

水星三代（MERCURY3）2.5GigE 数字相机 应用说明书

本手册中所提及的其它硬件产品的商标与名称，都属于相应公司所有。

本手册的版权属于中国大恒（集团）有限公司北京图像视觉技术分公司所有。未得到本公司的正式许可，任何组织或个人均不得以任何手段和形式对本手册内容进行复制或传播。

本手册的内容若有任何修改，恕不另行通知。

© 2025 中国大恒（集团）有限公司北京图像视觉技术分公司版权所有

网 站：www.daheng-imaging.com

公 司 总 机：010-82828878

客户服务热线：400-999-7595

销 售 信 箱：sales@daheng-imaging.com

支 持 信 箱：support@daheng-imaging.com

前言

首先感谢您选用大恒图像产品，水星三代（MERCURY3）2.5GigE 接口数字相机是我公司水星二代（MERCURY2）数字相机的升级产品，在相机网络速度上进行了提升，传输速度可达 2.5Gbit/s，功能上有所增加，结构上有所改进。水星三代 2.5GigE 相机采用了 GigE 标准接口，安装、使用方便，适用于工业检测、医疗、科研、教育等领域。

水星三代 2.5GigE 接口数字相机是微型相机，对于相机尺寸要求苛刻的用户，它们将会是一个不错的选择。本手册详细介绍了水星三代 2.5GigE 接口数字相机的应用。

目录

1. 概述	1
1.1. 系列概述	1
1.2. 型号名称说明	1
1.3. 2.5GigE 介绍	1
1.4. 遵循的标准.....	2
1.5. 相关文档及软件下载	2
2. 注意事项及认证声明	3
2.1. 安全声明	3
2.2. 使用注意事项	3
2.3. EMI、ESD 注意事项.....	4
2.4. 使用环境注意事项.....	4
2.5. 相机机械安装注意事项.....	4
2.6. 认证声明	5
3. 安装指南	6
3.1. 主机端准备.....	6
3.1.1. 用户软件组成	6
3.1.2. 用户软件接口	6
3.2. 相机供电	7
3.3. 相机驱动安装	8
3.3.1. 系统要求.....	8
3.3.2. 驱动安装.....	8
3.4. 相机 IP 配置	8
3.5. 打开相机采集	9
3.6. 图像传输优化配置	9
4. 性能参数	10
4.1. 重要参数解释	10

4.1.1. 关于光谱响应图.....	10
4.2. MER3-G3-P 系列.....	10
4.2.1. MER3-501-59G3M/C-P	10
4.2.2. MER3-506-58G3M/C-P(-AF).....	12
4.2.3. MER3-800-36G3M/C-P(-AF).....	13
4.2.4. MER3-1220-24G3M/C-P	15
4.2.5. MER3-1221-24G3M/C-P(-AF).....	16
4.2.6. MER3-2000-15G3M/C-P(-AF).....	18
4.2.7. MER3-2440-12G3M/C-P	19
4.2.8. MER3-2560-11G3M-P.....	21
4.3. MER3-G3M-P-SWIR/UV 系列	22
4.3.1. MER3-033-262G3M-P-SWIR	22
4.3.2. MER3-138-136G3M-P-SWIR	24
4.3.3. MER3-321-91G3M-P-SWIR	26
4.3.4. MER3-533-55G3M-P-SWIR	27
4.3.5. MER3-810-36G3M-P-UV(-AF)	29
5. 机械尺寸.....	31
5.1. 相机尺寸	31
5.2. 光学接口	32
5.3. 固定块尺寸.....	32
6. 滤光片及镜头.....	34
6.1. 滤光片规格参数及响应图	34
6.2. 镜头选型参考	35
6.2.1. HN-2M 系列定焦镜头.....	36
6.2.2. HN-5M 系列定焦镜头.....	36
6.2.3. HN-6M 系列定焦镜头.....	36
6.2.4. HN-20M 系列定焦镜头.....	37
6.2.5. HN-P-6M 系列定焦镜头	37
6.2.6. HN-P-10M 系列定焦镜头	37
6.2.7. HN-P-20M 系列定焦镜头	38
6.2.8. HN-P-25M 系列定焦镜头	38
7. 电气接口.....	39
7.1. LED 灯状态.....	39

7.2. 网口	39
7.3. I/O 接口	39
7.3.1. I/O 接口定义.....	39
7.3.2. I/O 电气特性.....	40
7.3.2.1. Line0 (光耦隔离输入) 电路.....	40
7.3.2.2. Line2/3 (双向) 电路.....	42
7.3.2.2.1. Line2/3 配置成输入管脚	43
7.3.2.2.2. Line2/3 配置成输出管脚	44
8. 功能定义.....	47
8.1. I/O 控制	47
8.1.1. 配置输入引脚	47
8.1.2. 配置输出引脚	48
8.1.3. 读取引脚状态	52
8.2. 图像采集控制	53
8.2.1. 开始采集/停止采集	53
8.2.1.1. 开始采集.....	53
8.2.1.2. 停止采集.....	54
8.2.2. 采集模式.....	55
8.2.3. 触发类型选择	56
8.2.4. 触发模式切换	57
8.2.5. 连续采集及其配置	59
8.2.6. 突发采集模式	59
8.2.7. 软触发采集及其配置	59
8.2.8. 外触发采集及其配置	60
8.2.9. 交叠曝光和非交叠曝光.....	60
8.2.10. 设置曝光.....	62
8.2.10.1. 设置曝光模式.....	62
8.2.10.2. 设置 Sensor 曝光模式	64
8.2.10.3. 设置曝光时间模式	65
8.2.10.4. 设置曝光时间.....	65

8.2.11. 曝光延迟.....	66
8.3. 基本属性设置.....	68
8.3.1. 增益.....	68
8.3.2. 像素格式.....	68
8.3.3. ROI.....	73
8.3.4. 自动曝光和自动增益.....	73
8.3.4.1. 自动曝光自动增益 ROI 设置.....	73
8.3.4.2. 自动增益.....	74
8.3.4.3. 自动曝光.....	75
8.3.5. 测试图.....	75
8.3.6. 参数组.....	77
8.3.7. 用户自定义名称.....	79
8.3.8. 时间戳.....	79
8.3.9. Binning.....	80
8.3.10. 像素抽样.....	81
8.3.11. 镜像翻转.....	83
8.3.12. 数字移位.....	85
8.3.13. 采集状态.....	86
8.3.14. 黑电平和自动黑电平.....	87
8.3.14.1. 黑电平.....	87
8.3.14.2. 自动黑电平.....	87
8.3.15. 取消参数范围限制.....	87
8.3.16. 用户数据区.....	90
8.3.17. 定时器.....	90
8.3.18. 计数器.....	91
8.4. 图像处理.....	92
8.4.1. 环境光源预设.....	92
8.4.2. 自动白平衡.....	92
8.4.2.1. 自动白平衡 ROI.....	92
8.4.2.2. 自动白平衡调节.....	93
8.4.3. 颜色转换.....	94

8.4.4. 饱和度	95
8.4.5. Gamma	96
8.4.6. 锐化	97
8.4.7. 平场校正	97
8.4.7.1. 平场校正系数的求取和预览	99
8.4.7.2. 系数的读取和保存	100
8.4.7.3. 文件的读取与保存	100
8.4.8. 查找表	100
8.4.9. 降噪	101
8.5. 图像传输	101
8.5.1. 帧率计算	101
8.5.2. 最大帧率	102
8.5.3. 包长	107
8.5.4. 包间隔	107
8.5.5. 预留带宽	108
8.5.6. 传输控制	108
8.5.7. 帧存控制	108
8.6. 事件	109
8.6.1. 曝光结束事件	110
8.6.2. 图像帧数据丢弃事件	110
8.6.3. 帧存不为空事件	110
8.6.4. 触发信号溢出事件	111
8.6.5. 事件队列溢出	111
8.6.6. 帧高速连拍开始触发信号溢出事件	111
8.6.7. 帧开始触发信号等待事件	111
8.6.8. 帧高速连拍开始触发信号等待事件	111
8.6.9. 超温事件	111
8.6.10. 温度状态已更改事件	112
8.6.11. 临界温度事件	112
8.7. 镜头控制	112
8.7.1. 镜头控制支持说明	112

8.7.2. 配套定制线缆说明	112
8.7.2.1. 厂商 Opto 液态镜头	112
8.7.2.2. 厂商 CBC 电动镜头	113
8.7.3. 镜头控制流程	114
8.7.3.1. 厂商 CBC 电动镜头	114
8.7.3.2. 厂商 Opto 液态镜头	115
8.7.4. 注意事项	116
8.7.5. 自动对焦功能说明	116
8.7.5.1. 自动对焦 ROI	116
8.7.5.2. 自动对焦	117
8.8. 过温保护	118
8.8.1. 设备温度	118
8.8.2. 设备温度状态	119
8.8.3. 过温保护机制说明	119
8.8.3.1. 温度上升过程	119
8.8.3.1.1. 临界温度阈值	119
8.8.3.1.2. 超温阈值	119
8.8.3.2. 温度下降过程	120
8.8.3.2.1. 超温阈值	120
8.8.3.2.2. 临界温度阈值	120
9. 软件使用	121
9.1. IP 配置工具	121
9.2. 帧率计算工具	125
9.3. 查找表生成插件	126
9.3.1. 界面	126
9.3.2. 使用说明	127
9.3.2.1. 使用场景	127
9.3.2.2. 基准 LUT 选择	127
9.3.2.3. 调整 LUT	129
9.3.2.4. 保存查找表	129

9.3.2.5. 读取 LUT	130
9.3.3. 注意事项.....	130
9.3.3.1. 从设备中读取.....	130
9.3.3.2. LUT 写入设备	130
9.3.3.3. 目录结构.....	130
9.4. 平场校正插件	131
9.4.1. 界面.....	131
9.4.2. 使用说明.....	132
9.4.2.1. 平场校正执行步骤	132
9.4.2.2. 采集亮场图像.....	132
9.4.2.3. 执行平场校正.....	133
9.4.2.4. 校正数据从设备读取/写入设备	133
9.4.2.5. 校正数据从文件加载/保存到文件	133
9.4.3. 注意事项.....	133
9.4.3.1. 不支持平场校正功能.....	133
9.5. 静态坏点校正插件	134
9.5.1. 执行静态坏点校正步骤.....	136
9.5.2. 捕获图像.....	136
9.5.3. 静态坏点校正	137
9.5.4. 坏点数据文件使用	137
10. 常见问题处理	138
11. 版本说明	140
12. 联系方式	141
12.1. 销售联系方式	141
12.2. 技术支持联系方式.....	141
12.3. 总部及各办事处联系方式	141

1. 概述

1.1. 系列概述

水星三代 (MERCURY3) 2.5GigE 数字相机是由大恒图像自主研发的成熟产品, 性能出色、设计小巧、价格实惠、安装、使用方便。相机提供多种分辨率、帧率、光谱的相机型号, 并配备有各大领先芯片制造商生产的 CMOS 感光芯片可供选择。

水星三代 2.5GigE 数字相机通过 GigE 数据接口进行图像数据的传输, 并提供线缆锁紧装置, 能稳定工作在各种恶劣环境下, 是高可靠性、高性价比的工业数字相机产品。适用于工业检测、医疗、科研、教育等领域。

1.2. 型号名称说明

水星三代 2.5GigE 数字相机的详细信息在下文功能/性能列表给出。每一个相机型号由其 Sensor 最大分辨率、最大分辨率下最大帧率, 以及 Sensor 的彩色/黑白类型确定。



图 1-1 相机型号定义说明

1.3. 2.5GigE 介绍

2.5GigE 在一些领域又称为 2.5GBASE-T, 2.5GBASE-T 的传输原理是通过 4 对线, 每对速率 625Mbps, 从而达到 2.5Gbps 的传输速率。与 2.5GBASE-T 对应的 IEEE 标准是 802.3bz。

GigE Vision 自 2006 年发布以来一直采用千兆网作为传输接口, 随着 Sensor 分辨率和帧率的逐渐增大, 千兆网的传输速度已经逐渐成为了制约 GigE Vision 相机的瓶颈。MER3-G3-P 相机的传输部分基于 2.5GBASE-T 技术, 最高传输速率达到 2.5Gbps, 并支持速率切换为 1Gbps, 大大提升了网络相机的传输速度, 拓展了网络相机的应用领域。

2.5GigE 相机在保持 1GigE 相机体积的同时，将带宽提升了 2.5 倍。由于传输速度大大提升，2.5GigE 相机的功耗明显增大，MER3-G3-P 相机采用了被动散热技术，使得相机在有限的体积内最大限度的发挥传输能力，相机可靠性高，环境适应性强。

MER3-G3-P 相机推荐配合 Realtek 网卡芯片使用，4 口网卡推荐 IOI 厂商的 GE2PX4-PCIE4XE301，网卡驱动从 [IOI 官网](#) 进行下载；单口网卡推荐 LR-LINK（联瑞）的 LRES2022PT，网卡驱动从 [LR-LINK 官网](#) 进行下载。网卡一般要求 PC 的 PCIe 插槽为 Gen3x4，4 口网卡要求 PCIe 插槽为 Gen3x8。

1.4. 遵循的标准

相机遵循 GigE Vision1.2 标准，GEN<i>CAM3.0 标准和 IEEE802.3af 标准。

1.5. 相关文档及软件下载



产品相关说明文档、CAD/3D 图，驱动软件，相关工具可以访问大恒图像官网[下载中心](#)下载。

2. 注意事项及认证声明




2.1. 安全声明

安装和使用大恒图像产品之前，请仔细阅读本说明书并严格遵守使用要求，本产品应在符合规格要求的环境下使用，否则可能造成故障，对于因未正确使用本产品以及忽略安全说明而造成的任何损坏或伤害，本公司将不承担任何法律责任。

对于文档中出现的符号，说明如下所示。

符号	说明
	说明：表示对正文的补充和解释
	注意：表示有潜在风险，提醒用户一些重要操作或防范潜在的伤害和财产损失危险
	警告：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
	危险：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

2.2. 使用注意事项

产品使用	
 警告	<ol style="list-style-type: none"> 1) 请勿在有振动、高温、潮湿、灰尘、强磁场、爆炸性/腐蚀性烟雾或气体的极端环境中安装和操作产品，可能会损坏相机设备、引起火灾或电击危险。 2) 禁止将产品直接对准高强度光源，可能会损坏图像传感器。 3) 若产品出现机身损坏、冒烟或发出杂音等不正常现象，请立即关掉电源并拔掉电源线，及时与大恒图像技术支持联系。 4) 禁止私自拆卸、修理或改装产品，可能会损坏相机设备或引起电击危险。 5) 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。 6) 请使用正规厂商提供的符合相机功率限制要求的电源适配器，否则会损坏相机。
 注意	<ol style="list-style-type: none"> 1) 开箱前请检查产品包装是否完好，有无破损、变形等现象。 2) 开箱后请仔细查验产品及配件数量、外观有无异常。 3) 请按照产品规定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。
人身安全	
 警告	<ol style="list-style-type: none"> 1) 严禁在通电状态下进行设备接线、拆线、检修等操作，否则可能会有触电的风险。 2) 相机使用过程中，禁止直接接触相机外壳，否则可能会有烫伤的风险。 3) 必须按照规定进行相机安装及使用，否则可能会有掉落、砸伤的风险。 4) 相机镜头接口和风扇的边缘较为锋利，安装或使用，注意划伤风险。

2.3. EMI、ESD 注意事项

在使用过程中应从电磁干扰（EMI，Electro Magnetic Interference）和静电释放（ESD，Electro-Static discharge）两个方面保证相机工作在相对较好的电磁环境中，主要措施包括：

- 1) 推荐使用 CAT-5e 及以上带屏蔽网线。
- 2) 使用带屏蔽线缆可有效防止电磁干扰，屏蔽线的屏蔽层应就近接地，不能甩出很长才接地。有多个设备需要接地时，应采用单点接地方式，防止形成地环路。
- 3) 如果线缆过长，可以将其扎成束状的捆，盘成一盘会更容易受到干扰。
- 4) 相机应尽量远离高压、高电流等强干扰设备，如电机、变频器、继电器等。如无法避免，应想办法做屏蔽保护。
- 5) 人体或者其他设备接触相机前，应先接触金属机架释放静电，以免对相机造成损坏。

2.4. 使用环境注意事项

- 1) 工作温度：0°C ~ +50°C，湿度 10% ~ 80%；储存温度：-20°C ~ +70°C。
- 2) 相机传感器有防尘密封设计，可有效防止尘土进入传感器表面。但打开镜头盖会使尘土进入滤色片/增透片表面，所以相机未使用时，应保持镜头盖拧紧。
- 3) PC 配置要求：推荐 Intel Core 2 Duo，2.4GHz 或以上，2GB 以上内存。
- 4) 网络环境要求：Realtek 芯片的 2.5G 网卡，CAT-5e 或 CAT-6 网线，长度小于 100 米，符合 IEEE802.3af 标准的千兆网口交换机。
- 5) 请带着原始包装运输，到达相机使用地点后再打开包装。

2.5. 相机机械安装注意事项

1. 相机安装要求
 - 1) 相机安装螺纹孔均采用 M3 螺钉，安装要求螺钉与相机的旋合长度在 2.5mm ~ 2.7mm 之间。
 - 2) 螺钉装配扭矩 $\leq 1\text{N}\cdot\text{m}$ 。如螺钉装配扭矩过大，可能会造成相机螺纹滑丝。
2. 大恒配套固定块使用说明
 - 1) 相机安装螺钉要求使用 M3*6 的十字槽圆柱头螺钉。
 - 2) 螺钉通过固定板后，直接与相机螺纹装配。
 - 3) 大恒配套固定块不需使用弹垫。

2.6. 认证声明

1. CE、RoHS 认证

本公司声明大恒图像水星三代 2.5GigE 数字相机通过以下欧盟认证指令：

- 2014/30/EU—电磁兼容性指令
- 2011/65/EU—特定危险物质禁用指令（RoHS），及其修订指令 2015/863/EU

2. FCC 认证

此设备符合 FCC 规则第 15 部分且操作须符合以下条件：

- 设备可能产生有害干扰
- 设备能接受其他干扰，包括可能影响设备工作的干扰



根据 FCC 规则第 15 部分的规定，本设备经过测试，符合 A 类数字设备的限制。

3. 安装指南

3.1. 主机端准备

3.1.1. 用户软件组成

大恒图像相机软件包，用于控制相机来提供稳定、实时的图像传输，并提供了免费的 SDK 和丰富的二次开发示例源码，该软件包由以下模块组成：

- 1) 驱动包 (Driver)，提供了相机的驱动程序，如：GigE Vision 相机的过滤驱动；
- 2) 接口库 (API)，包括相机控制接口库和图像处理接口库，支持用户进行二次开发；
- 3) 演示程序 (GalaxyView.exe)，用于展示相机的控制、采集和图像处理功能，用户可以直接通过演示程序来控制相机，也可以基于相机的接口库开发自己的控制程序；
- 4) IP 配置工具 (GxGigEIPConfig.exe)，用于配置相机的 IP 信息，以及相机上电时的 IP 启动方式；
- 5) 示例程序 (Sample)，演示相机功能的示例源码，用户可以方便的使用这些示例程序来进行简单控制，也可以参考这些示例程序来开发自己的控制程序；
- 6) 软件开发说明书，本说明书是用户编程指引，用于指导用户如何配置编程环境，如何通过相机的接口库来实现相机的控制和采集。

您可以从 www.daheng-imaging.com 下载中心，下载最新版的相机软件包。

3.1.2. 用户软件接口

相机软件包安装之后，用户除了可以使用我们提供的演示程序和示例程序控制相机，也可以通过编写自己的程序来控制相机，我们给用户提供了三种编程接口，用户可以根据自己的需求选择使用：

1) API 接口

为了简化用户的编程复杂度，为用户提供了用户控制相机的通用编程接口 GxI API 和图像处理算法接口 DxImageProc，并提供了基于此接口开发的示例程序和软件开发说明。API 接口支持 C/C++/C#/Python 等语言。

2) GenTL 接口

此接口是 GenCam 标准中通用传输层 (General Transport Layer) 的标准输出接口，我们遵循 GenCam 标准给用户提供了 GenTL 接口，用户可以直接通过 GenTL 接口开发自己的控制程序。

此外，用户也可以使用一些支持 GenCam 标准的第三方软件来控制相机，比如：HALCON。

3) GigE Vision 接口

相机遵循 GigE Vision 协议，用户可以自行开发基于 GigE Vision 协议的上位机软件来控制相机。

此外，用户也可以使用一些支持 GigE Vision 协议的第三方软件来控制相机，比如：HALCON。

● 备注

GEN<i>CAM 标准：是由欧洲机器视觉协会（EMVA）颁布，它与 GigE Vision 很接近，目标是为所有类型的相机提供一个统一的编程接口。无论相机使用的是哪种传输协议或者实现了哪些功能，编程接口（API）都是一样的。主要包含以下模块：

- GenAPI：主要负责 XML 文件的解析，解决如何去配置相机的问题
- GenTL：传输层，用于设备枚举、属性控制，以及图像采集
- SFNC：属性标准命名协议

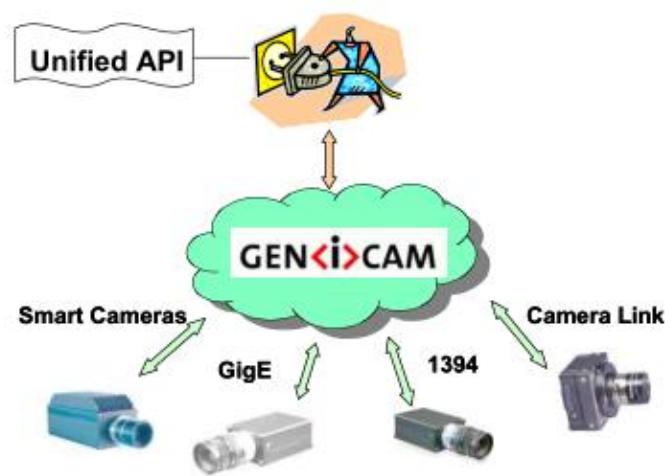


图 3-1 GEN<i>CAM 标准示意图

3.2. 相机供电

相机有两种供电方式：PoE 供电和外部直流电源供电。

1) 采用 PoE 供电

采用 Power over Ethernet (PoE) 供电，将网线插入到 RJ45 座即可。请使用符合 IEEE 802.3af 标准的 PSE (Power sourcing equipment) 为相机供电。

2) 外部直流电源供电

将外部直流电源通过 I/O 线连接到 I/O 接口，即可为相机供电。

电源必须使用+12V (±10%) ~ +24VDC (±10%) 直流电源。

外部直流电源供电和 PoE 供电同时存在时，外部直流电源供电优先为相机供电。若此时拔出外部直流电源供电电源，相机会切换到 POE 供电，有可能重启相机。



- 1) 使用超出规定电压范围的直流电源供电，有可能导致相机损坏或工作不正常。
- 2) 插入与 I/O 接口不匹配的连接器的，可能会导致相机损坏或工作不正常。I/O 接口定义参见 7.3 节。

3.3. 相机驱动安装

3.3.1. 系统要求

GalaxySDK 适用于水星三代所有相机，GalaxySDK 包含 Windows、Linux、Mac 等各种操作系统。安装包对操作系统及版本的要求如下：

操作系统	适用版本
Windows	<ul style="list-style-type: none">➤ Windows 7 (32 位, 64 位)➤ Windows 10 (32 位, 64 位)➤ Windows 11 (64 位)
Linux	<ul style="list-style-type: none">➤ Ubuntu 12.04 及以上, 内核版本 3.5.0.23 及以上
Mac OS	<ul style="list-style-type: none">➤ Mac OS 10.12 及以上

3.3.2. 驱动安装

Windows 下安装 Galaxy SDK 的方法步骤如下：

- 1) 从 www.daheng-imaging.com 下载对应版本的安装包；
- 2) 运行安装程序；
- 3) 跟随安装向导的提示,完成整个安装过程。在安装过程中,您可以选择您需要的相机接口(USB2.0, USB3 Vision, GigE Vision 等)。

在安装过程中,特别是在安装*.sys 文件时,您一定要随时注意杀毒软件对驱动程序的拦截。若被拦截则可能导致驱动程序安装失败。

3.4. 相机 IP 配置

GalaxySDK 提供的 IP 配置工具免去了用户为主机和设备配置 IP 的困扰。实现了一键配置 IP。您只需要按照如下步骤执行,即可实现相机 IP 的配置。该工具的详细使用方法请参考 9.1 IP 配置工具

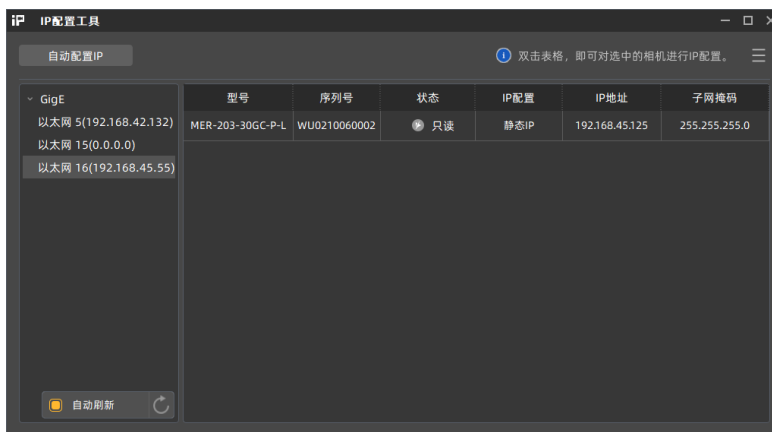


图 3-2 相机的 IP 配置工具

3.5. 打开相机采集

在完成设备电源供应，将设备连接到主机网口，并使用 GigE IP Configurator 工具完成了设备 IP 配置之后。双击打开 Galaxy SDK 安装包释放到桌面上的 Daheng Galaxy Viewer 程序，即刻开始 GalaxySDK 的图像采集体验。具体操作步骤如下：

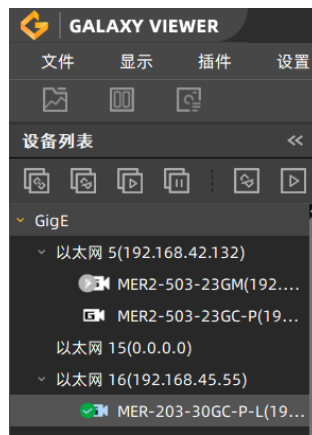




图 3-3 Galaxy Viewer

- 1) 点击 Galaxy viewer 中设备树上的  图标，执行枚举设备；
- 2) 当枚举到设备之后，在设备列表中，双击枚举到的设备；
- 3) 点击设备树上的  图标，对当前设备执行采集操作。

3.6. 图像传输优化配置

- 相机端传输性能优化设置
 - 1) 包长设置为 8164。
- 主机端传输性能优化设置
 - 1) BOIS 配置 CPU C-State，设置为 Disable；
 - 2) 网卡配置开启巨帧（Jumbo Frame），设置为 9K 以上；
 - 3) 网速设置为自适应
 - 4) 网卡配置发送缓存区大小，设置为 4096 以上（如果设置不到 4096，设置为最大）；
 - 5) 网卡配置接收缓存区大小，设置为 4096 以上（如果设置不到 4096，设置为最大）；
 - 6) 网卡配置 RX 和 TX 都开启流控制（Pause 帧）；
 - 7) 网卡链接到离 CPU 最近的 PCIe 插槽；
 - 8) 网卡驱动更新为最新。
 - 9) 主机端应安装两条及以上内存条，将两根内存条插入颜色相同的两个内存插槽上形成双通道内存配置或根据主板内存插法说明书安装内存条形成双通道内存配置。

4. 性能参数

4.1. 重要参数解释

4.1.1. 关于光谱响应图

QE 为量子效率：是指在某一特定波长下单位时间内产生的平均光电子数与入射光子数之比。

灵敏度：是指传感器输出信号相对入射光能量的变化，常用的灵敏度单位为 $V/((W/m^2)\cdot s)$ 、 $V/lux\cdot s$ 、 $e-/((W/m^2)\cdot s)$ 或 $DN/((W/m^2)\cdot s)$ 。

光谱响应图：不同厂家给出的光谱响应图不同，有的光谱响应图纵坐标是相对灵敏度响应，横坐标是波长。有的光谱响应图纵坐标是量子效率，横坐标是波长。

4.2. MER3-G3-P 系列

4.2.1. MER3-501-59G3M/C-P

规格	MER3-501-59G3C-P	MER3-501-59G3M-P
分辨率	2448 × 2048	
传感器	Sony global shutter CMOS	
靶面尺寸	2/3 inch	
像元尺寸	3.45 μ m × 3.45 μ m	
帧率	56.05fps @ 2448 × 2048，可以调整包长到 8164 并且预留带宽到 5，帧率达到 58.60fps	
模数转换精度	12bit	
像素深度	8bit, 12bit	
黑白/彩色	彩色	黑白
像素格式	Bayer RG8/Bayer RG12	Mono8/Mono12
信噪比	40.61dB	40.57dB
曝光时间	极小：1 μ s ~ 100 μ s，实际步长：1 μ s； 标准：20 μ s ~ 1s，实际步长：1 行周期	
增益	0dB ~ 24dB；默认值 0dB，步长 0.1dB	
Binning	1×1, 1×2, 1×4, 2×1, 2×2, 4×1, 4×4	
像素抽样	FPGA: 1×1, 1×2, 1×4, 2×1, 2×2, 4×1, 4×4	

同步方式	外触发，软触发
I/O 接口	1 路光耦隔离输入，2 路双向 GPIO
工作温度	0°C ~ +50°C
储存温度	-20°C ~ +70°C
工作湿度	10% ~ 80%
供电要求	PoE (Power over Ethernet, 兼容 IEEE802.3af) 或 12VDC-10% ~ 24VDC+10%电源
额定功率	< 5.1W @ 12V / PoE
镜头接口	C
数据接口	千兆以太网 (1000Mbit/s) 或者 2.5G 以太网 (2500Mbit/s)
机械尺寸	29mm × 29mm × 50.6mm (不含 C 接口长度、航插长度)
重量	67g
操作系统	Windows 7/10/11/Embedded 32bit/64bit, Linux Ubuntu14.04/16.04 等 Mac OS 10.12/10.13/10.14/10.15 等 (仅支持千兆以太网相机)
可编程控制	图像尺寸, 增益, 曝光时间, 触发极性, 闪光灯极性 etc
认证	CE, RoHS, FCC , ICES, UKCA, GigE Vision, GenICam

表 4-1 MER3-501-59G3M/C-P 相机性能规格

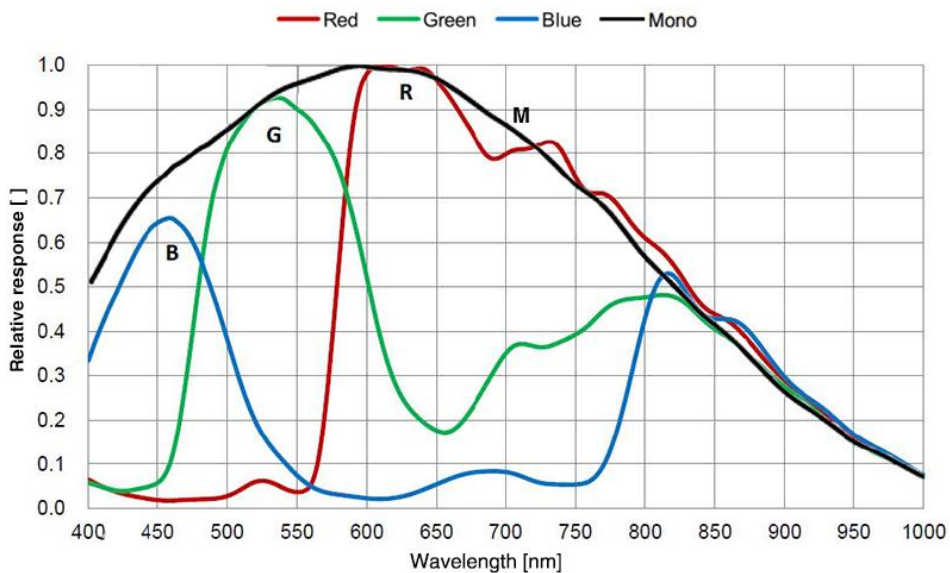


图 4-1 MER3-501-59G3M/C-P SENSOR 响应曲线

4.2.2. MER3-506-58G3M/C-P(-AF)

规格	MER3-506-58G3C-P MER3-506-58G3C-P-AF	MER3-506-58G3M-P MER3-506-58G3M-P-AF
分辨率	2448 × 2048	
传感器	Sony IMX547 global shutter CMOS	
靶面尺寸	1/1.8 inch	
像元尺寸	2.74μm × 2.74μm	
帧率	56.04fps @ 2448 × 2048，可以调整包长到 8164 并且预留带宽到 5，帧率达到 58.60fps 突发采集高速模式下，采集帧率可达 82.05fps	
模数转换精度	12bit	
像素深度	8bit, 12bit	
黑白/彩色	彩色	黑白
像素格式	Bayer RG8/Bayer RG12/RGB8/BGR8/Mono8	Mono8/Mono12
信噪比	39.85dB	39.82dB
曝光时间	极小：1μs ~ 2.4μs，实际步长：0.1μs； 标准：3μs ~ 20μs，实际步长：1μs；21μs ~ 1s，实际步长：1 行周期	
增益	0dB ~ 16dB；默认值 0dB，步长 0.1dB	
Binning	不支持	Sensor: 1×1, 2×2
像素抽样	Sensor: 1×1, 2×2	
同步方式	外触发，软触发	
I/O 接口	1 路光耦隔离输入，2 路双向 GPIO	
工作温度	0°C ~ +50°C	
储存温度	-20°C ~ +70°C	
工作湿度	10% ~ 80%	
供电要求	PoE (Power over Ethernet, 兼容 IEEE802.3af) 或 12VDC-10% ~ 24VDC+10%电源	
额定功率	< 5.5W @ 12V / PoE	
镜头接口	C	
数据接口	千兆以太网 (1000Mbit/s) 或者 2.5G 以太网 (2500Mbit/s)	
机械尺寸	29mm × 29mm × 50.6mm (不含 C 接口长度、航插长度)	
重量	69g	
操作系统	Windows 7/10/11/Embedded 32bit/64bit, Linux Ubuntu14.04/16.04 等 Mac OS 10.12/10.13/10.14/10.15 等 (仅支持千兆以太网相机)	

可编程控制	图像尺寸, 增益, 曝光时间, 触发极性, 闪光灯极性
认证	CE, RoHS, FCC, ICES, UKCA, GigE Vision, GenICam

表 4-2 MER3-506-58G3M/C-P(-AF) 相机性能规格

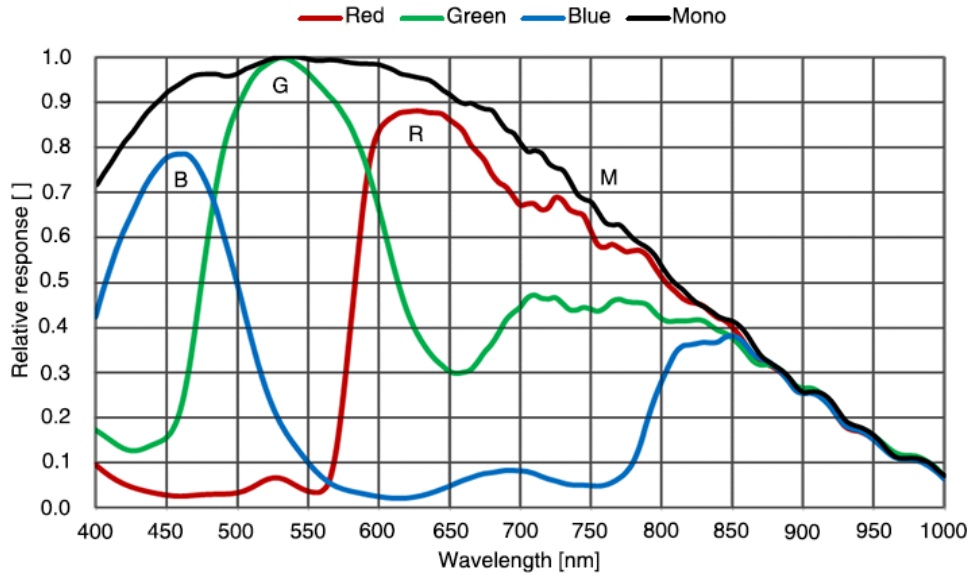


图 4-2 MER3-506-58G3M/C-P(-AF) SENSOR 响应曲线

4.2.3. MER3-800-36G3M/C-P(-AF)

规格	MER3-800-36G3C-P MER3-800-36G3C-P-AF	MER3-800-36G3M-P MER3-800-36G3M-P-AF
分辨率	2840 × 2840	
传感器	Sony IMX546 global shutter CMOS	
靶面尺寸	2/3 inch	
像元尺寸	2.74μm × 2.74μm	
帧率	34.84fps @ 2840 × 2840, 可以调整包长到 8164 并且预留带宽到 5, 帧率达到 36.42fps 突发采集高速模式下, 采集帧率可达 56.99fps	
模数转换精度	12bit	
像素深度	8bit, 12bit	
黑白/彩色	彩色	黑白
像素格式	Bayer RG8/Bayer RG12/RGB8/BGR8/Mono8	Mono8/Mono12
信噪比	39.94dB	39.75dB
曝光时间	极小: 1μs ~ 2.4μs, 实际步长: 0.1μs; 标准: 3μs ~ 20μs, 实际步长: 1μs; 21μs ~ 1s, 实际步长: 1 行周期	
增益	0dB ~ 16dB; 默认值 0dB, 步长 0.1dB	

Binning	不支持	Sensor: 1×1, 2×2
像素抽样	Sensor: 1×1, 2×2	
同步方式	外触发, 软触发	
I/O 接口	1 路光耦隔离输入, 2 路双向 GPIO	
工作温度	0°C ~ +50°C	
储存温度	-20°C ~ +70°C	
工作湿度	10% ~ 80%	
供电要求	PoE (Power over Ethernet, 兼容 IEEE802.3af) 或 12VDC-10% ~ 24VDC+10%电源	
额定功率	< 4.73W @ 12V / PoE	
镜头接口	C	
数据接口	千兆以太网 (1000Mbit/s) 或者 2.5G 以太网 (2500Mbit/s)	
机械尺寸	29mm × 29mm × 50.6mm (不含 C 接口长度、航插长度)	
重量	69g	
操作系统	Windows 7/10/11/Embedded 32bit/64bit, Linux Ubuntu14.04/16.04 等 Mac OS 10.12/10.13/10.14/10.15 等 (仅支持千兆以太网相机)	
可编程控制	图像尺寸, 增益, 曝光时间, 触发极性, 闪光灯极性	
认证	CE, RoHS, FCC, ICES, UKCA, GigE Vision, GenICam	

表 4-3 MER3-800-36G3M/C-P(-AF) 相机性能规格

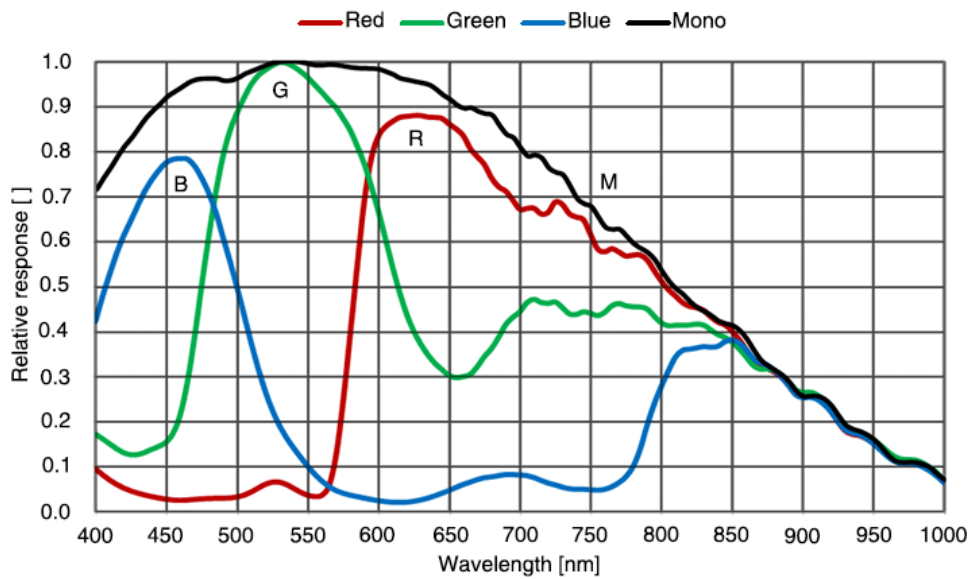


图 4-3 MER3-800-36G3M/C-P(-AF) SENSOR 响应曲线

4.2.4. MER3-1220-24G3M/C-P

规格	MER3-1220-24G3C-P	MER3-1220-24G3M-P
分辨率	4024 × 3036	
传感器	Sony IMX226 rolling shutter CMOS	
靶面尺寸	1/1.7 inch	
像元尺寸	1.85μm × 1.85μm	
帧率	23.0fps @ 4024 × 3036, 可以调整包长到 8164 并且预留带宽到 5, 帧率达到 24.05fps	
模数转换精度	12bit	
像素深度	8bit, 12bit	
黑白/彩色	彩色	黑白
像素格式	Bayer RG8/Bayer RG12	Mono8/Mono12
信噪比	40.48dB	40.50dB
曝光时间	标准: 11μs ~ 1s, GRR: 11μs ~ 1s, 实际步长: 1 行周期	
增益	0dB ~ 24dB; 默认值 0dB, 步长 0.1dB	
Binning	1×1, 1×2, 1×4, 2×1, 2×2, 4×1, 4×4	
像素抽样	FPGA: 1×1, 1×2, 1×4, 2×1, 2×2, 4×1, 4×4	
同步方式	外触发, 软触发	
I/O 接口	1 路光耦隔离输入, 2 路双向 GPIO	
工作温度	0°C ~ +50°C	
储存温度	-20°C ~ +70°C	
工作湿度	10% ~ 80%	
供电要求	PoE (Power over Ethernet, 兼容 IEEE802.3af) 或 12VDC-10% ~ 24VDC+10%电源	
额定功率	< 5W @ 12V / PoE	
镜头接口	C	
数据接口	千兆以太网 (1000Mbit/s) 或者 2.5G 以太网 (2500Mbit/s)	
机械尺寸	29mm × 29mm × 50.6mm (不含 C 接口长度、航插长度)	
重量	65g	
操作系统	Windows 7/10/11/Embedded 32bit/64bit, Linux Ubuntu14.04/16.04 等 Mac OS 10.12/10.13/10.14/10.15 等 (仅支持千兆以太网相机)	
可编程控制	图像尺寸, 增益, 曝光时间, 触发极性, 闪光灯极性等	

认证	CE, RoHS, FCC, ICES, UKCA, GigE Vision, GenICam
----	---

表 4-4 MER3-1220-24G3M/C-P 相机性能规格

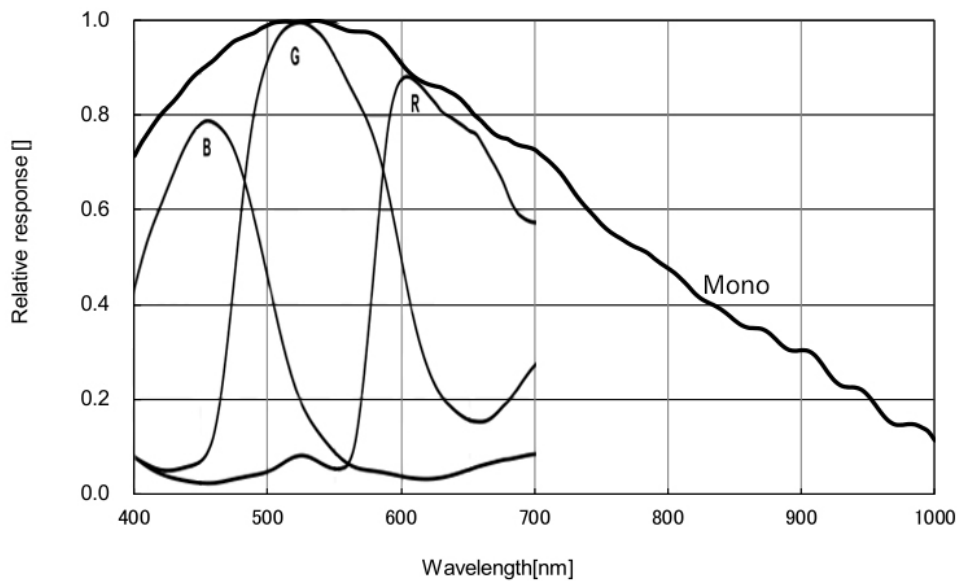


图 4-4 MER3-1220-24G3M/C-P SENSOR 响应曲线

4.2.5. MER3-1221-24G3M/C-P(-AF)

规格	MER3-1221-24G3C-P MER3-1221-24G3C-P-AF	MER3-1221-24G3M-P MER3-1221-24G3M-P-AF
分辨率	4096 × 3000	
传感器	Sony IMX545 global shutter CMOS	
靶面尺寸	1/1.1 inch	
像元尺寸	2.74μm × 2.74μm	
帧率	22.8fps @ 4096 × 3000, 可以调整包长到 8164 并且预留带宽到 5, 帧率达到 23.9fps 突发采集高速模式下, 采集帧率可达 37.7fps	
模数转换精度	12bit	
像素深度	8bit, 12bit	
黑白/彩色	彩色	黑白
像素格式	Bayer RG8/Bayer RG12/RGB8/BGR8/Mono8	Mono8/Mono12
信噪比	39.83dB	39.85dB
曝光时间	极小: 1μs ~ 2.4μs, 实际步长: 0.1μs; 标准: 3μs ~ 20μs, 实际步长: 1μs; 21μs ~ 1s, 实际步长: 1 行周期	
增益	0dB ~ 16dB; 默认值 0dB, 步长 0.1dB	
Binning	不支持	Sensor: 1×1, 2×2

