
PXle-4309产品 规范

2025-03-11



目录

PXIe-4309产品规范 3

PXIe-4309产品规范

定义

最大和**最小**产品规范为仪器满足推荐的校准周期及规定的工作条件时的性能保证。这些产品规范经过生产验证或由设计确保。

常规产品规范是绝大多数仪器满足推荐的校准周期及规定的工作条件时的产品规范，该规范是基于生产验证和/或工程开发测量得出的。不属于仪器的保证性能。

补充产品规范为由产品设计决定的基本功能和属性，不受限于生产验证。它们提供了前述定义中未包含的仪器基本使用信息。

测量产品规范描述了代表性模型的测量性能。

除非另外声明，否则下列规范的适用温度均为25 °C。

- T_{extcal} 是上一次外部校准时的设备温度。
- T_{selfcal} 是上一次自校准时的设备温度。

输入特性



注：本产品专为精确测量低源阻抗信号而设计。为获得最佳性能并最大限度地缩短稳定时间，应在直流至2 MHz范围内保持源阻抗 $\leq 50 \Omega$ 。

ADC数量	8个同时采样ADC
通道数	

每个ADC单通道	8个差分模拟输入通道
每个ADC多通道 ¹	32个差分模拟输入通道
模数转换器分辨率	18位
模数转换器类型	SAR
DNL	无丢失编码
INL	请参考“绝对精度”部分
测量分辨率 ²	18位 - 28位
最大保证采样率³	
自动归零（无）	
每个ADC单通道	2 MS/s
每个ADC多通道，高精度	10 kS/s（多路综合）
每个ADC多通道，最大保证吞吐量	400 kS/s（多路综合）
自动归零（一次）	

1. 每个ADC最多4个通道。
2. 取决于采样率。更多信息，见“噪声与采样率关系”部分。
3. 对于多通道，每个ADC最多4个通道。关于硬件定时单点、按要求和外部采样时钟模式下的最大

每个ADC单通道	2 MS/s
每个ADC多通道，高精度	10 kS/s（多路综合）
每个ADC多通道，最大保证吞吐量	400 kS/s（多路综合）
自动归零（每个采样）	
每个ADC单通道	10 kS/s
每个ADC多通道	10 kS/s（多路综合）



注： 综合采样率是单个ADC每秒采集的样本总数。例如，单个ADC每10 us对两个通道进行采样，每个通道的采样率为100kS/s，因此该ADC的综合采样率为200kS/s。

斩波	
每个ADC单通道	10 kS/s
每个ADC多通道	10 kS/s（多路综合）
输入耦合	DC
输入范围	$\pm 0.1\text{ V}, \pm 1.0\text{ V}, \pm 10\text{ V}, \pm 15\text{ V}$

采样率，见PXIe-4309用户手册。

输入过量程	量程的0.5%
最大保证工作电压（信号电压+共模电压）	每个ADC的最大保证输入差为15.5 V



注： 在每个ADC组的4个模拟输入通道上，四个正输入和四个负输入之间的最大保证电压差不得超过15.5 V。例如，如果ADC组中的一个通道上有+15 V（信号+共模）电压，同时在另一个通道上施加-15 V（信号+共模）电压时，由于30 V的电压差超过了15.5 V的指定限制，因此无法正确测量该信号。必须从另一个ADC组的通道才能测量那个-15 V的电压。

过压保护	
设备开/关	±30 V，最小值
过压保护输入电流	
设备开启	±100 μA
设备关闭	±10 μA

绝对精度

直流电压规范

表 1. 自动归零（无）、自动归零（一次）、自动归零（每个采样）和斩波的直流电压规范

模式	量程	最大绝对精度 ^{*,**,††}			温度系数 ^{††}
		24小时 ^{†,‡} T _{extcal} ± 1 °C T _{selfcal} ± 1 °C	2年T _{extcal} ± 5 °C T _{selfcal} ± 1 °C	2 Year T _{extcal} ± 10 °C T _{selfcal} ± 5 °C	0 °C - 55 °C
		± (读数的ppm + μV)			± (读数的ppm + μV) / °C
自动归零 (无)	0.1 V	33 + 3.2	60 + 7.6	165 + 11.6	25 + 1
	1.0 V	28 + 7.4	55 + 16.2	140 + 36.2	20 + 5
	10 V	23 + 59.6	50 + 155	115 + 355	15 + 50
	15 V	28 + 89.0	55 + 307	140 + 607	20 + 75
自动归零 (一 次)	0.1 V	33 + 2.3	60 + 6.7	165 + 7.1	25 + 0.1
	1.0 V	28 + 2.5	55 + 11.3	140 + 11.7	20 + 0.1
	10 V	23 + 9.7	50 + 104.9	115 + 105.3	15 + 0.1
	15 V	28 + 14.1	55 + 232.1	140 + 232.5	20 + 0.1
自动归零 (每 个采样)	0.1 V	33 + 0.3	60 + 4.7	165 + 5.1	25 + 0.1
	1.0 V	28 + 0.5	55 + 9.3	140 + 9.7	20 + 0.1
	10 V	23 + 2.7	50 + 55.4	115 + 55.8	15 + 0.1
	15 V	28 + 4.0	55 + 156.1	140 + 156.5	20 + 0.1
斩波	0.1 V	33 + 0.1	60 + 2.6	165 + 2.6	25 + 0.01
	1.0 V	28 + 0.2	55 + 7.1	140 + 7.2	20 + 0.01
	10 V	23 + 1.3	50 + 52.7	115 + 52.7	15 + 0.01
	15 V	28 + 2.0	55 + 153.0	140 + 153.1	20 + 0.01
*源阻抗≤50 Ω。					
†相对于外部校准源。					

模式	量程	最大绝对精度 ^{*, **, ††}			温度系数 ^{††}
		24小时 ^{†, ‡} T _{extcal} ± 1 °C T _{selfcal} ± 1 °C	2年T _{extcal} ± 5 °C T _{selfcal} ± 1 °C	2 Year T _{extcal} ± 10 °C T _{selfcal} ± 5 °C	0 °C - 55 °C
		± (读数的ppm + μV)			± (读数的 ppm + μV) / °C

[†]假设偏移归零。

^{**}表1适用于单ADC多通道采样率≤10 S/s和单ADC单通道采样率≤100kS/s。单ADC单通道采样率>100 kS/s时，请以2 MS/s的整除来操作以保持表1的精度。

单ADC多通道采样率>10 S/s时，请参考“精度与每个ADC的通道数及采样率之间的关系”部分中的额外误差信息。

^{††}仅在规定的自校准温度区间外运行时，绝对精度值才需要加上温度系数。在规定的自校准温度区间内，绝对精度值已包含温度系数。

相关参考：

- [精度与每个ADC的通道数及采样率之间的关系](#)
- [噪声与采样率关系](#)

