

水星（MERCURY）系列 USB3.0 数字相机 应用说明书



前言

首先感谢您选用大恒图像产品，水星（MERCURY）系列 USB3.0 接口数字相机是我公司比较成熟的产品，它具有高分辨率、高清晰度、低噪声等特点，相机采用了 USB3.0 标准接口，安装、使用方便。适用于工业检测、医疗、科研、教育、安防等领域。

水星系列相机是微型相机，对于相机尺寸要求苛刻的用户，它们将会是一个不错的选择。本手册详细介绍了 MERCURY 系列 USB3.0 接口数字相机的应用。

目录

1. 概述	1
1.1. 系列简述	1
1.2. 型号名称说明	1
1.3. 遵循的标准	1
1.4. 相关文档及软件下载	2
2. 注意事项及认证声明	3
2.1. EMI、ESD 注意事项	3
2.2. 使用环境注意事项	3
2.3. 相机机械安装注意事项	3
3. 安装指南	4
3.1. 主机端准备	4
3.1.1. 用户软件组成	4
3.1.2. 用户软件接口	4
3.2. 相机供电	5
3.3. 相机驱动安装	5
3.3.1. 系统要求	5
3.3.2. 驱动安装	6
3.4. 打开相机采集	6
4. 性能参数	7
4.1. 重要参数解释	7
4.1.1. 关于光谱响应图	7
4.2. MER-031-860U3M/C(-L)	7
4.2.1. 参数列表	7
4.2.2. 光谱响应图	9
4.3. MER-031-860U3M(-L) NIR	10
4.3.1. 参数列表	10
4.3.2. 光谱响应图	11
4.4. MER-041-436U3M/C(-L)	11
4.4.1. 参数列表	11
4.4.2. 光谱响应图	13

4.5. MER-050-560U3M/C(-L)	14
4.5.1. 参数列表.....	14
4.5.2. 光谱响应图	16
4.6. MER-050-560U3M(-L) NIR.....	16
4.6.1. 参数列表.....	16
4.6.2. 光谱响应图	17
4.7. MER-051-120U3M/C(-L)	17
4.7.1. 参数列表.....	17
4.7.2. 光谱响应图	19
4.8. MER-131-210U3M/C(-L)	20
4.8.1. 参数列表.....	20
4.8.2. 光谱响应图	21
4.9. MER-131-210U3M(-L) NIR.....	22
4.9.1. 参数列表.....	22
4.9.2. 光谱响应图	23
4.10. MER-132-43U3M/C(-L)	23
4.10.1. 参数列表.....	23
4.10.2. 光谱响应图	25
4.11. MER-133-54U3M/C(-L).....	26
4.11.1. 参数列表	26
4.11.2. 光谱响应图.....	28
4.12. MER-134-93U3M/C(-L)	29
4.12.1. 参数列表.....	29
4.12.2. 光谱响应图	31
4.13. MER-160-227U3M/C(-L)	31
4.13.1. 参数列表.....	31
4.13.2. 光谱响应图	33
4.14. MER-230-168U3M/C(-L)	34
4.14.1. 参数列表.....	34
4.14.2. 光谱响应图	36
4.15. MER-231-41U3M/C(-L)	37
4.15.1. 参数列表.....	37
4.15.2. 光谱响应图	39
4.16. MER-301-125U3M/C(-L)	40
4.16.1. 参数列表.....	40
4.16.2. 光谱响应图	42
4.17. MER-302-56U3M/C(-L)	43

4.17.1. 参数列表.....	43
4.17.2. 光谱响应图.....	45
4.18. MER-500-14U3M/C(-L)	46
4.18.1. 参数列表.....	46
4.18.2. 光谱响应图.....	48
4.19. MER-502-79U3M/C(-L)	49
4.19.1. 参数列表.....	49
4.19.2. 光谱响应图.....	51
4.20. MER-502-79U3M(-L) POL.....	52
4.20.1. 参数列表.....	52
4.20.2. 光谱响应图.....	53
4.21. MER-503-36U3M/C(-L)	54
4.21.1. 参数列表.....	54
4.21.2. 光谱响应图.....	56
4.22. MER-630-60U3M/C(-L)	57
4.22.1. 参数列表.....	57
4.22.2. 光谱响应图.....	59
4.23. MER-1070-14U3M/C(-L)	60
4.23.1. 参数列表.....	60
4.23.2. 光谱响应图.....	62
4.24. MER-1220-32U3M/C(-L)	63
4.24.1. 参数列表.....	63
4.24.2. 光谱响应图.....	65
4.25. MER-1520-13U3C(-L)	66
4.25.1. 参数列表.....	66
4.25.2. 光谱响应图.....	67
4.26. MER-1810-21U3C(-L)	67
4.26.1. 参数列表.....	67
4.26.2. 光谱响应图.....	68
4.27. MER-2000-19U3M/C(-L)	69
4.27.1. 参数列表.....	69
4.27.2. 光谱响应图.....	71
5. 机械尺寸	72
5.1. 相机尺寸.....	72
5.2. 光学接口.....	73
5.3. 固定板尺寸.....	73

6. 滤光片及镜头	75
6.1. 滤光片规格参数及响应图	75
6.2. 镜头选型参考	76
6.2.1. HN-2M 系列.....	76
6.2.2. HN-5M 系列.....	77
7. 电气接口	78
7.1. LED 灯状态.....	78
7.2. USB 接口.....	78
7.3. IO 接口	78
7.3.1. Line0 (光耦隔离输入) 电路	78
7.3.2. Line1 (光耦隔离输出) 电路	80
7.3.3. Line2/Line3 双向电路	82
7.3.3.1. Line2/Line3 配置成输入管脚	82
7.3.3.2. Line2/3 配置成输出管脚.....	83
8. 功能定义	85
8.1. I/O 控制	85
8.1.1. 配置输入引脚.....	85
8.1.2. 配置输出引脚.....	86
8.1.3. 读取引脚状态.....	87
8.2. 图像采集控制	87
8.2.1. 开始采集/停止采集.....	87
8.2.1.1. 开始采集	87
8.2.1.2. 停止采集	88
8.2.2. ROI 输出模式	89
8.2.2.1. 单 ROI 模式及其配置	91
8.2.2.2. 多 ROI 模式及其配置	91
8.2.3. 采集模式切换.....	92
8.2.4. 连续采集及其配置.....	93
8.2.5. 软触发采集及其配置	93
8.2.6. 外触发采集及其配置	94
8.2.7. 设置曝光.....	96
8.2.8. 交叠曝光和非交叠曝光	98

8.2.9. 闪光灯	100
8.3. 基本属性设置	101
8.3.1. 增益	101
8.3.2. 像素格式	102
8.3.3. ROI	106
8.3.4. 自动曝光和自动增益	106
8.3.4.1. 自动曝光自动增益 ROI 设置	106
8.3.4.2. 自动增益	107
8.3.4.3. 自动曝光	108
8.3.5. 自动白平衡	108
8.3.5.1. 自动白平衡 ROI	108
8.3.5.2. 自动白平衡调节	109
8.3.6. 测试图	109
8.3.7. 参数组	111
8.3.8. 用户自定义名称	113
8.3.9. 时间戳	113
8.3.10. Binning	113
8.3.11. 像素抽样	115
8.3.12. 镜像翻转	117
8.3.13. 用户数据区	119
8.3.14. 定时器	120
8.3.15. 计数器	121
8.4. 图像处理	122
8.4.1. 坏点校正	122
8.5. 图像传输	122
8.5.1. 帧率计算	122
8.5.2. USB 接口带宽	123
8.5.3. 设备链路带宽限制	123
8.5.4. 相机采集时间	125
9. 软件工具	130
9.1. 帧率计算工具	130
10. 常见问题处理	131
11. 版本历史	133

12. 联系方式	137
12.1. 销售联系方式	137
12.2. 技术支持联系方式	137

1. 概述

1.1. 系列简述

水星（MERCURY）家族的 MER-U3 和 MER-U3-L 系列数字相机是由大恒图像自主研发的比较成熟的产品，性能出色、设计小巧、价格实惠、安装、使用方便。其中 MER-U3 系列相机集成了 I/O（GPIO）接口，可提供外部供电，以及进行外触发、闪光灯等多种控制操作；MER-U3-L 系列相机虽然取消了 I/O（GPIO）接口，但质量更轻更具性价比。MER-U3 和 MER-U3-L 系列数字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 CCD 或 CMOS 感光芯片可供选择。

MER-U3 和 MER-U3-L 系列数字相机采用 USB3.0 接口进行图像数据的传输，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、高性价比的工业相机产品。适用于工业检测、医疗、科研、教育以及安防等领域，对于相机尺寸要求苛刻的用户，水星系列相机将会是一个不错的选择。

1.2. 型号名称说明

水星系列 USB3.0 相机型号的详细信息在章节 4 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、Sensor 的彩色/黑白类型、以及是否提供外触发接口来确定。

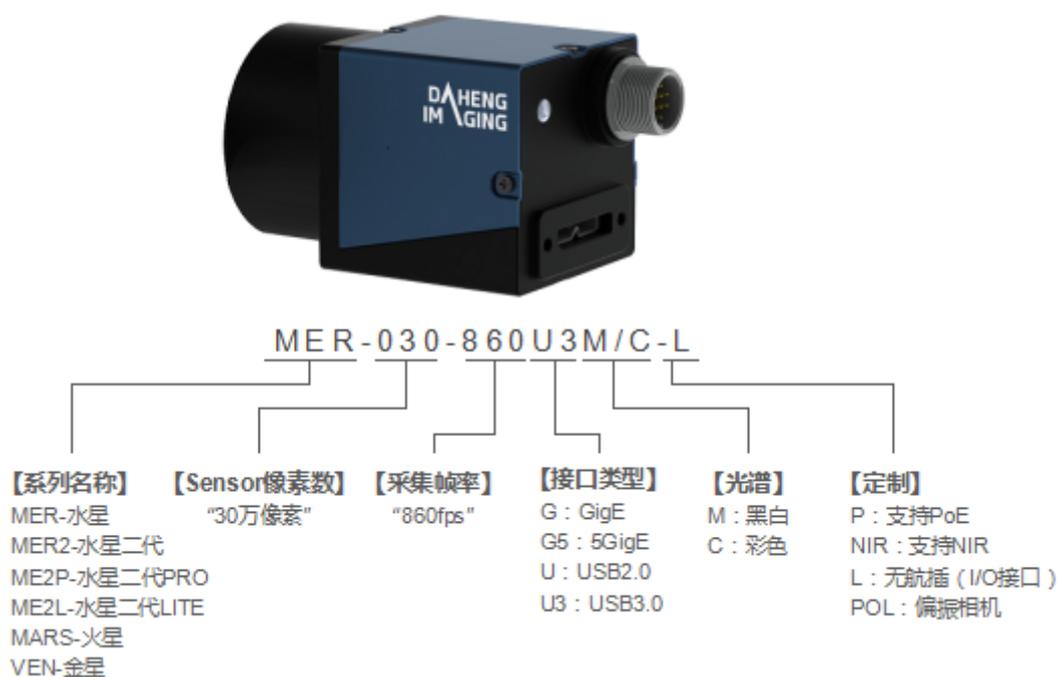


图 1-1 相机型号定义

1.3. 遵循的标准

相机遵循 USB3 Vision1.0 标准，其开发接口 GalaxySDK 基于 GEN<i>CAM 标准实现。

1.4. 相关文档及软件下载

产品相关文档及软件可以从大恒官网的[下载中心](#)下载，相关内容如下：

相关文档	水星系列 USB3.0 数字相机应用说明书
CAD/3D 图	大恒图像 MER-U3 系列相机 CAD/3D 图
驱动软件	Galaxy Windows SDK——USB3.0 相机、GigE 相机、水星 USB2.0 相机
	Galaxy Linux SDK——USB3.0 相机、GigE 相机、水星 USB2.0 相机

2. 注意事项及认证声明

2.1. 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 USB IF 官方认证的线缆。
- 2) 高质量的线缆有屏蔽层能有效防止电磁干扰，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) 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。
- 4) 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。

2.2. 使用环境注意事项

- 1) 工作温度：0°C~45°C，湿度 10%~80%；
储存温度：-20°C~70°C；
- 2) 相机传感器有防尘密封设计，可有效防止尘土进入传感器表面。但打开镜头盖会使尘土进入滤色片/增透片表面，所以相机未使用时，应保持镜头盖拧紧；
- 3) PC 配置要求：推荐 Intel Core 2 Duo，2.4GHz 或以上，2GB 以上内存；
- 4) USB3.0 控制器推荐使用：主板集成的控制器推荐使用 Intel 控制器。USB3.0 扩展卡推荐使用 Renesas 控制器；
- 5) 线缆在设备端必须带紧固螺钉；
- 6) 请带着原始包装运输，到达相机使用地点后再打开包装。

2.3. 相机机械安装注意事项

相机安装要求：

- 1) 相机安装要求螺钉与相机的旋合长度在 2.5~2.7mm 之间。
- 2) 螺钉装配扭矩 $\leq 1\text{N.M}$ 。如螺钉装配扭矩过大，可能会造成相机螺纹滑丝。

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 MERCURY 系列(水星系列)软件包 ,用于控制水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) , 提供了水星系列相机的驱动程序 , 如 : USB3.0相机的设备驱动 ;
- 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) 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 ;
- 5) 软件开发说明书 , 本说明书是用户编程指引 , 用于指导用户如何配置编程环境 , 如何通过相机的接口库来实现相机的控制和采集。

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

3.1.2. 用户软件接口

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

1) API 接口

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

2) GenTL 接口

此接口是 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) USB3 Vision 接口

MERCURY 系列相机遵循 USB3 Vision 协议 , 用户可以自行开发基于 USB3 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 USB3 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，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

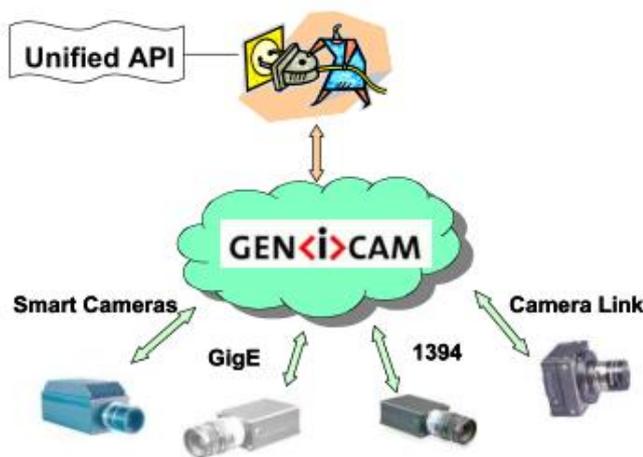


图 3-1 GEN<i>CAM 标准示意图

3.2. 相机供电

MER-U3 相机通过 USB3.0 接口供电。

3.3. 相机驱动安装

3.3.1. 系统要求

GalaxySDK 适用于 MERCURY 系列所有相机，GalaxySDK 包含 Windows、Linux、Android 等各种操作系统。安装包对操作系统及版本的要求如下：

操作系统	适用版本
Windows	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Windows XP（32 位，64 位） ➤ Windows 7（32 位，64 位） ➤ Windows 8（32 位，64 位） ➤ Windows 8.1（32 位，64 位） ➤ Windows 10（32 位，64 位）
Linux	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Ubuntu12.04 及以上，内核版本 3.5.0.23 及以上
Android	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Android6 及以上

3.3.2. 驱动安装

Windows 下安装 Galaxy SDK 的方法步骤如下：

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

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

3.4. 打开相机采集

在完成设备电源供应,将设备连接到主机 USB3.0 接口。双击打开 Galaxy SDK 安装包释放到桌面上的 Daheng Galaxy Viewer 程序,即刻开始 GalaxySDK 的图像采集体验。具体操作步骤如下：

- 1) 点击 Galaxy Viewer 中 Toolbar 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 Toolbar 上的  图标,对当前设备执行采集操作。

4. 性能参数

4.1. 重要参数解释

4.1.1. 关于光谱响应图

QE 为量子效率，它是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 $DN/((W/m^2) \cdot s)$ 。

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. MER-031-860U3M/C(-L)

4.2.1. 参数列表

规格	MER-031-860U3C	MER-031-860U3C-L
分辨率	640 × 480	
传感器类型	Onsemi PYTHON 300 global shutter CMOS	
光学尺寸	1/4 inch	
像素尺寸	4.8 μ m × 4.8 μ m	
帧率	860fps @ 640 × 480	
模数转换精度	10bit	
像素深度	8bit、10bit	
快门时间	20 μ s ~ 1s	
增益	0dB ~ 16dB	
图像数据格式	Bayer RG8/ Bayer RG10	
信噪比	37.84dB	
同步方式	外触发、软触发	软触发
输入输出接口	1 个光隔离输入接口，1 个光隔离输出接口，2 个双向 GPIO 接口	不支持
工作温度	0°C ~ 45°C	
储存温度	-20°C ~ 70°C	
工作湿度	10% ~ 80%	
额定功率	<2.7W@5V	
镜头接口	C	
机械尺寸	29 mm×29 mm×29mm (不含 C 接口长度)	

重量	57g	53g
操作系统	Windows XP/Win7/Win8/Win10 32bit 和 64bit 操作系统	
数据接口	USB3.0	
可编程控制	图像尺寸、增益、曝光时间、触发极性、闪光灯极性	图像尺寸、增益、曝光时间等
认证	CE , RoHS , FCC , USB3 Vision , GenICam	

表 4-1 MER-031-860U3C(-L)相机性能规格

规格	MER-031-860U3M	MER-031-860U3M-L
分辨率	640 × 480	
传感器类型	Onsemi PYTHON 300 global shutter CMOS	
光学尺寸	1/4 inch	
像素尺寸	4.8μm × 4.8μm	
帧率	860fps @ 640 × 480	
模数转换精度	10bit	
像素深度	8bit、10bit	
快门时间	20μs ~ 1s	
增益	0dB ~ 16dB	
图像数据格式	Mono8/Mono10	
信噪比	38dB	
同步方式	外触发、软触发	软触发
输入输出接口	1 个光隔离输入接口，1 个光隔离输出接口，2 个双向 GPIO 接口	不支持
工作温度	0°C ~ 45°C	
储存温度	-20°C ~ 70°C	
工作湿度	10% ~ 80%	
额定功率	<2.7W@5V	
镜头接口	C	
机械尺寸	29 mm×29 mm×29mm (不含 C 接口长度)	
重量	57g	53g
操作系统	Windows XP/Win7/Win8/Win10 32bit 和 64bit 操作系统	
数据接口	USB3.0	
可编程控制	图像尺寸、增益、曝光时间、触发极性、闪光灯极性	图像尺寸、增益、曝光时间等
认证	CE , RoHS , FCC , USB3 Vision , GenICam	

表 4-2 MER-031-860U3M(-L)相机性能规格

4.2.2. 光谱响应图

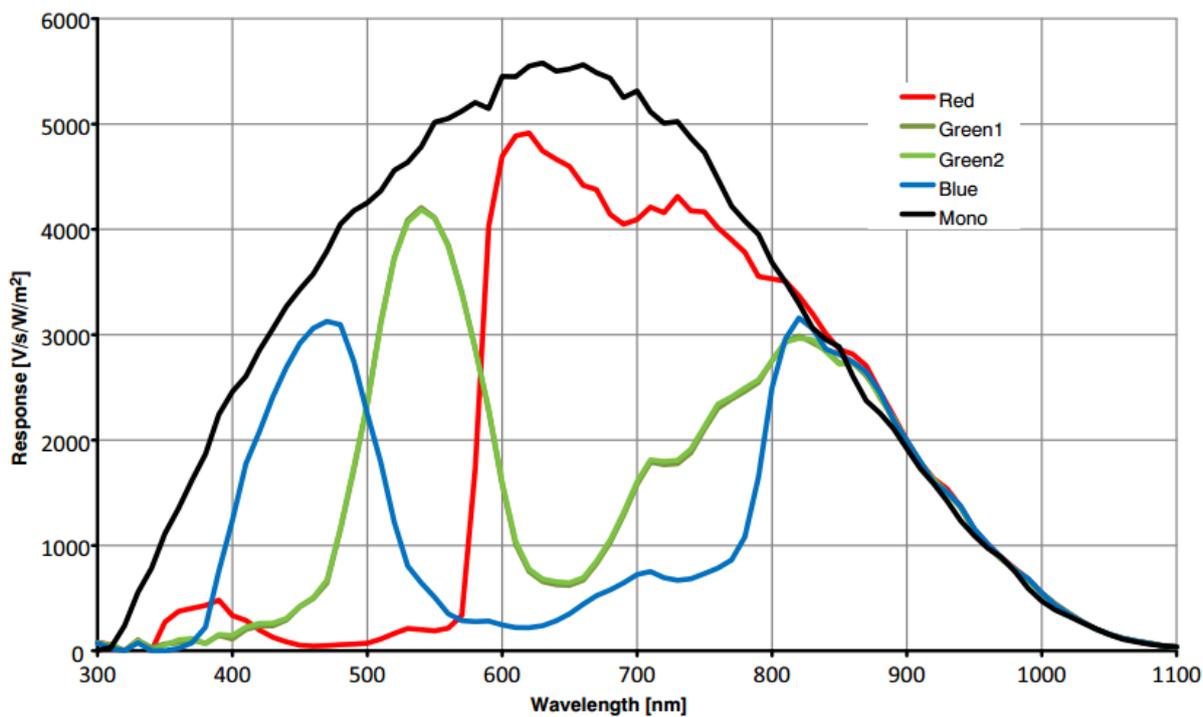


图 4-1 MER-031-860U3M/C(-L) / MER-050-560U3M/C(-L) / MER-131-210U3M/C(-L) SENSOR 响应曲线

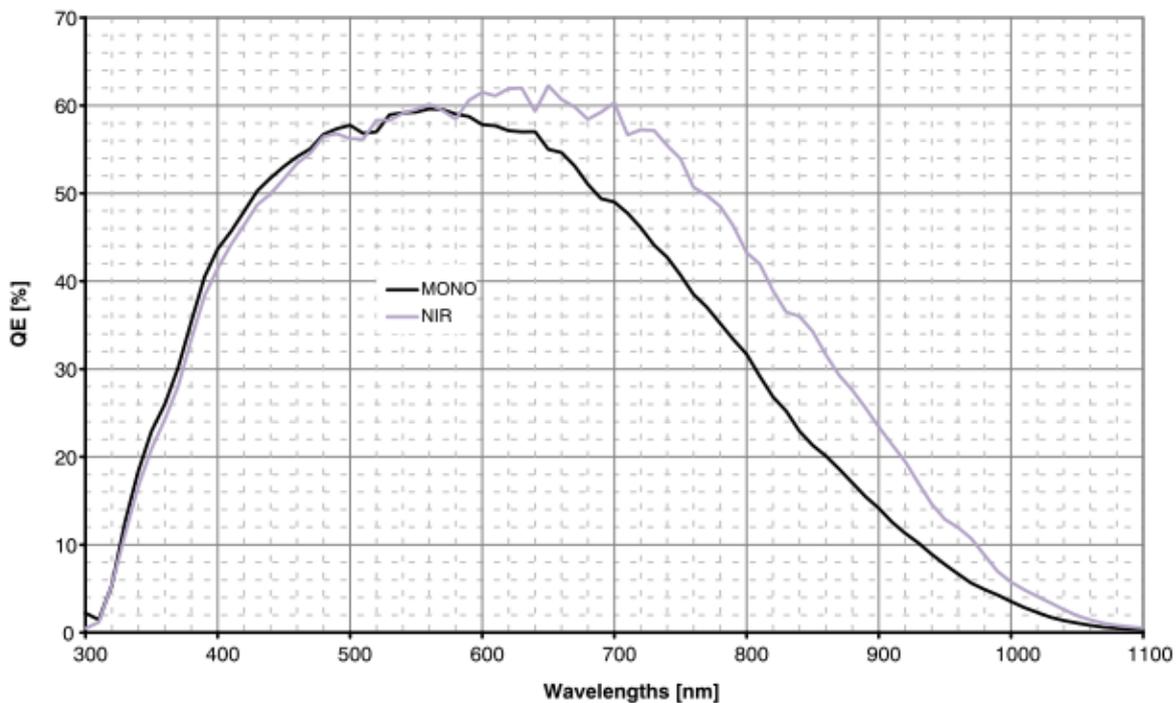


图 4-2 MER-031-860U3M(-L) NIR / MER-050-560U3M(-L) NIR / MER-131-210U3M(-L) NIR SENSOR 响应曲线

4.3. MER-031-860U3M(-L) NIR

4.3.1. 参数列表

规格	MER-031-860U3M NIR	MER-031-860U3M-L NIR
分辨率	640 × 480	
传感器类型	Onsemi PYTHON 300 global shutter CMOS	
光学尺寸	1/4 inch	
像素尺寸	4.8μm × 4.8μm	
帧率	860fps @ 640 × 480	
模数转换精度	10bit	
像素深度	8bit、10bit	
快门时间	20μs ~ 1s	
增益	0dB ~ 16dB	
图像数据格式	Mono8/Mono10	
信噪比	37.45dB	
同步方式	外触发、软触发	软触发
输入输出接口	1 个光隔离输入接口，1 个光隔离输出接口，2 个双向 GPIO 接口	不支持
工作温度	0°C ~ 45°C	
储存温度	-20°C ~ 70°C	
工作湿度	10% ~ 80%	
额定功率	<2.7W@5V	
镜头接口	C	
机械尺寸	29 mm×29 mm×29mm (不含 C 接口长度)	
重量	57g	53g
操作系统	Windows XP/Win7/Win8/Win10 32bit 和 64bit 操作系统	
数据接口	USB3.0	
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	图像尺寸、增益、曝光时间等
认证	CE , RoHS , FCC , USB3 Vision , GenICam	

表 4-3 MER-031-860U3M(-L) NIR 相机性能规格

4.3.2. 光谱响应图

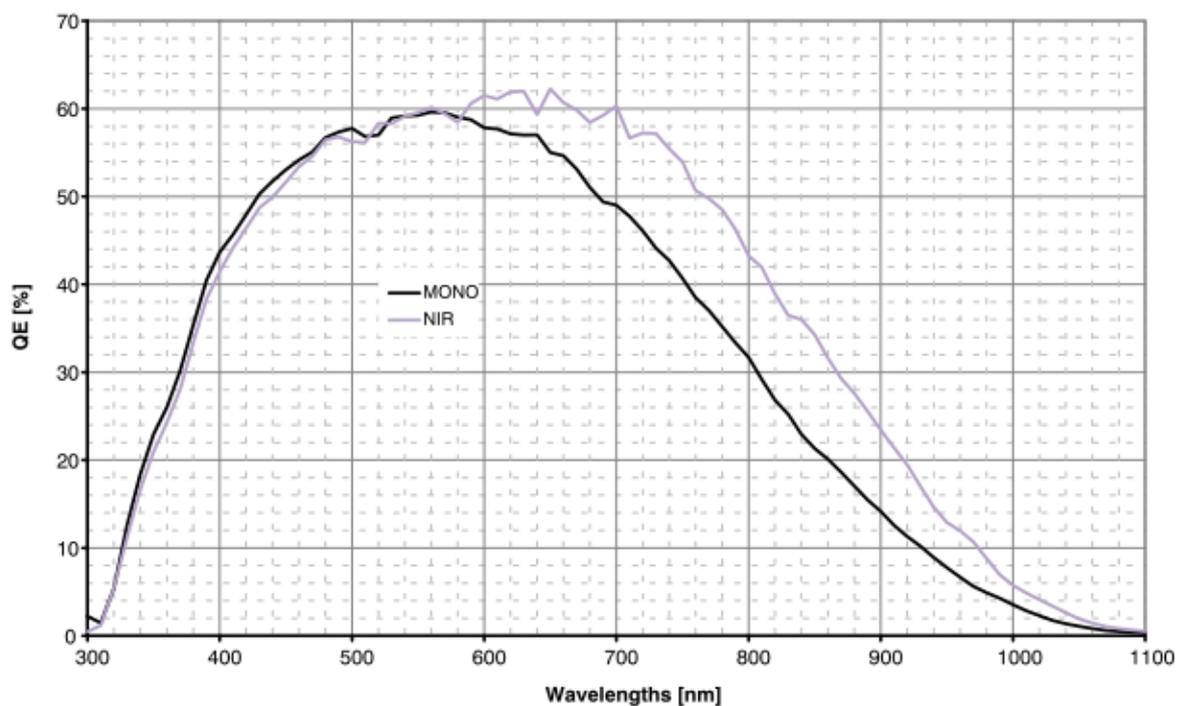


图 4-3 MER-031-860U3M(-L) NIR / MER-050-560U3M(-L) NIR / MER-131-210U3M(-L) NIR SENSOR 响应曲线

4.4. MER-041-436U3M/C(-L)

4.4.1. 参数列表

规格	MER-041-436U3C	MER-041-436U3C-L
分辨率	720 × 540	
传感器类型	Sony IMX287 global shutter CMOS	
光学尺寸	1/2.9 inch	
像素尺寸	6.9 μ m × 6.9 μ m	
帧率	438fps@720 × 540	
模数转换精度	10bit	
像素深度	8bit、10bit	
快门时间	20 μ s ~ 1s	
增益	0 dB ~ 24dB	
图像数据格式	Bayer RG8/ Bayer RG10	
信噪比	44dB	
同步方式	外触发、软触发	软触发

输入输出接口	1 个光隔离输入接口，1 个光隔离输出接口，2 个双向 GPIO 接口	不支持
工作温度	0°C ~ 45°C	
储存温度	-20°C ~ 70°C	
工作湿度	10% ~ 80%	
额定功率	<2.7W@5V	
镜头接口	C	
机械尺寸	29 mm×29 mm×29mm (不含 C 接口长度)	
重量	57g	53g
操作系统	Windows XP/Win7/Win8/Win10 32bit 和 64bit 操作系统	
数据接口	USB3.0	
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	图像尺寸、增益、曝光时间等
认证	CE , RoHS , FCC , USB3 Vision , GenICam	

表 4-4 MER-041-436U3C(-L)相机性能规格

规格	MER-041-436U3M	MER-041-436U3M-L
分辨率	720x540	
传感器类型	Sony IMX287 global shutter CMOS	
光学尺寸	1/2.9 inch	
像素尺寸	6.9μm ×6.9μm	
帧率	438fps@720x540	
模数转换精度	10bit	
像素深度	8bit、10bit	
快门时间	20μs ~ 1s	
增益	0 dB ~ 24dB	
图像数据格式	Mono8/Mono10	
信噪比	43.46dB	
同步方式	外触发、软触发	软触发
输入输出接口	1 个光隔离输入接口，1 个光隔离输出接口，2 个双向 GPIO 接口	不支持

工作温度	0°C ~ 45°C	
储存温度	-20°C ~ 70°C	
工作湿度	10% ~ 80%	
额定功率	<2.7W@5V	
镜头接口	C	
机械尺寸	29 mm×29 mm×29mm (不含 C 接口长度)	
重量	57g	53g
操作系统	Windows XP/Win7/Win8/Win10 32bit 和 64bit 操作系统	
数据接口	USB3.0	
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	图像尺寸、增益、曝光时间等
认证	CE , RoHS , FCC , USB3 Vision , GenICam	

表 4-5 MER-041-436U3M(-L)相机性能规格

4.4.2. 光谱响应图

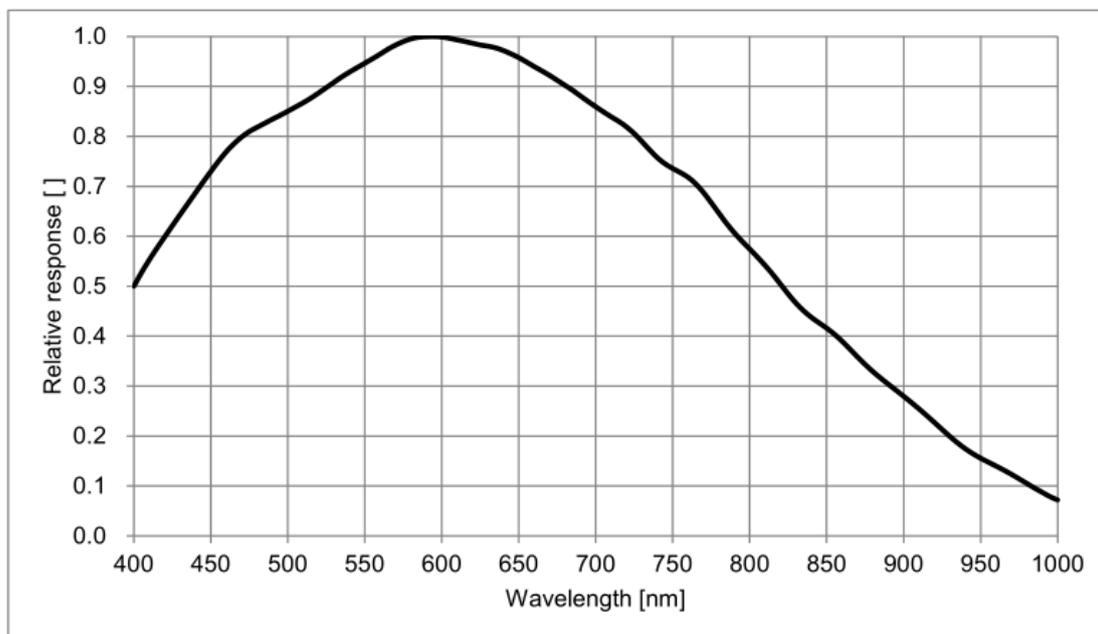


图 4-4 MER-041-436U3M(-L) SENSOR 响应曲线

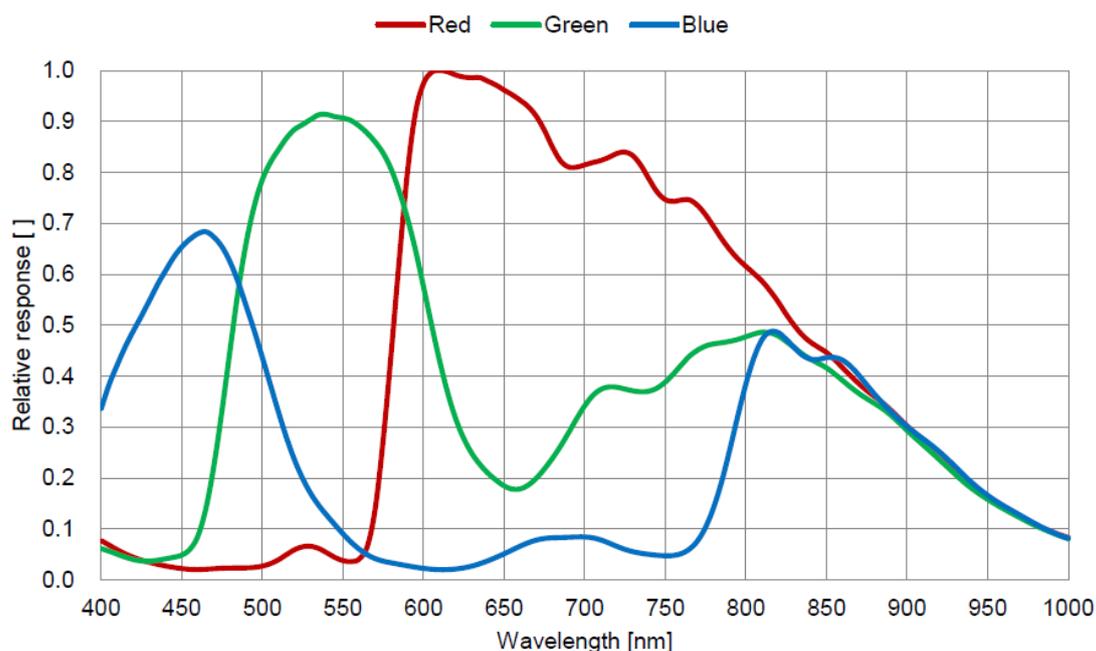


图 4-5 MER-041-436U3C(-L) SENSOR 响应曲线

4.5. MER-050-560U3M/C(-L)

4.5.1. 参数列表

规格	MER-050-560U3C	MER-050-560U3C-L
分辨率	800 × 600	
传感器类型	Onsemi PYTHON 500 global shutter CMOS	
光学尺寸	1/3.6 inch	
像素尺寸	4.8μm × 4.8μm	
帧率	560fps @ 800 × 600	
模数转换精度	10bit	
像素深度	8bit、10bit	
快门时间	20μs ~ 1s	
增益	0dB ~ 16dB	
图像数据格式	Bayer RG8/ Bayer RG10	
信噪比	37.84dB	
同步方式	外触发、软触发	软触发
输入输出接口	1 个光隔离输入接口, 1 个光隔离输出接口, 2 个双向 GPIO 接口	不支持

工作温度	0°C ~ 45°C	
储存温度	-20°C ~ 70°C	
工作湿度	10% ~ 80%	
额定功率	<2.7W@5V	
镜头接口	C	
机械尺寸	29 mm×29 mm×29mm (不含 C 接口长度)	
重量	57g	53g
操作系统	Windows XP/Win7/Win8/Win10 32bit 和 64bit 操作系统	
数据接口	USB3.0	
可编程控制	图像尺寸、增益、曝光时间、触发极性、闪光灯极性	图像尺寸、增益、曝光时间等
认证	CE , RoHS , FCC , USB3 Vision , GenICam	

表 4-6 MER-050-560U3C(-L)相机性能规格

规格	MER-050-560U3M	MER-050-560U3M-L
分辨率	800 × 600	
传感器类型	Onsemi PYTHON 500 global shutter CMOS	
光学尺寸	1/3.6 inch	
像素尺寸	4.8μm × 4.8μm	
帧率	560fps @ 800 × 600	
模数转换精度	10bit	
像素深度	8bit、10bit	
快门时间	20μs ~ 1s	
增益	0dB ~ 16dB	
图像数据格式	Mono8/Mono10	
信噪比	37.82dB	
同步方式	外触发、软触发	软触发
输入输出接口	1 个光隔离输入接口，1 个光隔离输出接口，2 个双向 GPIO 接口	不支持
外触发和光源控制线	带屏蔽工业接口	不支持
工作温度	0°C ~ 45°C	

储存温度	-20°C ~ 70°C	
工作湿度	10% ~ 80%	
额定功率	<2.7W@5V	
镜头接口	C	
机械尺寸	29 mm×29 mm×29mm (不含 C 接口长度)	
重量	57g	53g
操作系统	Windows XP/Win7/Win8/Win10 32bit 和 64bit 操作系统	
数据接口	USB3.0	
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	图像尺寸、增益、曝光时间等
认证	CE , RoHS , FCC , USB3 Vision , GenICam	

表 4-7 MER-050-560U3M(-L)相机性能规格

4.5.2. 光谱响应图

MER-050-560U3M/C 的光谱响应图参见 4.2.2。

4.6. MER-050-560U3M(-L) NIR

4.6.1. 参数列表

规格	MER-050-560U3M NIR	MER-050-560U3M-L NIR
分辨率	800 × 600	
传感器类型	Onsemi PYTHON 500 global shutter CMOS	
光学尺寸	1/3.6 inch	
像素尺寸	4.8μm × 4.8μm	
帧率	560fps @ 800 × 600	
模数转换精度	10bit	
像素深度	8bit、10bit	
快门时间	20μs ~ 1s	
增益	0dB ~ 16dB	
图像数据格式	Mono8/Mono10	
信噪比	37.8dB	
同步方式	外触发、软触发	软触发

输入输出接口	1 个光隔离输入接口，1 个光隔离输出接口，2 个双向 GPIO 接口	不支持
工作温度	0°C ~ 45°C	
储存温度	-20°C ~ 70°C	
工作湿度	10% ~ 80%	
额定功率	<2.7W@5V	
镜头接口	C	
机械尺寸	29 mm×29 mm×29mm (不含 C 接口长度)	
重量	57g	53g
操作系统	Windows XP/Win7/Win8/Win10 32bit 和 64bit 操作系统	
数据接口	USB3.0	
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	图像尺寸、增益、曝光时间等
认证	CE , RoHS , FCC , USB3 Vision , GenICam	

表 4-8 MER-050-560U3M(-L) NIR 相机性能规格

4.6.2. 光谱响应图

MER-050-560U3M(-L) NIR 的光谱响应图参见 4.3.2。

4.7. MER-051-120U3M/C(-L)

4.7.1. 参数列表

规格	MER-051-120U3C	MER-051-120U3C-L
分辨率	808 × 608	
传感器类型	Onsemi PYTHON 480 global shutter CMOS	
光学尺寸	1/3.6 inch	
像素尺寸	4.8μm × 4.8μm	
帧率	120fps @ 808 × 608	
模数转换精度	10bit	
像素深度	8bit、10bit	
快门时间	5μs ~ 1s	
增益	0dB ~ 16dB	
图像数据格式	Bayer RG8/ Bayer RG10	

