

CLV-3161/4161 用户手册

(PCIe /PXIe ARINC429 通信板卡)

V2.5



成都科洛威尔科技有限公司

地址：成都市高新西区双柏路68号23栋

TEL: 1878-0222-336 191-3621-6517

EMAIL: clovertech@163.com 公司官网: www.clvtech.net

目 录

手册更新记录	1
手册内容简介	2
1. CLV-3161/4161 ARINC 429 通信板卡	3
2. 功能及参数	4
2.1. 参数特性	4
2.2. 环境特性	4
2.3. 与计算机接口	4
2.4. 机械尺寸	4
2.5. 软件特性	4
2.6. 订购信息	4
3. 连接器信号定义	5
4. 配套资料说明	6
5. ARINC429 总线简介	7
5.1. 电气特性	7
5.2. 网络拓扑	7
5.3. 数据格式	8
5.3.1. 发送与接收位序	8
5.3.2. 各个字段的说明	8
6. 板卡功能及使用	9
6.1. 数据发送	9
6.1.1. 发送数据的帧间隔和字间隔	9
6.1.2. 周期发送模式	9
6.1.3. 单次发送	10
6.2. 数据接收	10
6.3. SDI 过滤	10
6.4. Label 过滤	10
7. 安装说明	11
7.1. 板卡安装	11
7.2. 驱动安装	11
8. 实现原理	18
9. 示例程序使用说明	18
9.1. 综述	18
9.2. 操作流程和使用说明	19
9.3. 自发自收测试	21
10. 产品选型说明	23

手册更新记录

	版本	更新内容
2023 年 10 月	V1.0	
2025 年 6 月	V2.5	增加一些功能描述

手册内容简介

本手册适用于 CLV-3161、CLV-4161。

本手册内容包括：板卡功能特性、板卡安装说明及连接器信号定义、示例程序使用说明及相关内容。

快速收发测试，可以先读第“9.3 自发自收测试”；

如果您已经熟悉 ARINC429 通信，可以跳过第 5 章“ARINC429 总线简介”；

1. CLV-3161/4161 ARINC 429 通信板卡

CLV-3161 是一款基于 PCIe 接口的 ARINC 429 总线接口控制板卡，可以提供 16 个标准发送和 16 个标准接收通道。

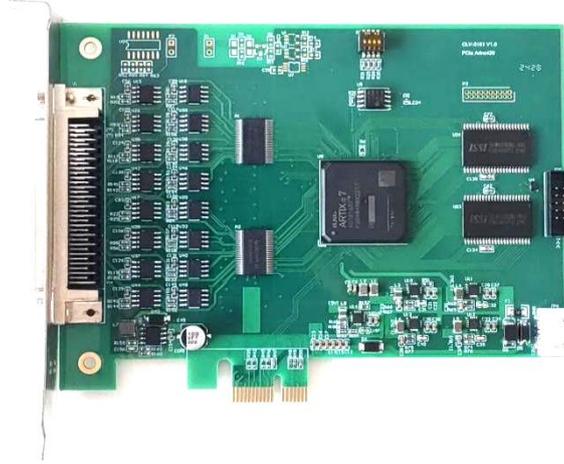


图 1 CLV-3161

CLV-4161 是一款基于 PXIe 总线的 ARINC 429 接口通信板卡，可以提供 16 个标准发送和 16 个标准接收通道。

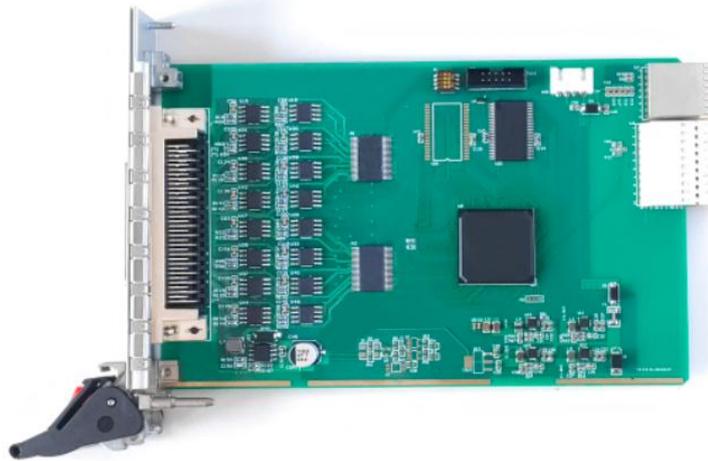


图 2 CLV-4161

该系列产品可应用于 ARINC429 总线通信、仿真、测试、数据记录，如航电地面检测系统、外场检测设备、系统仿真等。

2. 功能及参数

2.1. 参数特性

- 波特率支持 12.5Ksps、48Ksps、50Ksps、100Ksps
- 发送奇偶校验
- 循环定时发送、单次数据发送
- 字间隔、循环数据间隔可设置
- 中断接收、查询接收
- 时间标签
- 接收支持按 Lable 读取最新数据
- 接收支持 SDI 过滤
- 接收支持 Lable 过滤
- 丰富易用的 API 函数库及完备的开发例程

2.2. 环境特性

- 工作温度：-20~+70°C
- 存储温度：-40~85°C
- 相对湿度：5%~95%（无凝结）

*可提供宽温版本

2.3. 与计算机接口

PCIe x1

- CLV-3161: PCIe
- CLV-4161: PXIe

2.4. 机械尺寸

- CLV-3161: 146*121mm
- CLV-4161: 3U/4HP（单槽宽）

2.5. 软件特性

- 支持 Windows 7/10 操作系统，可选支持 VxWorks, Linux
- 提供 API dll 标准库，支持 Microsoft VC++ 等多种开发工具

2.6. 订购信息

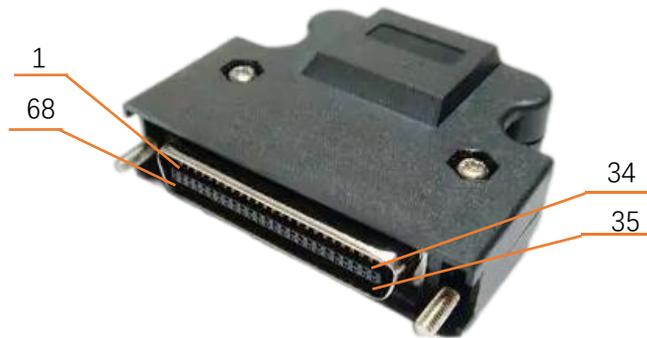
- CLV-3161-mT/nR PCIe 总线的 ARINC429 接口通信板卡

- CLV-4161-mT/nR PXIe 总线的 ARINC429 接口通信板卡

m 为发送的通道数, $0 \leq m \leq 16$ 。n 为接收的通道数, $0 \leq n \leq 16$

3. 连接器信号定义

CLV-3161和CLV-4161前面板对外提供了一个SCSI-68芯CN型（母头）连接器，连接器定义如下：



引脚号	信号定义	引脚号	信号定义
1	TX_B14	35	GND
2	RX_A14	36	TX_A0
3	RX_B14	37	TX_B0
4	RX_A15	38	TX_A1
5	RX_B15	39	TX_B1
6	RX_A12	40	TX_A2
7	RX_B12	41	TX_B2
8	RX_A13	42	TX_A3
9	RX_B13	43	TX_B3
10	RX_A11	44	TX_A4
11	RX_B11	45	TX_B4
12	GND	46	TX_A5
13	TX_B10	47	TX_B5
14	RX_A8	48	TX_A6
15	RX_B8	49	TX_B6
16	RX_A9	50	TX_A7

