

Circuits from the Lab™
Reference Circuits

Circuit from the Lab™ 实验室电路是经过测试的电路设计，用于解决常见的设计挑战，方便设计人员轻松快捷地实现系统集成。有关更多信息和技术支持，请访问：
www.analog.com/zh/CN0213。

连接/参考器件

AD7685	16 位、250 kSPS PulSAR® ADC，采用 MSOP/QFN 封装
AD8226	宽电源电压范围、轨到轨输出仪表放大器
AD8275	G = 0.2、电平转换、16 位 ADC 驱动器
ADP1720	50 mA、高压低功耗线性调节器
ADR439	超低噪声 XFET® 基准电压源

适合过程控制应用的完整高速、高共模抑制比(CMRR)精密模拟前端

评估和设计支持

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

工业过程控制系统中的信号电平通常为以下几类之一：单端电流（4 mA 至 20 mA）、单端差分电压（0 V 至 5V、0 V 至

10 V、±5 V、±10 V）或者来自热电偶或称重传感器等传感器的小信号输入。大共模电压摆幅也非常典型，尤其是小信号差分输入；因此，良好的共模抑制性能是模拟信号处理系统的一项重要特性。

图 1 所示的模拟前端电路经过优化，可在处理这些类型的工业级信号时提供高精度和高共模抑制比(CMRR)。

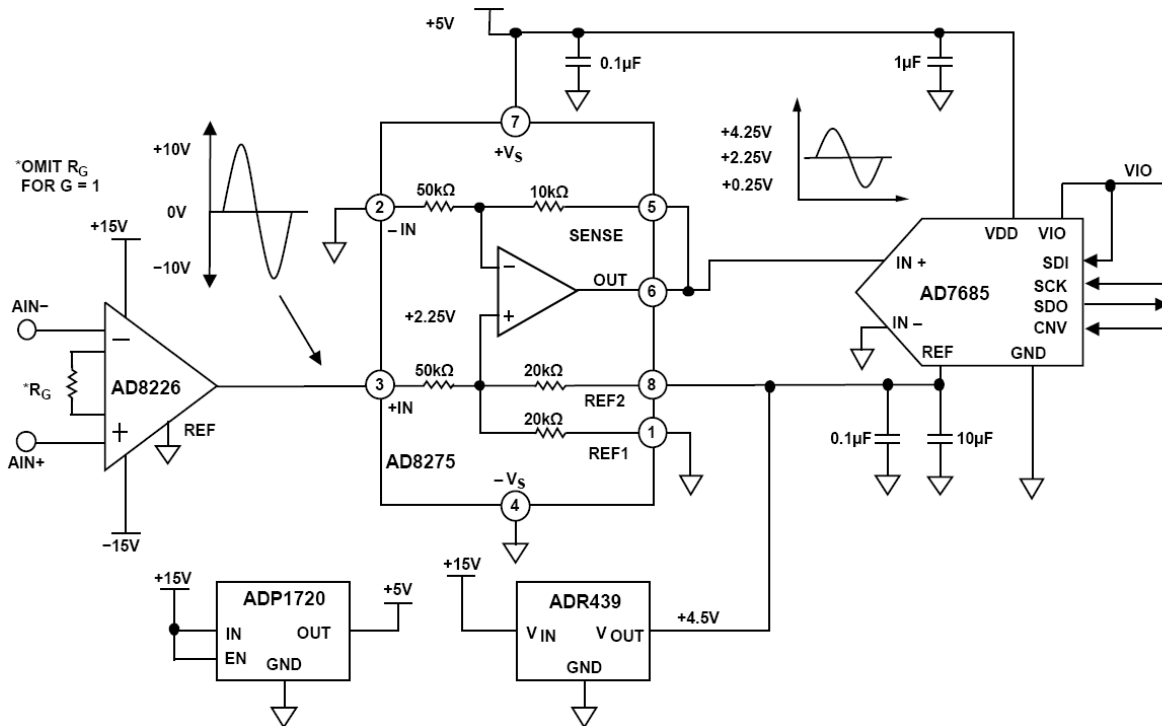


图 1. 适合过程控制应用的高性能模拟前端（原理示意图：未显示所有连接和去耦）

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/zh
Fax: 781.461.3113 ©2011 Analog Devices, Inc. All rights reserved.

