

USB-3510 系列多通道模拟输出模块

用户手册

Rev. B

Smacq

北京思迈科华技术有限公司

Smacq.com

Smacq.cn

声明

版权

© 2018 北京思迈科华技术有限公司 版权所有
未经事先同意和书面允许，不得复制、修改或删减本手册的任何内容。

商标信息

Smacq 是北京思迈科华技术有限公司的注册商标。
本文档中所提及的其他产品和公司名称均为其各自公司的商标或商业名称。

其他声明

- 本文档提供的信息，可能会在后续版本中存在修改和更新，恕不另行通知。
- 北京思迈科华技术有限公司不对本文档及其包含的信息提供任何明示或暗示的保证，包括但不限于对产品的可销售性和用于特定用途的适用性的暗示担保。
- 对于本文档中可能包含的错误和描述不准确的地方，或因手册所提供的信息及演绎的功能以及因使用本文档而导致的任何偶然或继发的损失，北京思迈科华技术有限公司不承担任何责任。
- 北京思迈科华技术有限公司保留改变产品规格、价格以及决定是否停产的权利。

联系我们

如果您在使用此产品或本文档的过程中有任何问题或需要帮助，请联系我们：

电话：010-52482802

电子邮箱：service@smacq.com

网站：<http://www.smacq.com>

<http://www.smacq.cn>

安全要求



警告

仅可连接规定范围内的电压，如果超过规定范围内的电压，可能会造成设备损坏，甚至对人身安全造成影响。各端口可连接的电压范围，详细参考产品规范章节的内容。



警告

请勿尝试采用本文档未提到的其他方式操作设备。错误操作设备可能发生危险。设备损坏时，内部的安全保护机制也会受到影响。



警告

请勿尝试采用本文档未提到的其他方式替换设备元器件或改动设备。当产品出现故障时，请勿自行维修。



警告

请勿在可能发生爆炸的环境中或存在易燃烟气的情况下使用设备。如必须用于此类环境，请将设备置于合适的外壳内。



警告

设备运行期间需闭合所有机箱盖板和填充面板。



警告

对于存在排风口的设备，请勿将异物插入排风口或阻挡排风口空气流通。

测量类别



警告 仅可在测量类别 I（CAT I）中使用，请勿在测量类别 II/III/IV 中使用本设备连接信号或进行测量。

测量类别说明

测量类别 I（CAT I）是指在没有直接连接到主电源的电路上进行测量。例如，对不是从主电源导出的电路，特别是受保护（内部）的主电源导出的电路进行测量。在后一种情况下，瞬间应力会发生变化。因此，用户应了解设备的瞬间承受能力。

测量类别 II（CAT II）是指在直接连接到低压设备的电路上进行测量。例如，对家用电器、便携式工具和类似的设备进行测量。

测量类别 III（CAT III）是指在建筑设备中进行测量。例如，在固定设备中的配电板、断路器、线路（包括电缆、母线、接线盒、开关、插座）以及工业用途的设备和某些其它设备（例如，永久连接到固定装置的固定电机）上进行测量。

测量类别 IV（CAT IV）是指在低压设备的源上进行测量。例如，电表、在主要过电保护设备以及脉冲控制单元上进行的测量。

环境

温度	
运行时	0°C ~ 55°C
存储	-40°C ~ 85°C
湿度	
运行时	5%RH ~ 95%RH，无凝露
存储	5%RH ~ 95%RH，无凝露
污染度	2
最高海拔	2000 m

污染等级说明

污染度1：无污染，或仅发生干燥的非传导性污染。此污染级别没有影响。例如：清洁的房间或有空调控制的办公环境。

污染度2：一般只发生干燥的非传导性污染。有时可能发生由于冷凝而造成的暂时性传导。例如：一般室内环境。

污染度3：发生传导性污染，或干燥的非传导性污染由于冷凝而变为具有传导性。例如：有遮棚的室外环境。

污染度4：通过传导性的尘埃、雨水或雪产生的永久的传导性污染。例如：户外场所。

回收注意事项



警告 本产品中包含的某些物质可能会对环境或人体健康有害，为避免将有害物质释放到环境中或危害人体健康，建议采用适当的方法回收本产品，以确保大部分材料可正确地重复使用或回收。有关处理或回收的信息，请与当地专业机构联系。

