

# USB3020 任意波形发生器

## 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 .....	2
第一节、产品应用 .....	2
第二节、DA 任意波形输出功能 .....	2
第三节、其他指标 .....	2
第四节、板卡尺寸 .....	2
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
三、外接电源 .....	3
第二章 元件布局图及简要说明 .....	4
第一节、主要元件布局图 .....	4
第二节、主要元件功能说明 .....	4
一、信号输入输出连接器 .....	4
二、跳线器 .....	4
三、物理 ID 拨码开关 .....	4
四、状态指示灯 .....	5
第三章 信号输入输出连接器及信号的连接方法 .....	6
第一节、DA 模拟量输出的信号连接方式 .....	6
第二节、外时钟输入信号连接方式 .....	6
第三节、DTR 数字量外触发信号连接方式 .....	6
第四节、多卡同步的实现方法 .....	6
第四章 数据格式、排放顺序及换算关系 .....	8
第五章 各种功能的使用方法 .....	9
第一节、触发功能 .....	9
一、触发源(TriggerSource) .....	9
二、触发方向(TriggerDir) .....	9
三、触发模式 (TriggerMode) .....	9
第二节、DA 触发功能的使用方法 .....	11
一、DA 软件内触发功能 .....	11
二、DA 硬件外触发功能 .....	11
第三节、DA 内时钟与外时钟功能的使用方法 .....	12
一、DA 内时钟功能 .....	12
二、DA 外时钟功能 .....	12
