

# 设计问答

## 温度传感器

Roger Allan

特约编辑

《Electronic Design》

### 温度传感器有哪些主要类型？

温度传感器有四种主要类型：热电偶、热敏电阻、电阻温度检测器(RTD)和IC温度传感器。IC温度传感器又包括模拟输出和数字输出两种类型。

热电偶应用很广泛，因为它们非常坚固而且不太贵。热电偶有多种类型，它们覆盖非常宽的温度范围，从-200℃到2000℃。它们的特点是：低灵敏度、低稳定性、中等精度、响应速度慢、高温下容易老化和有漂移，以及非线性。另外，热电偶需要外部参考端。

热敏电阻具有多种不同的封装类型和价位。它们体积小、易于互换和稳定性高。它们还具有非常快的响应

速度和高输出幅度。目前，它们的工作温度限于150℃左右。热敏电阻具有4%/℃的大温度系数(TC)，呈非线性，并且需要外部激励源，以及具有固有的自身发热问题。

RTD精度极高且具有中等线性度。它们特别稳定，并有许多种配置。但它们的最高工作温度只能达到400℃左右。它们也有很大的TC，且价格昂贵(是热电偶的4~10倍)，并且需要一个外部参考源。

模拟输出IC温度传感器具有很高的线性度(如果配合一个模数转换器或ADC可产生数字输出)、低成本、高精度(大约为1%)、小尺寸和高分辨率。它们的不足之处在于温度范围有限(55℃~+150℃)，并且需要一个外部参考源。

数字输出IC温度传感器带有一个内置参考源，它们的响应速度也相当慢(100ms数量级)。虽然它们固有地会

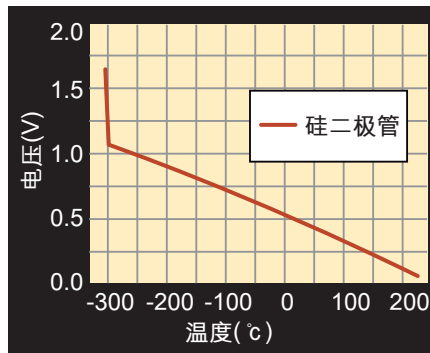


图1: 硅二极管的电阻响应特性与温度的关系曲线。

自身发热，但可以采用自动关闭和单次转换模式使其在需要测量之前将IC设置为低功耗状态，从而将自身发热降到最低。

与热敏电阻、RTD和热电偶传感器相比较，IC温度传感器具有非常高的线性，低系统成本，集成复杂的功能，能够提供一个数字输出，并且能够在相当有用的范围内进行温度测量。

### 模拟输出IC传感器和数字输出IC传感器之间有什么差别？

模拟输出IC传感器输出与温度成正比的电压或电流，而数字输出IC传感器通过其内置的ADC将传感器的模拟输出转换为数字信号。

IC温度传感器的实际检测是采用一个简单的晶体管p-n结，通过测量其基极-发射极结电压(V<sub>BE</sub>)检测温度变化。p-n结两端的电压具有大约2 mV/℃的固有温度依赖关系(见图1)。这也被称为二极管温度传感器。通过内置ADC对传感器的模拟输出进行数字化，可以得到其数字输出。

