

YAV USB 4AD Plus 智能多功能信号采集卡 技术手册

武汉亚为电子科技有限公司



USB6232

关于

本手册为亚为推出的 USB 4AD Plus 数据采集卡的用户手册，主要内容包括功能概述、4 路模拟量输入功能、2 路数字量输入功能、2 路数字量输出功能、USB 2.0 通信、应用实例、性能测试、注意事项及故障排除等。

另外 DI 采集包含需要定制的特殊功能：PWM 功能输入、编码器输入、AO 输出匹配输入。

说明

- 1、产品正常工作必须使用亚为提供的专用 SDK。
- 2、此手册为硬件说明书，有关通信协议、二次开发和软件应用方面的详细说明请参考我司相应资料。
- 3、资料下载：www.yav123.com
- 4、请严格按产品技术手册操作。
- 5、文中图片仅供参考，具体以实物为准。
- 6、该硬件及软件不属于计量器具范畴，测试结果不受 JJF 和 GB 等相关标准的约束，用户有根据传感器和使用环境自主校准和配置参数的义务。如果在使用中因为自身未尽校准义务而出现问题，厂家不承担任何法律及相关赔偿责任。

文档版本表

序号	版本号	编写人	编写日期	支持对象	应用时间	特别说明
1	1.0	齐非	2014.01	USB 4AD Plus 采集卡	2014.01	
2	2.0	郑先科	2017.01	USB 4AD Plus 采集卡	2017.01	
3	3.0	李志超	2017.08	USB 4AD Plus 采集卡	2017.08	
4	4.0	雷礼保	2021.04	USB 4AD Plus 采集卡	2021.04	

目 录

1. 快速上手.....	1
➢ 产品包装内容.....	1
➢ 应用软件.....	1
➢ 接口定义.....	2
■ 端子描述.....	2
➢ 通信.....	2
2. 产品概述.....	3
➢ 技术指标.....	3
■ 模拟信号输入.....	4
■ 数字信号输入.....	5
■ 数字信号输出.....	5
■ 通信总线.....	5
■ 温度条件.....	6
➢ 硬件特点.....	6
➢ 原理框图.....	7
➢ 接口定义.....	7
■ 端子排列.....	7
■ 端子描述.....	8
➢ 通信.....	9
➢ 指示灯.....	9
➢ 机械规格.....	9
3. 采集卡信号接线.....	10
➢ AI 模拟量接线.....	10
➢ DI 数字量接线.....	10
➢ DO 数字量接线.....	11
4. 模拟量输入功能.....	13
➢ 模拟量输入.....	13
➢ 输入采样原理.....	13
➢ 输入接线.....	13
➢ 采样值计算.....	14
■ 无符号整型.....	15
■ ADC 数据类型.....	15
■ 模拟量值.....	15
5. 数字量输入功能.....	16
➢ 数字输入原理.....	16
➢ DI 高低电平/无源触点输入.....	17
6. 数字量输出功能.....	18
➢ 输出原理.....	18
➢ DO 高低电平输出.....	18

➤ 输出接线方式.....	18
➤ PWM 输出.....	19
7. 通信协议.....	20
➤ USB 通信.....	20
➤ 加载流程.....	23
8. 应用实例.....	24
➤ 采集卡连接.....	24
➤ 发现硬件.....	24
➤ 软件功能.....	25
➤ 软件应用.....	25
■ LabVIEW.....	25
■ 其它.....	26
9. 性能测试.....	27
➤ 安全规范.....	27
➤ 耐电压范围测试.....	27
➤ 环境适应性测试.....	28
➤ 信号性能测试.....	29
➤ 电气参数.....	29
10. 注意事项及故障排除.....	34
➤ 注意事项.....	34
■ 通道校正.....	34
■ 存储说明.....	34
■ 出货清单.....	34
■ 质保及售后.....	34
■ 特别说明.....	34
➤ 故障排除.....	35
■ 无法正常连接至上位机.....	35
■ VI 例程打开失败.....	35
■ DI 测频计数没反应.....	35
■ 读数异常.....	35
■ 多卡数据相同.....	36
■ 采集速度不够.....	36
■ 软件弹出错误.....	36
11. 权利及免责声明.....	37
12. 联系方式及公司简介.....	38
13. V 智能体验.....	38

1. 快速上手

本章主要介绍初次使用 YAV USB 4AD Plus 采集卡需要掌握的知识，以及与使用相关的准备工作，可以帮助用户熟悉 USB 4AD Plus 使用流程，快速上手。

➤ 产品包装内容

采集卡、USB 方口线、包装盒各一个。

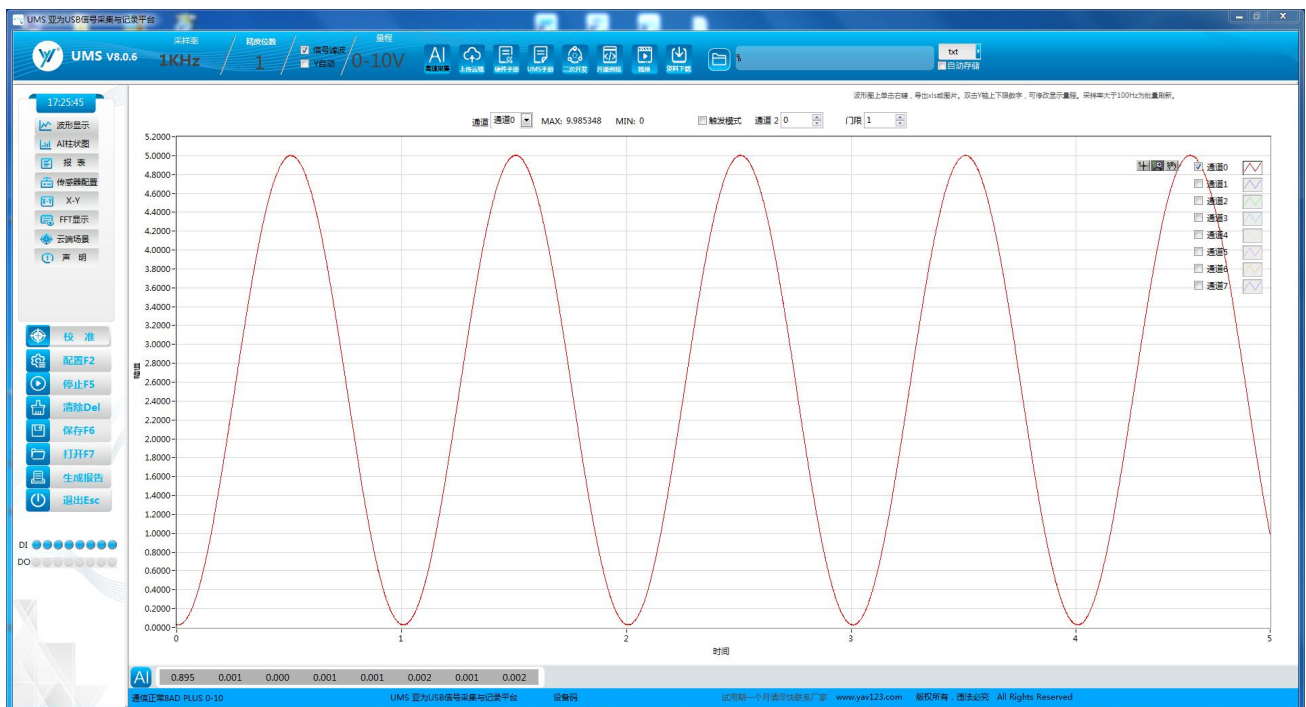
说明：为节约资源，保持资源高效升级，开发资料（包括说明书、二次开发手册、软件平台、SDK 开发包、例程、工具、视频等）为电子档，需自行在 www.yav123.com 官网下载。

➤ 应用软件

1. UMS 软件平台：USB 接口采集卡均可安装亚为的 UMS 通用采集平台，平台自适应亚为的上百种 USB 采集卡，可显示波形、存储数据、DI 输入、DO 输出控制、校准、配置传感器等功能。该软件功能仅做参考，具体功能需二次开发，亚为提供二次开发例程，但不提供具体二次开发无偿服务，该软件的最终解释权归公司所有。

2. 软件可通过注册和配置连接亚为 T-Cos 云平台，实现远程终端（手机或电脑）的数据查看，详情请参考《亚为 T-Cos 云平台使用手册》。

3. 开源例程：二次开发支持 LabVIEW（调用 DLL）、VC++、C#、VB、Matlab、Python 和安卓等。详见 SDK 开发包及《YAV USB 接口采集卡二次开发及 DLL 使用手册》或安卓例程。



UMS 软件界面图（以 YAV USB 8AD Plus 为例）

➤ 接口定义

■ 端子描述

端子定义说明：

GND 为公共接地端；

AI 为模拟量信号输入端子；

DI0~DI1 为数字量信号输入端子；

DO0~DO1 为数字量信号输出端子。

采集卡外观管脚分布表

端口	信号类型	说 明
AI0 ~ AI3	模拟量	模拟信号输入端
DI0 ~ DI1	数字量	数字信号，计数/计频输入端
DO0~DO1	数字量	数字信号，PWMOUT 输出端
GND	公共接地端	

<说明>：I—输入 O—输出

➤ 通信

USB 采集卡：提供二次开发 SDK，包含 DLL 和.h 文件，可供常用开发平台（VC\VB\C#\LabVIEW\Matlab 等）调用，详见《YAV USB 接口采集卡二次开发及 DLL 使用手册》。

产品具备主动标识载体和集成商设备加密控制功能，详情请咨询营销人员。

2. 产品概述

采用计算机 USB 供电，无需外加电源与驱动，包含 **4 路 AI**，**2 路 DI**，**2 路 DO 兼容 PWM**。可直接配合上百种传感器使用，9 种自动保护措施，安全方便。无需驱动，采样率可达每通道 1kHz。有配套的电脑软件，包含波形显示、存储、分析等十余种功能，操作简单直观，可在 Windows XP、WIN7（32/64 位）、WIN8（32/64 位）、WIN10 等操作系统下稳定运行。

采集卡上预留多种通信接口，只可用其中一种，以实际选购确定的某一种为准。

➤ 技术指标

输入输出功能指标

功能		参数指标
AI	通道数	4 路单端直流输入
	分辨率	12Bit (4096) (10V 量程，最小分辨率 2mV)
	量程	默认 DC0~10V (可定制 DC0~20mA/40mA/0~5V/15V/30V/60V/100V，量程可多种方式组合，例如 2 路 20mA，2 路 10V)
	采样率	默认每通道 1kHz (可设 200Hz 500Hz 1kHz 2kHz 5kHz) 单通道使能最高可达 50kHz
	模式	连续采集
	阻抗	1MΩ (10V 量程)
	非线性	<0.05%FS
	精度	>0.1%
	零漂	<±3μe/4h
DI	通道数	2
	电平	TTL 或 CMOS 兼容，高电平（数字 1）：3.3~30V，低电平（数字 0）：≤0.5V
	功能，多选一	◆ 2 路 DI 高低电平测试，默认模式 ◆ 2 路测频(0-65kHz)或计数(0-2 ³²)，软件可选 ◆ 1 路 AB 项编码器（DI0/1,正反向计数），正交编码器值放在 DI0 计数位置上
DO	通道数	2
	电平	0/Vcc-0.7V(Vcc 为供电电压)

