

# CX3300 系列器件电流波形 分析仪

通过深入分析电流和电压波形，扩大您在低功率设计方面的优势



CX3322A 2 通道  
CX3324A 4 通道  
CX1101A  
CX1102A  
CX1103A

CX1104A  
CX1105A  
CX1151A  
CX1152A

## 目录

产品概述 .....	03
精确动态电流测量方面的强烈需求 .....	05
传统动态电流测量中的挑战 .....	07
CX3300 系列帮助客户克服挑战 .....	09
高达 200 MHz 带宽和 $1 \times 10^{12}$ 宽量程使您能够在自己的应用中使用 CX3300 系列 .....	11
14 和 16 位宽动态范围使您只需捕获一次波形，便可测量从休眠状态到激活状态的电流波形 .....	12
1 GSa/s 采样率和 200 MHz 带宽使您在器件表征和验证中对任何瞬态电流都明察秋毫 .....	14
CX3300 系列的标配功能特性和关键附件 .....	15
可用传感器对比表 .....	19
直观的用户界面和熟悉的测量/分析功能可以改善测量和分析效率 .....	21
关键特征 .....	26
订货信息 .....	29
CX3300 系列的特征 .....	31
CX1100 系列电流/差分传感器的特征 .....	36
CX1101A 的特征 .....	36
CX1102A 的特征 .....	38
CX1103A 的特征 .....	40
CX1104A 的特征 .....	41
CX1105A 的特征 .....	43
CX1211A/CX1212A/CX1213A/CX1214A/CX1215A/CX1216A 的特征 .....	46
CX1151A 无源探头接口适配器的特征 .....	47
CX1152A 数字通道的特征（主机：仅限 CX3324A） .....	48
CX3300 系列尺寸图（主机） .....	49

## 产品概述

CX3300 系列器件电流波形分析仪是一款全新仪器，具备宽量程（100 pA 至 100 A）、宽带宽（高达 200 MHz）以及高分辨率（高达 16 位）等优势，能够精确测量动态电流。

大多数负责开发物联网和移动设备的工程师往往承受着巨大压力，因为产品的上市时间要求极为苛刻，同时对更低功耗、更高性能和更低成本的追求也未降低。为克服这一难关，工程师无时无刻不在想方设法使器件表征和设计验证变得更高效率、效果更好。然而，由于器件功能日益复杂，使用现有仪器和传统测量方法越来越难以达到上述目标。

使用 CX3300 系列来测量和分析配电网（PDN）的详细电流特征，您可以直接对关键器件工作状况进行精准验证，而以前由于噪声较大，您根本无法看到这些特征细节。现在，您可以在设计上做出各种改进，实现进一步降低功耗的目标。这一全新的动态电流测量方法可以加深您对器件的了解，使您不仅能够提升器件表征和验证的效率，同时也能进一步推进产品差异化和设计裕量优化，降低元件成本和提高器件质量。CX3300 系列由主机和 5 个低噪声、宽带宽传感器组成，其中主机具有 14/16 位分辨率，还配有操作便捷的先进图形用户界面（GUI）。由于它还可以轻松测量同样精确的电压波形，因此可以在您的日常测量工作流程中广泛使用。

CX 3300 系列自发布以来已广泛应用于众多领域，尤其在客户研发物联网设备、移动设备、先进 NVM（非易失性存储器）器件、汽车和医疗/保健设备上的传感器和控制单元时更受青睐。



## CX3300 系列有何用途?

您能够精确测量此前难以测量或根本无法测量的动态电流。

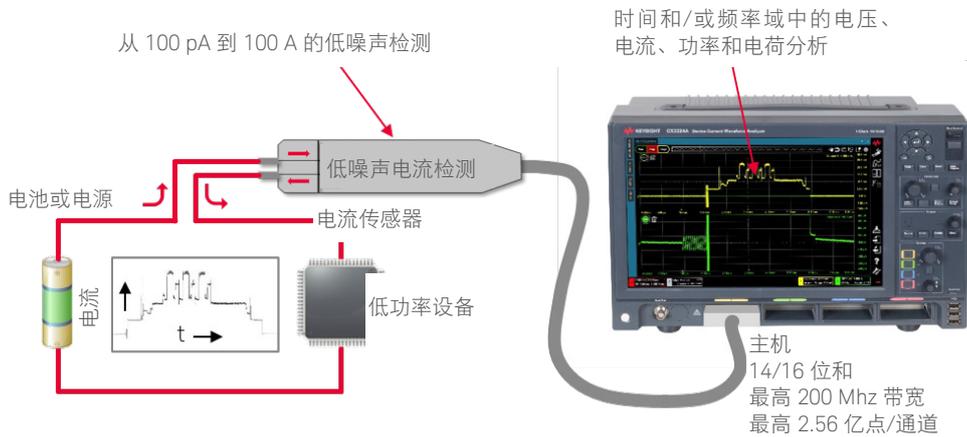


图 1. 使用 CX3300 系列进行器件电流波形分析的示意图。

## 这一应用将使哪些技术从中受益呢?

CX3300 系列适用于下面所示的各种技术，而且其应用范围还在不断拓展。所有需要宽动态范围来测量电流的设备均可从这一应用中获益。



图 2. CX3300 系列的应用实例。

# 对精确动态电流测量的迫切需求

## 物联网和移动设备中的 PDN（电源分配网络）的表征和验证

随着物联网的迅速发展，为了提高性能，降低功率，设计纷纷采用复杂的功率选通技术，并且支持在运行和休眠两种工作方式之间切换，以及降低电源电压和电流以满足散热要求。因此，这类设备的表征及设计验证变得愈发困难起来。

为了确保可靠的工作，在设备表征和验证过程中必须要对 PDN 进行评测。不仅封装 IC 需要此类评测，安装了大量元器件的系统电路板也需要。

图 3 显示了物联网和移动应用中所使用的电池供电设备的典型方框图。验证工程师通常会测量经过每根电源线的 PDN 动态电流，仔细评测冲击电流、唤醒特性、功耗、意外峰值等（如图 4 中的电流曲线所示），有时还会修改 PDN 中选择的元器件以及设备固化软件的控制序列。

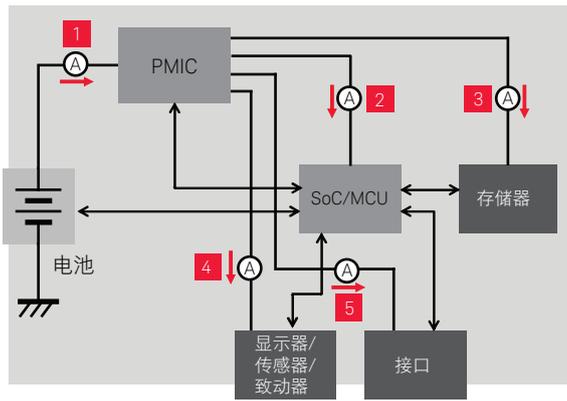


图 3. 典型方框图。

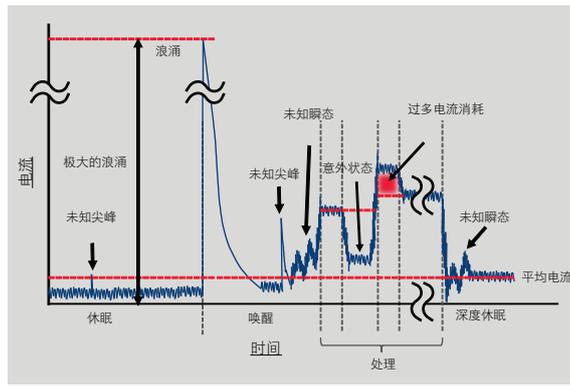


图 4. PDN 电流曲线概念图。

## 降低低功率物联网设备的功耗

低功率物联网和移动设备为了节省总功耗，通常只会短时间激活，而大部分时间均处于休眠/待机状态（见图 5）。平均电流测量是所有这些低功率设备的一项基本特征，但如果您想要进一步降低功耗，这还不够。由于休眠/待机状态将持续更长时间以减少功率，因此不仅需要在激活状态下进行更详细和定量的动态电流测量，在休眠/待机期间也需要进行同样的测量。休眠/待机状态下的电流消耗通常只有 1  $\mu$ A 甚至更低。

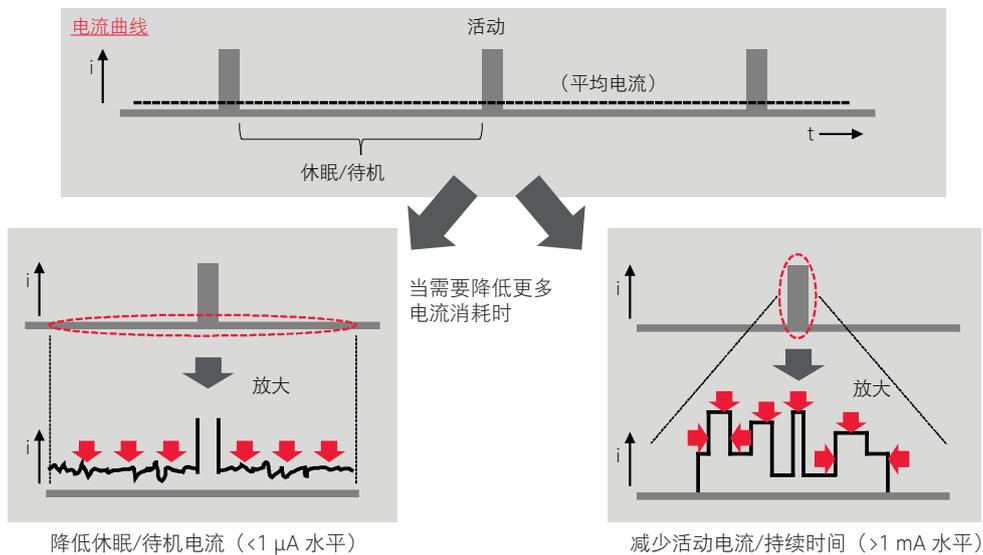


图 5. 低功率物联网设备的典型工作特征和进一步功率降低。

## 新型 NVM 器件的表征

由于市场上迫切需要更高速度、更短时延和更高可靠性的创新型 NVM 器件，如 RRAM、PCM 和 MRAM，全球厂商纷纷开发各种先进的 NVM 器件。表征这些器件需要在读取、写入及清除操作之间进行瞬态电流测量，以评测器件中电阻的变化情况。由于需要最大程度地降低这些器件的功耗，测得的电流也必须减小到  $100\ \mu\text{A}$  或更小，而写入和清除操作的脉宽则短至  $100\ \text{ns}$  或更短（图 6）。

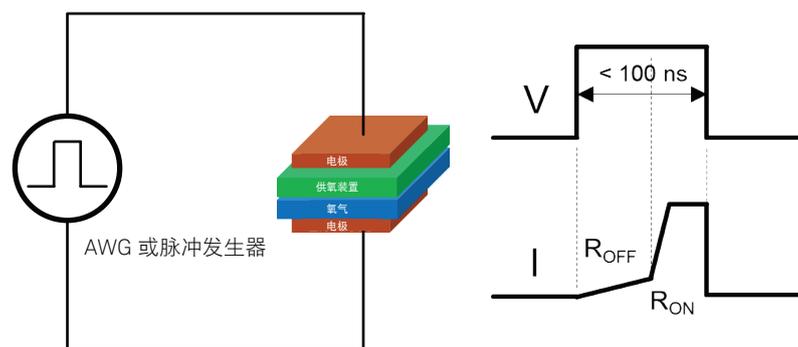


图 6. 新型 NVM 器件的脉冲测量。

## 传统动态电流测量面临的挑战

### 现有工具/仪器还不足以满足需求

如表 1 所示，目前市场上可以买到一些用于测量动态电流的常用工具/仪器，但由于测量中存在各种限制，例如示波器和探头的噪声较大、消磁和调整步骤繁琐、带宽有限、最大输入电流随频率下降等，单独使用其中一种工具/仪器并不足以执行定量测量和分析。

例如，配有差分探头或钳式电流探头的示波器虽然使用方便，且有较宽的测量带宽，但由于其本底噪声相对较大，所以并不适合测量低电平动态电流。

如果您需要测量平均电流，那么可以使用数字万用表，但如果要测量高频电流，那么就不应该再使用数字万用表了，因为它的采样率较低，带宽较窄。利用自行开发的解决方案，您也许能够在一定程度上实现测量目标，但这些解决方案只能提供有限的洞察。

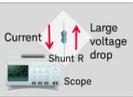
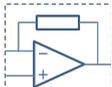
测量工具	优点	缺点	最小可测量电流
	分流电阻 + 差分探头 + 示波器	- 宽带宽 - 易于测量 - 成本低	- 本底噪声 - 电压下降与灵敏度 - 动态范围  > 1 mA
	钳形电流探头 + 示波器	- 易于测量 - 无扰	- 本底噪声 - 调整 - 频率下降  > 1 mA
	DMM (数字万用表)	- 电流小 - 精度高 - 成本低	- 带宽 - 图形用户界面  < 1 $\mu$ A
	内部解决方案	- 成本低 - 经过优化	- 可支持性 - 灵活性  < 1 $\mu$ A

表 1. 用于动态电流测量的现有工具/仪器。

### 完成测量和分析需要耗费大量精力

如图 5 所示，为了降低功耗，大部分物联网和移动设备间歇性地在短时间的激活状态和长时间的休眠/待机状态之间来回切换。想要涵盖所有这些状态进行恰当的分析，需要宽广的动态范围测量功能。然而，由于表 1 中列出的测量挑战，使用一种仪器，很难测量可接受的电流曲线。因此，您通常需要使用不同仪器和多个分流电阻的组合来覆盖需要达到的量程。但是，这种方法需要进行多次测量迭代以提高测量保真度，所以非常耗时。而且由于不同工具/仪器固有的测量条件不同，您可能还需要费力解决数据差异问题（图 7）。这类问题让您无法提高表征和设计验证的效率。所以，产品需要留出更大裕量以避免误差，导致成本进一步提高。

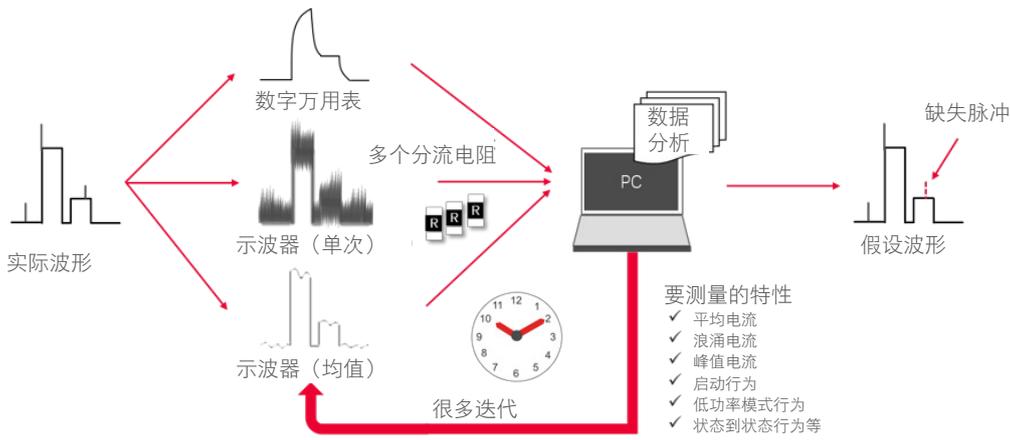


图 7. 使用现有工具/仪器进行表征和设计验证非常耗时。

### 需要宽带宽和低噪声性能

在表征 RRAM 或 PCM 等先进 NVM 器件时，需要进行宽带宽和低电平动态电流测量。然而，现有仪器由于示波器和探头的噪声电平较高，所以无法测量详细的低电平瞬态电流。因此，必须在测量分辨率和精度之间取得折中（图 8）。

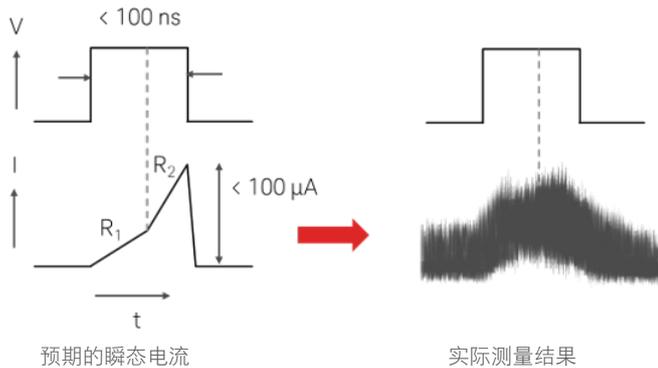


图 8. 低电平瞬态电流不容易观察。

## CX3300 系列帮助客户应对挑战

CX3300 系列是一款创新的独立仪器，能够解决这些测量问题。它可利用各种传感器和适配器来进行很宽动态范围的测量。宽带宽、低噪声、14/16 位高分辨率和简单易用的图形用户界面功能集于一身，使其可提供超越示波器的测试效率和评测能力。

