

火星（MARS）系列 10GigE 数字相机 应用说明书

本手册中所提及的其它软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，火星（MARS）系列 10GigE 接口数字相机是我公司最新推出的产品，它具有高分辨率、高清晰度、高传输带宽、低噪声等特点。相机采用了 10GigE 网络接口，向下兼容 GigE 网卡，安装、使用方便。适用于工业检测、医疗、科研、教育等领域。

本手册详细介绍了 MARS 系列 10GigE 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. 10GigE 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	7
3.3.1. 系统要求.....	7
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	11
4.1. 重要参数解释	11

4.2. MARS-170-662GTM/C	11
4.3. MARS-280-409GTM/C	12
4.4. MARS-321-176GTM-TN-SWIR	14
4.5. MARS-533-134GTM-TN-SWIR	15
4.6. MARS-561-207GTM/C(-NF)	16
4.7. MARS-900-120GTM/C(-NF)	18
4.8. MARS-1261-90GTM/C(-NF)	19
4.9. MARS-1610-52GTM/C(-NF)	21
4.10. MARS-1840-63GTM/C(-NF)	22
4.11. MARS-2020-42GTM/C(-NF)	24
4.12. MARS-2440-35GTM/C(-NF)	25
4.13. MARS-2440-35GTM-NF-V	26
4.14. MARS-2621-42GTM/C(-NF)\ MARS-2622-42GTM/C(-NF)	28
4.15. MARS-2621-42GTM(-NF)-NIR \ MARS-2622-42GTM(-NF)-NIR	29
4.16. MARS-2621-42GTM/C-S \ MARS-2622-42GTM/C-S	31
4.17. MARS-2621-42GTM-NIR-S \ MARS-2622-42GTM-NIR-	32
4.18. MARS-5000-24GTM/C(-NF/TF)	33
4.19. MARS-6100-18GTM/C-TF	36
4.20. MARS-6500/6501-18GTC(-NF/TF)	38
4.21. MARS-15100-6GTM/C-TF	40
5. 机械尺寸	42
5.1. 相机尺寸	42
5.2. 光学接口	51
5.3. 固定块尺寸	52
6. 滤光片及镜头	55
6.1. 滤光片规格参数及响应图	55
7. 电气接口	56
7.1. LED 灯状态	56
7.2. 网口	56
7.3. I/O 接口	56
7.3.1. I/O 接口定义	56
7.3.2. I/O 电气特性	57
7.3.2.1. Line0 (光耦隔离输入) 电路	57

7.3.2.2. Line1（光耦隔离输出）电路	59
7.3.2.3. GPIO2（双向）电路	61
8. 功能定义	64
8.1. I/O 控制	64
8.1.1. 配置输入引脚	64
8.1.2. 配置输出引脚	65
8.1.3. 读取引脚状态	68
8.2. 图像采集控制	69
8.2.1. 开始采集/停止采集	69
8.2.1.1. 开始采集	69
8.2.1.2. 停止采集	70
8.2.2. 采集模式	70
8.2.3. 触发类型选择	71
8.2.4. 触发模式切换	72
8.2.5. 连续采集及其配置	74
8.2.6. 软触发采集及其配置	74
8.2.7. 外触发采集及其配置	74
8.2.8. 多源触发采集及其配置	75
8.2.9. 触发缓存设置	76
8.2.10. 交叠曝光和非交叠曝光	77
8.2.11. 设置曝光	78
8.2.11.1. 设置曝光模式	78
8.2.11.2. 设置 Sensor 曝光模式	80
8.2.11.3. 设置曝光时间模式	81
8.2.11.4. 设置曝光时间值	82
8.2.12. 曝光延迟	82
8.3. 基本属性设置	86
8.3.1. 增益	86
8.3.2. Sensor 位深	87

8.3.3. PGA 增益	87
8.3.4. 像素格式	88
8.3.5. ROI	91
8.3.6. 自动曝光和自动增益	92
8.3.6.1. 自动曝光自动增益 ROI 设置	92
8.3.6.2. 自动增益	92
8.3.6.3. 自动曝光	93
8.3.7. 测试图	93
8.3.8. 参数组	94
8.3.9. 用户自定义名称	96
8.3.10. 时间戳	97
8.3.11. Binning	97
8.3.12. 像素抽样	99
8.3.13. 镜像翻转	101
8.3.14. 数字移位	103
8.3.15. 采集状态	104
8.3.16. 黑电平	104
8.3.17. 取消参数范围限制	104
8.3.18. 用户数据区	107
8.3.19. 定时器	108
8.3.20. 计数器	109
8.4. 图像处理	110
8.4.1. 热像素校正	110
8.4.2. 静态坏点校正	110
8.4.3. 环境光源预设	111
8.4.4. 自动白平衡	112
8.4.4.1. 自动白平衡 ROI	112
8.4.4.2. 自动白平衡调节	113
8.4.5. 颜色转换	113
8.4.6. 饱和度	115
8.4.7. Gamma	115

8.4.8. 锐化.....	116
8.4.9. 平场校正.....	117
8.4.9.1. 情景说明.....	117
8.4.9.2. 平场校正插件.....	118
8.4.9.3. 平场校正功能属性表.....	119
8.4.9.4. API 接口.....	120
8.4.9.5. 注意事项.....	121
8.4.10. 查找表.....	122
8.4.11. 降噪.....	122
8.5. 图像传输.....	123
8.5.1. 最大帧率.....	123
8.5.2. 包长.....	135
8.5.3. 包间隔.....	135
8.5.4. 预留带宽.....	136
8.6. 事件.....	136
8.6.1. 曝光结束事件.....	137
8.6.2. 图像帧数据丢弃事件.....	137
8.6.3. 事件队列溢出事件.....	138
8.6.4. 触发信号溢出事件.....	138
8.6.5. 图像帧存数据不为空事件.....	138
8.6.6. 帧高速连拍开始触发信号溢出事件.....	138
8.6.7. 帧开始触发信号等待事件.....	138
8.6.8. 帧高速连拍开始触发信号等待事件.....	138
8.7. 序列.....	139
8.7.1. 相关参数.....	139
8.7.2. 使用示例.....	140
8.7.3. 序列支持.....	140
8.8. 风扇控制.....	141
8.9. PIV 模式.....	141
8.9.1. PIV 功能描述.....	141

8.9.2. PIV 设置界面	142
8.9.3. PIV 操作流程	142
8.9.4. PIV 使用注意事项	143
8.9.4.1. 控制相机温度	143
8.9.4.2. 控制粒子亮度	143
9. 软件工具	144
9.1. IP 配置工具	144
9.2. 帧率计算工具	148
10. 常见问题处理	150
11. 版本说明	152
12. 联系方式	155
12.1. 销售联系方式	155
12.2. 技术支持联系方式	155
12.3. 总部及各办事处联系方式	155

1. 概述

1.1. 系列概述

火星 (MARS) 家族的 MARS-GT 系列数字相机是由大恒图像自主研发的全新产品, 性能出色、功能强大、价格实惠、安装、使用方便。MARS-GT 系列相机提供多种分辨率、帧率的相机型号, 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。

MARS-GT 系列数字相机通过网络接口进行图像数据的传输, 最高可达 10Gbit/s 的传输速率, 显著提升了传统网络相机的传输带宽, 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、科研以及教育等领域。

1.2. 型号名称说明

火星系列 10GigE 接口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. 10GigE 介绍

10GigE 在一些领域又称为 10GBASE-T, 10GBASE-T 是一种使用铜缆双绞线连接 (超六类或以上) 的以太网规范, 数据层有效带宽为 10Gbit/s。与 10GBASE-T 对应的 IEEE 标准是 802.3an-2006。

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。MARS-GT 相机的传输部分基于 10BASE-T 技术, 最高传输速率达到 10Gbit/s, 并支持速率切换为 1Gbit/s, 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。

由于传输速度大大提升，与千兆网相机相比，10GigE 相机的功耗明显增大，MARS-GT 相机采用了独特的散热技术(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。

当前 PC 一般都不支持 10GigE 传输接口，因此用户需要单独购买 10GigE 的网卡，推荐使用 IOI 厂商的网卡，双口网卡型号为 DGEAP2X-PCIE8XG302，单口网卡型号为 GE10-PCIE4XG301。网卡驱动应为 3.1.7 及以上版本，网卡驱动可以从 [IOI 官网](#) 进行下载。网卡一般要求 PC 的 PCIe 插槽为×4 Gen3，双口网卡要求 PCIe 插槽为×8。

1.4. 遵循的标准

相机遵循 GigE Vision1.2 标准，GEN<i>CAM3.0 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，禁止直接触碰相机外壳，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-6a 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 i7 9 代，主频 2.9GHz 或以上，16GB 以上内存，操作系统 Windows10 64 位及以上。
- 4) 网络环境要求：符合 IEEE802.3an 标准的 10GigE 网卡或更高性能的能适应 10G 速率的 GigE 网卡，CAT-6a 及以上网线，网线长度小于 50 米，推荐长度小于 30 米。
- 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

相机安装要求如下：

型号	螺钉与相机旋合长度	螺钉装配扭矩
MARS-321-176GTM-TN-SWIR MARS-533-134GTM-TN-SWIR	前壳正面安装孔： 5mm ~ 5.8mm 相机侧面安装孔： 3mm ~ 3.8mm	≤1.5 N·m
MARS-561-207GTM/C(-NF) MARS-900-120GTM/C(-NF) MARS-1261-90GTM/C(-NF) MARS-1610-52GTM/C(-NF) MARS-1840-630GTM/C(-NF) MARS-2020-42GTM/C(-NF)	3.2mm ~ 3.8mm	≤1.5 N·m

MARS-2440-35GTM/C(-NF) MARS-2440-35GTM-NF-V MARS-2621/2622-42GTM/C(-NF) MARS-2621/2622-42GTM(-NF)-NIR		
MARS-2621/2622-42GTM/C-S MARS-2621/2622-42GTM-NIR-S	4mm ~ 5mm	≤1.5 N·m
MARS-170-662GTM/C MARS-280-409GTM/C MARS-5000-24GTM/C(-NF) MARS-6500/6501-18GTM/C(-NF)	3.2mm ~3.8mm	≤5 N·m
MARS-5000-24GTM/C-TF MARS-6500/6501-18GTM/C-TF	4.5mm~5mm	前壳正面安装孔采用 M4 螺钉：≤5 N·m
		前壳侧面安装孔采用 M5 螺钉：≤6 N·m
MARS-6100-18GTM/C-TF	4.5mm~5mm	前壳正面安装孔采用 M4 螺钉：≤5 N·m
		侧面安装孔采用 M5 螺钉：≤6 N·m
MARS-15100-6GTM/C-TF	4.5mm~5mm	≤6 N·m



如果螺钉装配扭矩过大，可能会造成相机螺纹滑丝。

2.6. 认证声明

1. CE、RoHS 认证：

本公司声明大恒图像火星系列 10GigE 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：

此设备遵从 FCC 规则第 15 部分且操作符合以下条件：

- 设备不产生有害干扰
- 设备须能接受环境干扰，包括一些可能会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 Galaxy SDK 软件包，用于控制火星系列相机来提供稳定、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)，提供了火星系列相机的驱动程序，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，该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

Galaxy SDK 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 GxIAPI 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 Gen<i>Cam 标准中通用传输层 (General Transport Layer) 的标准输出接口，我们遵循 Gen<i>Cam 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 Gen<i>Cam 标准的第三方软件来控制相机，比如：HALCON。

3) GigE Vision 接口

火星系列相机遵循 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

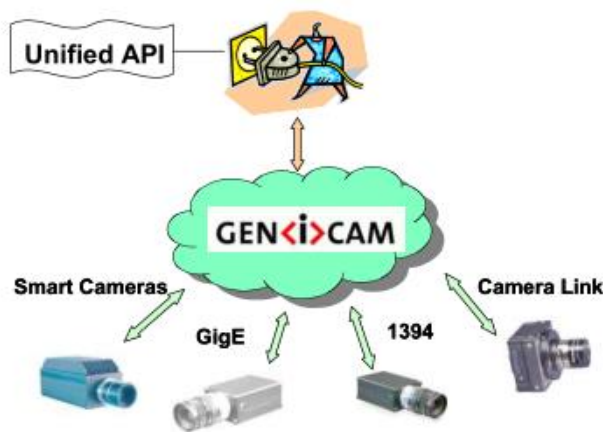


图 3-1 GEN<i>CAM 标准示意图

3.2. 相机供电

MARS-GT 相机采用外部直流电源供电方式。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。TF 型号只能使用+24VDC (±10%) 直流电源。



- 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，有可能导致相机损坏或工作不正常。I/O 接口定义具体参见 7.3 I/O 接口。

3.3. 相机驱动安装

3.3.1. 系统要求

MARS GalaxySDK 适用于 MARS 系列所有相机，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	Windows 10 (32 位, 64 位)
	Windows 11 (64 位)



MARS-GT 系列相机推荐使用 Windows 10 64 位系统，其他系统下应用请联系技术支持

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，如无法获取请联系销售或技术支持；
- 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，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。

- 1) 将 10GigE 相机连接到当前主机的网口下；
- 2) 打开安装包释放到桌面的 GigE IP Configurator 程序；
- 3) 点击程序右侧的“自动配置 IP”按钮，即可实现对 IP 的自动配置。

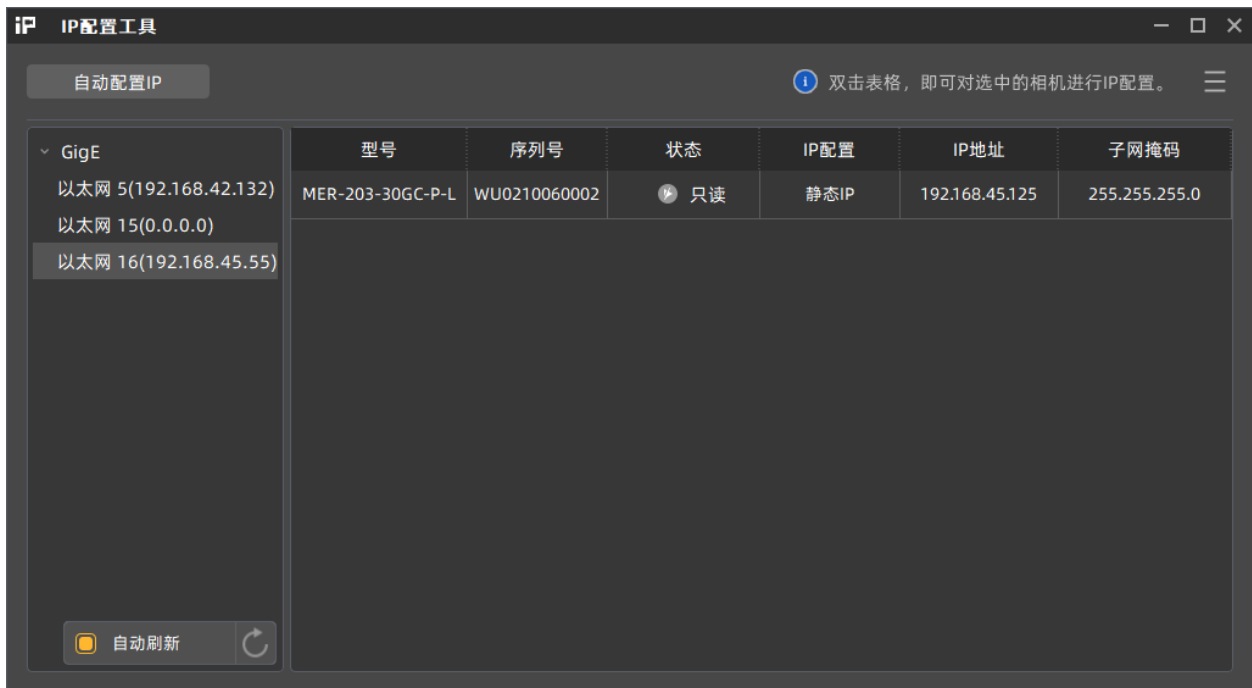


图 3-2 相机的 IP 配置工具

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 GalaxySDK 安装包释放到桌面上的 Daheng Galaxy Viewer 程序，即刻开始 GalaxyView 的图像采集体验。具体操作步骤如下：

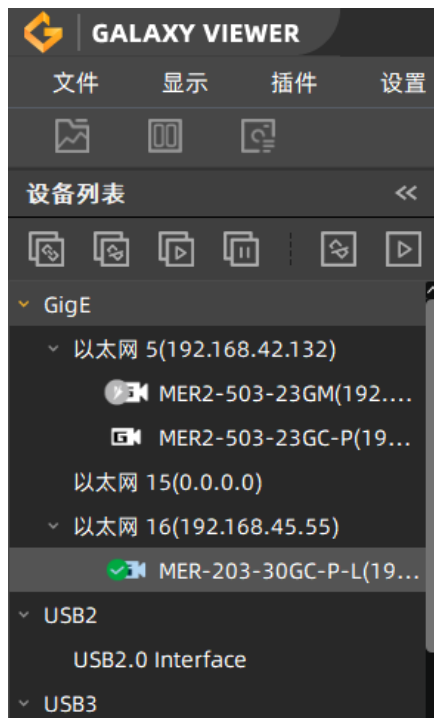




图 3-3 GalaxyView

- 1) 点击 GalaxyView 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) 网卡配置接收描述符 (Number of RX Descriptors) 至少是 2000 (部分网卡没有这项设置) ;
- 8) 网卡链接到离 CPU 最近的 PCIe 插槽;
- 9) 网卡驱动更新为最新, 应为 3.1.7 及以上版本。
- 10) 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

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. MARS-170-662GTM/C

规格	MARS-170-662GTC	MARS-170-662GTM
分辨率	1600 × 1104	
传感器	Sony IMX425 Global shutter CMOS	
靶面尺寸	1.1 inch	
像元尺寸	9.0 μ m × 9.0 μ m	
帧率	662fps @ 1600 × 1104	
模数转换精度	12bit	
像素深度	8bit, 10bit, 12bit	
黑白/彩色	彩色	黑白
像素格式	Bayer RG8 / Bayer RG10 / Bayer RG12 / Bayer RG12Packed / RGB8 / Mono8	Mono8 / Mono10 / Mono12 / Mono12Packed
信噪比	50dB	51dB
曝光时间	极小：1 μ s ~ 5 μ s，实际步长：0.1 μ s；标准：9 μ s ~ 1s，实际步长：1 行周期	
增益	模拟增益：0dB ~ 48dB；默认值 0dB，步长 0.1dB 数字增益：0dB ~ 24dB；默认值 0dB，步长 0.1dB	
Binning	FPGA：1×1，1×2，2×1，2×2	
像素抽样	不支持	
同步方式	外触发、软触发	
I/O 接口	1 路光耦隔离输入接口，1 路光耦隔离输出接口，1 路双向 GPIO 接口	
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	12VDC-10% ~ 24VDC+10%电源	
额定功率	< 12.8W @ 12VDC	

镜头接口	C
数据接口	千兆以太网(1000Mbit/s)或者 10G 以太网(10000Mbit/s)
机械尺寸	74mm × 74mm × 52.6mm (不含 C 接口长度)
重量	470g
操作系统	Win10/Win11 32bit 和 64bit 操作系统, 推荐 64bit 系统
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 4-1 MARS-170-662GTM/C 相机性能规格

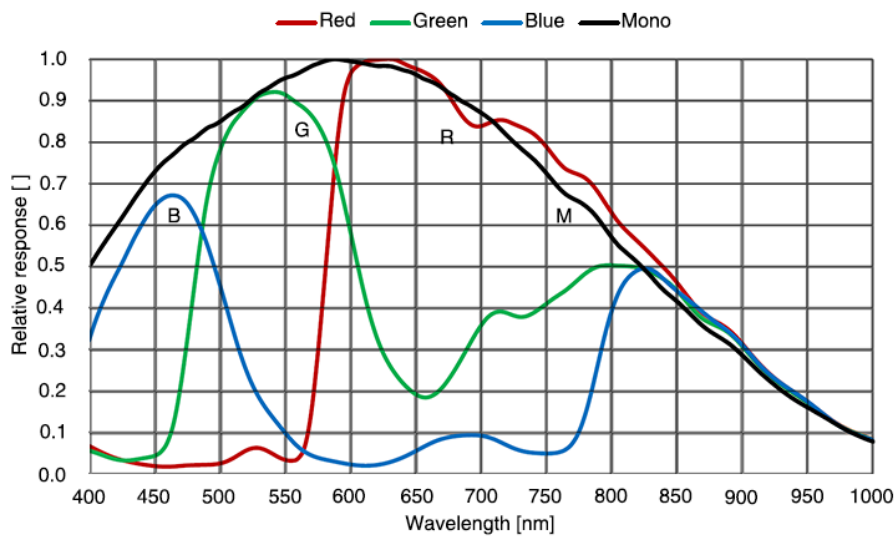


图 4-1 MARS-170-662GTM/C SENSOR 响应曲线

4.3. MARS-280-409GTM/C

规格	MARS-280-409GTC	MARS-280-409GTM
分辨率	1936 × 1464	
传感器	Sony IMX421 Global shutter CMOS	
靶面尺寸	2/3 inch	
像元尺寸	4.5μm × 4.5μm	
帧率	409fps @ 1936 × 1464	
模数转换精度	12bit	
像素深度	8bit, 10bit, 12bit	
黑白/彩色	彩色	黑白
像素格式	Bayer RG8 / Bayer RG10 / Bayer RG12 / Bayer RG12Packed / RGB8 / Mono8	Mono8 / Mono10 / Mono12 / Mono12Packed
信噪比	45dB	45dB

曝光时间	极小: 1μs ~ 5μs, 实际步长: 0.1μs; 标准: 9μs ~ 1s, 实际步长: 1 行周期	
增益	模拟增益: 0dB ~ 48dB; 默认值 0dB, 步长 0.1dB 数字增益: 0dB ~ 24dB; 默认值 0dB, 步长 0.1dB	
Binning	FPGA: 1×1, 1×2, 2×1, 2×2	Sensor: 1×1, 2×2
像素抽样	不支持	
同步方式	外触发、软触发	
I/O 接口	1 路光耦隔离输入接口, 1 路光耦隔离输出接口, 1 路双向 GPIO 接口	
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	12VDC-10% ~ 24VDC+10%电源	
额定功率	< 12.8W @ 12VDC	
镜头接口	C	
数据接口	千兆以太网(1000Mbit/s)或者 10G 以太网(10000Mbit/s)	
机械尺寸	74mm × 74mm × 52.6mm (不含 C 接口长度)	
重量	468g	
操作系统	Win10/Win11 32bit 和 64bit 操作系统, 推荐 64bit 系统	
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 4-2 MARS-280-409GTM/C 相机性能规格

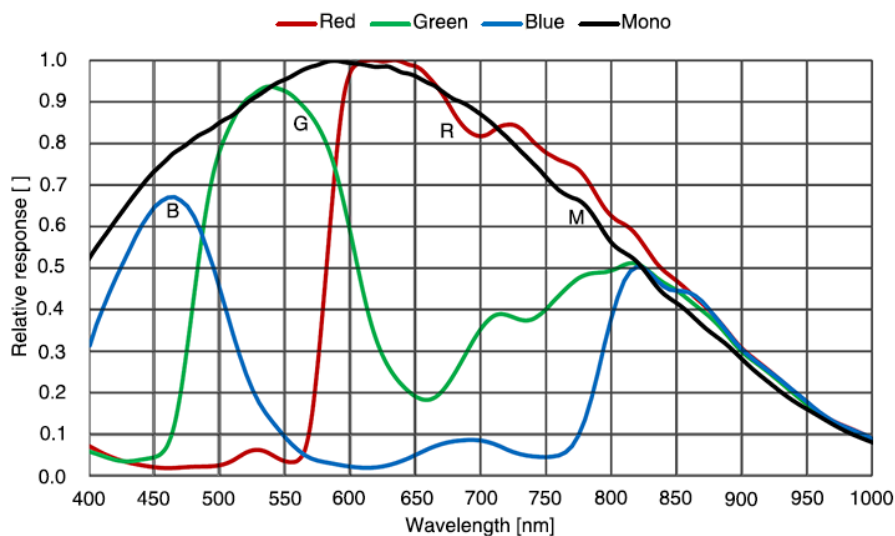


图 4-2 MARS-280-409GTM/C SENSOR 响应曲线

4.4. MARS-321-176GTM-TN-SWIR

规格	MARS-321-176GTM-TN-SWIR
分辨率	2080 × 1544
传感器	Sony IMX993 global shutter CMOS
靶面尺寸	Diagonal 8.9mm
像元尺寸	3.45 μ m × 3.45 μ m
帧率	176fps
模数转换精度	10bit、12bit
像素深度	8bit、10bit、12bit
像素格式	Mono8 / Mono10 / Mono10 Packed / Mono12 / Mono12 Packed
信噪比	46.30dB
曝光时间	极小：8 μ s ~ 100 μ s，实际步长：1 μ s；标准：21 μ s ~ 1s，实际步长：2 行周期
增益	数字增益：0dB ~ 24dB；默认值 0dB，步长 0.1dB 模拟增益：0dB ~ 24dB；默认值 0dB，步长 0.1dB
Binning	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 个光耦隔离输入接口，1 个光耦隔离输出接口，1 个双向 GPIO 接口
工作温度	0°C ~ +45°C
储存温度	-20°C ~ +70°C
工作湿度	10% ~ 80%
供电要求	24VDC \pm 10%电源
额定功率	10.5W@24VDC (环境温度 30°C，TEC 制冷目标温度 15°C)
镜头接口	C
数据接口	千兆以太网(1000Mbit/s)或者 10G 以太网(10000Mbit/s)
机械尺寸	62mm × 62mm × 80.5mm (不含 C 接口长度)
重量	495g

操作系统	Win10/Win11 32bit 和 64bit 操作系统，推荐 64bit 系统
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 4-3 MARS-321-176GTM-TN-SWIR 相机性能规格

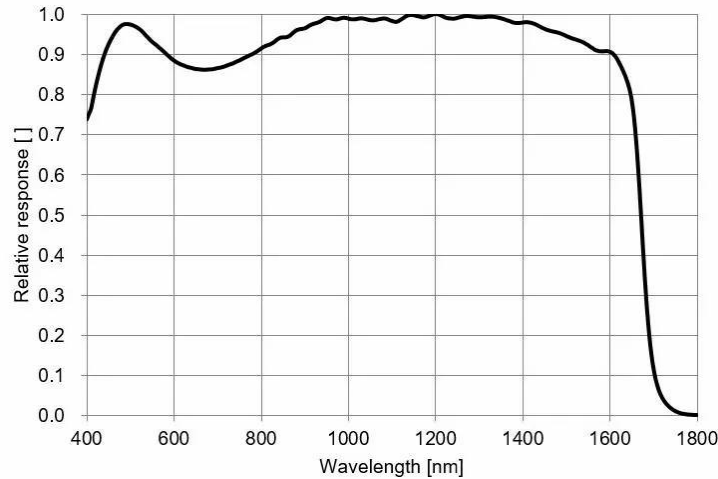


图 4-3 MARS-321-176GTM-TN-SWIR SENSOR 响应曲线

4.5. MARS-533-134GTM-TN-SWIR

规格	MARS-533-134GTM-TN-SWIR
分辨率	2592 × 2056
传感器	Sony IMX992 global shutter CMOS
靶面尺寸	Diagonal 11.4mm
像元尺寸	3.45μm × 3.45μm
帧率	134fps
模数转换精度	10bit、12bit
像素深度	8bit、10bit、12bit
像素格式	Mono8 / Mono10 / Mono10 Packed / Mono12 / Mono12 Packed
信噪比	46.41dB
曝光时间	极小：8μs ~ 100μs，实际步长：1μs；标准：21μs ~ 1s，实际步长：2 行周期
增益	数字增益：0dB ~ 24dB；默认值 0dB，步长 0.1dB 模拟增益：0dB ~ 24dB；默认值 0dB，步长 0.1dB
Binning	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 路光耦隔离输入接口, 1 路光耦隔离输出接口, 1 路双向 GPIO 接口
工作温度	0°C ~ +45°C
储存温度	-20°C ~ +70°C
工作湿度	10% ~ 80%
供电要求	24VDC±10%电源
额定功率	10.5W@24VDC (环境温度 30°C, TEC 制冷目标温度 15°C)
镜头接口	C
数据接口	千兆以太网(1000Mbit/s)或者 10G 以太网(10000Mbit/s)
机械尺寸	62mm × 62mm × 80.5mm (不含 C 接口长度)
重量	495g
操作系统	Win10/Win11 32bit 和 64bit 操作系统, 推荐 64bit 系统
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 MARS-533-134GTM-TN-SWIR 相机性能规格

光谱曲线图参见 4.4 节。

4.6. MARS-561-207GTM/C(-NF)

规格	MARS-561-207GTC MARS-561-207GTC-NF	MARS-561-207GTM MARS-561-207GTC-NF
分辨率	2592 × 2160	
传感器	Gpixel GMAX2505, Global shutter CMOS	
靶面尺寸	1/2 inch	
像元尺寸	2.5μm × 2.5μm	
帧率	207.77fps	
模数转换精度	10bit	
像素深度	8bit、10bit	
黑白/彩色	彩色	黑白
像素格式	Bayer GB8 / Bayer GB10	Mono8 / Mono10
信噪比	36.77dB	36.77dB
曝光时间	4μs ~ 1s, 实际步长: 1 行周期	
增益	0dB ~ 16dB; 默认值 0dB, 步长 0.1dB	
Binning	1×1, 2×1 (无垂直 Binning)	
像素抽样	水平 FPGA, 垂直 Sensor: 1×1, 1×2, 2×1, 2×2	
同步方式	外触发、软触发	

I/O 接口	1 路光耦隔离输入接口, 1 路光耦隔离输出接口, 1 路双向 GPIO 接口
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	12VDC-10% ~ 24VDC+10%电源
额定功率	< 12.7W @ 24VDC (无风扇) < 13.63W @ 24VDC (带风扇)
镜头接口	C
数据接口	千兆以太网(1000Mbit/s)或者 10G 以太网(10000Mbit/s)
机械尺寸	60mm × 60mm × 54mm (不含 C 接口长度)
重量	340g (无风扇), 360g (带风扇)
操作系统	Win10/Win11 32bit 和 64bit 操作系统, 推荐 64bit 系统
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 4-5 MARS-561-207GTM/C(-NF)相机性能规格

1) 黑白相机

一个坏点组内可以包含连续 2~4 个坏点, 但不可以包含水平上 4 个连续坏点的情况, 如下图的 NOK 所示:

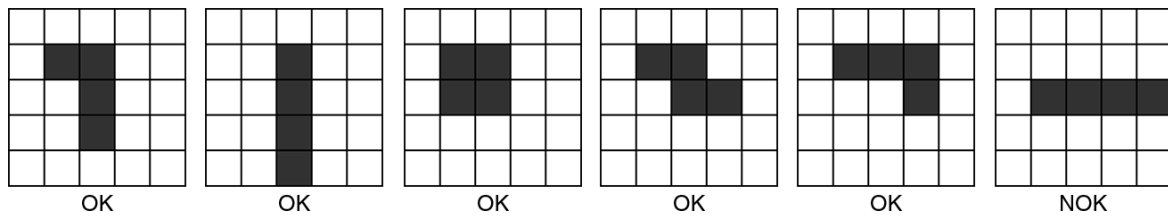


图 4-4 MARS-561-207GTM(-NF)连续坏点分布情况示意图

2) 彩色相机

情况 1: 一个坏点组内可以包含连续 4 个相同颜色分量坏点, 但不可以包含水平方向上 4 个连续相同颜色坏点的情况, 如下图的 NOK 所示:

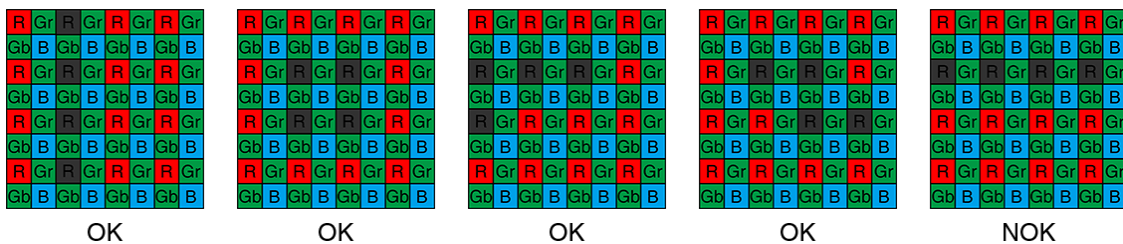


图 4-5 MARS-561-207GTC(-NF)连续坏点为相同颜色分量分布情况示意图

情况 2: 一个任意给定的 5×5 像素矩阵中, 一个坏点组内可以包含连续 8 个不同颜色分量坏点, 如下图所示:

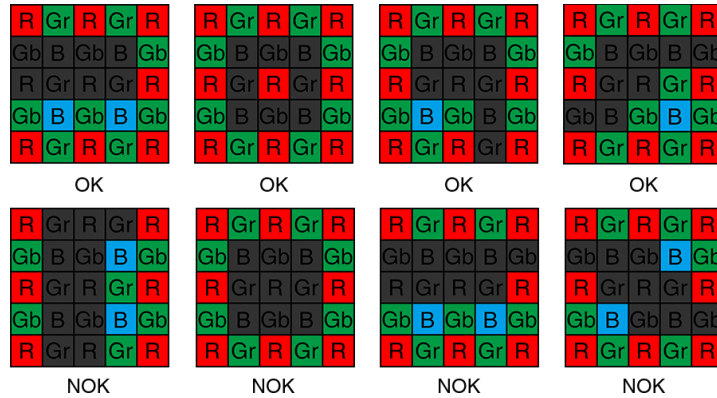


图 4-6 MARS-561-207GTC(-NF) 连续坏点为不同颜色分量分布情况示意图

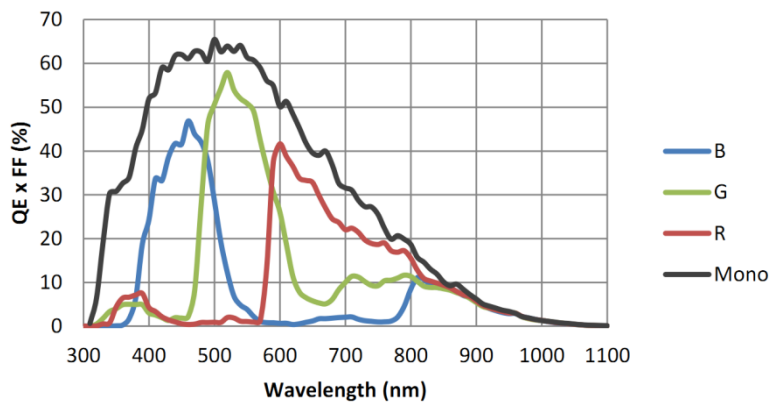


图 4-7 MARS-561-207GTM/C(-NF) SENSOR 响应曲线

4.7. MARS-900-120GTM/C(-NF)

规格	MARS-900-120GTC MARS-900-120GTC-NF	MARS-900-120GTM MARS-900-120GTM-NF
分辨率	4192 × 2160	
传感器	Gpixel GMAX2509, Global shutter CMOS	
靶面尺寸	2/3 inch	
像元尺寸	2.5μm × 2.5μm	
帧率	120.36fps	
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 GB8 / Bayer GB12	Mono8 / Mono12
信噪比	36.46dB	36.44dB
曝光时间	4μs ~ 1s; 实际步长: 1 行周期	

增益	0dB ~ 16dB; 默认值 0dB, 步长 0.1dB
Binning	1×1, 2×1 (无垂直 Binning)
像素抽样	水平 FPGA, 垂直 Sensor: 1×1, 1×2, 2×1, 2×2
同步方式	外触发、软触发
I/O 接口	1 路光耦隔离输入接口, 1 路光耦隔离输出接口, 1 路双向 GPIO 接口
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	12VDC-10% ~ 24VDC+10%电源
额定功率	< 12.7W @ 24VDC (无风扇) < 13.63W @ 24VDC (带风扇)
镜头接口	C
数据接口	千兆以太网(1000Mbit/s)或者 10G 以太网(10000Mbit/s)
机械尺寸	60mm × 60mm × 54mm (不含 C 接口长度)
重量	340g (无风扇), 360g (带风扇)
操作系统	Win10/Win11 32bit 和 64bit 操作系统, 推荐 64bit 系统
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 4-6 MARS-900-120GTM/C(-NF)相机性能规格

相机连续坏点分布情况参见 4.6 节。

光谱曲线图参见 4.6 节。

4.8. MARS-1261-90GTM/C(-NF)

规格	MARS-1261-90GTC MARS-1261-90GTC-NF	MARS-1261-90GTM MARS-1261-90GTM-NF
分辨率	4096 × 3072	
传感器	ON XGS12000 global shutter CMOS	
靶面尺寸	1 inch	
像元尺寸	3.2μm × 3.2μm	
帧率	89.9fps	
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	39.95dB	39.93dB
曝光时间	极小: 15μs ~ 36μs, 实际步长: 1μs; 标准: 37μs ~ 1s; 实际步长: 1 行周期	
增益	0dB ~ 24dB; 默认值 0dB, 步长 0.1dB	
Binning	1×1, 2×1 (无垂直 Binning)	
像素抽样	水平、垂直 Sensor: 1×1, 1×2, 2×1, 2×2	
同步方式	外触发、软触发	
I/O 接口	1 个光耦隔离输入接口, 1 个光耦隔离输出接口, 1 个双向 GPIO 接口	
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	12VDC-10% ~ 24VDC+10%电源	
额定功率	< 12.8W @ 12VDC (无风扇) < 13.73W @ 12VDC (带风扇)	
镜头接口	C	
数据接口	千兆以太网(1000Mbit/s)或者 10G 以太网(10000Mbit/s)	
机械尺寸	60mm × 60mm × 54mm (不含 C 接口长度)	
重量	341g (无风扇) , 361g (带风扇)	
操作系统	Win10/Win11 32bit 和 64bit 操作系统, 推荐 64bit 系统	
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 MARS-1261-90GTM/C(-NF)相机性能规格

