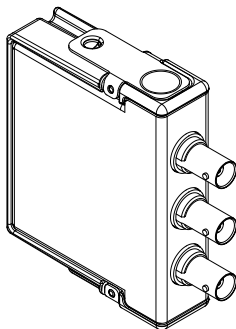
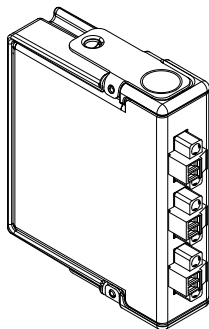


数据表

NI 9232

3 AI, ± 30 V, 24 位, 102.4 kS/s/ch 同步



- 螺栓端子或 BNC 连接
- 可通过软件选择的直流/交流耦合
- 可通过软件选择的 IEPE 信号调理 (0 mA 或 4 mA)
- 兼容智能 TEDS 感应器
- 60 VDC, CAT I, 通道对地隔离

NI 9232 是一种 3 通道 C 系列动态信号采集模块, 可在 NI CompactDAQ 或 NI CompactRIO 系统中对集成电路压电式 (IEPE) 及非 IEPE 传感器进行工业测量。

 <p>套件内容</p>	<ul style="list-style-type: none">• NI 9232• NI 9232入门指南
 <p>附件</p>	<p>必需</p> <ul style="list-style-type: none">• EMI抑制磁箍(782802-01) (用于螺栓端子) <p>推荐</p> <ul style="list-style-type: none">• NI 9971后壳套件 (用于螺栓端子)

C系列动态信号采集模块对比							
产品名称	信号范围	通道数	采样率	输入配置	最大采样率时的噪声	连接部件	连续隔离
NI 9218	±5 V	2	51.2 kS/s/ch	带AC耦合的IEPE	50 μVrms	9针DSUB LEMO	60 VDC 通道间
NI 9230	±30 V	3	12.8 kS/s/ch	带AC耦合的IEPE AC耦合 DC耦合	106 μVrms	螺栓端子 BNC	60 VDC 通道至地
NI 9232	±30 V	3	102.4 kS/s/ch	带AC耦合的IEPE AC耦合 DC耦合	251 μVrms	螺栓端子 BNC	60 VDC 通道至地
NI 9234	±5 V	4	51.2 kS/s/ch	带AC耦合的IEPE AC耦合 DC耦合	50 μVrms	BNC	无
NI 9251	3 Vrms (±4.243 V)	2	102.4 kS/s/ch	AC耦合 DC耦合	9.2 μVrms	mini XLR	无

NI C 系列概述



NI 提供超过 100 种 C 系列模块，用于测量、控制以及通信应用程序。C 系列模块可连接任意传感器或总线，并允许进行高精度测量，以满足高级数据采集及控制应用程序的需求。

- 与测量相关的信号调理，可连接一组传感器和信号
- 隔离选项包括组间、通道间以及通道对地
- 温度范围为-40 °C ~ 70 °C，满足各种应用程序和环境需要
- 热插拔

CompactRIO 和 CompactDAQ 平台同时支持大部分 C 系列模块，用户无需修改就可将模块在两个平台间转换。

CompactRIO



CompactRIO 将开放嵌入式架构与小巧、坚固以及 C 系列模块进行了完美融合，是一种由 NI LabVIEW 驱动的可重配置 I/O (RIO) 架构。每个系统包含一个 FPGA，用于自定义定时、触发以及处理一系列可用的模块化 I/O，可满足任何嵌入式应用程序的需求。

CompactDAQ

CompactDAQ 是一种便携、耐用的数据采集平台，其模块化 I/O 集成了连接、数据采集以及信号调理功能，可直接接入任意传感器或信号。配合 LabVIEW 使用 CompactDAQ，用户可轻松地定义如何采集、分析、可视化以及管理测量数据。



