

PR-CL 系列线扫描相机 使用说明书

(V0.4 2023.06.08)



合肥埃科光电科技股份有限公司

<http://www.i-tek.cn/>

版本记录

版本号	修改日期	说明
0.1	2022/12/05	● 初始版本
0.2	2023/02/22	● 添加相机信息 ● 更新公司地址
0.3	2023/05/04	● 新增相机信息 ● 更新参数列表
0.4	2023/06/08	● 添加 PR16KCL-17KC 相机信息

联系方式

合肥埃科光电科技股份有限公司

电话: +86-551-65318597

传真: +86-551-65318597

网址: www.i-tek.cn

地址: 安徽省合肥市高新区望江西路中安创谷科技园二期 J2 栋 3F

邮编: 230088

目 录

版本记录	2
联系方式	3
目 录	4
1 警告	6
2 产品命名规则	7
3 产品外形	8
4 产品规格	9
4.1 主要特性	9
4.2 相机规格	9
4.3 相机结构	12
4.4 像素排列	12
4.5 光谱响应	13
4.6 相机使用	14
4.7 认证 RoHS	14
5 机械尺寸和接口	15
5.1 机械设计	15
5.2 电气接口	15
5.2.1 状态指示灯	16
5.2.2 电源接口	16
5.2.3 数据接口	16
6 相机特性	23
6.1 触发模式	23
6.1.1 自由运行模式	23
6.1.2 外部脉冲模式	23
6.1.3 外部脉宽调制模式	24
6.2 相机扫描方向	25
6.3 水平像素合并	26
6.4 空间校正	26
6.5 视差校正	27
6.6 时间延迟积分	27
6.7 白平衡	28
6.8 测试图像	29
6.9 数据格式	29
6.10 Camera Link 输出模式	30
6.11 增益&偏置	30
6.12 查找表	30
6.13 平场校正	31
6.14 相机温度	33
6.15 加载/保存配置	33
7 相机控制	34
7.1 通信串口参数	34
7.2 指令格式	34

7.3 指令列表	35
8 相机配置工具	38
8.1 设备控制类别	38
8.2 图像格式控制类别	39
8.3 采集控制类别	40
8.4 IO 控制类别	41
8.5 图像校正类别	42
8.6 模拟控制类别	43
8.7 数字控制类别	43
8.8 查找表控制类别	44
8.9 平场校正类别	45
8.10 用户配置类别	46
9 常见问题	48

1 警告

● 警告

- ① 禁止摔打、损坏、拆卸、修复或者自行改变相机。
- ② 禁止让儿童自行接触相机。
- ③ 禁止将相机用作规范要求以外的其它用途。
- ④ 如果相机出现问题，请及时联系技术支持。

● 安装维护

- ① 尽量不要在太阳直射下或者湿度较高或者灰尘较多环境下安装相机。
- ② 尽量让相机远离强磁场环境。
- ③ 尽量让相机远离热源。
- ④ 注意不要让相机泡在液体中，如水、饮料等。
- ⑤ 尽量时常清除相机外部灰尘，避免灰尘进入相机造成异常。
- ⑥ 清除相机灰尘时，不要用水洗，请用柔软物体进行擦除。

● 电源

- ① 推荐+12~24V ($\pm 10\%$) 电压接入，电流要求 2.0A。
- ② 合肥埃科光电科技股份有限公司不提供外接电源，请用户自行处理电源接入。

● 文档

- ① 合肥埃科光电科技股份有限公司不保证该文档为最终版本，文档在产品升级或者修改后也会进行更新，如用户需要最新文档，请主动联系 market@i-tek.cn 索取，对于授权用户，合肥埃科光电科技股份有限公司将无偿提供对应产品的最新文档。

2 产品命名规则

相机产品型号说明：

线扫描相机+面扫描相机说明如下：

各类相机：

线扫描相机

PA: Panther（黑豹—工业线阵相机）

PL: Plasma（等离子—工业线阵相机）

PH: Phoenix（凤凰—工业线阵相机）

TPH: TEC- Phoenix（半导体冷却—凤凰—工业线阵相机）

PU: PupMaya（玛雅—工业线阵相机）

PR: Prometheus（普罗米修斯—工业线阵相机）

面扫描相机

HS: Hercules（大力神—CCD 工业面阵相机）

THS: TEC- Hercules（半导体冷却—大力神—CCD 工业面阵相机）

TS: Taurus（金牛座—CMOS 工业面阵相机）

TTS: TEC- Taurus（半导体冷却—金牛座—CMOS 工业面阵相机）

XS: XStream（极速—超高速相机）

接口规格：

GV: GigE Vision CL: Camera Link

CXP: CoaXPress U30: USB3.0

PCIe: PCI Express XGV: 10 GigE Vision

色彩形式：

M: Monochrome（黑白） C: Color（彩色）

F: Full Color（RGBC 四线输出，支持 RGBC）

T: 黑白 TDI（多线时间延迟积分）

行频或帧率：

线扫描相机：最高行频，如 30kHz

面扫描相机：最高帧率，如 4000fps

e.g.

PR16KCL-51KT

表示：16K 黑白 TDI 线扫描相机

表示：TDI，多线时间延迟积分

表示：最高行频 51kHz

表示：Camera Link 接口

表示：16384 像素水平分辨率

表示：PR 系列工业线阵相机

3 产品外形



图 1 相机外形图

注意：

- ① 相机前端面和侧面均提供螺孔位用于固定相机。
- ② 相机详细尺寸说明参考下文中“机械尺寸和接口”章节。

4 产品规格

PR-CL 系列相机设计用于工业自动化检测领域的高速线扫描应用，由合肥埃科光电科技股份有限公司自主研发和生产。相机内部集成了国际领先的高速线阵图像传感器，大规模现场可编程逻辑门阵列并行处理器，通过 Camera Link 接口对外输出数据，具备高速、高灵敏度和低噪声的特点。

4.1 主要特性

- 全局快门 CMOS 传感器
- 行分辨率 16384 像素
- 最高行频 51kHz
- 高灵敏度及低噪声
- 曝光模式灵活控制（外触发，自由运行）
- 最小曝光时间 3 μ s，曝光时间步长 0.0125 μ s
- 数据格式：8/10bit
- 扫描方向可配置
- 像素合并
- 平场校正
- 空间校正
- 视差校正
- 数字增益/模拟增益/偏置控制
- 白平衡
- 查找表
- 实时温度监控

4.2 相机规格

表 1 PRI6KCL-17KC 产品规格

型号	PRI6KCL-17KC
产品描述	16K 彩色线扫描相机
分辨率	16384 x 3
像元规格	5 μ m x 5 μ m
传感器类型	全局快门 CMOS
图像类型	彩色
传感器长度	81.92mm
动态范围	≥ 62.8 dB
信噪比	40.2dB
数据率	835MB/s
模拟增益	X1/X2
数字增益	0.01~8
数字偏置	-1023~1023
镜头接口	M90 x 1

最高行频	17.0kHz@3Tap, 10.2kHz@2Tap
触发方式	自由运行、外部脉冲、外部脉宽调制
外部触发	Camera Link CC1
曝光控制	脉宽控制, 定时
曝光时间	2.2 μ s ~ 63997 μ s (步长: 0.01 μ s)
数据格式	8/10bit
工作温度	0~55 $^{\circ}$ C
数据接口	Camera Link
电源	DC 12~24V ($\pm$ 10%) 2.0A
功耗	11.6W
机械尺寸	99mm x 99mm x 73mm
重量	831.1g

表 2 PR16KCL-17KC2 产品规格

型号	PR16KCL-17KC2
产品描述	16K 彩色 TDI 线扫描相机
分辨率	16384 x 6
像元规格	5 μ m x 5 μ m
传感器类型	全局快门 CMOS
图像类型	彩色
传感器长度	81.92mm
动态范围	$\geq$ 64.8dB
信噪比	43.8dB
数据率	835MB/s
模拟增益	X1/X2
数字增益	0.01~8
数字偏置	-1023~1023
镜头接口	M90 x 1
最高行频	17.0kHz@8bit, 10.2kHz@10bit
触发方式	自由运行、外部脉冲触发、外部脉宽调制触发
外部触发	Camera Link CC1
曝光控制	脉宽控制, 定时
曝光时间	3 μ s ~ 63997 μ s (步长: 0.0125 μ s)
数据格式	8/10bit
工作温度	0~55 $^{\circ}$ C
数据接口	Camera Link
电源	DC12~24V ($\pm$ 10%) 2.0A
功耗	12.0W

机械尺寸	99mm x 99mm x 73mm
重量	831.1g

表 3 PR16KCL-51KT 产品规格

型号	PR16KCL-51KT
产品描述	16K 黑白 TDI 线扫描相机
分辨率	16384 x 2
像元规格	5 μ m x 5 μ m
传感器类型	全局快门 CMOS
图像类型	黑白
传感器长度	81.92mm
动态范围	≥ 64.8 dB
信噪比	43.8dB
数据率	830MB/s
模拟增益	X1/X2
数字增益	0.01~8
数字偏置	-1023~1023
黑电平	0~1023
镜头接口	M90 x 1
最高行频	51.0kHz@8bit, 40.8kHz@10bit
触发方式	自由运行、外部脉冲触发、外部脉宽调制触发
外部触发	Camera Link CC1
曝光控制	脉宽控制, 定时
曝光时间	3 μ s ~ 63997 μ s (步长: 0.0125 μ s)
数据格式	8/10bit
工作温度	0~55 $^{\circ}$ C
数据接口	Camera Link
电源	DC12~24V ($\pm 10\%$) 2.0A
功耗	12.0W
机械尺寸	99mm x 99mm x 73mm
重量	831.1g

表 4 PR16KCL-51KT4 产品规格

型号	PR16KCL-51KT4
产品描述	16K 黑白 TDI 线扫描相机
分辨率	16384 x 4
像元规格	5 μ m x 5 μ m
传感器类型	全局快门 CMOS
图像类型	黑白

传感器长度	81.92mm
动态范围	$\geq 64.8\text{dB}$
信噪比	43.8dB
数据率	830MB/s
模拟增益	X1/X2
数字增益	0.01~8
数字偏置	-1023~1023
黑电平	0~1023
镜头接口	M90 x 1
最高行频	51.0kHz@8bit, 40.8kHz@10bit
触发方式	自由运行、外部脉冲触发、外部脉宽调制触发
外部触发	Camera Link CC1
曝光控制	脉宽控制，定时
曝光时间	3 μs ~ 63997 μs （步长：0.0125 μs ）
数据格式	8/10bit
工作温度	0~55 $^{\circ}\text{C}$
数据接口	Camera Link
电源	DC12~24V（ $\pm 10\%$ ） 2.0A
功耗	12.7W
机械尺寸	99mm x 99mm x 73mm
重量	831.1g

