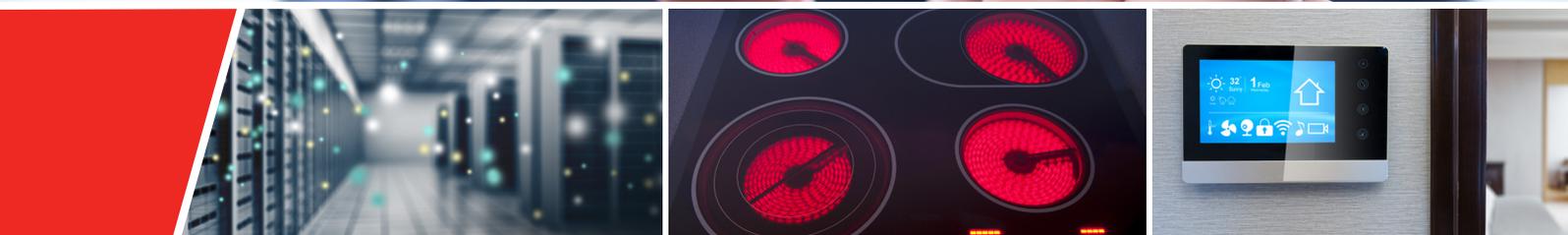




温度传感器和风扇控制设计指南

芯片温度传感器、热电偶、RTD、风扇控制和热敏电阻
解决方案



温度检测技术概述

在许多系统中，温度控制至关重要。有许多可用于测量系统温度的无源和有源温度传感器，其中包括热电偶、电阻温度检测器（RTD）和基于芯片的温度传感器。这些传感器向系统控制器提供温度反馈，系统控制器随后依据这些反馈制定决策，例如过热关断、风扇速度控制、温度补偿或温度监视。此外，还有一些系统依赖于独立的温度管理解决方案，其中包括风扇控制和温度检测。

Microchip提供了丰富的温度检测和温度管理产品组合，其中包括温度开关、数字温度传感器、风扇控制器和电压输出温度传感器。这些产品组合可帮助您实现充分符合应用要求的设备。主要特性有高精度、集成风扇控制、集成EEPROM、低功耗和多通道温度监视等。此外，Microchip的产品还可用来为基于热电偶、RTD和热敏电阻的应用提供支持。

温度管理应用

- 通信
- 医疗设备
- 计算、SSD和数据中心
- 物联网
- 工业
- 电器
- 仪表
- 消费类电子产品

单通道温度传感器

温度开关

温度开关具有出色的温度精度（典型值为 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ ），并且工作电流非常低（不到 $25\ \mu\text{A}$ ）。此类器件可代替各种检测和控制应用中的机械开关。

电压输出温度传感器

电压输出温度传感器可产生与温度成比例的输出电压，典型温度系数分别为 $6.25\ \text{mV}/^{\circ}\text{C}$ 、 $10\ \text{mV}/^{\circ}\text{C}$ 和 $19.5\ \text{mV}/^{\circ}\text{C}$ 。温度/电压转换器可检测 -40°C 至 150°C 范围内的温度，并具有偏置电压，无需负电源电压即可读取负温度。

电阻温度检测器（RTD）

RTD能够以极高的精度检测温度，具备一致且可重复的性能以及较低的漂移误差（ -200°C 至 1200°C ）。由于此类传感器具有非线性特性，因此还需要在单片机中使用线性化查找表来确保精度。

热敏电阻

热敏电阻（ -100°C 至 150°C ）通常用于过热关断。尽管精度比不上其他一些温度传感器解决方案，但热敏电阻价格低廉，而且封装尺寸较小。热敏电阻同样具有非线性特性，需要使用温度补偿查找表。

数字输出

单通道数字输出温度传感器具有出色的温度精度（典型值为 $\pm 0.25^{\circ}\text{C}$ ），并且工作电流非常低（典型值为 $250\ \mu\text{A}$ ）。此类器件采用与行业标准SMBus、I²C或SPI兼容的接口协议进行通信。此类器件的转换速度快，温度分辨率范围为 0.0625°C 至 0.5°C ，其中部分器件还集成了EEPROM，可用于存储客户偏好设置和记录数据。

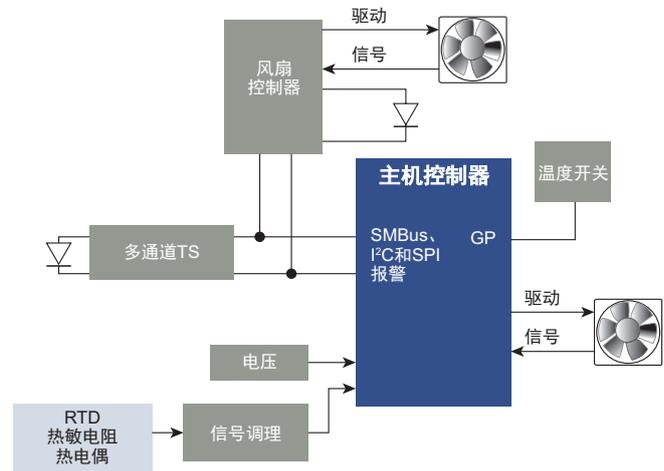


图1：温度检测概览

具有多通道温度监视功能的多通道数字温度传感器

除了本地温度检测之外，Microchip还提供了具有多通道TS温度监视功能的数字温度传感器。此类器件同样具有出色的温度精度（典型值为 $\pm 0.25^{\circ}\text{C}$ ）。通过使用PNP或NPN晶体管（作为二极管来连接）可以低成本实现远程通道。利用模拟滤波和电阻误差校正功能，可将远程监视器放置在距离IC几米的位置处。

热电偶

热电偶常常因其温度范围宽（ -270°C 至 1750°C ）、可靠性高且价格低而备受青睐。但热电偶具有高度非线性的特性，往往需要大量的线性化算法。另外，与可将电压信号转换为数字表示的器件相比，此类温度检测元件的电压输出相对较低，因此需要在电路中添加模拟增益级。

风扇控制器

风扇通常用于自然散热性能不能满足需求的情况。Microchip可提供不同级别的风扇控制。对于简单的风扇速度控制，有独立的RPM闭环控制器。对于完整的温度管理解决方案，除了PWM控制之外，许多器件还集成了温度监视功能。此外，控制器还将启动和斜坡速率控制算法相结合，最大程度地降低了噪声。

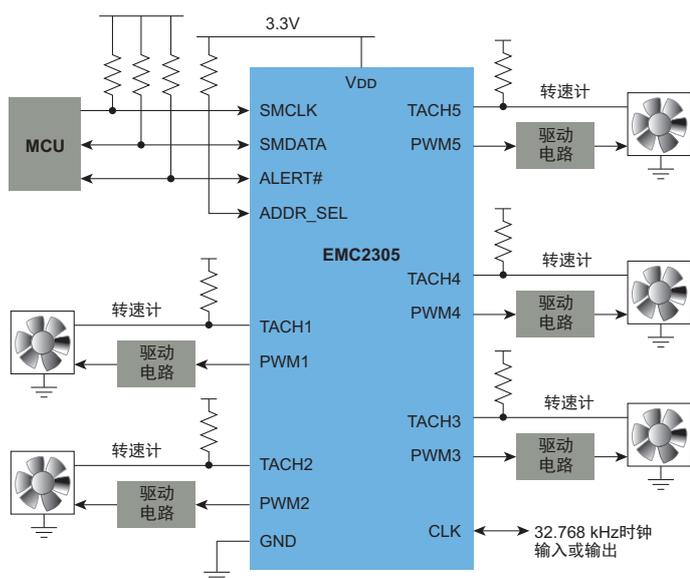


图2: 系统图

面向医疗应用的单通道数字输出温度解决方案

对于电路板空间极为有限的各类产品（例如，医疗应用）而言，单通道数字输出温度传感器（例如AT30TS74，采用超小型晶圆级芯片尺寸封装（WLCSP））堪称理想之选。AT30TS74 WLCSP封装只占用不到1 mm²的电路板空间，因此可放在更加靠近被监测热源的位置，从而更快地对温度变化作出响应。这对于医疗应用至关重要，因为在这类应用中，温度灵敏度是设备正常工作的首要条件，保证用户能够及时做出调整和/或进行快速准确的温度测量。AT30TS74 WLCSP在出厂时校准为±1.0°C精度，并且具有可编程温度窗口和报警引脚输出，可在发生温度窗口超限时向主机MCU发出通知。对于由电池供电的手持医疗应用，AT30TS74提供两个节能功能：关断模式（关闭其所有内部电路以实现节能）和单触发模式（AT30TS74可进行温度测量并更新其内部温度寄存器，然后返回关断模式）。