	功能，多选一	◆ 2 路 DO 高低电平输出，默认模式 ◆ 2 路 PWM Out (0-65kHz) ◆ 1 轴电机驱动器 ◆ DA 输出，频率设置 1000Hz，通过调节占空比，调节输出电压大小
供电 Vcc	USB 5V	
通信	USB	

■ 模拟信号输入

- 输入路数：4 路单端直流输入；
- 默认 DC0~10V（可定制 DC0~20mA/40mA/0~5V/15V/30V/60V/100V，量程可多种方式组合，例如 2 路 20mA，2 路 10V）；
- 输入阻抗：1MΩ（10V 量程）；
- ADC 分辨率：12Bit（4096）（10V 量程，最小分辨率 2mV）；
- 芯片采样率：100kHz；
- 每通道数据采样率：默认每通道 1kHz（可设 200Hz 500Hz 1kHz 2kHz 5kHz）；
- 触发采集（特殊定制）：可设置触发电平和采样长度，采样率最高可达 50kHz；
- 采集模式：可实现连续（异步）采集；
- 非线性：0.05%FS；
- 系统测量精度：0.1%；
- 零漂：±3μE/4h；
- 抗混滤波：截止频率为采样频率的 1/2.56，阻带衰减大于-80dB/oct；

（抗混滤波：模拟信号变成数字信号，需要经过 A/D 转换，这里面需要满足采样定理，即采样频率要大于等于待采样信号最高频率的 2 倍以上（实际工作中一般是 10 倍以上），若原始模拟信号中包含的频率成分很丰富，有些高频成分是不需要的，或者因实际需要不能无限制提高采样频率，此时便需要利用低通滤波器（通常是硬件形式的低通滤波器）先把高频成分滤除掉，以保证满足采样定理，避免发生频率混叠，这个过程就是抗混滤波）。

- 低通滤波器（特殊定制）：
 - ◆ 截止频率：10、30、100、300、PASS 程控切换；
 - ◆ 低通滤波器阶：6 阶；
 - ◆ 滤波器类型：巴特沃斯、切比雪夫程控切换。

■ 数字信号输入

- 输入路数：2 路；
- 电气标准：TTL 或 CMOS 兼容；
- 方法：DI 内置 VCC 上拉，可以直接接干接点信号，或者 PNP 传感器。如果接 NPN 传感器，需要去除内部 DI 上拉电阻。
- 输入范围：
 - ◆ 高电平（数字 1）：2~5V，（12V 串联 1k 电阻，24V 串联 2k 电阻）；
 - ◆ 低电平（数字 0）：≤1V；
- 信号要共地：
 - ◆ 2 路 DI 高低电平测试，默认模式，后两者需定制；
 - ◆ 2 路测频(0-65kHz)或计数(0-2³²)，软件可选；
 - ◆ 1 路 AB 项编码器（DI0/1,正反向计数），正交编码器值放在 DI0 计数位置上。

■ 数字信号输出

- 输出路数：2 路；
- 输出模式：
 - ◆ 高低电平输出 0/Vcc-0.7V(Vcc 为供电电压)，可驱动继电器；
低电平的最高电压：0.5V；
上电（悬空）输出：高电平；
 - ◆ 集电极开路晶体管输出，通/断，可驱动 1A 设备；
最大负载电压：30V；
最大负载电流：100mA（外部上拉大功率 50 欧姆电阻）。
- 功能：
 - ◆ 2 路 DO 高低电平输出，默认模式，后三者需定制；
 - ◆ 2 路 PWM Out（0-65kHz）；
 - ◆ 1 轴电机驱动器；
 - ◆ DA 输出，频率设置 1000Hz，通过调节占空比，调节输出电压大小。

■ 通信总线

- USB2.0 高速总线传输；
- 支持热插拔。

■ 温度条件

- 工作温度范围：-30~70℃；
- 存储温度范围：-40~80℃。

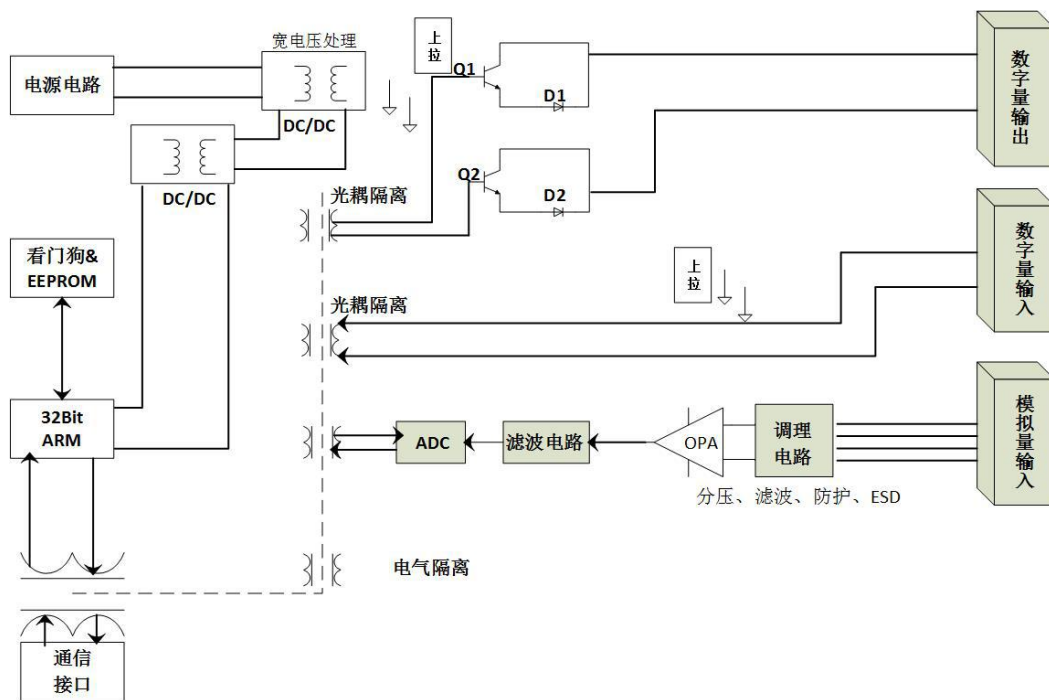
➤ 硬件特点

- **过压保护：**高精度分压、电压钳位控制、运放信号隔离、稳压控制和过流吸收等 5 重保护措施，保护采集卡使用安全可靠，通道耐压高达 DC600V（AI0-10V 量程下测试）。
- **过流保护：**电流超过 500mA，自动切断电源，保护计算机接口，避免出现蓝屏、死机状况。
- **过载保护：**负载电流过大，系统会自动进入保护状态。
- **绝缘保护：**工业级电路板，具备绝缘层，防止意外漏电和短路，安装安全方便。
- **通信保护：**采用屏蔽线缆和磁环抑制浪涌技术，有效对抗辐射或传导干扰引起的采集卡工作不稳定。
- **抗干扰：**透明绝缘材料保护，可在较高温度下使用，遇热不会滴落。能在电路板上生成保护膜，防止外界电磁干扰对芯片和回路工作的影响。EMC 检测可靠，可在 15V/m 的强电磁干扰下正常工作。
- **抗腐蚀：**透明丙烯酸保护膜能防止弱酸、碱、盐雾、酒精、潮气的侵蚀。防止腐蚀，延长设备寿命，保护效果持久。
- **免驱：**USB 设备无需驱动，WIN 系列操作系统均可自动识别硬件，不会出现无法找到驱动力的提示。
- **自动重连：**看门狗自动 Reset，掉电或拔出再连后，软件与硬件自动重连，软件不崩溃，可长期工作。
- **DMA 保护：**采用高性能 ARM 芯片作为主控芯片，质量稳定可靠，程序智能，能在抑制干扰、高速采样、智能控制、数据组合等方面发挥出色作用，采用数据校验算法与批量数据传输，确保数据传输的稳定性和连续性。
- **智能算法：**下位机具备智能滤波算法，上位机采用多级缓存技术与 CRC16 校验算法，采用干扰丢包分析与补偿技术，使受扰数据 60%可修复补偿，确保了采集数据的准确性和实时性。
- **DI 去抖：**DI 通道具备去抖动功能，能准确测频计数。
- **软件强大：**适应 UMS、WUMS 等软件平台。不断更新的上位机程序，有多种版本可供选择，方便二次开发。应用案例及软件会定期更新，可提供长期保障。

➤ 原理框图

如下图所示。采集卡主要由电源、隔离电路、A/D 转换电路、数字量输入电路、数字量输出电路、隔离通讯接口以及 MCU 等组成。微控制器采用 32 位 ARM 芯片，数据处理能力强，并采用了看门狗电路，可以在出现意外时将系统重新启动，使得系统更加稳定可靠，可以应用在高性能和高速度的应用环境中。

输入输出单元与控制单元之间采用光电隔离，对输入信号采取滤波措施，极大降低了工业现场干扰对采集卡运行的影响，使模块具有较高的可靠性。采用带隔离的通信接口，可以避免工业现场信号对控制器通讯接口的影响，并具有 ESD、过压、过流保护。



原理框图

➤ 接口定义

■ 端子排列

USB 4AD Plus 数据采集卡，采集卡各端子分布情况如下图所示。



端子排列图

端子描述

端子定义说明：

- AI0~AI3 为 4 个模拟量信号输入端子；
- DI0、DI1 为数字量信号输入端子；
- DO0、DO1 为数字量信号输出端子；
- GND 为公共接地端。

采集卡外观管脚分布表

端口	信号类型	说 明
GND		信号接地
AI0	模拟量	模拟信号输入端
AI1	模拟量	模拟信号输入端
AI2	模拟量	模拟信号输入端
AI3	模拟量	模拟信号输入端
DI0	I	数字信号，计数/计频输入端
DI1	I	数字信号，计数/计频输入端
DO0	O	数字信号，PWM 输出端
DO1	O	数字信号，PWM 输出端
GND		信号接地

<说明>：I—输入；O—输出

➤ 通信

USB 采集卡提供二次开发的 SDK，包含 DLL 和.h 文件，可供常用开发平台（VC、VB、MATLAB 等）调用，详见《YAV USB 接口采集卡二次开发及 DLL 使用手册》。

