

PCIe 1553B 通信模块

CLV-3151M 用户手册



成都科洛威尔科技有限公司

地址：四川省成都市高新西区双柏路68号23栋

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

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

目 录

版本历史	4
1 CLV-3151M—基于 PCIe 总线的 1553B 通信模块概述	5
2 关于 1553 总线	7
2.1 总线框架	7
2.2 双冗余	7
2.3 信号特性	8
2.4 RT 地址和子地址	8
2.5 数据格式	8
2.6 方式代码（模式码）	9
3 1553 总线连接	10
3.1 变压器耦合连接方式	10
3.2 直接耦合连接方式	10
3.3 1553 通信测试网络连接示例	11
4 CLV-3151M 模块概述	12
4.1 实现原理	12
4.2 连接器定义	12
4.3 测试工装	13
5 Windows 系统下安装及使用说明	13
5.1 配套资料说明	13
5.2 驱动程序的安装	14
5.3 测试示例软件使用说明	20
5.3.1 综述	20
5.3.2 操作流程	20
5.3.3 模块级设置	21
(1) 板卡初始化	21
(2) 耦合方式设置	21
(3) 自测试	21
5.3.4 BC 功能	22
(1) Bc 设置	22
(2) 消息设置	22
(3) 插入消息发送示例	24
5.3.5 RT 功能	25
(1) Rt 初始化	25
(2) Rt 地址使能	25
(3) 错误注入	26
5.3.6 BM 设置	26
(1) BM 初始化	26
(2) BM 过滤设置	26
5.3.7 BC、RT、BM 功能的启动与停止	27
5.3.8 退出程序	27
6 Linux 系统下安装及使用说明	27

6.1 配套资料说明	27
6.2 驱动程序编译与安装	28
6.3 功能测试	29
6.3.1 BC 功能测试	29
6.3.2 RT 功能测试	29
6.3.3 BM 功能测试	30
7 产品选型说明	30

版本历史

版本	修订日期	内容
V1.01	2022 年 11 月	初始版本

1 CLV-3151M—基于 PCIe 总线的 1553B 通信模块概述

该产品基于标准 PCIe 总线接口，可提供 1 通道标准 1553B 接口，可用于设备 1553B 通信接口扩展。

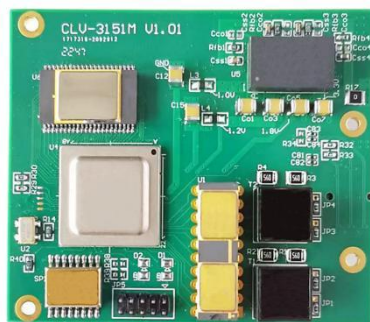


图 1 CLV-3151M

模块特点：

- 100%国产化;
- PCIe x1;
- 遵循 MIL-STD-1553B Notice2 (GJB289A-97) 规范;
- 1 个 MIL-STD-1553A/B 双冗余通道;
- 支持 Bus Control、Remote Terminal、Bus Monitor 终端模式;
- 变压器耦合;
- 支持自检;
- BC 功能:

帧可编程，消息间隔可编程

突发消息发送

数据双 Buffer

消息重试

BUSA, BUSB 可选择

支持分支跳转消息

支持错误模拟注入

- RT 功能

RT 地址可软件设置

单数据 Buffer

双数据 Buffer

支持错误注入

- BM 功能

100%消息记录

消息过滤

32 位时间标签

供电方式:

- DC 12V, $\geq 300\text{mA}$

机械尺寸:

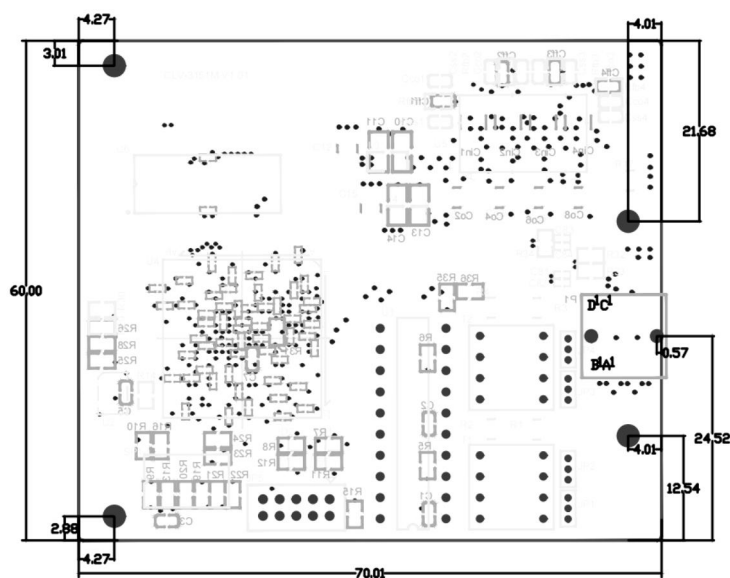


图 2 CLV-3151M 机械尺寸

环境特性:

- 操作温度: $-40\sim+70^{\circ}\text{C}$
- 存储温度: $-55\sim105^{\circ}\text{C}$
- 相对湿度: 5%~95%(不凝霜)

软件支持:

- 提供示例程序;
- 支持 win7 64bit/ win10 64bit/Linux 操作系统;

- 提供用户接口函数库,支持 Microsoft VC++, labview 等多种开发工具。

2 关于 1553 总线

1553 总线是一种数字命令/响应式多路数据复用总线,是一种广泛应用的飞机航电系统集成的总线标准。

2.1 总线框架

1553B 总线网络中设备按照功能角色分为一下三种:

总线控制器, Bus Controller 简称 BC。BC 的功能是发起数据通信消息,进行总线管理。一个 1553 网络中只允许有一个被激活的 BC,整个网络的通信内容及时序,如消息帧内容、帧发送速率在 BC 处进行规划和设置。

远程终端, Remote terminal 简称 RT。RT 设备是 1553 网络中与应用业务相关的端设备,在机载系统中,一个功能单元可以被定义为一个 RT,比如说导航系统。RT 接收来自 BC 的指令,并作出响应,也即接收数据、回送数据并视通信情况返回状态字。

总线监视器, Bus Monitor,简称 BM。BM 不具有通信应答功能,专用于总线数据监视、记录。

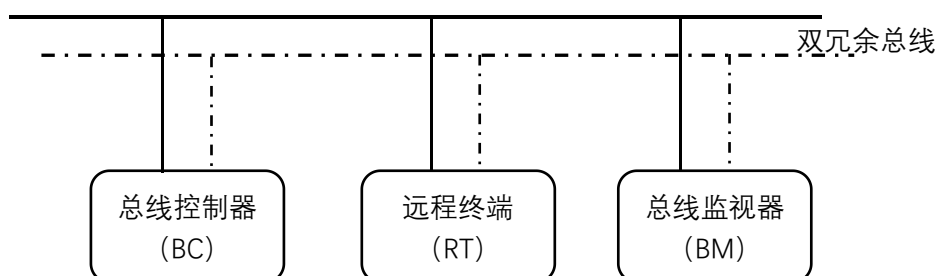


图 3 1553 网络构成

2.2 双冗余

1553B 网络采用双冗余方式设计,一个 1553 通信通道,包含 BUSA 和 BUSB 两路互为备份的总线数据接口。正常状态下,只有一路总线接口(如 Bus A)处于工作状态下,当该路通信出现故障时,可以切换到备份总线上进行数据传输(Bus B),像 CLV-3151M 这样的标准 1553 通信接口模块卡是支持这种备份冗余方式的,这也极大的保证了通信的可靠性。且 CLV-3151M 的上述基于双冗余的总线的切换传输是可以可编程设置后自动执行的,相关设置方法请参见 CLV-3151M 软件手册。

2.3 信号特性

常用的 1553B 总线通信速率为 1Mbps，采用曼彻斯特编码方式。

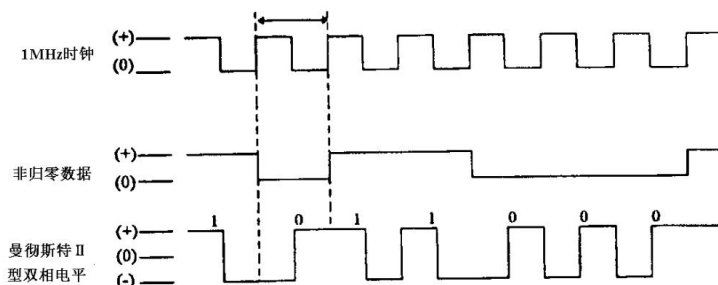


图 4 1553 信号编码

1553 总线数据传输时，由字组成消息，再由消息组成帧（见 2.5 数据格式）。每个字的传输波形由 3 个位时的同步头+16 个位时的有效位+1 位时校验位组成。

2.4 RT 地址和子地址

每个 RT 都有 RT 地址，在 1553B 总线规范中，RT 地址范围为 0~31，RT 地址 31 被用作广播地址，所以实际可用的 RT 地址为 0~30，但一般不推荐把 0 作为 RT 地址。RT 设备下，还可以划分 RT 子系统，子系统地址范围为 0~31，其中 0 和 31 号子地址用于模式码，所以实际能用于子系统地址区分的值为 1~30。在实际应用中，广播消息除外，如果 BC 要和一个 RT 设备进行通信，BC 端在编辑发送消息时，消息命令字中的 RT 地址和 RT 子地址必须和该 RT 的地址信息一致。

