

# EVM User's Guide: TPS25730EVM

## TPS25730 评估模块



### 说明

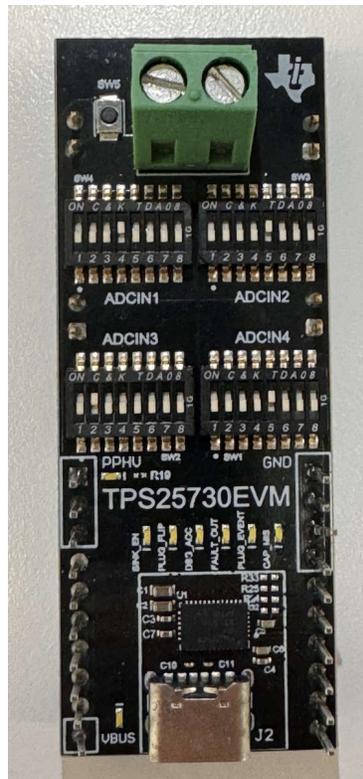
TPS25730D 是一款独立式 USB Type-C® 和电力输送 (PD) 控制器，可在 USB Type-C 连接器处提供电缆插拔和方向检测功能。进行电缆插拔和方向检测时，TPS25730D 器件会在 CC 线上使用 USB-PD 协议进行通信。连接后，TPS25730D 会启用电源路径。完成电缆检测和 USB-PD 协商后，协商后的电压将通过电源路径。此外，EVM 具有可通过接头进行访问以用于调试的 I2C 接口，以及用于信号探测的各种测试点。

### 开始使用

1. 在 [ti.com](https://www.ti.com) 上订购 EVM
2. 下载数据表 ([SLVSGP9](#))
3. 下载技术参考手册 ([SLVUCJ7](#))
4. 获取 USB PD 源，例如 [TPS25750EVM](#)

### 特性

- 纯受电
- 电阻器可配置
- 无需固件开发或外部存储器
- 最小电压和最大电压可配置
- 工作电流和最大电流可配置
- 能力不匹配



TPS25730EVM 顶视图

## 1 评估模块概述

### 1.1 引言

TPS25730EVM 通过利用四组开关进行配置以及使用端子块在负载下测试 TPS25730，允许对 TPS25730 进行配置和测试。带标记的 LED 用作器件状态的指示器，C1、R33 和 J2 周围的白色框指出了潜在的最终设计解决方案尺寸。

TPS25730 是一款用于纯受电应用的 USB-PD 控制器。TPS25730 适用于只能由 USB PD 灌入功率的器件，在标准功率范围（由 USB-PD 3.1 规范定义）下运行，输出电压介于 5V 和 20V 之间。实际上，这意味着使用该器件的设计将使用 USB-C® 连接器并且与 USB-USB PD 3.1 规范兼容。要使用 TPS25730EVM，需要通过 USB-C 电缆将支持 USB-PD 的电源连接到 TPS25730EVM 的 USB-C 端口。本用户指南介绍了如何使用 TPS25730EVM 通过板载开关测试各种灌电流电源配置。

### 1.2 套件内容

TPS25730EVM 的套件包含：

1 个 TPS25730EVM

### 1.3 规格

本节介绍了 TPS25730 的应用。

TPS25730 是一款 PD 控制器，可使用 USB-USB PD 规范通过 USB-C 连接器向系统灌入功率，如图 1-1 中所示。由于能够通过 ADCINx 引脚上的分压器配置电源设置，因此无需 EEPROM，从而降低了 BOM 成本并节省了布板空间。此外，无需软件或 GUI，从而更大程度地缩短开发时间。

如节 2.7 中所述，在 ADCINx 引脚配置为所需设置的情况下，TPS25730 通过 PPHV 引脚从支持 USB-PD 的电源灌入所协商数量的功率。

“通用串行总线电力输送规范”中详细说明了这种协商是如何进行的。此规范可在 [USB 电力输送](#) 中获得。

从广义上讲：

1. 连接到电源的 USB-C 电缆插入 TPS25730EVM 的 USB-C 端口。
2. 制定 5V 隐式 Type-C 合约。
3. 源端通过 CC 线路将能力作为有序列表发送给接收端。
4. 接收端从列表中请求特定电源数据对象 (PDO)。
5. 源端接受此请求并发送一条 PS\_Ready 消息，以指示总线已准备好供电。
6. 源端通过 USB 电缆的 VBUS 线和 TPS25730 电源路径提供电力，并通过 PPHV 提供给负载。

