

EVM User's Guide: EV2500

EV2500 用户指南



说明

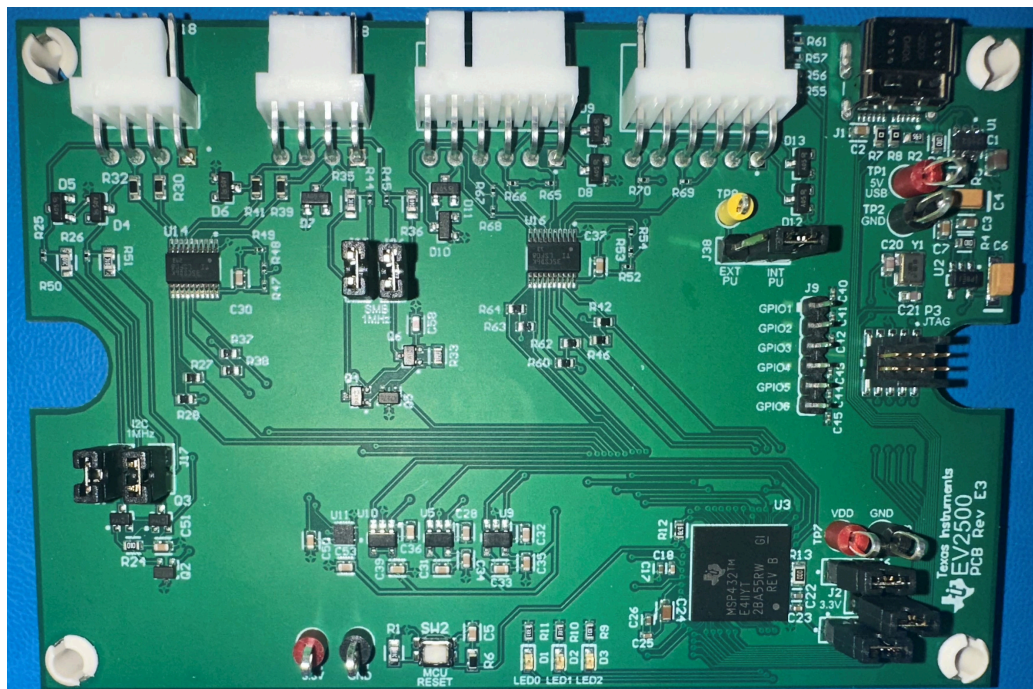
EV2500 EVM 接口板使运行 Microsoft Windows 并带有兼容人机接口器件 (HID) 驱动程序的 PC 能够通过通用串行总线 Type-C (USB-C) 端口与 TI SMBus 和 I²C 接口电量监测计通信。未来的固件更新将提供 SPI 和 UART 功能。除了该板, 还需要 PC 软件来解读电量监测计数据, 才能构成完整的评估系统。

应用

- 便携式计算机
- 智能手机
- 无线音箱

特性

- 完全通过 USB-C 端口供电。
- USB 和 SMBus/I²C 接口之间的使用简单 API 的完整接口。
- 可对使用 1.2V 至 5V 的器件进行全电压转换。
- 支持 1MHz I²C 和 SMBus 通信。



1 评估模块概述

1.1 简介

EV2500 EVM 接口板支持用户使用 SMBus 和 I²C 接口与 TI 电量监测计通信 (将来更新将支持 SPI/UART)。因此,在与 Battery Management Studio GUI 配合使用时,用户可以更改配置、日志数据和其他功能。EV2500 是之前 EV2400 的升级版本,支持在 I²C 和 SMBus 上实现 1MHz 通信速度,备不同的电压上拉选项以及其他新功能。

此电路板仅用于评估目的,不支持生产。

1.2 套件内容

- EV2500 电路模块
- 4 引脚插座到插座连接器

1.3 规格

EV2500 使用 MSP432E411Y 控制器作为通信的主要主机。控制器固件存储在闪存中,并在加电时由内核执行。

1.4 器件信息

EV2500 通过 MSP432E411 从器件和主机发送和接收信息,同时使用 LSF0108DGS 在控制器和所连接器件之间进行电平转换。使用 TPS73618DBVR (1.8V)、TPS73633DBVR (3.3V)、TPS73601DBVR (1.2V) 和 TLV76750DRVT (5V) 创建内部 LDO 系统。

2 硬件

2.1 电源要求

EV2500 使用连接到主机计算机上的 USB 端口供电。

2.2 设置

图 2-1 显示了计算机和 TI 电池电量计之间使用 EV2500 进行通信的典型设置。以下各节介绍 EV2500 上可用的每一个跳线选项。

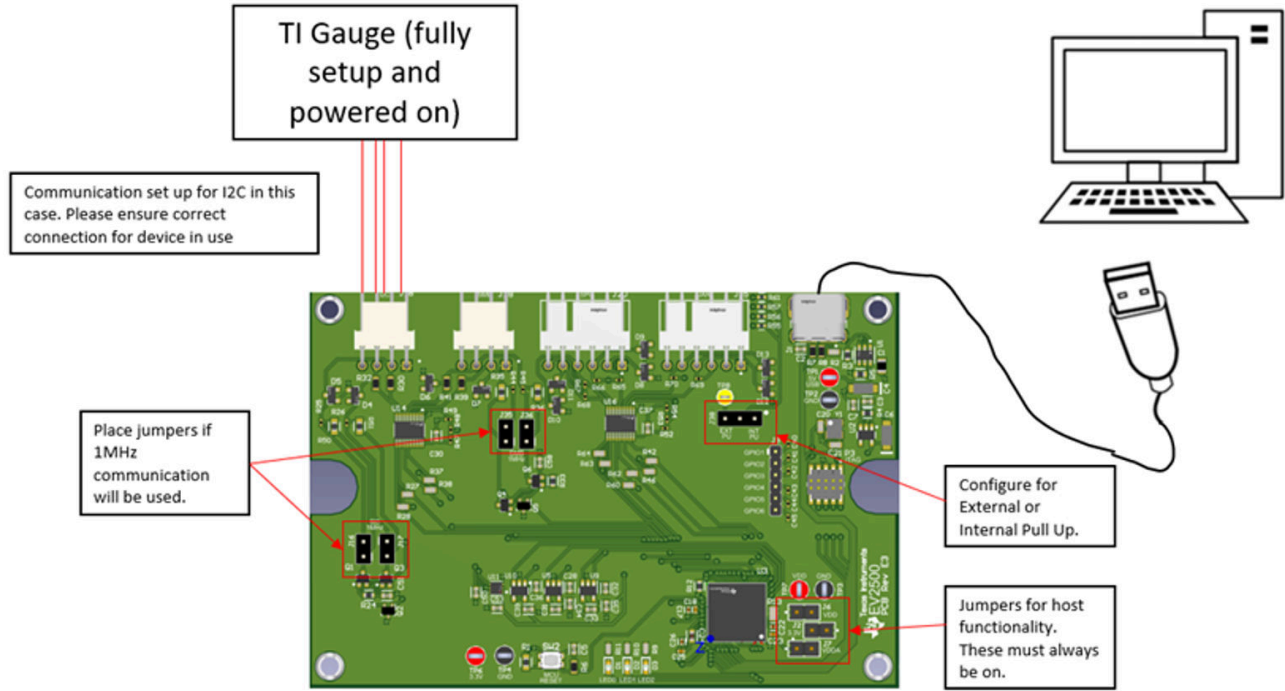


图 2-1. 设置和配置

2.3 接头信息

2.3.1 USB 接口

接口板连接到主机计算机上的 USB 端口，并由该端口供电。USB 上的所有通信均为人机接口设备 (HID) 类。

2.3.2 通信接口

表 2-1 中介绍了 EV2500 接口。

表 2-1. 通信接口

参考指示符	功能	功能
J18 : I ² C	I ² C 接口端口	用于连接目标 I ² C 器件的端子块
J28 : SMBus	SMBus 接口端口	用于连接目标 SMBUS 器件的端子块
J20 : SPI	SPI 接口端口	用于连接目标 SPI 器件的端子块
J15 : UART	UART 接口端口	用于连接目标 UART 器件的端子块