第四节、DA 软件校准 .....	12
一、零点校准 .....	12
二、满度校准 .....	13
三、校准测试 .....	13
第六章 产品的应用注意事项、校准、保修 .....	14
第一节、注意事项 .....	14
第二节、保修 .....	14

## 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

USB3020 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、DA 任意波形输出功能

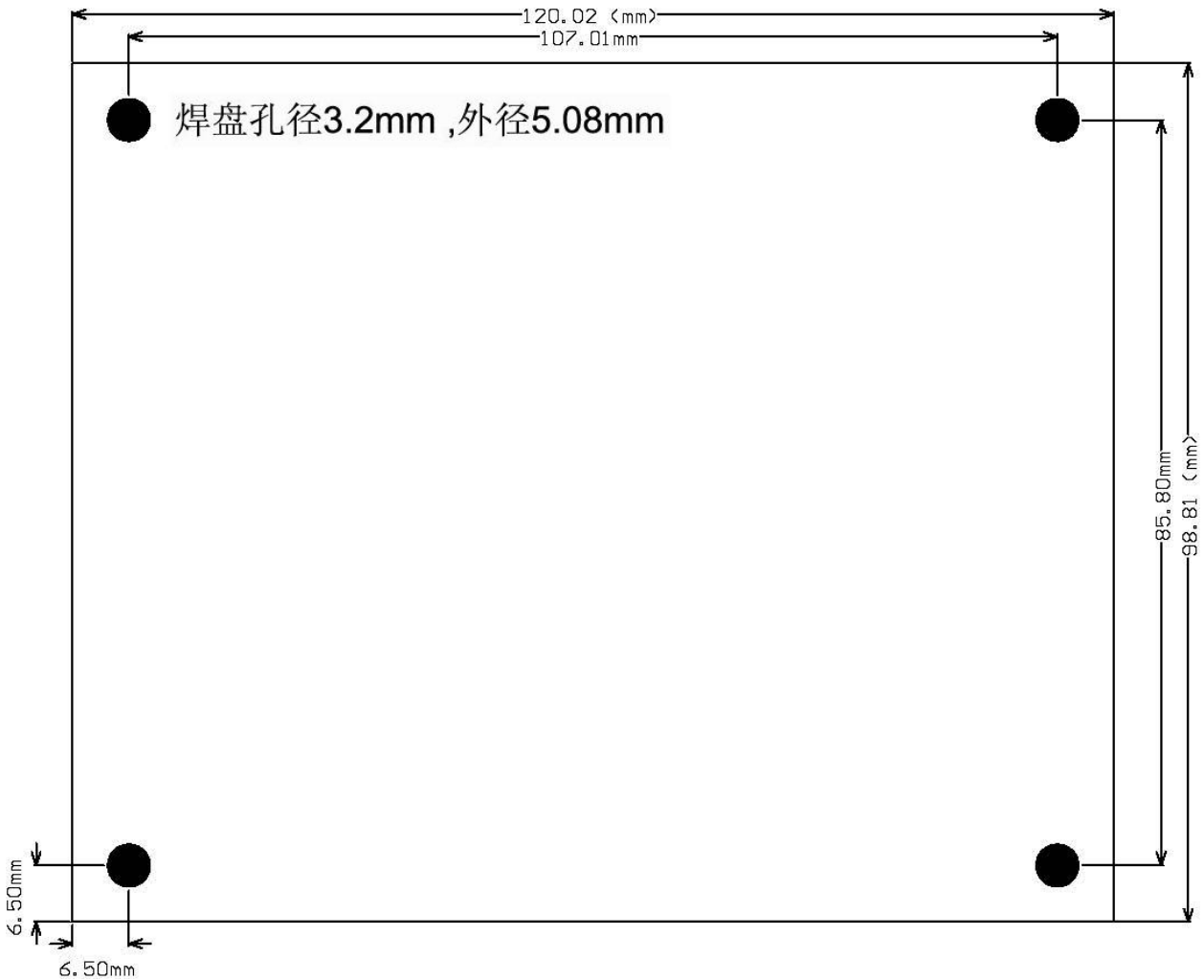
- ◆ 转换器类型：AD5542（4 芯片）
- ◆ 输出量程(OutputRange)：±10V、±5V
- ◆ 转换精度：16 位
- ◆ 输出点速率(Frequency)：0.010Hz~1MHz，为正数时单位 Hz，为负数时单位为 0.001Hz
- ◆ 通道数：4 路，可同步
- ◆ 触发模式(TriggerMode)：单次、连续、单步和紧急触发
- ◆ 触发源(TriggerSource)：软件内触发、DTR 硬件外触发
- ◆ 触发方向(TriggerDir)：负向触发、正向触发、正负向触发
- ◆ 触发源 DTR 输入范围：标准 TTL 电平
- ◆ 时钟源：内时钟和外时钟源软件可选
- ◆ 存储器深度：每路 256K 字（点）RAM 存储器
- ◆ 工作标志：DA 转换标志、触发标志、当前段号、当前段内地址、当前段循环次数、当前总循环次数
- ◆ 数据传输方式：程序方式
- ◆ DA 软件校准
- ◆ 支持多卡同步
- ◆ 建立时间：1uS
- ◆ 非线性误差：±1LIB(最大)
- ◆ 工作温度范围：0℃ ~ +50℃
- ◆ 存储温度范围：-20℃ ~ +70℃

