

LEO 系列 USB3.0 接口板级工业相机 用户手册

V2.4.7, Jul. 2024

前言

前言

目的

这是一份关于 LEO 系列 USB3.0 接口板级工业相机的产品说明书，主要包括产品描述，快速安装指南和 SDK (iDatum) 使用操作指南。因产品升级或其他原因，本说明可能被更新。如您需要，请向销售工程师索要最新版本的手册。

Copyright ©2023

杭州微图视觉科技有限公司

联系电话：0571-86888309

地址：杭州市西湖区西园九路 8 号数字信息产业园 2 期。

非经本公司授权同意，任何人不得以任何形式获得本说明全部或部分内容。

在本手册中，可能会使用商标名称。我们在此声明，我们使用这些名称是为了商标所有者的利益，而无意侵权。

免责声明

杭州微图视觉科技有限公司保留更改此信息的权利，恕不另行通知。

最新版本手册

有关本手册的最新版本，请参见我们网站上的下载中心：www.visiondatum.com

技术支持

有关技术支持，请发送电子邮件至：support@visiondatum.com。

保修

为确保您的保修仍然有效，请遵守以下准则：

请勿撕毁相机序列号标签

如若标签撕毁，序列号不能被相机注册机读取，则保修无效。

防止异物进入或插入相机外壳

防止液体，易燃或金属物质进入相机外壳。如果在内部有异物的情况下操作，相机可能会失败或引发着火。

远离电磁场

请勿在强磁场附近操作相机。避免静电。

小心清洁

尽可能避免清洁相机传感器。

小心操作相机

请勿滥用相机。避免震动，晃动等。不正确的操作可能会损坏相机。

阅读手册

使用相机前请仔细阅读手册。

CHAPTER 1

产品简介

产品介绍

LEO 狮子座系列工业相机覆盖 GigE 千兆以太网、万兆以太网、USB3.0 以及 CameraLink、CoaXPress 数据总线标准，支持 GenICam、USB3 Vision® 和 GigE Vision® 协议，可无缝连接 HALCON、Vision Pro 等第三方软件，无需进行二次开发。LEO 狮子座系列工业相机拥有非常优秀的性价比，非常适合各种检测、测量以及高速成像等领域的应用，在手机平板屏幕检测、LED 自动封装、缺陷检测及电子元器件制造、晶圆定位等应用中以出色的表现，深得客户的称赞。

多种多样的芯片和接口选择，以及其他一些特性，使得 LEO 系列相机适用于大多数的视觉应用。

产品特性

- USB3.0 接口，理论上支持 5Gbps 带宽，USB 口供电；
- 支持软件触发 / 硬件触发 / 自由运行等多种模式；
- 支持锐度、降噪、伽马校正，LUT，黑电平校正、亮度、对比度等其他 ISP 功能；
- 彩色相机支持自动或手动调节增益、白平衡等；
- 支持多种图像输出格式、ROI、Binning、镜像输出等；
- 遵循 USB3 Vision 协议和 GenICam 标准；

* 工业相机部分功能视具体型号而定，请以实际功能为准

相机机械尺寸

尺寸单位为毫米：

不同型号相机外观有所不同，根据镜头接口类型进行区分，包含有单板式、C 接口、M12 接口三种结构、4pin 板端插座提供 I/O 接口功能，USB3.0 接口提供供电以及相机工作状态指示灯。

使用 M2 规格的锁紧螺孔，用来固定相机。

相机的外观和尺寸信息如下：

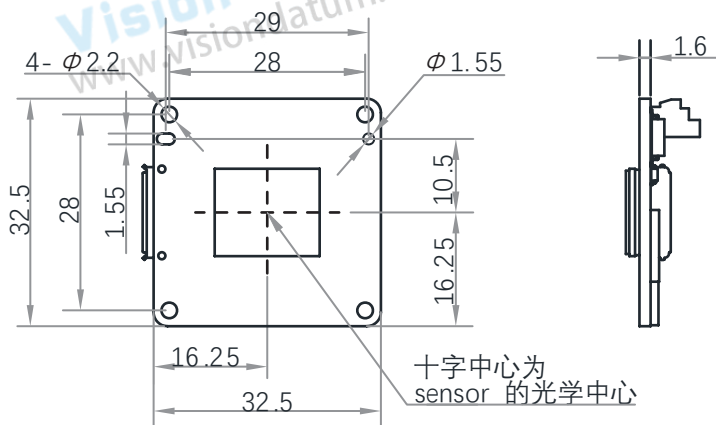


图 1-1: 单板式 USB3.0 板级相机的机械尺寸（以 mm 为单位）。

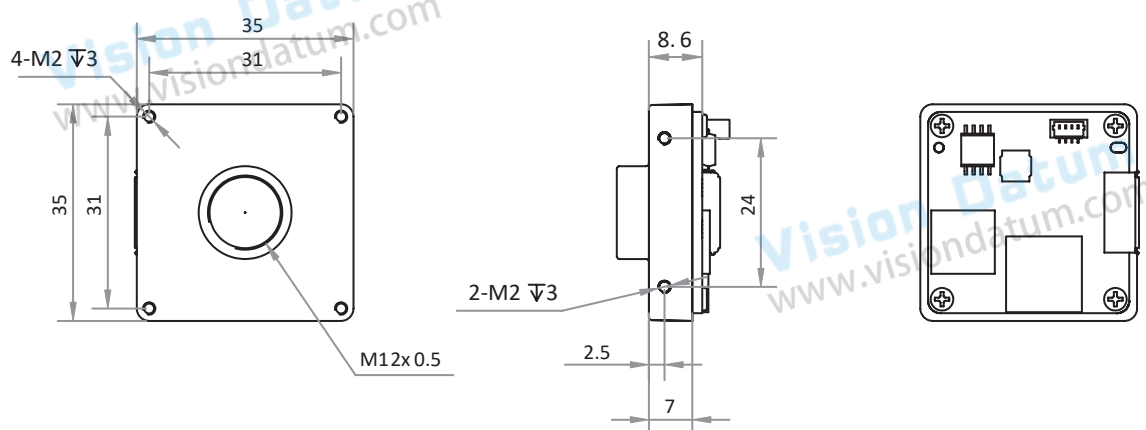


图 1-2: M12 口 USB3.0 板级相机的机械尺寸（以 mm 为单位）。

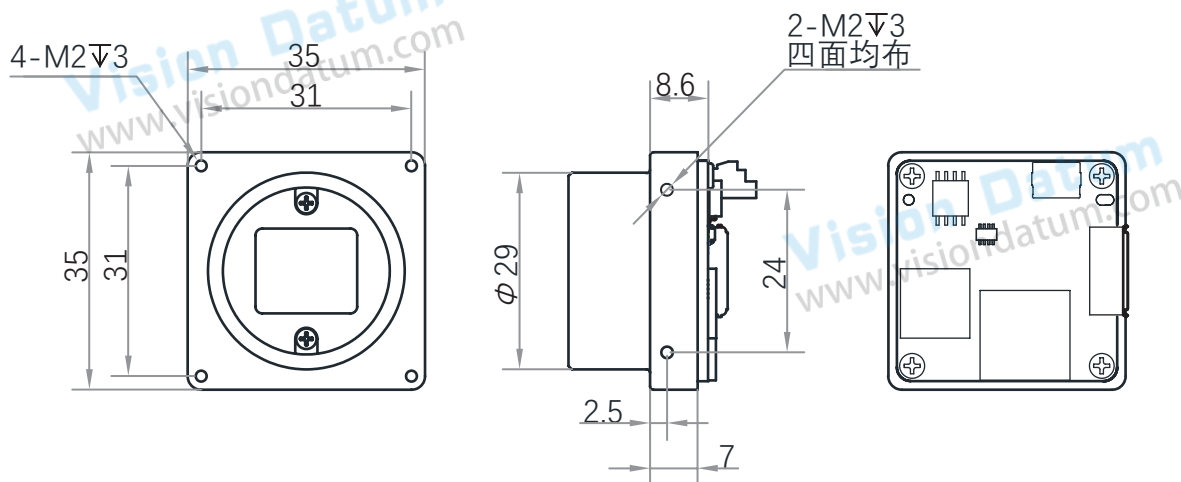


图 1-3: C 口 USB3.0 板级相机的机械尺寸（以 mm 为单位）。

指示灯说明

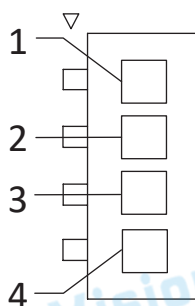
指示灯状态	说明
红灯超慢闪 (亮灭间隔为 2000 毫秒)	线缆连接异常
红灯常亮	重大错误
蓝灯常灭	相机未启动
蓝灯快闪 (亮灭间隔为 200 毫秒)	连续模式取流
蓝灯慢闪 (亮灭间隔为 1000 毫秒)	触发模式取流
红蓝交替慢闪	_ 固件升级进行中 _ 当前相机指示。展开客户端 Device Control 属性，找到 Find Me，单击“Execute”红蓝灯交替闪

CHAPTER 2

电源及 I/O 接口定义

I/O 连接定义和分配

4-pin I/O 输入口，对应的管脚信号定义如下：



管脚	信号	I/O 信号源	说明
1	Reserved	-	-
2	GND	Line1/2 或 Line2/5 信号地	信号地
3	GPIO1	Line1 或 Line2 信号线	可配置成输入或输出
4	GPIO2	Line2 或 Line5 信号线	可配置成输入或输出

CHAPTER 3 安装与操作

您应该先执行软件安装程序，然后再执行硬件安装步骤。

软件安装

■ iDatum 软件安装

如果在计算机上使用防火墙，请禁用相机连接的网络适配器的防火墙。

关闭防火墙

为保证客户端运行及图像传输稳定性，在使用软件前请关闭系统防火墙。

系统要求

支持的安装操作系统：

- Windows XP (32 bit)
- Windows 7 (32 bit or 64 bit)
- Windows 10 (32 bit or 64 bit)
- Linux 32 位 /64 位 : Ubuntu 14.04(32/64)、Ubuntu 16.04(32/64)、Redhat7(64)、Centos7(32/64)、gcc/g++ 版本要求 4.6.3 及以上
- ARM: NVIDIA TX2、RaspberryPiB3.0+

安装步骤

1. 从微图网站下载 iDatum（LEO 狮子座系列工业相机 SDK 开发包 iDatum For xxx）：

<http://www.visiondatum.com/service/005001.html>

2. 启动下载的安装程序。

3. 按照屏幕上的说明进行操作。安装程序将指导您完成安装过程。

在安装过程中，您可以选择安装用于 GigE 相机还是 USB 3.0 相机的软件。

驱动检查

建议安装成功后，连接相机，打开 iDatum 客户端，查看相机连接和图像预览的效果，确认环境正常后，再开始基于 SDK 的二次开发。

检查相机驱动

安装完成后，在 Windows 系统设备管理器中，会看到新增的设备类型 VT USB3 Vision Cameras，展开右键查看属性，即可看到设备驱动是否安装正常

硬件安装

■ 相机安装

安装程序将假设您在相机和计算机之间进行点对点连接。

确保在开始安装之前有以下几项：

- LEO USB3.0 板级相机
- 适用的相机镜头
- 计算机必须配备适当的操作系统
- Micro USB3.0(B 型) 线缆。

步骤

- 将适用的镜头安装到对应接口的相机上
- 将相机固定到安装位置连接到计算机
- 连接到计算机与 USB3.0 数据线



本系列工业相机使用的是 USB3.0 接口，为确保实时图像的传输速率带宽，要求使用 USB3.0 的线缆

软件操作

■ iDatum 软件操作

- 1、双击桌面的 iDatum 快捷方式，打开 iDatum 软件。其中①②③④区域分别代表菜单栏区、控制工具条区、设备列表和属性区、预览区。
- 2、点击设备列表中 GigE 接口处的 ，在设备列表中会显示当前的设备，双击打开设备。
- 3、搜索到相机后，双击连接相机。
- 4、在相机属性树中，单击名称前的图标">"，可以展开设备的具体属性。各属性分类的介绍请见下表。

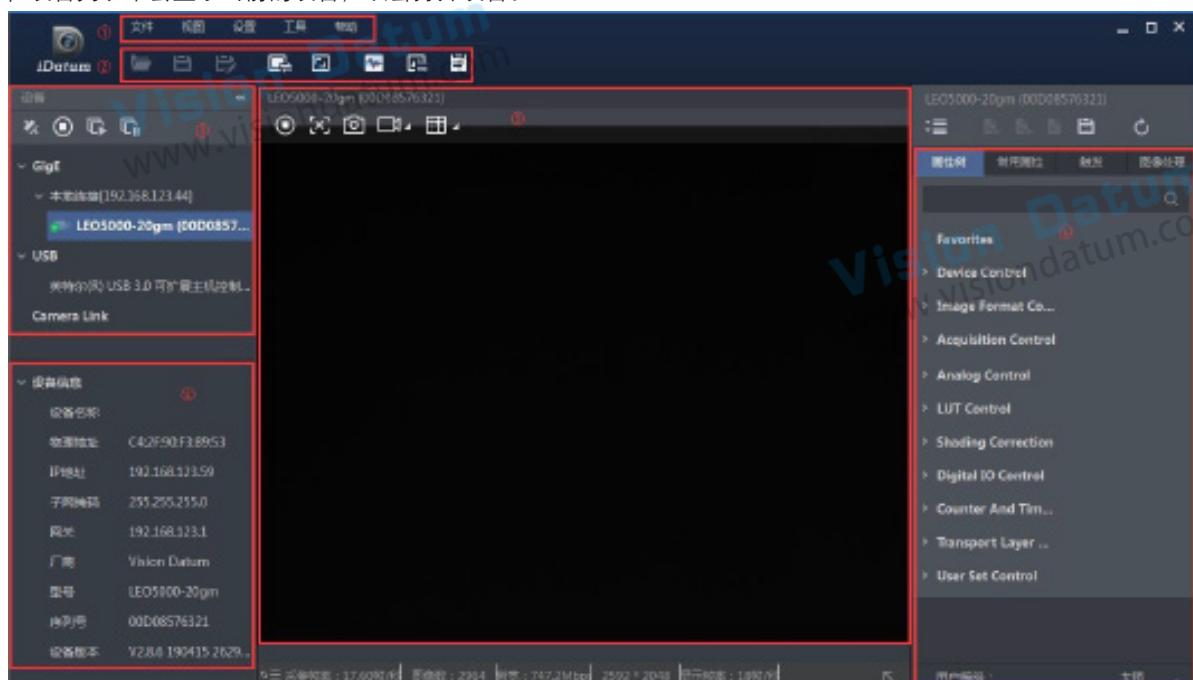
属性	名称	功能概述
Device Control	设备控制	该属性用于查看设备信息，修改设备名称以及重启设备。
Image Format Control	图像格式控制	该属性用于查看并设置相机的分辨率、镜像功能、像素格式、感兴趣区域和测试图像等
Acquisition Control	采集控制	该属性用于查看并设置相机的采集模式、帧率、触发模式、曝光时间等
Analog Control	模拟控制	该属性用于查看并设置相机的模拟信号，包括增益、黑电平、Gamma 校正、锐度等
Color Transformation Control	颜色转换控制	该属性用于对图像整体色彩进行调节
LUT Control	用户查找表控制	该属性用于设置查找表，从而进行灰度映射输出，凸显用户感兴趣的灰度范围
Digital IO Control	数字 I/O 控制	该属性用于设置不同的 I/O 信号
Action Control	动作命令控制	该属性可对相机 GigE Vision 动作命令相关功能进行设置
Counter And Timer Control	计数器和定时器控制	该属性用于触发源为 Counter0 的相关功能设置
File Access Control	文件存取	该属性可以查看支持文件存取功能相机参数组的信息
Event Control	事件控制	该属性可以对事件日志相关参数进行设置
Chunk Data Control	Chunk 信息控制	该属性可以控制是否开启相机 Chunk 信息的功能，并设置具体 Chunk 信息的内容
Transport Layer Control	传输层控制	该属性用于对相机的传输协议相关参数进行设置
Transfer Control	传输控制	该属性用于查看相机的传输源、传输模式和内存队列信息等
User Set Control	用户参数控制	该属性用于保存、加载相机的参数组，也可设置默认启动的参数组



不同型号相机的属性不完全相同，具体属性信息可以在 iDatum 的属性栏查看。

■ 主界面

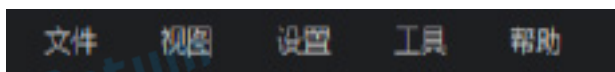
双击桌面的 iDatum 快捷方式，打开客户端软件，其中①②③④区域分别代表菜单栏区、控制工具条区、设备列表和属性区、预览区，在设备列表中会显示当前的设备，双击打开设备。



