USB 1553B 通信模块

CLV-5051/5051M 用户手册 V2.0

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

适用范围

本手册适用于以下产品：

CLV5051 V1.6/2.0；

CLV5051M V1.5/2.0。

版本历史

版本	修订日期	内容
V1.0	2012 年 8 月	初始版本
V1.01	2013 年 10 月	第一次修订
V1.02	2022 年 1 月	添加 Linux 支持
V1.5	2023 年 9 月	增加新底板资料; 更新工具软件相关内容到 V1.5;
V2.0	2024 年 8 月	将 USB-1553B 系列产品手册统一为 V2.0 版本
	2024 年 9 月 29 日	增加对板卡自检功能的补充说明
V2.5	2024 年 12 月	增加 IRIG-B 功能; 64 位时标;

CLV-5051/5051M 用户手册内容简介

本手册分章节:

CLV-5051 系列 USB 总线的 1553B 通信模块概述

CLV-5051 模块

CLV-5051M V1.0 内嵌式 USB-1553B 通信模块

CLV-5051M V2.0 内嵌式 USB-1553B 通信模块

实现原理

配套资料说明

Windows 系统下安装及使用说明

Linux 系统下安装及使用说明

关于 1553 总线

产品选型说明

1 CLV-5051 系列 USB-1553B 通信模块

CLV-5051 系列 USB 总线 1553B 通信模块，有内嵌式模块和带外壳及 BJ77 连接器的独立盒式模块两种产品形态。该系列 1553B 模块配有丰富易用的 API 函数接口、开发例程，可适配 Windows、Linux 等操作系统，是 1553B 通信接口快速实现、现有设备通信接口拓展升级、便携测试等的极佳选择。

模块特点：

- 遵循 MIL-STD-1553B Notice2（GJB289A-97）规范
- 内嵌式、独立盒式可选
- 1 ~ 2 个 MIL-STD-1553A/B 双冗余通道；
- 支持 Bus Control、Remote Terminal、Bus Monitor 终端模式。
- 直接耦合/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

  支持矢量字自动清除

  支持消息过滤

  单/双数据 Buffer

  支持错误注入
- BM 功能

  100%消息记录

消息过滤

- 64 位时间标签
- 可选配 IRIG-B AC

计算机接口：

- USB 2.0

环境特性：

- 操作温度：-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

供电：

- DC 5V@100mA

CLV-5051 系列产品可以独立电源供电，也可以直接使用 USB 总线 5V 供电。

注：极少数情况下，主板 USB 口驱动能力不足，可导致 CLV-5051 工作不稳定，此时可以尝试用外部独立 DC 5V 电源供电。

软件特性：

- 提供工程级源码示例程序;
- 支持 Windows XP/win7 32/64bit /Win10/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。

订货信息：

型号	产品描述	配置选项
CLV-5051-nx	独立盒式 USB-1553B 通信模块	n：通道数，1～2; x：S：单功能；M：多功能
CLV-5051M-n	内嵌式 USB-1553B 通信模块	n：通道数，1～2;

***注：CLV-5051M 目前没有提供 IRIG-B AC 选件。**

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。

2 CLV-5051 USB-1553B 通信模块

CLV-5051 是一款独立盒式 USB-1553B 通信产品，可提供 1～2 通道 1553B 通信接口。

图 1 CLV-5051

2.1 机械尺寸

机械尺寸：120mm x74mm x 28mm（外壳,不含连接器长度）

2.2 连接器信号定义

1553B 信号端连接器型号为 BJ77，线端对接型号为 PL75-47，可通过标准线缆与盒式耦合器连接。

USB 接口端配有 TYPE A 型公对公线缆，与计算机 USB 口连接。

2.3 CLV-5051 模块安装

使用 CLV-5051 之前，需将 CLV-5051 模块通过 USB 线缆连接到计算机 USB 接口；CLV-5051 提供 4 个 BJ77 连接器（1 通道产品时，2 个），用于对外连接 1553B 信号网络。

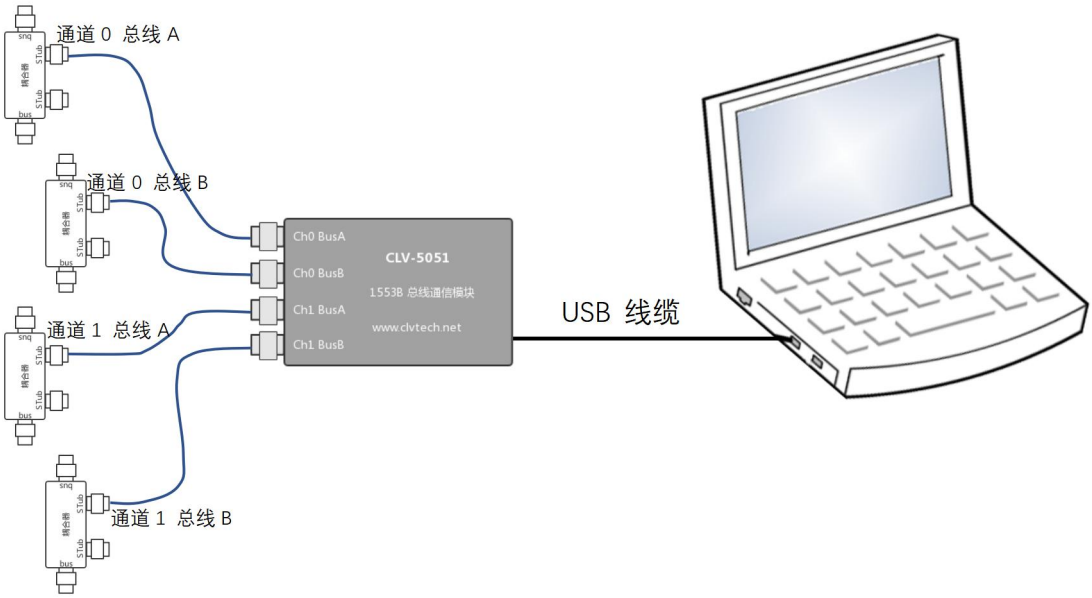


图 2 CLV-5051 板卡连线示意图

3 CLV-5051M 内嵌式单通道 USB-1553B 通信模块

CLV-5051M（单通道）模块，体积小巧，可置于设备内部，基于 USB 实现 1 通道 1553B 通信接口。

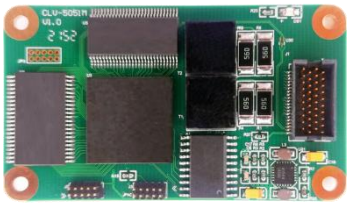


图 3 CLV-5051M(单通道)

3.1 机械尺寸

尺寸：40*70*10.5（mm）

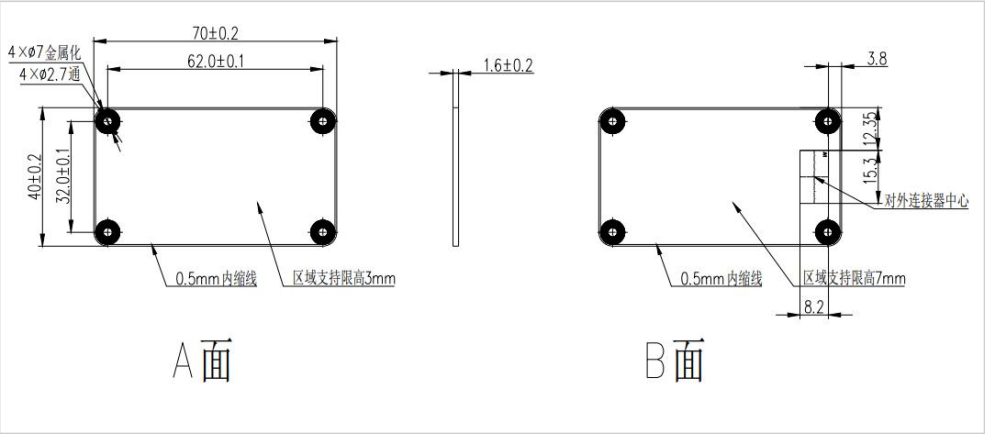


图 4 CLV-5051M（单通道）机械尺寸

3.2 CLV-5051M 连接器信号定义

CLV-5051M 对外连接口连接器型号：TOLC-110-02-L-Q-A（厂商：SAMETC）。

信号定义如下：

针脚号	信号定义	说明	针脚号	信号定义	说明
A1	VCC	DC_+5V 电源正端	B1	VCC	DC_+5V 电源正端
A2	GND	DC_+5V 电源地	B2	GND	DC_+5V 电源地
A3	NC	保留，请悬空处理	B3	NC	保留，请悬空处理
A4	NC	保留，请悬空处理	B4	NC	保留，请悬空处理
A5	NC	保留，请悬空处理	B5	NC	保留，请悬空处理
A6	NC	保留，请悬空处理	B6	NC	保留，请悬空处理
A7	NC	保留，请悬空处理	B7	NC	保留，请悬空处理
A8	NC	保留，请悬空处理	B8	NC	保留，请悬空处理
A9	NC	保留，请悬空处理	B9	NC	保留，请悬空处理
A10	NC	保留，请悬空处理	B10	NC	保留，请悬空处理
C1	BUSB_T+	B 总线变压耦合正	D1	BUSB_T-	B 总线变压耦合负
C2	BUSB-	B 总线直接耦合负	D2	GND	DC_+5V 电源地
C3	GND	DC_+5V 电源地	D3	BUSB+	B 总线直接耦合正
C4	NC	保留，请悬空处理	D4	NC	保留，请悬空处理
C5	BUSA_T+	A 总线变压耦合正	D5	BUSA_T-	A 总线变压耦合负

C6	BUSA+	A 总线直接耦合正	D6	GND	DC_+5V 电源地
C7	GND	DC_+5V 电源地	D7	BUSA-	A 总线直接耦合负
C8	NC	保留，请悬空处理	D8	NC	保留，请悬空处理
C9	USB_DATA+	USB 差分正端	D9	5V_USB	USB 电源
C10	USB_GND	USB 地	D10	USB_DATA-	USB 差分负端

3.3 测试工装

CLV-5051M（单通道）有两款测试工装（底板）可供选配，便于二次开发调试。

3.3.1 测试工装 1

图 5 CLV-5051M(单通道)工装 1

使用外接 DC 5V 电源适配器供电、通过标准 USB Type A 公头线缆接入计算机 USB 口。1553B 信号通过一个 DB37 连接器引出，其定义如下:

引脚号	信号定义
24	总线 A 直接耦合信号 -
25	总线 A 直接耦合信号 +
26	信号地
27	总线 A 变压器耦合信号 +
28	总线 A 变压器耦合信号 -
32	总线 B 直接耦合信号 +
33	总线 B 直接耦合信号 -

34	信号地
35	总线 B 变压器耦合信号 +
36	总线 B 变压器耦合信号 -
其他引脚	未开放，请保持悬空

3.3.2 测试工装 2

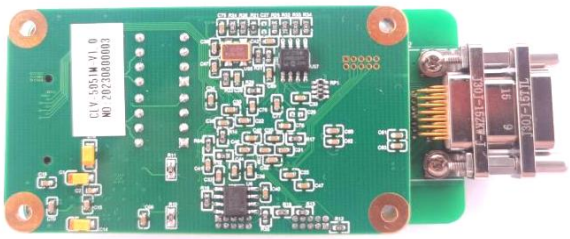


图 6 CLV-5051M(单通道)工装 2

供电、USB 信号、1553B 信号通过一个 J30J-15 连接器引出，其定义如下:

线号	标识	定义
1	VCC_IN	DC 5V 供电输入
2	GND	地
3	NC	未定义
4	NC	未定义
5	NC	未定义
6	GND	地
7	1553_BusB-	1553B 通信 总线 B 信号负
8	1553_BusB+	1553B 通信 总线 B 信号正
9	5V_USB	USB 总线 5V
10	USB_DATA_N	USB 数据信号负
11	USB_DATA_P	USB 数据信号正
12	GND	地
13	1553_BusA-	1553B 通信 总线 A 信号负
14	1553_BusA+	1553B 通信 总线 A 信号正
15	GND	地

耦合方式和供电方式在底板上通过跳线电阻设置：

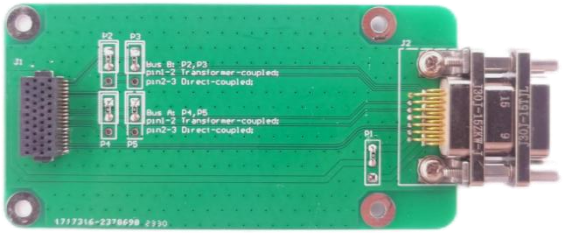


图 7 CLV-5051M(单通道)工装 2 耦合方式设置

表 1 耦合方式跳线设置

耦合方式	跳线位号	状态
变压器耦合	P2，P3，P4，P5	Pin1,Pin2 短接
直接耦合	P2，P3，P4，P5	Pin2,Pin3 短接

表 2 供电方式设置

供电方式	跳线位号	状态
外部供电	P1	Pin1,Pin2 短接
USB 总线供电	P1	Pin2,Pin3 短接

4 CLV-5051M 内嵌式双通道 USB-1553B 通信模块

内嵌式 1553B 通信模块双通道版本，可基于 USB 实现 1～2 通道 1553B 通信接口。

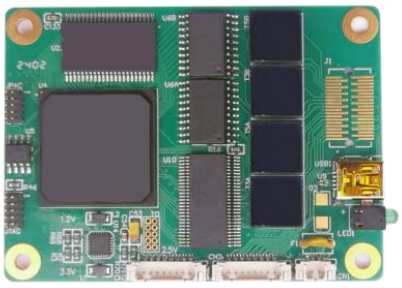


图 8 CLV-5051M（双通道）

4.1 机械尺寸

- 尺寸：74*54*10.5（mm）

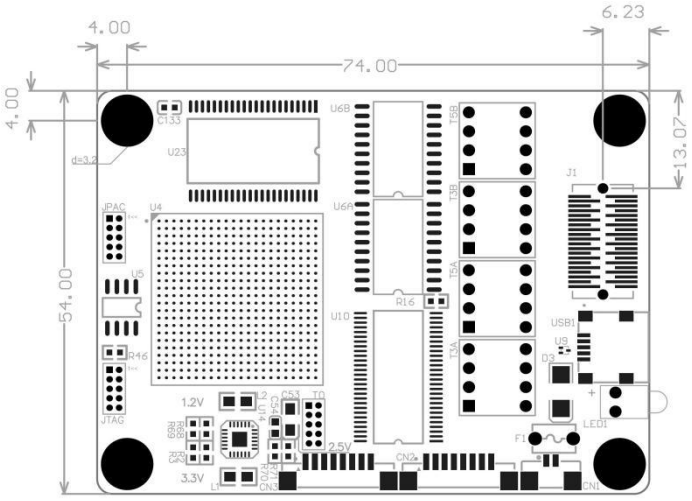


图 9 CLV-5051M（双通道）机械尺寸

4.2 CLV-5051M V2.0 连接器信号定义

4.3 连接器总表

连接器位号	说明	板上连接器型号	对插连接器/线缆型号
J1	板间连接器，包含外部供电、USB 接口、1553B 信号	TOLC-110-02-L-Q-A	SOLC-110-02-L-Q-A
USB1	Mini USB 标准插座	UX-144S-ACP5	可接标准 mini USB 线缆
CN1	外部供电接口	HC-1.25-2PLT	HC-1.25-2P 条形连接器线缆
CN2	1553B 通道 0 信号接口	HC-1.25-8PLT	HC-1.25-8P 条形连接器线缆
CN3	1553B 通道 1 信号接口	HC-1.25-8PLT	HC-1.25-8P 条形连接器线缆

