

PCI-3000 系列多功能数据采集卡

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

© 2021 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	7
1.1. 产品介绍	7
1.2. 功能示意图	9
1.3. 产品规范	9
1.4. 产品拆箱	12
注意事项	12
核对装箱清单	12
2. 安装	13
2.1. 连接器信号引脚分配	13
2.2. 驱动安装	15
3. 模拟输入 (AI)	19
3.1. 信号连线方式	19
3.2. 浮地信号源	19
使用差分模式 (DIFF) 连接	20
使用接地参考单端模式 (RSE) 连接	错误!未定义书签。
3.3. 接地信号源	22
使用差分模式 (DIFF) 连接	23
3.4. 信号采集模式	23
硬件定时	错误!未定义书签。
连续采集模式	24
有限次数采集模式	25
单点读取	25
3.5. 综合采样率与单通道采样率	25
3.6. 触发	25
清除触发	26
4. 模拟输出 (AO)	27
4.1. 信号输出模式	27
DC 立即输出	27
5. 数字输入 (DI)	30
5.1. 信号采集模式	30
硬件定时	错误!未定义书签。
连续采集模式	30
有限次数采集模式	30
单次读取	30

5.2. 触发	31
清除触发	错误!未定义书签。
6. 数字输出 (DO)	32
6.1. 信号输出模式.....	32
立即输出	32
7. 同步系统	35
7.1. 同步时钟	35
7.2. 外触发输入	35
7.3. 触发输出	35
8. 售后服务与保修	37
9. 订购信息	38
10. 文档修订历史	39

1. 入门指南

本章介绍 PCI-3000 系列数据采集卡的基本功能, 产品规范以及产品拆箱过程中的注意事项。

1.1. 产品介绍

PCI-3000系列数据采集卡是基于PCI总线的多功能数据采集卡, 装入到计算机内可用于信号连续高速采集和控制信号输出。

PCI-3000系列数据采集卡可以对模拟和数字信号进行测量, 并将测量数据连续不间断的记录到计算机硬盘; 也可以输出模拟和数字信号。

PCI-3000系列数据采集卡支持在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。

主要特点

- 16-bit 模拟输入分辨率, 支持连续不间断采集
- 模拟输入最高支持 1MS/s 采样率
- 模拟输入可通过软件设置为多种量程 $\pm 10V/\pm 5V/\pm 2.5V/\pm 1.25V/\pm 0.6V$
- 模拟输入通道支持单端或者差分接线方式
- 16-bit 模拟输出分辨率, 输出范围 $\pm 10V$
- 模拟输出最高支持 1MS/s 采样率
- 数字输入/输出最高支持 10MS/s 采样率

PCI-3000系列数据采集卡包含多个型号的产品，各个型号主要区别如下：

	PCI-3210	PCI-3211	PCI-3212	PCI-3213
模拟输入通道数	8单端 / 4差分	8单端 / 4差分	8单端 / 4差分	8单端 / 4差分
模拟输入分辨率	16-bit	16-bit	16-bit	16-bit
模拟输入采样率	125kS/s	250kS/s	500kS/s	1MS/s
模拟输出通道数	0	0	0	0
	PCI-3220	PCI-3221	PCI-3222	PCI-3223
模拟输入通道数	16单端 / 8差分	16单端 / 8差分	16单端 / 8差分	16单端 / 8差分
模拟输入分辨率	16-bit	16-bit	16-bit	16-bit
模拟输入采样率	125kS/s	250kS/s	500kS/s	1MS/s
模拟输出通道数	0	0	0	0
	PCI-3110	PCI-3111	PCI-3112	PCI-3113
模拟输入通道数	8单端 / 4差分	8单端 / 4差分	8单端 / 4差分	8单端 / 4差分
模拟输入分辨率	16-bit	16-bit	16-bit	16-bit
模拟输入采样率	125kS/s	250kS/s	500kS/s	1MS/s
模拟输出通道数	2	2	2	2
模拟输出分辨率	16-bit	16-bit	16-bit	16-bit
模拟输出采样率	1MS/s	1MS/s	1MS/s	1MS/s
	PCI-3120	PCI-3121	PCI-3122	PCI-3123
模拟输入通道数	16单端 / 8差分	16单端 / 8差分	16单端 / 8差分	16单端 / 8差分
模拟输入分辨率	16-bit	16-bit	16-bit	16-bit
模拟输入采样率	125kS/s	250kS/s	500kS/s	1MS/s
模拟输出通道数	2	2	2	2
模拟输出分辨率	16-bit	16-bit	16-bit	16-bit
模拟输出采样率	1MS/s	1MS/s	1MS/s	1MS/s