软件操作

■ 菜单栏

iDatum 客户端的菜单栏提供了文件、视图、设置、工具和帮助的功能，如下图所示。



■ 控制工具条

控制工具条如软件主界面中②所示，图标代表的含义如下图所示，工具条中的相关操作按钮，能快速、方便的对相机图像进行相应的操作。



设备列表上方的快捷功能如下图所示。



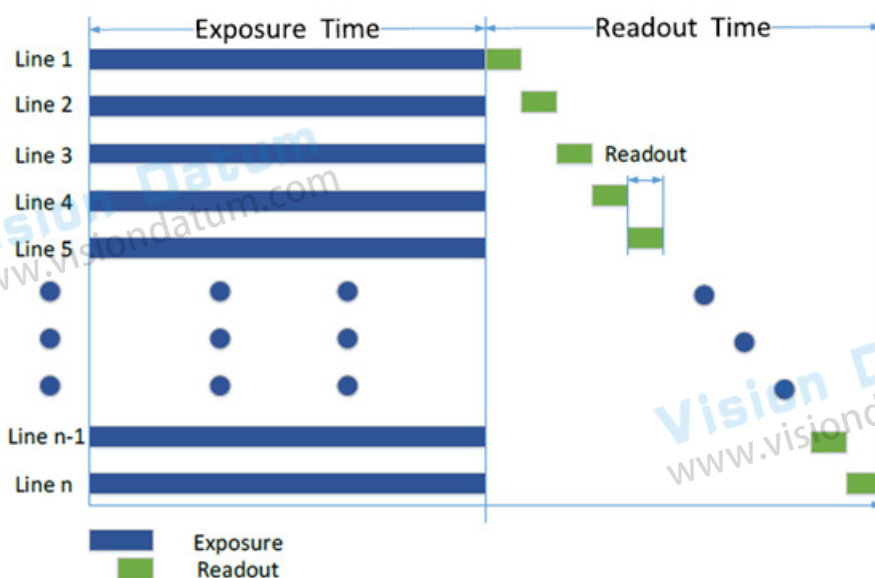
- 连接 / 断开：选中相机后，点击“连接”可以连接相机。选中连接状态下的相机后，点击“断开”可以断开相机的连接。
- 开始 / 停止采集：对于当前选择的连接上的相机，点击“开始采集”可以对该相机进行图像数据采集的操作。对于当前选择的采集状态的相机，点击“停止采集”可以停止该相机图像数据采集的操作。
- 批量开始采集：点击“批量开始采集”可以对 iDatum 当前所有连接的相机进行图像数据采集的操作。
- 批量停止采集：点击“批量停止采集”可以对 iDatum 当前所有正在采集图像数据的相机进行停止采集的操作。
- 收缩 / 展开：该功能可以对 iDatum 左侧的设备列表和设备信息做收缩或者展开的操作，默认为展开状态。收缩状态下，iDatum 左侧只显示搜索到的相机。

CHAPTER 4 相机特性

全局曝光和卷帘曝光

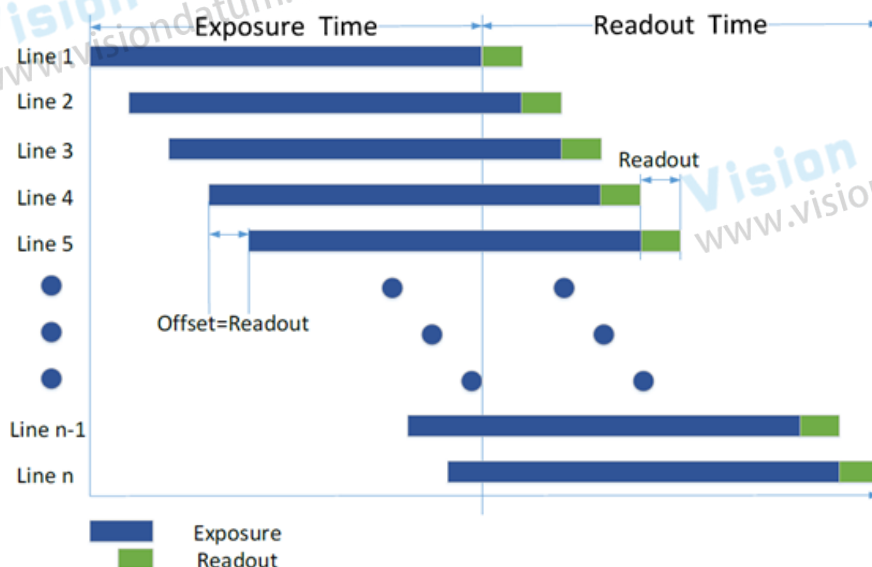
■ 全局曝光

支持全局曝光的相机，每一行同时接受曝光，同时结束曝光，曝光完成后，数据开始逐行读出，相机传感器接受曝光、数据读出的时间长度一致，但结束数据读出的时间不一致，如下图所示。



■ 卷帘曝光

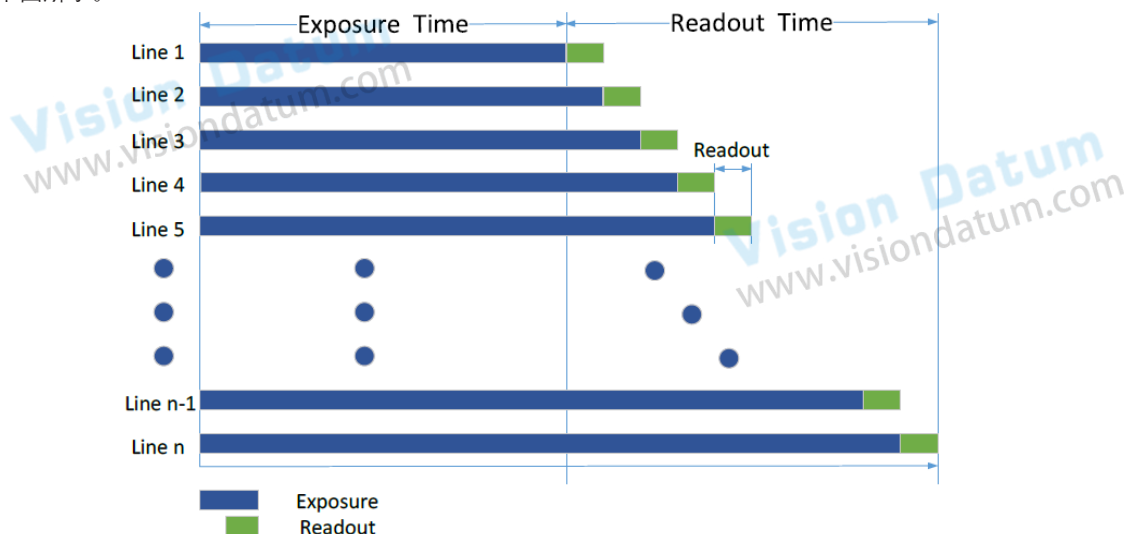
支持卷帘式曝光的相机，第一行曝光结束后，立即开始读出数据，数据完全读出后，下一行开始曝光、读出数据，如此循环。相机传感器接受曝光、数据读出的时间长度一致，但开始接受曝光的时间不一致，如下图所示。



全局曝光和卷帘曝光

GlobalReset 功能

部分卷帘快门相机具有 Global Reset 功能。该功能通过将图像各行的曝光时间点拉到同一起始点，从而达到一键全局曝光的目的，如下图所示。



需要使用 Global Reset 功能时，在属性树 Acquisition Control 下，将参数 Sensor Shutter Mode 设置为 Global Reset 即可。



- 当 Trigger Mode 为 On 状态时，才可设置参数 Sensor Shutter Mode。
- 开启 Global Reset 功能后，因图像各行的曝光时间不同，可能会导致图像各行从上至下亮度不同。因此若开启此功能，建议在全暗环境下，配合工业光源一同使用。在上图所示的曝光时间内开启光源，其他时间关闭光源，使得图像各行在相同的曝光时间内获得同样的照明，以此来控制图像各行的亮度。

Trigger Rolling 功能

Trigger Rolling 功能，主要应用于卷帘快门相机中。该功能可提升触发模式下的最大帧率，从而提升出图时间。

需要设置 Trigger Rolling 功能时，在属性树 Acquisition Control 下，将参数 Sensor Shutter Mode 设置为 Trigger Rolling 即可。



- Trigger Rolling 功能不支持交叠曝光。
- 相机是否支持 Trigger Rolling 功能，具体请以实际参数为准。

交叠曝光和非交叠曝光

相机获取一帧图像分为曝光和读出两个阶段。相机使用的传感器不同，相机的曝光时间和读出时间的重叠关系也有所不同，分为交叠曝光和非交叠曝光两种。交叠曝光和非交叠曝光相比，交叠曝光可以减少曝光时间对出图时间的影响。

本手册提及的产品使用交叠曝光方式处理图像数据。可通过 Overlap Mode 参数，设置交叠曝光模式的开启或关闭。若 Overlap Mode 选择 on，为交叠曝光模式；若 Overlap Mode 选择 off，为非交叠曝光模式。

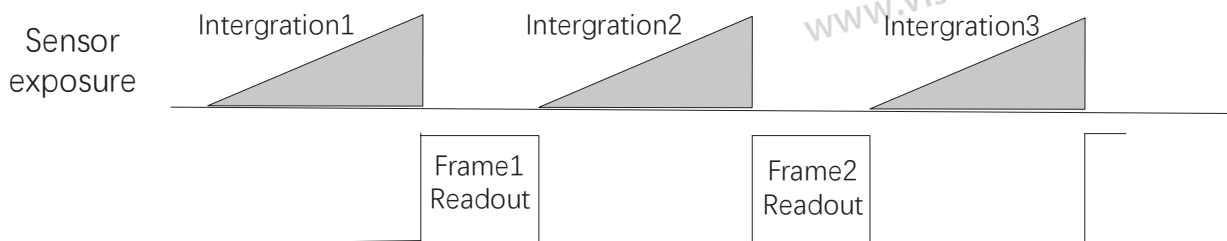


部分型号相机支持设置 Overlap Mode 参数，具体请以实际设备为准。

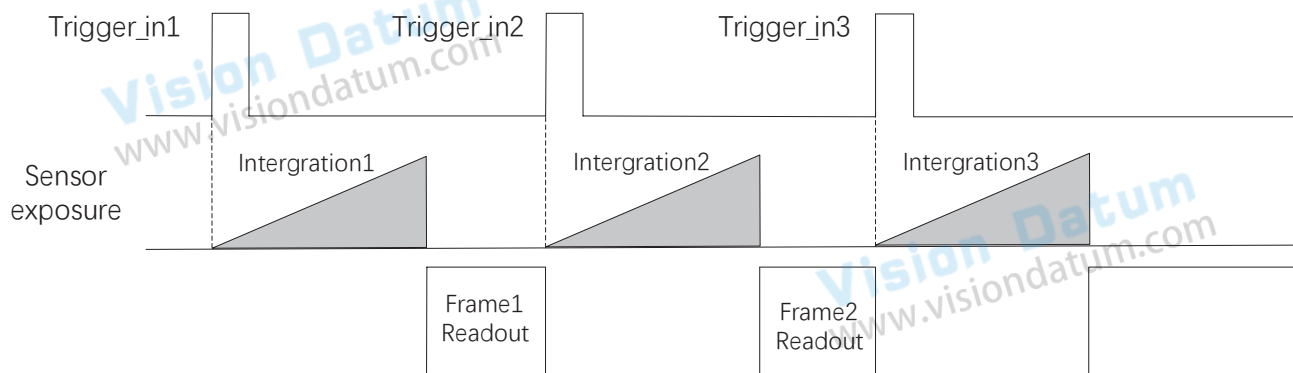
■ 非交叠曝光

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。

非交叠曝光帧周期大于曝光时间与帧读出时间的和。



内触发模式非交叠曝光



外触发模式非交叠曝光

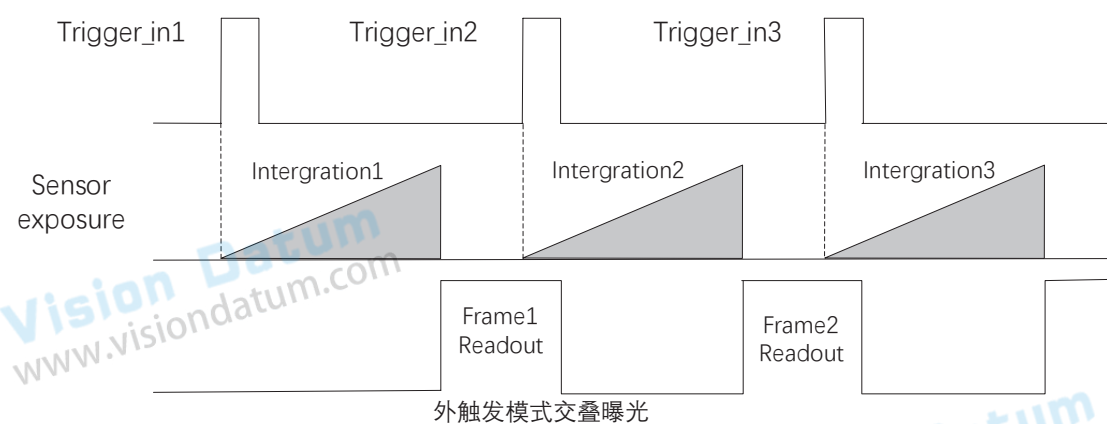
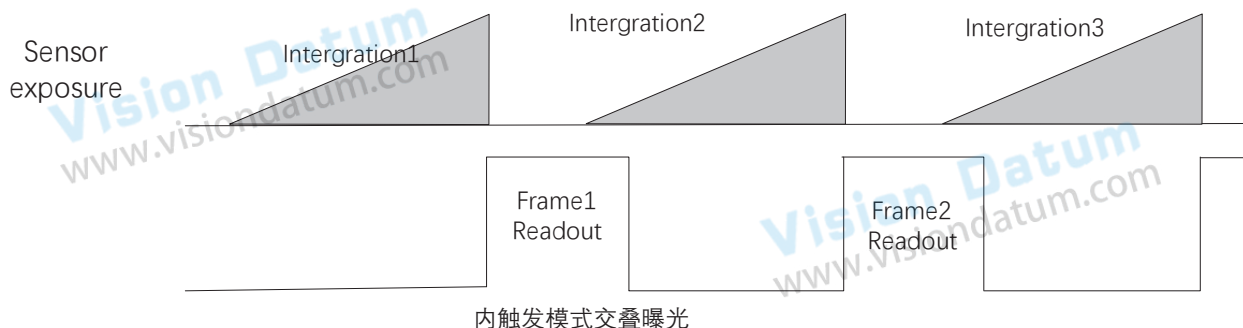
在该模式下，相机读出期间接收到的外触发信号会被忽略。

交叠曝光和非交叠曝光

■ 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。

交叠曝光帧周期小于等于曝光时间与帧读出时间的和。



CHAPTER 5 图像采集

帧率

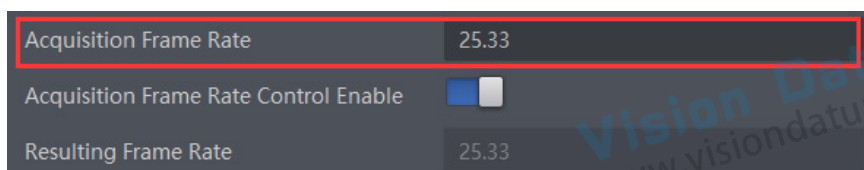
帧率表示相机每秒采集的图像数。帧率越高，每张图像的采集耗时越短。

相机的实时帧率由 4 个因素共同决定。

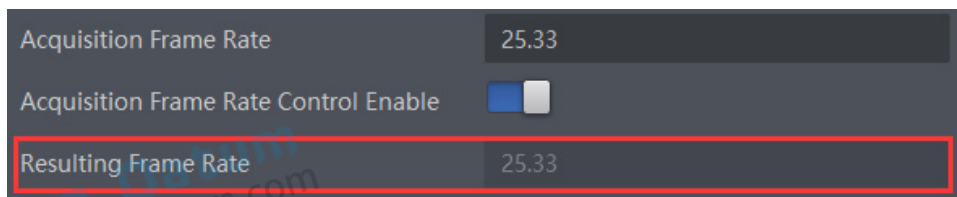
- 帧读出时间，即 Frame Readout。图像高度越小，读出所需的时间越小，则帧率越高
- 曝光时间，曝光时间越小，帧率越高
- 带宽，带宽越大能支持传输的帧率越高
- 像素格式：不同像素格式所占的字节数不同。同样环境下，像素格式所占的字节数越多，相机帧率越低