### CX3300 系列如何改变电流波形测量？

CX3300 系列可提供比目前市场上大多数传统动态电流测量工具/仪器更干净的波形。图 9 显示了传统仪器和 CX3300 系列分别获得的电流曲线概念图对比。由于测量限制，您最终总是只能在高噪声、低带宽的条件下测量。结果，完成对器件的必要分析需要耗费大量时间和精力。此外，测量低电平电流状态下的数据尤为困难。

有了 CX3300 系列仪器，您可利用宽广的带宽轻松测量低噪声动态电流，并且不会错过器件在整个所需动态范围内的任何关键特性。

在器件表征和设计验证过程中，使用干净波形进行定量分析至关重要，而 CX3300 系列是实现这一功能的理想仪器。

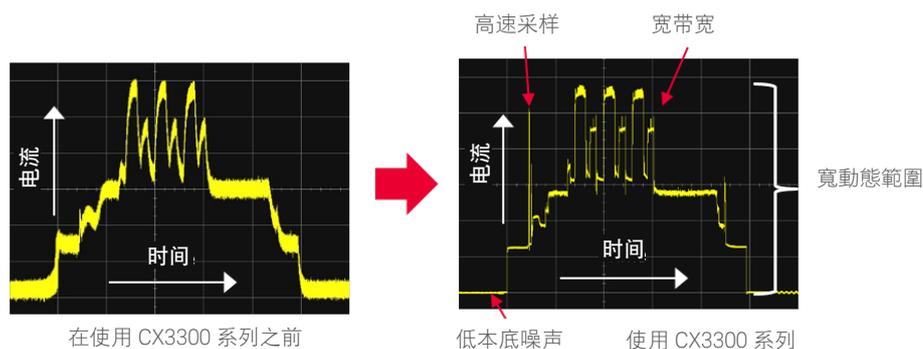


图 9. 波形比较。

## CX3300 系列如何测量动态电流？

CX3300 系列包含两台主机、五个拥有不同测量范围的独特且多功能的传感器，以及两个支持电压测量的适配器。图 10 显示了 CX3300 系列产品的概况。传感器根据电流测量方法可以分为两种：一种是直接测量传感器中的动态电流，另一种则是测量客户测量板中分流电阻上的差分电压。通过使用无源探头适配器，您可以使用 14/16 位高分辨率示波器的无源探头来测量电压。由于图形用户界面还包含多种高级功能和实用的分析工具，您可快速进行简单但精确的测量和分析。

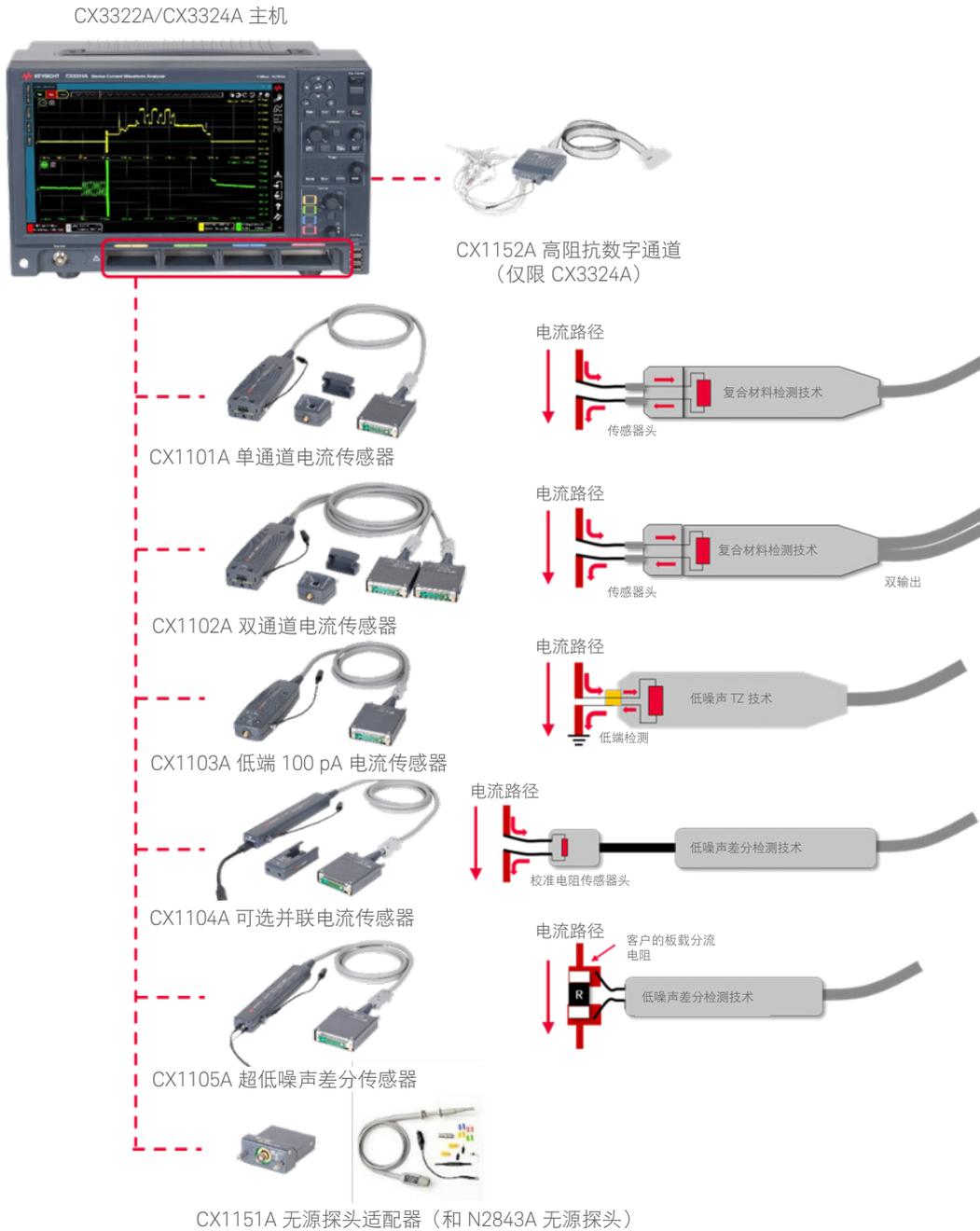


图 10. CX3300 系列产品及其如何测量电流。

# 高达 200 MHz 的带宽与 $1 \times 10^{12}$ 的宽广测量范围，让 CX3300 系列可以在您的应用中大显身手

图 11 显示了 CX3300 系列在此测量带宽和各电流量程下的测量区域。宽广的覆盖范围可让您进行广泛的动态电流测量和分析，满足您的所有应用需求。

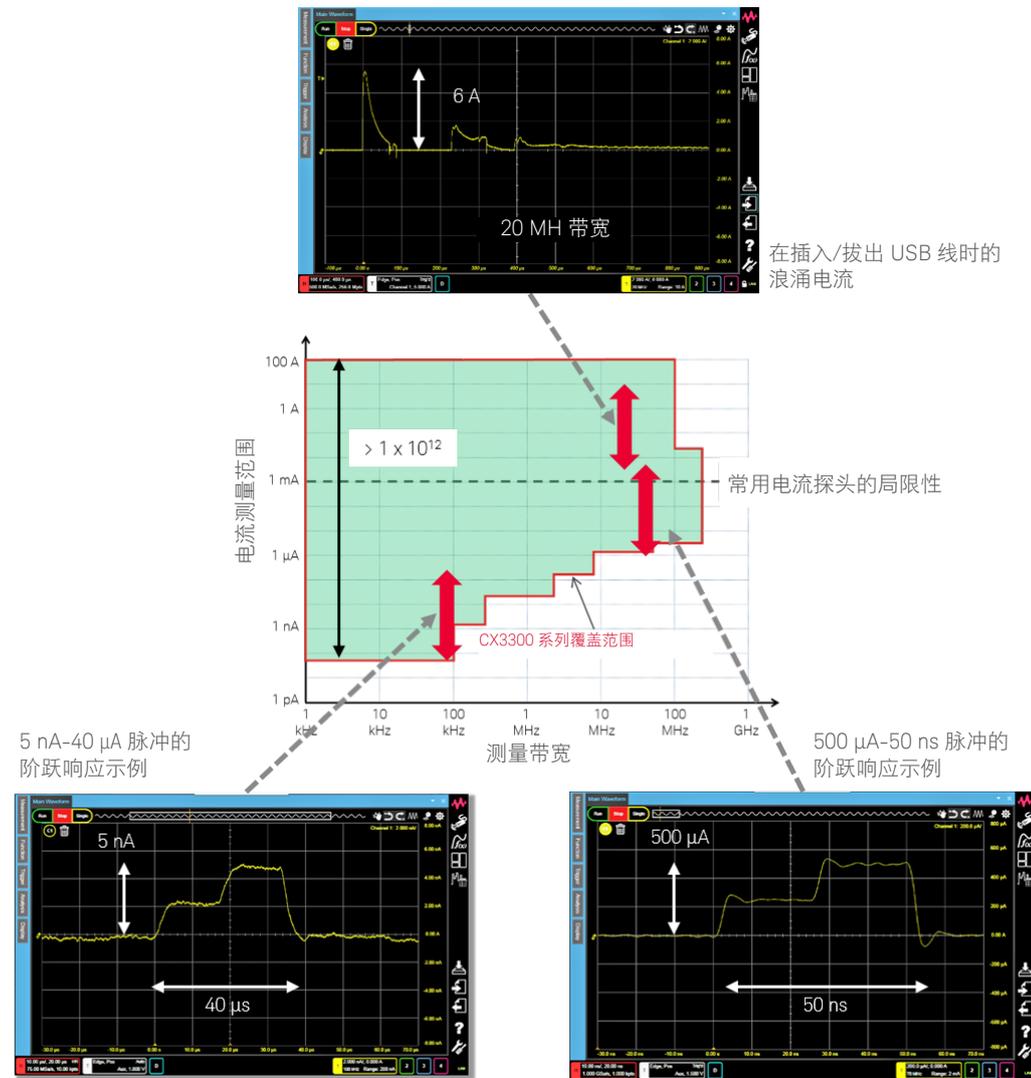


图 11. CX3300 系列的测量区域。

## 14 和 16 位宽动态范围让您只需捕获一次，即可测量从休眠到激活状态的所有电流波形

执行电流测量需要宽广的动态范围，对于包含休眠/待机和激活状态的低功耗器件应用尤为如此。CX3300 的主机和专用传感器可在一次捕获中实现多达 50 个动态范围测量。

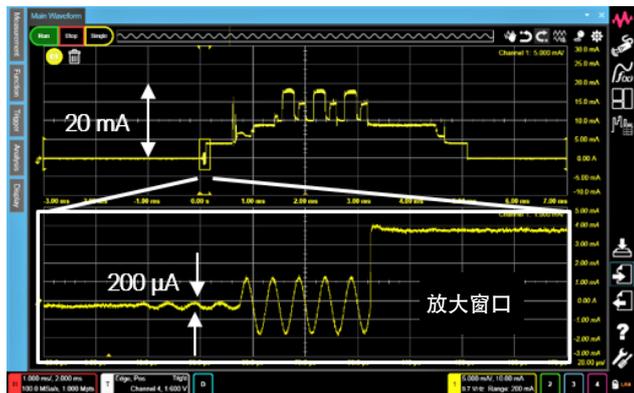


图 12. “任意处”缩放功能。

### 简单易用的“任意处”缩放功能使您能够随时放大波形上的任意位置

在前面板上通过简单几步或点击波形窗口中的图标，可以立即启用“任意处”缩放功能。“任意处”缩放使您能够放大所关注的任意区域，包括垂直和水平定标。因此，您可以充分利用 CX3300 的 14 和 16 位高分辨率优势。

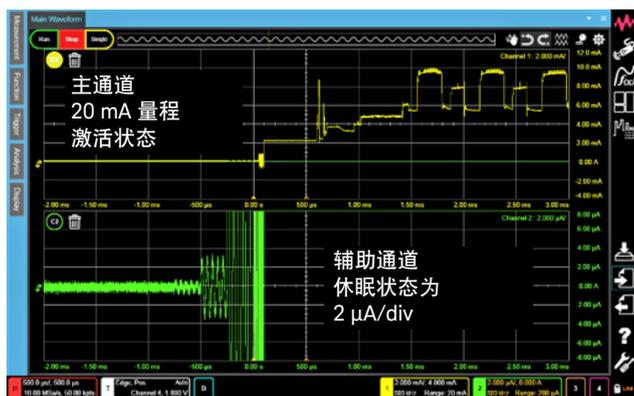


图 13. 双通道电流感应。

### 双通道电流传感器可实现 100 dB 的动态范围，显示出低功率器件的运行

CX1102A 双通道电流传感器支持在两个不同量程内同时测量。例如，主通道设置为 20 mA 量程，而辅助通道自动设置为 200  $\mu$ A 量程，以支持  $\mu$ A 级以下的测量（主通道量程是辅助通道量程的 50 或 100 倍）。对于在休眠/待机和激活状态之间间歇性切换的低功率应用来说，这种量程配置非常有用。

## 差分传感器通过利用噪声特别低的差分电压测量来实现无扰电流测量。

CX1105A 超低噪声差分传感器可测量评测/测试板上的分流电阻差分电压，并通过 CX3300 主机将测量结果转换成对应的电流。其低电平输入噪声相比大多数现有示波器差分探头都更低。图 14 显示了使用 CX1105A 和 50 mΩ 分流电阻测量差分电压的示例。整个波形以 1 mV 标度（等效于 20 mA）捕获，具有较高的波形保真度。由于该传感器噪声很低，您可以根据使用的分流电阻值测量范围广泛的动态电流。

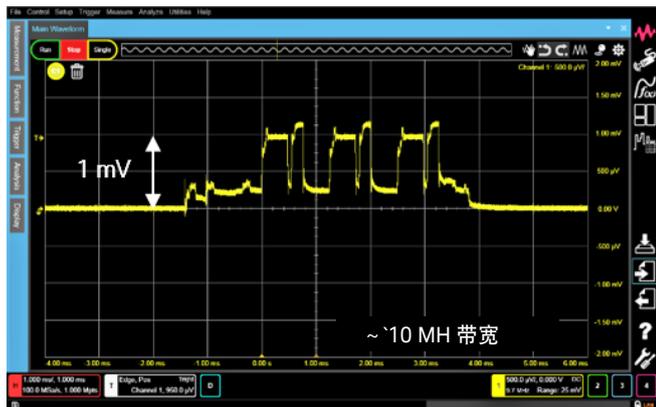


图 14. CX1105A 的差分电压测量示例。

## 所有通道均可快速切换至 16 位分辨率

“High Reso（高分辨率）”键使您能够随时将分辨率从 14 位（高速模式）切换为 16 位（高分辨率模式），观察更多波形细节。在测量带宽低于 1 MHz 时，16 位模式特别有效。

1. 16 位模式的最大带宽限制为 14 MHz。请参见本文的技术资料部分，了解更多信息。



图 15. 切换至 16 位分辨率的高分辨率键。

## 利用 1 GSa/s 采样率和 200 MHz 带宽，在器件表征和验证中永远不会错过任何瞬态电流

由于测量带宽较窄和/或采集速率较慢，大部分工程师可能无法察觉非常尖锐的电流脉冲。CX3300 的快速采集和宽带测量功能可以捕获以前难以观测到的快速瞬态电流波形，并清楚地显示在屏幕上。因此，您不仅能够提高调试效率，还可以根据知道的峰值电流选择合适的元器件。

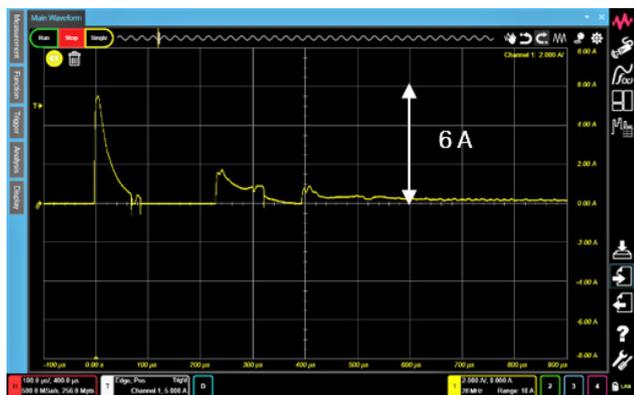


图 16. CX1104A 的冲击电流测量结果。

### 在没有测量限制的情况下，捕获冲击和峰值电流

选择合适的无源元器件可确保被测器件在遇到高电流时不会发生欠压保护。使用 CX1104A 可选分流传感器和经过校准的电阻传感器前端，您可以测量高达 15 A 的干净且准确的波形，无需担心电流探头测量中常见的频率下降或脉宽受限问题。

