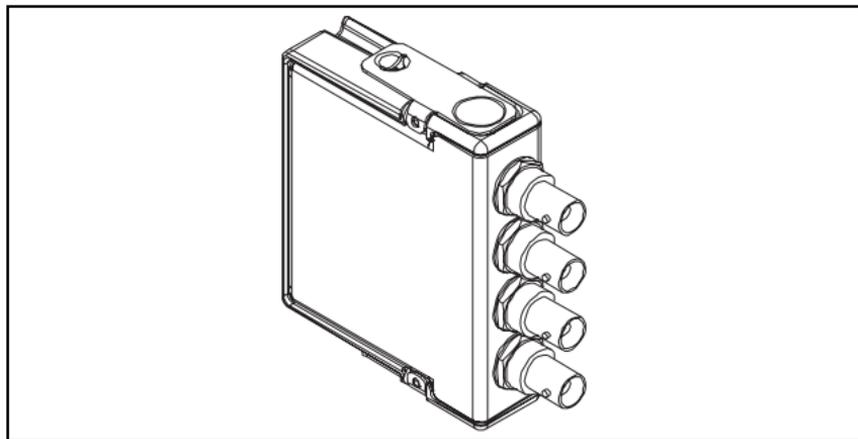


使用说明和产品规范

NI 9233

4 通道, ± 5 V, 24 位 IEPE 模拟输入模块



本文档主要介绍 NI 9233 的使用方法，及其产品规范和连接器分配。关于模块所需软件的详细信息，请访问 ni.com/info，输入信息代码 `rdsoftwareversion` 查询。欲知系统安装、配置以及编程的相关信息，请参见系统文档。关于 C 系列模块的说明文档，请访问 ni.com/info，输入信息代码 `cseriesdoc` 查询。



注 本文档中的安全守则和产品规范仅适用于 NI 9233。系统中其它组件的安全评级和产品规范可能有所不同。请参考系统中各个组件的说明文档，确定整个系统的安全评级和产品规范。关于 C 系列模块的说明文档，请访问 ni.com/info，输入信息代码 `cseriesdoc` 查询。

安全守则

请遵循 NI 9233 的使用说明。



高温表面 该符号表明组件表面温度较高，触摸该组件可能导致受伤。

危险环境安全守则

NI 9233 适用于危险环境 Class I, Division 2, Groups A, B, C, D, T4; Class I, Zone 2, AEx nC IIC T4, Ex nC IIC T4 ; 以及非危险环境。在可能发生爆炸的环境中安装 NI 9233 时，应遵守下列守则。违反安全守则可能导致人员伤亡。



注意 电源未断开或处于非安全环境时，请勿断开 I/O 连线或连接器。



注意 电源未断开或处于非安全环境时，请勿卸除模块。



注意 替换组件可能影响模块在环境等级为 Class I, Division 2 时的适用性。



注意 对于 Zone 2 环境中的应用，应将系统安装在防护等级不低于 IP 54 (IEC 60529 和 EN 60529) 的外壳内。



注意 对于 Zone 2 环境下的应用，连接信号必须在下列范围内：

电容.....0.2 μ F，最大值

危险环境下的特殊要求（欧洲）

该设备在 DEMKO 认证 No. 03 ATEX 0324020X 中的评定等级为 EEx nC IIC T4。每个模块均标有 Ex II 3G，适用于危险环境 Zone 2。在 Gas Group IIC 危险环境中或环境温度为 $-40\text{ }^{\circ}\text{C} \leq T_a \leq 70\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时使用 NI 9233, NI 机箱的防护等级必须为 EEx nC IIC T4、Ex nA IIC T4 和 Ex nL IIC T4 之一。

海事应用中的特殊要求

用于海事应用的模块必须通过劳氏船级社 (LR) 认证。如需了解模块是否已通过 LR 认证，可访问 ni.com/certification 查询，或检查模块本身是否带有 LR 认证标记。



注意 为满足海事应用中对射频辐射的要求，应使用屏蔽电缆并将系统置于金属外壳内。模块和控制器的电源输入端必须安装抑制电磁干扰的磁箍。电源输入电缆和模块输出电缆必须位于金属外壳上相对的两侧。