1.2. 功能示意图

图 1.1 为 PCI-3000 系列数据采集卡的功能示意图。

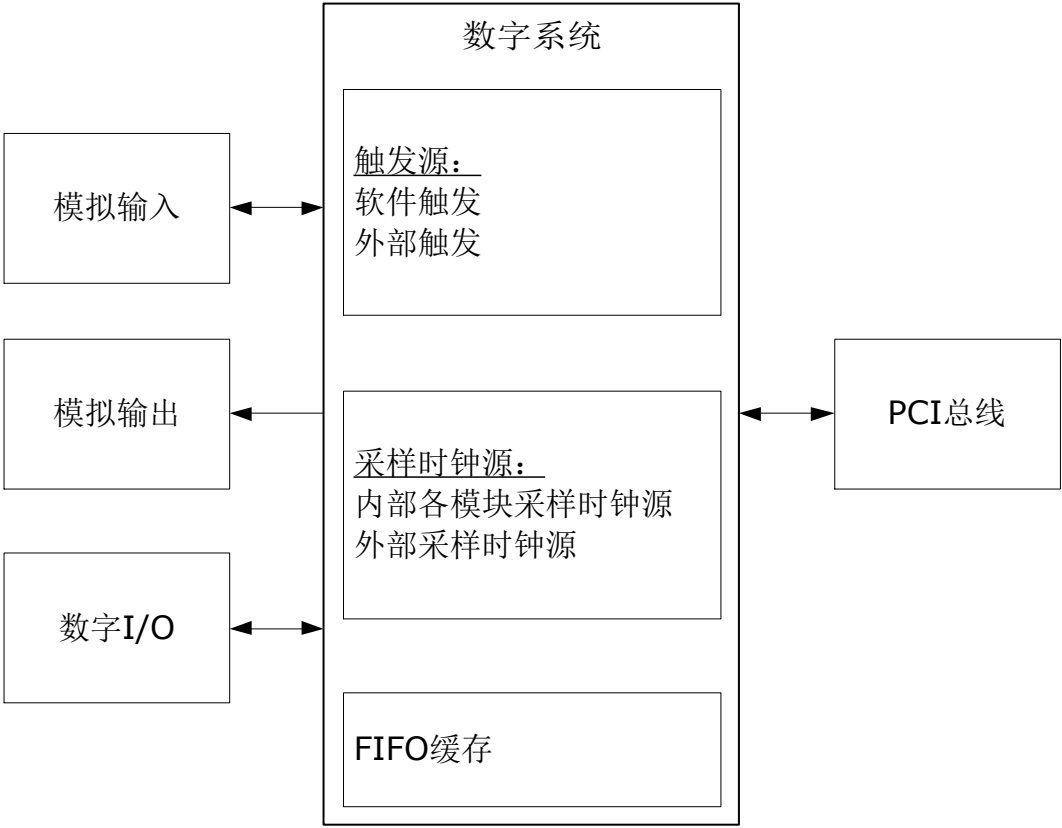


图 1.1、PCI-3000 系列数据采集卡功能示意图

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。

模拟输入

通道数	PCI-3210/3211/3212/3213/3110/3111/3112/3113: 8 单端/4 差分 PCI-3220/3221/3222/3223/3120/3121/3122/3123: 16 单端 / 8 差分
ADC 类型	SAR
分辨率	16-bit
最高采样率	(如果使用多通道，采样率是指多通道采样率之和。) PCI-3213/3223/3113/3123: 最高 1MS/s，连续不间断 PCI-3212/3222/3112/3122: 最高 500kS/s，连续不间断 PCI-3211/3221/3111/3121: 最高 250kS/s，连续不间断 PCI-3210/3220/3110/3120: 最高 125kS/s，连续不间断

定时分辨率	10ns
通道同步	否
量程	$\pm 10.24\text{V}/\pm 5.12\text{V}/\pm 2.56\text{V}/\pm 1.28\text{V}/\pm 0.64\text{V}/$
输入耦合方式	DC
输入阻抗	高阻
小信号带宽 (-3 dB)	1MHz
输入偏置电流	200nA
模拟输入最高电压	每一个输入端对地电压不超过 $\pm 12\text{V}$
软件 FIFO	2 MPts/Ch
板载 FIFO	4096 Pts (共享)
AI 采集模式	连续采集 / 有限次数采集 / 单点读取

模拟输入准确度 (温度系数 5 ppm/°C)

量程	增益误差 (读数的 ppm)	偏移误差 (量程的 ppm)	随机噪声 (μVrms)	全量程绝对精度 (μV)
$\pm 10.24\text{V}$	20	10	195	820
$\pm 5.12\text{V}$	50	15	110	550
$\pm 2.56\text{V}$	55	30	70	215
$\pm 1.28\text{V}$	100	60	60	220
$\pm 0.64\text{V}$	200	120	50	100

模拟输出

通道数	2
分辨率	16-bit
DNL	$\pm 1\text{ LSB}$
输出电压建立时间	1us
边沿斜率	9V/us
通道同步	是
输出范围	$\pm 10\text{V}$
输出耦合	DC
输出阻抗	50 Ω
输出驱动电流	10 mA
上电状态	可设置上电初始值
AO 输出模式	DC 直接输出 / 有限长度波形输出 / 无限不循环输出

模拟输出准确度

量程 (V)	$\pm 10\text{V}$
--------	------------------

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

数字 I/O

通道数	8
参考地	DGND
方向	输入/输出可设置，并且可设置上电默认值
数字输入电压	高电平：1.95 V ~ 5 V 低电平：0 V ~ 1.2 V
数字输出电压	高电平：3.3 V 低电平：0 V ~ 0.003 V
最高采样率	10MS/s
定时分辨率	10 ns
通道同步	是
软件 FIFO	2MPts
板载 FIFO	4096 Pts（共享）
数字输入采集模式	连续采集模式 / 有限次数采集 / 单点读取
数字输出模式	直接输出 / 有限长度波形输出 / 无限不循环输出

外部触发

通道数	1 输入、1 输出
输入电压	高电平：1.95 V ~ 5 V 低电平：0 V ~ 1.2 V
输出电压	高电平：3.3 V 低电平：0 V ~ 0.003 V
输出上电状态	低电平
输出边沿时间	上升沿：6 ns 下降沿：8 ns

校准

推荐预热时间	不低于 20 分钟
推荐校准时间间隔	1 年

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 PCI-3000 系列数据采集卡的信号连接方法，驱动的安装方法。

