

Circuits from the Lab® 参考设计是经过测试的参考设计，有助于加速设计，同时简化系统集成，帮助并解决当今模拟、混合信号和 RF 设计挑战。如需更多信息和技术支持，请访问：www.analog.com/cn/CN0545。

连接/参考器件

| | |
|-----------------------|---|
| AD7124-4/ AD7124-8 | 集成PGA和基准电压源的4通道/8通道、低噪声、低功耗24位 Σ - Δ 型ADC |
| ADP150 | 超低噪声、150 mA CMOS线性稳压器 |

采用低功耗、精密、24 位 Σ - Δ 型 ADC 的全集成式 0.1°C 热敏电阻测量系统

评估和设计支持

电路评估板

[AD7124-4 评估板\(EVAL-AD7124-4SDZ\)](#)或 [AD7124-8 评估板\(EVAL-AD7124-8SDZ\)](#)
[系统演示平台 \(EVAL-SDP-CK1Z 或 EVAL-SDP-CB1Z\)](#)

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

无论何种类型的最终应用，例如仪器仪表、工业自动化、运输、制造流程、医疗应用等，温度测量在其中常常发挥着重要作用。有多种类型的温度传感器可以用于温度测量系统，例如热电偶、铂电阻温度检测器(RTD)、电子带隙传感器和热敏电阻。

客户使用何种温度传感器以及设计，取决于所测量的温度范围和所需的精度。对于-50°C至+150°C的温度范围，热敏电阻在灵敏度、精度、成本和简便性方面可提供出色的特性组合。然而，热敏电阻是高度非线性的。因此，需要电路线性化技术来确保温度值准确。

图1所示电路是基于低功耗、低噪声、集成式24位 Σ - Δ 模数转换器(ADC)的集成式0.1°C热敏电阻测量系统。该系统可以实现高分辨率、低非线性和低噪声性能，以及很高的50 Hz和60 Hz抑制性能。系统的典型无噪声码分辨率约为14位，大致相当于0.01°C。

该系统集成了几个重要系统构建模块以支持热敏电阻测量，包括恒定电流源、可编程增益放大器(PGA)、内部基准电压源以及非常适合电阻测量的模拟和基准输入缓冲器。这种集成允许与传感器直接接口，从而大大简化设计，同时缩减印刷电路板(PCB)的尺寸、成本和功耗。

片内数字滤波、集成诊断功能、三种功耗模式等选项为应用提供了灵活性。低功耗模式下消耗的电流仅为255 μ A，全功率模式下消耗的电流为930 μ A。在关断模式下，整个ADC及其辅助功能均关断，器件的典型功耗降至1 μ A。这些功耗选项使该器件适合电池供电应用、环路供电应用和其他低功耗应用。

Rev. 0

Circuits from the Lab® reference designs 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)

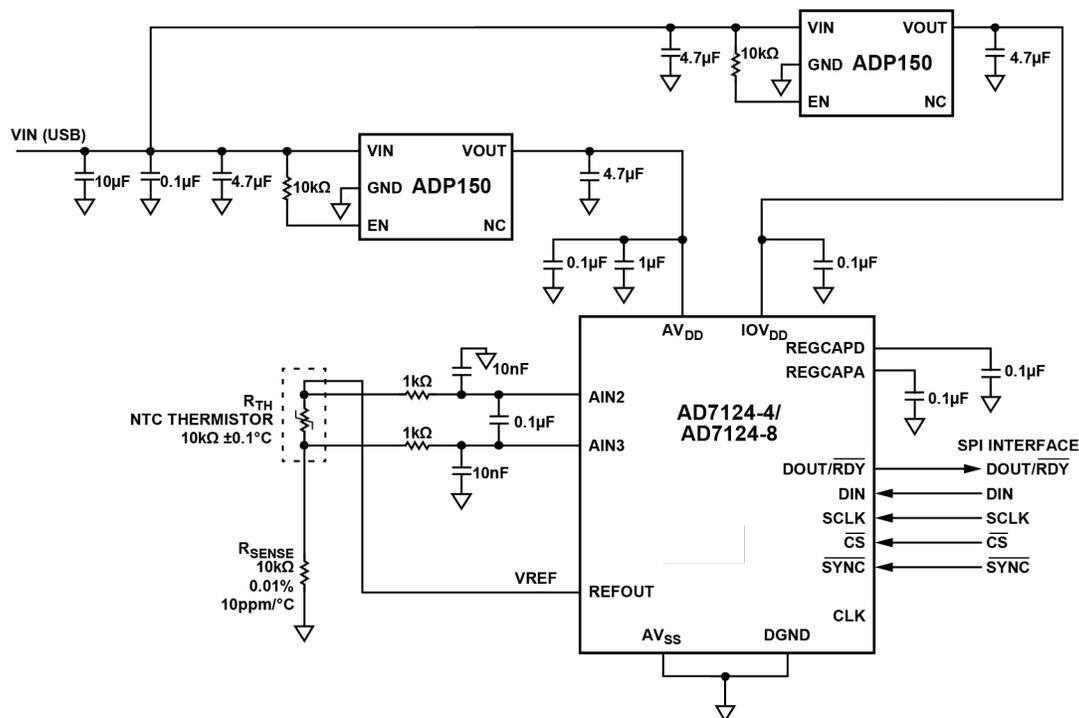


图1. 热敏电阻测量框图

电路描述

热敏电阻简介

热敏电阻是廉价的非线性电阻，其电阻与温度具有很强的关联。精密应用中最常使用负温度系数(NTC)的热敏电阻。也有正温度系数(PTC)热敏电阻可用，但其通常用于安全应用或用作可复位保险丝。PTC热敏电阻在达到居里点（或开关点）之前，其阻值相对于温度仅有轻微变化；在超过开关点的数十摄氏度范围内，其阻值会增加几个数量级。PTC热敏电阻的开关点通常在60°C至120°C之间。与之相比，NTC热敏电阻可在大得多的温度范围内使用，通常为-50°C至+150°C，适合于包括工业自动化、仪器仪表、医疗在内的各种应用。

