

Vulcan-CXP PCIe 采集卡

用户手册

(V1.0.9 2023.08.09)



合肥埃科光电科技股份有限公司

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

版本历史

版本号	修改日期	说明
1.0.0	2019/12/23	● 初始版本
1.0.1	2021/07/14	● 固件升级新增 2Camera 模式 ● 更新 IO 控制接口定义
1.0.2	2022/01/10	● 新增 Frame Burst 功能 ● 更新公司名称
1.0.3	2022/02/20	● 更新采集卡驱动安装界面
1.0.4	2022/03/01	● 添加 Vulcan-CXP12 采集卡信息
1.0.5	2022/04/25	● 更新公司 logo ● 更新 2.2.2 节图例
1.0.6	2022/10/25	● 添加 Vulcan-CXP6-8 采集卡信息
1.0.7	2022/12/16	● 添加 Vulcan-CXP6-2、Vulcan-CXP12-1、Vulcan-CXP12-2 采集卡信息
1.0.8	2023/02/11	● 修正采集卡通道丝印方向 ● 更新公司地址 ● 添加采集卡工作温度参数
1.0.9	2023/08/09	● 修改编码器信号相关描述

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

版本历史	2
联系方式	3
目 录	4
警告	6
1 采集卡概述	7
1.1 产品组成	7
1.2 主要特性	7
1.3 IKapBoard 函数库	11
2 安装 Vulcan-CXP 采集卡	12
2.1 安装前准备	12
2.2 安装过程指南	12
2.2.1 硬件安装	12
2.2.2 驱动安装	12
2.2.3 固件升级	14
2.2.4 问题查找与解决	15
3 IKapCViewer 快速指南	18
3.1 采集卡及相机连接	18
3.2 采集卡参数配置	19
3.3 相机参数配置	28
3.4 图像采集与显示	29
3.4.1 图像显示区	29
3.4.2 水平波形图	30
3.4.3 垂直波形图	30
3.4.4 统计直方图	31
3.5 采集卡配置文件	32
3.6 IKapBoard 示例程序	32
4 Vulcan-CXP 采集卡功能解析	33
4.1 技术规格	33
4.2 结构框图	36
4.3 采样控制单元	40
4.3.1 功能指标	40
4.3.2 拓扑链接方式	40
4.3.3 采集模式	40
4.4 I/O 控制器	41
4.4.1 触发源	41
4.4.2 内触发信号	41
4.4.3 软件触发信号	41
4.4.4 通用输入信号	41
4.4.5 编码器输入信号	42
4.4.6 高级控制信号	43
4.4.7 通用输出信号	48
4.5 PoCXP 供电	49

5	Vulcan-CXP 采集卡硬件说明	50
5.1	采集卡硬件结构	50
5.2	CoaXPress 接口及信号指示	53
5.2.1	采集卡前面板	53
5.2.2	CoaXPress 接口	54
5.2.3	采集卡指示灯	54
5.3	外部 I/O 接口	55
5.3.1	通用输入信号接口	56
5.3.2	编码器信号接口	57
5.3.3	通用输出信号接口	57
	附录.....	58
A.1	VLCF 说明	58
A.2	采集卡附件	60

警告

版权所有 © 2023 合肥埃科光电科技股份有限公司
本用户手册由合肥埃科光电科技股份有限公司编印，版权所有。

声明

本用户手册适用于合肥埃科光电科技股份有限公司 Vulcan-CXP PCIe 采集卡。在使用 Vulcan-CXP 采集卡前，请仔细阅读本用户手册，并妥善保管，以便备用。合肥埃科光电科技股份有限公司保留对本用户手册中的打印错误、与最新资料不一致、软件升级及产品改进等解释权及随时进行改动的权利。这些更改恕不另行通知，将直接编入新版用户使用说明书中。

1 采集卡概述

1.1 产品组成

合肥埃科光电科技股份有限公司 Vulcan-CXP 系列采集卡目前包括 Vulcan-CXP6-2、Vulcan-CXP6、Vulcan-CXP6-8 和 Vulcan-CXP12-1、Vulcan-CXP12-2、Vulcan-CXP12 等型号，如下表所示。

产品型号	总线	CXP 接口类型
Vulcan-CXP6-2	PCIe Gen3 x 4	CXP6
Vulcan-CXP6	PCIe Gen3 x 4	CXP6
Vulcan-CXP6-8	PCIe Gen3 x 8	CXP6
Vulcan-CXP12-1	PCIe Gen3 x 4	CXP12
Vulcan-CXP12-2	PCIe Gen3 x 4	CXP12
Vulcan-CXP12	PCIe Gen3 x 8	CXP12

合肥埃科光电科技股份有限公司为 Vulcan-CXP 采集卡提供了一个完整的软件包，包括：

- （1）用于采集卡管理的 IKapCViewer 应用程序；
- （2）用于采集卡二次开发的 API 函数库 IKapBoard；
- （3）采集卡驱动程序；
- （4）采集卡应用开发演示程序代码及相关帮助文档。

此外，合肥埃科光电科技股份有限公司还为 Vulcan-CXP 采集卡提供了 CoaXPress 线缆和 I/O 线缆等附件，具体可参阅附录“A.3 采集卡附件”。

1.2 主要特性

采集卡型号	Vulcan-CXP6-2
拓扑模式	1~2 路 CoaXPress 任意拓扑连接
协议标准	CoaXPress V1.1/1.1.1 标准，Gen<i>Cam 标准，GenTL 标准
接口类型	DIN 1.0/2.3 接口，提供 2 路三色 LED 状态指示灯
供电方式	CoaXPress 相机供电、控制与触发 两路 PoCXP 供电，单路 24V/13W
功耗	<11.0W（不含 PoCXP 供电）
采集速度	9.7Gbps
链路速度	1.25G/2.5G/3.125G/5G/6.25G
最大支持相机数	2 台
扫描类型	线阵和面阵的单色、Bayer、彩色相机
像素深度	8/10/12/14/16bit
板载内存	板载 2GB 大容量图像缓存
主机接口	PCIe Gen3 x 4，有效载荷 128/256byte
总线带宽	3450MB/s
输入输出	2 路光电隔离输入

	1 路正交旋转编码器输入 2 路光电隔离输出
固件升级	支持固件在线升级
工作温度	0~55°C
冷却方式	风扇冷却
操作系统	Windows 10/7-64bit/32bit, Linux-64bit, Mac OS
二次开发	支持 C, C++, C#的 SDK 开发库
配置工具	提供 GUI 配置工具

采集卡型号	Vulcan-CXP6
拓扑模式	1~4 路 CoaXPress 任意拓扑连接
协议标准	CoaXPress V1.1/1.1.1 标准, Gen<i>i>Cam 标准, GenTL 标准
接口类型	DIN 1.0/2.3 接口, 提供 4 路三色 LED 状态指示灯
供电方式	CoaXPress 相机供电、控制与触发 四路 PoCXP 供电, 单路 24V/13W
功耗	<16.0W (不含 PoCXP 供电)
采集速度	19.4Gbps
链路速度	1.25G/2.5G/3.125G/5G/6.25G
最大支持相机数	4 台
扫描类型	线阵和面阵的单色、Bayer、彩色相机
像素深度	8/10/12/14/16bit
板载内存	板载 2GB 大容量图像缓存
主机接口	PCIe Gen3 x 4, 有效载荷 128/256byte
总线带宽	3450MB/s
输入输出	2 路光电隔离输入 1 路正交旋转编码器输入 2 路光电隔离输出
固件升级	支持固件在线升级
工作温度	0~55°C
冷却方式	风扇冷却
操作系统	Windows 10/7-64bit/32bit, Linux-64bit, Mac OS
二次开发	支持 C, C++, C#的 SDK 开发库
配置工具	提供 GUI 配置工具

采集卡型号	Vulcan-CXP6-8
拓扑模式	两组 1~4 路 CoaXPress 拓扑连接
协议标准	CoaXPress V2.0/2.1 标准, Gen<i>i>Cam 标准, GenTL 标准
接口类型	DIN 1.0/2.3 接口, 提供 8 路三色 LED 状态指示灯
供电方式	CoaXPress 相机供电、控制与触发 八路 PoCXP 供电, 单路 24V/13W
功耗	<18.0W (不含 PoCXP 供电)
采集速度	38.8Gbps

链路速度	1.25G/2.5G/3.125G/5G/6.25G
最大支持相机数	8 台
扫描类型	线阵和面阵的单色、Bayer、彩色相机
像素深度	8/10/12/14/16bit
板载内存	板载 4GB 大容量图像缓存
主机接口	PCIe Gen3 x 8, 有效载荷 128/256byte
总线带宽	6800MB/s
输入输出	2 路光电隔离输入 1 路正交旋转编码器输入 2 路光电隔离输出
固件升级	支持固件在线升级
工作温度	0~55°C
冷却方式	风扇冷却
操作系统	Windows 10/7-64bit/32bit, Linux-64bit, Mac OS
二次开发	支持 C, C++, C#的 SDK 开发库
配置工具	提供 GUI 配置工具

采集卡型号	Vulcan-CXP12-1
拓扑模式	1 路 CoaXPress 连接
协议标准	CoaXPress V2.0/2.1 标准, Gen<i>i>Cam 标准, GenTL 标准
接口类型	Micro BNC 接口, 提供 1 路三色 LED 状态指示灯
供电方式	CoaXPress 相机供电、控制与触发 一路 PoCXP 供电, 单路 24V/13W
功耗	<11.5W (不含 PoCXP 供电)
采集速度	9.7Gbps
链路速度	1.25G/2.5G/3.125G/5G/6.25G/10G/12.5G
最大支持相机数	1 台
扫描类型	线阵和面阵的单色、Bayer、彩色相机
像素深度	8/10/12/14/16bit
板载内存	板载 2GB 大容量图像缓存
主机接口	PCIe Gen3 x 4, 有效载荷 128/256byte
总线带宽	3450MB/s
输入输出	2 路光电隔离输入 1 路正交旋转编码器输入 2 路光电隔离输出
固件升级	支持固件在线升级
工作温度	0~55°C
冷却方式	风扇冷却
操作系统	Windows 10/7-64bit/32bit, Linux-64bit, Mac OS
二次开发	支持 C, C++, C#的 SDK 开发库
配置工具	提供 GUI 配置工具

采集卡型号	Vulcan-CXP12-2
拓扑模式	1~2 路 CoaXPress 任意拓扑连接
协议标准	CoaXPress V2.0/2.1 标准, Gen<i>i</i>Cam 标准, GenTL 标准
接口类型	Micro BNC 接口, 提供 2 路三色 LED 状态指示灯
供电方式	CoaXPress 相机供电、控制与触发 两路 PoCXP 供电, 单路 24V/13W
功耗	<13.0W (不含 PoCXP 供电)
采集速度	19.4Gbps
链路速度	1.25G/2.5G/3.125G/5G/6.25G/10G/12.5G
最大支持相机数	2 台
扫描类型	线阵和面阵的单色、Bayer、彩色相机
像素深度	8/10/12/14/16bit
板载内存	板载 2GB 大容量图像缓存
主机接口	PCIe Gen3 x 4, 有效载荷 128/256byte
总线带宽	3450MB/s
输入输出	2 路光电隔离输入 1 路正交旋转编码器输入 2 路光电隔离输出
固件升级	支持固件在线升级
工作温度	0~55°C
冷却方式	风扇冷却
操作系统	Windows 10/7-64bit/32bit, Linux-64bit, Mac OS
二次开发	支持 C, C++, C# 的 SDK 开发库
配置工具	提供 GUI 配置工具

采集卡型号	Vulcan-CXP12
拓扑模式	1~4 路 CoaXPress 任意拓扑连接
协议标准	CoaXPress V2.0/2.1 标准, Gen<i>i</i>Cam 标准, GenTL 标准
接口类型	Micro BNC 接口, 提供 4 路三色 LED 状态指示灯
供电方式	CoaXPress 相机供电、控制与触发 四路 PoCXP 供电, 单路 24V/13W
功耗	<17.5W (不含 PoCXP 供电)
采集速度	38.8Gbps
链路速度	1.25G/2.5G/3.125G/5G/6.25G/10G/12.5G
最大支持相机数	4 台
扫描类型	线阵和面阵的单色、Bayer、彩色相机
像素深度	8/10/12/14/16bit
板载内存	板载 4GB 大容量图像缓存
主机接口	PCIe Gen3 x 8, 有效载荷 128/256byte
总线带宽	6800MB/s
输入输出	2 路光电隔离输入 1 路正交旋转编码器输入

	2 路光电隔离输出
固件升级	支持固件在线升级
工作温度	0~55℃
冷却方式	风扇冷却
操作系统	Windows 10/7-64bit/32bit, Linux-64bit, Mac OS
二次开发	支持 C, C++, C# 的 SDK 开发库
配置工具	提供 GUI 配置工具

1.3 IKapBoard 函数库

IKapBoard 函数库是合肥埃科光电科技股份有限公司针对 Vulcan-CXP 采集卡开发的 C++ 应用程序动态库。通过使用 IKapBoard，用户可以方便管理和控制采集卡硬件设备，实现实时图像采集，从而简洁快速地进行高性能机器视觉应用的设计、开发和部署。

有关 IKapBoard 函数库说明请参考文档《IKapBoard 用户手册》。

2 安装 Vulcan-CXP 采集卡

2.1 安装前准备

为避免人体静电对采集卡产生破坏，请在安装 Vulcan-CXP 采集卡前清除身体静电。一般情况下，可以选择触摸地面或者计算机金属外壳等简单方法快速释放人体静电。

在安装 Vulcan-CXP 采集卡前，请确定计算机处于关机状态，防止带电操作损坏采集卡。

2.2 安装过程指南

2.2.1 硬件安装

- (1) 关闭需要安装采集卡的计算机电源。
- (2) 选择合适的 PCIe 插槽，打开计算机插槽挡板。

注意：

- ① 对于 Vulcan-CXP6-2、Vulcan-CXP6 和 Vulcan-CXP12-1、Vulcan-CXP12-2 采集卡，请将采集卡安装在 PCIe 3 x 4 或 PCIe 3 x 16 插槽上。并不是所有的计算机 PCIe 3 x 16 插槽都支持 PCIe 3 x 4 设备。如果准备将采集卡安装在 PCIe 3 x 16 插槽上，需要事先确定该 PCIe 3 x 16 插槽是否支持 PCIe 3 x 4 设备。
- ② 对于 Vulcan-CXP6-8 和 Vulcan-CXP12 采集卡，请将采集卡安装在 PCIe 3 x 8 或 PCIe 3 x 16 插槽上。并不是所有的计算机 PCIe 3 x 16 插槽都支持 PCIe 3 x 8 设备。如果准备将采集卡安装在 PCIe 3 x 16 插槽上，需要事先确定该 PCIe 3 x 16 插槽是否支持 PCIe 3 x 8 设备。

(3) 将 Vulcan-CXP 采集卡挡板与计算机上的安装孔位用螺丝紧固固定，连接线缆，开启计算机。

(4) 开机后，Windows 会主动发现 Vulcan-CXP 采集卡设备，并启动新硬件查找向导。点击“取消”按钮关闭该向导。如果用户使用的是 Windows 7 系统，Windows 将会弹出找到新硬件对话框。点击“稍后询问”，并进行后续安装操作。

注意：不要点击“不要再为该设备提示该信息”选项，否则当 Vulcan-CXP 采集卡设备再次插入计算机时，计算机将不会有任何提示。

2.2.2 驱动安装

Vulcan-CXP 采集卡驱动支持安装在 Windows 10/7-64bit/32bit, Linux-64bit, Mac OS 操作系统上。在安装之前请选择正确的驱动版本。以 Windows 10-64bit 系统为例，具体步骤如下：

- (1) 运行 IKapLibrary.exe 程序，该程序将引导用户安装 Vulcan-CXP 采集卡所必须的驱动程序、应用管理软件和运行库。
- (2) 安装程序界面如图 1 所示，点击“开始”按钮继续或者点击“自定义”按钮进行选择性安装，一般保持默认即可。



图 1 Vulcan 软件安装开始界面

(3) 安装过程中会出现类似如图 2 所示的驱动安装前界面。



图 2 Vulcan 驱动安装前界面

(4) 在安装过程中出现如图 3 所示界面，请点击“始终安装此驱动程序软件”。



图 3 Vulcan 驱动验证界面

(5) 安装过程结束时，将出现如图 4 所示界面，请点击“安装完成”按钮。如果勾选“重启电脑”选项，计算机将会在重启电脑后完成 Vulcan-CXP 采集卡安装。



图 4 软件安装结束界面

2.2.3 固件升级

Vulcan-CXP 采集卡驱动安装完成后，可以在 Windows 开始菜单或软件安装目录下找到 ItekFirmwareUpdateTool 程序，通过该程序可以完成 Vulcan-CXP 采集卡的固件在线升级。打开 ItekFirmwareUpdateTool 后，界面如下图所示，该界面显示的是当前设备的名称和固件版本号。通过文件选择框选择需要升级的固件，然后点击“Update”按钮完成升级。版本号最后的“1Camera/2Camera”表示该固件版本适用于最多同时连接 1 台或 2 台相机，用户可根据具体使用需求进行版本选择和更新。点击“goto”按钮可以查看当前采集卡支持的所有固件版本。

注意：进行采集卡固件升级前需关闭其他所有已打开的 IKapExpert 及 IKapCViewer 软件。

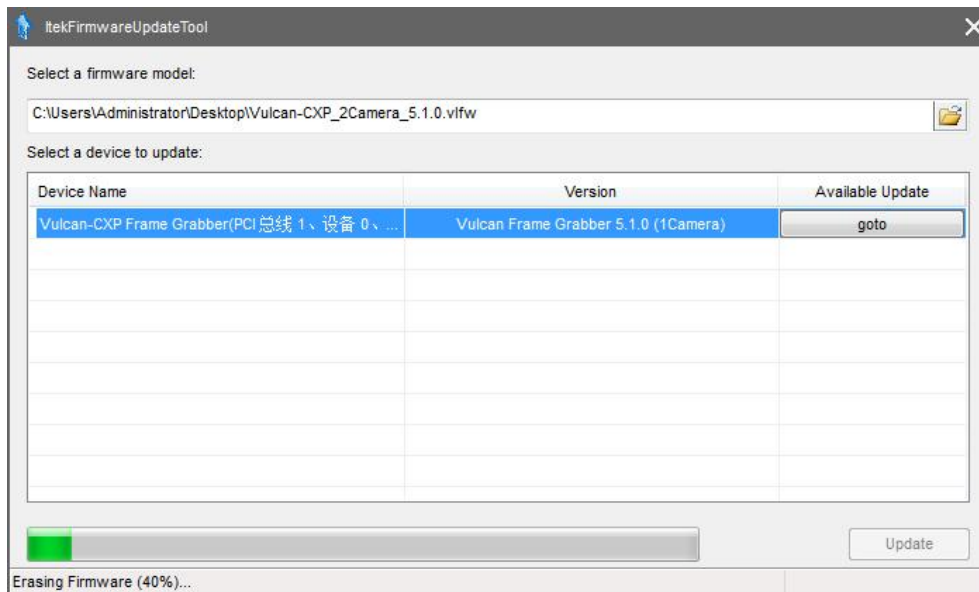


图 5 Vulcan 固件升级程序运行界面

2.2.4 问题查找与解决

Vulcan-CXP 采集卡已在多种类型的计算机上进行过测试。但是由于运行环境和操作系统差异，在安装和运行过程中也有可能会出现一些其它问题。如果出现这些问题，请根据以下描述，仔细检查可能没有注意到的事项，以便自行排除问题。如果还是无法解决问题，请及时联系合肥埃科光电科技股份有限公司技术支持。

