

USB2821 数据采集卡

硬件使用说明书



北京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	3
第一节、产品应用	3
第二节、AD 模拟量输入功能	3
第三节、DI 数字量输入功能	4
第四节、DO 数字量输出功能	4
第五节、板卡尺寸	4
第六节、产品安装核对表	5
第七节、安装指导	5
一、软件安装指导	5
二、硬件安装指导	5
第二章 元件布局图	6
第一节、主要元件布局图	6
第二节、主要元件功能说明	6
一、信号输入输出连接器	6
二、电位器	6
三、跳线器	6
四、状态灯	6
五、物理 ID 拨码开关	7
第三章 信号输入输出连接器	9
第一节、AD 模拟量信号输入连接器定义	9
第二节、DI/DO 数字量信号输入输出连接器定义	9
第四章 跳线器设置	11
第一节、AD 模拟量信号输入接地方式选择跳线器设置	11
第二节、AD 模拟量信号输入量程选择跳线器设置	11
第五章 各种信号的连接方式	12
第一节、AD 模拟量输入的信号连接方式	12
一、AD 单端输入连接方式	12
二、AD 双端输入连接方式	12
第二节、DI 数字量输入的信号连接方法	13
第三节、DO 数字量输出的信号连接方法	13
第四节、时钟输入输出和触发信号的连接方法	13
第五节、多卡同步的实现方法	13
第六章 数据格式、排放顺序及换算关系	15
第一节、AD 模拟量输入数据格式及码值换算	15
一、AD 双极性模拟量输入的数据格式	15
二、AD 单极性模拟量输入数据格式	15
第二节、AD 单通道与多通道采集时的数据排放顺序	15
一、单通道	15
二、多通道	15
第七章 各种功能的使用方法	17
第一节、AD 触发功能的使用方法	17
一、AD 内触发功能	17

二、AD 外触发功能.....	17
第二节、AD 内时钟与外时钟功能的使用方法.....	18
一、AD 内时钟功能.....	18
二、AD 外时钟功能.....	18
第三节、AD 连续与分组采集功能的使用方法.....	19
一、AD 连续采集功能.....	19
二、AD 分组采集功能.....	19
第八章 产品的应用注意事项、校准、保修.....	23
第一节、注意事项.....	23
第二节、AD 模拟量输入的校准.....	23
第三节、保修.....	23

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。我公司推出的基于 PCI 总线、USB 总线等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,获得多家客户的一致好评,是一系列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

USB2821 卡是一种基于 USB 总线的数据采集卡,可直接和计算机的 USB 接口相连,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:

- 电子产品质量检测
- 信号采集
- 过程控制
- 伺服控制

第二节、AD 模拟量输入功能

- ◆ 转换器类型: AD1674JNZ
- ◆ 输入量程(InputRange): $\pm 10V$ 、 $\pm 5V$ 、 $0\sim 10V$
- ◆ 转换精度: 12 位(Bit)
- ◆ 采样速率(Frequency): 最高采样速率为 100KHz,最低采样速率约为 31Hz
注释: 各通道实际采样速率 = 总采样速率(Frequency)/采样通道数
分频公式: 采样频率 = 主频 / 分频数,其中主频 = 2MHz,16 位分频,分频数的取值范围:最低为 31,最高为 2^{16}
- ◆ 物理通道数: 32 通道(单端 SE),16 通道(双端 DI)
- ◆ 采样通道数: 软件可选择,通过设置首通道(FirstChannel)和末通道(LastChannel)实现
- ◆ 通道切换方式: 首通道(FirstChannel)和末通道(LastChannel)顺序切换
- ◆ 模拟量输入方式: 单端模拟输入和双端模拟输入
- ◆ 存储器深度: 8K 字 FIFO 存储器
- ◆ 数据读取方式: 非空和半满查询方式
- ◆ 存储器标志: 非空、半满
- ◆ 采集方式(ADMode): 连续(异步)与分组(伪同步)采集
- ◆ 组间间隔(GroupInterval): 软件可设置,最小为采样周期($1/\text{Frequency}$),最大为 400000uS (时间)
- ◆ 组循环次数(LoopsOfGroup): 软件可设置,最小为 1 次,最大为 255 次
- ◆ 时钟源选项(ClockSource): 板内时钟和板外时钟(软件可选)
- ◆ 触发模式(TriggerMode): 软件触发(内触发)和硬件后触发(属于外触发)
- ◆ 触发类型(TriggerType): 边沿触发和脉冲触发(电平触发)
- ◆ 触发方向(TriggerDir): 负向、正向、正负向触发
- ◆ 触发源(TriggerSource): DTR(数字触发信号)
- ◆ 触发源 DTR 输入范围: 标准 TTL 电平
- ◆ 程控放大器类型: 默认为 AD8251,兼容 AD8250、AD8253
- ◆ 程控增益: 1、2、4、8 倍(AD8251)或 1、2、5、10 倍(AD8250)或 1、10、100、1000 倍(AD8253)

- ◆ 模拟输入阻抗：10MΩ
- ◆ 放大器建立时间：785nS(0.001%)(max)
- ◆ AD 转换时间：≤10us
- ◆ 系统测量精度：0.1%
- ◆ 工作温度范围：0℃ ~ +50℃
- ◆ 存储温度范围：-20℃ ~ +70℃

