

Analog Engineer's Circuit

高精度器件的开关电容器基准输入驱动电路



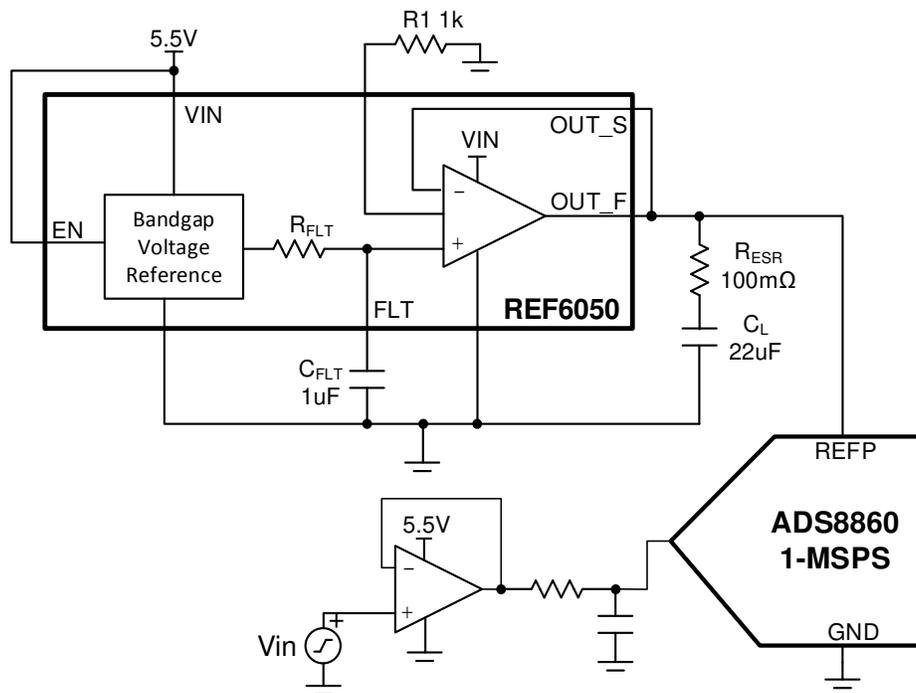
Art Kay

电源

REF6050 输入电压	Vref (REF 的输出, ADC 的输入)	AVDD (ADS8860)	DVDD (ADS8860)
5.5V	5.0V	3.0V	3.0V

设计说明

本电路文档介绍了如何使用 REF6050 (REF60xx 系列) 电压基准来直接驱动开关电容 ADC 基准输入引脚。许多不同类型的数据转换器上的基准输入引脚都具有一个开关电容器电路, 这会产生显著的瞬态电流要求。由于电压基准必须稳定至恒定的精确电压, 因此这些瞬态可能对 ADC 精度产生重大影响。为了响应 ADC 基准输入的瞬态, 电压基准需要宽带缓冲器。REF60xx 系列电压基准集成了一个宽带缓冲器。该参考设计将展示 ADC 性能的测量结果, 以比较低带宽基准与宽带 REF6050 之间的差异。本文档还介绍了驱动 ADC 基准输入的替代选项。



