

USB3202数据采集卡

产品使用手册

北京阿尔泰科技发展有限公司

V6.02.04

■ 关于本手册

本手册为阿尔泰科技推出的 USB3202 数据采集卡的用户手册，其中包括快速上手、功能概述、设备特性、AI 模拟量输入、CTR 计数器、DIO 数字量输入输出、产品保修、修改历史等。

文档版本：V6.02.04

目 录

■ 关于本手册.....	1
■ 1 快速上手.....	5
1.1 产品包装内容.....	5
1.2 安装指导.....	5
1.2.1 注意事项.....	5
1.2.2 应用软件.....	5
1.2.3 软件安装指导.....	5
1.2.4 硬件安装指导.....	5
1.3 设备接口定义.....	6
1.4 板卡使用参数.....	6
■ 2 功能概述.....	7
2.1 产品简介.....	7
2.2 性能描述.....	7
2.3 规格参数.....	7
2.3.1 产品概述.....	7
2.3.2 AI 模拟量输入.....	8
2.3.3 CTR 计数器.....	8
2.3.4 DIO 数字量输入输出.....	9
2.3.5 板卡功耗.....	9
2.3.6 其他规格参数.....	10
■ 3 设备特性.....	11
3.1 板卡外形图.....	11
3.2 尺寸图及主要元件功能说明.....	11
3.3 接口定义.....	12
■ 4 AI 模拟量输入.....	13
4.1 AI 功能框图.....	13
4.2 AI 自动校准 (CAL)	13
4.3 AI 数据格式及码值换算.....	14
4.4 AI 信号连接.....	15
4.4.1 浮接信号源.....	16

4.4.1.1	差分模式 (DIFF)	16
4.4.1.2	无参考地单端模式 (NRSE)	18
4.4.1.3	参考地单端模式 (RSE)	18
4.4.2	接地信号源	19
4.4.2.1	差分模式 (DIFF)	19
4.4.2.2	无参考地单端模式 (NRSE)	20
4.5	AI 数据采集注意事项	21
4.5.1	使用低阻抗信号源	21
4.5.2	使用高质量电缆	21
4.5.3	降低相邻通道间的电压差	21
4.5.4	在相邻信号通道间插入地信号	21
4.5.5	选择合适的采样速率	21
4.6	AI 数据存储顺序	21
4.6.1	单通道	21
4.6.2	多通道	21
4.7	AI 内时钟与外时钟	22
4.7.1	时钟输入输出的连接	22
4.7.2	内时钟功能	23
4.7.3	外时钟功能	23
4.8	AI 采样	23
4.8.1	按需单点采样	23
4.8.2	有限点采样	24
4.8.3	连续采样	25
4.9	AI 触发	26
4.9.1	AI 触发功能框图	26
4.9.2	AI 软件强制触发	26
4.9.3	ATR 触发	27
4.9.3.1	ATR 触发连接方法	27
4.9.3.2	ATR 触发功能	27
4.9.4	DTR 触发	28
4.9.4.1	DTR 触发连接方法	28
4.9.4.2	DTR 触发功能	28
4.10	AI 触发模式	28
4.10.1	后触发	29
4.10.2	硬件延时触发	29
4.11	多卡同步的实现方法	29

■ 5 CTR 计数器.....	31
5.1 计数器功能框图.....	31
5.2 计数器连接方法.....	31
5.3 计数器功能.....	31
■ 6 数字量输入输出.....	32
6.1 DI/DO 数字量输入输出功能框图.....	32
6.2 DI 数字量输入的连接方式.....	32
6.3 DO 数字量输出的连接方式.....	32
■ 7 产品保修.....	33
7.1 保修.....	33
7.2 技术支持与服务.....	33
7.3 返修注意事项.....	33
■ 8 修改历史.....	34
■ 附录 A：各种标识、概念的命名约定.....	35

1 快速上手

本章主要介绍初次使用 USB3202 需要了解和掌握的知识，以及需要的相关准备工作，可以帮助用户熟悉 USB3202 使用流程，快速上手。

1.1 产品包装内容

打开 USB3202 板卡包装后，用户将会发现如下物品：

- USB3202 板卡一个。
- 阿尔泰科技软件光盘一张，该光盘包括如下内容：
 - 1)、本公司所有产品驱动程序，用户可在文件夹\USB\USB3202\Driver\中找到产品硬件驱动程序。
 - 2)、在文件夹 \USB\USB3202\App\找到软件安装包。
 - 3)、用户手册（pdf 格式电子版文档）。

1.2 安装指导

1.2.1 注意事项

- 1)、先用手触摸机箱的金属部分来移除身体所附的静电，也可使用接地腕带。
- 2)、取卡时只能握住卡的边缘或金属托架，不要触碰电子元件，防止芯片受到静电的危害。
- 3)、检查板卡上是否有明显的外部损伤如元件松动或损坏等。如果有明显损坏，请立即与销售人员联系，切勿将损坏的板卡安装至系统。

1.2.2 应用软件

用户在使用 USB3202 时，可以根据实际需要安装相关的应用开发环境，例如 Microsoft Visual Studio、NI LabVIEW 等。

1.2.3 软件安装指导

在不同操作系统下安装 USB3202 的方法一致，在本公司提供的光盘“USB\USB3202\App”中含有安装程序 Setup.exe，用户双击此安装程序按界面提示即可完成安装。

1.2.4 硬件安装指导

通过 USB 电缆连接板卡与系统，开机后系统会自动弹出硬件安装向导，用户可选择系统自动安装或手动安装。

- 1)、系统自动安装按提示即可完成。
- 2)、手动安装过程如下：
 - ① 选择“从列表或指定位置安装”，单击“下一步”。
 - ② 选择“不要搜索。我要自己选择要安装的驱动程序”，单击“下一步”。
 - ③ 选择“从磁盘安装”，单击“浏览”选择 INF 文件。

注：INF 文件默认存储安装路径为 C:\ART\USB3202\Driver\INF\Win2K&XP&Vista 或 WIN32&WIN64；或安装光盘的 x:\ART\USB3202\Driver\INF\Win2K&XP&Vista 或 WIN32&WIN64。

- ④ 选择完 INF 文件后，单击“确定”、“下一步”、“完成”，即可完成手动安装。

1.3 设备接口定义

USB3202 相关接口信息可以参见本手册《[接口定义](#)》章节。

1.4 板卡使用参数

- ◆ 工作温度范围：0℃ ~ 50℃
- ◆ 工作相对湿度范围：10% ~ +90%RH（无结露）
- ◆ 存储相对湿度：5% ~ +95% RH（无结露）
- ◆ 存储温度范围：-20℃ ~ +70℃

2 功能概述

本章主要介绍 USB3202 的系统组成及基本特性，为用户整体了解 USB3202 的相关特性提供参考。

2.1 产品简介

USB3202 是一款数据采集卡。该板卡提供 8 路单端、4 路差分模拟量输入，16 位 ADC；4 路可编程 I/O；1 路计数器。

USB3202 的主要应用场合为：电子产品质量检测、信号采集、过程控制、伺服控制。

2.2 性能描述

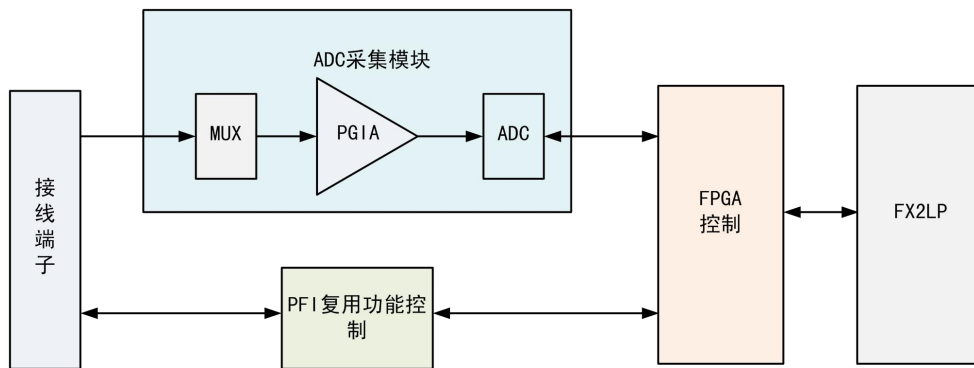


图 2-2-1 USB3202 系统框图

USB3202 系统框图主要由 ADC 模块、PFI 复用功能控制模块、FPGA 控制模块、USB 设备控制器等组成。

ADC 模块可实现对 8 路单端信号或 4 对差分信号的采集。输入前端采用模拟开关进行输入通道的切换，核心采用一片 16 位 ADC 转换芯片，转换速率最高为 250KHz，输入量程为 $\pm 10V$ 、 $\pm 5V$ 、 $0\sim 10V$ 、 $0\sim 5V$ 。

PFI 复用功能控制模块提供 4 路可配置数字量输入输出。

2.3 规格参数

2.3.1 产品概述

产品型号	USB3202
产品系列	数据采集卡
总线类型	USB2.0 High Speed
操作系统	XP、Win7
板卡尺寸	149mm(长) * 96mm(宽)
安装方式	可配导轨（选配）、平面安装

2.3.2 AI 模拟量输入

ADC 分辨率	16 位(Bit)	
输入通道	8 通道 (RSE、NRSE); 4 通道 (DIFF)	
输入量程	±10V、±5V、0~10V、0~5V	
采样率(SampleRate)	单通道: 最大采样频率为 250 KSps	
	多通道: 各通道最大采样频率=250 KSps / 设置的采样通道总数	
校准方式	软件自动校准	
通道扫描模式	异步循环扫描	
采样模式	按需单点采样、有限点采样、连续采样	
程控增益 (Gain)	1、2、4、8 倍	
存储器深度	4K 点 FIFO	
最高工作电压	±12V	
保护电压	±25V	
耦合方式	直流耦合	
触发源	软件强制触发、通道模拟量触发、外部数字量触发	
触发源输入范围	ATR 输入范围	同 AI 量程
	DTR 输入范围	标准 TTL 电平
输入阻抗	10MΩ	
外时钟输入范围	0 ~ 250KHz	

2.3.3 CTR 计数器

通道数	1 路加法计数器
计数器位数	32 位
计数器方向	递增
计数器源	PFI 0/CTRSRC
最大输入频率	5MHz
最小电平脉宽	100nS
电气标准	TTL 电平