像素抽样	Sensor: 1×1, 2×2
同步方式	外触发, 软触发
I/O 接口	1 路光耦隔离输入, 2 路双向 GPIO
工作温度	0°C ~ +50°C
储存温度	-20°C ~ +70°C
工作湿度	10% ~ 80%
供电要求	PoE (Power over Ethernet, 兼容 IEEE802.3af) 或 12VDC-10% ~ 24VDC+10%电源
额定功率	< 5.25W @ 12V / PoE
镜头接口	C
数据接口	千兆以太网 (1000Mbit/s) 或者 2.5G 以太网 (2500Mbit/s)
机械尺寸	29mm × 29mm × 50.6mm (不含 C 接口长度、航插长度) .
重量	69g
操作系统	Windows 7/10/11/Embedded 32bit/64bit, Linux Ubuntu14.04/16.04 等 Mac OS 10.12/10.13/10.14/10.15 等 (仅支持千兆以太网相机)
可编程控制	图像尺寸, 增益, 曝光时间, 触发极性, 闪光灯极性
认证	CE, RoHS, FCC, ICES, UKCA, GigE Vision, GenICam

表 4-5 MER3-1221-24G3M/C-P(-AF) 相机性能规格

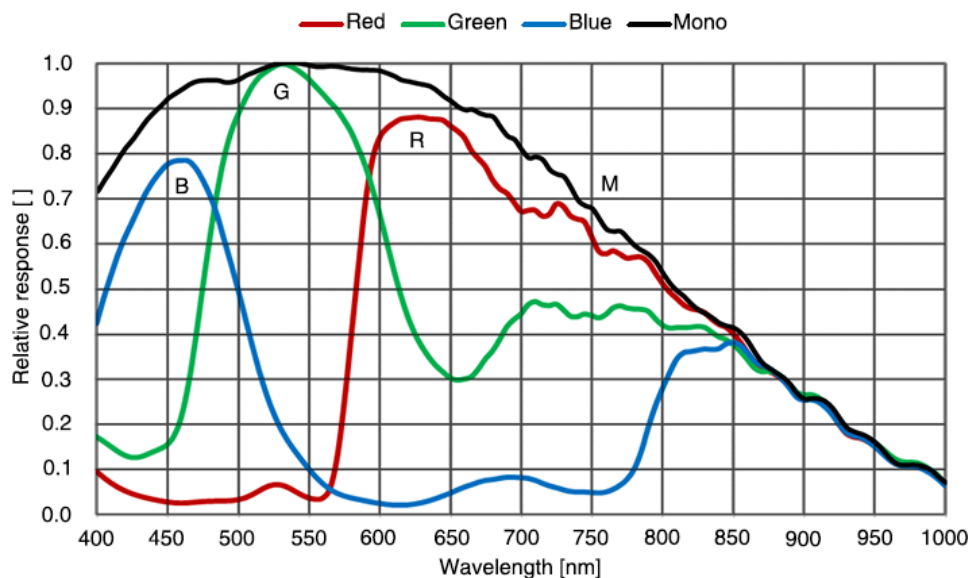


图 4-5 MER3-1221-24G3M/C-P(-AF) SENSOR 响应曲线

4.2.6. MER3-2000-15G3M/C-P(-AF)

规格	MER3-2000-15G3C-P MER3-2000-15G3C-P-AF	MER3-2000-15G3M-P MER3-2000-15G3M-P-AF
分辨率	5496 × 3672	
传感器	Sony IMX183 rolling shutter CMOS	
靶面尺寸	1 inch	
像元尺寸	2.4μm × 2.4μm	
帧率	13.92fps @ 5496 × 3672，可以调整包长到 8164 并且预留带宽到 5，帧率达到 14.55fps	
模数转换精度	12bit	
像素深度	8bit, 12bit	
黑白/彩色	彩色	黑白
像素格式	Bayer RG8/Bayer RG12	Mono8/Mono12
信噪比	42.03dB	41.95dB
曝光时间	标准：16μs ~ 1s，实际步长：1 行周期	
增益	0dB ~ 24dB；默认值 0dB，步长 0.1dB	
Binning	1×1, 1×2, 1×4, 2×1, 2×2, 4×1, 4×4	
像素抽样	FPGA: 1×1, 1×2, 1×4, 2×1, 2×2, 4×1, 4×4	
同步方式	外触发，软触发	
I/O 接口	1 路光耦隔离输入，2 路双向 GPIO	
工作温度	0°C ~ +50°C	
储存温度	-20°C ~ +70°C	
工作湿度	10% ~ 80%	
供电要求	PoE (Power over Ethernet, 兼容 IEEE802.3af) 或 12VDC-10% ~ 24VDC+10%电源	
额定功率	< 5W @ 12V / PoE	
镜头接口	C	
数据接口	千兆以太网 (1000Mbit/s) 或者 2.5G 以太网 (2500Mbit/s)	
机械尺寸	29mm × 29mm × 50.6mm (不含 C 接口长度、航插长度)	
重量	67g	
操作系统	Windows 7/10/11/Embedded 32bit/64bit, Linux Ubuntu14.04/16.04 等 Mac OS 10.12/10.13/10.14/10.15 等 (仅支持千兆以太网相机)	

可编程控制	图像尺寸, 增益, 曝光时间, 触发极性, 闪光灯极性
认证	CE, RoHS, FCC, ICES, UKCA, GigE Vision, GenICam

表 4-6 MER3-2000-15G3M/C-P(-AF) 相机性能规格

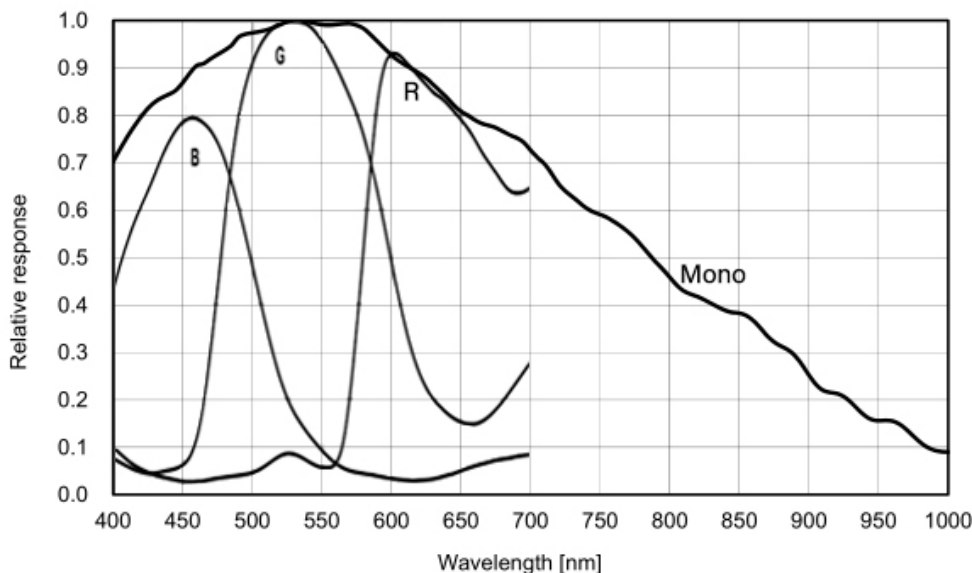


图 4-6 MER3-2000-15G3M/C-P(-AF) SENSOR 响应曲线

4.2.7. MER3-2440-12G3M/C-P

规格	MER3-2440-12G3C-P	MAR3-2440-12G3M-P
分辨率	5328 × 4608	
传感器	Sony IMX540 Global shutter CMOS	
靶面尺寸	1.2 inch	
像元尺寸	2.74μm × 2.74μm	
帧率	12fps @ 5328 × 4608 可以调整包长到 8164 并且预留带宽到 5, 帧率达到 11.97fps 突发采集高速模式下, 采集帧率可达 19.16fps	
模数转换精度	12bit	
像素深度	8bit, 12bit	
黑白/彩色	彩色	黑白
像素格式	Bayer RG8/Bayer RG12/RGB8/BGR8/ Mono8	Mono8/Mono12
信噪比	40.11dB	40.19dB
曝光时间	极小: 1μs ~ 2.4μs, 实际步长: 0.1μs; 标准: 3μs ~ 20μs, 实际步长: 1μs; 21μs ~ 1s, 实际步长: 1 行周期	
增益	0dB ~ 16dB; 默认值 0dB, 步长 0.1dB	

Binning	不支持	Sensor: 1×1, 2×2
像素抽样	Sensor: 1×1, 2×2	
同步方式	外触发、软触发	
I/O 接口	1 路光耦隔离输入, 2 路双向 GPIO	
工作温度	0°C ~ +50°C	
储存温度	-20°C ~ +70°C	
工作湿度	10% ~ 80%	
供电要求	PoE (Power over Ethernet, 兼容 IEEE802.3af) 或 12VDC-10% ~ 24VDC+10%电源	
典型功率	5.4W @ 12V / PoE	
镜头接口	C	
数据接口	千兆以太网 (1000Mbit/s) 或者 2.5G 以太网 (2500Mbit/s)	
机械尺寸	29mm × 29mm × 50.6mm (不含 C 接口长度、航插长度) .	
重量	69g	
操作系统	Windows 7/10/11/Embedded 32bit/64bit, Linux Ubuntu14.04/16.04 等 Mac OS 10.12/10.13/10.14/10.15 等 (仅支持千兆以太网相机)	
可编程控制	图像尺寸、增益、曝光时间、触发极性、闪光灯极性等	
认证	CE, RoHS, FCC, ICES, UKCA, GigE Vision, GenICam	

表 4-7 MER3-2440-12G3M/C-P 相机性能规格

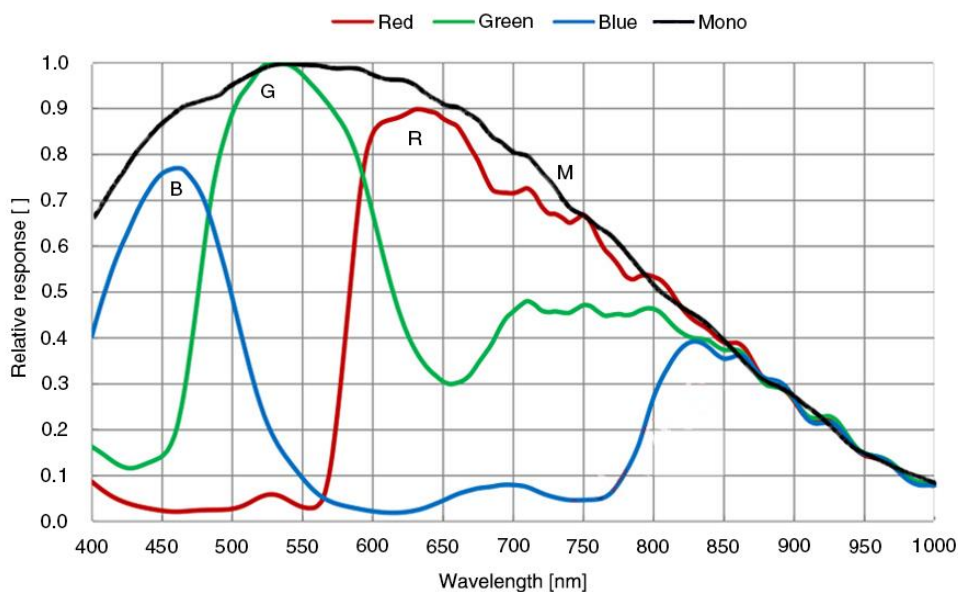


图 4-7 MER3-2440-12G3M/C-P SENSOR 响应曲线

4.2.8. MER3-2560-11G3M-P

规格	MER3-2560-11G3M-P
分辨率	5064 × 5064
传感器	Global shutter CMOS
靶面尺寸	1.1 inch
像元尺寸	2.5 μ m × 2.5 μ m
帧率	11fps @ 5064 × 5064 可以调整包长到 8164 并且预留带宽到 5, 帧率达到 11.46fps 突发采集高速模式下, 采集帧率可达 18.34fps
模数转换精度	12bit
像素深度	8bit, 12bit
黑白/彩色	黑白
像素格式	Mono8/Mono12
信噪比	40.97dB
曝光时间	极小: 1 μ s ~ 2.4 μ s, 实际步长: 0.1 μ s; 标准: 3 μ s ~ 20 μ s, 实际步长: 1 μ s; 21 μ s ~ 1s, 实际步长: 1 行周期
增益	0dB ~ 16dB; 默认值 0dB, 步长 0.1dB
Binning	不支持
像素抽样	不支持
同步方式	外触发、软触发
I/O 接口	1 路光耦隔离输入, 2 路双向 GPIO
工作温度	0°C ~ +50°C
储存温度	-20°C ~ +70°C
工作湿度	10% ~ 80%
供电要求	PoE (Power over Ethernet, 兼容 IEEE802.3af) 或 12VDC-10% ~ 24VDC+10%电源
典型功率	5.4W @ 12V / PoE
镜头接口	C
数据接口	千兆以太网 (1000Mbit/s) 或者 2.5G 以太网 (2500Mbit/s)
机械尺寸	29mm × 29mm × 50.6mm (不含 C 接口长度、航插长度)
重量	69g
操作系统	Windows 7/10/11/Embedded 32bit/64bit, Linux Ubuntu14.04/16.04 等 Mac OS 10.12/10.13/10.14/10.15 等 (仅支持千兆以太网相机)

可编程控制	图像尺寸、增益、曝光时间、触发极性、闪光灯极性等
认证	CE, RoHS, FCC, ICES, UKCA, GigE Vision, GenICam

表 4-8 MER3-2560-11G3M-P 相机性能规格

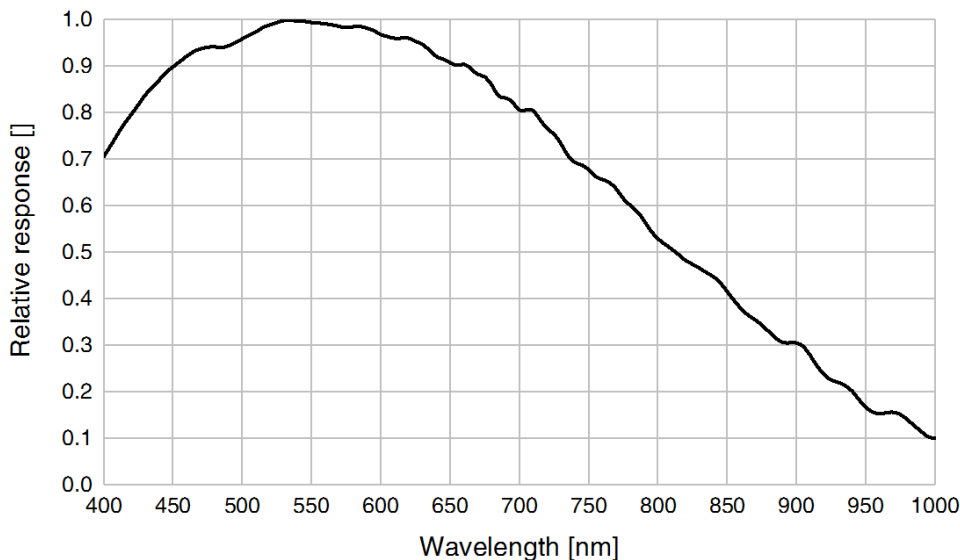


图 4-8 MER3-2560-11G3M-P SENSOR 响应曲线

4.3. MER3-G3M-P-SWIR/UV 系列

MER3-G3M-P-SWIR 系列相机由于 Sensor 芯片自身特性，在大曝光（5ms 及以上），sensor 温度比较高的情况下，坏点会随着曝光和温度逐渐增多，虽然相机具有动态坏点校正和静态坏点校正，但当出现连续坏点或者特别多情况下，坏点就无法完全去除，所以建议使用方式：

- 1) 确保动态坏点校正和静态坏点校正都处于开启状态；
- 2) 尽量使用小曝光设置配合补光使用；
- 3) 相机尽量安装到金属架子上并配装合适的镜头使用，必要情况可以选装散热翅，MER3-G3M-P-SWIR 都会标配 2 个散热器；或者增加其他主动散热措施。

4.3.1. MER3-033-262G3M-P-SWIR

规格	MER3-033-262G3M-P-SWIR
分辨率	640 × 512
传感器	Sony IMX991 global shutter CMOS
靶面尺寸	1/4 inch
像元尺寸	5μm × 5μm

帧率	139.33fps @ 640 × 512 Sensor 位深 BPP8 模式下、调整包长到 8164 并且预留带宽到 5，帧率达到 262.12fps 突发采集高速模式下，Sensor 位深 BPP8，采集帧率可达 262.12fps
模数转换精度	8bit, 10bit, 12bit
像素深度	8bit, 10bit, 12bit
黑白/彩色	黑白，短波红外
像素格式	Mono8/Mono10/Mono12
信噪比	50.99dB
曝光时间	极小：3 μ s ~ 100 μ s，实际步长：1 μ s； 标准：13 μ s ~ 1s，实际步长：1 行周期
增益	0dB ~ 24dB；默认值 0dB，步长 0.1dB
Binning	1 \times 1, 1 \times 2, 2 \times 1, 2 \times 2
像素抽样	Sensor: 1 \times 1, 2 \times 2
同步方式	外触发，软触发
I/O 接口	1 路光耦隔离输入，2 路双向 GPIO
工作温度	0 $^{\circ}$ C ~ +50 $^{\circ}$ C
储存温度	-20 $^{\circ}$ C ~ +70 $^{\circ}$ C
工作湿度	10% ~ 80%
供电要求	PoE (Power over Ethernet, 兼容 IEEE802.3af) 或 12VDC-10% ~ 24VDC+10%电源
额定功率	<5W @ 12V / PoE
镜头接口	C
滤色片/透光片	无
数据接口	千兆以太网 (1000Mbit/s) 或者 2.5G 以太网 (2500Mbit/s)
机械尺寸	29mm × 29mm × 50.6mm (不含 C 接口长度、航插长度)
重量	67g
操作系统	Windows 7/10/11/Embedded 32bit/64bit, Linux Ubuntu14.04/16.04 等 Mac OS 10.12/10.13/10.14/10.15 等 (仅支持千兆以太网相机)
可编程控制	图像尺寸, 增益, 曝光时间, 触发极性, 闪光灯极性等
认证	CE, RoHS, FCC, ICES, UKCA, GigE Vision, GenICam

表 4-9 MER3-033-262G3M-P-SWIR 相机性能规格

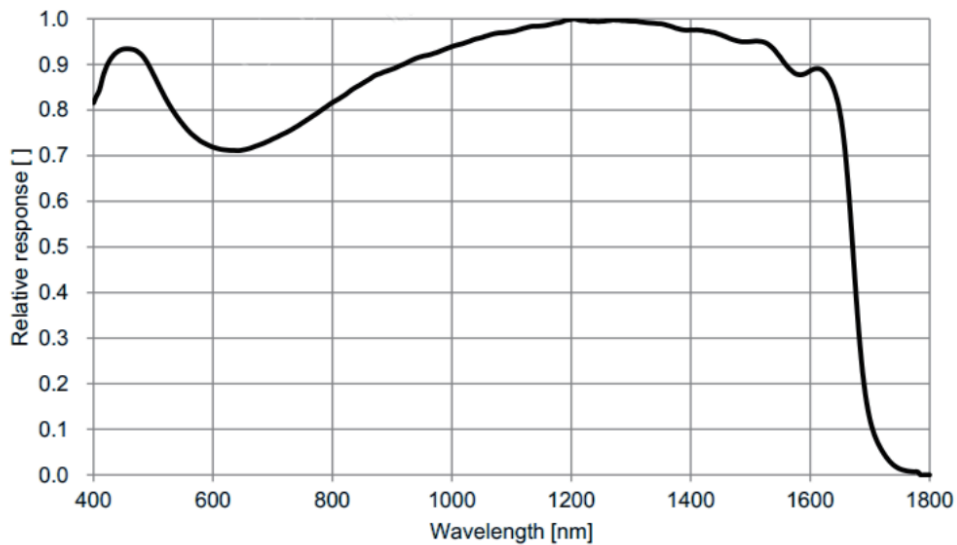


图 4-9 MER3-033-262G3M-P-SWIR SENSOR 响应曲线

4.3.2. MER3-138-136G3M-P-SWIR

规格	MER3-138-136G3M-P-SWIR
分辨率	1280 × 1024
传感器	Sony IMX990 global shutter CMOS
靶面尺寸	1/2 inch
像元尺寸	5μm × 5μm
帧率	72.4fps @ 1280 × 1024 Sensor 位深 BPP8 模式下、调整包长到 8164 并且预留带宽到 5，帧率达到 135.54fps 突发采集高速模式下，Sensor 位深 BPP8，采集帧率可达 135.54fps
模数转换精度	8bit, 10bit, 12bit
像素深度	8bit, 10bit, 12bit
黑白/彩色	黑白，短波红外
像素格式	Mono8/Mono10/Mono12
信噪比	50.76dB
曝光时间	极小：3μs ~ 100μs，实际步长：1μs； 标准：13μs ~ 1s，实际步长：1 行周期
增益	0dB ~ 24dB；默认值 0dB，步长 0.1dB
Binning	1×1, 1×2, 2×1, 2×2
像素抽样	Sensor: 1×1, 2×2
同步方式	外触发，软触发

I/O 接口	1 路光耦隔离输入, 2 路双向 GPIO
工作温度	0°C ~ +50°C
储存温度	-20°C ~ +70°C
工作湿度	10% ~ 80%
供电要求	PoE (Power over Ethernet, 兼容 IEEE802.3af) 或 12VDC-10% ~ 24VDC+10%电源
额定功率	< 5W @ 12V / PoE
镜头接口	C
滤色片/透光片	无
数据接口	千兆以太网 (1000Mbit/s) 或者 2.5G 以太网 (2500Mbit/s)
机械尺寸	29mm × 29mm × 50.6mm (不含 C 接口长度、航插长度)
重量	68g
操作系统	Windows 7/10/11/Embedded 32bit/64bit, Linux Ubuntu14.04/16.04 等 Mac OS 10.12/10.13/10.14/10.15 等 (仅支持千兆以太网相机)
可编程控制	图像尺寸, 增益, 曝光时间, 触发极性, 闪光灯极性
认证	CE, RoHS, FCC, ICES, UKCA, GigE Vision, GenICam

表 4-10 MER3-138-136G3M-P-SWIR 相机性能规格

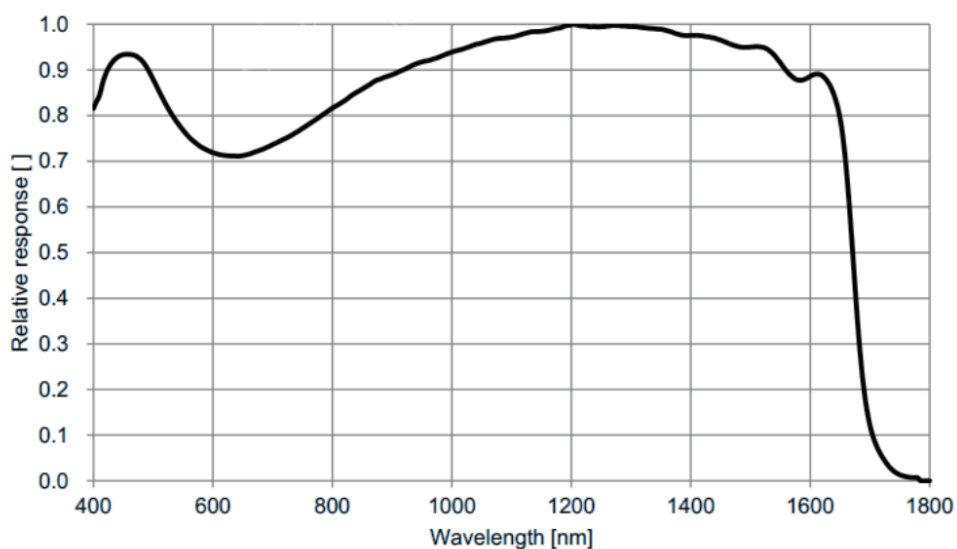


图 4-10 MER3-138-136G3M-P-SWIR SENSOR 响应曲线

4.3.3. MER3-321-91G3M-P-SWIR

规格	MER3-321-91G3M-P-SWIR
分辨率	2080 × 1544
传感器	Sony IMX993 global shutter CMOS
靶面尺寸	1/1.8 inch
像元尺寸	3.45μm × 3.45μm
帧率	91fps @ 2080 × 1544 突发采集高速模式下，采集帧率可达 93.26fps
模数转换精度	12bit
像素深度	8bit, 12bit
黑白/彩色	黑白, 短波红外
像素格式	Mono8/Mono12
信噪比	47.29dB
曝光时间	极小: 6μs ~ 100μs, 实际步长: 1μs; 标准: 28μs ~ 1s, 实际步长: 1 行周期
增益	0dB ~ 24dB; 默认值 0dB, 步长 0.1dB
Binning	FPGA: 1×1, 1×2, 1×4, 2×1, 2×2, 2×4, 4×1, 4×2, 4×4
像素抽样	Sensor: 1×1, 2×2
同步方式	外触发, 软触发
I/O 接口	1 路光耦隔离输入, 2 路双向 GPIO
工作温度	0°C ~ +50°C
储存温度	-20°C ~ +70°C
工作湿度	10% ~ 80%
供电要求	PoE (Power over Ethernet, 兼容 IEEE802.3af) 或 12VDC-10% ~ 24VDC+10%电源
典型功率	4.9W @ 12V / PoE
镜头接口	C
滤色片/透光片	无
数据接口	千兆以太网 (1000Mbit/s) 或者 2.5G 以太网 (2500Mbit/s)
机械尺寸	29mm × 29mm × 50.6mm (不含 C 接口长度、航插长度)
重量	69g

操作系统	Windows 7/10/11/Embedded 32bit/64bit, Linux Ubuntu14.04/16.04 等 Mac OS 10.12/10.13/10.14/10.15 等 (仅支持千兆以太网相机)
可编程控制	图像尺寸, 增益, 曝光时间, 触发极性, 闪光灯极性
认证	CE, RoHS, FCC, ICES, UKCA, GigE Vision, GenICam

表 4-11 MER3-321-91G3M-P-SWIR 相机性能规格

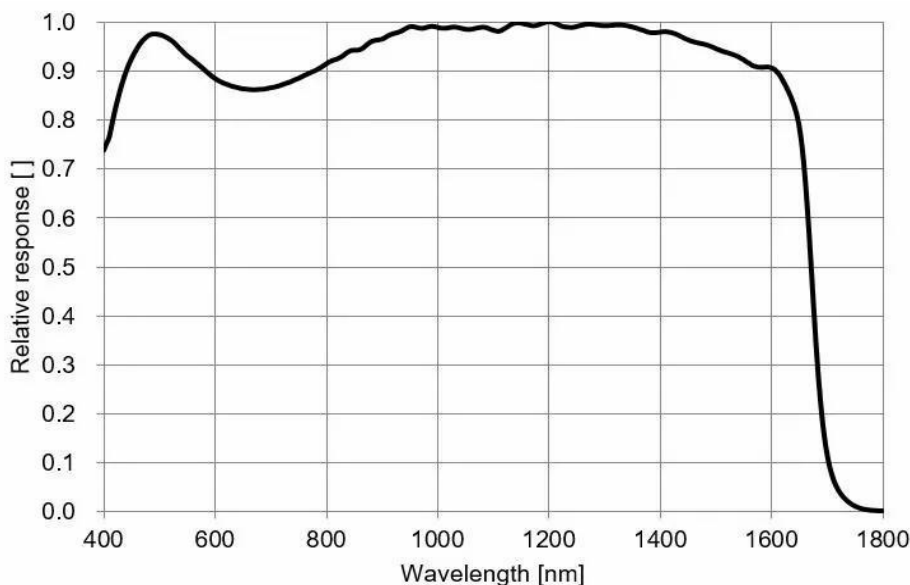


图 4-11 MER3-321-91G3M-P-SWIR SENSOR 响应曲线

4.3.4. MER3-533-55G3M-P-SWIR

规格	MER3-533-55G3M-P-SWIR
分辨率	2592 × 2056
传感器	Sony IMX992 global shutter CMOS
靶面尺寸	1/1.4 inch
像元尺寸	3.45 μm × 3.45 μm
帧率	55fps @ 2592 × 2056 突发采集高速模式下, 采集帧率可达 62.29fps
模数转换精度	12bit
像素深度	8bit, 12bit
黑白/彩色	黑白, 短波红外
像素格式	Mono8/Mono12
信噪比	47.29dB
曝光时间	极小: 6μs ~ 100μs, 实际步长: 1μs; 标准: 30μs ~ 1s, 实际步长: 1 行周期

增益	0dB ~ 24dB; 默认值 0dB, 步长 0.1dB
Binning	FPGA: 1×1, 1×2, 1×4, 2×1, 2×2, 2×4, 4×1, 4×2, 4×4
像素抽样	Sensor: 1×1, 2×2
同步方式	外触发, 软触发
I/O 接口	1 路光耦隔离输入, 2 路双向 GPIO
工作温度	0°C ~ +50°C
储存温度	-20°C ~ +70°C
工作湿度	10% ~ 80%
供电要求	PoE (Power over Ethernet, 兼容 IEEE802.3af) 或 12VDC-10% ~ 24VDC+10%电源
典型功率	4.9W @ 12V / PoE
镜头接口	C
滤色片/透光片	无
数据接口	千兆以太网 (1000Mbit/s) 或者 2.5G 以太网 (2500Mbit/s)
机械尺寸	29mm × 29mm × 50.6mm (不含 C 接口长度、航插长度)
重量	69g
操作系统	Windows 7/10/11/Embedded 32bit/64bit, Linux Ubuntu14.04/16.04 等 Mac OS 10.12/10.13/10.14/10.15 等 (仅支持千兆以太网相机)
可编程控制	图像尺寸, 增益, 曝光时间, 触发极性, 闪光灯极性等
认证	CE, RoHS, FCC, ICES, UKCA, GigE Vision, GenICam

表 4-12 MER3-533-55G3M-P-SWIR 相机性能规格

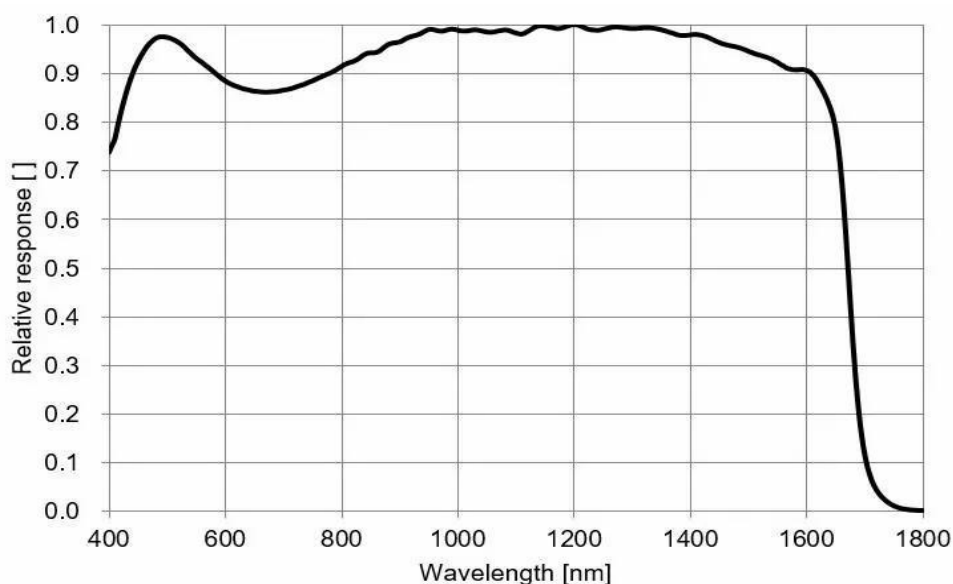


图 4-12 MER3-533-55G3M-P-SWIR SENSOR 响应曲线

4.3.5. MER3-810-36G3M-P-UV(-AF)

规格	MER3-810-36G3M-P-UV	MER3-810-36G3M-P-UV-AF
分辨率	2856 × 2848	
传感器	Sony IMX487 global shutter CMOS	
靶面尺寸	2/3 inch	
像元尺寸	2.74μm × 2.74μm	
帧率	34.55fps @ 2856 × 2848，可以调整包长到 8164 并且预留带宽到 5，帧率达到 36.13fps 突发采集高速模式下，采集帧率可达 55.62fps	
模数转换精度	12bit	
像素深度	8bit, 12bit	
黑白/彩色	黑白，紫外	
像素格式	Mono8/Mono12	
信噪比	39.77dB	
曝光时间	极小：1μs ~ 2.4μs，实际步长：0.1μs； 标准：3μs ~ 20μs，实际步长：1μs；21μs ~ 1s，实际步长：1 行周期	
增益	0dB ~ 16dB；默认值 0dB，步长 0.1dB	
Binning	Sensor: 1×1, 2×2	
像素抽样	Sensor: 1×1, 2×2	
同步方式	外触发，软触发	
I/O 接口	1 路光耦隔离输入，2 路双向 GPIO	
工作温度	0°C ~ +50°C	
储存温度	-20°C ~ +70°C	
工作湿度	10% ~ 80%	
供电要求	PoE (Power over Ethernet, 兼容 IEEE802.3af) 或 12VDC-10% ~ 24VDC+10%电源	
额定功率	< 4.73W @ 12V / PoE	
镜头接口	C	
数据接口	千兆以太网 (1000Mbit/s) 或者 2.5G 以太网 (2500Mbit/s)	
机械尺寸	29mm × 29mm × 50.6mm (不含 C 接口长度、航插长度)	
重量	69g	
操作系统	Windows 7/10/11/Embedded 32bit/64bit, Linux Ubuntu14.04/16.04 等 Mac OS 10.12/10.13/10.14/10.15 等 (仅支持千兆以太网相机)	

可编程控制	图像尺寸, 增益, 曝光时间, 触发极性, 闪光灯极性
认证	CE, RoHS, FCC, ICES, UKCA, GigE Vision, GenICam

表 4-13 MER3-810-36GM-P-UV(-AF) 相机性能规格

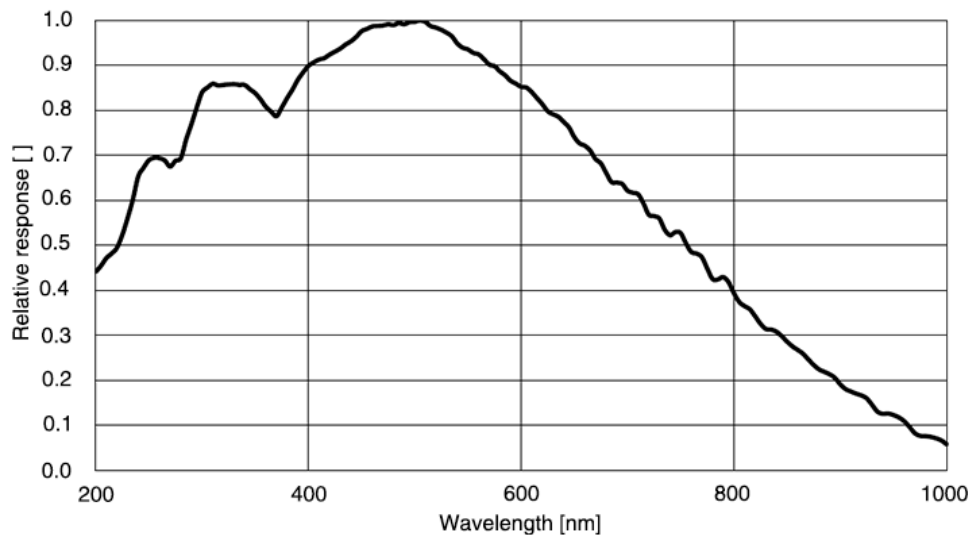


图 4-13 MER3-810-36GM-P-UV(-AF) SENSOR 响应曲线*

*IMX487 图像传感器专为 200nm~400nm UV 波段设计, 无法保证 400nm 以上可见光波段的成像质量。

*紫外线会对图像传感器设备造成损坏, 使用时请评估不同光源条件下的传感器寿命。

5. 机械尺寸

5.1. 相机尺寸

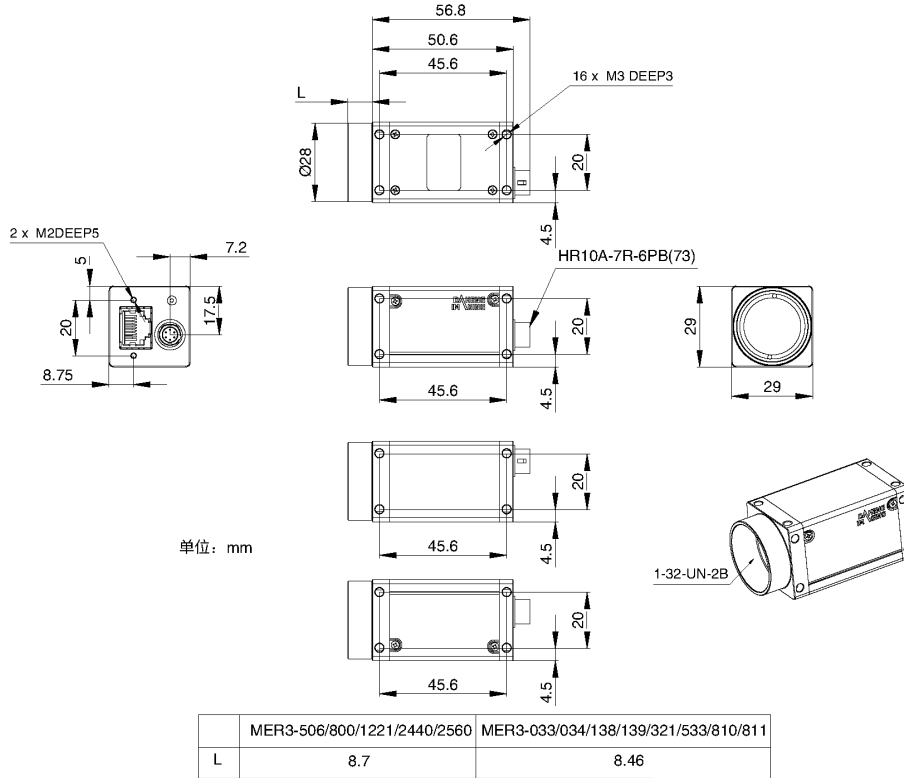


图 5-1 MER3-G3-P 机械尺寸图

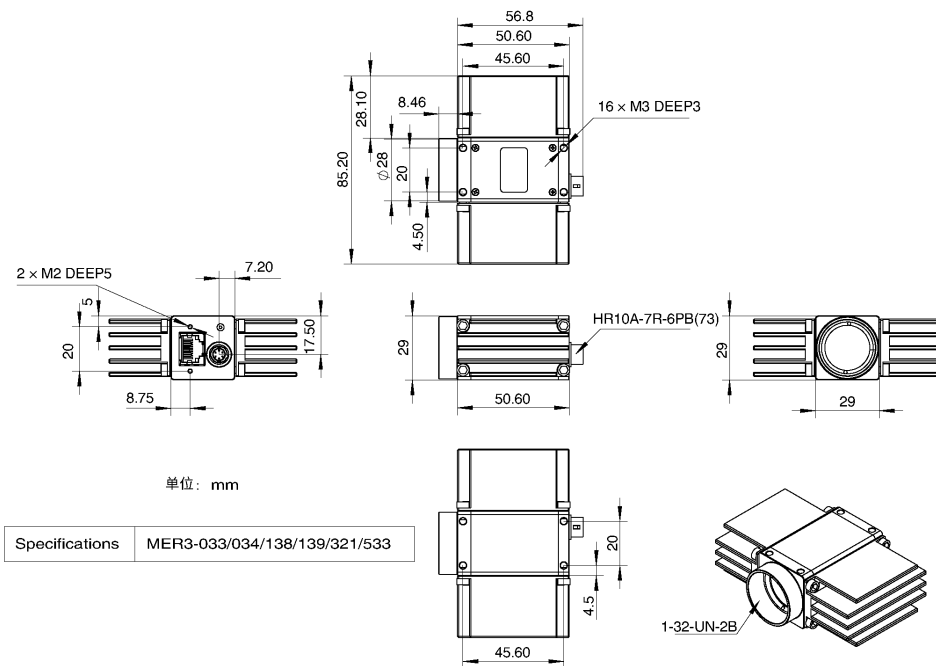


图 5-2 MER3-G3-P 带散热翅机械尺寸图

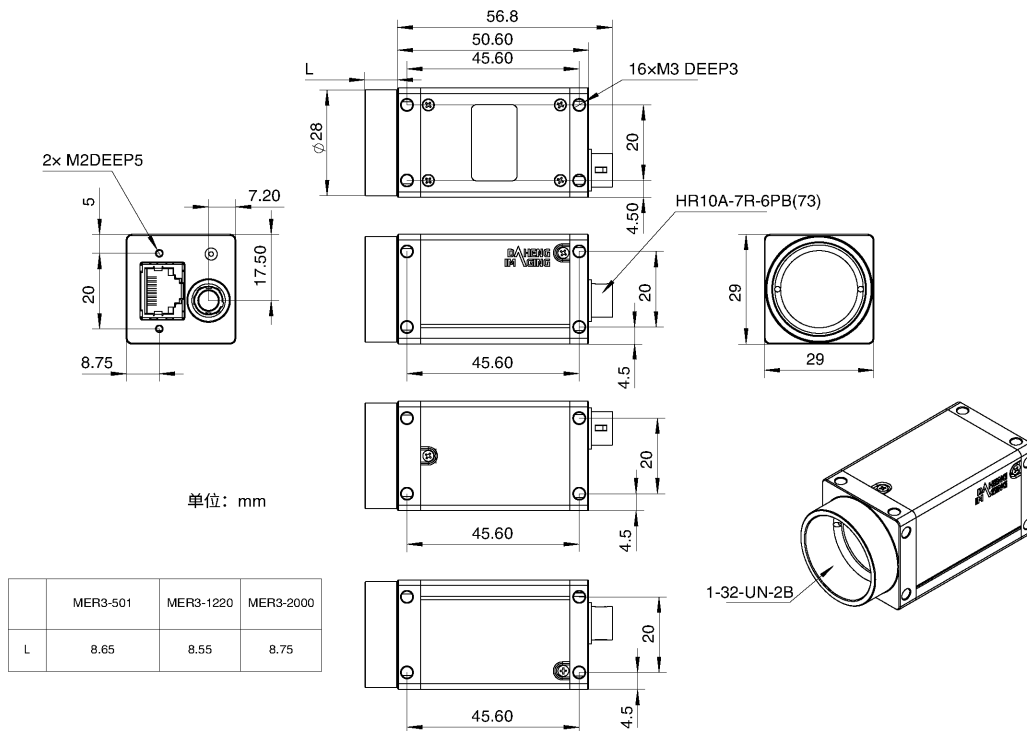


图 5-3 MER3-G3-P 机械尺寸图

5.2. 光学接口

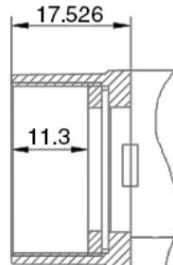


图 5-4 光学接口

相机支持标准 C 口镜头。镜头安装基准面到 sensor 感光面距离为 17.526mm（空气中）。如图 5-4 所示。可接受的镜头螺纹长度应小于 11.3mm。

彩色相机都加装了可见光滤色片，其截止频率为 700nm，减小了不可见光部分对图像的影响；黑白相机都加了增透片。滤色片/增透片对后焦有影响，去掉可能导致对焦不清晰。若必须拆除，请联系技术支持。

5.3. 固定块尺寸

客户制作固定块，螺钉长度和固定块台阶厚度关系

- 1) 螺钉长度=固定块台阶厚度+弹垫厚度+相机螺纹孔旋合长度。

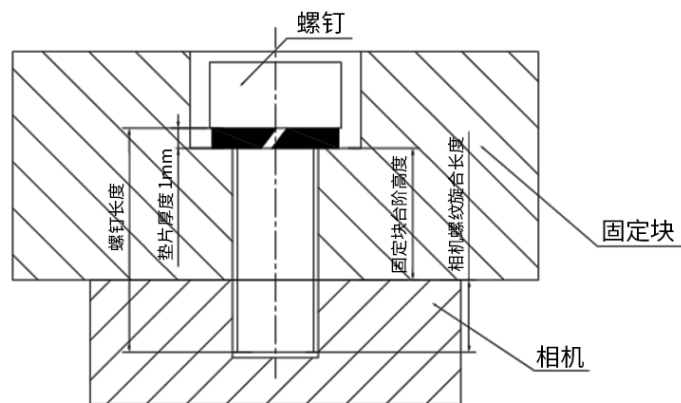


图 5-5 螺钉规格、固定块台阶厚度、弹垫厚度关系图

2) 建议客户从下表中选用螺钉规格及固定块台阶厚度：

安装螺钉规格	固定块台阶厚度 (mm)	弹垫厚度 (mm)	相机螺纹旋合长度 (mm)
M3*6 内六角圆柱头螺钉	2.5	0.8	2.7
M3*8 内六角圆柱头螺钉	4.5	0.8	2.7
M3*10 内六角圆柱头螺钉	6.5	0.8	2.7



