

摘要

本用户指南介绍了 TPS23730 评估模块 (EVM)。TPS23730 评估模块 (TPS23730EVM-093) 包含 TPS23730 的评估和基准电路，后者是一款适用于 3 类 (51W) PoE PD 应用的 IEEE802.3bt 3 类 PoE PD、EA 第 2 代就绪型控制器。TPS23730EVM-093 适用于 12V 有源钳位正激式高效率 50W 解决方案。

内容

1 引言.....	3
2 电气规格.....	3
3 说明.....	4
4 示意图和物料清单.....	5
5 通用配置和说明.....	7
6 TPS23730EVM-093 性能数据.....	8
7 EVM 装配图和布局指南.....	14
8 物料清单.....	16
9 修订历史记录.....	28

插图清单

图 4-1. TPS23730EVM-093 原理图第一页.....	5
图 4-2. TPS23730EVM-093 原理图第二页.....	6
图 6-1. 连接到 PoE PSE 时的启动响应.....	8
图 6-2. 直流/直流启动.....	9
图 6-3. 关闭波形 10A 负载.....	9
图 6-4. 关闭波形 0A 负载.....	9
图 6-5. 初级 MOSFET 关闭波形, 10A 负载.....	10
图 6-6. 初级 MOSFET 关闭波形, 0A 负载.....	10
图 6-7. 同步 MOSFET 关闭波形, 10A 负载.....	10
图 6-8. 同步 MOSFET 关闭波形, 0A 负载.....	11
图 6-9. 次级串联 MOSFET 关闭波形, 10A 负载.....	11
图 6-10. 次级串联 MOSFET 关闭波形, 0A 负载.....	11
图 6-11. 次级并联 MOSFET 关闭波形, 10A 负载.....	12
图 6-12. 次级并联 MOSFET 关断波形, 0A 负载.....	12
图 6-13. TPS23730EVM-093 的效率.....	12
图 6-14. TPS23730EVM-093 负载调节.....	13
图 6-15. 输出短路期间的直流/直流断续性能.....	13
图 6-16. 5A 负载的 TPS23730EVM-093 波特图响应.....	13
图 7-1. 顶面布线和元件放置.....	14
图 7-2. 第 2 层布线.....	14
图 7-3. 第 3 层布线.....	14
图 7-4. 底面布线和元件放置.....	14

表格清单

表 2-1. TPS23730EVM-093 25°C 时的电气和性能规格.....	3
表 5-1. 连接器功能.....	7
表 5-2. 测试点.....	7

商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

1 引言

TPS23730EVM-093 可对 TPS23730 器件进行参考电路评估，并包含输入和输出电源连接器以及一系列用于电路评估的板载测试点。

1.1 特性

- IEEE802.3bt 3 类兼容型 PoE PD
- 集成式 PWM 控制器，可实现有源钳位正向配置
- 频率抖动可降低 EMI
- 具有高级启动和断续模式过载保护功能的软启动控制
- 软停关断

1.2 应用

- 符合 IEEE 802.3bt 标准的器件
- 视频和 VoIP 电话
- 接入点
- 直通系统
- 监控摄像头
- 冗余电源或功率共享

2 电气规格

表 2-1. TPS23730EVM-093 25°C 时的电气和性能规格

设计示例规格					
参数	测试条件：	最小值	典型值	最大值	单位
电源接口					
输入电压范围	施加到 PoE 输入端	37	48	57	V
	施加到适配器输入端		48		
检测电压	器件端子上	2.7		10.1	
分级电压	器件端子上	14.5		20.5	
分类			6		
浪涌电流限值			140		mA
运行电流限值			1.85		A
直流/直流转换器					
输出电压	Vin = 48V , iload <= iload (最大值)		12		V
输出电流	37V <= Vin <= 57V		5		A
输出纹波电压峰-峰值	Vin = 48V , iload = 1A		82		mV
效率，端到端	Vin = 48V , iload = 500mA		71		%
	Vin = 48V , iload = 2.5A		89.9		
	Vin = 48V , iload = 5A		91		
开关频率			250		kHz

3 说明

TPS23730VM-093 能够对 TPS23730 器件进行全面评估。请参阅图 4-1 和图 4-2 所示的原理图。以太网电源通过 J2 提供并连接至电桥整流器 (Q1-Q4 , D1-D4 和其他无源器件) 。 T1 是传输电力或数据时所需的以太网供电 (PoE) 变压器。 Bob Smith 端接技术有助于平衡以太网电缆阻抗，并且对于 ESD 和 EMI 或 EMC 性能至关重要。桥式整流器的输出端为 TPS23730 器件提供 EMI 或 EMC 滤波器和瞬态保护。

当 J1 处的电源不存在时，也可以使用直流电源通过 J3 提供输入电源。

图 1 显示了 TPS23703 (U1) PD 和直流/直流转换器电路。 R36 提供了检测特征。 PD 控制器的开关侧位于 U1 的右侧。 TPS23730 RTN 引脚可为大容量电容器 C19 提供限制浪涌的导通和充电。