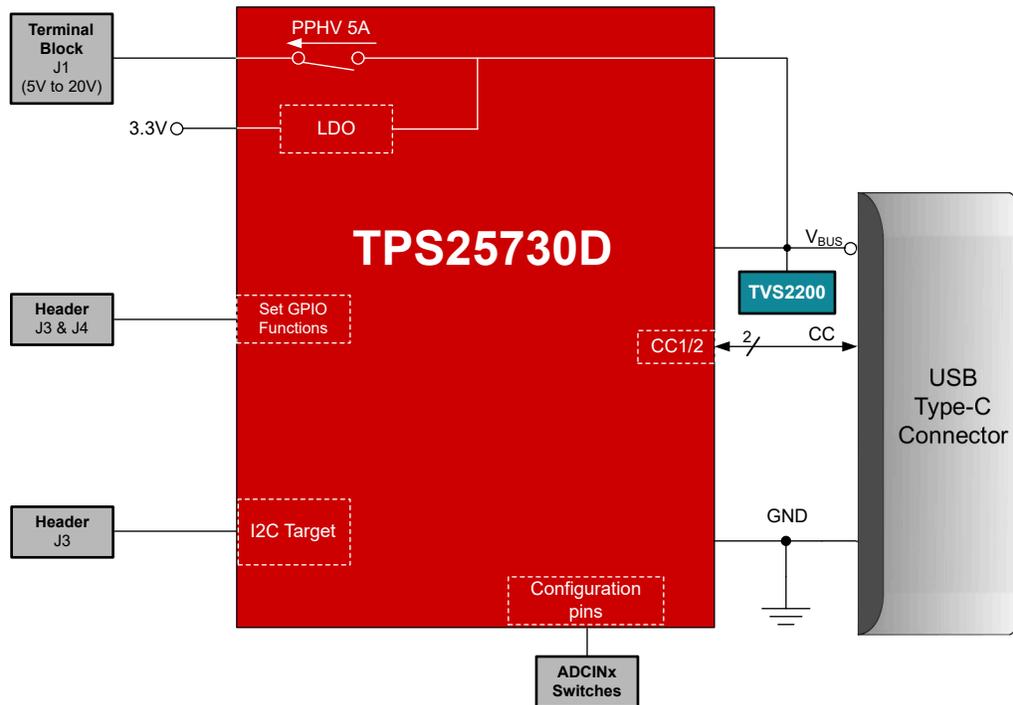


图 1-1. TPS25730EVM 方框图

## 1.4 器件信息

TPS25730EVM 允许配置 TPS25730，无需编程或使用软件。由于 TPS25730 是一款适用于纯受电应用的 USB-PD 控制器，因此 TPS25730EVM 的以下受电能力是可配置的：

- 最小电压
- 最大电压
- 工作电流
- 最大电流

TPS25730EVM 使用 TPS25730 的 ADCIN1、ADCIN2、ADCIN3 和 ADCIN4 输入引脚配置上述能力。TPS25730EVM 利用四组开关；每组开关对应四个 ADCIN 引脚中的一个。

## 2 硬件

### 2.1 电源要求

TPS25730 由位于 J2 的 USB-C 连接器供电。电源通过 USB-C 电缆连接到 TPS25730EVM 的 USB-C 连接器。电源需要支持 USB-PD，才能实现 TPS25730EVM 的全套功能。更具体地说，电源需要在 USB-PD 规范的标准功率范围 (SPR) 内运行，提供 5V 至 20V 的电压且电流不大于 5A。

#### 运行所需的项目

- TPS25750EVM
- USB-C 电缆
- 支持 USB-PD 的电源

### 2.2 接头信息

TPS25730EVM 包含两个接头：J3 和 J4。J3 允许访问 TPS25730、PPHV 的高压内部电源路径。此外，J3 还允许访问 TPS25730 的 I2C 线路，CAP\_MIS、PLUG\_FLIP 和 DBG\_ACC GPIO 输出以及 TPS25730 的 VBUS 引脚。J4 具有接地连接、TPS25730 的四个 ADCIN 引脚以及 PLUG\_EVENT GPIO 输出。

TPS25730EVM 有一个端子块，可在 J1 处连接负载。这样可以在负载下测试 TPS25730。负载的正极线需要连接到最接近 T1 标识的孔，负载的接地线需要连接到最接近 SW5 开关的孔。

### 2.3 跳线信息

TPS25730EVM 上有四个跳线，如下所示，每个跳线都将一组开关连接到 TPS25730 上的相应 ADCIN 引脚。跳线 J5 将标记为 ADCIN4 的开关组连接到 TPS25730 的 ADCIN4 引脚。同样，J6 连接到 ADCIN3，J7 连接到 ADCIN2，J8 连接到 ADCIN1。



图 2-1. TPS25730EVM 跳线位置的底视图

可以移除 J5 并在电路板上组装电阻器，从而实现永久 ADCIN4 配置。R33 是 ADCIN4 电阻分压器中接地的电阻器，R25 是 ADCIN4 电阻分压器中连接到 LDO\_3V3 的电阻器。使用与通过 ADCIN4 开关组配置的相同 ADCIN 解码值相对应的值填充这些电阻器可为 ADCIN4 提供相同的配置。

可以对所有四个跳线执行类似的过程，以永久配置任何 ADCIN 配置。表 2-1 详细说明了哪些电阻焊盘与哪个 ADCIN 开关设置和跳线对应。

表 2-1. 跳线的 ADCIN 输入

跳线	ADCIN 输入	上拉电阻器	下拉电阻器
J8	ADCIN1	R22	R30
J7	ADCIN2	R23	R31
J6	ADCIN3	R24	R32
J5	ADCIN4	R25	R33

