

NI 9237 校准过程

本文档主要介绍使用 NI-DAQmx 校准 NI 9237 模块。校准过程适用于计量实验室。

本文档未涉及编程技巧或编译器配置。关于编译器指令和详细函数说明，见 NI-DAQmx 在线帮助文件。在执行校准的计算机上安装 NI-DAQmx 时，可安装上述帮助文件。

目录

行文规范	2
软件	2
文档	3
校准间隔	3
测试设备	3
测试条件	4
校准过程	4
校准过程概述	4
初始设置	4
检验过程	5
产品规范	9
测试限制	9
表的使用	9
激励设置值	10
校准仪输出	10
范围	10
测试点值	10
1 年绝对误差	10
技术支持	11

行文规范

本手册使用下列行文规范：

» 表示通过嵌套菜单和对话框选项完成操作。例如，**文件»页面设置»选项**，表示下拉**文件**菜单，选择**页面设置**项，然后在对话框中选择**选项**。



该提示符号提醒用户注意重要信息。

粗体

粗体表示在软件中必须选中或点击的项，例如，菜单或对话框选项。粗体还表示参数名称和硬件标签。

斜体

斜体表示变量、强调、交叉引用或重要概念介绍。同时也可作为占位符，表示需由用户填写的文字或数值。

等宽字体

等宽字体表示从键盘输入的文本或字符、代码、程序范例和语法范例。该字体还用于磁盘驱动器名、路径、目录、程序、子程序、子路径、设备名、函数、运算、变量、文件名和扩展名。

等宽斜体

等宽斜体表示需由用户填写的文字或数值。

软件

在校准计算机上安装 NI-DAQmx 8.1 或更高版本。NI-DAQmx 的高级函数调用功能可简化编写程序校验设备的过程。在开始校准设备前，必须在校准系统上安装正确的设备驱动程序。



注

NI 建议在安装 NI 9237 前安装 NI-DAQmx 驱动程序。可访问 ni.com/downloads 下载 NI-DAQmx，以配置和控制 NI 9237。

NI-DAQmx 支持多种编程语言，例如，LabVIEW、LabWindows™/CVI™、Microsoft Visual C++ 6.0、Microsoft Visual Basic 6.0、Microsoft .NET 和 Borland C++。

NI-DAQmx 的头文件 NIDAQmx.h 可作为标准的库文件进行访问。关于使用 NI-DAQmx 驱动程序的范例，可查看 Program Files\National Instruments\NI-DAQ\Examples。

文档

下列文档对用户编写校准过程可能有所帮助：

- *NI-DAQmx Help* 包括测量概念、NI-DAQmx 重要概念以及适用于所有编程环境的一般应用程序。通过 **开始** » **程序** » **National Instruments** » **NI-DAQ** » **NI-DAQmx Help**，可访问此帮助文件。
- *NI-DAQmx C Reference Help* 包括 C 语言参考和基本测量概念。通过 **开始** » **程序** » **National Instruments** » **NI-DAQ** » **NI-DAQmx C Reference Help**，可访问此帮助文件。
- *DAQ 入门指南* (NI-DAQ 8.0 或更高版本) 介绍用于 Windows 平台的 NI-DAQmx 和其支持的 DAQ 设备的安装方法以及确定设备是否正常工作的方法。通过 **开始** » **程序** » **National Instruments** » **NI-DAQ** » **DAQ 入门指南**，可访问此帮助文件。



注

上述文档随 NI-DAQmx 同时安装。也可访问 NI 网站 ni.com/manuals 下载最新版本。

- *NI 9237 使用说明* 一本文档主要介绍 NI 9237 的使用方法，及其产品规范和端子分配。可访问 NI 网站 ni.com/manuals 下载文档的最新版。

校准间隔

根据实际应用的测量精度要求，NI 9237 需进行定期校准。NI 建议至少每年进行一次全面校准。用户可根据具体应用的精度标准和过程要求，缩短校准时间。关于调整校准常量的操作，仅能由 NI 通过工厂校准完成。

测试设备

NI 建议用户使用下列设备校准 NI 9237。

表 1 推荐设备

设备	推荐设备	要求
校准仪	Fluke 5700A	如无法获取该设备，可使用精度不低于 10 ppm 且输出阻值小于等于 50 Ω 的高精度电压源。
DMM	NI 4070 DMM	如无法获取该设备，可使用精度不低于 40 ppm 的多量程 6 ½ 位数字万用表 (DDM)。
机箱	NI cDAQ-9172	—
连接附件	RJ-50, RJ-50 电缆	使用 RJ-50 10 孔连接器插头和 RJ-50 电缆。
桥电阻附件	NI 9949, 350 Ω 电阻	使用 NI 9949 螺栓端子附件和 2 个 350 Ω 的电阻（电阻容差大于等于 1%）。