Vulcan-CXP 采集卡可能出现的问题主要有两个方面：一是安装问题，表现为设备无法识别、设备初始化无法完成等；二是运行问题，表现为无法采集图像，图像采集失败等。

（1）安装问题

- **PCI 总线冲突：**当在驱动安装过程中出现 PCI 总线错误信息或驱动安装失败时，请首先确认是否出现 PCI 设备资源冲突或者查验设备驱动是否已经安装。一般可以通过 Windows 设备管理器查看是否出现 PCI 设备资源冲突。如果出现冲突，在 Windows 设备管理器中，冲突设备前会有感叹号标识。单击鼠标右键，在该设备属性中会有设备状态描述，请确认是否为 PCI 设备资源冲突。如果确定冲突，请重新安装冲突设备驱动并重启计算机以尝试解决问题。
- **PCIe 设备无法识别：**启动计算机时，如设备管理器中无法看到 Vulcan-CXP 设备，说明当前 PCIe 链路状态异常。异常可能的原因有如下几个，请按优先级顺序排查。

- Vulcan 设备与 PCIe 插槽接触问题，请确保正确插卡并已固定在计算机挡板上。
- 如果将 Vulcan-CXP6-2、Vulcan-CXP6 或 Vulcan-CXP12-1、Vulcan-CXP12-2 采集卡插到 PCIe 3 × 16 插槽上，则需要事先确定该插槽是否支持 PCIe 3 × 4 设备。因为有些计算机主板做了限制，要求 PCIe 3 × 16 插槽只能插入对应的设备（通常用于插入显卡设备）。
- 如果将 Vulcan-CXP6-8 或 Vulcan-CXP12 采集卡插到 PCIe 3 × 16 插槽上，则需要事先确定该插槽是否支持 PCIe 3 × 8 设备。因为有些计算机主板做了限制，要求 PCIe 3 × 16 插槽只能插入对应的设备（通常用于插入显卡设备）。
- PCIe 插槽损坏或者灰尘积累较为严重（导致接触不良）。请确定该插槽可以正常运行

其它 PCIe 设备，否则请更换其它插槽安装。

- 请确认该计算机的主板及 CPU 型号均支持 PCIe Gen3。
- Vulcan-CXP 采集卡升级固件失败，进入恢复模式。请重启计算机即可识别设备，并于识别后重新升级固件。进入恢复模式的状态检查请参阅“[5.2.3 采集卡指示灯](#)”。
- Vulcan-CXP 采集卡有硬件损坏，请及时联系合肥埃科光电科技股份有限公司技术支持。

● **板载存储器初始化失败：**启动计算机时，Vulcan-CXP 采集卡前面板 DDR 指示灯（请参阅“[5.1 采集卡硬件结构](#)”）会标识板载存储器初始化状态。当初始化状态异常时，DDR 指示灯会慢速闪烁或熄灭。板载存储器出现异常可能的原因有如下几个，请按优先级顺序排查。

- PCIe 设备未正常识别，PCIe 插槽拒绝对设备进行供电。请参考“PCIe 设备无法识别”部分。
- Vulcan-CXP 采集卡升级固件失败，进入恢复模式。请重新升级采集卡固件并关机重启。进入恢复模式的状态检查请参阅“[5.2.3 采集卡指示灯](#)”。
- Vulcan-CXP 采集卡有硬件损坏，请及时联系合肥埃科光电科技股份有限公司技术支持。

● **PoCXP 供电状态异常：**Vulcan-CXP 采集卡板正面 PoCXP24V 指示灯会标识 PoCXP 供电的电压状态。当无电压时，PoCXP24V 指示灯会熄灭。PoCXP 供电异常可能的原因有如下几个，请按优先级顺序排查。

- 未插接机箱 6PIN 供电线缆至 Vulcan-CXP 采集卡 J25 插座（请参阅“[5.1 采集卡硬件结构](#)”）或连接有问题，请确认线缆完好、插接稳固。
- 机箱 6Pin 供电线缆电压异常，请确认所用线缆可正常提供+12V 电压供电。
- Vulcan-CXP 采集卡有硬件损坏，请及时联系合肥埃科光电科技股份有限公司技术支持。

● **采集卡指示灯不亮、风扇不转：**插接 Vulcan-CXP 采集卡并开启计算机后，采集卡指示灯（请参阅“[5.1 采集卡硬件结构](#)”）不亮、风扇不转，可能的原因有如下几个，请按优先级顺序排查。

- Vulcan 设备与 PCIe 插槽接触问题，请确保正确插卡并已固定在计算机挡板上。
- PCIe 插槽损坏或者灰尘积累较为严重（导致接触不良）。请确定该插槽可以正常运行其它 PCIe 设备，否则请更换其它插槽安装。
- 采集卡升级固件失败进入恢复等待模式，开机后请等待 1 分钟的时间，若采集卡开始工作，再次关机重启采集卡即可正常进入恢复模式；否则排除该原因。
- Vulcan-CXP 采集卡有硬件损坏，请及时联系合肥埃科光电科技股份有限公司技术支持。

(2) 运行问题

- **IKapCViewer 无法采集图像：**出现该问题原因有很多种，请按照以下描述顺序排查。
 - 采集卡设备异常。请先确定 PCIe 设备识别状态，参照“PCIe 设备无法识别”和“板载存储器初始化失败”部分进行排查，并确定 Vulcan 设备驱动已正确安装。如果驱动未安装，打开 IKapCViewer 程序，点击“校验”按钮，在“信息窗口”会显示“设备未打开”。

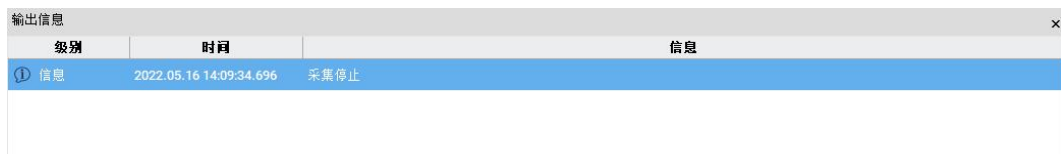


图 6 PCIe 设备未正常连接时 IKapCViewer 校验后信息窗口

- PCIe 链路速度异常。若为 Vulcan-CXP6-2、Vulcan-CXP6 或 Vulcan-CXP12-1、Vulcan-CXP12-2，请确认 IKapCViewer 软件状态栏“PCIe State”为“8.0GT/s × 4”；若为 Vulcan-CXP6-8 或 Vulcan-CXP12，请确认 IKapCViewer 软件状态栏“PCIe State”为“8.0GT/s ×

8”。否则请参照“PCIe 设备无法识别”部分进行排查，并确定 Vulcan 设备驱动已正确安装。

- 相机与采集卡并未连接完好。请查看 IKapCViewer 软件状态栏“连接速度”或者点击“校验”按钮，以查看相机的连接状态。
- 设置参数不合理。若出现此情况，在采集失败后，IKapCViewer 会在“信息窗口”显示具体描述。
- 现场电磁干扰严重影响相机信号。Vulcan-CXP 采集卡在设计时已严格考虑过强电磁干扰问题，并做过大量实验，确保采集卡可以在强电磁干扰情况下正常工作。但强电磁干扰还可能影响到相机电源、CXP 线缆等其它部件，导致采集卡接收到的相机信号异常，从而导致图像采集失败或者图像噪声增加。
- 其它问题请及时联系合肥埃科光电科技股份有限公司技术支持。

3 IKapCViewer 快速指南

IKapCViewer 是合肥埃科光电科技股份有限公司为 Vulcan-CXP 采集卡开发的应用与管理软件。通过 IKapCViewer 软件，用户可以对 Vulcan-CXP 采集卡的相关参数配置进行配置，连接相机并对其进行检测、打开、修改和参数配置等操作，还可以获取图像、并对采集到的图像进行实时处理。

IKapCViewer 应用了一系列高阶图像处理技术，实现了在较低 CPU 负载下丰富的图像显示和分析功能。用户使用 IKapCViewer 不仅可以在实时采集图像的同时实现对图像的放大、缩小等基本控制，还可以直接查看到每一个像素的具体数据信息，并同步观察到图像的水平垂直波形图、以及各种信息的实时统计结果，非常有利于进行各种机器视觉测试和分析。对于 IKapCViewer 的详细介绍请参阅《IKapCViewer 软件使用说明书》。

Vulcan-CXP 采集卡的配置参数集，即为 IKapCViewer 软件的配置文件(VLCF)。用户可以在 IKapCViewer 中建立、打开、修改 VLCF，实现对采集卡的控制。同时，VLCF 可以被 IKapBoard 函数库加载，便于用户基于 Vulcan-CXP 采集卡的软件开发和使用。

IKapCViewer 运行环境要求如下：

- **操作系统：**Windows 10/7-64/32bit, Linux-64bit, Mac OS
- **内存要求：**不低于 4GB

下面以一个黑白面扫描相机为实例，介绍 IKapCViewer 的使用细节。该实例使用的是合肥埃科光电科技股份有限公司研发的 Vulcan-CXP12 采集卡和 TS25MCXP12-150M 黑白面扫描相机，该相机的详细参数可以通过 <http://www.i-tek.cn> 网站查看。

3.1 采集卡及相机连接

正确安装 Vulcan-CXP12 采集卡及 TS25MCXP12-150M 相机后，开启计算机并打开 IKapCViewer 软件，在设备列表中可以看到该采集卡及相机设备，如下图所示。选择相机，并通过双击选择或点击“打开相机（Open Camera）”按钮即可完成设备打开。

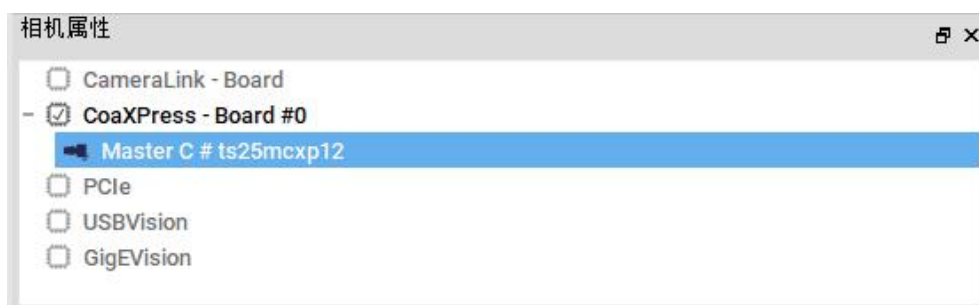


图 7 IKapCViewer 设备列表界面

打开设备后，可以在 IKapCViewer 软件界面右下角看到采集卡 PCIe 及相机的连接状态。PCIe 连接状态有 3 种：2.5GT/s、5.0GT/s 及 8.0GT/s，分别对应 PCIe1.0/2.0/3.0；相机的连接状态分为 Connect 和 Disconnect，分别表示连接有相机和未连接相机。连接相机时显示的速度为 CoaXPRESS 总线高速链路的信号速度。对于 Vulcan-CXP12 采集卡，PCIe 的连接状态应为 8.0GT/s x 8，对于 TS25MCXP12-150M 相机，连接状态应为“Connect: 12.5Gbps”。

3.2 采集卡参数配置

在 IKapCViewer 软件界面功能列表的采集卡（Frame Grabber）选项卡中可以实现对采集卡各参数的配置。对采集卡参数进行配置时，应注意适配所连接相机的相关参数。本实例中使用的 TS25MCXP12-150M 相机，最大水平分辨率和最大垂直分辨率均为 5120 像素，可输出 Monochrome 格式的 8/10bit 图像，支持外触发，最高触发频率为 150.06Hz。

以下将对采集卡的各项配置进行详细介绍：

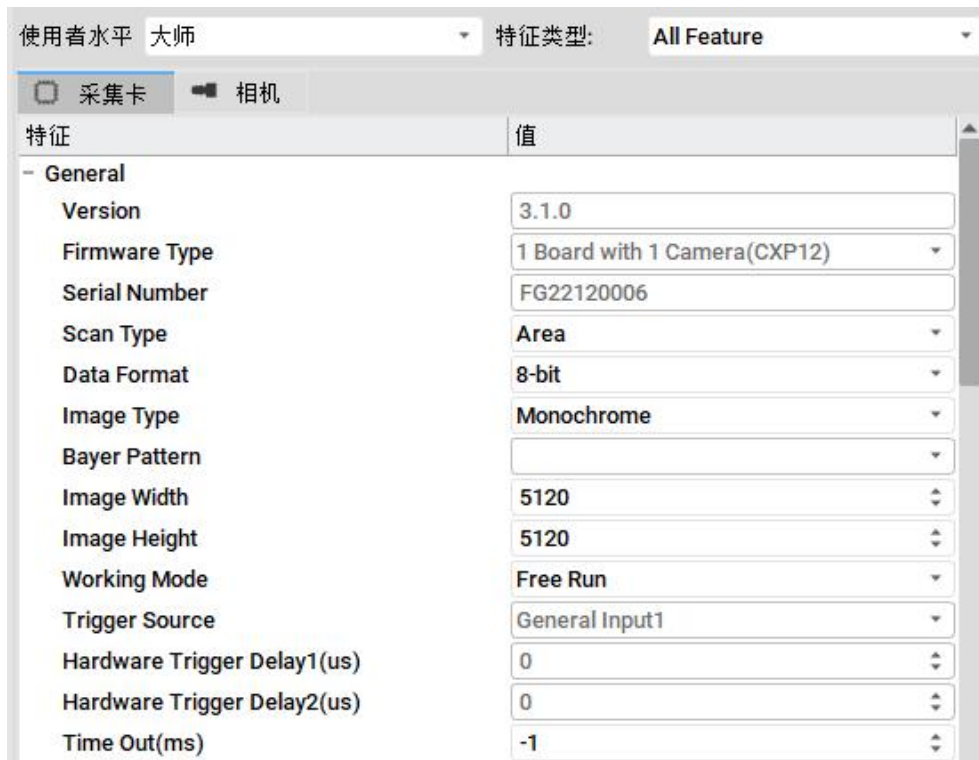


图 8 General 界面

- **Version**

采集卡当前固件版本。

- **Firmware Type**

采集卡当前固件类型。采集卡固件类型有“1 Board with 1 Camera”和“1 Board with 2 Camera”两种，“1 Board with 1 Camera”表示采集卡仅支持一台相机采图，“1 Board with 2 Camera”表示采集卡最多支持两台相机同时工作，用户可通过固件升级进行切换，此时需要注意相机端是否支持 2 通道模式，否则会造成图像异常。

- **Serial Number**

采集卡序列号。

- **Scan Type**

选择连接到采集卡的相机扫描类型。如果采集卡连接的是线扫描相机，请在该部分选择“Linear”；如果采集卡连接的是面扫描相机，请在该部分选择“Area”。该实例连接的是面扫描相机，所以选择“Area”。

- **Data Format**

设置图像数据格式。图像数据格式表示每个像素颜色通道的像素深度。对于灰度图像而言，

图像数据格式的值和像素深度值相同；对于彩色图像而言，图像数据格式的值和每个颜色通道的像素深度值相同。IKapCViewer 支持的图像数据格式有 8-bit、10-bit、12-bit、14-bit 和 16-bit。用户在设置该参数时，需要匹配相机输出图像的数据格式，一般可以在相机使用手册中查找到该信息。TS25MCXP12-150M 相机每个像素深度为 8/10bit，该实例选择 Data Format 参数为 8-bit。

● Image Type

设置采集图像类型。IKapCViewer 的图像类型有“灰度 (Monochrome)”、“Bayer 彩色 (Bayer RGB)”、“彩色 (RGB)”以及“全彩(RGBC)”。用户在使用采集卡采集图像前需要选择与相机输出图像类型一致的图像类型，相机输出图像类型一般可以通过相机手册获取。需要注意的是，图像类型为 Bayer 彩色时，还需要选择合适 Bayer 表格 (Bayer Pattern)。TS25MCXP12-150M 为黑白相机，该实例选择图像类型为“灰度”。

● Bayer Pattern

设置 Bayer 图像颜色滤波阵列的类型 (Bayer 表格)。当 Image type 选择“Bayer RGB”时，需要设置“Bayer Pattern”。IKapCViewer 提供“BGGR”、“RGGB”、“GBRG”和“GRBG”四种 Bayer Pattern 供用户选择。

● Image Width

设置采集图像宽度，即水平方向像素个数。用户可以通过相机手册获取相机输出图像宽度的最大值。Image Width 值应不大于相机输出图像的最大宽度，否则会导致 IKapCViewer 采集图像失败。TS25MCXP12-150M 水平分辨率最大为 5120 像素，该实例设置“Image Width”的值为 5120。

● Image Height

设置采集图像高度，即图像行数。用户可以通过相机手册获取相机输出图像高度的最大值。Image Height 值应不大于相机输出图像的最大高度，否则会导致 IKapCViewer 采集图像失败。TS25MCXP12-150M 垂直分辨率最大为 5120 像素，该实例设置“Image Height”的值为 5120。

● Working Mode

采集卡工作模式选择。Vulcan-CXP 采集卡可以工作在自由运行模式 (Free Run)、脉冲触发采集模式 (Trigger Pulse) 和电平触发采集模式 (Trigger Level)。当处于自由运行模式时，采集卡会从相机连续获取图像数据；当处于脉冲触发采集模式时，采集卡会等待有效触发信号后，才开始采集图像数据；当处于电平触发采集模式时，采集卡在有效电平持续时间内一直采图。关于采集卡触发时序的详细说明，请参阅[4.3.3 采集模式](#)。该实例设置采集卡工作在“Free Run”模式。

● Trigger Source

采集卡触发源选择。该选项仅在“Working Mode”选择为“Trigger Pulse”时有效。可选触发源选项包括：“General Input 1”、“General Input 2”、“Software Trigger”、“Internal Trigger”、“Integration Signal 1”和“Integration Signal 2”，分别对应于通用输入信号 1、通用输入信号 2、软件触发、内部触发、积分信号 1 和积分信号 2。

● Hardware Trigger Delay1/2

设置外部 I/O 触发信号与采集卡实际触发之间的延迟时间，单位为微秒。

● Time Out

设置图像采集超时时间，单位为毫秒。该参数可设置 -1~2147483647 毫秒范围内的任意整数值。当 Time Out 为 -1 时，表示不限超时，采集卡将一直处于等待状态，直到一幅完整的图像数据到来或者手动点击“停止采集”按钮。如果在 Time Out 时间范围内采集卡没有采集到一幅图像，则图像采集操作失败，并在信息输出框中显示可能的失败原因。该实例设置为 5000 毫秒。