4.3 相机结构

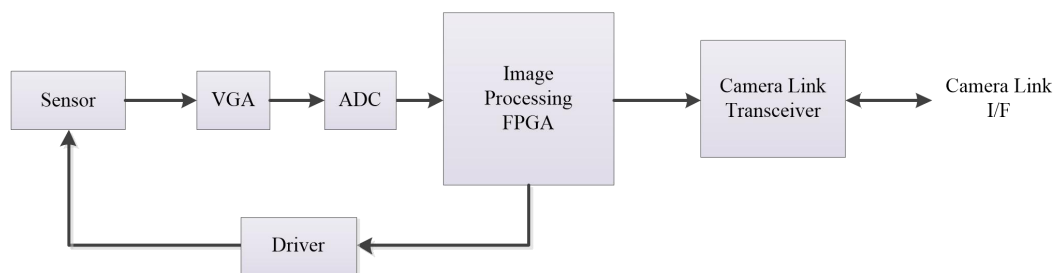


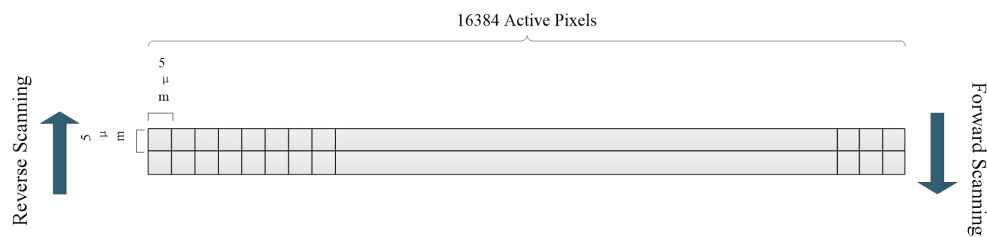
图 2 相机内部结构

PR-CL 系列相机基于高速线扫描图像传感器设计，像素阵列由全局快门控制系统进行统一采样保持，由模拟前端转换为数字信号，FPGA 和微处理器进行相关的算法处理后，经过 Camera Link 接口传输给 PC 端采集卡。相机可接受外部信号触发采集，来源为 Camera Link 接口的 CC1 信号。

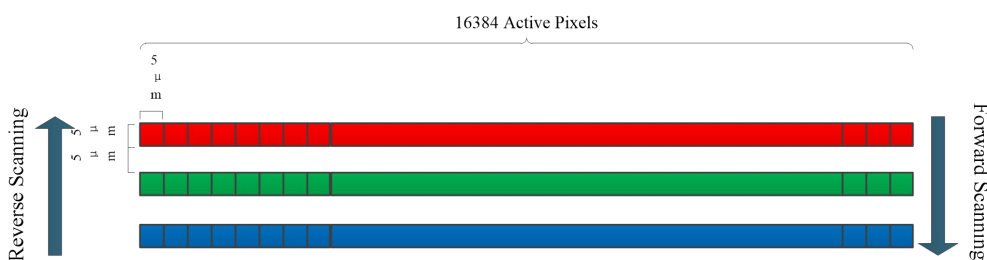
相机内嵌了包括平场校正、翻转等图像处理算法，均在 FPGA 中实时实现。

4.4 像素排列

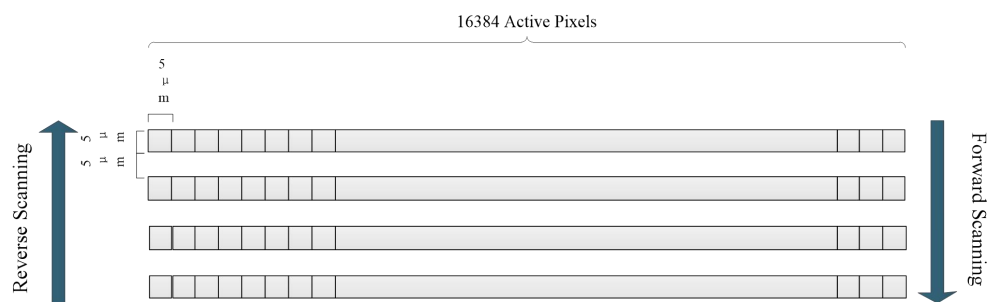
不同类型的 PR-CL 系列相机具有不同的线数。依据线数的不同，相机的像素排列方式也有所不同。下面对多线类型 PR-CL 系列相机的像素排列进行介绍，具体如下图所示。



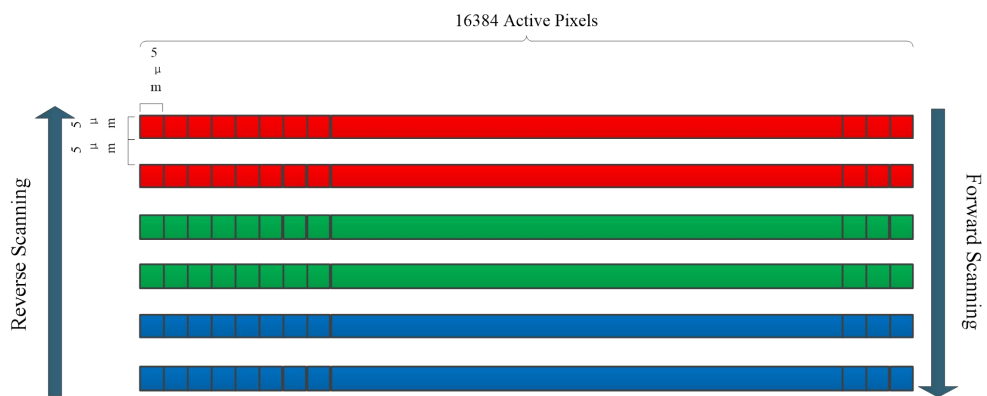
(a) 16K 双线黑白



(b) 16K 三线彩色



(c) 16K 四线黑白



(d) 16K 六线彩色

图 3 像素排列

4.5 光谱响应

PR-CL 系列相机的光谱响应曲线如下图所示。

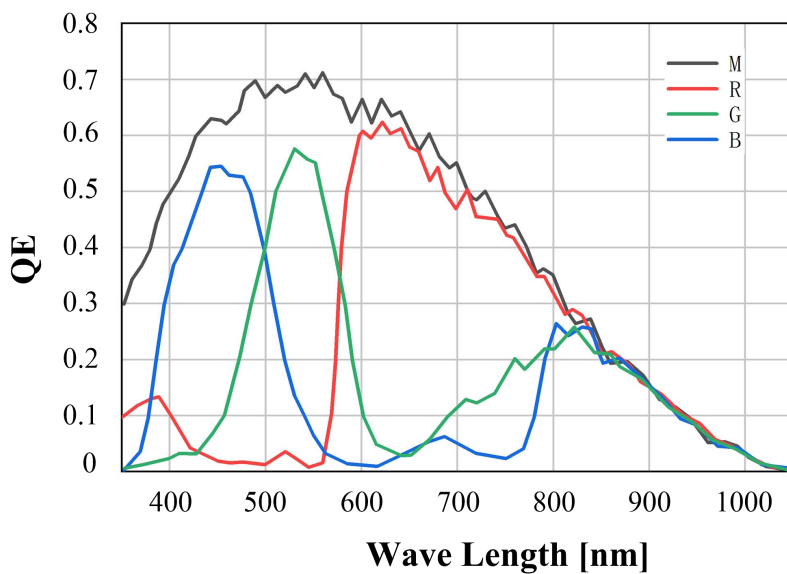


图 4 相机光谱响应

4.6 相机使用

- (1) 工作温度：0°C~55°C，湿度 10%~80%；储存温度：-20°C~75°C。
- (2) 相机内传感器有防尘密封设置，可有效防止尘土进入传感器表面。如果镜头盖打开，则可能会使尘土进入，故相机未使用时，请拧紧镜头盖。

4.7 认证 RoHS

相机所有部件（包括元器件、PCB、外壳）均符合 RoHS 标准。

5 机械尺寸和接口

5.1 机械设计

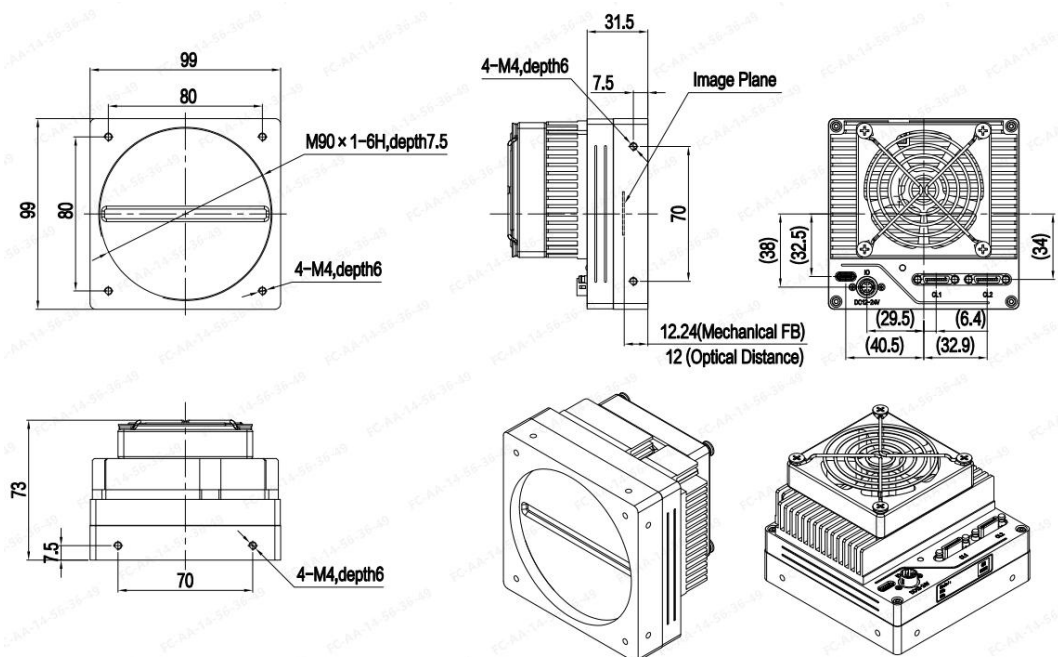


图 5 相机机械尺寸

5.2 电气接口

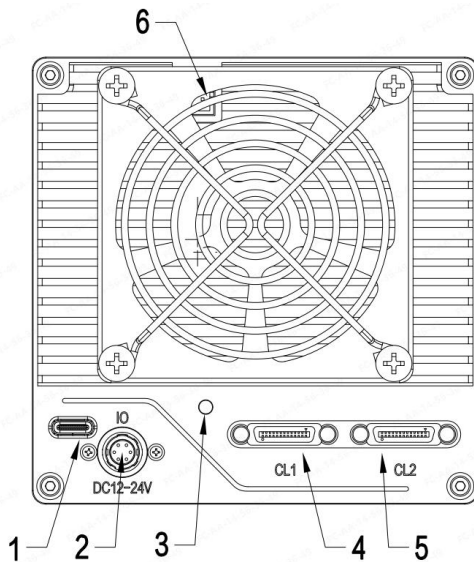


图 6 相机外部接口

- (1) Type-C 接口
- (2) 6 芯电源输入
- (3) 相机状态指示灯
- (4) Camera Link 接口 1 (Base)
- (5) Camera Link 接口 2 (Medium/Full/Full+)

(6) 风扇电源接口

5.2.1 状态指示灯

相机状态指示灯用于反映相机的实时状态，如下表所示：

表 5 LED 指示灯状态信息

LED 三色状态指示灯	相机状态
绿灯常亮	正常
绿灯闪烁	外触发模式下，3 秒内未检测到触发信号
红灯常亮	处理器启动过程中
红灯闪烁	相机异常（联系维修人员）
黄灯常亮	相机正在进行内部校正