信噪比	40dB	
同步方式	外触发、软触发	软触发
输入输出接口	1 个光隔离输入接口，1 个光隔离输出接口，2 个双向 GPIO 接口	不支持
工作温度	0°C ~ 45°C	
储存温度	-20°C ~ 70°C	
工作湿度	10% ~ 80%	
额定功率	<2.7W@5V	
镜头接口	C	
机械尺寸	29 mm×29 mm×29mm (不含 C 接口长度)	
重量	57g	53g
操作系统	Windows XP/Win7/Win8/Win10 32bit 和 64bit 操作系统	
数据接口	USB3.0	
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	图像尺寸、增益、曝光时间等
认证	CE , RoHS , FCC , USB3 Vision , GenICam	

表 4-9 MER-051-120U3C(-L)相机性能规格

规格	MER-051-120U3M	MER-051-120U3M-L
分辨率	808 × 608	
传感器类型	Onsemi PYTHON 480 global shutter CMOS	
光学尺寸	1/3.6 inch	
像素尺寸	4.8μm × 4.8μm	
帧率	120fps @ 808 × 608	
模数转换精度	10bit	
像素深度	8bit、10bit	
快门时间	5μs ~ 1s	
增益	0dB ~ 16dB	
图像数据格式	Mono8/Mono10	
信噪比	38.01dB	
同步方式	外触发、软触发	软触发

输入输出接口	1 个光隔离输入接口, 1 个光隔离输出接口, 2 个双向 GPIO 接口	不支持
工作温度	0°C ~ 45°C	
储存温度	-20°C ~ 70°C	
工作湿度	10% ~ 80%	
额定功率	<2.7W@5V	
镜头接口	C	
机械尺寸	29 mm×29 mm×29mm (不含 C 接口长度)	
重量	57g	53g
操作系统	Windows XP/Win7/Win8/Win10 32bit 和 64bit 操作系统	
数据接口	USB3.0	
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	图像尺寸、增益、曝光时间等
认证	CE , RoHS , FCC , USB3 Vision , GenICam	

表 4-10 MER-051-120U3M(-L)相机性能规格

4.7.2. 光谱响应图

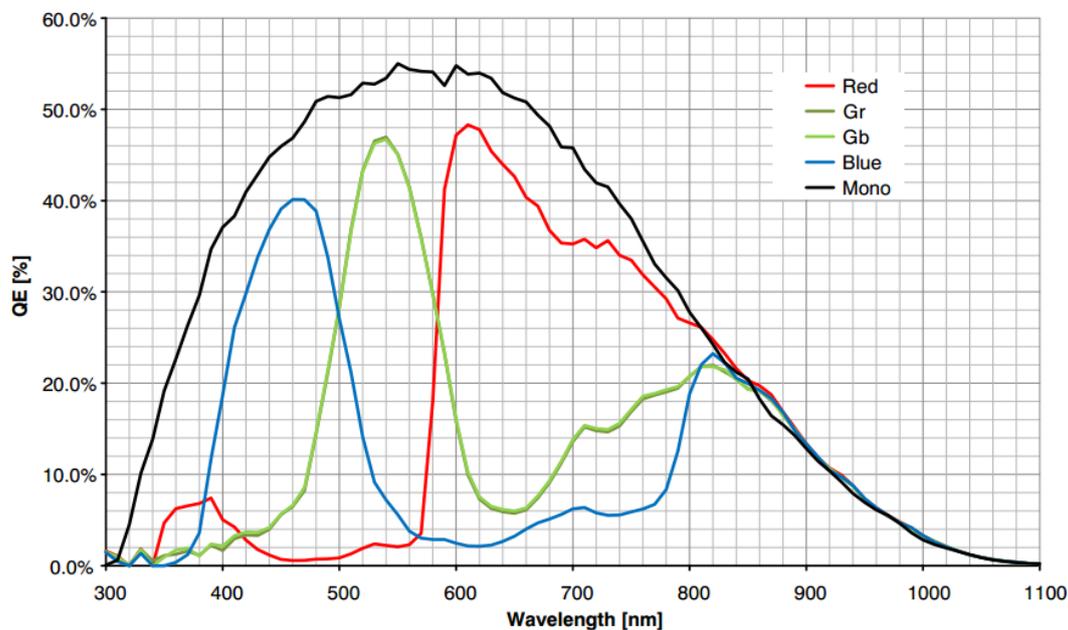


图 4-6 MER-051-120U3M/C(-L) SENSOR 响应曲线

4.8. MER-131-210U3M/C(-L)

4.8.1. 参数列表

规格	MER-131-210U3C	MER-131-210U3C-L
分辨率	1280 × 1024	
传感器类型	Onsemi PYTHON 1300 global shutter CMOS	
光学尺寸	1/2 inch	
像素尺寸	4.8μm × 4.8μm	
帧率	210fps @ 1280 × 1024	
模数转换精度	10bit	
像素深度	8bit、10bit	
快门时间	20μs ~ 1s	
增益	0dB ~ 16dB	
图像数据格式	Bayer RG8/ Bayer RG10	
信噪比	37.45dB	
同步方式	外触发、软触发	软触发
输入输出接口	1 个光隔离输入接口，1 个光隔离输出接口，2 个双向 GPIO 接口	不支持
工作温度	0°C ~ 45°C	
储存温度	-20°C ~ 70°C	
工作湿度	10% ~ 80%	
额定功率	<2.7W@5V	
镜头接口	C	
机械尺寸	29 mm×29 mm×29mm (不含 C 接口长度)	
重量	57g	53g
操作系统	Windows XP/Win7/Win8/Win10 32bit 和 64bit 操作系统	
数据接口	USB3.0	
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	图像尺寸、增益、曝光时间等
认证	CE , RoHS , FCC , USB3 Vision , GenICam	

表 4-11 MER-131-210U3C(-L)相机性能规格

规格	MER-131-210U3M	MER-131-210U3M-L
分辨率	1280 × 1024	
传感器类型	Onsemi PYTHON 1300 global shutter CMOS	
光学尺寸	1/2 inch	
像素尺寸	4.8μm × 4.8μm	
帧率	210fps @ 1280 × 1024	
模数转换精度	10bit	
像素深度	8bit、10bit	
快门时间	20μs ~ 1s	
增益	0dB ~ 16dB	
图像数据格式	Mono8/Mono10	
信噪比	37.3dB	
同步方式	外触发、软触发	软触发
输入输出接口	1 个光隔离输入接口，1 个光隔离输出接口，2 个双向 GPIO 接口	不支持
工作温度	0°C ~ 45°C	
储存温度	-20°C ~ 70°C	
工作湿度	10% ~ 80%	
额定功率	<2.7W@5V	
镜头接口	C	
机械尺寸	29 mm×29 mm×29mm (不含 C 接口长度)	
重量	57g	53g
操作系统	Windows XP/Win7/Win8/Win10 32bit 和 64bit 操作系统	
数据接口	USB3.0	
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	图像尺寸、增益、曝光时间等
认证	CE , RoHS , FCC , USB3 Vision , GenICam	

表 4-12 MER-131-210U3M(-L)相机性能规格

4.8.2. 光谱响应图

MER-131-210U3M/C(-L)的光谱响应图参见 4.2.2。

4.9. MER-131-210U3M(-L) NIR

4.9.1. 参数列表

规格	MER-131-210U3M NIR	MER-131-210U3M-L NIR
分辨率	1280 × 1024	
传感器类型	Onsemi PYTHON 1300 global shutter CMOS	
光学尺寸	1/2 inch	
像素尺寸	4.8μm × 4.8μm	
帧率	210fps @ 1280 × 1024	
模数转换精度	10bit	
像素深度	8bit、10bit	
快门时间	20μs ~ 1s	
增益	0dB ~ 16dB	
图像数据格式	Mono8/Mono10	
信噪比	37.84dB	
同步方式	外触发、软触发	软触发
输入输出接口	1 个光隔离输入接口，1 个光隔离输出接口，2 个双向 GPIO 接口	不支持
工作温度	0°C ~ 45°C	
储存温度	-20°C ~ 70°C	
工作湿度	10% ~ 80%	
额定功率	<2.7W@5V	
镜头接口	C	
机械尺寸	29 mm×29 mm×29mm (不含 C 接口长度)	
重量	57g	53g
操作系统	Windows XP/Win7/Win8/Win10 32bit 和 64bit 操作系统	
数据接口	USB3.0	
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	图像尺寸、增益、曝光时间等
认证	CE , RoHS , FCC , USB3 Vision , GenICam	

表 4-13 MER-131-210U3M(-L) NIR 相机性能规格

4.9.2. 光谱响应图

MER-131-210U3M(-L) NIR 的光谱响应图参见 4.3.2。

4.10. MER-132-43U3M/C(-L)

4.10.1. 参数列表

规格	MER-132-43U3C	MER-132-43U3C-L
分辨率	1292 × 964	
传感器类型	sharp RJ33J global shutter CCD	
光学尺寸	1/3 inch	
像素尺寸	3.75μm × 3.75μm	
帧率	43fps @ 1292 × 964	
模数转换精度	12bit	
像素深度	8bit、12bit	
快门时间	20μs ~ 1s	
增益	0dB ~ 25dB	
图像数据格式	Bayer RG8 / Bayer RG12	
信噪比	49dB	
同步方式	外触发、软触发	软触发
输入输出接口	1 个光隔离输入接口，1 个光隔离输出接口，2 个双向 GPIO 接口	不支持
工作温度	0°C ~ 45°C	
储存温度	-20°C ~ 70°C	
工作湿度	10% ~ 80%	
额定功率	<2.7W@5V	
镜头接口	C	
机械尺寸	29 mm×29 mm×29mm (不含 C 接口长度)	
重量	57g	53g
操作系统	Windows XP/Win7/Win8/Win10 32bit 和 64bit 操作系统	
数据接口	USB3.0	
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	图像尺寸、增益、曝光时间等

认证	CE , RoHS , FCC , USB3 Vision , GenICam
----	---

表 4-14 MER-132-43U3C(-L)相机性能规格

规格	MER-132-43U3M	MER-132-43U3M-L
分辨率	1292 × 964	
传感器类型	sharp RJ33J global shutter CCD	
光学尺寸	1/3 inch	
像素尺寸	3.75μm × 3.75μm	
帧率	43fps @ 1292 × 964	
模数转换精度	12bit	
像素深度	8bit、12bit	
快门时间	20μs ~ 1s	
增益	0dB ~ 25dB	
图像数据格式	Mono8 / Mono12	
信噪比	39.63dB	
同步方式	外触发、软触发	软触发
输入输出接口	1 个光隔离输入接口，1 个光隔离输出接口，2 个双向 GPIO 接口	不支持
工作温度	0°C ~ 45°C	
储存温度	-20°C ~ 70°C	
工作湿度	10% ~ 80%	
额定功率	<2.7W@5V	
镜头接口	C	
机械尺寸	29 mm×29 mm×29mm (不含 C 接口长度)	
重量	57g	53g
操作系统	Windows XP/Win7/Win8/Win10 32bit 和 64bit 操作系统	
数据接口	USB3.0	
可编程控制	图像尺寸、增益、曝光时间、触发极性、闪光灯极性	图像尺寸、增益、曝光时间等
认证	CE , RoHS , FCC , USB3 Vision , GenICam	

表 4-15 MER-132-43U3M(-L)相机性能规格

4.10.2. 光谱响应图

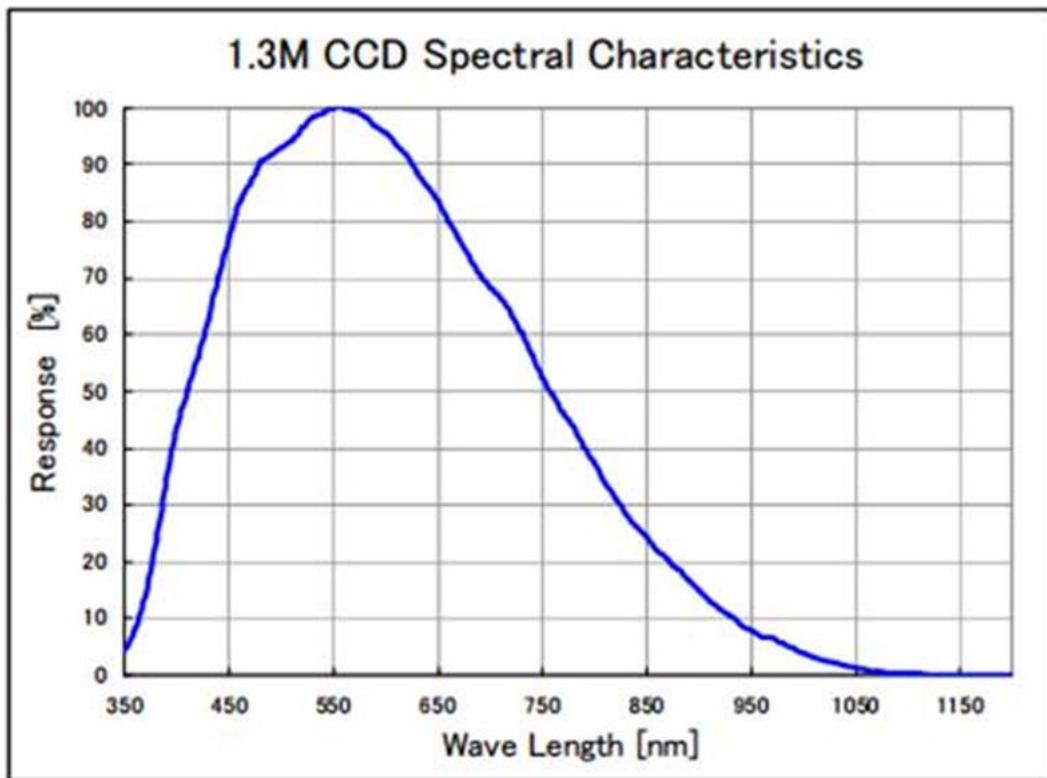


图 4-7 MER-132-43U3M(-L) SENSOR 响应曲线

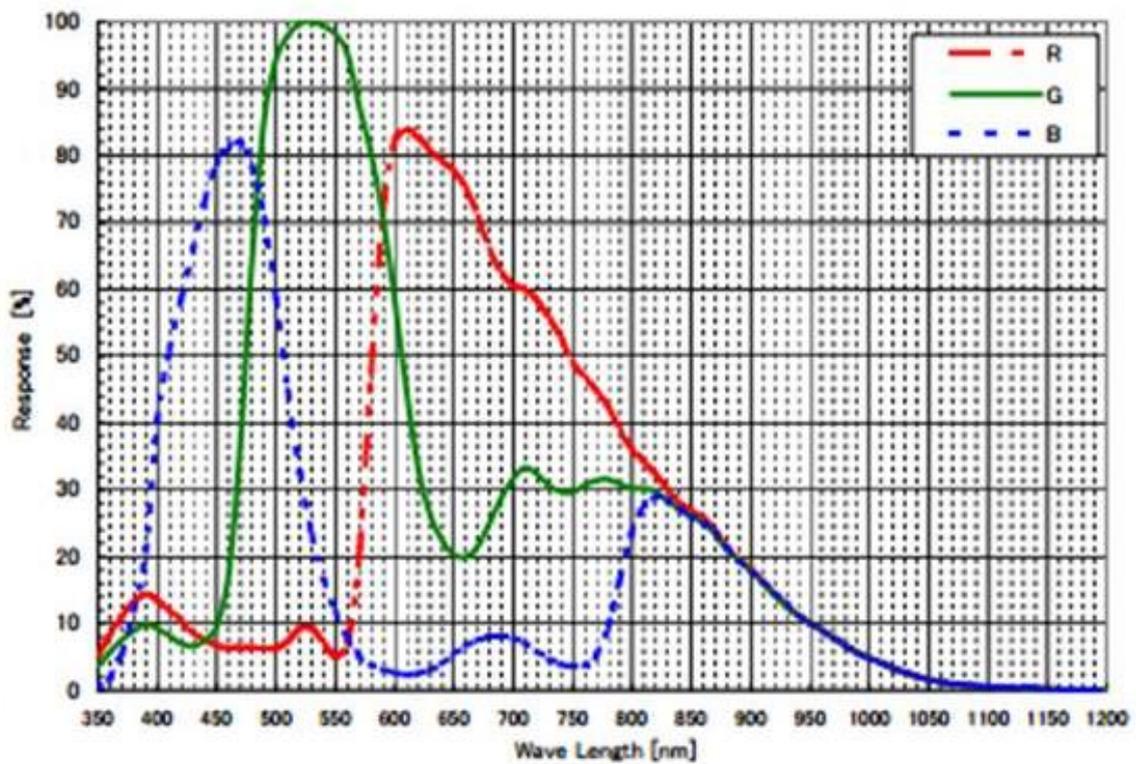


图 4-8 MER-132-43U3C(-L) SENSOR 响应曲线

4.11. MER-133-54U3M/C(-L)

4.11.1. 参数列表

规格	MER-133-54U3C	MER-133-54U3C-L
分辨率	1280× 960	
传感器类型	Onsemi AR0135 global shutter CMOS	
光学尺寸	1/3 inch	
像素尺寸	3.75μm ×3.75μm	
帧率	54fps@1280× 960	
模数转换精度	12bit	
像素深度	8bit、10bit	
快门时间	20μs ~ 1s	
增益	0 dB ~ 31dB	
图像数据格式	Bayer GR8/Bayer GR10	
信噪比	40dB	
同步方式	外触发、软触发	软触发
输入输出接口	1 个光隔离输入接口，1 个光隔离输出接口，2 个双向 GPIO 接口	不支持
工作温度	0°C ~ 45°C	
储存温度	-20°C ~ 70°C	
工作湿度	10% ~ 80%	
额定功率	<2.7W@5V	
镜头接口	C	
机械尺寸	29 mm×29 mm×29mm (不含 C 接口长度)	
重量	57g	53g
操作系统	Windows XP/Win7/Win8/Win10 32bit 和 64bit 操作系统	
数据接口	USB3.0	
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	图像尺寸、增益、曝光时间等
认证	CE , RoHS , FCC , USB3 Vision , GenICam	

表 4-16 MER-133-54U3C(-L)相机性能规格

规格	MER-133-54U3M	MER-133-54U3M-L
分辨率	1280x960	
传感器类型	Onsemi AR0135 global shutter CMOS	
光学尺寸	1/3 inch	
像素尺寸	3.75 μ m \times 3.75 μ m	
帧率	54fps@1280 \times 960	
模数转换精度	12bit	
像素深度	8bit、10bit	
快门时间	20 μ s ~ 1s	
增益	0 dB ~ 31dB	
图像数据格式	Mono8/Mono10	
信噪比	38.79dB	
同步方式	外触发、软触发	软触发
输入输出接口	1 个光隔离输入接口，1 个光隔离输出接口，2 个双向 GPIO 接口	不支持
工作温度	0 $^{\circ}$ C ~ 45 $^{\circ}$ C	
储存温度	-20 $^{\circ}$ C ~ 70 $^{\circ}$ C	
工作湿度	10% ~ 80%	
额定功率	<2.7W@5V	
镜头接口	C	
机械尺寸	29 mm \times 29 mm \times 29mm (不含 C 接口长度)	
重量	57g	53g
操作系统	Windows XP/Win7/Win8/Win10 32bit 和 64bit 操作系统	
数据接口	USB3.0	
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	图像尺寸、增益、曝光时间等
认证	CE , RoHS , FCC , USB3 Vision , GenICam	

表 4-17 MER-133-54U3M(-L)相机性能规格

4.11.2. 光谱响应图

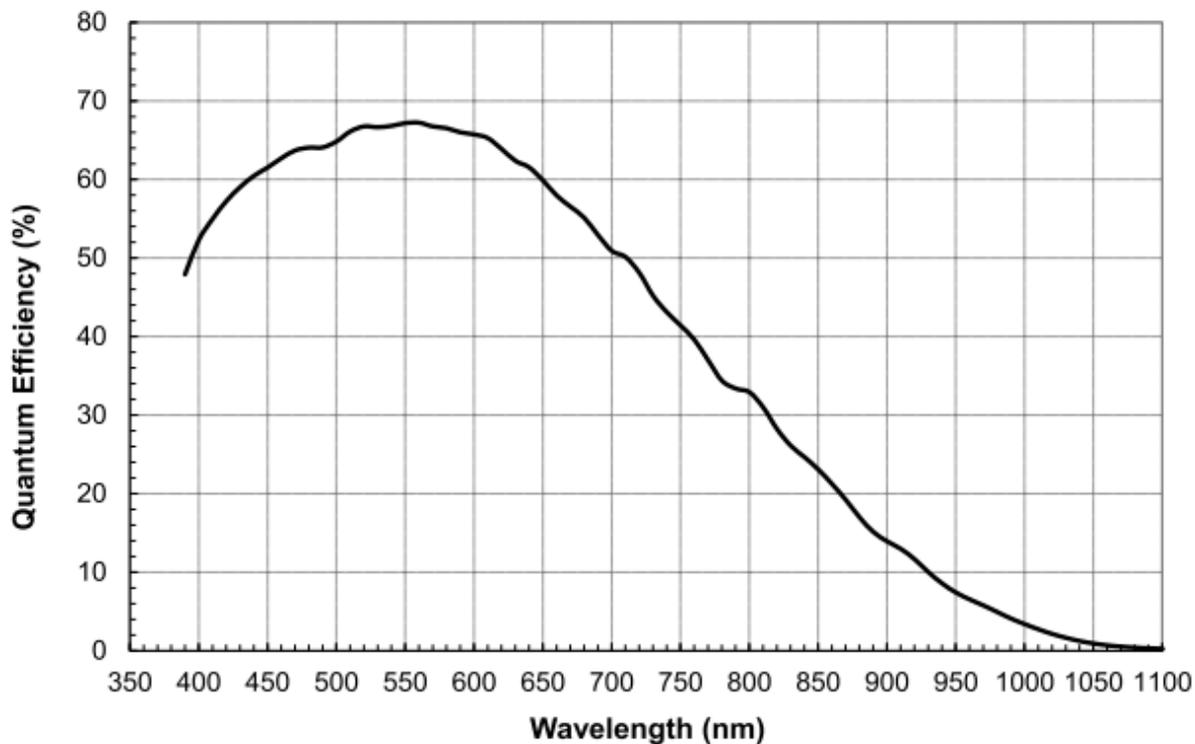


图 4-9 MER-133-54U3M(-L) SENSOR 响应曲线

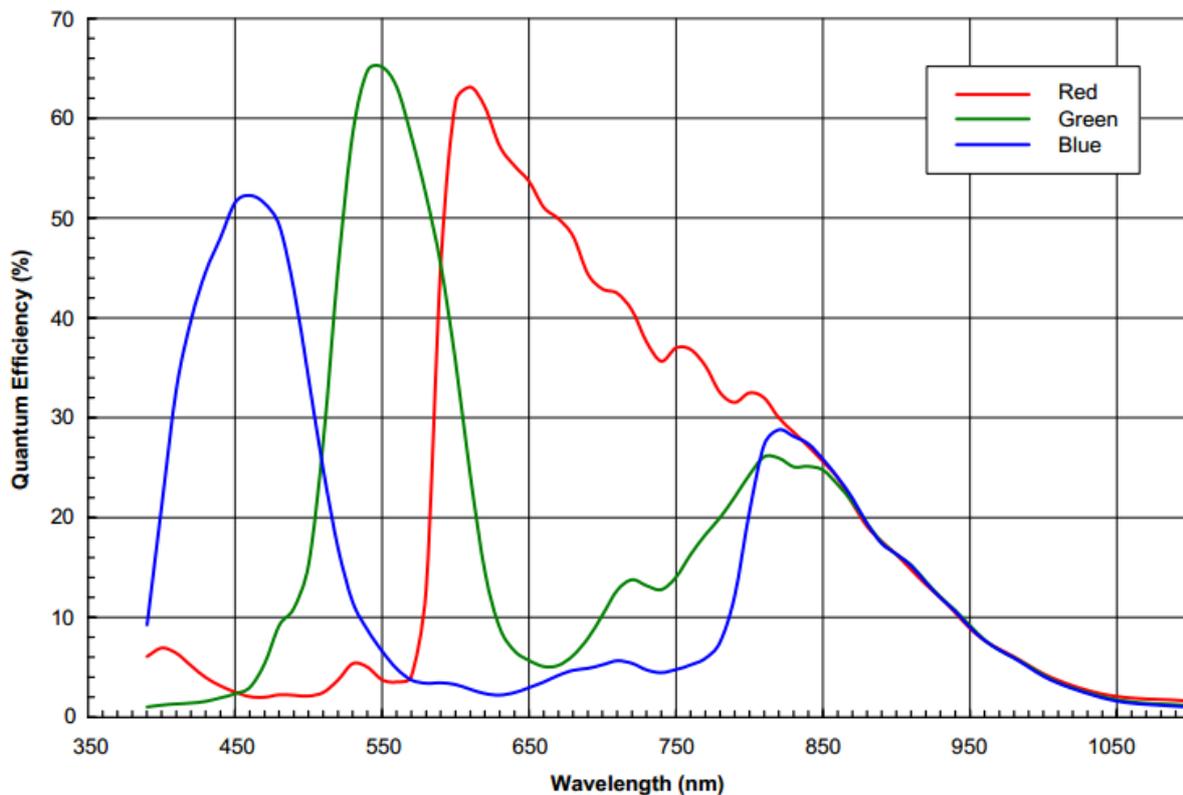


图 4-10 MER-133-54U3C(-L) SENSOR 响应曲线

4.12. MER-134-93U3M/C(-L)

4.12.1. 参数列表

规格	MER-134-93U3C	MER-134-93U3C-L
分辨率	1280 × 1024	
传感器类型	Onsemi PYTHON 1300 global shutter CMOS	
光学尺寸	1/2 inch	
像素尺寸	4.8μm × 4.8μm	
帧率	93fps @ 1280 × 1024	
模数转换精度	10bit	
像素深度	8bit、10bit	
快门时间	5μs ~ 1s	
增益	0dB ~ 16dB	
图像数据格式	Bayer RG8/ Bayer RG10	
信噪比	38.69dB	
同步方式	外触发、软触发	软触发
输入输出接口	1 个光隔离输入接口，1 个光隔离输出接口，2 个双向 GPIO 接口	不支持
工作温度	0°C ~ 45°C	
储存温度	-20°C ~ 70°C	
工作湿度	10% ~ 80%	
额定功率	<2.7W@5V	
镜头接口	C	
机械尺寸	29 mm×29 mm×29mm (不含 C 接口长度)	
重量	57g	53g
操作系统	Windows XP/Win7/Win8/Win10 32bit 和 64bit 操作系统	
数据接口	USB3.0	
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	图像尺寸、增益、曝光时间等
认证	CE , RoHS , FCC , USB3 Vision , GenICam	

表 4-18 MER-134-93U3C(-L)相机性能规格

规格	MER-134-93U3M	MER-134-93U3M-L
分辨率	1280 × 1024	
传感器类型	Onsemi PYTHON 1300 global shutter CMOS	
光学尺寸	1/2 inch	
像素尺寸	4.8μm × 4.8μm	
帧率	93fps @ 1280 × 1024	
模数转换精度	10bit	
像素深度	8bit、10bit	
快门时间	5μs ~ 1s	
增益	0dB ~ 16dB	
图像数据格式	Mono8/Mono10	
信噪比	38.12dB	
同步方式	外触发、软触发	软触发
输入输出接口	1 个光隔离输入接口，1 个光隔离输出接口，2 个双向 GPIO 接口	不支持
工作温度	0°C ~ 45°C	
储存温度	-20°C ~ 70°C	
工作湿度	10% ~ 80%	
额定功率	<2.7W@5V	
镜头接口	C	
机械尺寸	29 mm×29 mm×29mm (不含 C 接口长度)	
重量	57g	53g
操作系统	Windows XP/Win7/Win8/Win10 32bit 和 64bit 操作系统	
数据接口	USB3.0	
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	图像尺寸、增益、曝光时间等
认证	CE , RoHS , FCC , USB3 Vision , GenICam	

表 4-19 MER-134-93U3M(-L)相机性能规格

4.12.2. 光谱响应图

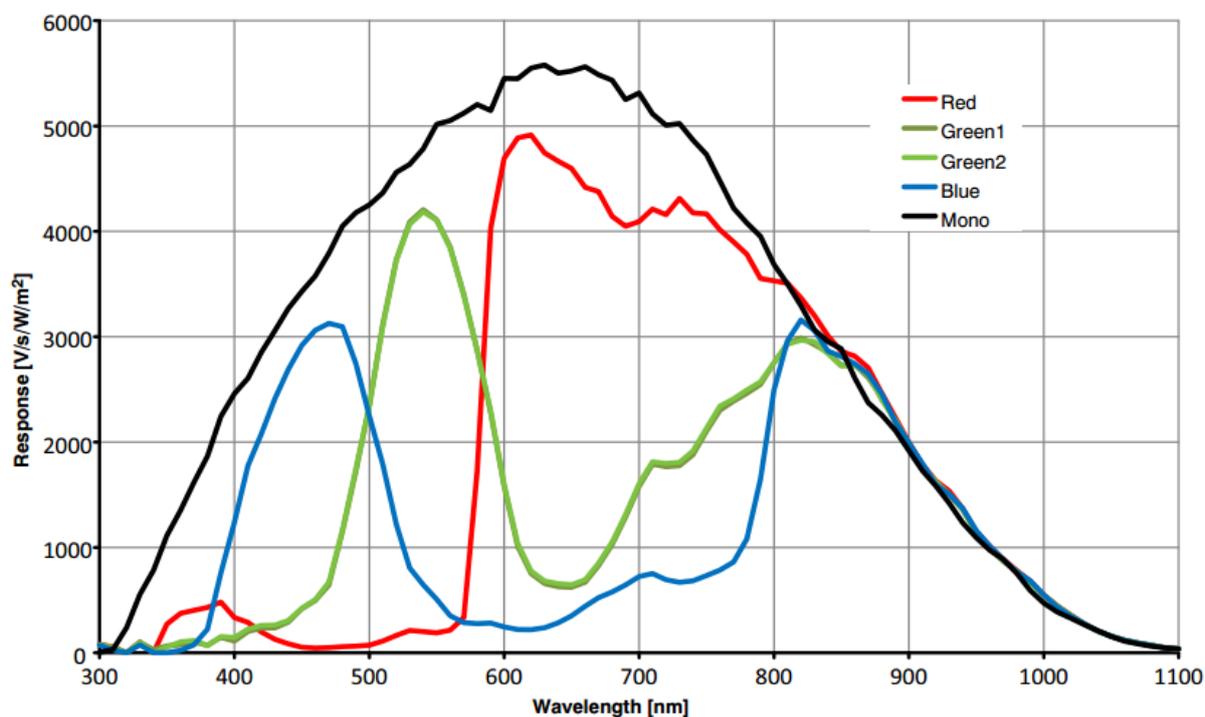


图 4-11 MER-134-93U3M/C(-L) SENSOR 响应曲线

4.13. MER-160-227U3M/C(-L)

4.13.1. 参数列表

规格	MER-160-227U3C	MER-160-227U3C-L
分辨率	1440 × 1080	
传感器类型	Sony IMX273 global shutter CMOS	
光学尺寸	1/2.9 inch	
像素尺寸	3.45 μ m × 3.45 μ m	
帧率	227fps@1440 × 1080	
模数转换精度	10bit	
像素深度	8bit、10bit	
快门时间	20 μ s ~ 1s	
增益	0 dB ~ 24dB	
图像数据格式	Bayer RG8/ Bayer RG10	
信噪比	41dB	
同步方式	外触发、软触发	软触发

输入输出接口	1 个光隔离输入接口，1 个光隔离输出接口，2 个双向 GPIO 接口	不支持
工作温度	0°C ~ 45°C	
储存温度	-20°C ~ 70°C	
工作湿度	10% ~ 80%	
额定功率	<2.7W@5V	
镜头接口	C	
机械尺寸	29 mm×29 mm×29mm (不含 C 接口长度)	
重量	57g	53g
操作系统	Windows XP/Win7/Win8/Win10 32bit 和 64bit 操作系统	
数据接口	USB3.0	
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	图像尺寸、增益、曝光时间等
认证	CE , RoHS , FCC , USB3 Vision , GenICam	

表 4-20 MER-160-227U3C(-L)相机性能规格

规格	MER-160-227U3M	MER-160-227U3M-L
分辨率	1440× 1080	
传感器类型	Sony IMX273 global shutter CMOS	
光学尺寸	1/2.9 inch	
像素尺寸	3.45μm × 3.45μm	
帧率	227fps@1440× 1080	
模数转换精度	10bit	
像素深度	8bit、10bit	
快门时间	20μs ~ 1s	
增益	0 dB ~ 24dB	
图像数据格式	Mono8/Mono10	
信噪比	41dB	
同步方式	外触发、软触发	软触发
输入输出接口	1 个光隔离输入接口，1 个光隔离输出接口，2 个双向 GPIO 接口	不支持

工作温度	0°C ~ 45°C	
储存温度	-20°C ~ 70°C	
工作湿度	10% ~ 80%	
额定功率	<2.7W@5V	
镜头接口	C	
机械尺寸	29 mm×29 mm×29mm (不含 C 接口长度)	
重量	57g	53g
操作系统	Windows XP/Win7/Win8/Win10 32bit 和 64bit 操作系统	
数据接口	USB3.0	
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	图像尺寸、增益、曝光时间等
认证	CE , RoHS , FCC , USB3 Vision , GenICam	

表 4-21 MER-160-227U3M(-L)相机性能规格

4.13.2. 光谱响应图

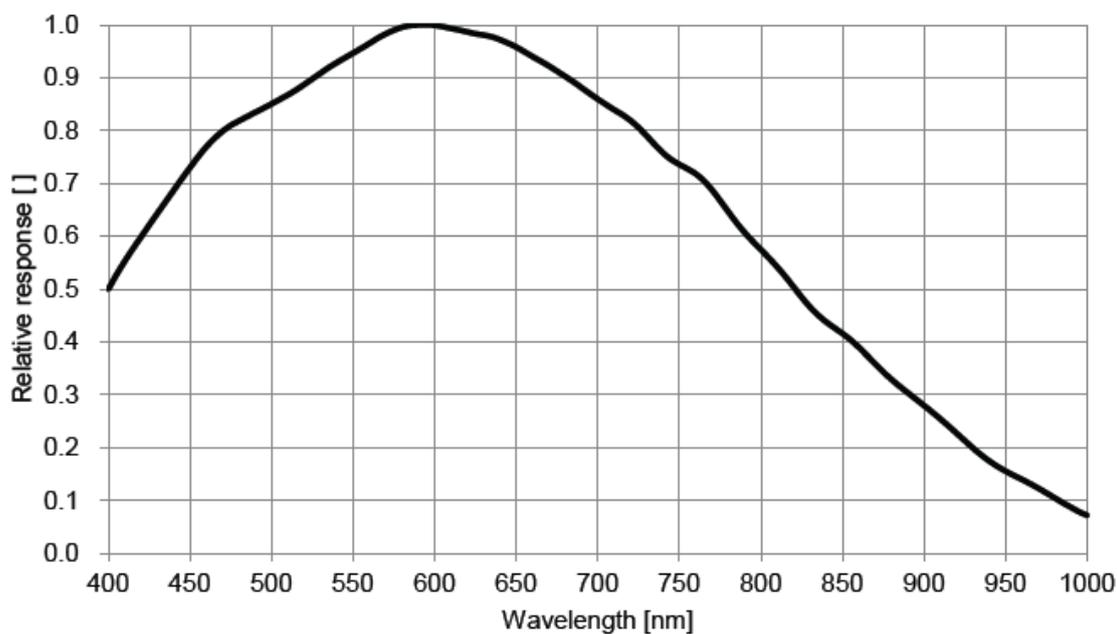


图 4-12 MER-160-227U3M(-L) SENSOR 响应曲线

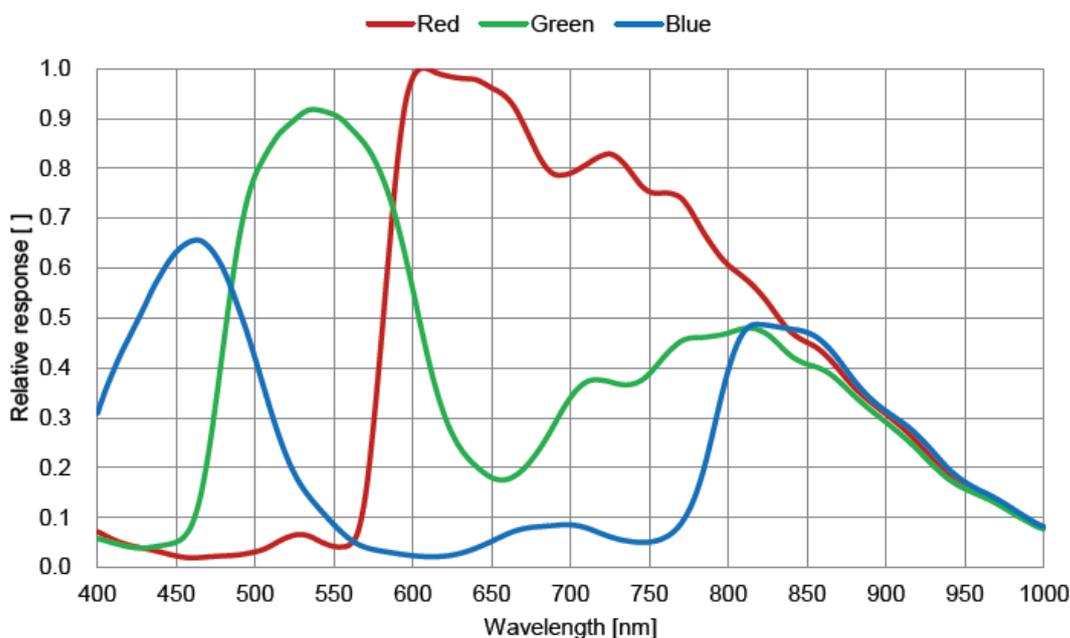


图 4-13 MER-160-227U3C(-L) SENSOR 响应曲线

4.14. MER-230-168U3M/C(-L)

4.14.1. 参数列表

规格	MER-230-168U3C	MER-230-168U3C-L
分辨率	1920× 1200	
传感器类型	Sony IMX174 global shutter CMOS	
光学尺寸	1/1.2 inch	
像素尺寸	5.86μm ×5.86μm	
帧率	168fps@1920× 1200	
模数转换精度	10bit	
像素深度	8bit、10bit	
快门时间	20μs ~ 1s	
增益	0 dB ~ 24dB	
图像数据格式	Bayer RG8/ Bayer RG10	
信噪比	45.32dB	
同步方式	外触发、软触发	软触发
输入输出接口	1 个光隔离输入接口，1 个光隔离输出接口，2 个双向 GPIO 接口	不支持
工作温度	0°C ~ 45°C	

储存温度	-20°C ~ 70°C	
工作湿度	10% ~ 80%	
额定功率	<2.7W@5V	
镜头接口	C	
机械尺寸	29 mm×29 mm×29mm (不含 C 接口长度)	
重量	57g	53g
操作系统	Windows XP/Win7/Win8/Win10 32bit 和 64bit 操作系统	
数据接口	USB3.0	
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	图像尺寸、增益、曝光时间等
认证	CE , RoHS , FCC , USB3 Vision , GenICam	

表 4-22 MER-230-168U3C(-L)相机性能规格

规格	MER-230-168U3M	MER-230-168U3M-L
分辨率	1920× 1200	
传感器类型	Sony IMX174 global shutter CMOS	
光学尺寸	1/1.2 inch	
像素尺寸	5.86μm ×5.86μm	
帧率	168fps@1920× 1200	
模数转换精度	10bit	
像素深度	8bit、10bit	
快门时间	20μs ~ 1s	
增益	0 dB ~ 24dB	
图像数据格式	Mono8/Mono10	
信噪比	45.32dB	
同步方式	外触发、软触发	软触发
输入输出接口	1 个光隔离输入接口，1 个光隔离输出接口，2 个双向 GPIO 接口	不支持
工作温度	0°C ~ 45°C	
储存温度	-20°C ~ 70°C	
工作湿度	10% ~ 80%	
额定功率	<2.7W@5V	