2.5 数据格式

在 1553B 网络上传输的数据是由一系列消息组成的帧。消息又由命令字、数据字、状态字组成。

命令字有时又被称为指令字，包含：远程终端地址（RT 地址）、发送接收标志、子地址/方式代码操作标识、数据字计数/方式代码。数据字计数指定本条消息发送的数据字个数，一条消息最多可以带 32 个数据字，CLV-3151M 在应用中约定，数据字计数可设置值为 0~31，数值 0 表示 32 个数据字发送。

数据字是 1553B 通信中需要被传输的数据，每个数据字的宽度为 16 位，也即一条消息最大数据传输容量为 16bit x 32。

状态字是 RT 在收到非广播消息时，根据 RT 本身及消息的接收处理状态，回送给 bC 的状态信息。状态字由远程终端地址字段、消息差错位、测试手段位、服务请求位、备用位、广播指令接收位、忙位、子系统标志位、动态总线控制接受位、终端标志位及奇偶校验位组

成，每个标志位的具体说明请参见 1553 通信协议标准。

对应于协议规范，CLV-3151M 在 API 应用层将命令字，数据字，状态字封装成结构体，方便用户进行二次开发，这些结构体的详细说明请参见《软件手册》及产品例程。

2.6 方式代码（模式码）

方式代码又称模式码，是 1553 总线网络中的一类专用特殊指令，用于总线通信维护和管理。1553 总线通信协议中，对方式代码的格式、内容和含义及用途有明确的规定，1553B 通信支持的方式代码见下表（摘自 GJB-289A）：

表 1 方式代码

发/收位	方式代码	功	是否带数据字	是否允许广播指令
1	00000	动态总线控制	否	否
1	00001	同步	否	是
1	00010	发送上一状态字	否	否
1	00011	启动自测试	否	是
1	00100	发送器关闭	否	是
1	00101	取消发送器关闭	否	是
1	00110	禁止终端标志位	否	是
1	00111	取消禁止终端标志位	否	是
1	01000	复位远程终端	否	是
1	01001	备用	否	待定
...	...	...	...	...
1	01111	备用	否	待定
1	10000	发送矢量字	是	否
0	10001	同步	是	是
1	10010	发送上一指令字	是	否
1	10011	发送自检测字	是	否
0	10100	选定的发送器关闭	是	是
0	10101	取消选定的发送器关闭	是	是
1 或 0	10110	备用	是	待定
...	...	...	...	...
1 或 0	11111	备用	是	待定

3 1553 总线连接

一个 1553 设备，如本手册所描述的 PCIe 1553 产品，CLV-3151M，在和其他 1553 设备连接组网时，有两种连接方式：变压器耦合方式和直接耦合方式。顾名思义，变压器耦合方式需要有专用的耦合器实现设备到总线网络的接入，直接耦合则不需要。在机载环境及其他实际应用场景，直接耦合方式应该尽量避免。

3.1 变压器耦合连接方式

包括 CLV-3151M 在内的科洛威尔的 1553 产品可以订购为变压器耦合或直接耦合。当使用更标准的变压器耦合模式时，需要使用耦合器设备。如总线 A，连接方法见下图所示；总线 B 的连接，需要另一个耦合器，CLV-3151M 的总线 B 通过耦合器连接到其他 1553 设备的总线 B。这样的连接使得总线 A、B 分别有独立的信号传输路径，形成了 1553B 可靠的双冗余通信网络。

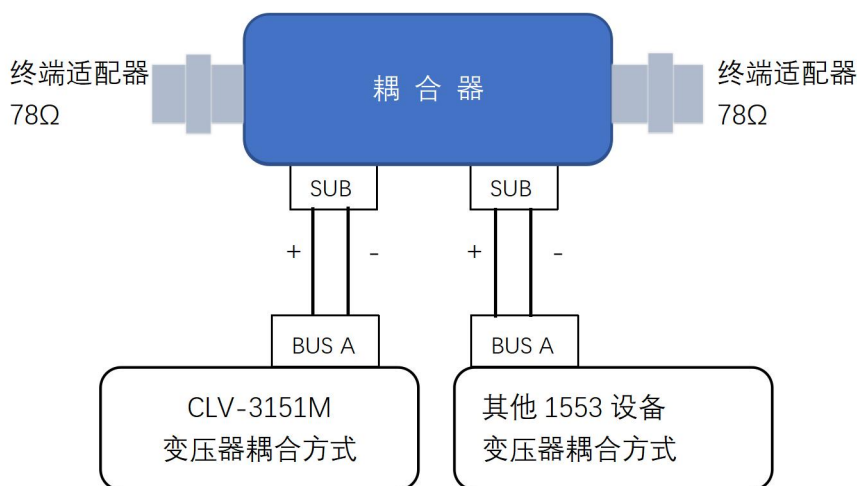


图 5 总线 A 变压器耦合方式连接

3.2 直接耦合连接方式

对于短距离通信，一个 1553 设备可以直接耦合连接到另一个 1553 设备。为确保正常通信，连接两个设备的电缆需要正确端接 78 欧姆电阻器。连接方式见图 4，总线 B 也通过同样的方式连接到另一个设备的总线 B。

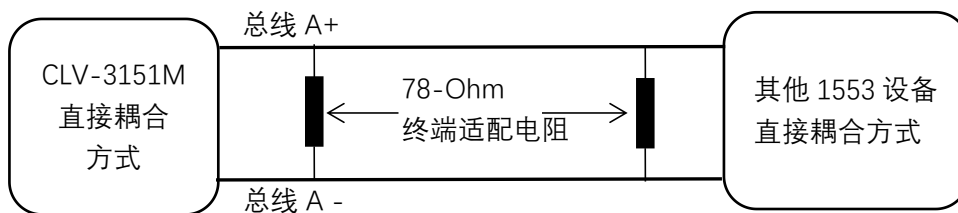


图 6 直接耦合方式设备连接

3.3 1553 通信测试网络连接示例

利用 CLV-3151M 模块，可以快速方便的和被测设备（网络）对接，以进行数据记录、应答激励等测试任务，网络连接图如下：

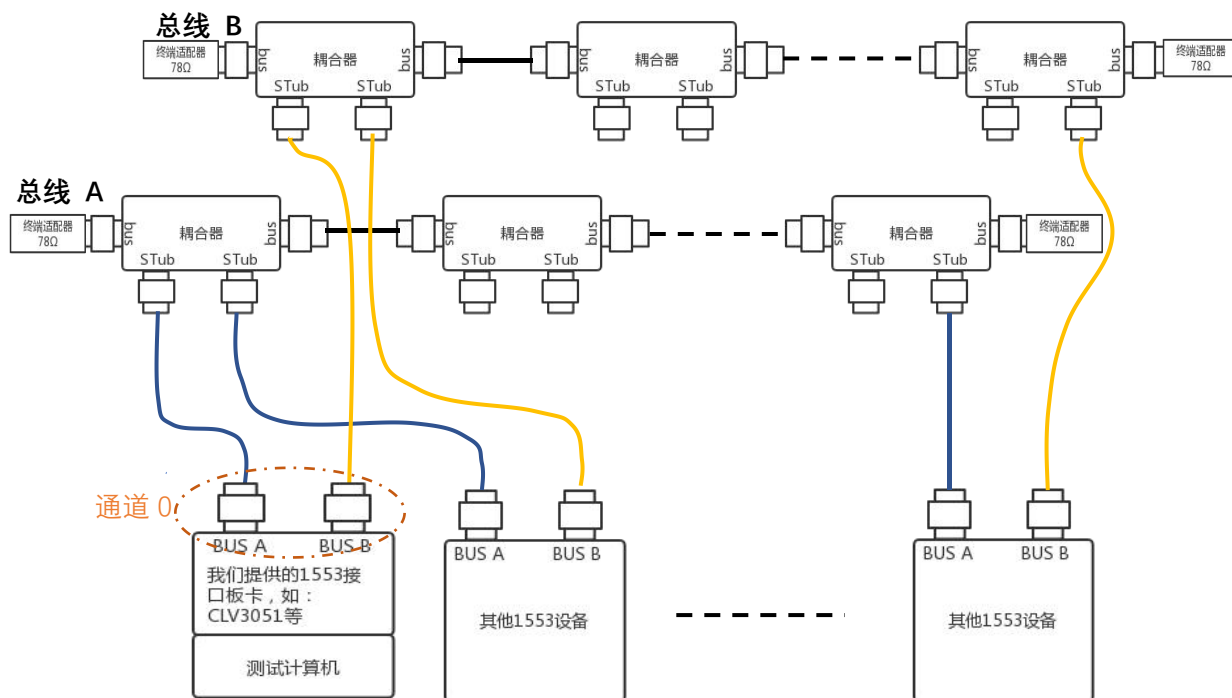
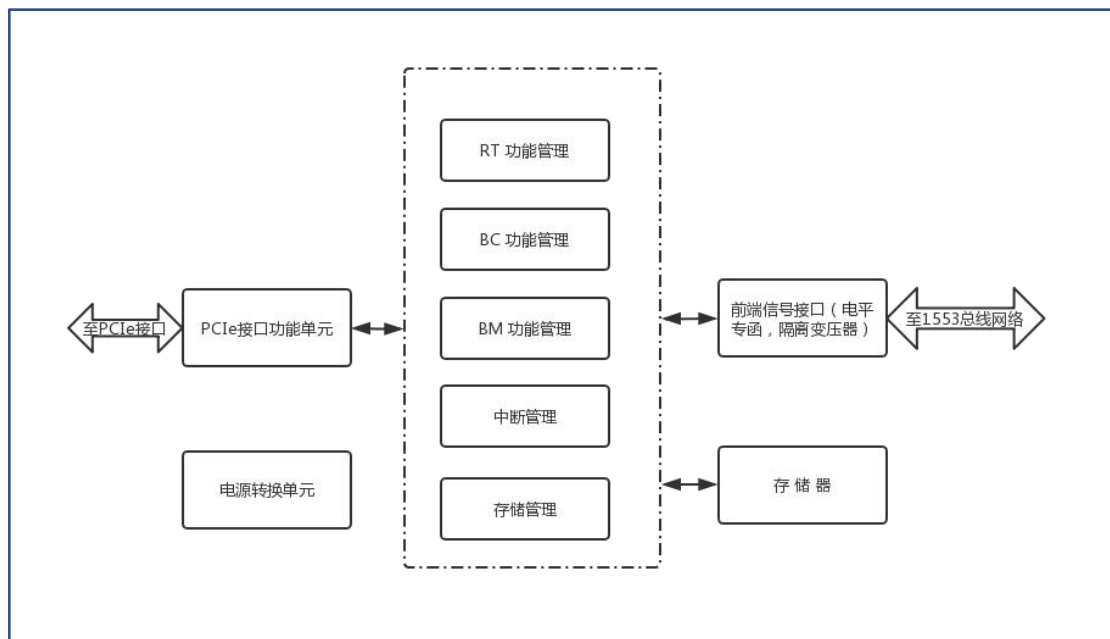