17	RX_B9	51	TX_B7
18	RX_A7	52	TX_A8
19	RX_B7	53	TX_B8
20	RX_A6	54	TX_A9
21	RX_B6	55	TX_B9
22	RX_A5	56	TX_A10
23	RX_B5	57	GND
24	RX_A4	58	RX_B10
25	RX_B4	59	RX_A10
26	RX_A3	60	TX_B11
27	RX_B3	61	TX_A11
28	RX_A2	62	TX_B12
29	RX_B2	63	TX_A12
30	RX_A1	64	TX_B13
31	RX_B1	65	TX_A13
32	RX_A0	66	TX_A14
33	RX_B0	67	TX_A15
34	EXTRG0	68	TX_B15

信号说明:

RX_Ax: ARINC 429接收通道正端;

RX_Bx: ARINC 429接收通道负端;

TX_Ax: ARINC 429发送通道正端;

TX_Bx: ARINC 429发送通道负端;

4. 配套资料说明

产品配有二次开发支持包，驱动程序、API 函数库、示例工程、以及相关文档。二次开发包以电子文档或者光盘的形式提供。

序号	文件目录	说明
1	/api_lib	API 函数库动态库文件
2	/demo	示例程序工程（开发环境 labwindows CVI 2017）
3	/demo_setup	示例程序安装文件

4	/doc	文档手册
5	/drivers	驱动程序
6	/其他例程	VC console 等其他例程

5. ARINC429 总线简介

ARINC429 总线协议的全称是数字式信息传输系统 DITS。协议标准规定了航空电子设备及有关系统间的数字信息传输要求。ARINC429 广泛应用在民航客机中, 如 A310/320、B-737、B757、B-767, 俄制军用飞机也选用了类似的技术。我国与之对应的标准是 HB6096-SZ-01, 在国产客机上, 也用到了 ARINC429 协议。

5.1. 电气特性

ARINC 429 数据总线使用一对差分信号线传输数据, 数据字为 32 位, 字的传输至少间隔 4 位时间零 (零电压)。差分信号正线, 通常也被标记为“A”或“HI”; 差分信号负, 通常也被标记为“B”或“LO”, 每根信号线上对地电平范围为 +5V~-5V, 差分信号线之间的电压范围是 $10\pm 1V$ 。也即 ARINC429 采用的是双极性归零码 (BPRZ), 其电平识别如下:

高电平: 7.25~11V (A to B);

NULL: 0.5~-0.5V (A to B);

低电平: -7.25~-11V (A to B);

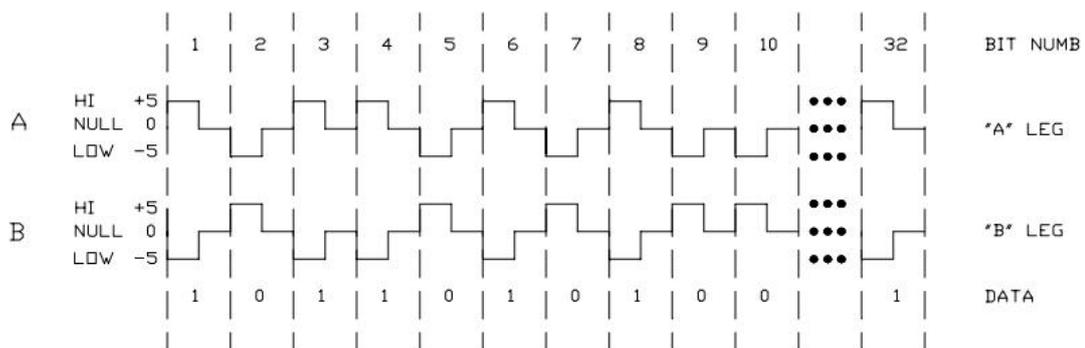
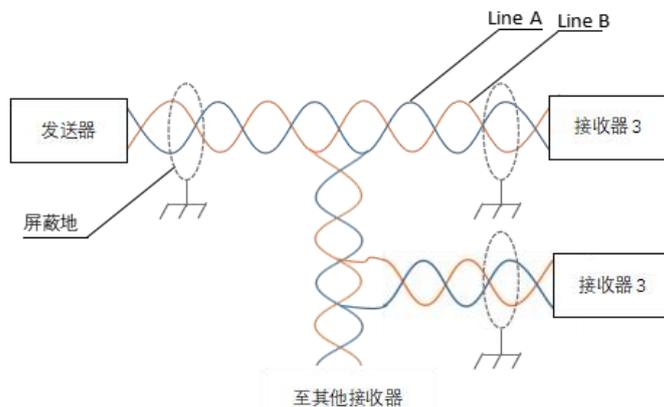


图 3 ARINC429 信号编解码

5.2. 网络拓扑

ARINC429 是一种简单可靠的点对点通信协议, 接收器输入阻抗不小于 $8K\Omega$, 在一个 ARINC429 通信网络中可以只有一个发送端, 和最多 20 个接收端, 接收信号电压跟线缆长

度和接收器挂接数量有关系。ARINC429 通信传输，一般采用 78Ω的屏蔽双绞线，传输距离可达 150~300 英尺。



4 ARINC429 网络拓扑

5.3. 数据格式

5.3.1. 发送与接收位序

一个 ARINC429 字是一个 32 位的数据。写入硬件缓存后，CLV-3061 的发送位序如下：

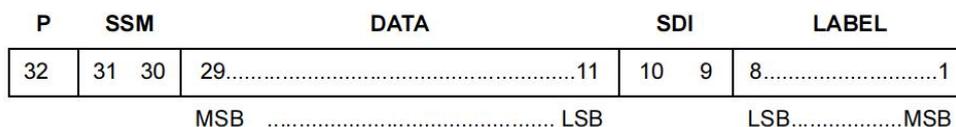


图 5 ARINC429 字发送位序

这些位在发送时，从 bit 1 开始发送，最后发出的是校验位 (bit 32)。标号字段 (LABEL) 先发送的是最高位 (MSB)。数据字段 (DATA)，先发送的是最低位 (LSB)。

在接收时，CLV-3061 会自动按整体 32 位的 LSB 到 MSB 进行存储。也就是说，读取出来的接收数据，标号字段将被还原为和数据字段一致的高低位序。比如利用 CLV-3061 自发收时，填入发送数据 0x80000f31,启动收发后，接收读取到的数据也是 0x80000f31。

5.3.2. 各个字段的说明

字段	英文全称及说明
Label	Information identifier
SDI	Source/Destination Identifier bits
DATA	Information data
SSM	Sign/Status Matrix bits

P	Parity bit (Odd parity)
---	-------------------------

Label: 在应用系统中根据设备类型进行定义，标示不同类型设备的数据。在实际应用中，一般用八进制 1 ~ 377 表示。

SDI: 当一个发射机连接到多个接收器，但并非所有数据都将被所有接收器使用时，将使用 SDI 字段。在这种情况下，每个接收器将被分配一个 SDI 值，并且将只查看与其 SDI 值相匹配的标签。CLV-3061 板卡默认接收所有 SDI 值的数据，且支持 SDI 过滤。

