

# PXI 8504S 高速数字化仪

## 硬件使用说明书



阿尔泰科技发展有限公司

产品研发部修订

## 目 录

|                       |    |
|-----------------------|----|
| 目 录                   | 1  |
| 第一章 功能概述              | 2  |
| 第一节、产品应用              | 2  |
| 第二节、AD 模拟量输入功能        | 2  |
| 第三节、性能指标              | 3  |
| 第四节、板卡尺寸              | 3  |
| 第五节、产品安装核对表           | 3  |
| 第六节、安装指导              | 3  |
| 一、软件安装指导              | 3  |
| 二、硬件安装指导              | 3  |
| 第二章 元件布局图             | 4  |
| 第一节、主要元件布局图           | 4  |
| 第二节、原理框图              | 4  |
| 第三节、主要元件功能说明          | 5  |
| 第三章 各种信号的连接方式         | 6  |
| 第一节、AD 模拟量输入信号连接方式    | 6  |
| 第二节、外时钟输入信号连接方式       | 6  |
| 第三节、ATR 模拟量外触发信号连接方式  | 6  |
| 第四节、DTR 数字量外触发信号连接方式  | 6  |
| 第五节、多卡同步的实现方法         | 6  |
| 第六节、AD 抽样速率和扫描时基控制    | 8  |
| 第四章 数据格式、排放顺序及换算关系    | 9  |
| 第一节、AD 模拟量输入数据格式及码值换算 | 9  |
| 第二节、AD 多通道采集时的数据排放顺序  | 9  |
| 第五章 各种功能的使用方法         | 10 |
| 第一节、AD 触发功能的使用方法      | 10 |
| 一、触发源                 | 10 |
| 二、触发模式                | 10 |
| 三、AD 内触发功能            | 12 |
| 四、AD 外触发功能            | 13 |
| 五、TRG 触发              | 15 |
| 第二节、AD 时钟功能的使用方法      | 15 |
| 一、AD 内时钟功能            | 15 |
| 第三节、软件自动校准            | 15 |
| 第六章 产品的应用注意事项、校准、保修   | 16 |
| 第一节、注意事项              | 16 |
| 第二节、AD 模拟量输入的校准       | 16 |
| 第三节、保修                | 16 |

## 第一章 功能概述

信息社会的发展,在很大程度上取决于信息与信号处理技术的先进性。数字信号处理技术的出现改变了信息与信号处理技术的整个面貌,而数据采集作为数字信号处理的必不可少的前期工作在整个数字系统中起到关键性、乃至决定性的作用,其应用已经深入到信号处理的各个领域。实时信号处理、数字图像处理等领域对高速度、高精度数据采集卡的需求越来越大。ISA 总线由于其传输速度的限制而逐渐被淘汰。我公司推出的 PXI8504S 数据采集卡综合了国内外众多同类产品的优点,以其使用的便捷、稳定的性能、极高的性价比,获得多家试用客户的一致好评,是一款真正具有可比性的产品,也是您理想的选择。

### 第一节、产品应用

PXI8504S 卡是一种基于 PXI 总线的数据采集卡,可直接插在 IBM-PC/AT 或与之兼容的计算机内的任一 PXI 插槽中,构成实验室、产品质量检测中心等各种领域的数据采集、波形分析和处理系统。也可构成工业生产过程监控系统。它的主要应用场合为:

- 无线通讯
- 雷达/声纳
- 超声
- 图形成像

### 第二节、AD 模拟量输入功能

注:括号中的单词为软件中的 AD 参数

- ◆ 输入量程:  $\pm 5V$ 、 $\pm 1V$
- ◆ 转换精度: 14 位(Bit)
- ◆ 采样频率(Frequency): 最高 40MHz  
注释: 各通道实际采样速率=采样速率(同步采集)
- ◆ 物理通道数: 4 通道同步
- ◆ 模拟量输入方式: 单端模拟输入
- ◆ 数据读取方式: DMA 方式(此方式速度最高)
- ◆ 存储器深度: 512MB 的 DDR2 存储器
- ◆ 每通道存储深度: 128MB
- ◆ 时钟源选择(OutClockSource): PXI 背板 10MHz 时钟源、内部 10MHz 参考源,外部时钟源
- ◆ 触发模式(TriggerMode): 中间触发、后触发、预触发、硬件延时触发
- ◆ 触发源(TriggerSource): 软件触发, ATR 触发、DTR 触发、Trigger 信号触发(用于多卡同步)
- ◆ 触发方向: 下降沿触发、上升沿触发、上下边沿均触发
- ◆ 触发电平(TrigLevelVolt): 由输入量程决定
- ◆ 模拟量触发源(ATR)输入源: 从 AI0~AI3 的任一通道输入
- ◆ 模拟量触发源(ATR)输入范围: 触发电平可按 12 位精度计算,具体请参考《[ATR 模拟触发功能](#)》
- ◆ 触发源 DTR 输入范围: 标准 TTL 电平
- ◆ 外时钟的范围为 1MHz~40MHz,幅值为 5Vpp
- ◆ 持多卡同步
- ◆ 耦合方式: 直流、交流
- ◆ 软件自动校准
- ◆ 模拟输入阻抗: 1M $\Omega$ (另可选 50 $\Omega$ )
- ◆ 工作温度范围: 0℃ ~ +50℃
- ◆ 存储温度范围: -20℃ ~ +70℃

### 第三节、性能指标

- ◆ 外时钟频率范围：1~40MHz
- ◆ 非线性误差： $\pm 2\text{LSB}$ (最大)
- ◆ 系统测量精度：0.02%
- ◆ 系统噪声：1.85 LSB<sub>rms</sub>
- ◆ 谐波失真 (THD)：-77 dB
- ◆ 信噪比 (SNR)：68 dB
- ◆ 无杂散动态范围 (SFDR)：79 dB
- ◆ 有效位 (ENOB)：11 位
- ◆ 带宽的典型值 25MHz，最大值 35MHz

