

数据表

NI 9235

8 AI, $\pm 29.4 \text{ mV/V}$, 24 位, 10 kS/s/ch 同步, 120 Ω 1/4 桥构成



- 8 通道, 单通道 10 kS/s, 同步动态应变模拟输入
- $\pm 29.4 \text{ mV/V}$ 输入范围, 24 位分辨率
- 用于 1/4 桥传感器的内置电压激励
- 120 Ω 应变计测量
- 60 VDC, CAT I 组隔离
- $-40^\circ \text{C} \sim 70^\circ \text{C}$ 工作范围, 5 g 振动, 50 g 冲击

NI 9235 1/4 桥应变计模块用于 NI CompactDAQ 或 CompactRIO 的高通道数、动态应变测量系统。使用含 8 个同步通道的模块, 实现测量系统更小、通道更多。同步采样对于高速采集非常重要 (同步采样可对特定时间不同位置的结果进行比较, 例如冲击测试)。

C系列同步桥模块比较

型号	通道	采样率	分辨率	互连接口	支持同步桥
NI 9218	2	51.2 kS/s/ch	24位	LEMO, 9引脚DSUB	1/4, 半, 全
NI 9219	4	100 S/s/ch	24位	弹簧接线端	1/4, 半, 全
NI 9235	8	10 kS/s/ch	24位	弹簧接线端	120 Ω 1/4 桥
NI 9236	8	10 kS/s/ch	24位	弹簧接线端	350 Ω 1/4 桥
NI 9237	4	50 kS/s/ch	24位	RJ-50, DSUB	1/4, 半, 全

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 $-40^{\circ}\text{C} \sim 70^{\circ}\text{C}$ ，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。



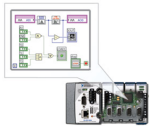
软件

LabVIEW 专业版开发系统 - 用于 Windows



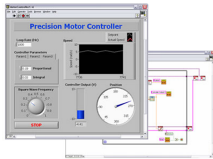
- 使用高级软件工具进行大型项目开发
- 通过 DAQ 助手和仪器 I/O 助手自动生成代码
- 使用高级测量分析和数字信号处理
- 利用 DLL、ActiveX 和 .NET 对象的开放式连接
- 生成 DLL、可执行程序以及 MSI 安装程序

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



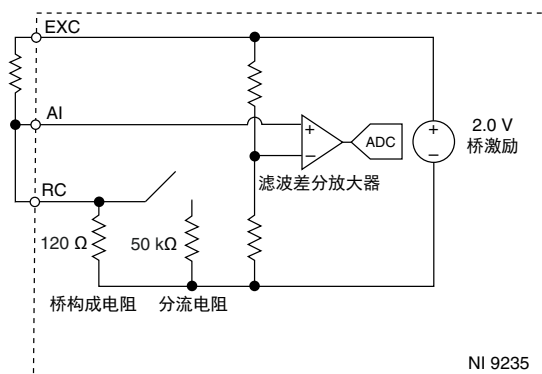
- 使用 LabVIEW 图形化编程设计确定性实时应用程序
- 下载至专有 NI 或第三方硬件，获得可靠的执行及多种 I/O 选择
- 利用内置的 PID 控制、信号处理以及分析函数
- 自动利用多核 CPU 或手动设置处理器关联
- 利用实时操作系统、开发和调试支持以及板卡支持
- 独立购买，或作为 LabVIEW 套件的一部分购买

电路

NI 9235 上的每条通道都带有独立的 24 位模数转换器和输入放大器，可对 8 个通道信号同步采样。

NI 9235 与地面隔离。但各通道间不隔离。在内部，EXC 端子均连接至公用激励电源端子。

图 1. NI 9235 某通道的输入电路



导线灵敏度降低

由于传感器至测量设备的连接导线存在电阻，1/4 桥测量对精度下降很敏感。对于应变片阻值的给定变化，总有效阻值略有降低。相应的 mV/V 测量读数也小于其真实值。此时可使用分流校准量化导线的电阻值，再通过软件校正此增益误差读数。导线引起的增益误差为 R_L/R_G ，其中 R_L 为导线电阻阻值， R_G 为 1/4 桥电阻阻值。