连接器 J1 是高密度板间连接器，已经包含了 USB1、CN1、CN2、CN3 连接器上的所有信号，在实际使用时，可以酌情选用合适的连接方式。

4.4 J1 信号定义

管脚号	信号定义	说明	管脚号	信号定义	说明
A1	BUSA0-	1553 通道 0，总线 A，直接耦合信号负	B1	BUSA0+	1553 通道 0，总线 A，直接耦合信号正
A2	BUSA_T0-	1553 通道 0，总线 A，变压器耦合信号负	B2	BUSA_T0+	1553 通道 0，总线 A，变压器耦合信号正

A3	BUSB0+	1553 通道 0，总线 B，直接耦合信号正	B3	GND	地
A4	BUSB_T0+	1553 通道 0，总线 B，变压器耦合信号正	B4	BUSB0-	1553 通道 0，总线 B，直接耦合信号负
A5	GND	地	B5	BUSB_T0-	1553 通道 0，总线 B，变压器耦合信号负
A6	BUSA1-	1553 通道 1，总线 A，直接耦合信号负	B6	BUSA1+	1553 通道 1，总线 A，直接耦合信号正
A7	BUSA_T1-	1553 通道 1，总线 A，变压器耦合信号负	B7	BUSA_T1+	1553 通道 1，总线 A，变压器耦合信号正
A8	BUSB1+	1553 通道 1，总线 B，直接耦合信号正	B8	GND	地
A9	BUSB_T1+	1553 通道 1，总线 B，变压器耦合信号正	B9	BUSB1-	1553 通道 1，总线 B，直接耦合信号负
A10	Extrg_in0	通道 0 外触发输入	B10	BUSB_T1-	1553 通道 1，总线 B，变压器耦合信号负
C1	UDATA_P	USB 接口，信号正	D1	GND	地
C2	VBUS	USB 接口，5V	D2	UDATA_N	USB 接口，信号负
C3	NC	保留，请悬空处理	D3	VBUS	USB 接口，5V
C4	DC5V_EX	外部供电，DC 5V 输入	D4	DC5V_EX	外部供电，DC 5V 输入
C5	NC	保留，请悬空处理	D5	NC	保留，请悬空处理
C6	NC	保留，请悬空处理	D6	GND	地
C7	GND	地	D7	NC	保留，请悬空处理
C8	NC	保留，请悬空处理	D8	NC	保留，请悬空处理
C9	NC	保留，请悬空处理	D9	NC	保留，请悬空处理
C10	Extrg_in1	通道 1，外触发输入	D10	GND	地

4.5 CN1 信号定义

管脚号	定义
1	外部供电，DC 5V 输入
2	地

4.6 CN2 信号定义

管脚号	定义	说明
1	BUSB_T0-	1553 通道 0，总线 B，变压器耦合信号负
2	BUSB_T0+	1553 通道 0，总线 B，变压器耦合信号正
3	BUSB0-	1553 通道 0，总线 B，直接耦合信号负
4	BUSB0+	1553 通道 0，总线 B，直接耦合信号正
5	BUSA_T0-	1553 通道 0，总线 A，变压器耦合信号负
6	BUSA_T0+	1553 通道 0，总线 A，变压器耦合信号正
7	BUSA0-	1553 通道 0，总线 A，直接耦合信号负
8	BUSA0+	1553 通道 0，总线 A，直接耦合信号正

4.7 CN2 信号定义

管脚号	定义	说明
1	BUSA1+	1553 通道 1，总线 A，直接耦合信号正
2	BUSA1-	1553 通道 1，总线 A，直接耦合信号负
3	BUSA_T1+	1553 通道 1，总线 A，变压器耦合信号正
4	BUSA_T1-	1553 通道 1，总线 A，变压器耦合信号负
5	BUSB1+	1553 通道 1，总线 B，直接耦合信号正
6	BUSB1-	1553 通道 1，总线 B，直接耦合信号负
7	BUSB_T1+	1553 通道 1，总线 B，变压器耦合信号正
8	BUSB_T1-	1553 通道 1，总线 B，变压器耦合信号负

5 实现原理

CLV-5051M 采用了科洛威尔公司自主研制的 1553B 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-5051M 模块的功能框图如下：

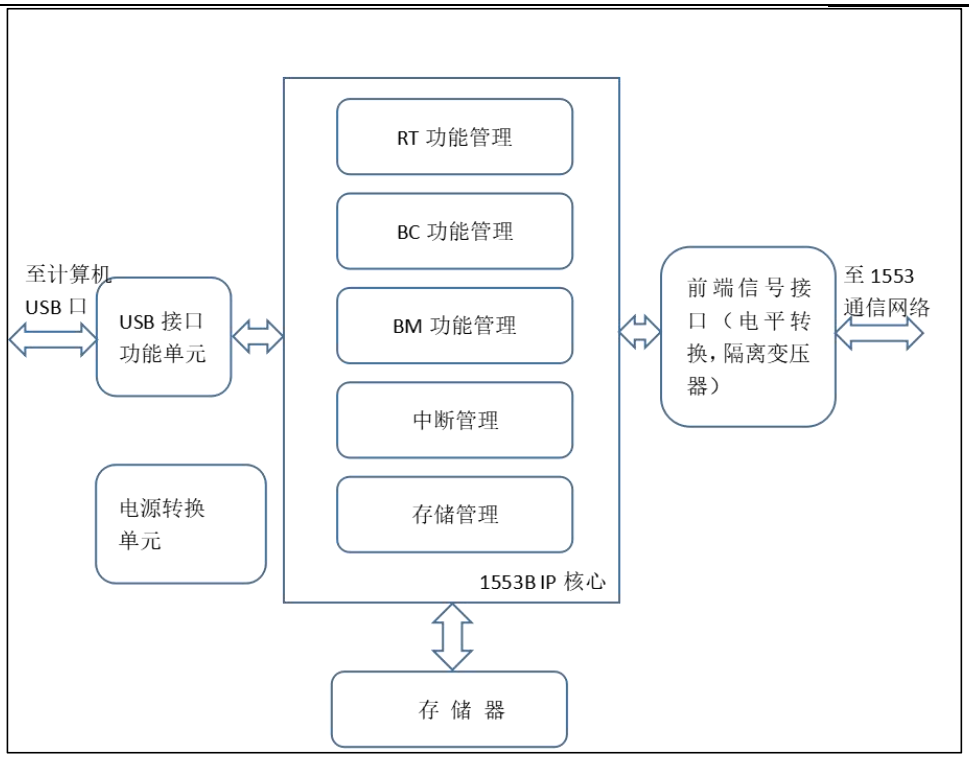


图 10 实现原理

6 配套资料说明

6.1 Windows 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。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

6.2 Linux 配套资料说明

产品配有二次开发支持包，驱动工具、API 函数库、示例源码。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	64bit ARM 系统可执行程序（ZYNQ MPSOC）
2	/driver	API 源码
3	/src	测试源码
4	/tools	工具包

7 Windows 系统下安装及使用说明

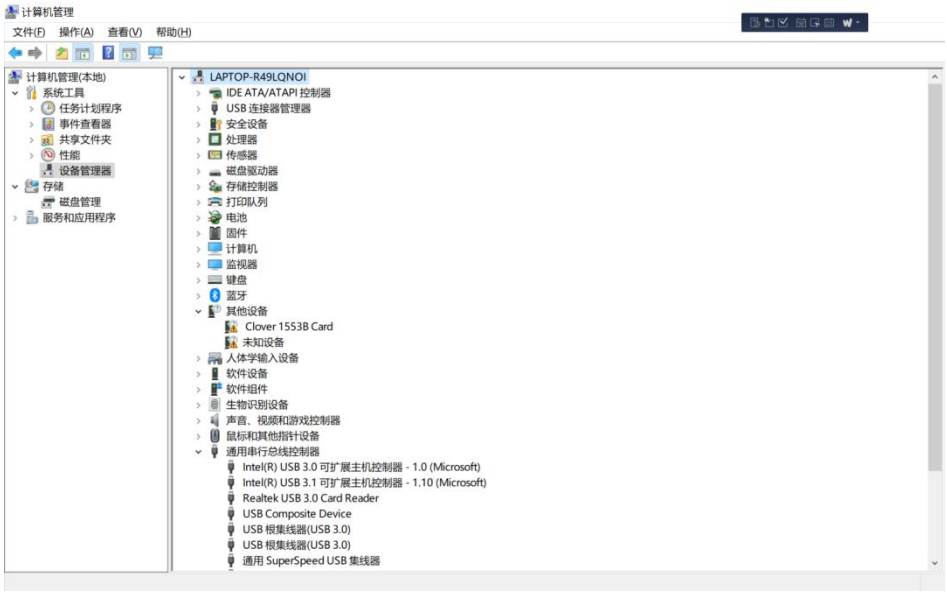
7.1 CLV-5051 模块安装

将 CLV-5051M 模块插入到测试底板，通过 USB 线缆连接到计算机 USB 接口，对测试底板使用 DC 5V 电源适配器进行供电；通过测试底板的 DB37 连接器连接外部的 1553B 信号网络；

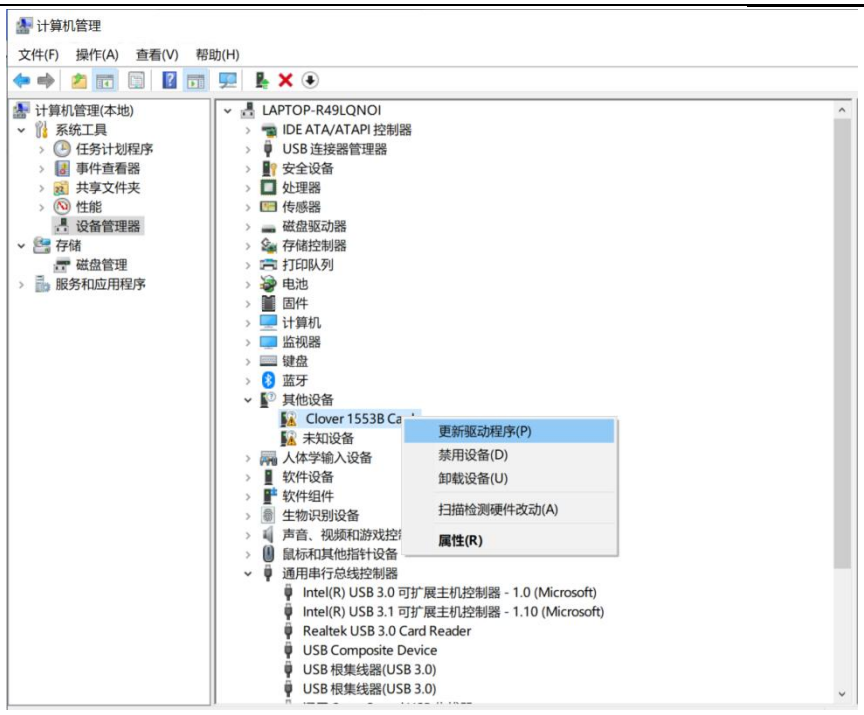
7.2 驱动程序的安装

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。

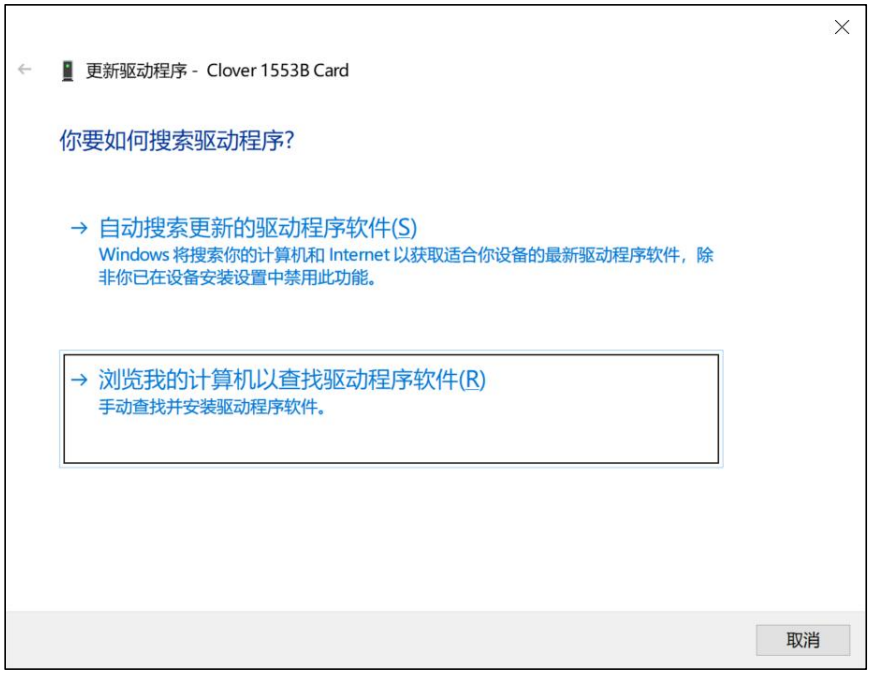
如果没有提示新设备，可以打开设备管理器（“我的电脑”图标，点击右键，管理->设备管理）：