图 7 1553 总线网络连接示意图

4 CLV-3151M 模块概述

4.1 实现原理

CLV-3151M 采用了科洛威尔公司自主研制的 1553 通信 FPGA IP 核心，该 IP 核心已经在多个领域，客户应用场景中得到广泛应用，性能稳定可靠。整个 CLV-3151M 模块的功能框图如下：



4.2 连接器定义

CLV-3151M 的板对板连接器型号为 CTOLC-105-02-L-Q-A。管脚定义如下：

表 2 板间连接器定义

管脚	定义	管脚	定义
A1	RH_PCIE2_TXP	B1	RH_PCIE2_TXN
A2	GND	B2	GND
A3	RH_PCIE2_RXP	B3	RH_PCIE2_RXN
A4	GND	B4	GND
A5	RH_PCIE2_CLKP	B5	RH_PCIE2_CLKN
C1	1553B_A+	D1	1553B_A-
C2	GND	D2	GND
C3	1553B_B+	D3	1553B_B-
C4	RH_PCIE2_RST#	D4	GND

C5	+12V	D5	+12V
----	------	----	------

4.3 测试工装

CLV-3151M 配套有测试工装（底板），工装型号为 CLV-3151M-GZH，如有需要，请另行采购。

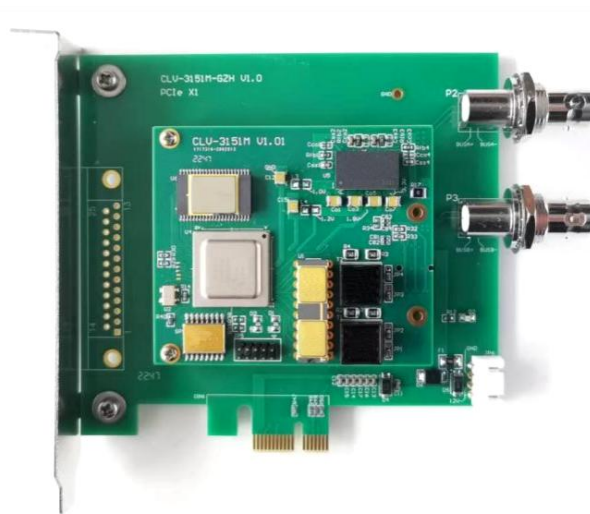


图 8 CLV-3151M 测试工装

CLV-3151M-GZH 可将 CLV-3151M 模块转为通用 PCIe 1x 接口，与通用计算机主板 PCIe 插口对接。并将 CLV-3151M 的 1553 通信接口引出为同轴连接器形式（型号 CBBJR79A，可与 PL75-47 连接），或者 DB25 连接器形式，便于验证调测。出厂默认将 1553B 信号 BUSA/B 分别连通至两个同轴连接器上，如果需要使用 DB25 连接器方式，可以根据 CLV-3151M-GZH 板卡背面丝印信号标注，自行焊接连通。

5 Windows 系统下安装及使用说明

5.1 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。

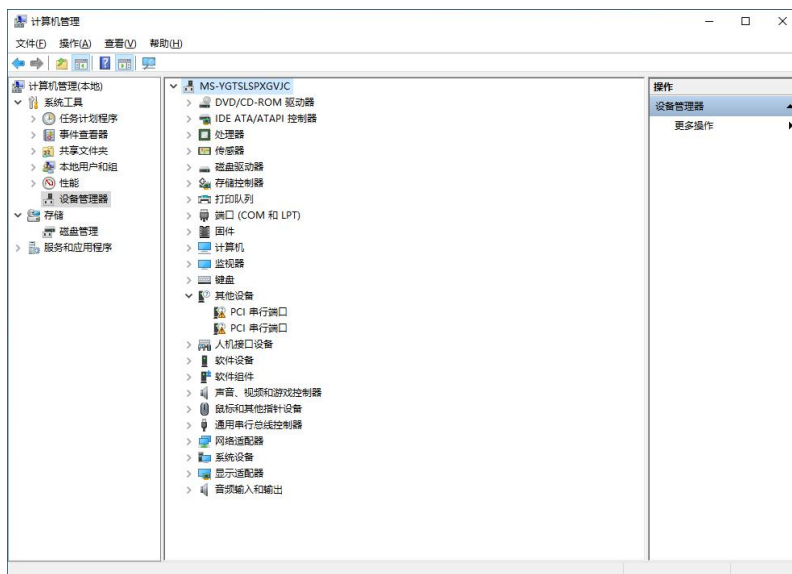
序号	文件目录	说明
1	/api	API 函数库动态库文件
2	/demo	示例程序工程（开发环境 labwindows CVI 2017）
3	/demo_setup	示例程序安装文件
4	/doc	文档手册
5	/drivers	驱动程序

5.2 驱动程序的安装

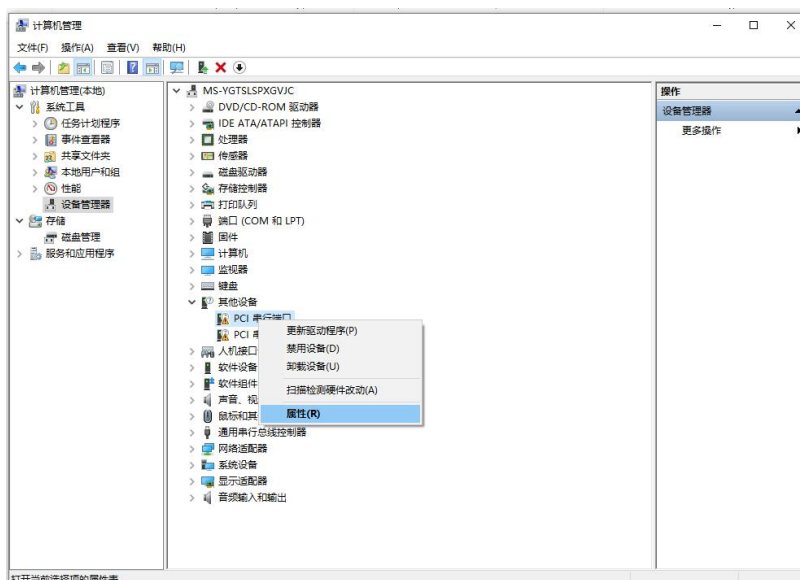
本节介绍 CLV3151M 通过配套测试工装，在通用计算机，Windows 系统下驱动安装方法。

如果是第一次使用本模块，操作系统会提示发现新硬件，要求安装驱动。驱动程序在随产品配套的光盘上/drives 目录下，根据所使用的计算机平台选择 win7 目录或者 win10 目录，按照系统提示选择安装即可。