### 第三节、其他指标

- ◆ 板载时钟振荡器：40MHz

### 第四节、板卡尺寸

板卡尺寸：120.02mm(长) x 98.81mm(宽)



## 第五节、产品安装核对表

打开 USB3020 板卡包装后，你将会发现如下物品：

- 1、USB3020 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 USB3020 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USB3020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

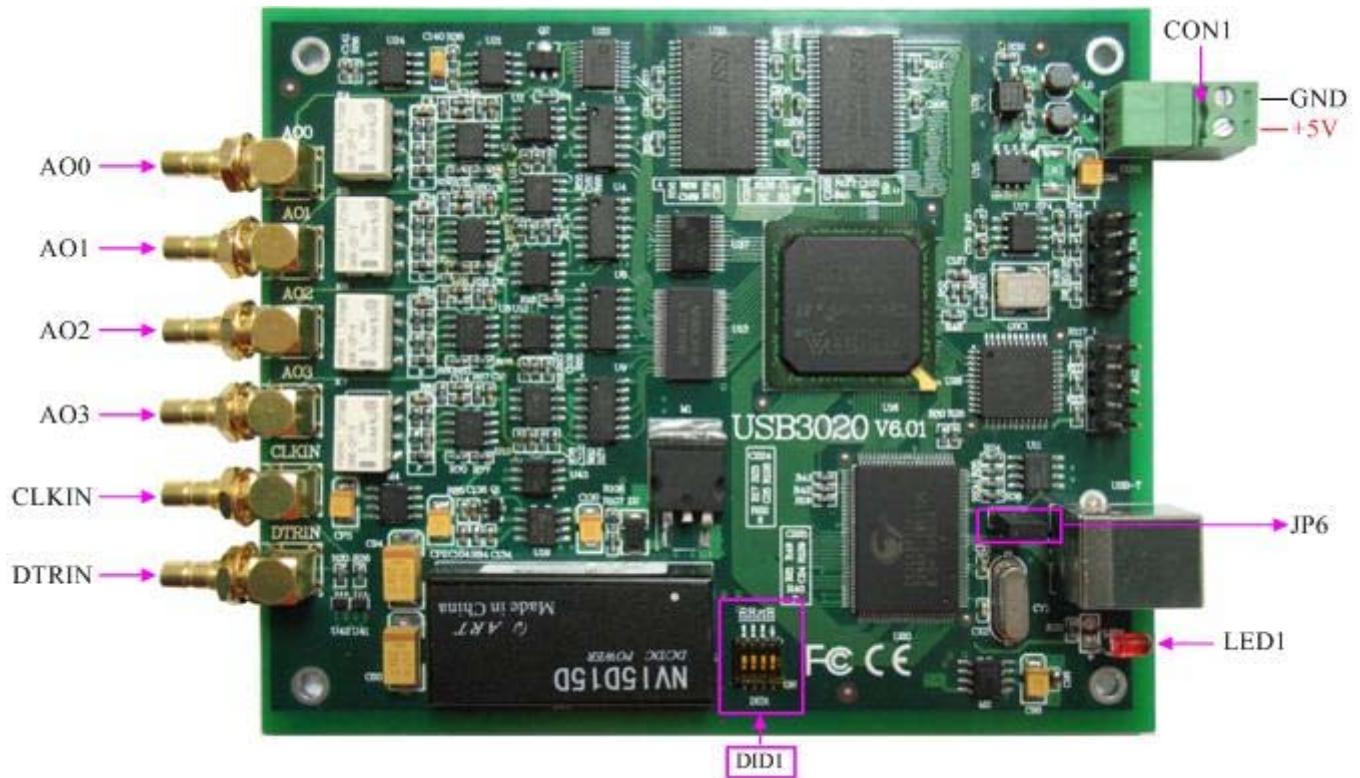
在硬件安装前首先关闭系统电源，待板卡固定后开机，开机后系统会自动弹出硬件安装向导，用户可选择系统自动安装或手动安装。

### 三、外接电源

使用本卡时最好通过板卡上CON1插座接上+5V外接电源。如本卡不能正常工作，必须接上外接电源。  
使用外接电源时，应先接外接电源，后接 USB 电缆。拔掉时先拔 USB 电缆，后拔外接电源。

## 第二章 元件布局图及简要说明

### 第一节、主要元件布局图



### 第二节、主要元件功能说明

请参考第二节中的布局图，了解下面各主要元件的大体功能。

#### 一、信号输入输出连接器

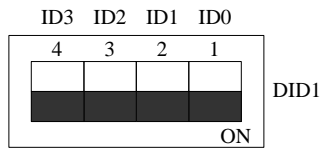
- AO0: 模拟通道 AO0 信号输出接口
  - AO1: 模拟通道 AO1 信号输出接口
  - AO2: 模拟通道 AO2 信号输出接口
  - AO3: 模拟通道 AO3 信号输出接口
  - CLKIN: CLKIN 外时钟输入接口
  - DTRIN: DTR 外触发信号输入接口
  - CON1: 外接电源端子，要求外接+5V 电源，电流不超过 1.5A
- 以上接口的连接方法请参考《[信号的连接方式](#)》。

#### 二、跳线器

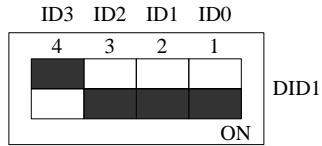
JP6: 加载 USB 控制器程序，默认情况下 1-2 脚跨接

#### 三、物理 ID 拨码开关

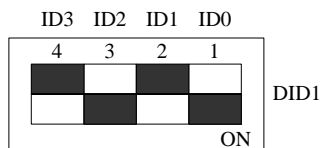
DID1: 设置物理ID号，当PC机中安装的多块USB3020时，可以用此拨码开关设置每一块板卡的物理ID号，这样使得用户很方便的在硬件配置和软件编程过程中区分和访问每块板卡。下面四位均以二进制表示，拨码开关拨向“ON”，表示“1”，拨向另一侧表示“0”。如下列图中所示：位置“ID3”为高位，“ID0”为低位，图中黑色的位置表示开关的位置。（出厂的测试软件通常使用逻辑ID号管理设备，此时物理ID拨码开关无效。若您想在同一个系统中同时使用多个相同设备时，请尽可能使用物理ID。关于逻辑ID与物理ID的区别请参考软件说明书《USB3020S》的《设备对象管理函数原型说明》章节中“CreateDevice”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：

