

TI Designs 采用 MSP430FR4xx 实现的温控器用户指南



TI Designs

TI 设计为您提供所需的原理、测试和设计文件，以便您快速评估和定制系统。TI 设计可帮助您缩短产品上市时间。

设计资源

TIDM-FRAM-THERMOSTAT	包含设计文件的工具文件夹
MSP430FR4133	产品文件夹
TPS78228	产品文件夹
SN65HVD75	产品文件夹
TPD2E2U06	产品文件夹



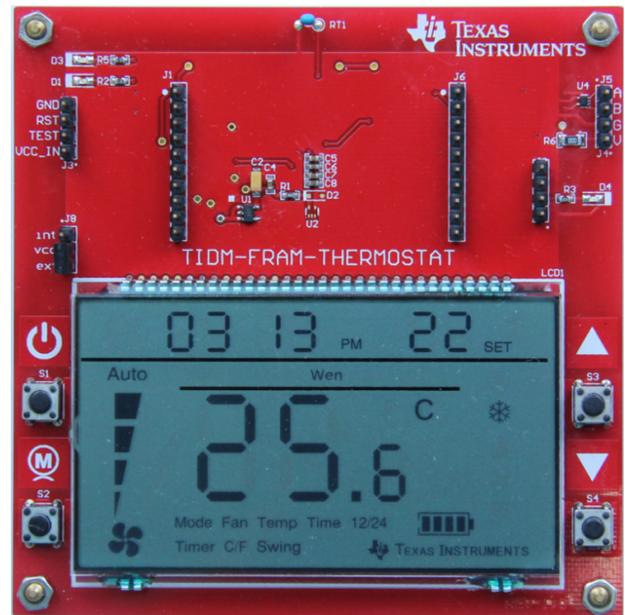
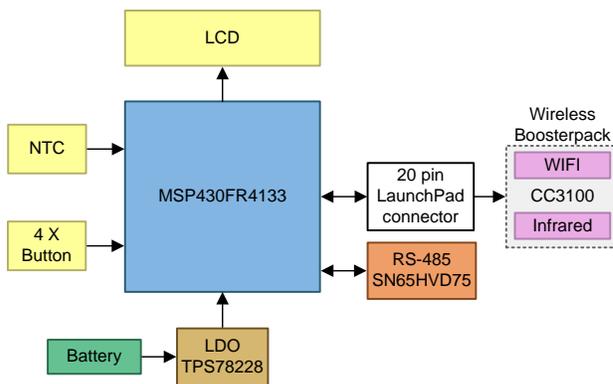
请咨询我们的 [E2E 专家](#)
[WEBENCH® 计算器工具](#)

设计特性

- 温度测量范围为 0°C 到 35°C，分辨率为 0.1°C
- 3.4 英寸 4x28 段式 LCD
- 1.8μA 待机电流
- 支持 RS-485 远程控制
- 支持电容式触摸按钮
- 电池电压监测

特色应用

- 温控器



该 TI 参考设计末尾的重要声明表述了授权使用、知识产权问题和其他重要的免责声明和信息。

All trademarks are the property of their respective owners.

1 系统描述

1.1 温控器

温控器是用来自动开启和关闭各种采暖制冷设备，设定调节室内温度的控制组件。其可在有人无人的情况下，按预先设定好的程序来自动调节室温，使之达到舒适的温度。

以温控器发展历史和制造原理来分，温控器可分为机械式温控器，模拟电子式温控器和数字电子式温控器。请参见图 1。



图 1. 不同种类的温控器

最常见的温控器是数字电子式温控器。这类温控器采用热敏电阻或其他半导体温度传感器进行温度测量。通常来说，需要安装一节或多节普通电池才能工作，也可以使用普通 24V 交流电路作为电源。每个温控器都配有显示当前温度和当前设置的 LCD。大多数温控器还具有时钟、时间和星期设置，方便用户使用并且节能。一些高级型号还配有触摸屏，或者能够配合家庭自动化或楼宇自动化系统使用。

1.2 MSP430FR4133 在温控器中的应用

MSP430FR4xx 是基于 FRAM 的 MSP430 微控制器系列产品。其配有 FRAM、LCD_E 和 ADC 模块等丰富外设，并且具有超低功耗特性，非常适合温控器应用。

- **超低功耗：**MSP430FR4133 MCU 有 5 种低功耗模式。MSP430FR4133 处于 LPM3.5 且 RTC 计数器和 LCD_E 使能时，其功耗于 1 μ A，非常适合电池供电类温控器应用。
- **LCD_E：**这款新型 LCD 模块支持多达 4 \times 36 或 8 \times 32 段 LCD。每一个 LCD 引脚都可以通过软件配置为 SEG 或 COM 功能，从而使 PCB 布局更加方便并且可以实现单层 PCB。LCD_E 模块还提供具有可调对比度控制的内部电荷泵，可保持电池生命周期内的对比度恒定不变。
- **FRAM：**FRAM 是非易失性存储器，完美结合了 SRAM 的高速、超低功耗、高耐用性和灵活性以及闪存的高可靠性与稳定性。MSP430FR4133 包含 15.5KB FRAM 和 2KB SRAM。有了 FRAM，无需使用外部非易失性存储器即可存储可编程温控器设计中的设置数据。
- **CapTouch™ I/O：**MSP430FR4133 MCU 最多支持 60 个电容触摸按键，从而可在温控器上轻松实现电容性触摸功能。
- **ADC：**MSP430FR4133 中 ADC10 模块的采样率高达 200ksps。提供 1.2V 外部参考电压和 1.5V 内部参考电压。利用 ADC 模块，用户无需附加外部组件即可监视 VCC 电压。
- **对于 NTC 热敏电阻传感器，**可使用 1.2V 片上电压参考输出和 10 位 ADC。对于温度感测 IC，可使用 UART、SPI 和 I2C 接口进行通信。

2 入门

2.1 简介

TIDM-FRAM-THERMOSTAT 参考设计采用基于 FRAM 的超低功耗微控制器 MSP430FR4133，这是一款全功能的电池供电温控器参考设计，方便用户评估 MSP430FR4xx 在温控器中的应用。

该参考板设计提供了温控器设计所需的全部组件，包括高精度温度传感器、3.4 英寸 LCD 以及有线和无线远程控制接口。开箱即用的体验提供了温控器应用的基本功能，例如温度感测、菜单设置和显示设置。所有硬件和软件均可供开发人员使用，方便他们开发自己的温控器应用。

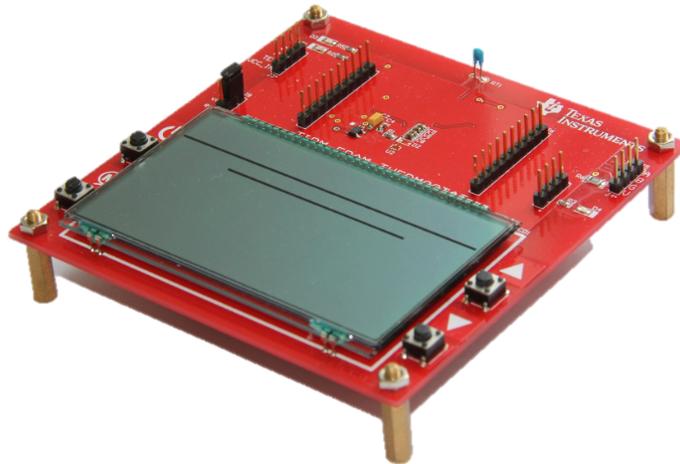


图 2. TIDM-FRAM-THERMOSTAT

2.2 特性

- 高精度温度测量
 - 精度：0°C 至 35°C ($\pm 0.5^\circ\text{C}$)
 - 分辨率：0.1°C
- 3.4 英寸 4x28 LCD 段
 - 运行模式
 - 风扇等级设置
 - 温度显示（摄氏度/华氏度）
 - 温度设置
 - 时间（12/24 小时制），包含星期
 - 定时器
 - 电池状态
- 超低功耗
 - 1.8 μA 待机电流
 - 10 μA 平均功耗
- 支持有线和无线接口
 - 板载 RS-485
 - 无线 BoosterPack 连接器

- 电池电压监测
- 四个电容式触摸按钮

2.3 套件内容

- 1 个 TIDM-FRAM-THERMOSTAT 主板
- 1 个 USB 转 RS-485 接口模块
- 2 节 AAA 电池

2.4 开箱即用体验

为熟悉该参考设计，请使用预编程的用户体验代码。该代码从用户角度演示了关键功能。

下一节的图 3 显示了电路板的主要组成部分和开箱即用体验的标准配置。3 节详细介绍了硬件说明。

首先，安装电池为系统供电。4 节更加详细地介绍了运行模式。

用户可在 <http://www.ti.com.cn/tool/cn/TIDM-FRAM-THERMOSTAT> 下载用户体验源代码和更多代码示例。该代码已获得 BSD 许可，德州仪器 (TI) 鼓励用户该代码的基础上根据特定需求进行重复使用和修改。