测试条件：在采样频率 40MS/s 下，使用 200KHz 的正弦波输入满度幅值的 95%

### 第四节、板卡尺寸

162mm（长）\* 100mm（宽）

### 第五节、产品安装核对表

打开 PXI8504S 板卡包装后，你将会发现如下物品：

- 1、PXI8504S 板卡一个；
- 2、ART 软件光盘一张，该光盘包括如下内容：
  - a) 本公司所有产品驱动程序，用户可在 PXI 目录下找到 PXI8504S 驱动程序；
  - b) 用户手册（pdf 格式电子文档）。

### 第六节、安装指导

#### 一、软件安装指导

在不同操作系统下安装 PXI8504S 板卡的方法一致，在本公司提供的光盘中含有安装程序 Setup.exe，用户双击此安装程序按界面提示即可完成安装。

#### 二、硬件安装指导

在硬件安装前首先关闭系统电源，待板卡固定后开机，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。

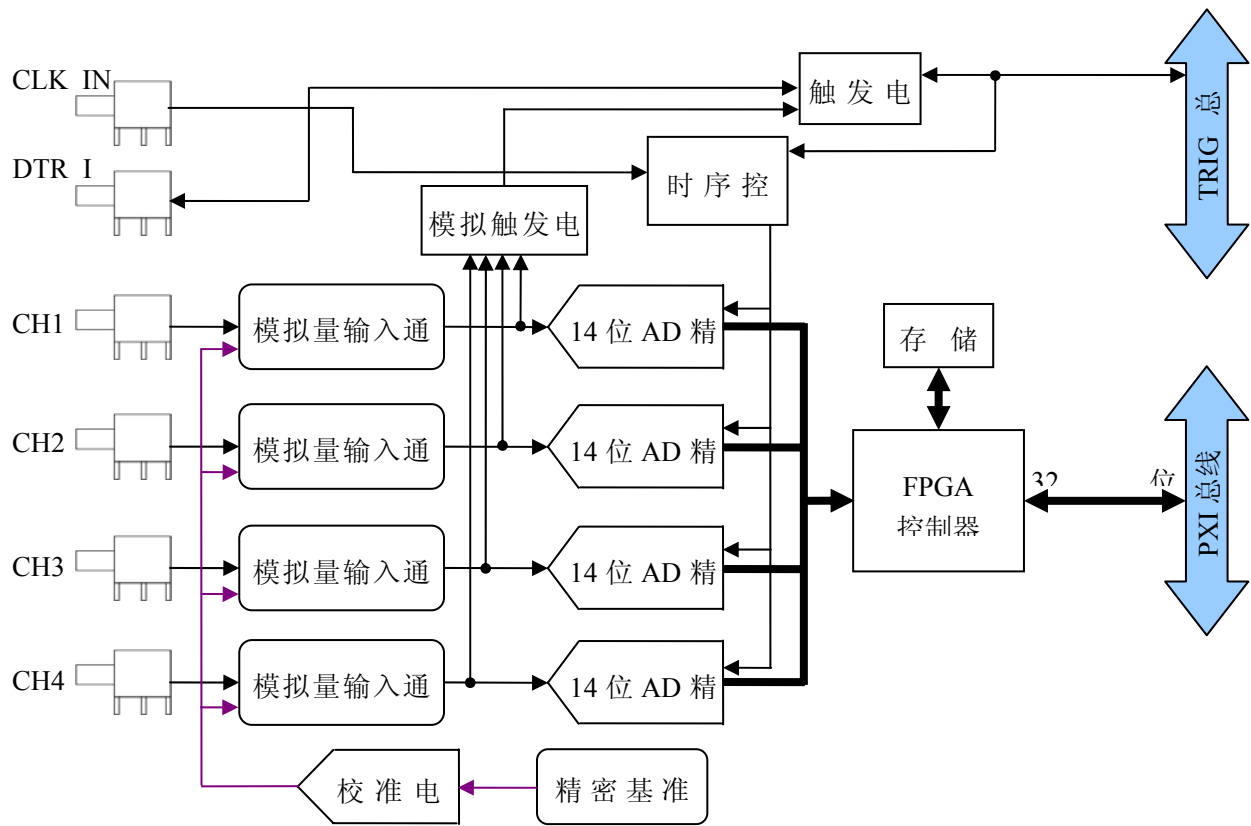
注意：不可带电插拔板卡。

第二章 元件布局图

第一节、主要元件布局图



第二节、原理框图





### 第三节、主要元件功能说明

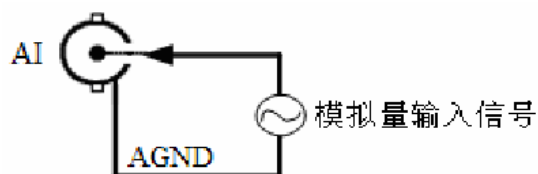
J1 (CH1\_IN): AI0 模拟量信号输入端;  
J2 (CH2\_IN): AI1 模拟量信号输入端;  
J3 (CH3\_IN): AI2 模拟量信号输入端;  
J4 (CH4\_IN): AI3 模拟量信号输入端;  
J5: CLK\_IN 模拟量信号时钟输入端;  
J6: DTR\_IN 数字量触发信号输入端。

注明:

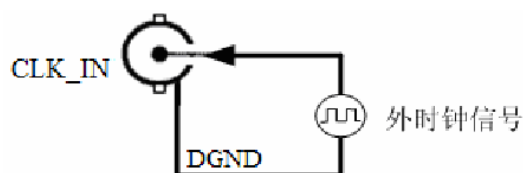
- (一)、关于 AI0~AI3 信号的输入连接方法请参考《[AD 模拟量输入的信号连接方法](#)》章节;
- (二)、ATR 从 AI0~AI3 的任一通道输入;
- (三)、关于 CLK\_IN、ATR 和 DTR 的信号连接方法请参考《[时钟输入输出和触发信号连接方法](#)》章节, 其 ATR、DTR\_IN 触发功能的使用方法请参考《[AD 外触发功能](#)》章节。