2.3.3 GPIO 接口 (未来实现)

EV2500 有 6 个连接到 EV2500 主机的可编程 GPIO 引脚。如果用户要对这些引脚进行编程，需要使用 JTAG 连接 (P3) 对 MSP432 主机进行编程或使用引导加载程序对其进行编程。未来的固件更新中会提供 GPIO 支持。

2.4 跳线信息

2.4.1 上拉接口

EV2500 有两个连接到通信线路的上拉电压选项：内部和外部。J38 接头的方向决定了选择哪个选项。

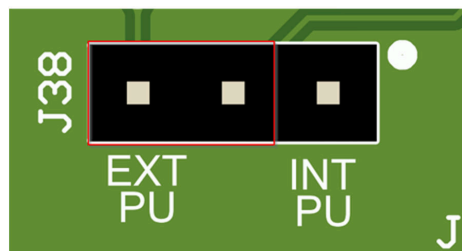


图 2-2. 外部上拉配置

如果配置了外部上拉电阻，则可以选择 1.2V 至 5V 之间的任何电压。电压需要通过连接到 EXT PU 的测试点 TP8 来从外部供电，或通过在每个连接的 VVOD 引脚处连接到目标器件进行外部供电。在提供外部电压之前，请确认 J28 的接头配置正确。

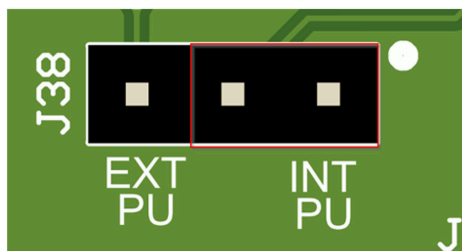


图 2-3. 内部上拉配置

如果选择了内部上拉选项，则 EV2500 使用板载 LDO 系统将电压上拉至 1.2V、1.8V、3.3V 或 5V。可以通过 bqStudio 向主机发送命令来更改这些选项。如果使用了 LDO 系统，请确认已针对此选项正确配置 J38 接头。

2.4.2 1MHz 上拉接口

EV2500 具有可配置选项，在 I²C 或 SMBus 采用 1MHz 通信速度时，这些选项支持启用更强的上拉电阻。只要使用 1MHz 通信，就必须将跳线置于相应的跳线上。

