

Vulcan-CL PCIe 采集卡

用户手册

(V1.5.1 2023.02.10)



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
1.4.8	2016/10/20	<ul style="list-style-type: none"> ● 添加统计直方图介绍 ● 1.1 连接线种类修改 ● 2.2.3 在线更新说明修改 ● 2.2.4 虚拟串口安装说明修改 ● 4.1 整体框图修改 ● 5.2 板上插座和 LED 列表修改 ● 5.4 添加多卡同步说明 ● 5.5 I/O 接插件更改 ● 更新 IKapExpert 快速指南
1.4.10	2017/04/05	<ul style="list-style-type: none"> ● 修改采集卡工作模式的相关描述
1.4.11	2018/04/23	<ul style="list-style-type: none"> ● 更新触发接口信号定义 ● 更新采集卡指示灯状态定义
1.4.12	2019/05/09	<ul style="list-style-type: none"> ● 增加联系方式 ● 修正 Vulcan-CL 采集卡虚拟串口图例 ● 修正 IKapExpert 相关图例 ● 修正附录 VLCF 说明
1.4.14	2019/10/24	<ul style="list-style-type: none"> ● 更新 IO 接口示意图
1.4.18	2020/05/09	<ul style="list-style-type: none"> ● 更新采集卡参数配置说明 ● 更新像素时钟范围
1.4.21	2021/07/20	<ul style="list-style-type: none"> ● 更新通用输入和编码器输入信号允许的最高电压值 ● 新增采集卡帧触发延迟、行间超时系数的设置 ● 更新 SDR 接口采集卡指示灯的丝印说明
1.4.23	2021/09/01	<ul style="list-style-type: none"> ● 增加对 Dual-Base 模式的支持 ● 增加对 JPEG 压缩传输的支持
1.4.24	2022/01/10	<ul style="list-style-type: none"> ● 增加占空比补偿功能 ● 更新公司名称
1.4.25	2022/02/20	<ul style="list-style-type: none"> ● 更新采集卡驱动安装界面
1.4.26	2022/04/25	<ul style="list-style-type: none"> ● 更新公司 logo ● 更新 2.2.2 节图例
1.5.0	2022/12/28	<ul style="list-style-type: none"> ● 添加 Vulcan-sCL PE4 DBase Plus 采集卡信息 ● 更新 IKapCViewer 截图
1.5.1	2023/02/10	<ul style="list-style-type: none"> ● 更新公司地址

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	10
2 安装 Vulcan-CL 采集卡	11
2.1 安装前准备	11
2.2 安装过程指南	11
2.2.1 硬件安装	11
2.2.2 驱动安装	11
2.2.3 固件升级	13
2.2.4 虚拟串口	14
2.2.5 问题查找与解决	15
3 IKapCViewer 快速指南	17
3.1 采集卡及相机连接	17
3.2 采集卡参数配置	17
3.3 图像采集与显示	26
3.3.1 图像显示区	26
3.3.2 水平波形图	27
3.3.3 垂直波形图	27
3.3.4 统计直方图	28
3.4 采集卡配置文件	29
3.5 IKapBoard 示例程序	29
4 Vulcan-CL 采集卡功能解析	30
4.1 技术规格	30
4.2 结构框图	34
4.3 采样控制单元	36
4.3.1 功能指标	36
4.3.2 采集模式	36
4.4 I/O 控制器	37
4.4.1 触发源	37
4.4.2 内触发信号	37
4.4.3 通用输入信号	38
4.4.4 编码器输入信号	39
4.4.5 高级控制信号	40
4.4.6 通用输出信号	44
4.4.7 多卡同步信号	45
5 Vulcan-CL 采集卡硬件说明	47
5.1 采集卡硬件结构	47

5.2	Camera Link 接口及信号指示	48
5.2.1	采集卡前面板	48
5.2.2	Camera Link 接口	49
5.2.3	Camera Link 指示灯	51
5.3	外部 I/O 接口	52
5.3.1	通用输入信号接口	52
5.3.2	编码器信号接口	53
5.3.3	通用输出信号接口	53
5.4	多卡同步接口	54
附录		55
A.1	VLCF 说明	55
A.2	采集卡附件	63

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-CL PCIe 采集卡。在使用 Vulcan-CL 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-CL 采集卡包括 PCIe 接口和 USB3.0 接口两个系列，本手册针对 PCIe 接口采集卡编写，不适用于 USB3.0 接口的采集卡，手册中的 Vulcan-CL 采集卡特指 PCIe 接口采集卡，后续不再专门予以区分。

Vulcan-CL 采集卡包括 Vulcan-CL PE1 Base、Vulcan-sCL PE4 DBase、Vulcan-sCL PE4 DBase Plus、Vulcan-CL PE4 Full、Vulcan-CL PE4 Full Pro、Vulcan-sCL PE4 Full、Vulcan-sCL PE4 Full Pro、Vulcan-sCL PE4 Full Plus 等型号，如下表所示。

产品型号	总线	Camera Link 接口类型
Vulcan-CL PE1 Base	PCIe2.0/1.1 × 1	Base (MDR)
Vulcan-sCL PE4 DBase	PCIe2.0 × 4	Dual-Base (SDR)
Vulcan-sCL PE4 DBase Plus	PCIe2.0 × 4	Dual-Base (SDR)
Vulcan-CL PE4 Full	PCIe2.0 × 4	Full (MDR)
Vulcan-CL PE4 Full Pro	PCIe2.0 × 4	Full (MDR)
Vulcan-sCL PE4 Full	PCIe2.0 × 4	Full (SDR)
Vulcan-sCL PE4 Full Pro	PCIe2.0 × 4	Full (SDR)
Vulcan-sCL PE4 Full Plus	PCIe2.0 × 4	Full (SDR)

合肥埃科光电科技股份有限公司为 Vulcan-CL 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-CL 采集卡提供了 Camera Link 线缆、I/O 专用线缆和同步连接线缆等附件，具体可参见附录 [A.2 采集卡附件](#)。

1.2 主要特性

采集卡型号	Vulcan-CL PE1 Base
Camera Link 模式	Base
接口标准	Camera Link 2.0
像素深度	8/10/12/14/16 bit
Tap 排列	1 Tap: 8/10/12/14/16bit Mono/Bayer 1 Tap: 8bit RGB/BGR 2 Taps: 8/10/12/14/16bit Mono/Bayer
扫描类型	面扫描、线扫描
像素时钟	20MHz~85MHz
板载内存	512 MB
数据率	255 MB/s

通讯方式	计算机串口通讯，4800~921600bps 波特率
输入输出	2 路光电隔离输入 1 路正交旋转编码器输入 1 路光电隔离输出 多卡同步输入输出
固件升级	支持固件在线升级
工作温度	0~65°C
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-sCL PE4 DBase / Vulcan-sCL PE4 DBase Plus
Camera Link 模式	Base/Dual-Base
接口标准	Camera Link 2.0
像素深度	8/10/12/14/16 bit
Tap 排列	1 Tap: 8/10/12/14/16bit Mono/Bayer 1 Tap: 8bit RGB/BGR 2 Taps: 8/10/12/14/16bit Mono/Bayer
扫描类型	面扫描、线扫描
像素时钟	20MHz~85MHz
板载内存	512 MB
数据率	850MB/s
通讯方式	计算机串口通讯，1200~921600bps 波特率
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 多卡同步输入输出
固件升级	支持固件在线升级
工作温度	0~65°C
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-CL PE4 Full / Vulcan-CL PE4 Full Pro
Camera Link 模式	Full/Full+/Base/Medium
接口标准	Camera Link 2.0
像素深度	8/10/12/14/16 bit
Tap 排列	1 Tap: 8/10/12/14/16bit Mono/Bayer 1 Tap: 8/10bit RGB//RGBC/BGR/BGRC 2 Taps: 8/10/12/14/16bit Mono/Bayer 2 Taps: 8/10bit RGB/RGBC/BGR/BGRC 3 Taps: 8/10/12/14/16bit Mono/Bayer

	3 Taps: 8bit RGB/BGR 4 Taps: 8/10/12bit Mono/Bayer 8 Taps: 8/10bit Mono/Bayer 10 Taps: 8bit Mono/Bayer
扫描类型	面扫描、线扫描
像素时钟	20MHz~85MHz
板载内存	512 MB
数据率	850MB/s
通讯方式	计算机串口通讯, 4800~921600bps 波特率
输入输出	2 路光电隔离输入 1 路正交旋转编码器输入 1 路光电隔离输出 多卡同步输入输出
固件升级	支持固件在线升级
工作温度	0~65°C
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-sCL PE4 Full / Vulcan-sCL PE4 Full Pro / Vulcan-sCL PE4 Full Plus
Camera Link 模式	Full/Full+/Base/Medium
接口标准	Camera Link 2.0
像素深度	8/10/12/14/16 bit
Tap 排列	1 Tap: 8/10/12/14/16bit Mono/Bayer 1 Tap: 8/10bit RGB//RGBC/BGR/BGRC 2 Taps: 8/10/12/14/16bit Mono/Bayer 2 Taps: 8/10bit RGB/RGBC/BGR/BGRC 3 Taps: 8/10/12/14/16bit Mono/Bayer 3 Taps: 8bit RGB/BGR 4 Taps: 8/10/12bit Mono/Bayer 8 Taps: 8/10bit Mono/Bayer 10 Taps: 8bit Mono/Bayer
扫描类型	面扫描、线扫描
像素时钟	20MHz~85MHz
板载内存	512 MB
数据率	850MB/s
通讯方式	计算机串口通讯, 1200~921600bps 波特率
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 多卡同步输入输出
固件升级	支持固件在线升级

工作温度	0~65°C
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-CL 采集卡开发的应用程序动态库。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-CL 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-CL 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-CL 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：对于 Vulcan-CL PE1 采集卡，请将采集卡安装在 PCIe x1、PCIe x4 或 PCIe x8 插槽上；对于 Vulcan-CL PE4 或 Vulcan-sCL PE4 采集卡，请将采集卡安装在 PCIe x4 或 PCIe x8 插槽上。并不是所有的计算机 PCIe x16 插槽都支持 PCIe x1 或 PCIe x4 设备。如果准备将 Vulcan-CL 采集卡安装在 PCIe x16 插槽上，需要事先确定该 PCIe x16 插槽是否支持 PCIe x4 或 PCIe x1 设备。

- (3) 将 Vulcan-CL 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-CL 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-CL 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-CL 采集卡驱动支持安装在 Windows 10/7-64/32bit, 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-CL 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安装。



图 4 软件安装结束界面

2.2.3 固件升级

Vulcan-CL 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，可以用该程序完成 Vulcan-CL 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更新的固件，然后点击 Update 完成更新。

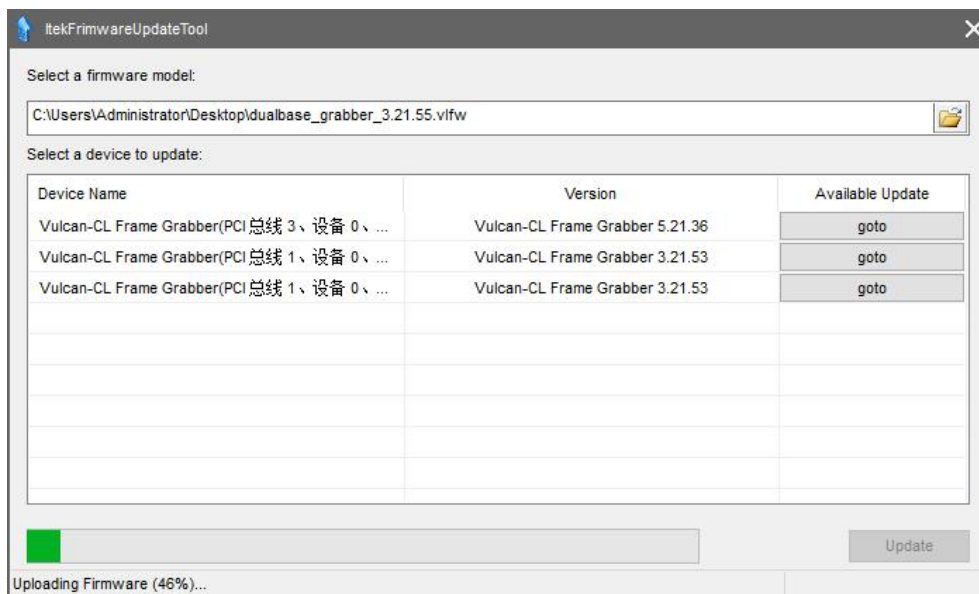


图 5 Vulcan 固件升级程序运行界面

2.2.4 虚拟串口

Vulcan-CL 采集卡驱动安装完成后，Windows 设备管理器默认会为第一个采集卡硬件分配一个虚拟串口，用户可以直接通过该虚拟串口访问相机。



图 6 Vulcan-CL 采集卡虚拟串口

安装多个 Vulcan-CL 采集卡或采集卡固件被切换到 Dual-Base 模式，驱动程序不会为除第一个以外的其它设备安装虚拟串口。如果需要修改已经和采集卡绑定的串口或者为其它设备添加虚拟串口，用户需通过 IKComManager 软件工具对串口进行配置。IKComManager 是一款配置 Vulcan-CL 采集卡虚拟串口的工具，应用界面如下图所示。选择当前设备，可以根据需要分配和释放串口。

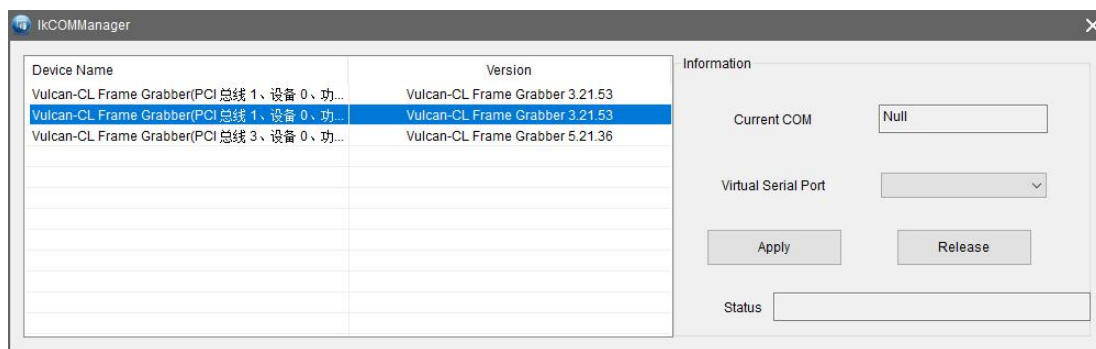


图 7 IKComManager 虚拟串口配置工具

2.2.5 问题查找与解决

Vulcan-CL 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可能出现一些其它问题。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-CL 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 PCIe 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。

另外还需要注意的是，当用户更新固件后（Dual-Base 采集卡更新为 Full 采集卡或 Full 采集卡更新为 Dual-Base 采集卡），需要关机并重启电脑以使固件生效。

（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：**PCIe 设备无法识别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。
 - 如果将采集卡插到 PCIe ×16 插槽上，则需要事先确定该插槽是否支持 PCIe ×4 或 PCIe ×1 设备。因为有些计算机主板做了限制，要求 PCIe ×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。
 - Vulcan-CL 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。请确定 Vulcan 设备驱动已正确安装，如果驱动未安装，打开 IKapExpert 程序，点击“校验”按钮，在“信息窗口”会显示“设备未打开”。



图 8 PCIe 设备未正常连接时 IKapExpert 校验后信息窗口

- 相机与采集卡并未连接完好。请查看 IKapCViewer 软件状态栏“Camera Status”或者点击“校验”按钮，以查看相机的连接状态。
- 现场电磁干扰严重影响相机信号。Vulcan-CL 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、Camera Link 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-CL 采集卡开发的应用与管理软件。通过 IKapCViewer 软件，用户可以对 Vulcan-CL 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-CL 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-CL 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 512MB

下面以一个彩色线扫描相机为实例，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-sCL PE4 Full 采集卡和 PL8KCL-30KF 彩色线扫描相机，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-sCL PE4 Full 采集卡及 PL8KCL-30KF 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，通过双击或点击“打开相机（Open Camera）”按钮即可完成设备打开。