## 第三章 各种信号的连接方式

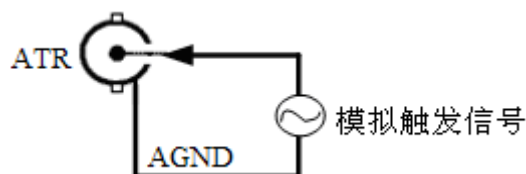
### 第一节、AD 模拟量输入信号连接方式



### 第二节、外时钟输入信号连接方式

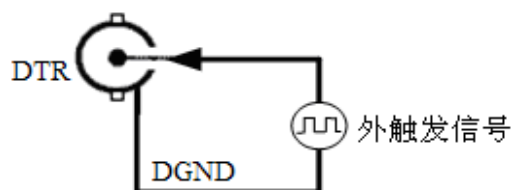


### 第三节、ATR 模拟量外触发信号连接方式



注：ATR 从 AI0~AI3 的任一通道输入。

### 第四节、DTR 数字量外触发信号连接方式

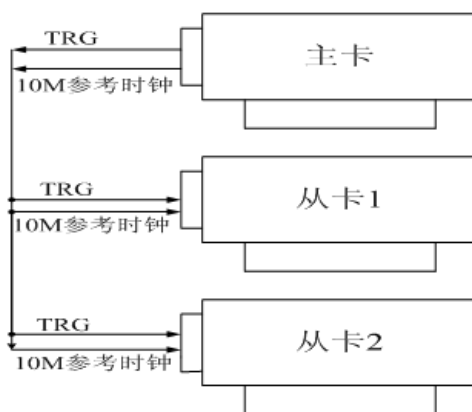


如果使用我公司配备的引线进行引号输入，那么信号源的正端接引线红色端，负向（或地）接引线黑色端。

### 第五节、多卡同步的实现方法

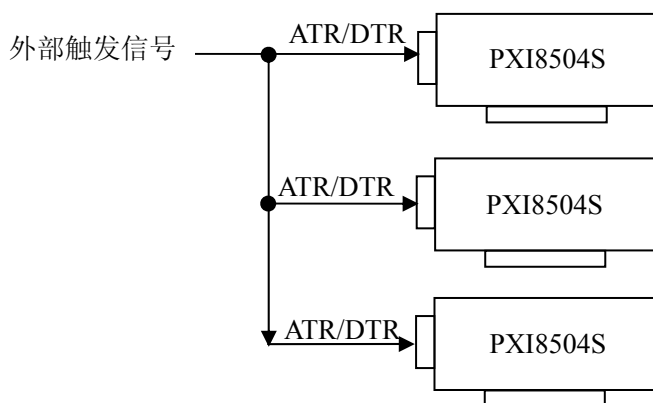
PXI8504S多卡同步可以有三种方案，第一：采用主从卡级联，第二：采用共同的外触发，第三：采用共同的外时钟。

采用主从卡级联的方案时，主卡和从卡都使用同一个Trigger信号连接，主卡和从卡都使用背板时钟模式，主卡一般使用背板10M时钟和软件触发模式，而从卡使用背板10M时钟和TRG触发模式，待主卡、从卡按相应的时钟源模式被初始化完成后，先启动所有从卡，由于主卡还没有被启动没有输出触发信号，所以从卡进入等待状态，直到主卡被启动的同时所有的从卡被启动，即实现了多卡同步启动的功能。



多卡级联的连接方法

采用共同的外触发的方案时，设置所有的参数请保持一致。首先设置每块卡的硬件参数，并且都使用外触发（ATR或者DTR），连接好要采集的信号，通过AI管脚输入ATR（需要设置触发电平），或DTR管脚接入触发信号，然后点击“开始数据采集”按钮，这时采集卡并不采集，等待外部触发信号，当每块采集卡都进入等待外部触发信号的状态下，使用同一个外部触发信号同时启动AD转换，达到同步采集的效果。连接方法如下：

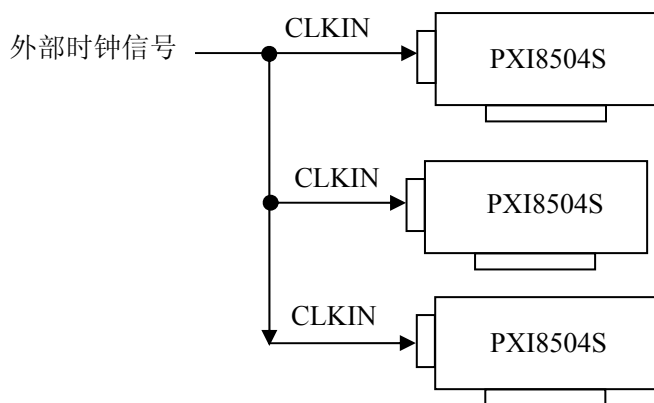


外触发同步采集的连接方法

采用共同的外时钟方案时，板卡上的 10MHz 参考时钟不可用，用户需要自行设置扫描时基。外部设备的时基时钟可以取代板卡的时基时钟。而且外部时钟可以通过发送（接收）公共时钟到（来自）多个模块，来使 PXI8504S 与其他测量模块同步。

用户可以由外部 SMB 连接器 CLK\_IN 提供扫描时基，应该是正弦信号。这个信号是 AC 外加 50Ω 输入阻抗，有效输入电平是 1-2V 电压峰峰值。由于 ADC 的传递途径结构，调整 ADC 要求外部时钟必须是连续的。