直流电压噪声规范

表 2. 自动归零（无）、自动归零（一次）、自动归零（每个采样）和斩波的直流电压噪声规范

模式	量程	噪声 ^{*, †}		
		10 S/s	10 kS/s	2 MS/s
		μV _{pk-pk}	μV _{rms}	
自动归零（无）	0.1 V	2.2	0.6	6.9
	1.0 V	2.4	0.8	11
	10 V	9.6	5.8	84

模式	量程	噪声 ^{*, †}		
		10 S/s	10 kS/s	2 MS/s
		$\mu\text{V}_{\text{pk-pk}}$	μV_{rms}	
	15 V	14	8.7	125
自动归零 (一次)	0.1 V	2.2	0.6	6.9
	1.0 V	2.4	0.8	11
	10 V	9.6	5.8	84
	15 V	14	8.7	125
自动归零 (每个采样)	0.1 V	0.2	0.8	N/A
	1.0 V	0.4	1.1	
	10 V	2.6	7.4	
	15 V	3.9	11	
斩波	0.1 V	0.1	0.5	
	1.0 V	0.2	0.8	
	10 V	1.3	6.2	
	15 V	2	9.2	

*源阻抗 $\leq 50 \Omega$

†单ADC单通道的噪声。对于单ADC多通道，请参阅“噪声与采样率关系”部分和“精度与每个ADC的通道数及采样率之间的关系”部分。

精度与每个ADC的通道数及采样率之间的关系



注：精度与每个ADC的通道数及采样率关系图中显示的行为仅代表单个ADC组上所有通道处于相同输入范围时的数据集。

本节中的图表说明以高于10 S/s的采样率扫描单ADC多通道时的额外误差源。有四个需要相加的额外误差源：增益误差、偏移误差、差分重影误差和共模重影误差。

各误差取决于采样率和单个ADC扫描的通道数。

对于描述差分重影误差的图形，一个通道与扫描单个ADC列表的前一个通道之间的差分电压发生变化会导致通道上出现差分重影误差。

例如，假设在单个ADC上以5 kS/s的速度扫描三个通道（通道0、通道16和通道24），差分信号分别为12 V、10 V和6 V。每个通道的差分信号变化分别是：

- 通道16，2 V (12 V-10 V)。
- 通道24，4 V (10 V - 6 V)。
- 通道0，6 V (6 V - 12 V)，因为通道24位于通道0之前。

