

传感器

概述

引言

Maxim提供专用传感器(温度传感器、光传感器、加速度传感器)以及将传感器的电信号转换成有用信息的各种产品。

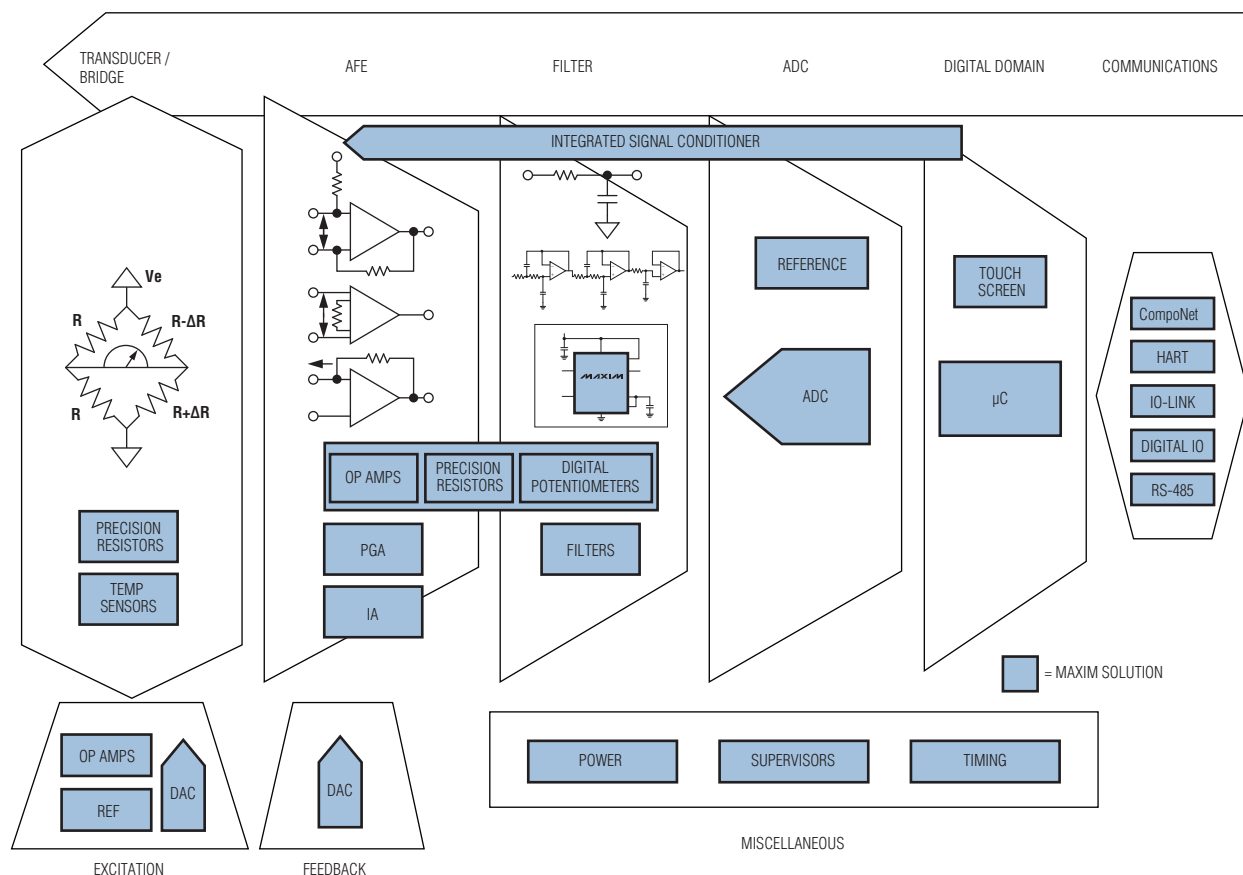
传感器用于测量一种物理特性,监测并控制一个事件或过程,例如:用于测量室温或炉温的温度传感器、测量轮胎压力或汽轮机压力的压力传感器、配料磅秤或炼钢炉使用的重力传感器等。无论是在我们的日常生活中,还是在工厂生产过程中,传感器应用无处不在。传感器的工作状况和测量精度直接影响了我们日常生活中的应得利益和服务质量,也决定着工业过程控制的安全和效率。

一套完整的传感器配件包括:传感器(把一个物理量转换成电信号,例如,把重量、压力、温度、湿度、加速度或光信号转换成电信号)、机架、信号调理与通信电路、连接器。有些传感器属于阻性元件,需要外部激励才能产生可测量的电压;有些传感器则自身产生与物理特性对应的电压或电流。

传感器的输出信号一般非常弱,需要优化接口电路,在提供足够增益的同时又不会引入噪声,避免对系统精度的影响。传感器配件往往安装在远离数字处理电路的位置,所以,除了信号放大器以外,

还需要信号通信电路把精确的信号信息传递给处理器。

传感器的“信号链”需要提供传感器激励、传感器放大、信号滤波与调理,以及从模拟到数字的转换,有时还需要再把数字信号转换到模拟域。除了信号链路,有时对电源管理、设备/系统之间的通信以及安全的数据传输也有严格要求。



工业过程控制中的传感器系统框图。关于Maxim推荐的传感器方案的完整信息, 请访问: china.maxim-ic.com/sensor。

压力传感器与称重(加载/感应)

概述

在现代工业控制和系统监测领域，常常需要监测、测量压力和重量。由于压力还可以间接测量流量、高度及其它物理量，压力测量在实际应用中尤其重要。压力传感器和重量传感器也可以共同看作是“测力传感器”，因为作用力会影响二者的输出信号。测力传感器的应用非常广泛，包括真空计到重型机械称重，以及工业液压设备、内燃机进气歧管绝对压力传感器(MAP)等多个领域。不同应用对精度、准确度、可靠性和成本的要求有所不同。

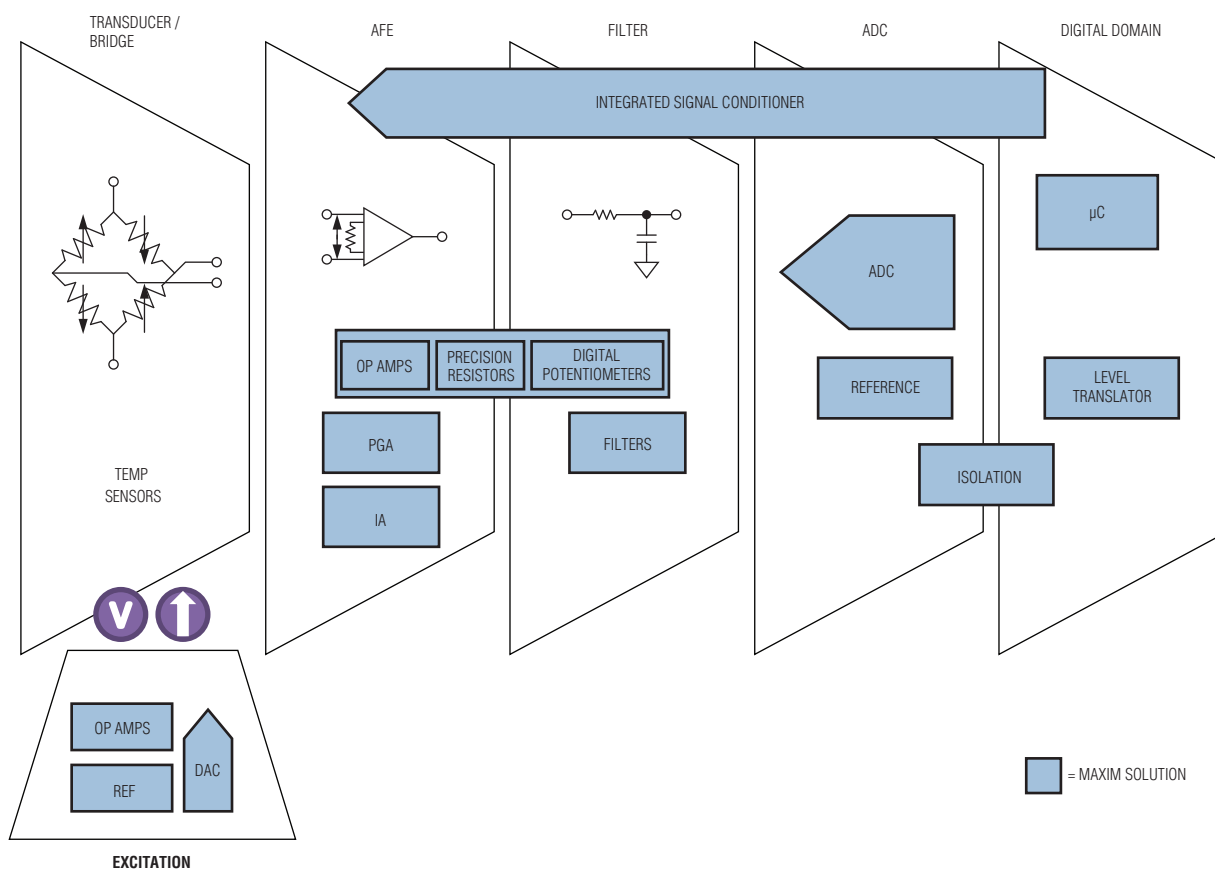
虽然压力、重量的测量方法和技术有许多，但最常用的测量装置是应力计。常见的应力计有两种：一种是重量/压力传感器普遍采用的金属箔；另一种是压阻



式半导体传感器，广泛用于压力测量。相对于金属箔传感器，压阻式传感器灵敏度更高，线性度也更好，但容易受温度的影响，并存在一定的初始偏差。

从原理上讲，所有应力计在受到外力时都会改变电阻值。因此，当有电信号激励时，即可有效地将压力、重量转换成电信号。通常在惠斯通电桥(有时称为负载单元)上放置1个、2个或4个这样的有源电阻元件(应力计)，从而产生与压力或重量成比例的差分输出电压。

工程师可以设计一种能够满足不同加载/感应系统需求的传感器模块。一款成功的设计需要包括用于检测物理量的传感器元件和适当的信号链路。



加载/感应系统的信号链框图。关于Maxim推荐的压力传感器方案的详细信息，请访问：china.maxim-ic.com/psi。

完备的信号链路方案

传感器信号链路必须能够处理噪声环境下的弱信号检测。为了准确测量电阻式传感器输出电压的变化，电路必须具备以下功能：激励、放大、线性化处理、失调校准、滤波和采集。有些方案中可能还要求采用数字信号处理(DSP)技术对信号进行处理、误差补偿、数字放大以及用户可编程操作。

分立方案与集成方案

在本章节讨论的功能框图中，请牢记Maxim提供集成度更高的解决方案，确保产品的可靠性设计，我们将随后给出一些示例。

激励

具有极低温漂的高精度、稳定的电压或电流源常常用作传感器激励。为了消除基准电压误差的影响，传感器激励源和模/数转换器(ADC)通常采用一个公共基准，利用信号的比例关系消除1阶误差，从而允许使用较低精度的基准源，或者在给定基准的条件下获得更高精度。

放大和电平转换—模拟前端(AFE)

有些设计中，传感器输出电压范围非常小，要求分辨率达到nV级。这种情况下，在将传感器输出信号送至ADC输入之前，必须对信号进行放大。为了防止放大电路引入误差，需要选择低失调电压(V_{os})、低温漂的低噪声放大器(LNA)。使用惠斯通电桥的缺点是共模电压远远大于有用信号，这意味着LNA还必须具有非常高的共模抑制比(CMRR)，通常大于100dB。

如果采用单端ADC，则需附加电路在数据采集之前消除较高的共模电压。此外，由于信号带宽很窄，放大器的1/f噪声也会引入误差。因此，最好采用斩波稳定放大器。使用分辨率非常高的ADC，占用满量程范围的一小部分能够降低对放大器的要求。