➤ 指示灯

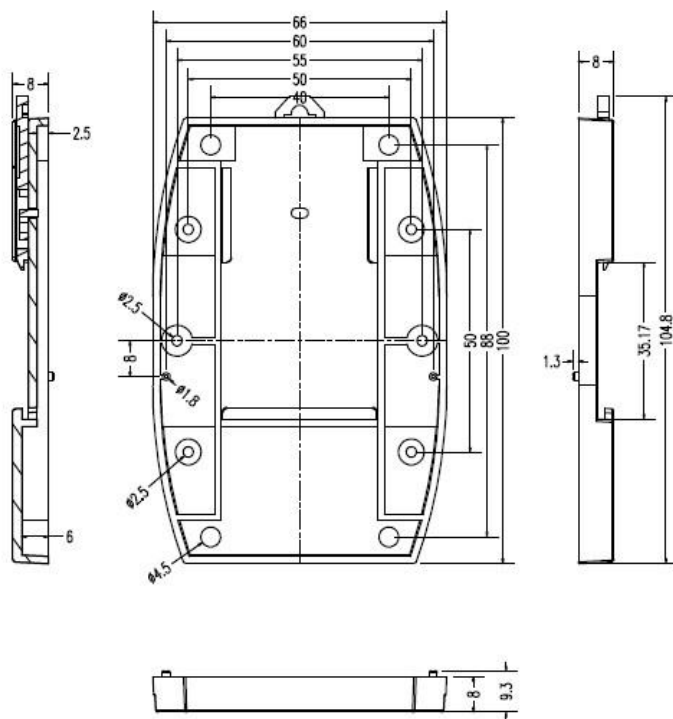
POW 灯为电源指示灯，正常工作常亮；

SYS 指示灯闪烁 3 次后常亮；

连接负载后指示灯 POW、SYS 同时熄灭表示外接负载过大或外接电路短路，此时应尽快移除负载，检查线路。

➤ 机械规格

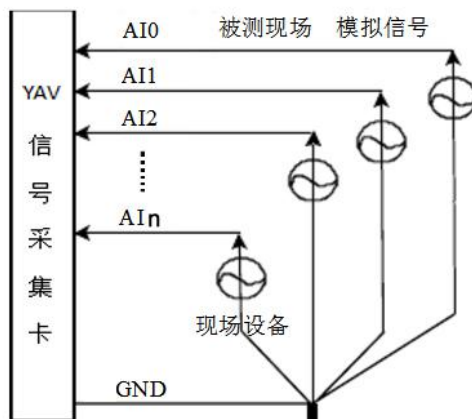
USB 4AD Plus 采集卡物理尺寸如下图所示。



亚当盒机械尺寸示意图

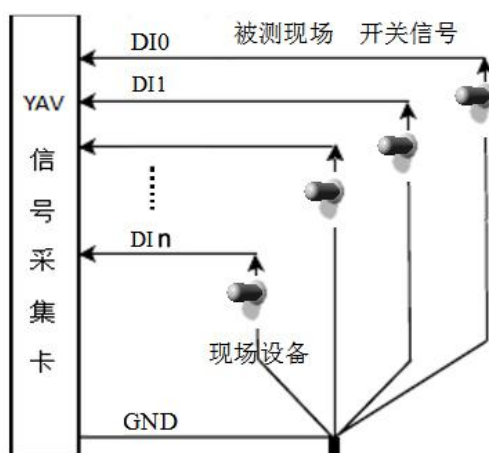
3. 采集卡信号接线

➤ AI 模拟量接线



AI 信号负极共用 GND，如果是电流信号，注意串联电源（具体见后文电流信号接线图），差分信号采集卡需在差分信号与 GND 之间接 50k 欧姆电阻。

➤ DI 数字量接线



DI 信号负极共用 GND，采集卡内部上拉，外部可直接接干接点开关，也可接电压信号，低电平小于 0.3V 有效，测频计数可直接接入方波，如果计数不变化，注意测量 DI 低电平是否小于 0.3V（具体见后文

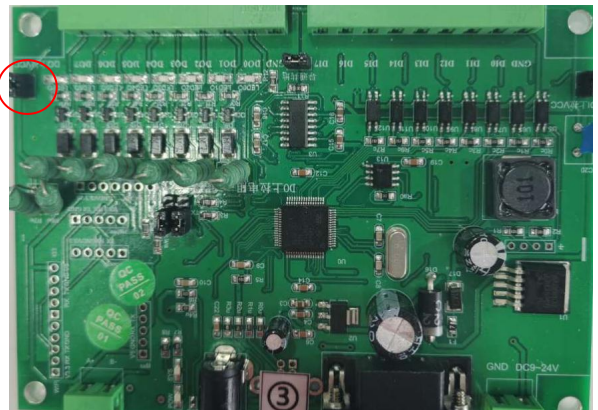
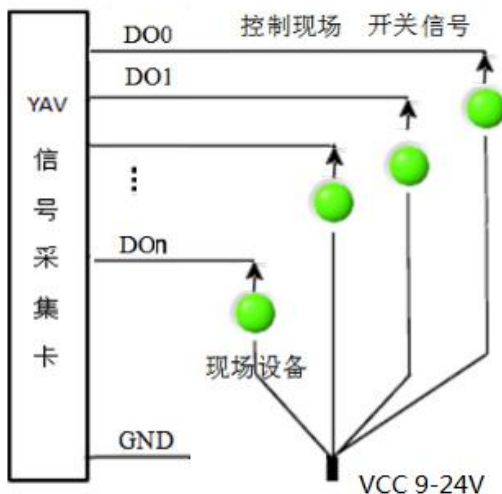
DI 信号接线图以及注意事项)。

DI 内置 VCC 上拉，可以直接接干接点信号，或者 PNP 传感器。如果接 NPN 传感器，需要去除内部 DI 上拉电阻。

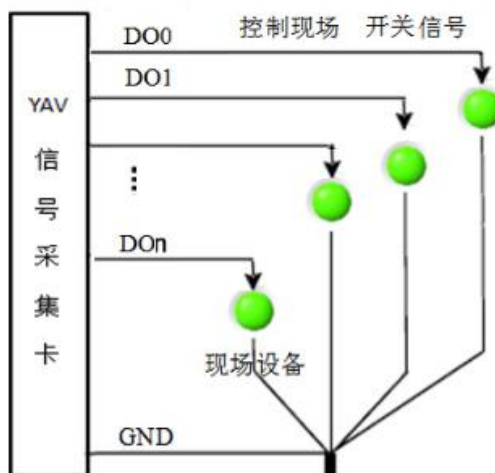
注意：DI 采集分为有内部上拉和无内部上拉。有上拉默认为高电平，低电平有效（状态变化），可接干接点（无源，如导线开关）和湿节点（有源，如 TTL 高低电平）负载。无上拉，悬空状态不确定，只可接湿节点（有源的电平信号）。两种接线方式相同，都需负极接采集卡 GND。采集卡是否上拉，可在采集卡供电，DI 悬空的状态下用万用表测量端口电压，如果电压大于 3.3V，则为有内部上拉，部分采集卡是否内部上拉可根据客户需求定制。

➤ DO 数字量接线

用法一：控制外部设备通断，如下图所示，设备正极接外部 VCC，设备负极接 DO，电源与采集卡共地。可以控制电压 9-24V，电流 0-500mA 的设备。注意：采集卡内部左上角跳线帽需要去掉。



用法二：给外部设备提供 PWM 信号，如下图所示，设备正极接外部 DO，设备负极接 GND，可以输出 0/VCC，电流 5mA。注意：采集卡内部左上角跳线帽需保留。



DO 信号负极共用 GND，输出电压一般为采集卡供电电压，（具体见后文 DO 信号接线图以及注意事项）。

4. 模拟量输入功能

➤ 模拟量输入

该采集卡模拟量输入通道可以采集 0~10V 的电压信号，采集电流信号时，也可外接精密采样电阻，然后将测得的电压值转换为电流值。模拟信号输入的性能表如下表所示。

AI 性能表

通道	功能	量程	输入阻抗	精度	采样率	耐压	抗干扰
AI	模拟量采集	0~20mA	150Ω	12 位	1kHz	0~20mA	抗 200kHz 以上高频干扰 抗浪涌干扰
		0~5V	500KΩ	12 位	1kHz	-600~600V	
		0~10V	1MΩ	12 位	1kHz		
		0~30V	1.5MΩ	12 位	1kHz		
		0~60V	3MΩ	12 位	1kHz		
		EMI: 1m, 10~500kHz, < - 70dbm; EMC: 1m, 10~3GHz, 采样稳定度>90%, 信号精度>95%					

➤ 输入采样原理

模拟量输入采样通过前端调理电路来实现，前端调理电路的基本结构如下图所示。

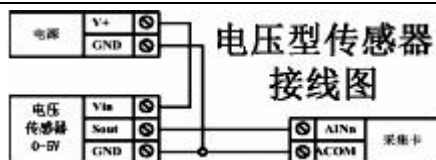


模拟量输入采样前端调理电路图

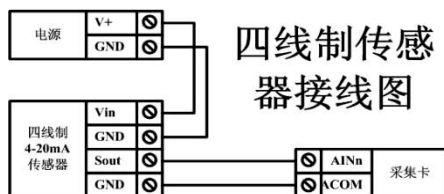
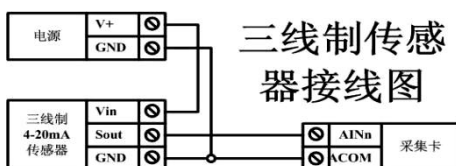
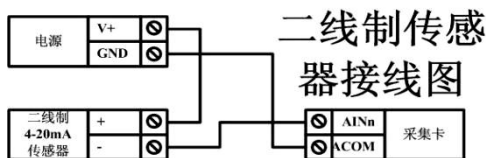
调理电路基本由平滑滤波器、增益调整电路、安全防护以及 A/D 转换电路组成。平滑滤波器实现对输入信号的滤波，增益调整电路根据输入信号的幅值将信号调整至较合适的电压，安全防护主要是过压过流保护，提高采集卡安全性，提高对于系统对信号测量的动态范围，ADC 完成最终对于信号的测量。

➤ 输入接线

采集卡具有 4 路模拟量单端输入通道，可以采集各传感器或变送器输出的电压信号或电流信号，模拟量单端输入接线方式如下图所示。



电压型传感器接线图



电流传感器接线图

采集卡模拟量输入通道如果是电流型量程，直接按上图串联接线。如果是电压量程（例如 0-10V），用户需要接电流型（例如 4-20mA）传感器，可通过外置采样电阻（ $10V/20mA=500$ 欧姆）实现，其他量程依次类推，例如需要采集 1A 电流，外接 10 欧姆（10W 大功率）的采样电阻即可，接线图如下：



模拟量单端输入接线方式图

➤ 采样值计算

模拟量输入的采样值采集经过校正后，通过 USB 口上传至上位机中，主机读取指定通道的采样值。采样值为 12 位数据，具有多种数据类型，可根据用户要求通过配置软件进行选择。

配置软件对输出采样值数据类型的配置命令通过写配置代码来实现，配置类型代码和数据类型的对应关系如下表所示。采样数值按照设置的数据类型存储在对应通道的寄存器中，而对模拟量相关的配置寄存器进行配置时，也需要先转换成指定的数据类型。

AI 采样值数据类型设置表

类型代码	数据类型
01	无符号整型
02	ADC 采样数据
03 (特定传感器)	模拟量值

注意：如果使能了超限报警功能，修改了返回的数据类型后，需要对上下限值重新配置。

■ 无符号整型

类型代码为 1 时，表示输出数据为 16 位整型数据，转换成模拟量值的计算公式为：读取数据转换为 10 进制，然后 $X \times FSR / 4095$ （FSR 为采集卡量程）。