目 录

声明.....	1
安全要求	2
测量类别	3
环境.....	3
1. 入门指南.....	6
1.1. 产品介绍	6
1.2. 功能示意图	7
1.3. 产品规范	7
1.4. 产品拆箱	9
注意事项.....	9
核对装箱清单	9
2. 安装.....	10
2.1. 连接器信号引脚分配	10
2.2. USB 线缆加固设计	11
2.3. 驱动安装	12
3. 模拟输出 (AO)	14
3.1. 电路示意图	14
3.2. 信号输出模式.....	14
DC 立即输出.....	14
硬件定时.....	14
有限次数输出模式	15
无限循环输出模式	15
无限不循环输出模式	15
比例和偏移运算.....	15
3.3. 输出更新率	16
同步更新.....	16
3.4. AO 采样时钟.....	16
3.5. 触发	16
清除触发.....	17
4. 售后服务与保修	18
5. 订购信息.....	19
6. 文档修订历史	20

1. 入门指南

本章介绍 USB-3510 系列多通道模拟输出模块的基本功能，产品规范以及产品拆箱过程中的注意事项。

1.1. 产品介绍

USB-3510系列多通道模拟输出模块是基于高速USB2.0接口的多功能数据采集卡，连接到计算机可用于模拟信号连续高速输出。

USB-3510系列多通道模拟输出模块可以输出模拟信号，可以输出周期性重复信号，或者由计算机控制的无间断不重复信号高速输出。

USB-3510系列多通道模拟输出模块支持在Windows操作系统环境下使用，提供标准的动态链接库，支持VC++、VB、C#、LabVIEW、Matlab等主流开发语言。

USB-3510系列多通道模拟输出模块包含多个型号，不同的型号在功能和性能方面不同，详细参考第1.3章节关于各个型号的规范描述。

主要特点

- 高速 USB 接口，即插即用，USB 供电
- 16-bit 模拟输出分辨率，输出范围 $\pm 10V$
- 模拟输出最高支持16通道同步输出，最高 500kHz/s 刷新率
- 模拟输出支持连续无间断输出不重复任意波形，既可输出无限长度任意波形，但需在设备数据吞吐量范围内