2.1. 连接器信号引脚分配

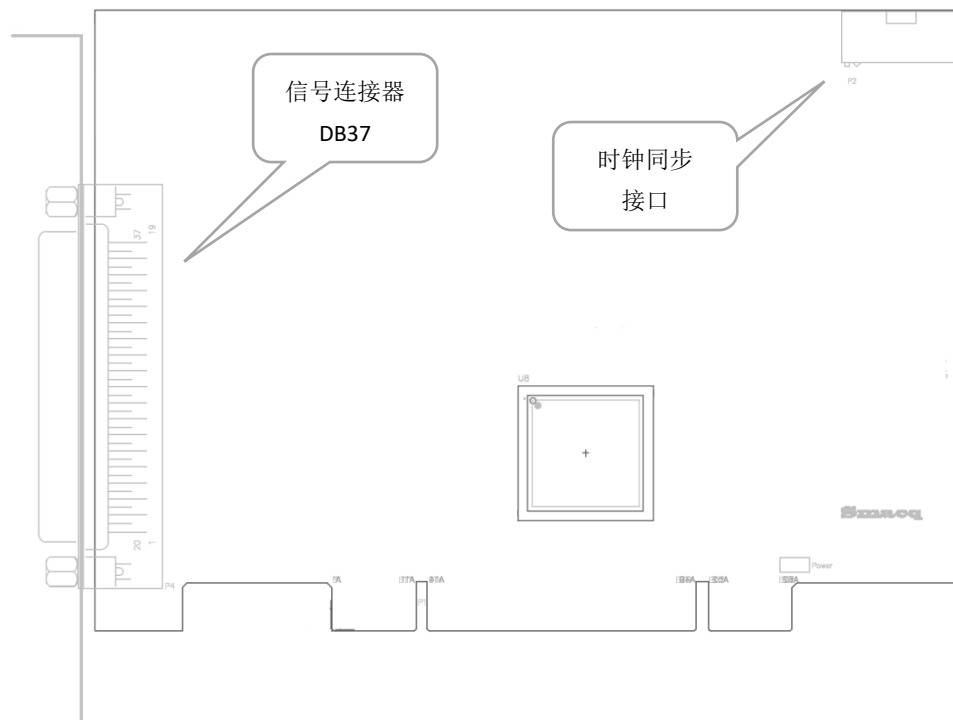


图 2.1、PCI-3000 信号引脚分配图

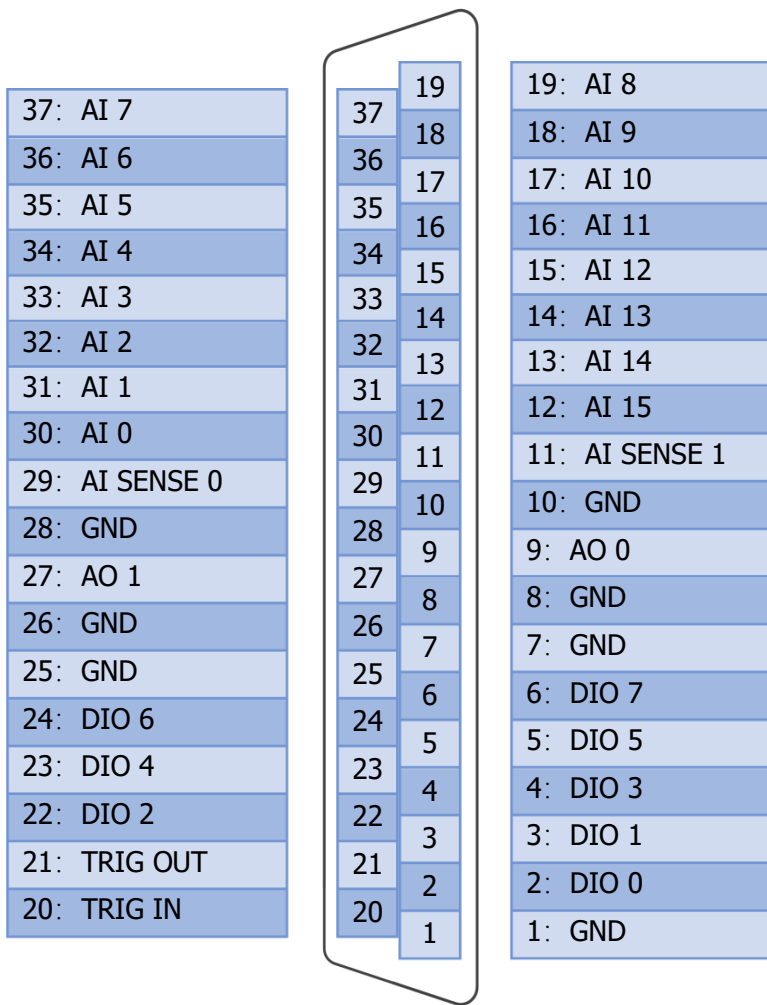


图 2.2、信号连接器分配图

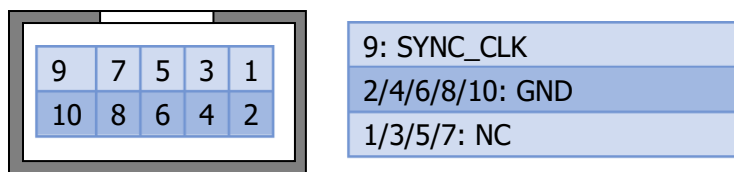


图 2.3、时钟同步接口信号分配图

表 2.1、信号引脚分配

信号名称	单端输入时	差分输入时
AI 0	模拟输入 0	模拟输入 0 正极
AI 1	模拟输入 1	模拟输入 0 负极
AI 2	模拟输入 2	模拟输入 2 正极
AI 3	模拟输入 3	模拟输入 2 负极
AI 4	模拟输入 4	模拟输入 4 正极

信号名称	单端输入时	差分输入时
AI 5	模拟输入 5	模拟输入 4 负极
AI 6	模拟输入 6	模拟输入 6 正极
AI 7	模拟输入 7	模拟输入 6 负极
AI SENSE 0	AI 0 ~ 7 单端输入时的 信号负极	--
AI 8	模拟输入 8	模拟输入 8 正极
AI 9	模拟输入 9	模拟输入 8 负极
AI 10	模拟输入 10	模拟输入 10 正极
AI 11	模拟输入 11	模拟输入 10 负极
AI 12	模拟输入 12	模拟输入 12 正极
AI 13	模拟输入 13	模拟输入 12 负极
AI 14	模拟输入 14	模拟输入 14 正极
AI 15	模拟输入 15	模拟输入 14 负极
AI SENSE 1	AI 8 ~ 15 单端输入时的 信号负极	--
AO 0	模拟输出 0	--
AO 1	模拟输出 1	--
GND	参考地	参考地
DIO 0	数字输入/输出 0	--
DIO 1	数字输入/输出 1	--
DIO 2	数字输入/输出 2	--
DIO 3	数字输入/输出 3	--
DIO 4	数字输入/输出 4	--
DIO 5	数字输入/输出 5	--
DIO 6	数字输入/输出 6	--
DIO 7	数字输入/输出 7	--
TRIG OUT	触发信号输出	--
TRIG IN	外部触发信号输入	--
SYNC_CLK	系统同步时钟输入/输出	
NC	不连接	不连接

2.2. 驱动安装

PCI-3xxx 数据采集卡支持在 Windows 7 和 Windows 10 这两个操作系统环境中使用，包含 32-bit 和 64-bit。此处以 Windows 10 环境中安装驱动程序为例，一步一步介绍如何安装 PCI-3xxx 数据采集卡的驱动程序。在 Windows 7 环境中安装驱动程序的步骤与在 Windows

10 环境中一致。

- 1) 打开 Windows 操作系统的设备管理器，在未安装驱动程序时，如下图 2.3 所示，显示为“PCI 数据捕获和信号处理控制器”。

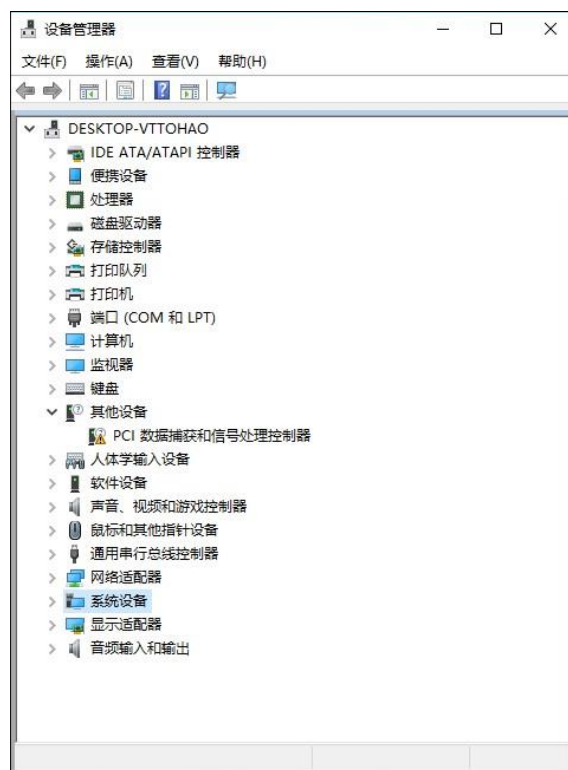


图 2.3、未安装驱动程序之前

- 2) 选中“PCI 数据捕获和信号处理控制器”，单击鼠标右键，选择“更新驱动程序”。在弹出对话框中选择“浏览我的计算机以查找驱动程序软件”，如下图 2.4 所示。