软件



LabVIEW 专业版开发系统 - 用于 Windows

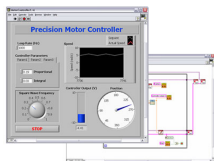
- 使用高级软件工具进行大型项目开发
- 通过 DAQ 助手和仪器 I/O 助手自动生成代码
- 使用高级测量分析和数字信号处理
- 利用 DLL、ActiveX 和 .NET 对象的开放式连接
- 生成 DLL、可执行程序以及 MSI 安装程序

NI LabVIEW FPGA 模块



- 设计用于 NI RIO 硬件的 FPGA 应用程序
- 使用和台式及实时应用程序一样的图形化环境进行编程
- 以最高为 300 MHz 的循环速率执行控制算法
- 实现自定义定时和触发逻辑、数字协议以及 DSP 算法
- 集成现有 HDL 代码和第三方 IP (包括 Xilinx IP 生成器函数)
- 作为 LabVIEW Embedded Control and Monitoring Suite 的一部分购买

NI LabVIEW Real-Time 模块

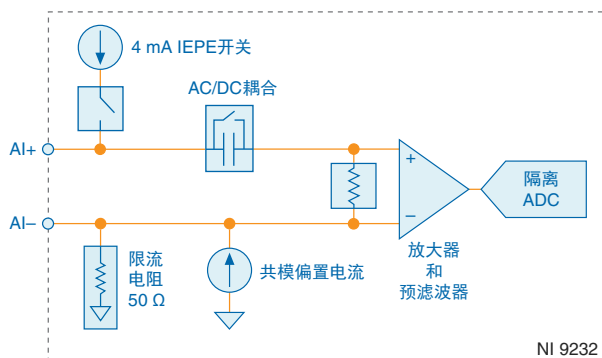


- 使用 LabVIEW 图形化编程设计确定性实时应用程序
- 下载至专有 NI 或第三方硬件，获得可靠的执行及多种 I/O 选择
- 利用内置的 PID 控制、信号处理以及分析函数
- 自动利用多核 CPU 或手动设置处理器关联
- 利用实时操作系统、开发和调试支持以及板卡支持
- 独立购买，或作为 LabVIEW 套件的一部分购买

电路

NI 9232 模拟输入通道通过一个 $50\ \Omega$ 的电阻连接至隔离地。每个通道均具有过压保护功能。每个通道的输入信号经缓冲、调理后，由一个隔离的 24 位 Delta-Sigma 模数转换器对其采样。可通过软件将通道配置为 AC 或 DC 耦合。对于配置为 AC 耦合的通道，用户可开启或关闭 IEPE 激励电流。关于配置 NI 9232 通道的详细信息，见软件帮助文档。

图 1. 某一通道的输入电路



NI 9232 带有 TEDS 电路。关于 TEDS 的更多信息，请访问 ni.com/info，输入信息代码 `rdteds` 查询。

滤波

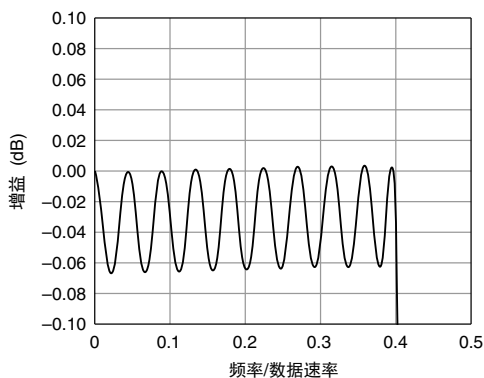
通过模拟滤波和数字滤波，NI 9232 可精确表示带内信号并抑制带外信号。滤波器根据信号的频率范围（带宽）区分信号。三个需考虑的重要带宽因素分别为：通带、阻带和无混叠带宽。