用户体验软件部分详细介绍了所有函数，并提供了项目结构以帮助用户熟悉代码。

有关集成开发环境 (IDE) 的详细安装流程，请参见 IAR IDE 用户指南 ([SLAU138](#)) 和 CCS IDE 用户指南 ([SLAU157](#))。

这些用户指南还逐步介绍了将项目导入工作区的详细指令。Windows 开始菜单中 IDE 的安装包始终包含这些文档的最新版本链接。

有关 Code Composer Studio (CCS) 及相关入门视频的详细信息，请参见 www.ti.com.cn/ccs CCS 详细介绍了所有基本内容（项目创建、浏览、调试、断点和资源浏览器）。

3 硬件

本节介绍 TIDM-FRAM-THERMOSTAT EVM 板的硬件设计。图 3 和图 4 显示了硬件概览。

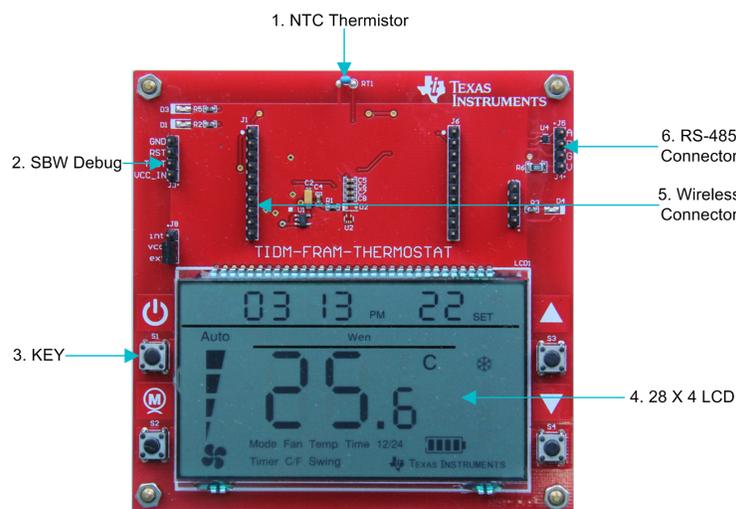


图 3. EVM 板顶视图

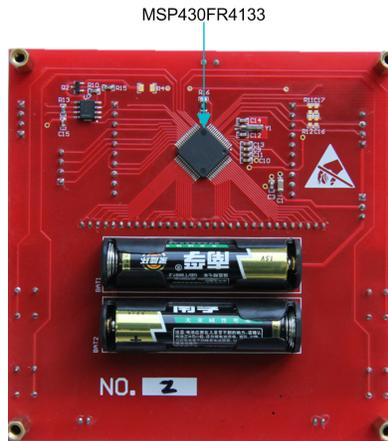


图 4. EVM 板底视图

3.1 框图

图 5 显示了方框图。

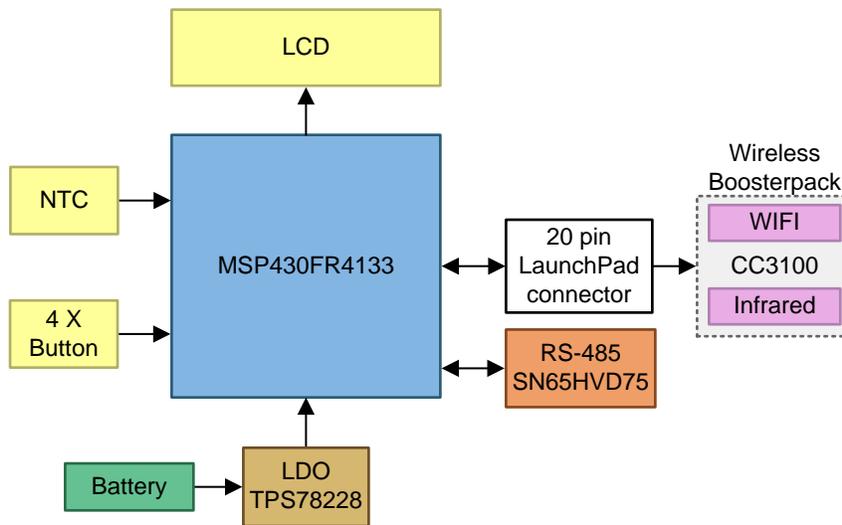


图 5. 方框图

注: MSP430FR4133、TPS78228、SN65HVD75、CC3100 均为德州仪器 (TI) 器件。

3.2 硬件特性

3.2.1 MSP430FR3133

MSP430FR4133 是一款基于 FRAM 的 MCU，配有 15.5kB 非易失性存储器、2kB SRAM 和多个 GPIO 引脚，包含一个段式 LCD 控制器。有关该器件的更多信息，请访问

www.ti.com.cn/product/cn/MSP430FR4133

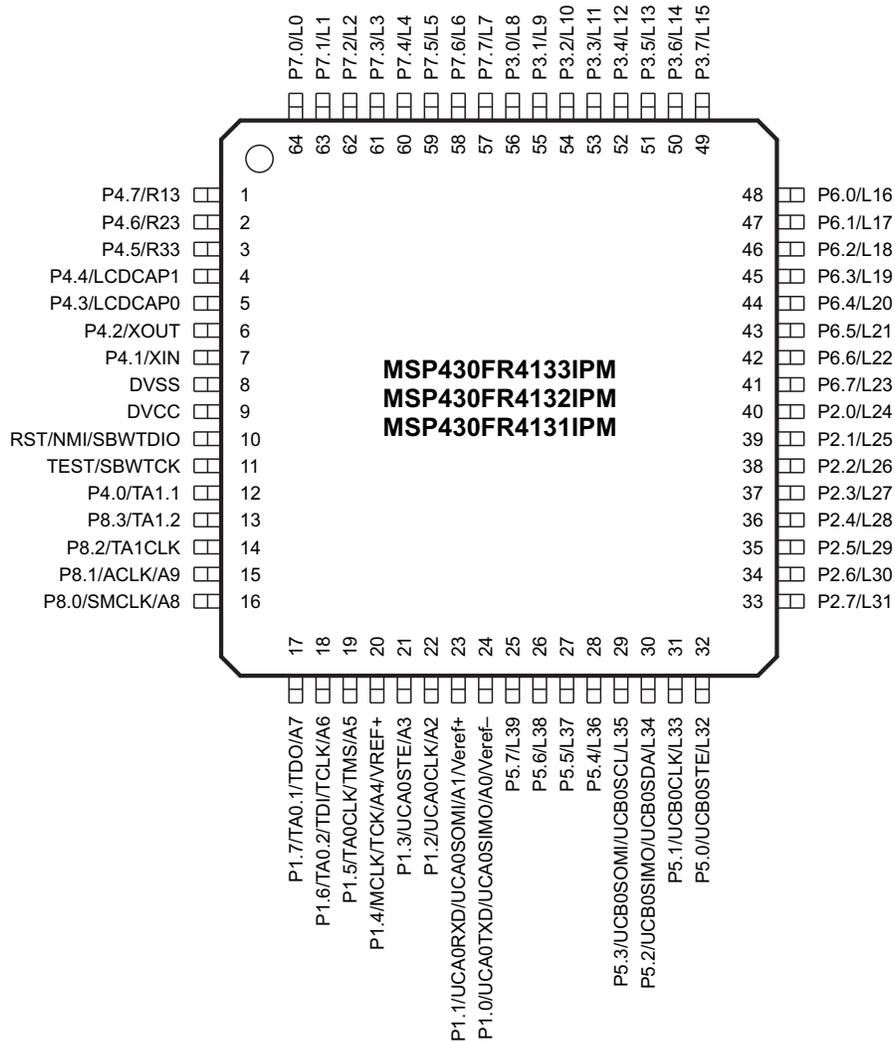


图 6. MSP430FR4133 引脚布局

3.2.2 LCD

EVM 板上的 LCD 面板尺寸为 3.4 英寸，包含 112 段，可提供温控器应用所需的所有信息，例如时间、温度、运行模式、电池状态等。

图 7 是 LCD 全显图。有关 LCD 规格文件，请参见设计文件。

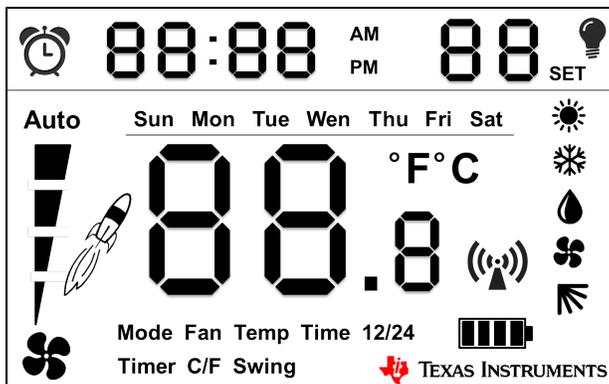


图 7. LCD 全显图

MSP430FR4133 中的 LCD_E 模块支持多达 4 × 36 或 8 × 32 段 LCD。每个 LCD 引脚都可以通过软件配置为 SEG 或 COM 功能，这对于 PCB 布局非常有帮助。LCD_E 模块还提供具有可调对比度控制的内部电荷泵。