在5kS/s时，图形显示的误差为5uV/V。因此，由于差分重影，每个通道的额外误差为：

- 通道16，10 uV (2 V * 5 uV/V)。
- 通道24，20 uV。
- 通道0，30 uV。

共模重影采用与差分重影相同的计算方法，但误差是被扫描通道共模电压的函数。

自动归零（无）和自动归零（一次）

下图显示了每组1个通道和每组多个通道之间的典型精度误差差异。

图 1. 每通道采样率>10 S/s时的单ADC多通道额外增益误差

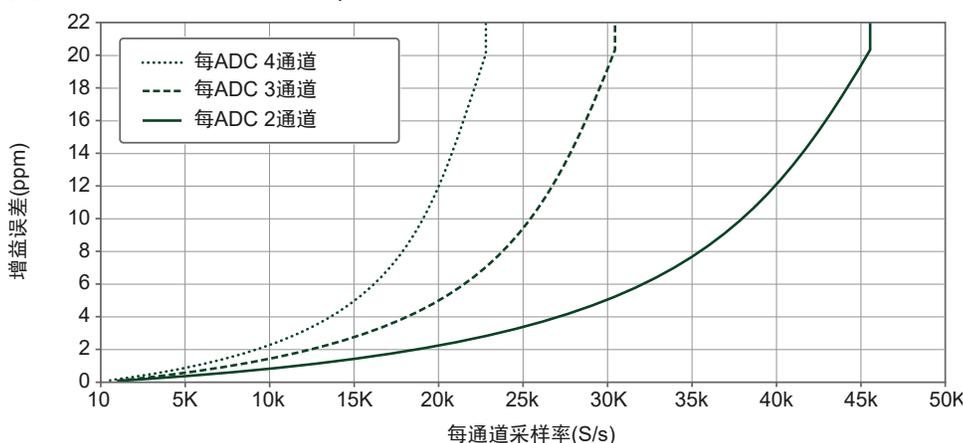


图 2. 每通道采样率>10 S/s时的单ADC多通道额外偏移误差

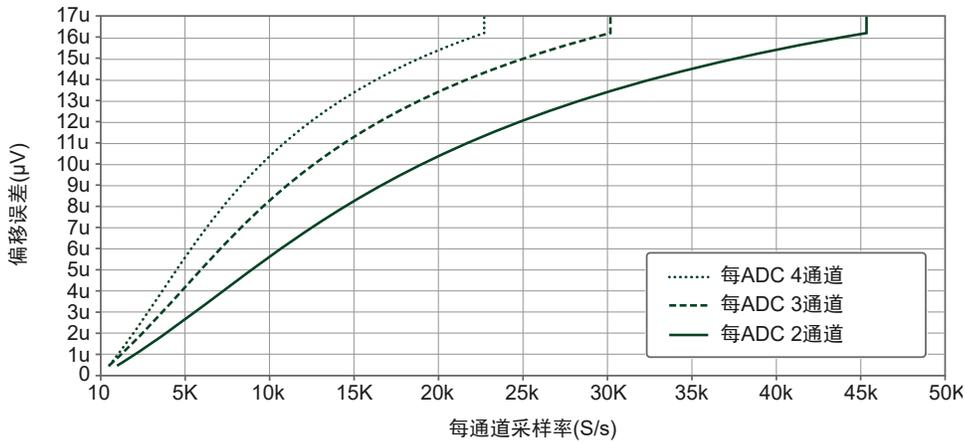


图 3. 单ADC多通道的差分重影误差与每通道采样率的关系

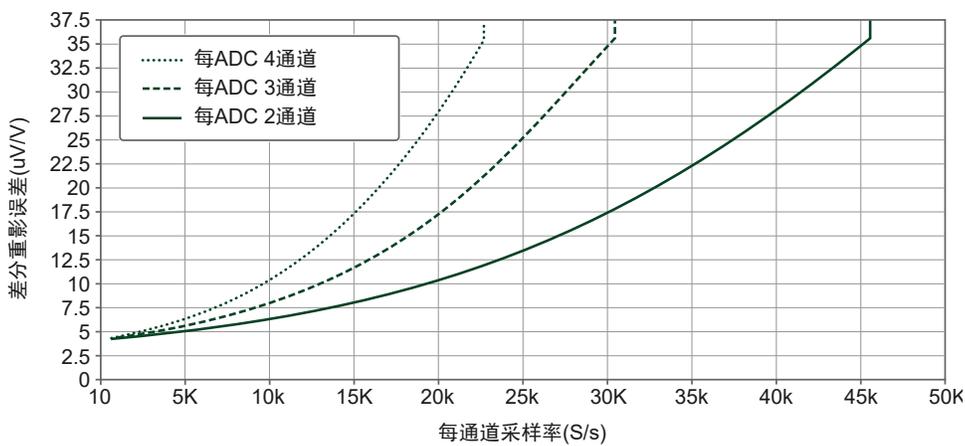
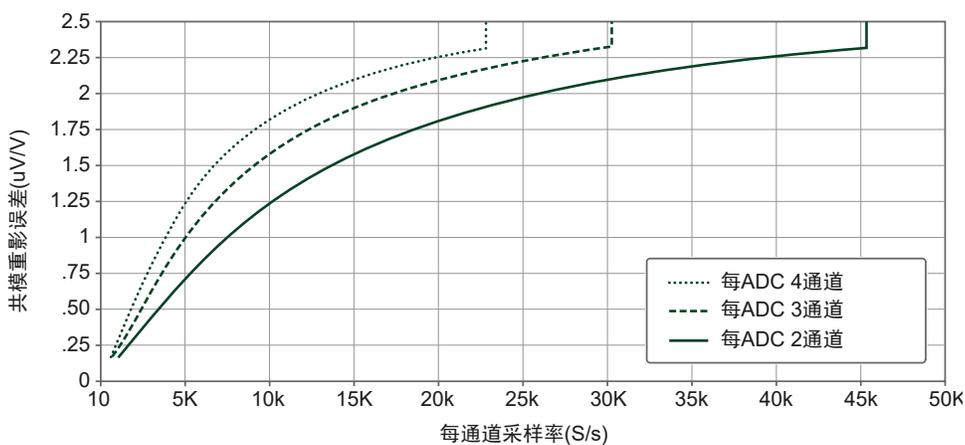


图 4. 单ADC多通道的共模重影误差与每通道采样率的关系



自动归零（每个采样）

图 5. 每通道采样率>10 S/s时的单ADC多通道额外增益误差

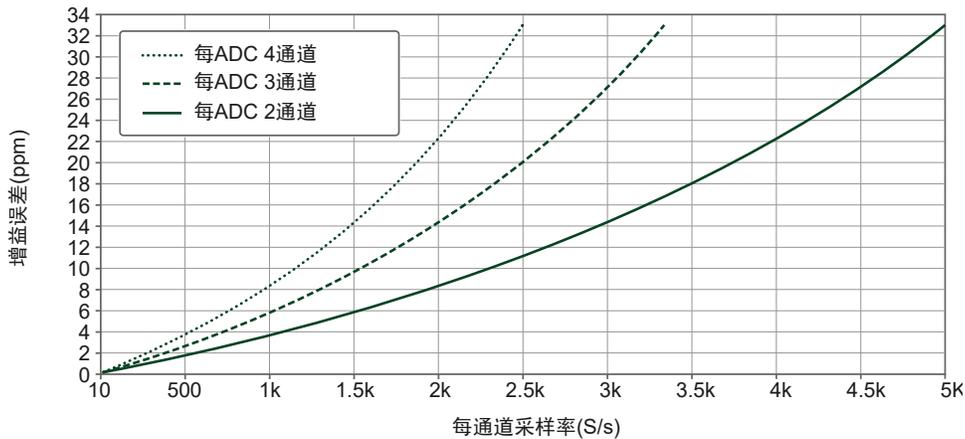


图 6. 每通道采样率>10 S/s时的单ADC多通道额外偏移误差

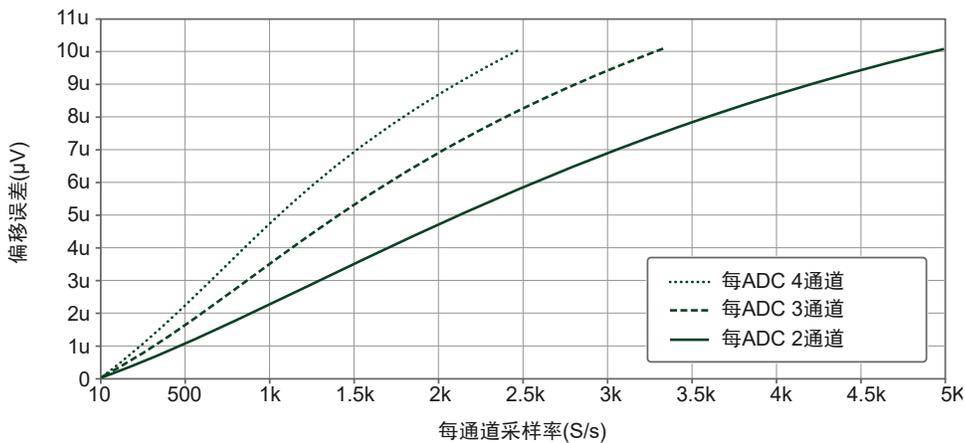


图 7. 单ADC多通道的差分重影误差与每通道采样率的关系

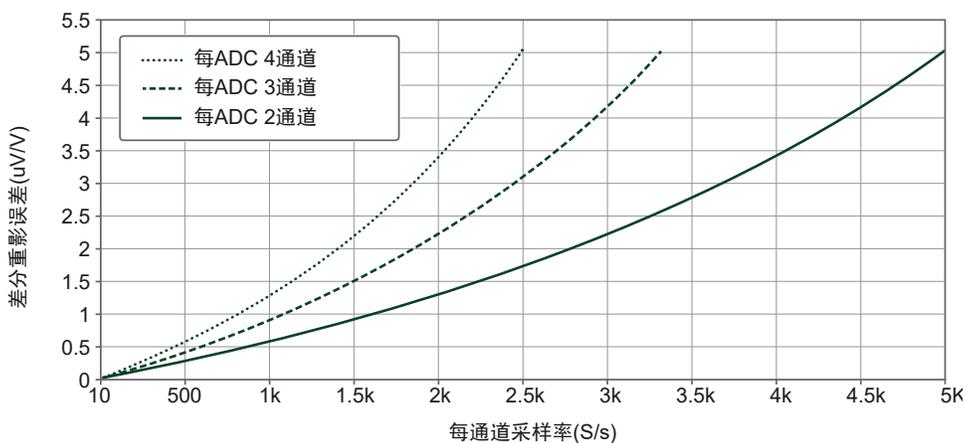
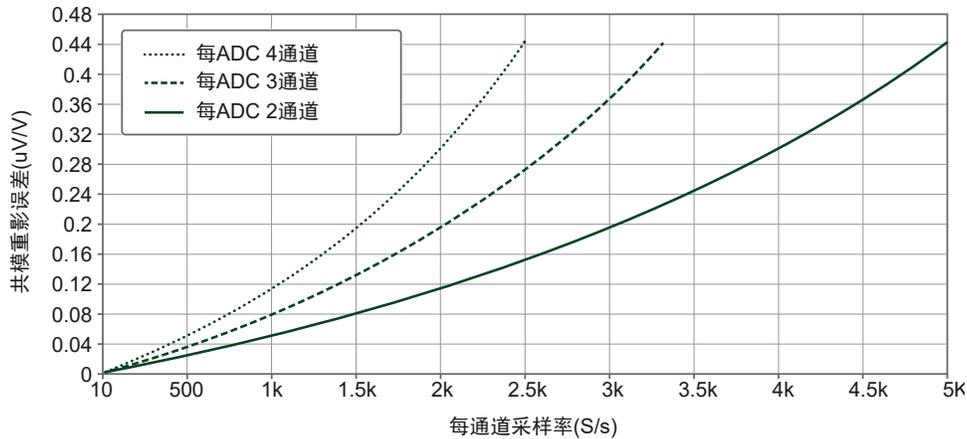