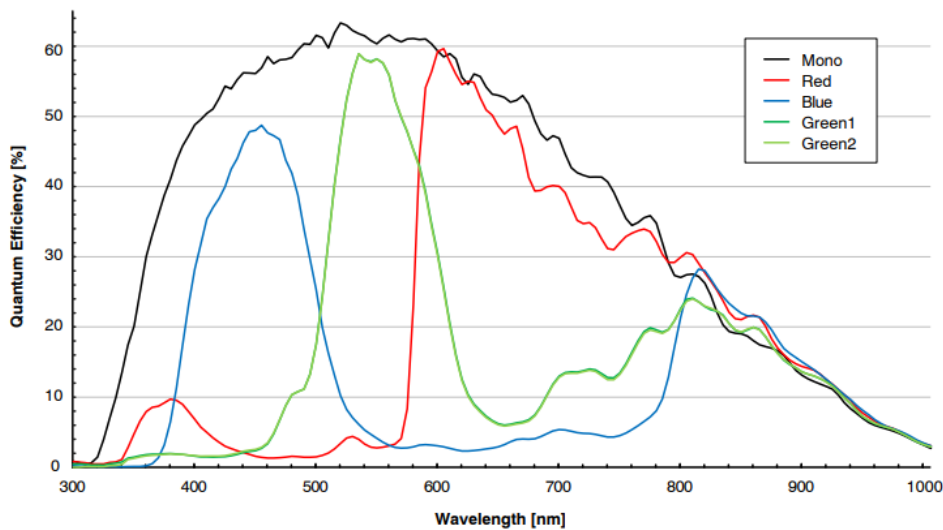


图 4-8 MARS-1261-90GTM/C(-NF) SENSOR 响应曲线

4.9. MARS-1610-52GTM/C(-NF)

规格	MARS-1610-52GTC MARS-1610-52GTC-NF	MARS-1610-52GTM MARS-1610-52GTM-NF
分辨率	5328 × 3040	
传感器	Sony IMX542 Global shutter CMOS	
靶面尺寸	1.1 inch	
像元尺寸	2.74μm × 2.74μm	
帧率	52fps @ 5328 × 3040	
模数转换精度	12bit	
像素深度	8bit, 10bit, 12bit	
黑白/彩色	彩色	黑白
像素格式	Bayer RG8/Bayer RG10/Bayer RG12	Mono8/Mono10/Mono12
信噪比	40.45dB	40.08dB
曝光时间	极小: 1μs ~ 2.4μs, 实际步长: 0.1μs 标准: 3μs ~ 20μs, 像素抽样 1×1 模式实际步长: 1μs, 像素抽样 2×2 模式实际步长: 1 行周期 标准: 21μs ~ 1s, 实际步长: 1 行周期	
增益	0dB ~ 24dB; 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 路光耦隔离输入接口, 1 路光耦隔离输出接口, 1 路双向 GPIO 接口	
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	12VDC-10% ~ 24VDC+10%电源	
典型功率	10.2W @ 24VDC (无风扇) 11.0W @ 24VDC (带风扇)	
镜头接口	C	
数据接口	千兆以太网(1000Mbit/s)或者 10G 以太网(10000Mbit/s)	
机械尺寸	60mm × 60mm × 54mm (不含 C 接口长度)	

重量	315g (无风扇) , 335g (带风扇)
操作系统	Win10/Win11 32bit 和 64bit 操作系统, 推荐 64bit 系统
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 MARS-1610-52GTM/C(-NF)相机性能规格

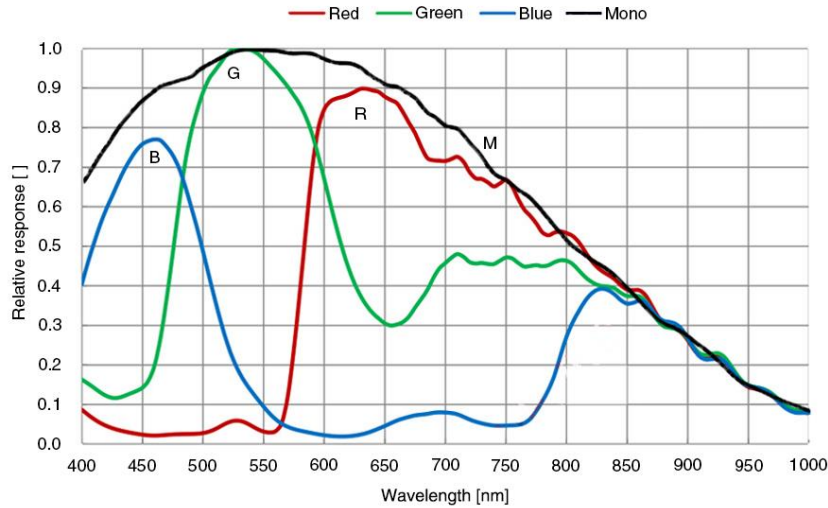


图 4-9 MARS-1610-52GTM/C(-NF) SENSOR 响应曲线

4.10. MARS-1840-63GTM/C(-NF)

规格	MARS-1840-63GTC MARS-1840-63GTC-NF	MARS-1840-63GTM MARS-1840-63GTM-NF
分辨率	4496 × 4096	
传感器	Gpixel GMAX2518, Global shutter CMOS	
靶面尺寸	1 inch	
像元尺寸	2.5μm × 2.5μm	
帧率	63.78fps	
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 GB8 / Bayer GB12	Mono8 / Mono12
信噪比	37.59dB	37.2dB
曝光时间	10μs ~ 1s; 实际步长: 1 行周期	
增益	0dB ~ 16dB; 默认值 0dB, 步长 0.1dB	

Binning	1×1, 2×1 (无垂直 Binning)
像素抽样	水平 FPGA, 垂直 Sensor: 1×1, 1×2, 2×1, 2×2
同步方式	外触发、软触发
I/O 接口	1 路光耦隔离输入接口, 1 路光耦隔离输出接口, 1 路双向 GPIO 接口
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	12VDC-10% ~ 24VDC+10%电源
额定功率	< 12.7W @ 24VDC (无风扇) < 13.63W @ 24VDC (带风扇)
镜头接口	C
数据接口	千兆以太网(1000Mbit/s)或者 10G 以太网(10000Mbit/s)
机械尺寸	60mm × 60mm × 54mm (不含 C 接口长度)
重量	340g (无风扇), 360g (带风扇)
操作系统	Win10/Win11 32bit 和 64bit 操作系统, 推荐 64bit 系统
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 4-9 MARS-1840-63GTM/C(-NF) 相机性能规格

相机连续坏点分布情况参见 4.6 节。

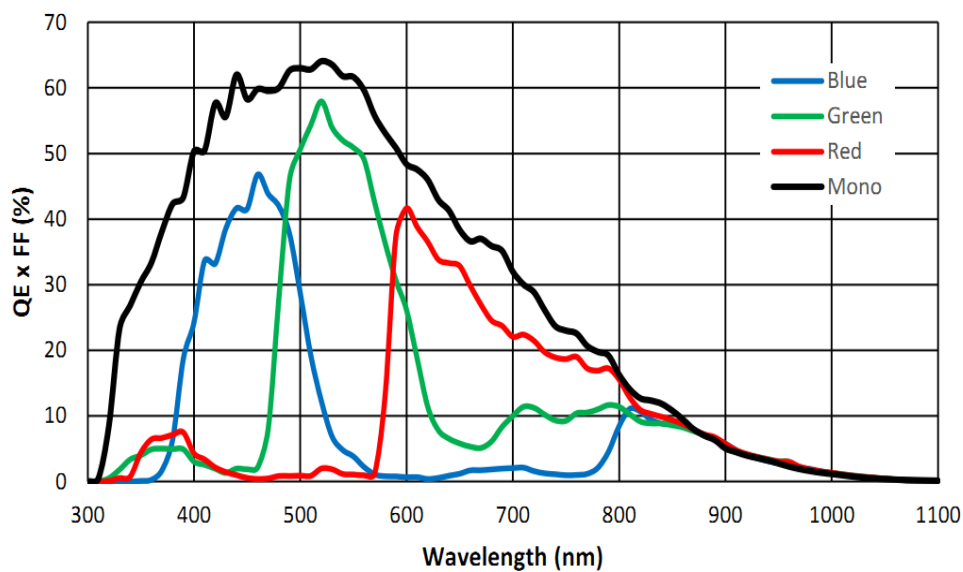


图 4-10 MARS-1840-63GTM/C(-NF) SENSOR 响应曲线

4.11. MARS-2020-42GTM/C(-NF)

规格	MARS-2020-42GTC MARS-2020-42GTC-NF	MARS-2020-42GTM MARS-2020-42GTM-NF
分辨率	4512 × 4512	
传感器	Sony IMX541 Global shutter CMOS	
靶面尺寸	1.1 inch	
像元尺寸	2.74μm × 2.74μm	
帧率	38.3fps @ 4512 × 4512	
模数转换精度	12bit	
像素深度	8bit, 10bit, 12bit	
黑白/彩色	彩色	黑白
像素格式	Bayer RG8/Bayer RG10/Bayer RG12	Mono8/Mono10/Mono12
信噪比	40.38dB	40.11dB
曝光时间	极小：1μs ~ 2.4μs，实际步长：0.1μs 标准：3μs ~ 20μs，像素抽样 1×1 模式实际步长：1μs，像素抽样 2×2 模式实际步长：1 行周期 标准：21μs ~ 1s，实际步长：1 行周期	
增益	0dB ~ 24dB；默认值 0dB，步长 0.1dB	
Binning	FPGA：1×1，2×2	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 路光耦隔离输入接口，1 路光耦隔离输出接口，1 路双向 GPIO 接口	
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	12VDC-10% ~ 24VDC+10%电源	
典型功率	10.2W @ 24VDC（无风扇） 11.0W @ 24VDC（有风扇）	
镜头接口	C	
数据接口	千兆以太网(1000Mbit/s)或者 10G 以太网(10000Mbit/s)	

机械尺寸	60mm × 60mm × 54mm (不含 C 接口长度)
重量	320g (无风扇) , 340g (带风扇)
操作系统	Win10/Win11 32bit 和 64bit 操作系统, 推荐 64bit 系统
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 4-10 MARS-2020-42GTM/C(-NF)相机性能规格

光谱曲线见 4.9 节

4.12. MARS-2440-35GTM/C(-NF)

规格	MARS-2440-35GTC MARS-2440-35GTC-NF	MARS-2440-35GTM MARS-2440-35GTM-NF
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	35fps @ 5328 × 4608	
模数转换精度	12bit	
像素深度	8bit, 10bit, 12bit	
黑白/彩色	彩色	黑白
像素格式	Bayer RG8/Bayer RG10/Bayer RG12	Mono8/Mono10/Mono12
信噪比	40.09dB	40.24dB
曝光时间	极小: 1μs ~ 2.4μs, 实际步长: 0.1μs 标准: 3μs ~ 20μs, 像素抽样 1×1 模式实际步长: 1μs, 像素抽样 2×2 模式实际步长: 1 行周期 标准: 21μs ~ 1s, 实际步长: 1 行周期	
增益	0dB ~ 24dB; 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 路光耦隔离输入接口, 1 路光耦隔离输出接口, 1 路双向 GPIO 接口	

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	12VDC-10% ~ 24VDC+10%电源
典型功率	9.9W @ 24VDC (无风扇) 10.7W @ 24VDC (有风扇)
镜头接口	C
数据接口	千兆以太网(1000Mbit/s)或者 10G 以太网(10000Mbit/s)
机械尺寸	60mm × 60mm × 54mm (不含 C 接口长度)
重量	320g (无风扇) , 340g (带风扇)
操作系统	Win10/Win11 32bit 和 64bit 操作系统, 推荐 64bit 系统
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 4-11 MARS-2440-35GTM/C(-NF)相机性能规格

光谱曲线见 4.9 节

4.13. MARS-2440-35GTM-NF-V

规格	MARS-2440-35GTM-NF-V
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	35fps @ 5328 × 4608
模数转换精度	12bit
像素深度	8bit, 10bit, 12bit
黑白/彩色	黑白
像素格式	Mono8/Mono10/Mono12
信噪比	40.24dB

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，像素抽样 1 \times 1 模式实际步长：1 μ s，像素抽样 2 \times 2 模式实际步长：1 行周期 标准：21 μ s ~ 1s，实际步长：1 行周期
增益	0dB ~ 24dB；默认值 0dB，步长 0.1dB
Binning	Sensor: 1 \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
PIV 模式	支持连续采集、触发采集，第一帧曝光时间可设，范围 50 μ s ~ 1000 μ s，实际步长：1 行周期
PIV 跨帧时间	110ns
PIV 抖动	最大 20ns
PIV 增益	支持第一帧、第二帧增益分别设置，范围 0-48dB
I/O 接口	1 路光耦隔离输入接口，1 路光耦隔离输出接口，1 路双向 GPIO 接口
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	12VDC-10% ~ 24VDC+10%电源
典型功率	9.9W @ 24VDC (关风扇) 10.7W @ 24VDC (开风扇)
镜头接口	C
数据接口	千兆以太网(1000Mbit/s)或者 10G 以太网(10000Mbit/s)
机械尺寸	60mm \times 60mm \times 54mm (不含 C 接口长度)
重量	340g (带风扇)
操作系统	Win10/Win11 32bit 和 64bit 操作系统，推荐 64bit 系统
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 MARS-2440-35GTM-NF-V 机性能规格

光谱曲线见 4.9 节

4.14. MARS-2621-42GTM/C(-NF)\ MARS-2622-42GTM/C(-NF)

规格	MARS-2621-42GTC MARS-2622-42GTC MARS-2621-42GTC-NF MARS-2622-42GTC-NF	MARS-2621-42GTM MARS-2622-42GTM MARS-2621-42GTM-NF MARS-2622-42GTM-NF
分辨率	5120 × 5120	
传感器	Gpixel GMAX0505, Global shutter CMOS	
靶面尺寸	1.1 inch	
像元尺寸	2.5μm × 2.5μm	
帧率	41.8fps	
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 GB8 / Bayer GB12	Mono8 / Mono12
信噪比	35.24dB	35.54dB
曝光时间	14μs ~ 1s; 实际步长: 1 行周期	
增益	0dB ~ 16dB; 默认值 0dB, 步长 0.1dB	
Binning	1×1, 2×1 (无垂直 Binning)	
像素抽样	水平 FPGA, 垂直 Sensor: 1×1, 1×2, 2×1, 2×2 (无垂直像素抽样)	
同步方式	外触发、软触发	
I/O 接口	1 路光耦隔离输入接口, 1 路光耦隔离输出接口, 1 路双向 GPIO 接口	
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	12VDC-10% ~ 24VDC+10%电源	
典型功率	10.0W @ 24VDC (无风扇) 10.8W @ 24VDC (带风扇)	
镜头接口	C	
数据接口	千兆以太网(1000Mbit/s)或者 10G 以太网(10000Mbit/s)	
机械尺寸	60mm × 60mm × 54mm (不含 C 接口长度)	
重量	320g (无风扇), 340g (带风扇)	

操作系统	Win10/Win11 32bit 和 64bit 操作系统，推荐 64bit 系统
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 4-13 MARS-2621/2622-42GTM/C(-NF)相机性能规格

注：MARS-2622-42GTM/C(-NF)代表二类 Sensor，MARS-2621-42GTM/C(-NF)为一类 Sensor。两款相机相比区别仅为 Sensor 芯片出厂等级的不同。Sensor 厂商定义的一类和二类 Sensor 的区别为：一类芯片没有连续坏点组，二类芯片可能出现最多 12 个连续坏点组。相机具有静态坏点校正功能，出厂时会针对默认出厂参数进行标定，如果使用场景参数发生变更，可以使用静态坏点校正插件重新进行标定。

相机连续坏点分布情况参见 4.6 节。

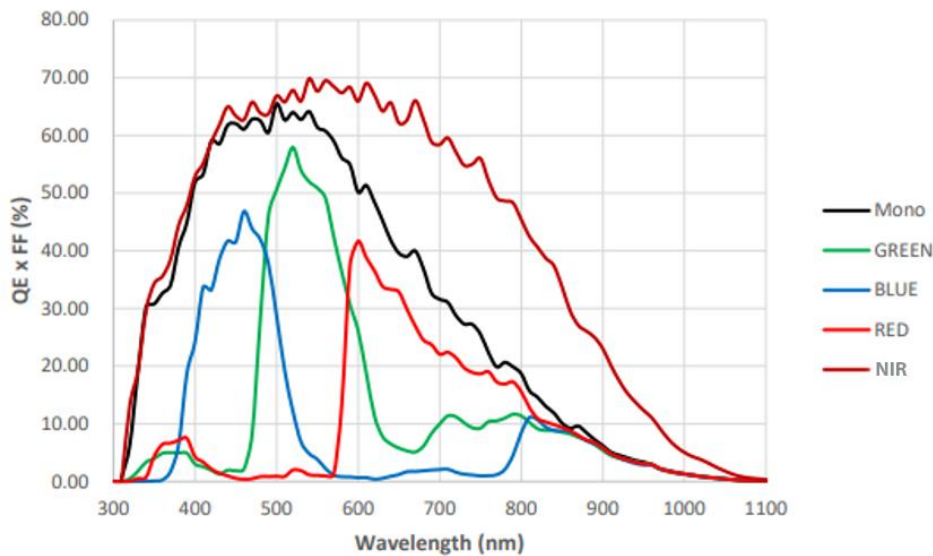


图 4-11 MARS-2621-42GTM/C(-NF) \ MARS-2622-42GTM/C(-NF) SENSOR 响应曲线

4.15. MARS-2621-42GTM(-NF)-NIR \ MARS-2622-42GTM(-NF)-NIR

规格	MARS-2621-42GTM-NIR MARS-2621-42GTM-NF-NIR	MARS-2622-42GTM-NIR MARS-2622-42GTM-NF-NIR
分辨率	5120 × 5120	
传感器	Gpixel GMAX0505, Global shutter CMOS	
靶面尺寸	1.1 inch	
像元尺寸	2.5μm × 2.5μm	
帧率	41.8fps	
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	35.54dB
曝光时间	14 μ s ~ 1s; 实际步长: 1 行周期
增益	0dB ~ 16dB; 默认值 0dB, 步长 0.1dB
Binning	1 \times 1, 2 \times 1 (无垂直 Binning)
像素抽样	水平 FPGA, 垂直 Sensor: 1 \times 1, 1 \times 2, 2 \times 1, 2 \times 2 (无垂直像素抽样)
同步方式	外触发、软触发
I/O 接口	1 路光耦隔离输入接口, 1 路光耦隔离输出接口, 1 路双向 GPIO 接口
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	12VDC-10% ~ 24VDC+10%电源
典型功率	10.0W @ 24VDC (无风扇) 10.8W @ 24VDC (带风扇)
镜头接口	C
数据接口	千兆以太网(1000Mbit/s)或者 10G 以太网(10000Mbit/s)
机械尺寸	60mm \times 60mm \times 54mm (不含 C 接口长度)
重量	320g (无风扇), 340g (带风扇)
操作系统	Win10/Win11 32bit 和 64bit 操作系统, 推荐 64bit 系统
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 4-14 MARS-2621/2622-42GTM(-NF)-NIR 相机性能规格

注:MARS-2622-42GTM(-NF)-NIR 代表二类 Sensor, MARS-2621-42GTM(-NF)-NIR 为一类 Sensor。两款相机相比区别仅为 Sensor 芯片出厂等级的不同。Sensor 厂商定义的一类和二类 Sensor 的区别为:一类芯片没有连续坏点组, 二类芯片可能出现最多 12 个连续坏点组。相机具有静态坏点校正功能, 出厂时会针对默认出厂参数进行标定, 如果使用场景参数发生变更, 可以使用静态坏点校正插件重新进行标定。

相机连续坏点分布情况参见 4.6 节。

光谱响应图参见 4.11 章节。

4.16. MARS-2621-42GTM/C-S \ MARS-2622-42GTM/C-S

规格	MARS-2621-42GTC-S MARS-2622-42GTC-S	MARS-2621-42GTM-S MARS-2622-42GTM-S
分辨率	5120 × 5120	
传感器	Gpixel GMAX0505, Global shutter CMOS	
靶面尺寸	1.1 inch	
像元尺寸	2.5μm × 2.5μm	
帧率	41.8fps	
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 GB8 / Bayer GB12	Mono8 / Mono12
信噪比	35.35dB	35.61dB
曝光时间	14μs ~ 1s; 实际步长: 1 行周期	
增益	0dB ~ 16dB; 默认值 0dB, 步长 0.1dB	
Binning	1×1, 2×1 (无垂直 Binning)	
像素抽样	水平 FPGA, 垂直 Sensor: 1×1, 1×2, 2×1, 2×2	
同步方式	外触发、软触发	
I/O 接口	1 路光耦隔离输入接口, 1 路光耦隔离输出接口, 1 路双向 GPIO 接口	
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	12VDC-10% ~ 24VDC+10%电源	
额定功率	< 12.7W @ 24VDC	
镜头接口	MARS-GT-S: C 口 MARS-GT-S V8: 倾角 (垂直方向 0~8°可调)	
数据接口	千兆以太网(1000Mbit/s)或者 10G 以太网(10000Mbit/s)	
机械尺寸	40mm × 70mm × 76.05mm (不含 C 接口长度)	
重量	288g	

操作系统	Win10/Win11 32bit 和 64bit 操作系统, 推荐 64bit 系统
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 4-15 MARS-2621/2622-42GTM/C-S 相机性能规格

Sensor 连续坏点分布参见 4.6 章节。

光谱响应图参见 4.11 章节。

4.17. MARS-2621-42GTM-NIR-S \ MARS-2622-42GTM-NIR-S

规格	MARS-2621-42GTM-NIR-S	MARS-2622-42GTM-NIR-S
分辨率	5120 × 5120	
传感器	Gpixel GMAX0505, Global shutter CMOS	
靶面尺寸	1.1 inch	
像元尺寸	2.5μm × 2.5μm	
帧率	41.8fps	
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	35.61dB	
曝光时间	14μs ~ 1s; 实际步长: 1 行周期	
增益	0dB ~ 16dB; 默认值 0dB, 步长 0.1dB	
Binning	1×1, 2×1 (无垂直 Binning)	
像素抽样	水平 FPGA, 垂直 Sensor: 1×1, 1×2, 2×1, 2×2	
同步方式	外触发、软触发	
I/O 接口	1 路光耦隔离输入接口, 1 路光耦隔离输出接口, 1 路双向 GPIO 接口	
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	12VDC-10% ~ 24VDC+10%电源	
额定功率	< 12.7W @ 24VDC	

镜头接口	MARS-GT-S: C 口 MARS-GT-S V8: 倾角 (垂直方向 0~8°可调)
数据接口	千兆以太网(1000Mbit/s)或者 10G 以太网(10000Mbit/s)
机械尺寸	40mm × 70mm × 76.05mm (不含 C 接口长度)
重量	288g
操作系统	Win10/Win11 32bit 和 64bit 操作系统, 推荐 64bit 系统
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 4-16 MARS-2621/2622-42GTM-NIR-S 相机性能规格

Sensor 连续坏点分布参见 4.6 章节。

光谱响应图参见 4.11 章节。

4.18. MARS-5000-24GTM/C(-NF/TF)

规格	MARS-5000-24GTC MARS-5000-24GTC-NF	MARS-5000-24GTM MARS-5000-24GTM-NF
分辨率	7008 × 7000	
传感器	Gpixel GMAX3249, Global shutter CMOS	
靶面尺寸	2 inch	
像元尺寸	3.2μm × 3.2μm	
帧率	24.7fps	
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 GB8 / Bayer GB12 / Mono8 / Mono12 / RGB8 / BGR8 / Bayer GB12Packed / Mono12Packed	Mono8 / Mono12 / Mono12Packed
信噪比	40.42dB	40.05dB
曝光时间	14μs ~ 1s; 实际步长: 1 行周期	
增益	0dB ~ 16dB; 默认值 0dB, 步长 0.1dB	
Binning	1×1, 1×2, 2×1, 2×2	
像素抽样	水平 FPGA, 垂直 Sensor: 1×1, 1×2, 2×1, 2×2	
同步方式	外触发、软触发	
I/O 接口	1 路光耦隔离输入接口, 1 路光耦隔离输出接口, 1 路双向 GPIO 接口	
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	12VDC-10% ~ 24VDC+10%电源
额定功率	< 15W @ 12VDC (无风扇) < 16W @ 12VDC (带风扇)
镜头接口	M58-D1 (11.48mm, 默认优先选择) M58 (19.5mm) F
数据接口	千兆以太网(1000Mbit/s)或者 10G 以太网(10000Mbit/s)
机械尺寸	74mm × 74mm × 59mm (不含 M58 接口长度和风扇高度)
重量	540g
操作系统	Win10/Win11 32bit 和 64bit 操作系统, 推荐 64bit 系统
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 4-17 MARS-5000-24GTC(-NF) 相机性能规格

规格	MARS-5000-24GTC-TF	MARS-5000-24GTM-TF
分辨率	7008 × 7000	
传感器	Gpixel GMAX3249, Global shutter CMOS	
靶面尺寸	2 inch	
像元尺寸	3.2μm × 3.2μm	
帧率	24.7fps	
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 GB8 / Bayer GB12 / Mono8 / Mono12 / RGB8 / BGR8 / Bayer GB12Packed / Mono12Packed	Mono8 / Mono12 / Mono12Packed
信噪比	40.42dB	40.05dB
曝光时间	14μs ~ 1s; 实际步长: 1 行周期	
增益	0dB ~ 16dB; 默认值 0dB, 步长 0.1dB	
Binning	1×1, 1×2, 2×1, 2×2	
像素抽样	水平 FPGA, 垂直 Sensor: 1×1, 1×2, 2×1, 2×2	
同步方式	外触发、软触发	
I/O 接口	1 路光耦隔离输入接口, 1 路光耦隔离输出接口, 1 路双向 GPIO 接口	
工作温度	0°C ~ +45°C	

储存温度	-20°C ~ +70°C
工作湿度	10% ~ 80%
供电要求	+24VDC (±10%) 电源
额定功率	< 38.4W @ 24VDC (带风扇、带 TEC)
镜头接口	M58 (19.5mm) F
数据接口	千兆以太网(1000Mbit/s)或者 10G 以太网(10000Mbit/s)
机械尺寸	M58: 85mm × 85mm × 114.1mm F: 85mm × 85mm × 141.2mm
重量	M58: 1220g; F: 1314g
操作系统	Win10/Win11 32bit 和 64bit 操作系统, 推荐 64bit 系统
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 4-18 MARS-5000-24GTC-TF 相机性能规格

1) 黑白相机

一个坏点组内可以包含连续 2~4 个坏点, 但不可以包含水平上 4 个连续坏点的情况, 如下图的 NOK 所示:

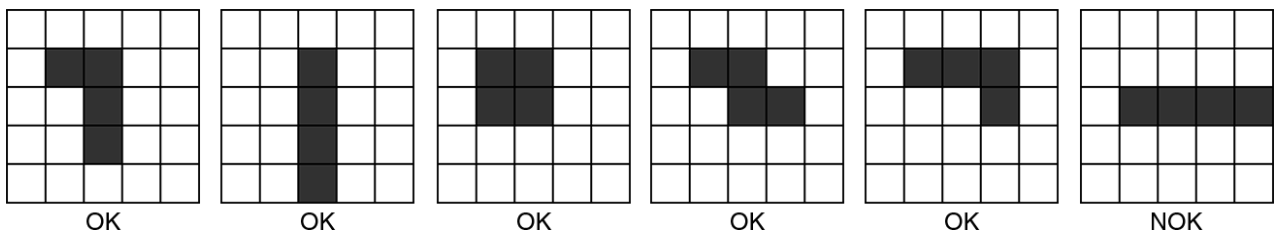


图 4-12 MARS-5000-24GTM(-NF/TF) 连续坏点分布情况示意图

2) 彩色相机

情况 1: 一个坏点组内可以包含连续 4 个相同颜色分量坏点, 但不可以包含水平方向上 4 个连续相同颜色坏点的情况, 如下图的 NOK 所示:

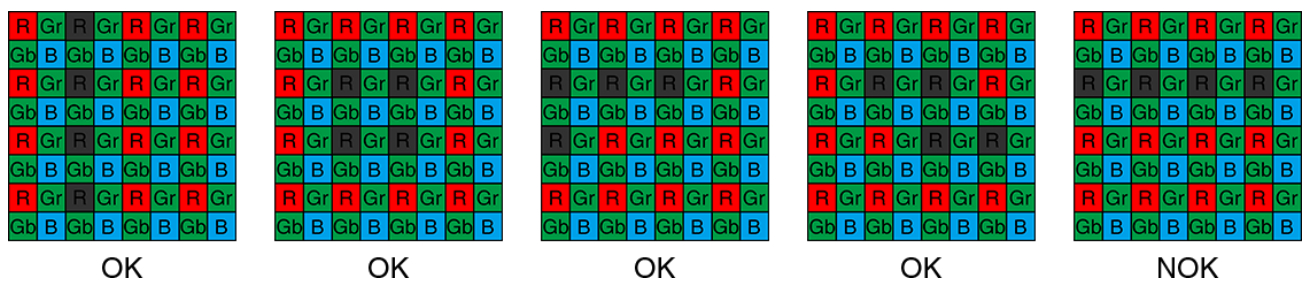


图 4-13 MARS-5000-24GTC(-NF/TF) 连续坏点为相同颜色分量分布情况示意图

情况 2: 一个任意给定的 5x5 像素矩阵中, 一个坏点组内可以包含连续 13 个不同颜色分量坏点, 如下图所示:

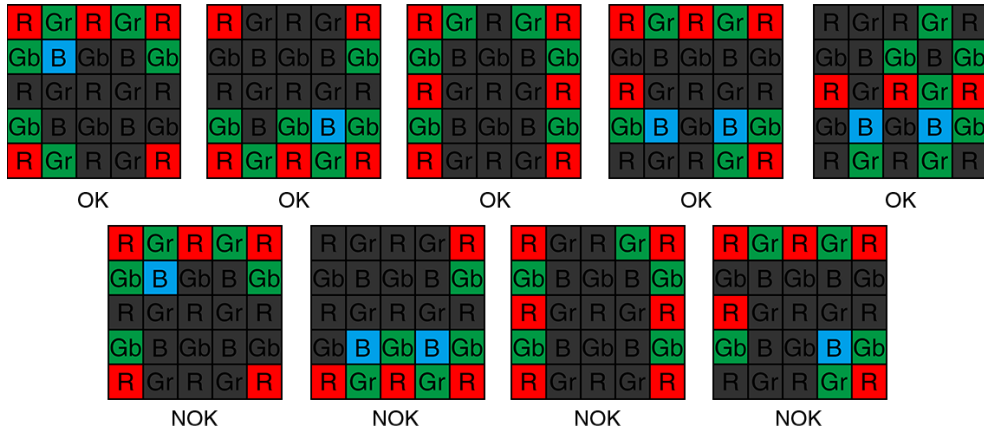


图 4-14 MARS-5000-24GTC(-NF/TF) 连续坏点为不同颜色分量分布情况示意图

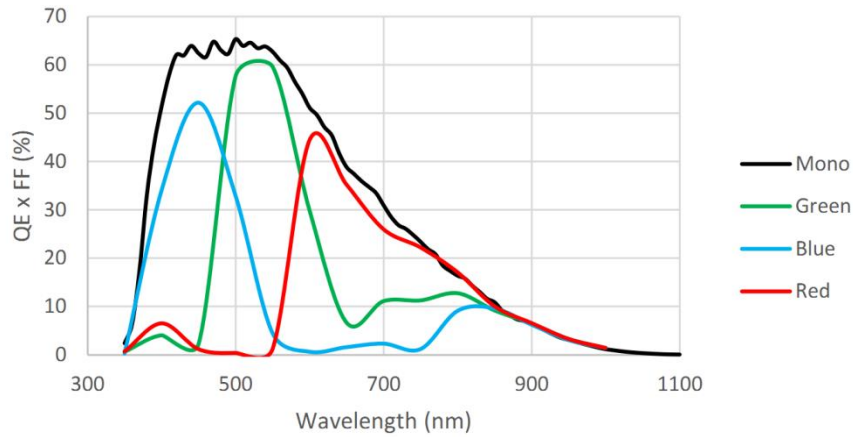


图 4-15 MARS-5000-24GTM/C(-NF/TF) SENSOR 响应曲线

4.19. MARS-6100-18GTM/C-TF

规格	MARS-6100-18GTC-TF	MARS-6100-18GTM-TF
分辨率	9568 × 6380	
传感器	Sony IMX455 Rolling shutter CMOS	
靶面尺寸	2.7 inch	
像元尺寸	3.76μm × 3.76μm	
帧率	17.9fps	
模数转换精度	16bit、14bit、12bit	
像素深度	16bit、14bit、12bit	
黑白/彩色	彩色	黑白
像素格式	RG8 / RG12 / RGB8 / BGR8 / RG14 / RG16 / Mono8	Mono8 / Mono12 / Mono14 / Mono16

信噪比	47.10dB	46.86dB
曝光时间	34μs~300s; 实际步长: 1 行周期	
增益	0dB ~ 36dB; 默认值 0dB, 步长 0.1dB	
Binning	1x1, 1x2, 2x1, 2x2, 1x4, 4x1, 2x4, 4x2, 4x4	
像素抽样	1x1, 2x2	
同步方式	外触发、软触发	
I/O 接口	1 路光耦隔离输入接口, 1 路光耦隔离输出接口, 1 路双向 GPIO 接口	
工作温度	0°C ~ +45°C	
储存温度	-20°C ~ +70°C	
工作湿度	10% ~ 80%	
供电要求	12VDC-10% ~ 24VDC+10%电源	
额定功率	< 38W @ 24VDC	
镜头接口	M58 (19.5mm) ; F	
数据接口	千兆以太网(1000Mbit/s)或者 10G 以太网(10000Mbit/s)	
机械尺寸	M58: 100mm × 100mm × 113.95mm; F: 100mm × 100mm × 141mm	
重量	1590 g	
操作系统	Win10/Win11 32bit 和 64bit 操作系统, 推荐 64bit 系统	
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 4-19 MARS-6100-18GTM/C-TF 相机性能规格

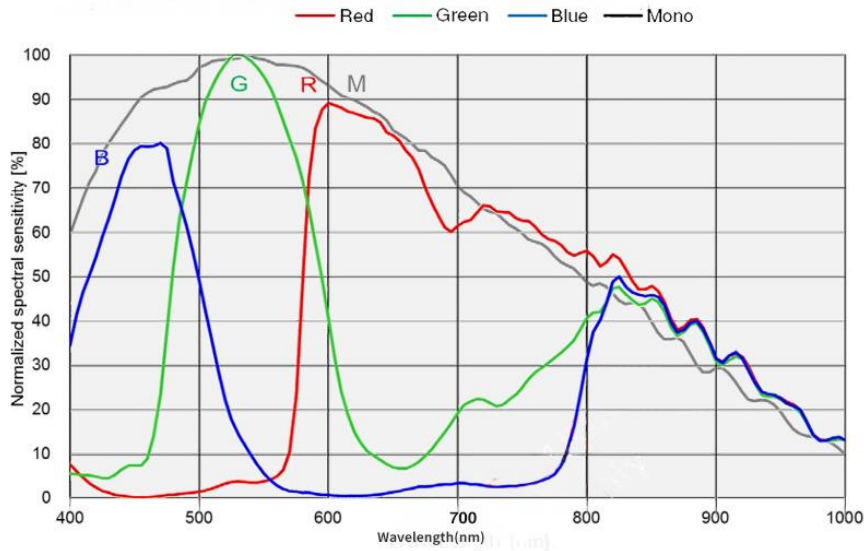


图 4-16 MARS-6100-18GTM/C-TF 响应曲线图

4.20. MARS-6500/6501-18GTC(-NF/TF)

规格	MARS-6500-18GTC MARS-6501-18GTC MARS-6500-18GTC-NF MARS-6501-18GTC-NF	MARS-6500-18GTM MARS-6501-18GTM MARS-6500-18GTM-NF MARS-6501-18GTM-NF
分辨率	9344 × 7000	
传感器	Gpixel GMAX3265, Global shutter CMOS	
靶面尺寸	2.3 inch	
像元尺寸	3.2μm × 3.2μm	
帧率	17.73fps	
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 GB8 / Bayer GB12 / Mono8 / Mono12 / RGB8 / BGR8 / Bayer GB12Packed / Mono12Packed	Mono8 / Mono12 / Mono12Packed
信噪比	40.42dB	40.05dB
曝光时间	14μs ~ 1s; 实际步长: 1 行周期	
增益	0dB ~ 16dB; 默认值 0dB, 步长 0.1dB	
Binning	1×1, 1×2, 2×1, 2×2	
像素抽样	水平 FPGA, 垂直 Sensor: 1×1, 1×2, 2×1, 2×2	
同步方式	外触发、软触发	
I/O 接口	1 个光耦隔离输入接口, 1 个光耦隔离输出接口, 1 个双向 GPIO 接口	
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	12VDC-10% ~ 24VDC+10%电源	
额定功率	< 15W @ 12VDC (无风扇) < 16W @ 12VDC (带风扇)	
镜头接口	M58-D1 (11.48mm, 默认优先选择) M58 (19.5mm) F	
数据接口	千兆以太网(1000Mbit/s)或者 10G 以太网(10000Mbit/s)	
机械尺寸	74mm × 74mm × 59mm (不含 M58 接口长度和风扇高度)	

重量	540g
操作系统	Win10/Win11 32bit 和 64bit 操作系统，推荐 64bit 系统
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 4-20 MARS-6500/6501-18GTM/C(-NF) 相机性能规格

规格	MARS-6500-18GTC-TF MARS-6501-18GTC-TF	MARS-6500-18GTM-TF MARS-6501-18GTM-TF
分辨率	9344 × 7000	
传感器	Gpixel GMAX3265, Global shutter CMOS	
靶面尺寸	2.3 inch	
像元尺寸	3.2μm × 3.2μm	
帧率	17.73fps	
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 GB8 / Bayer GB12 / Mono8 / Mono12 / RGB8 / BGR8 / Bayer GB12Packed / Mono12Packed	Mono8 / Mono12 / Mono12Packed
信噪比	40.42dB	40.05dB
曝光时间	14μs ~ 1s; 实际步长: 1 行周期	
增益	0dB ~ 16dB; 默认值 0dB, 步长 0.1dB	
Binning	1×1, 1×2, 2×1, 2×2	
像素抽样	水平 FPGA, 垂直 Sensor: 1×1, 1×2, 2×1, 2×2	
同步方式	外触发、软触发	
I/O 接口	1 个光耦隔离输入接口, 1 个光耦隔离输出接口, 1 个双向 GPIO 接口	
工作温度	0°C ~ +45°C	
储存温度	-20°C ~ +70°C	
工作湿度	10% ~ 80%	
供电要求	+24VDC (±10%) 电源	
额定功率	< 38.4W @ 24VDC (带风扇、带 TEC)	
镜头接口	M58 (19.5mm) ; F	