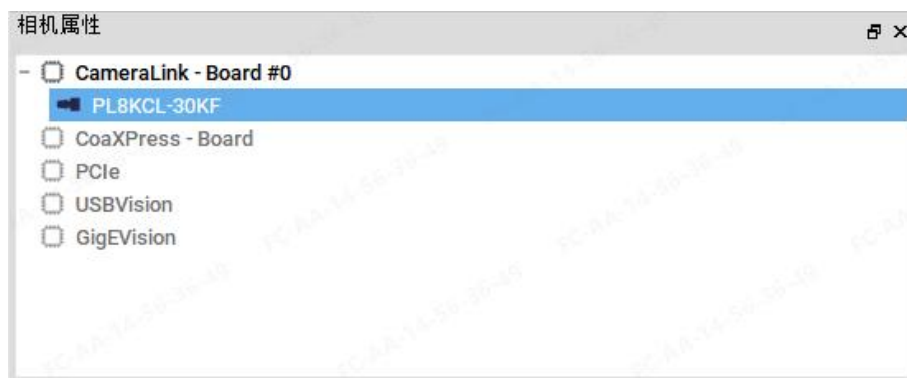


图 9 IKapCViewer 设备列表界面

打开设备后，可以在 IKapCViewer 软件界面右下角看到采集卡 PCIe 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。对于 Vulcan-sCL PE4 Full 采集卡，PCIe 的连接状态应为 5.0GT/s x 4。

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 PL8KCL-30KF 相机，最大水平分辨率为 8320 像素，可输出 RGB/RGBA 格式的 8/10bit 图像，支持外触发，最高触发频率为 34kHz/43kHz（ROI）。

以下将对采集卡的各项配置进行详细介绍：

特征	值
General	
Version	7.122.12
Serial Number	FG22220438
Scan Type	Linear
Data Format	8-bit
Image Type	RGB
Bayer Pattern	
Image Width	8320
Image Height	1024
Tap Offset X	0
Image Offset X	0
Valid Column	All
Signal Enhance Mode	On
Working Mode	Free Run
Trigger Source	General Input1
Delay Mode	In us
Hardware Trigger Delay1(us)	0
Hardware Trigger Delay2(us)	0
Hardware Trigger Delay1 Lines	0
Hardware Trigger Delay2 Lines	0
Hardware Trigger Frame Count	1
Hardware Trigger Frame Active Mode	Off
Time Out(ms)	300000
Line Timeout Factor	256
Line Timeout Receive Mode	Off
Line Valid Filter	<input type="checkbox"/>
Frame Valid	<input type="checkbox"/>

图 10 General 界面

- **Version**
采集卡当前固件版本。
- **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”。该实例连接的是线扫描相机，所以选择“Linear”。

● 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、16-bit。用户在设置该参数时，需要了解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。PL8KCL-30KF 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）。PL8KCL-30KF 为全彩相机，该实例选择图像类型为“RGB”。

● 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 采集图像显示异常。PL8KCL-30KF 水平分辨率为 8320 像素，这里设置“Image Width”的值为 8320。

● 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。线阵相机并没有一个固定的行高，这里设置“Image Height”的值为 1024。

● Tap Offset X

设置每个 Tap 水平方向上的像素偏置个数 N，即相机输出的每个 Tap，都会丢弃前 N 个像素。用户可以通过相机手册获取相机输出图像水平方向 Tap 像素偏置个数。通常情况下默认为 0 即可。

● Image Offset X

设置整幅图像水平方向上的像素偏置个数 N，即相机输出的图像前 N 列将会被丢弃。通常情况下默认为 0 即可。

● Valid Column

设置有效列，抽取所有列（All）或偶数列（Even）或奇数列（Odd）进行图像输出，设置奇/偶数列时需要注意行分辨率减半。

● Signal Enhance Mode

设置是否开启信号增强模式，一般保持默认设置，主要用于改善 Plus 采集卡在远距离传输时（如使用 7 米、10 米线缆）的误码现象。需要注意的是 Plus 采集卡在短距离传输时（如使用 3 米、5 米线缆）要关闭信号增强模式，其他情况默认开启。

● Working Mode

Vulcan-CL 采集卡可以工作在自由运行模式（Free Run）和帧触发模式（Hardware Trigger）。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。关于采集卡触发时序的详细说明，请参阅 [4.3.2 采集模式](#)。这里设置采集卡工作在“Free Run”模式。

● Trigger Source

IKapCViewer 用户可以在“Working Mode”下拉框中选择采集模式。如果选择“Hardware Trigger”，用户还需要在“Trigger Source”下拉框中选择合适的触发源，这些触发源选项包括：“General Input 1”、“General Input 2”、“Shaft Encoder 1”、“Board Sync 1”和“Board Sync 2”，分别对应于通用输入信号 1、通用输入信号 2、编码器信号 1、多卡同步信号 1 和多卡同步信号 2。

● Delay Mode

当采集卡处于自由运行模式时，此按钮禁用；在帧触发采集模式时，有行延迟和曝光时间延迟两种可选。

● Hardware Trigger Delay1/2(us)

设置帧触发输入信号的曝光时间延迟，单位为微秒，设置范围为 0~2147483647。

● Hardware Trigger Delay1/2 Lines

设置帧触发输入信号的行延迟个数，设置范围为 0~65535。

● Hardware Trigger Frame Count

设置触发帧数，当采集卡设置外部触发时才能开始进行此参数设置，设置范围为 1~2147483647。

● Hardware Trigger Frame Active Mode

设置不定长图像采集功能。当采集卡处于自由运行模式时，此按钮禁用；在帧触发采集模式时，可以切换“Off”和“On”按钮来选择是否开启不定长图像采集。开启时需用户提供外部触发信号，如光电门信号。当检测到触发信号高/低电平时，相机开始采集一帧图像，图像行数由触发信号电平宽度控制。当触发信号电平宽度大于“Image Height”时，采集行数受限于“Image Height”并等待下一个触发信号到来；当触发信号宽度小于“Image Height”时，采集行数受限于触发信号宽度并等待下一帧图像到来。

注意：两个帧触发信号的脉冲间隔不应小于 100ms。另外，需要将下文“IO Control”界面对应的帧触发信号的触发模式选择电平触发，同时适当增大接收信号的最小有效宽度来消除毛刺信号。

● Time Out(ms)

设置图像采集超时时间，单位为 ms。该参数可设置-1~2147483647 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。如果在超时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。

● Line Timeout Factor

设置行触发信号之间的超时系数，设置范围为 8~2147483647，采集卡超时判断的依据为“超时系数*行周期”。当发生采集卡行间超时事件后，采集卡会丢弃当前缓冲区中的所有有效数据并重新开始数据采集。

● Line Timeout Receive Mode

设置行触发信号超时接收模式。当选择开启时，发生采集卡行间超时后，采集卡会输出当前缓冲区中的所有有效数据。

● Line Valid Filter

设置是否开启行信号有效滤波，这里保持默认设置。

● Frame Valid

设置是否开启帧同步信号。若相机输出支持 Camera Link Frame Valid，并且在采集图像时需要验证该信号，请勾选该项。对于线阵相机，帧同步信号默认不使能；对于面阵相机帧同步信号默认使能。这里保持默认设置。



图 11 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 3。
- **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。

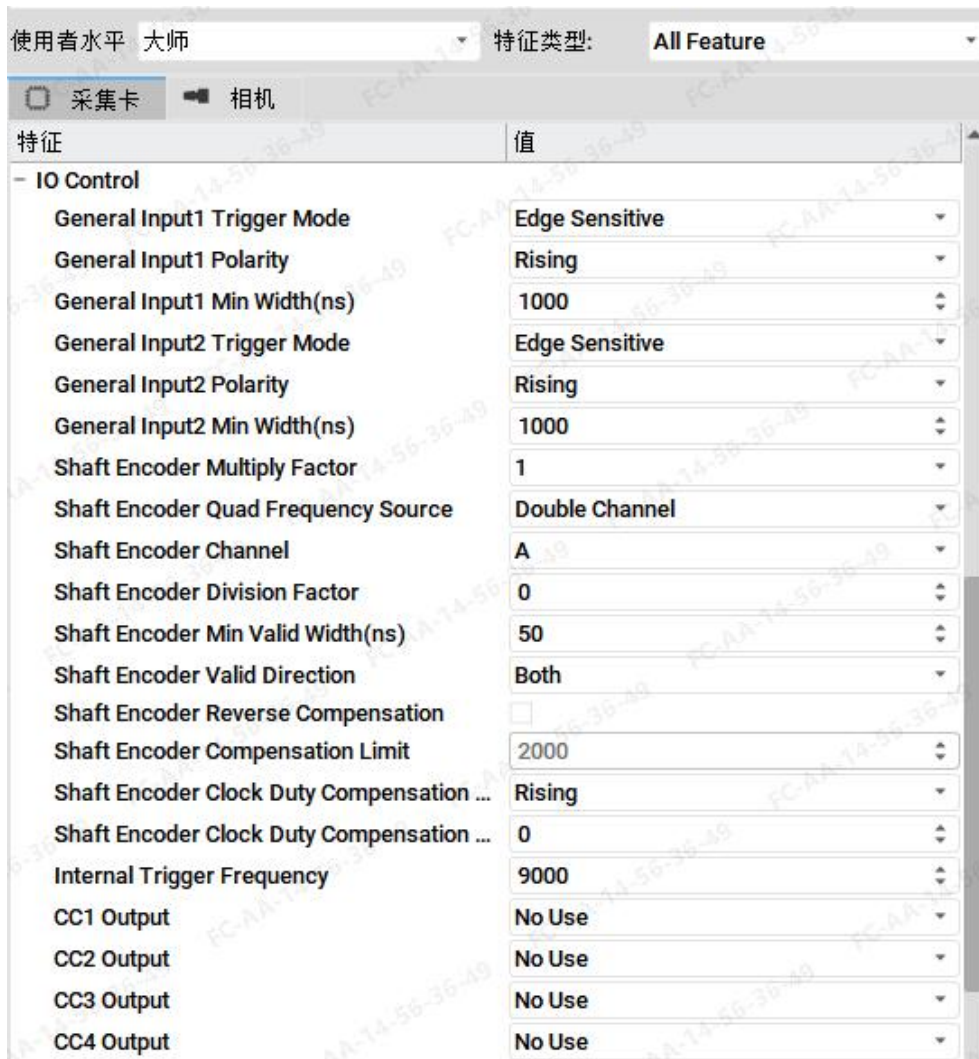


图 12 IO Control 界面

- **General Input1/2 Trigger Mode**

用于调整通用信号的触发模式，Edge Sensitive 代表边沿触发，Level Sensitive 代表电平触发。常见的光电门信号做帧触发可以选择默认的 Edge Sensitive。

- **General Input1/2 Polarity**

用于调整通用信号的触发极性，当 Trigger Mode 为 Edge Sensitive 时，可设置上升沿或下降沿触发；当 Trigger Mode 为 Level Sensitive 时，可设置高电平或低电平触发。

- **General Input1/2 Min Width(ns)**

采集卡接收通用信号的最小有效宽度，小于设置值的信号不会引起触发，相当于滤波功能。当干扰较大时可以提高这个值来确保触发的稳定。

- **Shaft Encoder Multiply Factor**

行信号的倍频设置，可以设置 1/2/4/8/16/32 倍频。

- **Shaft Encoder Quad Frequency Source**

设置编码器 4 倍频以上信号的来源，当编码器倍频设置超过 4 时，用来控制 A 相和 B 相的组合形式，选择 Single Channel 表示单独使用 A 相或者 B 相，选择 Double Channel 表示 A 相和 B 相都使用。

- **Shaft Encoder Channel**

可以选择编码器的 A 相或者 B 相，当倍频设置超过 4 倍时，可以 A/B 相单独使用，也可以 AB 相都使用。

- **Shaft Encoder Division Factor**

行信号的分频设置，可以设置 1~255 的分频。

- **Shaft Encoder Min Valid Width(ns)**

行信号的最小有效宽度，小于设置值的信号不会引起触发。

- **Shaft Encoder Valid Direction**

编码器双向/单向采图功能，用于设置编码器采图时的出图方向，当选择 Both 时，编码器正反转均视为有效；当选择 Forward/Backward 时，仅正转/反转时有效。

- **Shaft Encoder Reverse Compensation**

仅在编码器单向采图功能开启后，该选项才能被修改。勾选该选项后，采集卡会为编码器的反转信号做补偿，使得采图丢弃掉重复部分。

- **Shaft Encoder Compensation Limit**

编码器反转补偿最大值，超过该值后不再补偿编码器反转信号。

- **Shaft Encoder Clock Duty Compensation Type**

行信号占空比补偿功能，当采集卡同时使用 AB 相触发且占空比不是 50% 时，采集卡行频会发生波动，为了消除行频波动，可以设置此选项，当占空比小于 50% 时选择 Falling，当占空比大于 50% 时选择 Rising。

- **Shaft Encoder Clock Duty Compensation Width**

设置行信号占空比不是 50% 时的补偿宽度，计算公式如下（单位为 ns），Period 为触发信号行频对应的周期。

$$\text{Clock Duty Compensation Width(ns)} = |(0.5 - \text{占空比}) * \text{Period}|$$

- **Internal Trigger Frequency**

可以设置内部触发信号的频率，单位为 Hz，该信号由采集卡生成，可以用于协助使用者判断触发功能是否正常。

- **CC1-CC4**

设置采集卡 CC 输出信号的类型，市面上大部分相机需要 CC1 信号作为行触发信号。当采集卡外触发信号接线正确时，触发信号栏 CC1 可以选用 Integration Signal 1。该信号的信号源可

以是编码器、光栅尺等，但是信号送到相机之前需要先做内部调制。

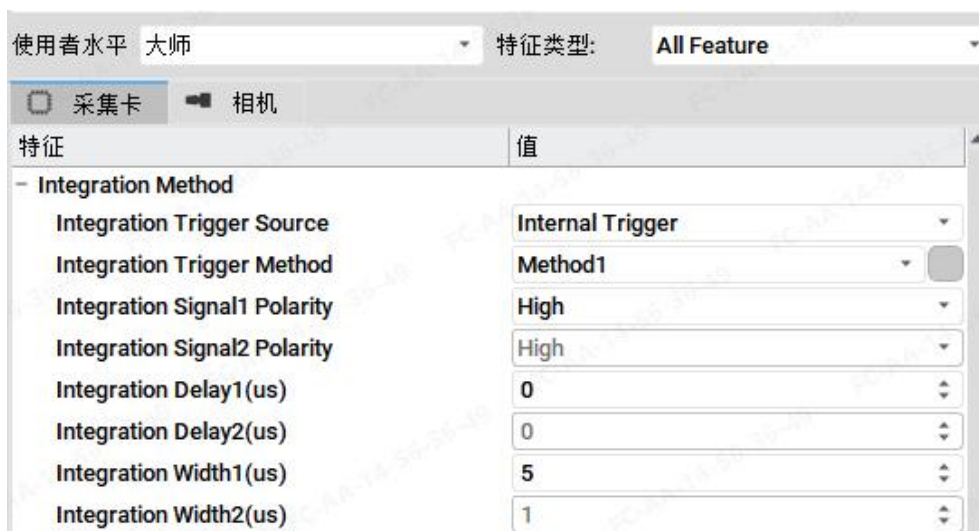


图 13 Integration Method 界面

● Integration Trigger Source

这个选项用于选择调制信号的信号源，包括“Internal Trigger”、“General Input 1”、“General Input 2”、“Shaft Encoder 1”、“Board Sync 1”、“Board Sync 2”和“Software Trigger”，分别对应于“采集卡内部信号”、“通用输入信号 1”、“通用输入信号 2”、“编码器信号 1”、“多卡同步信号 1”、“多卡同步信号 2”和“软件触发信号”。如果相机需要做行信号外触发，当采集卡的触发接线接法正确时，选择 Shaft Encoder1 信号作为信号源，Internal Trigger 是采集卡内部信号，其频率可以在 IO Control 界面调整。

● Integration Trigger Method

选择调制信号的调制方法，一般默认 Method 1 即可。

注意：当调制方法选择 Method4 的时候，只能选择 General Input 1/2 作为触发源，且 General Input1/2 的触发模式要改为电平触发模式。

● Integration Signal1/2 Polarity

选择调制信号的极性，一般默认 High 即可。

● Integration Delay1/2(us)

设置调制信号的延迟，一般默认 0 即可。

● Integration Width1/2(us)