第三节、DI 数字量输入功能

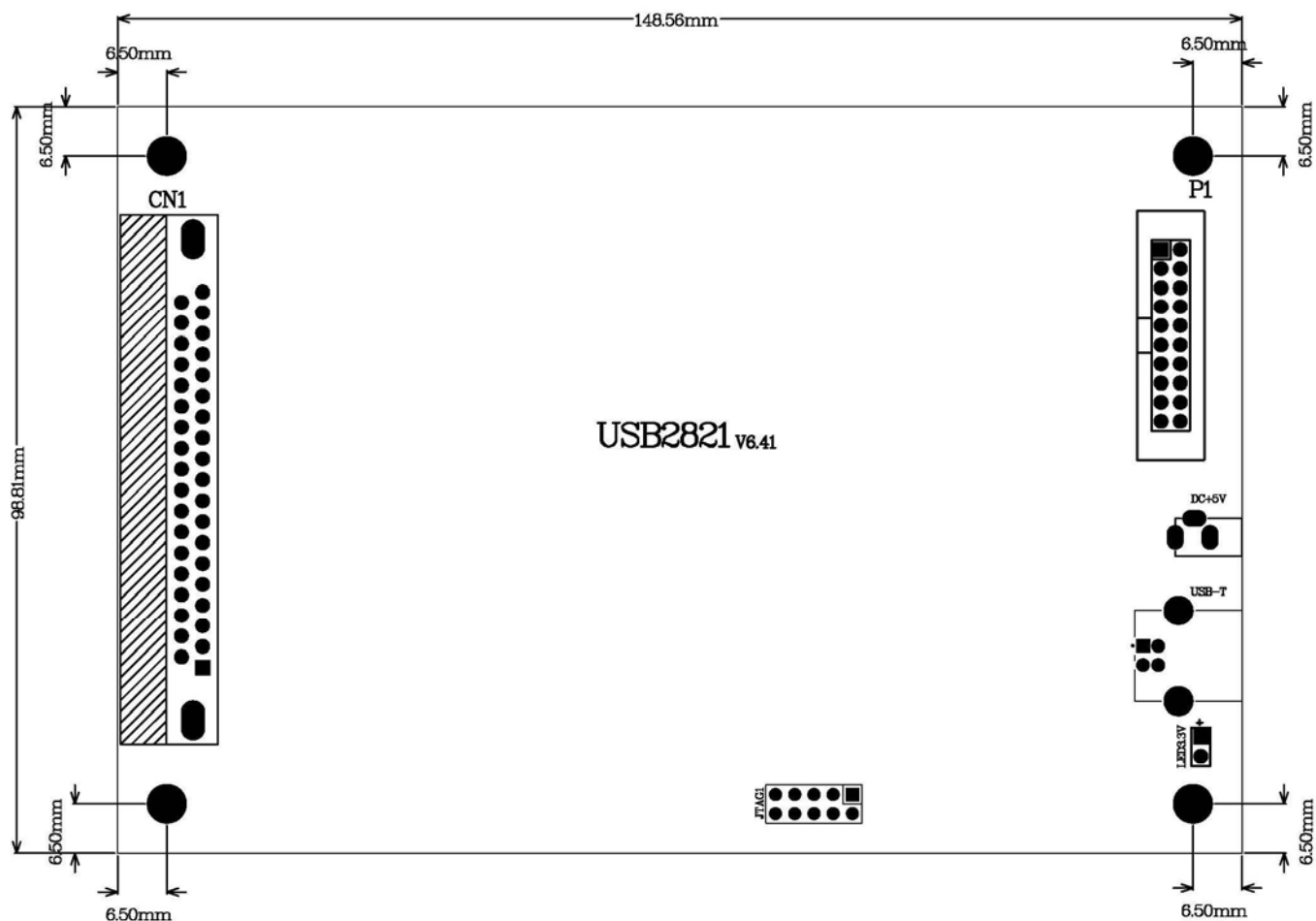
- ◆ 通道数：8 路
- ◆ 电气标准：CMOS 兼容
- ◆ 高电平的最低电压：3.5V
- ◆ 低电平的最高电压：1.5V

第四节、DO 数字量输出功能

- ◆ 通道数：8 路
- ◆ 电气标准：CMOS 兼容
- ◆ 高电平的最低电压：4.45V
- ◆ 低电平的最高电压：0.5V

第五节、板卡尺寸

板卡尺寸：148.56mm(长) × 98.81mm(宽)





第六节、产品安装核对表

打开 USB2821 板卡包装后，你将会发现如下物品：

- 1、USB2821 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 USB 目录下找到 USB2821 驱动程序；
 - b) 用户手册（pdf 格式电子文档）；

第七节、安装指导

一、软件安装指导

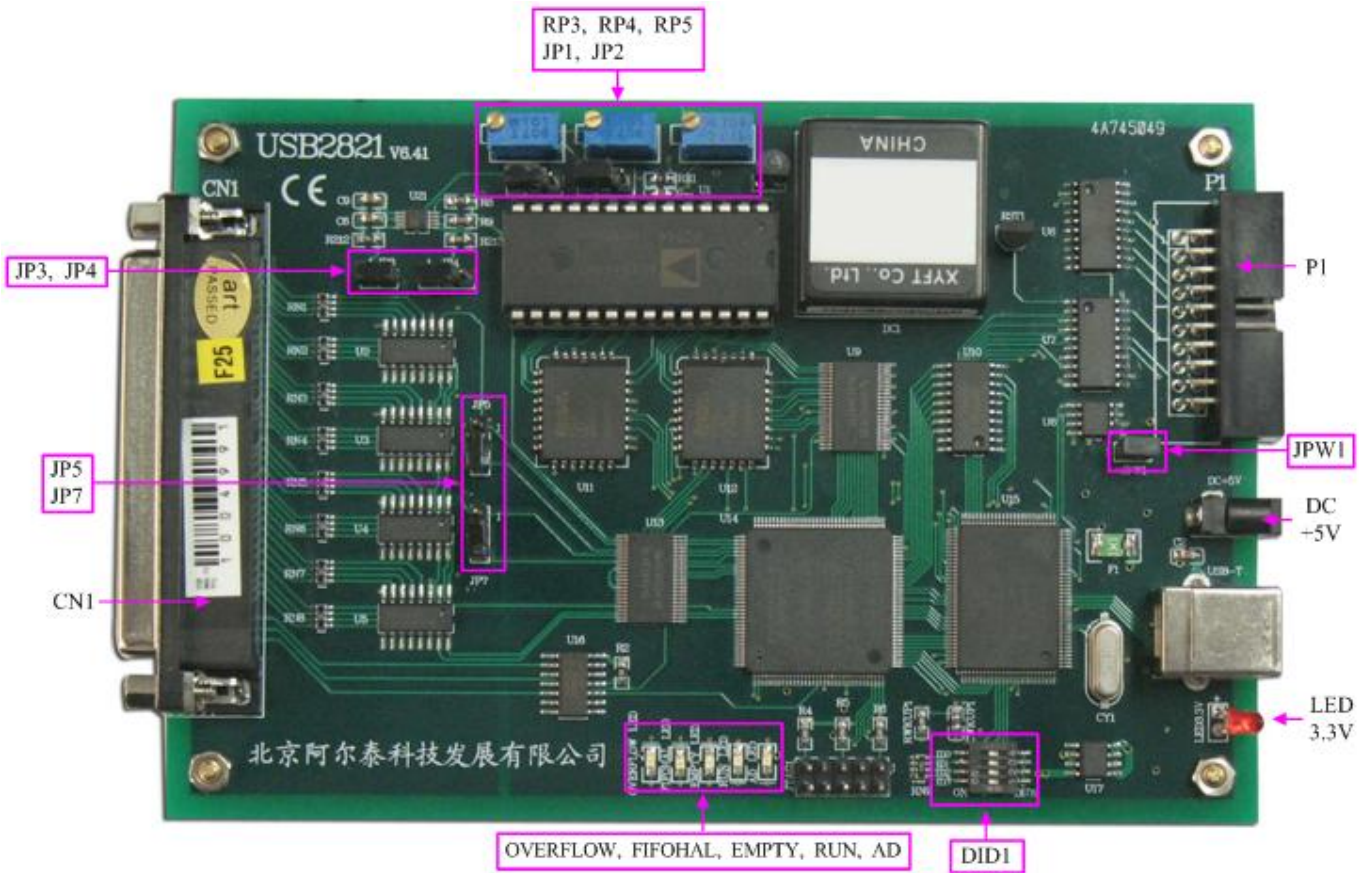
在不同操作系统下安装USB2821板卡的方法一致，在本公司提供的光盘中含有安装程序Setup.exe，用户双击此安装程序按界面提示即可完成安装。