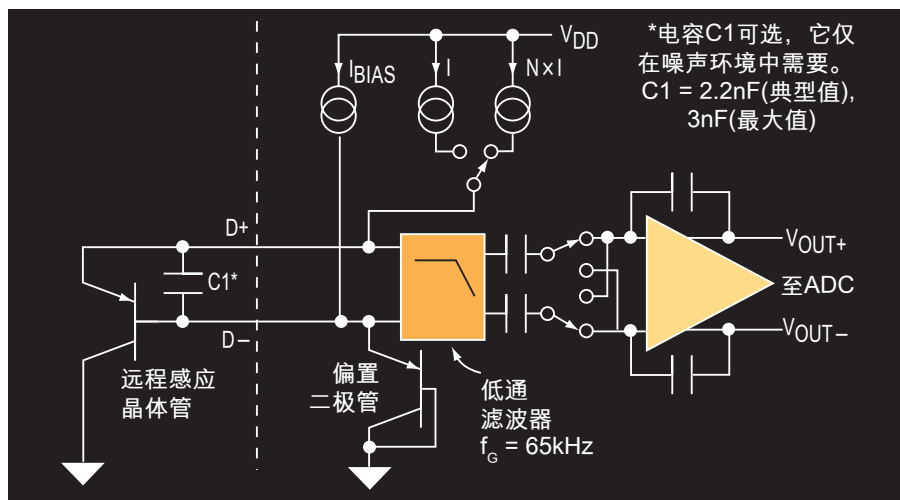


图2: 可将温度二极管测量电路集成到在CPU上的本地温度传感器，或在PCB上作为分立二极管连接晶体管。

# 产品问答

## 模拟输出温度传感器和数字输出温度传感器可提供空前的高精度、可靠性和价值

### 当使用温度传感器时必须考虑哪些因素？

有两个主要考虑因素：需要测量什么和必须以多高的精度测量。这两个因素受使用的传感器类型和它与温度测量点的相对位置的影响。这一点对于像IC传感器这样的固有自身发热传感器很重要，因为它测量的温度实质上是晶体管p-n结二极管本身的温度。

对于IC温度测量，如CPU本地温度，温度测量并不那么直接。精确的测量方法是使用一个集成在CPU内的温度二极管监测器(见图2)。

### IC温度传感器与热敏电阻有何不同？

尽管这两种传感器都具备小外形尺寸并且提供模拟输出，但IC传感器具有更高的线性和更宽的工作温度范围。它可以集成其它的内置功能，例如提供数字输出的ADC，数模转换器(DAC)、参考电压源和风扇控制电路。IC传感器集成复杂电路的能力意味着比热敏电阻的总系统成本低，并且随着IC制造线宽的进一步缩小，IC传感器的封装尺寸也将减小。

### 数字输出温度传感器比模拟输出温度传感器有哪些优势？

与其它三种主要类型温度传感器(热电偶、RTD和热敏电阻)不同，数字输出IC温度传感器不需要外部线性化电路转换。此外，由于其IC集成特性，它们自然会降低成本。它们可与常见的计算机总线连接。而且，它们允许与远端其它传感器进行通信，以完成一些控制任务。

ADI提供业界种类最齐全的数字输出温度传感器和模拟输出温度传感器IC。从基本功能的模拟温度传感器到具有多通道ADC、DAC和内置参考电压源的高度集成数字温度传感器，ADI公司相信其中必有一款温度传感器能够满足您的设计需求。

ADI公司温度传感器提供各种接口选择(包括SPI、I<sup>2</sup>C和单线PWM)，它们在电源电压降至2.7V时仍能在-40℃~150℃的宽泛温度范围内正常工作，并且提供用户可设置的温度跳变点。欲进一步了解产品信息，请访问[www.analog.com/tempsensors](http://www.analog.com/tempsensors)。

### ADT75：±2℃精度的12位数字温度传感器

ADT75是一种采用8引脚MSOP和SOIC封装完整的温度监视系统。它含有一个带隙式温度传感器和一个12位ADC以监视温度，并且数字化温度的分辨率达到0.0625℃。

ADT75与LM75和AD7416引脚及寄存器兼容。它在3V~5.5V电源电压工作条件下达到规定的技术指标。在3.3V电源下工作时，其典型的电源电流为300μA。ADT75在待机模式下关断器件并且其待机电流典型值仅为3μA。该器件额定工作温度范围为-55℃~125℃。

### ADT7301：±2℃精度的13位低功耗数字温度传感器

ADT7301是一种采用SOT-23和MSOP封装的完整温度监测系统。它含有一个带隙式温度传感器和



一个13位ADC以监测温度，并且数字化温度的读数分辨率达到0.03125℃。

ADT7301提供一个灵活的串行接口，使得它很容易地连接到大多数微控制器。该接口兼容SPI、QSPI和Microwire协议以及DSP。该器件的待机模式可通过串行接口接受控制。ADT7301的额定工作温度范围为-40℃~150℃。

### TMP05与ADT7470：完整的散热管理系统

TMP05是一款采用超小型SC-70封装的±1.0℃精度本地温度传感器。它的小外形尺寸加上单线和菊花链模式，使得它非常适合于解决在电路板设计的最后一分钟出现的热管理挑战。它的数字PWM输出与温度成正比，并可由微控制器定时器端口或ADT7470读取。

ADT7470可以监测多达10个以菊花链连接的TMP05传感器。它含有自动风扇控制硬件，并可控制多达4个不同的风扇，这使得它们以尽可能最低的转速工作以将声学噪音降到最低。您通过组合使用TMP05和ADT7470，可快速开发出可以根据系统散热要求容易扩展的模块化系统。