数据接口	千兆以太网(1000Mbit/s)或者 10G 以太网(10000Mbit/s)
机械尺寸	M58: 85mm × 85mm × 114.1mm; F: 85mm × 85mm × 141.2mm
重量	M58: 1220g; F: 1314g
操作系统	Win10/Win11 32bit 和 64bit 操作系统, 推荐 64bit 系统
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 4-21 MARS-6500/6501-18GTM/C-TF 相机性能规格

注: MARS-6501-18GTM/C(-TF) 代表二类 Sensor, MARS-6500-18GTM/C(-TF) 为一类 Sensor。两款相机相比区别仅为 Sensor 芯片出厂等级的不同。Sensor 厂商定义的一类和二类 Sensor 的区别为: 一类芯片没有连续坏点组, 二类芯片可能出现最多 13 个连续坏点组。相机具有静态坏点校正功能, 出厂时会针对默认出厂参数进行标定, 如果使用场景参数发生变更, 可以使用静态坏点校正插件重新进行标定。

相机连续坏点分布参见 4.18 章节。

光谱响应图参见 4.18 章节。

4.21. MARS-15100-6GTM/C-TF

规格	MARS-15100-6GTC-TF	MARS-15100-6GTM-TF
分辨率	14192 × 10640	
传感器	Sony IMX411 Rolling shutter CMOS	
靶面尺寸	4.2 inch	
像元尺寸	3.76μm × 3.76μm	
帧率	6.1fps	
模数转换精度	16bit、14bit、12bit	
像素深度	16bit、14bit、12bit	
黑白/彩色	彩色	黑白
像素格式	Bayer RG8 / Bayer RG14 / Bayer RG16 / YUV422_8 / Mono8	Mono8 / Mono14 / Mono16
信噪比	46.424dB	46.106dB
曝光时间	60μs~300s; 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, 2×4, 4×1, 4×2, 4×4	
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、1 路光耦隔离输出、1 路双向 GPIO、1 路 RS232	

工作温度	0°C ~ +45°C
储存温度	-20°C ~ +70°C
工作湿度	10% ~ 80%
供电要求	24VDC+10%电源
额定功率	< 42.4W @ 24VDC (带风扇、带 TEC)
镜头接口	M72 (19.5mm) ; F
数据接口	千兆以太网(1000Mbit/s)或者 10G 以太网(10000Mbit/s)
机械尺寸	M72: 120mm × 120mm × 116.3mm; F:120mm × 120mm × 143.38mm;
重量	2380g
操作系统	Win10/Win11 32bit 和 64bit 操作系统, 推荐 64bit 系统
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 4-22 MARS-15100-6GTM/C-TF 相机性能规格

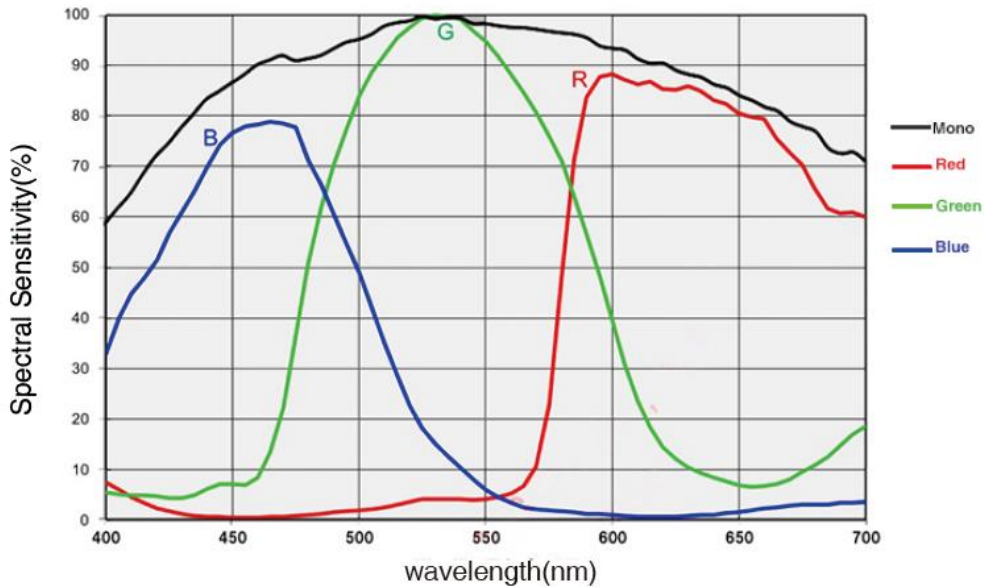
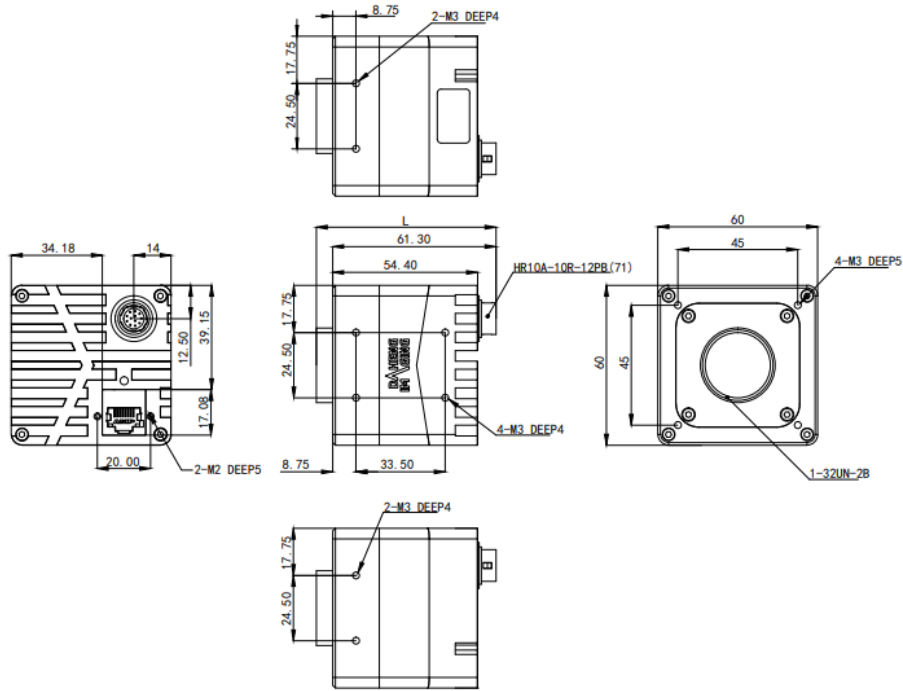


图 4-17 MARS-15100-6GTM/C-TF 响应曲线图

5. 机械尺寸

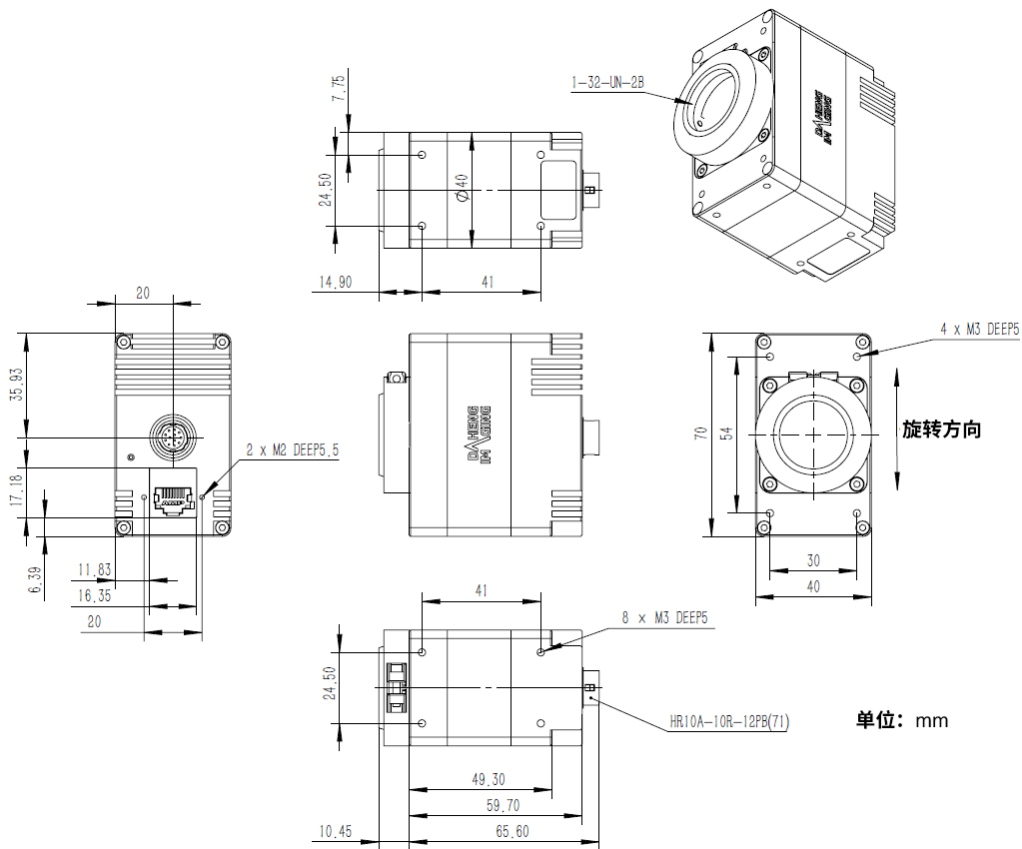
5.1. 相机尺寸

型号	镜头接口	散热器	机械尺寸
MARS-561-207GTM/C(-NF) \ MARS-900-120GTM/C(-NF) MARS-1261-90GTM/C(-NF) \ MARS-1610-52GTM/C(-NF) MARS-1840-630GTM/C(-NF) \ MARS-2020-42GTM/C(-NF) MARS-2440-35GTM/C(-NF) \ MARS-2621-42GTM/C(-NF)\ MARS-2440-35GTM-NF-V MARS-2622-42GTM/C(-NF) \ MARS-2621-42GTM(-NF)-NIR MARS-2622-42GTM(-NF)-NIR	C	无主动散热	A
		风扇	M
MARS-2621-42GTM/C-S \ MARS-2622-42GTM/C-S MARS-2621-42GTM-NIR-S \ MARS-2622-42GTM-NIR-S	C, 倾角	无主动散热	B
MARS-5000-24GTM/C(-NF) MARS-6500-18GTM/C(-NF) MARS-6501-18GTM/C(-NF)	M58-D1 (法兰距: 11.48mm)	无主动散热	C
		风扇	D
	M58 (法兰距: 19.5mm)	无主动散热	E
		风扇	F
	F	无主动散热	G
		风扇	H
MARS-5000-24GTM/C-TF MARS-6500/6501-18GTM/C-TF	M58	TEC+风扇	I
	F	TEC+风扇	J
MARS-321-176GTM-TN-SWIR MARS-533-134-GTM-TN-SWIR	C	TEC	K
MARS-170-662GTM/C \ MARS-280-409GTM/C	C	无主动散热	L
MARS-6100-18GTM/C-TF	M58	TEC+风扇	N
	F	TEC+风扇	O
MARS-15100-6GTM/C-TF	M72	TEC+风扇	P
	F	TEC+风扇	Q



	MARS-561/900	MARS-1261	MARS-1840	MARS-2621/2622	MARS-1610/2020/2440
L	67.2	66.6	67.3	67.45	66.45

图 5-1 MARS-GT 机械尺寸图 A



单位: mm

图 5-2 MARS-GT 机械尺寸图 B

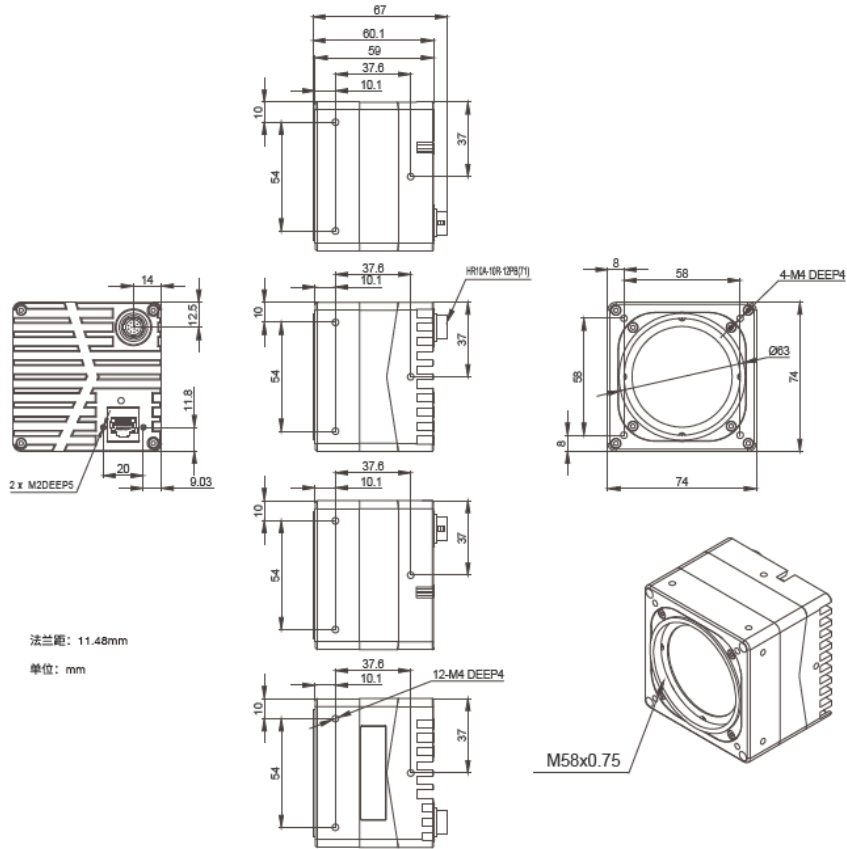


图 5-3 MARS-GT 机械尺寸图 C

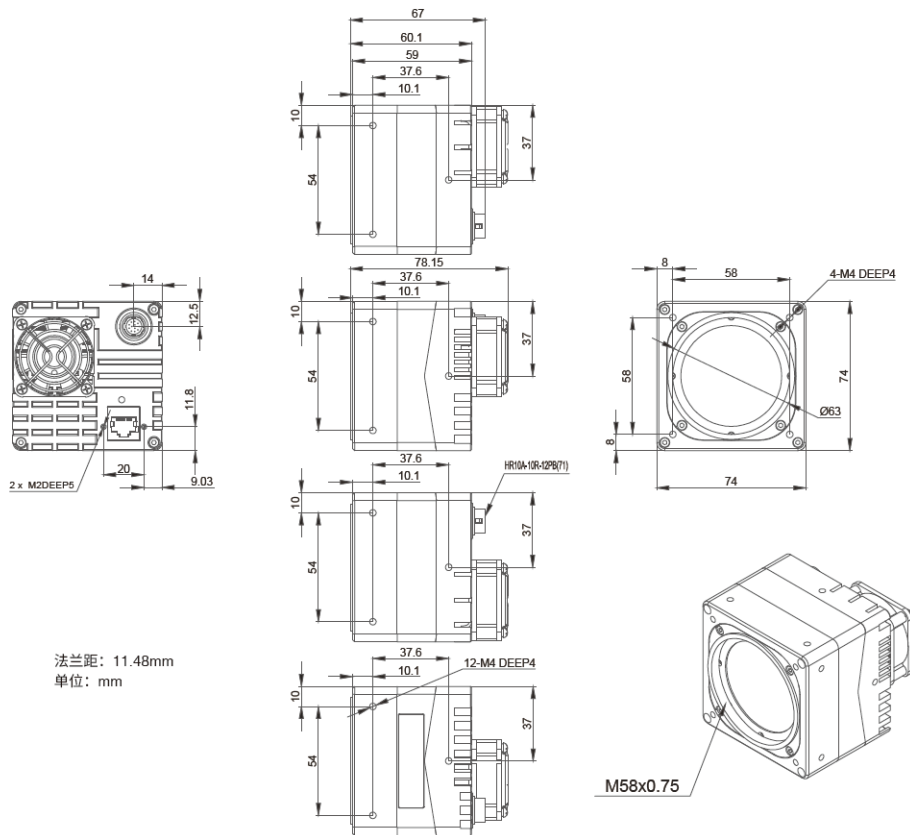


图 5-4 MARS-GT 机械尺寸图 D

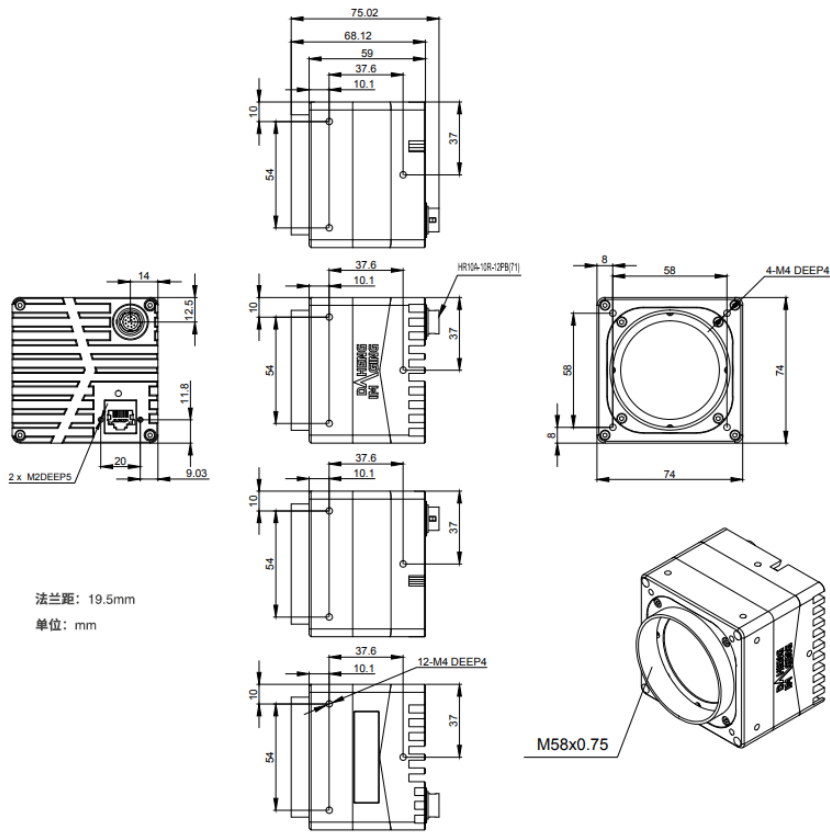


图 5-5 MARS-GT 机械尺寸图 E

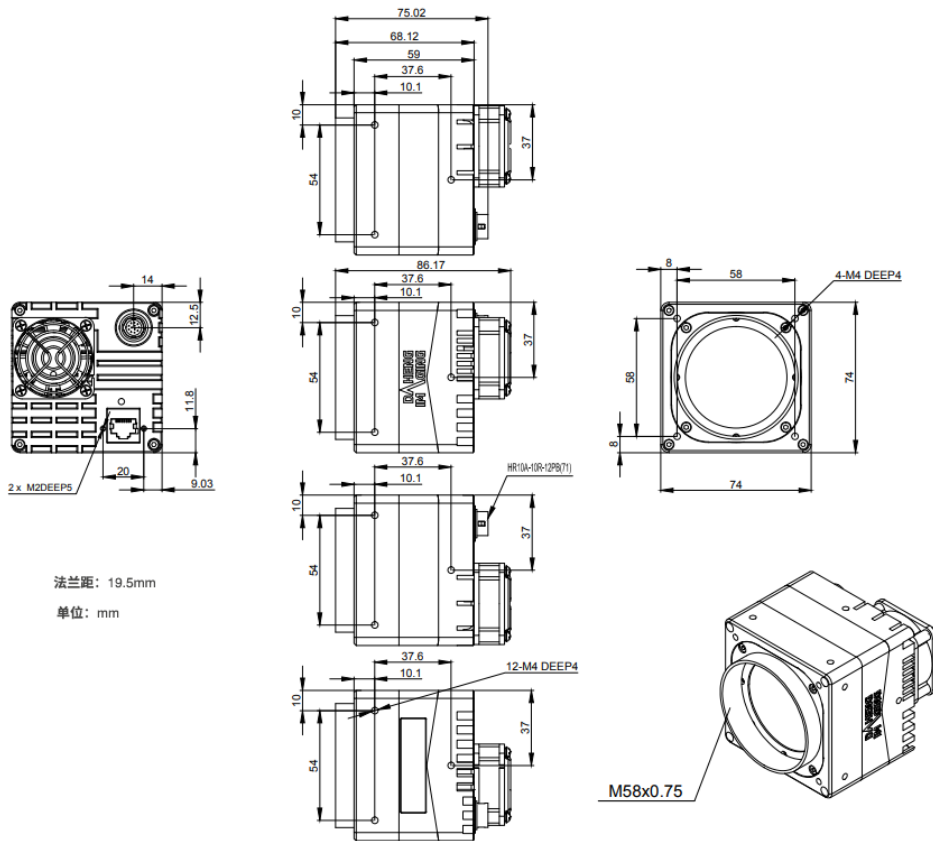


图 5-6 MARS-GT 机械尺寸图 F

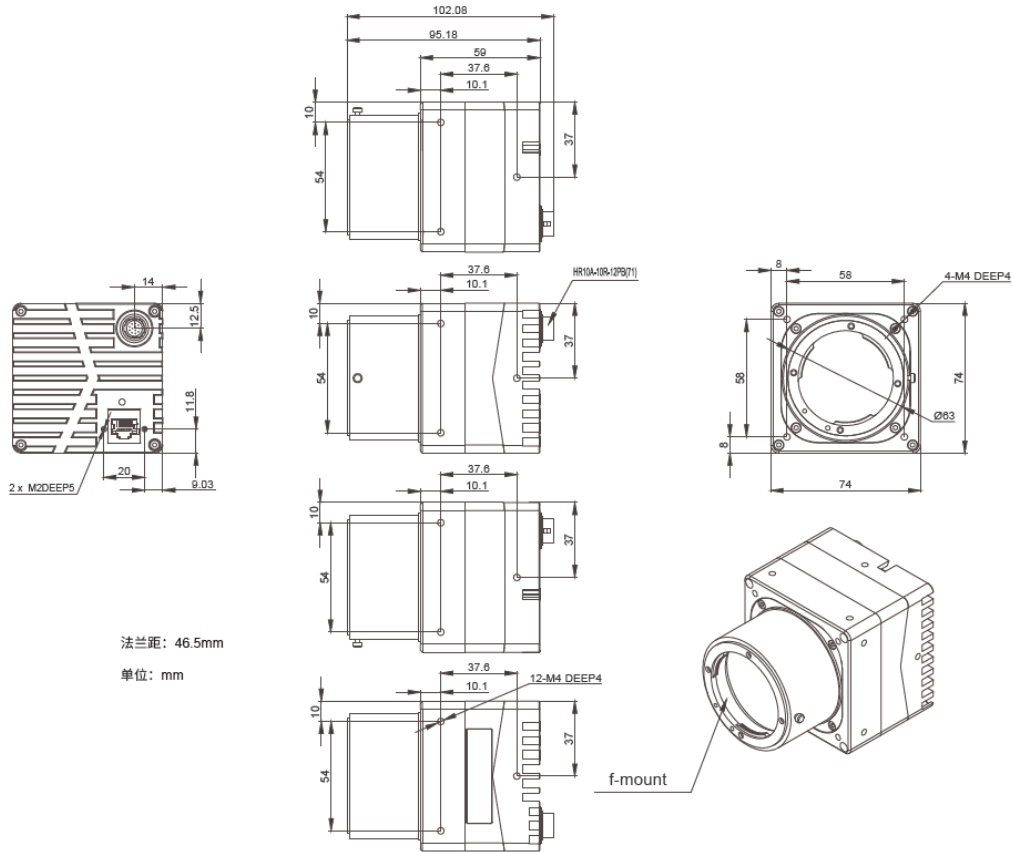


图 5-7 MARS-GT 机械尺寸图 G

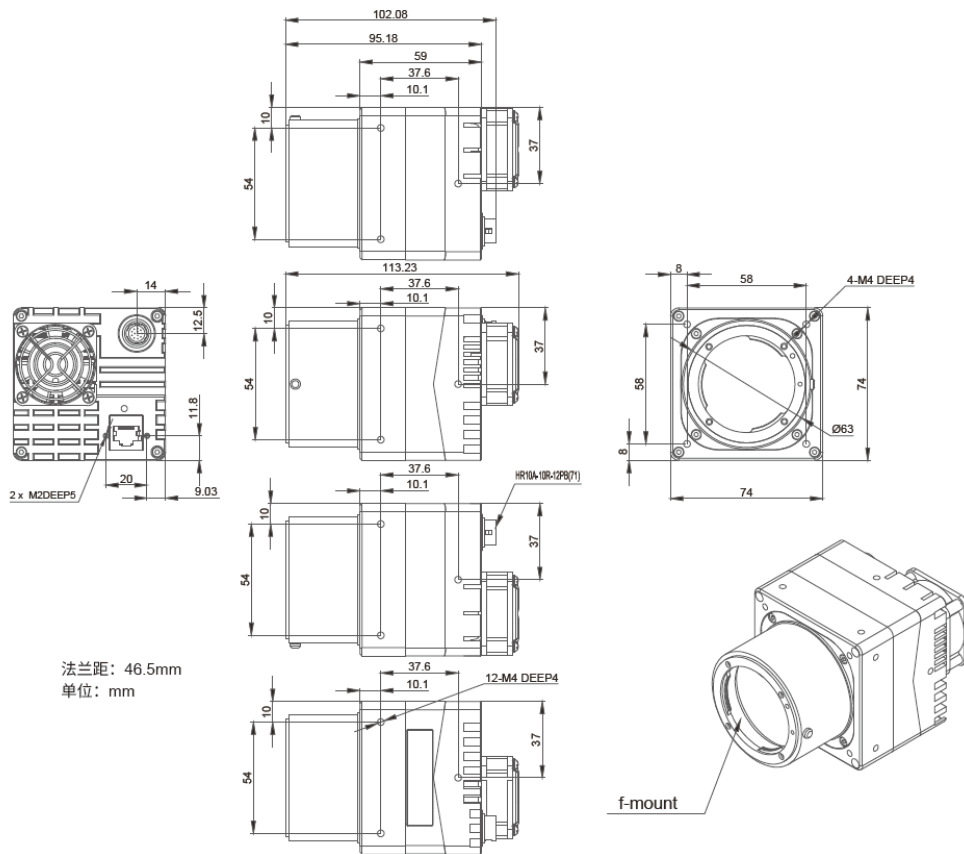


图 5-8 MARS-G 机械尺寸图 H

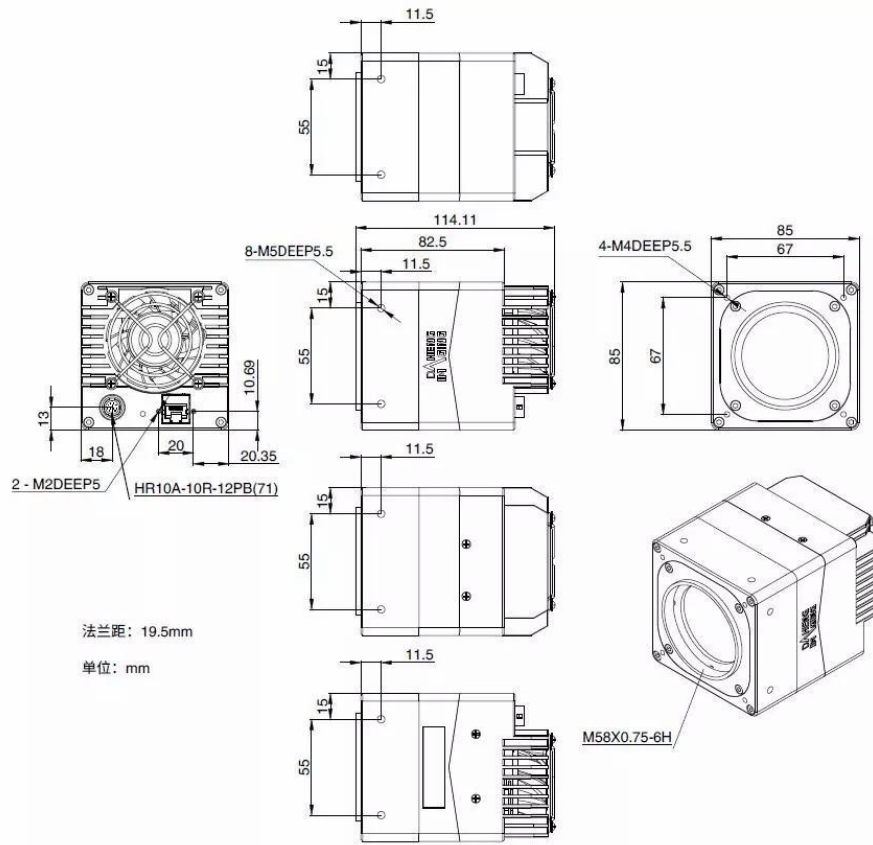


图 5-9 MARS-G 机械尺寸图 I

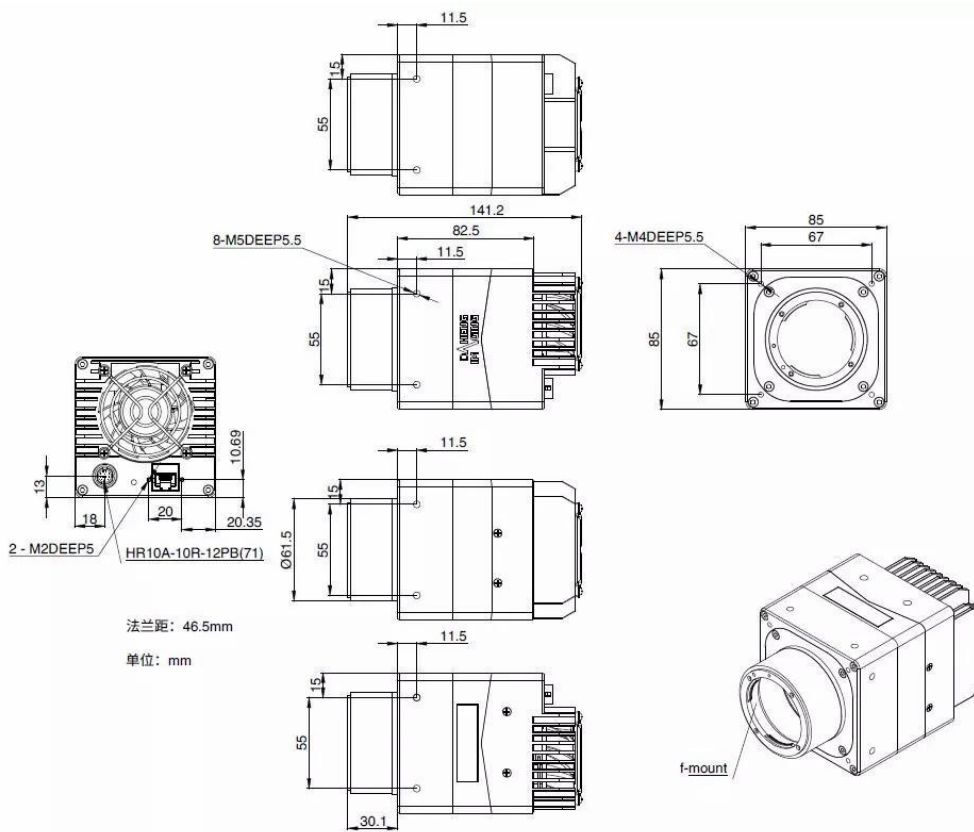


图 5-10 MARS-G 机械尺寸图 J

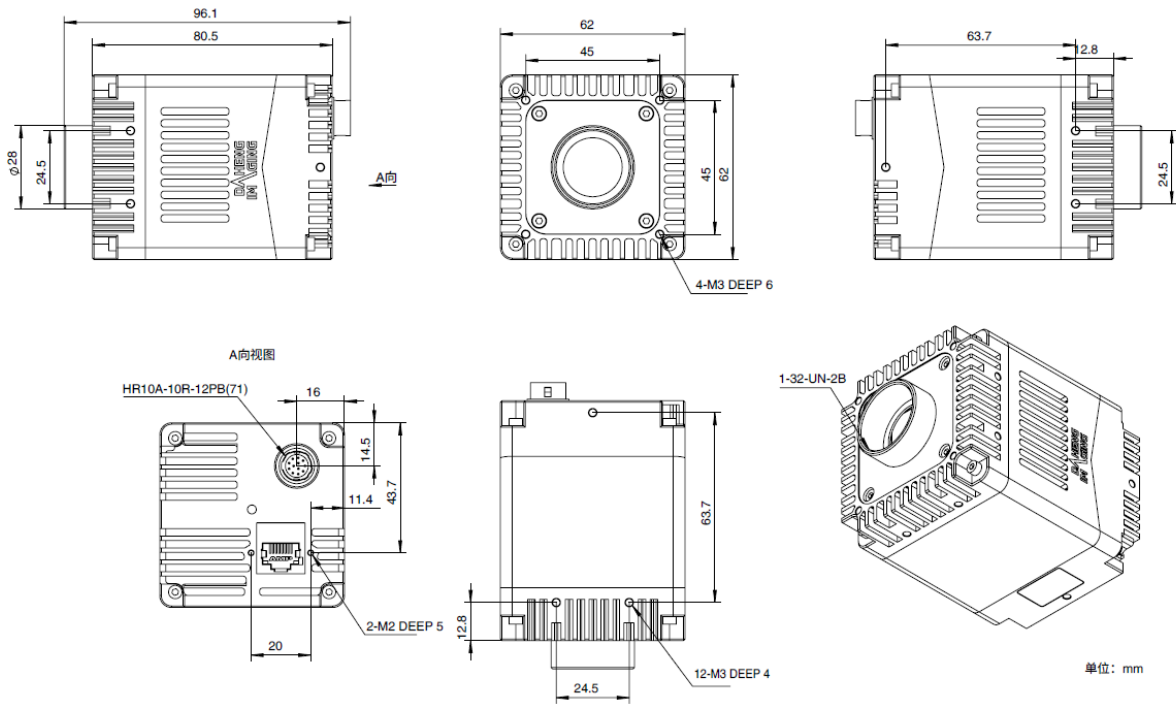


图 5-11 MARS-G 机械尺寸图 K

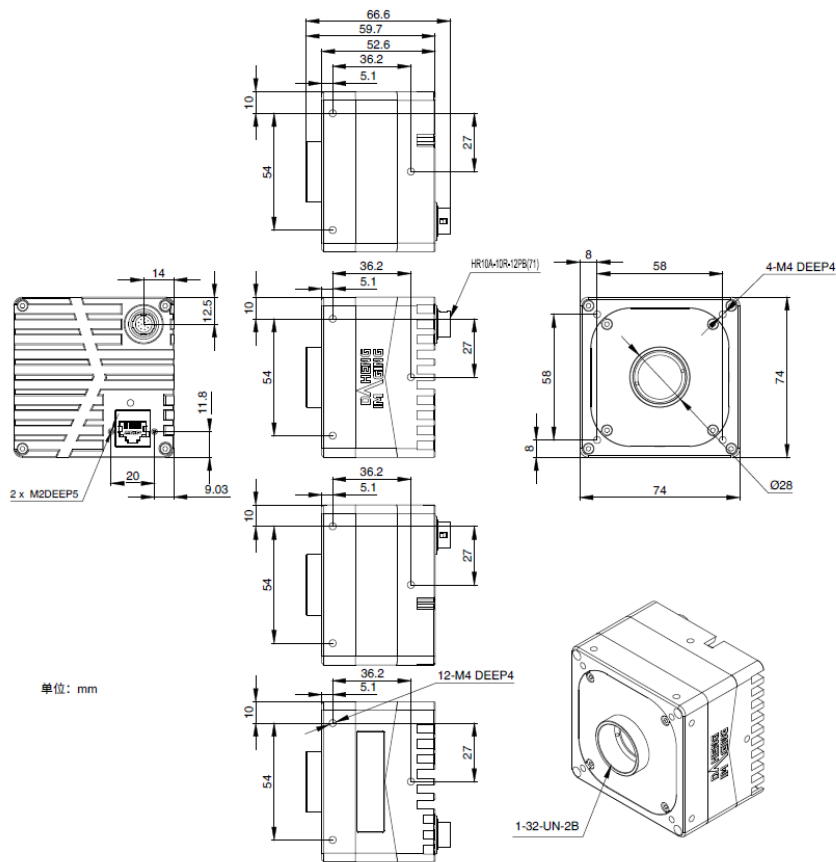
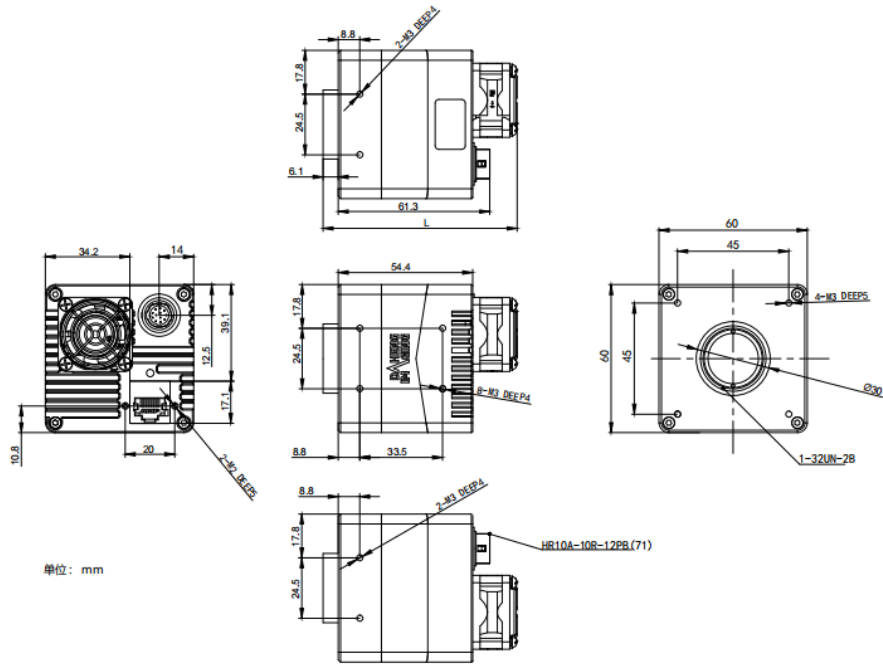