NI 9232 主要通过通带波纹和相位非线性度定量表示通带内信号。无混叠带宽范围内的所有信号均为无混叠信号或至少经阻带抑制过滤的信号。

通带

通带内信号的增益和衰减是基于频率变化的。通带平坦度是指增益的幅度相对于频率的微小变化。NI 9232 的数字滤波器调整通带的频率范围，使其与数据速率匹配。因此，给定频率下的增益和衰减取决于数据速率。

图 2. 典型通带平坦度



阻带

滤波器将显著减弱所有高于阻带频率的信号。主要目的是防止产生混叠。因此，阻带频率与数据速率之间存在精确的比例关系。阻带抑制是滤波器对阻带内所有频率信号应用的最小衰减值。

无混叠带宽

NI 9232 无混叠带宽中不包含任何带外混叠失真信号。无混叠带宽是由滤波器抑制高于阻带频率信号的能力定义的，无混叠带宽等于采样频率减去阻带频率。

数据速率

NI 9232 的数据速率 (f_s) 取决于主时基频率 (f_M)。

内部主时基

NI 9232 内部带有一个频率为 13.1072 MHz 的主时基。当使用内部主时基时，采样率可为 102.4 kS/s、51.2 kS/s、34.13 kS/s、25.6 kS/s……0.98 kS/s，实际值取决于降采样率以及时钟分频数的值。但实际采样率必须位于设备支持的采样率范围内。

可根据下列公式计算 NI 9232 的可用采样率：

$$f_s = \frac{f_M}{2 \times m \times n}$$

其中，

f_s 是数据速率

f_M 是主时基

m 是降采样率

n 是 1 ~ 26 之间的时钟分频数

相同的数据速率可能对应多种时钟分频数和降采样率组合。软件始终为所选数据速率选择最高的降采样率。

内部主时基的数据速率

下表列出了内部主时基的可用数据速率。

表 1. 内部主时基的可用数据速率

f_s (kS/s)	降采样率	时钟分频数
102.40	64	1
51.20	128	1
34.13	64	3
25.60	256	1
20.48	64	5
17.07	128	3
14.63	64	7
12.80	256	2
11.38	64	9
10.24	128	5
9.31	64	11
8.53	256	3
7.88	64	13
7.31	128	7

表 1. 内部主时基的可用数据速率（续）

f_s (kS/s)	降采样率	时钟分频数
6.83	64	15
6.40	256	4
6.02	64	17
5.69	128	9
5.39	64	19
5.12	256	5
4.88	64	21
4.65	128	11
4.45	64	23
4.27	256	6
4.10	64	25
3.94	128	13
3.66	256	7
3.41	128	15
3.20	256	8
3.01	128	17
2.84	256	9
2.69	128	19
2.56	256	10
2.44	128	21
2.33	256	11
2.23	128	23
2.13	256	12
2.05	128	25
1.97	256	13

表 1. 内部主时基的可用数据速率（续）

f_s (kS/s)	降采样率	时钟分频数
1.83	256	14
1.71	256	15
1.60	256	16
1.51	256	17
1.42	256	18
1.35	256	19
1.28	256	20
1.22	256	21
1.16	256	22
1.11	256	23
1.07	256	24
1.02	256	25
0.98	256	26

外部主时基

NI 9232 也可接受外部主时基，或导出其主时基。如需使 NI 9232 的数据速率与其他使用主时基控制采样的模块同步，所有模块必须共享同一个主时基源。使用外部时基（非 13.1072 MHz）时，NI 9232 具有不同的采样率取值。关于配置 NI 9232 主时基源的详细信息，见软件帮助文档。



注： NI 9151 R 系列扩展机箱不支持模块间共享时基。

NI 9232 产品规范

除非另外声明，否则下列规范的适用温度范围均为 -40 °C ~ 70 °C。



警告 请勿尝试采用本文档中未提到的方式操作 NI 9232。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影响。关于受损设备的维修事宜，请联系 NI。

