| 4  | SFP+光模块（必配）   | 1/2 | 相机内部已包含光模块，采集卡光口根据数量需求单独加装光模块<br><br><b>i 说明</b><br>部分型号相机内部无光模块，此时相机光口和采集卡光口均需单独加装光模块 |
| 5  | SFP+光纤跳线（必配）  | 1/2 | 可选择 1 或 2 根光纤跳线传输数据，需单独采购<br>当使用 2 根线缆时，长度需保持一致                                        |
| 6  | 镜头（必配）        | 1   | 与相机镜头接口匹配的镜头或其他接口镜头，需单独采购                                                              |
| 7  | 转接环（选配）       | 1   | 使用与相机镜头接口不同的镜头时，需根据镜头接口配置转接环，可根据需求单独采购                                                 |

#### **i 说明**

需单独采购的采集卡、SFP+光模块和 SFP+光纤跳线具体型号请查看相应型号相机的技术规格书。

## 6.1.2 整机安装

整机连接如下图所示。

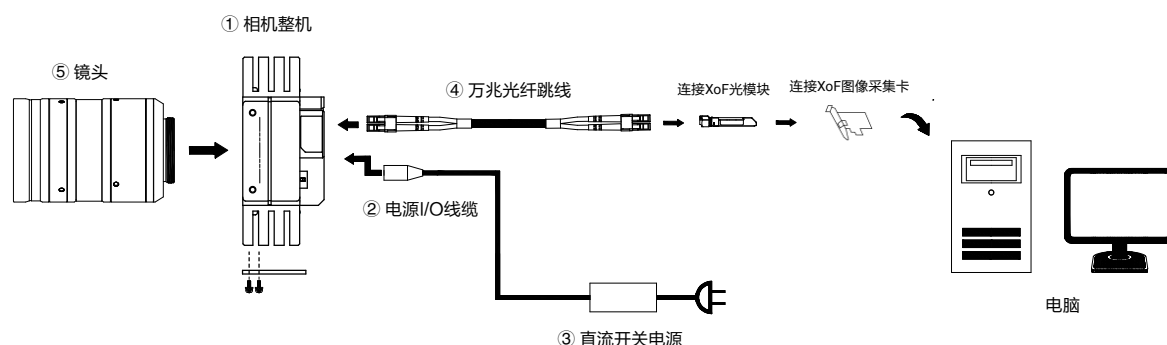


图6-1 整机连接

### 操作步骤

1. 将相机固定到安装位置，选择合适的镜头安装到相机上。
2. 将 SFP+光模块插入 10 Gbps 光口采集卡，如下图所示。

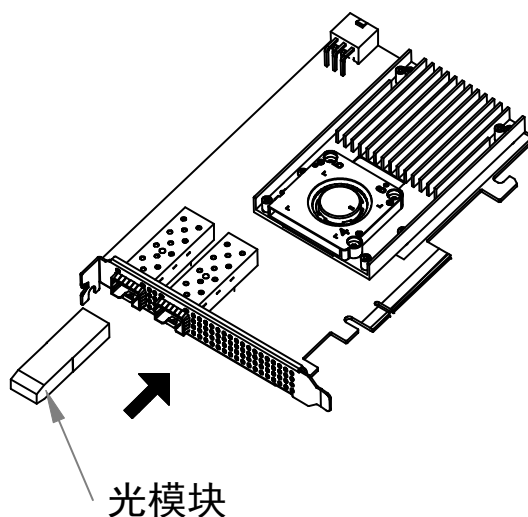


图6-2 将光模块插入采集卡

3. 确保相机没有连接电源的情况下，使用 SFP+光纤跳线连接相机与光模块。
  - 请选择正确的 SFP+光纤跳线进行连接，具体使用请根据线缆协议、接口类型及实现方式进行选择。
  - 相机有 1 个或 2 个 XoFLink 光口，可通过 1 个或 2 个 XoFLink 光口传输数据。使用接口数量不同，相机可选择的链路配置也有所差别，对应关系请见下表。

表6-2 相机接口与 Link 配置关系

| 使用接口数 | 使用的相机接口 | 链路配置                          |
|-------|---------|-------------------------------|
| 1     | F0      | 1 Link 10 Gbps                |
| 2     | F0, F1  | 1 Link 10 Gbps、2 Link 10 Gbps |

### 说明

- 相机型号不同，支持的接口数量也不同，具体请以实际设备为准。
- 部分型号相机的旧设备上，第一个 XoFLink 光口标识为 F1，第二个 XoFLink 光口标识为 F2，具体位置请见 [产品外观介绍](#) 章节。

4. 将电源及 I/O 线缆接在合适的电源适配器或者开关电源上，I/O 接口定义参考

5. [电源及 I/O 接口定义](#) 章节。

## 6.2 客户端安装

XoFLink 光口相机可通过 MVS 客户端连接并进行参数设置、固件升级等操作。MVS 客户端 3.4.0 及以上版本支持接入 XoFLink 光口线阵相机。

MVS 客户端支持安装在 Windows XP/7/10 32/64bit、Linux 32/64bits、macOS 64bits 以及 Android 4.4~9.0 操作系统上。本手册以 Windows 系统为例进行介绍。

### 操作步骤

1. 请从海康机器人官网 ([www.hikrobotics.com](http://www.hikrobotics.com)) 机器视觉 > 服务支持 > [下载中心](#) 中下载工业相机客户端 MVS。
2. 进入安装界面，单击**开始安装**，如下图所示。



图6-3 安装界面

3. 选择安装路径、需要安装的驱动（默认已全部勾选）和其他功能，如图6-4所示。

- **选择驱动**：可勾选 **GIGE**、**USB 3.0** 和 **PCIE**，勾选后客户端才可枚举到对应接口的设备。
- **其他**：勾选开启内置的调试功能后，可减慢网口相机断点调试时的掉线速度；勾选开启所有网卡巨帧后，可提高客户端的网络传输性能；勾选 **PCle-CML**、**PCle-CXP**、**PCIE-GEV** 和 **PCIE-XoF** 后，客户端可枚举到对应接口的采集卡，可根据需要进行勾选安装。

### 说明

- 当 **PCIE** 已勾选时，**PCle-CML**、**PCle-CXP**、**PCIE-GEV** 或 **PCIE-XoF** 才可被勾选。
- **PCle-CML**、**PCle-CXP**、**PCIE-GEV** 或 **PCIE-XoF** 仅支持本公司自研采集卡驱动。



图6-4 安装选项

4. 单击下一步开始安装。

5. 安装结束后，单击完成。

### 说明

- 该软件已经集成硬件所需驱动，无需下载安装其他驱动。
- 软件界面可能因版本信息不同与本手册截图有差异，请以实际显示为准。

## 6.3 相机调试

### 操作步骤

1. 双击桌面的 MVS 快捷方式，打开 MVS 客户端软件。

- 单击设备列表中 PCIe 接口处的 ，客户端自动枚举可搜索到的采集卡。
- 单击  连接采集卡，客户端自动枚举该采集卡下的 XoFLink 光口线阵相机，如下图所示。

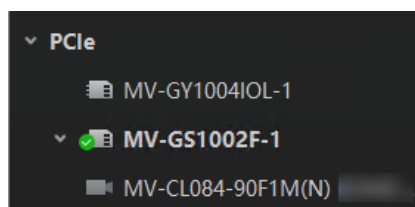


图6-5 自动枚举相机

- 单击  连接相机，MVS 客户端界面如下图所示。

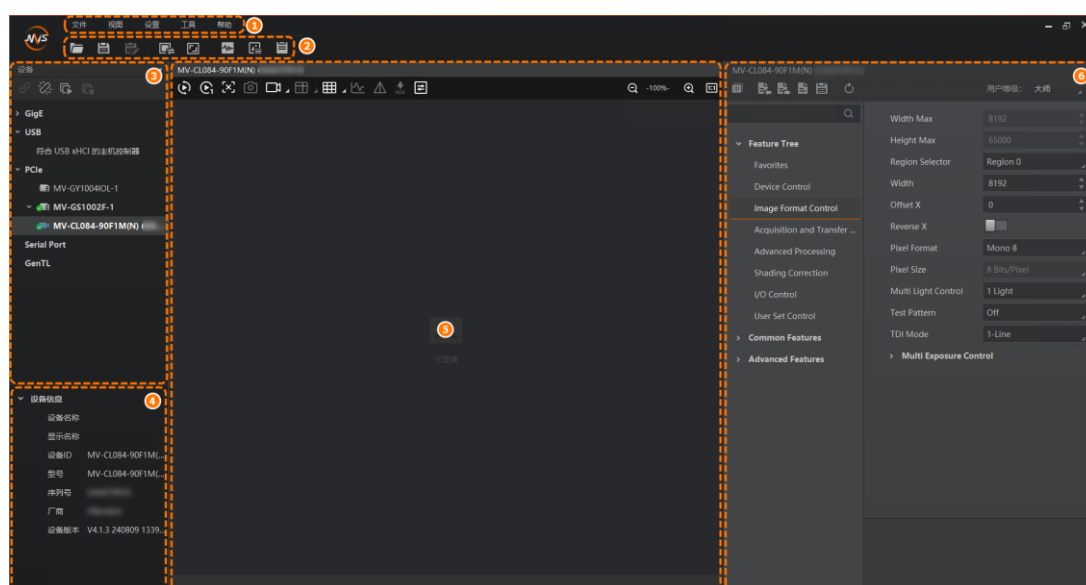


图6-6 MVS 主界面

各区域功能请见下表。

表6-3 客户端主界面区域

| 区域编号 | 名称     | 功能说明                       |
|------|--------|----------------------------|
| 1    | 菜单栏    | 提供文件、视图、设置、工具和帮助的功能        |
| 2    | 控制工具条  | 提供文件、视图和工具的快捷功能            |
| 3    | 设备列表   | 显示当前设备在线情况，可枚举和连接相机等       |
| 4    | 设备信息   | 显示当前连接设备的基本信息              |
| 5    | 图像预览窗口 | 显示相机实时图像数据。并对相机实时信息进行统计和显示 |

| 区域编号 | 名称   | 功能说明         |
|------|------|--------------|
| 6    | 设备属性 | 可对相机参数进行读写操作 |

5. 通过区域⑥，调节相机的像素格式、曝光时间等。

6. 点击区域②中的进行连续采图。

7. 通过区域⑥，对相机进行平场校正。

### 说明

彩色相机还需进行白平衡校正。

8. 通过客户端观察相机采图是否过暗或过亮，若亮度不合适，需增加外部光源，并调整镜头光圈，使相机亮度合适。

9. 通过客户端观察相机成像是否清晰，若不清晰，需进行如下操作。

1) 在相机下方，放置一个边缘对比度明显的图例，确保在相机视野中。

2) 转动相机镜头，调整焦距，观察边缘竖线成像。

3) 当边缘竖线过渡带在 3 个像素左右时，则成像清晰。

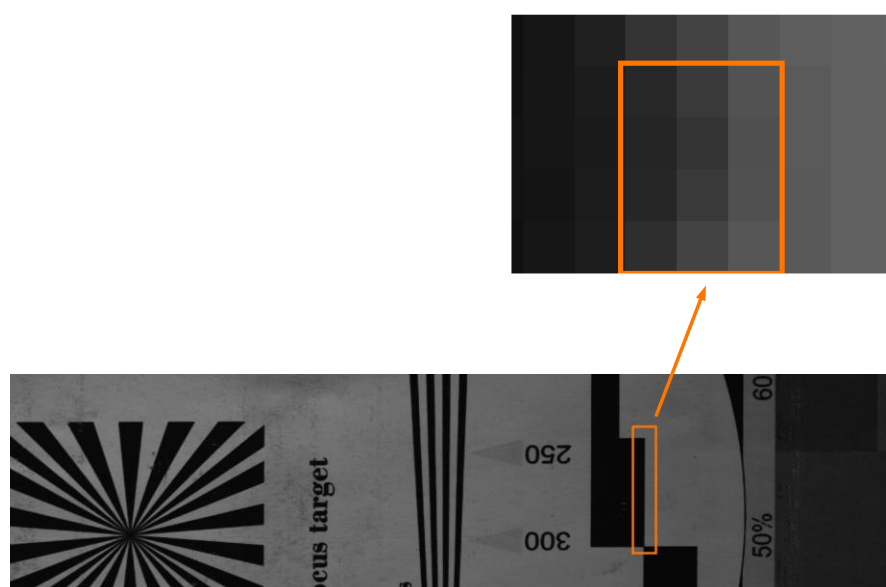


图6-7 成像清晰示例

10. （可选）成像清晰后，可根据实际需求，通过区域⑥中对相机其他功能进行设置。

单击属性名称，右侧区域显示相机的具体属性，各属性分类的介绍请见[相机参数索引](#)章节。

### 说明

不同型号相机的属性有所差别，具体属性参数可在客户端的属性树中查看。

## 第7章 I/O 电气特性与接线

### 7.1 I/O 概述

相机的 I/O 信号为 4 路，可配置单端或差分输入输出信号（Line 0/1/3/4），可根据实际需求配置为差分输入/输出或单端输入/输出。

#### 说明

MV-CL084-90F1M 型号相机的电源及 I/O 接口仅支持供电功能，无 I/O 功能。

### 7.2 I/O 电气特性

#### 7.2.1 差分输入电路

相机 I/O 信号中的差分输入信号，同时支持单端输入，内部电路如下图所示。

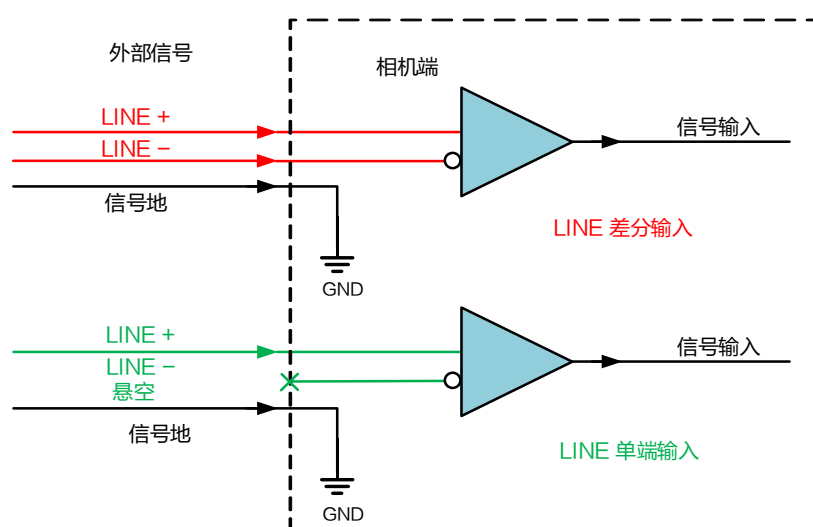


图7-1 差分输入内部电路

差分输入可接受 RS-422 标准、RS-644 标准、TTL&LVTTTL 标准输入信号。

#### ● 使用 RS-422 标准输入

若差分输入采用 RS-422 标准信号。为确保相机的输入电路正常运行，需要将相机地信号和外部地信号相接。

RS-422 标准定义了总线结构的连接，几个相机的输入可连接到 RS-422 总线上。最多可以同时连接 10 台相机，其中仅有 1 个相机为“主”发射器（D），其他相机为“从”接收器（R）。接收器和总线之间的走线长度应该尽可能小。总线必须有一个 120Ω 的终端电阻（RT）。



当相机在总线上作为最后 1 个接受器时，此相机的终端电阻需要使能，其余相机的终端电阻需要禁用。总线上不应该使能多个终端电阻，这会降低信号的可靠性，并有可能导致 RS-422 设备损坏。

- 使用 RS-644 标准输入

若差分输入采用 RS-644 标准信号，则输入端必须使能 120Ω 终端电阻。

- 使用 TTL&LVTTTL 标准输入

若差分输入采用 TTL&LVTTTL 标准信号，输入端的 120Ω 终端电阻需要禁用，接入电气特性需求请见下表。

表7-1 TTL&LVTTTL 输入的电气特性要求

| 电压范围       | 定义          |
|------------|-------------|
| 0 V–1 V    | 低电平         |
| 1 V–3 V    | 电压不稳定，不建议使用 |
| 3.3 V–24 V | 高电平         |

## 7.2.2 差分输出电路

相机 I/O 信号中的差分输出信号，内部电路如下图所示。

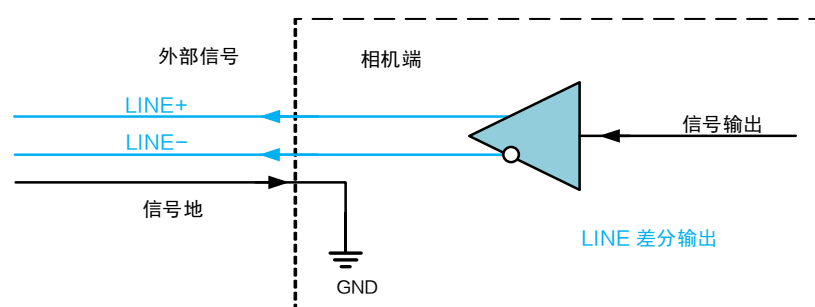


图7-2 差分输出内部电路

差分输出可输出符合 RS-422 标准和 RS-644 标准信号。

- 使用 RS-422 标准输出

为确保相机的输出电路正常运行，需要将相机地信号和外部地信号相接。该接口可作为“主”发射器，连接到 RS-422 总线中。

- 使用 RS-644 标准输出

相机使用 RS-422 标准输出的信号不能直接连接 RS-644 标准上。将输出连接 RS-644 标准输入时，需要在相机的输出位置增加电阻网络。为确保相机的输出电路正常运行，需要将相机地信号和外部地信号相接。

## 7.3 接线方式

不同型号 XoFLink 光口工业线阵相机的外观和有所不同。本章节主要介绍相机的 I/O 部分如何接线，接线图中的设备以第一种相机外观（[图4-1](#)）为例进行介绍。其他相机可根据接线图中的线缆定义，结合

[电源及 I/O 接口定义](#)章节进行类推。

### 7.3.1 输入接线

相机通过硬件触发接收输入信号进行触发拍照，可直接接收差分信号或单端信号。根据相机采用的触发模式，建议根据以下方式进行输入接线：

- 当相机采用行触发模式时，建议连接 Line 1 和 Line 3。
- 当相机采用帧触发模式时，建议连接 Line 0。

#### i 说明

- 使用前需确保硬件触发信号源设置为输入信号。
- 信号源是指直接与相机 IO 相连的设备。

- 差分信号源提供触发信号时，接线如下图所示。

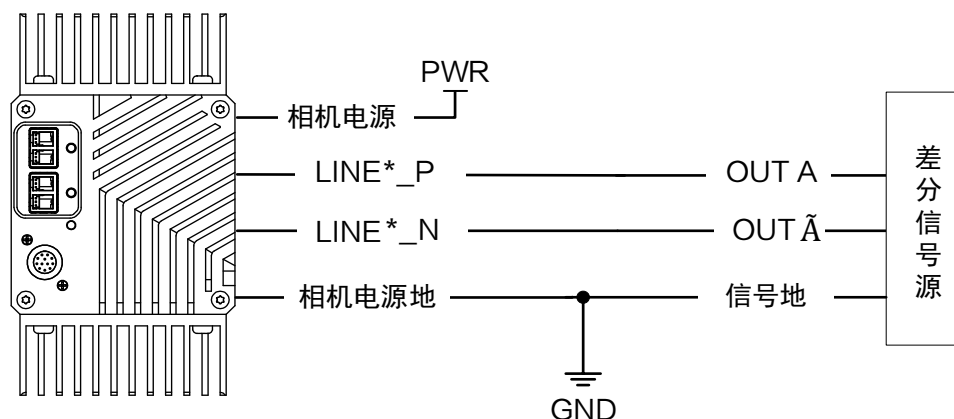


图7-3 差分输入接线

#### i 说明

差分信号源提供信号时，相机电源地需连接差分信号源设备的信号地。

- PNP 型单端信号源提供信号源时，有两种不同的接法，如 [图7-4](#) 和 [图7-5](#) 所示。

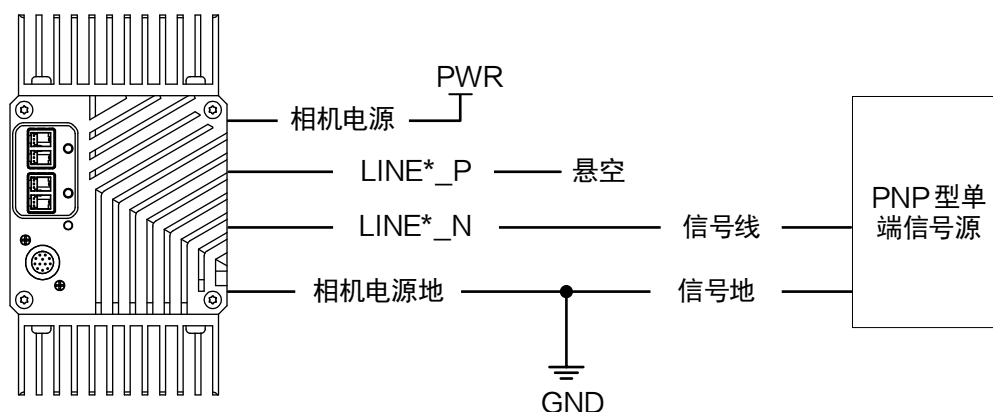


图7-4 PNP 单端输入接线

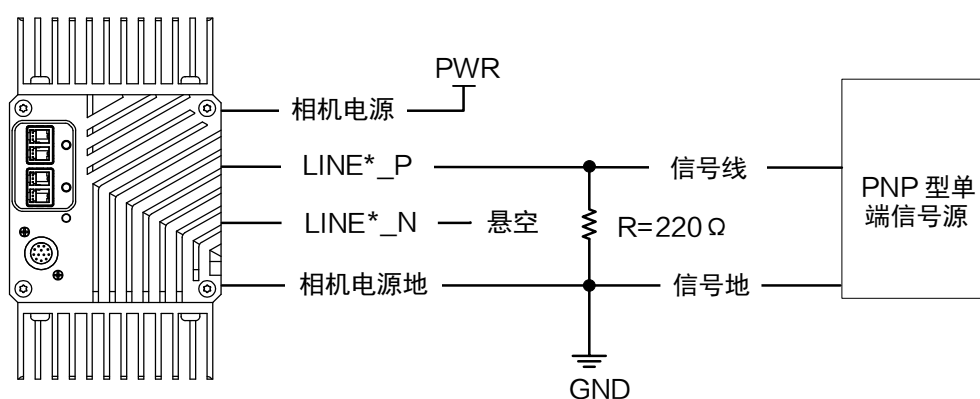


图7-5 PNP 单端输入接线（需下拉电阻）

- NPN 型单端信号源提供信号源时，有两种不同的接法，接线如 [图7-6](#) 和 [图7-7](#) 所示。

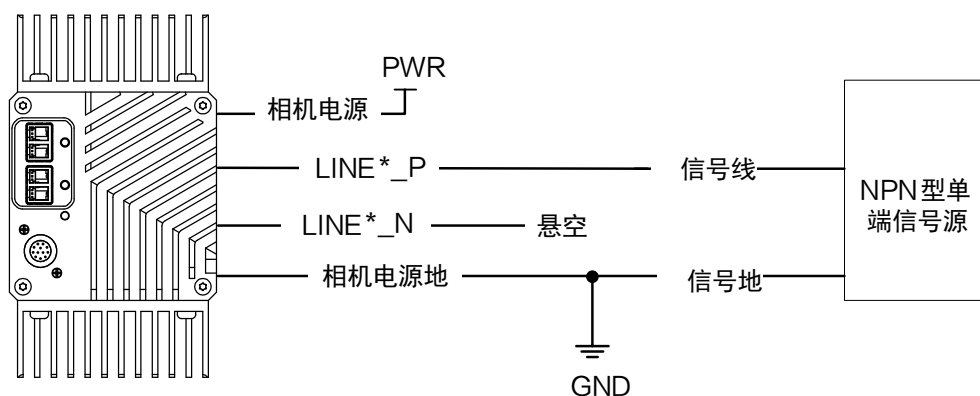


图7-6 NPN 单端输入接线

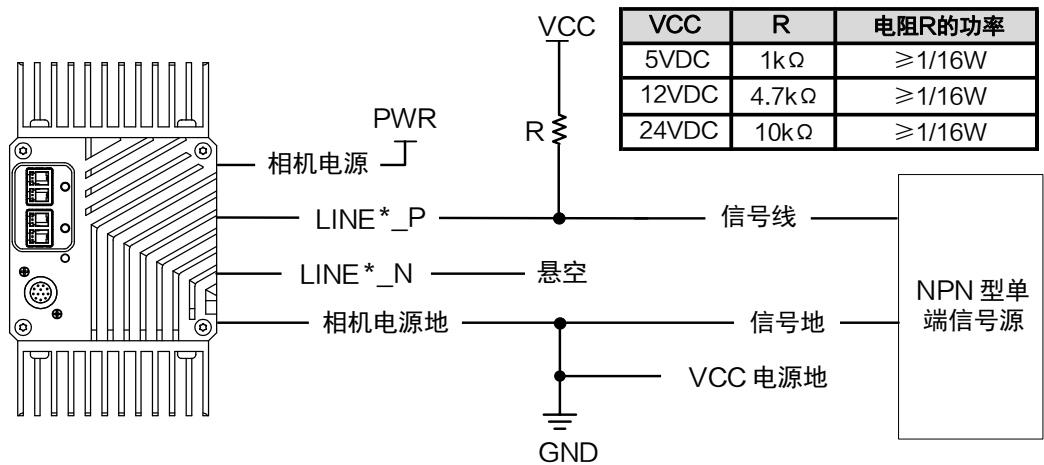


图7-7 NPN 单端输入接线（需上拉电阻）

**说明**

R 的功率范围： $R \geq \frac{1}{16} W$ 。

7.3.2 输出接线

相机的 4 路双向 I/O 信号均可设置为输出，触发其他设备。I/O 信号作为差分输出和单端输出时，接线有所差别。

- 作为差分输出时，接线如下图所示。

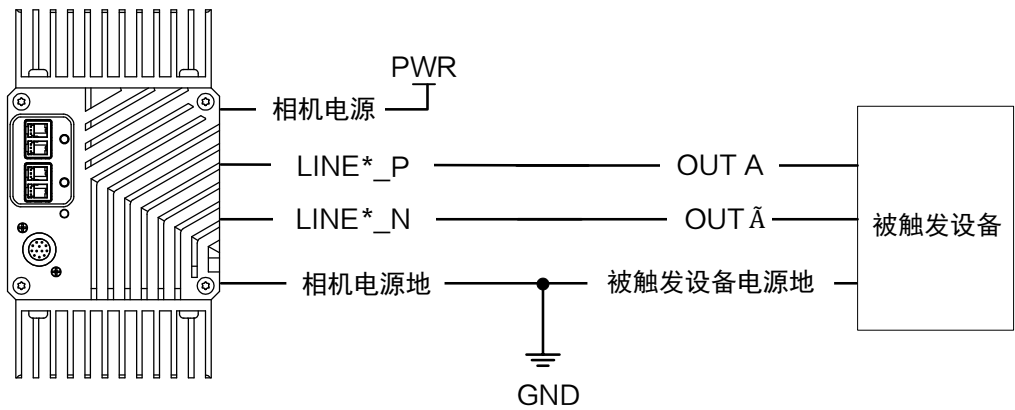


图7-8 差分输出接线

- 作为单端输出时，被触发设备需要 3.3V 及以上 LVTTTL 电平触发，此时需增加上拉电阻，电阻阻值范围为 1 ~ 10 KΩ，VCC 电压值应与需要的触发电压值匹配，接线图如下图所示。

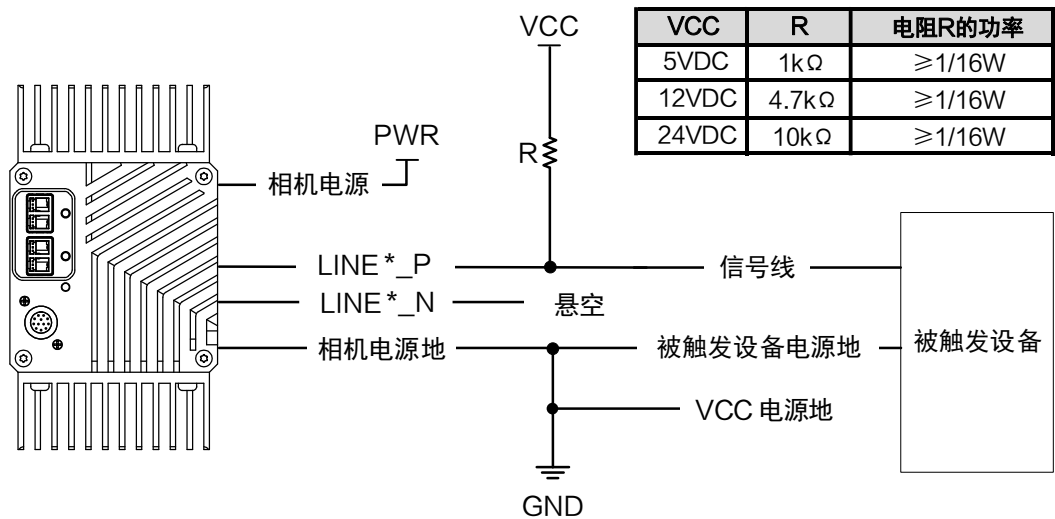


图7-9 单端输出接线（需上拉电阻）

**说明**

- R 的功率范围： $R \geq \frac{1}{16} W$ 。
- 一般推荐 VCC 使用相机电源或被触发设备电源。若使用第三方电源，则此电源地需与相机电源地、被触发设备电源地共地。