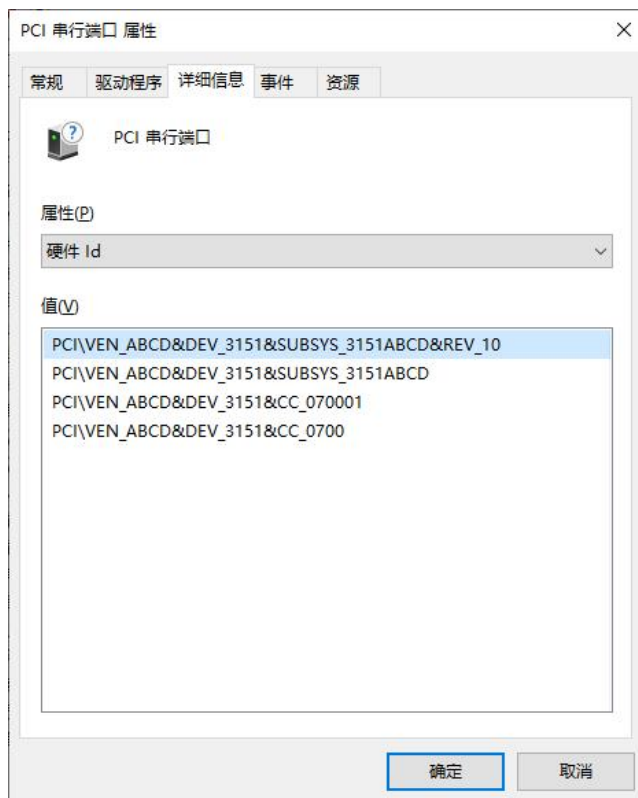
如果没有提示新设备，可以打开设备管理器（“我的电脑”图标，右键，管理->设备管理）：



其他设备里有“PCI 串行端口”设备，在其上点右键，选择“属性”。



可以在弹出的属性面板中，点击“详细信息”，查看板卡的硬件 ID，CLV-3151M 的硬件 ID 如下：



如果硬件 ID 完全正确，说明 CLV-3151M 与计算机之间的接插正确，可以继续安装驱动。点击面板上的“驱动程序”，准备开始驱动安装：



点击“更新驱动程序...”,出现如下界面：



点击“浏览计算机以查找驱动程序软件”，出现如下界面：



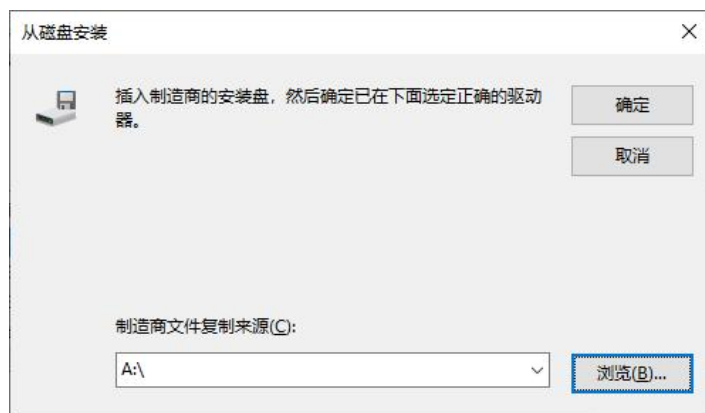
选择“从计算机的设备驱动程序列表中选择”，进入下一个界面：



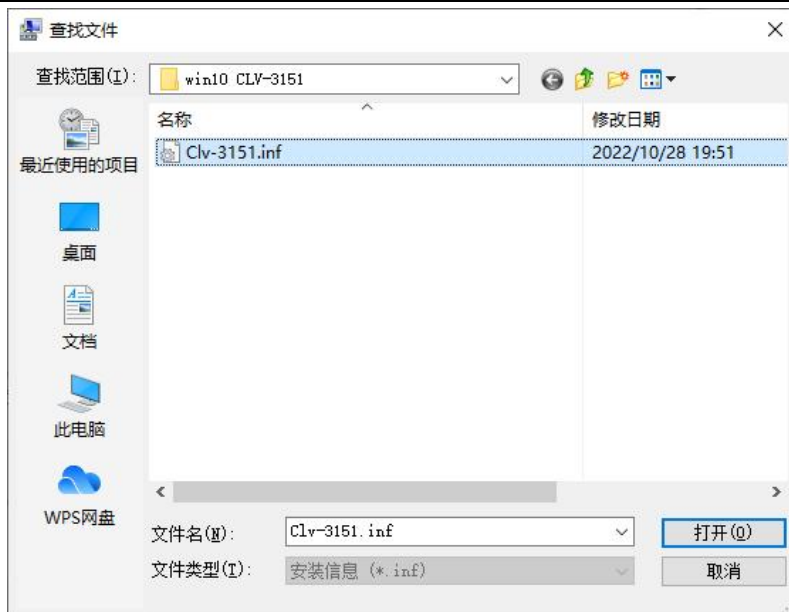
直接点击下一步：



点击从“磁盘安装”按钮：



点击“浏览”，进入下一个界面：



在打开窗口中，定位到配套光盘/Drivers 目录下，再根据当前操作系统，进入相应的文件夹选项，选取 inf 文件打开进行安装。双击或者选择 inf 文件后点击“打开”后，会出现确定对话框，点击“确定”，出现如下界面：



直接点击下一页，出现“驱动数字签名”提示信息，忽略，直接点“始终安装此驱动程序软件”：

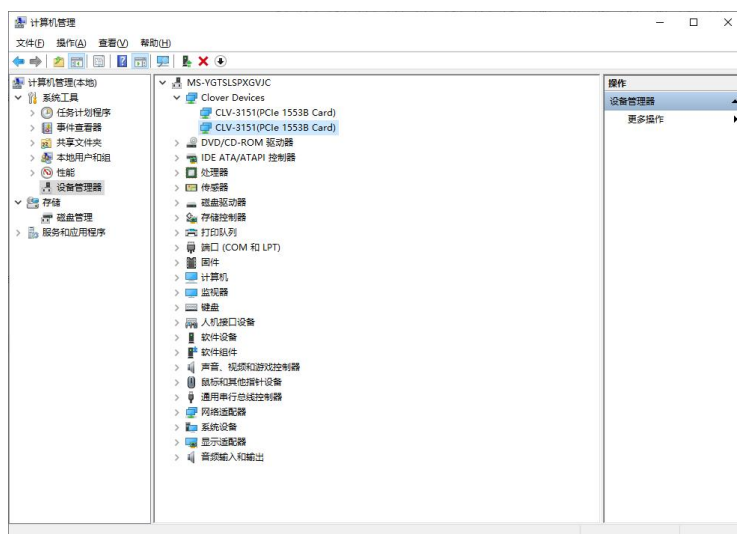


系统将安装选定的驱动，安装完成后出现如下界面：



驱动安装完成，关闭窗口即可。此时设备管理器里的设备列表会被自动刷新。如下图所示：

示：

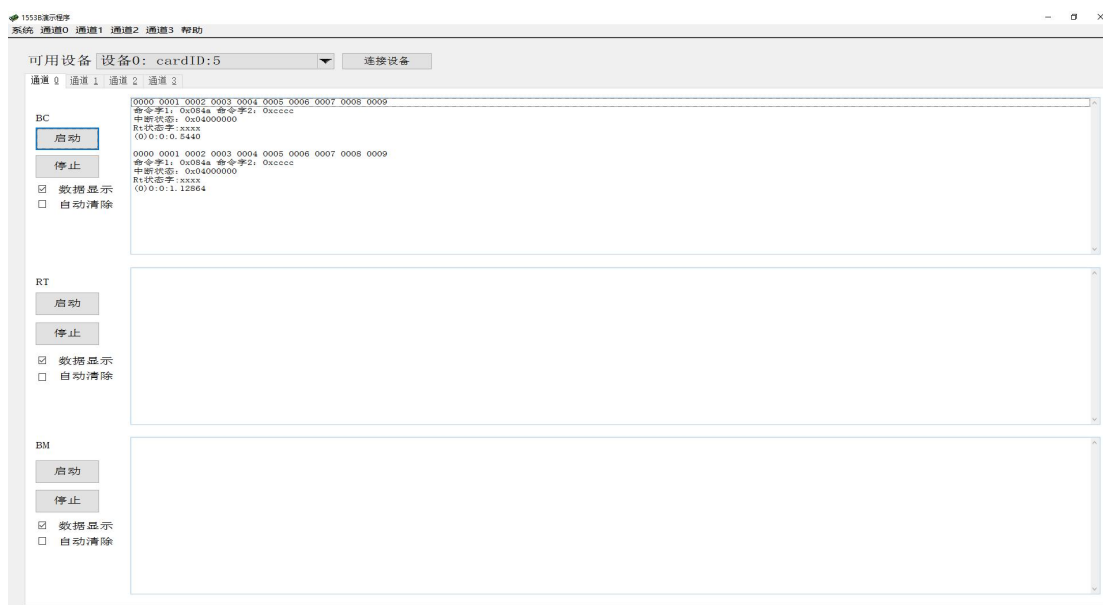


5.3 测试示例软件使用说明

本节介绍 CLV3151M 通过配套测试工装，在通用计算机，Windows 系统下的测试例程使用方法。

5.3.1 综述

随 CLV-3151M 通信接口模块配套有示例软件。该软件，位于光盘目录（\demo）下，采用 labwindows CVI 开发而成，界面简约，涵盖绝大多数模块应用基本功能，且免费向客户提供源代码。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的参考。软件分为菜单、运行控制、数据显示三大块；1~4 个通道独立控制，通过菜单栏进入各个通道的设置界面；各个通道的启动、停止及消息显示放在主界面上。示例程序运行主界面如图：



