

评估和设计支持

电路评估板

[CN-0229电路评估板\(EVAL-CN0229-SDPZ\)](#)

[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

图1所示电路是一种仅使用两个模拟器件的多通道、灵活的模拟输出解决方案，它满足多通道I/O卡、可编程逻辑控制器(PLC)和分布式控制系统(DCS)应用的大部分要求。具有轨到轨缓冲输出的四通道、16位nanoDAC+AD5686R配合四个工业电流/电压输出驱动器AD5750-2使用，可提供所有典型的电流和电压输出范围、16位分辨率且无失码、0.05%的线性度以及小于0.1%的输出误差。

AD5686R具有高驱动能力(最高 ± 5 mA)、超低漂移(2 ppm/ $^{\circ}$ C, 典型值)、2.5 V基准电压源，能够同时为AD5686R和AD5750-2提供基准电压，确保电路的低噪声、高精度、低温漂。

ADuM1301和ADuM5400对电源和模拟信号链与主机控制器之间的所有必要信号提供2500 V rms隔离。

对于需要4个以上通道的多通道I/O卡应用，多个AD5686R可以菊花链形式连接，且不需要额外的外部数字I/O电路。这样成本便降至最低，特别是对于高通道数隔离应用。

该电路还具有一些支持工业应用的重要特性，如片内输出故障检测、通过CRC执行分组差错检验(PEC)、灵活的上电选项和ESD保护(AD5686R为4 kV，人体模型，AD5750-2为3 kV，人体模型)，非常适合构建鲁棒的工业控制系统。在大批量生产中，它无需外部精密电阻或校准程序就能保持一致的性能，因而是PLC或DCS模块的理想选择。

电路描述

AD5750/AD5750-1/AD5750-2是单通道、低成本、精密电压/电流输出驱动器，设计用于满足工业过程控制应用的需要。输出电压范围可以针对PLC和DCS应用的标准输出范围进行编程：0 V至5 V、0 V至10 V、-5 V至+5 V和-10 V至+10 V。针对标准范围，还提供了20%的超范围设置，由此便可得到下列选项：0 V至+6 V、0 V至+12 V、-6 V至+6 V和-12 V至+12 V。

电流输出通过单独的引脚提供，可以编程为以下范围：
+4 mA至+20 mA、0 mA至+20 mA、-20 mA至+20 mA、0 mA至+24 mA和-24 mA至+24 mA。单极性范围具有2%的超范围设置。

由于AD5750/AD5750-1/AD5750-2的电流输出既可以是源电流，也可以是吸电流，因此它能与广泛的传感器或执行器接口。如果需要，可以将电压和电流输出引脚连接在一起，以便将系统配置为单通道输出。

一般而言，电流输出电路需要至少一个精密电阻，用于电流检测。电路的电流精度和温度漂移特性部分取决于电阻和基准电压。AD5750/AD5750-1/AD5750-2内置高精度、低漂移电阻，如果需要还可以使用外部电阻。要提高输出电流在全温度范围内的稳定性，方法之一是在AD5750/AD5750-1/AD5750-2的REXT1和REXT2引脚连接一个外部低漂移电阻来替代内部电阻。外部电阻通过输入移位寄存器进行选择。如果不使用外部电阻选项，REXT1和REXT2引脚应保持悬空。

AD5686R是一款四通道、16位、轨到轨电压缓冲输出nanoDAC+，片内集成一个典型值为2 ppm/ $^{\circ}$ C、最大值为5 ppm/ $^{\circ}$ C的2.5 V基准电压源。片内基准电压源可驱动所有四个AD5750-2的基准输入，具有0.05 Ω 的低输出阻抗，源电流和吸电流最高可达5 mA。AD5686R内置一个上电复位电路，确保DAC输出上电至0 V并保持该电平，直到执行一次有效的写操作为止。

AD5686R DAC与AD5750-2驱动器之间的接口简单，无需外部基准电压源或精密电阻。AD5686R的输出电压范围是0 V到2.5 V，与AD5750-2的输入范围匹配。此外，AD5686R的基准输出电压为2.5 V，与AD5750-2的基准输入要求完全匹配。

