

**Circuits
from the Lab™**
Reference Circuits

Circuits from the Lab™ reference circuits are engineered and tested for quick and easy system integration to help solve today's analog, mixed-signal, and RF design challenges. For more information and/or support, visit www.analog.com/CN0310.

连接/参考器件

AD7176-2	24位、250 kSPS Σ - Δ 型ADC， 建立时间20 μ s
AD8475	精密、可选增益、全差分衰减放大器
ADR445	5 V超低噪声LDO XFET®基准电压源

用于工业信号电平的精密24位、250 kSPS 单电源 Σ - Δ 型ADC系统

评估和设计支持
电路评估板

[AD7176-2电路评估板\(EVAL-AD7176-2SDZ\)](#)

[系统演示平台\(EVAL-SDP-CB1Z\)](#)

设计和集成文件

[原理图、布局文件、物料清单](#)

电路功能与优势

对工业电平信号进行采样时，必须提供快速高分辨率转换信息。通常，当采样速率达到500 kSPS时，模数转换器(ADC)的分辨率可为14位至18位。图1所示电路是一款针对工业

电平信号采样进行优化的单电源系统，采用一个24位、250 kSPS Σ - Δ 型ADC。两个差分通道或四个伪差分通道中的每一个都能够在采样率为50kSPS时提供17.2位的无噪声代码分辨率。

本电路利用内置激光微调电阻的创新型差分放大器实现衰减和电平转换，利用低电源电压的精密ADC可以解决获取 ± 5 V、 ± 10 V和0 V至10 V的标准工业电平信号并进行数字化处理的问题。本电路可应用于过程控制(PLC/DCS模块)、医疗以及科学多通道仪器和色谱仪。

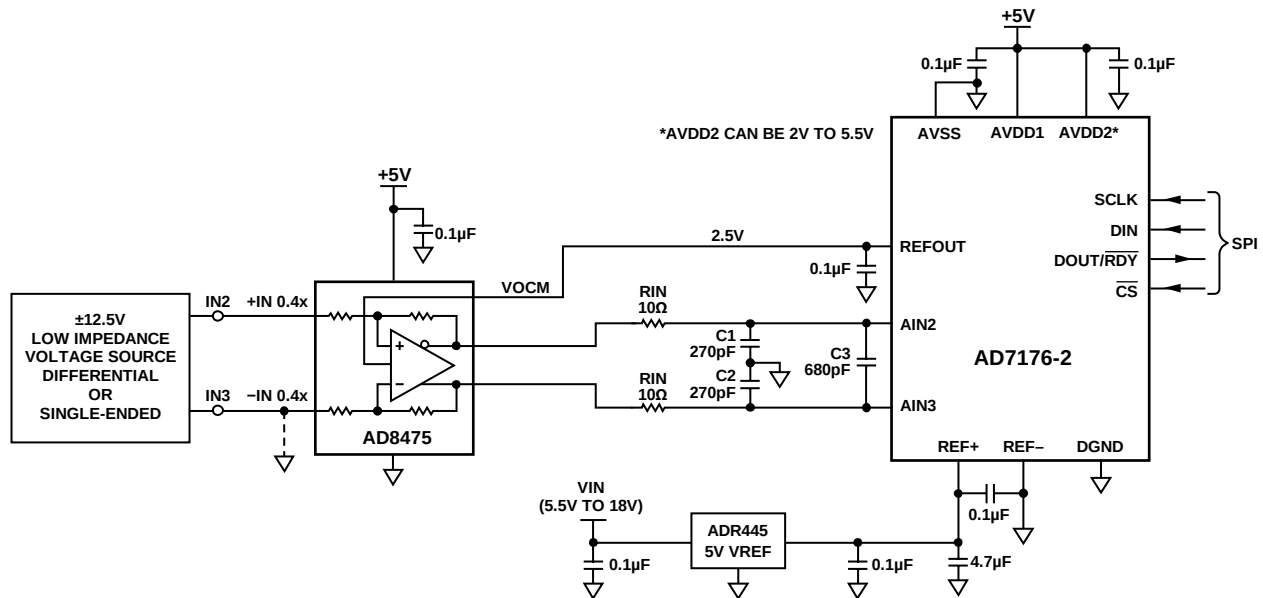


图1. 工业信号用高精度、24位ADC驱动器(原理示意图：未显示所有连接和去耦)