设置调制信号的宽度，一般默认 1us 即可，若有需要搭配自带滤波功能的相机，可以提高这个值以防止信号被屏蔽。



图 14 Strobe Method 界面

- **Strobe Trigger Source**

这个选项用于选择闪光灯输出信号的信号源，包括：“Internal Trigger”、“General Input 1”、“General Input 2”、“Shaft Encoder 1”、“Board Sync 1”、“Board Sync 2”、“Frame Transfer End”、“Software Trigger”和“Frame Transfer Start”，分别对应于“采集卡内部信号”、“通用输入信号 1”、“通用输入信号 2”、“编码器信号 1”、“多卡同步信号 1”、“多卡同步信号 2”、“帧完成信号”、“软件触发信号”和“帧开始信号”。其电气连接电路示意图请参考 5.3.3 小节，GeneralOutput_VCC（引脚 3）接外部电压，GeneralOutput_GND（引脚 7）接地，GeneralOutput_Signal（引脚 1）为闪光灯输出的信号。

其中，帧完成信号作用是：采集卡会对比 CC1 通道信号数量以及采集卡设置的图像高度，当两者相等时输出帧完成信号，即在相机外触发时用于指示采图完成的信号；帧开始信号是在外触发模式下当相机输出第一行图像到采集卡的时候触发帧开始事件。

- **Strobe Trigger Method**

选择调制信号的调制方法，一般默认 Method 1 即可。

- **Strobe Signal Polarity**

选择调制信号的极性，一般默认 High 即可。

- **Strobe Delay(us)**

设置调制信号的延迟，一般默认 0 即可。

- **Strobe Width(us)**

设置调制信号的宽度，若有需要搭配自带滤波功能的相机，可以提高这个值以防止信号被屏蔽。信号源以“Frame Transfer End”为例，宽度设置为 100000 μ s，则用示波器观察波形图可以发现单个信号周期内的高电平或低电平持续时间为 100ms，信号周期则为“图像高度/行频”。

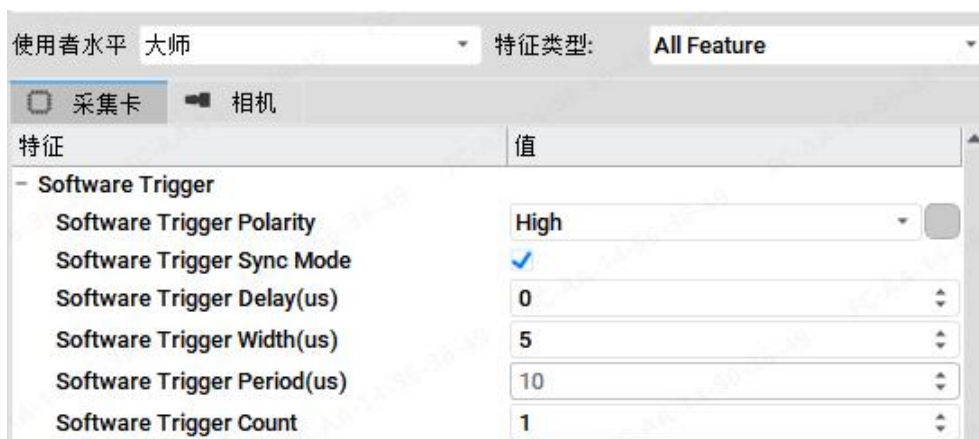


图 15 Software Trigger 界面

- **Software Trigger Polarity**
选择软件触发信号的脉冲极性，一般默认 High 即可，即高电平有效。
- **Software Trigger Sync Mode**
用于选择软件触发信号的同步模式，若使能同步模式，则采集卡每接收到一帧完整图像后就会自动产生一个软件触发信号；若禁用同步模式，则采集卡会根据软件触发信号的周期和宽度选项自动产生软件触发信号。
- **Software Trigger Delay(us)**
设置软件触发信号相对于触发指令给出的触发信号的延迟时间，一般默认 0 即可。
- **Software Trigger Width(us)**
设置单个软件触发信号高电平或低电平的脉冲宽度。
- **Software Trigger Period(us)**
设置单个软件触发信号的周期长度。
- **Software Trigger Count**
设置单个触发指令产生的软件触发信号的个数。



图 16 Advanced Control 界面

- **General Output1/2 Source**
采集卡的输出信号源。
- **General Output1/2 Polarity**
采集卡的输出信号极性。
- **Board Synchronization1/2 Source**
采集卡的板间同步信号源。
- **Board Synchronization1/2 Trigger**
采集卡的板间同步信号触发极性。

3.3 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。

3.3.1 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。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。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。

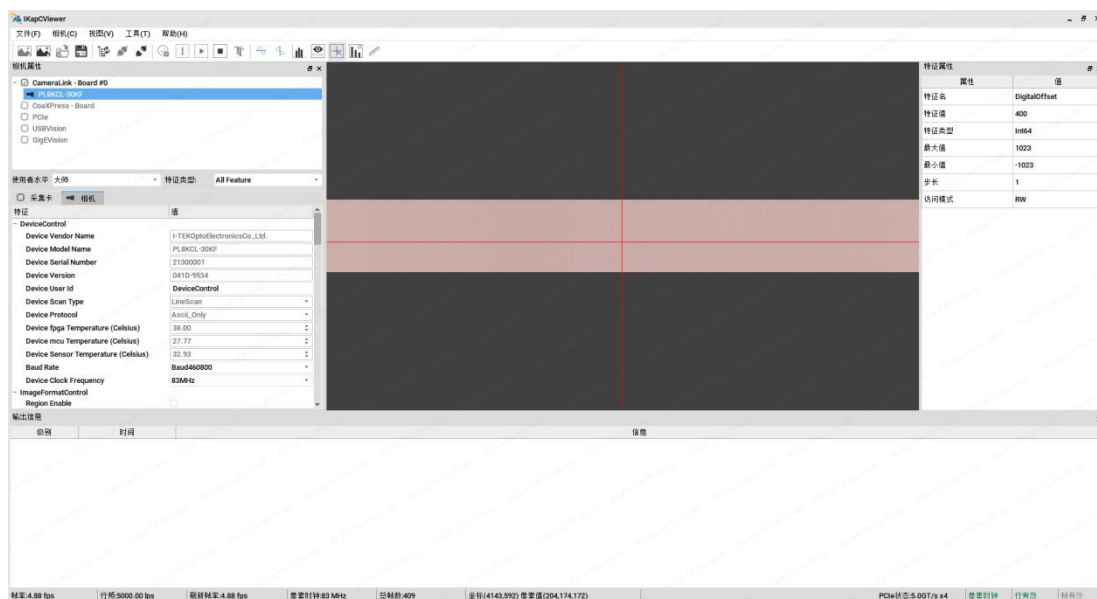


图 17 IKapCViewer 图像显示主界面

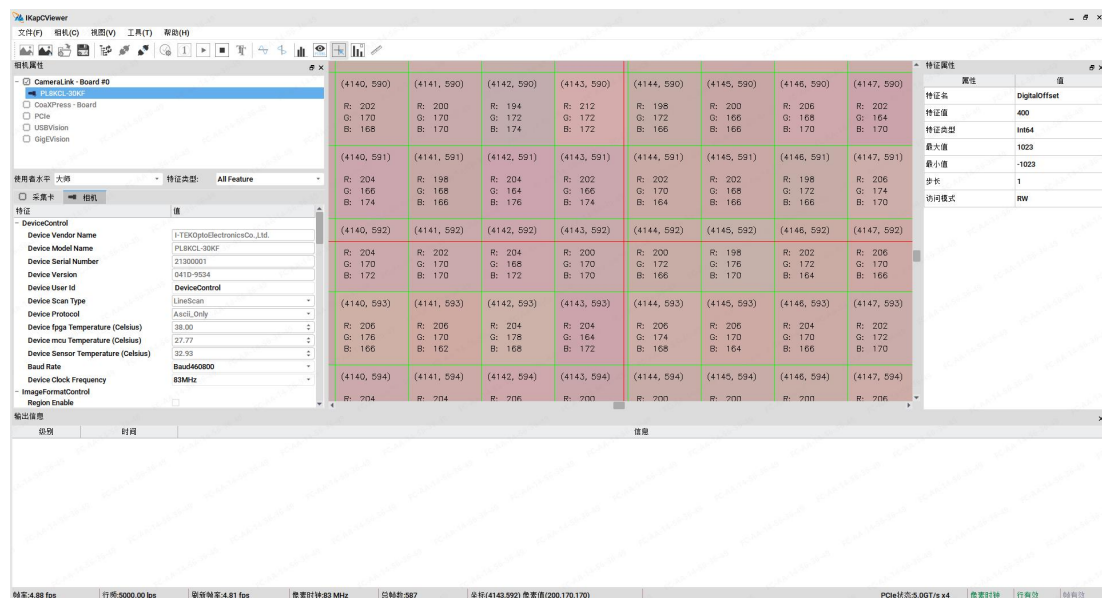


图 18 IKapCViewer 图像最大化显示界面

3.3.2 水平波形图

通过“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，如下图所示，水平波形图横轴代表像素序号，纵轴代表像素灰度值大小。

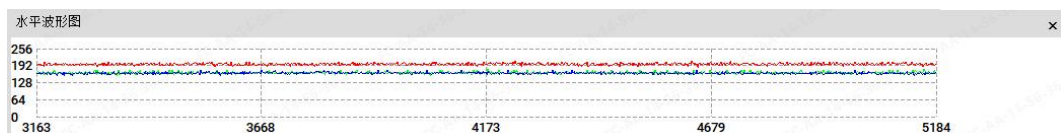


图 19 IKapCViewer 图像水平波形图

3.3.3 垂直波形图

通过“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，如下图所示。垂直波形图纵轴代表像素序号，横轴代表像素灰度值大小。

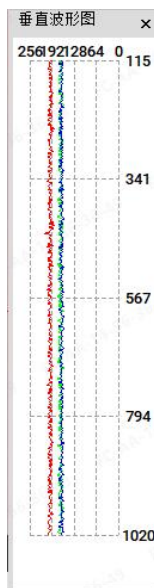


图 20 IKapCViewer 图像垂直波形图

3.3.4 统计直方图

通过“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，如下图所示。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）。

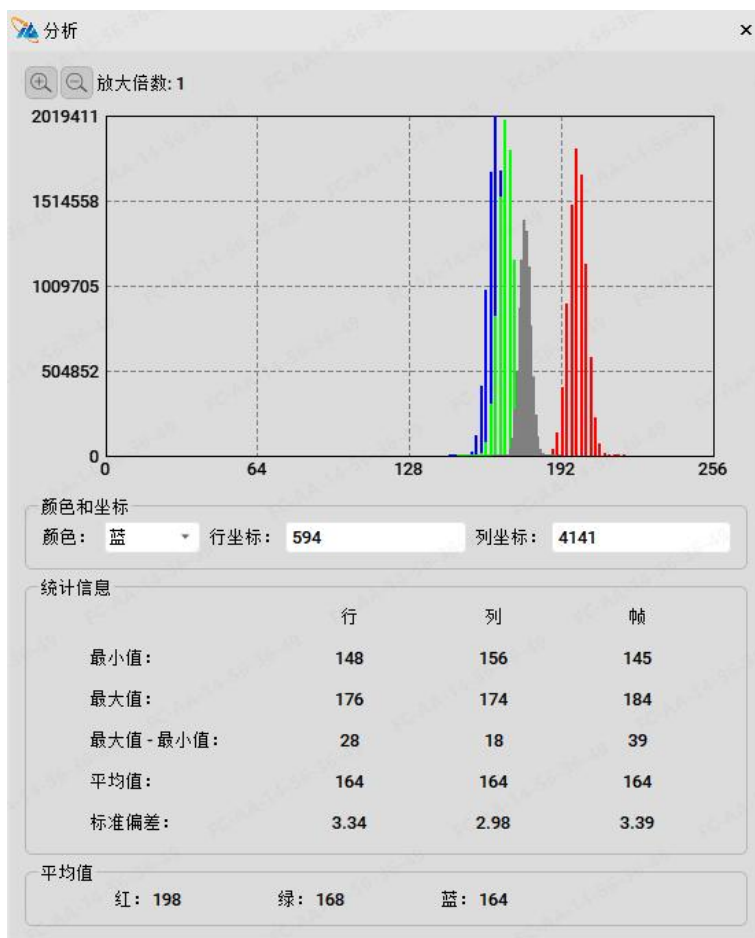


图 21 IKapCViewer 图像统计直方图

3.4 采集卡配置文件

Vulcan-CL 采集卡配置文件（VLCF）后缀为“.vlcF”。文件中包含了 Vulcan-CL 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
- 相机图像输出的 Tap 排列方式
- 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。

3.5 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-CL 采集卡功能解析

4.1 技术规格

Vulcan-CL PE1 Base 采集卡主要技术参数如下表所示：

项目	指标
Camera Link 模式	Base
接口标准	PCIe Gen 2.0 和 Camera Link 2.0（向下兼容）
像素深度	8/10/12/14/16 bit
Tap 排列	1 Tap: 8/10/12/14/16bit Mono/Bayer 1 Tap: 8bit RGB/BGR 2 Taps: 8/10/12/14/16bit Mono/Bayer
扫描类型	面扫描、线扫描
图像大小	水平方向最小分辨率：128 像素 水平方向最大分辨率：64k 像素 垂直方向最小行数：1 行 纵向扫描最大值：面阵 256M 行，线阵无限制
像素时钟	20MHz~85MHz
功耗	<6.0W
图像缓存	512MB
数据率	255 MB/s
波特率	4800bps~921600bps
I/O 控制	2 路光电隔离输入： ● 最大频率 68kHz ● 电平标准支持 RS422、TTL 和差分输入 ● 电平幅值 3.3V~24V 1 路正交旋转编码器输入： ● 最大频率 2MHz ● 电平标准支持 RS422、TTL 和差分输入 ● 电平幅值 3.3V~24V 1 路光电隔离输出： ● 最大频率 80kHz
多卡同步	最多支持 4 块采集卡，同步延迟不大于 25ns

Vulcan-sCL PE4 DBase / Vulcan-sCL PE4 DBase Plus 采集卡主要技术参数如下表所示：

项目	指标
Camera Link 模式	Base/Dual-Base
接口标准	PCIe Gen 2.0 和 Camera Link 2.0（向下兼容）
像素深度	8/10/12/14/16 bit
Tap 排列	1 Tap: 8/10/12/14/16bit Mono/Bayer 1 Tap: 8bit RGB/BGR 2 Taps: 8/10/12/14/16bit Mono/Bayer
扫描类型	面扫描、线扫描
图像大小	水平方向最小分辨率：128 像素

	水平方向最大分辨率：64k 像素 垂直方向最小行数：1 行 纵向扫描最大值：面阵 256M 行，线阵无限制
像素时钟	20MHz~85MHz
功耗	<8.5W
图像缓存	512MB
数据率	850 MB/s
波特率	1200bps~921600bps
I/O 控制	2 路光电隔离输入： <ul style="list-style-type: none"> ● 最大频率 68kHz ● 电平标准支持 RS422、TTL 和差分输入 ● 电平幅值 3.3V~24V 1 路正交旋转编码器输入： <ul style="list-style-type: none"> ● 最大频率 2MHz ● 电平标准支持 RS422、TTL 和差分输入 ● 电平幅值 3.3V~24V 2 路光电隔离输出： <ul style="list-style-type: none"> ● 最大频率 40kHz
多卡同步	最多支持 4 块采集卡，同步延迟不大于 25ns

Vulcan-CL PE4 Full / Vulcan-CL PE4 Full Pro 采集卡主要技术参数如下表所示：

项目	指标
Camera Link 模式	Full/Full+/Base/Medium
接口标准	PCIe Gen 2.0 和 Camera Link 2.0（向下兼容）
像素深度	8/10/12/14/16 bit
Tap 排列	1 Tap: 8/10/12/14/16bit Mono/Bayer 1 Tap: 8/10bit RGB//RGBC/BGR/BGRC 2 Taps: 8/10/12/14/16bit Mono/Bayer 2 Taps: 8/10bit RGB/RGBC/BGR/BGRC 3 Taps: 8/10/12/14/16bit Mono/Bayer 3 Taps: 8bit RGB/BGR 4 Taps: 8/10/12bit Mono/Bayer 8 Taps: 8/10bit Mono/Bayer 10 Taps: 8bit Mono/Bayer
扫描类型	面扫描、线扫描
图像大小	水平方向最小分辨率：128 像素 水平方向最大分辨率：64k 像素 垂直方向最小行数：1 行 纵向扫描最大值：面阵 256M 行，线阵无限制
像素时钟	20MHz~85MHz
功耗	<6.0W
图像缓存	512MB
数据率	850 MB/s

