

PCIE8316B 系列产品说明书



图 1 PCIE8316BD-16

声明:

此说明书版权归北京中泰联创科技有限公司所有。未经本公司授权，任何公司及个人不得以盈利目的进行复制、抄袭、翻译或传播。本公司对侵权使用说明书所造成的后果不承担任何法律责任。

订购产品前，请阅读说明书详细了解产品性能是否符合用户需求，本说明书描述了产品的基本功能，若客户有特殊要求需要增加其他功能，请与本公司工程师联系。用户应为安全使用本产品进行必要的配套设计。在涉及生命财产安全领域的应用中，用户应该有本产品无法正常工作时的应对措施，本公司不对用户设计上的缺陷承担责任。

安全使用常识:

- 使用前请务必仔细阅读产品说明书。
- 禁止带电插拔，以免瞬间冲击电压过大烧毁敏感元器件。
- 接触板卡前请先释放身上静电，以防损坏板上器件。

目 录

第一章 产品介绍	3
1.1 概述	3
1.2 特点	3
1.3 一般特性	5
第二章 安装说明	6
2.1 初始检查	6
2.2 硬件安装	6
2.3 驱动安装	6
第三章 连接与测试	8
3.1 接口分布	8
3.2 跳线说明	8
3.3 模拟输入连接	12
3.4 数字量输入连接	15
3.5 计数器输入连接	16
3.6 编码器输入的连接	16
3.7 数字量输出连接	17
第四章 原理说明	18
4.1 数据采集触发方式详解	18
4.2 电流测量原理	20
4.3 数字量输入接口电路	20
4.4 数字量输出接口电路	21
4.5 模拟量输出接口电路	21
4.6 双端共模信号范围	22
4.7 满度误差	22
4.8 定时采集频率	23
4.9 DA 波形输出	23
第五章 编程说明	24
5.1 概述	24
5.2 示例程序	24
5.3 单次采集	24
5.4 高速采集	25
5.5 单次输出	25
5.6 高速输出	25
附录:	26
包装清单	26
保修政策	26
更新记录	27

第一章 产品介绍

1.1 概述

PCIE8316B 模入接口卡适用于有 PCIE 总线插槽的微机，用户如有需要，可定制全国产化产品。其操作系统可选用目前流行的 Windows 系列、高稳定性的 Linux 以及国产麒麟等多种操作系统。可使用专业数据采集分析系统 LabVIEW 等软件环境进行定制开发。在硬件的安装上也非常简单，使用时只需将采集卡插入机内任何一个 PCIE 总线插槽中并用螺丝固定，信号电缆从机箱外部直接接入。用户可根据需要选择测量电压或者电流信号（需要订货时说明）。其输入的模拟信号由卡前端的 37 芯 D 型插头接入。本卡还提供了 16 路输入和 16 路输出 TTL 电平的开关量信号通道，这些信号通道由卡后端的 40 芯扁平电缆转接 D 型头提供给用户。

表 1.1 PCIE8316B 系列产品功能差异表

型号	A/D 通道数	D/A 通道数	输入阻抗	信号种类
PCIE8316B-8	8	0	1M	电压
PCIE8316B-16	16	0	1M	电压
PCIE8316BI-8	8	0	249 Ω	电流
PCIE8316BI-16	16	0	249 Ω	电流
PCIE8316BD-8	8	4	1M	电压
PCIE8316BD-16	16	4	1M	电压
PCIE8316BDI-8	8	4	249 Ω	电流
PCIE8316BDI-16	16	4	249 Ω	电流
PCIE8316DA	0	4	/	/

1.2 特点

总线类型：PCIe

模拟输入：

输入通道个数：

PCIE8316B/BI/BD/BDI-16：单端 16 路

PCIE8316B/BI/BD/BDI-8：单端 8 路（默认）或双端 8 路，跳线选择

输入信号范围： $-10V \sim 10V$ ^{注1}； $-5V \sim +5V$ ^{注1}（程控选择）； $-20mA \sim 20mA$ ^{注1注2}

输入阻抗：

PCIE8316B/BD 约为 1M Ω

PCIE8316BI/BDI 为 249 Ω

分辨率：16 位

输入缓存：2MB

最高采样频率：100KHz/CH

受传输速率影响，每通道采样频率会随通道数增加而减小，详见原理说明 4.7 小节。

100KHz (3 路)

40KHz (8 路)

20KHz (16 路)

采样方式：同步采集。

外触发：支持

触发脉冲宽度： $\geq 0.1\mu S$

连续采集：支持

最大误差：电压方式下 0.02% 电流方式下 0.5%（可定制更高精度）

输入范围：

PCIE8316B/BD: -10~+10V, -5V~+5V（程控选择）

PCIE8316BI/BDI: -20~20mA

增益：1

模拟输出：

注意：只有 PCIE8316BD、PCIE8316BDI 或者 PCIE8316DA 才有此功能。

通道数：4 路

分辨率：16 位

输出范围：0~10V（出厂默认），0~5V，-5V~+5V，0~20mA；可定制±10V

输出频率：100KHz

波形输出：支持^{注3}

输出缓存：1MB

输出阻抗：1Ω

单通道电流驱动能力（电压方式）：2mA

总电流驱动能力（电压方式）：8mA

数字量输入：

通道数：16 路

电平方式：5V TTL 电平

输入阻抗：10K（下拉）

数字量输出：

通道数：16 路（分 2 组）

单通道输出驱动电流：10mA

每组最大驱动电流：40mA

电平方式：5V TTL 电平

注：输出端带 10K 下拉电阻，上电后默认低电平输出

计数器：

通道数：4 路（与数字量输入共用引脚）

最高计数频率：2MHz

分辨率：16 位

计数范围：0~65535

工作模式：加法计数器（上升沿计数）、频率测量

电平方式：5V CMOS（输入无限流电阻）

输入阻抗：10KΩ（下拉）

编码器：

通道数：2 路（与计数器共用输入引脚）

最高输入频率：100KHz

分辨率：AB 计数 32 位。

计数范围：AB: -2147483648~2147483647

输入阻抗：10KΩ（下拉）

注 1：满度误差请看“4.6 满度误差”

注 2：订货前需说明，详见“3.3.4 电流输入”

注 3：详见 4.9 DA 波形输出

1.3 一般特性

功耗: $\leq 3\text{W}$ (PCIE8316B-16)

工作环境

环境温度: $10\sim 50^{\circ}\text{C}$

相对湿度: $40\sim 80\%$ 无凝结

存储环境

环境温度: $-55\sim 85^{\circ}\text{C}$

相对湿度: $5\sim 95\%$ 无凝结

物理特性

外形尺寸: $164.8\text{mm}\times 106.7\text{mm}$

净重: 119.5g (PCIE8316BD-16)

第二章 安装说明

2.1 初始检查

打开包装后，请先核对包装清单，确认板卡外观完好。在您用手接触板卡之前，请先释放手上的静电。手持板卡时请握它的边沿，以免您手上的静电损坏面板上的集成电路。

2.2 硬件安装

首先请确认计算机处于关闭状态，将采集卡插入 PCIe 插槽，固定好挡板螺丝；然后开机进入操作系统。

2.3 驱动安装

解压“PCIE8316B 驱动.zip”，进入“CH367DRV”目录，运行“SETUP.EXE”文件，出现如下界面：

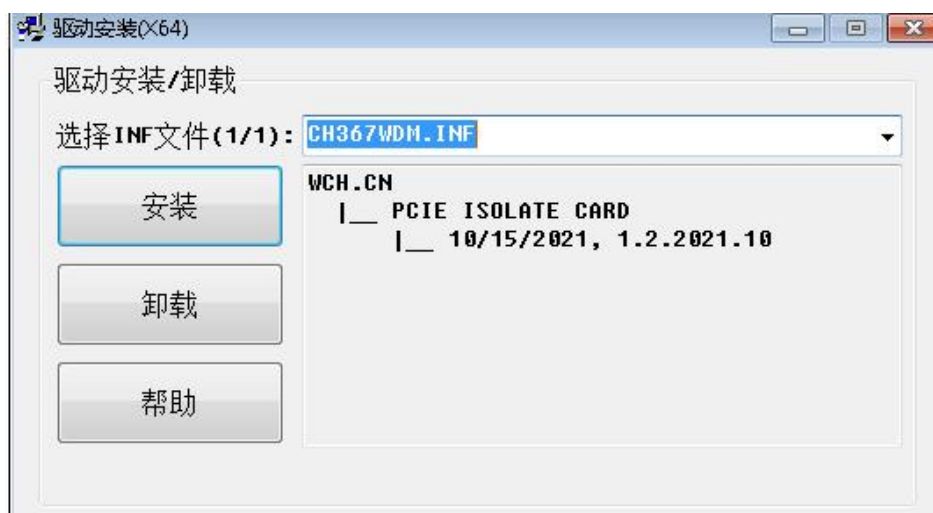


图 2.1

点击安装，稍等片刻，出现驱动安装成功提示：



图 2.2

验证驱动安装:

