



AD5412/22/10/20 常见问题解答

编写	CAC(P)
时间	2013/07/07
版本	V1.0

声明

Analog Devices 公司拥有本文档及本文档中描述内容的完整知识产权 (IP)。Analog Devices 公司有权在不通知读者的情况下更改本文档中的任何描述。如果读者需要任何技术帮助, 请通过 china.support@analog.com 或免费热线电话 4006-100-006 联系亚洲技术支持中心团队。其他技术支持资料以及相关活动请访问以下技术支持中心网页 http://www.analog.com/zh/content/ADI_CIC_index/fca.html

Analog Devices, Inc.

版本历史

版本	日期	作者	描述
1.0	2013/7/7	CAC(P)	文档建立

目录

版本历史	II
目录	III
第 1 章 简介	4
1.1 产品简介	4
1.2 参考资料	4
第 2 章 原理简介	6
2.1 原理	6
2.2 参数	7
第 3 章 常见应用问题解答	9
3.1 AD5420 的 PIN 1、4、5、12、11 均为 GND，数字地和模拟地应该怎么区分？	9
3.2 AD5420 的评估板中的 R27 电阻的作用？	9
3.3 AD5422 的 EPAD 脚如何处理，与什么连接呢？	10
3.4 在使用 AD5422 的过程中，选择 0-5V 输出范围，code=0000 时，输出为 0.027V；code=FFFF 时，输出为 5.89V？	10
3.5 AD5422 的数据手册上显示使用外接 Rset 电阻精度会更高，那么 Rset 的精度和温漂应该如何选取；同样的使用外接的 referernce 也能提高精度，那么 reference 如何选取？	11
3.6 AD5422 的内部 Rset 电阻的温漂是多少？	11
3.7 是否有 AD5410/20/12/22 的示例代码？	12
3.8 AD5420 输出接 1KΩ 的负载，code=0000 输出为 3.98mA，code=7fff 输出为 11.92mA，code=FFFF 输出为 14.07mA，为何 FFFF 时不正确？	12
3.9 是否有针对 AD5410/20/12/22 的 4-20mA 变送器完整的隔离方案？	12
3.10 AD5410/20/12/22 都是单通道输出的芯片，是否有多通道的芯片？	12
3.11 AD5410/20/12/22 与 AD420 的区别？	13

第1章 简介

1.1 产品简介

AD5412/AD5422 是低成本、精密、完全集成、12/16 位数模转换器(DAC)，内置可编程电流源和可编程电压输出，设计用于满足工业过程控制应用的需要。输出电流范围可编程设置为 4 mA 至 20 mA、0 mA 至 20 mA 或者超量程的 0 mA 至 24 mA。此产品可以将 HART 信号耦合到 AD5412/AD5422 的电流输出上。电压输出由一个独立引脚提供，该引脚可配置成提供 0 V 至 5 V、0 V 至 10 V、±5 V 或 ±10 V 输出范围；所有范围均提供 10% 的超量程。模拟输出有短路和开路保护，可驱动 1 μ F 的容性负载。该器件的 AVDD 工作电压范围是 10.8 V 至 40 V。输出环路顺从电压范围是 0 V 至 AVDD - 2.5 V。灵活的串行接口为 SPI 和 MICROWIRE 兼容型，可以采用三线式模式工作，从而极大地降低隔离应用的数字隔离要求。器件还包括上电复位功能，确保器件在已知状态下上电。该器件还含有一个异步清零引脚(CLEAR)，它可将输出设置为零电平/中间电平电压输出或将输出设置为选定电流范围的低端。在电流模式和电压模式下，总输出误差典型值均为 ±0.01%。