如使用螺钉规格与固定块厚度不符合上表，可能会造成相机螺纹滑丝或顶穿。

6. 滤光片及镜头

6.1. 滤光片规格参数及响应图

彩色相机安装有红外截止滤色片，黑白相机安装有透光片。

若必须拆除，请联系技术支持。

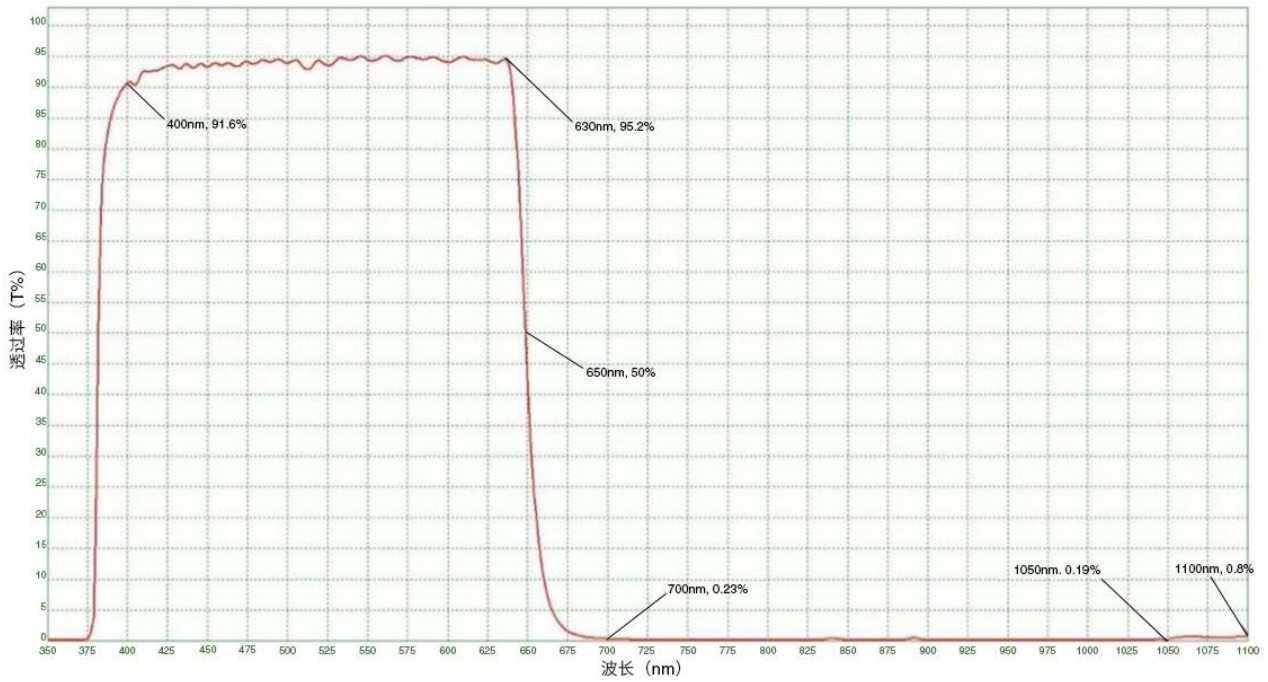


图 6-1 水星三代彩色相机滤色片透过率曲线

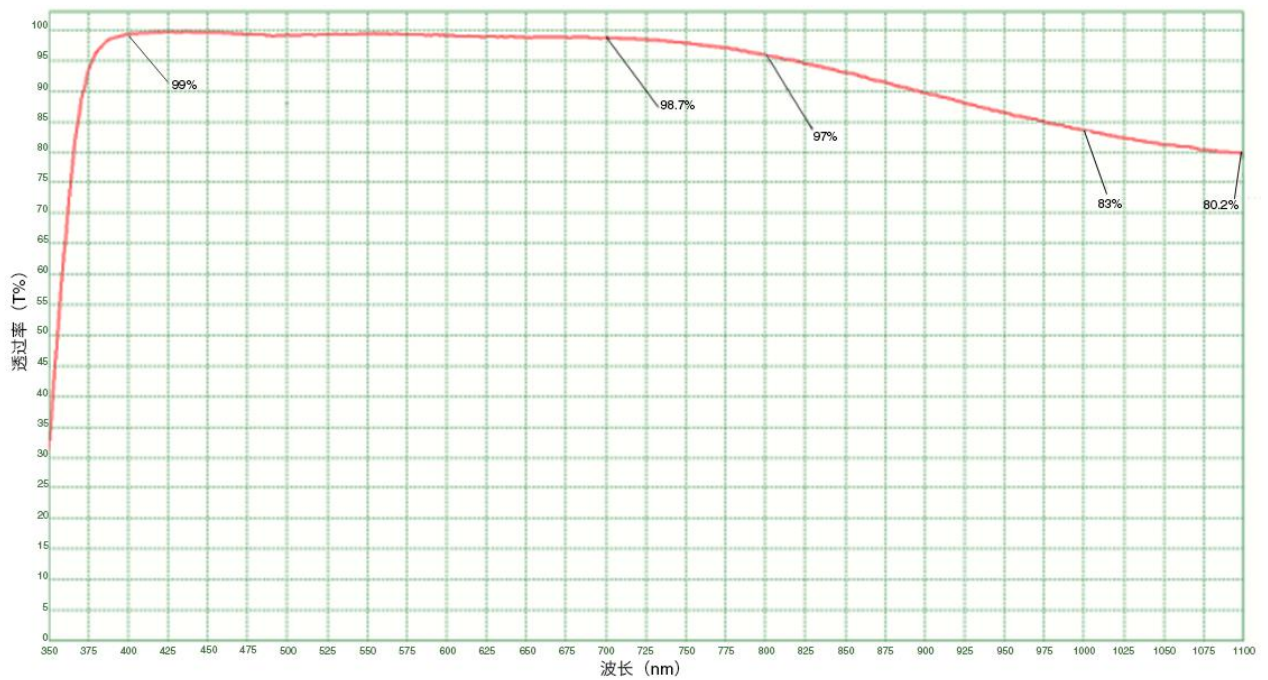


图 6-2 水星三代黑白相机滤色片透过率曲线

6.2. 镜头选型参考

大恒图像是国内专业的图形图像和机器视觉领域设备供应商。除工业相机外，还提供高分辨率、高光学性能的机器视觉镜头，广泛适用于市面上大多数的工业相机。

为了满足机器视觉对于高分辨率和低畸变率的需求，大恒图像推出八个系列工业镜头，分辨率从二百万像素至二千五百万像素，具有体积小，重量轻，高分辨率，低畸变率等特点。

选择镜头时，应考虑以下几个因素：

1) 接口

- 镜头和相机的连接方式，常用的包括 C、CS、F、V、Leica、M42、M58、M72、M90 等
- 水星三代 2.5GigE 数字相机为标准 C 接口，在选择镜头时，选择相同接口的镜头

2) 靶面

- 镜头成像可覆盖的最大 CCD/CMOS 芯片尺寸。主要有 1/2"、2/3"、1/1.2"、1"、1.1"、4/3"等
- 选择镜头时，需要保证镜头靶面要不小于数字相机的靶面（CCD/CMOS 芯片）尺寸

3) 分辨率

- 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，要保证系统需要的精度小于镜头的分辨率

4) 工作距离

- 镜头的第一个工作面到被测物体的距离
- 选择镜头时，保证工作距离大于镜头参数“最小物距”

5) 焦距

- 焦距是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
- 焦距计算，我们需要确认三个参数：画面视野、数字相机的 CCD/CMOS 尺寸和工作距离，通过以下公式，可以计算出所需镜头的焦距(f)

$f = \text{CCD/CMOS 尺寸(水平或者垂直方向)} * \text{工作距离} / \text{画面视野 (对应 CCD/CMOS 尺寸的水平或者垂直方向)}$

通过计算出的焦距值，选择对应的镜头。

6.2.1. HN-2M 系列定焦镜头

二百万像素工业用镜头，靶面尺寸覆盖 1/2"~ 2/3"，该系列镜头有以下几个特点：

- 高光学性能，采用最大支持 2/3"靶面尺寸、6.2μm 像元尺寸（最大相当于 200 万像素）传感器的光学设计。8 个型号 F 值可达 2.8 以下，在低光环境下仍可获得清晰图像
- 优异的抗冲击震动性能，通过采用独创的机械结构，光轴变动在 10μm 以下
- 机身小巧紧凑，外径大小最小仅为 φ29.5mm，可以安装在各种受限空间
- 安装简单方便，镜头的镜筒上分别设有 3 处固定可变光圈与聚焦的固定孔，可以根据安装环境选择最佳固定孔

型号：

- | | | |
|--------------------|--------------------|----------------------|
| ● HN-0612-2M-C1/2X | ● HN-0914-2M-C2/3X | ● HN-12.514-2M-C2/3X |
| ● HN-1614-2M-C2/3X | ● HN-2514-2M-C2/3X | ● HN-3516-2M-C2/3X |
| ● HN-5023-2M-C2/3X | ● HN-7528-2M-C2/3X | |

6.2.2. HN-5M 系列定焦镜头

五百万像素工业用镜头，靶面尺寸覆盖 2/3"~ 1.1"，该系列镜头有以下特点：

- 500 万像素分辨率，清晰度从中心到周边保持一致，极大地提升了光圈和摄影的距离
- 机身小巧紧凑——外径大小最小仅为 φ29.5mm，可以安装在各种受限空间
- 安装简单方便，镜头的镜筒上分别设有 3 处固定可变光圈与聚焦的固定孔，可以根据安装环境选择最佳固定孔

型号：

- | | | |
|--------------------|--------------------|--------------------|
| ● HN-0619-5M-C2/3X | ● HN-0816-5M-C2/3X | ● HN-1216-5M-C2/3X |
| ● HN-1616-5M-C2/3X | ● HN-2516-5M-C2/3X | ● HN-3519-5M-C2/3X |
| ● HN-5024-5M-C2/3X | | |

6.2.3. HN-6M 系列定焦镜头

六百万像素工业用镜头，靶面尺寸 2/3"，该系列镜头有以下特点：

- 600 万像素分辨率，提供 5~75mm 焦距可选
- 在较远工作距离下，也可维持高性能
- 超紧凑外观尺寸
- 抗振性能高达 5G

型号：

- | | | |
|--------------------|--------------------|--------------------|
| ● HN-0528-6M-C2/3B | ● HN-0828-6M-C2/3B | ● HN-1228-6M-C2/3B |
| ● HN-1628-6M-C2/3B | ● HN-2528-6M-C2/3B | ● HN-3528-6M-C2/3B |
| ● HN-5028-6M-C2/3B | ● HN-7528-6M-C2/3B | |

6.2.4. HN-20M 系列定焦镜头

二千万像素工业用镜头，靶面尺寸 1"，该系列镜头有以下特点：

- 2000 万像素分辨率，提供 8~75mm 焦距可选
- 低畸变，照度均匀，画面边角亮度充足
- 采用 Floating 设计，拍摄距离变化时仍可保持高解像度
- 紧凑轻便，高达 5G 的抗振性能 (Vibration)
- 清晰度从中心到周边保持一致，极大地提升了光圈和摄影的距离

型号：

- HN-0826-20M-C1/1X
- HN-1226-20M-C1/1X
- HN-1624-20M-C1/1X
- HN-2520-20M-C1/1X
- HN-3522-20M-C1/1X
- HN-5024-20M-C1/1X
- HN-7531-20M-C1/1X

6.2.5. HN-P-6M 系列定焦镜头

六百万像素工业用镜头，靶面尺寸 1/1.8" ~ 2/3"，该系列镜头有以下特点：

- 600 万像素分辨率，提供 6~50mm 焦距可选
- 机身小巧紧凑——外径大小最小仅为 $\varphi 33.0\text{mm}$ ，可以安装在各种受限空间
- 超低光学畸变，极大提高了检测精度和稳定性

型号：

- HN-P-0628-6M-C1/1.8
- HN-P-0828-6M-C1/1.8
- HN-P-1228-6M-C1/1.8
- HN-P-1628-6M-C1/1.8
- HN-P-2528-6M-C1/1.8
- HN-P-3528-6M-C1/1.8
- HN-P-5028-6M-C1/1.8
- HN-P-0828-6M-C2/3
- HN-P-1228-6M-C2/3
- HN-P-1628-6M-C2/3
- HN-P-2528-6M-C2/3
- HN-P-3528-6M-C2/3

6.2.6. HN-P-10M 系列定焦镜头

一千万像素工业用镜头，靶面尺寸 2/3"，该系列镜头有以下特点：

- 1000 万像素分辨率，提供 8~50mm 焦距可选
- 2.4 μm 小像元，F1.8 大光圈设计
- 机身小巧紧凑——外径大小最小仅为 $\varphi 32.0\text{mm}$ ，可以安装在各种受限空间
- 超低光学畸变

型号：

- HN-P-0824-10M-C2/3
- HN-P-1220-10M-C2/3
- HN-P-1618-10M-C2/3
- HN-P-2518-10M-C2/3
- HN-P-3520-10M-C2/3
- HN-P-5028-10M-C2/3

6.2.7. HN-P-20M 系列定焦镜头

两千万像素工业用镜头，靶面尺寸 1.1"，该系列镜头有以下特点：

- 2000 万像素分辨率，提供 12~50mm 焦距可选
- 2.4 μ m 小像元，F2.4 大光圈设计
- 小型化结构
- 超低光学畸变

型号：

- HN-P-1224-20M-C1.1/1
- HN-P-1624-20M-C1.1/1
- HN-P-2524-20M-C1.1/1
- HN-P-3524-20M-C1.1/1
- HN-P-5024-20M-C1.1/1

6.2.8. HN-P-25M 系列定焦镜头

两千五百万像素工业用镜头，靶面尺寸 1.2"，该系列镜头有以下特点：

- 2500 万像素分辨率，提供 12~50mm 焦距可选
- 2.74 μ m 小像元，F2.4 大光圈设计
- 小型化结构
- 超低光学畸变

型号：

- HN-P-1224-25M-C1.2/1
- HN-P-1624-25M-C1.2/1
- HN-P-2524-25M-C1.2/1
- HN-P-3524-25M-C1.2/1
- HN-P-5024-25M-C1.2/1

7. 电气接口

7.1. LED 灯状态

相机的后壳上装有一个 LED 指示灯，用于指示相机的状态，见表 7-1 相机状态显示

LED 指示灯可以显示 3 种颜色，分别是红色、黄色和绿色。

LED 状态	指示相机状态
熄灭	相机未上电
红灯	相机上电，程序未能正常启动
绿灯常亮	网络已连接，但无数据传输
黄灯常亮	相机正常启动，网络连接未建立
黄灯闪烁	相机的永久 IP 地址等实时保存参数出错或者相机为用户参数组启动，参数组错误，相机切换为出厂参数组启动。使用 IP 配置工具保存一下相机 IP 或者重新保存一下用户参数组，重新上电后相机指示灯恢复正常绿灯
绿灯闪烁	网口有数据传输
黄绿闪烁	相机初始化失败

表 7-1 相机状态显示

7.2. 网口

网口连接器是一个标准的 RJ45 插座，引脚定义符合以太网标准。

网口支持 100m 的 CAT-5e 或者 CAT-6 类线缆。

7.3. I/O 接口

7.3.1. I/O 接口定义

相机 I/O 接口使用的是 Hirose 的 6-pin 圆形公头插座，型号为 HR10A-7R-6PB(73)，与其匹配的插头型号为 HR10A-7P-6S(73)

示意图	Pin	定义	说明
	1	POWER_IN	相机外接电源，+12V DC~+24V DC
	2	Line0+	光耦输入正
	3	Line2	GPIO 输入/输出
	4	Line3	GPIO 输入/输出
	5	Line0-	光耦输入负
	6	GND	相机电源地、GPIO 地

表 7-2 6-pin I/O 接口定义（从相机背面看）

相机通过 I/O 接口供电时，输入电源必须使用+12V ~+24V (±10%) 直流电源。



电源正负极性不能接反，否则可能会烧坏相机或相机连接的其他设备。

7.3.2. I/O 电气特性

相机 I/O 接口为 6-pin 接口，信号定义相同的 I/O，具有相同的电气特性。

7.3.2.1. Line0 (光耦隔离输入) 电路

光耦隔离输入电路原理图如下图所示。

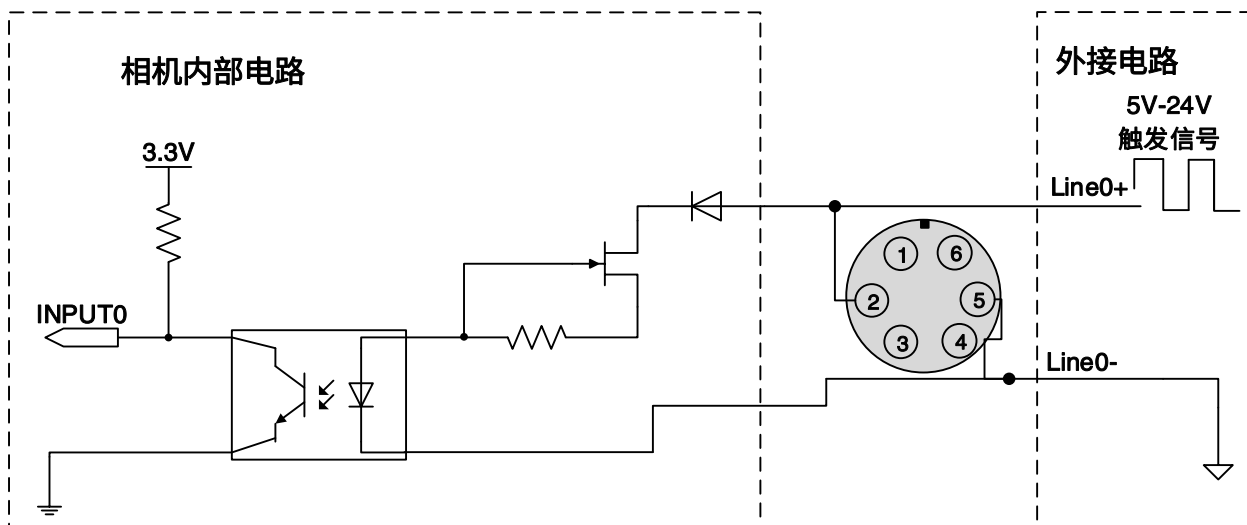


图 7-1 光耦隔离输入电路

- 逻辑 0 输入电压：0V~+2.5V (Line0+端电压)
- 逻辑 1 输入电压：+5V~+24V (Line0+端电压)
- 最小输入电流：7mA
- 输入电压在 2.5V~5V 之间为不确定状态，应避免输入这一区间内的电压值
- 外接输入电压等于 5V 时，Line0+外部不需要串联电阻，如有串联需要应保证串联阻值小于 90Ω；
外接输入电压高于 9V 时，为避免 Line0+损坏，Line0+外部需要串联限流电阻。推荐阻值见表 7-3

外接输入电压	限流电阻 R _{limit}	Line0+输入电压
5V	不接；或者<90Ω	约 5V
9V	680Ω	约 5.5V
12V	1kΩ	约 6V
24V	2kΩ	约 10V

表 7-3 Line0+串联限流电阻的推荐阻值

光耦隔离输入电路和 NPN 型、PNP 型光电传感器的连接方法见下图。上拉电阻阻值和外接电源电压的关系见表 7-3。

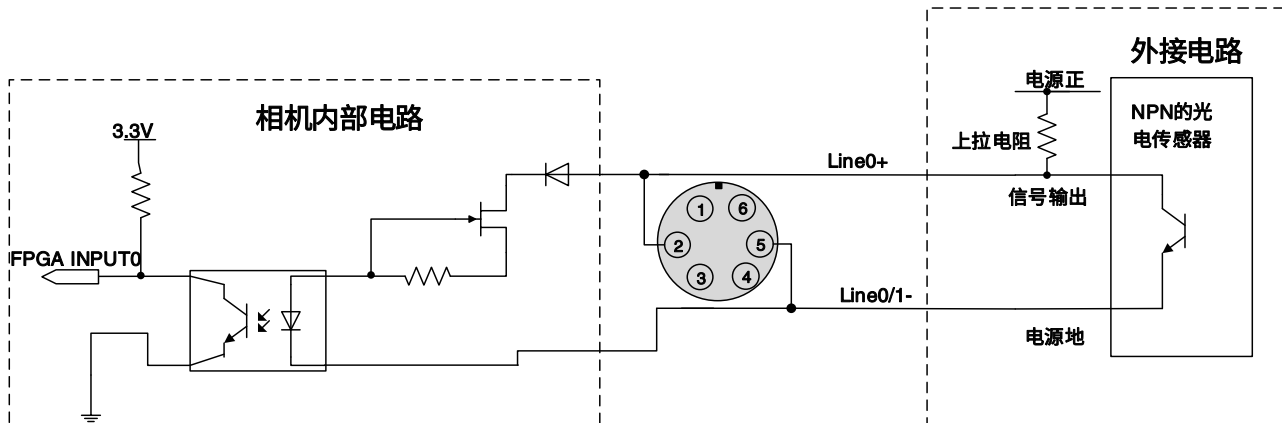


图 7-2 NPN 型光电传感器连接到光耦隔离输入电路

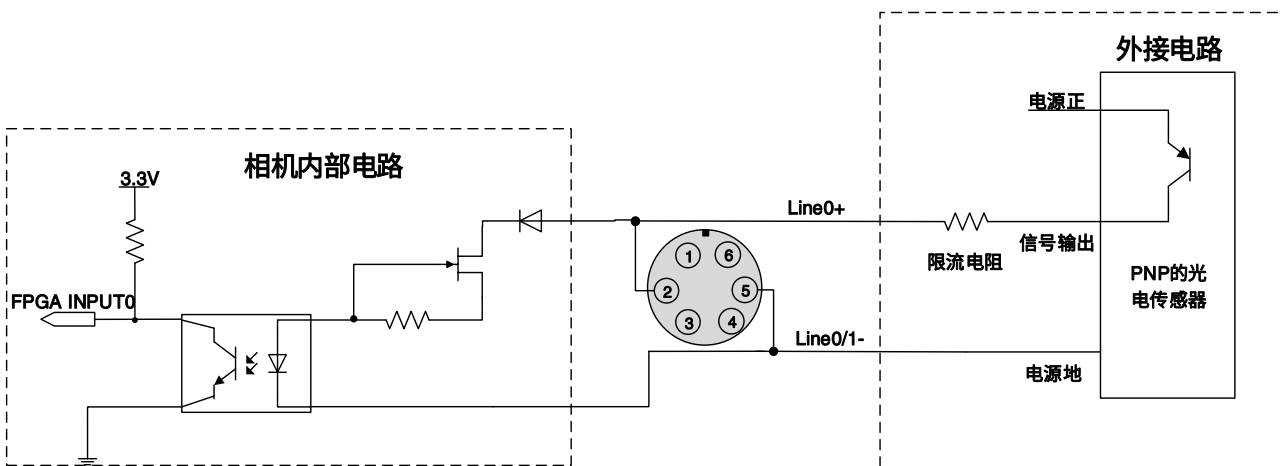


图 7-3 PNP 型光电传感器连接到光耦隔离输入电路

- 上升沿延时时间: <math><50\mu\text{s}</math> ($0^{\circ}\text{C}\sim 45^{\circ}\text{C}</math>), 参数说明见图 7-4$
- 下降沿延时时间: <math><50\mu\text{s}</math> ($0^{\circ}\text{C}\sim 45^{\circ}\text{C}</math>), 参数说明见图 7-4$
- 不同的环境温度和输入电压都会对延时时间有影响。环境温度 25°C 时典型应用环境下的延时时间见表 7-4

参数	测试条件	值 (μs)		
上升沿延时	VIN=5V	3.02	~	6.96
	VIN=12V	2.46	~	5.14
下降沿延时	VIN=5V	6.12	~	17.71
	VIN=12V	8.93	~	19.73

表 7-4 典型应用环境下, 光耦隔离输入电路延时时间

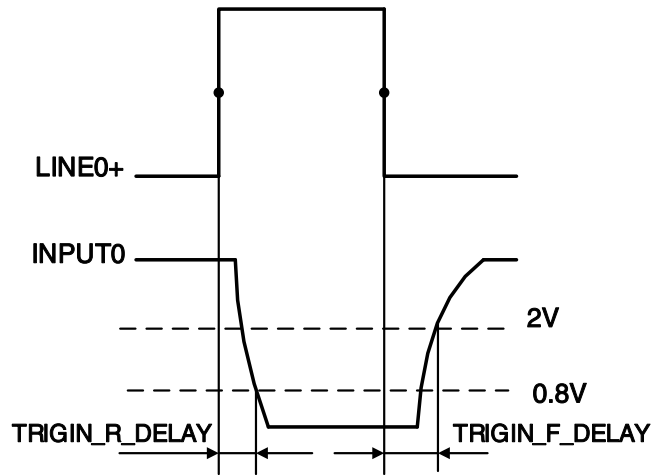


图 7-4 光耦隔离输入电路参数

- 上升沿延时 TRIGIN_R_DELAY: 从 LINE0+ 上升到幅值的一半到 INPUT0 下降到 0.8V 的时间
- 下降沿延时 TRIGIN_F_DELAY: 从 LINE0+ 下降到幅值的一半到 INPUT0 上升到 2V 的时间

7.3.2.2. Line2/3 (双向) 电路

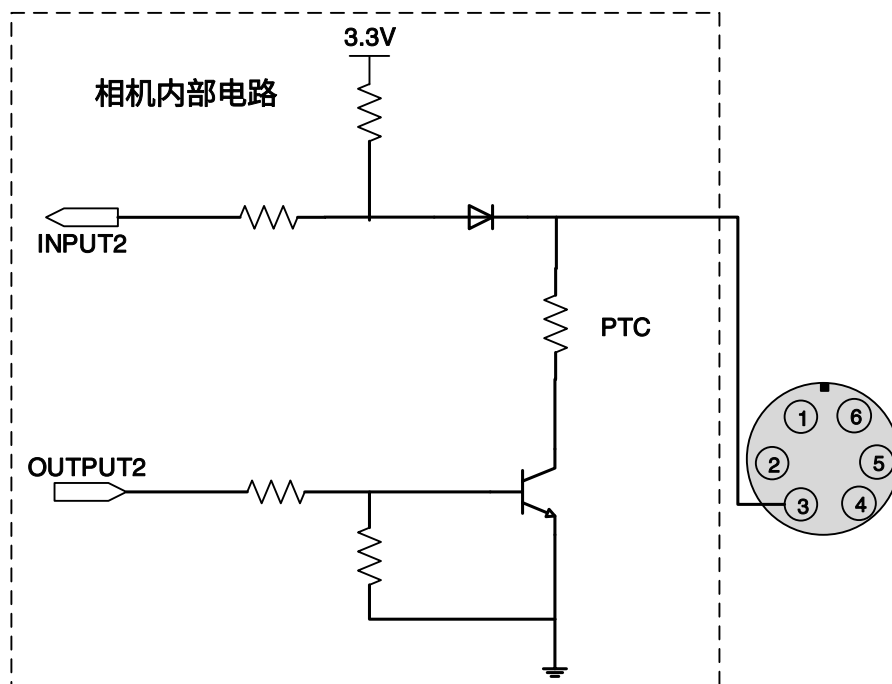


图 7-5 Line2/3 (双向) 电路

7.3.2.2.1. Line2/3 配置成输入管脚

Line2/3 配置为输入引脚时，相机内部等效电路如下图所示，以 Line2 为例。

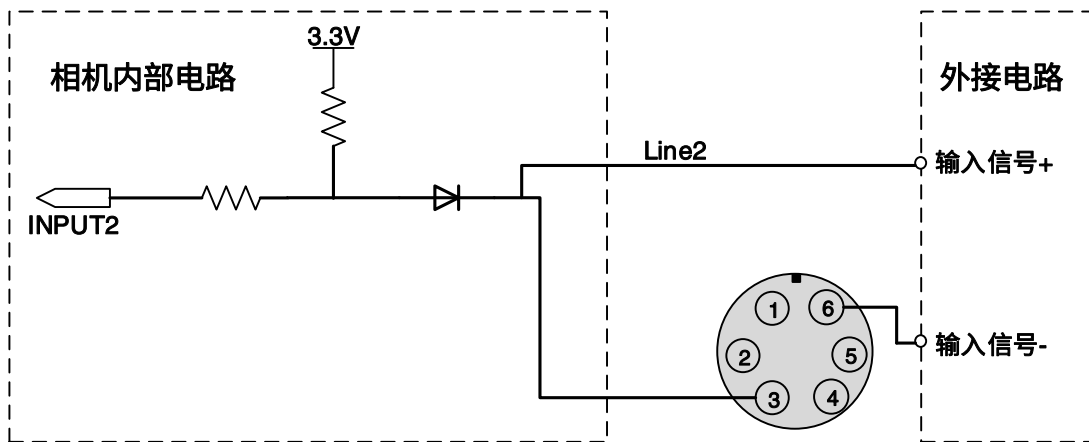


图 7-6 Line2 配置为输入引脚时相机内部等效电路



为了防止 GPIO 管脚损坏，请先连接地（GND）管脚，然后再向 Line2/3 管脚输入电压。

- 逻辑 0 的输入电压：0V~+0.6V（Line2/3 端电压）
- 逻辑 1 的输入电压：+1.9V~+24V（Line2/3 端电压）
- 输入电压在 0.6V~1.9V 之间为不确定状态，输入信号应避免进入这一电压区间
- Line2/3 输入高电平时，输入电流小于 100μA；Line2/3 输入低电平时，输入电流小于-1mA

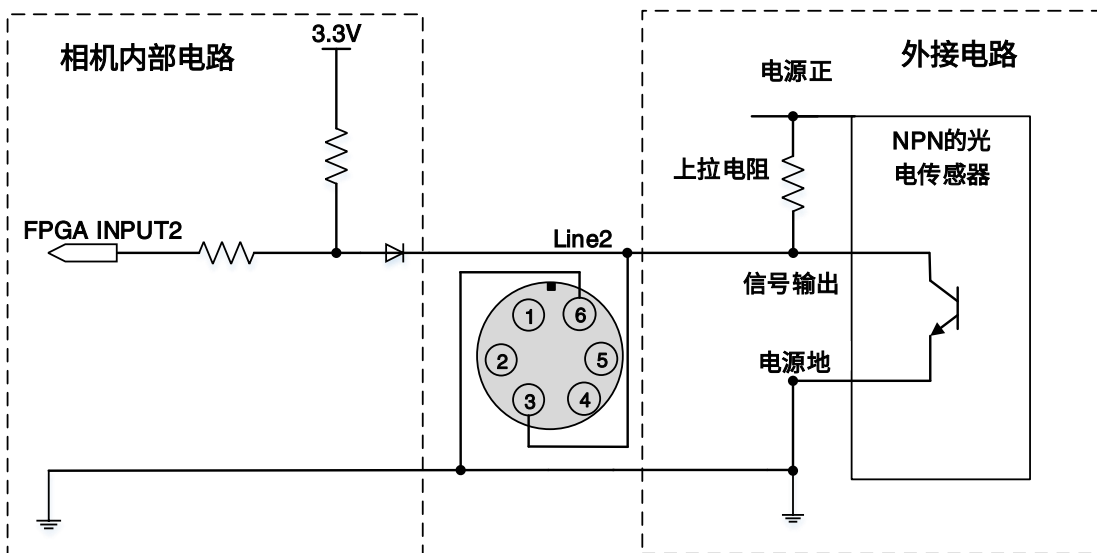


图 7-7 NPN 型光电传感器连接到 Line2 输入电路

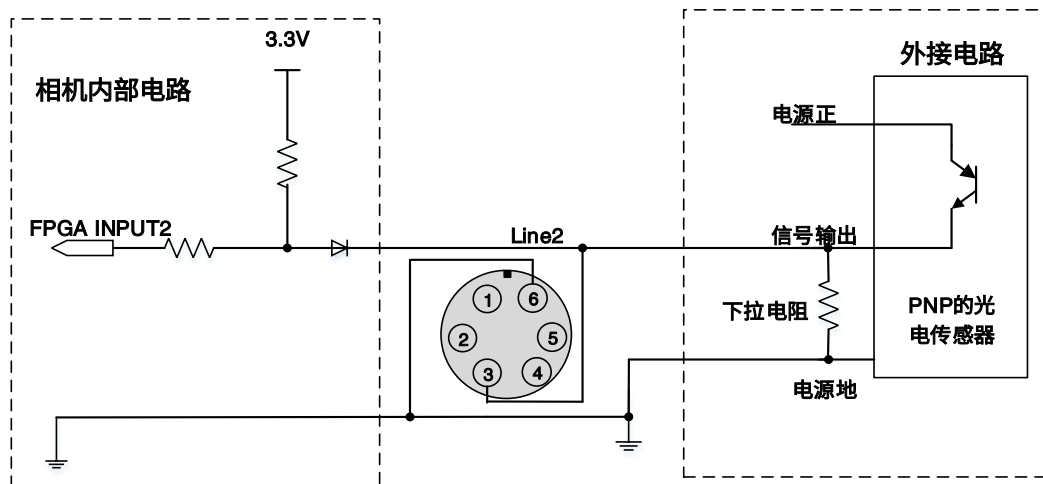


图 7-8 PNP 型光电传感器连接到 Line2 输入电路

- Line2/3 作为输入时，其下拉电阻不要超过 1K，否则会导致 Line2/3 输入电压超过 0.6V，不能稳定识别为逻辑 0
- 输入上升沿延时: <math><2\mu\text{s}</math> (0°C~45°C)，参数说明见图 7-9
- 输入下降沿延时: <math><2\mu\text{s}</math> (0°C~45°C)，参数说明见图 7-9

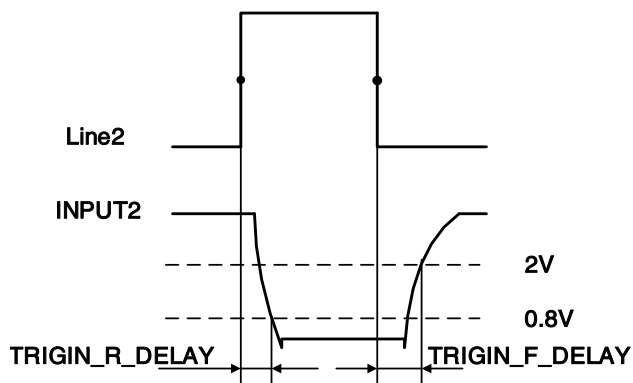


图 7-9 Line2 配置为输入引脚时电路延时参数

7.3.2.2.2. Line2/3 配置成输出管脚

- 外接电压 EXVCC 范围为 5~24V
- Line2/3 的最大输出电流为 25mA，输出阻抗 40Ω
- 环境温度 25°C 时典型应用环境下的输出压降和输出电流见表 7-5。

外接电压 EXVCC	外接电阻 Rexternal	输出压降 (V)	输出电流 (mA)
5V	1kΩ	0.19	4.8
12V		0.46	11.6
24V		0.92	23.1

表 7-5 典型应用环境下的 Line2/3 端输出压降值和输出电流值

- 上升沿延时= t_d+t_f : $<20\mu s$ ($0^{\circ}C\sim 45^{\circ}C$), 参数说明见图 7-10
- 下降沿延时= t_s+t_r : $<20\mu s$ ($0^{\circ}C\sim 45^{\circ}C$), 参数说明见图 7-10

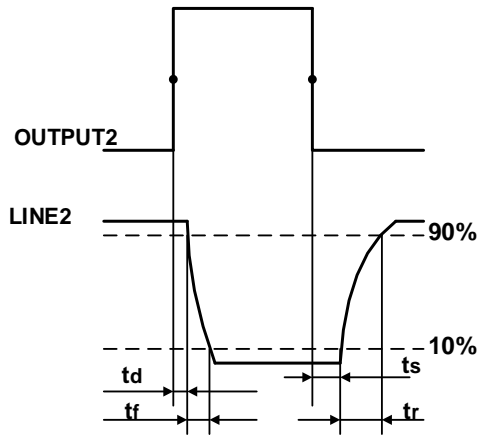


图 7-10 Line2 输出电路参数

- 延时参数受外接电源电压、外接上拉电阻影响较大，受温度影响很小。环境温度 $25^{\circ}C$ 时典型应用环境下的输出延时时间见表 7-6

参数	测试条件	值 (μs)		
贮存时间 t_s	外接电源 5V, 上拉电阻 1k Ω	0.17	~	0.18
延时时间 t_d		0.08	~	0.09
上升时间 t_r		0.11	~	0.16
下降时间 t_f		1.82	~	1.94
上升沿延时= t_d+t_f		0.19	~	0.26
下降沿延时= t_s+t_r		1.97	~	2.09
贮存时间 t_s	外接电源 24V, 上拉电阻 4.7k Ω	0.52	~	0.61
延时时间 t_d		0.09	~	0.11
上升时间 t_r		0.20	~	0.28
下降时间 t_f		9.56	~	10.06
上升沿延时= t_d+t_f		0.28	~	0.37
下降沿延时= t_s+t_r		10.15	~	10.57

表 7-6 典型应用环境下 GPIO 配置成输出管脚时的延时时间

Line2/3 配置为输出引脚时，相机内部等效电路如下图所示，以 Line2 为例。

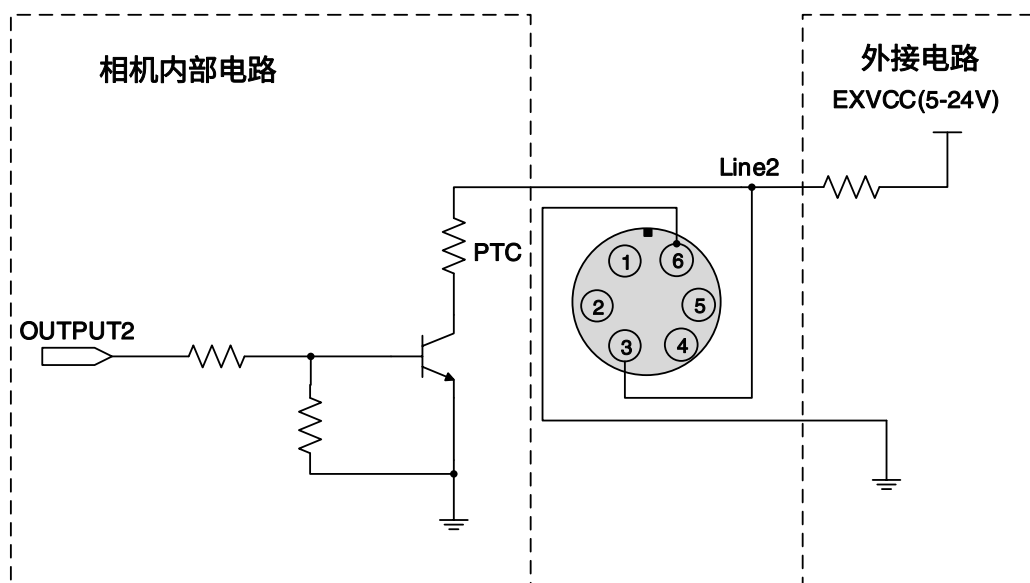


图 7-11 Line2 配置为输出引脚时相机内部等效电路

8. 功能定义

8.1. I/O 控制

水星三代 2.5GigE 相机支持多种标准及高级功能，不同型号相机功能支持情况略有差异，具体功能支持情况请参考《相机功能汇总稿》。

8.1.1. 配置输入引脚

1) 选择引脚为输入信号源

相机 Line0 为单向光耦输入 I/O，Line2、Line3 为可配置方向的 I/O。

相机上电默认输入为 Line0。Line2、Line3 默认为输入，可通过更改“引脚方向”配置引脚为输入或输出。

2) 触发滤波

为了抑制外触发信号中的干扰，相机具有外触发滤波功能，包括上升沿滤波和下降沿滤波。用户通过设置“上升沿触发滤波”或“下降沿触发滤波”设置触发滤波功能，触发滤波功能设置范围为 $[0, 5000]\mu\text{s}$ ，步长 $1\mu\text{s}$ 。

例 1：设置上升沿滤波值为 1ms，则上升沿脉冲宽度小于 1ms 的脉冲将被滤掉，如图 8-1 所示。

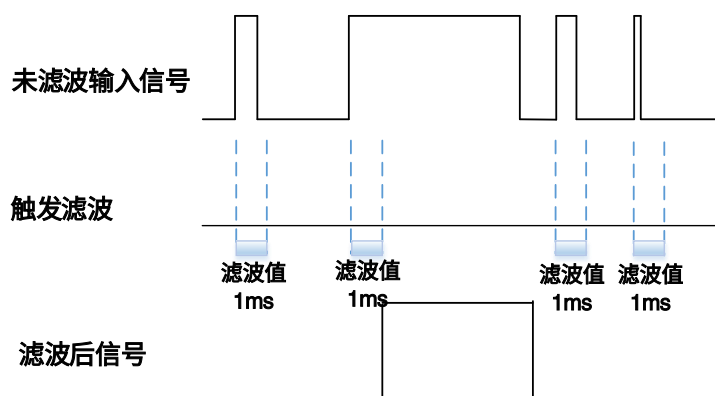


图 8-1 输入信号滤波示意图

3) 触发延迟

相机具有触发延迟功能。用户通过设置“触发延迟”设置触发延迟功能，触发延迟功能设置范围为 $[0, 3000000]\mu\text{s}$ ，步长 $1\mu\text{s}$ 。

例 2：设置触发延迟为 1000ms，则触发信号将延迟 1000ms 后有效，如图 8-2 所示。

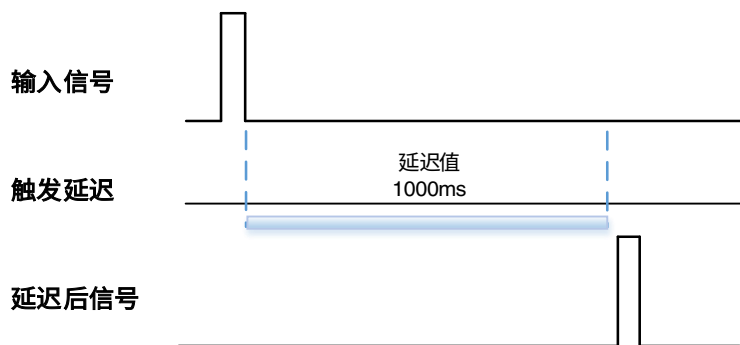


图 8-2 触发延迟示意图

4) 设置输入引脚反向

相机具有输入引脚电平可配置功能。用户可以通过设置“引脚电平反转”选择输入电平是否反向。

相机上电默认输入引脚电平为 False，表示输入引脚电平不反向。设置 True 表示输入引脚电平反向。

如图 8-3 所示。

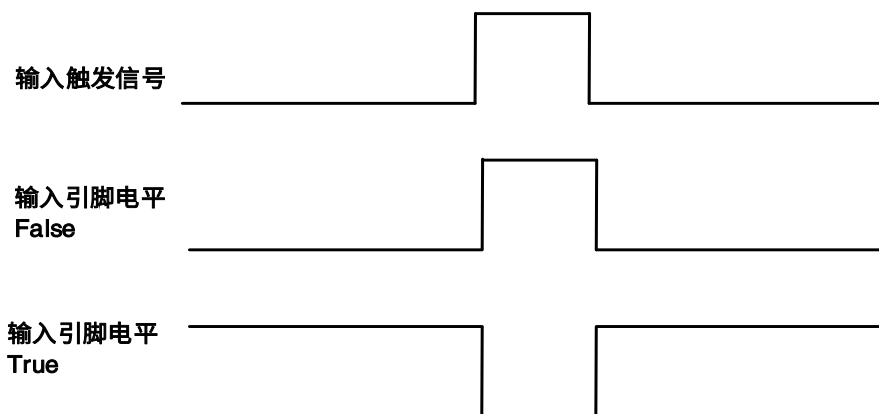


图 8-3 设置输入引脚反向

8.1.2. 配置输出引脚

1) 选择引脚为输出信号源

相机 Line1 为单向光耦输出 I/O，Line2、Line3 为可配置方向的 I/O。

相机上电默认输出为 Line1。Line2、Line3 通过更改“引脚方向”配置引脚为输出。

相机输出信号中的每路输出源是可配置的，输出源包含：Strobe、UserOutput0、UserOutput1、UserOutput2、ExposureActive、FrameTriggerWait、AcquisitionTriggerWait。

相机上电默认输出源为 UserOutput0。

输出信号的高或低电平有效，取决于具体的外接电路，下面的信号示意图以低电平有效为例进行介绍。

- Strobe

在此模式下相机发送 Strobe 信号来激活闪光灯。Strobe 信号低电平有效，接收到触发信号后，strobe 信号电平拉低，拉低时间为曝光延迟和曝光时间之和。

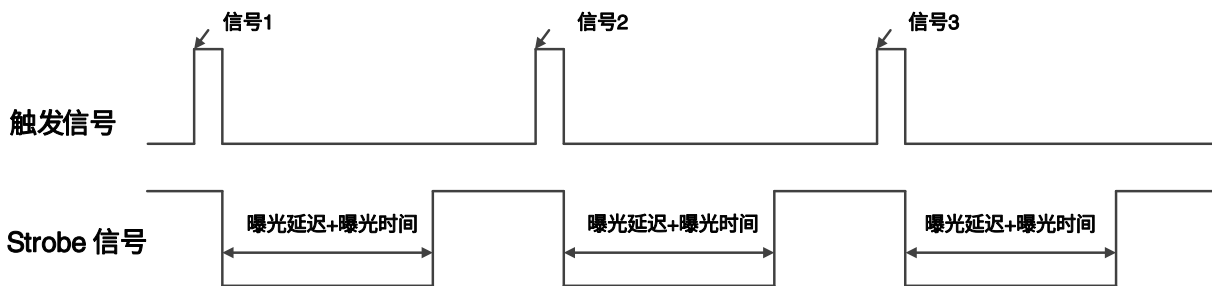


图 8-4 Strobe 信号示意图

- UserOutput

在此模式下用户可以自己设定相机恒定的输出电平来做特别处理，比如控制常亮光源或报警灯（电平分为高电平或者低电平）。

例如：选择 Line2 作为输出引脚，输出源选择为 UserOutput1，输出值定义为 true。

“引脚选择”选择“Line2”，“引脚方向”设置“Output”，“引脚输出源”设置为“UserOutput1”，“用户自定义输出选择”选择“UserOutput1”，“用户自定义输出值”设置为“true”。