使用 win+R 键调出运行窗口:



图 2.3

输入 devmgmt.msc:



图 2.4

调出设备管理器, 有下面的设备则说明安装成功:

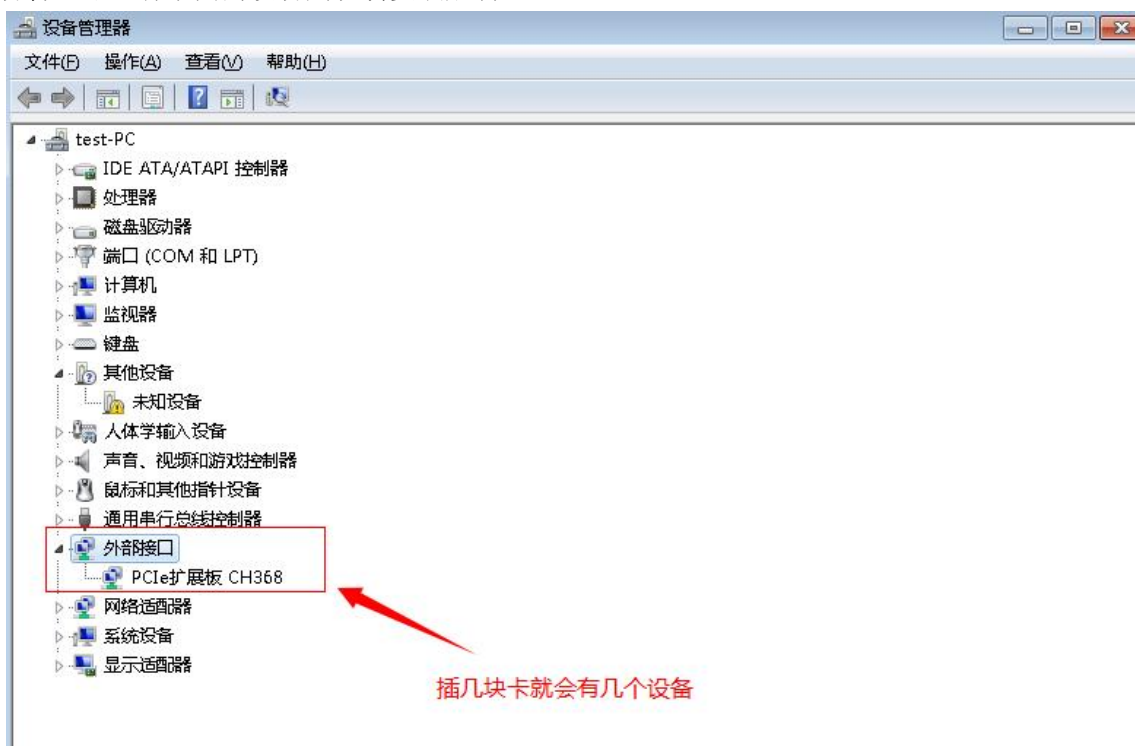


图 2.5

第三章 连接与测试

3.1 接口分布

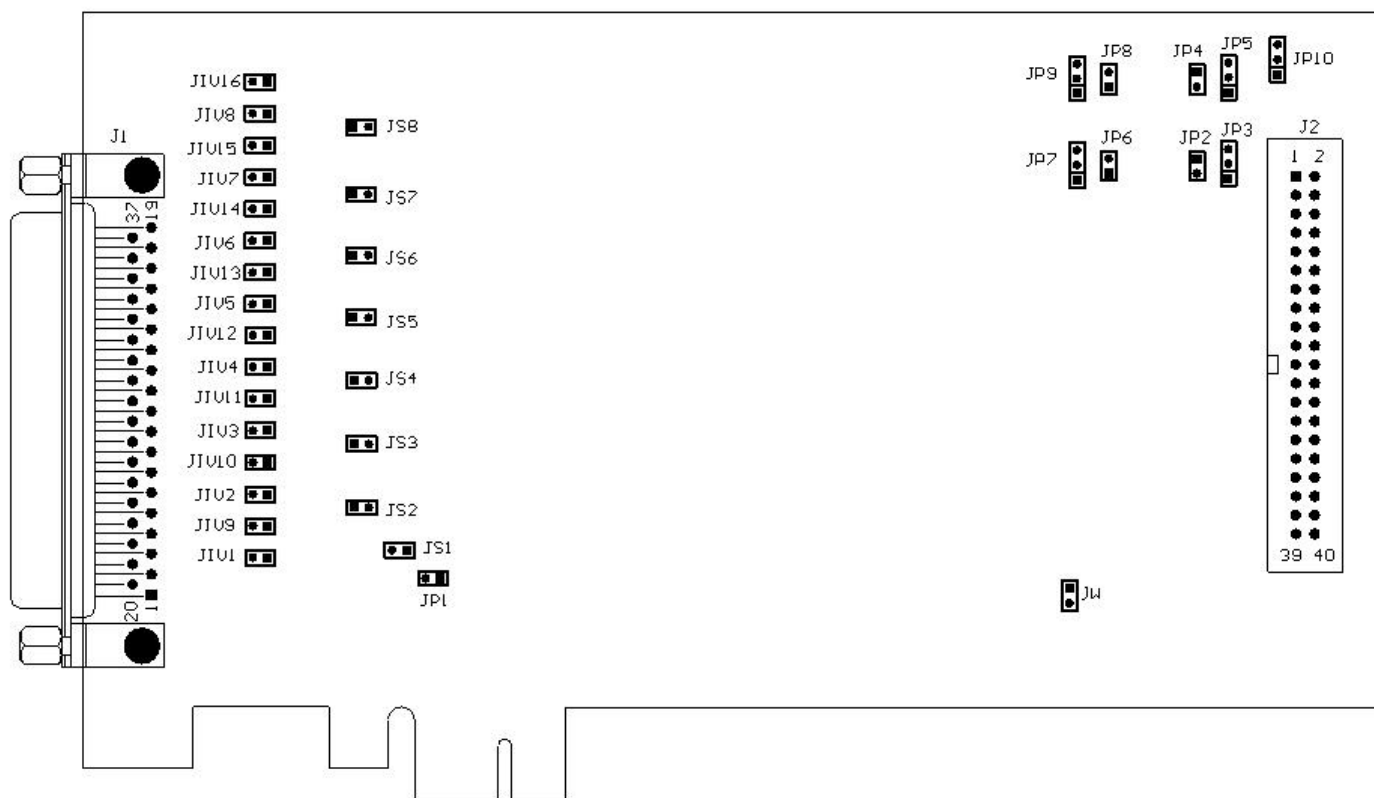


图 3-1 板卡布局图

J1 是 37 针 D 型母头

3.2 跳线说明

3.2.1 电压转电流跳线（JIV1~JIV16）

JIV1~JIV16 顺次对应 AD1~AD16，跳线短接后测电流，跳线断开后测电压。

3.2.2 单双端跳线（JS1~JS8）

此跳线只有在尾缀-8 的产品上有效。

单端输入时，JS1~JS8 应短接。

双端输入时，JS1~JS8 应断开

对于尾缀-16 的产品，此跳线应该保持断开。

3.2.3 DA 输出范围跳线 (JP2~JP10)

注意：只有 PCIE8316BD、PCIE8316BDI 或 PCIE8316DA 才有此功能。

JP10 决定 DA 输出是单极性还是双极性，对应所有 4 路。

JP2、3 对应 DA1；JP4、5 对应 DA2；JP6、7 对应 DA3；JP8、9 对应 DA4。

以 DA1 为例说明：

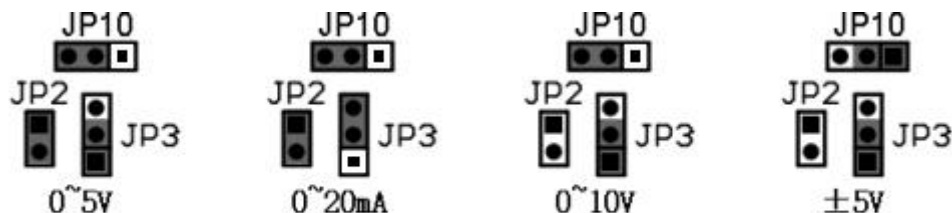


图 3-2 DA 输出范围跳线

3.2.4 12V 输出跳线 (JP1)