镜头接口	C	
机械尺寸	29 mm×29 mm×29mm (不含 C 接口长度)	
重量	57g	53g
操作系统	Windows XP/Win7/Win8/Win10 32bit 和 64bit 操作系统	
数据接口	USB3.0	
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	图像尺寸、增益、曝光时间等
认证	CE , RoHS , FCC , USB3 Vision , GenICam	

表 4-23 MER-230-168U3M(-L)相机性能规格

4.14.2. 光谱响应图

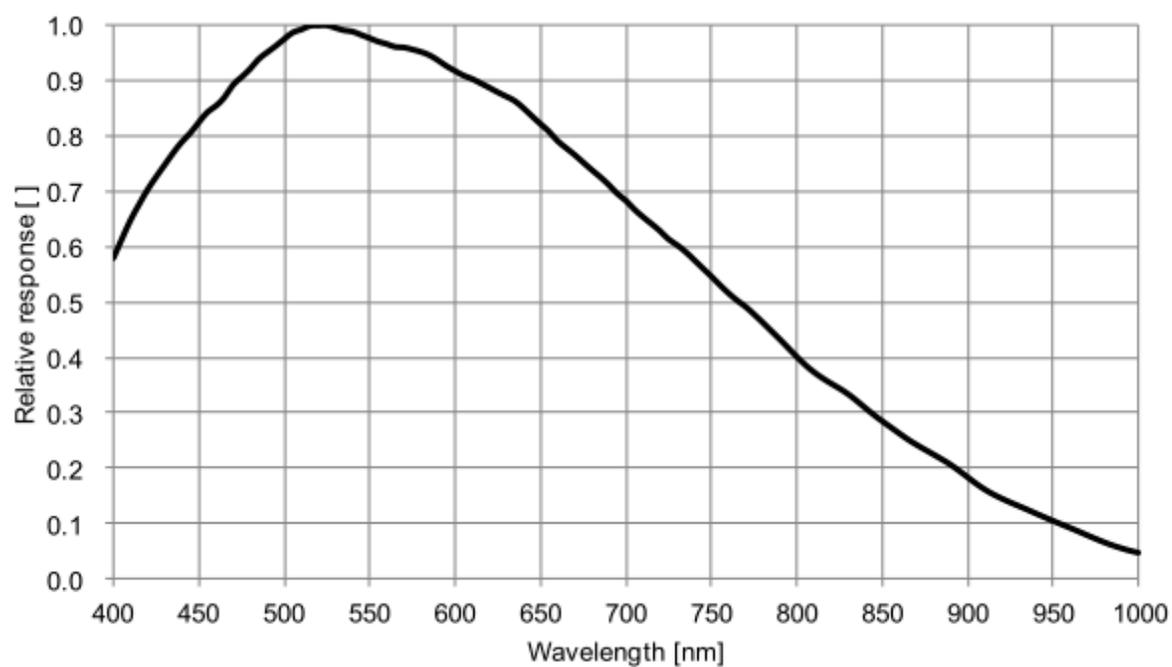


图 4-14 MER-230-168U3M(-L) SENSOR 响应曲线

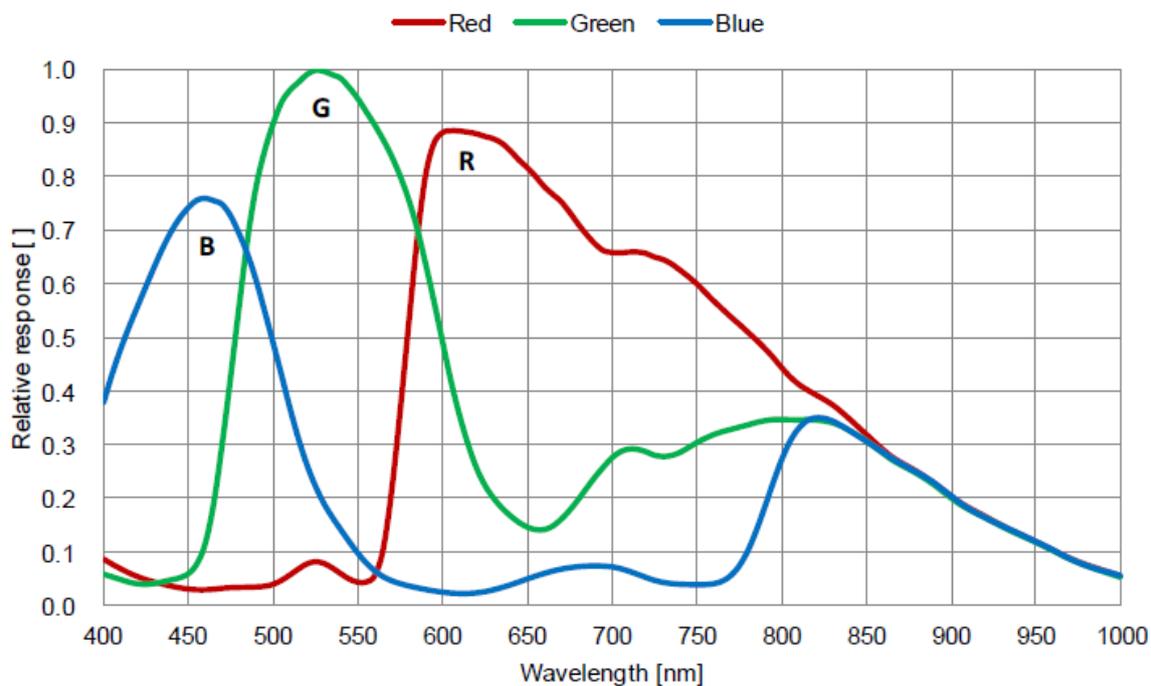


图 4-15 MER-230-168U3C(-L) SENSOR 响应曲线

4.15. MER-231-41U3M/C(-L)

4.15.1. 参数列表

规格	MER-231-41U3C	MER-231-41U3C-L
分辨率	1920x 1200	
传感器类型	Sony IMX249 global shutter CMOS	
光学尺寸	1/1.2 inch	
像素尺寸	5.86 μ m \times 5.86 μ m	
帧率	41fps@1920x 1200	
模数转换精度	12bit	
像素深度	8bit、10bit	
快门时间	20 μ s ~ 1s	
增益	0 dB ~ 24dB	
图像数据格式	Bayer RG8/ Bayer RG10	
信噪比	45.33dB	
同步方式	外触发、软触发	软触发
输入输出接口	1 个光隔离输入接口，1 个光隔离输出接口，2 个双向 GPIO 接口	不支持

工作温度	0°C ~ 45°C	
储存温度	-20°C ~ 70°C	
工作湿度	10% ~ 80%	
额定功率	<2.7W@5V	
镜头接口	C	
机械尺寸	29 mm×29 mm×29mm (不含 C 接口长度)	
重量	57g	53g
操作系统	Windows XP/Win7/Win8/Win10 32bit 和 64bit 操作系统	
数据接口	USB3.0	
可编程控制	图像尺寸、增益、曝光时间、触发极性、闪光灯极性	图像尺寸、增益、曝光时间等
认证	CE , RoHS , FCC , USB3 Vision , GenICam	

表 4-24 MER-231-41U3C(-L)相机性能规格

规格	MER-231-41U3M	MER-231-41U3M-L
分辨率	1920× 1200	
传感器类型	Sony IMX249 global shutter CMOS	
光学尺寸	1/1.2 inch	
像素尺寸	5.86μm × 5.86μm	
帧率	41fps@1920×1200	
模数转换精度	12bit	
像素深度	8bit、10bit	
快门时间	20μs ~ 1s	
增益	0 dB ~ 24dB	
图像数据格式	Mono8/Mono10	
信噪比	45.33dB	
同步方式	外触发、软触发	软触发
输入输出接口	1 个光隔离输入接口，1 个光隔离输出接口，2 个双向 GPIO 接口	不支持
工作温度	0°C ~ 45°C	
储存温度	-20°C ~ 70°C	

工作湿度	10% ~ 80%	
额定功率	<2.7W@5V	
镜头接口	C	
机械尺寸	29 mm×29 mm×29mm (不含 C 接口长度)	
重量	57g	53g
操作系统	Windows XP/Win7/Win8/Win10 32bit 和 64bit 操作系统	
数据接口	USB3.0	
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	图像尺寸、增益、曝光时间等
认证	CE , RoHS , FCC , USB3 Vision , GenICam	

表 4-25 MER-231-41U3M(-L)相机性能规格

4.15.2. 光谱响应图

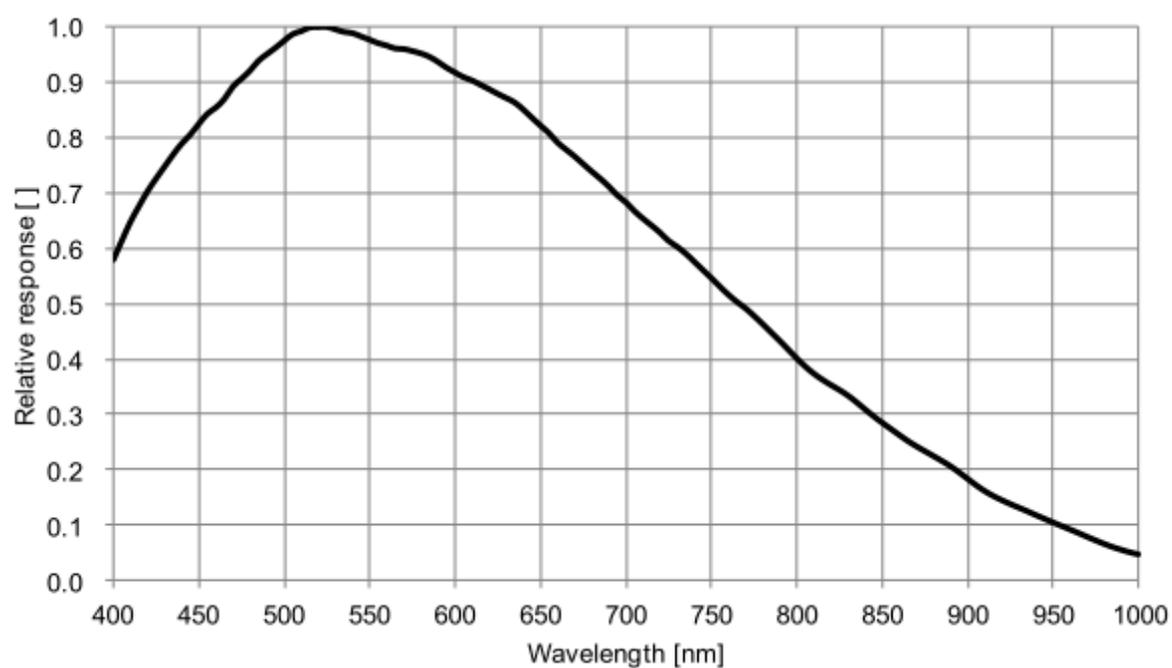


图 4-16 MER-231-41U3M(-L) SENSOR 响应曲线

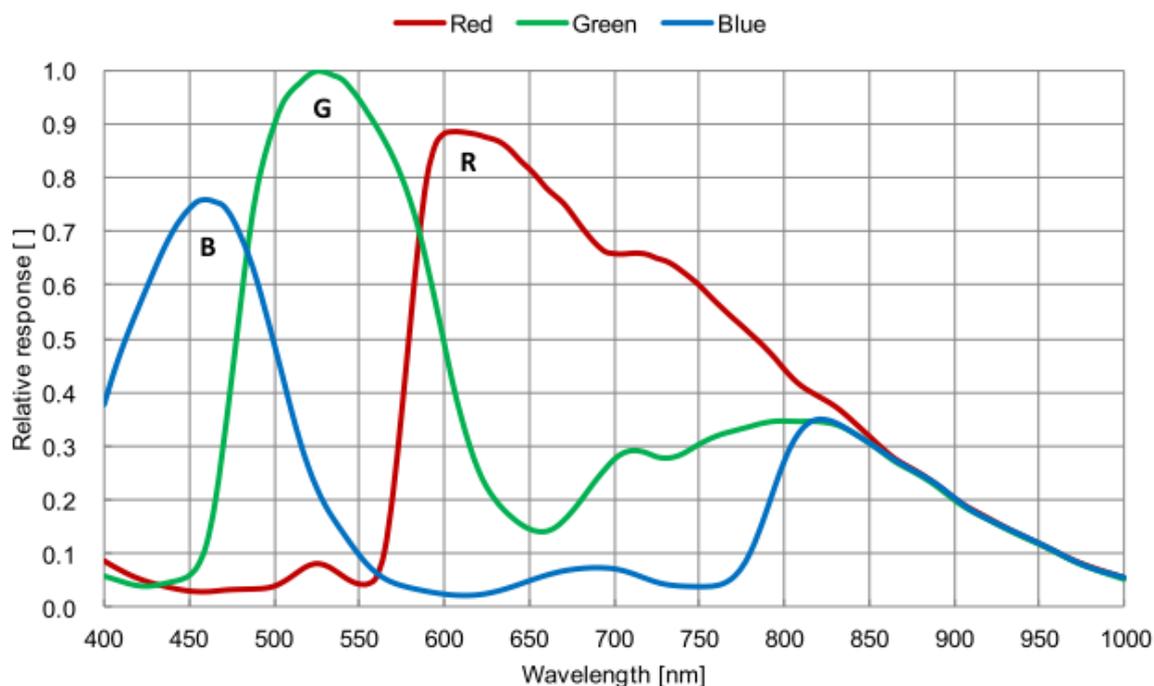


图 4-17 MER-231-41U3C(-L) SENSOR 响应曲线

4.16. MER-301-125U3M/C(-L)

4.16.1. 参数列表

规格	MER-301-125U3C	MER-301-125U3C-L
分辨率	2048x1536	
传感器类型	Sony IMX252 global shutter CMOS	
光学尺寸	1/1.8 inch	
像素尺寸	3.45 μ m \times 3.45 μ m	
帧率	125fps@2048x1536	
模数转换精度	10bit	
像素深度	8bit、10bit	
快门时间	20 μ s ~ 1s	
增益	0 dB ~ 24dB	
图像数据格式	Bayer RG8/ Bayer RG10	
信噪比	40.75dB	
同步方式	外触发、软触发	软触发
输入输出接口	1 个光隔离输入接口, 1 个光隔离输出接口, 2 个双向 GPIO 接口	不支持

工作温度	0°C ~ 45°C	
储存温度	-20°C ~ 70°C	
工作湿度	10% ~ 80%	
额定功率	<2.7W@5V	
镜头接口	C	
机械尺寸	29 mm×29 mm×29mm (不含 C 接口长度)	
重量	57g	53g
操作系统	Windows XP/Win7/Win8/Win10 32bit 和 64bit 操作系统	
数据接口	USB3.0	
可编程控制	图像尺寸、增益、曝光时间、触发极性、闪光灯极性	图像尺寸、增益、曝光时间等
认证	CE , RoHS , FCC , USB3 Vision , GenICam	

表 4-26 MER-301-125U3C(-L)相机性能规格

规格	MER-301-125U3M	MER-301-125U3M-L
分辨率	2048×1536	
传感器类型	Sony IMX252 global shutter CMOS	
光学尺寸	1/1.8 inch	
像素尺寸	3.45μm × 3.45μm	
帧率	125fps@2048×1536	
模数转换精度	10bit	
像素深度	8bit、10bit	
快门时间	20μs ~ 1s	
增益	0 dB ~ 24dB	
图像数据格式	Mono8/Mono10	
信噪比	35dB	
同步方式	外触发、软触发	软触发
输入输出接口	1 个光隔离输入接口，1 个光隔离输出接口，2 个双向 GPIO 接口	不支持
工作温度	0°C ~ 45°C	
储存温度	-20°C ~ 70°C	

工作湿度	10% ~ 80%	
额定功率	<2.7W@5V	
镜头接口	C	
机械尺寸	29 mm×29 mm×29mm (不含 C 接口长度)	
重量	57g	53g
操作系统	Windows XP/Win7/Win8/Win10 32bit 和 64bit 操作系统	
数据接口	USB3.0	
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	图像尺寸、增益、曝光时间等
认证	CE , RoHS , FCC , USB3 Vision , GenICam	

表 4-27 MER-301-125U3M(-L)相机性能规格

4.16.2. 光谱响应图

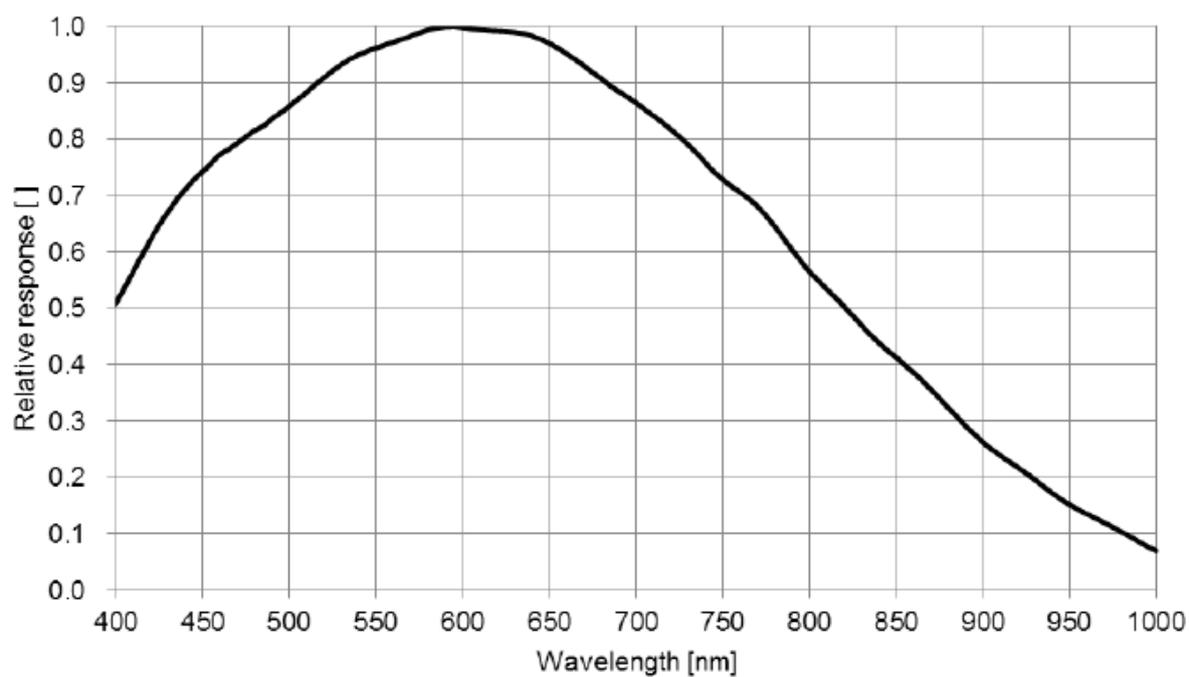


图 4-18 MER-301-125U3M(-L) SENSOR 响应曲线

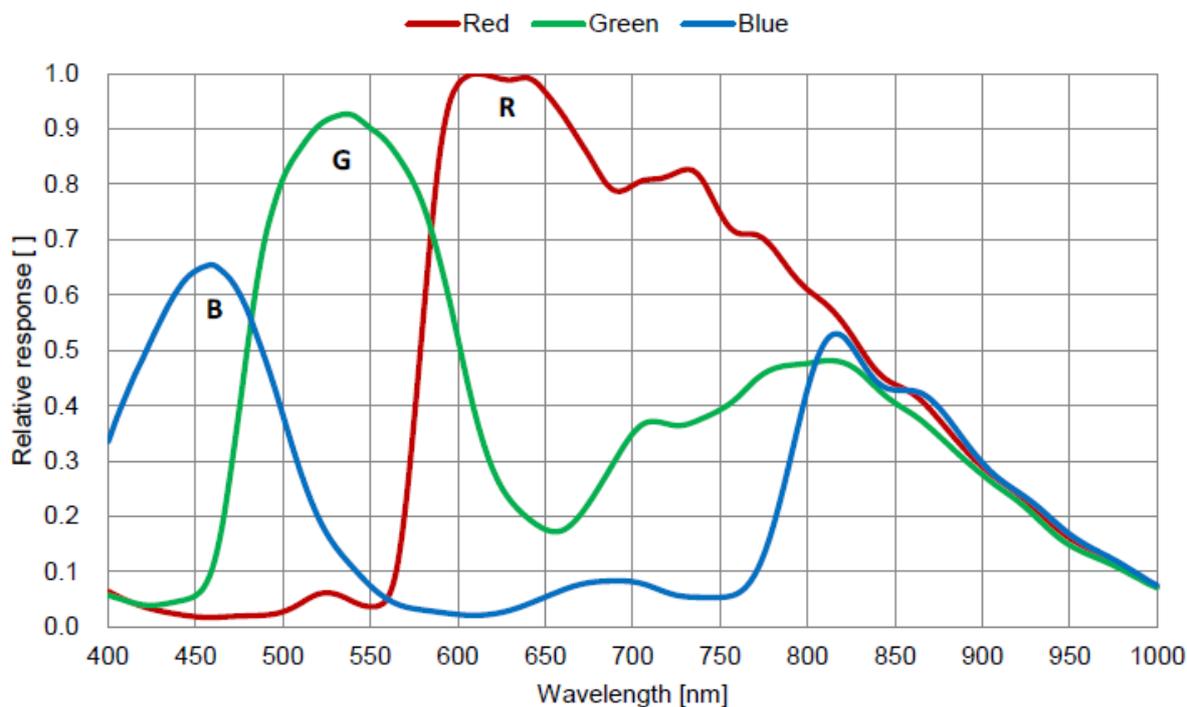


图 4-19 MER-301-125U3C(-L) SENSOR 响应曲线

4.17. MER-302-56U3M/C(-L)

4.17.1. 参数列表

规格	MER-302-56U3C	MER-302-56U3C-L
分辨率	2048x1536	
传感器类型	Sony IMX265 global shutter CMOS	
光学尺寸	1/1.8 inch	
像素尺寸	3.45 μ m \times 3.45 μ m	
帧率	56fps@2048x1536	
模数转换精度	12bit	
像素深度	8bit、10bit	
快门时间	20 μ s ~ 1s	
增益	0 dB ~ 24dB	
图像数据格式	Bayer RG8/ Bayer RG10	
信噪比	40.09dB	
同步方式	外触发、软触发	软触发

输入输出接口	1 个光隔离输入接口，1 个光隔离输出接口，2 个双向 GPIO 接口	不支持
工作温度	0°C ~ 45°C	
储存温度	-20°C ~ 70°C	
工作湿度	10% ~ 80%	
额定功率	<2.7W@5V	
镜头接口	C	
机械尺寸	29 mm×29 mm×29mm (不含 C 接口长度)	
重量	57g	53g
操作系统	Windows XP/Win7/Win8/Win10 32bit 和 64bit 操作系统	
数据接口	USB3.0	
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	图像尺寸、增益、曝光时间等
认证	CE , RoHS , FCC , USB3 Vision , GenICam	

表 4-28 MER-302-56U3C(-L)相机性能规格

规格	MER-302-56U3M	MER-302-56U3M-L
分辨率	2048×1536	
传感器类型	Sony IMX265 global shutter CMOS	
光学尺寸	1/1.8 inch	
像素尺寸	3.45μm × 3.45μm	
帧率	56fps@2048×1536	
模数转换精度	12bit	
像素深度	8bit、10bit	
快门时间	20μs ~ 1s	
增益	0 dB ~ 24dB	
图像数据格式	Mono8/Mono10	
信噪比	40.76dB	
同步方式	外触发、软触发	软触发
输入输出接口	1 个光隔离输入接口，1 个光隔离输出接口，2 个双向 GPIO 接口	不支持

工作温度	0°C ~ 45°C	
储存温度	-20°C ~ 70°C	
工作湿度	10% ~ 80%	
额定功率	<2.7W@5V	
镜头接口	C	
机械尺寸	29 mm×29 mm×29mm (不含 C 接口长度)	
重量	57g	53g
操作系统	Windows XP/Win7/Win8/Win10 32bit 和 64bit 操作系统	
数据接口	USB3.0	
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	图像尺寸、增益、曝光时间等
认证	CE , RoHS , FCC , USB3 Vision , GenICam	

表 4-29 MER-302-56U3M(-L)相机性能规格

4.17.2. 光谱响应图

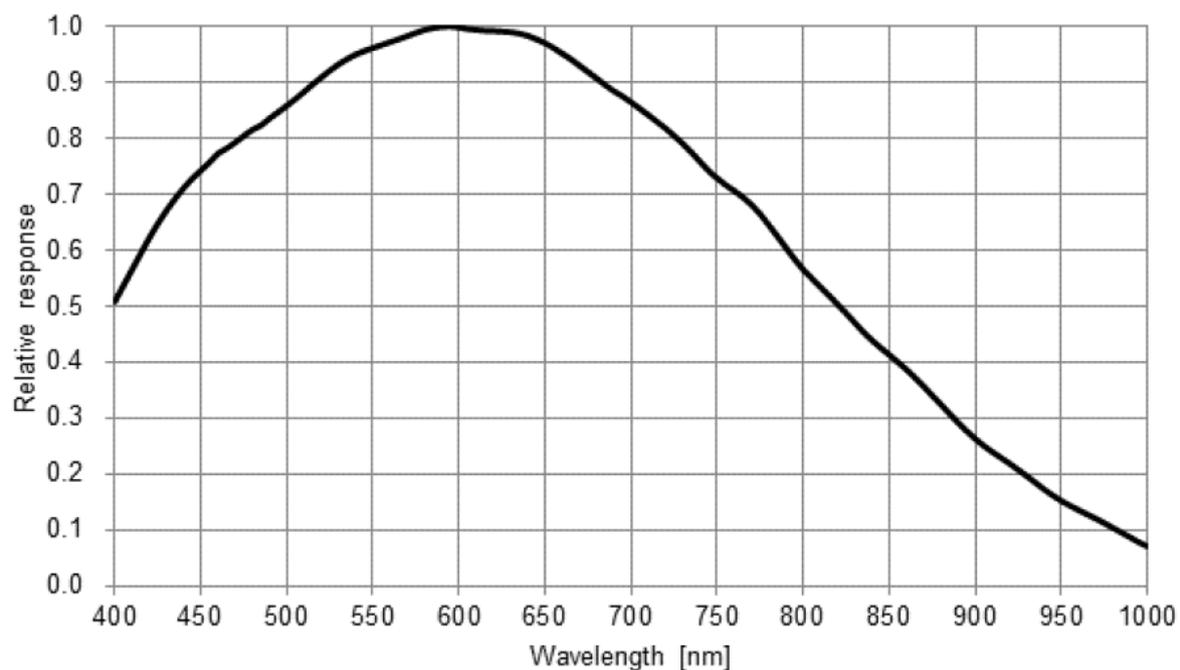


图 4-20 MER-302-56U3M(-L) SENSOR 响应曲线

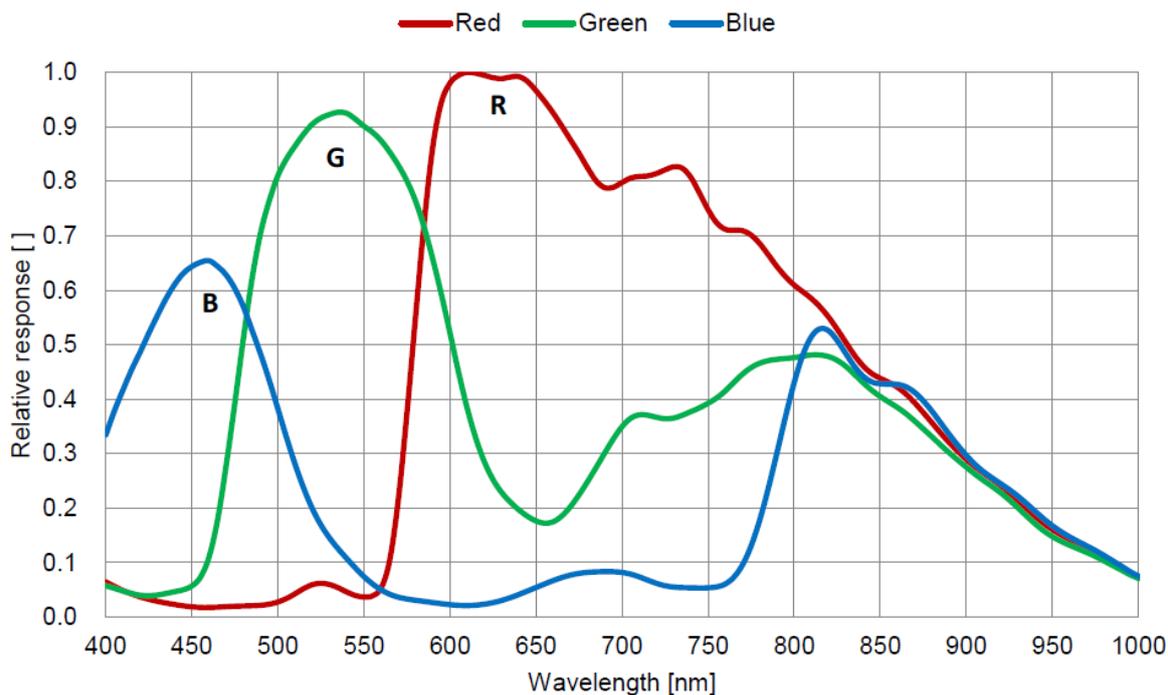


图 4-21 MER-302-56U3C(-L) SENSOR 响应曲线

4.18. MER-500-14U3M/C(-L)

4.18.1. 参数列表

规格	MER-500-14U3C	MER-500-14U3C-L
分辨率	2592×1944	
传感器类型	Onsemi MT9P006 rolling shutter CMOS	
光学尺寸	1/2.5 inch	
像素尺寸	2.2μm × 2.2μm	
帧率	14fps@2592×1944	
模数转换精度	12bit	
像素深度	8bit、10bit	
快门时间	36μs ~ 1s	
增益	0 dB ~ 17dB	
图像数据格式	Bayer GR8/ Bayer GR10	
信噪比	35.94dB	
同步方式	外触发、软触发	软触发
输入输出接口	1 个光隔离输入接口，1 个光隔离输出接口，2 个双向 GPIO 接口	不支持

工作温度	0°C ~ 45°C	
储存温度	-20°C ~ 70°C	
工作湿度	10% ~ 80%	
额定功率	<2W@5V	
镜头接口	C	
机械尺寸	29 mm×29 mm×29mm (不含 C 接口长度)	
重量	57g	53g
操作系统	Windows XP/Win7/Win8/Win10 32bit 和 64bit 操作系统	
数据接口	USB3.0	
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	图像尺寸、增益、曝光时间等
认证	CE , RoHS , FCC , USB3 Vision , GenICam	

表 4-30 MER-500-14U3C(-L)相机性能规格

规格	MER-500-14U3M	MER-500-14U3M-L
分辨率	2592×1944	
传感器类型	Onsemi MT9P031 rolling shutter CMOS	
光学尺寸	1/2.5 inch	
像素尺寸	2.2μm × 2.2μm	
帧率	14fps@2592×1944	
模数转换精度	12bit	
像素深度	8bit、10bit	
快门时间	36μs ~ 1s	
增益	0 dB ~ 17dB	
图像数据格式	Mono8/Mono10	
信噪比	35.95dB	
同步方式	外触发、软触发	软触发
输入输出接口	1 个光隔离输入接口，1 个光隔离输出接口，2 个双向 GPIO 接口	不支持
工作温度	0°C ~ 45°C	
储存温度	-20°C ~ 70°C	

工作湿度	10% ~ 80%	
额定功率	<2W@5V	
镜头接口	C	
机械尺寸	29 mm×29 mm×29mm (不含 C 接口长度)	
重量	57g	53g
操作系统	Windows XP/Win7/Win8/Win10 32bit 和 64bit 操作系统	
数据接口	USB3.0	
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	图像尺寸、增益、曝光时间等
认证	CE , RoHS , FCC , USB3 Vision , GenICam	

表 4-31 MER-500-14U3M(-L)相机性能规格

4.18.2. 光谱响应图

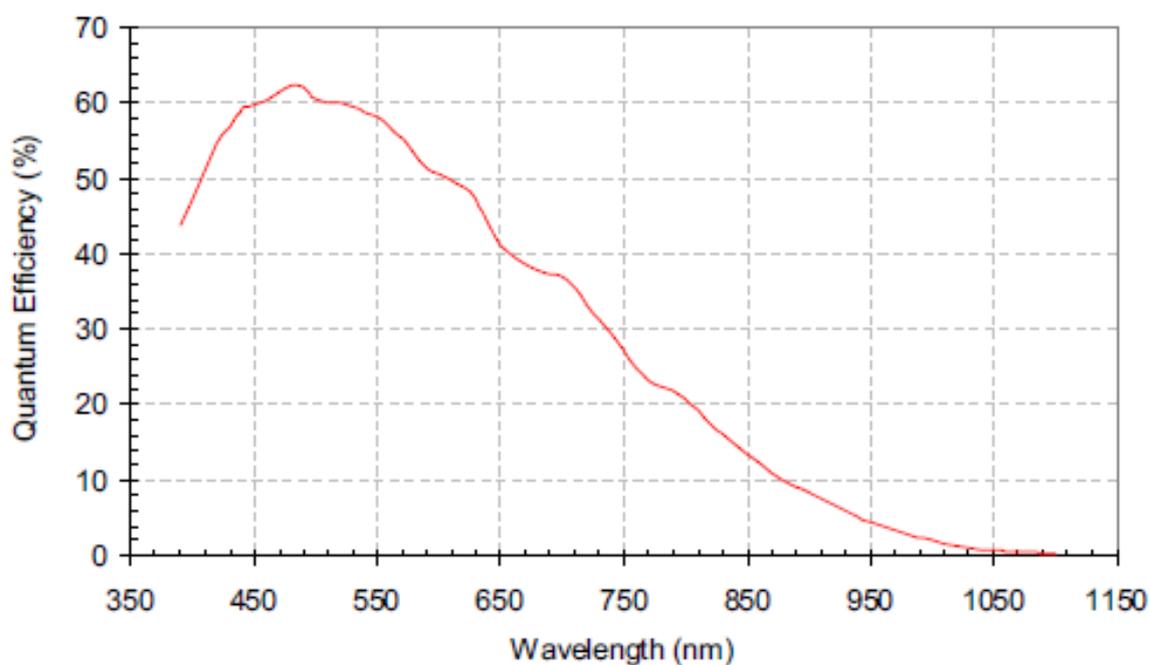


图 4-22 MER-500-14U3M(-L) SENSOR 响应曲线

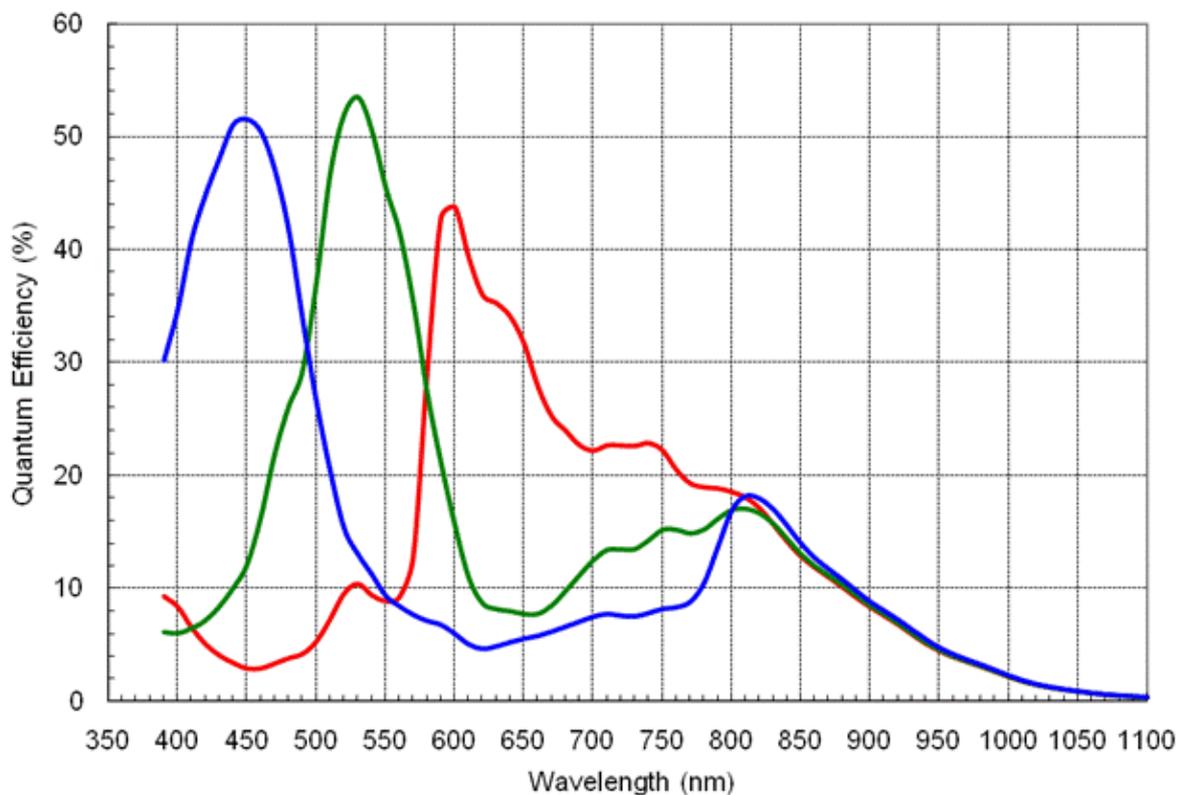


图 4-23 MER-500-14U3C(-L) SENSOR 响应曲线

4.19. MER-502-79U3M/C(-L)

4.19.1. 参数列表

规格	MER-502-79U3C	MER-502-79U3C-L
分辨率	2448x2048	
传感器类型	Sony IMX250 global shutter CMOS	
光学尺寸	2/3 inch	
像素尺寸	3.45 μ m \times 3.45 μ m	
帧率	79fps@2448x2048	
模数转换精度	10bit	
像素深度	8bit、10bit	
快门时间	20 μ s ~ 1s	
增益	0 dB ~ 24dB	
图像数据格式	Bayer RG8/ Bayer RG10	
信噪比	40.58dB	

同步方式	外触发、软触发	软触发
输入输出接口	1 个光隔离输入接口，1 个光隔离输出接口，2 个双向 GPIO 接口	不支持
工作温度	0°C ~ 45°C	
储存温度	-20°C ~ 70°C	
工作湿度	10% ~ 80%	
额定功率	<2.7W@5V	
镜头接口	C	
机械尺寸	29 mm×29 mm×29mm (不含 C 接口长度)	
重量	57g	53g
操作系统	Windows XP/Win7/Win8/Win10 32bit 和 64bit 操作系统	
数据接口	USB3.0	
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	图像尺寸、增益、曝光时间等
认证	CE , RoHS , FCC , USB3 Vision , GenICam	

表 4-32 MER-502-79U3C(-L)相机性能规格

规格	MER-502-79U3M	MER-502-79U3M-L
分辨率	2448×2048	
传感器类型	Sony IMX250 global shutter CMOS	
光学尺寸	2/3 inch	
像素尺寸	3.45μm × 3.45μm	
帧率	79fps@2448×2048	
模数转换精度	10bit	
像素深度	8bit、10bit	
快门时间	20μs ~ 1s	
增益	0 dB ~ 24dB	
图像数据格式	Mono8/Mono10	
信噪比	40.65dB	
同步方式	外触发、软触发	软触发

输入输出接口	1 个光隔离输入接口, 1 个光隔离输出接口, 2 个双向 GPIO 接口	不支持
工作温度	0°C ~ 45°C	
储存温度	-20°C ~ 70°C	
工作湿度	10% ~ 80%	
额定功率	<2.7W@5V	
镜头接口	C	
机械尺寸	29 mm×29 mm×29mm (不含 C 接口长度)	
重量	57g	53g
操作系统	Windows XP/Win7/Win8/Win10 32bit 和 64bit 操作系统	
数据接口	USB3.0	
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	图像尺寸、增益、曝光时间等
认证	CE , RoHS , FCC , USB3 Vision , GenICam	