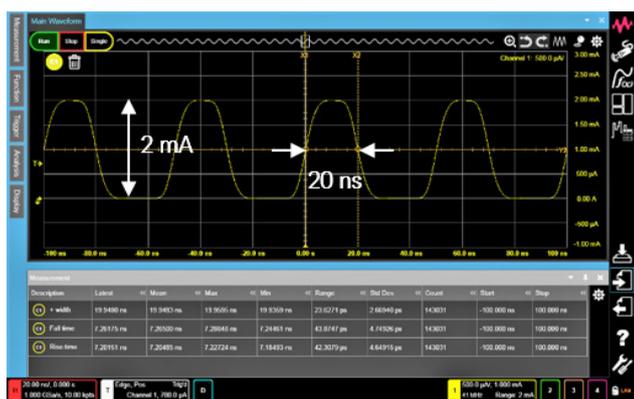


图 17. 高速电流脉冲测量。

### 宽阔带宽支持窄电流脉冲测量

E 轻松测量脉宽小于 100 ns 的快速、低电平瞬态电流，以评测并分析双端子器件，比如 RRAM、PCM、MRAM 等。

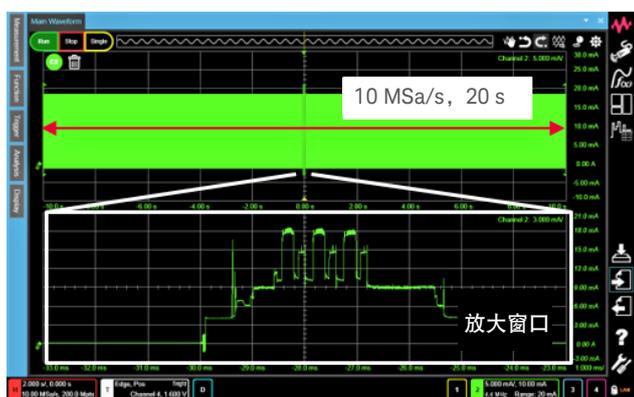


图 18. “任意处”缩放功能。

### 高采集速率和深存储器可储存长时间瞬态波形，同时不降低保真度

高达每通道 256 Mpts 的存储器深度和快速的采集速率使您能够捕获持续时间较长的波形，找到异常的电流峰值。使用“任意处”缩放功能（前面的章节中介绍过），您将能够清晰地识别测得波形上所关注的任意区域。

## CX3300 系列标配特性和主要附件

### 主机支持各种创新的测量功能和直观易用的图形用户界面

CX3300 系列不会在宽带宽、低噪声感应方面做出妥协，并能够在 14.1 英寸宽屏幕上清晰显示低电平电流波形。其简单易用的触摸屏、功能先进但用户熟悉的图形用户界面让您初次使用就能轻松开始测量，并获取精确的数据进行重要的分析。它还提供通用的接口连通性，满足各种客户需求。

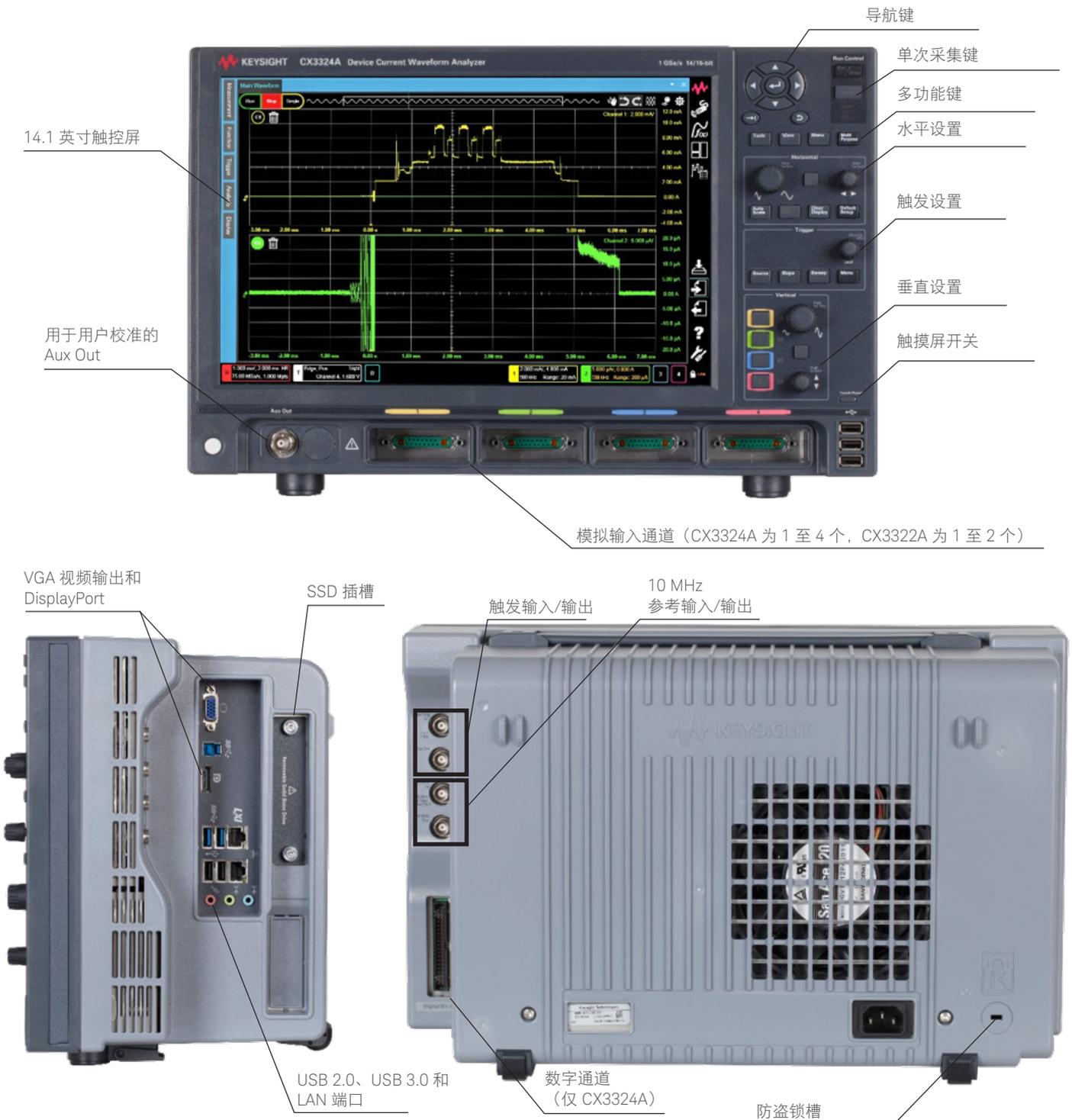


图 19. CX3324A 正视图、侧视图和后视图。

## 专用多功能传感器和附件可以满足一系列动态电流测量需求



图 20. CX1101A 单通道电流传感器。

CX1101A 是一种基础型电流传感器，广泛应用于多种低功率器件测量。它采用复合电流感应技术，显著抑制了高频噪声。

- 40 nA 至 1 A (CX1206A 为 10 A)
- > 80 dB 动态范围
- 100 MHz 最大带宽
- $\pm 40$  V 共模电压
- 使用传感器前端连接至您的被测器件



图 21. CX1102A 双通道电流传感器。

CX1102A 基于复合电流感应技术（与 CX1101A 类似），能够同时提供两个量程的测量。它适用于通过一次采集，同时测量休眠/待机和激活状态下的电流。

- 40 nA 至 1 A
- > 100 dB 动态范围
- 100 MHz 最大带宽
- $\pm 12$  V 共模电压
- 使用主机上的两个通道
- 使用一个传感器前端连接至您的被测器件。



图 22. 六种传感器前端适配器可供选择，适用于将 CX1101A 和 CX1102A 连接至您的被测器件。它们可轻松、安全地连接至电流传感器或从电流传感器断开。SMA 连接器型适配器支持宽带测量，而双绞线和测试引线适配器则适用于不是一定需要宽频带的快速电流波形测量。



图 23. CX1103A 低侧 100 pA 电流传感器。

**CX1103A** 基于低噪声跨阻放大器技术设计，可提供 CX3300 系列传感器中最宽的测量带宽。

- 150 pA 至 20 mA
- > 80 dB 动态范围
- 200 MHz 最大带宽
- 仅限低侧（测量对地电流）
- 用于消除偏置的精密电流源

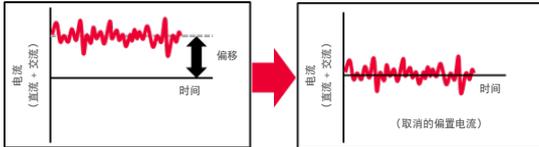


图 24. CX1103A 可以消除直流电流偏置并提取所需的动态电流。此功能适用于测量较大直流电流上的低电平动态传感器电流信号。



图 25. CX1104A 可选分流传感器。

**CX1104A** 具有十分宽广的动态范围，可以精确测量最高 15 A、最低 1  $\mu$ A 的动态电流。其需要配合使用出厂前经过是德科技校准的电阻传感器前端。其还可在高达 20 MHz 的带宽内提供稳定和平坦的频率响应。

- 1  $\mu$ A 至 15 A
- > 80 dB 动态范围
- 20 MHz 最大带宽
- $\pm$  40 V 共模电压



图 26. CX1211A 至 CX1216A 电阻传感器前端。

产品	最大电流	插入电阻
CX1211A	15 A	5.5 m $\Omega$
CX1212A	10 A	8.0 m $\Omega$
CX1213A	5 A	23 m $\Omega$
CX1214A	3 A	53 m $\Omega$
CX1215A	2 A	103 m $\Omega$
CX1216A	250 mA	1.0 $\Omega$

表 2. 您可以根据应用需求从各种电阻传感器前端中进行选择。由于每个传感器前端均经过校准，所以您始终都可以执行精确的动态电流测量。



CX1105A 是一种噪声非常低的宽带差分传感器，用于测量评测/测试板上分流电阻的电压。您可以通过在主机上输入电阻值来测量电流波形。

- 无扰电流测量
- 1  $\mu$ A 至 100 A（取决于您的分流电阻）
- > 80 dB 动态范围
- 100 MHz 最大带宽
- $\pm$  40 V/6 V 共模电压

图 27. CX1105A 超低噪声差分传感器。



图 28. 用于温度测试的可选 -50 °C 至 +150 °C 1 米屏蔽双绞线。

图 29. 对于 CX1105A，可以综合各种附件以进行更高效的表征和验证。

## 用户校准能够最大限度地提高测量精度

Aux Out 适用于对连接传感器或探头适配器的每个通道进行校准。由于主机和传感器附带连接电缆和必要的校准工具，所以您可受益于用户校准的高精度。



图 30. 用于用户校准的 Aux Out。

## 现有传感器对照表

以下为补充信息。请参见本文的技术资料部分，了解更详细的特征。

表 3. 传感器对照表

产品描述	CX1101A 单通道电流 传感器	CX1102A 双通道电流 传感器	CX1103A 低侧 100 pA 电流 传感器	CX1104A 可选 分流传感器	CX1105A 超低噪声 差分传感器
产品图片					
电流感应技术	复合电流感应	复合电流感应	低噪声跨阻抗	经过优化的分流电阻	超低噪声差分感应
最大独立带宽	100 MHz	100 MHz	200 MHz	20 MHz	100 MHz
最大可测量电流	1 A (10 A)	1 A	20 mA	15 A	100 A (实际最大值)
最小可测量电流	40 nA	40 nA	150 pA	1 μA	1 μA
动态范围	超过 80 dB	超过 100 dB	超过 80 dB	超过 80 dB	超过 80 dB
典型插入电阻	410 mΩ (50 Ω)	410 mΩ (50 Ω)	4 Ω (50 Ω)	5.5 mΩ 至 1 Ω (6 个可选分流器)	不适用 (客户的 分流器)
最大共模电压	± 40 V	± 12 V	± 0.5 V	± 40 V	± 40 V 或 ± 6 V
输出通道数	1	2	1	1	1
测量侧 (高侧/低侧/两侧)	两侧	两侧	低	两侧	两侧
用于消除偏置的电流源 (参见图 24)	否	否	是	否	否
应用示例					
低功率物联网设备 (BLE、ZigBee 等)	✓	✓			
可穿戴设备 (手表、 腕带等)	✓	✓			
医疗/保健设备	✓	✓		✓	✓
能源收集 (IC、传感 器、执行器等)	✓		✓		
适用于低功率物联 网设备的 MCU/SoC	✓	✓		✓	✓
低功率 IC 和传感器 (模拟、数字)	✓		✓		
中等功率物联网设 备 (WiFi、LTE 等)				✓	✓
器件表征 (RRAM、PCM、 MRAM 等)	✓		✓	✓	
器件表征 (CMOS、WBG 等)	✓		✓	✓	
移动设备 (智能手 机、平板电脑等)	✓			✓	✓
适用于移动设备的 SoC/APU/MPU/GPU				✓	✓
FPGA/PLD	✓			✓	✓
车载 ECU 和传感器	✓	✓		✓	✓

## 高输入阻抗数字通道可以最大程度地减小探头中的负载电流 (CX3324A 的选项)

当您需要使用数字触发器的 8 个通道来测量与数字信号（如控制器的输入/输出或数据总线）同步的电流时，CX1152A 数字通道非常有用。和传统数字探头不同，CX1152A 的每个探头都配有 10 M $\Omega$  的大输入电阻，可以最大程度地减小负载电流，从而让您能够执行精确的低功率测量。

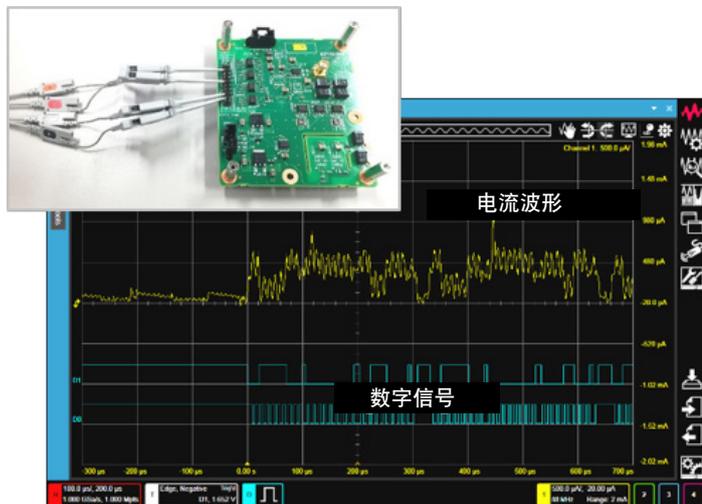


图 31. 使用数字通道进行的电流波形测量。

## 精密的 14/16 位电压波形测量使您能够测量以前无法测量的电压波形

借助 CX1151A 无源探头接口适配器，您可以使用普通无源探头执行常规电压测量。配合使用电流传感器，您还可以执行动态功率测量，并以 14/16 位分辨率执行精确的电压波形测量。因此，以前使用噪声较大的现有仪器检测不到的低电平电压瞬变，现在则完全无所遁形。



图 32. 使用无源探头进行电压测量的示例。

## 可升级的主机让您拥有最经济实惠的 CX3300 系列，同时仍有潜力满足未来的测量需求

CX3300 主机提供以下可选配置，让您能够根据自己的预算和应用需求选择最适合的技术指标。

- 双通道型号 (CX3322A) 和四通道型号 (CX3324A)<sup>1</sup>
- 可选配三种最大带宽：50 MHz、100 MHz 和 200 MHz
- 可选配三种每通道存储器深度：16 Mpts、64 Mpts 和 256 Mpts

提供可升级许可证的产品，充分满足您的应用需求 — 提升之前购买的主机的带宽和存储器深度。请参见《CX3300 系列配置指南》，了解详细信息。

1. 通道数不可升级。

## 直观的用户界面和先进的测量/分析功能可以显著提升测量和分析效率

除了中档示波器中的常用功能外，CX3300 系列的用户界面还提供了先进、易用的测量环境，让您更轻松地完成电流测量。您可以很快便开始使用 CX3300 系列执行重要的动态电流测量，而无需研读复杂的使用手册。为了方便您使用传感器/适配器，它还提供了便捷的信息，例如有效测量带宽。宽动态范围电流测量经常会用到这个数据。