2.3.4 DIO 数字量输入输出

通道数	4 路		
电气标准	TTL 兼容		
配置方式	可编程 I/O, 上电默认输入		
默认上电状态	低电平		
输入逻辑电平	高电平	最大电压	5V
		最小电压	3V
	低电平	最大电压	0.8V
		最小电压	0V
Source 电流输出 逻辑电平	高电平	最大电压	5.0V @1mA
		最小电压	4.4V @20mA
	低电平	最大电压	0V
		最小电压	0V
Sink 电流输出 逻辑电平	高电平	最大电压	5.0V
		最小电压	5.0V
	低电平	最大电压	0.5V @25mA
		最小电压	0V @1mA
最大输入范围	0V~5V		
输入速率	10MHz		
输入阻抗	1M Ω		
输出速率	10MHz		
单通道驱动能力	-20mA @Source 电流 25mA @Sink 电流		
过压保护	-5V~+10V		



设备未上电时, 请勿连接超过 3.3V 的外部电压至 DIO 通道, 以及正常工作时勿长时间超出工作范围, 以免损害设备的长期可靠性。

2.3.5 板卡功耗

供电电压	典型值 (mA)	最大值 (mA)
USB 总线 5V	200	250



总线供电型 USB 集线器一般给 USB 端口提供 100mA 的电流, 由于该板卡功耗大于 1W, 故不可使用 USB 总线供电型的集线器。

2.3.6 其他规格参数

板载时钟振荡器	40MHz
USB 规范	USB2.0 High Speed
USB 总线速率	480Mb/S

3 设备特性

本章主要介绍 USB3202 相关的设备特性，主要包括板卡外形图、主要元件功能说明、接口定义，为用户在使用 USB3202 过程中提供相关参考。

3.1 板卡外形图



图 3-1-1 USB3202 外形图

3.2 尺寸图及主要元件功能说明

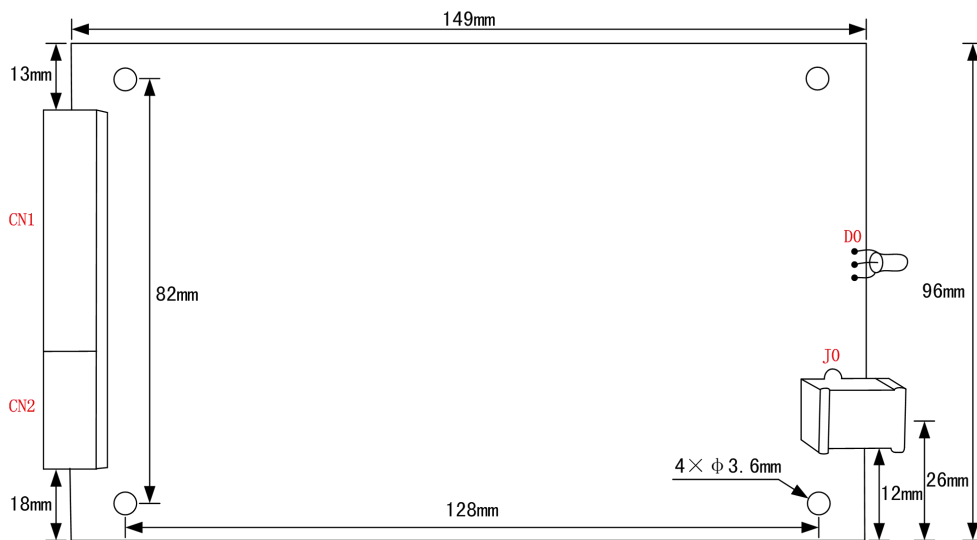


图 3-2-1 板卡尺寸图

CN1: AI 模拟量信号输入连接器

CN2: 多路复用选择连接器

J0: USB 接口

D0: 指示灯

- 绿色亮表示设备已准备好等待操作
- 绿色闪烁表示设备正在被操作，有数据传输
- 红色亮表示设备未准备好或故障

3.3 接口定义

AISE	⊗
AI0	⊗
AI1	⊗
AGND	⊗
AI2	⊗
AI3	⊗
AI4	⊗
AGND	⊗
AI5	⊗
AI6	⊗
AI7	⊗
AGND	⊗

图3-3-1 CN1的管脚定义

表 3-3-1: CN1 的管脚功能概述

信号名称	管脚特性	管脚功能概述
AI0~AI7	Input	AI模拟量输入、模拟触发信号输入 差分输入时：AI0~AI3作为AI+ 接入， AI4~AI7作为AI- 接入。
AGND	GND	模拟信号地
AISE	Input	NRSE模式，所有模拟输入信号参考接线端

⊗	DGND
⊗	PF10
⊗	PF11
⊗	PF12
⊗	PF13
⊗	DGND

图 3-3-2 CN2 的管脚定义

表 3-3-2: CN2 的管脚功能概述

信号名称	管脚特性	管脚功能概述
PF10/CTRSRC	Input/Output	开关量输入输出、计数器时钟源输入
PF11/DTR	Input/Output	开关量输入输出、数字触发信号输入
PF12/CLKIN	Input/Output	开关量输入输出、板外时钟输入
PF13/CLKOUT	Input/Output	开关量输入输出、板内时钟输出
DGND	GND	数字信号地

4 AI 模拟量输入

本章主要介绍 USB3202 AI 模拟量输入的相关性质, 主要包括 AI 模拟量输入功能框图、AI 校准、信号连接、AI 采集、AI 触发等, 为用户在使用 USB3202 过程中提供相关参考。

4.1 AI 功能框图

USB3202 的模拟输入部分主要由 AI 相关接口、输入选择、程控放大、低通滤波、模数转换、AI 缓存、模拟触发等组成。

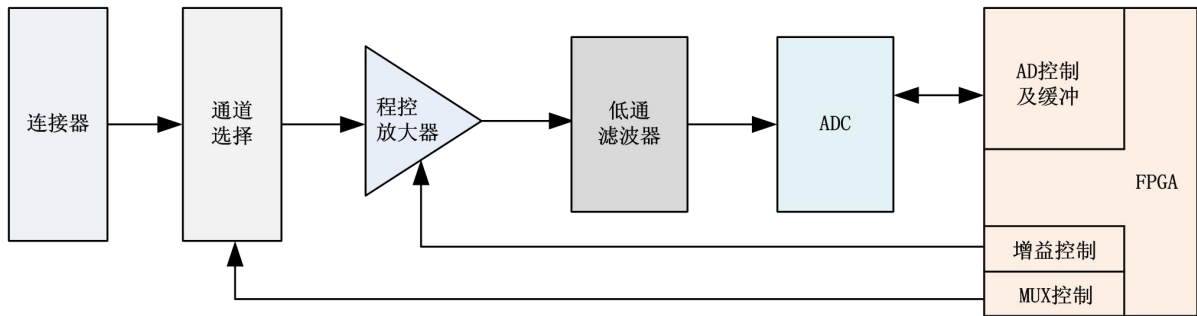


图 4-1-1 AI 功能框图

I/O 连接器: 输入端口, 实现相关模拟输入信号的接入。

通道选择: 模拟输入通道通过通道选择模块实现对外部模拟信号的接地方式。

程控放大: 模拟输入信号需经程控放大模块进行放大或衰减, 以确保模数转换的最高精度。

低通滤波: 可有效降低高频噪声并减少频率混叠。

模数转换: 将输入的模拟电压信号转换为数字信号, USB3202 使用 16 位的 ADC, 可实现单通道最高 250KHz 的采样率。

AI 缓存: FIFO 数据缓存器, 确保模拟输入信号在采集过程中没有数据丢失。USB3202 可存储 4K 采样点。

模拟触发: USB3202 支持软件强制触发、ATR 触发、DTR 触发。

4.2 AI 自动校准 (CAL)

USB3202 模拟量输入校准方式为 AI 软件自动校准。AI 软件自动校准能在不使用任何外部信号、参考电压或测量设备的情况下, 通过 AI 校准软件就能测量并校准偏移误差和增益误差。

产品出厂时已经校准, 校准常量被保存在固定的存储区域。

由于误差会随着时间和温度变化, 建议用户需要在需要时重新校准。



在 AD 校准开始前, 请至少将采集卡预热 15 分钟, 且自动校准时, 采集卡不要连接任何外部信号, 即直接将连接到板卡接口的信号线拔下即可。

4.3 AI 数据格式及码值换算

USB3202 的输入量程有 ±10V、±5V、0~10V、0~5V 以适应不同大小的模拟输入信号。



用户若将超出最大模拟输入电压范围的信号连接至板卡会造成数据采集失真甚至设备损坏，由此造成的损坏本公司不承担任何责任。

表 4-3-1: AI 模拟量输入的数据格式

输入电压值	AD原始码(二进制)	AD原始码(十六进制)	求补后的码(十进制)
正满度	1111 1111 1111 1111	FFFF	65535
正满度-1LSB	1111 1111 1111 1110	FFFE	65534
中间值+1LSB	1000 0000 0000 0001	8001	32769
中间值(零点)	1000 0000 0000 0000	8000	32768
中间值-1LSB	0111 1111 1111 1111	7FFF	32767
负满度+1LSB	0000 0000 0000 0001	0001	1
负满度	0000 0000 0000 0000	0000	0

注：当输入量程为 ±10V、±5V 时，即为双极性输入，当输入量程为 0~10V、0~5V 时，即为单极性输入，下面以标准 C（即 ANSI C）语法公式说明如何将原码数据换算成电压值(单位 V)：

±10V 量程: $Volt = (20.0/65536) * (nBinArray[0] \& 0xFFFF) - 10.0;$

±5V 量程: $Volt = (10.0/65536) * (nBinArray[0] \& 0xFFFF) - 5.0;$

0~10V 量程: $Volt = (10.0/65536) * (nBinArray[0] \& 0xFFFF);$

0~5V 量程: $Volt = (5.0/65536) * (nBinArray[0] \& 0xFFFF);$



- ① 当用户选择程控增益时，电压值会增大相应的倍数，若用户需要原输入信号的真实电压值，只需将上述计算的 Volt 结果除以设置的增益倍数即可。
- ② 在被采信号为一个小信号时，使用程控增益可以获得更高的分辨率。
- ③ 在实际工作中，为了简化操作，建议使用电压值读取函数。

AI_ReadAnalog(): 读取指定通道组采样数据(电压数据序列)

4.4 AI 信号连接

信号源分为：浮接信号源、接地信号源

信号的接线方式分为：差分(DIFF)、无参考地单端(NRSE)、参考地单端(RSE)。

表 4-4-1：模拟量输入信号连接概述

模拟信号 接地连接方式	浮接信号源	接地信号源
	<p>含义：浮接信号源是指没有与建筑物的接地系统连接，但是有一个隔离参考点的信号源。</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ 变压器、热电偶； ◆ 电池设备； ◆ 拥有隔离输出的仪器或者设备 	<p>含义：接地信号源是指与地系统连接的信号源，即它本身内部地和建筑物的接地系统是连接的。</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ 接入建筑供电系统的仪器和设备的非隔离输出
差分模式 (DIFF)		
无参考地 单端模式 (NRSE)		
参考地 单端模式 (RSE)		<p>不推荐使用</p>