热敏电阻的工作方式与RTD相似，但前者是陶瓷、聚合物或半导体（通常是金属氧化物），并且具有比RTD更高的响应度和温度系数。热敏电阻无需补偿引线电阻，因而其高灵敏度相对于RTD有明显优势。此类传感器按其于25°C时的标称电阻（范围从1 kΩ至10 MΩ）进行分类。

图2显示了典型10 kΩ NTC热敏电阻的温度响应。注意图2所示的高非线性特性，这意味着测得的电阻需要线性化以确保温度值准确。

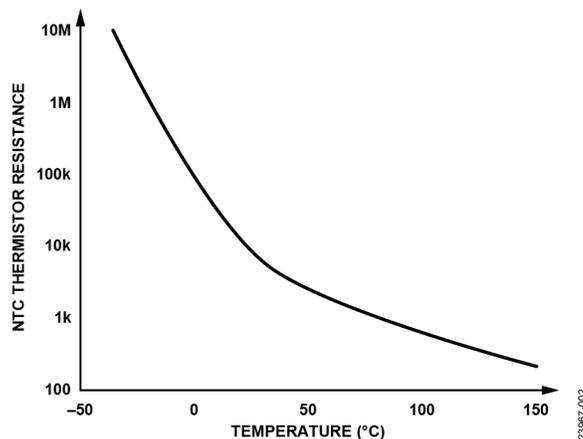


图2. 10 kΩ NTC 热敏电阻响应特性

有多种行业标准定义了热敏电阻传感器的容差和精度限值。图1所示电路使用了一个10 kΩ的44031型NTC热敏电阻传感器，其额定测量范围为-50°C (441.117kΩ) 至+150°C (237.16Ω)。在+25°C时，其阻值为10 kΩ；在0°C至+70°C之间，其精度为±0.1°C；在更宽的温度范围内，其精度为±1°C。

热敏电阻传递函数

NTC热敏电阻的阻值随温度升高而降低。Steinhart-Hart方程是一个经验表达式，被认为是用来校正典型NTC热敏电阻的非线性响应（阻值相对于温度的特性）的最佳数学表达式。

表示温度与阻值关系的Steinhart-Hart方程如下：

$$1/T = A + B(\ln(R_{TH})) + C(\ln(R_{TH}))^3 \quad (1)$$

其中：

T为温度，单位为K。

A、B、C是从三个温度测试点得出的常数。

R_{TH} 为热敏电阻的阻值，单位为欧姆。

A、B、C的值取决于热敏电阻的具体型号，可以在所选热敏电阻的数据手册中找到。如果数据手册给出了A、B、C值，则可以直接使用该公式根据所测阻值计算温度。

本电路笔记使用型号为44031 (10kΩ)的热敏电阻，其Steinhart-Hart常数为：A = 1.032×10^{-3} ，B = 2.387×10^{-4} ，C = 1.580×10^{-7} 。

有些NTC热敏电阻制造商没有提供常数A、B、C的值。取而代之的是，热敏电阻有一个表示阻值变化的单一常数 β ，该常数是使用两个规定温度下的电阻值计算得出的。当NTC热敏电阻数据手册仅提供 β 值时，请使用以下公式确定温度：

$$\beta = \frac{\ln\left(\frac{R}{R_0}\right)}{\left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_0}\right)} \quad (2)$$

其中：

R为热敏电阻的阻值，单位为欧姆。

R_0 为温度 T_0 (25°C = 298.15K)时的阻值。

T为温度，单位为K。

$T_0 = (25^\circ\text{C} = 298.15 \text{ K})$ 。

请注意，公式2本质上是Steinhart-Hart方程，其中A = $(1/T_0) - (1/\beta)(\ln R_0)$ ，B = $1/\beta$ ，C = 0。

设计热敏电阻应用时，须使用热敏电阻在最低和最高温度下的预期阻值来优化系统工作温度范围，这点很重要。要确定热敏电阻在特定温度点的阻值，请使用反向Steinhart-Hart公式：

$$R_{TH} = e^{\left(\beta - \left(\frac{\alpha}{2}\right)\right)^{\frac{1}{3}}} - e^{\left(\beta + \left(\frac{\alpha}{2}\right)\right)^{\frac{1}{3}}} \quad (3)$$

其中：

R_{TH} 为热敏电阻的阻值，单位为欧姆。

$$\beta = \sqrt{\left(\frac{B}{3C}\right)^3 + \frac{\alpha^2}{4}}$$

$$\alpha = \left(\frac{A - \frac{1}{T}}{C}\right), \text{ 其中 } T \text{ 为温度，单位为 } K(^\circ\text{C} + 273.15)$$

热敏电阻测量

与其他类型的温度传感器相比，热敏电阻每°C的电阻变化更大。例如，一个10 kΩ热敏电阻在25°C时的阻值为10 kΩ，而在-50°C时，NTC热敏电阻的阻值为441.117 kΩ。因此，与其他电阻温度传感器（如RTD）相比，热敏电阻的信号电平更大。即使用AD7124-4/AD7124-8提供的最小激励电流来激励热敏电阻也是不合适的，因为热敏电阻在较低温度时往往会产生高输出电压。例如，当测量-50°C的温度时，50 μA的激励电流会产生 $441.117 \text{ k}\Omega \times 50 \mu\text{A} = 22 \text{ V}$ 的电压，此电压电平超出了AD7124-4/AD7124-8的额定范围。