注意：只有 PCIE8316BD、PCIE8316BDI 或 PCIE8316DA 才有此功能。

为了方便用户使用 DA 电流输出，本设备可以提供 12V 电源输出，默认情况下跳线是断开的，12V 端口没有电压，跳线短路后端口将会输出 12V 电压，此时用户需要注意不要将 12V 电压和板卡上的任何地短路，否则可能会烧毁板卡甚至计算机。



图 3-3 12V 输出跳线

注意：

1. 用户需要电流测量请在订货时说明。
2. 本卡双端输入对共模电压有要求，请见“4.5 双端共模信号范围”

3.2.5 采集接口功能定义说明

表 3.1 J1 (母座) 管脚定义 (以 D 型头排序方式)

插座引脚号	信号定义	插座引脚号	信号定义
1	AGND	20	AGND
2	AD1+	21	AD9+ (AD1-) ^{注1}
3	AD2+	22	AD10+ (AD2-) ^{注1}
4	AD3+	23	AD11+ (AD3-) ^{注1}
5	AD4+	24	AD12+ (AD4-) ^{注1}
6	AD5+	25	AD13+ (AD5-) ^{注1}
7	AD6+	26	AD14+ (AD6-) ^{注1}
8	AD7+	27	AD15+ (AD7-) ^{注1}
9	AD8+	28	AD16+ (AD8-) ^{注1}
10	AGND	29	AGND
11	DA1	30	DA2
12	DA3	31	DA4
13	NC	32	12V
14	NC	33	NC
15	DAI1	34	DAI2
16	DAI3	35	DAI4
17	NC	36	NC
18	NC	37	AGND
19	AGND		

注 1: PCIE8316B-8 双端时此管脚是 ADn 的负端, 单端时此管脚是 AGND。

PCIE8316B-16, 此管脚是 AD9~AD16 的信号正端。

表 3.2 J2 管脚定义 (以 40Pin 排序方式)

插座引脚号	信号定义	插座引脚号	信号定义
1	GND(可定制+5V)	2	GND(可定制+5V)
3	DI1/ECLK	4	DI2/ETR
5	DI3	6	DI4
7	DI5	8	DI6
9	DI7	10	DI8
11	DI9/CT1/ECA1	12	DI10/CT2/ECB1
13	DI11/CT3/ECA2	14	DI12/CT4/ECB2
15	DI13	16	DI14
17	DI15	18	DI16
19	D01	28	D02
21	D03	30	D04
23	D05	32	D06
25	D07	34	D08
27	D09	28	D010
29	D011	30	D012
31	D013	32	D014
33	D015	34	D016
35	GND	36	GND
37	GND	38	GND
39	GND	40	GND

表 3.3 转换为 37 芯 D 型插头 (公头) 时开关量输入输出信号端口定义

插座引脚号	信号定义	插座引脚号	信号定义
1	GND(可定制+5V)	20	GND(可定制+5V)
2	DI1/ECLK	21	DI2/ETR
3	DI3	22	DI4
4	DI5	23	DI6
5	DI7	24	DI8
6	DI9/CT1/ECA1	12	DI10/CT2/ECB1
7	DI11/CT3/ECA2	14	DI12/CT4/ECB2
8	DI13	16	DI14
9	DI15	18	DI16
10	D01	29	D02
11	D03	30	D04
12	D05	31	D06
13	D07	32	D08
14	D09	33	D010
15	D011	34	D012
16	D013	35	D014
17	D015	36	D016
18	数字地	37	数字地
19	数字地		

表 3.4 管脚信号与管脚功能对照表

管脚信号名称	管脚功能定义
AD1+ ~ AD16+	模拟信号输入正端
AD1- ~ AD8-	模拟信号输入负端,
AGND	模拟地
DI1~DI8	(第一组) 数字量输入端
DI9~DI16	(第二组) 数字量输入端
DO1~DO8	(第一组) 数字量输出端
DO9~DO16	(第二组) 数字量输出端
ECLK	外时钟输入端, 与 DI1 共用引脚
ETR	外触发输入端, 与 DI2 共用引脚
CT1~CT4	计数器, , 与 DI9~DI12 共用引脚, 支持计数, 测高频和测低频,
ECA1~ECA2	编码器 A 相输入, 与 DI9~DI12 共用引脚,
ECB1~ECB2	编码器 B 相输入, 与 DI9~DI12 共用引脚,
GND	数字地
NC	空脚, 请保持悬空
DA1~DA4	注意: 只有 PCIE8316BD/BDI/DA 才有此功能。 DA 电压输出, 需要将 DA 跳线跳成电压输出
DAI1~DAI4	注意: 只有 PCIE8316BD/BDI/DA 才有此功能。 DA 电流输出, 需要将 DA 跳线跳成电流输出, 需要给负载提供 12V 上拉电源。
12V	注意: 只有 PCIE8316BD/BDI/DA 才有此功能。 在 JP1 短路后此管脚将输出 12V 电压, 可用于 DA 电流输出用 注意此管脚与地不得短路, 否则将会烧毁板卡
+5V	5V 数字电源输出端, 注意不要短路, 否则会烧毁板卡 此管脚只有用户要求定制时才输出 +5V

3.3 模拟输入连接

3.3.1 模拟信号种类

不同种类的信号源要使用不同的连接方法, 如果使用了错误的连接方法, 轻则增加噪声干扰, 重则无法采集正确的数据, 在极端情况下甚至会导致设备损毁。信号源大体上分为**接地**和**浮动**两种, 下面分别介绍这两种信号源:

3.3.1.1 接地信号源

信号负端与系统接地端(大地)相连的信号源就是**接地信号源**。一般情况下, 通过三插接口直接供电的信号源为接地信号源, 例如波形发生器; 有一些信号源虽然是三插接口供电, 但是其内部做了隔离处理, 最终信号输出并没有接地, 这就属于**浮动信号源**。可以通过测量三插插头的接地端(一般是中间那个)和信号负端是否短路来判断是否为接地信号源。

当接地信号源引线较长时(一般超过 3 米)或者信号幅值较低时(一般小于 1V), 建议使用双端(差分)方式测量。具体接线方式请参考下面**“差分模拟输入连接”**里的方法二。

3.3.1.2 浮动信号源

浮动信号源又称为浮接信号源、浮地信号源或者无参考信号源。信号正负端点都不与系统接地端（大地）相连的信号源就是**浮动信号源**。热电偶、隔离运放、变压器或者变压器供电的设备，电池或者电池供电的设备等都属于浮地信号源。

在信号源引线不是很长或者信号幅值较高的情况下，可以使用单端方式测量浮动信号源，具体接线方式请参考下面的“**单端模拟输入连接**”

在使用双端（差分）方式测量浮地信号源时，要确保信号相对于测量系统接地的共模电压在测量设备的输入范围内。诸如现场干扰、放大器输入偏置电流等因素均会使浮地信号源的电压超过采集设备的输入范围。因此浮地信号源在连接双端输入采集设备时，通常需要使用一个电阻将信号负端和采集设备的模拟地相连接。具体接线方式请参考下面“**差分模拟输入连接**”里的方法一。

3.3.2 单端模拟输入连接

单端跳线已经在板卡内部将 ADx-接到地上，用户只要连接正信号和 AGND 就可以。

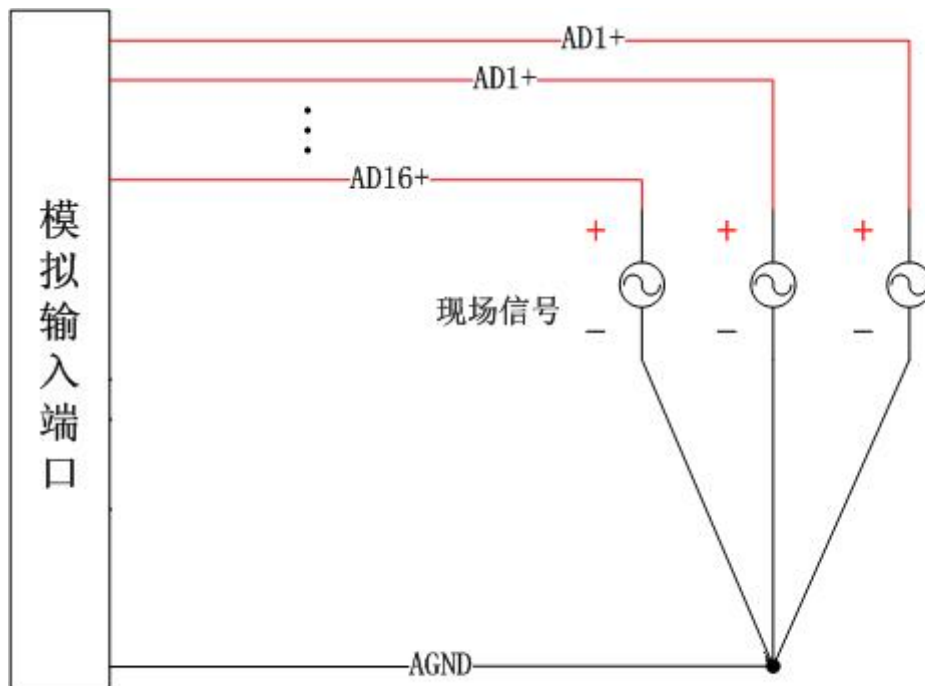


图 3-4 单端模拟量输入连接

注意事项：

- 1.信号地线务必要与 AGND 连接，否则可能会造成板卡损坏！
- 2.输入信号管脚悬空容易引入现场干扰，建议将不使用的输入信号管脚与模拟地短路。
- 3.信号源距离采集设备较远或者信号幅度较低时使用单端接法会引入较大的干扰。

