

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/CN0203。

连接/参考器件

AD5750-1	工业电流/电压输出驱动器，输出范围可编程
AD5660-1	16 位 nanoDAC® 数模转换器，内置 5 ppm/°C 片内基准电压源，采用 SOT-23 封装

仅需使用两个模拟器件的灵活的 PLC/DCS 模拟输出模块

评估和设计支持

电路评估板

[CN-0203 电路评估板 \(EVAL-CN0203-SDPZ\)](#)

[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全功能、灵活、可编程的模拟输出解决方案，它满足可编程逻辑控制器(PLC)和

分布式控制系统(DCS)应用的大部分要求。**AD5660-1**是一款低功耗(2.8 mW @ 5 V)、轨到轨输出、16 位 nanoDAC®，**AD5750-1**是一款工业用电流/电压输出驱动器，二者相结合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。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、用于防止分组错误(PEC)的CRC校验以及灵活的上电选项等，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。

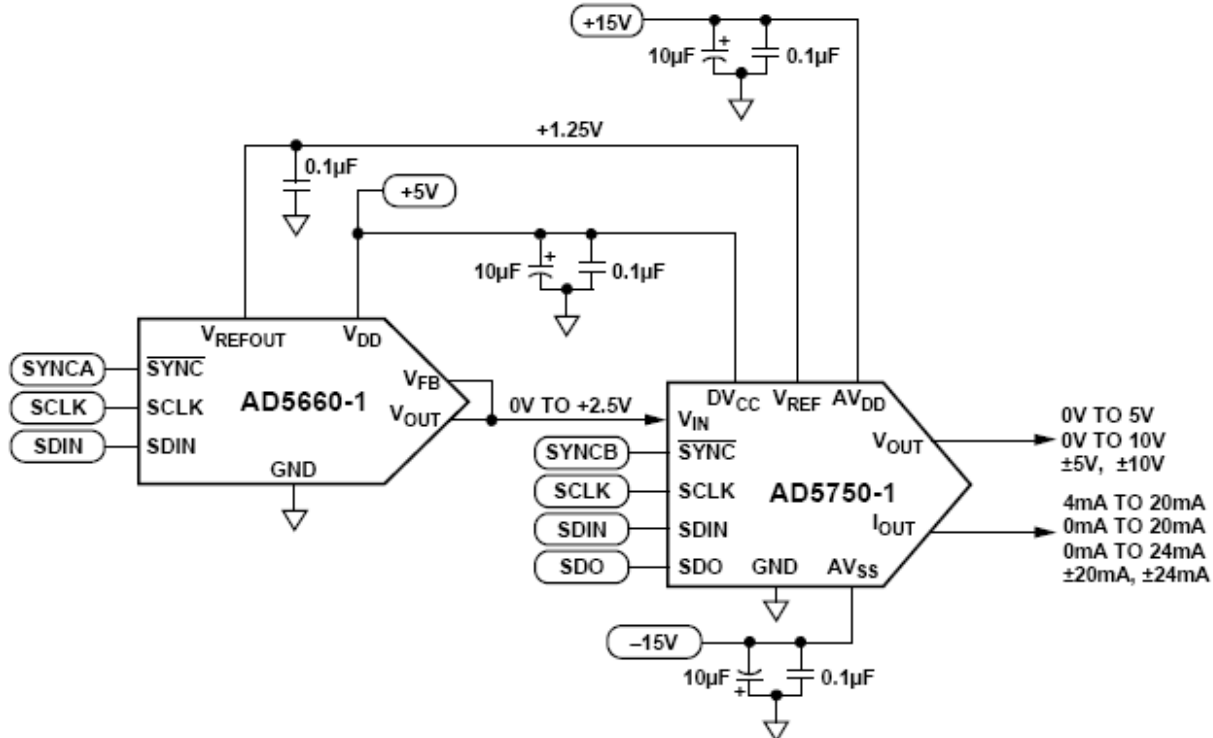


图 1. 针对单通道的基本模拟输出电路 (原理示意图，未显示所有连接和保护电路)

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.

