
NI-9231 产品规范

2025-03-14



目录

NI 9231 数据表 3

NI 9231 数据表



- 107 dB动态范围，51.2 kS/s
- <16 μV_{rms} 噪声
- IEPE开路/短路检测
- 兼容智能TEDS感应器
- 可通过软件选择的IEPE信号调理
- 软件可选的交流/直流耦合
- 10-32同轴插孔连接

NI 9231是8通道模拟输入模块，可用于CompactDAQ及CompactRIO，具有51.2 kS/s更新率、24位分辨率以及 $\pm 5\text{ V}$ 输入范围。NI 9231上的通道允许进行高动态范围测量，以充分利用现代测量麦克风和加速度计。此外，该模块还包含内置抗混叠滤波器，可根据采样率自动调整。NI 9231结合了TEDS输入路径和可以开关的2 mA IEPE信号激励源，因此无需外部传感器电源，也降低了数据采集系统的复杂性。

 套件内容	• NI 9231 • NI 9231入门指南
 目标应用	• 音频测试 • 噪声、振动与声振粗糙度(NVH)

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。

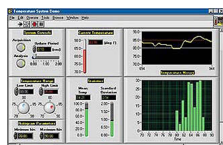
CompactDAQ

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。



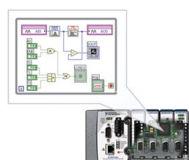
软件

LabVIEW专业版开发系统 - 用于Windows



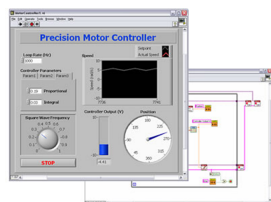
- 使用高级软件工具进行大型项目开发
- 通过DAQ助手和仪器I/O助手自动生成代码
- 使用高级测量分析和数字信号处理
- 利用DLL、ActiveX和.NET对象的开放式连接
- 生成DLL、可执行程序以及MSI安装程序

NI LabVIEW FPGA模块



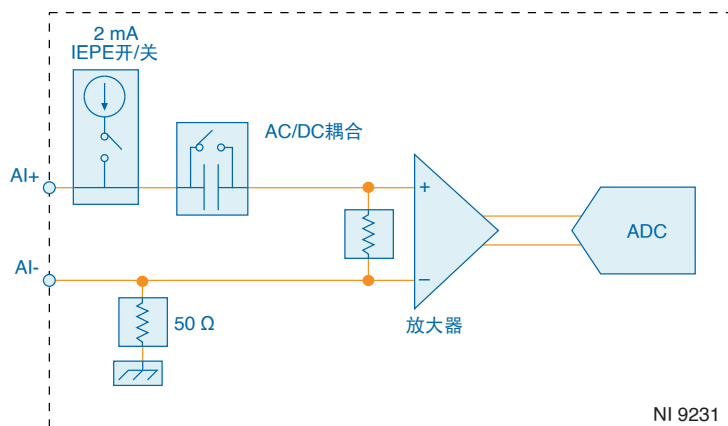
- 设计用于NI RIO硬件的FPGA应用程序
- 使用和台式及实时应用程序一样的图形化环境进行编程
- 以最高为300 MHz的循环速率执行控制算法
- 实现自定义定时和触发逻辑、数字协议以及DSP算法
- 集成现有HDL代码和第三方IP（包括Xilinx IP生成器函数）
- 作为LabVIEW Embedded Control and Monitoring Suite的一部分购买

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

NI 9231 电路



- 每个通道的输入信号经缓冲、调理后，由模数转换器(ADC)对其采样。
- 每个AI通道均带有独立的信号通路和模数转换器，可对所有通道同步采样。
- AI通道通过一个受保护的50 Ω电阻连接至地。
- 可通过软件选择AC/DC耦合
- 可通过软件选择IEPE激励电流。
- 模块对每个通道进行过电压保护。



注： NI 9231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 9231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 9231 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 9231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。

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

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 9231的采样率(f_s)取决于主时基频率(f_M)。NI 9231内部带有一个频率为13.1072 MHz的主时基。使用13.1072 MHz为内部主时基时，采样率可为51.2 kS/s、34.133 kS/s、25.6 kS/s、17.067 kS/s，直到267 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 9231的可用采样率：

$$f_s = \frac{f_M}{4 \times a \times b}$$

其中

- a是降采样率(32, 64, 128, 256, 512, 1024)，b是时钟分频数（1至12之间的整数）。
- b的值为1时，a的值可以是64、128、256、512或1024。
- b的值为2到12之间时，a的值可以是32、64、128、256、512或1024。



注：

$$\frac{f_M}{b}$$

必须大于等于1 MHz。

相同的采样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，以获得更好的噪声性能。下表列出了内部主时基的可用采样率。