## 第8章 触发输入输出

### 8.1 触发输入

#### 8.1.1 触发模式

相机的触发模式分为内触发、行触发、帧触发和行+帧触发四种，通过如下几个参数共同控制。

- *Acquisition and Transfer Control* 属性下的 *Scan Mode* 参数；
- *Acquisition and Transfer Control > Frame Trigger Control* 属性下 *FrameTrigger Mode* 参数；
- *Acquisition and Transfer Control > Line Trigger Control* 属性下 *LineTrigger Mode* 参数。

#### 说明

当 *Scan Mode* 参数选择 *Frame Scan* 时，*Acquisition and Transfer Control* 属性下的 *Frame Trigger Control* 属性才可显示，其相关参数才可配置。

关于各触发模式的参数设置及具体的工作原理请见下表。

表8-1 触发模式及工作原理介绍

| 触发模式    | <i>Scan Mode</i> 参数选项 | <i>FrameTrigger Mode</i> 参数 | <i>LineTrigger Mode</i> 参数 | 工作原理                              |
|---------|-----------------------|-----------------------------|----------------------------|-----------------------------------|
| 内触发模式   | <i>Line Scan</i>      | /                           | 不使能                        | 相机通过设备内部信号采集每行图像,并根据相关参数的设置输出每帧图像 |
|         | <i>Frame Scan</i>     | 不使能                         | 不使能                        |                                   |
| 行触发模式   | <i>Line Scan</i>      | /                           | 使能                         | 相机通过外部信号采集每行图像,根据相关参数的设置输出每帧图像    |
|         | <i>Frame Scan</i>     | 不使能                         | 使能                         |                                   |
| 帧触发模式   | <i>Frame Scan</i>     | 使能                          | 不使能                        | 相机收到外部信号后开始采集图像,通过设备内部信号采集每行图像    |
| 行+帧触发模式 | <i>Frame Scan</i>     | 使能                          | 使能                         | 相机收到外部信号后开始采集图像,再通过另一个外部信号采集每行图像  |

## 8.1.2 触发源

除内触发以外的触发模式，行触发或帧触发信号来自其他外部信号时，需设置触发源。触发源分为软触发、硬件触发、轴编码器控制、频率转换控制、自由触发以及链路触发六种，帧触发和行触发支持的触发模式有所不同。具体的工作原理以及相应的参数如表 8-2 和表 8-3 所示。

表8-2 帧触发下外触发模式工作原理及参数

| 外触发源   | 对应参数                                                                                        | 参数选项                       | 工作原理                                                |
|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|-----------------------------------------------------|
| 软触发    | <i>Acquisition and Transfer Control &gt; Frame Trigger Control &gt; FrameTrigger Source</i> | <i>Software</i>            | 触发信号由软件发出，通过 XiLink 光口传输给相机进行采图                     |
| 硬件触发   |                                                                                             | <i>Line *</i>              | 外部设备通过相机的 I/O 接口与相机进行连接，触发信号由外部设备给到相机进行采图           |
| 频率转换控制 |                                                                                             | <i>Frequency Converter</i> | 通过频率转换的方式给相机信号进行采图，具体介绍请见 <a href="#">频率转换控制</a> 章节 |
| 自由触发   |                                                                                             | <i>Anyway</i>              | 相机可同时接收以上触发源的信号，具体介绍请见 <a href="#">自由触发</a> 章节      |
| 链路触发   |                                                                                             | <i>Link Trigger*</i>       | 触发信号由采集卡发出给相机进行采图，具体介绍请见 <a href="#">链路触发</a> 章节    |

表8-3 行触发下外触发模式工作原理及参数

| 外触发源   | 对应参数                                                                                      | 参数选项                       | 工作原理                                                |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|-----------------------------------------------------|
| 硬件触发   | <i>Acquisition and Transfer Control &gt; Line Trigger Control &gt; LineTrigger Source</i> | <i>Line *</i>              | 外部设备通过相机的 I/O 接口与相机进行连接，触发信号由外部设备给到相机进行采图           |
| 轴编码器控制 |                                                                                           | <i>Encoder Module Out</i>  | 通过轴编码器的方式给相机信号进行采图。具体介绍请见 <a href="#">轴编码器控制</a> 章节 |
| 频率转换控制 |                                                                                           | <i>Frequency Converter</i> | 通过频率转换的方式给相机信号进行采图，具体介绍请见 <a href="#">频率转换控制</a> 章节 |
| 自由触发   |                                                                                           | <i>Anyway</i>              | 相机可同时接收以上触发源的信号，具体介绍请见 <a href="#">自由触发</a> 章节      |
| 链路触发   |                                                                                           | <i>Link</i>                | 触发信号由采集卡发出给相机进行采                                    |

| 外触发源 | 对应参数 | 参数选项            | 工作原理                             |
|------|------|-----------------|----------------------------------|
|      |      | <i>Trigger*</i> | 图，具体介绍请见 <a href="#">链路触发</a> 章节 |

### 说明

- 以上触发源需开启帧触发模式或行触发模式或行+帧触发模式才有效。
- 行+帧触发模式下，当帧触发和行触发选择的触发源以及触发相关参数设置均一致时，触发源的第一个信号作为帧触发信号使相机开始采集图像，后续信号作为行触发信号采集每行图像直至完成一帧图像的处理，再进行下一帧图像的处理。
- 不同型号以及不同固件程序相机支持的触发源及相关参数有所差别，具体请以相机实际参数为准。

## 软触发

相机帧触发模式开启时，触发源可选软触发。

### 操作步骤

1. 通过 *Acquisition and Transfer Control* 属性下的 *Scan Mode* 参数,选择 *Frame Scan*。
2. 使能 *Acquisition and Transfer Control > Frame Trigger Control* 属性下的 *FrameTrigger Mode* 参数。
3. *FrameTrigger Source* 选择 *Software*。
4. 单击 *FrameTrigger Software* 参数处的 **Execute** 发送软触发命令使相机开始采集图像。

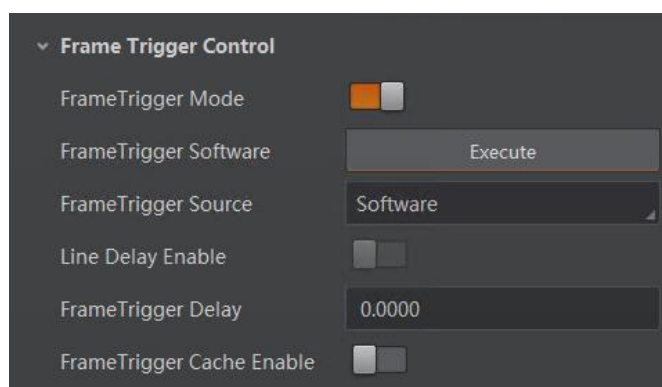


图8-1 软触发设置

软触发模式可设置帧触发出图数、触发延迟、帧触发缓存使能和触发防抖，具体介绍参见[触发相关参数](#)章节。



## 硬件触发

相机帧触发或行触发开启时，触发源可选硬件触发，即 Line \*。此时相机每帧图像或每行图像的触发拍照命令由外部设备给到相机。

### 说明

不同型号相机的硬件触发信号源属性有所差别，部分型号相机为输入或输出信号，部分为双向可配置信号，具体请查看 [电源及 I/O 接口定义](#) 章节对相机管脚定义的介绍。

### 操作步骤

1. 通过 *Acquisition and Transfer Control* 属性下的 *Scan Mode* 参数，选择 *Frame Scan* 或 *Line Scan*。
2. 使能 *Frame Trigger Control* 属性下的 *FrameTrigger Mode* 参数或 *Line Trigger Control* 属性下的 *LineTrigger Mode* 参数。

### 说明

仅 *Scan Mode* 参数选择 *Frame Scan* 时，*Frame Trigger Control* 属性才可显示，相关参数才可配置。

3. *FrameTrigger Source* 或 *LineTrigger Source* 选择 Line \* 其中一路，下图中以 *Line 0* 为例。

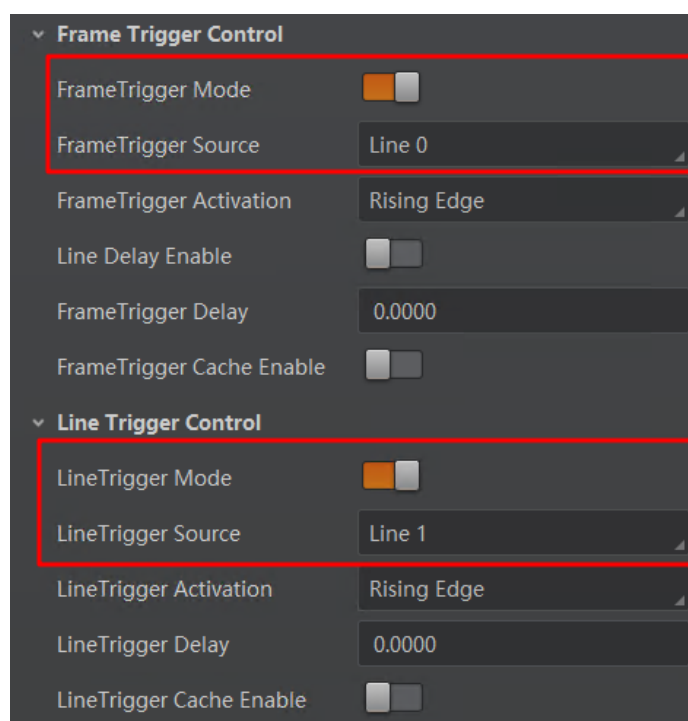


图8-2 硬件触发设置

硬件触发可设置帧触发出图数、帧/行触发响应方式、触发延迟、帧/行触发缓存使能和触发防抖，具体介绍参见[触发相关参数](#)章节。

双向可配置信号作为硬件触发源使用时，需确保设置为 Input 模式。在 *I/O Control* 属性中，*Line selector* 参数选择信号源，将 *Line Mode* 参数设置为 *Input* 即可，如下图所示。

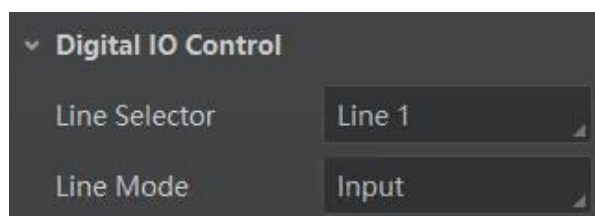


图8-3 Line 0 设置为输入信号

部分相机的双向可配置信号作为输入信号使用时，还需设置信号类型，通过 *Line Format* 参数进行设置，如[图8-4](#)所示。

### 说明

相机是否支持设置信号类型，具体请以实际参数为准。

具体可选类型如下：

- *SingleEnded*：可接收单端输入信号；
- *Differential*：可接收 TTL&LVTTTL 标准输入信号。

### 警告

选择信号类型时，需根据实际外部接入设备的类型选择。若类型不匹配，有烧坏 I/O 的风险。

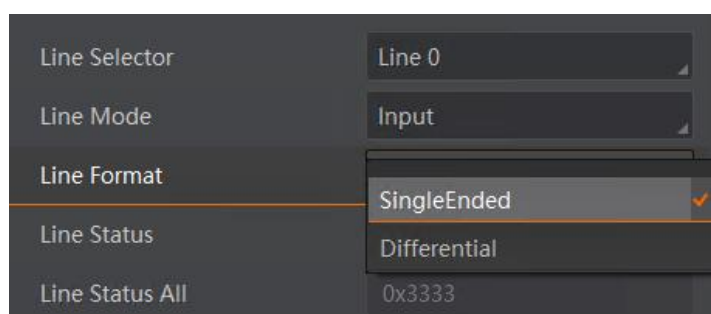


图8-4 设置信号类型

### 说明

关于 IO 接口的电气特性以及接线方式请查看 [I/O 电气特性与接线](#) 章节。

## 轴编码器控制

相机开启行触发时，触发源可选轴编码器控制。此时相机将接收的两路有相位差的硬件触发信号 A 和 B 通过轴编码器模块处理后作为行触发信号，实现方式如下图所示。

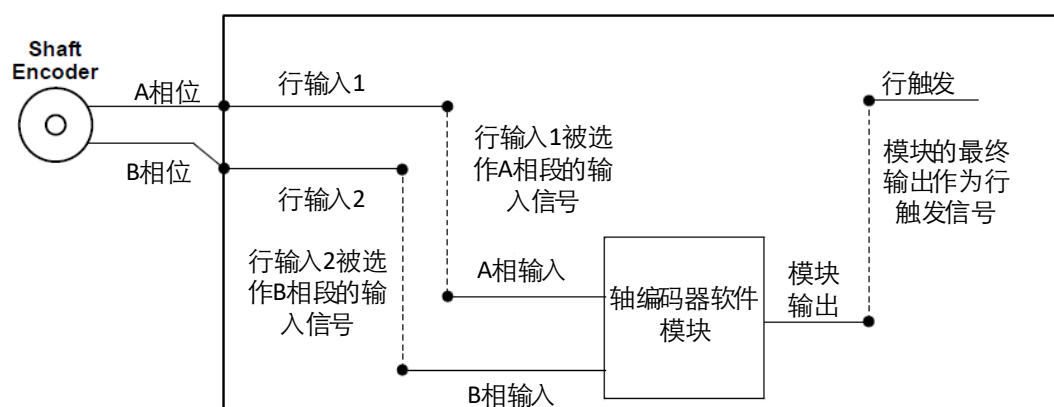


图8-5 轴编码器实现逻辑

使用轴编码器控制行触发的优势如下：

- 编码器输出脉冲频率和转速成正比
- 输出脉冲作为相机的触发信号
- 同步相机的采集速率和样品运动
- 非匀速运动的情形也能完美匹配
- 一个触发信号可设置为采集多行或者多帧，频率可调

该功能通过 *I/O Control > Encoder Control* 属性实现，操作步骤如下：

1. *Encoder Source A* 和 *Encoder Source B* 参数选择外部信号源。

A 和 B 推荐选择不同的信号源。若选同一触发源，则轴编码器不输出信号。

2. 通过 *Encoder Trigger Mode* 参数设置源信号的触发方向，可选 *Any Direction* 和 *Forward Only* 和 *Backward Only*。

- *Any Direction*：正向或反向均可触发；
- *Forward Only*：正向触发；
- *Backward Only*：反向触发。

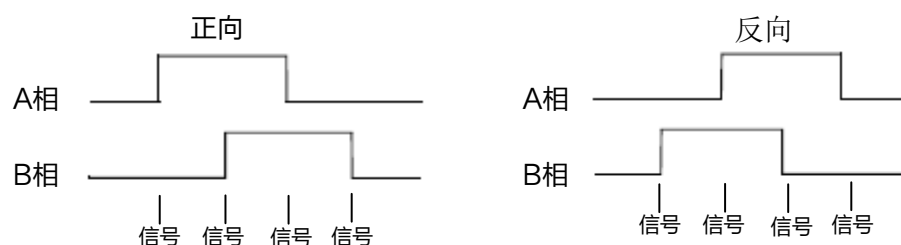


图8-6 相机处理逻辑

### 说明

如图8-6所示，编码器每个 A、B 相单位运动对应 4 个脉冲信号。

3. 通过 *Encoder Counter Mode* 参数设置计数方向，决定 *Encoder Counter* 参数的计数逻辑，可选 *Ignore Direction*、*Follow Direction* 和 *Backward Direction*。

- *Ignore Direction*: 正向或反向触发均计数；
- *Follow Direction*: 正向触发时有效，*Encoder Counter* 参数增加，反向运动时减少；
- *Backward Direction*: 反向触发时有效，*Encoder Counter* 参数增加，正向运动时减少。

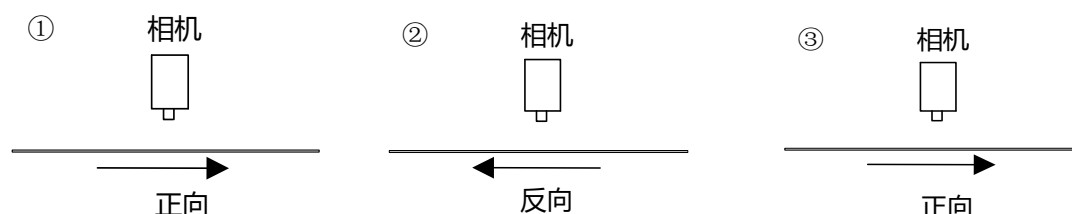


图8-7 计数说明

4. (可选) 可通过 *Encoder Counter Max* 参数设置 *Encoder Counter* 参数的最大值。当计数过程中，*Encoder Counter* 参数达到设置的最大值，则接收下个有效信号时该参数自动清零，重新开始计数。  
也可通过 *Encoder Counter Reset* 参数手动清零 *Encoder Counter* 参数的数值。
5. (可选) 若被测物运动过程中出现抖动导致反向运动，可通过设置 *Encoder Max Reverse Counter* 参数避免反向运动时输出图像。设置的数值为可允许不出图的最大反向运动次数。相机直到被测物正向运动回到起始位置才继续输出图像。  
可通过执行 *Encoder Reverse Counter Reset* 参数的 *Execute* 使相机继续输出图像。

## 频率转换控制

相机帧触发或行触发开启时，触发源可选频率转换控制。可将硬件触发信号或轴编码控制信号频率经过相机的频率转换模块转换为相机所需要的帧触发或行触发信号频率，从而触发相机。频率转换模块中包含预除器、乘法器和分频器，依次作用于输入信号，处理流程如下图所示。

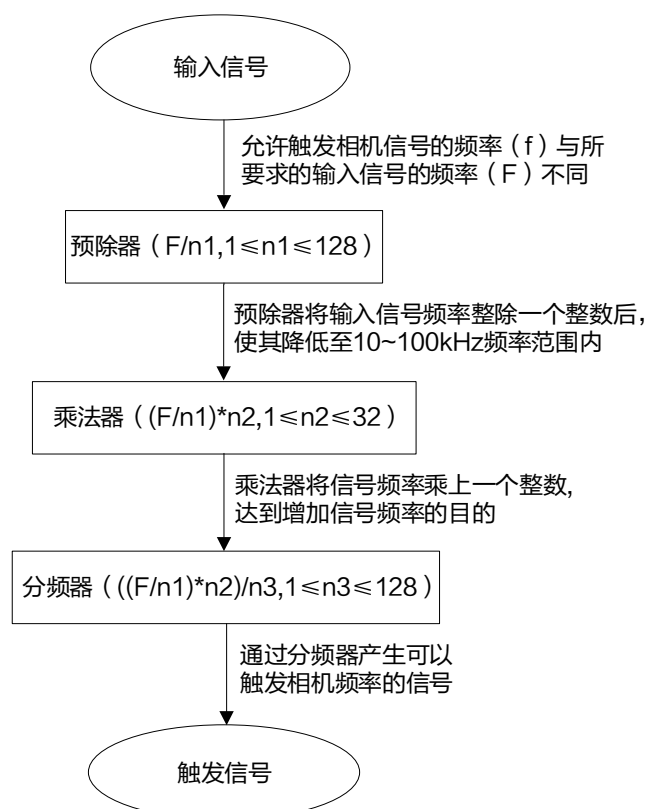


图8-8 频率转换流程图

## 操作步骤

1. 通过 *I/O Control > Frequency Converter Control* 属性下的 *Input Source* 参数选择频率转换的信号来源，可选 *Line \**、*Encoder Module Out* 或 *N/A*。

其中 *Line \** 需要为输入信号。

### 说明

部分型号相机该参数默认显示为 *N/A*，表示未选择频率转换的信号源。

2. 设置 *Signal Alignment* 参数的响应方式，可选 *Rising Edge* 或 *Falling Edge*。
3. 设置 *PreDivider* 参数，即预除器。

输入的源信号最先进行预除器处理，通过设置的整数整除，达到降低源信号频率的目的，并将处理后的信号送到乘法器。

预除器模块可减少输入信号的周期性抖动。频率超过 100kHz 的信号必须要经过预除器降低频率，因为乘法器只能接受 10~100kHz 频率范围内的信号。来自轴编码器信号的周期性抖动可被接受。

4. 设置 *Multiplier* 参数，即乘法器。

预除器处理后的信号被送到乘法器，乘法器将该信号频率乘上设置的整数，达到增加信号频率的目的，并将信号送到分频器。

5. 设置 *PostDivide* 参数，即分频器。

乘法器处理后的信号被送到分频器，分频器将该信号通过设置的整数整除，降低信号频率，并将产生的信号作为相机的最终触发信号。

部分型号相机支持实时行频显示，只有在 *Input Source* 参数选择外触发源时生效，若 *Input Source* 选择 N/A 则显示为 0。相关参数如下：

- *Trigger Line Rate*：显示滤波后的外触发裸行频。
- *Resulting Trigger Line Rate*：显示外触发裸行频经过频率转换计算后，得到的相机的最终外触发行频。

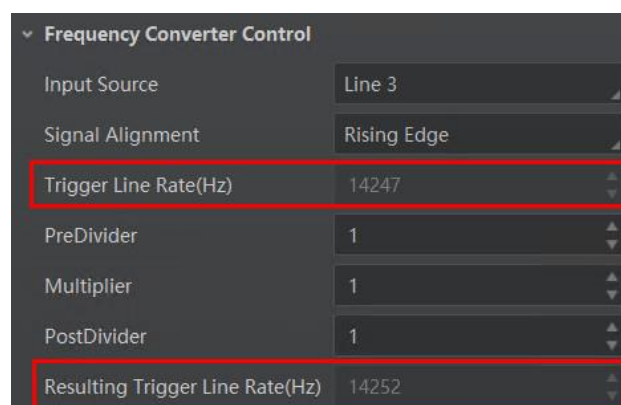


图8-9 实时行频显示

### 说明

- 频率转换设置相关参数时，需考虑相机的行频，避免最终触发信号频率超过相机最大支持的行频。
- 相机是否支持实时行频显示功能，请以实际参数为准。

## 自由触发

相机帧触发或行触发开启时，触发源可选自由触发，此时相机可同时接收所有触发源的信号。

### 操作步骤

1. 通过 *Acquisition and Transfer Control* 属性下的 *Scan Mode* 参数，选择 *Frame Scan* 或 *Line Scan*。
2. 使能 *Frame Trigger Control* 属性下的 *FrameTrigger Mode* 参数或 *Line Trigger Control* 属性下的 *LineTrigger Mode* 参数。

### 说明

仅 *Scan Mode* 参数选择 *Frame Scan* 时，*Frame Trigger Control* 属性才可显示，相关参数才可配置。

3. *FrameTrigger Source* 或 *LineTrigger Source* 参数选择 *Anyway*。

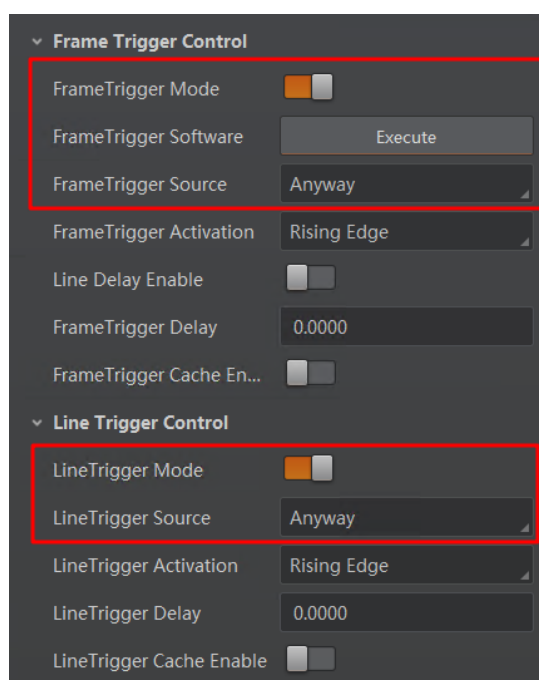


图8-10 硬件触发设置

自由触发可以设置帧触发出图数、帧/行触发响应方式、触发延迟、帧/行触发缓存使能和触发防抖，具体介绍参见[触发相关参数](#)章节。

## 链路触发

相机帧触发或行触发开启时，触发源可选择链路触发，即 *FrameTrigger Souce* 参数或 *LineTrigger Souce* 参数选择为 *Link Trigger\**时，由 10 Gbps 光口采集卡发出触发信号给相机进行采图，相关参数如下图所示。

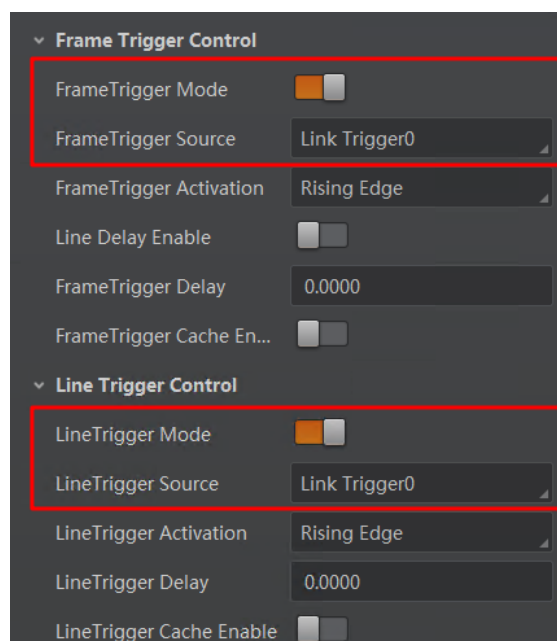


图8-11 链路触发设置

链路触发模式可设置帧触发出图数、帧/行触发响应方式、触发延迟、帧/行触发缓存使能和触发防抖，具体介绍请见[触发相关参数](#)章节。

### 说明

采集卡触发使用设置请查阅采集卡相关文档。

## 8.1.3 触发相关参数

行触发或帧触发模式开启时，可设置相机帧触发出图数、触发响应方式、触发延迟、触发缓存以及触发防抖。不同触发模式以及不同触发源，能设置的参数有所差别。

- 帧触发开启时，触发源和触发相关参数的关系请见下表。

表8-4 触发源和触发相关参数关系

| 触发源<br>触发参数 | 软触发 | 硬件触发 | 频率转换控制 | 自由触发 | 链路触发 |
|-------------|-----|------|--------|------|------|
| 帧触发出图数      | 支持  | 支持   | 支持     | 支持   | 支持   |
| 帧触发响应方式     | 不支持 | 支持   | 支持     | 支持   | 支持   |
| 帧触发缓存       | 支持  | 支持   | 支持     | 支持   | 支持   |
| 触发防抖        | 不支持 | 支持   | 不支持    | 不支持  | 不支持  |

- 行触发开启时，触发源和触发相关参数的关系请见下表。

表8-5 触发源和触发相关参数关系

| 触发源<br>触发参数 | 硬件触发 | 轴编码器控制 | 频率转换控制 | 自由触发 | 链路触发 |
|-------------|------|--------|--------|------|------|
| 行触发响应方式     | 支持   | 支持     | 支持     | 支持   | 支持   |
| 行触发缓存       | 支持   | 支持     | 支持     | 支持   | 支持   |
| 触发防抖        | 支持   | 不支持    | 不支持    | 不支持  | 不支持  |

- 帧触发和行触发同时开启时，所有帧触发源和行触发源均支持触发延迟参数。

### 帧触发出图数

帧触发开启时，可设置相机的帧触发出图数。通过 *Acquisition and Transfer Control* 属性下的 *Acquisition Burst Frame Count* 参数进行设置，范围为 1~1023，如下图所示。



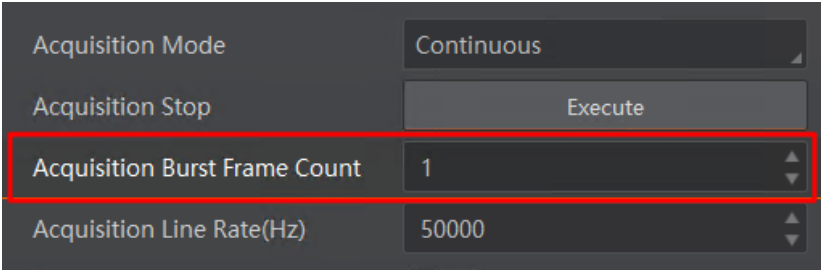


图8-12 帧触发出图数设置

当 *Burst* 数量为 1 时，此为单帧触发模式。当 *Burst* 数量高于 1 时，此为多帧触发模式。假设 *Acquisition Burst Frame Count* 参数值为 *n*，输入 1 个触发信号，相机输出 *n* 帧图像后停止采集，如下图所示。