3.2.3 RS-485

对于有线控制，EVM 支持 RS-485 接口。收发器器件型号为 SN65HVD75。SN65HVD75 是 3.3V 电源供电的 RS-485，具有 IEC 静电放电 (ESD) 保护功能。更多信息，请参见 <http://www.ti.com.cn/product/cn/SN65HVD75>

在此接口电路中，只使用发送引脚和接收引脚。数据传输方向由电路自动控制。请参见图 8。

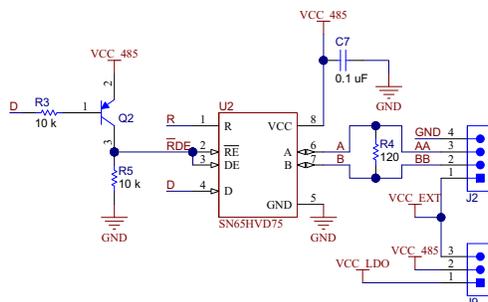


图 8. RS-485 电路

套件提供一个基于 PC 的 GUI 用于演示 EVM 与 PC 间的通信功能。关于硬件支持，需使用一个 USB 转 RS-485 适配器进行协议转换。

3.2.4 电源

TIDM-FRAM-THERMOSTAT 可通过板载电池或外部电源供电。电路板默认由两节 1.5V AAA 电池供电。用户可以通过连接器 J8 的跳线来切换供电方式。

LDO 器件型号为 TPS78228，其具有超低 IQ (500nA)，非常适合电池供电类应用。更多信息，请参见 <http://www.ti.com.cn/product/cn/TPS78228/>。

3.2.5 电池电压监测

该设计中的电池电压监测解决方案不需要附加外部组件。借助 MSP430FR4133 ADC 模块，用户可以选择 VCC 作为 Vref+ 参考电压，并测量 1.5V 片上参考电压。随后可使用如下公式计算 VCC：

$$VCC = 1.5 \text{ V} \times 1024 \div AD_result$$

3.2.6 调试

板载连接器 J3 是一个 Spy-Bi-Wire 调试接口。Spy-Bi-Wire 是德州仪器 (TI) 为 MSP430 开发的序列化 JTAG 协议。在此协议中，只需使用两条接线连接通用 JTAG 接口，而无需按往常使用四个引脚。

3.2.7 按钮

电路板上四个机械按钮，可供用户进行调整模式和设置。EVM 还支持四个电容触摸按键。本设计采用 MSP430 PinOsc 电容触摸技术，无需使用外部组件即可实现触摸功能。更多信息，请参见 www.ti.com.cn/capacitivetouch，有关 MSP430FR413xx 代码示例，请参见 www.ti.com.cn/tool/cn/msp-exp430fr4133。

3.2.8 NTC 热敏电阻

NTC 热敏电阻的电阻值会随着温度的升高而降低，因此可通过测量其电阻值来进行温度感测。



图 9. NTC 热敏电阻

本设计所采用的 NTC 热敏电阻在 25°C 条件下的零功耗电阻值为 100k。NTC 热敏电阻为 muRata 公司出品（器件型号：NXRT15WF104FA1B040）。

表 1 列出了 NXRT15WF104FA1B040 的规格。

表 1. NXRT15WF104FA1B040

器件编号	电阻值 (25°C) (Ω)	β 常数 (25-50°C) (K)	β 常数 (25-80°C) (参考值) (K)	传感器工作电流 (25°C) (mA)	典型功耗常数 (25°C) (mW/°C)
NXRT15WF104FA1 Bx	100k ±1%	4250 ±1%	4303	0.04	1.5

更多信息，请参见 <http://www.murata.com/products/catalog/pdf/r44e.pdf>

由于 NTC 热敏电阻的阻值在低温条件下会增大，即使很小的电流也会导致热敏电阻发热。因此，测量电阻值时，请使用允许工作电流的 1/10 到 1/20 作为电流强度参考。

在 EVM 板上，NTC 热敏电阻与普通 100kΩ 电阻串联，形成分压电路。分压电路通过 MSP430FR4133 的 1.2V 参考电压进行偏置。ADC 的 A8 通道会测量 NTC 热敏电阻两端的电压，如图 10 所示。经过校准后，可实现 0.5°C 的测量精度。

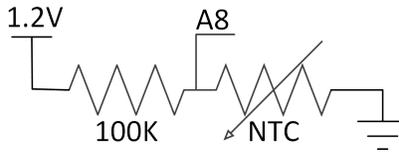


图 10. NTC 分压电路

3.3 设计文件

电路原理图和 PCB 布局图请参见 8 节。物料清单、光绘文件和 TI-TXT 固件在内的所有设计文件均可在 [TIDM-FRAM-THERMOSTAT](#) 中找到。

3.4 硬件更改日志

表 2. 硬件更改日志

PCB 版本	日期	编写	说明
版本 1.0	2014 年 8 月 31 日	A0222632	首版原型的初始版本

4 软件

本节介绍 EVM 中预装载的用户体验软件的函数和结构。

4.1 源代码文件结构

项目可以拆分为多个文件，如表 3 所示。这种拆分方便用户浏览和重复使用项目的不同部分。

表 3. 源文件列表

名称	说明
main.c	主函数
msp_ts430fr4_global.c	用于系统初始化的函数文件
msp_ts430fr4_lcd.c	用于 LCD 的函数文件
msp_ts430fr4_measure.c	用于温度测量的函数文件
msp_ts430fr4_menu.c	用于菜单的函数文件
msp_ts430fr4_rs485.c	用于 RS-485 通信的函数文件