表 1. 内部主时基的可用采样率

f_s (kS/s)	降采样率	时钟分频数
51.200	64	1
34.133	32	3
25.600	128	1
20.480	32	5
17.067	64	3
14.629	32	7
12.800	256	1
11.378	32	9
10.240	64	5
9.309	32	11
8.533	128	3
7.314	64	7
6.400	512	1
5.689	64	9
5.120	128	5
4.655	64	11
4.267	256	3
3.657	128	7
3.200	1024	1
2.844	128	9
2.560	256	5

f_s (kS/s)	降采样率	时钟分频数
2.327	128	11
2.133	512	3
1.829	256	7
1.600	1024	2
1.422	256	9
1.280	512	5
1.164	256	11
1.067	1024	3
0.914	512	7
0.800	1024	4
0.711	512	9
0.640	1024	5
0.582	512	11
0.533	1024	6
0.457	1024	7
0.400	1024	8
0.356	1024	9
0.320	1024	10
0.291	1024	11
0.267	1024	12

NI 9231也可接受外部主时基，或导出其主时基。如需使NI 9231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。使用外部时基（非13.1072 MHz）时，NI 9231具有不同的采样率取值。关于配置NI 9231主时基源的详细信息，见软件帮助文档。



注： cRIO-9151 R系列扩展机箱不支持模块间共享时基。



注： cRIO-9151 R系列扩展机箱与CompactRIO和CompactDAQ机箱的最大数据速率不同。详细信息见**输入特性**。

NI 9231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。



注意 请遵守用户文档中的所有说明和注意事项。如未按规定使用，可能会损坏产品及内置的安全保护机制。请将损坏的设备送回NI进行维修。

定义

担保产品规范给出了型号在规定操作条件下的性能，其中内容涵盖于型号质量担保中。

特性给出了型号在规定操作条件下使用的相关值，但其中内容未涵盖于型号质量担保中。

- **常规**产品规范给出了多数型号符合的性能。
- **额定**产品规范给出了基于设计、一致性测试或补充测试的属性。

除非另外声明，否则产品规范为**常规**产品规范。

输入特性

通道数	8个模拟输入通道
ADC分辨率	24位
模数转换器类型	Delta-Sigma，带模拟预滤波

采样模式	同步
输入耦合	软件可选的AC/DC耦合
支持的TEDS类型	IEEE 1451.4 TEDS Class I
TEDS容性驱动	5,000 pF
内部主时基(f_M)	
频率	13.1072 MHz
精度	± 100 ppm, 最大值
CompactRIO和CompactDAQ机箱数据速率范围(f_S)	
使用内部主时基	
最小值	267 S/s
最大值	51.2 kS/s
使用外部主时基	
最小值	244.141 S/s
最大值	51.367 kS/s
R系列扩展机箱数据速率范围(f_S)	

使用内部主时基	
最小值	267 S/s
最大值	25.6 kS/s
使用外部主时基	
最小值	244.141 S/s
最大值	25.684 kS/s
数据频率	$f_s = \frac{f_M}{4 \times a \times b}$
输入延迟	$34/f_s + 3.0 \mu\text{s}$
过压保护	$\pm 30 \text{ V}$ ，某一通道上的最大值
输入阻抗	
AI+至机箱	$918 \text{ k}\Omega \parallel 135 \text{ pF}$
AI-至机箱	50Ω
输入电压范围	
最小值	$\pm 5 \text{ Vpk}$

常规值	$\pm 5.1 \text{ Vpk}$
转换精度	610,715 pV/LSB
最大输入电压	
AI+至地	$\pm 5.16 \text{ Vpk}$
AI-至地	+0.7 V/-0.2 V
IEPE激励电流（可通过软件选择开/关）	
最小值	2 mA
常规值	2.09 mA
IEPE激励噪声	75 nArms （51.2 kS/s时）
IEPE兼容电压 ^[1]	19 V，最大值
IEPE诊断功能	
开路检测	IEPE电流，<2 mA
短路检测	AI+至地，<1.2 V
高通滤波器截止频率(AC)	

-3 dB	1.2 Hz
-0.1 dB	7.9 Hz

图 1. 高通滤波器频率响应

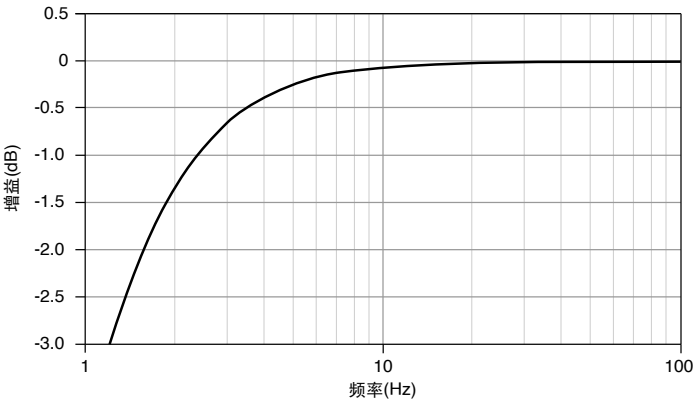


表 2. DC耦合精度

测量条件	读数百分比（增益误差）	量程百分比 ^[2] （偏置误差）
最大值（-40 °C~70 °C）	±0.220%	±0.075%
常规值(23 °C, ±5 °C)	±0.039%	±0.016%