1.2. 功能示意图

图 1.1 为 USB-3510 系列多通道模拟输出模块的功能示意图。

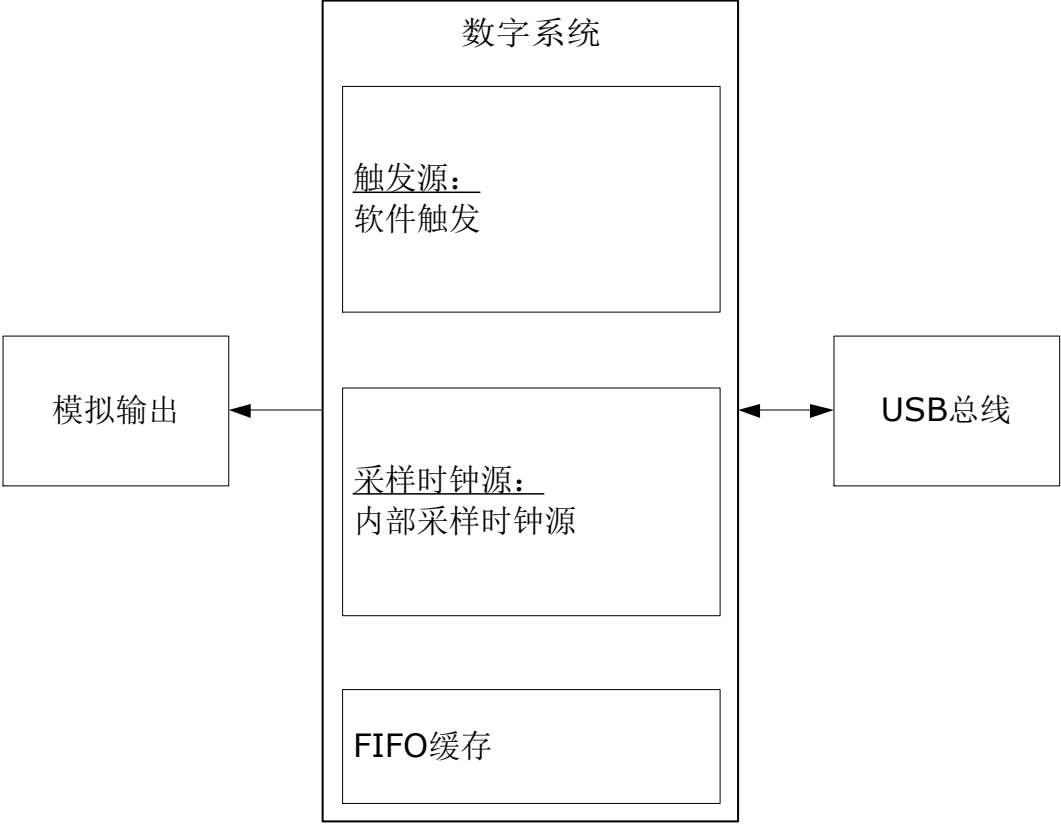


图 1.1、USB-3510 系列多通道模拟输出模块功能示意图

1.3. 产品规范

以下产品规范参数，除非另外声明，均在温度为 25°C，湿度为 40%的环境中，热机 20 分钟后测得。

模拟输出

通道数	USB-3511: 4 通道
	USB-3512: 8 通道
	USB-3514: 16 通道
分辨率	16-bit
DNL	±1 LSB
最高更新率	500 kHz/Ch
定时分辨率	10 ns
通道同步	是

输入范围	±10 V
输出耦合	DC
输出阻抗	50 Ω
输出驱动电流	10 mA
上电状态	±50 mV 以内
硬件 FIFO	2048 Pts/Ch
AO 输出模式	DC 直接输出、板载 FIFO 波形周期性输出、板载 FIFO 波形触发 N 循环、计算机缓存的无间断不重复信号
输出电压建立时间	4 us
边沿斜率	9.2 V/us

模拟输出准确度

量程 (V)	-10 ~ 10
增益误差 (读数的 ppm)	30
增益温度系数 (读数的 ppm/°C)	5
偏移误差 (量程的 ppm)	50
偏移温度系数 (量程的 ppm/°C)	5
全量程绝对精度 (mV)	5
参考温度系数 (ppm/°C)	5
INL 误差 (量程的 ppm)	120

校准

推荐预热时间	不低于 20 分钟
推荐校准时间间隔	1 年

总线接口

USB	USB2.0 高速接口
-----	-------------

电源要求

USB 接口供电	4.5 V ~ 5.5 V
无负载典型电流	400 mA
最大负载	600 mA

物理特性

尺寸 (mm)	不含连接器: 150*96*28 含连接器: 150*112*28
---------	--------------------------------------

重量 (g)	不含连接器: 约 185g 含连接器: 约 230g
I/O 连接器	螺栓端子
螺栓端子连线	16 AWG ~ 28 AWG
USB 连接器	USB Type B

1.4. 产品拆箱

注意事项

为防止静电放电 (ESD) 损坏设备, 请注意下列事项:

- 请先佩戴接地腕带或触碰已接地的对象, 以确保人体接地。
- 从包装内取出设备前, 请先将防静电包装与已接地的对象接触。
- 请勿触碰连接器外露的引脚。
- 不使用设备时请将设备置于防静电包装内。