面向HVAC应用的单通道数字输出温度解决方案

数字温度传感器（例如MCP9808）可为HVAC恒温器应用带来更大的设计灵活性和简便性。此类传感器不需要仪表电路和电路校准程序即可实现低功耗和高精度，这一点与电阻温度检测器有所不同。MCP9808在出厂时校准为±0.5°C精度（最大值），并且具有温度窗口监视器输出等可编程功能。如果温度超过温度窗口上限和下限加上迟滞的值，则报警输出将置为有效，此输出可作为单片机的中断输入或恒温器应用的比较器输入。

热敏电阻解决方案

Microchip提供了多种针对热敏电阻的单芯片解决方案，用于在温度超过预设限值时向单片机发出报警信号、开/关风扇或点亮/熄灭LED指示灯。例如，蓄冷水池可使用热敏电阻来检测水池的温度变化，从而检测水位。

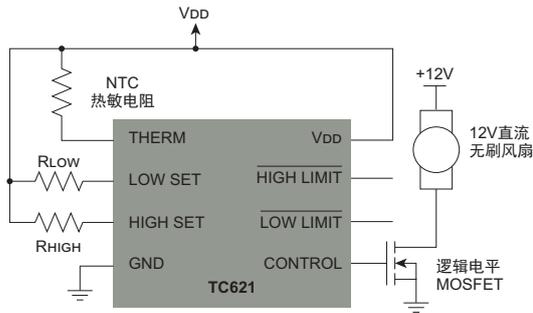


图3: TC621双跳变点温度开关的配置

图3显示了如何配置TC621双跳变点温度开关。热敏电阻和报警限值设置电阻直接连接到器件，报警输出触发精度为 $\pm 0.3^{\circ}\text{C}$ 。该器件的优点是可为热敏电阻应用提供闭环温度开关解决方案。

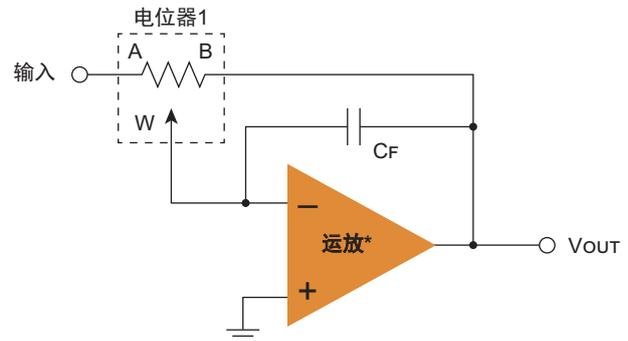
提高传感器灵敏度

尽管热敏电阻提供了一种低成本解决方案并且易于实现，但其具有高度非线性的特性，特别是当应用温度范围超过大约 50°C 时。供应商通常会提供查找表和校正系数。但在非线性区域中，随着温度的升高，每摄氏度的电阻变化（即灵敏度）呈指数下降。



图4: 手持温度计

例如，一个借助集成热敏电阻传感器检测环境温度手持仪表，无论是在阿拉斯加的冬季还是在亚利桑那州的夏季，都需要保存一致的测量灵敏度。Microchip提供了多种可编程增益放大器解决方案，用以提高传感器在非线性区域内的灵敏度。图5显示了如何将数字电位器和低功耗放大器配置为可编程增益放大器。



* 通用运放，例如MCP6001。

图5: 将数字电位器和低功耗放大器配置为可编程增益放大器

食品制冷解决方案

多通道温度传感器

根据FDA食品法规（2001版）的规定，温度测量设备必须具备精确的温度检测能力，以确保食品在运输和储存过程中的质量。商用冰箱、冰柜和运输车等应用对于低温条件下的温度精度都有着很高的要求。



图6：食品制冷

MCP9902/3/4可实现维持食品保鲜的低温环境所需的精度（ $\pm 1^{\circ}\text{C}$ ）。

MCP9902/3/4的主要特性包括：

- 在 -40°C 至 105°C 范围内的最大误差为 $\pm 1^{\circ}\text{C}$
- 自动 β 检测
- 电阻误差校正（REC）最高 100Ω
- 可编程温度限值

商用白色家电解决方案

多通道温度传感器

家用或商用洗碗机实现了高温清洗环节。提高洗碗机效率的几大要素是减少用水量、缩短清洗周期、增大碗架承重能力以及提升厨具的除菌率。美国国家卫生基金会（NSF）要求家用洗碗机（NSF/ANSI 184）的最终冲洗温度为 150°F ，商用洗碗机（NSF/ANSI 3）的最终冲洗温度为 180°F ，并且从热水管道取水。

温度传感器将监视洗碗机的温度，如果没有保持在所需的温度，就会开启加热元件。

EMC1812可将目标温度范围内的最大误差控制在 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 之内。它具备可编程的温度限值，可设置通知阈值，用于在洗碗机的预清洗和主清洗环节触发加热元件，从而保持稳定的温度。

EMC1812的其他特性包括：

- 在 -20°C 至 105°C 范围内的最大误差为 $\pm 1^{\circ}\text{C}$
- 自动 β 检测
- 反并联二极管（APD）功能
- 电阻误差校正（REC）最高 100Ω
- 变化率测量



图7：洗碗机

热电偶

家用感应加热技术可应用于独立式炉灶、电饭锅和热水壶中。感应烹饪可对煤气炉进行精细的温度控制，而且与气体或辐射加热元件相比效率更高。感应烹饪应用中使用的绝缘栅双极晶体管（IGBT）会耗散大量能量，因此为了防止IGBT的结温超出建议的规范值，通常采用大型散热器。

对于智能电磁炉，通过监视电磁炉表面温度和锅温可以更好地控制烹饪。对于该应用，可将热电偶嵌入锅中和电磁炉表面，随后让主控制器通过无线通信连接的方式将锅内食品温度与电磁炉表面温度作比较，从而保持最佳的烹饪温度。Microchip的**MCP9600**即插即用热电偶调理IC解决方案是此类嵌入式应用的理想之选。



图8：电磁炉

MCP9600可监视四个外部源（家用炉灶标配），最高精度为 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ ，最高温度为 125°C 。IGBT模块安装在散热器上，以确保IGBT不会超过其结温。温度信息会实时发回系统的单片机，以缓解过热情况。

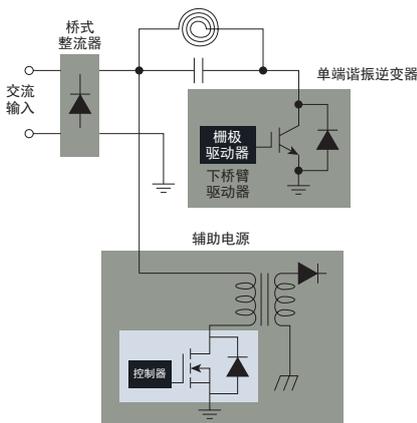


图9：电磁炉图

温度开关

作为家用和小型办公设备，碎纸机的最大纸张容量通常高达18张。这种对于高容量连续粉碎的需求会增加碎纸机内部的热量，进而可能导致碎纸机中途卡住。因此，每次碎纸机开始工作之前都需要一段冷却时间。**MCP9502**等温度开关可用于监视电机温度，并在发生热过载时通过前面板上的LED提醒用户。

MCP9502在出厂时预设温度阈值，因此无需通过软件或使用外部元件来编程热限值。当温度高于限值时，将使用LED发出视觉报警以指示温度升高情况。

MCP9502的其他特性包括：

- 推挽式输出
- 出厂预设温度范围为 5°C 至 125°C
- 可编程迟滞



图10：家用和小型办公设备

RTD解决方案

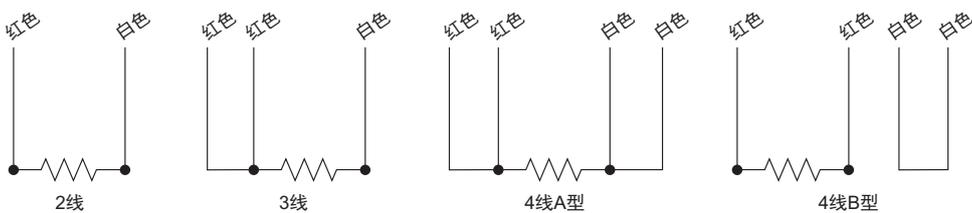
电阻温度检测器（RTD）是一种温度传感器，包含一个阻值随温度变化的电阻。RTD由高纯材料（例如铂）制成。该传感器通常用于精密应用，例如实验室设备和医疗仪器。为了使用RTD准确检测温度变化，还需要精密的模拟和数字电路。例如，医学实验室烘箱需要精密的闭环温度控制系统。RTD是这类应用的首选传感器，因为设备温度从室温循环到各种预设值时具有出色的可重复性。