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。

第二章 元件布局图

第一节、主要元件布局图



第二节、主要元件功能说明

请参考第一节中的布局图，了解下面各主要元件的大体功能。

一、信号输入输出连接器

CN1: 模拟量信号输入/输出、触发信号输入、时钟输入/输出等信号连接器

P1: DI/DO 数字信号输入/输出连接器

DC+5V: 外部+5V 电源输入端

注解：以上连接器的详细说明请参考《[信号输入输出连接器](#)》章节。

二、电位器

RP3: AD 双极性信号输入零点调节

RP4: AD 信号输入满度调节

RP5: AD 单极性信号输入零点调节

注解：以上电位器的详细说明请参考《[产品的应用注意事项、校准、保修](#)》章节。

三、跳线器

JP1、JP2: AD 信号输入量程选择

JP3、JP4、JP5、JP7: AD 信号输入单端、双端选择

注解：以上跳线器的详细说明请参考《[跳线器设置](#)》章节。

四、状态灯

OVERFLOWER LED: FIFO 溢出标志指示灯

FIFOHAL LED: FIFO 中数据半满指示灯

EMPTY LED: FIFO 中数据为空指示灯

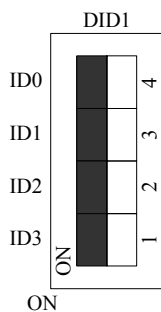
RUN LED: 板卡运行指示灯

AD LED: AD 采集指示灯

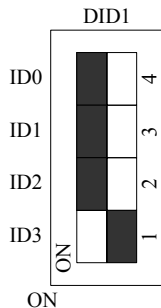
LED3.3V: 3.3V 电源指示灯，灯亮时表示+3.3V 供电正常，灯灭时表示+3.3V 供电不正常。当正确连接到计算机此灯应亮。

五、物理ID拨码开关

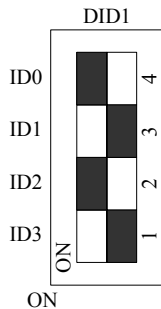
DID1: 设置物理ID号，当PC机中安装的多块USB2821时，可以用此拨码开关设置每一块板卡的物理ID号，这样使得用户很方便的在硬件配置和软件编程过程中区分和访问每块板卡。下面四位均以二进制表示，拨码开关拨向“ON”，表示“1”，拨向另一侧表示“0”。如下列图中所示：位置“ID3”为高位，“ID0”为低位，图中黑色的位置表示开关的位置。（出厂的测试软件通常使用逻辑ID号管理设备，此时物理ID拨码开关无效。若您想在同一个系统中同时使用多个相同设备时，请尽可能使用物理ID。关于逻辑ID与物理ID的区别请参考软件说明书《USB2821S》的《设备对象管理函数原型说明》章节中“CreateDevice”和“CreateDeviceEx”函数说明部分）。



上图表示“1111”，则表示的物理ID号为15



上图表示“0111”，则代表的物理ID号为7



上图表示“0101”，则代表的物理ID号为5

下面以表格形式说明物理ID号的设置：

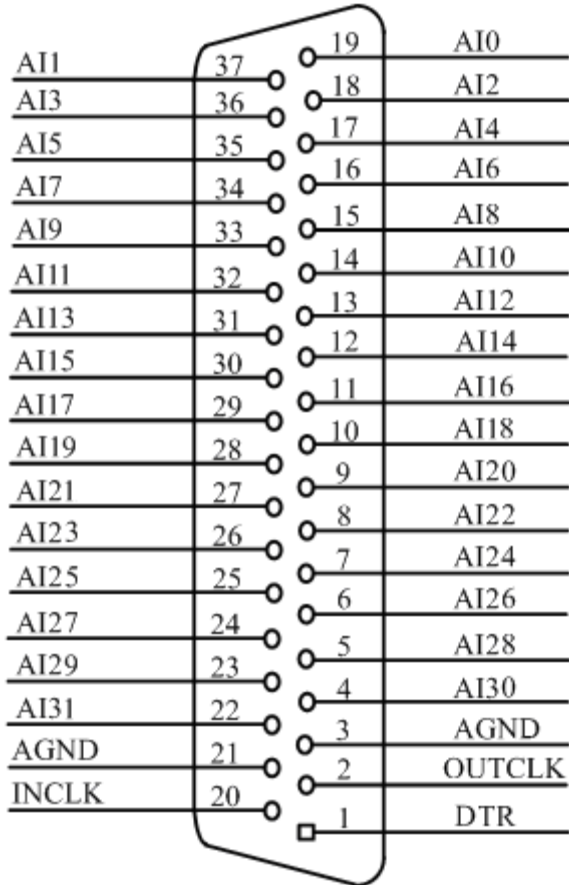
ID3	ID2	ID1	ID0	物理ID (Hex)	物理ID (Dec)
-----	-----	-----	-----	------------	------------

OFF (0)	OFF (0)	OFF (0)	OFF (0)	0	0
OFF (0)	OFF (0)	OFF (0)	ON (1)	1	1
OFF (0)	OFF (0)	ON (1)	OFF (0)	2	2
OFF (0)	OFF (0)	ON (1)	ON (1)	3	3
OFF (0)	ON (1)	OFF (0)	OFF (0)	4	4
OFF (0)	ON (1)	OFF (0)	ON (1)	5	5
OFF (0)	ON (1)	ON (1)	OFF (0)	6	6
OFF (0)	ON (1)	ON (1)	ON (1)	7	7
ON (1)	OFF (0)	OFF (0)	OFF (0)	8	8
ON (1)	OFF (0)	OFF (0)	ON (1)	9	9
ON (1)	OFF (0)	ON (1)	OFF (0)	A	10
ON (1)	OFF (0)	ON (1)	ON (1)	B	11
ON (1)	ON (1)	OFF (0)	OFF (0)	C	12
ON (1)	ON (1)	OFF (0)	ON (1)	D	13
ON (1)	ON (1)	ON (1)	OFF (0)	E	14
ON (1)	ON (1)	ON (1)	ON (1)	F	15

第三章 信号输入输出连接器

第一节、AD 模拟量信号输入连接器定义

关于 37 芯 D 型插头 CN1 的管脚定义（图形方式）：

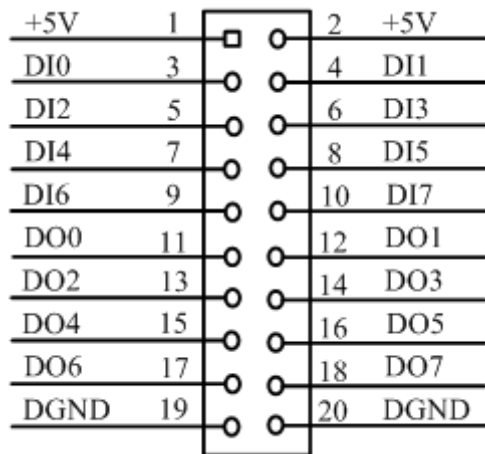


关于 37 芯 D 型插头 CN1 的管脚定义（表格方式）：

管脚信号名称	管脚特性	管脚功能定义	注释
AI0~AI31	Input	AD模拟量输入管脚，分别对应于32个模拟单端通道，当为双端时，其AI0~AI15分别与AI16~AI31构成信号输入的正负两端，即AI0~AI15接正端，AI16~AI31接负端。	
AGND	GND	模拟信号地，当输入输出模拟信号时最好用它作为参考地	
INCLK	Input	板外时钟输入	
OUTCLK	Output	板内时钟输出	
DTR	Input	外部触发信号输入	