■ ADC 数据类型

类型代码为 2 时，表示数据为 ADC 输出数据类型，16 位有效数据，0x0000 为 0 值，0~0x7FFF 表示采样值为负数，0x8001~0xFFFF 表示采样值为正数。0 表示 -10V，0xFFFF 表示为 10V。

将采样值数据转换成对应的模拟量值需要区分正负数，假设采样值数据为 X，则负数的转换公式为 $(-1) \times \frac{0x8000 - X}{0x7FFF} \times FSR$ ，正数的转换公式为： $(X - 0x8000) \times FSR / 0x7FFF$ 。其中 FSR 为测量范围量程值 10V。

将上下限值转换为对应数据类型寄存器数值计算公式为： $0x8000 + \frac{X}{FSR} \times 0x7FFF$ ，其中 X 为带符号的模拟量值。例如：测量范围为±10V，X = -4V 时，转换值为 $0x8000 + \frac{-4}{10} \times 0x7FFF = 0x4CCE$ 。

■ 模拟量值

支持部分特定采集卡量程，配置代码为 3 时，返回的数据为有符号数，表示是模拟量值，负数采用补码方式，单位为 mV。例如，返回数据为 0x3E8 时，表示当前测量值为 1000mV。

5. 数字量输入功能

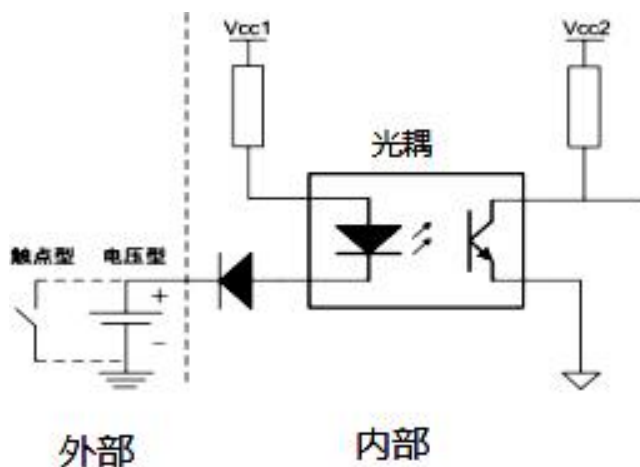
➤ 数字输入原理

数字量输入端口原理示意图如下图所示。图中左侧为外部接线，当外部输入为电平信号时，输入信号的电压小于 0.5V 时，光耦导通，A 点输出低电平，逻辑状态为 0；当输入信号的电压为 1~24V 时，光耦截止，逻辑状态为 1。

DI 内置 VCC 上拉，可以直接接干接点信号，或者 PNP 传感器。如果接 NPN 传感器，需要去除内部 DI 上拉电阻。

注意：采集卡 DI 悬空默认为高电平，所以不接传感器，或者切断传感器电路，并不表示输入了 0V 电压。如果传感器低电平无法接近 0V，可以在 DI 和 GND 之间并联 50 欧姆 1W 的插件电阻，拉低电平。

当采集卡接开关触点信号时，开关闭合，光耦导通，逻辑状态为 0；同理，当开关断开时，光耦截止，逻辑状态为 1。



数字量输入原理示意图

采集卡的数字输入 DI 的性能表如下表所示。

DI 性能表

通道	功能	性能	用途	高电平	低电平	备注	注意事项
DI	数字量	光耦隔离输入，耐压 35V	电压电平测量 测频/计数 正交编码器测量 俩 DI 同时使用	3.3V >1V 即可	0V <0.5V 即可		
	TTL		干接点（开关）信号	接入 DI 和 GND，吸合为低电平			

➤ DI 高低电平/无源触点输入

2 路 DI 通道可以用来采集电压型或无源触点（干接点）型数字量信号，输入信号逻辑状态定义如下表所示。

DI 输入信号定义表

输入信号类型		信号定义
电压型	高电平信号	状态 1，电压范围：>1~5V
	低电平信号	状态 0，电压范围：≤0.5V
无源触点型（干接点）	开路触点信号	状态 1
	闭合触点信号	状态 0

6. 数字量输出功能

采集卡具有 2 路数字量输出通道，可以配置为用户控制输出或对模拟量输入采样进行超限状态指示输出。

➤ 输出原理

2 路数字量输出通道，DO 输出性能表如下表所示

DO 性能表

通道	功能	性能	用途	高电平	低电平	备注	注意事项	
DO	数字量输出	MOS 管输出	高低电平输出	5V	0V	内部 5V 上拉	电流<20mA	
			PWM 输出	5V	0V		频率 1~65kHz 占空比 0.1-99.9	
			MOS 管输出	去掉内部上拉电阻，控制外部负载电源通断			电流需<1A	
			MOS 管为外加特殊功能，采购时需定制					

➤ DO 高低电平输出

2 路 DO 通道可以用来直接输出高低电平信号（DO 默认输出低电平）。

DI0-DI7：上拉电阻 R0a-R7a 4.7k。

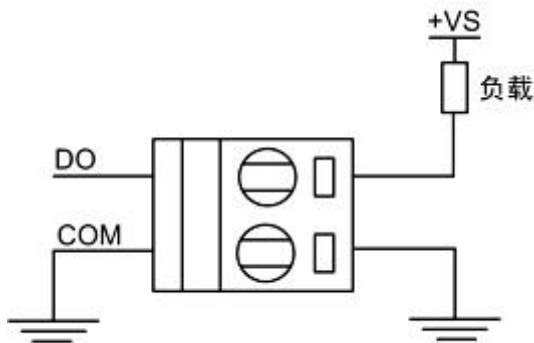
DO 驱动采用三极管 A09T。



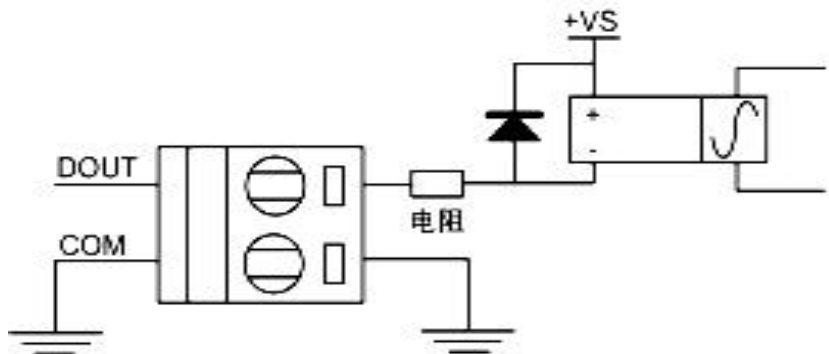
注意：DO 作为驱动输出，需要根据所需电流和功率，详细计算上拉电阻，一般是所需电流越大，上拉电阻阻值越小，对于超过 10mA 的电流，上拉电阻一般使用大功率的碳膜电阻，否则会因为电阻发热而烧毁器件。

➤ 输出接线方式

DO 输出端口在使用时可去掉内部上拉电阻（R26-R27），自行在外部连接上拉电阻。采集卡的 DOn 端子脚与用户的上拉电阻连接，COM 端子脚与用户的信号地相连接，如“DO 接线方式示意图”所示。



DO 接线方式示意图

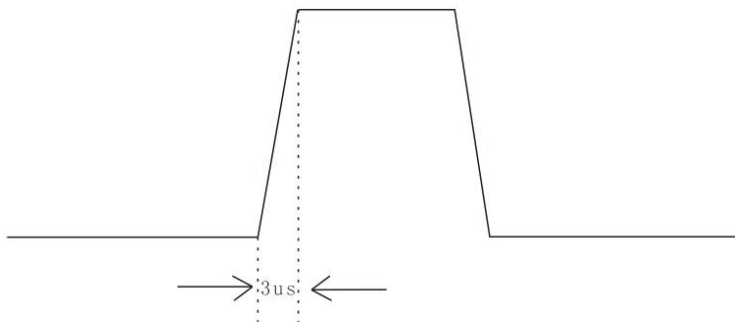


DO 驱动继电器接线示意图

采集卡的输出信号驱动继电器接线方式，如“DO 驱动继电器接线示意图”所示。连接固态继电器时，需要接一个限流电阻，连接普通继电器时，需要接一个续流二极管，以保护内部电路不被损坏。COM 是输出信号的公共地，与采集卡电源电压输入地 GND 是隔离的，接线时需要注意，不要混淆。

➤ PWM 输出

PWM 通道可配置成不同的占空比输出。



7. 通信协议

➤ USB 通信

此处为简版，详见《YAV USB 接口采集卡二次开发及 DLL 使用手册》

 YAV USB 接口的采集卡，无需安装驱动，可利用 ADIO86.dll 与其他开发平台产生数据交互，dll 基于 VS2010 开发。部分操作系统加载 dll 时出错，需 msver100d.dll、msver120d.dll 配合使用，直接放 ADIO86.dll 同文件夹下即可，如果是 64 位开发平台（注意：64 位操作系统如果用的是 32 位开发平台，依然需要使用 ADIO86 版本），可 ADIO64.dll 改名为 ADIO86.dll，替换并重启软件。该 dll 可用于通用开发平台，例如 VC++、VB、C#、Delphi 等。

YAV USB 接口的采集卡，无需安装驱动，可利用 ADIO86.dll 与其他开发平台产生数据交互，dll 基于 VS2010 开发。部分操作系统加载 dll 时出错，需 msver100d.dll、msver120d.dll 配合使用，直接放 ADIO86.dll 同文件夹下即可，如果是 64 位开发平台（注意：64 位操作系统如果用的是 32 位开发平台，依然需要使用 ADIO86 版本），可 ADIO64.dll 改名为 ADIO86.dll，替换并重启软件。该 dll 可用于通用开发平台，例如 VC++、VB、C#、Delphi 等。

 调用 ADIO86.dll，使用时多检查参数正确性，勿要过于怀疑函数本身。

- 查找设备 FindDevice

int FindDevice(void)，初始化 DLL 函数，返回设备数量 n，返回 0 或者 -1，表示没有识别任何设备，此函数推荐单卡用户使用。

int FindYavDevice(char *string)，初始化 DLL 函数，查找 YAV 设备，并返回设备数量 n，返回 0，表示没有识别任何设备，此函数推荐多卡用户使用。

返回：设备数，大于 0 打开成功，0 或 -1 查找失败。

 以上两种函数二选一，后者主要用于多卡同一电脑使用，不可两种函数同时都用。该函数如果无法调用，证明用户开发平台 DLL 调用功能没有配置正确。

- 打开设备 OpenYavDevice

int OpenYavDevice (unsigned short TaskID)

返回：设备临时 ID，返回数值大于 254，表示硬件异常，一个卡就是 0，两个卡就分别为 0,1，255 失败。

TaskID: USB 设备编号, 单设备为 0 (默认), 多个设备为 0 1 2.....。

● 读取数据 GetYavData

int GetYavData(unsigned short TaskID,int *DAQDataBuffer, unsigned int DataSize, int *YavParam, int *CNTBuffer, unsigned int *IOBuffer)