输入特性

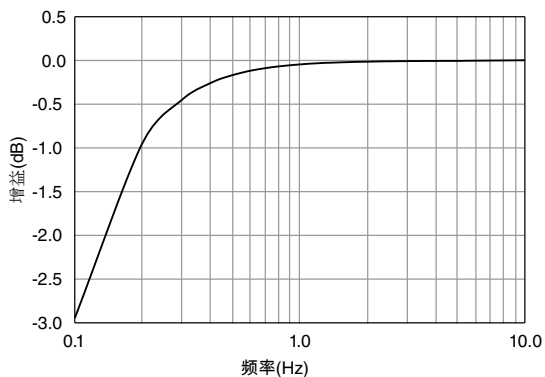
通道数	3 个模拟输入通道
ADC 分辨率	24 位
ADC 类型	Delta-Sigma (带模拟预滤波)
采样模式	同步
支持的 TEDS 类型	IEEE 1451.4 TEDS Class I
TEDS 容性驱动	3000 pF
内部主时基 (f_M)	
频率	13.1072 MHz
精度	±100 ppm
使用内部主时基时的采样率范围 (f_s)	
最小值	0.985 kS/s
最大值	102.4 kS/s
使用外部主时基时的采样率范围 (f_s)	
最小值	0.977 kS/s
最大值	102.73 kS/s

图 3. 采样率 (f_s)

$$\frac{f_M}{2 \times m \times n}$$

输入耦合	AC/DC (可通过软件选择)
交流截止频率	
-3 dB	0.1 Hz
-0.1 dB	0.87 Hz, 最大值

图 4. 交流截止频率响应



直流电压输入范围

最小值	±30.87 V
常规值	±31.5 V
最大值	±32.13 V

交流电压全量程范围¹

最小值	±30.87 Vpk
常规值	±31.5 Vpk
最大值	±32.13 Vpk

通道间共模电压范围 (AI-至 AI-) ±1 V, 最大值

IEPE 激励电流 (可通过软件选择开/关)

最小值	4 mA
常规值	4.25 mA

IEPE 激励噪声 100 nArms

IEPE 兼容电压 22 V, 最小值

使用 IEPE 传感器时, 请使用下列公式确保配置是否符合 IEPE 兼容电压范围。

图 5. IEPE 兼容电压范围

$$\left(0.67 \times V_{\text{共模}} + V_{\text{偏移}} \pm V_{\text{全量程}}\right)$$

¹ 直流和交流电压必须在 NI 9232 过压保护范围之内。

其中,

$V_{\text{共模}}$ 为两个或多个通道间的共模电压

$V_{\text{偏移}}$ 为 IEPE 传感器的偏置电压

$V_{\text{全量程}}$ 为 IEPE 传感器的全量程电压



注: 公式结果必须介于 0 V ~ 22 V 之间。

IEPE 故障检测²

短路	$V_{AI} < 1.5 \text{ V}$
开环	$V_{AI} > 24 \text{ V}$
过压保护	$\pm 45 \text{ V}$, 任意两个接线端之间连接的低阻抗源
输入延迟	
64x 降采样	$30/f_s + 3.0 \mu\text{s}$
128x 降采样	$29/f_s + 3.0 \mu\text{s}$
256x 降采样	$28/f_s + 3.0 \mu\text{s}$

表 2. 精度

测量条件		读数百分比 (增益误差)	量程百分比 ³ (偏置误差) ⁴
已校准	最大值 (-40 °C ~ 70 °C)	$\pm 0.60\%$	$\pm 0.23\%$
	常规值 (23 °C, ± 5 °C)	$\pm 0.10\%$	$\pm 0.023\%$
未校准 ⁵	最大值 (-40 °C ~ 70 °C)	$\pm 1.50\%$	$\pm 0.59\%$
	常规值 (23 °C, ± 5 °C)	$\pm 0.40\%$	$\pm 0.12\%$

稳定性

增益漂移	$\pm 25 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$
电压漂移 (DC 耦合)	$\pm 320 \mu\text{V}/^\circ\text{C}$

