

EVM User's Guide: TMP411

TMP411 评估模块



说明

TMP411 是具有内置本地温度传感器的 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 精度远程温度传感器监视器。**TMP411EVM** 可供用户评估 **TMP411** 传感器的性能。**TMP411EVM** 可直接使用，也可使用评估模块 GUI。或者，可以拆下传感器，从而在用户系统中进行评估。为此，可以通过多种方法来与传感器连接，以便提供出色的用户体验。

开始使用

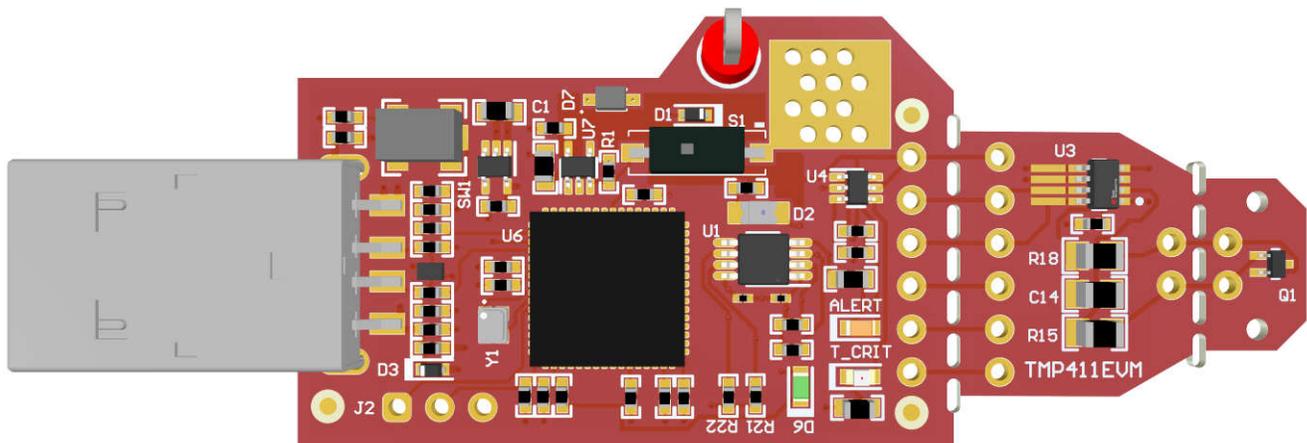
1. 订购 [TMP411EVM](#)
2. 分离可拆式传感器 PCB 部分 (可选)
3. 将 EVM 连接到计算机或用户系统
4. 前往 [dev.ti.com](#) 上的 [TMP411EVM 库页面](#)，下载 GUI 或在 Web 上运行
5. 有关 IC 详细信息，请参阅 [TMP411 数据表](#)
6. 访问我们的 [E2E 论坛](#) 寻求支持或提问

特性

- 易于使用、基于云的 GUI 可在线使用，也可下载供离线使用
- 用于远程传感器评估的 NPN 和 PNP 封装
- 可切换子稳压器提供了外部电源选项
- 采用 SOT-23-THIN 封装选项组装，并具有适用于 VSSOP 封装选项的尺寸，便于轻松交换
- 可拆式传感器板具有 0.1" 间距接头封装，可与 **TMP411** 连接
- 使用 GUI 进行数据记录

应用

- LCD 和 DLP 及 LCOS 投影仪
- 服务器
- 工业控制器
- 局端电信设备
- 台式机和笔记本电脑
- 存储区域网络 (SAN)
- 工业和医疗设备
- 处理器和 FPGA 温度监视



TMP411EVM

1 评估模块概述

1.1 简介

该 EVM 采用了 U 盘尺寸封装，带有能与主机电脑和 TMP411 器件连接的板载 MSP430F5528 微控制器。该模块在 EVM 板上的传感器和主机控制器之间设计有穿孔。利用穿孔，用户可以灵活地进行评估：

- 用户可以将 TMP411 传感器分接部分连接到其系统/主机。
- 用户可使用 TMP411 器件将 EVM 主机和软件与用户系统连接。
- 小型独立电路板允许用户将传感器放置在用户系统或温度受控环境中来评估性能。
- 孔间距与常见的 0.1 英寸原型设计试验电路板兼容。

本用户指南介绍了 TMP411EVM 评估版的特性、操作和使用，具体来说，说明了如何设置和配置软件、介绍了硬件并探讨了软件操作的各个方面。本文档中的评估板、评估模块和 EVM 等所有术语均指 TMP411EVM。本用户指南还提供了有关操作过程、输入和输出连接、电气原理图、印刷电路板 (PCB) 布局图和 EVM 器件列表的信息。

1.2 套件内容

表 1-1 详细说明了 EVM 套件的内容。如果缺少任何元件，请与离您最近的德州仪器 (TI) 产品信息中心联系。TI 强烈建议用户查看 TI 网站 <http://www.ti.com>，以验证是否已下载相关软件的最新版本。

表 1-1. EVM 套件物品

条目	数量
TMP411EVM	1

1.3 规格

表 1-2 定义了 EVM 每个部分的绝对最大热性能条件。主要的 2 个部分是控制器部分和传感器分接部分。评估器件在极端温度下的性能时，必须考虑这些限值。在这种情况下，如果设置条件超过控制器绝对最大热性能规格，则必须分离传感器分接部分，以便在这些温度下仅评估传感器（而不是 MCU）。

表 1-2. 热性能规格

板部分	条件	温度范围
控制器板	建议的自然通风条件下的工作温度范围 (T_A)	-40°C 至 85°C
	绝对最高结温 T_J	95°C
TMP411 分接部分	建议的自然通风条件下的工作温度范围 (T_A)	-40°C 至 125°C

1.4 器件信息

TMP411 是具有内置本地温度传感器的远程温度传感器监视器。本地和远程温度传感器精度均为 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ ，且分辨率可调节。远程温度传感器通常是低成本、NPN 或 PNP 类型的晶体管或二极管，这些器件是微控制器、微处理器或 FPGA 必不可少的组成部分。TMP411 支持两线制和 SMBUs 串行接口。该器件可根据需要设置为进行连续转换或单次转换。其他功能包括串联电阻消除、可编程非理想因子等。除了具有多个封装选项外，TMP411 还有四个可订购部件号，这些部件号具有不同的 I²C 二进制地址选项。有关该 IC 的更多信息，请参阅器件数据表。表 1-3 包含了在使用该 EVM 时要考虑的有关 TMP411 的一些参数。