ADuM1301是一款三通道数字隔离器。ADuM5400是一款四通道数字隔离器，集成隔离式DC/DC转换器。它们均基于iCoupler®技术，用来在信号链与系统微控制器之间实现隔离，隔离额定值为2.5 kV rms。ADuM5400为副边的5 V电路提供5 V隔离电源。

用于PLC和DCS应用的器件所需的ESD保护和过压保护一般远高于形式上的推荐要求。AD5686R和AD5750-2的各引脚内置ESD保护二极管，可以防止4 kV(AD5686R)和3 kV(AD5750-2)瞬变(人体模型)损害器件。但是，工业控制环境可能会使I/O电路遭受高得多的瞬变。

使用外部54 V、600 W瞬变电压抑制器(TVS)作为增强ESD保护的第一级。在AD5750-2的VSENSE+和VSENSE-引脚上与1 k Ω 、0.5 W电阻串联地放置肖特基功率二极管，在VOUT和IOUT引脚上放置50 mA、30 V自恢复保险丝。这些保护电路置于EVAL-CN0229-SDPZ电路板中，以提供50 V过压保护和50 mA过流保护。图1的原理示意图未显示可选的外部保护电路，但可以在CN0229设计支持包的详细原理图(EVAL-CN0229-SDPZ-PADSSchematic pdf文件)中找到：

<http://www.analog.com/CN0229-DesignSupport>。

本电路必须构建在具有较大面积接地层的多层电路板(PCB)上。为实现最佳系统性能和低EMI，请采用适当的布局、接地和去耦技术(请参考指南MT-031——实现数据转换器的接地并解开AGND和DGND的谜团以及指南MT-101——去耦技术)。

测量

对于PLC、DCS和其它过程控制系统，积分非线性(INL)、微分非线性(DNL)和输出误差是最重要的性能指标。AD5750-2具有非常灵活并且可配置的输出范围，可以满足应用需要。该电路的INL、DNL和输出误差测量结果分别如图2、图3和图4所示。数据是在25°C时在电压输出模式下获得的。AD5750-2范围设置为0 V至5 V。所有其它范围的测试结果如表1所列。