返回: 设备临时 ID, 一个卡就是 0, 两个卡就分别为 0/1, 返回值为负数, 表示设备异常。-1 无设备, -257/258 通信错误, -259 类型错误。返回数值 255, 表示超时。

TaskID: USB 设备任务编号, 默认 0;

DAQDataBuffer: 缓存数据数组, 初始化长度必须大于 DataSize; LabVIEW 中数据类型为无符号 32 位整形, 其他平台均为 unsigned int。数据根据通道数全通道交叉排列, 【X00 X01...X0N.....X10 X11...X1N.....XMN】, 其中 M 是通道数, M 由采集卡型号决定, N 单次是采样长度, 必须为 64 的整数倍。例如两路采集卡, 是 0 1 0 1....., 8 路是 0 1 2 3 4 5 6 7 0 1 2 3 4 5 6 7....., 16 路是 0 1 2~15 0 1 2....., 循环排列。

数据解算: 单极性采集卡, 例如 0-10V 量程, AI 精度 12 位, 为无符号数, 转换为十进制, 除以 4095, 再乘以量程。例如 10V 量程, 再乘以 10 (实际电阻会有偏差, 9.83 会比较精确, 具体可用其他第三方设备做校准) 会得到通道数据, 即真值 $X \times 9.83 / 4095$ 。正负量程的双极性采集卡, 例如 AI 精度 16 (或 24 位), 为有符号数, 转换为十进制, 除以 $2^{(16-1)-1}$, 再乘以量程。例如 $\pm 10V$ 量程, 再乘以 20。

DataSize: 单次采样长度, 必须为 32 的整数倍, 例如 32 256 512 1024 2048, 最大为 81920, 是几个通道加起来的数据长度, 例如 1024 表示每个通道 512, 不可用其他数值, 越小越快, 越大每次采集的越多更新越慢。为了显示通畅, 一般设置为采样率的四分之一到一半, 例如 1k 采样率, 设置 512 为宜。

YavParam: 采集卡参数数组, 依次为报警、采样率、通道数、量程。具体参数范围及含义见“配置命令一览表”。

CNTBuffer: 数字量读数数组, 初始化长度必须大于 2。分别对应通道 1 通道 2 计数/测频。

IOBuffer: IO 量状态数组, 初始化长度必须大于 2。分别对应 DI、DO 状态。0 代表 DI 都为低电平, 1 代表 DI0 高, DI1 低, 3 代表都为高电平。

 务必对每一个参数提供正确初始化值, 尤其是数组必须注意长度, 否则 VB\VC 等平台调用会出现错误或者崩溃。

● 配置设备 SetYavParam

int SetYavParam(unsigned short TaskID,unsigned char CMD,unsigned char *SetParam)

返回: CMD 代表成功, 非 CMD 表示失败。

TaskID: USB 设备编号。

CMD : 命令参数, 详见“配置命令一览表”。

SetParam: SetParam 数组功能详见“配置命令一览表”, 最多可一次性写入 14 个数据。

该函数功能较多, 可以控制采集卡的工作方式、设置采样率等等。例如设置采样率, 其等级为 05-0F, 对应十进制为 5-15, 对应 200 500 1K 2K 5K 10K 20K 50K 100K 200K Hz(最高采样率根据卡型号视情而定)。
SetYavParam(0,FA, [A,0,0,0])设置设备 0 的采样率为 10K。功能详见“配置命令一览表”。

● 单次读取数据 GetYavOnce

int GetYavOnce(unsigned short TaskID,unsigned int *DAQDataBuffer)

该函数为不用调用 FindDevice\ OpenYavDevice\ GetYavData 等函数, 简易高速单次读取所有通道参数的函数, 能自动打开设备, 读取后关闭设备的方法, 简单易用, 对于采样率要求不高的开发者非常实用。

TaskID: USB 设备编号;

DAQDataBuffer: 缓存数据数组, 初始化为 36 个长度的数组, 0-31 为通道 AI, 32-35 分别为 DI0\DI1 的测频计数、DIDO。LabVIEW 中数据类型为无符号 32 位整形, 其他平台均为 unsigned int。数据根据通道数全通道交叉排列, 【X00 X01...X0N.....X10 X11...X1N.....XMN】, 其中 M 是通道数, M 由采集卡型号决定, N 单次是采样长度。例如两路采集卡, 是 0 1 0 1....., 8 路是 0 1 2 3 4 5 6 7 0 1 2 3 4 5 6 7....., 16 路是 0 1 2~15 0 1 2....., 循环排列。

● 单次设置数据 SetYavOnce

int SetYavOnce(unsigned short TaskID,unsigned char *YavParam)

返回: 设备临时 ID, 一个卡就是 0, 两个卡就分别为 0/1, 返回值为负数, 表示设备异常。-1 无设备, -257/258 通信错误, -259 类型错误。返回数值 255, 表示超时。

该函数为不用调用 FindDevice\ OpenYavDevice\ SetYavParam 等函数, 简易高速单次读取所有通道参数的函数, 能自动打开设备, 读取后关闭设备的方法, 简单易用, 对于采样率要求不高的开发者非常实用。

YavParam:地址+命令+数据, 联合单次下发, 最多可一次性写入 16 个数据。



本 DLL 适用于任何可以调用 dll 的开发平台, 经过测试, 目前能支持几乎所有平台所有版本的数据采集, 不存在 dll 无法调用或者错误的情况。如果您在开发的过程中发现错误, 多半是 dll 加载不正确, 或者输入的参数有误。64 位平台注意加载 ADIO64.dll, 编译时注意选择 x86 还是 x64。

请注意数据类型, 以及数组缓冲区大小。如果缓冲区太小, 就会出现内存错误。所以申请数组, 可以尽量大一些空间。

例如：设备 0 输出为高电平 SetYavParam(0, D0, FF,0,0,0);

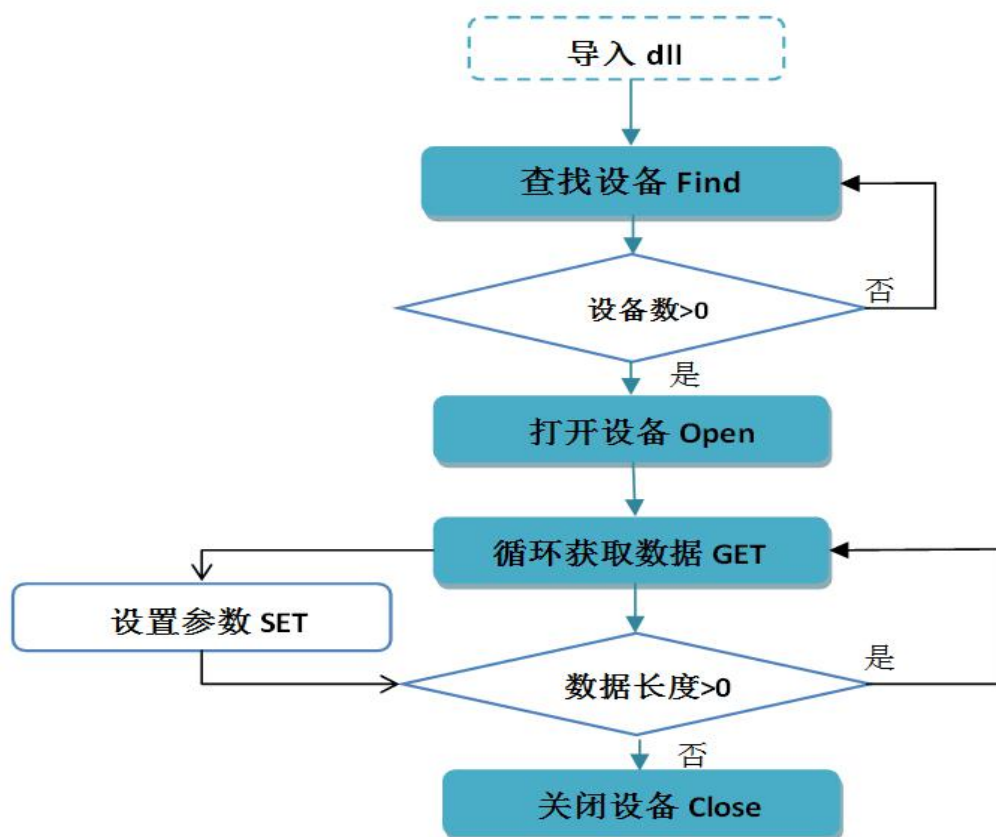
设置 PWM SetYavParam(0, FC,05,00,50,50)。设置的瞬间，影响采集速度。

5) 关闭设备

uint32_t CloseDevice (uint_t TaskID)

返回：1 代表成功，非 1 失败，此函数一般无需调用。系统能自动关闭。

➤ 加载流程



加载流程示意图

深色背景为必须操作的函数。读取数据返回 255 为超时。在采集速度要求较高的情况下，不要反复配置设备参数与改变 DO 状态，否则影响采集数据时间精度。

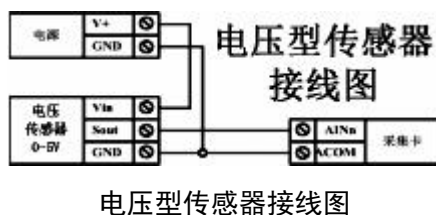
8. 应用实例

➤ 采集卡连接

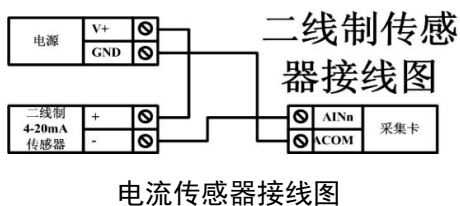
使用本设备所需：

- 带 USB 接口的上位机设备（PC 机或其他终端）
- 数据采集卡；
- 方口 USB 线；
- 上位机软件；
- 传感器接线图。

在连接传感器时要按如下方式进行连接：



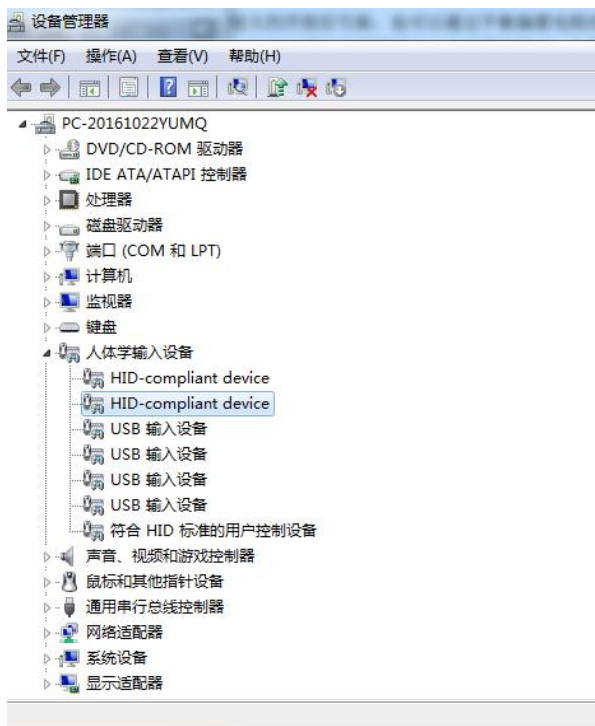
电压型传感器接线图



电流传感器接线图

➤ 发现硬件

插入 USB 接口，电脑右下角弹出“发现新硬件”，或者是右键点击“我的电脑”找到“管理”打开，出现如图“发现硬件”所示“HID-compliant device”；或插拔硬件设备管理器是否刷新（能刷新就表示设备、驱动正常）。