在此电路板上，J16 和 J17 用于 I²C 上拉选项，J35 和 J36 用于 SMBus 上拉选项，如图 2-4 所示。

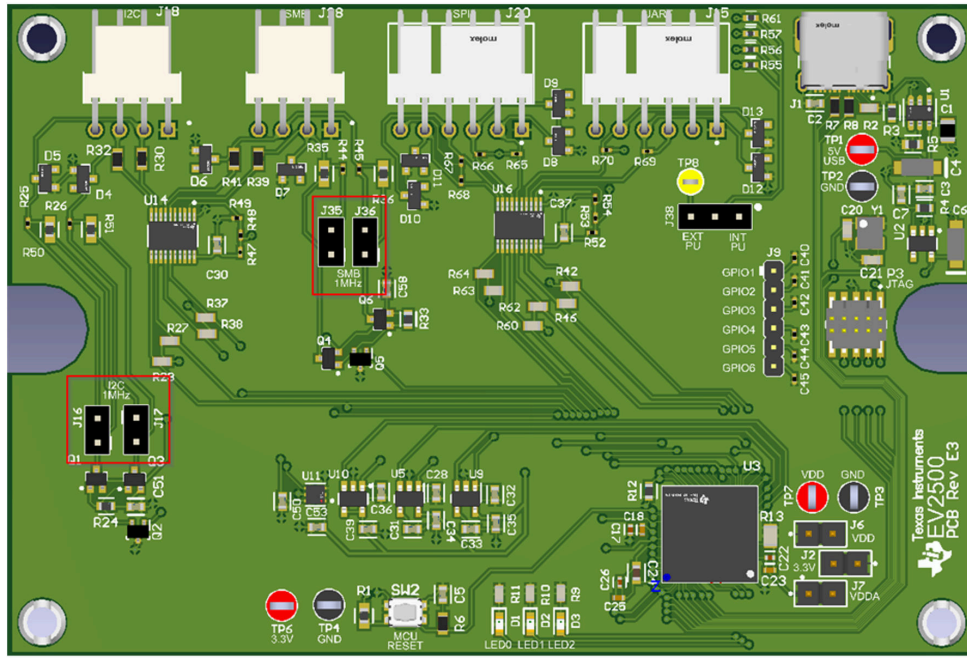


图 2-4. SMBus 和 I2C 1MHz 上拉接头位置

2.4.3 MCU 电源接头

MCU 旁边是三个接头，这些接头允许为 MCU 正确供电。J2、J6 和 J7 接头选项应始终连接跳线。

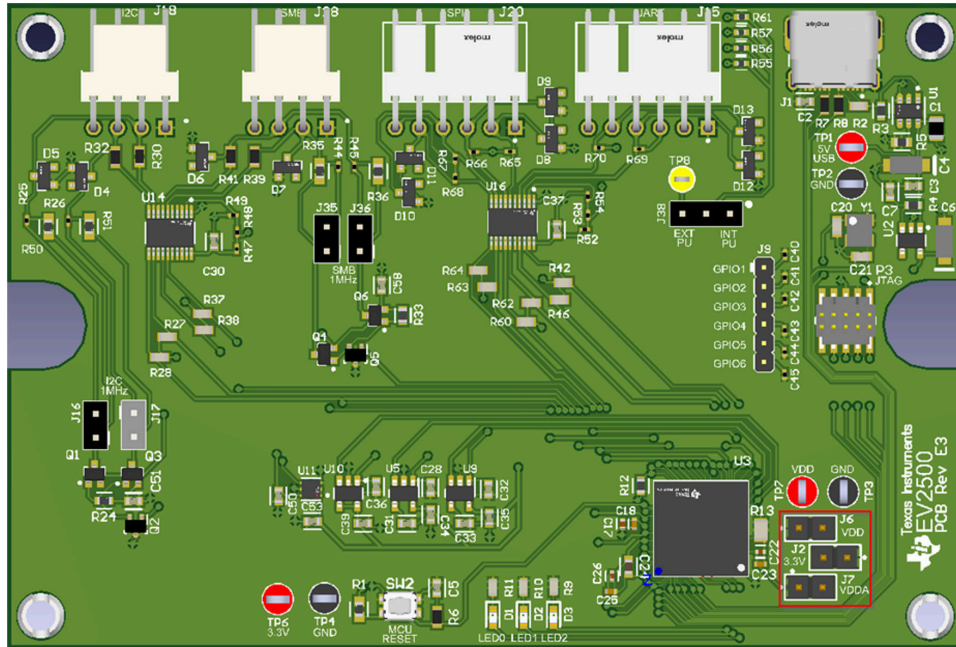


图 2-5. MCU 电源接头位置

2.5 按钮

电路板上的单个按钮为 SW2，这是 MCU 的复位按钮。按下此按钮会使 MCU 复位。

2.6 接口

2.6.1 概述

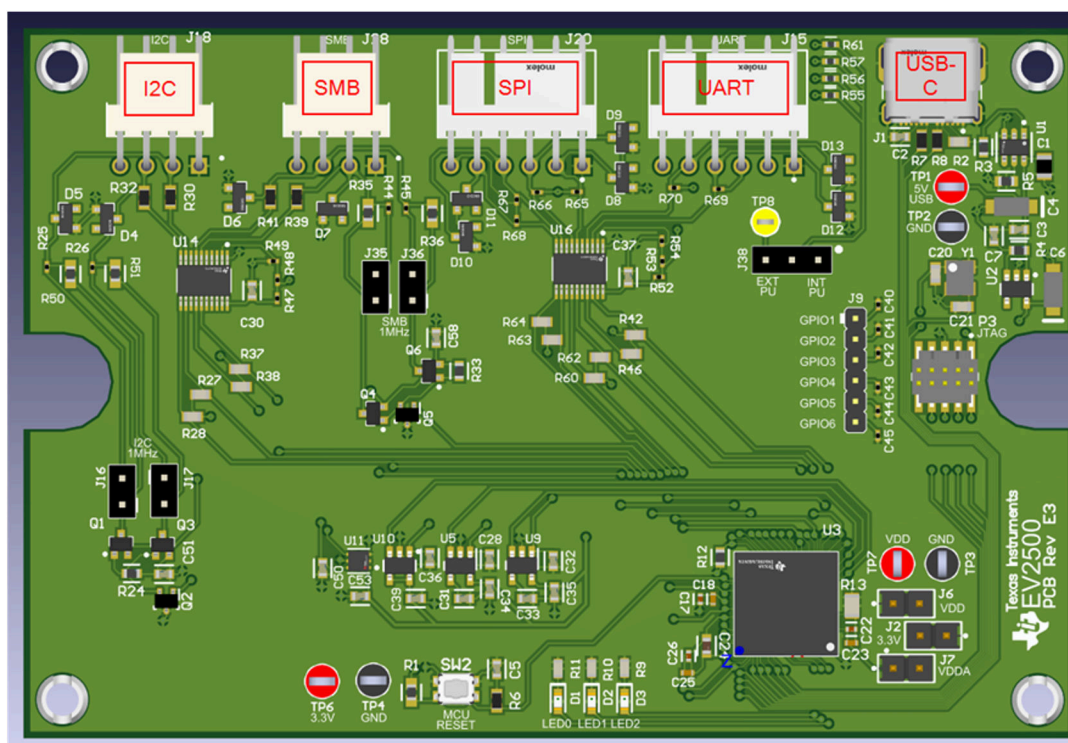


图 2-6. EV2500 接口连接概览

2.6.2 I²C 接口

I²C 接口支持主机计算机通过在 I²C 总线上具有节点的两线制 I²C 接口与电池监控器件和 EEPROM 等 I²C 接口进行交互。将 SCL、SDA 和 GND 连接到目标器件。如果目标使用的电压不是 EV2500 的 LDO 系统提供的电压，V_{VOD} 可用于从外部对线路进行上拉操作。引脚基准位于电路板的背面。

表 2-2. I²C 接口

引脚	名称	说明
1	VSS	I ² C 接口的接地。
2	SCL	I ² C 时钟连接。该线路可由 EV2500 上拉至 1.2V、1.8V、3.3V 或 5V，也可以通过外部手段上拉至 1.2V 至 5V 范围内的任意电压。通信速度可以在 100kHz、400kHz 和 1MHz 之间变化。
3	SDA	I ² C 数据连接。该线路可由 EV2500 上拉至 1.2V、1.8V、3.3V 或 5V，也可以通过外部手段上拉至 1.2V 至 5V 范围内的任意电压。通信速度可以在 100kHz、400kHz 和 1MHz 之间变化。
4	V _{VOD}	可选电压连接。如果选择了外部 PU，此引脚可提供上拉所需的电压。如果选择了内部 PU，请确保此线路上不存在电压。

2.6.3 SMBus 接口

SMBus 接口使主机计算机能够与采用 SMBUS 协议的节点进行交互。将 SCL、SDA 和 GND 连接至目标器件。如果目标使用的电压不是 EV2500 的 LDO 系统提供的电压，VWOD 可用于从外部对线路进行上拉操作。引脚基准位于电路板的背面。

表 2-3. SMBus 接口

引脚	名称	说明
1	VSS	SMBus 接口的接地。
2	SCL	SMBus 时钟连接。该线路可由 EV2500 上拉至 1.2V、1.8V、3.3V 或 5V，也可以通过外部手段上拉至 1.2V 至 5V 范围内的任意电压。通信速度可以在 100kHz、400kHz 和 1MHz 之间变化。
3	SDA	SMBus 数据连接。该线路可由 EV2500 上拉至 1.2V、1.8V、3.3V 或 5V，也可以通过外部手段上拉至 1.2V 至 5V 范围内的任意电压。通信速度可以在 100kHz、400kHz 和 1MHz 之间变化。
4	VWOD	可选电压连接。如果选择了外部 PU，此引脚可提供上拉所需的电压。如果选择了内部 PU，请确保此线路上不存在电压。

2.6.4 SPI 接口 (未来实现)

借助 SPI 接口，主机计算机可以通过 4 线 SPI 接口与 SPI 接口 (例如，电池监控器件) 进行交互。将 VSS、SPICS、SPICLK、SPIDO 和 SPIDI 连接到目标器件。为确保信号完整性，这些线路连接了上拉电阻器，请确认上拉电压设置正确。如果目标使用的电压不是 EV2500 的 LDO 系统提供的电压，VWOD 可用于从外部对线路进行上拉操作。

表 2-4. SPI 接口

引脚	名称	说明
1	VSS	SPI 接口的接地。
2	SPICS	SPI 芯片选择连接。该线路可由 EV2500 上拉至 1.2V、1.8V、3.3V 或 5V，也可以通过外部手段上拉至 1.2V 至 5V 范围内的任意电压。
3	SPICLK	SPI 时钟数据连接。该线路可由 EV2500 上拉至 1.2V、1.8V、3.3V 或 5V，也可以通过外部手段上拉至 1.2V 至 5V 范围内的任意电压。
4	SPIDO	SPI 数据输出逻辑。此线路包含从 EV2500 主机发送的信息。该线路可由 EV2500 上拉至 1.2V、1.8V、3.3V 或 5V，也可以通过外部手段上拉至 1.2V 至 5V 范围内的任意电压。
5	SPIDI	SPI 数据输入连接。此线路包含从目标器件接收的信息。该线路可由 EV2500 上拉至 1.2V、1.8V、3.3V 或 5V，也可以通过外部手段上拉至 1.2V 至 5V 范围内的任意电压。
6	VWOD	可选电压连接。如果选择了外部 PU，此引脚可提供上拉所需的电压。如果选择了内部 PU，请确保此线路上不存在电压。

2.6.5 UART 接口 (未来实现)

借助 UART 接口，主机计算机可以通过 2 线 UART 接口与 UART 接口（例如，电池监控器件）进行交互。将 VSS、TXD 和 RXD 连接到目标器件。为确保信号完整性，这些线路连接了上拉电阻器，请确认上拉电压设置正确。如果目标使用的电压不是 EV2500 的 LDO 系统提供的电压，VVD 可用于从外部对线路进行上拉操作。

表 2-5. UART 接口

引脚	名称	说明
1	VSS	UART 接口的接地。
2	开路	开放端口，可以保持悬空和断开。
3	VVD	可选电压连接。如果选择了外部 PU，此引脚可提供上拉所需的电压。如果选择了内部 PU，请确保此线路上不存在电压。
4	TXD	UART 目标封装的连接线路。此线路包含从 EV2500 主机发送的信息。该线路可由 EV2500 上拉至 1.2V、1.8V、3.3V 或 5V，也可以通过外部手段上拉至 1.2V 至 5V 范围内的任意电压。
5	RXD	UART 接收包的连接线路。此线路包含从目标器件发送的信息。该线路可由 EV2500 上拉至 1.2V、1.8V、3.3V 或 5V，也可以通过外部手段上拉至 1.2V 至 5V 范围内的任意电压。
6	开路	开放端口，可以保持悬空和断开。