DATA: DATA 字段包含要发送的实际数据。这些数据按应用接口协议约定进行编解码。

SSM: 3 位长，用于提供信息，以帮助解释数据字段中的数值。SSM 值的例子可能是加、北、东、右、到或以上。

P 是奇偶校验位。

实际上，对于用户来说，CLV-3061 板卡发送的 32 位数据，都是可以编辑的。当校验方式设置为“无”时，校验位 (bit 32) 也由应用层作为数据位写入；当校验方式设置为“奇校验”或者“偶校验”时，校验位由板卡硬件按设置生成。

6. 板卡功能及使用

6.1. 数据发送

板卡支持周期发送、单次发送模式，且两种模式可以结合在一起使用。两种发送模式各配有 4K*32bit 的发送缓冲区。

6.1.1. 发送数据的帧间隔和字间隔

板卡支持写入一帧数据，进行周期发送。周期消息间隔，也即帧间隔，指一帧数据发送开始到下一帧数据开始的时间间隔，可调用 CLV429_SetFrameRate() 函数进行设置，范围 1ms~65535ms。

字间隔是指一个 ARINC429 字结束，到下一个 ARINC429 字开始之间的空闲间隔。可以通过 CLV429_SetIdleBit() 函数进行设置。字间隔可设置值范围为 8~511, 实际生效值为 4~256 个位时。

6.1.2. 周期发送模式

周期数据通过 CLV429_ScheduledSend() 写入；如果想清除周期发送数据，可以调用 CLV429_KillScheduled() 函数；

6.1.3. 单次发送

单次发送数据，数据写入立即发送，且只发送一次。在配置好板卡的波特率等参数，并启动发送后，可以随时调用函数 CLV429_FIFOsend()写入单次发送数据，消息在写入后立即发送，且只发送一次。该方式一般用于在周期性数据发送过程中，一些突发事件数据的传输。

6.2. 数据接收

板卡为每个 ARINC429 接收通道提供一个独立的数据接收缓冲区。接收缓冲区大小为 4K*32bit。可存放 2K 个带 32 位时间标签的 ARINC429 字。这些数据可以通过 CLV429_Receive() 函数读取。

最新数据读取。在常规接收数据之外，板卡同时将最新收到的数据按标号(lable)进行存储，该区域每个标号对应的数据存储深度为 1 个 ARINC429 字，随着接收数据到来持续刷新。CLV429_MailboxReceive()函数用于读取这些最新数据。注意：板卡初始化时，该数据区域被初始化为 0，无法区分接收数据本来就是 0 的情况。

6.3. SDI 过滤

板卡支持按 SDI 字段对接收数据进行过滤。SDI 是 ARINC429 字的 bit10..9 两位（参见 5.3.1.发送与接收位序），通过 CLV429_SetSDI()函数，设置接收通道的 SDI 过滤值，相应数据才被允许接收。默认状态下，板卡未启用 SDI 过滤，允许接收所有数据。

6.4. Label 过滤

ARINC429 字的 bit7..0 是标号字段(Lable),板卡支持以标号字段作为接收数据的过滤条件。被设置的标号值，对应的数据将不被接收。编程设置时，首先调用 CLV429_SetChLabelFilter()函数，使能标号过滤功能，再调用 CLV429_AddLabel()等函数添加用于过滤的标号。禁止标号过滤或者删除用于过滤的标号，都将使标号过滤失效。板卡默认不启用标号过滤，接收所有数据。标号过滤相关的操作函数有：

CLV429_SetChLabelFilter()	//设置标号过滤使能
CLV429_AddLabel()	//添加用于过滤的标号
CLV429_AddLabelGroup()	//添加一组用于过滤的标号
CLV429_DeleteLabel()	//删除用于过滤的标号
CLV429_DeleteLabelGroup()	//删除一组用于过滤的标号
CLV429_DeleteAllLabel()	//删除所有用于过滤的标号

7. 安装说明

7.1. 板卡安装

(1)安装准备

- 注意静电防护
- 在使用前请先检查使用环境是否良好接地。
- 在第一次使用时请检查板卡在运输中是否有破损，如发现有破损请及时与供应商联系。

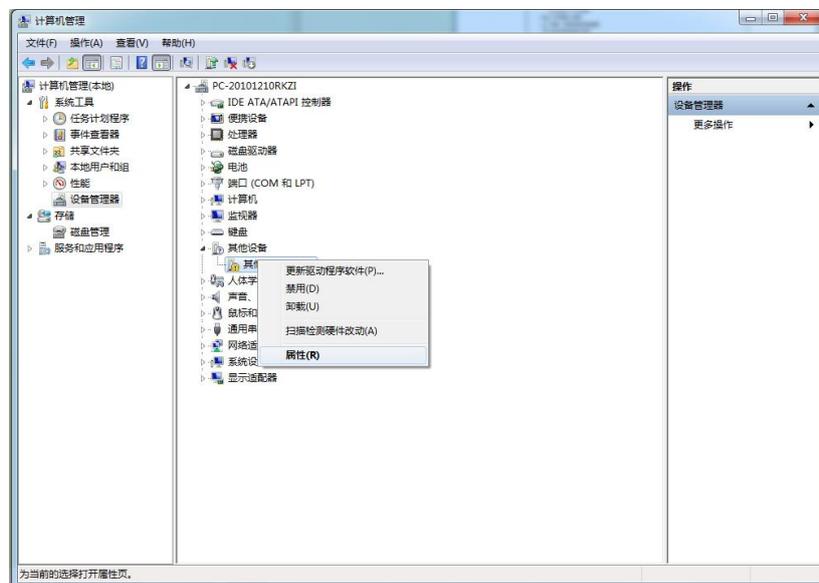
(2)板卡安装

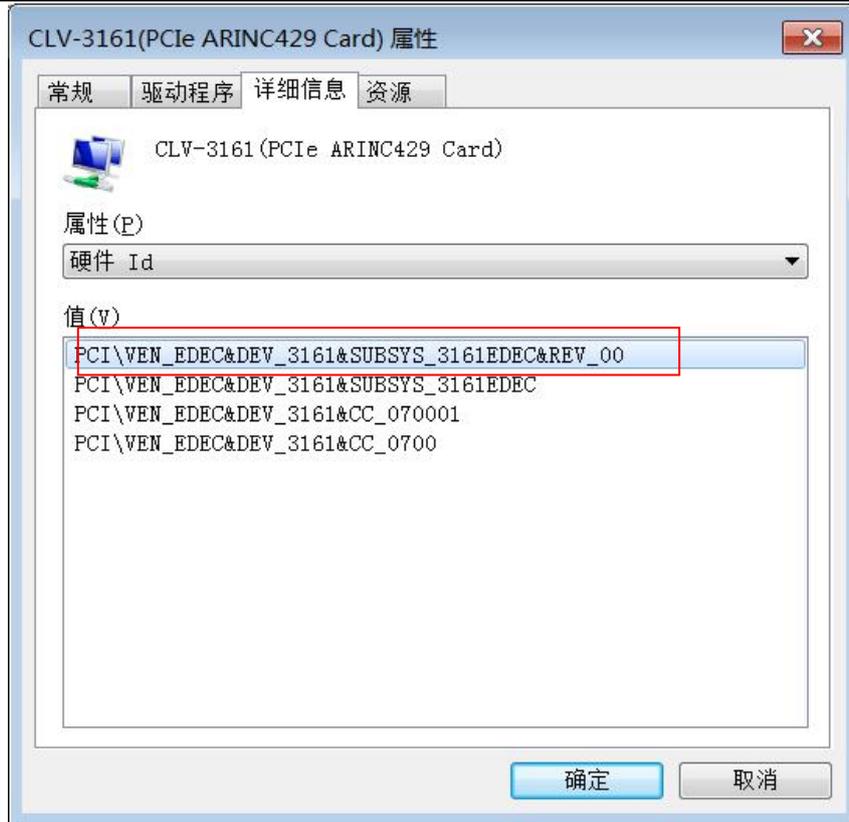
关闭计算机电源，将 CLV-3161/4161 插入卡槽，借助螺钉将板卡固定即可。