AD5410/AD5420 是 可编程电流源输出的低成本、精密、完全集成的 12/16 位转换器，可满足工业过程控制应用的要求。输出电流范围可编程为 4mA 至 20 mA、0mA 至 20mA 或者 0mA 至 24mA 的超量程。输出具有开路保护功能，可以驱动 1H 的电感负载。这款器件采用 10.8 V 至 40V (AD5410/AD5420AREZ) 或 10.8V 至 60V (AD5410/AD5420ACPZ) 电源供电。输出回路为 0 V 至 AVDD - 2.5 V。灵活的串口为 SPI 和 MICROWIRE 兼容接口，可在三线制模式下工作，以将隔离应用所需的数字隔离电路降至最少。这款器件还包含确保器件在已知状态下上电的上电复位功能，以及将输出设定为所选电流范围低端的异步清零 (CLEAR) 引脚。总输出误差典型值为 ±0.01% FSR。

1.2 参考资料

参考资料:

CN0278 具有额外电压输出能力的完整 4 mA 至 20 mA HART 解决方案:
<http://www.analog.com/zh/circuits-from-the-lab/cn0278/vc.html>.

UG-441 Evaluating the AD5420 Single-Channel, 16-Bit, Serial Input, Current Source:
<http://www.analog.com/zh/digital-to-analog-converters/digital-to-analog-converters/ad5420/products/EVAL-AD5420/eb.html>

CN0270 完整的 4 mA 至 20 mA HART 解决方案: <http://www.analog.com/zh/circuits-from-the-lab/cn0270/vc.html>

AN-1203 Simplified 16-Bit, 4 mA-to-20 mA Output Solution Using the AD5420:
http://www.analog.com/static/imported-files/application_notes/AN-1203.pdf

AN-1065 AD5420 的 HART 通信兼容配置:

http://www.analog.com/static/imported-files/zh/application_notes/AN-1065_cn.pdf

AN-1241 Simplified 16-Bit Voltage Output and 4 mA-to-20 mA Output Solution Using the AD5422: http://www.analog.com/static/imported-files/application_notes/AN-1241.pdf

CN0321 具有 HART 的完全隔离、单通道电压、4 mA 至 20 mA 输出:
<http://www.analog.com/zh/circuits-from-the-lab/cn0321/vc.html>

CN0233 16 位工业、隔离电压电流输出的 DAC，同时提供隔离的 DC-DC 电源:
<http://www.analog.com/zh/circuits-from-the-lab/cn0233/vc.html>

CN0065 利用单芯片电压和电流输出 DAC AD5422 及数字隔离器 ADuM1401 构建 16 位全隔离输出模块: <http://www.analog.com/zh/circuits-from-the-lab/CN0065/vc.html>

UG-442 Evaluating the AD5422 Single Channel, 16-Bit, Current Source and Voltage Output DAC, HART Connectivity: <http://www.analog.com/zh/digital-to-analog-converters/da-converters/ad5422/products/EVAL-AD5422/eb.html>

UG-181 PLC Demo System, Industrial Process Control Demo System:
http://www.analog.com/static/imported-files/user_guides/UG-181.pdf

第2章 原理简介

2.1 原理

AD5412/22 主要由数模转换器、电压电流转换器、电流放大器、电压输出放大器、LDO 组成，其功能框图如图 2-1 所示。DAC 输出电压通过一个运算放大器和 MOSFET 型晶体管将电压转化成电流，之后镜像放大到电流轨，通过 IOUT 管脚输出电流。如果选择电压输出模式，DAC 输出电压经过缓冲和比例缩放而输出可通过软件选择的单极性或双极性电压范围。电流和电压输出不能同步输出。