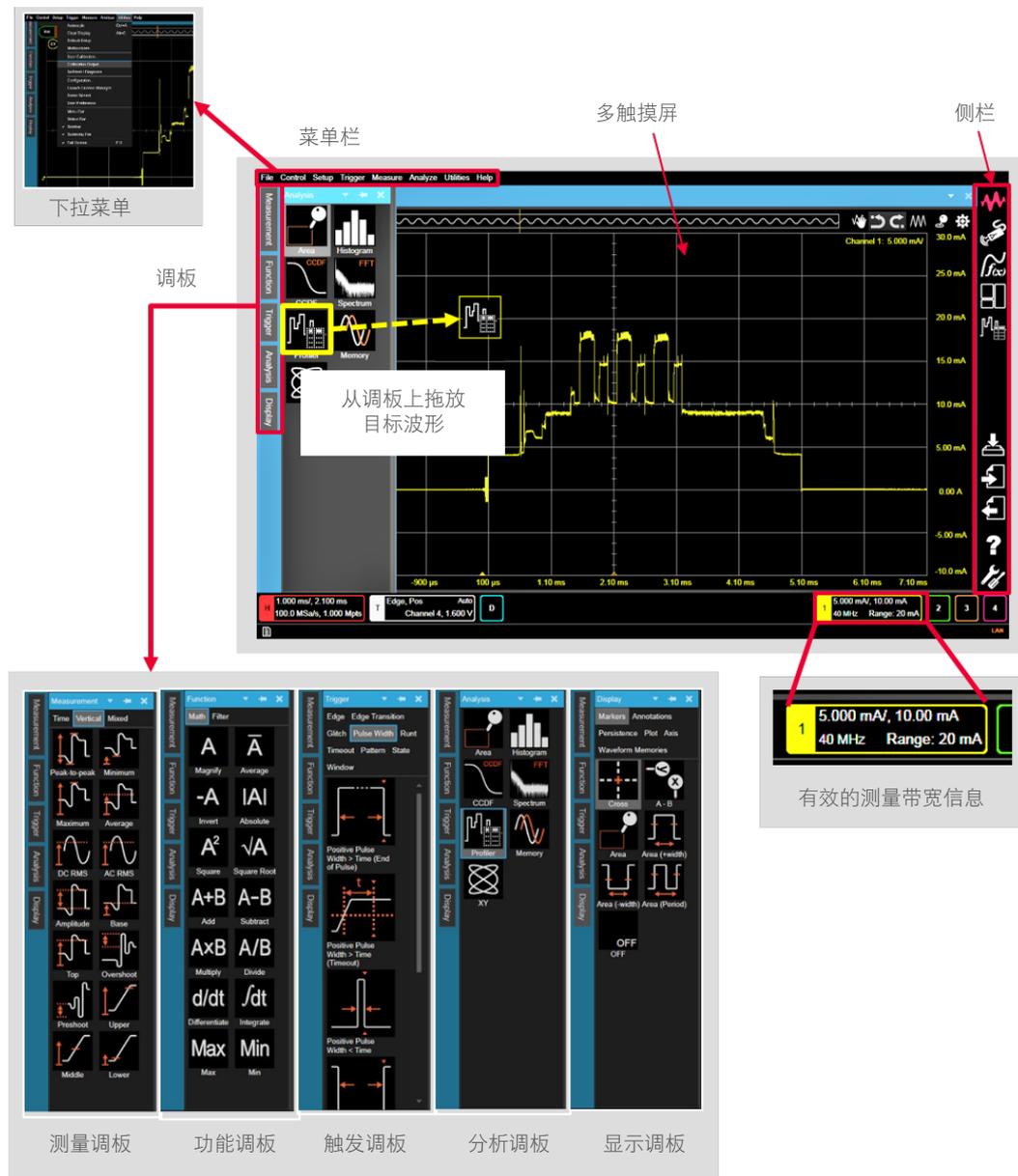


图 33. CX3300 系列的用户界面。

## 自动功率和电流分析器（Automatic Power and Current Profiler）功能可以避免进行耗时的功率和电流曲线分析

想要了解某个事件或状态中消耗的电流，必须对功率或电流曲线加以分析。但是，这一过程需要使用外部计算机上的特定软件，可能要花费很长时间。所有 CX3300 系列主机均内置有功率和电流分析器功能，可以根据垂直电平差自动调整时间标度，从而立即计算出各种关键参数，比如平均电流、最大/最小电流、累积电荷等，并将其写入下表中。您也可以根据测得的曲线手动调整该分段。

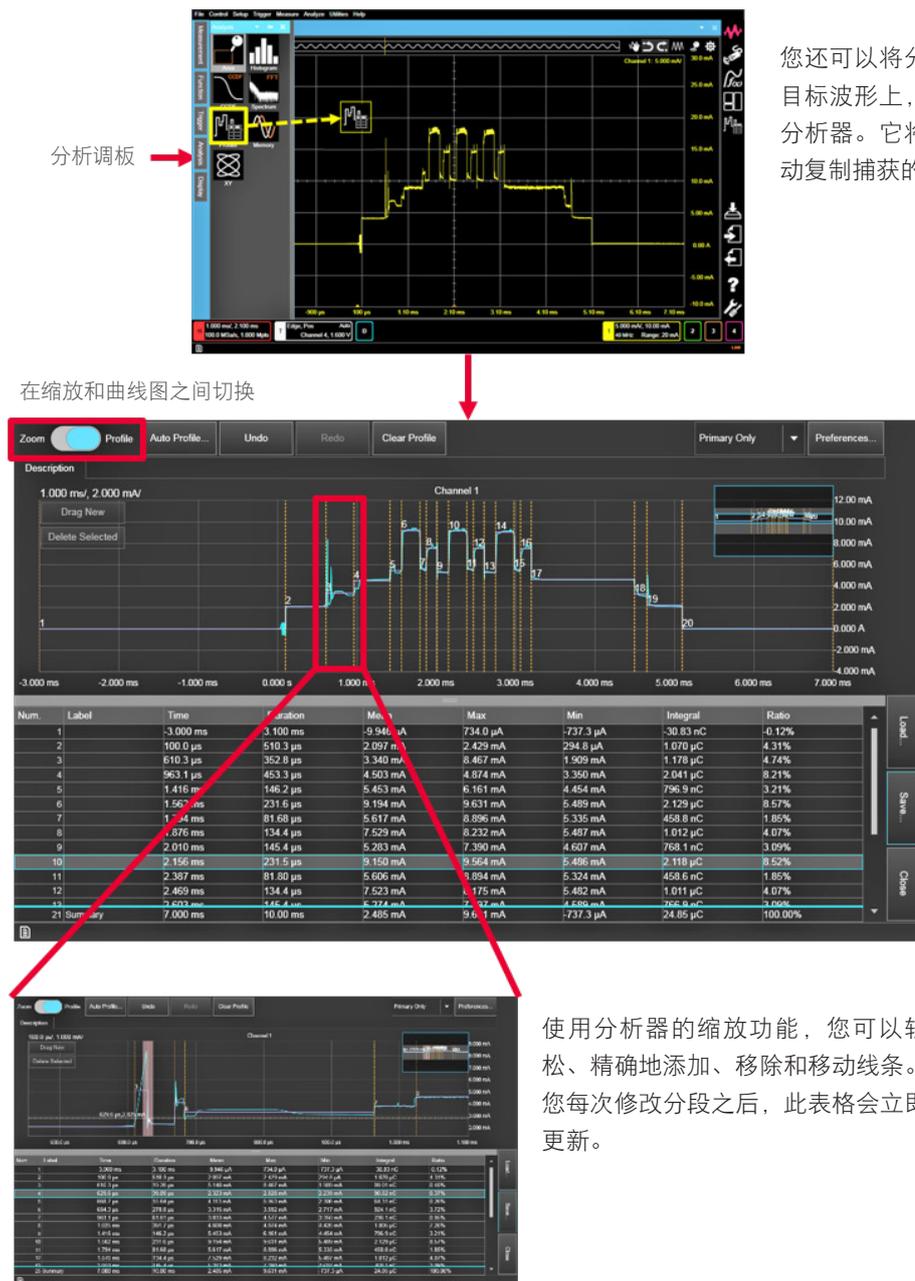


图 34. 自动功率和电流分析器。

## “自动保存”功能可自动捕获并保存随机出现的波形

自动保存功能可自动检测无规律出现的瞬态，并将其保存在主机存储器中。在设置完合适的触发电平和最大捕获波形数后，您就可以开始使用自动保存。捕获的每个波形都可加载到主显示屏中，以供稍后分析。由于捕获的波形数不受限制，您可在离开测试站之前启动自动保存功能，之后再回来查看结果。

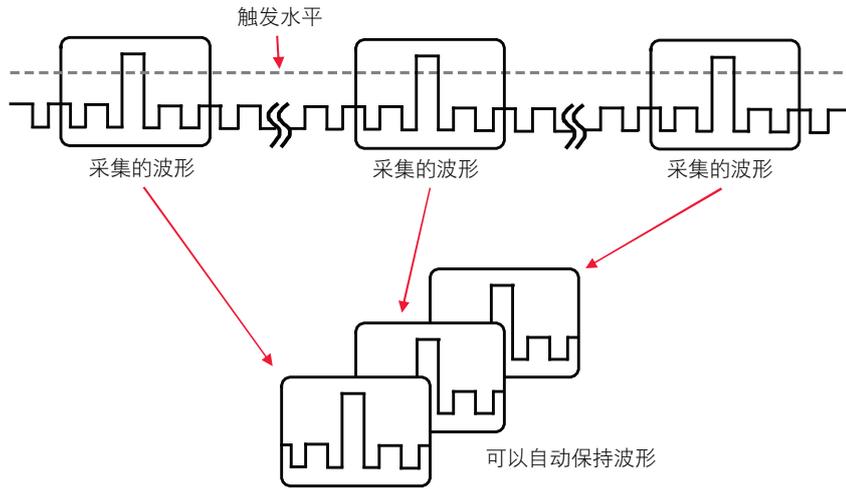


图 35. 自动保存的工作方式。

## 对动态电流进行频域分析（FFT），可以为 PDN 表征提供更多信息

对类似于电压波形的电流波形，也可以使用 FFT 分析。由于 PDN 中的电压瞬态通常比较小，所以使用相对较大的电流波形有助于您执行频域分析。如图 36 所示，使用选通功能，可以让您集中注意力分析波形中指定的时间段。

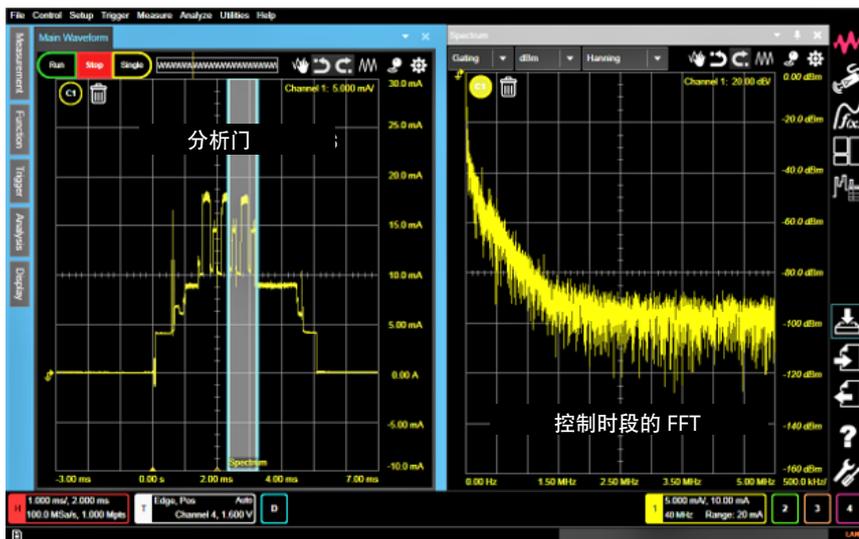


图 36. 频域分析（FFT）。

## XY 分析扩大了您可使用 CX3300 主机分析的内容

XY 分析结合了精密电压波形和精密电流波形，可为您提供更多分析功能。图 37 显示了一个 XY 分析示例，其中使用电压斜坡波形测量 LED 的 IV 曲线。

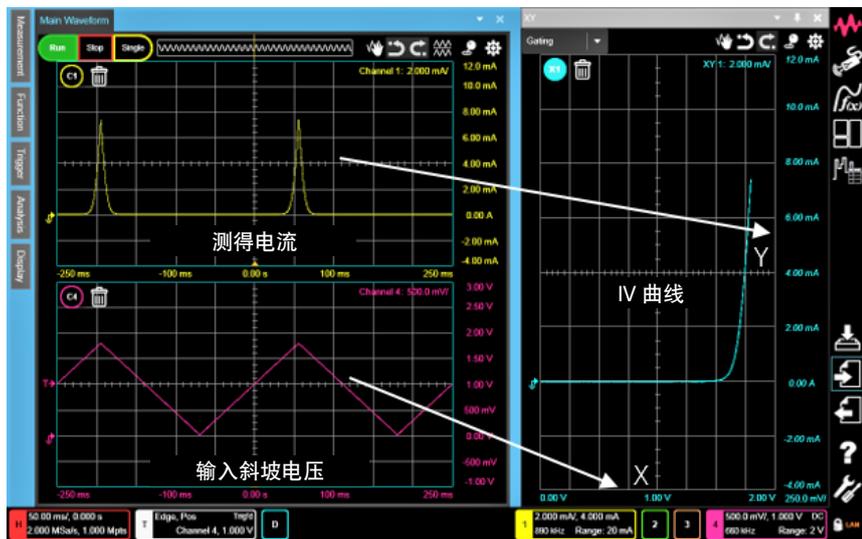


图 37. XY 分析功能。

## 区域游标 (Area Marker) 可快速提供您想要测量的目标特性的测量结果

在测得的波形上移动可扩展的区域游标，您可测量指定区域中的电流平均值和电流有效值等。当您重点分析某个事件以便优化功耗时，此功能非常有用。



图 38. 区域游标功能。

## 统计分析可以缩短您洞察被测器件特性需要的时间

CX3300 的主机拥有多种统计分析功能，例如互补累积分布函数（CCDF）或直方图。因此，您可以集中精力进行测量，而无需分心为计算机上的其他软件转换和格式化数据。



图 39. 统计分析（CCDF）。

## 保存和加载测得波形和分析结果非常简单而实用

CX3300 系列提供了多种方式来使用 USB 或 LAN 等高速接口保存数据、屏幕快照和测量设置。请参见本文的技术资料部分，了解更多信息。此外，您还可以保存和加载波形分段，作为“曲线”供自动功率和电流分析器进行分析，如图 40 所示。



图 40. 只在分析器中加载的“曲线”。

## BenchVue 软件可以轻松地自动执行测试

Keysight BenchVue 软件支持 CX3300 系列（BenchVue 电流分析仪应用软件），使您可以通过计算机控制 CX3300 系列。CX3300 系列可以连接多台是德科技仪器，并控制它们进行测试。强大和直观的测试序列功能可以快速创建自动测试，并通过所连接的仪器执行这些测试。测量结果很容易记录，绘制成图形，并导出用于进一步分析。图 41 显示了使用 Keysight 33622A 波形发生器和 CX3324A 进行简单的脉冲测量的测试序列示例。



图 41. 使用 CX3324A 和 33622A 的 BenchVue 电流分析仪软件用例。

## 关键特征

表 4. CX3300 系列主机的主要特征

型号	输入通道	模拟带宽选项	最大采样率	动态范围 (ADC 位数)	存储器深度选项	数字通道	用户安装升级
CX3322A	2	50 MHz、100 MHz、200 MHz	1 GSa/s	14 (高速模式) 和 16 (高分辨率模式)	4 Mpts、16 Mpts、64 Mpts、256 Mpts	否	带宽、存储器深度
CX3324A	4	50 MHz、100 MHz、200 MHz	1 GSa/s	14 (高速模式) 和 16 (高分辨率模式)	4 Mpts、16 Mpts、64 Mpts、256 Mpts	是	带宽、存储器深度

表 5. 电流传感器的主要特征

型号	描述	噪声有效值 (20 MHz NBW)	最大可测量电流	直流测量精度 (包括主机) <sup>1</sup>	最大带宽 (独立)
CX1101A	电流传感器, 单通道	40 nA	10 A <sup>2</sup>	± (0.6 % + 0.3 %)	100 MHz
CX1102A <sup>3</sup>	电流传感器, 双通道	40 nA	1 A	± (0.6 % + 0.3 %)	100 MHz
CX1103A	电流传感器, 低侧	150 pA	20 mA	± (0.6 % + 0.3 %)	200 MHz
CX1104A	电流传感器, 可选电阻传感器前端	22 μA <sup>4</sup>	15 A	± (1.7 % + 0.5 %)	20 MHz
CX1105A	差分传感器, 单通道	20 μV <sup>5</sup>	100 A <sup>6</sup>	± (1.4 % + 0.3 %)	100 MHz