发现硬件图

打开并运行软件，即可开始信号采集。

➤ 软件功能

包含采集、分析、低速/高速显示、波形显示、DI 显示、DO 控制、存储、速率调节、测频计数等全功能程序，适合不懂编程的跨学科人才直接使用。源程序见资料包（以下同此）。具体参考 UMS 使用手册。

➤ 软件应用

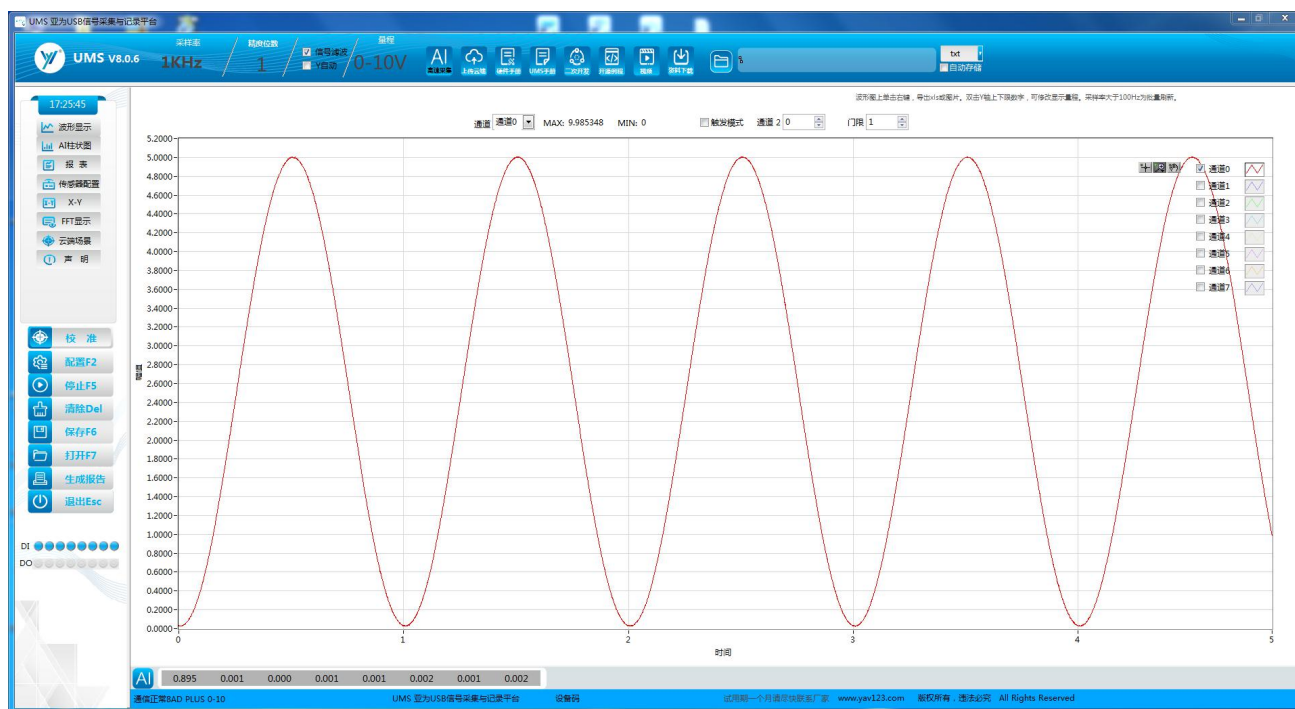
■ LabVIEW

LabVIEW2017 例程中附有 ADIO86.dll 相关说明，所有可以调用 dll 的开发平台（VB、VC、MATLAB 等）均可使用。

安装 setup.exe 文件。运行桌面 UMS…….exe 文件，运行前必须接好硬件的 USB 接口。

- 点击“开始/停止”按钮控制采集的开始和停止。在不同的工作模式下，控制采集卡的输入输出口，平台便可以显示相应的图表数据。
- 下图程序界面仅供参考，平台在不断更新，会不定期发布最新，最实用的应用案例，敬请关注。

- 软件使用详细请参考《亚为 USB 采集卡通用采集平台软件操作说明》



UMS 软件界面图

■ 其它

与采集卡相关的其它软件应用情况详情请参考《YAV USB 接口采集卡二次开发及 DLL 使用手册》。
采集卡使用技巧，可在搜狐视频平台搜索查看我司相关视频教程。

9. 性能测试

➤ 安全规范

- 安全性：通过 GB4943 标准测试；
- PCB 制品精密度：测试符合 GB/T 14838-2008 标准；
- 温度：测试符合 GB-T-7141-2008 标准；
- EMC：测试符合 IEC 1000-4-2 标准；
- EMI：测试符合 IEC 1000-4-4 标准；
- 具体测试过程详见亚为产品测试规范一览表。

亚为产品测试规范一览表

序号	文件编号	文件名称
1	YAV/QC-/研 (C) -100-01	电路板元件规范
2	YAV/QC-/研 (C) -100-02	电路板焊接规范
3	YAV/QC-/研 (C) -100-03	元件安装检验规范
4	YAV/QC-/研 (C) -100-04	电路板高温老化检验规范
5	YAV/QC-/研 (C) -100-05	电路板高低温循环检验规范
6	YAV/QC-/研 (C) -100-06	电路板震动检验规范
7	YAV/QC-/研 (C) -100-07	电源连接线进厂检验规范
8	YAV/QC-/研 (C) -100-08	电磁兼容检验规范

➤ 耐电压范围测试

耐电压范围测试表

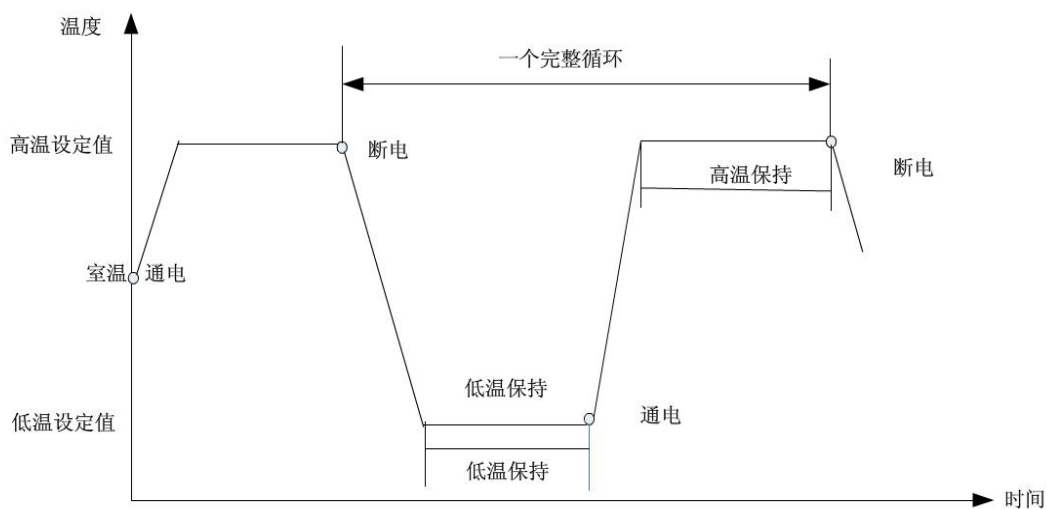
测试条件：		测试温度 25℃		量程 0-10V	
通道类型	通道	工作范围 (V)		耐压范围 (V)	
		Min	Max	Min	Max
AI	AI	0	FS	-600	600
DO	DO0	0	24	-0.7	30
DI(内部 5V 上拉)	DI0	0	5	-600	600

➤ 环境适应性测试

环境适应性测试表

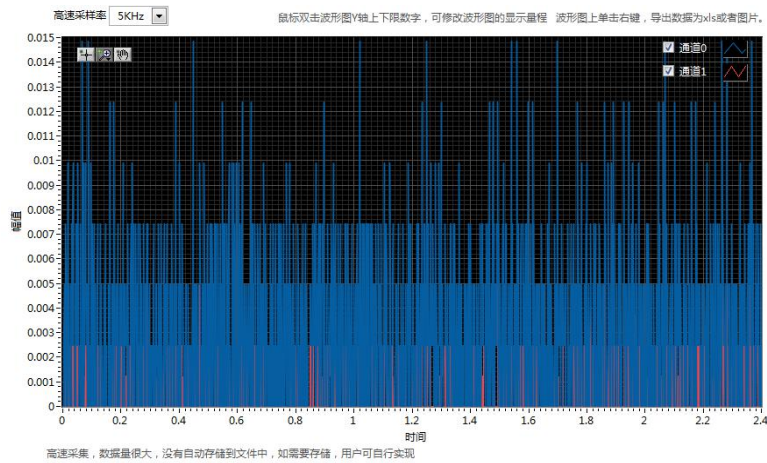
测试项目	项目内容	测试结果
高温存储	70℃, 120h	PASS
低温存储	-40℃, 120h	PASS
高温使用	60℃, 2h	PASS
低温使用	-30℃, 2h	PASS
连续工作	连续上电工作 720h	PASS
高温高湿存储	60℃RH95%, 120h	PASS
温度循环	-40~70℃, 10 个循环	PASS
电磁兼容性	10K~6GHz, 0-15V/m	PASS
跌落试验	0.5m/1m/2m	PASS
抗震	1.5g 加速度	PASS
高原试验	0-30℃, 海拔 4000m	PASS
耐压试验	3 倍量程电压	PASS
电源试验	电源反接/短路	采集卡自保, 电脑正常
异常激励	信号反接/浪涌	PASS