相机也可以手动控制实时帧率的大小，具体操作步骤如下：

1. 找到 Acquisition Control 属性下的 Acquisition Frame Rate 参数，输入需要设置的帧率数值。
2. 下方 Acquisition Frame Rate Control Enable 参数设置为 True，如下图所示。
 - _ 若当前实时帧率小于设置的帧率，相机以当前实时帧率采图；
 - _ 若当前实时帧率大于设置的帧率，相机以设置的帧率采图。



3. 相机最终帧率的大小可以通过 Acquisition Control 属性下的 Resulting Frame Rate 参数查看，如下图所示。



触发模式

相机的图像采集模式分为内触发模式以及外触发模式。

其中内触发模式包含连续采集、单帧采集两种形式；外触发模式包含软件触发、硬件外触发。

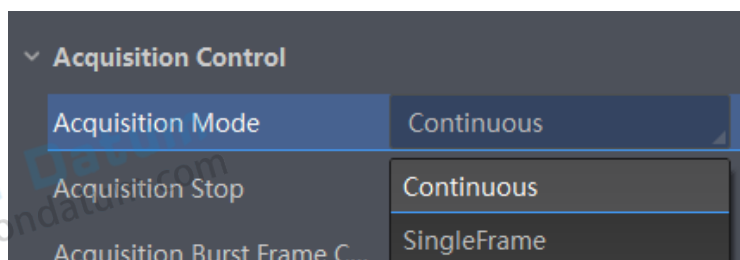
内触发模式与外触发模式通过 Trigger Mode 下的 On/Off 开关进行切换，Off 状态为内触发模式，On 状态为外触发模式。

触发模式	对应参数	参数选项	工作原理
内触发模式	Acquisition Control > Trigger Mode	Off	相机通过设备内部给出的信号采集图像
外触发模式		On	相机通过外部给出的信号采集图像。外部信号可以是软件信号，也可以是硬件信号，包含软触发、硬件触发、计数器触发共 3 种方式

内触发模式

具体工作原理以及对应参数请见下表，参数设置如下图所示。

内触发模式	对应参数	参数选项	工作原理
单帧采集	Acquisition Control > Acquisition Mode	SingleFrame	相机开始采集图像后，只采集一张图像，然后停止采集。
连续采集		Continuous	相机开始采集图像后，可以连续不断地采集图像，每秒的采集帧数由实时帧率决定，需要手动停止采集。



外触发模式

触发相机进行采集外触发信号的类型，可以是软件给出触发信号，也可以是由外部电平信号接入。在外触发信号模式下，相机可以按照标准单帧触发采集、多帧触发采集和长曝光触发采集等几种工作模式输出图像。

外触发源

分为软触发、硬件触发以及计数器触发共 3 种。具体工作原理以及对应参数请见下表。

外触发模式	对应参数	参数选项	工作原理
软触发	Acquisition Control > Trigger Source	Software	触发信号由软件发出，通过 USB3.0 传输给相机进行采图
硬件触发		Line 1 Line 2	外部设备通过相机的 I/O 接口与相机进行连接，触发信号由外部设备给到相机进行采图
计数器触发		Counter 0	通过计数器的方式给相机信号进行采图

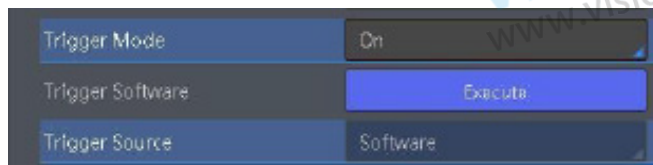


● 以上 3 种外触发源需要在外触发模式即 Trigger Mode 参数为 On 时才生效。

软触发

相机支持软触发模式，用户设置软触发使能时，客户端软件可以通过 USB3.0 发送命令触发相机采集和传输图像。

点击展开客户端软件的设备属性列表中的 Acquisition Control，找到 Trigger Mode，从下拉框选择 on，打开触发模式，在 Trigger Source 选择触发源为 Software，即切换到软件外触发状态，点击 Trigger software 按钮后的 Execute 即可发送软触发命令进行采图如下图所示。



● 软触发模式可以设置触发出图数、触发延迟和触发缓存使能，具体介绍参考触发相关参数章节。

触发模式

■ 硬件触发

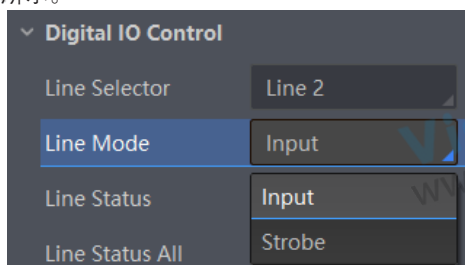
若将上一步操作的 Trigger Source 选为硬件接入的线路编号，即切换到硬件外触发状态。

相机有 2 个可配置输入输出 Line1 和 Line 2，可配置为输入信号。

设置为输入信号方法如下：

1.Digital IO Control 属性下，Line Selector 参数下拉选择 Line1 或 Line 2。

2.Line Mode 下拉选择 Input，如下图所示。

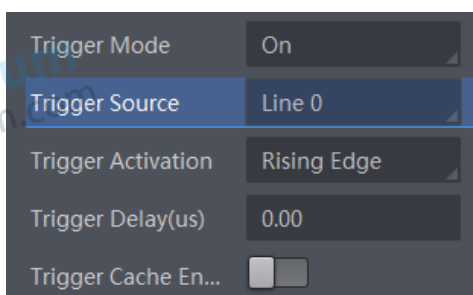


相机触发源选择硬件触发即 Trigger Source 参数选择为 Line 1 或 Line 2 时，触发拍照的命令由外部设备给到相机。

Line 1/Line 2 设置为触发源的方法如下：

1.Acquisition Control 属性下，Trigger Mode 选择 On。

2.Trigger Source 参数下拉选择 Line 1 或 Line 2，如下图所示。

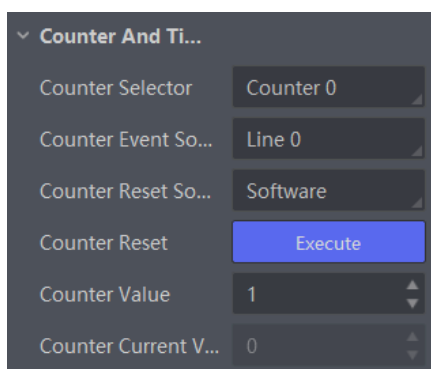


●具体关于 IO 接口的电气特性以及接线方式请查看 I/O 电气特性与接线。

■ 计数器触发

相机触发源选择计数器即 Trigger Source 参数选择 Counter 0 时，相机接收多次硬件触发信号之后进行一次外触发。使用计数器触发时，需要对 Counter And Timer Control 属性下的参数进行设置，方可使用。参数功能以及如何设置请见下表，参数如下图所示。

参数	读 / 写	功能介绍
Counter Selector	可读写	选择计数器源，目前只支持 Counter 0
Counter Event Source	可读写	选择计数器触发的信号源，可选 Line 0 或 Line 2，默认关闭
Counter Reset Source	可读写	选择重置计数器的信号源，只能通过 Software 重置，默认关闭
Counter Value	可读写	计数器值，范围为 1 ~ 1023。 假设该参数设置为 n，则 n 次的触发信号可以执行 1 次的计数器触发，获取 1 帧图像
Counter Current Value	只读	显示每次计数器触发中，已经执行的外触发数



触发模式

■ 触发相关参数

外触发模式下，可以设置触发出图数、触发延迟、触发缓存使能、触发响应方式以及触发防抖。不同触发源可以设置的参数有所差别，触发源和支持的触发参数的关系请见下表。

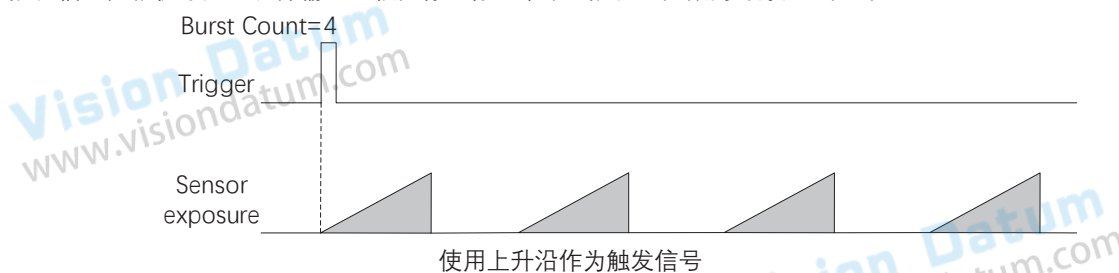
触发参数 \ 触发源	软触发	硬触发	计数器触发
触发出图数	支持	支持	支持
触发延迟	支持	支持	支持
触发缓存使能	支持	支持	支持
触发响应方式	不支持	支持	支持
触发防抖	不支持	支持	不支持

触发出图数

外触发模式下，可以设置相机的触发出图数。通过 Acquisition Control 属性下的 Acquisition Burst Frame Count 参数进行设置，参数范围为 1~1023，如下图所示。

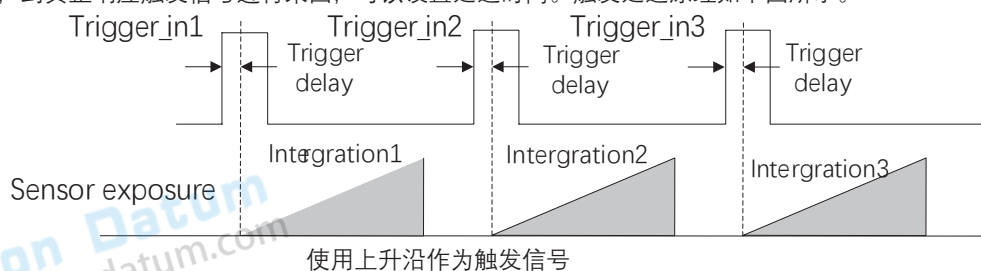


当 Burst 数量为 1 时，此为单帧触发模式。当 Burst 数量高于 1 时，此为多帧触发模式。假设 Acquisition Burst Frame Count 参数值为 n ，输入 1 个触发信号，相机曝光 n 次并输出 n 帧图像后停止采集。触发出图数的时序如下图所示。

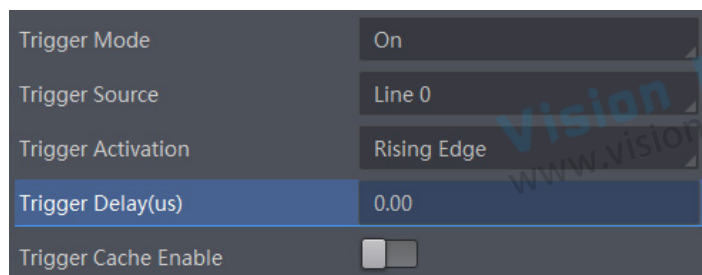


触发延迟

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



该功能通过 Trigger Delay 参数进行设置，单位为 μs ，如下图所示。

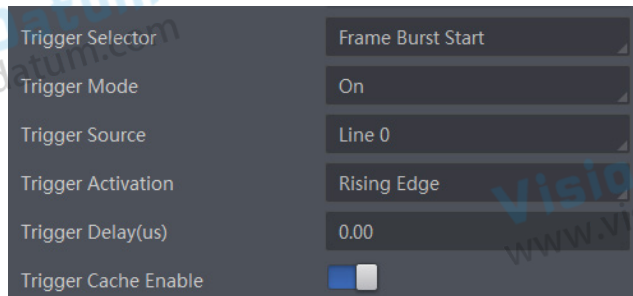


触发模式

触发缓存使能

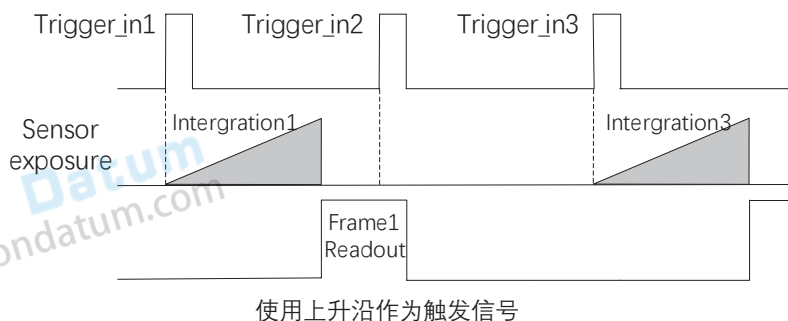
相机具有触发缓存使能的功能，即触发过程若接收到新的触发信号，可将该信号保留并进行处理。在处理当前信号时，触发缓存使能最多能保留 2 个触发信号等待处理。

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



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

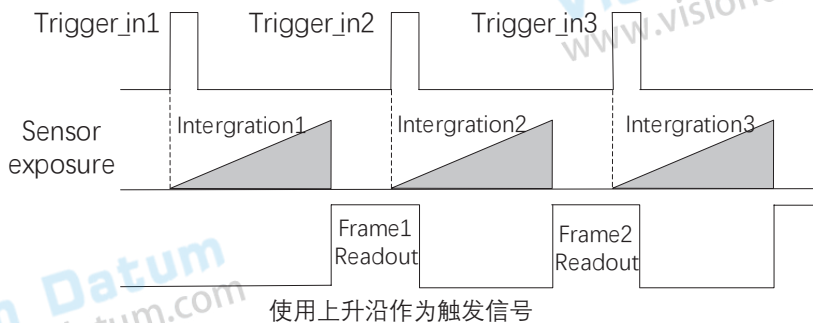
不启用触发缓存使能：第 2 个触发信号直接被过滤，不做处理，如下图所示；



使用上升沿作为触发信号

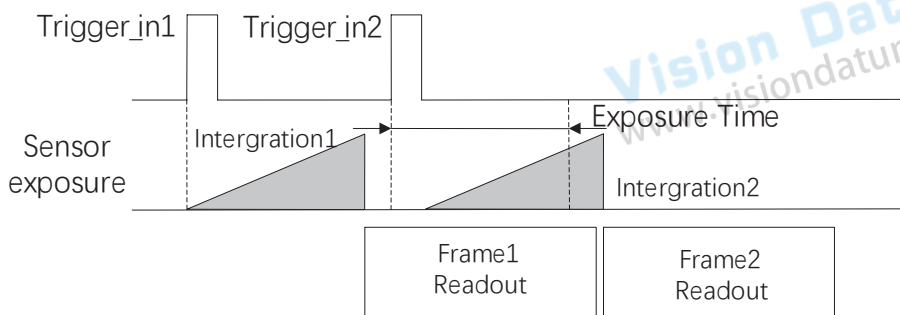
启用触发缓存使能：第 2 个触发信号被保留。

若第 2 个触发信号第 1 帧图像的曝光结束时间不早于相机当前第 1 个触发信号最后 1 帧的出图时间，则第 2 个触发信号第 1 帧图像正常出图，如下图所示；



使用上升沿作为触发信号

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



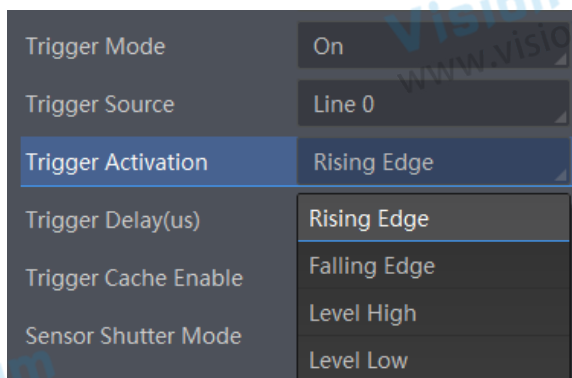
使用上升沿作为触发信号

触发模式

触发响应方式

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

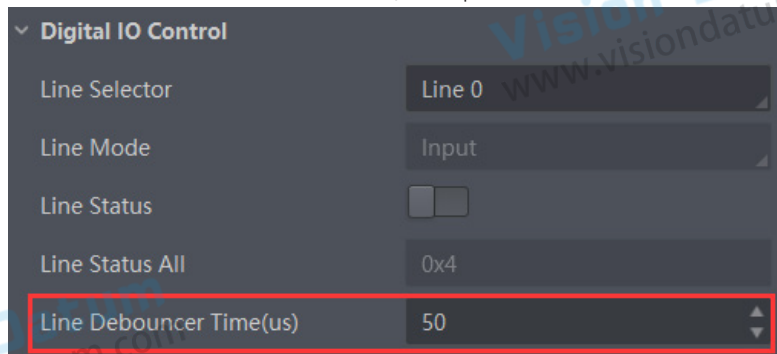
触发响应方式选择	对应参数	参数选项	工作原理
上升沿	Acquisition Control > Trigger Activation	Rising Edge	外部给出的电平信号在上升沿时，相机接收触发信号开始采图
下降沿		Falling Edge	外部给出的电平信号在下降沿时，相机接收触发信号开始采图
高电平		Level High	外部设备给出的电平信号在高电平时，相机一直处于图像采集状态
低电平		Level Low	外部设备给出的电平信号在低电平时，相机一直处于图像采集状态