测量 R_{TH} 的一种简单办法是将热敏电阻与一个0.01%检测电阻(R_{SENSE})串联，作为分压器电路的一部分（见图1）。使用恒定激励电压来产生 R_{TH} 两端的电压，然后利用24位 Σ - Δ 型ADC将其转换为精确的数字表示形式。使用所测得的电压计算流经 R_{SENSE} 的电流，该电流与流经 R_{TH} 的电流相同，由此便可确定 R_{TH} 的值。

在25°C的基准温度时， R_{SENSE} 值等于 R_{TH} 的大小，因此输出电压对应标称温度的中点。当温度改变时， R_{TH} 也改变，热敏电阻两端的激励电压的一小部分也改变，从而产生与 R_{TH} 成比例的输出电压。

利用选定的基准电压为热敏电阻和/或 R_{SENSE} 供电，并将同一基准电压用作ADC基准电压进行测量，可以消除激励电压源中的误差，从而得出比例测量结果。

当ADC工作在单极性模式时，用于计算热敏电阻两端电压(V_{TH})的通用表达式为：

$$V_{TH} = (CODE \times V_{REF}) / (G \times 2^N) \quad (4)$$

其中：

CODE为ADC码。

V_{REF} 为基准电压。

G为所选增益。

N为ADC的分辨率（本电路为24）。

当ADC工作在双极性模式时，计算 V_{TH} 的通用表达式为：

$$V_{TH} = (CODE - 2^{N-1}) \times V_{REF} / (G \times 2^{N-1}) \quad (5)$$

计算 R_{TH} 的通用表达式为：

$$R_{TH} = (V_{TH} \times R_{SENSE}) / (V_{REF} - V_{TH}) \quad (6)$$

热敏电阻设计考虑因素

以下部分说明AD7124-4/AD7124-8如何提供热敏电阻准确测量所需的关键功能和特性，以及如何连接和配置测量。

ADC

除热敏电阻传感器规格外，系统的精度还取决于ADC的性能。AD7124-4/AD7124-8为热敏电阻测量提供集成式解决方案。这些器件可以实现高分辨率、低非线性、低噪声性能及50 Hz/60 Hz高抑制性能。AD7124-4/AD7124-8由片内基准电压源、基准电压缓冲器和低噪声PGA组成，因此可以直接与传感器连接，最大限度地减少所需的外部电路。

电源

AD7124-4/AD7124-8具有单独的模拟电源和数字电源。数字电源IOV_{DD}独立于模拟电源AV_{DD}，可以为1.65 V至3.6 V范围内的值（以DGND为基准）。AV_{DD}以AV_{SS}为基准，范围是2.7 V到3.6 V（中低功率模式）或2.9 V至3.6 V（全功率模式）。图1所示电路由单电源供电。因此，AV_{SS}和DGND连在一起，仅使用一个接地层。AV_{DD}和IOV_{DD}电压由ADP150稳压器分别产生。使用这些稳压器时，AV_{DD}电压设置为3.3 V，IOV_{DD}电压设置为1.8V。使用单独的稳压器可确保噪声最低。

功耗模式的选择取决于最终应用的电流预算分配。如果应用需要非常高的输出数据速率和更好的噪声性能，可以将AD7124-4/AD7124-8配置为全功率模式。便携式应用须使用低功耗器件。对于某些工业应用，整个系统都由4 mA到20 mA环路供电，因此允许的电流预算最大值为4 mA。对于此类应用，可以将AD7124-4/AD7124-8设置为中功率或低功耗模式。

模拟输入、缓冲器和增益选择

使用2.5 V激励电压时，在额定温度范围内，每°C的阻值变化会在热敏电阻两端产生数十毫伏至数伏的电压。

10 kΩ NTC热敏电阻两端产生的最大电压约为2.44V。因此，PGA增益设置为1倍增益，以确保整个传感器输出范围在AD7124-4/AD7124-8的容许输入范围内。当使用1倍增益时，PGA关断以减少电流消耗。

AD7124-4/AD7124-8内置一个高阻抗模拟输入级缓冲放大器。因此，输入端能够耐受较大的源阻抗，适合与外部阻性传感器（如热敏电阻）直接相连。当PGA增益大于1时，输入会自动缓冲。但是，只要源阻抗较低，则当增益等于1时可以禁用缓冲器。

在CN-0545中，模拟输入由高阻值（最高441.11 kΩ）的热敏电阻驱动，这可能会导致明显的增益和失调误差。使能输入缓冲器可以支持宽范围的电阻值和EMC（电磁兼容性）滤波，而不会增加任何误差。缓冲器需要供电轨上下至少0.1 V的裕量。本电路笔记中的所有电路均经过特别设计，以使模拟输入始终在裕量要求之内。

基准电压和激励电压

AD7124-4/AD7124-8内置一个2.5 V基准电压源。该基准电压源具有低噪声和低漂移特性，采用LFCSP封装的AD7124-4/AD7124-8的最大漂移为15 ppm/°C，而采用TSSOP封装的AD7124-4 B级型号的最大漂移为10 ppm/°C。ADC内置基准电压源可以减少所需的外部元件数量，从而减小PCB尺寸并降低系统成本。

图1所示电路选择内部基准电压作为热敏电阻测量的基准电压。当使能时，该2.5 V基准电压可在REFOUT引脚上获得，而且还用作激励电压以在热敏电阻两端产生电压，从而实现比例配置。