4.4.1 浮接信号源

浮接信号源是指没有与建筑物的接地系统连接，但是有一个隔离参考点的信号源。拥有隔离输出的仪器或者设备就是一个浮接信号源。常见的浮接信号源有变压器、热电偶、电池供电设备、隔离放大器的输出、光耦隔离器等。



用户在测量浮接信号源时，请务必将信号源的负端连接至 AI GND（直接或经过偏置电阻连接），否则，信号源可能会浮动到采集卡的最大工作电压范围之外，甚至损坏测试设备。

4.4.1.1 差分模式（DIFF）

(1) 适用场合

当输入通道满足以下任何条件时，推荐使用差分模式连接：

- 输入信号电平较低（ $<1V$ ）
- 连接信号与设备间的导线长度 $>3m$
- 输入信号需要一个隔离（单独）的地参考点或返回信号
- 信号导线通过的环境较嘈杂
- 模拟输入通道（AI+、AI-）都是有效信号

差分连接方式可有效降低噪声干扰和增强共模噪声抑制。

(2) 连接方式

直接连接

对于内阻小于 100Ω 的直流耦合浮接信号源，推荐使用直接连接方式。即将信号源的正端直接连接至 AI+，将信号源的负端直接连接至 AI-和 AI_GND，如图 4-4-1 所示。

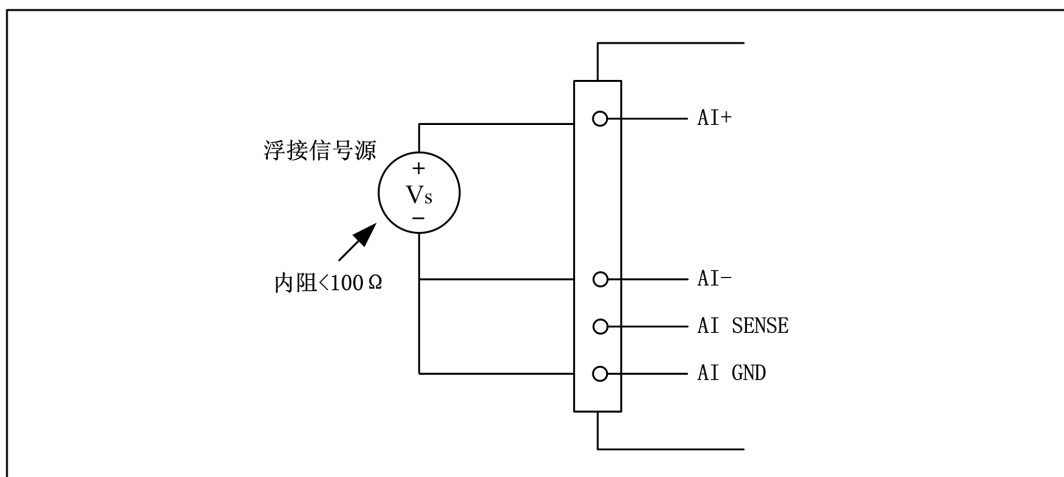


图 4-4-1 浮接信号源差分（DIFF）连接 -- 直接连接

单个偏置电阻连接

对于内阻较大的浮接信号源，推荐使用单个电阻连接方式。即将信号源的正端直接连接至 AI+，将信号源的负端直接连接至 AI-，且需将信号源的负端通过偏置电阻 R 连接至 AI_GND，其中电阻 R 为信号源内阻的 100 倍，如图 4-4-2 所示。

当浮接信号源的内阻较大时，会使大部分静电噪声耦合到正极（由于负极和地连接），造成信号的严重失衡。在这种情况下，使用单个电阻连接方式，偏置电阻会使信号路径接近平衡，两端耦合等量的噪声，这样可更好地抑制静电耦合噪声。

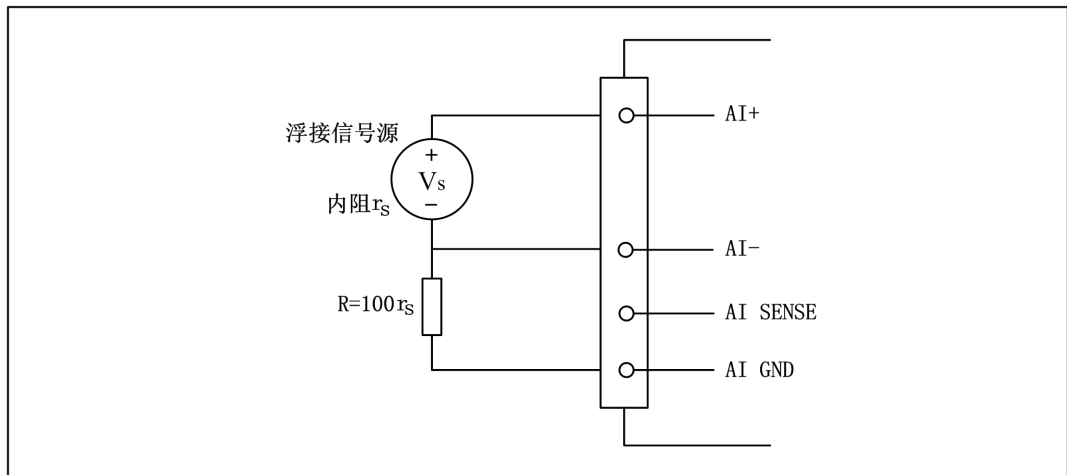


图 4-4-2 浮接信号源差分 (DIFF)连接 -- 单个偏置电阻连接

平衡偏置电阻连接

对于内阻较大的浮接信号源，也可以通过平衡偏置电阻的连接方式平衡信号路径。即在信号源正端与 AI_GND 间增加同样阻值大小的偏置电阻 R，如图 4-4-3 所示。

在这种情况下，使用平衡偏置电阻连接相比单个偏置电阻连接可提供略好的噪声抑制，但会降低信号源的带载能力并引入增益误差。例如，源阻抗是 2K 欧姆，这两个电阻分别是 100K 欧姆，因此负载电阻为 200K 欧姆并产生-1%的增益差。

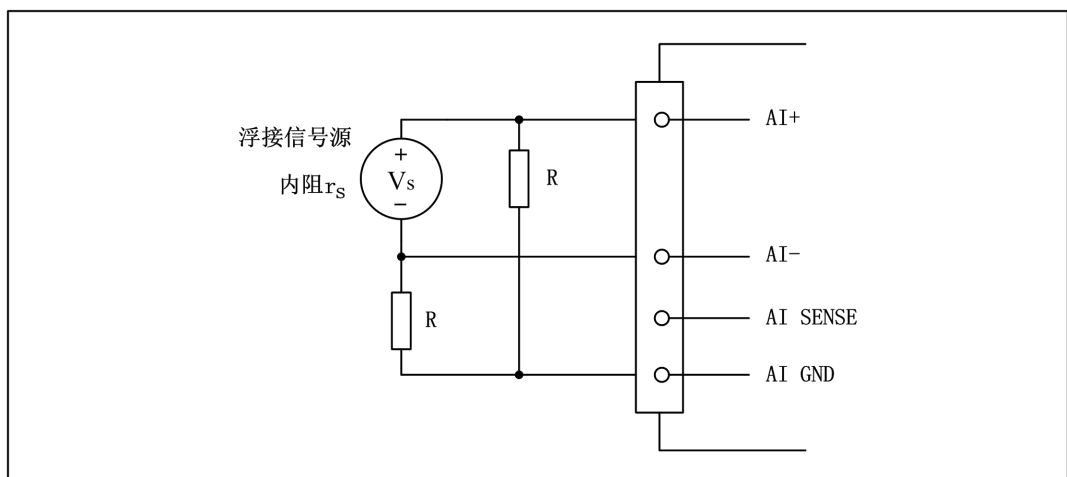


图 4-4-3 浮接信号源差分 (DIFF)连接 -- 平衡偏置电阻连接

交流耦合信号源连接

对于交流耦合（电容耦合）的浮接信号源，若信号源内阻较小，可以选择一个阻值范围在 $100\text{k}\Omega \sim 1\text{M}\Omega$ 的偏置电阻，并将电阻两端分别连接至信号源正端及 AI_GND，同时将信号源负端连接至 AI_GND。选择阻值范围在 $100\text{k}\Omega \sim 1\text{M}\Omega$ 的偏置电阻，即不会影响到带载能力，也不能因为输入偏置电流而产生明显的输入偏置电压。如果信号源的输出阻抗较大，可以选用上述平衡偏置电阻连接的方式，如图 4-4-4 所示，此种连接方式同样会降低信号源的带载能力并引入增益误差。

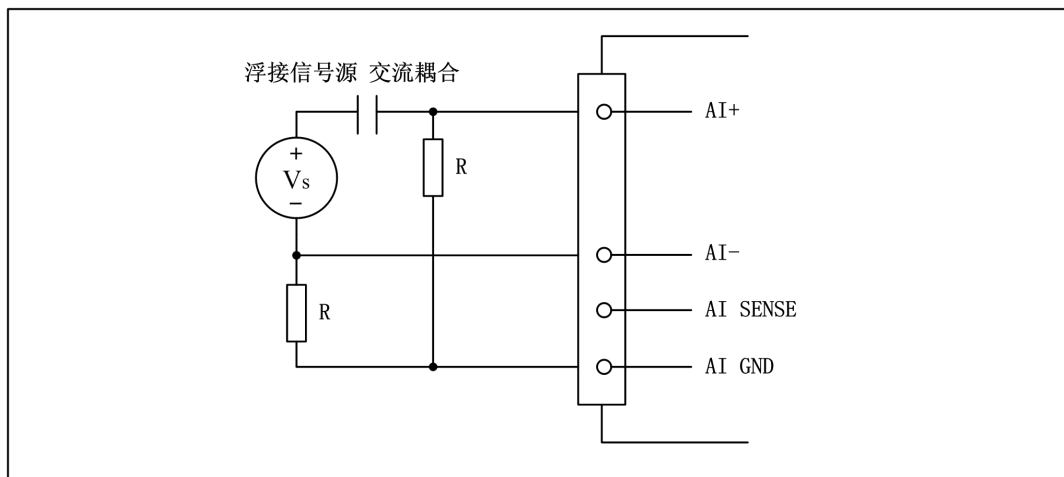


图 4-4-4 浮接信号源差分 (DIFF) 连接 -- 交流耦合信号源平衡偏置电阻连接

4.4.1.2 无参考地单端模式 (NRSE)