该电路会对信号进行电平转换和衰减，从而使信号可以与大多数现代单电源SAR ADC的输入范围要求兼容，如高性能、16 位 250 kSPS PulSAR[®] ADC AD7685。

对于 18 V p-p 的输入信号，该电路的共模抑制(CMR)性能约为 105 dB (100 Hz 时) 和 80 dB (5 kHz 时)。

高精度、高输入阻抗和高CMR由仪表放大器AD8226提供。对于高精度应用，需要具有高输入阻抗，以便最大程度地减小系统增益误差并实现出色的CMR。AD8226增益可以用电阻在 1 至 1000 范围内进行编程设置。

若直接在输入端连接阻性电平转换器/衰减器级，会因电阻之间出现失配，导致CMR性能下降。AD8226可以提供小信号和大信号输入所需的出色CMR性能。无需任何外部元件，电平转换器/衰减器/驱动器AD8275即可在该电路中执行衰减和电平转换功能。

由于信号带宽相对较低， Σ - Δ 型ADC通常用于高分辨率测量系统，而且 Σ - Δ 架构可以在低更新速率条件下提供出色的噪声性能。不过，在越来越多的设计中，尤其是多通道系统，更新速率不断提高，以便更快地更新各通道或增加通道密度。这种情况下，高性能SAR ADC是不错的替代之选。图 1 所示电路采用 250 kSPS 16 位ADC AD7685、高性能仪表放大器AD8226和衰减器/电平转换器/放大器AD8275并配置为完整的系统解决方案，无需任何外部元件。

电路描述

此电路内置一个轨到轨输出仪表放大器AD8226，并连接到G = 0.2 差动放大器AD8275的正输入端，该差动放大器的输出端则连接到 16 位、250 kSPS、采用 MSOP/QFN封装的PulSAR ADC AD7685的输入端。AD8226 的增益设置为 1 (高电压/电流输入)，且其输出以地为参考。可以使用单端或差分输入。AD8226的输出为双极性信号，用于驱动AD8275输入。AD8275用于对该双极性输入进行衰减和电平转换，从而提供 0.2 的增益。因此，在其输入端输入 20 V p-p 的差分信号时，输出端将产生 4 V p-p 的单端信号。4.5 V精密基准电压源ADR439用于为AD8275提供内部共模偏置电压($V_{REF/2} = 2.25V$)，以及为AD7685 ADC提供外部基准电压。在这些条件下，AD8275的输出摆幅为+0.25 V至+4.25 V，位于AD7685的 0 V至+4.5 V工作范围内。

ADP1720用于为AD8275和AD7685提供 5 V电源。之所以选择ADP1720是因为其具有高输入电压范围(高达 28 V)。在此电路中，ADP1720只需为AD8275和AD7685提供约 4 mA 的电流，因此在最差情况下，28 V输入时调节器的功耗约为 90 mW，这使得整个系统可以采用外部 ± 15 V电源供电。

系统级共模抑制性能

初始测试用于在系统级验证至ADC的AD8226共模抑制性能。采用的输入测试信号音为 10 Hz、100 Hz、500 Hz、1 kHz、2 kHz、3 kHz、4 kHz、5 kHz，而输入信号为 18 V p-p。测试结果如表 1 所示。在测试 1 中，AIN+和AIN-信号短接并连接到交流测试信号音，然后以FFT测量结果。由于输入端连接在一起，因此AD8226应当会抑制交流信号。在测试 2 中，信号施加于AIN+，而AIN-接地。在这些条件下，FFT测量信号音电平。然后，通过计算测试 1 和测试 2 中FFT结果之间的差值即可得到共模抑制值。表 1 列出了不同频率下获得的CMR值。必须注意，AD8226在 5 kHz时的CMR额定值为 80 dB，因此可在系统级实现CMR性能无损。

系统级交流性能

此外还要在系统级测试系统的交流精度，此时AD7685的工作采样速率为 250 kSPS。图 2 所示为 10 kHz、5 V p-p输入时的FFT测试结果。图中所示的结果如下：

- 信噪比(SNR) = 87.13 dBFS
- 信纳比(SINAD) = 85.95 dBFS
- 无杂散动态范围(SFDR) = 81.82 dBc
- 总谐波失真(THD) = -78.02 dBc

表 1: 18 V p-p 输入时电路的 CMR 性能

Frequency (kHz)	FFT Signal Level (dBFS), 18 V p-p Input		CMR (dB)
	Test 1: AIN+ = AIN-	Test 2: Input = AIN+, AIN- = GND	
0.1	-104.64	-2.86	101.78
0.5	-100.00	-3.28	96.72
1	-94.67	-2.85	91.82
2	-88.58	-2.88	85.70
3	-84.93	-2.93	82.00
4	-82.07	-3.01	79.06
5	-79.43	-3.10	76.33