分流校准

分流校准通过分流（在电桥某一桥臂上连接一个较大的已知阻值的电阻）实现特定的桥电压比率变化来模拟应变输入。

NI 9235 的分流校准电路由一个高精度电阻和一个软件启动开关组成，它们通过 1/4 桥电阻连接在一起。每个输入通道均带有一个可独立工作的分流校准电阻。所接传感器处于稳定且未加载状态时，用户可分别测量分流校准前后的桥电压值。通过比较测量读数变化与分流校准输出值，可验证系统设置或补偿 1/4 桥导线电阻误差。关于导线补偿的详细信息，请访问 ni.com/info，输入信息代码 lwcomp 查询。

激励电压

NI 9235 可为每个通道提供恒定的激励电源电压。激励电源可提供足够的输出电流以驱动 8 个通道，此时电阻为最小值。即使某个通道的应变片短路，激励电源仍可保持稳定电压。如多个通道发生应变片短路，激励电源将进入电流限制状态且激励电压随之降低。

滤波

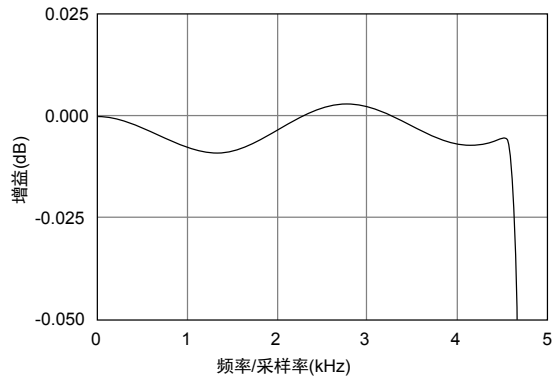
通过模拟滤波和数字滤波，NI 9235 可精确表示带内信号并抑制带外信号。滤波器根据信号的频率范围（带宽）区分信号。三个需考虑的重要带宽因素分别为：通带、阻带和抗镜像带宽。

NI 9235 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 9235 的数字滤波器调整通带的频率范围，使其与采样率匹配。因此，给定频率下的增益和衰减取决于采样率。

图 2. NI 9235 的典型通带响应



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量。

无混叠带宽

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率减去阻带频率。

采样率

NI 9235 的采样率 (f_s) 取决于主时基频率 (f_M)。NI 9235 内部带有一个频率为 12.8 MHz 的主时基，但模块也可使用外部主时基或输出主时基。如需使 NI 9235 的采样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。

可根据下列公式计算 NI 9235 的可用采样率：

$$f_s = \frac{f_M \div 256}{n}$$

其中， n 表示 2 ~ 63 之间的任何整数。

但实际采样率必须位于设备支持的采样率范围内。当使用 12.8 MHz 内部主时基时，采样率可为 10 kS/s、8.333 kS/s、7.143 kS/s……794 S/s，实际值取决于 n 。使用外部时基（非 12.8 MHz）时，NI 9235 具有不同的采样率取值。



注： NI 9151 R 系列扩展机箱不支持模块间共享时基。

NI 9235 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 如要确保指定的 EMC 性能，必须使用屏蔽式线缆和套件操作本产品。



警告 请勿尝试采用本文档中未提到的方式操作 NI 9235。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	8 个模拟输入通道
1/4 桥	120 Ω , 10 ppm/°C，最大值
ADC 分辨率	24 位
ADC 类型	Delta-Sigma（带模拟预滤波）
采样模式	同步
内部主时基 (f_M)	
频率	12.8 MHz
精度	± 100 ppm，最大值
使用内部主时基时的采样率范围 (f_s)	
最小值	794 S/s
最大值	10 kS/s
使用外部主时基时的采样率范围 (f_s)	
最小值	195.3125 S/s
最大值	10.547 kS/s
采样率 ¹ (f_s)	$(f_M \div 256) / n, n = \{2; 4, 5, \dots, 63\}$
满刻度范围	± 29.4 mV/V (+62,500 $\mu\epsilon$ /-55,500 $\mu\epsilon$)