Rev. 0

Circuits from the Lab™ circuits from Analog Devices have been designed and built by Analog Devices engineers. Standard engineering practices have been employed in the design and construction of each circuit, and their function and performance have been tested and verified in a lab environment at room temperature. However, you are solely responsible for testing the circuit and determining its suitability and applicability for your use and application. Accordingly, in no event shall Analog Devices be liable for direct, indirect, special, incidental, consequential or punitive damages due to any cause whatsoever connected to the use of any Circuits from the Lab circuits. (Continued on last page)

One Technology Way, P.O. Box 9106, Norwood, MA 02062-9106, U.S.A.
Tel: 781.329.4700 www.analog.com
Fax: 781.461.3113 ©2012 Analog Devices, Inc. All rights reserved.

电路描述

工业电平信号施加于AD8475精密差分衰减放大器上，该器件可将输入信号衰减0.8倍或0.4倍。它集成经过调整并匹配的精密电阻，用来控制衰减。当AD8475使用5 V单电源并且增益设置为0.4时，支持最高±12.5 V的单端或差分输入。器件提供最高±15 V的输入过压保护。

当输入信号(增益为0.4)处于±10 V单端或差分输入范围内时，AD8475和AD7176-2器件组合能够保持线性度，如图4中的测量INL所示；图中，测量端点分别为-10 V和+10 V。此时，AD8475的输出摆幅介于0.5 V和4.5 V之间。

通过对VOCM引脚施加所需的共模电压，便可设置共模输出。图1所示电路中，通过将AD7176-2 ADC的2.5 V REFOUT电压施加于AD8475的VOCM引脚，完成共模电压的设置。

AD8475提供衰减和电平转换，以便驱动AD7176-2的采样电容输入；功耗仅为3.2 mA。

AD8475放大器的输出连接到RC滤波器网络，可提供差分 and 共模噪声滤波以及AD7176-2输入采样电容所需的动态充电。该网络还可隔离放大器输出，使其不受动态开关电容输入的反冲影响。共模带宽(RIN、C1)为59 MHz。差模带宽($2 \times RIN$ 、 $0.5C1 + C3$)为9.8 MHz

还可设置AD8475，使其接受单端信号。将-IN 0.4×输入接地，并对+IN 0.4×输入施加单端信号。

AD7176-2 24位、 Σ - Δ ADC对AD8475的输出进行采样，并转换为数字输出。转换速率和数字滤波器特性可针对5 SPS至250 kSPS的输出数据速率进行调节。

AD7176-2可配置为两个全差分输入或四个伪差分输入。ADC支持最高50 kSPS的通道扫描速率。AD7176-2的无噪声位性能为17.2位(250 kSPS)；20.8位(1 kSPS)；以及21.7位(50 SPS)。

图2表示输入接地时的总系统有效均方根噪声。数据速率为250 kSPS时，有效均方根噪声约为30 μ V rms。请注意，满量程时，本电路的线性度在±10 V输入下达到最佳状态，计算时满量程输入设为20 V p-p。