其他设备里有“Clover 1553 Card”，在其上点右键，选择“更新驱动”。

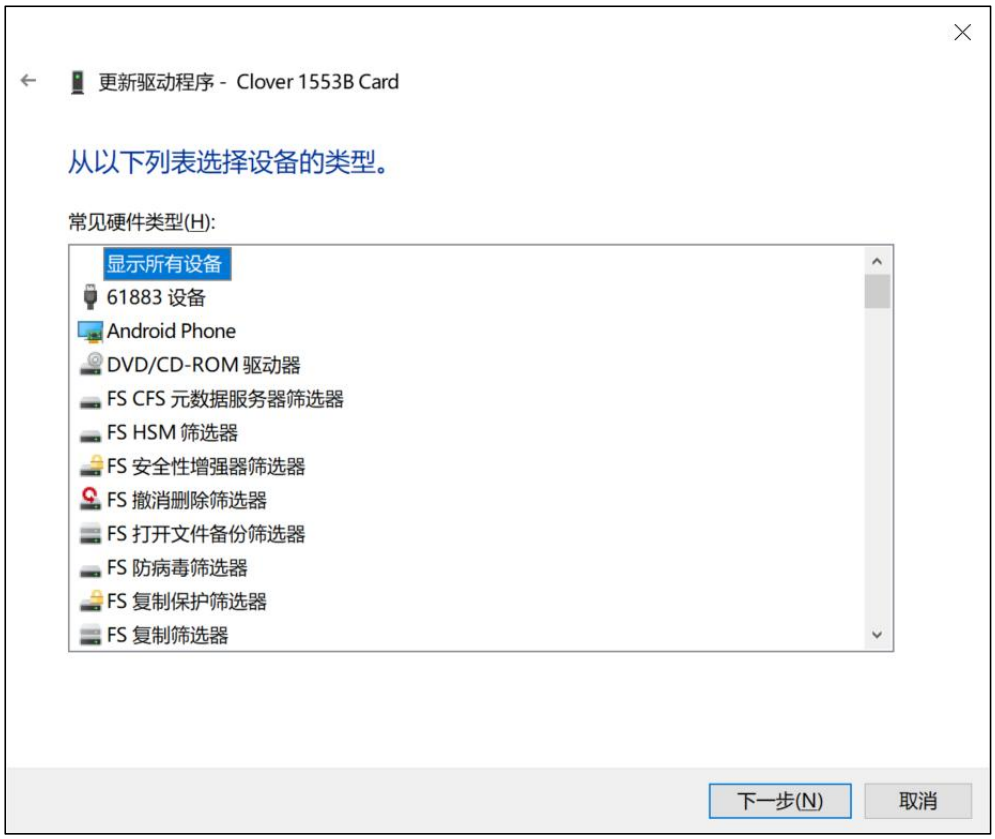


在弹出界面上点击“浏览我的计算机以查找驱动程序软件”:



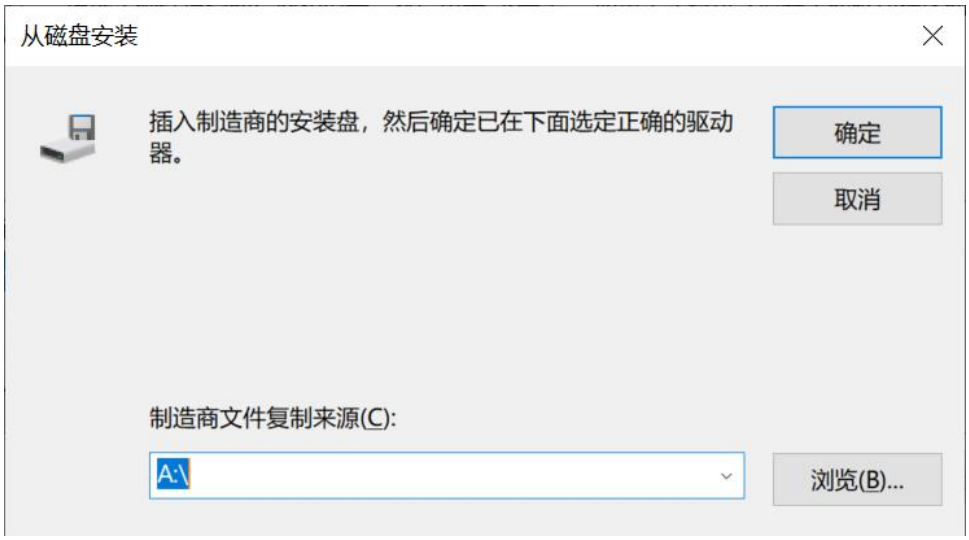
出现如下界面:

选择“让我从计算机上的可用驱动程序列表选取”，进入下一个界面：

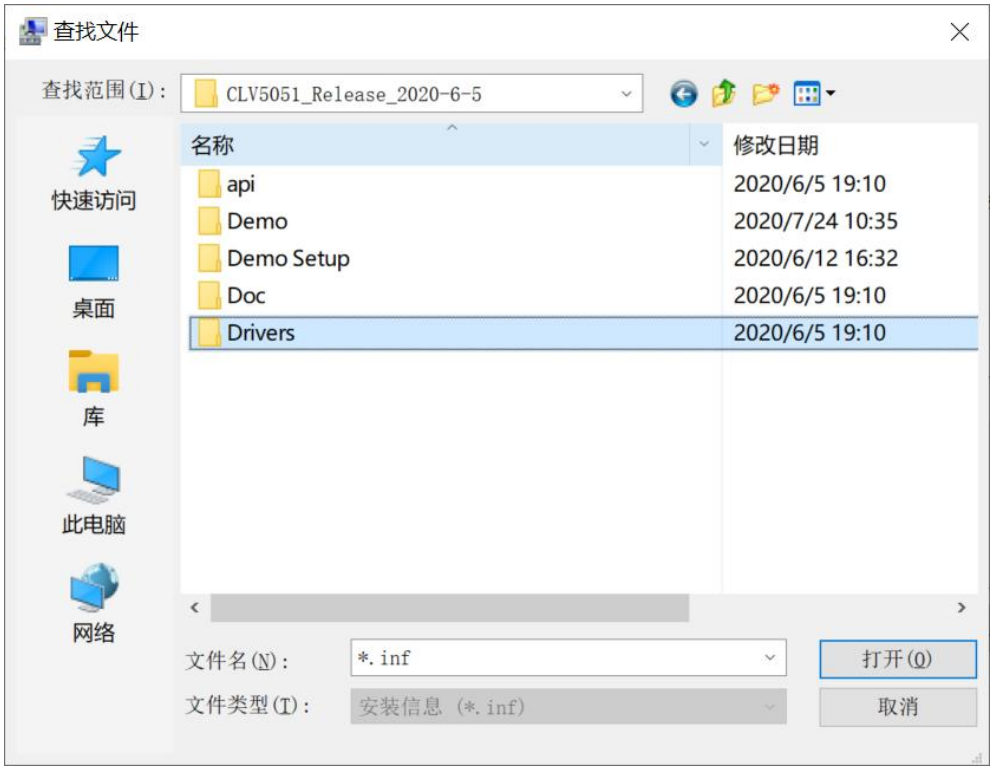


直接点击下一步：

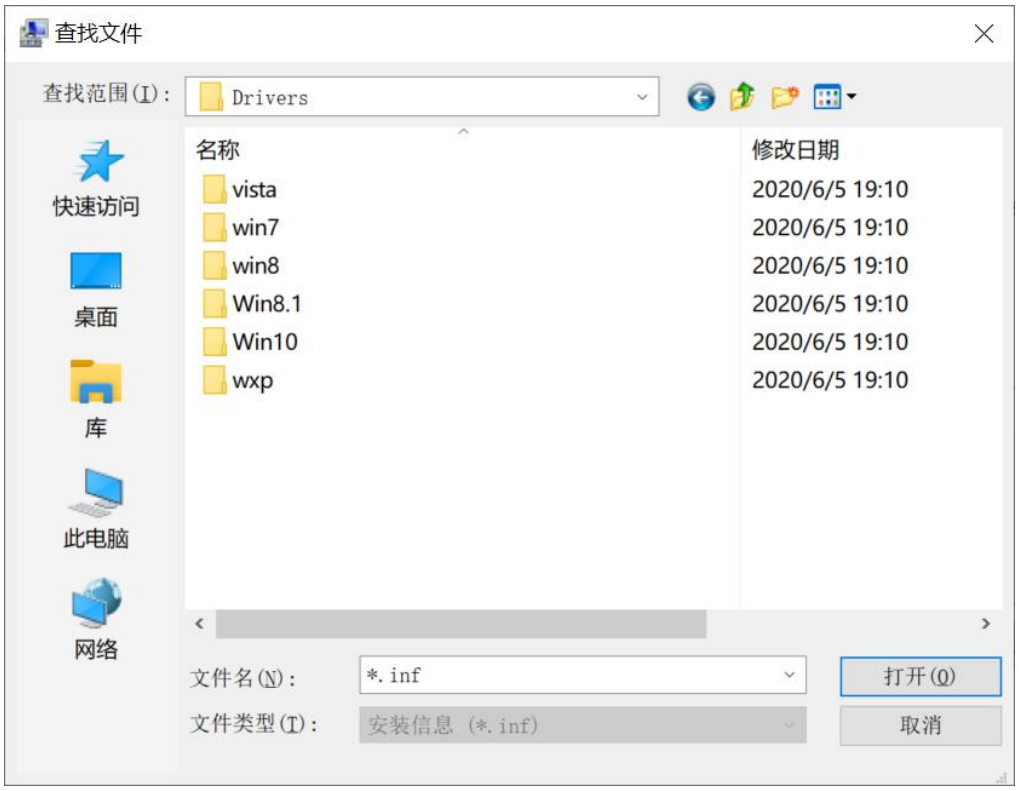
点击从磁盘安装：

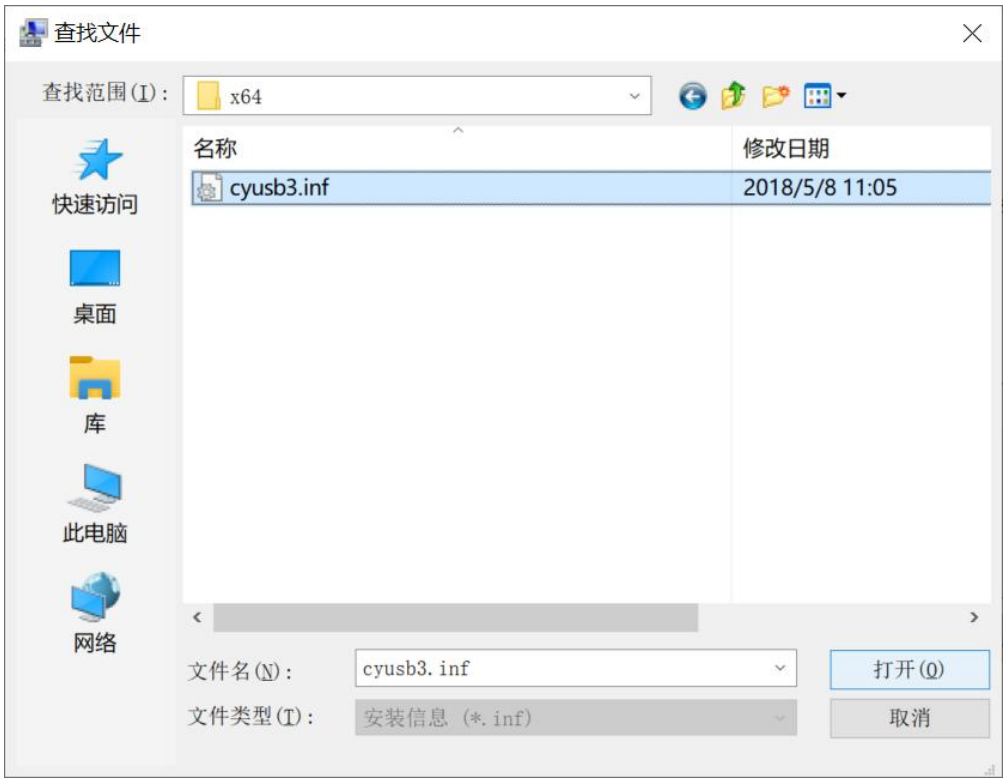


点击浏览，进入下一个界面：



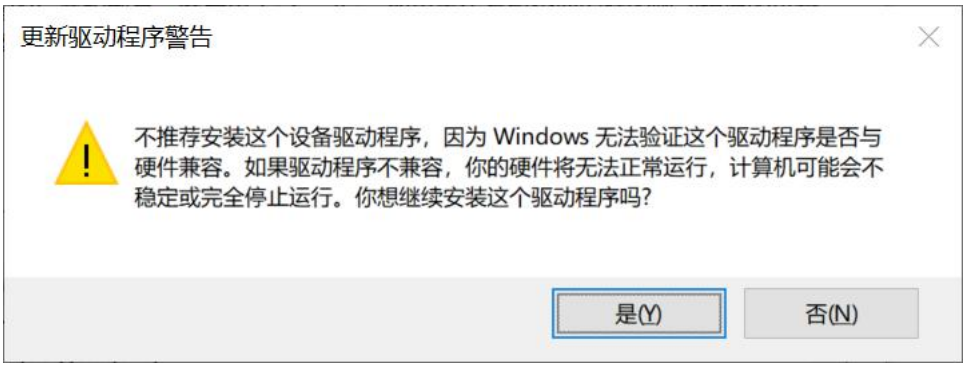
在打开窗口中，定位到配套光盘/Drivers 目录下，再根据当前操作系统，进入相应的文件夹选项，选取 inf 文件打开进行安装。