00735-001

电路描述

AD5750/AD5750-1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。电压输出范围可以针对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**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在一起，以便将终端系统配置为单通道输出。

AD5660-1是一款单通道、低成本、低功耗、轨到轨电压缓冲输出nanoDAC，片内集成一个1.25V、5 ppm/°C基准电压源。**AD5660-1**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。

AD5660-1 DAC与**AD5750-1** 驱动器之间的接口简单，无需外部器件。**AD5660-1**的输出电压范围是0 V到2.5 V，与**AD5750-1**的输入范围匹配。此外，**AD5660-1**的基准输出电压为1.25 V，与**AD5750-1**的基准输入要求完全匹配。

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。**AD5750-1**的各引脚内置ESD保护二极管，可以防止3 kV瞬变损害器件（人体模型）。但是，工业控制环境可能会使I/O电路遭受高得多的瞬变。EVAL-CN0203-SDPZ电路板内置外部30 V/600 W瞬变电压抑制器(TVS)、50 mA/30 V自恢复保险丝(PolySwitch)和肖特基功率二极管，以提供更高电压的ESD保护、50 mA过流保护和30 V过压保护。图1的原理示意图未显示可选的外部保护电路，但可以在CN0203设计支持包的详细原理图（EVAL-CN0203-SDPZ-SCH pdf文件）中找到：www.analog.com/zh/CN0203-DesignSupport。

本电路必须构建在具有较大面积接地层的多层电路板上。为实现最佳性能，必须采用适当的布局、接地和去耦技术（请参考教程MT-031——“实现数据转换器的接地并解开AGND和DGND的谜团”以及教程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。**AD5750-1**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。测量条件为25°C、电压输出模式并且使用内部电流检测电阻。**AD5750-1**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。