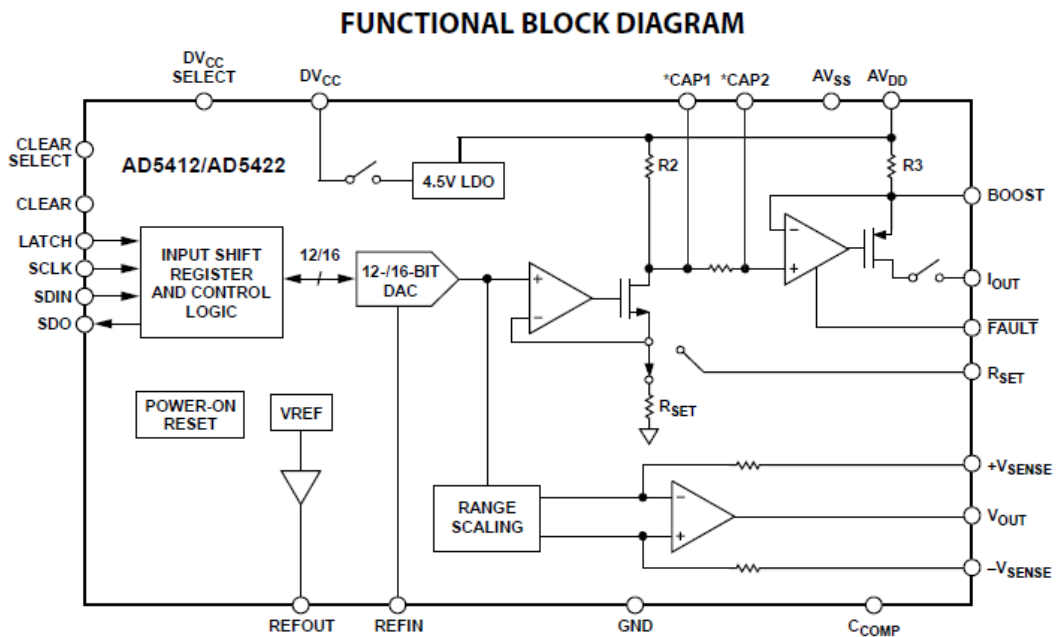


图 2-1 AD5412/22 功能框图

AD5410/20 与 AD5412/22 的结构类似，但是其只有电流输出，而没有电压输出。

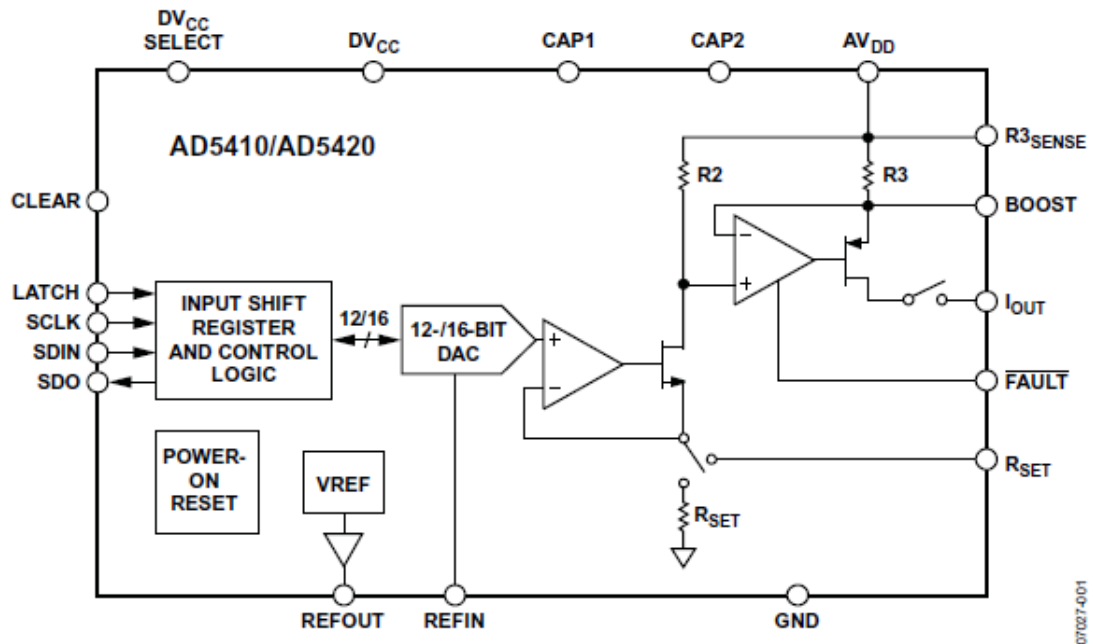


图 2-2 AD5410/20 功能框图

2.2 参数

下面介绍有关芯片的重要参数。

TUE 总不可调整误差: 总不可调整误差(TUE)衡量总输出误差, 最大 TUE 包括 INL 误差、失调误差、增益误差和整个温度范围内的输出漂移。TUE 用 %FSR 表示。对于 AD5412/22, 在 25 °C 条件下其 TUE 为 $\pm 0.05\%$ FSR; AD5410/20 在 25 °C 条件下, 其 TUE 为 $\pm 0.3/\pm 0.13\%$ FSR。

电流环路顺从电压: 环路顺从电压是指输出电流与编程值相等情况下 IOUT 引脚的最大电压。

输出温度系数(TC): 输出 TC 衡量 12 mA 输出电流随温度的变化, 用 ppm FSR/°C 表示。

基准电压温度系数(TC): 基准电压 TC 衡量基准输出电压随温度的变化。它利用黑盒法计算, 即将 TC 定义为基准输出电压在给定温度范围内的最大变化, 用 ppm/°C 表示,