7.2. 驱动安装

驱动安装前，需要禁用驱动程序数字签名。

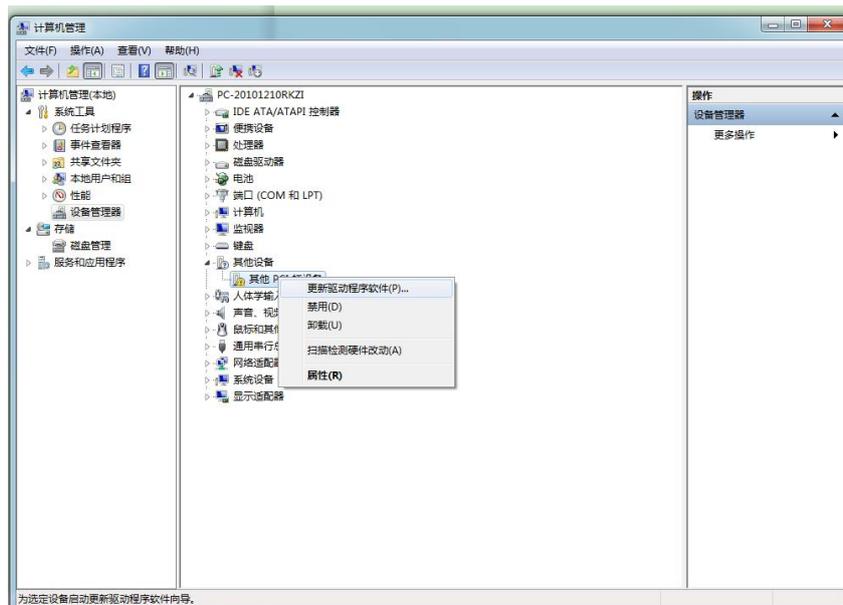
当第一次装入板卡，计算机系统开机后，会提示找到新设备，并提示安装驱动。如果没有提示窗口，可以手动打开计算机设备管理器，将看到系统设备树状目录中“其他设备”分支下面有“其他 PCIe 设备”，选中“其他 PCIe 设备”后点击鼠标右键，右键弹出菜单中点击“属性”，可以查看设备 ID：





可以通过硬件 ID 判断板卡硬件安装是否正确。如果实际显示跟上述显示结果不一致，则说明板卡安装接触不好，可以将计算机关机，断电后取下板卡后重新安装。如果显示一致，则可以进行后续驱动安装。