因此，激励电压或内部基准电压的任何变化均被消除。

这种方法还能确保热敏电阻两端的电压始终低于基准电压（尽管在较低温度时电阻值较大），因此测量整个温度范围是直接输入连接得到极大的简化。

数字和模拟滤波

差分滤波器（截止频率约为800 Hz）和共模滤波器（截止频率约为16 kHz）在模拟输入端和基准输入端实现。为了抑制调制器频率和调制器谐波频率处的干扰，必须使用这种滤波。

为从传感器获得高精度测量结果，必须让传感器噪声和精度控制系统总误差，这也很重要。噪声会影响系统精度，因为它会限制ADC能够识别的传感器信号电平的最小可能变化，因此会直接影响系统的分辨率。噪声对所执行的校准也会有影响，因为某些校准会将误差降低到噪声水平，故噪声越小，测量结果就越准确和可重复。因此，ADC的分辨率和噪声性能必须比传感器噪声和分辨率高出几倍。

AD7124-4/AD7124-8在片内数字滤波方面拥有很大的灵活性。有多个滤波器选项可用。所选滤波器选项会影响输出数据速率、建立时间以及50 Hz/60 Hz抑制。本电路笔记实现了sinc⁴滤波器和后置滤波器。之所以使用sinc⁴滤波器，是因为其在整个输出数据速率范围内具有出色的噪声性能，另外还有出色的50 Hz/60 Hz抑制性能。后置滤波器用于提供50 Hz和60 Hz同时抑制，建立时间为40 ms。

表1列出了系统RMS噪声值。表1还显示了相同滤波器、增益和输出数据速率设置下ADC模拟输入短路时的噪声性能。连接热敏电阻后，由于热敏电阻本身有一些噪声，测得的噪声会较高。

校准

AD7124-4/AD7124-8提供不同的校准模式，通过校准可消除失调和增益误差。对于本电路笔记，电路使用了内部零电平校准和内部满量程校准。注意，这些校准只能消除ADC增益和失调误差，而不能消除外部电路引起的增益和失调误差。

诊断

AD7124-4/AD7124-8的片内诊断功能可检查模拟引脚上的电平是否在额定工作范围以内。可以分别检查正模拟输入电压(AINP)和负模拟输入电压(AINM)有无过压、欠压、ADC饱和等情况。当模拟输入上的电压超过AV_{DD}时，过压标志就会置1；当模拟输入上的电压低于AV_{SS}时，欠压标志就会置1。该系统的丰富诊断功能还包括串行外设接口(SPI)总线上的循环冗余校验(CRC)和信号链检查，从而提供更强大的解决方案。这些诊断功能可减少执行诊断功能所需的外部元件，从而减小解决方案尺寸、缩短设计时间并节省成本。根据IEC 61508，典型应用的失效模式、影响和诊断分析(FMEDA)表明安全失效比率(SFF)大于90%。

表1. 典型噪声性能

| 滤波器类型 | 输入条件 | 均方根噪声(μV) | 无噪声分辨率(°C) |
|------------------------------------|--------|-----------|----------------|
| Sinc ⁴ 滤波器，全功率模式，50 SPS | 连接热敏电阻 | 44.2 | 0.01 (14位) |
| | 输入短路 | 0.45 | 0.0002 (20位) |
| 后置滤波器，低功耗模式，25 SPS | 连接热敏电阻 | 72.9 | 0.02 (13.4位) |
| | 输入短路 | 1.7 | 0.0005 (18.7位) |

热敏电阻接线配置

AD7124-4可配置为4个差分或7个伪差分通道，AD7124-8可配置为8个差分或15个伪差分通道。二者均使用灵活的多路复用。因此，可将任何模拟输入引脚选择为正输入或负输入。利用此特性，用户可以执行诊断功能，例如检查引脚是否连接。此特性还简化了PCB设计，支持其容纳单个热敏电阻或多个NTC热敏电阻。

图3显示了NTC热敏电阻与AD7124-4/AD7124-8接口的配置。NTC热敏电阻的两条引线分别连接到AIN2和AIN3引脚。REFOUT也连接到AIN2和NTC热敏电阻，以为热敏电阻提供恒定的激励电压。R_{SENSE}与NTC热敏电阻串联，并以地为基准，形成一个分压电路。然后，使用该测得的电压，来计算流经R_{SENSE}的电流，此电流与流经R_{TH}的电流相同。因此，R_{TH}值也可以确定。

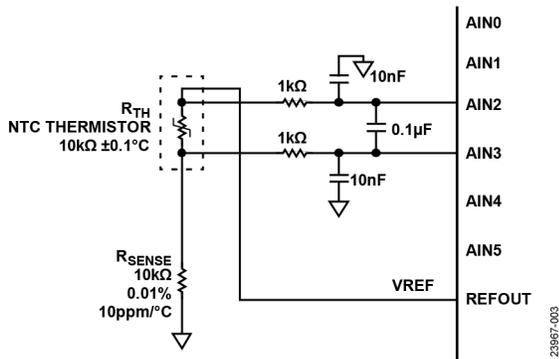


图3. 10 kΩ NTC 热敏电阻模拟输入配置

单个热敏电阻测量的AD7124-4/AD7124-8配置如下：

- 差分输入：AINP = AIN2且AINM = AIN3
- 电压偏置：REFOUT
- 内部基准电压源：2.5 V
- 数字滤波：sinc⁴ 50 SPS和后置滤波器25 SPS
- PGA增益 = 1
- 精密R_{SENSE} = 10 kΩ
- 使能模拟缓冲器

热敏电阻结果

对于图3所示热敏电阻电路，我们采集了AD7124-4/AD7124-8在不同数字滤波器和功耗模式配置下获得的数据，即sinc⁴滤波器工作在全功率模式，后置滤波器工作在低功耗模式，如“数字和模拟滤波”部分所述。