1. 执行用户校准后 24 小时内的技术指标。CX1104A 与 CX1214A 结合使用。
2. 结合使用 CX1206A 传感器前端。
3. CX1102A 占用主机上的两个输入通道。
4. 结合使用 CX1216A 电阻传感器前端。
5. 启用了高分辨率模式。电流噪声取决于所测的分流电阻。
6. 实际最大可测量电流。

## 电流/差分传感器量程

表 6. CX1101A 电流传感器, 单通道,  $\pm 40$  V, 100 MHz, 40 nA 至 1 A

通道		最大带宽 (-3 dB)	输入电阻 (典型值)	最大共模电压
范围	噪声有效值 <sup>1</sup>			
10 A	10 mA	3 MHz <sup>2</sup>	15 m $\Omega$	
1 A	2 mA			
200 mA	0.2 mA	100 MHz	410 m $\Omega$	
20 mA	20 $\mu$ A			
2 mA	3 $\mu$ A			$\pm 40$ V
200 $\mu$ A	500 nA <sup>5</sup>	500 kHz <sup>5</sup>		
	400 nA <sup>3</sup>	25 kHz <sup>3</sup>	50 $\Omega$	
20 $\mu$ A	150 nA <sup>5</sup>	500 kHz <sup>5</sup>		
	40 nA <sup>3</sup>	25 kHz <sup>3</sup>		

表 7. CX1102A 电流传感器, 双通道,  $\pm 12$  V, 100 MHz, 40 nA 至 1 A

主通道		辅助通道		最大带宽 (-3 dB)	输入电阻 (典型值)	最大共模电压
范围	噪声有效值 <sup>1</sup>	范围	噪声有效值 <sup>1</sup>			
1 A	2 mA	20 mA	20 $\mu$ A	100 MHz	410 m $\Omega$	
200 mA	0.2 mA	2 mA	3 $\mu$ A			
20 mA	20 $\mu$ A	200 $\mu$ A	500 nA	500 kHz		$\pm 12$ V
2 mA	2 $\mu$ A	20 $\mu$ A	200 nA		50 $\Omega$	
20 mA <sup>3</sup>	8 $\mu$ A <sup>3</sup>	200 $\mu$ A <sup>3</sup>	400 nA <sup>3</sup>	90 kHz <sup>3</sup>		
2 mA <sup>3</sup>	1 $\mu$ A <sup>3</sup>	20 $\mu$ A <sup>3</sup>	40 nA <sup>3</sup>	25 kHz <sup>3</sup>		

表 8. CX1103A 电流传感器, 低侧, 200 MHz, 100 pA 至 20 mA

通道		最大带宽 (-3 dB)	最大偏置电流	输入电阻 (典型值)	最大共模电压
范围	噪声有效值 <sup>1</sup>				
20 mA	5 $\mu$ A	200 MHz	$\pm 20$ mA		
2 mA	1.5 $\mu$ A	75 MHz			$\pm 1$ V (50 $\Omega$ 输入开启)
200 $\mu$ A	150 nA	9 MHz	$\pm 200$ $\mu$ A	55 $\Omega$ (50 $\Omega$ 输入开启)	$\pm 0.5$ V (50 $\Omega$ 输入关闭)
20 $\mu$ A	25 nA	2.5 MHz		4 $\Omega$ (50 $\Omega$ 输入关闭)	
2 $\mu$ A	1.5 nA	250 kHz	$\pm 2$ $\mu$ A		
200 nA	150 pA	100 kHz			

表 9. CX1104A 电流传感器, 可选电阻传感器前端

电阻传感器前端	量程 (上限/下限)	噪声有效值 (20 MHz NBW)	最大带宽 (-3 dB)	输入电阻 (典型值)	最大共模电压
CX1211A	15.0 A	48 mA	20 MHz	5.5 m $\Omega$	$\pm 40$ V
	10.0 A	8.8 mA			
CX1212A	10.0 A	24 mA		8.0 m $\Omega$	
	5.0 A	4.4 mA			
CX1213A	5.0 A	6.0 mA		23 m $\Omega$	
	1.25 A	1.1 mA			
CX1214A	3.0 A	2.4 mA		53 m $\Omega$	
	500 mA	440 $\mu$ A			
CX1215A	2.0 A	1.2 mA		103 m $\Omega$	
	250 mA	220 $\mu$ A			
CX1216A	250 mA	120 $\mu$ A		1.0 $\Omega$	
	25 mA	22 $\mu$ A			

表 10. CX1105A 差分传感器, 单通道

范围	噪声有效值		最大带宽 (-3 dB)	最大共模电压
	20 MHz NBW	2.5 kHz NBW <sup>4</sup>		
2.5 V	1100 $\mu$ V	200 $\mu$ V	100 MHz	$\pm$ 40 V
1 V	1100 $\mu$ V	200 $\mu$ V		
250 mV	45 $\mu$ V	3.0 $\mu$ V		
100 mV	24 $\mu$ V	1.3 $\mu$ V		
25 mV	20 $\mu$ V	400 nV		$\pm$ 6 V

1. 噪声测量带宽 = 20 MHz
2. 在 -4 dB 处。
3. 内置低通滤波器模式开启。
4. 启用了高分辨率模式。
5. 为了启用这些量程, CX1101A 的固化软件版本不得低于 2.0 版本。

## 有效电流测量带宽

在本技术资料中, 主机 (50 MHz、100 MHz 和 200 MHz)、传感器 (20 MHz、100 MHz、200 MHz) 和探头适配器 (300 MHz) 均被视为“独立”仪器来测量和定义其最大带宽。

如本文的技术资料部分所述, 当电流传感器或适配器连接至主机时, 使用下面的方程式可以估算出“有效”测量带宽。

表 11a 显示了 200 MHz 主机可用组合的有效测量带宽。

$$BW_{\text{effective}} = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{BW_{\text{sensor}}^2} + \frac{1}{BW_{\text{mainframe}}^2}}}$$

表 11a. 最大有效测量带宽

传感器/适配器带宽 $BW_{\text{传感器}}$ (MHz)	主机带宽 $BW_{\text{主机}}$ (MHz)	有效测量带宽 (MHz)
CX1101A	200	~ 90
CX1102A		~ 90
CX1103A		~ 140
CX1104A		~ 20
CX1105A		~ 90
CX1151A <sup>1</sup>		~ 165

1. 未连接无源探头。

## 订货信息

表 11b. CX3300 系列订货信息

类型	产品型号	描述	
主机型号	CX3322A	器件电流波形分析仪, 1 GSa/s, 14/16 位, 双通道	
	CX3322A-B05	带宽 — 50 MHz	
	CX3322A-B10	带宽 — 100 MHz	
	CX3322A-B20	带宽 — 200 MHz	
	CX3322A-004	存储器 — 4 Mpts/通道	
	CX3322A-016	存储器 — 16 Mpts/通道	
	CX3322A-064	存储器 — 64 Mpts/通道	
	CX3322A-256	存储器 — 256 Mpts/通道	
	CX3300A-KBD	小型键盘和光电鼠标	
	CX3322A-A6J	ANZI Z540-1-1994 校准	
	CX3322A-UK6	包含测试数据的商业校准证书	
	CX3324A	器件电流波形分析仪, 1 GSa/s, 14/16 位, 4 通道	
	CX3324A-B05	带宽 — 50 MHz	
	CX3324A-B10	带宽 — 100 MHz	
	CX3324A-B20	带宽 — 200 MHz	
	CX3324A-004	存储器 — 4 Mpts/通道	
	CX3324A-016	存储器 — 16 Mpts/通道	
	CX3324A-064	存储器 — 64 Mpts/通道	
	CX3324A-256	存储器 — 256 Mpts/通道	
	CX3300A-KBD	小型键盘和光电鼠标	
	CX3324A-A6J	ANZI Z540-1-1994 校准	
	CX3324A-UK6	包含测试数据的商业校准证书	
	传感器型号	CX1101A	电流传感器, 单通道, $\pm 40$ V, 100 MHz, 40 nA 至 1 A
		CX1101A-A6J	ANZI Z540-1-1994 校准
		CX1101A-UK6	包含测试数据的商业校准证书
		CX1102A	电流传感器, 双通道, $\pm 12$ V, 100 MHz, 40 nA 至 1 A
CX1102A-A6J		ANZI Z540-1-1994 校准	
CX1102A-UK6		包含测试数据的商业校准证书	
CX1103A		电流传感器, 低侧, 200 MHz, 100 pA - 20 mA	
CX1103A-A6J		ANZI Z540-1-1994 校准	
CX1103A-UK6		包含测试数据的商业校准证书	
CX1104A		电流传感器, 可选电阻传感器前端, $\pm 40$ V, 20 MHz	
CX1104A-A6J		ANZI Z540-1-1994 校准	
CX1104A-UK6		包含测试数据的商业校准证书	
CX1105A		差分传感器, 单通道, 100 MHz	
CX1105A-A6J		ANZI Z540-1-1994 校准	
CX1105A-UK6		包含测试数据的商业校准证书	
适配器		CX1151A <sup>1</sup>	无源探头接口适配器
		CX1151A-A6J	ANZI Z540-1-1994 校准
	CX1151A-UK6	包含测试数据的商业校准证书	
数字通道	CX1152A	数字通道, 10 M $\Omega$ 输入, $\pm 25$ V, 8 通道	
其他配件	CX1903A	适用于 CX3300 系列的机架安装套件	
	CX1905B	适用于 3D 探头定位器的附件	

表 11b. CX3300 系列订货信息 (续)

类型	产品型号	描述
适用于 CX1101A 和 CX1102A 的传感器前端	CX1201A	传感器前端, 同轴直通
	CX1202A	传感器前端, 配有电压监测器的同轴直通
	CX1203A <sup>2</sup>	传感器前端, 同轴端子
	CX1204A	传感器前端, 双绞线适配器
	CX1205A	传感器前端, 测试引线适配器
	CX1206A	传感器前端, 配有扩展器的高电流适配器, 10 A
适用于 CX1104A 的电阻传感器前端	CX1211A	电阻传感器前端, 15 A, 5.5 mΩ
	CX1211A-A6J	ANZI Z540-1-1994 校准
	CX1211A-UK6	包含测试数据的商业校准证书
	CX1212A	电阻传感器前端, 10 A, 8 mΩ
	CX1212A-A6J	ANZI Z540-1-19094 校准
	CX1212A-UK6	包含测试数据的商业校准证书
	CX1213A	电阻传感器前端, 5 A, 23 mΩ
	CX1213A-A6J	ANZI Z540-1-1994 校准
	CX1213A-UK6	包含测试数据的商业校准证书
	CX1214A	电阻传感器前端, 3 A, 53 mΩ
	CX1214A-A6J	ANZI Z540-1-1994 校准
	CX1214A-UK6	包含测试数据的商业校准证书
	CX1215A	电阻传感器前端, 2 A, 103 mΩ
	CX1215A-A6J	ANZI Z540-1-1994 校准
	CX1215A-UK6	包含测试数据的商业校准证书
	CX1216A	电子传感器前端, 0.25 A, 1 Ω
	CX1216A-A6J	ANZI Z540-1-1994 校准
	CX1216A-UK6	包含测试数据的商业校准证书
Windows 10 升级产品	CX3322AU	适用于 CX3322A 的升级套件
	CX3322AU-W10	操作系统从 Windows7 升级到 Windows10
	CX3324AU	适用于 CX3324A 的升级套件
	CX3324AU-W10	操作系统从 Windows7 升级到 Windows10
带宽升级产品	CX1601U	带宽从 50 MHz 升级到 100 MHz, 适用于 CX3322A
	CX1602U	带宽从 50 MHz 升级到 200 MHz, 适用于 CX3322A
	CX1603U	带宽从 100 MHz 升级到 200 MHz, 适用于 CX3322A
	CX1611U	带宽从 50 MHz 升级到 100 MHz, 适用于 CX3324A
	CX1612U	带宽从 50 MHz 升级到 200 MHz, 适用于 CX3324A
	CX1613U	带宽从 100 MHz 升级到 200 MHz, 适用于 CX3324A
存储器深度升级产品	CX1651U	存储器从 16 Mpts 升级到 64 Mpts, 适用于 CX3322A
	CX1652U	存储器从 16 Mpts 升级到 256 Mpts, 适用于 CX3322A
	CX1653U	存储器从 64 Mpts 升级到 256 Mpts, 适用于 CX3322A
	CX1654U	存储器从 4 Mpts 升级到 16 Mpts, 适用于 CX3322A
	CX1655U	存储器从 4 Mpts 升级到 64 Mpts, 适用于 CX3322A
	CX1656U	存储器从 4 Mpts 升级到 256 Mpts, 适用于 CX3322A
	CX1661U	存储器从 16 Mpts 升级到 64 Mpts, 适用于 CX3324A
	CX1662U	存储器从 16 Mpts 升级到 256 Mpts, 适用于 CX3324A
	CX1663U	存储器从 64 Mpts 升级到 256 Mpts, 适用于 CX3324A
	CX1664U	存储器从 4 Mpts 升级到 16 Mpts, 适用于 CX3324A
	CX1665U	存储器从 4 Mpts 升级到 64 Mpts, 适用于 CX3324A
	CX1666U	存储器从 4 Mpts 升级到 256 Mpts, 适用于 CX3324A

1. 推荐使用的无源探头: Keysight N2843A。
2. 适用于 CX1101A 和 CX1102A 的 CX1203A。

## CX3300 系列的特征

保证的技术指标使用 \*\* 标记，所有其他技术指标均为补充特征。仪器经过 30 分钟预热且处于  $23 \pm 5$  °C 温度范围内，方能达到这些技术指标。

### 测量精度

如果射频电磁场强度在 80 MHz 至 2 GHz 的频率范围内大于 3 V/m，或在 2 GHz 至 2.7 GHz 的频率范围内大于 1 V/m，那么测量精度会受到影响。影响程度取决于仪器的位置和屏蔽方式。

表 12. CX3300 系列主机特征概述

		描述
模拟带宽		50 MHz (选件 B05)、100 MHz (选件 B10)、200 MHz (选件 B20)
模拟通道数	CX3322A	2
	CX3324A	4
数字通道数	CX3322A	不适用
	CX3324A	8, 与 CX1152A 结合使用
垂直分辨率		14 位 (高速模式)、16 位 (高分辨率模式)
最大采样率		1 GHz 全通道
每通道的存储器深度		4 Mpts (选件 004)、16 Mpts (选件 016)、64 Mpts (选件 064)、256 Mpts (选件 256)

表 13. 垂直系统 — 模拟通道<sup>1</sup>

模拟带宽 (-3 dB)	14 位分辨率	50 MHz	100 MHz	200 MHz
	16 位分辨率	14 MHz	14 MHz	14 MHz
输入耦合	直流			
输入阻抗 **	50 Ω: $\pm 3.5\%$			
输入范围	$\pm 0.65$ V 标称值, $\pm 2$ V 峰值			
垂直硬件分辨率	14 位或 16 位			
直流测量精度 **	$\pm$ (读数的 0.7% + 量程的 0.7%) <sup>2</sup>			
噪声有效值 ( $\pm 0.5$ V 固定, 全带宽)	14 位分辨率	120 $\mu$ Vrms	170 $\mu$ Vrms	250 $\mu$ Vrms
	16 位分辨率	46 $\mu$ Vrms	46 $\mu$ Vrms	46 $\mu$ Vrms

1. 模拟通道仅适用于 CX1100 系列传感器和 CX1151A 适配器, 不允许用于其他目的。

2. 需要用户进行 ADC 偏置校准。

表 14. 水平系统

	描述
主时基范围	1 ns/格至 20 s/格
分辨率	1 ns
模式	主要
参考位置	左、中、右
时标精度	10 ppm
通道偏移校正	范围 = -100 ns 至 +100 ns

表 15. 采集 — 模拟通道

	描述
最高实时采样率 <sup>1</sup>	14 位分辨率
	16 位分辨率
标配存储器深度	每通道 4 Mpts (选件 004)
存储器深度选件	选件 016: 每通道 16 Mpts
	选件 064: 每通道 64 Mpts
	选件 256: 每通道 256 Mpts
采样模式	实时采样和平均 (常规)
	实时采样和丢弃
	实时采样和峰值检测
滤波器	sin(x) / x 插值
	平均
	1 MHz、2 MHz、5 MHz、10 MHz、20 MHz、50 MHz (选件 B10、B20)、 100 MHz (选件 B20) <sup>2</sup>
	低频噪声抑制模式 (仅限高分辨率模式)