首先设置每块卡的硬件参数，并且都使用外时钟，连接好要采集的信号，然后点击“开始数据采集”按钮，这时采集卡并不采集，等待外部时钟信号；当每块采集卡都进入等待外部时钟信号的状态下，接入外部时钟信号同时启动AD转换，达到同步采集的效果。连接方法如下：



外时钟同步采集的连接方法



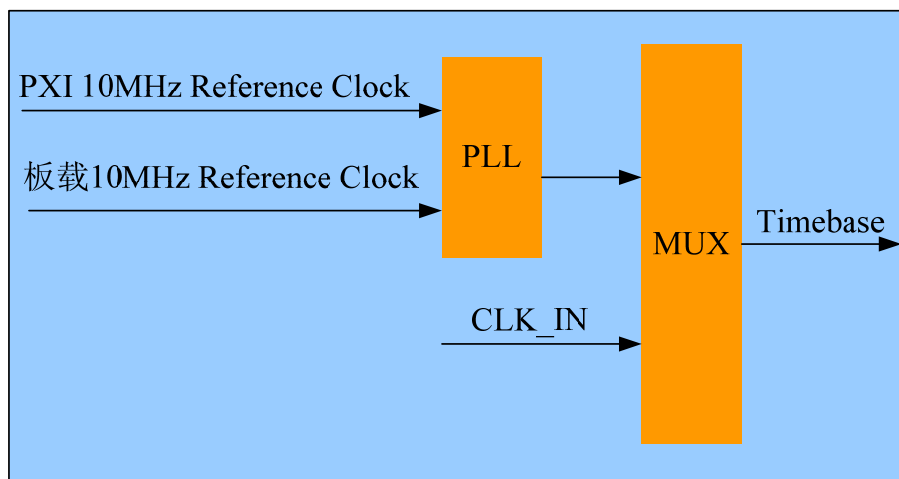
## 第六节、AD 抽样速率和扫描时基控制

PXI8504S 的模拟输入转换支持 3 种扫描时基源:

- 内部 10MHz 参考源
- PXI 背板 10MHz 参考源
- 外部时钟

参考时钟用在 PXI8504S 锁相环电路中,用来使时基时钟与参考时钟同步。PXI8504S 可以接受前端仪表板上 CLK\_IN 的参考时钟,也可以接受背板 10M 时钟。

时基的框图如下:



一旦选择了扫描时基源,用户就可以设置一个 32 位的计数器来分频,得到需要的抽样速率。下面的公式决定了 ADC 的抽样频率:

抽样速率=扫描时基频率/ADC 时钟分压器 (其中 ADC 时钟分压器=1, 2, 3, 4, 5...  $2^{32}-1$  (最大))。

## 第四章 数据格式、排放顺序及换算关系

### 第一节、AD 模拟量输入数据格式及码值换算

如表 4.1 所示：

| 输入       | AD原始码(二进制)        | AD原始码(十六进制) | AD原始的码(十进制) |
|----------|-------------------|-------------|-------------|
| 正满度      | 11 1111 1111 1111 | 3FFF        | 16383       |
| 正满度-1LSB | 11 1111 1111 1110 | 3FFE        | 16382       |
| 中间值+1LSB | 10 0000 0000 0001 | 2001        | 8193        |
| 中间值      | 10 0000 0000 0000 | 2000        | 8192        |
| 中间值-1LSB | 01 1111 1111 1111 | 1FFF        | 8191        |
| 负满度+1LSB | 00 0000 0000 0001 | 0001        | 1           |
| 负满度      | 00 0000 0000 0000 | 0000        | 0           |

4.1 AD 模拟量输入数据格式

注明：当输入量程为±5V、±1V，即为双极性输入（输入信号允许在正负端范围变化）时。按照表格 4.1 所示，假设从设备中读取的 AD 端口数据为 ADBuffer（驱动程序中来自于 ReadDeviceProAD 或者 ReadDeviceDmaAD 的 ADBuffer 参数），电压值为 Volt，那么双极性量程的转换关系公式为：

±5V 量程时： $Volt = (10000.00/16384) * (ADBuffer[0] \& 0xFFF) - 5000.00;$

±1V 量程时： $Volt = (2000.00/16384) * (ADBuffer[0] \& 0xFFF) - 1000.00。$

### 第二节、AD 多通道采集时的数据排放顺序

本设备四个通道总是同时工作，每个 14Bit 采样数据点均由 1 个字（即两个字节）构成，即第一个采样点由第一个字构成，第二个采样点由第二个字构成，其他采样点依此类推。

同步采集：

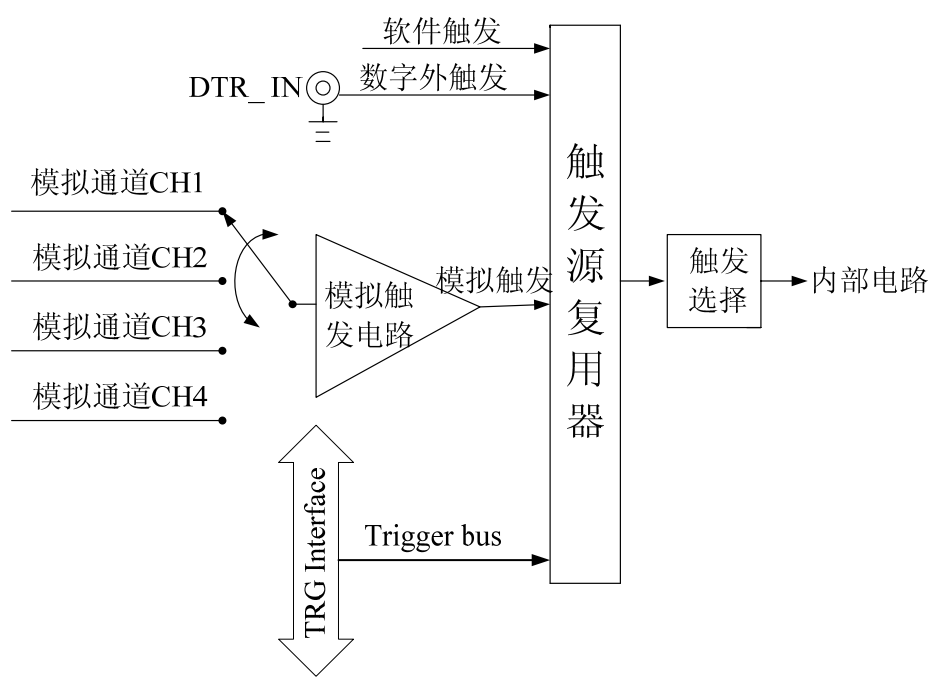
每个通道的采样数据相互独立位于 RAM 的相应段中，在采样时序上也相互独立，每个通道数据之间没有相位差。