Microchip为RTD提供了各种精密解决方案，例如集成自校准功能的仪表放大器（MCP6N11）、具有极低输入失调电压的自动调零运放（MCP6V01）和高分辨率精密模数转换器（MCP3551）。

RTD传感器提供2线、3线和4线元件。对于2线传感器，两条传感器引线均与传感器元件串联。随着温度的升高，引线电阻也会发生变化，引线两端的压降会导致测量精度下降。

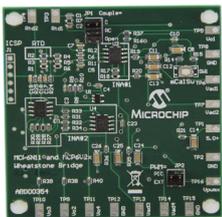


图11：实验室烘箱



参考设计

MCP6N11惠斯通电桥参考设计 (ARD00354)



Microchip提供的参考设计使用惠斯通电桥平衡RTD电路来分析和比较传统三运放仪表放大器与MCP6V01系列运放以及MCP6N11仪表放大器的性能。该参考设计允许用户使用软件图形用户界面（GUI）进行噪声分析并研究每个电路的特性，从而确定首选解决方案。

RTD参考设计 (TMPSNSRD-RTD2)

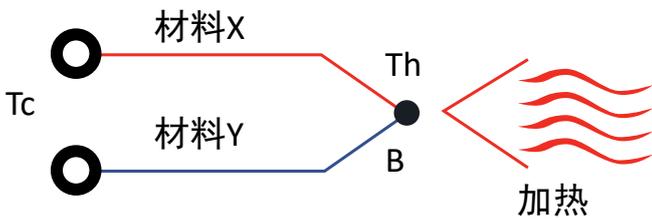


Microchip还提供了一个使用电流源对RTD进行偏置的参考设计。该解决方案使用一个高性能 Δ - Σ 模数转换器（ADC）、两个外部电阻和一个参考电压来按比例测量温度。通过单点校准，可在 -200°C 至 $+800^{\circ}\text{C}$ 的RTD温度范围内实现 $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ 的精度和 $\pm 0.01^{\circ}\text{C}$ 的测量分辨率。

热电偶解决方案

热电偶是用于测量高温的耐用型温度传感器。当热电偶热结点暴露在高温（例如，1000°C）下时，可在热电偶的开口端（即冷结点，通常处于室温下）测量到电压的微小变化。

热电偶线由两类不同的金属材料制成，即贵金属和贱金属。热电偶标准有多种类型，最常见的是K型和J型热电偶。其他类型的热电偶（例如T、N、S、B和R型）更多是针对特定应用，可在不同的温度范围内提供更高的灵敏度。



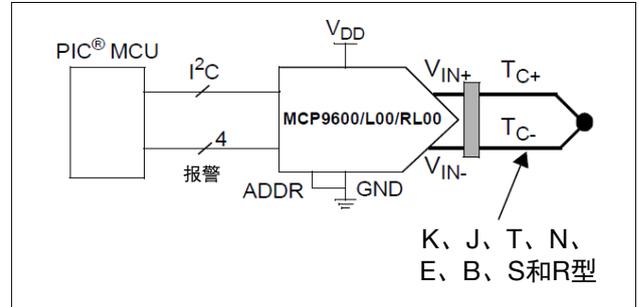
热电偶的常见应用包括石化、工业烘炉、发动机以及钢铁工业中使用的机械，其工作环境温度范围约为-200°C至2000°C。



图12: 冶金炉

Microchip提供了一种即插即用型集成解决方案，适用于常见的MCP9600系列热电偶。该系列器件集成了热电偶误差补偿公式和冷结点补偿传感器，出厂时的热结点精度校准为

±1.5°C、±4°C和±8°C，分别适用于高精度、中等精度和低精度应用。



此外，该器件还为嵌入式应用提供了各种用户可编程的功能，例如开路和短路检测、4个用户可编程的温度报警限值、温度平均值计算、可编程温度分辨率以及节能功能（例如突发模式温度采样）。



Microchip为MCP9600提供了一个评估板，方便用户评估各种功能。

Microchip还提供了许多精密的线性产品，例如运放（MCP6V01）和仪表放大器（MCP6N11）。此外，Microchip还为热电偶解决方案提供了高分辨率 Δ - Σ 模数转换器，例如MCP3461 16位ADC、MCP3421 18位ADC和MCP3465 24位ADC。

热电偶的其中一项独特优势是快速热响应特性，典型响应时间约为5 ms。此类高速响应的典型应用是工业或高电流断路器开关的电弧，而MCP6V01系列运放是此类应用的理想解决方案（有关详细信息，请参见Microchip的AN1306应用笔记）。

节能温度解决方案

多通道温度传感器

计算系统对电源的要求日益增长，电路板的密度也变得越来越，因此需要采用高效的温度管理解决方案。在确定适用于管理计算系统热负荷的温度传感器类型时，需要综合考虑成本、精度和系统尺寸等因素。

基于芯片的温度传感器利用双极晶体管的基本属性来确定温度。当实现两个不同的电流时，可通过测量电压的变化来计算温度。图13和公式1说明了基于芯片的温度测量的概念。

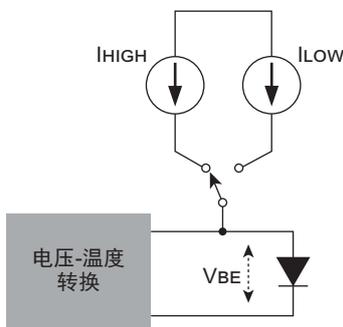


图13: 基于芯片的温度测量

$$\Delta V_{BE} = \left(\frac{kT}{q}\right) \times \ln\left(\frac{I_{C1}}{I_{C2}}\right)$$

$$T = \frac{\Delta V_{BE} \times q}{nk \times \ln\left(\frac{I_{C1}}{I_{C2}}\right)}$$

公式1: 基于芯片的温度测量

其中， T = 温度（开尔文）

ΔV_{BE} = 二极管基极-发射极电压变化

k = 玻耳兹曼常数

q = 电子电荷

n = 二极管理想因子

I_{C1} 和 I_{C2} = 比值为 $n:1$ 的两个电流

EMC18xx对于需要监视多个位置的环境温度的低成本主板而言是理想之选。可监视的位置有机箱、扩展卡槽和周围元件，如图14所示。

由于处理器负载过高而导致温度升高时，无论是CPU、GPU还是存储器模块，系统都会通过限制时钟频率来减缓系统中

的温升。EMC18xx的最大精度为 $\pm 1^\circ\text{C}$ ，可消除因系统温度升高而过早发生频率限制或系统关闭的问题。

- 在 -20°C 至 $+105^\circ\text{C}$ 范围内的最大误差为 $\pm 1^\circ\text{C}$
- 可编程温度限值
- 可将报警功能配置为比较器模式或系统中断模式

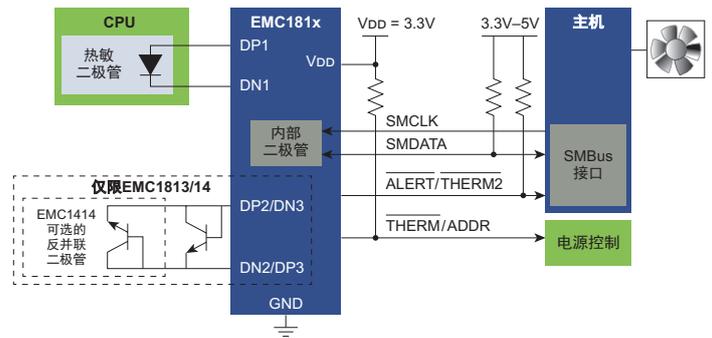


图14: 系统图

对于更高密度的应用（例如笔记本电脑、机架式服务器和平板电脑的高端系统板），可使用远程二极管温度传感器（例如EMC1814）来提高灵活性并减少元件数。

EMC1814具备反并联二极管（APD）功能，借助独立二极管接法或分立式二极管接法的CPU、GPU或ASIC处理器晶体管，只需一个器件就可以同时监视多个区域。

了解当今计算产品中的处理器几何结构至关重要。衬底二极管通常用作温度传感器。几何结构减小会降低传感器的精度。为了确保精度，EMC1814会在每次转换之前执行自动 β 检测。