规格

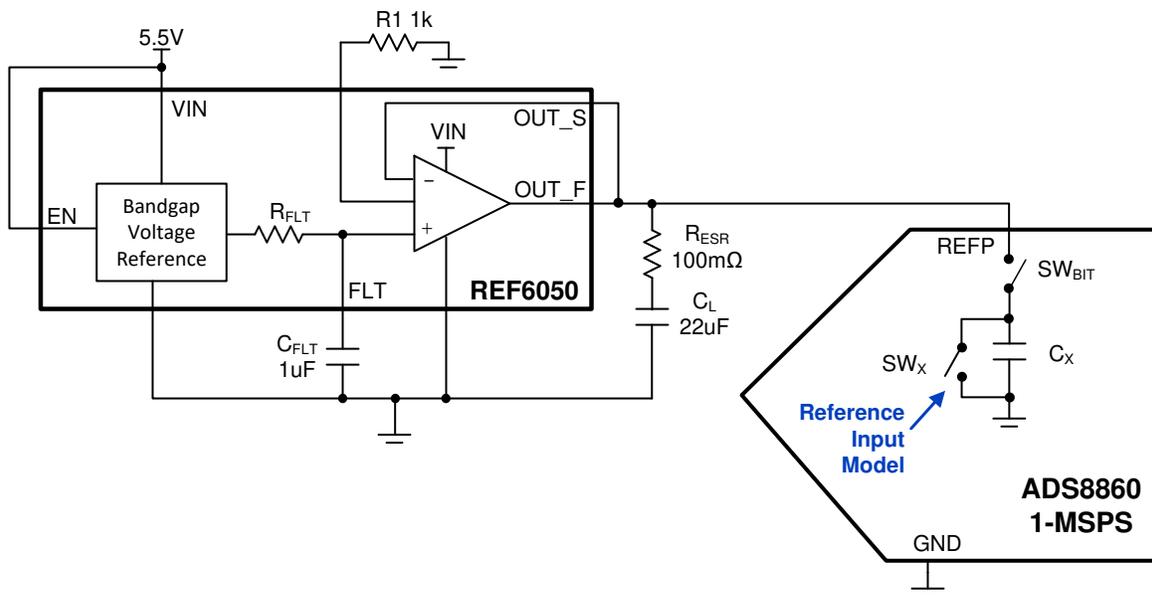
规格 (1MSPS 时)	目标值	测得值
THD	-108dB	-112.6dB
基准稳定	0 代码	1.2 代码

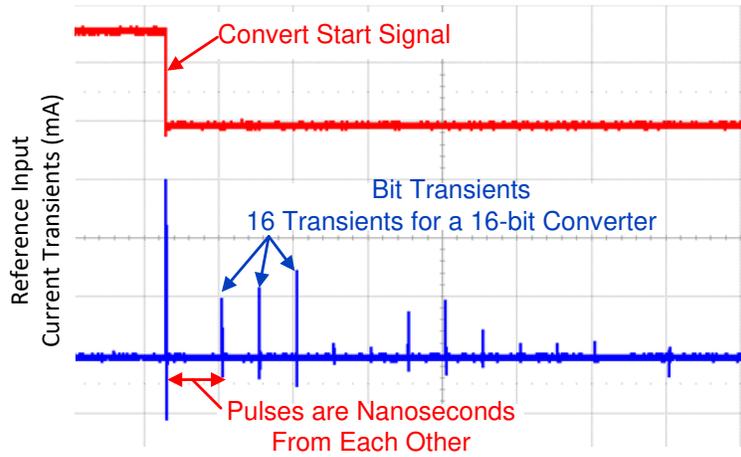
设计说明

1. 该电路可应用于许多不同的数据转换器。请参阅数据表，以确定是否需要宽带宽缓冲器。对于具有开关电容器输入的器件，REF60xx 系列基准是一个不错的选择，因为它集成宽带宽缓冲器。对于具有集成宽带宽缓冲器的数据转换器，基准带宽并不重要；因此，请考虑其他参数，例如基准噪声和漂移。
2. 有关滤波电容器的选择，请参阅 REF60xx (REF6050) 具有集成 ADC 驱动器缓冲器的高精度电压基准数据表。通常，选择较大的电容器有助于更大程度地降低噪声。此外，基准稳定性会受到电容器等效串联电阻 (ESR) 的影响。
3. TI 高精度实验室 - ADC 视频培训的 [驱动 SAR ADC 上的基准输入](#) 视频系列中详细介绍了基准驱动相关主题。此参考设计中所示的测量结果可以使用 [TI 高精度实验室 SAR ADC 评估模块性能演示套件 \(PDK\)](#) 进行重现。