采集—ADC

选择ADC时需严格确认其技术指标，例如：无噪声范围或有效分辨率，该指标表示ADC能够辨别固定输入电平的能力。一种替代的参数名称是无噪声计数或编码。大多数高精度ADC的数据手册把这些指标表示为噪声峰值或RMS噪声与频率的关系表格，有时也以噪声直方图的形式表示。

其它需要考虑的ADC指标包括：低失调误差、低温漂及优异的线性度。对于特定的低功耗应用，采样速率与功耗的关系曲线也是非常重要的规格。

滤波

传感器信号的带宽一般很窄，对噪声的敏感度较高。因此，通过滤波器限制信号的带宽可显著降低总体噪声。利用 $\Sigma-\Delta$ ADC能够简化噪声滤波要求，因为这种架构固有的过采样特性将噪声信号移至有用信号的频带以外。

数字信号处理(DSP)—数字域

除模拟信号处理外，为了提取信号并降低噪声，还需要在数字域对所采集的信号作进一步处理。通常需要找到针对具

体应用和细微差别的算法。有些通用算法，例如，数字域的失调和增益校准、线性化处理、数字滤波和温度(或其它相关因素)的补偿。信号处理器需具备足够的处理能力来支持信号通道的要求。

集成方案

越来越多的集成方案把所有需要的功能模块集成在单一芯片，通常称为传感器信号调理器。传感器信号调理器是一种专用IC (ASIC)，它对输入信号进行补偿、放大和校准，能够覆盖较宽的温度范围。根据对信号调理器的不同精度要求，ASIC会集成以下全部或部分模块：传感器、传感器激励电路、数/模转换器(DAC)、可编程增益放大器(PGA)、ADC、存储器、多路复用器(mux)、CPU、温度传感器以及数字接口。

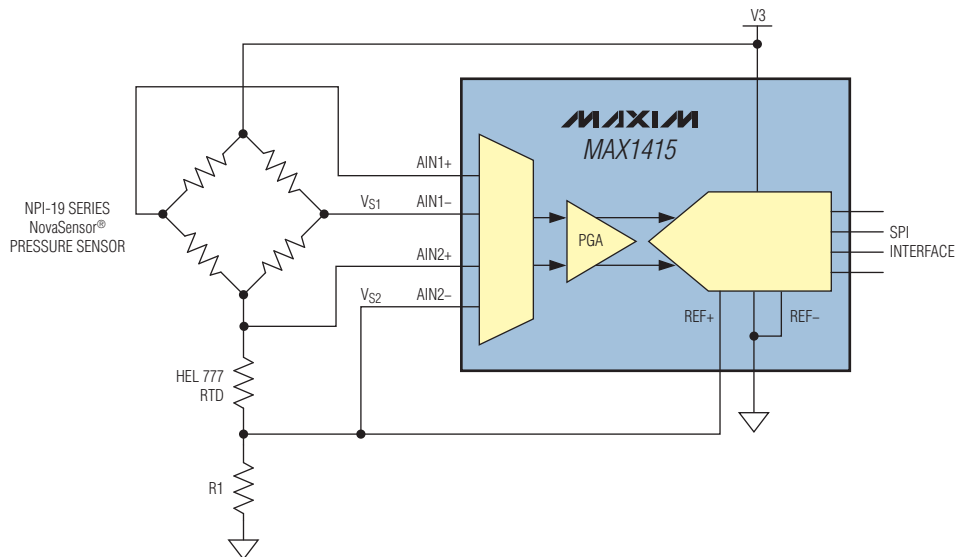
常见的信号调理器有两种类型：模拟信号通路的调理器和数字信号通路的调理器。模拟信号调理器的响应时间较快，提供连续的输出信号，反映输入信号的实时变化。它们通常采用硬件补偿机制(不够灵活)。数字调理器往往基于微控制器，由于ADC和DSP算法具有一定的执行时间，响应时间较慢，也会在输出信号引入一定的量化误差。量化误差的大小取决于ADC的分辨率、微处理器能够处理的数据分辨率。数字信号调理器的最大好处是提供灵活的补偿算法，可以根据用户的应用进行调整，并且可以方便地与外部微控制器连接。Maxim提供模拟通道和数字通道的调理器方案。

特色产品

可支持宽范围传感器信号电平、设计灵活的ADC接口方案

MAX1415/MAX1416

压力传感器通常对温度非常敏感，因此，压力传感器电路应该监测温度和压力传感器的输出。MAX1415/MAX1416具有两路差分输入，用于测量压力和温度(利用热敏电阻，RTD)。差分基准输入可以按比例测量3V激励电压。MAX1415采用2.7V至3.6V单电源供电，MAX1416采用4.75V至5.25V单电源供电。



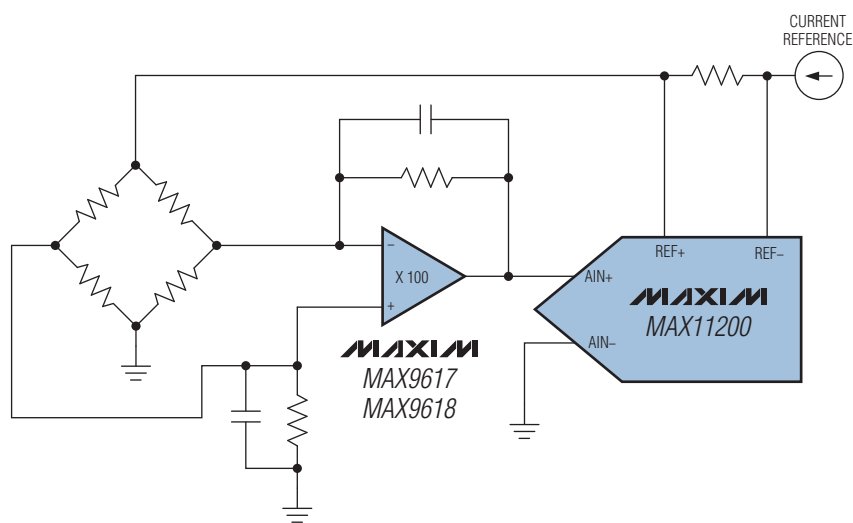
灵活的MAX1415 ADC接口，用于连接压力、温度传感器

优势

- 支持较宽的传感器信号电平
 - 片上PGA可提供低至20mV的满量程范围(FSR)，以适应传感器输出
- 高集成度，降低设计复杂度
 - 内置自校准和系统校准模式，提高精度、缩短设计时间
 - 内置数字滤波器，提供50Hz/60Hz抑制，消除不需要的电源干扰
- 简化多通道比例/桥式设计
 - 差分基准输入，适用于桥式电路的比例测量
 - 2路差分通道同时测量压力和温度

在整个工作时间和温度范围内保持高精度
MAX9617/MAX9618, MAX11200

传感器接口设计的最大挑战之一是弱信号检测。由于多数传感器的信号带宽(BW)低至几赫兹, 运放的1/f噪声成为关注的重要指标。Maxim的MAX9617/MAX9618低功耗(< 100μA)自调零运算放大器具有业内最低噪声(42nV/√Hz)。这些器件具有同类产品中最底的峰值噪声, 0.1Hz至10Hz带宽范围内, 噪声< 420nV_{p-p}。该系列运放配合MAX11200业内领先的低功耗、24位(21位无噪声范围)Σ-Δ ADC使用, 构成高精度采集低频小信号的理想电路。



利用MAX9617/MAX9618运算放大器和MAX11200 ADC保持整个工作时间和温度范围内的高精度指标

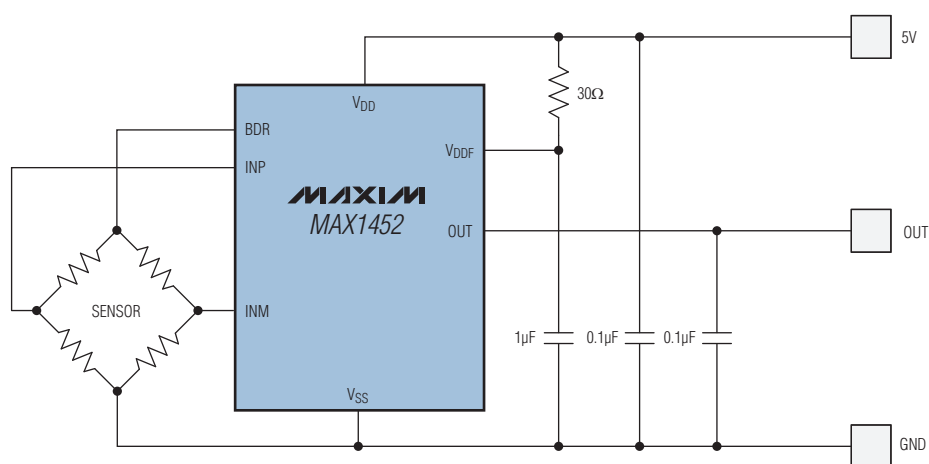
优势

- 降低整个时间、温度范围内的系统误差
 - 采用自调零运算放大器技术，将TCV_{OS}降至120nV/°C
- 以最低功耗提供最精确的测量结果
 - 内置最高单位功率分辨率的ADC，非常适合4–20mA环路的传感器应用：工作在10sps时，具有21位无噪声范围，消耗电流近似为200μA
- 简单的两芯片方案，提供最大动态范围和最高分辨率
 - 21位无噪声范围能够识别低至500nV的信号变化，适合各种高精度传感器应用
 - 业内噪声最低的自调零运算放大器（0.1Hz至10Hz内噪声小于420nV_{P-P}）
 - 无1/f噪声，信号调理级在0.1Hz以下保持最低失真

低成本、高精度传感器信号调理器， 简化传感器设计

MAX1452

MAX1452是一款多功能模拟传感器信号调理器，可接受各种类型的电阻性传感器输出。全模拟信号通路使其具有极高的响应速度，器件还提供电流或电压激励，实现最佳的灵活设计。4路集成的16位DAC和1路PGA支持高分辨率输入补偿、放大和校准。MAX1452具有片内闪存和温度传感器，用于多点温度补偿，获得准确读数。



低成本、高精度MAX1452传感器信号调理器的比例调节配置

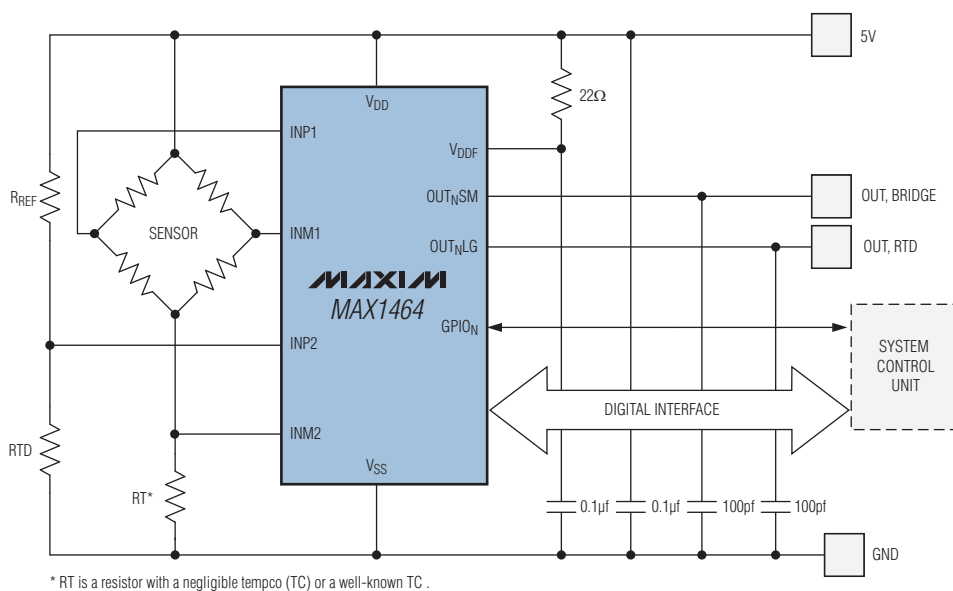
优势

- 降低材料清单(BOM)的成本
 - 高集成度，将外部元件降至最少
 - 无需外部调整元件；提供经过校准的精密输出
- 消除所有系统误差，提供高精度输出
 - 全模拟信号通路，提供无量化误差的连续输出
 - 4路16位DAC (76μV分辨率)提供精确的满量程输出(FSO)和失调校准
 - 温度补偿使得输入校准具有可重复性
- 可编程功能大大缩短了产品开发时间，并降低库存管理复杂度
 - 适合多种类型的传感器设计，支持各种应用
 - 能够在不同应用中使用相同的信号调理器，重复利用电路设计
 - 适用于电压输出系统或4–20mA电流环系统