符合 IEC60068 国际标准, 符合中国 GB2423 《电工电子产品环境试验方法》国家标准, 符合 GJB360 电子产品环境试验军用标准。

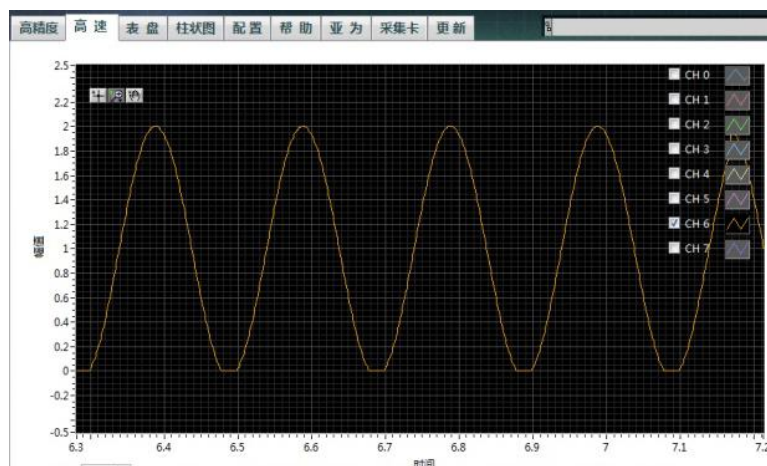


循环测试流程图

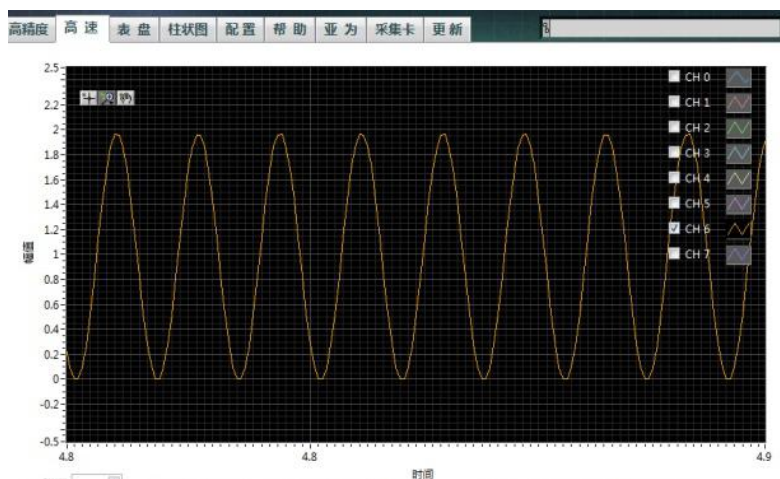
➤ 信号性能测试



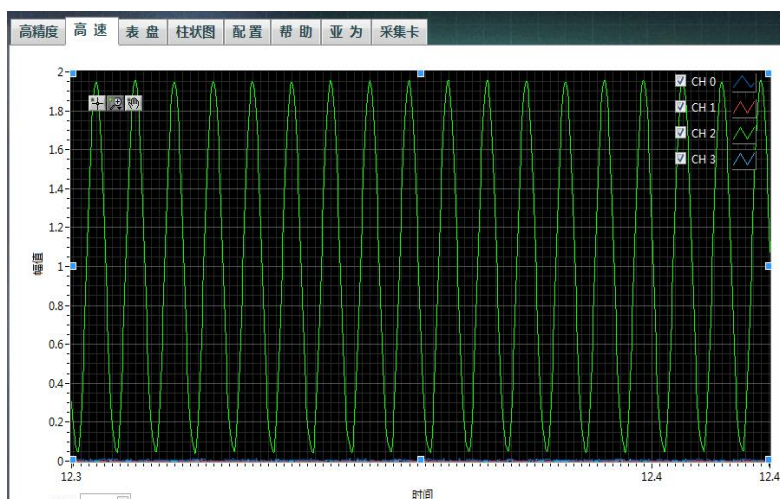
不接传感器时采集卡微弱的噪声显示，此图为正常现象



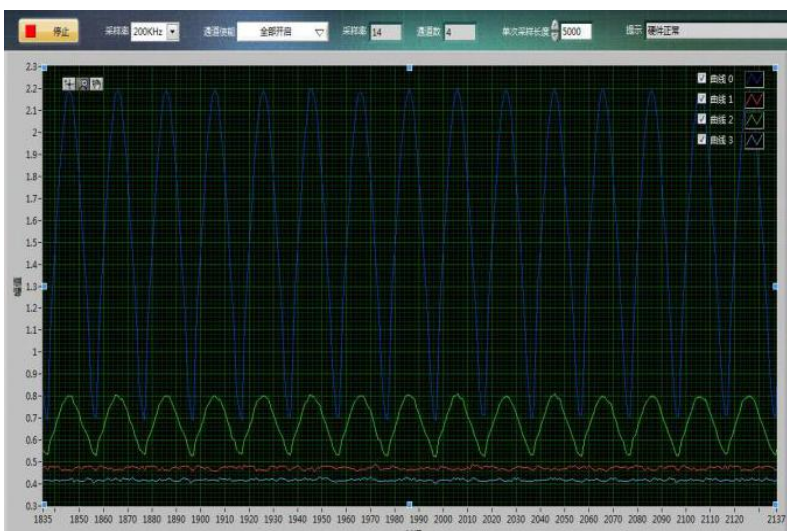
(a) 50Hz 正弦波信号测试



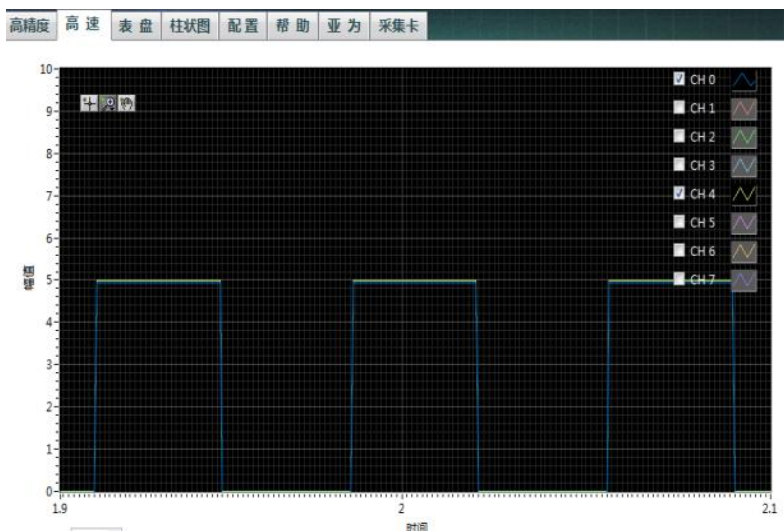
(b) 100Hz 正弦波信号测试图



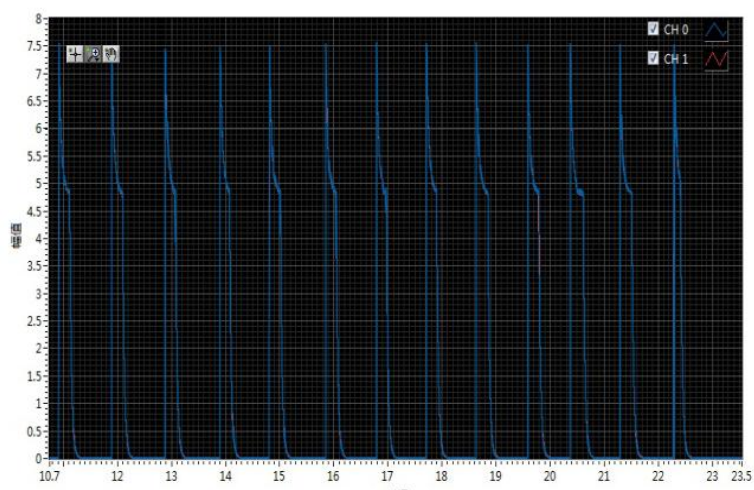
(a) 1kHz 正弦波信号测试图



(b) 10kHz 正弦波信号测试图

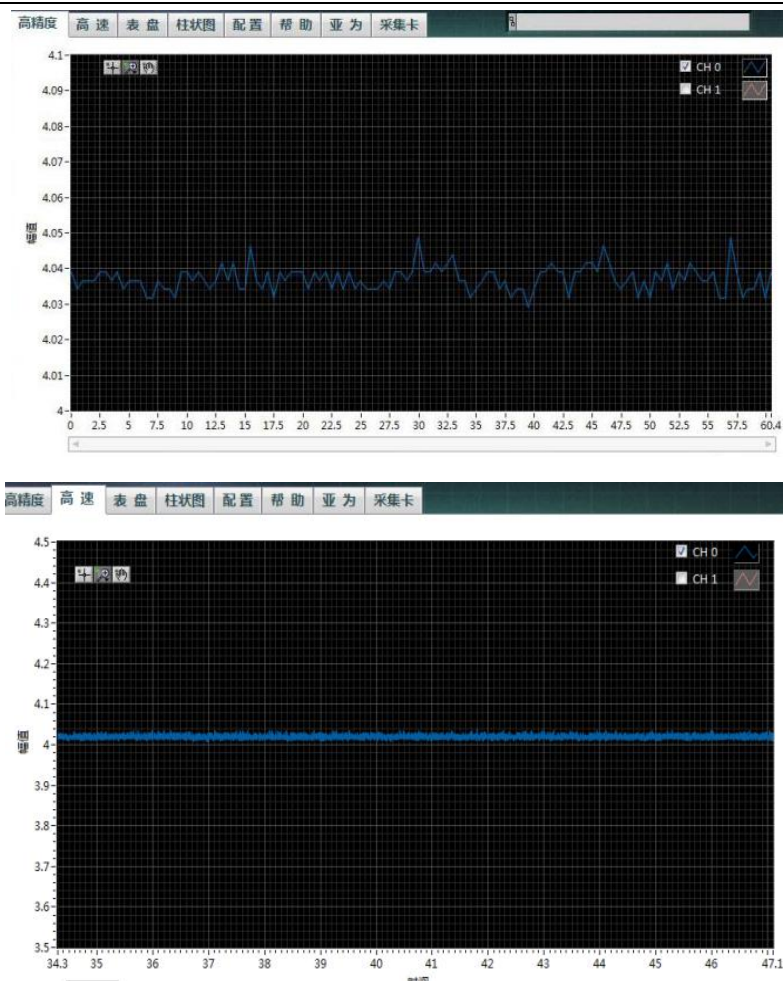


(a) 20HZ 方波信号测试图



(b) 信号一致性测试图

由信号一致性测试图可以看到图中红色蓝色两条曲线几乎完全重合，说明一致性很好。



DC 5V 输入显示

上图显示输出信号振荡幅值很小。

➤ 电气参数



电气参数表 (Tamb=25℃)

参数	Parameter	最小值 Min.	典型值 Typ	最大值 Max.	单位 Unit
模拟量输入 Analog Input					
输入信号带宽	Bandwidth	0	1k	10k	Hz
采样精度	Accuracy		±0.025	±0.05	% FSR
采样速率	Sampling Rate		1000	10000	Sa/s/ch
测量范围	Input Range	0	10	100	V
输入信号范围	Absolute Input Range	-10		600	V
数字量输入 Digital Input					
低电平	Logic level 0	0	0.5	1	V
高电平	Logic level 1	2	5	30	V

计数频率	Counter Frequency	0.01	1	200	Hz
测频频率	Frequency	1	1000	65000	Hz
占空比	Duty	0.1	50	100	%
数字量输出	Digital Output				
负载电压	Load Voltage	0		VCC	V
负载电流	Load Current			20	mA
负载功耗	Power Dissipation			2500	mW
PWM Out 占空比	PWM Out Duty	1	50	100	%
PWM Out 频率	PWM Out Frequency	1	1000	65000	Hz
隔离电压	Isolation Voltage		600		Vdc
供电电压	Power Supply		5		V
供电电流 (5V)	Supply current		30		mA
功耗 (5V)	Power Consumption		0.15		W