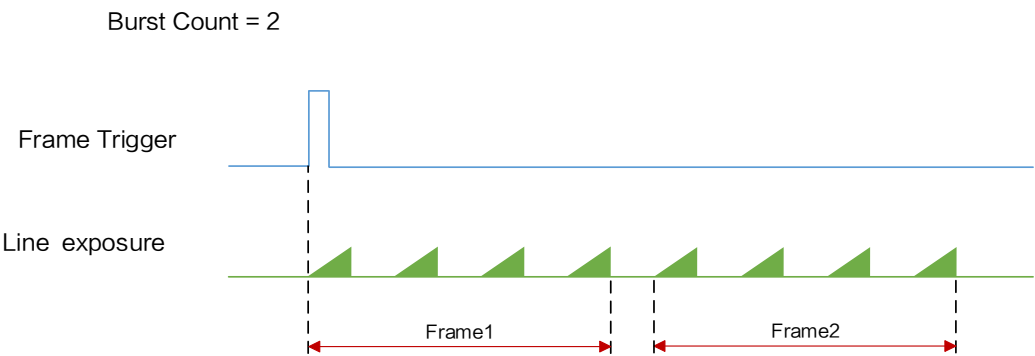


图8-13 触发出图数时序

**说明**

图8-13 使用上升沿作为帧触发信号的触发响应方式，且相机行高 *Height* 参数为 4。

帧触发响应方式

帧触发开启时，相机可以设置在外部信号的上升沿、下降沿、高电平、低电平或任意沿进行触发。具体工作原理以及对应参数请见下表。

表8-6 帧触发响应方式工作原理及参数

| 触发响应方式 | 对应参数                                                                                            | 参数选项                | 工作原理                          |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-------------------------------|
| 上升沿    | <i>Acquisition and Transfer Control &gt; Frame Trigger Control &gt; FrameTrigger Activation</i> | <i>Rising Edge</i>  | 外部设备给出的电平信号在上升沿时，设备接收信号并触发    |
| 下降沿    |                                                                                                 | <i>Falling Edge</i> | 外部设备给出的电平信号在下降沿时，设备接收信号并触发    |
| 高电平    |                                                                                                 | <i>Level High</i>   | 外部设备给出的电平信号在高电平时，相机一直处于图像采集状态 |

|     |  |                  |                                  |
|-----|--|------------------|----------------------------------|
| 低电平 |  | <i>Level Low</i> | 外部设备给出的电平信号在低电平时,相机一直处于图像采集状态    |
| 任意沿 |  | <i>Any Edge</i>  | 外部设备给出的电平信号在上升沿或下降沿时,设备都可接收信号并触发 |

帧触发模式下, 通过 *FrameTrigger Activation* 参数直接设置即可。

- 选择上升沿/下降沿/任意沿触发时, 可设置触发延迟参数。开启 *Line Delay Enable* 参数时, *FrameTrigger Delay* 参数为设置延迟的触发行数; 不开启 *Line Delay Enable* 参数时, *FrameTrigger Delay* 参数为设置延迟的触发时间。

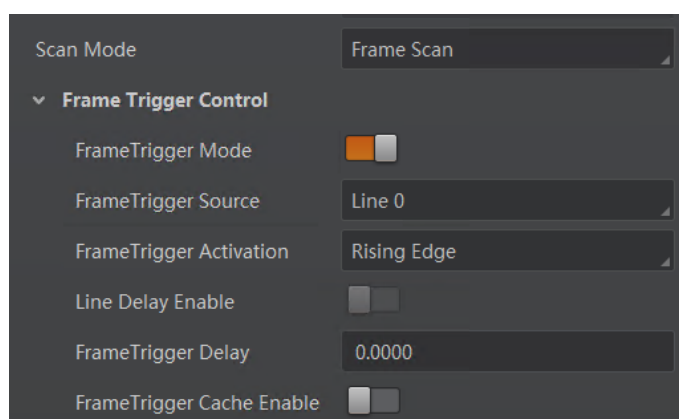


图8-14 帧触发响应方式

### i 说明

只有当行触发模式打开时, 帧触发模式下才可设置 *Line Delay Enable* 参数。以避免行触发模式未打开时, 设备接收到异样行触发源产生干扰

- 选择高电平或低电平触发时, 根据选择的触发响应方式进行触发。

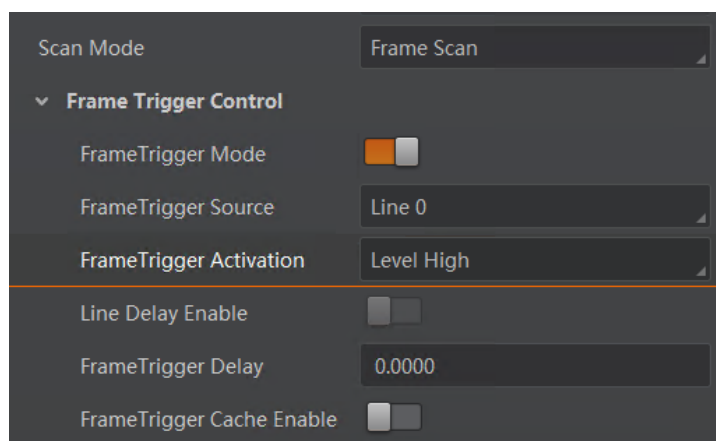


图8-15 帧触发模式下电平触发

## 说明

帧触发模式下，触发源选择 *Line 0/1/3* 时，高电平时默认出图。

## 行触发响应方式

行触发开启时，相机可以设置在外部信号的上升沿、下降沿、高电平、低电平或任意沿进行触发。具体工作原理以及对应参数请见下表。

表8-7 触发响应方式工作原理及参数

| 触发响应方式 | 对应参数                                                                                          | 参数选项                | 工作原理                             |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|----------------------------------|
| 上升沿    | <i>Acquisition and Transfer Control &gt; Line Trigger Control &gt; LineTrigger Activation</i> | <i>Rising Edge</i>  | 外部设备给出的电平信号在上升沿时，设备接收信号并触发       |
| 下降沿    |                                                                                               | <i>Falling Edge</i> | 外部设备给出的电平信号在下降沿时，设备接收信号并触发       |
| 高电平    |                                                                                               | <i>Level High</i>   | 外部设备给出的电平信号在高电平时，相机一直处于图像采集状态    |
| 低电平    |                                                                                               | <i>Level Low</i>    | 外部设备给出的电平信号在低电平时，相机一直处于图像采集状态    |
| 任意沿    |                                                                                               | <i>Any Edge</i>     | 外部设备给出的电平信号在上升沿或下降沿时，设备都可接收信号并触发 |

行触发模式下，触发响应方式和曝光相关参数有关。

- 选择上升沿/下降沿/任意沿触发时，*Exposure Mode* 参数只能为 *Timed*，此时曝光时间由 *Exposure Auto* 和 *Exposure Time* 参数控制。具体介绍请见[曝光](#)章节。
- 选择高电平或低电平触发时，*Exposure Mode* 参数可选 *Timed* 或 *Trigger Width*。若选择 *Trigger Width*，曝光时间和电平信号持续时长保持一致，*Exposure Auto* 和 *Exposure Time* 参数无效，如下图所示。

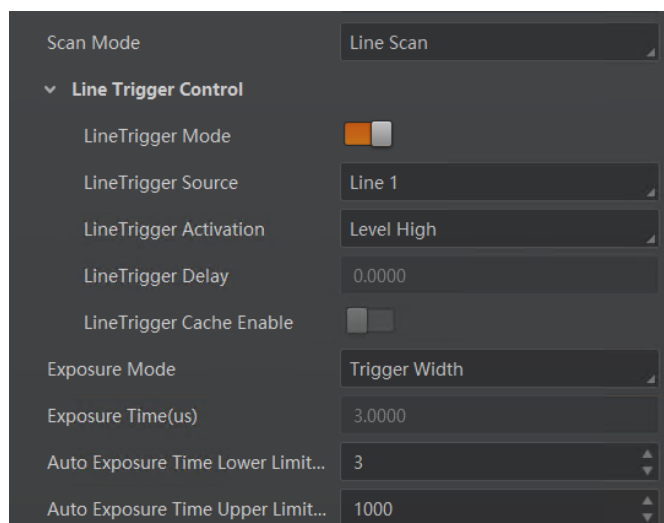


图8-16 行触发响应方式

### 说明

行触发模式是否支持 *Trigger Width* 功能与相机型号以及固件程序有关，具体请以实际参数为准。

## 帧触发缓存

相机开启帧触发时，具有帧触发缓存功能，即触发过程若接收到新的触发信号，可将该信号保留并进行处理。在处理当前信号时，触发缓存使能最多能保留 3 个触发信号等待处理。

帧触发缓存使能通过 *Acquisition and Transfer Control > Frame Trigger Control* 属性下的 *FrameTrigger Cache Enable* 参数进行控制，如下图所示。

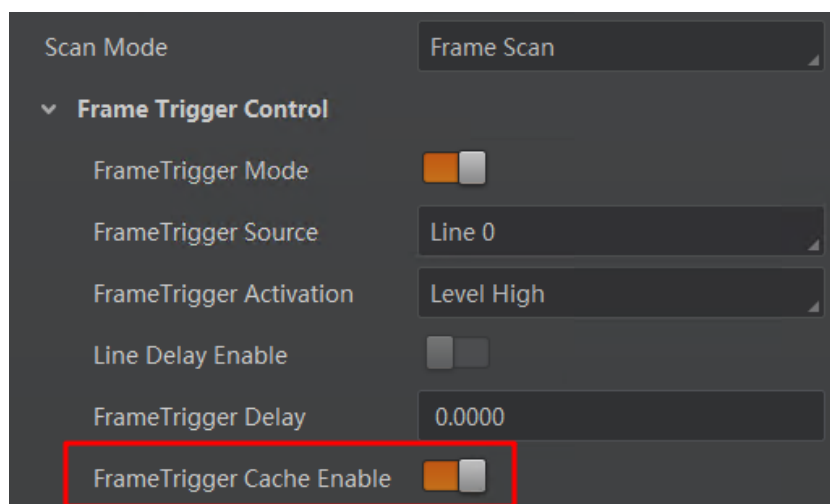


图8-17 帧触发缓存设置

假设当前为第 1 个触发，在第 1 个触发信号处理的过程中，相机收到第 2 个触发信号。

- 不启用触发缓存使能：第 2 个触发信号直接被过滤，不做处理，如下图所示；

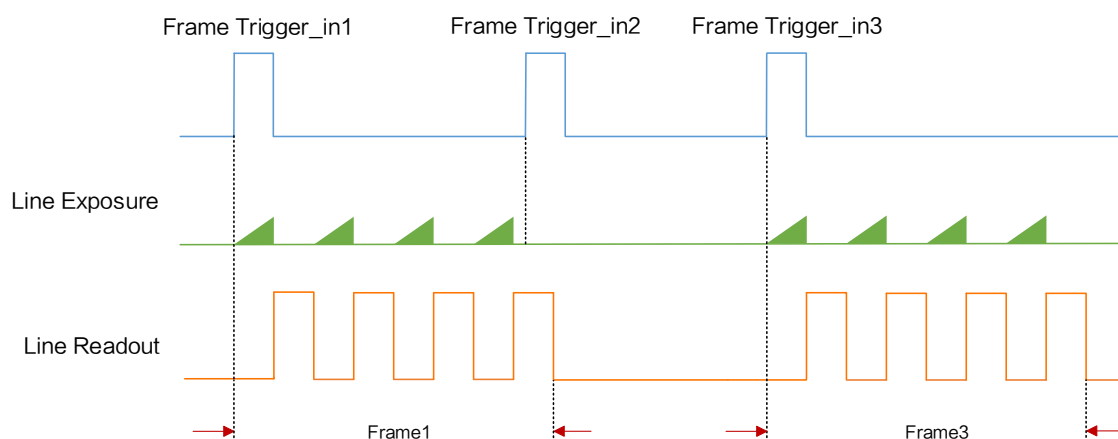


图8-18 第 2 帧被过滤时序

- 启用触发缓存使能：第 2 个触发信号被保留。
  - 若第 2 个触发信号第 1 行图像的曝光结束时间不早于相机当前第 1 个触发信号最后 1 行的出图时间，则第 2 个触发信号正常出图，如下图所示。

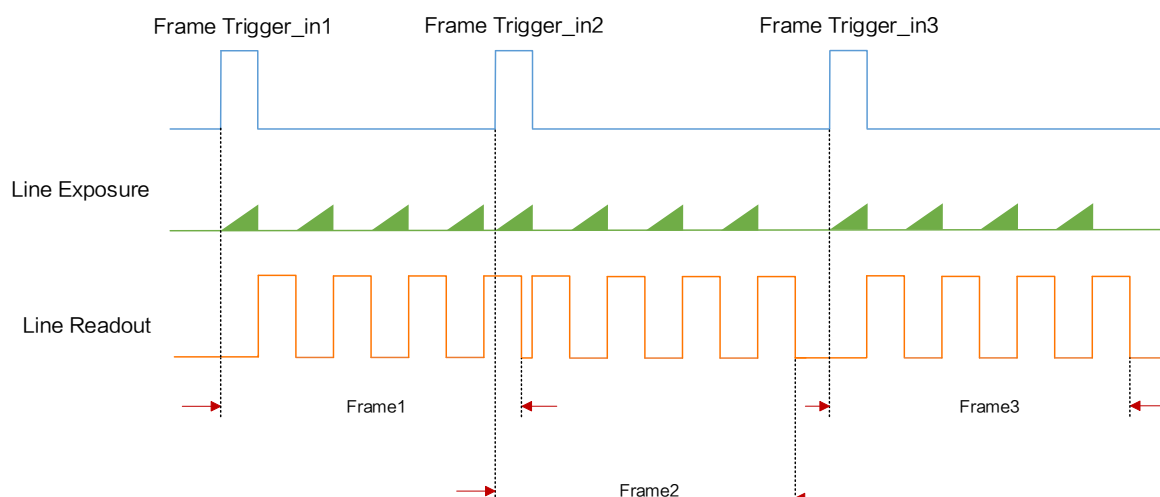


图8-19 第 2 帧正常处理时序

- 若第 2 个触发信号第 1 行图像的曝光结束时间早于相机当前第 1 个触发信号最后 1 行出图时间，则相机内部会做处理，将第 2 个触发信号第 1 行图像的曝光开始时间推迟，确保第 2 个触发信号第 1 行图像的曝光结束时间不早于第 1 个触发信号最后 1 行的出图时间，如下图所示。

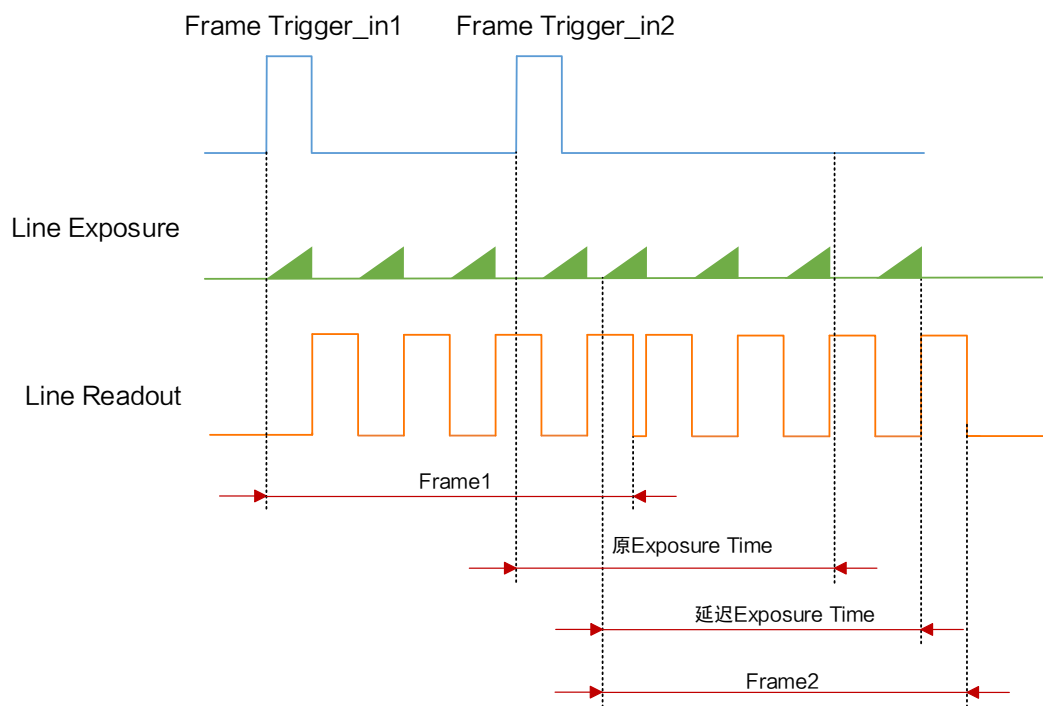


图8-20 第2帧曝光移动处理时序

### 说明

图8-18、图8-19和图8-20使用上升沿作为帧触发的触发响应方式，相机行高 Height 参数为4。

## 行触发缓存

相机开启行触发时，具有行触发缓存功能，即触发过程若接收到新的触发信号，可将该信号保留并进行处理。在处理当前信号时，触发缓存使能最多能保留3个触发信号等待处理。

行触发缓存使能通过 *Acquisition and Transfer Control > Line Trigger Control* 属性下的 *Line Trigger Cache Enable* 参数进行控制，如下图所示。

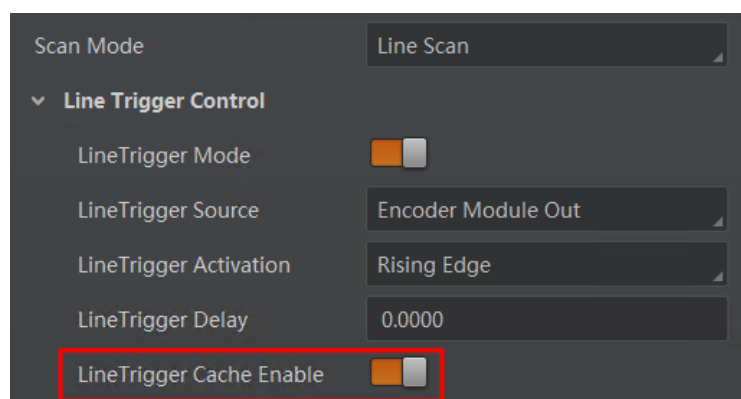


图8-21 行触发缓存设置

## 触发防抖

硬件触发信号给到相机时可能存在毛刺，如果直接进入相机内部可能会造成误触发，此时可以对触发信号进行去抖处理。该功能通过 *I/O Control* 属性下的 *Line Debouncer Time* 参数设置，范围为 0-1000000000ns，步进 100ns。如图8-22所示。

当设置的 *Debouncer* 时间大于触发信号的时间时，则该触发信号被忽略，时序如图8-23所示。

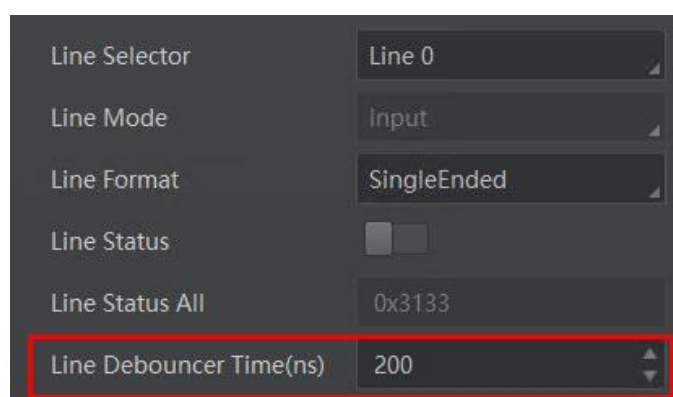


图8-22 触发防抖设置

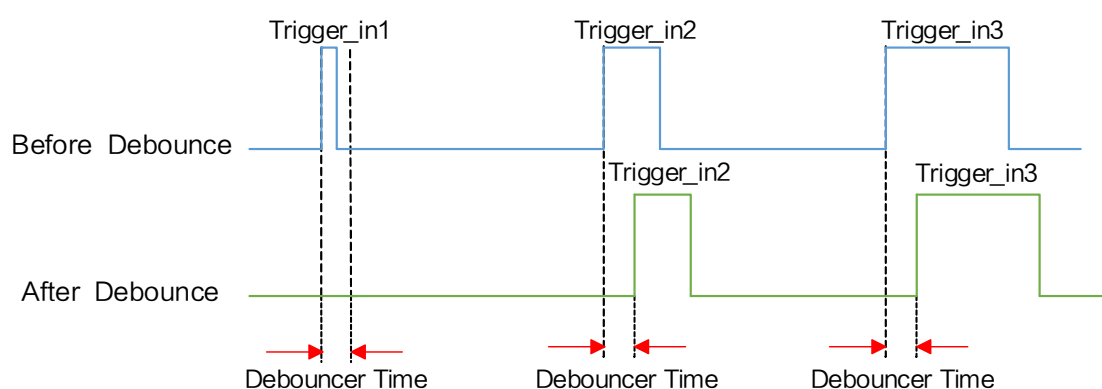


图8-23 触发防抖时序

### 说明

图8-23使用上升沿作为触发响应方式。

## 触发延迟

从相机收到触发信号到真正响应触发信号，可以设置延迟时间，触发延迟原理如下图所示。

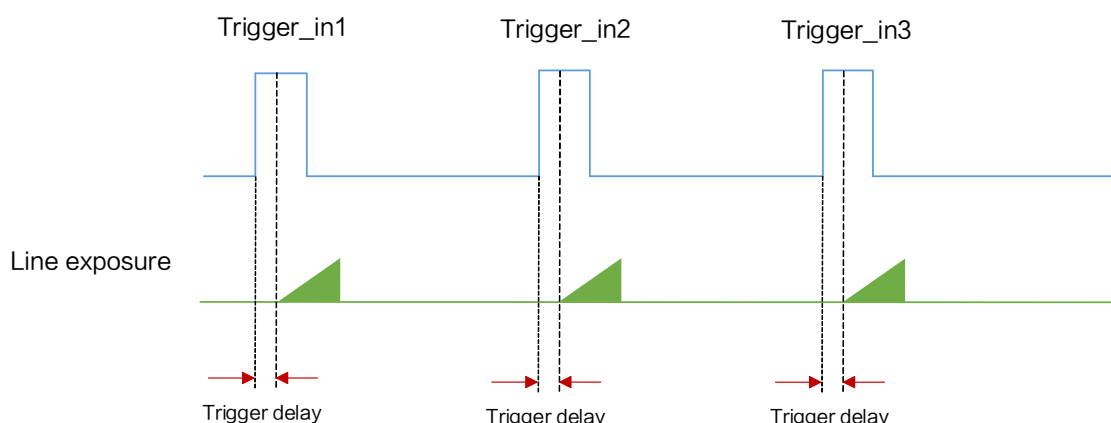


图8-24 信号延迟原理

### 说明

图8-24 使用上升沿作为行触发响应方式。

开启 *Line Delay Enable* 参数时，*FrameTrigger Delay* 参数为设置延迟的触发行数；不开启 *Line Delay Enable* 参数时，*FrameTrigger Delay* 参数为设置延迟的触发时间。如下图所示。

### 说明

只有当行触发模式打开时，帧触发模式下才可设置 *Line Delay Enable* 参数。以避免行触发模式未打开时，设备接收到异样行触发源产生干扰

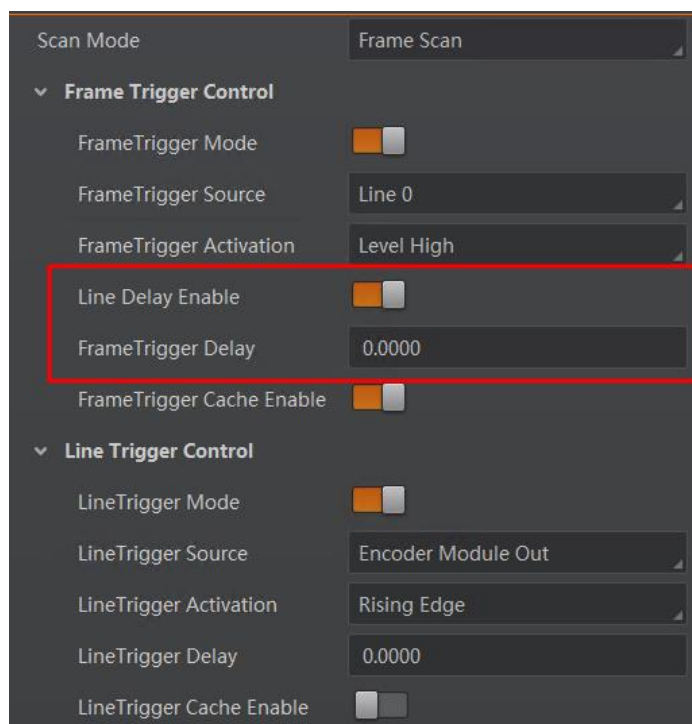


图8-25 延迟时间设置



## 8.2 触发输出

相机有多路差分输出信号或双向可配置信号，双向可配置信号设置为输出信号的方法如下：

1. *I/O Control* 属性下 *Line Selector* 参数选择 *Line \**。
2. *Line Mode* 参数选择 *Strobe*。
3. *Line Format* 参数确认输出信号类型。*Differential* 表示输出的是差分信号。

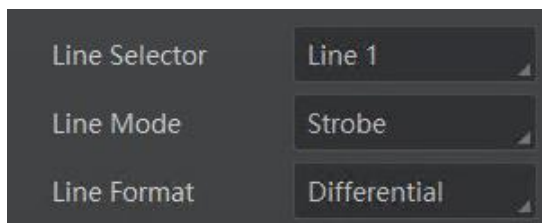


图8-26 双向可配置信号设置为输出信号

### i 说明

- 若 *Line Selector* 参数当前选择的 *Line \** 为双向可配置信号，*Line Mode* 参数显示为 *Input* 但不能设置为 *Strobe*，则说明当前帧触发/行触发/轴编码器控制/频率转换器控制中信号源相关参数至少有一个将 *Line \** 设置为信号源。需确保上述信号源均为其他的 *Line \**，方可将 *Line Selector* 选择的 *Line \** 的设置设置为 *Strobe*。
- 具体关于 I/O 接口的电气特性请查看 [I/O 电气特性与接线](#) 章节。

相机触发输出信号为开关信号，可用于控制报警灯、光源、PLC 等外部设备。触发输出信号可通过电平反转和 *Strobe* 信号两种方式实现。通过 *I/O Control* 属性设置相关参数。

### 8.2.1 电平反转

触发输出信号的电平反转通过 *Line Inverter* 参数是否启用进行设置，默认不启用，如下图所示。

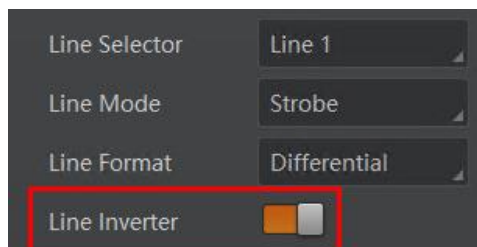


图8-27 电平反转参数设置

### 8.2.2 Strobe 信号

*Strobe* 信号可使相机在事件源发生时，同步输出信号给外部设备。

若需要相机在每输出一帧图像时同步输出信号，需确保 *Line Source* 参数设置为 *Exposure Start Active*，再将 *Strobe Source Selector* 参数选择 *Frame Mode*，并启用 *Strobe Enable* 参数，如下图所示。

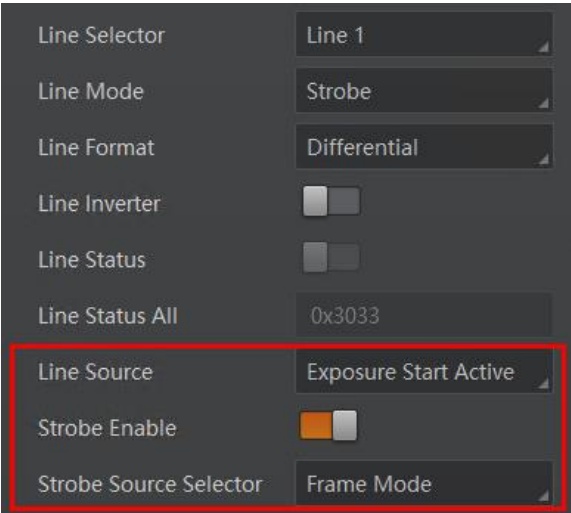


图8-28 Frame Mode 模式

若需要相机在每行图像对应的事件源发生时同步输出信号，则需将 *Strobe Source Selector* 参数选择 *Line Mode*，通过 *Line Source* 参数设置事件源，并启用 *Strobe Enable* 参数，如下图所示。