- ExposureActive

可以使用“曝光活动”信号监视相机当前是否正在曝光。曝光开始时信号变低，曝光结束时信号变高。

在逐行曝光的相机上，当最后一行的曝光结束时，信号变为低电平。

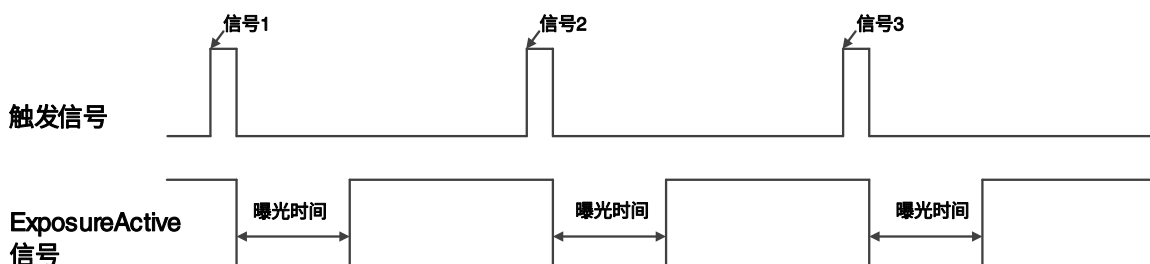


图 8-5 全局曝光 ExposureActive 信号示意图

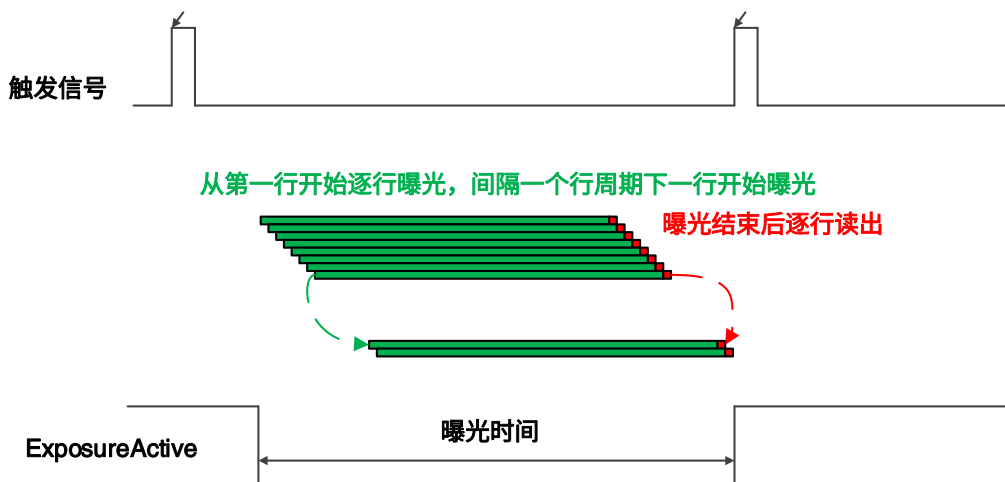


图 8-6 逐行曝光 ExposureActive 信号示意图

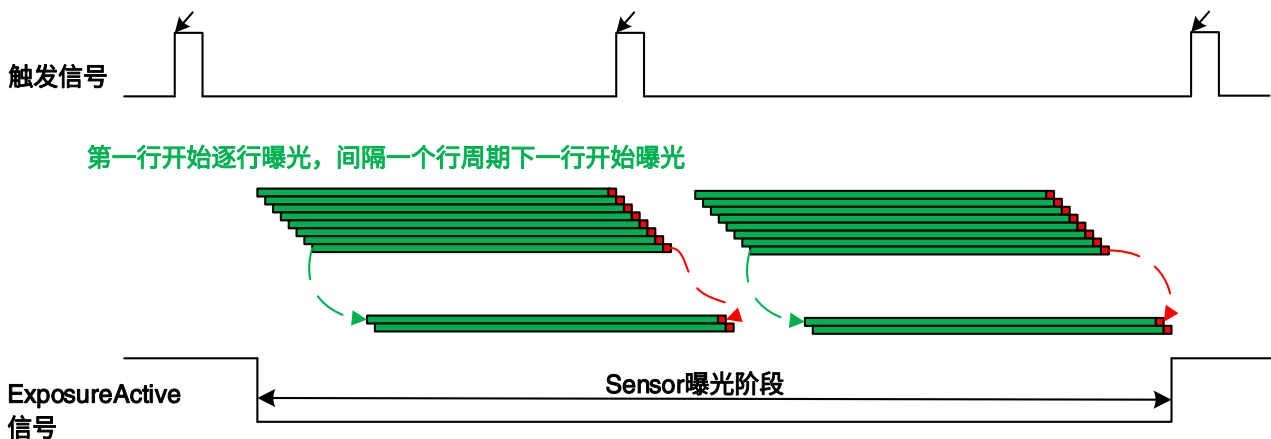


图 8-7 逐行曝光模式交叠曝光时 ExposureActive 信号示意图

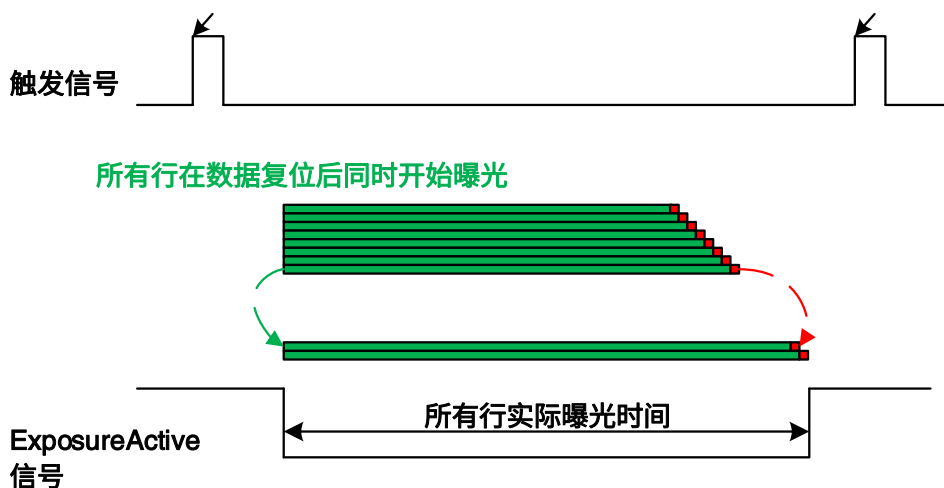


图 8-8 全局复位释放曝光模式 ExposureActive 信号示意图

在相机或目标物体移动的情况下，该信号也很有用。例如相机安装机械臂上，需要移动到不同位置进行拍照。在这种情况下，可以监控曝光活动信号以了解曝光是否结束，从而避免在曝光期间移动相机。

- TriggerWait

可以使用相机的“触发等待”信号来优化触发图像采集并可以有效避免过度触发的问题。

建议仅在相机配置为外触发时使用触发等待信号。对于软触发，请使用“采集状态”功能。当相机准备好接收相应触发类型的触发信号时，触发等待信号变为低电平。当使用相应的触发信号时，触发等待信号变为高电平。它保持高电平，直到相机准备好接收下一个触发信号。

触发类型为 FrameStart 时，相机每接收到一个触发信号仅有一帧图像到来，接收到触发信号后，FrameTriggerWait 信号拉低，相机开始曝光传输，传输完成后，FrameTriggerWait 信号拉高。

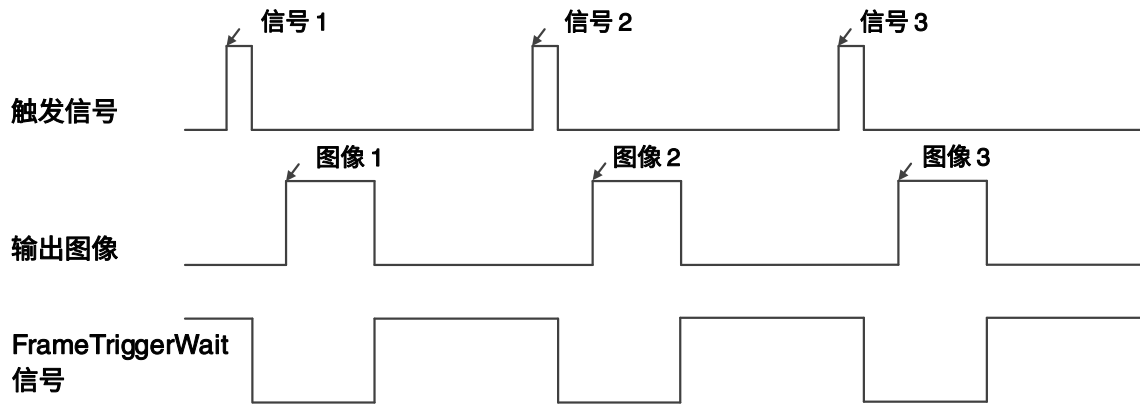


图 8-9 FrameTriggerWait 信号示意图

触发类型为 FrameBurstStart 时，相机每接收到一个触发信号会有 AcquisitionBurstFrameCount 帧图像到来，接收到触发信号后，AcquisitionTriggerWait 信号拉低，相机开始曝光传输，传输完成，AcquisitionBurstFrameCount 帧图像都传输完成后，AcquisitionTriggerWait 信号拉高，如下图所示。

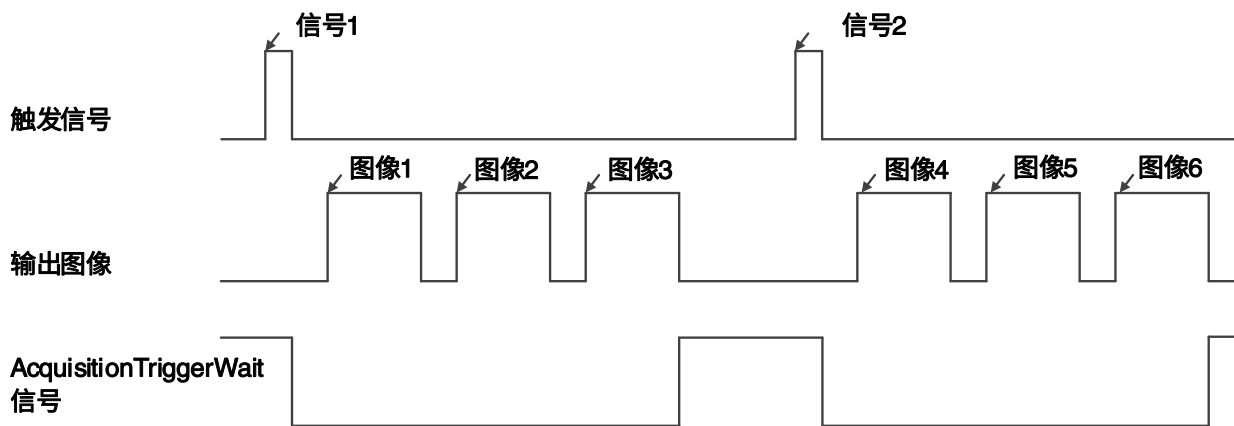


图 8-10 AcquisitionTriggerWait 信号示意图

触发类型为 FrameBurstStart、FrameStart 同时使能时，假如设置高速连拍帧数为 3，则相机先发送一个 FrameBurstStart 触发信号，接收到触发信号后,AcquisitionTriggerWait 信号拉低；然后需要连续提供 3 个 FrameStart 触发信号，相机每接收到一个触发信号仅有一帧图像到来，接收到触发信号后，FrameTriggerWait 信号拉低，相机开始曝光传输，传输完成后，FrameTriggerWait 信号拉高。仅前 3 个 FrameStart 触发信号有效。AcquisitionFrameCount 帧图像都传输完成后，AcquisitionTriggerWait 信号拉高。

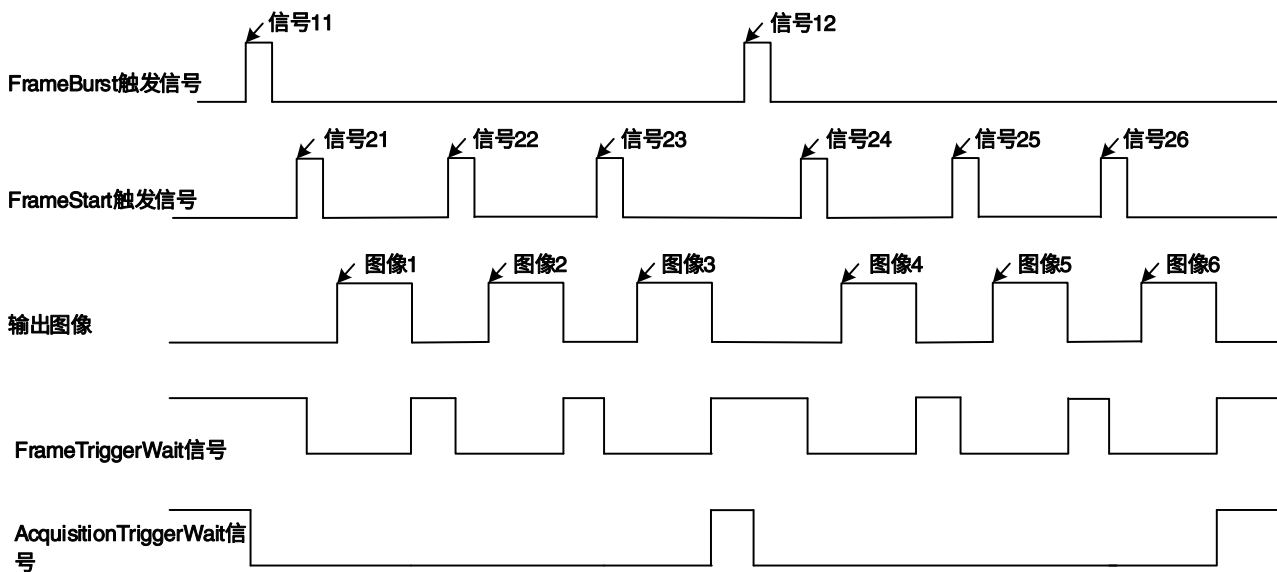


图 8-11 FrameBurstStart、FrameStart 同时使能时 TriggerWait 信号示意图

2) 设置输出引脚用户状态

相机可以通过设置“引脚输出源”选择用户自定义输出，通过设置“用户自定义输出值”配置输出信号。通过设置“用户自定义输出选择”选择输出 UserOutput0、UserOutput1、UserOutput2。通过设置“用户自定义输出值”选择用户自定义输出，上电默认值为 False。

3) 设置输出引脚反向

为了方便相机 I/O 配置与连接，相机具有输出引脚电平可配置功能。用户可以通过设置“引脚电平反转”选择输出电平是否反向。

相机上电默认输出引脚电平为 False，表示输出引脚电平不反向。设置 True 表示输出引脚反向。如图 8-12 所示。

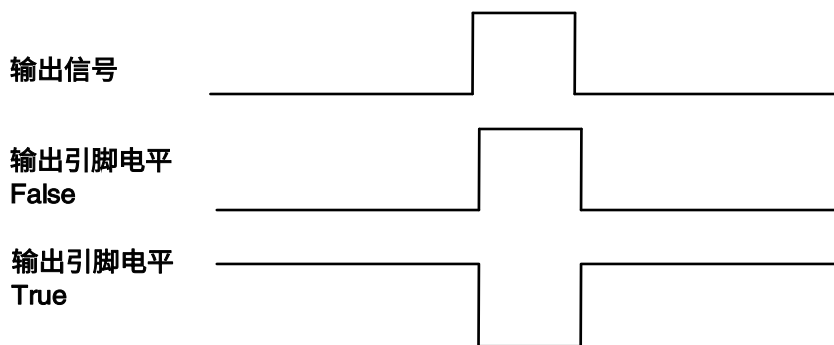


图 8-12 设置输出引脚反向

8.1.3. 读取引脚状态

1) 读取单独引脚电平

相机可以获取单独引脚信号状态。

相机 Line0 上电默认引脚状态为 False，Line2、Line3 上电默认引脚状态为 True。

2) 读取所有引脚电平

相机可以获取所有引脚信号的当前状态。这个状态含义包括两方面，一方面，信号状态是外部 I/O 经过极性翻转之后的状态；另外一方面，信号状态电平能够反应外部 I/O 电平。

Line3	Line2	Line0
1	1	0

8.2. 图像采集控制

8.2.1. 开始采集/停止采集

8.2.1.1. 开始采集

用户打开相机后，可以在任意时刻向相机发送开采命令。在连续采集和触发采集模式下，开采过程如图 8-13 和图 8-14 所示：

- 连续采集

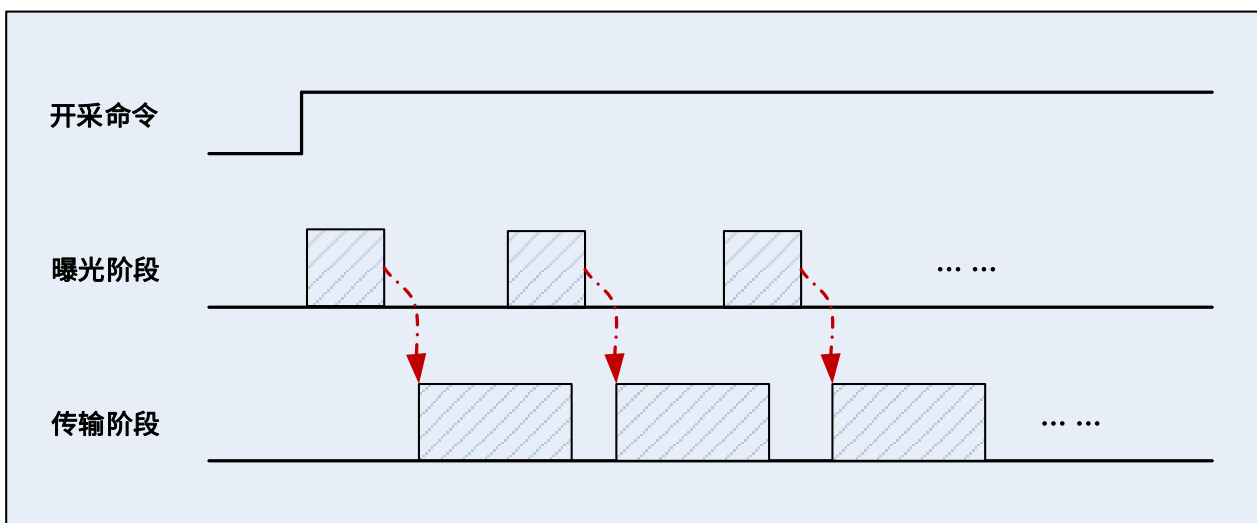


图 8-13 连续采集时序图

连续模式下，相机接收到开采命令后，根据曝光时间和相关参数的设置，以一定帧率进行采集和传输。

- 触发采集

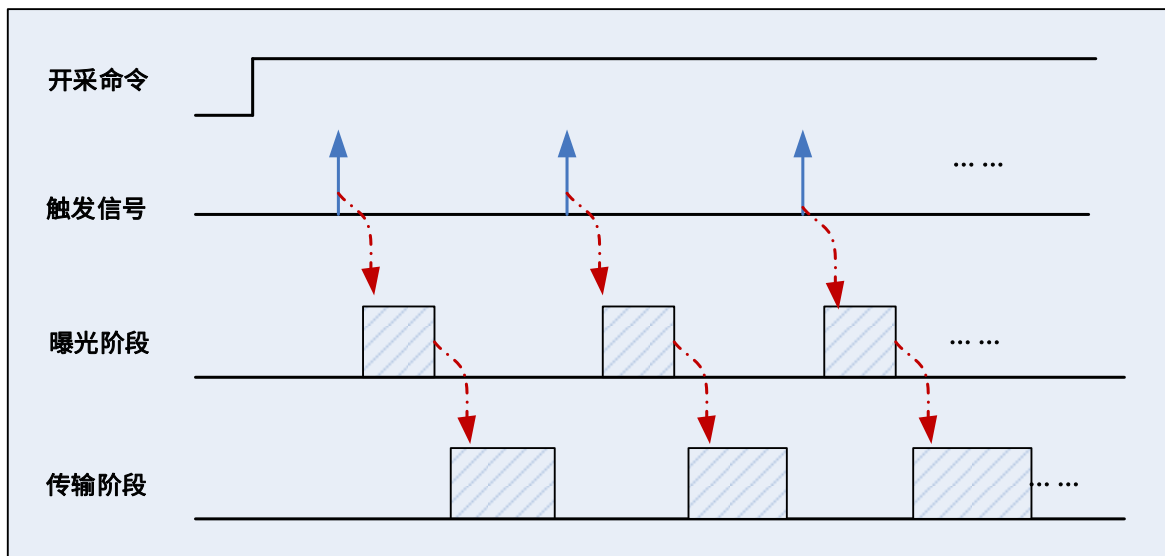


图 8-14 触发采集时序图

触发模式下，相机接收到开采命令后，每接收到一个有效的触发信号（包括软触发或者外触发），根据曝光时间和相关参数的设置，产生一触发帧。

8.2.1.2. 停止采集

用户对相机的停采操作，可以在任意时刻发生。相机的停采操作的处理和采集模式没有关系。不同时刻的停采，操作过程如图 8-15 和图 8-16 所示：

- 传输过程中停采

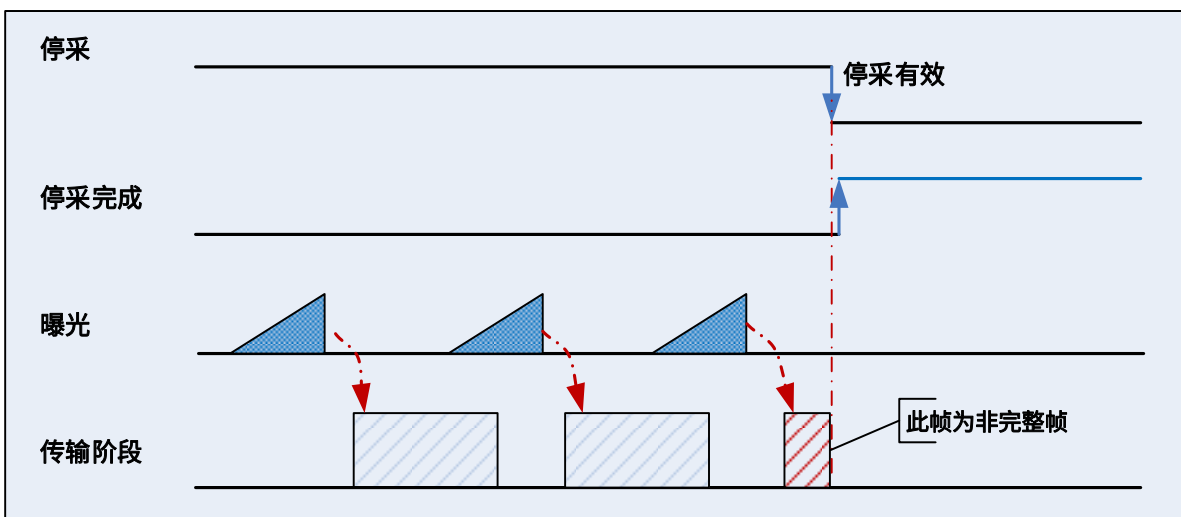


图 8-15 传输过程中停采时序图

如图 8-15，在帧传输阶段，相机接收到停采命令，相机传输完当前数据包后，终止当前传输帧剩余数据的传输，当前传输帧为非完整帧。此帧不会给用户。

- 传输等待时停采

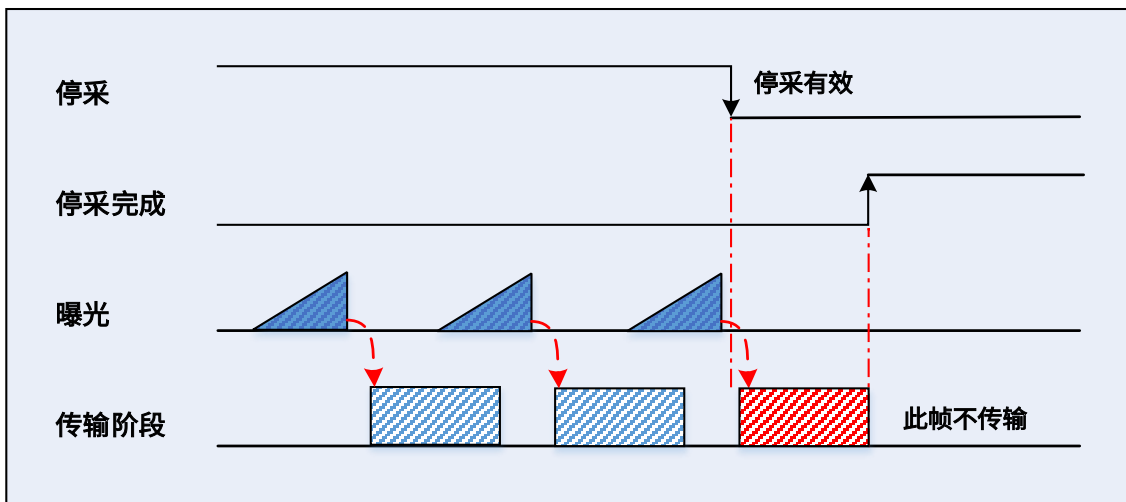


图 8-16 传输等待时停采时序图

如图 8-16，相机传输一个完整帧后，在帧传输等待阶段，用户向相机发出停采命令，相机返回停采完成状态。即使下一个曝光帧将要产生，也不对此帧传输。

- 正在曝光时停采

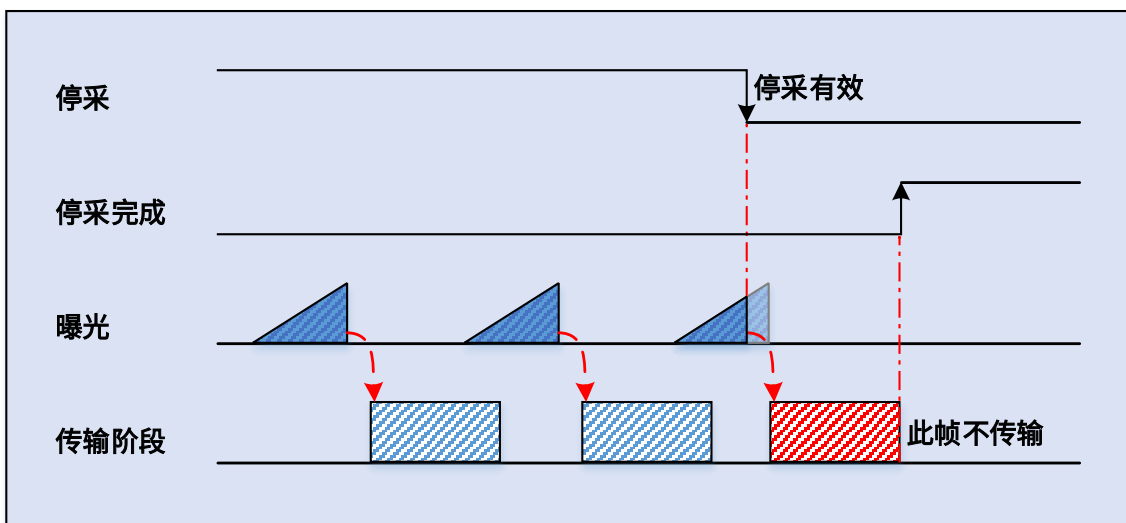


图 8-17 正在曝光时停采时序图

如图 8-17，相机传输一个完整帧后，在正在曝光期间，用户向相机发出停采命令，相机会立即停止当前曝光，并完成该曝光异常帧的读出之后完成停采。停采后的曝光异常帧不会给用户。

8.2.2. 采集模式

相机的采集模式分为单帧采集和连续采集模式。

- 单帧采集模式：在单帧采集模式下，相机每次开采将只能采集到一帧图像

1) 触发模式设置为 On 时，触发类型任意：

执行开始采集命令后，相机等待触发信号，触发信号可以是相机的软触发或者外触发。当相机接收触发信号并且获取到图像时，相机将自动停止图像采集。如果想要获取另一帧图像，必须再次执行开始采集命令。

2) 触发模式设置为 Off：

执行开始采集命令后，相机获取一帧图像，然后将自动停止图像采集。如果想要获取另一帧图像，必须再次执行开始采集命令。



单帧模式下，必须设置停采命令后才能设置开采状态下不能设置的功能，如 ROI、包长等。

- 连续采集模式：在连续采集模式下，相机会连续采集和传输图像，直到停止采集为止

1) 触发模式设置为 On 时，触发类型为 FrameStart：

执行开始采集命令后，相机等待触发信号，触发信号可以是相机的软触发或者外触发。相机每接收到一个触发信号时，就可以获取到一帧图像，直到执行停采命令为止，不需要每次都执行开采命令。

2) 触发模式设置为 On 时，触发类型为 FrameBurstStart：

执行开始采集命令后，相机等待触发信号，触发信号可以是相机的软触发或者外触发。相机每接收到一个触发信号时，就可以连续获取到设置的 AcquisitionFrameCount 帧图像。如果在采集过程中接收到停止采集命令，可能会中断正在传输的图像，导致本次采集到的图像数量未达到 AcquisitionFrameCount 帧图像。

3) 触发模式设置为 Off：

执行开始采集命令后，相机将连续获取图像，直到接收到停止采集命令为止。



可以通过相机的触发等待信号或使用采集状态功能来检查相机是否处于等待触发信号状态。

8.2.3. 触发类型选择

相机的触发类型分为 FrameStart（帧开始）和 FrameBurstStart（帧高速连拍开始）。不同的触发类型都对应着各自的一组触发配置，包含触发模式、触发延迟、触发源、触发极性、软触发命令。

- 帧开始触发模式

帧开始触发用于采集单个图像。相机每次接收到帧开始触发信号时，相机都会开始采集一张图像。

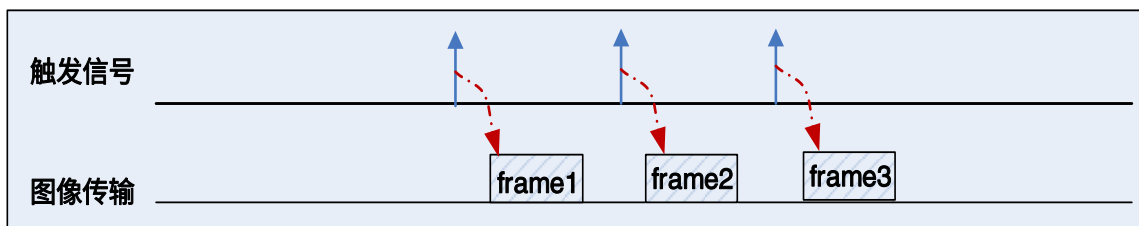


图 8-18 帧开始触发时序图

- 帧高速连拍开始触发模式

可以使用帧高速连拍触发采集一系列图像（图像的“连拍”）。相机每次接收到帧高速连拍开始触发信号时，相机都会开始采集一系列图像。采集的图像帧数由“帧高速连拍帧数”参数指定，“帧高速连拍帧数”范围为 1~255，默认为 1。

例如，如果“帧高速连拍帧数”参数设置为 3，则相机会自动获取 3 张图像。然后，相机等待下一个帧高速连拍开始触发信号。在下一个触发信号到来时，相机会再拍摄 3 张图像，依此类推。

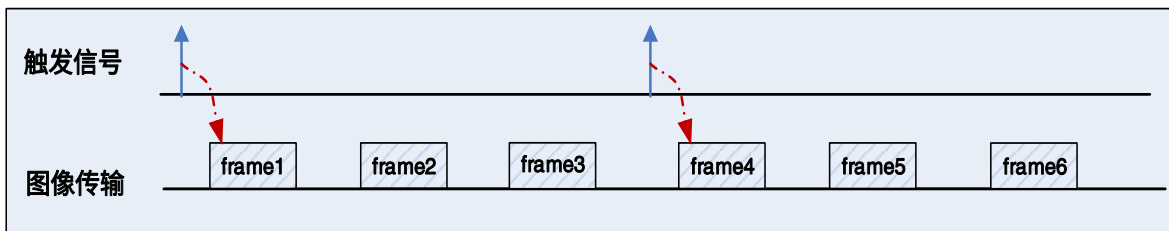


图 8-19 帧高速连拍开始触发时序图

- 两种触发模式同时使用

相机的帧开始触发模式和帧高速连拍开始触发模式可以同时开启。相机在收到帧开始触发信号或帧高速连拍开始触发信号后不会立即采集图像，相机会在收到帧高速连拍开始信号后等待多个帧开始触发信号并在后者的控制下采集一系列图像。采集的图像帧数同样由“帧高速连拍帧数”参数指定。

例如，如果“帧高速连拍帧数”参数设置为 3，则相机会在收到帧高速连拍开始触发信号后，等待 3 次帧开始触发信号并采集 3 张图像，其余的帧开始触发信号将被忽略，以此类推。

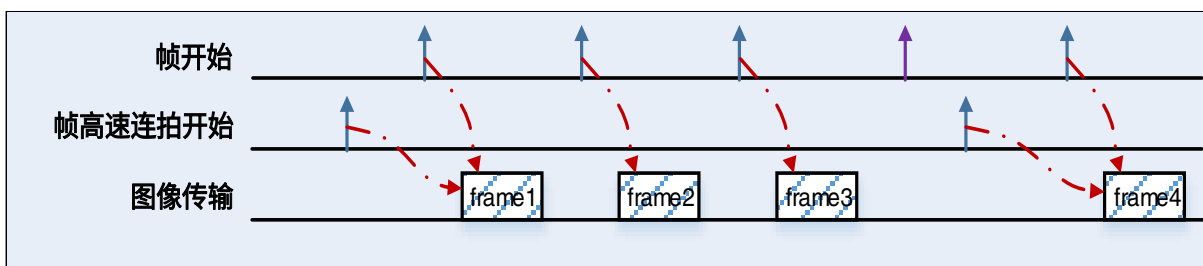


图 8-20 两种触发模式同时使用时触发时序图

8.2.4. 触发模式切换

流采集过程中，用户不需要停采相机操作，就可以完成对相机的触发模式切换。

相机在用户切换触发模式时，图像传输处于不同的阶段，处理方式如下：

● 传输时切换触发模式

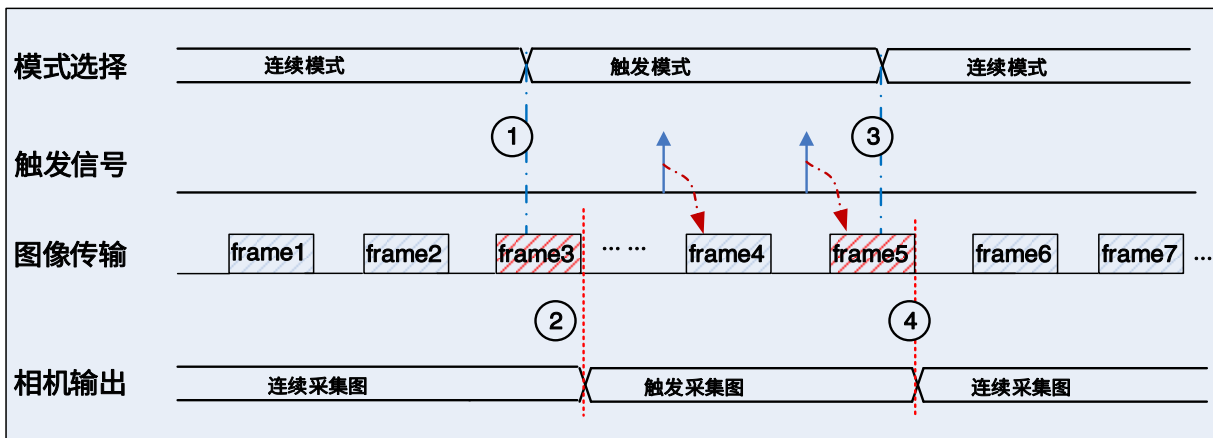


图 8-21 传输时切换触发模式

如图 8-21，相机开始采集后，为连续模式。

在时间点 1，用户切换相机由连续模式切换到触发模式，相机正在传输连续模式产生的数据流 frame3。

相机需要对 frame3 的所有数据流发送完毕后（即时间点 2），触发模式才会生效。

由触发切换到连续模式时，如图 8-21 时间点 3 和时间点 4，采取同样的处理方式。

● 传输等待时切换触发模式

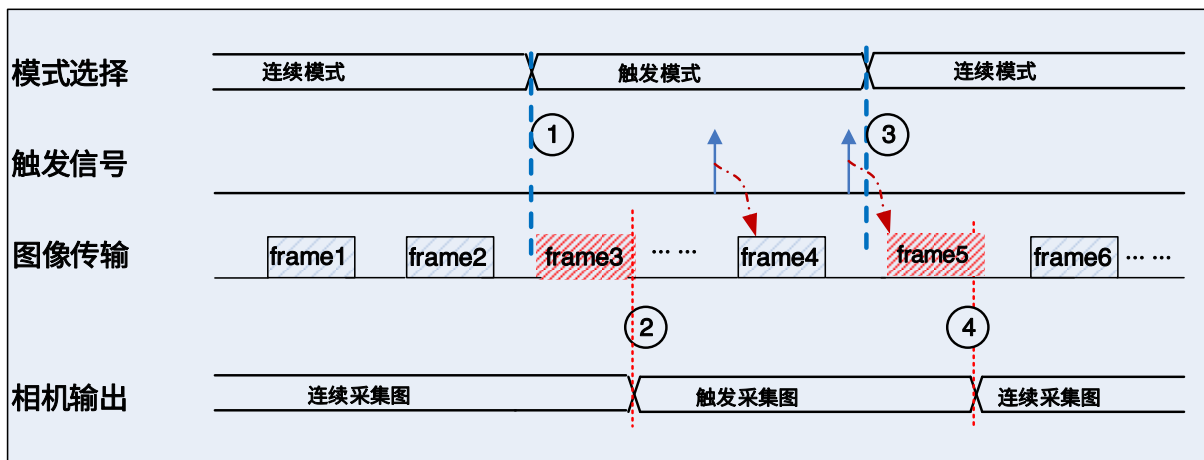


图 8-22 传输等待时切换触发模式

如图 8-22，相机开始采集后，为连续模式。

在时间点 1，用户对相机由连续模式切换到触发模式，相机处于传输等待阶段。相机在接收到切换到触发模式命令后，相机需要对连续模式产生的 frame3 的所有数据流传输完毕后（即时间点 2），才可以发送触发模式下产生的图像数据流。

同样，在由触发切换到连续模式时，相机处于传输等待阶段，如图 8-22 时间点 3 和时间点 4，采取同样的处理方式。

8.2.5. 连续采集及其配置

- 连续采集配置

相机支持连续采集功能。在应用程序中，如果用户想要使用连续采集功能，只需要在“采集控制”选项中，“采集模式”选择“Continuous”，“触发模式”选择“off”即可。相机的默认工作方式为连续采集。

打开相机后，用户可以使用相机的默认配置参数进行连续模式的采图操作。也可以重新设置相机的采集参数，然后在连续模式下进行采图操作。

- 连续采集特性

相机在连续模式下采集图像时，根据参数设置默认值输出图像。



设置 ROI 尺寸，包间隔，也有可能影响连续采集的的帧率。

8.2.6. 突发采集模式

突发采集模式（AcquisitionBurstMode）设置是只针对触发模式应用的设置。突发采集模式包括两种：标准模式，是指受到接口（2.5GigE 接口或 USB3 接口）带宽限制的一种采集模式。

高速模式，是指不受接口（2.5GigE 接口或 USB3 接口）带宽限制的一种采集模式。按照 Sensor 的最大采集能力进行采集，帧率一般大于当前传输能力，主要配合传输控制模式中用户控制模式（8.5.6 节）和帧高速连拍（8.2.3 节）使用。

示例程序详见《C 软件开发说明书》相关章节。



由于传输控制模式为用户控制模式情况下，特别是一次传输多帧的情况下，传输是按接口最大传输速度进行的，由于网卡的性能差别，长时间运行可能出现丢帧，需要增大包间隔，包间隔默认为 0。包间隔设置需要根据以下因素进行不同设置：

- 1) 一次传输的帧数设置。
- 2) 两次传输之间间隔。（推荐 2 次之间的间隔大于 100ms）
- 3) 包长的设置。（推荐使用 8164 包长，注意网卡需要设置为巨帧）

8.2.7. 软触发采集及其配置

- 软触发使用配置

相机支持软触发采集功能。在应用程序中，如果用户想要使用软触发采集功能，需要在“采集控制”选项中，“触发模式”选择“On”，“触发源”选择“Software”，每对“软触发”按钮的“TriggerSoftware”点击一次，将产生一帧软触发图像。

所有的软触发命令，都是主机通过 Gigabit Ethernet 总线发送命令触发相机采集和传输图像。

- 软触发使用特性

相机切换到软触发模式后，相机会等待用户发送软触发命令，然后软触发命令来后开始采集图像。一般来说，相机输出的帧率会和软触发频率一致。用户使用软触发功能时，相关特性如下：

- 1) 软触发的触发频率小于当前配置下的最大帧率时，帧率将和软触发帧率一致；如果软触发的频率大于最大帧率时，会有软触发信号被屏蔽，帧率将小于软触发帧率；
- 2) 触发延迟，即对接收的软触发信号，进行延迟处理后触发产生图像帧，默认不进行触发延迟操作。

8.2.8. 外触发采集及其配置

- 外触发使用配置

相机支持外触发采集功能。在应用程序中，如果用户想要使用外触发采集功能，需要在“采集控制”选项中，“触发模式”选择“On”，“触发源”选择“Line0”，“Line2”，“Line3”中的一个。同时根据触发源的选择项，在相机的航插接口中，完成好外触发的物理连接。

相机的外触发输入，包含一个外触发光耦接入接口，和两路可配置的外触发 GPIO 接口。关于两路配置输入管脚，可以参考 8.1.1 章节。

- 外触发使用特性

相机对外触发输入信号处理，支持的特性包括：

- 1) 触发极性，是否对输入外触发信号进行极性翻转操作。默认配置为不翻转。
- 2) 触发滤波功能，是否对输入外触发信号进行滤波操作，相机支持分别对上升沿和下降沿进行滤波设置。默认配置为不滤波操作。触发滤波有触发延迟作用。
- 3) 触发延迟，相机对接收的外触发信号，是否进行延迟处理后触发产生图像帧，默认配置为不进行触发延迟操作。

在应用程序中，外触发的“触发极性”，“触发延迟”，“上升沿触发滤波”，“下降沿触发滤波”，在“采集控制”中都可以通过选项进行选择。



Line0 内部使用光耦隔离电路，对信号有一定的延迟作用，且上升沿的延迟要稍小于下降沿的延迟。上升沿延时约几个 μs 到十几个 μs ，下降沿延时十几个 μs 到几十个 μs ，所以一个正脉冲触发信号经过 Line0 后，到达相机内部实际被加宽了（约 $20\mu\text{s}\sim 40\mu\text{s}$ ）；反之一个负脉冲触发信号经过 Line0 后，到达相机内部实际被变窄了（约 $20\mu\text{s}\sim 40\mu\text{s}$ ）。如果此时使用了滤波，且对滤波系数要求严格，可以根据有效触发脉冲的高低适当微调滤波参数，对滤波参数要求不严格的用户可以忽略这一差异。

8.2.9. 交叠曝光和非交叠曝光

相机获取一帧图像由两个阶段组成：曝光和读出。相机被触发后开始曝光，曝光完成后，CCD 阵列中的数据会马上被读出。

相机支持两种模式的曝光：交叠曝光和非交叠曝光。用户不能直接指定相机使用交叠曝光或非交叠曝光，但可以通过设置曝光时间或触发间隔来间接的获得交叠曝光或非交叠曝光的现象。下面对这两种曝光模式进行说明：

- 非交叠曝光

非交叠曝光是指当前帧的曝光和读出都完成后，再进行下一帧的曝光和读出。如图 8-23 所示：第 N 帧读出，经过一段时间后，第 N+1 帧才开始曝光。

非交叠曝光帧周期计算公式：

$$\text{非交叠曝光帧周期} > \text{曝光时间} + \text{读出时间}$$

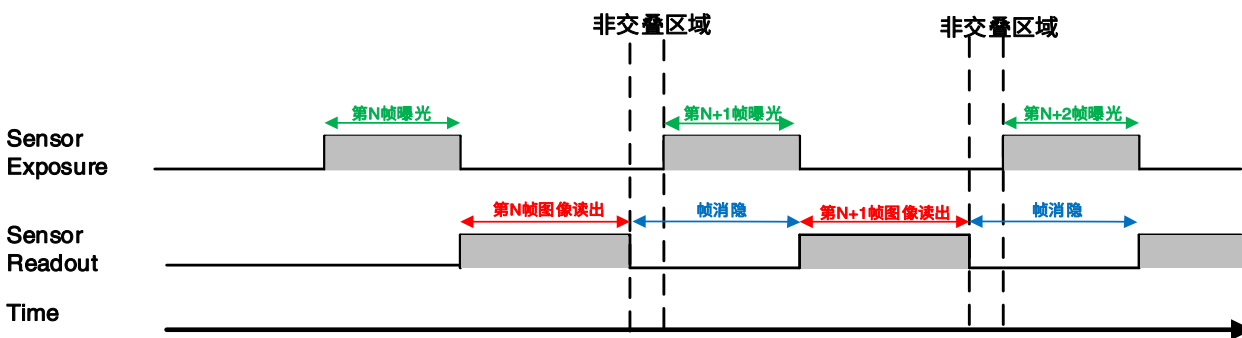


图 8-23 非交叠曝光模式下曝光时序图

如果设置触发间隔大于曝光时间和读出时间的总和，则不会出现交叠曝光，如图 8-24 所示。

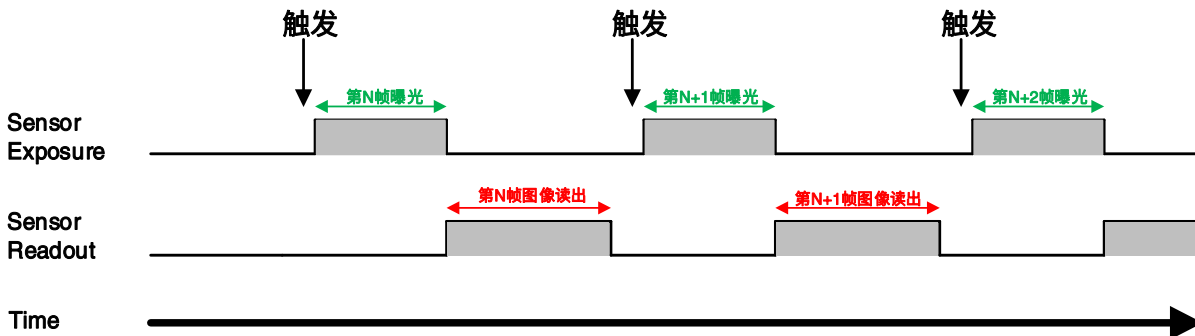


图 8-24 非交叠曝光模式下触发采集曝光时序图

- 交叠曝光

交叠曝光是指当前帧的曝光和前一帧的读出过程有重叠，即前一帧读出的同时，下一帧已经开始曝光。如图 8-25 所示，当第 N 帧读出的同时，第 N+1 帧已经开始曝光了。