3 软件

3.1 软件说明

EV2500 已经过预编程，包含立即开始测试所需的固件。有关未来更新的编程说明，请参见节 3.5。

3.2 软件安装

3.3 GUI 安装

请访问 Battery Management Studio 页面来查看安装说明。<https://www.ti.com/tool/BQSTUDIO>

3.4 软件开发

3.5 编程选项

对于未来的实施，可以使用 TI 的 [LMFLASHPROGRAMMER](#) 对 EV2500 进行编程。下载此工具，然后再进行下一步。

首先，将 EV2500 置于 ROM 模式。这是通过断开器件电源并在 I2C 接口的 SCL 和 GND 之间放置跳线来完成，如图 3-1 所示。

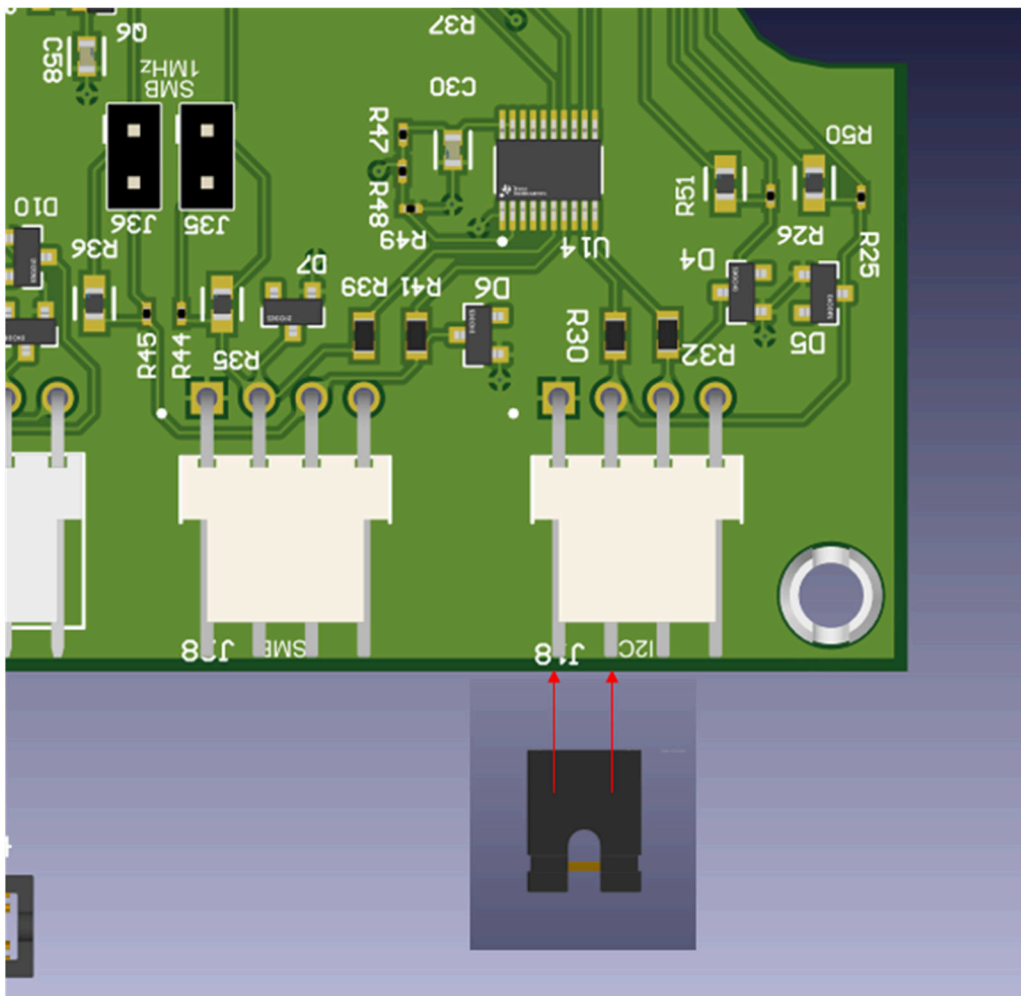


图 3-1. 引导加载程序跳线的放置

放置跳线后，连接到 USB-C 端口为 EV2500 供电。当即使已通电但指示灯仍熄灭时，用户知道 EV2500 处于 ROM 模式。如果 LED 仍然亮起，请重试此过程。

打开 [LMFLASHPROGRAMMER](#) 应用程序并导航至“Configuration”选项卡。在“Interface”下拉列表中，选择“USB DFU”并按“refresh”。如果器件处于 ROM 模式，可以看到“Tiva Device Firmware Update”选项。观察到这一情况后，从 I2C 接口上移除 SCL/GND 跳线，如图 3-2 所示。