5.3.2 操作流程

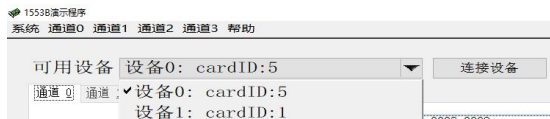
测试软件的具体操作请参见本章 3~8 节，软件的一般操作流程如下：

- (1) 运行程序
- (2) 初始化板卡
- (3) 设备自检（可选）
- (4) BC 功能设置或 RT 功能设置或 BM 功能设置
- (5) 启动 BC 功能或 启动 RT 功能或 启动 BM 功能
- (6) 查看 BC 消息显示，或查看 RT 消息显示，或查看 BM 消息显示
- (7) 测试完成，退出程序。

5.3.3 模块级设置

(1) 板卡初始化

运行软件会自动查找系统中已经安装的板卡设备，并将其添加到可用设备下拉选框中。



选择待使用的设备，点击“连接设备”，进行板卡设备初始化。

(2) 耦合方式设置

CLV-3151M 模块不支持该设置项。CLV-3151M 的耦合方式采用跳线方式进行设置。

每路总线都有对应的两个跳线用于设置耦合方式。请根据下表所示进行设置。

表 3 耦合方式跳线设置

	跳线	直接耦合	变压器耦合
BUS A	JP1	1-2 短接	2-3 短接
	JP2	1-2 短接	2-3 短接
BUS B	JP3	1-2 短接	2-3 短接
	JP4	1-2 短接	2-3 短接

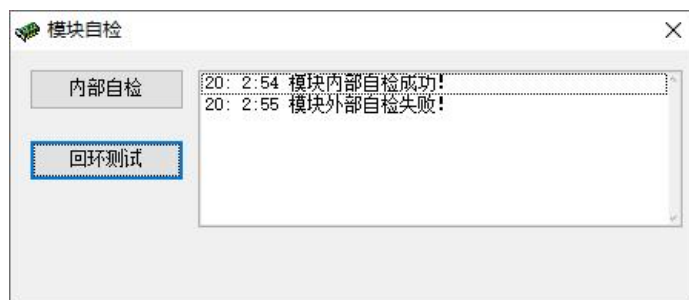
注意：

JP1~JP4，方孔为第一脚。

CLV-3151M 出厂默认配置为变压器耦合方式。

(3) 自测试

点击菜单“系统\自检”，可以弹出自检对话框，进行模块自检操作。



内部自检：存储器级自检。

回环测试：需要将总线 A、B 外部短接，进行外部回路自检。

5.3.4 BC 功能

(1) Bc 设置

如果要进行 BC (Bus Control) 功能相关操作，需要进行 BC 设置。

点击“BC 功能\Bc 设置”菜单项，可以进入 BC 设置面板：



帧速率：1553 消息子帧发送周期。

触发方式：BC 消息发送触发方式。

重试条件：编辑消息重试的条件。

重试次数及方式：消息重试的次数和每次重试的方式选择。

如果是简单测试，可以直接保持软件面板的默认值，直接点击“确定”。

(2) 消息设置

点击“Bc 功能\消息设置”菜单项，进入 BC 消息编辑面板：



消息设置

消息类型: BC->RT

☒ BUS A ☐ BUS B ☒ 帧开始 ☒ 帧结束 ☒ 消息结束 ☐ 允许重试

命令字1

1 (Bit15...Bit11)RT Addr 2 (Bit9...Bit5)Sub addr 10 (Bit4...Bit0)WordCount

命令字2

2 (Bit15...Bit11)RT Addr 1 (Bit9...Bit5)Sub Addr 10 (Bit4...Bit0)WordCount

数据

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
0000	0001	0002	0003	0004	0005	0006	0007	0008	0009	000A	000B	000C	000D	000E	000F
0010	0011	0012	0013	0014	0015	0016	0017	0018	0019	001A	001B	001C	001D	001E	001F

数据递增 设置所有 x.0000

错误注入 EI_NONE

写入

确定 退出

该面板可以实现填入消息并组帧写入到硬件缓冲区中。面板上一次编辑就对应一条消息，编辑完成后，点击“写入”按钮，消息完成写入，生效。当所有消息编辑完成后，点击“确定”按钮确认并退出消息编辑面板。例如，编辑一个消息帧，该帧有三条消息：

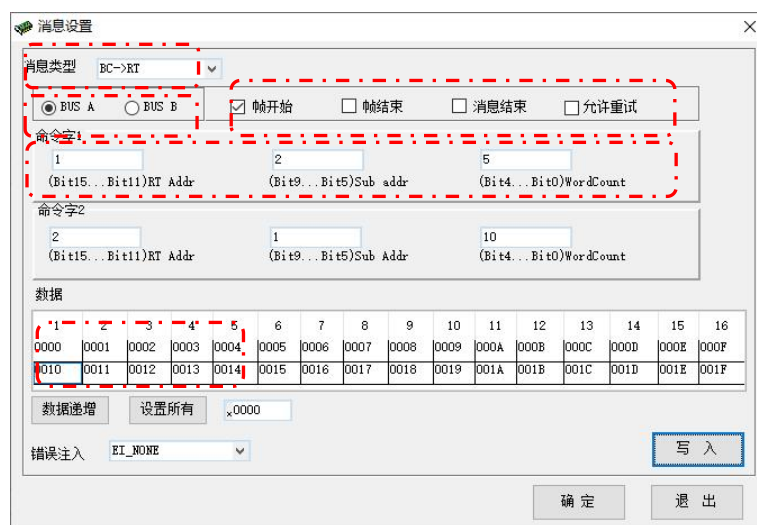
消息 0：从 BUSA 发送，BC->RT,RT 地址 1，子地址：2，数据个数：5，消息内容：0,1,2,3,4。

消息 1：从 BUSB 发送，RT->BC,RT 地址 2，子地址：3，数据个数：15。

消息 2：从 BUSA 发送，BC->RT,RT 地址 3，子地址：1，数据个数：10，消息内容：0x0~0x9。

则编辑并写入消息的过程如下：

第一步 编辑并写入第一条消息



消息设置

消息类型: BC->RT

☒ BUS A ☐ BUS B ☒ 帧开始 ☐ 帧结束 ☐ 消息结束 ☐ 允许重试

命令字1

1 (Bit15...Bit11)RT Addr 2 (Bit9...Bit5)Sub addr 5 (Bit4...Bit0)WordCount

命令字2

2 (Bit15...Bit11)RT Addr 1 (Bit9...Bit5)Sub Addr 10 (Bit4...Bit0)WordCount

数据

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
0000	0001	0002	0003	0004	0005	0006	0007	0008	0009	000A	000B	000C	000D	000E	000F
0010	0011	0012	0013	0014	0015	0016	0017	0018	0019	001A	001B	001C	001D	001E	001F

数据递增 设置所有 x.0000

错误注入 EI_NONE

写入

确定 退出

完成上述编辑后，点击“写入”按钮。然后，不关闭面板，开始编辑第二条消息。

第二步 编辑并写入第二条消息，内容如下：



消息设置

消息类型: RT->BC

☐ BUS A ☒ BUS B ☐ 帧开始 ☐ 帧结束 ☐ 消息结束 ☐ 允许重试

命令字1

2 (Bit15...Bit11)RT Addr 3 (Bit9...Bit5)Sub addr 15 (Bit4...Bit0)WordCount

命令字2

2 (Bit15...Bit11)RT Addr 1 (Bit9...Bit5)Sub Addr 10 (Bit4...Bit0)WordCount

数据

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
0000	0001	0002	0003	0004	0005	0006	0007	0008	0009	000A	000B	000C	000D	000E	000F
0010	0011	0012	0013	0014	0015	0016	0017	0018	0019	001A	001B	001C	001D	001E	001F

数据递增: 设置所有 x0000

错误注入: EI_NONE

写入

确定 退出

点击“写入”，不关闭面板，开始编辑第三条消息。

第三步 编辑并写入第三条消息，内容如下：



消息设置

消息类型: BC->RT

☒ BUS A ☐ BUS B ☐ 帧开始 ☒ 帧结束 ☒ 消息结束 ☐ 允许重试

命令字1

3 (Bit15...Bit11)RT Addr 1 (Bit9...Bit5)Sub addr 10 (Bit4...Bit0)WordCount

命令字2

2 (Bit15...Bit11)RT Addr 1 (Bit9...Bit5)Sub Addr 10 (Bit4...Bit0)WordCount

数据

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
0000	0001	0002	0003	0004	0005	0006	0007	0008	0009	000A	000B	000C	000D	000E	000F
0010	0011	0012	0013	0014	0015	0016	0017	0018	0019	001A	001B	001C	001D	001E	001F