图 5-12 MARS-GT 机械尺寸图 L



	MARS-561/900	MARS-1261	MARS-1840	MARS-2621/2622	MARS-1610/2020/2440
L	78.4	77.9	78.5	78.8	77.7

图 5-13 MARS-GT 机械尺寸图 M

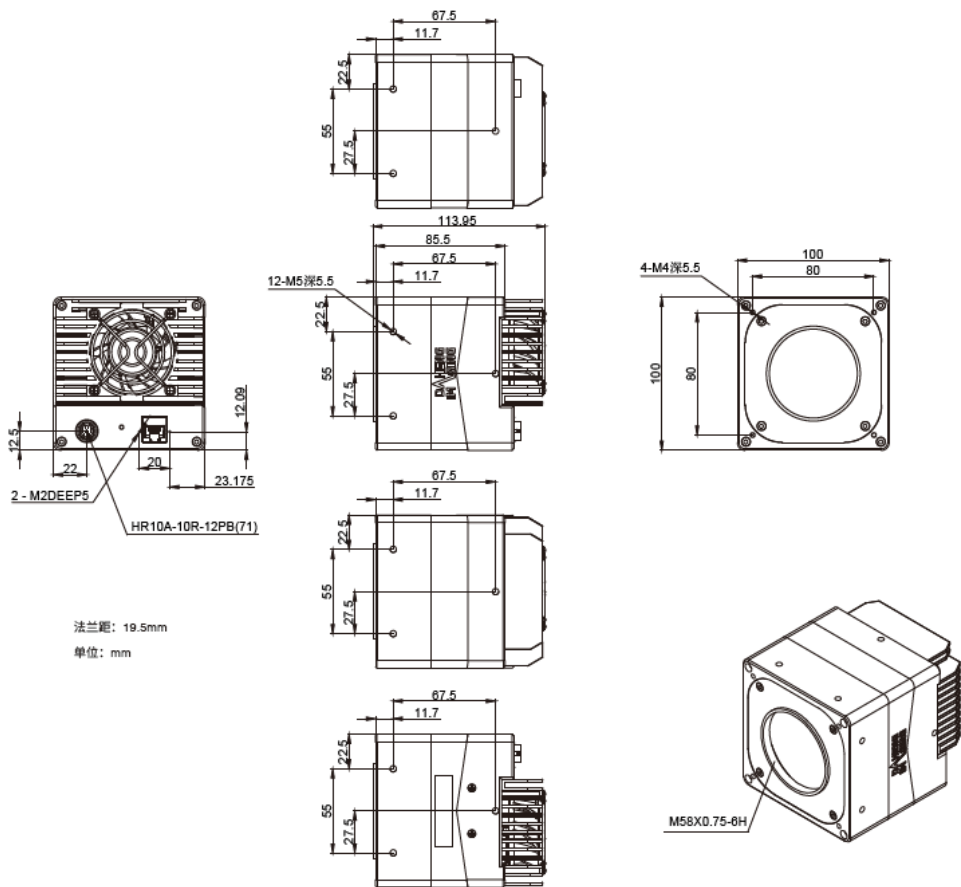


图 5-14 MARS-GT 机械尺寸图 N

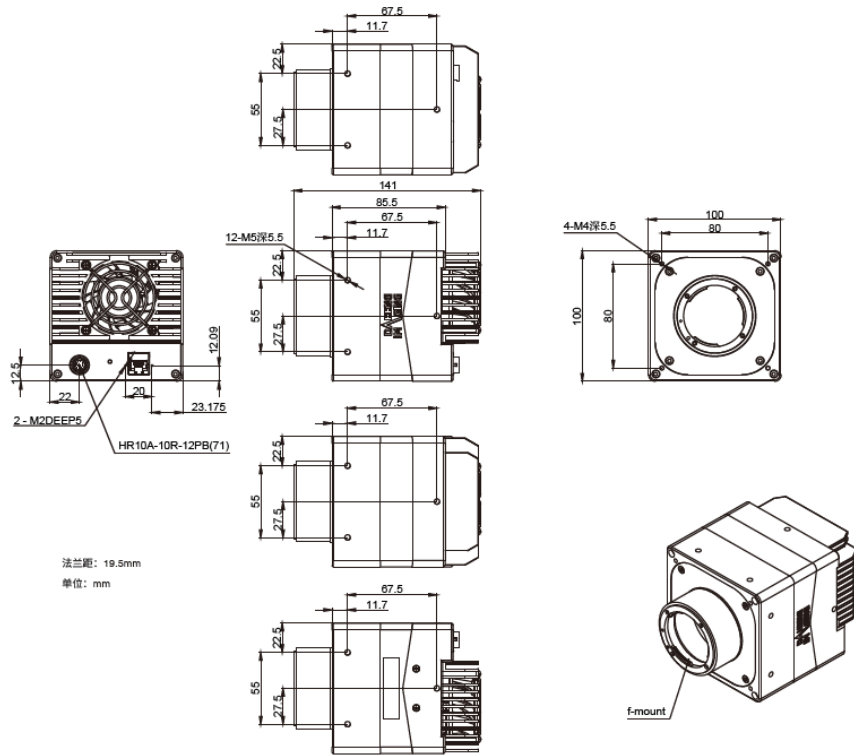


图 5-15 MARS-GT 机械尺寸图 O

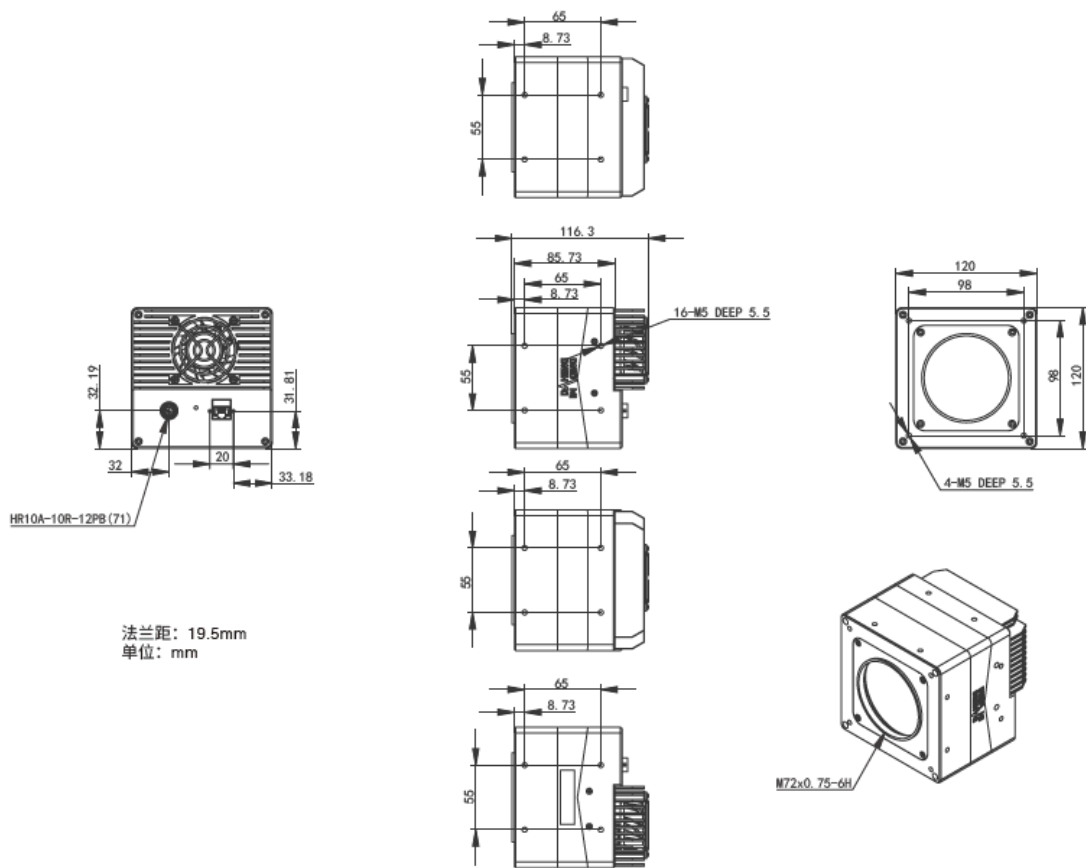


图 5-16 MARS-GT 机械尺寸图 P

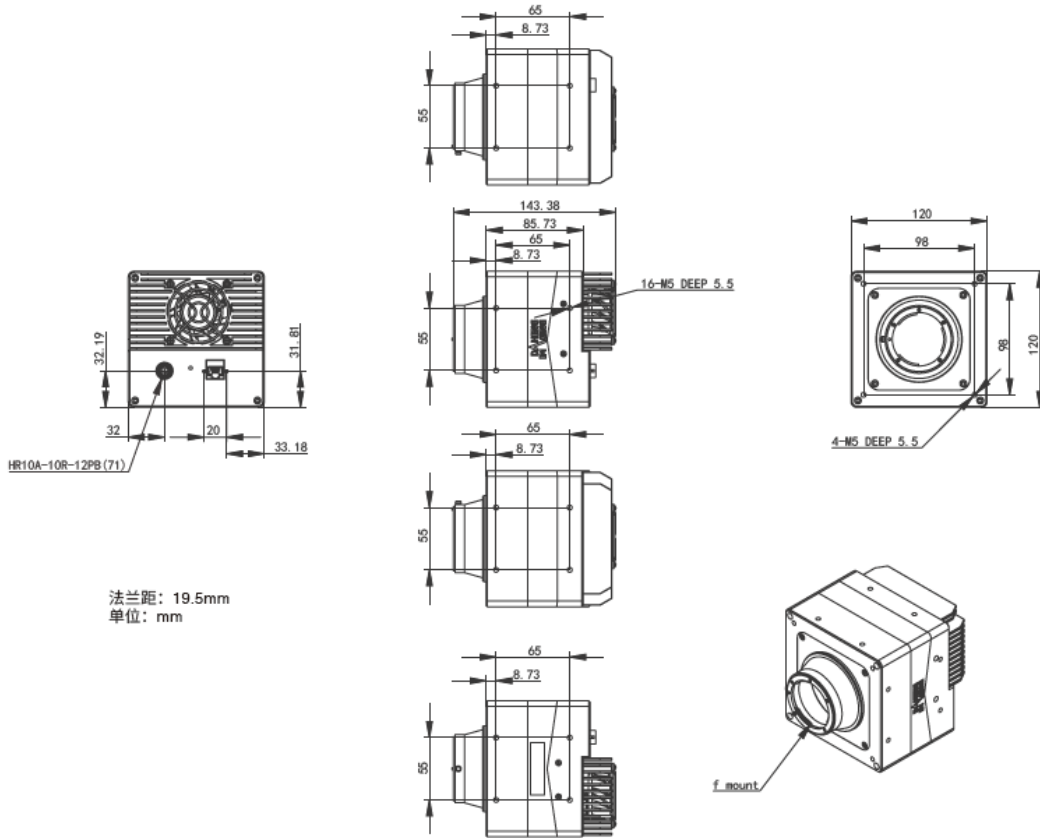


图 5-17 MARS-GT 机械尺寸图 Q

5.2. 光学接口

火星 10GigE 相机各型号支持的镜头接口对应镜头安装基准面到 sensor 感光面距离、镜头可接受的镜头螺纹长度及滤色片/基片信息见下表（如需其他镜头接口请联系销售或技术支持获取信息）。彩色相机可见光滤色片截止频率为 700nm，减小了不可见光部分对图像的影响，滤色片/基片对后焦有影响，去掉可能导致对焦不清晰，若必须拆除，请联系技术支持。

型号	镜头接口	法兰距 (空气中)	镜头螺纹 长度	滤色片/基片
MARS-321-176GTM-TN-SWIR MARS-533-134-GTM-TN-SWIR	C	17.526mm	<11.1mm	无
MARS-170-662GTM/C \ MARS-280-409GTM/C MARS-561-207GTM/C(-NF) \ MARS-900-120GTM/C(-NF) MARS-1261-90GTM(-NF) \ MARS-1610-52GTM/C(-NF) MARS-1840-630GTM/C(-NF) \ MARS-2020-42GTM/C(-NF) MARS-2440-35GTM/C(-NF) \ MARS-2621-42GTM/C(-NF) MARS-2440-35GTM-NF-V MARS-2622-42GTM/C(-NF) \ MARS-2621-42GTM(-NF)-NIR MARS-2622-42GTM(-NF)-NIR \ MARS-2621-42GTM/C-S MARS-2622-42GTM/C-S \ MARS-2621-42GTM-NIR-S MARS-2622-42GTM-NIR-S	C	17.526mm	<11.1mm	C: 可见光滤色片 M: 增透片

MARS-5000-24GTM/C(-NF) MARS-6500-18GTM/C(-NF) MARS-6501-18GTM/C(-NF)	M58-D1	11.48mm	<5mm	C: 可见光滤色片 M: 玻璃基片
	M58	19.5 mm	<11mm	
	F	46.5 mm	-	
MARS-5000-24GTM/C-TF MARS-6500/6501-18GTM/C-TF	M58	19.5 mm	<11mm	
	F	46.5 mm	-	
MARS-6100-18GTM/C-TF	M58	19.5 mm	< 5 mm	
	F	46.5 mm	-	
MARS-15100-6GTM/C-TF	M72	19.5 mm	< 5 mm	
	F	46.5 mm	-	

5.3. 固定块尺寸

客户制作固定块固定相机，对于固定块、螺钉长度和固定块台阶厚度关系要求如下：

- 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

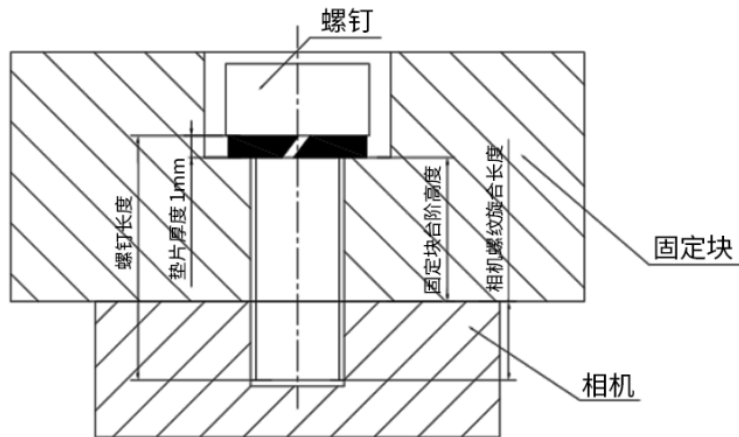


图 5-18 螺钉规格、固定块台阶厚度、弹垫厚度关系图

- 2) 建议客户从下表中选用螺钉规格及固定块台阶厚度：

- 机械尺寸为 60mm × 60mm × 54mm 的相机

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*7 螺钉	2.5	1	3.5
M3*8 螺钉	3.5	1	3.5

- 机械尺寸为 40mm × 70mm × 76.05mm 的相机

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*8 螺钉	2.5	1	4.5
M3*10 螺钉	4.5	1	4.5

- 机械尺寸为 74mm × 74mm × 59mm 的相机

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)
M4*8 螺钉	3.5	1	3.5
M4*10 螺钉	5.5	1	3.5

- 机械尺寸为 85mm × 85mm × 82.5mm, 100mm × 100mm × 114.4mm, 100mm × 100mm × 141.5mm, 120mm × 120mm × 116.3mm, 120mm × 120mm × 143.38mm 的相机

安装螺钉规格 (内六角圆柱头螺钉)	固定块台阶厚度 (mm)	弹垫厚度 (mm)	相机螺纹旋合长度 (mm)
M4*8	2	1.1	4.9
M4*10	4	1.1	4.9
M4*12	6	1.1	4.9
M5*8	2	1.3	4.7
M5*10	4	1.3	4.7
M5*12	6	1.3	4.7

- 机械尺寸为 62mm × 62mm × 80.5mm 的相机

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)
相机侧面			
M3*7 螺钉	2.2	1	3.8
M3*8 螺钉	3.2	1	3.8
相机正面			
M3*8 螺钉	2.2	1	4.8
M3*10 螺钉	4.2	1	4.8

- 机械尺寸为 74mm × 74mm × 52.6mm 的相机

安装螺钉规格 (内六角圆柱头螺钉)	固定块台阶厚度 (mm)	弹垫厚度 (mm)	相机螺纹旋合长度 (mm)
M4*8	3.3	1.1	3.6
M4*10	5.3	1.1	3.6



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

火星系列彩色相机安装有红外截止滤色片，滤色片厚度为 $0.7\pm 0.05\text{mm}$ ，其截止频率为 700nm ，减小了不可见光部分对图像的影响；黑白相机安装有透光片，以下是它们的规格参数及响应光谱参数。滤色片/透光片对后焦有影响，去掉可能导致对焦不清晰。

若必须拆除，请联系技术支持。

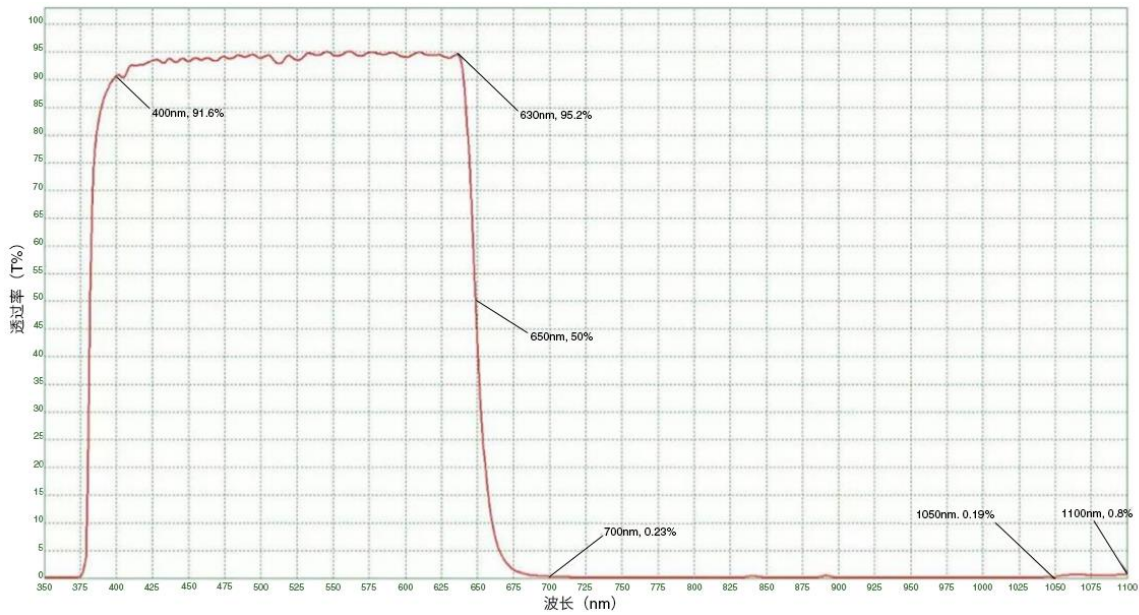


图 6-1 MARS 系列彩色相机滤色片透过率曲线

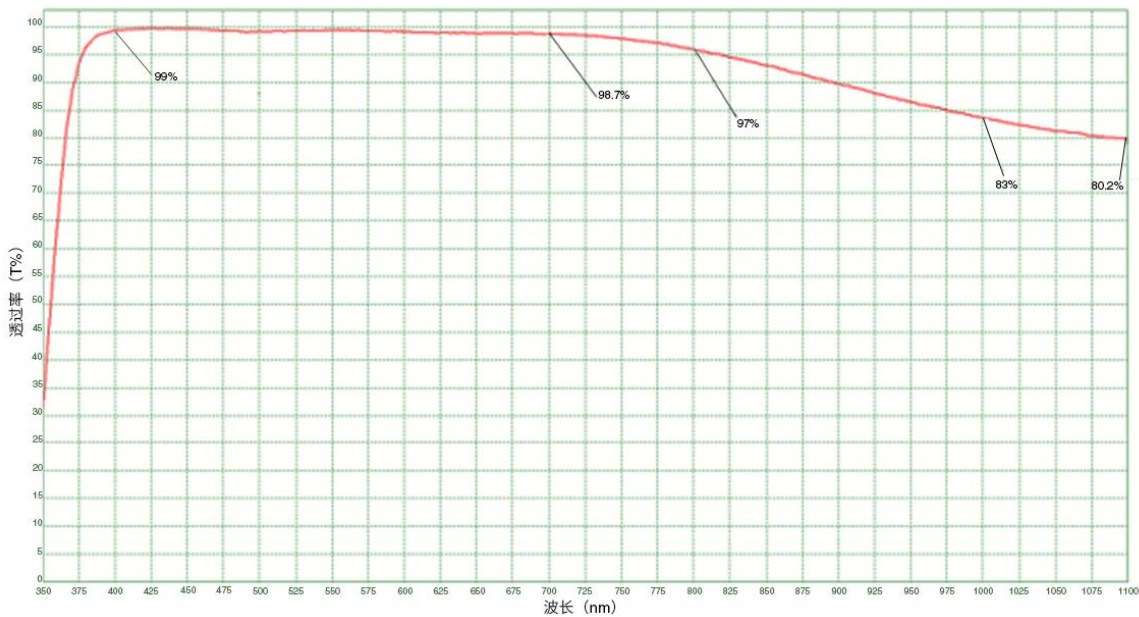


图 6-2 MARS 系列黑白相机透光片反射率曲线

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
黄绿闪烁	相机正常启动，网络连接未建立，对方设备为 10M/100M 等不支持的速度等级
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
红绿闪烁	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 CAT-6a 及以上线缆，线缆长度最大为 30m。

7.3. I/O 接口

7.3.1. I/O 接口定义

I/O 接口使用的是 Hirose 的 12-pin 圆形公头插座，型号为 HR10A-10R-12PB(71)。与其匹配的插头型号为 HR10A-10P-12S(73)。

示意图	Pin	定义	说明
	1	Line0+	光耦输入正
	2	GND	相机电源地、GPIO 地
	3	Line0-	光耦输入负

	4	POWER_IN	相机外接电源
	5	Line2	GPIO 输入/输出
	6	RS232 Rx	RS232 串口接收*
	7	Line1-	光耦输出负
	8	Line1+	光耦输出正
	9	GND	相机电源地、GPIO 地
	10	GND	相机电源地、GPIO 地
	11	POWER_IN	相机外接电源
	12	RS232 Tx	RS232 串口发送*

表 7-2 I/O 接口定义 (从相机背面看)

MARS-GT 系列数字相机通过 I/O 接口供电时, 输入电源必须为 12V (-10%) ~24V (+10%) 直流电源。

TF 型号只能使用+24VDC (±10%) 直流电源。

*部分型号支持串口功能。



- 1) 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;
- 2) GPIO 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

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图 7-1 所示。

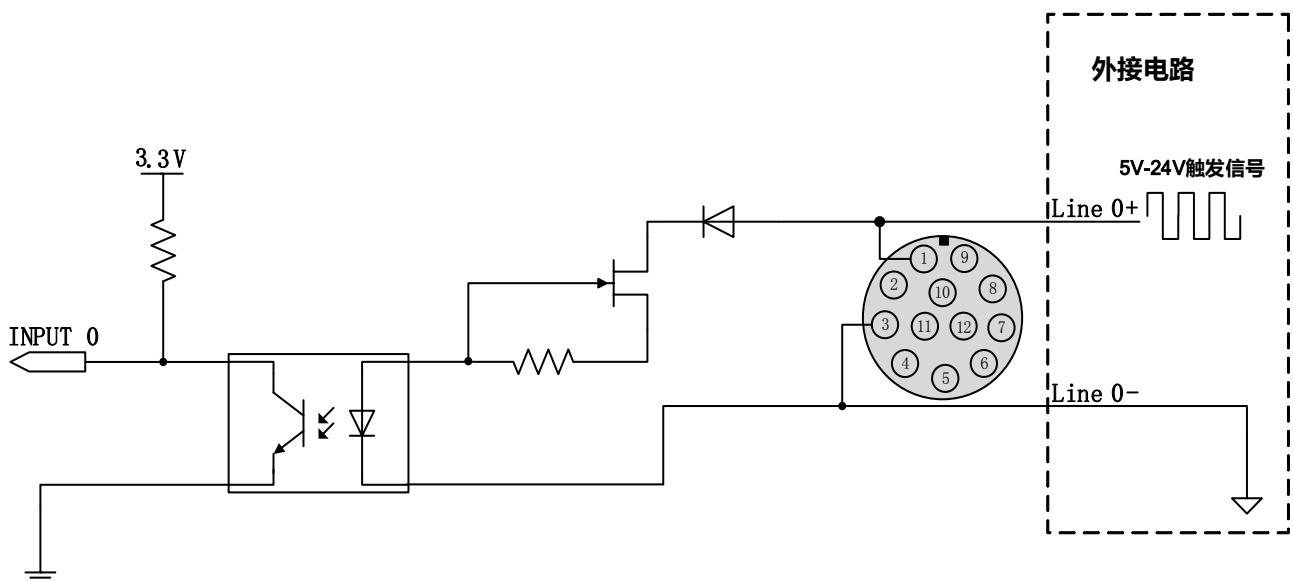


图 7-1 光耦隔离输入电路

- 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图 7-2 和图 7-3。上拉电阻阻值和外接电源电压的关系见表 7-3。

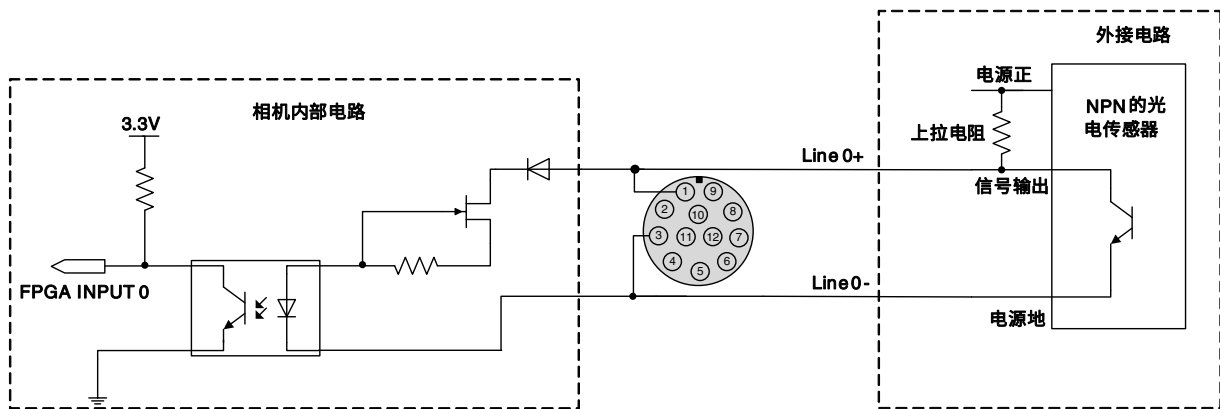


图 7-2 NPN 型光电传感器连接到光耦隔离输入电路

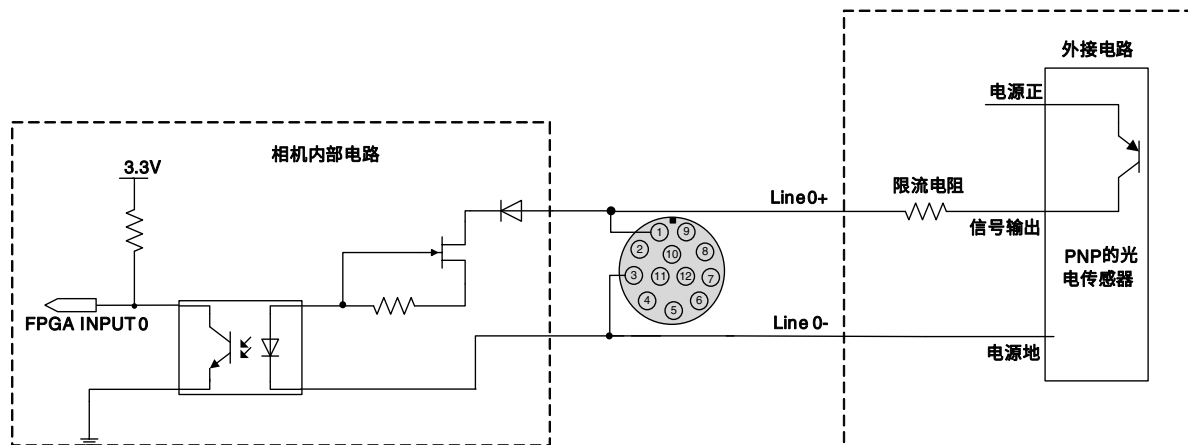


图 7-3 PNP 型光电传感器连接到光耦隔离输入电路

- 上升沿总延时时间： $<50\mu\text{s}(0^{\circ}\text{C}\sim 45^{\circ}\text{C})$ ，参数说明见图 7-4
- 下降沿总延时时间： $<50\mu\text{s}(0^{\circ}\text{C}\sim 45^{\circ}\text{C})$ ，参数说明见图 7-4
- 不同的环境温度和输入电压都会对总延时时间有影响。环境温度 25°C 时典型应用环境下的总延时时间见表 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，光耦隔离输入电路总延时时间

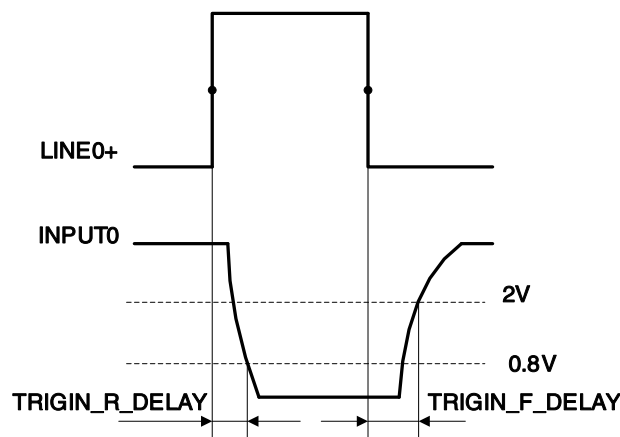


图 7-4 光耦隔离输入电路参数

- 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. Line1（光耦隔离输出）电路

光耦隔离输出电路原理图如图 7-5 所示。

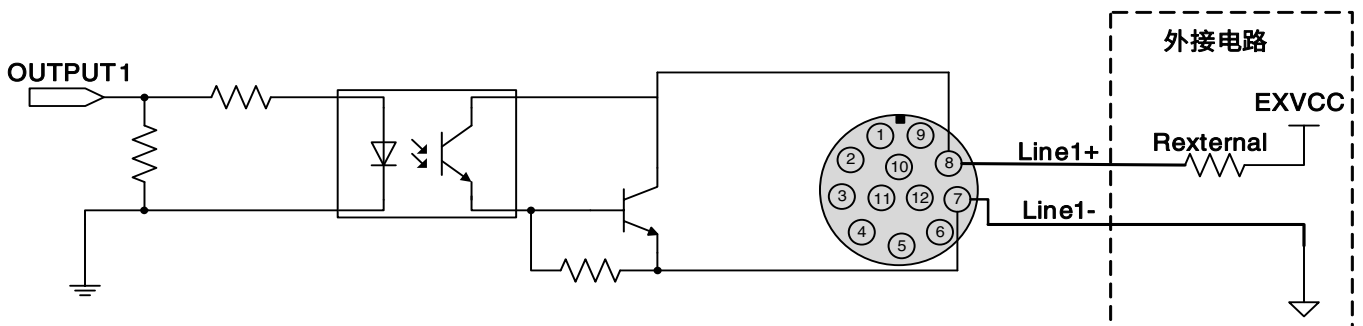


图 7-5 光耦隔离输出电路

- 外接电压 EXVCC 范围为 5~24V
- Line1 的最大输出电流 25mA
- 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

测试条件 (上拉电阻 1kΩ)	输出压降 (V)	输出电流 (mA)
外接电源 5V	0.90	4.16
外接电源 12V	0.97	11.11
外接电源 24V	1.04	23.08

表 7-5 典型应用环境下的光耦隔离输出电路的输出压降值和输出电流值

- 上升沿延时= t_d+t_f : $<50\mu s$ ($0^\circ C\sim 45^\circ C$), 参数说明见图 7-6
- 下降沿延时= t_s+t_r : $<50\mu s$ ($0^\circ C\sim 45^\circ C$), 参数说明见图 7-6
- 环境温度 25°C时典型应用环境下的延迟时间见表 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 1kΩ	6.16	~	13.26
延时时间 t_d		1.90	~	3.16
上升时间 t_r		2.77	~	10.60
下降时间 t_f		7.60	~	11.12
上升沿延时= t_f+t_d		4.70	~	13.76
下降沿延时= t_r+t_s		14.41	~	24.38

表 7-6 典型应用环境下光耦隔离输出电路时间参数

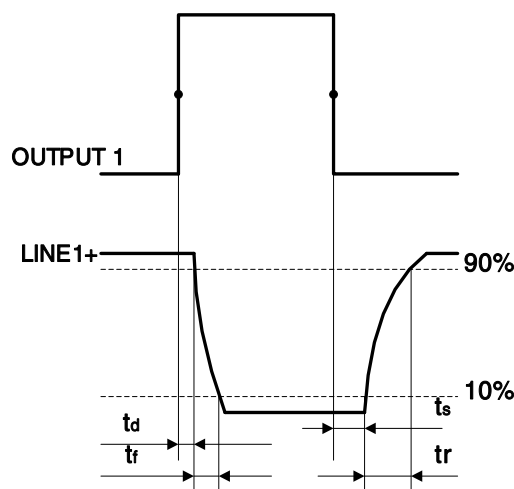


图 7-6 光耦隔离输出电路参数

- 延时时间 t_d : 从 OUTPUT1 幅值的一半到 LINE1+ 下降到 LINE1+ 幅值 90% 的时间
- 下降时间 t_f : LINE1+ 从 90% 下降到 10% 的时间
- 贮存时间 t_s : 从 OUTPUT1 幅值的一半到 LINE1+ 上升到 LINE1+ 幅值 10% 的时间
- 上升时间 t_r : LINE1+ 从 10% 上升到 90% 的时间

7.3.2.3. GPIO2 (双向) 电路

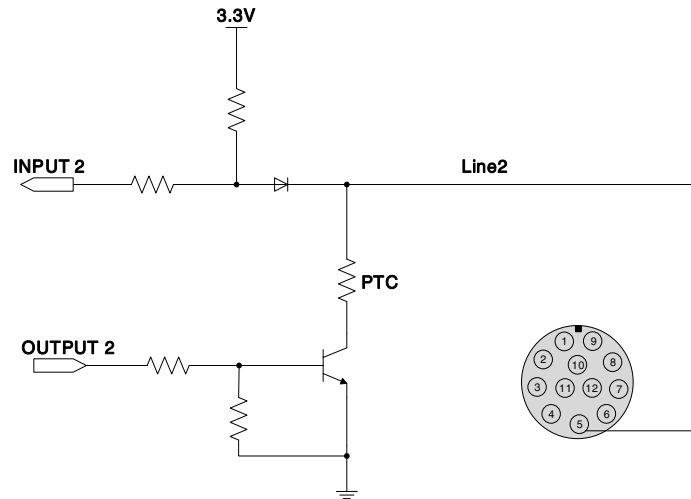


图 7-7 GPIO 2 (双向) 电路

7.3.2.3.1. Line2 配置成输入管脚

Line2 配置为输入引脚时，相机内部等效电路如图 7-8:

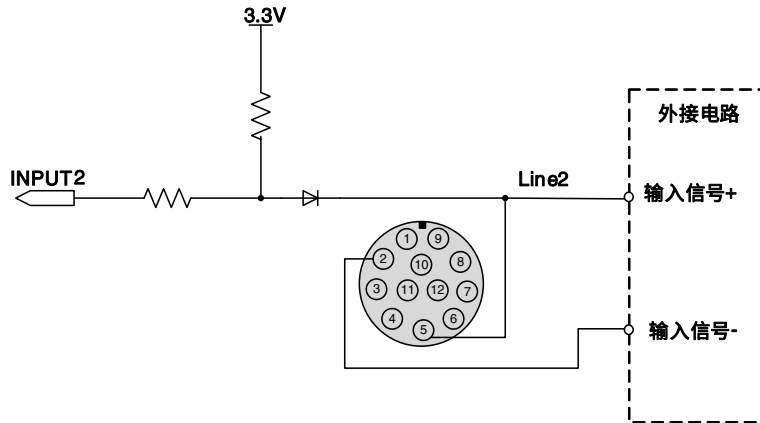


图 7-8 Line2 配置为输入引脚时相机内部等效电路



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

- 1) Line2 输入触发电平标准 (除 MARS-GT-S 系列之外)
 - 逻辑 0 的输入电压: 0V~+0.6V (Line2 端电压)
 - 逻辑 1 的输入电压: +1.9V~+24V (Line2 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 输入高电平时，输入电流小于 0.1mA；Line2 输入低电平时，输入电流小于-1mA
- 2) Line2 输入触发电平标准（只针对于 MARS-GT-S 系列）
- 逻辑 0 的输入电压：0V~+0.7V（Line2 端电压）
 - 逻辑 1 的输入电压：+3.3V~+24V（Line2 端电压）
 - 输入电压在 0.7V~3.3V 之间为不确定状态，输入信号应避免进入这一电压区间
 - Line2 输入高电平时，输入电流小于 0.1mA；Line2 输入低电平时，输入电流小于-1mA
- 3) NPN、PNP 型连接方法