连接 NI 9233

NI 9233 带有 4 个 BNC 连接器，可提供 4 路同步采样模拟输入通道的连接。

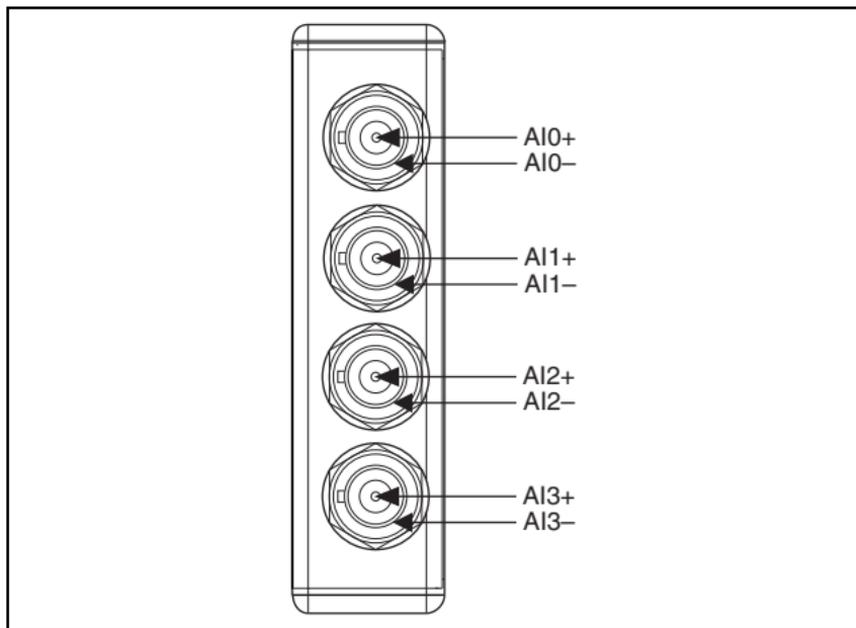


图 1 NI 9233 连接器说明

每个通道都有一个 BNC 连接器，可连接 IEPE 传感器。连接器中央的引脚 AI+，可提供直流激励和交流信号连接。连接器的外壳 AI-，可提供激励返回通路和交流信号参考地。

NI 9233 可连接接地或浮接的 IEPE 传感器，使用浮接可避免对地噪声。典型 IEPE 传感器外壳与 IEPE 器件之间是电气隔离的，因此即使传感器外壳接地，NI 9233 与传感器的连接仍为浮接。避免 BNC 连接器的金属外壳之间、及其与模块或机箱的接触，可进一步降低地噪声。

如 IEPE 传感器与 NI 9233 为接地连接，需确保 AI- 外壳电压位于共模电压范围内，NI 9233 才能正常工作。在过压保护范围内，可防止 AI- 外壳电压意外达到过高电压。关于工作电压和过压保护的详细信息见[产品规范](#)。图 2 和 3 分别为接地和浮接的 IEPE 传感器与 NI 9233 的连接示意图。