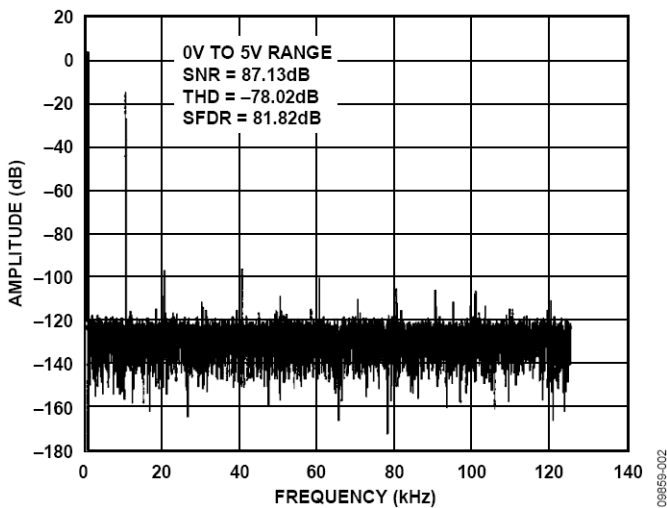


图 2. 10 kHz 输入信号、满量程以下 14 dB、250 kSPS 的 FFT 结果

该电路或任何高速电路的性能都高度依赖于适当的 PCB 布局，包括但不限于电源旁路、受控阻抗线路（如需要）、元件布局、信号布线以及电源层和接地层。（有关 PCB 布局的详情，请参见 [MT-031 教程](#)、[MT-101 教程](#) 和 [高速印刷电路板布局实用指南](#) 一文。）

有关本电路笔记的完整设计支持包，请参阅 <http://www.analog.com/CN0213-DesignSupport>

常见变化

经验证，采用图中所示的元件值，该电路能够稳定地工作，并具有良好的精度。可使用其他 ADI 公司的模数转换器来代替 [AD7685](#)，从而进一步提高速度/分辨率或性能。[AD7688](#) 提供真差分输入，以便取得更佳 CMR 性能。18 位 ADC [AD7982](#) 能够以高达 1 MSPS 的速度提供更高分辨率，并且还提供全差分。漏斗放大器 [AD8475](#) 也可接受高电压双极性输入，并提供衰减、电平转换和差分输出，因此非常适合使用差分输入 ADC 的工业应用（参见 [电路笔记 CN-0180](#)）。

电路评估与测试

该电路采用系统演示平台 (SDP) 进行测试。SDP 平台包含必要的 ADC 驱动器以及至 PC 的 USB 连接。从 ADC 采样的数据由 SDP 板通过 USB 发送至 PC。然后利用 ADC 公司提供的标准 ADC LabVIEW 评估软件工具生成 FFT 曲线图。测试设置的功能框图如图 3 所示，而电路板照片如图 4 所示。

用于收集测试数据的设备

- 带 USB 端口的 Windows® XP、Windows Vista® (32 位) 或 Windows® 7 (32 位) PC
- EVAL-A-INPUT-1AZ 电路评估板
- EVAL-SDP-CB1Z、SDP-A 评估板
- 评估软件
- 电源电压: +5 V (200 mA)
- 电源电压: ±15 V、Agilent E3630A 或等同
- 信号发生器: Agilent 33120A 或等同产品