Line2 输入电路和 NPN 型、PNP 型光电传感器的连接方法见图 7-9、图 7-10 上拉电阻阻值和外接电源电压的关系见表 7-3。

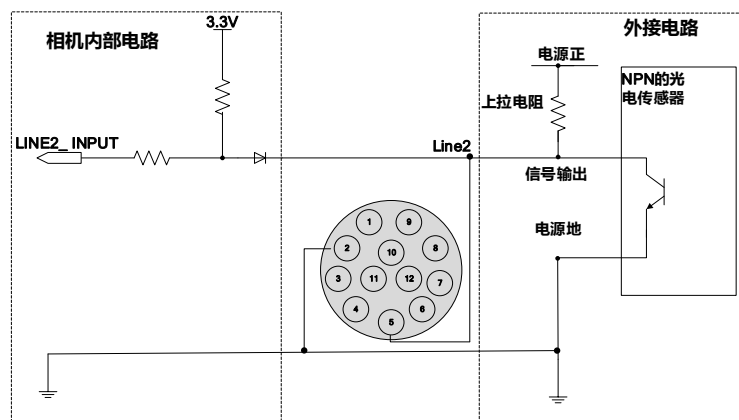


图 7-9 NPN 型光电传感器连接到 Line2 输入电路

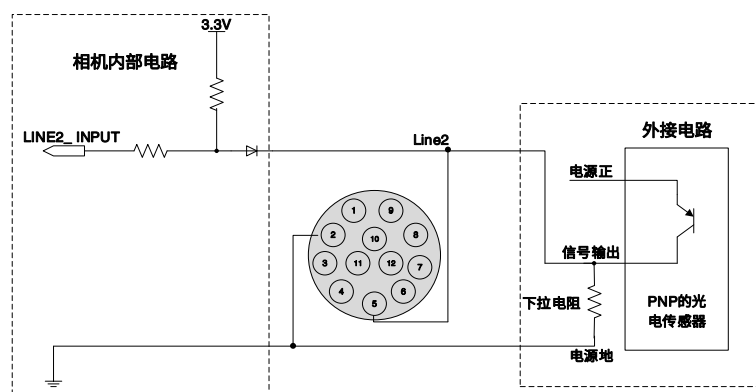


图 7-10 PNP 型光电传感器连接到 Line2 输入电路

Line2 作为输入时，其下拉电阻不要超过 1K，否则会导致 Line2 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 7-4

- 输入下降沿延时: $<2\mu\text{s}$ ($0^{\circ}\text{C}\sim 45^{\circ}\text{C}$)，参数说明见图 7-4

7.3.2.3.2. Line2 配置成输出管脚

- 外接电压 EXVCC 范围为 5~24V
- Line2 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 7-7。

外接电压 EXVCC	外接电阻 Rexternal	Line2 端输出压降 (V)	输出电流 (mA)
5V	1k Ω	0.19	4.8
12V		0.46	11.6
24V		0.92	23.1

表 7-7 典型应用环境下的 Line2 端压降值和输出电流值

- 上升沿延时= t_f+t_d : $<20\mu\text{s}$ ($0^{\circ}\text{C}\sim 45^{\circ}\text{C}$)，参数说明见图 7-6
- 下降沿延时= t_r+t_s : $<20\mu\text{s}$ ($0^{\circ}\text{C}\sim 45^{\circ}\text{C}$)，参数说明见图 7-6

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°C 时典型应用环境下的输出电路时间参数见表 7-8。

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_f+t_d		0.19	~	0.26
下降沿延时= t_r+t_s		1.97	~	2.09

表 7-8 典型应用环境下 GPIO 配置成输出管脚时的电路时间参数

Line2 配置为输出引脚时，相机内部等效电路如图 7-11，以 Line2 为例：

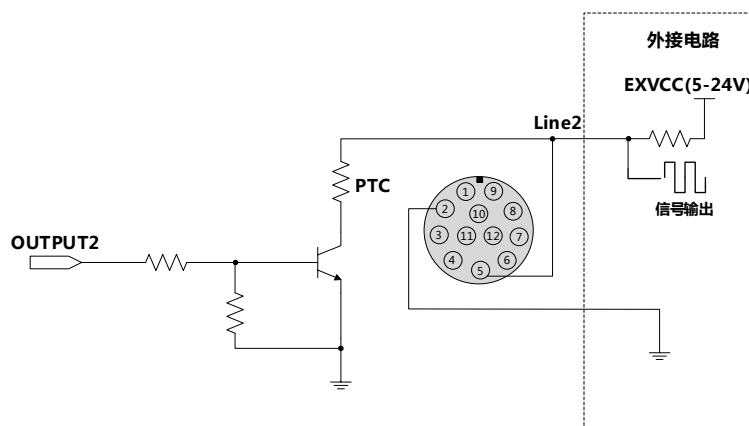


图 7-11 Line2 配置为输出引脚时相机内部等效电路

8. 功能定义

8.1. I/O 控制

8.1.1. 配置输入引脚

1) 选择引脚为输入信号源

MARS-GT 系列相机提供 2 路输入信号，分别是 Line0、Line2。其中 Line0 为单向光耦输入 I/O，Line2 为可配置方向的 I/O。

相机上电默认输入为 Line0。Line2 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

为了抑制外触发的干扰信号，MARS-GT 系列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]μs，步长 1μs。

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

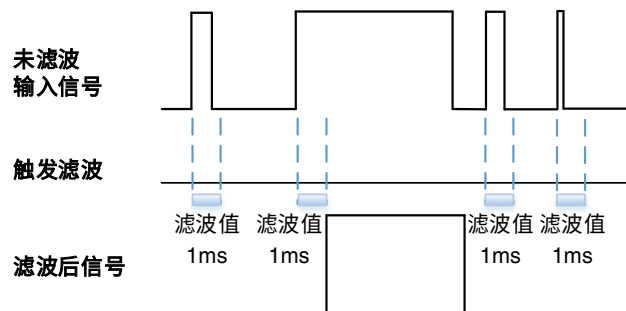


图 8-1 输入信号滤波示意图

3) 触发延迟

MARS-GT 系列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]μs，步长 1μs。

例 1：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。

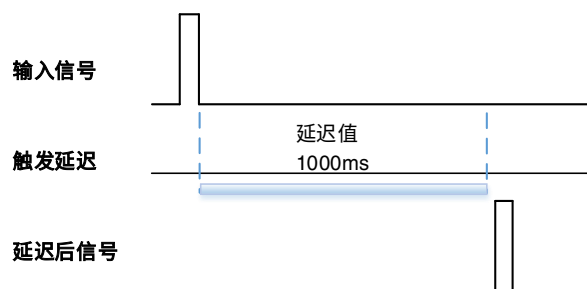


图 8-2 触发延迟示意图

4) 设置输入引脚反向

MARS-GT 系列相机具有输入引脚电平方向可配置功能。用户可以通过设置“引脚电平反转”选择输入电平是否反向。

MARS-GT 系列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。

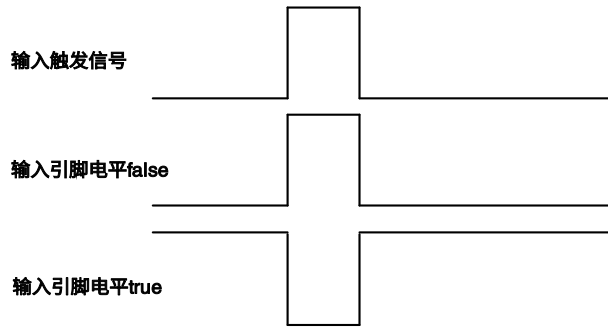


图 8-3 设置输入引脚反向

8.1.2. 配置输出引脚

1) 选择引脚为输出信号源

MARS-GT 系列相机提供 2 路输出信号，分别是 Line1、Line2。其中 Line1 为单向光耦输出 I/O，Line2 为可配置方向的 I/O。

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

相机 2 路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。

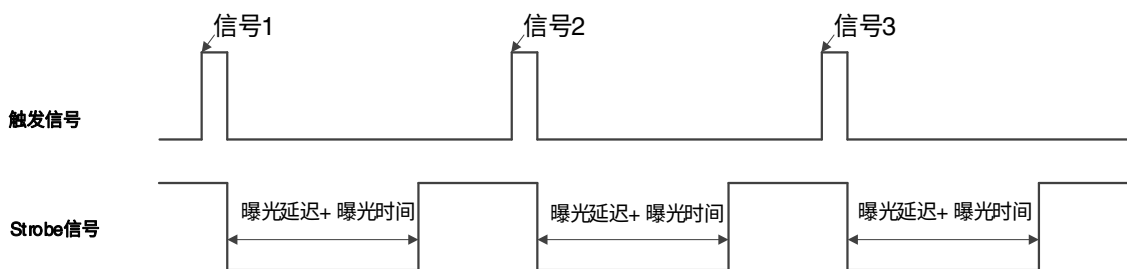


图 8-4 Strobe 信号示意图

● 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，如图 8-5 与图 8-6 所示。

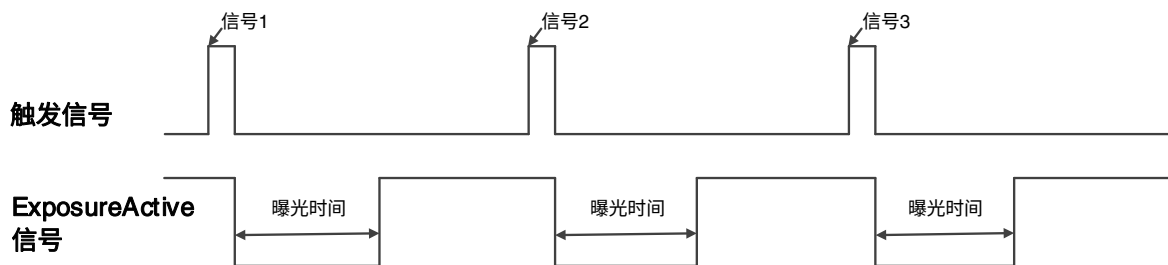


图 8-5 全局曝光 ExposureActive 信号示意图

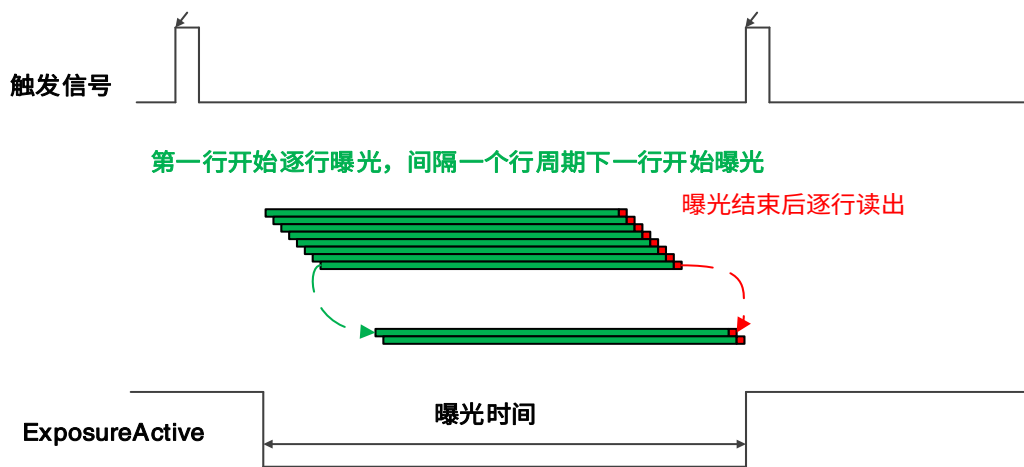


图 8-6 逐行曝光 ExposureActive 信号示意图

在相机或目标物体移动的情况下，该信号也很有用。例如相机安装在机械臂上，被移动到不同位置进行拍照，这种情况可以通过监控曝光活动信号来确认曝光是否结束，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，如图 8-7 所示。

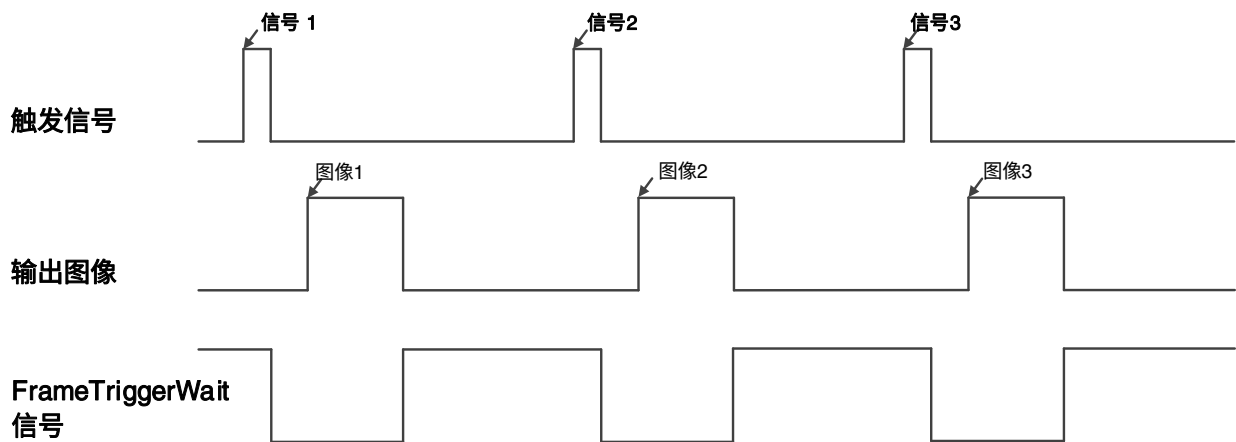


图 8-7 FrameTriggerWait 信号示意图

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，如图 8-8 所示。

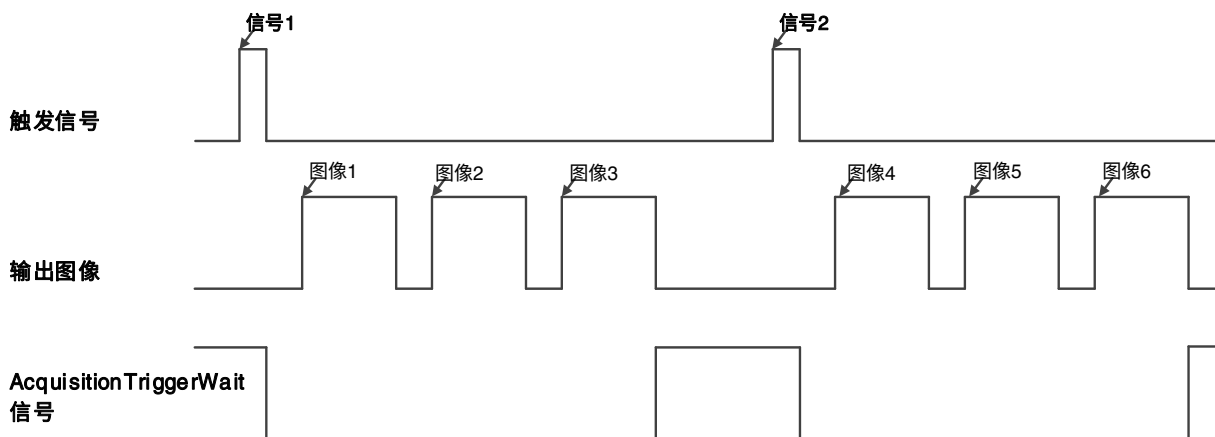


图 8-8 AcquisitionTriggerWait 信号示意图

2) 设置输出引脚用户状态

MARS-GT 系列相机可以通过设置“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，MARS-GT 系列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 8-9 所示。

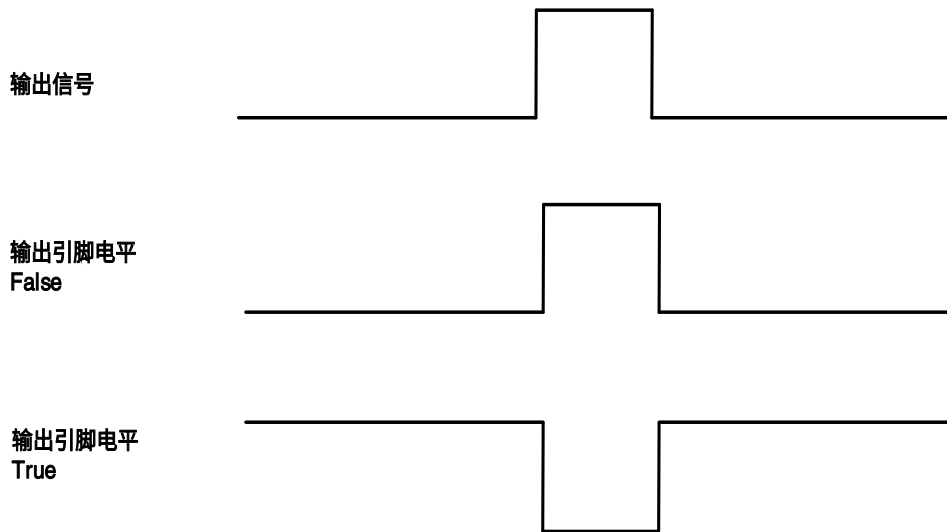


图 8-9 设置输出引脚反向

8.1.3. 读取引脚状态

1) 读取单独引脚电平

MARS-GT 系列相机可以获取单独引脚信号状态。

A. MARS-GT-S 系列相机：

Line0 上电默认引脚状态为 False，Line1 上电默认引脚状态为 True，Line2 上电默认为 Input，引脚状态为 False。

B. 其他型号相机：

Line0 上电默认引脚状态为 False，Line1 上电默认引脚状态为 True，Line2 上电默认为 Input，引脚状态为 True。

2) 读取所有引脚电平

MARS-GT 系列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。

MARS-GT 系列相机所有引脚电平状态位如下：

A. MARS-GT-S 系列相机引脚电平状态位如下，上电默认值为 0x2

保留	Line2	Line1	Line0
x	0	1	0

B. 其他型号相机引脚电平状态位如下，上电默认值为 0x6

保留	Line2	Line1	Line0
x	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 MARS-GT 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 8-10、图 8-11 所示：

- 连续采集

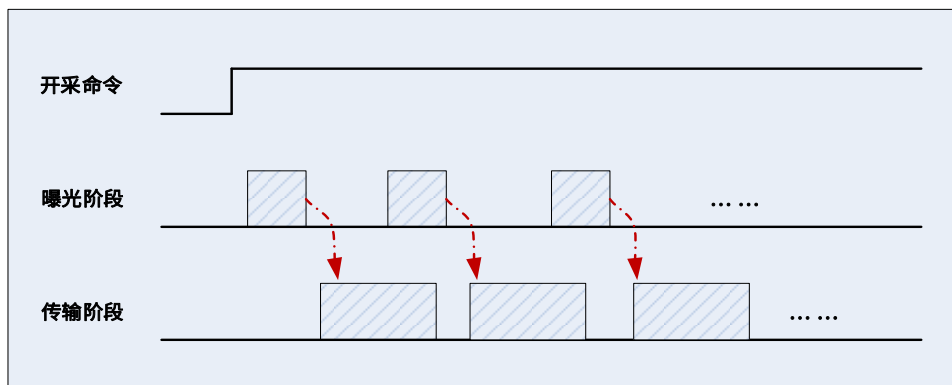


图 8-10 连续采集时序图

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

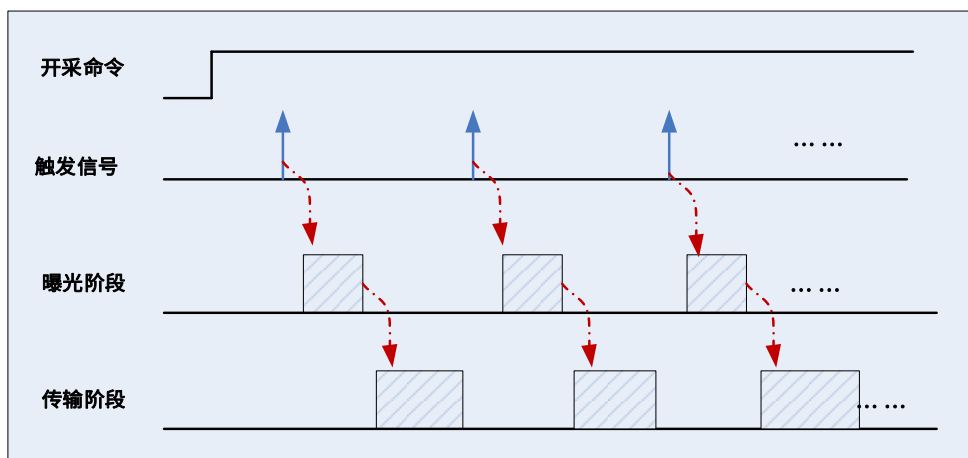


图 8-11 触发采集时序图

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 MARS-GT 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。不同时机的停采，操作过程如图 8-12、图 8-13 所示：

- 传输过程中停采

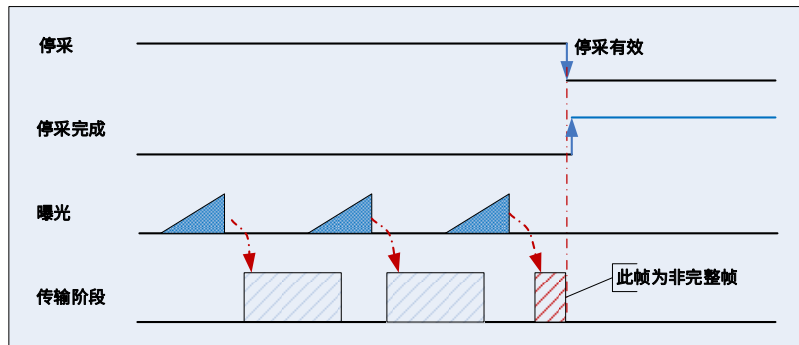


图 8-12 传输过程中停采时时序图

如图 8-12，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

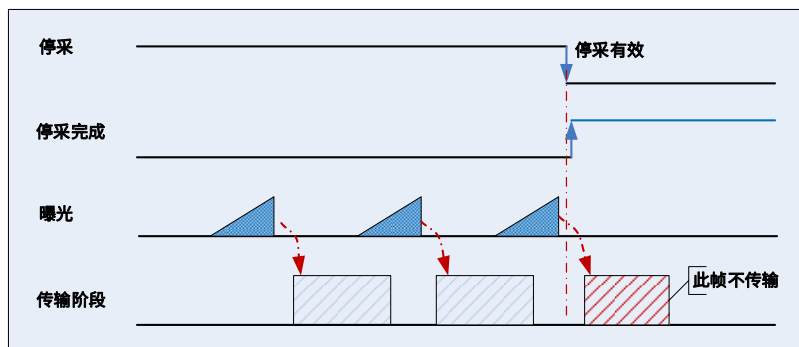


图 8-13 传输等待时停采时序图

如图 8-13，MARS-GT 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。

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，也必须设置停采命令后才能够设置开采状态下不能够设置的功能，比如 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，触发类型为 FrameStart 时:

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，触发类型为 FrameBurstStart 时:

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 定义的图像帧数 4。

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要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，帧开始触发时序如图 8-14 所示。

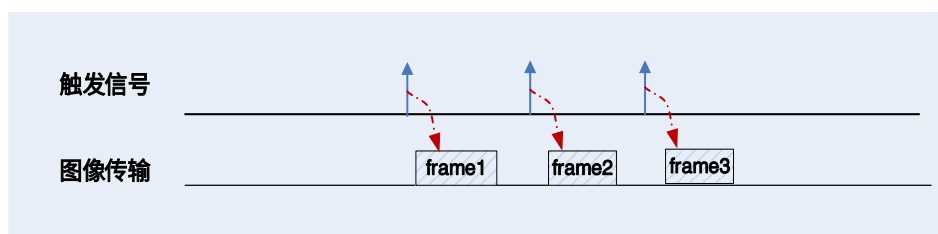


图 8-14 帧开始触发时序图

- 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，如图 8-15 所示。

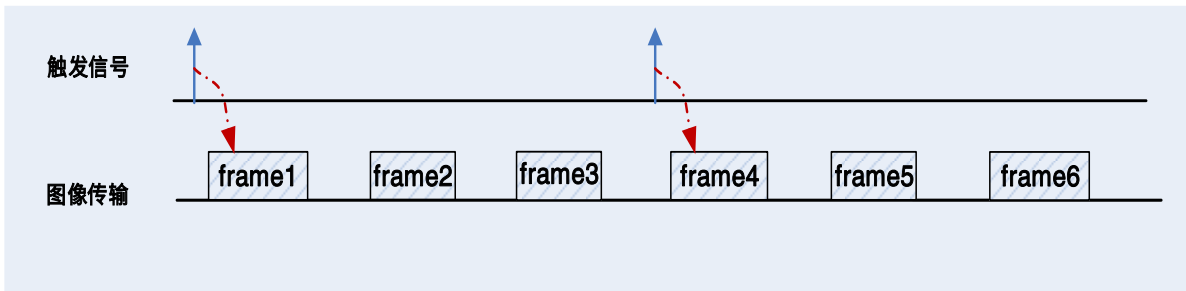


图 8-15 帧高速连拍开始触发时序图

- 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，如图 8-16 所示。

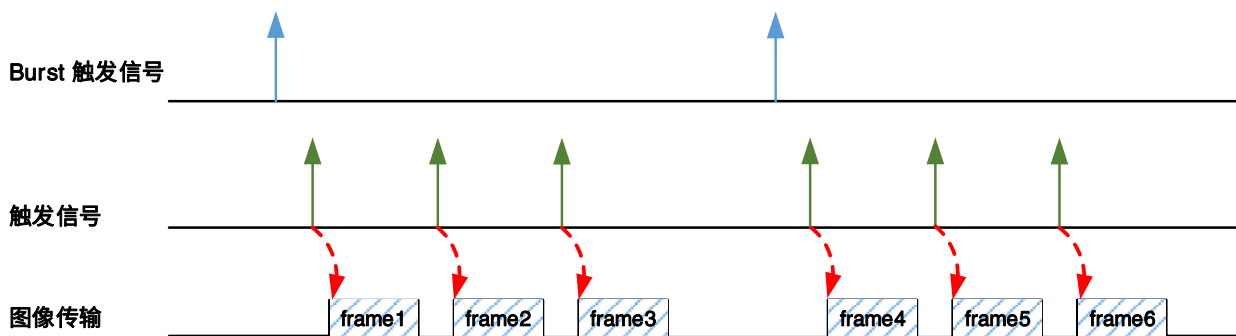


图 8-16 两种触发模式同时使用时触发时序图

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。

MARS-GT 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

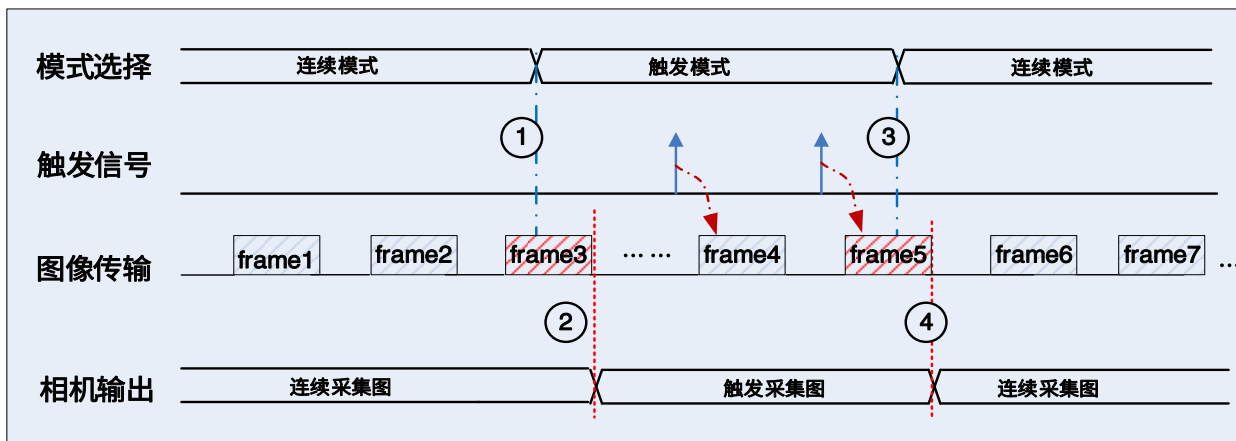


图 8-17 传输时切换触发模式

如图 8-17，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 8-17 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

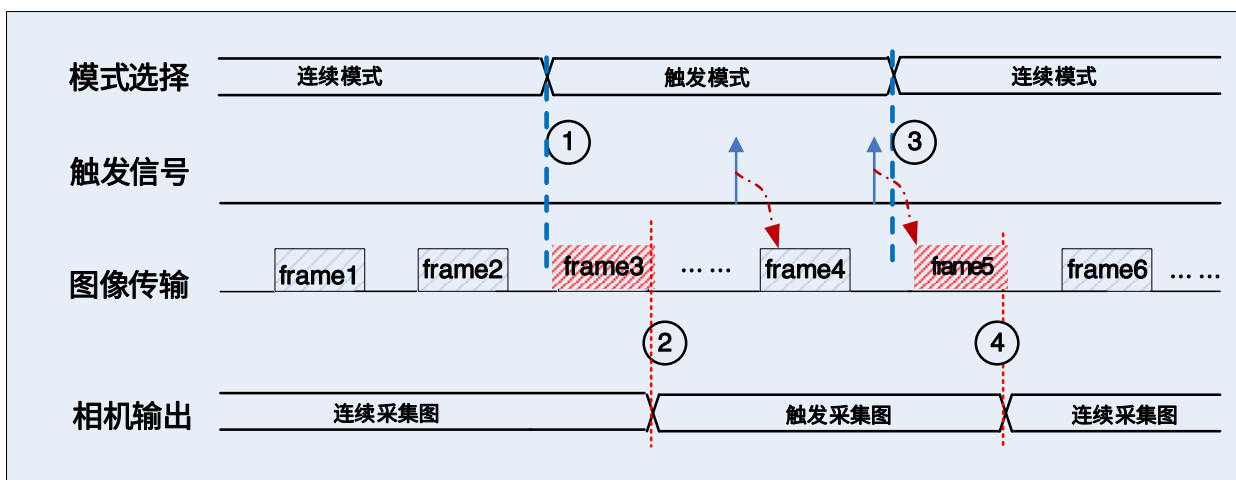


图 8-18 传输等待时切换触发模式

如图 8-18，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 8-18，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

MARS-GT 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，“触发模式”选择“off”即可。MARS-GT 相机的默认工作方式为连续采集。

打开 MARS-GT 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

MARS-GT 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. 软触发采集及其配置

- 软触发使用配置

MARS-GT 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 10Gigabit 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

MARS-GT 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，默认配置为不进行触发延迟操作。

8.2.7. 外触发采集及其配置

- 外触发使用配置

MARS-GT 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”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。

MARS-GT 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

MARS-GT 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，MARS-GT 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。上升沿延时约几个到十几个 μs ，下降沿延时十几个到几十个 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 20-40 μs ）；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 20-40 μs ）。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。

8.2.8. 多源触发采集及其配置

- 多源触发使用配置

MARS-GT 相机支持多源触发采集功能，在应用程序中，如果用户想要使用多源触发采集功能，需要在“采集控制”选项中，“触发模式”选择“On”，“触发源”选择“MultiSource”。同时在“MultiSourceSelector”中选择对应的触发源，逐个选择“Line0”、“Line2”、“Software”，并设置对应的“MultiSourceEnable”为“true”或“false”，以决定是否选择该触发源作为多源触发源。

例如：当设置“MultiSourceSelector” = “Line0”，“MultiSourceEnable” = “true”；“MultiSourceSelector” = “Line2”，“MultiSourceEnable” = “true”；“MultiSourceSelector” = “Software”，“MultiSourceEnable” = “False”；相当于同时对“Line0”以及“Line2”到来的触发信号进行处理，区别于普通触发模式下针对不同的触发类型只能选择一种触发源的处理。

多源触发功能也可当做普通触发来使用，只需要选择其中一个触发源对应的“MultiSourceEnable”为“true”即可。例如，“触发源”选择“MultiSource”，“MultiSourceSelector” = “Line0”，“MultiSourceEnable” = “true”，其他 MultiSourceSelector 选项下设置 MultiSourceEnable 为 false，等同于“触发源”选择“Line0”的处理。

此外，在涉及到需要使用外触发源时，需要根据“MultiSourceEnable”选项，在相机的航插接口中，完成好外触发的物理连接。

- 多源触发使用特性

MARS-GT 相机对多源触发输入信号处理，支持的特性包括：

- 1) 触发极性：是否对输入多源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：是否对输入多源触发信号中的外触发信号进行滤波操作（软触发信号不进行滤波），MARS-GT 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：相机对接收的多源触发信号，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；
- 4) 由于外触发源“Line2”为可配置方向的 I/O，当更改“引脚方向”配置引脚为输出时，则 MultiSource 下对应的触发源不可使能；
- 5) 不对触发类型进行限制，即在 FrameStart 与 FrameBurstStart 类型下触发源都可以选择“MultiSource”，且不同类型下的 MultiSource 可选择不同的触发配置，包括触发模式、触发源等；
- 6) 多源触发模式下可以获取帧信息，chunk id 为 4，长度为 4 字节，内容指示触发当前传输图像数据的触发信号源。MARS-GT 系列相机获取帧信息状态如表 8-1 所示：

0	1	2	3
软触发	外触发 Line0	外触发 Line2	保留

表 8-1 帧信息状态

8.2.9. 触发缓存设置

- 触发缓存使用配置

MARS-GT 相机支持触发缓存功能，该功能只有在开采有效且为触发采集模式下才可设置，当停采时，会清除缓存的所有触发信号。

首先设置“触发模式”为“On”，“触发源”可以选择“Line0”、“Line2”、“Software”以及“MultiSource”中的一个（MultiSource 配置具体细节见 8.2.8）。“触发缓存使能”设置为“true”，则会对当前所选触发源下到来的触发信号进行缓存，缓存触发信号个数与帧存深度一致，这些缓存的触发信号一定能够触发 Sensor 并将图像数据通过后端传输给用户。

对于 FrameStart 与 FrameBurstStart 类型，具有两路通道可进行各自类型下触发源的缓存。

- 触发延迟

触发缓存模式下也可开启触发延迟。在触发延迟过程中，如果对应线路上有新的触发信号到来，也会对触发信号进行缓存，且缓存能力大于触发缓存功能的能力。

- 触发屏蔽事件

当触发频率过高时，会存在超出触发缓存深度的情况，因此会产生触发屏蔽事件，丢失触发信号。

- 帧率控制

只有当检测到有效的触发等待信号时，才会将缓存的触发信号逐个输出，一般情况下缓存的触发信号按照 Sensor 读出限制帧周期对 Sensor 进行触发；但当帧率控制生效时，当帧率限制帧周期大于 Sensor 读出限制帧周期时，缓存的触发信号按照帧率限制帧周期对 Sensor 进行触发。

8.2.10. 交叠曝光和非交叠曝光

MARS-GT 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，图像数据会马上被读出。

MARS-GT 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 8-19 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：非交叠曝光帧周期 > 曝光时间 + 读出时间

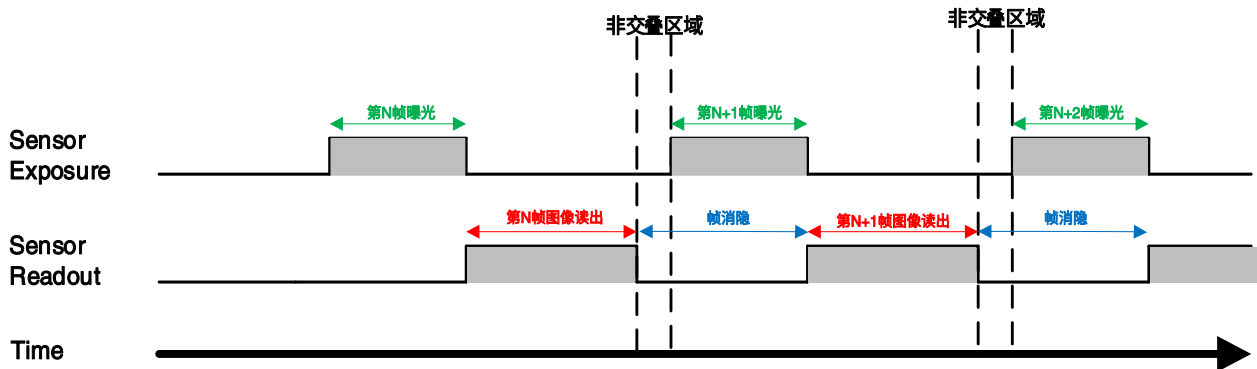


图 8-19 非交叠曝光模式下曝光时序图

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 8-20 所示。

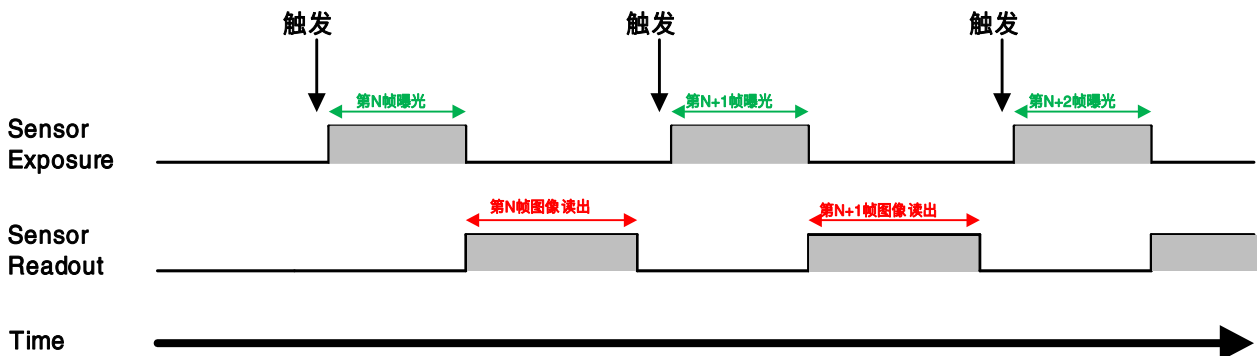


图 8-20 非交叠曝光模式下触发采集曝光时序图

- 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 8-21 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： $\text{交叠曝光帧周期} \leq \text{曝光时间} + \text{读出时间}$