3.3.3 差分模拟输入连接

本设备双端时对共模电压要求比较苛刻，双端接法请参考“4.5 双端共模信号范围”确认信号满足输入条件，或者与我公司技术支持工程师联系。

方法一：绝大部分信号源均可以使用这种方法，如果用户对抗干扰性有较高要求，请确认供电与信号种类后使用方法二。

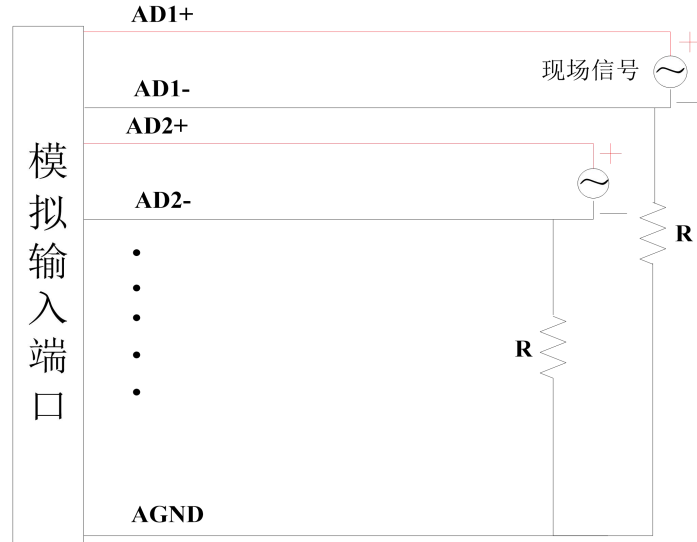


图 3-5 差分模拟输入连接方法一

R 为接地电阻，其取值范围为 10~100K 之间，一般使用 10K 电阻即可，具体请根据现场环境自行选用。

方法二：此方法只适用于接地信号源，经验丰富的工程人员在充分了解自己系统的供电和信号种类时可以使用这个方法，否则可能无法正确采集到信号。

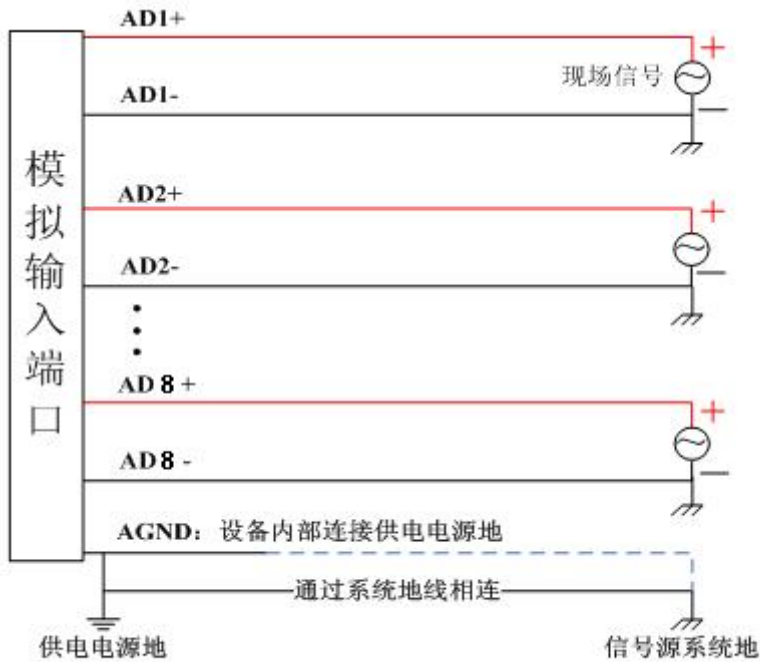


图 3-6 差分模拟输入连接方法二

有一些电源的输入系统地和输出地没有连接到一起，使用这种电源供电时需要用户将供电电源地和信号源系统地连接到一起。否则将因采集设备与信号源没有共同的参考而无法获得正确的采集结果。根据不同的现场情况，可以将供电电源地与系统地相连接，也可以将 AGND 与信号源系统地相连接；哪种连接方式受到的噪声干扰小，就可以使用

那种连接方式。

注意事项：测量接地信号源时，不要在靠近模拟输入端口处将 AGND 直接与信号输入负端相连，在现场环境比较恶劣的情况下会串入较大的接地噪声。

3.3.4 电流输入

本设备电流输入测量原理是使用千分之一精度的 $249\ \Omega$ 将电流转换成电压，连接方式参考上面章节即可。由于使用电流方式用户较少，本设备尾缀不带 I 的产品出厂不检测电流测量，用户如果需要测量电流，请订购尾缀带 I 的产品。