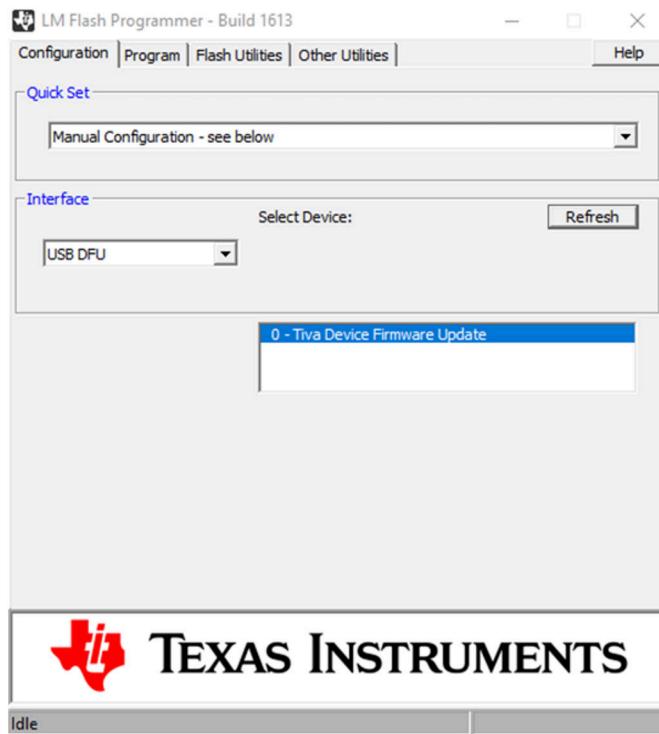


图 3-2. LMFLASHPROGRAMMER 配置

接下来，点击“Program”选项卡，选择包含更新固件的 .bin 文件，然后按“Program”。如果成功完成此操作，则在编程完成后，LED 会重新亮起。

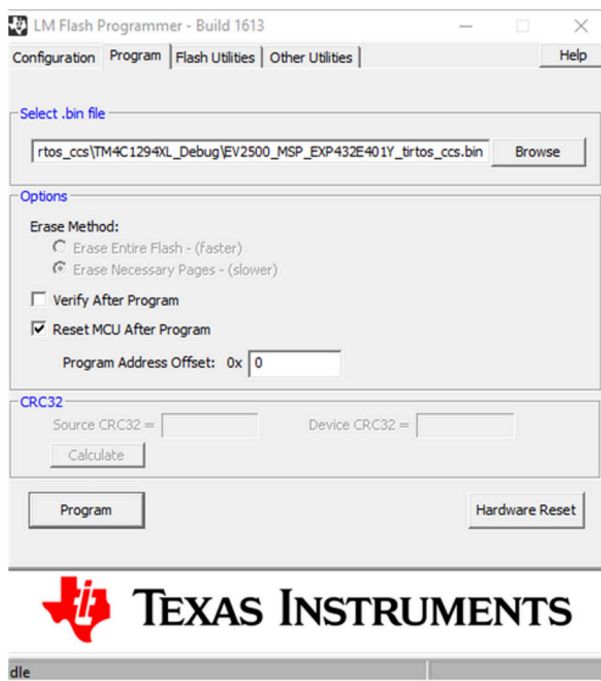


图 3-3. LMFLASHPROGRAMMER 编程

4 硬件设计文件

4.1 原理图

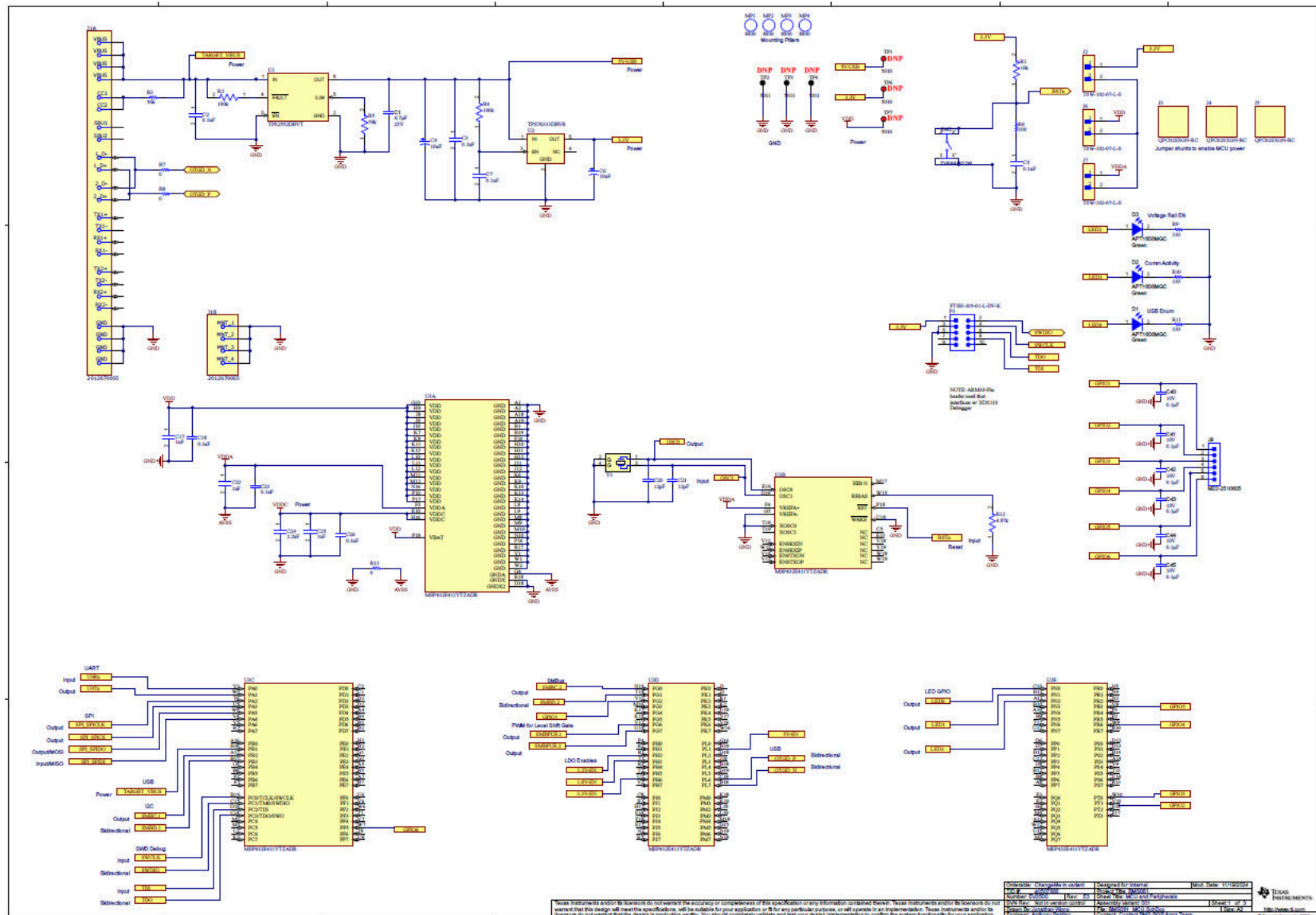


图 4-1. BMS061 MCU 和外设

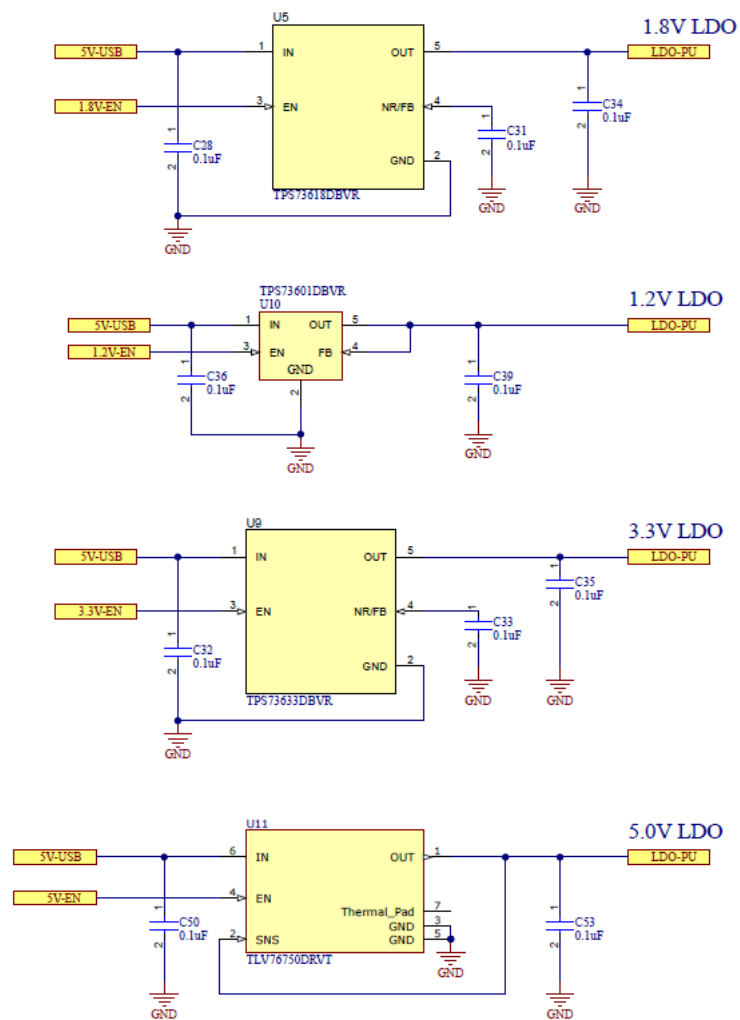


图 4-2. BMS061 偏置电源



4.2 PCB 布局

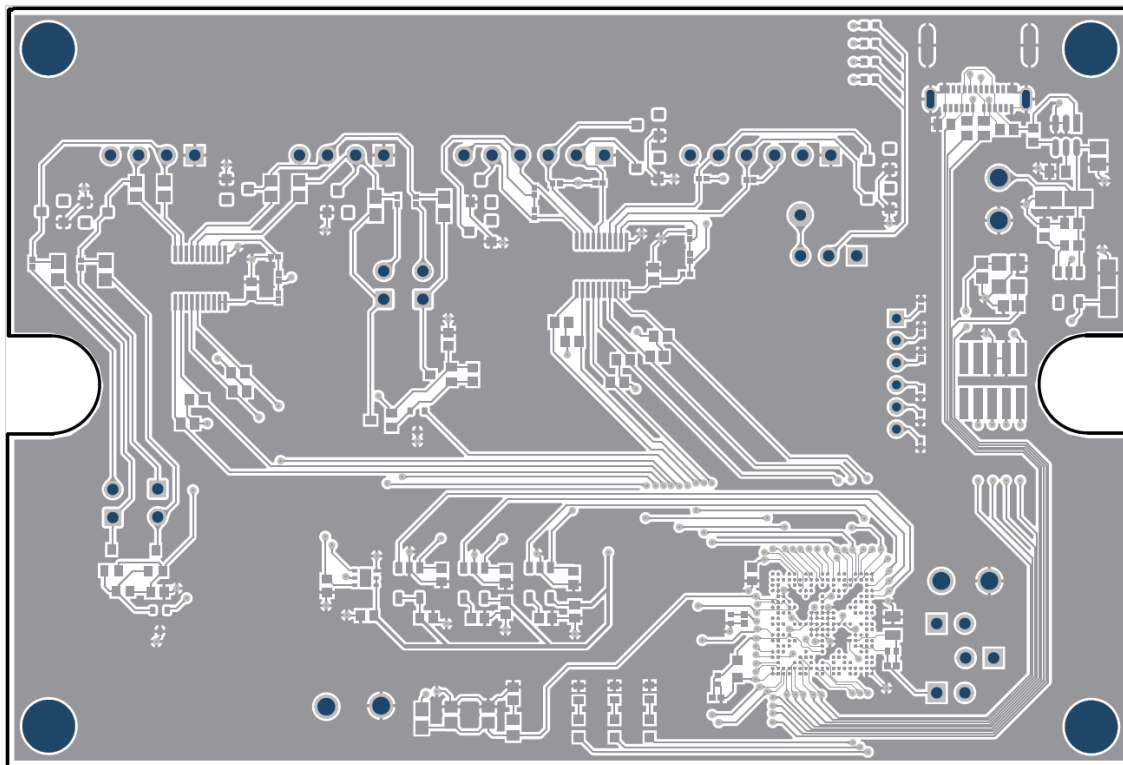


图 4-4. EV2500E3 顶层

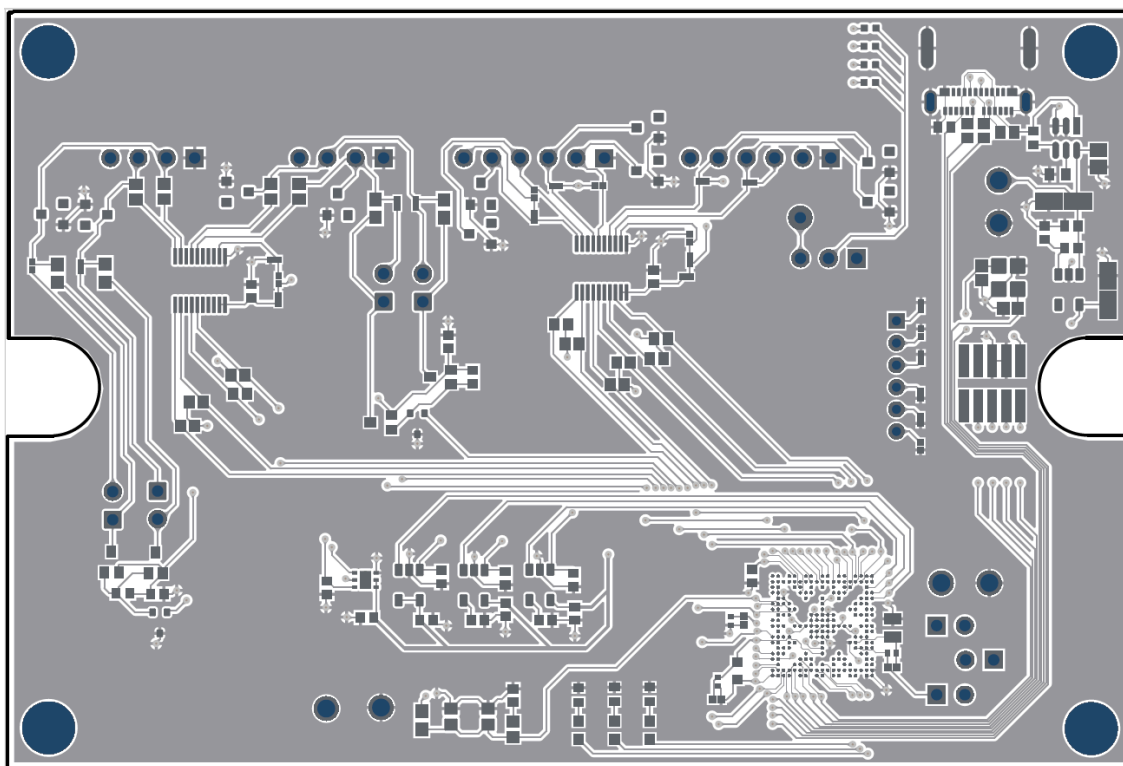


图 4-5. EV2500E3 顶层掩膜

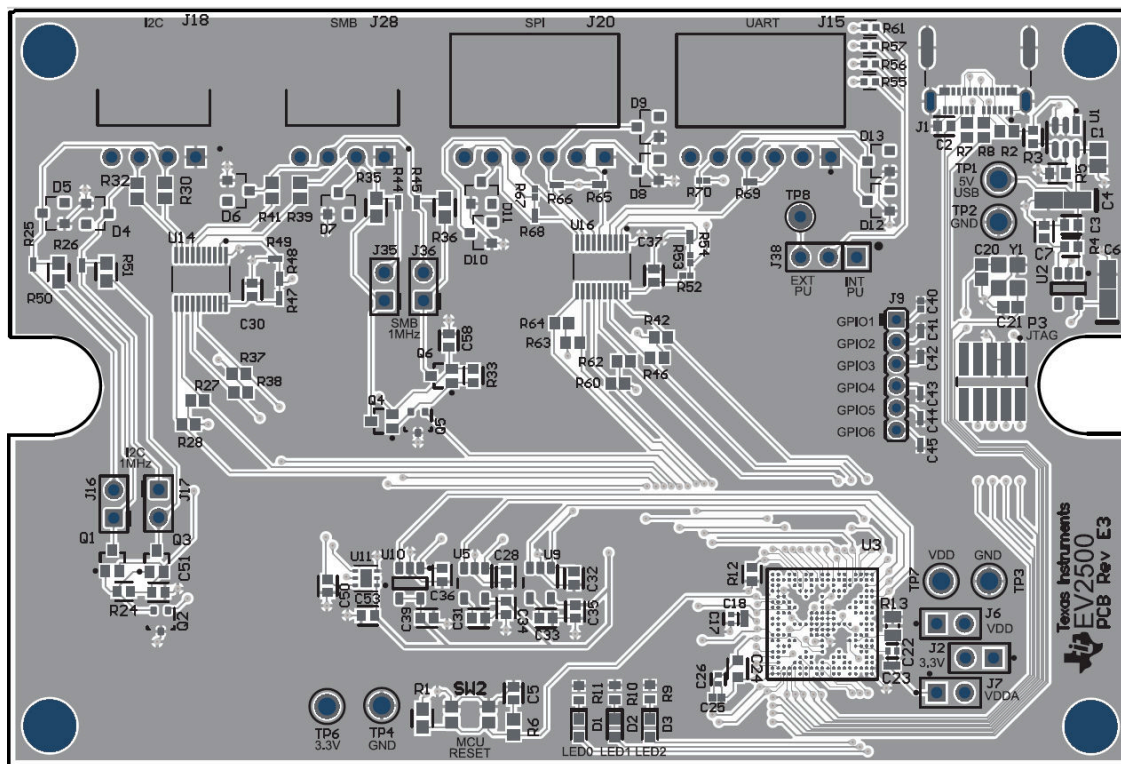


图 4-6. EV2500E3 俯视图合成图

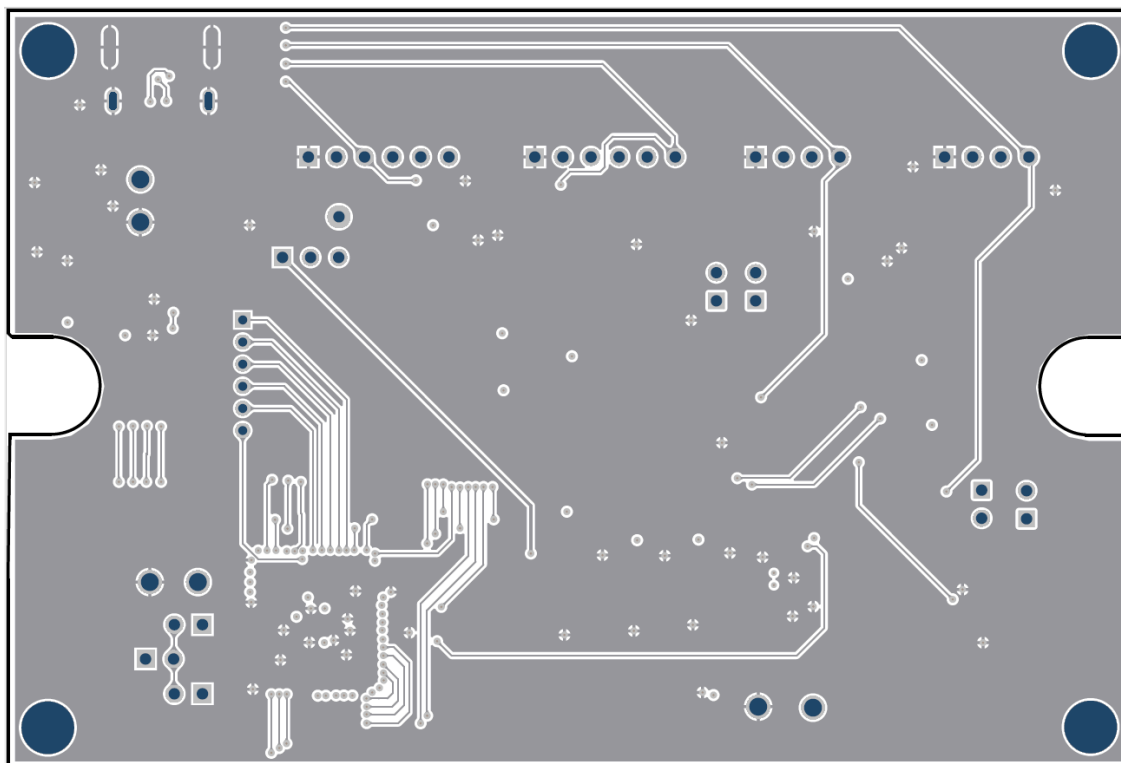


图 4-7. EV2500E3 底层

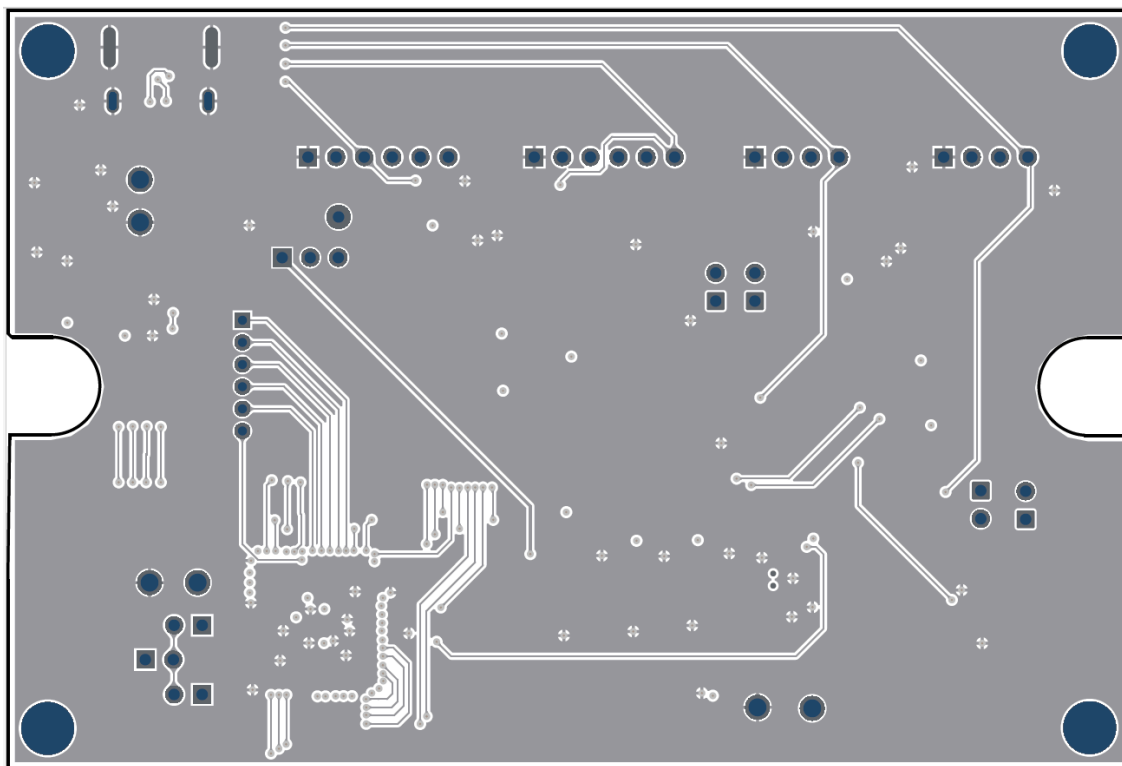


图 4-8. EV2500E3 底层掩膜