Microchip获得专利的跳频技术可减少开关噪声源（包括背光逆变器、SMPS和其他EMI源）耦合到输入走线中的噪声。

EMC1814的电阻误差校正（REC）可降低长PCB走线、布线和互连电阻造成的温度误差。如果没有REC，测量路径中每 1Ω 的电阻都会使温度测量误差增加约 0.7°C 。

EMC1814的主要特性包括：

- 在 -20°C 至 105°C 范围内的最大误差为 $\pm 1.5^\circ\text{C}$
- 可编程温度限值
- 用于系统中断的可配置报警和温度功能

风扇控制器

温度传感器还可与风扇控制器配合使用，以确保更深层次的温度管理。Microchip提供了具有可编程功能的风扇控制器，可为服务器、LCD投影仪、工作站和网络设备机架提供灵活的解决方案。

风扇旋转或突然改变RPM时会产生噪声，这可能会令最终用户的使用体验大打折扣。Microchip风扇驱动器（例如EMC2303）的启动程序（图15）可以减弱风扇初始启动时的噪声。在正常工作期间，当需要改变风扇速度时，可通过可编程转速变化率控制功能来减弱风扇噪声。

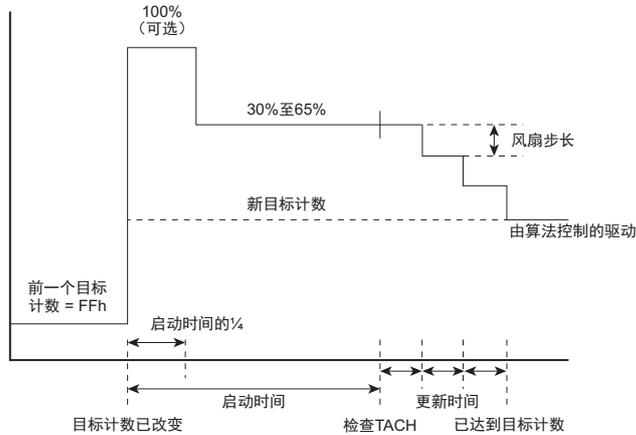


图15: 启动程序

在服务器和网络机架中，EMC2303可为多个区域提供冷却。当系统从其温度传感器阵列中检测到发热状况时，CPU会驱动风扇增大空气流量来进行降温。

服务器空间中通常采用+12V风扇，并且需要一个接口电路来隔离电源电压，如图16所示。隔离电路仅使用两个元件，即FET和肖特基二极管。

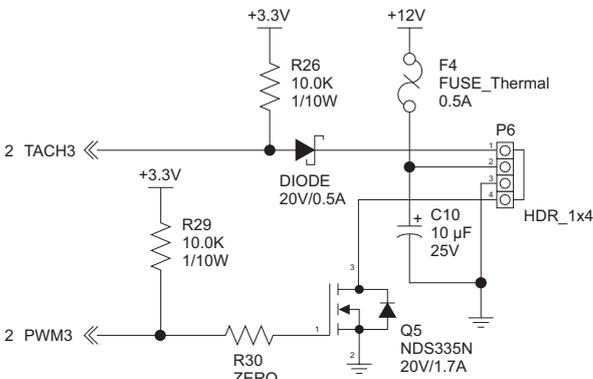


图16: 用于驱动风扇的12V隔离电路

EMC2305的主要特性包括：

- 闭环PID控制
- 高频PWM（26 kHz），用于降低噪声
- 风扇失速和风扇老化检测



图17: 以太网设备机架

用于现代数据中心的云计算解决方案对温度管理提出了更高的要求。高端服务器的温度控制依赖于整个系统中传感器和风扇的分布式网络。该网络允许单独监视各个外设以提供更精细的控制，从而提高能效。只需一个解决方案就可以实现APD、REC、自动β检测、启动和转速变化率控制，并且支持同时监视五个温度区域（外部四个，内部一个）。EMC2106等产品采用28引脚QFN封装，并将温度检测和风扇控制融于一体。

结合闭环风扇控制，EMC2106最多可驱动两个风扇，从而增加服务器机架中的空气流量。

EMC2106的其他特性包括：

- 在0°C至125°C范围内的最大误差为±2°C
- 风扇失速和风扇老化检测

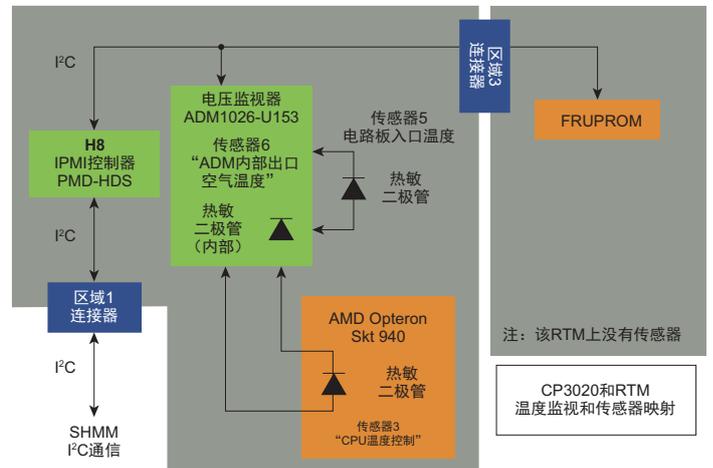
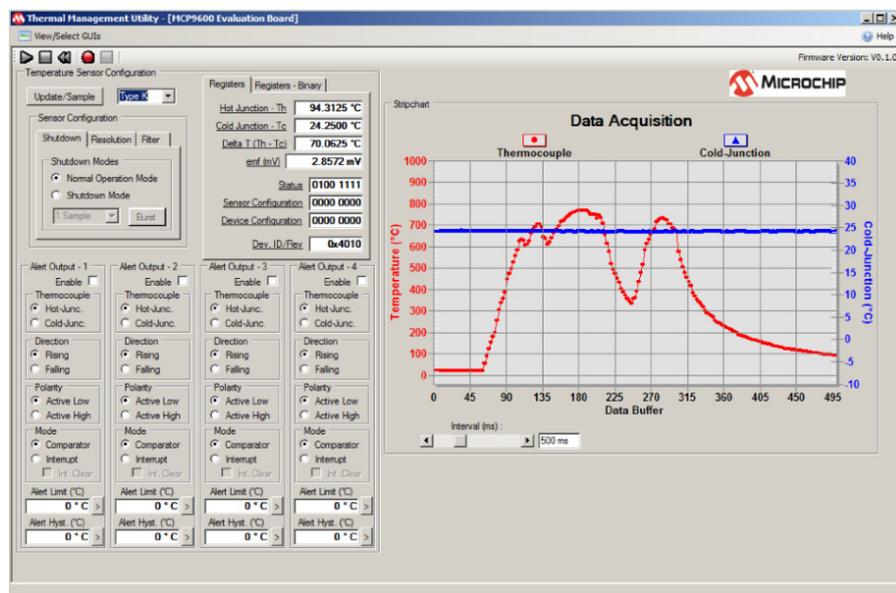


图18: 刀锋服务器

温度管理图形用户界面

Microchip温度管理图形用户界面允许用户评估各种温度检测评估板。该软件工具可以从评估板产品页面下载并安装。

成功完成安装后，需要通过USB连接硬件以启动温度管理GUI。连接硬件后，软件将识别器件ID并显示与所连接评估板对应的GUI。断开USB连接会关闭GUI。该工具允许用户评估传感器功能和记录温度数据。



上图所示为MCP9600数据采集界面的示例，其中显示了热电偶热结点和冷结点温度的曲线图。

温度管理图形用户界面

支持的评估板列表

电路板名称	订货号
热电偶模拟分立元件演示板	TMPSNSRD-TCPL1
RTD演示板	TMPSNSRD-RTD2
热敏电阻演示板	MCP9700DM-TH1
MCP6N11和MCP6V2x惠斯通电桥参考设计	ARD00354
MCP9600评估板	ADM00665
EMC1833评估板	ADM00773
EMC1438/EMC2305风扇控制器和温度演示	ADM00879
EMC2103-4风扇控制器和温度演示	ADM00902

应用笔记

下列应用笔记可从Microchip网站下载：www.microchip.com。

通用温度检测

AN679: 温度检测技术

该应用笔记详细讨论了最常见的温度传感器技术，以便于您深入了解如何确定最适合特定应用的传感器。

AN867: Temperature Sensing with a Programmable Gain Amplifier

该应用笔记讨论了如何使用NTC热敏电阻、芯片温度传感器、抗混叠滤波器、ADC和单片机实现从传感器到PIC®单片机的温度测量系统。

AN929: 嵌入式应用的温度测量电路

该应用笔记介绍了如何选择温度传感器和调理电路以实现最高测量准确度并简化与单片机的接口。

AN1001: 利用PIC®单片机补偿IC温度传感器精度

模拟和串行输出IC温度传感器的典型精度在 $\pm 1^\circ\text{C}$ 内，但在极端高温或低温情况下，其精度会呈非线性下降。该应用笔记基于MCP9700/9701（模拟输出）和MCP9800（串行输出）温度传感器。文中将推导出描述传感器典型非线性特性的公式，并利用此公式对指定温度范围内传感器的精度误差进行补偿。