(1) 适用场合

当输入通道满足以下任何条件时，推荐使用无参考地单端模式连接：

- 输入信号电平较高 ($>1\text{V}$)
- 连接信号与设备间的导线长度 $<3\text{m}$
- 输入信号与其它信号共用一个参考点

该连接方式相比差分模式会在待测信号中引入更多电磁噪声。

(2) 连接方式

浮接信号源无参考地单端模式连接方式与浮接信号源差分模式相似，只需用 AI_SENSE 替代原图中的 AI-即可，其中关于偏置电阻 R 的取值与浮接信号源差分模式相同。

4.4.1.3 参考地单端模式 (RSE)

(1) 适用场合

当输入通道满足以下任何条件时，推荐使用参考地单端模式连接：

- 输入信号能够共享一个公共参考点，AI_GND，其他信号用 RSE
- 输入信号电平较高 ($>1\text{V}$)
- 连接信号与设备间的导线长度 $<3\text{m}$

对于任何输入信号不符合上述条件的，差分输入连接具有更高的信号完整性。

(2) 连接方式

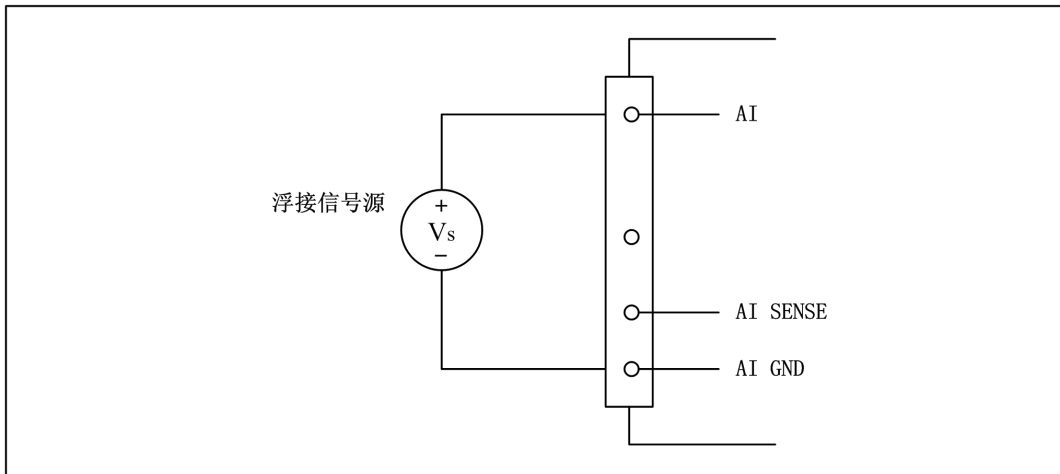


图 4-4-5 浮接信号源的参考地单端 (RSE) 连接

4.4.2 接地信号源

接地信号源是指与地系统连接的信号源，即它本身内部地和建筑物的接地系统是连接的。

假定测量设备与信号源接入到同一个供电系统的条件下，信号源已经连接到与设备相关的公共接地点。则接入建筑供电系统的仪器和设备的非隔离输出都属于接地信号源。

连接到同一个建筑供电系统的两个仪器，地之间的电势差通常在 1 到 100mV 之间。如果配电路连接不合理，这个差值会更大，在数据采集系统中此差值就表现为测量误差。遵循接地信号源的连接说明可消除被测信号的地电势差。



用户在测量接地信号源时，不推荐使用参考地单端模式连接相关待测信号，可以选用差分或无参考地单端的连接模式。



模拟输入信号需控制在正常量程范围内，否则会对设备造成损坏。由此造成的损坏本公司不承担任何责任。

4.4.2.1 差分模式 (DIFF)

(1) 适用场合

当通道满足以下任何条件时，推荐使用差分模式 (DIFF) 连接：

- 输入信号电平较低 (<1V)
- 连接信号与设备间的导线长度 > 3m
- 信号导线通过的环境较嘈杂
- 有两路有效的模拟输入通道 (AI+、AI-)

该连接方式可有效降低噪声干扰并增强共模噪声抑制。

(2) 连接方式

连接方式如下图 4-4-6 所示，图中 V_{cm} 为共模噪声和信号源地与设备地间的接地环路电势差，差分连接方式可有效抑制存在的共模噪声及接地电势差。

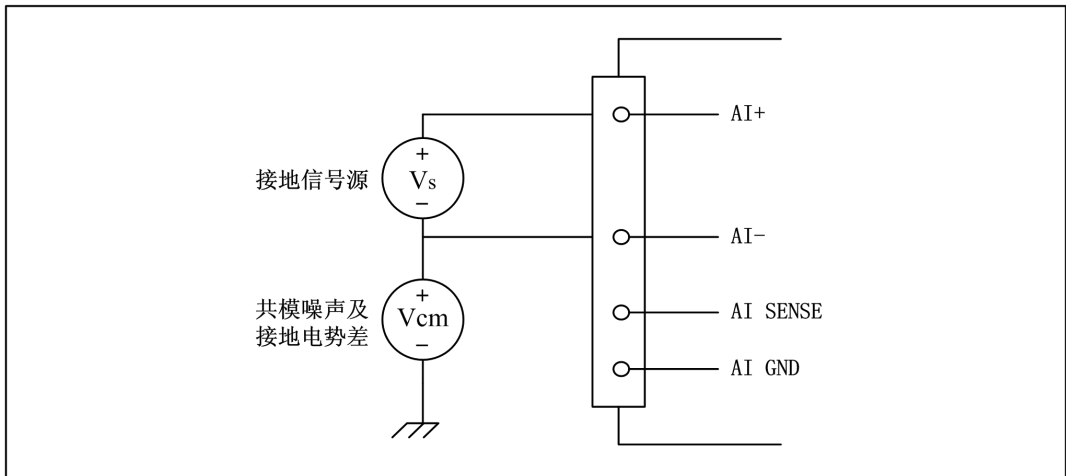


图 4-4-6 接地信号源的差分 (DIFF) 连接

4.4.2.2 无参考地单端模式 (NRSE)

(1) 适用场合

当通道满足以下任何条件时，推荐使用无参考地单端模式连接：

- 输入信号电平较高 ($>1V$)
- 连接信号与设备间的导线长度 $<3m$
- 输入信号与其它信号共用一个参考点

无参考地单端模式相比差分模式会在待测信号中引入更多电磁噪声。

(2) 连接方式

对于接地信号源单端信号的测量，必须采用无参考地单端模式 (NRSE) 连接，以避免接地环路电势差叠加至待测信号，引入测量误差。如图 4-4-7 所示，图中 V_{cm} 为共模噪声及信号源地与设备地间的接地环路电势差。

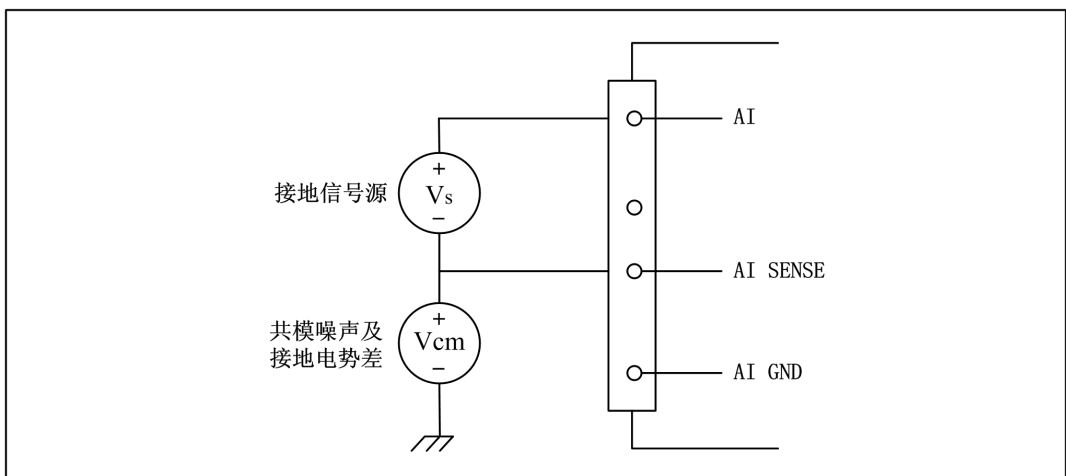


图 4-4-7 接地信号源的无参考地单端 (NRSE) 连接

4.5 AI 数据采集注意事项

USB3202 可以高速扫描模拟输入通道，实现高精度采集。但使用过程中会有一些因素增加系统的建立时间，降低系统测量的准确性。建立时间是指输入信号经 ADC 采样之前，程控放大器将输入信号放大至合适的量程范围内所需要的时间。

用户需注意以下几点，以确保高精度采集的实现。

4.5.1 使用低阻抗信号源

使用低阻抗信号源，可以缩短程控放大器建立时间，提高系统精确度，建议用户使用阻抗小于 $1\text{K}\Omega$ 的信号源。如果用户的信号源为高阻抗信号源，可通过降低采样率或使用一个外部电压跟随来缩短系统的建立时间，使精确度得以提高。

4.5.2 使用高质量电缆

使用高质量电缆可以最大限度地提高精确度，减小串扰、传输线效应和噪声等几个方面的影响。建议用户使用具有良好屏蔽效果的电缆。

4.5.3 降低相邻通道间的电压差

一般情况下，当程控放大器从一个小的输入范围切换到较大的输入范围，并不需要多余的建立时间。但当程控放大器从一个大的输入范围切换到较小的输入范围，建立时间被延长，精确度降低。为此用户应避免这种效果，精心选择接入的信号使相邻通道间的电压范围变小。

4.5.4 在相邻信号通道间插入地信号

在相邻通道间插入地信号，也可缩短建立时间。因为输入信号接地，程控放大器会更快的调整新的输入范围。

4.5.5 选择合适的采样速率

在低速采集系统中，程控放大器可通过降低噪声来增加精度。在高速采集系统中，更多采样点平均分配，采样结果会更加精确。用户需根据实际需求选择合适的采样速率。

4.6 AI 数据存储顺序

USB3202 提供通道循环扫描的数据采集方式。

4.6.1 单通道

当采样通道总数量（nSampChanCount）等于 1 时，通道组内只有一个通道配置信息，即为单通道采集。

4.6.2 多通道

当采样通道总数量大于 1 时，通道组内有多个通道配置信息，则为多通道采集。

举例说明，假设 AI 的以下硬件参数取值如下：

采样通道数=3

采样通道依次选择 AI2、AI0、AI1

表 4-6-1: 数据采集顺序

缓冲区数据序号	物理通道	通道数据序号
0	2	0
1	0	0
2	1	0
3	2	1
4	0	1
5	1	1
...
3n	2	n+1
3n + 1	0	n+1
3n + 2	1	n+1