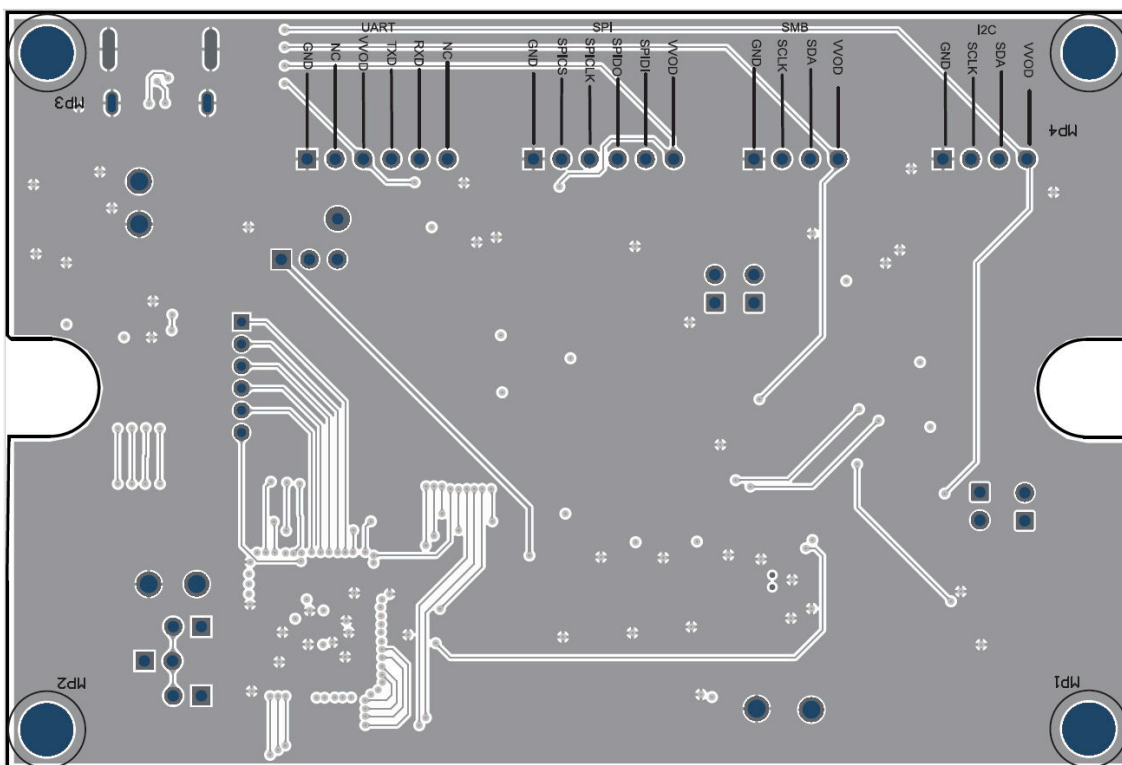


图 4-9. EV2500E3 底部复合视图

4.3 物料清单 (BOM)

表 4-1. EV2500 REV E3 物料清单

条目	位号	数量	值	器件型号	制造商	说明	封装参考
1	C1	1	4.7μF	CGA4J1X7R1E475K125 AC	TDK	电容, 陶瓷, 4.7μF, 25V, +/-10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 0805	0805
2	C2、C3、C5、C7、 C28、C30、C31、C32、 C33、C34、C35、C36、 C37、C39、C50、C51、 C53、C58	18	0.10 μF	C0603C104K5RACTU	KEMET	电容, 陶瓷, 0.1UF, 50V, X7R, 0603 , C0603C104K5RACTU	
3	C4、C6	2		T491A106K010AT	Kemet	钽电容器, 10uF, +/- 10%, 10V, -55 至 125°C, 2 引脚 SMD (1206), RoHS, 卷带包装 T491A106K010AT	
4	C17、C22、C25	3		GRM155R70J105KA12D		通用片状多层陶瓷电容器, 0402, 1.0uF, X7R, 15%, 10%, 6.3V, GRM155R70J105KA12D	
5	C18、C23、C26	3		GRM155R71A104KA01D	Murata	片式电容器, 0.1uF, +/- 10%, 10V, -55 至 125°C, 0402 (公制 1005), RoHS, 卷带包装 GRM155R71A104KA01D	