芯片IC温度传感器：模拟输出

AN938: Interfacing a TC1047A Analog Output Temperature Sensors to a PIC Microcontroller

该应用笔记讨论了在嵌入式系统中使用TC1047A时如何进行系统集成、固件实现和PCB布线。

TB051: Precision Temperature Measurement Technical Brief

该技术简介介绍了如何将TC1046温度传感器连接到PIC16F872单片机。设计中包括一个 2×20 的点阵式LCD，用于提供附加功能。

芯片IC温度传感器：逻辑输出

AN762: Applications of the TC62X Solid-State Temperature Sensor

在系统设计和过程控制中常常面临各种问题，问题的根源在于如何检测温度并将测量值与预设限值进行比较。该应用笔记讨论了Microchip新一代易于使用的小型温度检测产品，即TC62X产品系列。

AN773: Application Circuits of the TC620/TC621 Solid-State Temperature Sensors

该应用笔记讨论了TC620/TC621固态温度传感器的优势。

芯片IC温度传感器：串行输出

AN10.14: Using Temperature-Sensing Diodes with Remote Thermal Sensors

该应用笔记介绍了在将二极管作为远程传感器与Microchip多通道TS器件配合使用时如何保持精度。

AN12.14: Remote Thermal Sensing Diode Selection Guide

该应用笔记面向使用温度传感器和远程二极管（分立式双极结晶体管）来搭建系统的设计人员。

AN13.19: Resistance Error Correction

该应用笔记介绍了许多Microchip温度传感器上提供的电阻误差校正功能。

AN14.0: Microchip Dedicated Slave Devices in I²C Systems

该文档介绍了SMBus和I²C的关键差异，这些差异会影响能否在采用I²C主接口设计的系统中成功应用Microchip双线串行接口专用从器件。

AN16.4: Using Anti-Parallel Diodes (APDs) with Microchip's Remote Temperature Sensing Devices

该应用笔记说明了在结合使用APD与Microchip的APD温度检测器件时如何保持温度测量精度和抗噪性。

AN18.15: PCB Design Guidelines for QFN and DQFN Packages

该应用笔记提供了有关采用QFN和DQFN封装的Microchip产品的印刷电路板（PCB）布线的一般注意事项，主要面向熟悉PCB设计（包括信号完整性和温度管理实现概念）的用户。

AN871: Solving Thermal Measurement Problems Using the TC72 and TC77 Digital Silicon Temperature Sensors

该应用笔记通过分析TC72/TC77温度传感器的内部电路讨论了二者的优点，并说明了这两款传感器能够精确测量温度的原理。

AN913: Interfacing the TC77 Thermal Sensor to a PIC Microcontroller

该应用笔记讨论了在嵌入式系统中使用TC77时如何进行系统集成、固件实现和PCB布线。

AN940: Interfacing the TC72 SPI Digital Temperature Sensor to a PIC Microcontroller

该应用笔记演示了如何使用PICkit™闪存入门工具包将TC72集成到嵌入式系统中。

TB050: Monitoring Multiple Temperature Nodes Using TC74 Thermal Sensors and a PIC16C505

PIC16C505是一款14引脚MCU，可轻松连接TC74。该技术简介介绍了如何轻松连接这两款产品。

TB052: Multizone Temperature Monitoring with the TCN75 Thermal Sensor

该技术简介提供了一个简单的多区域温度监视系统示例，该系统使用了PIC单片机主同步串行端口（MSSP）模块的硬件模式。

热电偶

AN684: Single-Supply Temperature Sensing with Thermocouples

该应用笔记重点介绍了在设计中使用热电偶的电路解决方案，并讨论了热电偶系统的信号调理路径，随后提供了完整的应用电路。

RTD

AN687: Precision Temperature Sensing with RTD Circuits

该应用笔记重点介绍了在设计中使用铂RTD的电路解决方案。

AN895: Oscillator Circuits for RTD Temperature Sensors

该应用笔记演示了如何使用Microchip的低成本MCP001运算放大器和MCP6541比较器设计温度传感器的振荡电路。

ADM00768: MCP9904多通道温度传感器评估板

ADM00879: EMC2305/EMC1438风扇控制器评估板

ADM00773: EMC1833多通道温度传感器评估板

ADM00902: 具有多通道温度传感器的EMC2103-4风扇控制器评估板

有关完整的产品选型和规范信息，请参见Microchip高级器件选型器 (MAPS) 软件。

串行输出温度传感器产品

器件	串行通信	25°C时的精度 (典型值 (±°C) / 最大值 (±°C))	温度范围 (°C)	V _{DD} 最小值 (V)	V _{DD} 最大值 (V)	I _O 最大值 (μA)	封装	开发工具
AT30TS00	SMBus	2/3 0.5/1 (+75°C至+95°C)	-20至+125	2.7	3.6	500	8引脚DFN	-
AT30TS74	SMBus/I ² C	2/3 1/2 (-20°C至+100°C)	-40至+125	1.7	5.5	325	8引脚DFN、8引脚MSOP、 4/5球WLCSP和8引脚SOIC	-
AT30TS75A	SMBus/I ² C	2/3 1/2 (-20°C至+100°C)	-40至+125	1.7	5.5	325	8引脚DFN、8引脚MSOP 和8引脚SOIC	-
AT30TS750A	SMBus/I ² C	2/3 1/2 (-20°C至+100°C)	-40至+125	1.7	5.5	325	8引脚DFN、8引脚MSOP 和8引脚SOIC	-
AT30TSE002B	SMBus	2/3 0.5/1 (+75°C至+95°C)	-20至+125	2.7	5.5	500	8引脚DFN	-
AT30TSE004A	SMBus	2/3 0.5/1 (+75°C至+95°C)	-20至+125	1.7	5.5	500	8引脚DFN	-
AT30TSE752A	SMBus/I ² C	2/3 1/2 (-20°C至+100°C)	-40至+125	1.7	5.5	325	8引脚DFN、8引脚MSOP 和8引脚SOIC	-
AT30TSE754A	SMBus/I ² C	2/3 1/2 (-20°C至+100°C)	-40至+125	1.7	5.5	325	8引脚DFN、8引脚MSOP 和8引脚SOIC	-
AT30TSE758A	SMBus/I ² C	2/3 1/2 (-20°C至+100°C)	-40至+125	1.7	5.5	325	8引脚DFN、8引脚MSOP 和8引脚SOIC	-
MCP9800	I ² C	0.5/1	-40至+125	2.7	5.5	400	5引脚SOT-23	MCP9800DM-TS1
MCP9801	I ² C	0.5/1	-40至+125	2.7	5.5	400	8引脚MSOP和8引脚SOIC	-
MCP9802	SMBus	0.5/1	-40至+125	2.7	5.5	400	5引脚SOT-23	-
MCP9803	SMBus	0.5/1	-40至+125	2.7	5.5	400	8引脚MSOP和8引脚SOIC	-
MCP9804	SMBus/I ² C	0.25/1	-40至+125	2.7	5.5	400	8引脚DFN和8引脚MSOP	-
MCP9805	SMBus	2/3 0.5/1 (+75°C至+95°C)	-20至+125	3.0	3.6	500	8引脚DFN和8引脚TSSOP	-
MCP9808	SMBus/I ² C	0.25/1 0.25/0.5 (-20°C至+100°C)	-40至+125	2.7	5.5	400	8引脚DFN和8引脚MSOP	-
MCP98243	SMBus	1/3 0.2/1 (+75°C至+95°C)	-20至+125	2.7	3.6	500	8引脚DFN	-
MCP9843	SMBus	1/3 0.2/1 (+75°C至+95°C)	-20至+125	2.7	3.6	500	8引脚DFN	-
MCP98244	SMBus	1/3 0.2/1 (+75°C至+95°C)	-40至+125	1.7	3.6	500	8引脚DFN	-
MCP9844	SMBus	1/3 0.2/1 (+75°C至+95°C)	-40至+125	1.7	3.6	500	8引脚DFN	-
TC72	4线SPI	0.5/1	-40至+125	2.65	5.5	400	8引脚MSOP和8引脚DFN	-
TC74	SMBus/I ² C	0.5/2	-40至+125	2.7	5.5	350	5引脚TO-220和5引脚SOT-23	-
TCN75A	SMBus/I ² C	0.5/2	-40至+125	2.7	5.5	500	8引脚MSOP和8引脚SOIC	-
TC77	3线SPI	0.5/1	-40至+125	2.7	5.5	400	8引脚SOIC和5引脚SOT-23	-