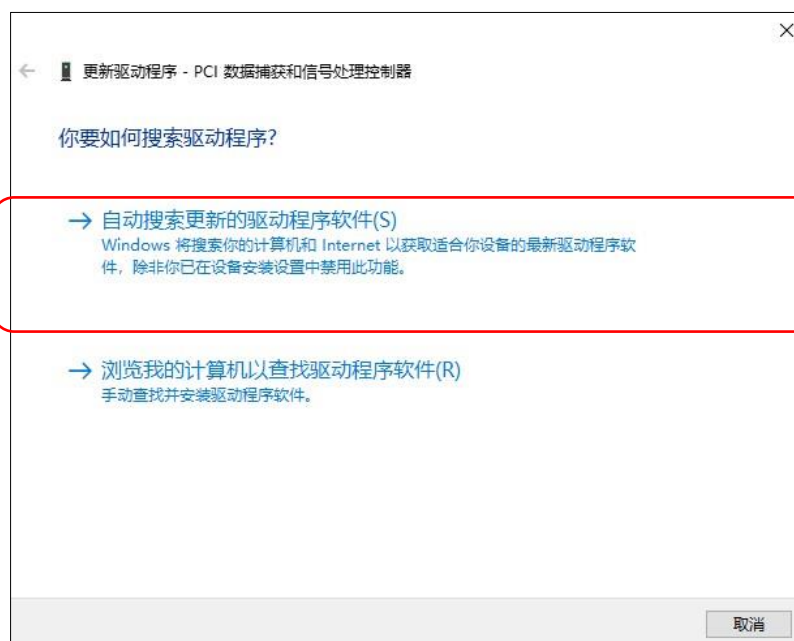


图 2.4 浏览我的计算机以查找驱动程序软件

- 3) 然后在弹出的对话框中，单击“浏览”按钮，定位到驱动程序对应的操作系统版本文件夹，然后单击“下一步”，如图 2.5 所示。



图 2.5 定位驱动程序所在文件夹

- 4) 计算机开始进入驱动程序安装过程，安装成功之后，弹出如下图 2.6 所示的对话框，至此驱动程序安装完成。



图 2.6 驱动程序安装完成



图 2.7 驱动程序安装成功之后的设备管理器

3.模拟输入（AI）

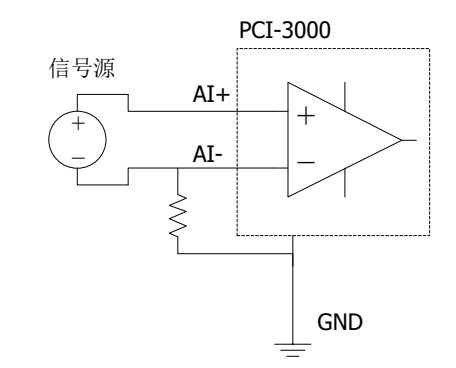
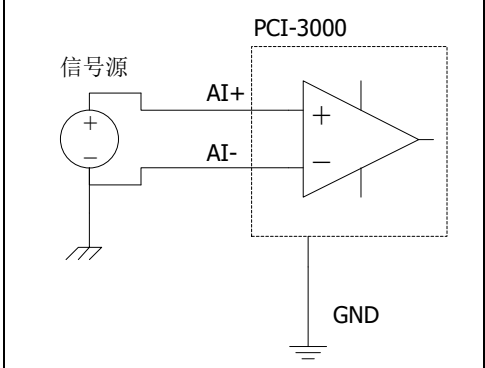
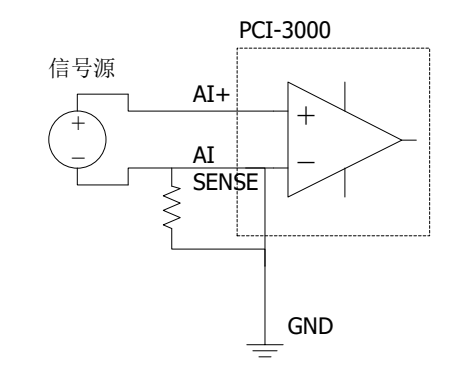
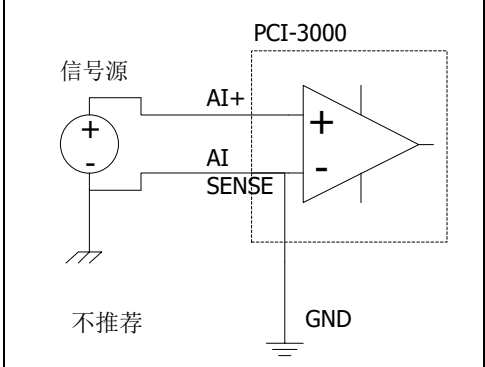
本章介绍 PCI-3000 系列数据采集卡用于测量模拟输入信号的相关内容。后文中模拟输入用 AI 表示，是 Analog Input 的缩写。

3.1. 信号连线方式

PCI-3000 系列数据采集卡的 AI 采集接线方式，支持非接地参考单端输入（NRSE）、差分输入（DIFF）两种。

下表 3.1 为浮地信号源和接地信号源的推荐连线方式。

表 3.1、浮地信号源和接地信号源的推荐连线方式

模拟输入模式	浮地信号源（未连接建筑物地）	接地信号源
示例	● 未接地的热电偶 ● 隔离输出的信号 ● 电池供电的设备	● 未隔离输出的信号
差分输入（DIFF）		
非接地参考单端输入（NRSE）		

3.2. 浮地信号源

浮地信号源未连接至建筑物地，但是拥有一个隔离的参考地点。常见的浮地信号源有变压器、热电偶、电池设备、光学隔离器、隔离放大器输出等。具有隔离输出的仪器或设备就是一个

浮地信号源。



注意 在测量浮地信号源时，务必将信号源负端直接或通过电阻间接的连接到 AGND。

使用差分模式（DIFF）连接

当满足下列任意条件时，应使用差分模式连接浮地信号：

- 模拟输入信号 **AI+** 和 **AI-** 都是有效信号
- 输入信号电压较低并且需要更高的精度
- 连接信号至采集卡的线缆长度超过 3 米
- 输入信号需要一个单独的参考地点或返回信号
- 信号导线所处环境有明显噪声

差分连接模式可降低噪声干扰，提高采集卡的共模抑制能力。

对于内阻小于 100Ω 的浮地信号源，可以直接将信号负端同时连接至 **AI-** 和 **AI-GND** 端口，将信号正端连接至 **AI+** 端口，如下图 3.2 所示。