表 2-2. ADCINx 引脚的解码

DIV = R <sub>DOWN</sub> / (R <sub>UP</sub> + R <sub>DOWN</sub> )			不使用 R <sub>UP</sub> 或 R <sub>DOWN</sub>	ADCINx 解码值
最小值	目标	最大值		
0	0.0114	0.0228	连接至 GND	0
0.0229	0.0475	0.0722	不适用	1
0.0723	0.1074	0.1425	不适用	2
0.1425	0.1899	0.2372	不适用	3
0.2373	0.3022	0.3671	不适用	4
0.3672	0.5368	0.7064	连接至 LDO_1V5	5
0.7065	0.8062	0.9060	不适用	6
0.9061	0.9530	1.0	连接至 LDO_3V3	7

## 2.4 按钮

按钮 SW5 控制  $\overline{\text{FAULT\_IN}}$  GPIO 输入。按下 SW5 按钮会将  $\overline{\text{FAULT\_IN}}$  设置为逻辑高电平。TPS25730 数据表 (SLVSGP9) 中详细介绍了  $\overline{\text{FAULT\_IN}}$  的用法。

## 2.5 调试信息

## 2.6 测试点

可用的测试点如下：

表 2-3. TPS25730EVM 测试点

测试点	引脚
TP1	VIN_3V3
TP2	LDO_3V3
TP3	LDO_1V5
TP4	CC1
TP5	CC2

## 2.7 配置 TPS25730EVM

TPS25730EVM 使用与 TPS25730 的 GPIO 事件相对应的 LED，来提供 TPS25730 的器件状态信息。当 TPS25730EVM 的方向正确，使得 *TPS25730EVM* 可读时，每个 LED 都会在左侧打印出相应的事件。

**表 2-4. LED 指示灯事件**

GPIO 事件	说明	LED 亮起的条件
SINK_EN	指示何时启用了 PPHV。可用于外部电源路径的 GPIO 控制。	PPHV 禁用。
PLUG_FLIP	指示 USB-C 插头的方向。	插头插反了。
DBG_ACC	指示是否连接了调试附件。	已连接调试附件。
PLUG_EVENT	指示通过 USB-C 插头与源器件的连接。	连接后 LED 亮起。
CAP_MIS	表明已连接电源与 TPS25730 之间的能力不匹配。	当发生能力不匹配情况时，LED 会闪烁。

每个开关组只能将八个开关中的一个置于 ON 位置，总共有四个开关处于 ON 位置才能成功配置。下表展示了 ADCIN 引脚可配置的相应设置。请注意，ADCIN3 和 ADCIN4 共同根据这两个输入的组合确定工作电流和最大电流。独立使用 ADCIN3 无法直接映射到工作电流，ADCIN4 也无法直接映射到最大电流。

**表 2-5. ADCIN 配置**

ADCINx 引脚	对应设置
ADCIN1	最小电压
ADCIN2	最大电压
ADCIN3 和 ADCIN4	工作电流和最大电流

TPS25730EVM 开关组上每个标记的开关编号都对应于 ADCIN 解码值，如下表所示。

**表 2-6. 开关编号和 ADCIN 解码值之间的关系**

ADCIN 开关编号	ADCIN 解码值
1	0
2	1
3	2
4	3
5	4
6	5
7	6
8	7

### 2.7.1 最小电压配置

USB 电力输送受电能力的最小电压可根据下表进行设置。当接收到的 USB PD 供电能力不符合最小和最大电压范围时，会根据 USB PD 请求设置“能力不匹配”位。当最小电压设置为大于 5V 时，将设置受电能力中的“较高能力”位。

表 2-7. 受电能力的最小电压配置 - ADCIN1 解码

ADCIN1 解码值	最小电压配置
0	5V
1	9V
2	12V
3	15V
4	20V
5	保留
6	保留
7	保留

### 2.7.2 最大电压配置

USB 电力输送受电能力的最大电压根据下表进行设置。当接收到的 USB PD 供电能力不符合最小和最大电压范围时，会根据 USB PD 请求设置“能力不匹配”位。

表 2-8. 受电能力的最大电压配置 - ADCIN2 解码

ADCIN2 解码值	最大电压配置
1	9V
3	12V
5	15V
7	20V

### 2.7.3 灌电流配置

根据表 2-9 配置灌电流。该配置会在 USB PD 请求消息中设置工作电流和最大电流。工作电流定义为接收端正常工作所需的电流。最大电流定义为接收端可以使用的最大电流。如果工作电流是接收端正常工作所需的最大电流，则工作电流和最大电流可以相同。当 PD 供电能力不符合工作电流时，设置“能力不匹配”位。当工作电流设置为 0A 时，不会设置“能力不匹配”位。

**表 2-9. ADCIN3 和 ADCIN4 灌电流配置**

ADCIN3	ADCIN4	工作电流	最大电流
0	0	0	1.5A
0	1	0	3A
0	2	0	4A
0	3	0	5A
0	4	0.5A	1.5A
0	5	0.5A	3A
0	6	0.5A	4A
0	7	0.5A	5A
1	0	1A	1.5A
1	1	1A	3A
1	2	1A	4A
1	3	1A	5A
1	4	1.5A	1.5A
1	5	1.5A	3A
1	6	1.5A	4A
1	7	1.5A	5A
2	1	2A	3A
2	2	2A	4A
2	3	2A	5A
2	5	2.5A	3A
2	6	2.5A	4A
2	7	2.5A	5A
3	1	3A	3A
3	2	3A	4A
3	3	3A	5A
3	6	3.5A	4A
3	7	3.5A	5A
4	2	4A	4A
4	3	4A	5A
4	7	4.5A	5A
5	3	5A	5A