4.2 导航和菜单

用户体验演示启动后，会在 LCD 上显示所有信息，例如时间、温度等。温度值每 10 秒更新一次。

用户可通过板载按钮对设置进行配置。TIDM-FRAM-THERMOSTAT 主板上四个按钮：

- S1 是开/关按钮
- S2 是模式 (MODE) 按钮，用于切换设置模式。
- S3 是向上 (UP) 按钮。
- S4 是向下 (DOWN) 按钮。

主菜单会显示演示中的所有可用设置。使用模式按钮可选择设置选项，使用向上和向下按钮可调整设置。在当前固件中，图 11 显示的是菜单设置逻辑。

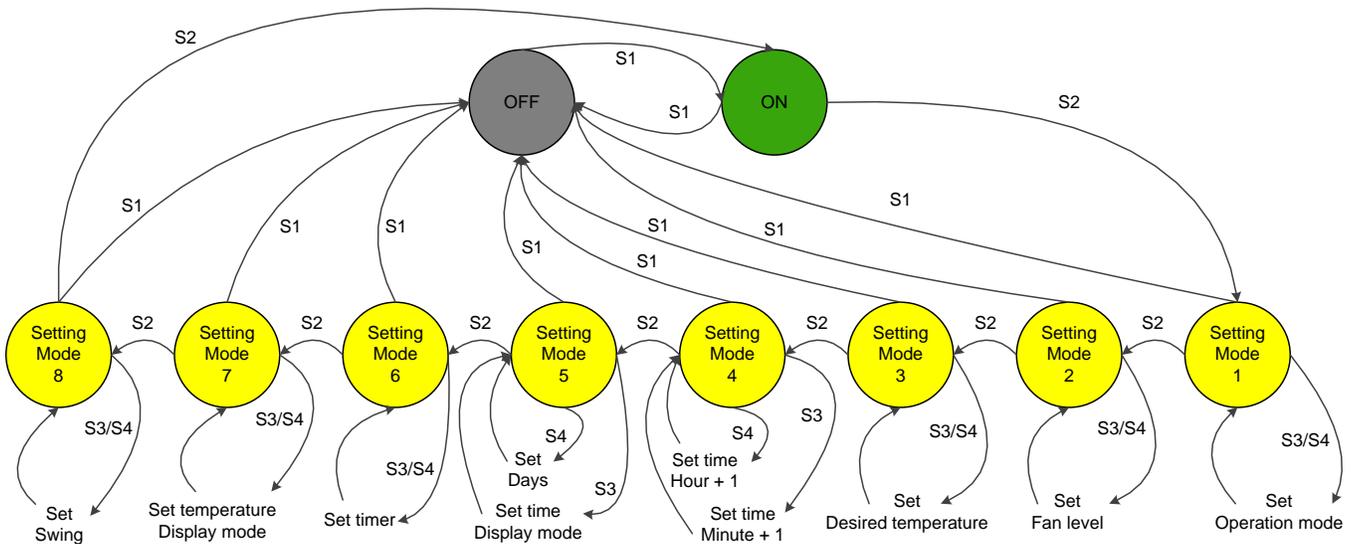


图 11. 状态机

- **OFF**: 系统待机，仅 RTC 使能。系统在启动时处于待机 (OFF) 状态。
- **ON**: 系统激活，RTC 使能，LCD 使能，温度值每 10 秒更新一次。
- **设置模式 x**: 状态机中有八种设置模式。用户更改这些设置时，每个设置模式状态都会单独显示在 LCD 上。
 - 运行模式: 加热/冷却/除湿/风扇
 - 风扇等级: 等级 0/1/2/3/4/自动
 - 温度设置: 16°C 至 32°C (单位增量为 1°C)。
 - 时间设置: S3 设置分钟 (+1); S4 设置小时 (+1)。
 - 时间显示格式: S3 设置时间以 12 小时制或 24 小时制显示; S4 设置星期。
 - 定时器设置: 默认定时器值为 1 小时; S3 可使定时器值增加 15 分钟; S4 可使定时器值减少 15 分钟。
 - 温度显示格式: 设置温度以摄氏度或华氏度格式显示。
 - 扫风控制: 开启或关闭扫风功能。

5 演示示例

EVM 支持 RS-485 远程控制、远程接通/关断系统以及温度回读。

5.1 安装

运行 RS-485 远程控制演示之前，用户必须安装随附的 USB 转 RS-485 适配器驱动程序才能进行数据通信，并且还必须安装 Microsoft .NET Framework 4.0 才能使用 GUI。安装文件位于 [tidc669.zip](#) 的 Software\GUI 文件夹中。

TIDM-FRAM-Thermostat GUI 是基于 PC 的工具，用于通过 RS-485 接口与温控器进行通信。用户可使用该工具向温控器发送命令、接通/关断系统以及回读温度。

5.2 演示

1. 使用 USB 转 RS-485 适配器将 J2 连接到 PC 或笔记本电脑。
2. 启动 [tidc669.zip](#) 的 Software\GUI 文件夹中的 TIDM-FRAM-Thermostat GUI。GUI 运行时，会显示图 12 所示的画面。

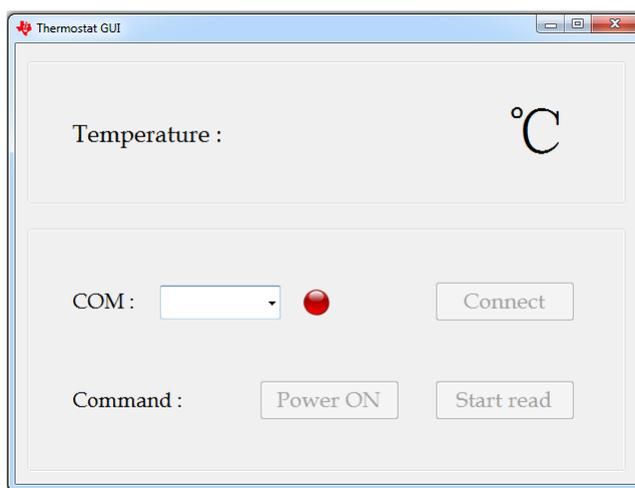


图 12. 启动画面

3. 选择连接的 COM 端口，请单击选择 COM (Select COM) 下拉框。在下拉菜单中，为适配器选择对应的 COM 端口。COM 下拉框中会列出多个 COM 端口。为确定适配器适合的 COM 端口，请打开 Windows 设备管理器选择名为“Prolific USB-to-Serial Comm Port”的 COM 端口。单击连接 (connect)；如果成功连接，连接指示灯将变绿。LCD 上的信号符号也将指示连接状态。图 13 显示了详细信息。



图 13. COM 端口

4. COM 端口打开时，选择 COM (Select COM) 端口下拉框会被禁用，命令 (Command) 下拉框将被启用。随后，用户可单击开机 (Power ON) 按钮远程启动温控器，并可单击开始 (Start) 按钮回读当前温度。

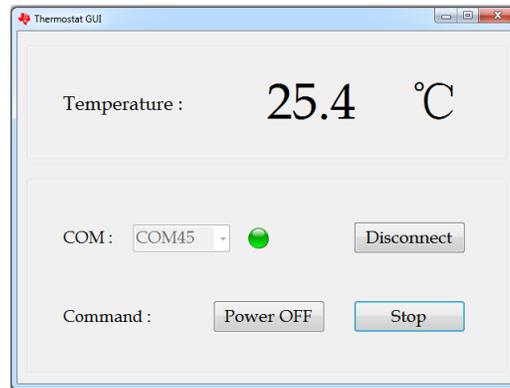


图 14. 读取温度

6 测试数据

6.1 温度测量

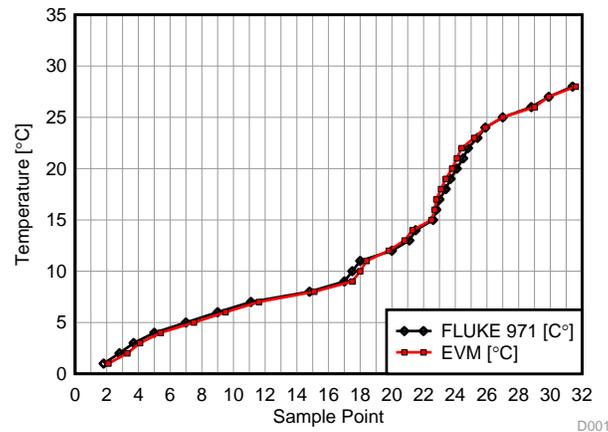


图 15. Fluke 971 与 EVM

图 15 显示的是 TIDM-FRAM-THERMOSTAT EVM 和 FLUKE 971 温湿度计在 0°C 到 35°C 范围内测得的温度。误差在 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 范围内。

6.2 功耗

表 4. 功耗

工作模式	电流
待机	1.8 μA (LDO IQ 0.5 μA) (25°C 时)
激活	10 μA (LCD 7.3 μA , LDO IQ 0.5 μA) (25°C 时的平均电流)

IQ: 静态电流。

7 参考文档

1. [《MSP430FR4133 数据手册》](#)
2. [《MSP430FR4xx 用户指南》](#)