波特率	4800bps~921600bps
I/O 控制	2 路光电隔离输入： <ul style="list-style-type: none"> ● 最大频率 68kHz ● 电平标准支持 RS422、TTL 和差分输入 ● 电平幅值 3.3V~24V 1 路正交旋转编码器输入： <ul style="list-style-type: none"> ● 最大频率 2MHz ● 电平标准支持 RS422、TTL 和差分输入 ● 电平幅值 3.3V~24V 1 路光电隔离输出： <ul style="list-style-type: none"> ● 最大频率 80kHz
多卡同步	最多支持 4 块采集卡，同步延迟不大于 25ns

Vulcan-sCL PE4 Full / Vulcan-sCL PE4 Full Plus 采集卡主要技术参数如下表所示：

项目	指标
Camera Link 模式	Full/Full+/Base/Medium
接口标准	PCIe Gen 2.0 和 Camera Link 2.0（向下兼容）
像素深度	8/10/12/14/16 bit
Tap 排列	1 Tap: 8/10/12/14/16bit Mono/Bayer 1 Tap: 8/10bit RGB/RGBC/BGR/BGRC 2 Taps: 8/10/12/14/16bit Mono/Bayer 2 Taps: 8/10bit RGB/RGBC/BGR/BGRC 3 Taps: 8/10/12/14/16bit Mono/Bayer 3 Taps: 8bit RGB/BGR 4 Taps: 8/10/12bit Mono/Bayer 8 Taps: 8/10bit Mono/Bayer 10 Taps: 8bit Mono/Bayer
扫描类型	面扫描、线扫描
图像大小	水平方向最小分辨率：128 像素 水平方向最大分辨率：64k 像素 垂直方向最小行数：1 行 纵向扫描最大值：面阵 256M 行，线阵无限制
像素时钟	20MHz~85MHz
功耗	<8.5W
图像缓存	512MB
数据率	850 MB/s
波特率	1200bps~921600bps
I/O 控制	2 路光电隔离输入： <ul style="list-style-type: none"> ● 最大频率 68kHz ● 电平标准支持 RS422、TTL 和差分输入 ● 电平幅值 3.3V~24V 1 路正交旋转编码器输入： <ul style="list-style-type: none"> ● 最大频率 2MHz

	<ul style="list-style-type: none"> ● 电平标准支持 RS422、TTL 和差分输入 ● 电平幅值 3.3V~24V 2 路光电隔离输出： <ul style="list-style-type: none"> ● 最大频率 40kHz
多卡同步	最多支持 4 块采集卡，同步延迟不大于 25ns

Vulcan-sCL PE4 Full Pro 采集卡主要技术参数如下表所示：

项目	指标
Camera Link 模式	Full/Full+/Base/Medium
接口标准	PCIe Gen 2.0 和 Camera Link 2.0（向下兼容）
像素深度	8/10/12/14/16 bit
Tap 排列	1 Tap: 8/10/12/14/16bit Mono/Bayer 1 Tap: 8/10bit RGB//RGBC/BGR/BGRC 2 Taps: 8/10/12/14/16bit Mono/Bayer 2 Taps: 8/10bit RGB/RGBC/BGR/BGRC 3 Taps: 8/10/12/14/16bit Mono/Bayer 3 Taps: 8bit RGB/BGR 4 Taps: 8/10/12bit Mono/Bayer 8 Taps: 8/10bit Mono/Bayer 10 Taps: 8bit Mono/Bayer
扫描类型	面扫描、线扫描
图像大小	水平方向最小分辨率：128 像素 水平方向最大分辨率：64k 像素 垂直方向最小行数：1 行 纵向扫描最大值：面阵 256M 行，线阵无限制
像素时钟	20MHz~85MHz
功耗	<6.0W
图像缓存	512MB
数据率	850 MB/s
波特率	1200bps~921600bps
I/O 控制	2 路光电隔离输入： <ul style="list-style-type: none"> ● 最大频率 68kHz ● 电平标准支持 RS422、TTL 和差分输入 ● 电平幅值 3.3V~24V 1 路正交旋转编码器输入： <ul style="list-style-type: none"> ● 最大频率 2MHz ● 电平标准支持 RS422、TTL 和差分输入 ● 电平幅值 3.3V~24V 2 路光电隔离输出： <ul style="list-style-type: none"> ● 最大频率 40kHz
多卡同步	最多支持 4 块采集卡，同步延迟不大于 25ns

注意：1Tap RGB 对应 3Tap Mono 传输；2Taps RGB 对应 6Tap Mono 传输；3Taps RGB 对应 10Tap

Mono 传输。

4.2 结构框图

Vulcan-CL 采集卡各不同型号分别对应不同的 Camera Link 接口。这里依据 Camera Link 接口的不同，给出各型号采集卡的结构框图。下图分别对应 Base 和 Full 接口采集卡。

从结构框图对比可以看出，采集卡各型号区别在于采样控制单元处理的 Camera Link 接口数量不同，Base 对应 1 路，Full 对应 3 路。此外，Dual-Base 接口需要处理两路 UART，Base 和 Full 仅需处理一路 UART。各个型号的采集卡具有完全一致的 I/O 控制接口，便于用户后续升级型号应用兼容。

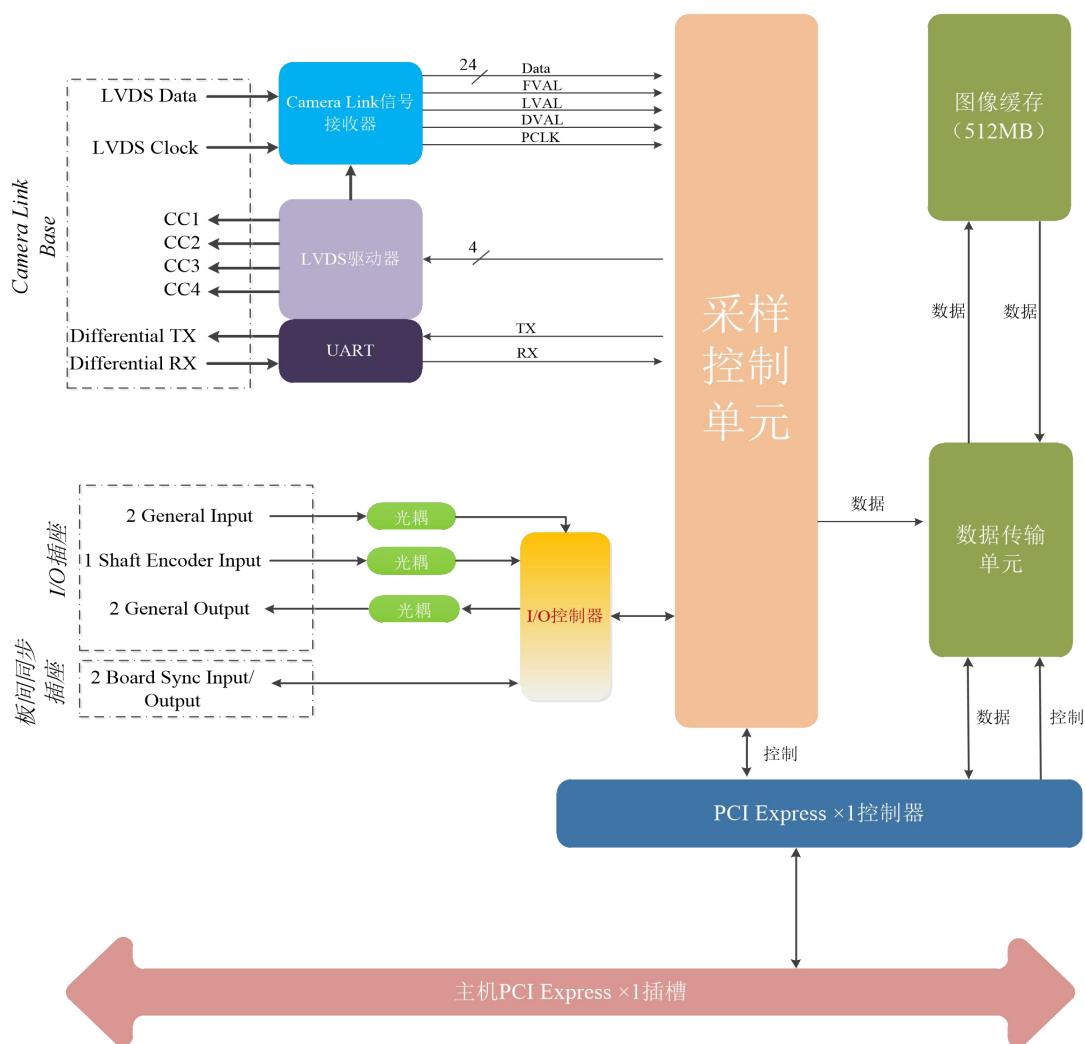


图 22 Base 接口采集卡结构框图

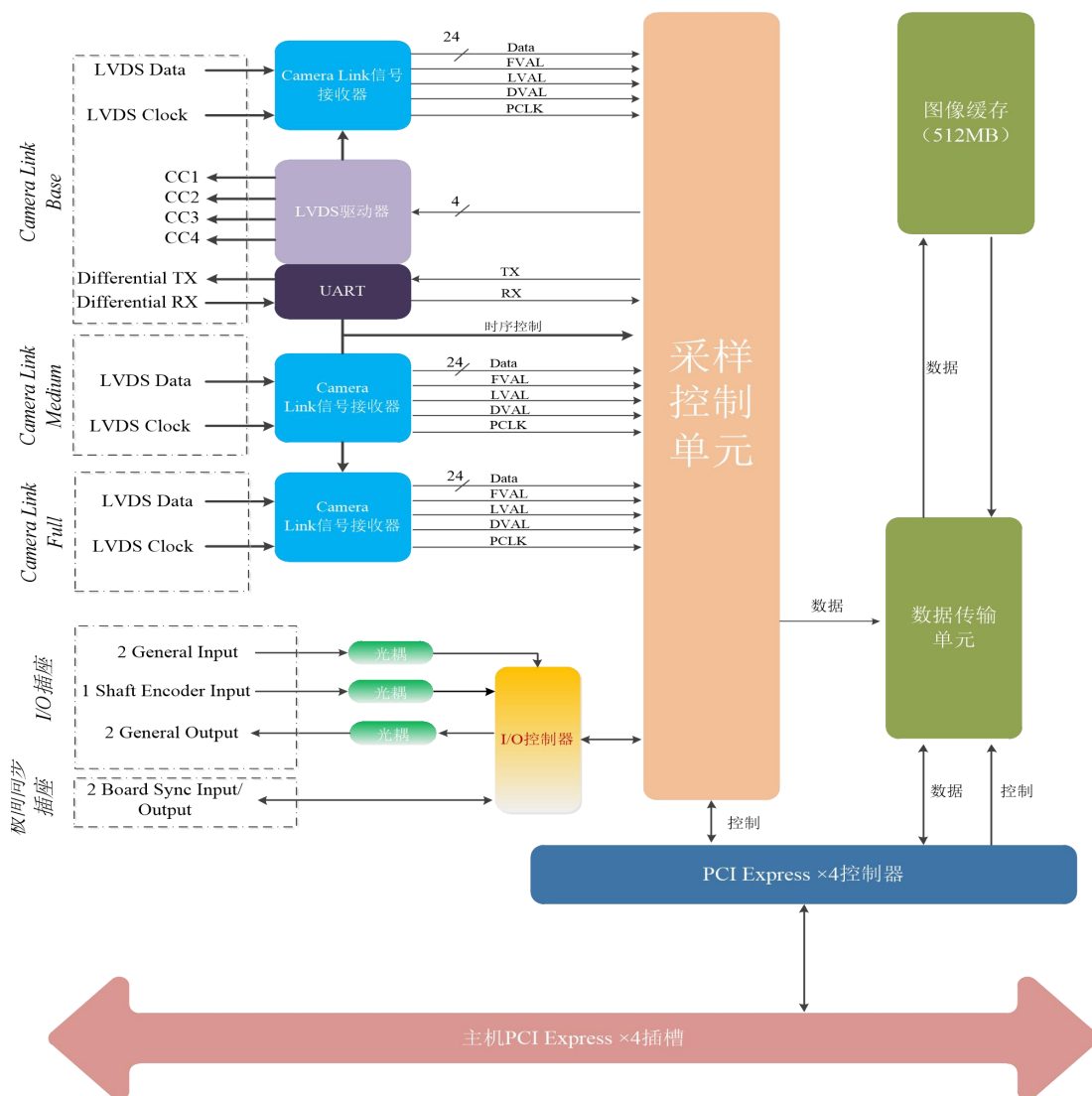


图 23 Full 接口采集卡结构框图

这里对框图中描述的各种信号线作一个具体说明，后文将不再描述。

标准 Camera Link 接口包括 Camera Link 信号接收器、LVDS 驱动器和 UART。

Camera Link 信号接收器接收到总线上输入的数据（LVDS Data）和时钟（Serial CLK），并将其解析为真实数据（Data）、帧有效信号（FVAL）、行有效信号（LVAL）、数据有效信号（DVAL）和像素时钟（PCLK），输入采样控制单元。每个 Camera Link 模块对应 24bit 数据位宽。

LVDS 驱动器对外输出 CC1、CC2、CC3、CC4 四路控制信号到相机。

UART 将输入的差分 TX/RX（Differential TX/RX）信号解析为标准的 TX/RX 信号，用于串口控制。

I/O 控制器控制采集卡的各种输入输出信号，其中包括：

- 1 路光电隔离编码器输入（Shaft Encoder Input）
- 2 路光电隔离通用输入（General Input）
- 2 路光电隔离通用输出（General Output）
- 2 路多卡同步信号（Board Sync）

4.3 采样控制单元

4.3.1 功能指标

采样控制单元的主要功能是对采集卡 Camera Link 接口进行管理，下图给出了 Camera Link 接口的采样时序和具体技术指标。

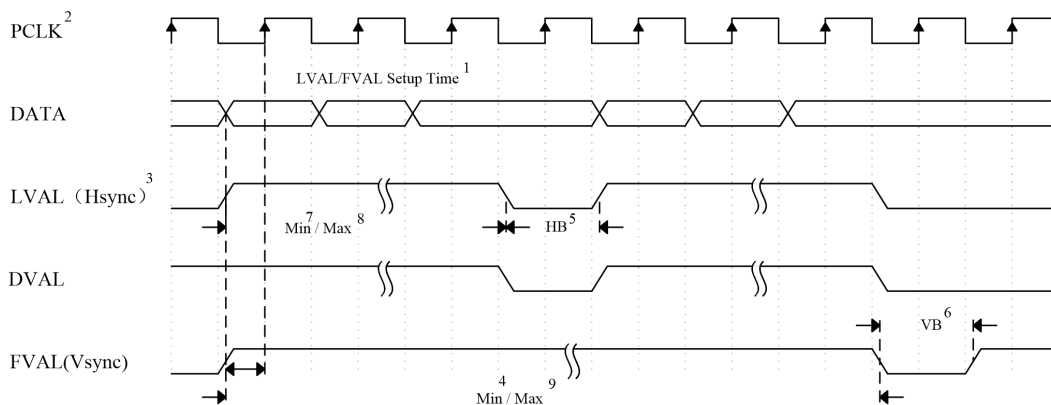


图 24 Vulcan-CL 采集卡采样时序图

说明：

- LVAL（行有效信号）和 FVAL（帧有效信号）的时序建立需求时间（Setup Time）是相同的，即在 PCLK（像素时钟）上升沿来临前至少应保持 15ns 稳定的高电平状态。
- 像素时钟在图像采集过程中必须一直保持有效，否则会导致图像数据异常或者采集失败。PCLK 的频率范围为 20MHz~85MHz。
- 对于线阵相机，采集卡在 LVAL 高电平期间采集图像数据；对于面阵相机，采集卡在 FVAL 和 LVAL 均为高电平期间采集图像数据；当用户使能 Frame Valid 时，采集卡在 LVAL、FVAL 和 DVAL 信号均为高电平时，才认为是有效图像数据。
- FVAL 最小维持时间 Hold Time：1 个 LVAL 有效时间
- 行空闲时间（HB，Horizontal Blanking）：
 - 最小值：4 像素时钟
 - 最大值：无限制
- 帧空闲时间（VB，Vertical Blanking）：
 - 最小值：4 像素时钟
 - 最大值：没有限制
- LVAL 最小维持时间：8 像素时钟
- LVAL 最大维持时间：64K 像素/行
- 图像行数最大值：256M 行（面扫描模式）