表 1-3. 器件规格

器件规格	值
工作温度范围	-40°C 至 125°C
本地 温度精度 ($T_A = 15^{\circ}\text{C}$ 至 85°C)	$\pm 1^{\circ}\text{C}$
远程温度精度 ($T_A = 15^{\circ}\text{C}$ 至 75°C , $T_{\text{DIODE}} = -40^{\circ}\text{C}$ 至 150°C)	$\pm 1^{\circ}\text{C}$
工作电源电压范围	2.7V 至 5.5V

2 硬件

2.1 概述

该 EVM 分为两个部分：控制器部分和可拆式传感器部分。传感器分接部分可以分离，以便在以下情况下使用传感器：

- 在通过焊接电线/连接器连接传感器部分的情况下，使用控制器部分来在极端温度或其他条件下从远离控制器和 PC 的位置评估传感器。
- 通过 SMBus 通信协议与 TMP411 连接，将传感器部分与用户的系统搭配使用。
- 将控制器部分与用户系统中的 TMP411 传感器结合使用。

图 2-1 突出显示了用户必须识别的 EVM 各部分以及一些元件，以便了解其用途和使用方法。后续几节将详细说明这些元件。

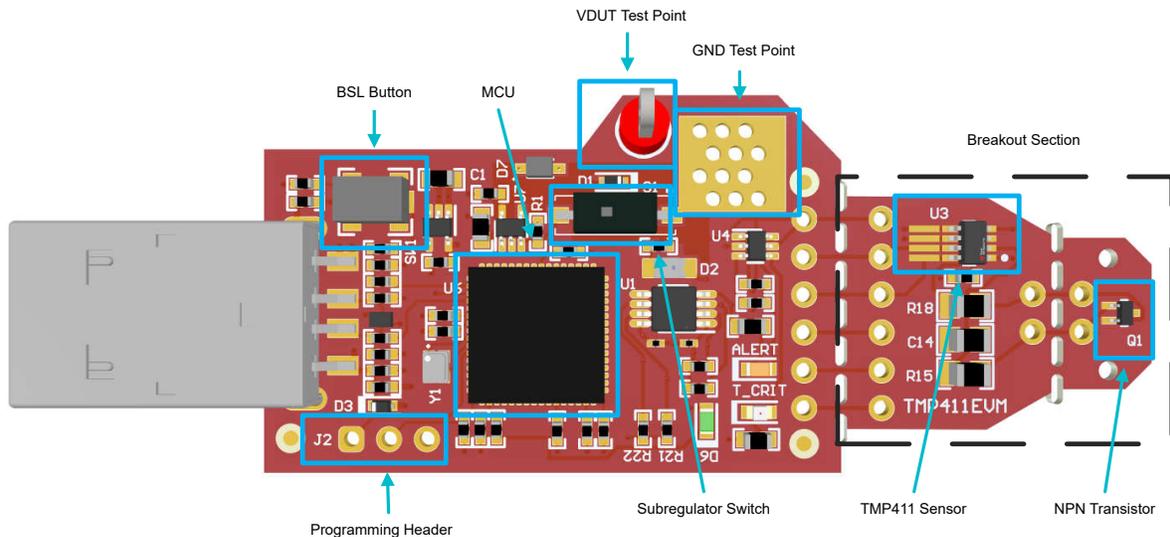


图 2-1. TMP411EVM 电路板部分

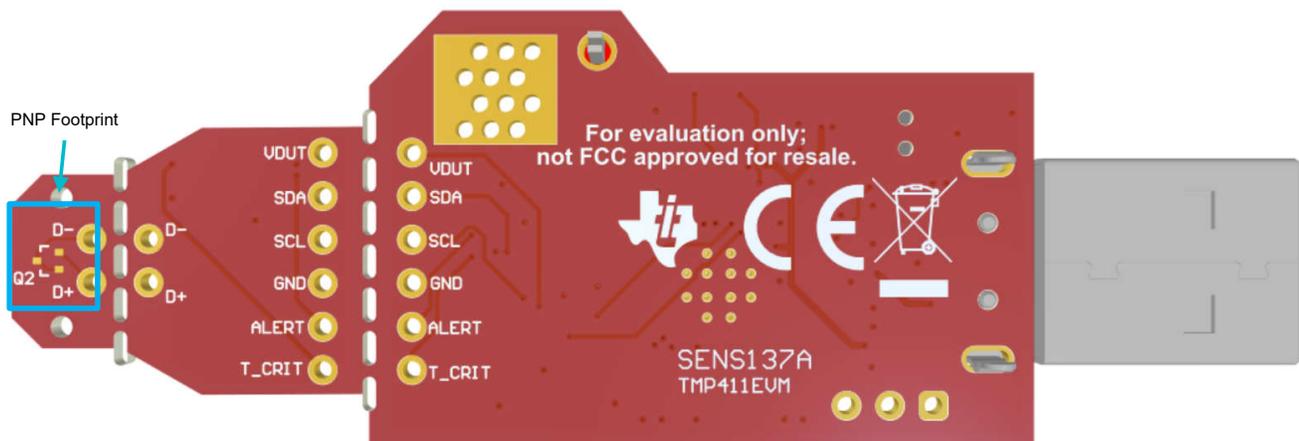


图 2-2. TMP411EVM 底部

2.2 穿孔和连接

USB 控制器和 TMP113 传感器分接部分之间的穿孔在电路板底部两侧均进行了标记，以用于引脚连接。将传感器部分与控制器部分分离后，用户可以通过焊线或 0.1" 接头连接器来连接传感器部分。通过这种方法，用户可以访问该器件的所有 8 个引脚。

请注意，上拉电阻器和保护二极管位于控制器部分上。因此，当连接其他控制器板时，TI 建议验证任何控制器板上是否存在上拉电阻器和保护电路，以确保功能安全且正常。

2.3 状态 LED 和子稳压器

为 VDD 供电后，绿色 LED D2 亮起。由于 VDD 用于器件电源和通信线路上拉电压，因此必须为 VDD 供电才能确保 TMP113EVM 正常运行。可以通过板载子稳压器 U7 或外部电源为 VDD 供电。有关详细信息，请参阅 [节 2.6](#)。

当相应的 ALERT/THERM2 和 THERM 器件引脚生效（低电平有效）时，橙色 ALERT LED 和红色 T_CRIT LED 会亮起。当测量值超过用户编程的限制时，将触发本地和远程温度的过热或欠温警报。可以对其他热限制进行编程以触发 THERM 标志。