表 4-33 MER-502-79U3M(-L)相机性能规格

4.19.2. 光谱响应图

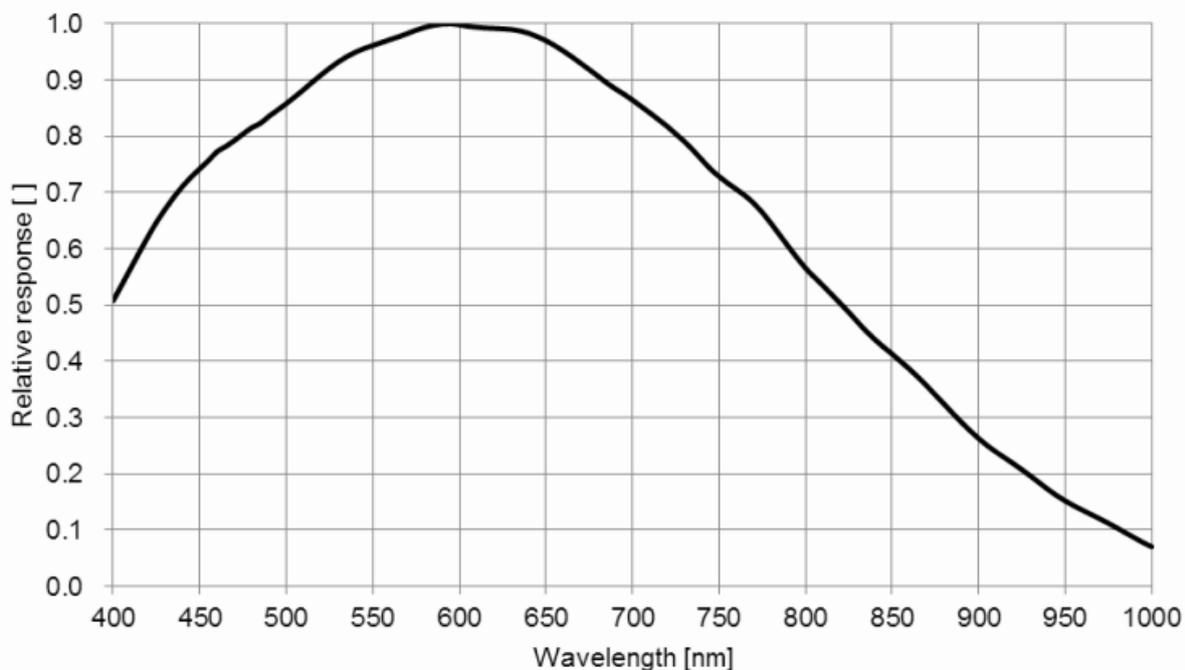


图 4-24 MER-502-79U3M(-L) SENSOR 响应曲线

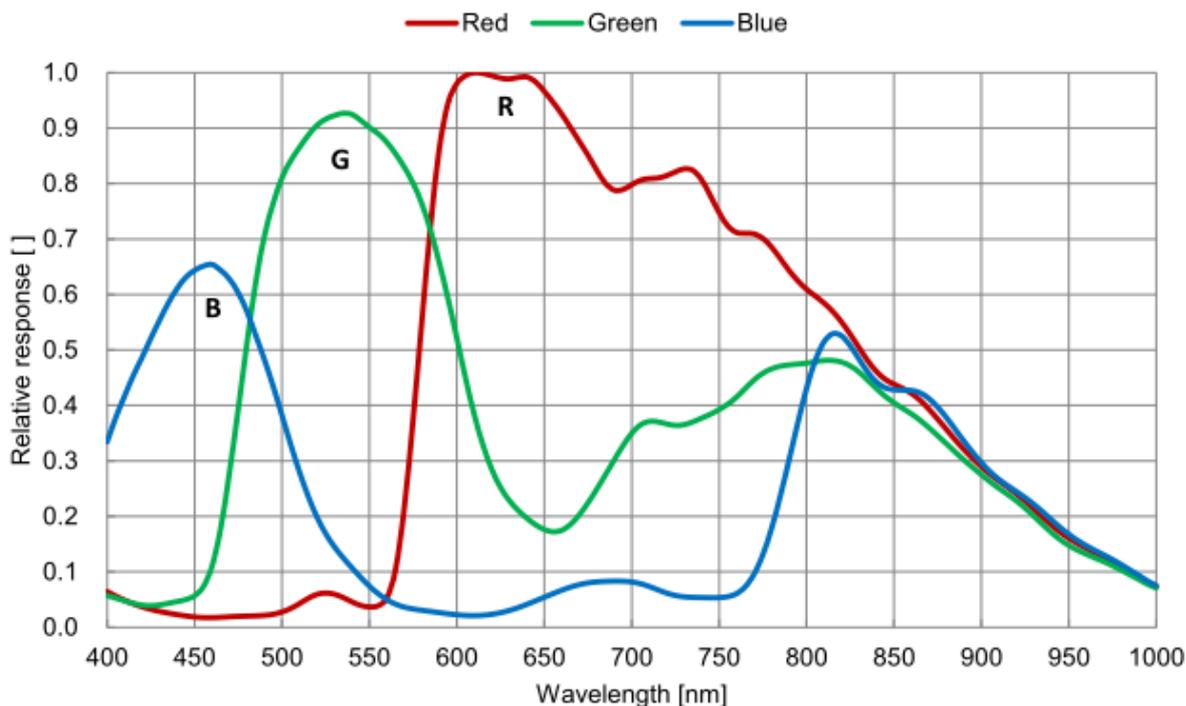


图 4-25 MER-502-79U3C(-L) SENSOR 响应曲线

4.20. MER-502-79U3M(-L) POL

4.20.1. 参数列表

规格	MER-502-79U3M POL	MER-502-79U3M-L POL
分辨率	2448×2048	
传感器类型	Sony IMX250 global shutter CMOS	
光学尺寸	2/3 inch	
像素尺寸	3.45μm × 3.45μm	
帧率	79fps@2448×2048	
模数转换精度	10bit	
像素深度	8bit、10bit	
快门时间	20μs ~ 1s	
增益	0 dB ~ 24dB	
图像数据格式	Mono8/Mono10	
信噪比	41dB	
同步方式	外触发、软触发	软触发

输入输出接口	1 个光隔离输入接口，1 个光隔离输出接口，2 个双向 GPIO 接口	不支持
工作温度	0°C ~ 45°C	
储存温度	-20°C ~ 70°C	
工作湿度	10% ~ 80%	
额定功率	<2.7W@5V	
镜头接口	C	
机械尺寸	29 mm×29 mm×29mm (不含 C 接口长度)	
重量	57g	53g
操作系统	Windows XP/Win7/Win8/Win10 32bit 和 64bit 操作系统	
数据接口	USB3.0	
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	图像尺寸、增益、曝光时间等
认证	CE , RoHS , FCC , USB3 Vision , GenICam	

表 4-34 MER-502-79U3M(-L) POL 相机性能规格

4.20.2. 光谱响应图

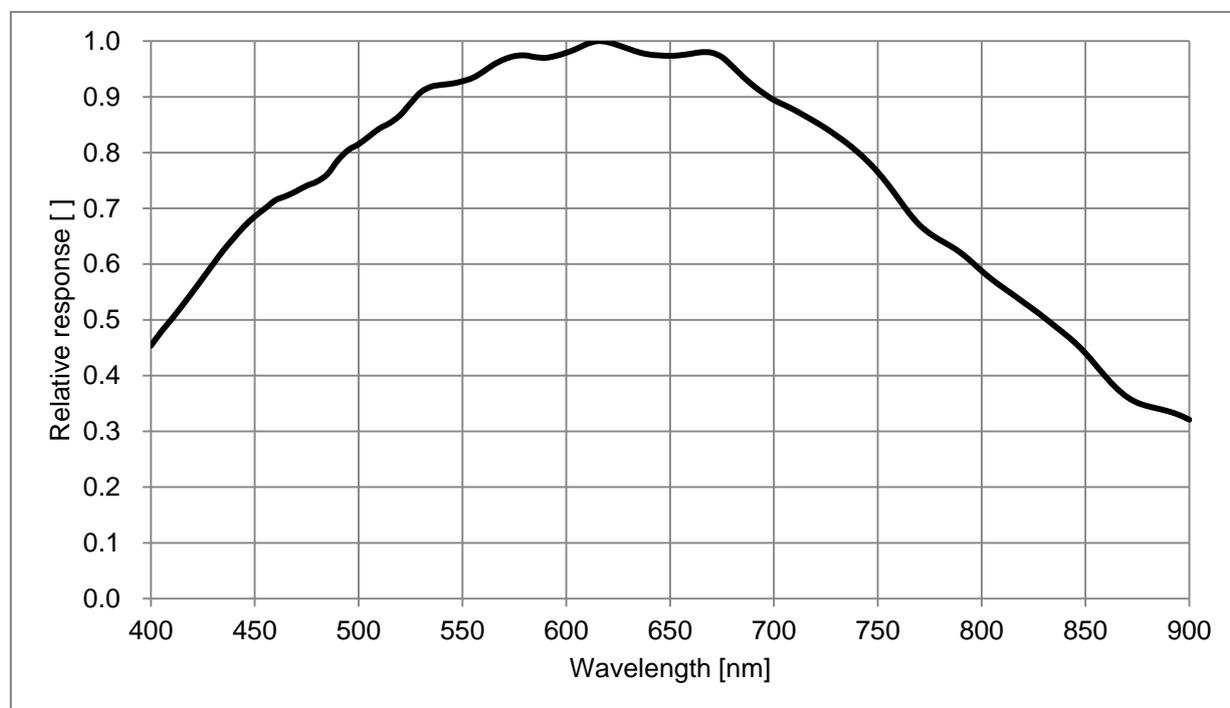


图 4-26 MER-502-79U3M(-L) POL SENSOR 响应曲线

4.21. MER-503-36U3M/C(-L)

4.21.1. 参数列表

规格	MER-503-36U3C	MER-503-36U3C-L
分辨率	2448×2048	
传感器类型	Sony IMX264 global shutter CMOS	
光学尺寸	2/3 inch	
像素尺寸	3.45μm × 3.45μm	
帧率	36fps@2448×2048	
模数转换精度	12bit	
像素深度	8bit、10bit	
快门时间	20μs ~ 1s	
增益	0 dB ~ 23.9dB	
图像数据格式	Bayer RG8/ Bayer RG10	
信噪比	40.58dB	
同步方式	外触发、软触发	软触发
输入输出接口	1 个光隔离输入接口，1 个光隔离输出接口，2 个双向 GPIO 接口	不支持
工作温度	0°C ~ 45°C	
储存温度	-20°C ~ 70°C	
工作湿度	10% ~ 80%	
额定功率	<2.7W@5V	
镜头接口	C	
机械尺寸	29 mm×29 mm×29mm (不含 C 接口长度)	
重量	57g	53g
操作系统	Windows XP/Win7/Win8/Win10 32bit 和 64bit 操作系统	
数据接口	USB3.0	
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	图像尺寸、增益、曝光时间等
认证	CE , RoHS , FCC , USB3 Vision , GenICam	

表 4-35 MER-503-36U3C(-L)相机性能规格

规格	MER-503-36U3M	MER-503-36U3M-L
分辨率	2448×2048	
传感器类型	Sony IMX264 global shutter CMOS	
光学尺寸	2/3 inch	
像素尺寸	3.45μm × 3.45μm	
帧率	36fps@2448×2048	
模数转换精度	12bit	
像素深度	8bit、10bit	
快门时间	20μs ~ 1s	
增益	0 dB ~ 23.9dB	
图像数据格式	Mono8/Mono10	
信噪比	39dB	
同步方式	外触发、软触发	软触发
输入输出接口	1 个光隔离输入接口，1 个光隔离输出接口，2 个双向 GPIO 接口	不支持
工作温度	0°C ~ 45°C	
储存温度	-20°C ~ 70°C	
工作湿度	10% ~ 80%	
额定功率	<2.7W@5V	
镜头接口	C	
机械尺寸	29 mm×29 mm×29mm (不含 C 接口长度)	
重量	57g	53g
操作系统	Windows XP/Win7/Win8/Win10 32bit 和 64bit 操作系统	
数据接口	USB3.0	
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	图像尺寸、增益、曝光时间等
认证	CE , RoHS , FCC , USB3 Vision , GenICam	

表 4-36 MER-503-36U3M(-L)相机性能规格

4.21.2. 光谱响应图

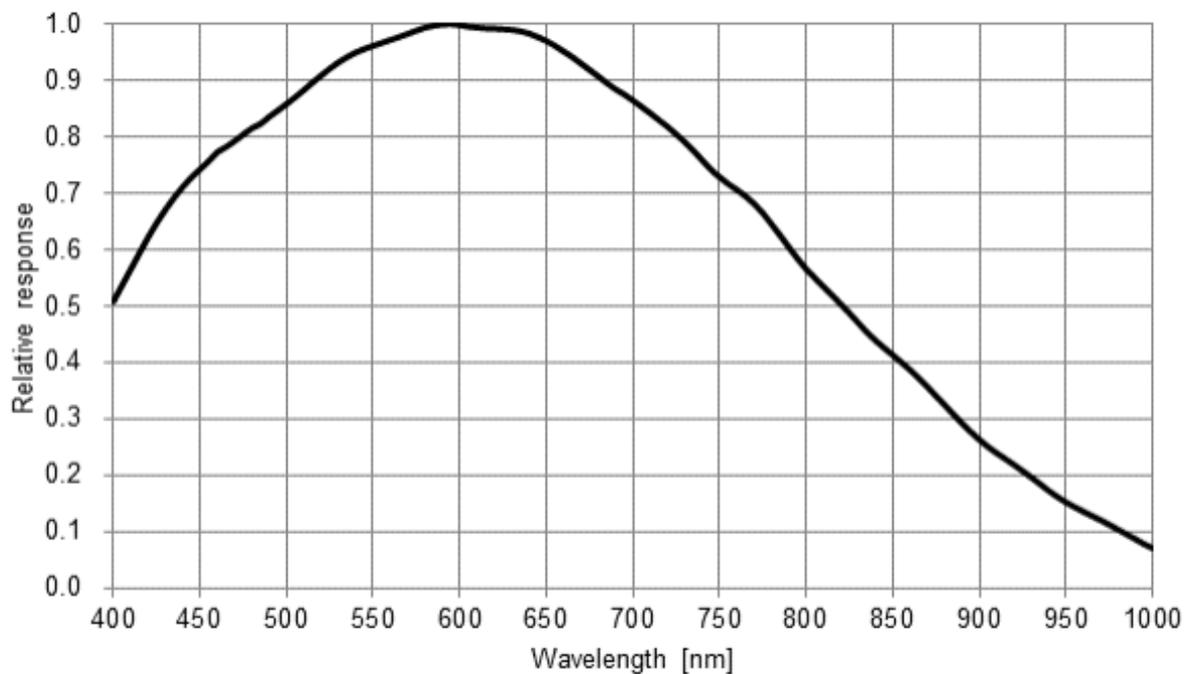


图 4-27 MER-503-36U3M(-L) SENSOR 响应曲线

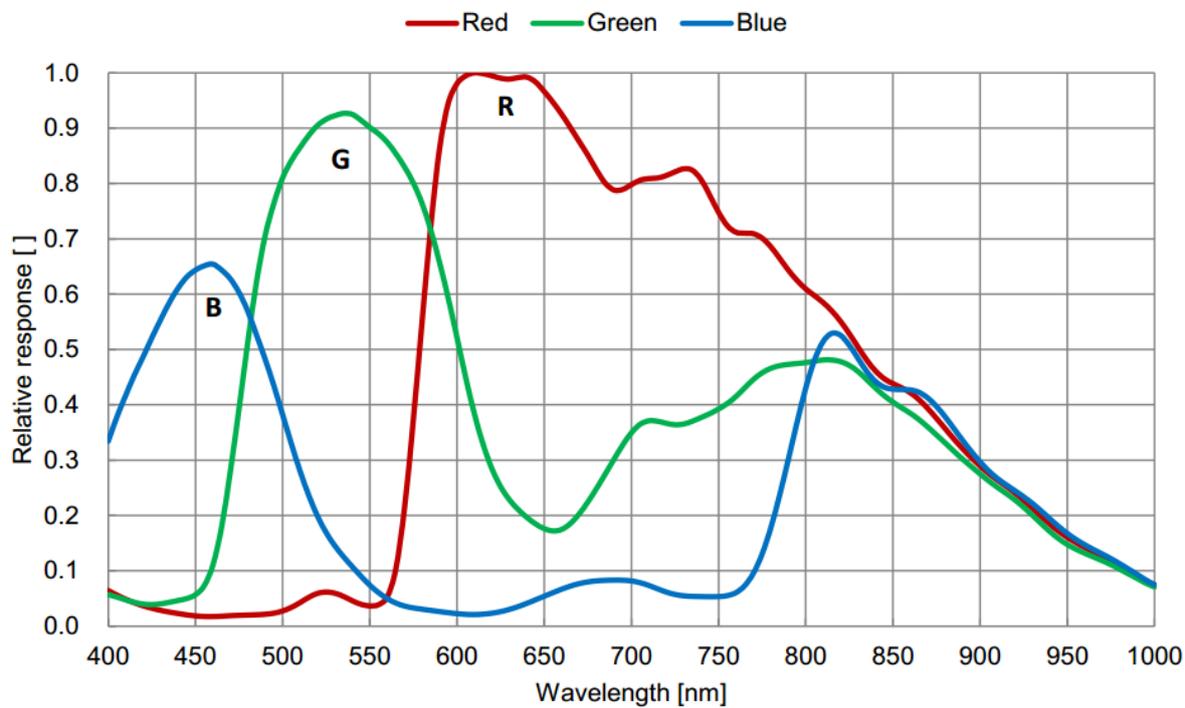


图 4-28 MER-503-36U3C(-L) SENSOR 响应曲线

4.22. MER-630-60U3M/C(-L)

4.22.1. 参数列表

规格	MER-630-60U3C	MER-630-60U3C-L
分辨率	3088×2064	
传感器类型	Sony IMX178 rolling shutter CMOS	
光学尺寸	1/1.8 inch	
像素尺寸	2.4μm × 2.4μm	
帧率	60fps@3088×2064	
模数转换精度	10bit	
像素深度	8bit、10bit	
快门时间	8μs ~ 1s	
增益	0 dB ~ 24dB	
图像数据格式	Bayer RG8/ Bayer RG10	
信噪比	40.19dB	
同步方式	外触发、软触发	软触发
输入输出接口	1 个光隔离输入接口，1 个光隔离输出接口，2 个双向 GPIO 接口	不支持
工作温度	0°C ~ 45°C	
储存温度	-20°C ~ 70°C	
工作湿度	10% ~ 80%	
额定功率	<2.7W@5V	
镜头接口	C	
机械尺寸	29 mm×29 mm×29mm (不含 C 接口长度)	
重量	57g	53g
操作系统	Windows XP/Win7/Win8/Win10 32bit 和 64bit 操作系统	
数据接口	USB3.0	
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	图像尺寸、增益、曝光时间等
认证	CE , RoHS , FCC , USB3 Vision , GenICam	

表 4-37 MER-630-60U3C(-L)相机性能规格

规格	MER-630-60U3M	MER-630-60U3M-L
分辨率	3088×2064	
传感器类型	Sony IMX178 rolling shutter CMOS	
光学尺寸	1/1.8 inch	
像素尺寸	2.4μm × 2.4μm	
帧率	60fps@3088×2064	
模数转换精度	10bit	
像素深度	8bit、10bit	
快门时间	8μs ~ 1s	
增益	0 dB ~ 24dB	
图像数据格式	Mono8/Mono10	
信噪比	40.18dB	
同步方式	外触发、软触发	软触发
输入输出接口	1 个光隔离输入接口，1 个光隔离输出接口，2 个双向 GPIO 接口	不支持
工作温度	0°C ~ 45°C	
储存温度	-20°C ~ 70°C	
工作湿度	10% ~ 80%	
额定功率	<2.7W@5V	
镜头接口	C	
机械尺寸	29 mm×29 mm×29mm (不含 C 接口长度)	
重量	57g	53g
操作系统	Windows XP/Win7/Win8/Win10 32bit 和 64bit 操作系统	
数据接口	USB3.0	
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	图像尺寸、增益、曝光时间等
认证	CE , RoHS , FCC , USB3 Vision , GenICam	

表 4-38 MER-630-60U3M(-L)相机性能规格

4.22.2. 光谱响应图

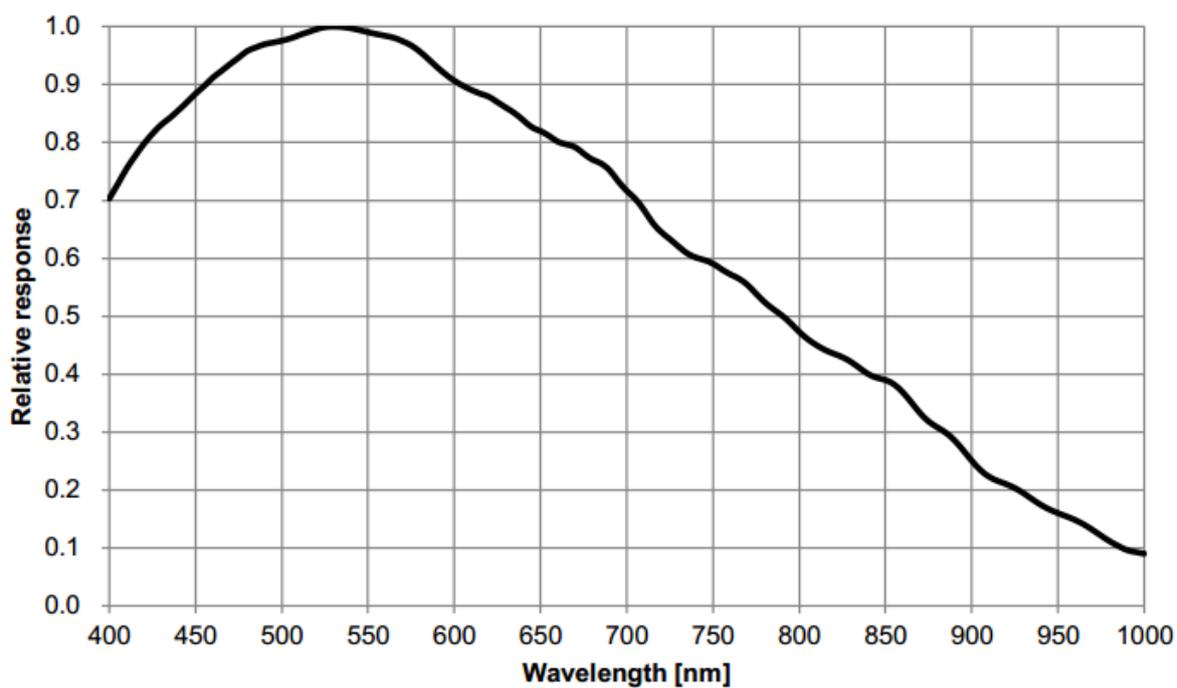


图 4-29 MER-630-60U3M(-L) SENSOR 响应曲线

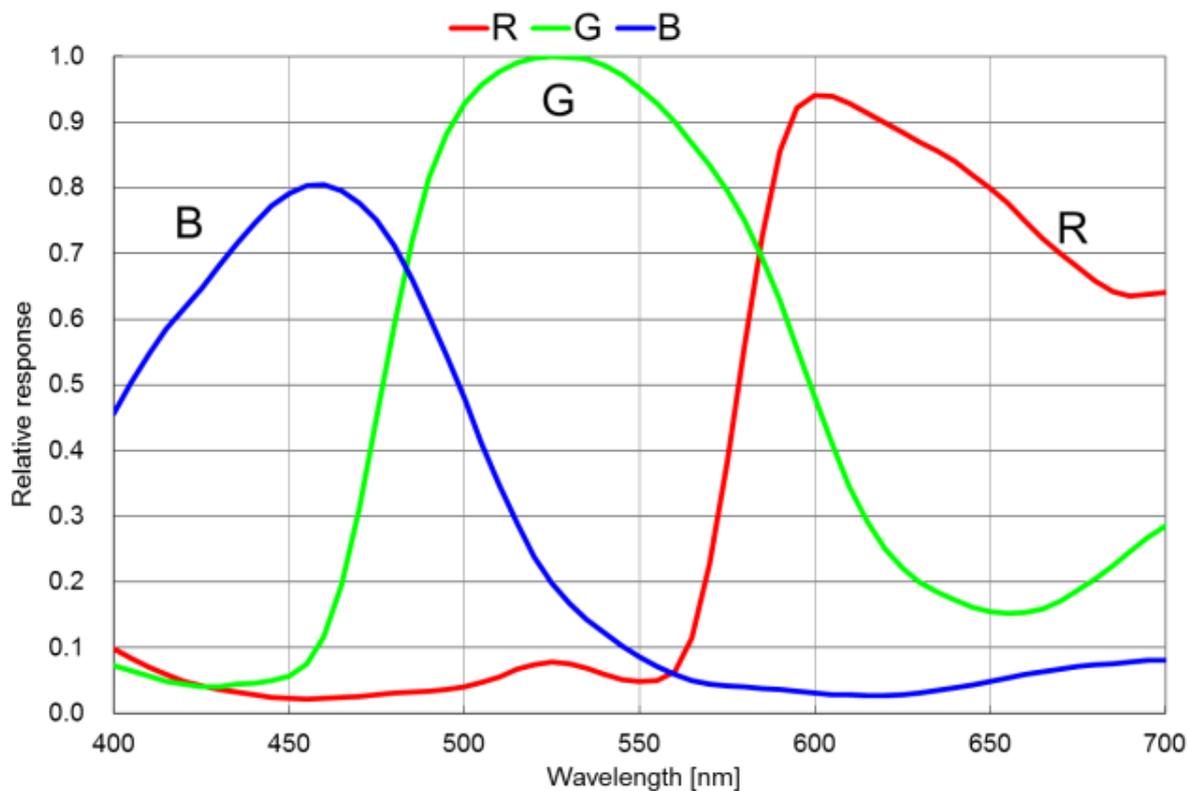


图 4-30 MER-630-60U3C(-L) SENSOR 响应曲线

4.23. MER-1070-14U3M/C(-L)

4.23.1. 参数列表

规格	MER-1070-14U3C	MER-1070-14U3C-L
分辨率	3840×2748	
传感器类型	Onsemi MT9J003 rolling shutter CMOS	
光学尺寸	1/2.3 inch	
像素尺寸	1.67μm × 1.67μm	
帧率	14fps@3840×2748	
模数转换精度	12bit	
像素深度	8bit、12bit	
快门时间	24μs ~ 1s	
增益	0 dB ~ 25.9dB	
图像数据格式	Bayer GR8/ Bayer GR12	
信噪比	36.16dB	
同步方式	外触发、软触发	软触发
输入输出接口	1 个光隔离输入接口，1 个光隔离输出接口，2 个双向 GPIO 接口	不支持
工作温度	0°C ~ 45°C	
储存温度	-20°C ~ 70°C	
工作湿度	10% ~ 80%	
额定功率	<2.7W@5V	
镜头接口	C	
机械尺寸	29 mm×29 mm×29mm (不含 C 接口长度)	
重量	57g	53g
操作系统	Windows XP/Win7/Win8/Win10 32bit 和 64bit 操作系统	
数据接口	USB3.0	
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	图像尺寸、增益、曝光时间等
认证	CE , RoHS , FCC , USB3 Vision , GenICam	

表 4-39 MER-1070-14U3C(-L)相机性能规格

规格	MER-1070-14U3M	MER-1070-14U3M-L
分辨率	3840×2748	
传感器类型	Onsemi MT9J003 rolling shutter CMOS	
光学尺寸	1/2.3 inch	
像素尺寸	1.67μm ×1.67μm	
帧率	14fps@3840×2748	
模数转换精度	12bit	
像素深度	8bit、12bit	
快门时间	24μs ~ 1s	
增益	0 dB ~ 25.9dB	
图像数据格式	Mono8/Mono12	
信噪比	35.89dB	
同步方式	外触发、软触发	软触发
输入输出接口	1 个光隔离输入接口，1 个光隔离输出接口，2 个双向 GPIO 接口	不支持
工作温度	0°C ~ 45°C	
储存温度	-20°C ~ 70°C	
工作湿度	10% ~ 80%	
额定功率	<2.7W@5V	
镜头接口	C	
机械尺寸	29 mm×29 mm×29mm (不含 C 接口长度)	
重量	57g	53g
操作系统	Windows XP/Win7/Win8/Win10 32bit 和 64bit 操作系统	
数据接口	USB3.0	
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	图像尺寸、增益、曝光时间等
认证	CE , RoHS , FCC , USB3 Vision , GenICam	

表 4-40 MER-1070-14U3M(-L)相机性能规格

4.23.2. 光谱响应图

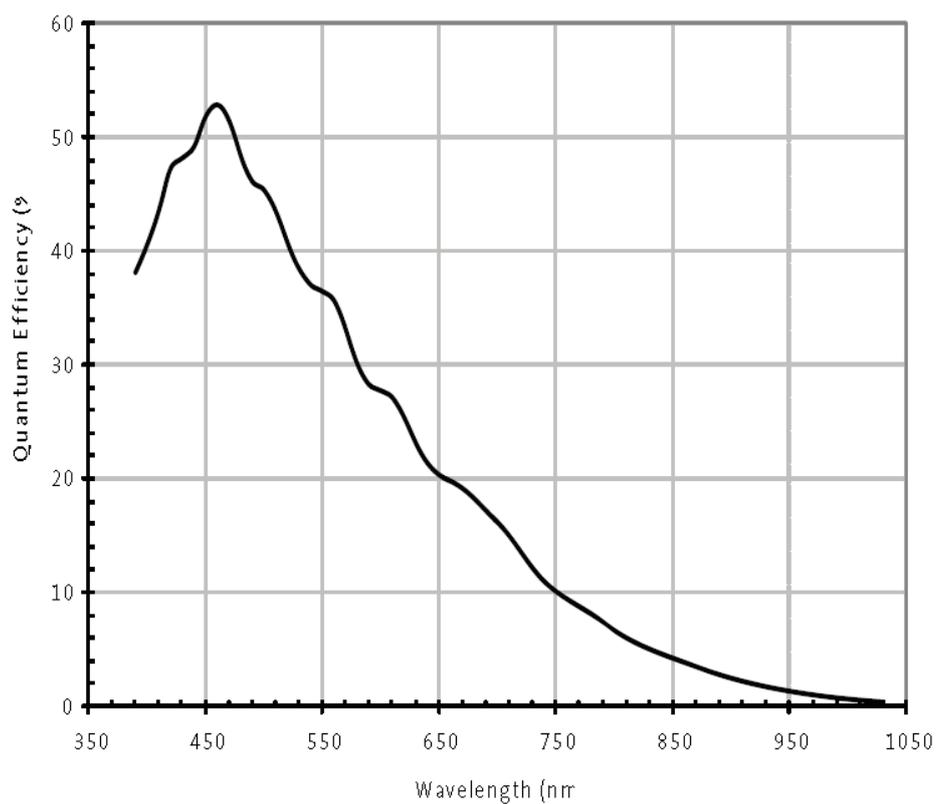


图 4-31 MER-1070-14U3M(-L) SENSOR 响应曲线

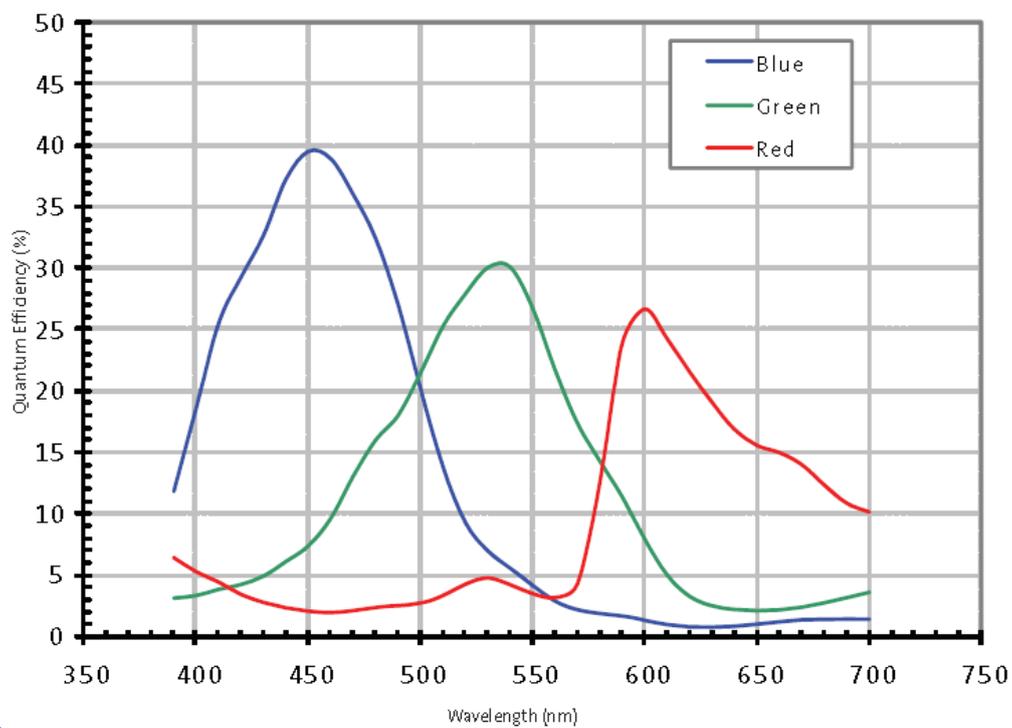


图 4-32 MER-1070-14U3C(-L) SENSOR 响应曲线

4.24. MER-1220-32U3M/C(-L)

4.24.1. 参数列表

规格	MER-1220-32U3C	MER-1220-32U3C-L
分辨率	4024 × 3036	
传感器类型	Sony IMX226 rolling shutter CMOS	
光学尺寸	1/1.7 inch	
像素尺寸	1.85μm × 1.85μm	
帧率	32.3fps@4024 × 3036	
模数转换精度	12bit	
像素深度	8bit、12bit	
快门时间	10μs ~ 1s	
增益	0 dB ~ 24dB	
图像数据格式	Bayer RG8/ Bayer RG12	
信噪比	41dB	
同步方式	外触发、软触发	软触发
输入输出接口	1 个光隔离输入接口，1 个光隔离输出接口，2 个双向 GPIO 接口	不支持
工作温度	0°C ~ 45°C	
储存温度	-20°C ~ 70°C	
工作湿度	10% ~ 80%	
额定功率	<2.7W@5V	
镜头接口	C	
机械尺寸	29 mm×29 mm×29mm (不含 C 接口长度)	
重量	57g	53g
操作系统	Windows XP/Win7/Win8/Win10 32bit 和 64bit 操作系统	
数据接口	USB3.0	
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	图像尺寸、增益、曝光时间等
认证	CE , RoHS , FCC , USB3 Vision , GenICam	

表 4-41 MER-1220-32U3C(-L)相机性能规格

规格	MER-1220-32U3M	MER-1220-32U3M-L
分辨率	4024 × 3036	
传感器类型	Sony IMX226 rolling shutter CMOS	
光学尺寸	1/1.7 inch	
像素尺寸	1.85μm × 1.85μm	
帧率	32.3fps@4024 × 3036	
模数转换精度	12bit	
像素深度	8bit、12bit	
快门时间	10μs ~ 1s	
增益	0 dB ~ 24dB	
图像数据格式	Mono8/Mono12	
信噪比	41dB	
同步方式	外触发、软触发	软触发
输入输出接口	1 个光隔离输入接口，1 个光隔离输出接口，2 个双向 GPIO 接口	不支持
工作温度	0°C ~ 45°C	
储存温度	-20°C ~ 70°C	
工作湿度	10% ~ 80%	
额定功率	<2.7W@5V	
镜头接口	C	
机械尺寸	29 mm×29 mm×29mm (不含 C 接口长度)	
重量	57g	53g
操作系统	Windows XP/Win7/Win8/Win10 32bit 和 64bit 操作系统	
数据接口	USB3.0	
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	图像尺寸、增益、曝光时间等
认证	CE , RoHS , FCC , USB3 Vision , GenICam	

表 4-42 MER-1220-32U3M(-L)相机性能规格

4.24.2. 光谱响应图

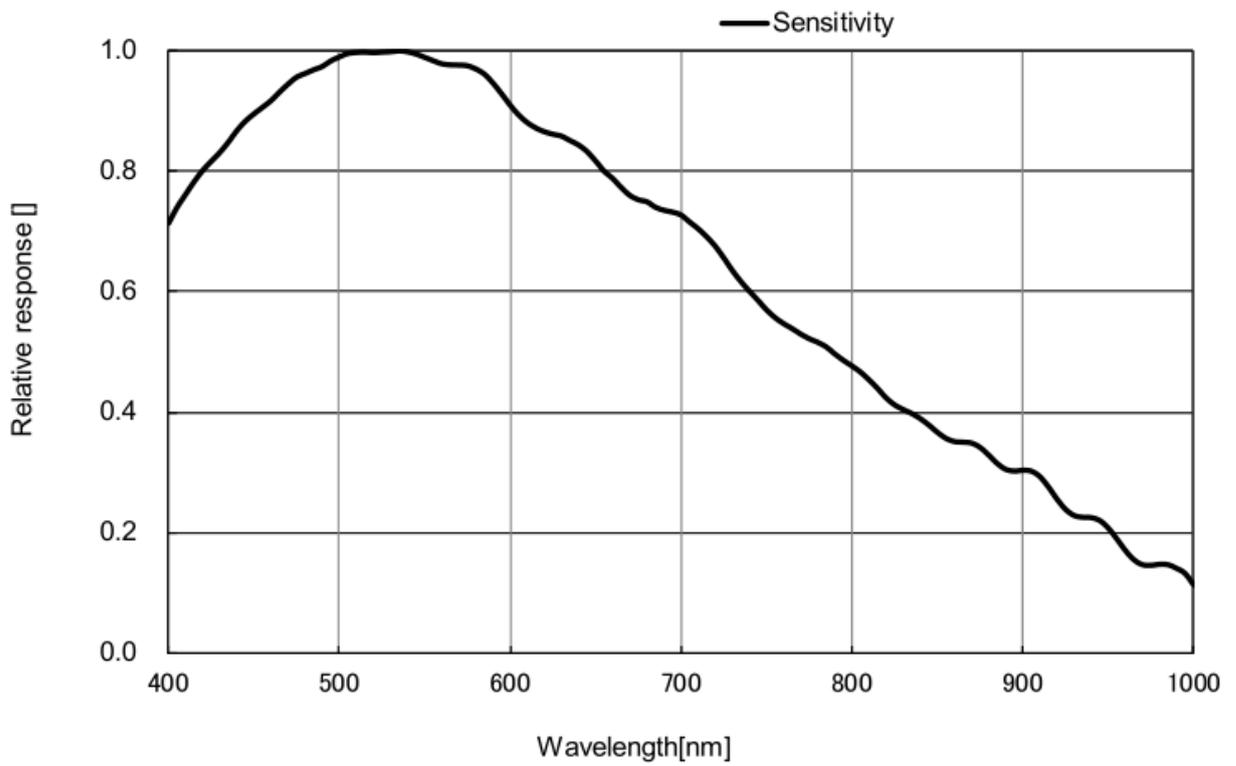


图 4-33 MER-1220-32U3M(-L) SENSOR 响应曲线

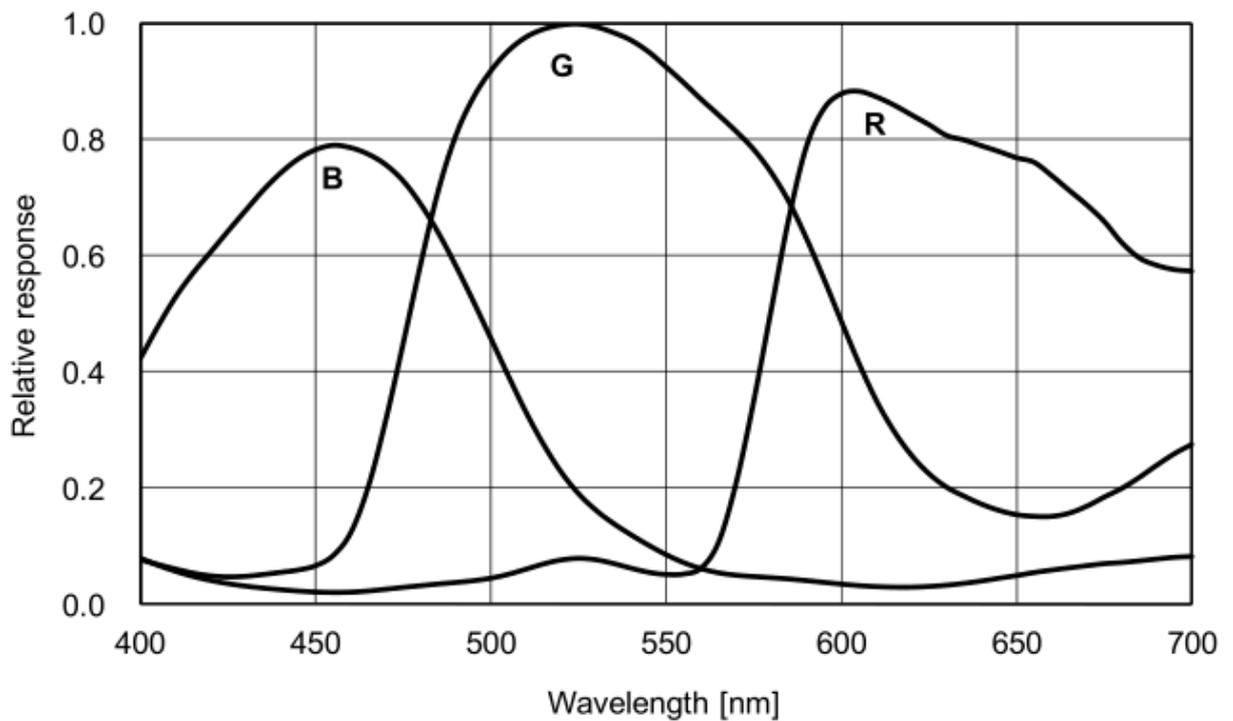


图 4-34 MER-1220-32U3C(-L) SENSOR 响应曲线

4.25. MER-1520-13U3C(-L)

4.25.1. 参数列表

规格	MER-1520-13U3C	MER-1520-13U3C-L
分辨率	4608×3288	
传感器类型	Onsemi MT9F002 rolling shutter CMOS	
光学尺寸	1/2.3 inch	
像素尺寸	1.4μm ×1.4μm	
帧率	13fps@4608×3288	
模数转换精度	12bit	
像素深度	8bit、12bit	
快门时间	22μs ~ 1s	
增益	0 dB ~ 22.5dB	
图像数据格式	Bayer GR8/ Bayer GR12	
信噪比	35.36dB	
同步方式	外触发、软触发	软触发
输入输出接口	1 个光隔离输入接口，1 个光隔离输出接口，2 个双向 GPIO 接口	不支持
工作温度	0°C ~ 45°C	
储存温度	-20°C ~ 70°C	
工作湿度	10% ~ 80%	
额定功率	2.7W@5V	
镜头接口	C	
机械尺寸	29 mm×29 mm×29mm (不含 C 接口长度)	
重量	57g	53g
操作系统	Windows XP/Win7/Win8/Win10 32bit 和 64bit 操作系统	
数据接口	USB3.0	
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	图像尺寸、增益、曝光时间等
认证	CE , RoHS , FCC , USB3 Vision , GenICam	