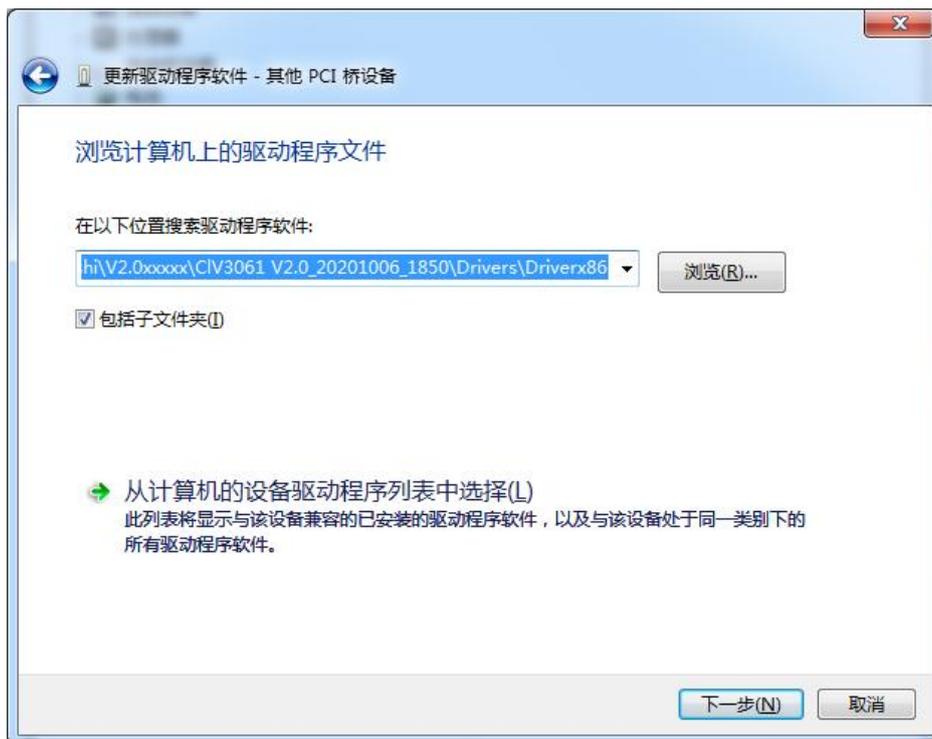
在“其他 PCIe 设备”上点击右键，弹出右键菜单，点击“更新驱动程序软件”：



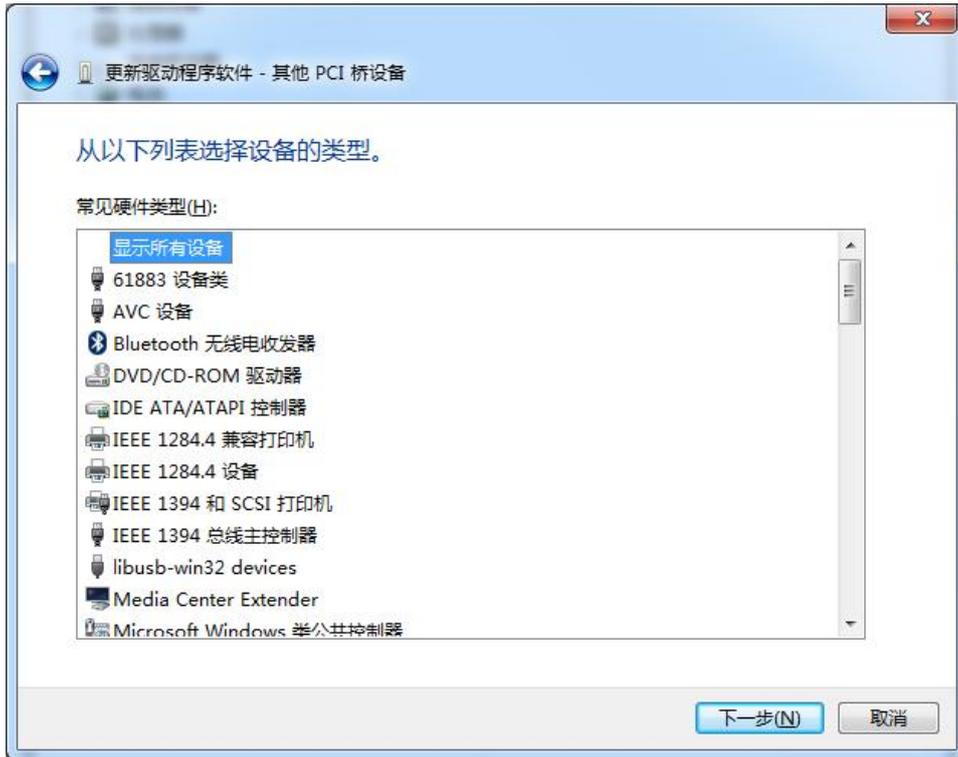
出现如下界面：



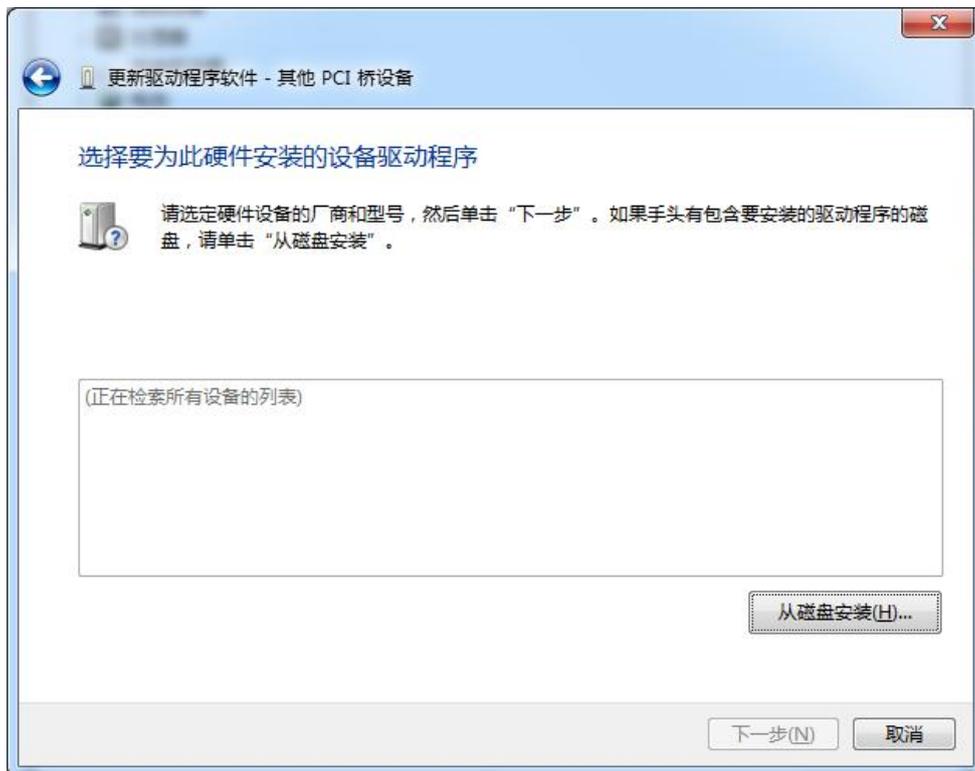
点击“浏览计算机以查找驱动程序软件”;



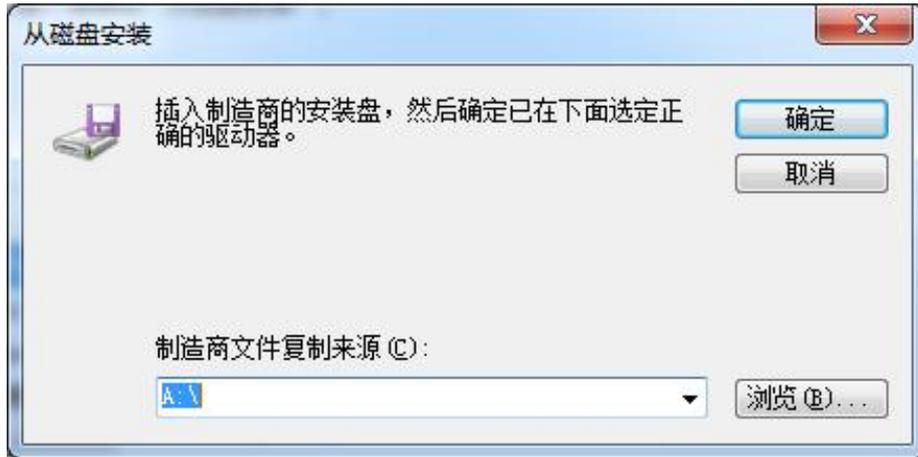
点击“从计算机的人驱动程序列表中选中”;