交叠曝光帧周期计算公式：

$$\text{交叠曝光帧周期} \leq \text{曝光时间} + \text{读出时间}$$

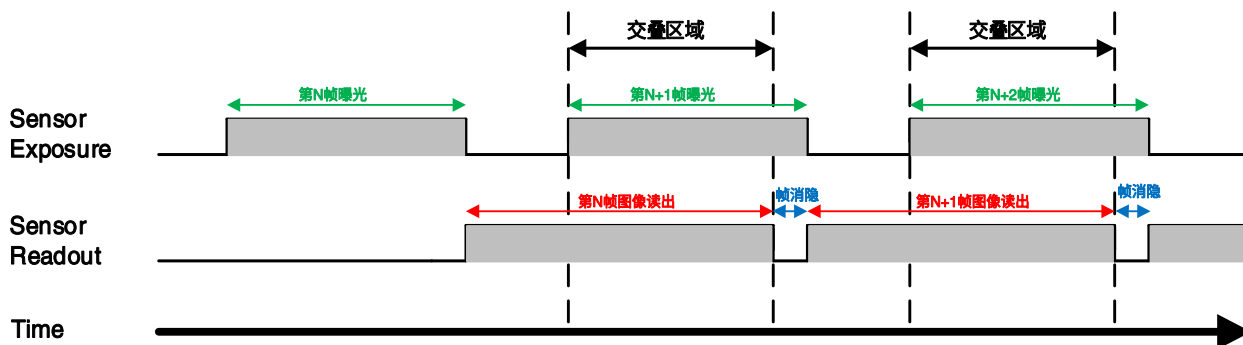


图 8-25 交叠曝光模式下曝光时序图

- 连续采集模式

如果设置曝光时间大于帧消隐的时间，曝光时间和读出时间会产生交叠，如图 8-25 所示。

- 触发采集模式

当触发间隔小于曝光时间和读出时间的和，会出现交叠曝光，如图 8-26 所示。

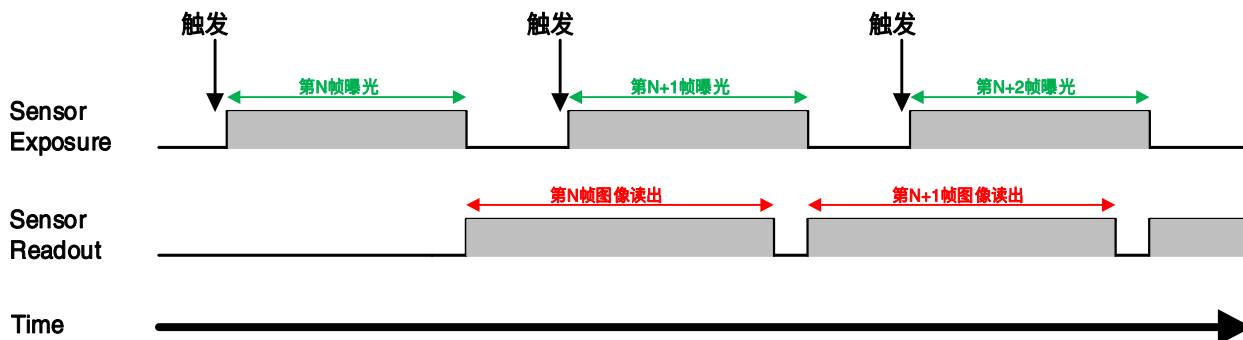


图 8-26 交叠曝光模式下触发采集曝光时序图

和非交叠曝光模式相比，交叠曝光能够使相机获得更高的帧率。

8.2.10. 设置曝光

8.2.10.1. 设置曝光模式

相机允许用户使用 Exposure Mode 功能来选择使用的曝光模式：Timed 模式和 TriggerWidth 模式，其中 TriggerWidth 模式为用户将相机配置为外触发时来确定曝光时间，具体曝光时间取决于 Trigger Activation 设置的上升沿（下降沿）触发极性所持续的触发信号宽度。

1) 定时曝光模式（Timed 模式）

定时曝光模式在所有型号的相机上均可用。在此模式下，曝光时间由相机的 Exposure Time 设置确定。如果将相机配置为软件触发，则曝光在接收到软件触发信号时开始，并一直持续到曝光时间结束为止。

如果将相机配置为外触发，则适用以下条件：

- 如果启用上升沿触发，曝光会在触发信号上升时开始，一直持续到曝光时间结束，如图 8-27 所示

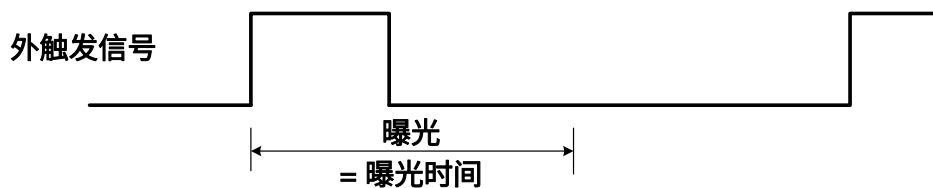


图 8-27 上升沿触发定时曝光模式时序图

- 如果启用下降沿触发，曝光会在触发信号下降时开始，一直持续到曝光时间结束，如图 8-28 所示

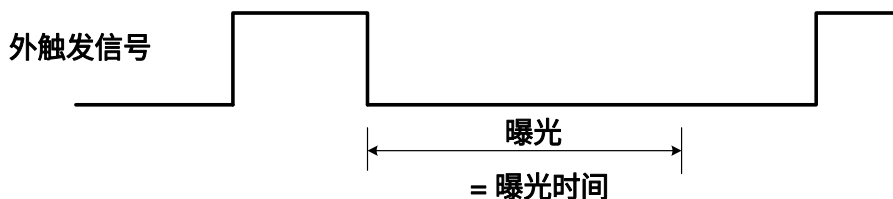


图 8-28 下降沿触发定时曝光模式时序图

避免在定时曝光模式中进行过度触发。如果启用了定时曝光模式，则在前一次曝光仍在进行过程中，请勿尝试发送新的触发信号。否则，触发信号将被忽略，并且将生成帧开始触发溢出事件。

2) 触发宽度曝光模式 (TriggerWidth 模式)

触发宽度曝光模式下，曝光的长度由外触发信号的宽度决定，此功能可以满足用户更改每帧图像曝光时间的需求。

- 如果启用上升沿触发，曝光会在触发信号上升时开始，一直持续到触发信号下降结束，如图 8-29 所示



图 8-29 上升沿触发宽度曝光模式时序图

- 如果启用下降沿触发，曝光会在触发信号下降时开始，一直持续到触发信号上升结束，如图 8-30 所示



图 8-30 下降沿触发宽度曝光模式时序图

避免在触发宽度曝光模式中进行过度触发。如果启用了触发宽度曝光模式，请勿以过高的速率发送触发信号。否则，触发信号将被忽略，并且将生成帧开始触发出事件。

相机的交叠曝光时间最大值功能可以优化交叠图像采集。用户可以通过调节“交叠曝光时间最大值”，最大程度地提高相机帧率，即以最高速率触发。

- 前置条件
 - a) 将 TriggerMode 参数设置为 On。
 - b) 将 TriggerSource 参数设置为可用的外触发源，例如 Line0。
 - c) 设置曝光模式参数为 TriggerWidth（如果可用）。
- 工作原理

用户可以使用交叠图像采集来提高相机的帧率。通过交叠图像采集，即相机读取前一帧图像的传感器数据时，下一帧图像已经开始曝光。

在触发宽度曝光模式下，相机不“知道”在触发时间结束之前将图像曝光多长时间。因此，相机无法完全优化重叠图像采集。为避免此问题，用户可为 ExposureOverlapTimeMax 参数设值，该值表示用户打算使用的最短曝光时间（以 μs 为单位）。这有助于相机优化交叠的图像采集。

- 设置最长曝光交叠时间

为优化相机采集帧率，曝光模式应设置为触发宽度曝光模式：

- a) 将 ExposureMode 参数设置为 TriggerWidth。
- b) ExposureOverlapTimeMax 参数输入一个值，该值表示用户打算使用的最短曝光时间（单位： μs ）。

示例：假设用户需要触发相机来获得 $3000\mu\text{s}\sim 5500\mu\text{s}$ 范围内的曝光时间，在这种情况下，用户需将相机的 ExposureOverlapTimeMax 参数设置为 3000。



外触发所施加触发信号宽度不要低于输入的 ExposureOverlapTimeMax 参数值。

8.2.10.2. 设置 Sensor 曝光模式

- 全局曝光模式（Global Shutter）

全局曝光 sensor 实现如图 8-31 所示，Sensor 的所有行同时开始曝光，并同时结束曝光，在曝光结束后，Sensor 将所有电子从感光区转到存储区，之后逐行的读出像素数据。

这样曝光的好处是获得图像每一行的曝光时间比较一致，并且在拍摄运动物体时图像不会出现偏移和歪斜。

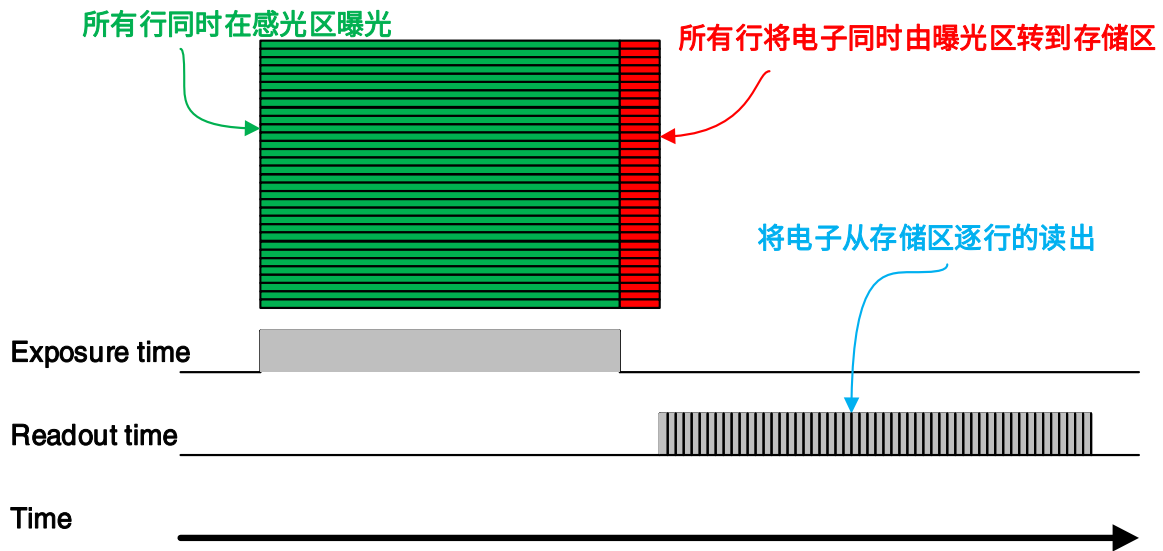


图 8-31 全局曝光模式

8.2.10.3. 设置曝光时间模式

根据曝光时间的长短，相机的曝光时间模式分为两种，分别为标准曝光时间模式和极小曝光时间模式。

相机在标准曝光时间模式下，支持 3 种曝光时间调节模式，分别为手动调节、一次自动调节和连续自动调节。相机默认为即标准曝光时间模式，此模式下手动调节曝光时间说明参见 8.2.10 设置曝光章节，一次自动调节曝光时间和连续自动调节曝光时间说明参见 8.3.4.3 自动曝光章节。

极小曝光时间模式下，相机仅支持手动方式调节曝光时间。由于相机默认为标准曝光时间模式，如果要设置极小曝光时间模式，首先需要调整可见级别为大师 (guru)，并在采集控制属性下设置参数曝光时间模式为 UltraShort。



极小曝光时间模式下，相机不支持自动调节曝光时间，只支持手动调节曝光时间。

8.2.10.4. 设置曝光时间

相机支持曝光时间可设，步长 $1\mu\text{s}$ ，各型号相机曝光范围参见第 4 章性能参数，支持极小曝光时间模式的相机曝光时间实际步长为 $1\mu\text{s}$ 。

使用行曝光 sensor 的相机，曝光精度受 sensor 限制，用户接口和 demo 步长显示为 $1\mu\text{s}$ ，实际是 1 个行周期。当输入值曝光值不能被行周期整除时，上取整处理，比如最大窗口时行周期为 $36\mu\text{s}$ ，设置 $80\mu\text{s}$ 曝光时间，实际曝光时间为 $108\mu\text{s}$ 。

当外部光源为日光或直流光源时，相机对曝光无特殊要求；当使用交流光源时，为滤除交流光源闪烁影响，建议曝光时间为光源周期的整数倍，如 100Hz 的光源，曝光时间最好设置为 10ms 的整数倍（我们通常使用的日光灯的频率为 50Hz ）。

相机支持自动曝光，设置为自动曝光后，相机会根据外部光源的变化自动调节曝光时间，详细见 8.3.4 节。

8.2.11. 曝光延迟

曝光延迟功能可以有效解决闪光灯延时问题。绝大部分闪光灯从触发到点亮至少有几十微秒以上的延时，当相机工作在小曝光模式下，闪光灯的补光效果就会受影响。为了减小由于闪光灯延时导致的曝光时间不同步，可以通过曝光延迟进行补偿。

曝光延迟以 μs 为单位，范围为 $0\sim 5000\mu s$ ，最小值为 0 。

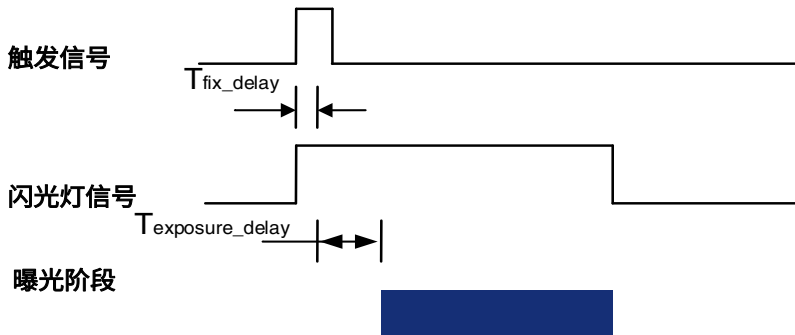


图 8-32 交叠曝光模式下曝光延迟时序图

除了用户可配置的曝光延迟参数以外，相机从收到触发信号到控制 Sensor 实际真正开始曝光之间，还有一小段延迟，加上曝光延迟参数，共包含五部分时间：

T1: 外部信号经过光耦或 GPIO 时，硬件电路引入的延时。值一般在几 μs 到几十 μs ，延时主要受连接方式、驱动强度和温度影响，外部环境不变时，该延时一般稳定；

T2: 触发滤波引入的延时，比如设置触发滤波时间为 $50\mu s$ ，则 T2 对应 $50\mu s$ ；

T3: 触发延迟 (trigger_delay)，相机还支持触发延迟功能，如果触发延迟设置 $200\mu s$ ，则 T3 为 $200\mu s$ ；

T4: 曝光延迟 (exposure_delay)，即前文描述的曝光延迟时间，如果曝光延迟设置 $200\mu s$ ，则 T4 为 $200\mu s$ ；

T5: Sensor 时序延时，Sensor 内部真正开始曝光是与行时序对齐，所以 T5 最大有几个行周期的抖动，每款 Sensor 该数值不一样。

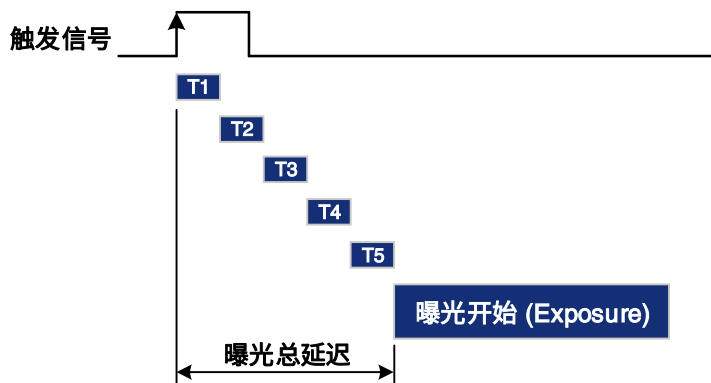


图 8-33 曝光延迟

下表是每款 Sensor 的曝光总延迟，其中：

T1 按照 Line0 的典型延时 5 μ s 计算，如果是 Line2/3，T1 可以忽略；

T2/3/4 按照 0 μ s 计算；

T5 按照每款 sensor ROI 设置和自身特点计算；

每款产品的曝光延迟数据如下：

型号	曝光延迟 (μ s)
MER3-501-59G3M/C-P	Mono8/BayerRG8: 19.12~26.18, Mono12/BayerRG12: 25.28~35.42
MER3-506-58G3M/C-P(-AF)	非交叠：Mono8/BayerRG8: 60.60, Mono12/BayerRG12: 106.60, RGB8/BGR8:157.00 交叠：Mono8/BayerRG8: 60.60~66.16, Mono12/BayerRG12: 106.60~116.76, RGB8/BGR8:157.00~172.20
MER3-800-36G3M/C-P(-AF)	非交叠：Mono8/BayerRG8: 63.80, Mono12/BayerRG12: 122.60, RGB8/BGR8:181.40 交叠：Mono8/BayerRG8: 63.80~69.68, Mono12/BayerRG12: 122.60~134.36, RGB8/BGR8:181.40~199.04
MER3-1220-24G3M/C-P	Mono8/BayerRG8: 736.576, Mono12/BayerRG12: 1049.643
MER3-1221-24G3M/C-P(-AF)	非交叠：Mono8/BayerRG8: 72.84, Mono12/BayerRG12: 140.68, RGB8/BGR8:208.52 交叠：Mono8/BayerRG8: 72.84~81.32, Mono12/BayerRG12: 140.68~157.64, RGB8/BGR8:208.52~233.96
MER3-2000-15G3M/C-P(-AF)	Mono8/BayerRG8: 1030.239, Mono12/BayerRG12: 1410.562
MER3-2440-12G3M/C-P	非交叠：Mono8/BayerRG8: 49.08, Mono12/BayerRG12: 93.16, RGB8/BGR8: 137.24 交叠：Mono8/BayerRG8: 49.08~60.1, Mono12/BayerRG12: 93.16~115.2, RGB8/BGR8: 137.24~170.3
MER3-2560-11G3M-P	非交叠：Mono8: 51.088, Mono12: 97.172 交叠：Mono8: 51.088~62.61, Mono12: 97.172~120.215
MER3-033-262G3M-P-SWIR	非交叠：位深 BPP8:11.960, 位深 BPP10: 12.491, 位深 BPP12: 18.096 交叠：位深 BPP8:11.960~18.920, 位深 BPP10: 12.491~19.982, 位深 BPP12: 18.096~31.192
MER3-138-136G3M-P-SWIR	非交叠：位深 BPP8:11.960, 位深 BPP10: 12.491, 位深 BPP12: 18.096 交叠：位深 BPP8:11.960~18.920, 位深 BPP10: 12.491~19.982, 位深 BPP12: 18.096~31.192
MER3-321-91G3M-P-SWIR	非交叠：Mono8: 18.172, Mono12: 22.24 交叠：Mono8: 18.172~31.344, Mono12: 22.24~39.48

MER3-533-55G3M-P-SWIR	非交叠: Mono8: 20.004, Mono12: 26.48 交叠: Mono8: 20.004~35.008, Mono12: 26.48~47.96
MER3-810-36G3M-P-UV(-AF)	非交叠: Mono8: 99.72, Mono12: 194.12 交叠: Mono8: 99.72~105.64, Mono12: 194.12~205.94

表 8-1 水星三代 2.5GigE 相机曝光延迟范围

8.3. 基本属性设置

8.3.1. 增益

相机可以调节模拟增益，各型号增益的可调范围见第 4 章性能参数。

当模拟增益改变时，相机的响应曲线会发生变化，如图 8-34 所示。图中横轴表示相机内传感器的输出信号，纵轴表示相机输出图像的灰度值。当传感器输出信号幅值保持不变时，提高增益会使响应曲线变得更加陡峭，从而使图像变得更亮。增益每提高 6dB，图像灰度值将增加一倍。例如，当相机增益为 0dB 时图像灰度为 126，如果将增益提高到 6dB，图像灰度将增加到 252 附近。因此提高增益可以作为增加图像亮度的一种方式。在环境亮度和曝光时间保持不变时，另一种提高图像亮度的方法为通过修改查找表改变相机的数字增益。请注意，提高模拟增益或者数字增益都将会放大图像噪声。

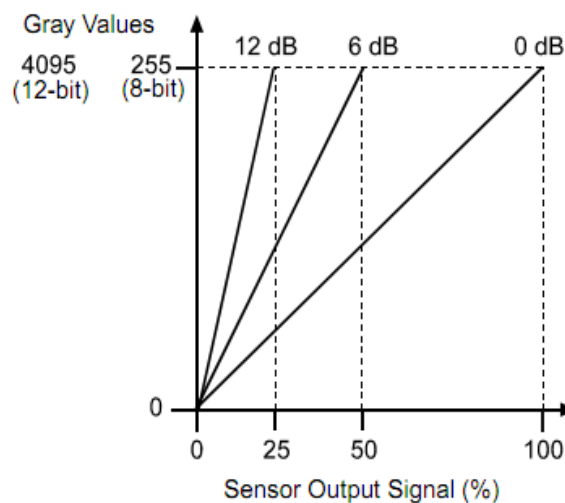


图 8-34 相机响应曲线

8.3.2. 像素格式

通过设置像素格式，可以选择相机输出图像数据的格式。无论是彩色或者黑白相机，可供选择的像素格式与相机的具体型号相关。

相机输出的图像数据以左上角为起点，从左至右、从上到下逐行输出每个像素点的亮度值。

● Mono8 格式

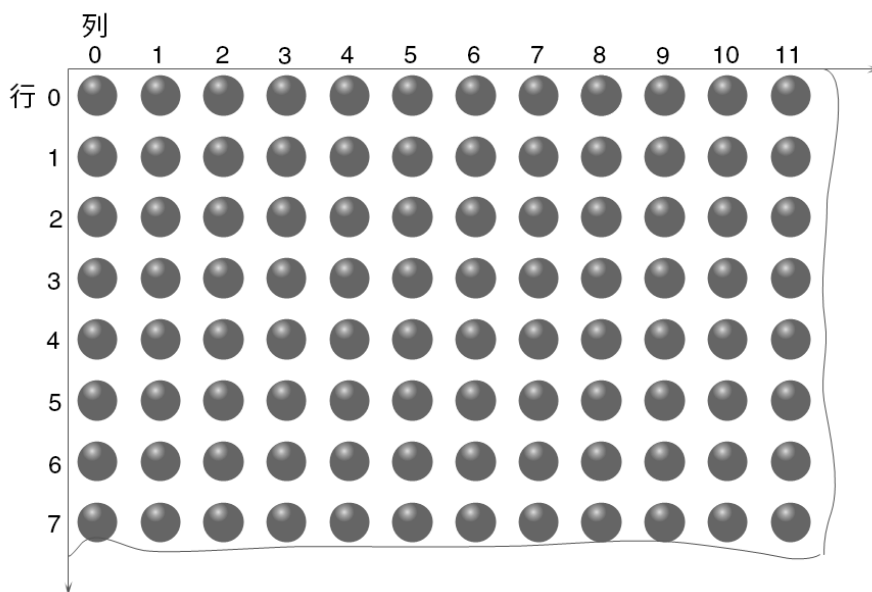


图 8-35 Mono8 的像素排列示意图

当像素格式设置为 Mono8 的时候，相机输出图像中每个像素的亮度值为 8bits 数据。在内存中的排列格式如下：

Y00	Y01	Y02	Y03	Y04	.....
Y10	Y11	Y12	Y13	Y14	.....
.....					

其中 Y00、Y01、Y02.....为从图像第一行开始的每个像素点的灰度值。紧接着是图像第二行像素点的灰度值 Y10、Y11、Y12.....

● Mono12、Mono10 格式

当像素格式设置为 Mono12 或 Mono10 的时候，相机输出图像中每个像素的亮度值为 16bits 数据，Mono12 格式有效数据为 12bits，高 4bits 补 0；Mono10 格式有效数据为 10bits，高 6bits 补 0。注意，每个像素点的亮度值包含两个字节，以小端格式排列。排列格式如下：

Y00	Y01	Y02	Y03	Y04	.....
Y10	Y11	Y12	Y13	Y14	.....
.....					

其中 Y00、Y01、Y02.....为从图像第一行开始，每个像素点的灰度值。每个像素的第一个字节为亮度值低 8bits，第二个字节为高 8bits。

● BayerRG8 格式

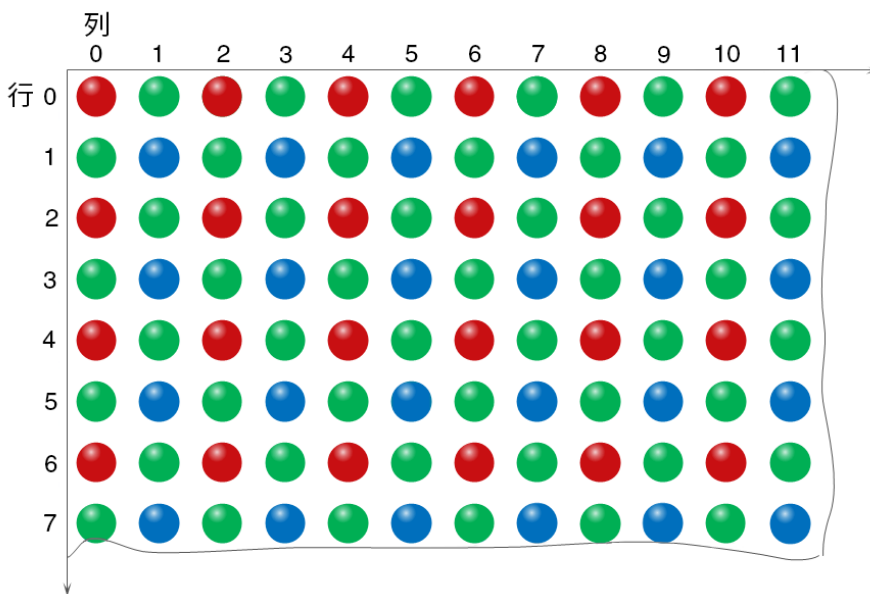


图 8-36 BayerRG8 的像素排列示意图

当像素格式设置为 BayerRG8 的时候，相机输出图像中每个像素的亮度值为 8bits 数据，根据像素点所在位置的差异，分别亮度值表示红、绿、蓝三个分量。在内存中的排列格式如下：

R00	G01	R02	G03	R04	.....
G10	B11	G12	B13	G14	.....
.....					

其中 R00 为第一行第一个像素值（为红分量），G01 表示第二个像素值（为绿分量），依次类推，完成第一行像素值的排列。G10 为第二行第一个像素值（为绿分量），B11 为第二个像素值（为蓝分量），依次类推，完成第二行像素值的排列。

● BayerRG12、BayerRG10 格式

当像素格式设置为 BayerRG12 或 BayerRG10 的时候，相机输出图像中每个像素的值为 16bits 数据，根据位置差异，分别表示红、绿、蓝三个分量。在内存中的排列格式如下：

R00	G01	R02	G03	R04	.....
G10	B11	G12	B13	G14	.....
.....					

其中每个像素的排列位置与 BayerRG8 相同，区别在于每个像素值由两个字节组成，第一个字节为像素值的低 8bits，第二个字节为像素值的高 8bits。

● BayerGR8 格式

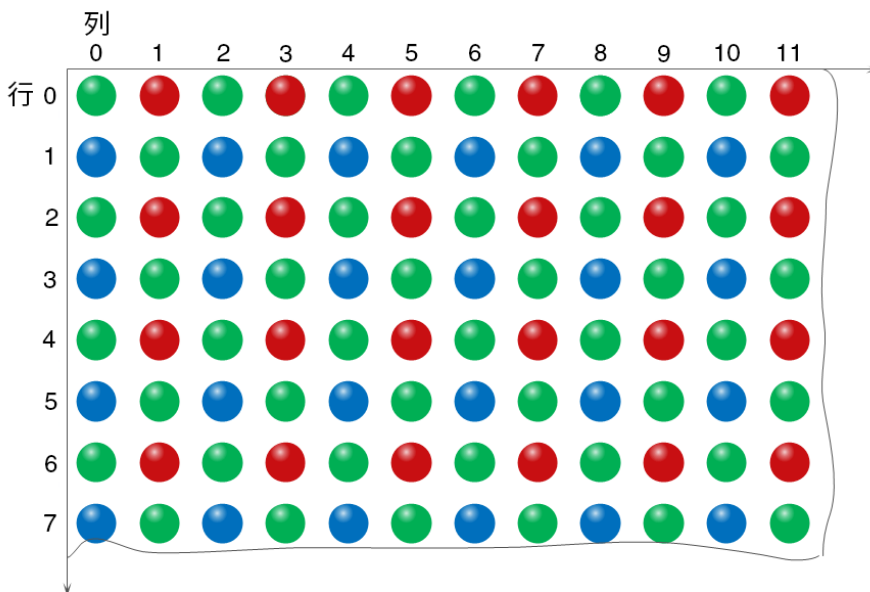


图 8-37 BayerGR8 的像素排列示意图

当像素格式设置为 BayerGR8 的时候，相机输出图像中每个像素的值为 8bits 数据，根据位置差异，分别表示红、绿、蓝三个分量。在内存中的排列格式如下：

G00	R01	G02	R03	G04	.....
B10	G11	B12	G13	B14	.....
.....					

其中 G00 为第一行第一个像素值（为绿分量），R01 表示第二个像素值（为红分量），依次类推，完成第一行像素值的排列。B10 为第二行第一个像素值（为蓝分量），G11 为第二个像素值（为绿分量），依次类推，完成第二行像素值的排列。

● BayerGR12、BayerGR10 格式

当像素格式设置为 BayerGR12 或 BayerGR10 的时候，相机输出图像中每个像素的值为 16bits 数据，根据位置差异，分别表示红、绿、蓝三个分量。在内存中的排列格式如下：

G00	R01	G02	R03	G04	.....
B10	G11	B12	G13	B14	.....
.....					

其中每个像素的排列位置与 BayerGR8 相同，区别在于每个像素值由两个字节组成，第一个字节为像素值的低 8bits，第二个字节为像素值的高 8bits。

● BayerGB8 格式

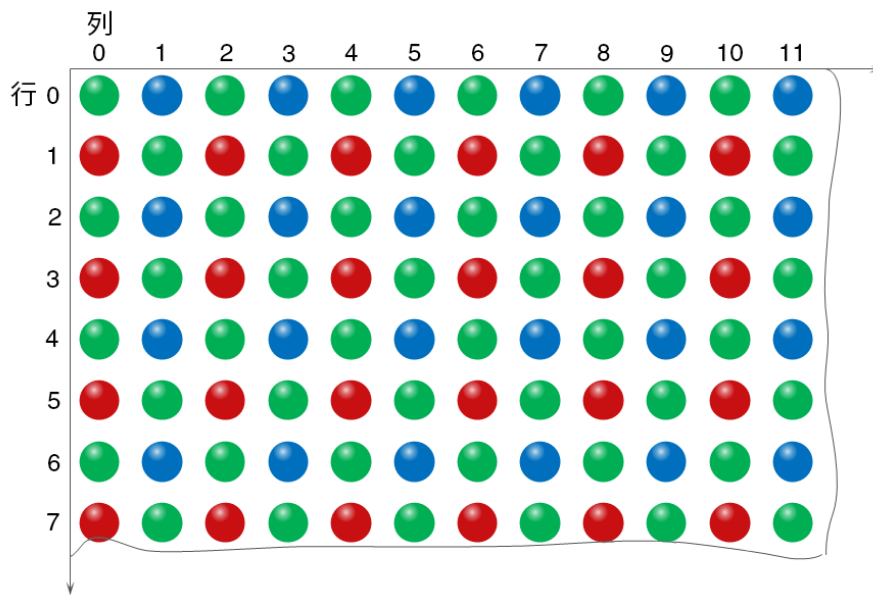


图 8-38 BayerGB8 的像素排列示意图

当像素格式设置为 BayerGB8 的时候，相机输出图像中每个像素的值为 8bits 数据，根据位置差异，分别表示红、绿、蓝三个分量。在内存中的排列格式如下：

G00	B01	G02	B03	G04	.....
R10	G11	R12	G13	R14	.....
.....					

其中 G00 为第一行第一个像素值（为绿分量），B01 表示第二个像素值（为蓝分量），依次类推，完成第一行像素值的排列。R10 为第二行第一个像素值（为红分量），G11 为第二个像素值（为绿分量），依次类推，完成第二行像素值的排列。

● BayerGB12、BayerGB10 格式

当像素格式设置为 BayerGB12 或 BayerGB10 的时候，相机输出图像中每个像素的值为 16bits 数据，根据位置差异，分别表示红、绿、蓝三个分量。在内存中的排列格式如下：

G00	B01	G02	B03	G04	.....
R10	G11	R12	G13	R14	.....
.....					

其中每个像素的排列位置与 BayerGB8 相同，区别在于每个像素值由两个字节组成，第一个字节为像素值的低 8bits，第二个字节为像素值的高 8bits。

8.3.3. ROI

通过设置相机的图像感兴趣区域可以只传输图像的特定区域，输出区域的参数包括输出区域的水平偏移、垂直偏移、宽度和高度。相机仅从传感器的指定区域读取图像数据到缓存中，并传输到主机端，传感器其他区域的图像将被丢弃。

默认情况下，相机的图像感兴趣区域为传感器的全分辨率区域。通过修改水平偏移、垂直偏移、宽度和高度可以改变图像感兴趣区域的位置和大小。水平偏移指感兴趣区域的起始列，垂直偏移为感兴趣区域的起始行。其中，水平偏移和宽度的步长为 4，垂直偏移和高度的步长为 2。

图像感兴趣区域的坐标以传感器的左上角为原点，定义为第 0 行和第 0 列。如图中所示的感兴趣区域，水平偏移为 4，垂直偏移为 4，高度为 8，宽度为 12。

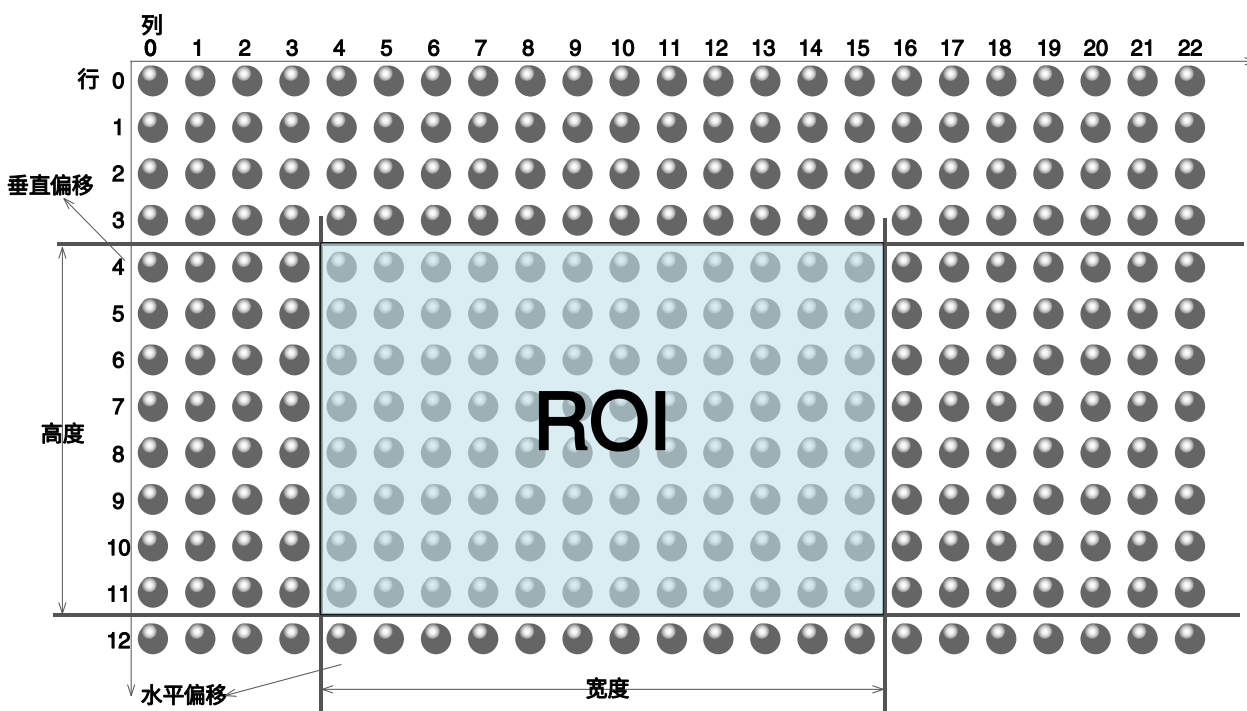


图 8-39 ROI 示意图

当减小图像感兴趣区域的高度时，可以提高相机最大允许采集帧率。对采集帧率的影响详见 8.5.2 节。

8.3.4. 自动曝光和自动增益

8.3.4.1. 自动曝光自动增益 ROI 设置

自动曝光自动增益采用感兴趣区域 (ROI) 中的图像数据计算相机参数，从而对相机的曝光时间和增益值进行调节。

ROI 通过如下方式定义：

- AAROIOffsetX: X 轴方向偏移
- AAROIOffsetY: Y 轴方向偏移

AAROIWidth: ROI 区域的宽

AAROIHeight: ROI 区域的高

Offset 是相对于图像左上角为原点的偏移值。其中, X 轴方向偏移和宽度的步长为 4, Y 轴方向偏移和高度的步长为 2。ROI 的设置依赖于当前图像的大小,不能超出当前图像的范围,即:假定当前图像宽为 Width, 高为 Height, 那么设置的 ROI 区域满足条件 1:

$$\text{AAROIWidth} + \text{AAROIOffsetX} \leq \text{Width}$$

$$\text{AAROIHeight} + \text{AAROIOffsetY} \leq \text{Height}$$

如不满足条件 1, 不能设置 ROI。

ROI 的默认值是整幅图像, 可根据需要设置感兴趣的区域。其中, AAROIWidth 可设置的最小值为 16, 最大值为当前图像宽; AAROIHeight 可设置的最小值为 16, 最大值为当前图像高, 它们均需满足条件 1。

假如当前图像的宽为 1024, 高为 1000, ROI 的设置为:

$$\text{AAROIOffsetX} = 100$$

$$\text{AAROIOffsetY} = 50$$

$$\text{AAROIWidth} = 640$$

$$\text{AAROIHeight} = 480$$

则, ROI 与图像的相对位置关系如图 8-40 所示。

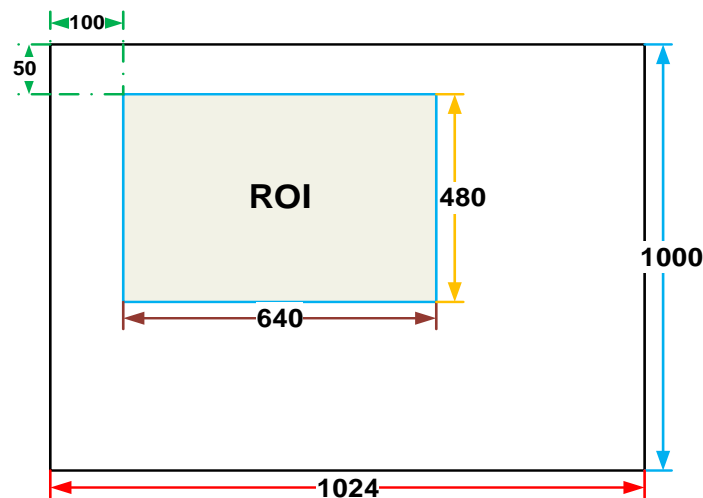


图 8-40 ROI 与当前图像位置关系示例

8.3.4.2. 自动增益

自动增益自动调节相机的增益值, 使 AAROI 中的平均灰度达到期望灰度值。自动增益可采用 “once” 和 “continuous” 模式进行控制。

当采用 “once” 模式时, 将 ROI 中数据调节至期望灰度值, 然后关闭自动增益功能; 当采用 “continuous” 时, 相机一直根据 ROI 中数据自动调节相机增益值, 使 ROI 中数据保持在期望灰度附近。

期望灰度值由用户设置，其值与数据位宽有关，对于 8 位像素数据，期望灰度的范围是 0 ~ 255；对于 10 位像素数据，期望灰度的范围是 0 ~ 1023；对于 12 位像素数据，期望灰度的范围是 0 ~ 4095。

相机在设置的最小增益和最大增益范围内调节增益值。

自动增益可以和自动曝光同时使用，此时，调节采用曝光优先，即：曝光达到设置的最大值后，才调节增益值。

8.3.4.3. 自动曝光

自动曝光自动调节相机的曝光值，使 AAROI 中的平均灰度达到期望灰度值。自动曝光可采用“once”和“continuous”模式进行控制。

当采用“once”模式时，将 ROI 中数据调节至期望灰度值，然后关闭自动曝光功能；当采用“continuous”时，相机一直根据 ROI 中数据自动调节相机曝光时间，使 ROI 中数据保持在期望灰度附近。

期望灰度值由用户设置，其值与数据位宽有关，对于 8 位像素数据，期望灰度的范围是 0 ~ 255，对于 12 位像素数据，期望灰度的范围是 0 ~ 4095。

相机在设置的最小曝光和最大曝光范围内调节曝光值。

自动曝光可以和自动增益同时使用，此时，调节采用曝光优先，即：曝光达到设置的最大值后，才调节增益值。

8.3.5. 测试图

相机支持三种测试图：灰度值渐变测试图，斜条纹静止测试图和斜条纹滚动测试图。当为 RAW12 时，测试图灰度值变化为：RAW8 的像素灰度值乘以 16 后，作为 RAW12 的像素灰度值输出。

下列 3 种测试图以 RAW8 为例进行说明。

- **灰度渐变测试图**

灰度渐变测试图中，帧内所有像素的灰度值都相等。相邻帧中，相邻帧的后一帧比上一帧的灰度值递增 1，递增到 255 后，下一帧灰度值回到 0，依次循环。某一帧截图如图 8-41 所示：



图 8-41 灰度渐变测试图

- **斜条纹滚动测试图**

斜条纹滚动测试图中，每帧图像内，相邻行的第一个像素值依次递增 1，直到最后一行。像素灰度值递增到 255 后，下一灰度值回到 0。相邻列的第一个像素值依次递增 1，直到最后一列。像素灰度值递增到 255 后，下一灰度值回到 0。

斜条纹滚动测试图中，相邻图像中，下一帧的第一个像素灰度值比上一帧的第一个像素递增 1。因此，在动态的图像显示时为向左上滚动的图像。截取一斜条纹滚动测试图如图 8-42 所示：

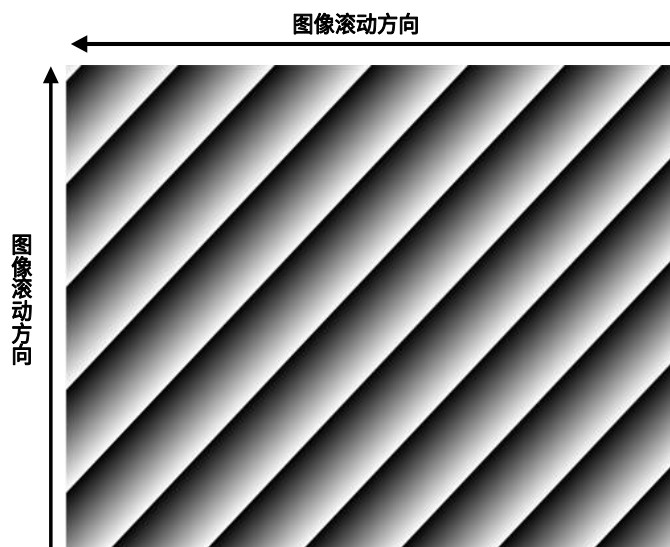


图 8-42 斜条纹滚动测试图

- **静止斜条纹测试图**

静止斜条纹测试图中，第一个像素灰度值为 0，相邻行的第一个像素值依次递增 1，直到最后一行。像素灰度值递增到 255 后，下一灰度值回到 0。相邻列的第一个像素值依次递增 1，直到最后一列。像素灰度值递增到 255 后，下一灰度值回到 0。