测试条件

遵循下列指南对连接和环境进行优化：

- 连接设备的线缆应尽可能短。较长线缆将引入多余噪声，并影响测量结果。
- 使用带有屏蔽的铜导线连接设备。使用双绞线可避免噪声和温度漂移。
- 保持环境温度为 $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。设备温度将高于环境温度。
- 保持相对湿度低于 80%。
- 应进行不少于 10 分钟的预热，使测量电路保持在稳定的工作温度。

校准过程

本节将介绍检验 NI 9237 性能的方法。

校准过程概述

校准过程包含下列步骤：

1. 初始设置— 在 NI-DAQmx 中配置设备。
2. [检验过程](#)— 检验设备现有的工作状况。通过该步骤可确定设备校准前是否工作在指定范围内。
3. 调整— 将设备送至 NI 进行工厂校准，以调整校准常量。
4. [检验过程](#)— 进行二次检验以确保设备调整后工作在指定范围内。

下文将详细介绍前 2 个步骤。

初始设置

在 Measurement & Automation Explorer (MAX) 中配置设备，使其与 NI-DAQmx 通信。

按照下列步骤，在 MAX 中配置设备。

1. 安装 NI-DAQmx 驱动程序。
2. 确保模块接线端未连接电源。如系统处于非危险环境，安装模块时可保持机箱电源接通。
3. 将模块插入 cDAQ-9172 机箱的空插槽。
4. 启动 MAX。
5. 右键单击设备名并选择**自检**，确保设备正常工作。



注

MAX 可为要配置的设备分配设备名。函数调用将通过设备名确定要校准的 DAQ 设备。本文档使用 dev1 作为设备名称。在下列步骤中，将使用 MAX 中的设备名。

检验过程

通过检验可确定设备符合规范的程度。完成该过程后，用户可确定设备参数随时间产生的漂移量，由此确定该应用的适当校准间隔。[测试限制](#)一节中的表 4 给出了设备的可用设置。在检验过程中可通过表 4 确定设备是否工作在指定精度范围内。必须对所有模拟输入通道进行检验。

按照下列步骤，检测设备的性能。

1. NI 9949 接线端子的连接如下：
 - 将 2 个 350 Ω 电阻的一端连至 AI-。
 - 将其中一个 350 Ω 电阻的另一端连至 EX+。
 - 将另一个 350 Ω 电阻的另一端连至 EX-。
 - 连接 RS+ 至 EX+。
 - 连接 RS- 至 EX-。
 - 将数字万用表的正极输入连至 RS+。
 - 将数字万用表的负极输入连至 RS-。
 - 将校准仪的正极输出连至 AI+。
 - 将校准仪的负极输出连至 AI-。
 - SC、T+ 和 T- 端子悬空。
 - 如校准仪的独立保护连接未连至 LO，将该端子与 AI- 连接。

关于 NI 9237 的引脚说明以及信号名称见表 2。关于 NI 9949 的连接说明见图 1。

表 2 引脚说明和信号名称

模块	RJ-50 引脚	信号名称	信号说明
	1	SC	分流校准
	2	AI+	正模拟输入
	3	AI-	负模拟输入
	4	RS+	正负载端电压采样输入
	5	RS-	负负载端电压采样输入
	6	EX+	正激励输出 *
	7	EX-	负激励输出 *
	8	T+	TEDS 数据
	9	T-	TEDS 返回 *
	10	SC	分流校准