4.3.2 采集模式

Vulcan-CL 采集卡的采样控制单元可以工作在两种不同的采集模式，分别是自由运行模式和触发采集模式。当处于自由运行模式时，采集卡会连续获取前端图像数据；当处于触发采集模式时，采集卡会等待有效触发信号后，才开始进行图像数据获取。

自由运行模式时，采集卡主要根据检测到的 Camera Link 接口上的 LVAL、DVAL 和 FVAL 信号进行数据获取；触发采集模式时，采集卡要结合触发信号进行数据获取，触发信号可以被设

置为外部通用输入信号、编码器信号或者多卡同步信号。下图为触发采集模式的图像采集时序图。

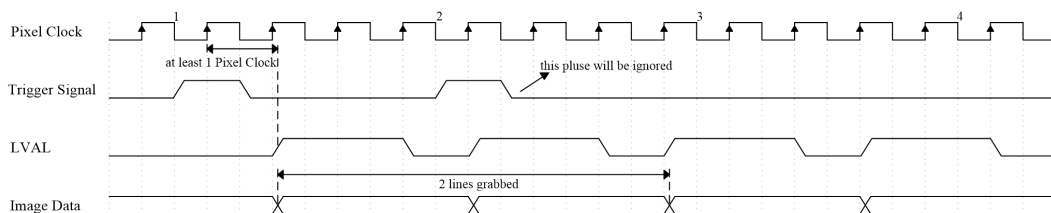


图 25 触发采集方法时序图

注意：

- (1) 触发信号有效至行同步信号有效之间至少需要保留 1 个像素时钟的时间。
- (2) 采集卡在抓取到指定行数的图像之前，不会响应接下来输入的触发信号。
- (3) 采集卡的触发模式仅工作于线扫描模式：面扫模式不支持采集卡工作在触发模式。

4.4 I/O 控制器

I/O 控制器主要功能是对 Camera Link 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、多卡同步信号等。

Vulcan-CL 采集卡实现了一个强大的 I/O 控制器，其采样精度高达 10ns，且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 Camera Link 总线的 CC1~CC4 控制信号输出，也可以用于通用输出信号或多卡同步信号。

I/O 控制器的触发源可以是内部触发信号（Internal Trigger）、软件触发信号（Software Trigger），也可以是外部通用输入信号（General Input）、编码器输入信号（Shaft Encoder Input）以及多卡同步信号（Board Sync）。

4.4.2 内触发信号

内部触发信号是 Vulcan-CL 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~500kHz，用户可以通过 VLCF 进行设置，如下表所示。

VLCF 设置	说明
INTERNAL_TRIGGER_FREQUENCY = 8000.0	设置内部触发源信号频率为 8000Hz

Vulcan-CL 采集卡的内部触发信号设计采样精度为 10ns。由于数字合成的信号频率为离散数据，采集卡会对用户设置的内部触发信号频率进行预处理修正，如果用户设置内部触发源频率为 9000Hz，会被自动修正到 9000.09Hz。Vulcan 的 I/O 控制器设计保证内部触发信号频率精度不低于 0.1Hz。

4.4.3 通用输入信号

Vulcan-CL 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（GeneralInput1）和通用输入信号 2（GeneralInput2）。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，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-CL 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。用户可以通过设置触发模式、极性和最小脉冲宽度属性来适应不同的外部输入信号源。

（1）触发模式

常见的触发模式包括边沿触发和电平触发，Vulcan-CL 采集卡均支持。每个外部输入均可以独立设置触发模式，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
GENERALINPUT1_TRIGGER_MODE = 1	设置通用输入信号 1 为电平触发
GENERALINPUT2_TRIGGER_MODE = 0	设置通用输入信号 2 为边沿触发
GENERALINPUT2_TRIGGER_MODE = 1	设置通用输入信号 2 为电平触发

（2）极性

每个信号的极性均可以单独设置，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 为上升沿触发/高电平触发
GENERAL_INPUT1_POLARITY = 1	设置通用输入信号 1 为下降沿触发/低电平触发
GENERAL_INPUT2_POLARITY = 0	设置通用输入信号 2 为上升沿触发/高电平触发
GENERAL_INPUT2_POLARITY = 1	设置通用输入信号 2 为下降沿触发/低电平触发

（3）最小脉冲宽度

最小脉冲宽度是指输入脉冲宽度的最小值。当实际输入信号的脉冲宽度大于该值时认为是有效触发信号，否则丢弃该脉冲。另外，对于外部输入信号的两个相邻脉冲，前一个脉冲的下降沿与后一个脉冲的上升沿之间的间隔必须大于 20ns。

在 VLCF 中，设置最小脉冲宽度参数如下表所示。其中脉冲宽度最小间隔单位为 10ns，允许设置的范围从 50ns 到 2147483647ns，精度为 10ns。

VLCF 设置	说明
GENERAL_INPUT1_MIN_WIDTH = 50	设置通用输入信号 1 最小脉冲宽度为 50ns
GENERAL_INPUT2_MIN_WIDTH = 50	设置通用输入信号 2 最小脉冲宽度为 50ns

下图分别给出了对输入信号的要求、当输入信号不满足设置的最小脉冲宽度要求时丢弃脉冲的时序和当前后脉冲间隔过短时忽略脉冲的时序。

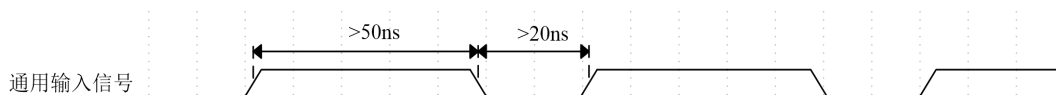


图 26 输入信号要求

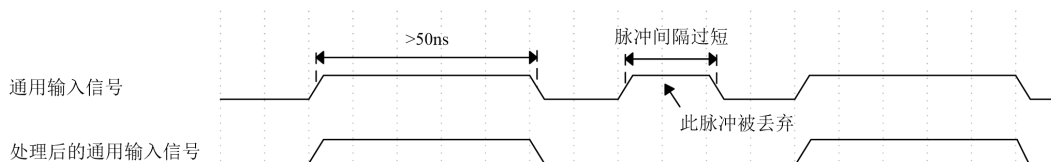


图 27 不满足设置的最小脉冲宽度要求

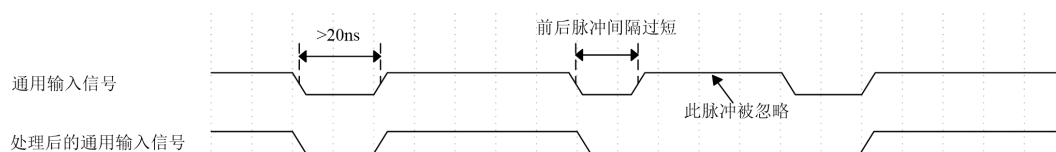


图 28 前后脉冲间隔过短

4.4.4 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（ShaftEncoder1）。编码器 A、B 相兼容单端及差分输入，最高允许单端电平或者差分电压为 24V。

对于编码器信号，Vulcan-CL 采集卡允许对原始信号进行倍频和分频。倍频可选 1、2、4、8、16、32 倍频。分频可选 1~255 共 255 级分频。

1 倍频为编码器单相的原始信号，可以选择 A 相或者 B 相。2 倍频信号是通过 FPGA 实现对 1 倍频信号的倍频效果。4 倍频信号是 Vulcan-CL 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，由于编码器信号的 A、B 相具有频率相同、相位差 90 度的特点，相当于对原始编码器信号进行了 4 倍频处理。在 4 倍频的基础上，Vulcan-CL 采集卡 I/O 控制器利用 FPGA 进行最高 16 倍的倍频处理，相当于对原始编码器信号进行了 32 倍频。

分频则是在已倍频信号的基础上，利用 FPGA 进行分频。

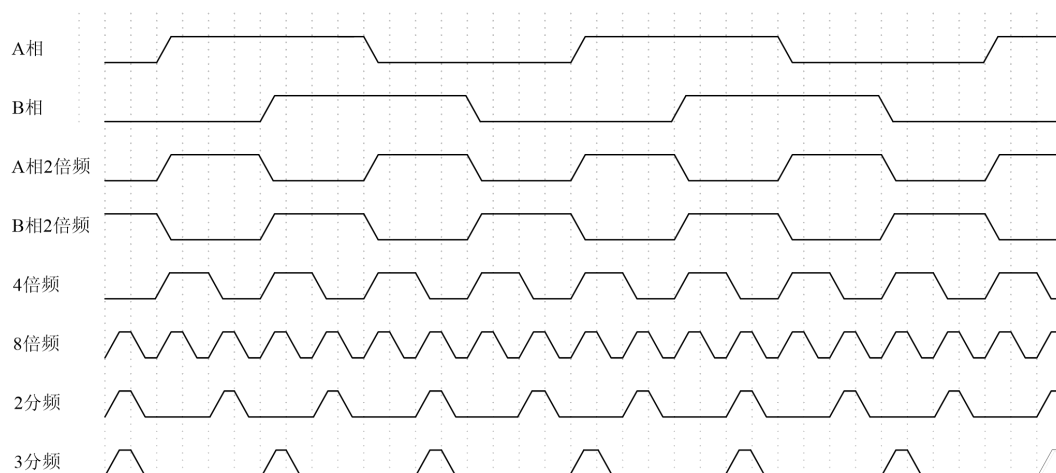


图 29 Vulcan-CL 采集卡编码器信号处理示意图

与外部输入信号处理相同，Vulcan-CL 采集卡也对编码器输入信号进行了滤波，要求编码器输入信号的有效电平维持时间至少达到 100ns，否则会作为无效信号丢弃，用户需要注意。

相关 VLCF 设置如下表所示：

VLCF 设置	说明
SHAFT_ENCODER_CHANNEL = 0	设置编码器信号通道为 A 相
SHAFT_ENCODER_CHANNEL = 1	设置编码器信号通道为 B 相
SHAFTENCODER1_PULSE_DROP = 2	设置编码器脉冲分频系数为 2
SHAFT_ENCODER_MULTIPLY_FACTOR = 0	设置编码器信号 1 倍频

4.4.5 高级控制信号

Vulcan-CL 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（IntegrationSignal1 和 IntegrationSignal2），闪光控制信号有一路（StrobeSignal1）。

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，包括对相机曝光触发、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。

积分控制方法信号源相关 VLCF 设置如下表所示：

VLCF 设置	说明
INTEGRATION_TRIGGER_SOURCE = 0	设置信号源为采集卡内部触发信号
INTEGRATION_TRIGGER_SOURCE = 1	设置信号源为外部通用输入信号 1
INTEGRATION_TRIGGER_SOURCE = 2	设置信号源为外部通用输入信号 2
INTEGRATION_TRIGGER_SOURCE = 5	设置信号源为旋转编码器信号
INTEGRATION_TRIGGER_SOURCE = 7	设置信号源为多卡同步信号 1
INTEGRATION_TRIGGER_SOURCE = 8	设置信号源为多卡同步信号 2
INTEGRATION_TRIGGER_SOURCE = 9	设置信号源为软件触发信号

（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-CL 采集卡 I/O 控制器提供了 4 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 4。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、外部通用输入信号或外部编码器输入信号。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，详见《IKapCViewer 软件使用说明书》。

● 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。

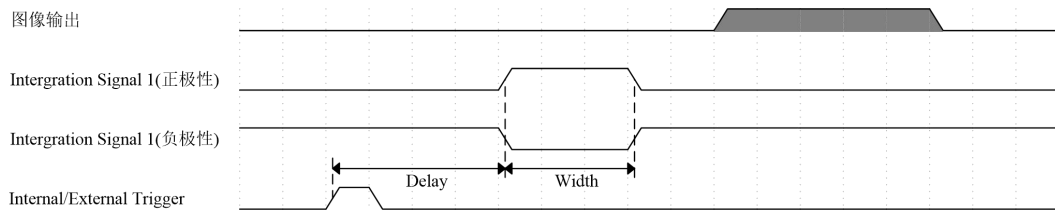


图 30 积分控制方法 1 时序图

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 = 0	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。

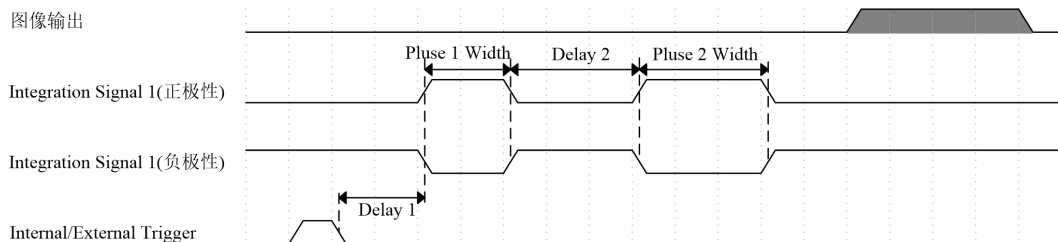


图 31 积分控制方法 2 时序图

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_PARAM3 = 10	设置 Pulse 2 Width 参数
INTEGRATION_POLARITY1 = 0	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（IntegrationSignal1 和 IntegrationSignal2），每路信号都只包含 1 个脉冲。

积分控制信号 1（IntegrationSignal1）跟随触发源信号（Trigger）产生，积分控制信号 2（IntegrationSignal2）跟随积分控制信号 1（IntegrationSignal1）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。

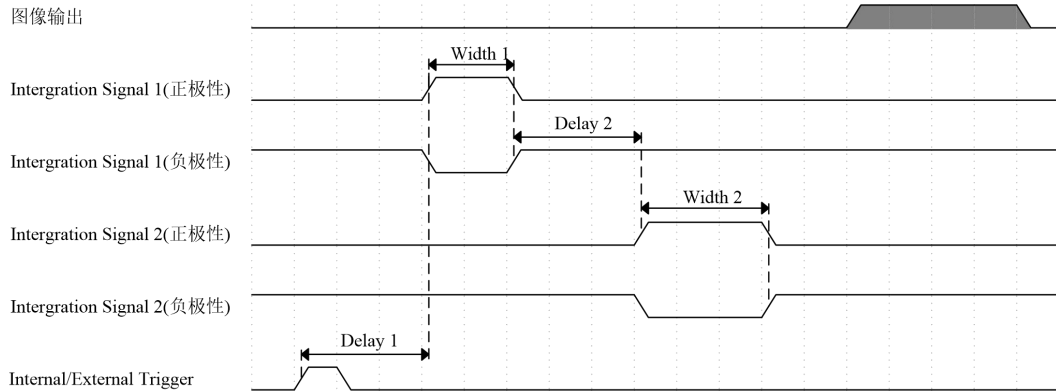


图 32 积分控制方法 3 时序图

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_PARAM3 = 10	设置 Width 2 参数
INTEGRATION_POLARITY1 = 0	设置积分信号 1 极性为正极性
INTEGRATION_POLARITY2 = 1	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。

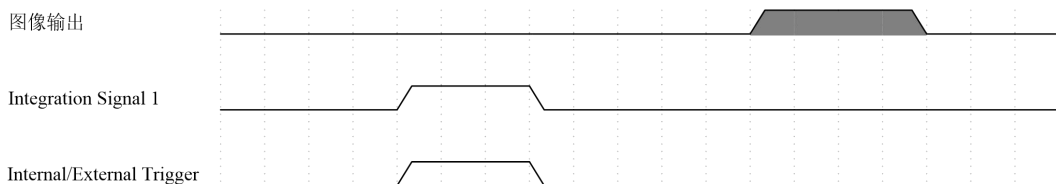


图 33 积分控制方法 4 时序图

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

(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；但不同的是，闪光信号的触发源除了前述的内部触发源、外部通用输入信号、编码器输入信号，还可以是 Camera Link 接口接收到的图像相关时序信号，如帧同步信号（FVAL，也称垂直同步信号）或行同步信号（LVAL，也称水平同步信号）。根据输入信号源的差异，Vulcan-CL 采集卡的 I/O 控制器提供了 3 种闪光控制信号的合成方法，分别命名为闪光控制方法 1~闪光控制方法 3。

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》。

● 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。

闪光控制信号（StrobeSignal1）跟随触发源信号（Trigger）产生，触发源信号可以是内部触发源或外部通用输入信号，以及编码器输入信号。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。