低功耗、低噪声、多通道传感器信号处理器，有效节省成本和电路板空间

MAX1464

MAX1464是一款高度集成的多通道、传感器信号数字处理器，优化用于工业过程控制和汽车应用。典型应用包括：压力检测、RTD和热电偶线性化处理、称重/分类筛选，以及带有门限指示的远程监测。MAX1464能够连接单端或差分输出的传感器，从而简化设计并提高生产效率。该器件提供完备的温度补偿功能，无需任何外部调整元件。通过SPI兼容接口、电压输出DAC或PWM输出，可独立校准信号并提供校准信号输出驱动。MAX1464集成了一个16位CPU，128字节用户可编程存储器，器件还包括2个通用的输入/输出(GPIO)。器件提供灵活的双运放输出模块，支持4–20mA电流环应用。



MAX1464多通道数字信号调理器用于测量1路差分及2路单端输入

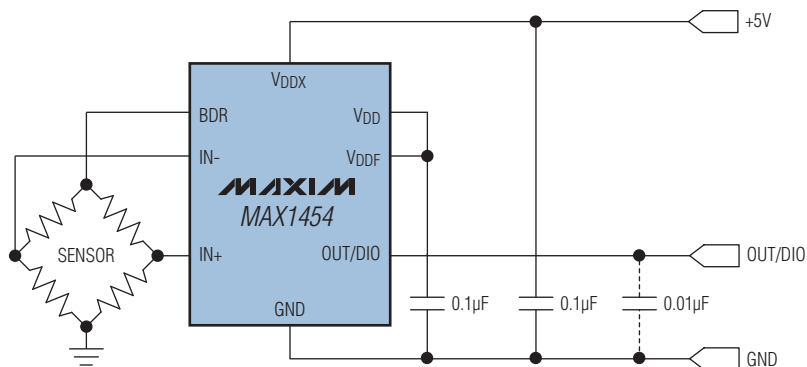
优势

- 集成多个通道，降低BOM成本、改善性能并节省空间
 - 利用单片多通道器件代替多个器件，保持一致的测量结果，成本更低
 - 高度集成的调理器，所需器件最少，节省电路板空间
 - 无需外部调整元件即可提供高精度输出校准
- 自适应补偿算法，优化传感器性能
 - 可针对具体应用定制算法
 - 补偿算法储存在片上非易失闪存
- 缩短产品开发时间
 - 设计灵活，用于需要数字输出、电压输出、PWM输出的系统或4–20mA电流环
 - 集成微处理器，只有16条指令，大大简化编程设计
 - 适合各种类型的传感器

高性能、全模拟通道传感器信号调理器 MAX1454

MAX1454为高性能、高可靠性和高集成度传感器信号调理器。全模拟信号通道对输入信号进行放大、校准和温度补偿，不会在信号中引入任何量化噪声。利用集成16位DAC校准失调和满量程摆幅，从而允许在应用中互换传感器。器件具有45V过压保护/反向电压保护、输出限流和传感器输入故障检测等功能，支持高度可靠的产品开发。

MAX1454包括可编程传感器激励、32级增益步进PGA、2K × 8位内部闪存、四路16位DAC，以及片上温度传感器。除了失调和量程补偿外，器件还提供独特的失调温度系数(TC)和FSO TC补偿，为设计增添极大灵活性，同时也使生产成本降至最低。器件采用16引脚TSSOP封装，工作在-40℃至+125℃扩展级温度范围。



MAX1454信号调理器采用全模拟信号通道，从根本上消除了量化噪声

优势

- 高集成度设计提供高精度指标并降低BOM成本
 - 四路16位DAC (76µV分辨率)精确补偿FSO和失调
 - 多温度点补偿，确保传感器校准对输入信号的逼近具有可重复性
 - 高集成度—无需外部微调元件即可产生高精度校准输出
 - 简单的3线(V_{DDX}、GND、OUT/DIO)传感器连接
- 提高系统鲁棒性和可靠性
 - 45V过压保护/反向电压保护，可承受电源浪涌和操作错误
 - 输出限流保护，防止输出引脚与电源或地意外短路
 - 输入故障检测，对失效传感器产生故障报警，使系统提供预防/保护措施
- 兼容各种传感器类型，简化传感器选型
 - 工作在较宽的电源范围(3V至5.5V)
 - 可接受宽范围传感器灵敏度(1mV/V至200mV/V)

温度传感器

概述

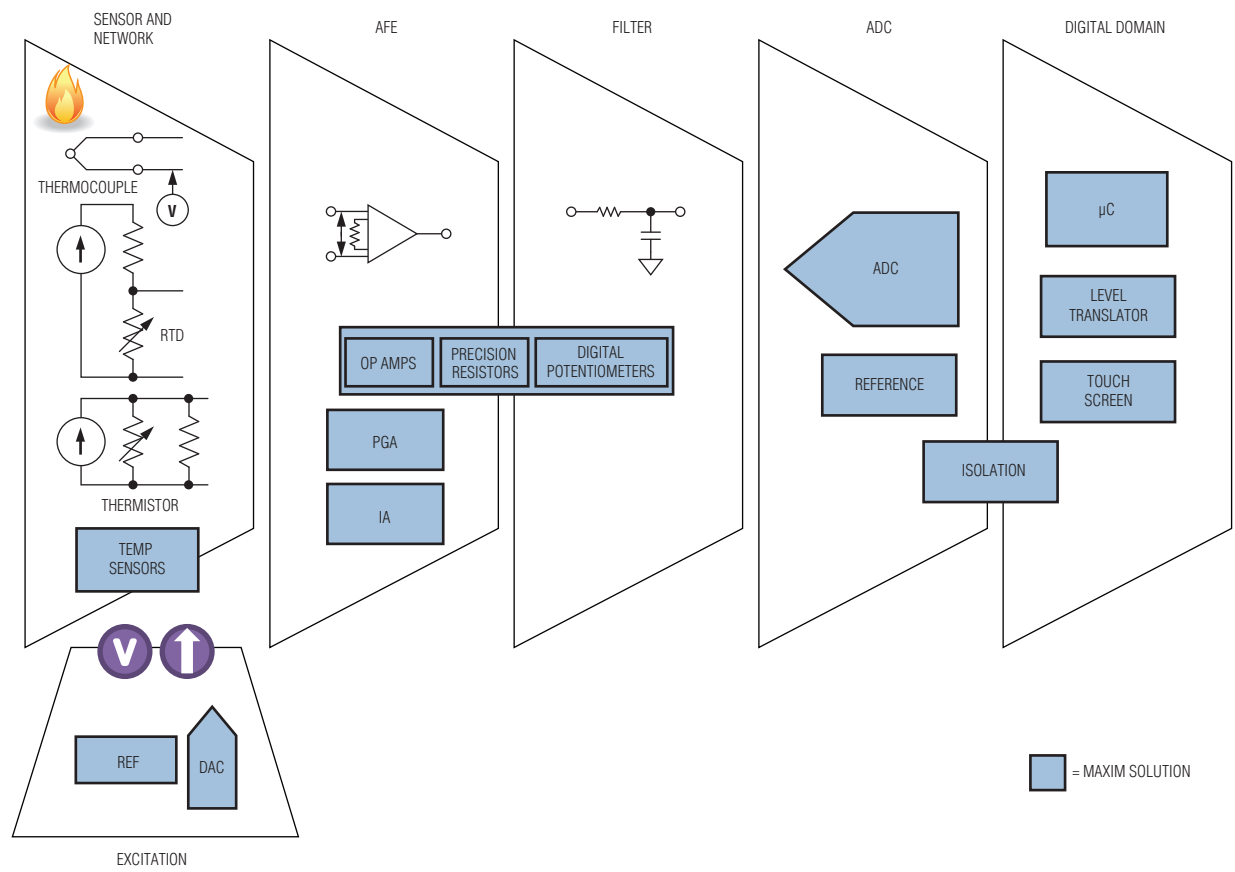
温度传感器在工业系统中的主要作用表现在三个方面：

- 1. **温度控制**，例如恒温炉、冷冻箱和环境控制系统，根据实测温度判断是否执行加热/致冷操作。
- 2. **校准**各种传感器、振荡器及其它随温度变化的元件。由此，必须通过测量温度确保敏感系统元件的精度。
- 3. **保护**元件和系统在极端温度下不被损坏。温度测量值决定所要采取的措施。



热敏电阻、RTD、热电偶和集成电路是目前应用最广的温度检测技术。每种设计方案都有其自身的优势(成本、精度、测温范围等)，适合不同的特定应用。以下将逐一讨论这些技术。

除了业内最全面的专用温度传感器IC外，Maxim还提供支持系统与热敏电阻、RTD及热电偶接口所需的任何器件。



温度检测应用的信号链路框图。关于Maxim推荐的温度传感器解决方案的完整信息，请访问：china.maxim-ic.com/-40+85。

热敏电阻

热敏电阻的阻值取决于温度，一般由半导体材料制成，如金属氧化物陶瓷或聚合物。应用最广泛的热敏电阻是负温度系数电阻，因此，热敏电阻通常称为NTC。同样，也存在正温度系数的热敏电阻(PTC)。

热敏电阻能够测量中等温度范围，通常最高温度可达+150℃，有些热敏电阻可以测量更高温度；根据精度的不同，一般用于中、低端产品；线性度虽然较差，但可预测。热敏电阻可以是探头、表贴、裸线等不同形式的专用封装。Maxim提供能够将热敏电阻阻值转换为数字信号的IC。

热敏电阻往往连接一个或多个固定阻值电阻，形成分压器。分压器输出通常经过ADC进行数字转换。利用查找表或通过计算对热敏电阻的非线性进行修正。

RTD

电阻温度检测器(RTD)是一种阻值随温度变化的电阻。铂是最常见、精度最

高的金属丝材料。铂RTD称为Pt-RTD，镍、铜及其它金属亦可用来制造RTD。

RTD具有较宽的测温范围，最高达+750℃，具有较高精度和较好的可重复性，线性度适中。对于Pt-RTD，最常见的电阻值是：0℃时，标称值为100Ω或1kΩ，当然也有其它电阻值。

RTD的信号调理可以非常简单：将RTD与一个精密的固定阻值电阻相连，构成分压器；也可以采用更复杂的信号调理，尤其是在宽温测量中。方案中通常包括：精密电流源、电压基准和高分辨率ADC，如图1所示。利用查找表或通过计算，外部线性化处理电路对传感器进行线性化调整。

热电偶

热电偶由两种连接在一起的不同金属制成。金属丝之间的触点所产生的电压与温度近似成比例关系。有几种类型的热电偶分别以字母表示。最常见的热电偶为K型热电偶。

热电偶具有非常宽的测温范围，高达+1800℃；成本很低，具体成本与封装有关；具有很低的输出电压，K型热电偶的输出大约为40μV/℃；线性度适中，并提供适当的复杂信号调理，即冷端补偿和放大。

由于热电偶输出信号较低，利用热电偶测量温度具有一定难度。由于热电偶金属丝连接到信号调理电路的铜线(或引线)时，在触点位置又会产生额外的热电偶，进一步加剧了测量的复杂性。该触点称为冷端(图2所示)。为了利用热电偶准确测量温度，必须在冷端位置增加第二个温度传感器，如图3所示。然后将冷端测量温度与热电偶测量值相叠加。图3所示电路提供了一个具体的实施方案，其中包括几个精密单元。