表 4-43 MER-1520-13U3C(-L)相机性能规格

4.25.2. 光谱响应图

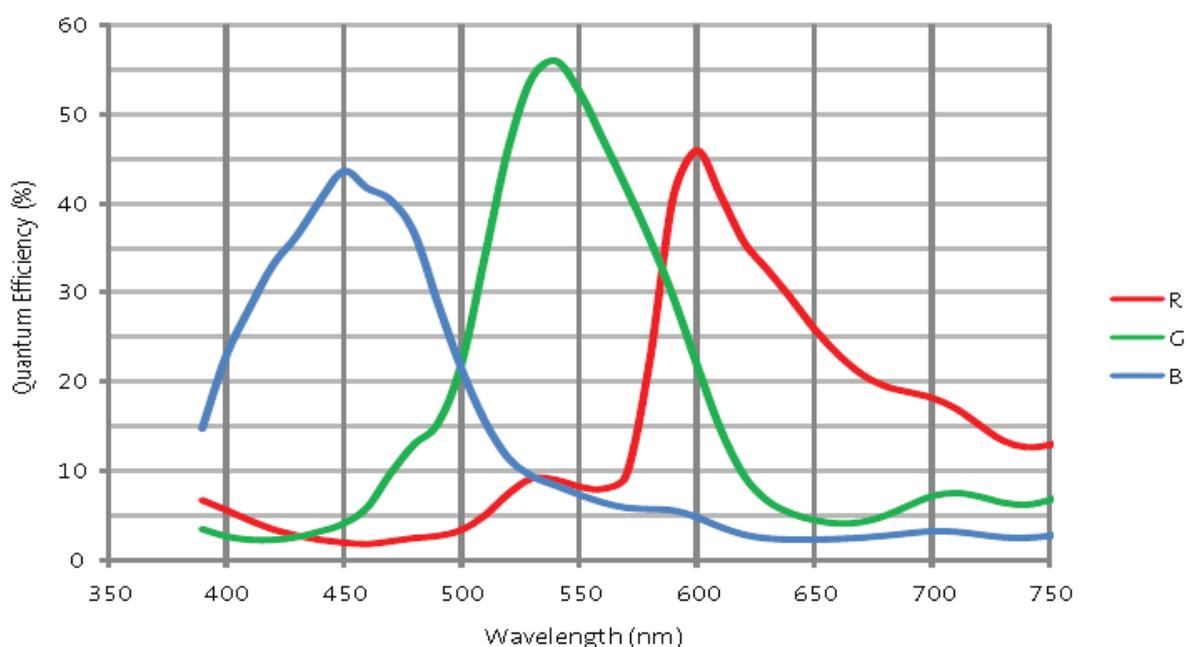


图 4-35 MER-1520-13U3C(-L) SENSOR 响应曲线

4.26. MER-1810-21U3C(-L)

4.26.1. 参数列表

规格	MER-1810-21U3C	MER-1810-21U3C-L
分辨率	4912×3684	
传感器类型	Onsemi AR1820 rolling shutter CMOS	
光学尺寸	1/2.3 inch	
像素尺寸	1.25μm × 1.25μm	
帧率	21fps@4912×3684	
模数转换精度	12bit	
像素深度	8bit、12bit	
快门时间	20μs ~ 1s	
增益	0 dB ~ 20dB	
图像数据格式	Bayer GR8/ Bayer GR12	
信噪比	37.39dB	
同步方式	外触发、软触发	软触发
输入输出接口	1 个光隔离输入接口，1 个光隔离输出接口，2 个双向 GPIO 接口	不支持
工作温度	0°C ~ 45°C	

储存温度	-20°C ~ 70°C	
工作湿度	10% ~ 80%	
额定功率	<2.7W@5V	
镜头接口	C	
机械尺寸	29 mm×29 mm×29mm (不含 C 接口长度)	
重量	57g	53g
操作系统	Windows XP/Win7/Win8/Win10 32bit 和 64bit 操作系统	
数据接口	USB3.0	
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	图像尺寸、增益、曝光时间等
认证	CE , RoHS , FCC , USB3 Vision , GenICam	

表 4-44 MER-1810-21U3C(-L)相机性能规格

4.26.2. 光谱响应图

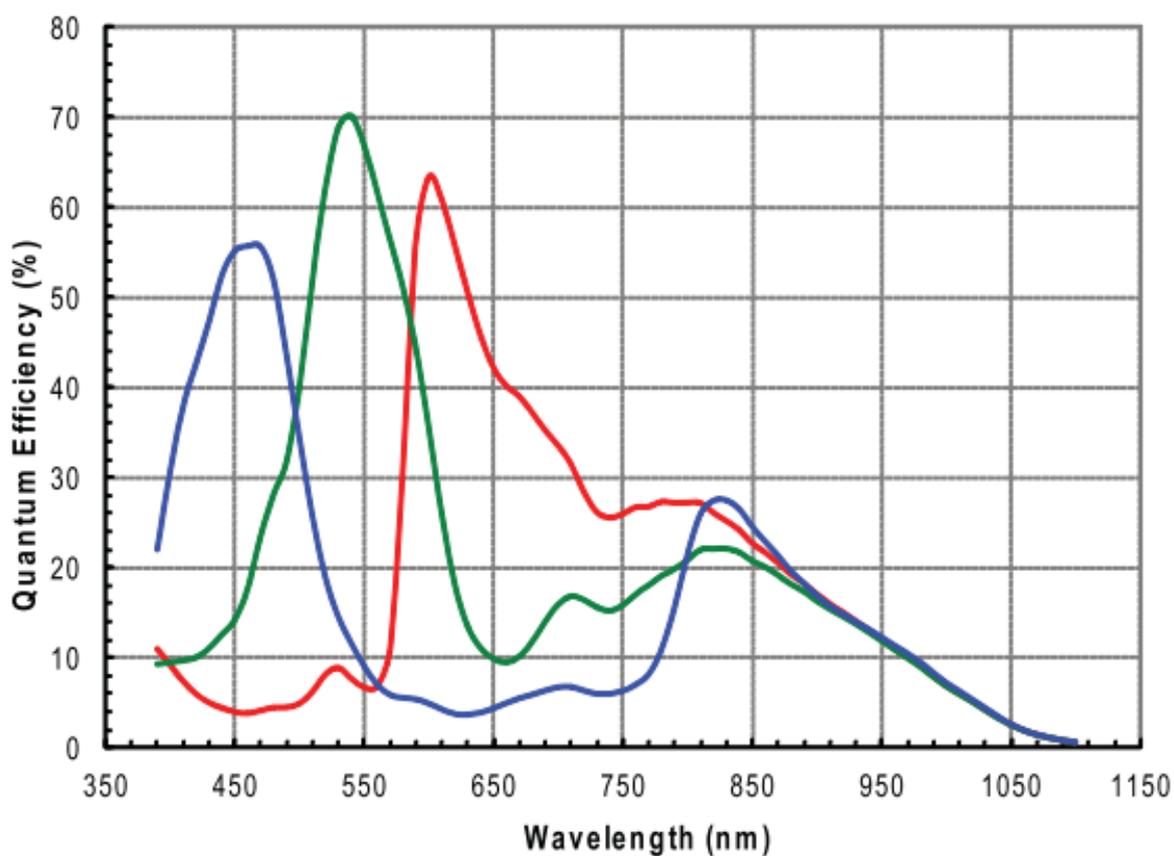


图 4-36 MER-1810-21U3C(-L) SENSOR 响应曲线

4.27. MER-2000-19U3M/C(-L)

4.27.1. 参数列表

规格	MER-2000-19U3C	MER-2000-19U3C-L
分辨率	5496×3672	
传感器类型	Sony IMX183 rolling shutter CMOS	
光学尺寸	1 inch	
像素尺寸	2.4μm × 2.4μm	
帧率	19.6fps@5496×3672	
模数转换精度	12bit	
像素深度	8bit、12bit	
快门时间	12μs ~ 1s	
增益	0 dB ~ 24dB	
图像数据格式	Bayer RG8/ Bayer RG12	
信噪比	42dB	
同步方式	外触发、软触发	软触发
输入输出接口	1 个光隔离输入接口，1 个光隔离输出接口，2 个双向 GPIO 接口	不支持
工作温度	0°C ~ 45°C	
储存温度	-20°C ~ 70°C	
工作湿度	10% ~ 80%	
额定功率	<2.7W@5V	
镜头接口	C	
机械尺寸	29 mm×29 mm×29mm (不含 C 接口长度)	
重量	57g	53g
操作系统	Windows XP/Win7/Win8/Win10 32bit 和 64bit 操作系统	
数据接口	USB3.0	
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	图像尺寸、增益、曝光时间等
认证	CE , RoHS , FCC , USB3 Vision , GenICam	

表 4-45 MER-2000-19U3C(-L)相机性能规格

规格	MER-2000-19U3M	MER-2000-19U3M-L
分辨率	5496×3672	
传感器类型	Sony IMX183 rolling shutter CMOS	
光学尺寸	1 inch	
像素尺寸	2.4μm × 2.4μm	
帧率	19.6fps@5496×3672	
模数转换精度	12bit	
像素深度	8bit、12bit	
快门时间	12μs ~ 1s	
增益	0 dB ~ 24dB	
图像数据格式	Mono8/ Mono12	
信噪比	42dB	
同步方式	外触发、软触发	软触发
输入输出接口	1 个光隔离输入接口，1 个光隔离输出接口，2 个双向 GPIO 接口	不支持
工作温度	0°C ~ 45°C	
储存温度	-20°C ~ 70°C	
工作湿度	10% ~ 80%	
额定功率	<2.7W@5V	
镜头接口	C	
机械尺寸	29 mm×29 mm×29mm (不含 C 接口长度)	
重量	57g	53g
操作系统	Windows XP/Win7/Win8/Win10 32bit 和 64bit 操作系统	
数据接口	USB3.0	
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	图像尺寸、增益、曝光时间等
认证	CE , RoHS , FCC , USB3 Vision , GenICam	

表 4-46 MER-2000-19U3M(-L)相机性能规格

4.27.2. 光谱响应图

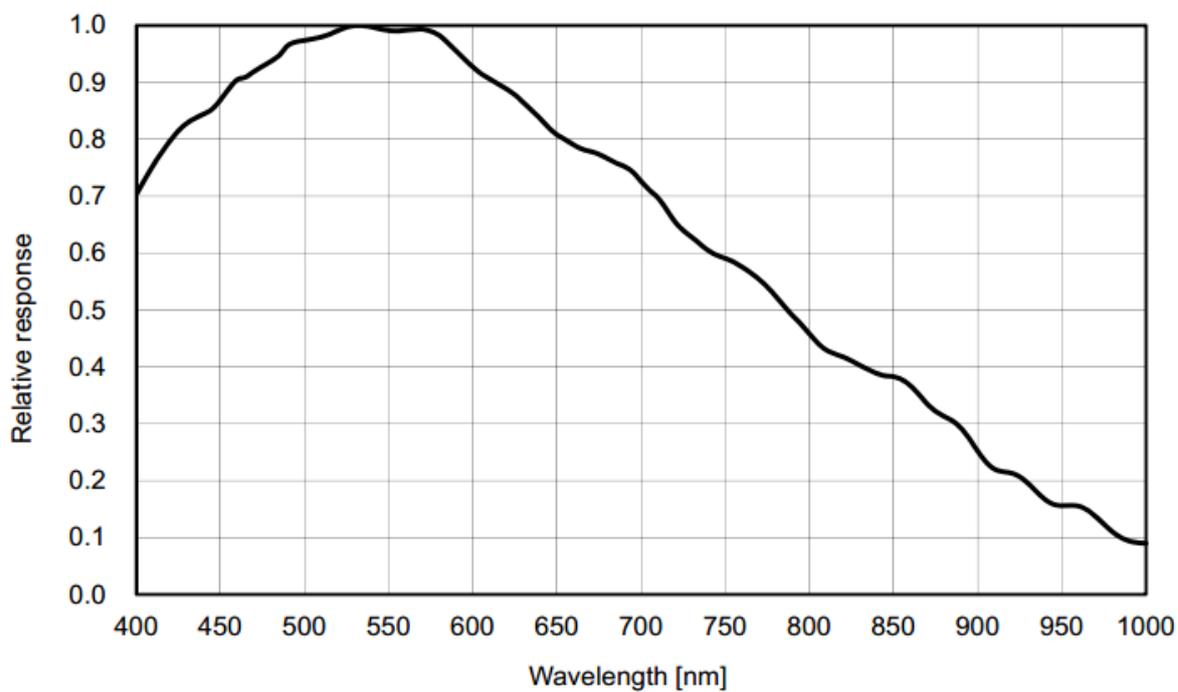


图 4-37 MER-2000-19U3M(-L) SENSOR 响应曲线

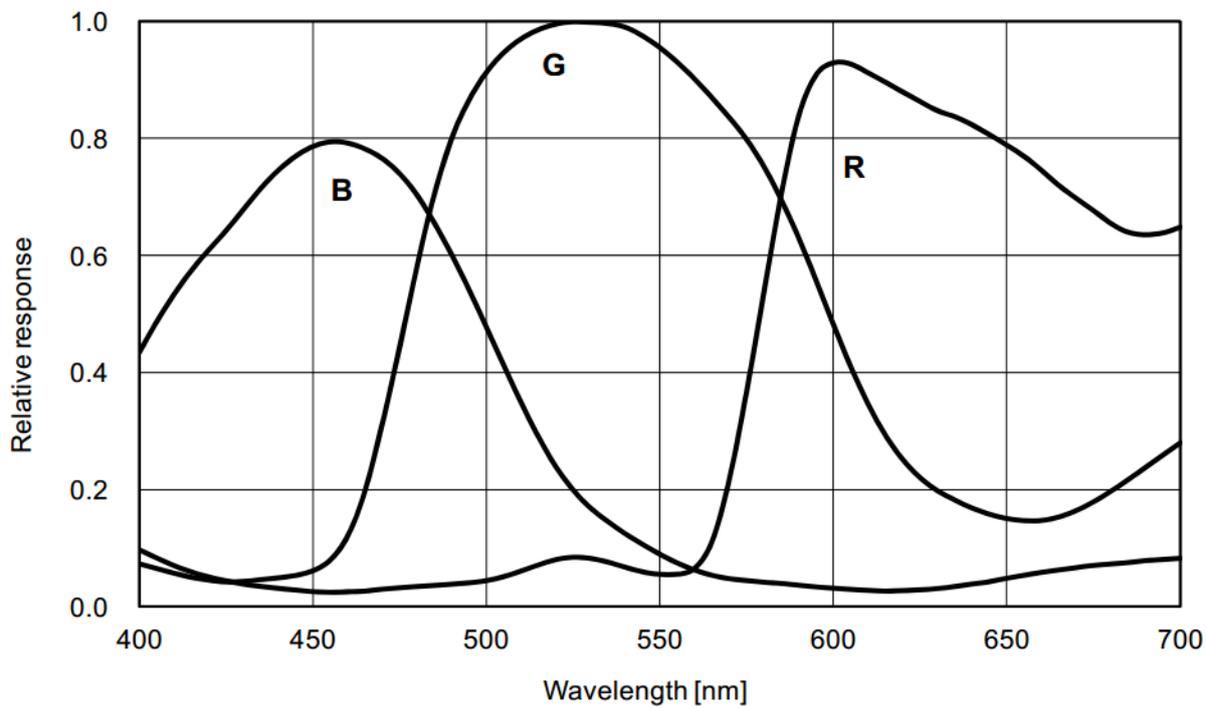


图 4-38 MER-2000-19U3C(-L) SENSOR 响应曲线

5. 机械尺寸

5.1. 相机尺寸

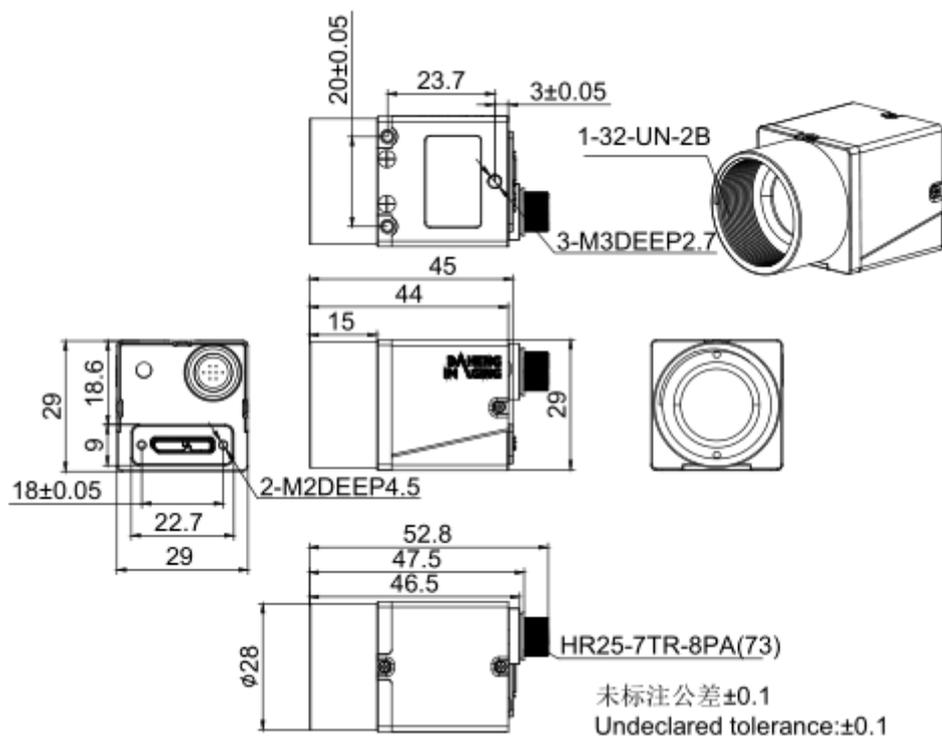


图 5-1 带航插机械尺寸图

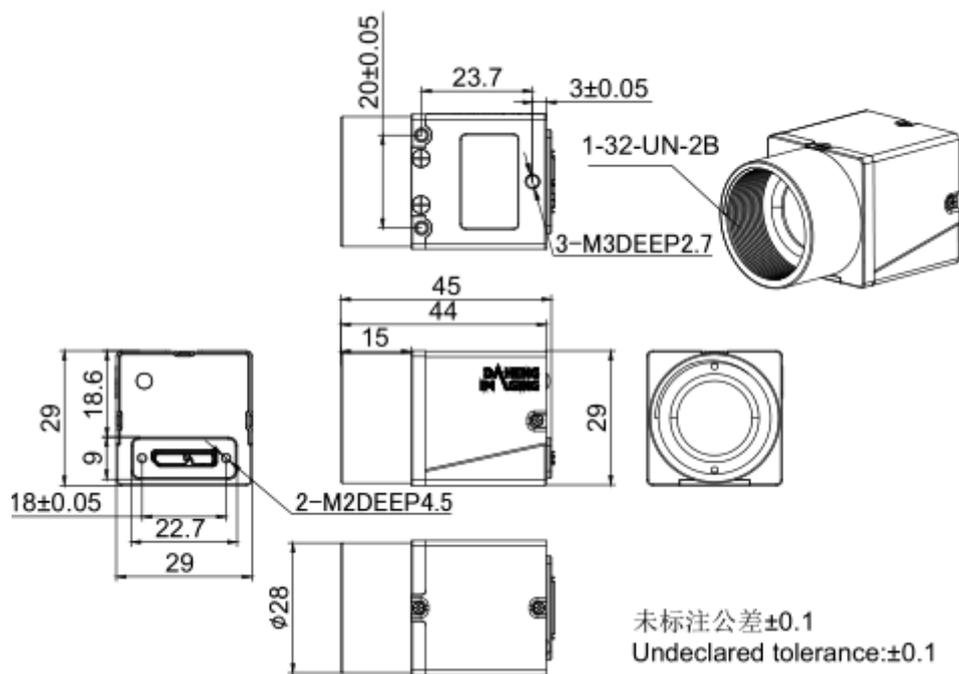


图 5-2 不带航插机械尺寸图

5.2. 光学接口

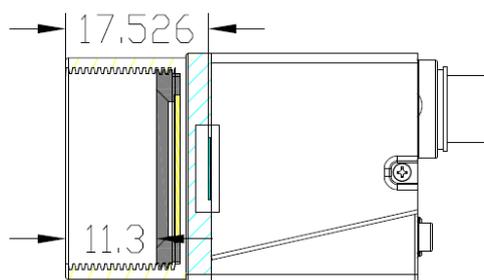


图 5-3 光学接口

相机支持标准 C 口镜头。镜头安装基准面到 sensor 感光面距离为 17.526mm（空气中）。如图 5-3 所示。可接受的镜头螺纹长度应小于 11.3mm。

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

若必须拆除，请联系技术支持。

5.3. 固定板尺寸

客户制作固定块，螺钉长度和固定块台阶厚度关系：

- 1) 螺钉长度= 固定块台阶厚度+弹垫厚度+相机螺纹孔旋合长度。

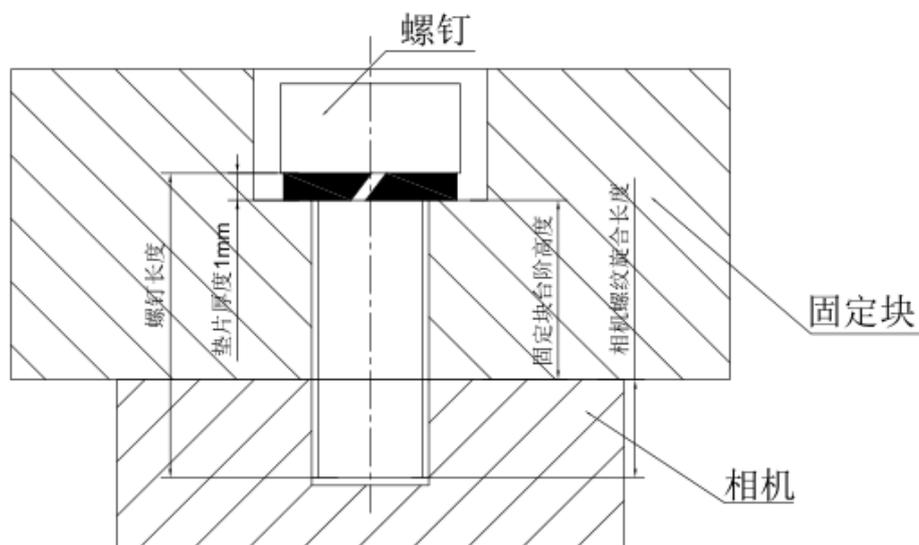


图 5-4 螺钉规格、固定块台阶厚度、弹垫厚度关系图

2) 建议客户从下表选用螺钉规格及固定块台阶厚度：

安装螺钉规格	固定块台阶厚度 (mm)	弹垫厚度 (mm)	相机螺纹旋合长度 (mm)
M3*6 螺钉	2.3	1	2.7
M3*8 螺钉	4.3	1	2.7
M3*10 螺钉	6.3	1	2.7

注：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

MERCURY 系列彩色相机安装有红外截止滤色片，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。

若必须拆除，请联系技术支持。

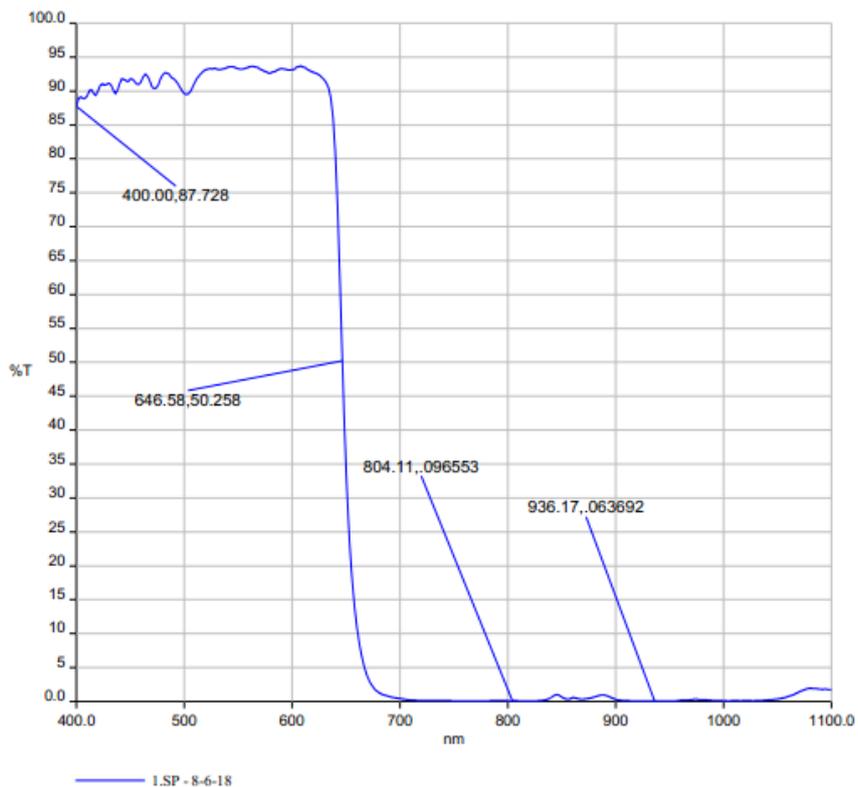


图 6-1 MERCURY 系列彩色相机滤色片响应波段

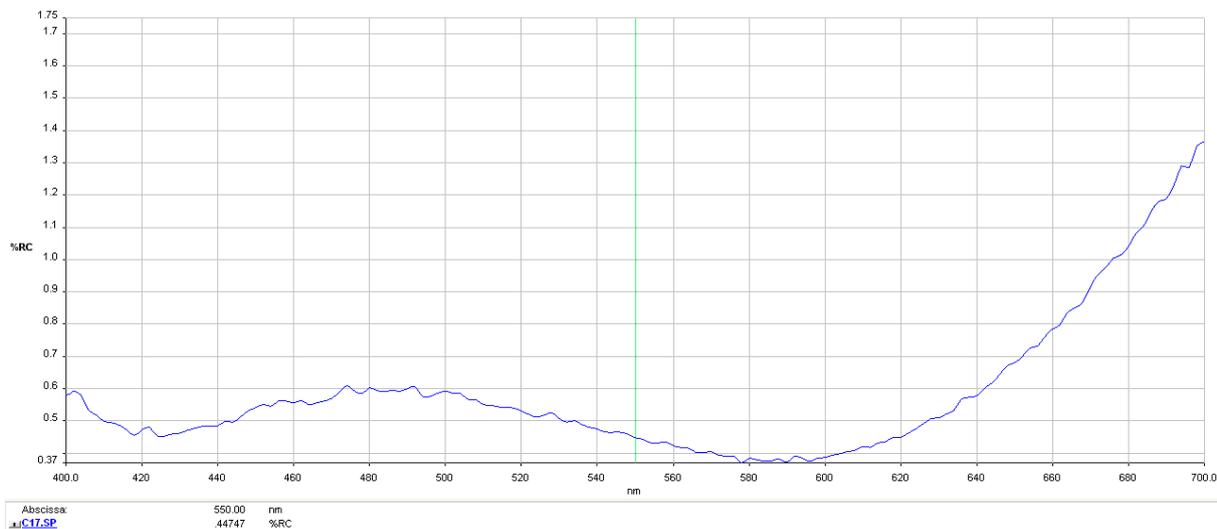


图 6-2 MERCURY 系列黑白相机透光片的响应波段

6.2. 镜头选型参考

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

为了满足机器视觉对于高分辨率和低畸变率的需求，大恒图像镜头推出二个系列镜头，包含二百万像素和五百万像素的工业用镜头，具有体积小，重量轻，高分辨率，低畸变率等特点。

选择镜头时，应考虑以下几个因素：

1) 接口

- 镜头和相机的连接方式，常用的包括 C、CS、F、V、Leica、M42、M58、M72、M90 等
- MERCURY 系列 USB3.0 数字相机为标准 C 接口，在选择镜头时，选择相同接口的镜头

2) 靶面

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

3) 分辨率

- 分辨率代表镜头记录物体细节的能力，通常以每毫米能够分辨出的线对数数量为计量单位：线对/毫米 (lp/mm)。分辨率越高的镜头，成像越清晰
- 选择镜头时，要保证系统需要的精度小于镜头的分辨率

4) 工作距离

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

5) 焦距

- 焦距是从镜头的中心点到焦拍平面上所形成的清晰影像之间的距离。焦距数值越小，数字相机拍摄到的画面视野越大
- 焦距计算，我们需要确认三个参数：画面视野、数字相机的 CCD 尺寸和工作距离，通过以下公式，可以计算出所需镜头的焦距 (f)

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

通过计算出的焦距值，选择对应的镜头。

6.2.1. HN-2M 系列

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

- 高光学性能，采用最大支持 2/3" 靶面尺寸、6.2μm 像元尺寸（最大相当于 200 万像素）传感器的光学设计。8 个型号 F 值可达 2.8 以下，在低光环境下仍可获得清晰图像
- 优异的抗冲击震动性能，通过采用独创的机械结构，光轴变动在 10μm 以下
- 机身小巧紧凑，外径大小最小仅为 φ29.5mm，可以安装在各种受限空间

- 安装简单方便，镜头的镜筒上分别设有 3 处固定可变光圈与聚焦的固定孔，可以根据安装环境选择最佳固定孔

型号：

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

6.2.2. HN-5M 系列

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

- 500 万像素分辨率，清晰度从中心到周边保持一致，极大地提升了光圈和摄影的距离
- 机身小巧紧凑——外径大小最小仅为 $\phi 29.5\text{mm}$ ，可以安装在各种受限空间
- 安装简单方便，镜头的镜筒上分别设有 3 处固定可变光圈与聚焦的固定孔，可以根据安装环境选择最佳固定孔

型号：

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

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。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
红灯常亮	相机未加载
红灯闪烁	相机进入低功耗状态
绿灯常亮	相机正常加载,图像未开采
绿灯闪烁	图像开采
黄灯闪烁	相机初始化失败

表 7-1 相机状态显示

7.2. USB 接口

推荐使用 USB IF 组织官方认证的线缆。

7.3. IO 接口

IO 接口使用的是 Hirose 的 8-pin 圆形公头插座,型号为 HR25-7TR-8PA (73)。与其匹配的插头型号为 HR25-7TP-8S。

示意图	Pin	定义	线芯颜色	说明
	1	Line0+	绿	光耦输入正
	2	GND	蓝	GPIO 地
	3	Line0-	灰	光耦输入负
	4	NC	紫	NC
	5	Line2	橙	GPIO 输入/输出
	6	Line3	粉	GPIO 输入/输出
	7	Line1-	白绿	光耦输出负
	8	Line1+	白蓝	光耦输出正

表 7-2 IO 接口定义 (从相机背面看)



注意：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。

7.3.1. 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。

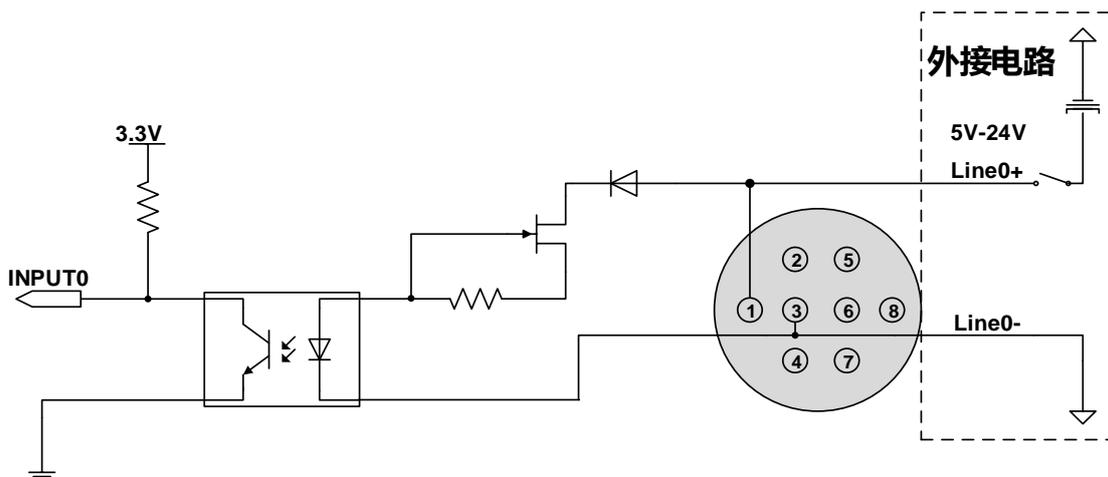


图 7-1 光耦隔离输入电路

- 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)
- 最大输入电流：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
- 外接输入电压高于 9V 时，需要在 Line0+外部串联 1 个限流电阻，避免 Line0+损坏。推荐阻值见表 7-3

Line0+输入电压	限流电阻 Rlimit
9V	680Ω
12V	1kΩ
24V	2kΩ

表 7-3 Line0+串联限流电阻的推荐阻值

- 上升沿延时时间：<math> < 50\mu\text{s} </math> (0°C~45°C)，参数说明见图 7-2
- 下降沿延时时间：<math> < 50\mu\text{s} </math> (0°C~45°C)，参数说明见图 7-2
- 不同的环境温度和输入电压都会对延时时间有影响。环境温度 25°C时典型应用环境下的延时时间见表 7-4

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

表 7-4 典型应用环境下，光耦隔离输入电路延时时间

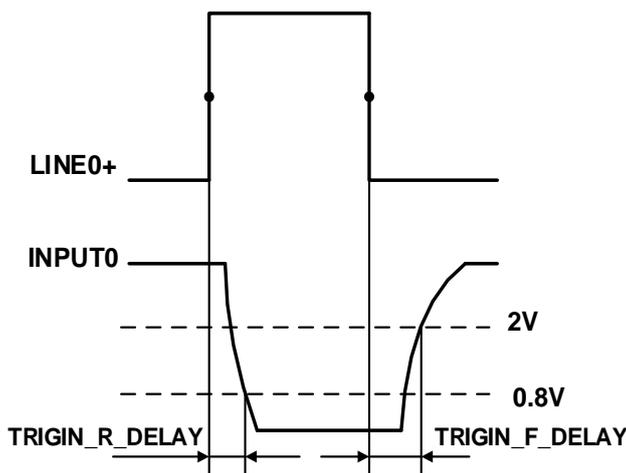


图 7-2 光耦隔离输入电路参数

- 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. Line1 (光耦隔离输出) 电路

光耦隔离输出电路原理图如图 7-3 所示，虚线方框内为外接电路。

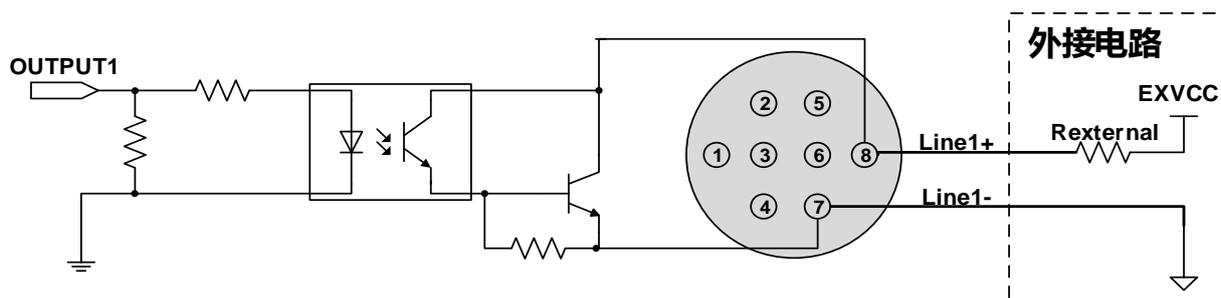


图 7-3 光耦隔离输出电路

- 外接电压 EXVCC 范围为 5V~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电压和输出电流见表 7-5

外接电压 EXVCC	外接电阻 external	输出压降 (V)	输出电流 (mA)
5V	1kΩ	0.90	4.16
12V	1kΩ	0.97	11.11
24V	1kΩ	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电压值和输出电流值

- 上升沿延时=tr+td：<math>< 50\mu\text{s}</math> (0°C~45°C)，参数说明见图 7-4
- 下降沿延时=ts+tf：<math>< 50\mu\text{s}</math> (0°C~45°C)，参数说明见图 7-4
- 环境温度 25°C 时典型应用环境下的延时时间见表 7-6

参数	测试条件	值 (us)		
存储时间 t_s	外接电源 5V , 上拉电阻 1k Ω	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_r+t_d		4.70	~	13.76
下降沿延时= t_f+t_s		14.41	~	24.38

表 7-6 典型应用环境下光耦隔离输出电路延时时间

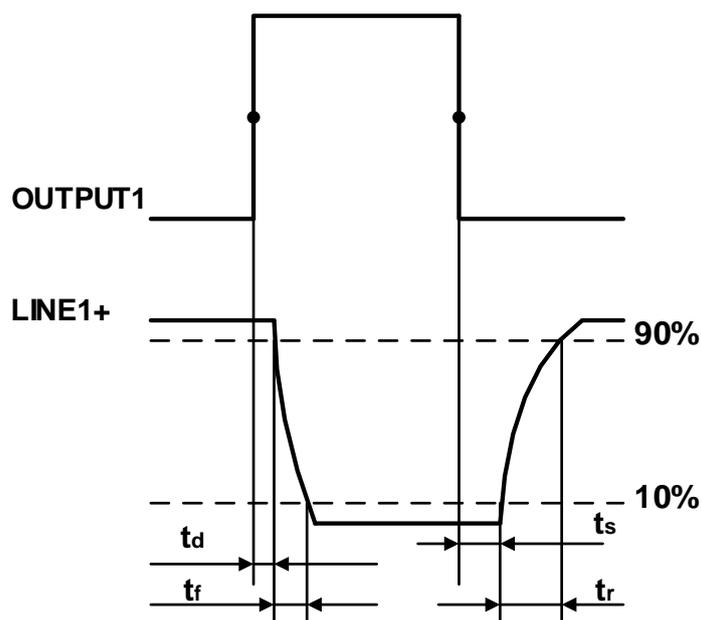


图 7-4 光耦隔离输出电路参数

- 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
- 存储时间 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