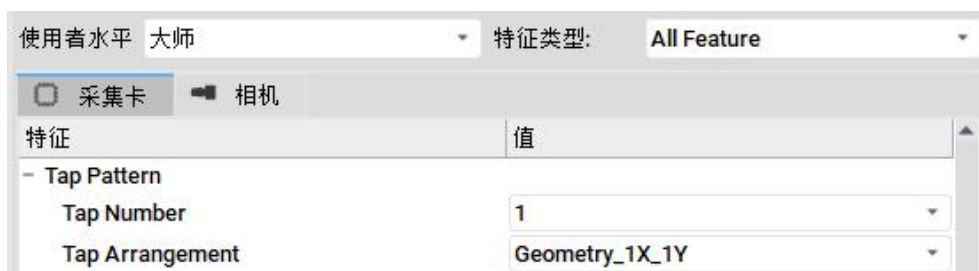


图 9 Tap Pattern 界面

- **Tap Number**

Tap 数目是采集卡在一个像素时钟内可同时传输的像素个数。该实例选择为 1。

- **Tap Arrangement**

Tap 排列方式是一个或多个 Tap 数据组合为一幅完整的图像的方法。目前只支持“1X”。

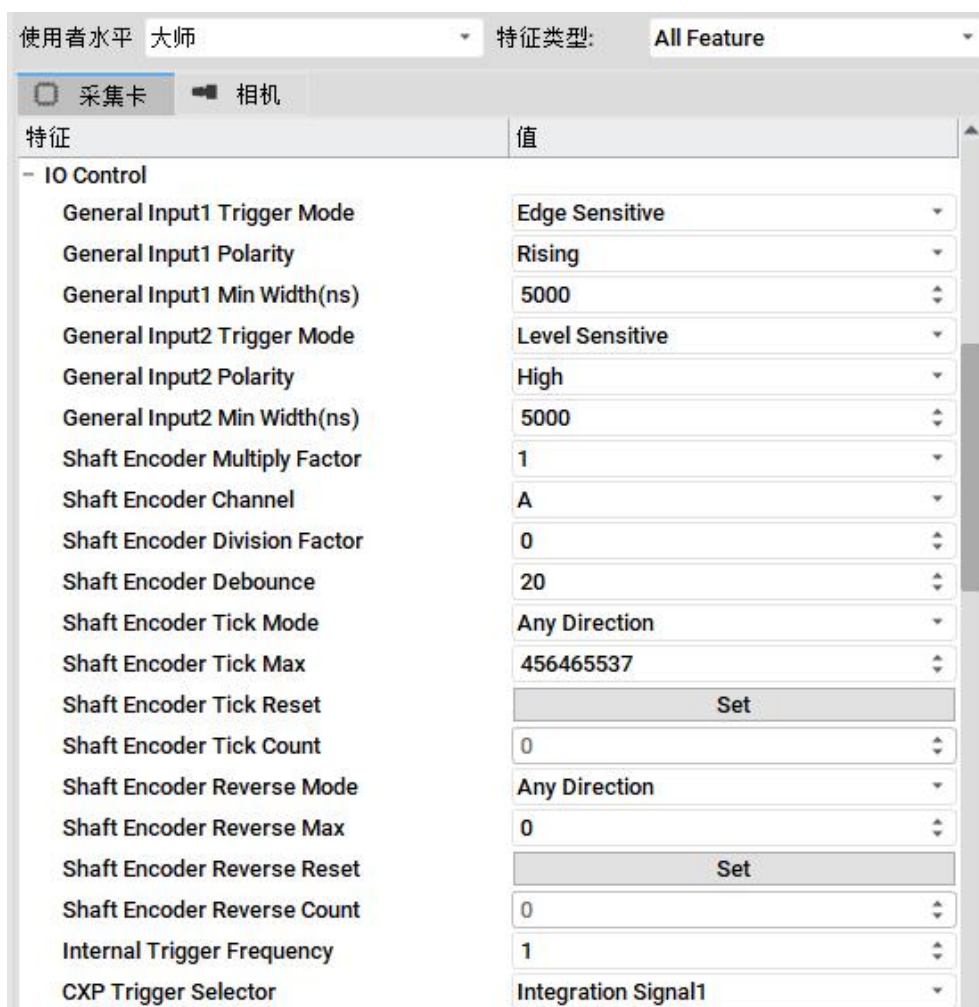


图 10 IO Control 界面

用于进行 IO 触发器的触发源选择及触发参数配置，触发源包括内部触发信号（Internal Trigger）、软件触发信号（Software Trigger）、外部通用输入信号（General Input）及编码器输

入信号（Shaft Encoder Input）。

- **General Input1/2 Type**

外部通用输入信号模式，包括差分（Differential）及单端（Single End）。

- **General Input1/2 Trigger Mode**

外部通用输入信号的触发模式，包括边沿触发（Edge Sensitive）及电平触发（Level Sensitive）。

- **General Input1/2 Polarity**

选择外部通用输入信号的触发极性。当触发模式选为边沿触发时，触发极性可选为上升沿（Rising）或下降沿（Falling）触发；当触发模式选为电平触发时，触发极性可选为高电平（High）或低电平（Low）触发。

- **General Input1/2 Min Width**

外部通用信号有效脉冲的最小宽度，单位为纳秒。为了避免信号干扰和反射等因素导致的触发信号毛刺，需要设置最短的触发脉冲宽度，只有大于此宽度的脉冲信号才会被采集卡认为是有效的触发信号。默认最小宽度为 50 纳秒。

- **Shaft Encoder Multiply Factor**

编码器输入信号倍频倍数。对于编码器输入信号的相关配置参数的详细介绍请参阅“[4.4.5 编码器输入信号](#)”。Vulcan-CXP 采集卡支持的编码器倍频倍数为 1/2/4/8/16/32。

- **Shaft Encoder Channel**

编码器输入信号通道选择。

- **Shaft Encoder Division Factor**

编码器输入信号分频倍数。Vulcan-CXP 采集卡支持的编码器分频倍数为 0~255 的正整数。

- **Shaft Encoder Debounce**

旋转编码器输入信号去抖窗口长度。为了减少毛刺信号对于相机的影响，去抖窗口越大则滤除信号的脉冲宽度也越大。

- **Shaft Encoder Tick Mode**

设置旋转编码器的计数器模式，分为“正向递增反向递减（Follow Direction）”和“任意方向均递增（Ignore Direction）”两种，如果采图过程中编码器计数器当前值（Shaft Encoder Tick Count）没有产生任何变化，那么说明相机没有收到符合规则的信号。当计数到设定的最大值时从零开始重新计数，需要归零时可以点击重置按钮“Reset”。

- **Shaft Encoder Tick Max**

设置旋转编码器的计数器最大值。

- **Shaft Encoder Tick Reset**

重置旋转编码器的计数器。

- **Shaft Encoder Tick Count**

旋转编码器计数器当前值。

- **Shaft Encoder Reverse Mode**

设置旋转编码器的工作模式，分为“仅正向（Forward Only）”和“任意方向（Any Direction）”两种。

- **Shaft Encoder Reverse Max**

设置旋转编码器反向计数器最大值。

- **Shaft Encoder Reverse Reset**

重置旋转编码器反向计数器。

- **Shaft Encoder Reverse Count**

旋转编码器反向计数器当前值。

影响相机接收编码器正反转信号的主要有两个属性：编码器工作模式（Shaft Encoder Reverse Mode）和编码器反向计数器最大值（Shaft Encoder Reverse Max）。

当编码器工作模式（Shaft Encoder Reverse Mode）被设置为仅正向（Forward Only）时，如果反向计数器数值没有增加或减少，那么相机可以在接收到正向信号时正常采图。

当编码器工作模式（Shaft Encoder Reverse Mode）被设置为任意方向（Any Direction）时，如果反向计数器的数值没有增加或减少，那么相机在接收到每个行触发信号时都会采图；如果反向计数器的数值正在增加或减少，则相机停止采图。

要了解这些规则如何影响编码器软件模块的操作，请考虑以下情况：

● 情景 1

编码器反向计数器最大值设置为零，反向计数器从不递增或递减，它不会对编码器软件模块的操作产生影响。在这种情况下，如果编码器工作模式被设置为仅正向，则当相机从编码器接收到正向信号时，相机将正常采图，而当它接收到反向信号时，相机不会采图；如果编码器工作模式被设置为任意方向，则相机在收到编码器的正向或反向信号时都会采图。

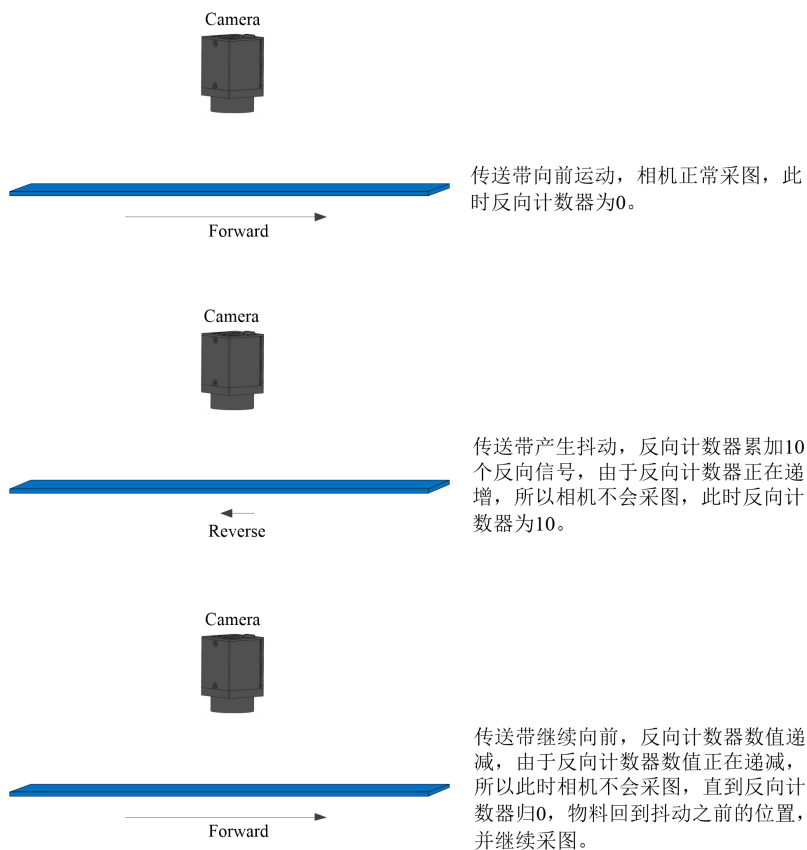
● 情景 2

先做如下假设：

- 相机固定，传送带带着物体向前运动，编码器随着传送带转动，并产生差分信号。
- 传送带可能发生抖动现象，这时传送带可能会向后运动，编码器会送出例如 10 个反向信号。

对于这种情况，编码器工作模式参数应该设置为只向前，编码器模块反向计数器最大值应该设置为高于我们预计的抖动的值，这里我们可以设置反向计数最大值为 15。

请看下图：



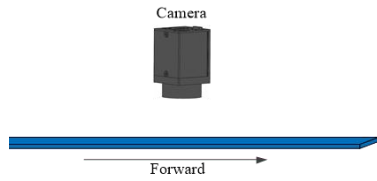
● 情景 3

先做如下假设：

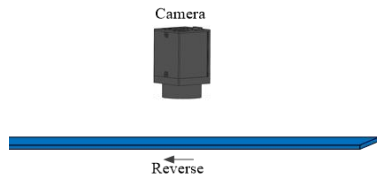
- 相机固定，传送带带着物体向前运动，编码器随着传送带转动，并产生差分信号。
- 传送带可能发生抖动现象，这时传送带可能会向反方向移动，编码器会送出例如 10 个信号。
- 传送带将待测物体完全送过相机采集范围后，又会折返回来再次采集。正向需要完整采图，反向也需要完整采图。

对于这种情况，编码器工作模式参数应该设置为任意方向，编码器模块反向计数器最大值应该设置为高于我们预计的抖动的值，这里我们可以设置反向计数最大值为 15。

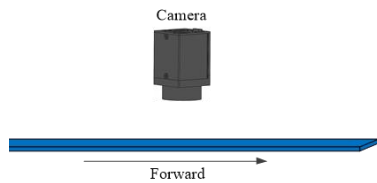
请看下图：



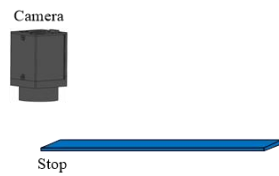
传送带向前运动，相机正常采图，此时反向计数器为0。



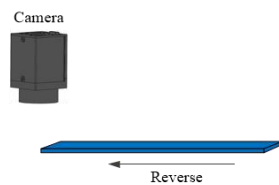
传送带产生抖动，反向计数器累加10个反向信号，由于反向计数器正在递增，所以此时相机不会采图，此时反向计数器为10。



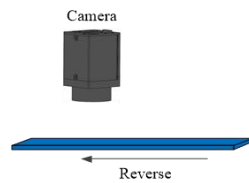
传送带继续向前，反向计数器数值递减，由于反向计数器数值正在递减，所以相机不会采图，直到反向计数器归0，物料回到抖动之前的位置，并继续采图。



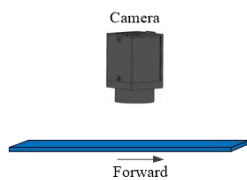
传送带完成第一次正向运动，相机采图完毕，此时反向计数器为0。



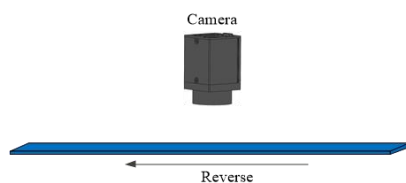
传送带开始第一次反向运动，反向计数器开始增加，由于传送带一直向反方向运动，计数器会迅速累加到15。并且这时候相机不采图。



反向计数器累加到最大值15。这个时间很短不会影响第二幅图的效果。并且由于反向计数器被限制在15，数值不再增加，相机开始正常采图。



传送带产生抖动，产生10个向前信号，反向计数器会递减到5，由于计数器正在递减，此时相机不采图。



传送带继续反向运动，反向计数器递增，直到增加到15，由于计数器正在递增，此时相机不采图。超过15个计数后继续正常采图，并以此类推。

- **Internal Trigger Frequency**

内触发频率，单位为 Hz。Vulcan-CXP 采集卡支持内部产生连续触发信号，频率可选为 1Hz~0.5MHz。

- **CXP Trigger Selector**

选择相机触发源。Vulcan-CXP 采集卡的 I/O 触发器可以产生一系列高级控制信号，并可作为触发信号通过 CoaXPress 线缆发送给相机。触发源可选为无触发源（No Use）、积分控制信号 1（Integration Signal 1）或积分控制信号 2（Integration Signal 2）。关于积分控制信号的详细描述请参阅“[4.4.6 高级控制信号](#)”。

特征	值
Integration Method	
Integration Trigger Source	Internal Trigger
Integration Trigger Method	Method1
Integration Signal1 Polarity	High
Integration Signal2 Polarity	Low
Integration Delay1(us)	0
Integration Delay2(us)	10
Integration Width1(us)	3
Integration Width2(us)	3
Frame Burst Count	10
Frame Burst Period(us)	64998

图 11 Integration Method 界面

“Integration Method”页面用于配置积分控制信号的各项参数，具体配置选项及配置方法请参阅“[4.4.6 高级控制信号](#)”中的积分控制信号相关内容。

Frame Burst 功能为采集卡接受一个外部/软件触发信号后产生多个连续信号给相机。其中，Frame Burst Count 为采集卡产生连续信号的个数，范围为 1 ~ 2147483647；Frame Burst Period 为采集卡产生连续信号的周期，该参数应该大于相机的最小帧周期，否则可能会出现丢失触发信号的现象。

使用者水平 大师 特征类型: All Feature

☐ 采集卡 ☒ 相机

特征	值
- Strobe Method	
Strobe Trigger Source	General Input1
Strobe Trigger Method	Method1
Strobe Signal Polarity	High
Strobe Delay(us)	10
Strobe Width(us)	50000

图 12 Strobe Method 界面

“Strobe Method”页面用于配置闪光控制信号的各项参数，具体配置选项及配置方法请参阅[“4.4.6 高级控制信号”](#)中的闪光控制信号相关内容。

使用者水平 大师 特征类型: All Feature

☐ 采集卡 ☒ 相机

特征	值
- Software Trigger	
Software Trigger Polarity	High
Software Trigger Delay(us)	0
Software Trigger Width(us)	5

图 13 Software Trigger 界面

“Software Trigger”页面用于配置软件触发信号的各项参数，具体配置选项及配置方法请参阅[“4.4.3 软件触发信号”](#)中的软件触发信号相关内容。

使用者水平 大师 特征类型: All Feature

☐ 采集卡 ☒ 相机

特征	值
- Advanced Control	
General Output1 Source Channel	A
General Output1 Source	General Input1
General Output1 Polarity	Same to Source
General Output1 Threshold	3V3
General Output2 Source Channel	A
General Output2 Source	General Input1
General Output2 Polarity	Same to Source
General Output2 Threshold	3V3

图 14 Advanced Control 界面

“Advanced Control”页面用于配置通用输出信号的各项参数，具体配置选项及配置方法请参阅“[4.4.7 通用输出信号](#)”。

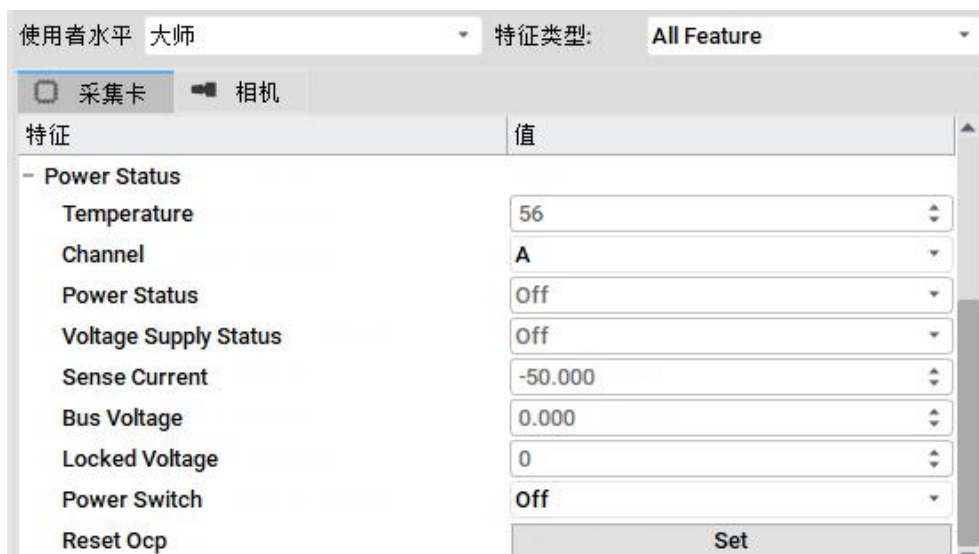


图 15 Power Status 界面

“Power Status”页面用于查看采集卡工作状态，包括采集卡温度以及各通道的 PoCXP 供电状态。

- **Temperature**
显示采集卡温度。
- **Channel**
通过切换选项进行查看或控制 PoCXP 通道。
- **Power Status**
采集卡电源状态。Off 表示当前选中的通道 PoCXP 功能关闭或未插接外部供电线；Detecting 表示当前选中的通道 PoCXP 功能打开，但未找到匹配的 PoCXP 受电设备；On 表示当前选中的通道正在为设备提供 PoCXP 供电；Ocp 表示当前选中的通道发生了过流保护事件，需要点击 Reset Ocp 按钮进行恢复。
- **Voltage Supply Status**
当前选中通道的电压供电状态。
- **Sense Current**
当前选中通道的供电电流（mA）。
- **Bus Voltage**
当前选中通道的供电电压（V）。
- **Power Switch**
当前选中通道的 PoCXP 功能开关。
- **Reset Ocp**
对当前选中通道发生的过流保护事件进行恢复。