第二节、DI/DO 数字量信号输入输出连接器定义

关于 20 芯插座 P1 的管脚定义（图形方式）


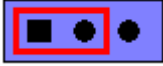








关于 20 芯插座 P1 的管脚定义（表格方式）





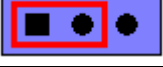

管脚信号名称	管脚特性	管脚功能定义
DI0~DI7	Input	8路开关量输入管脚
DO0~DO7	Output	8路开关量输出管脚
+5V	PWR	+5V电压输出（可供本板卡使用，建议不要接负载）
DGND	GND	数字信号地

第四章 跳线器设置

第一节、AD 模拟量信号输入接地方式选择跳线器设置

方式选择	JP3	JP4	JP5	JP7
单端方式				
双端方式				

第二节、AD 模拟量信号输入量程选择跳线器设置

量程选择	JP1	JP2
$\pm 10V$		
$\pm 5V$		
0~10V		

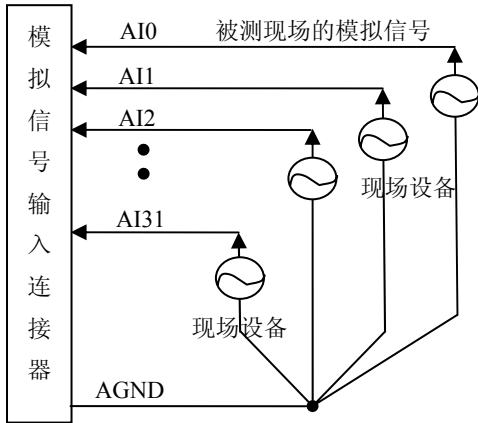
第五章 各种信号的连接方式

第一节、AD 模拟量输入的信号连接方式

一、AD 单端输入连接方式

单端方式是指使用单个通路实现某个信号的输入，同时多个信号的参考地共用一个接地点。此种方式主要应用在干扰不大、通道数相对较多的场合。单端方式的实现另外需要借助相关跳线器的设置，请参考《跳线器设置》章节。

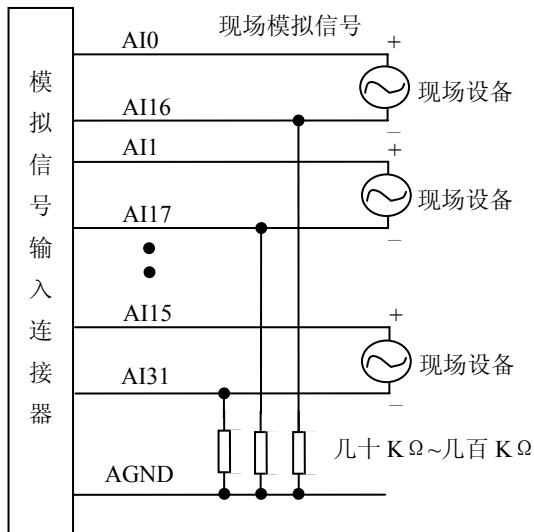
可按下图连接成模拟电压单端输入方式，32 路模拟输入信号连接到 AI0~AI31 端，其公共地连接到 AGND 端。



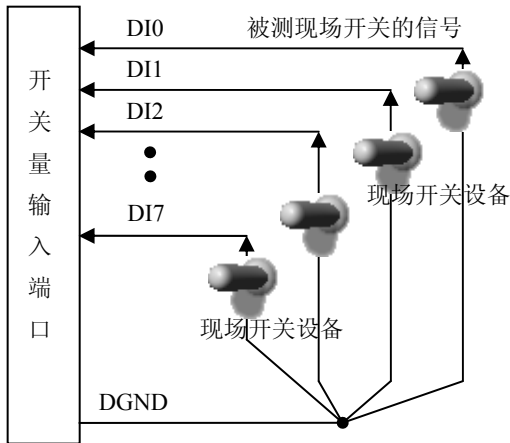
二、AD 双端输入连接方式

双端输入方式是指使用正负两个通路实现某个信号的输入，该方式也叫差分输入方式。此种方式主要应用在干扰较大、通道数相对较少的场合。双端方式的实现另外需要借助相关跳线器的设置，请参考《跳线器设置》章节。

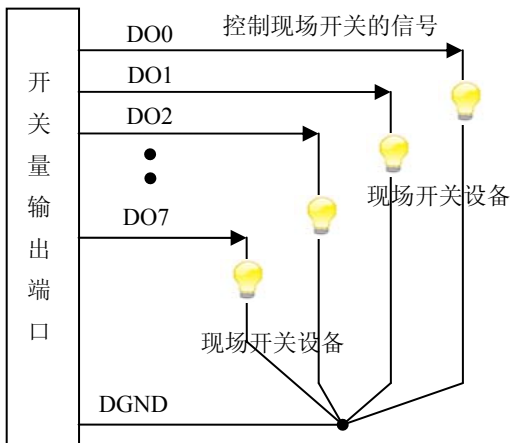
USB2821板可按图5.2连接成模拟电压双端输入方式，可以有效抑制共模干扰信号，提高采集精度。16路模拟输入信号正端接到AI0~AI15端，其模拟输入信号负端接到AI16~AI31端，并在距离CN1插座近处，在AI16~AI31端分别与AGND端各接一只几十KΩ至几百KΩ的电阻（当现场信号源内阻小于100Ω时，该电阻应为现场信号源内阻的1000倍；当现场信号源内阻大于100Ω时，该电阻应为现场信号源内阻的2000倍），为仪表放大器输入电路提供偏置。



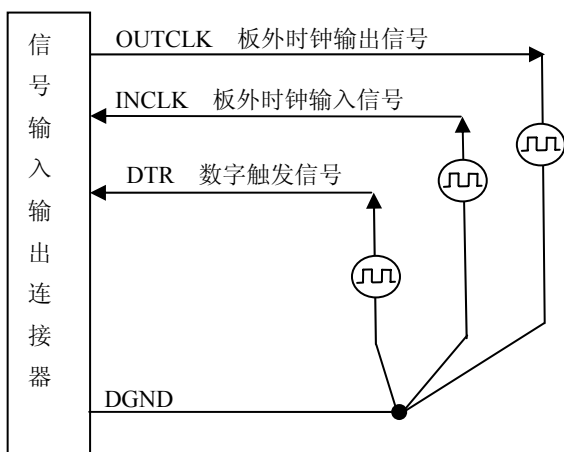
第二节、DI 数字量输入的信号连接方法



第三节、DO 数字量输出的信号连接方法



第四节、时钟输入输出和触发信号的连接方法

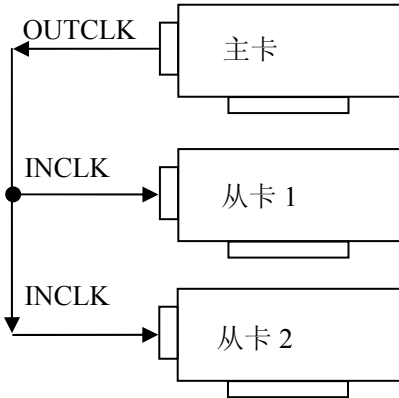


第五节、多卡同步的实现方法

USB2821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。

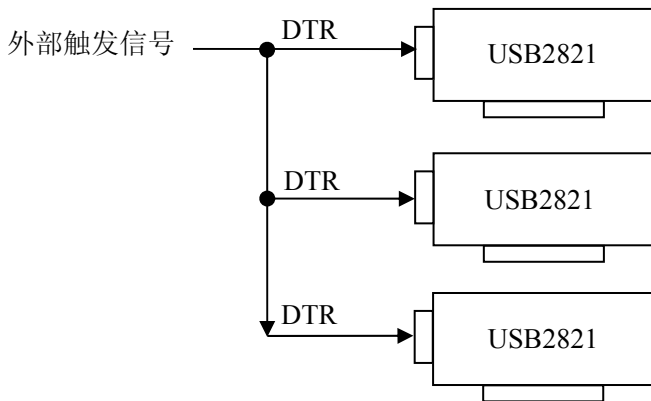
采用主从卡级联的方案时，主卡一般使用内时钟源模式，而从卡使用外时钟源模式，待主卡、从卡按相应的