7.3.3. Line2/Line3 双向电路

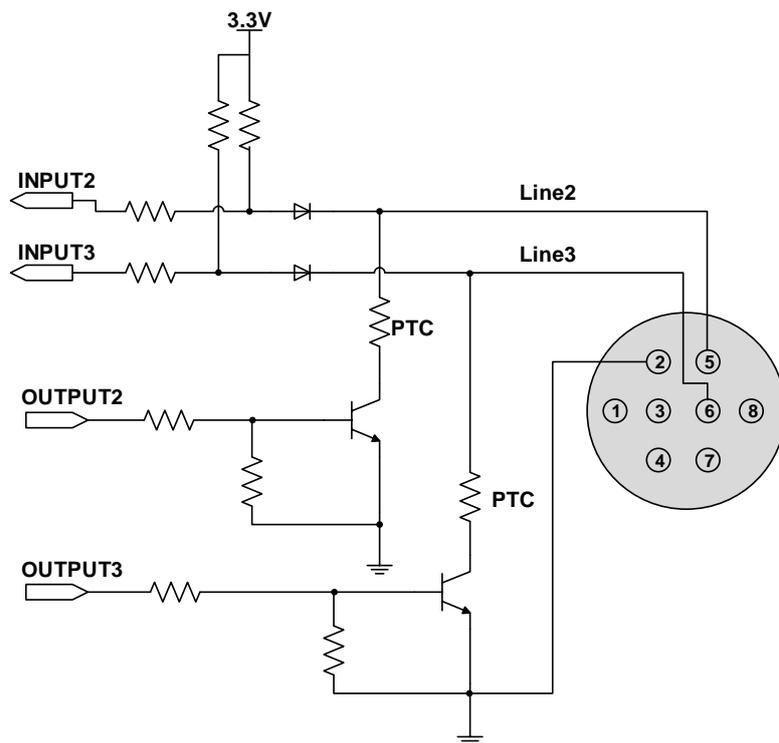


图 7-5 Line2/Line3 双向电路

7.3.3.1. Line2/Line3 配置成输入管脚

- Line2/3 配置为输入引脚时，相机内部等效电路如图 7-6，以 Line2 为例

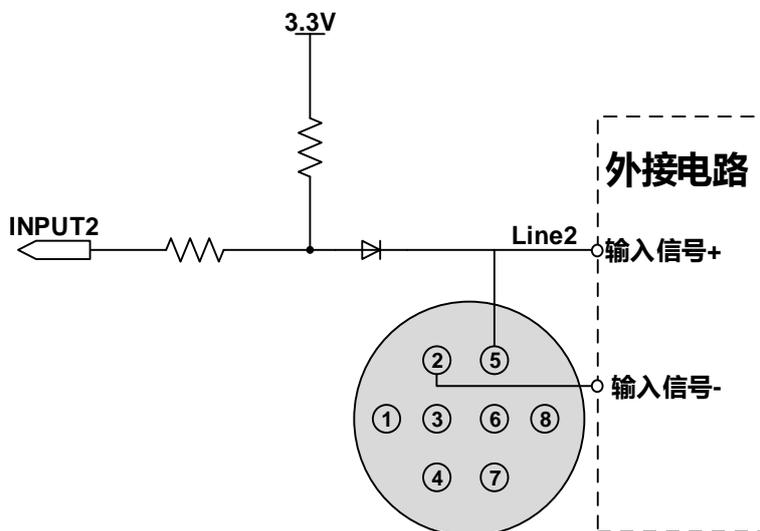


图 7-6 Line2 配置为输入引脚时相机内部等效电路



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

- 逻辑 0 的输入电压：0V~+0.6V（Line2/3 端电压）
- 逻辑 1 的输入电压：+1.9V~+24V（Line2/3 端电压）

- 输入电压在 0.6V~1.9V 之间为不确定状态，输入信号应避免进入这一电压区间

Line2/3 输入高电平时，输入电流小于 100uA；Line2/3 输入低电平时，输入电流小于-1mA。

Line2 和 Line3 输入电路和 NPN 型、PNP 型光电传感器的连接方法见图 7-7 和图 7-8。上拉电阻阻值和外接电源电压的关系见表 7-3。

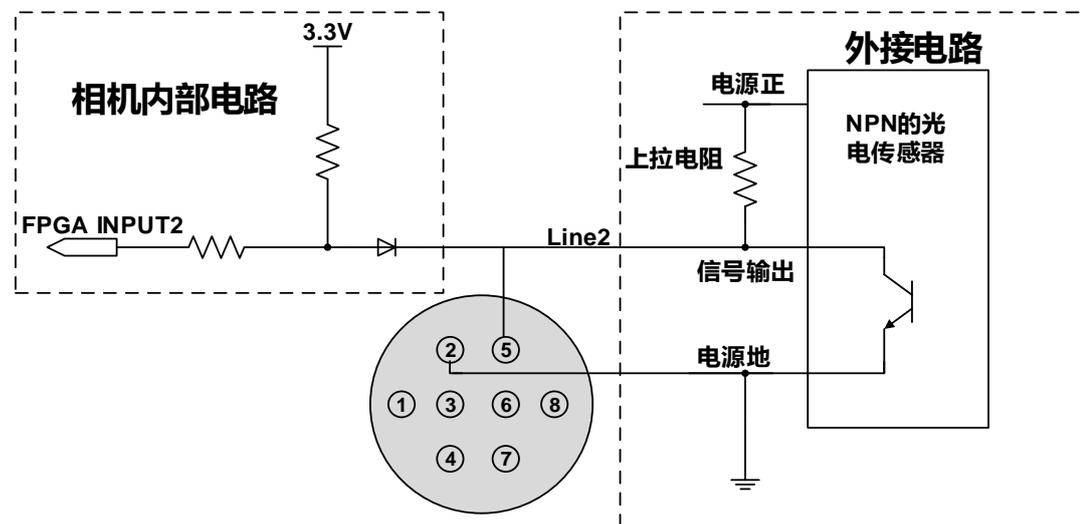


图 7-7 NPN 型光电传感器连接到 Line2 输入电路

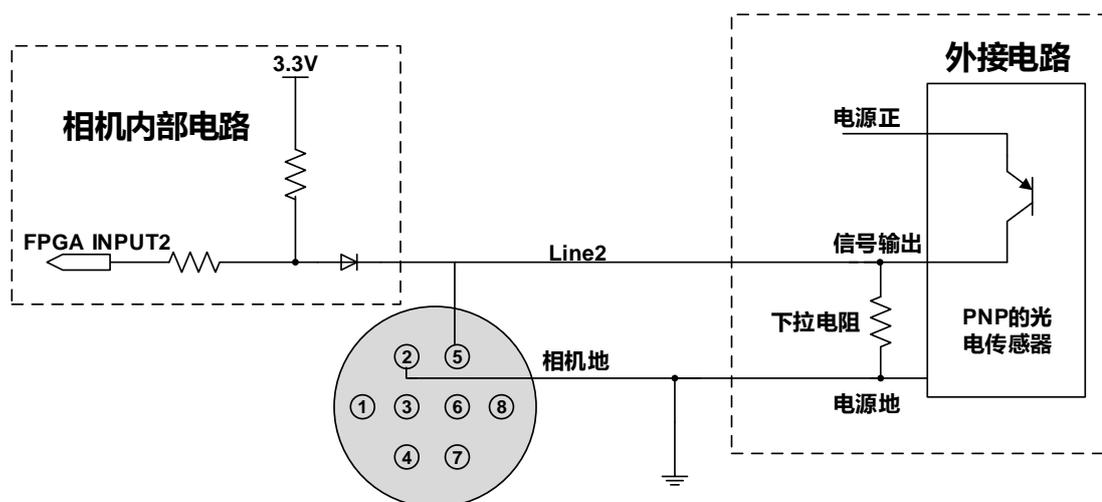


图 7-8 PNP 型光电传感器连接到 Line2 输入电路

- Line2/3 作为输入时，对应输出设备如果是共阳接法，其下拉电阻不要超过 1K，否则会导致 Line2/3 输入电压超过 0.6V，不能稳定识别为逻辑 0
- 输入上升沿延时： $<2\mu\text{s}$ （ $0^{\circ}\text{C}\sim 45^{\circ}\text{C}$ ），参数说明见图 7-2
- 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 7-2

7.3.3.2. Line2/3 配置成输出管脚

- 外接电压 EXVCC 范围为 5V~24V
- Line2/3 的最大输出电流为 25mA，输出阻抗 40 Ω

- 环境温度 25°C时典型应用环境下的输出电压和输出电流见表 7-7

外接电压 EXVCC	外接电阻 Rexternal	Line2/3 端电压 (V)	输出电流 (mA)
5V	1kΩ	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 Line2/3 端电压值和输出电流值

- 上升沿延时=tr+td : <20μs (0°C~45°C), 参数说明见图 7-4
- 下降沿延时=ts+tf : <20μs (0°C~45°C), 参数说明见图 7-4
- 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延时时间见表 7-8

参数	测试条件	值 (us)		
存储时间 ts	外接电源 5V , 上拉电阻 1kΩ	0.17	~	0.18
延时时间 td		0.08	~	0.09
上升时间 tr		0.11	~	0.16
下降时间 tf		1.82	~	1.94
上升沿延时=tr+td		0.19	~	0.26
下降沿延时=tf+ts		1.97	~	2.09

表 7-8 典型应用环境下 GPIO 配置成输出管脚时的延时时间

- Line2/3 配置为输出引脚时, 相机内部等效电路如图 7-9, 以 Line2 为例

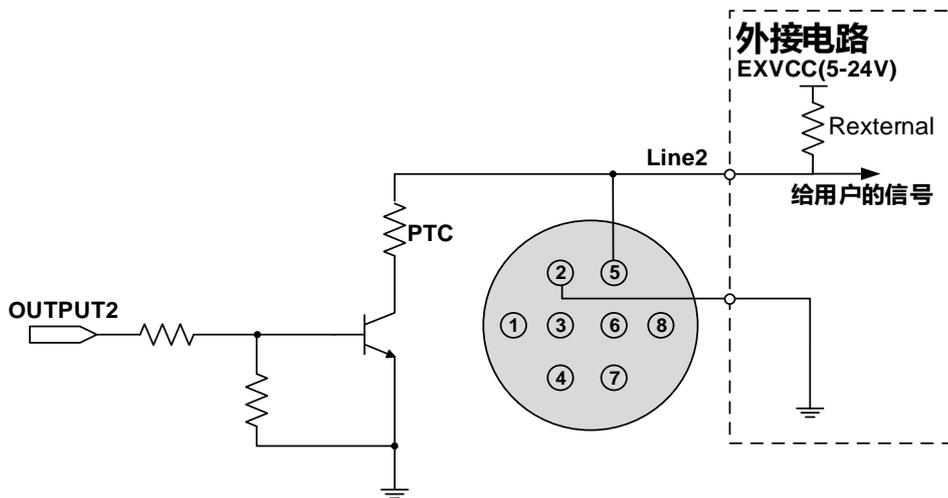


图 7-9 Line2 配置为输出引脚时相机内部等效电路

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

MER-U3 系列相机提供 3 路输入信号，分别是 Line0、Line2、Line3。其中 Line0 为单向光耦输入 IO，Line2、Line3 为可配置方向的 IO。

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

2) 触发滤波

为了抑制外触发的干扰信号，MER-U3 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]us，步长 1us。

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

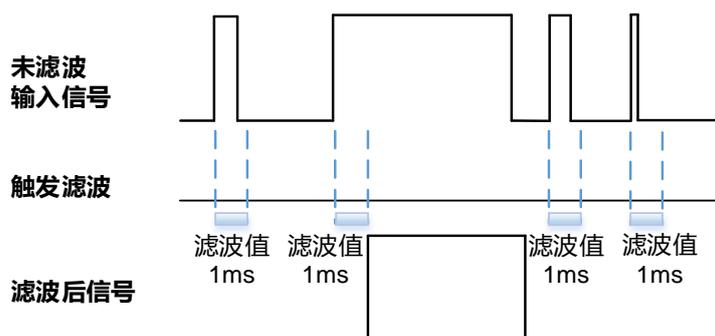


图 8-1 输入信号滤波示意图

3) 触发延迟

MER-U3 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]us，步长 1us。

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。

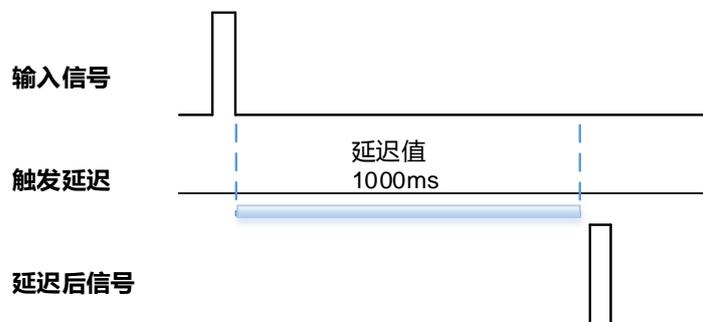


图 8-2 触发延迟示意图

4) 设置输入引脚反向

MER-U3 系列相机具有输入引脚电平可配置功能。用户可以通过设置“引脚电平反转”选择输入电平是否反向。

MER-U3 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。

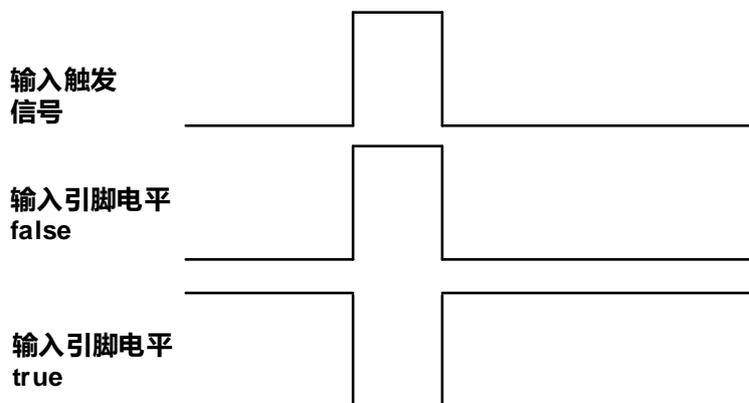


图 8-3 设置输入引脚反向

8.1.2. 配置输出引脚

1) 选择引脚为输出信号源

MER-U3 系列相机提供 3 路输出信号，分别是 Line1、Line2、Line3。其中 Line1 为单向光耦输出 IO，Line2、Line3 为可配置方向的 IO。

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

相机 3 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。

相机上电默认输出源为 UserOutput0。

2) 设置输出引脚用户状态

MER-U3 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 IO 配置与连接，MER-U3 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 8-4 所示。

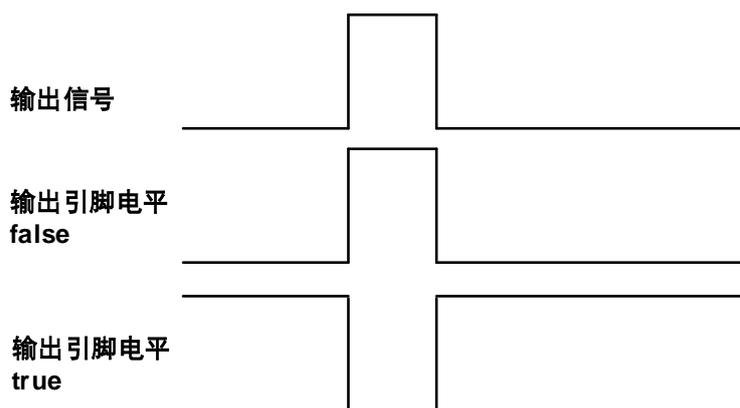


图 8-4 设置输出引脚反向

8.1.3. 读取引脚状态

1) 读取单独引脚电平

MER-U3 系列相机可以获取引脚信号状态。Line0、Line1 上电默认引脚状态为 false，Line2、Line3 上电默认引脚状态为 true。

2) 读取所有引脚电平

MER-U3 系列相机可以获取所有引脚信号的当前状态。包括两方面，一方面，信号状态是外部 IO 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 IO 电平。

MER-U3 系列相机所有引脚电平状态位如表 8-1 所示，极性默认不翻转，上电默认值为 0xC。

Line3	Line2	Line1	Line0
1	1	0	0

表 8-1 相机引脚状态位

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 MER-U3 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 8-5、图 8-6 所示。

- 连续采集

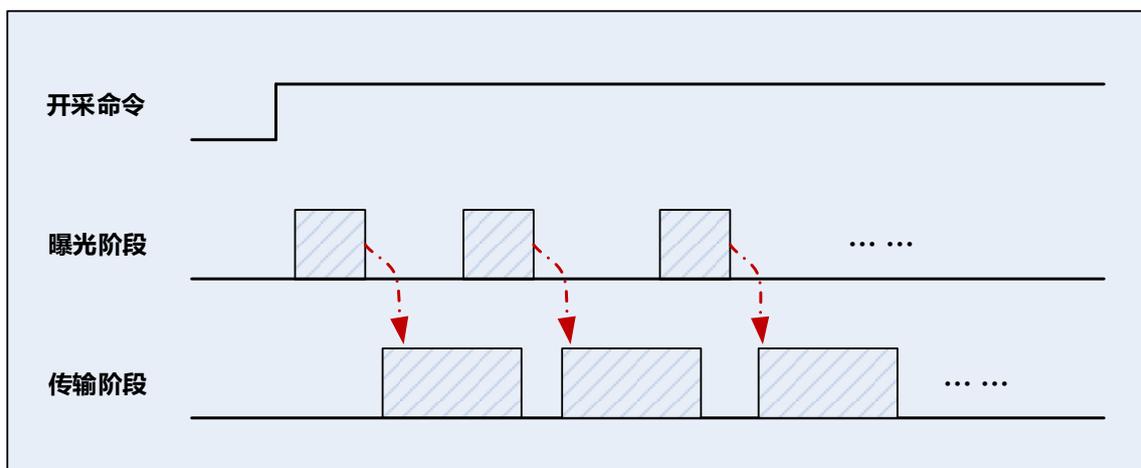


图 8-5 连续采集时序图

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

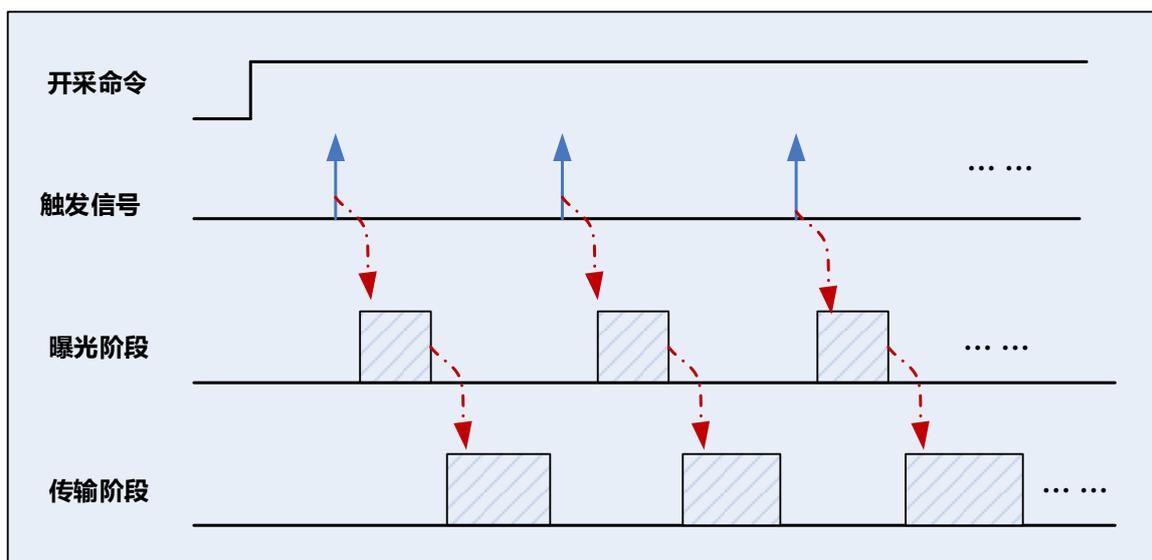


图 8-6 触发采集时序图

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 MER-U3 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 8-7 和图 8-8 所示。

- 传输过程中停采

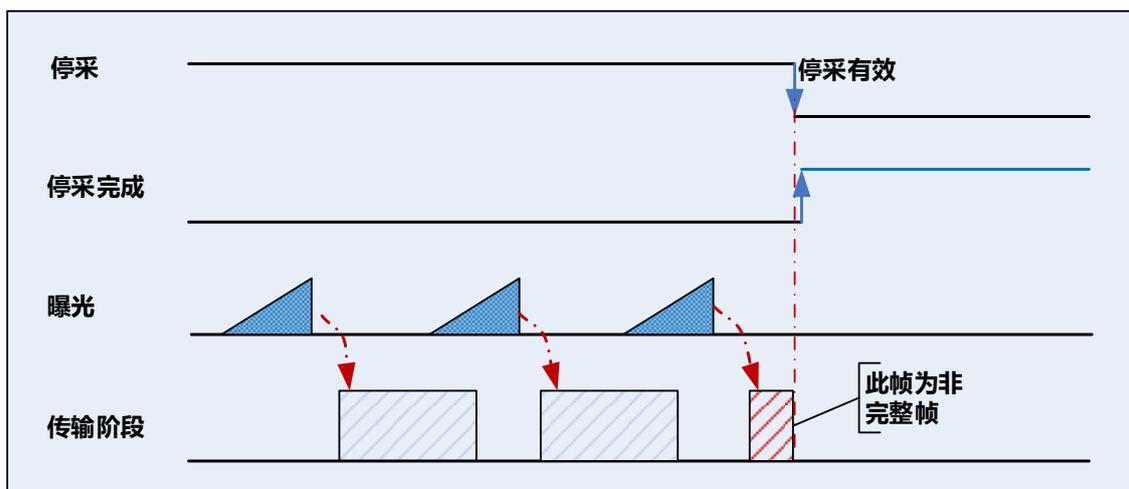


图 8-7 传输过程中停采时序图

如图 8-7，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

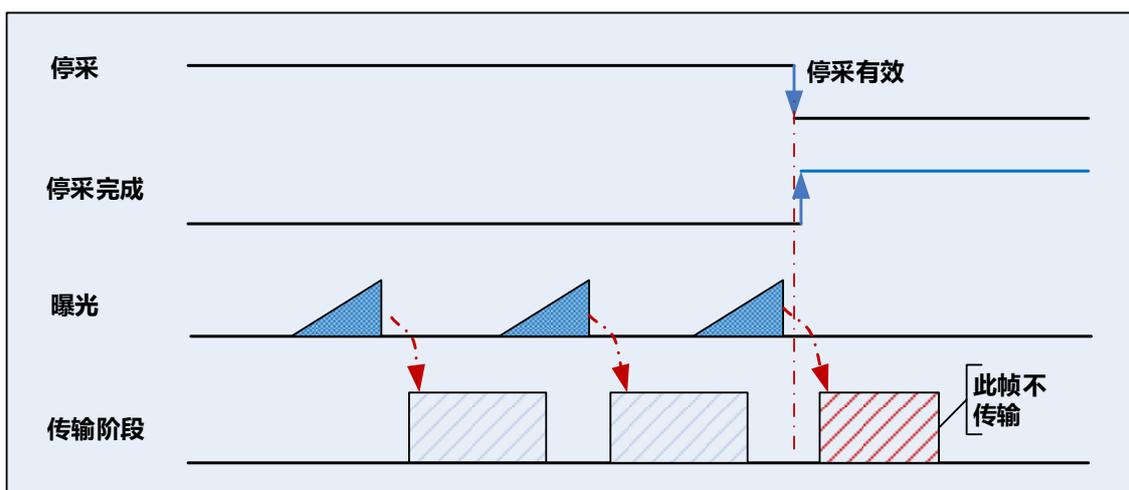


图 8-8 传输等待时停采时序图

如图 8-8，MER-U3 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. ROI 输出模式

MER-134-93U3M/C 支持多 ROI 输出模式，其他相机不支持多 ROI 模式，只支持单 ROI 模式。多 ROI 模式是指一次曝光输出多帧图像，如图 8-9 所示。单 ROI 是指一次曝光只输出一帧图像，如图 8-10 所示。

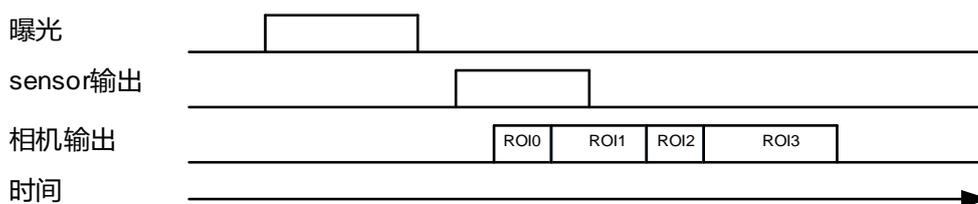


图 8-9 多 ROI 模式下 4ROI 输出示意图

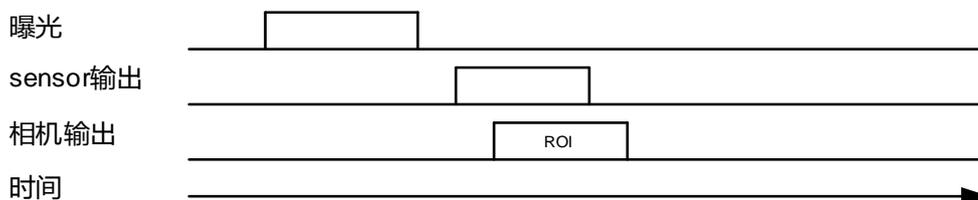


图 8-10 单 ROI 模式输出示意图

在单 ROI 模式下，相机的图像传感器只输出设置的 ROI 参数对应区域的图像。

在多 ROI 模式下，相机会对设置的多个 ROI 参数进行计算，算出等效的 ROI 参数，图像传感器会输出等效 ROI 参数对应区域的图像。

● 等效 ROI 参数的计算方法

等效宽度：等效宽度为包含所有 ROI 在水平方向投影的最小值。

等效高度：等效高度为所有 ROI 在垂直方向上投影的和。

如图 8-11 所示，等效宽度为 width，等效高度为 height1、height2、height3 之和。

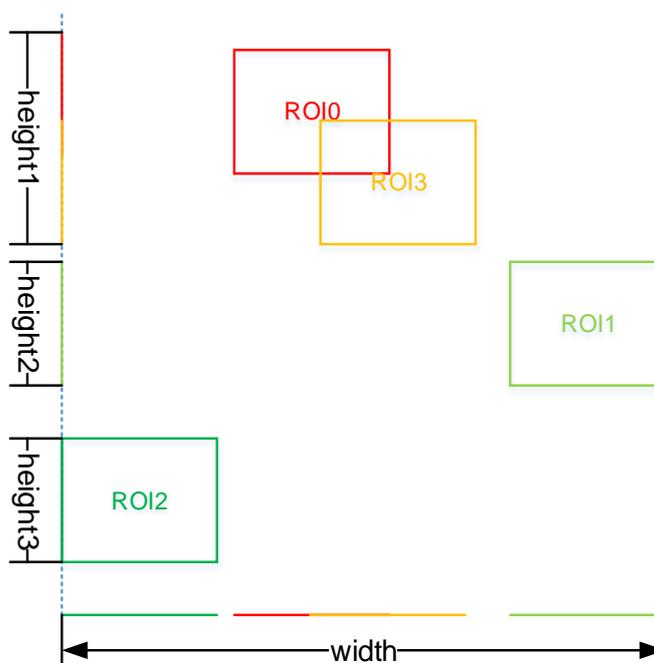


图 8-11 等效宽度和等效高度计算示意图

支持多 ROI 输出模式的相机可在多 ROI 模式和单 ROI 模式自由切换，切换时必须处于停止采集状态。

8.2.2.1. 单 ROI 模式及其配置

在应用程序中，如果用户想要使用单 ROI 模式，只需在“图像格式控制”选项中，“ROI 输出模式”选择“SingleROISendMode”即可，相机上电之后默认工作在单 ROI 模式。

在单 ROI 模式下，只能设置 Region0。用户想要改变 Region0 的参数，只需在图像格式选项中，“区域选择”下拉式菜单中选择“Region0”，再更改图像高度、图像宽度、水平偏移和垂直偏移即可。

8.2.2.2. 多 ROI 模式及其配置

在应用程序中，如果用户想要使用多 ROI 模式，只需在“图像格式控制”选项中，“ROI 输出模式”选择“MultiROISendMode”即可。

在多 ROI 模式下，MER-134-93U3M/C 相机最大支持 4 个 ROI，Region0，Region1，Region2，Region3，即一次曝光最多可以输出 4 帧图像。4 个 ROI 的高度，宽度、水平偏移和垂直偏移可以任意设置。

● Region0 的设置

Region0 不可关闭。用户想要改变 Region0 的参数，只需在图像格式选项中，“区域选择”下拉式菜单中选择“Region0”，再更改图像高度、图像宽度、水平偏移和垂直偏移即可。

● Region1 的设置

Region1 可以设置为打开或者关闭。如果用户想要关闭 Region1，只需在图像格式选项中，“区域选择”下拉式列表中选择“Region1”，“区域开关”下拉式列表中选择“Off”。在 Region1 关闭的情况下，设置图像高度、图像宽度、水平偏移和垂直偏移不会产生任何作用。

如果用户想要打开 Region1，只需在图像格式选项中，“区域选择”下拉式列表中选择“Region1”，“区域开关”下拉式列表中选择“On”。在 Region1 打开的情况下，设置图像高度、图像宽度、水平偏移和垂直偏移会使相机输出对应区域的图像。

● Region2 的设置

Region2 可以设置为打开或者关闭。如果用户想要关闭 Region2，只需在图像格式选项中，“区域选择”下拉式列表中选择“Region1”，“区域开关”下拉式列表中选择“Off”。在 Region2 关闭的情况下，设置图像高度、图像宽度、水平偏移和垂直偏移不会产生任何作用。

如果用户想要打开 Region2，只需在图像格式选项中，“区域选择”下拉式列表中选择“Region2”，“区域开关”下拉式列表中选择“On”。在 Region2 打开的情况下，设置图像高度、图像宽度、水平偏移和垂直偏移会使相机输出对应区域的图像。

● Region3 的设置

Region3 可以设置为打开或者关闭。如果用户想要关闭 Region3，只需在图像格式选项中，“区域选择”下拉式列表中选择“Region3”，“区域开关”下拉式列表中选择“Off”。在 Region3 关闭的情况下，设置图像高度、图像宽度、水平偏移和垂直偏移不会产生任何作用。

如果用户想要打开 Region3，只需在图像格式选项中，“区域选择”下拉式列表中选择“Region3”，“区域开关”下拉式列表中选择“On”。在 Region3 打开的情况下，设置图像高度、图像宽度、水平偏移和垂直偏移会使相机输出对应区域的图像。

8.2.3. 采集模式切换

MER-U3 相机的采集模式分为连续模式和触发模式。流采集过程中，用户可以不需要停采相机操作，就可以完成对相机的模式切换。

MER-U3 相机在用户切换采集模式时，图像传输处于不同的阶段，处理方式如下：

● 传输时切换采集模式

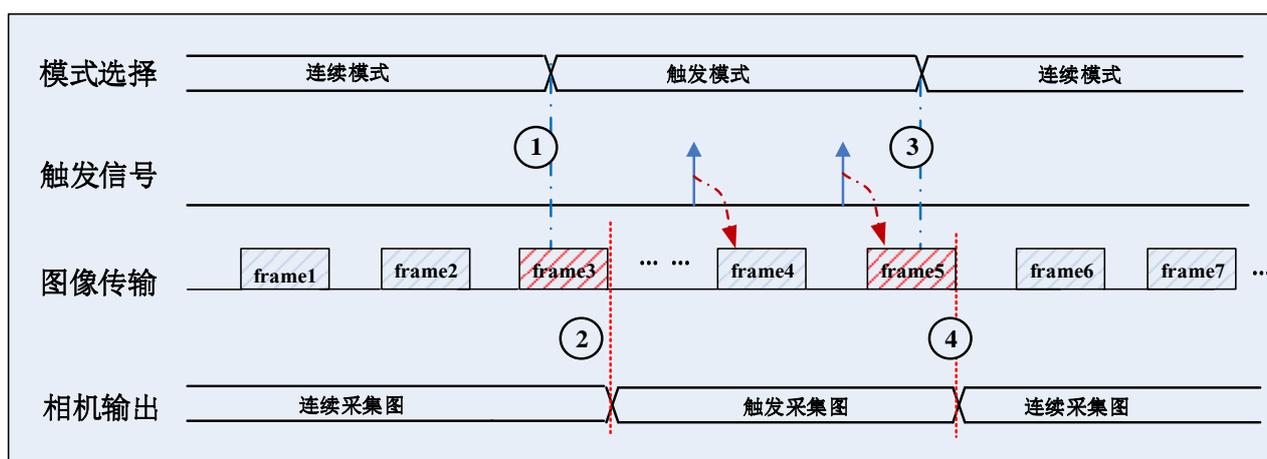


图 8-12 传输时切换采集模式

如图 8-12，相机开始采集后，为连续模式。

在时间点 1，用户切换 MER-U3 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），才会发送触发图像数据流。

由触发切换到连续模式时，如图 8-12 的 3 和 4 时间点，采取同样的处理方式。

● 传输等待时切换采集模式

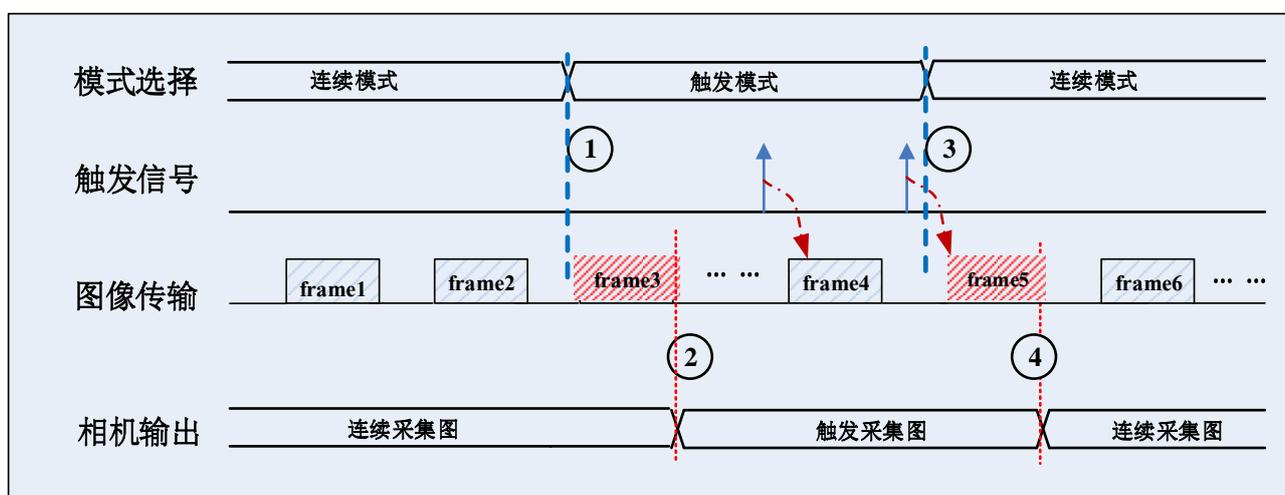


图 8-13 传输等待时切换采集模式

如图 8-13，相机开始采集后，为连续模式。

在时间点 1，用户对 MER-U3 相机由连续模式切换到触发模式，相机处于传输等待阶段。MER-U3 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 8-13 的 3 和 4 时间点，采取同样的处理方式。



在连续模式切换到触发模式时，从切换开始 100ms 之内的这段时间，触发信号是被屏蔽的。使用相机时，请确保在连续模式切换到触发模式 100ms 之后，再发送触发信号。此项只针对 MER-1520-13U3C、MER-1070-14U3M/C 和 MER-1810-21U3C，其他型号的相机无此要求。

8.2.4. 连续采集及其配置

● 连续采集配置

MER-U3 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”，就可以了。MER-U3 相机的默认工作方式为连续采集。

打开 MER-U3 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

MER-U3 相机在连续模式下采集图像时，根据参数设置值输出图像。



设置 ROI 尺寸，带宽限制，曝光时间，也有可能影响连续采集的的帧率。

8.2.5. 软触发采集及其配置

● 软触发使用配置

MER-U3 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 USB3.0 总线发送命令触发相机采集和传输图像。

● 软触发使用特性

MER-U3 相机切换到软触发模式后，相机在接收到用户发送的软触发命令之后开始采集图像。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。

8.2.6. 外触发采集及其配置

● 外触发使用配置

MER-U3 相机支持外触发采集功能。在应用程序中，如果用户想要使用外触发采集功能，需要在“采集控制”选项中，“触发模式”选择“On”，“触发源”选择“Line0”，“Line2”，“Line3”中的一个。同时根据触发源的选择项，在相机的航插接口中，完成好外触发的物理连接。

MER-U3 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

MER-U3 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，MER-U3 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。



注意：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 us，下降沿延时十几个到几十个 us，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 20-40us）；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 20-40us）。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。

从外触发信号到 sensor 开始曝光的时间各个相机稍有差异。各款相机触发信号有效到曝光开始的间隔为：

相机型号	GPIO 延时	光耦延时
MER-031-860U3M/C	非交叠/交叠：4us	非交叠/交叠：8-12us
MER-031-860U3M NIR	非交叠/交叠：4us	非交叠/交叠：8-12us
MER-041-436U3M/C	非交叠：0.16us 交叠：(0.16~4.08) us	非交叠：4.16~8.16us 交叠：(4.16~12.08) us
MER-050-560U3M/C	非交叠/交叠：4us	非交叠/交叠：8-12us
MER-050-560U3M NIR	非交叠/交叠：4us	非交叠/交叠：8-12us
MER-051-120U3M/C	非交叠：4us 交叠：16.3-29.4us	非交叠：8-12us 交叠：20.3-37.4us
MER-131-210U3M/C	非交叠：4us	非交叠：8-12us

	交叠：25-32us	交叠：30-40us
MER-131-210U3M NIR	非交叠：4us 交叠：25-32us	非交叠：8-12us 交叠：30-40us
MER-132-43U3M/C	非交叠：0.55us 交叠：(0.55~24.1) us	非交叠：4.55~8.55us 交叠：(4.55~32.1) us
MER-133-54U3M/C	183us	187us~191us
MER-134-93U3M/C	非交叠：4us 交叠：27.6-37.9us	非交叠：8-12us 交叠：31.6-45.9us
MER-160-227U3M/C	非交叠：0.16us 交叠：(0.16~8) us	非交叠：4.16~8.16us 交叠：(4.16~16) us
MER-230-168U3M/C	非交叠：0.16us 交叠：(0.16~9.76) us	非交叠：4.16~8.16us 交叠：(4.16~17.76) us
MER-231-41U3M/C	非交叠：0.16us 交叠：(0.16~20) us	非交叠：4.16~8.16us 交叠：(4.16~28) us
MER-301-125U3M/C	非交叠：0.16us 交叠：(0.16~10.29) us	非交叠：4.16~8.16us 交叠：(4.16~18.29) us
MER-302-56U3M/C	非交叠：0.16us 交叠：(0.16~11.44) us	非交叠：4.16~8.16us 交叠：(4.16~19.44) us
MER-500-14U3M/C	非交叠：292us 交叠：292±36us	非交叠：296-300us 交叠：296-300±36us
MER-502-79U3M/C	非交叠：0.16us 交叠：(0.16~12.27) us	非交叠：4.16~8.16us 交叠：(4.16~20.27) us
MER-502-79U3M POL	非交叠：0.16us 交叠：(0.16~12.27) us	非交叠：4.16~8.16us 交叠：(4.16~20.27) us
MER-503-36U3M/C	非交叠：0.16us 交叠：(0.16~13.44) us	非交叠：4.16~8.16us 交叠：(4.16~21.44) us
MER-630-60U3M/C	BayerRG8/Mono8：2357us BayerRG10/Mono10：2707us	BayerRG8/Mono8：2361-2365us BayerRG10/Mono10：2711-2715us
MER-1070-14U3M/C	约 5250±25us	5254-5258±25us
MER-1220-32U3M/C	BayerRG8/Mono8：650us BayerRG12/Mono12：1260us	BayerRG8/Mono8：654-658us BayerRG12/Mono12：1264-1268us
MER-1520-13U3C	约 5800±150us	约 5804-5808±150us
MER-1810-21U3C	BayerGR8：2.7ms BayerGR12：3.3ms	BayerGR8：2.7ms BayerGR12：3.3ms
MER-2000-19U3M/C	BayerRG8/Mono8：800us BayerRG12/Mono12：1550us	BayerRG8/Mono8：804-808us BayerRG12/Mono12：1554-1558us