5.2.2 电源接口

电源接口采用 6 芯插座（针），其规格型号为：

Hirose HR10A-7R-6PB(Male)。

对应的电源线端插头规格型号为：

Hirose HR10A-7P-6S(Female)。

相机背部电源接口如下图所示：

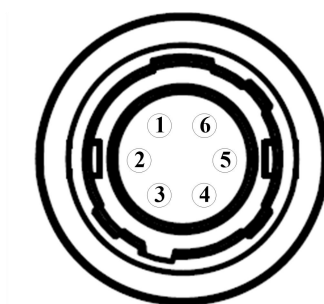


图 7 电源接口插件

表 6 电源接口管脚定义

信号	管脚	信号	管脚
VCC	1	Reserved	4
VCC	2	GND	5
Reserved	3	GND	6

5.2.3 数据接口

PR-CL 系列相机采用了 Mini Camera Link 接口作为数据输出接口，Mini Camera Link 接口为业界标准接口，信号定义如下：

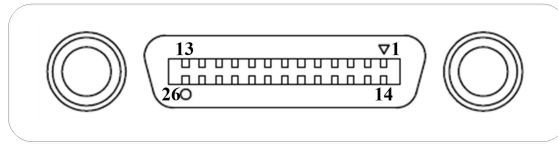


图 8 Mini Camera Link 接口

表 7 Mini Camera Link 接口 1 管脚定义

PAIR List	Pin	Signal Name	Type	Description
PAIR 0	1	Ground	Ground	Cable Shield
	14	Ground	Ground	Cable Shield
PAIR 1	2	X0-	LVDS-Out	Camera Link Transmitter
	15	X0+	LVDS-Out	Camera Link Transmitter
PAIR 2	3	X1-	LVDS-Out	Camera Link Transmitter
	16	X1+	LVDS-Out	Camera Link Transmitter
PAIR 3	4	X2-	LVDS-Out	Camera Link Transmitter
	17	X2+	LVDS-Out	Camera Link Transmitter
PAIR 4	5	XCLK-	LVDS-Out	Camera Link Transmitter
	18	XCLK+	LVDS-Out	Camera Link Transmitter
PAIR 5	6	X3-	LVDS-Out	Camera Link Transmitter
	19	X3+	LVDS-Out	Camera Link Transmitter
PAIR 6	7	UART_RX+	LVDS-In	Serial Data Receiver
	20	UART_RX-	LVDS-In	Serial Data Receiver
PAIR 7	8	UART_TX-	LVDS-Out	Serial Data Transmitter
	21	UART_TX+	LVDS-Out	Serial Data Transmitter
PAIR 8	9	CC1-	LVDS-In	Software External Trigger
	22	CC1+	LVDS-In	Software External Trigger
PAIR 9	10	CC2+	LVDS-In	Software External Trigger
	23	CC2-	LVDS-In	Software External Trigger
PAIR 10	11	CC3-	LVDS-In	Software External Trigger
	24	CC3+	LVDS-In	Software External Trigger
PAIR 11	12	CC4+	LVDS-In	Software External Trigger
	25	CC4-	LVDS-In	Software External Trigger
PAIR 12	13	Ground	Ground	Cable Shield
	26	Ground	Ground	Cable Shield

表 8 Mini Camera Link 接口 2 管脚定义

PAIR List	Pin	Signal Name	Type	Description
PAIR 0	1	Ground	Ground	Cable Shield
	14	Ground	Ground	Cable Shield
PAIR 1	2	Y0-	LVDS-Out	Camera Link Transmitter
	15	Y0+	LVDS-Out	Camera Link Transmitter

PAIR 2	3	Y1-	LVDS-Out	Camera Link Transmitter
	16	Y1+	LVDS-Out	Camera Link Transmitter
PAIR 3	4	Y2-	LVDS-Out	Camera Link Transmitter
	17	Y2+	LVDS-Out	Camera Link Transmitter
PAIR 4	5	YCLK-	LVDS-Out	Camera Link Transmitter
	18	YCLK+	LVDS-Out	Camera Link Clock Tx
PAIR 5	6	Y3-	LVDS-Out	Camera Link Channel Tx
	19	Y3+	LVDS-Out	Camera Link Channel Tx
PAIR 6	7	-	Not Used	Connected with 100 ohm
	20	-	Not Used	
PAIR 7	8	Z0-	LVDS-Out	Camera Link Transmitter
	21	Z0+	LVDS-Out	Camera Link Transmitter
PAIR 8	9	Z1-	LVDS- Out	Camera Link Transmitter
	22	Z1+	LVDS- Out	Camera Link Transmitter
PAIR 9	10	Z2-	LVDS- Out	Camera Link Transmitter
	23	Z2+	LVDS- Out	Camera Link Transmitter
PAIR 10	11	ZCLK-	LVDS- Out	Camera Link Transmitter
	24	ZCLK+	LVDS- Out	Camera Link Clock Tx
PAIR 11	12	Z3-	LVDS- Out	Camera Link Channel Tx
	25	Z3+	LVDS- Out	Camera Link Channel Tx
PAIR 12	13	Ground	Ground	Cable Shield
	26	Ground	Ground	Cable Shield

注意：当相机工作时，须将 Base 接口（CL1）和 Medium/Full/Full+接口（CL2）按相机背面指示连接，否则采集卡无法连接相机。

各输出模式下信号和端口对应关系如下表所示：

表 9 输出模式下信号和端口对应关系 (2tap @ 8/10bit)

	8bit	10bit
	2tap/8bit	2tap/10bit
Port A0	A0	A0
Port A1	A1	A1
Port A2	A2	A2
Port A3	A3	A3
Port A4	A4	A4
Port A5	A5	A5
Port A6	A6	A6
Port A7	A7	A7
Port B0	B0	A8
Port B1	B1	A9
Port B2	B2	-
Port B3	B3	-
Port B4	B4	B8
Port B5	B5	B9
Port B6	B6	-
Port B7	B7	-
Port C0	-	B0
Port C1	-	B1
Port C2	-	B2
Port C3	-	B3
Port C4	-	B4
Port C5	-	B5
Port C6	-	B6
Port C7	-	B7

表 10 输出模式下信号和端口对应关系 (4tap @ 8/10bit)

	8bit	10bit
	4tap/8bit	4tap/10bit
Port A0	A0	A0
Port A1	A1	A1
Port A2	A2	A2
Port A3	A3	A3
Port A4	A4	A4
Port A5	A5	A5
Port A6	A6	A6
Port A7	A7	A7
Port B0	B0	A8
Port B1	B1	A9
Port B2	B2	-
Port B3	B3	-
Port B4	B4	B8
Port B5	B5	B9
Port B6	B6	-
Port B7	B7	-
Port C0	C0	B0
Port C1	C1	B1
Port C2	C2	B2
Port C3	C3	B3
Port C4	C4	B4
Port C5	C5	B5
Port C6	C6	B6
Port C7	C7	B7

	8bit	10bit
	4tap/8bit	4tap/10bit
Port D0	D0	D0
Port D1	D1	D1
Port D2	D2	D2
Port D3	D3	D3
Port D4	D4	D4
Port D5	D5	D5
Port D6	D6	D6
Port D7	D7	D7
Port E0	-	C0
Port E1	-	C1
Port E2	-	C2
Port E3	-	C3
Port E4	-	C4
Port E5	-	C5
Port E6	-	C6
Port E7	-	C7
Port F0	-	C8
Port F1	-	C9
Port F2	-	-
Port F3	-	-
Port F4	-	D8
Port F5	-	D9
Port F6	-	-
Port F7	-	-

表 11 输出模式下信号和端口对应关系 (8tap @ 8/10bit)

	8bit	10bit
	8tap/8bit	8tap/10bit
Port A0	A0	A2
Port A1	A1	A3
Port A2	A2	A4
Port A3	A3	A5
Port A4	A4	A6
Port A5	A5	A7
Port A6	A6	A8
Port A7	A7	A9
Port B0	B0	B2
Port B1	B1	B3
Port B2	B2	B4
Port B3	B3	B5
Port B4	B4	B6
Port B5	B5	B7
Port B6	B6	B8
Port B7	B7	B9
Port C0	C0	C2
Port C1	C1	C3
Port C2	C2	C4
Port C3	C3	C5
Port C4	C4	C6
Port C5	C5	C7
Port C6	C6	C8
Port C7	C7	C9
Port D0	D0	D2
Port D1	D1	D3
Port D2	D2	D4
Port D3	D3	D5
Port D4	D4	D6
Port D5	D5	D7
Port D6	D6	D8
Port D7	D7	D9
Port E0	E0	E2
Port E1	E1	E3
Port E2	E2	E4
Port E3	E3	E5
Port E4	E4	E6
Port E5	E5	E7
Port E6	E6	E8
Port E7	E7	E9

	8bit	10bit
	8tap/8bit	8tap/10bit
Port F0	F0	F2
Port F1	F1	F3
Port F2	F2	F4
Port F3	F3	F5
Port F4	F4	F6
Port F5	F5	F7
Port F6	F6	F8
Port F7	F7	F9
Port G0	G0	G2
Port G1	G1	G3
Port G2	G2	G4
Port G3	G3	G5
Port G4	G4	G6
Port G5	G5	G7
Port G6	G6	G8
Port G7	G7	G9
Port H0	H0	H2
Port H1	H1	H3
Port H2	H2	H4
Port H3	H3	H5
Port H4	H4	H6
Port H5	H5	H7
Port H6	H6	H8
Port H7	H7	H9
Port I0	-	A0
Port I1	-	A1
Port I2	-	B0
Port I3	-	B1
Port I4	-	C0
Port I5	-	C1
Port I6	-	D0
Port I7	-	D1
Port J0	-	E0
Port J1	-	E1
Port J2	-	F0
Port J3	-	F1
Port J4	-	G0
Port J5	-	G1
Port J6	-	H0
Port J7	-	H1

表 12 输出模式下信号和端口对应关系 (10tap @ 8bit)

	8bit		8bit
	10tap/8bit		10tap/8bit
Port A0	A0	Port F0	F0
Port A1	A1	Port F1	F1
Port A2	A2	Port F2	F2
Port A3	A3	Port F3	F3
Port A4	A4	Port F4	F4
Port A5	A5	Port F5	F5
Port A6	A6	Port F6	F6
Port A7	A7	Port F7	F7
Port B0	B0	Port G0	G0
Port B1	B1	Port G1	G1
Port B2	B2	Port G2	G2
Port B3	B3	Port G3	G3
Port B4	B4	Port G4	G4
Port B5	B5	Port G5	G5
Port B6	B6	Port G6	G6
Port B7	B7	Port G7	G7
Port C0	C0	Port H0	H0
Port C1	C1	Port H1	H1
Port C2	C2	Port H2	H2
Port C3	C3	Port H3	H3
Port C4	C4	Port H4	H4
Port C5	C5	Port H5	H5
Port C6	C6	Port H6	H6
Port C7	C7	Port H7	H7
Port D0	D0	Port I0	I0
Port D1	D1	Port I1	I1
Port D2	D2	Port I2	I2
Port D3	D3	Port I3	I3
Port D4	D4	Port I4	I4
Port D5	D5	Port I5	I5
Port D6	D6	Port I6	I6
Port D7	D7	Port I7	I7
Port E0	E0	Port J0	J0
Port E1	E1	Port J1	J1
Port E2	E2	Port J2	J2
Port E3	E3	Port J3	J3
Port E4	E4	Port J4	J4
Port E5	E5	Port J5	J5
Port E6	E6	Port J6	J6
Port E7	E7	Port J7	J7

6 相机特性

本章对 PR-CL 系列相机的内部特性做详细介绍。

6.1 触发模式

PR-CL 系列相机支持 3 种触发模式：自由运行模式，外部脉冲模式，外部脉宽调制模式。

6.1.1 自由运行模式

自由运行控制模式下，相机内部逻辑自动产生相机控制时序，使得相机产生图像正常输出，无需用户提供外部触发信号。

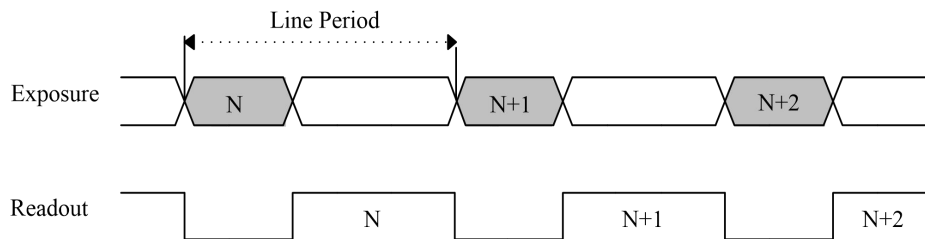


图 9 自由运行模式

该模式下，曝光时间和行频（线周期的倒数）均可以通过指令设置。需要注意的是线周期应不小于一行的读出时间，并且要大于设定曝光时间和曝光最小间隔参数之和。相机内部运行时序如上图所示。