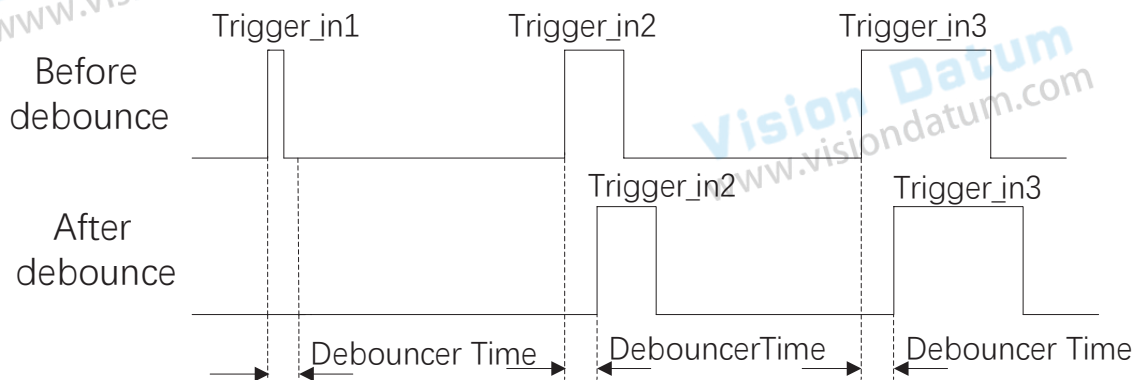
不同型号及固件版本设备，在不同触发模式下可选择的触发响应方式有所不同，具体请以实际参数为准。

触发防抖

外触发信号给到相机时可能存在毛刺，如果直接进入相机内部可能会造成误触发，此时可以对触发信号进行去抖处理。该功能通过 Digital IO Control 属性下的 Line Debouncer Time 参数设置，单位为 μs ，参数范围为 0~1000000，即 0~1s，如下图所示。



当设置的 Debouncer 时间大于触发信号的时间时，则该触发信号被忽略，时序如图 4-22 所示。



使用上升沿作为触发信号

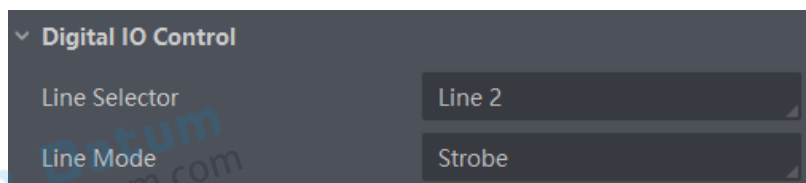
CHAPTER 6 触发输出

触发输出信号选择

相机有 2 个可配置输入输出 Line1 和 Line2，可配置为输出信号。

设置为输出信号的方法如下：

- 1、Digital IO Control 属性下，Line Selector 参数下拉选择 Line1 或 Line 2
- 2、Line Mode 参数下拉选择 Strobe



具体关于 I/O 接口的电气特性以及接线方式请查看 I/O 电气特性与接线章节。

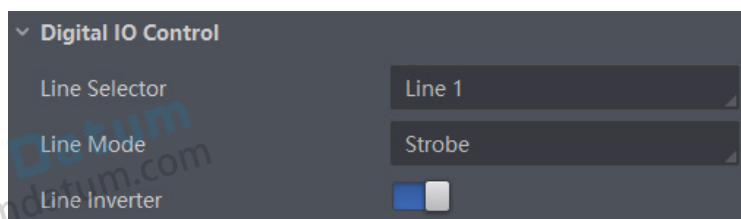
触发输出信号设置

相机触发输出信号为开关信号，可用于控制报警灯、光源、PLC 等外部设备。

触发输出信号可通过**电平反转**和**Strobe 信号** 2 种方式实现。通过 Digital IO Control 属性设置相关参数。

■ 电平反转

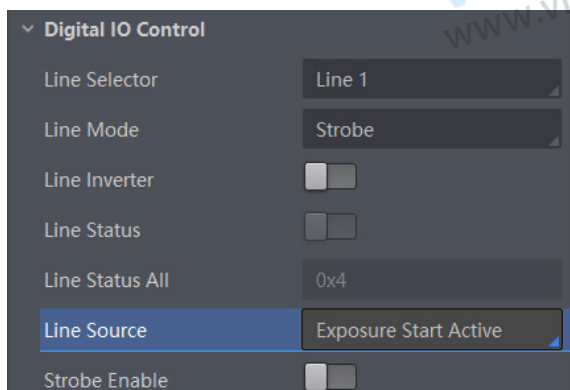
触发输出信号的电平反转通过 Line Inverter 参数是否启用进行设置，默认不启用，如下图所示。



■ Strobe 信号

Strobe 信号可使相机在事件源发生时直接输出信号给到外部设备。

Strobe 信号的事件源通过 Line Source 参数进行设置。当事件源发生时，会生成 1 个事件信息，此时相机会同步输出 1 个 Strobe 信号。Strobe 信号是否开启，可通过 Strobe Enable 参数进行设置，如下图所示。

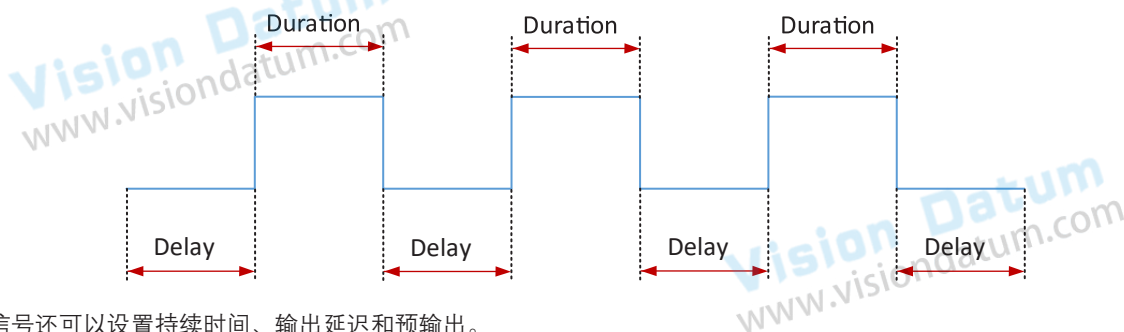


触发输出信号设置

各事件源的具体说明请见下表。

事件源名称	功能说明
Acquisition Start Active	相机开始采集图像时，输出信号到外部设备
Acquisition Stop Active	相机停止采集图像时，输出信号到外部设备
Counter Active	当计数器触发时，输出信号到外部设备
Exposure Start Active	相机开始曝光时，输出信号到外部设备
Exposure End Active	相机停止曝光时，输出信号到外部设备
Frame Burst Start Active	Burst 多帧触发开始时，输出信号到外部设备
Frame Burst End Active	Burst 多帧触发结束时，输出信号到外部设备
Frame Trigger Wait	相机可响应触发信号时，输出信号到外部设备。避免相机触发频率过高时，出现触发过度现象
Frame Start Active	帧触发开始时，输出信号到外部设备
Frame End Active	帧触发结束时，输出信号到外部设备
Soft Trigger Active	软触发时，输出信号到外部设备
Hard Trigger Active	硬件触发时，输出信号到外部设备
Timer Active	当定时器触发时，输出信号到外部设备

当 Line Source 选择为 Timer Active 时，执行 Line Trigger Software 参数后，每隔 Strobe line Delay 设置的时间，相机将输出 Strobe Line Duration 时长的信号。

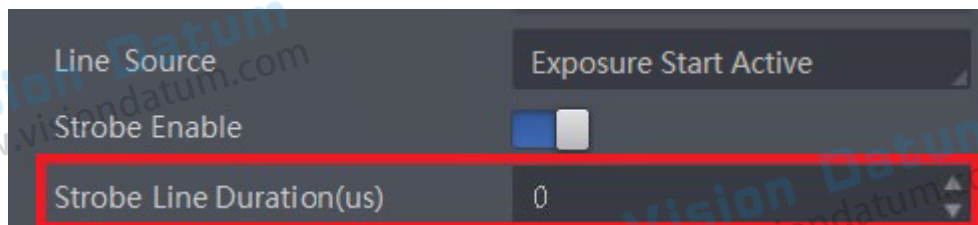


同时 Strobe 信号还可以设置持续时间、输出延迟和预输出。

触发输出信号设置

■ Strobe 持续时间

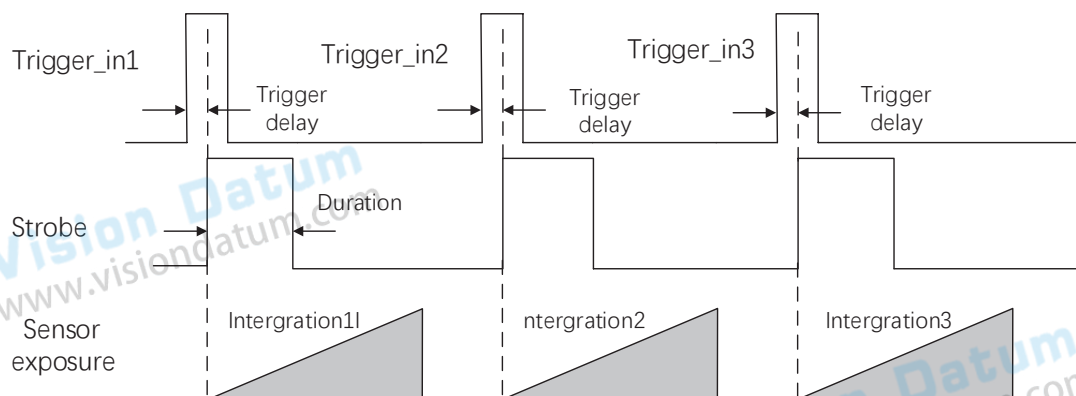
Strobe 信号为高电平有效，信号输出的持续时间可通过 Strobe Line Duration 参数进行设置，单位为 μs 。
Strobe 持续时间参数设置如下图所示。



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

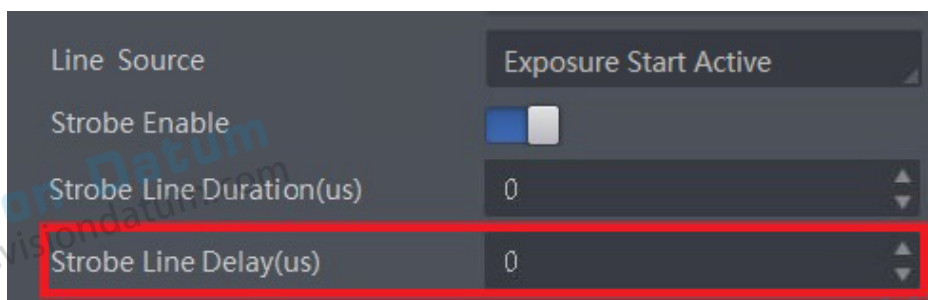
当 Strobe Line Duration 值为 0 时，Strobe 高电平延续时间等于曝光时间；

若 Strobe Line Duration 值为非 0 时，Strobe 高电平延续时间等于 Strobe Line Duration 值，Strobe 持续时间时序如下图所示。



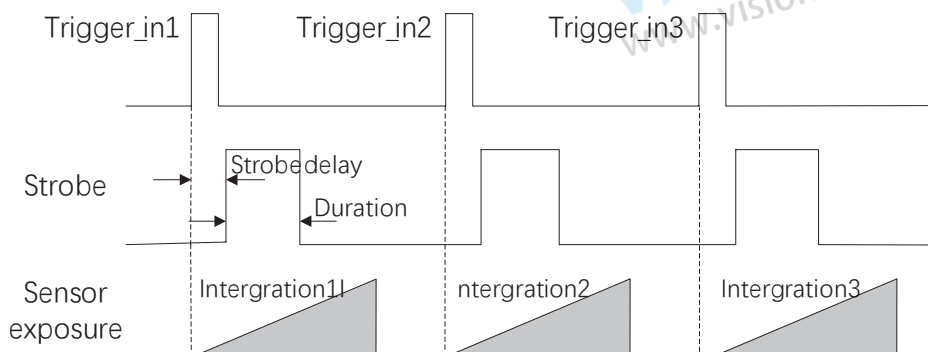
■ Strobe 输出延迟

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



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

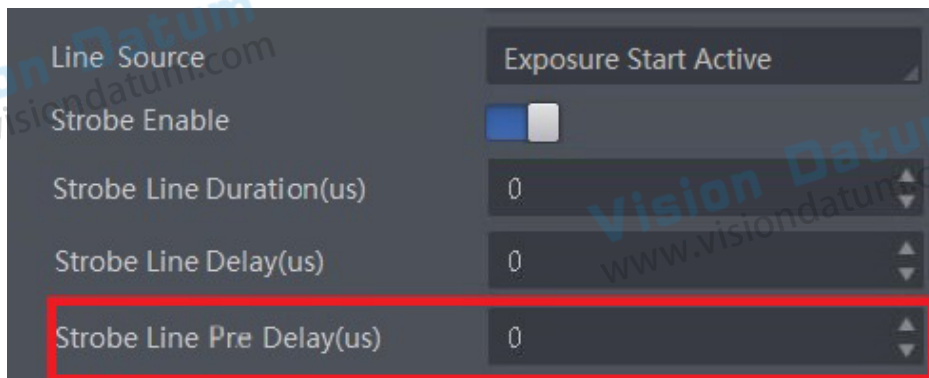
当相机开始曝光时，Strobe 输出并没有立即生效，而是根据 Strobe Line Delay 设置的值延迟输出，Strobe 输出延迟时序如下图所示。



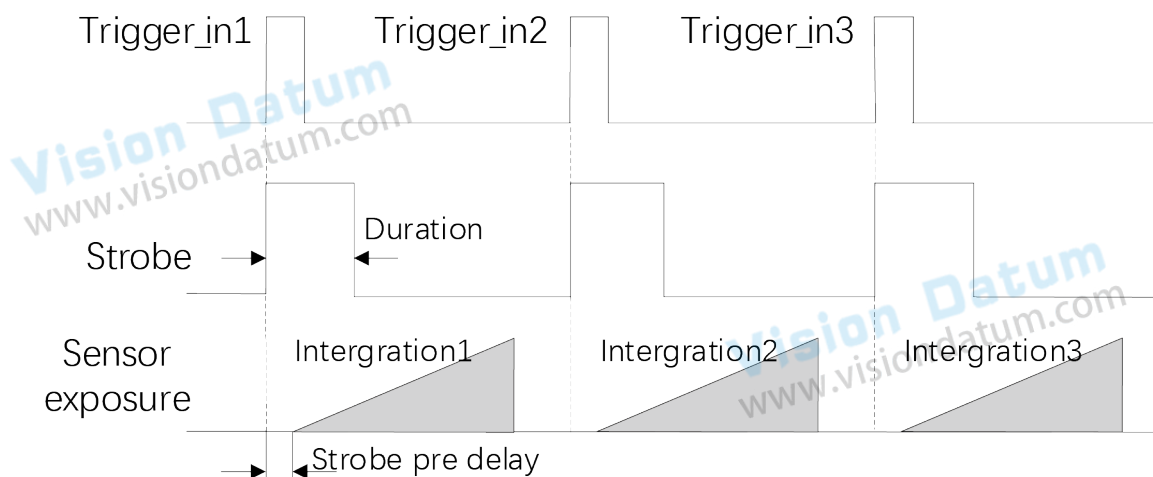
触发输出信号设置

■ Strobe 预输出

相机还可以对 Strobe 信号设置预输出，即 Strobe 信号早于曝光生效。其工作原理为延迟曝光先进行 Strobe 输出。该功能可应用于响应比较慢的外部设备，Strobe 预输出的时间通过 Strobe Line Pre Delay 参数进行设置，单位为 μs ，范围为 0~5000，即 0~5ms。Strobe 输出延迟参数设置如下图所示。