图 8. 单ADC多通道的共模重影误差与每通道采样率的关系



噪声与采样率关系

自动归零（无）和自动归零（一次）

图 9. 噪声与每通道采样率的关系（每个ADC单通道），实测值

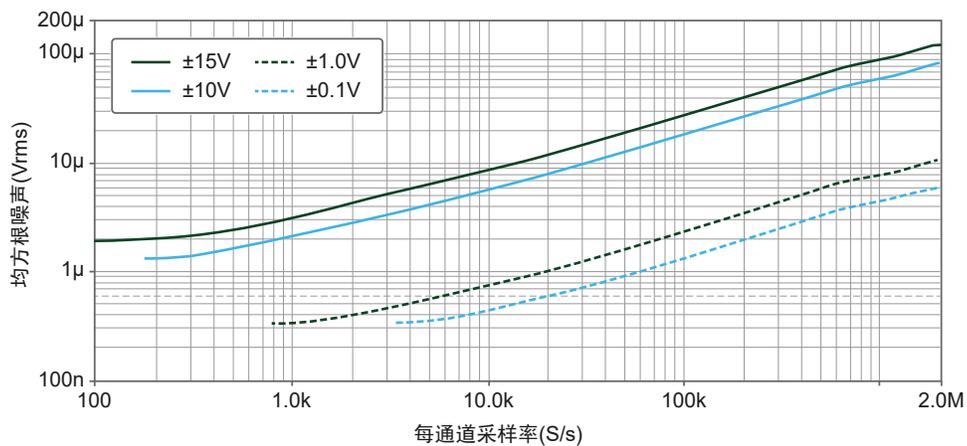
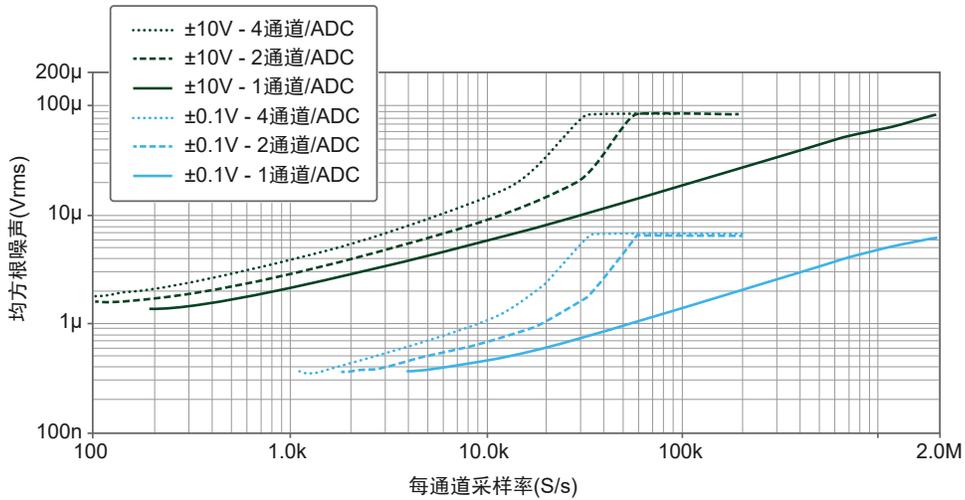


图 10. 噪声与每通道采样率的关系（每个ADC多通道），实测值



自动归零（每个采样）

图 11. 噪声与每通道采样率的关系（每个ADC单通道）

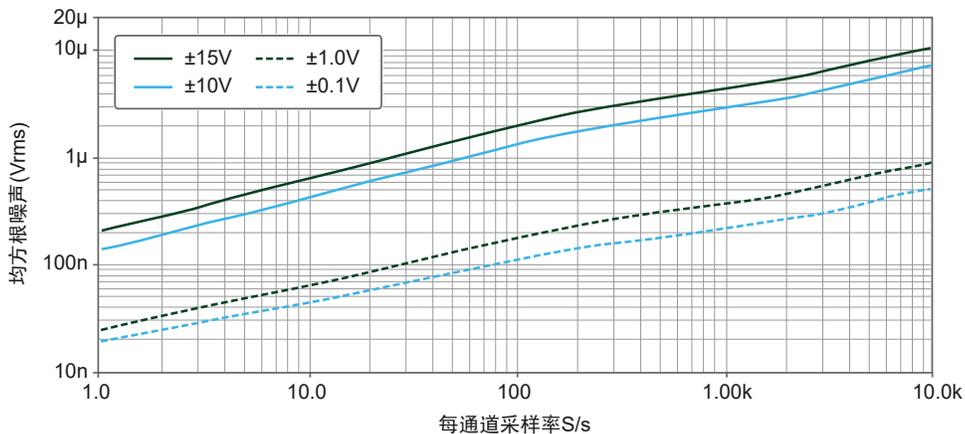
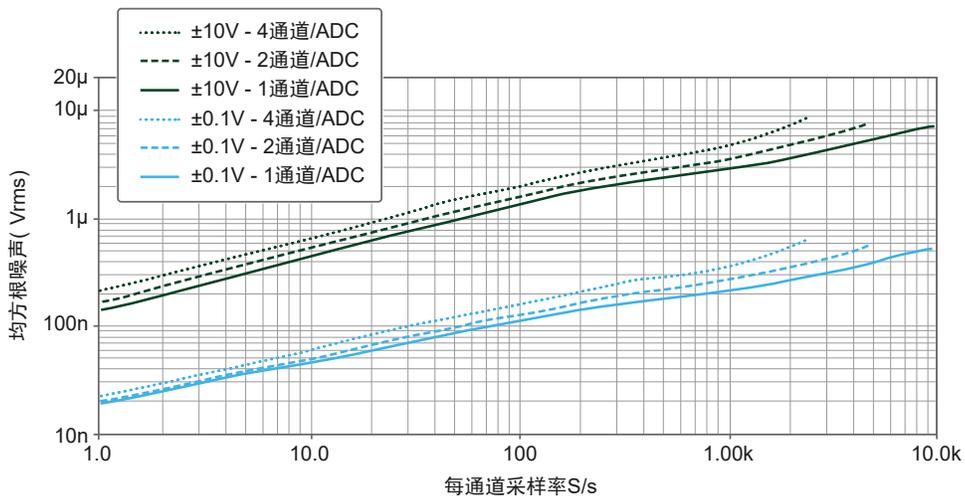