则采样的 AI 数据在缓冲区中的排放顺序为：2、0、1、2、0、1……其他情况依此类推。

说明：通道数据序号是指每个通道采集的数据的序号。

4.7 AI 内时钟与外时钟

4.7.1 时钟输入输出的连接

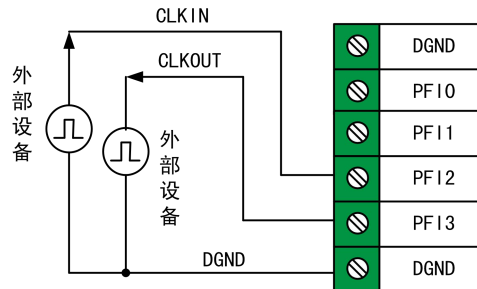


图 4-7-1 时钟输入输出的连接

4.7.2 内时钟功能

内时钟功能是根据用户指定的分频数将板载时钟振荡器经板载逻辑控制电路分频后产生的时钟信号去定时触发 AI 进行转换。由软件中的 `AIParam.fSampleRate` 参数设定。

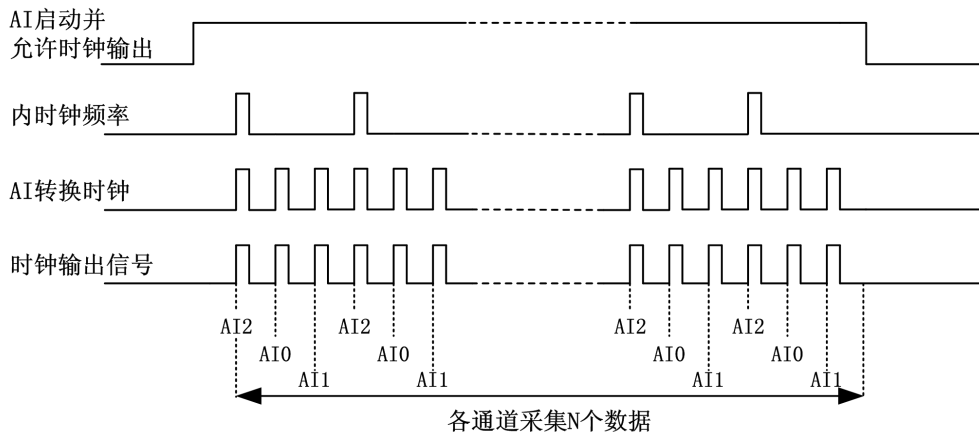


图 4-7-2 内时钟时序图

4.7.3 外时钟功能

外时钟功能是指使用板外时钟信号来定时触发 AI 进行转换。

该时钟信号通过板外时钟输入管脚 `CLKIN` 接入。板外时钟信号可以是另外一块板卡的时钟输出，也可以是其他设备如时钟频率发生器等。

当软件参数 `AIParam.nClockSource=USB3202_AI_CLKSRC_CLKIN` 实现外时钟输入。

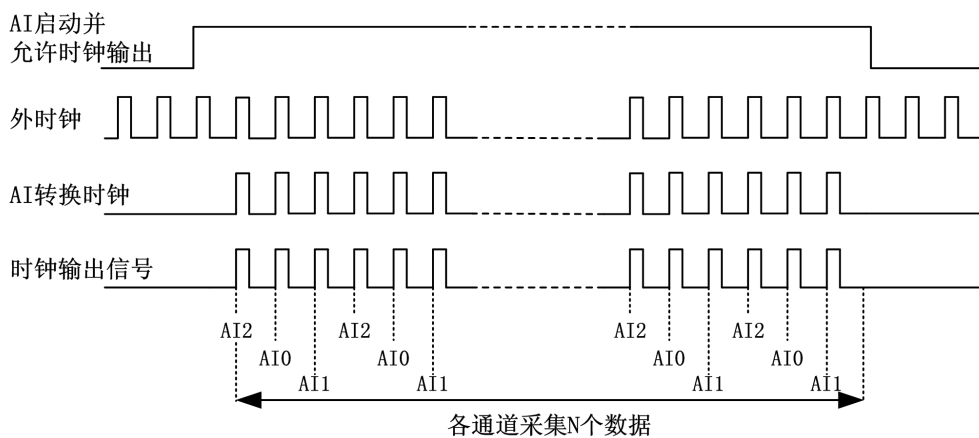


图 4-7-3 外时钟时序图

4.8 AI 采样

该采集卡的 AI 采样模式有按需单点采样、有限点采样、连续采样。

4.8.1 按需单点采样

按需单点采样可简单、方便的实现各通道单个点的采样，如图 4-8-1 所示。

按需单点采样功能是指用户根据需求，随时可以获取各个通道一个采样点的功能。该功能主要针对简单采样或采样实时性要求较高、数据量很少且采样时间不确定的应用中。采集实时性比较高，可方便的用于 PID，PLC 等实时的快速伺服闭环控制系统等场合。用户在每发出单点的读命令后，设备快速的完成一次采集，各通道采集一个点，之后通过 USB 总线将采集的 AI 数据迅速的传给 PC 机。

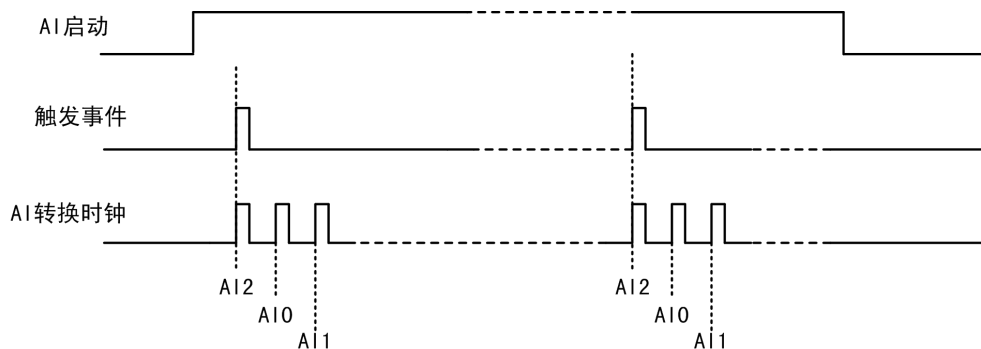


图4-8-1 按需单点采集

在按需单点采样模式下，AI 启动并被触发后，以 AI 内时钟频率作为采样时钟，按照预设的通道 AI2、AI0、AI1 顺序扫描采集，每通道各采集一个点，数据采集完成后将其传输到 PC 机完成一次单点采样。

- ① 在按需单点采样下，AI 转换频率受控于 AI 最大采样频率及用户的单点读命令等。
- ② 在按需单点采样下，时钟输出 CLKOUT 无效。

4.8.2 有限点采样

有限点采样功能是指 AI 在采样过程中每相邻两个采样点的时间相等，采集过程中不停顿，每通道各采样预设点数的采样方式，如图 4-8-2 和图 4-8-3 所示。

有限点采样用在已知采样总点数或采样总时间的采样任务中，尤其是用在带有触发的采样任务中。例如：需要在触发信号开始之后采集 2 秒钟长度的数据，使用有限点采样方式可以很方便的实现此需求。使用时，需要指定每通道的采样长度，或将需要采集的时间根据采样速率转换为每通道的采样长度。

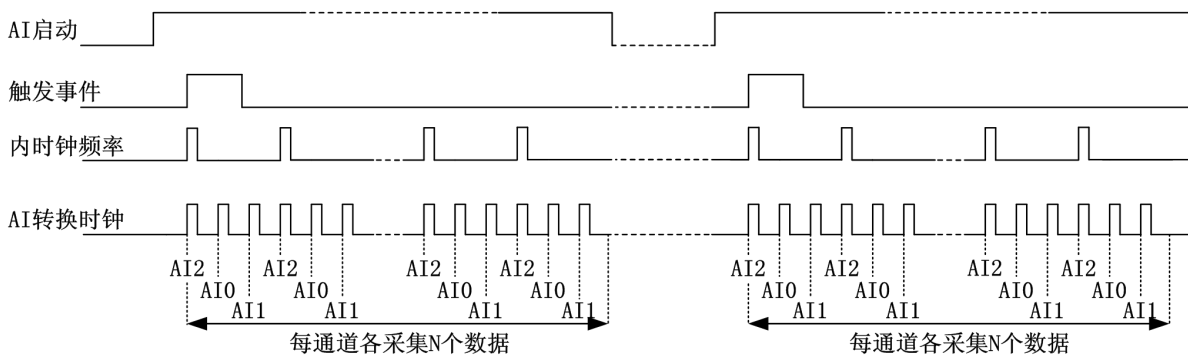


图 4-8-2 内时钟有限点采样

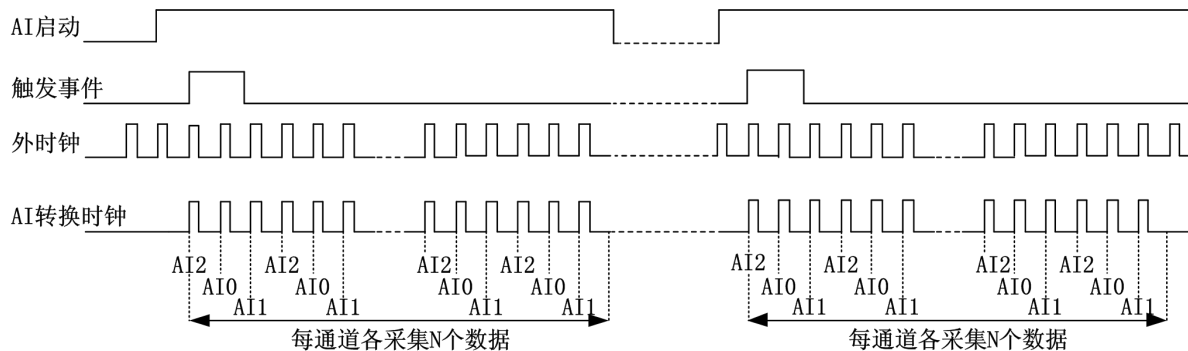


图4-8-3 外时钟有限点采样

在有限点采样模式下，AI 启动后等待触发事件，被触发后，以预设的内时钟（图 4-8-2）或外时钟（图 4-8-3）作为 AI 采样时钟，按照预设的通道 AI2、AI0、AI1 顺序扫描采集，每通道各采集 N 个数据完成后，数据通过 USB 总线传输到 PC 机，至此完成一次有限点采集。若再次启动 AI 采集，等待触发事件，重复上述动作直至停止采集。



- ① 在内时钟有限点采样模式下，AI 转换频率为设置的内时钟频率。
- ② 在外时钟有限点采样模式下，AI 转换频率为外时钟频率，其频率不能大于 AI 的最大采样频率。