3. <http://en.wikipedia.org/wiki/Thermostat>

8 设计文件

8.1 电路原理图

要下载电路原理图，请参见 [TIDM-FRAM-THERMOSTAT](#) 的设计文件。

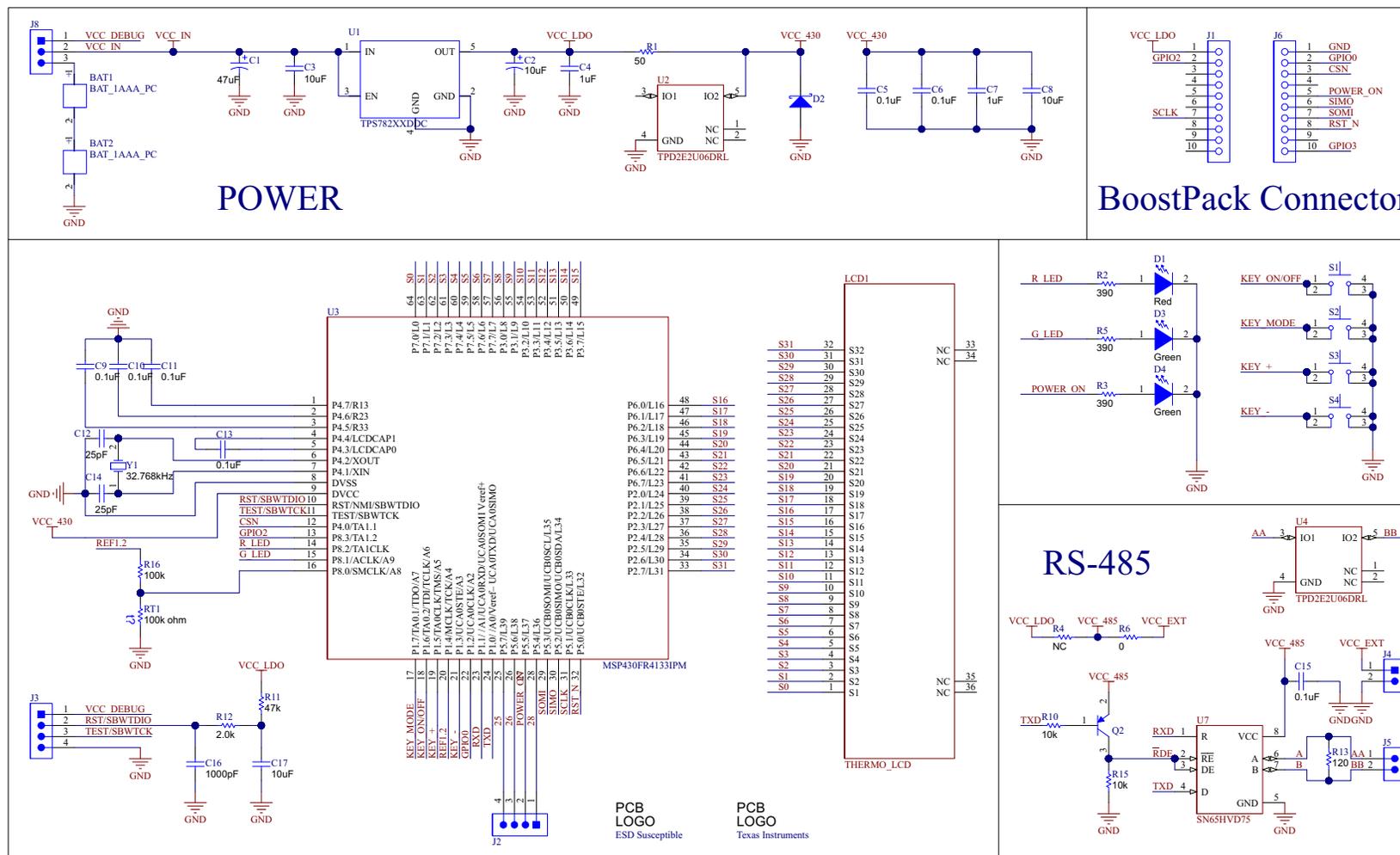


图 16. 电路原理图 (第 1 页)

8.2 物料清单

要下载物料清单 (BOM), 请参见 [TIDM-FRAM-THERMOSTAT](#) 的设计文件。

表 5. BOM

项目	标识符	数量	值	器件描述	制造商	制造商器件型号	供应商器件型号	PCB 封装
1	BAT1, BAT2	2	AAA	电池座, 1 节 AAA 电池, PC 安装	Keystone	2466	2466K-ND	BC1AAAPC
2	C1	1	47uF	电容, 钽, 47uF, 6.3V, +/-10%, 0.8Ω, SMD	AVX	TPSA476K006R0800	478-3079-1-ND	3216-18
3	C2	1	10uF	电容, 钽, 10uF, 16V, +/-10%, 3Ω, SMD	Vishay-Sprague	293D106X9016A2TE3	718-1123-1-ND	3216-18
4	C3, C8, C17	3	10uF	电容器, 陶瓷, 10uF, 6.3V, +/-20%, X5R, 0603	Kemet	C0603C106M9PACTU	399-5504-1-ND	603
5	C4, C7	2	1uF	电容器, 陶瓷, 1uF, 16V, +/-10%, X5R, 0603	Kemet	C0603C105K4PACTU	399-5090-1-ND	603
6	C5, C6, C9, C10, C11, C13, C15	7	0.1uF	电容, 陶瓷, 0.1uF, 16V, +/-5%, X7R, 0603	Kemet	C0603C104J4RAC TU	399-1097-1-ND	603
7	C12, C14	2	25pF	电容, 陶瓷, 25pF, 50V, +/-11%, C0G/NP0, 0603	AVX	06035A2R2CAT2A	478-1155-1-ND	603
8	C16	1	1000pF	电容, 陶瓷, 1000pF, 100V, +/-5%, X7R, 0603	AVX	06031C102JAT2A	478-3698-1-ND	603
9	D1	1	Red	LED, 红色, SMD	Lite-On	LTST-C170KRKT	160-1415-1-ND	LED_LTST-C170
10	D2	1	Diode	二极管, 肖特基, 40V, 0.03A, SOD-323	Diodes Inc.	SDMK0340L-7-F	SDMK0340LDICT-ND	sod-323
11	D3, D4	2	绿光	LED, 绿光, SMD	建兴电子 (Lite-On)	LTST-C171GKT	160-1423-1-ND	LED_LTST-C171
12	J1, J6	2	10x1	插座 100mil 10x1, 锡, TH	Sullins Connector Solutions	PPTC101LFBN-RC	S7008-ND	CONN_PPTC101L FBN-RC
13	J2, J3	2	4x1	接头, TH, 100mil, 4x1, 镀金, 在隔离器以上 230mil	Samtec	TSW-104-07-G-S	SAM1029-04-ND	TSW-104-07-G-S
14	J4, J5	2	2x1	接头, TH, 100mil, 2x1, 镀金, 在隔离器以上 230mil	Samtec	TSW-102-07-G-S	SAM1029-02-ND	TSW-102-07-G-S
15	J8	1	3x1	接头, TH, 100mil, 3x1, 镀金, 在隔离器以上 230mil	Samtec	TSW-103-07-G-S	SAM1029-03-ND	TSW-102-07-G-S
16	LCD1	1	LCD	定制温控器 LCD	TI 提供	不可用	不可用	TH_LCD
17	Q2	1	PNP	晶体管, PNP, 40V, 0.2A, SOT-23	Diodes Inc.	MMBT3906-7-F	MMBT3906-FDICT-ND	SOT-23
18	R1	1	50	电阻, 50Ω, 0.5%, 0.1W, 0603	Yageo America	RT0603DRE07150RL	RT0603DRE07150RL-ND	603
19	R2, R3, R5	3	390	电阻, 390Ω, 0.1%, 0.1W, 0603	Susumu Co Ltd	RG1608P-391-B-T5	RG16P390BCT-ND	603
20	R4, R6	2	0	电阻, 0Ω, 5%, 0.25W, 1206	Panasonic	ERJ-8GEY0R00V	P0.0ECT-ND	1206

表 5. BOM (continued)

项目	标识符	数量	值	器件描述	制造商	制造商器件型号	供应商器件型号	PCB 封装
21	R10, R15	2	10k	电阻, 10kΩ, 5%, 0.1W, 0603	Vishay-Dale	CRCW060310K0J NEA	541-10KGCT-ND	603
22	R11	1	47k	电阻器, 47k 欧姆, 5%, 0.1W, 0603	Vishay-Dale	CRCW060347K0J NEA	541-47KGCT-ND	603
23	R12	1	2.0k	电阻, 2.0kΩ, 5%, 0.1W, 0603	Vishay-Dale	CRCW06032K00J NEA	541-2.0KGCT-ND	603
24	R13	1	120	电阻, 120Ω, 5%, 0.1W, 0603	Vishay-Dale	CRCW0603120RJ NEA	541-120GCT-ND	603
25	R16	1	100k	电阻, 100kΩ, 1%, 0.25W, 1206	Vishay-Dale	CRCW1206100KF KEA	541-100KFCT-ND	1206
26	RT1	1	100k	热敏电阻, 100kΩ 40MM L NTC	Murata	NXRT15WF104FA 1B040	490-7169-ND	通孔
27	S1, S2, S3, S4	4	key	触控式开关, 单刀单掷-常开 0.02A 15V, TH	Panasonic	EVQ-PAD04M	P8007S-ND	SW_EVQ-PAD04M
28	U1	1	TPS78228	超低静态电流, IQ 500nA LDO	德州仪器 (TI)	TPS78228DDCR	296-23826-1-ND	TSOT-23-5[DDC]
29	U2, U4	2	TPD2E2U06	双通道高速 ESD 保护器件, DRL0005A	德州仪器 (TI)	TPD2E2U06DRL	296-38361-1-ND	DRL0005A
30	U3	1	MSP430FR4 133	16 位超低功耗 MCU	德州仪器 (TI)	MSP430FR4133IP M	N/A	PM0064A_M
31	U7	1	SN65HVD75	高温 3.3V RS-485 收发器	德州仪器 (TI)	SN65HVD75DGKR	296-35070-1-ND	D0008A_N
32	Y1	1	32.768k	晶振, 32.768kHz, 12.5pF, SMD	Abracon Corporation	AB26TRQ- 32.768KHZ-T	535-12051-1-ND	XTAL_MS3V-T1R