**说明**

选择 *Line Mode* 模式时，还可对输出信号的持续时间、输出延迟和预输出进行设置。

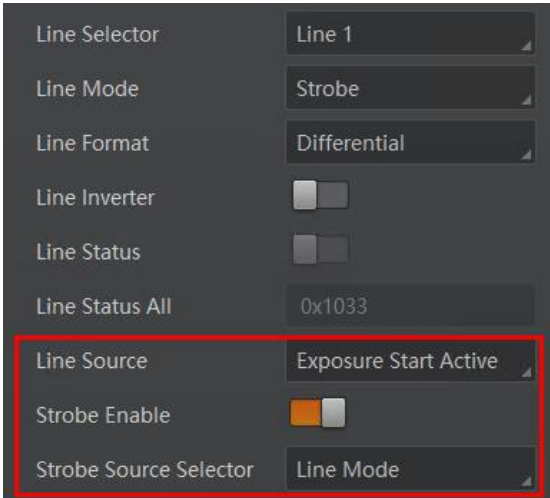


图8-29 Line Mode 模式

选择事件源发生时，会生成 1 个事件信息，此时相机会同步输出 1 个 Strobe 信号。各事件源的具体说明请见下表。

表8-8 事件源说明

| 事件源名称                           | 功能说明                    |
|---------------------------------|-------------------------|
| <i>Exposure Start Active</i>    | 相机开始曝光时，输出信号到外部设备       |
| <i>Frame Burst Start Active</i> | Burst 多帧触发开始时，输出信号到外部设备 |
| <i>Frame Burst End Active</i>   | Burst 多帧触发结束时，输出信号到外部设备 |
| <i>Soft Trigger Active</i>      | 软触发时，输出信号到外部设备          |
| <i>Hard Trigger Active</i>      | 硬触发时，输出信号到外部设备          |
| <i>Counter Active</i>           | 计数器触发时，输出信号到外部设备        |
| <i>Timer Active</i>             | 计时器触发时，输出信号到外部设备        |
| <i>Frame Start Active</i>       | 帧触发开始时，输出信号到外部设备        |
| <i>Frame End Active</i>         | 帧触发结束时，输出信号到外部设备        |

## 说明

不同型号相机支持的 Strobe 信号事件源有所不同，具体请以实际参数为准。

使用计数器事件源，即当 *Line Source* 选择为 *Counter Active* 时，需要对 *I/O Control > Counter And Timer Control* 属性下的参数进行设置，方可使用。参数功能以及如何设置请见下表，参数如下图所示。

表8-9 Counter And Timer Control 属性介绍

| 参数                            | 读/写  | 功能介绍                                                                                                                |
|-------------------------------|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Counter Selector</i>       | 可读写  | 选择计数器源，目前只支持 <i>Counter 0</i>                                                                                       |
| <i>Counter Event Source</i>   | 可读写  | 选择计数器触发的信号源，可选 <i>off</i> 、 <i>Line 0/1/3/4</i> 或 <i>Link Trigger0/1/2/3</i> ，默认选择 <i>off</i>                       |
| <i>Count Event Activation</i> | 可读写  | 选择计数器触发的响应方式，可选 <i>Rising Edge</i> 、 <i>Falling Edge</i> 、 <i>Any Edge</i> 。<br>外部设备给出的电平信号在上升沿、下降沿、任意沿时，设备接收信号并触发。 |
| <i>Counter Reset Source</i>   | 可读写  | 选择重置计数器的信号源，可选 <i>off</i> 或 <i>Software</i> ，默认选择 <i>off</i>                                                        |
| <i>Counter Reset</i>          | 一定条件 | 重置计数器，只有当 <i>Counter Reset Source</i> 参                                                                             |

|                                     |     |                                                                          |
|-------------------------------------|-----|--------------------------------------------------------------------------|
|                                     | 下可写 | 数选择 <i>Software</i> 时，才可执行                                               |
| <i>Counter Value</i>                | 可读写 | 计数器值，范围为 0 ~ 4294967295。<br>假设该参数设置为 n，则 n 次的触发信号可以执行 1 次的计数器触发，获取 1 帧图像 |
| <i>Counter Value</i> <i>Current</i> | 只读  | 显示每次计数器触发中，已经执行的外触发数                                                     |

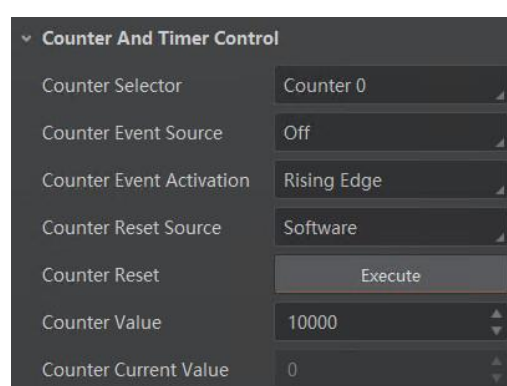


图8-30 计数器触发设置

使用定时器事件源，即当 *Line Source* 选择为 *Timer Active* 时，执行 *Line Trigger Software* 参数后，每隔 *Strobe line Delay* 设置的时间，相机将输出 *Strobe Line Duration* 时长的信号。参数设置如图8-31所示，时序图如图8-32所示。

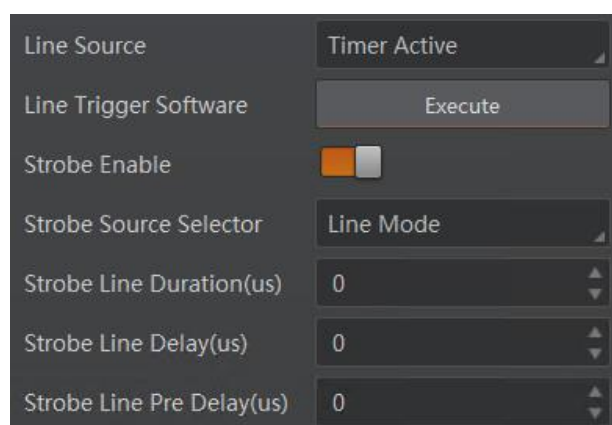


图8-31 Timer Active 相关参数

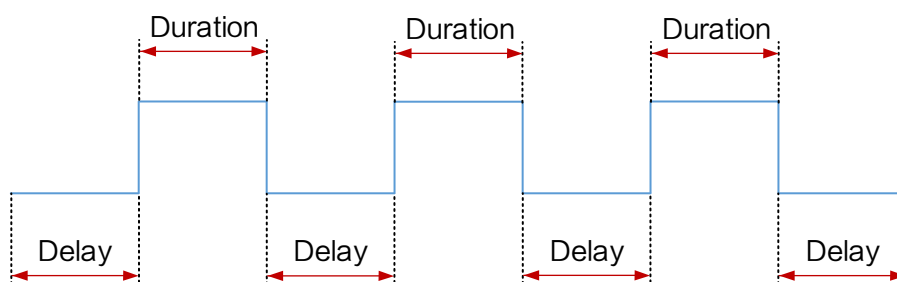


图8-32 Timer Active 时序图

## Strobe 持续时间

Strobe 信号输出的持续时间可通过 *Strobe Line Duration* 参数进行设置，单位为  $\mu\text{s}$ ，如图8-33所示。

以 Strobe 信号的事件源选择相机开始曝光为例，即 *Line Source* 参数选择 *Exposure Start Active*。当相机开始曝光时，Strobe 立即输出。

- 当 *Strobe Line Duration* 值为 0 时，Strobe 信号延续时间等于曝光时间。
- 当 *Strobe Line Duration* 值为非 0 时，Strobe 信号延续时间等于 *Strobe Line Duration* 值。

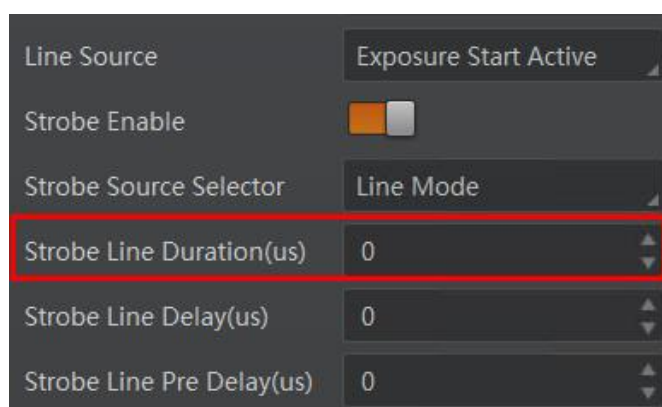


图8-33 Strobe 持续时间参数设置

## Strobe 输出延迟

相机可对 Strobe 信号设置输出延迟，以满足在某些场景下，外部设备需要延迟响应的应用需求。信号输出的延迟时间可通过 *Strobe Line Delay* 参数进行设置，单位为  $\mu\text{s}$ ，范围为 0~10000，即 0~10 ms。相关参数如下图所示。

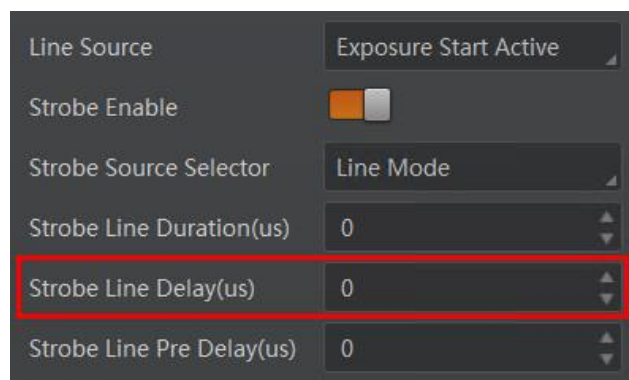


图8-34 Strobe 输出延迟参数设置

以 Strobe 信号的事件源选择相机开始曝光为例，即 *Line Source* 参数选择 *Exposure Start Active*。当相机开始曝光时，Strobe 输出并没有立即生效，而是根据 *Strobe Line Delay* 设置的值延迟输出，时序如下图所示。

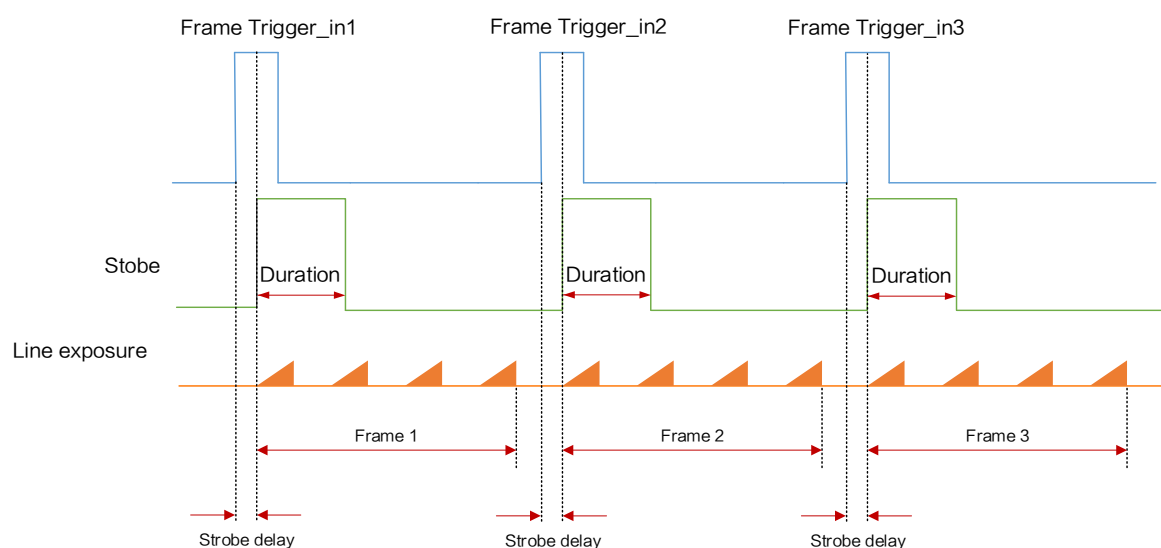


图8-35 Strobe 输出延迟时序

### 说明

图 8-35 中相机行高 *Height* 参数为 4。

### Strobe 预输出

相机还可以对 Strobe 信号设置预输出，即 Strobe 信号早于事件源生效。通过 *Strobe Line Pre Delay* 参数进行设置，单位为  $\mu\text{s}$ ，范围为 0~10，如下图所示。

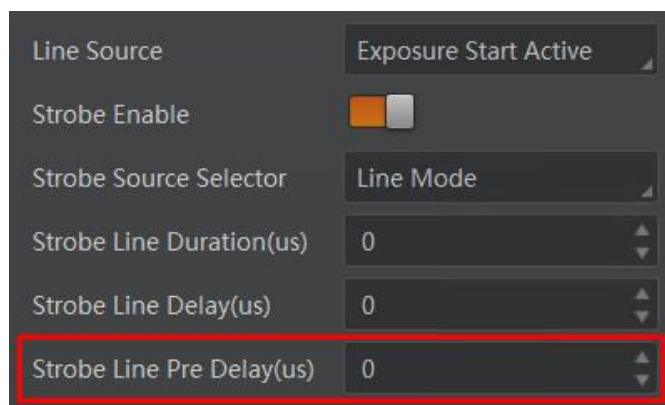


图8-36 Strobe 预输出参数设置

其工作原理为延迟事件源，先进行 Strobe 输出。该功能可应用于响应比较慢的外部设备。Strobe 预输出时序如下图所示。

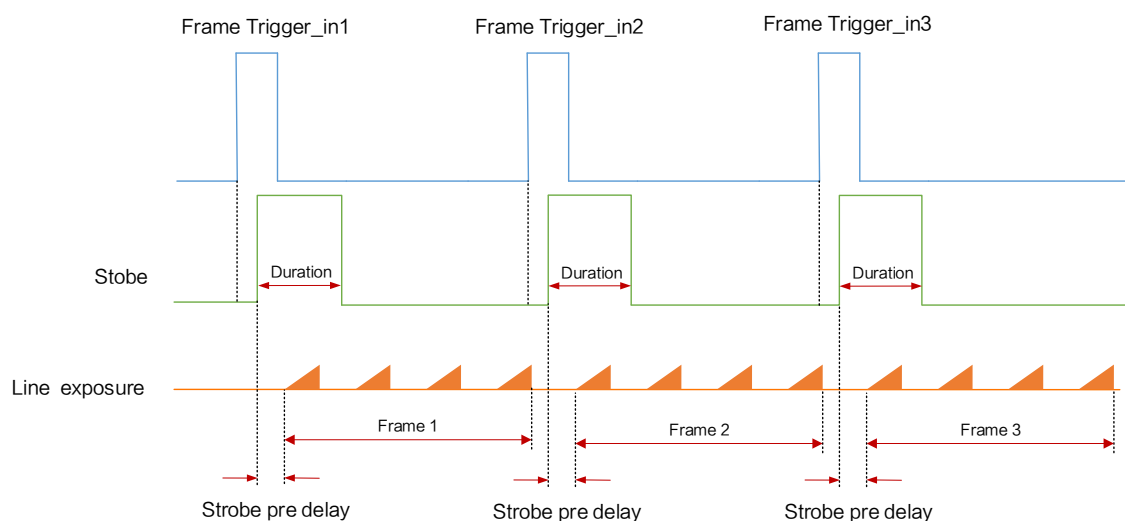


图8-37 Strobe 预输出时序

### 说明

图8-37中相机行高 Height 参数为 4。

## 第9章 图像采集

### 9.1 行频介绍

#### 9.1.1 行频

行频，即相机每秒钟输出的图像行数。相机帧率与行频成正比，与图像高度成反比，具体关系如下：

$$\text{Fps (帧率)} = \frac{\text{Lps (行频)}}{\text{Height (图像高度)}}$$

相机的最大行频由以下因素共同决定：

- 读出时间：读出所需的时间越小，行频越高。
- 曝光时间：曝光时间越小，行频越高。
- 像素格式：不同像素格式所占的字节数不同。同样环境下，像素格式所占的字节数越多，相机行频越低。
- Link 数量：连接 SFP+光纤跳线的数量越多，可传输的数据量越大，支持传输的行频越高。

相机可手动控制实时行频的大小，具体操作步骤如下：

1. 在 *Acquisition and Transfer Control* 属性中找到 *Acquisition Line Rate(Hz)*，输入需要设置的行频数值。
2. 启用 *Acquisition Line Rate Control Enable* 参数，如下图所示。
  - 若当前实时行频小于设置的行频，相机以当前实时行频采图；
  - 若当前实时行频大于设置的行频，相机以设置的行频采图。

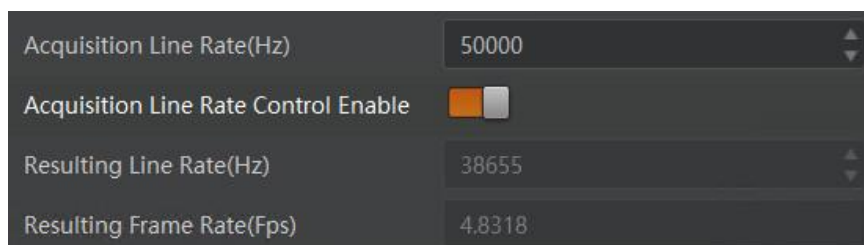


图9-1 行频设置



### 说明

- 相机也可通过 *Acquisition and Transfer Control* 属性下的 *Acquisition Start* 进行图像采集，通过 *Acquisition Stop* 参数停止图像采集。
- 停流状态下执行 *Acquisition Start* 后，部分参数将无法修改，需执行 *Acquisition Stop* 后才能修改。

## 9.1.2 行频匹配

当线阵相机拍摄的行频与目标物体的运动速度不匹配时，会导致图像压缩或拉伸。

- 当行频与运动速度匹配时，拍摄到的图像长宽相等；
- 当行频大于运动速度时，拍摄到的图像沿运动方向过长，呈拉伸形态；
- 当行频小于运动速度时，拍摄到的图像沿运动方向过短，呈压缩形态。

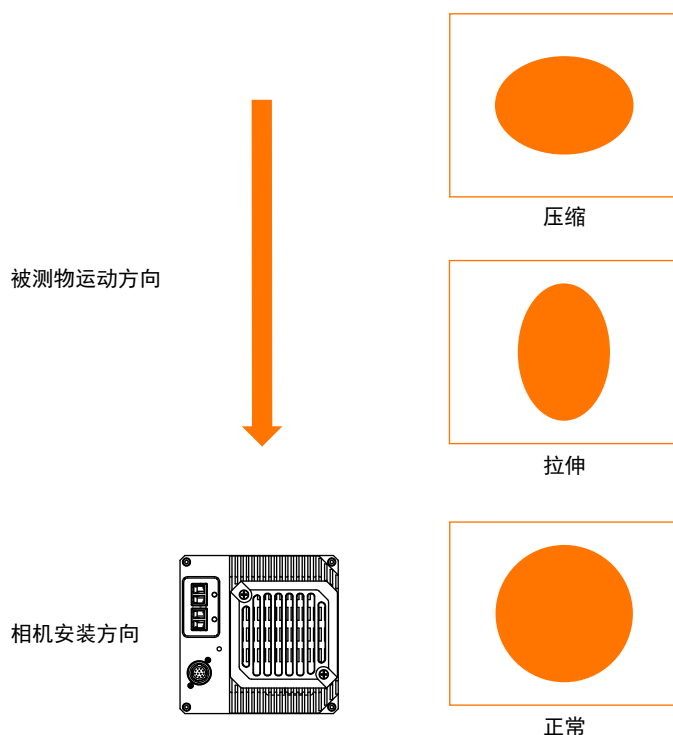


图9-2 行频调整效果

行频匹配的目标就是把圆形或方形物体长度方向和宽度方向的像素长度调整为 1:1。当图像压缩时可通过增加行频的方式进行调节，当图像拉伸时可通过降低行频的方式进行调节。

根据相机运动速度的不同，调节行频匹配的方式也有所不同。

- 当目标物体匀速运动时，将 *Acquisition Line Rate(Hz)* 参数设置为根据目标物体运动速度计算得到的行频即可。

线阵相机的理论行频计算方法如下：

$$\text{Hz (行频)} = \frac{\text{pixel} \times V}{L}$$

其中，pixel 为线阵相机横向分辨率，V 为目标物体的运行速度，L 为目标物体的横向宽度。

- 当目标物体为非匀速运动时，可将相机设置为行触发模式，并通过设置预除器、乘法器以及分频器的方式匹配行频。

### i 说明

- 相机触发模式如何设置，具体请见[触发模式](#)章节。
- 预除器、乘法器以及分频器的原理和设置方式，具体请见[频率转换控制](#)章节。

## 9.2 扫描模式

相机支持根据实际需求选择读取图像数据的方式，可选帧扫描和行扫描，通过 *Acquisition and Transfer Control* 属性中的 *Scan Mode* 参数进行设置，如[图9-3](#)所示。

- *Frame Scan*：帧扫描，当相机输出的行数达到设置的图像高度后，输出一帧图像。
- *Line Scan*：行扫描，每曝光一次，相机输出一行图像。

### i 说明

- *Line Scan* 模式下，*Acquisition and Transfer Control* 属性下仅可对 *Line Trigger Control* 下的相关参数进行设置。
- 相机端配置的扫描模式需与采集卡端配置的扫描模式一致，采集卡端的扫描模式如何配置请查看 10 Gbps 光口采集卡用户手册。
- 不同相机支持的扫描模式有所不同，具体请以实际设备为准。

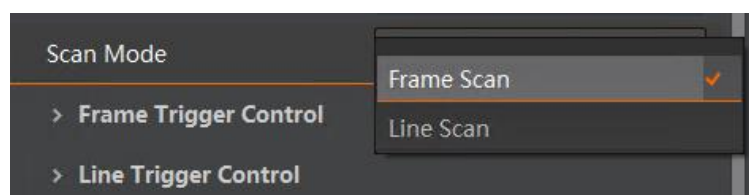


图9-3 扫描模式

## 9.3 扫描方向

相机可以改变 *Sensor* 对被测物的扫描方向。使用时需将扫描方向和物体的运动方向匹配，方可得到正常的图像，否则图像边沿会出现过渡带。[图9-4](#)、[图9-5](#)、[图9-6](#)、[图9-7](#)为实际图像效果，供参考。

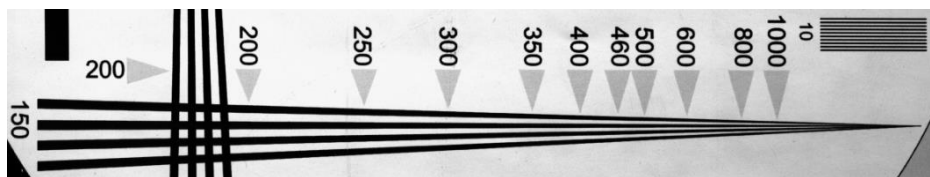


图9-4 黑白相机方向匹配时的图像

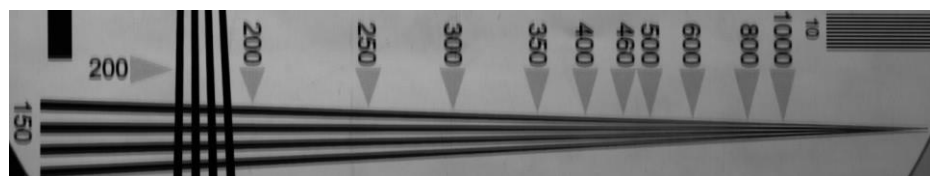


图9-5 黑白相机方向不匹配时的图像

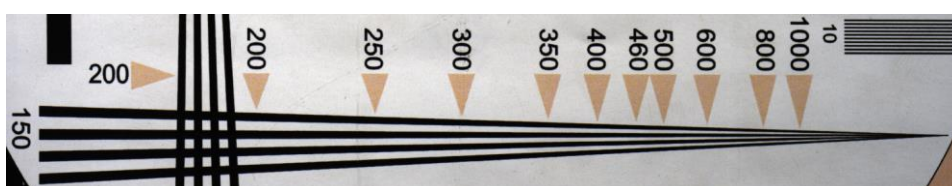


图9-6 彩色相机方向匹配时的图像

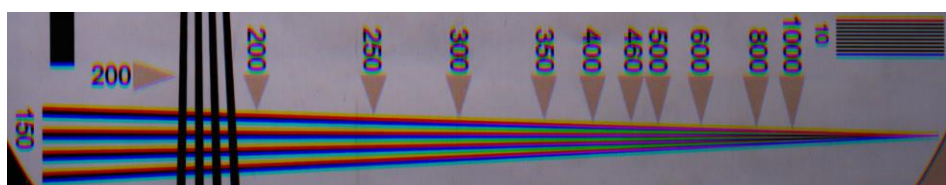


图9-7 彩色相机方向不匹配时的图像

可通过 *Image Format Control* 属性下的 *Direction Source* 参数进行设置，如图9-8所示。

- *Internal*: 相机使用内部信号来改变扫描方向，此时需要根据运动方向来决定是否开启 *Reverse Scan Direction* 参数。
- *Line3 Level*: 相机可在 Line 3 信号上升沿时切换扫描方向。
- *Line3 Edge*: 相机可在 Line 3 信号高电平时切换为正向扫描方向，低电平时切换为反向扫描方向。

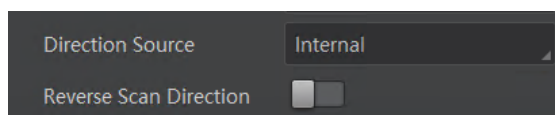


图9-8 内部控制

### 说明

仅当 *TDI Mode* 参数选择 2/3/4-*TDI* 时，相机支持设置扫描方向，*TDI Mode* 参数具体介绍请见 *TDI 功能* 章节。

9.4 帧超时

相机具有帧超时功能，该功能会影响相机的出图机制，可在 *Acquisition and Transfer Control* 属性下进行设置。

可根据实际需要开启 *Frame Timeout Enable* 参数，并设置相应的图像输出方式。共有四种图像输出方式，如下图所示，对应参数的工作原理请见下表。

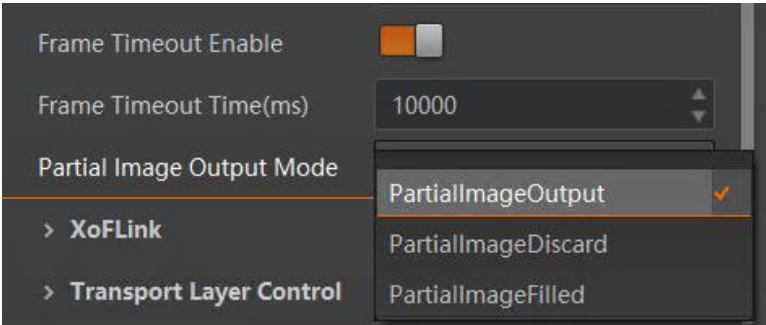


图9-9 设置图像输出方式

表9-1 图像输出方式对应工作原理

| 对应参数                                                                       | 参数选项                       | 工作原理                                                                                                                           |
|----------------------------------------------------------------------------|----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Acquisition and Transfer Control</i> > <i>Partial Image Output Mode</i> | <i>Image Pending</i>       | 无限等待，相机输出的行数达到设置的图像高度 ( <i>Height</i> 参数) 后，输出一帧图像。当输出的行数未达到图像高度时，SDK 不出图，SDK 一直等待行数据，直到达到图像高度再输出图像。                           |
|                                                                            | <i>PartialImageOutput</i>  | 半帧输出，相机输出的行数在帧超时时间内达到设置的图像高度 ( <i>Height</i> 参数)，输出一帧图像。若相机输出的行数在帧超时时间内未达到设置的图像高度 ( <i>Height</i> 参数)，则 SDK 按照实际高度输出该图像。       |
|                                                                            | <i>PartialImageDiscard</i> | 半帧丢弃，相机输出的行数在帧超时时间内达到设置的图像高度 ( <i>Height</i> 参数)，输出一帧图像。若相机输出的行数在帧超时时间内未达到设置的图像高度 ( <i>Height</i> 参数)，则 SDK 丢弃该图像。             |
|                                                                            | <i>PartialImageFilled</i>  | 半帧补黑，相机输出的行数在帧超时时间内达到设置的图像高度 ( <i>Height</i> 参数)，输出一帧图像。若相机输出的行数在帧超时时间内未达到设置的图像高度 ( <i>Height</i> 参数)，则剩余部分 SDK 按照设置行高补黑后输出图像。 |

- 开启 *Frame Timeout Enable* 参数，即超时时间有效，可设置半帧输出、半帧丢弃、半帧补黑三种图像输出方式。
- 不开启 *Frame Time Enable* 参数，即超时时间无效，图像输出方式根据设置的触发模式有关。
  - 连续出图即不使能 *FrameTrigger Mode* 和 *LineTrigger Mode* 参数，仅支持无限等待图像输出方式；
  - 电平触发即使能 *FrameTrigger Mode* 和 *LineTrigger Mode* 参数，且帧触发响应方式 *FrameTrigger Activation* 和行触发响应方式 *LineTrigger Activation* 选择高电平或低电平时，支持所有图像输出方式，相机根据选择的方式输出最后一帧图像。

## 9.5 异常行使能

由于 Sensor 或相机本身固有功能特性，可能导致图像采集的前若干行存在图像异常、需要丢弃处理的情况。相机提供异常行使能功能，可对外部行触发信号数量进行调节控制，以确保出图满足行高使用需求。