该热敏电阻系统的典型无噪声码分辨率为：选择全功率模式和sinc⁴滤波器时为14位，选择低功耗模式和后置滤波器时为13.4位，这相当于每个温度测量分别有大约0.01°C和0.02°C的误差变化。图4和图5显示了连接热敏电阻时的噪声分布。

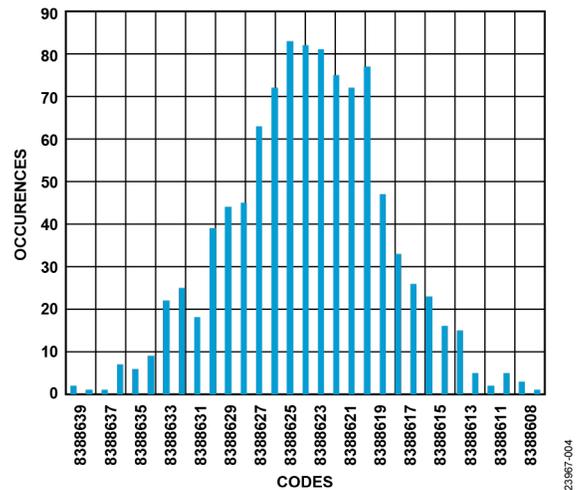


图4. NTC 热敏电阻的码直方图，温度为25°C，Sinc4 滤波器，全功率模式，50 SPS

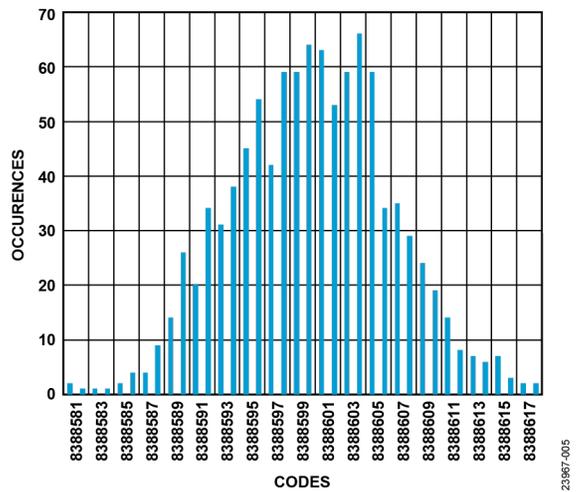


图5. NTC 热敏电阻的码直方图，温度为25°C，后置滤波器，低功耗模式，25 SPS

图6和图7显示了由此产生的误差（设定温度减去实测温度）。对于每个热敏电阻温度设置，AD7124-4/AD7124-8均保持在25°C。如图6和图7所示，误差在热敏电阻规格范围内。这些图像还显示了热敏电阻误差在AD7124-4/AD7124-8不同温度设置下的偏差。对于AD7124-4/AD7124-8的每个温度设置，执行内部零电平校准和满量程校准。如图6和图7所示，总误差同样在热敏电阻的包络之内。

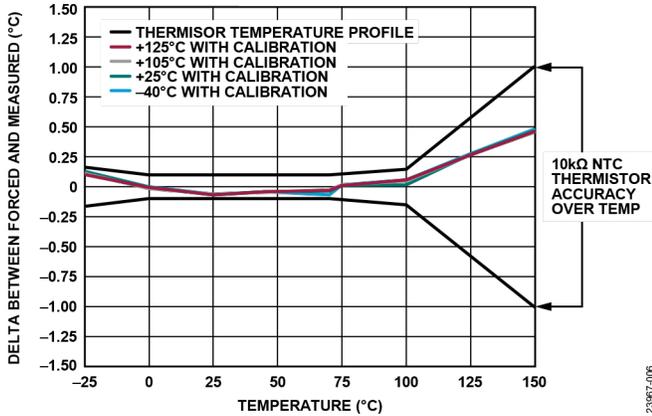


图6. 热敏电阻温度精度测量, Sinc⁴ 滤波器, 全功率模式, 50 SPS

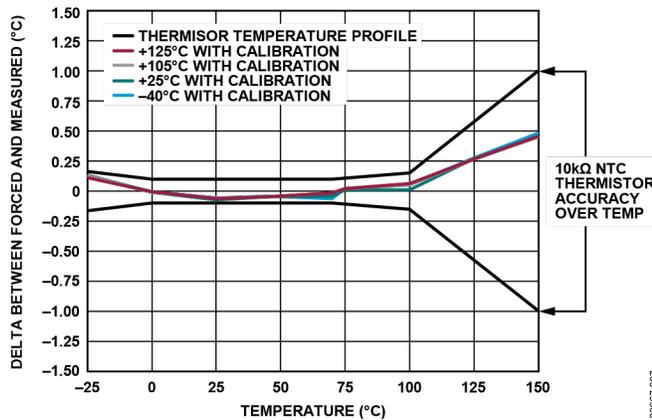


图7. 热敏电阻温度精度测量, 后置滤波器, 低功耗模式, 25 SPS

图8和图9显示了在25°C时执行内部零电平和满量程校准后的热敏电阻实测温度的误差。这些图像表明，在25°C时进行校准或在个别温度时进行校准，这些器件提供的性能相似。