绿色 LED D6 是 MSP430F5528 状态 LED。[表 2-1](#) 显示了器件如何通过 LED 状态显示不同的工作模式。

表 2-1. LED 状态与工作模式

D6 LED 状态	MSP430F5528 的工作模式
关闭	EVM 已连接到 EVM GUI
连续闪烁 4 次	EVM 已插入 PC，未连接到 EVM GUI
持续闪烁	已连接到 USB 电源

2.4 远程传感器

TMP411EVM 与晶体管 Q1 (MMBT3904T NPN BJT) 组装在一起。EVM 背面的 PNP 封装 Q2 允许用户评估这两种类型的晶体管。Q1 和 Q2 位于电路板的穿孔部分，可以断开以连接不同的远程传感器。

2.5 封装交换

此 EVM 与采用 SOT-23-THIN (DDF) 封装的 TMP411ADDFR 器件可订购选项组装在一起。但是，此 EVM 还为 VSSOP (DGK) 封装选项提供了焊盘图案选项。因此，用户可以选择移除 TMP411ADDFR 并将 DGK 选项焊接到电路板上，以评估不同的器件封装。下图显示了 DDF 和 DGK 封装选项的可用焊盘图案。

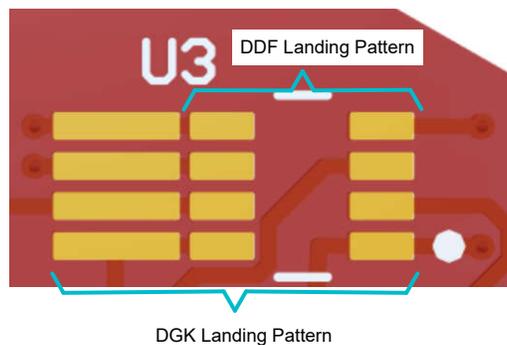


图 2-3. TMP411 器件尺寸

2.6 电源

VDUT 为 TMP411 器件供电并提供通信线路的上拉电压，必须设置在 2.7V 至 5.5V 之间才能确保 TMP411EVM 正常运行。板载稳压器 U7 将 USB 功率调低至 3.3V。用户还可以禁用子稳压器以施加不同的电源电压。要使用外部电源，请按照以下说明操作：

1. 切换开关 S1 以禁用子稳压器；绿色 LED D2 熄灭
2. 使用 VDUT 和 GND 测试点连接外部电源，或通过分接部分的焊接接头或焊线连接外部电源
3. 电源 VDUT；绿色 LED D2 亮起
4. 正常使用 GUI

2.7 编程接头

TMP411EVM 预先加载了正常运行 USB 接口和 PC GUI 软件所必需的固件。提供了未填充的接头 J2，用于对 MSP430F5528 进行 Spy-Bi-Wire 访问。TI 不建议用户访问该接头或对器件进行重新编程。

2.8 BSL 按钮

TMP411EVM 具有用于进入 USB BSL 模式的按钮 SW1。可将其用于固件更新。要进入 USB BSL 模式，请在按住 SW1 的同时将 EVM 连接到 PC USB 端口。

3 软件

3.1 软件下载

TMP411EVM 的 PC GUI 软件在 TI 的 GUI Composer 框架上运行。该软件可作为在您的浏览器中运行的实时版本提供，也可以下载以供离线使用。该软件与 Windows®、Mac® 和 Linux® 操作系统兼容。

3.1.1 dev.ti.com 上的实时软件

在线软件当前可以在 Chrome、Firefox 和 Safari 中工作。不支持 Internet Explorer。用户可以通过以下操作之一访问实时版本：

- 转到 EVM 工具页面并点击“View”按钮。
- 请转至 <https://dev.ti.com/gallery/search/tmp411>

点击库中的应用程序图标以启动该软件。点击提示以安装 TI Cloud Agent Bridge 浏览器插件。

3.1.2 离线软件

3.1.2.1 从 dev.ti.com 下载

如上所述，用户可以通过导航到实时版本来访问最新版本的离线软件。找到下载图标  并下载适用于操作系统的应用程序和运行时，如库下载中所示。

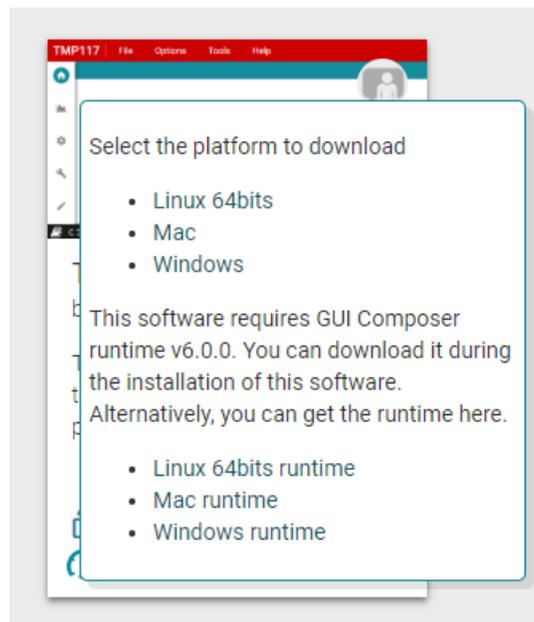


图 3-1. 下载弹出窗口

3.2 Home 选项卡

“Home”选项卡会在软件启动时显示。在这里，您可以访问“Information”、“Data”、“Registers”和“Collateral”选项卡，如下所述。屏幕左侧的图标是这些选项卡的快捷方式。