直流/直流转换器是高效的有源钳位正激式转换器。

R43 提供了一种错误注入方式来测量转换器的频率响应。

4 示意图和物料清单

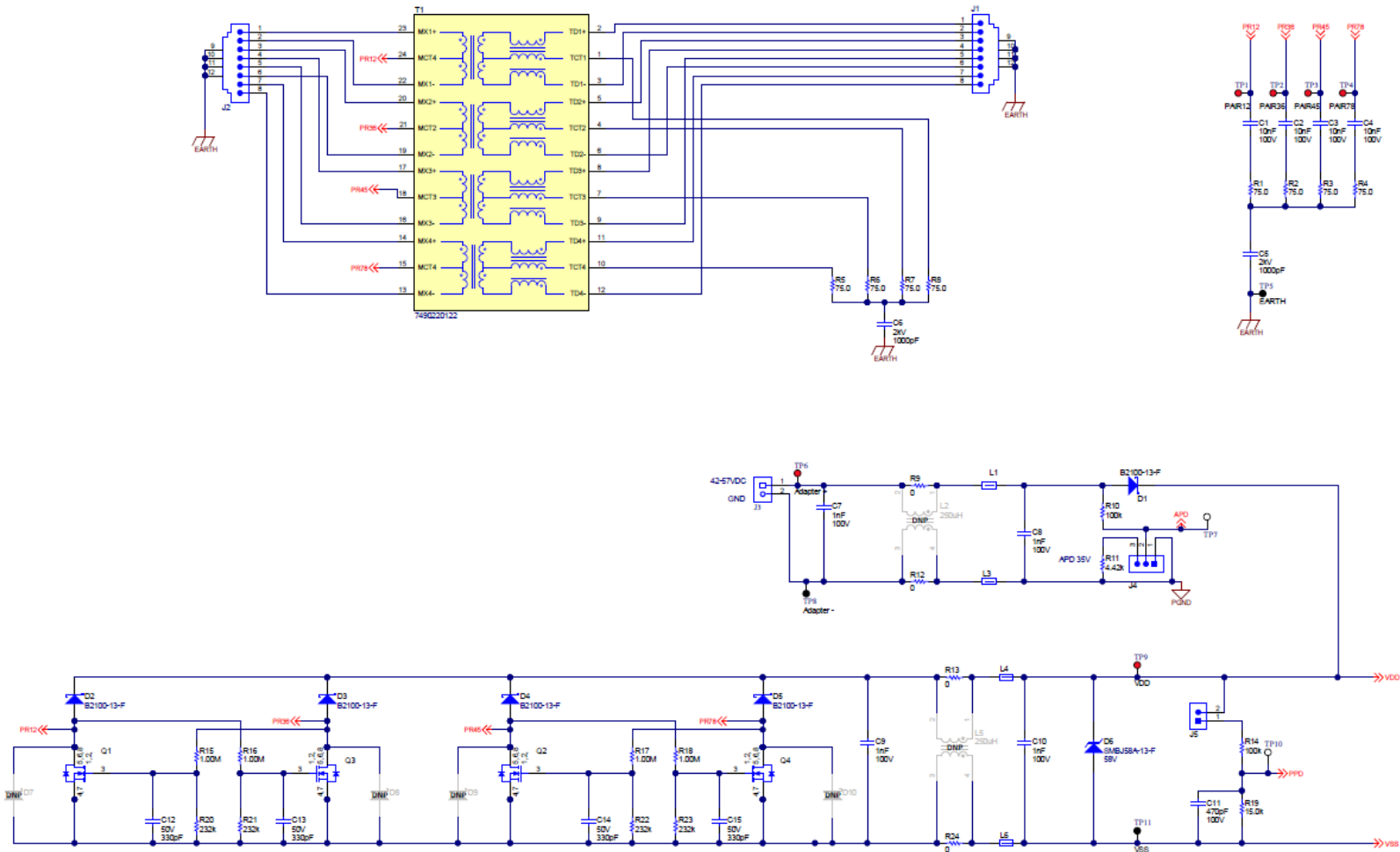


图 4-1. TPS23730EVM-093 原理图第一页

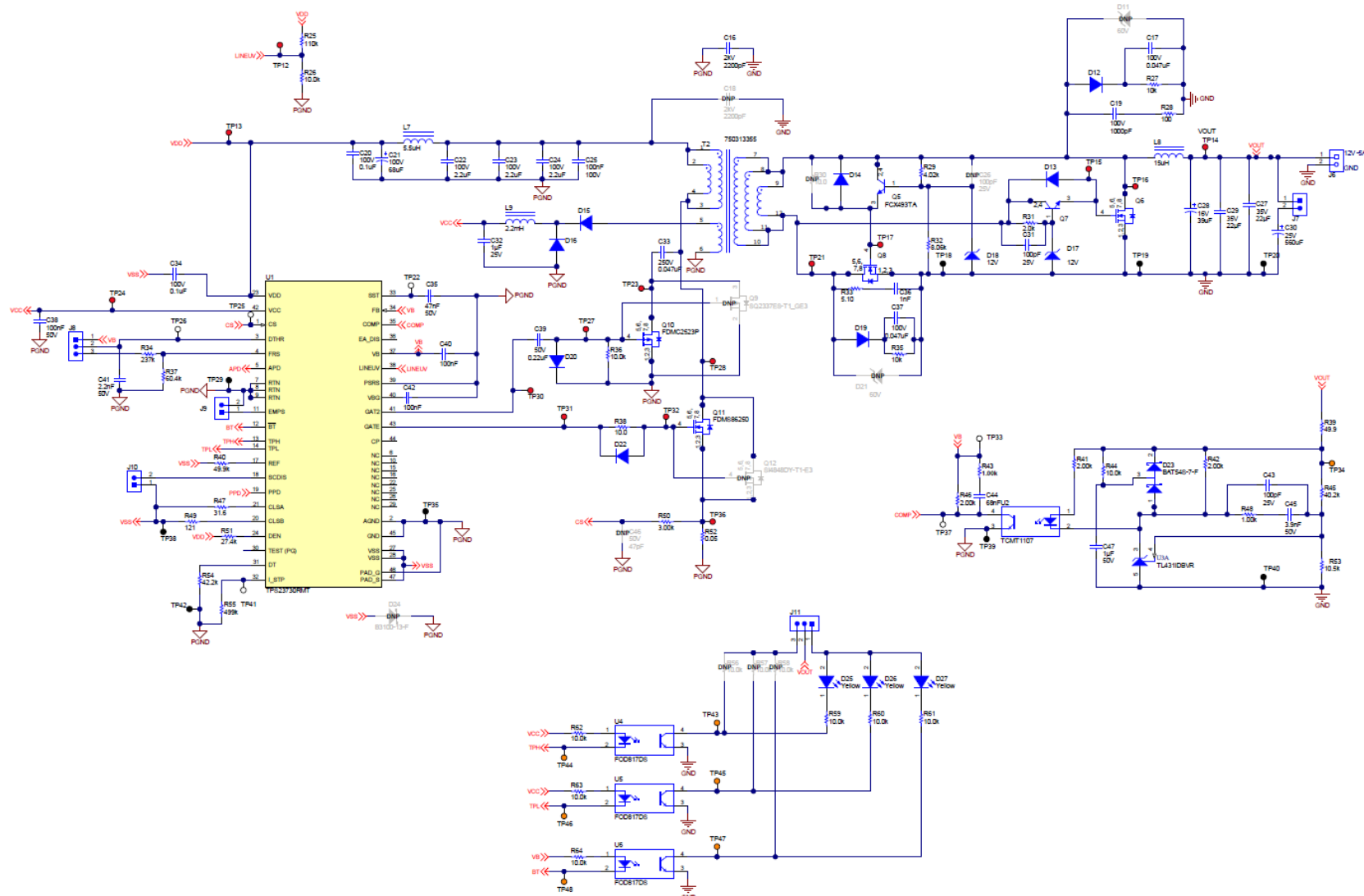


图 4-2. TPS23730EVM-093 原理图第二页

5 通用配置和说明

5.1 物理访问

表 5-1 列出了 EVM 连接器功能。表 5-2 介绍了测试点可用性和跳线功能。

表 5-1. 连接器功能

连接器	说明
J8	将 DTH 连接至 FRS 或 VB
J4	启用或禁用 APD，适配器输入为 J3
J5	连接 PPD 分压器，允许较低的导通电压
J9	启用或禁用 EMPS
J10	选择 TPL 串联或并联
J11	选择 TPH、TPL、BT 输出到电阻器、LED 或保持断开
J7	连接额外的输出电容 C15