3.3 相机参数配置

使用 IKapCViewer 对 Vulcan-CXP 采集卡进行图像采集，还需要对采集卡所连接的相机参数进行正确配置。在 IKapCViewer 软件界面功能列表的相机（Camera）选项卡中即可实现对相机各参数的配置。对本实例中 TS25MCXP12-150M 相机参数进行配置的方法请参阅《TS25MCXP12-150M 面扫描相机使用说明书》。

3.4 图像采集与显示

IKapCViewer 软件可以对采集到的图像进行实时显示和数据分析。图像采集与显示功能主要由图像显示区、水平波形图、垂直波形图以及统计直方图四个显示模块组成。

3.4.1 图像显示区

在正确完成采集卡及相机连接与配置后，点击单帧采集按钮（Grab 1 Shot）或连续采集按钮（Grab Continuous）即可采集图像，图像显示区显示采集卡当前采集到的图像，如图 16 所示。在图像显示区滚动鼠标滚轮，可以连续放大或缩小图像。当图像放大到最大级别时，以图像坐标+像素值的形式显示，方便用户查看图像像素具体数据等细节，如图 17 所示。在图像显示区域点击鼠标右键时，会弹出快捷菜单，方便用户进行图像缩放、翻转、显示格式切换等操作。

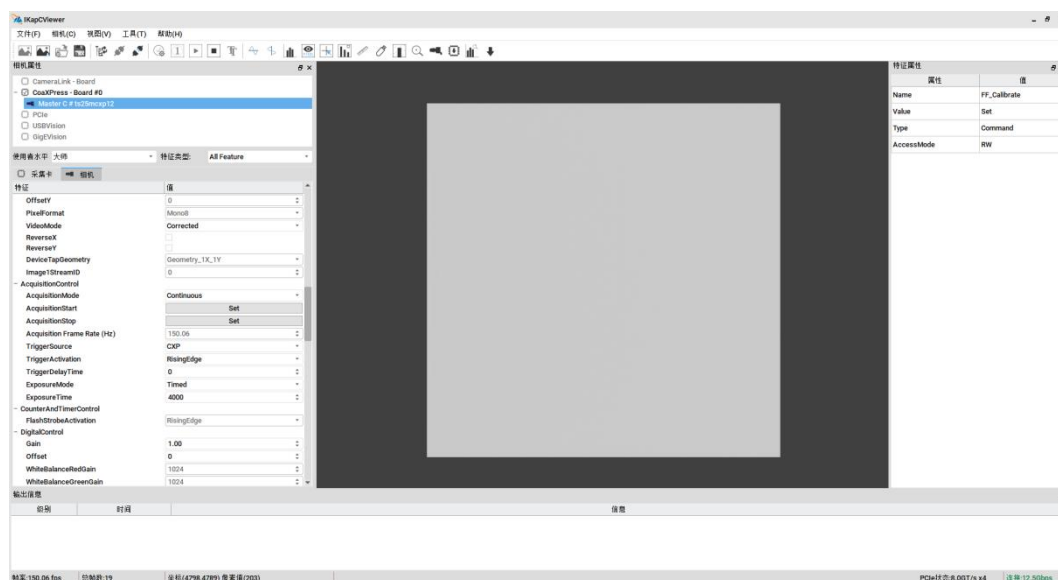


图 16 IKapCViewer 图像显示主界面

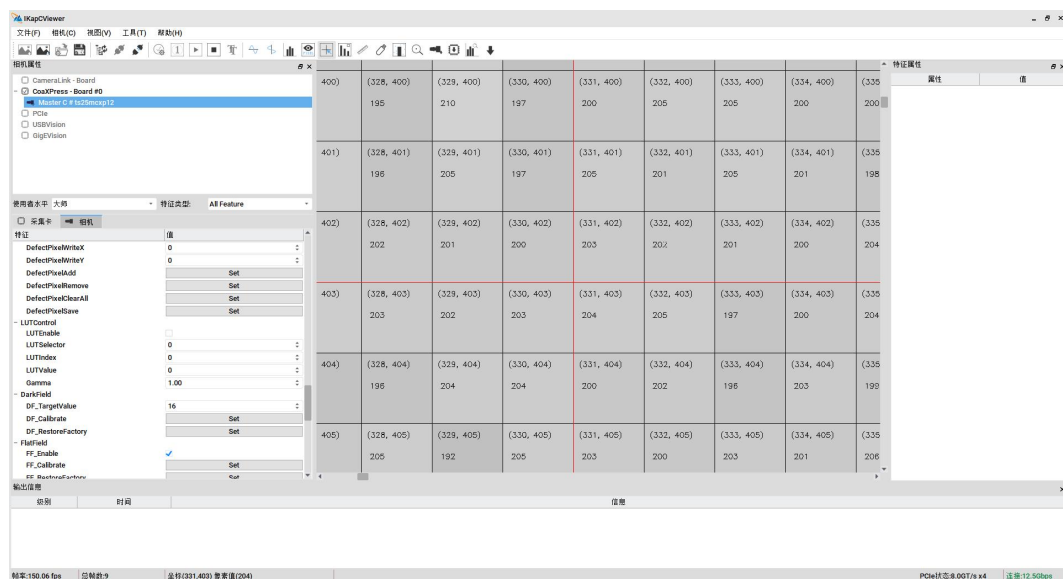


图 17 IKapCViewer 图像最大化显示界面

3.4.2 水平波形图

通过选择“视图”—“视图显示”—“水平波形图”开启水平波形图显示，将会在相机图像显示区下方看到标记线所对应的行像素波形图，如图 18 所示，水平波形图横轴代表像素序号，纵轴代表像素灰度值大小。

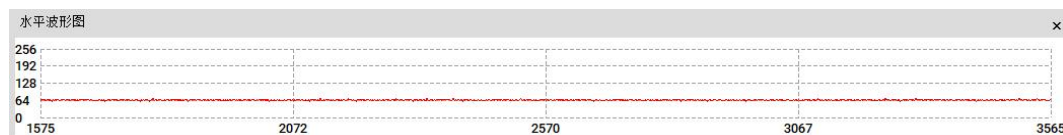


图 18 IKapCViewer 图像水平波形图显示界面

3.4.3 垂直波形图

通过选择“视图”—“视图显示”—“垂直波形图”开启垂直波形图显示，将会在相机图像显示区右方看到标记线所对应的列像素波形图，如图 19 所示。垂直波形图纵轴代表像素序号，横轴代表像素灰度值大小。

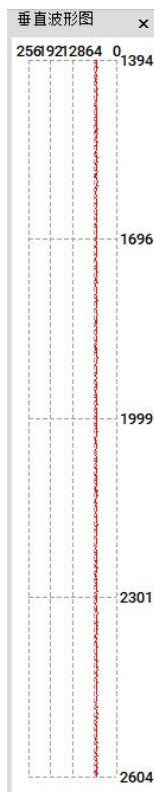


图 19 IKapCViewer 图像垂直波形图显示界面

3.4.4 统计直方图

通过选择“视图”-“视图显示”-“直方图显示”开启图像统计直方图显示，将会看到图像整体灰度值的统计直方图，如图 20 所示。直方图横轴对应各分量灰度值，纵轴对应各灰度值的像素数。

在直方图的下方同时列出了当前指定行、列和全帧数据的一些统计信息。用户既可以在编辑框中手动输入要统计的行（Line Number）和列（Column Number），也可以在图像显示区通过标记线来确定。列出的统计信息包括：最小值（Minimum Value）、最大值（Maximum Value）、峰-峰值（Max-Min）、平均值（Average Value）和标准差（Standard Deviation）。

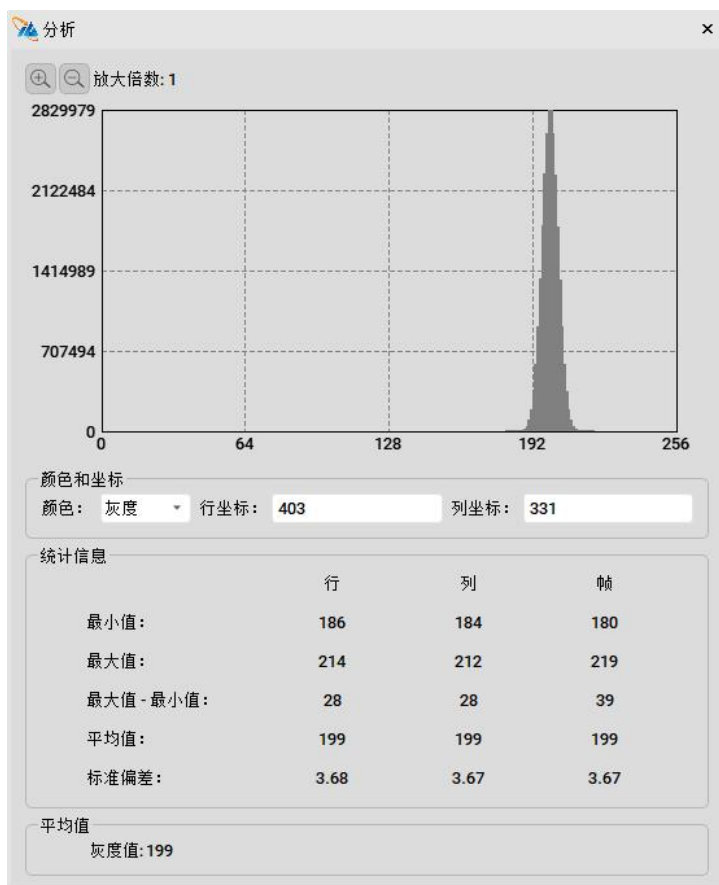


图 20 IKapCViewer 图像统计直方图显示界面

3.5 采集卡配置文件

Vulcan-CXP 采集卡配置文件（VLCF）后缀为“.vlcF”。文件中包含了 Vulcan-CXP 采集卡的参数配置集。参数主要包括：

- 相机类型、图像格式以及数据格式等
- 图像尺寸
- 图像采集的同步源及其时序
- 外部 I/O 信号的分配

用户既可以通过 IKapCViewer 中的保存参数得到采集卡配置文件，也可以用文本编辑工具直接对采集卡配置文件进行编辑修改。完整有效的采集卡配置文件可以通过 IKapCViewer 软件中的“文件”-“打开配置”菜单进行加载。

3.6 IKapBoard 示例程序

IKapBoard 提供完备的文档说明和示例工程。关于 IKapBoard 库的调用说明请参考文档《IKapBoard 用户手册》。

4 Vulcan-CXP 采集卡功能解析

4.1 技术规格

Vulcan-CXP6-2 采集卡主要技术参数如下表所示：

项目	指标
采集卡供电	PCIe 供电+12V、机箱 6pin ATX 辅助供电+12V
通道数	2 路 DIN 1.0/2.3 75Ω接口
输入类型	符合 CoaXPress V1.1/1.1.1 标准
采集速度	9.7Gbps
高速链路速度	1.25Gbps, 2.5Gbps, 3.125Gbps, 5Gbps, 6.25Gbps
低速链路速度	20.83Mbps
PoCXP 供电	供电电压：+24V 最大功率：<13W
采集卡拓扑模式	支持 1-2 路任意线序的拓扑连接
像素格式	支持 8/10/12/14/16bit 的 Mono/Bayer/RGB/RGBA 图像
扫描类型	面扫描、线扫描
扫描方向	从左到右，从上到下
扫描范围	行扫描方向最小值：16 像素 行扫描方向最大值：65535 像素 纵向扫描最小值：1 行 纵向扫描最大值：262143 行
图像缓存	板载 2GB 大容量图像缓存
I/O 控制	两路光电隔离输入： ● 电平标准支持 3.3V~24V ● 最大频率 100kHz 一路正交旋转编码器输入： ● 电平标准支持差分输入 1V~24V ● 最大频率 1MHz 两路光电隔离输出： ● 最大频率 100kHz

Vulcan-CXP6 采集卡主要技术参数如下表所示：

项目	指标
采集卡供电	PCIe 供电+12V、机箱 6pin ATX 辅助供电+12V
通道数	4 路 DIN 1.0/2.3 75Ω接口
输入类型	符合 CoaXPress V1.1/1.1.1 标准
采集速度	19.4Gbps
高速链路速度	1.25Gbps, 2.5Gbps, 3.125Gbps, 5Gbps, 6.25Gbps
低速链路速度	20.83Mbps
PoCXP 供电	供电电压：+24V 最大功率：<13W
采集卡拓扑模式	支持 1-4 路任意线序的拓扑连接
像素格式	支持 8/10/12/14/16bit 的 Mono/Bayer/RGB/RGBA 图像
扫描类型	面扫描、线扫描

扫描方向	从左到右，从上到下
扫描范围	行扫描方向最小值：16 像素 行扫描方向最大值：65535 像素 纵向扫描最小值：1 行 纵向扫描最大值：262143 行
图像缓存	板载 2GB 大容量图像缓存
I/O 控制	两路光电隔离输入： ● 电平标准支持 3.3V~24V ● 最大频率 30kHz 一路正交旋转编码器输入： ● 电平标准支持差分输入 1V~24V ● 最大频率 1MHz 两路光电隔离输出： ● 最大频率 30kHz

Vulcan-CXP6-8 采集卡主要技术参数如下表所示：

项目	指标
采集卡供电	PCIe 供电+12V、机箱 6pin ATX 辅助供电+12V
通道数	8 路 DIN 1.0/2.3 75Ω接口
输入类型	符合 CoaXPress V2.0/2.1 标准
采集速度	38.8Gbps
高速链路速度	1.25Gbps, 2.5Gbps, 3.125Gbps, 5Gbps, 6.25Gbps
低速链路速度	20.83Mbps
PoCXP 供电	供电电压：+24V 最大功率：<13W
采集卡拓扑模式	支持两组 1-4 路任意线序的拓扑连接
像素格式	支持 8/10/12/14/16bit 的 Mono/Bayer/RGB/RGBA 图像
扫描类型	面扫描、线扫描
扫描方向	从左到右，从上到下
扫描范围	行扫描方向最小值：16 像素 行扫描方向最大值：65535 像素 纵向扫描最小值：1 行 纵向扫描最大值：262143 行
图像缓存	板载 4GB 大容量图像缓存
I/O 控制	两路光电隔离输入： ● 电平标准支持 3.3V~24V ● 最大频率 100kHz 一路正交旋转编码器输入： ● 电平标准支持差分输入 1V~24V ● 最大频率 1MHz 两路光电隔离输出： ● 最大频率 100kHz

Vulcan-CXP12-1 采集卡主要技术参数如下表所示：

项目	指标
采集卡供电	PCIe 供电+12V、机箱 6pin ATX 辅助供电+12V
通道数	1 路 Micro BNC 75Ω接口
输入类型	符合 CoaXPress V2.0/2.1 标准
采集速度	9.7Gbps
高速链路速度	1.25Gbps, 2.5Gbps, 3.125Gbps, 5Gbps, 6.25Gbps, 10Gbps, 12.5Gbps
低速链路速度	20.83Mbps, 41.67Mbps
PoCXP 供电	供电电压：+24V 最大功率：<13W
采集卡拓扑模式	支持 1 路连接
像素格式	支持 8/10/12/14/16bit 的 Mono/Bayer/RGB/RGBA 图像
扫描类型	面扫描、线扫描
扫描方向	从左到右，从上到下
扫描范围	行扫描方向最小值：16 像素 行扫描方向最大值：65535 像素 纵向扫描最小值：1 行 纵向扫描最大值：262143 行
图像缓存	板载 2GB 大容量图像缓存
I/O 控制	两路光电隔离输入： ● 电平标准支持 3.3V~24V ● 最大频率 100kHz 一路正交旋转编码器输入： ● 电平标准支持差分输入 1V~24V ● 最大频率 1MHz 两路光电隔离输出： ● 最大频率 100kHz

Vulcan-CXP12-2 采集卡主要技术参数如下表所示：

项目	指标
采集卡供电	PCIe 供电+12V、机箱 6pin ATX 辅助供电+12V
通道数	2 路 Micro BNC 75Ω接口
输入类型	符合 CoaXPress V2.0/2.1 标准
采集速度	19.4Gbps
高速链路速度	1.25Gbps, 2.5Gbps, 3.125Gbps, 5Gbps, 6.25Gbps, 10Gbps, 12.5Gbps
低速链路速度	20.83Mbps, 41.67Mbps
PoCXP 供电	供电电压：+24V 最大功率：<13W
采集卡拓扑模式	支持 1-2 路任意线序的拓扑连接
像素格式	支持 8/10/12/14/16bit 的 Mono/Bayer/RGB/RGBA 图像
扫描类型	面扫描、线扫描
扫描方向	从左到右，从上到下
扫描范围	行扫描方向最小值：16 像素 行扫描方向最大值：65535 像素

	纵向扫描最小值：1 行 纵向扫描最大值：262143 行
图像缓存	板载 2GB 大容量图像缓存
I/O 控制	两路光电隔离输入： <ul style="list-style-type: none"> ● 电平标准支持 3.3V~24V ● 最大频率 100kHz 一路正交旋转编码器输入： <ul style="list-style-type: none"> ● 电平标准支持差分输入 1V~24V ● 最大频率 1MHz 两路光电隔离输出： <ul style="list-style-type: none"> ● 最大频率 100kHz

Vulcan-CXP12 采集卡主要技术参数如下表所示：

项目	指标
采集卡供电	PCIe 供电+12V、机箱 6pin ATX 辅助供电+12V
通道数	4 路 Micro BNC 75Ω接口
输入类型	符合 CoaXPress V2.0/2.1 标准
采集速度	38.8Gbps
高速链路速度	1.25Gbps, 2.5Gbps, 3.125Gbps, 5Gbps, 6.25Gbps, 10Gbps, 12.5Gbps
低速链路速度	20.83Mbps, 41.67Mbps
PoCXP 供电	供电电压：+24V 最大功率：<13W
采集卡拓扑模式	支持 1-4 路任意线序的拓扑连接
像素格式	支持 8/10/12/14/16bit 的 Mono/Bayer/RGB/RGBA 图像
扫描类型	面扫描、线扫描
扫描方向	从左到右，从上到下
扫描范围	行扫描方向最小值：16 像素 行扫描方向最大值：65535 像素 纵向扫描最小值：1 行 纵向扫描最大值：262143 行
图像缓存	板载 4GB 大容量图像缓存
I/O 控制	两路光电隔离输入： <ul style="list-style-type: none"> ● 电平标准支持 3.3V~24V ● 最大频率 100kHz 一路正交旋转编码器输入： <ul style="list-style-type: none"> ● 电平标准支持差分输入 1V~24V ● 最大频率 1MHz 两路光电隔离输出： <ul style="list-style-type: none"> ● 最大频率 100kHz