可在 *Image Format Control* 属性下设置，根据实际需要开启 *Abnormal Line Enable* 参数即可。

- 使能该功能时，外部设备需多发送 N 个触发行信号，以满足出图行高，前 N 行异常图像做丢弃处理。

### 说明

相机丢弃的异常图像行数由相机内部逻辑决定，无需进行设置。

- 不使能该功能时，外部触发信号与相机出图行高数量相等，不对可能存在的异常行做任何丢弃处理。

### 说明

- 仅部分型号相机支持该功能，具体请以相机实际参数为准。
- 高阶数的 TDI 设备可能存在每帧 TDI 级数+25 行的固有异常行。

## 第10章 图像处理

### 10.1 分辨率与 ROI

相机输出的一帧图像由多行图像合成。一帧图像的宽高上限受相机限制，在上限范围内可根据需求自行设置 ROI 区域。

相关参数介绍如下：

- *Width Max*：显示相机支持的最大横向分辨率，由 Sensor 决定；
- *Height Max*：显示相机一帧图像最多可拼接多少行；
- *Region Selector*：目前只支持设置 1 个 ROI，即 Region0；
- *Width*：图像的横向分辨率，可根据需求自行设置；
- *Height*：图像的行高，即纵向分辨率，可根据需求自行设置；
- *Offset X*：图像左上角起点位置的横坐标。

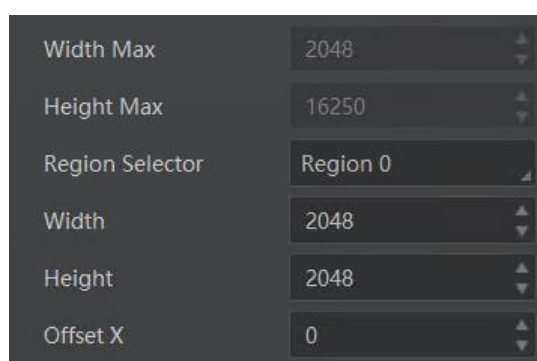


图10-1 分辨率设置

#### 说明

- *Width* 和 *Offset X* 参数相加不得大于 *Width Max*。
- *Height* 参数不得大于 *Height Max*。
- 进行 ROI 设置前，需确保相机未处于采集图像状态。
- 不同型号相机进行 ROI 设置时，*Width*、*Height* 和 *Offset X* 参数的步进有所差别，请以实际参数为准。
- 当 *Scan Mode* 参数选择 *Line Scan* 时，*Height* 参数不显示，*Scan Mode* 参数具体介绍请见[扫描模式](#)章节。



## 10.2 镜像

相机支持对图像进行水平镜像，即将图像的左右翻转。在 *Image Format Control* 属性中开启 *Reverse X* 参数即可，如下图所示。

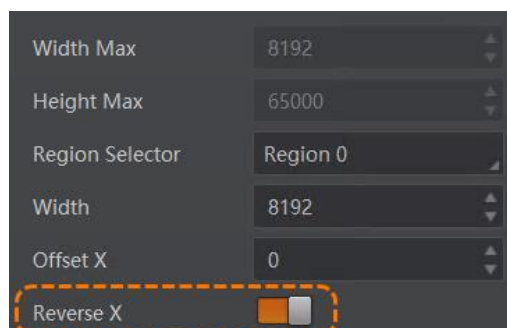


图10-2 镜像设置

## 10.3 像素格式

相机支持多种像素格式，可根据需要自行设置像素格式。不同型号相机支持的像素格式有所不同，不同配置模式下支持的像素格式也有所差别，具体请查看相应型号相机的技术规格书。

不同像素格式对应的像素位数有所差别，具体请见下表。故不同像素格式的最高行频也有所差别，具体请以实测为准。

表10-1 像素格式与像素位数

| Pixel Format<br>像素格式            | Pixel Size(Bits/Pixel)<br>像素位数 |
|---------------------------------|--------------------------------|
| Mono 8, Bayer 8、Bayer<br>RGBG 8 | 8                              |
| Mono 10、Bayer 10                | 10                             |
| Mono 12、Bayer 12                | 12                             |
| RGB 8, BGR 8                    | 24                             |

黑白相机的原始数据为 Mono 8 格式；彩色相机的原始数据为 Bayer 8 格式，通过相机内部像素插值算法可转换为 RGB 格式，RGB 格式调整排序后也可输出 BGR 格式数据。

### 说明

实际应用中，若不需要对被测物的颜色进行识别，建议使用黑白相机即可。

相机 Bayer GR, Bayer GB, Bayer BG, Bayer RG, Bayer RBGG 格式的像素样式如下图所示。

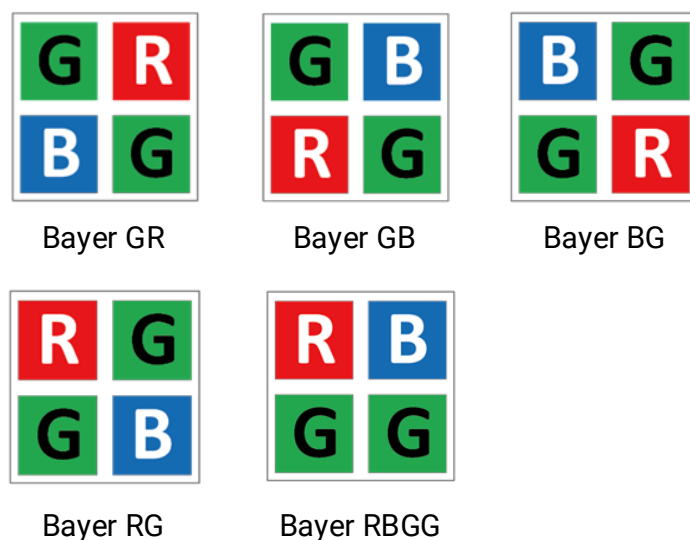


图10-3 像素样式图

相机的像素格式通过 *Image Format Control* 属性下的 *Pixel Format* 参数进行修改。展开 *Pixel Format* 参数,可查看当前相机支持的像素格式,可根据需要选择合适的像素格式,如下图所示。

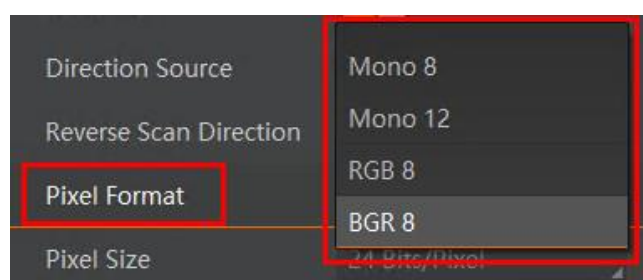


图10-4 像素格式设置

### 说明

不同型号的相机支持的像素格式有所差异,具体请以实际参数为准。

## 10.4 测试模式

相机具有测试模式的功能。当实时图像异常时,可以通过查看测试模式下的图像是否也有类似问题来大致判断图像异常的原因。该功能默认不开启,此时相机输出的图像为实时采集的数据。若使用测试模式的功能,相机输出的图像为测试图像。

测试模式通过 *Image Format Control* 属性下的 *Test Pattern* 参数进行设置,可查看相机支持的测试图像样式,如下图所示。



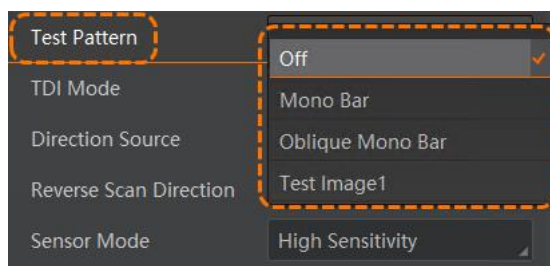


图10-5 测试模式

开启测试模式后，采集卡软件的预览窗口显示的图像切换为测试图像，具体测试图像由测试模式决定。相机提供 *Vertical Color Bar*（垂直彩条）、*Mono Bar*（黑白竖条）、*Oblique Mono Bar*（斜向渐变灰度条）和 *Test Image 1*（测试图像 1）三种测试图像样式，其图像分别如图10-6、图10-7、图10-8、图10-9所示。

### 说明

- 黑白相机不支持 *Vertical Color Bar* 测试模式。
- 不同型号以及不同版本固件相机支持的测试图像有所差别，具体请以实际参数为准。
- Test Image 1 测试模式的图像与相机型号有关，具体请以实际图像为准。

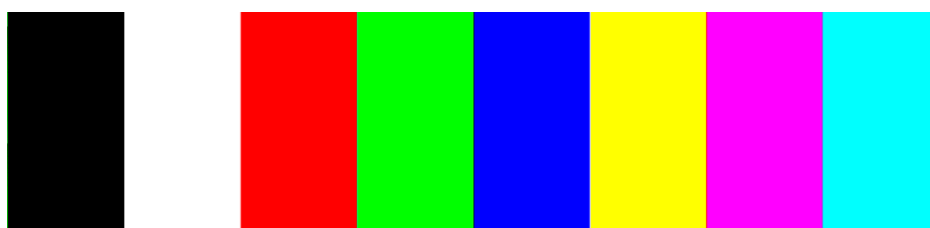


图10-6 Vertical Color Bar 测试图像



图10-7 Mono Bar 测试图像



图10-8 Oblique Mono Bar 测试图像



图10-9 Test Image 1 测试图像

### 10.5 Binning

Binning 功能可将多个相邻像素合并为一个像素，降低分辨率的同时提高了图像亮度。

对于彩色相机，相机水平合并相同颜色的相邻像素的像素值，如图10-10和图10-11所示。



图10-10 彩色相机水平 Binning 设置为 2



图10-11 彩色相机垂直 Binning 设置为 2

当彩色相机的水平 Binning 系数与垂直 Binning 系数均设置为 2 时，此时相机将相同颜色的相邻的 4 个子像素按照对应位置进行合并，并将合并后的像素值作为一个子像素输出，如所下图所示。



图10-12 彩色相机水平垂直 Binning 设置为 2 × 2

使用 Binning 功能时,对 *Image Format Control* 属性下的 *Binning Horizontal* 和 *Binning Vertical* 参数进行设置即可，如下图所示。*Binning Horizontal* 参数对应图像的 *Width* 和 *Offset X*，*Binning Vertical* 参数对应图像的 *Height*。

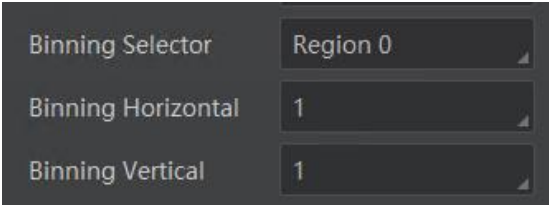


图10-13 设置 Binning

**i 说明**

不同型号相机支持的 Binning 有所不同，具体请以相机的实际功能为准。

10.6 曝光

曝光可通过 *Exposure Mode* 下的 *Timed* 和 *Trigger Width* 两种方式来控制。

- *Exposure Mode* 参数选择 *Timed* 时，曝光时间由 *Exposure Auto* 和 *Exposure Time* 参数控制。
- *Exposure Mode* 参数选择 *Trigger Width* 时，曝光时间和电平信号持续时长保持一致，*Exposure Auto* 和 *Exposure Time* 参数无效。

**i 说明**

行触发模式下，使能 *LineTrigger Mode* 参数，*LineTrigger Source* 参数选择 *Line \**，*LineTrigger Activation* 参数选择 *Level High* 或 *Level Low* 时，*Exposure Mode* 参数才可选择 *Trigger Width*。

相机支持手动、一次自动和连续自动三种曝光方式，设置方式及原理请见下表。

表10-2 曝光模式工作原理

| 曝光方式 | 对应参数                                                       | 参数选项              | 工作原理                                       |
|------|------------------------------------------------------------|-------------------|--------------------------------------------|
| 手动   | <i>Acquisition and Transfer Control &gt; Exposure Auto</i> | <i>Off</i>        | 根据用户在 <i>Exposure Time(μs)</i> 参数设置的值来曝光   |
| 一次自动 |                                                            | <i>Once</i>       | 根据相机设置的亮度自动调整曝光值，自动调整一次后切换为手动曝光方式          |
| 连续自动 |                                                            | <i>Continuous</i> | 根据相机设置的亮度 ( <i>Brightness</i> ) 连续自动的调整曝光值 |

**i 说明**

关于相机亮度详细介绍参见[亮度](#)章节。

将曝光方式设置为一次自动或连续自动时，自动调整的曝光时间只能在[Auto Exposure Time Lower Limit, Auto Exposure Time Upper Limit]的范围之间，如下图所示。

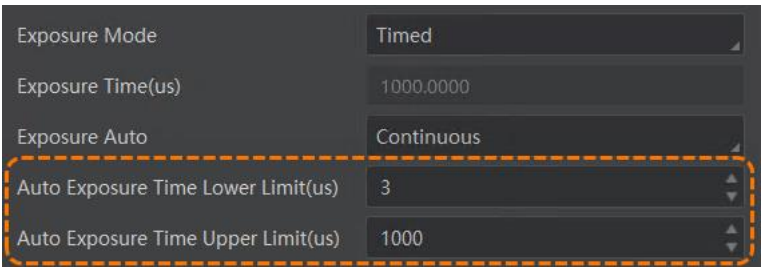


图10-14 自动曝光范围设置

10.7 亮度

相机亮度为一次自动或连续自动曝光模式调整图像时的参考亮度。若相机为手动曝光模式，则亮度参数无效。

亮度通过 *Advanced Processing* 属性下的 *Brightness* 参数进行设置，参数范围为 0 ~ 255。

设置 *Brightness* 后，相机会自动调整曝光时间，使图像亮度达到目标亮度。自动曝光或自动增益模式下，*Brightness* 设置的越大，图像调整越亮；*Brightness* 设置的越小，图像调整越暗。不同 *Brightness* 设置下，图像的明暗对比如下表所示。

表10-3 亮度设置示例

| Brightness 设置 | 示例 |
|---------------|----|
| Brightness=25 |    |



设置亮度的步骤如下：

1. 开启自动曝光模式，具体设置请参考 [曝光](#) 章节。
2. 在 *Advanced Processing* 属性下，设置参数 *Brightness* 的值，如下图所示。亮度参数范围为 0 ~ 255。

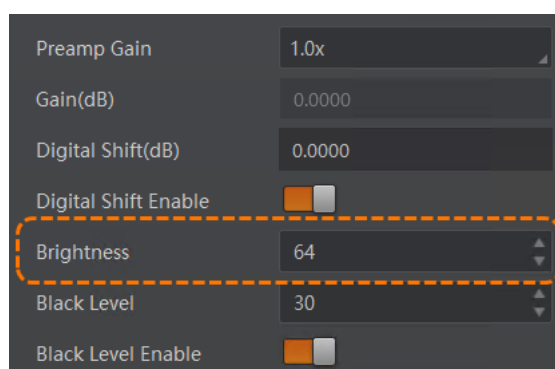


图10-15 亮度设置

## 10.8 白平衡

彩色相机支持白平衡功能，可根据不同光源照明条件进行颜色校正。可通过调整图像中的 R、G、B 分量使得白色区域在不同色温下都能始终保持白色。理想情况下，白色区域的 R、G、B 分量比例为 1:1:1。

白平衡分为手动、一次自动和连续自动 3 种模式，设置方式及原理请见下表。

表10-4 白平衡模式设置及原理

| 白平衡模式 | 对应参数                                               | 参数选项              | 工作原理                                                                                                        |
|-------|----------------------------------------------------|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 手动    | <i>Advanced Processing &gt; Balance White Auto</i> | <i>Off</i>        | 用户可以通过 <i>Balance Ratio Selector</i> 和 <i>Balance Ratio</i> 参数手动调节 R/G/B 分量，分量范围为 1 ~ 10376，1024 表示系数比例 1.0 |
| 一次自动  |                                                    | <i>Once</i>       | 根据当前场景，运行一段时间自动白平衡后停止                                                                                       |
| 连续自动  |                                                    | <i>Continuous</i> | 根据当前场景，自动进行白平衡调整                                                                                            |

当相机画面色彩效果与实际相差较大时，可进行白平衡校准。

### 操作步骤

1. 准备一张白纸，放在相机拍摄视野范围内，使白纸充满整个画面。
2. 设置曝光和增益，建议将图像亮度设置在 120 ~ 160 之间。曝光如何设置请查看[曝光](#)章节，增益如何设置请查看[模拟增益](#)章节。
3. *Balance White Auto* 参数默认为 *Continuous*，且色温模式为窄域，即 *AWB Color Temperature Mode* 参数为 *Narrow*。若在此色温模式下进行自动白平衡后，图像色彩效果仍然不佳，可将 *AWB Color Temperature Mode* 参数设置为 *Wide*，再进行自动白平衡校正，如下图所示。

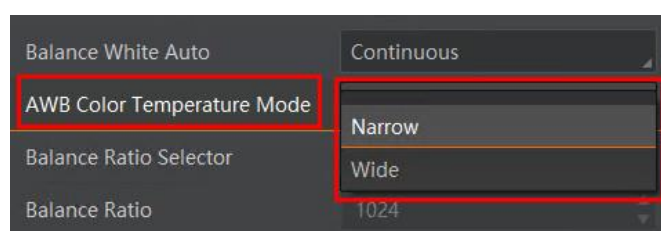


图10-16 自动白平衡色温模式设置

若经过以上操作后，校准后的效果与实际色彩相差仍然较大，可进行手动白平衡校正。

1. 将 *Balance White Auto* 参数由 *Continuous* 或 *Once* 切换为 *Off* 即手动白平衡模式。
2. 找到数值为 1024 的 R/G/B 中的某个分量，观察图像的 R/G/B 数值，调节其他两个分量的数值使得 R/G/B 三通道达到一致。此时图像色彩与实际色彩接近，完成白平衡校准。

### 说明

- 校准完毕后，建议将参数保存到用户参数组，避免相机断电重启后重新进行校准。如何保存参数请查看[用户参数设置](#)章节。
- 若所处环境的光源、色温发生变化，需要重新进行白平衡校准。

## 10.9 多重白平衡

MV-CL086-B0F1C 型号相机支持设置多重白平衡功能，即相机可配置多组白平衡参数处理图像，配套采集卡控制架设在相机不同角度的 2 个光源按照规定的频闪逻辑发光。

MV-CL086-B0F1C 型号相机使用多重白平衡功能时，需与 MV-GS1002F 型号采集卡的特定固件版本配合使用，具体请联系本公司技术支持。

在 *Advanced Processing* 属性下，找到 *Multi ISP Selector* 参数，根据需求进行选择，如下图所示。

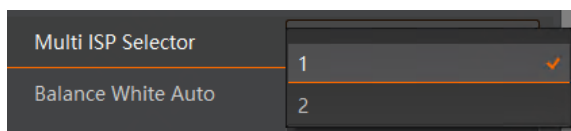


图10-17 多重白平衡功能

### 说明

相机支持设置 *Multi ISP Selector* 参数需同时满足以下两个条件：扫描模式需为 Line Scan 模式，即 *Scan Mode* 参数选择 *Line Scan*；并且当前像素格式不能为 Bayer 格式。

- 当 *Multi ISP Selector* 参数选择 1 时，多重白平衡功能关闭，相机仅支持配置一组白平衡参数。
- 当 *Multi ISP Selector* 参数选择 2 时，开启多重白平衡功能。此时，相机可设置两组白平衡，即 *Balance Ratio Selector*、*Balance Ratio*、*Balance Ratio Selector2* 和 *Balance Ratio2*。

*Balance Ratio Selector* 和 *Balance Ratio* 对应外部光源 1 点亮时的白平衡校正参数，操作步骤具体可参考[白平衡](#)；*Balance Ratio Selector2* 和 *Balance Ratio2* 对应外部光源 2 点亮时的白平衡校正参数，仅支持手动白平衡。

### 说明

开启多重白平衡功能后，相机不支持设置去紫边、降噪模式、*Binning Vertical* 等功能或参数，具体请以实际显示为准。



## 10.10 黑电平

相机支持黑电平功能。黑电平可以调整输出数据的灰度值偏移量，决定相机传感器不感光时的平均灰度值，支持正、负向调节。

若需要设置黑电平，具体操作步骤如下：

1. 启用 *Advanced Processing* 属性下的 *Black Level Enable* 参数。
2. 在 *Black Level* 参数中输入需要设置的数值，如下图所示。

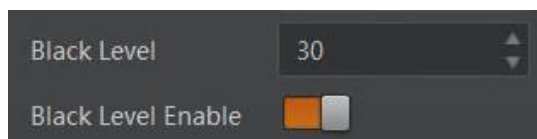


图10-18 黑电平设置

## 10.11 Gamma 校正

相机支持 Gamma 校正。通常相机芯片的输出与照射在芯片感光面的光子是线性的，Gamma 校正提供了一种输出非线性的映射机制。当 Gamma 值在 0.5 ~ 1 之间，图像整体亮度上升，暗处对比度上升，亮处对比度下降；Gamma 值在 1 ~ 4 之间时，图像整体亮度下降，暗处对比度下降，亮处对比度上升，如下图所示。不同 Gamma 值下，图像的明暗对比如表 10-5 所示。相机默认不启用该功能。

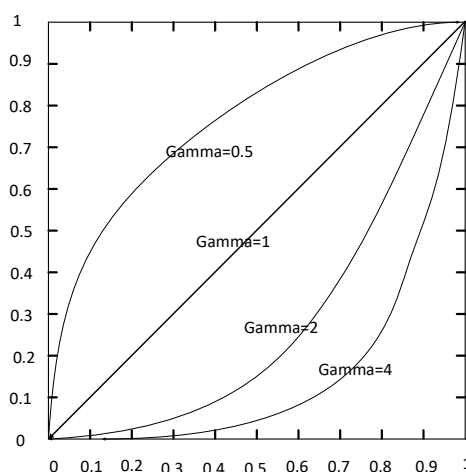
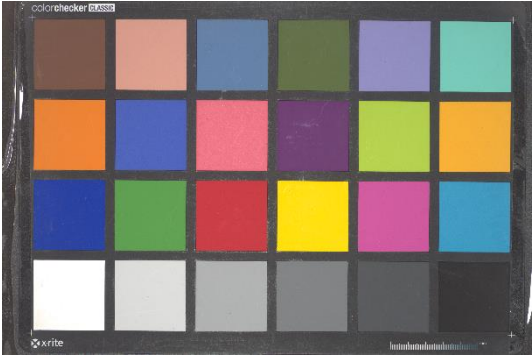


图10-19 Gamma 曲线图



表10-5 Gamma 设置示例

| Gamma 设置  | 示例                                                                                   |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| Gamma=0.5 |    |
| Gamma=1.5 |   |
| Gamma=2   |  |

Gamma 校正分为 User 和 sRGB 2 种方式。通过 *Gamma Selector* 参数进行设置。User 为用户自定义模式，可自行设置 *Gamma* 的数值；sRGB 为标准协议模式。两者的设置方式略有差别。

- User 模式具体操作步骤：
  1. *Advanced Processing* 属性下的 *Gamma Selector* 参数下拉选择 User。
  2. 勾选 *Gamma Enable* 参数。
  3. 在 *Gamma* 参数中输入需要设置的数值，如下图所示，参数范围为 0 ~ 4。

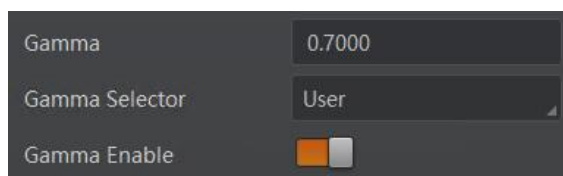


图10-20 User 模式

● sRGB 模式具体操作步骤：

1. *Advanced Processing* 属性下的 *Gamma Selector* 参数下拉选择 *sRGB*。
2. 勾选 *Gamma Enable* 参数，如下图所示。

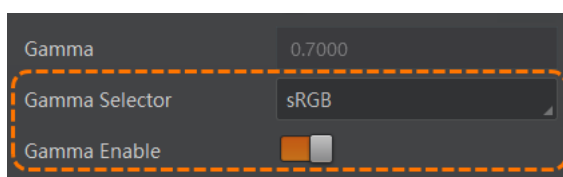


图10-21 sRGB 模式

## 10.12 增益控制

相机增益分为模拟增益和数字增益两种。模拟增益可将模拟信号放大；数字增益可将模数转换后的信号放大。

增益数值越大时，图像亮度也越高，同时图像噪声也会增加，对图像质量有所影响。且数字增益的噪声会比模拟增益的噪声更明显。

若需要提高图像亮度，建议先增大相机的曝光时间；若曝光时间达到环境允许的上限不能满足要求，再考虑增大模拟增益；若模拟增益设置为最大值还不能满足要求，最后再考虑调整数字增益。

### 10.12.1 模拟增益

通过 *Advanced Processing* 属性下的 *Preamp Gain* 参数选择，如下图所示。此时 *Gain* 参数显示当前设置的增益数值。

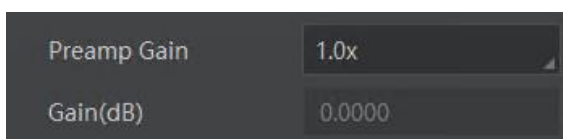


图10-22 模拟增益设置

#### 说明

具体可以设置的增益值请以实际设备参数为准。

## 10.12.2 数字增益

相机数字增益默认不启用，参数范围为-24.082399 ~ 23.999836。

若需要设置数字增益，具体操作步骤如下：

1. 启用 *Advanced Processing* 属性下的 *Digital Shift Enable* 参数。
2. 在 *Digital Shift* 参数中输入需要设置的数字，如下图所示。

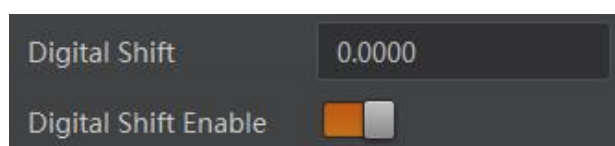


图10-23 数字增益设置

## 10.13 AOI

AOI 功能可使相机根据设置的 AOI 区域的图像信息调整整个画面的亮度或者白平衡，相关参数如下图所示。

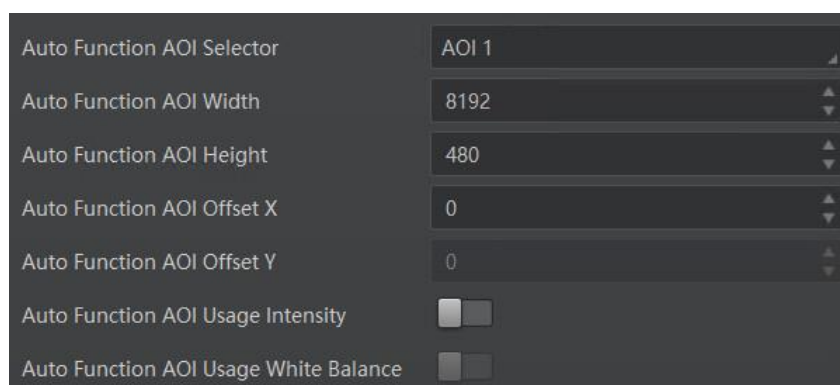


图10-24 AOI 参数

### 说明

AOI1 功能需在相机自动曝光模式下使用，AOI2 功能需在彩色相机自动白平衡模式下使用。

AOI 功能设置步骤如下：

1. 找到 *Advanced Processing > AutoFunctionAOI Control* 属性下的 *Auto Function AOI Selector* 参数，选择 AOI 类型。AOI1 可调整画面亮度，AOI2 为彩色相机特有选项，可调整白平衡。
2. 通过 *Auto Function AOI Width*、*Auto Function AOI Height* 以及 *Auto Function AOI Offset X* 参数设置 AOI 区域。
3. AOI 类型选择 AOI1 时，需启用 *Auto Function AOI Usage Intensity* 参数；AOI 类型选择 AOI 2 时，需启用 *Auto Function AOI Usage White Balance* 参数。

## 10.14 色彩校正

当图像经过白平衡处理后，图像整体会显得比较暗淡，同时多种颜色可能存在不同程度地偏离其标准值。此时需要对图像的色彩乘以校正矩阵来修正各颜色至其标准值，使图像的整体色彩更加鲜艳。

色彩校正功能通过对每一个 RGB 分量乘以一个校正矩阵来实现，目前支持的颜色转换模块为 RGBtoRGB。

### 操作步骤

1. 属性 *Advanced Processing > Color Transformation Control* 下，通过 *CCM Enable* 参数开启色彩校正功能。
2. 色彩校正相关参数可通过 *Color Transformation Enable* 参数是否开启两种方式进行设置。
  - 不开启 *Color Transformation Enable* 参数时，可根据实际需求修改 *Color Transformation Value* 参数值，如下图所示。

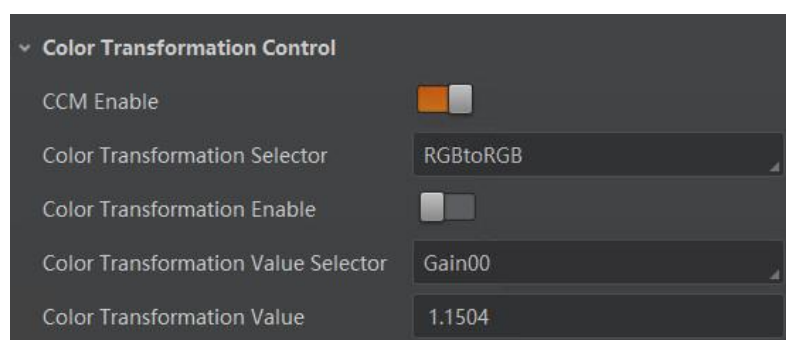


图10-25 设置方法一

- 开启 *Color Transformation Enable* 参数时，通过色调和饱和度参数控制 *Transformation Value* 参数值，如下图所示。