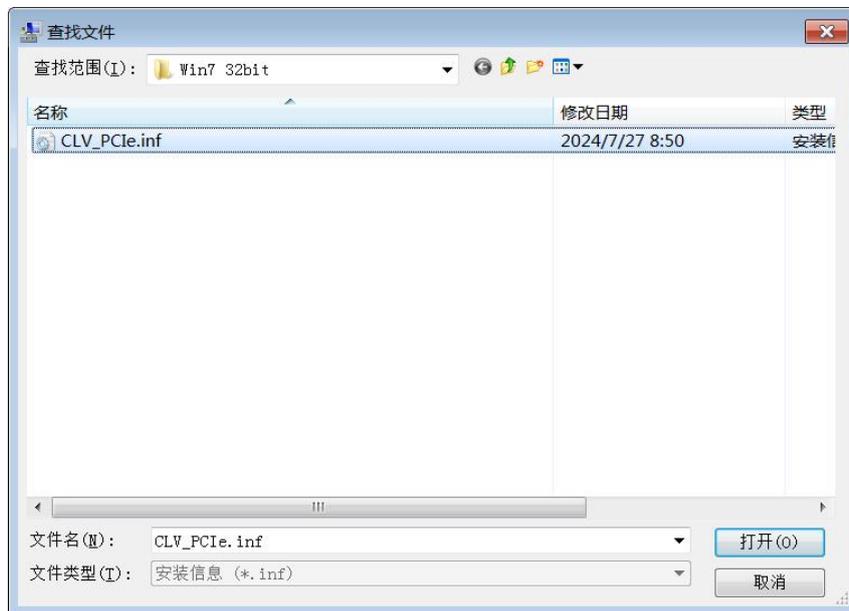
直接点击“下一步”按钮；



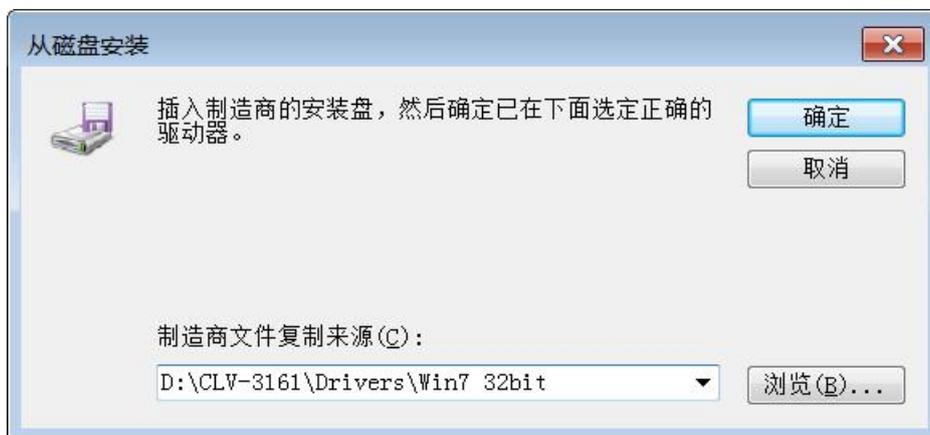
点击“从光盘安装”；



点击“浏览”按钮：



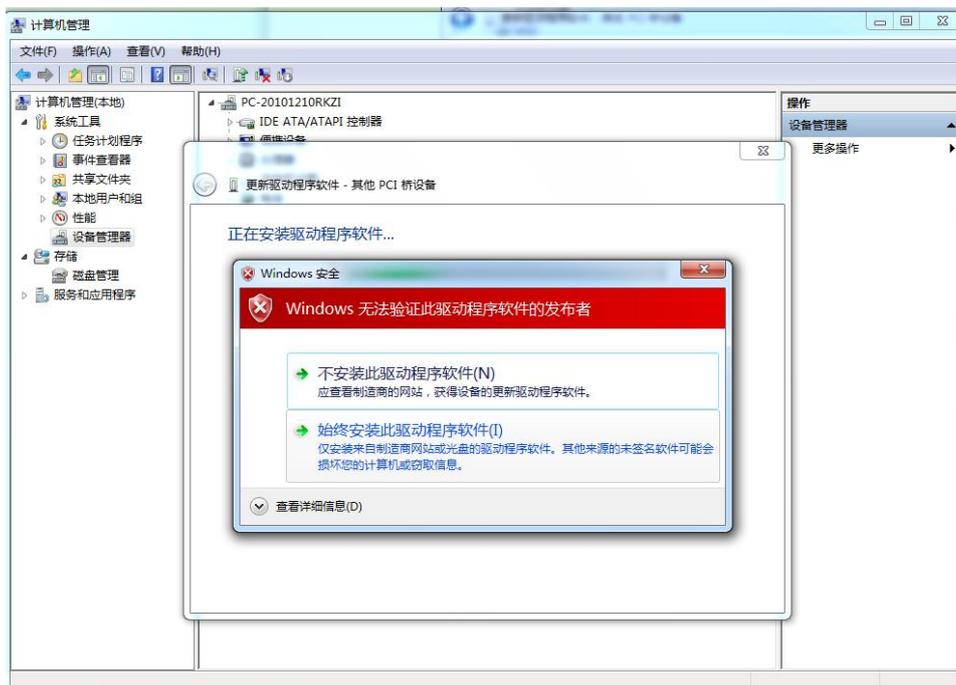
在“查找范围”处，定位到安装光盘 Driver 目录下，如果是 64 位系统，选择“Driver X64”目录下的 inf 文件；如果是 32 位系统，选择“Driver X86”目录下的 inf 文件，点击“打开”按钮。



点击“确定”；



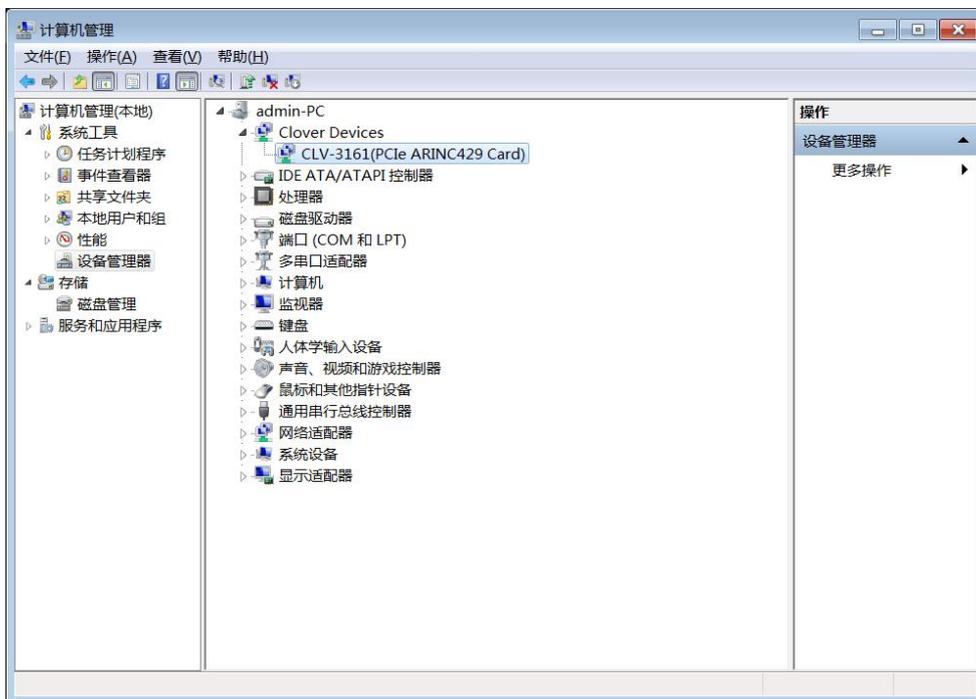
点击“下一步”按钮,出现数字签名提示框;



直接点击“始终安装此驱动程序软件”,以完成驱动安装;

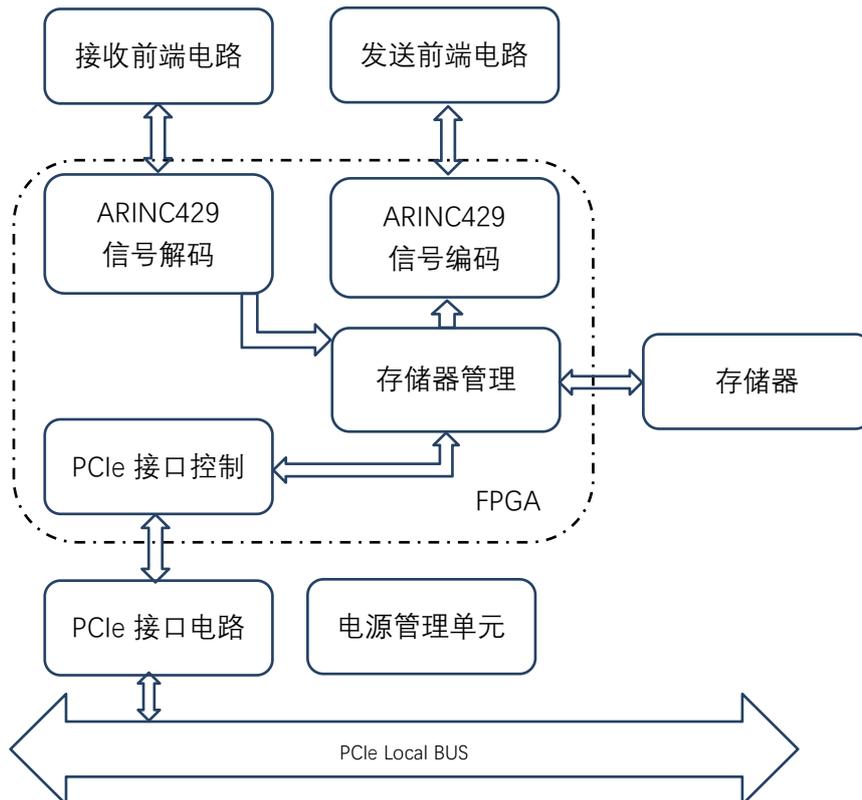


点击关闭,驱动程序安装完成,在设备管理器中可以看到 PCI Arinc429 设备;



8. 实现原理

CLV-3161/4161 基于 FPGA 设计，在 FPGA 中实现了 ARINC429 信号的编解码、收发数据的存储管理以及 PCIe 接口交互。板卡可以基于 PCIe 接口，实现多路独立的 ARINC429 发送和接收通道。