数据递增: 设置所有 x0000

错误注入: EI_NONE

写入

确定 退出

点击“写入”按钮，写入消息，并点击“确定”按钮，确认并退出消息编辑面板。

(3) 插入消息发送示例

“BC 功能”菜单下有“插入消息发送示例”一项，点击该项后，模块将在现有消息发送序列中插入发送一条消息（且该消息只发送一次）：

RT 地址：1

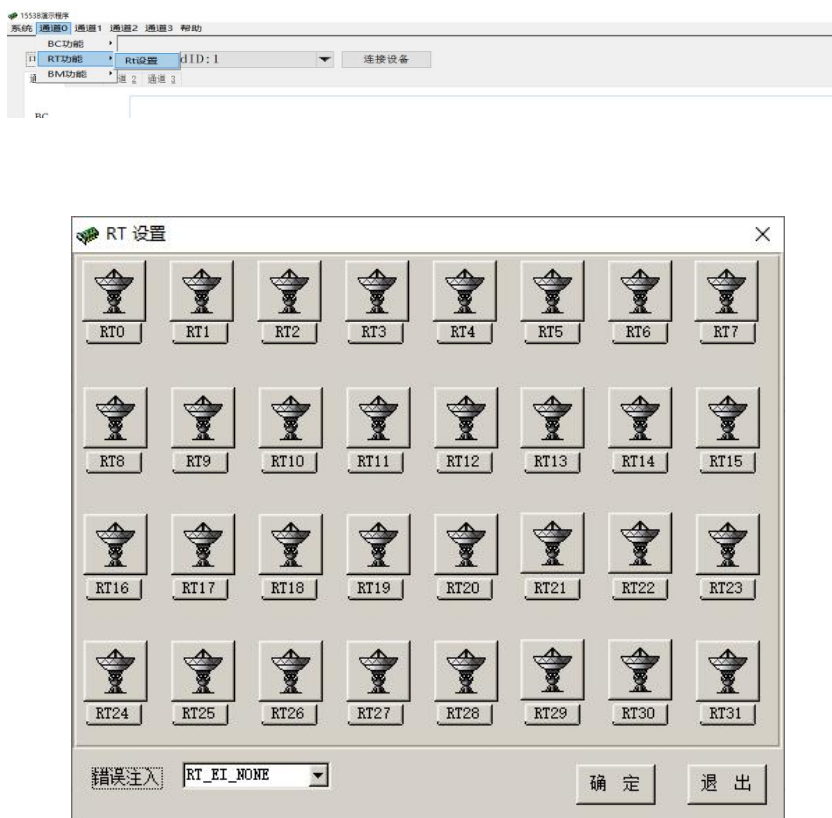
数据长度：5

数据字：0x5500 0x5501 0x5502 0x5503 0x5504

5.3.5 RT 功能

如需进行 RT (Remot terminal) 功能相关操作，需要对 Rt 进行初始化和设置。

点击“Rt 功能\Rt 设置”菜单项，进入 Rt 设置面板：

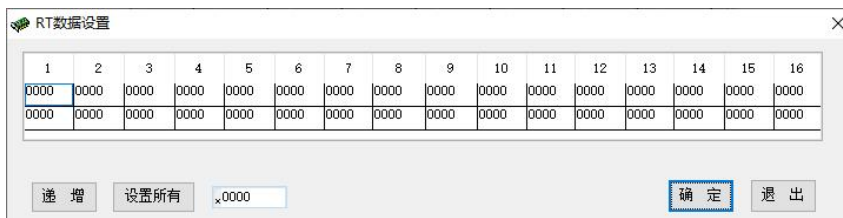


对 Rt 的设置分三部分：

(1) Rt 初始化



点击相应的  图标，进入 Rt 初始化面板，如下图所示，在该面板里对 RT(发送)数据缓冲区进行初始化。



(2) Rt 地址使能

点击相应 RT 地址按钮 ，可以使能/禁止该 RT 地址。如，我们要使能 RT1，操

作后的效果如下：RT1 使能后按钮显示为绿色，而其他禁止了的 RT 显示为灰色。



(3) 错误注入

通过 RT 设置面板的“错误注入”可以模拟错误方式，进行“模拟错误消息”发送。

5.3.6 BM 设置

如果要进行 BM (bus monitor) 相关操作，必须进行 BM 初始化和相关设置。

(1) BM 初始化

点击“BM 功能\BM 初始化”菜单项，将弹出 BM 初始化面板



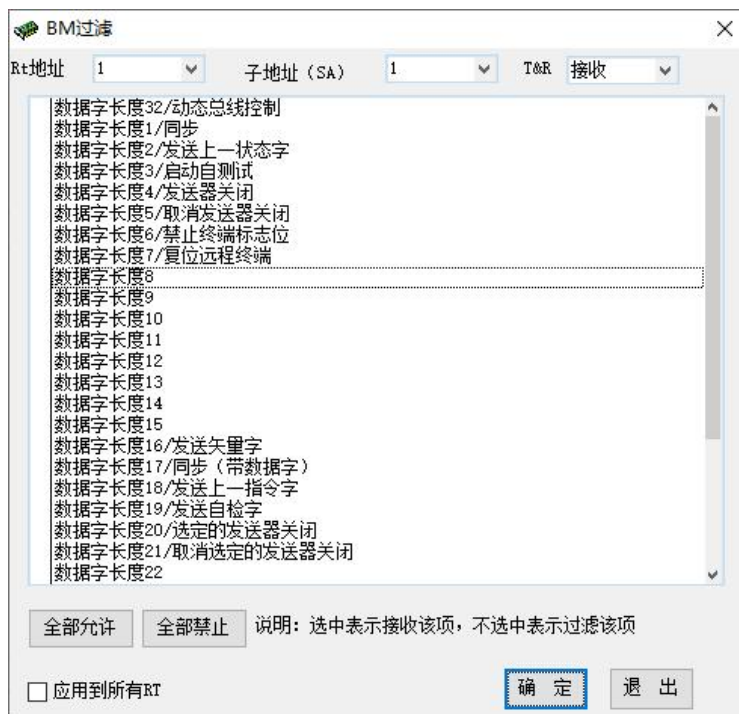
直接点击面板上的确定按钮，可以完成 BM 的初始化操作。

注意：灰色显示的“Bus A 使能”和“Bus B 使能”选项在该版本中不被支持。默认情况下 Bus A 、Bus B 上的消息都被记录。

(2) BM 过滤设置

当需要进行 BM 过滤时，才进行该设置；默认情况下 BM 将记录总线上所有消息。点击“BM

功能\BM 过滤设置"菜单项，将弹出 BM 过滤条件设置面板：



5.3.7 BC、RT、BM 功能的启动与停止

点击程序主界面左侧的相关启动、停止按钮可以启动、停止模块相关功能。

5.3.8 退出程序

结束操作时，可以点击“系统\退出”菜单项或者直接点击程序关闭按钮，退出程序。

6 Linux 系统下安装及使用说明

6.1 配套资料说明

Linux 开发调试环境为：

系统环境：Ubuntu20.4；

内核版本：5.15.0；

GCC 版本：9.4.0；

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	/bin	可执行程序文件
2	/driver	驱动程序，编译后使用
3	/src	应用驱动及测试例程

6.2 驱动程序编译与安装

拷贝光盘资料 driver 到目标机器中，进入到该路径下；

```
lpsanoy@lpsanoy-System-Product-Name:~/samba/clv3151/linux/driver/xdma$ ls
cdev_bypass.c  cdev_ctrl.h  cdev_sgdma.c  cdev_xvc.c  libxdma.c  Makefile  xdma_cdev.c  xdma_mod.c  xdma_thread.c
cdev_ctrl.c    cdev_events.c  cdev_sgdma.h  cdev_xvc.h  libxdma.h  version.h  xdma_cdev.h  xdma_mod.h  xdma_thread.h
lpsanoy@lpsanoy-System-Product-Name:~/samba/clv3151/linux/driver/xdma$
```