表 5-2. 测试点

测试点	说明
TP1	配对 12
TP2	配对 36
TP3	配对 45
TP4	配对 78
TP5	接地
TP6	适配器正输入
TP7	PPD
TP8	适配器负输入
TP9	VDD
TP10	APD
TP11	VSS
TP12	LINEUV
TP13	VDD
TP14	VOUT
TP15	Q6 的栅极
TP16	Q6 的漏极
TP17	Q8 的栅极
TP18	GND
TP19	GND
TP20	GND
TP21	Q8 的漏极
TP22	SST
TP23	Q10 的漏极
TP24	VCC
TP25	CS
TP26	DTHR
TP27	Q10 的栅极
TP28	Q11 的漏极

表 5-2. 测试点 (continued)

测试点	说明
TP29	RTN
TP30	GAT2
TP31	GATE
TP32	Q11 的栅极
TP33	VB
TP34	环路
TP35	PGND
TP36	Q11 的源极 - 检测电阻
TP37	COMP
TP38	VSS
TP39	PGND
TP40	GND
TP41	I_STP
TP42	PGND
TP43	TPH Opto 输出
TP44	TPH
TP45	TPL Opto 输出
TP46	TPL
TP47	BT Opto 输出
TP48	BT

6 TPS23730EVM-093 性能数据

6.1 启动至 PSE 和 DCDC 启动

图 6-1 展示了 TPS23730EVM-093 的启动响应。图 6-1

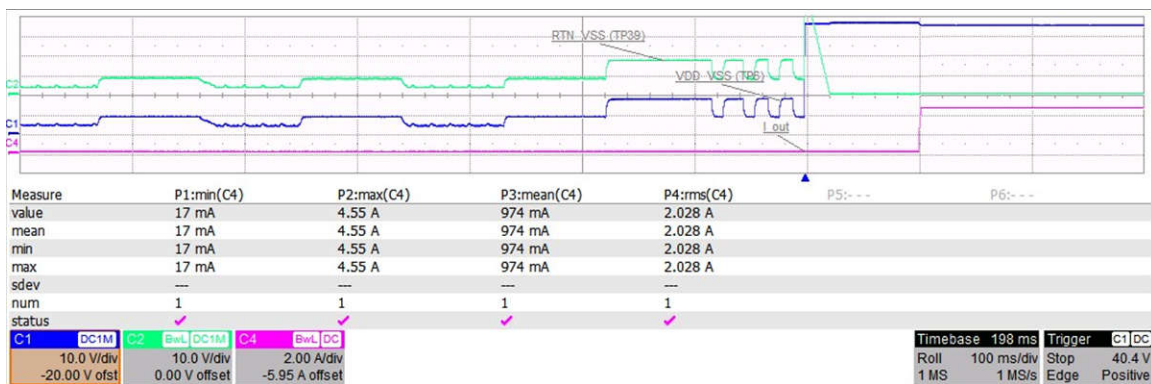


图 6-1. 连接到 PoE PSE 时的启动响应

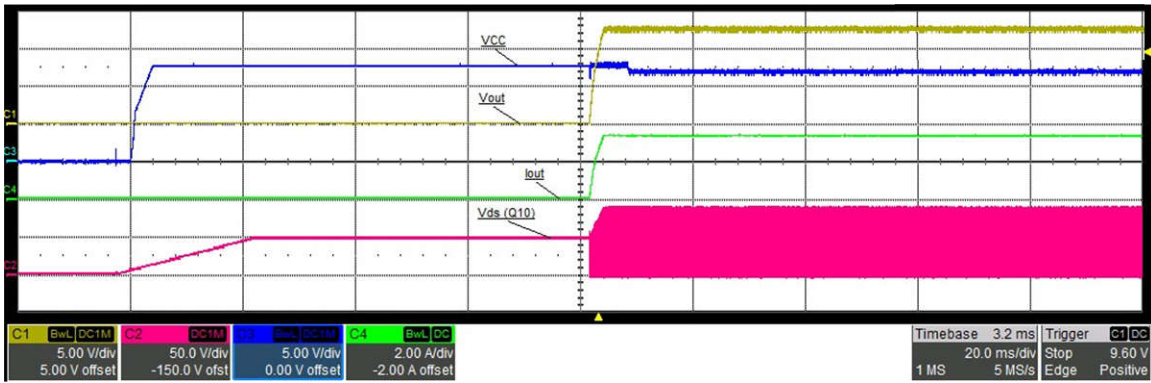


图 6-2. 直流/直流启动

6.2 软停响应

TPS23730 具有软停特性，支持输出大容量电容的受控放电。更多信息，请参阅 [SLVAEY9](#)。图 6-3 和图 6-4 展示了移除输入电压后的 5V 输出波形。