6.1.2 外部脉冲模式

外部脉冲模式下，相机在外触发信号上升沿开始曝光，而曝光时长则通过寄存器的形式配置。这时的帧率是由外触发脉冲上升沿之间的间隔决定的。

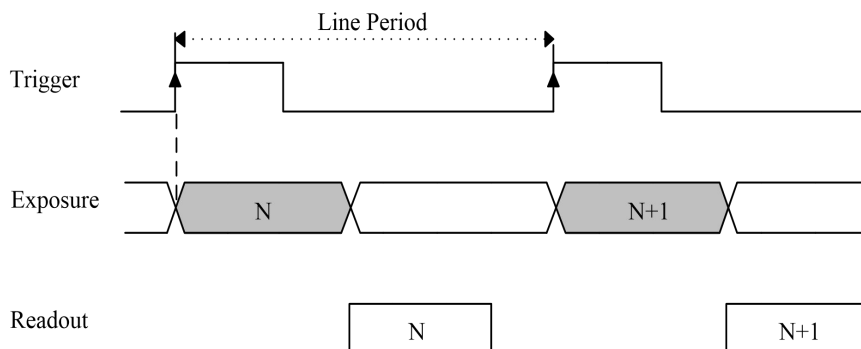


图 10 外部脉冲模式

为了得到更高的帧率，可以在上一帧曝光结束后，相机读取当前帧时，发起新的触发脉冲启动曝光。由于必须保证前后两帧的读取阶段不冲突，因此间隔小于 1 帧读出时间的外触发会被相机自动忽略（如下图中的 Ignored）。

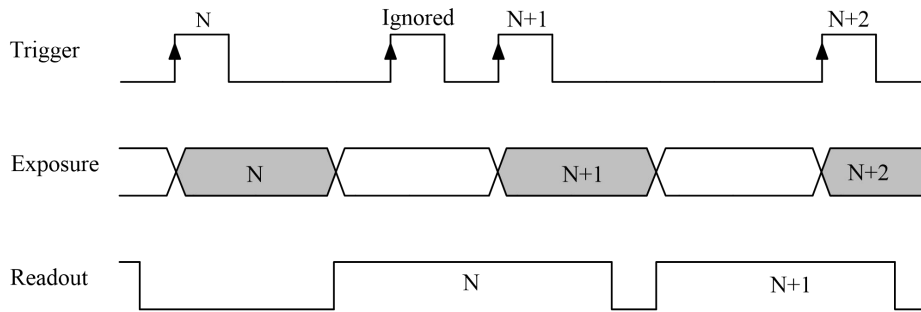


图 11 外触发间隔太短

6.1.3 外部脉宽调制模式

外部脉宽调制模式下，曝光开始于外触发的上升沿，而在下降沿结束曝光，即曝光时间等于外触发的高电平持续时间，而帧周期等于脉冲间隔。

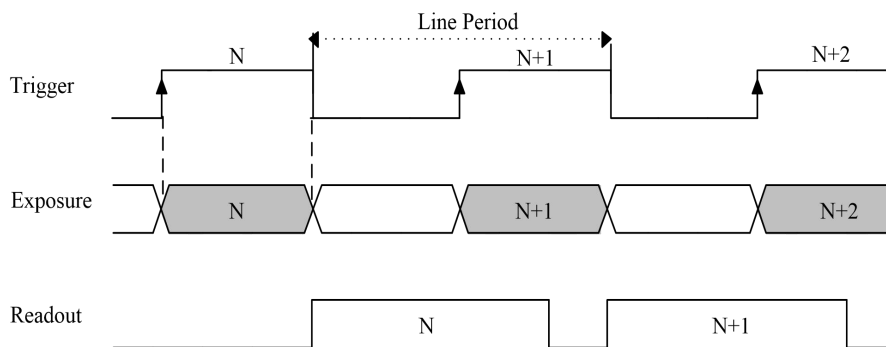


图 12 外部脉宽调制模式

需要注意的是，该模式下外触发高电平应该保证大于相机最小曝光时间，低于该宽度的脉冲，相机将一律按照相机最小曝光时间处理。

该模式下曝光间隔必须满足相机最小曝光时间，因此本次外触发的下降沿，至下次外触发的上升沿之间也应该持续相机最小曝光时间以上的时间间隔。

如果外触发间隔过短，会导致相机前后两帧读出时间冲突，这时相机内部会忽略不满足要求的脉冲，使得相机能维持正常运行，如下图所示。因此该模式下，应保证相邻外触发的下降沿间距大于一帧读出时间。

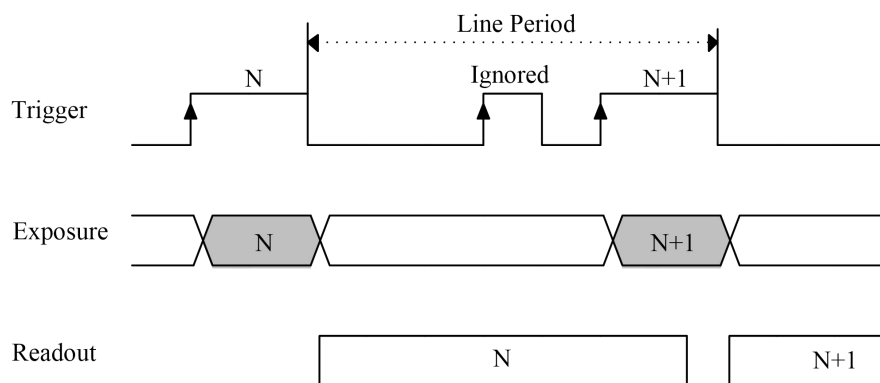


图 13 外触发间隔太短

6.2 相机扫描方向

PR-CL 系列相机扫描方向分为水平扫描方向和垂直扫描方向，如下图所示：

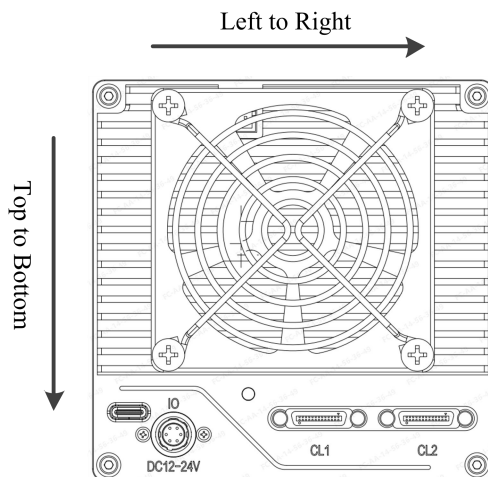
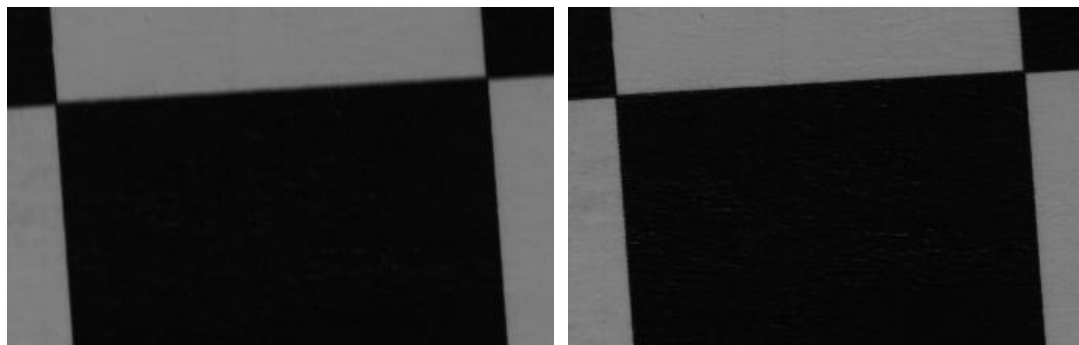


图 14 相机扫描方向

水平扫描方向支持从左向右和从右向左两种扫描方向。

垂直扫描方向支持从上到下或者从下到上输出图像，可由相机内部控制或 CC3 信号外部控制。

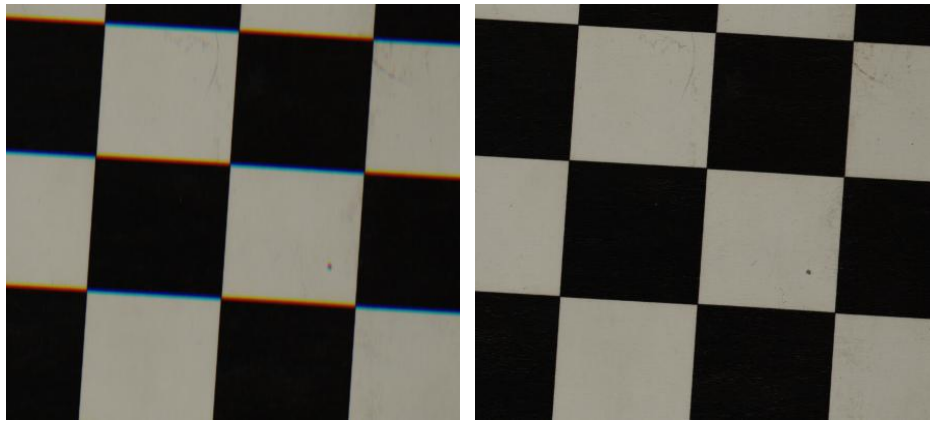
注意：对于黑白相机，当相机设置为多线模式且运动方向不匹配时，会出现图像边缘模糊现象；当相机设置为单线模式时，清晰度不会受到扫描方向的影响。对于彩色相机，当垂直扫描方向和物体运动方向不匹配时，会出现图像边缘色散现象。



(a) 多线模式且运动方向不匹配

(b) 多线模式且运动方向匹配

图 15 黑白相机垂直扫描方向



(a) 与物体运动方向不匹配

(b) 与物体运动方向匹配

图 16 彩色相机垂直扫描方向

6.3 水平像素合并

PR-CL 系列相机的水平像素合并支持两个像素合并。相机在正常曝光采集后，把相邻两个像素的数值求和运算，然后做为一个单独的像素值输出。通过像素合并功能，可以提高大约 1.4 倍的信噪比，并且一帧的有效像素变为原来的一半。

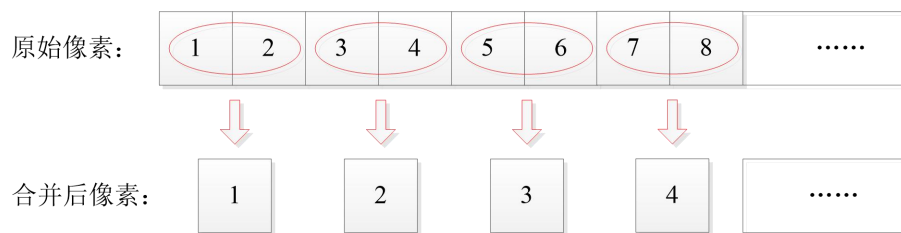


图 17 水平 Binning_2x1

6.4 空间校正

当相机的水平放大倍率和垂直放大倍率一致时，一个正方形物体被拍摄为图像后依旧应当保持正方形。然而，在实际情况中，外界触发信号在大多数情况下并不能完全变换到最准确的比例，一点微小的误差都会导致正方形被拉伸或压缩，物体同一位置无法叠加到同一个像素，边缘过渡表现为伪影。空间校正功能按照接收到的行信号，成比例地补偿相机采集速度，可以保证一个正方形物体被拍摄为图像后依旧应当保持正方形。