多通道数字温度传感器

零件号	说明	监视的温度数量	典型精度 (°C)	25°C时的最大精度 (°C)	温度范围 (°C)	Vcc范围 (V)	典型供电电流 (µA)	分辨率 (位)	ALERT/THERM输出	硬件关断	封装	汽车级推荐产品
MIC184	SMBus/I ² C多温度传感器	2	1	2	-55至+125	+2.7至+5.5	500	9	1		8/MSOP 8/SOIC	否
MIC280	SMBus/I ² C多温度传感器	2	1	2	-55至+125	+3至+3.6	400		1		6/SOT-23	否
EMC1046	可确定最热区域的 SMBus/I ² C多温度传感器	6	0.25	1	-40至+125	+3.0至+3.6	395	11			10/MSOP	否
EMC1047	可确定最热区域的 SMBus/I ² C多温度传感器	7	0.25	1	-40至+125	+3.0至+3.6	395	11			10/MSOP	否
EMC1428	可确定最热区域的 SMBus/I ² C多温度传感器	8	0.25	1	-40至+125	+3.0至+3.6	450	11	1	1	16/QFN	否
EMC1438	可确定最热区域的 SMBus/I ² C多温度传感器	8	0.25	1	-40至+125	+3.0至+3.6	450	11	1	1	16/QFN	否
EMC1422	支持关断功能的 SMBus/I ² C多温度传感器	2	0.25	1	-40至+125	+3.0至+3.6	430	11	1	1	8/MSOP	否
EMC1423	支持关断功能的 SMBus/I ² C多温度传感器	3	0.25	1	-40至+125	+3.0至+3.6	430	11	1	1	10/MSOP	否
EMC1424	支持关断功能的 SMBus/I ² C多温度传感器	4	0.25	1	-40至+125	+3.0至+3.6	430	11	1	1	10/MSOP	否
EMC1412	SMBus/I ² C多温度传感器	2	0.25	1	-40至+125	+3.0至+3.6	430	11	2		8/MSOP 8/TDFN	否
EMC1413	SMBus/I ² C多温度传感器	3	0.25	1	-40至+125	+3.0至+3.6	430	11	2		10/MSOP 10/VDFN	否
EMC1414	SMBus/I ² C多温度传感器	4	0.25	1	-40至+125	+3.0至+3.6	430	11	2		10/MSOP 10/VDFN	否
EMC1812	SMBus/I ² C多温度传感器	2	0.25	1	-40至+125	+3.0至+3.6	20	11	2		8/WDFN	否
EMC1813	SMBus/I ² C多温度传感器	3	0.25	1	-40至+125	+1.62至+3.60	20	11	2		10/VDFN	否
EMC1814	SMBus/I ² C多温度传感器	4	0.25	1	-40至+125	+1.62至+3.60	20	11	2		10/VDFN	否
EMC1815	SMBus/I ² C多温度传感器	5	0.25	1	-40至+125	+1.62至+3.60	20	11	2		10/VDFN	否
EMC1822	SMBus/I ² C多温度传感器	2	0.25	1	-40至+125	+1.62至+3.60	20	11	1	1	8/WDFN	否
EMC1823	SMBus/I ² C多温度传感器	3	0.25	1	-40至+125	+1.62至+3.60	20	11	1	1	10/VDFN	否
EMC1824	SMBus/I ² C多温度传感器	4	0.25	1	-40至+125	+1.62至+3.60	20	11	1	1	10/VDFN	否
EMC1825	SMBus/I ² C多温度传感器	5	0.25	1	-40至+125	+1.62至+3.60	20	11	1	1	10/VDFN	否
EMC1833	SMBus/I ² C多温度传感器	3	0.25	1	-40至+125	+1.62至+3.60	20	11	2		8/WDFN	否
EMC1843	SMBus/I ² C多温度传感器	3	0.25	1	-40至+125	+1.62至+3.60	20	11	1	1	8/WDFN	否
MCP9902	SMBus/I ² C多温度传感器	2	0.25	1	-40至+125	+3.0至+3.6	225	11	2		8/WDFN	否
MCP9903	SMBus/I ² C多温度传感器	3	0.25	1	-40至+125	+3.0至+3.6	225	11	2		10/VDFN	否
MCP9904	SMBus/I ² C多温度传感器	4	0.25	1	-40至+125	+3.0至+3.6	225	11	2		10/VDFN	否

开环风扇控制器和风扇故障检测器

部件编号	说明	温度监视器数量	典型精度 (°C)	25°C时的最大精度 (°C)	最大温度范围 (°C)	V _{CC} 范围 (V)	最大供电电流 (µA)	特性	封装
EMC2101	单SMBus I ² C风扇管理器	2	±0.5	±1	-40至+125	+3.0至+3.6	1,000	风扇控制器, 支持高频PWM驱动器、可编程风扇速度表和报警	8引脚MSOP和8引脚SOIC
TC642	风扇管理器	1	注1	注1	-40至+85	+3.0至+5.5	1,000	FanSense™风扇监视器, 最小风扇速度控制	8引脚PDIP、8引脚SOIC和8引脚MSOP
TC642B	风扇管理器	1	注1	注1	-40至+85	+3.0至+5.5	400	FanSense风扇监视器, 最小风扇速度控制, 风扇自动重启	8引脚PDIP、8引脚SOIC和8引脚MSOP
TC646	风扇管理器	1	注1	注1	-40至+85	+3.0至+5.5	1,000	FanSense风扇监视器, 自动关断	8引脚PDIP、8引脚SOIC和8引脚MSOP
TC646B	风扇管理器	1	注1	注1	-40至+85	+3.0至+5.5	400	FanSense风扇监视器, 自动关断, 风扇自动重启	8引脚PDIP、8引脚SOIC和8引脚MSOP
TC647	风扇管理器	1	注1	注1	-40至+85	+3.0至+5.5	1,000	FanSense风扇监视器, 最小风扇速度控制	8引脚PDIP、8引脚SOIC和8引脚MSOP
TC647B	风扇管理器	1	注1	注1	-40至+85	+3.0至+5.5	400	FanSense风扇监视器, 最小风扇速度控制, 风扇自动重启	8引脚PDIP、8引脚SOIC和8引脚MSOP
TC648	风扇管理器	1	注1	注1	-40至+85	+3.0至+5.5	1,000	过热报警, 自动关断	8引脚PDIP、8引脚SOIC和8引脚MSOP
TC648B	风扇管理器	1	注1	注1	-40至+85	+3.0至+5.5	400	过热报警, 自动关断, 风扇自动重启	8引脚PDIP、8引脚SOIC和8引脚MSOP
TC649	风扇管理器	1	注1	注1	-40至+85	+3.0至+5.5	1,000	FanSense风扇监视器, 自动关断	8引脚PDIP、8引脚SOIC和8引脚MSOP
TC649B	风扇管理器	1	注1	注1	-40至+85	+3.0至+5.5	400	FanSense风扇监视器, 自动关断, 风扇自动重启	8引脚PDIP、8引脚SOIC和8引脚MSOP
TC650	风扇管理器	1	±1	±3	-40至+125	+2.8至+5.5	90	过热报警	8引脚MSOP
TC651	风扇管理器	1	±1	±3	-40至+125	+2.8至+5.5	90	过热报警, 自动关断	8引脚MSOP
TC652	风扇管理器	1	±1	±3	-40至+125	+2.8至+5.5	90	FanSense风扇监视器, 过热报警	8引脚MSOP
TC653	风扇管理器	1	±1	±3	-40至+125	+2.8至+5.5	90	FanSense风扇监视器, 过热报警, 自动关断	8引脚MSOP
TC654	双SMBus风扇管理器	1	注1	注1	-40至+85	+3.0至+5.5	320	FanSense风扇监视器, RPM数据	10引脚MSOP
TC655	双SMBus风扇管理器	1	注1	注1	-40至+85	+3.0至+5.5	320	FanSense风扇监视器, RPM数据, 过热报警	10引脚MSOP
TC664	单SMBus风扇管理器	1	注1	注1	-40至+85	+3.0至+5.5	320	FanSense风扇监视器, RPM数据	10引脚MSOP
TC665	单SMBus风扇管理器	1	注1	注1	-40至+85	+3.0至+5.5	320	FanSense风扇监视器, RPM数据, 过热报警	10引脚MSOP
TC670	预测性风扇故障检测器	1	N/A	N/A	-40至+85	+3.0至+5.5	150	FanSense风扇监视器, 可编程阈值	6引脚SOT-23