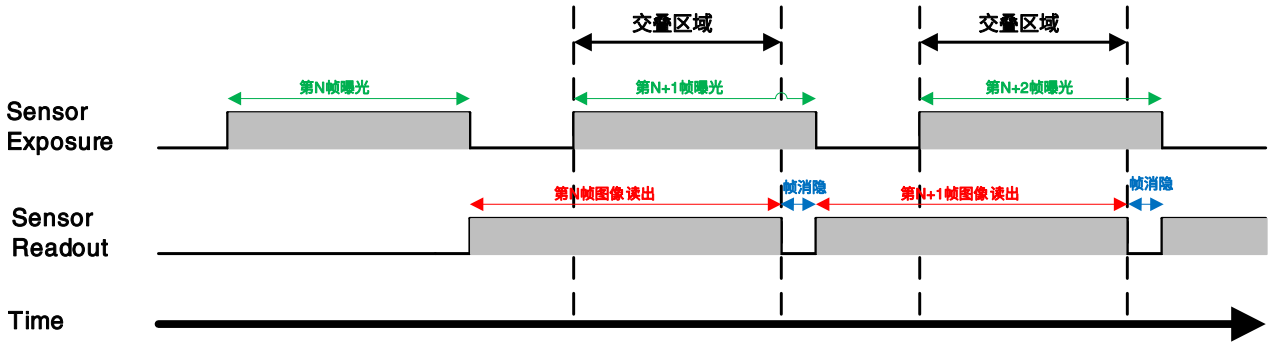


图 8-21 交叠曝光模式下曝光时序图

- 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 8-21 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 8-22 所示。

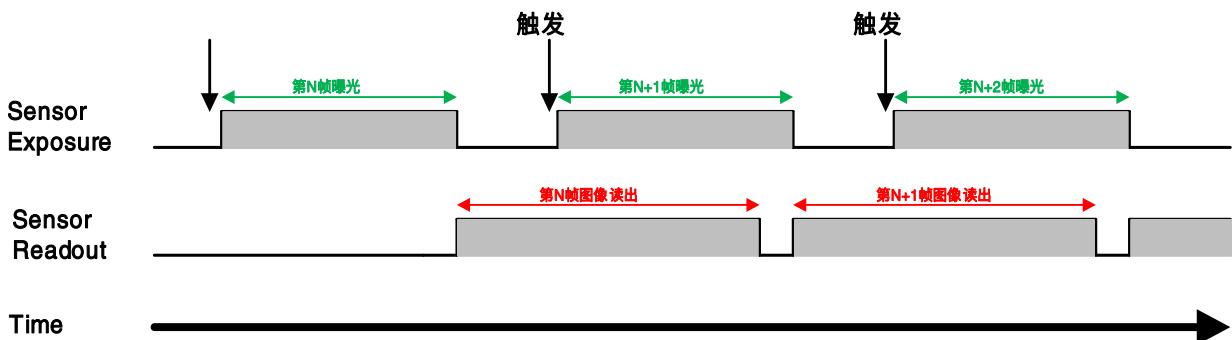


图 8-22 交叠曝光模式下触发采集曝光时序图

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。

8.2.11. 设置曝光

8.2.11.1. 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) 可用曝光模式

a) 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 8-23 上升沿触发定时曝光模式时序图所示

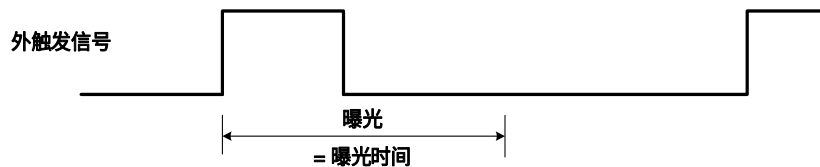


图 8-23 上升沿触发定时曝光模式时序图

- 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 8-24 下降沿触发定时曝光模式时序图所示

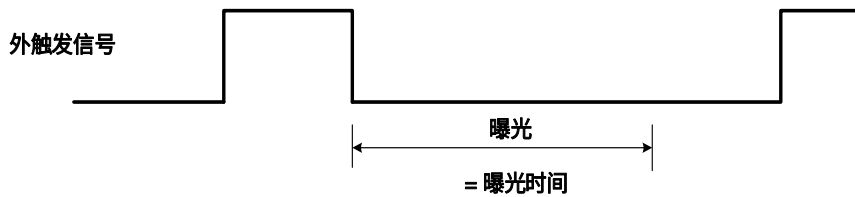


图 8-24 下降沿触发定时曝光模式时序图

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。

b) 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 8-25 上升沿触发宽度曝光模式时序图所示



图 8-25 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 8-26 下降沿触发宽度曝光模式时序图所示：



图 8-26 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溢出事件。



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

2) 前置条件

若要启用触发宽度曝光模式：

- 将 TriggerMode 参数设置为 On。
- 将 TriggerSource 参数设置为可用的外触发源，例如 Line0。
- 设置曝光模式参数为 TriggerWidth（如果可用）。

8.2.11.2. 设置 Sensor 曝光模式

- 全局曝光模式（Global shutter）

全局曝光 Sensor 实现如图 8-27 全局曝光模式所示，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。

闪光灯信号宽度可由以下公式得出：

$$T_{\text{strobe}} = T_{\text{exposure}}$$

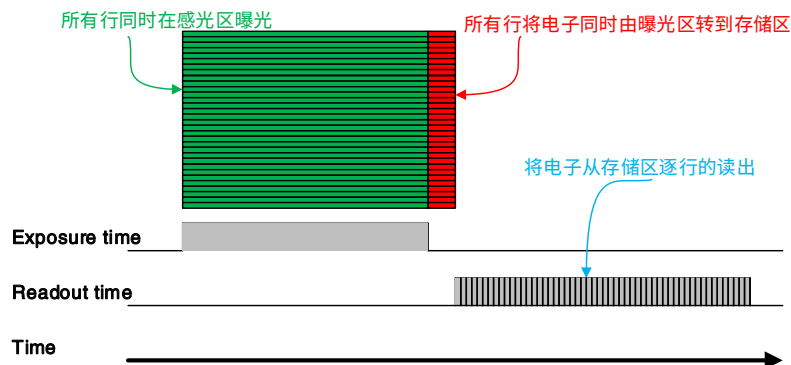


图 8-27 全局曝光模式

● 逐行曝光模式 (Electronic rolling shutter)

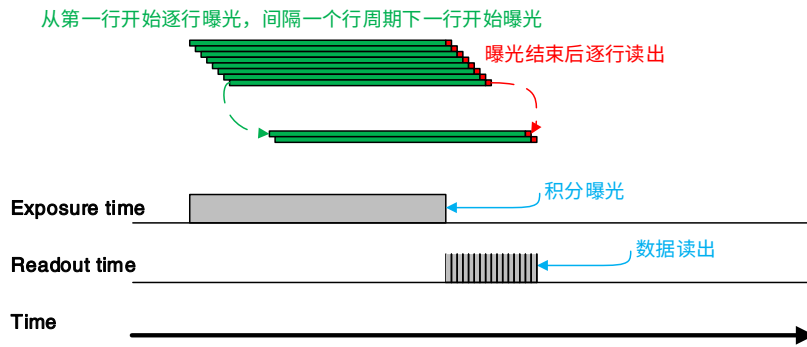


图 8-28 逐行曝光模式

● 全局复位释放曝光模式 (Global Reset Release shutter)

由于 sensor 逐行开始曝光,在拍摄快速移动的物体时同一帧图像上部和下部曝光起始点、终止点不同,会出现拖影现象,采用全局复位释放 (Global Reset Release) 的曝光方式可有效避免拖影,但必须配合闪光灯使用。

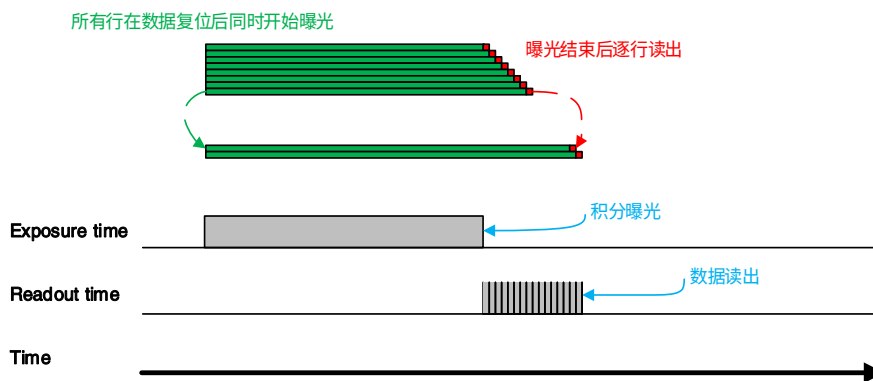


图 8-29 全局复位释放模式

逐行曝光 Sensor 实现如图 8-28 所示。与全局曝光不同,逐行曝光从第一行开始曝光,一个行周期之后第二行才开始曝光。依次类推,经过 N-1 行后第 N 行开始曝光。第一行曝光结束后开始读出数据,读出一行需要一行周期时间 (含行消隐时间)。至第一行完全读出后,第二行刚好开始读出,依次类推,当第 N-1 行读完后,第 N 行开始读出,直到整幅图像完全读出。

逐行曝光的 Sensor 技术难度较全局曝光 Sensor 低,价格便宜,且分辨率较大,对于一些静态图像拍摄是不错的选择。

$$T_{\text{strobe}} = T_{\text{exposure}} - (N-1) \times T_{\text{row}}$$

8.2.11.3. 设置曝光时间模式

根据曝光时间的长短, MARS-GT 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 节交叠曝光和非交叠曝光，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 8.3.6 节自动曝光和自动增益。

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 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。

8.2.11.4. 设置曝光时间值

MARS-GT 系列相机支持曝光时间可设，步长 $1\mu\text{s}$ 。

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 $21\mu\text{s}$ ，设置 $80\mu\text{s}$ 曝光时间，实际曝光时间为 $85\mu\text{s}$ 。

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）。

MARS-GT 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 8.3.6 节。

8.2.12. 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 $0\mu\text{s}\sim 5000\mu\text{s}$ ，最小值为 0。

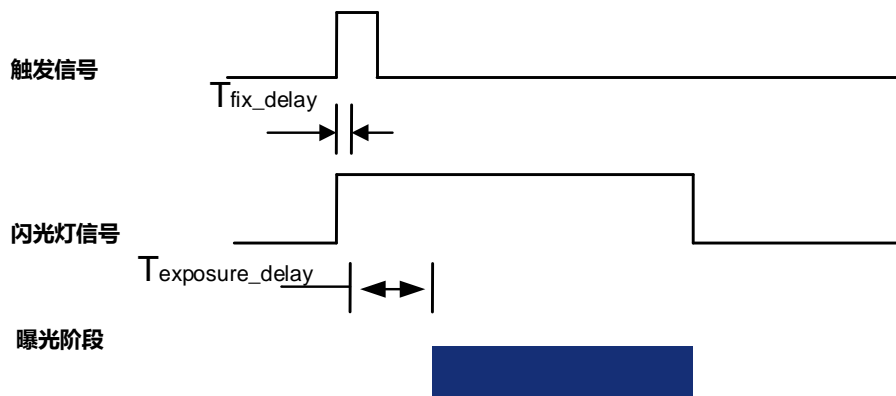


图 8-30 曝光延迟时序图

由外触发到 Sensor 真正开始曝光之间，有一小段延时，总称为曝光延时，共包含四部分时间，如图 8-31 所示。

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 $50\mu\text{s}$ ，则 T2 对应 $50\mu\text{s}$ ；

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 $200\mu\text{s}$ ，则 T3 为 $200\mu\text{s}$ ；

T4：Sensor 时序延时，Sensor 内部真正开始曝光是与行时序对齐，所以 T4 最大有一个行周期的抖动，每款 Sensor 该数值不一样，某些延时较大的产品（几百 μs 以上）还有额外的配置时间也计入 T4 中了。

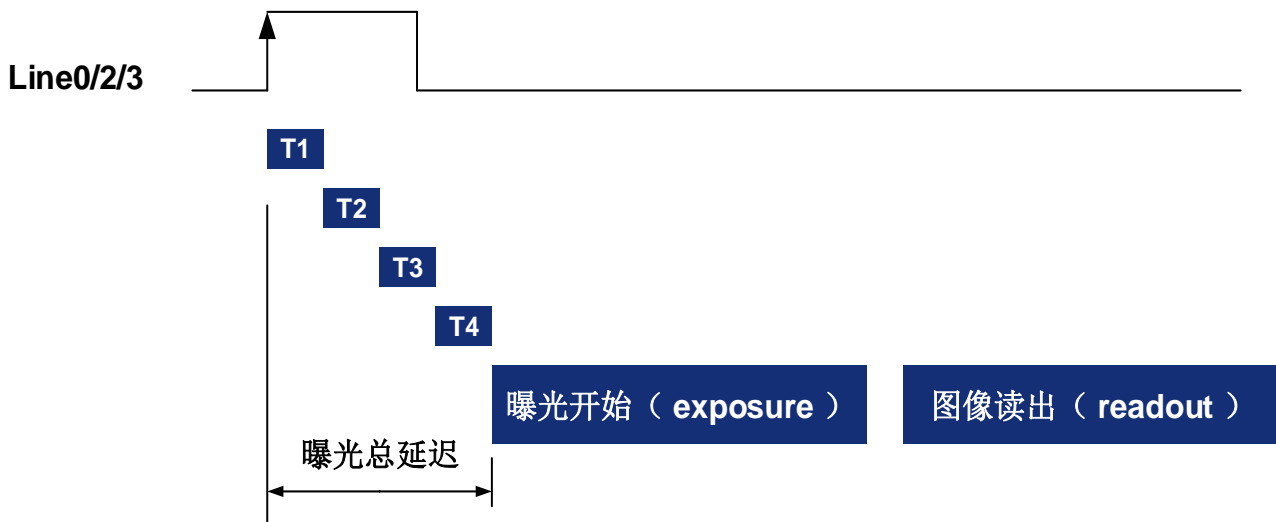


图 8-31 曝光延迟

下表是每款 Sensor 的曝光总延迟，其中：

T1 按照 line0 的典型延时 $5\mu\text{s}$ 计算，如果是 line2，T1 可以忽略；

T2 按照 $0\mu\text{s}$ 计算；

T3 按照 $0\mu\text{s}$ 计算；

T4 按照每款 sensor ROI 设置和自身特点计算。

相机型号	曝光总延迟 (μs)
MARS-170-662GTM/C	不开启 Binning: BayerRG8 / Mono8 (BPP8): $14.33\mu\text{s} \sim 15.50\mu\text{s}$ BayerRG8 / Mono8 (BPP10): $16.11\mu\text{s} \sim 17.50\mu\text{s}$ BayerRG8 / Mono8 (BPP12): $18.19\mu\text{s} \sim 19.83\mu\text{s}$

	<p>BayerRG10 / Mono10: 20.556μs ~ 22.50μs BayerRG12 / Mono12: 20.556μs ~ 22.50μs Bayer RG12Packed / Mono12Packed: 18.19μs ~ 19.83μs RGB8 (BPP8): 28.407μs ~ 31.33μs RGB8 (BPP10): 28.407μs ~ 31.33μs RGB8 (BPP12): 28.407μs ~ 31.33μs</p> <p>开启 Binning:</p> <p>BayerRG8 / Mono8 (BPP8): 14.33μs ~ 15.50μs BayerRG8 / Mono8 (BPP10): 16.11μs ~ 17.50μs BayerRG8 / Mono8 (BPP12): 18.19μs ~ 19.83μs BayerRG10 / Mono10: 16.111μs ~ 17.50μs BayerRG12 / Mono12: 18.19μs ~ 19.83μs Bayer RG12Packed / Mono12Packed: 18.19μs ~ 19.83μs RGB8 (BPP8): 16.70μs ~ 18.17μs RGB8 (BPP10): 16.70μs ~ 18.17μs RGB8 (BPP12): 18.19μs ~ 19.83μs</p>
<p>MARS-280-409GTM/C</p>	<p>不开启 Binning:</p> <p>BayerRG8 / Mono8 (BPP8): 11.296μs ~ 12.87μs BayerRG8 / Mono8 (BPP10): 11.96μs ~ 13.70μs BayerRG8 / Mono8 (BPP12): 16.26μs ~ 19.07μs BayerRG10 / Mono10: 14.407μs ~ 16.759μs BayerRG12 / Mono12: 16.26μs ~ 19.07μs Bayer RG12Packed / Mono12Packed: 16.26μs ~ 19.07μs RGB8 (BPP8): 19.148μs ~ 22.685μs RGB8 (BPP10): 19.148μs ~ 22.685μs RGB8 (BPP12): 19.148μs ~ 22.685μs</p> <p>开启 Binning:</p> <p>BayerRG8 / Mono8 (BPP8): 11.296μs ~ 12.87μs BayerRG8 / Mono8 (BPP10): 11.96μs ~ 13.70μs BayerRG8 / Mono8 (BPP12): 16.26μs ~ 19.07μs BayerRG10 / Mono10: 11.96μs ~ 13.70μs BayerRG12 / Mono12: 16.26μs ~ 19.07μs Bayer RG12Packed / Mono12Packed: 16.26μs ~ 19.07μs RGB8 (BPP8): 12.037μs ~ 13.796μs</p>

	<p>RGB8 (BPP10): 12.037μs ~ 13.796μs RGB8 (BPP12): 16.26μs ~ 19.07μs</p>
<p>MARS-533-134GTM-TN-SWIR MARS-321-176GTM-TN-SWIR</p>	<p>BPP10: 11.5μs ~ 15.0μs (1 倍行周期抖动) BPP12: 18.8μs ~ 24.8μs (1 倍行周期抖动)</p>
<p>MARS-561-207GTM/C(-NF)</p>	<p>非交叠曝光时: 5us~6μs 交叠曝光时: BayerGB8 / Mono8: 9.4μs ~ 10.4μs BayerGB10 / Mono10: 13.8μs ~ 14.8μs</p>
<p>MARS-900-120GTM/C(-NF) MARS-1840-63GTM/C(-NF)</p>	<p>非交叠曝光时: 5us~6μs 交叠曝光时: BayerGB8 / Mono8: 12.6μs ~ 13.6μs BayerGB12 / Mono12: 20.2μs ~ 21.2μs</p>
<p>MARS-1261-90GTM/C(-NF)</p>	<p>BayerRG8 / Mono8: 24.706μs BayerRG12 / Mono12: 39.082μs</p>
<p>MARS-1610-52GTM/C(-NF) MARS-2440-35GTM/C(-NF) MARS-2440-35GTM-NF-V</p>	<p>不开启像素抽样: BayerGB8 / Mono8 (BPP8): 65.38μs ~ 71.418μs BayerGB10 / Mono10: 75.672μs ~ 84.506μs BayerGB12 / Mono12: 75.672μs ~ 84.506μs 开启像素抽样: BayerGB8 (BPP8): 51.896μs ~ 55.804μs BayerGB10: 45.75μs ~ 149.825μs BayerGB12: 61.3μs ~ 66.93μs Mono8 (BPP8): 51.896μs ~ 55.804μs Mono10: 53.9μs ~ 57.975μs Mono12: 72.56μs ~ 78.19μs</p>
<p>MARS-2020-42GTM/C(-NF)</p>	<p>不开启像素抽样: BayerGB8 / Mono8 (BPP8): 55.56μs ~ 60.616μs BayerGB10 / Mono10: 55.672μs ~ 62.006μs BayerGB12 / Mono12: 65.152μs ~ 72.671μs 开启像素抽样: BayerGB8 (BPP8): 51.896μs ~ 55.804μs BayerGB10: 45.75μs ~ 49.825μs</p>

	BayerGB12: 61.3μs ~ 66.93μs Mono8 (BPP8): 67.528μs ~ 71.436μs Mono10: 53.9μs ~ 57.975μs Mono12: 72.56μs ~ 78.19μs
MARS-2621-42GTM/C(-NF) MARS-2622-42GTM/C(-NF) MARS-2621-42GTM(-NF)-NIR MARS-2622-42GTM(-NF)-NIR MARS-2621-42GTM/C-S MARS-2622-42GTM/C-S MARS-2621-42GTM-NIR-S MARS-2622-42GTM-NIR-S	非交叠曝光时: 5us~6μs 交叠曝光时: BayerGB8 / Mono8: 14.3μs ~ 15.3μs BayerGB12 / Mono12: 23.6μs ~ 24.6μs
MARS-5000-24GTM/C(-NF/TF)	非交叠曝光时: 5us~6μs 交叠曝光时: BayerGB8 / Mono8: 14.4μs ~ 15.4μs BayerGB12 / Mono12: 23.8μs ~ 24.8μs
MARS-6500/6501-18GTM/C(-NF/TF)	非交叠曝光时: 5us~6μs 交叠曝光时: $(2 * T_{row} + 5) \mu s \sim (2 * T_{row} + 6) \mu s$ 注: T_{row} 参见 8.5.1 最大帧率
MARS-6100-18GTM/C-TF MARS-15100-6GTM/C-TF	GRR 模式 $(6 * T_{row} + 4.47) \mu s$ Rolling 模式 $4 * T_{row} \mu s$ 注: T_{row} 参见 8.5.1 最大帧率

表 8-2 MARS-GT 系列相机曝光总延迟范围

8.3. 基本属性设置

8.3.1. 增益

MARS-GT 系列相机可以调节增益，各型号增益的可调范围见第 4 章性能参数。当增益改变时，相机的响应曲线会发生变化，如图 8-32 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。

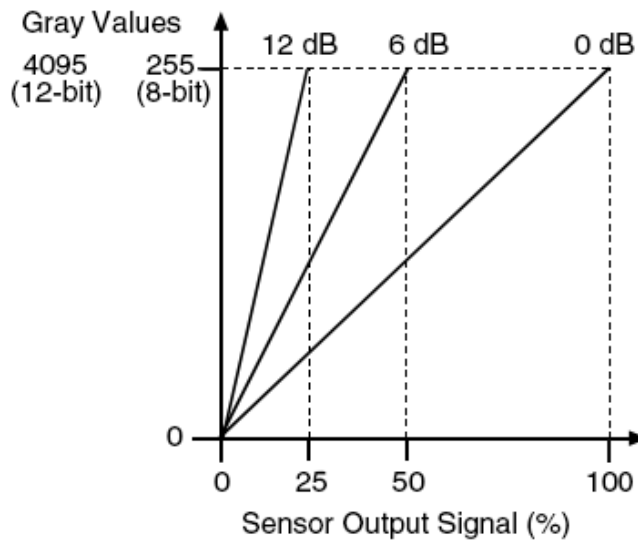


图 8-32 相机响应曲线

8.3.2. Sensor 位深

相机的 Sensor Bit Depth 功能可以更改图像传感器输出数据的位深。减小传感器位深度可以提高相机的帧速率，增加传感器位深度可以提高图像质量。

Sensor 位深功能与像素格式关联，像素格式为 8bit 时，Sensor 位深可以选择 BPP8 或 BPP12。像素格式为 10bit 时，Sensor 位深仅支持 BPP10；像素格式为 12bit 时，Sensor 位深仅支持 BPP12。

8.3.3. PGA 增益

PGA 增益相较数字增益不会放大模数转换带来的噪声，因此对信噪比的影响会小一些。在设置 PGA 增益时，用户设置的步长与实际步长有差异，例如 MARS-5000-24GTM/C 相机的 PGA 增益在取消标准参数范围的有效参数为 $[0.75x-6x]$ ，步长为 $0.01x$ ，实际有效步长为 $0.25x$ 。

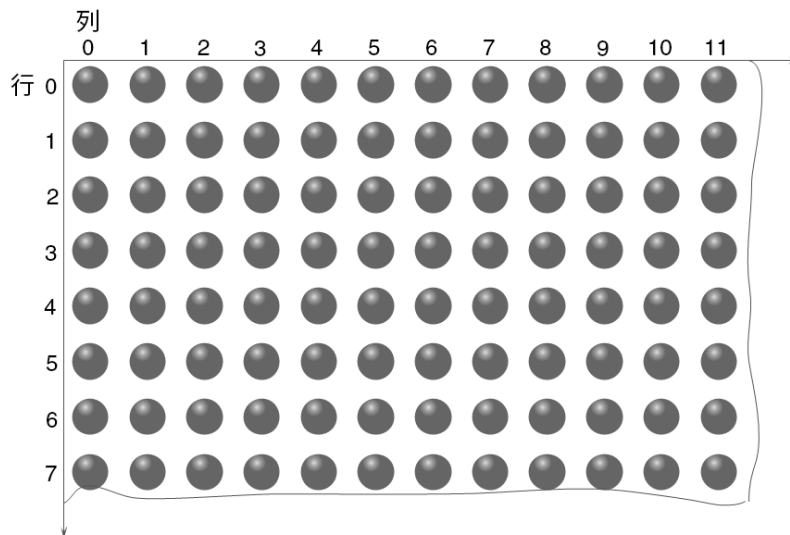
相机型号	标准参数范围		取消标准参数范围	
	范围	实际步长	范围	实际步长
MARS-561-207GTM/C(-NF)	[1.00-2.00]	0.25x	[1.00-2.00]	0.25x
MARS-900-120GTM/C(-NF)	[1.00-4.00]	0.25x	[1.00-4.00]	0.25x
MARS-5000-24GTM/C(-NF/TF) MARS-6500/6501M/C(-NF/TF)	[0.75x-6x]	0.25x	[0.75x-6x]	0.25x

8.3.4. 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**



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.....

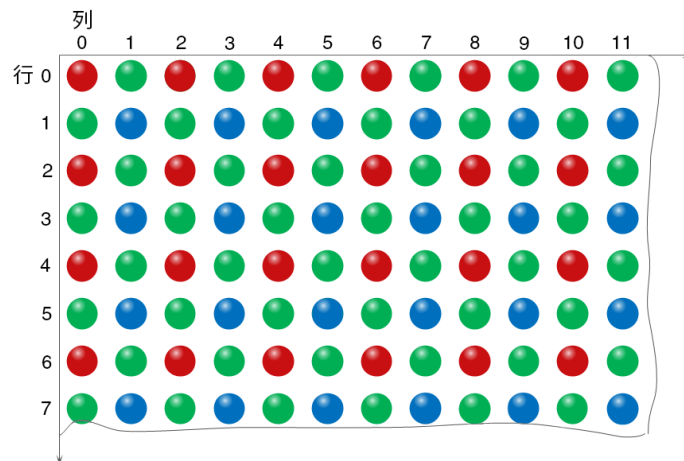
- **Mono10、Mono12**

当像素格式设置为 Mono10 或者 Mono12 的时候，相机输出图像中每个像素的亮度值为 16bits 数据，Mono10 格式有效数据为 10bits，高 6bits 补 0；Mono12 格式有效数据为 12bits，高 4bits 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



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。

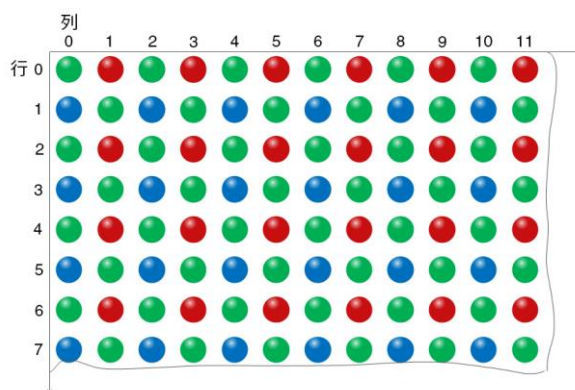
● BayerRG12、BayerRG10 格式

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



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。

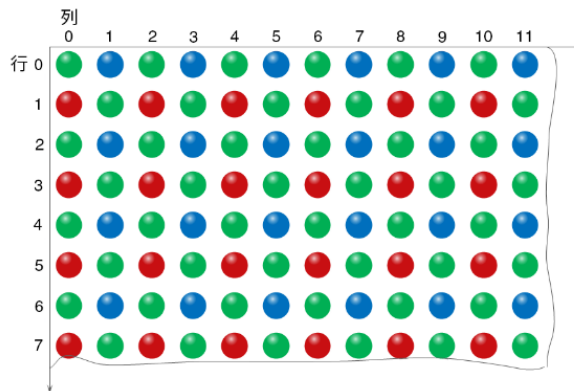
● BayerGR12、BayerGR10 格式

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



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	.....
.....					

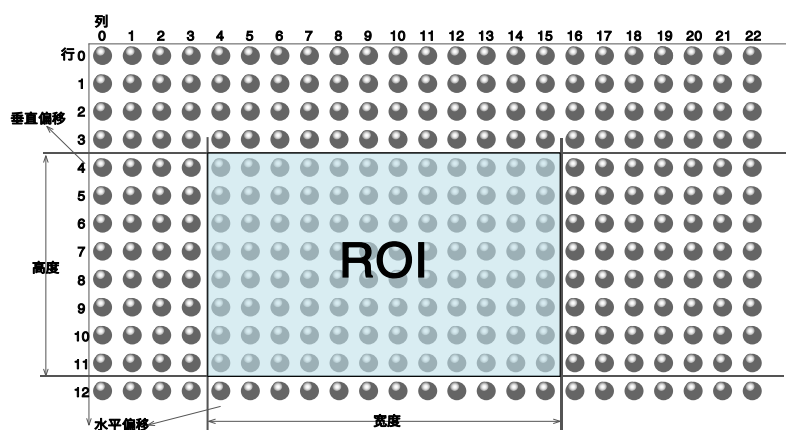
其中每个像素的排列位置与 BayerGB8 相同，区别在于每个像素值由两个字节组成，第一个字节为像素值的低 8bits，第二个字节为像素值的高 8bits。

8.3.5. 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。



当减小图像感兴趣区域的高度时，可以提高相机的最大允许采集帧率。对采集帧率的具体影响请详见 8.5.1 节。

8.3.6. 自动曝光和自动增益

8.3.6.1. 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 16，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：

$$\begin{aligned} \text{AAROIWidth} + \text{AAROIOffsetX} &\leq \text{Width} \\ \text{AAROIHeight} + \text{AAROIOffsetY} &\leq \text{Height} \end{aligned}$$

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：

AAROIOffsetX = 100；
 AAROIOffsetY = 50；
 AAROIWidth = 640；
 AAROIHeight = 480；

则，ROI 与图像的相对位置关系如图 8-33 所示。

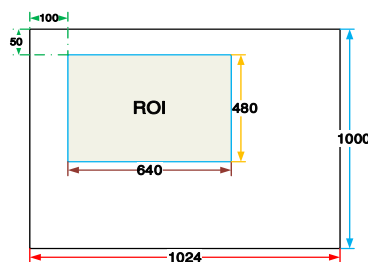


图 8-33 ROI 与当前图像位置关系示例

8.3.6.2. 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。

8.3.6.3. 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的曝光时间，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。

8.3.7. 测试图

MARS-GT 相机支持三种测试图：灰度值渐变测试图，静止斜条纹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 8-34 所示：



图 8-34 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 8-35 所示：

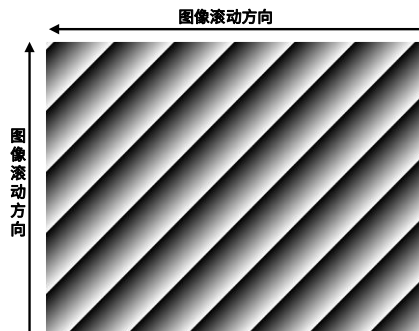


图 8-35 斜条纹滚动测试图

- 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 8-36 所示：



图 8-36 静止斜条纹测试图

8.3.8. 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，MARS-GT 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。MARS-GT 系列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:

- a) 修改相机的配置参数,直到相机的运行到达用户的需求;
- b) 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
- 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
- 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
- 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

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。

8.3.9. 用户自定义名称

MARS-GT 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“IP 配置工具”章节。



图 8-37 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。

8.3.10. 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 1ns。

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。

8.3.11. 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：

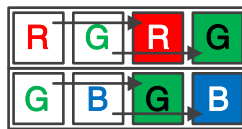


图 8-38 彩色相机水平 Binning 系数为 2



图 8-39 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。

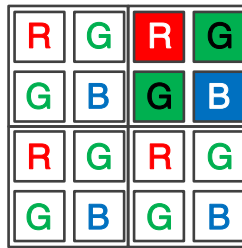


图 8-40 彩色相机水平垂直 Binning 系数 2x2

黑白相机,相机直接合并(求和或平均)相邻像素的像素值:

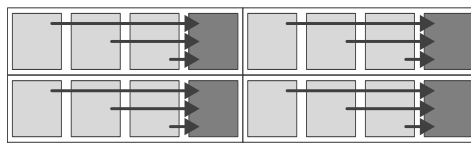


图 8-41 黑白相机水平像素 Binning 系数 4

- **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, 可以显着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。



与 MARS-2621/2622 相关的型号不支持垂直 Binning。

8.3.12. 像素抽样

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

● 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。

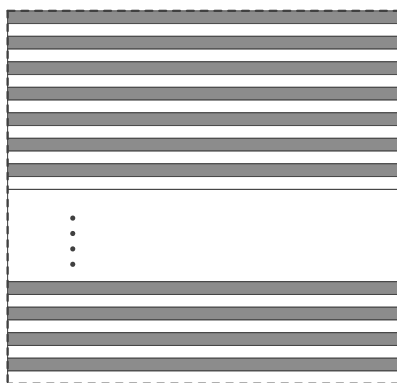


图 8-42 黑白相机垂直像素抽样原理

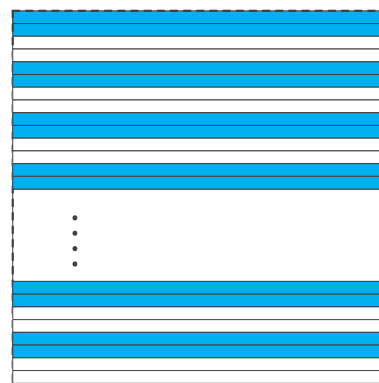


图 8-43 彩色相机垂直像素抽样原理

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。

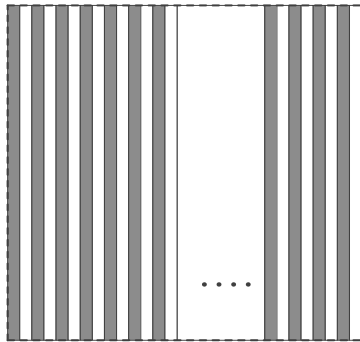


图 8-44 黑白相机水平像素抽样原理

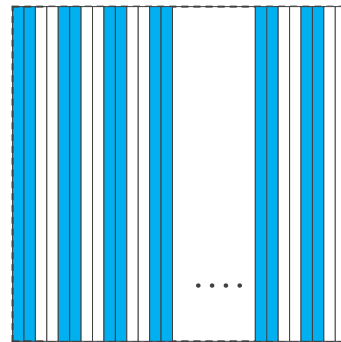


图 8-45 彩色相机水平像素抽样原理

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。以相机的默认分辨率为 5120×5120 为例,当开启水平像素抽样和垂直像素抽样时,ROI 的尺寸最大为 2560×2560 。

2) 水平和垂直同时设置

水平像素抽样和垂直像素抽样无法分开设置,当修改其中一个时,另一个会跟随改变为同样的数值。即只能同时打开或关闭水平和垂直方向的像素抽样。

3) 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，以相机的默认分辨率为 5120×5120 为例，当设置水平像素抽样和垂直像素抽样为 2 时，相机传感器的有效分辨率将降低至 2560×2560。

4) 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。

5) 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。

8.3.13. 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 8-46 原始图像



图 8-47 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 8-48 原始图像



图 8-49 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 8-50 原始图像

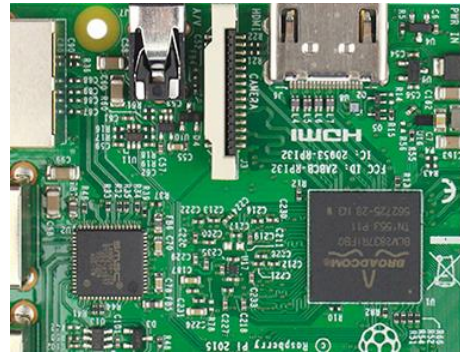


图 8-51 水平垂直翻转图像

- 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 8-52 原始图像



图 8-53 水平翻转图像

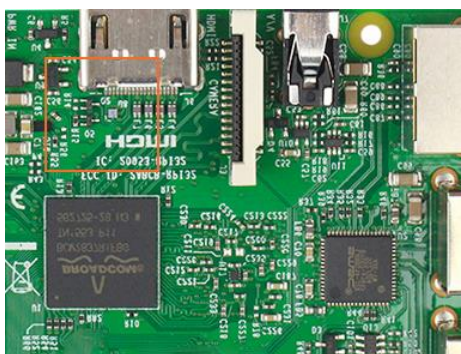


图 8-54 垂直图像

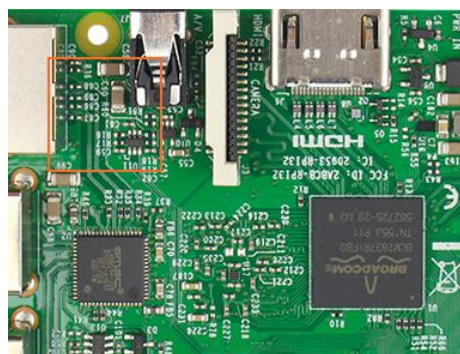


图 8-55 水平垂直翻转图像

- 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。

8.3.14. 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

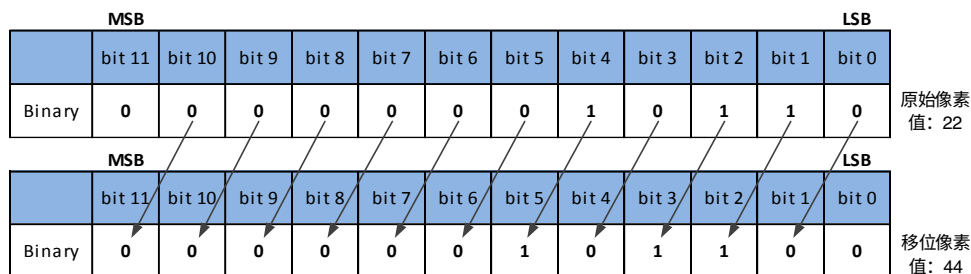
调整数字移位系数 n 可将所有像素值进行左移 n 位处理，该处理效果可等效为将所有像素值乘以 2^n 。如果左移 n 位处理后的像素值大于当前像素格式的最大值，则该值将被设置为最大值（8bit 像素格式最大值为 255，10bit 像素格式最大值为 1023，12bit 像素格式最大值为 4095）。