4.2 结构框图

Vulcan-CXP 采集卡的结构框图分别如下所示，主要包括 CoaXPress (CXP) 通信模块、PoCXP 供电模块、采样控制单元、数据传输单元、图像缓存单元、PCIe 接口模块与 I/O 控制模块。

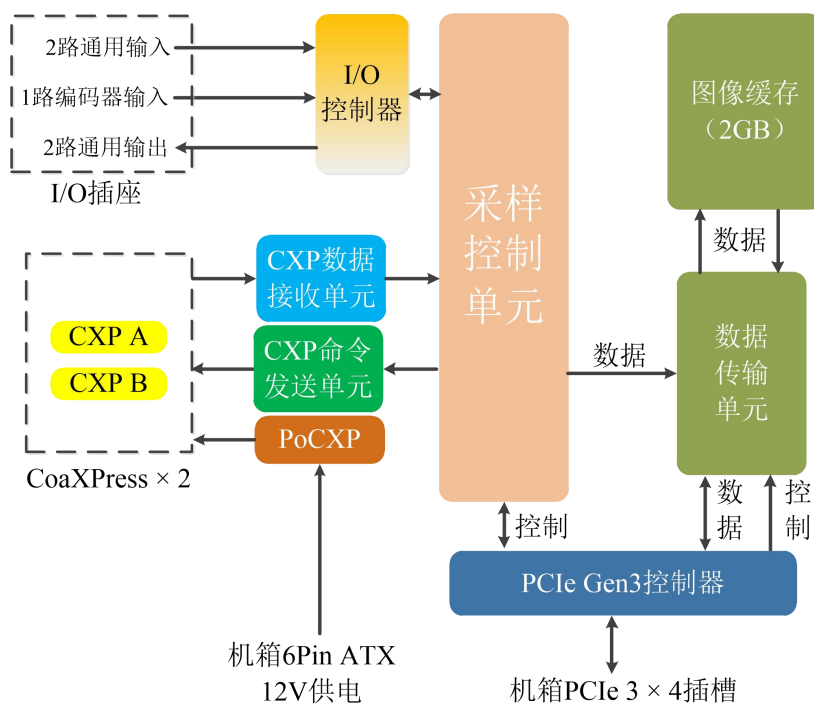


图 21 Vulcan-CXP6-2 采集卡结构框图

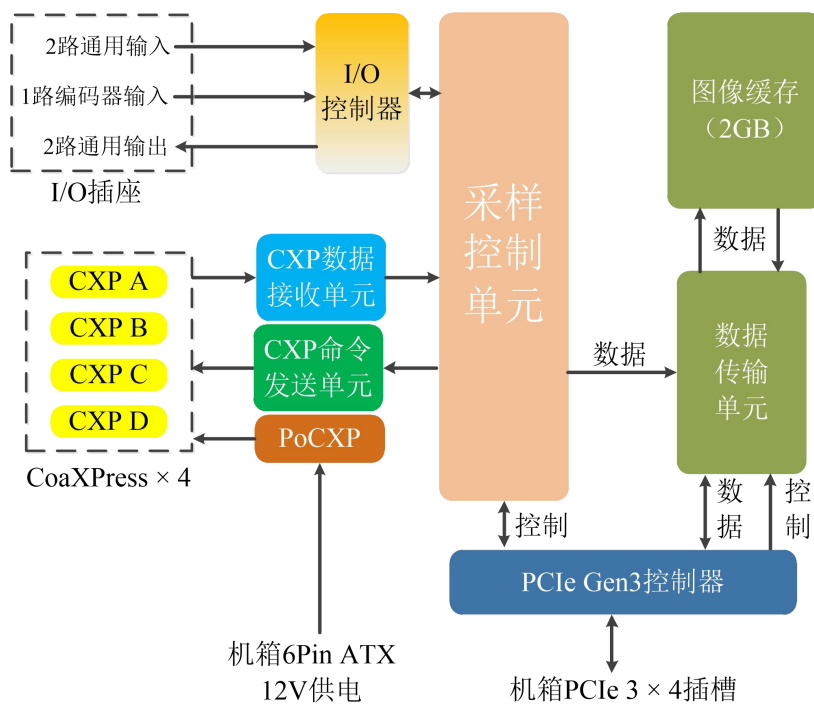


图 22 Vulcan-CXP6 采集卡结构框图

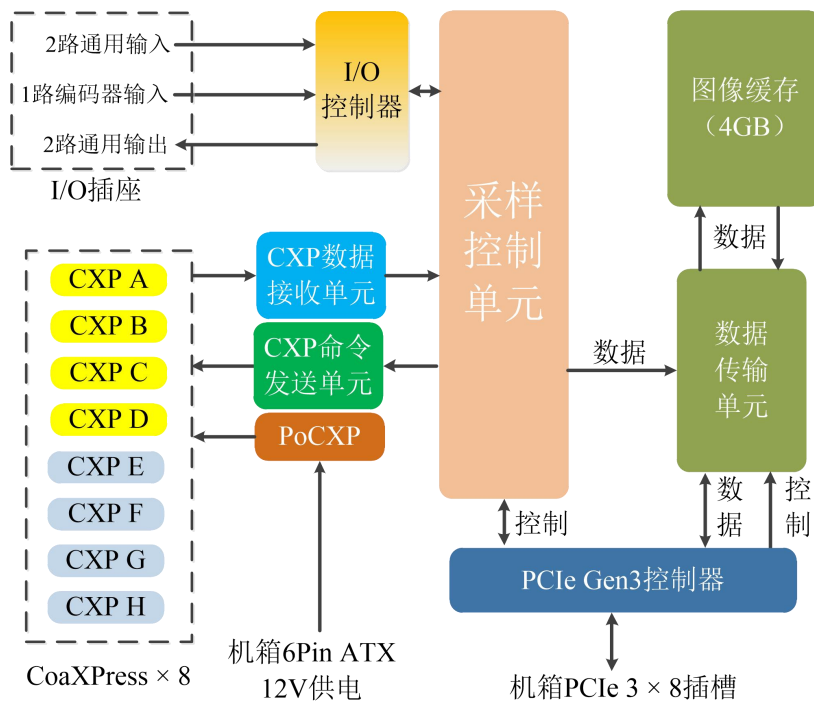


图 23 Vulcan-CXP6-8 采集卡结构框图

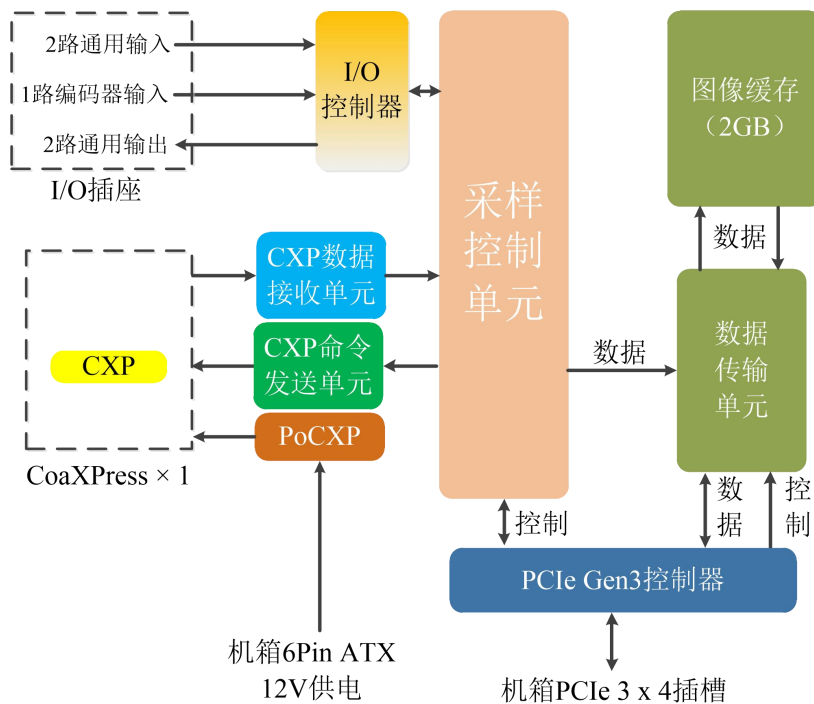


图 24 Vulcan-CXP12-1 采集卡结构框图

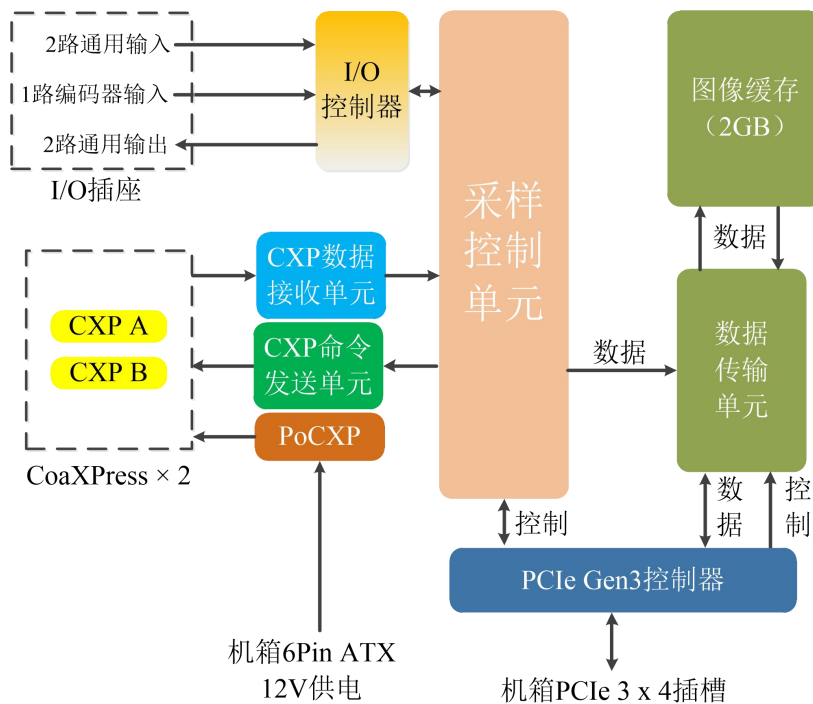


图 25 Vulcan-CXP12-2 采集卡结构框图

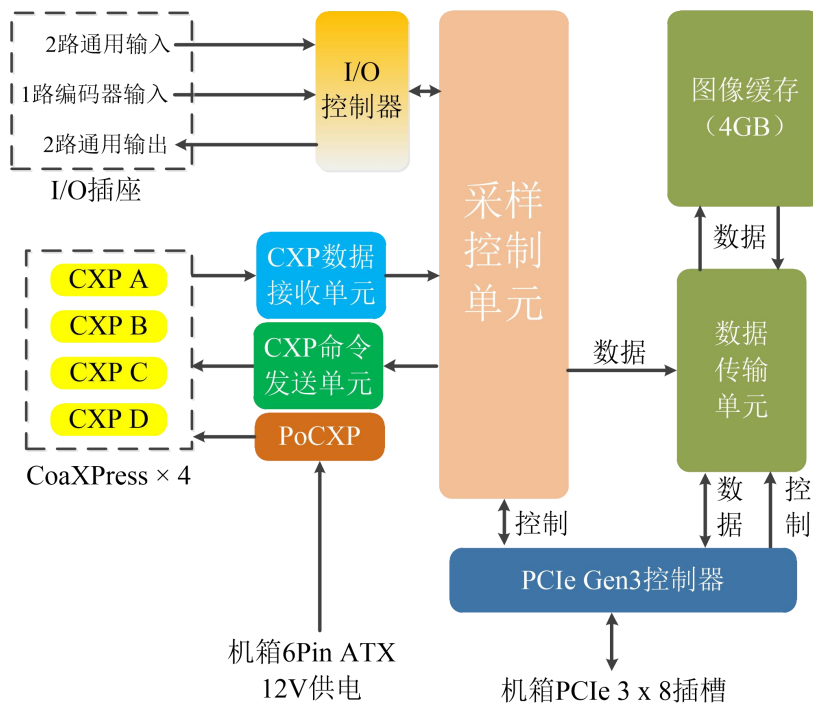


图 26 Vulcan-CXP12 采集卡结构框图

这里结合框图，对 Vulcan-CXP 采集卡的工作流程作简要说明。

标准 CoaXPress 接口包括低速上行通道（采集卡->相机）、高速下行通道（相机->采集卡）与 PoCXP 24V 供电通道，其中，低速上行通道用于控制、触发命令发送，高速下行通道用于图

像数据及控制、触发命令返回信号传输。Vulcan CXP 采集卡包括多路 CoaXPress 接口，每路接口均可单独实现上述三个通道的连接。

CoaXPress 接口 CXP 数据接收单元采集到的图像数据，在采样控制单元内进行提取和排列，以帧为单位通过数据传输单元在图像缓存模块中进行缓存，采取乒乓模式保证数据流水线，缓存后的帧图像数据通过 PCIe 接口以直接内存访问（DMA）的方式写入计算机内存。

由于 Vulcan-CXP 是通过 DMA 的方式对主机缓冲区进行图像数据传输的，所以可以分配的主机缓冲区总大小受 Vulcan-CXP 内描述符表的总大小限制，同时缓冲区个数不能超过 32 个。对于 Vulcan-CXP6-2、Vulcan-CXP6 和 Vulcan-CXP12-1、Vulcan-CXP12-2、Vulcan-CXP12，每个相机可使用的描述符的个数均为 0x1FFF80 个。其中，一个描述符记录一个不大于 4096 字节的内存页，即理论最大值为 $0x1FFF80 * 0x1000$ ，约为 8GB。通常情况下，部分内存页记录不会达到 4096 字节，因此可能会与理论最大值有一定的差距，这个差距主要由操作系统内存分配策略决定。对于 Vulcan-CXP6-8，每个相机可使用的内存总大小约为 2GB。

用户对采集卡及相机的控制命令，通过 PCIe 接口基地址寄存器（BAR）发送至采集卡并在采样控制单元内进行解析，对相机的命令通过 CXP 命令发送单元发送至相机，并由 CXP 数据接收单元读回命令执行结果，再通过基地址寄存器返回计算机。

PoCXP 供电模块采用机箱 6Pin ATX +12V 辅助电源供电，转换为+24V 后提供给 CoaXPress 接口，并支持设备检测功能，未插接相机设备时提供+6.5V 检测电压。

I/O 控制器控制采集卡的各种输入输出信号，其中包括：

- 2 路通用输入（General Input）；
- 1 路编码器输入（Shaft Encoder Input）；
- 2 路通用输出（General Output）。

4.3 采样控制单元

4.3.1 功能指标

Vulcan-CXP 采集卡使用 FPGA 接收 CoaXPress 接口的高速数据，接收器速度可根据相机速度自动切换，相机设备需符合 CoaXPress 协议标准，才能成功被采集卡识别和连接。

4.3.2 拓扑链接方式

Vulcan-CXP 采集卡支持多种拓扑链接方式。

对于 Vulcan-CXP12-1，采集卡仅支持单台相机。

对于 Vulcan-CXP6-2 和 Vulcan-CXP12-2，采集卡的 A、B 两路 CoaXPress 接口等效，采集卡可连接 2 通道或 1 通道相机，最多连接 2 台相机。

对于 Vulcan-CXP6 和 Vulcan-CXP12，采集卡的 A、B、C、D 四路 CoaXPress 接口等效，采集卡可连接 4 通道、2 通道或 1 通道相机，最多连接 4 台相机。

对于 Vulcan-CXP6-8，采集卡的 CoaXPress 接口分为 A、B、C、D 和 E、F、G、H 两组。两组接口相互独立，不可混用，同一相机的 CoaXPress 连接线不可同时使用两组中的接口；每组内的四路接口等效，同一相机的 CoaXPress 连接线可任意选择某一组中的任意接口。采集卡可连接 4 通道、2 通道或 1 通道相机，最多连接 8 台相机。

4.3.3 采集模式

Vulcan-CXP 采集卡的采样控制单元可以工作在三种不同的采集模式，分别是自由运行模式、

脉冲触发采集模式和电平触发采集模式。当处于自由运行模式时，采集卡会从相机连续获取图像数据；当处于脉冲触发采集模式时，采集卡会等待有效触发信号后，才开始采集图像数据；当处于电平触发采集模式时，采集卡在有效电平持续时间内一直采图。

采样控制单元根据获取到的图像大小信息及像素数据格式，判断每帧图像的分隔。采集卡处于自由运行模式时，将采集到的每帧图像都上传至计算机；处于触发采集模式时，采集卡要结合触发信号进行数据获取，每次被触发时，将接收到的下一帧图像上传至计算机，触发信号可以被设置为外部通用输入信号、软件触发信号或者内触发信号。

注意：采集卡在抓取到指定大小的图像之前，不会响应接下来输入的触发信号。

4.4 I/O 控制器

I/O 控制器主要功能是对 CoaXPress 接口之外的各种输入输出控制信号（I/O 信号）进行管理，包括：通用输入信号、通用输出信号、编码器输入信号等。

Vulcan-CXP 采集卡实现了一个强大的 I/O 控制器，通过精确的时序逻辑设计可以实现对各种 I/O 信号的获取和处理，生成丰富的控制时序信号供用户使用。其中，触发源管理、内部触发信号、软件触发信号以及高级控制信号（积分控制信号和闪光控制信号）设置提供给用户以极大的应用自由度。

4.4.1 触发源

触发源是 I/O 控制器的信号基准，I/O 控制器以触发源为周期进行信号合成，其合成的信号可以被用于 Vulcan-CXP 采集卡触发采集模式，也可以通过 CoaXPress 接口输出给相机设备，还可以用于通用输出信号。

I/O 控制器的触发源可以是内部触发信号（Internal Trigger）或软件触发信号（Software Trigger），也可以是外部通用输入信号（General Input）或编码器输入信号（Shaft Encoder Input）。

4.4.2 内触发信号

内部触发信号是 Vulcan-CXP 采集卡内部为 I/O 控制专门设计的一个周期信号发生器，其频率范围为 1Hz~0.5MHz，用户可以通过 VLCF 进行设置，如下表所示。

VLCF 设置	说明
INTERNAL_TRIGGER_FREQUENCY = 150.0	设置内部触发源信号频率为 150Hz

4.4.3 软件触发信号

软件触发信号是由计算机软件通过 PCIe 接口向 Vulcan-CXP 采集卡发送的触发信号，仅用于产生积分控制信号，具体控制方式详见《IKapCViewer 软件使用说明书》。