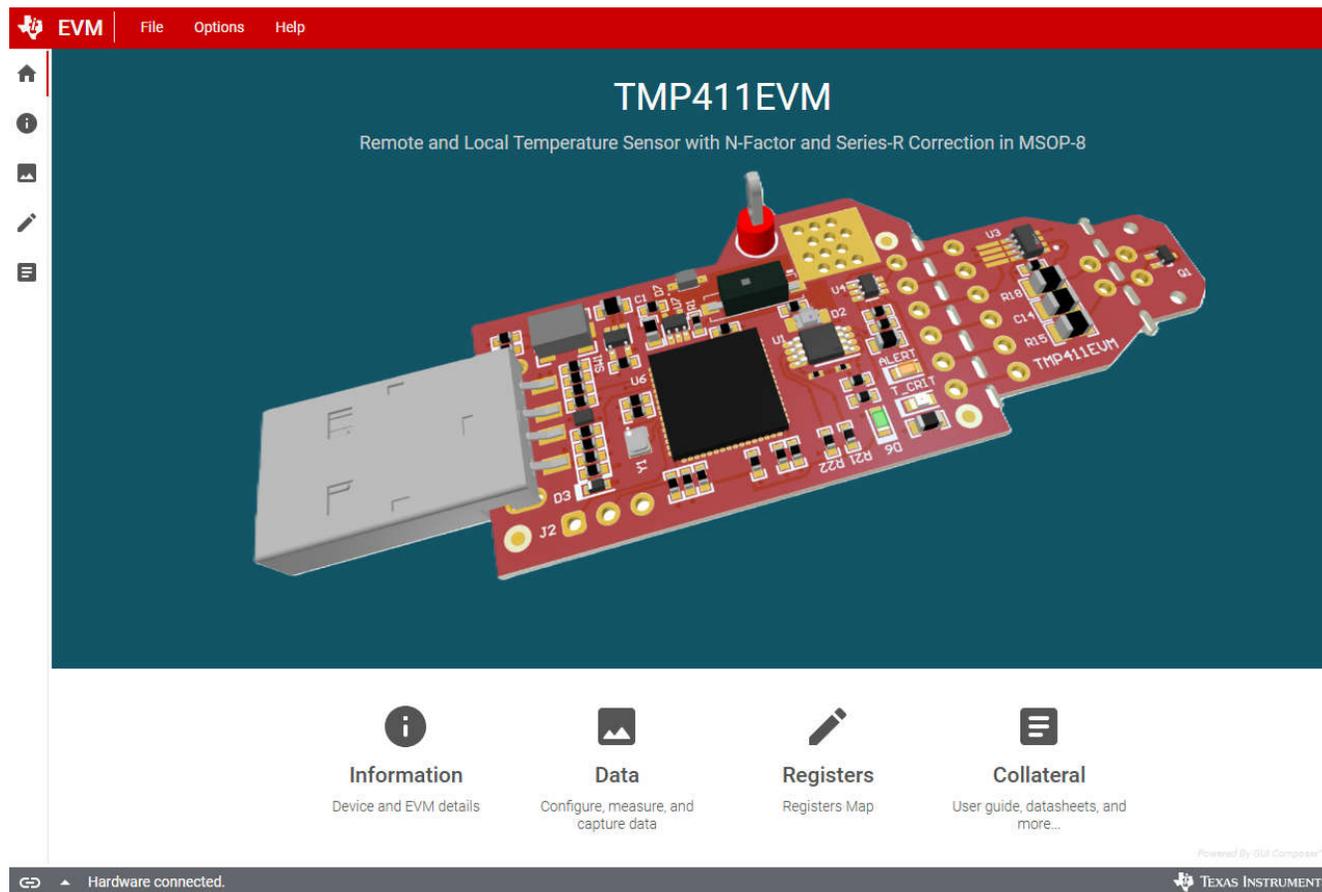


图 3-2. 主页

3.3 Information 选项卡

Information 选项卡显示 TMP411 的器件详细信息和特性以及 EVM。Device Information & Features 子选项卡包含规格摘要、器件方框图和功能模式说明。EVM Details 子选项卡包含 EVM 原理图和图例。

Information Device and EVM details

Device Information & Features EVM Details

Device Features

- $\pm 1^\circ\text{C}$ Remote Diode and Local Temperature Sensors
- Pin and Registers Compatible With ADT7461 and ADM1032
- Programmable Resolution: 9 to 12 Bits
- Two-Wire and SMBus Serial Interface
- Minimum and Maximum Temperature Monitors

Block Diagram

The block diagram illustrates the TMP411 device's connections. It features a Processor or ADC connected to the SCL (pin 8) and SDA (pin 7) pins. The device also has a Built-in Thermal Transistor, On-Chip ALERT/THERM2 (pin 6), and THERM1 (pin 4) pins. The THERM1 pin is connected to an Overtemperature Shutdown block. The device is powered by a 27VMS5V supply.

Feature Description

Conversion Modes

Controlled by the Shutdown bit, the device can operate in continuous conversion mode (0b) or one-shot mode (1b). The device defaults to continuous-conversion at 0.25 s conversion rate. Conversion modes are explained below:

- Continuous-conversion mode:** the device will perform conversions at fixed time intervals dependent on the user-programmed resolution. The time intervals are controlled by the conversion rate bits.
- One-shot mode:** When set, the device will start a new conversion and go into shutdown mode with a one-shot conversion rate of $115 \pm 10\text{ms}$.

Programmable Resolution

Controlled by the Resolution register bits, the device can convert temperature from between 9 and 12 bits! Greater resolution will result in longer conversion time (see device datasheet for more information).

Alert Functionality

Alert functionality comes with two pins: ALERT (pin 4) and THERM (pin 6). ALERT by default functions as an early warning to when a temperature is at a configurable distance away from THERM. This pin can also be reconfigured to work as THERM2. THERM has only one function, which is to assert low when the measured local or remote temperature is outside of the corresponding local or remote THERM limit register. When used in conjunction with THERM2, a window can be defined for the temperature to stay within.

Hardware connected. Powered By GUI Composer™
TEXAS INSTRUMENTS

图 3-3. 信息

3.4 数据选项卡

Data 选项卡报告 TMP411EVM 中包含的 TMP411 器件的温度测量值。默认情况下，连接 EVM 且 GUI 已正确加载并运行后，器件开始转换，并且 MCU 开始读取自动报告并显示在图表中。在图表的右侧，用户还可以看到最新的本地和远程温度读数。用户可以通过单击图表键中的相应项目来切换特定线形图的可见性。

图表右侧的控件允许用户轻松配置 GUI 和器件设置，包括：

- 设置轮询速率。从下拉列表选择一个值后，MCU 会自动开始以设定的轮询速率读取 TMP411
- 设置 TMP411 处于连续转换模式时的器件转换率
- 保存数据文件。点击 **Start** 按钮开始录制，然后点击 **Stop** 按钮停止录制并导出 .csv 文件
- 为本地和远程温度设定警报上限值和下限值
- 对本地和远程温度的热限制和磁滞进行编程
- 发出通用呼叫复位
- 当器件处于关断模式时触发一次