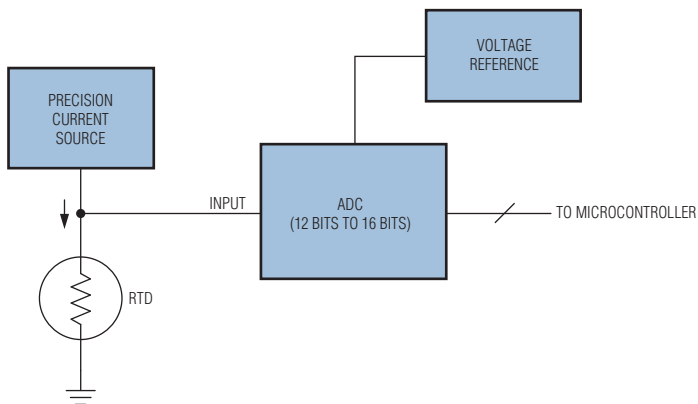


图1. RTD信号调理电路简化框图。

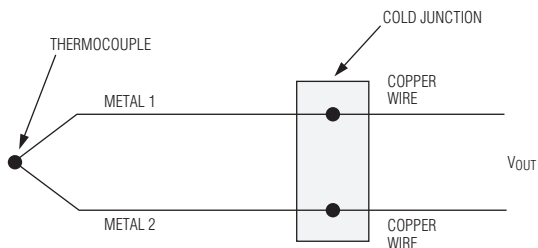


图2. 热电偶电路简化框图。金属1和金属2之间的结为主热电偶结。金属1和金属2与测量装置铜线或PCB引线的接触位置形成了额外的热电偶。

除图3中的所有元件外，Maxim还提供MAX31855热电偶信号数字转换系列器件，对J型、K型、R型、S型、T型和E型热电偶进行信号调理。这些器件简化了设计任务，并显著降低对热电偶输出放大、冷端补偿及数字化处理的元件数量。详细信息，请参见参考设计5032：china.maxim-ic.com/AN5032。

温度传感器IC

温度传感器IC充分利用了硅PN结所具备的线性度和预知的温度特性等优势。由于这些IC都是采用常规半导体工艺制成的有源电路，可提供各种外形封装。它们具备许多功能，例如：数字接口、ADC输入、风扇控制等，这是其它技术无法提供的。温度传感器IC的工作温度范围可低至-55℃、高达+125℃，部分产品的温度上限可以达到+150℃左右。以下介绍了常见的温度传感器IC。

模拟温度传感器

模拟温度传感器IC将温度转换成电压，有些情况下则转换成电流。最简单的电

压输出模拟温度传感器只有三个有效端：地、电源输入和信号输出。其它具有增强功能的模拟传感器提供更多的输入或输出，例如比较器或电压基准输出。

模拟温度传感器利用双极型晶体管的温度特性产生与温度成比例的输出电压。对这一电压信号进行放大并施加一定的偏置，可以使传感器输出电压与管芯温度建立适当的变化关系，获得较高的温度测量精度。例如，DS600业内精度最高的模拟温度传感器，在-20℃至+100℃温度范围内保证误差小于±0.5℃。

本地数字温度传感器

将模拟温度传感器与ADC集成在一起，即可形成直接输出数字信号的温度传感器。这种器件通常称为数字温度传感器或本地数字温度传感器。“本地”表示传感器测量的是自身温度。这种工作方式相对于远端传感器，后者用于测量外部IC或分立晶体管的温度。

基本的数字温度传感器只是简单地测量温度，温度数据通过各种特定接口读取，接口类型包括：SPI/3线、I²C、1-Wire和PWM。复杂的数字传感器具备更多功能，例如：高温/低温报警输出、设置触发门限的寄存器及EEPROM等。Maxim提供多款本地数字温度传感器，包括DS7505和DS18B20，能够在较宽的温度范围内保证±0.5℃的精度。

远端数字温度传感器

远端数字温度传感器又称为远端传感器或二极管温度传感器。远端传感器用于测量外部晶体管的温度，可以采用分立晶体管，也可以采用集成在另一IC内部的晶体管。微处理器、现场可编程门阵列(FPGA)及ASIC往往包含一个或多个温度传感器，通常称为温度二极管，与图4所示类似。

远端温度传感器具有一个重要优势：可以利用单片IC监测多点温度。一个基本

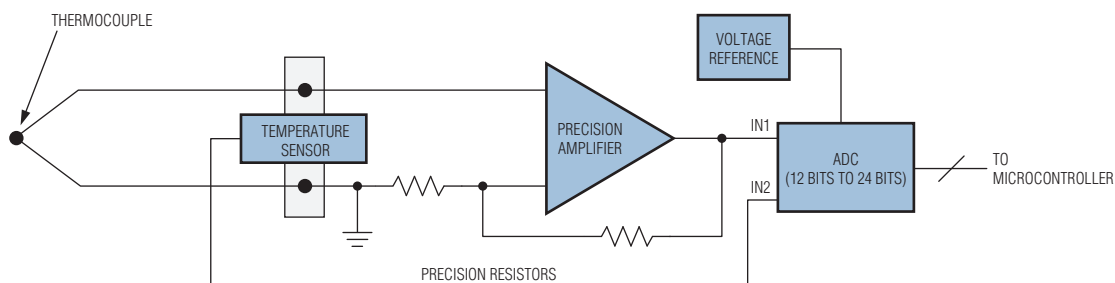


图3. 热电偶信号调理电路示例

的单芯片远端传感器，例如，图4中的MAX6642，可以监测两个温度：自身温度和外部温度。外部位置可以是目标IC的管芯，也可以是被监测电路板的某个温度监测点(采用分立式晶体管)。

远端传感器可以监测最多7个位置的外部温度。这样的话，包括IC和电路板的温度监测点在内，单芯片能够监测多达8个位置。以MAX6602为例，该温度传感器具有4路远端二极管输入，能够监

测一对集成温度二极管的FPGA、两个电路板的温度监测点(采用分立晶体管)以及MAX6602所在位置的电路板温度。MAX6602和MAX6642在测量外部温度二极管时都能达到 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 的精度。

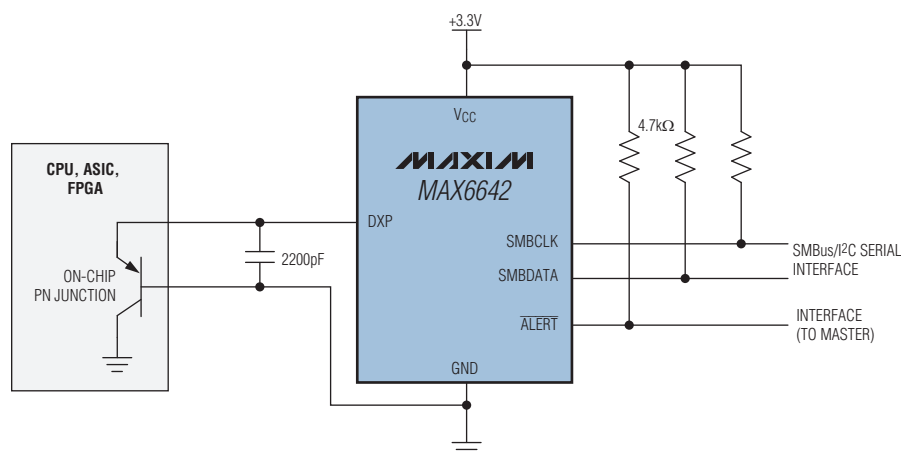


图4. 利用远端温度传感器MAX6642监测外部IC管芯的晶体管(或温度二极管)温度。

简便的集成RTD数字转换器

MAX1402, MAX4236/MAX4237

RTD引线的任何电阻都会造成温度测量误差。因此，对于长引线，可采用3线或4线连接消除引线的电阻误差。**图1**所示电路是采用MAX1402过采样ADC构成的4线RTD接口。MAX1402有两路完全匹配的电流源，可大大降低RTD转换器的IC数量。一路电流源为RTD (本例中为PT100)提供激励电流。由于激励电

流并不通过传感器引线，引线电阻不会影响温度测量的精度。第二路电流源驱动一个精密电阻，为ADC产生基准电压，从而省去了外部电压基准。

为了在使用RTD时获得最佳精度，需要对采集的数据进行线性修正，以补偿PT100的非线性。还可以采用增益修正补偿电阻的误差以及电流源之间的不匹配。

如果在放大器电路引入少许正反馈，则可省去数字线性度的修正，如**图2**所示。 -100°C 至 $+200^{\circ}\text{C}$ 范围内产生的线性误差小于 $\pm 0.05^{\circ}\text{C}$ 。该电路并不对长引线进行补偿，只有当RTD位于测量电路附近时才可使用，详细信息请参考Maxim的应用笔记3450：“PT100温度传感器的正温度系数补偿”。

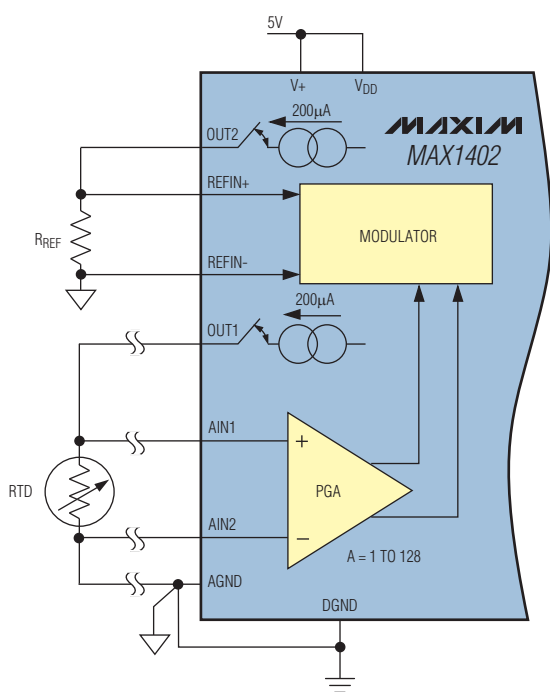


图1. PT100 RTD 4线接口中的MAX1402 ADC

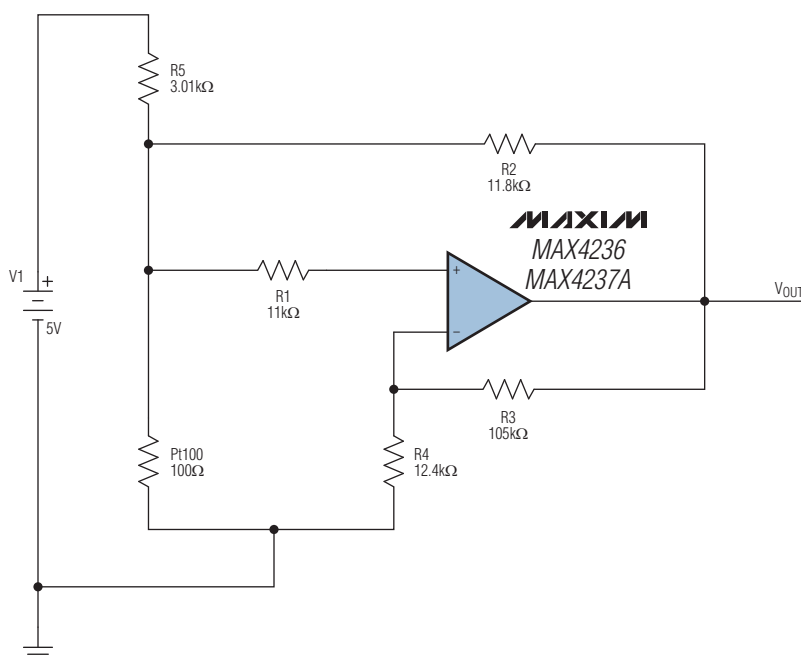


图2. PT100线性化电路，用另外一个电阻对PT100进行补偿。R2提供了少许正反馈

完备的热电偶接口设计，有效节省外部元件、占用更小空间

DS600, MAX1416, MAX6133, MAX31855

图1所示热电偶电路采用MAX1416 ADC，能够直接与热电偶连接，无需外部元件，大大减小了占用面积。内部PGA省去了外部精密放大器，自校准功能则消除了生产过程中昂贵的校准过程。MAX1416