核对装箱清单

产品拆箱之后, 请按照包装箱内的装箱清单, 逐一检查、核对主机和每一个附件, 确保包装箱内的物品和装箱清单一致。

如果发现物品缺失, 请第一时间与我们取得联系, 以便保护您的权益。

如果拆箱后发现产品破损, 请第一时间与我们取得联系。请勿安装破损的设备到计算机或其他工作现场。

2. 安装

本章介绍 USB-3510 系列多通道模拟输出模块的信号连接方法，驱动的安装方法。

2.1. 连接器信号引脚分配

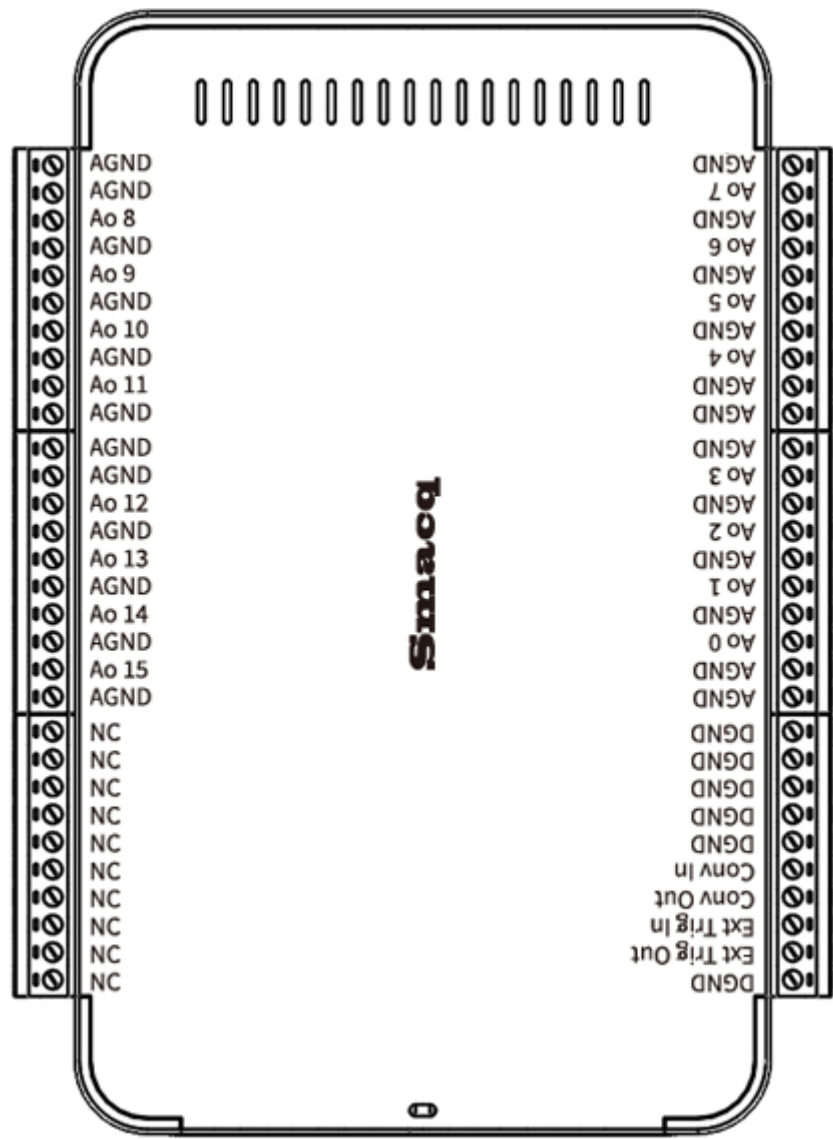


图 2.1、USB-3500 信号引脚分配图

表 2.1、信号引脚分配

信号名称	单端输入时
AO 0	模拟输出 0
AO 1	模拟输出 1
AO 2	模拟输出 2

AO 3	模拟输出 3
AO 4	模拟输出 4
AO 5	模拟输出 5
AO 6	模拟输出 6
AO 7	模拟输出 7
AO 8	模拟输出 8
AO 9	模拟输出 9
AO 10	模拟输出 10
AO 11	模拟输出 11
AO 12	模拟输出 12
AO 13	模拟输出 13
AO 14	模拟输出 14
AO 15	模拟输出 15
AGND	模拟地
DGND	数字地
EXT TRIG OUT	触发信号输出
EXT TRIG IN	外部触发信号输入
CONV OUT	采样时钟输出
CONV IN	外部采样时钟输入
NC	不连接

2.2. USB 线缆加固设计

面对 USB 接口被拉拽时易脱落的缺点，USB-3510 系列多通道模拟输出模块可以用一根绑带将 USB 连接线固定在 USB-3510 系列多通道模拟输出模块机身，以防止脱落，详细使用方法见图 2.2。