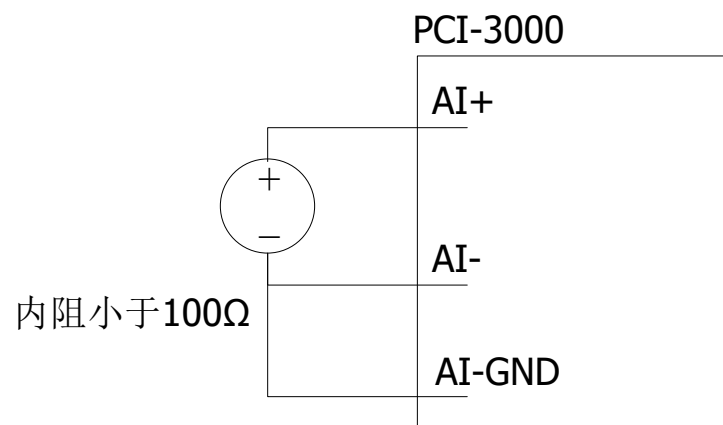


图 3.2、直接连接的差分输入模式

但是对于内阻较大的浮地信号源，上述连接会导致差分信号失衡，共模噪声会耦合到 **AI+** 信号上，而不会耦合到 **AI-** 信号上，这样共模噪声就会出现在测量到的结果上。因此，对于此类信号源，可以使用大约 100 倍信号源内阻的偏置电阻来连接 **AI-** 端口和 **AI-GND** 端口，如图 3.3 所示，这样可以使差分信号接近平衡，信号两端耦合等量的噪声，得到更好的共模噪声抑制能力。

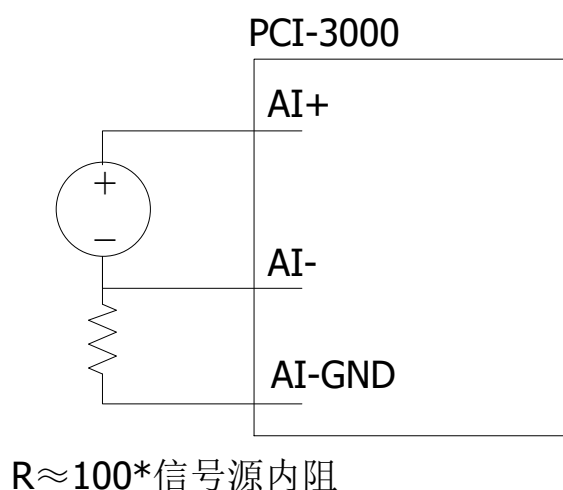


图 3.3、单个偏置电阻差分输入模式

对于内阻较大的浮地信号源，还可以如图 3.4 所示的使用两个偏置电阻的差分输入模式。这种完全平衡偏置电阻连接方式可以提供略好的噪声抑制能力，但是降低了信号源的负载并引入了增益误差。例如，假设信号源内阻是 $2\text{k}\Omega$ ，两个平衡电阻均为 $100\text{k}\Omega$ ，那么信号源负载就是 $200\text{k}\Omega$ ，这样便产生了 1% 的增益误差。

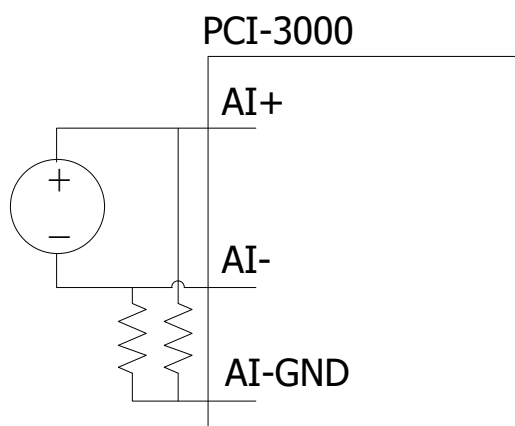


图 3.4、平衡偏置电阻差分输入模式

对于交流耦合的浮地信号源，需要用一个电阻来为仪表放大器正输入端 AI+ 提供直流回路，如图 3.5 所示。

如果该交流耦合的浮地信号源的内阻较小，连接 AI+ 与 AI-GND 的电阻阻值一般取 $100\text{k}\Omega$ 至 $1\text{M}\Omega$ ，这样既不至于加重信号源的负载，又不因为仪表放大器的偏置电流而产生偏移电压。此种情况，可以直接将 AI- 与 AI-GND 相连接。

如果该交流耦合的浮地信号源的内阻较大，则应使用前面所描述的平衡偏置电阻差分输入模式，需要注意的是平衡偏置电阻可能引起的增益误差。

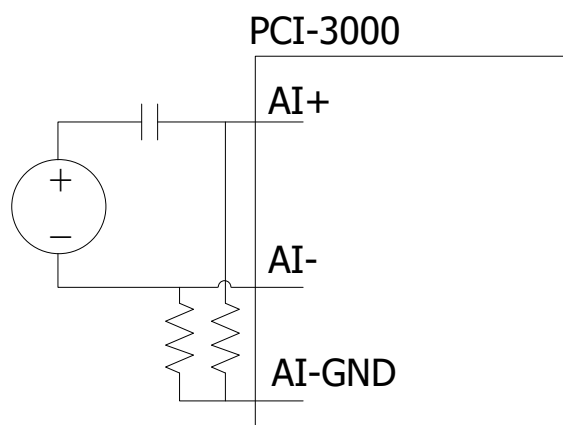


图 3.5、交流耦合浮地信号源差分输入方式

使用非接地参考单端模式（NRSE）连接

当满足下列所有条件时，可以使用非接地参考单端模式连接浮地信号：

- 输入信号电压幅度较高，大于 1 V
- 连接信号至采集卡的线缆长度低于 3 米

如果信号不符合上述条件，建议使用差分模式连接，以保证更好的信号完整度。在单端模式下，耦合进信号连线的静电噪声和电磁噪声多于差分模式。

非接地参考单端模式（NRSE）连接示意图如图 3.6 所示，其接地电阻的阻值设置与差分模式判断依据一致。

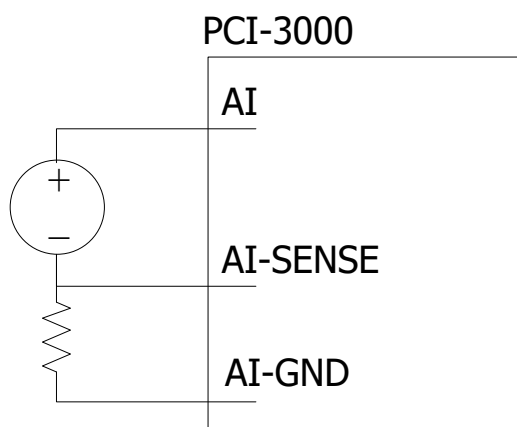


图 3.6、浮地信号源 NRSE 输入方式

3.3. 接地信号源

接地信号源是连接至建筑物地的信号源。如计算机连接的是与信号源相同的供电系统，则信

号源实际已连接至相对于设备的一个公共接地点。连接建筑物供电系统的未隔离输出的仪器和设备即属于此类信号源。

连接至同一建筑物供电系统的设备之间的电势差通常是 1 mV 至 100 mV，但如配电线路连接不合理，电势差可能更大。如测量方式不当，该电势差可能会导致测量误差。请遵循如下接地信号源的连接指南，以减少测量信号的接地电势差。