图 12. 噪声与每通道采样率的关系（每个ADC多通道）



斩波

图 13. 噪声与每通道采样率的关系（每个ADC单通道）

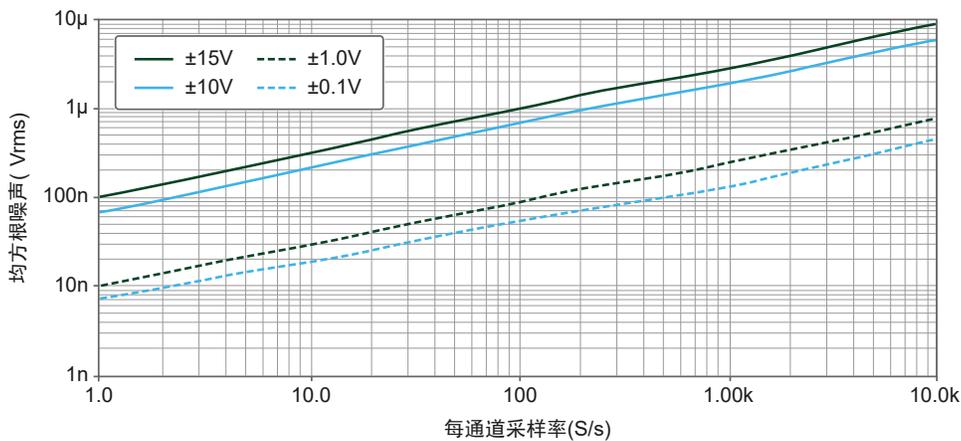
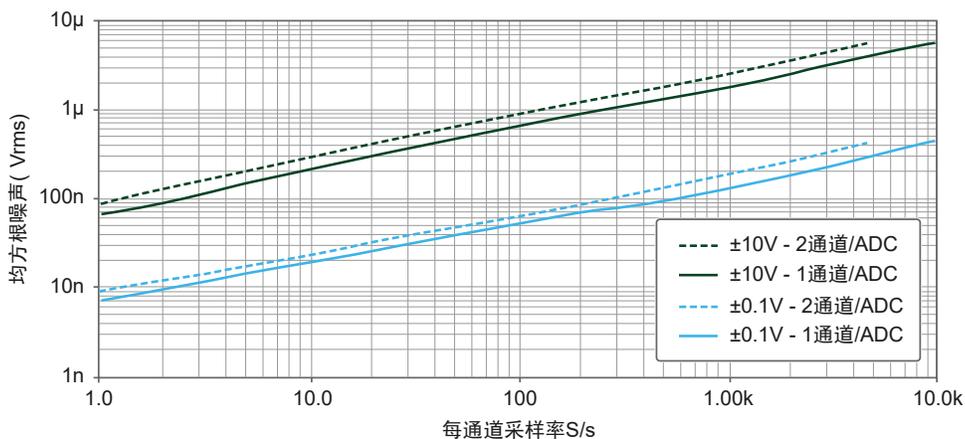


图 14. 噪声与每通道采样率的关系（每个ADC多通道）



数字滤波器频率响应



注： 适用于采样率 ≤ 1 MS/s，且使用每个ADC单通道的所有配置。

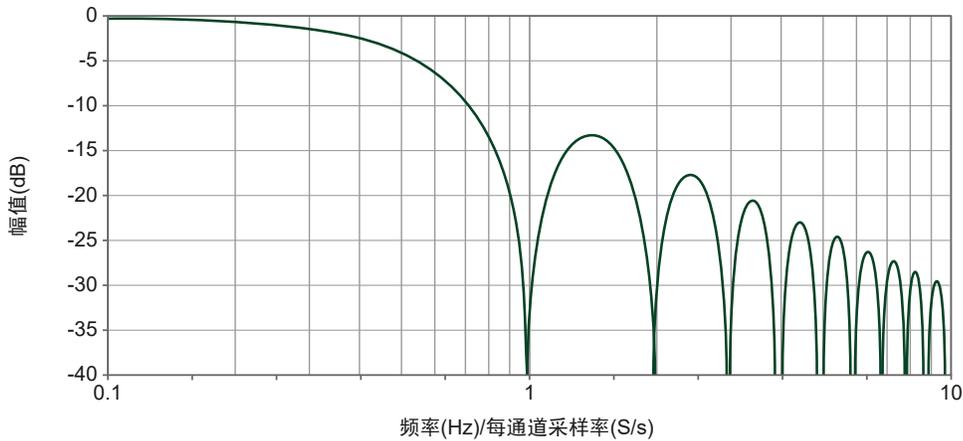


注： 适用于采样率 ≤ 90 kS/s（合计），且使用每个ADC多通道的所有配置。



注： 不适用于硬件定时单点、按要求和外部采样时钟模式。

图 15. 数字滤波器频率响应



动态特性

频谱噪声密度

1 kHz时的输入电压噪声密度。	
0.1 V	$6.2\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$
1.0 V	$12\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$
10 V	$94\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$
15 V	$136\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$
1 kHz时的输入电流噪声密度	$0.5\text{pA}/\text{Hz}$

自动归零（无）和自动归零（一次）

图 16.2 MS/s频谱噪声密度 (每个ADC单通道)

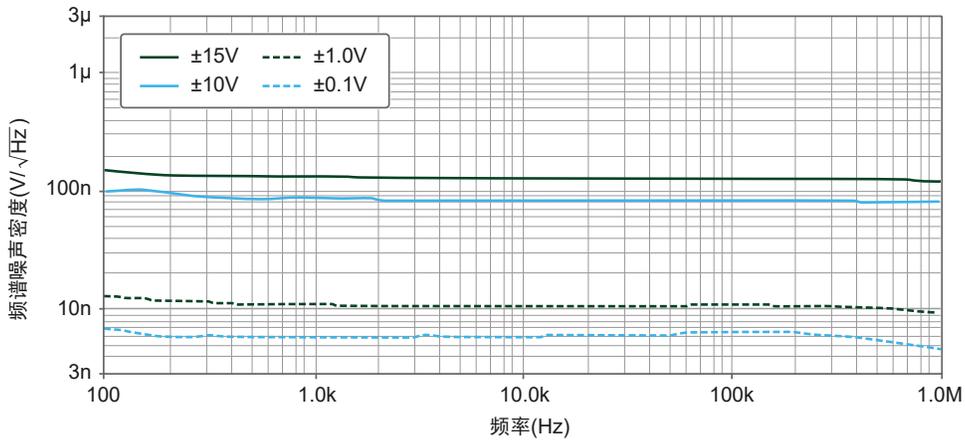


图 17.20 kS/s频谱噪声密度 (每个ADC单通道)