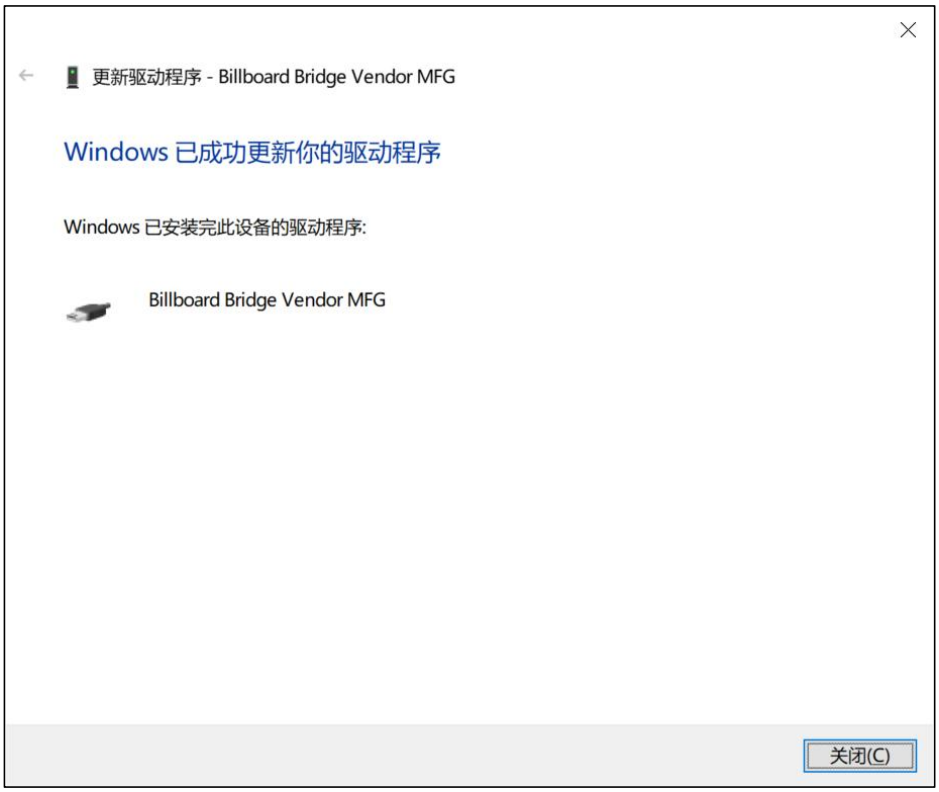


双击或者选择 inf 文件后点击打开，后会出现确定对话框，点击确定，出现如下界面：

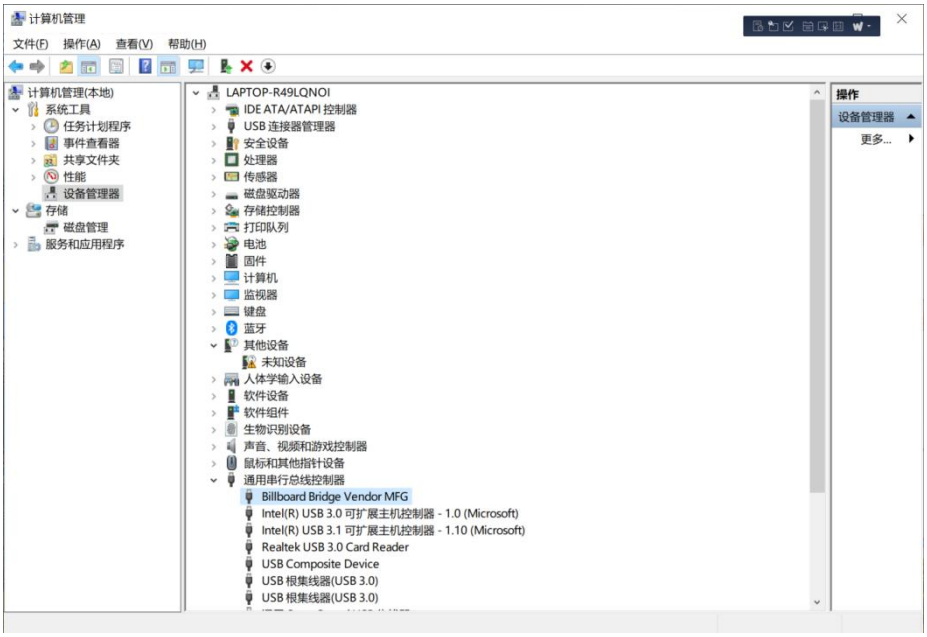
直接点击下一步，出现“驱动数字签名”提示信息，忽略，直接点“是”：



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，CLV-5051M 会被识别为“Billboard Bridge Vendor MFG”设备：



7.3 测试示例软件使用说明

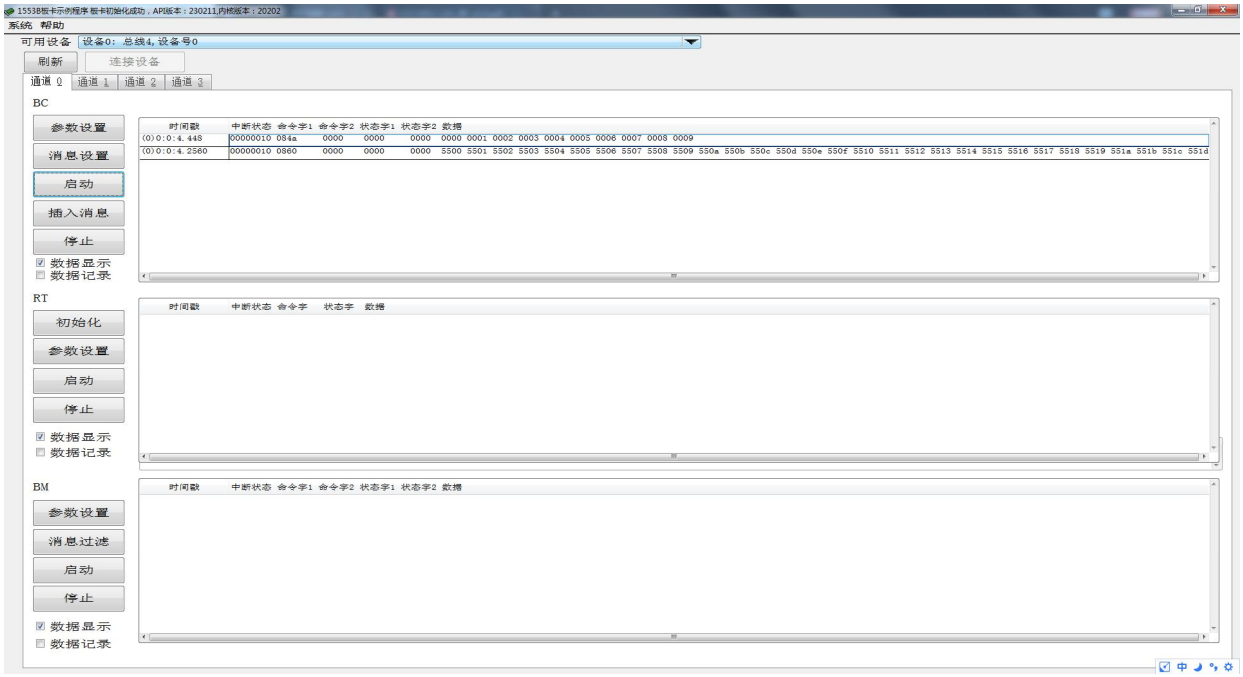
7.3.1 综述

随通信接口模块配套有示例软件。该软件位于光盘目录（\demo）下，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。

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。

软件分为菜单、运行控制、数据显示三大块；多个通道独立控制。示例程序运行主界面如图：



7.3.2 操作流程

测试软件的具体操作请参见本章 7.3.3～7.3.11 节，软件的一般操作流程如下：

（1）运行程序

（2）连接设备

（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。

7.3.3 模块级设置

7.3.3.1. 板卡初始化

运行软件后，首先要连接设备对其进行初始化。运行软件后，在主界面上方下拉框中，将自动列出系统中可用设备。选择要操作的设备（板卡），点击“连接设备”，将对其进行连接并初始化。如果板卡连接成功，则显示如下提示界面：

且示例程序的主界面标题栏，会显示当前所连接设备的相关信息提示

注意：如果在运行软件之前，板卡没有接入计算机 USB 口，可以在接入设备后，点击“刷新”按钮，软件会自动扫描当前系统中可以使用的设备，显示在设备列表框中。

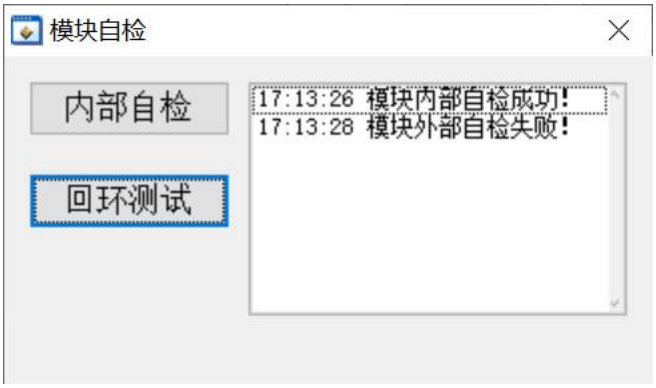
7.3.3.2. 耦合方式设置

CLV-5051 系列模块不支持耦合方式软件设置。

出厂默认为变压器耦合方式。

7.3.3.3. 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。



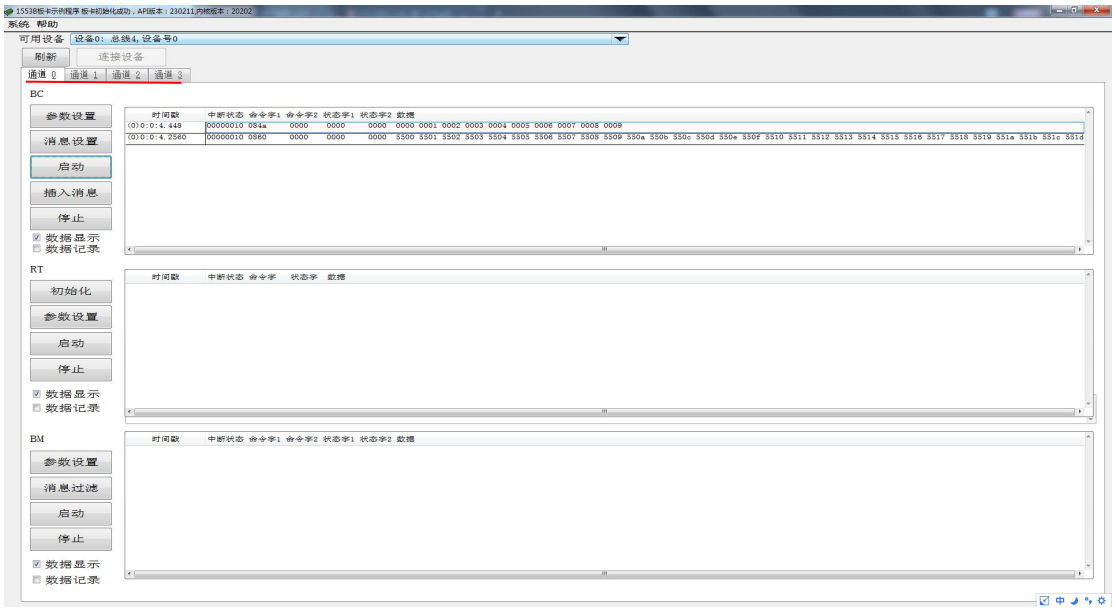
内部自检：存储器级自检。

回环测试：需要将总线 A、B 外部短接，进行外部回路自检。

***请注意：如果板卡是只支持 BC 或者 RT 或者 BM 的单一功能产品，板卡自身无法实现回环测试，只能进行存储器级的内部自检。**

7.3.4 多通道支持

配套软件会自动识别所选 1553B 板卡产品的通道数量。对不同通道的操作切换，可通过软件主界面上的选项页实现。



7.3.5 BC 功能

7.3.5.1. Bc 参数设置

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

点击”BC\参数设置”按钮，可以进入 BC 设置面板：

帧速率：1553B 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。

7.3.5.2. 消息设置

点击主界面”BC/消息设置”按钮，进入 BC 消息编辑面板，面板左侧是消息编辑区，中间为操作按钮，右侧是消息队列显示区：

创建消息：

先在左侧消息编辑区，编辑好消息内容，点击“创建消息”按钮，编辑好的消息将被加入 BC 消息队列。

修改消息：

用于对已有消息的修改。操作步骤如下：

- 先在消息队列框中，选中待修改的消息；
- 在左侧消息编辑区，修改消息内容；
- 点击“修改消息”按钮，修改生效；

删除消息：

用于删除消息队列里的一条消息。操作步骤如下：

- 先在消息队列框中，选中待删除的消息；
- 点击“删除消息”按钮，执行删除；

清空消息：

用于删除整个消息队列。操作步骤如下：

- 点击“清空消息”按钮，删除所有消息；

举例：

以下操作，我们将编辑一个含 3 条周期性消息和 1 条非周期性消息的消息链。

第一条消息：

编辑第一条消息内容：

消息类型：BC->RT;

在总线 A 上发送；

帧开始；

RT 地址 1，子地址 2，数据个数 10；

数据 0~9 的递增序列。

点击“创建消息”，可以看到 BC 消息队列中已经生成一条消息“Msg 1 帧开始”。

第二条消息：

编辑第二条消息内容:

消息类型：BC->RT;

在总线 A 上发送;

RT 地址 2，子地址 2，数据个数 15;

数据为 0x2222 的相同数据序列。

点击“创建消息”，可以看到 BC 消息队列中已经生成一条消息“Msg 2 ”。

第三条消息:

编辑第三条消息内容:

消息类型：BC->RT;

在总线 A 上发送;

帧结束标志，消息结束标志;

RT 地址 3，子地址 2，数据个数 3;

数据为 0x3333 的相同数据序列。

点击“创建消息”，可以看到 BC 消息队列中已经生成一条消息“Msg 3 帧结束 周期消息结束”。

第四条消息（非周期性消息）：

编辑第四条消息内容:

消息类型：BC->RT;

在总线 A 上发送;

帧开始标志，帧结束标志，消息结束标志;

RT 地址 4，子地址 2，数据个数 4;

数据为 0x4444 的相同数据序列。

点击“创建消息”，可以看到 BC 消息队列中已经生成一条消息“Msg 4 帧结束 帧结束 周期消息结束”。

第 4 条消息不会按周期自动发送，可以使用插入消息功能，进行单次突发性发送。

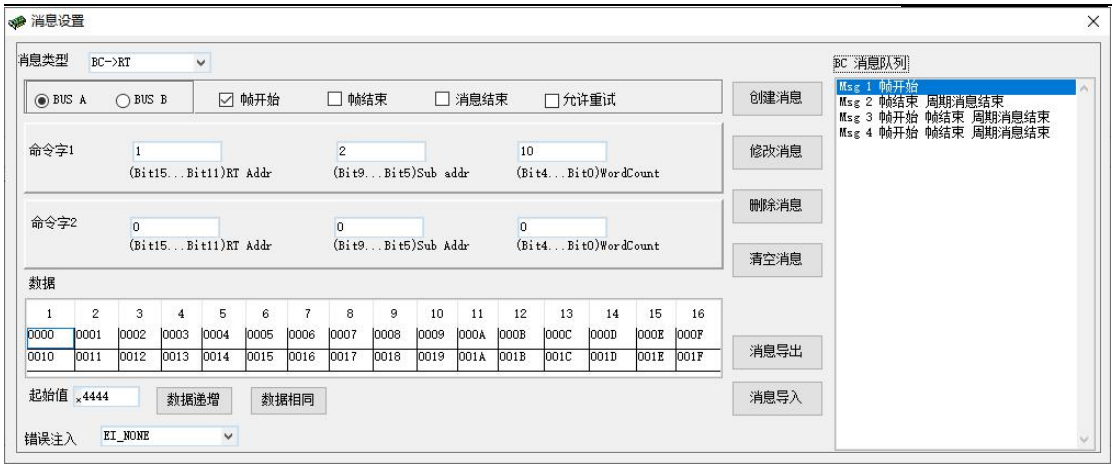
消息导入与导出：

软件支持将本次编辑的消息导出，并以文件形式保存。如果需要再次使用到这些消息，无需逐条添加，直接点击“消息导入”按钮，选择消息文件，即可实现 BC 消息自动加载。

7.3.5.3. 插入消息发送示例

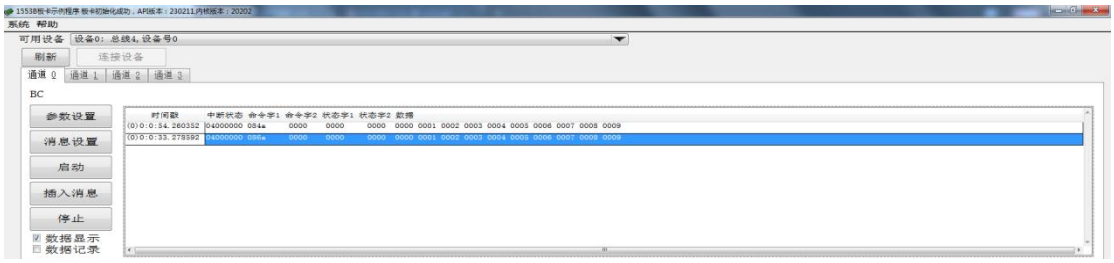
在编辑 BC 消息时，消息结束标志有效后，再创建的消息将不会自动发送。这些消息可以用于突发信息传输。BC 消息编辑时，软件会自动记录这些非周期消息，需要发送时，可以点击”插入消息”按钮，启动插入消息面板执行单次发送操作。

如我们现在编辑了如下消息:



可见有 Msg1，Msg2 两条周期性消息；Msg2 带有“周期性消息结束标志”，所以其后的 Msg3，Msg4 属于不会自动发送的非周期性消息。

如果要触发这些消息发送，我们可以在启动 BC 后，点击“插入消息”按钮：



将出现插入消息操作界面：

选择需要发送的消息，点击“插入消息”按钮，将触发相应消息执行发送。

7.3.6 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。对 Rt 的设置分三部分：

7.3.6.1. Rt 初始化

点击主界面“RT 初始化”按钮，初始化 RT 功能

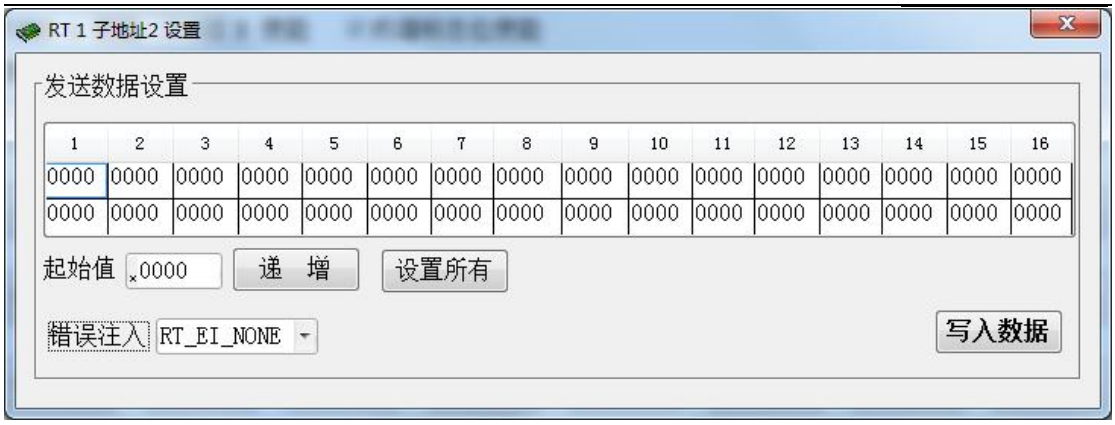
7.3.6.2. RT 参数设置

点击主界面的 RT 区域"参数设置"按钮，进入 Rt 设置面板:

点击相应的 RT 图标，进入 Rt 设置面板，如下图所示:

在该面板上，可以对该 RT 是否响应来自 BUS A/B 的消息、终端标志位是否使能以及各个子地址参数进行设置。**如无特殊要求，请保持 BUS A/B 的消息、终端标志位处于选中使能状态。**

点击面板上子地址按钮，可打开该子地址的设置面板。在子地址设置面板中可对该子地址的（发送）数据缓冲区和错误注入功能进行设置:



按上述界面，编辑完数据，点击“写入数据”按钮，将数据写入。

通过 RT 子地址设置面板的“错误注入”选框，可以选择模拟错误方式，进行模拟“错误消息”发送。

7.3.7 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。

7.3.7.1. BM 初始化

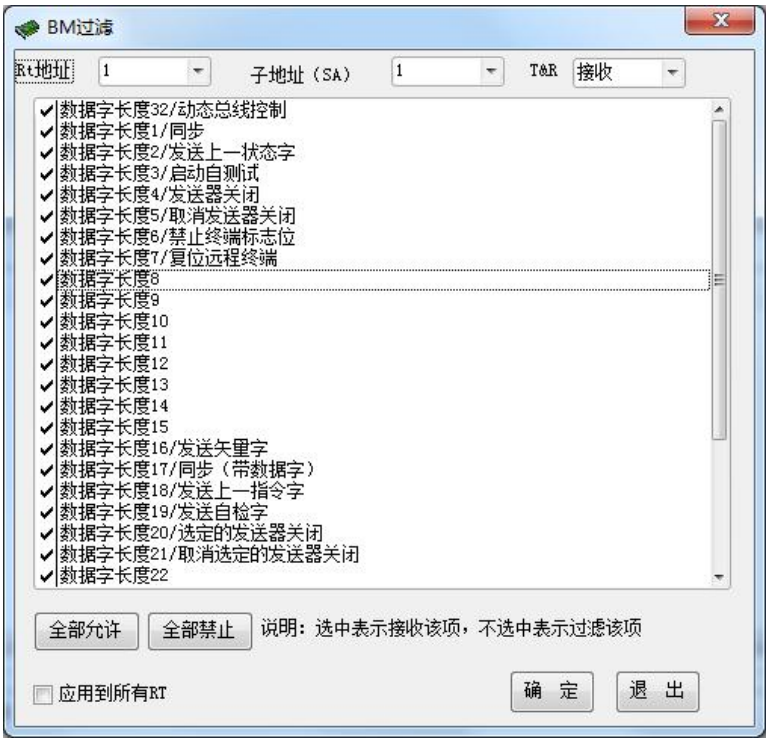
点击主界面“BM/初始化”按钮，将弹出 BM 初始化面板

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。

7.3.8 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/过滤设置”按钮，将弹出 BM 过滤条件设置面板：



BM 消息过滤可以按照 RT 地址、子地址、发送/接收标志进行设置。当勾选上消息时，消息使能，否则该消息将被板卡 BM 功能忽略。

7.3.9 BC、RT、BM 功能的启动与停止

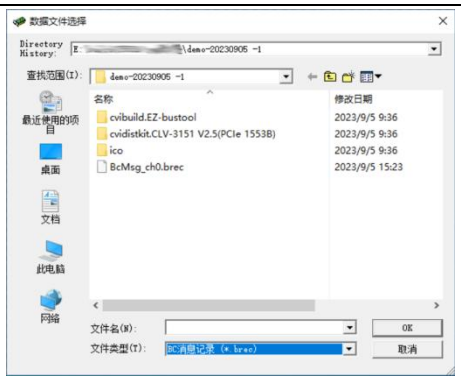
点击程序主界面左侧的相关启动、停止按钮可以启动、停止模块相关功能。

7.3.10 数据显示、存盘与查看

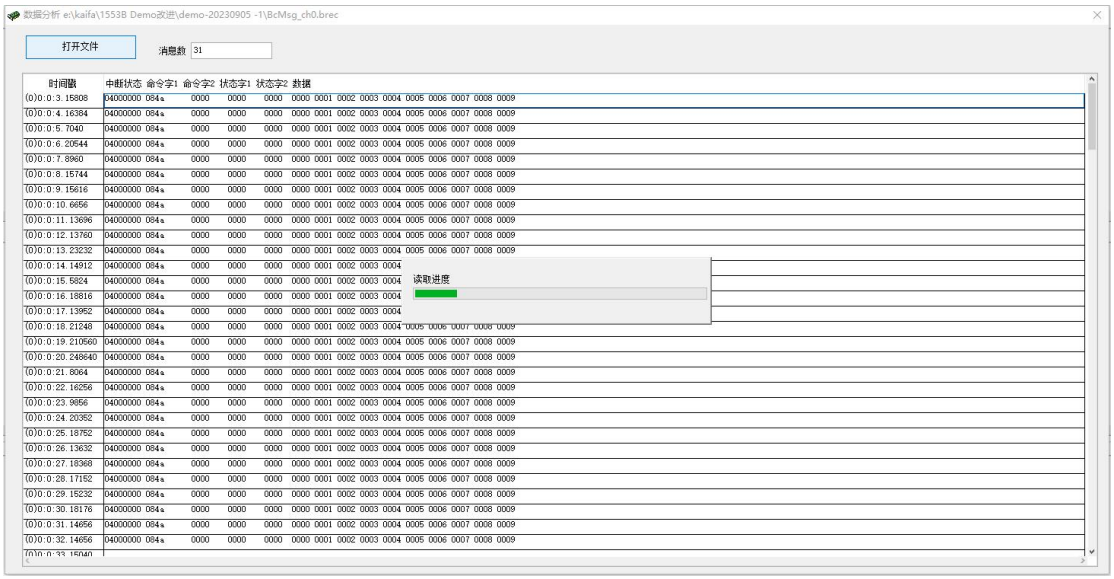
在主界面左侧，BC、RT、BM 对应有各自的显示使能勾选框、数据记录使能勾选框，可以控制当前是否实时显示消息数据、是否继续数据记录存盘。

数据的界面显示会占用一定的处理时间，当通信数据量很大（BC 帧周期短）时，可能会有数据堆积，此时可视情况，选择仅进行数据记录、不实时显示，通信（测试）完成后再进行读取数据进行查看。

记录文件按 BC/RT/BM、通道号命名，存放于软件运行目录下:



点击菜单项“系统/打开记录文件”，可以打开数据分析（查看）界面。点击界面上的“打开文件”按钮，选择记录文件，可以查看记录的数据。



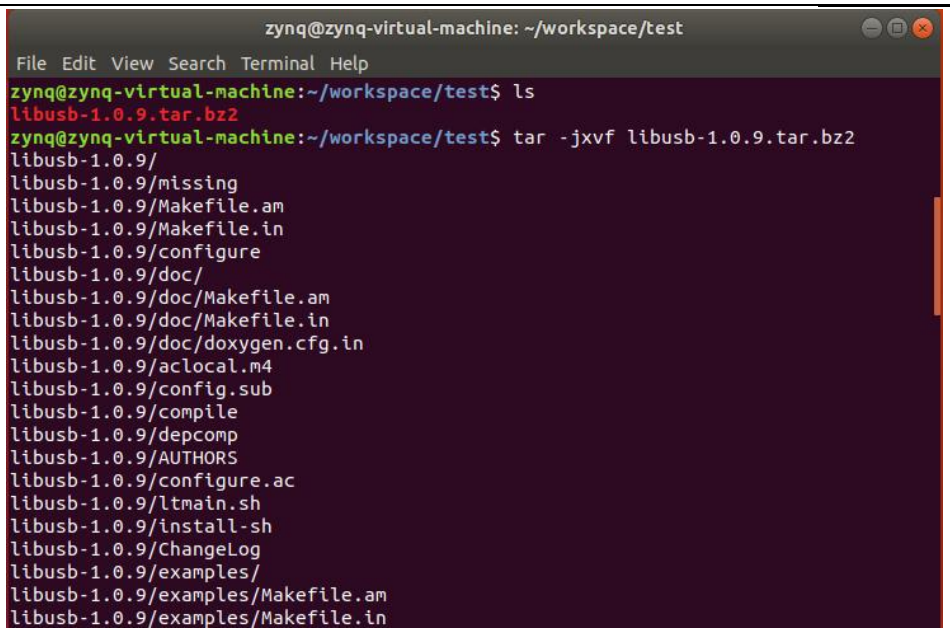
7.3.11 退出程序

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。

8 Linux 系统下安装及使用说明

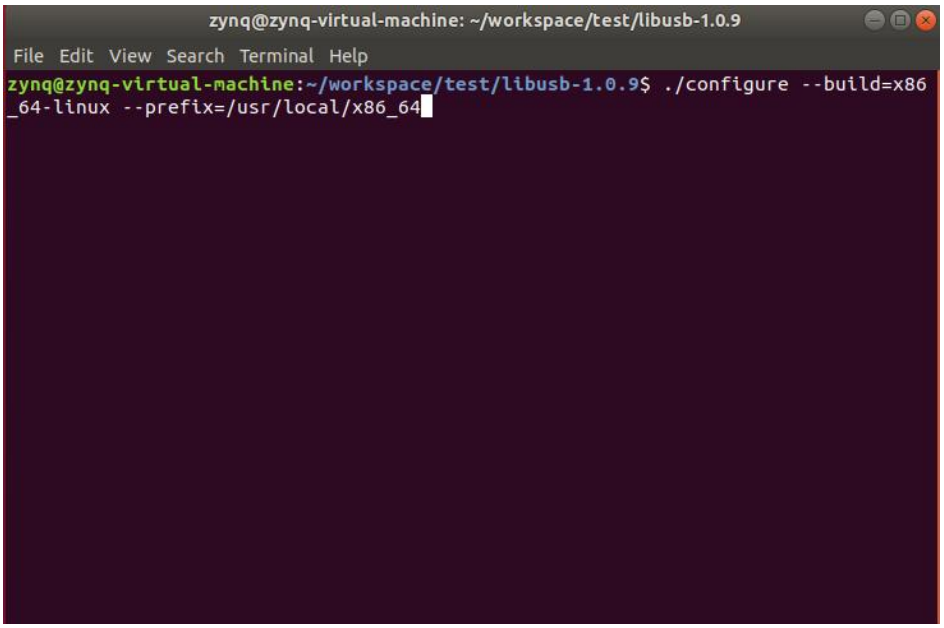
8.1 Libusb 安装

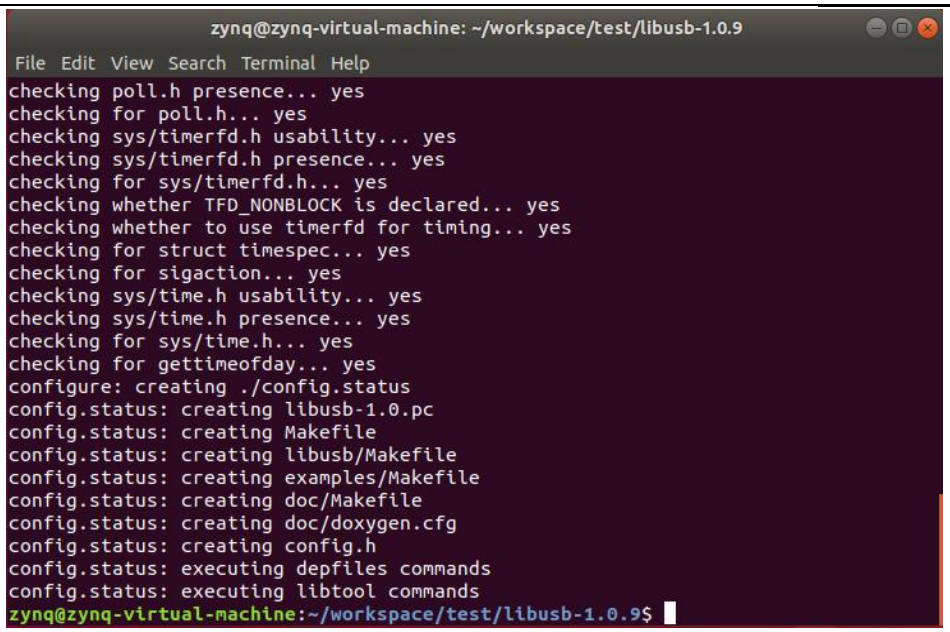
解压提供的 libusb-1.0.9.tar.bz2;



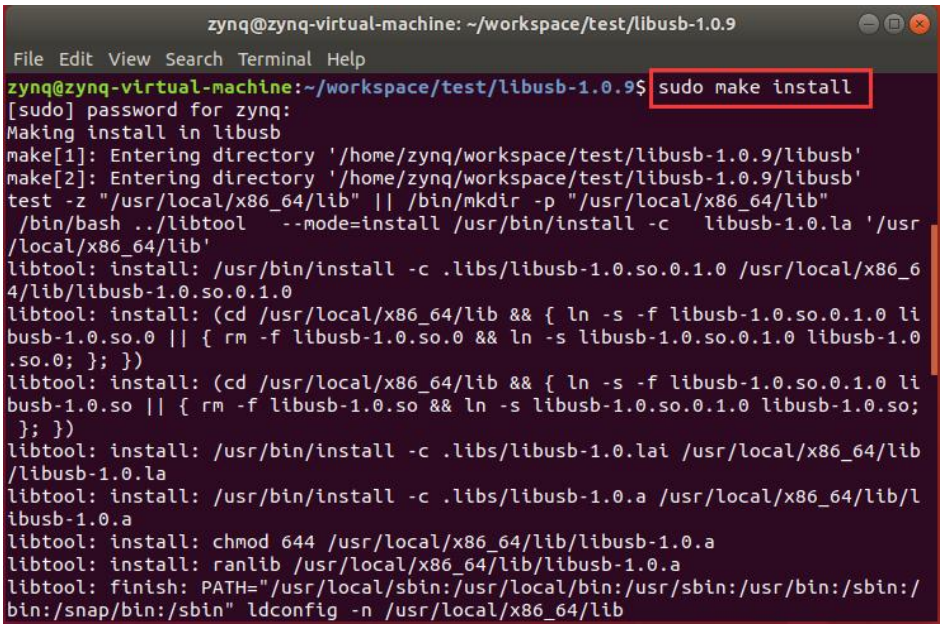
8.1.1 配置 Libusb 在 X86 系统下使用

执行./configure --build=x86_64-linux --prefix=/usr/local/x86_64

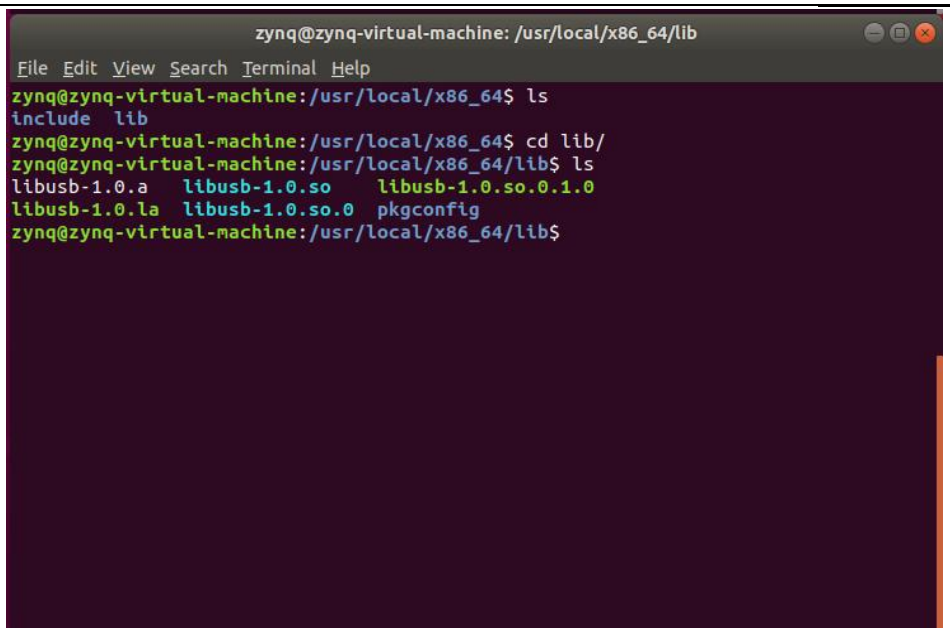




执行 make install;



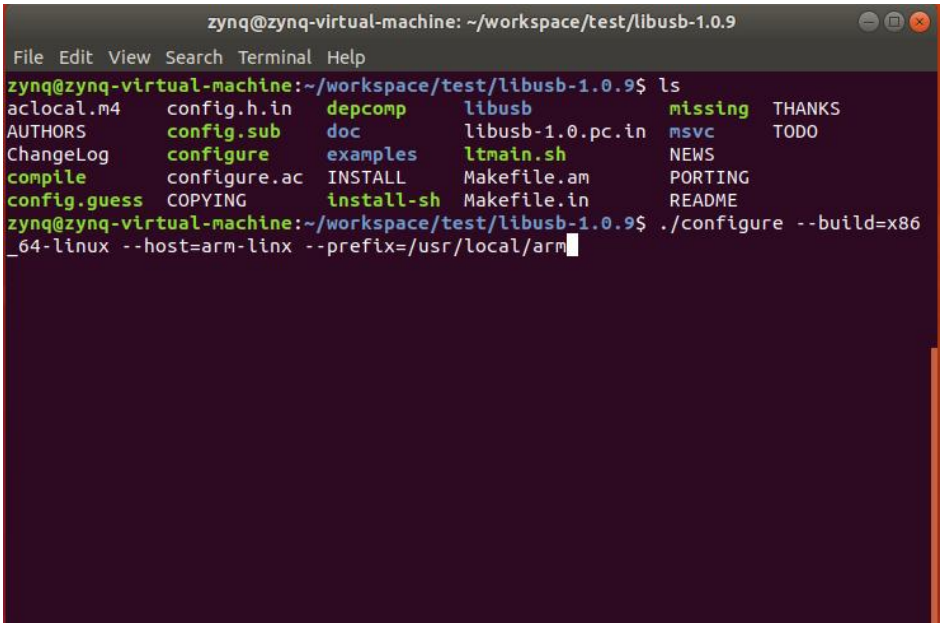
在 usr/local/x86_64 目录下存放着相关文件;

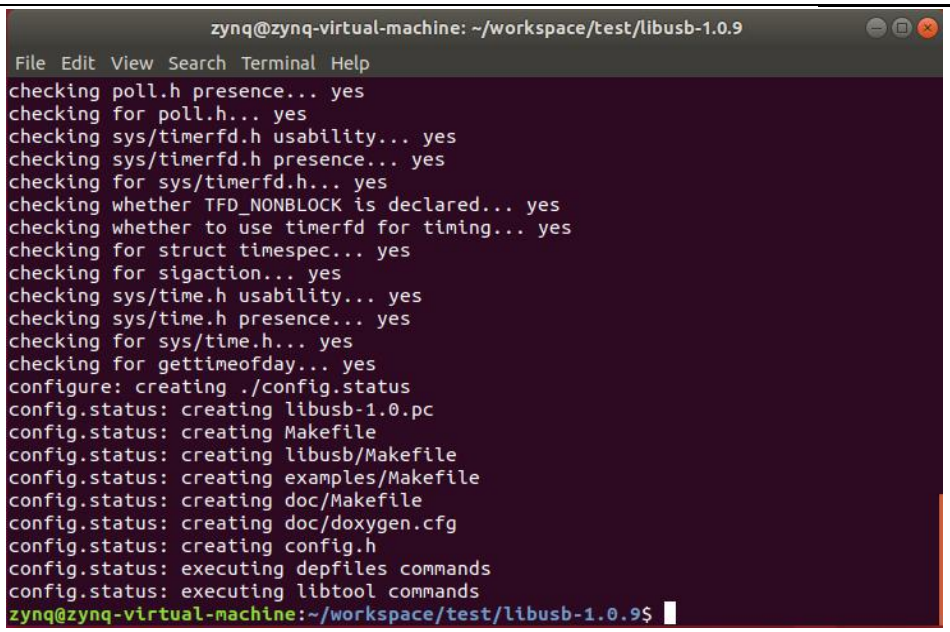


8.1.2 配置 Libusb 在 ARM 系统下使用

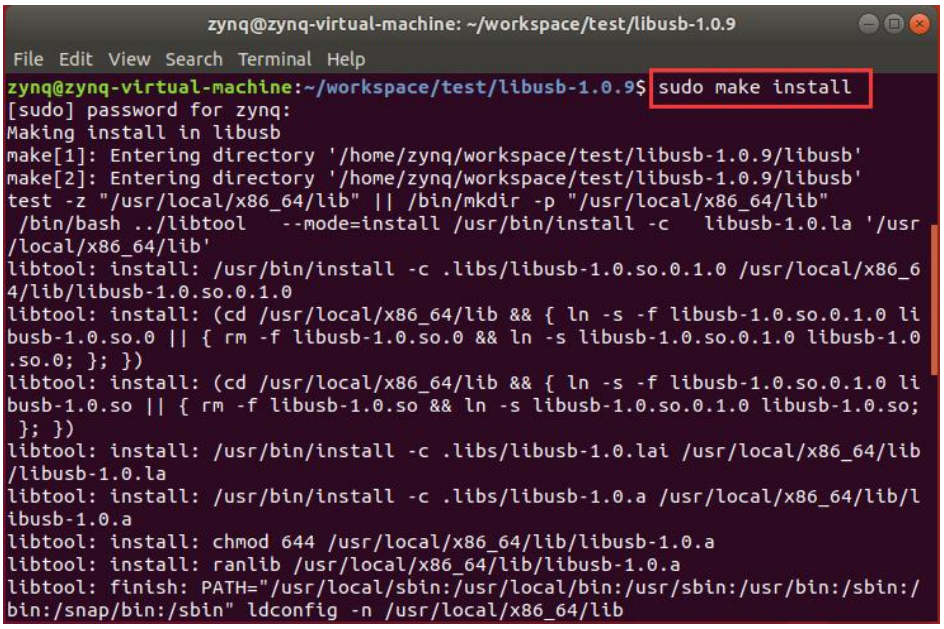
执行以下指令:

./configure --build=x86_64-linux --host=arm-linux --prefix=/usr/local/arm CC=XXX(交叉编译链)