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时钟信号，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。当您需要的采样通道数大于一个卡的通道数时，您可考虑使用多卡级连的方式扩展通道数量。如果您要使用“分组采集”采集数据，那么需要将主卡设置为“分组采集”，从卡设置为“连续采集”，这样所有的卡都将工作在同一个时钟下的分组采集模式。关于分组采集原理，请参考《[AD分组采集功能](#)》。



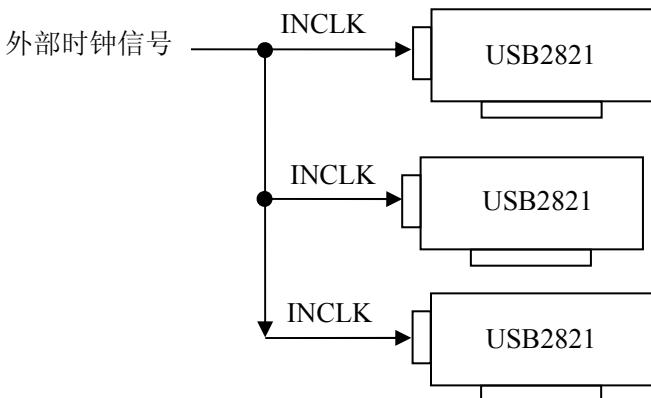
多卡级联的连接方法

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（DTR），连接好要采集的信号，通过CN1接口的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

一、AD 双极性模拟量输入的数据格式

采用原码方式，如下表所示：

输入	AD原始码(二进制)	AD原始码(十六进制)	AD原始码(十进制)
正满度	1111 1111 1111	FFF	4095
正满度-1LSB	1111 1111 1110	FFE	4094
中间值+1LSB	1000 0000 0001	801	2049
中间值(零点)	1000 0000 0000	800	2048
中间值-1LSB	0111 1111 1111	7FF	2047
负满度+1LSB	0000 0000 0001	001	1
负满度	0000 0000 0000	000	0

注明：当输入量程为±10V、±5V时，即为双极性输入（输入信号允许在正负端范围变化）。假设从设备中读取的AD端口数据为ADBuffer，电压值为Volt，那么量程的转换公式为：

±10V量程: $Volt = (20000.0/4096) * (ADBuffer[0] \& 0x0FFF) - 10000.0;$

±5V 量程: $Volt = (10000.0/4096) * (ADBuffer[0] \& 0x0FFF) - 5000.0;$

二、AD 单极性模拟量输入数据格式

采用原码方式，如下表所示：

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	1111 1111 1111	FFF	4095
正满度-1LSB	1111 1111 1110	FFE	4094
中间值	1000 0000 0000	800	2048
零点+1LSB	0000 0000 0001	001	1
零点	0000 0000 0000	000	0

注明：当输入量程为 0~10V 时，即为单极性输入（输入信号只允许在正端范围变化）。假设从设备中读取的AD端口数据为ADBuffer，电压值为Volt，那么量程的转换公式为：

0~10V量程: $Volt = (10000.0/4096) * (ADBuffer[0] \& 0x0FFF);$

第二节、AD 单通道与多通道采集时的数据排放顺序

不管是单通道，还是多通道，其每个12Bit采样数据点均由两个字节构成，即第一个采样点由第一个字节和第二个字节分别构成该采样点的低8位和高4位。第二个采样点由第三个字节和第四个字节分别构成其低8位和高4位，其他采样点依此类推。

一、单通道

当采样通道总数（ADPara.LastChannel - ADPara.FirstChannel + 1）等于1时(即首通道等于末通道)，则为单通道采集。即ADBuffer缓冲区中存放的采样数据全部为1个通道的。

二、多通道

当采样通道总数（ADPara.LastChannel - ADPara.FirstChannel + 1）大于1时(即首通道不等于末通道)，则为多通道采集。即ADBuffer缓冲区中存放的采样数据依次循环对应各个通道。

举例说明，假设AD的以下硬件参数取值如下：

ADPara. FirstChannel = 0;

ADPara. LastChannel = 2;

第一个字属于通道AI0的第1个点，
第二个字属于通道AI1的第1个点，
第三个字属于通道AI2的第1个点，
第四个字属于通道AI0的第2个点，
第五个字属于通道AI1的第2个点，
第六个字属于通道AI2的第2个点
第七个字属于通道AI0的第3个点，
第八个字属于通道AI1的第3个点，
第九个字属于通道AI2的第3个点.....

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

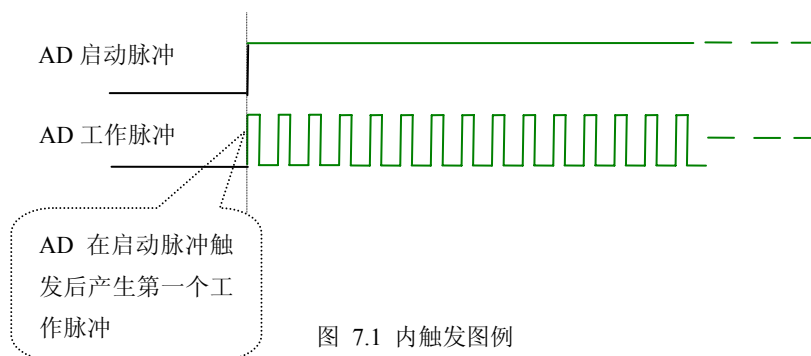
第七章 各种功能的使用方法

第一节、AD 触发功能的使用方法

一、AD 内触发功能

在初始化AD时，若AD硬件参数ADPara.TriggerMode= USB2821_TRIGMODE_SOFT时，则可实现内触发采集。在内触发采集功能下，调用USB2821_InitDeviceAD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。

具体过程请参考图7.1，图中AD工作脉冲的周期由设定的采样频率决定。AD启动脉冲由软件接口函数USB2821_InitDeviceAD函数产生。



二、AD 外触发功能

在初始化AD时，若AD硬件参数ADPara.TriggerMode = USB2821_TRIGMODE_POST时，则可实现外触发采集。在外触发采集功能下，调用USB2821_InitDeviceAD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。其外部硬件触发源信号由CN1中的DTR管脚输入提供。关于在什么条件下触发AD，由用户选择的触发类型(TriggerType)、触发方向(TriggerDir)共同决定。