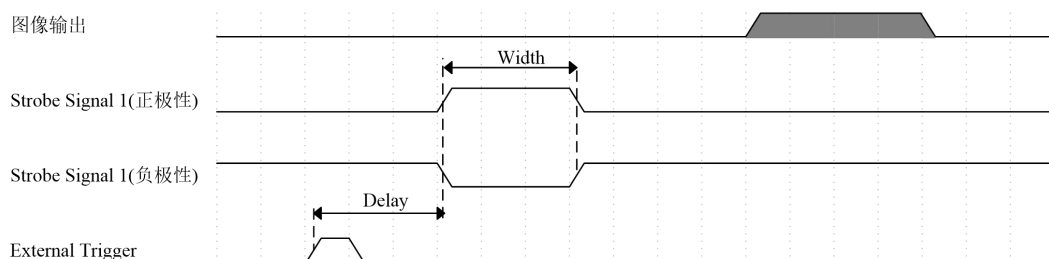


图 34 闪光控制方法 1 时序图

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 = 1	设置 Delay 参数
STROBE_PARAM2 = 2	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），信号中只有 1 个脉冲。

闪光控制信号（StrobeSignal1）跟随触发源信号（Trigger）产生，触发源信号为帧同步信号（FVAL，垂直同步信号）。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。

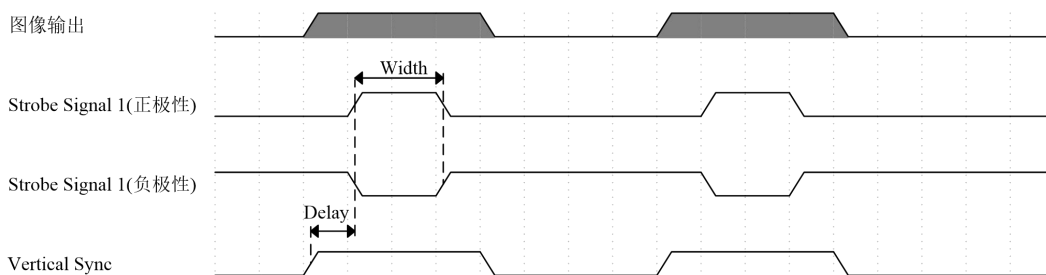


图 35 闪光控制方法 2 时序图

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 = 1	设置 Delay 参数
STROBE_PARAM2 = 2	设置 Width 参数
STROBE_POLARITY1 = 0	设置闪光控制信号极性为正极性

● 闪光灯控制方法 3

闪光控制方法 3 只产生 1 路信号（StrobeSignal1），信号中只有 1 个脉冲。

闪光控制信号（StrobeSignal1）跟随触发源信号（Trigger）产生，触发源信号为行同步信号（LVAL，水平同步信号）。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。

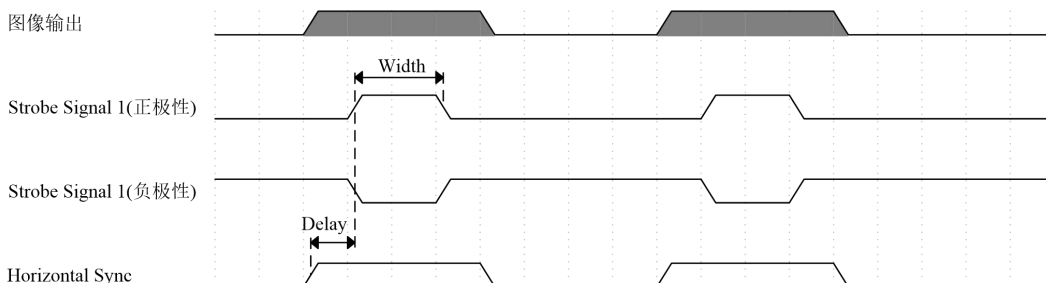


图 36 闪光控制方法 3 时序图

相关 VLCF 设置如下表所示：

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

4.4.6 通用输出信号

Vulcan-CL 采集卡的 I/O 控制器支持 2 路通用输出信号 (GeneralOutput1 和 GeneralOutput2)，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
GeneralOutput1_Source = 0	设置通用输出信号 1 的源为内部触发信号
GeneralOutput1_Source = 1	设置通用输出信号 1 的源为外部通用输入信号 1
GeneralOutput1_Source = 2	设置通用输出信号 1 的源为外部通用输入信号 2
GeneralOutput1_Source = 3	设置通用输出信号 1 的源为编码器信号
GeneralOutput1_Source = 4	设置通用输出信号 1 的源为积分控制信号 1
GeneralOutput1_Source = 5	设置通用输出信号 1 的源为积分控制信号 2
GeneralOutput1_Source = 6	设置通用输出信号 1 的源为闪光控制信号 1
GeneralOutput1_Source = 7	设置通用输出信号 1 的源为无
GeneralOutput2_Source = 0	设置通用输出信号 2 的源为内部触发信号
GeneralOutput2_Source = 1	设置通用输出信号 2 的源为外部通用输入信号 1
GeneralOutput2_Source = 2	设置通用输出信号 2 的源为外部通用输入信号 2
GeneralOutput2_Source = 3	设置通用输出信号 2 的源为编码器信号
GeneralOutput2_Source = 4	设置通用输出信号 2 的源为积分控制信号 1
GeneralOutput2_Source = 5	设置通用输出信号 2 的源为积分控制信号 2
GeneralOutput2_Source = 7	设置通用输出信号 2 的源为无

通用输出信号支持极性反转。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
GeneralOutput1_Polarity = 1	通用输出信号 1 极性与信号源相反
GeneralOutput2_Polarity = 0	通用输出信号 2 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

需要注意的是，当选择的输出源信号频率超过通用输出信号最高频率时，输出信号会出现失真甚至错误。

4.4.7 多卡同步信号

Vulcan-CL 采集卡的 I/O 控制器提供了 2 路双向的 I/O 接口 (BoardSync1 和 BoardSync2)，用于解决同一个系统内多块采集卡之间的信号同步问题。

对于采集卡来说，多卡同步信号可以是输入信号，也可以是输出信号；当其作为输出信号时，即意味着本卡为主卡；当其作为输入信号时，即意味着本卡作为从卡。同一个系统内，只允许存在 1 块主卡，从卡最多可以有 3 块。

Vulcan-CL 采集卡的多卡同步信号电路设计为并行扇出结构，即各子卡同时获得主卡的同步信号；子卡可以自由选择两路多卡同步信号中的任意一路作为本卡的触发源。多卡同步信号设计

保证各卡之间的误差不大于 25ns。由于多卡同步信号并未实现光电隔离，因此要求同步的各采集卡应处于同一台计算机内。

下图为多卡同步信号连接示意图，最左边的采集卡作为主卡，其最多可产生两路同步信号 BoardSync1 和 BoardSync2。用户可以设置主卡的内部触发信号、外部通用输入信号、编码器信号、积分控制信号、闪光控制信号中任意一个作为同步信号输出，且多卡同步信号 1 和多卡同步信号 2 相互独立，可以拥有不同的信号源设置。

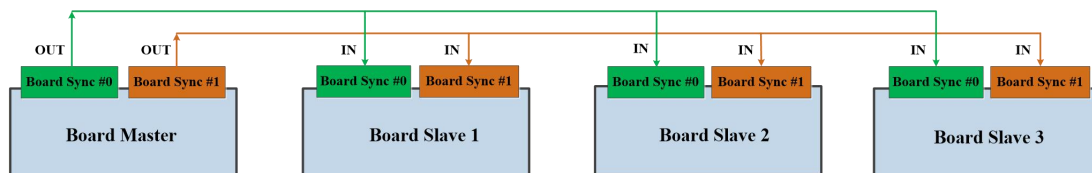


图 37 多卡同步信号连接示意图

5 Vulcan-CL 采集卡硬件说明

Vulcan-CL 采集卡硬件包括基本电路板、Camera Link 数据接口、外部 I/O 接口、多卡同步接口、机械挡板以及各种状态 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-CL 各型号采集卡均包含 Camera Link 总线接口、外部 I/O 接口、多卡同步接口、LED 指示灯，下表给出了各个接口的标号和功能对应关系。

连接器	功能	备注
J2	Camera Link 接口 Base 端口	-
J3	Camera Link 接口 Dual-Base 端口	Dual-Base
	Camera Link 接口 Medium 端口	Medium
	Camera Link 接口的 Medium/Full 端口	Full
J13	外部 I/O 接口 (FC16)	-
J14	多卡同步接口	-
J15	外部 I/O 接口 (DB15)	-
D1	CL1 连接状态指示	-
D2	CL2 连接状态指示	-

各型号采集卡由于功能不同，设计上存在有一定区别，体现在硬件结构轮廓图上各个硬件接口位置存在差异。下图为采集卡的硬件结构轮廓图。

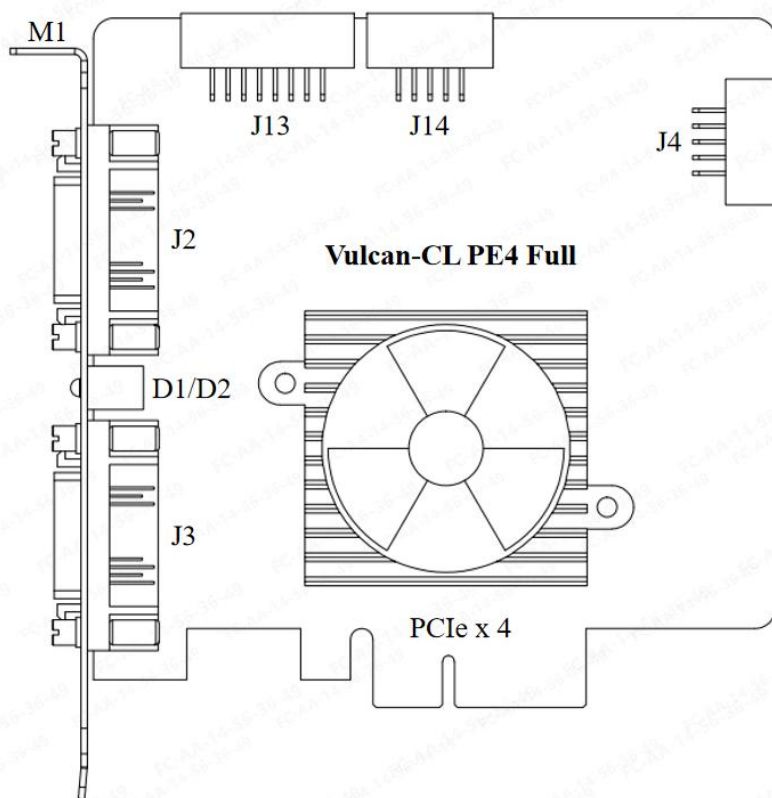


图 38 Vulcan-CL PE4 Full 采集卡结构示意图

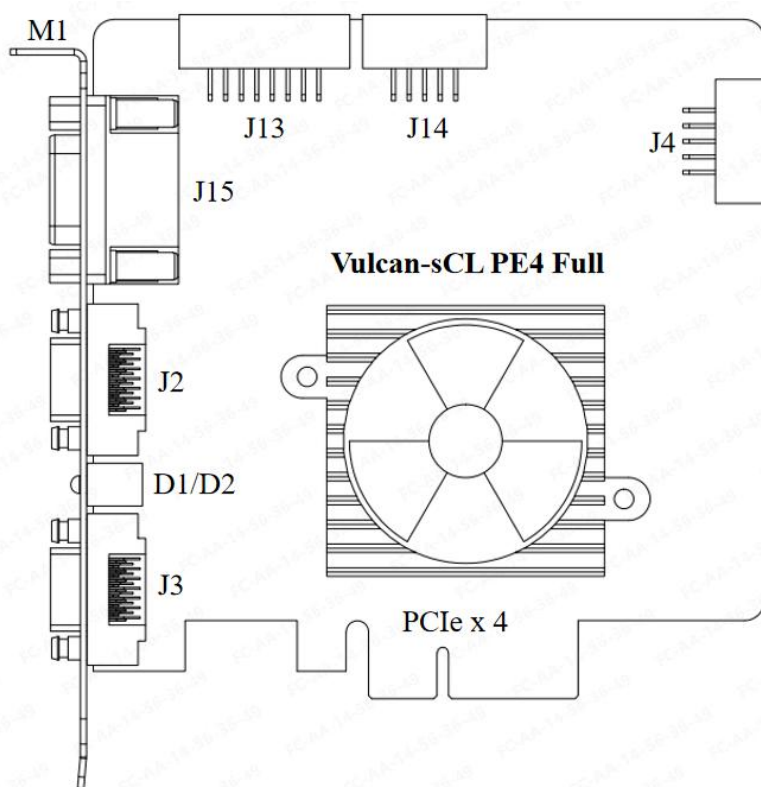


图 39 Vulcan-sCL PE4 Full 采集卡结构示意图

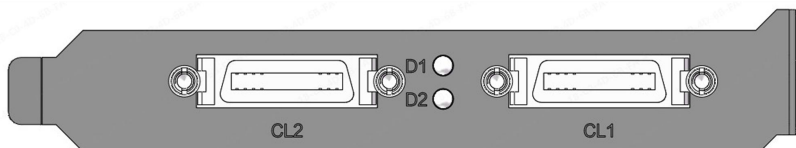
5.2 Camera Link 接口及信号指示

5.2.1 采集卡前面板

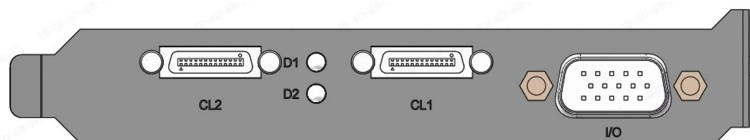
Vulcan-CL 采集卡所有 Camera Link 接口均通过前面板接出。

Vulcan-CL PE4 Full 采集卡前面板上有两个 MDR26 端口（J2 和 J3），分别对应 CL1 和 CL2；Vulcan-sCL PE4 Full 采集卡前面板上有两个 SDR26 端口（J2 和 J3），对应 CL1 和 CL2。所有采集卡前面板均提供了两个双色 LED 用于 Camera Link 接口状态指示（D1 和 D2）。此外，Vulcan-sCL PE4 Full 采集卡的前面板还集成了一个 DB15 的外部通用输入信号接口（J13）。

各型号采集卡前面板如下图所示：



Vulcan-CL PE4 Full采集卡挡板结构示意图



Vulcan-sCL PE4 Full采集卡挡板结构示意图

图 40 Vulcan-CL 采集卡挡板结构示意图

5.2.2 Camera Link 接口

Vulcan-CL 采集卡有多种工作模式，如下表所列。

采集卡型号	工作模式	CL1 端口	CL2 端口
Vulcan-CL PE1 Base	Base	Base	—
Vulcan-sCL PE4 DBase	Base	Base	—
Vulcan-sCL PE4 DBase Plus	Dual-Base	Base	Base
Vulcan-CL PE4 Full Vulcan-CL PE4 Full Pro	Dual-Base	Base	Base
	Full	Base	Full
	Medium	Base	Medium
Vulcan-sCL PE4 Full Vulcan-sCL PE4 Full Pro Vulcan-sCL PE4 Full Plus	Dual-Base	Base	Base
	Full	Base	Full
	Medium	Base	Medium

当采集卡工作在 Base/Medium/Full 模式下，其 CL1 端口定义如下表所示（Dual-Base 模式下，CL1 和 CL2 端口定义完全一致）：

名称	引脚	类型	描述
Base X0-	25	Input	Neg. Base Data 0
Base X0+	12	Input	Pos. Base Data 0
Base X1-	24	Input	Neg. Base Data 1
Base X1+	11	Input	Pos. Base Data 1
Base X2-	23	Input	Neg. Base Data 2
Base X2+	10	Input	Pos. Base Data 2
Base X3-	21	Input	Neg. Base Data 3
Base X3+	8	Input	Pos. Base Data 3
Base XCLK-	22	Input	Neg. Base Clock
Base XCLK+	9	Input	Pos. Base Clock
Base SERTC+	20	Output	Pos. Base Serial Data to Camera

Base SERTC-	7	Output	Neg. Base Serial Data to Camera
Base SERTFG-	19	Input	Neg. Base Serial Data to Frame Grabber
Base SERTFG+	6	Input	Pos. Base Serial Data to Frame Grabber
Base CC1-	18	Output	Neg. Base Camera Control 1
Base CC1+	5	Output	Pos. Base Camera Control 1
Base CC2+	17	Output	Pos. Base Camera Control 2
Base CC2-	4	Output	Neg. Base Camera Control 2
Base CC3-	16	Output	Neg. Base Camera Control 3
Base CC3+	3	Output	Pos. Base Camera Control 3
Base CC4+	15	Output	Pos. Base Camera Control 4
Base CC4-	2	Output	Neg. Base Camera Control 4
Shield	1,26	-	Shield to Ground
GND	13,14	-	Ground