偏置误差（AC耦合）	±0.151%，最大值
精度稳定性	
增益漂移	3.7 ppm/°C； 22.4 ppm/°C，最大值
偏置漂移	8.6 μV/°C； 34.8 μV/°C，最大值
通带， -0.1 dB	

频率		0.4 * f _s
平坦度（峰峰），DC至20 kHz		0.035 dB，最大值
相位线性度		
DC耦合，DC至20 kHz		0.06°，最大值
通道间不匹配		
增益，DC至20 kHz		0.123 dB，最大值
相位（f _{in} ，单位kHz）		f _{in} * 0.058°，最大值
阻带		
频率	0.499 * f _s	
抑制	105 dB	
无混叠带宽		0.5 * f _s
2x过采样率的抗混叠衰减		
f _s = 51.2 kS/s	91 dB, 6.5536 MHz	
f _s = 267 S/s	35 dB (546 kHz)	

表 3. 空闲通道噪声

采样率(S/s)	降采样率	AC或DC耦合(μV_{rms})	1 kHz时的频谱噪声密度($\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$)
51,200	64	15.5	104
34,133	32	19.4	159
25,600	128	10.9	104
12,800	256	7.8	103
6,400	512	5.6	103
3,200	1,024	4.1	103



注： 噪声规范假定 NI 9231使用13.1072 MHz的内部主时基频率。

表 4. 动态范围（1 kHz输入频率，-60 dBFS幅值， $\text{BW}=0.5 * f_s$ ）

采样率(S/s)	降采样率	AC或DC耦合(dBFS)
51,200	64	107
34,133	32	105
25,600	128	110
12,800	256	113
6,400	512	116
3,200	1,024	119

串扰（通道间）

$f_{\text{in}} \leq 1 \text{ kHz}$	-116 dB
$f_{\text{in}} \leq 10 \text{ kHz}$	-99 dB
CMRR, $f_{\text{in}} \leq 1 \text{ kHz}$	45 dB, 最小值

表 5. 51.2 kS/s时的总谐波失真(THD)

输入幅值	1 kHz	10 kHz
-1 dBFS	-103 dBc	-83 dBc
-10.97 dBFS	-107 dBc	-88 dBc

互调失真(IMD) ^[3]	
DIN 250 Hz + 8 kHz	-89 dB
CCIF 14 kHz + 15 kHz	-79 dB
非谐波SFDR ^[4]	133 dBFS

电源要求

机箱功耗	
活动模式	1.00 W，最大值
休眠模式	53 μ W，最大值
散热(70 °C)	
活动模式	1.40 W，最大值
休眠模式	0.13 W，最大值

物理特性

重量	164 g (5.8 oz)
----	----------------

NI 9231（10-32同轴插孔）安全电压

仅可连接规定范围之内的电压。

通道对地	±30 V，最大值，Measurement Category I	
隔离		
通道间		无
通道对地		无



注意 在Measurement Category II、III和IV中，请勿使用 NI 9231连接信号或进行测量。

Measurement Category I是指测量与配电系统（**MAINS**电压）非直接相连的电路。MAINS是对设备供电的危险电源。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。



注： Measurement Category CAT I和CAT O等同。该类测试测量电路用于其他电路，不能直接连接使用MAINS建筑物电源的Measurement Category CAT II、CAT III或CAT IV电路。

Topic Missing

This object is not available in the repository.

安全合规与危险环境标准

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 C22.2 No. 61010-1
- EN 60079-0, EN 60079-15
- IEC 60079-0: Ed 6, IEC 60079-15; Ed 4
- UL 60079-0; Ed 6, UL 60079-15; Ed 4
- CSA C22.2 No. 60079-0, CSA C22.2 No. 60079-15



注： 关于UL和其他安全证书，见[产品认证和声明](#)章节。

电磁兼容性标准

产品符合以下测量、控制和实验室用途敏感电气设备的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
- AS/NZS CISPR 11: Group 1, 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： 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： 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： 关于EMC声明和认证等详细信息，见[在线产品认证](#)章节。



NI 9231 I/O端口上的传导射频干扰会对测量精度产生不利影响。

CE兼容(CE)

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)

产品认证和声明

关于合规信息，见产品的合规声明(DoC)。如需获取NI产品认证及合规声明(DoC)，请访问ni.com/product-certifications，通过模块编号搜索，并查看相应链接。

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 grms, 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 60068-2-30)	10% RH～90% RH，无凝结
存储湿度(IEC 60068-2-30)	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。

如需了解更多环境保护信息，请访问ni.com/environment，参阅**以工程守护健康地球**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。

欧盟和英国客户

- ~~✗~~ **电子电器设备废弃物(WEEE)**—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。

Topic Missing

This object is not available in the repository.

校准

访问ni.com/calibration可获取与 NI 9231校准服务相关的校准认证和信息。

校准间隔	2年
------	----