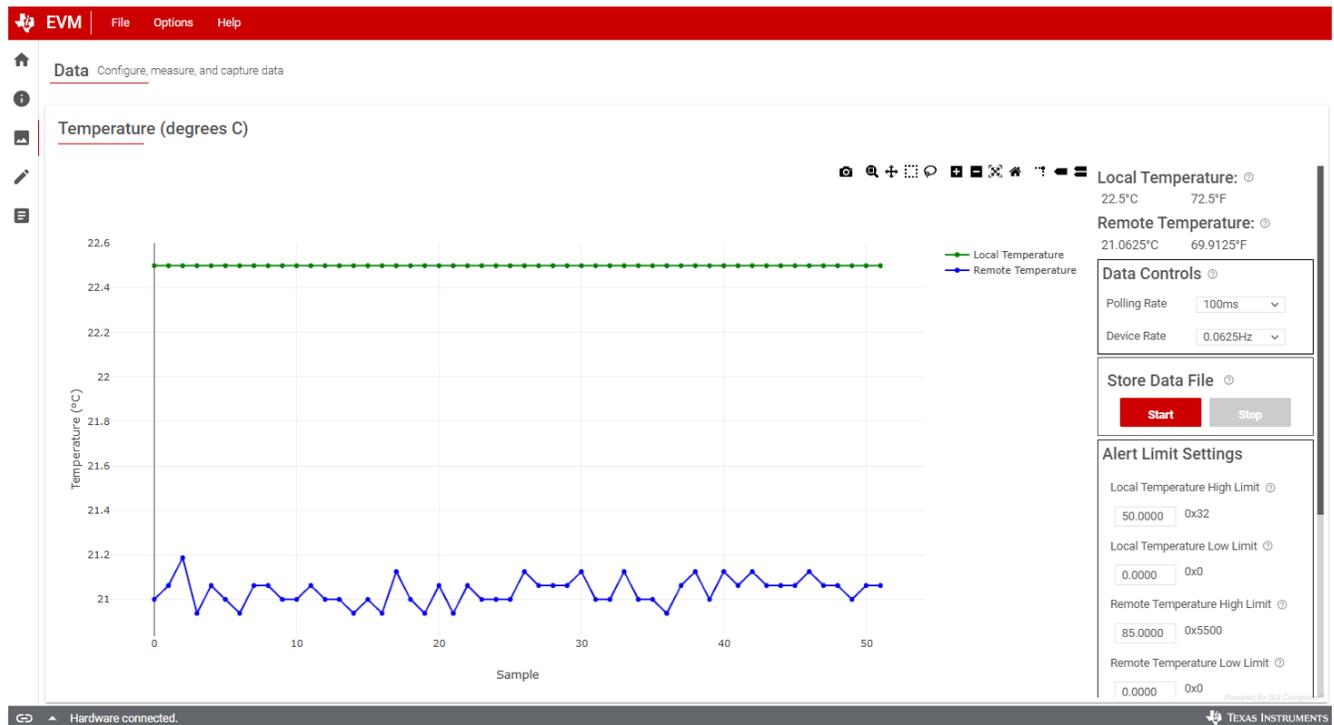


图 3-4. 数据图

3.5 Registers 选项卡

Registers 选项卡提供 TMP411 器件中寄存器和位的交互。有关每个寄存器/位的更多信息，请点击寄存器名称以查看每个位的定义。

“Auto Read” 下拉框配置寄存器内容轮询。默认情况下，MCU 以 100ms 的延迟轮询寄存器。当 “Auto Read” 关闭时，请点击 “Read Register” 来获取当前寄存器的内容。“Read All Registers” 可用于立即获取所有寄存器的内容。

默认情况下，当 “Write Register” 按钮被设置为 “Immediate” 时，该按钮将显示为灰色并被禁用。每次修改寄存器时，Immediate 模式都会触发写入操作。选择 “Deferred” 模式时，会启用 “Write Register” 按钮，除非点击 “Write Register” 按钮，否则不会执行写入操作。

这些设置使用户可以完全控制数字通信，并可以使用示波器、逻辑分析仪或总线监听器件轻松观察各个事务。

The screenshot shows the EVM software interface for the Register Map of the TMP411 device. The main window displays a table of registers with columns for Register Name, Address, Value, and Bits (15-0). The registers are grouped into sections: Status, Configure Operations, and Configure Alerts. The Status section includes registers like LTEMP, RTEMP, LTEMPMIN, and RTEMPMAX. The Configure Operations section includes registers like CONFIG, CONVERSION_RATE, and ONE_SHOT. The Configure Alerts section includes registers like LTEMP_HIGH_LIMIT, LTEMP_LOW_LIMIT, RTEMP_HIGH_LIMIT, and RTEMP_LOW_LIMIT. The Field View panel on the right allows for configuring operations such as Alert Mask, Shutdown, and Alert/Therm. The interface also includes a search bar, a search bitfields checkbox, and buttons for Read, Read all, Write, and Write all. The Write mode is set to Immediate.

Register Name	Address	Value	Bits
LTEMP	0x00	0x1600	0 0 0 1 0 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0
LTEMP_LOW_BYTE	0x15	0x0000	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
RTEMP	0x01	0x14B0	0 0 0 1 0 1 0 0 1 0 0 1 1 1 1 1
RTEMP_LOW_BYTE	0x10	0x0000	1 1 0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
STATUS	0x02	0x0000	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
LTEMPMIN	0x30	0x1600	0 0 0 1 0 1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0
LTEMPMIN_LOW_BYTE	0x31	0x0000	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
LTEMPMAX	0x32	0x1600	0 0 0 1 0 1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0
LTEMPMAX_LOW_BYTE	0x33	0x0000	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
RTEMPMIN	0x34	0x13F0	0 0 0 1 0 0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
RTEMPMIN_LOW_BYTE	0x35	0x00F0	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
RTEMPMAX	0x36	0x16F0	0 0 0 1 0 1 1 1 0 1 1 1 1 1 1 1
RTEMPMAX_LOW_BYTE	0x37	0x00F0	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
CONFIG	0x03	0x0000	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
CONVERSION_RATE	0x04	0x0008	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
ONE_SHOT	0x0F	0x0000	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
CHANNEL_ENABLE	0x16	0x0000	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
CONSECUTIVE_ALERT	0x22	0x0081	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
N_FACTOR	0x18	0x0000	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
RTEMP_OFFSET	0x11	0x0000	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
RTEMP_OFFSET_LOW_BYTE	0x12	0x0000	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
SOFTWARE_RESET	0xFC	0x0000	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
LTEMP_HIGH_LIMIT	0x05	0x0032	0 0 1 1 1 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0
LTEMP_LOW_LIMIT	0x06	0x0000	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
RTEMP_HIGH_LIMIT	0x07	0x5500	0 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 0 0 0 0 0
RTEMP_LOW_LIMIT	0x08	0x0000	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0