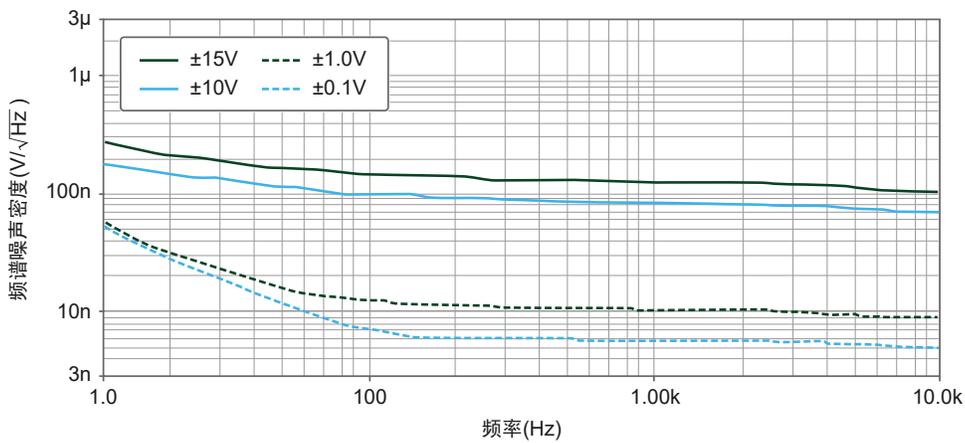


图 18.20 kS/s频谱噪声密度 (每个ADC多通道)

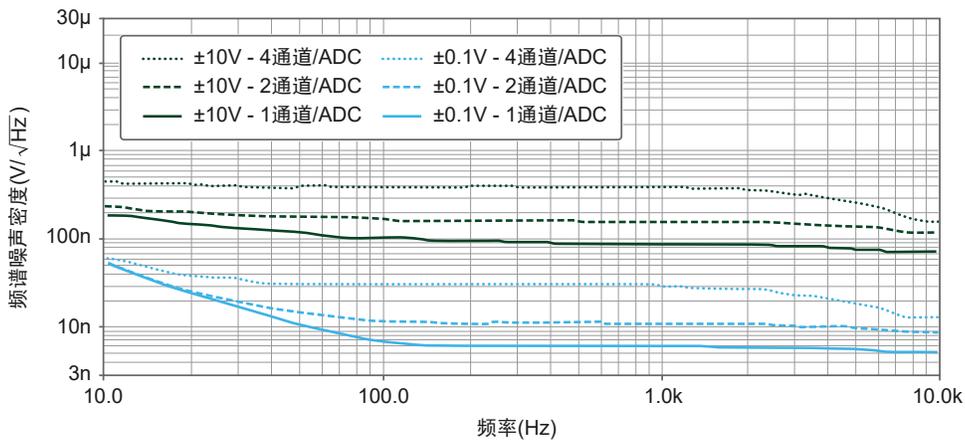


图 19.2 kS/s 频谱噪声密度 (每个ADC单通道)

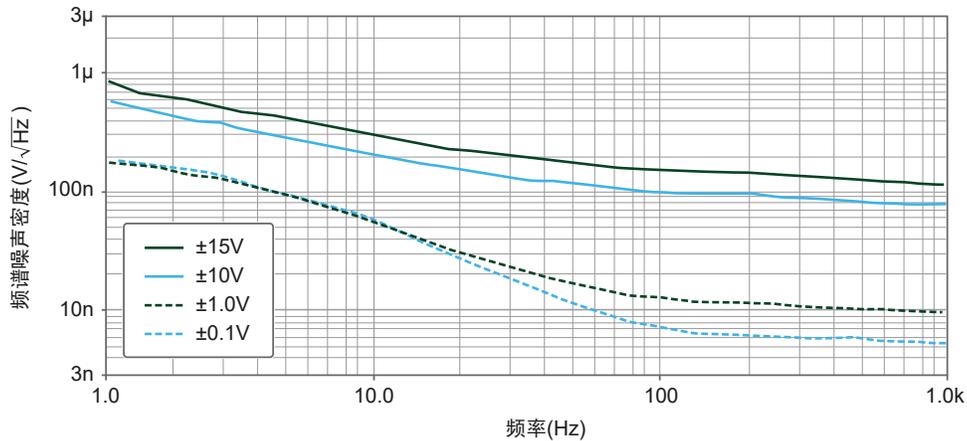
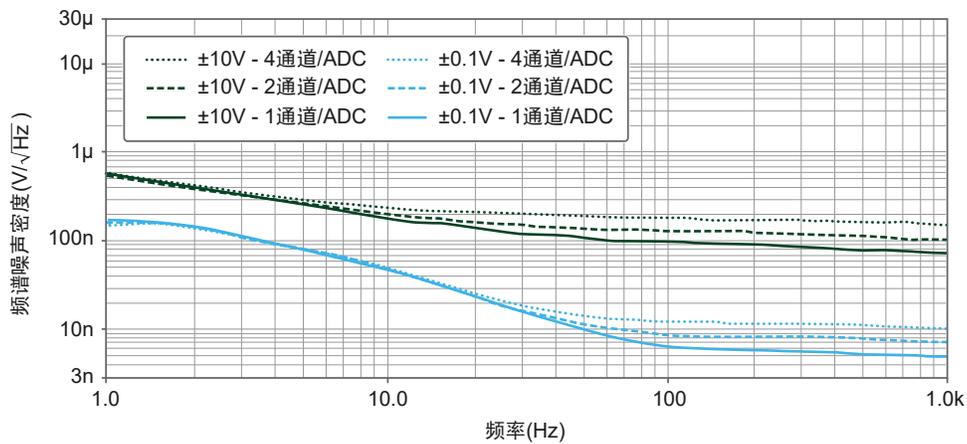


图 20.2 kS/s 频谱噪声密度 (每个ADC多通道)



自动归零 (每个采样)

图 21.2 kS/s 频谱噪声密度 (每个ADC单通道)