的输入共模范围可扩展至地电位以下30mV，能够接受负温度测量。

冷端温度测量采用位于热电偶连接器处的DS600模拟温度传感器实现。DS600精度可达 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ ，能够为市场上任何类

型的模拟温度传感器IC提供最精确的冷端补偿。将冷端温度与ADC实测温度相叠加，对热电偶连接器连接到系统时所形成的寄生热电偶进行修正。

(接下页)

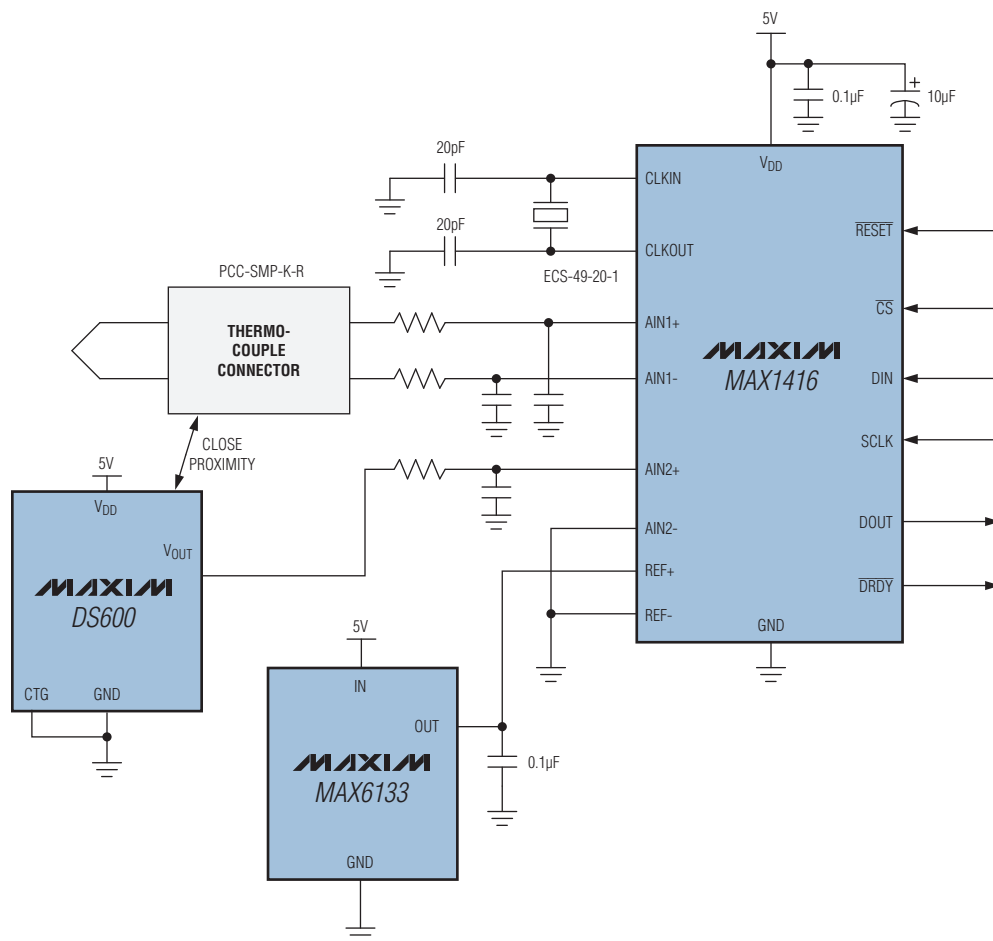


图1. 热电偶测量电路，其中MAX1416用于测量热电偶输出，DS600测量冷端温度。

完备的热电偶接口设计，有效节省外部元件、占用更小空间(续)

DS600, MAX1416, MAX6133, MAX31855

图2所示为完全集成的热电偶电路，电路采用MAX31855热电偶数字转换器。MAX31855集成了ADC、基准、放大器和冷端补偿电路，用于测量热电偶的正、负温度值，无需外部元件。该系列产品提供不同版本器件，分别用于测

量J型、K型、R型、S型、T型、E型热电偶。利用MAX31855可有效减少元件数量、缩短设计时间并降低系统复杂度。最大测量温度为+1800℃，提供14位分辨率，LSB对应于0.25℃。此外，除了检

测热电偶的温度特性外，MAX31855还用于监测对地或电源的开路、短路故障。

关于温度检测的详细信息，请参考Maxim热管理手册：china.maxim-ic.com/thermal-handbook。

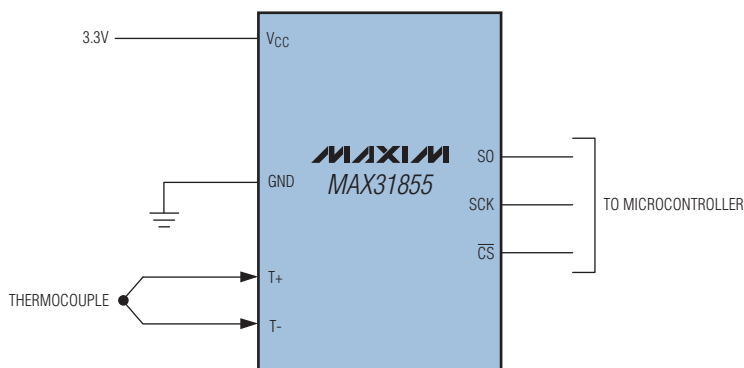


图2. MAX31855是一款完备的热电偶数字转换器

光信号检测

概述



光信号检测广泛用于各种系统，从基于环境光强的亮度调节到精密的工业过程控制，这些应用的关键决策都取决于传感器输出。通过检测光信号监测光强和反馈环路的光信号，或直接使用光信号本身，用于指示灯、交通信号灯等。

控制环路中使用光传感器有助于避免恶劣环境条件的干扰，因为光信号对于振动、磁场或湿度都不敏感，能够提供可靠的读数。

当前市场上的主流光传感器为环境光传感器，用于测量环境中的可见光。环境光传感器的信号频谱应与入眼的视觉响应严格匹配，分布在555nm (对应于绿光)附近。由于环境光强的变化范围非常宽，光传感器需要具备很宽的动态范围。

对于更专业的应用，考虑使用测量范围大于可见光频谱、并针对不同波长可分别提供测量结果的传感器。对于此类应用，RGB三色传感器是很好的选择。有些应用可能对其它波长感兴趣，包括红外(IR)光。Maxim的MAX44006/8* RGB彩色光/IR检

测器能够测量400nm至1000nm (近紫外线到近红外)极宽的频谱范围。

为了增强测量的可靠性和精度，相对于分立方案和模拟方案，使用数字光传感器能够提供更大优势—包括减小电路板面积、改善噪声性能、更好的灵敏度及更低成本。

50/60Hz闪烁噪声和直流IR噪声会造成光测量读数误差，设计优良的数字光传感器可通过数字滤波在一定程度上克服这些问题。

不仅如此，带有中断和余辉检测等功能的数字光传感器可以帮助降低微处理器开销，使系统响应更快、功耗更低。

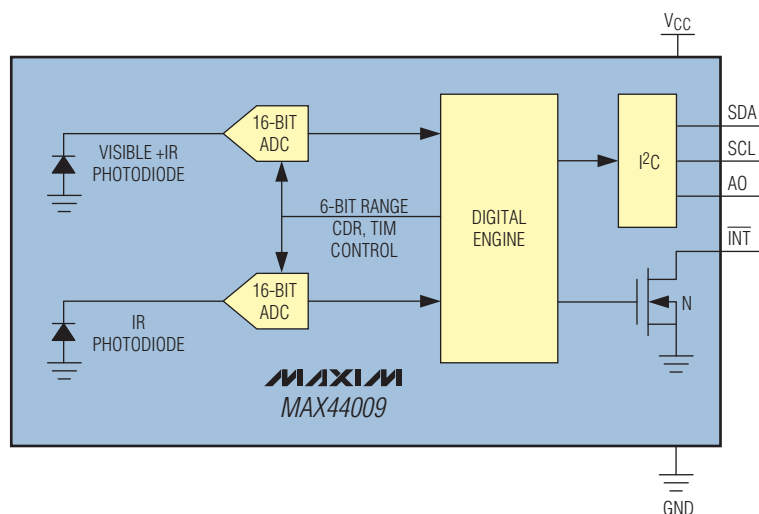
*未来产品—供货状况请联络厂方。

特色产品

利用集成环境光传感器有效节省功耗、降低系统成本和复杂度

MAX44009

MAX44009是一款带数字输出、高度集成的环境光传感器。电流损耗低至1 μ A，可大大节省系统功率。该器件集成了ADC和I²C通信接口，无需外部元件，有效降低成本。高度集成的解决方案仅占用2mm x 2mm面积，有效节省系统空间。所增加的自适应放大电路进一步简化了系统整合。



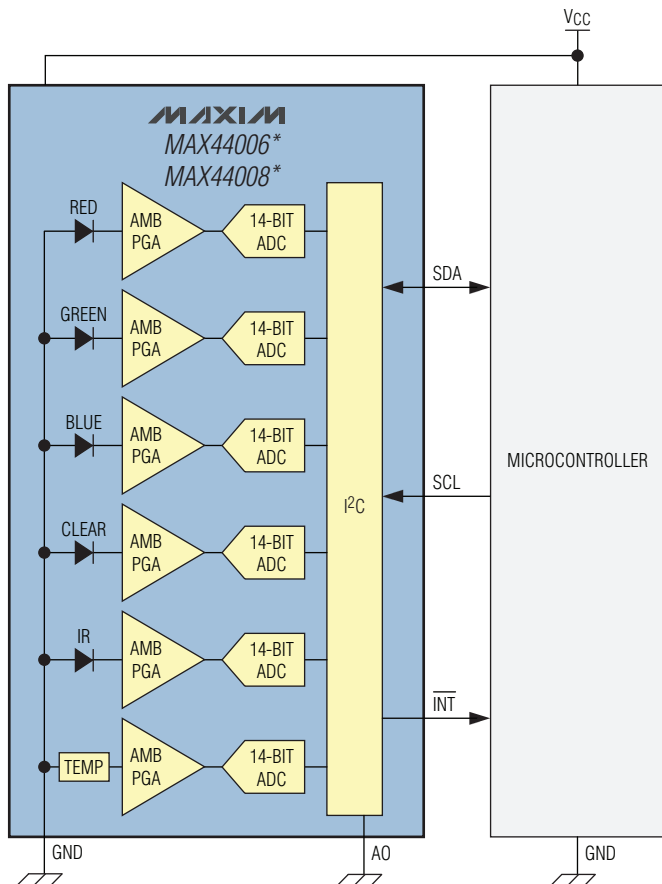
MAX44009 22位、集成环境光传感器的典型工作电路。

优势

- 功耗最低
 - 1 μ A超低工作电流
 - 1.7V至3.6V V_{CC}，无需额外的供电电源
- 支持各种应用
 - 0.03lx至130,000lx较宽的检测范围
 - 可调节转换时间，高灵活性设计
- 高度集成简化系统设计
 - 6位自适应增益控制，通过自动调整量程降低设计复杂度
 - 光滤波器提供接近人眼的视觉响应特性，阻止IR和UV光

混合型光传感器—RGB-IR-环境光和温度检测 MAX44006*/MAX44008*

MAX44006/MAX44008集5个光传感器于一体：红光、绿光、蓝光(RGB)传感器，环境光传感器(可见光)和红外传感器，采用I²C接口。这些传感器包括5路并联ADC，提供更快、抗噪声能力更强的解决方案。这些高度集成的光传感器还集成了温度传感器，以提高系统可靠性、改善性能。