- 配置数字移位功能

调节数字移位的系数值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

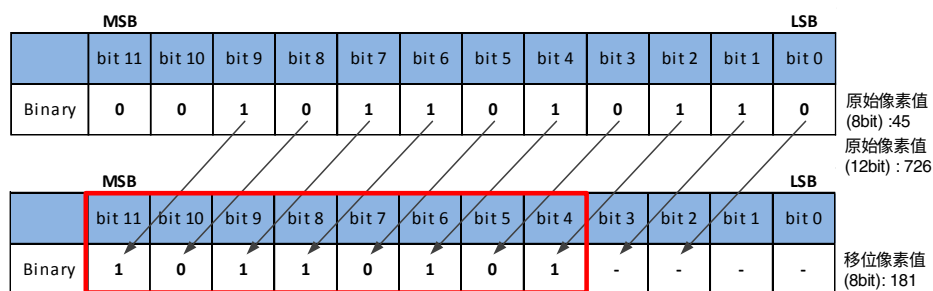
例 1：像素格式 12bit，数字移位系数 1



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。

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	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	原始像素值: 2839

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	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	移位像素值: 4095

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。

8.3.15. 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。

8.3.16. 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；反之，对应图像越亮。

自动黑电平调节有 3 个状态分别是 OFF、Once、Continuous。如果为 Once 模式，调节后自动黑电平状态自动改为 OFF；如果为 Continuous 模式，则自动黑电平状态不变。当用户需要手动调整黑电平时，需要将自动黑电平状态设置成 OFF。

8.3.17. 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，具体如表 8-3 所示。

相机型号	功能	开关为 off	开关为 on
MARS-170-662GTM/C MARS-280-409GTM/C	曝光	9~1000000	9~15000000
	自动曝光	9~1000000	9~15000000
	增益	0~24	0~48
	自动增益	0~24	0~48
	黑电平	0~4095	0~4095
	锐度	0~3	0~63
MARS-321-176GTM-TN-SWIR MARS-533-134GTM-TN-SWIR	曝光	21~1000000	21~15000000
	自动曝光	21~1000000	21~15000000
	数字增益	0~24	0~24
	模拟增益	0~24	0~42
	自动增益	0~24	0~24
	锐度	0~3	0~63
MARS-561-207GTM/C(-NF)	曝光	4~1000000	4~15000000
	自动曝光	4~1000000	4~15000000
	增益	0~16	-2~22
	自动增益	0~16	-2~22
	黑电平	-511~512	-511~512
	锐度	0~3	0~63
MARS-900-120GTM/C(-NF)	曝光	4~1000000	4~15000000
	自动曝光	4~1000000	4~15000000
	增益	0~16	0~24
	自动增益	0~16	0~24
	黑电平	-1023~1024	-1023~1024
	锐度	0~3	0~63
MARS-1261-90GTM/C(-NF)	曝光	37~1000000	37~15000000
	自动曝光	37~1000000	37~15000000
	增益	0~16	0~24
	自动增益	0~16	0~24
	黑电平	-4095~4095	-4095~4095
	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
MARS-1610-52GTM/C(-NF) MARS-2020-42GTM/C(-NF) MARS-2440-35GTM/C(-NF) MARS-2440-35GTM-NF-V	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	0~255 (BPP8)	0~255 (BPP8)
		0~1023 (BPP10)	0~1023 (BPP10)
		0~4095 (BPP12)	0~4095 (BPP12)
	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	
MARS-1840-63GTM/C(-NF)	曝光	10~1000000	10~15000000
	自动曝光	10~1000000	10~15000000
	增益	0~16	0~24
	自动增益	0~16	0~24
	黑电平	-1023~1024	-1023~1024
	锐度	0~3	0~63
MARS-2621-42GTM/C(-NF) MARS-2622-42GTM/C(-NF) MARS-2621-42GTM/C-S MARS-2622-42GTM/C-S	曝光	14~1000000	14~15000000
	自动曝光	14~1000000	14~15000000
	增益	0~16	0~24
	自动增益	0~16	0~24
	黑电平	-512~1023	-512~1023
	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
MARS-2621-42GTM(-NF)-NIR MARS-2622-42GTM(-NF)-NIR MARS-2621-42GTM-NIR-S MARS-2622-42GTM-NIR-S	曝光	14~1000000	14~15000000
	自动曝光	14~1000000	14~15000000
	增益	0~16	0~24
	自动增益	0~16	0~24
	黑电平	-512~1023	-512~1023
	锐度	0~3	0~63

MARS-5000-24GTM/C(-NF/TF) MARS-6500/6501-18GTM/C(-NF/TF)	曝光	14~1000000	14~15000000
	自动曝光	14~1000000	14~15000000
	增益	0~16	0~24
	自动增益	0~16	0~24
	黑电平	-1023~1024	-1023~1024
	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
MARS-6100-18GTM/C-TF	曝光	34~1000000	34~300000000
	自动曝光	34~1000000	34~300000000
	模拟增益	0~24	0~36
	数字增益	0~16	0~24
	自动增益	0~24	0~36
	黑电平	0~4095	0~4095
	锐度	0~7	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
MARS-15100-6GTM/C-TF	曝光	60~1000000	60~300000000
	自动曝光	60~1000000	60~300000000
	模拟增益	0~24	0~36
	数字增益	0~16	0~24
	自动增益	0~24	0~36
	黑电平	0~4095	0~4095
	锐度	0~7	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

表 8-3 MARS-GT 相机取消参数范围限制前后支持范围变化的参数范围

8.3.18. 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，数据写入后立即保存到相机 Flash 区域中，掉电后不会消失。

相机支持两种用户数据区域接口（用户可查询相机是否支持相关的功能码）。

种类 1：分为 4 个用户数据区，每个数据段为 4K 字节长度。

功能名称	数据类型	支持范围
DataFieldSelector	Enum	DataField_0 DataField_1 DataField_2 DataField_3
DataFieldValue[DataFieldSelector]	Register	可读写范围 4K 字节

用户接口使用示意：

```
//用户需要存储 4K 内容到第一个用户数据区
DataFieldSelector = DataField_0
调用 API 写接口，将 4K 字节长度数据写入 DataFieldValue

//用户需要读取第二个用户数据区的 4K 内容
DataFieldSelector = DataField_1
调用 API 读接口，读取 DataFieldValue 的 4K 字节长度数据
```

种类 2：总计 1 个用户数据区，512 字节长度。

功能名称	数据类型	支持范围
DataFieldValueAll	Register	可读写范围 512K 字节

用户接口使用示意：

```
//用户需要存储 512K 内容到用户数据区
调用 API 写接口，将 512K 字节长度数据写入 DataFieldValueAll

//用户需要读取用户数据区 512K 字节数据
调用 API 读接口，读取 DataFieldValueAll 的 512K 字节长度数据
```

8.3.19. 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 8-56 所示。

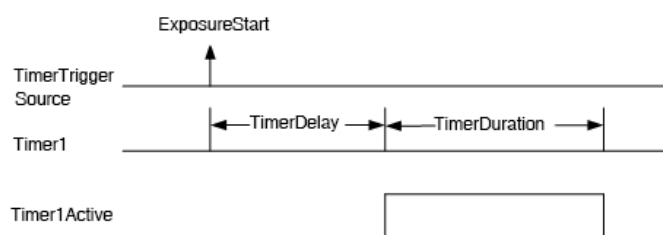


图 8-56 Timer1Active 示意图

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 8-57 所示，红色的曝光开始信号是被忽略的：

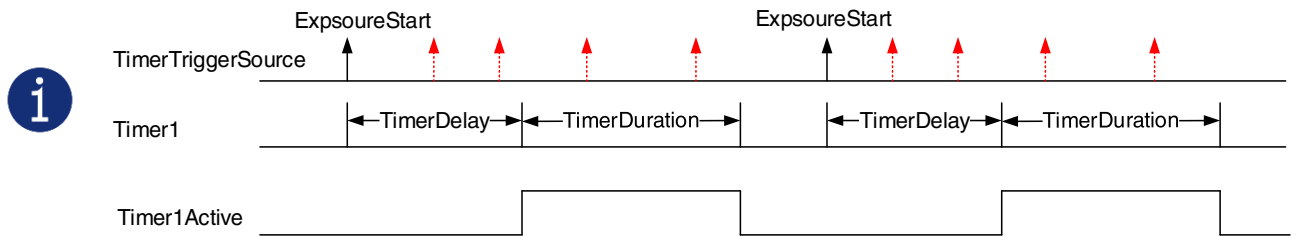


图 8-57 Timer1Active 与曝光开始信号的关系

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

8.3.20. 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，其中选择 Off 表示不复位，SoftWare 表示软复位，Line0, Line2 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；

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. 热像素校正

Hot pixels (热点) 是无法对光线做出反应或无法对入射光做相对反应的像素点。热点的饱和度、感光度、噪音等其他特征都与正常像素不同, 通常与长时间的曝光、高增益设定或是在高温下的传感器有关。

相机添加热像素校正可通过相邻的像素点对坏点进行动态的校正, 不需要提前进行标定。当相机处于高温、较大增益, 即会产生较多热点的场景下, 建议开启热像素校正功能提高图像质量, 该功能默认关闭状态。

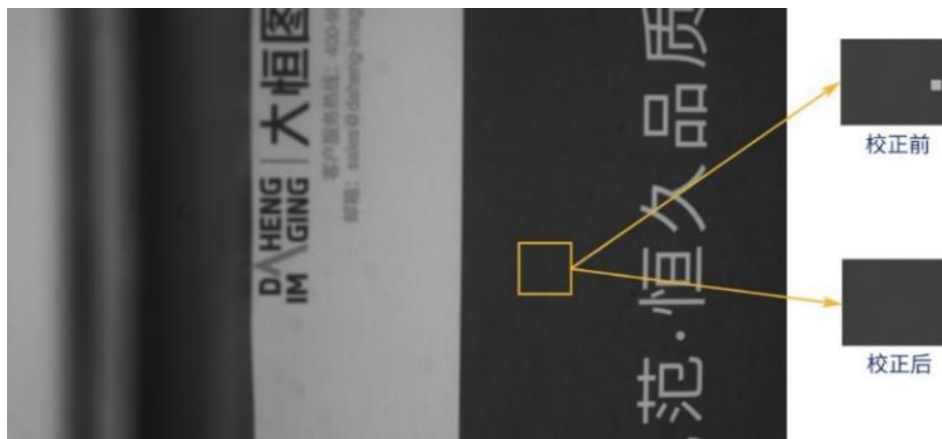


图 8-58 热像素校正效果示意图

8.4.2. 静态坏点校正

由于图像传感器的工艺缺陷, 相机或多或少存在坏点, 这些坏点有的固定在同一灰度值不随场景发生变化, 称之为死点。有的感光表现与周围像素明显不一致, 导致灰度值与周围像素也存在明显的亮暗差异, 称之为噪点。

亮场场景标定, 通过整幅图像平均灰度值与每个像素灰度值作差, 当差值高于用户设置的阈值则判定为死点, 适用于图像灰度值较均匀的场景; 实际场景则通过当前像素与周围临近像素的差值与阈值进行比较, 当差值大于阈值则判定为噪点。

静态坏点校正需要点击采张新图, 得到图像后点击自动标记得噪点 (坏点) 的坐标, 当噪点 (坏点) 个数小于等于 8192 个时, 点击保存至设备进行坏点校正 (硬件端校正), 此时标定的噪点 (坏点) 坐标信息会保存在相机中, 并对这些点进行校正; 当噪点 (坏点) 个数大于 8192 个时, 在点击自动标记时即在软

件端进行静态坏点校正，此时标定点的坐标不可保存到设备，当噪点（坏点）大于 500000 时不可保存在文件中。当噪点（坏点）较少且位置相对固定时，适合开启静态坏点功能，该功能默认开启。



图 8-59 亮场校正效果图



图 8-60 实际场景坏点校正效果

i 使用静态坏点功能需要在全画幅的基础上进行标定。

8.4.3. 环境光源预设

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。

8.4.4. 自动白平衡

8.4.4.1. 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：

$$\begin{aligned} & \text{AWBROIWidth} + \text{AWBROIOffsetX} \leq \text{Width} \\ & \text{AWBROIHeight} + \text{AWBROIOffsetY} \leq \text{Height} \end{aligned}$$

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：

$$\begin{aligned} & \text{AWBROIOffsetX} = 100; \\ & \text{AWBROIOffsetY} = 50; \\ & \text{AWBROIWidth} = 640; \\ & \text{AWBROIHeight} = 480; \end{aligned}$$

则 ROI 与图像的相对位置关系如图 8-61 所示。

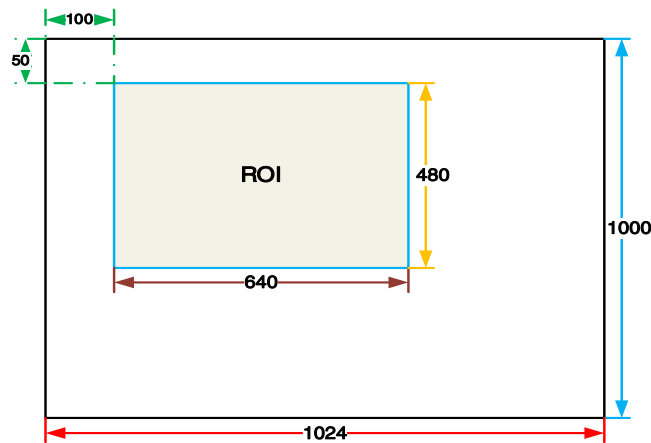


图 8-61 自动白平衡 ROI 与当前图像关系示意图

8.4.4.2. 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。

8.4.5. 颜色转换

相机的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，使图像更加接近人眼视觉感受。

可以使用一个包含 24 种颜色的这个样板为基准，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 8-62 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

- 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）：

- 将 ColorTransformationValueSelector 参数设置为矩阵中的所需位置，例如 Gain00。
- 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。

- 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：

- 将 ColorTransformationValueSelector 参数设置为矩阵中的所需位置，例如 Gain00。
- 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 8-63 颜色校正前



图 8-64 颜色校正后

8.4.6. 饱和度

相机支持饱和度功能。饱和度功能可以使得图像变得更加鲜艳或者更加灰暗，以便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 3×3 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 8-65 为饱和度调节前图像，图 8-66 为饱和度调节后图像。



图 8-65 饱和度调节前图像



图 8-66 饱和度调节后图像

8.4.7. 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 (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）：

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

对于 8 位像素格式，最大像素值 (R_{max}) 等于 255。

对于 12 位像素格式，最大像素值 (R_{max}) 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。

- a) 当设置 $\text{Gamma} = 1.0$ 时，整体亮度保持不变。
- b) 当设置 $\text{Gamma} < 1.0$ 时，整体亮度增加。
- c) 当设置 $\text{Gamma} > 1.0$ 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 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 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 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。

8.4.8. 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。

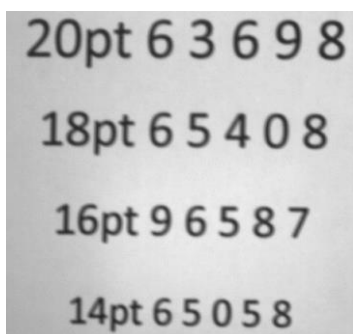


图 8-67 原始图像

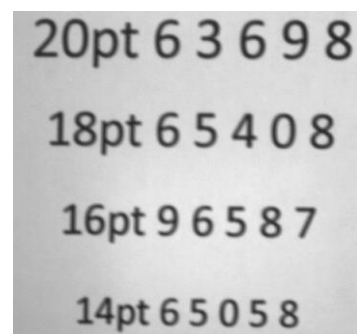


图 8-68 锐化后图像

- 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。

8.4.9. 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 8-69 平场校正前图像

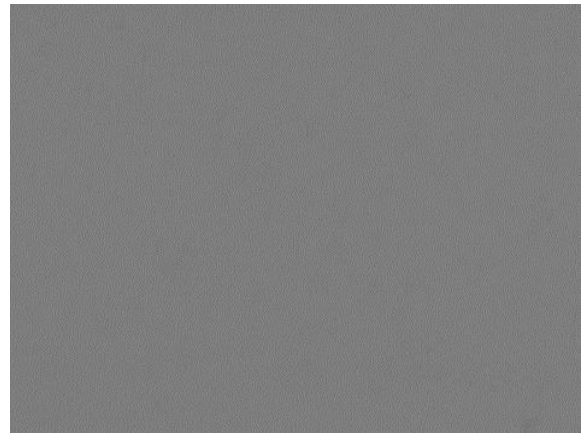


图 8-70 平场校正后图像

8.4.9.1. 情景说明

根据平场校正系数的生成位置和使用位置的不同，用户可以有以下几种使用组合情景：

	平场校正系数生成	平场校正系数使用	对相机的要求
第一类情景	PC 端	PC 端	适用于所有相机
第二类情景	PC 端	相机端	适用于部分相机
第三类情景	相机端	相机端	适用于部分相机

根据对相机的要求和优势、劣势对这几种情景进行说明：

	对相机的要求	优势	劣势
第一类情景	这种场景对相机型号没要求，因为是软件实现的平场校正。用户需要先在 PC 端使用平场校正插件或者 DxImageProc 库里面的平场校正接口计算生成平场校正系数，然后在 PC 端将其应用到采集到的每一帧图像上	对相机没要求，适用于所有相机。平场校正算法是逐像素平场校正算法	每帧都需要在 PC 端执行平场校正，消耗 PC 端的 CPU

<p>第二类情景</p>	<p>这种场景对相机有要求,判断相机是否适用于此场景的方法是,相机必须支持 ShadingCorrectionMode, 并且读上来的值是 FlatFieldCorrection 或者 TailorFlatFieldCorrection。</p> <p>用户需要先在 PC 端使用平场校正插件或者 DxImageProc 库里面的平场校正接口计算生成平场校正系数,然后将平场校正系数写入相机 FFCValueAll, 然后使能平场校正功能 FlatFieldCorrection=On, 相机开采后输出的图像就是执行平场校正之后的图像</p>	<p>相对比第一类场景,不需要每帧都在 PC 端进行平场校正,节省了 CPU 资源。</p>	<p>还是需要在 PC 端计算平场校正系数再导入相机内,使用步骤稍显繁琐。</p>
<p>第三类情景</p>	<p>这种场景对相机有要求,判定相机是否适用于此场景的方法是,相机必须支持 ShadingCorrectionMode, 并且读上来的值是 DeviceFlatFieldCorrection。</p> <p>用户只需要在开采状态下给相机发送计算平场校正系数的命令 FFCGenerate, 相机内即可生成平场校正系数,然后使能平场校正功能 FlatFieldCorrection=On, 相机开采后输出的图像就是执行平场校正之后的图像。</p>	<p>相比第一类场景,节省了 CPU 资源。</p> <p>相对比第二类场景,在相机端即可生成平场校正系数,使用方式更简洁。</p>	

8.4.9.2. 平场校正插件



图 8-71 平场校正插件

红色选区：执行计算平场校正之前的可配参数。

绿色选区：采集图像以及计算平场校正系数。

黄色选区：平场校正系数的加载和存储。

UI 功能	第一类情景	第二类情景	第三类情景
平场校正开关	控制当前图像是否执行平场校正	控制相机内平场校正功能开关	
平场校正系数选择	不支持		支持多组
平场校正精度	PixelLevel	BlockLevel	BlockLevel、PixelLevel
平场校正采集帧数	推荐值 4，可选范围 1、2、4、8、16 如果图像噪声较大，建议选择大的值		
平场校正期望灰度值	用户期望图像在执行平场校正后达到的期望灰度值		
平场校正期望灰度值使能	True：用户设置的“平场校正期望灰度值”生效 False：算法自动推算合适的灰度值		
采集亮场	必须	必须	不需要
采集暗场	可选	可选	不需要
计算	调用 API 接口生成平场校正系数，准备在插件中使用	调用 API 接口生成平场校正系数，并且设置到相机的运行时内存中	给相机发送命令，让相机计算平场校正系数
PC：加载	从本地加载*.ffc 平场校正系数文件到平场校正插件使用	从本地加载文件(*.ffc)平场校正系数到相机运行时内存	
PC：保存	将平场校正插件计算得到的平场校正系数保存到本次*.ffc 文件中	将平场校正系数从相机运行时内存导出到本地文件(*.ffc)	
Device：加载	不支持	从相机的非易失存储芯片加载平场校正系数到相机运行时内存	
Device：保存	不支持	从相机的运行时内存将平场校正系数保存到相机非易失存储芯片	

8.4.9.3. 平场校正功能属性表

属性名称	类型	功能简介
ShadingCorrectionMode	Enum	RO 属性，用来区分相机属于哪个情景
FlatFieldCorrection	Enum	RW 属性，控制平场校正功能开关
FFCAccuracy	Enum	RW 属性，BlockLevel 代表块级精度；PixelLevel 代表逐像素点精度
FFCBlockSize	Enum	RO 属性，代表相机当前使用的具体算法版本
FFCCoefficientsSize	Int	RO 属性，代表平场校正参数的大小，单位字节

FFCFrameCount	Enum	RW 属性, 代表计算平场校正的输入图像是多少帧融合的
FFCCoefficient	Enum	RW 属性, 代表当前相机内支持多少组平场校正参数
FFCFlashSave	Command	WO 属性, 发送命令将相机内运行时内存里面的平场校正参数保存到相机的非易失存储芯片里面
FFCFlashLoad	Command	WO 属性, 发送命令将相机的非易失存储芯片里面保存的平场校正参数加载到相机的运行时内存里面
FFCFlashDataStatus	Enum	RO 属性, Available 代表相机非易失存储芯片里面的平场校正系数有效; Unavailable 代表相机非易失存储芯片里面的平场校正系数无效
FFCValueAll	Buffer	RW 属性, 用户读写相机平场校正系数的接口
FFCDDRDataStatus	Enum	RO 属性, Available 代表相机运行时内存里面的平场校正系数有效; Unavailable 代表相机运行时内存里面的平场校正系数无效
FFCGenerate	Command	WO 属性, 发送命令让相机内启动计算平场校正系数
FFCGenerateStatus	Enum	RO 属性, Idle: 代表相机没有执行平场校正任务; WaitingImage: 代表相机已经开始执行平场校正任务, 但是还没执行完毕
FFCExpectedGrayValueEnable	Enum	RW 属性, On: 代表 FFCExpectedGray 生效, 平场校正图像的效果以用户输入的 FFCExpectedGray 为准; Off: 代表 FFCExpectedGray 不生效, 算法自动推算合适的灰度值
FFCExpectedGray	Int	RW 属性, 用户读写平场校正期望灰度的接口
FFCROIWidth	Int	RW 属性, 设置平场校正感兴趣区域之后, 平场校正参数还是以全分辨率的图像进行标定, 但是校正系数的求取是以平场校正感兴趣区域中最亮的区域为参考的, 即平场校正的效果是使整幅图像的亮度校正到平场校正感兴趣区域中最亮的区域, 而不是整幅图像最亮的区域
FFCROIHeight	Int	
FFCROIOffsetX	Int	
FFCROIOffsetY	Int	

8.4.9.4. API 接口

详见示例程序:

编程接口	示例程序路径
C	GalaxySDK\Development\Samples\VC\GxFlatFieldCorrection
C++	GalaxySDK\Development\Samples\C++\GxFlatFieldCorrection
C#	GalaxySDK\Development\Samples\CSharp\x64\GxFlatFieldCorrection
Python	GalaxySDK\Development\Samples\Python\GxFlatFieldCorrection

8.4.9.5. 注意事项

- 对采集亮场图像的要求：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。
- 用户执行平场校正标定之后，需要重新计算平场校正系数的情况：

用户动作	第一类情景	第二类情景	第三类情景
更换镜头	需要重新标定	需要重新标定	需要重新标定
修改 Gain	需要重新标定	需要重新标定	需要重新标定
修改 ROI	需要重新标定	需要重新标定	不需要重新标定
修改 Binning	需要重新标定	需要重新标定	不需要重新标定
修改 Decimation	需要重新标定	需要重新标定	不需要重新标定
修改 ReverseX	需要重新标定	需要重新标定	不需要重新标定
修改 ReverseY	需要重新标定	需要重新标定	不需要重新标定

- 当 FFCAccuracy 设置为 PixelLevel 时，有以下注意事项：
 - 1) FFCAccuracy 设置为 PixelLevel 时，帧率可能比 FFCAccuracy 设置为 BlockLevel 时降低；
 - 2) FFCAccuracy 设置为 PixelLevel 时，保存平场参数到 PC 或者从 PC 加载平场参数到相机时，如果平场校正功能开启了，相机会在保存或者加载过程中停止平场校正，参数保存或加载完成之后恢复平场校正功能；
 - 3) FFCAccuracy 设置为 PixelLevel 时，在进行平场标定时，在标定过程中，相机会停止输出图像，标定完成之后再输出图像；
 - 4) FFCAccuracy 设置为 PixelLevel 时，如果相机处于标定状态，且开启了平场校正，则相机会停止平场校正功能，标定完成之后再恢复平场标定功能；
 - 5) FFCAccuracy 设置为 PixelLevel 时，标定一旦开始，除非相机采集到足够帧数的图像，否则一直处于标定过程。例如，标定帧数设置为 16 帧，相机当前为触发模式，用户只触发 4 帧图像，则相机处于等待剩余 12 张图像的状态，停采也无法打断这种状态；
 - 6) 相机在从 PC 加载平场校正参数的过程中，会进行数据长度的校验，如果数据长度不够，则不能完成参数加载，且相机会一直处于加载状态，停采也不能脱离这种状态。

8.4.10. 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。查找表功能是根据用户设置的值，来改变 8bits、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 4095（像素格式为 12 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，需要根据当前使用的相机支持的最大像素格式来确定 LUTIndex 和 LUTValue 参数的范围。

- 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】；

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。

8.4.11. 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。

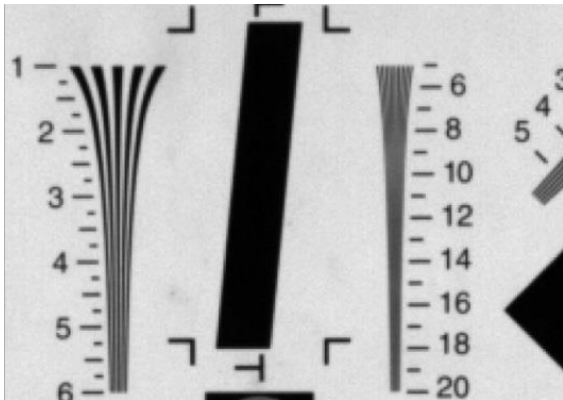


图 8-72 降噪前图像

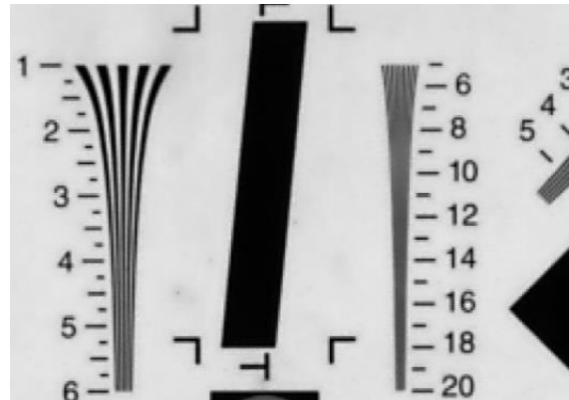


图 8-73 降噪后图像

8.5. 图像传输

8.5.1. 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。MARS-GT 系列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：

网络允许最大帧率 = 有效网络带宽/分辨率/图像位深

例 1：相机的分辨率为 5120×5120，像素格式为 BayerGB8，包长为 1500 字节，包间隔为 0，预留带宽 10%。此时有效网络带宽为 9000Mbps。

$$\text{网络允许最大帧率} = 9000\text{Mbps}/(5120 \times 5120)/8 = 43 \text{ 帧/秒}$$

网络允许最大帧率为 43 帧每秒，对于 MARS-2621-42GTM/C 相机，满足前端传感器最大采集帧率 41.84 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。

具体计算公式如下：

● MARS-170-662GTM/C

不开启 **Binning** 的情况下：

像素格式为 Mono8 或者 Bayer RG8 (BPP8) 时，行周期 (单位：μs)：

$$T_{\text{row}} = \frac{63}{54} = 1.167$$

像素格式为 Mono8 或者 Bayer RG8 (BPP10) 时，行周期 (单位：μs)：

$$T_{\text{row}} = \frac{75}{54} = 1.389$$

像素格式为 Mono8 或者 Bayer RG8 (BPP12) 时，行周期 (单位：μs)：

$$T_{\text{row}} = \frac{89}{54} = 1.648$$

像素格式为 Mono10 或者 Bayer RG10 (BPP10) 时，行周期 (单位：μs)：

$$T_{\text{row}} = \frac{105}{54} = 1.944$$

像素格式为 Mono12 或者 Bayer RG12 (BPP12) 时，行周期 (单位：μs)：

$$T_{\text{row}} = \frac{105}{54} = 1.944$$

像素格式为 Bayer RG12 Packed 或者 Mono12 Packed (BPP12) 时，行周期 (单位：μs)：

$$T_{\text{row}} = \frac{89}{54} = 1.648$$

像素格式为 RGB8 (BPP8) 时，行周期 (单位：μs)：

$$T_{\text{row}} = \frac{158}{54} = 2.926$$

像素格式为 RGB8 (BPP10) 时，行周期 (单位：μs)：

$$T_{\text{row}} = \frac{158}{54} = 2.926$$

像素格式为 RGB8 (BPP12) 时，行周期 (单位：μs)：

$$T_{\text{row}} = \frac{158}{54} = 2.926$$

开启 **Binning** 的情况下：

像素格式为 Mono8 或者 Bayer RG8 (BPP8) 时，行周期 (单位：μs)：

$$T_{\text{row}} = \frac{63}{54} = 1.167$$

像素格式为 Mono8 或者 Bayer RG8 (BPP10) 时，行周期 (单位：μs)：

$$T_{\text{row}} = \frac{75}{54} = 1.389$$

像素格式为 Mono8 或者 Bayer RG8 (BPP12) 时, 行周期 (单位: μs) :

$$T_{\text{row}} = \frac{89}{54} = 1.648$$

像素格式为 Mono10 或者 Bayer RG10 (BPP10) 时, 行周期 (单位: μs) :

$$T_{\text{row}} = \frac{75}{54} = 1.389$$

像素格式为 Mono12 或者 Bayer RG12 (BPP12) 时, 行周期 (单位: μs) :

$$T_{\text{row}} = \frac{89}{54} = 1.648$$

像素格式为 Bayer RG12 Packed 或者 Mono12 Packed (BPP12) 时, 行周期 (单位: μs) :

$$T_{\text{row}} = \frac{89}{54} = 1.648$$

像素格式为 RGB8 (BPP8) 时, 行周期 (单位: μs) :

$$T_{\text{row}} = \frac{79}{54} = 1.463$$

像素格式为 RGB8 (BPP10) 时, 行周期 (单位: μs) :

$$T_{\text{row}} = \frac{79}{54} = 1.463$$

像素格式为 RGB8 (BPP12) 时, 行周期 (单位: μs) :

$$T_{\text{row}} = \frac{89}{54} = 1.648$$

相机采集时间 (单位: μs) :

Sensor 位深为 BPP10 时:

$$T_{\text{acq}} = (\text{Height} \times \text{BinningVertical} + 40) \times T_{\text{row}}$$

Sensor 位深为 BPP8 / BPP12 时:

$$T_{\text{acq}} = (\text{Height} \times \text{BinningVertical} + 92) \times T_{\text{row}}$$



行周期计算向上取整。

- MARS-280-409GTM/C

不开启 **Binning** 的情况下:

像素格式为 Mono8 或者 Bayer RG8 (BPP8) 时, 行周期 (单位: μs) :

$$T_{\text{row}} = \frac{85}{54} = 1.574$$

像素格式为 Mono8 或者 Bayer RG8 (BPP10) 时, 行周期 (单位: μs) :

$$T_{\text{row}} = \frac{94}{54} = 1.74$$

像素格式为 Mono8 或者 Bayer RG8 (BPP12) 时, 行周期 (单位: μs) :

$$T_{\text{row}} = \frac{152}{54} = 2.815$$

像素格式为 Mono10 或者 Bayer RG10 (BPP10) 时, 行周期 (单位: μs) :

$$T_{\text{row}} = \frac{127}{54} = 2.352$$

像素格式为 Mono12 或者 Bayer RG12 (BPP12) 时, 行周期 (单位: μs) :

$$T_{\text{row}} = \frac{152}{54} = 2.815$$

像素格式为 Bayer RG12 Packed 或者 Mono12 Packed (BPP12) 时, 行周期 (单位: μs) :

$$T_{\text{row}} = \frac{152}{54} = 2.815$$

像素格式为 RGB8 (BPP8) 时, 行周期 (单位: μs) :

$$T_{\text{row}} = \frac{191}{54} = 3.537$$

像素格式为 RGB8 (BPP10) 时, 行周期 (单位: μs) :

$$T_{\text{row}} = \frac{191}{54} = 3.537$$

像素格式为 RGB8 (BPP12) 时, 行周期 (单位: μs) :

$$T_{\text{row}} = \frac{191}{54} = 3.537$$

开启 **Binning** 的情况下:

像素格式为 Mono8 或者 Bayer RG8 (BPP8) 时, 行周期 (单位: μs) :

$$T_{\text{row}} = \frac{85}{54} = 1.574$$

像素格式为 Mono8 或者 Bayer RG8 (BPP10) 时, 行周期 (单位: μs) :

$$T_{\text{row}} = \frac{94}{54} = 1.74$$

像素格式为 Mono8 或者 Bayer RG8 (BPP12) 时, 行周期 (单位: μs) :

$$T_{\text{row}} = \frac{152}{54} = 2.815$$

像素格式为 Mono10 或者 Bayer RG10 (BPP10) 时, 行周期 (单位: μs) :

$$T_{\text{row}} = \frac{94}{54} = 1.74$$

像素格式为 Mono12 或者 Bayer RG12 (BPP12) 时, 行周期 (单位: μs) :

$$T_{\text{row}} = \frac{152}{54} = 2.815$$

像素格式为 Bayer RG12 Packed 或者 Mono12 Packed (BPP12) 时, 行周期 (单位: μs) :

$$T_{\text{row}} = \frac{152}{54} = 2.815$$

像素格式为 RGB8 (BPP8) 时, 行周期 (单位: μs) :

$$T_{\text{row}} = \frac{95}{54} = 1.759$$

像素格式为 RGB8 (BPP10) 时, 行周期 (单位: μs) :

$$T_{\text{row}} = \frac{95}{54} = 1.759$$

像素格式为 RGB8 (BPP12) 时, 行周期 (单位: μs) :

$$T_{\text{row}} = \frac{152}{54} = 2.815$$

相机采集时间 (单位: μs) :

Sensor 位深为 BPP10 时:

$$T_{\text{acq}} = (\text{Height} \times \text{BinningVertical} + 49) \times T_{\text{row}}$$

Sensor 位深为 BPP8 / BPP12 时:

$$T_{\text{acq}} = (\text{Height} \times \text{BinningVertical} + 200) \times T_{\text{row}}$$



行周期计算向上取整。

- MARS-321-176GTM-TN-SWIR \ MARS-533-134GTM-TN-SWIR

Sensor 位深为 BPP10 时, 行周期 (单位: μs) :

$$T_{\text{row}} = \frac{209}{60} = 3.483$$

Sensor 位深为 BPP12 时, 行周期 (单位: μs) :

$$T_{\text{row}} = \frac{356}{60} = 5.933$$

相机采集时间 (单位: μs) :

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

- MARS-561-207GTM/C(-NF)

像素格式为 Mono8 或者 BayerGB8 时, 行周期 (单位: μs) :

$$T_{\text{row}} = \frac{1 \times 176}{80} = 2.2$$

$$T_{\text{fot}} = 22.0$$

像素格式为 Mono10 或者 BayerGB10 时, 行周期 (单位: μs) :

$$T_{\text{row}} = \frac{1 \times 352}{80} = 4.4$$

$$T_{\text{fot}}=44.0$$

相机采集时间（单位：μs）：

$$T_{\text{acq}}=(\text{Height} \times \text{BinningVertical} + 16) \times T_{\text{row}} + T_{\text{fot}}$$

● MARS-900-120GTM/C(-NF)

像素格式为 Mono8 或者 BayerGB8 时，行周期（单位：μs）：

$$T_{\text{row}} = \frac{2 \times 152}{80} = 3.8$$

$$T_{\text{fot}}=36.1$$

像素格式为 Mono12 或者 BayerGB12 时，行周期（单位：μs）：

$$T_{\text{row}} = \frac{2 \times 304}{80} = 7.6$$

$$T_{\text{fot}}=72.2$$

相机采集时间（单位：μs）：

$$T_{\text{acq}}=(\text{Height} \times \text{BinningVertical} + 16) \times T_{\text{row}} + T_{\text{fot}}$$

● MARS-1261-90GTM/C(-NF)

像素格式为 Mono8 或者 BayerRG8 时，行周期（单位：μs）：

$$T_{\text{row}} = \frac{230}{2 \times 32} = 3.594$$

$$T_{\text{fot}}=79.1$$

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

$$T_{\text{row}} = \frac{2 \times 230}{2 \times 32} = 7.188$$

$$T_{\text{fot}}=158.2$$

相机采集时间（单位：μs）：

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

● MARS-1610-52GTM/C(-NF)

不开启像素抽样的情况下：

Sensor 位深为 BPP8 时，行周期（单位：μs）：

$$T_{\text{row}} = \frac{326}{54} = 6.038$$

Sensor 位深为 BPP10 时，行周期（单位：μs）：

$$T_{\text{row}} = \frac{477}{54} = 8.834$$

Sensor 位深为 BPP12 时，行周期（单位：μs）：

$$T_{\text{row}} = \frac{477}{54} = 8.834$$

开启像素抽样的情况下：

Sensor 位深为 BPP8 时，行周期（单位：μs）：

$$T_{\text{row}} = \frac{211}{54} = 3.908$$

Sensor 位深为 BPP10 时，行周期（单位：μs）：

$$T_{\text{row}} = \frac{220}{54} = 4.075$$

Sensor 位深为 BPP12 时，行周期（单位：μs）：

$$T_{\text{row}} = \frac{304}{54} = 5.630$$

相机采集时间（单位：μs）：

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



行周期计算向上取整。

- MARS-1840-63GTM/C(-NF)