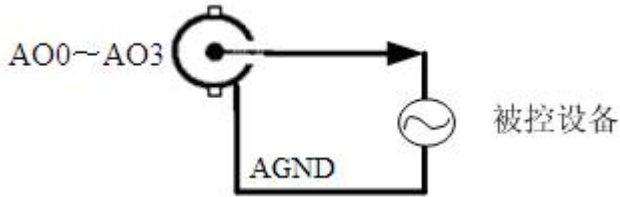
ID3	ID2	ID1	ID0	物理ID (Hex)	物理ID (Dec)
OFF (0)	OFF (0)	OFF (0)	OFF (0)	0	0
OFF (0)	OFF (0)	OFF (0)	ON (1)	1	1
OFF (0)	OFF (0)	ON (1)	OFF (0)	2	2
OFF (0)	OFF (0)	ON (1)	ON (1)	3	3
OFF (0)	ON (1)	OFF (0)	OFF (0)	4	4
OFF (0)	ON (1)	OFF (0)	ON (1)	5	5
OFF (0)	ON (1)	ON (1)	OFF (0)	6	6
OFF (0)	ON (1)	ON (1)	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

#### 四、状态指示灯

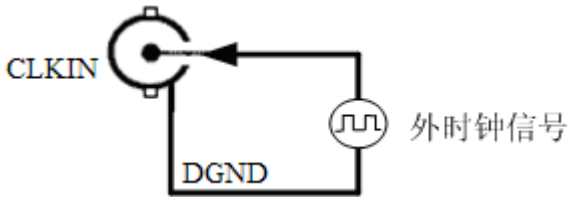
LED1: 3.3V 电源指示灯，灯亮时表示+3.3V 供电正常，灯灭时表示+3.3V 供电不正常。当正确连接到计算机此灯应亮。

### 第三章 信号输入输出连接器及信号的连接方法

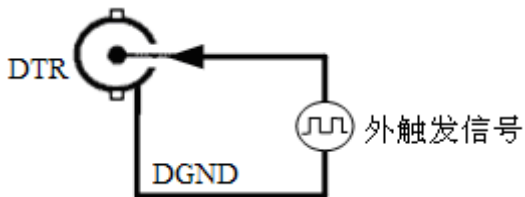
#### 第一节、DA 模拟量输出的信号连接方式



#### 第二节、外时钟输入信号连接方式



#### 第三节、DTR 数字量外触发信号连接方式

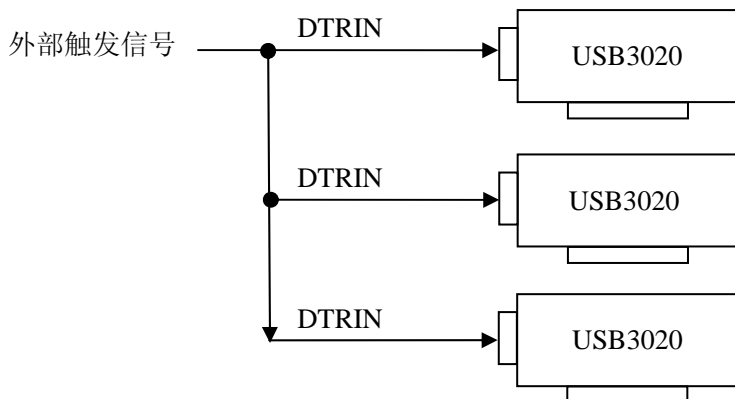


如果使用我公司配备的 SMB 引线进行信号输出或输入，那么引线的红色端为输出或输入信号，而黑色端为输入输出信号的地。

#### 第四节、多卡同步的实现方法

USB3020多卡同步可以有三种方案，第一：采用共同的外触发，第二：采用共同的外时钟。

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DTRIN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DA转换，达到同步采集的效果。连接方法如下：