第五章 各种功能的使用方法

第一节、AD 触发功能的使用方法

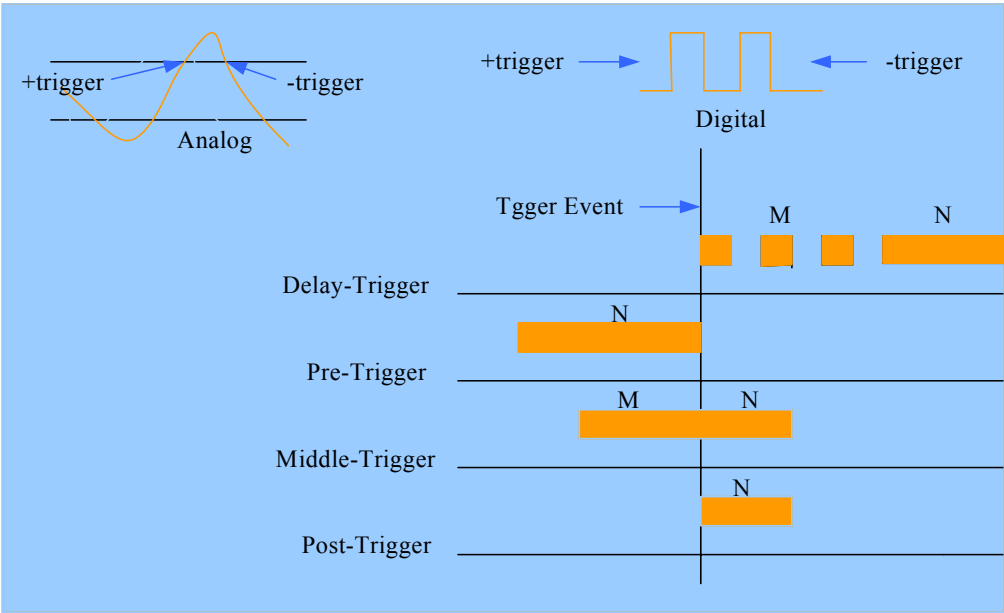
一、触发源

板卡除了支持内部触发源，还支持外部模拟触发、外部数字触发、TRG0~TRG7 触发。各种触发方式可通过软件选择。下图为触发源的结构图。

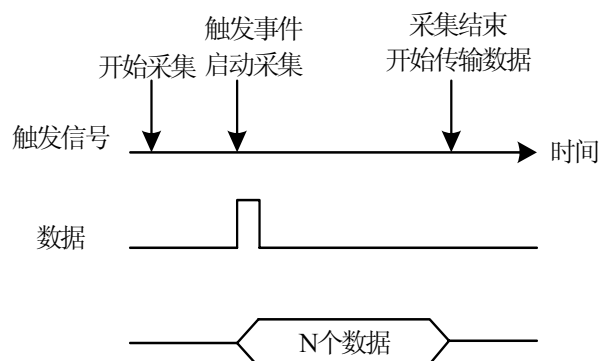


二、触发模式

PXI8504S 支持多种触发模式：后触发、预触发、中间触发、硬件延时触发。



## (一)、后触发采集

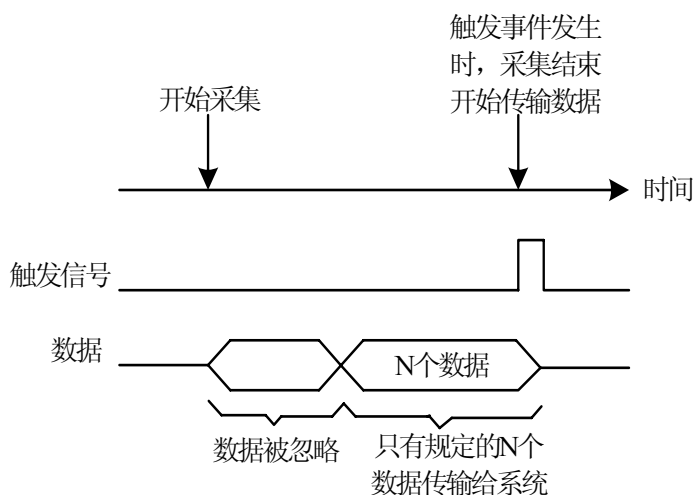


如上图，后触发采集是在开始采集后，等待触发事件发生，启动采集，采集完规定的数量数据后停止采集。

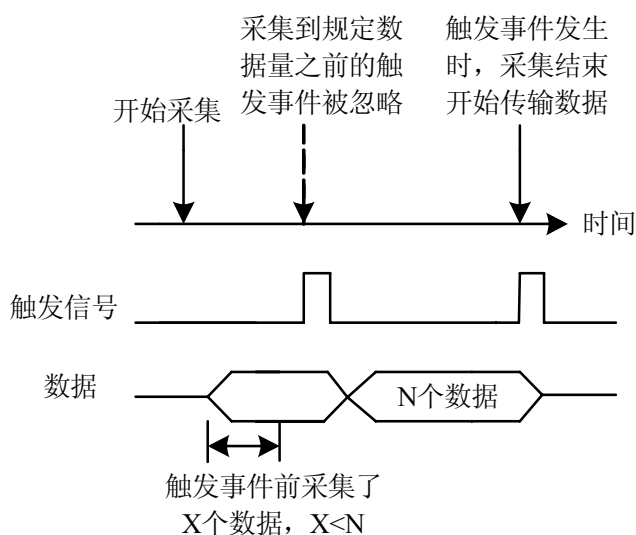
## (二)、预触发采集

使用预触发可采集到触发事件之前的数据。一旦开始执行指定功能函数调用，就开始预触发操作，开始采集数据，直到触发事件发生时才停止采集。

如果触发事件发生在采集完规定数量的数据之后，系统只保存触发事件之前的规定数量的数据，如下图所示：

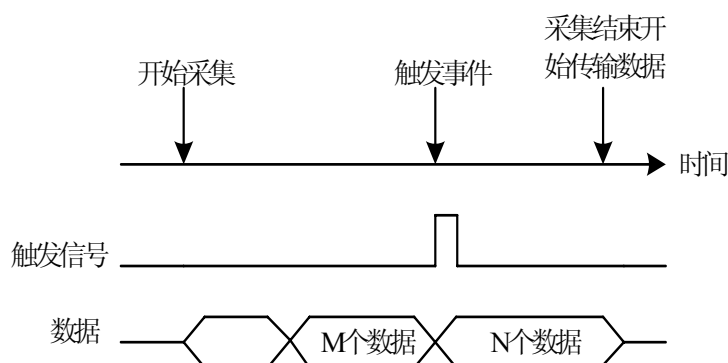


然而，如果触发事件发生在采集完规定数量的数据之前，系统将忽略触发信号，直到采集完规定数量的数据（确保获得规定数量的数据），如下图所示：



### (三)、中间触发采集

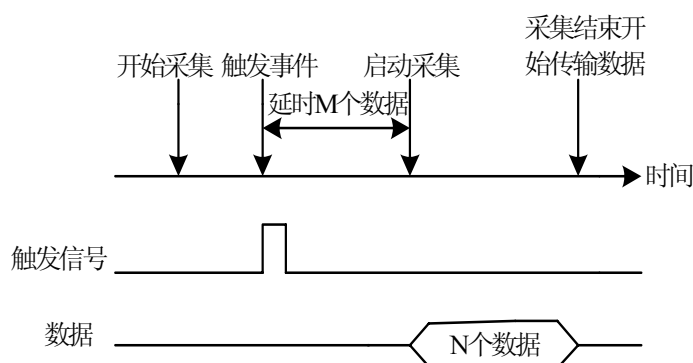
使用中间触发采集方式可采集触发事件前后的数据。触发事件之前的数据量 (M) 和之后的数据量 (N) 能被单独设置, 如图所示:



如果触发事件发生在采集完规定数据量 (M) 之前, 则触发事件将被忽略, 只有采集完 M 个数据之后, 触发事件才有效。