基准内部的宽带宽缓冲器

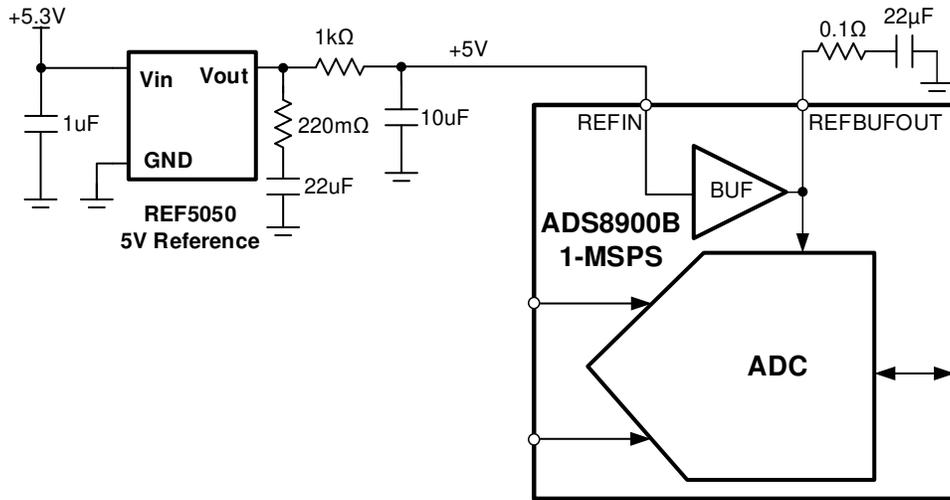
许多不同的数据转换器都具有开关电容器基准输入。下图展示了此输入的一个简化模型。该模型适用于传统的 SAR ADC，但某些 Δ - Σ 转换器也存在类似的模型。在本例中，电容 C_x 通过 SW_{BIT} 连接并断开外部基准。该电容器在断开连接后，通过 SW_x 进行复位。对于 N 位转换器，此过程会重复 N 次。这在每次电容器连接到基准时都会产生较大的瞬态输入电流。瞬态幅度可能为毫安级，而瞬态之间的时间间隔为纳秒级。 C_x 的值在转换周期内会不断变化，因此瞬态幅度会发生变化（请参阅下面的基准输入图）。为了获得精确的转换结果，基准电压必须能够快速响应这些瞬态。因此，该基准需要宽带宽缓冲器来实现超高精度。大多数基准都具有内部低带宽缓冲器，这可能不足以实现出色性能。REF6050 包含一个内部宽带宽缓冲器，该缓冲器能够响应大多数具有开关电容器基准输入的 ADC 上的瞬态。





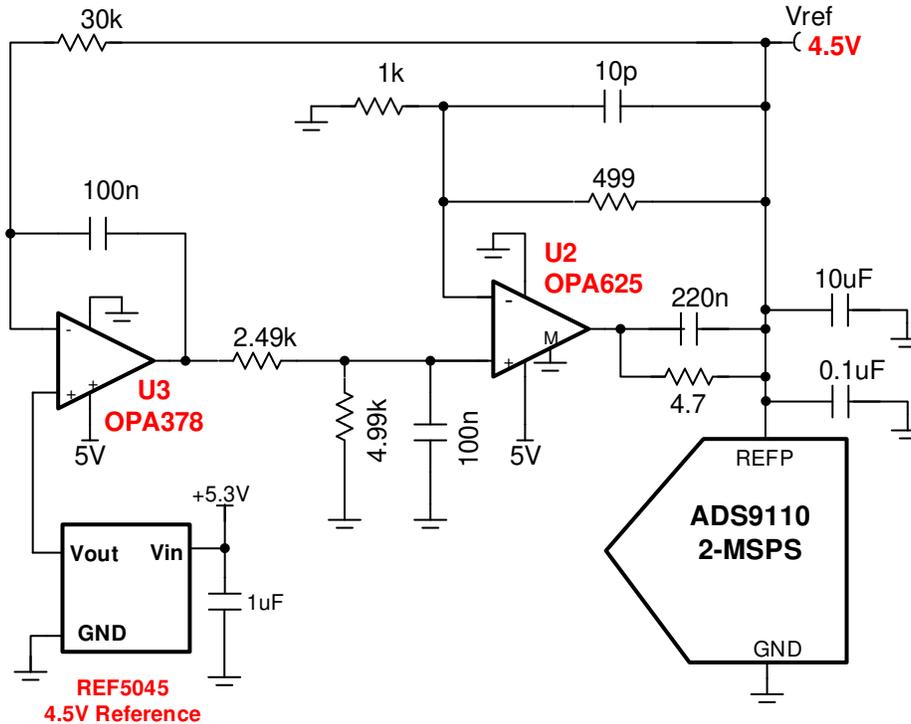
ADC 内部的宽带宽缓冲器

部分数据转换器具有内部宽带宽缓冲器，旨在驱动开关电容器基准输入。此缓冲器的输入为高阻抗，因此该基准不需要宽带宽输出。[ADS8900B](#) 和 [ADS8168](#) 器件是集成宽带宽基准缓冲器的数据转换器示例。