Strobe 输出延迟时序如下图所示。

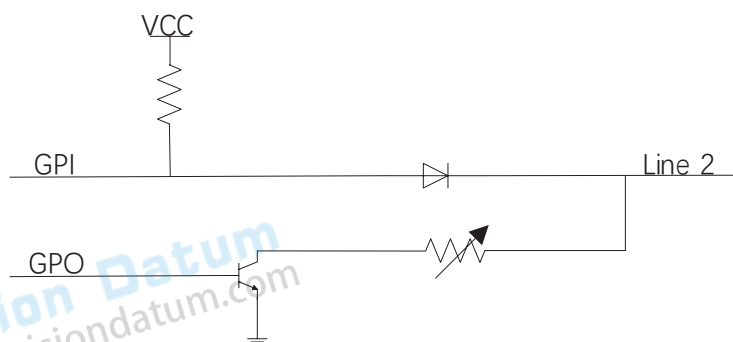


CHAPTER 7

I/O 电气特性与接线

I/O 电气特性

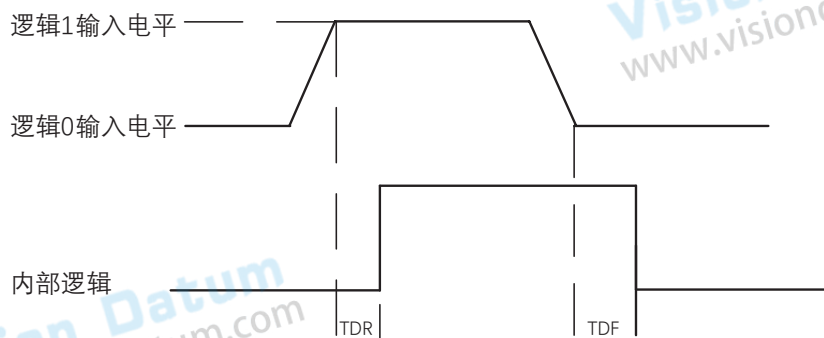
相机的 I/O 信号为双向 IO，可作为输入信号使用，也可作为输出信号使用。内部电路如下图所示。



■ 双向 I/O 配置成输入

接入 100 Ω 电阻、5 V 电压情况下，双向 I/O 配置为输入的逻辑电平、电气特性如图：

输入逻辑电平：



输入电气特性请见下表。

参数名称	参数符号	参数值
输入逻辑低电平	VL	0 ~ 0.3VDC
输入逻辑高电平	VH	3.3 ~ 24VDC
输入上升延迟	TDR	< 0.66 μ s
输入下降延迟	TDF	< 0.05 μ s



- 输入电平在 0.3V 至 3.3V 之间电路状态不稳定，请尽量避免输入电压在此区间。
- 击穿电压为 30 V，请保持电压稳定。
- 为防止 GPIO 管脚损坏，请先连接地管脚 GND，然后再向双向 I/O 管脚输入电压。

I/O 电气特性

■ 双向 I/O 配置成输出

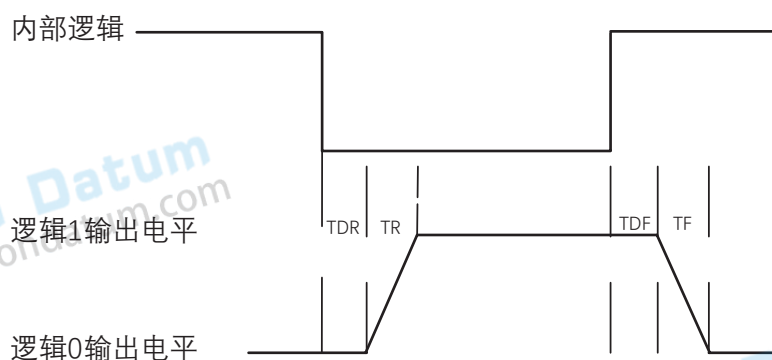
允许经过此管脚的最大电流为 25 mA，输出阻抗为 40 Ω 。

外部电压，电阻和输出低电平之间的关系请见下表。

外部电压	外部电阻	VL
3.3 V	1 K Ω	160 mV
5 V	1 K Ω	220 mV
12 V	1 K Ω	460 mV
24 V	1 K Ω	860 mV
30 V	1 K Ω	970 mV

外部 1 K Ω 电阻上拉至 5 V 情况下，双向 I/O 配置为输出的逻辑电平、电气特性如下图、下表 所示。

输出逻辑电平：



输出电气特性：

参数名称	参数符号	参数值
输出上升时间	TR	0.06 μ s
输出下降时间	TF	0.016 μ s
输出上升延迟	TDR	0-4us
输出下降延迟	TDF	<1us

I/O 接线图

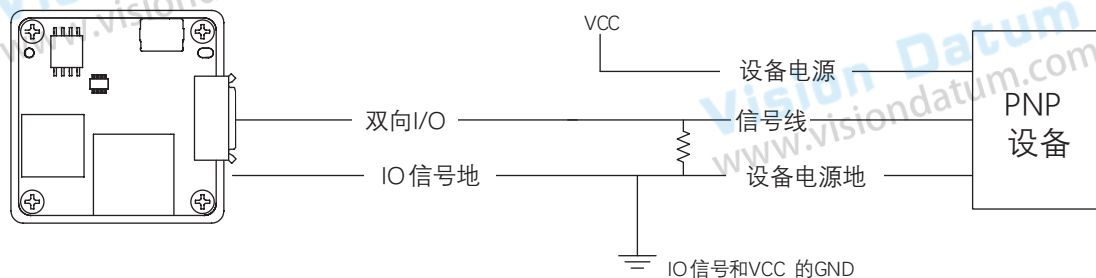
不同型号板级相机的外观和 I/O 接口定义有所不同。本章节主要介绍相机的 I/O 部分如何接线。其他相机可根据接线图中的线缆定义，结合电源及 I/O 接口定义章节进行类推。

■ 输入接线图

相机使用双向 I/O 作为硬件触发的信号源时，输入信号的外部设备不同，接线有所不同。

输入信号为 PNP 设备，即双向 I/O 作为输入接 PNP 设备：

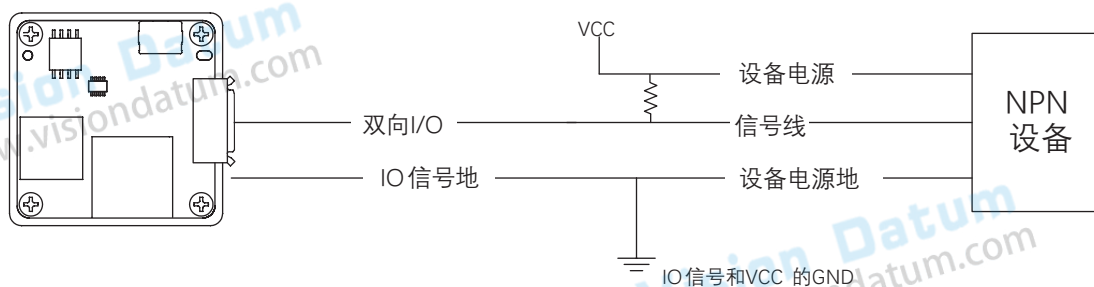
推荐使用 330 Ω 的下拉电阻。



输入信号为 NPN 设备，即双向 I/O 接 NPN 设备：

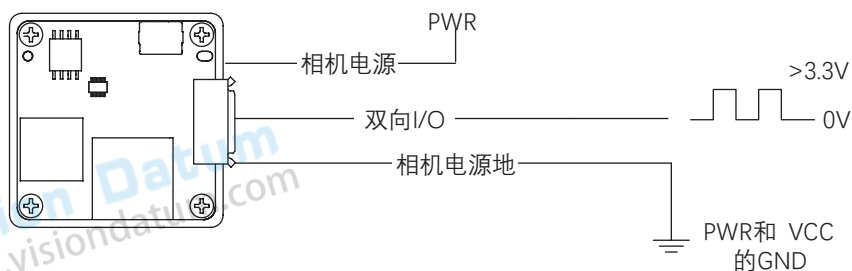
_ 若 NPN 设备的 VCC 为 24 V，推荐使用 1 ~ 4.7 K Ω 的上拉电阻。

_ 若 NPN 设备的 VCC 为 12 V，推荐使用 1 K Ω 的上拉电阻。



输入信号为开关，即双向 I/O 接开关：

开关量可提供低电平以实现双向 I/O 触发。

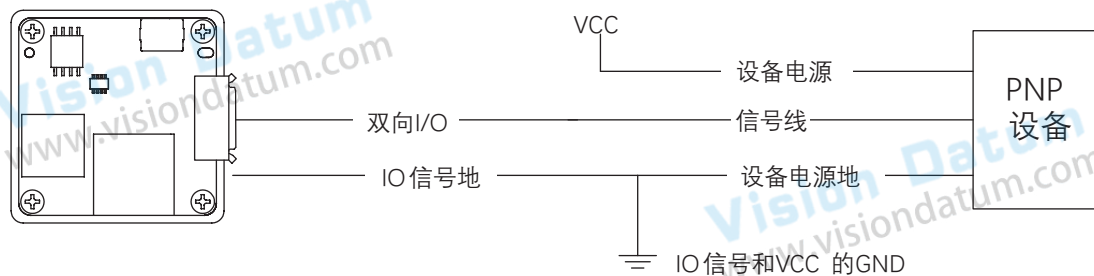


I/O 接线图

■ 输出接线图

相机使用 双向 I/O 作为输出信号时，连接的外部设备不同，接线有所不同。

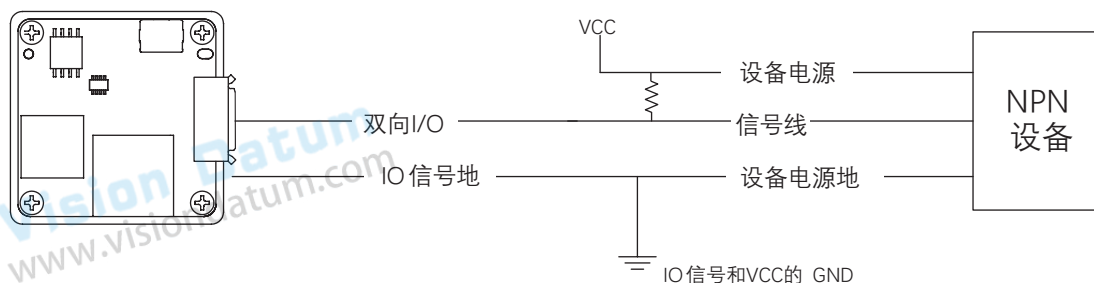
外部为 PNP 设备，即双向 I/O 接 PNP 设备：



外部为 NPN 设备，即双向 I/O 接 NPN 设备：

_ 若 NPN 设备的 VCC 为 24 V，推荐使用 4.7 K Ω 的上拉电阻。

_ 若 NPN 设备的 VCC 为 12 V，推荐使用 1 K Ω 的上拉电阻。

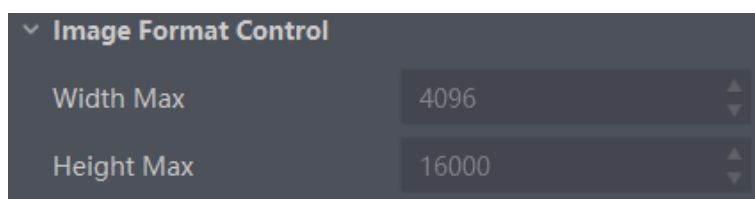


CHAPTER 8

图像调试

分辨率与 ROI

相机默认以最大分辨率显示图像。相机的最大分辨率可通过 Image Format Control 属性下的 Width Max 和 Height Max 参数查看，如下图所示。Width Max 表示相机 Width 方向的最大像素数，Height Max 表示相机 Height 方向的最大像素数。



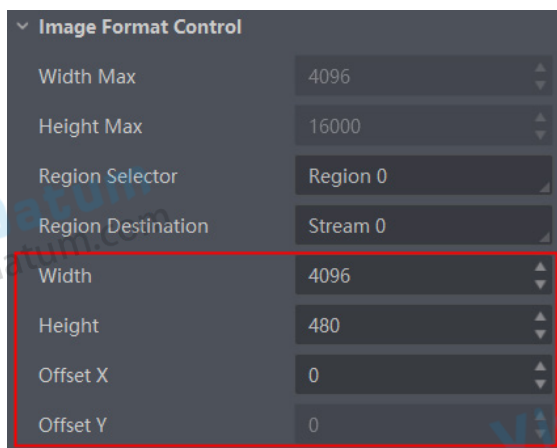
当用户只对图像中的某些细节感兴趣时，可对相机进行 ROI 设置输出用户感兴趣区域的图像。设置感兴趣区域可以减小传输数据带宽，并在一定程度上提高相机帧率。



相机目前只支持设置 1 个 ROI，即 Region Selector 参数只有 Region 0 这 1 个选项。

相机可以通过 Image Format Control 属性下 Region Selector 相关参数进行 ROI 设置，如下图所示。

- Width: ROI 区域横向的分辨率
- Height: ROI 区域纵向的分辨率
- Offset X: ROI 区域左上角起点位置的横坐标
- Offset Y: ROI 区域左上角起点位置的纵坐标



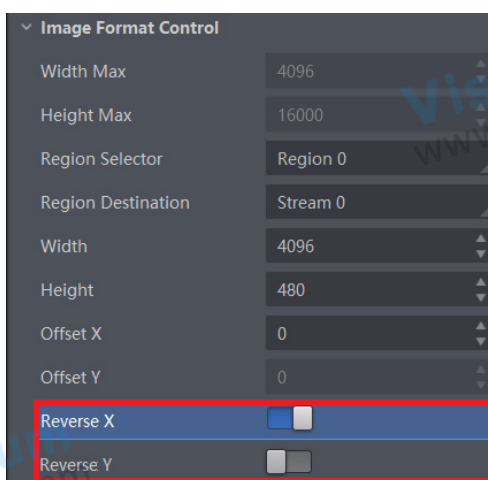
- Width 和 Offset X 参数相加不得大于 Width Max，Height 和 Offset Y 参数相加不得大于 Height Max。
- 不同型号相机进行 ROI 设置时，上述参数的步进不同，具体请以实际设备为准。

镜像

镜像分为水平镜像和垂直镜像 2 种。具体工作原理以及对应参数请见下表。

镜像	对应参数	工作原理
水平镜像	Image Format Control > Reverse X	相机图像左右翻转
垂直镜像	Image Format Control > Reverse Y	相机图像上下翻转

镜像相关参数设置如下图所示。



不同型号相机的镜像功能有所差别，具体请以实际设备为准。

像素格式

相机支持多种像素格式，用户可自行设置像素格式。不同型号相机可设置的 ADC 位深不同，支持的像素格式有所不同，具体请查看对应型号产品的技术规格书。

不同 ADC 位深模式，相机支持的像素格式以及对应的像素位数有所差别，请见下表。

ADC Bit Depth ADC 位深	Pixel Format 像素格式	Pixel Size (Bits/ Pixel) 像素位数
8	Mono 8, Bayer 8	8
12	Mono 8, Bayer 8	8
	Bayer 12 Packed, Bayer 10 Packed, Mono10 Packed, Mono12 packed	12
	Mono 10/12, Bayer 12, Bayer 10, YUV 422 Packed, YUV 422 (YUYV) Packed	16
	RGB 8, BGR 8	24

不同 ADC 位深模式、各像素格式下的最高帧率也有所不同，具体请以实测为准。

ADC 位深的数值越大，相对而言图像质量越高，但帧率越低。具体请根据实际使用需求设置 ADC Bit Depth 参数。



不同型号相机的镜像功能有所差别，具体请以实际设备为准。

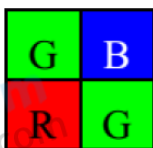
黑白相机的原始数据为 Mono 8 格式；彩色相机的原始数据为 Bayer 8 格式，通过相机内部像素插值算法可转换为 RGB 格式，RGB 格式可通过算法转换为 YUV 格式，YUV 格式下可将 Y 分量的值作为 Mono 8 格式输出。实际应用中，若不需要对被摄物的颜色进行识别，建议使用黑白相机即可。

像素格式

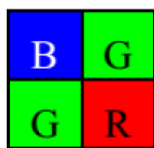
Bayer GR, Bayer GB, Bayer BG, Bayer RG 等的样式如下图所示。



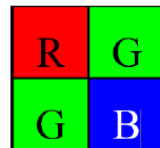
Bayer GR 像素样式图



Bayer GB 像素样式图



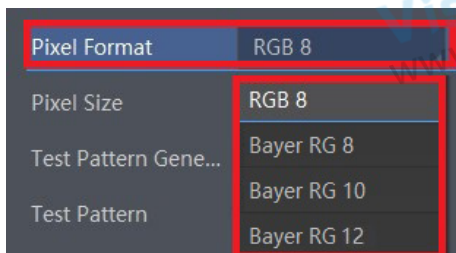
Bayer BG 像素样式图



Bayer RG 像素样式图

相机的像素格式通过 Image Format Control 属性下的 Pixel Format 参数进行修改。

展开 Pixel Format 参数, 可查看当前相机支持的所有像素格式, 用户可以根据需要选择合适的像素格式, 如下图所示。



彩色相机支持在 Bayer 格式下的图像处理功能, 可通过 Super Bayer Enable 参数进行设置。开启 Super Bayer Enable 参数后, 可设置 Bayer 格式下的 Gamma 校正、锐度、对比度、色彩校正、超级调色盘和 LUT 用户查找表功能, 具体查看 Gamma 校正、锐度、对比度、色彩校正、超级调色盘、LUT 用户查找表章节。