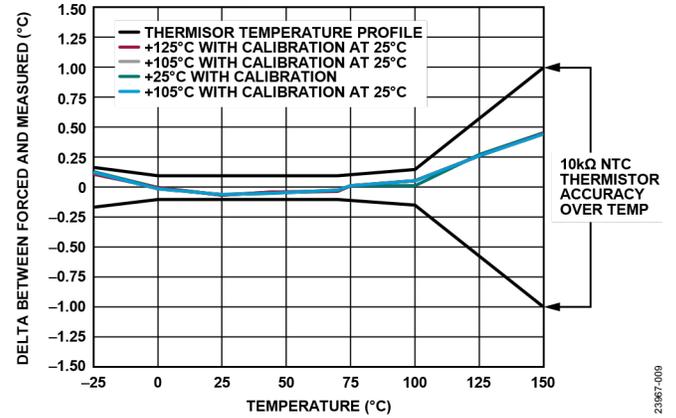


图8. 热敏电阻温度精度测量, Sinc⁴ 滤波器, 全功率模式, 50 SPS, 环境温度

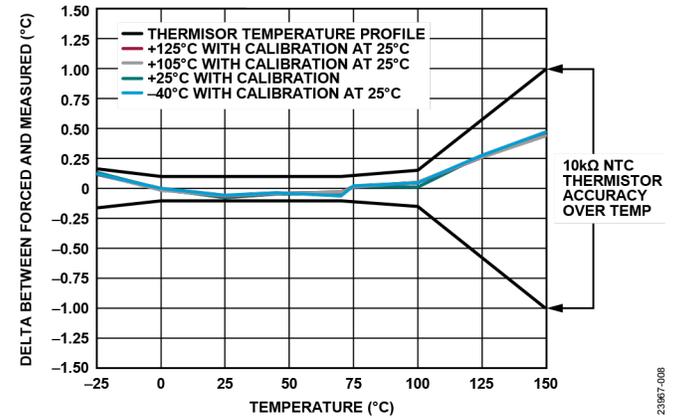


图9. 热敏电阻温度精度测量, 后置滤波器, 低功耗模式, 25 SPS, 环境温度

多个热敏电阻接线配置

AD7124-4/AD7124-8可用作多个热敏电阻的测量系统。如果使能了ADC的多个通道，ADC将自动遍历各使能通道，在每个通道上执行一次转换。当通道改变时，必须等到滤波器完全建立后才能生成转换结果，这会影响到整体吞吐速率。因此，当多个传感器复用时，还必须考虑数字滤波器的延迟时间。

AD7124-4可以连接4个NTC热敏电阻，而AD7124-8可以连接多达8个NTC热敏电阻。

当使用多个热敏电阻时，每个热敏电阻必须有自己的精度 R_{SENSE} ，但这些热敏电阻可以共享一个激励电压（内部VREF）。每个NTC热敏电阻至少需要AD7124-4/AD7124-8的两个模拟输入引脚。

要测量热敏电阻电压，请执行以下步骤：

1. 使能内部基准电压源并在REFOUT上获得。
2. 使能输入端连接有热敏电阻的所有模拟输入通道。
3. 然后将REFOUT引导至与 R_{SENSE} 串联的 R_{TH} 。 R_{TH} 两端的电压在通道0（AIN0和AIN1）上测量。然后，ADC继续自动遍历所有使能的通道。注意，EVAL-AD7124-4SDZ或EVAL-AD7124-8SDZ的AIN4和AIN5上有板载热敏电阻。使用AIN4和AIN5时，务必卸下此热敏电阻(R_{28})。

例如，4个NTC热敏电阻连接到AD7124-4（见图10），而AD7124-8可以连接8个NTC热敏电阻（见图11）。一个NTC热敏电阻连接在AIN0和AIN1模拟输入引脚上（通道0配置），激励电压来自REFOUT，图中还显示了第二个NTC热敏电阻连接在AIN2和AIN3模拟输入引脚上（通道1配置），REFOUT也用于提供偏置电压，以此类推。表2和表3分别详细列出了使用AD7124-4和AD7124-8的多个NTC热敏电阻的通道配置。

表2. 使用AD7124-4的多个NTC热敏电阻的通道配置

| 传感器 | 通道 | VREF | AINP | AINM |
|------------|----|--------|------|------|
| $R_{TH} 1$ | 0 | REFOUT | AIN0 | AIN1 |
| $R_{TH} 2$ | 1 | REFOUT | AIN2 | AIN3 |
| $R_{TH} 3$ | 2 | REFOUT | AIN4 | AIN5 |
| $R_{TH} 4$ | 3 | REFOUT | AIN6 | AIN7 |

表3. 使用AD7124-8的多个NTC热敏电阻的通道配置

| 传感器 | 通道 | VREF | AINP | AINM |
|------------|----|--------|-------|-------|
| $R_{TH} 1$ | 0 | REFOUT | AIN0 | AIN1 |
| $R_{TH} 2$ | 1 | REFOUT | AIN2 | AIN3 |
| $R_{TH} 3$ | 2 | REFOUT | AIN4 | AIN5 |
| $R_{TH} 4$ | 3 | REFOUT | AIN6 | AIN7 |
| $R_{TH} 5$ | 4 | REFOUT | AIN8 | AIN9 |
| $R_{TH} 6$ | 5 | REFOUT | AIN10 | AIN11 |
| $R_{TH} 7$ | 6 | REFOUT | AIN12 | AIN13 |
| $R_{TH} 8$ | 7 | REFOUT | AIN14 | AIN15 |