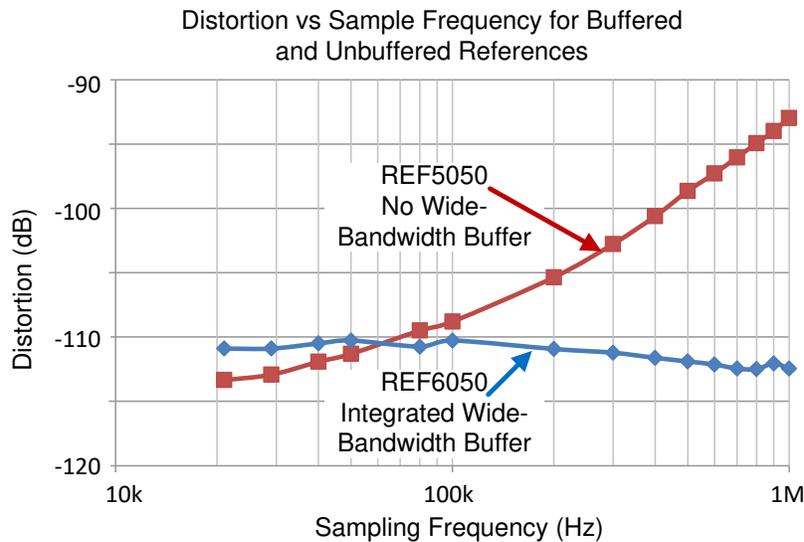
基准和 ADC 之间的分立式宽带宽缓冲器

对于需要缓冲器的器件，可以构建分立式基准缓冲器，而不是使用具有集成缓冲器的器件（例如 [REF6050](#)）。以下电路展示了 [ADS9110EVM-PDK](#) 中使用的分立式缓冲器：该电路是一个复合放大器，因为它结合了两个放大器来形成一个兼具两者优点的电路。[OPA378](#) 具有超低失调电压，并且 [OPA625](#) 可以响应快速瞬态。



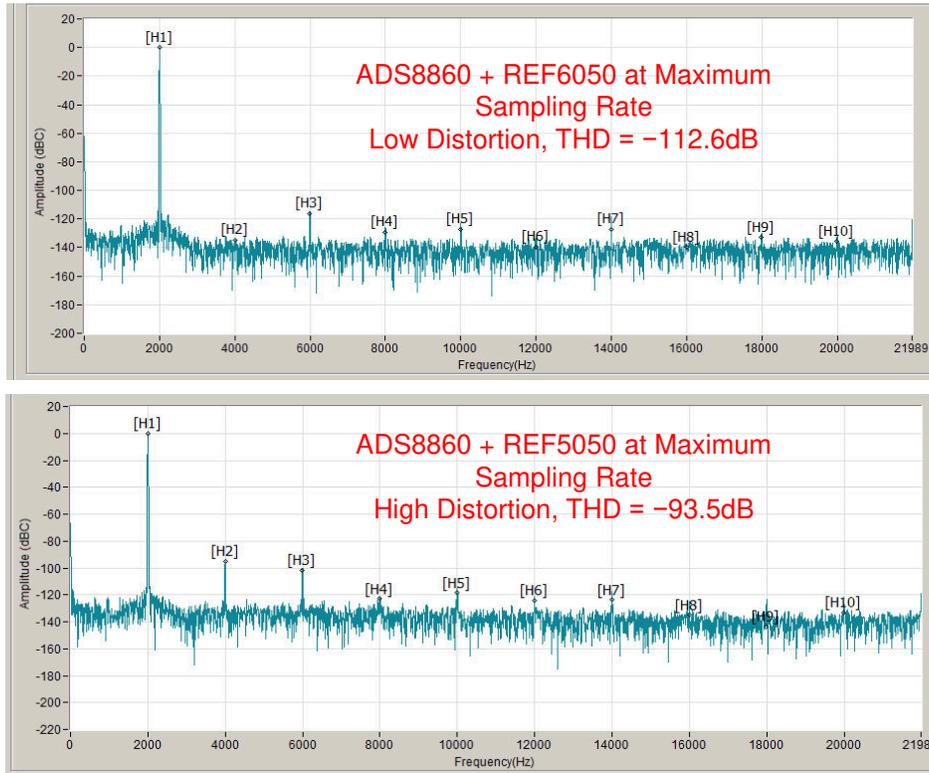
具有和不具有基准缓冲器时失真与采样速率之间的关系

下图比较了具有和不具有宽带基准缓冲器时 ADC 的失真。请注意，在高采样速率条件下，具有宽带缓冲器的 ADC 具有明显更高的 THD 性能。在低采样速率条件下，缓冲器不太重要，因为基准有很长的时间来从基准瞬态中恢复。