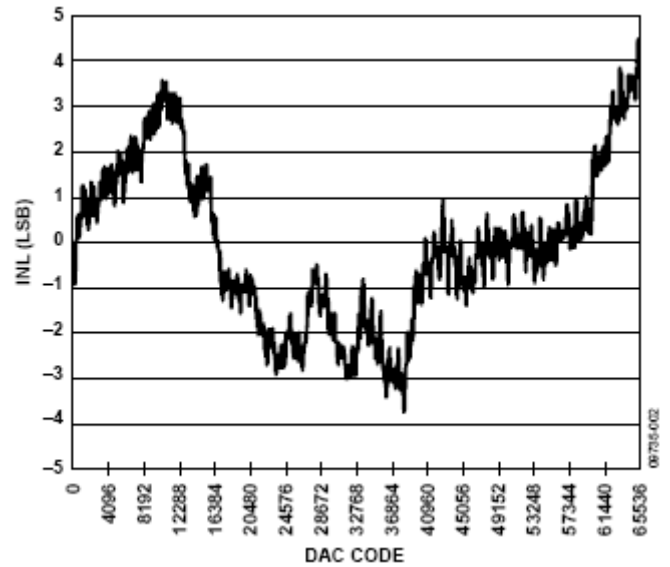


图2. 0 V 至 5 V 输出范围的 INL

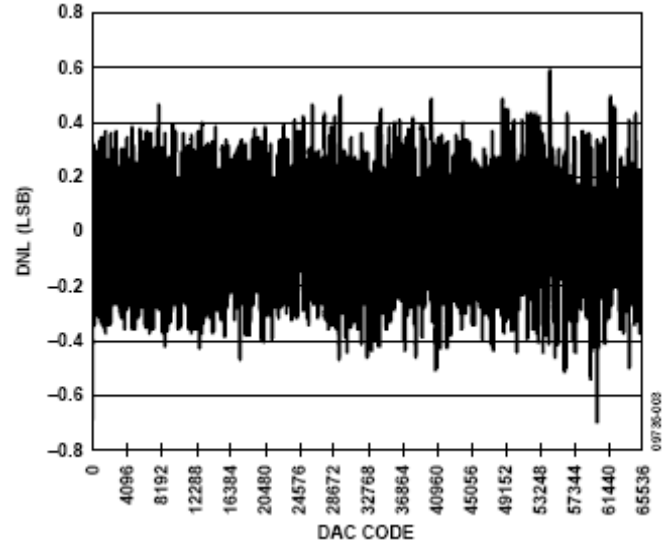


图3. 0 V 至 5 V 输出范围的 DNL

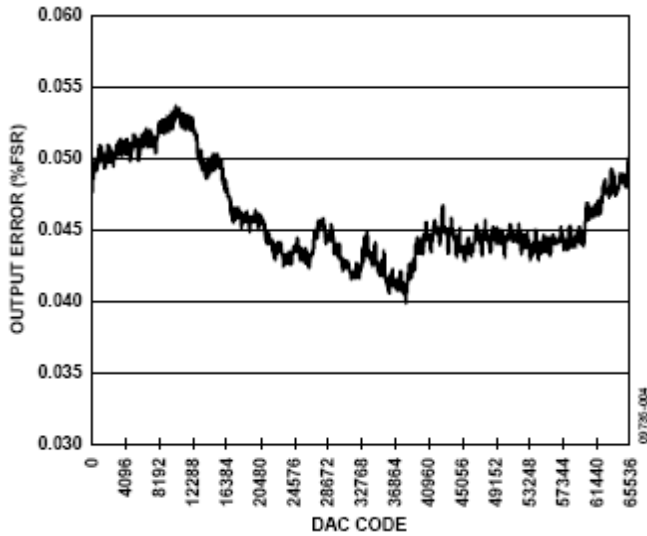


图4. 0 V 至 5 V 输出范围的输出误差

表 1 所示测试结果是在 25°C 下使用 EVAL-CN0203-SDPZ 电路板,采用 Agilent E3631A 直流电源供电,利用 Agilent 34401A 数字万用表测得的。

注意,客户需要调整输出范围 0 mA 至 20.4 mA 和 0 mA 至 24.5 mA, 以便与 0 mA 至 20 mA 和 0 mA 至 24 mA 范围完全匹配。0 mA 至+24.5 mA 范围下的 0.24% FSR 输出误差包括增益误差, 增益误差由客户通过校准消除。

表 1. 所有输出范围的测试结果

范围	电流检测电阻	DNL (LSB)	INL (LSB)	线性度(%FSR)	输出误差(%FSR)
0 V至5 V	无关	0.8	7.1	0.011	0.05
0 V至10 V	无关	0.8	6.1	0.009	0.05
-5 V至+5 V	无关	0.5	6.2	0.009	0.04
-10 V至+10 V	无关	0.5	6.8	0.010	0.04
0 V至6 V	无关	0.8	6.9	0.010	0.05
0 V至12 V	无关	0.8	5.3	0.008	0.09
-6 V至+6 V	无关	0.5	8.0	0.012	0.06
-12 V至+12 V	无关	0.5	7.4	0.011	0.08
-2.5 V至+2.5 V	无关	0.5	5.6	0.008	0.05
4 mA至20 mA	内部	2.4	6.3	0.010	0.07
4 mA至20 mA	外部	2.5	6.2	0.010	0.07
0 mA至20 mA	内部	1.9	5.8	0.009	0.06
0 mA至20 mA	外部	1.9	5.7	0.009	0.06
0 mA至24 mA	内部	1.6	5.4	0.008	0.07
0 mA至24 mA	外部	1.9	5.5	0.008	0.06
-20 mA至+20 mA	内部	1.2	8.8	0.013	0.05
-20 mA至+20 mA	外部	1.2	9.3	0.014	0.05
-24 mA至+24 mA	内部	1.0	9.2	0.014	0.05
-24 mA至+24 mA	外部	1.0	10.1	0.015	0.04
3.92 mA至+20.4 mA	内部	2.4	6.7	0.010	0.03
0 mA至+20.4 mA	内部	2.0	7.6	0.012	0.05
0 mA至+24.5 mA	内部	1.7	3.4	0.007	0.24

常见变化

AD5620 (12 位) 和 AD5640 (14 位) 与 AD5660 引脚兼容, 适合不需要 16 位分辨率的应用。

AD5623R (12 位)、AD5643R (14 位) 和 AD5663R (16 位) 是双通道 nanoDAC 器件, 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。