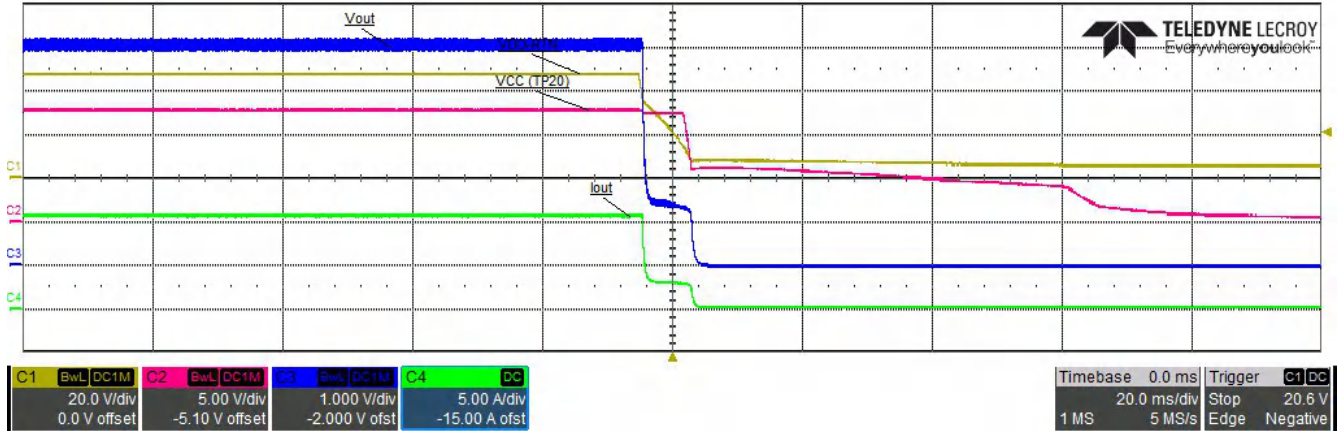


图 6-3. 关闭波形 10A 负载

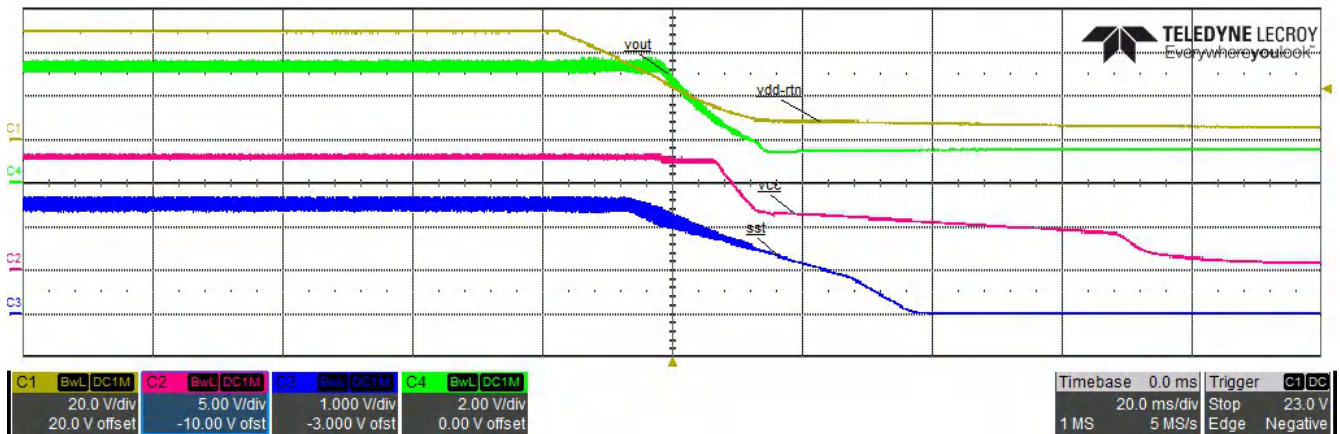


图 6-4. 关闭波形 0A 负载

图 6-5 展示了关闭期间的初级 MOSFET Q11。

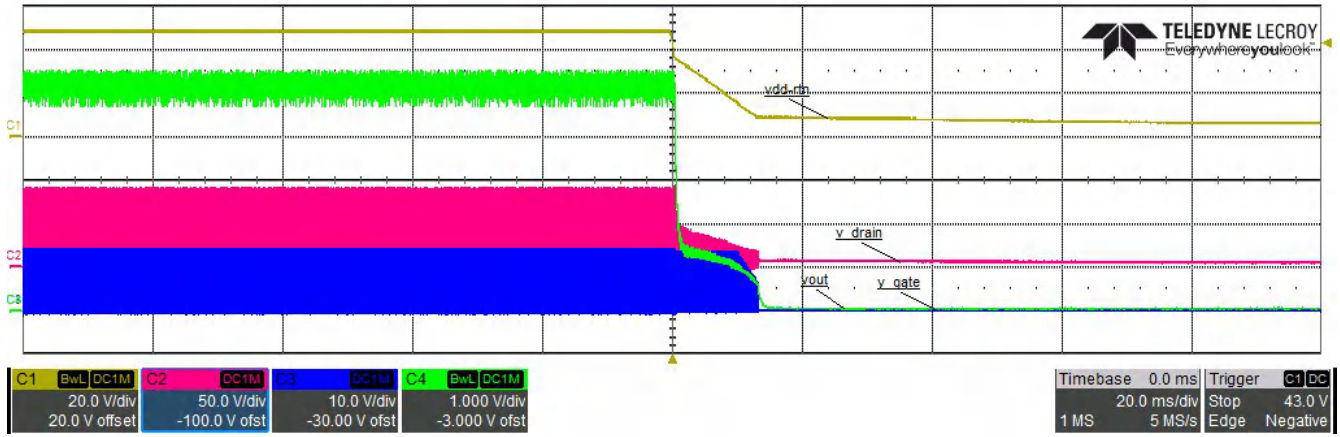


图 6-5. 初级 MOSFET 关闭波形，10A 负载

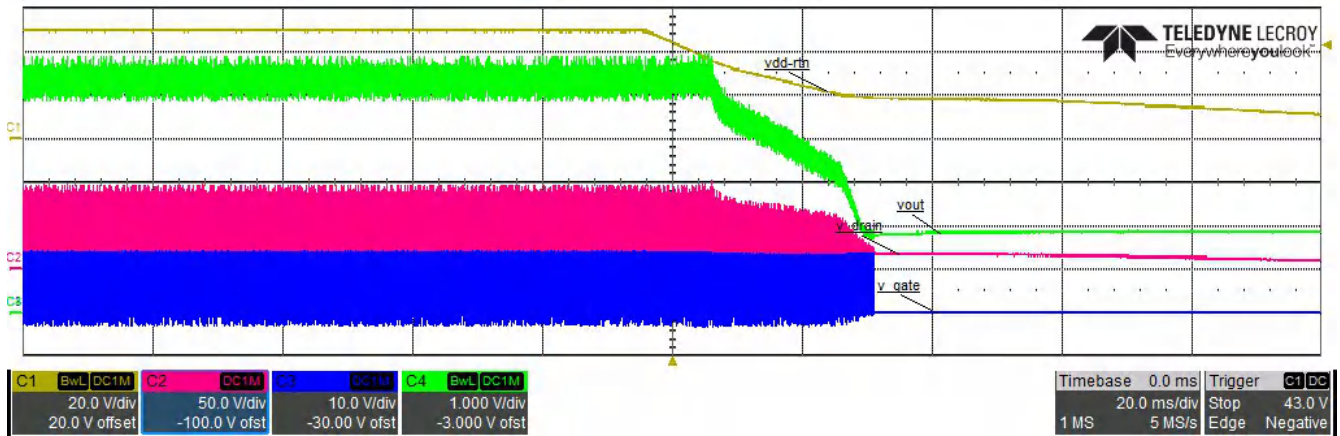


图 6-6. 初级 MOSFET 关闭波形，0A 负载

图 6-7 和图 6-8 展示了关断期间的初级同步 MOSFET Q10。

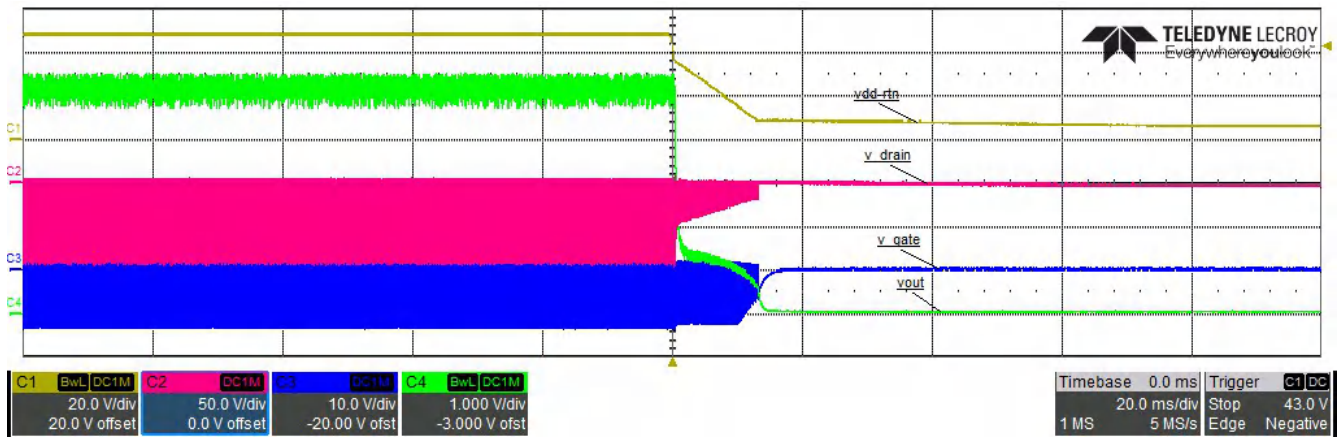


图 6-7. 同步 MOSFET 关闭波形，10A 负载

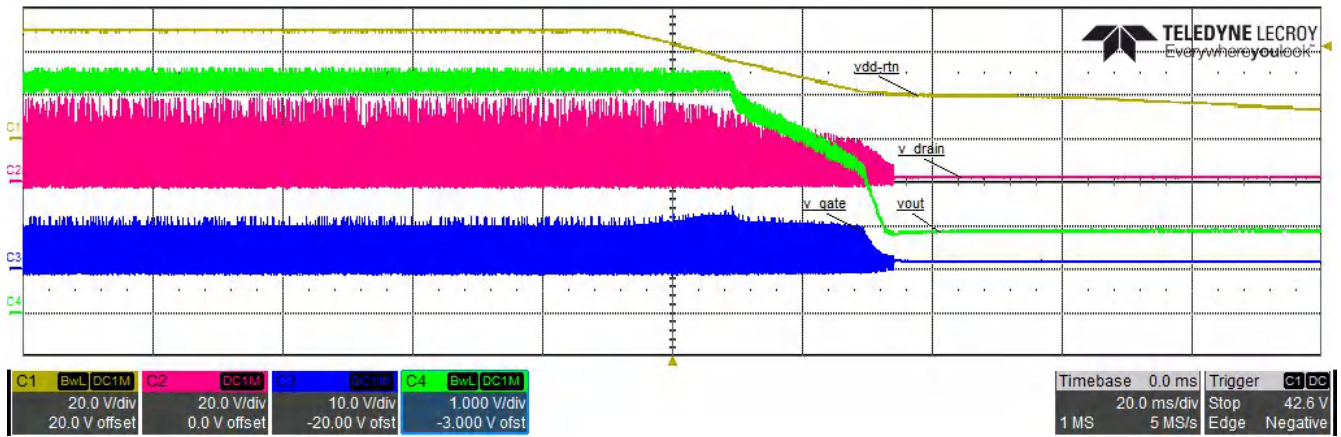


图 6-8. 同步 MOSFET 关闭波形，0A 负载

图 6-9 和图 6-10 展示了关断期间的次级串联 MOSFET Q8。

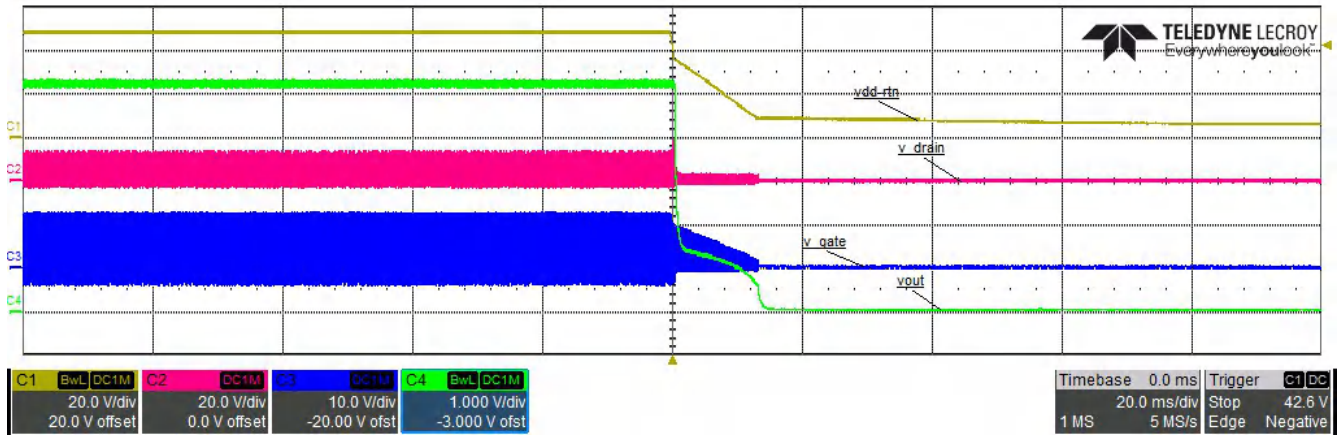


图 6-9. 次级串联 MOSFET 关闭波形，10A 负载

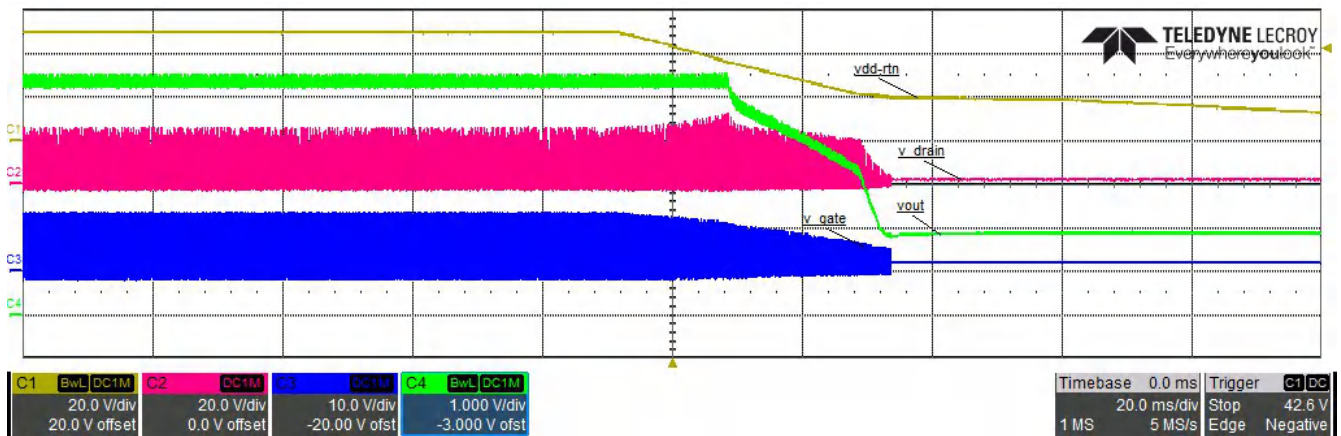


图 6-10. 次级串联 MOSFET 关闭波形，0A 负载

图 6-11 和图 6-12 展示了关断期间的次级并联 MOSFET Q6。

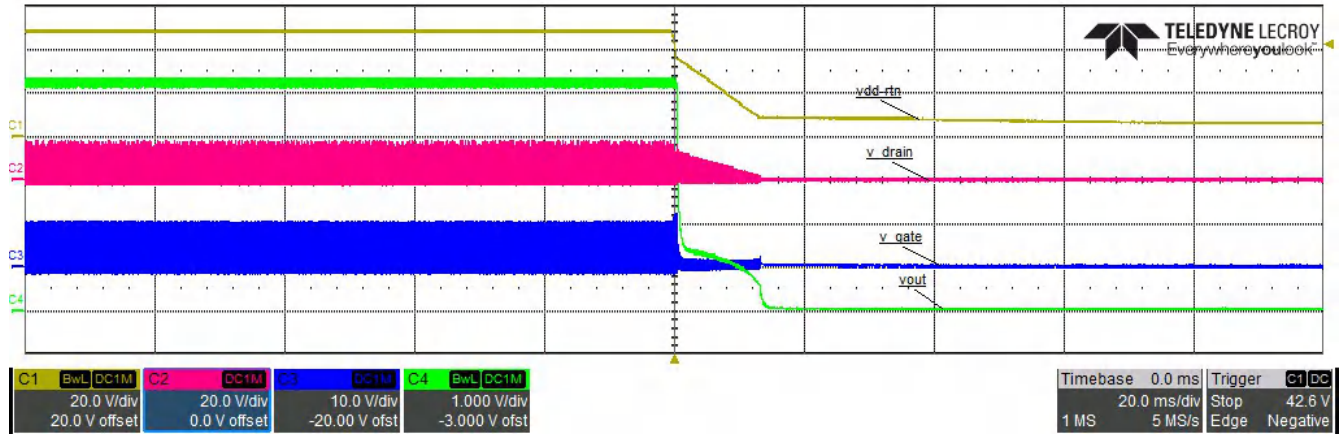


图 6-11. 次级并联 MOSFET 关闭波形，10A 负载