像素格式为 Mono8 或者 BayerGB8 时，行周期（单位：μs）：

$$T_{\text{row}} = \frac{2 \times 152}{80} = 3.8$$

$$T_{\text{fot}} = 51.3$$

像素格式为 Mono12 或者 BayerGB12 时，行周期（单位：μs）：

$$T_{\text{row}} = \frac{2 \times 304}{80} = 7.6$$

$$T_{\text{fot}} = 102.6$$

相机采集时间（单位：μs）：

$$T_{\text{acq}} = (\text{Height} \times \text{BinningVertical} + 16) \times T_{\text{row}} + T_{\text{fot}}$$

- MARS-2020-42GTM/C(-NF)

不开启像素抽样的情况下：

Sensor 位深为 BPP8 时，行周期（单位：μs）：

$$T_{\text{row}} = \frac{273}{54} = 5.056$$

Sensor 位深为 BPP10 时，行周期（单位：μs）：

$$T_{\text{row}} = \frac{342}{54} = 6.334$$

Sensor 位深为 BPP12 时，行周期（单位：μs）：

$$T_{row} = \frac{406}{54} = 7.519$$

开启像素抽样的情况下：

Sensor 位深为 BPP8 时，行周期（单位：μs）：

$$T_{row} = \frac{211}{54} = 3.908$$

Sensor 位深为 BPP10 时，行周期（单位：μs）：

$$T_{row} = \frac{220}{54} = 4.075$$

Sensor 位深为 BPP12 时，行周期（单位：μs）：

$$T_{row} = \frac{304}{54} = 5.630$$

相机采集时间（单位：μs）：

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



行周期计算向上取整。

- MARS-2440-35GTM/C(-NF)

不开启像素抽样的情况下：

Sensor 位深为 BPP8 时，行周期（单位：μs）：

$$T_{row} = \frac{326}{54} = 6.038$$

Sensor 位深为 BPP10 时，行周期（单位：μs）：

$$T_{row} = \frac{477}{54} = 8.834$$

Sensor 位深为 BPP12 时，行周期（单位：μs）：

$$T_{row} = \frac{477}{54} = 8.834$$

开启像素抽样的情况下：

Sensor 位深为 BPP8 时，行周期（单位：μs）：

$$T_{row} = \frac{211}{54} = 3.908$$

Sensor 位深为 BPP10 时，行周期（单位：μs）：

$$T_{row} = \frac{220}{54} = 4.075$$

Sensor 位深为 BPP12 时，行周期（单位：μs）：

$$T_{row} = \frac{304}{54} = 5.630$$

相机采集时间（单位：μs）：

$$T_{acq}=(Height \times BinningVertical + 118) \times T_{row}$$



行周期计算向上取整。

- MARS-2621-42GTM/C(-NF) \ MARS-2622-42GTM/C(-NF)
MARS-2621-42GTM(-NF)-NIR \ MARS-2622-42GTM(-NF)-NIR
MARS-2621-42GTM/C-S \ MARS-2622-42GTM/C-S
MARS-2621-42GTM-NIR-S \ MARS-2622-42GTM-NIR-S

像素格式为 Mono8 或者 BayerGB8 时，行周期（单位：μs）：

$$T_{row} = \frac{3 \times 124}{80} = 4.65$$

$$T_{fot} = 23.25$$

像素格式为 Mono12 或者 BayerGB12 时，行周期（单位：μs）：

$$T_{row} = \frac{3 \times 248}{80} = 9.3$$

$$T_{fot} = 46.5$$

相机采集时间（单位：μs）：

$$T_{acq}=(Height \times BinningVertical + 16) \times T_{row} + T_{fot}$$

- MARS-2440-35GTM-NF-V

不开启像素抽样的情况下：

Sensor 位深为 BPP8 时，行周期（单位：μs）：

$$T_{row} = \frac{326}{54} = 6.038$$

Sensor 位深为 BPP10 时，行周期（单位：μs）：

$$T_{row} = \frac{477}{54} = 8.834$$

Sensor 位深为 BPP12 时，行周期（单位：μs）：

$$T_{row} = \frac{477}{54} = 8.834$$

开启像素抽样的情况下：

Sensor 位深为 BPP8 时，行周期（单位：μs）：

$$T_{row} = \frac{211}{54} = 3.908$$

Sensor 位深为 BPP10 时，行周期（单位：μs）：

$$T_{row} = \frac{220}{54} = 4.075$$

Sensor 位深为 BPP12 时，行周期（单位：μs）：

$$T_{row} = \frac{304}{54} = 5.630$$

相机采集时间（单位：μs）：

$$T_{acq} = (\text{Height} \times \text{BinningVertical} + 118) \times T_{row}$$



行周期计算向上取整。

- MARS-2621-42GTM/C(-NF) \ MARS-2622-42GTM/C(-NF)
MARS-2621-42GTM(-NF)-NIR \ MARS-2622-42GTM(-NF)-NIR
MARS-2621-42GTM/C-S \ MARS-2622-42GTM/C-S
MARS-2621-42GTM-NIR-S \ MARS-2622-42GTM-NIR-S

像素格式为 Mono8 或者 BayerGB8 时，行周期（单位：μs）：

$$T_{row} = \frac{3 \times 124}{80} = 4.65$$

$$T_{fot} = 23.25$$

像素格式为 Mono12 或者 BayerGB12 时，行周期（单位：μs）：

$$T_{row} = \frac{3 \times 248}{80} = 9.3$$

$$T_{fot} = 46.5$$

相机采集时间（单位：μs）：

$$T_{acq} = (\text{Height} \times \text{BinningVertical} + 16) \times T_{row} + T_{fot}$$

- MARS-5000-18GTM/C(-NF/TF)

像素格式为 Mono8 或者 BayerGB8 时，行周期（单位：μs）：

$$T_{row} = \frac{2 \times 188}{80} = 4.7$$

$$T_{fot} = 72.85$$

像素格式为 Mono12 或者 BayerGB12 时，行周期（单位：μs）：

$$T_{row} = \frac{2 \times 376}{80} = 9.4$$

$$T_{fot} = 145.7$$

相机采集时间（单位：μs）：

$$T_{acq} = (\text{Height} \times \text{BinningVertical} + 16) \times T_{row} + T_{fot}$$

- MARS-6500/6501-18GTM/C(-NF/TF)

MARS-6500/6501-18GTM/C(-NF/TF)的行周期参见下表。BlockLevel 平场校正指平场校正精度设置为“BlockLevel”，PixelLevel 平场校正指平场校正精度设置为“PixelLevel”。

	像素格式	T_{row} (μs)
BlockLevel 平场校正	BayerGB8/Mono8	6.2
PixelLevel 平场校正	BayerGB8/8/Mono8	9.4
BlockLevel 平场校正	BayerGB12/Mono12	12.4
PixelLevel 平场校正	BayerGB12/Mono12	15.6
BlockLevel 平场校正	RGB8/BGR8	18.6
PixelLevel 平场校正	RGB8/BGR8	21.9
BlockLevel 平场校正	BayerGB12Packed/Mono12Packed	9.3
PixelLevel 平场校正	BayerGB12Packed/Mono12Packed	12.5

$$T_{\text{tot}}=192.2\mu s$$

相机采集时间 (单位: μs) :

$$T_{\text{acq}}=(\text{Height}\times\text{BinningVertical}+16)\times T_{\text{row}}+T_{\text{tot}}$$

- MARS-533-134GTM-TN-SWIR

Sensor 位深为 BPP10 时, 行周期 (单位: μs) :

$$T_{\text{row}}=\frac{209}{60}=3.483$$

Sensor 位深为 BPP12 时, 行周期 (单位: μs) :

$$T_{\text{row}}=\frac{356}{60}=5.933$$

相机采集时间 (单位: μs) :

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

- MARS-321-176GTM-TN-SWIR

Sensor 位深为 BPP10 时, 行周期 (单位: μs) :

$$T_{\text{row}}=\frac{209}{60}=3.483$$

Sensor 位深为 BPP12 时, 行周期 (单位: μs) :

$$T_{\text{row}}=\frac{356}{60}=5.933$$

相机采集时间 (单位: μs) :

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

- MARS-6100-18GTM/C-TF
- 不开启像素抽样的情况下：

像素格式为 Mono8 或者 BayerRG8 时，行周期（单位：μs）：

$$T_{row} = \frac{624}{72} = 8.667$$

像素格式为 RGB8 或者 BGR8 时，行周期（单位：μs）：

$$T_{row} = \frac{1872}{72} = 26.000$$

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

$$T_{row} = \frac{1024}{72} = 14.222$$

像素格式为 Mono14 或者 BayerRG14 时，行周期（单位：μs）：

$$T_{row} = \frac{1120}{72} = 15.556$$

像素格式为 Mono16 或者 BayerRG16 时，行周期（单位：μs）：

$$T_{row} = \frac{2810}{72} = 39.028$$

- 开启像素抽样的情况下：

像素格式为 Mono8 或者 BayerRG8 时，行周期（单位：μs）：

$$T_{row} = \frac{580}{72} = 8.056$$

像素格式为 RGB8 或者 BGR8 时，行周期（单位：μs）：

$$T_{row} = \frac{900}{72} = 12.500$$

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

$$T_{row} = \frac{580}{72} = 8.056$$

相机采集时间（单位：μs）：

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

- MARS-15100-6GTM/C-TF

MARS-15100-6GTM/C-TF 的行周期参见下表。BlockLevel 平场校正是指将平场校正精度设置为“BlockLevel”， PixelLevel 平场校正是指将平场校正精度设置为“PixelLevel”。

	像素格式	T_{row} (μs)
BlockLevel 平场校正	BayerRG8/Mono8	15
PixelLevel 平场校正	BayerRG8/Mono8	14.5
BlockLevel 平场校正	BayerRG14/Mono14	20.194
PixelLevel 平场校正	BayerRG14/Mono14	24

BlockLevel 平场校正	BayerRG16/Mono16	45.417
PixelLevel 平场校正	BayerRG16/Mono16	45.417
BlockLevel 平场校正	YUV422_8	16.667
PixelLevel 平场校正	YUV422_8	19

相机采集时间（单位：μs）：

$$T_{acq}=(Height \times BinningVertical + VB_{min}) \times T_{row}$$

其中 sensor 为 16bit 时， $VB_{min}=126$ ；sensor 位深为 14bit 时， $VB_{min}=128$ ；sensor 位深为 12bit 时， $VB_{min}=120$ 。

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，对于 MARS-2621-42GTM/C 相机，当曝光时间为 200ms 时，对应的帧率为 5 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。

8.5.2. 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。在 10Gbps 或者 1Gbps 速率下，推荐使用最大包长设置为 8164 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。

8.5.3. 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钟个数。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：

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

有效网络带宽：

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

其中：包长 $Size_{pkt}$ 、包间隔 $Delay_{pkt}$ 、预留带宽 $BandW_{reserve}$ 、连接速度 $Speed_{link}$

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 10Gbps。

传输单个流包耗时：

$$T_{data} = (1500 \times 8) / 10,000,000,000 = 1.2\mu s$$

有效网络带宽：

$$BandW_{avial} = (1464 \times 8 \times (1 - 0.2)) / (1.2\mu s + 1\mu s) = 4259\text{Mbps}$$



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 10Gbps。

传输单个流包耗时：

$$T_{data} = (8192 \times 8) / 10,000,000,000 = 6.5\mu s$$

有效网络带宽：

$$BandW_{avial} = (8156 \times 8 \times (1 - 0.2)) / (6.5\mu s + 2\mu s) = 6141\text{Mbps}$$



- 1) 包延迟时间不能大于包超时时间和数据块超时时间；
- 2) 包延迟时间应该小于包超时时间+20(ms)；
- 3) 包延迟时间应该小于块超时时间+20(ms)。

8.5.4. 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 10Gbps，设置预留带宽值为 2%，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。

8.6. 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。在 MARS-GT 系列中，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数给相机。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 8-4 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
		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

表 8-4 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 ns。

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. 事件队列溢出事件

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。

8.6.4. 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或开启触发缓存并达到最大缓存深度后，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. 图像帧存数据不为空事件

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，此时如果帧存未滿，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。

8.6.6. 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。

8.7. 序列

序列功能可以预先设置 N 组不同的参数，设置完成之后，在序列模式开启时，相机采集图像会逐个使用 N 组序列参数，示意图如下所示。

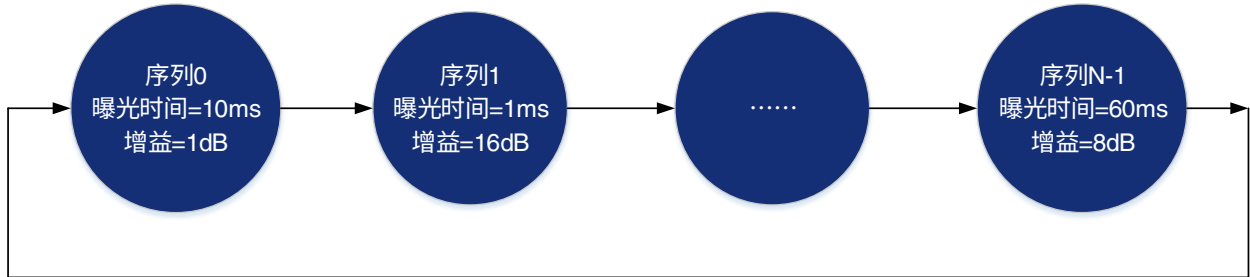


图 8-74 序列功能示意图

8.7.1. 相关参数

【序列模式】设置为 On，开启序列模式；设置为 Off，关闭序列模式。开启序列模式之后，相机以序列模式运行，每采集一帧就切换到下一个序列参数。关闭序列模式时，相机以非序列模式运行，不能切换参数。

【序列配置模式】设置为 On 时，“保存序列”和“载入序列”按键才可以使用。设置为 Off 时，“保存序列”和“载入序列”不可以使用，设置的参数无法保存到序列组。

【序列功能选择】选择哪些功能支持序列，例如曝光时间、增益、Gamma 和平场校正等。

【序列功能使能】设置为 true 表示“序列功能选择”对应的功能支持序列，目前仅支持 true，不可更改。

【序列组选择】设置序列组编号，范围根据相机型号决定。

【保存序列】保存当前参数到“序列组选择”设置的序列组。

【载入序列】点击“载入序列”会使“序列组选择”对应序列组编号的参数更新到当前界面。

【当前生效序列】在“序列模式”为 On 时，显示当前待使用的序列组编号，示意图如下所示。相机内部在收到触发信号之后，当前生效序列值就会变化，示意图如下所示。在“序列模式”为 Off 时，显示为“Not Available”。

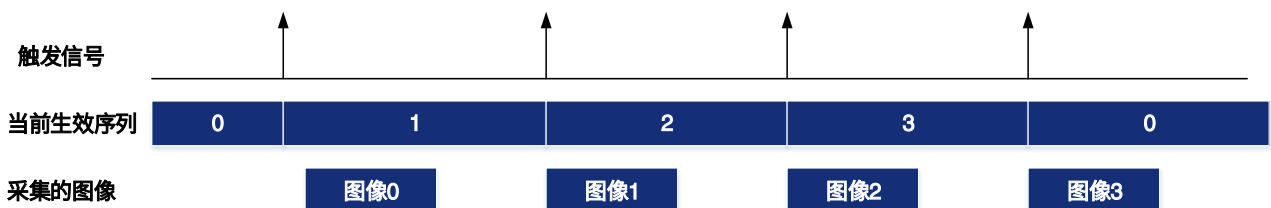


图 8-75 当前生效序列与触发信号和采集图像的关系

【序列路径选择】暂不支持，设置值固定为 0。

【跳转到序列】“序列组选择”设置的序列组下一次跳转到的序列组编号。举例说明，“序列组选择”设置为 1，“跳转到序列”设置为 2，则相机使用序列组 1 的参数采集一帧图像之后，序列参数切换到序列组 2。目前仅支持顺序跳转，即“序列组选择”设置为 N，则“跳转到的序列”只能设置为 N+1 或者 0，N+1 的最大值为“支持的最大序列组个数-1”。如果相机的序列最大个数为 4，则 N+1 的最大值为 3。

【序列触发源】触发序列开始运行的条件，仅支持 FrameStart。表示每采集一帧图像，序列就会切换到下一个序列组。

8.7.2. 使用示例

- 序列参数设置
 - 1) “序列模式”设置为 Off，“序列配置模式”设置为 On;
 - 2) 设置“序列组选择”;
 - 3) 点击“载入序列”，此时会将“序列组选择”对应的参数更新到当前界面;
 - 4) 设置序列参数，曝光、增益、Gamma、平场校正系数编号等;
 - 5) 点击“保存序列”。
- 更改序列组的使用个数

在默认情况下，序列组按照 0->1->2->3.....->N-1 的顺序运行，但是在某些情况下我们可能希望序列组按照 0->1->2->3->0->1->2->3 的顺序运行，此时可以通过“跳转到的序列”来实现这种运行顺序。

假设我们希望序列组运行的顺序是 0->1->2->0->1->2，则设置如下：

- 1) 设置“序列组选择”的值为 2;
- 2) 设置“跳转到序列”的值为 0。
 - 1) 在设置“序列模式”为 On 之前，必须先关闭 3A 功能（自动曝光、自动增益、自动白平衡都设置为 Off)
 - 2) 序列参数无法保存到参数组



8.7.3. 序列支持

序列支持情况汇总相机型号	序列最大组数	序列支持功能
MARS-533-134GTM-TN-SWIR MARS-321-176GTM-TN-SWIR	8	曝光，增益，Gamma
MARS-561-207GTM/C(-NF) MARS-900-120GTM/C(-NF) MARS-1261-90GTM/C(-NF) MARS-1610-52GTM/C(-NF)	4	曝光，增益，Gamma

MARS-1840-63GTM/C(-NF) MARS-2020-42GTM/C(-NF) MARS-2440-35GTM/C(-NF) MARS-2440-35GTM-NF-V(PIV disable) MARS-2621/2622-42GTM/C(-NF) MARS-2621/2622-42GTM(-NF)-NIR MARS-2621/2622-42GTM/C-S MARS-2621/2622-42GTM-NIR-S		
MARS-170-662GTM/C MARS-5000-24GTM/C(-NF/TF) MARS-6500/6501-18GTM/C(-NF/TF) MARS-6100-18GTM/C- TF MARS-15100-6GTM/C- TF	16	曝光, 增益, Gamma, FFC
MARS-280-409GTM/C	16	曝光, 增益, Gamma

表 8-5 相机型号序列支持项

8.8. 风扇控制

“风扇控制”在“设备控制”中，包含以下 2 个功能：

【风扇开关】设置风扇开关为 true，风扇开启转动，设置风扇为 false，风扇停止转动。开启风扇会降低整机温度。

【风扇转速】风扇转速项是开启风扇后当前风扇的转速，单位 rpm。

8.9. PIV 模式

8.9.1. PIV 功能描述

PIV（粒子图像测速，Particle Image Velocimetry）是通过双脉冲激光照明流场中的示踪粒子，使用高频相机连续捕获粒子运动图像，基于连续两帧图像中粒子群的位移变化，运用互相关算法计算瞬态流速分布的非接触式测量技术。

当启用 PIV 模式时，相机 1 次触发会采集两帧图像，两帧图像的曝光时间要求如下：

- 1) 第一帧曝光控制：可调范围 50μs-1000μs（默认 60μs）；
- 2) 第二帧曝光控制：曝光时长由第一帧图像读出时间确定，不可调整。
- 3) Δt是跨帧时间

补光同步要求要求如下：

- 1) 第一帧的补光须在第一帧曝光结束 t_1 前；
- 2) 第二帧的补光须在第二帧曝光开始 t_2 后触发。

示意时序如下图所示。

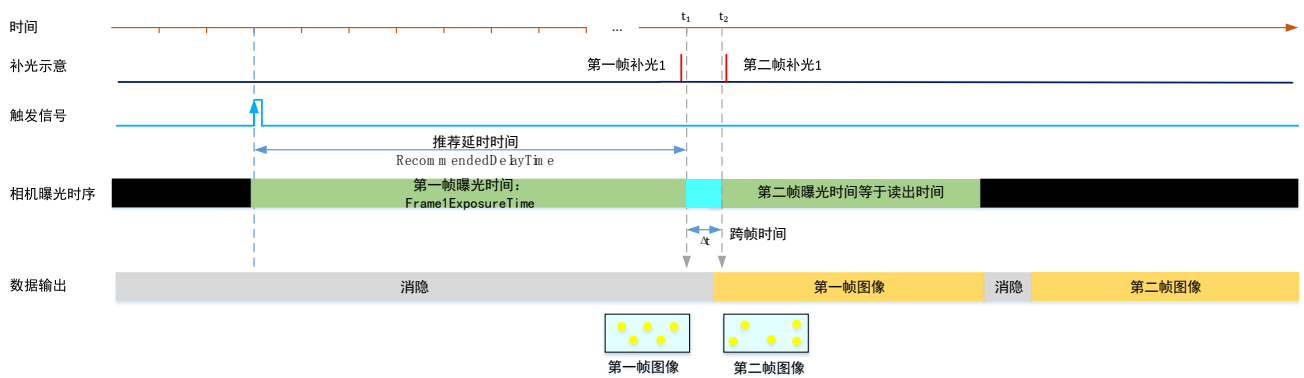


图 8-76 PIV 时序图

8.9.2. PIV 设置界面

PIV 功能的设置界面如下图所示：

PIV模式	On
第一帧曝光时间	60.0000 (us)
最大触发频率	16.6310
推荐延迟时间	60282.0000 (ns)
粒子测速第1帧增益	0.0000 (dB)
粒子测速第2帧增益	0.0000 (dB)

图 8-77 PIV 功能设置界面

【PIVMode】设置为 On，开启 PIV 模式；设置为 Off，关闭 PIV 模式。开启 PIV 模式后，会在一次外触发下输出间隔极短的两帧图像；关闭 PIV 模式时，相机以非 PIV 模式运行，以正常相机功能进行采集。

【Frame1ExposureTime】设置 PIV 模式下第一帧曝光时间的大小，单位为 μs ，默认值为 $60\mu\text{s}$ ，范围为 $[60\mu\text{s}, 1000\mu\text{s}]$ 。

【MaxTriggerRate】显示为当前 PIV 模式配置下所能提供的最大的触发频率，单位为 Hz。所提供的触发信号的频率不可高于该值，否则会导致触发屏蔽。

【RecommendedDelayTime】推荐的外触发信号与激光的延迟大小，单位 ns。您可根据该值来快速找到相机 PIV 功能的第一帧曝光结束的边界点，当修改第一帧曝光时间以后，该值也会改变。

【PIVFrame1Gain】表示 PIV 模式下两帧图像的第一帧图像数字增益大小，可设置范围为 $[0, 48]$ 单位 dB。

【PIVFrame2Gain】表示 PIV 模式下两帧图像的第二帧图像数字增益大小，可设置范围为 $[0, 48]$ 单位 dB。

8.9.3. PIV 操作流程

第一步：枚举相机，正常开采；

第二步：调整相机位置与角度，使得正常采集为获得清晰图像；

第三步：停采采集；

第四步：设置 PIV 模式为 ON；

第五步：根据实际需求修改第一帧曝光时间；

第六步：选择触发方式，PIV 模式支持连续采集与触发采集，触发采集支持软触发、外触发 line0 与 line2，Line0 为光耦触发，隔离效果较好，抖动性能略差，Line2 为 GPIO 隔离效果一般，抖动较小，可根据现场情况综合选择，以获取稳定的触发延迟；

第七步：根据当前 RecommendedDelayTime 值大小，调整光源（或激光器）补光位置和触发信号之间的间隔，以精准的落在跨越时间边缘。

8.9.4. PIV 使用注意事项

8.9.4.1. 控制相机温度

相机温度过高不利于控制噪声，条件允许可增大被动散热面积，如添加散热片，相机温度较低时图像效果更好。

相机增加了风扇功能，如果风扇不影响测试效果，建议打开，可主动相机散热。如果风扇影响了粒子形态或不能接受风扇导致的震动，也可以散热后关闭风扇。界面上有风扇开关，详细参见 8.8 节

8.9.4.2. 控制粒子亮度

受限于 sensor 性能，拍摄过亮粒子时，过亮粒子会积累很多电荷，如果第一帧复位不彻底，就可能会残留到第二帧，导致二帧中有第一帧的残影。

建议使用时可适当调整光源，做到既要粒子能看到又要粒子少过曝。

建议使用较小颗粒或调大拍摄距离，减少大粒子所占的像素个数。

可适当增加相机增益、弥补光强，如设置几个 DB 的增益，调小光圈或调小激光强度。

9. 软件工具

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。



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。

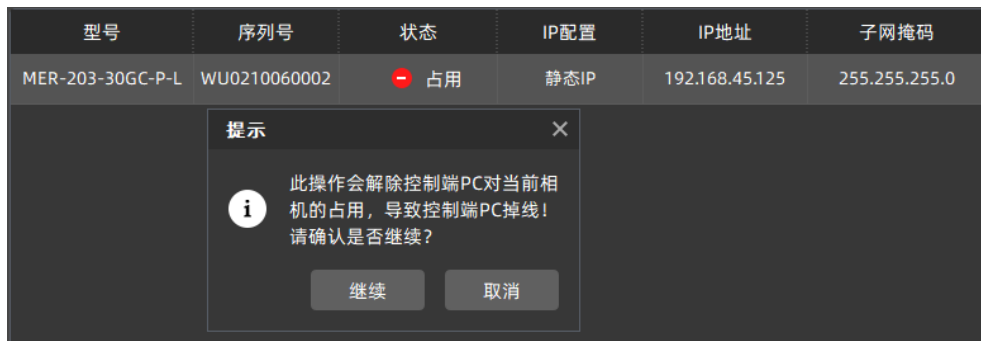


图 9-6

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。

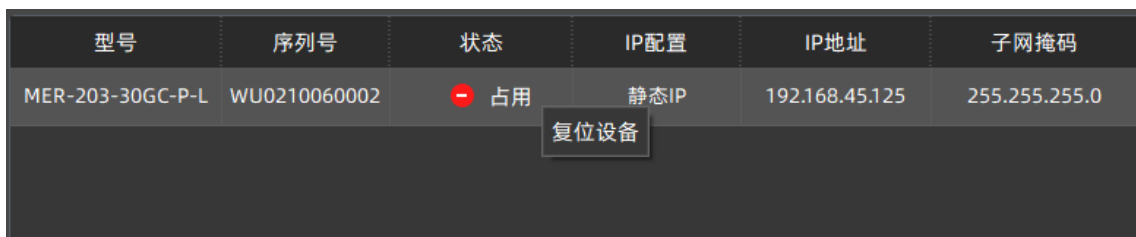


图 9-7

- 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

	B	C
2	WidthMax	5120
3	HeightMax	5120
4	Width	5120
5	Height	5120
6	ExposureTime(us)	20000
7	PixelFormat(8/12)	8
8	GevSCPSPacketSize	8164
9	GevSCPD	0
10	GevSCPDMaxValue	2781558
11	GevFramerateAbsEn	0
12	GevFramerateABS	4.5
13	LinkSpeed(Mbps)	10000
14	BandwidthReserve	10
15	BandwidthReserveMaxValue	99
20		
21	FPS	41.84
89		
90		

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达到期望的帧率。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、图像传输带宽影响(包长、包间隔、预留带宽、连接速度、像素格式、图像宽度、图像高度、像素格式)。

表格参数解释：

- 1) 图像宽度及图像高度为设置的 ROI 尺寸。
- 2) 曝光时间为相机采集每一帧图像时的曝光时长。
- 3) 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。
- 4) 包长表示相机传输包的大小，默认为 1500 字节，LinkSpeed 是 10000Mbps 时，最大可设为 8192 字节，推荐设置为 8164，需要保证网卡及交换机支持巨帧的情况下才可有效。
- 5) 包间隔表示传输的每帧图像包之间间隔。
- 6) 网络连接速度表示相机与主机间的网络连接速度，分为 1000Mbps/10000Mbps。
- 7) 包间隔最大值表示当前参数下的包间隔可设最大值。
- 8) 预留带宽表示预留百分之多少的网络带宽用于其他网络传输，默认为 2%。
- 9) 预留带宽最大值表示当前参数下可设置的预留带宽最大值。
- 10) 帧率控制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。

- 11) 帧率控制使能表示是否启用帧率控制，1 代表使能帧率控制，0 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控制值的帧率进行采集，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，表格最下一列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%。

下面以 MARS-2621-42GTM/C 相机为例：

如果想要通过【帧率控制值】功能来设置相机的采集帧率为 20 帧，则可以选择【帧率控制值】为 1，设置【帧率控制值】为 20，查看计算结果【帧率】显示为 20fps。

如果想要通过调节【包长】、【包间隔】来使相机的帧率达到 20 帧，可以选确定您要使用的【包长】，如果设置【包长】为 8164，然后通过逐步设置【包间隔】值来使【帧率】逼近 20 帧，通过几次尝试，可以得出【包间隔】设置为 7390 时，计算结果【帧率】显示为 20.00fps。

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 系列万兆网卡或者 IOI 系列万兆网卡; 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 GalaxySDK, 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	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); 此方案的缺点是会降低采集性能, 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: 修改传输数据块大小 StreamTransferSize (采集队列 Buffer 划分的数据块大小); 由于默认情况下 Buffer 需要一个完整图像大小的数据块, 但是当系统使用一段时间后, 内存的连续性受当前系统环境影响很大, 稍微操作一些软件, 可能就会破坏系统内存的连续性, 从而导致开采失败, 如果将数据块大小减小, 例如需要 120M 内存,

		<p>将数据块的大小设置为 5M, 那么只要系统有 24 个连续内存大小满足 5M 就可以开采成功。此方案不建议将数据块的大小设置为 1M 或者 2M 这种特别小的大小, 长时间以这种小数据块的方式运行可能会影响系统的稳定性;</p> <p>3) 方法 3: 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。</p>
8	枚举不到相机, 相机 LED 黄绿闪烁	<p>1) 网卡不支持 1000Mbps/10000Mbps 速率, 请更换支持该速率的网卡;</p> <p>2) Intel X550 系列网卡只支持 Win10 64 位系统, 如果使用 Intel X550 系列网卡, 请确认系统。</p>
9	相机没有工作在 10G 速率下, 而是工作在 1G 或者 2.5G 速率下	<p>1) 请确认使用支持 10G 速率的网卡, 并将网卡插在合适位置, 一般会要求 PCIe x4 Gen3;</p> <p>2) 请确认使用最新版网卡驱动;</p> <p>3) 请确认网卡的自适应设置为自协商或者 10G;</p> <p>4) 请确认网线至少为 CAT-6a 及以上, RJ 接口不松动。</p>

11. 版本说明

序号	修订版本号	所做改动	发布日期
1	V1.0.0	初始发布	2023-02-14
2	V1.0.1	<ol style="list-style-type: none"> 修改 2.5 章节相机机械安装注意事项 添加 MARS-2621-42GTM/C-S-VF8 MARS-2622-42GTM/C-S-VF8 MARS-2621-42GTM-NIR-S-VF8 MARS-2622-42GTM-NIR-S-VF8 相机型号以及第 8 章功能描述 更新 5.1 章节相机尺寸和 5.3 章节固定块尺寸 新增 HN-P-6M (1/1.8") 系列定焦镜头、HN-P-20M (1.1") 系列定焦镜头、HN-P 线扫镜头 更新 7.3.2.3 节电平标准 	2023-04-17
3	V1.0.2	<ol style="list-style-type: none"> 添加 MARS-5000-24GTM/C、MARS-6500-18GTM/C MARS-6501-18GTM/C 相机型号 更新 2.5 节相机机械安装注意事项、5.3 节固定块尺寸 新增图 5-3 和图 5-4 新增 8.3.3 节 PGA 增益和 8.7 节序列相关描述 	2023-05-23
4	V1.0.3	<ol style="list-style-type: none"> 更新 8.2.11.4 章节，更新曝光延迟的说明 增加 8.4.1、8.4.2 和 8.4.9 章节 更新 8.5.1 章节，更新行周期和采集时间的计算公式 更新 8.7 章节，增加序列支持平场校正的说明 	2023-06-06
5	V1.0.4	<ol style="list-style-type: none"> 修改 MARS-GT-S 系列相机型号名称，如下型号-S 字段后的描述只与相机外形结构有关，与功能无关，因此在功能相关描述章节不带后缀 V8 MARS-2621-42GTM/C-S V8 MARS-2622-42GTM/C-S V8 MARS-2621-42GTM-NIR-S V8 MARS-2622-42GTM-NIR-S V8 修改 5.2 光学接口内容描述 修改图 6-2 	2023-06-08
6	V1.0.5	<ol style="list-style-type: none"> 更新 1.3 节、2.4 节、第 4 章性能参数表 添加 MARS-561-207GTM/C、MARS-900-120GTM/C、 MARS-1840-63GTM/C 、 MARS-5000-24GTM/C-NF 、 MARS-6500-18GTM/C-NF 、 MARS-6501-18GTM/C-NF 型号及相关信息 	2023-07-31

序号	修订版本号	所做改动	发布日期
		3. 更新第 5 章相机机械尺寸图 4. 更新图 6-1, 图 6-2 5. 更新 8.4.9 节 6. 新增 8.8 风扇控制	
7	V1.0.6	1. 添加 MARS-1261-90GTM/C 型号及相关信息 2. 更新软件相关 UI 界面以及使用描述	2023-09-09
8	V1.0.7	1. 更新 2.5 节、5.1 节、5.2 节	2023-09-14
9	V1.0.8	1. 添加 MARS-1610-52GTM/C、MARS-2020-42GTM/C、MARS-2440-35GTM/C 型号及相关信息	2023-09-21
10	V1.0.9	1. 修改 MARS-1610-52GTM/C、MARS-2020-42GTM/C、MARS-2440-35GTM/C 型号相关信息 2. 增加 3.6 节图像传输优化设置	2023-11-28
11	V1.0.10	1. 更新 1.3 节, 3.6 节描述	2024-01-24
12	V1.0.11	1. 添加 MARS-5000-24GTM/C-TF、MARS-6500-18GTM/C-TF、MARS-6501-18GTM/C-TF 型号说明 2. 修改部分描述 3. 删除 6.2 节镜头选型参考	2024-03-18
13	V1.0.12	1. 更新第 4 章 MARS-1610-52GTM/C、MARS-2020-42GTM/C、MARS-2440-35GTM/C、MARS-5000-24GTM/C (-NF/TF)、MARS-6500-18GTM/C (-NF/TF)、MARS-6501-18GTM/C-TF (-NF/TF) 参数表 2. 更新 8.4.9 平场校正相关描述	2024-08-08
14	V1.0.13	1. 添加 MARS-321-176GTM-TN-SWIR、MARS-533-134GTM-TN-SWIR 型号及相关信息	2024-09-06
15	V1.0.14	1. 添加 MARS-170-662GTM/C、MARS-280-409GTM/C 型号及相关信息	2024-11-19
16	V1.0.15	1. 更新第 4 章 MARS-1610-52GTM/C、MARS-2020-42GTM/C、MARS-2440-35GTM/C 参数表 2. 新增 MARS-1610-52GTM/C-NF、MARS-2020-42GTM/C-NF、MARS-2440-35GTM/C-NF、MARS-2621-42GTM/C-NF、MARS-2622-42GTM/C-NF、MARS-2621-42GTM-NF-NIR、MARS-2622-42GTM-NF-NIR 型号及相关信息	2025-02-24

序号	修订版本号	所做改动	发布日期
17	V1.0.16	<ol style="list-style-type: none"> 1. 新增 MARS-2440-35GTM-NF-V 型号及相关信息 2. 新增 8.9 章描述 PIV 支持、功能、操作注意等信息 3. 新增 MARS-6100-18GTM/C-TF 型号及相关信息 	2025-03-31
18	V1.0.17	<ol style="list-style-type: none"> 1. 更新 4.19 MARS-6100-18GTM/C-TF 参数表 2. 更新 2.5 相机机械安装注意事项相关描述 	2025-04-29
19	V1.0.18	<ol style="list-style-type: none"> 1. 更新 8.4.9 平场校正相关描述 2. 更新第 4 章 MARS-2020-42GTM/C(-NF)、MARS-6100-18GTM/C-TF 参数表 	2025-06-03
20	V1.0.19	<ol style="list-style-type: none"> 1. 更新 8.2.12 曝光延迟，更新 MARS-321-176GTM-TN-SWIR、MARS-533-134GTM-TN-SWIR、MARS-1261-90GTM/C、MARS-561-207GTM/C、MARS-900-120GTM/C、MARS-1840-63GTM/C、MARS-2621/2622-42GTM/C(-NF)、MARS-2621/2622-42GTM(-NF)-NIR、MARS-2621/2622-42GTM/C-S、MARS-2621/2622-42GTM-NIR-S、MARS-5000-24GTM/C(-NF/TF)、MARS-6500/6501-18GTM/C(-NF/TF) 的相关描述，增加 MARS-6100-18GTM/C-TF 的相关描述 2. 更新 8.4.9.5 注意事项，增加逐像素平场校正注意事项 3. 更新 8.5.1 最大帧率，修改 MARS-6500/6501-18GTM/C(-NF/TF) 的相关描述 	2025-07-29
21	V1.0.20	<ol style="list-style-type: none"> 1. 更新图 5-3、图 5-4、图 5-7、图 5-8 	2025-09-03
22	V1.0.21	<ol style="list-style-type: none"> 1. 新增 MARS-15100-6GTM/C-TF、MARS-561-207GTM/C-NF、MARS-1261-90GTM/C-NF、MARS-900-120GTM/C-NF、MARS-1840-63GTM/C-NF 型号及相关信息 2. 更新第 4 章 MARS-6100-18GTM/C-TF 参数表 3. 更新 8.3.18 用户数据区，增加 512K 用户数据区相关信息 	2025-10-16

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

上海办事处：021-35312826

深圳办事处：0755-83479565

武汉办事处：027-87223690

成都办事处：028-86925034

西安办事处：029-84501012

厦门办事处：0592-5500803

广州办事处：020-66850865

苏州办事处：0512-69882038