当采集卡工作在 Medium 模式下时，其 CL2 端口定义如下表所示：

名称	引脚	类型	描述
Medium Y0-	25	Input	Neg. Medium Data 0
Medium Y0+	12	Input	Pos. Medium Data 0
Medium Y1-	24	Input	Neg. Medium Data 1
Medium Y1+	11	Input	Pos. Medium Data 1
Medium Y2-	23	Input	Neg. Medium Data 2
Medium Y2+	10	Input	Pos. Medium Data 2
Medium Y3-	21	Input	Neg. Medium Data 3
Medium Y3+	8	Input	Pos. Medium Data 3
Medium YCLK-	22	Input	Neg. Medium Clock
Medium YCLK+	9	Input	Pos. Medium Clock
TERM	20	-	Term Resistor
TERM	7	-	Term Resistor
Reserved	19	-	-
Reserved	6	-	-
Reserved	18	-	-
Reserved	5	-	-
Reserved	17	-	-
Reserved	4	-	-
Reserved	15	-	-
Reserved	2	-	-
Reserved	16	-	-
Reserved	3	-	-
GND	1,13,14,26	-	Shield to Ground

当采集卡工作在 Full 模式下时，其 CL2 端口定义如下表所示：

名称	引脚	类型	描述
Medium Y0-	25	Input	Neg. Medium Data 0
Medium Y0+	12	Input	Pos. Medium Data 0
Medium Y1-	24	Input	Neg. Medium Data 1
Medium Y1+	11	Input	Pos. Medium Data 1
Medium Y2-	23	Input	Neg. Medium Data 2
Medium Y2+	10	Input	Pos. Medium Data 2
Medium Y3-	21	Input	Neg. Medium Data 3
Medium Y3+	8	Input	Pos. Medium Data 3
Medium YCLK-	22	Input	Neg. Medium Clock
Medium YCLK+	9	Input	Pos. Medium Clock
TERM	20	-	Term Resistor
TERM	7	-	Term Resistor
Full Z0-	19	Input	Neg. Full Data 0
Full Z0+	6	Input	Pos. Full Data 0
Full Z1-	18	Input	Neg. Full Data 1
Full Z1+	5	Input	Pos. Full Data 1
Full Z2-	17	Input	Neg. Full Data 2
Full Z2+	4	Input	Pos. Full Data 2
Full Z3-	15	Input	Neg. Full Data 3
Full Z3+	2	Input	Pos. Full Data 3
Full ZCLK-	16	Input	Neg. Full Clock
Full ZCLK+	3	Input	Pos. Full Clock
GND	1,13,14,26	-	Shield to Ground

5.2.3 Camera Link 指示灯

Vulcan-CL 采集卡前面板集成了双色 LED 指示灯 D1 和 D2, 分别用于 CL1 和 CL2 端口状态指示, 其中, Vulcan-CL PE1 Base 采集卡由于只有一个 Base 端口, 指示灯 D2 功能修改为采集卡状态指示; 部分 Vulcan-sCL 采集卡, 前面板的双色 LED 指示灯为 F 和 B, 分别用于 CL1 和 CL2 端口状态指示; Dual-Base 采集卡的指示灯 F 和 B 分别对应主卡和从卡的工作状态。

指示灯状态说明如下 (D1 或 F 对应 CL1, D2 或 B 对应 CL2) :

指示灯状态	原因
红灯长亮	XCLK 丢失
0.5s 绿灯闪烁	XCLK 正常, 线阵相机 LVAL 丢失 XCLK 正常, LVAL 正常, 面阵相机 FVAL 丢失
1.5s 红绿灯交替闪烁	XCLK 正常, 采集卡处于外触发模式, 未检测到触发信号
0.2s 绿灯闪烁	线阵相机 XCLK、LVAL 均正常 面阵相机 XCLK、LVAL、FVAL 均正常
1s 红灯闪烁	在线更新进行中
D1 亮, D2 不亮	采集卡未激活

F 亮, B 不亮	Mini Full 采集卡未激活
F 不亮, B 不亮	Dual-Base 采集卡未激活

注意：Vulcan-CL PE1 Base 的 D2 指示灯用于采集卡自检状态标识：

- 异常情况显示红色：
 - 板载存储器状态异常
 - PCIe 链路状态异常
- 正常情况显示绿色：
 - 采集卡状态正常

5.3 外部 I/O 接口

Vulcan-CL 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。其中外部输入信号包括：

- 2 路光电隔离通用信号输入
- 1 路光电隔离编码器信号输入

输出信号包括：

- 2 路光电隔离通用信号输出

全系列采集卡的外部信号接口完全一致，便于用户实现设计电气兼容性。

需要注意的是，Vulcan-CL PE1 Base 和 Vulcan-sCL PE4 Full 采集卡的 J15 连接器（DB15 接口）位于前面板；而 Vulcan-CL PE4 Full 采集卡的 J15 连接器位于转接挡板上。

Vulcan-CL PE4 Full 采集卡的 I/O 信号通过板上的 J13 插座转接到挡板上的 J15 连接器，关于 J13 插座与 J15 连接器的管脚映射关系以及管脚定义请参阅附录 [A.2 采集卡附件](#)。

5.3.1 通用输入信号接口

Vulcan-CL 采集卡提供了 2 路外部通用输入信号，分别定义为 GeneralInput1 和 GeneralInput2，其对应的连接器管脚为 J15.15, J15.9; J15.12, J15.11，其电气连接示意如下图所示：

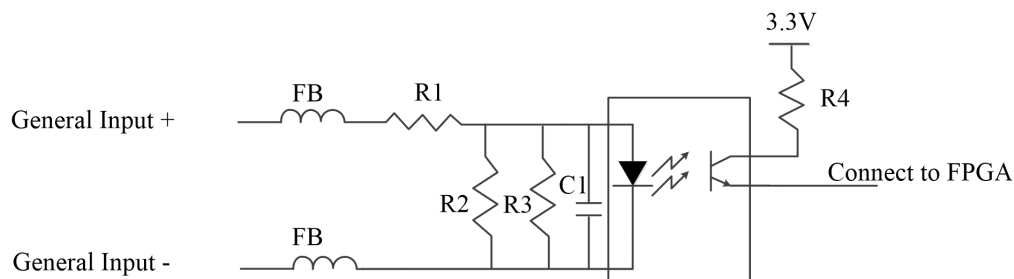


图 41 触发输入电路原理示意图

外部通用输入信号电平标准为 3.3~24V，接口兼容单端和差分输入。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。

最大支持的外部通用输入信号频率为 68kHz。

注意：驱动电流最好在 10mA 以上。

5.3.2 编码器信号接口

Vulcan-CL 采集卡提供了 1 路编码器输入信号接口，定义为 ShaftEncoder1，其对应的连接器管脚为 J15.4, J15.5; J15.6, J15.8，其电气连接示意如下图所示：

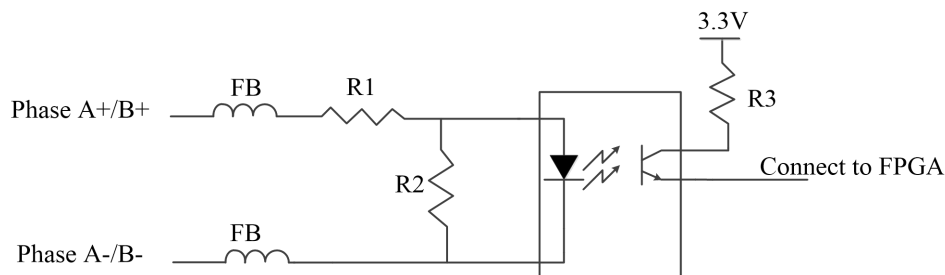


图 42 编码器输入电路原理示意图

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 3.3V~24V，接口兼容单端和差分输入。当输入的外部编码器信号为单端信号时，需要将编码器信号的 A、B 相负端（J15.5 和 J15.8）和输入信号的地连接。

编码器信号允许输入的最大频率为 2MHz。

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-CL 采集卡提供了 2 路通用输出信号接口，定义为 GeneralOutput1 和 GeneralOutput2，其对应的连接器管脚为 J15.1, J15.3, J15.7; J15.2, J15.13, J15.10，其电气连接示意如下图所示：

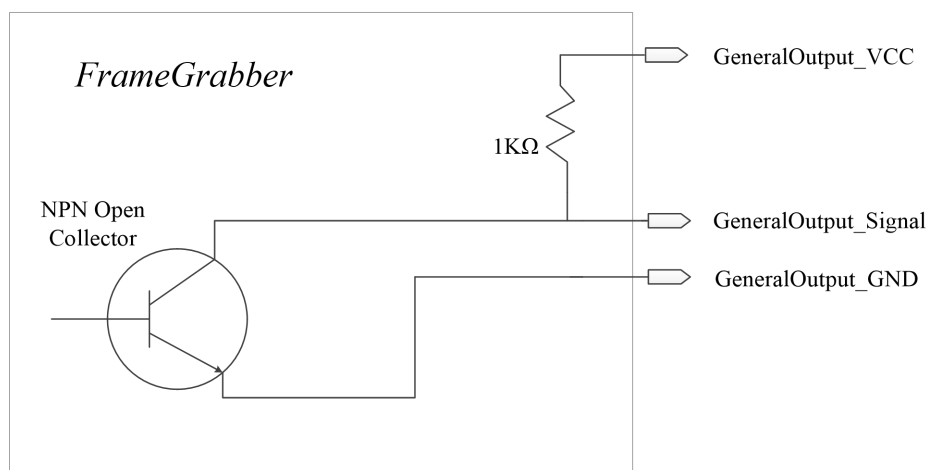


图 43 通用输出信号电路原理示意图

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 15V，通用输出信号的最高频率不超过 40kHz。

此外，Dual-Base 采集卡支持 2 路通用输出信号同时输出，主卡默认选择 GeneralOutput1 信号输出，从卡默认选择 GeneralOutput2 信号输出。

5.4 多卡同步接口

考虑到多卡使用环境，Vulcan-CL 采集卡提供 2 路多卡同步信号接口（BoardSync1 和 BoardSync2），通过 J14 连接器进行连接（物理位置见 [5.1 采集卡硬件结构](#)），最高可以实现 4 块采集卡的信号同步。

J14 连接器管脚分配定义如下表所示：

引脚	描述	引脚	描述
1	BoardSync1	2	BoardSync2
3	GND	4	GND
5	N.C	6	N.C
7	N.C	8	N.C

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-CL 采集卡 VLCF 根据所承载的功能需求被分为版本说明字段、Camera Link 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) Camera Link 参数说明字段

字段名称	字段含义	取值说明
PIXEL_DEPTH	像素深度	8/10/12/14/16/24/30/36bit
SCAN_TYPE	相机扫描类型	0: 线扫描 1: 面扫描
TAP_NUMBER	相机输出图像的 Tap 个数	整型值，设置时请参考相机文档
TAP_ARRANGEMENT	在设定的 Tap 数下的 Tap 排列方式	1~10
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
PIXEL_CLOCK	像素时钟频率（单位 MHz）	20~85
DATA_VALID_ENABLE	Camera Link DVAL 使能	0: 不使能 1: 使能
CC1_SOURCE	CC1 信号源	0: 不使用 1: 积分方法信号 1 2: 积分方法信号 2 3: 低电平 4: 高电平 5: 软件触发 6: 通用输入信号 1 7: 通用输入信号 2 8: 多卡同步信号 1 9: 多卡同步信号 2
CC2_SOURCE	CC2 信号源	0: 不使用 1: 积分方法信号 1 2: 积分方法信号 2 3: 低电平 4: 高电平 5: 软件触发 6: 通用输入信号 1

		7: 通用输入信号 2 8: 多卡同步信号 1 9: 多卡同步信号 2
CC3_SOURCE	CC3 信号源	0: 不使用 1: 积分方法信号 1 2: 积分方法信号 2 3: 低电平 4: 高电平 5: 软件触发 6: 通用输入信号 1 7: 通用输入信号 2 8: 多卡同步信号 1 9: 多卡同步信号 2
CC4_SOURCE	CC4 信号源	0: 不使用 1: 积分方法信号 1 2: 积分方法信号 2 3: 低电平 4: 高电平 5: 软件触发 6: 通用输入信号 1 7: 通用输入信号 2 8: 多卡同步信号 1 9: 多卡同步信号 2

(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 2: 彩色 RGBC 图像 3: 彩色 BGR 图像 4: 彩色 BGRC 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	内部触发频率最小值	1.0Hz~500.0kHz
GENERAL_INPUT1_SAMPLE_MODE (已弃用)	通用输入 1 的采样模式	0: 高电平 1: 低电平 2: 上升沿 3: 下降沿

GENERAL_INPUT2_SAMPLE_MODE (已弃用)	通用输入 2 的采样模式	0: 高电平 1: 低电平 2: 上升沿 3: 下降沿
GENERAL_INPUT1_PROTECT_MODE (已弃用)	通用输入 1 的脉冲保护模式	0: 不保护 1: 删除 2: 存储
GENERAL_INPUT2_PROTECT_MODE (已弃用)	通用输入 2 的脉冲保护模式	0: 不保护 1: 删除 2: 存储
GENERAL_INPUT1_MINIMUM_INTERVAL (已弃用)	通用输入 1 的最小脉冲间隔	1.00 μ s~40.00s
GENERAL_INPUT2_MINIMUM_INTERVAL (已弃用)	通用输入 2 的最小脉冲间隔	1.00 μ s~40.00s
SHAFTENCODER1_PULSE_DROP	编码器 1 分频系数	1~255
SHAFTENCODER1_PROTECT_MODE (已弃用)	编码器 1 的脉冲保护模式	0: 不保护 1: 删除 2: 存储
SHAFTENCODER1_MINIMUM_INTERVAL (已弃用)	编码器 1 的最小脉冲间隔	1 μ s~40.00s
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 3: 保留 4: 保留 5: 编码器信号 6: 保留 7: 多卡同步信号 1 8: 多卡同步信号 2 9: 软件触发
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 3: 保留 4: 保留 5: 编码器信号 6: 保留 7: 多卡同步信号 1 8: 多卡同步信号 2 9: 帧完成信号
BOARD_SYNC_OUTPUT1_SOURCE	多卡同步 1 信号源	0: 不使用 1: 内部触发信号

		2: 外部通用输入信号 1 3: 外部通用输入信号 2 4: 编码器信号 5: 积分控制信号 1 6: 积分控制信号 2 7: 闪光控制信号 8: 多卡同步信号 1 9: 多卡同步信号 2
BOARD_SYNC_OUTPUT2_SOURCE	多卡同步 2 信号源	0: 不使用 1: 内部触发信号 2: 外部通用输入信号 1 3: 外部通用输入信号 2 4: 编码器信号 5: 积分控制信号 1 6: 积分控制信号 2 7: 闪光控制信号 8: 多卡同步信号 1 9: 多卡同步信号 2
GRAB_TRIGGER_SOURCE	触发采集方法的触发源选择	0: 外部通用输入信号 1 1: 外部通用输入信号 2 2: 编码器信号 3: 多卡同步信号 1 4: 多卡同步信号 2
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: 不使用
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: 不使用

(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	积分控制方法序号	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
INTEGRATION_PARAM1	积分控制方法参数 1	0~1073741823μs
INTEGRATION_PARAM2	积分控制方法参数 2	0~4294967295μs
INTEGRATION_PARAM3	积分控制方法参数 3	0~4294967295μs
INTEGRATION_PARAM4	积分控制方法参数 4	0~4294967295μs
INTEGRATION_POLARITY1	积分控制方法信号 1 极性	0: 正极性 1: 负极性
INTEGRATION_POLARITY2	积分控制方法信号 2 极性	0: 正极性 1: 负极性
STROBE_METHOD	闪光控制方法序号	0: 闪光控制方法 1 1: 闪光控制方法 2 2: 闪光控制方法 3
STROBE_PARAM1	闪光控制方法参数 1	0.0~107374182.3μs
STROBE_PARAM2	闪光控制方法参数 2	0.0~429496729.5μs
STROBE_PARAM3	闪光控制方法参数 2	0.0~429496729.5μs
STROBE_PARAM4	闪光控制方法参数 4	0.0~429496729.5μs
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
GENERALOUTPUT1_DELAY (已弃用)	通用输出 1 的输出延迟	0~10485.7μs
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
GENERALOUTPUT2_DELAY (已弃用)	通用输出 2 的输出延迟	0~10485.7μs
TIMEOUT	采集图像超时时间	-1~2147483647ms
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
BOARD_SYNC1_TRIGGER_MODE	板间同步输入 1 触发模式	0: 边沿触发 1: 电平触发
BOARD_SYNC2_TRIGGER_MODE	板间同步输入 2 触发模式	0: 边沿触发 1: 电平触发
SHAFT_ENCODER_CHANNEL	旋转编码器 A/B 通道选择	0: A 通道 1: B 通道
SHAFT_ENCODER_MULTIPLY_FACTOR	旋转编码器倍频系数选择	0: 1 倍频 1: 2 倍频
IMAGE_OFFSET_X	相机 TAP 水平偏移	0~sensor_output_width/ TAP_NUMBER