### 说明

关于色调相关介绍具体请见[色调](#)章节，饱和度相关介绍具体请见[饱和度](#)章节。

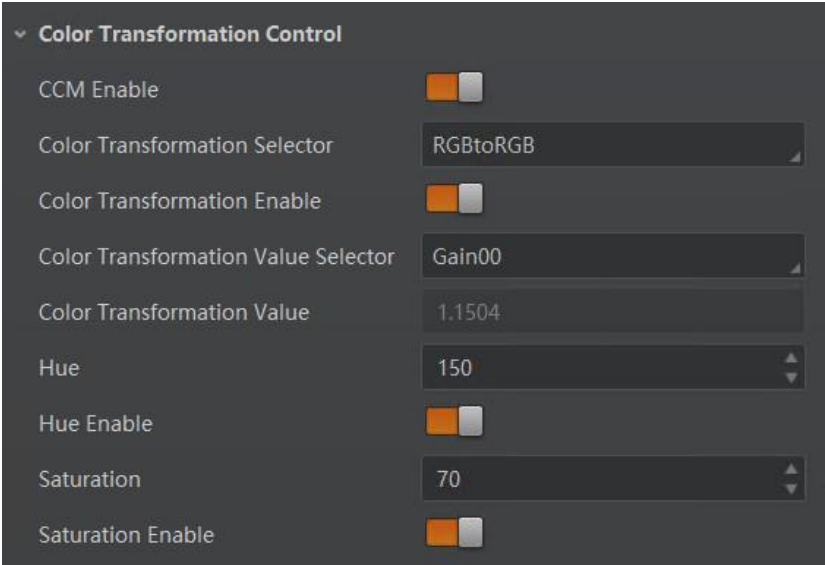


图10-26 设置方法二

10.15 色调

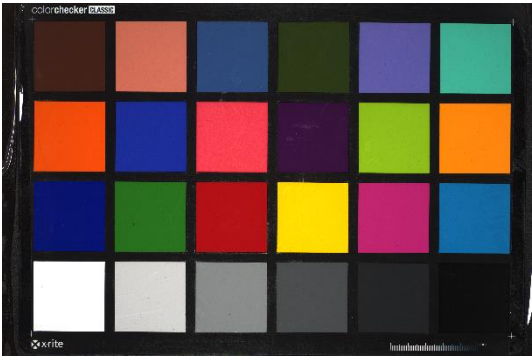
色调为彩色相机非 Mono 格式下，启用色彩校正功能时的参考色调，可调整图像中颜色的总体倾向。

色调通过 *Advanced Processing > Color Transformation Control* 属性下的 *Hue* 参数进行设置，范围为 0 ~ 255。

设置 *Hue* 后，相机会根据 *Hue* 数值进行色彩校正，使图像色调达到目标值。不同 *Hue* 值下，图像的色调对比如下表所示。

表10-6 Hue 设置示例

| Hue 设置 | 示例 |
|--------|----|
| Hue=0  |    |

| Hue 设置  | 示例                                                                                  |
|---------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Hue=128 |   |
| Hue=255 |  |

设置色调的步骤如下：

1. 通过 *Image Format Control* 属性确保彩色相机的 *Pixel Format* 参数为 *RGB* 格式。
2. 开启色彩校正，具体请参考[色彩校正](#)章节。
3. 开启 *Advanced Processing > Color Transformation Control* 属性下的 *Hue Enable* 参数。
4. 在 *Hue* 参数中输入需要设置的数值。

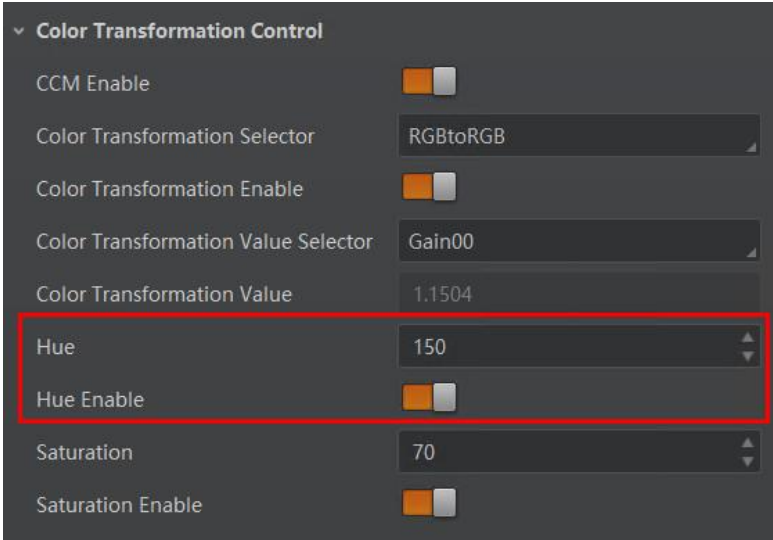


图10-27 调节色调

10.16 饱和度

饱和度为彩色相机非 Mono 格式下，启用色彩校正功能时的参考饱和度，可调整图像中颜色的明艳程度，使图像看上去更饱满、更艳丽、更接近实物。

饱和度通过 *Advanced Processing > Color Transformation Control* 属性下的 *Saturation* 参数进行设置，范围为 0 ~ 255。

设置 *Saturation* 后，相机会根据 *Saturation* 数值进行色彩校正，使图像饱和度达到目标值。不同 *Saturation* 值下，图像的饱和度对比如下表所示。

表10-7 Saturation 设置示例

| Saturation 设置 | 示例 |
|---------------|----|
| Saturation=0  |    |



| Saturation 设置  | 示例                                                                                  |
|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Saturation=128 |   |
| Saturation=255 |  |

设置饱和度的步骤如下：

1. 通过 *Image Format Control* 属性确保彩色相机的 *Pixel Format* 参数为 *RGB* 格式。
2. 开启色彩校正，具体请参考[色彩校正](#)章节。
3. 开启 *Advanced Processing > Color Transformation Control* 属性下的 *Saturation Enable* 参数。
4. 在 *Saturation* 参数中输入需要设置的数值。

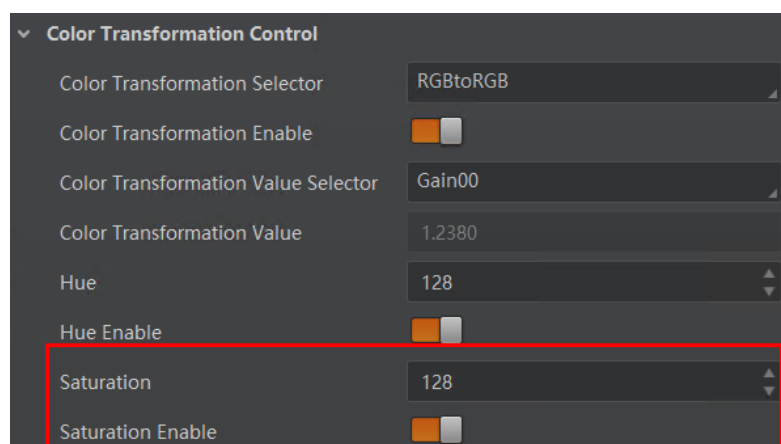


图10-28 调节饱和度



## 10.17 超级调色盘

超级调色盘是一种对图像不同颜色区域进行色调与饱和度调节的功能，能够根据实际需求，方便快捷地对图像颜色进行调节，可在 *Advanced Processing > Super Palette Control* 属性下设置。

### 操作步骤

1. 启用 *Super Palette Enable* 参数。
2. 根据实际需求在 *Super Palette Selector* 中选择需要调节的颜色区域，如下图所示。

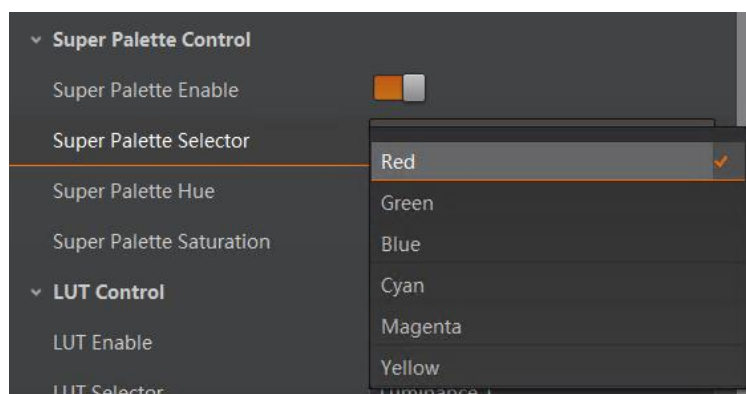


图10-29 颜色区域选择

3. 修改对应颜色区域的 *Super Palette Hue* 参数值及 *Super Palette Saturation* 参数值，如下图所示。

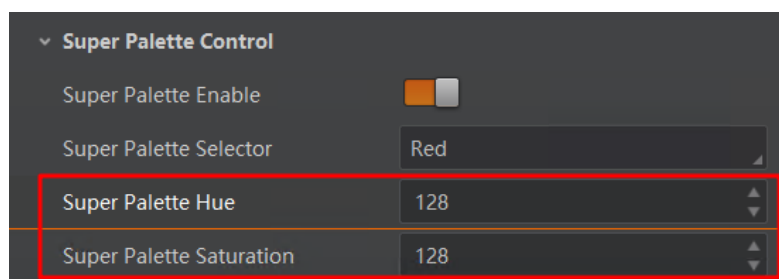


图10-30 Super Palette

### 说明

- 仅部分型号相机支持超级调色盘功能，具体请以相机实际参数为准。
- 彩色相机仅 RGB、BGR、Bayer 和 YUV 像素格式支持使用超级调色盘功能。

## 10.18 传感器模式

部分型号相机支持设置高满阱或高灵敏度两种传感器模式，可通过 *Image Format Control* 属性下的 *Sensor Mode* 参数进行设置，如 [图10-31](#) 所示。

- *High Full Well Mode*：高满阱模式，显著提高图像整体信噪比。

- **High Sensitivity**: 高灵敏度模式，显著提高图像整体亮度，适用于低照度环境。

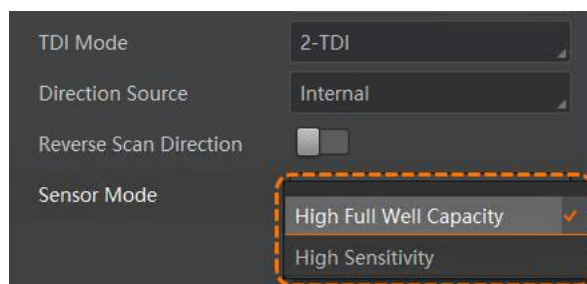


图10-31 传感器模式

### 说明

仅当 *TDI Mode* 参数选择 2/3/4-*TDI* 时，相机支持设置传感器模式，*TDI Mode* 参数具体介绍请见 [TDI 功能](#) 章节。

## 10.19 Sequence 轮询

部分型号相机支持 Sequence 轮询模式。在该模式下，每组参数可独立配置曝光时间和数字增益，原理框图如下图所示。

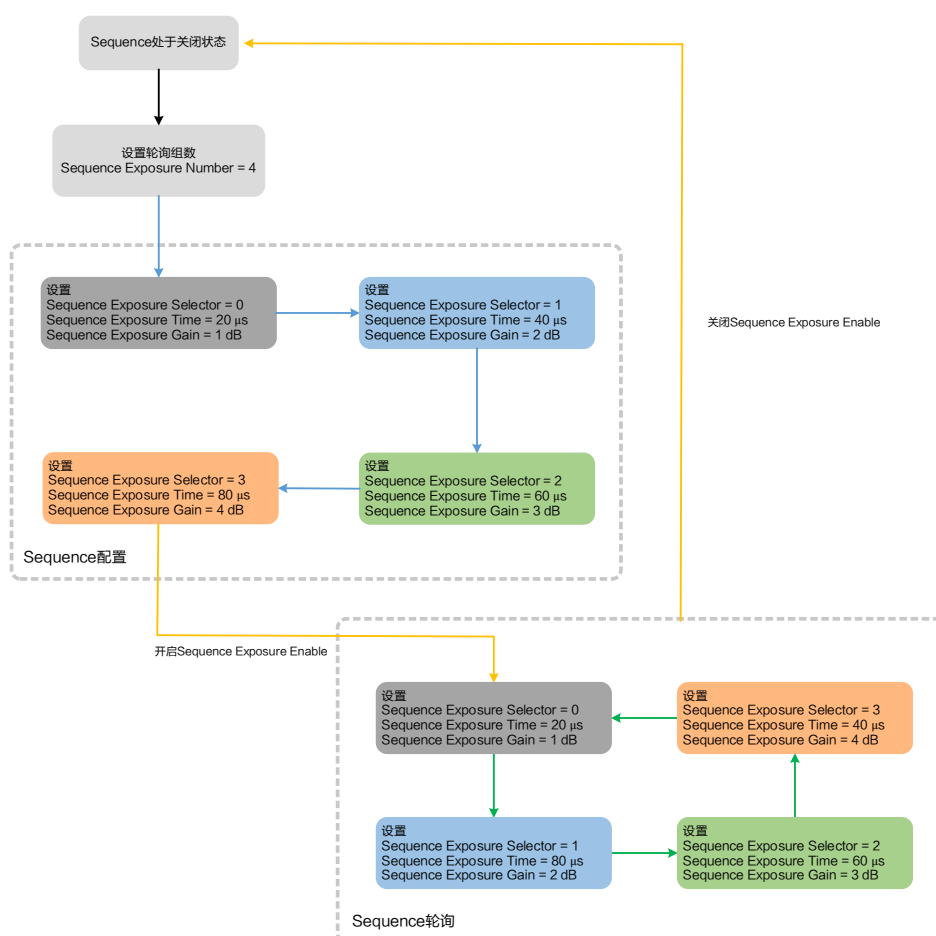


图10-32 Sequence 轮询

## 操作步骤

1. 通过 *Image Format Control* 属性下的 *Sequence Exposure Number* 参数设置参与轮询的组数，最多支持 2 组参数，如下图所示。

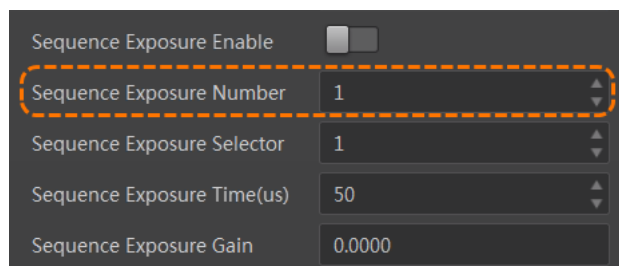


图10-33 设置轮询组数

2. 通过 *Sequence Exposure Selector* 参数，选择其中的某组参数。
3. 通过 *Sequence Exposure Time (us)* 和 *Sequence Exposure Gain* 参数设置该组轮询参数中的曝光时间和数字增益。

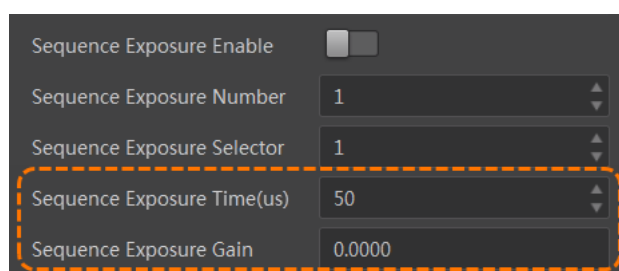


图10-34 Sequence 属性配置

4. 重复步骤 2 ~ 步骤 3，对其他参数组进行设置。
5. 完成配置后，使能 *Sequence Exposure Enable* 参数，Sequence 轮询开启。

### 说明

Sequence 轮询开启后，相机会自动调整相关参数，具体请以实际显示为准。

## 10.20 TDI 功能

部分型号相机支持 TDI 功能。TDI 功能又称时间延时积分（Time Delay Integration）。该功能通过对同一目标多次曝光，使用延迟积分的方法，增加光能。具有灵敏度高、动态范围大等特点。

在 *Image Format Control* 属性下，设置 *TDI Mode* 参数，根据需求进行选择，如下图所示。

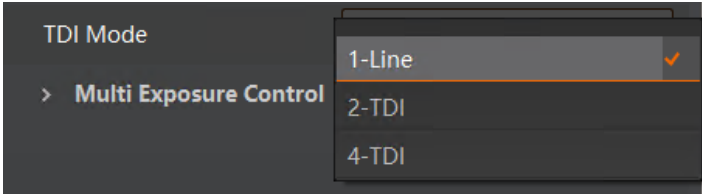


图10-35 选择 TDI 模式

目前支持四种 TDI 模式，不同型号相机支持的 TDI 模式如下表所示：

- **1-Line**：普通单线模式。相机内部选择 1 行数据输出作为最终结果。
- **2-TDI**：2 阶 TDI 模式。相机将相邻的两行数据叠加后，输出 1 行作为最终结果。
- **3-TDI**：3 阶 TDI 模式。相机将相邻的三行数据叠加后，输出 1 行作为最终结果。
- **4-TDI**：4 阶 TDI 模式。相机将相邻的四行数据叠加后，输出 1 行作为最终结果。
- **4-TDI-HFWCM**：4 阶 HFWCM TDI 模式。相机先将相邻的两行数据取平均后，输出 2 行作为中间结果；再将 2 行中间数据叠加后，输出 1 行作为最终结果。

表10-8 不同型号相机支持的 TDI 模式

| 相机型号           | 支持的 TDI 模式                     |
|----------------|--------------------------------|
| MV-CL042-91FC  | 1-Line                         |
| MV-CL082-91F2M | 1-Line、2-TDI                   |
| MV-CL082-91F1M |                                |
| MV-CL083-91F2C |                                |
| MV-CL162-91F2M |                                |
| MV-CL084-91F2M | 1-Line、2-TDI、4-TDI             |
| MV-CL084-90F1M |                                |
| MV-CL086-B0F1C | 1-Line、2-TDI、4-TDI、4-TDI-HFWCM |
| MV-CL166-91F2C | 1-Line、2-TDI、3-TDI、4-TDI       |

10.21 分时曝光模式

部分型号相机支持设置分时曝光模式，不同分时曝光模式的处理机制不同，主要分为分时频闪曝光和分时轮询曝光两种方式。

## 10.21.1 分时频闪曝光

MV-CL084-91F2M 型号相机支持设置分时频闪曝光模式，即相机可通过 I/O 控制架设在不同角度的 1~4 个光源按照规定的频闪逻辑发光，进而得到同一目标不同角度打光的多张图片。

### 说明

开启分时频闪模式时，电平反转与 Strobe 信号各节点的设置均不起效。

在 *Image Format Control* 属性下，找到 *Multi Light Control* 参数，根据需求进行选择，如下图所示。

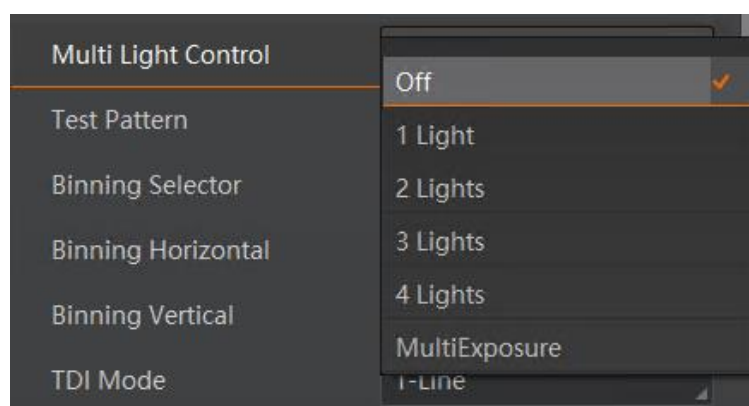


图10-36 Multi Light Control

- 当 *Multi Light Control* 参数选择 *Off* 时，分时频闪模式关闭，相机不控制外部光源。
- 当 *Multi Light Control* 参数选择 *1 Light* 时，开启 1 灯模式，光源 1 被点亮，其余光源关闭。
- 当 *Multi Light Control* 参数选择 *2 Lights* 时，开启 2 灯模式，光源 1 和光源 2 分别被点亮，其余灯关闭。
- 当 *Multi Light Control* 参数选择 *3 Lights* 时，开启 3 灯模式，光源 1、光源 2 和光源 3 分别被点亮，光源 4 关闭。
- 当 *Multi Light Control* 参数选择 *4 Lights* 时，开启 4 灯模式，光源 1、光源 2、光源 3 和光源 4 分别被点亮。
- 当 *Multi Light Control* 参数选择 *MultiExposure* 时，分时频闪模式关闭，开启多重曝光模式，相机可设置两组曝光时间和增益，即 *Multi Exposure0(us)*、*Multi Gain0(dB)*、*Multi Exposure1(us)*、*Multi Gain1(dB)*。

### 说明

- 当 *TDI Mode* 参数选择 1-Line 时, *Multi Light Control* 参数支持设置为 Off、1/2/3/4 Light、*MultiExposure*;
- 当 *TDI Mode* 参数选择 2-TDI 时, *Multi Light Control* 参数支持设置为 Off、1/2 Light;
- 当 *TDI Mode* 参数选择 4-TDI 时, *Multi Light Control* 参数支持设置为 Off、1 Light。

相机使用 Line0, Line1, Line3, Line4 共四个 IO 输出触发信号, 分别触发光源 1~4 被点亮, 4 个 IO 输出的脉冲示意图如下图所示。

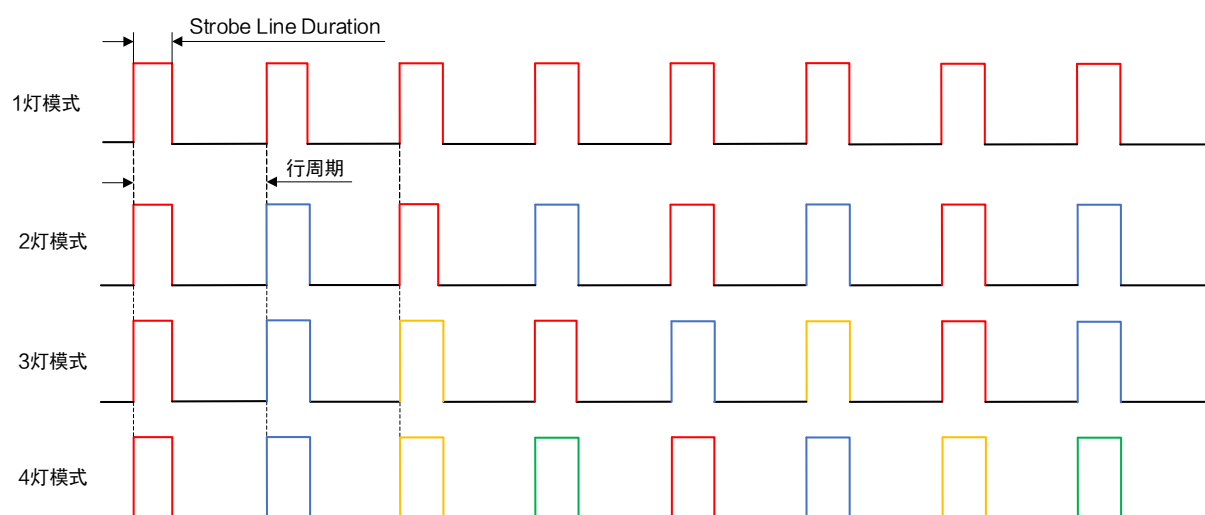


图10-37 IO 输出脉冲示意图

### 说明

红、蓝、黄、绿分别为 Line0、Line1、Line3、Line4 输出的脉冲, 分别对应光源 1~4。

*Multi Light Control* 参数不选择 off 时, 可通过 *Digital IO Control* 属性下的 *Strobe Line Duration* 参数和 *Strobe Line Delay* 参数分别设置光源的持续时间和延迟时间, 单位为  $\mu\text{s}$ , 如下图所示。

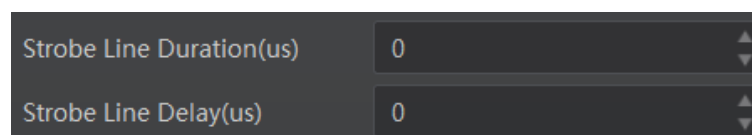


图10-38 分时频闪模式

### 说明

相机内部限制 *Strobe Line Duration* 参数和 *Strobe Line Delay* 参数的数值之和需小于等于行周期时间, 若设置的数值之和超过行周期时间, 相机内部则直接使用最大值。

## 10.21.2 分时轮询曝光

MV-CL084-90F1M 型号相机支持设置分时轮询曝光模式，即相机可配置多组参数轮询曝光采集图像，配套采集卡控制相机进行轮询曝光，同时控制架设在相机不同角度的 4 个光源按照规定的频闪逻辑发光。

MV-CL084-90F1M 型号相机使用分时轮询曝光功能时，需与 MV-GS1002F 型号采集卡配合使用。

相机和采集卡配合使用时，相机端需使能 *Acquisition and Transfer Control > Line Trigger Control* 属性下的 *LineTrigger Mode* 参数。此时，*LineTrigger Activation* 参数仅支持 *Rising Edge*，即采集卡收到外部设备的上升沿触发信号后，通过 Link Trigger 信号控制相机进行分时轮询曝光，并点亮光源。

### 说明

关闭 *LineTrigger Mode* 参数时，相机通过内触发信号进行分时轮询曝光。

在 *Image Format Control* 属性下，找到 *Multi Light Control* 参数，根据需求进行选择，如下图所示。

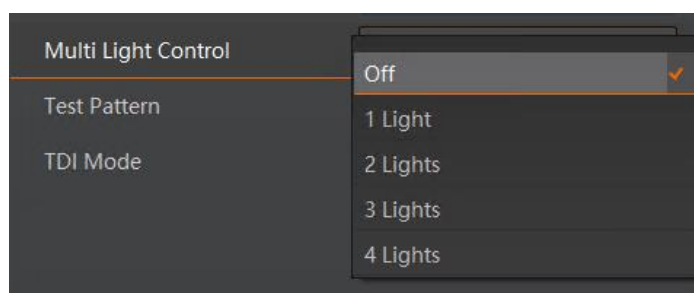


图10-39 Multi Light Control

### 说明

仅当 *TDI Mode* 参数选择 *1-Line* 时，相机支持分时轮询曝光模式，即 *Multi Light Control* 参数支持设置为 *1/2/3/4 Lights*。

- 当 *Multi Light Control* 参数选择 *off* 时，分时轮询曝光模式关闭。
- 当 *Multi Light Control* 参数选择 *1 Light* 时，开启 1 灯模式，相机可通过 *Image Format Control > Multi Exposure Control > Multi Exposure Set 0* 属性配置 1 组参数。
  - *Multi Cam Gain 0*: 第 1 组多重曝光增益
  - *Strobe0 Delay*: 光源 1 的延迟时间
  - *Strobe0 Duration*: 光源 1 的持续点亮时间
  - *Exposure0 Delay*: 相机的第 1 组延迟曝光时间
  - *Exposure0 Duration*: 相机的第 1 组曝光时间

相机开始取流后，采集卡端同步相机端设置的参数，控制相机进行 1 组曝光轮询，并点亮光源 1，其余光源关闭。

- 当 *Multi Light Control* 参数选择 *2 Lights* 时，开启 2 灯模式，相机可通过 *Image Format Control > Multi Exposure Control > Multi Exposure Set 0/1* 属性配置 2 组参数。

相机开始取流后，采集卡端同步相机端设置的参数，控制相机进行 2 组曝光轮询，并分别点亮光源 1 和光源 2，其余光源关闭。

- 当 *Multi Light Control* 参数选择 *3 Lights* 时，开启 3 灯模式，相机可通过 *Image Format Control > Multi Exposure Control > Multi Exposure Set 0/1/2* 属性配置 3 组参数。

相机开始取流后，采集卡端同步相机端设置的参数，控制相机进行 3 组曝光轮询，并分别点亮光源 1、光源 2 和光源 3，光源 4 关闭。

- 当 *Multi Light Control* 参数选择 *4 Lights* 时，开启 4 灯模式，相机可通过 *Image Format Control > Multi Exposure Control > Multi Exposure Set 0/1/2/3* 属性配置 4 组参数。