4.4.4 通用输入信号

Vulcan-CXP 采集卡支持 2 路外部通用输入信号，用于相机积分控制或用作其它触发源，分别定义为通用输入信号 1（General Input1）和通用输入信号 2（General Input2）。这两路通用输入信号相互完全独立，输入电平兼容单端模式和差分模式（差分模式仅限 Vulcan-CXP6），且均实现了光电隔离。

注意：输入的单端电平（或差分电压）不允许超过 24V，否则可能导致采集卡硬件故障。

Vulcan-CXP 采集卡 I/O 控制器通过内部逻辑功能设计，可以灵活匹配外部输入信号。用户可以通过设置信号触发模式、触发极性和最小有效宽度来适应不同的外部输入信号源。

（1）信号触发模式

Vulcan-CXP 采集卡支持的信号触发模式（Trigger Mode）包括边沿触发模式（Edge Sensitive）和电平触发模式（Level Sensitive），每个外部输入均可以独立设置信号触发模式。具体设置方式见下表：

VLCF 设置	说明
GENERALINPUT1_TRIGGER_MODE = 0	设置通用输入信号 1 为边沿触发模式
GENERALINPUT1_TRIGGER_MODE = 1	设置通用输入信号 1 为电平触发模式
GENERALINPUT2_TRIGGER_MODE = 0	设置通用输入信号 2 为边沿触发模式
GENERALINPUT2_TRIGGER_MODE = 1	设置通用输入信号 2 为电平触发模式

（2）触发极性

触发极性（Polarity）是指输入触发信号的极性。当信号触发模式为边沿触发模式时，触发极性可选为上升沿（Rising）或下降沿（Falling）；当信号触发模式为电平触发模式时，触发极性可选为高电平有效（High）或低电平有效（Low）；每个外部输入均可以独立设置触发极性。具体设置方式见下表：

VLCF 设置	说明
GENERAL_INPUT1_POLARITY = 0	设置通用输入信号 1 为上升沿/高电平触发
GENERAL_INPUT1_POLARITY = 1	设置通用输入信号 1 为下降沿/低电平触发
GENERAL_INPUT2_POLARITY = 0	设置通用输入信号 2 为上升沿/高电平触发
GENERAL_INPUT2_POLARITY = 1	设置通用输入信号 2 为下降沿/低电平触发

（3）最小有效宽度

为避免外部输入信号中的毛刺干扰，Vulcan-CXP 采集卡对输入信号进行了滤波，对于外部输入的真实信号有效电平的维持时间，要求至少达到最小有效宽度（Min Valid Width），否则会作为无效信号丢弃。对最小有效宽度进行配置的单位为纳秒，每个外部输入均可以独立设置，具体设置方法见下表：

VLCF 设置	说明
GENERAL_INPUT1_MIN_WIDTH = 50	设置通用输入信号 1 最小有效宽度为 50ns
GENERAL_INPUT2_MIN_WIDTH = 100	设置通用输入信号 2 最小有效宽度为 100ns

4.4.5 编码器输入信号

Vulcan 的 I/O 控制器支持 1 路编码器输入信号（Shaft Encoder1）。编码器 A、B 相为差分输入，最高允许的输入电压为 24V。

便于用户更灵活使用编码器信号，Vulcan-CXP 采集卡 I/O 控制器对编码器信号的 A 相、B 相上升沿和下降沿同时进行采样，并设计了编码器脉冲倍频功能（Pulse Multiply）和脉冲分频功能（Pulse Division），利用这些功能，用户可以更方便实现对编码器信号的处理。可选的倍频倍数（Multiply Factor）有 1、2、4、8、16 和 32，可选的分频倍数（Division Factor）范围为 0~255。

与外部输入信号处理类似，Vulcan-CXP 采集卡也会对编码器输入信号进行滤波，对于外部输入的真实信号有效电平的维持时间，要求至少达到最小有效宽度（Min Valid Width），否则会作为无效信号丢弃。具体设置方法见下表：

VLCF 设置	说明
SHAFT_ENCODER_MULTIPLY_FACTOR = 4	设置编码器脉冲倍频系数为 4
SHAFTENCODER1_PULSE_DROP = 10	设置编码器脉冲分频系数为 10
SHAFT_ENCODER_CHANNEL = 0	设置编码器脉冲输入通道为 A 相
SHAFT_ENCODER_CHANNEL = 1	设置编码器脉冲输入通道为 B 相

4.4.6 高级控制信号

Vulcan-CXP 采集卡的 I/O 控制器设计了两大类高级控制信号，分别定义为积分控制信号和闪光控制信号。其中积分控制信号可以有两路（Integration Signal1 和 Integration Signal2），闪光控制信号有一路（Strobe Signal1）。

I/O 控制器结合内部触发信号和其他 I/O 信号（外部通用输入信号、外部编码器输入信号），通过参数设置可以合成丰富的控制信号，从而便于用户进行各种应用设置，包括相机曝光触发、闪光同步信号输出以及各采集卡多卡同步等，下面分别进行详细介绍。

（1）积分控制信号

积分控制信号通常会被用于控制相机曝光。

Vulcan-CXP 采集卡 I/O 控制器提供了 5 种积分控制信号合成方法，分别命名为积分控制方法 1~积分控制方法 5。所有合成的积分控制信号都跟随触发源信号产生，频率和触发源信号一致，用户可以根据需要设置触发源为内部触发信号、外部通用输入信号、外部编码器输入信号或软件触发信号。不同的积分控制方法可以产生 1 路或 2 路积分控制信号。

用户可以通过 VLCF 设置积分控制信号的相关参数，选择触发源的 VLCF 设置如下表所示（详见《IKapCViewer 软件使用说明书》）：

VLCF 设置	说明
INTEGRATION_TRIGGER_SOURCE = 0	选择并设置积分控制触发源为内部触发信号

以下对 5 种不同的积分控制方法分别作详细说明：

● 积分控制方法 1

积分控制方法 1 产生 1 路信号（IntegrationSignal1），信号中只有 1 个脉冲。

积分控制信号（IntegrationSignal1）跟随触发源信号（Trigger）产生，用户可以设置输出信

号的脉冲极性（Polarity）、延迟（Delay）、脉冲宽度（Width），来获得预想的信号。

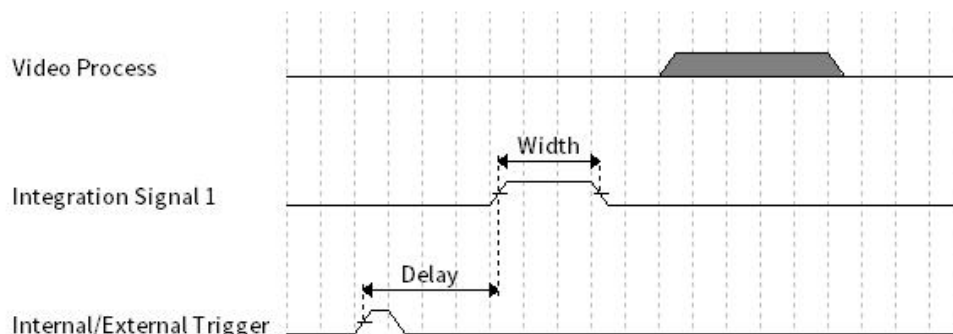


图 27 积分控制方法 1 时序图

相关 VLCF 设置如下表所示：

VLCF 设置	说明
INTEGRATION_METHOD = 0	选择并设置积分控制方法 1
INTEGRATION_PARAM1 = 4	设置 Delay 参数
INTEGRATION_PARAM2 = 10	设置 Width 参数
INTEGRATION_POLARITY1 = 1	设置积分信号 1 极性为正极性

● 积分控制方法 2

积分控制方法 2 产生 1 路信号(IntegrationSignal1), 每个信号中包含两个脉冲 Pulse1 和 Pulse2。

同样，积分控制信号（IntegrationSignal1）跟随触发源信号（Trigger）产生，用户可以通过设置输出信号的脉冲极性（Polarity）、延迟（Delay）、脉冲宽度（Width），来获得预想的信号。和积分方法 1 的区别是，延迟和脉冲参数需要针对 Pulse1 和 Pulse2 分别设置。

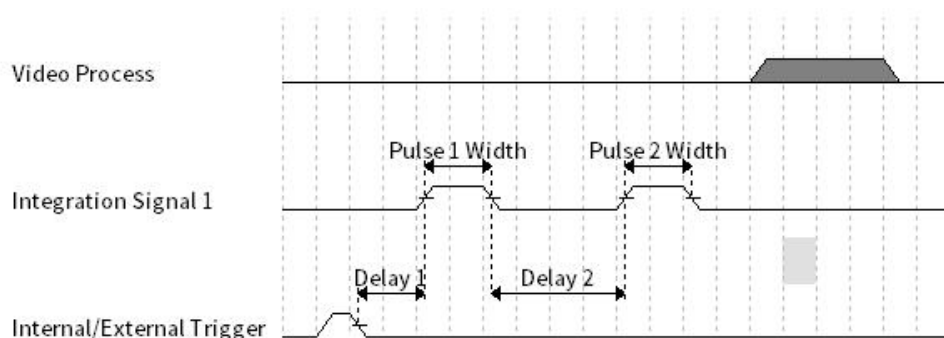


图 28 积分控制方法 2 时序图

相关 VLCF 设置如下表所示：

VLCF 设置	说明
INTEGRATION_METHOD = 1	选择并设置积分控制方法 2
INTEGRATION_PARAM1 = 4	设置 Delay 1 参数
INTEGRATION_PARAM2 = 10	设置 Pulse 1 Width 参数
INTEGRATION_PARAM3 = 4	设置 Delay 2 参数
INTEGRATION_PARAM4 = 10	设置 Pulse 2 Width 参数
INTEGRATION_POLARITY1 = 1	设置积分信号 1 极性为正极性

● 积分控制方法 3

积分控制方法 3 产生 2 路信号（Integration Signal1 和 Integration Signal2），每路信号都只包含 1 个脉冲。

积分控制信号 1（Integration Signal1）跟随触发源信号（Trigger）产生，积分控制信号 2（Integration Signal2）跟随积分控制信号 1（Integration Signal1）产生。用户可以通过设置输出信号的脉冲极性（Polarity）、延迟（Delay）、脉冲宽度（Width），来获得预想的信号，输出的两路积分控制信号频率均和触发源输入频率一致，两路信号之间存在一个用户设定的延迟时间。

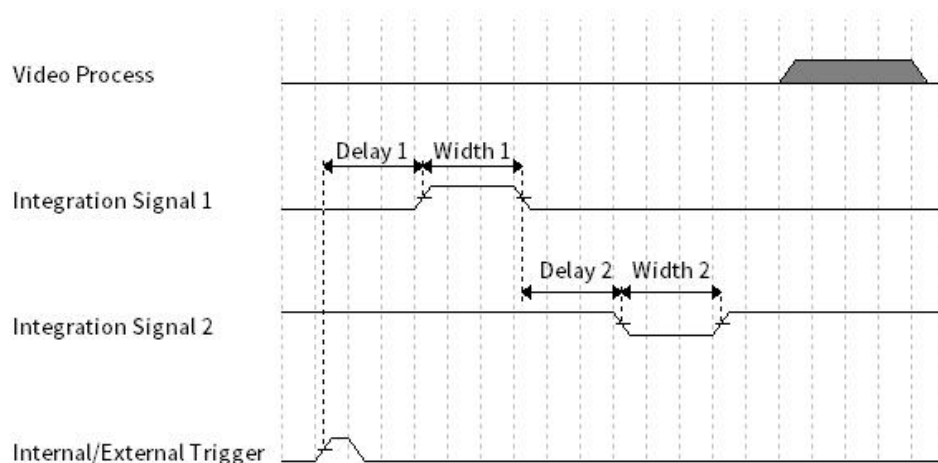


图 29 积分控制方法 3 时序图

相关 VLCF 设置如下表所示：

VLCF 设置	说明
INTEGRATION_METHOD = 2	选择并设置积分控制方法 3
INTEGRATION_PARAM1 = 4	设置 Delay 1 参数
INTEGRATION_PARAM2 = 10	设置 Width 1 参数
INTEGRATION_PARAM3 = 4	设置 Delay 2 参数
INTEGRATION_PARAM4 = 10	设置 Width 2 参数
INTEGRATION_POLARITY1 = 1	设置积分信号 1 极性为正极性

INTEGRATION_POLARITY2 = 0

设置积分信号 2 极性为负极性

● 积分控制方法 4

积分控制方法 4 产生一个和触发源完全一致的信号（IntegrationSignal1），用户仅需设置触发源，无需设置其他参数。

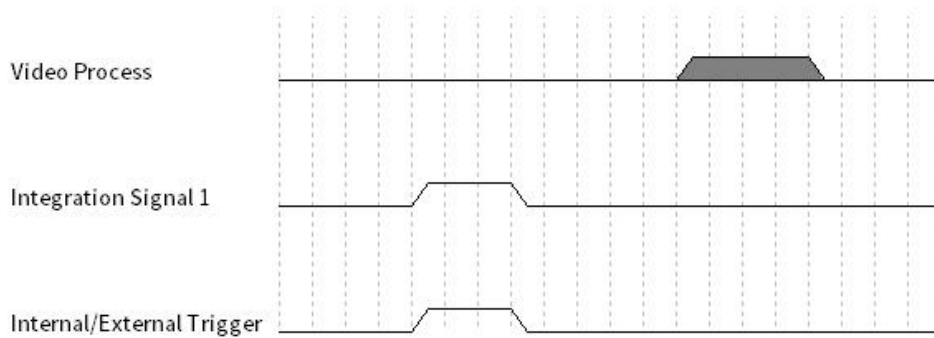


图 30 积分控制方法 4 时序图

相关 VLCF 设置如下表所示：

VLCF 设置	说明
INTEGRATION_METHOD = 3	选择积分控制方法 4

● 积分控制方法 5

积分控制方法 5 产生 1 路信号（IntegrationSignal1），每个信号中包含 N 个脉冲 Pulse1~PulseN。

积分控制信号（IntegrationSignal1）跟随触发源信号（Trigger）产生，用户可以通过设置输出信号的脉冲极性（Polarity）、延迟（Delay）、脉冲宽度（Width），来获得预想的信号。和积分方法 1 的区别是，还需要设置每次触发产生的脉冲个数（Count，N）以及每个脉冲的间隔周期（Period）。

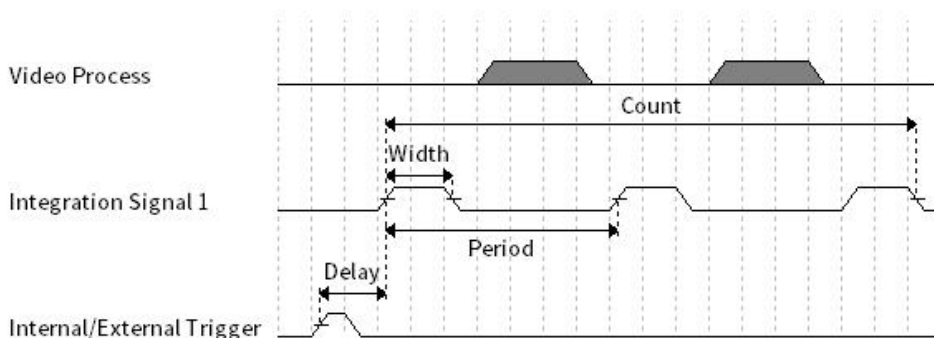


图 31 积分控制方法 5 时序图

相关 VLCF 设置如下表所示：

VLCF 设置	说明
INTEGRATION_METHOD = 4	选择并设置积分控制方法 5
INTEGRATION_PARAM1 = 4	设置 Delay 参数
INTEGRATION_PARAM1 = 10	设置 Pulse Width 参数
FRAME_BURST_PERIOD = 50	设置 Period 参数
FRAME_BURST_COUNT = 3	设置 Count 参数
INTEGRATION_POLARITY1 = 1	设置积分信号 1 极性为正极性

(2) 闪光控制信号

闪光控制信号如其命名，通常被用于进行外部光源的同步控制。

和积分控制信号相同，闪光信号（StrobeSignal1）也跟随触发源产生，频率和触发源信号一致。Vulcan-CXP 采集卡 I/O 控制器提供了 2 种闪光控制信号合成方法，用户可以根据需要设置触发源为内部触发信号、外部通用输入信号、外部编码器输入信号或帧同步信号（Vertical Sync）。用户可以通过 VLCF 设置闪光控制信号的相关参数，详见《IKapCViewer 软件使用说明书》。

选择闪光信号触发源的设置方法如下：

VLCF 设置	说明
STROBE_TRIGGER_SOURCE = 0	选择并设置闪光控制触发源为内部触发信号

以下对 2 种不同的闪光控制方法分别作详细说明：

● 闪光控制方法 1

闪光控制方法 1 产生 1 路信号（StrobeSignal1），信号中只有 1 个脉冲。

选用闪光控制方法 1 时，触发源信号（Trigger Source）可选为内部触发源或外部通用输入信号，以及编码器输入信号，闪光控制信号跟随触发源信号产生。用户可以设置输出信号的脉冲极性（Polarity）、延迟（Delay）、脉冲宽度（Width），来获得预想的信号。

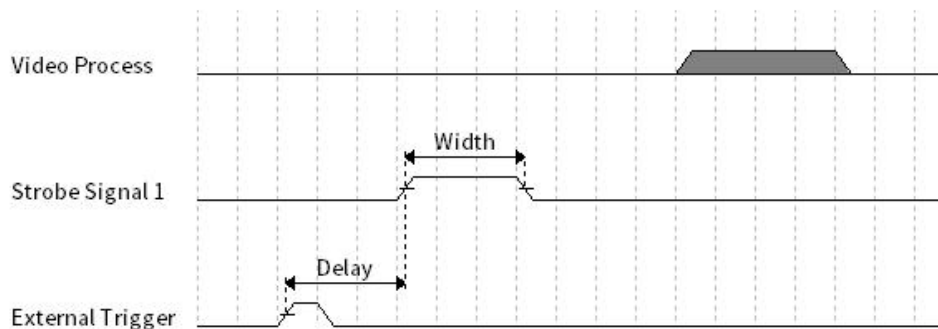


图 32 闪光控制方法 1 时序图

相关 VLCF 设置如下表所示：

VLCF 设置	说明
STROBE_METHOD = 0	选择并设置闪光控制方法 1
STROBE_PARAM1 = 40	设置 Delay 参数
STROBE_PARAM2 = 1000	设置 Width 参数
STROBE_POLARITY1 = 0	设置闪光控制信号极性为正极性

● 闪光控制方法 2

闪光控制方法 2 产生 1 路信号（StrobeSignal1），信号频率与触发源相同。

选用闪光控制方法 2 时，触发源信号（Trigger Source）固定为相机图像的帧同步信号，随相机每帧图像的头部(Header)产生。用户可以设置输出信号的脉冲极性(Polarity)、延迟(Delay)、脉冲宽度(Width)，来获得预想的信号。