MAX44006和MAX44008测量RGB、IR和可见光强度。

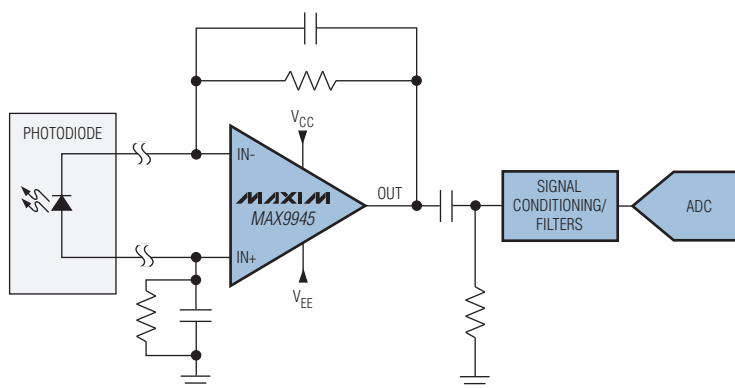
优势

- 集光、热检测于一体，以最小尺寸支持多波段应用
 - 6个传感器(5个光传感器+1个温度传感器)
 - 1.5ms至100ms ADC积分时间，提供速度与分辨率的设计灵活性
 - 2mm x 2mm x 0.6mm微型封装
- 在各种环境条件下实现可靠测量
 - 50/60Hz噪声抑制，确保读数可靠
 - 为RGB传感器提供IR抑制，以获得精确的RGB读数
 - 前端温度补偿，可靠测量
- 高度集成，缩短上市时间
 - 集成中断和余辉检测功能，减轻微控制器负荷
 - I²C数字通信，接口提供噪声抑制
 - 1.8V至5.5V较宽的供电电压范围，便于连接各种微控制器

*未来产品—供货状况请联络厂方。

提高光敏二极管和高阻传感器应用的系统精度 MAX9945

MAX9945运算放大器具有低功耗、低输入电压噪声等优势。MOS输入使得MAX9945具有低至50fA的输入偏置电流和极低的输入电流噪声(15nV/√Hz)。MAX9945大大简化了高阻传感器或小电流TIA应用的接口。



采用MAX9945运算放大器的高精度光检测接口。

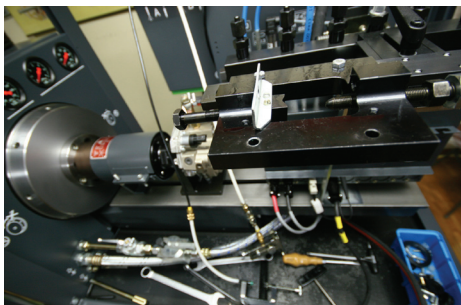
有关Maxim光通信产品的更多信息，请访问：china.maxim-ic.com/fiber。

优势

- 提高系统信噪比(SNR)，实现更高精度的测量
 - 50fA低输入偏置电流
 - 1fA/√Hz低输入电流噪声
 - 15nV/√Hz低噪声
- 高压、高可靠设计简化混合电压系统的设计
 - 4.75V至38V单电源供电范围
 - ±2.4V至±19V双电源供电范围
 - 满摆幅输出电压

接近检测传感器

概述



接近检测传感器被广泛用于不同系统的位置控制、物体检测及速度控制。可通过检测磁场或光强达到接近检测的目的。

对于接近检测，利用光信号是将部件与环境彼此隔离的最佳途径，这类应用大多使用红外(IR)光。此外，可以把数字式红外接近检测传感器集成到同步发送器和接收器内，从而抑制直流IR光源的噪声。Maxim的[MAX44000](#)利用IR LED检测是否有物体靠近，提供了一个很好的设计案例。器件以低占空比脉冲驱动LED，减少发热并排除了太阳光引起的检测问题。

霍尔效应传感器同样适用于接近检测，霍尔效应是指磁场附近的载流导体在其两端产生电压的效应。基于这一原理，

传感器可以监测磁场的变化，由此达到检测速度、位置和方向的目的。对传感器信号进行数字转换，以便用于控制。实践证明，霍尔传感器的鲁棒性和可靠性对于许多工业应用非常重要。

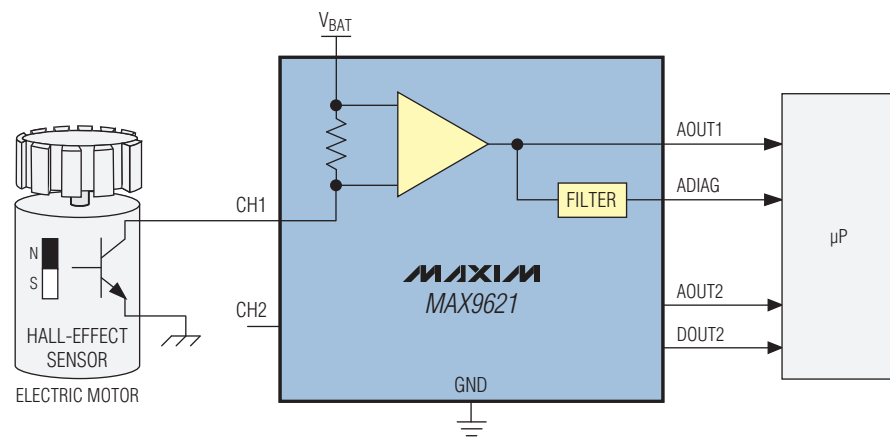
诊断和保护是霍尔效应传感器接口的关键要素。Maxim的[MAX9921/MAX9621](#)霍尔传感器接口产品组合了双通道霍尔传感器接口和诊断、保护功能，以提高位置检测应用中霍尔传感器的可靠性。

特色产品

可靠的霍尔传感器接口有效提高设计灵活性、减少元件数量

MAX9621

MAX9621提供单芯片方案，用于连接两个2线霍尔传感器和低压微处理器(μP)，提供数字输出(用于霍尔开关)和模拟输出(用于线性传感器)，或两种信号。MAX9621的BAT端能够承受高达60V的瞬态电压，有效保护霍尔传感器。标称工作电压范围为：5.5V至18V。如果BAT电源上升至18V以上，MAX9621将关断输出给霍尔传感器的电流；一旦检测到对地短路故障时，也将关断输出给霍尔传感器的电流，并以零电流模拟输出和高电平数字输出指示故障状态。



优势

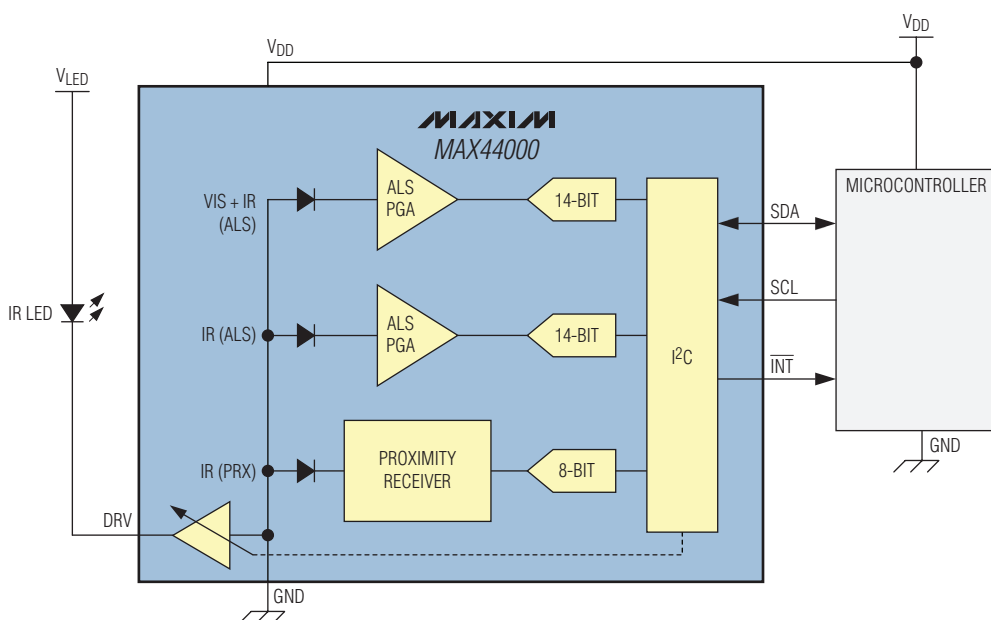
- 可靠监测2线霍尔传感器的状态
 - 能够工作在恶劣条件下的汽车级解决方案
 - 承受高达60V的瞬态电压
 - 数字输出滤波
- 高灵活性
 - 可方便连接至微处理器
 - 提供模拟和数字输出
 - 较宽的供电范围

集成数字式环境光和接近检测传感器 MAX44000

MAX44000集宽动态范围环境光传感器和红外接近检测传感器于一体。

进行环境光和接近检测时，仅消耗11 μ A (时间平均)的电源电流(包括外部IR LED电流)。

片上环境光传感器具有极宽的动态范围(0.03 lux至65,535 lux)。为提高噪声抑制，片上IR接近检测器还集成了一个驱动电路，用于外部IR LED。所有读数均可通过I²C通信总线获得。利用可编程中断引脚对器件进行轮询检测，读取传感器数据，从而占用最少的微控制器资源，降低系统软件开销，并最终降低功耗。



优势

- 功耗最低
 - 1 μ A超低工作耗流
 - 1.7V至3.6V V_{CC}，无需额外的供电电源
- 能够工作在任何照明环境，实现可靠测量
 - 优越的IR和阳光抑制，确保接近检测传感器可靠工作
 - 出色的光源匹配，可靠工作
- 高度集成，简化系统设计
 - 传感器和ADC集成于2mm x 2mm x 0.6mm微小封装
 - 内置数字功能，有效缩短产品上市时间、减轻微控制器负荷

温度和湿度数据记录器

概述

数据记录是控制和自动化系统的常见功能，通常作为证明系统正常工作的一种依据。数据记录器可以是控制系统的一部分，也可以单机操作，独立于主系统提供数据记录。在众多应用中，温度和湿度数据记录器尤其普遍：

- 验证系统在规定温度和湿度范围内的工作，用于故障诊断和质保监测。
- 检验食品和药品的储存温度，保证安全性和产品质量，通常用于生产或运输过程监测。
- HVAC温度/湿度跟踪和故障诊断。
- 化学品/医药产品的生产过程监测，确保控制在适当的温度范围。

温度和湿度记录器采用以下模块测量、记录温/湿度数据：

- 传感器
 - 温度传感器
 - 湿度传感器
- 计时—通常采用实时时钟(RTC)
- 非易失存储器，可采用多种形式。机械式纸带记录仪曾经使用了数十年之久，近期设计中则普遍采用固态非易失存储器。

这些功能可在板级电路实现，也可以集成在单一芯片内。有些设计便于固定安装，有些设计则用于满足小尺寸、电池供电要求，用于敏感货物(例如食品和医药)运输过程中的温/湿度记录。

Maxim的Hygrochron™ iButton® (DS1923)是完全集成的自供电记录器，器件内部嵌入了湿度传感器和温度传感器，采用iButton封装。经久耐用的不锈钢iButton封装能够适应恶劣的工作环境，例如灰尘、潮湿和机械冲击。Hygrochron盖子上方的微小开口采用特殊过滤器，允许水汽通过并到达内部湿度传感器，但能阻止液态水(见**图1**)。Hygrochron采集温度和湿度数据，将相对湿度记录为时间的函数。