3.4 数字量输入连接

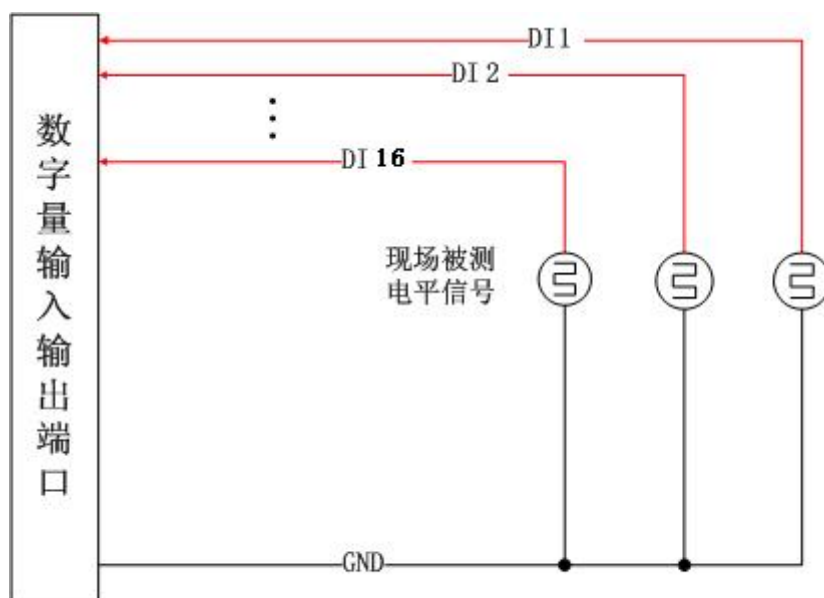


图 3-7 数字量输入连接

注意：信号电压不能高于 5.5V，否则会造成设备损坏。

3.5 计数器输入连接

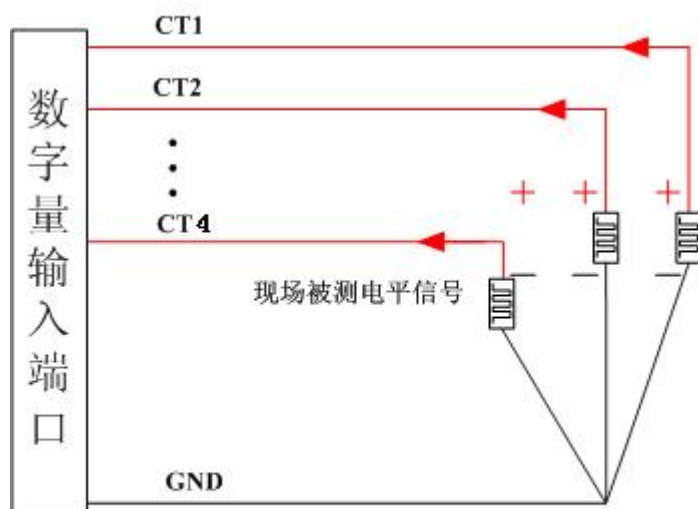


图 3-8 计数器输入连接

注意：接入信号电压不能超过+5.5V 电压，否则会导致设备损坏。

3.6 编码器输入的连接

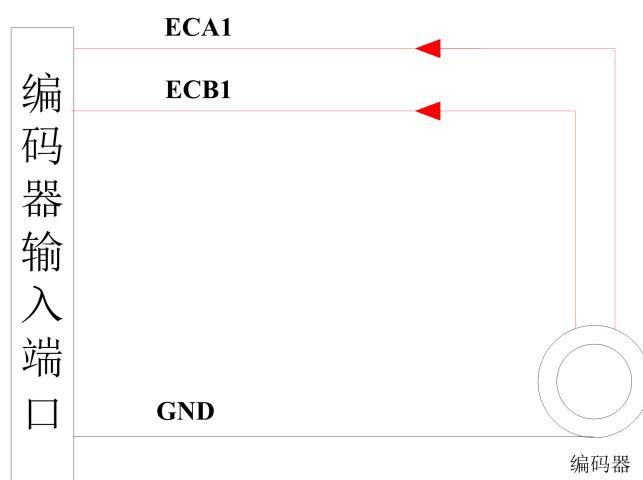


图 3-9 编码器输入接线示意图

注意：接入信号电压不能超过+5.5V 电压，否则会导致设备损坏。

3.7 数字量输出连接

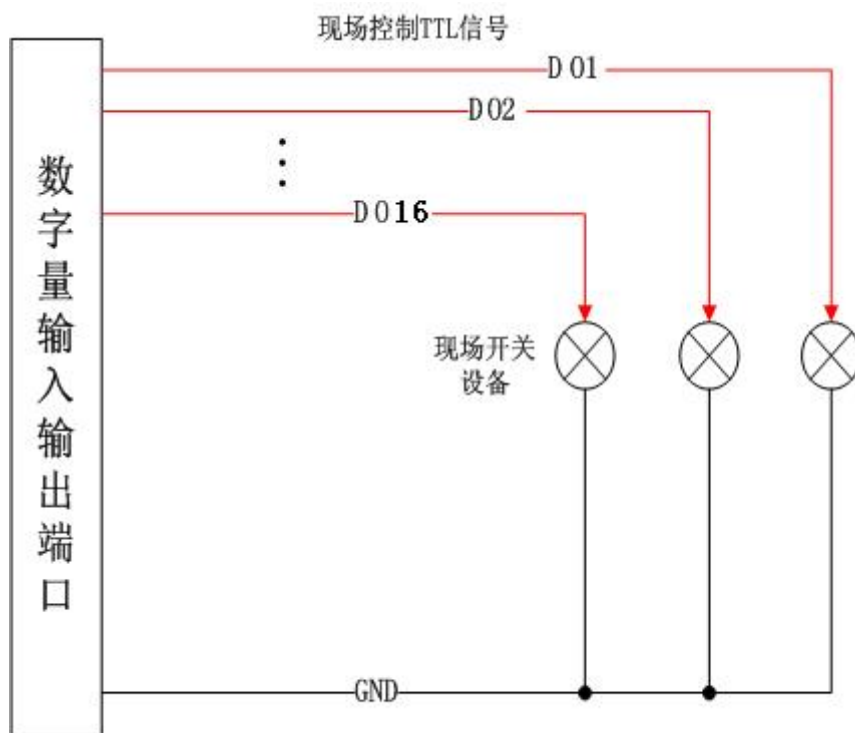


图 3-10 数字量输出连接

第四章 原理说明

4.1 数据采集触发方式详解

4.1.1 采样时钟

采样时钟是决定采样频率的周期性脉冲，在采样开始后，每次采样时钟脉冲的上升沿到来时，设备都会进行一次数据转换。

本设备支持内部和外部两种采样时钟源。使用内部时钟时，采样时钟由设备自身生成，采样频率由用户通过软件设定；使用外部时钟时，采样时钟由用户通过外时钟引脚(ECLK)接入，采样频率由外部输入时钟的频率决定。

4.1.2 触发信号

触发信号决定何时开始采样，当触发信号满足条件时，设备开始按照采样时钟设定的频率进行数据采集。触发信号根据触发方式的不同，可以是电平，也可以是脉冲，**脉冲宽度不能小于 0.1 μ S**。

本设备支持内部和外部两种触发信号源。使用内部触发信号时，用户通过设置启停信号的高低来控制开始和停止采样的时间；使用外部触发信号时，用户需要先在外触发引脚（ETR）接入触发信号，然后将启停信号设置为高电平，这样当外触发信号满足启动条件后设备开始采样。

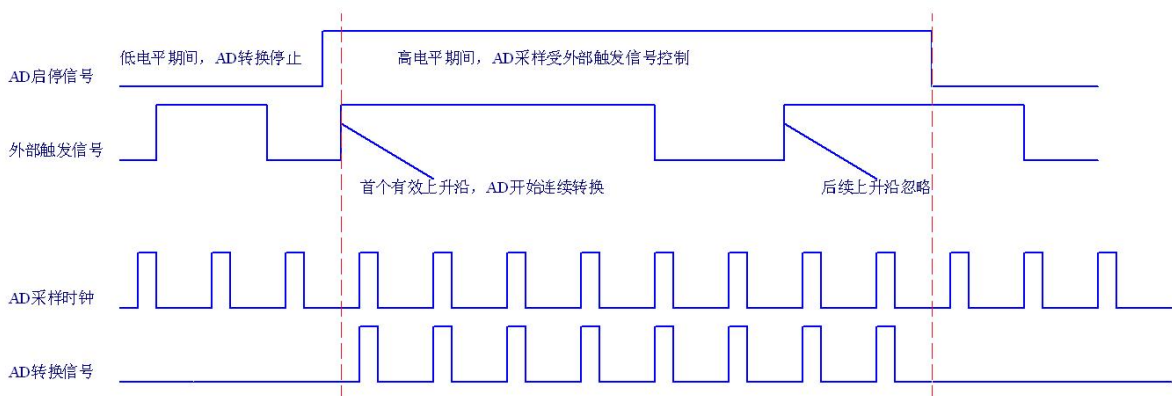
后面的小节将详细介绍各种外触发方式。

4.1.3 边沿触发

使用外触发信号的上升沿或者下降沿作为触发条件，来决定设备是否进行采集。下面以上升沿为例说明当满足触发条件后设备的采集情况。

1.连续采集

将“外触发采集组数”设成 0，然后将启停信号设为高电平，在外触发信号上升沿到来后，设备将按照采样时钟的频率开始采集数据，直到启停信号被设为低电平，设备停止采集。

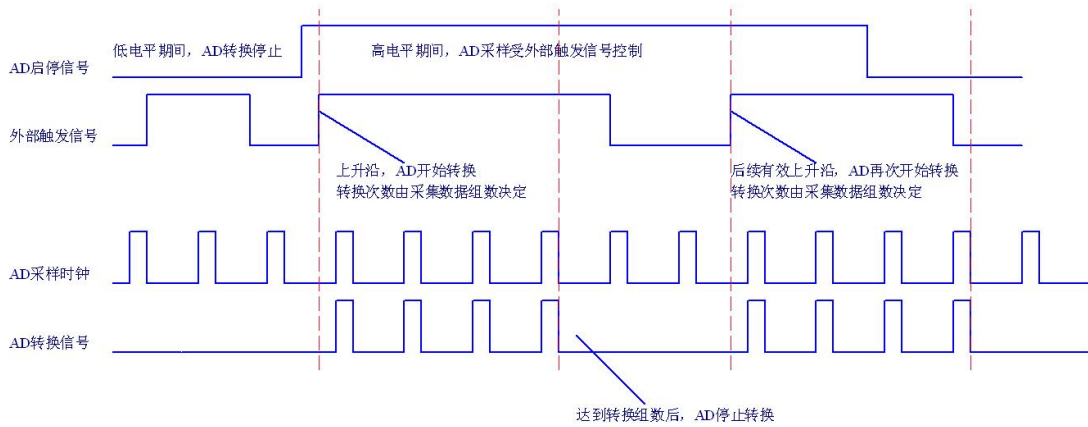


上升沿触发图例（采集数据组数为0）

图 4-1 外触发边沿方式连续采集波形图

2. 采样固定组数

将“外触发采集组数”设成大于 0 的值，这个值称为“组数”，然后将启停信号设为高电平，在外触发信号上升沿到来后 AD 将按照采样时钟的频率开始采集数据，采样到指定组数后暂停采集，等到下一次上升沿到来后继续采集指定组数的数据。将启停信号设为低电平后，外触发信号不会引发采集。