(a) 空间校正前

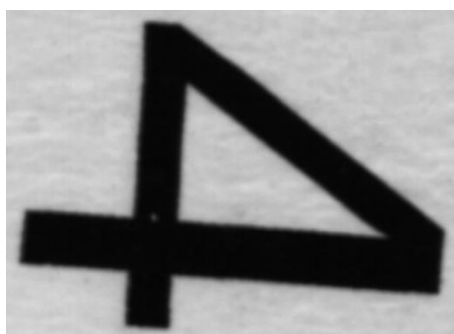


(b) 空间校正后

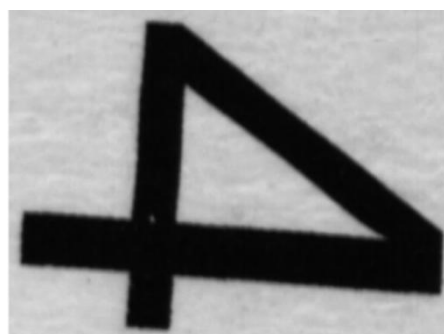
图 18 空间校正效果

6.5 视差校正

当相机在物体运动方向上与水平面有较大倾斜角时，由于传感器位置有差异，使得实际光学放大倍数不同，从而导致图像的左右两端存在边缘模糊。视差校正通过对水平方向进行不同的拉伸，从而使图像左右两端可以对齐，解决边缘模糊的问题。



(a) 视差校正前

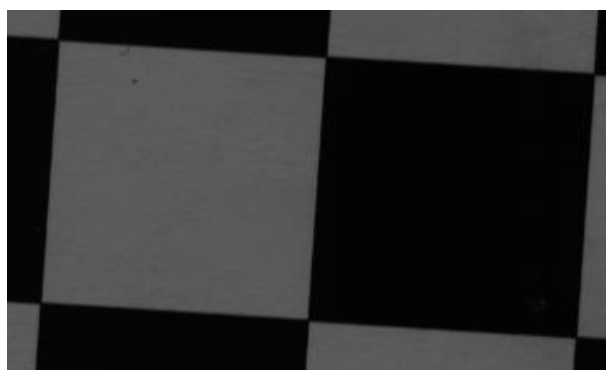


(b) 视差校正后

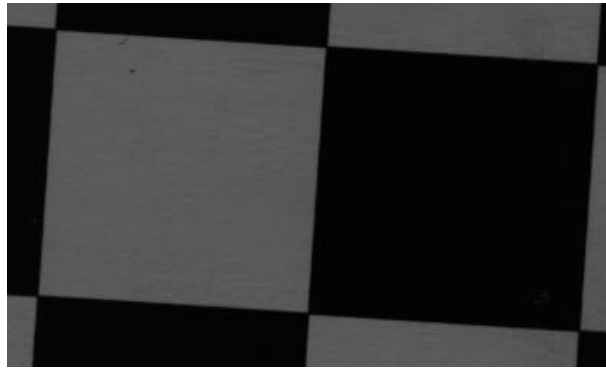
图 19 视差校正效果

6.6 时间延迟积分

采用多线传感器的相机，相邻两次曝光可使多行像素处于同一位置，将其数值相加，可增加像素响应度。若将多行像素求平均，则可提高图像信噪比。为了使相邻两次曝光的多行像素处于同一位置，图像长宽比要求为 1:1，并且需要正确设置垂直扫描方向，否则会导致图像边缘模糊。



(a) 边缘模糊



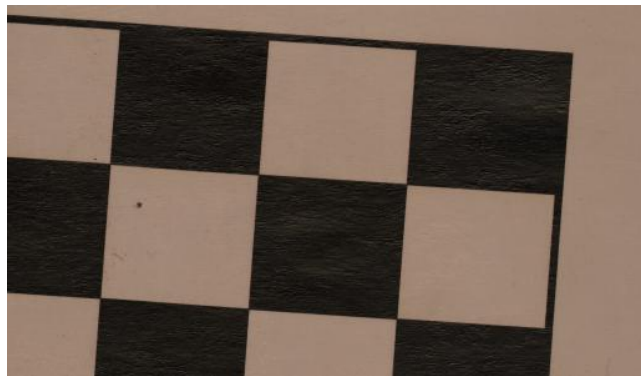
(b) 边缘清晰

图 20 时间延迟积分

6.7 白平衡

白平衡是彩色工业相机的重要参数，它直接影响重现图像的彩色效果，当工业相机的白平衡设置不当时，重现图像就会出现偏色现象。理想情况下，白色的物体被彩色相机拍摄为图像后应当仍然保持白色。然而，在实际当中，由于光源波段、传感器 RGB 通道响应不一致等问题，拍摄白色的物体得到的图像一般不是完全的白色，白平衡校正通过调整各个 RGB 通道的补偿系数从而重新定义白色。需要重新进行白平衡的情况：外界光照发生变化或光学器件发生变化导致拍摄白色的物体不是白色。

彩色相机内部提供了白平衡功能，即平衡传感器每个通道的输出数值。自动白平衡通过对传感器中的局部像素进行采样来计算白平衡系数，然后根据系数对图像的各分量进行调节，使输出图像中的红、绿、蓝三分量的值一致。



(a) 白平衡前



(b) 白平衡后

图 21 白平衡效果

6.8 测试图像

PR-CL 系列相机提供了 2 幅测试图像。与数据来源于传感器的采集获得的图像不同，测试图像是预先编辑并存储在相机内部的固定样式的图像，可以用于测试数据链路是否通畅。

本相机提供了如图所示的测试图像：

- 垂直测试图像：水平方向灰度渐变的固定图像。
- 水平测试图像：竖直方向灰度渐变的滚动图像。

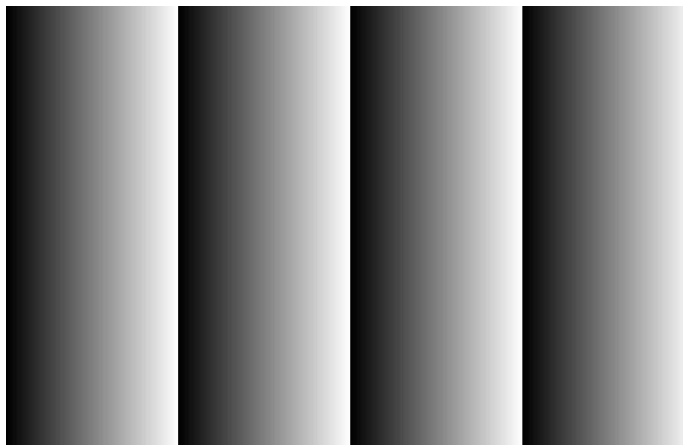


图 22 垂直测试图像



图 23 水平测试图像

6.9 数据格式

PR-CL 系列相机提供 8bit 和 10bit 两种像素数据位宽，如果是 8bit 的位宽，相当于截取 10bit 数据的高 8 位。

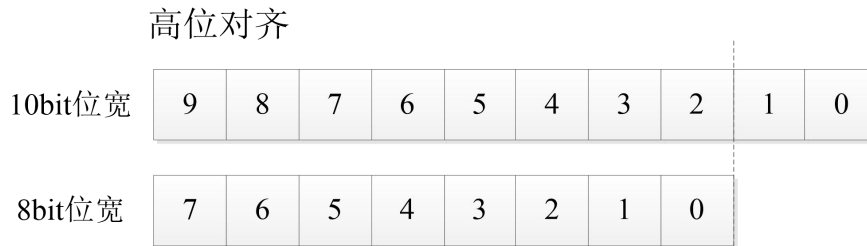


图 24 数据格式

6.10 Camera Link 输出模式

PR-CL 系列 CL 相机数据输出采用 Camera Link 接口，并且支持 Base、Medium、Full、Full+ 模式，其 Tap 排列如下所示：

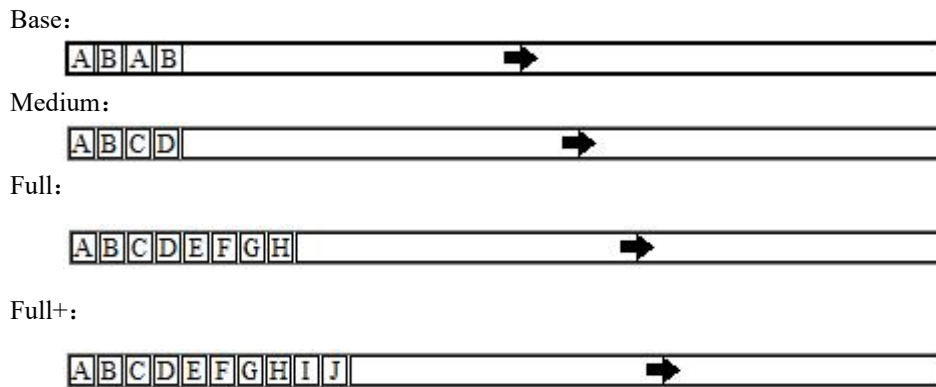


图 25 Camera Link 输出模式

6.11 增益&偏置

相机增益分为模拟增益和数字增益。

模拟增益作用于模拟信号，通常提高模拟增益可以获得弱光照下的更强响应，从而获得更高的信噪比。

数字增益对光电转换的信号经过 AD 之后的数据进行放大或者缩小，通常用于增大输出图像的动态范围，数字增益也可以用于调节图像亮度。数字偏置通常用于调整图像的整体背景亮度。

数字增益对输出数据的影响可以归结为以下公式：

$$\text{输出数值} = \text{数字增益为 1 且数字偏置为 0 时的输出数值} \times \text{数字增益参数}$$

数字偏置对输出数据的影响可以归结为以下公式 (输出数值<0 的部分将会输出为 0)：

$$\text{输出数值} = \text{数字偏置为 0 时的输出数值} + \text{数字偏置参数}$$

数字偏置是针对 10 bit 数据设置的，如果图像数据为 8 bit，实际的数字偏置会除以 4。

6.12 查找表

LUT 利用一个 10bit 输入，10bit 输出查找表，将原始图像的值进行映射转换，用户可以用这个功能实现伽玛校正。相机带有出厂默认配置的查找表，也提供 2 个用户自配置的查找表空间。