8.3 板层图

要下载板层图，请参见 [TIDM-FRAM-THERMOSTAT](#) 的设计文件。

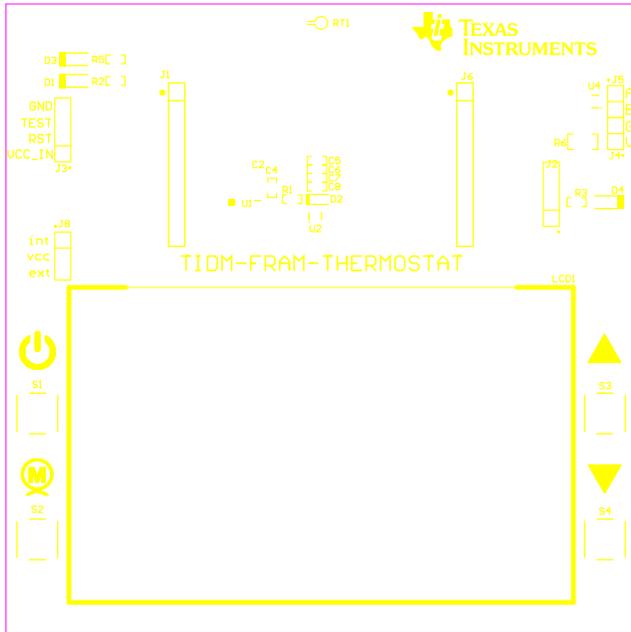


图 17. 顶部丝印覆盖层

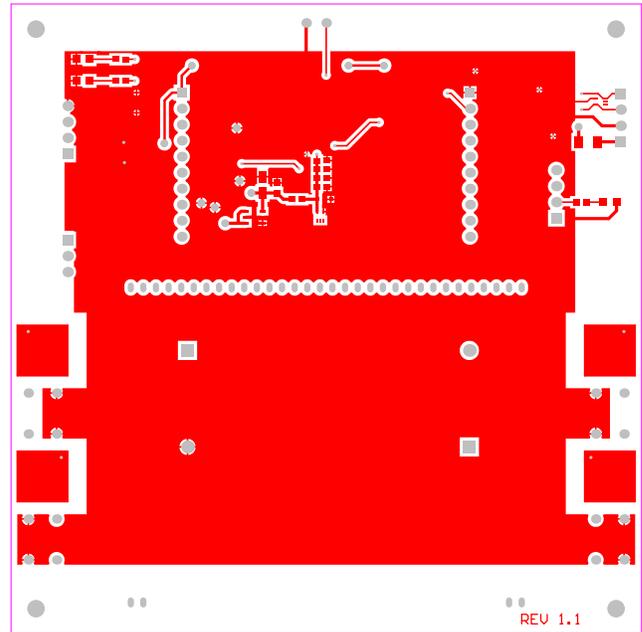


图 18. 顶层

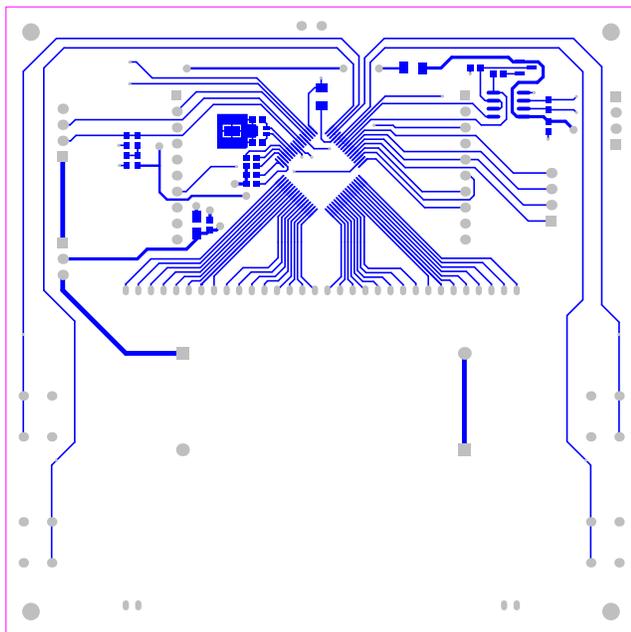


图 19. 底层

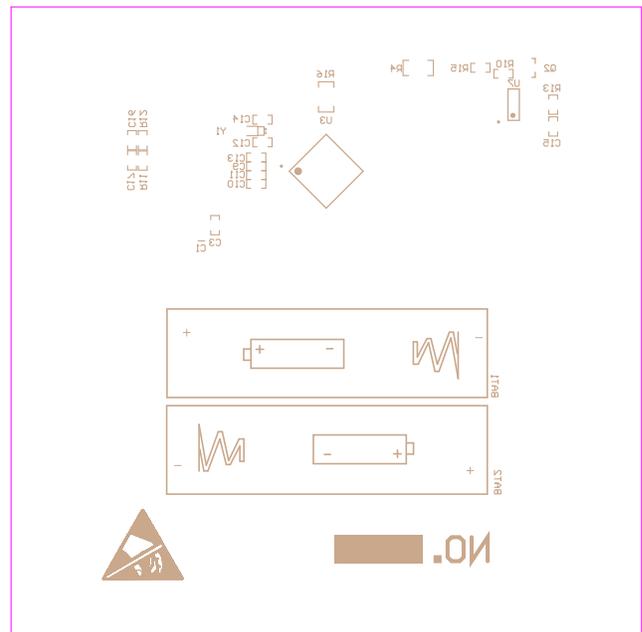


图 20. 底部丝印覆盖层

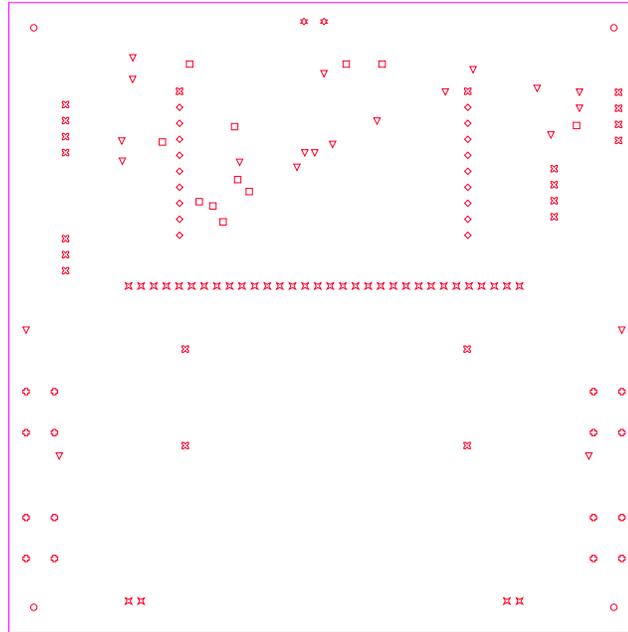


图 21. 顶层和底层钻孔图

8.4 Altium 项目

要下载 Altium 项目文件，请参见 [TIDM-FRAM-THERMOSTAT](#) 的设计文件。

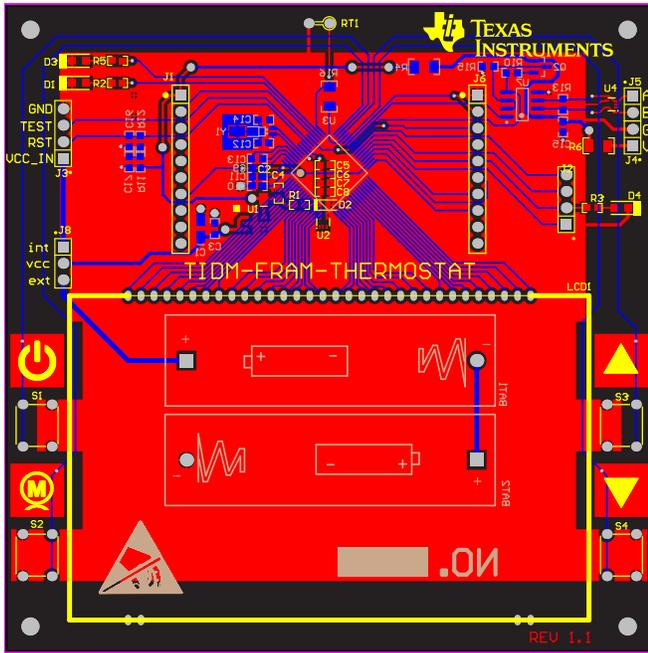


图 22. Altium 图 1

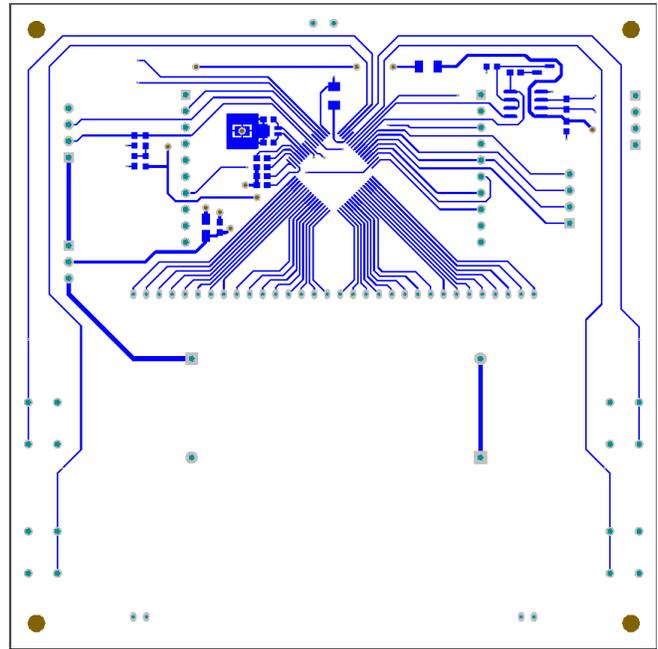


图 23. Altium 图 2

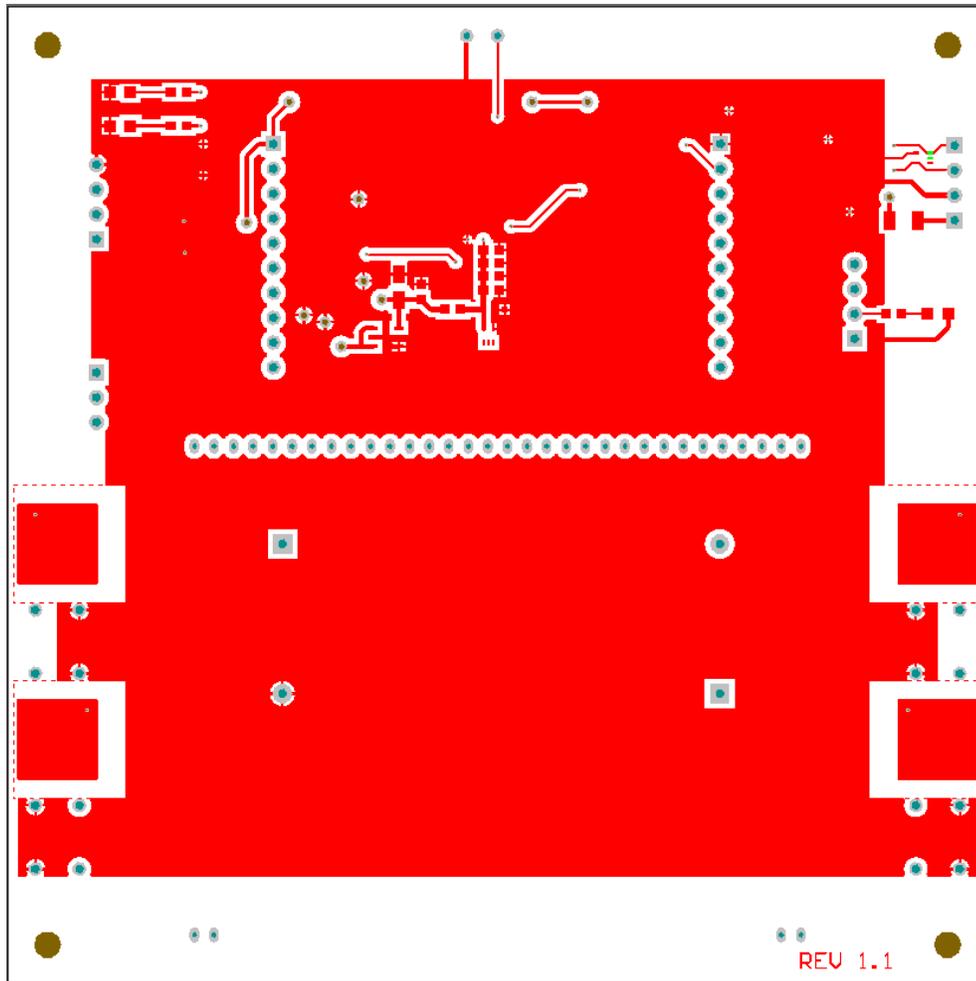


图 24. Altium 图 3

8.5 装配图

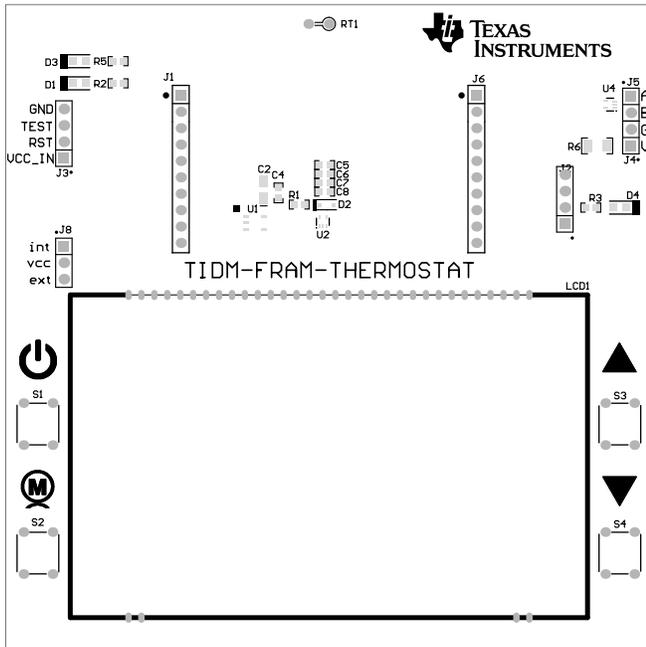


图 25. 顶层装配图