4.8.3 连续采样

连续采样功能是指 AI 在采样过程中每相邻两个采样点的时间相等，采集过程中不停顿，连续不间断的采集数据，直到采样任务停止。如图 4-8-4 和图 4-8-5 所示。

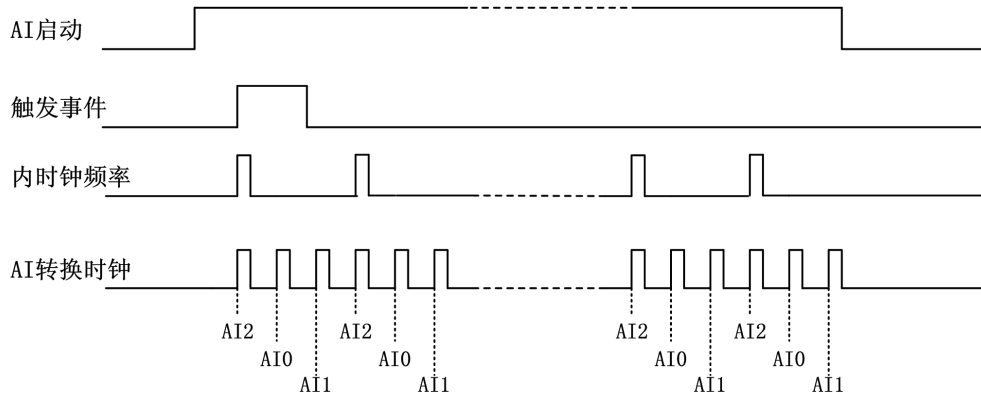


图4-8-4 内时钟连续采样

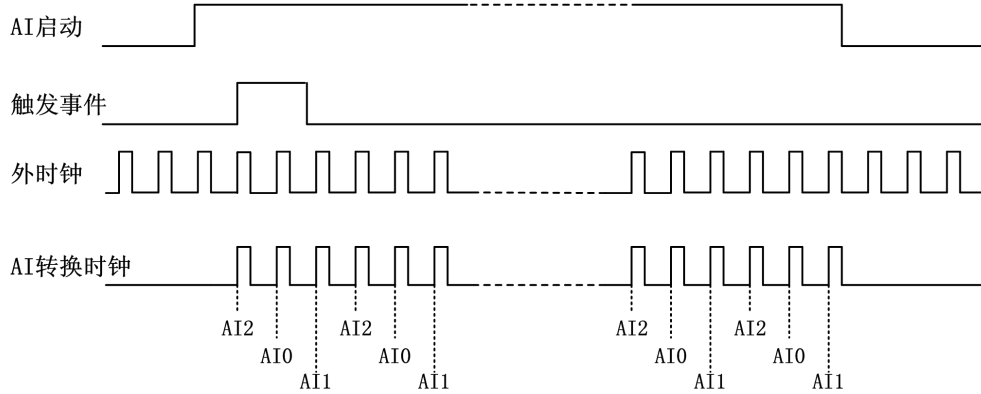


图4-8-5 外时钟连续采样

在连续采样模式下，AI 启动并被触发后，以预设的内时钟（图 4-8-4）或外时钟（图 4-8-5）作为 AI 采样时钟，按照预设的通道 AI2、AI0、AI1 顺序扫描采集，采集完成后，继续扫描采集 AI2、AI0、AI1，以此循环直到用户停止 AI 采集。



- ① 在内时钟连续采样模式下，AI 转换频率为设置的内时钟频率。
- ② 在外时钟连续采样模式下，AI 转换频率为外时钟频率，其频率不能大于 AI 的最大采样频率。

4.9 AI 触发

4.9.1 AI 触发功能框图

USB3202 支持软件强制触发、ATR 模拟触发、DTR 数字触发。各种触发方式可通过软件选择。

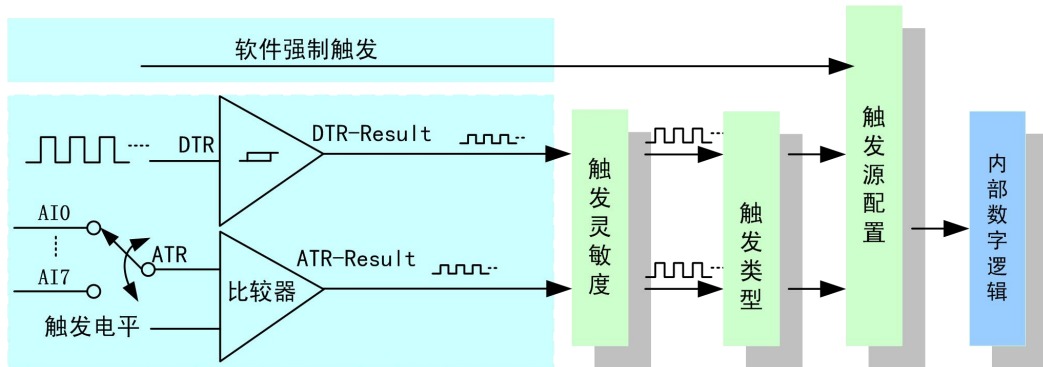


图 4-9-1 AI 触发功能框图



当用户使能通道模拟 ATR 触发、外部数字 DTR 触发、软件强制触发时，各触发信号满足触发条件即可生效，各触发为或的关系。

理想中的 ATR 和 DTR 信号是没有抖动的。但实际中的 ATR 和 DTR 信号会有很大的抖动，使用触发灵敏度可以很好的抑制抖动。如下图 4-9-2 所示：

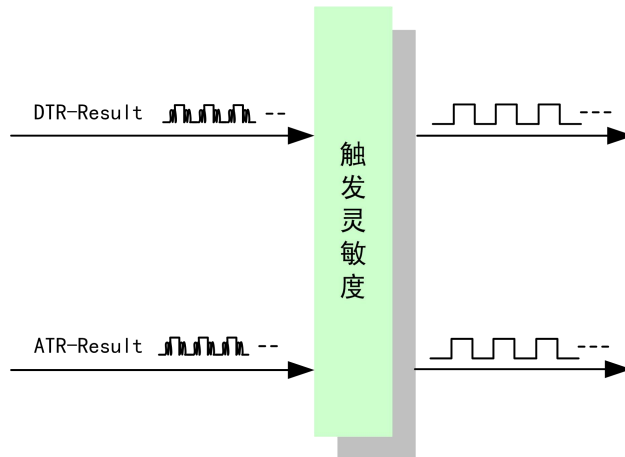


图 4-9-2 触发灵敏度

4.9.2 AI 软件强制触发

在 AI 软件强制触发采集下，点击“开始采集”按钮，AI 并不立刻采集数据，而是要等待软件强制触发信号到来后才开始采集数据，如图 4-9-3 所示。

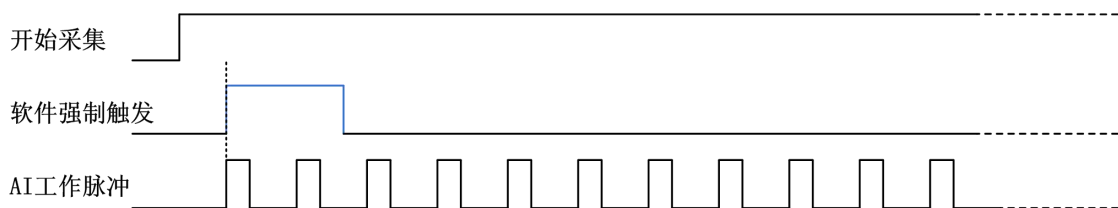


图 4-9-3 AI 软件强制触发

4.9.3 ATR 触发

4.9.3.1 ATR 触发连接方法

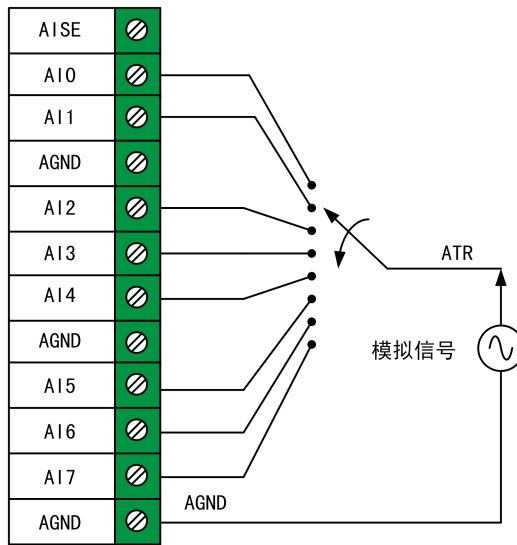


图4-9-4 ATR触发连接方法



ATR 通道的选择，ATR 通道需为采样通道内开启的通道。

4.9.3.2 ATR 触发功能

ATR 触发是将一定范围内变化的模拟信号作为触发源。该触发源信号通过模拟外触发输入管脚 (AI0~AI7) 接入，与预设触发电平信号 (fTriggerLevel) 进入比较器进行高速比较。比较器输出高低电平来触发 AI 采集，如图 4-9-5 所示。

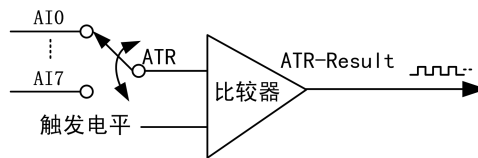


图4-9-5 比较器

ATR 触发是根据触发源信号相对于触发电平的变化特征来触发 AI 采集的。即利用模拟比较器输出结果的边沿信号作为触发条件。

ATR 触发方向分为：下降沿触发、上升沿触发、变化触发。

以 ATR 触发的下降沿触发为例来说明，具体过程如图 4-9-6 所示。ATR 触发的上升沿触发、变化触发不再陈述。

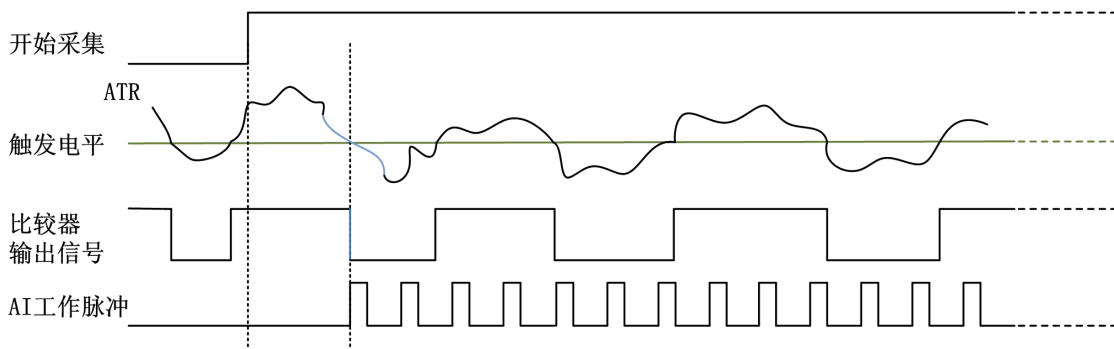


图4-9-6 ATR下降沿触发

当触发方向选择下降沿触发时，点击“开始采集”按钮，AI 并不立刻采集数据，当 ATR 触发源信号从大于触发电平变化至小于触发电平时，AI 立刻开始采集数据，直到用户点击“停止采集”按钮时停止。ATR 的后续状态变化不影响 AI 采集。