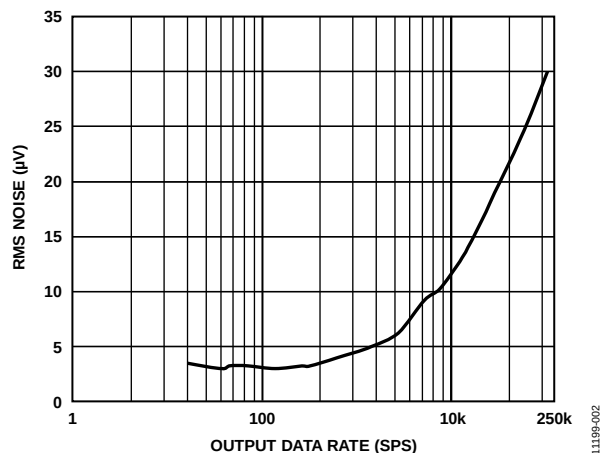


图2. 均方根输出噪声与输出数据速率的关系

有效分辨率以位数表示，折合到20 V满量程输入范围的计算公式为：

$$\text{有效分辨率} = \log_2(\text{FSR}/\text{均方根噪声})$$

$$\text{有效分辨率} = \log_2(20 \text{ V}/30 \mu\text{V}) = 19.3 \text{ 位}$$

图3显示，均方根位数的有效分辨率与输出数据速率成函数关系，输入短接时测量。

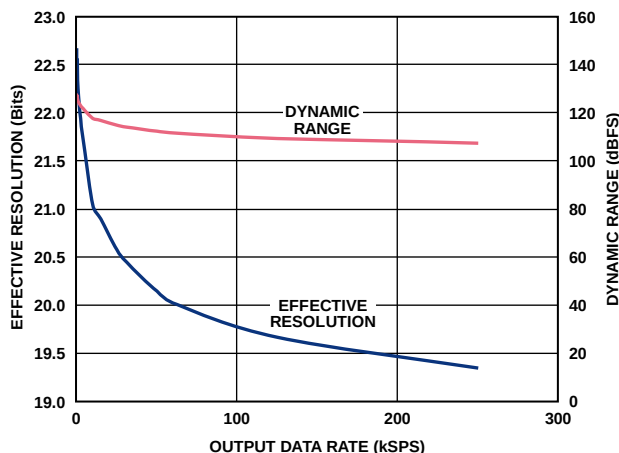


图3. 有效分辨率(均方根位数)与输出数据速率的关系

先将均方根噪声转换为峰峰值噪声近似值(均方根噪声乘以系数6.6)，有效分辨率便可转换为无噪声代码分辨率。计算结果约为2.7位，随后将其从有效分辨率中扣除，以得到无噪声代码分辨率。如本例所示，经计算后，19.3位有效分辨率相当于16.6位无噪声代码分辨率。这一结果与AD7176-2在无缓冲短路输入情况下，输出数据速率为250 kSPS时的17.2位无噪声位规格相比，大约有0.3位的差异。这是由于本例仅采用±10 V作为满量程范围，而非±12.5 V的最大值。

图4显示采用端点法获得的系统积分非线性, 用满量程 (FSR)的ppm表示。

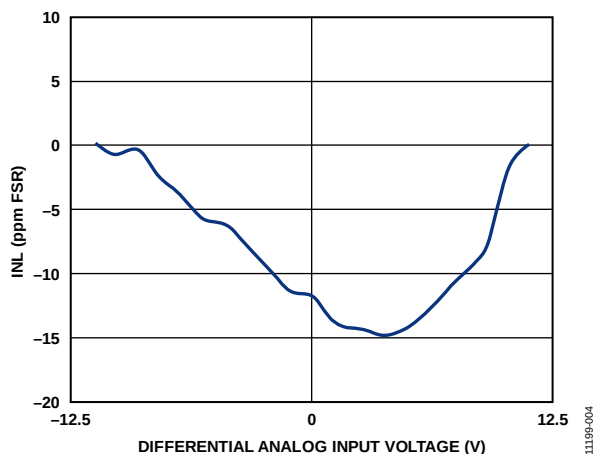


图4. 积分非线性(INL, 以FSR的ppm表示)与输入电压的关系

虽然本电路主要设计用于处理直流输入信号, 但它也能转换低频交流输入信号。其失真性能随模拟输入幅度的变化而改变。图5和图6分别显示-1 dBFS和-6 dBFS以及1 kHz正弦波情况下的性能。由Audio Precision 2700系列音频源产生的正弦波直接输入AD8475。