图 26 LUT 结构

下图为实现 Gamma=0.5 的 LUT 映射曲线：

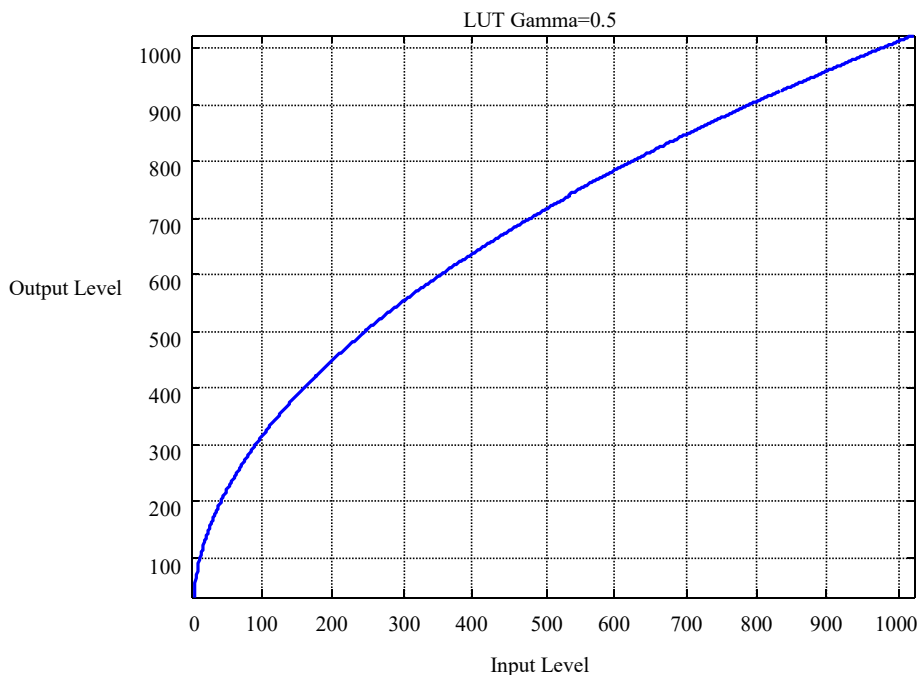


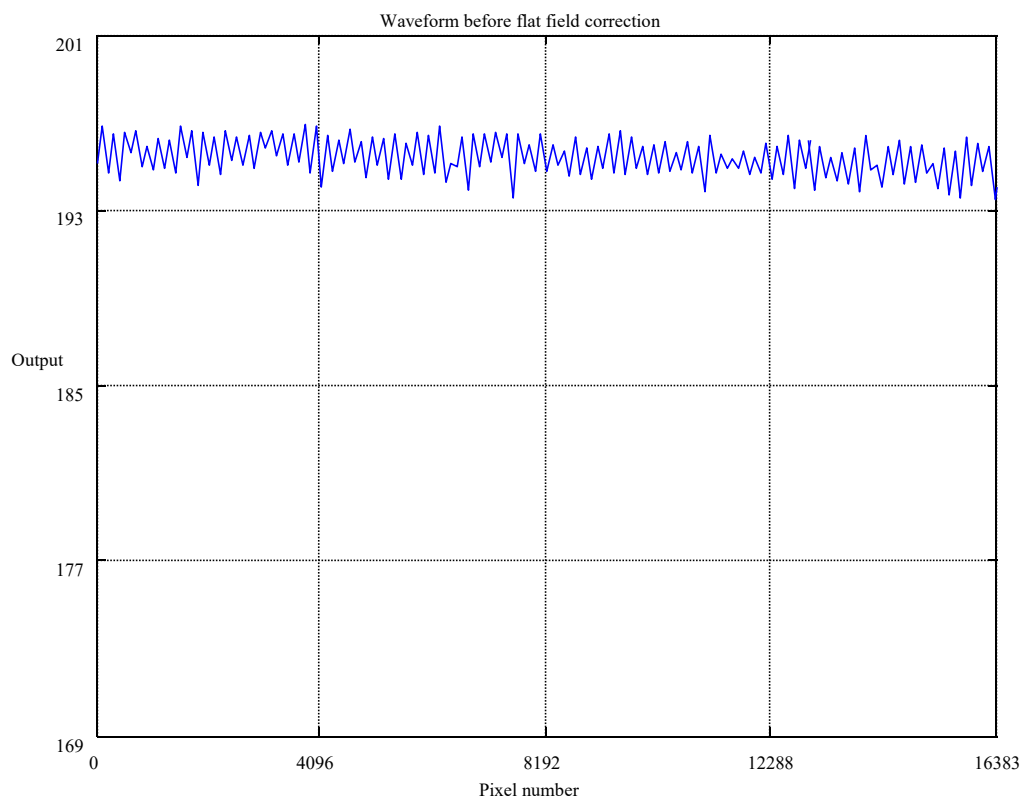
图 27 Gamma 为 0.5 对应的查找表

6.13 平场校正

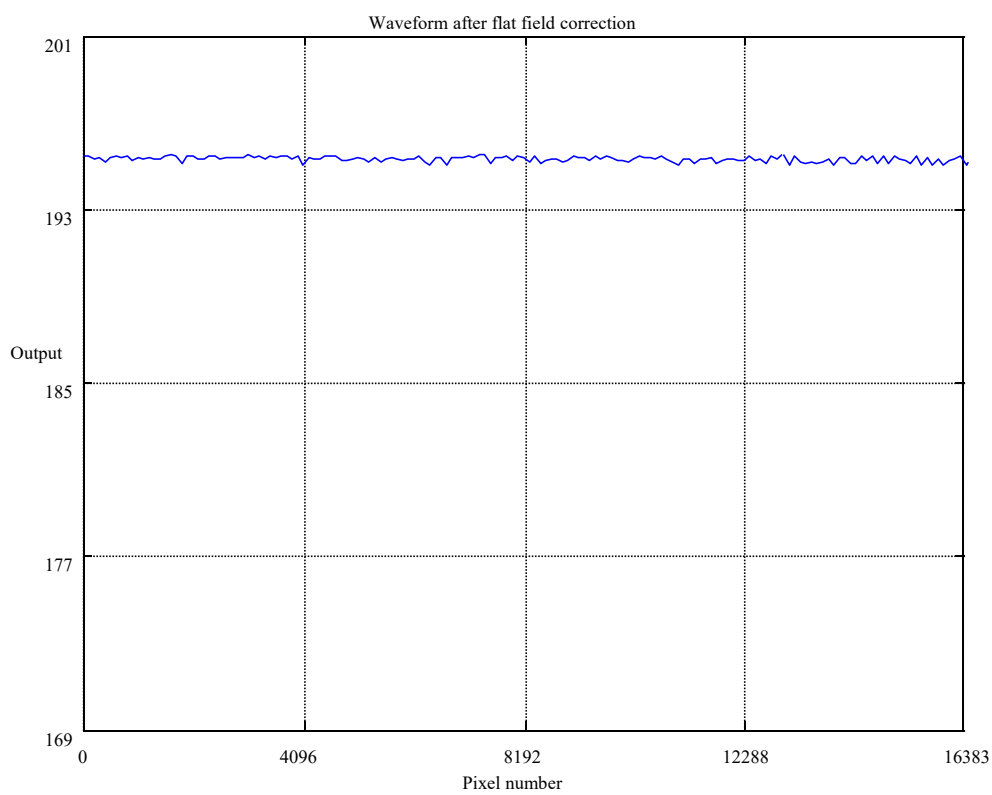
由于半导体工艺的不一致性，阵列图像传感器各个像素的响应存在一定差异，表现在对相同亮度的信号，输出数据有一定差异。PR-CL 系列相机内部提供了平场校正功能，用户可以在实际使用时，通过对均匀强度目标的信号校正参数，来实现平场效果。

理想情况下，当相机对均匀的目标成像时，得到图像中所有像素点的灰度值理论上应该是相同的。然而，实际上图像中各像素的值往往会有较大差异。这些差异可能来源于光照不均匀、镜头中心和镜片边缘的透光率不一致、相机传感器各像元响应不一致等等。传感器像元响应的差异在出厂时已经进行过校正，一般情况下主要是为了校正镜头所导致的图像两边暗中间亮的情况，相机会计算各像元的校正参数存储在相机中以便对图像进行校正。某些情况下镜头和光照条件比较好，不进行平场校正也可以获得较好的图像，此时可以不校正。

平场校正效果如下图所示：



(a) 平场校正前



(b) 平场校正后

图 28 平场校正水平波形图

6.14 相机温度

PR-CL 系列相机支持相机温度实时获取，用户可以通过指令读取相机温度值。

本相机工作的环境温度建议 0°C~40°C，内部工作温度范围为 0°C~55°C，如用户检测到温度异常（如超过 65°C），建议立刻停止相机工作，此时可能相机已经发生故障。为了避免引起更严重的问题，应及时断电并联系我司技术支持。

6.15 加载/保存配置

PR-CL 系列相机支持 3 套工作参数集，包括 1 套出厂默认参数集和 2 套用户参数集。出厂参数集可以应对大多数场景的使用。用户也可以依据实际应用需求，自行配置工作参数，并保存到用户参数集中，便于重新上电后自行加载。相机每次会选择最后一次保存的参数集自动加载。

由于相机的参数之间存在相关性，当修改参数后导致相机工作异常时，用户可以恢复到出厂默认参数集，然后在此基础上重新设置参数并保存。

7 相机控制

PR-CL 系列相机支持用户通过 Camera Link 接口的串口通道发送控制命令到相机，配置相机工作模式及相关参数。

7.1 通信串口参数

表 13 通信串口参数

串口参数	配置参数
波特率	115200
数据位	8
校验位	无
停止位	1
流控制	无

7.2 指令格式

相机端接收的指令依据是否携带数据分为以下两种：

- **纯指令**
[CMD][CR]
- **数据配置指令**
[CMD]=[VAL][CR]

相机端接收到指令后，会返回信息，其格式分为三种：

- **格式 1**
收到常规指令，执行完毕后，返回>Ok
例如输入：load=0[CR]
反馈：>Ok[CR]
- **格式 2**
收到读取内部信息指令，则在>Ok 前插入相应的信息
例如输入：list[CR]
反馈：>[MEM][CR]>Ok[CR]
- **格式 3**
收到读取内部信息指令，则在>Ok 前插入相应的信息
例如输入：clnk[CR]
反馈：[VAL][CR]>Ok[CR]

注意：

[CMD]	指令，4byte
[VAL]	数据，不超过 4 位 10 进制数值
[MEM]	内存数据
[CR]	0x0D，回车

若输入指令格式错误，则反馈的 Ok 会被替换成错误码，具体如下表所示：

表 14 相机指令执行失败时返回的错误码

返回值	指令分析结果
Ok	正确
0	正确，等同于 Ok
128	指令不存在
130	和其他参数相互冲突
131	参数数值越界或不符合要求
132	当前状态不允许执行此指令
133	输入指令语法解析错误

7.3 指令列表

PR-CL 系列相机支持的串口命令列表如下所示，用户通过串口连接相机后，可以输入相关指令对相机进行配置。下面对相机指令进行介绍。

表 15 相机指令列表

Command	Syntax	Description	
HELP	HELP	Show this information	
LIST	LIST	Show Current Configurations	
LOAD	LOAD=0/1/2	Load Configuration From Flash (0/1/2: Factory/User1/User2)	
SAVE	SAVE=1/2	Save Current Configuration To Flash (1/2: User1/User2)	
TEMP	TEMP	Get Current Camera Temperature	
SYNC	SYNC=0/1/2 (设置指令)	Set Synchronization Mode (0/1/2: Free Run/External Pulse/External PWM)	
	SYNC (获取指令)	0	Free Run
		1	External Pulse
		2	External PWM
CLNK	CLNK=0/1/2/3/4/5/6 (设置指令)	Set Camera Link Mode (0 to 6: 2tap@8bit / 4tap@8bit / 8tap@8bit / 10tap@8bit / 2tap@10bit / 4tap@10bit / 8tap@10bit)	
	CLNK (获取指令)	0	2tap@8bit
		1	4tap@8bit
		2	8tap@8bit
		3	10tap@8bit
		4	2tap@10bit
		5	4tap@10bit
		6	8tap@10bit
TPRD	TPRD=[10,64000] (设置指令)	Set Line Period Time in microsecond (10us to 64000us)	
	TPRD (获取指令)	获取当前值	
LRPS	LRPS=[15.625,100000]	Set LineRate (15.625000 to 100000.000000)	