### (四)、延时触发采集

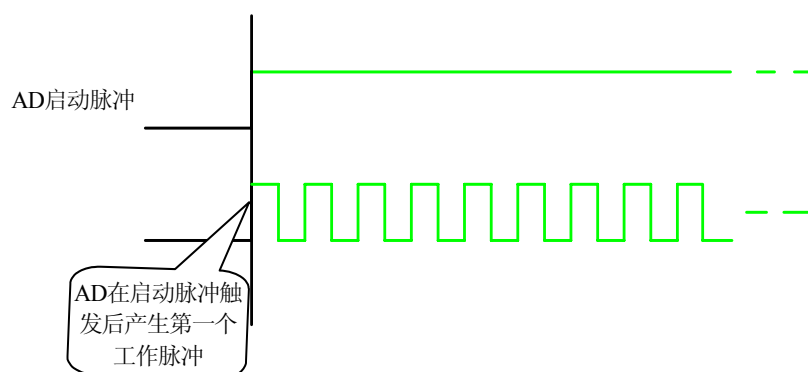
如图所示, 延时触发是使数据采集在触发事件发生后延迟采集。延时时间由一个 32 位计数器设定, 最大延时时间为  $[ \text{时基} * (2^{32} - 1) ]$ , 最小延时时间为一个时基时间。



## 三、AD 内触发功能

在初始化 AD 时, 若 AD 硬件参数 ADPara.TriggerMode=PXI8504S\_TRIGMODE\_SOFT 时, 则可实现内触发采集。在内触发采集功能下, 调用 StartDeviceProAD 函数启动 AD 时, AD 即刻进入转换过程, 不等待其他任何外部硬件条件, 也可理解为软件触发。

具体过程请参考 5.1 图例, 其中 AD 工作脉冲的周期由设定的采样频率(Frequency)决定。AD 启动脉冲由软件接口函数 StartDeviceAD 产生。



5.1 内触发图例

#### 四、AD 外触发功能

在初始化AD时，若AD硬件参数ADPara.TriggerMode= PXI8504S\_TRIGSRC\_ATR时，则可实现ATR外触发采集，若ADPara.TriggerMode=PXI8504S\_TRIGSRC\_DTR时，则可实现DTR外触发采集。在外触发采集功能下，调用StartDeviceAD函数启动AD时，AD并不立即进入转换过程，而是要等待外部硬件触发源信号符合指定条件后才开始转换AD数据，也可理解为硬件触发。关于在什么条件下触发AD，由用户选择的触发模式(TriggerMode)、触发方向(TriggerDir)和触发源(TriggerSource)共同决定。外触发源分为ATR模拟触发和DTR数字触发。