6	C20、C21	2		VJ0603A120JXACW1BC	Vitramon	VJ0603A120JXACW1BC	
7	C24	1		GRM188Z71C225KE43D		通用片状多层陶瓷电容器, 0603, 2.2uF, X7R, 15%, 10%, 16V, GRM188Z71C225KE43D	
8	C40、C41、C42、C43、 C44、C45	6	0.1uF	GRM033R61A104KE84D	MuRata	电容, 陶瓷, 0.1μF, 10V, +/-10%, X5R, 0201	0201
9	D1、D2、D3	3	绿色	APT1608MGC	KINGBRIGHT	LED, 绿色, SMD	0603(1608)
10	D4、D5、D6、D7、D8、 D9、D10、D11、D12、 D13	10		DLP05LC-7-F	Diodes Inc	11V 钳位 17A (8/20μs) lpp Tv 二极管表面贴装 SOT-23-3	SOT-23-3
11	J1	1		2012670005	Molex	USB-C (USB TYPE-C) USB 3.2 第 2 代 (USB 3.1 第 2 代, 超高速+ (USB 3.1)) 母座连接器 24 位置表面 贴装, 直角; 穿孔	CONN_USB_9MM39 _8MM21
12	J2、J6、J7	3		TSW-102-07-L-S		连接器接头垂直 2 位 2.54mm	
13	J3、J4、J5、J19、J21、 J29、J30、J31	8		QPC02SXGN-RC	Sullins	连接跳线短接 0.100" 金色	