(1)、AD边沿触发功能

当TriggerType = USB2821_TRIGTYPE_EDGE时，即为边沿触发。具体实现如下：

当ADPara.TriggerDir = USB2821_TRIGDIR_NEGATIVE时，即选择触发方向为下降沿触发。即当DTR触发源信号从高电平变化至低电平时，AD即刻进入转换过程，在此情况下，DTR的后续状态变化并不会影响AD采集，除非用户重新初始化AD。

当ADPara.TriggerDir = USB2821_TRIGDIR_POSITIVE时，即选择触发方向为上边沿触发。它与下降沿触发的方向相反以外，其他方面同理。

当ADPara.TriggerDir = USB2821_TRIGDIR_POSIT_NEGAT时，即选择触发方向为上升沿或下降沿触发。它的特点是只要触发源信号发生变化便立即触发AD转换，后续变化对AD采集无影响。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。

具体过程请参考图7.2，图中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。

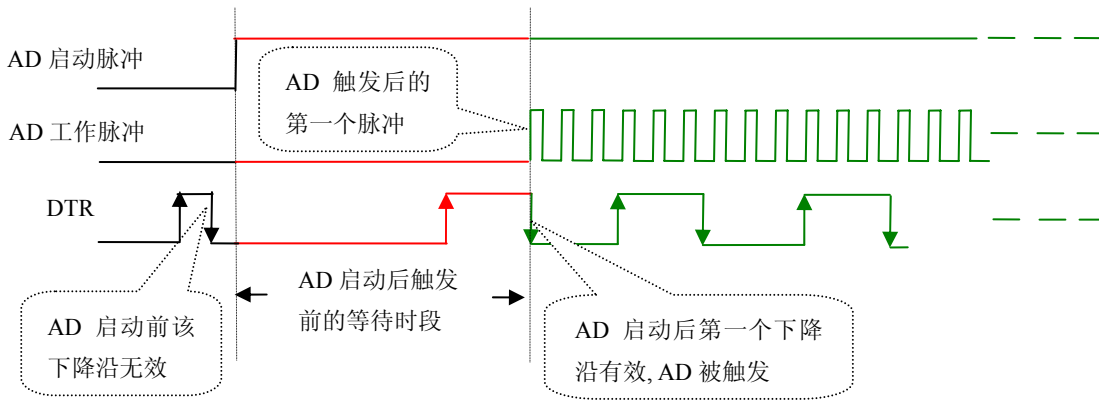


图 7.2 下降沿触发图例，上升沿同理

(2)、AD脉冲（电平）触发功能

当ADPara.TriggerType = USB2821_TRIGTYPE_PULSE即选择了脉冲电平触发功能：

当ADPara.TriggerDir = USB2821_TRIGDIR_NEGATIVE（负向触发）时，若触发源信号为低电平时启动AD采集，一旦触发源信号为高电平时停止采集，当再为低电平时接着采集，即只采集触发源信号为低电平时的波形，如图7.3所示。

当ADPara.TriggerDir = USB2821_TRIGDIR_POSITIVE（正向触发）时，若触发源信号为高电平时启动AD采集，一旦触发源信号为低电平时停止采集，当再为高电平时接着采集，即只采集触发源信号为高电平时的波形。

当ADPara.TriggerDir = USB2821_TRIGDIR_POSIT_NEGAT时，即选择触发方向为高电平或低电平触发。它的特点是不管是高电平或低电平都触发。此时它与内部软件触发同理。

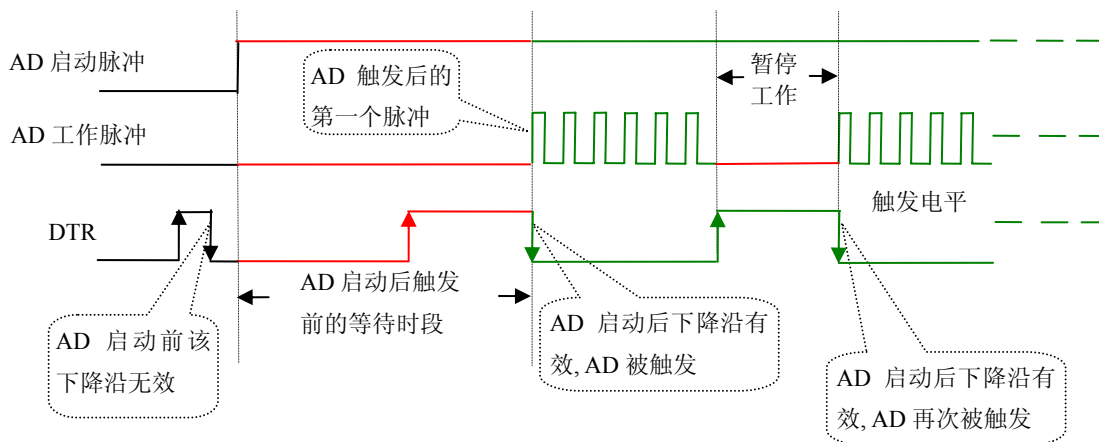


图 7.3 低电平触发

第二节、AD 内时钟与外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专用高速处理器（DSP）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ClockSource应选择内时钟方式，该时钟的频率由软件中的硬件参数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。该时钟信号由连接器CN1的INCLK脚输入提供。板外的时钟可以是另外一块USB2821的时钟输出（CN1的OUTCLK）提供，也可以是其他设备如时钟频率发生器等。要使用外时钟功能应在软件中置ClockSouce硬件参数为外时钟，该时钟的频率主要取决于外时钟的频率。

而板内时钟的频率（即硬件参数ADPara.Frequency决定的频率）只有在分组采集模式下有一定作用外，其整个AD采样频率完全受控于外时钟频率。

第三节、AD 连续与分组采集功能的使用方法

一、AD 连续采集功能

连续采集（异步采集）功能是指AD在采样过程中两个通道间的采样时间相等，采集过程中不停顿，连续不间断的采集数据。

使用连续采集功能时相应的在软件中置硬件参数ADPara.ADMODE = USB2821_ADMODE_SEQUENCE。例如：在内时钟模式下，置采样频率ADPara.Frequency = 100000Hz（采样周期为10uS），则AD在10uS内转换完第一个通道的数据后下一个10uS紧接着转换第二个通道，也就是每两个通道的数据点间隔10uS，以此类推，见图7.4。