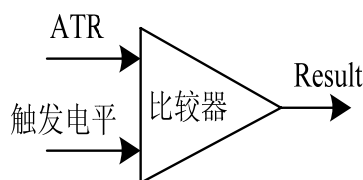
##### (一)、ATR 模拟触发功能

模拟量触发是将一定范围内变化的模拟量信号 ATR 作为触发源。该触发源信号从 AI0~AI3 的任一通道输入，然后与模拟触发电平信号同时进入模拟比较器进行高速模拟比较，产生一个预期比较结果(Result)来触发 AD 转换(如图 5.2)。

ATR 可以从 AI0~AI3 的任一通道输入，触发电平可按 12 位精度计算，请参考下表：

| 触发电平设置(十六进制) | 触发电平(±5V)  | 触发电平(±1V) |
|--------------|------------|-----------|
| FFF          | 4997.55mV  | 999.51mV  |
| FFE          | 4995.11mV  | 999.02mV  |
| ....         | ....       | ....      |
| 801          | 2.44mV     | 0.488mV   |
| 800          | 0V         | 0V        |
| 7FF          | -2.44mV    | -0.488mV  |
| ....         | ....       | ....      |
| 001          | -4995.11mV | -999.51mV |

具体实现方法是：

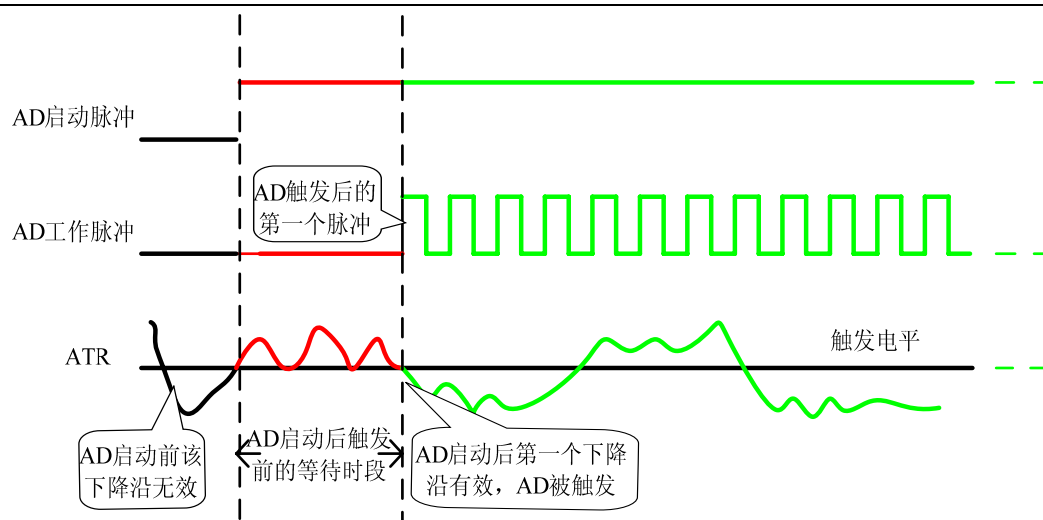


5.2 模拟量比较原理

边沿触发是捕获触发源信号相对于触发电平的信号变化特征来触发 AD 转换。说的简单点，就是利用模拟比较器的输出 Result 的边沿信号作为触发条件。

当 ADPara.TriggerDir = PXI8504S\_TRIGDIR\_NEGATIVE 时，即选择触发方向为下降沿触发，即当 ATR 触发源信号从大于触发电平变化至小于触发电平时，AD 即刻进入转换过程，等采集够所设点数(M、N 段点数和)，AD 停止转换，等待下一次触发事件。(采集未达到设置的点数时，忽略此次触发事件)。

图 5.3 中 AD 工作脉冲的周期由设定的采样频率(Frequency)决定。AD 启动脉冲由软件接口函数 InitDeviceAD 函数产生。



5.3 下降沿触发图例

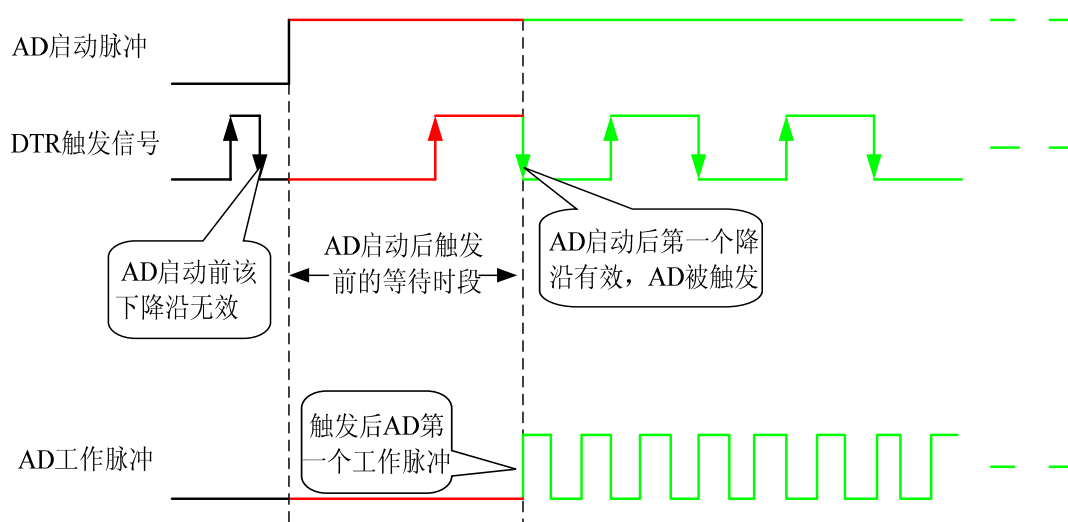
当ADPara.TriggerDir = PXI8504S\_TRIGDIR\_POSITIVE时, 即选择触发方向为上边沿触发, 它与下降沿触发方向相反, 其他方面同理。