## 2.7.4 完整示例

如果系统需要接受 5V 至 20V 电压并在 3A 电流下运行，则为 ADCIN1、ADCIN2、ADCIN3 和 ADCIN4 找到合适的 ADCIN 解码值。下表详细说明了相应的设置：

**表 2-10. 示例设置**

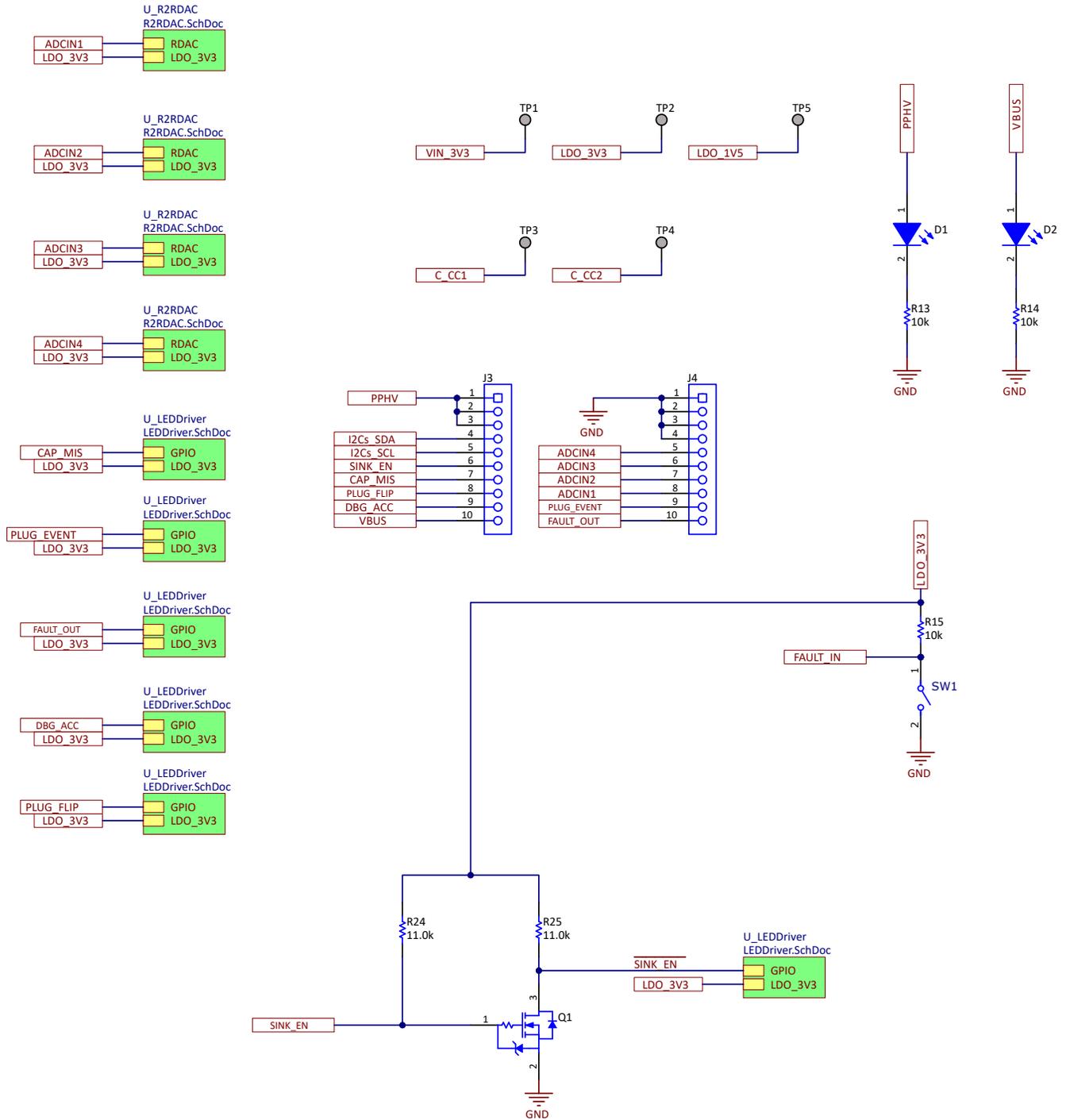
ADCIN 引脚	期望的行为	ADCIN 解码值	要打开的 ADCIN 开关
ADCIN1	最小电压：5V	0	1
ADCIN2	最大电压：20V	4	5
ADCIN3	工作电流：3A	3	4
ADCIN4	最大电流：3A	1	2