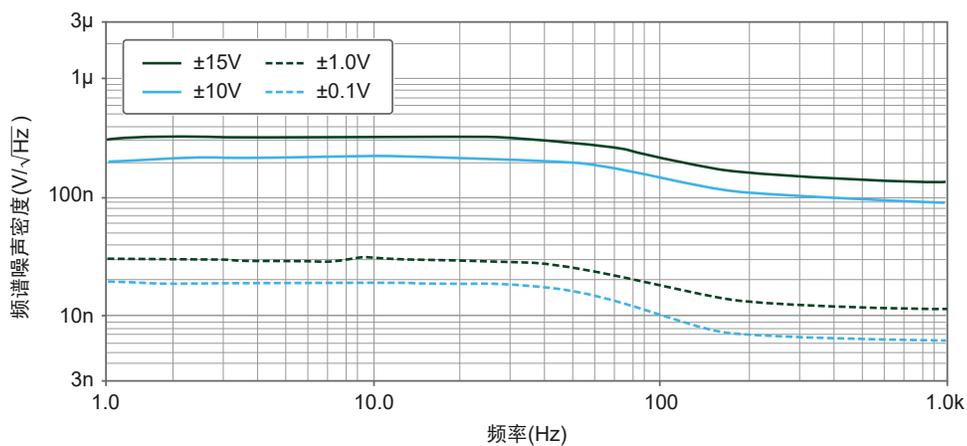
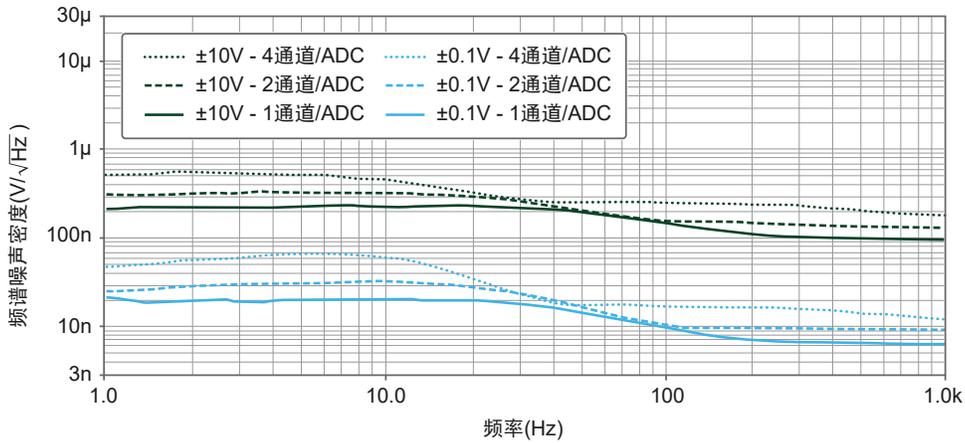


图 22.2 kS/s频谱噪声密度 (每个ADC多通道)



斩波

图 23.2 kS/s频谱噪声密度 (每个ADC单通道)

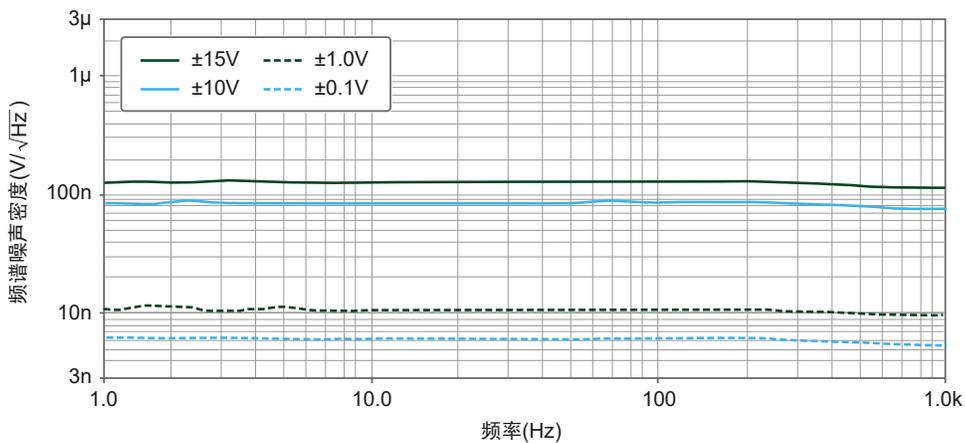
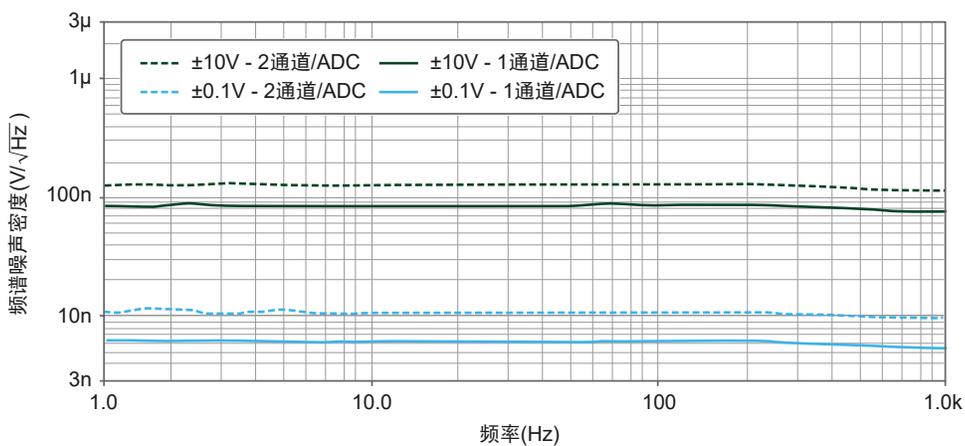


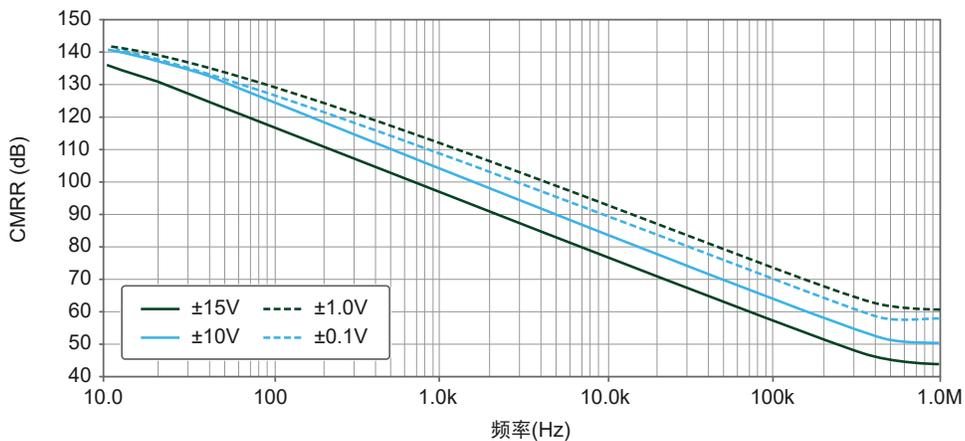
图 24.2 kS/s频谱噪声密度 (每个ADC多通道)



共模抑制比(CMRR)