$$\text{计算公式如下: } TC = \left(\frac{V_{REF_MAX} - V_{REF_MIN}}{V_{REF_NOM} \times \text{TempRange}} \right) \times 10^6$$

其中:

VREF_MAX 是在整个温度范围内测得的最大基准输出电压。

VREF_MIN 是在整个温度范围内测得的最小基准输出电压。

VREF_NOM 是标称基准输出电压 2.5 V。

Temp_Range 为额定温度范围。

基准负载调整率：负载调整率衡量负载电流一定变化所引起的基准输出电压变化，用 ppm/mA 表示。

电源抑制比：PSRR 表示 DAC 的输出如何受电源电压变化影响。

第3章 常见应用问题解答

下面按顺序对 FAQ 进行详细的叙述。其中标题为问题的叙述，标题以下的正文为问题的详细解答。

3.1 AD5420 的 PIN 1、4、5、12、11 均为 GND，数字地和模拟地应该怎么区分？

1, 11, 12, 为模拟地, 4 为数字地。您可以参考 AD5420 的评估板连接。下图为 AD5420 的评估板电路图。PIN5 在图中没有显示, 实际上 PIN5 对于 AD5412/22 来说是 Clear Select pin, 对于 AD5420 来说没有什么作用, 所以只要将 PIN5 连接到地上就可以 (二者均可)。