² 关于读取 IEPE 故障状态的详细信息, 见软件帮助文档。

³ 量程等于 31.5 V

⁴ DC 耦合

⁵ 未校准精度指在原始模式或未换算模式中采集数据获取的精度, 在这两种模式中, 模块中存储的校准常量未应用于数据。

表 3. 增益匹配（已校准）

频带	20 Hz ~ 40.96 kHz	
	常规值	最大值
通道间	25 mdB	120 mdB

表 4. 相位匹配（最大值）

频带	20 Hz ~ 40.96 kHz
通道间	$(0.022^\circ/\text{kHz} \times f_{in}) + 0.045^\circ$
模块间	$(0.022^\circ/\text{kHz} \times f_{in}) + 0.045^\circ + (360^\circ \times f_{in} / f_M)$

通带频率 $0.4 \cdot f_s$

表 5. 平坦度（峰-峰）

频带	20 Hz ~ 20.48 kHz	20 Hz ~ 40.96 kHz
常规值	70 mdB	75 mdB
最大值	75 mdB ⁶	100 mdB ⁷

表 6. 相位非线性（最大值）

频带	20 Hz ~ 20.48 kHz	20 Hz ~ 40.96 kHz
AC 耦合	0.31°	0.31°
DC 耦合	0.025°	0.19°

阻带

频率	$0.5 \cdot f_s$
抑制	120 dB
无混叠带宽	$0.4 \cdot f_s$
过采样率	$64 \cdot f_s, 128 \cdot f_s$ 和 $256 \cdot f_s$

⁶ 20 Hz ~ 20.48 kHz 敷形涂层的最大平坦度为 76 mdB。

⁷ 20 Hz ~ 40.96 kHz 敷形涂层的最大平坦度为 102 mdB。

过采样率时的抑制⁸

$f_s = 10.24 \text{ kS/s}$	95 dB, 1.311 MHz
$f_s = 102.4 \text{ kS/s}$	120 dB, 6.554 MHz
串扰 ($f_{in} = 1 \text{ kHz}$)	-125 dB
CMRR	
通道间 ($f_{in} \leq 1 \text{ kHz}$)	56 dB
通道对地 ($f_{in} = 60 \text{ Hz}$)	107 dB
SFDR ($f_{in} = 1 \text{ kHz}$, -60 dBFS)	
$f_s = 102.4 \text{ kS/s}$	120 dBFS
$f_s = 51.2 \text{ kS/s}$	123 dBFS
$f_s = 25.6 \text{ kS/s}$	126 dBFS

表 7. 输入噪声

采样率	102.4 kS/s	51.2 kS/s	25.6 kS/s
AC 耦合	251 μVrms	171 μVrms	127 μVrms
DC 耦合	223 μVrms	150 μVrms	112 μVrms

表 8. 动态量程 ($f_{in} = 1 \text{ kHz}$, -60 dBFS)

采样率	102.4 kS/s	51.2 kS/s	25.6 kS/s
AC 耦合	99 dBFS	102 dBFS	105 dBFS
DC 耦合	100 dBFS	103 dBFS	106 dBFS

输入阻抗

差分	324 k Ω
AI-至隔离地	50 Ω

⁸ 模拟预滤波器在过采样率上的抑制

表 9. 总谐波失真 (THD)

输入幅值	1 kHz	10 kHz
-10.5424 dBFS	-95 dB	-85 dB
-20 dBFS	-95 dB	-85 dB

互调失真 (-10.5424 dBFS)

DIN 250 Hz/8 kHz 4:1 幅值比 -80 dB

CCIF 11 kHz/12 kHz 1:1 幅值比 -100 dB

电源要求

机箱功耗

活动模式 1 W, 最大值

休眠模式 25 μ W, 最大值

散热 (70 °C)