上升沿触发图例（采集数据组数为4）

图 4-2 外触发边沿方式指定组数波形图

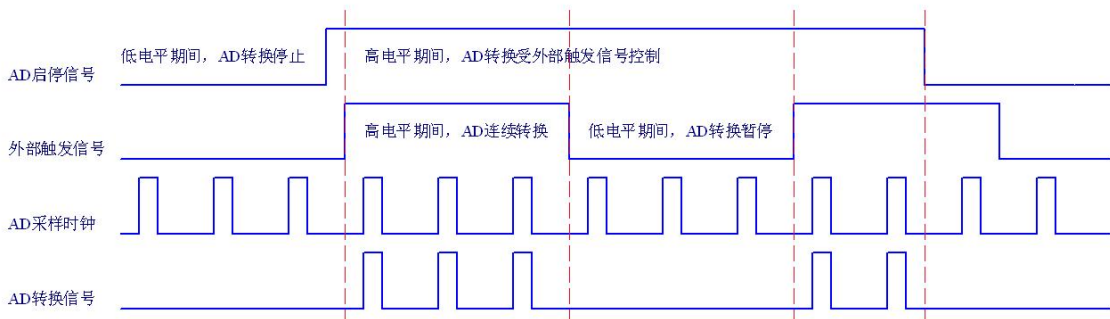
组数：“组”是指每次采样时钟到来后进行采样的通道数，这样每次外触发信号到来后设备的总采样数是“外触发采集组数*采样通道数”，比如设定全部 16 路 AD 使能，外触发采集组数设成 4，则每次外触发信号到来后，设备将采样 64 个数据（16*4）。

下降沿触发的原理和上升沿触发相同。

4.1.4 电平触发

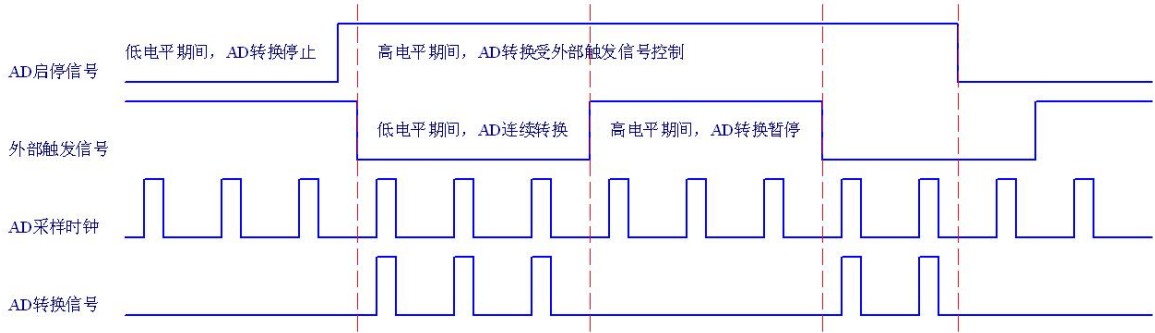
使用外触发信号的高电平或者低电平作为触发条件，来决定设备是否进行采集。下面以高电平为例说明当满足触发条件后设备的采集情况。

将启停信号设为高电平后，若外部触发信号为高电平，则 AD 按照采样时钟的频率连续采样。若外部触发信号为低电平，AD 暂停采样。将启停信号设为低电平后，AD 采集处于停止状态，外触发信号不会引发 AD 采集。



高电平触发图例

图 4-3 外触发高电平波形图



低电平触发图例

图 4-4 外触发低电平波形图

当使用电平方式时，“外触发采集组数”设定无效。

4.2 电流测量原理

本设备在测量 0~20mA 时，使用的是±5V 测量范围。电流信号通过板上 249Ω 精密电阻转换为电压信号。只有用户在订货时说明是要测量 0~20mA 信号，设备出厂时才会加装精密电阻。