表 8-2 MER-U3 系列相机的时间间隔

8.2.7. 设置曝光

- **全局曝光模式 (global shutter)**

MER-U3 相机 (MER-031-860U3M/C(-L)、MER-031-860U3M(-L) NIR、MER-041-436U3M/C(-L)、MER-050-560U3M/C(-L)、MER-050-560U3M(-L) NIR、MER-051-120U3M/C(-L)、MER-131-210U3M/C(-L)、MER-131-210U3M(-L) NIR、MER-132-43U3M/C(-L)、MER-133-54U3M/C(-L)、MER-134-93U3M/C(-L)、MER-160-227U3M/C(-L)、MER-230-168U3M/C(-L)、MER-231-41U3M/C(-L)、MER-301-125U3M/C(-L)、MER-302-56U3M/C(-L)、MER-502-79U3M/C(-L)、MER-502-79U3M(-L) POL、MER-503-36U3M/C(-L)) 使用全局曝光 sensor。全局曝光 sensor 实现如图 8-14 所示，Sensor 的所有行同时开始曝光，并同时结束曝光，在曝光结束后，Sensor 将所有电子从感光区转到存储区，之后逐行的读出像素数据。

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

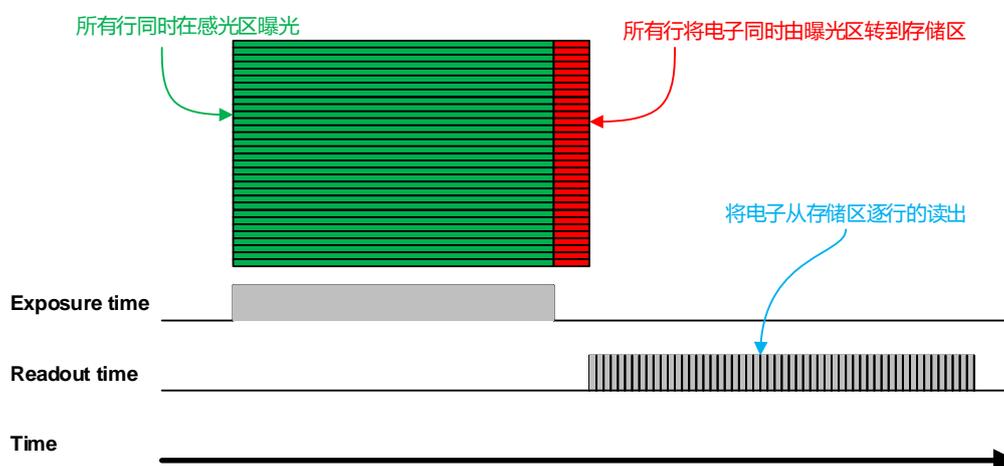


图 8-14 全局曝光模式

- **逐行曝光模式 (Electronic rolling shutter)**

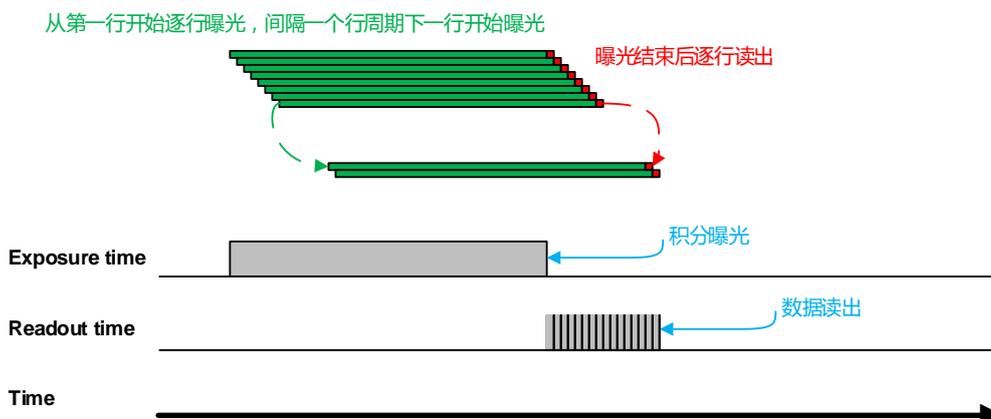


图 8-15 逐行曝光模式

MER-500-14U3M/C(-L)、MER-630-60U3M/C(-L)、MER-1070-14U3M/C(-L)、MER-1220-32U3M/C(-L)、MER-1520-13U3C、MER-1810-21U3C、MER-2000-19U3M/C(-L)使用逐行曝光 sensor。逐行曝光 sensor

实现如图 8-15 逐行曝光模式 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。

- **设置曝光时间**

MER-U3 相机支持曝光时间可设，步长 1us，各款相机曝光范围见下表。

相机型号	曝光模式	曝光范围 (us)	步长 (us)
MER-031-860U3M/C(-L)	全局曝光	20-1000000	1
MER-031-860U3M(-L) NIR	全局曝光	20-1000000	1
MER-041-436U3M/C(-L)	全局曝光	20-1000000	1
MER-050-560U3M/C(-L)	全局曝光	20-1000000	1
MER-050-560U3M(-L) NIR	全局曝光	20-1000000	1
MER-051-120U3M/C(-L)	全局曝光	5-1000000	1
MER-131-210U3M/C(-L)	全局曝光	20-1000000	1
MER-131-210U3M(-L) NIR	全局曝光	20-1000000	1
MER-132-43U3M/C(-L)	全局曝光	20-1000000	1
MER-133-54U3M/C(-L)	全局曝光	20-1000000	1
MER-134-93U3M/C(-L)	全局曝光	5-1000000	1
MER-160-227U3M/C(-L)	全局曝光	20-1000000	1
MER-230-168U3M/C(-L)	全局曝光	20-1000000	1
MER-231-41U3M/C(-L)	全局曝光	20-1000000	1
MER-301-125U3M/C(-L)	全局曝光	20-1000000	1
MER-302-56U3M/C(-L)	全局曝光	20-1000000	1
MER-500-14U3M/C(-L)	逐行曝光	36-1000000	1
MER-502-79U3M/C(-L)	全局曝光	20-1000000	1
MER-502-79U3M(-L) POL	全局曝光	20-1000000	1
MER-503-36U3M/C(-L)	全局曝光	20-1000000	1
MER-630-60U3M/C(-L)	逐行曝光	8-1000000	1
MER-1070-14U3M/C(-L)	逐行曝光	24-1000000	1
MER-1220-32U3M/C(-L)	逐行曝光	10-1000000	1

MER-1520-13U3C(-L)	逐行曝光	22-1000000	1
MER-1810-21U3C(-L)	逐行曝光	20-1000000	1
MER-2000-19U3M/C(-L)	逐行曝光	12-1000000	1

表 8-3 MER-U3 相机曝光范围

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）。

MER-U3 相机支持自动曝光，设置为自动曝光后，相机会根据外部光源的变化自动调节曝光时间，详细见 8.3.4 节。

8.2.8. 交叠曝光和非交叠曝光

MER-U3 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。

MER-U3 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 8-16 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

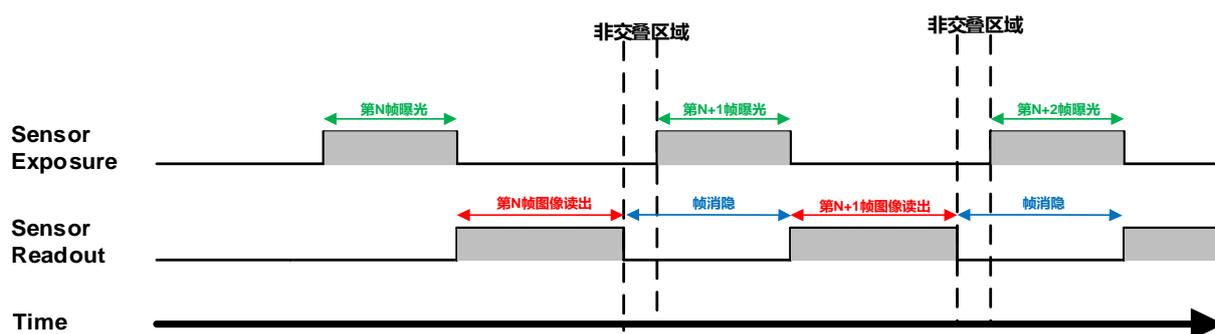


图 8-16 非交叠曝光模式下曝光时序图

● 触发采集模式

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 8-17 所示。

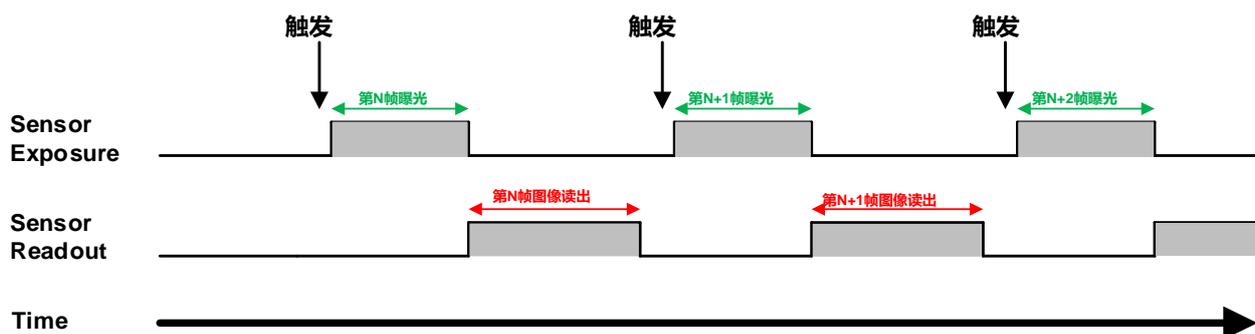


图 8-17 非交叠曝光模式下触发采集曝光时序图

● 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 8-18 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:

交叠曝光帧周期 \leq 曝光时间 + 读出时间

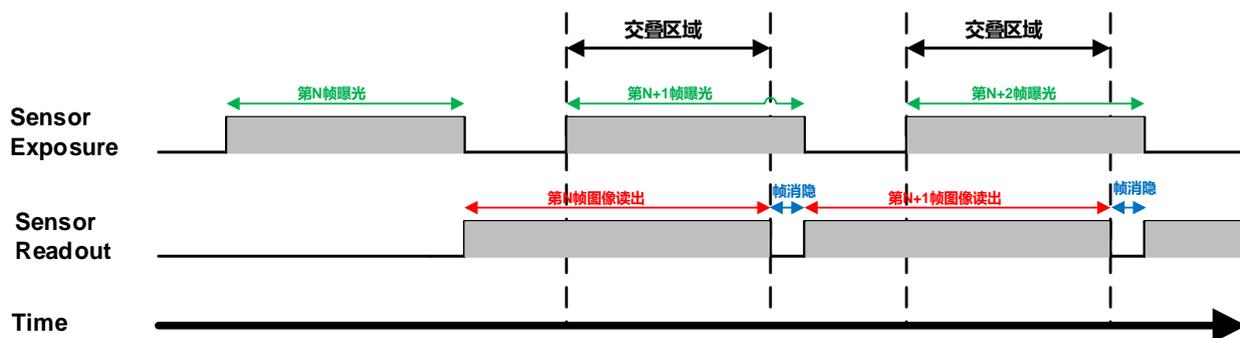


图 8-18 交叠曝光模式下曝光时序图

● 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 8-18 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 8-19 所示。

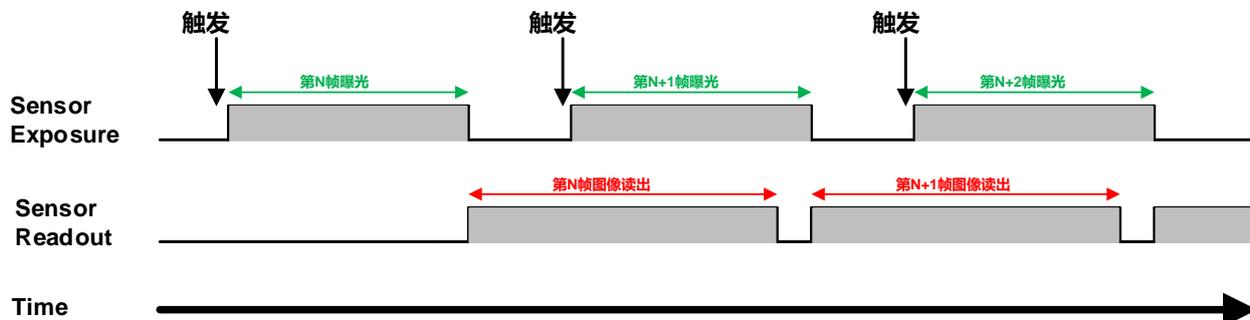


图 8-19 交叠曝光模式下触发采集曝光时序图

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。



注意： MER-133-54U3M/C(-L)、MER-630-60U3M/C(-L)、MER-1070-14U3M/C(-L)、MER-1220-32U3M/C(-L)、MER-1520-13U3C、MER-1810-21U3C、MER-2000-19U3M/C(-L)相机，触发模式下，只支持非交叠曝光。触发信号间隔小于帧周期时，部分触发信号会被屏蔽。

8.2.9. 闪光灯

闪光灯是调整图像亮度的方法之一，全局曝光相机和逐行曝光相机选用闪光灯时有较大不同，尤其是闪光灯控制上。

全局曝光相机因其所有行同时曝光，在补光时比较简单，可以理解为闪光灯信号宽度等于曝光时间，闪光灯只要在相机曝光期间点亮就可以得到上下亮度一致的图像（MER-031-860U3M/C、MER-031-860U3M NIR、MER-041-436U3M/C、MER-050-560U3M/C、MER-050-560U3M NIR、MER-051-120U3M/C、MER-131-210U3M/C、MER-131-210U3M NIR、MER-132-43U3M/C、MER-133-54U3M/C、MER-134-93U3M/C、MER-160-227U3M/C、MER-230-168U3M/C、MER-231-41U3M/C、MER-301-125U3M/C、MER-302-56U3M/C、MER-502-79U3M/C、MER-502-79U3M POL、MER-503-36U3M/C 支持全局曝光）。闪光灯信号宽度可由以下公式得出：

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

下图标识了全局曝光产品曝光的时刻。

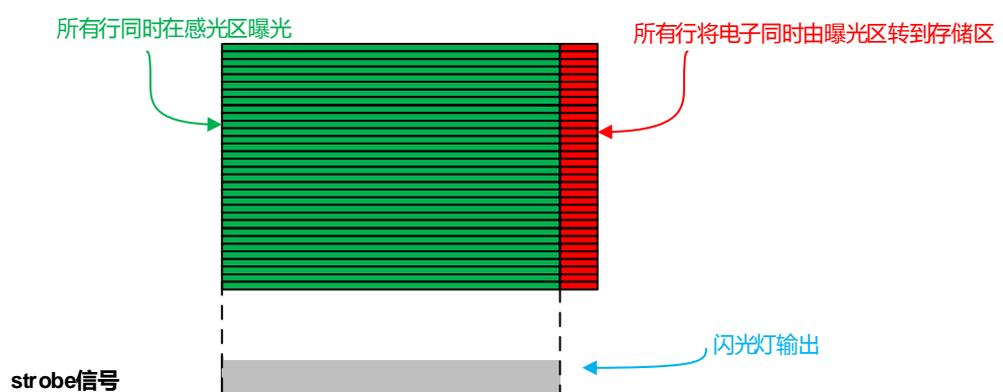


图 8-20 全局曝光模式下闪光灯宽度与曝光时间的关系

逐行曝光相机因其曝光不同时，补光方法也较复杂，闪光灯只有在所有行同时曝光期间点亮，且保证其他时间 sensor 没有光子进入，才可以得到上下亮度一致的图像。如果点亮偏早，上面的图像会偏亮；如果熄灭延迟，下面的图像会偏亮。闪光灯信号宽度可由以下公式得出：

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

下图标识了 MER-500-14U3M/C 逐行曝光产生 strobe 信号的时刻。

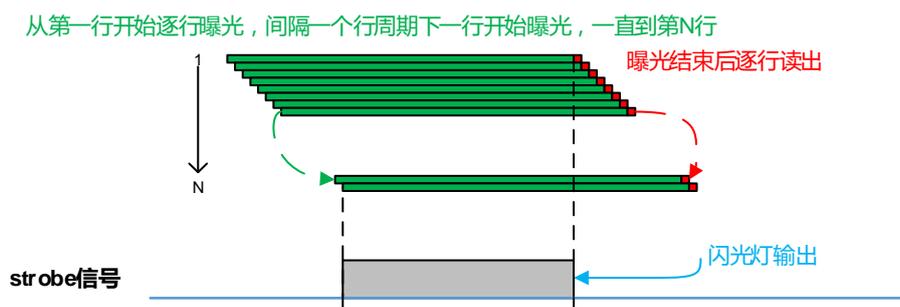


图 8-21 逐行曝光模式下闪光灯宽度与曝光时间的关系

MER-500-14U3M/C 相机在所有行同时曝光时输出闪光灯信号，在其他阶段不输出闪光灯信号。因此当曝光时间小于预置帧周期（约等于读出时间）时，没有闪光灯输出，也无法正常补光。下面举例说明：

最大窗口时，带宽限制关闭，设置曝光时间为 100ms，此时预置帧周期约为 71.5ms，则闪光灯信号宽度为 28.5ms，把曝光时间改为 70ms，则无闪光灯信号输出，因为此时没有所有行同时曝光的时刻。

8.3. 基本属性设置

8.3.1. 增益

MER-U3 系列相机可以调节模拟增益，模拟增益的可调范围如表 8-4 所示。

相机型号	调节范围	默认值/步长
MER-031-860U3M/C (-L)	0-16dB	0dB，步长 0.1dB
MER-031-860U3M(-L) NIR	0-16dB	0dB，步长 0.1dB
MER-041-436U3M/C(-L)	0-24dB	0dB，步长 0.1dB
MER-050-560U3M/C(-L)	0-16dB	0dB，步长 0.1dB
MER-050-560U3M(-L) NIR	0-16dB	0dB，步长 0.1dB
MER-051-120U3M/C(-L)	0-16dB	0dB，步长 0.1dB
MER-131-210U3M/C(-L)	0-16dB	0dB，步长 0.1dB
MER-131-210U3M(-L) NIR	0-16dB	0dB，步长 0.1dB
MER-132-43U3M/C(-L)	0-25dB	0dB，步长 0.1dB
MER-133-54U3M/C(-L)	0-31dB	0dB，步长 0.1dB
MER-134-93U3M/C(-L)	0-16dB	0dB，步长 0.1dB
MER-160-227U3M/C(-L)	0-24dB	0dB，步长 0.1dB
MER-230-168U3M/C(-L)	0-24dB	0dB，步长 0.1dB
MER-231-41U3M/C(-L)	0-24dB	0dB，步长 0.1dB
MER-301-125U3M/C(-L)	0-24dB	0dB，步长 0.1dB
MER-302-56U3M/C(-L)	0-24dB	0dB，步长 0.1dB

MER-500-14U3M/C(-L)	0-17dB	0dB, 步长 0.1dB
MER-502-79U3M/C(-L)	0-24dB	0dB, 步长 0.1dB
MER-502-79U3M(-L) POL	0-24dB	0dB, 步长 0.1dB
MER-503-36U3M/C(-L)	0-24dB	0dB, 步长 0.1dB
MER-630-60U3M/C(-L)	0-24dB	0dB, 步长 0.1dB
MER-1070-14U3M/C(-L)	0-25.9dB	0dB, 步长 0.1dB
MER-1220-32U3M/C(-L)	0-24dB	0dB, 步长 0.1dB
MER-1520-13U3C(-L)	0-22.5dB	0dB, 步长 0.1dB
MER-1810-21U3C(-L)	0-20dB	0dB, 步长 0.1dB
MER-2000-19U3M/C(-L)	0-24dB	0dB, 步长 0.1dB

表 8-4 MER-U3 系列相机模拟增益的调节范围

当增益改变时,相机的响应曲线会发生变化,如图 8-22 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。请注意,提高模拟增益或者数字增益都将会放大图像噪声。

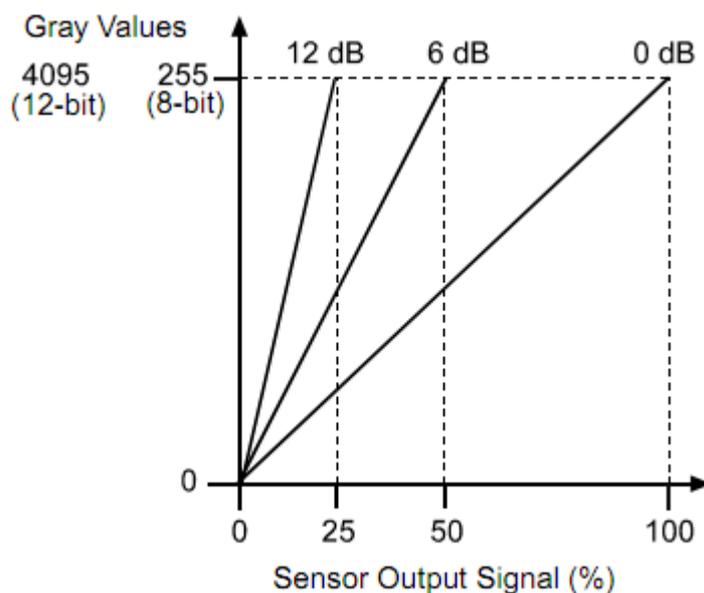


图 8-22 相机响应曲线

8.3.2. 像素格式

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

相机型号	像素格式
MER-031-860U3M/C (-L)	Mono8 , Mono10 , BayerRG8 , BayerRG10
MER-031-860U3M(-L) NIR	Mono8 , Mono10
MER-041-436U3M/C(-L)	Mono8 , Mono10 , BayerRG8 , BayerRG10
MER-050-560U3M/C(-L)	Mono8 , Mono10 , BayerRG8 , BayerRG10
MER-050-560U3M(-L) NIR	Mono8 , Mono10
MER-051-120U3M/C(-L)	Mono8 , Mono10 , BayerRG8 , BayerRG10
MER-131-210U3M/C(-L)	Mono8 , Mono10 , BayerRG8 , BayerRG10
MER-131-210U3M(-L) NIR	Mono8 , Mono10
MER-132-43U3M/C(-L)	Mono8 , Mono12 , BayerRG8 , BayerRG12
MER-133-54U3M/C(-L)	Mono8 , Mono10 , BayerRG8 , BayerRG10
MER-134-93U3M/C(-L)	Mono8 , Mono10 , BayerRG8 , BayerRG10
MER-160-227U3M/C(-L)	Mono8 , Mono10 , BayerRG8 , BayerRG10
MER-230-168U3M/C(-L)	Mono8 , Mono10 , BayerRG8 , BayerRG10
MER-231-41U3M/C(-L)	Mono8 , Mono10 , BayerRG8 , BayerRG10
MER-301-125U3M/C(-L)	Mono8 , Mono10 , BayerRG8 , BayerRG10
MER-302-56U3M/C(-L)	Mono8 , Mono10 , BayerRG8 , BayerRG10
MER-500-14U3M/C(-L)	Mono8 , Mono10 , BayerGR8 , BayerGR10
MER-502-79U3M/C(-L)	Mono8 , Mono10 , BayerRG8 , BayerRG10
MER-502-79U3M(-L) POL	Mono8 , Mono10
MER-503-36U3M/C(-L)	Mono8 , Mono10 , BayerRG8 , BayerRG10
MER-630-60U3M/C(-L)	Mono8 , Mono10 , BayerRG8 , BayerRG10
MER-1070-14U3M/C(-L)	Mono8 , Mono12 , BayerGR8 , BayerGR12
MER-1220-32U3M/C(-L)	Mono8 , Mono12 , BayerRG8 , BayerRG12
MER-1520-13U3C(-L)	BayerGR8 , BayerGR12
MER-1810-21U3C(-L)	BayerGR8 , BayerGR12
MER-2000-19U3M/C(-L)	Mono8 , Mono12 , BayerRG8 , BayerRG12

表 8-5 MER-U3 系列相机支持的像素格式

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

- **Mono8 格式**

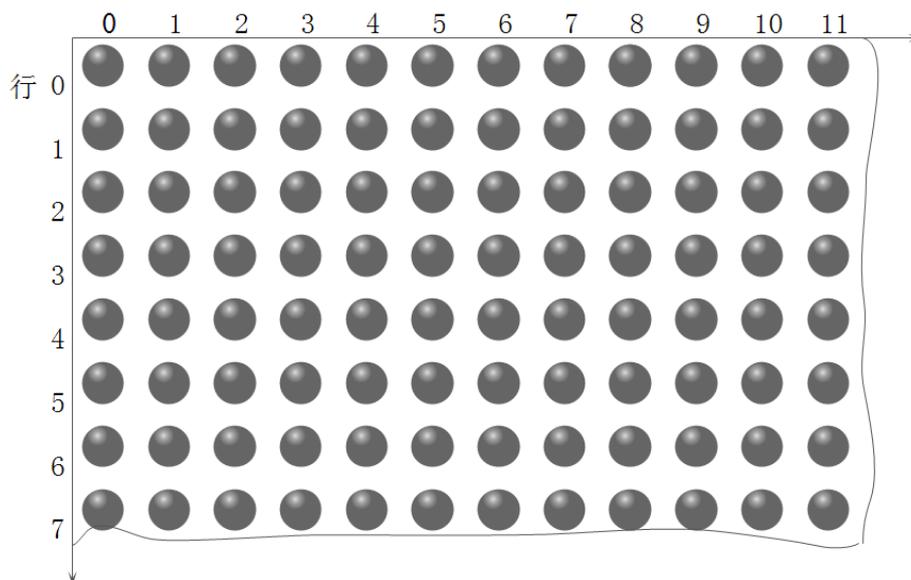


图 8-23 Mono8 的像素排列示意图

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

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

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

- **Mono12、Mono10 格式**

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

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

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

- **BayerGR8 格式**

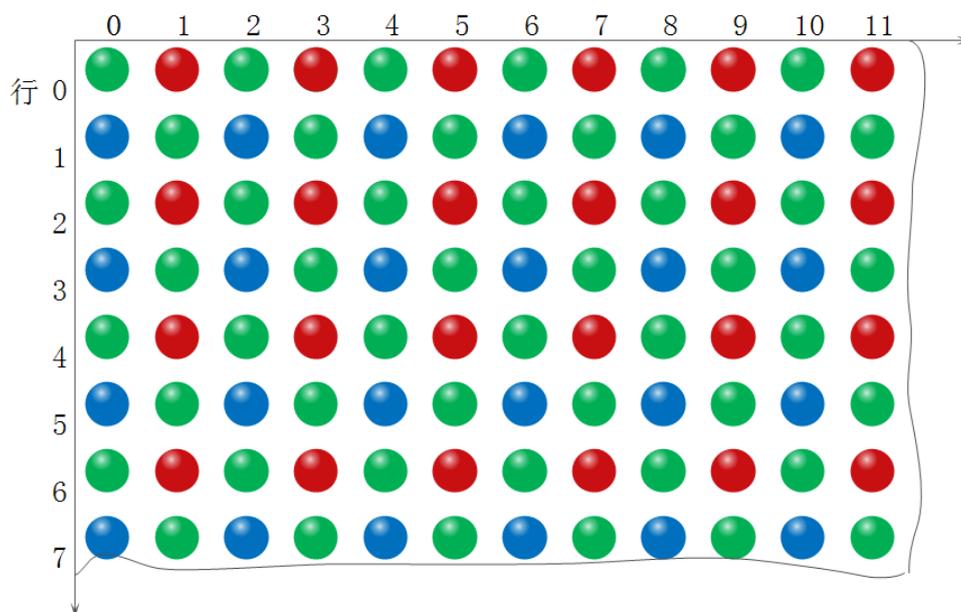


图 8-24 BayerGR8 的像素排列示意图

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

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

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



注意：当修改像素格式时，需要对设备进行停采操作。

8.3.3. ROI

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

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

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

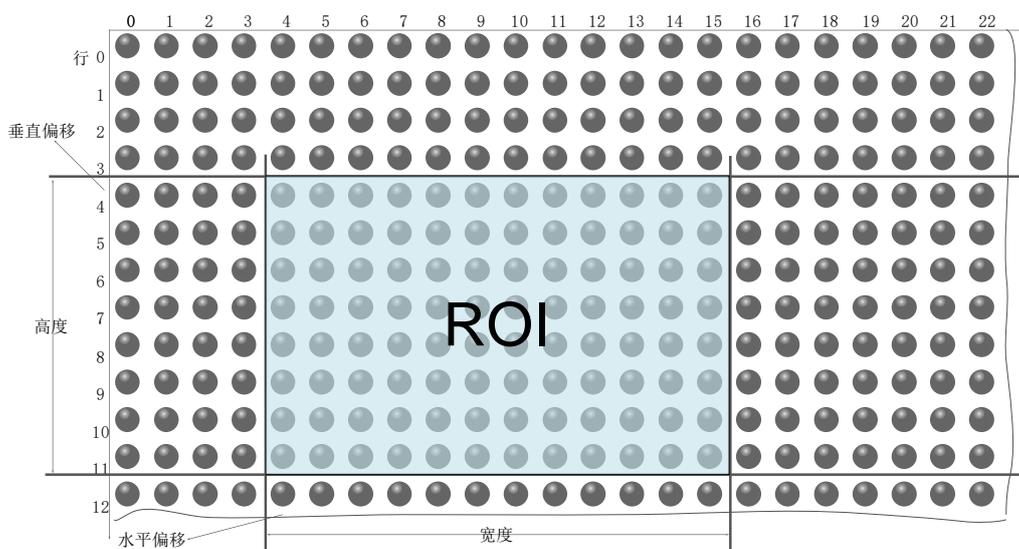


图 8-25 ROI 示意图

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。



注意：当进行 ROI 设置时，需要对设备进行停采操作。

8.3.4. 自动曝光和自动增益

8.3.4.1. 自动曝光自动增益 ROI 设置

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

ROI 通过如下方式定义：

AAROIOffsetX : X 轴方向偏移；

AAROIOffsetY : Y 轴方向偏移；

AAROIWidth : ROI 区域的宽；

AAROIHeight : ROI 区域的高 ;

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

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

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:

$$\text{AAROIOffsetX} = 100 ;$$

$$\text{AAROIOffsetY} = 50 ;$$

$$\text{AAROIWidth} = 640 ;$$

$$\text{AAROIHeight} = 480 ;$$

则, ROI 与图像的相对位置关系如图 8-26 所示。

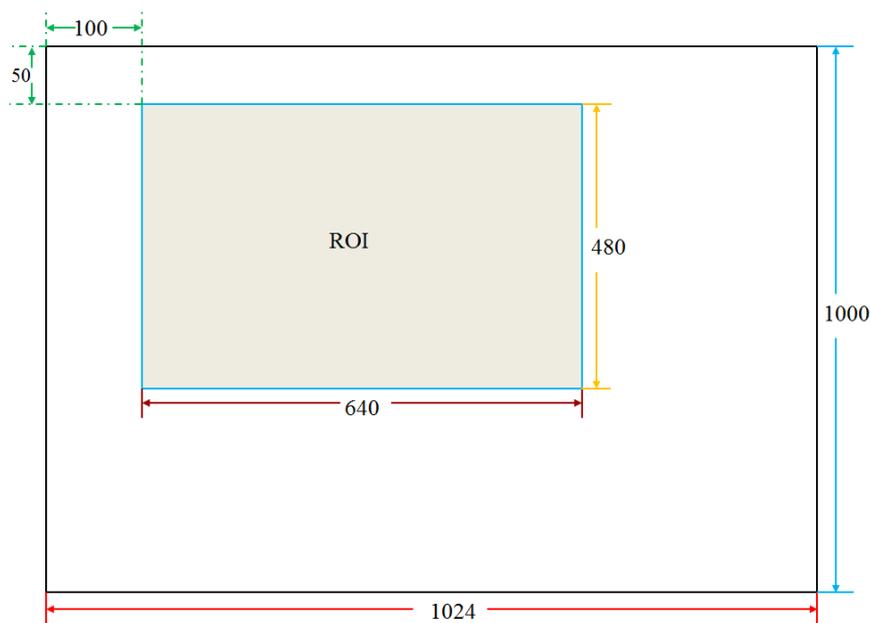


图 8-26 ROI 与当前图像位置关系示例

8.3.4.2. 自动增益

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

当采用“Once”模式时, 将 ROI 中数据调节至期望灰度值, 然后关闭自动增益功能; 当采用“Continuous”模式时, 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。

相机在设置的最小增益和最大增益范围内调节增益值。

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

8.3.4.3. 自动曝光

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

当采用“Once”模式时，将 ROI 中数据调节至期望灰度值，然后关闭自动曝光功能；当采用“Continuous”时，相机一直根据 ROI 中数据自动调节相机的曝光时间，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 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。

相机在设置的最小曝光和最大曝光范围内调节曝光值。

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

8.3.5. 自动白平衡

8.3.5.1. 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，可根据需要设置“白点”区域。其中，AWBROIWidth 可设置的最小值为 16，最大值为当前图像宽；AWBROIHeight 可设置的最小值为 16，最大值为当前图像高，它们均需满足条件 2。

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

AWBROIOffsetX = 100 ;

AWBROIOffsetY = 50 ;

AWBROIWidth = 640 ;

AWBROIHeight = 480 ;

则 ROI 与图像的相对位置关系如图 8-27 所示。

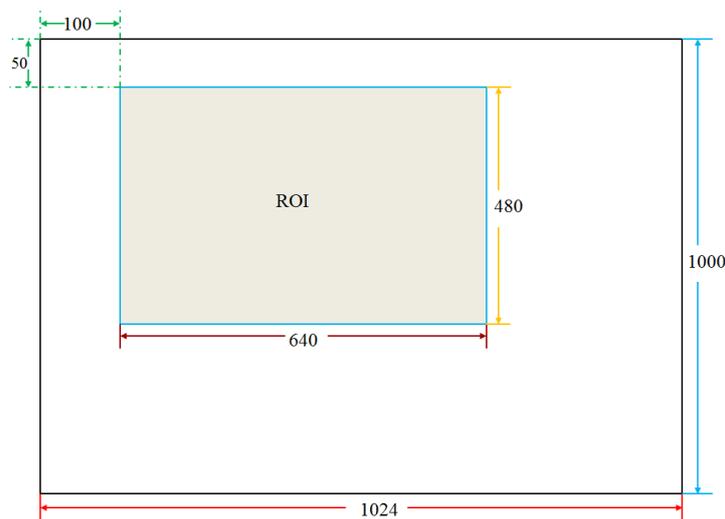


图 8-27 自动白平衡 ROI 与当前图像关系示意图

8.3.5.2. 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。

8.3.6. 测试图

MER-U3 相机支持三种测试图：灰度值渐变测试图，滚动斜条纹测试图和静止斜条纹测试图。当为 RAW10 采集时，测试图灰度值变化为：RAW8 的像素灰度值乘以 4 后，作为 RAW10 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。截取某一帧截图如图 8-28 所示。



图 8-28 灰度渐变测试图

- **滚动斜条纹测试图**

滚动斜条纹测试图中，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。

滚动斜条纹测试图中，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 8-29 所示。

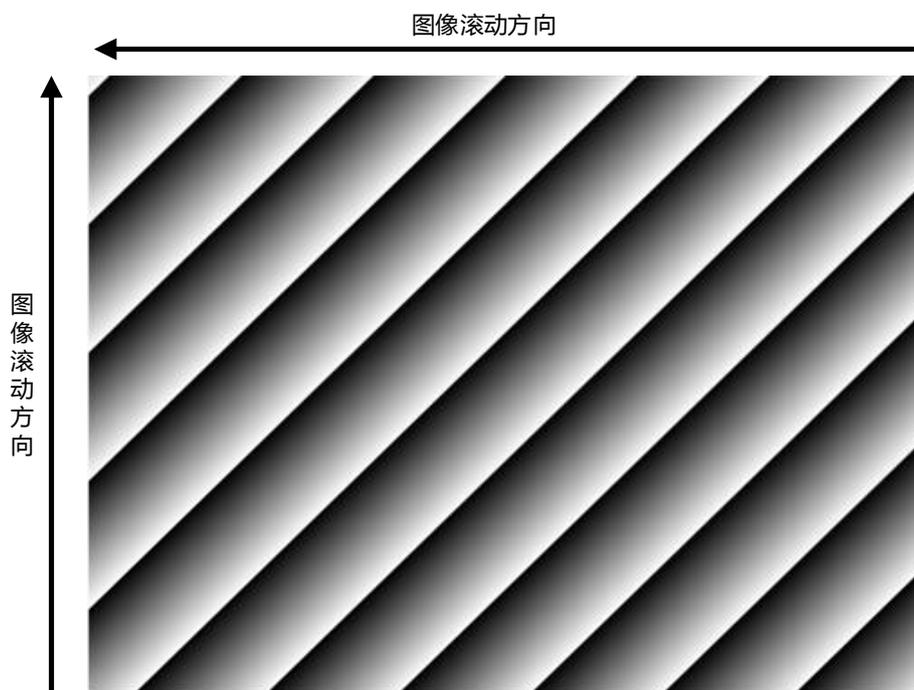


图 8-29 滚动斜条纹测试图

● 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 8-30 所示。

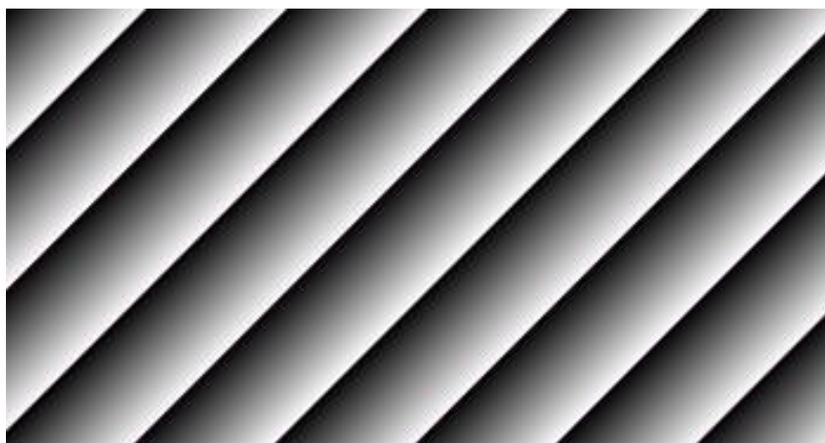


图 8-30 静止斜条纹测试图

8.3.7. 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，MER-U3 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。MER-U3 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：

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

用户参数组中保存的相机配置参数包括：

- 设备带宽限制模式、设备链路带宽限制
- 水平偏移、垂直偏移、图像宽度、图像高度
- 像素格式
- 测试图
- 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
- 曝光时间
- 自动曝光、自动曝光最大值、最小值
- 自动调节感兴趣区域 x 坐标、y 坐标、宽度、高度
- 期望灰度值
- 引脚方向、引脚电平反转、引脚输出源、用户自定义输出值
- 增益
- 自动增益、自动增益最大值、最小值
- 白平衡系数
- 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
- 坏点校正
- 帧信息使能、单项帧信息使能

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。

8.3.8. 用户自定义名称

水星系列 MER-U3 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 64 字节，用户可以通过以下方式设置：