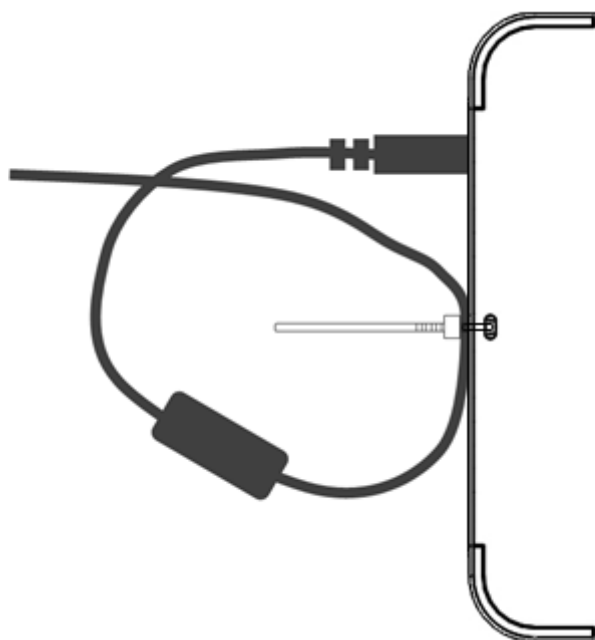


图 2.2、USB 线缆加固设计

2.3. 驱动安装

USB-3510 系列多通道模拟输出模块支持在 Windows Xp、Windows 7、Windows 8/8.1、Windows 10 这几个操作系统环境中使用，包含 32-bit 和 64-bit。在 Windows8/8.1 和 Windows 10 中安装驱动程序时，需要先关闭驱动数字签名认证。此处以 Windows 7 环境中安装驱动程序为例，一步一步介绍如何安装 USB-3510 系列多通道模拟输出模块的驱动程序。

- 1) 打开 Windows 操作系统的设备管理器。
- 2) 在带有感叹号的设备“ Smacq USB Series DAQ ”上单击鼠标右键，选择“更新驱动程序软件”。
- 3) 在弹出对话框中选择“浏览计算机以查找驱动程序软件”。
- 4) 然后选择“从计算机的设备驱动程序列表中选择”。
- 5) 保持默认点击“下一步”之后，点击“从磁盘安装”。
- 6) 在弹出对话框中点击“浏览”，然后进入到光盘中的\USB-3000 Series DAQ\driver 文件夹，然后进入“win7”文件夹，接下来 32 位操作系统进入“x86”文件夹，64 位操作系统进入“x64”文件夹，选中“susb.inf”文件之后，单击“打开”。（Windows 8/8.1 和 Windows 10 的驱动与 Windows 7 一致，用同一文件。）
- 7) 在标题为“从磁盘安装”的这个对话框中点击“确定”。