9. 示例程序使用说明

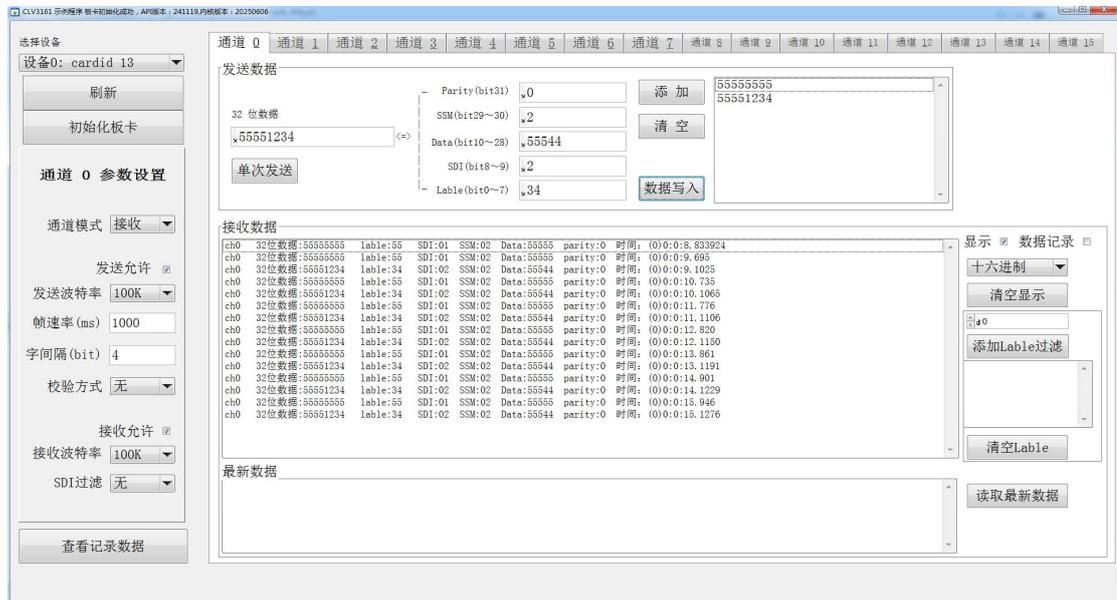
9.1. 综述

随通信接口板卡配套有示例软件。该软件界面简约，包含绝大多数板卡应用的基本功能，免费向客户提供源代码。示例软件主要用于客户对产品的测试，功能验证以及作为二次应用开发参考。

特别说明：该示例软件作为产品附属品提供，仅作为一般功能测试和参考示例，科洛威尔不对该程序的功能完备性及应用场景适应性作任何担保；在购买相关硬件产品后，用户可对该程序作任何形式的修改。

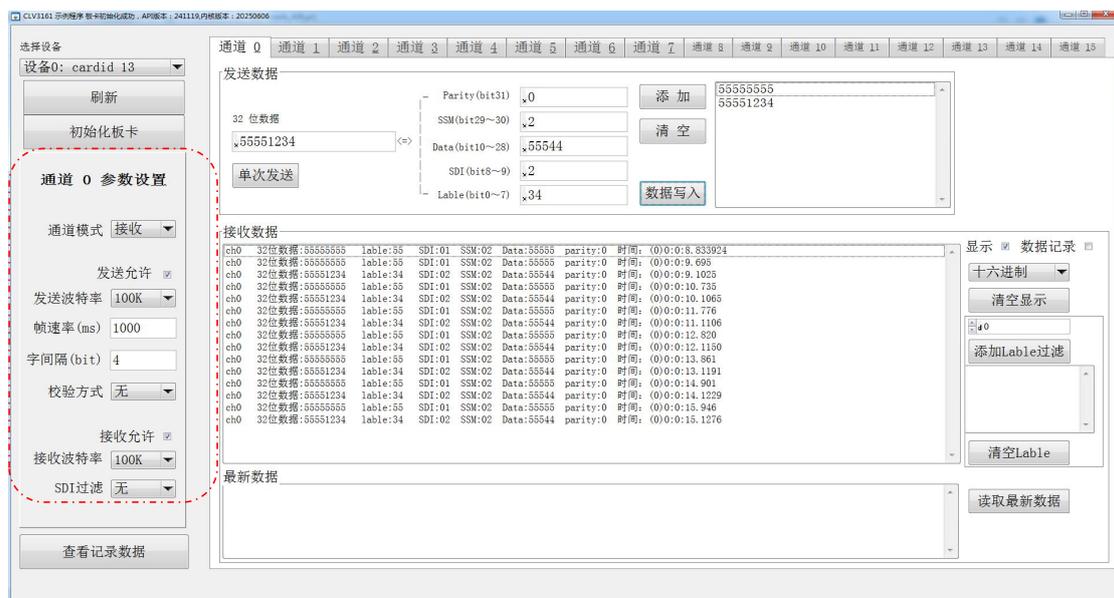
示例程序的开发环境为：win7 32bit ， labwindows CVI 2017。

软件运行主界面由“参数设置区”和“数据编辑及显示区”组成，如下图：



9.2. 操作流程和使用说明

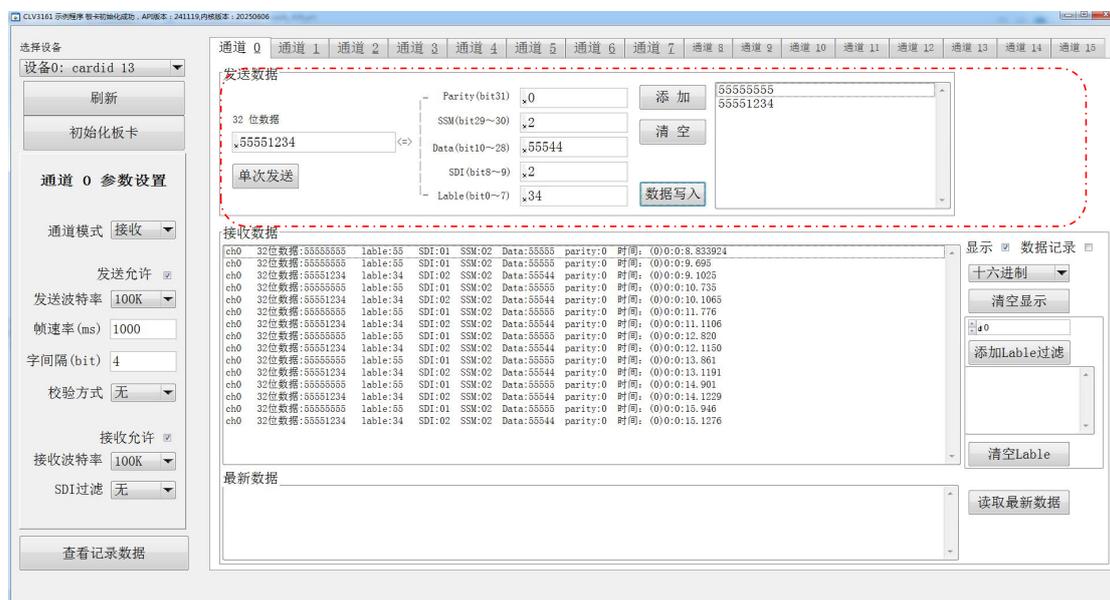
- (1) 点击“初始化板卡”按钮，初始化板卡。
- (2) 在右侧的选项页，选择要操作的通道。
- (3) 在界面左侧参数设置区，设置通道参数：