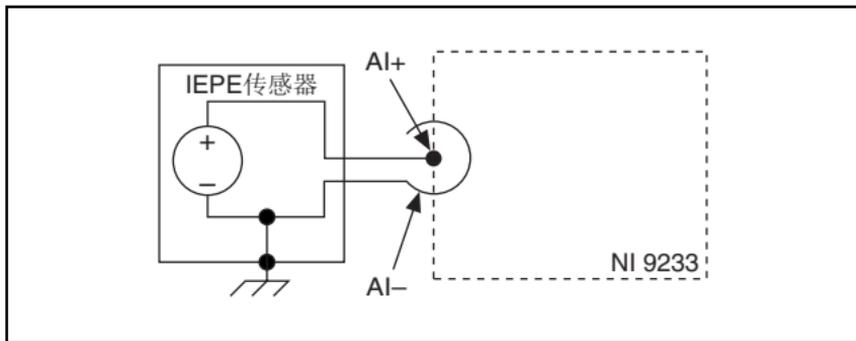


图 2 连接接地 IEPE 传感器至 NI 9233

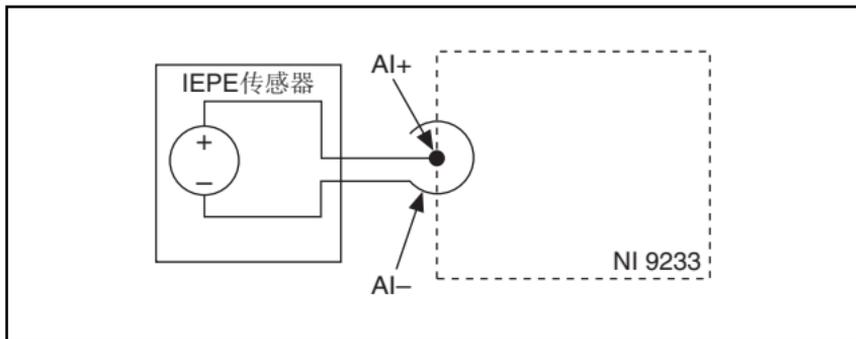


图 3 连接浮接 IEPE 传感器至 NI 9233

NI 9233 模拟输入通道通过一个 $50\ \Omega$ 的电阻与机箱地相连。如要最小化对地噪声，应确保机箱接地。每个通道均具有过压保护功能。NI 9233 可为每个输入通道提供 IEPE 激励电流。信号经过 AC 耦合、缓冲和调理后，由一个 24 位 Delta-Sigma 模数转换器对其采样。NI 9233 的 IEPE 激励电流和 AC 耦合始终处于启用状态。图 4 为 NI 9233 某一通道的输入电路示意图。

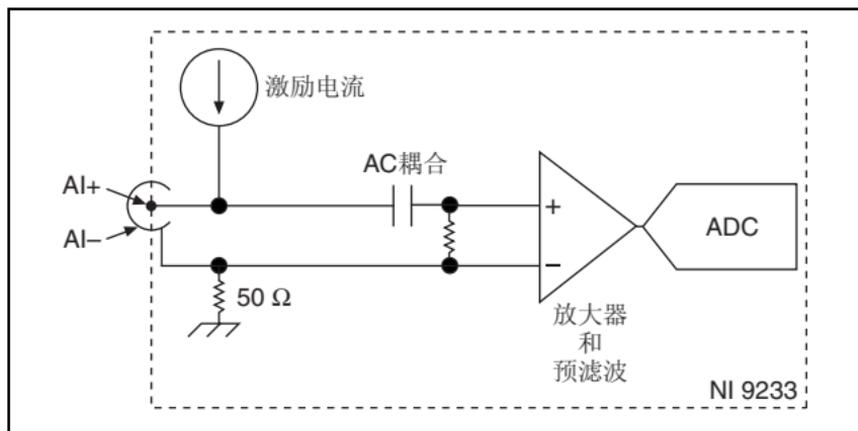


图 4 NI 9233 某通道的输入电路

NI 9233 带有 TEDS 电路。关于 TEDS 的详细信息，请访问 ni.com/info，输入信息代码 `rdteds` 查询。

NI 9233 滤波

通过模拟滤波和数字滤波，NI 9233 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 9233 主要通过通带平坦度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*是指相对于某段频率来说，增益的变化幅度非常小。NI 9233 使用数字滤波器调整通带频率范围，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 5 为采样率大于 25.65 kS/s 和小于等于 25.65 kS/s 时的典型通带平坦度图。