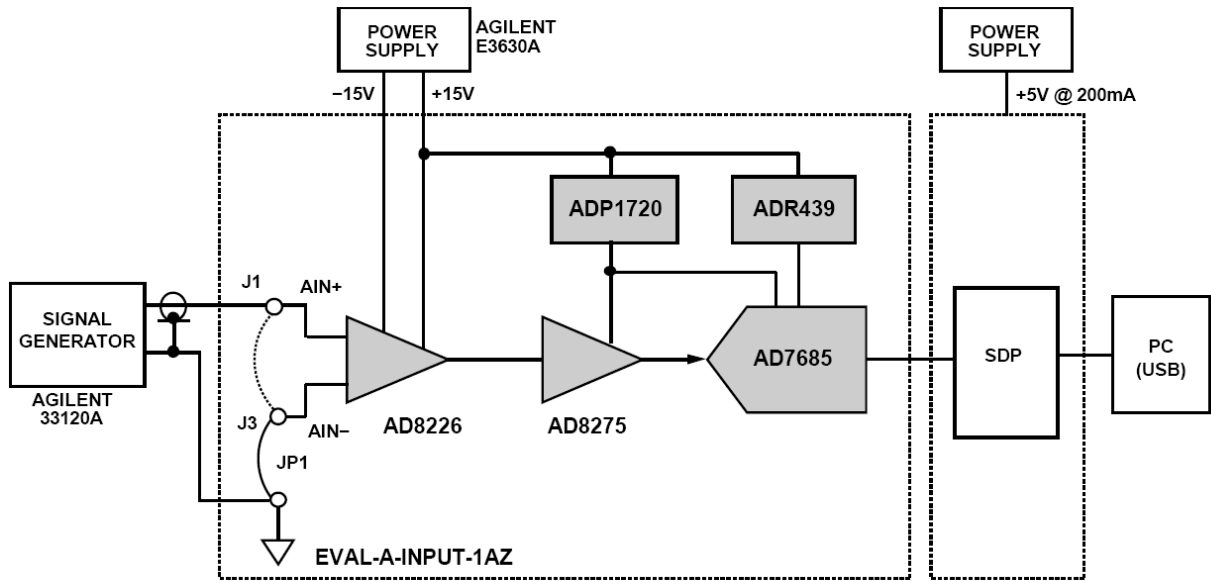


图3. 测试设置的功能框图

09859-003

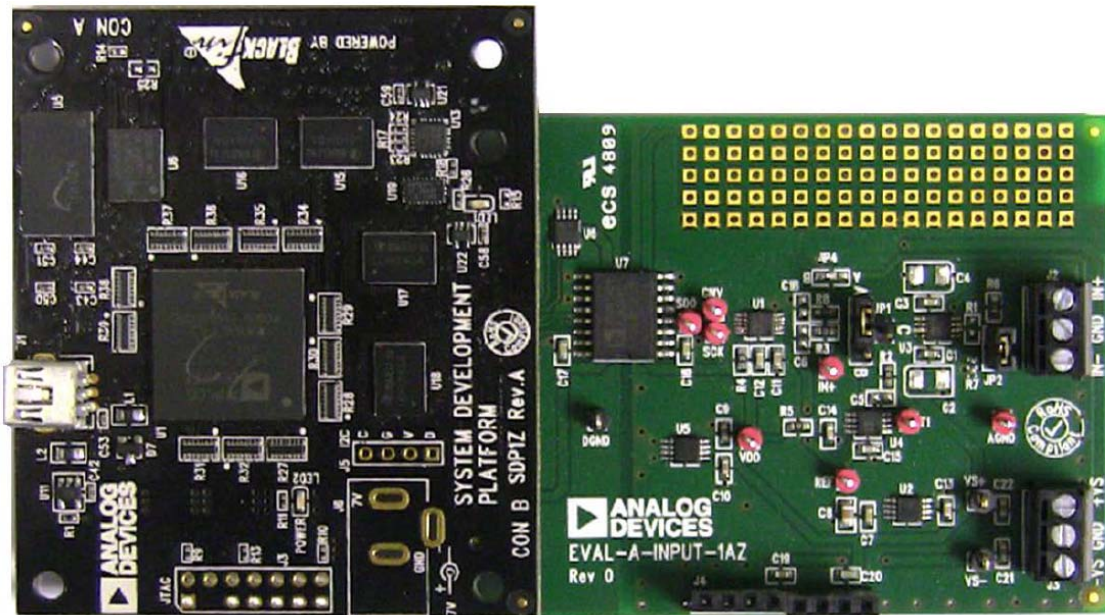


图4. 与SDP板相连的EVAL-A-INPUT-1AZ评估板照片

09859-004

设置与测试

在 PC 的 CD 驱动器中加载评估软件。

EVAL-A-INPUT-1AZ 电路板上的 120 引脚连接器连接到 EVAL-SDP-CB1Z (SDP)评估板上标有“CON B”的连接器。使用尼龙五金配件，通过 120 引脚连接器两端的孔牢牢固定这两片板。将信号源连接到 EVAL-A-INPUT-1AZ 板的 J1 输入 (AIN+)端子。运行常规 FFT 测试时，JP1 跳线连接在 J3 端子 (IN-)和地之间。运行 CMR 测试时，该跳线连接在 J1 (AIN+)和 J3 (AIN-)之间。

在断电情况下，将一个+5 V 电源连接到 SDP 板。使用 USB 电缆将 SDP 板连接到 PC 上的 USB 端口。

然后，将±15 V 电源连接到 EVAL-A-INPUT-1AZ 电路板。启动评估软件，并通过 USB 电缆将 PC 连接到 SDP 板上的微型 USB 连接器。

一旦 USB 通信建立，就可以使用 SDP 板来发送、接收、捕捉来自 EVAL-A-INPUT-1AZ 板的串行数据。

进一步阅读

CN-0213 Design Support Package:

<http://www.analog.com/CN0213-DesignSupport>
Ardizzoni, John. *A Practical Guide to High-Speed Printed-Circuit-Board Layout*, Analog Dialogue 39-09, September 2005.

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

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

数据手册和评估板

System Demonstration Platform (EVAL-SDP-CB1Z)

[AD7685 Data Sheet](#)

[AD7685 Evaluation Board](#)

[AD8226 Data Sheet](#)

[AD8275 Data Sheet](#)

修订历史

7/11—Revision 0: Initial Version

(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 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.

©2011 Analog Devices, Inc. All rights reserved. Trademarks and registered trademarks are the property of their respective owners.
CN09859sc-0-8/11(0)



www.analog.com