1. 按下“高分辨率”按钮,可以在 14 位和 16 位分辨率之间切换。所有通道设置为同一分辨率。
2. 每通道滤波器由算术运算功能表征。

表 16. 采集 — 数字通道 — 仅 CX3324A

	描述
最高实时采样率	500 MSa/s
每通道最大存储器深度 <sup>1</sup>	128 Mpts
可检测的最小毛刺宽度	7 ns

1. 存储器深度取决于模拟通道的存储器深度。

表 17. 触发

		描述
来源	CX3322A	通道 1、2, 辅助通道和电源通道
	CX3324A	通道 1、2、3、4, 辅助通道、电源通道和数字通道
灵敏度		模拟通道: 传感器范围的 5%
		数字通道: 参见 CX1152A 特征
触发电平范围		外部触发输入: 直流至 100 MHz (最小输入: $V_{pp} = 300 \text{ mV}$ )
		模拟通道: $\pm$ 传感器范围 <sup>1</sup>
		数字通道: 参见 CX1152A
触发电平范围		外部触发输入: $\pm 8 \text{ V}$ (1 M $\Omega$ )
		外部触发输出: 2.5 V (50 $\Omega$ , 100 ns 脉冲宽度)
触发耦合	模拟通道	直流: 高频抑制 (50 kHz 低通滤波器)
	外部触发输入	直流或交流: (10 Hz) 低频抑制 (50 kHz 高通滤波器)、高频抑制 (50 kHz 低通滤波器)
扫描模式		自动扫描、触发扫描、单次扫描
触发释抑时间范围		100 ns 至 10 s
触发动作		指定达到触发条件时要执行的动作 (以及动作的频率)。

1. 模拟通道的触发电平范围与连接至主机的传感器范围相同。默认设置下为  $\pm$  传感器范围 =  $\pm 4$  格。

表 18. 触发模式

	描述
边沿 (模拟和数字)	上升沿、下降沿、任一边沿
边沿跳变 (模拟)	上升沿 > 时间、上升沿 < 时间、下降沿 > 时间、下降沿 < 时间
毛刺 (模拟和数字)	正毛刺 > 时间、正毛刺 < 时间、正毛刺在时间范围内、负毛刺 > 时间、负毛刺 < 时间、负毛刺在时间范围内
脉宽 (模拟和数字)	正脉宽 > 时间、正脉宽 > 超时、正脉宽 < 时间、负脉宽 > 时间、负脉宽 > 超时、负脉宽 < 时间
矮波 (模拟)	正矮波、正矮波 (时间限定)、负矮波、负矮波 (时间限定)
超时 (模拟和数字)	保持高电平时间太长、保持低电平时间太长、保持状态不变时间太长
码型/脉冲范围 (模拟和数字)	码型已进入、码型已退出、码型出现 > 时间、码型出现 > 超时、码型出现 < 时间、码型出现在范围内
状态 (模拟和数字)	上升沿 (AND)、上升沿 (NAND)、下降沿 (AND)、下降沿 (NAND)、任一边沿 (AND)、任一边沿 (NAND)
窗口 (模拟)	进入范围、退出范围、在范围内 > 时间、在范围内 > 超时、在范围内 < 时间、在范围外 > 时间、在范围外 > 超时、在范围外 < 时间

表 19. 测量和分析

	描述
波形测量	可在主区域或缩放区域进行。同时执行多达 8 个测量。
幅度	峰峰值、最小值、最大值、平均值、直流有效值、交流有效值、幅度、底部、顶部、过冲、前冲、上部、中部、下部
时间	上升时间、下降时间、正脉宽、负脉宽、周期、频率、占空比、最短时间 (Tmin)、最长时间 (Tmax)
混合	斜率、面积
算数运算功能	可对通道、存储器或其他功能组合进行处理。多达 8 种独立函数。
运算符	加、减、乘、除、绝对值、平均值、时延、倒数、放大、最大值、最小值、微分、积分、平方、平方根 高通滤波器、低通滤波器、平滑滤波器
波形存储器	可用于测量、算术运算功能与分析。多达 8 个独立存储器。
游标	十字线、A-B、面积
统计分析	波形与波形测量的 平均值、最小值、最大值、标准偏差
幅度分析	窗口化的直方图 (采样数、PDF、CDF、CCDF) 和统计数据
频谱分析 (FFT)	水平选通的幅度和相位, 高达 1 Mpts
X-Y 分析	高达 1 Mpts
功率测量向导	
功率和电流分析器	

表 20. 显示

	描述
查看	波形、直方图、频谱、统计、设置概要、侧栏
显示样式	单视图、双视图、单一 + 缩放 (垂直、水平、两者) 余辉、色级 绘图: 自动、点、线、面、分级、菱形 轴: 自动、线性、对数、反转
注释	可插入显示区域和指定波形

表 21. 保存和加载

	描述
屏幕快照 <sup>1</sup>	JPG、BMP、PNG
触发设置	HDF5
设置	HDF5 (包含所有设置, 其中包括触发设置)
波形	HDF5 (保存和加载) 及 CSV <sup>1</sup>
复合	HDF5 (包含设置、波形、测量结果及分析结果)
报告	XPS (包含测量结果和分析结果) <sup>1</sup>
自动保存	

1. 仅保存

表 22. 计算机系统和外设、I/O 端口

		描述
显示屏		WXGA 14.1 英寸电容式多点触控屏
分辨率		应用以 1280 像素 (水平) x 800 像素 (垂直) 运行
计算机系统和外设	操作系统	Windows 10 IoT
	CPU	3 GHz Intel i5 四核处理器
	计算机系统内存	8 GB RAM
	驱动器	≥ 250 GB 可拆卸 SSD (固态硬盘)
	外设	可选配 USB 鼠标和紧凑型键盘。所有型号均支持配有 USB 接口的任意 Windows 兼容输入设备
I/O 端口	LAN	LAN RJ-45 连接器, 支持 10Base-T、100Base-T 和 1000Base-T。支持网络远程控制
	USB <sup>1</sup>	总共 7 个端口: 前面三个 USB 2.0 端口 侧面 4 个 USB 端口 (2 个 USB 3.0 端口, 2 个 USB 2.0 端口)
	外部显示屏	驱动程序同时支持最多两个显示屏。 DisplayPort 和 VGA 视频输出
	辅助输出	± 7 V 最大值、± 200 mA 最大值: 直流、脉冲、方波
	时基参考输出	10 MHz, 8.33 dBm (Vpp = 1.65 V), 50 Ω
	时基外部参考输入	10 MHz, 16 dBm (Vpp = 4 V) 最大值, 50 Ω
	LXI 标准	LXI 1.4 Core、LXI HiSLIP、LXI IPv6

1. 如果射频电磁场强度在 80 MHz 至 2 GHz 的频率范围内大于 3 V/m, 或在 2 GHz 至 2.7 GHz 的频率范围内大于 1 V/m, 那么 USB 通信功能会受到影响。影响程度取决于仪器的位置和屏蔽方式。

表 23. 环境和一般技术指标

		描述
温度	工作	0 至 40 °C
	储存	-20 至 60 °C
湿度	工作	40 °C 时相对湿度高达 80% (无冷凝)
	储存	60 °C 时相对湿度高达 90% (无冷凝)
海拔高度	工作	高达 2000 米
	储存	高达 4600 米
功率		100 V 至 240 V ± 10%, 50 Hz/60 Hz
	最大功耗	250 VA
重量		主机: 11 kg
尺寸 (底座收起)		425.6 mm (宽)、266.1 mm (高)、196.7 mm (深)
安全		IEC 61010-1
电磁兼容性标准		IEC 61326-1

## CX1100 系列电流/差分传感器的特征

保证的技术指标使用 \*\* 标记，所有其他技术指标均为补充特征。仪器经过 30 分钟预热且处于  $23 \pm 5^\circ\text{C}$  温度范围内，方能达到这些技术指标。除非另有说明，所有这些特征均是由 CX3300 主机在 14 位采集分辨率下定义。了解主机特征，请参见《器件电流波形分析仪》技术资料 (5992-1430CHCN)。

### 测量精度概述

如果射频电磁场强度在 80 MHz 至 2 GHz 的频率范围内大于 3 V/m，或在 2 GHz 至 2.7 GHz 的频率范围内大于 1 V/m，那么测量精度会受到影响。影响程度取决于仪器的位置和屏蔽方式。

## CX1101A 的特征

表 24. CX1101A 特征概述

	范围	$R_{IN}^2$	噪声 (有效值) <sup>3</sup>	最大带宽 (-3 dB) <sup>4</sup>
电流测量 <sup>1</sup>	10 A	15 mΩ (典型值)	10 mA	3 MHz <sup>5</sup>
	1 A		2 mA	100 MHz
	200 mA	410 mΩ (典型值)	0.2 mA	100 MHz
	20 mA		20 μA	100 MHz
	2 mA	50 Ω (典型值)	3 μA	100 MHz
	200 μA		500 nA <sup>7</sup>	500 kHz <sup>7</sup>
	20 μA	77 Ω (最大值)	400 nA <sup>6</sup>	25 kHz
		150 nA <sup>7</sup>	500 kHz <sup>7</sup>	
			40 nA <sup>6</sup>	25 kHz

- 用于测量这些特征的传感器前端：CX1206A (10 A 量程) 和 CX1203A (所有其他量程)。
- CX1203A 的滑动开关将设置为“0 Ω”。
- 连接主机时测得的噪声带宽为 20 MHz。
- 独立带宽。连接至主机时的有效测量带宽可使用下面的公式估算。

$$BW_{\text{有效值}} = \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{1}{BW_{\text{传感器}}}\right)^2 + \left(\frac{1}{BW_{\text{主机}}}\right)^2}}$$

- 4 dB 带宽。
- 传感器的内置滤波器开启。
- 想要启用这些量程，CX1101A 的主机固化软件版本不得低于 2.0 版本。

表 25. CX1101A 的直流测量精度 <sup>1</sup>

范围		独立	连接主机	$T_{\text{用户校准}} \pm 3^\circ\text{C}, 24 \text{ 小时}^2$
		$23 \pm 5^\circ\text{C}$	$23 \pm 5^\circ\text{C}$	
10 A		$\pm (5\% + 5\%)$	$\pm (5.7\% + 5.9\%)$	不适用
1 A		$\pm (2\% + 2\%)^{**}$	$\pm (2.7\% + 2.9\%)^{**}$	$\pm (1.8\% + 0.4\%)$
200 mA	增益 [读数的 %] + 偏置 [量程的 %]	$\pm (2\% + 2\%)^{**}$	$\pm (2.7\% + 2.9\%)^{**}$	$\pm (0.7\% + 0.4\%)$
20 mA		$\pm (2\% + 2\%)^{**}$	$\pm (2.7\% + 2.9\%)^{**}$	$\pm (0.6\% + 0.3\%)$
2 mA		$\pm (2\% + N/A)^{**}$	$\pm (2.7\% + N/A)^{**}$	$\pm (0.7\% + 1.1\%)$
200 μA		$\pm (2\% + 2\%)^{**}$	$\pm (2.7\% + 2.9\%)^{**}$	$\pm (0.7\% + 0.3\%)$
20 μA		$\pm (2\% + N/A)^{**}$	$\pm (2.7\% + N/A)^{**}$	$\pm (0.7\% + 1.1\%)$

- 精度在  $V_{CM} = 0\text{ V}$  时定义 (零共模输入电压位于  $+I_{\text{输入}}$  或  $-I_{\text{输入}}$ )。V<sub>cm</sub> 高达 40 V 时，偏置误差增加 0.7% 典型值。  
“读数”的定义是通过测量得到的值。直流测量条件：平均 20 ms。
- 连接主机时执行用户校准后 (包括增益和偏置)。

表 26. CX1101A 的其他特征

上升时间 (10% 至 90%)	0.35/带宽	
输入共模阻抗 <sup>1</sup>	750 M $\Omega$ // 31 pF (标称值)	
可测量超量程范围	量程的 10%	
负荷电压	R <sub>IN</sub> * 测得电流	
最大输入电压 (共模) <sup>2</sup>	峰值电压 (直流 + 交流) 限制	$\pm 40$ V
	交流电压限额	$\pm 5$ V (超过 1 MHz)
绝对最大输入电流	范围	保护 <sup>4</sup>
	10 A	11 A
	1 A	
	200 mA	1.5 A <sup>3</sup>
	20 mA	
	2 mA	
200 $\mu$ A	50 mA	
20 $\mu$ A		

1. 结合 CX1201A 进行测量。两路输入均具有这一相同的输入阻抗。使用 CX1203A 传感器前端时, 负极 (-) 端子在内部通过一个 10 M $\Omega$  电阻连接至电路公共端。
2. 对于所有电流量程。
3. 采用 50  $\Omega$  设置的 CX1203A: 125 mA。
4. 如欲了解更多信息, 请参见《CX1100 用户指南》(CX1100-90000)。

表 27. CX1101A 的一般信息<sup>1</sup>

	描述
电缆长度	传感器电缆: 1.5 m, GND 引线: 16 cm
尺寸 <sup>2</sup>	46.8 mm (宽)、31.9 mm (高)、205.3 mm (深)
重量	400 g
配备的附件	1 个同轴端接适配器传感器前端 (CX1203A)
	1 根同轴电缆, SMA 插头至开路, 100 mm (8121-2773) <sup>3</sup>
	1 根同轴电缆, SMA 插头至 MHF 插头, 100 mm (8121-2774) <sup>3</sup>
	1 个 MHF 插入工具 (8710-2791) <sup>3</sup>
	5 根同轴电缆, MHF 插头, 短路, 21 mm (8121-2780) <sup>3</sup>
	5 个射频连接器, MHF 插座直插式 SMT (1250-3656) <sup>3</sup>
	1 个 SMA (P) 至 BNC (J) 50 $\Omega$ 同轴适配器 (1250-3975)
	1 根 GND 引线 (C1101-61711)

1. 如欲了解更多信息, 请参见主机的“环境和一般技术指标”部分。
2. 包括 CX1203A 传感器前端。不包括电缆和适配器。
3. CX1203A 的附件。

## CX1102A 的特征

表 28. CX1102A 特征概述

	范围		$R_{IN}^2$	噪声 (有效值) <sup>3</sup>		最大带宽 (-3 dB) <sup>4</sup>	
	主通道	辅助通道		主通道	辅助通道		
电流测量 <sup>1</sup>	1 A	20 mA	410 mΩ (典型值) 550 mΩ (最大值)	2 mA	20 μA	100 MHz	
	200 mA	2 mA		0.2 mA	3 μA		
	20 mA	200 μA	50 Ω (典型值) 77 Ω (最大值)	20 μA	500 nA		500 kHz
	2 mA	20 μA	50 Ω (典型值) 77 Ω (最大值)	8 μA <sup>5</sup>	400 nA <sup>5</sup>		90 kHz <sup>5</sup>
				2 μA	200 nA	500 kHz	
				1 μA <sup>5</sup>	40 nA <sup>5</sup>	25 kHz <sup>5</sup>	

1. 用于测量这些特征的传感器前端: CX1203A。
2. CX1203A 的滑动开关将设置为“0 Ω”。
3. 连接主机时测得的噪声带宽为 20 MHz。
4. 独立带宽。连接至主机时的有效测量带宽可使用下面的公式估算。

$$BW_{\text{有效值}} = \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{1}{BW_{\text{传感器}}}\right)^2 + \left(\frac{1}{BW_{\text{主机}}}\right)^2}}$$

5. 传感器的内置滤波器开启。

表 29. CX1102A 的直流测量精度<sup>1</sup>

范围		独立	连接主机	$T_{\text{用户校准}} \pm 3^\circ\text{C}, 24 \text{ 小时}^2$
		$23 \pm 5^\circ\text{C}$	$23 \pm 5^\circ\text{C}$	
1 A 主通道		$\pm (2\% + 2\%)^{**}$	$\pm (2.7\% + 2.9\%)^{**}$	$\pm (1.8\% + 0.4\%)$
200 mA 主通道		$\pm (2\% + 2\%)^{**}$	$\pm (2.7\% + 2.9\%)^{**}$	$\pm (0.6\% + 0.4\%)$
20 mA 辅助通道		$\pm (2\% + 2\%)^{**}$	$\pm (2.7\% + 2.9\%)^{**}$	$\pm (0.6\% + 0.4\%)$
2 mA 辅助通道	增益 [读数的 %] + 偏置 [量程的 %]	$\pm (2\% + \text{N/A})^{**}$	$\pm (2.7\% + \text{N/A})^{**}$	$\pm (0.6\% + 0.9\%)$
20 mA 主通道		$\pm (2\% + 2\%)^{**}$	$\pm (2.7\% + 2.9\%)^{**}$	$\pm (0.6\% + 0.3\%)$
2 mA 主通道		$\pm (2\% + 2\%)^{**}$	$\pm (2.7\% + 2.9\%)^{**}$	$\pm (0.7\% + 0.3\%)$
200 μA 辅助通道		$\pm (2\% + 2\%)^{**}$	$\pm (2.7\% + 2.9\%)^{**}$	$\pm (0.6\% + 0.4\%)$
20 μA 辅助通道		$\pm (2\% + \text{N/A})^{**}$	$\pm (2.7\% + \text{N/A})^{**}$	$\pm (0.7\% + 0.9\%)$