	(设置指令)		
	LRPS (获取指令)	获取当前值	
TEXP	TEXP=[2.125, 64000] (设置指令)	Set Exposure Time in microsecond (2.125000us to 64000.000000us)	
	TEXP (获取指令)	获取当前值	
DMOD	DMOD=0/1/2/3 (设置指令)	Set Data Mode (0/1/2/3: Original/Corrected/Test Pattern1/Test Pattern2)	
	DMOD (获取指令)	0	Original
		1	Corrected
		2	Test Pattern1
		3	Test Pattern2
HDIR	HDIR=0/1 (设置指令)	Set Horizontal Scan Direction (0/1: Left to Right/Right to Left)	
	HDIR (获取指令)	0	Left to Right
		1	Right to Left
BINN	BINN=0/1 (设置指令)	Set Horizontal Binning Mode (0/1: 1x1/2x1)	
	BINN (获取指令)	0	1x1
		1	2x1
SDWM	SDWM=0/1 (设置指令)	Set the scan direction working mode(0/1: Internal Control/External Control)	
	SDWM (获取指令)	0	Internal Control
		1	External Control
SDIT	SDIT=0/1 (设置指令)	Set the scan direction internal control type(0/1: BottomToTop / TopToBottom)	
	SDIT (获取指令)	0	BottomToTop
		1	TopToBottom
SDRV	SDRV=0/1 (设置指令)	Set the scan direction signal polarity (0/1: Original/Reverse)	
	SDRV (获取指令)	0	Original
		1	Reverse
DIGN	DIGN=[0.01,8] (设置指令)	Set Digital Gain (x0.01 to x8)	
	DIGN (获取指令)	获取当前值	
DIOS	DIOS=[-1023,1023] (设置指令)	Set Digital Offset (-1023 to 1023)	
	DIOS (获取指令)	获取当前值	
FFCL	FFCL=2,0/1	Flat Field Calibration (line(bit0..2 for line1/line2/line3),0/1 (Init/Exec))	
FFCR	FFCR=0/1 (设置指令)	Flat Field Correction (0/1 Disable/Enable)	
	FFCR (获取指令)	0	Disable
		1	Enable
FFCM	FFCM=0/1 (设置指令)	Set Flat Field Calibration Mode (0/1: Disable/Enable Calibration Reference)	
	FFCM (获取指令)	0	Disable Calibration Reference

		1	Enable Calibration Reference
FFCS	FFCS=[0,16384]	Set Flat Field Calibration Start Position (0~16384 Multiples of 16)	
	FFCS	获取当前值	
FFCW	FFCW=[16,16384]	Set Flat Field Calibration Width (16~16384 Multiples of 16)	
	FFCW	获取当前值	
REFM	REFM=[128,4095]	Set Flat Field Data Reference (128 to 4095)	
	REFM	获取当前值	
SROI	SROI=0/1 (设置指令)	Set Region of Interest (0/1: Disable/Enable)	
	SROI (获取指令)	0	Disable
		1	Enable
RICS	RICS=[0,16384] (设置指令)	Set ROI Start Column (0~16384 Multiples of 16)	
	RICS (获取指令)	获取当前值	
RICC	RICC=[128,16384] (设置指令)	Set ROI Column Count (128~16384 Multiples of 128)	
	RICC (获取指令)	获取当前值	
LSCR	LSCR=0/1 (设置指令)	Set Line Spatial Correction Mode (0/1: Disable/Enable)	
	LSCR (获取指令)	0	Disable
		1	Enable
LSCF	LSCF=[0.5, 2.0] (设置指令)	Set Line Spatial Correction Factor (0.5 to 2.0)	
	LSCF (获取指令)	获取当前值	
LDLY	LDLY=[-1.0, 1.0] (设置指令)	Set Line Delay to Correct Chromatic Aberration(-1.0 to 1.0)	
	LDLY (获取指令)	获取当前值	
ANGN	ANGN=1/2/4 (设置指令)	Set Analog Gain (1/2: x1/x2)	
	ANGN (获取指令)	获取当前值	
		1	x1
		2	x2
		4	x4
DOFF	DOFF=[0,1023] (设置指令)	Set Black Level (0 to 1023)	
	DOFF (获取指令)	获取当前值	
HMOD	HMOD=[0,1] (设置指令)	Set high speed mode (0~1)	
	HMOD (获取指令)	获取当前值	
BAUD	BAUD=[4800,460800] (设置指令)	Set Camera Link Serial Port Baudrate 4800~460800	
	BAUD (获取指令)	获取当前值	

8 相机配置工具

合肥埃科光电科技股份有限公司基于 Gen<i>Cam 标准实现了一套函数库 IKapC.lib 对相机进行配置，用户可以基于 IKapC.lib 库使用合肥埃科光电科技股份有限公司生产的所有相机而无需针对每一款相机重新编写代码。有关 IKapC.lib 库的详细信息，请参考 IKapC 库使用说明书。

合肥埃科光电科技股份有限公司提供了可视化的相机特性配置工具 IKapCViewer.exe，下文将演示如何配置相机支持的特性。关于使用 IKapCViewer.exe 的详细信息，请参考 IKapCViewer 软件使用说明书。

8.1 设备控制类别

设备基本信息，诸如相机模型名称、设备序列号以及传感器温度等信息都归结于该类别中，应用程序可以通过获取这些特性判断当前使用相机的型号。下图中字体颜色为灰色的特征代表当前只读，字体颜色为黑色的特征代表其当前可以被用户修改。

特征	值
- DeviceControl	
DeviceVendorName	I-TEKOptoElectronicsCo.,Ltd.
DeviceModelName	PR16KCL-51KT4
DeviceManufacturerInfo	itek-Opto electronics-pu8kcl-100
DeviceVersion	0101-8104
DeviceSerialNumber	23080003Y
DeviceScanType	LineScan
DeviceProtocol	Ascii_Only
McuTemperature	21.95
SensorTemperature	0.00
BaudRate	Baud460800

图 29 设备控制类别

下表描述了设备控制类别所涵盖的特征种类以及特征的具体描述和访问属性。不同的相机版本可能支持的特征列表略有不同。

表 16 设备控制类别列表

特征名称	特征描述	相机版本 & 可见度
DeviceVendorName	销售商名称（只读）	0101-8104 Beginner
DeviceModelName	相机名称（只读）	0101-8104 Beginner
DeviceManufacturerInfo	制造商信息（只读）	0101-8104 Beginner

DeviceVersion	当前相机版本（只读）	0101-8104 Beginner
DeviceSerialNumber	相机序列号（只读）	0101-8104 Beginner
DeviceScanType	相机扫描类型（只读）	0101-8104 Beginner
DeviceProtocol	相机协议（只读）	0101-8104 Beginner
MCUTemperature	MCU 温度（只读）	0101-8104 Beginner
SensorTemperature	传感器温度（只读）	0101-8104 Beginner
DeviceSerialPortBaudRate	串口波特率	0101-8104 Expert
Baud9600	Baud9600	
Baud19200	Baud19200	
Baud38400	Baud38400	
Baud57600	Baud57600	
Baud115200	Baud115200	
Baud230400	Baud230400	
Baud460800	Baud460800	

8.2 图像格式控制类别

相机输出图像的类型，诸如宽度、高度以及像素格式等信息都归结于该类别中，应用程序可以通过修改这些特性改变相机输出图像格式。下图中字体颜色为灰色的特征代表当前只读，字体颜色为黑色的特征代表其当前可以被用户修改。

PR-CL 系列相机图像宽度最大为 16384 像素，支持设置感兴趣区域和像素合并“Binning”，用户也可以通过“Video Mode”下拉框进行选择。



图 30 图像格式控制类别

下表描述了图像格式控制类别所涵盖的特征种类以及特征的具体描述和访问属性。不同的相机版本可能支持的特征列表略有不同。

表 17 图像格式控制类别列表

特征名称	特征描述	相机版本 & 可视度
Binning Binning_1x1 Binning_2x1	水平像素合并 Binning_1x1 Binning_2x1	0101-8104 Expert
RegionEnable	使能感兴趣区域	0101-8104 Beginner
RegionOffsetX	感兴趣区域水平偏移量	0101-8104 Beginner
RegionWidth	感兴趣区域宽度	0101-8104 Beginner
Width	相机输出图像宽度（只读）	0101-8104 Beginner
Height	相机输出图像高度（只读）	0101-8104 Beginner
PixelFormat Mono8 Mono10	像素格式 Mono8 Mono10	0101-8104 Beginner
SensorTaps Two Four Eight Ten	传感器 Tap 数 2 4 8 10	0101-8104 Beginner
VideoMode Original Corrected TestPattern1 TestPattern2	相机输出图像模式 原始图像 校正图像 测试图像 1 测试图像 2	0101-8104 Beginner
DeviceTapGeometry	相机输出 Tap 模式（只读）	0101-8104 Beginner

8.3 采集控制类别

相机采集图像过程中涉及的参数，诸如行频、曝光模式、曝光时间等信息都归结于该类别中，应用程序可以通过修改这些特性改变采集图像的模式。下图中字体颜色为灰色的特征代表当前只读，字体颜色为黑色的特征代表其当前可以被用户修改。

PR-CL 系列相机支持 3 种触发模式，详细描述参见 6.1 节。用户可以在“SynchronizationMode”中选择合适的曝光模式。

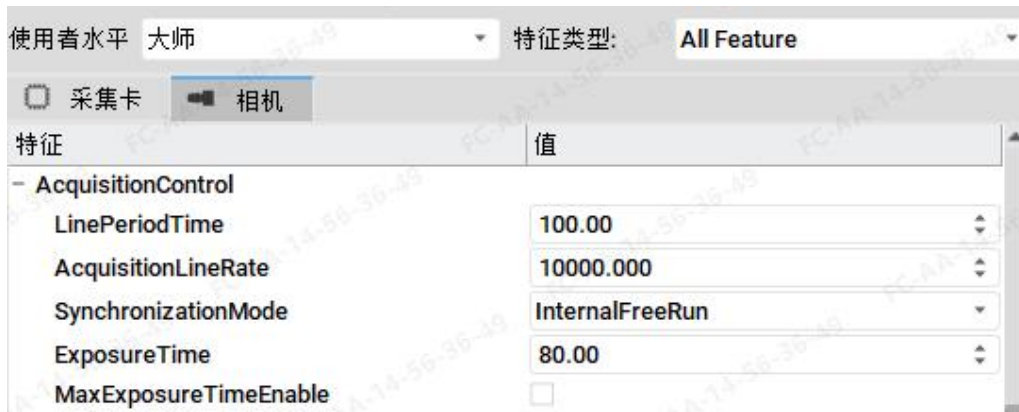


图 31 采集控制类别

下表描述了采集控制类别所涵盖的特征种类以及特征的具体描述和访问属性。不同的相机版本可能支持的特征列表略有不同。

表 18 采集控制类别列表

特征名称	特征描述	相机版本 & 可视度
LinePeriodTime	线周期	0101-8104 Beginner
AcquisitionLineRate	采集行频	0101-8104 Beginner
SynchronizationMode Timed TriggerPulse TriggerWidth	曝光控制模式 自由运行 外部脉冲 外部脉宽调制	0101-8104 Beginner
ExposureTime	曝光时间	0101-8104 Beginner
MaxExposureTimeEnable	使能最大曝光时间	0101-8104 Beginner

8.4 IO 控制类别

PR-CL 系列相机外触发过程中涉及的参数，诸如扫描方向等信息都归结于该类别中，应用程序可以通过修改这些特性实现相机外部 IO 控制。下图中字体颜色为灰色的特征代表当前只读，字体颜色为黑色的特征代表其当前可以被用户修改。