执行驱动编译；

```
lpsanoy@lpsanoy-System-Product-Name:~/samba/clv3151/linux/driver/xdma$ sudo make
[sudo] password for lpsanoy:
Makefile:17: XVC_FLAGS: .
make -C /lib/modules/5.15.0-56-generic/build M=/home/lpsanoy/samba/clv3151/linux/driver/xdma modules
make[1]: Entering directory '/usr/src/linux-headers-5.15.0-56-generic'
/home/lpsanoy/samba/clv3151/linux/driver/xdma/Makefile:17: XVC_FLAGS: .
CC [M] /home/lpsanoy/samba/clv3151/linux/driver/xdma/libxdma.o
CC [M] /home/lpsanoy/samba/clv3151/linux/driver/xdma/xdma_cdev.o
CC [M] /home/lpsanoy/samba/clv3151/linux/driver/xdma/cdev_ctrl.o
CC [M] /home/lpsanoy/samba/clv3151/linux/driver/xdma/cdev_events.o
CC [M] /home/lpsanoy/samba/clv3151/linux/driver/xdma/cdev_sgdma.o
CC [M] /home/lpsanoy/samba/clv3151/linux/driver/xdma/cdev_xvc.o
CC [M] /home/lpsanoy/samba/clv3151/linux/driver/xdma/cdev_bypass.o
CC [M] /home/lpsanoy/samba/clv3151/linux/driver/xdma/xdma_mod.o
CC [M] /home/lpsanoy/samba/clv3151/linux/driver/xdma/xdma_thread.o
LD [M] /home/lpsanoy/samba/clv3151/linux/driver/xdma/xdma.o
/home/lpsanoy/samba/clv3151/linux/driver/xdma/Makefile:17: XVC_FLAGS: .
MODPOST /home/lpsanoy/samba/clv3151/linux/driver/xdma/Module.symvers
CC [M] /home/lpsanoy/samba/clv3151/linux/driver/xdma/xdma.mod.o
LD [M] /home/lpsanoy/samba/clv3151/linux/driver/xdma/xdma.ko
BTF [M] /home/lpsanoy/samba/clv3151/linux/driver/xdma/xdma.ko
Skipping BTF generation for /home/lpsanoy/samba/clv3151/linux/driver/xdma/xdma.ko due to unavailability of vmlinux
make[1]: Leaving directory '/usr/src/linux-headers-5.15.0-56-generic'
lpsanoy@lpsanoy-System-Product-Name:~/samba/clv3151/linux/driver/xdma$
```

进入到 tests 路径执行脚本进行驱动安装；

```
lpsanoy@lpsanoy-System-Product-Name:~/samba/clv3151/linux/driver/tests$ sudo ./load_driver.sh
interrupt_selection .
Loading driver...insmod xdma.ko interrupt_mode=2 ...

The Kernel module installed correctly and the xdma devices were recognized.
DONE
```

6.3 功能测试

6.3.1 BC 功能测试

```
lpsanoy@lpsanoy-System-Product-Name:~/samba/clv3151/linux/lib$ sudo ./demo_bc
dev init ok.
dev api version:221028,ker_version:221231
card id:0
00:00:00.280 NO:0 CMD1:0x0965 CMD2:0x0000 RT1:0x0800 RT2:0x0000 INT:0x04000800 DATA:000A 000B 000C 000D 000E
00:00:01.896 NO:0 CMD1:0x0965 CMD2:0x0000 RT1:0x0800 RT2:0x0000 INT:0x04000800 DATA:000A 000B 000C 000D 000E
00:00:02.024 NO:0 CMD1:0x0965 CMD2:0x0000 RT1:0x0800 RT2:0x0000 INT:0x04000800 DATA:000A 000B 000C 000D 000E
00:00:03.320 NO:0 CMD1:0x0965 CMD2:0x0000 RT1:0x0800 RT2:0x0000 INT:0x04000800 DATA:000A 000B 000C 000D 000E
00:00:04.640 NO:0 CMD1:0x0965 CMD2:0x0000 RT1:0x0800 RT2:0x0000 INT:0x04000800 DATA:000A 000B 000C 000D 000E
00:00:05.896 NO:0 CMD1:0x0965 CMD2:0x0000 RT1:0x0800 RT2:0x0000 INT:0x04000800 DATA:000A 000B 000C 000D 000E
00:00:06.088 NO:0 CMD1:0x0965 CMD2:0x0000 RT1:0x0800 RT2:0x0000 INT:0x04000800 DATA:000A 000B 000C 000D 000E
00:00:07.216 NO:0 CMD1:0x0965 CMD2:0x0000 RT1:0x0800 RT2:0x0000 INT:0x04000800 DATA:000A 000B 000C 000D 000E
00:00:08.384 NO:0 CMD1:0x0965 CMD2:0x0000 RT1:0x0800 RT2:0x0000 INT:0x04000800 DATA:000A 000B 000C 000D 000E
00:00:09.576 NO:0 CMD1:0x0965 CMD2:0x0000 RT1:0x0800 RT2:0x0000 INT:0x04000800 DATA:000A 000B 000C 000D 000E
00:00:10.832 NO:0 CMD1:0x0965 CMD2:0x0000 RT1:0x0800 RT2:0x0000 INT:0x04000800 DATA:000A 000B 000C 000D 000E
00:00:11.152 NO:0 CMD1:0x0965 CMD2:0x0000 RT1:0x0800 RT2:0x0000 INT:0x04000800 DATA:000A 000B 000C 000D 000E
00:00:12.320 NO:0 CMD1:0x0965 CMD2:0x0000 RT1:0x0800 RT2:0x0000 INT:0x04000800 DATA:000A 000B 000C 000D 000E
00:00:13.640 NO:0 CMD1:0x0965 CMD2:0x0000 RT1:0x0800 RT2:0x0000 INT:0x04000800 DATA:000A 000B 000C 000D 000E
00:00:14.832 NO:0 CMD1:0x0965 CMD2:0x0000 RT1:0x0800 RT2:0x0000 INT:0x04000800 DATA:000A 000B 000C 000D 000E
00:00:15.088 NO:0 CMD1:0x0965 CMD2:0x0000 RT1:0x0800 RT2:0x0000 INT:0x04000800 DATA:000A 000B 000C 000D 000E
00:00:16.408 NO:0 CMD1:0x0965 CMD2:0x0000 RT1:0x0800 RT2:0x0000 INT:0x04000800 DATA:000A 000B 000C 000D 000E
00:00:17.448 NO:0 CMD1:0x0965 CMD2:0x0000 RT1:0x0800 RT2:0x0000 INT:0x04000800 DATA:000A 000B 000C 000D 000E
00:00:18.576 NO:0 CMD1:0x0965 CMD2:0x0000 RT1:0x0800 RT2:0x0000 INT:0x04000800 DATA:000A 000B 000C 000D 000E
00:00:19.832 NO:0 CMD1:0x0965 CMD2:0x0000 RT1:0x0800 RT2:0x0000 INT:0x04000800 DATA:000A 000B 000C 000D 000E
00:00:20.152 NO:0 CMD1:0x0965 CMD2:0x0000 RT1:0x0800 RT2:0x0000 INT:0x04000800 DATA:000A 000B 000C 000D 000E
00:00:21.384 NO:0 CMD1:0x0965 CMD2:0x0000 RT1:0x0800 RT2:0x0000 INT:0x04000800 DATA:000A 000B 000C 000D 000E
00:00:22.024 NO:0 CMD1:0x0965 CMD2:0x0000 RT1:0x0800 RT2:0x0000 INT:0x04000800 DATA:000A 000B 000C 000D 000E
00:00:23.408 NO:0 CMD1:0x0965 CMD2:0x0000 RT1:0x0800 RT2:0x0000 INT:0x04000800 DATA:000A 000B 000C 000D 000E
00:00:24.512 NO:0 CMD1:0x0965 CMD2:0x0000 RT1:0x0800 RT2:0x0000 INT:0x04000800 DATA:000A 000B 000C 000D 000E
00:00:25.768 NO:0 CMD1:0x0965 CMD2:0x0000 RT1:0x0800 RT2:0x0000 INT:0x04000800 DATA:000A 000B 000C 000D 000E
00:00:26.896 NO:0 CMD1:0x0965 CMD2:0x0000 RT1:0x0800 RT2:0x0000 INT:0x04000800 DATA:000A 000B 000C 000D 000E
00:00:27.960 NO:0 CMD1:0x0965 CMD2:0x0000 RT1:0x0800 RT2:0x0000 INT:0x04000800 DATA:000A 000B 000C 000D 000E
00:00:28.280 NO:0 CMD1:0x0965 CMD2:0x0000 RT1:0x0800 RT2:0x0000 INT:0x04000800 DATA:000A 000B 000C 000D 000E
00:00:29.320 NO:0 CMD1:0x0965 CMD2:0x0000 RT1:0x0800 RT2:0x0000 INT:0x04000800 DATA:000A 000B 000C 000D 000E
00:00:30.832 NO:0 CMD1:0x0965 CMD2:0x0000 RT1:0x0800 RT2:0x0000 INT:0x04000800 DATA:000A 000B 000C 000D 000E
00:00:31.408 NO:0 CMD1:0x0965 CMD2:0x0000 RT1:0x0800 RT2:0x0000 INT:0x04000800 DATA:000A 000B 000C 000D 000E
00:00:32.152 NO:0 CMD1:0x0965 CMD2:0x0000 RT1:0x0800 RT2:0x0000 INT:0x04000800 DATA:000A 000B 000C 000D 000E
00:00:33.896 NO:0 CMD1:0x0965 CMD2:0x0000 RT1:0x0800 RT2:0x0000 INT:0x04000800 DATA:000A 000B 000C 000D 000E
00:00:34.640 NO:0 CMD1:0x0965 CMD2:0x0000 RT1:0x0800 RT2:0x0000 INT:0x04000800 DATA:000A 000B 000C 000D 000E
00:00:35.216 NO:0 CMD1:0x0965 CMD2:0x0000 RT1:0x0800 RT2:0x0000 INT:0x04000800 DATA:000A 000B 000C 000D 000E
```