外部信号周期、频率计算公式

内时钟模式下：

$$\text{外部信号频率} = \text{AD采样频率} / (\text{一个信号周期的点数} \times \text{通道总数})$$

$$\text{外部信号周期} = 1 / \text{外部信号频率}$$

外时钟模式下：

$$\text{外部信号频率} = \text{外时钟频率} / (\text{一个信号周期的点数} \times \text{通道总数})$$

$$\text{外部信号周期} = 1 / \text{外部信号频率}$$

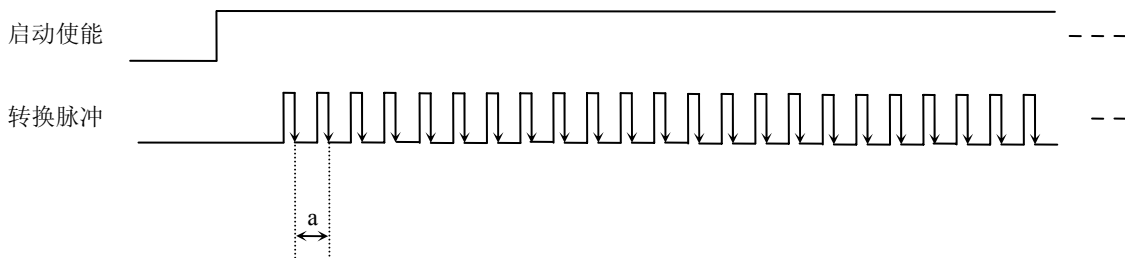


图 7.4 内时钟模式下的连续采集

说明： a—采样周期

二、AD分组采集功能

分组采集（伪同步采集）功能是指AD在采样过程中，组内各通道以内时钟的采样频率进行转换，每两组之间有一定的等待时间，这段时间称为组间间隔。组循环次数是指在同一组内每个通道循环采集的次数。在内时钟和固定频率的外时钟模式下，组与组之间的时间称为组周期。这种采集模式下的转换过程为：组内各通道转换完成后暂停一段时间（即组间间隔GroupInterval），再接着转换下一组，依次重复下去，所以称为分组采集。

该功能的应用目的是在相对较慢的采集频率下，尽可能保证各个通道间的时间差越小来实现更小的相位差，从而保证通道间的同步性，故亦称为伪同步采集功能。组内采样频率越高，组间间隔时间越长，信号相对同步性就越好。组内采样频率由ADPara.Frequency决定，组循环次数由ADPara.LoopsOfGroup决定，组间间隔由ADPara.GroupInterval决定。

在分组功能下分为内时钟模式与外时钟模式。在内时钟模式下，组周期由内时钟的采样周期、采样通道总数、组循环次数和组间间隔共同决定，每一个组周期AD就采集一组数据；在外时钟模式下，外时钟周期 ≥ 内时钟采样周期 × 采样通道总数 × 组循环次数 + AD芯片转换时间，由外时钟控制触发AD采集数据。外时钟模式分为固定频率外时钟模式和不固定频率外时钟模式。在固定频率外时钟模式下，组周期是外时钟的采样周期。

在分组功能下，每个组周期内采集的信号次数（即每组内采集信号的脉冲个数）的计算公式为：

$$\text{组周期采样次数} = \text{采样通道总数} \times \text{组循环次数}$$

(一)、内时钟模式

外部信号频率的计算公式如下：

$$\text{组周期} = \text{内时钟采样周期} \times \text{采样通道总数} \times \text{组循环次数} + \text{AD芯片转换时间} + \text{组间间隔}$$

$$\text{外部信号周期} = (\text{信号周期点数} / \text{组循环次数}) \times \text{组周期}$$

$$\text{外部信号频率} = 1 / \text{外部信号周期}$$

公式注释：内时钟采样周期 = 1 / (ADPara.Frequency)

采样通道总数 = ADPara.LastChannel - ADPara.FirstChannel + 1

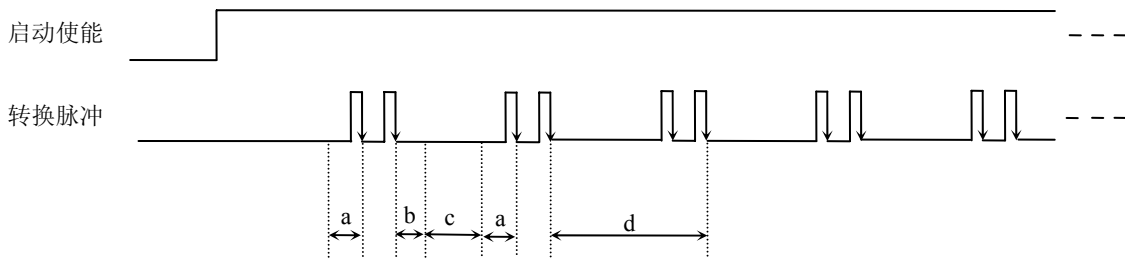
组循环次数 = ADPara.LoopsOfGroup

AD芯片转换时间 = 见《AD模拟量输入功能》参数

组间间隔 = ADPara.GroupInterval

信号周期点数 = 在测试程序中以波形信号显示，用鼠标分别测量一个信号周期的起始点和终止点的点数，再将测得的点数相减即为信号周期点数。点数显示在测试程序左下方的“偏移位置”栏中。

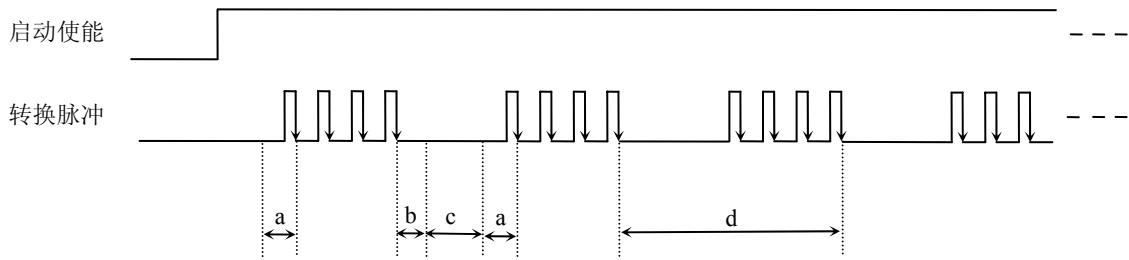
在内时钟模式下举例，例如：采集两个通道0、1，那么0和1通道就组成一组。采样频率(Frequency) = 100000Hz (周期为a = 10uS)，组循环次数为1，组间间隔 (GroupInterval) c = 50uS，那么组周期采样次数 = 2 × 1，采集过程是先采集第一组数据，包括0通道的一个数据和1通道的一个数据，这两个数据分别用10uS，转换完两个通道的数据需要20uS，经过一个AD芯片的转换时间 (b) 后AD自动停止进入等待状态直到50uS的组间间隔结束后，便启动下一组，开始转换0和1通道数据，然后再进入等待状态，就这样依次转换下去，如下图所示：



内时钟模式下组循环次数为“1”的分组采集

- 说明：
- a—内时钟采样周期
 - b—AD芯片转换时间
 - c—组间间隔
 - d—组周期

将组循环次数变为2，那么组周期采样次数 = 2 × 2 = 4，采集过程是先采集第一组数据，包括0通道的两个数据和1通道的两个数据，再采集第二组数据，转换的顺序为0、1、0、1，这四个数据分别用10uS，转换完两个通道的四个数据需要40uS，经过一个AD芯片的转换时间后AD自动停止进入等待状态直到50uS的组间间隔结束后，便启动下一组，开始转换0和1通道数据，然后再进入等待状态，就这样依次转换下去，如下图所示：