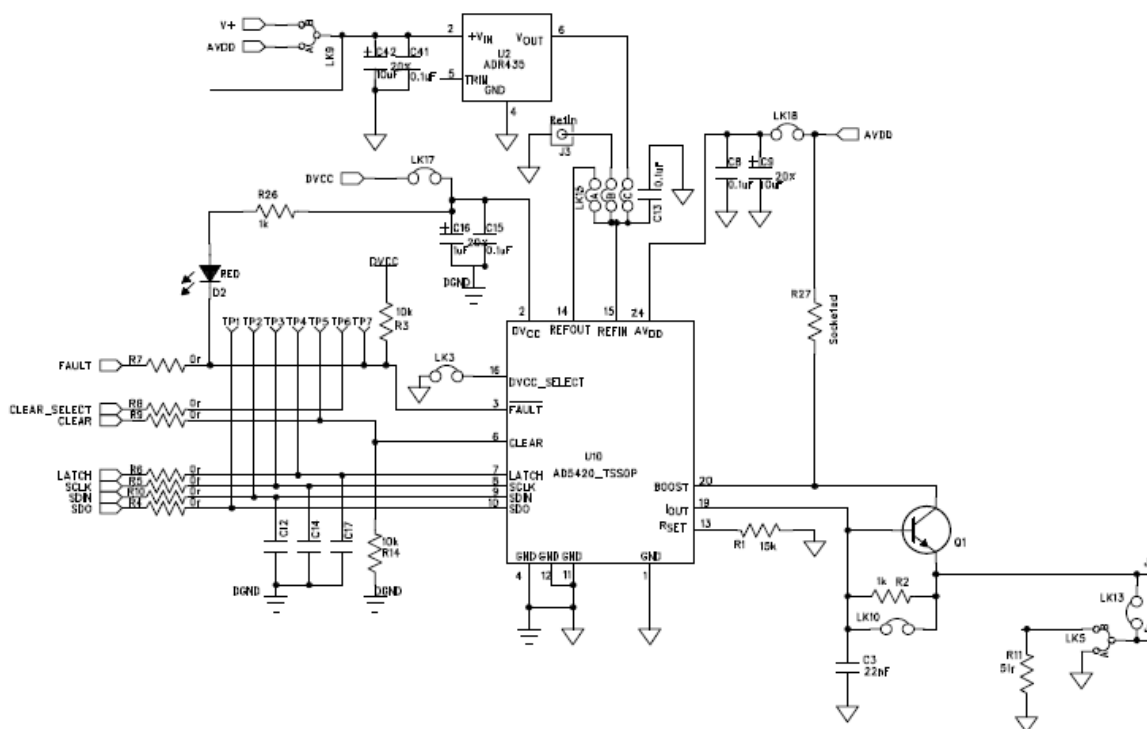


图 3-1 AD5420 评估板电路图

3.2 AD5420 的评估板中的 R27 电阻的作用？

实际上, 这个电阻可以用来超量程输出 I_{out} 。这个电阻和内部 40 欧姆的 R_3 电阻并联, 并联后相当于减小了 R_3 电阻。内部的 R_3 电阻与 R_2 组成了类似电流镜的结构, 输出电流的大小与 R_3/R_2 成正比。通过并联 R_{27} 减小 R_3 电阻, 这样就可以增大输出的范围。

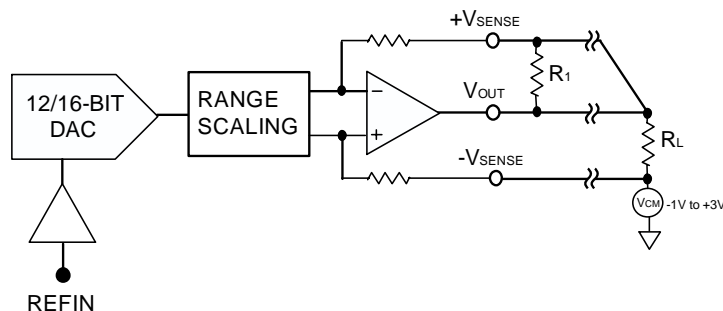


图 3-3 AD5422 的输出电路

当使用单电源供电时，由于 DAC 的零刻度误差存在，code=0000 时，输出电压大约为 25mV。如果使用双电源供电，零刻度误差会变小。

3.5 AD5422 的数据手册上显示使用外接 Rset 电阻精度会更高，那么 Rset 的精度和温漂应该如何选取；同样的使用外接的 referernce 也能提高精度，那么 reference 如何选取？

在实际的产品测试过程中，AD5422 使用精密的低温漂 15KΩ 的电阻，电阻通过精密的测量和校准，可以认为不随温度而改变。基准电压源的使用也同电阻基本相同，不随温度而改变。

首先我们讨论电流输出模式，为了得到更好的特性，需要外接基准电压源和外接 Rset 电阻。在全温度条件下，最大误差为 0.15% (B 版本 TUE) + 基准电压源误差 + Rset 电阻误差。

假设外接 Rset 电阻的初始精度为 0.05%，温度系数为 5ppm/°C；那么因为电阻引入的最大误差为 $0.05\% + 0.0625\% = 0.1125\%$ 。