活动模式 1 W, 最大值

活动模式 (BNC 变体) 1.5 W, 最大值

休眠模式 25 μ W, 最大值

物理特性

请使用干毛巾清洁模块。



提示 关于 C 系列模块和连接器的 2 维图及 3D 模型, 请登录 ni.com/dimensions, 通过相应模块编号查看。

螺栓端子连线

规格 0.05 mm² ~ 1.5 mm² (30 AWG ~ 14 AWG)
铜导线

剥皮长度 6 mm (0.24 in.) 剥去末端绝缘层

温度评级 90 °C, 最小值

螺栓端子扭矩 0.22 N · m ~ 0.25 N · m (1.95 lb · in. ~ 2.21 lb · in.)

每螺栓端子连线 每螺栓端子接一根导线; 使用双线金属套环时可连接两根导线

金属套环 0.25 mm² ~ 1.5 mm²

连接器固定

固定类型	提供螺栓边缘
螺栓边缘扭矩	0.2 N · m (1.80 lb · in.)
重量	
NI 9232 (螺栓端子接口)	142 g (5.0 oz)
NI 9232 (BNC 接口)	159 g (5.6 oz)

安全电压

仅可连接规定范围内的电压。

隔离

通道间	无
通道对地	
连续	60 VDC, Measurement Category I
耐压性	1,000 Vrms, 经 5 s 介电耐压测试

Measurement Category I 用于测量与配电系统非直接相连 (*MAINS* 电压) 的电路。

MAINS 是对设备供电的电源系统, 可能对人体造成伤害。该类测量主要用于受二级电路保护的电压测量。这类电压测量包括: 信号电平、特种设备、设备的特定低能量部件、低电压源供电的电路、电子设备。



警告 在 Measurement Category II、III 和 IV 中, 请勿使用 NI 9232 连接信号或进行测量。



注: Measurement Categories CAT I 和 CAT O 等同。该类测试和测量电路不能直接连接使用 *MAINS* 建筑物电源的 Measurement Categories CAT II、CAT III 或 CAT IV 电路。

危险环境

美国 (UL)	Class I, Division 2, Groups A, B, C, D, T4; Class I, Zone 2, AEx nA IIC T4
加拿大 (C-UL)	Class I, Division 2, Groups A, B, C, D, T4; Class I, Zone 2, Ex nA IIC T4
欧洲 (ATEX) 和 国际 (IECEx)	Ex nA IIC T4 Gc

安全性与危险环境标准

该产品符合以下测量、控制和实验室用途的电气设备安全标准:

- IEC 61010-1, EN 61010-1
- UL 61010-1, CSA 61010-1

- EN 60079-0:2012, EN 60079-15:2010
- IEC 60079-0: Ed 6, IEC 60079-15; Ed 4
- UL 60079-0; Ed 6, UL 60079-15; Ed 4
- CSA 60079-0:2011, CSA 60079-15:2012



注： 关于 UL 和其他安全证书，见产品标签或 [在线产品认证](#) 章节。

电磁兼容性

产品符合以下测量、控制和实验室用途电气设备的 EMC 标准：

- EN 61326-1 (IEC 61326-1): Class A 放射标准；工业抗扰度标准
- EN 55011 (CISPR 11): Group 1, Class A 放射标准
- EN 55022 (CISPR 22): Class A 放射标准
- EN 55024 (CISPR 24): 抗扰度
- AS/NZS CISPR 11: Group 1, Class A 放射标准
- AS/NZS CISPR 22: Class A 放射标准
- FCC 47 CFR Part 15B: Class A 放射标准
- ICES-001: Class A 放射标准



注： 在美国（依据 FCC 47 CFR），Class A 设备适用于商业、轻工业和重工业环境。在欧洲、加拿大、澳大利亚和新西兰（依据 CISPR 11），Class A 设备仅适用于重工业环境。