本设备使用的电阻精度为千分之一，因此本设备在测量电流信号时的绝对精度就是千分之一，如果用户希望更高精度的电流测量，可和销售人员联系说明情况定制。

4.3 数字量输入接口电路

本设备 DI1~8 和 DI9~16 各使用一片 74LVC8T245 作为缓冲，外部使用 5V 供电，因此用户应输入 5V 的 CMOS 电平。它的原理如下：

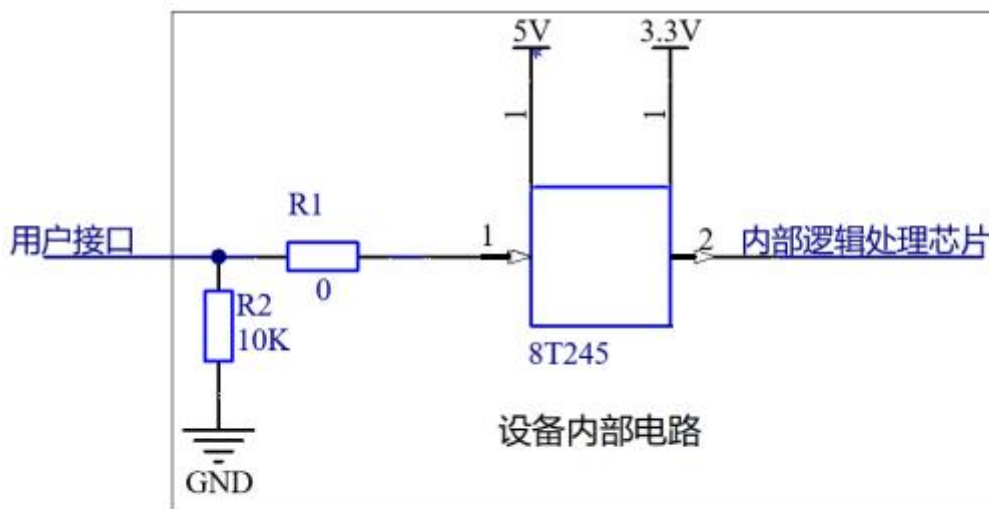


图 4-5 DI 接口原理图

4.4 数字量输出接口电路

本设备 DO1~8 和 DO9~16 各使用一片 74HC574 作为缓冲，外部使用 5V 供电，因此可以输出 5V CMOS 电平。它的原理如下

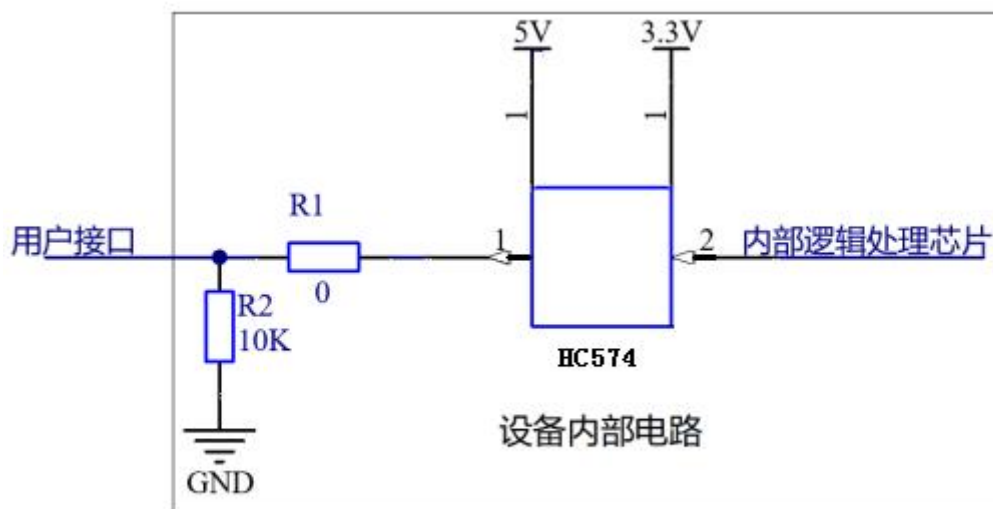


图 4-6 DO 接口原理图

4.5 模拟量输出接口电路

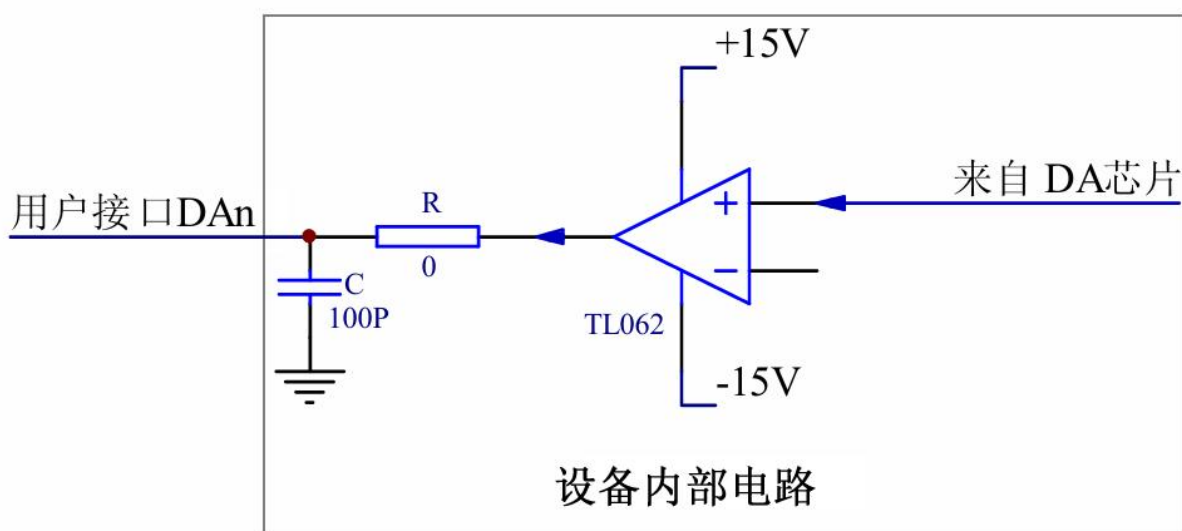


图 4-7 DA 电压输出接口原理图

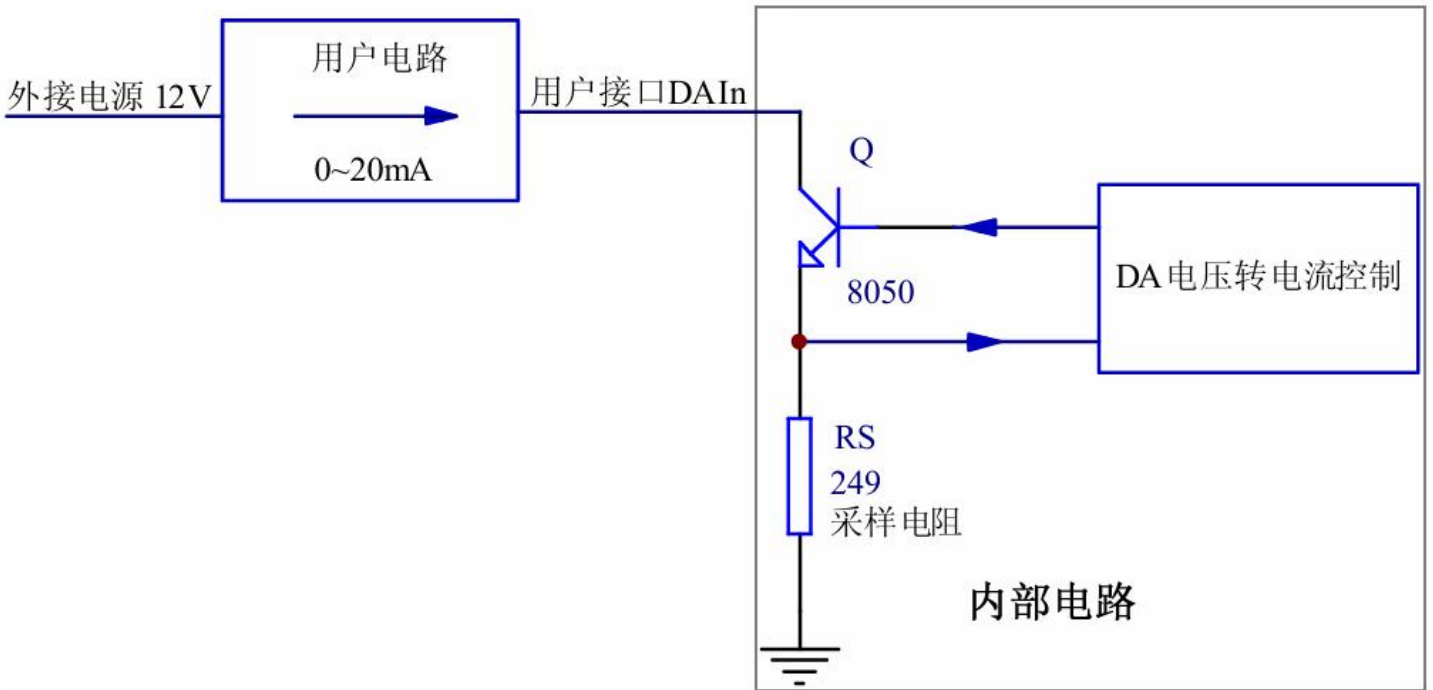


图 4-8 DA 电流输出接口原理图

4.6 双端共模信号范围

本设备受 AD 芯片限制，差分方式输入时，ADx+和 ADx-信号对地幅值有一定的要求。在±10V 输入时，最大电压 V_{max+} 不得超过 7.5V，最低电压 V_{max-} 不得低于 -7.5V。在±5V 输入时，最大电压 V_{max+} 不得超过 2.5V，最低电压 V_{max-} 不得低于 -2.5V。

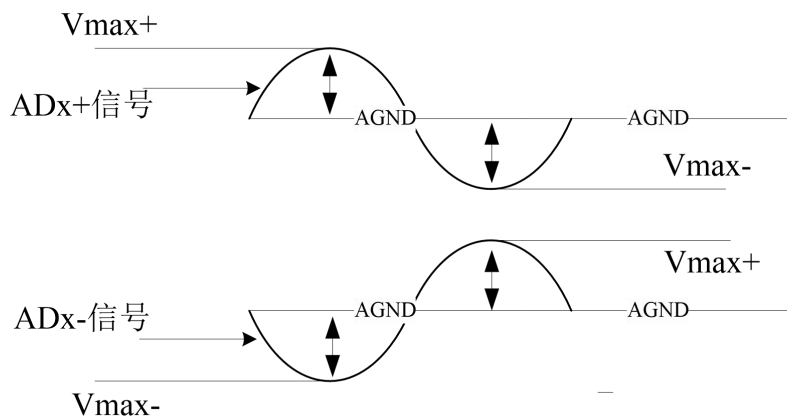


图 4-9 差分信号输入示意图

4.7 满度误差

本设备使用的 AD 芯片在输入接近满量程电压时，有可能会在略小于满度电压的时候到达码值的最大值，因此会比测量范围略小，比如±10V 范围内，输入信号到达 9.995V 后就达到最大值，9.995V 以上的电压都返回 9.995V，这个误差我们称为满度误差，一般小于 10mV，如果用户需要测量到接近满度电压 10mV 以内的电压值，可与我公司技术人员联系获取解决方案。

4.8 定时采集频率

本设备使用的接口桥芯片传输速率较低，最高只能保证 800000 字节（800KB)/秒的数据传输率，因此定时采集总传输数据量不能大于此数值，以使能 16 通道 AD 采集为例，则理论上限频率计算方法如下：

每次采集需传输字节数为 $16 * 2 = 32$ 字节，则每通道每秒最多传输 $800000 / 32 = 25000$ 次，因此使能全部 16 通道的前提下最高连续采集频率是 25KHz。如果用户还需要定时器及其它数字量也同时进入缓冲区，则最高采集频率也会相应降低，具体请联系我公司技术支持人员提供支持。

本设备内部有 2MB 的缓冲区，则如果每次采集小于 2MB 数据量，则可以保证数据连续，在 100KHz 采集频率下，使能全部 16 通道，每秒数据量为 $16 * 100000 * 2 = 3200000$ 。以此计算可以连续的时间为 $2 * 1024 * 1024 / 3200000 \approx 0.65$ 秒。所以如果每次只采集 0.65 秒以内的数据，采集卡可以保证数据连续。

4.9 DA 波形输出

本设备 DA 拥有 1MB 缓冲区，因此可以实现定时输出，只要在缓冲区里填充不同的设定值，可以输出任意波形。下面首先明确几个名词的定义：

使能通道：允许指定 DA 通道使用缓冲区中的数据，只有使能的 DA 通道才会从缓冲区中读取数据

循环字节数：启动 DA 自动输出后，DA 芯片将会从缓冲区中读出**设定值**设置 DA 输出值，读取循环字节数后就会从头开始读，每次 DA 都要从缓冲区中读取能够满足所有使能通道所需的数据量，循环字节数设定有如下限制条件：

1. 必须是使能通道数*2 的整数倍，其中的 2 是因为每个 DA 数据占用 2 个字节。
2. 必须是 16 的整数倍。
3. 最大设定值是 $1 * 1024 * 1024 (1MB)$ 。

循环输出缓冲区：它是 DA 缓冲区的一部分，大小就是循环字节数，DA 将会从此缓冲区中循环读取**设定值**来设置输出值。

循环个数：指每个通道在循环缓冲区中的数据个数。

$$\text{循环个数} = \text{循环字节数} / \text{使能通道数} / 2$$

输出频率：指 DA 输出时钟脉冲的频率，在启动 DA 输出，并且 DA 缓冲区内数据字节数达到循环字节数后，每一个输出时钟脉冲将会导致 DA 从缓冲区内读出使能通道个**设定值**设定 DA 输出值。