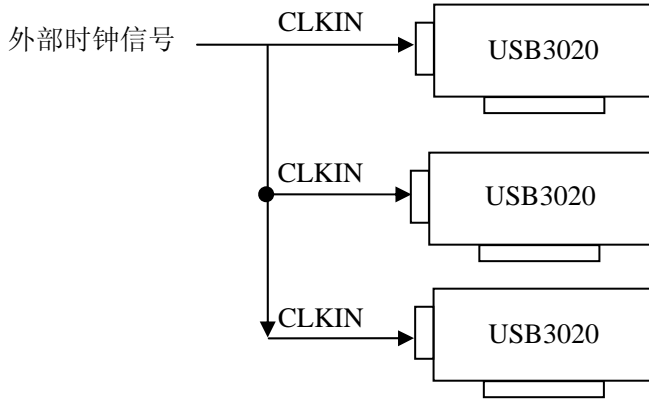


外触发同步采集的连接方法



注意：使用DTR时请使用内时钟模式

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DA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



## 第四章 数据格式、排放顺序及换算关系

DA 双极性模拟量输出数据格式，采用原码方式，如下表所示：

输入	DA原始码(二进制)	DA原始码(十六进制)	DA原始码(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

注明：当输出量程为±10V、±5V 时，即为双极性输出。假定输出的电压值为 Volt(单位为 mV)，写向设备的 DA 原始码为 nDDAata，则换算关系如下：（注意上限不能超过 65535）

±10V量程时： $nDDAata = Volt / (20000.00/65536) + 32768$ ;

±5V量程时： $nDDAata = Volt / (10000.00/65536) + 32768$ ;

## 第五章 各种功能的使用方法

### 第一节、触发功能

#### 一、触发源(TriggerSource)

触发源包括软件触发、DTR 数字量外触发，可以通过软件选择。它的作用是决定由什么信号产生触发事件。注意软件触发源是由软件指令实现，即调用一次 SetDeviceTrigDA()即产生一次触发事件。而 DTR 需要由板外输入硬件信号。

#### 二、触发方向(TriggerDir)

触发方向包括负向触发、正向触发、正负向触发。具体定义：

负向触发指的是触发源信号产生一个由高到低的瞬间跳变信号（即下边沿信号）时产生触发事件。而软件触发源则不必关心触发方向。

正向触发指的是触发源信号产生一个由低到高的瞬间跳变信号（即上边沿信号）时产生触发事件。而软件触发源则不必关心触发方向。

正负向触发指的是一旦发生以上两种情况中的一种即可产生触发事件。

#### 三、触发模式 (TriggerMode)

触发模式包括单次触发(Single Trigger Mode)、连续触发(Continuous Trigger Mode)、单步触发(Stepped Trigger Mode)、紧急触发(Burst Trigger Mode)，具体定义：

##### 1、单次触发(Single)

总体上是指定的段序列被依次循环输出一次。具体是当调用 EnableDeviceDA ()时 DA 不输出波形，只保持在原始状态下，只有当产生一个触发事件时设备才开始从段 0 输出波形。当段 0 循环指定次数后，自动转入下一段继续循环输出，待循环结束后再继续下一段。当输出到最后一段时，则最后一段自动进入无限循环，直到用户强行停止，停止后保持在被停止时的当前数据点状态下。如图 1，使用段 0、1、2 去创建单次触发的任意波形。当信号发生器收到一个触发事件，则开始产生段 0 数据波形，待段 0 数据按照指定次数循环结束后，紧接着循环段 1，以至到段 2。此时段 2 总是作无穷循环直到您停止它。因此，其总循环次数和最后段的循环次数不再有效。一旦触发后，不再接受新的触发事件。