静止斜条纹测试图与滚动测试图相比，相邻图像中，相同位置灰度值保持不变。静止斜条纹测试图如图 8-43 所示。



图 8-43 静止斜条纹测试图

8.3.6. 参数组

通过设置相机的各种参数，可以使相机在不同的环境中能够发挥最佳的性能。设定参数的方法有两种：一种是手动修改各项参数，另一种是通过加载参数组的方式。为了能够保存用户使用的特定参数环境，避免每次打开相机时都要重新设置参数，相机提供了参数组保存功能，可以轻松实现对整套参数进行保存，包括控制相机所需的参数。配置参数分为三种类型：当前生效的配置参数、厂商默认配置参数（Default）、用户配置参数（UserSet）。

对配置参数可以进行三种操作，包括保存参数、加载参数、设置启动参数组。保存参数是指保存生效的配置参数到设定的用户配置参数组中。加载参数是指将厂商默认配置参数或用户配置参数加载到当前生效的配置参数中。选择启动参数组是指用户可以指定一组参数，在相机复位或重新上电后，这组参数会自动加载到生效的配置参数中，相机会在这组参数下进行工作。这组参数可以是厂商默认配置参数，也可以是用户配置参数。

1) 配置参数的类型

配置参数的类型包括：生效的配置参数、厂商默认配置参数、用户配置参数。

生效的配置参数：生效的配置参数是指相机当前所用的控制参数。使用 API 函数或 Demo 程序修改当前相机的控制参数就是在修改生效的配置参数，生效的配置参数存放在相机的易失性存储器中，所以在相机复位或重新上电后，生效的配置参数会丢失。

厂商默认配置参数（Default）：在相机出厂前，相机的生产厂商会对相机进行测试以评估相机的性能并优化相机的配置参数。厂商默认配置参数就是生产厂商在特定环境下优化后的相机配置参数，厂商默认配置参数存放在相机的非易失性存储器中，故在相机复位和重新上电后，厂商默认配置参数是不会丢失的，并且厂商默认配置参数是不可修改的。

用户配置参数（UserSet）：生效的配置参数存放在相机的易失性存储器中，在相机复位和重新上电后会丢失。可以将生效的配置参数保存到用户配置参数，用户配置参数位于相机的非易失性存储器中。在相机复位和重新上电后，用户配置参数不会丢失。水星三代 2.5GigE 相机可以保存一组用户配置参数。

2) 配置参数的操作

对配置参数的操作包括以下三种：保存参数、加载参数、设置启动参数组。

保存参数：存储当前生效的配置参数到用户配置参数组中。存储的步骤如下：

- 1) 修改相机的配置参数，直到相机的运行到达用户的需求
- 2) 执行保存参数命令，将生效的配置参数保存到用户参数组中

用户参数组中保存的相机配置参数包括：

- 增益

- 曝光时间
- 传输控制模式
- 像素格式
- 水平偏移、垂直偏移、图像宽度、图像高度
- 流通道包长、包间隔
- 事件使能
- 触发模式、触发源、触发极性、触发延迟
- 上升沿触发滤波、下降源触发滤波
- I/O 引脚方向、引脚电平反转、引脚输出源、用户自定义输出
- 帧覆盖使能
- 帧信息使能
- 测试图选择
- 期望灰度值
- 自动曝光使能、自动曝光最大值、最小值
- 自动增益使能、自动增益最大值、最小值
- 自动调节感兴趣区域 x 坐标、y 坐标、宽度、高度
- 自动白平衡、自动白平衡光源
- 自动白平衡感兴趣区域 x 坐标、y 坐标、宽度、高度
- 白平衡系数 R、G、B 分量
- LUT 查找表、Gamma、颜色校正
- Binning、像素抽样
- 采集模式
- 翻转
- 锐化
- 曝光延迟

加载参数：将厂商默认配置参数或用户配置参数加载到生效的配置参数中。执行这一操作后，生效的配置参数将被用户选择加载的参数覆盖，形成新生效的配置参数。执行这一操作的步骤如下：

- 1) 选择加载参数功能项。
- 2) 选中希望加载的参数组，完成加载参数。

改变启动参数组：用户能够选择厂商默认配置参数或用户配置参数作为默认的启动参数组。在相机复位和重新上电后，启动参数组中的参数将加载到生效的配置参数中。

8.3.7. 用户自定义名称

相机提供了用户可编程的自定义名称功能，用户可以给相机设置一个自己设计的唯一标识，并可以通过这个自定义的唯一标识来打开并控制相机。

用户自定义名称是一个字符串，最大长度为 16 字节，用户可以通过以下方式设置：

- 1) 通过 IP 配置工具设置，详见“9.1 IP 配置工具”章节。



图 8-44 IP 配置工具

- 2) 通过调用软件接口来设置，详见软件开发说明书。



多个相机同时使用时，需保证每个相机的用户自定义名称的唯一性，否则造成打开相机时定位设备异常。

8.3.8. 时间戳

时间戳功能是相机内部时钟的滴答计数值。相机上电后，时间戳计数器开始计数，当相机掉电重启后，时间戳计数器复位为 0。相机的一些功能使用了时间戳的值，比如事件，还可以使用时间戳来测试相机一些操作的时间花费。

时间戳时钟频率：通过读取相机的“时间戳频率”来获取时间戳计数的频率，单位为 8ns。

时间戳锁存：锁存当前的时间戳值，获取到的时间戳值需要通过读取“时间戳锁存值”来读取。

时间戳复位：复位时间戳计数器，从 0 开始重新计数。

时间戳锁存复位：先锁存当前的时间戳值，然后复位时间戳计数器。

时间戳锁存值：保存锁存到的时间戳的值，根据时间戳时钟频率可以计算出具体时间。

8.3.9. Binning

Binning 功能是将传感器中位置相近的多个像素按照颜色组合成一个值，通过计算多个像素平均值或者对多个像素值求和的方式进行处理，这可能会增加图像的信噪比和相机对光线的响应。

- Binning 工作原理

彩色相机，相机水平合并（求和或平均）相同颜色的相邻像素的像素值：

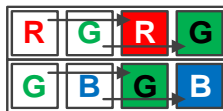


图 8-45 彩色相机水平 Binning 系数为 2



图 8-46 彩色相机垂直 Binning 系数为 2

当水平 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。

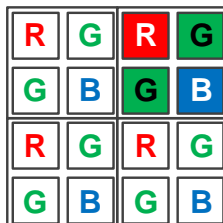


图 8-47 彩色相机水平垂直 Binning 系数 2x2

黑白相机，相机直接合并（求和或平均）相邻像素的像素值：

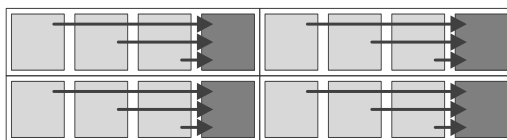


图 8-48 黑白相机水平像素 Binning 系数 4

- Binning 系数

Binning 分为水平像素 Binning 和垂直像素 Binning，您可以选择其中一个方向进行 Binning，也可以同时选择两个方向。

水平像素 Binning 是对相邻的行的像素进行处理。

垂直像素 Binning 是将相邻的列的像素进行处理。

Binning 值设置为 1 表示 Binning 关闭，2，4 表示要进行处理的行或者列的数量。例如给水平像素 Binning 模式输入 2，表示水平方向上的像素 Binning 使能，2 个相邻的行的像素进行处理。

- Binning 模式

Binning 模式指当使能了 Binning 时，像素之间合并的方式，可以分为 Sum 和 Average 两种模式。

Sum 模式：将相邻像元中的电荷加在一起，然后以一个像素的模式输出。这样可以提高信噪比，但也会增加相机对光线的响应。

Average 模式：将相邻像元中的电荷加在一起，然后取平均值。这样大大提高了信噪比，而不会影响相机对光线的响应。

- Binning 使用注意事项

- 1) 对 ROI 设置的影响

使用 Binning 时，图像当前 ROI、图像最大 ROI、自动调节感兴趣区域、自动白平衡感兴趣区域的值将变为设置前的值除以 Binning 因子的值。

例如，假设使用的是分辨率为 1200×960 传感器的相机。设置水平像素 Binning 为 2 和水平像素 Binning 为 2，则最大 ROI 宽度将变为 600，最大 ROI 高度为将变 480。

- 2) 增加对光线的响应

当 Binning 模式设置为 Sum 时，可以显著提高相机对光线的响应。当像素值相加时，所获取的图像可能看起来过度曝光。此时可以通过调节镜头光圈，照明强度，设置相机的曝光时间或相机的增益值的方法来调节图像亮度。

- 3) 图像失真

如果 Binning 的行和列的的因子设置值相等，则目标对象显示无失真。对于所有其他组合，目标对象显示将失真。例如，如果将垂直像素 Binning 设置为 2 和水平像素 Binning 设置为 4，则目标对象将显示为被压扁的。

- 4) 与像素抽样功能互斥

与像素抽样功能在同一方向上不能同时使用。当水平像素 Binning 值设置为非 1 的值的时候，水平像素抽样功能将不能使用；当垂直像素 Binning 值设置为非 1 的值的时候，垂直像素抽样功能将不能使用。

8.3.10. 像素抽样

像素抽样功能可减少相机传输传感器像素列数或行数，从而减少需要传输的数据量，减少带宽资源占用。

● 垂直像素抽样工作原理

在黑白相机上，如果设定垂直像素抽样系数 n ，则相机仅采集每第 n 行。例如，当设置垂直像素抽样系数为 2 时，相机会跳过第 1 行，采集第 2 行，跳过第 3 行，以此类推；

在彩色相机上，如果设定垂直像素抽样系数 n ，则相机仅采集每第 n 对行。例如，当设置垂直像素抽样系数为 2 时，相机会跳过第 1 行和第 2 行，采集第 3 行和第 4 行，跳过第 5 行和第 6 行，以此类推。

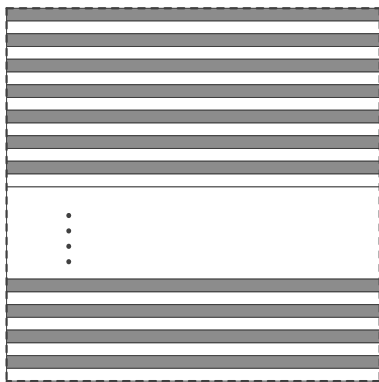


图 8-49 黑白相机垂直像素抽样原理

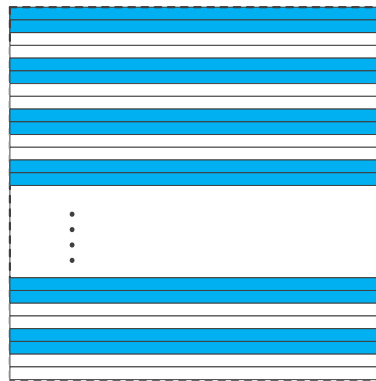


图 8-50 彩色相机垂直像素抽样原理

垂直像素抽样会降低图像高度，当设定垂直像素抽样系数为 2 时，相机传输的图像高度将会减少一半，此时相机会自动调整图像的 ROI 设置。

垂直像素抽样可以显著提高相机的帧率。

● 水平像素抽样工作原理

在黑白相机上，如果设定水平像素抽样系数 n ，则相机仅采集每第 n 列。例如，当设置水平像素抽样系数为 2 时，相机会跳过第 1 列，采集第 2 列，跳过第 3 列，以此类推；

在彩色相机上，如果设定水平像素抽样系数 n ，则相机仅采集每第 n 对列。例如，当设置垂直像素抽样系数为 2 时，相机会跳过第 1 列和第 2 列，采集第 3 列和第 4 列，跳过第 5 列和第 6 列，以此类推。

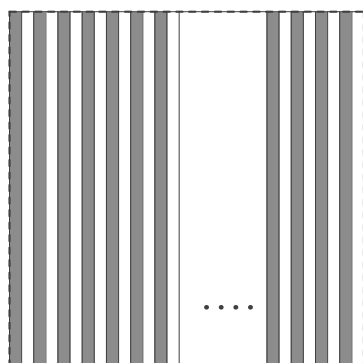


图 8-51 黑白相机水平像素抽样原理

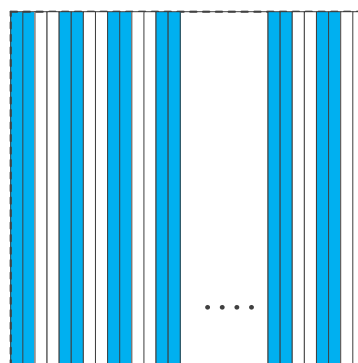


图 8-52 彩色相机水平像素抽样原理

水平像素抽样会减少图像宽度，当设定水平像素抽样系数为 2 时，相机传输的图像宽度将会减少一半，此时相机会自动调整图像的 ROI 设置。

水平像素抽样几乎不会提高提高相机的帧率。

- 配置像素抽样

要配置垂直像素抽样，请调整垂直像素抽样的值；要配置水平像素抽样，请调整水平像素抽样的值。像素抽样系数为 1 时禁用该功能，系数为 2 时启用该功能。

- 像素抽样使用注意事项

- 1) 对 ROI 设置的影响

使用像素抽样功能时，ROI 区域大小为抽样后的行数和列数。以 MER3-506-58G3M-P 为例，相机的默认分辨率为 2448×2048，当开启水平像素抽样和垂直像素抽样时，ROI 的尺寸最大为 1224×1024。

- 2) 降低相机分辨率

像素抽样功能会导致相机传感器的分辨率降低，以 MER3-506-58G3M-P 为例，相机的默认分辨率为 2448×2048，当开启水平像素抽样和垂直像素抽样时，相机传感器的有效分辨率将降低至 1224×1024。

- 3) 图像失真

同时开启水平像素抽样和垂直像素抽样时，显示的图像将不会失真。对于仅开启水平像素抽样或者仅开启垂直像素抽样时，显示的图像将会降低高度或者减少宽度。

- 4) 与 Binning 功能互斥

与 Binning 功能在同一方向上不能同时使用。当水平像素抽样设置为非 1 的值的时候，水平 Binning 功能将不能使用；当垂直像素抽样设置为非 1 的值的时候，垂直 Binning 功能将不能使用。

8.3.11. 镜像翻转

相机的镜像翻转功能可提供水平翻转、垂直翻转以及水平垂直翻转。

- 使能水平翻转

将水平翻转选项设置为 true 即可使能水平翻转模式，此时相机将输出水平翻转后的图像。



图 8-53 原始图像



图 8-54 水平翻转图像

- 使能垂直翻转

将垂直翻转选项设置为 true 即可使能垂直翻转模式，此时相机将输出垂直翻转后的图像。



图 8-55 原始图像



图 8-56 垂直翻转图像

- 水平垂直翻转

同时将水平翻转选项与垂直翻转选项设置为 true 即可使能水平垂直翻转模式，此时相机将输出水平垂直翻转后的图像。



图 8-57 原始图像



图 8-58 水平垂直翻转图像

- 在水平翻转或垂直翻转模式下使用 ROI 功能

在启用镜像功能的情况下使用 ROI 功能时，请注意 ROI 的区域范围相对于采集图像的位置不变，因此开启镜像功能后 ROI 区域的图像会发生变化。



图 8-59 原始图像



图 8-60 水平翻转图像



图 8-61 垂直图像

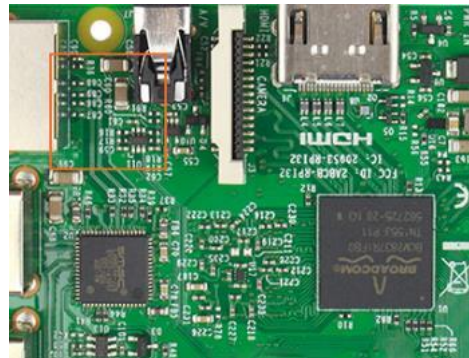


图 8-62 水平垂直翻转图像

- 像素格式对齐

相机在使用翻转功能时，Bayer 格式的对齐方式不会发生变化。

8.3.12. 数字移位

数字移位功能通过将图像的数值乘以 2 的 n 次幂从而提高图像亮度，如果相机不支持数字移位功能，可通过调整相机增益实现类似的效果。

- 数字移位功能工作原理

调整数字移位系数 n 可将所有像素值进行左移 n 位处理，该处理效果可等效为将所有像素值乘以 2^n 。如果左移 n 位处理后的像素值大于当前像素格式的最大值，则该值将被设置为最大值（8bit 像素格式最大值为 255，10bit 像素格式最大值为 1023，12bit 像素格式最大值为 4095）。

- 配置数字移位功能

调节数字移位的系数以启用数字移位功能，默认情况下，系数设置为 0，即不进行数字移位。当调整数字移位系数为 1 时，相机将对像素值进行左移 1 位操作；当调整数字移位系数为 2 时，相机将对像素值进行左移 2 位操作。

- 数字移位功能使用注意事项

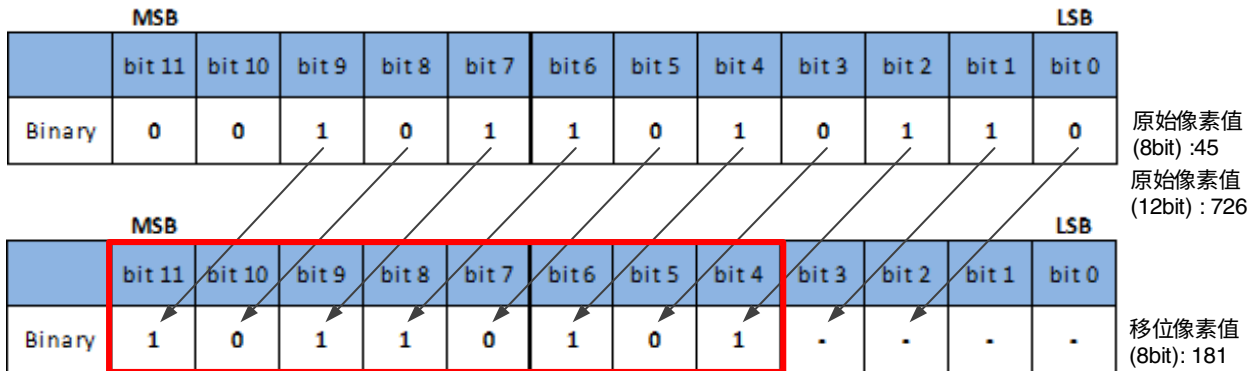
例 1：像素格式 12bit，数字移位系数 1

	MSB											LSB	
	bit 11	bit 10	bit 9	bit 8	bit 7	bit 6	bit 5	bit 4	bit 3	bit 2	bit 1	bit 0	
Binary	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	原始像素值: 22
	MSB											LSB	
	bit 11	bit 10	bit 9	bit 8	bit 7	bit 6	bit 5	bit 4	bit 3	bit 2	bit 1	bit 0	
Binary	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	移位像素值: 44

进行移位处理后，图像数据中的最低位补 0。

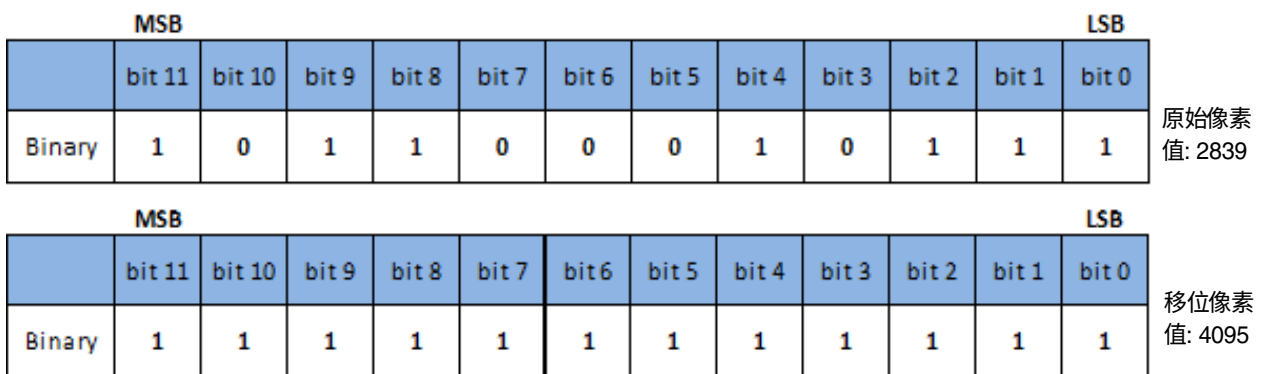
例 2：像素格式 8bit，数字移位系数 2

如果相机支持最大像素格式为 12bit，但使用 8bit 像素格式进行采集，相机首先对 12bit 图像数据进行数字移位计算，随后取最高 8 位作为输出。



例 3：像素格式 12bit，数字移位系数 1

相机使用 12bit 像素格式进行采集，此时有一个像素值为 2839。



如果数据最高位为 1，进行数字移位操作后，所有位的值均置为 1，即达到最高的像素值。

8.3.13. 采集状态

采集状态功能是用来确定相机是否在等待触发信号。此功能可以优化触发图像采集并避免过度触发。

判断相机等待触发信号状态：

- a) 将采集状态选择设置为所需的触发器类型。触发类型分为 FrameTriggerWait 和 AcquisitionTriggerWait。如果要确定相机是否正在等待 FrameStartTrigger，请将采集状态选择设置为 FrameTriggerWait。如果要确定相机是否正在等待 FrameBurstStartTrigger，请将采集状态选择设置为 AcquisitionTriggerWait。
- b) 如果采集状态参数为 true，则相机正在等待所选触发类型的触发信号；如果采集状态参数为 false，则相机正忙。

8.3.14. 黑电平和自动黑电平

8.3.14.1. 黑电平

黑电平功能可以通过更改指定数量像素的灰度值的方法来更新相机图像的整体亮度，目前黑电平值应用范围只能选择为全部像素，不支持像素选择。

黑电平值越低，对应图像越暗；黑电平值越高，对应图像越亮。

8.3.14.2. 自动黑电平

暗电流受环境温度影响较大，并且对于分辨率较大的相机个体差异性较大，自动黑电平功能可以保证相机在暗场时，12bit 图像平均灰度值为 0，该功能默认为 Continuous 状态，黑电平持续调节；当黑电平设为 Once 时，进行一次调整后置为 Off；当黑电平状态为 Off 时，不进行自动黑电平调节。

8.3.15. 取消参数范围限制

相机参数的设置值的范围是通常都是有限制的，这些出厂限制主要是为了保证最佳的相机性能和良好的图像质量。但是，对于某些特殊使用场景，可能希望设置超出这些出厂限制的参数值，此时，就需要通过取消参数范围限制功能来扩大参数的范围值。不同的相机支持的扩大范围的参数不同，范围也可能不同，具体如下表 8-2 所示。

相机型号	功能	开关为 off	开关为 on
MER3-501-59G3M-P MER3-501-59G3C-P	曝光	20~1000000	20~15000000
	自动曝光	20~1000000	20~15000000
	增益	0~24	0~48
	自动增益	0~24	0~48
	黑电平	0~511	0~511
	锐度	0~3	0~63
	白平衡分量系数	0~15.998	0~31.998
	自动白平衡	1~15.998	1~31.998
MER3-506-58G3M-P(-AF) MER3-506-58G3C-P(-AF)	曝光	3~1000000	3~15000000
	自动曝光	3~1000000	3~15000000
	增益	0~16	0~24
	自动增益	0~16	0~24
	黑电平	0~4095	0~4095
	白平衡分量系数	0~15.998	0~31.998
	自动白平衡	1~15.998	1~31.998

MER3-800-36G3M-P(-AF) MER3-800-36G3C-P(-AF)	曝光	3~1000000	3~15000000
	自动曝光	3~1000000	3~15000000
	增益	0~16	0~24
	自动增益	0~16	0~24
	黑电平	0~4095	0~4095
	白平衡分量系数	0~15.998	0~31.998
	自动白平衡	1~15.998	1~31.998
MER3-1220-24G3M-P MER3-1220-24G3C-P	曝光	11~1000000	11~15000000
	自动曝光	11~1000000	11~15000000
	增益	0~24	0~27
	自动增益	0~24	0~27
	黑电平	0~255	0~255
	锐度	0~3	0~63
	白平衡分量系数	0~15.998	0~31.998
MER3-1221-24G3M-P(-AF) MER3-1221-24G3C-P(-AF)	曝光	3~1000000	3~15000000
	自动曝光	3~1000000	3~15000000
	增益	0~16	0~24
	自动增益	0~16	0~24
	黑电平	0~4095	0~4095
	白平衡分量系数	0~15.998	0~31.998
	自动白平衡	1~15.998	1~31.998
MER3-2000-15G3M-P(-AF) MER3-2000-15G3C-P(-AF)	曝光	16~1000000	16~15000000
	自动曝光	16~1000000	16~15000000
	增益	0~24	0~27
	自动增益	0~24	0~27
	黑电平	0~255	0~255
	锐度	0~3	0~63
	白平衡分量系数	0~15.998	0~31.998
	自动白平衡	1~15.998	1~31.998

MER3-2440-12G3M-P MER3-2440-12G3C-P	曝光	3~1000000	3~15000000
	自动曝光	3~1000000	3~15000000
	增益	0~16	0~24
	自动增益	0~16	0~24
	黑电平	0~4095	0~4095
	白平衡分量系数	0~15.998	0~31.998
	自动白平衡	1~15.998	1~31.998
MER3-2560-11G3M-P	曝光	3~1000000	3~15000000
	自动曝光	3~1000000	3~15000000
	增益	0~16	0~24
	自动增益	0~16	0~24
	黑电平	0~4095	0~4095
MER3-033-262G3M-P-SWIR	曝光	13~1000000	13~15000000
	自动曝光	13~1000000	13~15000000
	增益	0~16	0~24
	自动增益	0~16	0~24
	黑电平	0~4095	0~4095
	锐度	0~7	0~63
MER3-138-136G3M-P-SWIR	曝光	13~1000000	13~15000000
	自动曝光	13~1000000	13~15000000
	增益	0~16	0~24
	自动增益	0~16	0~24
	黑电平	0~4095	0~4095
	锐度	0~7	0~63
MER3-321-91G3M-P-SWIR	曝光	28~1000000	28~15000000
	自动曝光	28~1000000	28~15000000
	增益	0~24	0~24
	自动增益	0~24	0~24
	黑电平	0~255	0~255
	锐度	0~3	0~63

MER3-533-55G3M-P-SWIR	曝光	30~1000000	30~15000000
	自动曝光	30~1000000	30~15000000
	增益	0~24	0~24
	自动增益	0~24	0~24
	黑电平	0~255	0~255
	锐度	0~3	0~63
MER3-810-36G3M-P-UV(-AF)	曝光	3~1000000	3~15000000
	自动曝光	3~1000000	3~15000000
	增益	0~16	0~24
	自动增益	0~16	0~24
	黑电平	0~4095	0~4095

表 8-2 水星三代 2.5GigE 相机取消参数范围限制前后支持范围变化的参数范围

8.3.16. 用户数据区

用户数据区是为用户预留出来的一块 FLASH 数据区域，用户可以使用该区域保存算法系数、参数配置等。

用户数据区域共 16K 字节大小，分为 4 个数据段，每个数据段为 4K 字节大小。用户可通过 API 接口的方式访问该用户数据区，数据写入后立即保存到相机 Flash 区域中，掉电后不会消失。

8.3.17. 定时器

相机只支持 1 个定时器（Timer1），该定时器可以由指定的事件或者信号来启动定时器（只支持曝光开始信号），定时器启动之后，开始延迟一段时间，延时的时间到指定值之后，定时器输出的信号开始有效，同时开始另一段时间的计时，计时时间到指定值之后，定时器输出的信号无效，同时计时器清零。定时器工作过程的示意图如图 8-63 所示。

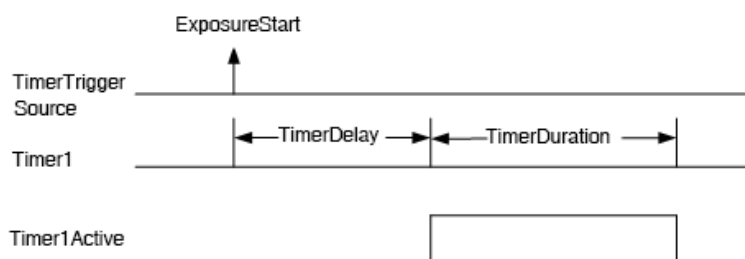


图 8-63 Timer1Active 示意图

定时器的配置过程如下：

- 1) 设置 TimerSelector，目前只支持 Timer1；

- 2) 设置 LineSelector;
- 3) 设置 LineSource 为 Timer1Active;
- 4) 设置 TimerTriggerSource, 目前只支持 ExposureStart;
- 5) 设置 TimerDelay, TimerDelay 的范围为[0, 16777215], 单位为 μs ;
- 6) 设置 TimerDuration, TimerDuration 的范围为[0, 16777215], 单位为 μs 。



- 1) 从定时器开始启动到 Timer1Active 完整输出, 这个过程不会被曝光开始信号打断, 即 Timer1Active 必须完整输出, 才能根据下一个曝光开始信号开始计时。如图 8-64 所示, 红色的曝光开始信号是被忽略的。

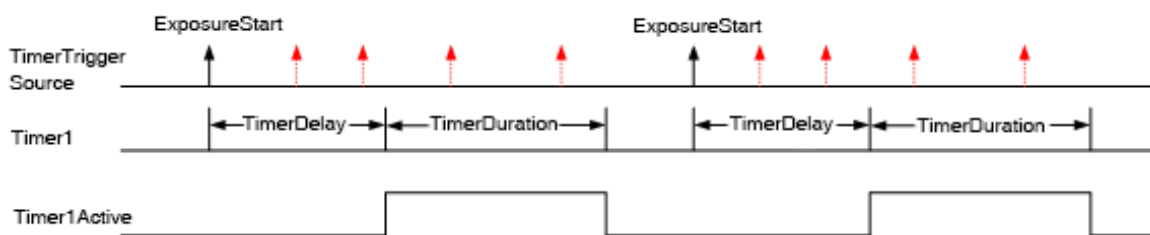


图 8-64 Timer1Active 与曝光开始信号的关系

- 2) 停采之后, 计时器立即清零, Timer1Active 信号立即置为低电平。

8.3.18. 计数器

相机只支持 1 个计数器 (Counter1), 该计数器可以统计相机内部收到的帧开始触发信号 (FrameTrigger)、帧高速连拍开始触发信号 (AcquisitionTrigger)、图像帧 (FrameStart) 的个数, 计数器从 0 开始计数。通过 CounterEventSource 选择上述三者之一进行统计。计数器统计的帧开始触发信号 (FrameTrigger) 和帧高速连拍开始触发信号 (AcquisitionTrigger) 是指经过了触发滤波而没有经过触发延迟的信号。

如果帧信息里的 CounterValue 被使能, 则统计的数据可以插入到帧信息中随图像一起输出。

计数器可以被外部信号复位, 通过 CounterResetSource 选择复位源, 目前 CounterResetSource 的选项支持 Off, SoftWare, Line0, Line2, Line3, 其中选择 Off 表示不复位, SoftWare 表示软复位, Line0, Line2, Line3 表示支持通过 I/O 接口输入信号进行复位。复位信号的极性仅支持 RisingEdge, 即在复位信号的上升沿复位 Counter。

计数器的配置:

- 1) 设置 CounterSelector, 目前只支持 Counter1;
- 2) 设置 CounterEventSource, 可以设置的值为 FrameStart, FrameTrigger, AcquisitionTrigger;
- 3) 设置 CounterResetSource, 可以设置的值为 Off, SoftWare, Line0, Line2, Line3;

4) 设置 CounterResetActivation，目前只支持 RisingEdge。



1) 停采之后，Counter 仍在继续工作，不会清零，相机掉电会清零。

2) CounterReset，该功能可软复位计数器。

8.4. 图像处理

8.4.1. 环境光源预设

部分相机支持环境光源预设功能，并提供 Off 模式，Custom 模式，以及四种指定常见色温光源模式。在四种指定的色温光源模式中，相机内部提供对应的白平衡系数以及颜色转换系数。

- Off 模式

相机默认不对图像进行白平衡以及颜色转换处理。

- Custom 模式

相机默认不对图像进行白平衡以及颜色转换处理。

支持用户进行自动白平衡，或者手动输入白平衡系数，同时支持颜色转换使能控制以及手动输入颜色转换系数。

- Daylight6500K

当用户选择环境光源预设中的 Daylight6500K，相机默认对图像进行白平衡处理。如果使用的外界环境光源为 D65 光源，图像不产生偏色。

即使环境光源预设选择了当前光源，白平衡系数依旧可以手动调整。

打开颜色转换使能开关，按照 Daylight6500K 光源的颜色转换系数进行校正（不支持手动输入颜色校正系数）。

Daylight5000K、CoolWhiteFluorescence、INCA 选项操作同 Daylight6500K。

8.4.2. 自动白平衡

8.4.2.1. 自动白平衡 ROI

自动白平衡采用白平衡“白点”区域（ROI）中的图像数据计算白平衡系数，然后根据计算的系数对图像的各分量进行处理。

ROI 通过如下方式定义：

AWBROIOffsetX: X 轴方向偏移；

AWBROIOffsetY: Y 轴方向偏移；

AWBROIWidth: ROI 区域的宽；

AWBROIHeight: ROI 区域的高；

Offset 是相对于图像左上角为原点的偏移值。其中，X 轴方向偏移和宽度的步长为 4，Y 轴方向偏移和高度的步长为 2。ROI 的设置依赖于当前图像的大小，不能超出当前图像的范围，即：假定当前图像宽为 Width，高为 Height，那么设置的 ROI 区域满足条件 2：

$$AWBROIWidth + AWBROIOffsetX \leq Width$$

$$AWBROIHeight + AWBROIOffsetY \leq Height$$

如不满足条件 2，不能设置 ROI。

ROI 的默认值是整幅图像，可以根据需要设置“白点”区域。其中，AWBROIWidth 可设置的最小值为 16，最大值为当前图像宽；AWBROIHeight 可设置的最小值为 16，最大值为当前图像高，它们均需满足条件 2。

假如当前图像的宽为 1024，高为 1000，“白点”区域 ROI 的设置是：

$$AWBROIOffsetX = 100$$

$$AWBROIOffsetY = 50$$

$$AWBROIWidth = 640$$

$$AWBROIHeight = 480$$

则 ROI 与图像的相对位置关系如图 8-65 所示。

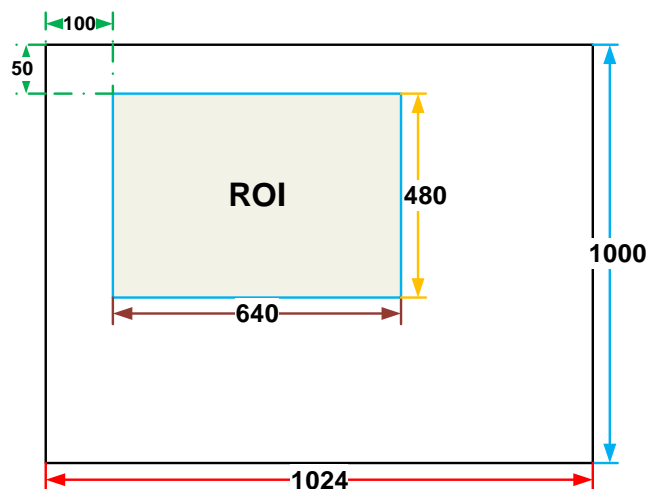


图 8-65 自动白平衡 ROI 与当前图像关系示意图

8.4.2.2. 自动白平衡调节

自动白平衡根据 ROI 中的数据计算白平衡系数，然后根据系数对图像的各分量进行调节，使 ROI 区域中的红、绿、蓝三分量的值一致。自动白平衡只对彩色传感器有效。

自动白平衡可以采用“once”和“continuous”模式进行控制。

当采用“once”模式时，相机只调节一次，采用“continuous”模式时，相机不断根据 ROI 中的数据调节白平衡系数。

自动白平衡还可以选择色温，当选择的色温为“Adaptive”时，ROI 中的数据总是调节为红、绿、蓝三分量一致；当选择具体色温时，相机根据光源对系数进行修正，使 ROI 区域的色调与光源的色调一致，即：高色温偏冷，低色温偏暖。

8.4.3. 颜色转换

相机颜色转换功能用来校正传感器输出的颜色信息，提高相机色彩还原度，使图像更接近人眼视觉感受。

可以使用一个包含 24 种颜色的样板为基准，用相机对这个色板进行拍摄，也许得到的每种颜色的 RGB 值和样板颜色的标准 RGB 不一样，厂商可以利用软件或者硬件将读到的 RGB 转换为标准的 RGB 值，因为颜色空间是连续的，所以所有读到的其他 RGB 颜色都可以用这 24 种颜色建立起来的映射表转换成标准的 RGB 值。



图 8-66 样板

1) 前置条件

要使颜色转换正常工作，必须先做白平衡。

2) 配置颜色转换

a) 不支持环境光源预设功能的相机设置颜色转换功能方法

配置颜色转换模式分为二种：默认模式（RGBtoRGB）、用户自定义模式（User）。

默认模式（RGBtoRGB）：出厂时给相机提供的默认颜色转换系数。

用户自定义模式（User）：

1. 将 ColorTransformationValueSelector 参数设置为矩阵中的所需位置，例如 Gain00。
2. 输入 ColorTransformationValue 参数的所需值以调整所选位置的值。参数的值范围是-4.0 到+4.0。

颜色转换使能：设置为 true 时生效。

b) 支持环境光源预设功能的相机设置颜色转换功能方法

颜色转换模式只有默认模式（RGBtoRGB）。

环境光源预设为 Custom 模式：

1. 将 ColorTransformationValueSelector 参数设置为矩阵中的所需位置，例如 Gain00。
2. 输入 ColorTransformationValue 参数的所需值以调整所选位置的值。参数的值范围是-4.0 到+4.0。

颜色转换使能： 设置为 true 时生效。

用户自定义模式 (User) / 环境光源预设 Custom 模式可以满足用户根据实际情况输入颜色变换值，来达到的颜色变换效果。

3) 如何工作

颜色转换功能使用变换矩阵的方式，修改每个像素的红色，绿色和蓝色像素数据。

通过将包含 R, G 和 B 像素值的 3x1 矩阵乘以包含颜色变换值的 3x3 矩阵来执行颜色变换：

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

4) 效果图



图 8-67 颜色校正前



图 8-68 颜色校正后

8.4.4. 饱和度

部分相机支持饱和度功能。饱和度功能可以使图像变得更鲜艳或者更灰暗，以达到用户想要的图像效果。

1) 前置条件

如果饱和度使能可用，则必须将其设置为 On。

2) 配置饱和度

输入饱和度参数的所需值。参数的值范围是 0 到 128，默认值为 64，此时图像不进行饱和度处理。

3) 如何工作

饱和度调节采用 3x3 矩阵来实现，当饱和度强度修改时，通过修改调节矩阵 A 来实现饱和度的改变。

$$\begin{bmatrix} R_{out} \\ G_{out} \\ B_{out} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} RR & GR & BR \\ RG & GG & BG \\ RB & GB & BB \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R_{in} \\ G_{in} \\ B_{in} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} R_{offset} \\ G_{offset} \\ B_{offset} \end{bmatrix} \quad A = \begin{bmatrix} RR & GR & BR \\ RG & GG & BG \\ RB & GB & BB \end{bmatrix}$$

饱和度的调节和颜色校正的调节均采用了矩阵的形式，因此在开启颜色校正后，同时调节饱和度。

4) 效果图

如下图，图 8-69 为饱和度调节前图像，图 8-70 为饱和度调节后图像。



图 8-69 饱和度调节前图像



图 8-70 饱和度调节后图像

8.4.5. Gamma

相机允许用户使用 Gamma 功能来优化采集图像的亮度,以便在显示器上显示出用户想要的图像亮度。

1) 前置条件

如果 GammaEnable 参数可用,则必须将其设置为 **true**。

2) 如何工作

相机根据以下公式将 Gamma 校正值 (γ) 应用于每个像素,来改变每个像素的亮度值(作为示例给出的彩色相机的红色分量的像素值 (R) 的校正公式):

$$R_{\text{corrected}} = \left(\frac{R_{\text{uncorrected}}}{R_{\text{max}}} \right)^{\gamma} \times R_{\text{max}}$$

对于 8 位像素格式,最大像素值 (Rmax) 等于 255。

对于 10 位像素格式,最大像素值 (Rmax) 等于 1023。

对于 12 位像素格式,最大像素值 (Rmax) 等于 4095。

3) Gamma 校正

使能 Gamma 校正后,请设置 GammaValue 来改变图像亮度。GammaValue 值范围是 0 到 4.00。

- 当设置 Gamma = 1.0 时,整体亮度保持不变。
- 当设置 Gamma < 1.0 时,整体亮度增加。
- 当设置 Gamma > 1.0 时,整体亮度降低。

在所有情况下,黑色的像素(灰度值=0)和白色的像素(灰度值=最大值)将不调整其亮度。



如果使能 Gamma 校正并且像素格式设置为 10 位或者 12 位像素格式,则某些图像信息将丢失。

像素数据输出仍然是 10 位或者 12 位,但像素值将在 Gamma 校正过程中进行插值,会造成精度损失,从而造成图像信息丢失。如果要求使用 Gamma 功能没有图像信息丢失,请避免在 10 位或 12 位像素格式下使用 Gamma 功能。

4) 自定义参数

根据相机型号，可以使用以下自定义参数：

- a) GammaEnable：启用或禁用 Gamma 校正功能。
- b) GammaMode：允许选择以下 Gamma 校正模式之一。

用户自定义模式：可以根据需要设置 Gamma 校正值。

默认模式 sRGB：相机内部默认 Gamma 校正值。此功能为配合颜色转换功能使用，将图像有 RGB 转换为 sRGB。开启颜色转换功能后建议将 Gamma 调整至 sRGB 模式。

8.4.6. 锐化

集成在相机中的锐化算法可显著提高图像边缘的清晰度，清晰度越高，图像对应的轮廓就越清晰，这一功能可提高图像分析的准确性，从而提高边缘检测、OCR 光学识别的辨识度。

- 开启锐化功能

将锐化模式选择为 on 即可开启相机的锐化功能。

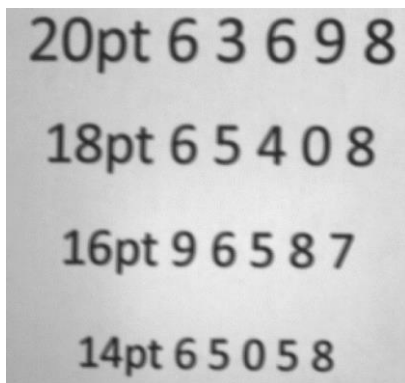


图 8-71 原始图像

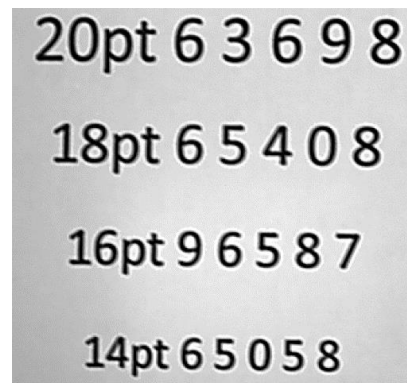


图 8-72 锐化后图像

- 调节锐度

调节锐度值可调整相机对图像的锐度，调节范围为 0~3.0。数值越大，相机对图像的锐化程度越高。

8.4.7. 平场校正

在相机的使用过程中，图像存在各种不一致性，其主要体现在以下几个方面：

- 1) 各个像元的响应不一致性
- 2) 图像中心与边缘的灰度差异
- 3) 光照不均匀

相机的平场校正能够校正图像的不一致性，如下图所示，经过平场校正能够将不同位置的像素值调整到同一灰度值。



图 8-73 平场校正前图像

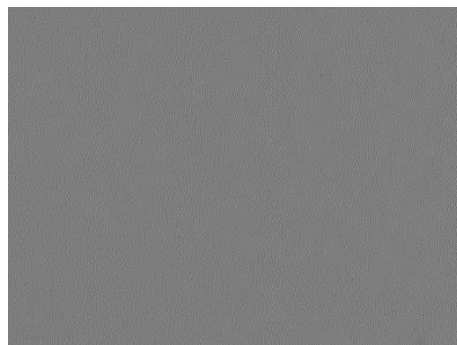


图 8-74 平场校正后图像

使用平场校正插件完成平场校正系数的获取、保存和预览，插件界面如图 8-75 所示：

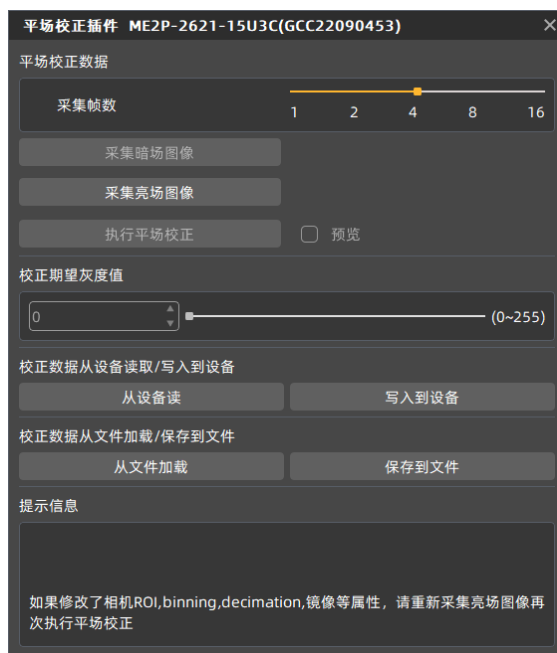


图 8-75 平场校正插件界面



相机如果修改了相机的 ROI、Binning、Decimation、镜像等属性，需要重新采集亮场图像，再次执行平场校正功能，之前的系数将不再适用。

平场校正系数的获取有 3 个方式：

- 根据当前环境求取
- 从设备读取（部分相机支持）
- 从文件加载

平场校正系数的保存有 2 个方式：

- 写入到设备（部分相机支持）
- 保存到文件



对于相机端支持平场校正的相机，除插件外，相机属性中可以设置平场校正开启关闭，当设置为开启时会使用保存在相机内的平场校正系数对图像进行校正。

下文从平场校正系数的求取和预览、系数的读取和保存、文件的加载和保存 3 个方面进行说明。

8.4.7.1. 平场校正系数的求取和预览

平场校正系数求取之前，建议先确定镜头的光圈，相机增益，以下情况需要重新进行系数求取：

- 更换镜头
- 如果对于平场校正精度要求较高（如目的是校正像元的不一致性），修改相机增益后建议重新求取平场校正系数

依照平场校正插件，平场校正系数求取顺序如下图所示，其中黄色部分为可选步骤。平场校正插件的具体介绍见 9.4 平场校正插件。

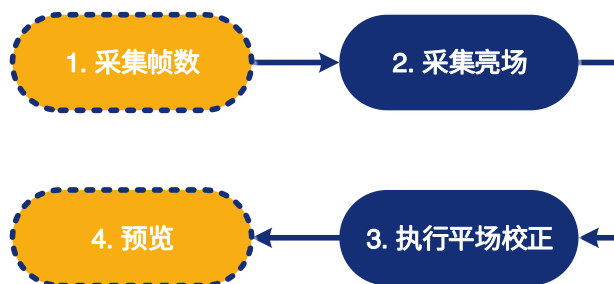


图 8-76 平场校正系数求取流程图

1. 采集帧数：亮场图像求取平均图像的采集帧数。



- 非必要步骤，一般情况下使用默认值即可
- 如果图像噪声较大，建议提高采集帧数

2. 采集亮场：执行此功能完成亮场图像的采集。

- 建议对准白纸或者平面光源（保证传感器不同区域进光量一致），调节相机与白纸/平面光源的距离，使之充满整个视场



- 图像不要过曝，亮场最亮的区域灰度值建议小于 250
- 图像不要过暗，亮场最暗的区域灰度值建议大于 20
- 建议通过调整曝光时间或光源来控制亮场灰度值，不要调整光圈