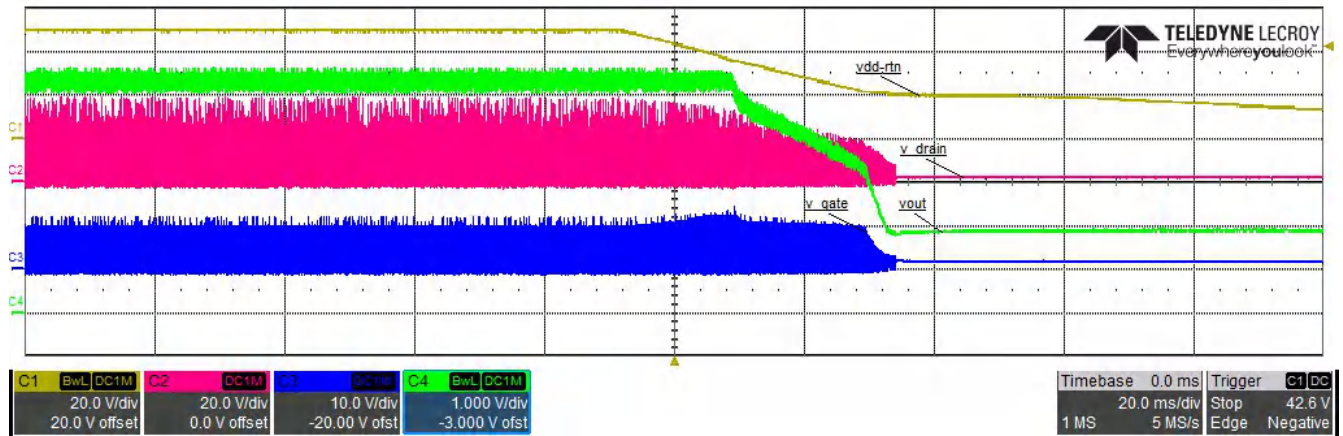


图 6-12. 次级并联 MOSFET 关断波形，0A 负载

6.3 效率

图 6-13 显示了 TPS23730EVM-093 的效率。

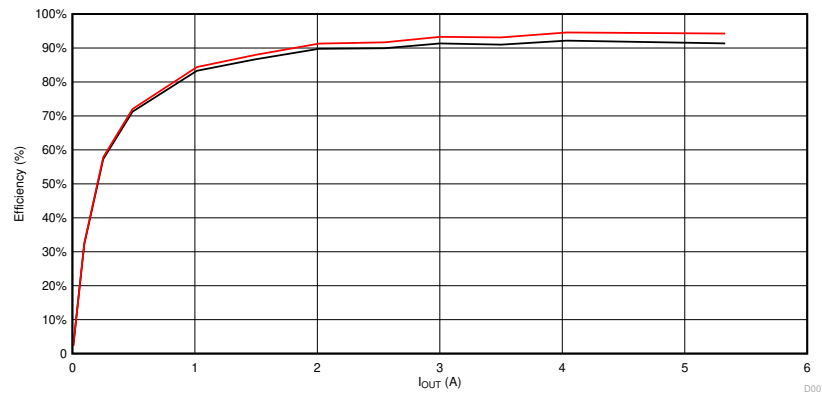


图 6-13. TPS23730EVM-093 的效率

6.4 负载调节

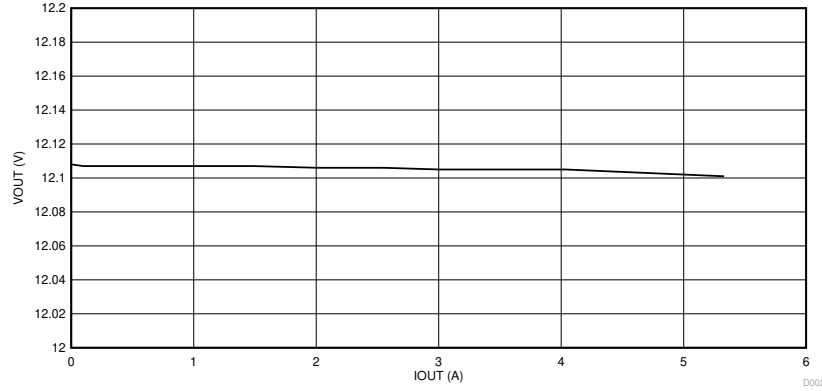


图 6-14. TPS23730EVM-093 负载调节

6.5 输出短路期间的断续性能

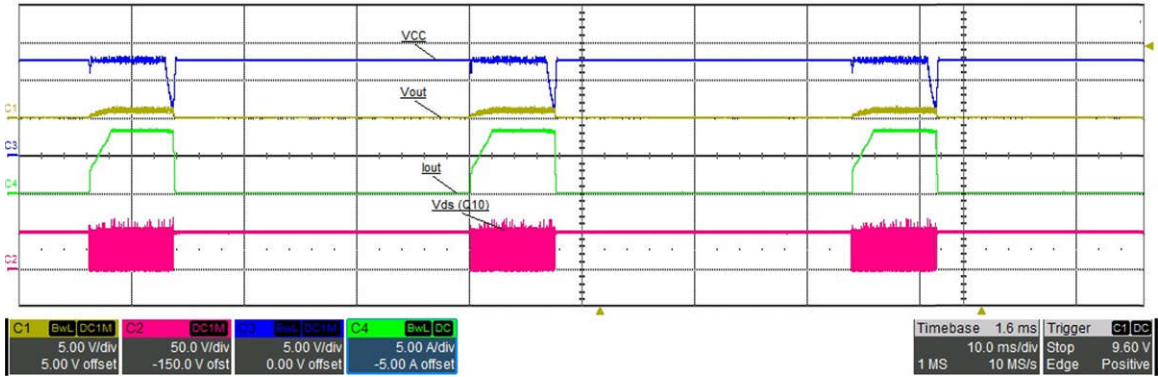


图 6-15. 输出短路期间的直流/直流断续性能

6.6 波特图

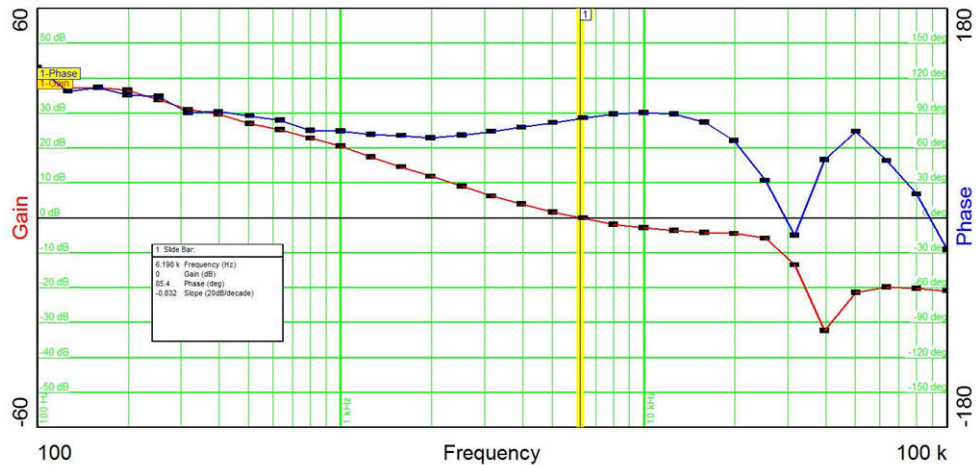


图 6-16. 5A 负载的 TPS23730EVM-093 波特图响应

7 EVM 装配图和布局指南

7.1 PCB 图

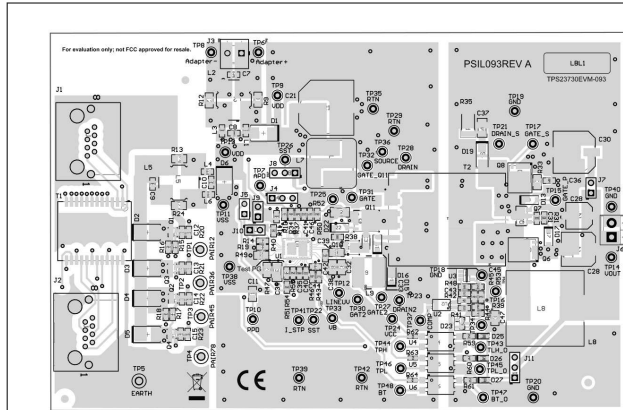


图 7-1. 顶层布线和元件放置

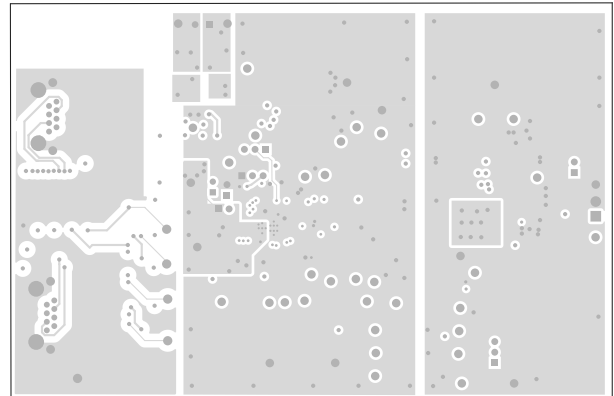


图 7-2. 第 2 层布线

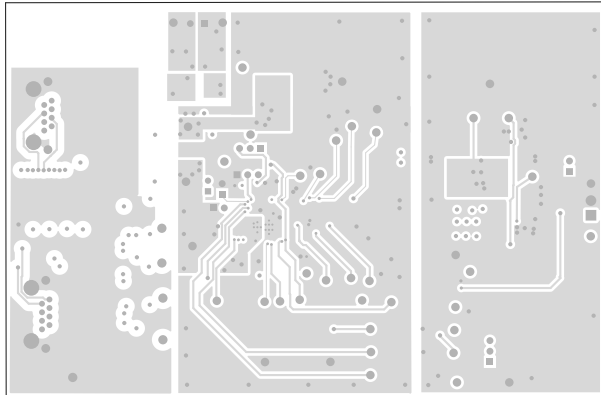


图 7-3. 第 3 层布线

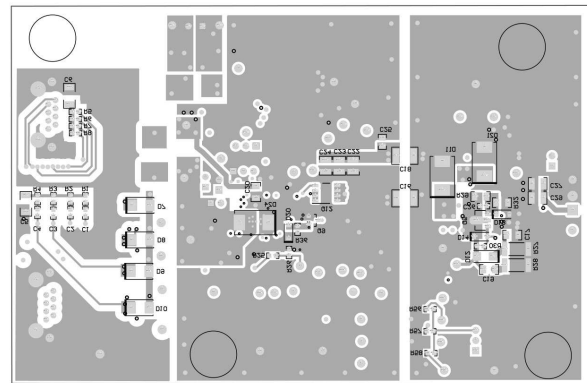


图 7-4. 底面布线和元件放置

7.2 布局指南

PoE 前端的布局必须遵循电源和 EMI 或 ESD 最佳实践指导原则。基本的建议包括：

- TI 建议至少在通过顶层平面 (推荐 2oz 铜) 到底部 VSS 平面 (推荐 2oz 铜) 连接外露散热焊盘的 (PAD G) 上留 8 个过孔, 且至少在 (PAD S) 上留 5 个过孔, 这样有助于散热。