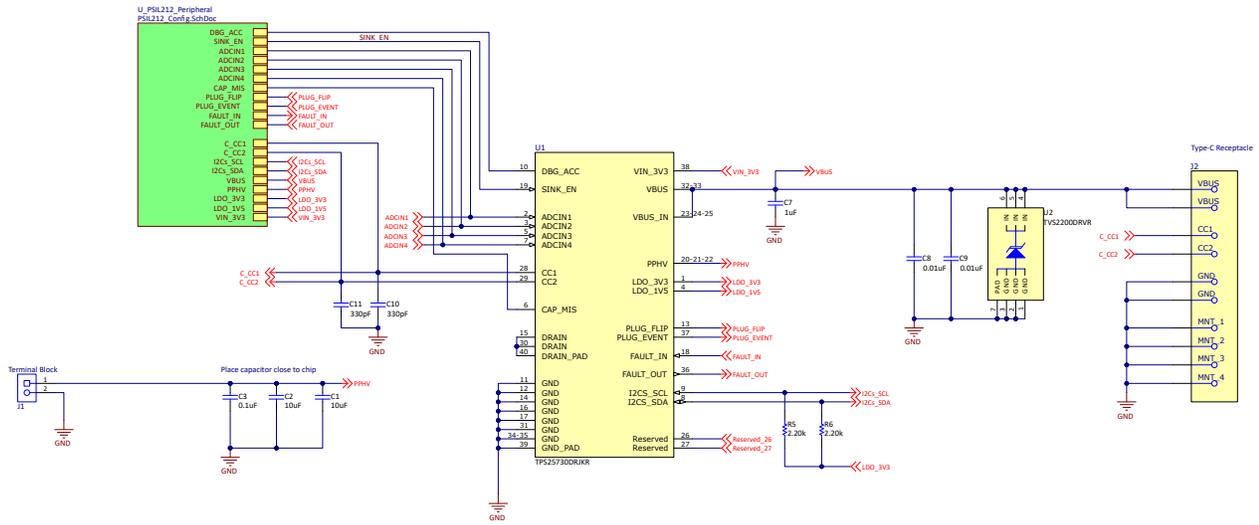
针对 5V 最小电压配置的 ADCIN1 解码值为 0。最大值为 20V 时，ADCIN2 解码值为 4。工作电流和最大电流需要为 3A。为了满足所需的工作电流和最大电流组合，ADCIN3 和 ADCIN4 解码值的组合分别为 3 和 1。根据开关与解码值之间的关系表，将 ADCIN1 开关 1 设置为打开，将 ADCIN2 开关 5 设置为打开，将 ADCIN3 开关 4 设置为打开，将 ADCIN4 开关 2 设置为打开。所有其他开关均处于 OFF 位置。

设置配置后，通过 USB-C 连接器插入电源。PLUG\_EVENT 指示灯 LED 亮起，表示电缆已插入。如果设置了“能力不匹配”位，则 CAP\_MIS 指示灯 LED 会持续闪烁。当电源无法提供 15W 的最小功率或无法提供 5V 至 20V (包括 5V 和 20V) 范围内的电压时，会发生这种情况。如果插头倒置插入，则插头翻转 LED 指示灯会亮起。

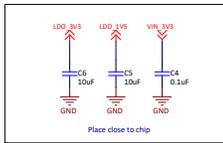
### 3 硬件设计文件

#### 3.1 原理图

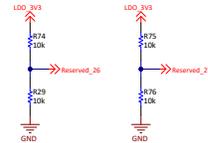
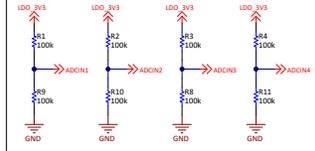




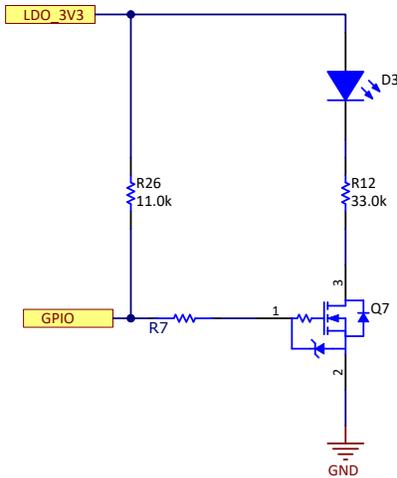
Required passive components

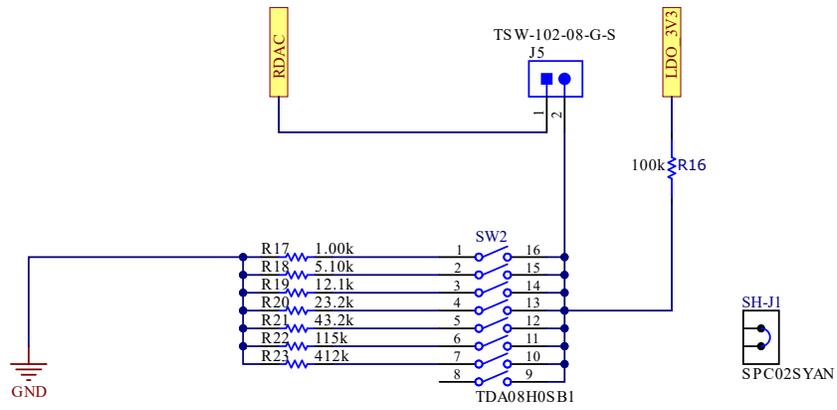


ADCINx divider network, DNP on EVM



U\_PSL1212\_Hardware  
PSL1212\_Hardware-SchDoc





Switch 1 On: Setting 0  
 Switch 2 On: Setting 1  
 Switch 3 On: Setting 2  
 Switch 4 On: Setting 3  
 Switch 5 On: Setting 4  
 Switch 6 On: Setting 5  
 Switch 7 On: Setting 6  
 Switch 8 On: Setting 7