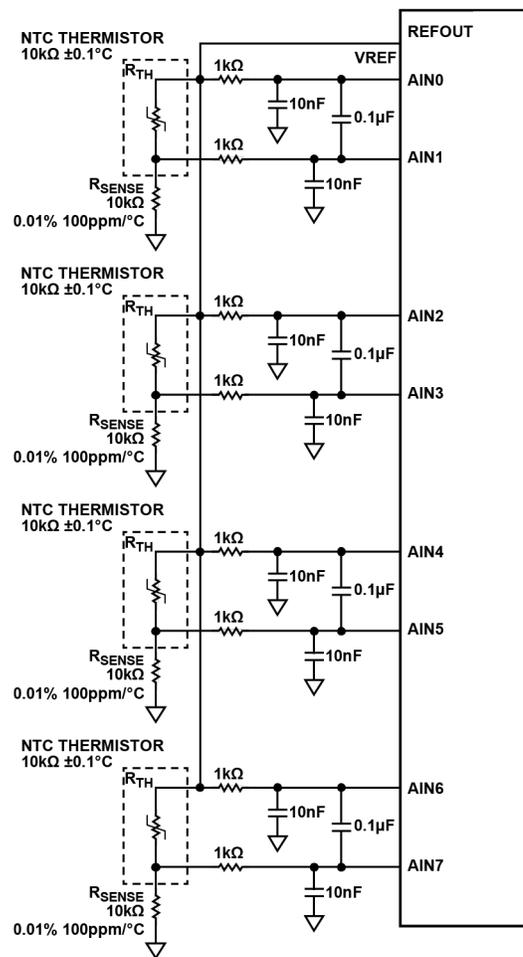


图10. 使用AD7124-4的10 kΩ NTC热敏电阻的多模拟输入配置

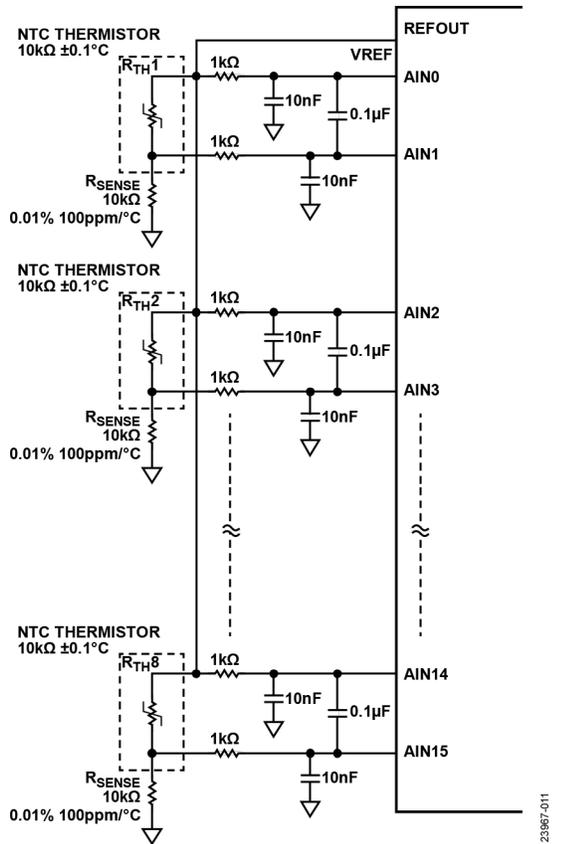


图 11. 使用 AD7124-8 的 10 kΩ NTC 热敏电阻的多模拟输入配置

常见变化

使用NTC热敏电阻时，为了提高性能和测量精度，最好将热敏电阻连接到ADC尽可能近的地方，因为ADC和传感器之间的走线长度越短，测量精度就越高。

使用AD7124-4/AD7124-8的多热敏电阻配置也可以使用低导通电阻的4×1/8×1外部多路复用器进行配置，从而可以共享一个精密检测电阻(R_{SENSE})。采用这种配置时，每个热敏电阻在测量时都需要一定的建立时间。相应的建立时间在“数字和模拟滤波”部分以及AD7124-4和AD7124-8数据手册中有讨论。

在全温度范围内工作时，外部元件及其温度系数或温度漂移规格通常是整个系统的主要误差因素。因此，必须选择具有较低温度系数等特性的检测电阻或阻性传感器，以使任何可能的温度漂移误差最小。

电路评估与测试

以下部分概述CN-0545系统正常运行所需的一般硬件和软件设置步骤。有关确切设置详情和其他信息，参见CN0545用户指南。

设备要求

热电热敏电阻测量系统需要如下设备：

- EVAL-AD7124-4SDZ或EVAL-AD7124-8SDZ评估板
- EVAL-SDP-CK1Z 或 EVAL-SDP-CB1Z 系统演示平台 (SDP)
- AD7124_Eval+软件
- 一个电源
- 10 kΩ (44031型) NTC热敏电阻传感器
- 10 kΩ精密检测电阻
- 运行Windows®且带USB 2.0端口的PC

设置与测试

图12所示为NTC热敏电阻配置的测试设置功能框图。

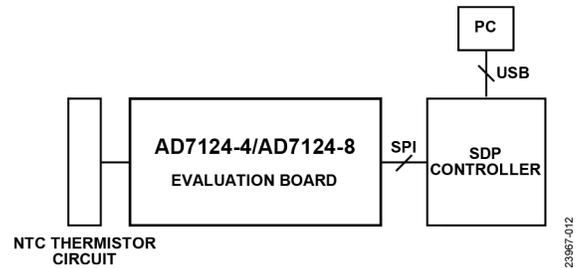


图 12. 测试设置功能框图

按照下述步骤配置硬件：

- 将EVAL-AD7124-4SDZ或EVAL-AD7124-8SDZ上的所有链接设为默认位置，如CN0545用户指南所述。
- 将10 kΩ (44031型) NTC热敏电阻传感器连接到EVAL-AD7124-4SDZ或EVAL-AD7124-8SDZ上的J6连接器。
- 将用于R_{SENSE}的10 kΩ精密电阻连接到EVAL-AD7124-4SDZ或EVAL-AD7124-8SDZ上的J6连接器。
- 通过120针接头将EVAL-AD7124-4SDZ或EVAL-AD7124-8SDZ连接到EVAL-SDP-CB1Z。
- 为EVAL-AD7124-4SDZ或EVAL-AD7124-8SDZ通电。
- 如演示模式所示，连接热敏电阻和精密基准电阻（见图3）。
- 通过USB电缆将SDP连接到PC。