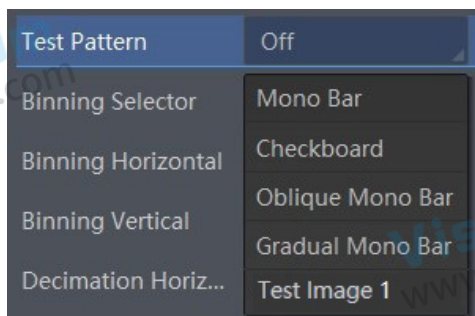


- 部分型号支持 SuperBayer 功能, 具体请以实际参数为准。
- Super Bayer Enable 参数仅在 Pixel Format 参数选择 Bayer 像素格式时显示。
- 开启 Super Bayer Enable 参数后, 显示相关功能节点。
- Pixel Format 参数选择其他像素格式时, 可直接配置相关功能节点。
- 开启 Super Bayer Enable 参数前后, Bayer 格式下的帧率保持一致。

测试模式

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

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



开启测试模式后，采集卡软件的预览窗口显示的图像切换为测试图像，具体测试图像由测试模式决定。

相机提供 Mono Bar、Checkboard、Oblique Mono Bar、Gradual Mono Bar、Vertical Color Bar、Horizontal Color Bar、Test Image 一共 7 种测试模式，其图像分别如下图所示。



- Test Image 1 测试模式的图像与型号有关，具体请以实际图像为准。
- 不同型号相机支持的测试模式不同，具体请以实际设备为准。



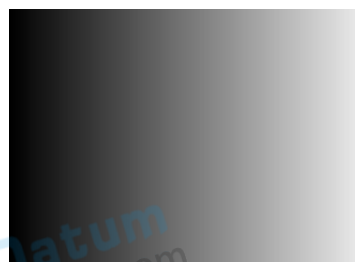
Mono Bar 测试图像



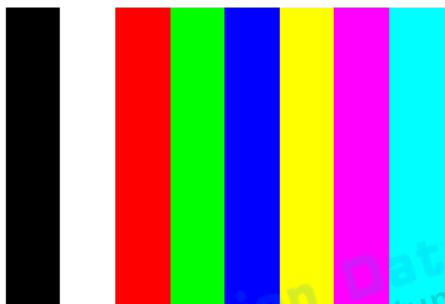
Checkboard 测试图像



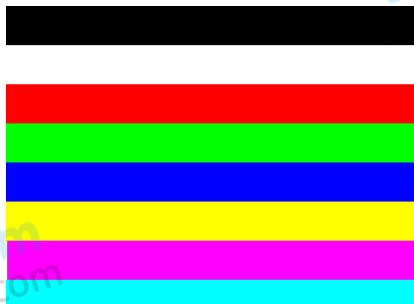
Oblique Mono Bar 测试图像



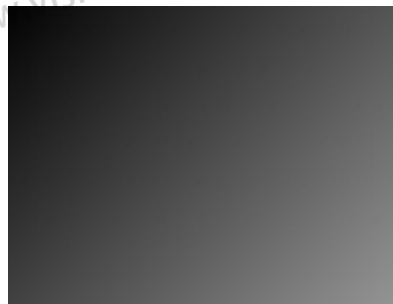
Gradual Mono Bar 测试图像



Vertical Color Bar 测试图像



Horizontal Color Bar 测试图像

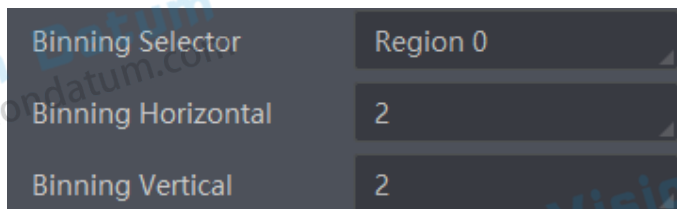


Test Image 1 测试图像

Binning

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

需要使用 Binning 功能时，在 Image Format Control 属性下，对 Binning Horizontal 和 Binning Vertical 参数进行设置即可，如下图所示。Binning Horizontal 参数对应图像的横坐标，相关参数为 Width 和 Offset X；Binning Vertical 参数对应图像的纵坐标，相关参数为 Height 和 Offset Y。

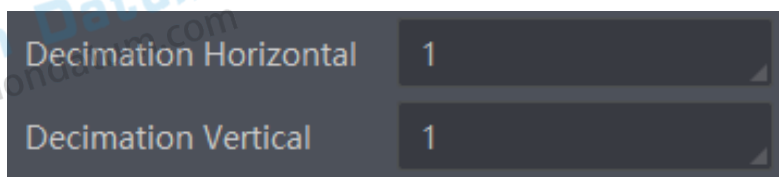


不同型号相机支持的 Binning 有所不同，具体请以相机的实际功能为准。

下采样

下采样功能是在多个相邻像素中选择一个像素，可以降低输出分辨率。

需要使用下采样功能时，在 Image Format Control 属性下，对 Decimation Horizontal 和 Decimation Vertical 参数进行设置即可，如下图所示。Decimation Horizontal 参数对应图像的横坐标，相关参数为 Width 和 Offset X；Decimation Vertical 参数对应图像的纵坐标，相关参数为 Height 和 Offset Y。



不同型号相机支持的下采样有所不同，具体请以相机的实际功能为准。

曝光

不同型号相机的曝光范围有所不同，具体请查看对应型号相机的技术规格书。

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

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

i 当 Trigger Mode 参数选择 On，Trigger Source 参数选择 Line 0 或 Line 2，Trigger Activation 参数选择 Level High 或 Level Low 时，Exposure Mode 参数可选择 Trigger Width。

根据曝光时间的长短，曝光分为超短曝光模式和标准曝光模式两种。

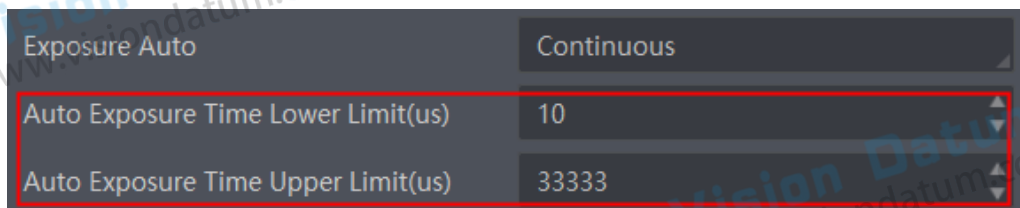
■ 标准曝光模式

标准曝光模式下，相机支持手动、一次自动和连续自动 3 种曝光方式，设置方式及原理请见下表。

曝光模式	对应参数	参数选项	工作原理
手动	Acquisition Control > Exposure Auto	Off	根据用户在 Exposure Time (μ s) 参数设置的值来曝光
一次自动		Once	根据相机设置的亮度自动调整曝光值，自动调整一次后切换为手动曝光模式
连续自动		Continuous	根据相机设置的亮度连续自动地调整曝光值

i 关于相机亮度详细介绍参见亮度章节。

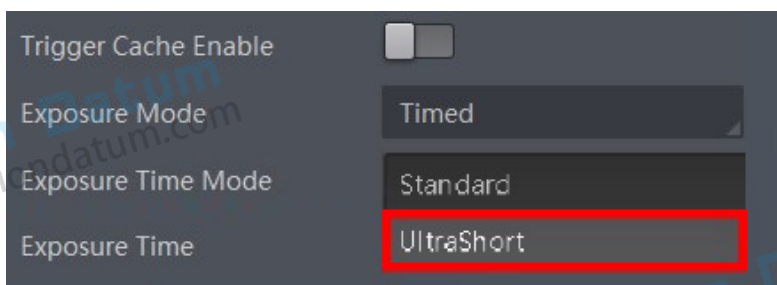
将曝光模式设置为一次自动或连续自动时，自动调整的曝光时间只能在 [Auto Exposure Time Lower Limit, Auto Exposure Time Upper Limit] 的范围，如下图所示。



■ 超短曝光模式

超短曝光模式下，相机以极小的时间进行曝光，只能通过手动方式调节曝光时间，即根据用户在 Exposure Time(μ s) 参数中设置的值进行曝光。由于曝光时间较小，需要配合光源使用。

由于相机默认为标准曝光模式，若要设置超短曝光模式，需在 Acquisition Control 属性下，设置参数 Exposure Time Mode 为 UltraShort，UltraShort 为超短曝光模式，Standard 为标准模式，相机默认为标准模式。如下图所示。



- 若支持超短曝光模式，可通过 Exposure Time Mode 参数进行下拉设置，UltraShort 为超短曝光模式，Standard 为标准模式，相机默认为标准模式。
- 若不支持超短曝光模式，则无 Exposure Time Mode 参数，默认为标准模式。

i **■** 若相机不支持超短曝光模式，则属性中不存在 Exposure Time Mode 参数。
■ 相机是否支持超短曝光模式与相机型号及固件程序有关。

增益

相机增益分为模拟增益和数字增益 2 种。模拟增益可将模拟信号放大；数字增益可将模数转换后的信号放大。

增益数值越高时，图像亮度也越高，同时图像噪声也会增加，对图像质量有所影响。且数字增益的噪声会比模拟增益的噪声更明显。若需要提高图像亮度，建议先增大相机的曝光时间；若曝光时间达到环境允许的上限仍不能满足要求，再考虑增大模拟增益；若模拟增益设置为最大值仍不能满足要求，最后再考虑调整数字增益。

■ 模拟增益

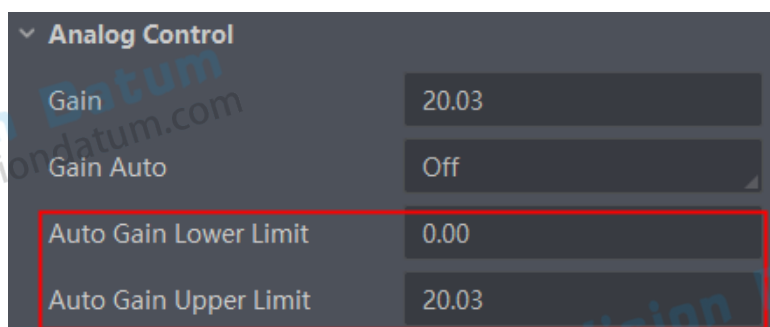
不同型号相机的模拟增益范围有所不同，具体以实际型号产品参数为准。

模拟增益分为手动、一次自动和连续自动 3 种模式。

模拟增益模式	对应参数	参数选项	工作原理
手动	Analog Control > Gain Auto	Off	根据用户在 Gain 参数设置的值调整模拟增益
一次自动		Once	根据相机设置的亮度自动调整模拟增益，自动调整一次后切换为手动方式
连续自动		Continuous	根据相机设置的亮度连续自动的调整模拟增益值

关于相机亮度详细介绍请见第 8 章亮度章节。

将模拟增益模式设置为一次自动或连续自动时，自动调整的增益范围在 [Auto Gain Lower Limit, Auto Gain Upper Limit] 的范围，如下图所示。

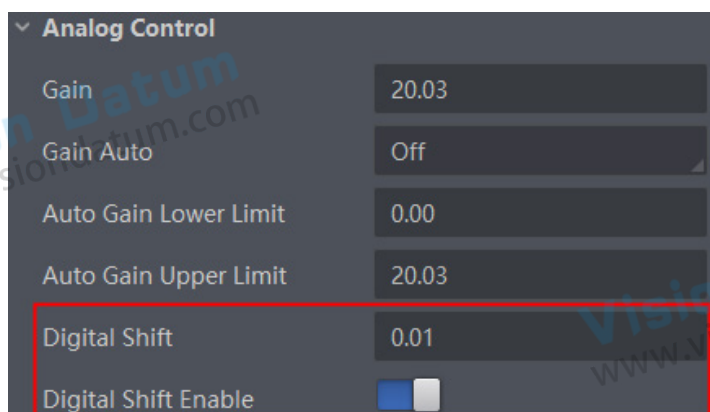


■ 数字增益

相机数字增益默认为 0 且不启用，范围为 -6 ~ 6 dB。若需要设置数字增益，具体操作步骤如下：

_ 启用 Analog Control 属性下的 Digital Shift Enable 参数。

_ 在 Digital Shift 参数中输入需要设置的数字，如下图所示。



亮度

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

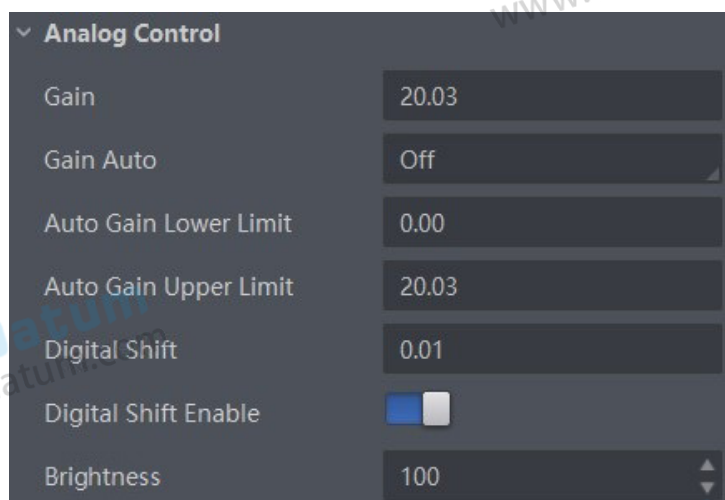
设置 Brightness 后，相机会自动调整曝光时间或模拟增益，使图像亮度达到目标亮度。

Brightness 设置的越大，自动曝光或自动增益模式下，图像调整越亮。

Brightness 设置的越小，自动曝光或自动增益模式下，图像调整越暗。

设置亮度的步骤如下：

- _ 开启自动曝光模式或自动增益模式，自动曝光模式设置请参考第 8 章曝光章节，自动增益模式请参考第 8 章模拟增益章节。
- _ 通过 Analog Control 属性下的 Brightness 参数进行设置，如下图所示。亮度参数范围为 0-255。

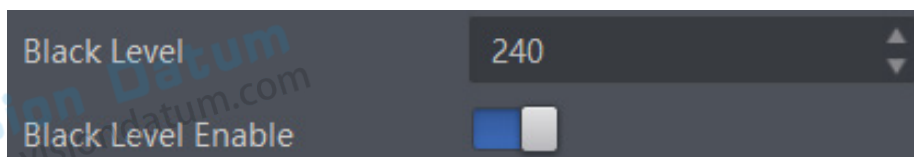


黑电平

相机支持黑电平功能，黑电平可以调整输出数据的灰度值偏移量，决定 sensor 不感光时的平均灰度值。

若需要设置黑电平，具体操作步骤如下：

- _ 开启 Analog Control 属性下的 Black Level Enable 参数。
- _ 在 Black Level 参数中输入需要设置的数值，如下图所示。



不同型号相机黑电平的默认值不同，具体请以实际设备为准。

对比度

部分型号相机具有对比度功能，可以调整图像中明暗和色彩对比的强弱程度，对比度越大，图像越清晰。

调节对比度的具体步骤如下：

1. 启用 Analog Control 属性下的 Contrast Ratio Enable 参数。
2. 在 Contrast Ratio 参数中输入需要设置的数值，参数范围为 0 ~ 100。



对比度功能需在相机开启预览，并关闭 Gamma 校正或 LUT 功能后使用。

白平衡

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

白平衡分为手动、一次自动和连续自动 3 种模式。

白平衡模式	对应参数	参数选项	工作原理
手动	Analog Control > Balance White Auto	Off	用户可以通过 Balance Ratio Selector 和 Balance Ratio 参数手动调节 R/G/B 分量，分量范围为 1 ~ 4095，1024 表示系数比例 1.0
一次自动		Once	根据当前场景，运行一段时间自动白平衡后停止
连续自动		Continuous	根据当前场景，自动进行白平衡调整