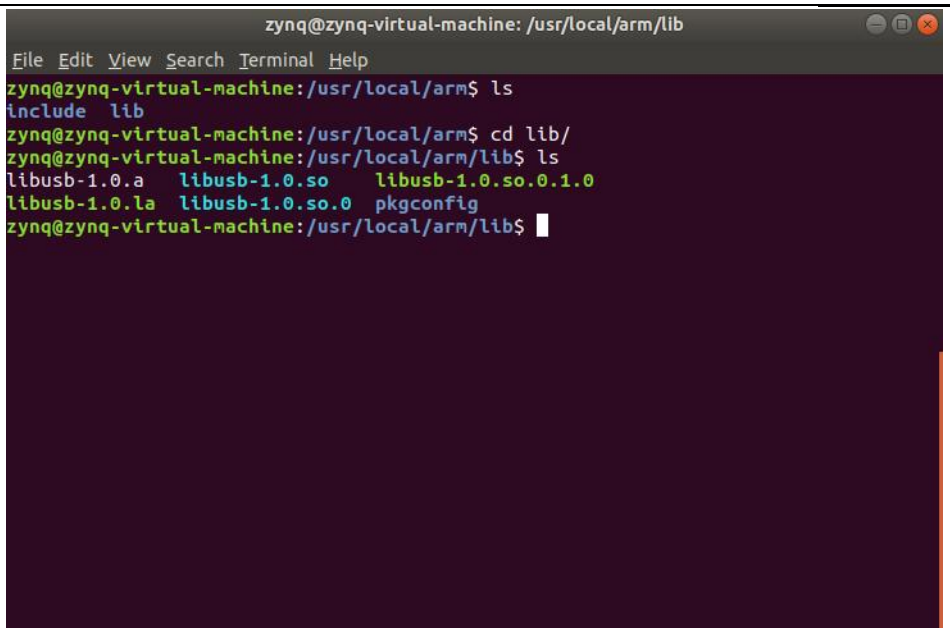




执行 make install;



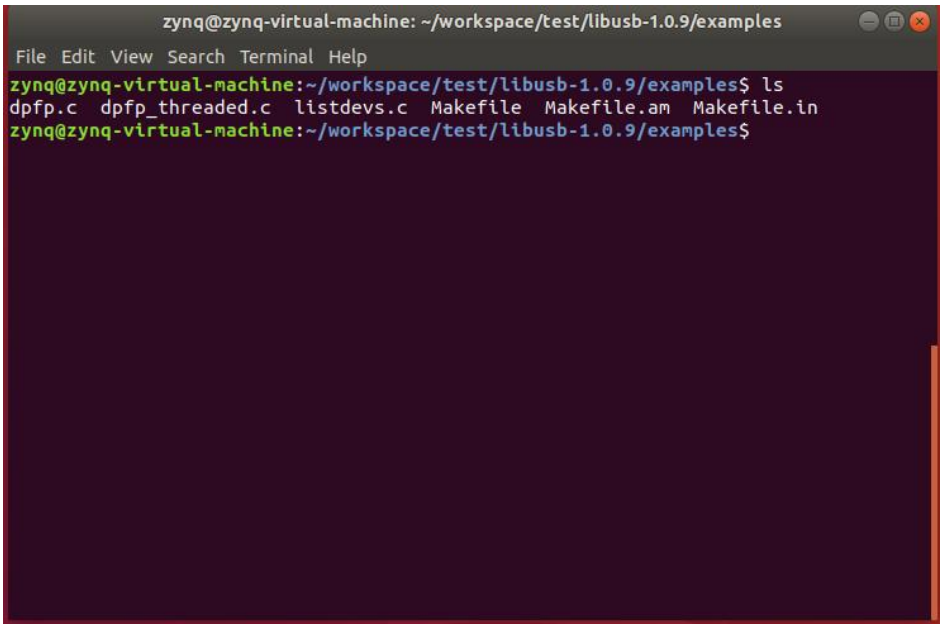
在 usr/local/arm 目录下存放着相关文件;



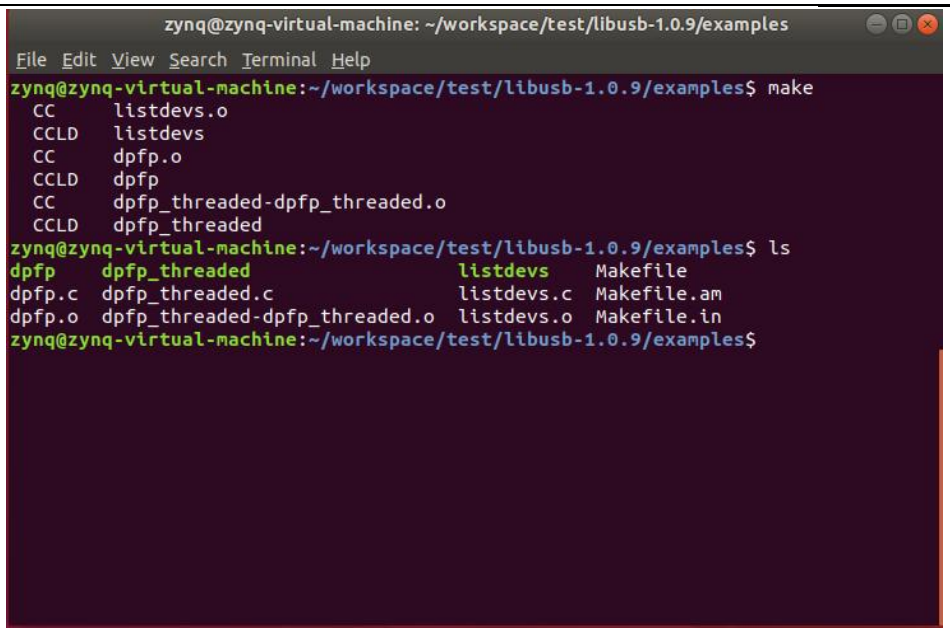
8.2 Libusb 基本测试

8.2.1 X86 系统下测试

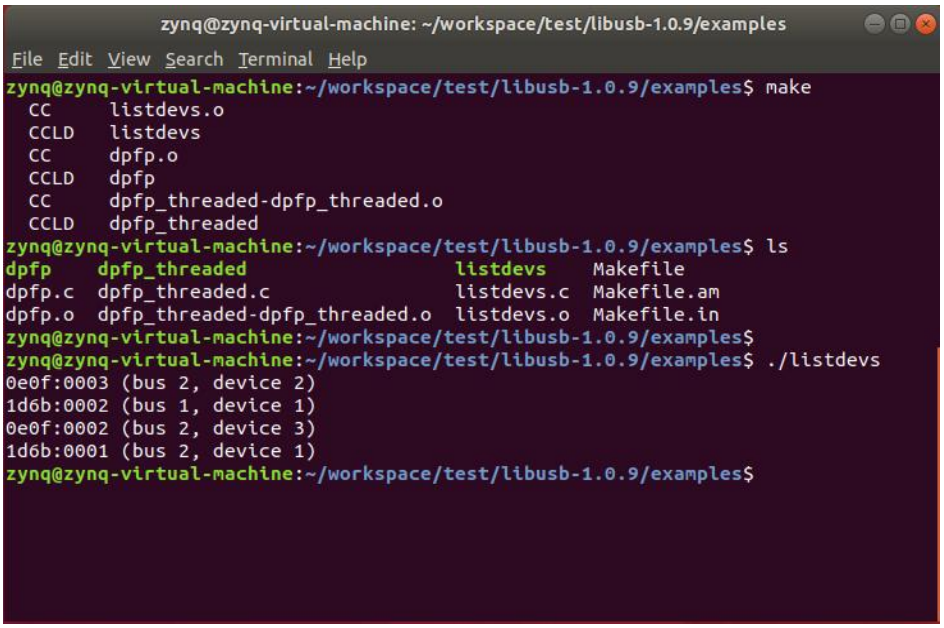
进入到**/libusb-1.0.9/examples 路径下;



执行 make 编译程序;

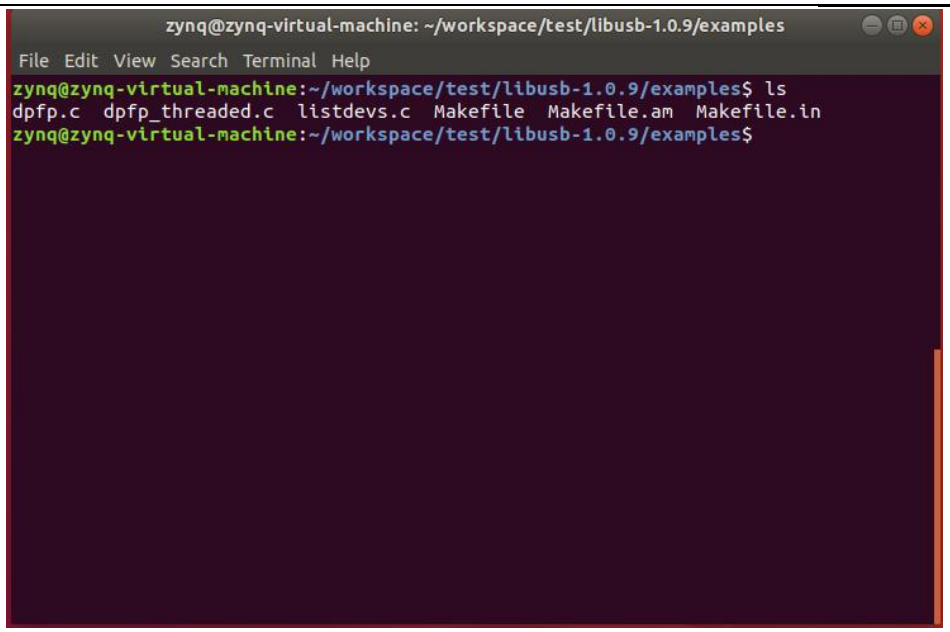


运行 listdevs 测试是否正常;



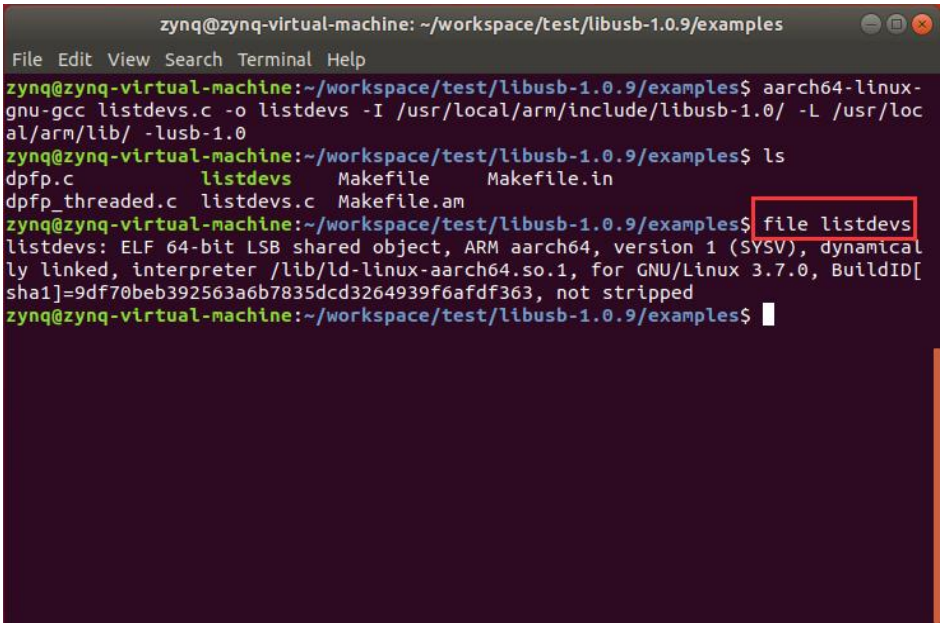
8.2.2 ARM 系统下基本测试

进入到**/libusb-1.0.9/examples 路径下;

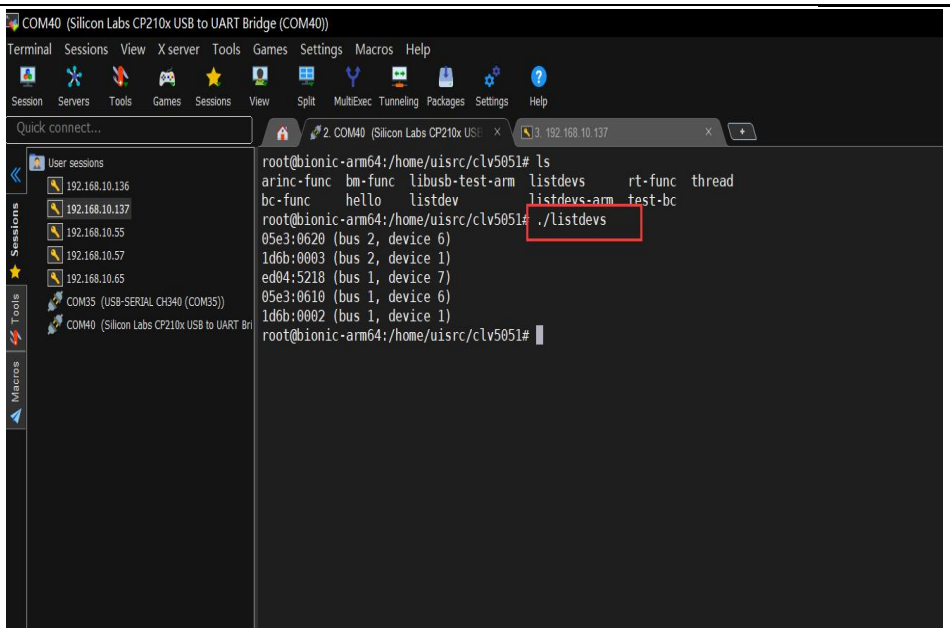


执行交差编译，然后查看文件类型是否为 ARM 环境下使用；

```
aarch64-linux-gnu-gcc listdevs.c -o listdevs -I
/usr/local/arm/include/libusb-1.0/ -L /usr/local/arm/lib/ -lusb-1.0
```