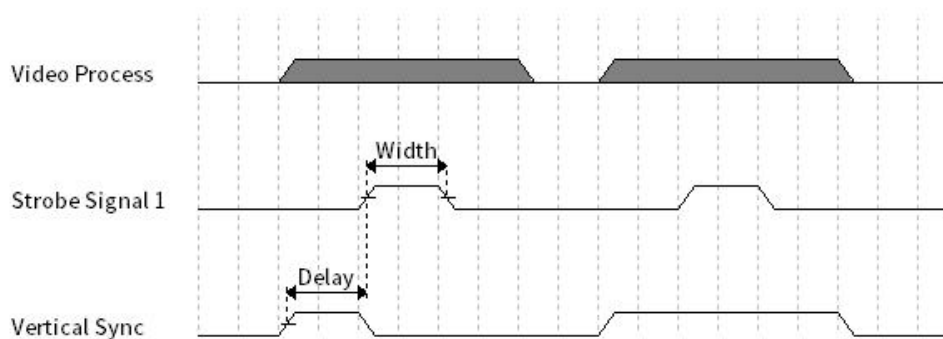


图 33 闪光控制方法 2 时序图

相关 VLCF 设置如下表所示：

VLCF 设置	说明
STROBE_METHOD = 1	选择并设置闪光控制方法 2
STROBE_PARAM1 =40	设置 Delay 参数
STROBE_PARAM2 = 1000	设置 Width 参数
STROBE_POLARITY1 = 0	设置闪光控制信号极性为正极性

4.4.7 通用输出信号

Vulcan-CXP 采集卡的 I/O 控制器支持 2 路通用输出信号(General Output1 和 General Output2)，用户可以利用通用输出信号进行外部闪光灯控制或者其他控制目的。

通用输出信号的来源，可以是内部触发信号、外部通用输入信号、编码器信号或高级控制信号（积分控制信号和闪光控制信号），用户可以利用 VLCF 对触发源进行设置，如下表所示：

VLCF 设置	说明
GENERAL_OUTPUT1_SOURCE = 0	设置通用输出信号 1 的源为内部触发信号

GENERAL_OUTPUT2_SOURCE = 7

设置通用输出信号 2 不产生输出

通用输出信号支持极性设置，用户可以利用 VLCF 对通用输出信号的极性进行设置，如下表所示：

VLCF 设置	说明
GENERALOUTPUT1_POLARITY = 0	通用输出信号 1 极性与信号源相同
GENERALOUTPUT2_POLARITY = 1	通用输出信号 2 极性与信号源相反

4.5 PoCXP 供电

Vulcan-CXP 采集卡可以通过 CoaXPress 接口为相机设备提供+24V, 13W/路的 PoCXP 供电。使用 PoCXP 供电时需连接机箱 6PIN ATX +12V 辅助供电线至采集卡的 J25 插座（请参阅“[5.1 采集卡硬件结构](#)”）。

Vulcan-CXP 采集卡的 PoCXP 供电支持过流保护及 CoaXPress Detection 功能，其主要特性包括：

- 支持过流保护，每路供电的保持电流为 1.5A，最大跳闸电流为 3A
- 不插接 CoaXPress 相机设备、插接设备不符合 CoaXPress 协议或插接通道无需供电时，供电电压为 0-6.5V，电流不超过 1mA，可以有效防止误插接导致的设备损坏危害
- 插接的线缆、相机设备出现短路情况时，供电电流不超过 1mA，可以有效防止火灾危害
- 支持 PoCXP 相机设备热插拔，插接设备时提供 24V、13W/路的供电，拔去设备时恢复为电压 0-6.5V、电流小于 1mA 的供电
- 支持通过软件控制相机设备上下电，可远程冷重启相机设备
- 支持实时监控每路供电的电压、电流及功耗

5 Vulcan-CXP 采集卡硬件说明

Vulcan-CXP 采集卡硬件包括基本电路板、CoaXPress 接口、外部 I/O 接口、前面板及 LED 指示灯。本章将详细描述相关硬件特性，包括物理位置和电气特性等。

5.1 采集卡硬件结构

Vulcan-CXP 采集卡均包含 CoaXPress 接口、外部 I/O 接口、辅助供电接口、前面板及 LED 指示灯。下表给出了各器件的标号和功能对应关系。

连接器	功能	备注
JA-JH	CoaXPress 接口 (Vulcan-CXP6-2 / Vulcan-CXP6 / Vulcan-CXP6-8: DIN 1.0/2.3 Vulcan-CXP12-1 / Vulcan-CXP12-2 / Vulcan-CXP12: Micro BNC)	75Ω
J13	外部 I/O 接口 (DB15)	-
J25	辅助供电接口 (6 Pin)	+12V
DA-DH	CoaXPress 状态指示 LED	红、橙、绿三色
STATUS	采集卡工作状态指示 LED	绿色
DDR	DDR3 状态指示 LED	绿色
ATX12V	辅助供电状态指示 LED	绿色
PoCXP24V	PoCXP 供电状态指示 LED	绿色
M1	采集卡前面板	-
J14	板间同步接口	-
J15	外部 IO 接口	-

Vulcan-CXP 采集卡的硬件结构示意图分别如下所示。

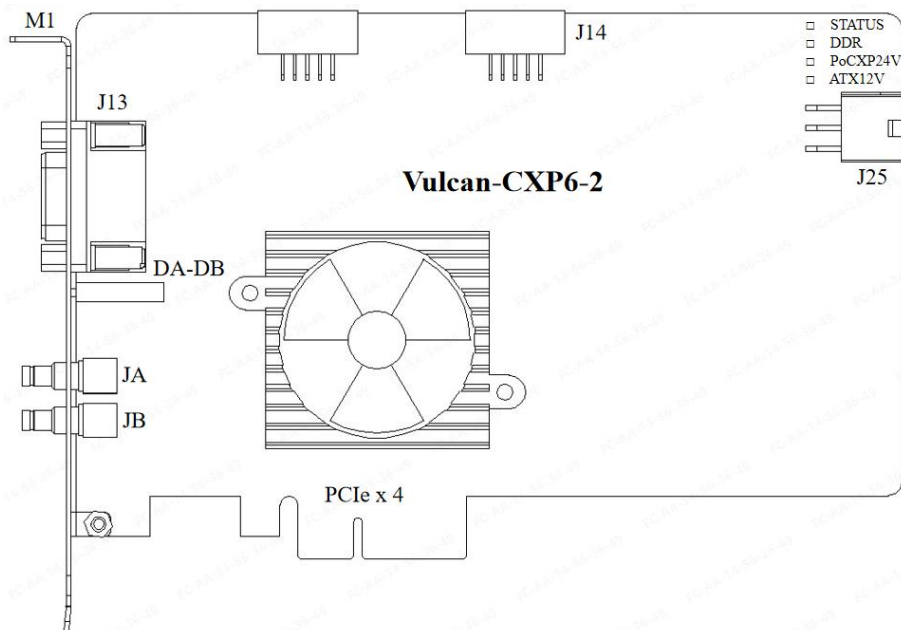


图 34 Vulcan-CXP6-2 采集卡结构示意图

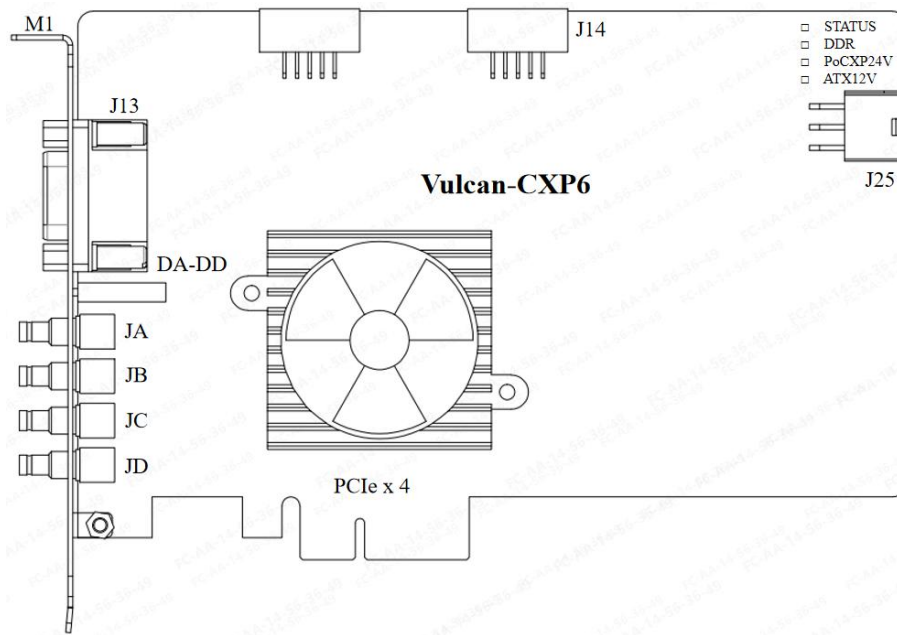


图 35 Vulcan-CXP6 采集卡结构示意图

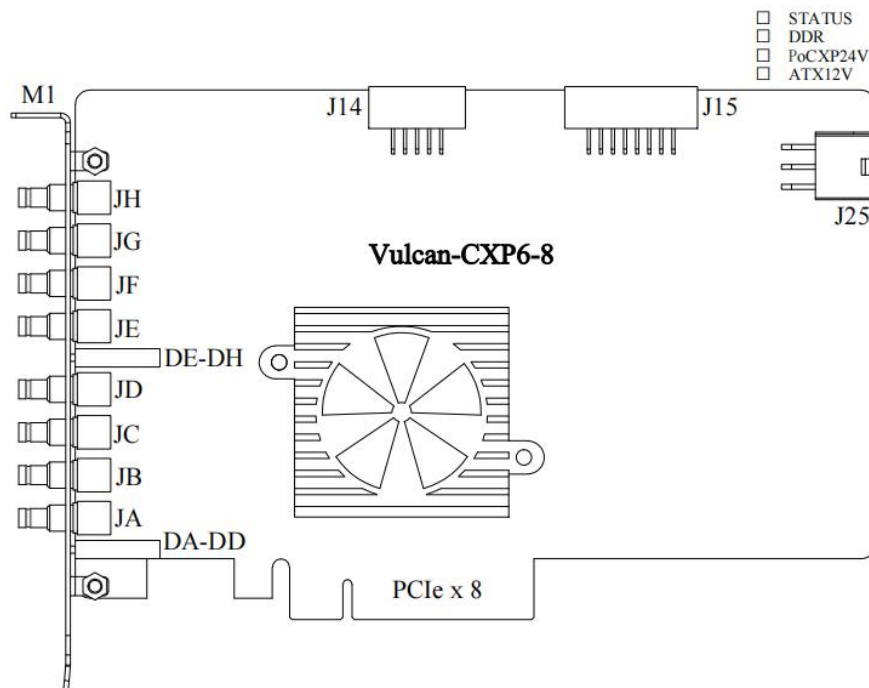


图 36 Vulcan-CXP6-8 采集卡结构示意图

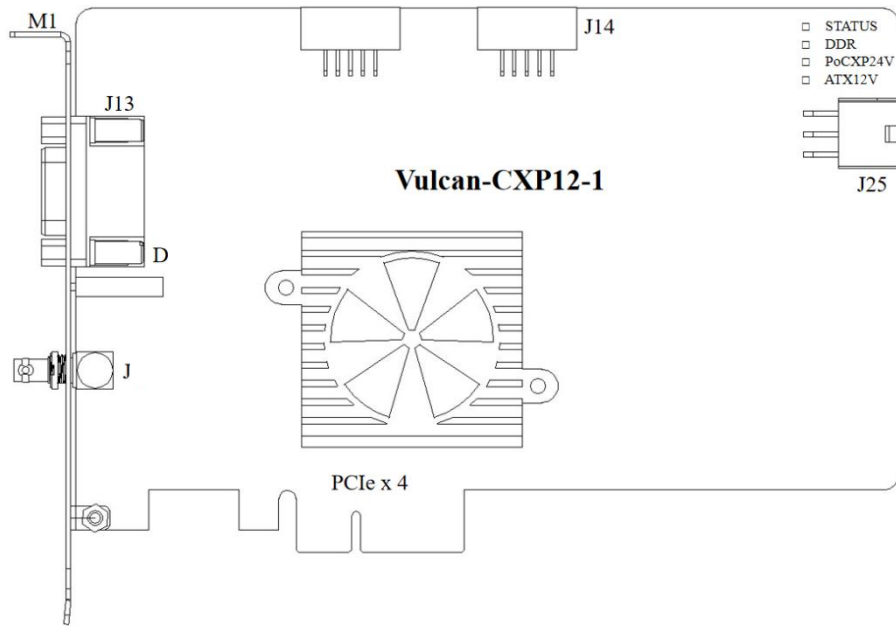


图 37 Vulcan-CXP12-1 采集卡结构示意图

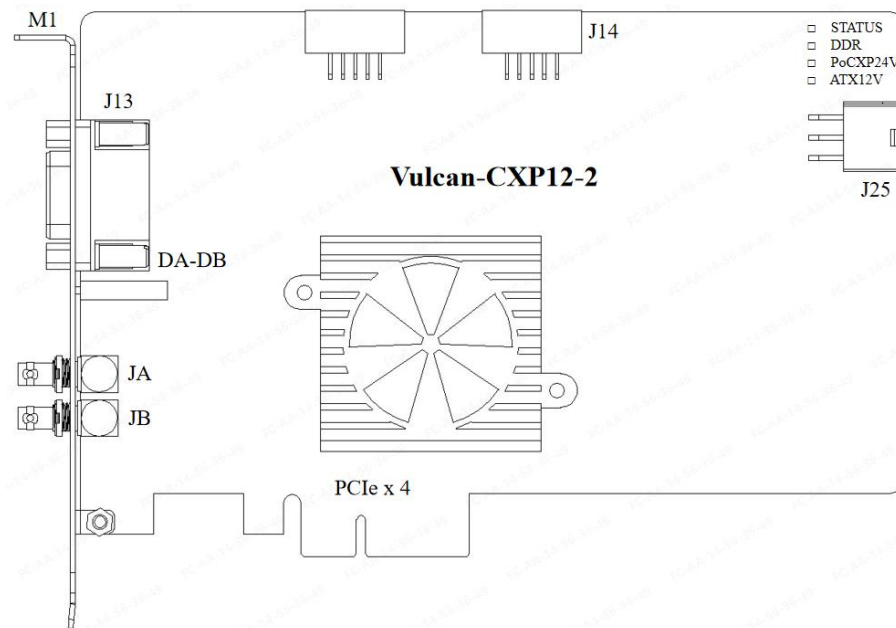


图 38 Vulcan-CXP12-2 采集卡结构示意图

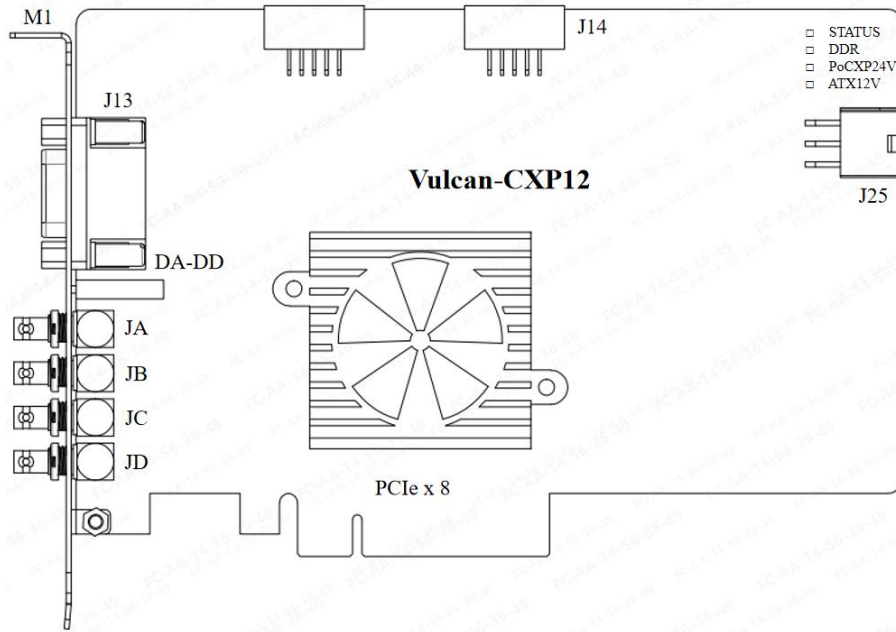


图 39 Vulcan-CXP12 采集卡结构示意图

5.2 CoaXPress 接口及信号指示

5.2.1 采集卡前面板

Vulcan-CXP6-2、Vulcan-CXP6 和 Vulcan-CXP6-8 采集卡前面板为 DIN 1.0/2.3 端口，Vulcan-CXP12-1、Vulcan-CXP12-2 和 Vulcan-CXP12 采集卡前面板为 Micro BNC 端口，分别对应采集卡的 CoaXPress 接口；多路三色 LED，分别对应各路 CoaXPress 接口的连接状态显示；以及一个 DB15 端口（J13），对应于外部 I/O 接口。前面板结构如下图所示。



图 40 Vulcan-CXP6-2 采集卡前面板结构示意图

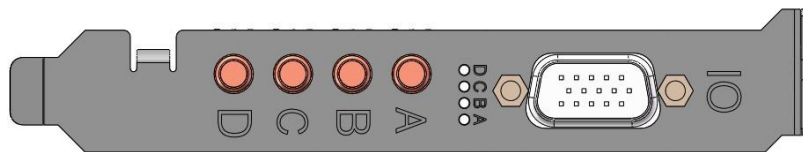


图 41 Vulcan-CXP6 采集卡前面板结构示意图

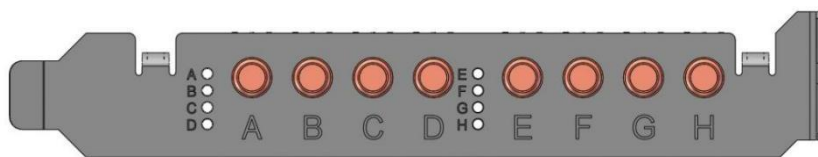


图 42 Vulcan-CXP6-8 采集卡前面板结构示意图

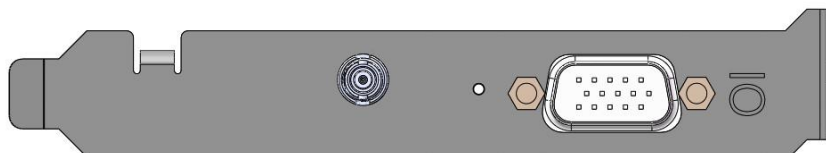


图 43 Vulcan-CXP12-1 采集卡前面板结构示意图



图 44 Vulcan-CXP12-2 采集卡前面板结构示意图

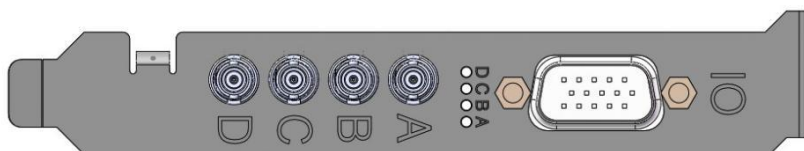


图 45 Vulcan-CXP12 采集卡前面板结构示意图

5.2.2 CoaXPress 接口

Vulcan-CXP 采集卡的 CoaXPress 接口均使用同轴连接器。每路接口可单独提供+24V/13W 的 PoCXP 供电（见“[4.5 PoCXP 供电](#)”）。