6.3.2 RT 功能测试

```
lpsanoy@lpsanoy-System-Product-Name:~/samba/clv3151/linux/lib$ sudo ./demo_rt
dev init ok.
dev api version:221028,ker_version:221231
card id:0
RT Function start.
00:00:55.576 CMD:0x0828 RT:0x0800 INT:0x00010800 DATA:0000 0001 0002 0003 0004 0005 0006 0007
00:00:56.192 CMD:0x0828 RT:0x0800 INT:0x00010800 DATA:0000 0001 0002 0003 0004 0005 0006 0007
00:00:57.808 CMD:0x0828 RT:0x0800 INT:0x00010800 DATA:0000 0001 0002 0003 0004 0005 0006 0007
00:00:58.576 CMD:0x0828 RT:0x0800 INT:0x00010800 DATA:0000 0001 0002 0003 0004 0005 0006 0007
00:00:59.448 CMD:0x0828 RT:0x0800 INT:0x00010800 DATA:0000 0001 0002 0003 0004 0005 0006 0007
00:01:00.128 CMD:0x0828 RT:0x0800 INT:0x00010800 DATA:0000 0001 0002 0003 0004 0005 0006 0007
00:01:01.680 CMD:0x0828 RT:0x0800 INT:0x00010800 DATA:0000 0001 0002 0003 0004 0005 0006 0007
00:01:02.704 CMD:0x0828 RT:0x0800 INT:0x00010800 DATA:0000 0001 0002 0003 0004 0005 0006 0007
00:01:03.128 CMD:0x0828 RT:0x0800 INT:0x00010800 DATA:0000 0001 0002 0003 0004 0005 0006 0007
00:01:04.320 CMD:0x0828 RT:0x0800 INT:0x00010800 DATA:0000 0001 0002 0003 0004 0005 0006 0007
00:01:05.448 CMD:0x0828 RT:0x0800 INT:0x00010800 DATA:0000 0001 0002 0003 0004 0005 0006 0007
00:01:06.640 CMD:0x0828 RT:0x0800 INT:0x00010800 DATA:0000 0001 0002 0003 0004 0005 0006 0007
```

6.3.3 BM 功能测试

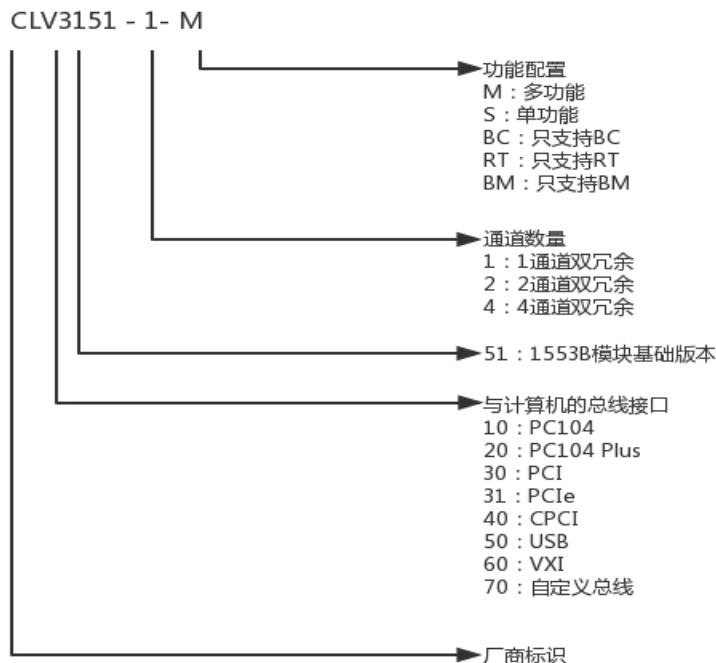
```

lpsanoy@lpsanoy-System-Product-Name:~/samba/clv3151/linux/lib$ sudo ./demo_bm
dev init ok.
dev api_version:221028,ker_version:221231
card id:0
BM Function start.
00:00:00.632 NO:0 CMD1:0x0828 CMD2:0x0000 RT1:0x7BAF RT2:0x0000 INT:0x04000800 DATA:0000 0001 0002 0003 0004 0005 0006 0007
00:00:01.888 NO:0 CMD1:0x0828 CMD2:0x0000 RT1:0xDB5F RT2:0x0000 INT:0x04000800 DATA:0000 0001 0002 0003 0004 0005 0006 0007
00:00:02.376 NO:0 CMD1:0x0828 CMD2:0x0000 RT1:0xE747 RT2:0x0000 INT:0x04000800 DATA:0000 0001 0002 0003 0004 0005 0006 0007
00:00:03.248 NO:0 CMD1:0x0828 CMD2:0x0000 RT1:0xA10B RT2:0x0000 INT:0x04000800 DATA:0000 0001 0002 0003 0004 0005 0006 0007
00:00:04.824 NO:0 CMD1:0x0828 CMD2:0x0000 RT1:0xC7EE RT2:0x0000 INT:0x04000800 DATA:0000 0001 0002 0003 0004 0005 0006 0007
00:00:05.632 NO:0 CMD1:0x0828 CMD2:0x0000 RT1:0xCE42 RT2:0x0000 INT:0x04000800 DATA:0000 0001 0002 0003 0004 0005 0006 0007
00:00:06.312 NO:0 CMD1:0x0828 CMD2:0x0000 RT1:0x3D65 RT2:0x0000 INT:0x04000800 DATA:0000 0001 0002 0003 0004 0005 0006 0007
00:00:07.184 NO:0 CMD1:0x0828 CMD2:0x0000 RT1:0x21A1 RT2:0x0000 INT:0x04000800 DATA:0000 0001 0002 0003 0004 0005 0006 0007
00:00:08.080 NO:0 CMD1:0x0828 CMD2:0x0000 RT1:0xCBB4 RT2:0x0000 INT:0x04000800 DATA:0000 0001 0002 0003 0004 0005 0006 0007
00:00:09.080 NO:0 CMD1:0x0828 CMD2:0x0000 RT1:0x2149 RT2:0x0000 INT:0x04000800 DATA:0000 0001 0002 0003 0004 0005 0006 0007
00:00:10.016 NO:0 CMD1:0x0828 CMD2:0x0000 RT1:0xB14E RT2:0x0000 INT:0x04000800 DATA:0000 0001 0002 0003 0004 0005 0006 0007
00:00:11.760 NO:0 CMD1:0x0828 CMD2:0x0000 RT1:0xE87B RT2:0x0000 INT:0x04000800 DATA:0000 0001 0002 0003 0004 0005 0006 0007
00:00:12.504 NO:0 CMD1:0x0828 CMD2:0x0000 RT1:0xB37C RT2:0x0000 INT:0x04000800 DATA:0000 0001 0002 0003 0004 0005 0006 0007
00:00:13.312 NO:0 CMD1:0x0828 CMD2:0x0000 RT1:0x7DF3 RT2:0x0000 INT:0x04000800 DATA:0000 0001 0002 0003 0004 0005 0006 0007
00:00:14.336 NO:0 CMD1:0x0828 CMD2:0x0000 RT1:0x3CD5 RT2:0x0000 INT:0x04000800 DATA:0000 0001 0002 0003 0004 0005 0006 0007
00:00:15.016 NO:0 CMD1:0x0828 CMD2:0x0000 RT1:0x40DF RT2:0x0000 INT:0x04000800 DATA:0000 0001 0002 0003 0004 0005 0006 0007
00:00:16.824 NO:0 CMD1:0x0828 CMD2:0x0000 RT1:0x950A RT2:0x0000 INT:0x04000800 DATA:0000 0001 0002 0003 0004 0005 0006 0007
00:00:17.632 NO:0 CMD1:0x0828 CMD2:0x0000 RT1:0xA6BF RT2:0x0000 INT:0x04000800 DATA:0000 0001 0002 0003 0004 0005 0006 0007
00:00:18.440 NO:0 CMD1:0x0828 CMD2:0x0000 RT1:0xD1BD RT2:0x0000 INT:0x04000800 DATA:0000 0001 0002 0003 0004 0005 0006 0007
00:00:19.400 NO:0 CMD1:0x0828 CMD2:0x0000 RT1:0xD761 RT2:0x0000 INT:0x04000800 DATA:0000 0001 0002 0003 0004 0005 0006 0007
00:00:20.080 NO:0 CMD1:0x0828 CMD2:0x0000 RT1:0xF6DF RT2:0x0000 INT:0x04000800 DATA:0000 0001 0002 0003 0004 0005 0006 0007
00:00:21.760 NO:0 CMD1:0x0828 CMD2:0x0000 RT1:0x41FE RT2:0x0000 INT:0x04000800 DATA:0000 0001 0002 0003 0004 0005 0006 0007
00:00:22.440 NO:0 CMD1:0x0828 CMD2:0x0000 RT1:0xC0F5 RT2:0x0000 INT:0x04000800 DATA:0000 0001 0002 0003 0004 0005 0006 0007

```

7 产品选型说明

我们提供基于多种总线接口的 1553 产品，可适应不同应用需求，产品型号编码说明如下：



说明：单功能产品可以软件配置为 BC 模式或者 RT 模式或者 BM 模式。

多功能产品可以同时启动 BC 功能，RT 功能，BM 功能。