10. 注意事项及故障排除

➤ 注意事项

■ 通道校正

采集卡在出厂时均经过校准，一般不需要用户进行再校准；但在某些情况下，用户需要对模拟量进行校准，用户可通过 UMS 对采集卡进行校准。具体详见《亚为 USB 采集卡通用采集平台使用说明》。

■ 存储说明

- 密封保存期：12 个月（温度 $\leq 30^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度 $\leq 60\%$ ）；
- 烘烤：推荐使用充氮方式烘烤；
- 烘烤返工要求： $125\pm 5^{\circ}\text{C}$ ，24 小时；
- 推荐储存条件：相对湿度 $\leq 50\%$ 环境下包装。

■ 出货清单

采集卡、USB 方口线、包装盒各一个，开发资料（官网下载 <http://www.yav123.com/Down.aspx>）。

■ 质保及售后

收货 7 天内有质量问题包退换，一年内免费维修。6*24 小时技术服务。

■ 特别说明

公司为各种硬件产品提供全面高效的数据采集平台软件配套服务，并发布相应的安装程序，采用配套软件可以充分地发挥产品的使用性能，可靠地实现各种信号采集功能。

如有特殊功能需求，可联系我司定制上位机程序，此外我司提供特定硬件的上位机开发服务。

➤ 故障排除

■ 无法正常连接至上位机

USB 口采集卡

- USB 是否连接正常，指示灯是否亮（不亮，供电问题，换 USB 端口，还是不行，则采集卡损坏，返厂维修）。
- 设备管理器中是否有新设备（无设备，换电脑，部分 WIN10 平板电脑无法识别，如果还不行，采集卡损坏，返厂维修）。
- 软件运行后是否显示硬件不正常，反复检查以上步骤。

■ VI 例程打开失败

- 例程需安装 LabVIEW2017 或其以上版本，如果打不开建议重新安装更高版本的 LabVIEW。
- USB 采集卡，程序运行出错，查看程序压缩包是否为整体解压缩，路径下 data 文件夹是否有 ADIO86.dll 动态链接库。每一处调用库函数节点里面都要配置 dll 路径，文件夹及文件名称，以及放置相对关系，不可随意改变。
- 如果其他开发平台，观察 MSVCR100D.dll 等相关系统自带动态链接库是否正常加载（开发平台编译器选择 32 位），最好用 LabVIEW 程序先测试。

■ DI 测频计数没反应

- 采集卡 DI 悬空默认为高电平，所以不接传感器，或者切断传感器电路，并不表示输入了 0V 电压。如果传感器低电平无法接近 0V，可以在 DI 和 GND 之间并联 50 欧姆 1W 的插件电阻，拉低电平。

■ 读数异常

- 量程是否与传感器输出信号匹配。例如把 0-20mA 传感器接入 0-10V 采集卡，曲线就会直接是一条满量程的直线。
- 如果信号十分微弱，查看接线是否接错，管脚错位会引起干扰。
- 如果数值距正常值有微小偏差，配置中检查是否正常配置 $k(x+b)$ 的 k 和 b 参数，微调系数 k ，可校准数据。
- 如果个别通道没有波形，则采集卡电路可能损坏，需要返厂维修。

■ 多卡数据相同

- USB 接口：注意插卡顺序，原则上先插上的为 0，如果还是不识别，可能系统使用的鼠标键盘与采集卡冲突。LED 灯闪烁异常：POW 不亮证明采集卡没有通电，检查硬件连接是否正确，如果连接正确则是硬件异常，需返厂维修。硬件连接后 POW、SYS 同时熄灭，可能是连接负载过大或者有短路发生，尽快移除负载和电源连接，检查有无连接错误。
- 数据可根据 FindYavDevice 函数返回的数组识别硬件类型和排序。

■ 采集速度不够

- USB 采集卡为免驱模式，非实时系统。有效采集速度有限。如有更高要求，可定制其他的型号产品。
- 高速信号采集实现效果与电脑性能配置有关，建议使用 I5 处理器 64 位操作系统，在高速采集下可大幅降低丢包率，提升采样效率。

■ 软件弹出错误

- 参数错误，或者内存，一般是由于安装问题，或者误操作引起的，需要注意软件缓存数据不要过大。

11. 权利及免责声明

该硬件及软件不属于计量器具范畴，测试结果不受 JJF 和 GB 等相关标准的约束，用户有根据传感器和使用环境自主校准和配置参数的义务。如果在使用中因为自身未尽校准义务而出现问题，厂家不承担任何法律及相关赔偿责任。

本档知识产权属于我司，Yav、Yavii、YV、e-yav、亚为智能、亚为科技、亚为测控、亚为电子、均为我司的有效识别标识，未经允许，任何单位或个人不得整体或部分复制、转载、引用该档内容，转载、引用时必须标明出处。

本档未授予任何知识产权许可，并未以明示或暗示，或以禁止发言或其他方式授予任何知识产权许可。除在产品销售条款和条件声明的责任之外，我司概不承担任何明示或者暗示的担保，包括对产品的特定用途适用性，适销性或对任何专利权，版权或其他知识产权的侵权责任等均不作担保。本手册中的图片和文字仅供参考，所有信息均以实物为准。我司对产品规格、描述及软件做出修改，恕不另行通知。

本软件仅供个人参考，用于商业用途请主动与亚为洽谈商务合作事宜，并取得正式合同，否则通过任何途径获取的使用或注册权限用于商业用途，公司保留追责权力。未经许可，不得直接或间接用于商业用途，若产生纠纷，其责任概由使用者承担。

使用本公司产品时，请先详细阅读说明书及手册，并严格按规范操作，如有疑问请联系亚为技术支持。若因失误造成损失，其责任概由用户承担，与本公司无关。

该硬件及软件属于用户可二次开发的产品，不是计量器具范畴，其测量结果不受 JJF 和 GB 等相关标准的约束，用户有根据传感器和使用环境自主校准和配置参数的义务。如果在使用中因为自身未尽校准义务而出现问题，厂家不承担任何法律及相关赔偿责任。

以上信息最终解释权归武汉亚为电子科技有限公司所属。

12. 联系方式及公司简介

公司：武汉亚为电子科技有限公司

地址：湖北省武汉市东湖高新区未来科技城光电子研发大楼

网站：www.yav123.com

电话：027-87772325/15727007467（武汉总部、全国）

13371778710（北京办事处、北方地区）

13264710310（上海办事处、南方地区）

18627918250（深圳办事处，广东地区）

邮箱：2413801809@qq.com、3075964420@qq.com

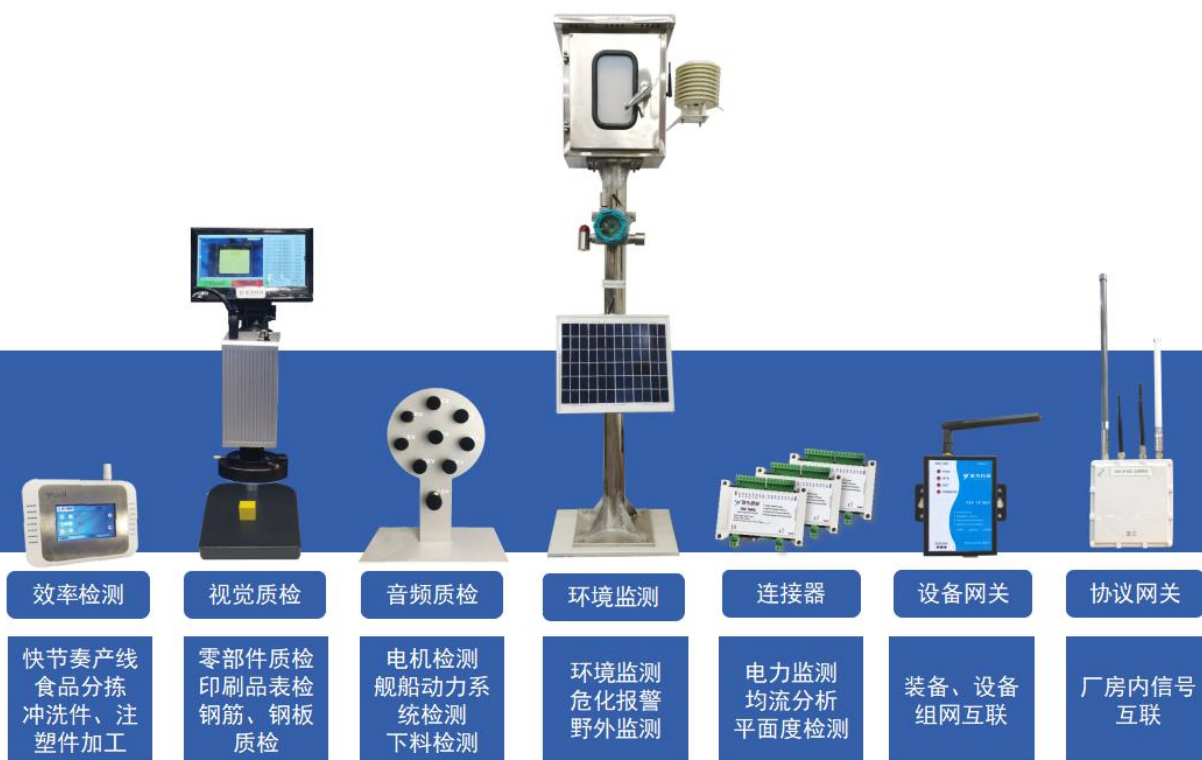
微信：15727007467（产品售后技术服务唯一官方渠道）

技术交流 QQ 群：群一 532828737、群二 302896729

亚为智能坐落于武汉中国光谷，国家高新技术企业、双软企业，AAA 级重质量守信用企业，武汉市科技小巨人，“中国光谷明日之星”，武汉“3551 光谷人才计划”，荣获“光环奖”。湖北省工业互联网服务资源池企业，湖北省软件行业协会、深圳物联网协会会员单位，中国工业物联网与人工智能创新基地。公司通过了 ISO9001 质量管理体系认证，拥有专利 30 余项，建立了完善的质量和研发管理体系。

亚为专注于工业物联网产品研发业务，T-Cos 工业物联网平台依托自有的“软硬融通，协议规范，安全稳定”工业物联网产品体系。可帮助用户一分钟实现工业互联网，硬件产品共 8 大类 500 余种千余个型号，包括智能传感器、连接器，端点协议转换、数据缓存功能的智能网关和信号采集器，无缝连接各种工业协议。软件产品包括 UMS、YMS、WUMS 等数据采集软件平台和掌上亚为等。自适应亚为和主流厂商硬件产品，具备强大的信息采集、分析、远端处理、云端存储、数据分发和移动端数据查看管理等功能，可跨平台运行。

亚为拥有冶金、电子、电力、军工、航天航空、石油、通信、土木工程、汽车、化工等行业的精益化物联网解决方案，为国内外众多企业、研究所和院校等上万家单位提供服务。亚为依靠优秀的产品品质和专业的技术服务，正在吸引越来越多的海内外客户关注与依赖。



T-Cos Industrial Internet of Things Platform Architecture

T-Cos工业物联网平台构架