相机开始取流后，采集卡端同步相机端设置的参数，控制相机进行 4 组曝光轮询，并分别点亮光源 1、光源 2、光源 3 和光源 4。

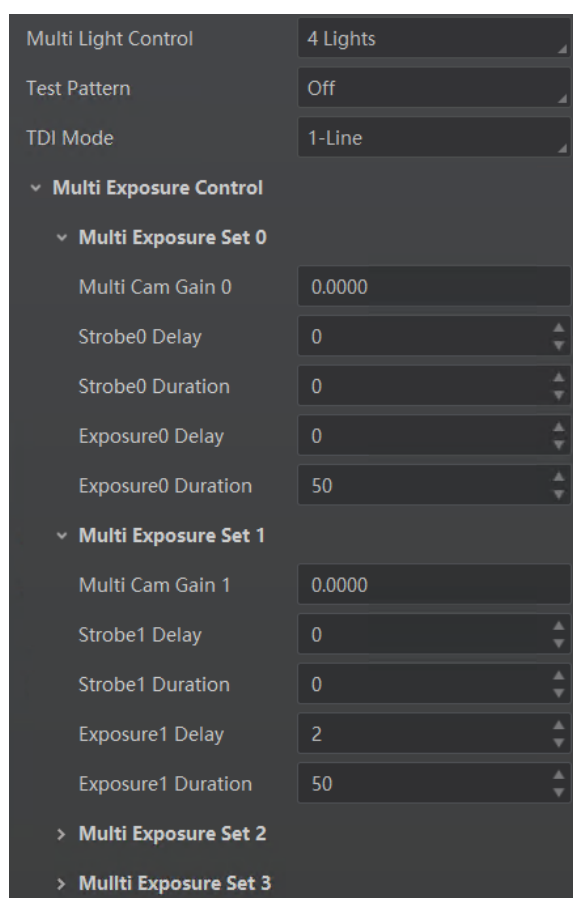


图10-40 4 灯模式



以 4 灯模式为例，当采集卡端收到一个外触发信号后，采集卡将按照从相机端同步的参数，控制相机执行曝光延迟和曝光操作，控制光源执行点亮延迟和点亮操作。4 灯模式触发示意图如图 10-41 所示，4 灯模式下客户端的显示效果如图 10-42 所示。

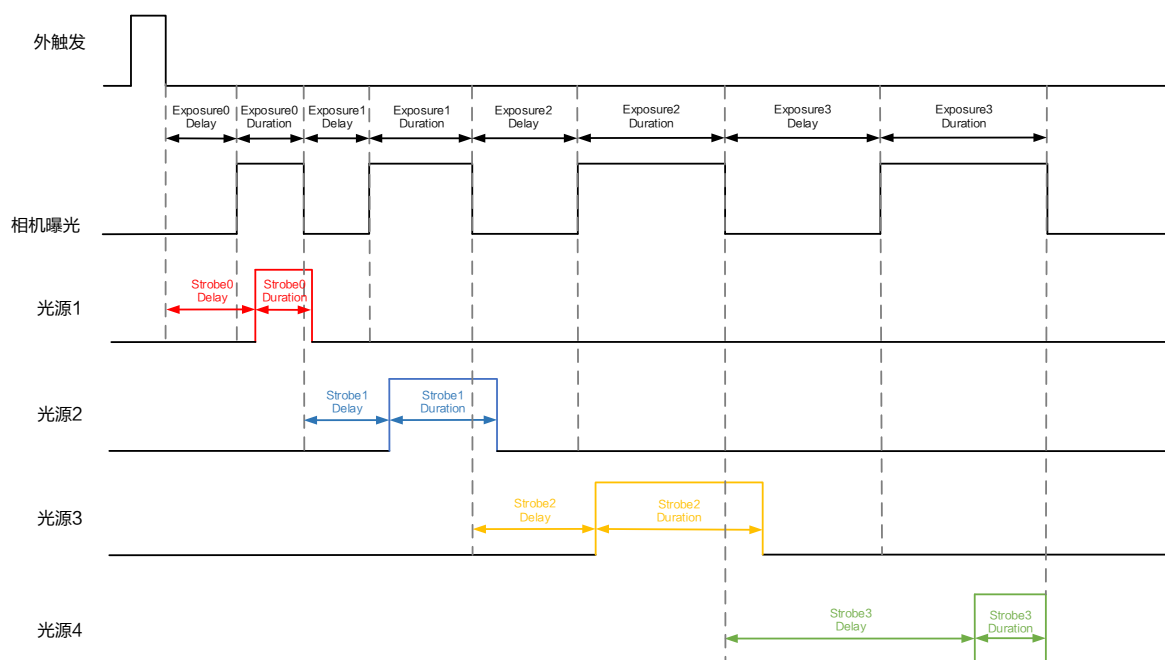


图10-41 4 灯模式触发示意图



图10-42 4 灯模式显示效果图

## 10.22 降噪模式

部分型号相机支持降噪模式，开启后可通过 2D 降噪，达到保持边缘、降噪平滑的效果，提高图像的信噪比，进一步提高图像的成像质量。降噪模式可通过 *Advanced Processing* 属性下的 *Digital Noise Reduction Mode* 参数进行设置，如下图所示。

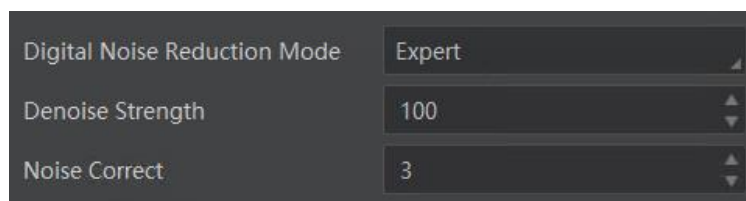


图10-43 降噪模式

参数含义如下：

- *Digital Noise Reduction Mode*：降噪模式选择，选择 *OFF* 时 2D 降噪关闭；选择 *Expert* 时 2D 降噪开启。
- *Denoise Strength*：降噪强度值。
- *Noise Correct*：噪声水平校正值，用于调整噪声曲线。

### 说明

相机是否支持降噪模式请以实际参数为准。

## 10.23 LUT 用户查找表

LUT 是一个可供用户自定义的灰度映射表。通过 LUT 的设置，用户可以对感兴趣的灰度范围进行拉伸、凸显等操作。操作可以是线性曲线，也可以是自定义映射曲线。

LUT 设置步骤如下：

1. 在 *Advanced Processing* > *LUT Control* 属性下，启用 *LUT Enable* 参数，使能 LUT 用户查找表功能。
2. 通过 *LUT Index* 参数设置相机的偏移量，偏移值范围为 0 ~ 1023。
3. 通过 *LUT Value* 参数设置偏移量对应的值，默认为 *LUT Index* 参数的 4 倍，可根据实际情况自定义设置，范围为 0 ~ 4095。
4. 单击 *LUT Save* 参数处的 **Execute** 将设置的 LUT 参数保存到选择的 LUT 表中。

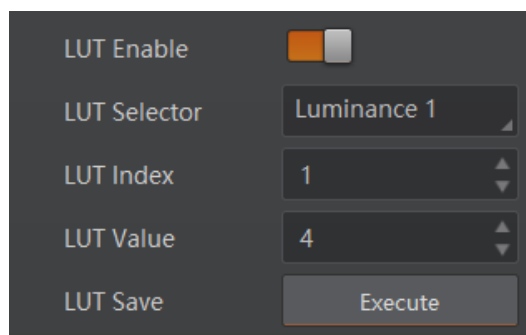


图10-44 LUT 设置

### 说明

Gamma 和 LUT 功能都是调整相机的灰度映射表，故两个功能不能同时使用。

## 10.24 FFC 平场校正

FFC 平场校正功能包括 PRNUC（明场校正）和 FPNC（暗场校正），用于补偿 Sensor 本身及光源、外部环境等带来的光照不均匀影响。

### 说明

不同型号以及不同固件版本相机 FFC 平场校正功能和操作方法有所差别，具体请以实际参数为准。

### 10.24.1 FPNC 校正

FPNC 校正相关参数如下图所示。：

### 说明

若相机没有 FPNC 校正功能，则说明 FPNC 校正在相机出厂时默认已完成，无需配置。

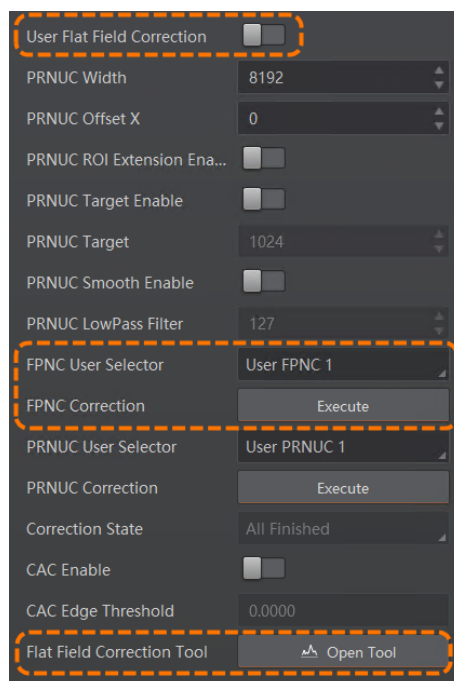


图10-45 FPNC 校正

## 操作步骤

1. 展开 *Shading Correction* 属性，用户 FPNC 校正默认关闭。
2. 通过 *FPNC Flat Field Mode Selector* 参数选择图像校正效果，可选 *Factory* 和 *User* 两种模式。
  - *Factory*: 出厂 FPNC 校正，即使用出厂时已完成的 FPNC 校正数据进行 FPNC 校正；
  - *User*: 用户 FPNC 校正，可根据自定义矫正数据自行进行 FPNC 校正。

### 说明

- 部分型号相机支持设置 *FPNC Flat Field Mode Selector* 参数，具体请以实际参数为准。
  - 若相机无 *FPNC Flat Field Mode Selector* 参数，则说明相机默认为用户 FPNC 校正。
3. 通过 *FPNC User Selector* 选择一组用户 FPNC，共有三组用户 FPNC 可供选择。

### 说明

若相机支持设置 *FPNC Flat Field Mode Selector* 参数，当 *FPNC Flat Field Mode Selector* 参数选择 *User* 时，*FPNC User Selector* 才可生效。

4. 单击 *Flat Field Correction Tool* 参数处的 **Open Tool**，打开平场校正工具，点击执行暗场校正，如下图所示。



图10-46 执行暗场校正

### 说明

- 平场校正工具的具体操作方式请见平场校正工具用户手册。
- 若相机支持设置 *FPNC Flat Field Mode Selector* 参数，当 *FPNC Flat Field Mode Selector* 参数选择 *User* 时，还可通过单击 *FPNC Correction* 参数处的 **Execute** 计算图像中需要校正的数据。

5. 开启 *User Flat Field Correction* 参数使能校正功能。

### 说明

*User Flat Field Correction* 参数开启后可同时使能 *FPNC* 校正和 *PRNUC* 校正功能。

*FPNC* 校正过程的状态可通过 *Correction State* 参数进行查询，共有如下 5 种校正状态：

- *All Finished*：校正操作成功。
- *Doing Correction*：执行校正操作中。
- *Saving Data*：保存校正数据中。
- *Transferring Data*：发送校正数据中。
- *Error*：校正操作失败。

### 说明

*PRNUC* 校正过程的状态也可通过 *Correction State* 参数进行查看。

## 10.24.2 PRNUC 校正

*PRNUC* 校正可通过 *Shading Correction* 属性进行设置，包含全局校正和 *ROI* 区域校正两个功能。

*PRNUC* 校正前后的对比图如图10-47、图10-48所示，供参考。

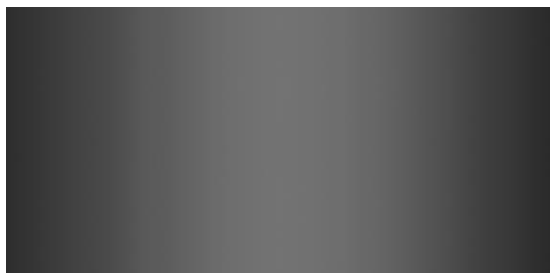


图10-47 校正前



图10-48 校正后

## 全局 PRNUC 校正

全局 PRNUC 校正相关参数如下图所示。

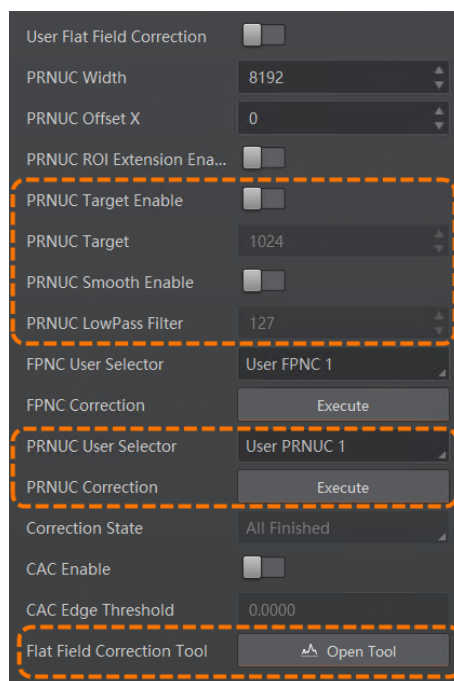


图10-49 PRNUC 校正

## 操作步骤

1. 展开 *Shading Correction* 属性，用户 PRNUC 校正默认关闭。
2. 通过 *PRNUC Flat Field Mode Selector* 参数选择图像校正效果，可选 *Factory* 和 *User* 两种模式。

- **Factory**: 出厂 PRNUC 校正, 即使用出厂时已完成的 PRNUC 校正数据进行 PRNUC 校正;
- **User**: 用户 PRNUC 校正, 可根据自定义矫正数据自行进行 PRNUC 校正。

### 说明

- 部分型号相机支持设置 *PRNUC Flat Field Mode Selector* 参数, 具体请以实际参数为准。
  - 若相机无 *PRNUC Flat Field Mode Selector* 参数, 则说明相机默认为用户 PRNUC 校正。
3. 通过 *PRNUC User Selector* 参数选择一组用户 PRNUC, 共有三组用户 PRNUC 可供选择。

### 说明

若相机支持设置 *PRNUC Flat Field Mode Selector* 参数, 当 *PRNUC Flat Field Mode Selector* 参数选择 **User** 时, *PRNUC User Selector* 才可生效。

4. 根据实际需求设置 *PRNUC Target* 相关参数。
- 若使用自带校正标准, 则不启用 *PRNUC Target Enable* 参数即可。此时相机将每一列的平均灰度值和整幅图像的平均灰度值进行比较校正。
  - 若需手动设置矫正校准, 则启用 *PRNUC Target Enable* 参数, 通过设置 *PRNUC Target* 参数设置目标灰度值。
5. 单击 *Flat Field Correction Tool* 参数处的 **Open Tool**, 打开平场校正工具, 点击**执行明场校正**, 如下图所示。



图10-50 执行明场校正

### 说明

- 平场校正工具的具体操作方式请见平场校正工具用户手册。

- 若相机支持设置 *PRNUC Flat Field Mode Selector* 参数，当 *PRNUC Flat Field Mode Selector* 参数选择 *User* 时，还可通过单击 *PRNUC Correction* 参数处的 **Execute** 计算图像中需要校正的数据。

6. 开启 *User Flat Field Correction* 参数使能校正功能。

### 说明

*User Flat Field Correction* 参数开启后可同时使能 FPNC 校正和 PRNUC 校正功能。

7. (可选) 开启 *PRNUC Smooth Enable* 参数，可减弱标定时灰尘的影响，平滑 PRNUC 系数。

### 说明

部分型号支持设置 *PRNUC Smooth Enable* 参数，具体请以实际参数为准。

8. (可选) 开启 *PRNUC Smooth Enable* 参数后，可设置 *PRNUC LowPass Filter* 参数，该参数用于控制相机竖线的保留程度，您可根据实际图像效果需求调整此参数。
- 增大参数值，可减少标定时的灰尘干扰，同时增强图像中竖线的清晰度；
  - 减小参数值，平滑效果越弱，竖线越模糊；
  - 当参数设置为 0 时，与关闭 *PRNUC Smooth Enable* 参数效果相同。

## ROI 区域 PRNUC 校正

当需对图像的部分区域进行 PRNUC 校正时，可根据实际需求通过 *PRNUC Width* 和 *PRNUC Offset X* 参数设置 ROI 区域，再启用 *PRNUC ROI Extension Enable* 参数，即可针对所设置的 ROI 区域外的部分进行 PRNUC 校正，如下图所示。

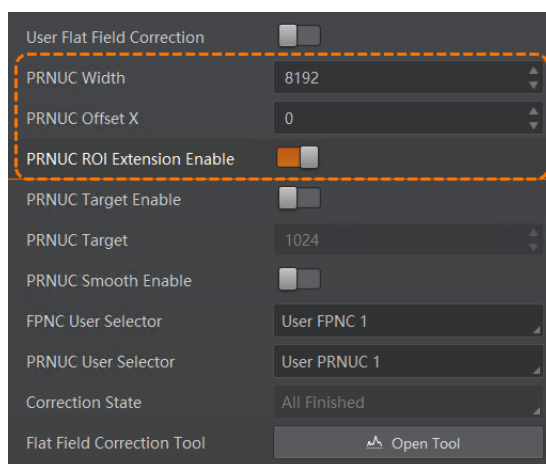


图10-51 ROI 区域的 PRNUC 校正

### 说明

可通过平场校正工具计算 ROI 区域中需要校正的数据，具体方式请查看[全局 PRNUC 校正](#)章节和平场校正工具用户手册。



10.25 SC 空间校正

SC 空间校正包括行频偏差校正和视角偏差校正，主要用于改善行频偏差或像素偏移问题带来的图像细节偏差。

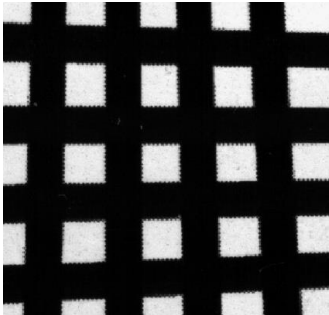
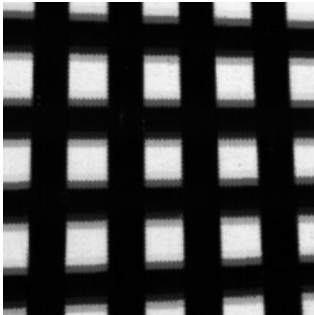
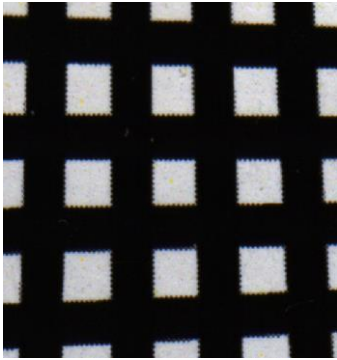
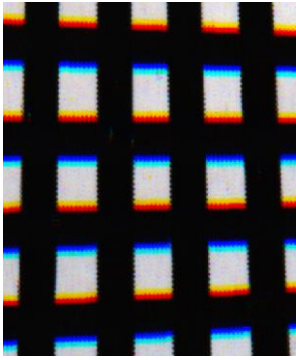
 说明

SC 空间校正功能仅部分型号相机支持，请以实际功能为准。

10.25.1 行频偏差校正

相机可通过 *Image Format Control* 属性中的 *Line Rate Ratio* 参数进行行频偏差校正，可调整行频与实际物体行频的比例，从而调整图像上下行间像素的偏差。具体效果请见下表。

表10-9 行频偏差校正参数效果对比

| 相机类型 | 行频匹配                                                                                | 行频不匹配                                                                                |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 黑白相机 |   |   |
| 彩色相机 |  |  |

- 当相机行频大于物体行频时，画面被拉伸，建议将该参数设置为大于 1 的数值。
- 当相机行频小于物体行频时，画面被压缩，建议将该参数设置为小于 1 的数值。
- 当行频匹配时，画面正常，建议将该参数设置为 1。

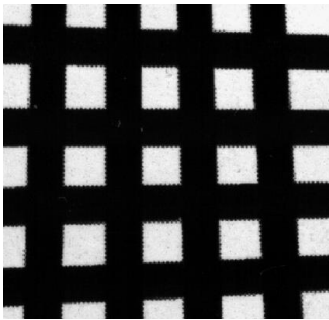
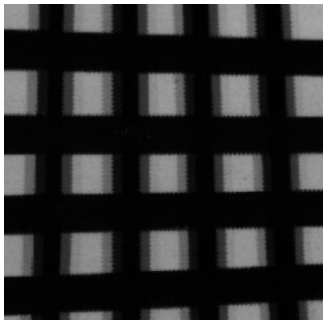
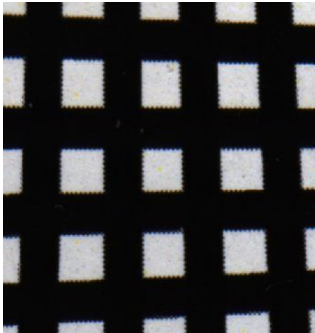
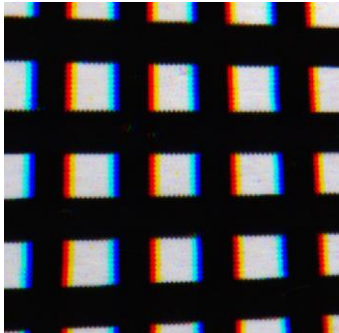
10.25.2 视角偏差校正

当相机图像边缘过渡带存在像素偏移时，可通过 *Image Format Control* 属性中的 *Pixel Shift* 和 *Parallax Direction* 参数进行视角偏差校正，减轻该现象。

操作步骤

- 1. 观察相机图像的边缘过渡带是否存在像素偏移现象。对于黑白相机，可能表现为图像边缘存在错位或模糊；对于彩色相机，可能表现为图像边缘存在色散。具体效果请见下表。

表10-10 视角偏差校正参数效果对比

| 相机类型 | 正常图像                                                                                | 异常图像                                                                                 |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 黑白相机 |   |   |
| 彩色相机 |  |  |

 说明

- 若图像整体存在以上现象，则可能是镜头导致。
- 2. 若图像的边缘过渡带不存在像素偏移，则无需调整，*Parallax Direction* 参数设置为 *off* 即可。
  - 3. 若图像的边缘过渡带存在像素偏移，则根据物理架设中，相机的图像传感器哪一侧离实际被测物更近来设置 *Parallax Direction* 参数。
    - 对于黑白相机，若图像传感器上方离实际被测物较近，则选择 *Start Line*；若图像传感器下方离实际被测物较近，则选择 *End Line*。

- 对于彩色相机，若图像传感器的 B 行离实际被测物较近，则选择 *Blue*；若图像传感器的 R 行离实际被测物较近，则选择 *Red*。
4. 根据实际情况调整 *Pixel Shift* 参数数值已达到最佳效果。

## 10.26 去紫边

去紫边可有效处理图像中产生的“色像差”现象，去除由于镜头折射、光线等原因引起的边缘假色，可有效提高色彩的保真度和图像清晰度，可在 *Shading Correction* 属性下进行设置，如下图所示。

### 操作步骤

1. 开启 *CAC Enable* 使能。
2. 在 *CAC Edge Threshold* 参数下设置边缘检测阈值参数，图像根据设置的数值进行边缘校正。

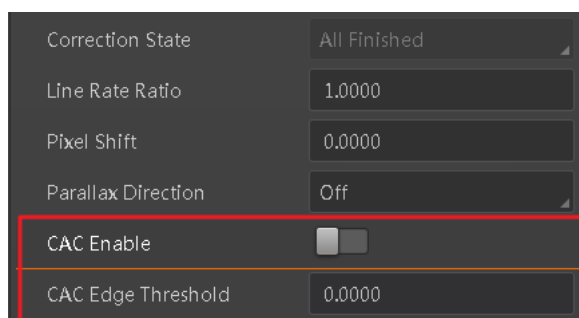


图10-52 设置边缘检测阈值参数

# 第11章 其他功能

## 11.1 用户参数设置

相机内部可保存 4 套参数，1 套默认参数和 3 套用户可配置参数。4 套参数之间的关系如下图所示。

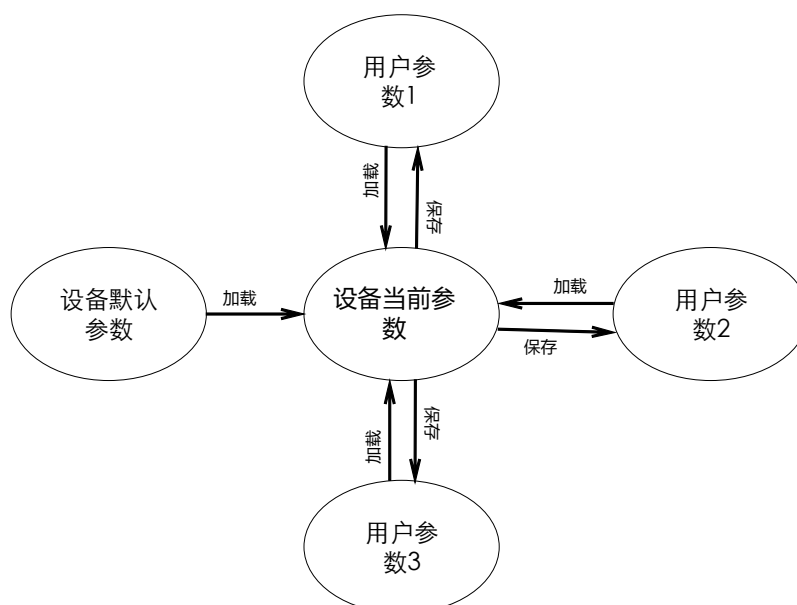


图11-1 4套参数关系图

用户参数设置通过 *Userset Control* 属性进行设置，可保存参数、加载参数以及设置默认启动参数。

在设置完参数后，为避免重启后参数恢复默认值，建议保存用户参数，并设置保存的用户为设备默认启动的参数。

- 保存参数：修改参数后，通过 *User Set Selector* 参数下拉选择其中一套 *User Set* 参数，点击 *User Set Save* 处的 **Execute**，即可将参数保存到用户参数中，如下图所示。

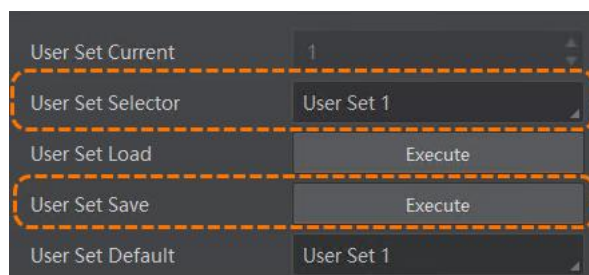


图11-2 保存参数设置

- 加载参数：在连接设备但不预览时，可对设备进行加载参数的操作。通过 *User Set Selector* 参数下拉选择其中一套参数，点击 *User Set Load* 处的 **Execute**，即可将选择的一套参数加载到相机中，如下图所示。

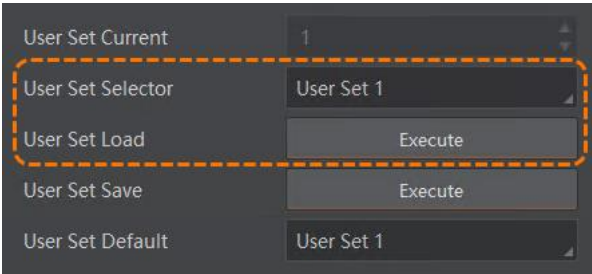


图11-3 加载参数设置

- 设置默认启动参数：通过 *User Set Default* 参数下拉选择相机上电时默认启动的参数，如下图所示。

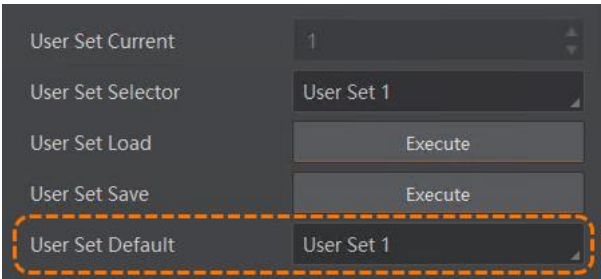


图11-4 设置默认启动参数

## 11.2 设备管理

通过相机的 *Device Control* 属性，可以查看设备信息，修改设备名称，根据需要重置设备等。*Device Control* 属性的部分参数介绍详见下表。

表11-1 *Device Control* 属性部分参数介绍

| 参数                             | 读/写 | 功能介绍                                                          |
|--------------------------------|-----|---------------------------------------------------------------|
| <i>Device Scan Type</i>        | 只读  | 设备 <i>Sensor</i> 的扫描方式，显示相机是面阵相机还是线阵相机， <i>LineScan</i> 为线阵相机 |
| <i>Device Model Name</i>       | 只读  | 设备型号                                                          |
| <i>Device Firmware Version</i> | 只读  | 固件版本                                                          |
| <i>Device Serial Number</i>    | 只读  | 设备序列号                                                         |

| 参数                                 | 读/写 | 功能介绍                                                                                                                             |
|------------------------------------|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Device User ID</i>              | 读/写 | 设备名称,默认为空,可以自行设置。<br><ul style="list-style-type: none"> <li>内容为空时,设备名称为:设备型号(设备序列号)</li> <li>填写内容后,设备名称为:已填写ID(设备序列号)</li> </ul> |
| <i>Device Uptime(s)</i>            | 只读  | 设备运行时间                                                                                                                           |
| <i>Board Device Type</i>           | 只读  | 设备类型                                                                                                                             |
| <i>Device Reset</i>                | 可写  | 单击 <b>Execute</b> ,可重启设备                                                                                                         |
| <i>Device Fan Enable</i>           | 可写  | 使能后,可打开设备风扇                                                                                                                      |
| <i>Device Temperature Selector</i> | 可读写 | 设备温度选项,可查看 Sensor 或者主板的实时温度                                                                                                      |
| <i>Device Temperature</i>          | 可读  | 显示 <i>Device Temperature Selector</i> 选择部分的实时温度                                                                                  |
| <i>Link Temperature Selector</i>   | 可读写 | 设备 Link 温度选项,可查看当前 Link 的实时温度                                                                                                    |
| <i>Link Temperature</i>            | 可读  | 显示 <i>Link Temperature Selector</i> 选择部分的实时温度                                                                                    |
| <i>Find Me</i>                     | 可读写 | 设备寻找,执行 <b>Execute</b> 按钮可使设备指示灯红灯闪烁一次                                                                                           |