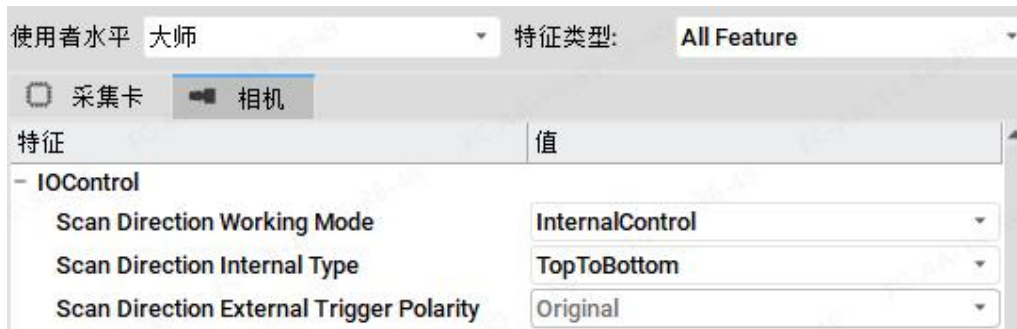


图 32 IO 控制类别

下表描述了相机 IO 控制类别所涵盖的特征种类以及特征的具体描述和访问属性。不同的相机版本可能支持的特征列表略有不同。

表 19 IO 控制类别列表

特征名称	特征描述	相机版本 & 可视度
ScanDirectionWorkingMode InternalControl ExternalControl	扫描方向工作模式 内部控制 外部控制	0101-8104 Beginner
ScanDirectionInternalType BottomToTop TopToBottom	扫描方向内部触发类型 从下到上 从上到下	0101-8104 Beginner
ScanDirectionExternalTriggerPolarity Original Reverse	扫描方向外部控制极性 原始 反向	0101-8104 Beginner

8.5 图像校正类别

根据需要对采集到的图像进行校正，诸如空间校正、视差校正等信息都归结于该类别中，应用程序可以通过修改这些参数获取质量更为良好的图像。下图中字体颜色为灰色的特征代表当前只读，字体颜色为黑色的特征代表其当前可以被用户修改。

PR-CL 系列相机支持通过空间校正、视差校正来改变相机输出图像的质量，关于空间校正和视差校正的详细描述分别参见 6.4、6.5 节。



图 33 图像校正类别

下表描述了图像校正类别所涵盖的特征种类以及特征的具体描述和访问属性。不同的相机版本可能支持的特征列表略有不同。

表 20 图像校正类别列表

特征名称	特征描述	相机版本 & 可视度
SpatialCorrectionEnable	使能空间校正	0101-8104 Beginner
SpatialCorrectionFactor	设置空间校正系数	0101-8104 Beginner
TDIMode (Fine)	TDI 模式（细调）	0101-8104 Beginner

8.6 模拟控制类别

模拟增益作用于模拟信号，模拟增益对信号信噪比影响较大，应用程序可以通过修改这些参数获取质量更为良好的图像。下图中灰色字体的特征代表当前只读，黑色字体的特征代表当前可以被用户修改。

PR-CL 系列相机支持模拟增益配置，一般而言 AD 前模拟增益越大，图像信噪比越高，用户可以在“AnalogGain”中进行设置。

注意：PR-CL 系列相机在出厂时已经对增益进行了优化，对于非专业用户，不建议对这些参数进行修改。



图 34 模拟控制类别

下表描述了相机模拟信号控制类别所涵盖的特征种类以及特征的具体描述和访问属性。不同的相机版本可能支持的特征列表略有不同。

表 21 模拟信号控制类别列表

特征名称	特征描述	相机版本 & 可视度
AnalogGain	模拟增益	0101-8104 Beginner
X1	1 倍	
X2	2 倍	

8.7 数字控制类别

相机采集图像过程中数字信号涉及的参数，诸如数字信号增益和偏置都归结于该类别中，应用程序可以通过修改这些特性改变相机的数字信号输出。下图中字体颜色为灰色的特征代表当前只读，字体颜色为黑色的特征代表其当前可以被用户修改。

PR-CL 系列相机支持调整数字增益“Gain”和数字偏置“Offset”来改变相机最后输出图像的质量，关于增益和偏置的详细描述参见 6.11 节。



图 35 数字控制类别

下表描述了数字控制类别所涵盖的特征种类以及特征的具体描述和访问属性。不同的相机版本可能支持的特征列表略有不同。

表 22 数字控制类别列表

特征名称	特征描述	相机版本 & 可视度
Gain	数字增益	0101-8104 Beginner
Offset	数字偏置	0101-8104 Beginner
BlackLevel	黑电平	0101-8104 Guru

8.8 查找表控制类别

相机查找表算法，诸如查找表参数、查找表使能等都归结于该类别中，应用程序可以通过修改这些特性使能/不使能查找表功能。下图中字体颜色为灰色的特征代表当前只读，字体颜色为黑色的特征代表其当前可以被用户修改。

PR-CL 系列相机支持 10bit 输入-10bit 输出查找表，用户可以通过该功能完成伽马校正。在 IKapCViewer 中用户可以通过勾选“LUT Enable”复选框使能查找表功能，通过“LUT Index”修改/访问查找表的每个值。关于查找表功能的详细描述参见 6.12 节。

由于查找表表项众多，为方便用户使用，也可以在 IKapCViewer.exe 中批量读取/写入查找表数据，关于如何批量读写查找表，请参考 IKapCViewer 软件使用说明书。

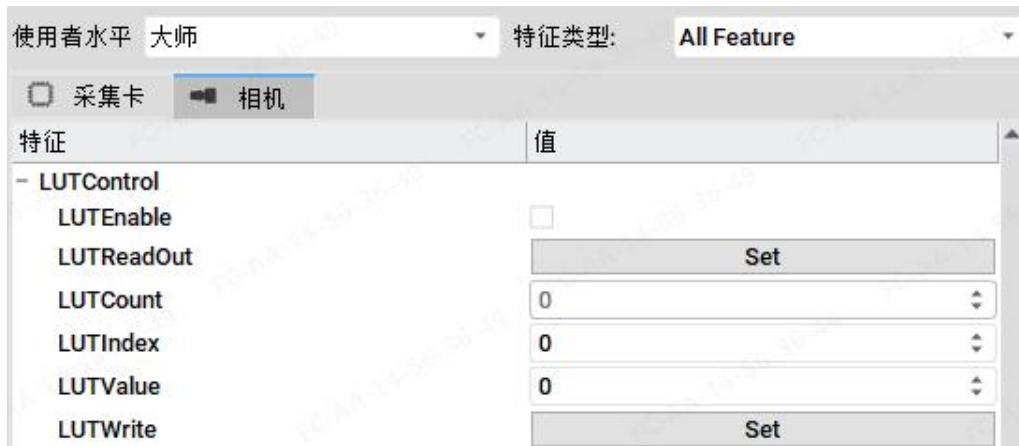


图 36 查找表控制类别

下表描述了查找表控制类别所涵盖的特征种类以及特征的具体描述和访问属性。不同的相机版本可能支持的特征列表略有不同。

表 23 查找表控制类别列表

特征名称	特征描述	相机版本 & 可视度
LUTEnable	使能查找表算法	0101-8104 Expert
LUTReadOut	读查找表（只写）	0101-8104 Guru
LUTCount	查找表数目（只读）	0101-8104 Guru
LUTIndex	查找表索引	0101-8104 Guru
LUTValue	查找表值	0101-8104 Guru
LUTWrite	写查找表（只写）	0101-8104 Guru

8.9 平场校正类别

相机平场校正过程中涉及的参数，诸如平场校正使能等都归结于该类别中，应用程序可以通过修改这些特性使能平场校正特性。下图中字体颜色为灰色的特征代表当前只读，字体颜色为黑色的特征代表其当前可以被用户修改。

PR-CL 系列相机支持通过平场校正来获得质量更优的图像，关于平场校正的详细描述参见 6.13 节。

图 37 平场校正类别

下表描述了平场校正类别所涵盖的特征种类以及特征的具体描述和访问属性。不同的相机版本可能支持的特征列表略有不同。

表 24 平场校正类别列表

特征名称	特征描述	相机版本 & 可见度
FlatFieldCorrectionEnable	使能平场校正	0101-8104 Expert
FlatFieldCorrectionLowPassFilter	平场校正低通滤波器窗口大小	0101-8104 Expert
FlatFieldCorrectionReferenceMode	平场校正参考模式	0101-8104 Expert
FlatFieldCorrectionReference	平场校正参考值	0101-8104 Guru
FlatFieldCorrectionOffsetX	平场校正水平方向偏移	0101-8104 Expert
FlatFieldCorrectionWidth	平场校正宽度	0101-8104 Expert
FlatFieldCorrectionLineSelect All	平场校正线选择 All	0101-8104 Expert
FlatFieldCorrectionInit	平场校正初始化（只写）	0101-8104 Expert
FlatFieldCorrectionExec	执行平场校正（只写）	0101-8104 Expert

8.10 用户配置类别

PR-CL 系列相机支持保存/导入用户配置功能，有一套默认出厂配置和两套用户自定义配置。下图中字体颜色为灰色的特征代表当前只读，字体颜色为黑色的特征代表其当前可以被用户修改。

PR-CL 系列相机可以按照如下方式保存用户配置：

- 在“User Set Selector”中选择“User1”；
- 点击“User Set Save”按钮；

此时当前所有相机参数都会保存到用户配置 1 中并且相机下次上电后会启用。

PR-CL 系列相机可以按照如下方式导入用户配置：

- 在“User Set Selector”中选择“User1”；
- 点击“User Set Load”按钮；

此时所有用户配置 1 的参数都将会导入当前相机。



图 38 用户配置类别

下表描述了相机用户配置类别所涵盖的特征种类以及特征的具体描述和访问属性。不同的相机版本可能支持的特征列表略有不同。

表 25 用户配置类别列表

特征名称	特征描述	相机版本 & 可视度
UserSetSelector	选择用户配置	
Default	默认配置	0101-8104
User1	用户配置 1	Beginner
User2	用户配置 2	
UserSetLoad	导入相机配置（只写）	0101-8104 Beginner
UserSetSave	保存相机配置（只写）	0101-8104 Beginner

9 常见问题

- 无法连接到相机
 - ① 确认 Camera Link 接口线缆本身无问题。
 - ② 确认 Camera Link 接口中串口通道参数设置无误。

- Camera Link 接口接收不到相机时钟信号
 - ① 确认相机已正常启动(即状态指示灯为常绿)。
 - ② 如果采用第三方采集卡获取图像, 确认采集卡及配套软件运行正常, 可重启电脑试验。
 - ③ 确认 Camera Link 接口线缆本身无问题。

- 外触发模式下相机无图像输出
 - ① 确认外部输入脉冲正常。
 - ② 确认相机正确接收到了触发脉冲(可通过状态指示灯显示来确认)。
 - ③ 如果使用 Camera Link 接口信号作为触发输入信号, 则确认采集卡配置正确。

- 相机外壳温度异常
 - ① 确认外部接入电源电压范围正常。
 - ② 如果出现外壳烫手或者相机冒烟, 则立刻断电停止使用相机, 联系我司技术支持。

- 相机图像很暗
 - ① 确认外壳 sensor 进光口没有被封闭。
 - ② 确认曝光时间及增益设置正确。

- 相机图像有污物
 - ① 确认相机 sensor 玻璃面干净。
 - ② 确认相机状态指示灯显示正常。

- 相机无图像输出
 - ① 确认 Camera Link 接口正常, 可通过测试图像进行确认。
 - ② 确认电源提供正常, 检测相机指示灯状态以确认。
 - ③ 外触发模式下, 确认外部脉冲输入正常, 可通过相机指示灯确认。

对于用户在相机使用过程中出现的任何问题, 请及时联系我司技术支持, 我司将第一时间为您提供服务。