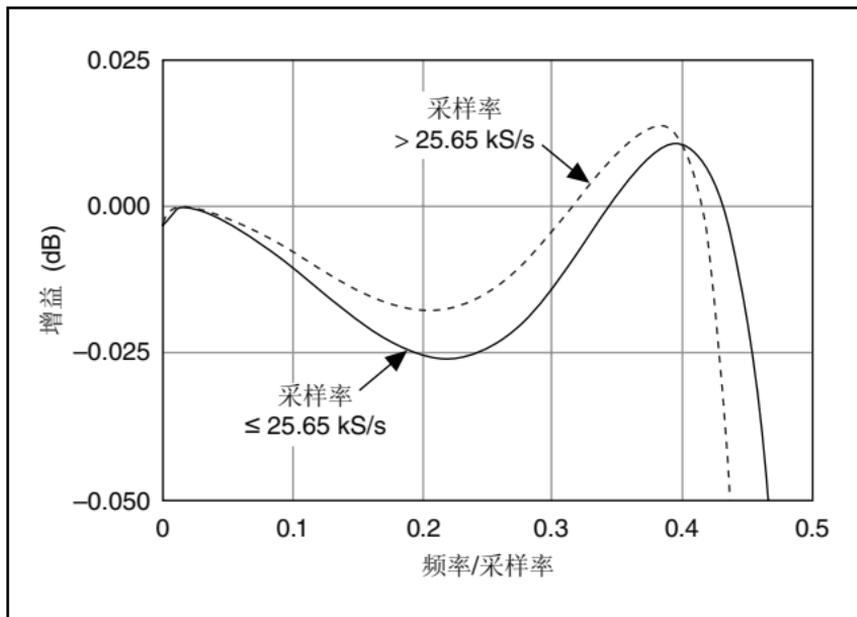


图 5 NI 9233 的典型通带平坦度

这些信号的相对相位具有基于频率的延迟。基于频率的相位延迟变化称为*相位非线性*。图 6 为采样率大于 25.65 kS/s 和小于等于 25.65 kS/s 时的相位非线性图。相位非线性与过采

样率直接相关，所以图中两条曲线以信号频率 / 采样率为参数。

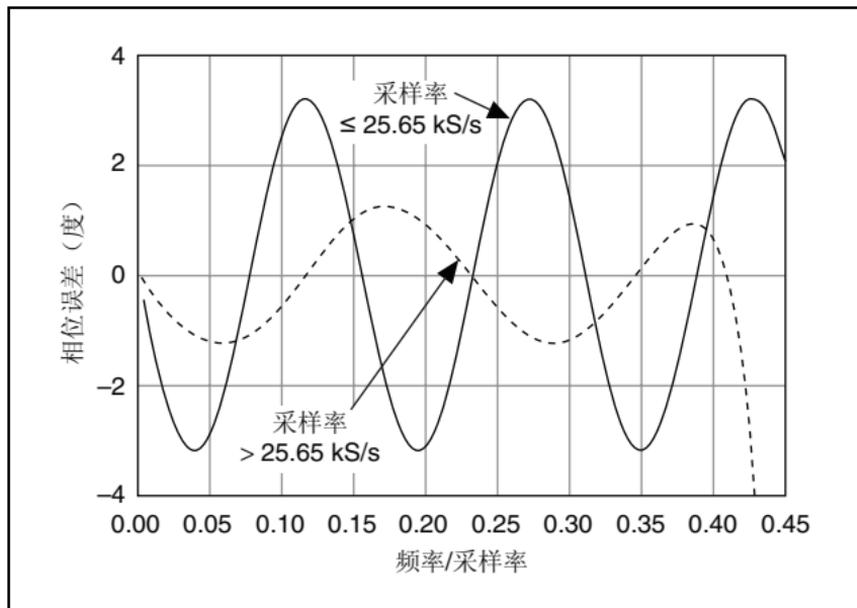


图 6 NI 9233 的相位非线性

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，阻带频率与采样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

NI 9233 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。

NI 9233 的采样率

NI 9233 的采样率 (f_s) 取决于主时基频率 (f_M)。NI 9233 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。如要使 NI 9233 的采样时钟与其它使用主时基控制采样的模块同步，所有模块必须共享同一主时基源。关于配置 NI 9233 的主时基源的详细信息，见软件帮助文档。关于 C 系列模块的说明文档，请访问 ni.com/info，输入信息代码 `cseriesdoc` 查询。