4.9.4 DTR 触发

4.9.4.1 DTR 触发连接方法

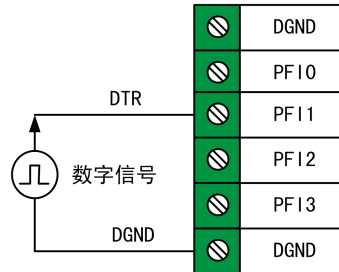


图4-9-7 DTR触发连接方法

4.9.4.2 DTR 触发功能

DTR 触发是根据触发源信号的变化特征来触发 AI 采集的。即利用触发源信号的边沿信号作为触发条件。

DTR 触发方向分为：下降沿触发、上升沿触发、变化触发。

以 DTR 触发的下降沿触发为例来说明，具体过程如图 4-9-8 所示。DTR 触发的上升沿触发、变化触发不再陈述。

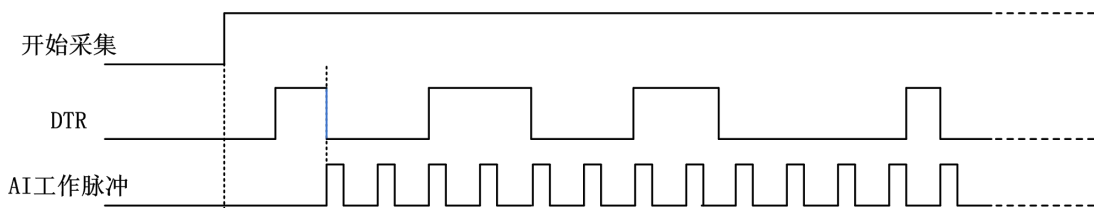


图4-9-8 DTR下降沿触发

当触发方向选择下降沿触发时，点击“开始采集”按钮，AI 并不立刻采集数据，当 DTR 触发源信号从高电平变为低电平时，即 DTR 触发源信号出现下降沿时，AI 立刻开始采集数据，直到用户点击“停止采集”按钮时停止。DTR 的后续状态变化不影响 AI 采集。

4.10 AI 触发模式

USB3202支持后触发和硬件延时触发。当延迟点数AIParam.nDelaySamps为0时，USB3202进行后触发采集，当延迟点数不为0时，USB3202进行硬件延时触发采集，延时时间由延迟点数和采样周期的乘积决定。令延迟点数为M，待读取点数为N，则AI触发模式如图4-10-1所示。

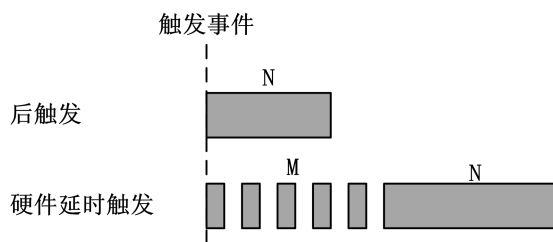


图 4-10-1 AI 触发模式

4.10.1 后触发

当延迟点数为 0 时，USB3202 进行后触发采集，使用后触发可采集触发事件之后的 N 个数据。

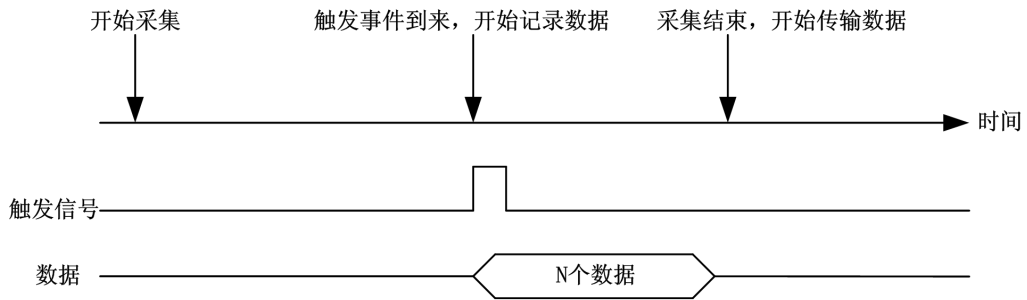


图 4-10-2 后触发

4.10.2 硬件延时触发

当延迟点数不为 0 时，USB3202 进行硬件延时触发采集，使用硬件延时触发可采集触发事件发生后延时 M 个数据之后的 N 个数据。

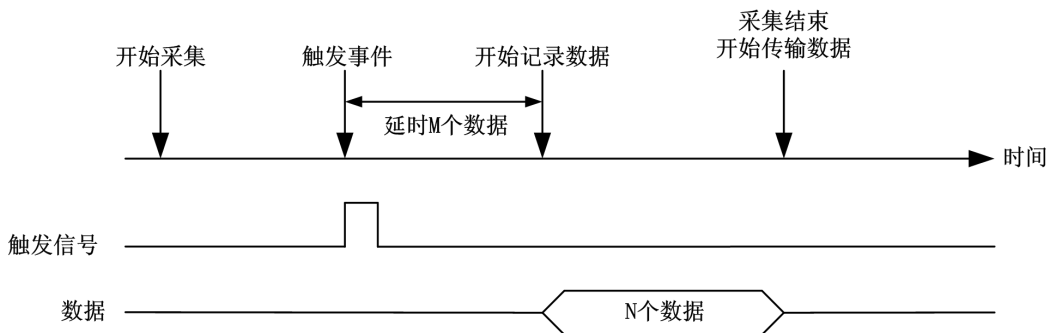


图 4-10-3 硬件延时触发

4.11 多卡同步的实现方法

多卡同步可以有 3 种方案，第一种：采用主从卡级联，第二种：采用共同的外触发，第三种：采用共同的外时钟

采用主从卡级联时，置主卡为内时钟源模式($nClockSource=USB3202_AI_CLKSRC_LOCAL$)，从卡为外时钟源模式($nClockSource=USB3202_AI_CLKSRC_CLKIN$)，连接好被采信号，按图 4-11-1 连接主从卡。先启动所有从卡，由于主卡没有被启动，此时主卡没有输出时钟信号，所以从卡进入等待状态，直到主卡被启动时所有板卡才开始同时动作。这种连接方式实现了多卡同步采集的功能。

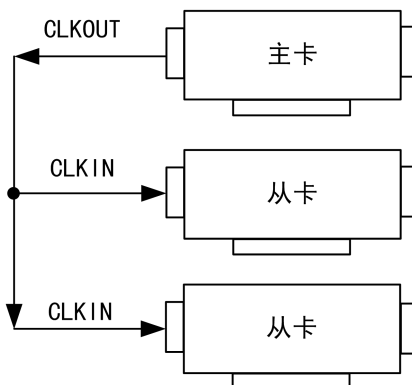


图 4-11-1 主从卡级联同步采集的连接方式

采用共同的外触发时，使能外部数字触发或通道模拟触发，置所有板卡的所有配置参数应保持一致。连接好被采信号，若为外部数字触发，则所有板卡从 DTR 管脚接入同一个触发信号；若为通道模拟触发，则所有板卡从 ATR 管脚接入同一个触发信号，并设置触发电平。启动所有板卡，此时采集卡并不采集，进入等待状态，直到触发信号满足条件时所有板卡才开始同时动作。这种连接方式实现了多卡同步采样的功能。

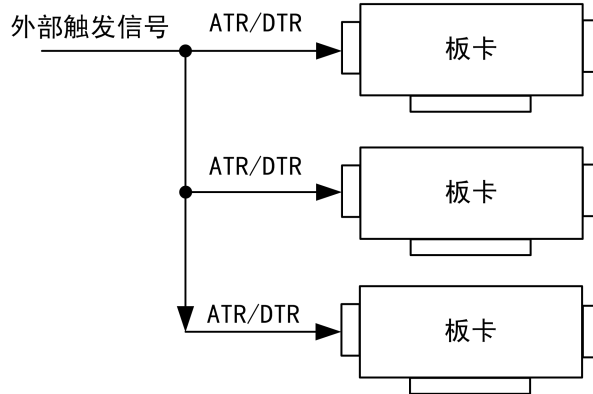


图 4-11-2 外触发同步采集的连接方式

采用共同的外时钟时，置时钟源为外部时钟源(nClockSource=USB3202_AI_CLKSRC_CLKIN)，且所有板卡的所有配置参数应保持一致。连接好被采信号，启动所有板卡，此时采集卡并不采集，进入等待状态，直到外部时钟信号接入时所有板卡才开始同时动作。这种连接方式实现了多卡同步采样的功能。

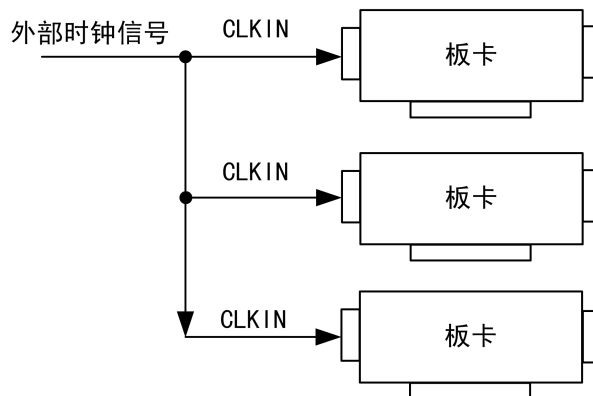


图4-11-3 外时钟同步采集的连接方式

5 CTR 计数器

本章主要介绍 USB3202 计数器的相关性质，主要包括计数器功能框图、信号连接、功能概述等，为用户在使用 USB3202 过程中提供相关参考。

5.1 计数器功能框图

USB3202 的计数器部分主要由计数器使能控制、累加计数控制、FPGA 控制模块、USB 控制器组成。如图 5-1-1 所示：

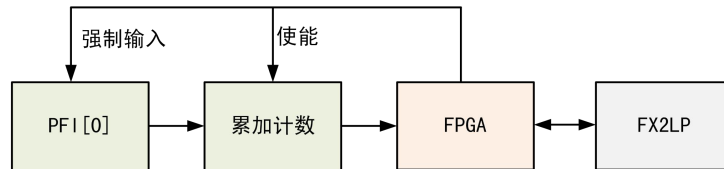


图 5-1-1 计数器功能框图

当使能了计数器功能后，PFI[0]端子无论设置的是输入还是输出，都自动强制为输入，FPGA 根据用户设定的边沿计数功能对 PFI[0]端子上的脉冲信号进行累加计数。用户可以在任意时刻读取计数器的计数值，该计数器提供了初始化清零和溢出清零功能，用户可根据需要再任意时刻将计数器进行清零操作。