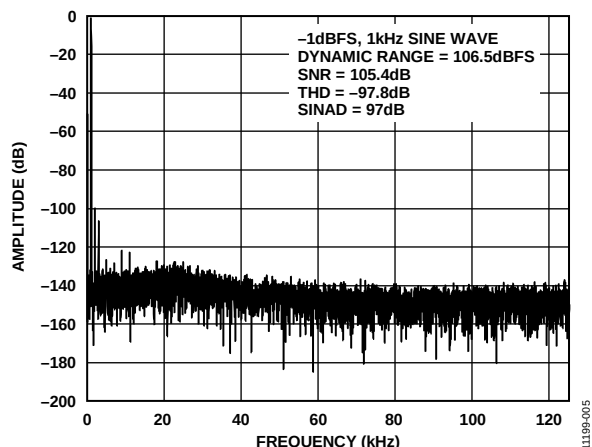


图5. AD8475至AD7176-2的FFT性能
(1 kHz、-1 dBFS输入音、16384点FFT)

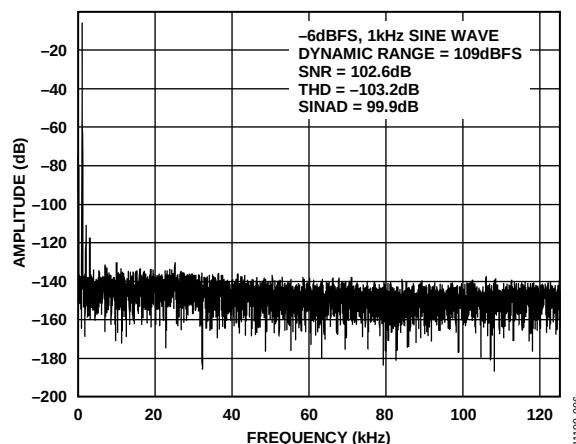


图6. AD8475至AD7176-2的FFT性能
(1 kHz、-6 dBFS输入音、16384点FFT)

若要获得最佳的高分辨率系统性能, 则出色的印刷电路板 (PCB)布局、接地以及去耦技巧是必不可少的。详细信息, 请参考指南MT-031、指南MT-101、AD8475数据手册及AD7176-2数据手册。欲查看完整原理图和印刷电路板的布局, 请参见CN-0310设计支持包。

常见变化

图1所示电路中, AD8475所选增益为0.4。若选择了0.8增益, 则满量程范围将从 ± 10 V下降到 ± 5 V, 导致灵敏度翻倍。

若有两个输入信号, 则可使用第二个AD8475, 输出可连接至AD7176-2的AN0/AN1引脚。

ADR445基准电压源可替换为具有300 mV压差的ADR4550基准电压源。

电路评估与测试

设备要求

需要使用以下设备:

- EVAL-AD7176-2SDZ评估板和软件
- 系统演示平台(EVAL-SDP-CB1Z)
- 精密直流电压源
- Audio Precision 2700系列(交流输入)
- PC(Windows 32位或64位)
- 7 V至9 V直流电源或壁式电源

软件安装

[AD7176-2](#)评估套件包括一张光盘，其中含有自安装软件。该软件兼容Windows® XP (SP2)、Windows Vista和Windows 7 (32位或64位)。如果安装文件未自动运行，可以运行光盘中的setup.exe文件。

请先安装评估软件，再将评估板和SDP板连接到PC的USB端口，确保PC能够正确识别评估系统。

完成光盘安装后，将[EVAL-SDP-CB1Z](#)(通过连接器A或连接器B)连接到[EVAL-AD7176-2SDZ](#)，然后利用附送的电缆将[EVAL-SDP-CB1Z](#)连接到PC的USB端口。