使用差分模式（DIFF）连接

当满足下列任意条件时，应使用差分模式连接信号：

- 模拟输入通道 **AI+** 和 **AI-** 都是有效信号
- 输入信号电压较低并且需要更高的精度
- 连接信号至采集卡的线缆长度超过 3 米
- 输入信号需要一个单独的参考地点或返回信号
- 信号导线所处环境有明显噪声

差分连接模式可降低噪声干扰，提高采集卡的共模抑制能力。差分连接方式允许输入信号在仪表放大器共模工作范围内浮动。

使用差分模式连接接地信号源示意图如图 3.7 所示。

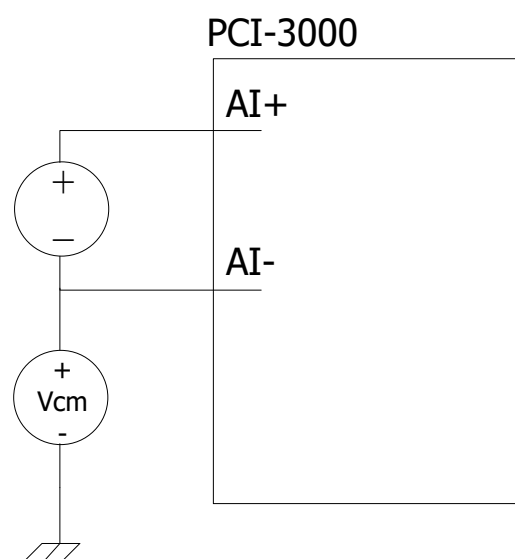


图 3.7、接地信号源 DIFF 输入方式

使用非接地参考单端模式（NRSE）连接

当满足下列所有条件时，可以使用非接地参考单端模式连接浮地信号：

- 输入信号电压幅度较高，大于 1V
- 连接信号至采集卡的线缆长度低于 3 米
- 输入信号共用一个电压不为 **AI-GND** 的参考点

如果信号不符合上述条件，建议使用差分模式连接，以保证更好的信号完整度。在单端模式下，耦合进信号连线的静电噪声和电磁噪声多于差分模式。

接地信号源的非接地参考单端模式（NRSE）连接示意图如图 3.8 所示。

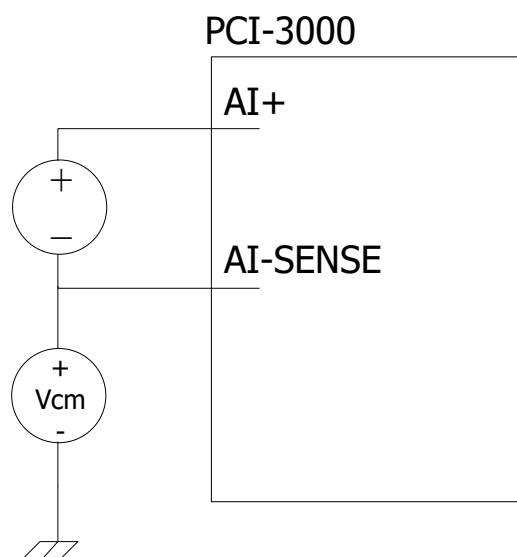


图 3.8、接地信号源 NRSE 输入方式

3.4. 信号采集模式

PCI-3000 系列数据采集卡进行模拟输入测量时，支持以下 3 种采集模式：

- 连续采集模式
- 有限次数采集模式
- 单点读取

前两种模式的采样率均采用硬件定时的方式。后文称有限次数采集模式为 OneShot 模式。

连续采集模式

连续采集模式是指以设定的采样速度，连续无间断的采集数据。

连续采集模式时，当 AI 采集触发之后，采集卡就以固定的采样速度采集信号，缓冲在 FIFO 中，同时不断的将 FIFO 中的数据上传至计算机内存缓冲区中，用户程序只需连续不断的处理内存中的数据，就可以实现连续不间断的数据采集。

如果用户程序处理数据的速度不够快，数据将逐渐填满计算机内存缓冲区中 2M 点的存储空间，填满之后，新的数据不能正确写入，导致数据不连续。

有限次数采集模式

有限次数采集模式（OneShot 模式）是指以设定的采样速度，设定的采集点数，进行一次性采集。

OneShot 模式时，当 AI 采集触发之后，采集卡按照设定好的采样速度，采集达到设定的次数之后，自动停止采集，用户程序只需从计算机内存缓冲区中读出设定的数据量即可。



注意 设定的采集点数不能超过 2 MPts。

单点读取

单点读取是指对指定的通道，进行一次 AD 转换，并读取其转换结果。

3.5. 综合采样率与单通道采样率

PCI-3000 系列数据采集卡在单通道采集时，该通道才可实现最大采样率。

如果一次采集启用了两个通道，那么每个通道的采样率是所设定的采样率除以 2；如果启用了三个通道，那么每个通道的采样率是所设定的采样率除以 3。更多通道时，计算方法依此类推。

3.6. 触发

PCI-3000 系列数据采集卡提供了丰富的触发选项，AI 采集触发选项示意图如图 3.10 所示。

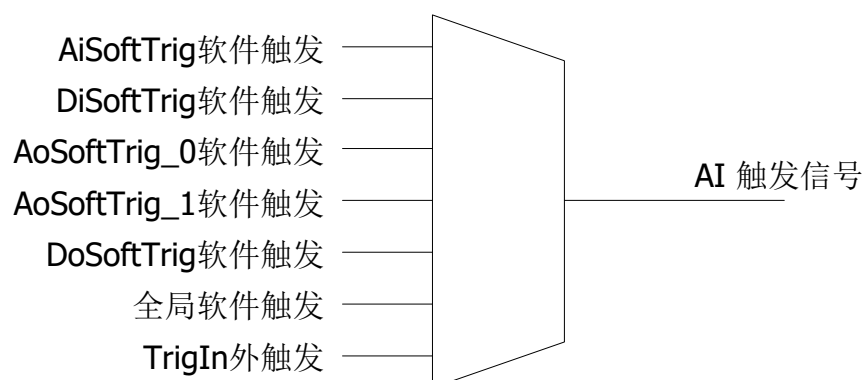


图 3.10、AI 触发选项示意图

AI 采集默认使用 AiSoftTrig 软件触发作为触发源，可以通过软件设置使 AI 采集使用其他触发源，来达到各个功能同步的作用。

软件触发，是通过计算机向采集卡发送一条命令来达到设备触发的效果。

Trig_In 外触发是指当 Trig_In 接收到一个上升沿，则设备触发。

清除触发

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. 模拟输出（AO）

本章介绍 PCI-3000 系列数据采集卡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。

只有产品型号为 PCI-31xx 的数据采集卡才具备 AO 功能。

4.1. 信号输出模式

PCI-31xx 数据采集卡进行模拟输出时，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

有限次数输出模式和无限次数循环输出模式，合称为 n-cycle 模式。当输出次数 n-cycle 设置为 0 时，AO 工作在无限次数循环输出模式；当输出次数 n-cycle 设置大于 0 时，AO 工作在有限次数输出模式。