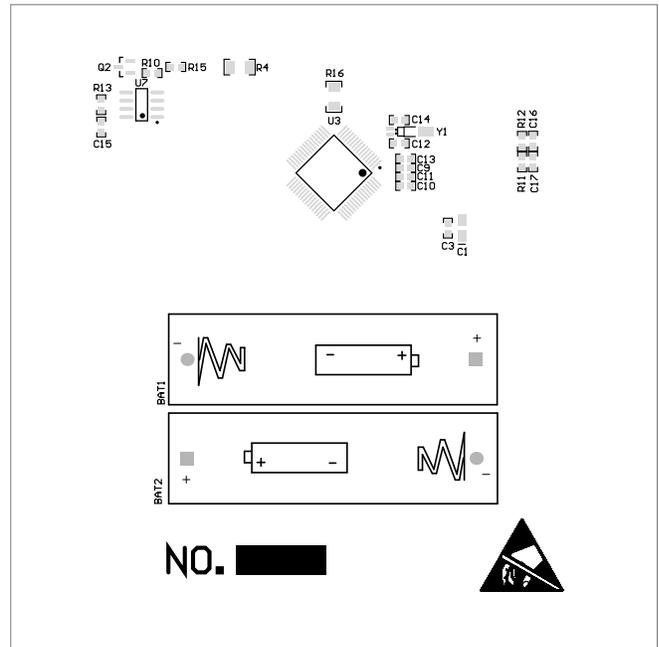


图 26. 底层装配图

9 关于作者

朱灵是德州仪器 (TI) MSP430 应用工程师，负责开发 MSP430 超值系列器件的参考设计解决方案并提供客户支持。他拥有中国西安电子科技大学测量与控制技术专业硕士学位。

针对 TI 参考设计的重要声明

德州仪器公司 ("TI") 参考设计只用于帮助设计人员 ("客户") 开发包含 TI 半导体产品的系统 (在这里也指"组件")。客户理解并同意他们对设计客户系统和产品中的独立分析、评估和判断负责。

TI 参考设计已经使用标准实验室条件和工程实践创建。TI 未采取任何测试, 除非那些在已发布文档中针对一个特定参考设计所专门描述的测试。TI 也许会对它的参考设计进行修正、提高、改进和其它改变。

客户被授权使用具有每个特定参考设计中确认的 TI 组件的 TI 参考设计, 并且在他们的终端产品开发中修改参考设计。然而, 在这里不授予任何其它 TI 知识产权的直接或隐含, 默许或其它方式的许可, 和任何第三方技术或知识产权的许可, 其中包括但不限于任何专利权、版权、屏蔽作品权、或者与采用了 TI 产品或服务的任何集成、机器或工艺相关的知识产权。TI 所发布的与第三方产品或服务有关的信息不能构成使用此类产品或服务的许可或与其相关的保证或认可。使用此类信息可能需要获得第三方的专利权或其它知识产权方面的许可, 或是 TI 的专利权或其它知识产权方面的许可。