注1: 取决于外部热敏电阻。

带SMBus/I²C接口的闭环风扇控制器

部件编号	风扇驱动器数量	PWM/线性控制	远程温度监视器数量	环境温度传感器	典型精度 (°C)	25°C时的最大精度 (°C)	最大温度范围 (°C)	Vcc范围 (V)	SMBus报警	系统关断	电压监视器	说明	封装
EMC2112	1	线性	3	1	±0.25	±1.0	0至+85	+3.3和+5	有	有	无	基于RPM的风扇控制器, 支持硬件热关断	20引脚QFN
EMC2103-1	1	PWM	1	1	±0.5	±1.0	-40至+125	+3.0至+3.6	有	有	无	基于RPM的风扇控制器, 支持硬件热关断	12引脚QFN
EMC2103-2	1	PWM	3	1	±0.5	±1.0	-40至+125	+3.0至+3.6	有	有	无	基于RPM的风扇控制器, 支持硬件热关断	16引脚QFN
EMC2103-4	1	PWM	3	1	±0.5	±1.0	-40至+125	+3.0至+3.6	有	有	无	基于RPM的风扇控制器, 支持硬件热关断且可从EEPROM加载	16引脚QFN
EMC2104	2	PWM	4	1	±0.25	±1.0	-40至+85	+3.0至+3.6	有	有	有	基于RPM的双PWM风扇控制器, 支持硬件热关断	20引脚QFN
EMC2105	1	线性	4	1	±0.25	±1.0	-40至+85	+3.3和+5.0	有	有	有	基于RPM的上桥臂风扇控制器, 支持硬件热关断	20引脚QFN
EMC2106	2	PWM和线性	4	1	±0.25	±1.0	-40至+85	+3.3和+5.0	有	有	有	基于RPM的上桥臂风扇控制器, 支持硬件热关断	28引脚QFN
EMC2113	1	PWM	3	1	±0.5	±1.0	-40至+125	+3.0至+3.6	有	有	无	基于RPM的单风扇控制器, 支持多个温度区域和硬件热关断	16引脚QFN
EMC2301	1	PWM	N/A	N/A	N/A	N/A	-40至+125	+3.0至+3.6	有	无	N/A	基于RPM的单PWM风扇速度控制器	8引脚MSOP
EMC2302	2	PWM	N/A	N/A	N/A	N/A	-40至+125	+3.0至+3.6	有	无	N/A	基于RPM的双PWM风扇速度控制器	10引脚MSOP
EMC2303	3	PWM	N/A	N/A	N/A	N/A	-40至+125	+3.0至+3.6	有	无	N/A	基于RPM的三PWM风扇速度控制器	12引脚QFN
EMC2305	5	PWM	N/A	N/A	N/A	N/A	-40至+125	+3.0至+3.6	有	无	N/A	基于RPM的五PWM风扇速度控制器	16引脚QFN

模拟(电压输出)温度传感器产品

器件	25°C时的精度 (典型值/最大值)	温度范围 (°C)	V _{DD} 最小值 (V)	V _{DD} 最大值 (V)	I _o 最大值 (μA)	斜率 (mV/°C)	失调电压 (0°C时的输出) (mV)	封装	开发工具
MCP9700	1/4	-40至+125	2.3	5.5	12	10	500	5引脚SOT-23、5引脚SC-70和3引脚TO-92	MCP9700DM-PCTL
MCP9700A	1/2	-40至+125	2.3	5.5	12	10	500	5引脚SC-70	MCP9700DM-PCTL
MCP9701	1/4	-40至+125	3.1	5.5	12	19.5	400	5引脚SC-70和3引脚TO-92	-
MCP9701A	1/2	-40至+125	3.1	5.5	12	19.5	400	5引脚SC-70	-
TC1046	0.5/2.0	-40至+125	2.7	4.4	60	6.25	424	3引脚SOT-23	-
TC1047/A	0.5/2.0	-40至+125	2.7	4.4	60	10	500	3引脚SOT-23	TC1047ADM-PCTL

逻辑输出温度传感器产品

器件	25°C时的精度 (典型值/最大值)	温度范围 (°C)	温度设定值	V _{DD} 最小值 (V)	V _{DD} 最大值 (V)	I _o 最大值 (μA)	封装	开发工具
TC620	1/3	-40至+125	用户可选, 通过外部电阻设置	4.5	18	400	8引脚PDIP和8引脚SOIC	-
TC621	1/3	-40至+125	用户可选, 通过外部电阻设置	4.5	18	400	8引脚PDIP和8引脚SOIC	-
TC622	1/5	-40至+125	用户可选, 通过外部电阻设置	4.5	18	600	8引脚PDIP、8引脚SOIC和5引脚TO-220	-
TC623	1/3	-40至+125	用户可选, 通过外部电阻设置	2.7	4.5	250	8引脚PDIP和8引脚SOIC	-
TC624	1/5	-40至+125	用户可选, 通过外部电阻设置	2.7	4.5	300	8引脚PDIP和8引脚SOIC	-
TC6501	0.5/4	-40至+125	出厂编程的阈值	2.7	5.5	40	5引脚SOT-23	-
TC6502	0.5/4	-40至+125	出厂编程的阈值	2.7	5.5	40	5引脚SOT-23	-
TC6503	0.5/4	-40至+125	出厂编程的阈值	2.7	5.5	40	5引脚SOT-23	-
TC6504	0.5/4	-40至+125	出厂编程的阈值	2.7	5.5	40	5引脚SOT-23	-

热电偶调理IC产品

器件	串行通信	冷结点温度精度 (典型值)(±°C)	热结点温度精度 (典型值)(±°C)	热电偶开路/短路检测	温度范围(°C)	V _{DD} 最小值(V)	V _{DD} 最大值(V)	I _o 最大值(μA)	封装	开发工具
MCP9600	I ² C	0.5	0.5	无	-40至+125	2.7	5.5	500	20引脚MQFN	ADM00665
MCP9601	I ² C	0.5	0.5	有	-40至+125	2.7	5.5	500	20引脚MQFN	ADM00665
MCP96L00	I ² C	0.5	2	无	-40至+125	2.7	5.5	500	20引脚MQFN	ADM00665
MCP96L01	I ² C	0.5	2	有	-40至+125	2.7	5.5	500	20引脚MQFN	ADM00665
MCP96RL00	I ² C	0.5	4	无	-40至+125	2.7	5.5	500	20引脚MQFN	ADM00665
MCP96RL01	I ² C	0.5	4	有	-40至+125	2.7	5.5	500	20引脚MQFN	ADM00665

运算放大器

器件	每封装个数	GBWP (kHz)	I _o (典型值/最大值) (μA)	V _{os} 最大值 (mV)	温度范围 (°C)	工作电压 (V)	封装	开发工具
TC913A	2	1500	8500/1100	0.15	0至+70	6.5至16	8引脚PDIP	
TC7650	1	2000	2000/3500	0.05	0至+70	4.5至16	8引脚PDIP和14引脚PDIP	-
TC7652	1	400	1000/3000	0.05	0至+70	5至16	8引脚PDIP和14引脚PDIP	-
MCP601	1、2和4	2800	230/325	2	-40至+125	2.7至5.5	14引脚TSSOP、8引脚PDIP、8引脚SOIC和5引脚SOT-23	-
MCP616	1、2和4	190	19/25	0.15	-40至+85	2.3至5.5	8引脚PDIP、8引脚SOIC和8引脚MSOP	-
MCP6001	1、2和4	1000	100/170	7	-40至+125	1.8至5.5	5引脚SOT-23和5引脚SC-70	-
MCP6041	1、2和4	14	0.6/1	3	-40至+125	1.4至5.5	14引脚TSSOP、8引脚PDIP、8引脚SOIC、8引脚MSOP和5引脚SOT-23	-
MCP6141	1、2和4	100	0.6/1	3	-40至+125	1.4至5.5	14引脚TSSOP、8引脚PDIP、8引脚SOIC、8引脚MSOP和5引脚SOT-23	-
MCP6231	1、2和4	300	20/30	7	-40至+125	1.8至5.5	14引脚TSSOP、8引脚PDIP、8引脚SOIC、5引脚SOT-23和5引脚SC-70	-
MCP6271	1、2和4	2000	120/240	3	-40至+125	2.0至5.5	14引脚TSSOP、8引脚PDIP、8引脚SOIC、8引脚MSOP和5引脚SOT-23	-
MCP6281	1、2和4	5000	450/570	3	-40至+125	7.2至5.5	14引脚TSSOP、8引脚PDIP、8引脚SOIC、8引脚MSOP和5引脚SOT-23	-
MCP6291	1、2和4	10,000	1000/1300	3	-40至+125	2.4至5.5	14引脚TSSOP、8引脚PDIP、8引脚SOIC、8引脚MSOP和5引脚SOT-23	-