¹ 采样率必须位于采样率范围内。详细信息见 [采样率](#)。

转换精度	3.5062 nV/V/LSB
任意两个端子间的过压保护	±30 V

表 1. 精度

测量条件		读数百分比 ² (增益误差)	量程百分比 ^{3, 4} (偏移误差)	
			校准后 30 天 (±5 °C)	校准后 1 年 (±5 °C)
已校准	常规值 (25 °C, ±5 °C)	0.02%	0.1%	0.15%
	最大值 (-40 °C ~ 70 °C)	0.07%	0.17%	0.4%
未校准 ⁵	常规值 (25 °C, ±5 °C)	0.15%	1.25%	
	最大值 (-40 °C ~ 70 °C)	0.53%	2.14%	

稳定性	
增益漂移	6 ppm/°C
电压漂移	2.2 µV/V/°C

表 2. 通道间匹配（已校准）

输入信号频率(f_{in})	增益		相位
	常规值	最大值	最大值
0 kHz ~ 1 kHz	0.08%	0.11%	$0.34^{\circ}/\text{kHz} * f_{in}$
0 kHz ~ 4 kHz	0.17%	0.32%	

相位非线性	
$f_{in} = 0$ to 1 kHz	±0.002°
$f_{in} = 0$ to 4 kHz	±0.1°

² 不包含导线电阻。

³ 量程等于 29.4 mV/V。

⁴ 校准误差代表无应变测量下的偏置稳定性。误差已包含桥电阻容限和漂移的影响。

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。

输入延迟	$(39 + 221/1024)/f_s + 12\ \mu\text{s}$
通带	
频率	$0.45 * f_s$
平坦度 ($f_s = 10\ \text{kS/s}$)	33 dB, 最大值
阻带	
频率	$0.55 * f_s$
抑制	100 dB
无混叠带宽	$0.45 * f_s$
过采样率	$64 * f_s$
过采样率时的抑制 ⁶ ($f_s = 10\ \text{kS/s}$)	80 dB, 640 kHz
输入噪声	
$f_s = 1\ \text{kS/s}$	$0.38\ \mu\text{V/Vrms}$
$f_s = 10\ \text{kS/s}$	$0.85\ \mu\text{V/Vrms}$
SFDR (1 kHz, -60 dBFS)	110 dB
THD (1 kHz, -20 dBFS)	-90 dB
串扰 ($f_{in} = 1\ \text{kHz}$)	-100 dB
共模电压, 所有信号对地	$\pm 60\ \text{VDC}$
CMRR ($f_{in} = 0\ \text{Hz} \sim 60\ \text{Hz}$)	120 dB
MTBF	25 °C 时, 566,796 小时 ; Bellcore Issue 2, Method 1, Case 3, Limited Part Stress Method

分流校准特性

表 3. 分流校准精度

测量条件	读数百分比 (增益误差)
常规值 (25 °C, $\pm 5\ ^\circ\text{C}$)	0.09%
最大值 (-40 °C ~ 70 °C)	0.22%

电阻	50 k Ω
输出值	-599.28 $\mu\text{V/V}$
温度漂移	15 ppm/°C
方法	通过桥电阻分流

⁶ 信号频率模拟预滤波器在过采样率上的抑制。

激励特性

激励类型	恒定电压
激励值	2.0 V ± 1%
最大输出电流	80 mA

电源要求

机箱功耗	
有效模式	735 mW，最大值
休眠模式	25 µW，最大值
散热 (70 °C)	
有效模式	735 mW，最大值
休眠模式	25 µW，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二维图及三维模型，请访问 ni.com/dimensions，并搜索相应模块编号查看。

弹簧端子连线	
规格	0.8 mm ² ~ 1.0 mm ² (28 AWG ~ 18 AWG) 铜导线
剥皮长度	7 mm (0.276 in.) 剥去末端绝缘层
温度评级	90 °C，最小值
每弹簧端子连线	每弹簧端子接一根导线
连接器固定	
固定类型	提供螺栓法兰
螺栓法兰扭矩	0.2 N · m (1.80 lb · in.)
重量	153 g (5.4 oz)

安全电压

仅可连接规定范围之内的电压。

任意端子间	±30 V，最大值
-------	-----------

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 秒介电耐压测试

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、低电压源供能的电路、电子设备。

 **警告** 在 Measurement Category II、III 和 IV 中，请勿使用 NI 9235 连接信号或进行测量。

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

该产品设计符合以下测量、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 5, UL 60079-15; Ed 3
- 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 C E

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)
- 94/9/EC；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 9235 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

374645A-0218 2015 年 10 月