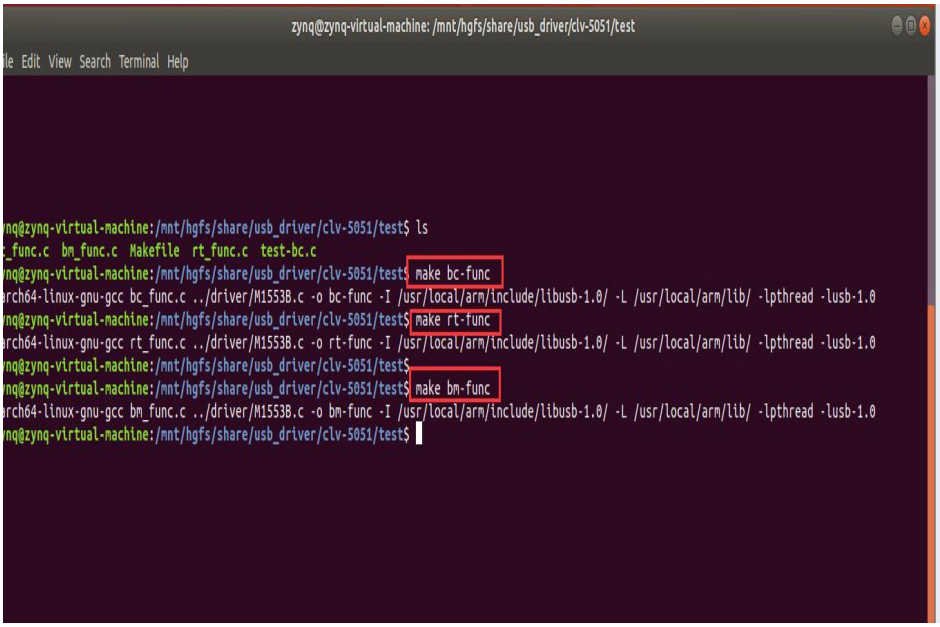


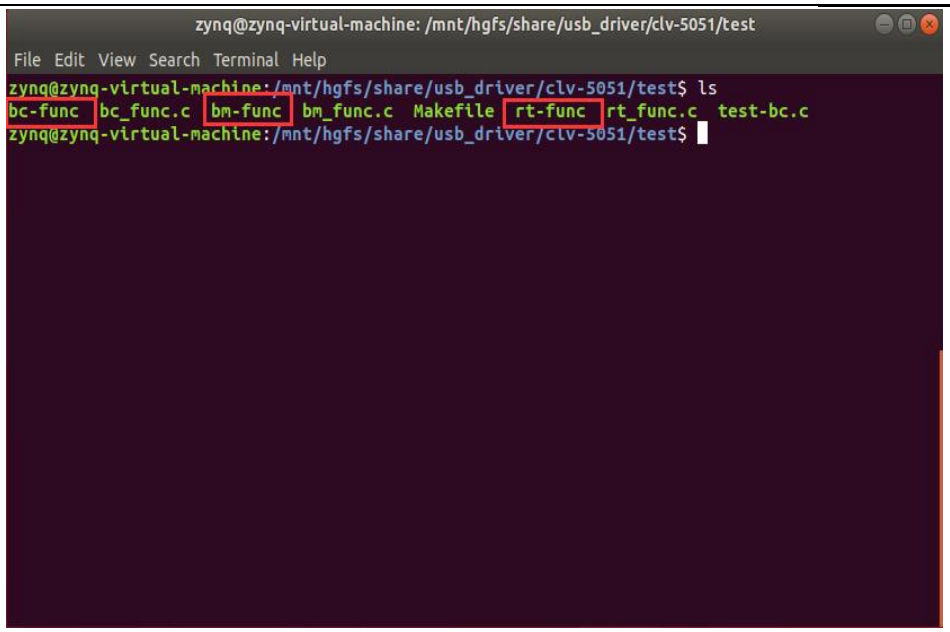
将 listdevs 可执行文件下载到目标板上运行测试；



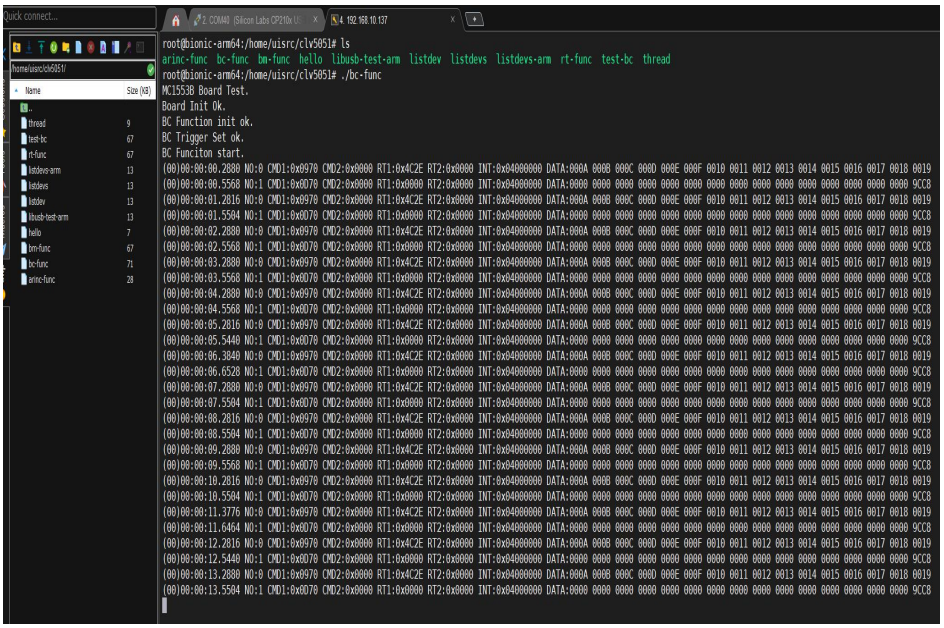
8.3 1553B 功能测试

将提供的 linux/src 软件包拷贝到 linux 系统，进入到/clv-5051/test/路径下，执行编译；





将当前可执行文件拷贝到 ARM 环境下运行;



附录 1 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总线。

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

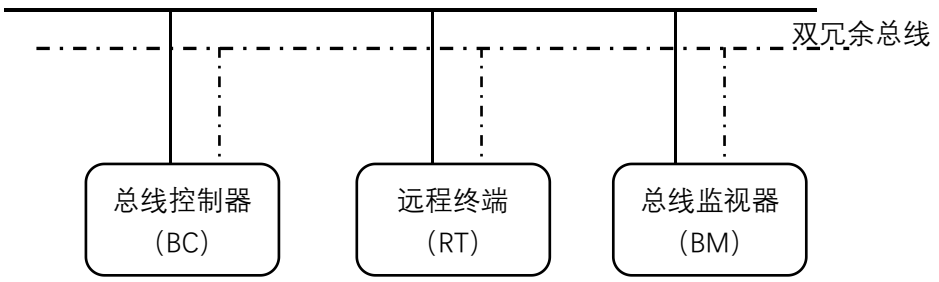


图 11 1553 网络构成

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-5051M 这样的标准 1553B 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-5051M 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-5051M 软件手册。

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。

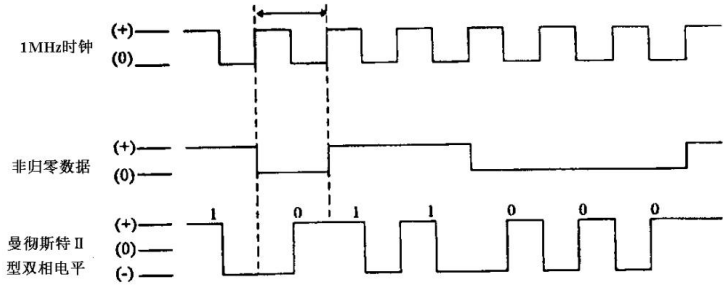


图 12 1553 信号编码

1553B 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。

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。

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-5051M 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-5051M 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。

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 3 方式代码

发/收位	方式代码	功能	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

7. 1553 总线连接

一个 1553 设备，如本手册所描述的 USB 1553 产品，CLV-5051M，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。

7.1. 变压器耦合连接方式

包括 CLV-5051M 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-5051M 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。

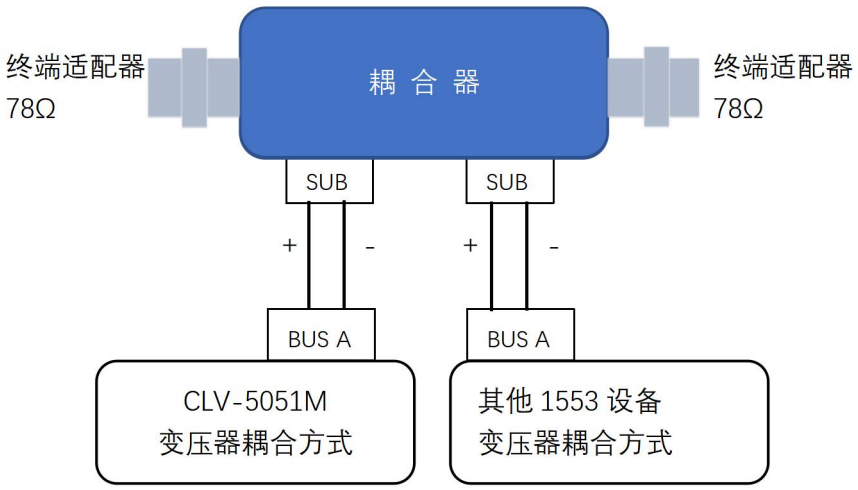


图 13 总线 A 变压器耦合方式连接

7.2. 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 14 直接耦合方式设备连接

7.3. 1553 通信测试网络连接示例

利用 CLV-5051M 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：

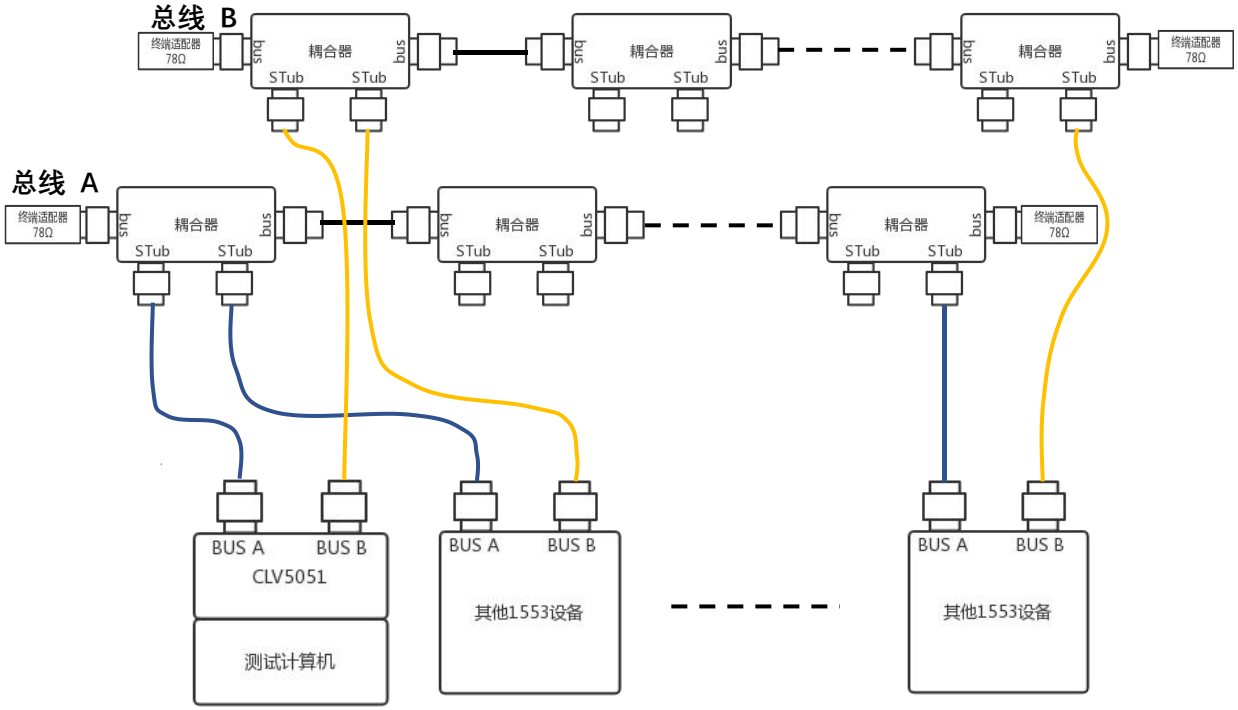
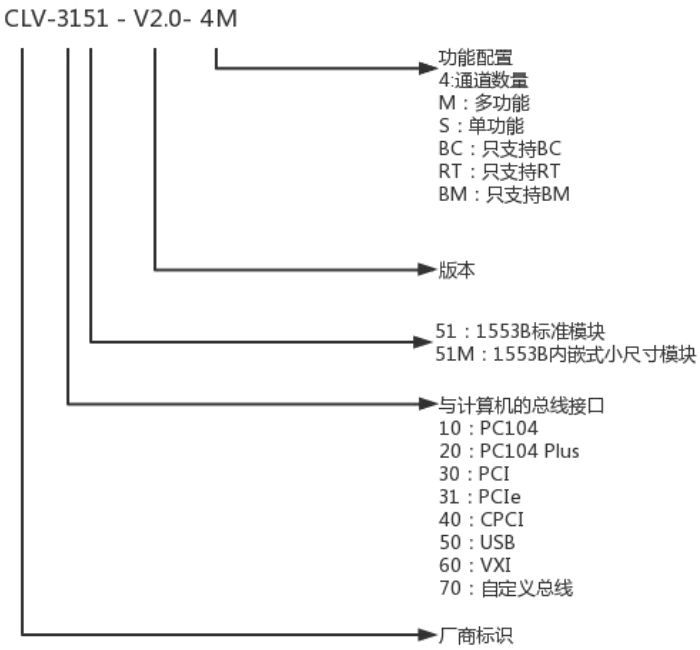


图 15 1553 总线网络连接示意图

附录 2 1553B 产品选型说明

我们提供基于多种总线接口的 1553B 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。