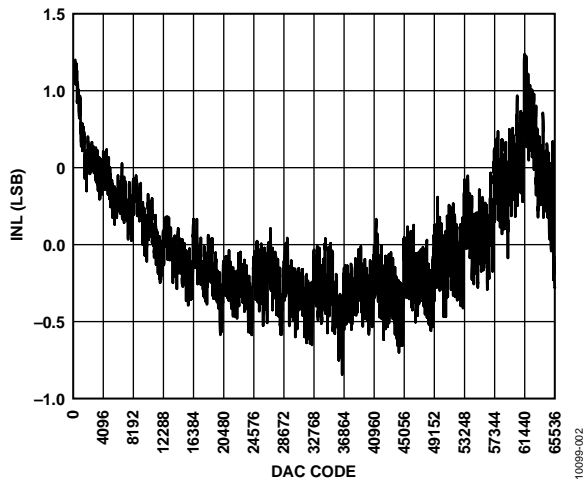


图2. 0 V至5 V输出范围的INL

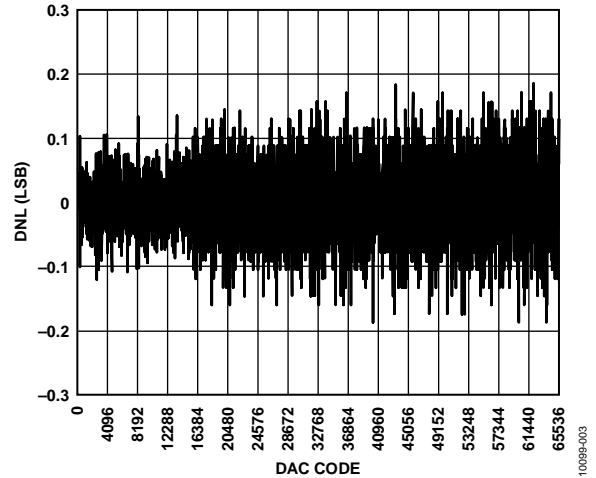


图3. 0 V至5 V输出范围的DNL

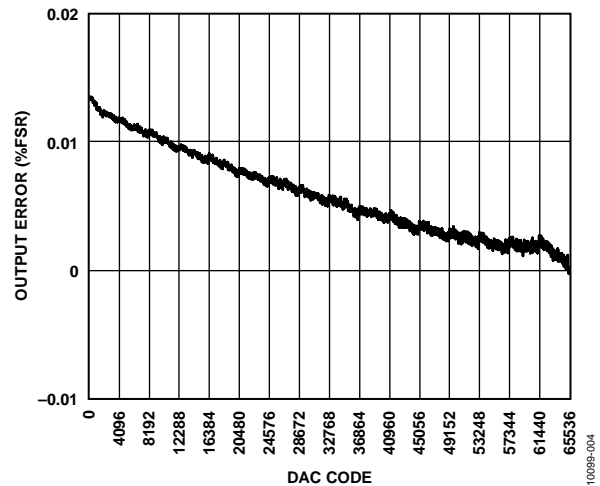


图4. 0 V至5 V输出范围的输出误差

表1. 所有输出范围的测试结果

范围	电流检测电阻	INL (LSB)	线性度(%FSR)	输出误差(%FSR)
0 V至+5 V	无关	1.3	0.002	0.01
0 V至+10 V	无关	1.1	0.002	0.02
-5 V至+5 V	无关	1.4	0.002	0.02
-10 V至+10 V	无关	1.2	0.002	0.02
0 V至+6 V	无关	1.9	0.003	0.02
0 V至+12 V	无关	1.4	0.002	0.05
-6 V至+6 V	无关	1.3	0.002	0.03
-12 V至+12 V	无关	1.7	0.003	0.05
-2.5 V至+2.5 V	无关	1.3	0.002	0.03
+4 mA至+20 mA	内部	5.3	0.008	0.07
0 mA至+20 mA	内部	4.2	0.006	0.06
0 mA至+24 mA	内部	2.9	0.004	0.05
-20 mA至+20 mA	内部	5.4	0.008	0.02
-24 mA至+24 mA	内部	3.9	0.006	0.02
+4 mA至+20mA	外部	2.0	0.003	0.04
0 mA至+20mA	外部	1.7	0.003	0.04
0 mA至+24mA	外部	1.6	0.002	0.04
-20 mA至+20 mA	外部	3.7	0.006	0.03
-24 mA至+24 mA	外部	4.4	0.007	0.03
+3.92 mA至+20.4 mA	内部	1.7	0.014	0.11
0 mA至+20.4 mA	内部	2.9	0.006	1.86
0 mA至+24.5 mA	内部	2.5	0.005	0.30

表1所示测试结果是在25°C下使用EVAL-CN0229-SDPZ电路板的第一通道和Agilent E3631A直流电源，利用Agilent 34401A数字万用表测得的。

注意，客户需要调整输出范围3.92 mA至20.4 mA、0 mA至20.4 mA和0 mA至24.5 mA，以便与4 mA至20 mA、0 mA至20 mA和0 mA至24 mA范围完全匹配。0 mA至20.4 mA范围内的1.86% FSR输出误差包括增益误差，增益误差由客户通过校准轻松消除。

死区以GND为参考，低至约10 mV。所有线性度测试结果使用一个递减的数据范围256到65,535计算。对于3.92 mA至20.4 mA、0 mA至20.4 mA和0 mA至24.5 mA，低死区大于其他标准范围，测量数据范围为1000到65,535。

常见变化

AD5685R(14位)和AD5684R(12位)与AD5686R引脚兼容，适合不需要16位分辨率的应用。

对于需要通道间隔离的应用，单通道DAC(例如16位的AD5660、14位的AD5640和12位的AD5620)是较好的选择。

对于单通道应用，详情参见CN-0202、CN-0203和CN-0204电路笔记。

AD5623R(12位)、AD5643R(14位)和AD5663R(16位)是双通道nanoDAC，AD5624R(12位)、AD5644R(14位)和AD5664R(16位)是四通道nanoDAC器件，均适合多通道应用。AD5628/AD5648/AD5668是八通道12/14/16位SPI电压输出denseDAC，片内集成5 ppm/°C基准电压源。