- 初级 MOSFET (TPS23730EVM093 中为 Q10) 必须放置在电源变压器附近, 而电流检测电阻必须靠近 MOSFET 的源极放置, 从而尽可能减小初级环路。对于次级 MOSFET 也是如此。使 MOSFET 靠近变压器, 并且使相关元件尽可能靠近, 以最大限度地缩短环路。
- 零件的放置必须以点对点的方式由功率流驱动; RJ-45、以太网变压器、二极管电桥、TVS 和 0.1 μ F 电容器以及 TPS23730 转换器输入大容量电容器。
- 所有引线都应尽可能地短, 并具有宽电源迹线以及成对的信号与回路。
- 功率流中的部件间不允许存在任何信号交叉。
- 48V 输入电压轨之间的间隔以及输入端与隔离转换器输出端之间的间隔必须符合 IEC60950 等安全标准。
- SMT 功耗器件上应使用大型铜填充物和迹线, 而电源路径中应使用较宽的迹线或覆铜填充物。
- 将 VSS 和 RTN 之间的肖特基二极管尽可能靠近 IC 放置, 最好直接放在电路板的另一侧 (例如, TPS23730EVM-093 将 IC 置于顶部, 因此二极管在底部位于其正下方)。

直流/直流转换器布局应参考以下基本规则：

- 在通过多层平面连接到 VDD 的电源变压器附近至少留 4 个过孔 (VDD), 这样有助于电源变压器散热。

- 在通过多层平面连接到次级接地的电源变压器附近至少留 6 个过孔（次级接地），这样有助于电源变压器散热。
- 将信号配对以减少辐射和噪音，特别是通过功率半导体和磁性材料传递大电流脉冲的路径
- 尽量缩短大电流功率半导体和磁性元件的迹线长度
- 谨慎使用开关电流的接地层
- 让大电流和高电压开关远离低电平感测电路（包括电源以外的电路）
- 在转换器的高压部分保持适当的间距