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。

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在硬件 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在硬件 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 10kS/s 的采样率输出一个长度为 1M 点的波形，而 AO 硬件 FIFO 空间只有 2k 点，那么 1M 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 2k 点数据，按照 10kS/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。

4.2. 输出更新率

PCI-31xx 数据采集卡 AO 输出更新率，既 DAC 输出采样率，最高可达 1MS/s。

4.3. 触发

PCI-31xx 数据采集卡提供了丰富的触发选项，AO 采集触发选项示意图如图 4.1 所示。

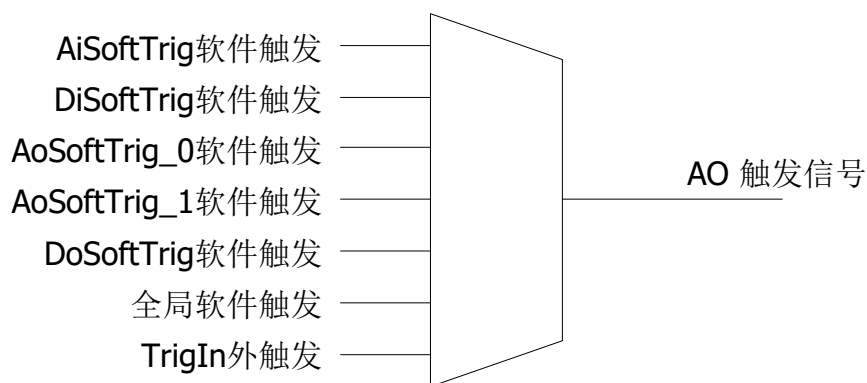


图 4.1、AI 触发选项示意图

AO 采集默认使用 AoSoftTrig 软件触发作为触发源，可以通过软件设置使 AO 采集使用其他触发源，来达到各个功能同步的作用。

软件触发，是通过计算机向采集卡发送一条命令来达到设备触发的效果。

Trig_In 外触发是指当 Trig_In 接收到一个上升沿，则设备触发。

清除触发

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。

5. 数字输入（DI）

本章介绍 PCI-3000 系列数据采集卡用于数字信号采集的相关内容。后文中数字输入用 DI 表示，是 Digital Input 的缩写。

5.1. 信号采集模式

PCI-3000 系列数据采集卡进行 DI 采集时，支持以下 3 种采集模式：

- 连续采集模式
- 有限次数采集模式
- 单次读取

前两种模式的采样率均采用硬件定时的方式。后文称有限次数采集模式为 OneShot 模式。

连续采集模式

连续采集模式是指以设定的采样速度，连续无间断的采集数据。

连续采集模式时，当 DI 采集触发之后，采集卡就以固定的采样速度采集信号，缓冲在 FIFO 中，同时不断的将 FIFO 中的数据上传至计算机内存缓冲区中，用户程序只需连续不断的处理内存中的数据，就可以实现连续不间断的数据采集。

如果用户程序处理数据的速度不够快，数据将逐渐填满计算机内存缓冲区中 2M 点的存储空间，填满之后，新的数据不能正确写入，导致数据不连续。

有限次数采集模式

有限次数采集模式（OneShot 模式）是指以设定的采样速度，设定的采集点数，进行一次性采集。

OneShot 模式时，当 DI 采集触发之后，采集卡按照设定好的采样速度，采集达到设定的次数之后，自动停止采集，用户程序只需从计算机内存缓冲区中读出设定的数据量即可。



注意 设定的采集点数不能超过 2 MPts。

单次读取

单次读取是指读取一次当前数字输入端口的状态。

5.2. 触发

PCI-3000 系列数据采集卡提供了丰富的触发选项，DI 采集触发选项示意图如图 5.1 所示。

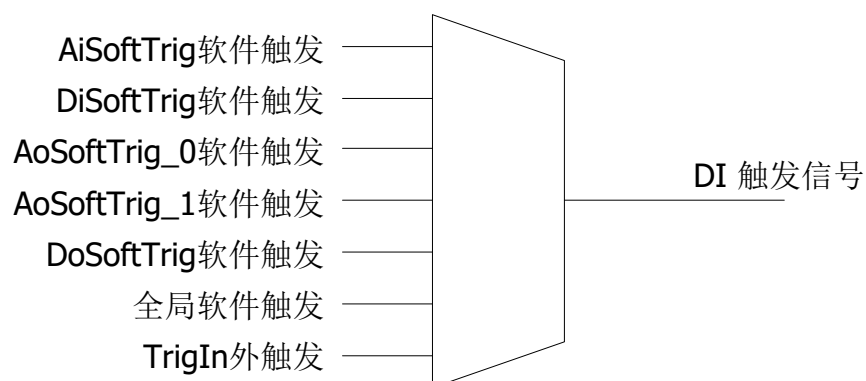


图 5.1、DI 触发选项示意图

DI 采集默认使用 DiSoftTrig 软件触发作为触发源，可以通过软件设置使 DI 采集使用其他触发源，来达到各个功能同步的作用。

软件触发，是通过计算机向采集卡发送一条命令来达到设备触发的效果。

Trig_In 外触发是指当 Trig_In 接收到一个上升沿，则设备触发。

清除触发

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。

6. 数字输出（DO）

本章介绍 PCI-3000 系列数据采集卡用于数字信号输出的相关内容。后文中数字输入用 DO 表示，是 Digital Output 的缩写。

6.1. 信号输出模式

PCI-3000 系列数据采集卡进行数字输出时，支持以下 4 种输出模式：

- 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

有限次数输出模式和无限次数循环输出模式，可合称为 **n-cycle** 模式。当输出次数 **n-cycle** 设置为 0 时，DO 工作在无限次数循环输出模式；当输出次数 **n-cycle** 设置大于 0 时，DO 工作在有限次数输出模式。

立即输出

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平状态。

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数字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，设定用于输出数字波形的通道。当 DO 输出触发之后，采集卡开始按照设定的参数输出数字波形。当达到设定的输出次数之后，采集卡停止输出数字波形。



注意

当完成指定的输出次数之后，DO 输出电平状态停留于该波形数据的最后一个点所定义的电平状态。

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数字波形数据存储到硬件 FIFO 中，然后设定输出采样率，当 DO 触发之后，采集卡开始按照设定的参数输出数字波形，不断循环输出，直到清除 DO 触发到未触发的状态。