运行AD7124_EVAL+软件。评估软件同时支持AD7124-4和AD7124-8器件。运行该软件时，用户应选择与PC连接的评估板。对于AD7124-8，从下拉菜单中选择EVAL-AD7124-8SDZ(AD7124-8 Evaluation Board)，即AD7124-8评估板(见图13)。

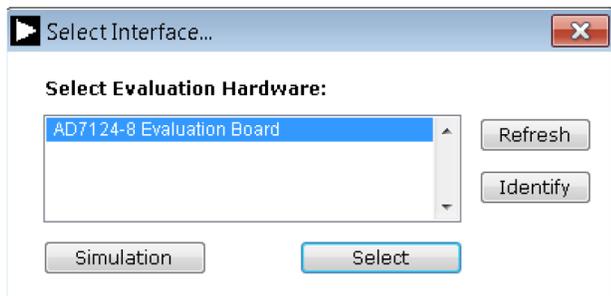


图13. AD7124-4/AD7124-8 评估板选择

选择EVAL-AD7124-4SDZ或EVAL-AD7124-8SDZ之后，将出现图14所示的窗口。

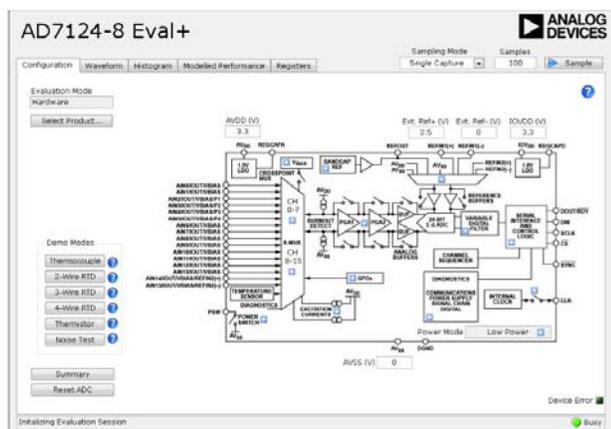


图14. AD7124-8 Eval+软件窗口

要将AD7124-4/AD7124-8配置为单热敏电阻测量，请在**Demo Modes (演示模式)**部分下点击**Thermistor (热敏电阻)**，参见图14。

点击**Demo Modes (演示模式)**部分下的**Thermistor (热敏电阻)**，将ADC软件配置为热敏电阻配置。为每次热敏电阻测量配置AD7124-4/AD7124-8之前，还需要执行一个步骤：AD7124-4/AD7124-8的内部满量程和零电平校准。此校准可通过**Registers (寄存器)**选项卡执行(参见图15)。

有关ADC寄存器映射设置校准和测量步骤的更多信息，参见CN-0545硬件和软件用户指南。

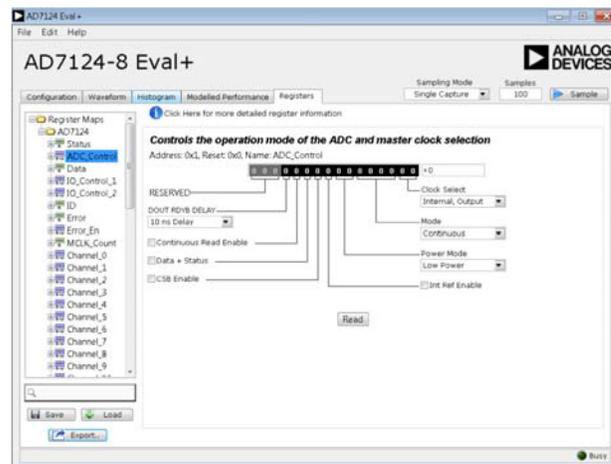


图15. Registers (寄存器) 选项卡

了解更多

CN-0545设计支持包:

www.analog.com/CN0545-DesignSupport

SDP用户指南

EVAL-AD7124-4用户指南(UG-855)

EVAL-AD7124-8用户指南(UG-856)

应用笔记AN-892。温度测量原理及实用技术。ADI公司。

Kester, Walt. “温度传感器”，《传感器信号调理》第7章。ADI公司，1999年。

McCarthy, Mary. 应用笔记AN-615。峰峰值分辨率与有效分辨率。ADI公司。

指南MT-031。实现数据转换器的接地并解开AGND和DGND的谜团。ADI公司。

指南MT-101。解耦技术。ADI公司。

数据手册和评估板[EVAL-AD7124-4SDZ](#)[EVAL-AD7124-8SDZ](#)[系统演示平台 \(EVAL-SDP-CK1Z或EVAL-SDP-CB1Z\)](#)[AD7124-4数据手册](#)[AD7124-8数据手册](#)[ADP150数据手册](#)**修订历史**

2020年12月—修订版0：初始版



(Continued from first page) Circuits from the Lab reference designs 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 reference designs 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 reference designs. Information furnished by Analog Devices is believed to be accurate and reliable. However, Circuits from the Lab reference designs 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 reference designs at any time without notice but is under no obligation to do so.

©2020 Analog Devices, Inc. All rights reserved. Trademarks and registered trademarks are the property of their respective owners.
CN23967sc-12/20(0)

www.analog.com/cn