参考电压

器件	V _{cc} 范围	输出电压 (V)	最大负载电流 (mA)	初始精度 (%)	温度系数 (ppm/°C)	最大电源电流 (μA@25°C)	封装	开发工具
MCP1525	2.7至5.5	2.5	±2	±1	50	100	3引脚TO-92和3引脚SOT-23B	-

比较器

器件	每封装个数	典型传播延时 (μs)	I _o 最大值 (μA)	V _{os} 最大值 (mV)	工作电压 (V)	温度范围 (°C)	封装	开发工具
MCP6541	1	4	1	5	1.6至5.5	-40至+85	8引脚PDIP、8引脚SOIC、8引脚MSOP和5引脚SOT-23	-
MCP6542	2	4	1	5	1.6至5.5	-40至+85	8引脚PDIP、8引脚SOIC和8引脚MSOP	-
MCP6543	1	4	1	5	1.6至5.5	-40至+85	8引脚PDIP、8引脚SOIC和8引脚MSOP	-
MCP6544	4	4	1	5	1.6至5.5	-40至+85	14引脚PDIP、14引脚SOIC和14引脚TSSOP	-

可编程增益放大器 (PGA)

器件	通道数	-3 dB带宽 (MHz)	I _o 典型值 (mA)	V _{os} (μV)	工作电压 (V)	温度范围 (°C)	封装	开发工具
MCP6S21	1	2至12	1.1	275	2.5至5.5	-40至+85	8引脚PDIP、8引脚SOIC和8引脚MSOP	-
MCP6S22	2	2至12	1.1	275	2.5至5.5	-40至+85	8引脚PDIP、8引脚SOIC和8引脚MSOP	-
MCP6S26	6	2至12	1.1	275	2.5至5.5	-40至+85	14引脚PDIP、14引脚SOIC和14引脚TSSOP	-
MCP6S28	8	2至12	1.1	275	2.5至5.5	-40至+85	16引脚PDIP和16引脚SOIC	-

支持

Microchip致力于帮助客户更快更高效地开发产品。我们拥有一个覆盖全球的现场应用工程师和技术支持网络，随时准备提供产品和系统协助。更多信息，请访问www.microchip.com：

- 技术支持：www.microchip.com/support
- Microchip器件的评估样例：
www.microchip.com/sample
- 知识库与互助信息：
www.microchip.com/forums
- 销售与全球分销网络：
www.microchip.com/sales

培训

如果有兴趣获得更多培训，Microchip可提供多种资源，包括深入的技术培训与参考资料、自学教程以及有价值的在线资源。

- 技术培训资源概览：
www.microchip.com/training
- MASTERS技术精英年会：
www.microchip.com/masters
- 开发人员帮助网站：
www.microchip.com/developerhelp
- 技术培训中心：
www.microchip.com/seminars

全球销售和服务网点

全球技术支持：<http://www.microchip.com/support>
国内技术支持：china.techhelp@microchip.com

国内技术支持热线：800-820-6247或400-820-6247
国内免费直销网站支持热线：400-820-5079

美洲

亚特兰大Atlanta, GA
Tel: 1-678-957-9614
奥斯汀Austin, TX
Tel: 1-512-257-3370
波士顿Boston, MA
Tel: 1-774-760-0087
钱德勒Chandler, AZ (公司总部)
Tel: 1-480-792-7200
芝加哥Chicago, IL
Tel: 1-630-285-0071
达拉斯Dallas, TX
Tel: 1-972-818-7423
底特律Detroit, MI
Tel: 1-248-848-4000
休斯敦Houston, TX
Tel: 1-281-894-5983
印第安纳波利斯Indianapolis, IN
Tel: 1-317-773-8323
Tel: 1-317-536-2380
洛杉矶Los Angeles, CA
Tel: 1-949-462-9523
Tel: 1-951-273-7800
罗利Raleigh, NC
Tel: 1-919-844-7510
纽约New York, NY
Tel: 1-631-435-6000
圣何塞San Jose, CA
Tel: 1-408-735-9110
Tel: 1-408-436-4270
加拿大多伦多Toronto
Tel: 1-905-695-1980

欧洲

奥地利Austria - Wels
Tel: 43-7242-2244-39
丹麦Denmark - Copenhagen
Tel: 45-4485-5910
芬兰Finland - Espoo
Tel: 358-9-4520-820
法国France - Paris
Tel: 33-1-69-53-63-20
德国Germany - Garching
Tel: 49-8931-9700
德国Germany - Haan
Tel: 49-2129-3766400
德国Germany - Heilbronn
Tel: 49-7131-72400
德国Germany - Karlsruhe
Tel: 49-721-625370
德国Germany - Munich
Tel: 49-89-627-144-0
德国Germany - Rosenheim
Tel: 49-8031-354-560

欧洲

以色列Israel - Ra'anana
Tel: 972-9-744-7705
意大利Italy - Milan
Tel: 39-0331-742611
意大利Italy - Padova
Tel: 39-049-7625286
荷兰Netherlands - Drunen
Tel: 31-416-690399
挪威Norway - Trondheim
Tel: 47-7288-4388
波兰Poland - Warsaw
Tel: 48-22-3325737
罗马尼亚Romania - Bucharest
Tel: 40-21-407-87-50
西班牙Spain - Madrid
Tel: 34-91-708-08-90
瑞典Sweden - Gothenberg
Tel: 46-31-704-60-40
瑞典Sweden - Stockholm
Tel: 46-8-5090-4654
英国UK - Wokingham
Tel: 44-118-921-5800

亚太地区

中国-北京
Tel: 86-10-8569-7000
中国-成都
Tel: 86-28-8665-5511
中国-重庆
Tel: 86-23-8980-9588
中国-东莞
Tel: 86-769-8702-9880
中国-广州
Tel: 86-20-8755-8029
中国-杭州
Tel: 86-571-8792-8115
中国-南京
Tel: 86-25-8473-2460
中国-青岛
Tel: 86-532-8502-7355
中国-上海
Tel: 86-21-3326-8000
中国-沈阳
Tel: 86-24-2334-2829
中国-深圳
Tel: 86-755-8864-2200
中国-苏州
Tel: 86-186-6233-1526
中国-武汉
Tel: 86-27-5980-5300
中国-西安
Tel: 86-29-8833-7252
中国-厦门
Tel: 86-592-238-8138
中国-香港特别行政区
Tel: 852-2943-5100
中国-珠海
Tel: 86-756-321-0040
台湾地区-高雄
Tel: 886-7-213-7830

亚太地区

台湾地区-台北
Tel: 886-2-2508-8600
台湾地区-新竹
Tel: 886-3-577-8366
澳大利亚Australia - Sydney
Tel: 61-2-9868-6733
印度India - Bangalore
Tel: 91-80-3090-4444
印度India - New Delhi
Tel: 91-11-4160-8631
印度India - Pune
Tel: 91-20-4121-0141
日本Japan - Osaka
Tel: 81-6-6152-7160
日本Japan - Tokyo
Tel: 81-3-6880-3770
韩国Korea - Daegu
Tel: 82-53-744-4301
韩国Korea - Seoul
Tel: 82-2-554-7200
马来西亚Malaysia - Kuala Lumpur
Tel: 60-3-7651-7906
马来西亚Malaysia - Penang
Tel: 60-4-227-8870
菲律宾Philippines - Manila
Tel: 63-2-634-9065
新加坡Singapore
Tel: 65-6334-8870
泰国Thailand - Bangkok
Tel: 66-2-694-1351
越南Vietnam - Ho Chi Minh
Tel: 84-28-5448-2100

02/28/20



www.microchip.com

Microchip Technology Inc. | 2355 W. Chandler Blvd. | Chandler AZ, 85224-6199

Microchip的名称和徽标组合、Microchip徽标及PIC均为Microchip Technology Incorporated在美国和其他国家或地区的注册商标。PICkit为Microchip Technology Incorporated在美国和其他国家或地区的商标。在此提及的所有其他商标均为各持有公司所有。

© 2021, Microchip Technology Incorporated版权所有。4/21

DS20001895E_CN