图 3-5. 寄存器

3.6 配套资料选项卡

“Collateral”选项卡包含 EVM 用户指南链接、ti.com 工具页面链接、产品数据表链接以及其他相关链接。

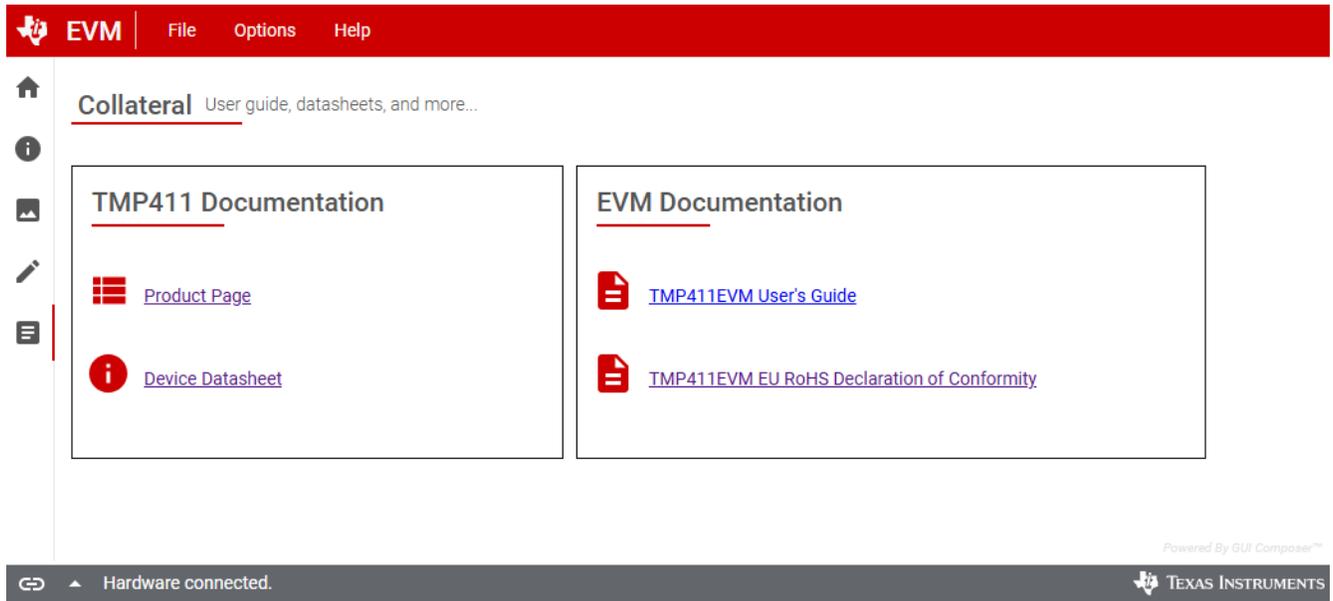


图 3-6. 配套资料

4 硬件设计文件

4.1 原理图

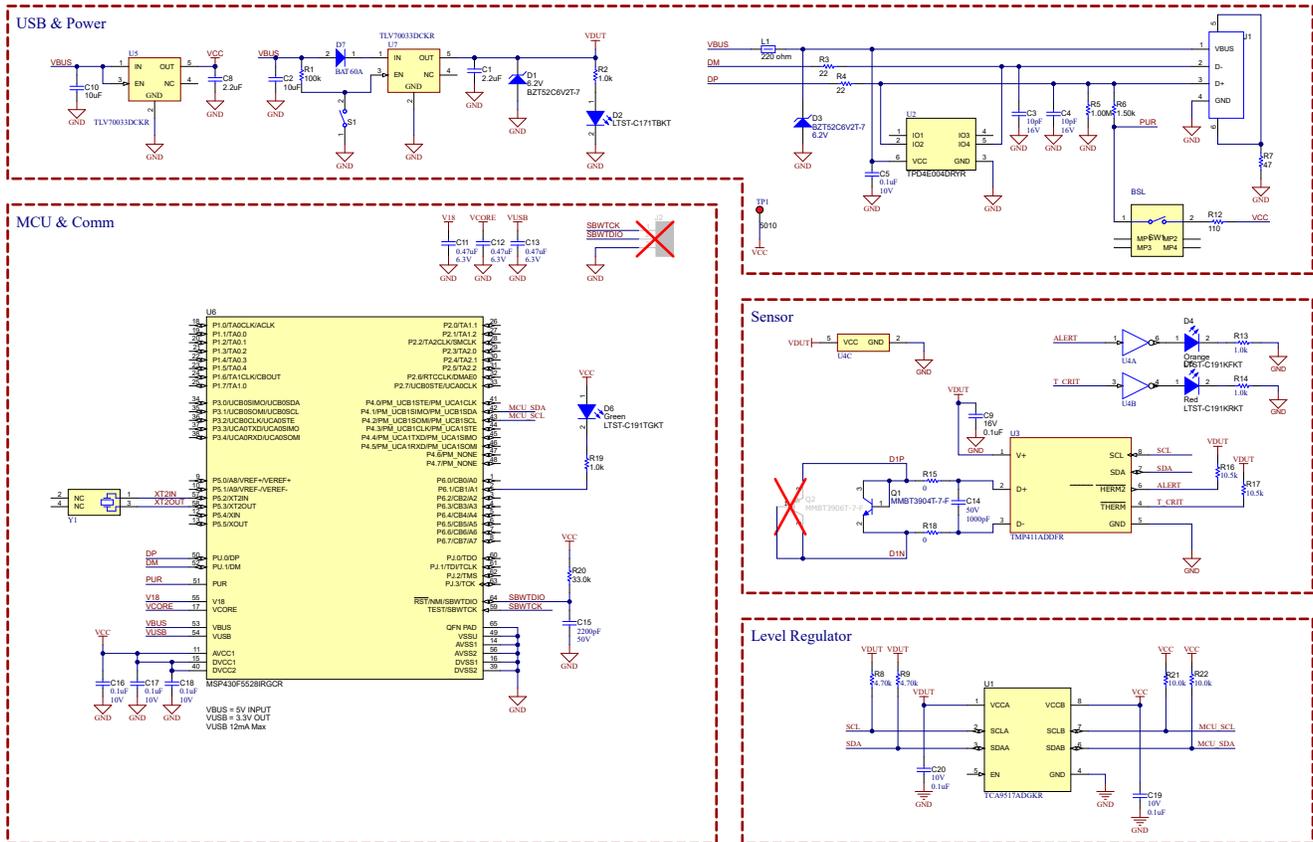


图 4-1. 原理图

4.2 PCB 布局

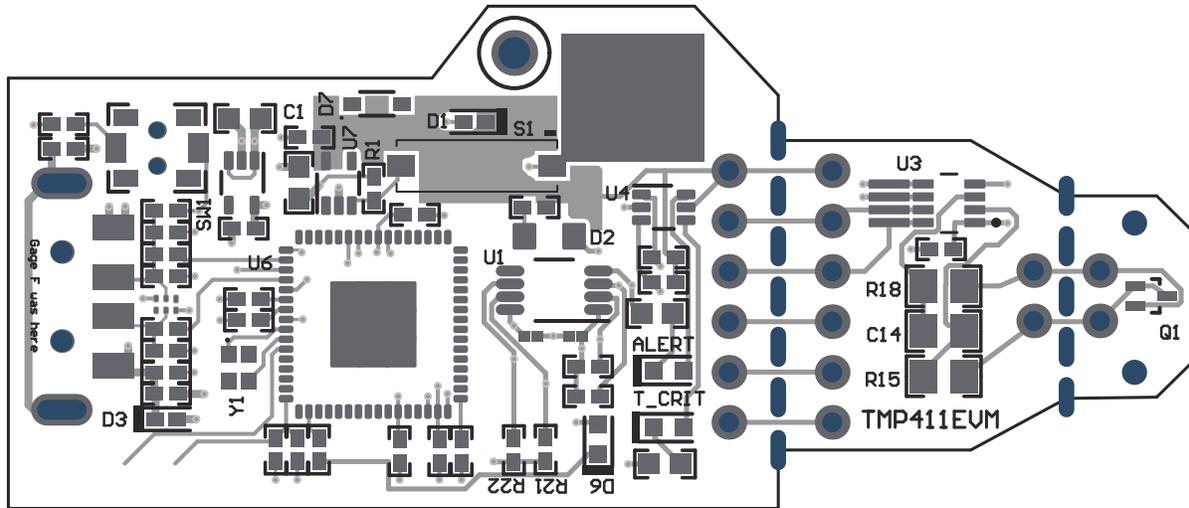


图 4-2. 顶视图

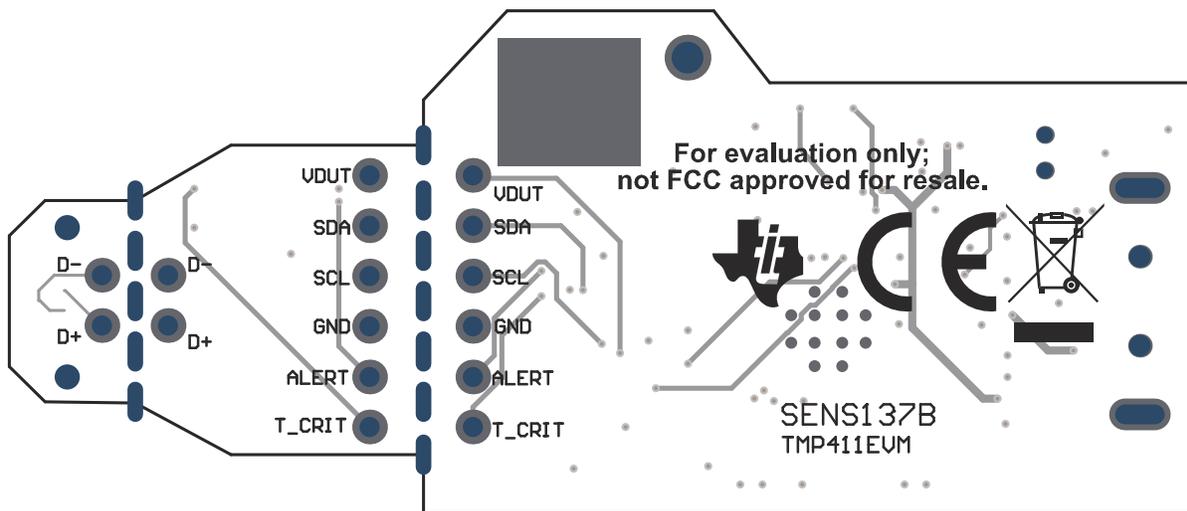


图 4-3. 底视图

4.3 物料清单

位号	数量	值	说明	封装参考	器件型号	制造商
!PCB1	1		印刷电路板		SENS137	不限
C1、C8	2	2.2uF	电容, 陶瓷, 2.2μF, 16V, +/-10%, X5R, 0402	402	GRM155R61C225KE11D	MuRata
C2、C10	2	10μF	电容, 陶瓷, 10μF, 10V, +/-20%, X5R, 0603	603	C1608X5R1A106M080A C	TDK
C3、C4	2	10pF	电容, 陶瓷, 10pF, 16V, +/-10%, C0G, 0402	402	C0402C100K4GACTU	Kemet
C5、C16、C17、C18	4	0.1μF	电容, 陶瓷, 0.1uF, 10V, +/-10%, X5R, 0402	402	LMK105BJ104KV-F	Taiyo Yuden