波形周期：DA 输出一次所有循环输出缓冲区中的数据所需时间，波形周期计算公式如下：

$$\text{波形周期} = \text{循环个数} / \text{输出频率}$$

幅值系数：幅值系数和 8192 的比值，可以确定将 DA 设定值缩小的程度，详见下面的输出值计算公式。

直流偏移：DA 输出波形时，会围绕某一个固定值上下震荡，这个固定值就称为**直流偏移**

校准值：为保证输出波形可以围绕直流偏移值上下震荡而传递给设备的寄存器值，详见下面的输出值计算公式。

设定值：循环缓冲区中填充的值，设定值和输出值的关系请见下面的公式。

输出值：指最终传递给 DA 的原码值，DA 芯片会将此原码值转换成电压或者电流值。

$$\text{校准值} = \text{直流偏移} - \text{直流偏移} * \text{幅值系数} / 8192 \quad (\text{校准值计算公式, 校准值传递给设备})$$

$$\text{输出值} = \text{设定值} * \text{幅值系数} / 8192 + \text{校准值} \quad (\text{输出值计算公式, 设备计算输出值})$$

目前本设备只支持自动波形输出方式，也就是在 DA 循环输出缓冲区填满后，DA 自动从缓冲区中读出数据循环设置输出值。可以通过调整输出频率和幅值系数的方式来改变输出波形的频率和幅值。

本设备使用 8192 作为 DA 输出值的缩小基准，因此在 10V 范围内，最小粒度是 $10/8192 (V)$ ，再加上 DA 输出的固有误差，因此最大误差范围在 2mV 左右，如果想要获得大于 2mV 的精度，则在自动输出的时候不能够动态改变幅值，原始波形的幅值精度将在 1mV 以内。

第五章 编程说明

5.1 概述

可以使用通用共享库 `ztdaq` 来操作本设备，`ztdaq` 是我公司为了简化用户编程而编写的共享库文件，共享库封装了操作采集卡所需的全部函数。在《`ztdaq` 共享库使用手册》（后面简称**使用手册**）文档中有详细的使用说明，下面几节将介绍本设备的具体功能所对应的使用手册章节。

在 windows 下，用户需要将 `ztdaq.dll` 放到应用程序目录下，`pcie8316dev.dll` 放置到应用程序的 `ztdevice` 目录下。

在 linux 下，请将 `libztdaq.so` 放到 `/lib` 目录下，`pcie8316dev.so` 放到应用程序的 `ztdevice` 目录下，有可能需要先编译对应库文件，具体请看使用手册。

5.2 示例程序

本设备需要的所有示例程序均在 `ZTDaqDemo` 压缩包中，目录结构与说明如下：

`ZTDaqDemoVXXXXXXXXXX.zip` `VXXXXXXXXXX` 表示版本号，会随版本升级不断变动

```

|----CPP_Demo C++示例程序
|-----vs2008 基于 VS2008 的项目管理文件
|-----CTReadOnce 单次读取计数器示例程序
|-----DIRReadOnce 单次读取开关量输入示例程序
|-----ECReadOnce 单次读取编码器示例程序
|-----ADClkRead 定时采集示例程序
|-----ADReadOnce 单次读取 AD 示例程序
|-----DAClkAuto DA 定时自动输出示例程序
|-----DAWriteOnce 单次 DA 输出示例程序
|-----VCTest1 使用 VS2022 编写的有界面的测试程序源程序
|-----public.h 设备信息宏定义，取消掉对应设备的注释则示例程序就可以操作相应设备
|----Debug 调试模式输出目录，里面的库文件和 Release 下面是一样的
|----Release 发布模式输出目录，里面包含必要库文件和头文件
|-----VCTest1.exe 测试程序，可用于测试 PCIE8316
|-----ztdevice 设备共享库目录，包含了具体设备的共享库
|-----ztdaq.dll ztdaq 通用库文件
|-----ztdaq.lib ztdaq 导入库文件
|-----ztdaq.h ztdaq 函数声明文件
|-----ZT_Type.h ztdaq 类型声明文件
|----tools 一些工具性代码

```

5.3 单次采集

单次采集就是调用函数返回一次采集结果，采集间隔由用户程序控制，由于应用程序使用计算机软件时钟作为采集间隔，所以会受到系统定时不准确的影响导致采集时间间隔不准确，但是它可以马上返回数据，对于需要实时控制的应用会有更好的响应，一般响应时间可以达到 1mS 左右。

本设备可以采集 AD，计数器，编码器以及开关量输入，不支持可编程开关量，因此单次采集可以参考使用手册中的 2.2.1~4 小节。

本设备 AD 原码值是 16 位整型，因此 `ZTDaq_AdReadOnce` 函数中的 `adCode` 参数对应的是有符号 16 位整型数组。

本设备计数器位数是 16 位，ZTDAQ_CtReadOnce 函数 ctCode 对应的是 32 位整型数组，只有低 16 位有效。

5.4 高速采集

高速采集只是相对于单次采集的一种叫法，实际它的采集速度未必比单次采集更快，但是由于高速采集是受到采集卡硬件时钟控制，所以采集间隔会比较准确，精度可以达到微秒级。它先将数据放到缓冲区中，积攒一批数据上传一次，因此它虽然可以获得频率较高的采集数据，每批数据的间隔往往是几十毫秒。

本设备目前只支持 AD 高速采集，因此只要参考使用手册中的 2.3.1 小节即可。

5.5 单次输出

单次输出就是调用函数输出一次，时间间隔由用户程序控制，由于应用程序使用计算机软件时钟作为采集间隔，所以会受到系统定时不准确的影响导致输出时间间隔不准确，但是它可以马上输出数据，适合于需要实时控制的应用，一般响应时间可以达到 1mS 左右。

本设备支持 DA 单次输出和开关量单次输出，可以参考使用手册中的 2.4.1 小节和 2.4.2 小节。

5.6 高速输出

高速输出只是相对于单次输出的一种叫法，实际它的输出速度未必比单次输出更快，但是由于高速输出是受到采集卡硬件时钟控制，所以输出间隔会比较准确，精度可以达到微秒级。它先将数据放到缓冲区中，启动输出后硬件将会根据时钟脉冲自动从缓冲区中取出数据设置 DA。

5.6.1 DA 自动定时输出

本设备目前只支持 DA 自动定时高速输出，因此只要参考使用手册中的 2.5.1 小节即可。

所谓自动定时高速输出，就是设备提供固定大小的缓冲区，启动高速输出后，硬件自动从缓冲区中取出数据，顺次输出到使能通道。缓冲区大小可以由函数设定，以字节为单位，必须得满足以下三个条件：

1. 使能通道数目*2 的整数倍
2. 16 的整数倍
3. 最大值不能超过 1*1024*1024 (1MB)

在启动输出后，缓冲区内的数据不能更改，用户可以通过改变输出比例的方式来改变输出大小。对于本设备，可以通过调用 ZTDAQ_DaSetWaveAmp 和 ZTDAQ_DaFifoSetAdjValue 两个函数来完成，

ZTDAQ_DaSetWaveAmp 通过参数 waveAmp 和 daAmp 的比值来生效，比如 waveAmp 设置为 5，daAmp 设置为 10，则表示将设置值的 5/10 输出到 DA 上，也就是设备将会从缓冲区中取出值除以 2 后传递给 DA 输出。

ZTDAQ_DaFifoSetAdjValue 设置 DA **直流偏移**，以及是否使能校准，在使能校准的情况下，设备将会以**直流偏移**为中心进行缩小。比如单极性时**直流偏移**设置为 5V，daAmp 设置为 10，waveAmp 设置为 10，则缓冲区中的值对应 0V 的时候 DA 将会输出 0V，对应 10V 的时候将会输出 10V；如果 daAmp 设置为 10，waveAmp 设置为 5，则缓冲区中的值对应 0V 的时候 DA 将会输出 2.5V，对应 10V 的时候将会输出 7.5V；禁止校准时，设备将缓冲区中的原码值直接缩小 waveAmp/daAmp。

附录：

包装清单

- (1) 采集卡一块
- (2) 合格证、保修卡一张
- (3) 40 芯 30 公分扁平电缆转 37 芯 D 型公头一条

保修政策

本产品自售出之日起一年内，凡用户遵守贮存、运输及使用要求，而产品质量低于技术指标的，凭保修卡免费维修。因违反操作规定和要求而造成损坏的，需交纳维修费。

更新记录

时间	更改内容
2024-9-10	初次发布
2024-9-12	软件目录树增加界面程序描述，完善安装说明章节设置
2024-9-21	增加 DA 波形输出原理说明
2024-12-19	改变目录树相关说明