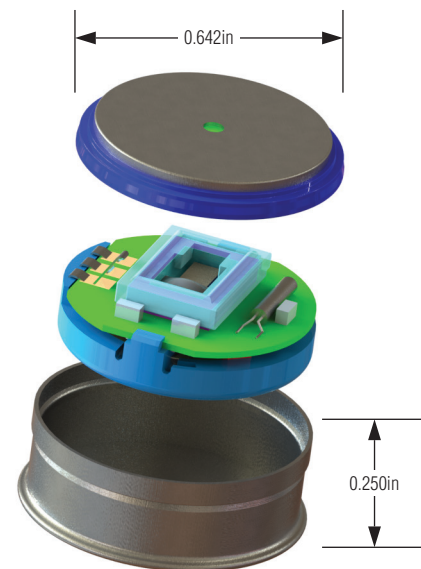


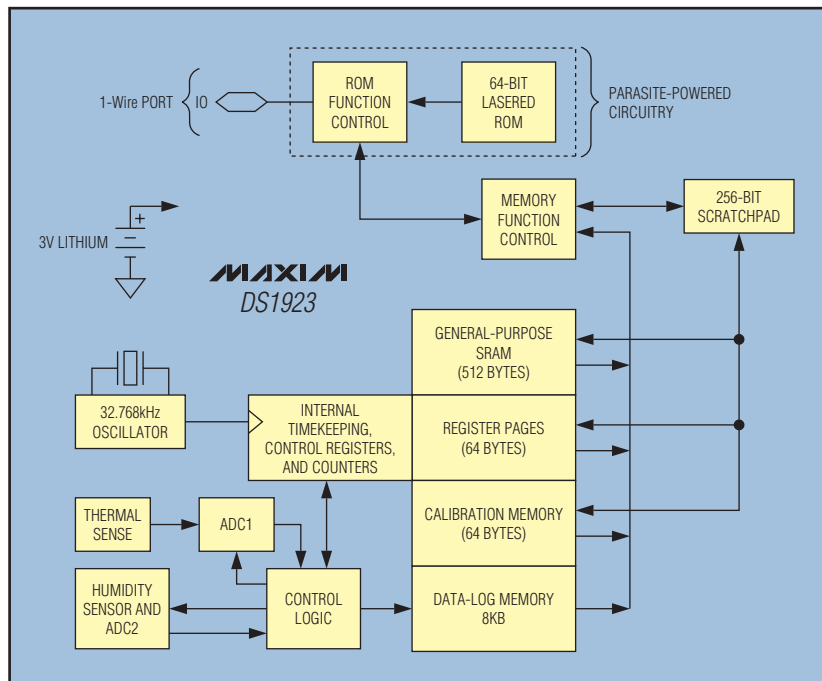
图1. Hygrochron数据记录器尺寸小巧，外部过滤器允许水汽通过并到达器件的内部湿度传感器。

数字温度/湿度记录器确保精密读数

DS1923

DS1923温度/湿度记录iButton是坚固耐用的自供电系统，能够测量温度与/或湿度，并将测量结果记录在受保护的存储器内。记录频率由用户定义。总共可以保存8192个8位读数或4096个16位读数，这些记录以1秒至273小时的时间间隔等间隔采集。另外还有512字节的SRAM用于存储一些特定的应用信息，以及64字节用于存放校准数据。一项数据采集任务可以被编程为立即开始，或者在一个用户定义的延迟之后，或者在一次温度告警之后开始。对存储器和控制功能的访问可加密码保护。DS1923通过串行1-Wire协议进行配置并与主机通信，仅需要单条数据引线 and 接地回路。每个DS1923都由工厂光刻了一个唯一的64位注册号，保证每个器件绝对可溯。坚固的不锈钢封装对于各种恶劣环境具有很高的耐受力，例如灰尘、潮湿和机械冲击等。

配套的附件几乎可以使DS1923安装在任何物体上，包括集装箱、货架或袋子等。



优势

- 可靠、灵活的温度记录，保护产品完整性
 - 自动唤醒，测量温度和/或湿度
 - 以8位或16位格式在8KB数据记录存储器中记录温度和湿度数据
 - 1秒至273小时采样间隔
 - 可编程记录功能允许在经过一定延迟后启动采集，或当触发温度报警时启动采集
 - 可编程高、低温或湿度的上、下限报警门限
- 高精度温/湿度测量，确保精确记录
 - 0.5°C或0.0625°C温度分辨率
 - 利用软件修正，-10°C至+65°C范围内的温度精度优于±0.5°C
 - 内置电容式聚合体湿度测量单元，用于记录湿度
 - 防水滤波器保护传感器免受灰尘、污垢、潮湿与污染的影响
 - 湿度测量精度可达5%，分辨率为8位(0.6% RH)或12位(0.04% RH)
- 坚固、小巧的封装提供高度可靠和灵活性
 - 坚固的不锈钢外壳
 - 完备方案集成在不足0.1立方英寸
- 安全、加密记录
 - 为所有存储器和配置寄存器提供两级加密保护
 - 工作范围：-20°C至+85°C
 - 符合UL 913第五版标准(1997-02-24修订)；绝对安全设备：通过I级，1区，A、B、C组和指定D区域场合的认证

传感器通信接口

模拟通信

传感器采用模拟或数字技术传递检测到的信息。模拟技术基于电压或电流环路，模拟电压信号范围通常为0至+10V，也可以达到-15V至+15V；电流环路为0或4至20mA。模拟信号通过A/D转换器(在可编程序逻辑控制器(PLC)章节的模拟输入部分介绍)进行数字转换，然后由主控制器处理。

数字通信

二进制

二进制传感器是仅发送单一比特信息的数字传感器。信号利用1和0表示开/关、真/假、开路/闭合，通常为单向传输。用逻辑电平代表监测对象的有、无，并进行通信。例如，当目标(例如阀门活塞)达到预先定义的临界点时，传感器能够检测到这一信息，然后通过二进制接口把信息传递给可编程序逻辑控制器(PLC)系统。工业二进制信号往往为0V和24V，高压摆幅具有较强的抗干扰能力。

数字

其它类型的单向数字传感器可产生任意范围的数字信号，每个数值代表不同的

测量电平。例如，数字流量传感器在流速较快时输出较大的数值，在流速较慢时输出较小数值。

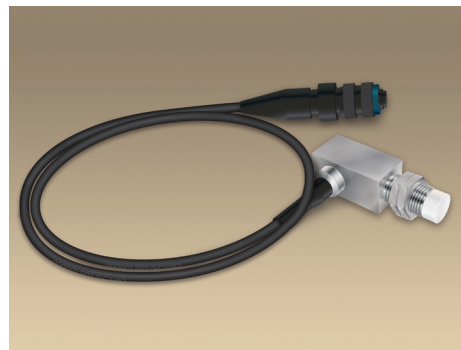
对于双向传感器通信，IO-Link是一种新兴标准，通过标准的3线电缆进行配置和监测，使传感器更加智能。数字信息也可通过CAN、RS-485和其它串行数据接口进行通信。

由于工业环境条件恶劣，传感器接口必须高度可靠，能够承受各种误操作和EMI。Maxim提供不同功能的工业收发器，集成业内领先的保护电路，以应对故障、过压和ESD的冲击。

选择传感器通信接口时，需要考虑以下因素：

- 模拟信号到达数字转换器必须经过的距离
- 模拟或数字传感器的驱动能力
- 数字信号必须传输的距离
- 数据和控制流为单向还是双向
- 需要半双工还是全双工通信
- 数据速率

- 传感器信号和系统控制器之间的响应时间
- ESD、EMI/RFI、过压和其它故障保护条件及响应
- 功耗
- 方案尺寸
- 安装难易程度
- 网络拓扑

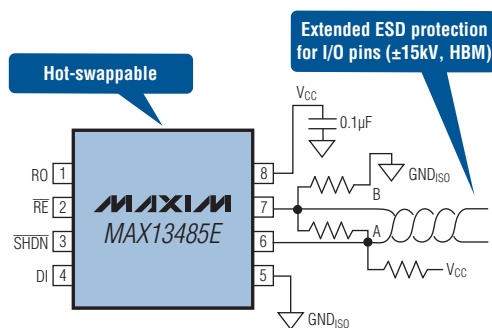


特色产品

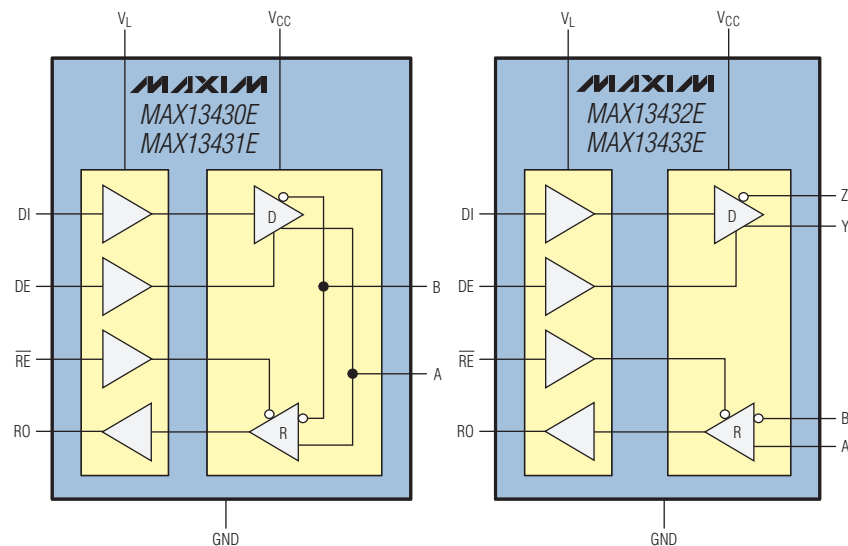
业内尺寸最小的RS-485收发器，节省电路板空间并降低BOM复杂度

MAX13485E/MAX13486E, MAX13430E-MAX13433E

随着工业模块尺寸逐渐减小，PLC设计人员也面临缩小PCB面积、从传统工业标准封装(如SO、SSOP和PDIP)转型的巨大压力。Maxim提供μDFN/TDFN微小封装的RS-485系列收发器，这些产品还集成了其它众多功能，以降低BOM复杂度、减小电路板空间并降低系统成本。



MAX13485E采用μDFN封装，与竞争产品相比，电路板空间节省50%以上。



MAX13430E系列产品的典型工作电路。

优势

MAX13485E/MAX13486E

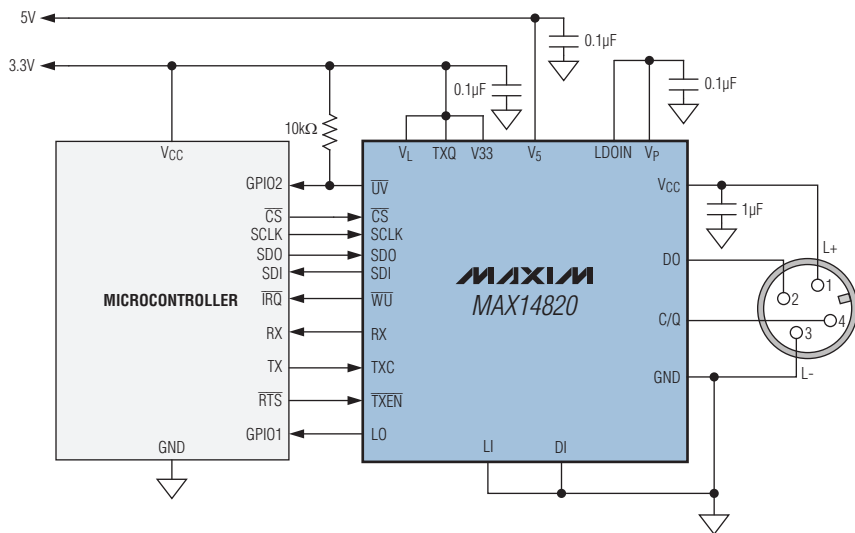
- 占用空间最小，设计更加紧凑
 - 8引脚μDFN (2mm x 2mm)微型封装，节省空间
- 高集成度降低BOM复杂度
 - 热插拔功能避免上电/带电插入器件时的瞬态故障
 - 增强限摆率功能有助于无误码数据传输
 - 低功耗关断模式，降低空闲状态下的功耗