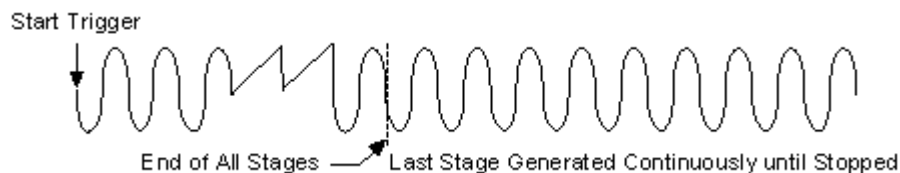


图 1

##### 2、连续触发(Continuous)

总体上是指定的段序列被依次整个有限或无限循环输出。具体是当调用 EnableDeviceDA ()时 DA 不输出波形，只保持在原始状态下，只有当产生一个触发事件时设备才开始从段 0 输出波形。当段 0 循环指定次数后，自动转入下一段继续循环输出，待循环结束后再继续下一段。当输出到最后一段时，则最后一段不像单次触发那样，而是循环指定次数自动转入段 0 继续循环，当再次循环完最后段时再回到段 0。若总循环次数设为 0 时，则表示总循环为无穷循环，一旦到最后段结束，便总是回到段 0 继续输出，直到用户强行停止。若总循环次数(LoopCount)不等于 0，则表示总循环为有限循环，即从最后段循环完后回到段 0 的次数。当回到段 0 的次数达到 LoopCount 指定的值，则输出到最后段时会自动停止。停止后的状态保持在停止当时的点数据状态下。如图 2，使用段 0、1、2 去创建连续触发的任意波形。当信号发生器收到一个触发事件，则开始产生段 0 数据波形，待段 0 数据按照指定次数循环结束后，紧接着循环段 1，以至到最后段 2。待段 2 结束后自动回到段 0。因此，其总循环次数和段循环次数均有效。一旦触发后，不再接受新的触发事件。

当收到触发事件后，发生器从段 0 开始循环，直至最后一段，然后回到段 0，继续输出，除非用户停止，否则一直循环到指定的总循环次数。在输出过程中，不再接受新的触发事件。当一旦触发时，置触发标志为 1，而

触发之前则为 0。且用户停止输出时自动复位为 0。

### Continuous Trigger Mode for Arbitrary Waveform Generation Mode

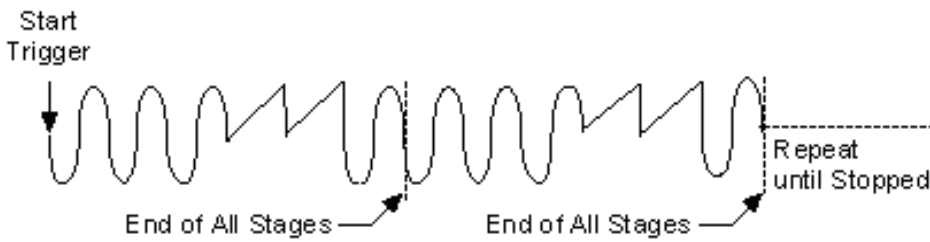
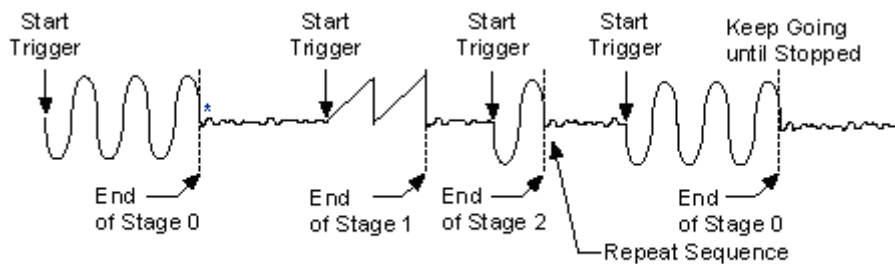


图 2

### 3、单步触发(Stepped)

总体上是指定的段序列中每个段均要接受一个独立触发事件才被依次有限循环输出。具体是当调用 EnableDeviceDA ()时 DA 不输出波形,只保持在原始状态下,只有当产生第一个触发事件时设备才开始从段 0 输出波形,待指定次数循环完后,自动停止,且保持在该段最后一个点状态下。此时若再产生一个触发事件,则自动转入下一段继续循环输出,待循环结束后又自动停止,且保持在该段最后一个点状态下,直到最后一个结束后又再产生触发事件,则又自动回到段 0。注意在各个段循环输出过程中新的触发事件无效,只有在某个段循环结束处于最后点保持状态下时产生的触发事件才有效。如图 3,使用段 0、1、2 去创建单步触发的任意波形。当信号发生器收到一个触发事件,则开始产生段 0 数据波形,待段 0 数据按照指定次数循环结束后,自动停止,且保持在最一个点状态下,当再来一个触发事件时,则自动循环输出段 1,以至到最后段 2。待段 2 结束后自动再来新的触发则又回到段 0。因此,只有段循环次数有效。



\*The first eight samples of the next stage are generated repeatedly.