白平衡默认为连续自动模式，正常使用时建议先进行白平衡校准并确保为手动模式。

当相机画面色彩效果与实际相差较大时，可进行白平衡校准。

具体步骤如下：

- _ 准备一张白纸，放在相机拍摄视野范围内，使白纸充满整个画面。
- _ 设置曝光和增益，建议将图像亮度设置在 120 ~ 160 之间。曝光如何设置请查看曝光章节，增益如何设置请查看增益章节。
- _ Balance White Auto 参数默认为 Continuous，且色温模式为窄域，即 AWB Color Temperature Mode 为 Narrow。若在此色温模式下进行自动白平衡后，图像色彩效果仍然不佳，可将 AWB Color Temperature Mode 参数设置为 Wide，再进行自动白平衡校正。若校准效果与实际色彩相差较大，可进行以下操作。
- _ 将 Balance White Auto 参数由 Continuous 或 Once 切换为 off 即手动白平衡模式。
- _ 找到数值为 1024 的 R/G/B 中的某个分量，观察图像的 R/G/B 数值，调节其他两个分量的数值使得 R/G/B 三通道达到一致。此时图像色彩与实际色彩接近，完成白平衡校准。此时图像色彩与实际色彩接近，完成白平衡校准。



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

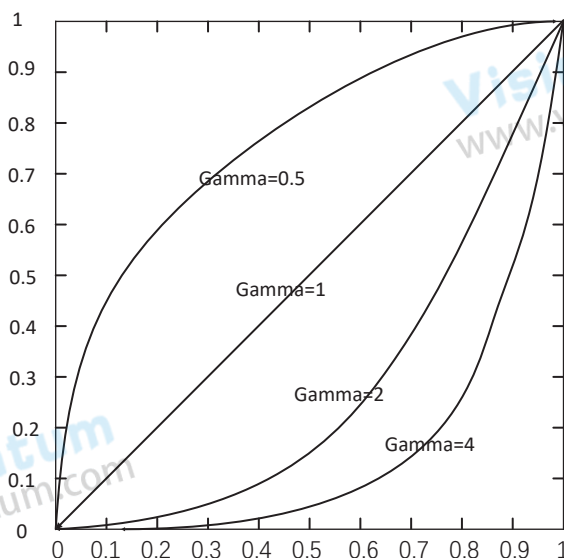
Gamma 校正

相机支持 Gamma 校正。通常相机芯片的输出与照射在芯片感光面的光子是线性的，Gamma 校正提供了 1 种输出非线性的映射机制，Gamma 值在 0.5 ~ 1 之间，图像暗处亮度提升；Gamma 值在 1 ~ 4 之间，图像暗处亮度下降，如下图所示。相机默认不启用该功能。



彩色相机 Bayer 格式下不支持 Gamma 校正。

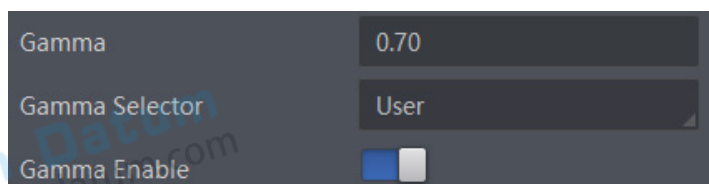
Gamma 曲线图：



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

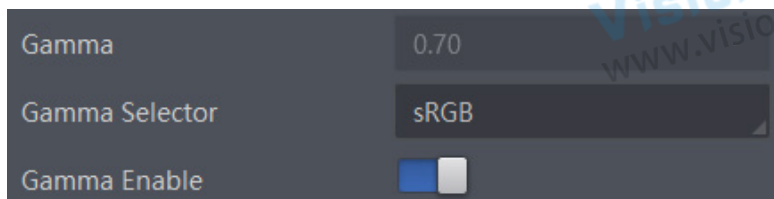
■ User 模式具体操作步骤：

- _ Analog Control 属性下的 Gamma Selector 参数下拉选择 User。
- _ 勾选 Gamma Enable 参数。
- _ 在 Gamma 参数中输入需要设置的数值，如下图所示，参数范围为 0 ~ 4。



■ sRGB 模式具体操作步骤：

- _ Analog Control 属性下的 Gamma Selector 参数下拉选择 sRGB。
- _ 勾选 Gamma Enable 参数，如下图所示。



色彩校正

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

色彩校正功能通过对每一个 RGB 分量乘以一个校正矩阵来实现，目前支持的颜色转换模块为 RGB to RGB，具体操作步骤如下：色彩校正相关参数可通过 Color Transformation Enable 参数是否开启两种方式进行设置。

- 不开启 Color Transformation Enable 参数时，可根据实际需求在 Color Transformation Value Selector 中选择参数，修改对应的 Color Transformation Value 参数值。
 - 开启 Color Transformation Enable 参数时，通过色调和饱和度参数控制 Transformation Value 参数值。
- 关于色调相关介绍具体请见色调章节，饱和度相关介绍具体请见饱和度章节。



- 部分型号相机支持色彩校正功能，具体请以实际设备为准。
- 通过调整 Color Transformation Value Selector 中各参数的值以实现色彩校正，其中 Gain00、Gain01 和 Gain02 调整的是红色像素 R 分量，Gain10、Gain11、Gain12 调整的是绿色像素 G 分量，Gain20、Gain21、Gain22 调整的是蓝色像素 B 分量。

色调

色调为彩色相机非 Mono 格式下，启用色彩校正功能时的参考色调，可调整图像中颜色的总体倾向，默认值为 128。

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

设置 Hue 后，相机会根据 Hue 数值进行色彩校正，使图像色调达到目标值。比如，当设置 Hue 为 128 时，图像中的红色表现为真实的红色；当 Hue 为 0 时，色调逆时针反转 128 度，红色变成了蓝色；当 Hue 为 255 时，色调正时针旋转 128 度，红色就变成绿色。

设置色调的步骤如下：

1. 通过 Image Format Control 属性确保彩色相机的 Pixel Format 参数为 Bayer、YUV、RGB 或 BGR 格式。
2. 开启色彩校正，具体请参考色彩校正章节。
3. 开启 Color Transformation Control 属性下的 Hue Enable 参数。
4. 在 Hue 参数中输入需要设置的数值。



- 部分型号及固件版本相机，Hue 参数位于 Analog Control 属性下，可通过开启 Hue Enable 参数并输入相应数值进行设置。
- 一般不建议更改出厂默认值。

饱和度

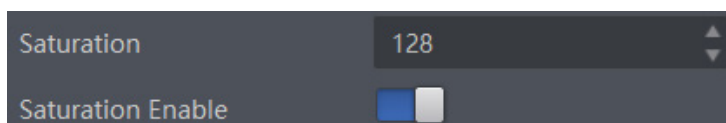
彩色相机 Bayer 格式下无饱和度功能。启用色彩校正功能时的参考饱和度，可调整图像中颜色的明艳程度，使图像看上去更饱满、更艳丽、更接近实物。

饱和度通过 Color Transformation Control 属性下的 Saturation 参数进行设置，范围为 0 ~ 255。设置的数值越小，图像看起来越暗淡；设置的数值越大，图像看起来颜色越饱满艳丽。

设置 Saturation 后，相机会根据 Saturation 数值进行色彩校正，使图像饱和度达到目标值。

设置饱和度的步骤如下：

1. 通过 Image Format Control 属性确保彩色相机的 Pixel Format 参数为 Bayer、YUV、RGB 或 BGR 格式。
2. 开启色彩校正，具体请参考色彩校正章节。
3. 开启 Color Transformation Control 属性下的 Saturation Enable 参数。
4. 在 Saturation 参数中输入需要设置的数值，如下图所示。



- 部分型号及固件版本相机，Saturation 参数位于 Analog Control 属性下，可通过开启 Saturation Enable 参数并输入相应数值进行设置。

超级调色盘

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

具体步骤如下：

1. 启用 Super Palette Enable 参数。
2. 根据实际需求在 Super Palette Selector 中选择需要调节的颜色区域。
3. 修改对应颜色区域的 Super Palette Hue 参数值及 Super Palette Saturation 参数值



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

锐度

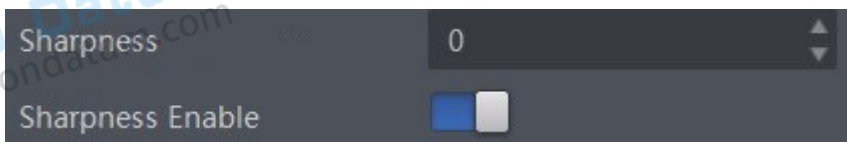
相机具有锐化的功能，可以调整图像边缘的锐利程度。锐度参数默认不启用。



相机仅在 Mono 格式和 YUV 格式下支持锐度功能。

若需要设置锐度，具体操作步骤如下：

- _ 启用 Analog Control 属性下的 Sharpness Enable 参数。
- _ 在 Sharpness 参数中输入需要设置的数值，如下图所示，参数范围为 0~100。



阴影矫正

阴影矫正分为 NUC（非均匀性平场矫正）和 PRNUC（明场矫正），通过 Shading Correction 属性进行设置。

NUC 和 PRNUC 矫正功能的具体操作步骤如下：

在属性 Shading Correction 下，启用 NUC Enable 参数。使能校正功能后，参数 PRNUC Enable 将根据相机的支持情况自动启用或不启用。

具体操作步骤如下：

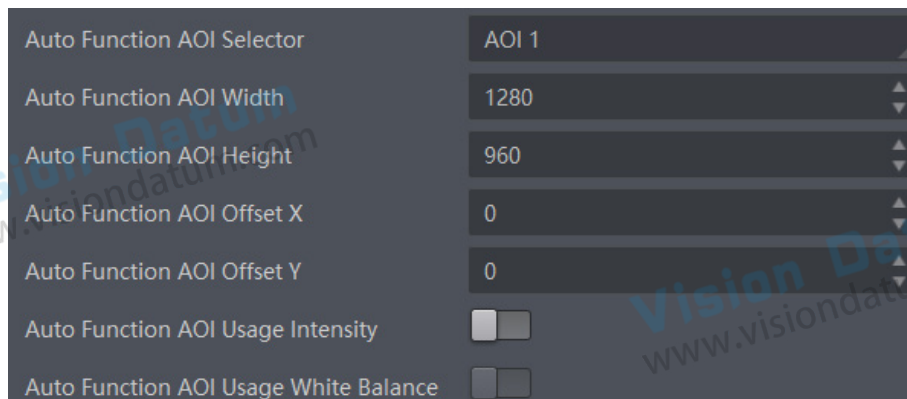
- _ 确保被测物为均匀光源。
- _ 启用 NUC Enable 参数，使能平场矫正和明场矫正功能。



部分型号相机支持阴影矫正功能，是否支持及支持的具体矫正功能请以实际设备为准。

AOI

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



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

AOI 功能操作步骤如下：

_ 找到 Analog Control 属性下的 Auto Function AOI Selector 参数，选择 AOI 类型。AOI1 可调整画面亮度，AOI2 为彩色相机特有选项，可调整白平衡。

_ 通过 Auto Function AOI Width、Auto Function AOI Height、Auto Function AOI Offset X、Auto Function AOI Offset Y 参数设置 AOI 区域。

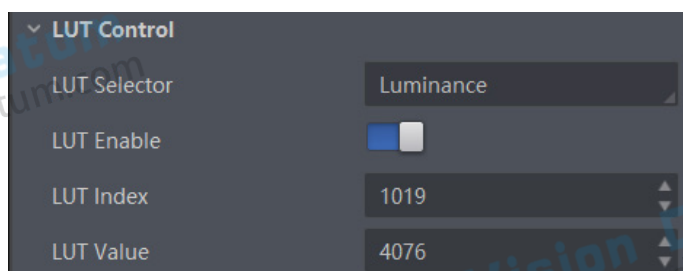
_ 若调整的为 AOI1，则启用 Auto Function AOI Usage Intensity 参数；若调整的为 AOI2，则启用 Auto Function AOI Usage White Balance 参数。

LUT 用户查找表

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

LUT 设置步骤如下：

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



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

HDR 轮询

相机支持轮询控制模式，可配置多组参数轮询采集图像，主要分为 Sequencer 轮询和 HDR 轮询两种模式。



当相机支持一种轮询模式时，另外一种轮询模式不支持。

Sequencer 轮询

部分型号相机支持 Sequencer 轮询模式。在该模式下，每组参数可独立配置曝光时间和增益。

具体操作步骤如下：

1. 找到 Sequencer Control 属性，Sequencer Mode 参数选择 off，Sequencer Configuration Mode 参数选择 on。
2. 通过 Sequencer Set Total Number 参数，设置参数轮询的组数，最多支持 8 组参数。
3. 通过 Sequencer Set Selector 参数，选择其中的某组参数，并对其进行设置。
4. 在 Sequencer Feature Selector 参数下选择需要配置的属性。



选择需要配置的属性后，需回到原本的属性节点下对其进行设置。

5. 对每个已配置好的属性，Sequencer Feature Enable 参数默认开启，配置默认生效，可点击关闭。
6. （可选）单击 Sequencer Set Load 参数处的“Execute”，加载 Sequencer Set Selector 当前选择的参数组，可对该参数组进行查看。



Sequencer Set Selector 当前选择的参数组被加载后，还可重新进行设置保存。

7. 每组参数设置完成后，单击 Sequencer Set Save 参数处的“Execute”对当前选中的参数组进行保存。
8. 若需对其他参数组进行设置，重复进行步骤 3~ 步骤 7 即可。
9. 完成配置后，Sequencer Mode 参数选择 on，Sequencer 轮询开启。轮询开启后，各参数节点均不可设置。
10. （可选）Sequencer 轮询开启后，可通过单击 Sequencer Restart 参数处的“Execute”，使轮询重新从第 0 组开始。



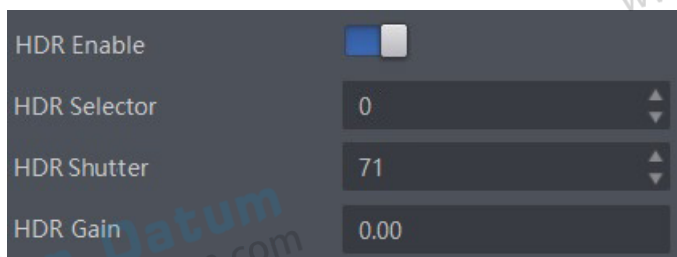
Sequencer Mode 选择 on 时，Sequencer Restart 节点显示。

HDR 轮询

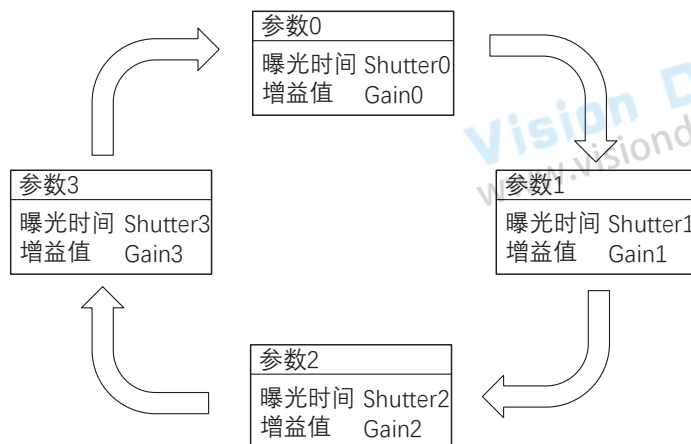
相机支持 HDR 轮询模式。在该模式下，每组参数可独立配置曝光时间和增益。

具体操作步骤如下：

1. 找到 Acquisition Control 属性下的 HDR Enable 参数并启用。
2. 选择 HDR Selector，调整 HDR Shutter 参数和 HDR Gain 参数的数值，分别对每一组参数进行设置，最多可配置四组参数。



HDR 四组参数之间的轮询示意图如下图所示。



部分型号相机不支持设置 HDR 轮询模式下的增益，具体请以实际参数为准。

CHAPTER 9 其他功能

设备管理

通过相机的 Device Control 属性，您可以查看设备信息，修改设备名称，根据需要开启设备心跳检测机制、设定发送数据包的大小、重置设备等。Device Control 属性的具体参数介绍详见下表。