可根据下列公式计算 NI 9233 的可用采样率：

$$f_s \leq 25.65 \text{ kS/s 时, } f_s = \frac{f_M \div 256}{n}$$

其中 n 表示 2 ~ 25 的任意整数。

$$f_s > 25.65 \text{ kS/s 时, } f_s = \frac{f_M \div 128}{n}$$

其中 n 表示 2 或 3。

但实际采样率必须位于采样率范围内。关于采样率范围的详细信息，见[产品规范](#)。当使用内部主时基 (12.8 MHz) 时，采样率可为 50 kS/s, 33.33 kS/s, 25 kS/s.....2.0 kS/s，实际值取决于 n 。使用外部时基（非 12.8 MHz）时，NI 9233 具有不同的采样率取值。



注 cRIO-9151 R 系列扩展机箱不支持模块间共享时基。

休眠模式

模块支持低功耗休眠模式。系统是否支持休眠模式取决于模块所在的机箱。关于系统是否支持休眠模式的详细信息，见机箱文档。关于启用休眠模式的详细信息，见软件帮助文档。关于 C 系列模块的说明文档，请访问 ni.com/info，输入信息代码 `cseriesdoc` 查询。

通常系统处于休眠模式时无法与其它模块通信。在休眠模式下，系统功耗较低，散热量也低于正常工作模式。关于功耗和散热的详细信息，见 *产品规范*。

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

输入特性

通道数	4 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

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..... 2.0 kS/s

最大值..... 50 kS/s

使用外部主时基时的采样率范围 (f_s)

最小值..... 2.0 kS/s

最大值..... 51.3 kS/s

采样率¹ (f_s)

$f_s \leq 25.65$ kS/s $\frac{f_M \div 256}{n}$, $n = 2, 3, \dots, 25$

$f_s > 25.65$ kS/s $\frac{f_M \div 128}{n}$, $n = 2, 3$

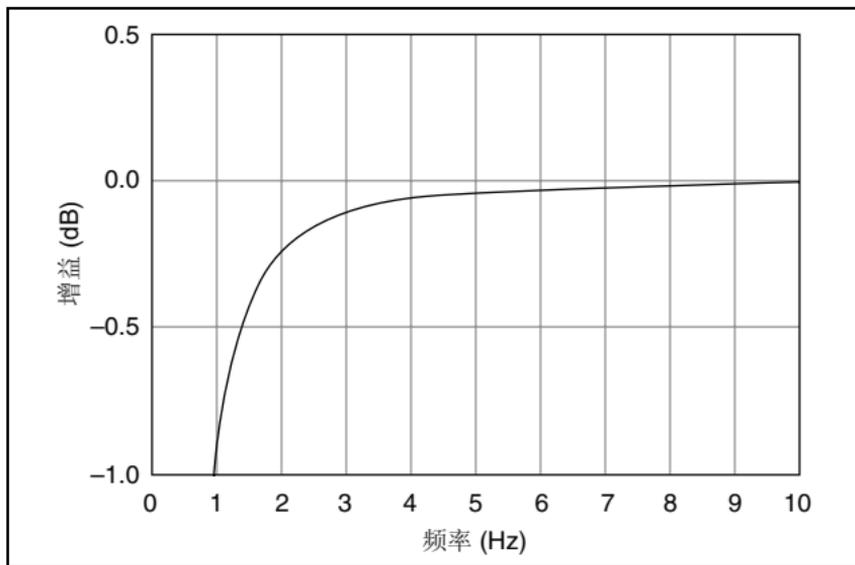
输入耦合..... 交流

¹ 实际采样率必须位于采样率范围内。详细信息见 [NI 9233 的采样率](#)。

交流截止频率

-3 dB	0.5 Hz, 常规值
-0.1 dB	4.2 Hz, 最大值

交流截止频率响应



输入范围..... ± 5 V

交流电压全量程

最小值.....	$\pm 5 V_{pk}$
常规值.....	$\pm 5.4 V_{pk}$
最大值.....	$\pm 5.8 V_{pk}$

共模电压范围 (AI- 一地) $\pm 2 V$, 最大值

IEPE 激励电流

最小值.....	2.0 mA
常规值.....	2.2 mA

IEPE 兼容电压..... 19 V, 最大值

请使用下列公式确定用户配置是否符合 IEPE 兼容电压范围。

$V_{common-mode} + V_{bias} \pm V_{full-scale}$ 必须为 0 ~ 19 之间的值。

其中 $V_{common-mode}$ 为加至 NI 9233 的共模电压。

V_{bias} 为加速度计的偏置电压。

$V_{full-scale}$ 为加速度计的全量程电压。

过压保护（相对于机箱地）

连接至 AI+ 和 AI- 的 IEPE 传感器	$\pm 30\text{ V}$
连接至 AI+ 和 AI- 的低阻抗源	$-6\text{ V} \sim 30\text{ V}$