3. 执行平场校正：利用采集的图像进行平场校正系数的计算，执行完毕后，后续图像自动使用计算出的系数进行平场校正。

4. 预览：预览当前平场校正的效果。

8.4.7.2. 系数的读取和保存

- 系数的读取：从设备中可以读取保存的校正系数
- 系数的保存：将当前平场校正系数保存到设备中，掉电后仍然能够保存



部分相机支持：相机内实现平场校正的型号。其余型号置灰。

8.4.7.3. 文件的读取与保存

- 从文件加载：从文件中加载保存的校正系数文件（格式为.fcc）
- 保存到文件：将当前校正系数保存到校正系数文件中（格式为.fcc）

8.4.8. 查找表

Sensor 读出的模拟信号经转换后，原始数据位深常大于 8bits，有 12bits、10bits 等。查找表功能是根据用户设置的值，来改变 8bits、10bits、12bits 图像中某些点的像素值。

查找表可以是线性查找表，也可以是非线性查找表，完全由用户创建。

用户还可以使用 LUTValueAll 功能来创建整个查找表。

1) 如何工作

- a) 查找表的缩写为 LUT，用索引来确定值的映射数字列表。
- b) 在查找表中，可以为各个像素值定义要替换的值。例如：将灰度值为 0 的像素点替换为灰度值为 1023（像素格式为 10 位时的灰度最大值），此时图像中所有黑色像素更改为全白像素。
- c) 设置 LUT 可以优化图像的亮度。通过将预定义替换的值设置到相机的 LUT 中，在相机内部进行对图像进行实时处理。相机本身存在出厂默认查找表，默认查找表不影响图像亮度。

2) 创建自定义查找表

创建查找表，需要根据当前使用相机支持的最大像素格式来确定 LUTIndex 和 LUTValue 参数的范围。

a) 最大像素格式为 12 位的相机上

LUTIndex 可选择项为 0-4095，每个 LUTIndex 对应一个 LUTValue，且 LUTValue 范围为[0,4095]；

b) 最大像素格式为 10 位的相机上

LUTIndex 可选择项为 0-1023，每个 LUTIndex 对应一个 LUTValue，且 LUTValue 范围为[0,1023]；

创建自定义查找表，具体步骤如下：

- 1) 选择要使用的查找表选项，由于相机内只有一个用户自定义的查找表，因此默认不需要选择；
- 2) 将 LUTIndex 参数设置为要替换的目标像素值；
- 3) 将 LUTValue 参数设置为新的像素值；
- 4) 对于更改的所有像素值需要重复步骤 1 和 2 依次将参数设置为目标像素值；

5) 将 LUTEnable 参数设置为 true，代表开启查找表功能。默认为不开启。



如果要更改所有像素值，建议使用 LUTValueAll 功能。具体请参阅开发说明书下的 LUTValueAll 示例代码。

8.4.9. 降噪

数字图像在数字化、传输过程中常受到成像设备与外部环境的噪声干扰，会产生含有噪声的图像，减少或抑制数字图像中噪声的过程称为图像降噪。

调节降噪值可调整相机对图像的降噪强度，调节范围为 0-4.0。数值越大，相机对图像的降噪程度越高。

降噪模式：决定是否开启降噪功能。ON 表示开启降噪功能；OFF 表示关闭降噪功能。

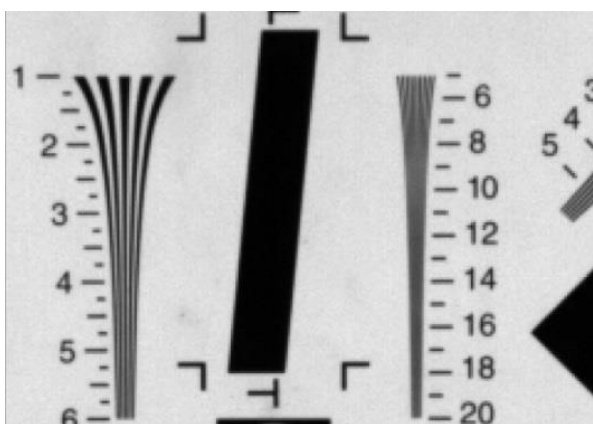


图 8-77 降噪前图像

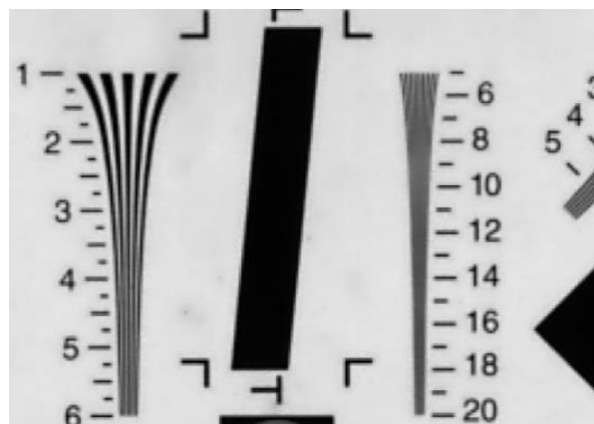


图 8-78 降噪后图像

8.5. 图像传输

8.5.1. 帧率计算

1) 帧周期

水星三代 2.5GigE 相机的帧周期由以下公式来决定：

$$T_f = \text{Max} \left(\frac{\text{ImageSize} \times 10^6}{\text{GevLinkSpeed}}, T_{\text{acq}}, T_{\text{exp}} \right)$$

其中：

$$\text{FrameSize} = \text{CompletePacketNum} + (\text{包长} + 46) + \text{INcompletePacketNum} \times (\text{残包包长} + 82) + 210$$

T_f : 相机帧周期，单位 μs

Width: 图像当前宽度

Height: 图像当前高度

PixelSize: 像素尺寸，8bit 模式下值为 1，10bit 和 12bit 模式下该值为 2，RGB8/BGR8 模式下该值为 3

CompletePacketNum: 完整包个数, $Width \times Height \times PixelSize / (\text{包长}-36)$ 下取整。

INCompletePacketNum: 残包个数, $Width \times Height \times PixelSize / (\text{包长}-36)$ 有余数则为 1, 否则为 0。

残包包长: $Width \times Height \times PixelSize - \text{完整包个数} \times (\text{包长}-36)$ 。

GevLinkSpeed: 网络连接有效传输速度, 单位 Bps。

T_{acq} : 相机采集时间, 单位 μs

T_{exp} : 相机曝光时间, 单位 μs

2) 帧率 (单位: fps)

$$F = \frac{10^6}{T_f}$$



用户可以使用帧率计算工具进行相机当前参数配置条件下的帧率估算。

8.5.2. 最大帧率

1) 网络允许最大帧率

网络允许最大帧率是当前网络能够支持的相机传输最大帧率。相机的网络接口支持最大帧率由相机分辨率、像素格式 (图像位深)、有效网络带宽等决定。可以用公式表示:

$$\text{网络允许最大帧率} = \text{有效网络带宽} / \text{分辨率} / \text{图像位深}$$

例 1: 相机的分辨率为 4096*3000, 像素格式为 BayerRG8, 包长为 1500 字节, 包间隔为 1000ns。此时有效网络带宽为 2019.3Mbps。

$$\text{网络允许最大帧率} = 2019.3\text{Mbps} / (4096 \times 3000) / 8 = 20.5 \text{ 帧/秒}$$

网络允许最大帧率为 20.5 帧每秒, 前端传感器最大采集帧率 20.5 帧/秒。除网络带宽的限制以外, 相机的最大工作帧率还受到以下两个因素的影响:

- 相机前端传感器的读出时间以及相机内部准备传输时间, 我们称之为相机采集时间。相机采集时间受 ROI 设置的影响
- 相机的曝光时间

2) 相机采集时间计算

相机采集时间和 ROI 设置中的垂直偏移、高度相关。当 ROI 设置中垂直偏移和高度发生变化时, 会影响相机前端采集的帧周期, 进而影响采集帧率。

每款相机的采集时间具体计算公式如下:

- MER3-501-59G3M/C-P 相机

像素格式为 Mono8 或者 BayerRG8 时, 行周期 (单位: μs):

$$T_{row} = \frac{265.787}{37.647} = 7.06$$

像素格式为 Mono12 或者 BayerRG12 时，行周期（单位：μs）：

$$T_{\text{row}} = \frac{381.74}{37.647} = 10.14$$

相机采集时间（单位：μs）：

$$T_{\text{acq}} = (\text{Height} + 38) \times T_{\text{row}}$$

- MER3-506-58G3M/C-P(-AF)相机

像素格式为 Mono8 或者 BayerRG8 时，行周期（单位：μs）：

$$T_{\text{row}} = \frac{209.31732}{37.647} = 5.56$$

像素格式为 Mono12 或者 BayerRG12 时，行周期（单位：μs）：

$$T_{\text{row}} = \frac{382.49352}{37.647} = 10.16$$

像素格式为 RGB8 或者 BGR8 时，行周期（单位：μs）：

$$T_{\text{row}} = \frac{572.2344}{37.647} = 15.2$$

相机采集时间（单位：μs）：

$$T_{\text{acq}} = (\text{Height} + 144) \times T_{\text{row}}$$

- MER3-800-36G3M/C-P(-AF)相机

像素格式为 Mono8 或者 BayerRG8 时，行周期（单位：μs）：

$$T_{\text{row}} = \frac{221.36436}{37.647} = 5.88$$

像素格式为 Mono12 或者 BayerRG12 时，行周期（单位：μs）：

$$T_{\text{row}} = \frac{442.72872}{37.647} = 11.76$$

像素格式为 RGB8 或者 BGR8 时，行周期（单位：μs）：

$$T_{\text{row}} = \frac{664.09308}{37.647} = 17.64$$

相机采集时间（单位：μs）：

$$T_{\text{acq}} = (\text{Height} + 144) \times T_{\text{row}}$$

- MER3-1220-24G3M/C-P 相机

像素格式为 Mono8 或者 BayerRG8 时，行周期（单位：μs）：

$$T_{\text{row}} = \frac{822}{71.428} = 11.509$$

像素格式为 Mono12 或者 BayerRG12 时，行周期（单位：μs）：

$$T_{\text{row}} = \frac{1190}{71.428} = 16.661$$

相机采集时间 (单位: μs) :

$$T_{\text{acq}} = (\text{Height} + 38) \times T_{\text{row}}$$

- MER3-1221-24G3M/C-P(-AF)相机

像素格式为 Mono8 或者 BayerRG8 时, 行周期 (单位: μs) :

$$T_{\text{row}} = \frac{319.24656}{37.647} = 8.48$$

像素格式为 Mono12 或者 BayerRG12 时, 行周期 (单位: μs) :

$$T_{\text{row}} = \frac{638.49312}{37.647} = 16.96$$

像素格式为 RGB8 或者 BGR8 时, 行周期 (单位: μs) :

$$T_{\text{row}} = \frac{957.73968}{37.647} = 25.44$$

相机采集时间 (单位: μs) :

$$T_{\text{acq}} = (\text{Height} + 128) \times T_{\text{row}}$$

- MER3-2000-15G3M/C-P(-AF)相机

像素格式为 Mono8 或者 BayerRG8 时, 行周期 (单位: μs) :

$$T_{\text{row}} = \frac{1168}{71.428} = 16.353$$

像素格式为 Mono12 或者 BayerRG12 时, 行周期 (单位: μs) :

$$T_{\text{row}} = \frac{1625}{71.428} = 22.751$$

相机采集时间 (单位: μs) :

$$T_{\text{acq}} = (\text{Height} + 38) \times T_{\text{row}}$$

- MER3-2440-12G3M/C-P 相机

像素格式为 Mono8 或者 BayerRG8 时, 行周期 (单位: μs) :

$$T_{\text{row}} = \frac{414.86994}{37.647} = 11.02$$

像素格式为 Mono12 或者 BayerRG12 时, 行周期 (单位: μs) :

$$T_{\text{row}} = \frac{829.7398}{37.647} = 22.04$$

像素格式为 RGB8 或者 BGR8 时, 行周期 (单位: μs) :

$$T_{\text{row}} = \frac{1244.60982}{37.647} = 33.06$$

相机采集时间 (单位: μs) :

$$T_{\text{acq}} = (\text{Height} + 124) \times T_{\text{row}}$$

- MER3-2560-11G3M-P 相机

像素格式为 Mono8 时，行周期（单位：μs）：

$$T_{\text{row}} = \frac{433.768734}{37.647} = 11.522$$

像素格式为 Mono12 时，行周期（单位：μs）：

$$T_{\text{row}} = \frac{867.499821}{37.647} = 23.043$$

相机采集时间（单位：μs）：

$$T_{\text{acq}} = (\text{Height} + 124) \times T_{\text{row}}$$

- MER3-033-262G3M-P-SWIR 相机

像素位深为 BPP8 时，行周期（单位：μs）：

$$T_{\text{row}} = \frac{262}{37.647} = 6.96$$

像素格式为 BPP10 时，行周期（单位：μs）：

$$T_{\text{row}} = \frac{282}{37.647} = 7.49$$

像素格式为 BPP12 时，行周期（单位：μs）：

$$T_{\text{row}} = \frac{493}{37.647} = 13.10$$

相机采集时间（单位：μs）：

$$T_{\text{acq}} = (\text{Height} + 36) \times T_{\text{row}}$$

- MER3-138-136G3M-P-SWIR 相机

像素位深为 BPP8 时，行周期（单位：μs）：

$$T_{\text{row}} = \frac{262}{37.647} = 6.96$$

像素格式为 BPP10 时，行周期（单位：μs）：

$$T_{\text{row}} = \frac{282}{37.647} = 7.49$$

像素格式为 BPP12 时，行周期（单位：μs）：

$$T_{\text{row}} = \frac{493}{37.647} = 13.10$$

相机采集时间（单位：μs）：

$$T_{\text{acq}} = (\text{Height} + 36) \times T_{\text{row}}$$

- MER3-321-91G3M-P-SWIR 相机

像素格式为 Mono8，行周期（单位：μs）：

$$T_{\text{row}} = \frac{240.851}{37.647} = 6.586$$

像素格式为 Mono12，行周期（单位：μs）：

$$T_{\text{row}} = \frac{315.24202}{37.647} = 8.620$$

相机采集时间（单位：μs）：

$$T_{\text{acq}} = (\text{Height} + 84) \times T_{\text{row}}$$

- MER3-533-55G3M-P-SWIR 相机

像素格式为 Mono8，行周期（单位：μs）：

$$T_{\text{row}} = \frac{274.344}{37.647} = 7.502$$

像素格式为 Mono12，行周期（单位：μs）：

$$T_{\text{row}} = \frac{392.77254}{37.647} = 10.740$$

相机采集时间（单位：μs）：

$$T_{\text{acq}} = (\text{Height} + 84) \times T_{\text{row}}$$

- MER3-810-36G3M-P-UV(-AF)相机

像素格式为 Mono8 时，行周期（单位：μs）：

$$T_{\text{row}} = \frac{222.87024}{37.647} = 5.92$$

像素格式为 Mono12 时，行周期（单位：μs）：

$$T_{\text{row}} = \frac{444.98754}{37.647} = 11.82$$

相机采集时间（单位：μs）：

$$T_{\text{acq}} = (\text{Height} + 184) \times T_{\text{row}}$$

3) 相机帧率

相机的帧率除了受到网络最大允许带宽、相机采集时间的限制之外，曝光时间也会影响帧率。例如，当曝光时间为 100ms 时，对应的帧率为 10 帧/秒。

综上，相机的帧率取网络最大允许帧率、采集帧率、曝光帧率三者之中的最小值。

8.5.3. 包长

包长 (stream channel packet size, SCPS) 是指相机向主机端传输流通道数据的网络包大小, 以字节为单位, 默认值为 1500。其中包括 IP 头, UDP 头和 GVSP 头的长度总计 36 字节, 因此在默认情况下流通道网络包中的有效负载为 1464 字节。推荐使用最大包长设置为 8192 字节, 可以提高网络传输性能。



- 1) 对于设置大于 1500 包长时, 需要网卡、交换机等网络设备支持巨帧。
- 2) 改变包长时, 包长和包间隔两个参数会共同影响网络传输性能。

8.5.4. 包间隔

包间隔 (stream channel packet delay, SCPD) 用于控制相机传输图像流数据的带宽。包间隔是在流通道传输的相邻网络数据包之间插入的空闲时间。增加包间隔能够降低相机对网络带宽的占用率, 同时也有可能降低了相机的帧率 (相机帧率还取决于曝光时间、相机采集时间)。

相机的包长、包间隔和预留带宽设置决定了有效网络带宽。有效网络带宽的计算方法如下。

传输单个流数据包所需时间:

$$T_{data} = (Size_{pkt} \times 8bits) / Speed_{link}$$

包延迟时间:

$$T_{delay} = Delay_{pkt} / 125,000,000$$

其中: 包长 $Size_{pkt}$ (字节)、包延迟个数 $Delay_{pkt}$ 、包间隔 T_{delay} (ns)、预留带宽 $BandW_{reserve}$ (%)、连接速度 $Speed_{link}$ (Mb/s), 单个流数据包传输时间 T_{data} (μs)

包延迟个数:

$$Delay_{pkt} = T_{delay} \times Speed_{link} / Size_{pkt} / 8000$$

有效网络带宽:

$$BandW_{avial} = (Size_{pkt} \times 8bits \times (1 - BandW_{reserve})) / (T_{data} + T_{delay} / 1000)$$

例 1: 包长设置为 1500, 包间隔为 1000, 预留带宽值为 20%, 连接速度为 2.5Gbps。

传输单个流包耗时:

$$T_{data} = (1500 \times 8) / 2500 = 4.8\mu s$$

包延迟个数:

$$Delay_{pkt} = 1000 \times 2500 / 12,000,000 = 0.208$$

有效网络带宽:

$$BandW_{avial} = (1464 \times 8 \times (1 - 0.2)) / (4.8\mu s + 1\mu s) = 1615.4483Mbps$$

注: 每个流数据包中的包含 36 字节网络头数据, 包长为 1500 字节的数据包仅有 1464 字节有效数据。

例 2: 包长设置为 8192, 包间隔为 2000, 预留带宽值为 20%, 连接速度为 2.5Gbps。

传输单个流包耗时：

$$T_{data} = (8192 \times 8) / 2500 = 26.21 \mu s$$

包延迟延迟个数：

$$\text{Delay}_{\text{pkt}} = 2000 \times 2500 / 65,536,000 = 0.076$$

有效网络带宽：

$$\text{Band } W_{\text{avail}} = (8156 \times 8 \times (1-0.2)) / (26.21 \mu s + 2 \mu s) = 1850.3509 \text{ Mbps}$$

8.5.5. 预留带宽

预留带宽 (Bandwidth Reserve) 用于为数据包重传和相机与主机之间控制数据传输预留一部分带宽，也可以用于多机传输时，对于每个相机带宽的分配限制。例如，网络带宽值为 1Gbps，设置预留带宽值为 20%，则带宽将被预留下 0.2Gbps。当预留的带宽大于传输所需的最大带宽时，相机将降低帧率来保证传输的稳定性。

8.5.6. 传输控制

当多个相机和主机通过交换机连接时，如果同时触发这些相机采集图像，在传输图像由于交换机的瞬时带宽过大，存储能力有限，会出现数据丢失问题。因此需要使用帧传输延迟避免该问题发生。

在触发模式下，通过设置传输控制模式为“用户控制”，当相机接到软触发命令或者外触发信号并完成图像采集以后，将图像保存在相机内部的帧存中，等待主机端发送“开始传输”命令以后，相机将采集到的图像传输到主机端。传输延迟时间由主机端决定。在多个相机同时触发的时候，可以为每台相机设置不同的传输延迟时间，以避免交换机的瞬时带宽过大。



传输控制功能仅在触发模式下有效。

8.5.7. 帧存控制

帧存控制是控制在相机中缓存图像的最大个数，主要可以设置的参数包括：

帧存覆盖：当相机向内部帧存写入数据的平均带宽大于读出数据的平均带宽时，会出现帧存满的情况。

如果帧存满后继续写入图像数据，将覆盖以前帧存里的图像数据。

帧存深度：相机中的帧存个数。

清空帧存：将以前帧存里的数据清空。

清空帧存功能使用限制说明：

- 1) 在触发模式下，如果正在触发采集过程中，发送清帧存命令，将直接屏蔽掉此命令。
- 2) 在被动传输下，如果传输数据过程中，发送清帧存命令，将直接屏蔽掉此命令，不响应。
- 3) 在触发模式为 On，且传输控制在 UserControlled 模式下才可用。

8.6. 事件

当特定的情形发生时，相机将产生对应的“事件”，并将事件消息发送到 PC 机，告知 PC 有“事件”发生了。相机会在以下几种情况下产生并传递事件：曝光结束、图像帧数据丢弃、触发信号溢出、图像帧存数据不为空和事件队列溢出。每种事件都有相应的使能位，在默认情况下，相机的所有事件使能都为关闭状态。

在使用事件功能的时候，需要首先使能相应的事件，并设置事件通道的端口值，事件重传的超时时间和事件重传的次數给相机。当事件的重传超时时间设置为 0 时，相机发送的事件将不需要 PC 返回应答包。当事件通道的端口值为 0 时，相机将不会发送事件给 PC。其他情况下，相机需要接收到 PC 的应答包后才会发送下一个事件。当相机发送的事件没有接收到应答包的时候，相机会根据设置的重传的超时时间和重传次数重传此事件。

各事件包含的有效信息如表 8-3 所示：

序号	事件类型	信息
1	曝光结束事件	事件 ID
		帧 ID
		时间戳
2	图像帧数据丢弃事件	事件 ID
		时间戳
3	事件队列溢出	事件 ID
		时间戳
4	触发信号溢出	事件 ID
		帧 ID
		时间戳
5	图像帧存数据不为空	事件 ID
		时间戳
6	burst 触发信号溢出	事件 ID
		帧 ID
		时间戳

7	触发信号等待	事件 ID
		时间戳
8	burst 触发信号等待	事件 ID
		时间戳
9	超温事件	事件 ID
		时间戳
10	温度状态已更改事件	事件 ID
		事件发生后的新温度状态
		时间戳
11	临界温度事件	事件 ID
		时间戳

表 8-3 各事件包含的有效信息

其中：时间戳为事件发生的时刻，从相机上电或复位后开始计时。时间戳的位宽是 64bits，单位为 8ns。

8.6.1. 曝光结束事件

在曝光结束事件使能时，当相机的传感器完成曝光以后，相机向 PC 机发送一次曝光结束事件，表示已经完成曝光。

8.6.2. 图像帧数据丢弃事件

当相机向内部帧存写入数据的平均带宽大于读出数据的平均带宽时，会出现帧存满的情况。如果帧存满后继续写入图像数据，将覆盖以前帧存里的图像数据。此时，相机向 PC 机发送一次图像帧数据丢弃事件，表示有一帧图像被丢弃覆盖。这样在读出下一帧图像时，图像会有跳跃。

8.6.3. 帧存不为空事件

当相机向内部帧存写入数据的平均带宽大于读出数据的平均带宽时，此时如果帧存未空，但帧存内有未发送完成的图像帧数据，在新的图像帧写入帧存之前，相机向 PC 机发送一个帧存不为空事件，表示在写入新的图像帧时，前一帧图像还未发送完成。

8.6.4. 触发信号溢出事件

当相机接收到外触发或者软触发信号时，如果前端传感器正处于曝光状态，将无法响应新的触发信号，相机向 PC 机发送一个触发信号溢出事件。注意，如果在一帧图像的采集周期内接收到多个触发信号，相机仅发送一次触发信号溢出事件。

8.6.5. 事件队列溢出

在相机内部，有一个用于缓存事件的事件队列。正常情况下，发送给 PC 的事件数据包只包含一个事件。当有多个事件同时发生时，或者事件传输有延迟的时候，可以在相机内部使用事件队列对事件进行缓存。当可以发送事件的时候，相机会将队列里面缓存的所有事件都发送出，这时发送给 PC 的事件数据包会包含多个事件。但如果相机运行在高帧率模式下，发送的事件个数超过相机的缓存能力时，如果使能事件队列溢出事件，相机会向 PC 机发送一个事件队列溢出事件，并丢弃当前缓存的所有事件。

8.6.6. 帧高速连拍开始触发信号溢出事件

相机处于帧高速连拍开始触发模式，当接收到帧高速连拍开始外触发或者软触发信号，如果前端传感器正处于曝光状态，将无法响应新的帧高速连拍开始触发信号，相机向 PC 机发送一个帧高速连拍开始触发信号溢出事件。注意，如果在一帧图像的采集周期内接收到多个帧高速连拍开始触发信号，相机会发送相应数量的帧高速连拍开始触发信号溢出事件。

8.6.7. 帧开始触发信号等待事件

当相机处于帧开始触发模式时，相机开采，如果相机未接收到帧开始触发信号，相机向 PC 机发送一个帧开始触发信号等待事件。

8.6.8. 帧高速连拍开始触发信号等待事件

当相机处于帧高速连拍开始触发模式时，相机开采，如果相机未接收到帧高速连拍开始触发信号，相机向 PC 机发送一个帧高速连拍开始触发信号等待事件。注意，如果帧开始触发模式与帧高速连拍开始触发模式同时打开情况下，会先发送帧高速连拍开始触发信号等待事件，当相机接收到一个帧高速连拍开始触发信号后，会发送一个帧开始触发信号等待事件。

8.6.9. 超温事件

在可用的情况下，如果相机的温度状态已达到超温水平，就会发生超温事件。

发生此事件时，事件的数据包中会包含指示该事件生成时间的时间戳。

8.6.10. 温度状态已更改事件

在可用的情况下，每当相机的温度状态已更改时，便会发生“温度状态已更改”事件。

发生此事件时，事件的数据包中会包含 EventTemperatureStatusChangedStatus 参数。此参数指示在事件发生后的新温度状态：

OK：温度状态更改为“OK”，对应的状态值为 0。

Critical：温度状态更改为“Critical”，对应的状态值为 1。

Error：温度状态更改为“Error”，对应的状态值为 2。

8.6.11. 临界温度事件

在可用的情况下，如果相机的温度状态达到温度比较高的临界温度状态，就会发生临界温度事件。

发生此事件时，事件的数据包中会包含指示该事件生成时间的时间戳。

8.7. 镜头控制

8.7.1. 镜头控制支持说明

当前 MER3-G3M/C-P-AF 系列下相机的镜头控制支持镜头型号为镜头厂商 CBC 的电动镜头系列和镜头厂商 Opto 的液态镜头 EL-16-40-TC。

8.7.2. 配套定制线缆说明

为了降低 MER3-G3M/C-P-AF 系列相机配套镜头使用过程中连接 I/O 线的难度，分别为 MER3-G3M/C-P-AF 系列相机+CBC 镜头组合和 MER3-G3M/C-P-AF 系列相机+Opto 镜头组合定制了配套线缆。

8.7.2.1. 厂商 Opto 液态镜头

配套线缆的连接示意图如下：



配套线缆线序定义：

线色	定义	说明
灰色	相机外接电源	+12V DC~+24V DC
亮绿色	GND	相机电源地、GPIO 地
白色	LINE0+	光耦输入正
粉色	LINE0-	光耦输入负
蓝色	镜头外接电源	+12V DC~+24V DC
黄色	GND	镜头电源地
黑色	GPIO	镜头触发
棕色	Analog In	镜头的模拟输入

8.7.2.2. 厂商 CBC 电动镜头

配套定制线缆的连接示意图（其余部分参考 Opto 镜头连接示意图）如下：



配套定制线缆线序定义：

线色	定义	说明
灰色	相机外接电源	+12V DC~+24V DC
亮绿色	GND	相机电源地、GPIO 地
白色	LINE0+	光耦输入正
粉色	LINE0-	光耦输入负
黑色	镜头外接电源	+5V DC
棕色	GND	镜头电源地
红色	READY	镜头准备好信号线，指示静止还是运动
黄色	未定义	-

8.7.3. 镜头控制流程

8.7.3.1. 厂商 CBC 电动镜头

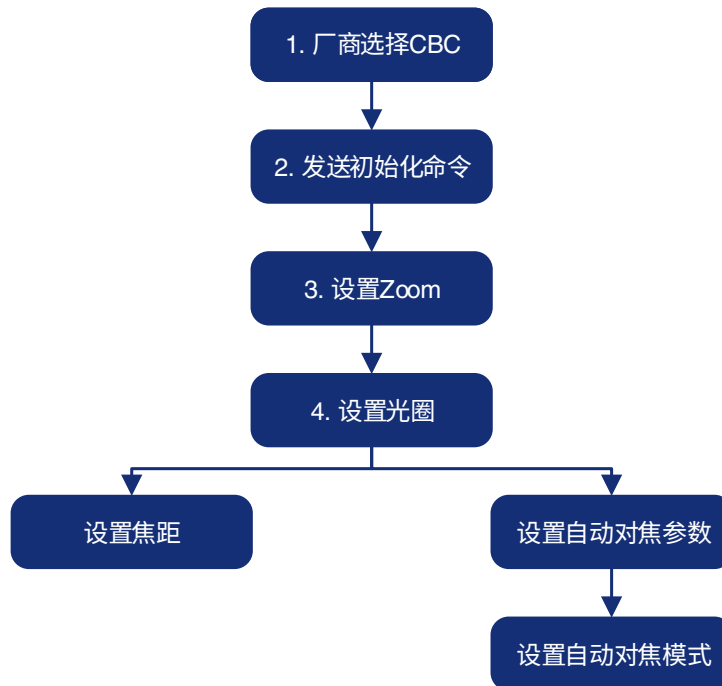


图 8-79

1. 第一步，根据实际链接的镜头选择镜头厂商（LensManufacturerSelector）；如果镜头厂商选择错误，镜头状态（LensStatus）为未连接（NotConnected）。
2. 第二步，CBC 的电动镜头需要进行镜头初始化（LensInitialize），此命令执行时间比较长，最长可达 9 秒；CBC 的电动镜头如果不进行镜头初始化，不允许进行镜头的其他操作。
3. 第三步，根据实际需要设置镜头的缩放位置（ZoomPosition），设置时间较长，可能达到 1 秒以上；设置命令已经保证调节到位。
4. 第四步，根据实际需要设置镜头的光圈位置（IrisPosition）；设置时间较长，可能达到 1 秒以上；设置命令已经保证调节到位。
5. 如果需要手动进行焦距设置，则直接设置焦距（FocalPower）值；设置时间较长，可能达到 1 秒以上；设置命令已经保证调节到位。
6. 如果需要使用自动对焦功能，首先需要设置自动对焦参数，不进行配置可能出现自动对焦不清楚的现象，主要包括以下参数：
 - 1) 自动对焦上下限的设置,主要根据应用场景下,被拍目标物的距离和多个目标物之间的距离、镜头型号等进行调试设置。

- 2) 自动对焦 ROI 的设置，主要设定自动对焦的感兴趣区域，设定后，设定区域进行自动对焦处理，具体设置方法见 8.7.5.1 节。
 - 3) 如果默认算法无法调节清楚的情况下，可以尝试通过将自动对焦算法（AFSearchMethod）改成遍历搜索算法（IteratorSearch），然后进行自动对焦 Once 处理的方法，来实现清晰对焦和确定合理的焦距（FocalPower）值范围；注意这种自动对焦算法比较慢。
 - 4) 根据需要修改自动对焦算法参数，相关参数说明见 8.7.5.2 节。
7. 根据需要设置自动参数后，即可使用自动对焦模式，分为 Off、Once、Continuous 三种模式。
- 1) Off 模式，是自动对焦关闭模式，只有 Off 模式下可以手动设置 FocalPower。
 - 2) Once 模式，只进行单次自动对焦的调节，调节完成后，自动对焦模式自动变成 Off；设置为 Once 模式，可循环读取自动对焦模式，推荐的查询间隔为 100ms。
 - 3) Continuous 模式，持续进行自动对焦处理的模式。

8.7.3.2. 厂商 Opto 液态镜头

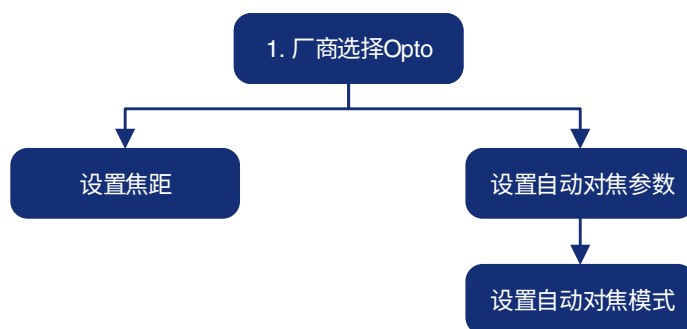


图 8-80

1. 第一步根据实际链接的镜头选择镜头厂商 (LensManufacturerSelector)；如果镜头厂商选择错误，镜头状态 (LensStatus) 为未连接 (NotConnected)。
2. 如果需要手动进行焦距设置，则直接设置焦距 (FocalPower) 值；设置时间在 40ms 以内；设置命令已经保证调节到位。
3. 如果需要使用自动对焦功能，首先需要设置自动对焦参数，不进行配置可能出现自动对焦不清楚的现象，主要包括以下参数：
 - 1) 自动对焦上下限的设置，主要根据应用场景下，被拍目标物的距离和多个目标物之间的距离、镜头型号等进行调试设置；可以提高自动对焦的速度。
 - 2) 自动对焦 ROI 的设置，主要设定自动对焦的感兴趣区域，设定后，设定区域进行自动对焦处理，具体设置方法见 8.7.5.1 节。

- 3) 如果默认算法无法调节清楚的情况下，可以尝试通过将自动对焦算法（AFSearchMethod）改成遍历搜索算法(IteratorSearch)，然后进行自动对焦 Once 处理的方法，来实现清晰对焦和确定合理的焦距（FocalPower）值范围；注意这种自动对焦算法比较慢。
 - 4) 根据需要修改自动对焦算法参数，相关参数说明见 8.7.5.2 节
4. 根据需要设置自动参数后，即可使用自动对焦模式，分为 Off、Once、Continuous 三种模式。
- 1) Off 模式，是自动对焦关闭模式，只有 Off 模式下可以手动设置 FocalPower。
 - 2) Once 模式，只进行单次自动对焦的调节，调节完成后，自动对焦模式自动变成 Off；设置为 Once 模式，可循环读取自动对焦模式，推荐的查询间隔为 100ms。
 - 3) Continuous 模式，持续进行自动对焦处理的模式。

8.7.4. 注意事项

1. CBC 的电动镜头，在加载参数组后，需要重新发送初始化命令。
2. 在自动对焦过程中，如果频繁（频率大于 20Hz）读取相机参数，对自动对焦的速度可能产生影响；推荐避免出现这种情况。

8.7.5. 自动对焦功能说明

8.7.5.1. 自动对焦 ROI

自动对焦采用感兴趣区域（ROI）中的图像梯度信息，对相机的镜头进行自动调整。

ROI 通过如下方式定义：

AFROIOffsetX: X 轴方向偏移

AFROIOffsetY: Y 轴方向偏移

AFROIWidth: ROI 区域的宽

AFROIHeight: ROI 区域的高

Offset 是相对于图像左上角为原点的偏移值。其中，X 轴方向偏移和宽度的步长为 8，Y 轴方向偏移和高度的步长为 8。ROI 的设置依赖于当前图像的大小，不能超出当前图像的范围，即：假定当前图像宽为 Width，高为 Height，那么设置的 ROI 区域满足条件 1：

$$\text{AFROIWidth} + \text{AFROIOffsetX} \leq \text{Width}$$

$$\text{AFROIHeight} + \text{AFROIOffsetY} \leq \text{Height}$$

如不满足条件 1，不能设置 ROI。

ROI 的默认值是整幅图像，可根据需要设置感兴趣的区域。其中，AFROIWidth 可设置的最小值为 16，最大值为当前图像宽；AFROIHeight 可设置的最小值为 16，最大值为当前图像高，它们均需满足条件 1。

假如当前图像的宽为 1024，高为 1000，ROI 的设置为：

AFROIOffsetX = 112
 AFROIOffsetY = 56
 AFROIWidth = 640
 AFROIHeight = 480

则，ROI 与图像的相对位置关系如图 8-40 所示。

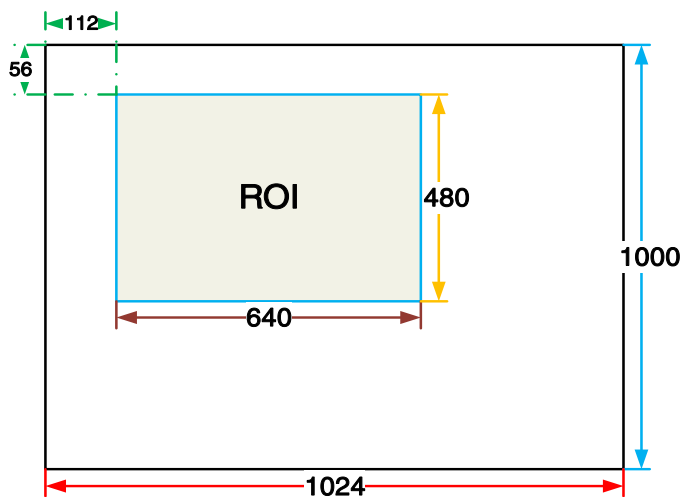


图 8-81 ROI 与当前图像位置关系示例

8.7.5.2. 自动对焦

自动对焦，即自动调整镜头聚焦到被拍摄物。自动对焦通过自动调节镜头的位置，使图像中 ROI 区域达到最清晰的效果。自动对焦的参数及说明如下：

- ZoomPosition

设置镜头的变焦位置，影响图像的清晰程度，仅 CBC 的镜头支持此功能。

- IrisPosition

设置镜头的光圈位置，影响镜头的进光量，仅 CBC 的镜头支持此功能。

- FocusAuto

设置对焦模式，分为 Off、Once、Continuous 三种模式。其中，自动对焦可采用 Once 和 Continuous 模式进行控制。当采用 Once 模式时，将图像中 ROI 区域调整至最清晰的效果，然后关闭自动对焦功能；当采用 Continuous 时，相机一直根据 ROI 的梯度信息进行调整，使其保持在最清晰的状态。

- AFFocusPrecision

设置自动对焦的精度，表征自动对焦停止的阈值。该值越小，一定程度上对焦越准确，但对焦次数也会随之增加。

- AFSensitivity

设置自动对焦重启的灵敏度，该值仅在 Continuous 模式时生效。当自动对焦调节稳定，此时若拍摄场景发生变化，当该变化达到稳定，且梯度变化量大于等于此阈值时，自动对焦重启，再次进行调节。

- AFDelayFrameCount

设置自动对焦重启的延迟帧数，该值仅在 Continuous 模式时生效。即自动对焦调节稳定后，每隔多少帧检测一次是否重启。

- AFFocusOffset

设置镜头的偏移量。在自动对焦前，用户可以设置自动对焦后镜头位置的偏移量。

- AFSearchMethod

设置自动对焦搜索算法，分为黄金分割搜索算法（GoldSearch）、爬山搜索算法（ClimbSearch）、混合搜索算法（HybridSearch）、二分搜索算法（BinarySearch）、遍历搜索算法（IteratorSearch）、黄金分割校验搜索算法（GoldCheckSearch）、黄金分割预测搜索算法（GoldForecastSearch），默认为混合搜索算法（HybridSearch）。其中，爬山搜索算法可以减少电动马达镜头的震荡，二分和遍历搜索可以提高对焦的准确性，黄金分割类搜索算法可以提高对焦的性能。

- AFGradient

设置图像像素点的梯度阈值，即高于该阈值的像素点参与梯度统计。当图像有效梯度信息淹没在噪声中，用户可以通过设置该阈值，提取有效梯度信息，从而提高自动对焦的准确性。



- 1) 当光源强度不足、对比度低或被拍摄物特征不明显时，自动对焦可能会失效或对焦不准确，因此在自动对焦之前，需要先设置光源的强度，相机的曝光、增益、白平衡、颜色校正系数等影响亮度、对比度的参数。
- 2) 自动对焦和自动曝光、自动增益、自动白平衡不可以同时使用。

8.8. 过温保护

正常相机操作要求温度始终处于“OK”状态且外壳温度保持在允许的范围内。为确保这一点，请在相机标称的“工作温度”下使用相机。

相机在高温状态下，相机可能会损坏，相机的使用寿命会缩短，并且图像质量可能会下降。所以一些对温度比较敏感的相机型号增加了温度过温保护功能。

8.8.1. 设备温度

相机的 Device Temperature 功能可让您确定相机内部不同位置的相机温度，例如传感器（Sensor）、主芯片（Mainboard）等。

要确定 Device Temperature，请执行以下操作：

- 1) 将 DeviceTemperatureSelector 参数设置为应该测量温度的所需位置，例如传感器（Sensor）。
- 2) 获取 DeviceTemperature 参数的值。

温度以摄氏度为单位给出浮点值。

8.8.2. 设备温度状态

设备温度状态包括以下四种可能出现状态：

OK：代表设备温度在正常工作温度范围内。

Critical：代表设备温度接近或达到允许的最高温度。需要给相机增加散热措施。

Error：设备温度高于允许的最高温度。立即给相机增加散热措施。在进入这个温度状态后，相机的过温保护功能会自动启动，会停止正在进行的图像采集，相机的指示灯会变成红绿闪烁的状态（绿灯 1s，红灯 0.5s）。

Invalid：代表温度传感器出现了异常，正常不会出现。

8.8.3. 过温保护机制说明

由于相机在高温状态下，相机可能会损坏，相机的使用寿命会缩短，并且图像质量可能会下降，所以对设备温度定义了三种状态，具体参考 8.8.2 节。

8.8.3.1. 温度上升过程

由于相机工作环境原因，相机温度可能会逐渐上升，随着设备温度的上升，相机状态会发生以下变化。

8.8.3.1.1. 临界温度阈值

当设备温度达到临界温度阈值时，相机即将过热。在这种情况下，相机将有以下动作：

- 1) 设备温度状态值由“OK”状态更改为“Critical”状态
- 2) 相机发送一个临界温度事件（临界温度事件描述参见 8.6.11 节）。
- 3) 相机发送一个温度状态已更改事件（温度状态已更改事件描述参见 8.6.10 节）。

不同相机临界温度阈值不同。

8.8.3.1.2. 超温阈值

当设备温度达到超温阈值时，则表明相机过热，必须立即对相机增加散热措施，否则，相机可能会发生不可挽回的损坏。

在这种情况下，设备将有以下动作：

- 1) 设备温度状态值由 Critical 状态更改为 Error 状态。
- 2) 相机发送一个超温事件（超温事件描述参见 8.6.9 节）。
- 3) 相机发送一个温度状态已更改事件（温度状态已更改事件描述参见 8.6.10 节）。
- 4) 相机的会自动停止采集图像，相机功耗会降低。
- 5) 相机的指示灯会变成红绿闪烁的状态（绿灯 1s，红灯 0.5s）。

不同相机超温阈值不同。在设备温度状态为 Error 状态情况下，进行开采操作，相机将不会有图像采集和输出。

8.8.3.2. 温度下降过程

由于对相机散热措施生效或者过温保护机制生效，相机温度可能会逐渐下降，随着设备温度的下降，相机状态会发生以下变化。

8.8.3.2.1. 超温阈值

当设备温度降低到比过温阈值低 4°C 时，相机将有以下动作：

- 1) 设备温度状态值由“Error”状态更改为“Critical”状态。
- 2) 相机发送一个温度状态已更改事件（温度状态已更改事件描述参见 8.6.10 节）。
- 3) 相机进入可以正常开采的状态，但您必须手动进行停采和再次开采或者程序中调用停采和开采的编程接口。
- 4) 相机的指示灯会变成红绿。

8.8.3.2.2. 临界温度阈值

当设备温度降到临界温度阈值时，相机将有以下动作：

- 1) 设备温度状态值由“Critical”状态更改为“OK”状态。
- 2) 相机发送一个温度状态已更改事件（温度状态已更改事件描述参见 8.6.10 节）。