C9	1	0.1μF	电容, 陶瓷, 0.1μF, 16V, +/-10%, X7R, 0402	402	ATC530L104KT16T	AT Ceramics
C11、C12、C13	3	0.47μF	电容, 陶瓷, 0.47uF, 6.3V, +/-10%, X7R, 0402	402	JMK105B7474KVHF	Taiyo Yuden
C14	1	1000pF	电容器, 陶瓷, 1000pF, 50V, +/-2%, C0G/NP0, 0805	805	08055A102GAT2A	AVX
C15	1	2200pF	电容, 陶瓷, 2200pF, 50V, +/-5%, X7R, 0402	402	CL05B222JB5NNNC	Samsung Electro-Mechanics
C19、C20	2	0.1μF	电容, 陶瓷, 0.1μF, 10V, +/-10%, X5R, 0201	201	CL03A104KP3NNNC	Samsung Electro-Mechanics
D1、D3	2	6.2V	二极管, 齐纳, 6.2V, 300mW, SOD-523	SOD-523	BZT52C6V2T-7	Diodes Inc.
D2	1	蓝色	LED, 蓝色, SMD	2x1.25mm	LTST-C171TBKT	Lite-On
D4	1	橙色	LED, 橙色, SMD	LED_0603	LTST-C191KFKT	Lite-On
D5	1	红色	LED, 红色, SMD	LED_0603	LTST-C191KRKT	Lite-On
D6	1	绿色	LED, 绿色, SMD	LED_0603	LTST-C191TGKT	Lite-On
D7	1		硅肖特基二极管, -55°C至 85°C, SOD323, 卷带, 绿色环保	SOT323	BAT60A	Infineon