图 3

### 4、紧急触发(Burst)

总体上是指定的段序列中每个段均要接受一个独立触发事件才被依次无限循环输出。具体是当调用 EnableDeviceDA ()时 DA 不输出波形,只保持在原始状态下,只有当产生第一个触发事件时设备才开始从段 0 输出波形,此时段 0 作无限循环输出,此时若再产生一个触发事件,则自动转入下一段继续作无限循环输出,直至到最后段作无限循环输出,若再来一个触发事件,则又自动回到段 0 继续作无限循环输出。注意在各个段循环输出过程中新的触发事件总是立即有效。待用户停止后保持在最后一个点上。如图 4,使用段 0、1、2 去创建紧急触发的任意波形。当信号发生器收到一个触发事件,则开始产生段 0 数据波形,此时段 0 则作无限循环输出,若此时再来一个触发事件,则自动开始段 1 的无限循环输出,当再来触发事件,则自动开始段 2 的无限循环输出,当再来触发事件时则又回到段 0。因此,总循环次数和段循环次数均无效。

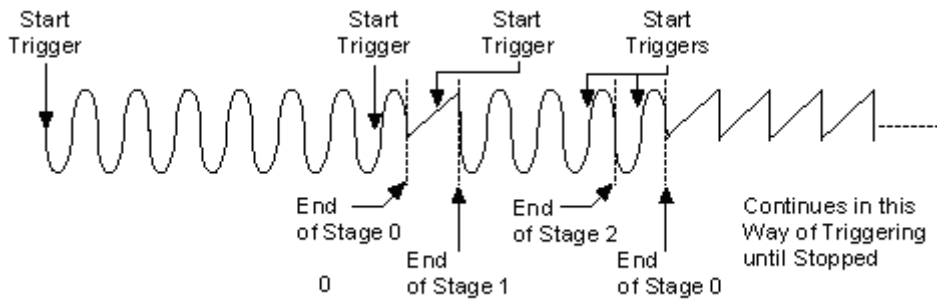


图 4

注：所谓原始状态即指上电最初状态或输出停止后保持的状态也可指软件复位后的状态。

## 第二节、DA 触发功能的使用方法

### 一、DA 软件内触发功能

在初始化DA时，若DA硬件参数DAPara.TriggerMode = USB3020\_TRIGSRC\_SOFT\_DA时，则可实现内触发采集。在内触发回放功能下，调用EnableDeviceDA函数启动DA时，DA即刻进入转换过程，不等待其他任何外部硬件条件。也可理解为内触发。

具体过程请参考以下图例，图中DA工作脉冲的周期由设定的采样频率(Frequency)决定。DA启动脉冲由软件接口函数EnableDeviceDA函数产生。

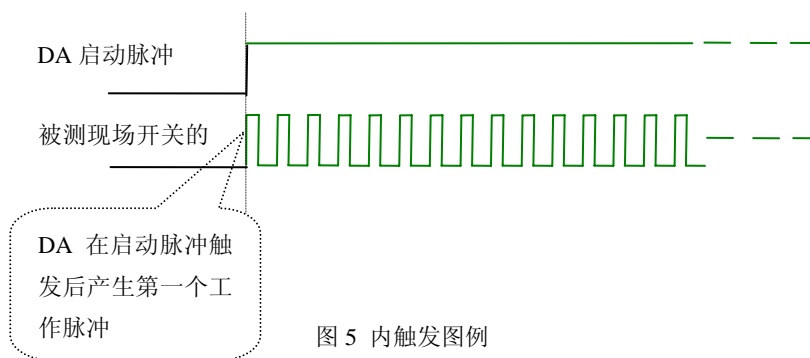


图 5 内触发图例

### 二、DA 硬件外触发功能

在初始化DA时，若DA硬件参数DAPara.TriggerMode = USB3020\_TRIGSRC\_DTR\_DA时，则可实现外触发采集。在外触发采集功能下，调用EnableDeviceDA函数启动DA时，DA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DA数据。其外部硬件触发源信号由命名为“DTRIN”的SMB接头输入提供。DTR可提供边缘触发及电平触发。关于在什么条件下触发DA，由用户选择的触发类型(TriggerMode)、触发方向(TriggerDir)、触发电平共同决定。各种条件的具体实现请参考以下两小节内容。

以DA硬件参数DAPara.TriggerMode = USB3020\_TRIGMODE\_SINGLE，为单次触发为例，说明触发功能。

DAPara.TriggerDir = USB3020\_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，DA即刻进入转换过程，其后续变化对DA采集无影响。