9. 软件使用

9.1. IP 配置工具

GxGigEIPConfig.exe 可对网口相机进行 IP 地址及 IP 配置方式设置。

● 启动方式

打开 GalaxyView，点击菜单栏—>工具—>IP 配置工具，如图 9-1。



图 9-1

通过系统开始菜单栏—>工具—>IP 配置工具打开，如图 9-2。



图 9-2 IP 配置工具界面


如上图，左侧是设备列表，展示搜索到的所有网口。

- 1) 选中 GigE 时，右侧显示当前所有网口搜索到的网口相机。
- 2) 选中某个网口时，右侧只显示该网口下搜索到的网口相机。在网卡上右键可以调用网卡配置工具进行网卡属性修改。

1) 设备列表下面“自动刷新”按钮默认每隔 2 秒自动枚举设备，也可以点击刷新按钮



“”主动更新设备列表。

2) 工具右侧显示相机的基本信息，可以通过工具右上角的“”进行设置。

● **设备状态与操作**

设备状态包含：可用、只读、占用、不可达、未知。

支持的操作包含：自动配置 IP、手动配置 IP、解除占用、复位设备。






图标	状态	含义	支持的操作
	可用	当相机未被其他程序以“控制”或“独占”方式打开时，设备状态为“可用”，此时相机可以被手动修改 IP	1) 手动配置 IP 2) 复位设备
	只读	当相机已被其他程序以控制方式打开时，设备状态为“只读”，此相机不支持手动配置 IP 也不支持自动配置 IP	1) 解除占用 2) 复位设备
	占用	当前相机已被其他程序以独占方式打开时，设备状态为“占用”，此相机不支持手动配置 IP 也不支持自动配置 IP	1) 解除占用 2) 复位设备
	不可达	当前相机 IP 与其他相机 IP 相同时、当前相机 IP 与网卡 IP 相同、当前相机 IP 与链接网卡不在同一子网内时，设备状态为“不可达”	1) 手动配置 IP 2) 自动配置 IP
	未知	当前相机因为某些原因无法读取当前相机的访问状态	1) 手动配置 IP

表 9-1 设备状态说明

有效 IP 定义：非 LLA 地址，非 0.0.0.0。

● **自动配置 IP**

点击“自动配置 IP”按钮，可以将所有显示“不可达”的相机的 IP 都改成和 PC 网口相同网段的有效 IP。



图 9-3



如果主机网卡 IP 为无效 IP，自动配置 IP 功能会将网卡 IP 改成有效 IP。

● **手动配置 IP**

用户可以双击列表中的相机所在行，弹出“修改 IP 地址”窗口。

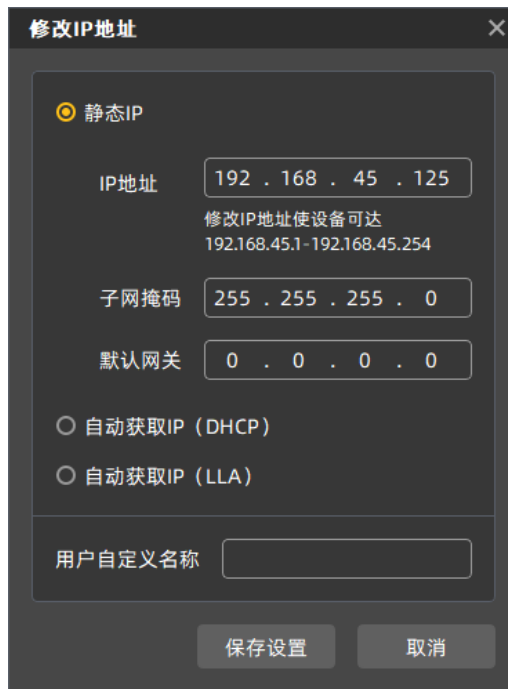


图 9-4 配置工具修改相机 IP 地址

默认选择“静态 IP”配置方式，用户进行 IP 地址、子网掩码、默认网关的设置。

i 限制将相机的 IP 设置为 D 类（224~239）、E 类（240~254）和首段为 127 及 255 的 IP，当输入限制的 IP 或 IP 格式错误时，IP 地址编辑框右侧会以红色叹号提示，且“保存设置”按钮不可用，如图 9-5 所示。



图 9-5 IP 配置工具 IP 地址格式检查

可以根据需求选择 IP 配置类型：静态 IP、DHCP、LLA。

IP 配置类型	含义
静态 IP	网口相机以静态 IP 方式启动，静态 IP 地址存储在相机内 Flash 芯片中，掉电/上电时保持静态 IP 地址不变
DHCP	网口相机以 DHCP 协议启动，此时需要网络环境中存在 DHCP 服务器，否则相机会在等待 DHCP 服务器分配 IP 超时后，转为以 LLA 地址启动，但是如果网络上突然有了 DHCP 服务器，相机会马上从 LLA 地址切换到 DHCP 分配的地址。相机出厂默认为 DHCP 配置方式
LLA	本地链路地址，是本地网络通讯使用的，不通过路由转发

可选操作：修改设备用户 ID。允许输入的用户自定义名称的最大长度为 16 个字符。

解除占用：相机用 VS 调试开发，Debug 状态下，相机的心跳时间会被底层库默认设置为 5 分钟，如果用户没有执行关闭相机而强制退出进程，会造成相机无法立即复位，只能等 5 分钟心跳超时之后才能再次打开相机，此时相机状态显示占用或者只读。用户可以双击列表中的相机所在行，立即释放控制权，就可以马上再次打开相机。

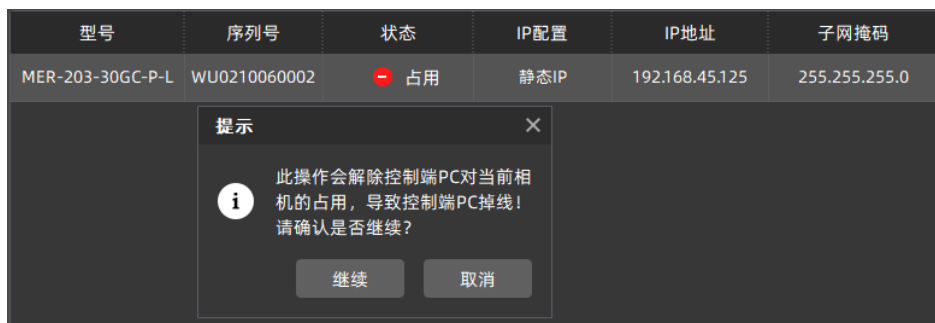


图 9-6

复位设备：当设备不方便进行掉电操作但是还需要重新加载相机程序时，可以右键列表中相机所在行，点击复位按钮。

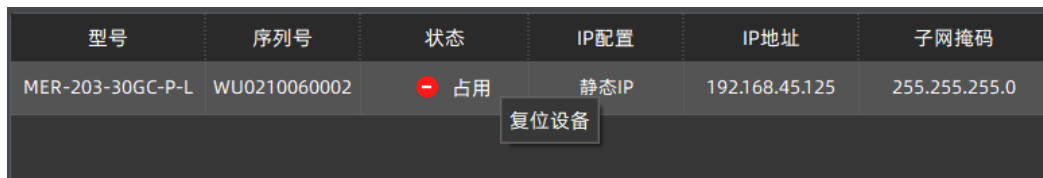


图 9-7



- 1) 慎用，如果相机正在采集中，“解除占用”或“复位设备”动作会立即造成相机掉线。
- 2) “解除占用”和“复位设备”，需要相机本身支持。

9.2. 帧率计算工具

参数输入：		
图像宽度最大值	WidthMax	1920
图像高度最大值	HeightMax	1200
图像宽度	Width	1920
图像高度	Height	1200
水平像素Binning	BinningHorizontal	1
垂直像素Binning	BinningVertical	1
水平像素抽样	DecimationHorizontal	1
垂直像素抽样	DecimationVertical	1
曝光时间	ExposureTime(us)	20000
曝光延迟	ExposureDelay(us)	0
像素格式	PixelFormat(Bits)	8
芯片	DevGCPUPacketSize	1500
包长度	DevGCPB	0
链路带宽最大值	DevGCPBMaxValue	100000
采集帧率	DevFrameRateABC	40.0
采集帧率设置使能	DevFrameRateAutoEn	0
帧率设置值	TickSpeed(Fps)	1000
帧率带宽	BandwidthReserve	10
帧率带宽最大值	BandwidthReserveMaxValue	99
计算结果：		
帧率	F	40.61

图 9-8 帧率计算工具

帧率计算工具目前是以 Excel 表格的形式提供，使用时首先在表格中选取相机型号，然后通过修改相机的参数值来查看该参数下的帧率。主要有四大类影响因素，图像读出时间（图像宽度、图像高度、像素格式）、曝光时间、采集帧率设置值、设备链路带宽限制值。

表格参数解释：

- 1) 图像宽度及图像高度为设置的 ROI 尺寸。
- 2) 水平像素 Binning、垂直像素 Binning、水平像素抽样、垂直像素抽样的含义见 8.3.9 节和 8.3.10 节，这 4 个参数会影响图像数据的传输时间。
- 3) 曝光时间为相机采集每一帧图像时的曝光时长。
- 4) 像素格式为对应相机输出图像的像素格式 8 位、10 位或者 12 位。
- 5) 带宽限制值表示相机传输图像的最大带宽。
- 6) 控制器理论带宽是推荐的相机最大的传输带宽，超过此带宽可能会出现丢帧。
- 7) 采集帧率设置值表示在启用帧率控制的情况下，帧率控制的最大值，该最大值能否达到还要看相机是否受到其他采集参数的影响。
- 8) 采集帧率设置使能表示是否启用帧率控制，On 代表使能帧率控制，Off 代表禁用帧率控制，当启用帧率控制时，相机采集图像会以不高于采集帧率设置值的帧率进行采集，当禁用帧率控制时，相机采集图像不受到帧率控制值的影响。

在使用帧率计算工具时，请将相机的上述信息分别填写到对应的表格中，当填写的数值超出范围，或者数值不符合规则时，计算工具将会报错，请根据提示修改后重新填入正确的数值。当所有参数填写无误时，表格最下一行的帧率即为相机当前采集的理论帧率，通常情况下该值与相机的实际采集帧率误差不会超过 1%。

9.3. 查找表生成插件

9.3.1. 界面

LUT 查找表生成工具，支持大恒图像全系相机使用，该插件集成到 GalaxyView.exe 中，再通过该软件打开想要操作的设备后，从菜单栏插件列表中打开查找表生成工具。使用插件可实现以下功能：

- 1) 调整图像 Gamma、亮度、对比度值；
- 2) 从设备中读取保存的 LUT 查找表；
- 3) 将调整好的 LUT 写入设备；
- 4) 从 LUT/CSV 文件中读取保存的 LUT 查找表；
- 5) 将调整好的 LUT 保存到文件。

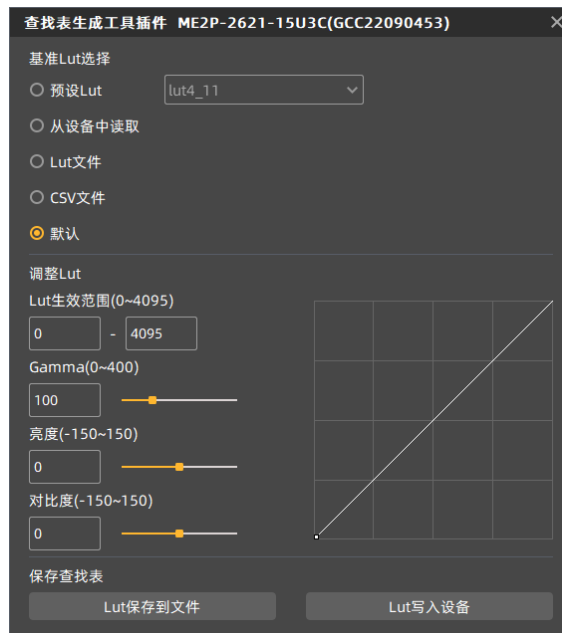


图 9-9 查找表生成工具界面

通过 GalaxyView.exe 打开设备并启动查找表生成工具后，界面初始默认值如图 9-9 所示，界面控件布局和功能说明如下：

【基准 LUT 选择】可从“预设 LUT”、“从设备中读取”、“LUT 文件”、“CSV 文件”、“默认”中选择基准 LUT。其中“预设 LUT”提供八组出厂预设 LUT 值，“从设备中读取”可以读取已经写入过的 LUT 值，“LUT 文件”和“CSV 文件”可读取已经保存过的 LUT 值，“默认”为相机出厂时的默认值。如果不做选择，该选项默认选择“默认”模式，表示 LUT 为相机出厂时的默认值。

【调整 LUT】调整 LUT 生效范围、Gamma、亮度、对比度值在基准 LUT 上叠加效果。

【保存查找表】将当前生成的查找表写入设备、保存 LUT/CSV 文件。

【折线绘图区】将当前生成的查找表以曲线形式表示。

9.3.2. 使用说明

9.3.2.1. 使用场景

当您选择好基准 LUT，并调整 LUT 参数达到满意的效果后，如果您想要保存当前设置的参数值，并且相机重新上电后可以还原参数值，那么需要点击“LUT 写入设备”按键，此时 LUT 参数会写入设备 UserSet0 中，待设备重新上电后，点击基准 LUT 中“从设备中读取”即可加载 UserSet0 参数组并还原参数值。

如果设备不支持读写 LUT 功能或者通过此终端调整好 LUT 效果后将 LUT 应用到其它终端的设备上，那么您可使用“LUT 保存到文件”功能，当调整好 LUT 后，点击“LUT 保存到文件”按键，选择保存类型为 .lut 即可，然后再次选择基准 LUT 中“LUT 文件”并选择保存的 LUT 文件即可还原参数值。将文件拷贝到其它终端并读取，依然可以还原参数值。

9.3.2.2. 基准 LUT 选择

1. 预设 LUT

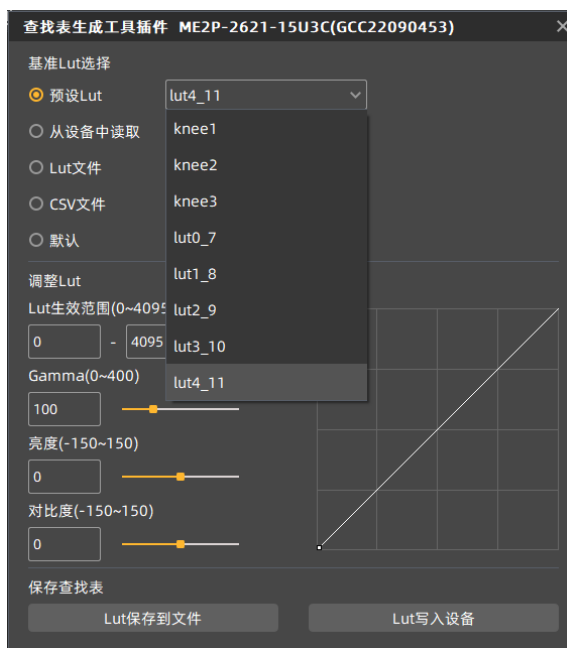


图 9-10 基准 LUT 选择预设

在“基准 LUT 选择”中选择“预设 LUT”时，右侧下拉列表框中提供八组可选的预设 LUT 值，如图 9-10 所示，这八组值由出厂预设生成，可以达到图像的最优效果。选择不同预设值时，折线和图像效果随之变化。通过修改 LUT 生效范围、Gamma、亮度、对比度值来叠加图像效果，直至您最满意的效果。

2. 从设备中读取

选择“从设备中读取”后，工具会自动加载参数组 UserSet0，然后加载设备保存的 LUT 值，若设备支持 LUTEnable，会自动将 LUTEnable 设置为 true，便可实时显示图像效果。该控件禁用时界面如图 9-11 所示。

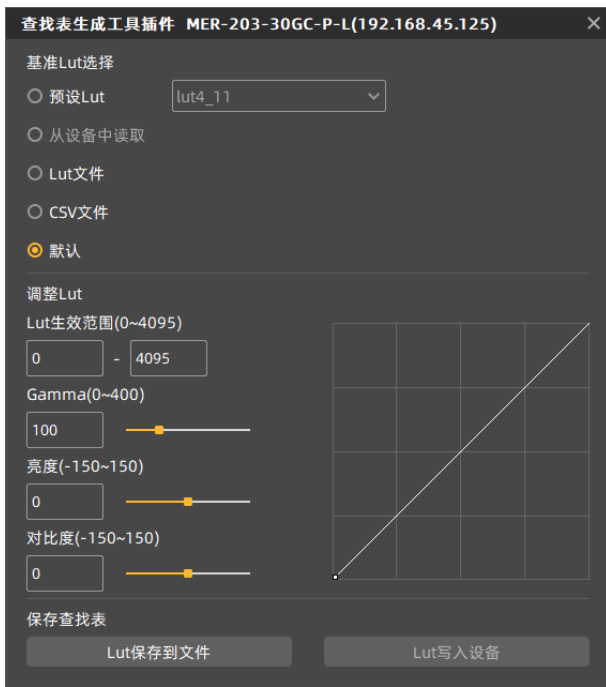


图 9-11 不支持 LUT 设备

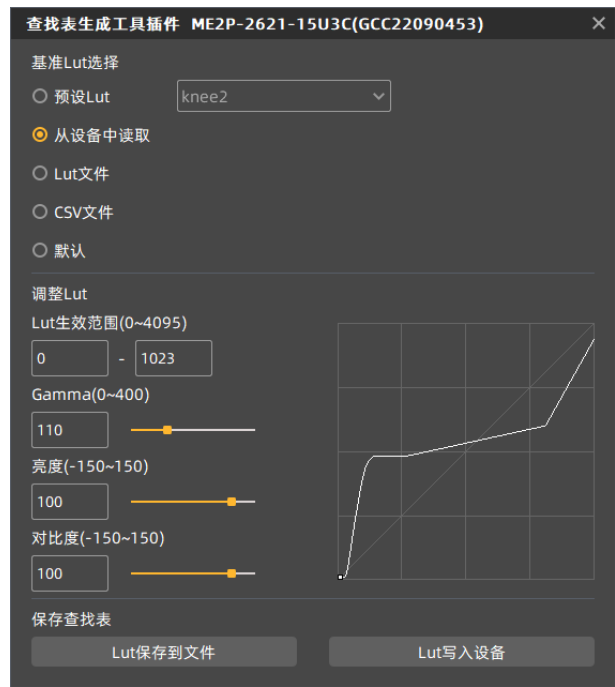


图 9-12 基准 LUT 选择从设备中读取

选择“从设备中读取”时，折线图和图像效果均更新为设备中的查找表，并且如果该设备通过“基准 LUT 选择”为“预设 LUT”或“默认”调整 LUT 并写入设备时，那么读取时，会将写入的参数更新到界面各参数值。例如：“基准预设 LUT”选择“预设 LUT”，预设值选择“knee2”、LUT 生效范围输入 0~1023、Gamma 输入 110、亮度输入 100、对比度输入 100，点击“LUT 写入设备”后从设备中读取，界面效果如图 9-12 所示。

3. LUT 文件

点击“LUT 文件”后，弹出文件选择对话框，可以选择已经存在的后缀为.lut 的文件，并更新工具界面折线图、设备采集图像效果。如果该文件是通过“基准预设 LUT”为“预设 LUT”或“默认”调整 LUT 并保存时，那么控件界面将更新存入时的参数值（更新的参数值包含 LUT 生效范围、Gamma、亮度、对比度以及预设 LUT 下拉框所选值）。

4. CSV 文件

点击“CSV 文件”后，弹出文件选择对话框，可以选择已经存在的后缀为.csv 的文件，选择成功后更新工具界面折线图、设备采集图像效果。选择 CSV 文件后，调整 LUT group 中控件全部禁用不可调节，如图 9-13 所示。

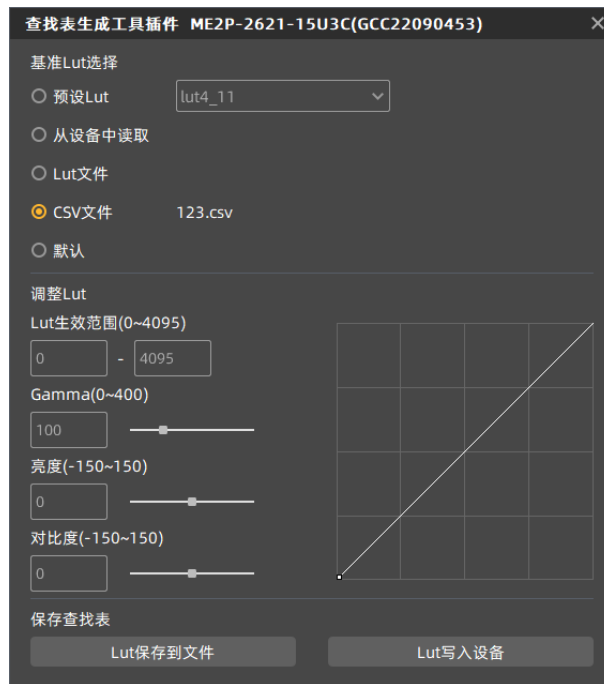


图 9-13 基准 Lut 选择 CSV 文件

CSV 文件用户可手动修改，目前 CSV 存储格式为以每四字节的十进制数保存到文件中每行的第一个单元格，并且每个单元格中数最大值为 4095，共 4096 行，其中界面折线图是根据每 16 行的第一行数来更新曲线。如果手动修改时不遵守该格式会造成读取文件失败。

5. 默认

“默认”选项为设备出厂情况下的 LUT 数据，并且为各种情况下的初始值，如果操作其他情况时出错，会自动切换为默认情况。此时折线图为对角线。

9.3.2.3. 调整 LUT

调整 LUT group 中共有五组参数，LUT 生效范围最大值（默认值 4095，范围 0~4095）、最小值（默认值 0，范围 0~4032）、Gamma（默认值 100，范围 0~400）、亮度（默认值 0，范围-150~150）、对比度（默认值 0，范围-150~150），其中 LUT 生效范围的最大值与最小值的差值需要大于等于 63。

选择好基准 LUT 后，然后通过修改上述参数值时，会实时将生成 LUT 写入设备 Flash 中，此时不点击“LUT 写入设备”，设备掉电重启后，修改的参数会丢失，通过预设的从设备中读取无法还原生成的 LUT。

如果“基准 LUT 选择”为“默认”或“预设 LUT”时，此时调整 LUT group 中各参数值生成 LUT 后，保存 LUT 文件时，会将各参数值一同保存到文件中，再次读取该文件，会还原保存文件时的现场情况；写入设备中时，设备会保存参数值，并还原参数值信息。

9.3.2.4. 保存查找表

该 group 中共两个控件，“LUT 保存到文件”和“LUT 写入设备”。

1. 选择“LUT 保存到文件”时，可以将当前的 LUT 查找表数据保存到本次文件中，保存的文件包含两种格式 .lut 和 .csv，保存文件时可切换保存类型，文件默认的保存路径为“.\resource\gxplugins\LookUpTable\Lut12”，安装包中 GalaxyView.exe 所在目录。
2. 选择“LUT 写入设备”时，会将当前的 LUT 数据写入到设备用户参数数组中（UserSet0），并同步修改启动参数数组（UserSetDefault）为 UserSet0。再次从设备中读取时会加载 UserSet0。

9.3.2.5. 读取 LUT

读取该插件保存的 LUT 文件并设置到相机内，有如下两种方式：

1. 使用插件读取。点击 LUT 文件后，弹出文件选择对话框，选择已经存在的后缀为 lut 的文件。点击 Lut 写入设备，可将 LUT 文件数据设置到相机内部。
2. 使用 API 接口读取。用户可以通过通用编程接口 GxI API 库和图像处理算法接口 DxImageProc 库中的读取 LUT 文件接口获取 LUT 文件数据，并解析成可设置到相应相机内的查找表数据。具体使用步骤如下：
 - a. 获取相机查找表长度。
 - b. 根据查找表长度申请相应大小的查找表 Buffer 资源。
 - c. 读取后缀为 .lut 的文件，获取查找表 Buffer 数据。
 - d. 将查找表 Buffer 数据设置到相机内。（确认开启查找表使能）。
 - e. 可以将当前查找表数据保存到设备用户参数数组中（UserSet0），并同步修改启动参数数组（UserSetDefault）为 UserSet0。再次从设备中读取时相机会加载 LUT 文件中数据。

API 接口支持 C/C++/C# 语言，接口介绍及示例程序 C 语言详见《C 软件开发说明书》相关章节、C++ 详见《C++ 软件开发说明书》相关章节、C# 详见《DotNET 软件开发说明书》相关章节。

9.3.3. 注意事项

9.3.3.1. 从设备中读取

从设备中读取时，会加载用户参数数组 UserSet0，会导致之前修改的设备属性信息丢失，故从设备读取前应及时保存信息。

9.3.3.2. LUT 写入设备

LUT 写入设备时，会切换参数数组为 UserSet0，并切换启动参数数组为 UserSet0，为保证设备再次上电时还会达到断电时的效果。如果断电重启后不想恢复场景和设备 Flash 中的 LUT，请慎用 LUT 写入设备功能。

9.3.3.3. 目录结构

查找表读写设备和调整 LUT 时需要依赖安装包目录下的某些文件，故不要随意改动安装包目录结构，以免出现读写失败的情况。

9.4. 平场校正插件

ShadingCorrectionTool.plx 是大恒图像数字相机的配套软件，该插件集成到 GalaxyView.exe 中，通过该软件打开想要操作的设备后，从菜单栏插件列表中打开平场校正插件。使用插件可实现以下功能：

- 1) 对当前设备执行平场校正；
- 2) 从设备中获取已生效的平场校正系数；
- 3) 将做好的平场校正系数写入设备保存，以防设备掉电丢失；
- 4) 从文件中获取保存的平场校正系数；
- 5) 将做好的平场校正系数保存到文件。

9.4.1. 界面

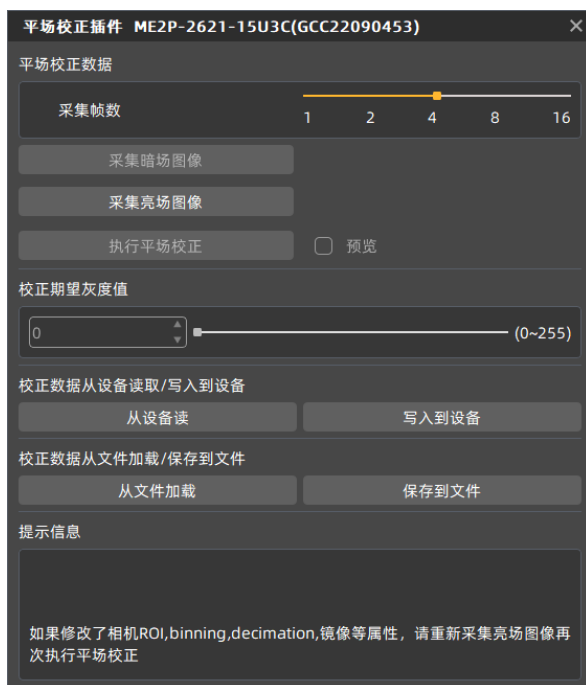


图 9-14 平场校正插件界面

通过 GalaxyView.exe 打开设备并启动平场校正插件后，界面初始状态如图 9-14 所示，界面控件布局和功能说明如下：

序号	控件	功能
1	采集帧数	采集的图像数量，为采集亮场图像服务
2	采集亮场图像	采集一定数量的亮场图像，必要操作
3	执行平场校正	计算平场校正系数，并实时生效
4	预览	查看平场校正前后效果
		平场校正预览功能的开启/关闭

5	从设备读	如果设备已做过平场校正，并已将校正系数写入到设备，下次上电时，可直接从设备读取平场校正系数，并实时生效
6	写入到设备	将已计算的平场校正系数保存到设备，以防掉电丢失
7	从文件加载	从文件中获取平场校正系数，并实时生效
8	保存到文件	将已计算的平场校正系数保存到文件中，便于后续使用该系数时，可直接从文件中获取
9	提示信息	提示用户在做平场校正过程中的执行状态和错误信息
10	默认提示信息	提示用户在修改了相机 ROI、Binning、Decimation、镜像等属性时，需要重新采集亮场图像，再次执行平场校正。该提示会始终显示在界面上

表 9-2 平场校正插件控件功能介绍

9.4.2. 使用说明

9.4.2.1. 平场校正执行步骤

- 步骤 1：设置采集帧数，该步骤不是必要操作，可直接跳到步骤 2，使用事项详见 8.4.7.1；
- 步骤 2：在采集亮场图像前，需要将镜头对准白纸或平面光源；
- 步骤 3：开始采集亮场图像，采集亮场注意事项详见 8.4.7.1；
- 步骤 4：点击执行平场校正，完成校正功能；
- 步骤 5：可通过预览功能查看平场校正前后的效果；
- 步骤 6：可选择将校正系数（包含采集帧数）写入到设备或保存到文件，便于后续使用。

9.4.2.2. 采集亮场图像

- 1) 设备处于停采状态时，当点击“采集亮场图像”按钮，GalaxyView 采集界面中会显示图像；
- 2) 设备处于开采状态时，当点击“采集亮场图像”按钮，直接完成亮场图像的采集；
- 3) 采集亮场图像的数量与采集帧数有关，比如设置的采集帧数为 4，则在点击采集亮场图像按钮时，会采集 4 张图像，用于平场校正计算；
- 4) 如果采集的亮场图像亮度小于 20 时，会在提示框中提示“亮场图像过暗，这将会影响平场校正效果”，在这种情况下，建议您调整图像亮度在 20 ~ 250 之间，而后重新采集亮场图像；
- 5) 如果采集的亮场图像亮度大于 250 时，会在提示框中提示“亮场图像过亮，这将会影响平场校正效果”，在这种情况下，建议您调整图像亮度在 20~ 250 之间，而后重新采集亮场图像。
 - 1) 设置的采集帧数越多，则采集亮场图像时间会越长。
 - 2) 彩色相机采集亮场图像时，若没有做过白平衡，则经过平场校正后的图像为做过白平衡的图像。



9.4.2.3. 执行平场校正

- 1) 完成亮场图像采集后，执行平场校正按钮才使能；
- 2) 点击执行平场校正时，计算平场校正系数，并将其设置到设备，实时生效。如果没有将系数写入到设备，则掉电丢失，需要重新做平场校正；
- 3) 完成平场校正时，预览控件生效，可通过预览功能，查看平场校正前后的效果。

9.4.2.4. 校正数据从设备读取/写入设备

- 1) 从设备读或写入到设备时，都会默认开启平场校正，因此从设备读成功后，平场校正实时生效；
- 2) 写入到设备时，会保存用户参数组，并将启动参数组设置为 UserSet0。

9.4.2.5. 校正数据从文件加载/保存到文件

- 1) 从文件加载或保存到文件时，都会默认开启平场校正，因此从文件加载成功后，平场校正实时生效；
- 2) 从文件加载或保存文件时，默认打开的文件路径为：安装路径下

*\GalaxySDK\Demo\Win64\resource\gxplugins\FlatFieldCorrection



从文件加载时，只能打开文件格式为.ffc 的文件。

9.4.3. 注意事项

9.4.3.1. 不支持平场校正功能

设备不支持平场校正功能时，平场校正插件所有控件不使能，因此不能对该设备使用平场校正。



图 9-15 设备不支持平场校正

9.5. 静态坏点校正插件

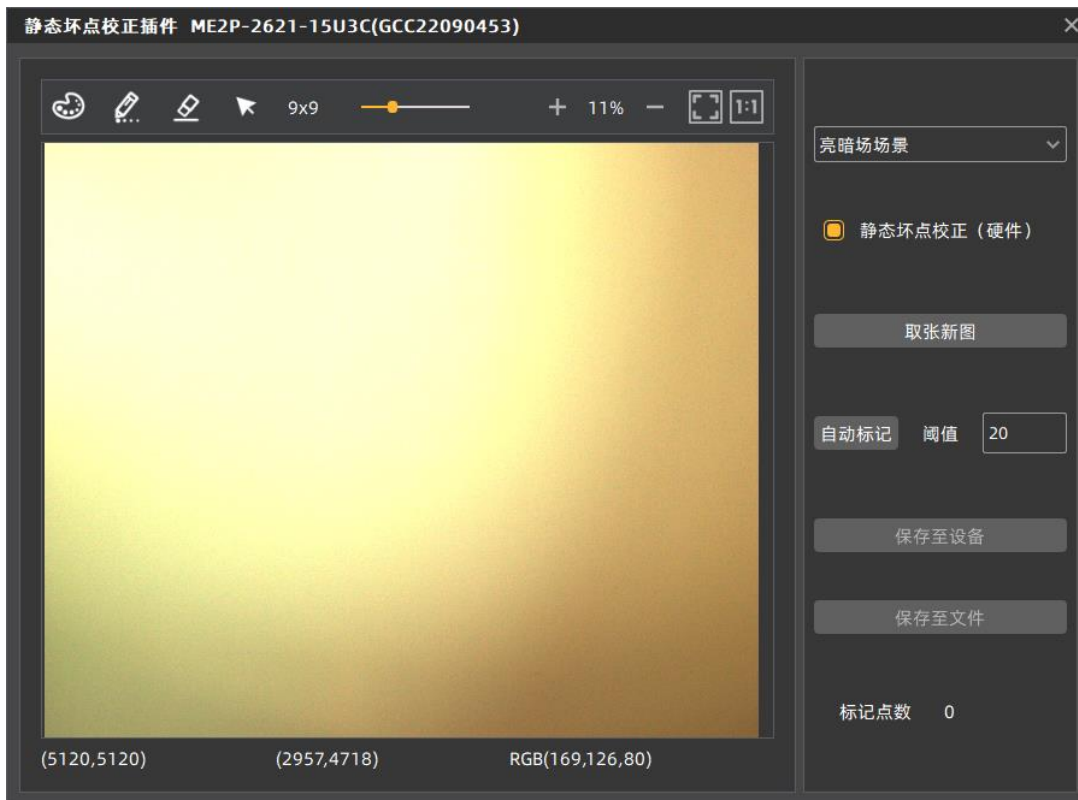


图 9-16 静态坏点校正插件界面

静态坏点校正插件支持大恒图像全系相机使用，集成于 GalaxyView.exe 中。通过 GalaxyView 打开目标操作设备，在菜单栏“插件”选项中可以使用该插件。使用该插件可实现以下功能：

- 1) 分析设备当前状态下采集图像中存在的坏点，包括亮暗场场景和实际场场景；
- 2) 对采集图像执行静态坏点校正；
- 3) 如果设备支持静态坏点校正，可以将分析的坏点信息保存至设备；
- 4) 将分析的坏点信息保存至文件。

通过 GalaxyView.exe 打开设备并启动静态坏点校正插件后，界面初始默认值如图 9-16 所示，界面控件布局和功能说明如下：

序号	控件	功能
1	取张新图	捕获一张图像用于分析缺陷点和噪点的位置
2	阈值	设置缺陷点/噪点判定的阈值
3	亮暗场场景	统计缺陷点
4	实际场场景	统计噪点
5	自动标记	统计缺陷点/噪点位置

6	静态坏点校正（硬件）	选择是否执行静态坏点校正。
7	保存到设备	将坏点数据保存到设备
8	保存到文件	将坏点数据保存到文件
9	图像显示区域	显示捕获到的图像，统计坏点后，显示图像上会标记出坏点位置
10	标记点数	显示统计的缺陷点数量
11		改变手动标记点颜色
12		图像上可以手动标记坏点
13		擦除图像上原有标点
14		恢复鼠标为箭头
15		改变标点大小
16		放大图像
17		缩小图像
18		图像自适应显示
19		图像 100%显示

表 9-3 静态坏点校正插件控件功能介绍

【图像】通过取张新图按钮可以捕获一张图像，并显示在插件中间的图像显示区域。捕获的图像用于分析缺陷点和噪点。

【坏点分析】用户通过设置阈值确定想要处理的坏点范围，根据下拉框选择不同的坏点类型。点击自动标记按钮后，插件会分析当前图像中坏点的位置，并将图像上坏点的位置标记为红色，在图像显示区域下方显示标记点数。

如果当前设备支持静态坏点校正功能，并且合并后坏点数量小于设备支持处理的数量 8192。坏点信息将写入设备的 FLASH 中。

【坏点处理】静态坏点校正可以由硬件或软件执行。如果当前设备支持静态坏点校正且合并后坏点数量小于 8192，则优先使用硬件执行静态坏点校正，否则可以选择通过软件执行。用户勾选静态坏点校正复选框后，GalaxyView 上显示的图像为执行静态坏点校正后的图像。

保存到设备：按钮实现将坏点信息写入设备 Flash 区域。

保存到文件：按钮实现将坏点信息保存至 dp 或 csv 文件。








【图像显示区域】显示捕获的图像以及坏点位置。

【图像显示区域下方】显示坏点的数量信息。

9.5.1. 执行静态坏点校正步骤

- 1) 点击“取张新图”按钮捕获一张图像。具体说明参考“捕获图像”章节；
- 2) 设置阈值确定统计坏点的范围；
- 3) 下拉框选择“亮暗场场景”或“实际场场景”统计坏点的类型；
- 4) 点击“自动标记”按钮完成坏点分析。统计的坏点会在图像上对应位置标记，并且在图像显示区域下方显示标记点数量；
- 5) 勾选“静态坏点校正”，GalaxyView 采集的图像会执行静态坏点校正；
- 6) 当设备支持静态坏点校正且坏点数量小于 8192 时，用户可以通过“保存至设备”按钮将统计的坏点信息写入设备，并且断电重启后仍然生效；
- 7) 用户可以点击“保存至文件”按钮将统计的坏点信息保存为文件。坏点数据文件使用参考“坏点校正使用”章节。

9.5.2. 捕获图像

- 1) 设备处于停采状态时，点击“取张新图”按钮，GalaxyView 采集界面中会显示图像。
- 2) 设备处于开采状态时，点击“取张新图”按钮，直接完成图像的采集。
- 3) 统计坏点时要求采集图像为灰度均匀的图像。如：检测偏暗的坏点时使用亮场图像，检测偏亮的坏点时使用暗场图像。
- 4) 阈值一定时，图像中坏点数量会受曝光时间、增益影响，曝光时间、增益的值越大，坏点数量就越多。
- 5) 设备在最大分辨率下统计的坏点适用于任何 ROI 的图像，设备在感兴趣区域内统计的坏点仅适用于感兴趣区域内的图像。
- 6) 点击“”按钮，选择手动标记点颜色。
- 7) 点击“”按钮，鼠标变化为铅笔形状，在图像上点击可以进行标记坏点。
- 8) 点击“”按钮，擦除图像上的点。
- 9) 点击“”按钮，图像放大显示。
- 10) 点击“”按钮，图像缩小显示。
- 11) 点击“”按钮，图像自适应显示。
- 12) 点击“”按钮，图像 100%显示。
- 13) 进行图像缩放操作时会显示当前图像缩放比例。
- 14) 图像显示区域下方显示当前图像宽高、鼠标位置的像素坐标、鼠标位置 RGB 值数据信息。

9.5.3. 静态坏点校正

- 1) “静态坏点校正”复选框实际显示为“静态坏点校正（软件）”和“静态坏点校正（硬件）”。
- 2) 当设备可以执行静态坏点校正时，插件优先选择硬件实现静态坏点校正，显示为“静态坏点校正（硬件）”，否则显示为“静态坏点校正（软件）”。
- 3) 设备执行静态坏点校正的条件是设备支持静态坏点校正功能和坏点数量小于 8192。
- 4) 当 GalaxyView 采集时，用户可以勾选或取消勾选“静态坏点校正”查看校正效果。



硬件实现静态坏点校正时，暂时无法去掉左右边界处的坏点，黑白相机为距离边界出的 3 个像素点，彩色相机为距离边界处的 6 个像素点范围内的坏点。

9.5.4. 坏点数据文件使用

- 1) 坏点数据文件后缀为“.dp”和“.csv”，默认保存路径为安装包目录下：
*\\Daheng Imaging\\GalaxySDK\\Demo\\Win64\\resource\\gxplugins\\DefectPixelCorrection。
- 2) 当用户需要使用 SDK 自己实现静态坏点校正功能时，可以通过读取保存的坏点数据文件，调用图像处理库的函数:DxStaticDefectPixelCorrection 实现采集图像静态坏点校正。

10. 常见问题处理

序号	常见问题	解决办法
1	相机开始采集后没有图像	<ol style="list-style-type: none"> 1) 确认相机包长设置大于 1500，若主机不是巨帧模式，修改主机为巨帧模式。 2) 加载默认参数组后，重新打开程序，再次开始采集，确认是否有图像。 3) 打开演示程序，打开属性配置页面，查看流配置信息，确认是否有接收到数据包，如果有数据包，但都为残帧，请按照 2.4 节中使用环境注意事项进行确认。
2	帧率达不到标称值	<ol style="list-style-type: none"> 1) 更换主机，选用性能更好的主机。 2) 选用推荐的 Intel 系列千兆网卡。 3) 与本公司技术支持联系，获取支持。
3	多相机同时使用时丢帧严重	<ol style="list-style-type: none"> 1) 采用调节包长或包间隔参数，此方式会严重降低帧率。 2) 采用多网卡，即相机分别连接到不同的网卡上，以分担网络占用带宽。
4	在未激活的 Win7 64 位的机器上，安装 Galaxy SDK，且安装过程中并未报错，无法打开演示程序	<ol style="list-style-type: none"> 1) 在 Win 7 下输入激活码将系统激活后，卸载安装包，重启系统后重新安装，再次打开演示程序。
5	打开设备失败，提示解析 XML 文件错误	<ol style="list-style-type: none"> 1) 对设备重新进行在线升级，待确认在线升级成功后，重新打开设备。
6	修改包间隔为较大值后，接收不到图像	<ol style="list-style-type: none"> 1) 查看演示程序的属性列表，确认流配置信息下的数据块超时时间设置，调大该属性设置直至接收到图像数据。
7	Windows XP 下枚举不到相机	<ol style="list-style-type: none"> 1) 检查网络连接，是否有连接。 2) 多次重复枚举，是否能枚举成功。 3) 修改主机 IP 地址，再次枚举是否成功。
8	设备开始采集失败，提示 Attach Buffer 失败	<ol style="list-style-type: none"> 1) 方法 1：修改流层的参数 MaxNumQueueBuffer（采集队列最大 Buffer 个数），为 9 以下。 解决方案的缺点会降低采集性能，对于采集帧率要求较低或者触发方式采集的用户可以选择，但对于采集帧率要求较高的用户不建议使用。 2) 方法 2：增加物理内存大小，并将系统换成 64 位系统，推荐使用 Win7 及以上系统，此方法能较好解决此问题。

序号	常见问题	解决办法
9	在 1G 网口下连续采集出现 BlockID 丢失（相机内丢帧）	1) 适当放大预留带宽值，比如从 5%调节到 10%
10	采集过程中突然采集停止了，图像没有输出	1) 可能的原因是相机的过温保护功能生效了，确认方法为查看设备温度状态是否 Error 或者设备温度错误计数不为 0，如果是，则可以确定是这个原因，则需要对相机增加散热措施。当设备温度变为 OK 后，则可以正常停采后，再进行开采。
11	MER3-G3M-P-SWIR 系列相机图像中出现了坏点或白点现象	1) 首先确认动态坏点校正和坏点校正是否都处于开启状态，如果未开启，则需要设置为开启。 2) 短波红外相机在曝光为 10ms 以上，设备温度偏高后，均可能出现无法通过坏点校正方式完全去除坏点的情况，解决的方法： a) 相机尽量安装到金属架子上并配装合适的镜头使用，必要情况可以安装散热翅，MER3-G3M-P-SWIR 都会标配 2 个散热器；或者增加其他主动散热措施。 b) 减小曝光时间设置，增加补光或补光强度。

11. 版本说明

序号	修订版本号	所做改动	发布日期
1	V1.0.0	1. 初始发布	2024-05-07
2	V1.0.1	1. 增加 MER3-033-262G3M-P-SWIR、MER3-138-136G3M-P-SWIR、MER3-501-59G3M/C-P、MER3-1220-24G3M/C-P、MER3-2000-15G3M/C-P 型号信息 2. 更新 MER3-506-58G3M/C-P、MER3-800-36G3M/C-P、MER3-810-36G3M-P-UV、MER3-1221-24G3M/C-P 型号信息 3. 更新图 1-1、图 5-1，新增图 5-3 4. 更新 5.2 节 光学接口、10 节 常见问题处理	2024-10-21
2	V1.0.2	1. 增加 MER3-506-58G3M/C-P-AF、MER3-800-36G3M/C-P-AF、MER3-810-36G3M-P-UV-AF、MER3-1221-24G3M/C-P-AF 型号信息 2. 增加 8.7 节镜头控制	2025-01-20
3	V1.0.3	1. 增加 MER3-321-91G3M-P-SWIR、MER3-533-55G3M-P-SWIR 型号信息 2. 增加 8.8 节过温保护 3. 更新 10 节常见问题处理	2025-06-26
4	V1.0.4	1. 增加 MER3-2000-15G3M/C-P-AF、MER3-2440-12G3M/C-P、MER3-2560-11G3M-P 型号信息 2. 增加 8.7.2 节配套定制线缆说明	2025-07-08

12. 联系方式

12.1. 销售联系方式

如果您需要订购产品或咨询产品相关信息，请联系：

电话：400-999-7595（转 01） 邮箱：sales@daheng-imaging.com

12.2. 技术支持联系方式

您在使用大恒图像产品的过程中有任何问题，请联系：

电话：400-999-7595（转 02） 邮箱：support@daheng-imaging.com

12.3. 总部及各办事处联系方式

北京总部：010-82828878

深圳办事处：0755-83479565

成都办事处：028-86925034

厦门办事处：0592-5500803

广州办事处：020-66850865

上海办事处：021-35312826

武汉办事处：027-87223690

西安办事处：029-84501012

苏州办事处：0512-69882038