注： Group 1 设备（依据 CISPR 11）是指不会出于处理材料或检查/分析目的，而有意释放射频能量的工业、科学或医疗设备。



注： 关于 EMC 声明和认证等详细信息，见 [在线产品认证](#) 章节。

CE 规范

产品已达到现行欧盟产品规范的下列基本要求：

- 2014/35/EU；低电压规范（安全性）
- 2014/30/EU；电磁兼容性规范 (EMC)
- 2014/34/EU；潜在爆炸性环境 (ATEX)

在线产品认证

关于合规信息，见产品的合规声明 (DoC)。如需获取产品认证及合规声明 (DoC)，请访问 ni.com/certification，通过模块编号或产品线搜索，并在 Certification（认证）栏中查看相应链接。

冲击和振动

要符合下列规范，必须将系统固定在面板上。

运行环境振动

随机 (IEC 60068-2-64)	5 g _{rms} , 10 Hz ~ 500 Hz
正弦 (IEC 60068-2-6)	5 g, 10 Hz ~ 500 Hz
运行环境冲击 (IEC 60068-2-27)	30 g, 11 ms 半正弦 ; 50 g, 3 ms 半正弦 ; 18 次冲击, 6 个方向

环境

关于具体要求，见所用机箱的文档。

运行环境温度 (IEC 60068-2-1, IEC 60068-2-2)	-40 °C ~ 70 °C
存储温度 (IEC 60068-2-1, IEC 60068-2-2)	-40 °C ~ 85 °C
防护等级	IP40
运行环境湿度 (IEC 60068-2-78)	10% RH ~ 90% RH, 无凝结
存储湿度 (IEC 60068-2-78)	5% RH ~ 95% RH, 无凝结
污染等级	2
最高海拔	5,000 米

仅限室内使用。

环境保护

NI 始终致力于设计和制造有利于环境保护的产品。NI 认为减少产品中的有害物质不仅有益于环境，也有益于客户。

关于环境保护的详细信息，请访问 ni.com/environment，查看 *Minimize Our Environmental Impact* 页面。该页包含 NI 遵守的环境准则和规范，以及本文档未涉及的其他环境信息。


电气电子设备废弃物 (WEEE)



欧盟客户 所有超过生命周期的 NI 产品都必须依照当地法律法规进行处理。

关于如何在当地回收 NI 产品，请访问 ni.com/environment/weee。

电子信息产品污染控制管理办法（中国 RoHS）

 **中国客户** National Instruments 符合中国电子信息产品中限制使用某些有害物质指令 (RoHS)。关于 National Instruments 中国 RoHS 合规性信息，请登录 ni.com/environment/rohs_china。(For information about China RoHS compliance, go to ni.com/environment/rohs_china.)

校准

访问 ni.com/calibration 可获取与 NI 9232 校准服务相关的校准认证和信息。

校准间隔

1 年

关于 NI 商标的详细信息，请访问 ni.com/trademarks，查看 *NI Trademarks and Logo Guidelines* 页面。此处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。关于 NI 产品和技术的专利权，请查看软件中的**帮助»专利信息**、光盘中的 `patents.txt` 文件，或 ni.com/patents 上的 *National Instruments Patent Notice*。可在 NI 产品的自述文件中找到最终用户许可协议 (EULA) 和第三方法律声明。请查阅 ni.com/legal/export-compliance 上的 *Export Compliance Information* 以了解 NI 全球出口管制政策，以及如何获取相关的 HTS 编码、ECCN 和其他进出口信息。NI 对于本文件所含信息的准确性不作任何明示或默示的保证，并对其错误不承担任何责任。美国政府用户：本手册中包含的数据系使用私人经费开发的，且本手册所包含的数据受到联邦采购条例 52.227-14 和联邦国防采购条例补充规定 252.227-7014 和 252.227-7015 中规定适用的有限权利和受限数据权益条款的约束。

© 2015 National Instruments. 版权所有

373932A-0218 2015 年 12 月