MAX13430E-MAX13433E

- 占用空间最小，设计更加紧凑
 - 采用10引脚TDFN/μMAX (3mm x 3mm)微型封装
- 配置灵活，能够与多种应用接口，减少库存种类
 - 3V至5V较宽的电源电压范围，降低对5V电源的需求
 - 集成V_L引脚，能够与低压逻辑(低至1.62V逻辑电平)的FPGA及ASIC接口
 - 增强限摆率功能有助于无误码数据传输
 - ±30kV (HBM)较高的ESD保护，提供业内最可靠的保护

利用IO-Link/二进制传感器接口减小PCB空间

MAX14820和MAX14821是带有24V二进制接口的收发器，用于传感器和传感器激励。器件设计用于IO-Link设备，支持所有常规的IO-Link数据速率。MAX14820具有300mA最小C/Q驱动能力，MAX14821具有100mA最小驱动能力。这两款器件均包含附加的24V数字输入和输出(I/O)。MAX14820的辅助数字输出额定值为135mA最小电流驱动，MAX14821的辅助数字输出额定值为100mA。设计者可选择采用具有极性反接保护的24V V_P 电源进行外部稳压，也可利用两个内部5V和3.3V线性稳压器，对常见的传感器和调理电路供电。驱动器可配置为pnp、npn及推挽式。通过SPI接口进行配置、监测和报警。器件具有热保护电路，所有24V接口引脚均提供保护，能够在极性反接、短路和ESD冲击下避免器件损坏。MAX14820和MAX14821均采用4mm x 4mm TQFN封装，MAX14821也可提供2.5mm x 2.5mm WLP封装。所有封装均工作在-40°C至+85°C工业级温度范围。



MAX14820 IO-Link/二进制传感器接口，大幅缩小PCB面积

优势

- 内部或外部稳压电路，提高设计灵活性
 - 具有极性反接保护的24V V_P 电源为外部稳压器供电
 - 3.3V和5V两个内置稳压器，满足低功耗供电要求
- 高度集成，有效提高性能、缩小电路板面积
 - 唤醒检测，减轻微控制器负荷
 - 高C/Q驱动能力，可驱动高达1 μ F容性负载
 - 双路输出、输入，满足绝大多数传感器需求
 - SPI接口用于配置和监测
 - 微小的2.5mm x 2.5mm WLP封装 (MAX14821)
 - 需要最少的外部元件

推荐方案

压力传感器与称重

型号	说明	特性	优势
ADC			
MAX1415/16 MX7705	16位、低功耗、2通道、 $\Sigma-\Delta$ ADC	2路差分通道; PGA; 单电源供电	高度灵活的ADC; 可与各种传感器接口
MAX1400/01/02/03	18位、5通道、 $\Sigma-\Delta$ ADC	3路差分通道; PGA; 精密电流源用于激励; 掉电检测	高集成度提供更加精确的传感器检测, 利用单个ADC即可测量压力和温度
MAX11040K	24位、4通道、同时采样、 $\Sigma-\Delta$ ADC	可级联成32个通道; 16ksps时SNR为106dB; 过压保护(OVP)	简化需要精确测量多路幅度和相位数据的传感器接口设计
MAX11200/01/02	超低功耗 $\Sigma-\Delta$ ADC	10sps时提供21位无噪声范围; 3V电源; 0.45mW; 4个GPIO	以最小的功率预算提供最高分辨率的传感器接口
传感器信号调理器			
MAX1454	高精度传感器信号调理器, 带有过压/反向电压保护	45V过压/反向电压保护; 输入故障检测、16位分辨率, 6V/V至2048V/V信号通道增益	提供电源瞬变/浪涌保护, 增强安全性
MAX1452	低成本、高精度传感器信号调理器	多点温度校准; 电流和电压激励; 150 μ s快速响应; 单引脚编程; 支持4–20mA应用	集成信号调理器简化设计并满足各种传感器应用需求
MAX1464	低功耗、低噪声、多通道、数字传感器信号调理器	集成16位ADC、DAC和CPU; 可编程补偿算法; 数字、模拟和PWM输出; 支持4–20mA应用	高精度信号调理器, 可直接连接微控制器, 节省空间
放大器			
MAX9617/18	超高精度、零漂移运算放大器	1.5MHz增益带宽积(GBW); 59 μ A电源电流; 10 μ V (最大值) 零漂移输入失调电压(V_{OS}); 单通道和双通道版本	为各种低频应用提供高精度测量
MAX9943/44	高压、高精度、低功耗运算放大器	6V至38V宽电源范围; 2.4MHz GBW	设计灵活, 适合各种应用

关于Maxim推荐的压力传感器方案的完整信息, 请访问: china.maxim-ic.com/psi。

温度传感器

型号	说明	特性	优势
热管理			
DS600	高精度模拟输出温度传感器	业内精度最高的模拟温度传感器：在-20℃至+100℃范围内精度可达±0.5℃	最精确的冷端补偿，提供优异的热电偶测量
DS7505	低电压、高精度数字温度计和调温器	0℃至+70℃范围内，精度可达±0.5℃；1.7V至3.7V工作电压；工业标准引脚排列	工业标准引脚排列，能够轻松实现LM75的高精度和低电源电压升级
DS18B20	高精度1-Wire数字温度传感器	-10℃至+85℃范围内精度可达±0.5℃；1-Wire接口；64位工厂光刻ID码	高精度温度传感器，以最少连线简化网络设计
MAX31855	热电偶数字转换器	内置冷端补偿；提供J型、K型、N型、R型、S型、T型、E型热电偶检测产品	最简单的热电偶接口；无需外部补偿
数据记录器			
DS1923	iButton温度和湿度数据记录器	温/湿度自动记录器，湿度精度：±5%；温度精度：±0.5℃；数据记录时间间隔1s至273小时，小尺寸坚固封装	结构紧凑、完备的温/湿度记录器，适用于恶劣的工作环境
DS1922L/T/E	iButton温度数据记录器	温度自动记录器，温度精度：±0.5℃；数据记录时间间隔1s至273小时，小尺寸坚固封装	结构紧凑、完备的温度记录器，适用于恶劣的工作环境
ADC			
MAX1300*/01/02*/03	16位、8/4通道SAR ADC，软件可编程输入范围	高达±12V的双极性输入范围或低至0至2.048V的单极性范围；±16.5V过压保护输入；PGA；内部基准	配合多输出范围传感器使用时可有效降低设计复杂度
MAX1415/16 MX7705	16位、低功耗、2通道、Σ-Δ ADC	2路差分通道；PGA；单电源供电	灵活的ADC接口能够连接各种传感器
MAX1400/01/02/03	18位、5通道、Σ-Δ ADC	3路差分通道；精密电流源用于激励；掉电检测	单路ADC简化温度传感器设计，用于精确测量热电偶和RTD
MAX11200/01/02	超低功耗Σ-Δ ADC	10sps时提供21位无噪声范围；3V电源；0.45mW；4个GPIO	21位无噪声范围，对系统功耗影响最小
放大器			
MAX9617/18	超低功耗、零漂移运算放大器	1.5MHz GBW；59μA电源电流；10μV (最大值)零漂移输入失调电压(V _{OS})；单通道和双通道版本	为各种低频应用提供高精度测量
MAX9943/44	高压、高精度、低功耗运算放大器	6V至38V宽电源范围；2.4MHz GBW	设计灵活，适合各种应用
MAX9939	SPI PGA，提供按需校准和差分输入/输出配置	输入支持负压输入；提供各种增益配置；具有零输入误差	按需校准功能改善系统精度；有效降低嘈杂环境噪声

关于Maxim推荐的温度传感器解决方案的完整信息，请访问：china.maxim-ic.com/-40+85。

光传感器

型号	说明	特性	优势
环境光传感器			
MAX44009	环境光检测数字传感器	1μA超低电流，22位宽动态范围，具有自动增益控制	以最小尺寸提供高精度光信号检测
MAX44007	环境光检测数字传感器，带IR传感器	1μA超低电流，22位宽动态范围，具有自动增益控制，灵敏度高达0.025lx	以最小尺寸、最低成本提供高精度环境光检测和IR检测
MAX44004*	环境光检测数字传感器	5μA低功耗设计，带IR检测，0.03lx灵敏度，-40℃至+105℃工作范围，1.5ms转换时间	满足苛刻的速度要求；宽温范围，能够工作在恶劣的工作环境
RGB-IR彩色光检测传感器			
MAX44006*	RGB-IR-环境光-温度检测传感器，集成接近检测传感器	1.8V多光谱波段数字传感器，工作在较宽的温度范围	减少元件数量，提供可靠的光信号检测
MAX44008*	RGB-IR-环境光-温度检测传感器，集成接近检测传感器	2.7V至5.5V宽范围供电，多光谱波段、高灵敏度数字传感器，工作在较宽的温度范围	减少元件数量，提供可靠的光信号检测
ADC			
MAX1167/68 MAX1162	16位、200ksps、8/4/1通道SAR ADC	16位、无失码；单5V供电；0至5V单极性输入范围	支持多通道应用的灵活、高精度解决方案
MAX11200/01/02	超低功耗Σ-Δ ADC	10sps时提供21位无噪声范围；3V电源；0.45mW；4个GPIO	在20klx至100klx范围内保持高精度测量并消耗最低功率
放大器			
MAX9945	低噪声、MOS输入、低功耗运算放大器	4.75V至38V供电电压范围；低输入偏置电流；低输入电流噪声	低输入偏置电流(fA)提供最高系统精度
MAX4230-MAX4234	高输出驱动、满摆幅I/O运算放大器系列产品	200mA输出驱动；10MHz GBW；10μV/s高摆率	较高的驱动电流有效延长传输距离
MAX4475-MAX4478	低失真、CMOS输入运算放大器系列产品	0.0002% THD+N；低输入偏置电流；10MHz GBW	提供更高精度的ADC输入信号

*未来产品—供货状况请联络厂方。

接近检测传感器

型号	说明	特性	优势
接近检测传感器			
MAX44000	集成接近检测传感器和环境光检测传感器	7 μ A低电流损耗、基于IR、高度可靠的接近检测传感器，集成0.03lx灵敏度环境光检测传感器	单片IC提供宽动态范围的接近检测和光检测，内置数字功能，可靠工作在恶劣环境
MAX44005*	RGB-IR-环境光-温度检测传感器，集成接近检测传感器	12 μ A低功耗、多光谱波段传感器，带温度补偿和高灵敏度的接近检测传感器	高性能接近检测传感器，集成多光谱波段传感器，支持快速、可靠的彩色光数字转换
MAX9621	双通道、2线霍尔传感器接口，带有模拟和数字输出	宽供电范围，提供电源瞬态检测；经过滤波的数字和模拟输出，适用于各种接口	为霍尔传感器应用提供高度灵活性，节省成本

传感器通信接口

型号	说明	特性	优势
接口收发器			
MAX14820	300mA IO-Link收发器	较高的C/Q驱动能力，可驱动1 μ F电容；V _P 保护，唤醒检测	可驱动大容性负载
MAX14821	100mA IO-Link收发器	2.5mm x 2.5mm WLP微小封装，V _P 保护，唤醒检测	减小电路板面积，提供灵活的电源选项，简化固件开发
MAX14824	IO-Link主机收发器，300mA驱动	IO-Link v.1.0、v.1.1兼容；支持COM1、COM2、COM3数据速率	高度集成，有效节省空间
MAX14830	IO-Link UART	兼容于IO-Link 1.1，四通道，128字FIFO	扩展微控制器功能
MAX13485E/86E	半双工RS-485/422收发器， μ DFN封装	8引脚、2mm x 2mm、 μ DFN封装；提供热插拔、 ± 15 kV ESD保护	最小封装尺寸，内部保护电路，有效节省电路板空间，坚固耐用
MAX13430E/1E/2E/3E	低压逻辑接口、TDFN-EP和 μ MAX封装的RS-485系列产品	10/14引脚、3mm x 3mm、TDFN-EP和 μ MAX封装；低至+1.62V的低压逻辑接口， ± 30 kV ESD保护(HBM模式)	微小封装，高度集成的逻辑电平转换器和ESD保护电路，尺寸最小的解决方案

*未来产品—供货状况请联络厂方。