TI 参考设计按"原样"提供。对于参考设计或者包括精度和完整性在内的直接、隐含或者法律规定的参考设计的使用, TI 不作出任何保证或声明。TI 不对任何隐含的适销性、针对特定用途的适用性、平静受益权、无干扰享有权, 以及与 TI 参考设计或其使用相关的任何第三方知识产权的非侵权作出任何保证。TI 不对任何与 TI 参考设计中提供的产品组合相关的或基于这些产品组合的第三方侵权声明负责, 并且不应为客户提供辩护或赔偿。不论是何原因造成任何实际的、特殊的、意外的、相应发生的或间接的损坏, 并且不论 TI 是否已经告知了 TI 参考设计的任何使用或 TI 参考设计的客户使用所造成的此类损坏的可能性, TI 都不应对此负责。

TI 保留根据 JESD46 最新标准, 对所提供的半导体产品和服务进行更正、增强、改进或其它更改的权限, 并有权根据 JESD48 最新标准中止提供任何产品和服务。客户在下订单前应获取最新的相关信息, 并验证这些信息是否完整且是最新的。所有产品的销售都遵循在订单确认时所提供的 TI 销售条款与条件。

TI 保证其所销售的组件的性能符合产品销售时 TI 半导体产品销售条件与条款的适用规范。仅在 TI 保证的范围内, 且 TI 认为有必要时才会使用测试或其它质量控制技术。除非适用法律做出了硬性规定, 否则没有必要对每种产品的所有参数进行测试。

TI 对应用帮助或客户产品设计不承担任何义务。客户应对其使用 TI 组件的产品和应用自行负责。为尽量减小与客户产品和应用相关的风险, 客户应提供充分的设计与操作安全措施。

对于 TI 数据手册、数据表或参考设计中的 TI 信息, 仅在没有对内容进行任何篡改且带有相关授权、条件、限制和声明的情况下才允许进行复制。TI 对此类篡改过的文件不承担任何责任。第三方信息可能受到其它限制条件的制约。

客户认可并同意, 尽管任何应用相关信息或支持仍可能由 TI 提供, 但他们将独力负责满足与其产品及其应用中使用的 TI 产品相关的所有法律、法规和安全相关要求。客户声明并同意, 他们具备制定与实施安全措施所需的全部专业技术和知识, 可预见故障的危险后果、监测故障及其后果、降低有可能造成人身伤害的故障的发生机率并采取适当的补救措施。客户将全额赔偿因在客户的安全关键应用中使用任何 TI 组件而对 TI 及其代理造成的任何损失。

在某些场合中, 为了推进安全相关应用有可能对 TI 组件进行特别的促销。借助于这样的组件, TI 的目标是帮助客户设计和创立其特有的可满足适用的功能安全性标准和要求的终端产品解决方案。尽管如此, 此类组件仍然服从这些条款。

TI 组件未获得用于 FDA Class III (或类似的生命攸关医疗设备) 的授权许可, 除非各方授权官员已经达成了专门管控此类使用的特别协议。

只有那些 TI 特别注明属于军用等级或"增强型塑料"的 TI 组件才是设计或专门用于军事/航空应用或环境的组件。客户认可并同意, 对还未指定面向军事或航空航天用途的 TI 组件进行军事或航空航天方面的应用, 其风险由客户单独承担, 并且由客户独力负责满足与此类使用相关的所有法律和法规要求。

TI 已明确指定符合 ISO/TS16949 要求的组件, 这些组件主要用于汽车。在任何情况下, 因使用非指定产品而无法达到 ISO/TS16949 要求, TI 将不承担任何责任。

Mailing Address: Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265
Copyright © 2015, Texas Instruments Incorporated

重要声明

德州仪器(TI) 及其下属子公司有权根据 JESD46 最新标准, 对所提供的产品和服务进行更正、修改、增强、改进或其它更改, 并有权根据 JESD48 最新标准中止提供任何产品和服务。客户在下订单前应获取最新的相关信息, 并验证这些信息是否完整且是最新的。所有产品的销售都遵循在订单确认时所提供的TI 销售条款与条件。

TI 保证其所销售的组件的性能符合产品销售时 TI 半导体产品销售条件与条款的适用规范。仅在 TI 保证的范围内, 且 TI 认为有必要时才会使用测试或其它质量控制技术。除非适用法律做出了硬性规定, 否则没有必要对每种组件的所有参数进行测试。

TI 对应用帮助或客户产品设计不承担任何义务。客户应对其使用 TI 组件的产品和应用自行负责。为尽量减小与客户产品和应用相关的风险, 客户应提供充分的设计与操作安全措施。

TI 不对任何 TI 专利权、版权、屏蔽作品权或其它与使用了 TI 组件或服务的组合设备、机器或流程相关的 TI 知识产权中授予的直接或间接版权限作出任何保证或解释。TI 所发布的与第三方产品或服务有关的信息, 不能构成从 TI 获得使用这些产品或服务的许可、授权、或认可。使用此类信息可能需要获得第三方的专利权或其它知识产权方面的许可, 或是 TI 的专利权或其它知识产权方面的许可。

对于 TI 的产品手册或数据表中 TI 信息的重要部分, 仅在没有对内容进行任何篡改且带有相关授权、条件、限制和声明的情况下才允许进行复制。TI 对此类篡改过的文件不承担任何责任或义务。复制第三方的信息可能需要服从额外的限制条件。

在转售 TI 组件或服务时, 如果对该组件或服务参数的陈述与 TI 标明的参数相比存在差异或虚假成分, 则会失去相关 TI 组件或服务的所有明示或暗示授权, 且这是不正当的、欺诈性商业行为。TI 对任何此类虚假陈述均不承担任何责任或义务。

客户认可并同意, 尽管任何应用相关信息或支持仍可能由 TI 提供, 但他们将独自负责满足与其产品及其应用中使用 TI 产品相关的所有法律、法规和安全相关要求。客户声明并同意, 他们具备制定与实施安全措施所需的全部专业技术和知识, 可预见故障的危险后果、监测故障及其后果、降低有可能造成人身伤害的故障的发生机率并采取适当的补救措施。客户将全额赔偿因在此类安全关键应用中使用任何 TI 组件而对 TI 及其代理造成的任何损失。

在某些场合中, 为了推进安全相关应用有可能对 TI 组件进行特别的促销。TI 的目标是利用此类组件帮助客户设计和创立其特有的可满足适用的功能安全性标准和要求的终端产品解决方案。尽管如此, 此类组件仍然服从这些条款。

TI 组件未获得用于 FDA Class III (或类似的生命攸关医疗设备) 的授权许可, 除非各方授权官员已经达成了专门管控此类使用的特别协议。

只有那些 TI 特别注明属于军用等级或“增强型塑料”的 TI 组件才是设计或专门用于军事/航空应用或环境的。购买者认可并同意, 对并非指定面向军事或航空航天用途的 TI 组件进行军事或航空航天方面的应用, 其风险由客户单独承担, 并且由客户独自负责满足与此类使用相关的所有法律和法规要求。

TI 已明确指定符合 ISO/TS16949 要求的产品, 这些产品主要用于汽车。在任何情况下, 因使用非指定产品而无法达到 ISO/TS16949 要求, TI 不承担任何责任。

	产品		应用
数字音频	www.ti.com.cn/audio	通信与电信	www.ti.com.cn/telecom
放大器和线性器件	www.ti.com.cn/amplifiers	计算机及周边	www.ti.com.cn/computer
数据转换器	www.ti.com.cn/dataconverters	消费电子	www.ti.com.cn/consumer-apps
DLP® 产品	www.dlp.com	能源	www.ti.com.cn/energy
DSP - 数字信号处理器	www.ti.com.cn/dsp	工业应用	www.ti.com.cn/industrial
时钟和计时器	www.ti.com.cn/clockandtimers	医疗电子	www.ti.com.cn/medical
接口	www.ti.com.cn/interface	安防应用	www.ti.com.cn/security
逻辑	www.ti.com.cn/logic	汽车电子	www.ti.com.cn/automotive
电源管理	www.ti.com.cn/power	视频和影像	www.ti.com.cn/video
微控制器 (MCU)	www.ti.com.cn/microcontrollers		
RFID 系统	www.ti.com.cn/rfidsys		
OMAP应用处理器	www.ti.com.cn/omap		
无线连通性	www.ti.com.cn/wirelessconnectivity	德州仪器在线技术支持社区	www.deyisupport.com

Mailing Address: Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265
Copyright © 2015, Texas Instruments Incorporated