AD5750和AD5750-1驱动器与AD5750-2引脚兼容。AD5750在4.096 V基准电压下可接受0 V至4.096 V的输入。AD5750-1在1.25 V基准电压下可接受0 V至2.5 V的输入。AD5751是单极性模拟输出驱动器，使用50 V AVDD电源时，可以提供40 V输出。

电路评估与测试

设备要求(可以用同等设备代替)

- 系统演示平台(EVAL-SDP-CB1Z)
- CN-0229电路评估板(EVAL-CN0229-SDPZ)
- CN-0229评估软件
- Agilent 34401A 6.5数字万用表
- Agilent E3631A 0 V至~6 V/5 A ±25 V/1 A三路输出直流电源
- 带USB接口的PC(Windows® 2000或Windows XP)
- National Instruments GPIB转USB-B接口和电缆

开始使用

将CN-0229评估软件光盘放入PC的光盘驱动器，加载评估软件。打开“My Computer(我的电脑)”，找到包含评估软件光盘的驱动器，打开Readme文件。按照Readme文件中的说明安装和使用评估软件。

功能框图

图5所示为测试设置的功能框图。EVAL-CN0229-PADSSchematic pdf文件包含CN-0229评估板的详细电路原理图。此文件位于CN-0229设计支持包中：

<http://www.analog.com/CN0229-DesignSupport>。

设置

EVAL-CN0229-SDPZ电路板上的120引脚连接器连接到EVAL-SDP-CB1Z (SDP)评估板上的CON A或CON B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。将直流输出电源成功设置为+15 V、-15 V和+6 V输出后，关闭电源。

在断电情况下，将一个+15 V电源连接到CN1的+15 V引脚，将一个-15 V电源连接到CN1的-15 V引脚，将GND连接到CN1的GND引脚。以同样方式将+6 V连接到CN2。接通电源，然后将SDP板附带的USB电缆连接到PC上的USB端口。注意：接通EVAL-CN0229-SDPZ的直流电源之前，请勿将该USB电缆连接到SDP板上的微型USB连接器。

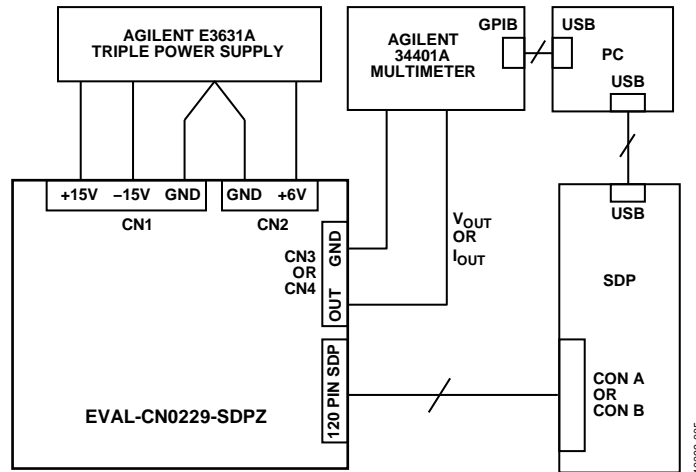


图5. 测试设置功能框图

表2. EVAL-CN0229-SDPZ的跳线设置(以粗体字显示的值为默认设置)

跳线 ¹	描述	设置	功能
JP1_[CH]	VSENSE+ 设置	短路	通道[CH]的VSENSE+与VOUT内部短接[CH]。
		开路	通道[CH]的VSENSE+与VOUT无内部连接。
JP2_[CH]	VSENSE- 设置	短路	通道[CH]的VSENSE-与GND内部短接。
		开路	通道[CH]的VSENSE-与VOUT无内部连接。
JP3_[CH]	VOUT和IOUT引脚短路	短路	通道[CH]的VOUT和IOUT短接在一起。
		开路	通道[CH]的VOUT和IOUT无内部连接。
JP4_[CH]	设置外部补偿电容	短路	为通道[CH]增加1 nF补偿电容。
		开路	移除通道[CH]的1 nF补偿电容。