可设置参数包括：通道发送使能、发送波特率、发送帧速率、发送字间隔、发送校验方

式、通道接收使能、接收波特率、接收 SDI 过滤。

(4) 数据编辑与发送



数据编辑：

发送数据可以直接在“32 位数据”区域编辑，也可以在其右侧的字段编辑区编辑，二者是联动的。”清空“按钮可以删除一个通道上所有的周期性发送数据。

周期数据发送：

数据编辑完成后，点击“添加”按钮，将数据添加到软件缓存中，已经添加的数据在右侧的列表框中显示。当所有发送数据添加完成后，再点击“数据写入”按钮，将数据写入硬件发送缓冲区，并立即按参数设置进行周期性发送。

单次发送：

数据编辑完成后，点击“单次发送”按钮，数据将立即发出，并只发送一次。单次发送一般用于突发数据发送。

(5) 接收数据

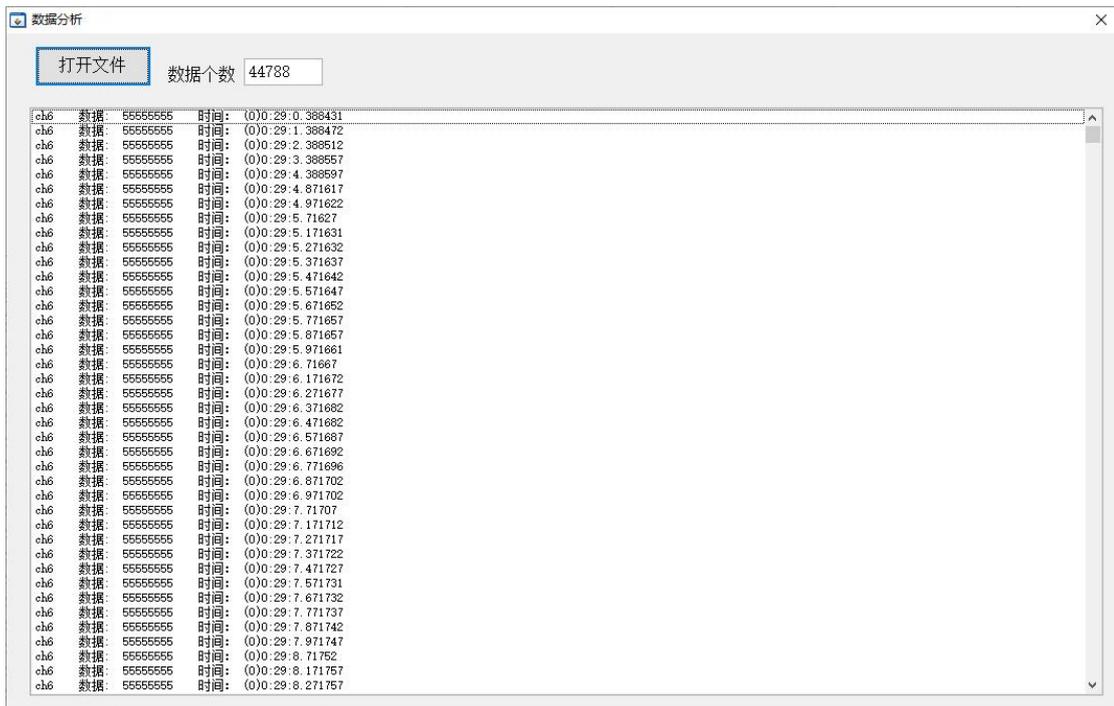
接收数据在“接收数据”显示列表框中显示。显示框下方有两个勾选框：

显示：选择数据是否实时显示；

数据记录：选择是否对接收数据进行文件记录。

(6) 数据记录查看

点击”主界面左下侧的”查看记录数据“按钮，将打开记录数据查看界面：



点击”打开文件“按钮，选择数据记录文件，将可以查看记录内容。

例程中记录数据分通道存为文件，存放于工程目录下，命名形式为“rxData_chn.rec”，n 为通道号。

***注意：**当记录功能开启时，对应的记录文件处于写入操作状态，此时若点击“打开文件”，该操作将被阻止，并提示“文件正在被使用,请停止通道 x 数据记录”。打开记录文件之前，请先将对应通道的记录功能关闭。

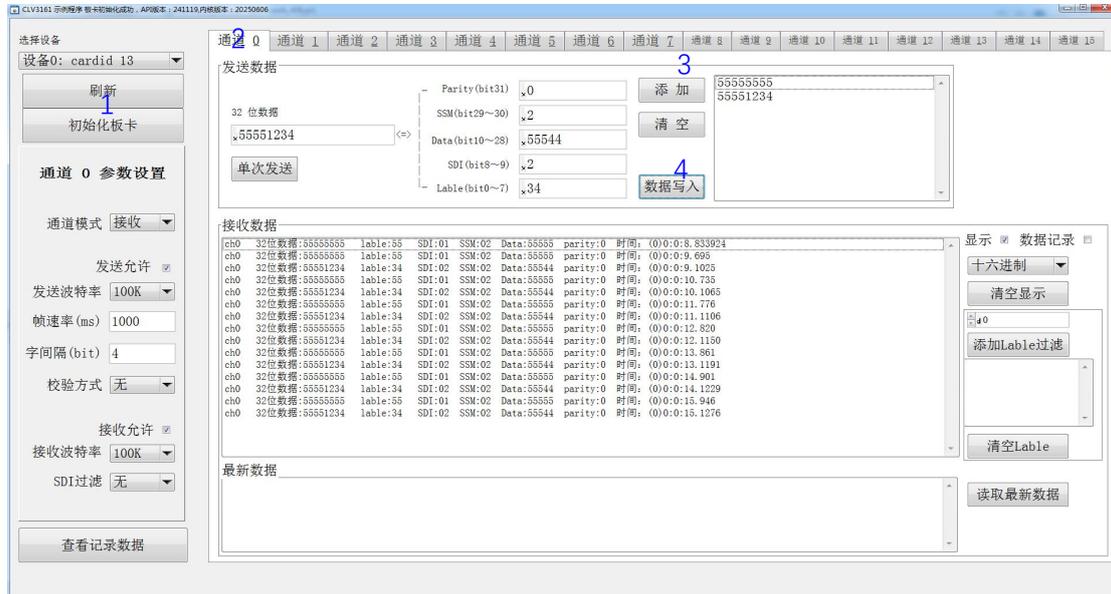
9.3. 自发自收测试

收到板卡后，如果选用的是发送、接收通道都有的配置型号，可以通过自发自收进行板卡测试，熟悉板卡的使用方法。操作步骤如下：

- (1) 将配套 ARINC429 信号线缆发送和接收短接。
- (2) 如 7.1 章节所述正确安装板卡。
- (3) 打开例程软件，如 9.2 章节所述，在已短接的发送通道上添加发送数据。为便于测试观察，可以添加周期性发送数据。
- (4) 在已经短接的接收通道对应的选项页，观察接收数据。
- (5) 举例：0 通道自发自收测试

①短接 TXA0 – RXA0; TXB0 – RXB0。

- ②将板卡和配套的 ARINC429 信号线缆对接，板卡装入计算机，并确保驱动已经正确安装。
- ③打开示例软件，初始化板卡，并对通道 0 进行配置，添加发送数据，可按下图标示 1-4 步骤进行操作。通道 0 接收到的数据将在软件界面上显示，如下图：



10. 产品选型说明

我们提供基于多种总线形式的 ARINC 429 通信接口产品，可适应不同应用需求，产品型号编码说明如下，欢迎选用。

CLV-5061 - V2.0- 8T8R