位号	数量	值	说明	封装参考	器件型号	制造商
J1	1		连接器, 插头, USB Type-A, R/A, 顶部安装 SMT	USB Type-A 直角	48037-1000	Molex
L1	1	220 Ω	铁氧体磁珠, 220 Ω (100MHz 时), 0.45A, 0402	402	BLM15AG221SN1D	MuRata
Q1	1	40V	晶体管, NPN, 40V, 0.2A, SOT-523	SOT-523	MMBT3904T-7-F	Diodes Inc.
Q2	1	-40V	双极 (BJT) 晶体管 PNP 40V 200mA 250MHz 150mW 表面贴装 SOT-523	SOT523	MMBT3906T-7-F	二极管
R1	1	100k	电阻, 100k, 5%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0402	402	ERJ-2GEJ104X	Panasonic
R2、R19	2	1.0k	电阻, 1.0k, 5%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0402	402	ERJ-2GEJ102X	Panasonic
R3、R4	2	22	电阻, 22, 5%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0402	402	ERJ-2GEJ220X	Panasonic
R5	1	1.00Meg	电阻, 1.00M, 1%, 0.063W, AEC-Q200 0 级, 0402	402	RMCF0402FT1M00	Stackpole Electronics Inc
R6	1	1.50k	电阻, 1.50k, 1%, 0.063W, AEC-Q200 0 级, 0402	402	RMCF0402FT1K50	Stackpole Electronics Inc
R7	1	47	电阻, 47, 5%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0402	402	ERJ-2GEJ470X	Panasonic
R8、R9	2	4.70k	电阻, 4.70k, 1%, 0.1W, 0402	402	ERJ-2RKF4701X	Panasonic
R12	1	110	电阻, 110, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0402	402	ERJ-2RKF1100X	Panasonic
R13、R14	2	1.0k	电阻, 1.0k, 5%, 0.1W, 0603	603	RC0603JR-071KL	Yageo
R15、R18	2	0	电阻, 0, 5%, 0.125W, AEC-Q200 0 级, 0805	805	CRCW08050000Z0EA	Vishay-Dale
R16、R17	2	10.5k	电阻, 10.5k, 1%, 0.063W, 0402	402	RC0402FR-0710K5L	Yageo America
R20	1	33.0k	电阻, 33.0k, 1%, 0.063W, 0402	402	RC0402FR-0733KL	Yageo America

位号	数量	值	说明	封装参考	器件型号	制造商
R21、R22	2	10.0k	电阻, 10.0k, 1%, 0.1W, 0402	402	ERJ-2RKF1002X	Panasonic
S1	1		开关, 滑动式, SPST, 顶部滑动, SMT	开关, 单个顶部滑动, 2.5x8x2.5mm	CHS-01TB	Copal Electronics
SW1	1		开关, SPST-NO, Off-Mom, 0.05A, 12VDC, SMD	3.9x2.9mm	PTS820 J20M SMTR LFS	C&K Components
TP1	1		测试点, 通用, 红色, TH	红色通用测试点	5010	Keystone Electronics
U1	1		电平转换 I2C 总线中继器, D GK0008A (VSSOP-8)	D GK0008A	TCA9517ADGKR	德州仪器 (TI)
U2	1		适用于高速数据接口的 4 通道 ESD 保护阵列, DRY0006A (USON-6)	DRY0006A	TPD4E004DRYR	德州仪器 (TI)
U3	1		具有 N 因数和串联电阻校正的 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 远程和本地温度传感器	SOT-23-8	TMP411ADDFR	德州仪器 (TI)
U4	1		双路反相器, DCK0006A (SOT-SC70-6)	DCK0006A	SN74LVC2G04DCKR	德州仪器 (TI)
U5、U7	2		单路输出 LDO, 200mA, 固定 3.3V 输出, 2 至 5.5V 输入, 具有低 IQ, 5 引脚 SC70 (DCK), -40 至 125 摄氏度, 绿色环保 (RoHS, 无镉/溴)	DCK0005A	TLV70033DCKR	德州仪器 (TI)
U6	1		16 位超低功耗微控制器, 128KB 闪存, 8KB RAM, USB, 12 位 ADC, 2 个 USCI, 32 位硬件乘法器, RGC0064B (VQFN-64)	RGC0064B	MSP430F5528IRGCR	德州仪器 (TI)
Y1	1		晶体, 24MHz, SMD	2x1.6mm	XRCGB24M000F2P00R0	MuRata
J2	0		接头, 100mil, 3x1, 金, TH	3x1 接头	TSW-103-07-G-S	Samtec

5 其他信息

5.1 商标

Windows® is a registered trademark of Microsoft Corporation.

Mac® is a registered trademark of Apple Inc.

Linux® is a registered trademark of Linus Torvalds.

所有商标均为其各自所有者的财产。

重要通知和免责声明

TI“按原样”提供技术和可靠性数据（包括数据表）、设计资源（包括参考设计）、应用或其他设计建议、网络工具、安全信息和其他资源，不保证没有瑕疵且不做任何明示或暗示的担保，包括但不限于对适销性、某特定用途方面的适用性或不侵犯任何第三方知识产权的暗示担保。

这些资源可供使用 TI 产品进行设计的熟练开发人员使用。您将自行承担以下全部责任：(1) 针对您的应用选择合适的 TI 产品，(2) 设计、验证并测试您的应用，(3) 确保您的应用满足相应标准以及任何其他功能安全、信息安全、监管或其他要求。

这些资源如有变更，恕不另行通知。TI 授权您仅可将这些资源用于研发本资源所述的 TI 产品的相关应用。严禁以其他方式对这些资源进行复制或展示。您无权使用任何其他 TI 知识产权或任何第三方知识产权。您应全额赔偿因在这些资源的使用中对 TI 及其代表造成的任何索赔、损害、成本、损失和债务，TI 对此概不负责。

TI 提供的产品受 [TI 的销售条款](#) 或 [ti.com](#) 上其他适用条款/TI 产品随附的其他适用条款的约束。TI 提供这些资源并不会扩展或以其他方式更改 TI 针对 TI 产品发布的适用的担保或担保免责声明。

TI 反对并拒绝您可能提出的任何其他或不同的条款。

邮寄地址：Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265
版权所有 © 2025，德州仪器 (TI) 公司