- 8) 点击“下一步”，如果弹出 Windows 安全警告对话框，则需要选择第二项“始终安装此驱动程序软件”。

系统开始安装驱动程序，大约 30 秒之后，驱动程序就安装完成了，此时可以看到设备管理器中的感叹号消失了，如下图 2.3 所示。

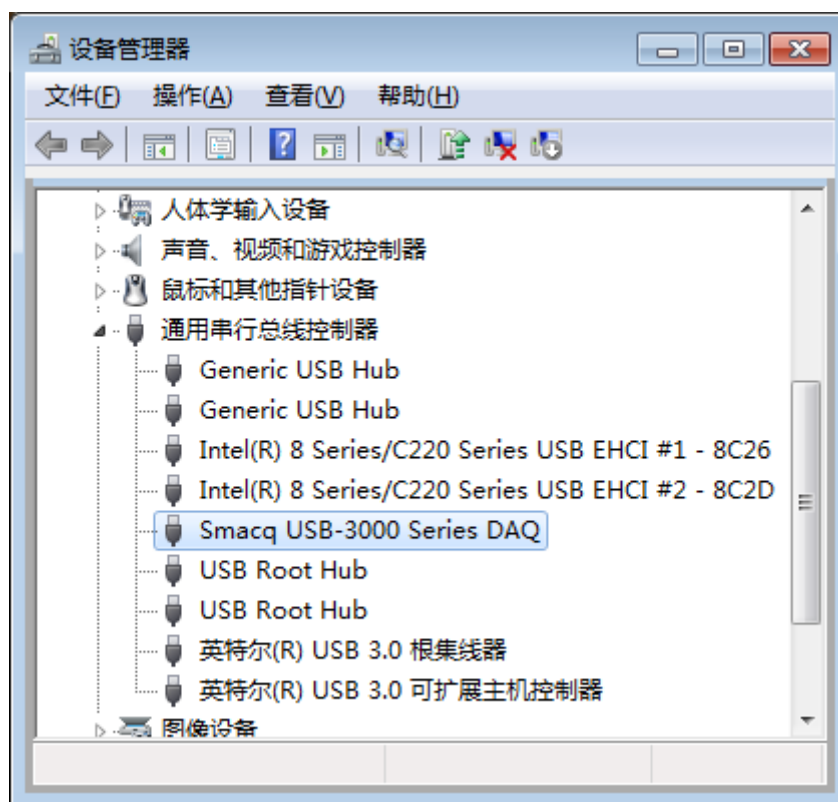


图 2.3、正确安装驱动之后的设备管理器

3.模拟输出（AO）

本章介绍 USB-3510 系列多通道模拟输出模块用于输出模拟信号的相关内容。后文中模拟输出用 AO 表示，是 Analog Output 的缩写。

3.1. 电路示意图

USB-3510 系列多通道模拟输出模块的 AO 输出电路示意图如图 3.1 所示，支持接地参考单端输出。

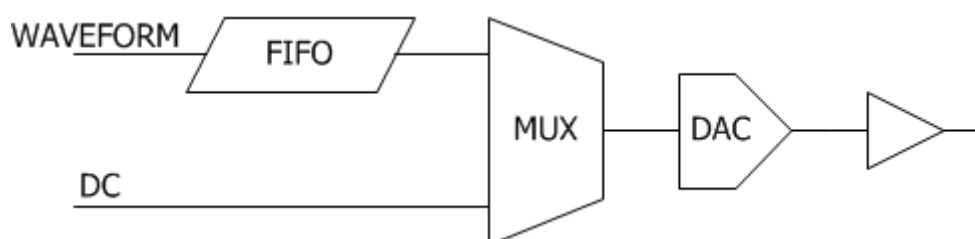


图 3.1、模拟输出电路示意图

3.2. 信号输出模式

USB-3510 系列多通道模拟输出模块进行模拟输出时，支持以下 4 种输出模式：

- DC 立即输出
- 有限次数输出模式
- 无限次数循环输出模式
- 无限不循环输出模式

上述后三种模式，具备对波形的比例和偏移的运算，即可以对波形进行 $kx+b$ 的运算，用于快速变换输出波形，而不用重新写入波表数据。

DC 立即输出

DC 立即输出是指无缓存无波形的输出状态，计算机发送一条命令到采集卡，采集卡立即输出指定的电压。



注意

设定的电压不能超过采集卡 AO 输出的范围。如果超过了，将会引起错误。

硬件定时

接下来所提到的三种输出模式，都是指输出波形的模式，因此输出波形的采样率是一个重要

参数，并且 AO 输出波形时，都是采用硬件定时的方式产生 AO 采样时钟，这个采样时钟信号可以是设备内部产生，也可以由外部提供。

关于使用外部提供的采样时钟详细内容请参考“同步系统”章节。

有限次数输出模式

有限次数输出模式，是指先把需要输出的波形数据存储到硬件 FIFO 中，然后设定输出采样率，设定需要输出该波形的次数，当 AO 输出触发之后，采集卡开始按照设定的参数输出波形。当达到设定的输出次数之后，采集卡停止输出波形。



注意 当完成指定的输出次数之后，AO 输出电压停留于该波形数据的最后一个点所定义的电压值。

无限循环输出模式

无限循环输出模式，是指先把需要输出的波形数据存储到硬件 FIFO 中，然后设定输出采样率，当 AO 触发之后，采集卡开始按照设定的参数输出波形，不断循环输出，直到清除 AO 触发到未触发的状态。



注意 当清除 AO 触发到未触发的状态之后，AO 输出电压停留于清除 AO 触发的那一刻电压值。

无限不循环输出模式

无限不循环输出模式，是指 AO 输出超过硬件 FIFO 空间长度的波形，由计算机分批传输数据到 AO 硬件 FIFO 中。

例如，需要以 10 kSa/s 的采样率输出一个长度为 1 M 点的波形，而 AO 硬件 FIFO 空间只有 2 k 点，那么 1 M 点长度的波形则需要分 500 次传输到 AO 硬件 FIFO 中。硬件 FIFO 中的 2 k 点数据，按照 10 kSa/s 的采样率输出，0.2 秒将完成全部输出，因此，计算机须在小于 0.2 秒的时间内，开始进行一次新的数据传输，以保证 AO 输出波形的连续性。