- 1) 通过 GalaxyView 软件进行配置。

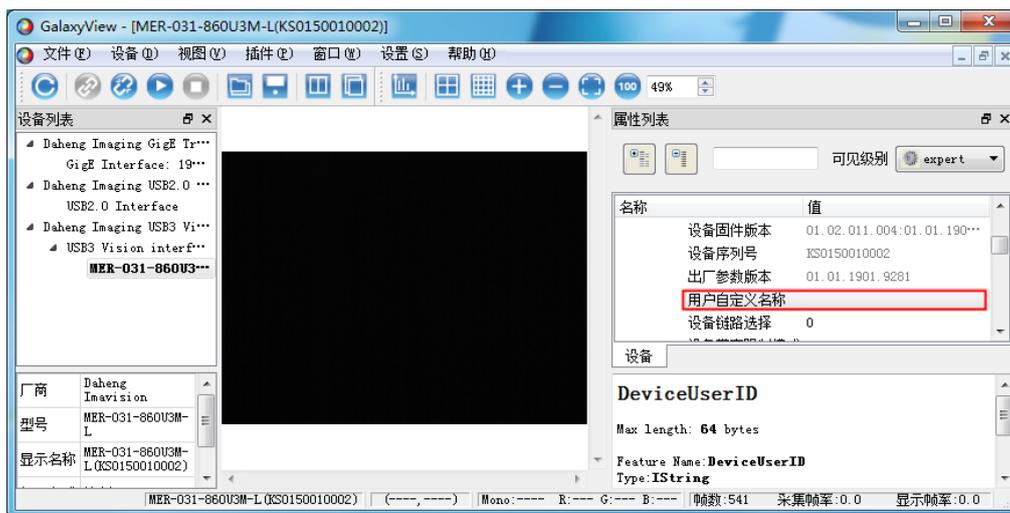


图 8-31 GalaxyView 软件设置用户自定义名称

- 2) 通过调用软件接口来设置，详见软件开发说明书。



注意：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。

8.3.9. 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，比如帧信息，还可以使用时间戳来测试相机一些操作的时间花费。

时间戳的单位是 ns。

8.3.10. 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，常用来不改变图像视野情况下降低分辨率或提高图像信噪比，求和方式还可以增加相机对光线的响应。

- **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：

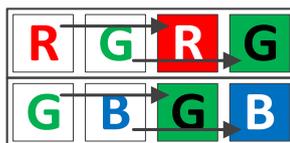


图 8-32 彩色相机水平 Binning 系数为 2



图 8-33 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。

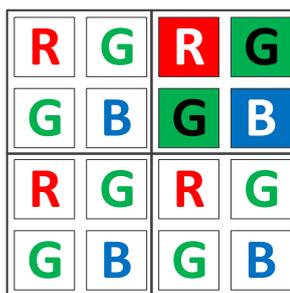


图 8-34 彩色相机水平垂直 Binning 系数 2x2

黑白相机, 相机直接合并 (求和或平均) 相邻像素的像素值:

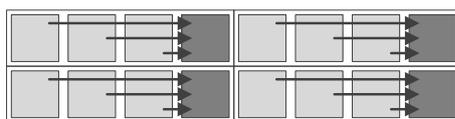


图 8-35 黑白相机水平像素 Binning 系数 4

● 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发生变化。

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

2) 增加对光线的响应

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

3) 图像失真

如果 Binning 的行和列的因子设置值相等，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。

支持该功能的相机型号：

相机型号
MER-301-125U3M/C(-L)
MER-302-56U3M/C (-L)

8.3.11. 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。

● 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。

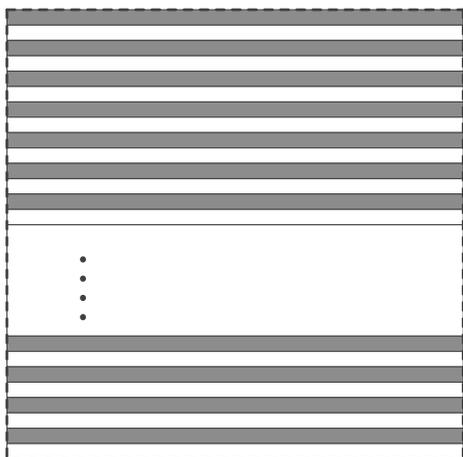


图 8-36 黑白相机垂直像素抽样原理

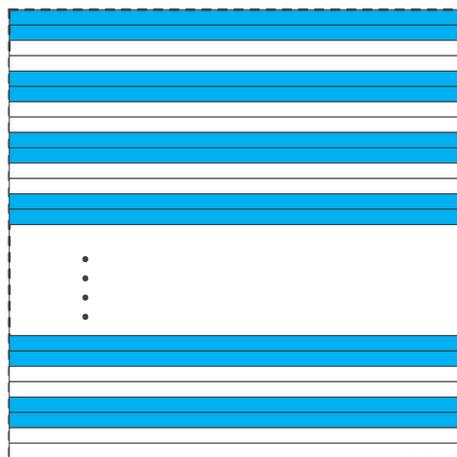


图 8-37 彩色相机垂直像素抽样原理

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。

垂直像素抽样可能会改变相机的帧率,具体可见 MER-U3 帧率计算工具。

● 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。

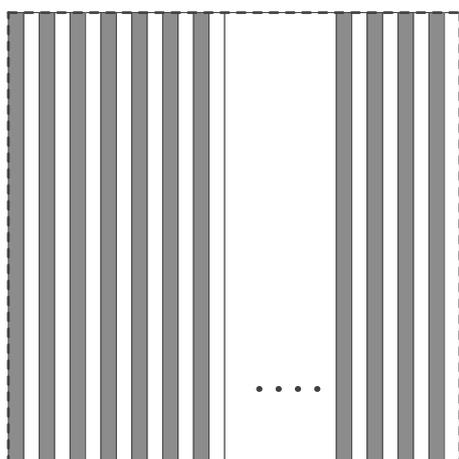


图 8-38 黑白相机水平像素抽样原理

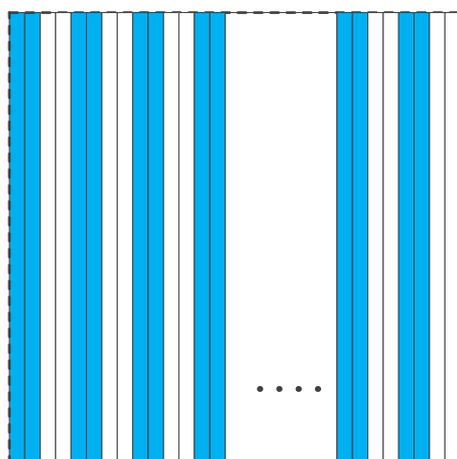


图 8-39 彩色相机水平像素抽样原理

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。

水平像素抽样不会提高相机的帧率。

● 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 MER-502-79U3M/C 为例,相机的默认分辨率为 2448x2048,当水平像素抽样系数和垂直像素抽样系数都设置为 4 时,ROI 的尺寸最大为 612x512。

2) 降低相机分辨率

像素抽样功能会导致相机传感器的分辨率降低,以 MER-502-79U3M/C 为例,相机的默认分辨率为 2448x2048,当开启水平像素抽样和垂直像素抽样时,当水平像素抽样系数和垂直像素抽样系数都设置为 4 时,ROI 的尺寸最大为 612x512。

3) 图像失真

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

4) 与 Binning 功能互斥

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

支持该功能的相机型号:

相机型号
MER-031-860U3M/C(-L)
MER-031-860U3M(-L) NIR
MER-050-560U3M/C(-L)
MER-050-560U3M(-L) NIR
MER-131-210U3M/C (-L)
MER-131-210U3M(-L) NIR

8.3.12. 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 8-40 原始图像



图 8-41 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 8-42 原始图像



图 8-43 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 8-44 原始图像



图 8-45 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 8-46 原始图像



图 8-47 水平翻转图像

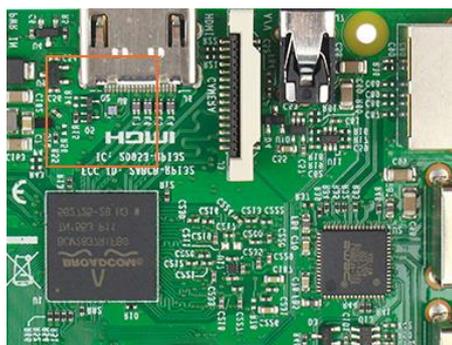


图 8-48 垂直图像

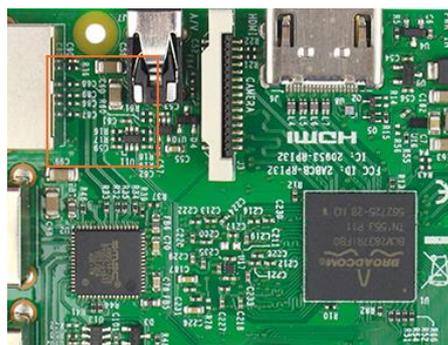


图 8-49 水平垂直翻转图像

- 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。

支持该功能的相机型号：

相机型号
MER-031-860U3M(-L)
MER-031-860U3M(-L) NIR
MER-041-436U3M/C (- L)
MER-131-210U3M(-L)
MER-131-210U3M(-L) NIR
MER-230-168U3M(-L)

8.3.13. 用户数据区

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

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

支持该功能的相机型号：

相机型号

MER-500-14U3M/C (-L)

8.3.14. 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 8-50 所示:

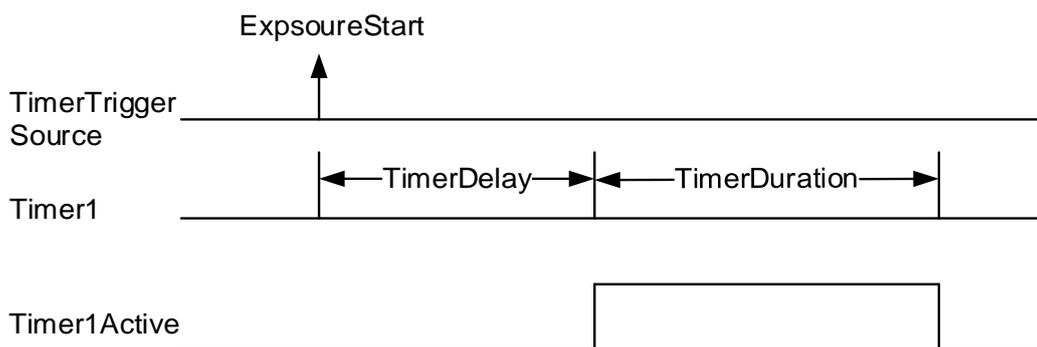


图 8-50 定时器工作原理示意图 1

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 us;
- 6、设置 TimerDuration, TimerDuration 的范围为[0, 16777215], 单位为 us。



注意:

- 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 8-51 所示, 红色的曝光开始信号是被忽略的。

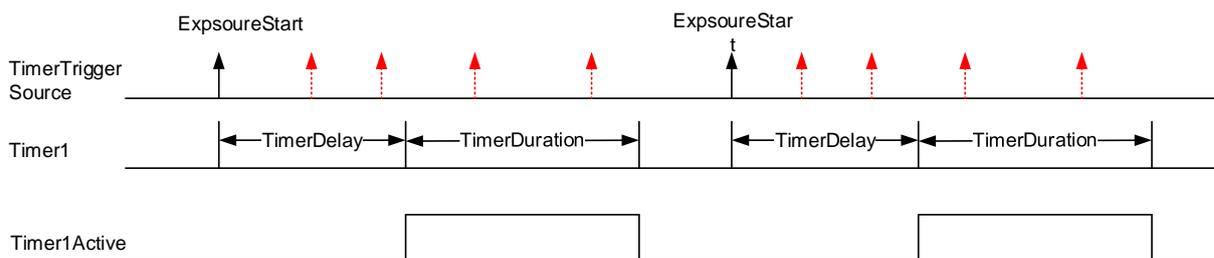


图 8-51 定时器工作原理示意图 2

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

支持该功能的相机型号：

相机型号
MER-302-56U3M/C (-L)

8.3.15. 计数器

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

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

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

计数器的配置：

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



注意：

- 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。

支持该功能的相机型号：

相机型号
MER-302-56U3M/C (-L)

8.4. 图像处理

8.4.1. 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，称之为亮点或暗点。

坏点校正功能会自动判断亮度与周围存在明显差异的像素点，并利用周围像素点修改这些判定为坏点的灰度值。

支持的该功能的相机型号：

相机型号
MER-051-120U3M/C
MER-133-54U3M/C
MER-500-14U3M/C
MER-1070-14U3M/C
MER-1520-13U3C
MER-1520-13U3C-L
MER-1810-21U3C
MER-1810-21U3C-L

8.5. 图像传输

8.5.1. 帧率计算

1) 帧周期

MER-U3 系列相机的帧周期由以下公式来决定：

$$T_f = \text{Max} \left(\frac{\text{ImageSize} * 10^6}{\text{BandWidth}_{\text{USB}}}, \frac{\text{ImageSize} * 10^6}{\text{DeviceLinkThroughputLimit}}, T_{\text{acq}}, T_{\text{exp}} \right)$$

其中：

$$\text{ImageSize} = \text{Width} * \text{Height} * \text{PixelSize} + 84$$

T_f ：相机帧周期，单位 us

Width：图像当前宽度

Height：图像当前高度

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

$\text{BandWidth}_{\text{USB}}$ ：USB 接口带宽，单位 Bps，详见 8.5.2

$\text{DeviceLinkThroughputLimit}$ ：设备链路带宽限制，单位 Bps，用户可设详见 8.5.3

T_{acq} ：相机采集时间，单位 us，详见 8.5.4

T_{exp} : 相机曝光时间, 单位 us

2) 帧率 (单位 : fps)

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



提示 : 用户可以使用帧率计算工具进行 MER-U3 系列相机当前参数配置条件下的帧率估算。

8.5.2. USB 接口带宽

MER-U3 系列相机的 USB 接口理论带宽是 400Mbps ,但实际上这个数值会因为 USB3.0 主控器种类、主控器驱动版本、HUB 损耗以及主机性能的不同而有所下降,用户可参考《TN-USB3.0 主控器带宽与 CPU 占用率》中关于接口带宽的测试结果。

8.5.3. 设备链路带宽限制

MER-U3 系列相机提供带宽限制功能,用来控制单台设备的带宽上限。当设备链路带宽限制大于当前设备采集带宽值时,当前设备采集带宽将不发生改变;当设备链路带宽限制小于当前设备采集带宽时,当前设备采集带宽将会下降到设备链路带宽限制以下;当前设备采集带宽可以从相机中读取。

当相机工作在触发模式下,带宽限制将会通过限制最大触发频率来对触发模式下的最大带宽进行限制。

例 1 : MER-500-14U3M/C(-L)工作在连续模式下,当前设备采集带宽是 35000000Bps ,设备链路带宽限制为 40000000Bps ,当前设备采集带宽仍为 35000000Bps ;当前设备采集带宽是 70000000Bps ,设备链路带宽限制为 40000000Bps ,当前设备采集带宽将变为 40000000Bps ;

例 2 : MER-500-14U3M/C(-L)工作在触发模式下,当设备链路带宽限制为 40000000Bps 时,最大分辨率、8bit 下允许的最大触发频率是 14Hz ;当设备链路带宽限制 35000000Bps 时,最大分辨率、8bit 下允许的最大触发频率是 7Hz ;

型号	设备链路带宽限制最小值	设备链路带宽限制最大值	设备链路带宽限制步长
MER-031-860U3M/C(-L)	35000000Bps (8bit)	400000000 Bps	1000000Bps
	70000000Bps (10bit)		
MER-031-860U3M(-L) NIR	35000000Bps (8bit)	400000000 Bps	1000000Bps
	70000000Bps (10bit)		
MER-041-436U3M/C(-L)	35000000Bps (8bit)	400000000 Bps	1000000Bps
	70000000Bps (10bit)		
MER-050-560U3M/C(-L)	35000000Bps (8bit)	400000000 Bps	1000000Bps
	70000000Bps (10bit)		
MER-050-560U3M(-L) NIR	35000000Bps (8bit)	400000000 Bps	1000000Bps
	70000000Bps (10bit)		
MER-051-120U3M/C(-L)	35000000Bps (8bit)	400000000 Bps	1000000Bps
	70000000Bps (10bit)		

MER-131-210U3M/C(-L)	35000000Bps (8bit)	400000000 Bps	1000000Bps
	70000000Bps (10bit)		
MER-131-210U3M(-L) NIR	35000000Bps (8bit)	400000000 Bps	1000000Bps
	70000000Bps (10bit)		
MER-132-43U3M/C(-L)	35000000Bps (8bit)	400000000 Bps	1000000Bps
	70000000Bps (12bit)		
MER-133-54U3M/C(-L)	35000000Bps (8bit)	400000000 Bps	1000000Bps
	70000000Bps (10bit)		
MER-134-93U3M/C(-L)	35000000Bps (8bit)	400000000 Bps	1000000Bps
	70000000Bps (10bit)		
MER-160-227U3M/C(-L)	35000000Bps (8bit)	400000000 Bps	1000000Bps
	70000000Bps (10bit)		
MER-230-168U3M/C(-L)	35000000Bps (8bit)	400000000 Bps	1000000Bps
	70000000Bps (10bit)		
MER-231-41U3M/C(-L)	35000000Bps (8bit)	400000000 Bps	1000000Bps
	70000000Bps (10bit)		
MER-301-125U3M/C(-L)	35000000Bps (8bit)	400000000 Bps	1000000Bps
	70000000Bps (10bit)		
MER-302-56U3M/C(-L)	35000000Bps (8bit)	400000000 Bps	1000000Bps
	70000000Bps (10bit)		
MER-500-14U3M/C(-L)	35000000Bps (8bit)	400000000 Bps	1000000Bps
	70000000Bps (10bit)		
MER-502-79U3M/C(-L)	35000000Bps (8bit)	400000000 Bps	1000000Bps
	70000000Bps (10bit)		
MER-502-79U3M(-L) POL	35000000Bps (8bit)	400000000 Bps	1000000Bps
	70000000Bps (10bit)		
MER-503-36U3M/C(-L)	35000000Bps (8bit)	400000000 Bps	1000000Bps
	70000000Bps (10bit)		
MER-630-60U3M/C(-L)	35000000Bps (8bit)	400000000 Bps	1000000Bps
	70000000Bps (10bit)		
MER-1070-14U3M/C(-L)	35000000Bps (8bit)	400000000 Bps	1000000Bps
	70000000Bps (12bit)		
MER-1220-32U3M/C(-L)	35000000Bps (8bit)	400000000 Bps	1000000Bps
	70000000Bps (12bit)		
MER-1520-13U3C(-L)	35000000Bps (8bit)	400000000 Bps	1000000Bps
	70000000Bps (12bit)		
MER-1810-21U3C(-L)	35000000Bps (8bit)	400000000 Bps	1000000Bps

	70000000Bps (12bit)		
MER-2000-19U3M/C(-L)	35000000Bps (8bit)	400000000 Bps	1000000Bps
	70000000Bps (12bit)		

表 8-6 MER-U3 相机带宽限制



注意：当设置设备带宽限制模式或者更改设备链路带宽限制时，某些设备需要进行停采操作，另外一些设备不需要停采操作。

相机型号	是否支持采集时设置带宽限制
MER-031-860U3M/C(-L)/MER-031-860U3M(-L) NIR MER-050-560U3M/C(-L)/MER-050-560U3M(-L) NIR MER-131-210U3M/C(-L)/MER-131-210U3M/C(-L) NIR MER-132-43U3M/C(-L)/MER-230-168U3M/C(-L) MER-231-41U3M/C(-L)/MER-500-14U3M/C(-L) MER-1070-14U3M/C(-L)/MER-1520-13U3C(-L)	不支持
其他型号的 MER-U3 相机	支持

表 8-7 MER-U3 相机设置带宽控制时的限制

8.5.4. 相机采集时间

相机采集时间和 ROI 设置中的水平偏移、垂直偏移、图像宽度和高度相关。

具体计算公式如下：

1) MER-031-860U3M/C(-L) (NIR) 相机

行周期 (单位 : us):

$$T_{\text{row}} = 13889 * \max \left(\left(\frac{(\text{Width})}{4} + 4 \right), 84 \right) * 10^{-6}$$

相机采集时间 (单位 : us):

$$T_{\text{acq}} = (\text{Height}) * T_{\text{row}} + 85.5$$

2) MER-041-436U3M/C(-L)相机

行周期 (单位 : us):

$$T_{\text{row}} = \frac{147}{37.5} = 3.92$$

相机采集时间 (单位 : us):

$$T_{\text{acq}} = (\text{Height} + 32) * T_{\text{row}}$$

3) MER-050-560U3M/C(-L) (NIR) 相机

行周期 (单位 : us):

$$T_{\text{row}} = 13889 * \max \left(\left(\frac{(\text{Width})}{4} + 4 \right), 84 \right) * 10^{-6}$$

相机采集时间 (单位 : us):

$$T_{\text{acq}} = (\text{Height}) * T_{\text{row}} + 19.8$$

4) MER-051-120U3M/C(-L)相机

行周期 (单位 : us):

$$T_{\text{row}} = 14706 * (74 + \text{Width}) * 10^{-6}$$

相机采集时间 (单位 : us):

$$T_{\text{acq}} = (\text{Height}) * T_{\text{row}} + 78.2$$

5) MER-131-210U3M/C(-L) (NIR) 相机

行周期 (单位 : us):

$$T_{\text{row}} = 14705 * \max \left(\left(\frac{\text{Width}}{4} + 4 \right), 84 \right) * 10^{-6}$$

相机采集时间 (单位 : us):

$$T_{\text{acq}} = (\text{Height}) * T_{\text{row}} + 11.4$$

6) MER-132-43U3M/C(-L)相机

行周期 (单位 : us):

$$T_{\text{row}} = 1532 * 15.384 * 10^{-3} \approx 23.569$$

相机采集时间 (单位 : us):

$$T_{\text{acq}} = \left(\text{int} \left(\frac{996 - (\text{height} + \text{offsety} + 16)}{8} \right) + \text{int} \left(\frac{\text{offsety} + 16}{8} \right) + (\text{offsety} + 16) \right. \\ \left. - \left(\left(\text{int} \left(\frac{\text{offsety} + 16}{8} \right) - 1 \right) * 8 \right) + \text{Height} + 1 \right) * T_{\text{row}}$$

7) MER-133-54U3M/C(-L)相机

连续模式时, 行周期 (单位 : us):

$$T_{\text{row}} = \frac{1388}{74.25} = 18.69$$

触发模式时, 行周期 (单位 : us):

$$T_{\text{row}} = \frac{1650}{74.25} = 22.222$$

相机采集时间 (单位 : us):

$$T_{\text{acq}} = (\text{Height} + 30) * T_{\text{row}}$$

8) MER-134-93U3M/C(-L)相机

行周期 (单位 : us):

$$T_{\text{row}} = \frac{86 + \frac{\text{Width}}{2} + 10}{72}$$

相机采集时间 (单位 : us)

$$T_{\text{acq}} = \text{Height} * T_{\text{row}} + 149.5$$

在单 ROI 时, width 和 height 表示 Region0 设置的图像宽度和高度, 在多 ROI 时, width 和 height 表示相机根据 Region0、Region1、Region2 和 Region3 计算出的等效高度和宽度, 具体计算方法见 8.2.2 章节。

9) MER-160-227U3M/C(-L)相机

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

$$T_{\text{row}} = \frac{147}{37.5} = 3.92$$

像素格式为 Mono10 或者 BayerRG10 时，行周期 (单位：us)：

$$T_{\text{row}} = \frac{147 * 2}{37.5} = 7.84$$

相机采集时间 (单位：us)：

$$T_{\text{acq}} = (\text{Height} + 32) * T_{\text{row}}$$

10) MER-230-168U3M/C(-L)相机

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

$$T_{\text{row}} = \frac{180}{37.5} = 4.8$$

像素格式为 Mono10 或者 BayerRG10 时，行周期 (单位：us)：

$$T_{\text{row}} = \frac{360}{37.5} = 9.6$$

相机采集时间 (单位：us)：

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

11) MER-231-41U3M/C(-L)相机

行周期 (单位：us)：

$$T_{\text{row}} = \frac{746}{37.5} \approx 19.89$$

相机采集时间 (单位：us)：

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

12) MER-301-125U3M/C(-L)相机

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

$$T_{\text{row}} = \frac{190}{37.5} = 5.07$$

像素格式为 Mono10 或者 BayerRG10 时，行周期 (单位：us)：

$$T_{\text{row}} = \frac{380}{37.5} = 10.13$$

相机采集时间 (单位：us)：

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

13) MER-302-56U3M/C(-L)相机

行周期 (单位：us)：

$$T_{\text{row}} = \frac{423}{37.5} = 11.28$$

相机采集时间 (单位：us)：

$$T_{\text{acq}} = (\text{Height} + 32) * T_{\text{row}}$$

14) MER-500-14U3M/C(-L)相机

行周期 (单位：us)：

$$T_{\text{row}} = 20832 * \max \left(\left(\frac{(\text{Width} + 1)}{2} + 450 \right), 487 \right) * 10^{-6}$$

相机采集时间 (单位 : us) :

$$T_{\text{acq}} = (\text{Height} + 19) * T_{\text{row}}$$

15) MER-502-79U3M/C(-L) / MER-502-79U3M(-L) POL 相机

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

$$T_{\text{row}} = \frac{227}{37.5} = 6.053$$

像素格式为 Mono10 或者 BayerRG10 时, 行周期 (单位 : us) :

$$T_{\text{row}} = \frac{454}{37.5} = 12.107$$

相机采集时间 (单位 : us) :

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

16) MER-503-36U3M/C(-L)相机

行周期 (单位 : us) :

$$T_{\text{row}} = \frac{498}{37.5} = 13.28$$

相机采集时间 (单位 : us) :

$$T_{\text{acq}} = (\text{Height} + 32) * T_{\text{row}}$$

17) MER-630-60U3M/C(-L)相机

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

$$T_{\text{row}} = \frac{420}{54} = 7.78$$

像素格式为 Mono10 或者 BayerRG10 时, 行周期 (单位 : us)

$$T_{\text{row}} = \frac{420 * 2}{54} = 15.56$$

相机采集时间 (单位 : us) :

$$T_{\text{acq}} = (\text{Height} + 78) * T_{\text{row}}$$

18) MER-1070-14U3M/C(-L)相机

行周期 (单位 : us) :

$$T_{\text{row}} = 24.7$$

相机采集时间 (单位 : us) :

$$T_{\text{acq}} = (\text{Height} + 143) * T_{\text{row}}$$

19) MER-1220-32U3M/C(-L)相机

像素格式为 BayerRG8 时, 行周期 (单位 : us) :

$$T_{\text{row}} = \frac{720}{72} = 10$$

像素格式为 BayerRG12 时, 行周期 (单位 : us) :

$$T_{\text{row}} = \frac{720 * 2}{72} = 20$$

相机采集时间 (单位 : us) :

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

20) MER-1520-13U3C(-L)相机

行周期 (单位 : us):

$$T_{row} = \frac{246}{11} \approx 22.4$$

相机采集时间 (单位 : us):

$$T_{acq} = (\text{Height} + 146) * T_{row}$$

21) MER-1810-21U3C(-L)相机

像素格式为 BayerGR8 时 , 行周期 (单位 : us):

$$T_{row} = \frac{5568}{55 * 8} = 12.655$$

像素格式为 BayerGR12 时 , 行周期 (单位 : us):

$$T_{row} = \frac{5568 * 2}{55 * 8} = 25.3$$

相机采集时间 (单位 : us):

$$T_{acq} = (\text{Height} + 77) * T_{row}$$

22) MER-2000-19U3M/C(-L)相机

像素格式为 BayerRG8 时 , 行周期 (单位 : us):

$$T_{row} = \frac{900}{72} = 12.5$$

像素格式为 BayerRG12 时 , 行周期 (单位 : us):

$$T_{row} = \frac{900 * 2}{72} = 25$$

相机采集时间 (单位 : us):

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

9. 软件工具

9.1. 帧率计算工具

	A	B	C
1	参数输入：		
2	图像宽度	Width	1280
3	图像高度	Height	1024
4	水平像素抽样	DecimationHorizontal	1
5	垂直像素抽样	DecimationVertical	1
6	曝光时间	ExposureTime (us)	10000
7	像素格式	PixelFormat(8/10)	8
8	带宽限制值	DeviceLinkThroughputLimit(Bps)	300000000
9	控制器理论带宽	MaxUSBControllerThroughput(Bps)	380000000
10	帧率控制开关	AcquisitionFrameRateMode	off
11	帧率控制值	AcquisitionFrameRate	210
20	计算结果：		
21	帧率	FPS	100.00
22			
23			
...			

图 9- 1 帧率计算工具

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

表格参数解释：

- 1) 图像宽度及图像高度为设置的ROI尺寸。
- 2) 水平像素binning、垂直像素binning、水平像素抽样、垂直像素抽样的含义见8.3.10节和8.3.11节，这4个参数会影响图像数据的传输时间。
- 3) 曝光时间为相机采集每一帧图像时的曝光时长。
- 4) 像素格式为对应相机输出图像的像素格式 8 位、10位或者12位。
- 5) 带宽限制值表示相机传输图像的最大带宽。
- 6) 控制器理论带宽是推荐的相机最大的传输带宽，超过此带宽可能会出现丢帧。
- 7) 采集帧率设置值表示在启用帧率控制的情况下，帧率控制的最大值，该最大值能否达到还要看相机是否受到其他采集参数的影响。
- 8) 采集帧率设置开关表示是否启用帧率控制，On代表打开帧率控制，Off代表关闭帧率控制，当打开帧率控制时，相机采集图像会以不高于采集帧率设置值的帧率进行采集，当关闭帧率控制时，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%。

10. 常见问题处理

序号	常见问题	解决办法
1	在未激活的 Win7 64 位的机器上，安装 Galaxy SDK 安装程序，且安装过程中并未报错，无法打开演示程序	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。
2	枚举不到相机	1) 检查设备状态指示灯是否为绿色，并检查 USB 线缆是否连接正常，重新插拔相机后重新枚举； 2) 检查被连接的控制器驱动是否启用并运行正常，重新安装控制器驱动重新尝试； 3) 检查设备驱动是否安装正常，是否为“USB3 Vision Digital Camera”，重新安装设备驱动重新尝试。
3	打开设备失败，提示解析 XML 文件错误	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。
4	打开设备失败，提示设备已被打开	1) 检查是否有其他应用程序已打开设备，例如示例程序、演示程序，确保所有程序关闭后重新执行打开设备操作。
5	打开设备失败，提示该设备只能在 USB3.0 接口下操作	1) 检查设备是否连接到主机 USB2.0 接口或者 USB2.0 HUB，确保设备连接通路上所有接口均为 USB3.0 接口后重新执行打开设备操作。
6	相机开始采集后没有图像	1) 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； 2) 打开演示程序，打开属性配置页面，查看流配置信息，在 buffer 处理控制下的设置中，适当减小 URB 请求数量（改为 10），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 2.2 节中使用环境注意事项进行确认。
7	帧率达不到标称值	1) 更换主机，选用性能更好的主机； 2) 选用推荐的 Intel 控制器； 3) 如果使用 PCI-E 插槽扩展控制器，请确认使用；PCI-E2.0 以上版本； 4) 与本公司技术支持联系，获取支持。
8	多相机同时使用时丢帧严重	1) 当多台相机总带宽超过控制器带宽时，会出现丢帧现象，使用带宽限制功能降低相机带宽，使其总和小于控制器带宽；

		2) 采用多控制器，即相机分别连接到不同的控制器上，以分担带宽。
9	研华 Aiis-1440 (USB 版本) 工控机采集过程中卡死	1) 研华该款工控机的 Renesas 控制器有问题，在 2.20 版本驱动下会造成采集过程卡死，升级驱动之后可以解决该问题。

11. 版本历史

序号	修订版本号	所做改动	发布日期
1	V1.0.0	初始发布	2015-09-16
2	V1.0.1	添加插入 USB2.0 接口的说明 (第 4、5 章)	2015-10-08
3	V1.0.2	修改设备链路带宽限制的说明 (2.4.3)	2015-10-10
4	V1.0.3	修改部分描述和笔误 (2.4.3)	2015-10-20
5	V1.0.4	修改部分描述 (1.2.1 , 1.4.1 , 2.3.8)	2015-11-06
6	V1.0.5	修改部分描述 (1.2.1)	2015-11-30
7	V1.0.6	添加 MER-031-860U3x、MER-050-560U3x、MER-131-210U3x 相机说明	2015-12-11
8	V1.0.7	添加 MER-1070-14U3x、MER-1520-13U3x 相机说明	2016-02-16
9	V1.0.8	更改 MER-050-560U3x 靶面尺寸为 1/3.6	2016-02-19
10	V1.0.9	更改相机清晰度信噪比笔误	2016-03-04
11	V1.0.10	添加 MER-132-30U3x 相机说明添加部分描述 (1.2.4 , 1.3.2); 修改 MER-1520-13U3C 和 MER-1070-14U3x 增益默认值 修改 MER-1070-14U3x 增益范围 修改相机信噪比取整 添加 2.2.2 的  项	2016-03-07
12	V1.0.11	修改 MER-1520-13U3C 和 MER-1070-14U3x 增益默认值为 0 修改技术支持电话 010-56379066	2016-04-26
13	V1.0.12	添加 MER-132-43U3x 相机说明 修改 MER-132-30U3x 交叠曝光和非交叠曝光值 (2.2.7)	2016-04-29
14	V1.0.13	添加 MER-230-168U3x 相机说明 添加 MER-231-41U3x 相机说明 添加 MER-502-79U3x 相机说明	2016-06-03
15	V1.0.14	添加了 Line0+串联限流电阻的推荐阻值	2016-06-12
16	V1.0.15	添加 MER-301-25U3x 相机说明	2016-07-01
17	V1.0.16	添加 MER-133-54U3x 相机说明 修改 MER-132-43U3x 的帧率 添加 MER-132-43U3x 的清晰度和信噪比数据	2016-07-01
18	V1.0.17	修改 MER-133-54U3x MER-1520-13U3C 两款相机的像素格式	2016-07-01
19	V1.0.18	MER-301-25U3x 改为 MER-301-125U3x	2016-07-15
20	V1.0.19	添加 MER-133-54U3x 的信噪比和清晰度	2016-07-28
21	V1.0.20	添加 MER-502-79U3x 的信噪比和清晰度	2016-08-24
22	V1.0.21	添加 MER-1810-21U3C 的型号	2016-08-30

23	V1.0.22	添加 MER-1810-21U3C 的信噪比和清晰度	2016-10-12
24	V1.0.23	添加 python-nir 的相机型号	2016-11-08
25	V1.0.24	添加 MER-503-36U3x 的相机型号，彩色 Sensor 的感光曲线还未添加	2016-11-11
26	V1.0.25	添加 MER-503-36U3x 的增益范围，添加彩色 Sensor 的感光曲线，将章节 1.2 和 1.3 的相机按照像素升序进行排列	2016-12-02
27	V1.0.26	修改 NIR 相机的命名，将 MER-XXX-XXXU3M NIR-L 改为 MER-XXX-XXXU3M-L NIR	2016-12-26
28	V1.0.27	修改航插 IO 的示意图，更新 NIR 相机、MER-1810-21U3C、MER-301-125U3x 的信噪比参数	2017-01-12
29	V1.0.28	增加 MER-134-93U3x 的性能参数和光谱响应曲线，增加多 ROI 功能的说明 将 2.4.3 章节和 2.4.4 章节中的相机型号按照分辨率大小重新排列	2017-01-23
30	V1.0.29	修改图注标号的错误 将 MER-134-93U3X 改为 MER-134-93U3x	2017-02-24
31	V1.0.30	补充 FAQ，研华工控机问题	2017-04-01
32	V1.0.31	将 MER-134-93U3x 的曝光时间最小值由 20us 改为 5us，增加 MER-133-54U3C 的感光曲线图	2017-04-05
33	V1.0.32	笔误修订	2017-05-08
34	V1.0.33	MER-503-36U3x 的模数转换精度更正为 12bit	2017-05-11
35	V1.0.34	更新 MER-133-54U3C 和 MER-133-54U3x 相机的清晰度和信噪比	2017-05-25
36	V1.0.35	添加 MER-302-56U3x 相机说明，增益范围、清晰度、信噪比还未添加 添加 MER-134-93U3x 的 gpio 和光耦延迟 将 MER-133-54U3M 和 MER-134-93U3M 名称改为 MER-133-54U3x 和 MER-134-93U3x	2017-06-15
37	V1.0.36	统一传感器类型格式	2017-06-21
38	V1.0.37	修改 MER-1520-13U3C 性能参数表中的帧率	2017-06-22
39	V1.0.38	在 1.2 章节添加 MER-302-56U3x 的增益范围	2017-09-05
40	V1.0.39	在 1.2 章节添加 MER-302-56U3x 的信噪比和清晰度	2017-09-19
41	V1.0.40	添加 MER-051-120U3x 的相机型号，LED 增加红灯闪烁状态，修改一些细节	2017-10-11
42	V1.0.41	删除 MER-132-30U3x 的型号	2017-10-20
43	V1.0.42	更新 MER-134-93U3x 的信噪比和清晰度	2017-11-08
44	V1.0.43	更新 MER-1810-21U3C 的清晰度	2017-11-10
45	V1.0.44	将 MER-051-120U3x 的增益最大值由 18dB 为 16dB	2017-12-22

46	V1.0.45	增加 MER-630-60U3x 的型号	2017-12-29
47	V1.0.46	更新公司 logo , 修改页眉的配色 将摄像机更改为相机 删掉前言中“高精度”的字样 更新 MER-051-120U3x 的信噪比 更新 MER-051-120U3x 不支持多 ROI 模式 更改 MER-630-60U3x 的行周期和帧周期计算公式	2018-01-26
48	V1.0.47	将邮箱修改为新的域名 更新 MER-051-120U3x 的清晰度	2018-02-26
49	V1.0.48	删除 MER-630-60U3x 多 ROI 的说明	2018-03-05
50	V1.0.49	修改 MER-630-60U3x 黑白相机像素格式错误的问题 更新 MER-630-60U3x 的清晰度和信噪比	2018-03-19
51	V1.0.50	修改 MER-630-60U3x 的从触发到曝光的指标 增加 MER-2000-19U3x 的型号	2018-04-18
52	V1.0.51	去掉表 1-32 和表 1-33 中信噪比指标里的大于号	2018-04-18
53	V1.0.52	修改 MER-2000-19U3x 的帧率为 19.6	2018-04-25
54	V1.0.53	将图 2-12 和图 2-13 中的摄像机更改为相机 更新 MER-2000-19U3x 的清晰度和信噪比	2018-05-10
55	V1.0.54	增加 MER-041-436U3x 的型号	2018-08-12
56	V1.0.55	增加 MER-502-79U3M POL 的型号	2018-08-30
57	V1.0.56	更新 MER-502-79U3M POL 的清晰度和信噪比 更新 MER-041-436U3x 的清晰度和信噪比	2018-09-07
58	V1.0.57	更新 MER-502-79U3M POL 的光谱响应曲线 增加 MER-160-227U3x 的型号	2018-09-21
59	V1.0.58	更新 MER-160-227U3x 的清晰度和信噪比 更新 MER-301-125U3M 相机的清晰度和信噪比	2018-10-26
60	V1.0.59	增加 MER-1220-32U3x 的型号 更新 MER-041-436U3x 的光谱响应曲线 更新 MER-041-436U3C 的信噪比	2018-12-27
61	V1.0.60	增加 1.4.3-1.4.5 相机安装说明	2019-01-3
62	V1.0.61	更改 1.4.1 螺纹孔深及孔距标注	2019-01-22
63	V1.0.62	更新 MER-051-120U3x、MER-050-560U3x、MER-031-860U3x 的清晰度和信噪比 更新 MER-1220-32U3x 的清晰度和信噪比 更正 MER-1220-32U3x 性能列表备注错误的问题 更新 MER-133-54U3M 的清晰度 更新 MER-132-43U3x 的清晰度	2019-02-18

64	V1.0.63	更新以下相机的清晰度： MER-131-210U3C , MER-134-93U3C , MER-230-168U3M, MER-231-41U3M , MER-302-56U3M , MER-500-14U3C , MER-502-79U3M/C , MER-503-36U3M/C , MER-1070-14U3C , MER_1810-21U3C , MER-2000-19U3M 更新以下相机的信噪比： MER-2000-19U3M	2019-02-26
65	V1.0.64	同步相机功能项说明 添加图像处理章节 基本属性章节添加时间戳、binning、像素抽样、镜像翻转、用户 数据区、定时器、计数器等功能说明 更新联系方式	2019-07-30
66	V1.0.65	更新部分章节的格式和标点符号	2019-09-10
67	V1.0.66	更新部分章节的引用	2019-09-16
68	V1.0.67	整理格式，更换图 8-29 删除清晰度参数 修改相机功率：2.5W 改成 2.7W	2019-10-22
69	V1.0.68	添加 MER-160-227U3x 的光谱响应曲线	2019-10-31
70	1.0.69	修改部分章节格式及引用域更新	2020-01-17
71	1.0.70	修改图 1-1 和图 7-4 修改相机型号命名方式，如：MER-041-436U3x 重命名为 MER-041-436U3M/C(-L)	2020-03-09