DC	> 160 dBc
DC - 100 Hz	
0.1 V, 1.0 V	> 126 dBc
10 V	> 120 dBc
15 V	> 114 dBc

图 25. 共模抑制比



串扰，输入通道分离



注： 为了保持串扰性能，请隔离和/或屏蔽信号线缆。

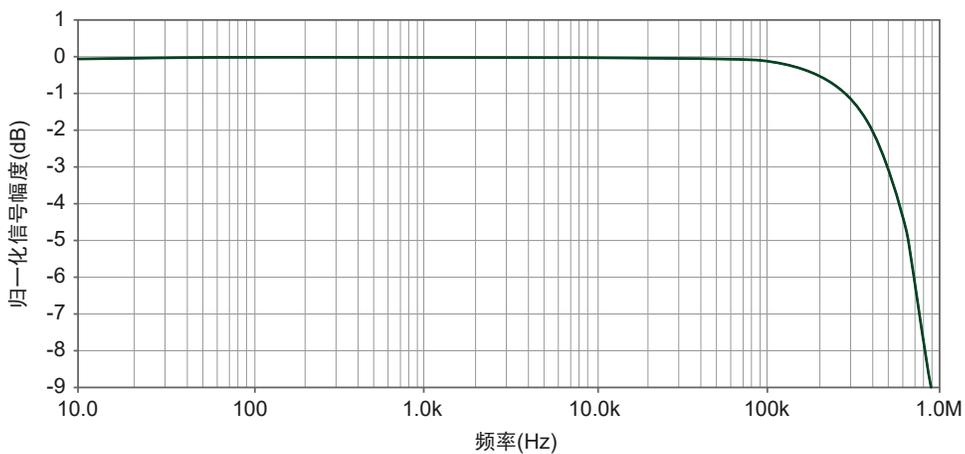
TB-4309 (ST) ⁴ 和TB-4309 (MT) ⁵	
1 kHz	常规 ≤ -120 dBc
10 kHz	常规 ≤ -100 dBc

100 kHz	常规 ≤ -80 dBc
500 kHz	常规 ≤ -70 dBc

带宽

-3.0 dB 带宽	500 kHz
------------	---------

图 26. 幅度响应



平坦度

DC - 20 kHz	-6.5 mdB
DC - 80 kHz	-100 mdB

- 在接线盒螺栓端子处短接输入。
- 使用2米68针线缆在SCB-68螺栓端子处短接输入。

板载校准参考

电压

输出电压范围	6.741 V – 7.298 V
输出驱动电流	$\pm 1 \mu\text{A}$
温度系数	$\pm 1 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$
过压保护	$\pm 30 \text{ V}$, 最小值

频率时基特性

分辨率	10 ns
精度	
使用内部时基	$\pm 50 \text{ ppm}$
使用外部时基	等于外部时基的精度

定时和同步

定时引擎数量	1
--------	---

参考时钟源	板载时钟，背板PXIe_CLK100
-------	--------------------

数字触发

用途	开始触发、参考触发、暂停触发
源	PFI 0、PFI 1、PXI_Trig<0..7>、PXI_Star、PXIe_DStar A、PXIe_DStar B
极性	软件可选
去抖动滤波设置	禁用、90 ns、5.12 μ s、自定义间隔

输出定时信号

源	开始触发、参考触发、暂停触发、采样时钟
目标	PFI 0、PFI 1、PXI_Trig<0..7>、PXIe_DStarC

PFI 0和PFI 1（前面板数字触发）

输入	
逻辑兼容性	3.3 V或5 V

高, VIH	2.40 V, 最小值
低, VIL	0.95 V, 最大值
输入阻抗	10 k Ω
输入电流(0 V \leq Vin \leq 5 V)	\leq 500 μ A
过压保护	\pm 30 V, 最小值
输出	
高, VOH	3.43 V, 最大值
源极5 mA	2.88 V, 最小值
低, VOL	
漏极5 mA	0.33 V, 最大值
输出阻抗	50 Ω
输出电流	\pm 30 mA, 最小值
过压保护	\pm 30 V, 最小值

常规参数

总线接口

规格	x1 PXI Express外围模块，兼容版本1.0规范
插槽兼容性	PXI Express或PXI Express混合插槽
DMA通道	1，模拟输入
FIFO缓冲区大小	1,023个采样
数据传输	直接内存访问(DMA)，编程I/O

电源要求

+12 V	2 A，最大值
+3.3 V	1 A，最大值

物理

尺寸	16 cm × 10 cm (6.3 in. × 3.9 in.) 3U CompactPCI插槽
----	---

重量	238 g (8.4 oz)
I/O连接器	96针公口DIN 41612/IEC 60603-2连接器
Measurement Category ^{[6]6}	I



注意 在Measurement Category II、III和IV中，请勿使用PXIe-4309连接信号或进行测量。



注意 采用本文档中未提及的其他方式操作设备可能影响PXIe-4309提供的保护。



注意 请使用非金属性软刷清洁硬件设备。返修前请确保设备完全干燥且未受污染。

环境规范

运行环境

环境温度范围	0 °C~55 °C（依据IEC 60068-2-1和IEC 60068-2-2标准进行测试。满足MIL-PRF-28800F Class 3低温限制和MIL-PRF-28800F Class 2高温限制。）
相对湿度范围	10%~90%，无凝结（依据IEC60068-2-56进行测试）

6. Measurement Category CAT I和CAT O等同。这些测量不用于测量类别为CAT II、III、IV的MAINS建筑物配电系统直接连接的电路。

最高海拔	2,000 m (800 mbar)
污染等级	2

仅限室内使用。

存储环境

环境温度范围	-40 °C~71 °C（依据IEC 60068-2-1和IEC 60068-2-2标准进行测试。满足MIL-PRF-28800F Class 3限制。）
相对湿度范围	5%~95%，无凝结（依据IEC60068-2-56进行测试）

冲击和振动

运行环境冲击	30 g，峰值，半正弦，11毫秒脉冲（根据IEC 60068-2-27测试。满足MIL-PRF-28800F Class 2限制。）	
随机振动		
设备工作	5 Hz~500 Hz，0.3 grms	
设备未工作	5 Hz~500 Hz，2.4 g grms（依据IEC 60068-2-64标准进行测试。设备未工作时的测试结果超过了MIL-PRF-28800F Class 3的要求。）	

校准

访问ni.com/calibration可获取与PXIe-4309校准服务相关的校准认证和信息。

自校准	收到软件命令后，模块计算相对于高精度内部电压参考的增益、偏移和线性修正。
自校准间隔	根据所需的绝对精度，只要当前设备温度与上一次执行自校准时的设备温度之差超过指定温度范围，即建议进行自校准。
校准间隔	2年
预热时间	15分钟

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。

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)

✕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、NI WEEE行动及遵循电子废弃物WEEE 2002/96/EC指令的详细信息，见ni.com/environment/weee。

电子信息产品污染控制管理办法（中国RoHS）

-  **中国RoHS**— NI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NI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.)