GENERAL_INPUT1_POLARITY	通用输入信号 1 的极性	0: 高电平信号有效 1: 低电平信号有效
GENERAL_INPUT1_MIN_WIDTH	通用输入信号 1 最小脉宽	50ns~4294967295ns
GENERAL_INPUT2_POLARITY	通用输入信号 2 的极性	0: 高电平信号有效 1: 低电平信号有效
GENERAL_INPUT2_MIN_WIDTH	通用输入信号 2 最小脉宽	50ns~4294967295ns
SOFTWARE_TRIGGER_WIDTH	软件触发脉冲宽度	1~PERIOD-1
SOFTWARE_TRIGGER_PERIOD	软件触发脉冲周期	WIDTH+1~4294967295
SOFTWARE_TRIGGER_COUNT	软件触发脉冲次数	1~4294967295
SOFTWARE_TRIGGER_DELAY	软件触发脉冲初始延迟	0~4294967295μs
SOFTWARE_TRIGGER_POLARITY	软件触发脉冲极性	0: 高电平信号有效 1: 低电平信号有效
CHECK_FVAL_SIGNAL	校验 FRAME VALID 信号	0: 不校验 Frame valid 信号 1: 校验 Frame valid 信号
SOFTWARE_TRIGGER_SYNC_MODE	软件触发同步模式	0: 禁用软件触发同步机制 1: 使能软件触发同步机制
HARDWARE_TRIGGER_GENERAL_INPUT1_DELAY	帧触发通用输入 1 延迟	0~4294967295ns
HARDWARE_TRIGGER_GENERAL_INPUT2_DELAY	帧触发通用输入 2 延迟	0~4294967295ns
IMAGE_ROI_OFFSET_X	图像 ROI 区域的水平偏移	0~sensor_output_width - image_width
SHAFT_ENCODER1_MIN_WIDTH	旋转编码器脉冲最小有效宽度	50~2147483647
SHAFT_ENCODER1_VALID_DIRECTION	旋转编码器有效方向	0: 正反转有效 1: 仅正转有效 2: 仅反转有效
SHAFT_ENCODER1_REVERSE_COMPENSATION	旋转编码器反向补偿	0: 反向补偿 1: 不反向补偿
GRABBER_OUTTER_MODE_FRAME_COUNT	单个外触发信号触发的帧数	1~1024
HARDWARE_TRIGGER_GENERAL_INPUT_DELAY_MODE	帧触发输入信号延迟模式	0: 行延迟 1: 曝光时间延迟
HARDWARE_TRIGGER_GENERAL_INPUT1_DELAY_LINES	帧触发输入信号 1 的行延迟	0~65535
HARDWARE_TRIGGER_GENERAL_INPUT2_DELAY_LINES	帧触发输入信号 2 的行延迟	0~65535
EXTERNAL_LINE_TIMEOUT_FACTOR	行间超时系数	2~4294967295
SHAFT_ENCODER_QUAD_FREQUENCY_SOURCE_TYPE	旋转编码器 4 倍频以上信号的来源	0: 双通道 1: 单通道
LINE_VALID_FILTER	使能行有效滤波	0: 不使能 1: 使能

FRAME_ACTIVE_MODE	帧触发不定长图像采集	0: 关闭 1: 开启
JPEG_COMPRESS_ENABLE	使能 JPEG 图像压缩传输	0: 不使能 1: 使能
JPEG_COMPRESS_QUALITY	JPEG 图像压缩质量	1~100

(7) VLCF 示例

以下示例为 Vulcan-CL 采集卡连接一台 PA7K2CL 彩色线扫描相机，并采用外触发模式获取一幅 7500*500 彩色图像的 VLCF 参数设置。

VLCF 示例

```
//VLCF 版本说明
VLCF_REV          01010025 //VLCF 版本为 1.1.37

//Camera Link 信号参数说明字段
[ SIGNAL DESCRIPTION]
PIXEL_DEPTH        =24      //Base RGB 图像类型的像素深度
SCAN_TYPE          =0       //相机扫描类型为线扫描
TAP_NUMBER         =1       //Base RGB 图像的 Tap 个数
TAP_ARRANGEMENT    =1       //Tap 排列方式序号选择第一种
BAYER_PATTERN      =0       //非 Bayer 图像，设置为默认值 0
PIXEL_CLOCK        =70.00   //相机像素时钟频率为 70MHz
DATA_VALID_ENABLE  =0       //不使能 Camera Link Data Valid
CC1_SOURCE         =1       //CC1 输出信号设置为积分控制方法信号 1
CC2_SOURCE         =0       //不使能 CC2，设置为默认值 0
CC3_SOURCE         =0       //不使能 CC3，设置为默认值 0
CC4_SOURCE         =0       //不使能 CC4，设置为默认值 0

//图像参数说明字段
[IMAGE]
IMAGE_WIDTH        =7500    //图像水平像素 7500 个
IMAGE_HEIGHT       =500     //图像行数为 500 行
IMAGE_TYPE         =1       //彩色图像

//触发控制参数说明字段
[IO CONTROL]
GRAB_MODE          =0       //采集模式为自由运行
INTERNAL_TRIGGER_FREQUENCY =8000.0 //内部触发源频率为 8000.0Hz
GENERAL_INPUT1_SAMPLE_MODE =0 //已弃用
GENERAL_INPUT2_SAMPLE_MODE =0 //已弃用
GENERAL_INPUT1_PROTECT_MODE =0 //已弃用
GENERAL_INPUT2_PROTECT_MODE =0 //已弃用
GENERAL_INPUT1_MINIMUM_INTERVAL =1 //已弃用
GENERAL_INPUT2_MINIMUM_INTERVAL =1 //已弃用
SHAFTENCODER1_PULSE_DROP =1 //设置旋转编码器脉冲分频系数为 1
```



```

SHAFTENCODER1_PROTECT_MODE    =0          //已弃用
SHAFTENCODER1_MINIMUM_INTERVAL =1          //已弃用
INTEGRATION_TRIGGER_SOURCE     =0          //使用内部触发信号
STROBE_TRIGGER_SOURCE          =0          //没用闪光控制，设置为默认值 0
BOARD_SYNC_OUTPUT1_SOURCE      =0          //没用多卡同步 1，设置为默认值 0
BOARD_SYNC_OUTPUT2_SOURCE      =0          //没用多卡同步 2，设置为默认值 0
GRAB_TRIGGER_SOURCE            =0          //连续采集无需设置触发源
GENERAL_OUTPUT1_SOURCE         =0          //不使用通用外部输出 1，设置为默认值 0
GENERAL_OUTPUT2_SOURCE         =0          //不使用通用外部输出 2，设置为默认值 0

```

//I/O 高级控制方法参数说明字段

[ADVANCED IO CONTROL]

```

INTEGRATION_METHOD              =0 //积分控制方法 1
INTEGRATION_PARAM1              =0 //设置积分控制方法 1 参数 1 Delay 为 0μs
INTEGRATION_PARAM2              =1 //设置积分控制方法 1 参数 2 Width 为 1μs
INTEGRATION_PARAM3              =0 //没有用到积分控制方法 1 参数 3，设置为默认值 0
INTEGRATION_PARAM4              =1 //没有用到积分控制方法 1 参数 4，设置为默认值 1
INTEGRATION_POLARITY1           =0 //积分控制方法 1 信号 0 采用正极性输出
INTEGRATION_POLARITY2           =0 //积分控制方法 1 不存在信号 1，默认值 0
STROBE_METHOD                   =0 //没有用到闪光控制，设置为默认值 0
STROBE_PARAM1                   =0 //没有用到闪光控制参数 1，设置为默认值 0
STROBE_PARAM2                   =1 //没有用到闪光控制参数 2，设置为默认值 1
STROBE_PARAM3                   =0 //没有用到闪光控制参数 3，设置为默认值 0
STROBE_PARAM4                   =1 //没有用到闪光控制参数 4，设置为默认值 1
STROBE_POLARITY1                =0 //没有用到闪光控制，极性设置为默认值 0
GENERALOUTPUT1_POLARITY          =0 //设置通用输出信号 1 的极性为默认值 0
GENERALOUTPUT1_DELAY             =0 //已弃用
GENERALOUTPUT2_POLARITY          =0 //设置通用输出信号 2 的极性为默认值 0
GENERALOUTPUT2_DELAY             =0 //已弃用
TIMEOUT                          =5000 //采集图像超时时间为 5000ms
GENERALINPUT1_TRIGGER_MODE       =0 //设置通用输入信号 1 触发模式为边沿触发
GENERALINPUT2_TRIGGER_MODE       =0 //设置通用输入信号 2 触发模式为边沿触发
BOARD_SYNC1_TRIGGER_MODE        =0 //设置板间同步输入信号 1 触发模式为边沿触发
BOARD_SYNC2_TRIGGER_MODE        =0 //设置板间同步输入信号 2 触发模式为边沿触发
SHAFT_ENCODER_CHANNEL            =0 //选择旋转编码器通道为 A
SHAFT_ENCODER_MULTIPLY_FACTOR    =0 //选择旋转编码器倍频系数为 1 倍频
IMAGE_OFFSET_X                   =0 //相机 Tap 输出不偏移
GENERAL_INPUT1_POLARITY          =0 //设置通用输入信号 1 的极性为高电平信号有效
GENERAL_INPUT1_MIN_WIDTH         =50 //设置通用输入信号 1 的最小脉宽为默认值 50us
GENERAL_INPUT2_POLARITY          =0 //设置通用输入信号 2 的极性为高电平信号有效
GENERAL_INPUT2_MIN_WIDTH         =50 //设置通用输入信号 2 的最小脉宽为默认值 50μs
SOFTWARE_TRIGGER_WIDTH           =1 //设置软件触发脉冲宽度为默认值 1μs
SOFTWARE_TRIGGER_PERIOD          =10 //设置软件触发脉冲周期为默认值 10μs
SOFTWARE_TRIGGER_COUNT           =1 //设置软件触发脉冲次数为默认值 1

```

```

SOFTWARE_TRIGGER_DELAY      =0 //设置软件触发脉冲的初始延迟时间为默认值 0
SOFTWARE_TRIGGER_POLARITY    =0 //设置软件触发脉冲极性为高电平有效
CHECK_FVAL_SIGNAL           =0 //不校验 Frame valid 信号
SOFTWARE_TRIGGER_SYNC_MODE   =1 //使能软件触发同步模式
HARDWARE_TRIGGER_GENERAL_INPUT1_DELAY =0 //帧触发输入 1 的延迟为默认值 0
HARDWARE_TRIGGER_GENERAL_INPUT2_DELAY =0 //帧触发输入 2 的延迟为默认值 0
IMAGE_ROI_OFFSET_X          =0 //设置图像 ROI 水平偏移为 0
SHAFT_ENCODER1_MIN_WIDTH    =50 //设置旋转编码器脉冲最小有效宽度为默认值 50
SHAFT_ENCODER1_VALID_DIRECTION =0 //设置旋转编码器正反转均采图
SHAFT_ENCODER1_REVERSE_COMPENSATION =0 //不设置旋转编码器反向补偿
GRABBER_OUTTER_MODE_FRAME_COUNT =1 //设置单个外触发信号触发的帧数为默认值 1
HARDWARE_TRIGGER_GENERAL_INPUT_DELAY_MODE =1 //设置帧触发输入信号延迟模式为行信号延迟
HARDWARE_TRIGGER_GENERAL_INPUT1_DELAY_LINES =2 //设置帧触发输入信号 1 的行延迟个数为 2
HARDWARE_TRIGGER_GENERAL_INPUT2_DELAY_LINES =0 //设置帧触发输入信号 2 的行延迟个数为 0
EXTERNAL_LINE_TIMEOUT_FACTOR =256 //设置行间超时系数为默认值 256
SHAFT_ENCODER_QUAD_FREQUENCY_SOURCE_TYPE = 1 //设置旋转编码器 4 倍频以上时由 A 相或 B 相单独触发
LINE_VALID_FILTER            =0 //不使能行有效滤波，设置为默认值 0
FRAME_ACTIVE_MODE            =0 //不开启帧触发不定长采图
JPEG_COMPRESS_ENABLE         =1 //使能 JPEG 图像压缩传输
JPEG_COMPRESS_QUALITY        =50 //设置 JPEG 图像压缩传输质量为 50%

```

A.2 采集卡附件

合肥埃科光电科技股份有限公司为 Vulcan-CL 采集卡提供了与其功能相匹配的线缆附件，这些线缆包括：Camera Link 线缆、I/O 专用线缆、I/O 转接线缆和同步连接线缆。

(1) Camera Link 线缆

合肥埃科光电科技股份有限公司提供长度（1、2、3、4、5 米）和接口均可选（MM、MS、SS）的 Camera Link 线缆。下图为一端 MDR 接口、一端 SDR 接口 3 米长 Camera Link 线缆。



图 44 Camera Link 线缆 IKDC-03-CL-MS

(2) I/O 线缆

Vulcan-CL 采集卡可以通过标准 I/O 线缆将外部触发 I/O 信号连接至采集卡。标准 I/O 线缆如下图所示，它通过挡板固定在计算机上。



图 45 标准 I/O 线缆 IKIO-FC16-254-DB153-200

标准 I/O 线缆的一端连接采集卡板上的 FC16 插座。FC16 插座的管脚分布如下图所示。

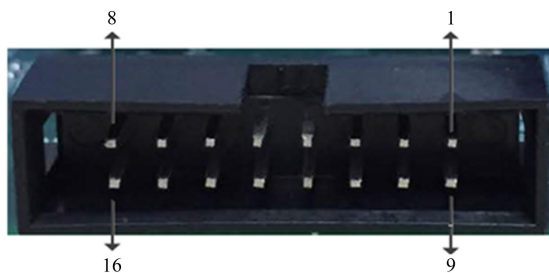


图 46 采集卡板上 J13/FC16 插座管脚分布

J13 插座管脚(1-15)定义和 DB15 管脚定义一一对应。

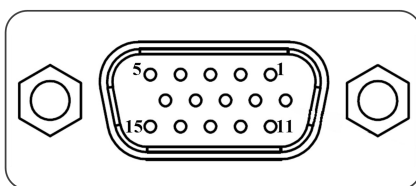


图 47 DB15 接口管脚分布



图 48 采集卡 IO 配线 IKIO-F3-254-5000

采集卡 IO 配线颜色与引脚对应关系如下表所示：

引脚	颜色	引脚	颜色	引脚	颜色
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

DB15/J13 接口的管脚分配如下表所示。

引脚	描述	引脚	描述
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+	16	N.C(J13)

(3) 同步连接线缆

Vulcan-CL 采集卡通过同步连接线缆实现多卡同步，采用 10pin 互连排线连接。当同步两个采集卡时，采用 I 型同步连接线缆；当同步两个以上的采集卡时，采用 II 型同步连接线缆。

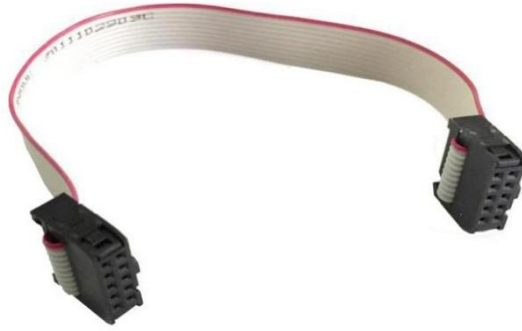


图 49 I 型同步连接线缆 IKSC-FC10-254-100-I



图 50 II 型同步连接线缆 IKSC-FC10-254-280-II