7.3 EMI 遏制

- 对于 dv/dt 和 di/dt 电路路径，应使用紧凑型回路（功率回路和栅极驱动器）
- 对于连接到开关节点的组件，应使用最小但符合散热需求的覆铜区域进行散热（尽量减少暴露的辐射表面）。尽量将与开关节点关联的覆铜区域隐藏在屏蔽磁体下方
- 采用铜接地平面（可以拼接）和顶层灌铜（用接地灌铜方式环绕电路）
- 如果经济上可行，请使用 4 层 PCB（为了更好地接地）
- 更大限度减小与输入迹线相关的铜区域面积（为了使辐射接收量最小化）
- 尽量将散热器装在元件的安静侧而不是开关侧（例如电感器的输出侧）
- 使用 Bob Smith 端接技术、Bob Smith EFT 电容器和 Bob Smith 平面。使用 Bob Smith 平面作为 PCB 输入侧的接地屏蔽层（形成虚拟接地或真实大地接地）。
- 在直流/直流输入端连接 LC 滤波器
- 抑制所有开关节点（如果存在）上的高频振铃（允许使用缓冲器）
- 利用栅极驱动电阻器和可能的缓冲器来控制上升时间
- 开关频率注意事项
- 跨越隔离边界使用 EMI 桥电容器（隔离拓扑）
- 观察电感器上的极性点（有噪声的嵌入式端）
- 在输入端使用铁氧体磁珠（允许使用磁珠或 0Ω 电阻器）
- 保持输入相关电路与电源电路之间的物理隔离（使用铁氧体磁珠作为边界线）
- 平衡效率与可接受的噪声容限
- 可使用共模电感器
- 可使用集成的 RJ-45 插孔（使用内部变压器和 Bob Smith 端接技术进行了屏蔽）
- 最终产品外壳注意事项（屏蔽）

8 物料清单

下表列出了 TPS2730EVM-093 的物料清单 (BOM)。

位号 ⁽¹⁾	数量	值	说明	封装参考	器件型号	制造商	备选器件型号	备选制造商
!PCB1	1		印刷电路板		PSIL093	不限		