### 说明

不同型号及不同固件版本的相机对应的 *Device Control* 属性有所差别,具体请以实际为准。

## 11.3 传输层控制

通过相机的 *Acquisition and Transfer Control > Transport Layer Control* 属性可查看或配置相机传输层相关功能,具体参数介绍请见下表。

表11-2 Transport Layer Control 属性介绍

| 参数                     | 读/写 | 功能介绍        |
|------------------------|-----|-------------|
| <i>Paylode Size</i>    | 只读  | 负载大小        |
| <i>Image1 StreamID</i> | 只读  | Image1 的 ID |
| <i>Image2 StreamID</i> | 只读  | Image2 的 ID |
| <i>Dictionary URL</i>  | 只读  | xml 节点翻译路径  |

## 11.4 XoFLink 接口设置

通过相机的 *Acquisition and Transfer Control > XoFLink* 属性可对相机 XoFLink 光口相关参数进行设置。XoFLink 属性具体参数介绍请见下表。

表11-3 XoFLink 属性介绍

| 参数                                | 读/写       | 功能介绍                                                                                                                                                               |
|-----------------------------------|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Device Connection ID</i>       | 只读        | 相机连接的 ID                                                                                                                                                           |
| <i>Master Host Connection ID</i>  | 可读，不采图时可写 | 相机连接到的主机连接 ID                                                                                                                                                      |
| <i>Control Packet Max Size</i>    | 只读        | 单个控制类数据包的最大值                                                                                                                                                       |
| <i>Device Steam Max Size</i>      | 可读，不采图时可写 | 单个图像流数据包的最大值                                                                                                                                                       |
| <i>LinkConfiguration</i>          | 可读，不采图时可写 | 设置 Link 配置模式，可以对 Link 数以及每根 Link 的传输带宽进行设置，如 <a href="#">图 11-5</a> 所示                                                                                             |
| <i>LinkConfigurationPreferred</i> | 只读        | 推荐的 Link 配置模式。<br>通过 <i>LinkConfiguration</i> 设置 Link 配置模式，再单击 <i>User Set Save</i> 进行参数保存，可将 <i>LinkConfiguration</i> 与 <i>LinkConfigurationPreferred</i> 参数值进行关联 |
| <i>ConnectionTestMode</i>         | 可读写       | 通讯测试模式，可对相机和采集卡发送的测试数据进行核对，默认关闭                                                                                                                                    |

| 参数                            | 读/写 | 功能介绍                                                                                                                                                                                                                |
|-------------------------------|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>TestErrorCountSelector</i> | 可读写 | 选择需要查看测试结果的 Link                                                                                                                                                                                                    |
| <i>TestErrorCount</i>         | 可读写 | 当前 Link 的错误计数                                                                                                                                                                                                       |
| <i>TestPacketCountTx</i>      | 可读写 | 当前 Link 发送的测试数据个数                                                                                                                                                                                                   |
| <i>TestPacketCountRx</i>      | 可读写 | 当前 Link 接收的测试数据个数                                                                                                                                                                                                   |
| <i>TestPacketModeTx</i>       | 可读写 | 可选择当前 Link 发送测试数据的模式，可选 <b>Mode 1</b> 或 <b>Mode 2</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>选择 <b>Mode 1</b> 时，测试数据为 0~255 逐字节累加循环</li> <li>选择 <b>Mode 2</b> 时，测试数据为规定值，即 <i>TestPackedValue</i> 参数设置的值</li> </ul> |
| <i>TestPacketGroupTx</i>      | 可读写 | 当前 Link 发送的测试数据组数                                                                                                                                                                                                   |
| <i>TestPackedValue</i>        | 可读写 | 当前 Link 发送的测试数据值                                                                                                                                                                                                    |

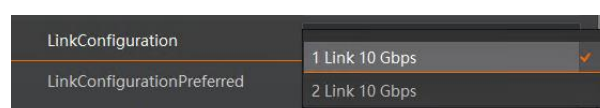


图11-5 Link 配置模式设置

## 11.5 文件存取

文件存取功能可对相机参数、LUT 以及用户 PRNUC 进行导入或导出操作，并以 mfa 格式保存。目前支持存取的相机属性包括 User Set 1/2/3、LUT Luminance 1/2/3、USER PRNUC 1/2/3、USER FPNC 1/2/3 和 License Notice。

### 说明

- 同型号相机之间，确保固件版本相同，则可通过文件存取功能导入/导出用户参数、LUT 或用户 PRNUC。
- 相机是否支持文件存取功能，可通过该功能导入/导出哪些属性，由相机型号以及固件程序决定，具体请以实际功能为准。

### 操作步骤

1. 在设备列表区，选择待存取文件的相机，并在 MVS 客户端右上方单击 ，如下图所示。



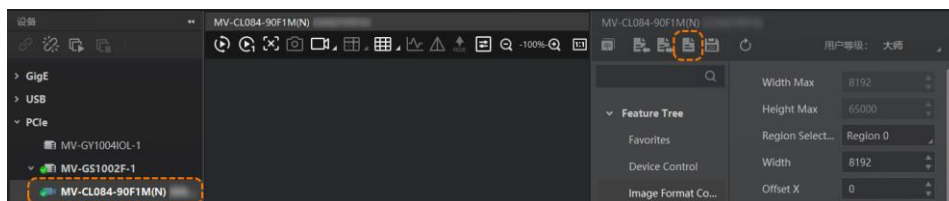


图11-6 文件存取

2. 在弹出的文件存取对话框中，选择需要存取的相机属性，单击导入或导出即可，如下图所示。

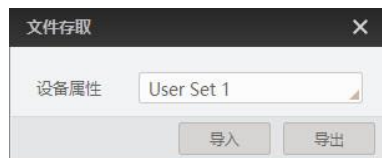


图11-7 导入或导出

- 使用导出功能：在弹出的窗口中选择需要导出的设备属性，单击导出后，在弹出的窗口中选择文件保存的路径并填写文件名称后保存即可。保存成功后，客户端会出现提示窗口，提示**导出成功**，并提供文件查看入口。
- 使用导入功能：在弹出的窗口中选择导入的设备属性，单击导入后，选择需要导入属性的 mfa 文件打开即可。

### *i* 说明

使用文件存取导入属性时，选择不同类型的设备属性，相机处理机制有所差别。

- 若选择的设备属性为 User Set 1/2/3，则参数保存在选择的用户参数组中，需加载相应的用户参数组方可生效。
- 若选择的设备属性为 LUT Luminance 1/2/3，当 *LUT Selector* 当前选择的查找表和选择的设备属性相同时，则立即生效；否则，存入对应的查找表中，待 *LUT Selector* 选择该查找表方可生效。
- 选择 USER PRNUC 1/2/3 时，处理机制和 LUT 相同。
- 选择 USER FPNC 1/2/3 时，在开启 *FPNC User Enable* 参数后立即生效。
- 选择 License Notice 时，导入后立即生效。

## 11.6 固件升级

相机可通过固件升级工具实现固件升级功能。

### 操作步骤

1. 通过 MVS 客户端菜单栏 > 工具 > 固件升级工具打开固件升级工具。
2. 在工具界面上方的**选择类型**处下拉选择相机。

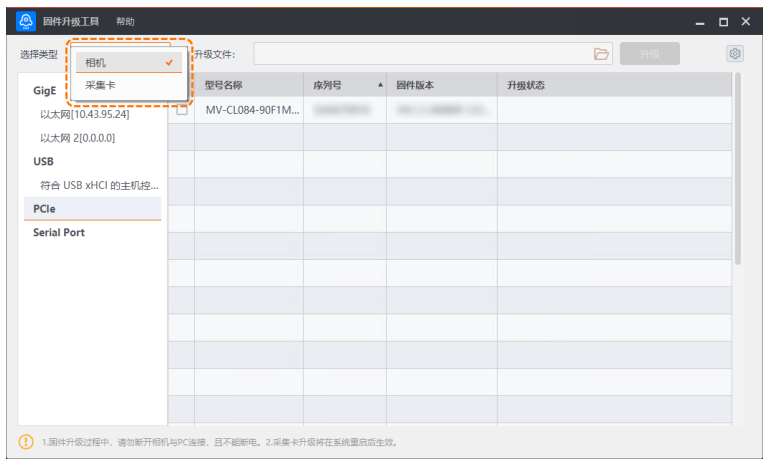


图11-8 选择相机

- 3. 工具自动刷新枚举能搜索到的采集卡下的所有相机。
- 4. 在右侧选中需要升级且处于可用状态的设备，如图11-9所示。
- 5. 单击  选择匹配的固件包（dav 文件）。
- 6. 单击升级开始升级。



图11-9 固件升级

 **说明**  
升级成功后，相机会自动重启。

## 第12章 常见问题

使用线阵相机可能会遇到一些问题，如果出现以下问题请根据解决办法进行自行排查，若无法解决或其他问题请及时联系本公司技术支持。

### 12.1 启动客户端，搜索不到相机

#### 可能原因

相机未正常启动或 SFP+光纤跳线连接异常。

#### 解决方法

- 检查相机电源连接是否正常（观察 LED 指示灯）。
- 检查 SFP+光纤跳线是否连接正确。

### 12.2 相机预览画面全黑

#### 可能原因

镜头光圈关闭。

#### 解决方法

打开镜头光圈

### 12.3 预览正常但无法触发

#### 可能原因

- 触发连线错误。
- 触发模式未正确开启。

#### 解决方法

- 确认相应触发模式下的连线正常，请参考 [I/O 电气特性与接线](#) 章节
- 确认当前应用环境下的相机触发模式和相关的触发信号输入是否正常（确认帧触发、行触发、帧+行触发是否有正确的触发信号输入且对应触发模式是否打开）。

## 12.4 无法获取算法所需图像

### 问题描述

预览、触发信号正常，但无法获取到算法所需图像

### 可能原因

图像输出格式不匹配。

### 解决方法

确认算法所需的图像格式，在客户端中调整相机的图像输出格式。

## 第13章 修订记录

| 版本号   | 日期        | 修订记录                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-------|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2.1.1 | 2025/8/18 | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 新增一款相机外观，具体请见<a href="#">产品外观介绍</a>章节</li> <li>● 新增<a href="#">多重白平衡</a>章节</li> <li>● 新增 <a href="#">Seuqence 轮询</a>章节</li> <li>● 修改 <a href="#">TDI 功能</a>章节</li> <li>● 修改<a href="#">全局PRNUC 校正</a>章节</li> <li>● 修改<a href="#">设备管理</a>章节</li> <li>● 修改 <a href="#">XoFLink 接口设置</a>章节</li> </ul>                                                              |
| 2.1.0 | 2024/9/14 | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 新增一款相机外观，具体请见<a href="#">产品外观介绍</a>章节</li> <li>● 修改<a href="#">触发输入</a>章节</li> <li>● 新增<a href="#">分时轮询曝光</a>章节</li> <li>● 修改<a href="#">传感器模式</a>章节</li> <li>● 修改 <a href="#">TDI 功能</a>章节</li> <li>● 修改 <a href="#">FFC 平场校正</a>章节</li> <li>● 修改<a href="#">固件升级</a>章节</li> <li>● 相机属性树优化调整，修改<a href="#">相机参数索引</a>章节</li> </ul>                              |
| 2.0.0 | 2024/7/4  | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 调整文档框架</li> <li>● 新增<a href="#">清洁指南</a>章节</li> <li>● 新增<a href="#">工作原理</a>章节</li> <li>● 新增<a href="#">相机供电</a>章节</li> <li>● 新增<a href="#">相机散热</a>章节</li> <li>● 新增<a href="#">相关配件</a>章节</li> <li>● 优化<a href="#">快速入门</a>章节</li> <li>● 优化<a href="#">触发输入输出</a>章节中的各个时序图</li> <li>● 新增<a href="#">行频匹配</a>章节</li> <li>● 优化<a href="#">相机参数索引</a>章节</li> </ul> |
| 1.2.0 | 2024/2/28 | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 新增<a href="#">分时曝光模式</a>章节</li> <li>● 修改 <a href="#">TDI 功能</a>章节</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

|       |            |                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-------|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|       |            | <ul style="list-style-type: none"> <li>● <u>相机参数索引</u>章节新增参数</li> </ul>                                                                                                                                                                                         |
| 1.1.3 | 2023/12/13 | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 新增一款相机外观，具体请见<u>产品外观介绍</u>章节</li> <li>● <u>输入接线</u>章节补充描述</li> <li>● 修改 <u>像素格式</u>章节</li> <li>● 修改 <u>FFC 平场校正</u>章节</li> <li>● 修改 <u>设备管理</u>章节</li> <li>● <u>相机参数索引</u>章节新增参数</li> </ul>                            |
| 1.1.2 | 2023/10/21 | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 更新手册封面和封底</li> <li>● 新增一款相机外观，具体请见<u>产品外观介绍</u>章节</li> <li>● 修改 <u>异常行使能</u>章节</li> <li>● 修改 <u>固件升级</u>章节</li> </ul>                                                                                                  |
| 1.1.1 | 2023/9/11  | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 新增一款相机外观，具体请见<u>产品外观介绍</u>章节</li> <li>● 修改 <u>相机调试</u>章节</li> <li>● 新增 <u>超级调色盘</u>章节</li> <li>● 修改 <u>FPNC 校正</u>章节</li> <li>● 新增 <u>去紫边</u>章节</li> <li>● <u>相机参数索引</u>章节新增参数</li> </ul>                              |
| 1.1.0 | 2023/8/16  | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 新增一款相机外观，具体请见<u>产品外观介绍</u>章节</li> <li>● 新增 <u>扫描模式</u>章节</li> <li>● 修改 <u>链路触发</u>章节</li> <li>● 修改 <u>TDI 功能</u>章节</li> <li>● 新增 <u>传感器模式</u>章节</li> <li>● 新增 <u>降噪模式</u>章节</li> <li>● 修改 <u>FFC 平场校正</u>章节</li> </ul> |
| 1.0.0 | 2023/3/7   | 初始版本                                                                                                                                                                                                                                                            |

## 附录A 相机参数索引

由于相机涉及的功能较多，且各参数对应的功能点不同。可通过下表快速定位相机参数到对应章节中，更好地了解各参数的意义。

### A.1 Device Control 属性

该属性用于查看设备信息，修改设备名称以及重启设备。

表A-1 参数及其详情

| 属性             | 参数                          | 详情          |
|----------------|-----------------------------|-------------|
| Device Control | Device Scan Type            | <u>设备管理</u> |
|                | Device Vendor Name          |             |
|                | Device Model Name           |             |
|                | Device Manufacture Info     |             |
|                | Device Firmware Version     |             |
|                | Device Serial Number        |             |
|                | Device User ID              |             |
|                | Device Revsion              |             |
|                | Device Manifest Num         |             |
|                | Device Manifest Size        |             |
|                | Device Manifest Selector    |             |
|                | Device Xml Version          |             |
|                | Device Schema Version       |             |
|                | Device Uptime(s)            |             |
|                | Board Device Type           |             |
|                | Device Reset                |             |
|                | Device Fan Enable           |             |
|                | Device Temperature Selector |             |
|                | Device Temperature          |             |

|  |                           |  |
|--|---------------------------|--|
|  | Link Temperature Selector |  |
|  | Link Temperature          |  |
|  | Find me                   |  |
|  | Device PJ Number          |  |

## A.2 Image Format Control 属性

该属性用于查看并设置相机的分辨率、镜像功能、像素格式、感兴趣区域和测试图像等。

表A-2 参数及其详情

| 属性                   | 参数                       | 详情                 |
|----------------------|--------------------------|--------------------|
| Image Format Control | Width Max                | <u>分辨率与ROI</u>     |
|                      | Height Max               |                    |
|                      | Region Selector          |                    |
|                      | Width                    |                    |
|                      | Height                   |                    |
|                      | Offset X                 |                    |
|                      | Reverse X                | <u>镜像</u>          |
|                      | Direction Source         | <u>扫描方向</u>        |
|                      | Reverse Scan Direction   |                    |
|                      | Pixel Format             | <u>像素格式</u>        |
|                      | Pixel Size               |                    |
|                      | Multi Light Control      | <u>分时曝光模式</u>      |
|                      | Multi Exposure0(us)      |                    |
|                      | Multi Gain0(dB)          |                    |
|                      | Multi Exposure1(us)      |                    |
|                      | Multi Gain1(dB)          |                    |
|                      | Sequence Exposure Enable | <u>Seuqence 轮询</u> |
|                      | Sequence Exposure Number |                    |



|  |                                 |                |
|--|---------------------------------|----------------|
|  | Sequence Exposure Selector      |                |
|  | Sequence Exposure Time(us)      |                |
|  | Sequence Exposure Gain          |                |
|  | Test Pattern Generator Selector | <u>测试模式</u>    |
|  | Test Pattern                    | <u>Binning</u> |
|  | Binning Selector                |                |
|  | Binning Horizontal              |                |
|  | Binning Vertical                | <u>TDI 功能</u>  |
|  | TDI Mode                        |                |
|  | Sensor Mode                     |                |
|  | Abnormal Line Enable            | <u>异常行使能</u>   |
|  | Line Rate Ratio                 | <u>SC 空间校正</u> |
|  | Pixel Shift                     |                |
|  | Parallax Direction              |                |

## A.3 Acquisition and Transfer Control 属性

该属性用于查看并设置相机的采集模式、帧率、触发模式、曝光时间等，并对相机的传输协议相关参数以及 XoFLink 光口相关参数进行设置。

表A-3 参数及其详情

| 属性                               | 参数                                   | 详情            |
|----------------------------------|--------------------------------------|---------------|
| Acquisition and Transfer Control | Acquisition Mode                     | <u>行频</u>     |
|                                  | Acquisition Start                    |               |
|                                  | Acquisition Stop                     |               |
|                                  | Acquisition Burst Frame Count        | <u>帧触发出图数</u> |
|                                  | Acquisition Line Rate (Hz)           | <u>行频</u>     |
|                                  | Acquisition Line Rate Control Enable |               |
|                                  | Resulting Line Rate (Hz)             |               |

|                                                          |                                           |                     |
|----------------------------------------------------------|-------------------------------------------|---------------------|
|                                                          | Resulting Frame Rate (Fps)                |                     |
|                                                          | Scan Mode                                 | <u>扫描模式</u>         |
| Acquisition and Transfer Control > Frame Trigger Control | FrameTrigger Mode                         | <u>触发输入</u>         |
|                                                          | FrameTrigger Source                       |                     |
|                                                          | FrameTrigger Activation                   |                     |
|                                                          | Line Delay Enable                         |                     |
|                                                          | FrameTrigger Delay                        |                     |
|                                                          | FrameTrigger Cache Enable                 |                     |
| Acquisition and Transfer Control > Line Trigger Control  | LineTrigger Mode                          |                     |
|                                                          | LineTrigger Source                        |                     |
|                                                          | LineTrigger Activation                    |                     |
|                                                          | LineTrigger Delay                         |                     |
|                                                          | LineTrigger Cache Enable                  |                     |
| Acquisition and Transfer Control                         | Exposure Mode                             | <u>曝光</u>           |
|                                                          | Exposure Time ( $\mu$ s)                  |                     |
|                                                          | Exposure Auto                             |                     |
|                                                          | Auto Exposure Time Lower Limit ( $\mu$ s) |                     |
|                                                          | Auto Exposure Time Upper Limit ( $\mu$ s) |                     |
|                                                          | Frame Timeout Enable                      | <u>帧超时</u>          |
|                                                          | Frame Timeout Time ( $\mu$ s)             |                     |
|                                                          | Partial Image Output Mode                 |                     |
| Acquisition and Transfer Control > XoFLink               | Device Connection ID                      | <u>XoFLink 接口设置</u> |
|                                                          | Master Host Connection ID                 |                     |
|                                                          | Control Packet Max Size                   |                     |
|                                                          | Device Stream Max Size                    |                     |
|                                                          | LinkConfiguration                         |                     |

|                                                            |                            |              |
|------------------------------------------------------------|----------------------------|--------------|
|                                                            | LinkConfigurationPreferred |              |
|                                                            | ConnectionTestMode         |              |
|                                                            | TestErrorCountSelector     |              |
|                                                            | TestErrorCount             |              |
|                                                            | TestPacketCountTx          |              |
|                                                            | TestPacketCountRx          |              |
|                                                            | TestPacketModeTx           |              |
|                                                            | TestPacketGroupTx          |              |
|                                                            | TestPacketValue            |              |
| Acquisition and Transfer Control > Transport Layer Control | Payload Size               | <u>传输层控制</u> |
|                                                            | Image1StreamID             |              |
|                                                            | Image2StreamID             |              |

## A.4 Advanced Processing 属性

该属性用于查看并设置相机的模拟信号，设置彩色相机的色彩校正、色调与饱和度参数。并可对 LUT 查找表进行设置，从而进行灰度映射输出，凸显用户感兴趣的灰度范围。

表A-4 参数及其详情

| 属性                  | 参数                   | 详情           |
|---------------------|----------------------|--------------|
| Advanced Processing | Preamp Gain          | <u>模拟增益</u>  |
|                     | Gain (dB)            |              |
|                     | Digital Shift        | <u>数字增益</u>  |
|                     | Digital Shift Enable |              |
|                     | Black Level          | <u>黑电平</u>   |
|                     | Black Level Enable   |              |
|                     | Brightness           | <u>亮度</u>    |
|                     | Multi ISP Selector   | <u>多重白平衡</u> |
|                     | Balance White Auto   |              |

|                                                             |   |                                       |                 |
|-------------------------------------------------------------|---|---------------------------------------|-----------------|
|                                                             |   | AWB Color Temperature Mode            | <u>白平衡</u>      |
|                                                             |   | Balance Ratio Selector                |                 |
|                                                             |   | Balance Ratio                         |                 |
|                                                             |   | Balance Ratio Selector2               | <u>多重白平衡</u>    |
|                                                             |   | Balance Ratio2                        |                 |
|                                                             |   | Gamma                                 | <u>Gamma 校正</u> |
|                                                             |   | Gamma Selector                        |                 |
|                                                             |   | Gamma Enable                          |                 |
|                                                             |   | Digital Noise Reduction Mode          | <u>降噪模式</u>     |
|                                                             |   | Denoise Strength                      |                 |
|                                                             |   | Noise Correct                         |                 |
| Advanced<br>Processing<br>AutoFunctionAOI<br>Control        | > | Auto Function AOI Selector            | <u>AOI</u>      |
|                                                             |   | Auto Function AOI Width               |                 |
|                                                             |   | Auto Function AOI Height              |                 |
|                                                             |   | Auto Function AOI Offset X            |                 |
|                                                             |   | Auto Function AOI Offset Y            |                 |
|                                                             |   | Auto Function AOI Usage Intensity     |                 |
|                                                             |   | Auto Function AOI Usage White Balance |                 |
| Advanced<br>Processing > Color<br>Transformation<br>Control |   | CCM Enable                            | <u>色彩校正</u>     |
|                                                             |   | Color Transformation Selector         |                 |
|                                                             |   | Color Transformation Enable           |                 |
|                                                             |   | Color Transformation Value Selector   |                 |
|                                                             |   | Color Transformation Value            |                 |
|                                                             |   | Hue                                   | <u>色调</u>       |
|                                                             |   | Hue Enable                            |                 |
|                                                             |   | Saturation                            |                 |

|                                             |                          |                  |
|---------------------------------------------|--------------------------|------------------|
|                                             | Saturation Enable        | <u>饱和度</u>       |
| Advanced Processing > Super Palette Control | Super Palette Enable     | <u>超级调色盘</u>     |
|                                             | Super Palette Selector   |                  |
|                                             | Super Palette Hue        |                  |
|                                             | Super Palette Saturation |                  |
| Advanced Processing > LUT Control           | LUT Enable               | <u>LUT 用户查找表</u> |
|                                             | LUT Selector             |                  |
|                                             | LUT Index                |                  |
|                                             | LUT Value                |                  |
|                                             | LUT Save                 |                  |

## A.5 Shading Correction 属性

该属性用于校正相机像素之间的不一致性。

表A-5 参数及其详情

| 属性                 | 参数                             | 详情              |
|--------------------|--------------------------------|-----------------|
| Shading Correction | User Flat Field Correction     | <u>FFC 平场校正</u> |
|                    | FPNC Flat Field Mode Selector  |                 |
|                    | PRNUC Flat Field Mode Selector |                 |
|                    | PRNUC Width                    |                 |
|                    | PRNUC Offset X                 |                 |
|                    | PRNUC ROI Extension Enable     |                 |
|                    | PRNUC Target Enable            |                 |
|                    | PRNUC Target                   |                 |
|                    | PRNUC Smooth Enable            |                 |
|                    | PRNUC LowPass Filter           |                 |
|                    | FPNC User Selector             |                 |
|                    | FPNC Correction                |                 |

|  |                            |            |
|--|----------------------------|------------|
|  | PRNUC User Selector        |            |
|  | PRNUC Correction           |            |
|  | Correction State           |            |
|  | Flat Field Correction Tool |            |
|  | CAC Enable                 |            |
|  | CAC Edge Threshold         | <u>去紫边</u> |

## A.6 I/O Control 属性

该属性用于设置不同的 I/O 信号，并支持对轴编码器控制、频率转换控制、Strobe 信号等参数进行设置。

表A-6 参数及其详情

| 属性                               | 参数                         | 详情            |
|----------------------------------|----------------------------|---------------|
| I/O Control                      | Line Selector              | <u>触发输出</u>   |
|                                  | Line Mode                  |               |
|                                  | Line Format                |               |
|                                  | Line Inverter              |               |
|                                  | Line Status                |               |
|                                  | Line Status All            |               |
|                                  | Line Debouncer Time (ns)   |               |
|                                  | Line Source                |               |
|                                  | Strobe Enable              |               |
|                                  | Strobe Source Selector     |               |
|                                  | Strobe Line Duration (μs)  |               |
|                                  | Strobe Line Delay (μs)     |               |
|                                  | Strobe Line Pre Delay (μs) |               |
| I/O Control ><br>Encoder Control | Encoder Selector           | <u>轴编码器控制</u> |
|                                  | Encoder Source A           |               |

|                                                 |  |                                 |                  |
|-------------------------------------------------|--|---------------------------------|------------------|
|                                                 |  | Encoder Source B                |                  |
|                                                 |  | Encoder Trigger Mode            |                  |
|                                                 |  | Encoder Counter Mode            |                  |
|                                                 |  | Encoder Counter                 |                  |
|                                                 |  | Encoder Counter Max             |                  |
|                                                 |  | Encoder Counter Reset           |                  |
|                                                 |  | Encoder Max Reverse Counter     |                  |
|                                                 |  | Encoder Reverse Counter Reset   |                  |
| I/O Control ><br>Frequency<br>Converter Control |  | Input Source                    | <u>频率转换控制</u>    |
|                                                 |  | Signal Alignment                |                  |
|                                                 |  | Trigger Line Rate(Hz)           |                  |
|                                                 |  | PreDivider                      |                  |
|                                                 |  | Multiplier                      |                  |
|                                                 |  | PostDivider                     |                  |
|                                                 |  | Resulting Trigger Line Rate(Hz) |                  |
| I/O Control ><br>Counter And Timer<br>Control   |  | Counter Selector                | <u>Strobe 信号</u> |
|                                                 |  | Counter Event Source            |                  |
|                                                 |  | Counter Event Activation        |                  |
|                                                 |  | Counter Reset Source            |                  |
|                                                 |  | Counter Reset                   |                  |
|                                                 |  | Counter Value                   |                  |
|                                                 |  | Counter Current Value           |                  |

## A.7 User Set Control 属性

该属性用于保存、加载相机的参数组，也可设置默认启动的参数组。

表A-7 参数及其详情

| 属性                      | 参数                       | 详情                   |
|-------------------------|--------------------------|----------------------|
| <i>User Set Control</i> | <i>User Set Current</i>  | <u><i>用户参数设置</i></u> |
|                         | <i>User Set Selector</i> |                      |
|                         | <i>User Set Load</i>     |                      |
|                         | <i>User Set Save</i>     |                      |
|                         | <i>User Set Default</i>  |                      |



**HIKROBOT**

让机器更智能，让智能更普惠



扫一扫，欢迎关注

“HIKROBOT”官方微信！

**杭州海康机器人股份有限公司**

电话：400-989-7998

网站：[www.hikrobotics.com](http://www.hikrobotics.com)