1MSPS 条件下具有和不具有基准缓冲器时的 FFT

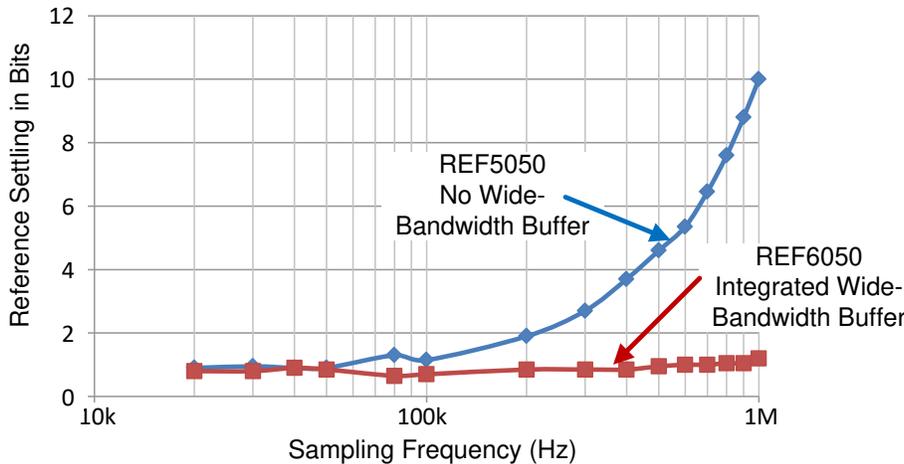
以下各图显示了在最大采样速率 (1MSPS) 条件下具有和不具有宽带基准缓冲器时的 FFT。图形表明，在没有宽带缓冲器的情况下，ADC 的谐波失真明显更大。



具有和不具有基准缓冲器时基准稳定时间与采样速率间的关系

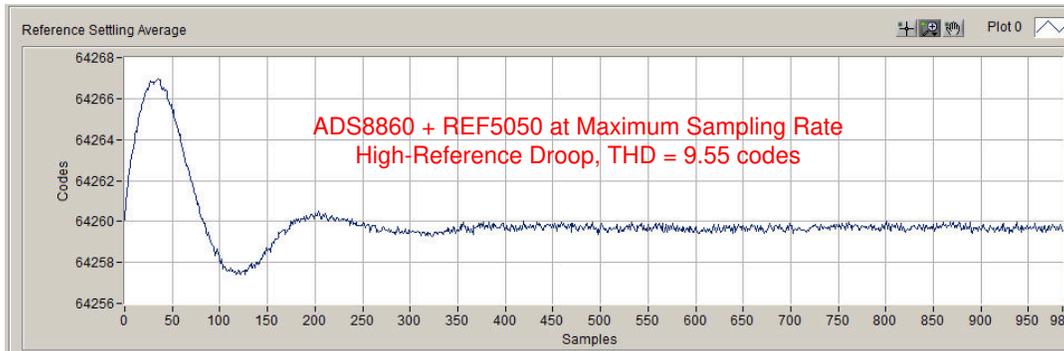
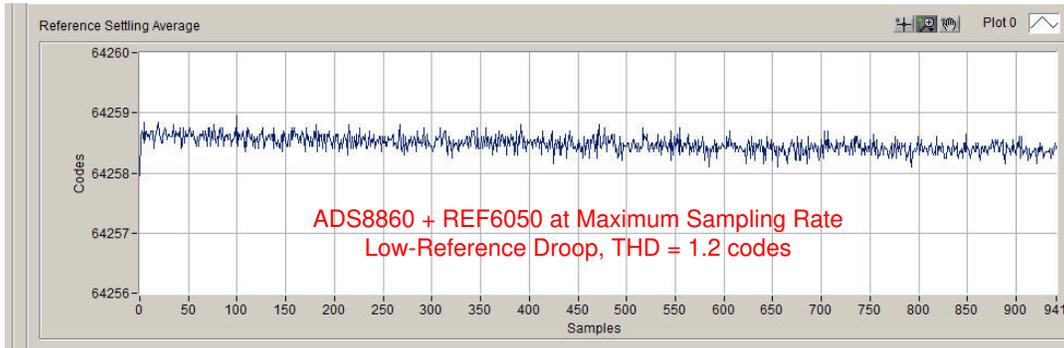
下图比较了在具有和不具有宽带基准缓冲器时的 ADC 直流信号稳定性能。稳定性能表示一次 ADC 转换后数字化结果中的误差。在后续转换中，对于恒定的直流输入，ADC 稳定误差会降低。稳定性能在多路复用系统中非常重要，因为它可以很好地估算开关通道时的误差类型。请注意，在高采样速率条件下，具有宽带缓冲器的 ADC 具有明显更高的稳定性能。在低采样速率条件下，缓冲器不太重要，因为基准有很长的时间来从基准瞬态中恢复。