* NI 9237 的 4 个 RJ-50 连接器共享上述信号。

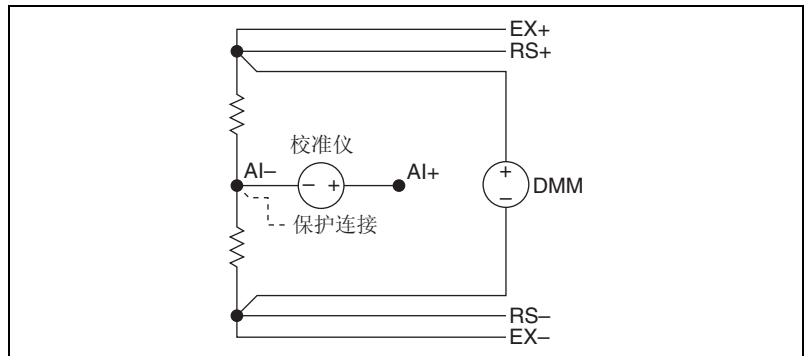


图 1 NI 9949 连接

2. 将校准仪电压设置为表 4 中的校准仪输出值。NI 建议检验所有值，但也可仅检验应用中使用的值以节省时间。

- 如使用 C 函数调用，可通过 DAQmxCreateTask 创建任务，如下表所示。如使用 LabVIEW，可忽略此步骤。在 LabVIEW 中，通过步骤 4 创建任务。

LabVIEW 程序框图	NI-DAQmx 函数调用
LabVIEW 无需该步骤。	使用下列参数调用 DAQmxCreateTask: taskName: <i>AIVerificationTask</i> taskHandle: &taskHandle

- 使用“DAQmx 创建虚拟通道”VI 创建和配置 AI 自定义电压，如下表所示。通过表 4 确定设备的最大 / 最小值。



注 在校准过程中，关于 LabVIEW 的输入值，见 NI-DAQmx 函数参数。

LabVIEW 程序框图	NI-DAQmx 函数调用
	使用下列参数调用 DAQmxCreateAIVoltageChanWithExcit: taskHandle: taskHandle physicalChannel: dev1/ai0 nameToAssignToChannel: <i>myVoltageChannel</i> terminalConfig: <i>DAQmx_Val_Cfg_Default</i> minVal: -0.025 maxVal: 0.025 units: <i>DAQmx_Val_Volts</i> bridgeConfig: <i>DAQmx_Val_FullBridge</i> voltageExcitSource: <i>DAQmx_Val_Internal</i> voltageExcitVal: * 2.5, 3.3, 5.0, Or 10.0 useExcitforScaling: TRUE customScaleName: NULL
<p>* 使用的激励值对应于步骤 2 中设置的校准电压值。关于激励设置和校准仪输出值，见表 4。</p>	

5. 使用“DAQmx 定时” VI 配置电压采集的定时属性，如下表所示。

LabVIEW 程序框图	NI-DAQmx 函数调用
	<p>使用下列参数调用 DAQmxCfgSampClkTiming:</p> <p>taskHandle: taskHandle</p> <p>source: NULL</p> <p>rate: 50000</p> <p>activeEdge: DAQmx_Val_Rising</p> <p>sampleMode: DAQmx_Val_FiniteSamps</p> <p>sampsPerChan: 10000</p>

6. 使用“DAQmx 开始任务” VI 开始数据采集，如下表所示。

LabVIEW 程序框图	NI-DAQmx 函数调用
	<p>使用下列参数调用 DAQmxStartTask:</p> <p>taskHandle: taskHandle</p>

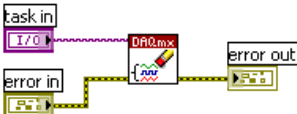
7. 使用“DAQmx 读取” VI 采集 10000 个点的电压数据并取平均值，如下表所示。

LabVIEW 程序框图	NI-DAQmx 函数调用
	<p>使用下列参数调用 DAQmxReadAnalogF64:</p> <p>taskHandle: taskHandle</p> <p>numSampsPerChan: -1</p> <p>timeout: 10.0</p> <p>fillMode: DAQmx_Val_GroupByChannel</p> <p>readArray: data</p> <p>arraySizeInSamples: 10000</p> <p>sampsPerChanRead: &read</p> <p>reserved: NULL</p>

8. 读取数字万用表在某激励值时的读数。必须读取步骤 4 中输入的每个激励值的对应万用表读数。
9. 使用下列公式计算上限值和下限值：

$$\text{上限值} = (\text{校准仪输出值} / \text{DMM 读数}) + \text{表 4 中的绝对误差值}$$

$$\text{下限值} = (\text{校准仪输出值} / \text{DMM 读数}) - \text{表 4 中的绝对误差值}$$
10. 将步骤 7 中得到的值与步骤 9 中计算所得的上限值和下限值做比较。如该值位于上下限之间，则设备通过测试。
11. 使用“DAQmx 清除任务”VI 清除采集，如下表所示。