AD5750 驱动器与 AD5750-1 引脚兼容, 采用 4.096 V 基准电压源时, 可以接受 0 V 至 4.096 V 的输入范围。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-0203 电路评估板 (EVAL-CN0203-SDPZ)
- CN-0203 评估软件
- 用于控制外部测试测量设备的软件 (CD 中未包括)
- Agilent 34401A 6.5 数字万用表
- Agilent E3631A 0 V-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-0203 评估软件光盘放进 PC 的光盘驱动器, 加载评估软件。打开“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。Pdf 文件“EVAL-CN0203-SDPZ-SCH”包含 CN-0203 评估板的详细电路原理图。此文件位于 CN-0203 设计支持包中:

www.analog.com/zh/CN0203-DesignSupport。

设置

EVAL-CN0203-SDPZ 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 A”或“CON B”的连接器。应使用尼龙五金配件, 通过 120 引脚连接器两端的孔牢固固定这两片板。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 电源连接到标有“+15 V”的 CN1 引脚, 将一个 -15 V 电源连接到标有“-15 V”的 CN1 引脚, 将“GND”连接到标有“GND”的 CN1 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-CN0203-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。

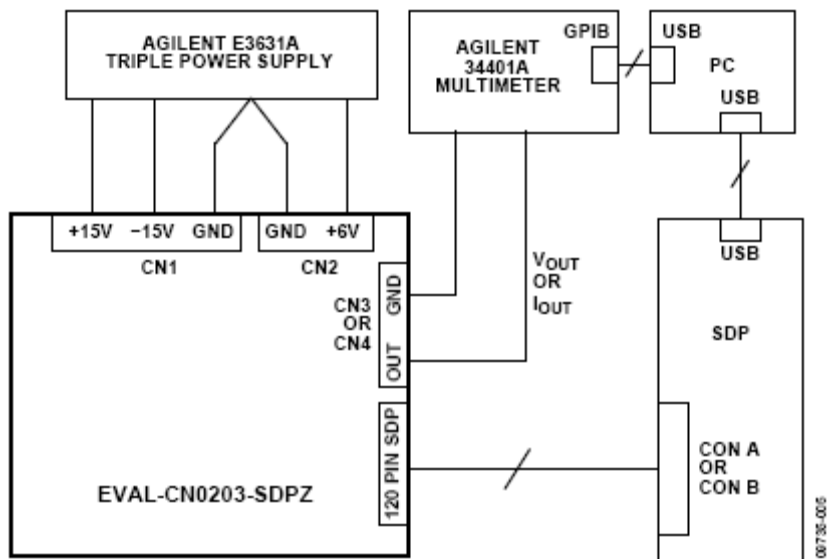


图 5. 测试设置功能框图

表 2. EVAL-CN0203-SDPZ 的跳线设置（以粗体字显示的值为默认设置）

跳线	描述	设置	功能
JP1	设置AD5750-1的地址	引脚1与引脚2短接	AD5750的地址: b'001
		引脚3与引脚2短接	AD5750的地址: b'000
JP2	设置外部补偿电容	短路	增加1 nF补偿电容
		开路	移除1 nF补偿电容
JP3	VSENSE+设置	短路	VSENSE+与VOUT内部短接
		开路	VSENSE+与VOUT无内部连接
JP4	VSENSE-设置	短路	VSENSE-与GND内部短接
		开路	VSENSE-与GND无内部连接
JP5	VOUT和IOUT引脚短路	短路	VOUT和IOUT短路连在一起
		开路	VOUT和IOUT无内部连接
JP6	设置AD5750-1的CLEAR模式	短路	清零至中间电平
		开路	清零至零电平

测试

设置好测试设备后,将标有“VOUT”的CN3 引脚或标有“IOUT”的CN4 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和总误差需要相当长的时间，因为AD5660-1 16位DAC的所有电平都需要由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,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 和总误差。

欲详细了解参数定义以及如何从测量数据计算INL、DNL和总误差，请参阅AD5662 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。

进一步阅读

CN-0203 Design Support Package:

www.analog.com/CN0203-DesignSupport

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

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.

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

MT-101 Tutorial, *Decoupling Techniques*, Analog Devices.
Kester, Walt. *Practical Design Techniques for Sensor Signal Conditioning, Analog Devices*, 1999, ISBN 0-916550-20-6
Kester, Walt. *Data Conversion Handbook*, Chapter 5, Analog Devices.

修订历史

9/11—Revision 0: Initial Version

数据手册和评估板

CN-0203 Circuit Evaluation Board (EVAL-CN0203-SDPZ)

System Demonstration Platform (EVAL-SDP-CB1Z)

AD5750-1 Data Sheet

AD5750-1 Evaluation Board

AD5660-1 Data Sheet

AD5660-1 Evaluation Board

AD5662 Data Sheet

(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.