1. 精度在  $V_{CM} = 0 \text{ V}$  时定义 (零共模输入电压位于  $+I_{\text{输入}}$  或  $-I_{\text{输入}}$ )。  $V_{CM}$  高达 12 V 时, 偏置误差增加 0.9% 典型值。“读数”的定义是通过测量得到的值。直流测量条件: 平均 20 ms。
2. 连接主机时执行用户校准后 (包括增益和偏置)。

表 30. CX1102A 其他特征

		描述
升时间 (10% 至 90%)		0.35/带宽
输入共模阻抗 <sup>1</sup>		750 M $\Omega$ // 18 pF (标称值)
可测量超量程范围		量程的 10%
负荷电压		$R_{\text{输入}}^*$ 测得电流
最大输入电压 (共模) <sup>2</sup>	峰值电压 (直流 + 交流) 限制	$\pm 12$ V
绝对最大输入电流	范围	保护 <sup>4</sup>
	1 A 主通道	
	200 mA 主通道	
	20 mA 辅助通道	1.5 A <sup>3</sup>
	2 mA 辅助通道	
	20 mA 主通道	
	2 mA 主通道	
	200 $\mu$ A 辅助通道	50 mA
	20 $\mu$ A 辅助通道	

1. 使用 CX1201A 测得。
2. 所有电流量程。
3. 采用 50  $\Omega$  设置的 CX1203A: 125 mA。
4. 如欲了解更多信息, 请参见《CX1100 用户指南》(CX1100-90000)。

表 31. CX1102A 的一般信息<sup>1</sup>

	描述
电缆长度	传感器电缆: 1.5 m, GND 引线: 16 cm
尺寸 <sup>2</sup>	46.8 mm (宽)、31.9 mm (高)、215.3 mm (深)
重量	600 g
配备的附件	1 个同轴端接适配器传感器前端 (CX1203A)
	1 根同轴电缆, SMA 插头至开路, 100 mm (8121-2773) <sup>3</sup>
	1 根同轴电缆, SMA 插头至 MHF 插头, 100 mm (8121-2774) <sup>3</sup>
	1 个 MHF 插入工具 (8710-2791) <sup>3</sup>
	5 根同轴电缆, MHF 插头, 短路, 21 mm (8121-2780) <sup>3</sup>
	5 个射频连接器, MHF 插座直插式 SMT (1250-3656) <sup>3</sup>
	1 个 SMA (P) 至 BNC (J) 50 $\Omega$ 同轴适配器 (1250-3975)
	1 根 GND 引线 (C1101-61711)

1. 如欲了解更多信息, 请参阅主机的“环境和一般技术指标”部分。
2. 包括 CX1203A 传感器前端。不包括电缆和适配器。
3. CX1203A 的附件。

## CX1103A 的特征

表 32. CX1103A 特征概述

	范围	$R_{IN}$	噪声 (有效值) <sup>1</sup>	最大带宽 (-3 dB) <sup>2</sup>	直流偏置范围和分辨率
电流测量	20 mA	50 $\Omega$ 典型值,	5 $\mu$ A	200 MHz	$\pm$ 20 mA
	2 mA	55 $\Omega$ 最大值	1.5 $\mu$ A	75 MHz	0.8 $\mu$ A 分辨率
	200 $\mu$ A	(50 $\Omega$ 输入开启)	150 nA	9 MHz	$\pm$ 200 $\mu$ A
	20 $\mu$ A	4 $\Omega$ 典型值,	25 nA	2.5 MHz	8 nA 分辨率
	2 $\mu$ A	6 $\Omega$ 最大值	1.5 nA	250 kHz	$\pm$ 2 $\mu$ A
	200 nA	(50 $\Omega$ 输入关闭)	150 pA	100 kHz	80 pA 分辨率

1. 连接主机时测得的噪声带宽为 20 MHz。
2. 独立带宽。连接至主机时的有效测量带宽可使用下面的公式估算。

$$BW_{\text{有效值}} = \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{1}{BW_{\text{传感器}}}\right)^2 + \left(\frac{1}{BW_{\text{主机}}}\right)^2}}$$

表 33. CX1103A 的直流测量精度 <sup>1</sup>

范围		独立	连接主机	$T_{\text{用户校准}} \pm 3^\circ\text{C}, 24 \text{ 小时}^2$
		$23 \pm 5^\circ\text{C}$	$23 \pm 5^\circ\text{C}$	
20 mA		$\pm (2\% + 2\%)^{**}$	$\pm (2.7\% + 2.9\%)^{**}$	$\pm (0.6\% + 0.3\%)$
2 mA		$\pm (2\% + 2\%)^{**}$	$\pm (2.7\% + 2.9\%)^{**}$	$\pm (0.6\% + 0.4\%)$
200 $\mu$ A	增益 [读数的 %] + 偏置 [读数的 %]	$\pm (2\% + 2\%)^{**}$	$\pm (2.7\% + 2.9\%)^{**}$	$\pm (0.6\% + 0.4\%)$
20 $\mu$ A		$\pm (2\% + 2\%)^{**}$	$\pm (2.7\% + 2.9\%)^{**}$	$\pm (0.6\% + 0.4\%)$
2 $\mu$ A		$\pm (2\% + 2\%)^{**}$	$\pm (2.7\% + 2.9\%)^{**}$	$\pm (1.3\% + 0.4\%)$
200 nA		$\pm (2\% + 2\%)^{**}$	$\pm (2.7\% + 2.9\%)^{**}$	$\pm (1.3\% + 0.3\%)$

1. 精度在直流偏置 = 0 A 时定义。“读数”的定义是通过测量得到的值。直流测量条件: 平均 20 ms。
2. 连接主机时执行用户校准后。补充特征。

表 34. CX1103A 其他特征

	描述
上升时间 (10% 至 90%)	0.35 / 带宽
可测量超量程范围	量程的 10%
负荷电压	$R_{IN} \cdot$ 测得电流
最大输入电压 (共模) <sup>1</sup>	输入 50 $\Omega$ 关闭
	输入 50 $\Omega$ 开启
绝对最大输入电流 <sup>2</sup>	125 mA

1. 所有电流量程。
2. 如欲了解更多信息, 请参阅《CX1100 用户指南》(CX1100-90000)。

表 35. CX1103A 的一般信息 <sup>1</sup>

	描述
电缆长度	传感器电缆: 1.5 m, GND 引线: 16 cm
尺寸	45.8 mm (宽)、28.1 mm (高)、163.1 mm (深)
重量	300 g
配备的附件	1 个 SMA (P) 至 BNC (J) 50 $\Omega$ 同轴适配器 (1250-3975)
	1 根 GND 引线 (C1101-61711)

1. 如欲了解更多信息, 请参阅主机的“环境和一般技术指标”部分。

# CX1104A 的特征

表 36. CX1104A 特征概述

电阻传感器前端	量程 (上限/下限)	R <sub>输入</sub> 典型值 <sup>1</sup>	噪声 (有效值) @ 20 MHz NBW	噪声 (有效值) @ 2.5 kHz NBW <sup>2</sup>	最大带宽 (-3 dB) <sup>3</sup>
CX1211A	15.0 A	5.5 mΩ	48 mA	1.6 mA	20 MHz
	10.0 A		8.8 mA	160 μA	
CX1212A	10.0 A	8.0 mΩ	24 mA	800 μA	
	5.0 A		4.4 mA	80 μA	
CX1213A	5.0 A	23 mΩ	6.0 mA	200 μA	
	1.25 A		1.1 mA	20 μA	
CX1214A	3.0 A	53 mΩ	2.4 mA	80 μA	
	500 mA		440 μA	8.0 μA	
CX1215A	2.0 A	103 mΩ	1.2 mA	40 μA	
	250 mA		220 μA	4.0 μA	
CX1216A	250 mA	1.0 Ω	120 μA	4.0 μA	
	25 mA		22 μA	400 nA	

1. R<sub>IN</sub> 在传感器前端中同时包含电流感应电阻和寄生电阻。感应电阻经过了校准。
2. 启用了高分辨率模式。
3. 独立带宽在传感器前端连接器上测得。连接至主机时的有效测量带宽可使用下面的公式估算。

$$BW_{\text{effective}} = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{BW_{\text{sensor}}^2} + \frac{1}{BW_{\text{mainframe}}^2}}}$$

表 37. CX1104A 直流电流测量精度<sup>1,3</sup>

电阻传感器前端	范围		独立	连接主机	T <sub>用户校准</sub> ± 3 °C, 24 小时 <sup>2</sup>
			23 ± 5 °C	23 ± 5 °C	
CX1211A	15 A		± (3.3 % + 1.0 %) **	± (4.0 % + 7.1 %) **	± (4.0 % + 2.0 %)
	10 A		± (3.5 % + 0.2 %) **	± (4.2 % + 1.1 %) **	± (4.2 % + 0.3 %)
CX1212A	10 A		± (3.3 % + 0.8 %) **	± (4.0 % + 5.3 %) **	± (4.0 % + 1.5 %)
	5 A		± (3.5 % + 0.2 %) **	± (4.2 % + 1.1 %) **	± (4.2 % + 0.3 %)
CX1213A	5 A		± (1.9 % + 0.4 %) **	± (2.6 % + 2.7 %) **	± (2.6 % + 0.8 %)
	1.25 A	增益 [读数的 %] + 偏置 [量程的 %]	± (2.1 % + 0.2 %) **	± (2.8 % + 1.1 %) **	± (2.8 % + 0.3 %)
CX1214A	3 A		± (1.0 % + 0.3 %) **	± (1.7 % + 1.8 %) **	± (1.7 % + 0.5 %)
	500 mA		± (1.3 % + 0.2 %) **	± (2.0 % + 1.1 %) **	± (2.0 % + 0.3 %)
CX1215A	2 A		± (1.6 % + 0.2 %) **	± (2.3 % + 1.3 %) **	± (2.3 % + 0.4 %)
	250 mA		± (1.8 % + 0.2 %) **	± (2.5 % + 1.1 %) **	± (2.5 % + 0.3 %)
CX1216A	250 mA		± (1.5 % + 0.2 %) **	± (2.2 % + 1.1 %) **	± (2.2 % + 0.3 %)
	25 mA		± (1.7 % + 0.2 %) **	± (2.4 % + 1.1 %) **	± (2.4 % + 0.3 %)

1. 精度在 V<sub>CM</sub> = 0 V 时定义 (零共模输入电压位于 +I<sub>输入</sub> 或 -I<sub>输入</sub>)。“读数”的定义是通过测量得到的值。直流测量条件: 平均 20 ms。
2. 连接主机时执行用户校准后。启用了高分辨率模式。
3. 精度从传感器和电阻传感器前端 (在表 15 和表 25 中列出) 的综合精度技术指标得出。

表 38. CX1104A 直流电压测量精度<sup>1, 2</sup>

范围		独立 23 ± 5 °C	连接主机 23 ± 5 °C	T <sub>用户校准</sub> ± 3 °C, 24 小时 <sup>3</sup>
250 mV (高量程)	增益 [读数的 %] +	± (0.58 % + 0.15 %) **	± (1.28 % + 1.05 %) **	± (NA + 0.3 %)
25 mV (低量程)	偏置 [量程的 %]	± (0.84 % + 0.15 %) **	± (1.54 % + 1.05 %) **	± (NA + 0.3 %)

1. 精度在  $V_{CM} = 0 V$  时定义 (零共模输入电压位于  $+I_{输入}$  或  $-I_{输入}$ )。“读数”的定义是通过测量得到的值。直流测量条件: 平均 20 ms。
2. CX1104A 单独用作电压传感器, 其电压测量精度技术指标在前面表格中列出。
3. 连接主机时执用户校准后。启用了高分辨率模式。

表 39. CX1104A 的其他特征

	描述	
上升时间 (10% 至 90%)	0.35/带宽	
输入共模阻抗 <sup>1</sup>	20 MΩ // 32 pF (标称值)	
过驱动恢复时间 <sup>2</sup>	100 ns	
最大输入电压 (共模)	直流峰值	± 40 V
	直流至 0.4 Hz	线性变化
	0.4 Hz 至 100 MHz	± 6 V
CMRR	1 kHz	110 dB
	1 MHz	50 dB
	10 MHz	40 dB

1. 如欲了解更多信息, 请参阅《CX1100 用户指南》(CX1100-90000)。
2. 当使用幅度为  $V_{max\_ND}$  (高量程: ± 280 mV, 低量程: ± 75 mV) 的方脉冲输入驱动时, 稳定到量程满标度的 10% 以内的时间。

表 40. CX1104A 的一般信息<sup>1</sup>

	描述
电缆长度	传感器电缆: 1.5 m, GND 引线: 16 cm, USB 电缆: 15 cm
尺寸 <sup>2</sup>	30.0 mm (宽)、20.5 mm (高)、205.2 mm (深)
重量	300 g
配备的附件	1 根 USB Type-C 电缆 (C1104-61701)
	1 个香蕉头适配器 (C1210-60001)
	1 根接地引线 (C1101-61711)

1. 如欲了解更多信息, 请参阅主机的“环境和一般技术指标”部分。
2. 不包括电缆和适配器。

## CX1105A 的特征

表 41. CX1105A 特征概述

范围	噪声 (有效值) @ 20 MHz NBW	噪声 (有效值) @ 2.5 kHz NBW <sup>1</sup>	最大带宽 (-3 dB) <sup>2</sup>
2.5 V	1100 $\mu$ V	200 $\mu$ V	100 MHz
1 V	1100 $\mu$ V	200 $\mu$ V	
250 mV	45 $\mu$ V	3.0 $\mu$ V	
100 mV	24 $\mu$ V	1.3 $\mu$ V	
25 mV	20 $\mu$ V	400 nV	

1. 启用了高分辨率模式。
2. 连接至主机时的有效测量带宽可使用下面的公式估算。

$$BW_{\text{effective}} = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{BW_{\text{sensor}}^2} + \frac{1}{BW_{\text{mainframe}}^2}}}$$

表 42. CX1105A 的直流测量精度<sup>1</sup>

量程 <sup>2,3</sup>	独立	连接主机	
		23 $\pm$ 5 $^{\circ}$ C	T <sub>用户校准</sub> $\pm$ 3 $^{\circ}$ C, 24 小时 <sup>3</sup>
2.5 V	$\pm$ (0.8% + 1.0%)**	$\pm$ (1.5% + 2.2%)**	$\pm$ (1.5% + 0.6%)
1 V	$\pm$ (0.8% + 2.1%)**	$\pm$ (1.5% + 3.3%)**	$\pm$ (1.5% + 0.8%)
250 mV	$\pm$ (0.7% + 0.2%)**	$\pm$ (1.4% + 1.1%)**	$\pm$ (1.4% + 0.3%)
100 mV	$\pm$ (0.7% + 0.2%)**	$\pm$ (1.4% + 1.1%)**	$\pm$ (1.4% + 0.3%)
25 mV	$\pm$ (0.7% + 0.2%)**	$\pm$ (1.4% + 1.1%)**	$\pm$ (1.4% + 0.3%)

增益 [读数的 %] +  
偏置 [量程的 %]

1. 精度在  $V_{\text{cm}} = 0$  V 时定义 (零共模输入电压位于 +V<sub>输入</sub> 或 -V<sub>输入</sub>)。“读数”的定义是通过测量得到的值。直流测量条件: 平均 20 ms。
2. 2.5 V 和 1 V 量程  $V_{\text{cm}}$ : 共模输入电压位于 +Vin 或 -Vin 输入处。 $V_{\text{cm}}$  高达 40 V 时, 偏置误差增加 0.2%。
3. 连接主机时执行用户校准后, 启用了高分辨率模式。

表 43. CX1105A 的输入阻抗

范围	23 $\pm$ 5 $^{\circ}$ C 时的输入阻抗	
	共模	差模
2.5 V	2 M $\Omega$ //9.5 pF	3.9 M $\Omega$ //4.8 pF
1 V		
250 mV	21 M $\Omega$ //24 pF (+IN)	42 M $\Omega$ //16 pF
	21 M $\Omega$ //27 pF (-IN)	
100 mV	21 M $\Omega$ //24 pF (+IN)	
	21 M $\Omega$ //27 pF (-IN)	
25 mV	21 M $\Omega$ //24 pF (+IN)	
	21 M $\Omega$ //27 pF (-IN)	

表 44. CX1105A 的最大输入电压

范围	最大输入电压 (差模)	最大输入电压 (共模) 直流峰值	直流至 3 Hz	3 Hz 至 100 MHz
2.5 V	± 40 V	± 40 V	线性变化	± 5 V
1 V				
250 mV	+4 V/-1.8 V	± 6 V	线性变化	± 0.5 V
100 mV				
25 mV				