Reference Settling vs Sample Frequency for Buffered and Unbuffered References



具有和不具有基准缓冲器时基准稳定与时间之间的关系

下图显示了施加直流信号时最大采样速率条件下基准稳定与时间之间的关系。请注意，对于不具有缓冲器的基准，信号具有 9.55 个代码的显著瞬态稳定误差。该误差需要大约 300 个样本才能完全稳定。



设计中采用的器件

器件	主要特性	链接	其他可能的器件
REF6050	集成 ADC 驱动器缓冲器，低输出阻抗： $< 50\text{m}\Omega$ (0kHz - 200kHz)、出色的温漂性能 $5\text{ppm}/^\circ\text{C}$ (最大值)、超低噪声；总噪声： $5\mu\text{V}_{\text{RMS}}$ (具有 $47\mu\text{F}$ 电容器)	具有集成缓冲器和使能引脚的 5V、$5\text{ppm}/^\circ\text{C}$ 高精度电压基准	电压基准
ADS8860	16 位分辨率，SPI，1MSPS 采样速率，单端输入， V_{REF} 输入范围为 2.5V 至 5.0V	具有单端输入、SPI 和菊花链的 16 位、1MSPS、单通道 SAR ADC	模数转换器 (ADC)
OPA320	20MHz 带宽、轨到轨 (零交叉失真)， $V_{\text{OS}}(\text{MAX}) = 150\mu\text{V}$ ， $V_{\text{OS}}(\text{Drift MAX}) = 5\mu\text{V}/^\circ\text{C}$ ， $e_n = 7\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$	零交叉、20MHz、0.9pA Ib、RRIO、CMOS 精密运算放大器	运算放大器

商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

重要声明和免责声明

TI“按原样”提供技术和可靠性数据（包括数据表）、设计资源（包括参考设计）、应用或其他设计建议、网络工具、安全信息和其他资源，不保证没有瑕疵且不做任何明示或暗示的担保，包括但不限于对适销性、某特定用途方面的适用性或不侵犯任何第三方知识产权的暗示担保。

这些资源可供使用 TI 产品进行设计的熟练开发人员使用。您将自行承担以下全部责任：(1) 针对您的应用选择合适的 TI 产品，(2) 设计、验证并测试您的应用，(3) 确保您的应用满足相应标准以及任何其他功能安全、信息安全、监管或其他要求。

这些资源如有变更，恕不另行通知。TI 授权您仅可将这些资源用于研发本资源所述的 TI 产品的应用。严禁对这些资源进行其他复制或展示。您无权使用任何其他 TI 知识产权或任何第三方知识产权。您应全额赔偿因在这些资源的使用中对 TI 及其代表造成的任何索赔、损害、成本、损失和债务，TI 对此概不负责。

TI 提供的产品受 [TI 的销售条款](#) 或 [ti.com](#) 上其他适用条款/TI 产品随附的其他适用条款的约束。TI 提供这些资源并不会扩展或以其他方式更改 TI 针对 TI 产品发布的适用的担保或担保免责声明。

TI 反对并拒绝您可能提出的任何其他或不同的条款。

邮寄地址：Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265
Copyright © 2024，德州仪器 (TI) 公司