检测到评估系统后，确认出现的所有对话框。这样就完成了安装。

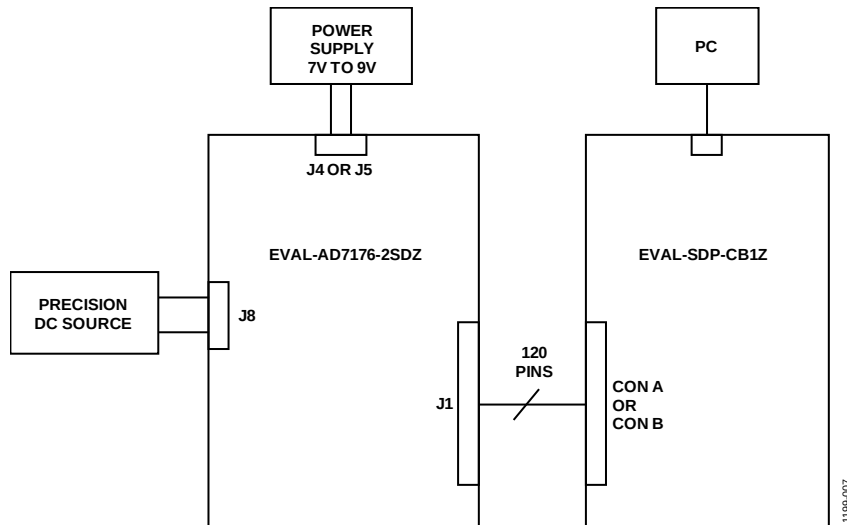
设置与测试

有关使用软件和运行测试的完整详细信息，请参考[UG-478](#)用户指南。

图7显示测试设置的功能框图。

若要测试图1中的电路，硬件需要经过下文所述的微小改变：

- 信号从位于J8端子板上的A2和A3输入端输入到[AD8475](#)。
- 改变连接到位置C的SL9和SL10焊点，可将来自J8的A2和A3信号路由至[AD8475](#)输入端。
- 安装10 Ω (0603)阻值的R64和R74，将[AD8475](#)输出连接至[AD7176-2](#)的AIN2和AIN3引脚。
- 移除板卡底部的R110和R120电阻(如[UG-478](#)用户指南中所示)。



了解详情

CN-0310 Design Support Package:

<http://www.analog.com/CN0310-DesignSupport>

UG-478, *Evaluation Board for the AD7176-2—24-Bit, 250 kSPS Sigma-Delta ADC with 20 μ s Settling*.

Ardizzoni, John. *A Practical Guide to High-Speed Printed-Circuit-Board Layout*, Analog Dialogue 39-09, September 2005.

MT-004 Tutorial, *The Good, the Bad, and the Ugly Aspects of ADC Input Noise—Is No Noise Good Noise?* Analog Devices.

MT-022 Tutorial, *ADC Architectures III: Sigma-Delta ADC Basics*, Analog Devices.

MT-023 Tutorial, *ADC Architectures IV: Sigma-Delta ADC Advanced Concepts and Applications*, Analog Devices.

MT-031 Tutorial, *Grounding Data Converters and Solving the Mystery of “AGND” and “DGND”*, Analog Devices.

MT-074 Tutorial, *Differential Drivers for Precision ADCs*, Analog Devices.

MT-075 Tutorial, *Differential Drivers for High Speed ADCs Overview*, Analog Devices.

MT-076 Tutorial, *Differential Driver Analysis*, Analog Devices.

MT-101 Tutorial, *Decoupling Techniques*, Analog Devices.

数据手册和评估板

[AD7176-2 Data Sheet](#)

[EVAL-AD7176-2SDZ, AD7176-2 Evaluation Board](#)

[AD8475 Data Sheet and Evaluation Board](#)

[ADR445 Data Sheet](#)

修订历史

2012年11月—修订版0：初始版

(Continued from first page) Circuits from the Lab circuits are intended only for use with Analog Devices products and are the intellectual property of Analog Devices or its licensors. While you may use the Circuits from the Lab circuits in the design of your product, no other license is granted by implication or otherwise under any patents or other intellectual property by application or use of the Circuits from the Lab circuits. Information furnished by Analog Devices is believed to be accurate and reliable. However, Circuits from the Lab circuits are supplied "as is" and without warranties of any kind, express, implied, or statutory including, but not limited to, any implied warranty of merchantability, noninfringement or fitness for a particular purpose and no responsibility is assumed by Analog Devices for their use, nor for any infringements of patents or other rights of third parties that may result from their use. Analog Devices reserves the right to change any Circuits from the Lab circuits at any time without notice but is under no obligation to do so.

©2012 Analog Devices, Inc. All rights reserved. Trademarks and registered trademarks are the property of their respective owners.
CN11199sc-0-11/12(0)