当硬件 FIFO 中波形输出完成，并且没有新的数据到来的时候，AO 输出电压将保持最后一个点所定义的电压值。

比例和偏移运算

比例和偏移运算是指对输出波形进行快速变换。假设波表中的电压数据是 x ，而当前需要将波形数据变换为 $kx+b$ ， k 是比例系数， b 是偏移常量。 k 的设置范围是 0 到 10，默认 1； b 的设置范围是 -10 到 10，默认 0。

3.3. 输出更新率

USB-3510 系列多通道模拟输出模块 AO 输出更新率，既 DAC 输出采样率，最高可达 500 kSa/s/Ch。这个采样率是每一个通道独立的采样率。

同步更新

USB-3510 系列多通道模拟输出模块的所有 AO 通道，输出波形的时候，支持选择任意指定的 AO 通道同步更新输出。



注意 当选择了某几个通道同步输出的时候，所选的这几个通道一定要设置相同的采样率，否则会引起错误。

3.4. AO 采样时钟

所有的定时器可以按照 10 ns 的步进来设置，但是所设置的采样频率不能超过该设备所支持的最高采样率。

3.5. 触发

USB-3510 系列多通道模拟输出模块提供了丰富的触发选项，如图 3.3 所示，是其中一个 AO 通道的触发选项示意图。

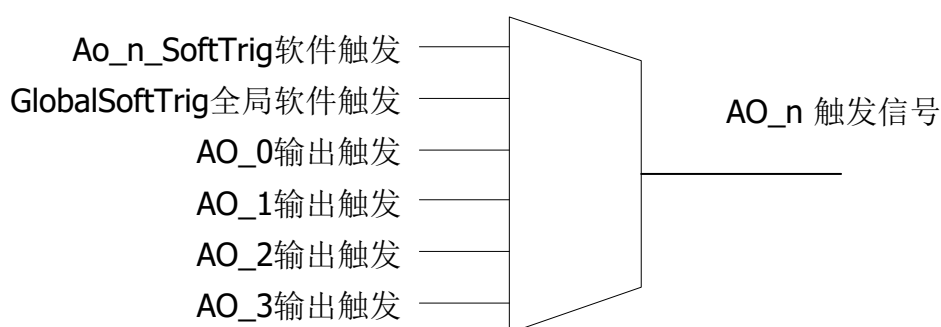


图 3.3、一个 AO 输出通道的触发选项示意图

AO 输出默认使用本通道专有软件触发信号 **Ao_n_SoftTrig** 作为触发源。可以通过软件设置使 AO 输出使用其他触发源，来达到各个功能同步的作用。

Ao_n_SoftTrig 软件触发和 **GlobalSoftTrig** 全局软件触发，都是软件触发，是通过计算机想采集卡发送一条命令来达到设备触发的效果。

清除触发

AO 触发状态可以通过软件命令的方式，让其复位到未触发的状态。

4. 售后服务与保修

北京思迈科华技术有限公司承诺其产品在保修期内，如果经正常使用的产品发生故障，我们将为用户免费维修或更换部件。详细保修说明请参考包装箱内保修说明。

除本手册和保修说明所提及的保证以外，我公司不提供其他任何明示或暗示的保证，包括但不限于对产品可交易性和特殊用途适用性的任何暗示保证。

获得更多的技术支持与服务细节，或您在使用本产品和本文档时有任何问题，欢迎您与我们联系：

电话：010-52482802

电子邮箱：service@smacq.com

网站：<http://www.smacq.com>

<http://www.smacq.cn>

5. 订购信息

主机

型号	说明
USB-3511	4-AO, 500kHz/Ch, $\pm 10V$
USB-3512	8-AO, 500kHz/Ch, $\pm 10V$
USB-3514	16-AO, 500kHz/Ch, $\pm 10V$

标配附件

型号	说明
USB-A-B	USB 连接线缆, 1.5 米, USB-A 型至 USB-B 型
TB10-3.81	10 位、3.81mm 间距接线端子

选配附件

型号	说明
SDIN	35mmDIN 导轨安装支架
CHF-100B	电流传感器, 100A, DC~20kHz, 输出 $\pm 4V$
CHV-600VD	电压传感器, 600V, DC~20kHz, 隔离差分输入, 输出 $\pm 5V$

6.文档修订历史

日期	版本	备注
2024.11.8	Rev: A	首次发布。
2024.11.13	Rev: B	修改了 3.3 章节对于 AO 输出采样率的错误描述。