当ADPara.TriggerDir = PXI8504S\_TRIGDIR\_POSIT\_NEGAT时, 即选择触发方向为上边沿或下边沿触发。它的特点是只要触发源信号的变化跨越触发电平便立即触发AD转换。等采集够所设点数 (M、N段点数和), AD停止转换, 等待下一次触发事件。(采集未达到设置的点数时, 忽略此次触发事件)。此项功能可应用在只要外界的某一信号变化时就采集的场合。

## (二)、DTR 数字触发功能

触发信号为数字信号 (TTL 电平) 时使用 DTR 触发, 工作原理详见下文。触发类型分为边沿触发。

ADPara.TriggerDir = PXI8504S\_TRIGDIR\_NEGATIVE时, 即选择触发方向为负向触发。即当DTR触发源信号由高电平变为低电平时 (也就是出现下降沿信号) 产生触发事件, AD即刻进入转换过程, 等采集够所设点数 (M、N段点数和), AD停止转换, 等待下一次触发事件。(采集未达到设置的点数时, 忽略此次触发事件)。



5.4 下降沿触发图例

ADPara.TriggerDir = PXI8504S\_TRIGDIR\_POSITIVE时, 即选择触发方向为正向触发。即当DTR触发源信号由低电平变为高电平时 (也就是出现上升沿信号) 产生触发事件, AD即刻进入转换过程, 等采集够所设点数 (M、N段点数和), AD停止转换, 等待下一次触发事件。(采集未达到设置的点数时, 忽略此次触发事件)。

ADPara.TriggerDir = PXI8504S\_TRIGDIR\_POSIT\_NEGAT时, 即选择触发方向为正负向触发。它的特点是只要DTR出现高低电平的跳变时 (也就是出现上升沿或下降沿) 产生触发事件。AD即刻进入转换过程, 等采集够所设点数 (M、N段点数和), AD停止转换, 等待下一次触发事件。(采集未达到设置的点数时, 忽略此次触发事件)。此项功能可应用在只要外界的某一信号变化时就采集的场合。

## 五、TRG 触发

PXI8504S可以选用TRG信号作为触发源，这易于实现多卡同步，具体请参考《[多卡同步的实现方法](#)》。

## 第二节、AD 时钟功能的使用方法

### 一、AD 内时钟功能

内时钟功能是指使用板载时钟振荡器经板载逻辑控制电路根据用户指定的分频数分频后产生的时钟信号去触发AD定时转换。要使用内时钟功能应在软件中置硬件参数ADPara.ClockSource =PXI8504S\_CLOCKSRC\_IN。该时钟的频率在软件中由硬件参数ADPara.Frequency决定。如Frequency = 100000，则表示AD以100000Hz的频率工作（即100KHz，10微秒/点）。

### 二、AD外时钟功能

外时钟功能是指使用板外的时钟信号来定时触发AD进行转换。该时钟信号由CLK\_IN脚输入提供。板外的时钟可以是其他设备如时钟频率发生器等提供。要使用外时钟功能应在软件中置硬件参数ADPara.ClockSource = PXI8504S\_CLOCKSRC\_OUT。该时钟的频率主要取决于外时钟的频率，AD采样频率受控于外时钟频率和内时钟设置。

AD实际采样频率=外时钟频率/（150M /内时钟采样频率设置值）

### 三、AD 同步10M 时钟功能

同步10M时钟功能一般用于多卡同步使用，选择内部时钟源和允许时钟信号输出，该端子输出10MHz频率时钟；选择背板10M时钟源和不允许时钟信号输出，该端子作为输入端，可以输入10MHz频率的标准时钟，该时钟可以是主卡的10M时钟，也可以用外部信号单独加10MHz时钟，信号幅值为标准的TTL电平，其余功能和AD内时钟功能相同。

### 四、AD背板时钟功能

背板时钟功能是使用工控机上的固定时钟频率来触发AD进行转换。要使用背板时钟功能应在软件中置硬件参数ADPara.ClockSource =PXI8504S\_CLOCKSRC\_BACKPLANE，并且此背板时钟用于同步采集功能及多卡同步采集。

## 第三节、软件自动校准

PXI8504S的软件自动校准功能，能在不使用任何外部信号、参考电压或测量设备的情况下，通过校准软件就能测量和校准偏移和增益误差。

自动校准完成后，校准常量被保存到EEPROM中。出厂默认的校准常量存储在固定的存储区域。

由于误差会随着时间和温度变化，建议用户在新环境中安装PXI8504S时重新校准。

**注意：**在自动校准开始前，请将采集卡预热至少15分钟，并且自动校准时，采集卡不要连接任何外部信号，直接将连接到板卡SMB接口的信号线拔下即可。



## 第六章 产品的应用注意事项、校准、保修

### 第一节、注意事项

在公司售出的产品包装中, 用户将会找到这本硬件说明书、软件说明书和 PXI8504S 板卡, 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同产品一起, 寄回本公司, 以便我们能尽快的帮用户解决问题。

在使用该产品时, 应注意产品正面的 IC 芯片不要用手去摸, 防止芯片受到静电的危害。万不得已时, 请先将手触摸一下主机机箱 (确保主机电源三线插头中的地线与大地相接), 以提前放掉身体上的静电。

### 第二节、AD 模拟量输入的校准

产品出厂时已经校准, 只有当用户使用一段时间后, 或者改变原来的量程设置时及用户认为需要时才做校准。本产品是软件自动校准, 无需外接信号即可校准。

### 第三节、保修

PXI8504S 自出厂之日起, 两年内凡用户遵守运输, 贮存和使用规则, 而质量低于产品标准者公司免费维修。