假设外接基准电压源的初始精度为 0.05%，温度系数为 2ppm/°C；那么因为基准电压源引入的最大误差为 $0.05\% + 0.025\% = 0.075\%$ 。

通过失调和增益误差校准，可以消除 Rset 电阻和基准电压源的绝对误差，但是温漂引入的误差不能消除。在这种情况下，最大的误差为 $0.15\% + 0.0625\% + 0.025\% = 0.2375\%$ 。

为了改善输出信号的精度，需要使用低温度系数的基准电压源和 Rset 电阻。

其次，我们讨论电压模式，在全温度条件下，最大误差为 0.1% + 基准电压源误差。

3.6 AD5422 的内部 Rset 电阻的温漂是多少？

从上面的问题，我们得知在实际的产品测试过程中，AD5422 使用精密的低温漂 15KΩ 的电阻，电阻通过精密的测量和校准，可以认为不随温度而改变。再此基础上得到的精度为 0.15%。而使用内部电阻得到的精度为 0.3%。因此我们可以粗略的计算内部电

阻的温度系数为 $(0.3\% - 0.15\%)/125 = 12\text{ppm/C}$ 。

3.7 是否有 AD5410/20/12/22 的示例代码？

我们提供 AD5420 和 AD5422 的参考程序，供您参考。



ExampleCode_DAC_AD5420.zip



AD5422.zip

3.8 AD5420 输出接 1KΩ 的负载，code=0000 输出为 3.98mA，code=7fff 输出为 11.92mA，code=FFFF 输出为 14.07mA，为何 FFFF 时不正确？

请检查输出电压是否超过了输出顺从电压要求的值。例如，如果 $AVDD=12\text{V}$ ，那么输出顺从电压的最大值为 $AVDD-2.5=.5\text{V}$ ，那么最大的负载电阻的值为 $9.5\text{V}/20\text{mA}=0.475\text{K}\Omega$ 。 $1\text{K}\Omega$ 的负载超出了最大值的要求。如果想要输出正确，需要提高 $AVDD$ 的电压，或者降低负载电阻的阻值。

3.9 是否有针对 AD5410/20/12/22 的 4-20mA 变送器完整的隔离方案？

参考 CN0065 利用单芯片电压和电流输出 DAC AD5422 及数字隔离器 ADuM1401 构建 16 位全隔离输出模块: <http://www.analog.com/zh/circuits-from-the-lab/CN0065/vc.html>

3.10 AD5410/20/12/22 都是单通道输出的芯片，是否有多通道的芯片？

针对 AD5410/20 的多通道输出芯片是 AD5737/57，它们为 4 通道输出的 4-20mA 变送器芯片。AD5737 是 12-bit DAC，AD5757 是 16-bit DAC。它们的特点是集成了片内动态电源控制功能基于为实现片内功耗最低而优化的 DC-DC 升压转换器，可以在 7.4 V 至 29.5 V 范围内调节输出驱动器的电压。

针对 AD5412/22 的多通道输出芯片是 AD5735/55，它们也为 4 通道输出的 4-20mA 变送器芯片。AD5735 是 12-bit 版本，AD5757 是 16-bit 版本。它们同样集成了片内动态电源控制功能。

3.11 AD5410/20/12/22 与 AD420 的区别?

AD420 可通过编程，将输出电流范围设置为 4 mA-20 mA、0 mA-20 mA 或超量程的 0 mA-24 mA，通过增加一个外部缓冲放大器实现 0 V-5 V、0 V-10 V、 ± 5 V 或 ± 10 V 输出。

AD5422 与 AD420 的功能几乎相同，可以实现电流和电压输出，但 AD5422 的电压输出不需要外部驱动级；AD5422 的工作电压范围更宽，精度也更好，价格也更低。除此之外基于 AD5422，提供 12-bit 版本的 AD5412 以及只有电流输出功能的 AD5410/20，它们都可以管脚兼容。