### 3.2 PCB 布局

图 3-1 至图 3-6 展示了 EVM PCB 布局。

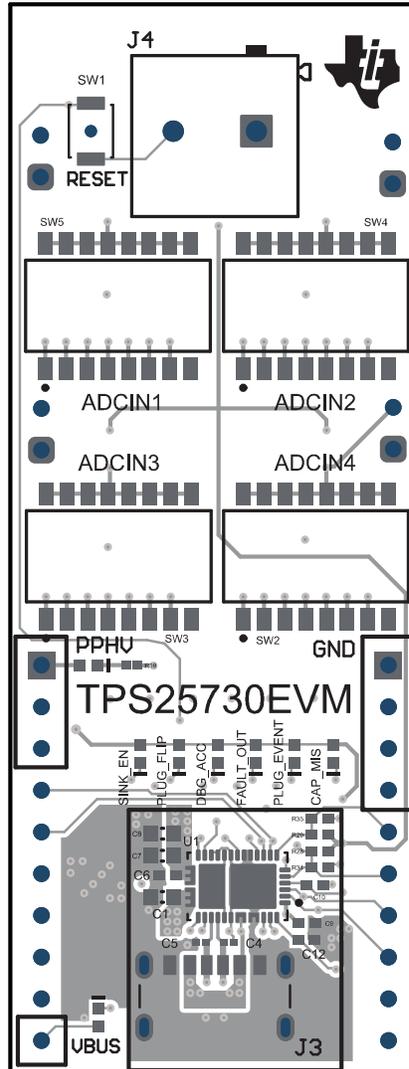


图 3-1. TPS25730EVM 顶部复合视图

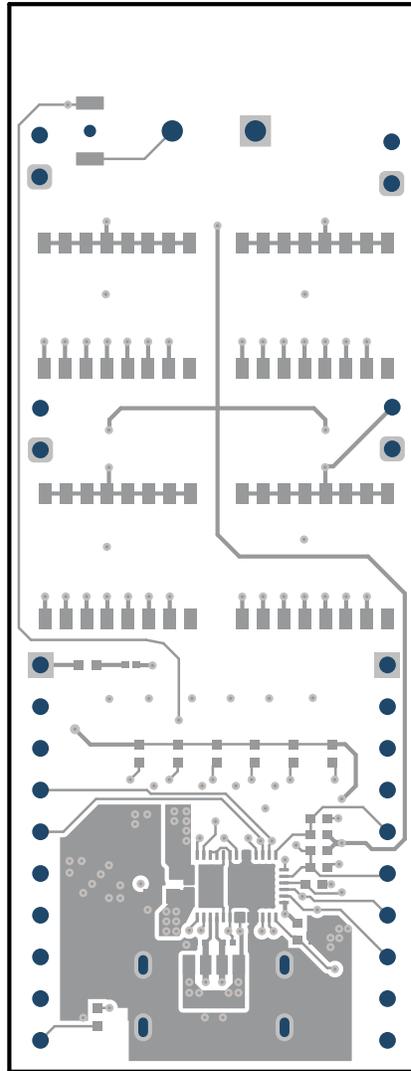


图 3-2. TPS25730EVM 顶层

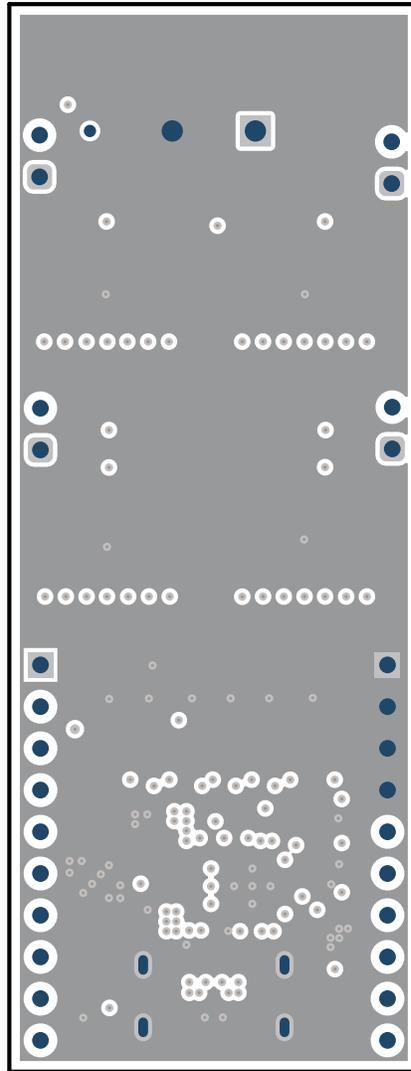


图 3-3. TPS25730EVM 接地平面

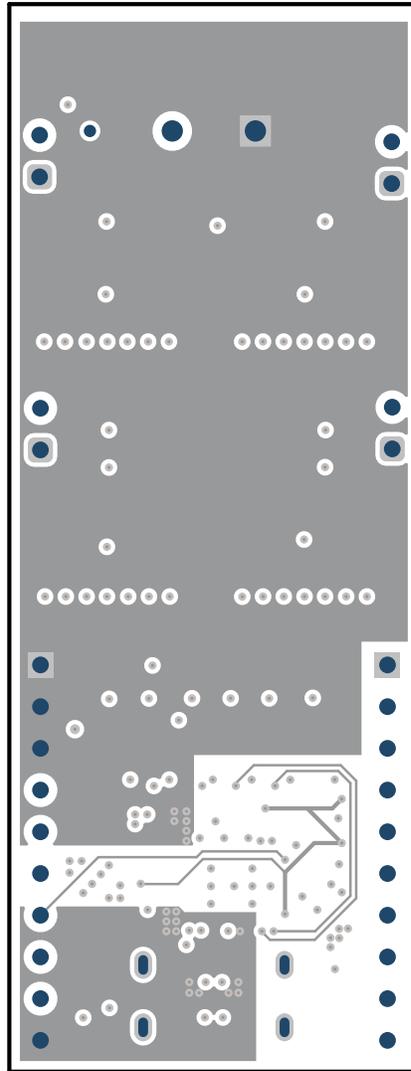


图 3-4. TPS25730EVM 电源层

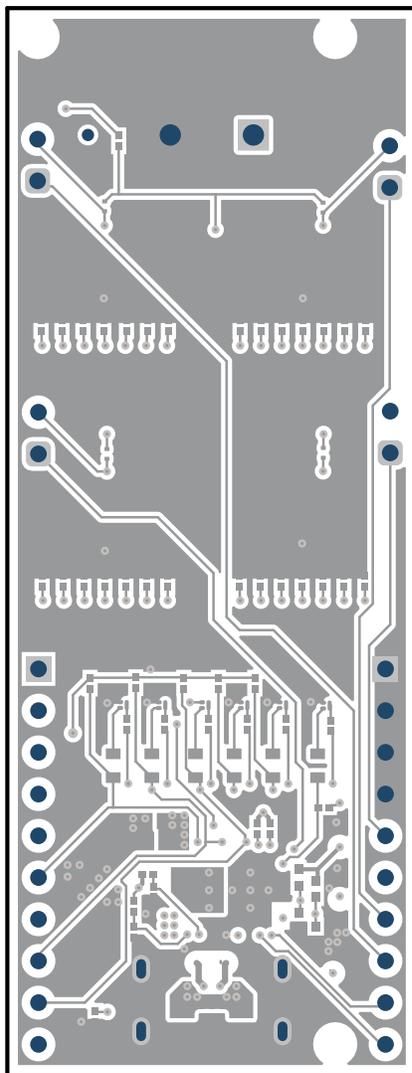


图 3-5. TPS25730 底层

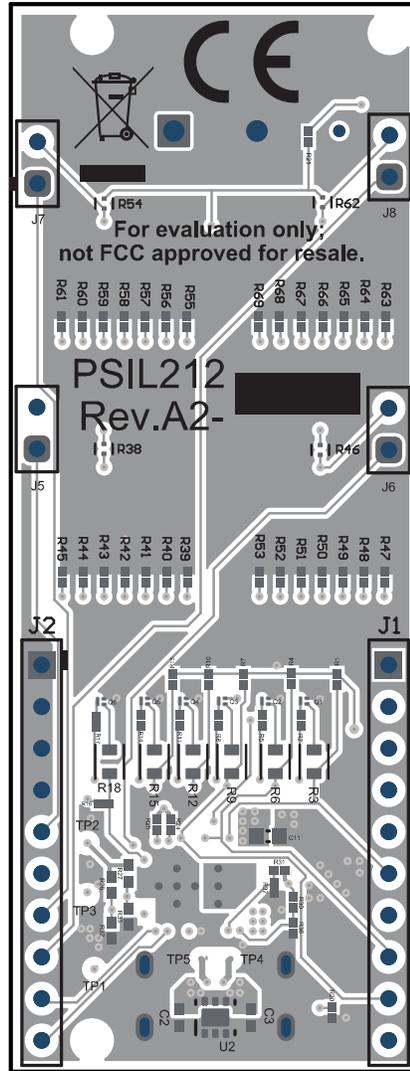


图 3-6. TPS25730 底部复合视图

### 3.3 物料清单 (BOM)

表 3-1 列出了 EVM BOM

表 3-1. TPS25730EVM 物料清单

位号	数量	值	说明	封装参考	器件型号	制造商
C1	1	4.7uF	电容, 陶瓷, 4.7uF, 35V, +/-10%, X5R, 0603	0603	GRM188R6YA475KE15D	MuRata
C2、C3	2	0.01μF	电容, 陶瓷, 0.01μF, 50V, +/-5%, X7R, 0402	0402	C0402C103J5RACTU	Kemet
C4、C5	2	330pF	电容, 陶瓷, 330pF, 50V, +/-10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 0201	0201	CGA1A2X7R1H331K030BA	TDK
C6	1	0.1uF	电容, 陶瓷, 0.1μF, 35V, +/-10%, X5R, 0402	0402	GMK105BJ104KV-F	Taiyo Yuden
C7、C8、C11	3	10μF	电容, 陶瓷, 10 μ F, 35V, +/-20%, X5R, 0603	0603	GRM188R6YA106MA73D	MuRata
C9、C10、C12	3	10μF	电容, 陶瓷, 10μF, 10V, +/-20%, X5R, 0402	0402	CL05A106MP5NUNC	Samsung Electro-Mechanics
D1、D2、D3、D4、D5、D6、D7、D8	8	白色	LED, 白色, SMD	0402	LW QH8G-Q2S2-3K5L-1	OSRAM
J1、J2	2		插座, 2.54mm, 10x1, 金, TH	插座, 2.54mm, 10x1, 金, TH	SSQ-110-23-F-S	Samtec