输入延时

$\leq 25.65\text{ kS/s}$	$12.8/f_s + 3\ \mu\text{s}$
$> 25.65\text{ kS/s}$	$9.8/f_s + 3\ \mu\text{s}$

精度 ($-40\text{ }^\circ\text{C} \sim 70\text{ }^\circ\text{C}$)

已校准，常规值	$\pm 0.1\text{ dB}$
已校准，最大值	$\pm 0.3\text{ dB}$
未校准，最大值	$\pm 0.6\text{ dB}$

精度漂移

常规值	$0.001\text{ dB}/^\circ\text{C}$
最大值	$0.0045\text{ dB}/^\circ\text{C}$

通道间匹配

增益

常规值.....0.07 dB

最大值.....0.27 dB

相位 (f_{in} , 以 kHz 为单位) $f_{in} \cdot 0.077^\circ + 0.067^\circ$

通带

平坦度 (峰峰值, 最大值)

$f_s \leq 25.65$ kS/s.....0.05 dB (10 Hz \sim $0.45 \cdot f_s$)

$f_s > 25.65$ kS/s.....0.05 dB (10 Hz \sim $0.42 \cdot f_s$)

相位非线性

$f_s \leq 25.65$ kS/s..... $\pm 3.4^\circ$ (10 Hz \sim $0.45 \cdot f_s$)

$f_s > 25.65$ kS/s..... $\pm 1.3^\circ$ (20 Hz \sim $0.41 \cdot f_s$)

f_s	阻带		过采样率	无混叠带宽
	频率	衰减		
≤ 25.65 kS/s	$0.58 \cdot f_s$	95 dB	$128 \cdot f_s$	$0.42 \cdot f_s$
> 25.65 kS/s	$0.68 \cdot f_s$	92 dB	$64 \cdot f_s$	$0.32 \cdot f_s$

串扰 ($f_{in} = 1 \text{ kHz}$)

通道对

(0 和 1, 2 和 3)-100 dB

未成对通道-110 dB

CMRR ($f_{in} \leq 1 \text{ kHz}$)

最小值44 dB

常规值56 dB

SFDR ($f_{in} = 1 \text{ kHz}, -60 \text{ dBFS}$) 120 dB

空闲通道噪声和噪声密度

空闲通道	50 kS/s	25 kS/s	2 kS/s
噪声	95 dBFS	98 dBFS	102 dBFS
噪声密度	400 nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$	400 nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$	900 nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$

输入阻抗

差分 (AC)>300 k Ω

AI- (屏蔽) - 机箱地50 Ω

总谐波失真 (THD)

输入幅值	1 kHz, -40 °C ~ 70 °C	10 kHz, 25 °C ~ 70 °C	10 kHz, -40 °C ~ 25 °C
-1 dBFS	-90 dB	-80 dB	-80 dB
-20 dBFS	-95 dB	-90 dB	-80 dB

互调失真 (-1 dBFS)

DIN, 250 Hz/8 kHz

幅值比 4:1-80 dB

CCIF, 11 kHz/12 kHz

幅值比 1:1-93 dB

MTBF25 °C 时, 397465 小时;
Bellcore Issue 2,
Method 1, Case 3, Limited
Part Stress Method



注 如需获得其它温度环境下的 Bellcore MTBF 或 MIL-HDBK-217F 规范, 请联系 NI。

电源要求

机箱功耗

有效模式 620 mW, 最大值

休眠模式 0.5 mW, 最大值

散热 (70 °C)