请使用符合 CoaXPress 协议的同轴线缆连接 Vulcan-CXP 采集卡与相机，并确保线缆连接稳固。

5.2.3 采集卡指示灯

Vulcan-CXP 采集卡前面板集成了三色 LED 指示灯，分别对应各路 CoaXPress 接口的连接状

态显示，另外还有四个绿色 LED 指示灯 STATUS、DDR、PoCXP24V、ATX12V（请参阅“[5.1 采集卡硬件结构](#)”），分别对应采集卡工作状态、DDR3 初始化状态及 PoCXP 供电状态显示。

CoaXPress 接口连接状态指示灯说明如下，其中快速闪烁频率为 12.5Hz，慢速闪烁频率为 1Hz。

指示灯状态	说明
红色快速闪烁	采集卡未激活
橙色常亮	系统启动中
红色常亮	PoCXP 供电过流，等待人工复位
绿/橙交替快速闪烁	搜寻设备中（使用 PoCXP 功能）
橙色快速闪烁	搜寻设备中（关闭 PoCXP 功能）
橙色慢速闪烁	连接至相机，采集卡工作于触发模式，无数据传输
绿色常亮	连接至相机，采集卡工作于自由运行模式，无数据传输
绿色快速闪烁	连接至相机，正在传输数据

采集卡工作状态指示灯（STATUS）说明如下：

指示灯状态	说明
绿色常亮	采集卡工作正常
熄灭	采集卡工作异常

DDR3 工作状态指示灯（DDR）说明如下：

指示灯状态	说明
绿色常亮	DDR3 初始化正常
熄灭	DDR3 初始化失败

供电状态指示灯（PoCXP24V/ATX12V）说明如下：

指示灯状态	说明
绿色常亮	辅助供电正常
熄灭	无辅助供电或供电异常

注意：当 Vulcan-CXP 采集卡升级固件失败，进入恢复模式时，采集卡各指示灯会处于下述特定状态：

- CoaXPress 连接状态指示灯显示状态依次为红色常亮、橙色常亮、橙色常亮、绿色常亮
- DDR3 工作状态指示灯慢速闪烁（1Hz）
- 风扇极速运转

采集卡进入恢复模式后，需要重新升级固件方能正常工作。请关机重启计算机，确保采集卡被计算机识别为 PCIe 设备后，重新升级固件（见“[2.2.3 固件升级](#)”）。

5.3 外部 I/O 接口

Vulcan-CXP 采集卡外部 I/O 接口主要用于外部信号输入，闪光控制信号输出。

- 外部输入信号包括：
 - 2 路通用信号输入；
 - 1 路编码器信号输入。
- 输出信号包括：
 - 2 路通用信号输出。

Vulcan-CXP 采集卡的 I/O 信号通过前面板上的 DB15 端口（J13，请参阅“[5.1 采集卡硬件结构](#)”）连接，关于该端口的管脚映射关系以及管脚定义请参阅附录“[A.3 采集卡附件](#)”。

5.3.1 通用输入信号接口

Vulcan-CXP 采集卡提供了 2 路外部通用输入信号，分别定义为 General Input1 和 General Input2，其对应的连接器管脚为 J13.15，J13.9；J13.12，J13.11（见下文 J13 管脚定义），通用输入信号可配置为单端模式或差分模式（差分模式仅限 Vulcan-CXP6）。

当配置为单端模式时，其电气连接示意如下图所示：

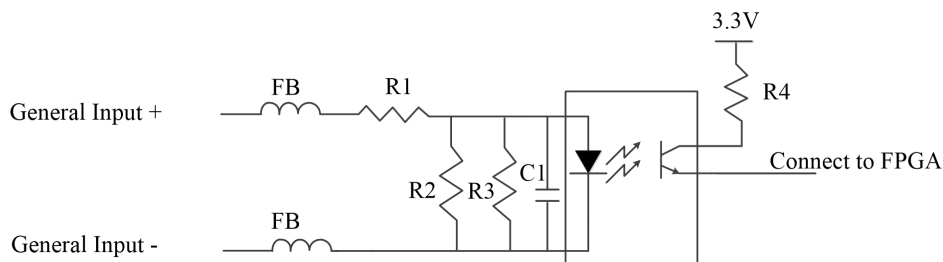


图 46 单端模式触发输入电路原理示意图

当外部输入信号为单端信号时，将输入的负端接到外部信号地即可，外部通用输入信号电平标准为 3.3~24V。

注意：单端模式下，驱动电流需要大于 10mA。

当配置为差分模式时，其电气连接示意如下图所示：

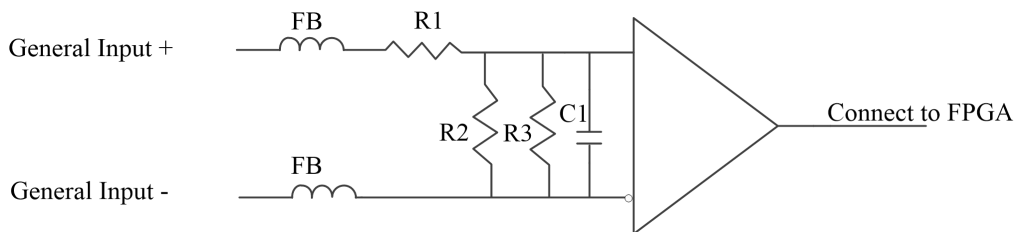


图 47 差分模式触发输入电路原理示意图

当外部输入信号为差分信号时，外部通用输入信号电平标准为 1~24V。最大支持的外部通用输入信号频率为 68kHz。

5.3.2 编码器信号接口

Vulcan-CXP 采集卡提供了 1 路编码器输入信号接口，定义为 Shaft Encoder1，包括 A 相与 B 相两组信号，其对应的连接器管脚为 J13.4, J13.5; J13.6, J13.8（见下文 J13 管脚定义），其电气连接示意如下图所示：

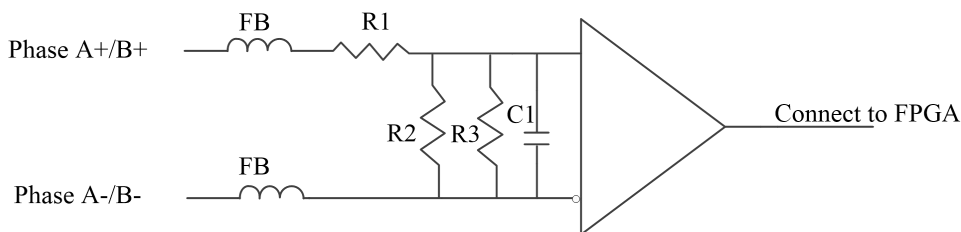


图 48 编码器输入电路原理示意图

同样，编码器信号也进行了光电隔离；编码器的 A 相和 B 相分别接到相应的光耦隔离器。编码器的电平标准为 1V~24V，接口仅支持差分输入。编码器信号允许输入的最大频率为 1MHz。

注意：编码器信号触发是电压触发，电流在 1mA 以上即可。

5.3.3 通用输出信号接口

Vulcan-CXP 采集卡提供了 2 路通用输出信号接口，定义为 General Output1 和 General Output2，其对应的连接器管脚为 J13.1, J13.3, J13.7; J13.2, J13.13, J13.10（见下文 J13 管脚定义），其电气连接示意如下图所示：

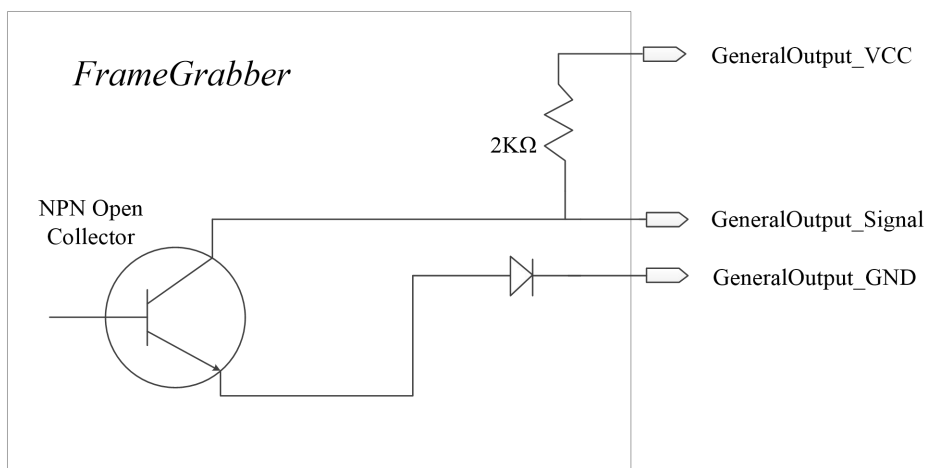


图 49 通用外部输出信号电路原理示意图

通用输出信号也进行了光电隔离，信号输出的形式为 NPN 开漏输出，用户需要提供外部电源和地以组成完整的信号回路（GeneralOutput1_VCC、GeneralOutput2_VCC 和 GeneralOutput1_GND、GeneralOutput2_GND）。

外部偏置电压最大不允许超过 24V，通用输出信号的最高频率不超过 40kHz。

附录

A.1 VLCF 说明

VLCF 采用结构化描述，并按照功能划分字段。Vulcan-CXP 采集卡 VLCF 根据所承载的功能需求被分为版本说明字段、CoaXPress 参数说明字段、图像参数说明字段、触发控制参数说明字段和 I/O 高级控制方法参数说明字段 5 个字段。以下按字段顺序分别描述每个的参数定义。

(1) 版本说明字段

版本说明字段的主要目的是声明与之对应的硬件和驱动版本号，其格式如下表所示。其中 X、Y、Z 均为 16 进制编码，X 表示大版本号，Y 为小版本号，Z 表示子版本号。

VLCF 的版本字段应与 IKapBoard.lib 和 IKapCViewer 软件版本相匹配。

字段名称	字段含义	取值说明
VLCF_REV	VLCF 版本	XYZ 16 进制编码

(2) CoaXPress 参数说明字段

字段名称	字段含义	取值说明
PIXEL_DEPTH	像素深度 (bit)	8/10/12/14/16
SCAN_TYPE	相机扫描类型	0: 线扫描 1: 面扫描
TAP_NUMBER	采集卡在一个像素时钟内可同时传输的像素个数	1
TAP_ARRANGEMENT	一个或多个 Tap 数据组合为一幅完整的图像的方法	1X
BAYER_PATTERN	Bayer 表格选择	0: 不使能 Bayer 颜色阵列 1~4: 选择 Bayer 颜色阵列

(3) 图像参数说明字段

字段名称	字段含义	取值说明
IMAGE_WIDTH	图像水平像素个数	整型值，设置时请参考相机文档
IMAGE_HEIGHT	图像行数	整型值，设置时请参考相机文档
IMAGE_TYPE	图像颜色类型	0: 灰度图像 1: 彩色图像

(4) 触发控制参数说明字段

字段名称	字段含义	取值说明
GRAB_MODE	图像采集模式	0: 自由运行模式 1: 触发模式
INTERNAL_TRIGGER_FREQUENCY	内部触发频率 (Hz)	1~500000
SHAFTENCODER1_PULSE_DROP	编码器 1 的脉冲分频倍数	1~255
INTEGRATION_TRIGGER_SOURCE	积分控制方法触发源	0: 内部触发信号 1: 外部通用输入信号 1 2: 外部通用输入信号 2

		5: 编码器信号 9: 软件触发信号
STROBE_TRIGGER_SOURCE	闪光控制方法触发源	0: 内部触发信号 1: 外部通用输入信号 1 2: 外部通用输入信号 2 5: 编码器信号
GENERAL_OUTPUT1_SOURCE	通用输出信号 1 的来源	0: 内部触发信号 1: 外部通用输入信号 1 2: 外部通用输入信号 2 3: 编码器信号 4: 积分控制信号 1 5: 积分控制信号 2 6: 闪光控制信号 7: 不输出脉冲
GENERAL_OUTPUT2_SOURCE	通用输出信号 2 的来源	0: 内部触发信号 1: 外部通用输入信号 1 2: 外部通用输入信号 2 3: 编码器信号 4: 积分控制信号 1 5: 积分控制信号 2 6: 闪光控制信号 7: 不输出脉冲

(5) I/O 高级控制方法参数说明字段

字段名称	字段含义	取值说明
INTEGRATION_METHOD	积分控制信号合成方法	0: 积分控制方法 1 1: 积分控制方法 2 2: 积分控制方法 3 3: 积分控制方法 4 4: 积分控制方法 5
INTEGRATION_PARAM1	积分控制方法参数 1	参阅“ 4.4.6 高级控制信号 ”
INTEGRATION_PARAM2	积分控制方法参数 2	参阅“ 4.4.6 高级控制信号 ”
INTEGRATION_PARAM3	积分控制方法参数 3	参阅“ 4.4.6 高级控制信号 ”
INTEGRATION_PARAM4	积分控制方法参数 4	参阅“ 4.4.6 高级控制信号 ”
INTEGRATION_POLARITY1	积分控制方法信号 1 极性	0: 负极性 1: 正极性
INTEGRATION_POLARITY2	积分控制方法信号 2 极性	0: 负极性 1: 正极性
STROBE_METHOD	闪光控制信号合成方法	0: 闪光控制方法 1 1: 闪光控制方法 2
STROBE_PARAM1	闪光控制方法 DELAY 参数	单位: 微秒
STROBE_PARAM2	闪光控制方法 WIDTH 参数	单位: 微秒
STROBE_POLARITY1	闪光控制方法信号极性	0: 正极性

		1: 负极性
GENERALOUTPUT1_POLARITY	通用输出信号 1 的极性	0: 极性与信号源相同 1: 极性与信号源相反
GENERALOUTPUT2_POLARITY	通用输出信号 2 的极性	0: 极性与信号源相同 1: 极性与信号源相反
TIMEOUT	采集图像超时时间	-1: 不限超时 0~2147483647ms
GENERALINPUT1_TRIGGER_MODE	通用输入信号 1 触发模式	0: 边沿触发 1: 电平触发
GENERALINPUT2_TRIGGER_MODE	通用输入信号 2 触发模式	0: 边沿触发 1: 电平触发
SHAFT_ENCODER_CHANNEL	编码器 A/B 通道选择 (只在倍频 1/2 倍时有效)	0: A 通道 1: B 通道
SHAFT_ENCODER_MULTIPLY_FACTOR	编码器倍频系数选择	0: 1 倍频 1: 2 倍频 2: 4 倍频 3: 8 倍频 4: 16 倍频 5: 32 倍频
GENERAL_INPUT1_POLARITY	通用输入信号 1 的极性	0: 高电平/上升沿 1: 低电平/下降沿
GENERAL_INPUT1_MIN_WIDTH	通用输入信号 1 最小脉宽	8ns~65528ns
GENERAL_INPUT2_POLARITY	通用输入信号 2 的极性	0: 高电平/上升沿 1: 低电平/下降沿
GENERAL_INPUT2_MIN_WIDTH	通用输入信号 2 最小脉宽	8ns~65528ns
IKP_CXP_TRIGGER_OUTPUT_SELECTOR	相机触发源	0: 无触发 1: 积分控制信号 1 2: 积分控制信号 2

A.2 采集卡附件

合肥埃科光电科技股份有限公司为 Vulcan-CXP 采集卡提供了与其功能相匹配的线缆附件，这些线缆包括：CoaXPress 线缆、I/O 线缆。

(1) CoaXPress 线缆

合肥埃科光电科技股份有限公司为用户提供长度（6/10 米）可选的 CoaXPress 线缆。图 50 为用于 Vulcan-CXP6-2、Vulcan-CXP6 和 Vulcan-CXP6-8 采集卡的 CoaXPress 线缆，图 51 为用于 Vulcan-CXP12-1、Vulcan-CXP12-2 和 Vulcan-CXP12 采集卡的 CoaXPress 线缆。



图 50 用于 Vulcan-CXP6-2、Vulcan-CXP6 和 Vulcan-CXP6-8 的 CoaXPress 线缆



图 51 用于 Vulcan-CXP12-1、Vulcan-CXP12-2 和 Vulcan-CXP12 的 CoaXPress 线缆

(2) I/O 线缆

合肥埃科光电科技股份有限公司提供单端 3 排 DB15 插座的 I/O 连接线,方便用户将外部 I/O 信号连接至采集卡前面板上的外部 I/O 接口 J13。I/O 线缆如图 52 所示。



图 52 I/O 线缆

采集卡 I/O 线缆颜色与引脚对应关系如下表所示：

Pin#	Color	Pin#	Color	Pin#	Color
1	紫	2	蓝	3	橙
4	黄黑	5	黄	6	棕
7	红黑	8	红	9	白黑
10	白	11	绿黑	12	绿
13	灰	14	粉	15	浅绿

三排 DB15 管脚分布如图 53 所示：

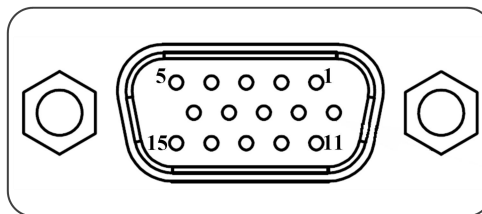


图 53 三排 DB15 接口管脚分布

DB15/J13 接口的管脚定义如下表所示：

Pin#	Description	Pin#	Description
1	GeneralOutput1_Signal	2	GeneralOutput2_Signal
3	GeneralOutput1_VCC	4	ShaftEncoder1_A+
5	ShaftEncoder1_A-	6	ShaftEncoder1_B+
7	GeneralOutput1_GND	8	ShaftEncoder1_B-
9	GeneralInput1-	10	GeneralOutput2_GND
11	GeneralInput2-	12	GeneralInput2+

13	GeneralOutput2_VCC	14	N.C
15	GeneralInput1+	-	-

Vulcan-CXP6-8 采集卡还可以通过标准 I/O 线缆将外部触发 I/O 信号连接至采集卡。标准 I/O 线缆如图 54 所示，它通过挡板固定在计算机上。



图 54 标准 I/O 线缆

标准 I/O 线缆的一端连接采集卡板上的 J15 接口。J15 接口的管脚分布如图 55 所示。

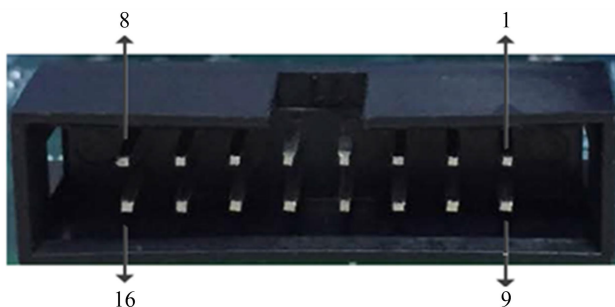


图 55 采集卡板上 J15 接口管脚分布