J3	1		24 ( 6+18 虚拟 ) 位置 USB-C (USB TYPE-C) USB 2.0 插座连接器	USB-C 连接器	USB4125-GF-A-0190	GCT
J4	1		端子块, 5.08mm, 2x1, TH	端子块, 5.08mm, 2x1, TH	1715721	Phoenix Contact
J5、J6、J7、J8	4		接头, 2.54mm, 2x1, 金, TH	接头, 2.54mm, 2x1, 金, TH	TSW-102-08-G-S	Samtec
Q1, Q2, Q3, Q4, Q5, Q6	6	20V	MOSFET, N 沟道, 20V, 0.5A, YJM0003A (PICOSTAR-3)	YJM0003A	CSD15380F3	德州仪器 (TI)
R1、R4、R7、R10、R13、R16	6	10k	电阻, 10.0k, 1%, 0.05W, 0201	0201	RC0201FS-7D10KL	Yageo America
R2、R5、R8、R11、R14、R17	6	33k	电阻, 33.0k, 1%, 0.05W, 0201	0201	RC0201FR-0733KL	Yageo America
R3、R6、R9、R12、R15、R18	6	0	0Ω 跳线 0.1W, 1/10W 片式电阻器 0603 ( 公制 1608 ) 汽车类 AEC-Q200 厚膜	0603	ERJ-3GEY0R00V	Panasonic
R19、R20、R21	3	1k	电阻, 10k, 5%, 0.05W, 0201	0201	RC0201JR-7D10KL	Yageo America
R24、R25	2	2.2k	电阻, 2.20k, 1%, 0.05W, 0201	0201	CRCW02012K20FKED	Vishay-Dale
R36、R37	2	10k	电阻, 10k, 5%, 0.05W, 0201	0201	RC0201JS-7D10KL	Yageo America

**表 3-1. TPS25730EVM 物料清单 (续)**

位号	数量	值	说明	封装参考	器件型号	制造商
R38、R46、R54、R62	4	100k	100kΩ ±1% 0.05W, 1/20W 片上电阻 0201 (0603 公制), 汽车 AEC-Q200 厚膜	0603	ERJ-1GNF1003C	Panasonic Electronic Components
R39、R47、R55、R63	4	1k	电阻, 1.00kΩ, 1%, 0.05W, 0201	0201	RC0201FR-071KL	Yageo America
R40、R48、R56、R64	4	5.1k	电阻, 5.10k, 1%, 0.05W, 0201	0201	RC0201FR-075K1L	Yageo America