5.2 计数器连接方法

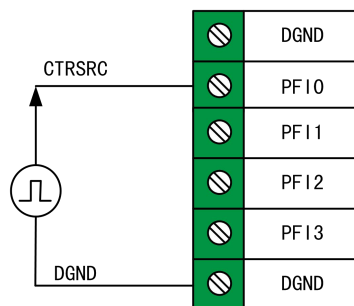


图 5-2-1 计数器连接方法

5.3 计数器功能

计数器使能后会对待测信号脉冲沿进行计数，计数方式有上升沿计数、下降沿计数、变化计数。

上升沿计数：只记录上升沿的个数。

下降沿计数：只记录下降沿的个数。

变化计数：出现上升沿或下降沿时都计数，即只要有脉冲变化就会计数。

6 数字量输入输出

本章主要介绍 USB3202 数字量输入输出的相关性质，主要包括数字量输入输出功能框图、信号连接等，为用户在使用 USB3202 过程中提供相关参考。

6.1 DI/DO 数字量输入输出功能框图

USB3202 的数字量输入输出均为静态 I/O，其中 PF10~PF13 的每个端子都可以作为输入或输出，用户可任意配置。

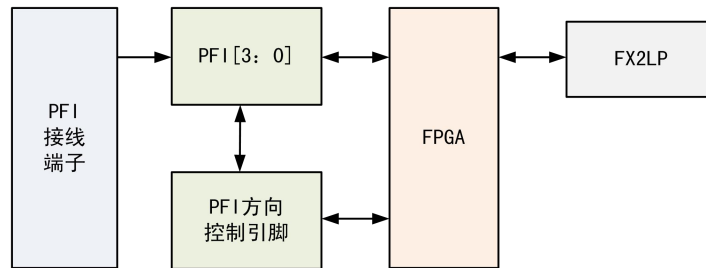


图6-1-1 DIO功能框图

输入输出电路保护：USB3202 的所有数字输入输出接口均具备电路保护功能，以避免设备在过压、静电释放的情况下遭到损坏。

6.2 DI 数字量输入的连接方式

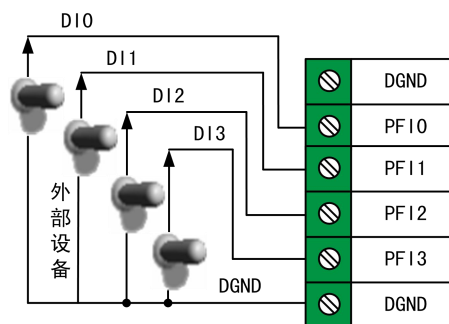


图6-2-1 DI数字量输入的连接



用户若将超出最大数字输入电压范围的信号连接至板卡会造成数据采集失真甚至设备损坏，由此造成的损坏本公司不承担任何责任。

6.3 DO 数字量输出的连接方式

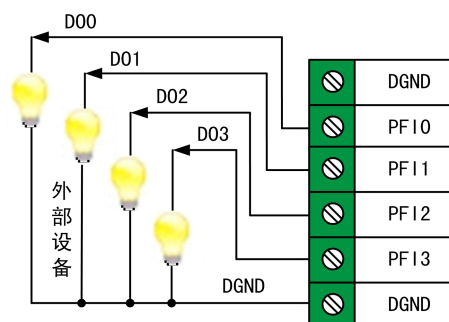


图6-3-1 DO数字量输出的连接

7 产品保修

7.1 保修

产品自出厂之日起，两年内用户凡遵守运输、贮存和使用规则，而质量低于产品标准者公司免费修理。

7.2 技术支持与服务

如果用户认为产品出现故障，请遵循以下步骤：

- 1)、描述问题现象。
- 2)、收集所遇问题的信息。

如：硬件版本号、软件安装包版本号、用户手册版本号、物理连接、软件界面设置、操作系统、电脑屏幕上不正常信息、其他信息等。

硬件版本号：板卡上的版本号，如 D4032020-00。

软件安装包版本号：安装软件时出现的版本号或在“开始”菜单 → 所有程序 → 阿尔泰测控演示系统 → USB3202 中查询。

用户手册版本号：在用户手册中关于本手册中查找，如 V6.00.02

- 3)、打电话给供货商，描述故障问题。
- 4)、如果用户的产品被诊断为发生故障，本公司会尽快解决。

7.3 返修注意事项

在公司售出的产品包装中，用户将会找到该产品和这本说明书，同时还有产品质保卡。产品质保卡请用户务必妥善保存，当该产品出现问题需要维修时，请用户将产品质保卡、用户问题描述单同产品一起寄回本公司。

8 修改历史

修改时间	版本号	修改内容
2015.12.25	V6.00.00	第一版
2016.1.20	V6.00.01	① 更新 3.1 节板卡外形图。 ② 更改 AI 内时钟与外时钟、AI 采样的时序图。
2016.1.28	V6.00.02	修改 2.3.4 节 DIO 规格参数。
2016.10.31	V6.02.03	增加外壳的安装方式
2017.1.3	V6.02.04	修改封面

附录 A：各种标识、概念的命名约定

AI0、AI1……AI_n 表示模拟量输入通道引脚(Analog Input), n 为模拟量输入通道编号(Number).

AO0、AO1……AO_n 表示模拟量输出通道引脚(Analog Output), n 为模拟量输出通道编号(Number).

CTR0、CTR1……CTR_n 表示计数器通道引脚(Analog Output), n 为计数器输入通道编号(Number).

DI0、DI1……DI_n 表示数字量 I/O 输入引脚(Digital Input), n 为数字量输入通道编号(Number).

DO0、DO1……DO_n 表示数字量 I/O 输出引脚(Digital Output), n 为数字量输出通道编号(Number).

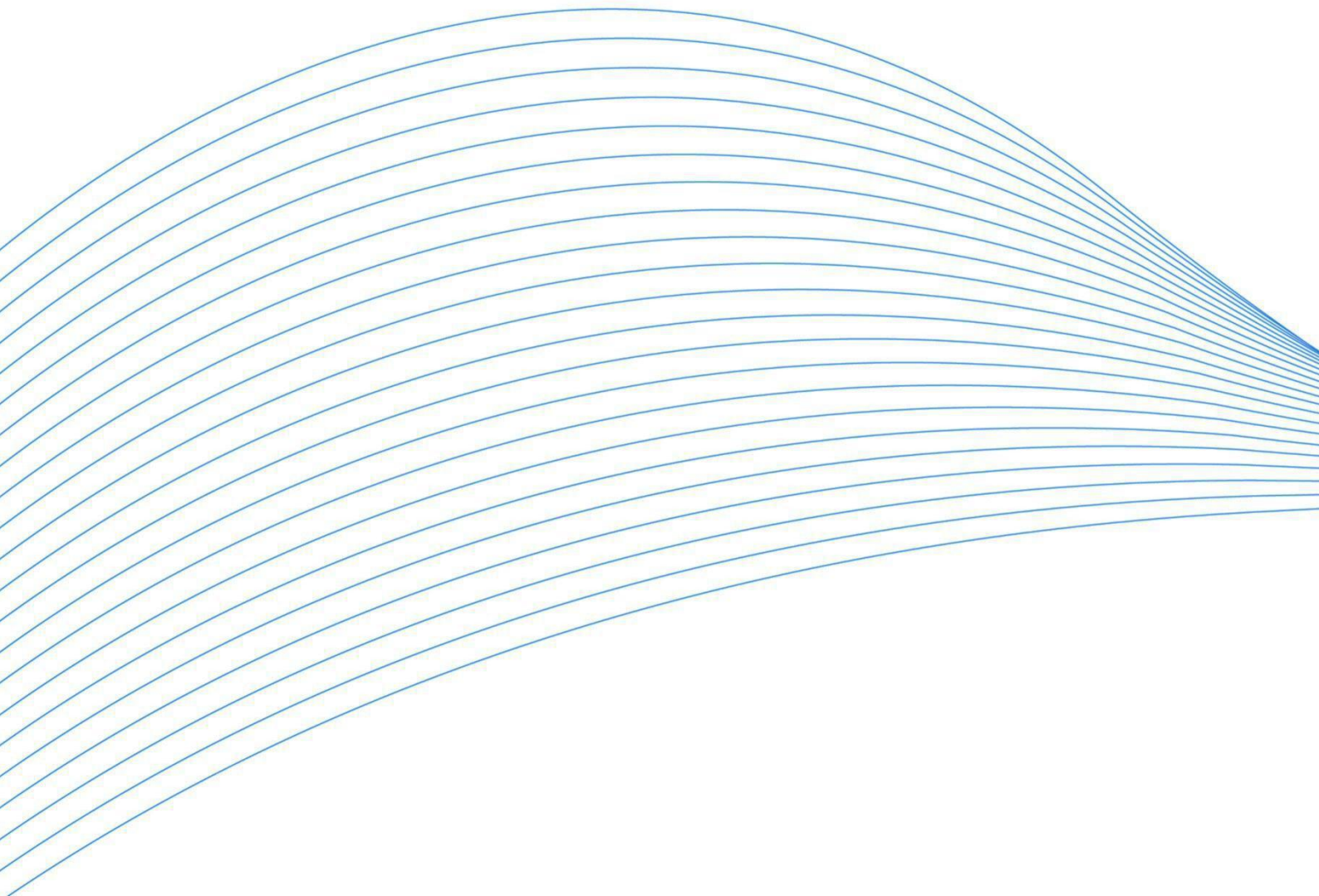
ATR 模拟量触发源信号(Analog Trigger).

DTR 数字量触发源信号(Digital Trigger).

AIPParam 指的是 AI 初始化函数中的 AIPParam 参数，它的实际类型为结构体 USB3202_AI_PARAM.

CN1、CN2……CN_n 表示设备外部引线连接器(Connector)，如 37 芯 D 型头等，n 为连接器序号(Number).

JP1、JP2……JP_n 表示跨接套或跳线器(Jumper), n 为跳线器序号(Number).



北京阿尔泰科技发展有限公司

服务热线：400-860-3335

邮编：100086

传真：010-62901157