表 4-1. EV2500 REV E3 物料清单 (续)

条目	位号	数量	值	器件型号	制造商	说明	封装参考
14	J9	1		M22-2510605	Harwin	接头, 2mm, 6x1, 金, TH	接头, 2mm, 6x1, TH
15	J15、J20	2		22053061		连接器接头, R/A, 6POS, 2.54mm	
16	J16、J17、J35、J36	4		PEC02SAAN	Sullins Connector Solutions	接头, 100mil, 2x1, 锡, TH	接头, 2 引脚, 100mil, 锡
17	J18、J28	2		22053041	Molex	连接器接头, R/A, 4POS, 2.54mm	
18	J38	1		PEC03SAAN	Sullins Connector Solutions	接头, 100mil, 3x1, 锡, TH	接头, 3 引脚, 100mil, 锡
19	MP1、MP2、MP3、MP4	4		36-8830-ND	Keystone Electronics	板式 SPT 卡扣安装螺钉 MNT 3/16	
20	P3	1		FTSH-105-01-L-DV-K	Samtec	公头接头、间距 1.27mm, 2 x 5 位置, 高度 6.25mm	
21	Q1、Q3、Q4、Q6	4		DMG1013UW-7	Diodes Inc	P 沟道增强型模式 MOSFET, 310mW, 20V, -55 至 150°C, 3 引脚 SOT-323, RoHS, 卷带包装	
22	Q2、Q5	2	60V	2N7002W-7-F	Diodes Inc.	MOSFET, N 沟道, 60V, 0.115A, SOT-323	SOT-323
23	R1、R35、R36、R50、R51	5		CRCW060310K0FKEC		电阻厚膜, 10k Ω , 1%, 0.1W, 100ppm/°C, 0603 CRCW060310K0FKEC	
24	R2、R4、R24、R33	4		CRCW0603100KFKEA		电阻厚膜, 100k Ω , 1%, 0.1W, 100ppm/°C, 0603 CRCW0603100KFKEA	
25	R3	1		CRCW060356K0FKEA	Vishay Dale	CRCW060356K0FKEA	
26	R5	1		CRCW060359K0FKEA		电阻厚膜, 59k Ω , 1%, 0.1W, 100ppm/°C, 0603 CRCW060359K0FKEA	
27	R6、R30、R32、R39、R41	5		CRCW0603100RFKEA	Vishay Semiconductor	片式电阻器, 100 Ohm, +/- 1%, 100mW, -55 至 155°C, 0603 (公制 1608), RoHS, 卷带包装 CRCW0603100RFKEA	0603
28	R7、R8	2		CRCW06030000Z0EA	Vishay Semiconductor	片式电阻器, 0 Ohm, 跳线, 100mW, -55 至 155°C, 0603 (公制 1608), RoHS, 卷带包装 CRCW06030000Z0EA	0603
29	R9、R10、R11	3		RC0603JR-07330RL	Yageo	片式电阻器, 330 Ohm, +/- 5%, 50 V, -55 至 155°C, 0603 (公制 1608), -40 至 155°C, RoHS, 卷带包装 RC0603JR-07330RL	

表 4-1. EV2500 REV E3 物料清单 (续)

条目	位号	数量	值	器件型号	制造商	说明	封装参考
30	R12	1		CRCW06034K87FKEA		电阻厚膜, 4.87k Ω , 1%, 0.1W, 100ppm/ $^{\circ}$ C, 0603 CRCW06034K87FKEA	
31	R13	1		CRCW08050000Z0EA	Vishay Dale	CRCW08050000Z0EA	
32	R25、R26、R44、R45、 R65、R66、R67、R68、 R69、R70	10	3.00k	RC0201FR-7D3KL	Yageo America	电阻, 3.00k, 1%, 0.05W, 0201	0201
33	R27、R28、R37、R38、 R42、R46、R60、R62、 R63、R64	10		CRCW06031K40FKEA	Vishay Dale	CRCW06031K40FKEA	
34	R47、R52	2	200k	RC0201DR-07200KL	Yageo America	电阻, 200k, 0.5%, 0.05W, 0201	0201
35	R48、R53	2	1.0Meg	RC0201JR-071ML	Yageo America	电阻, 1.0M, 5%, 0.05W, 0201	0201
36	R49、R54	2	143k	RC0201FR-07143KL	Yageo America	电阻, 143k, 1%, 0.05W, 0201	0201
37	R55、R56、R57、R61	4	0	CRCW04020000Z0EDHP	Vishay Dale	电阻厚膜, 0 Ω , 0.2W, 0402	0402
38	SW2	1		EVPAAM02W	Panasonic	触控式开关, 单刀单掷-常开 0.02A/15V	SMT_SW_3MM5_2 MM9
39	TP1、TP6、TP7	3		36-5010-ND	Keystone	测试点, 红色, 穿孔, RoHS, 大容量	5010
40	TP2、TP3、TP4	3		36-5011-ND	Keystone	测试点, 黑色, 穿孔, RoHS, 大容量	5011
41	TP8	1		5004	Keystone Electronics	测试点, 微型, 黄色, TH	黄色微型测试点
42	U1	1		TPS2552DBVT		IC 电源开关 N 沟道 1:1 SOT23-6	
43	U2	1		TPS76333DBVR	德州仪器 (TI)	单通道输出 LDO, 150mA, 固定 3.3V 输出, 2.7 至 10V 输入, 具有低 IQ, 5 引脚 SOT-23 (DBV), -40 至 125 摄氏度, 绿色环保 (RoHS, 无铍/溴)	DBV0005A
44	U3	1		MSP432E411YTZADR		IC MCU 32 位 1MB 闪存 212NFBGA	
45	U5	1		TPS73618DBVR	德州仪器 (TI)	单路输出 LDO, 400mA, 可调电压 (1.2 至 5.5V), 无电容器, 低噪声, 反向电流保护, DBV0005A (SOT-23-5)	DBV0005A
46	U9	1		TPS73633DBVR	德州仪器 (TI)	单通道输出低噪声 LDO, 400mA, 固定 3.3V 输出, 1.7V 至 5.5V 输入, 具有反向电流保护, 5 引脚 SOT-23 (DBV), -40 至 85 $^{\circ}$ C, 绿色环保 (符合 RoHS 标准, 无铍/溴)	DBV0005A

表 4-1. EV2500 REV E3 物料清单 (续)

条目	位号	数量	值	器件型号	制造商	说明	封装参考
47	U10	1		TPS73601DBVR	德州仪器 (TI)	单通道输出低噪声 LDO，400mA，可调 1.2 至 5.5V 输出，1.7 至 5.5V 输入，具有反向电流保护，5 引脚 SOT-23 (DBV)，-40 至 85°C，绿色环保 (符合 RoHS 标准，无镉/溴)	DBV0005A
48	U11	1		TLV76750DRV7T	德州仪器 (TI)	线性稳压器 IC 1 输出 1A 6-WSO6 (2x2)	WSO6
49	U14、U16	2		LSF0108DGS	德州仪器 (TI)	汽车类 8 通道多电压电平转换器	VSSOP20
50	Y1	1		603-25-261	Fox Electronics	晶体，25MHz，20ppm，8pF，SMD	封装 3.2x2.5mm
51		1		2177961042	Molex	4 位电缆组件矩形插座到插座 0.984' (300.00mm，11.81")	

5 其他信息

5.1 商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

6 相关文档

- 德州仪器 (TI) , [BQSTUDIO](#)
- 德州仪器 (TI) , [LMFLASHPROGRAMMER](#)

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