R41、R49、R57、R65	4	12.1k	电阻, 12.1k, 1%, 0.05W, 0201	0201	RC0201FS-7D12K1L	Yageo America
R42、R50、R58、R66	4	23.2k	电阻, 23.2k, 1%, 0.05W, 0201	0201	RC0201FR-0723K2L	Yageo America
R43、R51、R59、R67	4	43.2k	电阻, 43.2k, 1%, 0.05W, 0201	0201	RC0201FR-0743K2L	Yageo America
R44、R52、R60、R68	4	115k	电阻, 115k, 1%, 0.05W, 0201	0201	RC0201FR-07115KL	Yageo America
R45、R53、R61、R69	4	412k	电阻, 412k, 1%, 0.05W, 0201	0201	RC0201FR-07412KL	Yageo America
SH-J1、SH-J2、SH-J3、SH-J4	4		分流器, 100mil, 镀金, 黑色	分流器, 100mil, 镀金, 黑色	SPC02SYAN	Sullins Connector Solutions
SW1	1		触控开关 SPST-NO 顶部驱动表面贴装	触控开关 SPST-NO 顶部驱动表面贴装	B3U-1000P-B	欧姆龙 (Omron)
SW2、SW3、SW4、SW5	4		超微型表面贴装半间距 DIP 开关, -40°C 至 85°C, 16 引脚 SMD (DIP), RoHS, 管装	SMD, 16 引脚, 主体 11.29mm x 6.2mm, 间距 1.27mm	TDA08H0SB1	C&K Components
U1	1		针对电源应用进行了优化且具有集成电源开关的 USB Type-C 和 USB PD 控制器	RJK0038B-MFG	TPS25730DRJKR	德州仪器 (TI)
U2	1	22V	22V 精密浪涌保护钳位器, DRV0006A (WSON-6)	DRV0006A	TVS2200DRVR	德州仪器 (TI)

## 4 其他信息

### 4.1 商标

USB Type-C® and USB-C® are registered trademarks of USB Implementers Forum.  
所有商标均为其各自所有者的财产。

## 重要声明和免责声明

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 产品的应用。严禁对这些资源进行其他复制或展示。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  
Copyright © 2024，德州仪器 (TI) 公司