注意

当清除 DO 触发到未触发的状态之后，DO 输出电平状态停留于清除

DO 触发的那一刻电平状态。

无限不循环输出模式

无限不循环输出模式，是指 DO 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 DO 硬件 FIFO 中。

例如，需要以 10kS/s 的采样率输出一个长度为 1M 点的波形，而 DO 硬件 FIFO 空间只有 2k 点，那么 1M 点长度的波形则需要分 500 次传输到 DO 硬件 FIFO 中。硬件 FIFO 中的 2k 点数据，按照 10kS/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 DO 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，DO 输出电平状态将保持最后一个点所定义的电平状态。

6.2. 输出更新率

PCI-3000 系列数据采集卡 DO 输出更新率，最高可达 10MS/s。

6.3. 触发

PCI-3000 系列数据采集卡提供了丰富的触发选项，如图 6.3 所示，是 DO 输出的触发选项示意图。

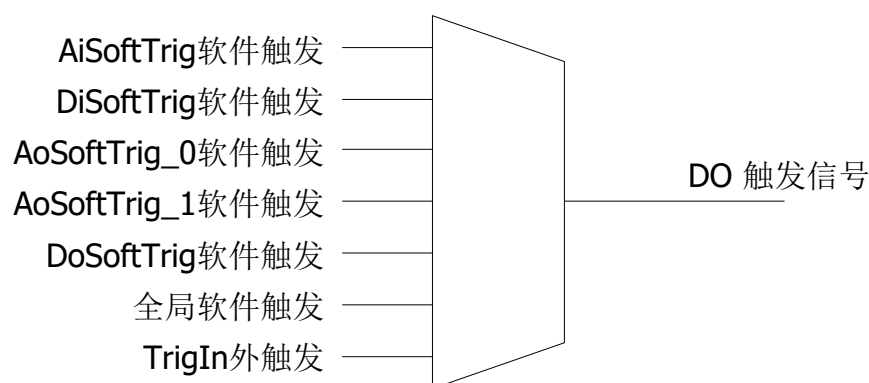


图 6.3、DO 输出触发选项示意图

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

软件触发，是通过计算机向采集卡发送一条命令来达到设备触发的效果。

Trig_In 外触发是指当 Trig_In 接收到一个上升沿，则设备触发。

清除触发

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。

7.同步系统

本章介绍 PCI-3000 系列数据采集卡的多卡同步系统。同步系统有 3 个端口，同步时钟、外触发输入和触发输出。

7.1. 同步时钟

同步时钟是保障多个设备同步的关键信号，用于消除多个设备之间时钟的误差。PCI-3000 系列数据采集卡的同步时钟端口，可以通过软件设置为输入或者输出，上电默认设置是输入。同步时钟端口的电路示意图如图 7.1 所示。

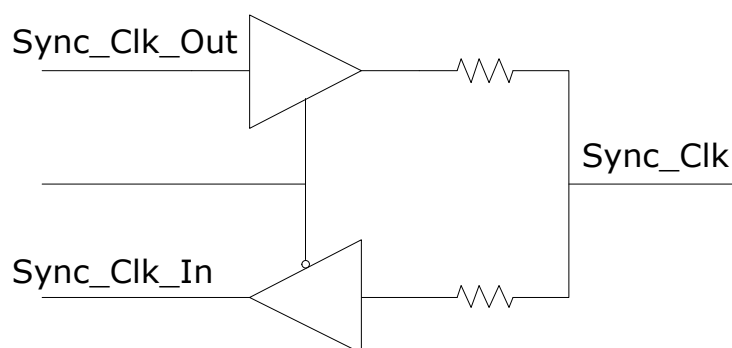


图 7.1、同步时钟端口电路示意图

7.2. 外触发输入

外触发输入可以实现多个设备同步触发。采集卡的各项功能触发源可以选择外触发输入引脚 Trig_In 作为触发源。

7.3. 触发输出

当设置好指定功能的触发信号为输出源，在该功能触发的同时，Trig_Out 引脚会输出一个高电平时长为 1us 的脉冲。

触发输出 Trig_Out 的电路示意图如图 7.2 所示，可以选择以下源作为输出选项：

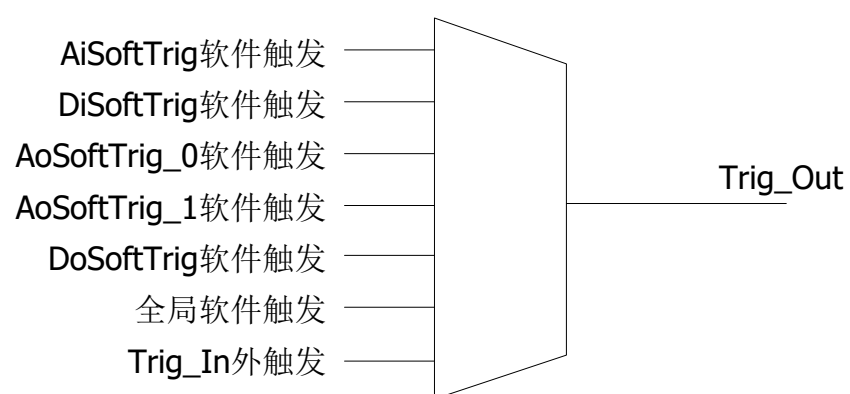


图 7.2、触发输出电路示意图

8. 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>

9. 订购信息

主机

型号	说明
PCI-3210	8-AI(125kS/s)、8-DIO
PCI-3211	8-AI(250kS/s)、8-DIO
PCI-3212	8-AI(500kS/s)、8-DIO
PCI-3213	8-AI(1MS/s)、8-DIO
PCI-3220	16-AI(125kS/s)、8-DIO
PCI-3221	16-AI(250kS/s)、8-DIO
PCI-3222	16-AI(500kS/s)、8-DIO
PCI-3223	16-AI(1MS/s)、8-DIO
PCI-3110	8-AI(125kS/s)、2-AO、8-DIO
PCI-3111	8-AI(250kS/s)、2-AO、8-DIO
PCI-3112	8-AI(500kS/s)、2-AO、8-DIO
PCI-3113	8-AI(1MS/s)、2-AO、8-DIO
PCI-3120	16-AI(125kS/s)、2-AO、8-DIO
PCI-3121	16-AI(250kS/s)、2-AO、8-DIO
PCI-3122	16-AI(500kS/s)、2-AO、8-DIO
PCI-3123	16-AI(1MS/s)、2-AO、8-DIO

选配附件

型号	说明
DB37CB-1.5M	DB37 连接线，双公，1.5 米
DB37TB	接线端子板，DIN 导轨安装
CHF-100B	电流传感器，100A，DC~20kHz，输出±4V
CHV-600VD	电压传感器，600V，DC~20kHz，隔离差分输入，输出±5V

10. 文档修订历史

日期	版本	备注
2020.03.19	Rev. A	首次发布。
2025.03.26	Rev. B	补充模拟输出边沿斜率参数。