内时钟模式下组循环次数为“2”的分组采集

- 说明：
- a—内时钟采样周期
 - b—AD芯片转换时间
 - c—组间间隔
 - d—组周期

内时钟的分组采集规律以此类推。

(二)、外时钟模式

在外时钟模式下，对外时钟的要求是：外时钟周期 \geq 内时钟采样周期 \times 采样通道总数 \times 组循环次数 + AD 芯片转换时间，否则在组内转换时间内出现的外时钟沿会被忽略掉。并且注意，在外时钟模式下，组间间隔无效。

外部信号频率的计算公式如下：

固定频率的外时钟下：

$$\text{组周期} = \text{外时钟周期}$$

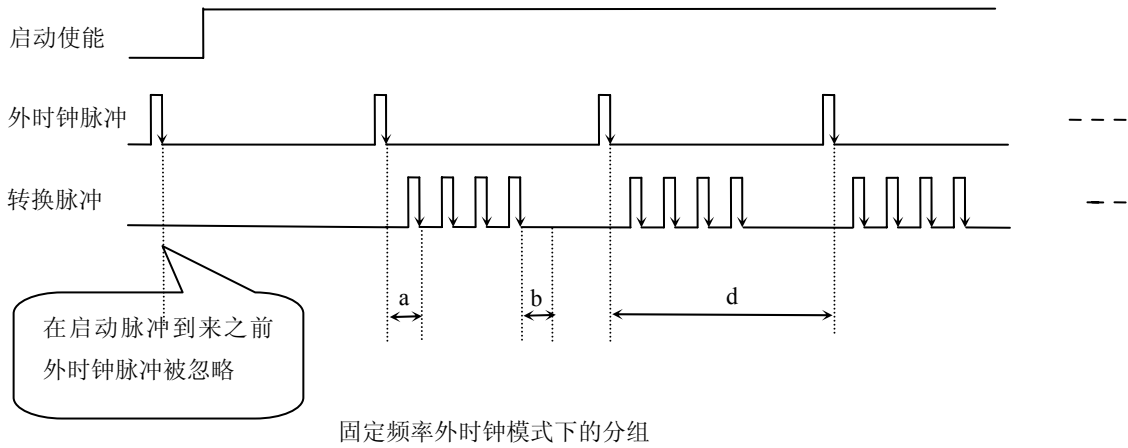
$$\text{外部信号周期} = (\text{信号周期点数} / \text{组循环次数}) \times \text{组周期}$$

$$\text{外部信号频率} = 1 / \text{外部信号周期}$$

公式注释：组循环次数 = ADPara.LoopsOfGroup

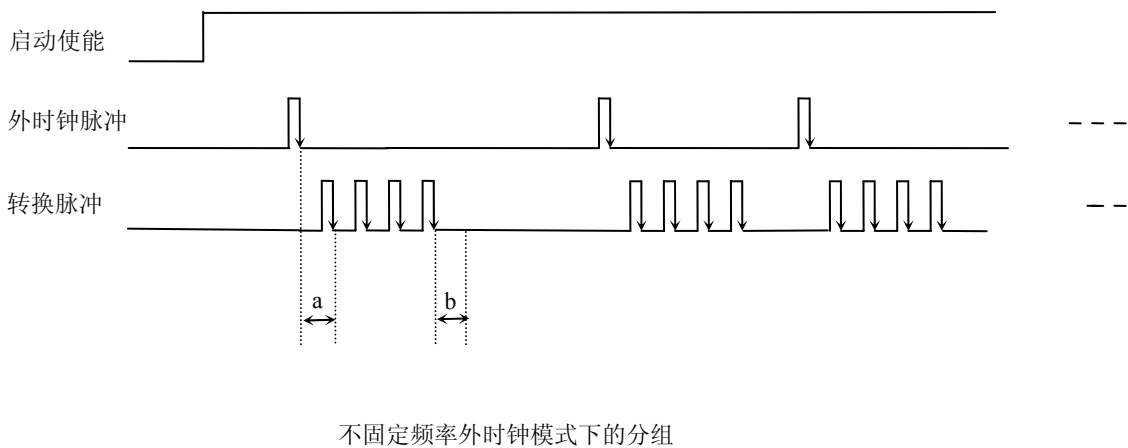
信号周期点数 = 在测试程序中以波形信号显示，用鼠标分别测量一个信号周期的起始点和终止点的点数，再将测得的点数相减即为信号周期点数。点数显示在测试程序左下方的“偏移位置”栏中。

在固定频率外时钟模式下举例，例如：采集两个通道0、1，那么0和1通道就组成一组。采样频率 (Frequency) = 100000Hz (周期为 $a = 10\mu\text{S}$)，组循环次数为2，那么，组周期采样次数 = $2 \times 2 = 4$ ，采集过程是先采集第一组数据，包括0通道的两个数据和1通道的两个数据，再采集第二组数据，转换的顺序为0、1、0、1，这四个数据分别用 $10\mu\text{S}$ ，转换完两个通道的四个数据需要 $40\mu\text{S}$ ，经过一个AD芯片的转换时间 (b) 后AD自动停止进入等待状态直到下一个外时钟的边沿触发AD进行下一组采集，这样依次转换下去，如下图所示：



说明： a—内时钟采样周期
b—AD芯片转换时间
d—组周期（外时钟周期）

在不固定频率外时钟模式下举例，原理同固定频率外时钟模式下的分组。在这种模式下，可以由用户控制任意的通道和任意的数据个数。用户将控制信号接入本卡的时钟输入端（CLKIN），设定需要的采样通道和组循环次数。当有外时钟信号时就采集用户设定的一组数据。由于外时钟频率不固定，外时钟周期大小不一致，但要满足： $外时钟周期 \geq 内时钟采样周期 \times 采样通道总数 \times 组循环次数 + AD 芯片转换时间$ ，否则在组内转换时间内出现的外时钟沿会被忽略掉。



说明： a—内时钟采样周期
b—AD芯片转换时间

第八章 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，用户将会找到这本说明书和板卡，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，以便我们能最快的帮用户解决问题。

在使用USB2821板时，应注意以下问题：

1) USB2821板正面的IC芯片不要用手去摸，防止芯片受到静电的危害。

2) 用户请注意电源的开关顺序，使用时要求先开主机电源，后开信号源的电源；先关信号源的电源，后关主机电源。

第二节、AD 模拟量输入的校准

USB2821板出厂时已经校准，只有当用户使用一段时间后，或者用户认为需要时才做校准。下面以 $\pm 10V$ 量程为例，说明校准过程：

准备一块5位半精度以上数字电压表，安装好USB2821，打开主机电源，预热15分钟。

1) AD零点校准：选模拟输入的任意通道，比如AI0通道，将AI0通道输入接0伏电压，在WINDOWS下运行演示程序，选择0通道，屏幕为单通道显示（即只采集0通道），开始采集后，调整电位器RP3，使显示电压值为0.00mV。（单极性时零点校准时调节电位器RP5，与双极性零点校准过程同理）

2) AD满度校准：选模拟输入的任意通道，比如AI0通道，将AI0通道输入接10伏电压，在WINDOWS下运行演示程序，选择0通道，屏幕为单通道显示（即只采集0通道），开始采集后，调整电位器RP4，使显示电压值为9995.11mV。（单极性与双极性满度校准过程同理）

3) 重复以上步骤，直到满足要求为止。

第三节、保修

USB2821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修理。