有效模式 640 mW, 最大值

休眠模式 0.5 mW, 最大值

物理特性

请使用干毛巾清洁模块。

重量 173 g (6.1 oz)

安全性

安全电压

仅连接规定范围内的电压。

通道—地 ± 30 V, 最大值

隔离

通道—通道 无

通道—地 无

危险环境

美国 (UL)	Class I, Division 2, Groups A, B, C, D, T4; Class I, Zone 2, AEx nC IIC T4
加拿大 (C-UL).....	Class I, Division 2, Groups A, B, C, D, T4; Class I, Zone 2, Ex nC IIC T4
欧洲 (DEMKO).....	EEx nC IIC T4

安全标准

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



注 关于 UL 和其它安全认证信息，请查看产品标签或 [在线产品认证](#)。

电磁兼容性

产品设计符合以下测量、控制和实验室用途的 EMC 标准。

- EN 61326 (IEC 61326): 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 用于评估产品 EMC 的标准，见 [在线产品认证](#)。



注 依据 EMC 规范，设备应使用屏蔽电缆。

CE 规范

产品已达到现行欧盟产品规范的基本要求，如下所示：

- 2006/95/EC；低电压规范（安全性）
- 2004/108/EC；电磁兼容标准 (EMC)

在线产品认证

关于合规信息 (DoC)，见产品的合规声明。如需获取本产品合规声明，请访问 ni.com/certification，通过模块编号或产品类型搜索，并在“认证”栏中查看相应链接。

冲击和振动

为满足产品规范，必须将系统固定至面板。

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

通常 NI C 系列模块只适用于室内，室外使用时请为其配置合适的外壳。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.....IP 40

运行环境湿度 (IEC 60068-2-56) 10% ~ 90% RH，无凝结

存储湿度 (IEC 60068-2-56)..... 5% ~ 95% RH，无凝结

最高海拔.....2000 m

污染等级 (IEC 60664).....2

环境保护

NI 始终致力于设计和制造有助于环境保护的产品。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，请登录 ni.com/environment，查看 *NI and the Environment* 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。

电子电器设备废弃物 (WEEE)



欧盟用户 所有超过生命周期的产品都必须送到 WEEE 回收中心。关于 WEEE 回收中心及 NI 的 WEEE 行动，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 9233 校准服务相关的校准认证和信息。

校准周期..... 1 年

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 457990-0,
巴西 55 11 3262 3599, 比利时 32 (0) 2 757 0020,
波兰 48 22 328 90 10, 丹麦 45 45 76 26 00,
德国 49 89 7413130, 俄罗斯 7 495 783 6851,
法国 01 57 66 24 24, 芬兰 358 (0) 9 725 72511,
韩国 82 02 3451 3400, 荷兰 31 (0) 348 433 466,
加拿大 800 433 3488, 捷克共和国 420 224 235 774,
黎巴嫩 961 (0) 1 33 28 28, 马来西亚 1800 887710,
墨西哥 01 800 010 0793, 南非 27 0 11 805 8197,
挪威 47 (0) 66 90 76 60, 葡萄牙 351 210 311 210,

日本 0120-527196, 瑞典 46 (0) 8 587 895 00,
瑞士 41 56 2005151, 斯洛文尼亚 386 3 425 42 00,
泰国 662 278 6777, 台湾 886 02 2377 2222,
土耳其 90 212 279 3031, 西班牙 34 91 640 0085,
新加坡 1800 226 5886, 新西兰 0800 553 322,
以色列 972 3 6393737, 意大利 39 02 41309277,
印度 91 80 41190000, 英国 44 0 1635 523545,
中国 86 21 5050 9800

National Instruments, NI, ni.com 和 LabVIEW 为 National Instruments Corporation 的商标。有关 National Instruments 商标的详细信息见 ni.com/legal 上的 *Terms of Use* 部分。此处提及的其它产品和公司名称为其各自公司的商标或商业名称。关于 National Instruments 产品的专利权，见软件中 **帮助 » 专利信息**，记录媒体上的 `patents.txt` 文档，或登录 ni.com/patents。

© 2004–2008 National Instruments Corp.
版权所有。

373784F-0118

2008 年 9 月