参数	读 / 写	功能介绍
Device Scan Type	只读	设备 Sensor 的扫描方式
Device Vendor Name	只读	设备制造商名称
Device Model Name	只读	设备型号
Device Manufacturer Info	只读	设备制造商信息
Device Version	只读	设备版本
Device Firmware Version	只读	设备固件版本
Device Serial Number	只读	设备序列号
Device User ID	可读写	设备名称，默认为空，可自行设置 ● 内容为空时，设备名称为：设备型号（设备序列号） ● 填写内容后，设备名称为：已填写 ID（设备序列号）
Maximum Device Response Time	只读	设备最长响应时间，超过时间未响应，则认为断开连接
Device Manifest Table Address	只读	相机当前选择 GenICam XML 的 ID
Device SBRM Address	只读	协议特定寄存器基地址
Device Timestamp	只读	设备当前时间戳
Device Timestamp Latch	只写	执行 Execute 按钮，获取设备当前时间戳
Device Timestamp Increment	只读	设备时间戳的最大值
Device Protocol Endianess	只读	设备协议字节顺序
Device Implementation Endianess	只读	设备运行字节顺序
Device Uptime(s)	只读	设备运行时间
Board Device Type	只读	设备类型
USB Speed Mode	只读	USB 接口速度模式，分为 HighSpeed（相机连接在 USB2.0 接口时）和 SuperSpeed（相机连接在 USB3.0 接口时）两种模式
Device Connection Status	只读	设备连接状态
Device Link Throughput Limit Mode	可写	开启后可控制传输带宽
Device Link Throughput Limit(Bps)	可读写	传输带宽控制，必要时将在传输层数据包之间均匀插入延迟，以控制带宽峰值
Device Link Current Throughput	只读	设备当前传输实际带宽
Device Command Timeout	只读	设备超时时间，超过时间未响应，则认为断开连接 / 命令超时计数
Device Sensor Throughput Limit	可读写	设备流量控制，可根据实际情况的带宽进行设置，防止相机出现丢图的问题
Device Command Timeout	只读	设备最大反应时间
Device Event Channel Count	只读	设备事件通道数量
---	---	---

设备管理

参数	读 / 写	功能介绍
Device Reset	可写	执行 Execute 按钮, 可使设备参数重置
Device Temperature Selector	可写	设备温度选择, 目前仅支持相机传感器温度的读取
Device Temperature	只读	显示 Device Temperature Selector 中已选组件的温度
Find Me	可写	设备寻找, 执行 Execute 按钮可使设备指示灯红灯闪烁一次
Device Max Throughput(Kbps)	只读	设备运行最大流量 (Kbps)



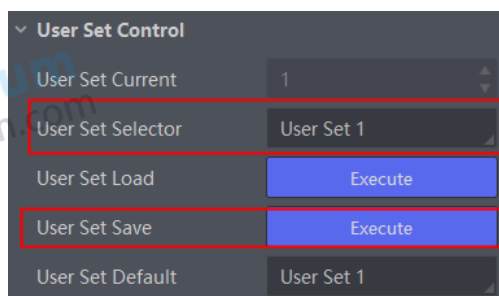
设备管理相关功能与设备型号及固件版本有关, 请以实际设备参数为准。

用户参数设置

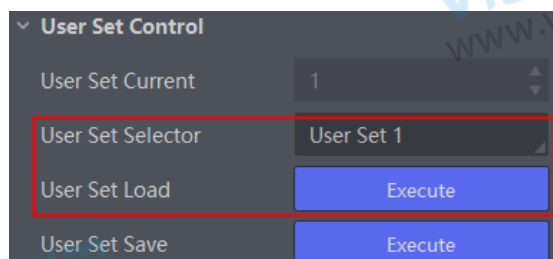
相机内部有 4 套参数, 1 套默认参数和 3 套用户可配置参数。

用户参数设置通过 User Set Control 属性进行设置, 可以保存参数、加载参数以及设置默认启动参数。

_ 保存参数: 修改参数后, 通过 User Set Selector 参数下拉选择其中 1 套 User Set 参数, 点击 User Set Save 处的 Execute, 即可将参数保存到用户参数中。



_ 加载参数: 通过 User Set Selector 参数下拉选择其中 1 套参数, 点击 User Set Load 处的 Execute, 即可将选择的那套参数加载到相机中。

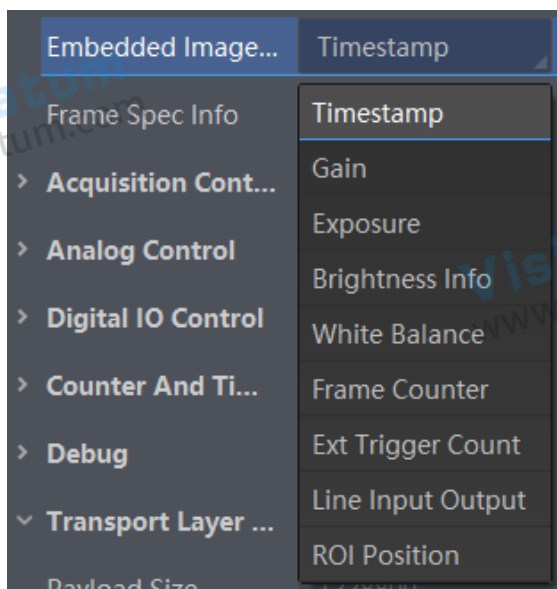


_ 设置默认启动参数: 通过 User Set Default 参数下拉选择需要相机上电默认启动的参数即可设置。

水印设置

具体操作步骤如下：

1. 展开 Image Format Control 属性，在 Embedded Image Info Selector 下拉框处，选择需要嵌入的信息，如下图所示。



2. 启用 Frame Spec Info 参数，即可嵌入相应信息，如下图所示。



3. 需要嵌入多个信息时，重复以上两步即可。

4. 可通过 iDatum 快捷工具条中的水印工具查看相关信息，且只在相机开始预览之后才会显示具体数值。



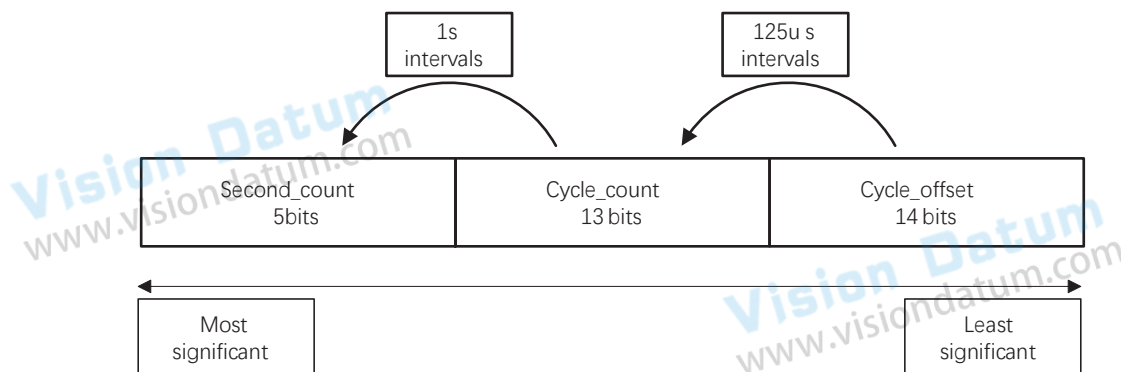
水印设置图像嵌入信息时，不受 ROI 影响。若 ROI 区域较小，第一行图像不足以嵌入信息，则将嵌入到第二行图像中。

相机支持将图像信息嵌入到图像数据中。图像嵌入信息会根据用户对每种信息的使能情况，依据下表所列图像嵌入信息的顺序嵌入到图像中。相机支持的图像嵌入信息、字节数及其数据格式请见下表。

图像嵌入信息	含义	字节数	数据格式
Timestamp	时间戳	4	如下图所示
Gain	增益	4	将 4 个字节数据拼接后，除以 1000 即为增益的值；范围为 0~1023，高位自动补 0
Exposure	曝光	4	将 4 个字节数据拼接即为曝光时间，单位为 μs
Brightness Info	亮度	4	范围为 0~4095，高位自动补 0
White Balance	白平衡	8	R/G/B 每个分量各占 2 个字节，高位 2 个字节补 0；范围为 0~4095
Frame Counter	帧号	4	范围为 $0 \sim 2^{32}-1$
Ext Trigger Count	触发计数	4	范围为 $0 \sim 2^{32}-1$
Line Input Output	报警输入 / 输出	4	第 1 个字节为输入，每个 bit 对应 1 个输入；第 2 个字节为输出；第 3 和 4 字节预留
Width	宽度	4	范围为 $0 \sim 2^{32}-1$
Height	高度	4	范围为 $0 \sim 2^{32}-1$
Offset X	原点横坐标	4	范围为 $0 \sim 2^{32}-1$
Offset Y	原点纵坐标	4	范围为 $0 \sim 2^{32}-1$
Pixel Format	像素格式	4	范围为 $0 \sim 2^{32}-1$
ROI Position	ROI 区域	8	起始坐标各占 2 个字节，其中列坐标在前，行坐标在后；长宽坐标各占 2 个字节

水印设置

Timestamp 数据格式：



- White Balance 为彩色相机特有图像嵌入信息。
- Width、Height、Offset X、Offset Y 和 Pixel Format 为支持 Chunk 功能相机特有的图像嵌入信息。

传输层控制

通过相机的 Transport Layer Control 属性可查看相机的负载大小、通道配置模式和 GenCP 版本号等。

Transport Layer Control 属性的具体参数介绍请见下表。

参数	读 / 写	功能介绍
Payload Size(B)	只读	负载大小 (B)
GenCP Version Major	只读	GenCP 版本号中的大版本
GenCP Version Minor	只读	GenCP 版本号中的小版本
U3V Version Major	只读	U3V 版本号中的大版本
U3V Version Minor	只读	U3V 版本号中的小版本
U3VCP SIRM Available	只读	设置设备是否支持至少 1 个设备流接口
U3VCP EIRM Available	只读	设置设备是否支持至少 1 个设备事件接口
U3VCP IIDC2 Available	只读	设置设备是否支持 IIDC2 寄存器映射
U3V Max Command Transfer Length	只读	设备支持的最大命令传输长度 (以字节为单位)
U3V Max Acknowledge Transfer Length	只读	设备支持的最大响应数据传输长度 (以字节为单位)
U3V Number Of Stream Channels	只读	流通道个数, 若为 0 则不支持流通道
U3V SIRM Address	只读	流接口寄存器映射地址
U3V SIRM Length	只读	每个 SIRM 的长度
U3V Current Speed	只读	当前 USB 连接速度

U3V 协议控制

通过相机的 Stream Control 属性可查看 U3V 协议下 USB 的传输大小、传输次数、Final1 的值和 Final2 的值。

Stream Control 属性的具体参数介绍请见下表。

参数	读 / 写	功能介绍
U3V SI Payload Transfer Size	只读	流数据批量传输大小
U3V SI Payload Transfer Count	只读	流数据批量传输次数
U3V SI Payload FinalTransfer1 Size	只读	流数据 Final1 大小
U3V SI Payload FinalTransfer2 Size	只读	流数据 Final2 大小

相机参数

属性	参数	对应章节
Device Control	Device Type	设备管理
	Device Scan Type	
	Device Vendor Name	
	Device Model Name	
	Device Manufacturer Info	
	Device Version	
	Device Firmware Version	
	Device Serial Number	
	Device User ID	
	Maximum Device Response Time	
	Device Manifest Table Address	
	Device SBRM Address	
	Device Timestamp	
	Device Timestamp Latch	
	Device Timestamp Increment	
	Device Protocol Endianess	
	Device Implementation Endianess	
	Device Uptime(s)	
	Board Device Type	
	USB Speed Mode	
	Device Connection Status	
	Device Link Throughput Limit Mode	
	Device Link Throughput Limit(Bps)	
	Device Link Current Throughput	
	Device Command Timeout	
	Device Sensor Throughput Limit	
	Device Stream Channel Count	
	Device Reset	
	Device Temperature Selector	
	Device Temperature	
	Find Me	
	Device Max Throughput(Kbps)	

相机参数

属性	参数	对应章节
Image Format Control	Width Max	分辨率与 ROI
	Height Max	
	Region Selector	
	Width	
	Height	
	Offset X	
	Offset Y	镜像
	Reverse X	
	Reverse Y	像素格式
	Pixel Format	
	Pixel Size	测试模式
	Test Pattern Generator Selector	
	Test Pattern	Binning
	Binning Selector	
	Binning Horizontal	
	Binning Vertical	下采样
	Decimation Horizontal	
	Decimation Vertical	水印设置
	Embedded Image Info Selector	
	Frame Spec Info	
Acquisition Control	Acquisition Mode	采集模式
	Acquisition Start	
	Acquisition Stop	
	Acquisition Burst Frame Count	
	Acquisition Frame Rate (Fps)	
	Acquisition Frame Rate Control Enable	
	Resulting Frame Rate (Fps)	外触发模式
	Trigger Selector	
	Trigger Mode	
	Trigger Software	
	Trigger Source	
	Trigger Delay (μ s)	
	Trigger Cache Enable	
	Sensor Shutter Mode	全局快门和卷帘快门
---	---	---

相机参数

属性	参数	对应章节
Acquisition Control	Exposure Mode	曝光
	Exposure Time Mode	
	Exposure Time (μs)	
	Exposure Auto	
	Auto Exposure Time Lower Limit (μs)	
	Auto Exposure Time Upper Limit (μs)	
	HDR Enable	HDR 轮询
	HDR Selector	
	HDR Shutter(us)	
	HDR Gain	
Analog Control	Gain(dB)	模拟增益
	Gain Auto	
	Auto Gain Lower Limit	
	Auto Gain Upper Limit	
	Digital Shift	数字增益
	Digital Shift Enable	
	Brightness	亮度
	Black Level	黑电平
	Black Level Enable	
	Balance White Auto	
	AWB Color Temperature Mode	白平衡
	Balance Ratio Selector	
	Balance Ratio	
	Gamma	Gamma 校正
	Gamma Selector	
	Gamma Enable	
	Saturation	饱和度
	Saturation Enable	
	Hue	色度
	Hue Enable	
	Sharpness	锐度
	Sharpness Enable	
	Auto Function AOI Selector	AOI
	Auto Function AOI Width	
	Auto Function AOI Height	
	Auto Function AOI Offset X	
	Auto Function AOI Offset Y	
	Auto Function AOI Usage Intensity	
	Auto Function AOI Usage White Balance	
---	---	---

相机参数

属性	参数	对应章节
LUT Control	LUT Selector	LUT 用户查找表
	LUT Enable	
	LUT Index	
	LUT Value	
Shading Correction	NUC Enable	阴影校正
	FPNC Enable	
	PRNUC Enable	
Digital IO Control	Line Selector	触发输出
	Line Mode	
	Line Inverter	
	Line Status	
	Line Status All	
	Line Debouncer Time (μs)	
	Line Source	
	Strobe Enable	
	Strobe Line Duration (μs)	
	Strobe Line Delay (μs)	
Counter And Timer Control	Counter Selector	计数器触发
	Counter Event Source	
	Counter Reset Source	
	Counter Reset	
	Counter Value	
	Counter Current Value	
Transport Layer Control	Payload Size	传输层控制
	GenCP Version Major	
	GenCP Version Minor	
	U3V Version Major	
	U3V Version Minor	
	U3VCP SIRM Available	
	U3VCP EIRM Available	
	U3VCP IIDC2 Available	
	U3V Max Command Transfer Length	
	U3V Max Acknowledge Transfer Length	
	U3V Number Of Stream Channels	
	U3V SIRM Address	
	U3V SIRM Length	
	U3V Current Speed	
---	---	---

相机参数

属性	参数	对应章节
Stream Control Chunk Data Control	U3V SI Payload Transfer Size	U3V 协议控制章节
	U3V SI Payload Transfer Count	
	U3V SI Payload FinalTransfer1 Size	
	U3V SI Payload FinalTransfer2 Size	
User Set Control	User Set Current	用户参数设置
	User Set Selector	
	User Set Load	
	User Set Save	
	User Set Default	

常见问题

问题描述

■ iDatum 枚举不到相机

可能的原因：

- _ 相机未正常启动：USB 线缆连接异常，可查看 LED 灯状态来判断
- _ 线缆连接异常：确认线缆接线是否正确

■ iDatum 枚举到相机，但连接失败

可能的原因：

- _ 软件安装不正确，USB3.0 驱动安装未成功：查看驱动是否正常安装，尝试重新安装客户端软件或重新按照驱动
- _ 相机已被其他程序连接：断开其他程序对相机的控制后，重新连接

■ 预览画面全黑

可能的原因：

- _ 镜头光圈关闭：打开镜头光圈
- _ 相机工作异常：断电重启相机

■ 预览正常但无法触发

可能的原因：

- _ 触发模式未打开或触发源选择错误：确认相机的触发模式是否开启，选择的触发源和使用的 IO 接口是否一致
- _ 触发连线错误：确认触发信号输入以及接线是否正常

CHAPTER 10 技术支持

如果您需要关于相机的建议或者需要解决相机问题的帮助，建议您详细描述一下您的问题，并通过电子邮件 support@visiondatum.com 与我们联系，如果您能填写下表并在联系我们的技术支持团队之前发送给我们，将会很有帮助。

相机型号：		相机序列号：	
问题描述：			
如果可能，您觉得是什么原因？			
这个问题多久发生一次？			
问题有多严重？			
相机参数设置：	请将相机直接连接到 PC 上，并使用 iDatum 记录下发生问题时的参数		

杭州微图视觉科技有限公司

浙江省杭州市西湖区西园九路 8 号数字信息产业园二期
销售热线：0571-86888309
www.visiondatum.com