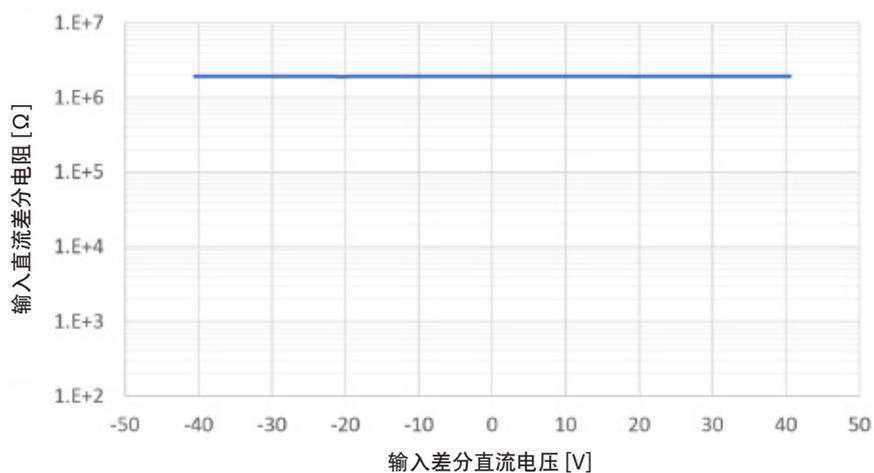


图 42. 输入差分直流电阻 2.5 V/1 V 量程 (任一输入端子接地)。

补充特征

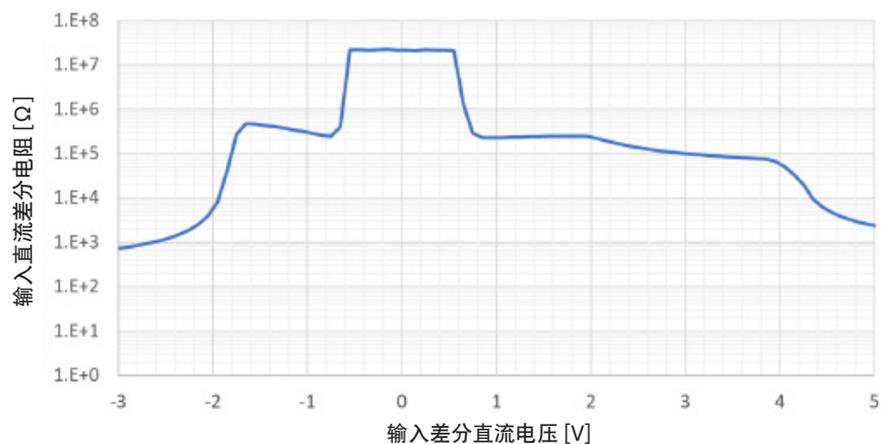


图 43. 输入差分直流电阻 250 mV/100 mV/25 mV 量程 (任一输入端子接地)。

补充特征

表 45. CX1105A 的其他特征

	描述
上升时间和下降时间 (10% 至 90%)	0.35/带宽
CMRR (1 MHz)	60 dB
输入耦合	直流、交流 (550 Hz)

表 46. CX1105A 的一般信息<sup>1</sup>

	描述
电缆长度	传感器电缆: 1.5 m, GND 引线: 16 cm
尺寸 <sup>2</sup>	30.0 mm (宽)、20.5 mm (高)、203.4 mm (深)
重量	300 g
配备的附件	1 根测试引线 (n = 5, 5959-9334)
	1 个双绞线焊接模型 (100 mm, C1105-61702)
	1 个双绞线插座模型 (100 mm, C1105-61701)
	1 个测试适配器 (C1105-66602)
	1 个调整工具 (8710-2831)
	1 个工具抓取夹 (1400-3652)
	1 个小型抓取器 (n = 2, 1400-1422)
	1 根接地引线 (C1101-61711)

1. 如欲了解更多信息, 请参阅主机的“环境和一般技术指标”部分。

2. 不包括电缆和适配器。

## CX1211A/CX1212A/CX1213A/CX1214A/CX1215A/CX1216A 的特征

保证的技术指标使用 \*\* 标记，所有其他技术指标均为补充特征。仪器经过 30 分钟预热且处于  $23 \pm 5^\circ\text{C}$  温度范围内，方能达到这些技术指标。

### 测量精度

如果射频电磁场强度在 80 MHz 至 2 GHz 的频率范围内大于 3 V/m，或在 2 GHz 至 2.7 GHz 的频率范围内大于 1 V/m，那么测量精度会受到影响。影响程度取决于仪器的位置和屏蔽方式。

表 47. CX121xA 的最大电流

电阻传感器前端	最大直流/有效值电流	峰值电流
CX1211A	15 A **	15 A **
CX1212A	10 A **	15 A **
CX1213A	5 A **	10 A **
CX1214A	3 A **	5 A **
CX1215A	2 A **	2.5 A **
CX1216A	0.25 A **	0.25 A **

表 48. CX121xA 的感应电阻精度<sup>1</sup>

电阻传感器前端	典型值 $R_{\text{输入}}$	标称感应电阻值	独立使用时的精度 ( $23 \pm 5^\circ\text{C}$ )		
			精度适用范围: $I_{\text{SPEC}}$	$I_{\text{SPEC}}$	满量程精度
CX1211A	5.5 m $\Omega$	2.5 m $\Omega$	$\pm 2.7\%$ **	10 A <sup>2</sup>	$\pm 3.3\%$
CX1212A	8 m $\Omega$	5 m $\Omega$	$\pm 2.7\%$ **	10 A <sup>2</sup>	$\pm 2.9\%$
CX1213A	23 m $\Omega$	20 m $\Omega$	$\pm 1.3\%$ **	1.5 A	$\pm 1.4\%$
CX1214A	53 m $\Omega$	50 m $\Omega$	$\pm 0.5\%$ **	1.5 A	$\pm 0.5\%$
CX1215A	103 m $\Omega$	100 m $\Omega$	$\pm 1.0\%$ **	1.0 A	$\pm 1.0\%$
CX1216A	1 $\Omega$	1 $\Omega$	$\pm 0.9\%$ **	0.25 A	$\pm 0.9\%$

1. 精度在  $V_{\text{CM}} = 0\text{V}$  时定义 (零共模输入电压位于  $+I_{\text{输入}}$  或  $-I_{\text{输入}}$ )。“读数”的定义是通过测量得到的值。直流测量条件: 平均 20 ms。
2. 由脉冲测量指定: 脉宽 = 1 ms, 占空比 = 0.1 %。

表 49. CX121xA 的一般信息<sup>1</sup>

	描述
尺寸	30.0 mm (宽)、14.0 mm/21.5 mm (高)、48.7 mm (深)
重量	20 g
配备的附件	1 个电线套件 (红色和黑色, n = 5, C1104-68001)

1. 如欲了解更多信息, 请参阅主机的“环境和一般技术指标”部分 (5992-1430CHCN)。

## CX1151A 无源探头接口适配器特征

保证的技术指标使用 \*\* 标记，所有其他技术指标均为补充特征。仪器经过 30 分钟预热且处于  $23 \pm 5^\circ\text{C}$  温度范围内，方能达到这些技术指标。除非另有说明，所有这些特征均是在 14 位采集分辨率下定义。

### 测量精度

如果射频电磁场强度在 80 MHz 至 2 GHz 的频率范围内大于 3 V/m，或在 2 GHz 至 2.7 GHz 的频率范围内大于 1 V/m，那么测量精度会受到影响。影响程度取决于仪器的位置和屏蔽方式。

表 70. CX1151A 特征概述

	范围	噪声 (有效值) <sup>1</sup>	最大带宽 (-3 dB) <sup>2</sup>	直流偏置范围和分辨率
电压测量	8 V	5.0 mV	300 MHz	± 16 V, 16 位分辨率
	4 V	2.8 mV		
	1.6 V	1.8 mV		
	0.4 V	250 μV		± 0.8 V, 16 位分辨率
	0.2 V	140 μV		
	0.08 V	90 μV		

1. 在连接主机时测得的全带宽 (选件 B20; 200 MHz 带宽)。

2. 使用 N2843A 无源探头时的独立带宽。连接至主机时的有效测量带宽可使用下面的公式估算。

$$BW_{\text{有效值}} = \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{1}{BW_{\text{适配器}}}\right)^2 + \left(\frac{1}{BW_{\text{探头}}}\right)^2 + \left(\frac{1}{BW_{\text{主机}}}\right)^2}}$$

表 71. CX1151A 的直流测量精度 <sup>1</sup>

范围		独立 $23 \pm 5^\circ\text{C}$		连接主机	
		$23 \pm 5^\circ\text{C}$	$T_{\text{用户校准}} \pm 3^\circ\text{C}, 24 \text{ 小时}$ (高速模式) <sup>2</sup>	$T_{\text{用户校准}} \pm 3^\circ\text{C}, 24 \text{ 小时}$ (高分辨率模式) <sup>3</sup>	
8 V		± (0.6% + 0.8%) **	± (1.3% + 1.7%) **	± (0.4% + 0.6%)	± (0.3% + 0.4%)
4 V		± (0.6% + 0.8%) **	± (1.3% + 1.7%) **	± (0.8% + 0.6%)	± (0.5% + 0.4%)
1.6 V	增益 [读数的 %] +	± (0.6% + 0.8%) **	± (1.3% + 1.7%) **	± (0.8% + 0.6%)	± (0.5% + 0.4%)
0.4 V	偏置 [量程的 %]	± (0.6% + 0.8%) **	± (1.3% + 1.7%) **	± (0.4% + 0.6%)	± (0.3% + 0.4%)
0.2 V		± (0.6% + 0.8%) **	± (1.3% + 1.7%) **	± (0.8% + 0.6%)	± (0.5% + 0.4%)
0.08 V		± (0.9% + 1.2%) **	± (1.6% + 2.1%) **	± (0.8% + 0.6%)	± (0.5% + 0.4%)

表 72. 使用 10:1 无源探头时的量程 <sup>4</sup>

范围		$T_{\text{用户校准}} \pm 3^\circ\text{C}, 24 \text{ 小时}$ (高速模式) <sup>2</sup>	$T_{\text{用户校准}} \pm 3^\circ\text{C}, 24 \text{ 小时}$ (高分辨率模式) <sup>3</sup>
		80 V	± (2.1% + 0.6%)
40 V	± (1.5% + 0.6%)	± (0.8% + 0.4%)	
16 V	增益 [读数的 %] +	± (0.7% + 0.6%)	± (0.4% + 0.4%)
4 V	偏置 [量程的 %]	± (1.7% + 0.6%)	± (0.9% + 0.4%)
2 V		± (1.2% + 0.6%)	± (0.7% + 0.4%)
0.8 V		± (0.4% + 0.6%)	± (0.3% + 0.4%)

1. 直流测量条件: 平均 20 ms。

2. 连接主机时执行用户校准后。高速模式 (14 位)。

3. 连接主机时执行用户校准后。高分辨率模式 (16 位)。

4. 使用的无源探头: N2843A。

表 73. CX1151A 其他特征

	描述
上升时间和下降时间 (10% 至 90%)	0.35/带宽
输入阻抗	1 M $\Omega$ $\pm$ 0.1%, 13 pF
输入耦合	直流、交流 (3.5 Hz)
最高输入电压	$\pm$ 100 V 峰值 (直流 + 交流)

表 74. CX1151A 一般信息

	描述
尺寸	58.6 mm (宽)、30.2 mm (高)、87.5 mm (深)
重量	130 g
推荐的无源探头产品 <sup>1</sup>	N2843A
支持的无源探头产品 <sup>2</sup>	(1:1) 10070D、N2870A (10:1) 10073D、10074D、N2862B、N2863B、N2871A、N2872A、 N2873A、N2890A、N2894A、N2853A、N2843A、N2842A、 N2841A、N2840A (20:1) N2875A、(100:1) 10076C

1. N2843A 用于测量上表显示的特征。

2. 所支持探头的衰减比可通过主机检测。

## CX1152A 数字通道特征 (主机: 仅 CX3324A)

保证的技术指标使用 \*\* 标记, 所有其他技术指标均为补充特征。仪器经过 30 分钟预热且处于  $23 \pm 5$  °C 温度范围内, 方能达到这些技术指标。

表 75. CX1152A 垂直系统 — 数字通道

	描述
输入通道数	8 通道
用户定义阈值范围	$\pm$ 25 V, 10 mV 步进
最高输入电压	$\pm$ 40V 峰值
阈值精度	$\pm$ (150 mV + 阈值设置的 3%)
输入动态范围	$\pm$ 25 V
最小输入电压摆动	500mV 峰峰值
输入阻抗	10 M $\Omega$ $\pm$ 2%, 并联约 8 pF
通道间偏移	4 ns
分辨率	1 位

1. 50  $\Omega$  输入阻抗。

2. 需要 CX1152A 以启用输入数字通道。

表 76. CX1152A 一般信息

	描述
电缆长度	数字通道电缆: 1.15 m, 探头引线: 28.5 cm
尺寸 <sup>1</sup>	68.1 mm (宽)、18.5 mm (高)、103.0 mm (深)
重量	130 g
配备的附件	5 根探头接地引线 (5959-9334) 10 个抓取器 (5090-4832) 1 个 BNC—探针适配器 (C1152-60001)

1. 适配夹尺寸。不包括引线和电缆。

## CX3300 系列的尺寸图（主机）

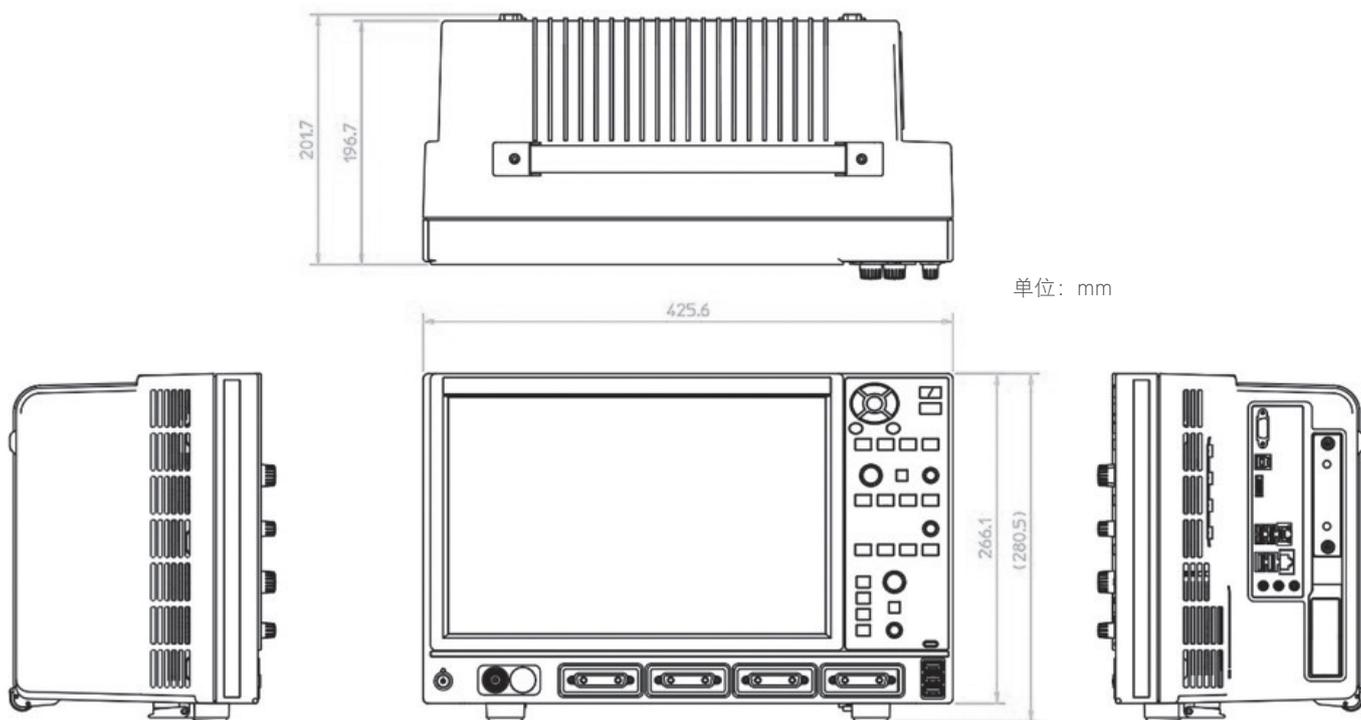


图 44. CX3300 系列的原理图。

如欲了解更多信息，请访问：[www.keysight.com](http://www.keysight.com)

如需了解关于是德科技产品、应用和服务的更多信息，请与是德科技联系。如欲获得完整的产品列表，

请访问：[www.keysight.com/find/contactus](http://www.keysight.com/find/contactus)