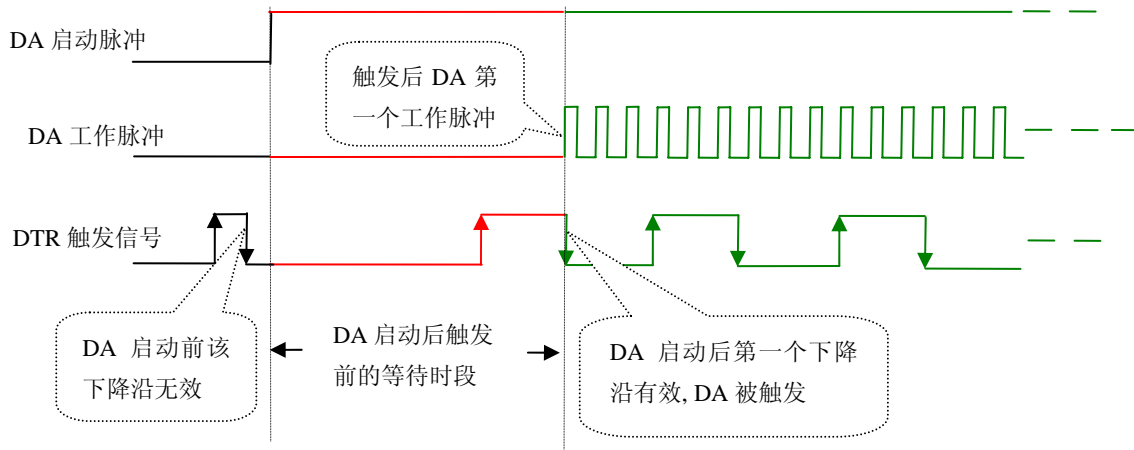


图 6 下降沿触发图例

DAPara.TriggerDir = USB3020\_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，DA即刻进入转换过程，其后续变化对DA采集无影响。

DAPara.TriggerDir = USB3020\_TRIGDIR\_POSIT\_NEGAT时，即选择触发方向为上正负向触发。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。DA即刻进入转换过程，其后续变化对DA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。

### 第三节、DA 内时钟与外时钟功能的使用方法

#### 一、DA 内时钟功能

内时钟功能是指使用板载时钟振荡器产生的时钟信号去触发DA定时转换（即DA的刷新时钟）。而读取SRAM中存放的波形数据的时钟则是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，该时钟最大与触发DA的频率相同，最小可以达到DA触发频率的65535倍分频，这样可以实现慢速回放SRAM中存放的波形。要使用内时钟功能应在软件中置硬件参数DAPara.ClockSouce =USB3020\_CLOCKSRC\_IN。该时钟的频率在软件中由硬件参数DAPara.Frequency决定。如Frequency = 100000，则表示读取波形的速度为100KHz，但是DA的刷新时钟不变，仍然是40MHz。

#### 二、DA 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DA进行转换。该时钟信号由连接器BNC的CLKIN脚输入提供。要使用外时钟功能应在软件中置硬件参数DAPara.ClockSouce = USB3020\_CLOCKSRC\_OUT。该时钟的频率主要取决于外时钟的频率。在外时钟模式下，无论是DA的刷新时钟还是读取波形数据的时钟均与外时钟相同。

### 第四节、DA 软件校准

USB3020的DA软件校准功能，需要借助万用表进行零点和满度的校准。下面以AO0通道的±5V量程的校准过程为例说明，其他量程和通道的校准同理。

万用表选择“直流电压 20V”档，将万用表的红色表笔连接到板卡端子的AO0管脚，将万用表的黑色表笔连接到板卡端子的任一个AGND管脚。

#### 一、零点校准

点击“开始校准”按钮，输出通道选择AO0，输出量程选择±5000mV，再点击“零点校准”按钮，看万用表的读数是否为0.000。若读数为0.000，则零点准确，不需校准；若读数不为0.000，则可在“校准值”的文本框内填写一个介于0~255之间的整数值，也可以使用“校准值”文本框下方的拖动条对校准值进行增减变化，使得输出的测量值变为0.000。



## 二、满度校准

零点校准完毕后，点击“满度校准”按钮，看万用表的读数是否为此量程的满度值4.999V。若读数为4.999V，则满度准确，不需校准；若读数不为4.999V，则可用“校准值”文本框下方的拖动条对校准值逐步进行增减变化，使得输出的测量值变为4.999V。

## 三、校准测试

完成零点和满度校准后，点击“停止校准”按钮，即可开始校准测试。

选择  $\pm 5000\text{mV}$  量程，设置输出的电压值或码值（范围为[0~65535]），也可以用拖动条改变输出值，再用万用表测量输出值，测量值应与设置的值相同。

## 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USB3020板，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、保修

USB3020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。