LabVIEW 程序框图	NI-DAQmx 函数调用
	<p>使用下列参数调用 DAQmxClearTask:</p> <p>taskHandle: taskHandle</p>

12. 对所有电压值、所有激励值和所有通道重复步骤 2 至 11。
13. 断开设备与校准仪及数字万用表的连接。

产品规范

下表中的值基于已校准的转换精度，该值存储在板载 EEPROM 中。下列校准规范的适用温度范围均为 23 °C ±10 °C。

表 3 NI 9237 精度

激励设置值 (V)	增益误差	偏置误差 (μV/V)
2.5	0.14%	32.5
3.3	0.12%	10
5.0	0.14%	27.5
10.0	0.16%	45

测试限制

表 4 为校准间隔为 1 年的 NI 9237 需满足的规范。

表的使用

关于使用表 4 中数据的方法见下文。

激励设置值

激励设置值是“DAQmx 创建虚拟通道”VI 在步骤 4 中应输入的电压值。

校准仪输出

校准仪输出是为了执行检验，输出至 NI 9237 的电压值。该值分为两列一位置和值。位置是测试值在测量范围中的位置。值是要检验的电压值。Max 是最大值，Min 是最小值，Mid 是中间值。

范围

范围表示输入信号的最小和最大电压范围。

测试点值

测试点值是依据校准仪输出和激励设置，NI 9237 的近似电压值读数。

1 年绝对误差

1 年绝对误差是用于计算上限值和下限值的电压值。

表 4 NI 9237 检测限制

激励设置值 (V)	校准仪输出		范围 (V/V)		测试点值 (V/V)	1 年绝对误差 (V/V)
	位置	值 (V)	最小值	最大值		
2.5	Max	0.055	-0.025	0.025	0.022000	0.000063
2.5	Mid	0.000	-0.025	0.025	0.000000	0.000033
2.5	Min	-0.055	-0.025	0.025	-0.022000	0.000063
3.3	Max	0.073	-0.025	0.025	0.022000	0.000036
3.3	Mid	0.000	-0.025	0.025	0.000000	0.000010
3.3	Min	-0.073	-0.025	0.025	-0.022000	0.000036
5.0	Max	0.110	-0.025	0.025	0.022000	0.000058
5.0	Mid	0.000	-0.025	0.025	0.000000	0.000028
5.0	Min	-0.110	-0.025	0.025	-0.022000	0.000058
10.0	Max	0.220	-0.025	0.025	0.022000	0.000080
10.0	Mid	0.000	-0.025	0.025	0.000000	0.000045
10.0	Min	-0.220	-0.025	0.025	-0.022000	0.000080

技术支持

NI 网站可提供全面的技术支持资源。访问 ni.com/support，您可获取疑难解答、应用程序开发自助资源，以及来自 NI 应用工程师的电话或电子邮件帮助。

NI 总部地址：11500 North Mopac Expressway, Austin, Texas, 78759-3504。NI 在全球设立的分支机构也将为您提供技术支持。在美国，可访问 ni.com/support 提交服务请求并按要求进行操作，或拨打电话 512 795 8248 获取技术支持。在其它国家或地区，可联系当地办事处获取技术支持：

澳大利亚 1800 300 800，奥地利 43 662 45 79 90 0，
比利时 32(0) 2 757 0020，巴西 55 11 3262 3599，加拿大 800 433 3488，
中国 86 215050 9800，捷克共和国 420 224 235 774，
丹麦 45 45 76 26 00，芬兰 385 (0) 9 725 725 11，
法国 33 (0) 1 48 14 24 24，德国 490 89 741 31 30，
印度 91 80 41190000，以色列 972 (0) 3 6393737，
意大利 39 02 413091，日本 01205472 2970，韩国 82 02 3451 3400，
黎巴嫩 961 (0) 1 33 28 28，马来西亚 1800 887710，
墨西哥 01 800 010 0793，荷兰 31 0 348 433 466，新西兰 0800 553 322，
挪威 47 (0) 66 90 76 60，波兰 48 22 3390150，葡萄牙 351 210 311 210，
俄罗斯 7 495 783 68 51，新加坡 1800 226 5886，
斯洛文尼亚 386 3 425 42 00，南非 27 0 11 805 8197，
西班牙 34 91 640 0085，瑞典 46 (0) 8 587 895 00，
瑞士 41 56 200 51 51，台湾 886 02 2377 2222，泰国 662 278 6777，
英国 44 (0) 1635 523545