¹注意：[CH] = 1、2、3或4。

测试

设置好测试设备后，将CN3的VOUT引脚或CN4的IOUT引脚连接到Agilent 34401A的输入端。根据输入信号类型(电流或电压)，确保Agilent 34401A前面板上的电缆连接正确。测试INL、DNL和输出误差需要相当长的时间，因为AD5686R 16位DAC的所有电平都需要由Agilent 34401A设置并测量。

利用CD中提供的软件，可以通过PC设置DAC代码。需要使用自动测试程序来逐步测试各个代码并分析数据。CD中未提供此程序，必须由客户根据测试设置所用特定万用表的要求予以实现。

在图5所示的测试配置中，利用National Instruments GPIB转USB-B接口和电缆，Agilent 34401A万用表的GPIB输出与PC上的另一个USB端口接口。这样，万用表读数就能与载入PC中Excel电子表格的各代码对应。然后根据业界标准定义分析这些数据，以获得INL、DNL和输出误差。

欲详细了解参数定义以及如何从测量数据计算INL、DNL和输出误差，请参阅AD5686R数据手册的“术语”部分和以下文献：数据转换手册第5章“测试数据转换器”，ADI公司。

了解详情

CN-0229 Design Support Package:

<http://www.analog.com/CN0229-DesignSupport>

Slattery, Colm, Derrick Hartmann, and Li Ke, "PLC Evaluation Board Simplifies Design of Industrial Process Control Systems." *Analog Dialogue* (April 2009).

CN-0202 Circuit Note, *Flexible High Accuracy, Low Drift, PLC/DCS Analog Output Module*.

CN-0203 Circuit Note, *Flexible PLC/DCS Analog Output Module Using Only Two Analog Components*.

CN-0204 Circuit Note, *Flexible, High Voltage, High Accuracy, Low Drift PLC/DCS Analog Output Module*.

CN-0063 Circuit Note, *16-Bit Fully Isolated Voltage Output Module Using the AD5662 DAC, ADuM1401 Digital Isolator, and External Amplifiers*, Analog Devices.

CN-0064 Circuit Note, *16-Bit Fully Isolated 4 mA to 20 mA Output Module Using the AD5662 DAC, ADuM1401 Digital Isolator, and External Amplifiers*, Analog Devices.

CN-0065 Circuit Note, *16-Bit Fully Isolated Output Module Using the AD5422 Single Chip Voltage and Current Output DAC and the ADuM1401 Digital Isolator*, Analog Devices.

CN-0066 Circuit Note, *Fully Isolated Input Module Based on the AD7793 24-Bit Σ - Δ ADC and the ADuM5401 Digital Isolator*, Analog Devices.

CN-0067 Circuit Note, *Fully Isolated Input Module Based on the AD7793 24-Bit Σ - Δ ADC, the ADuM5401 Digital Isolator, and a High Performance In-Amp*, Analog Devices.

CN-0097 Circuit Note, *Simplified 12-Bit Voltage and 4 mA-to-20 mA Output Solution Using the AD5412*, Analog Devices.

CN-0209 Circuit Note, *Fully Programmable Universal Analog Front End for Process Control Applications*, Analog Devices.

AN-0971 *Recommendations for Control of Radiated Emissions with isoPower Devices* by Mark Cantrell

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

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

Walt Kester, *Practical Design Techniques for Sensor Signal Conditioning*, Analog Devices, 1999, ISBN 0-916550-20-6

Walt Kester, *Data Conversion Handbook*, Chapter 5, Analog Devices.

数据手册和评估板

CN-0229 Circuit Evaluation Board (EVAL-CN0229-SDPZ)

System Demonstration Platform (EVAL-SDP-CB1Z)

AD5750-2 Data Sheet and Evaluation Board

AD5686R Data Sheet and Evaluation Board

ADuM5400 Data Sheet and Evaluation Board

ADuM1301 Data Sheet and Evaluation Board

修订历史

2012年4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.