C1、C2、 C3、C4	4	0.01uF	电容, 陶瓷, 0.01μF, 100V, +/-10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 0603	0603	CGA3E2X7R2A103K080AA	TDK		
C5, C6	2	1000pF	电容, 陶瓷, 1000pF, 2000V, +/-10%, X7R, 1808	1808	GR442QR73D102KW01L	MuRata		
C7, C8, C9, C10	4	1000pF	电容, 陶瓷, 1000pF, 100V, +/-10%, X7R, 0603	0603	C1608X7R2A102K080AA	TDK		
C11	1	470pF	电容, 陶瓷, 470pF, 100V, +/-10%, X7R, 0805	0805	08051C471KAT2A	AVX		
C12、C13、 C14、C15	4	330 pF	电容, 陶瓷, 330pF, 50V, +/-5%, COG/ NPO, 0603	0603	885012006060	Würth Elektronik		
C16	1	2200pF	电容, 陶瓷, 2200pF, 2000V, +/-10%, X7R, 1812	1812	C4532X7R3D222K130KA	TDK		
C17, C37	2	0.047uF	电容, 陶瓷, 0.047μF, 100V, +/-10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 1206	1206	CGA5H2X7R2A473K115AA	TDK		

位号 ⁽¹⁾	数量	值	说明	封装参考	器件型号	制造商	备选器件型号	备选制造商
C19	1	1000pF	电容, 陶瓷, 1000pF, 100V, +/-10%, X7R, 1206	1206	12061C102KAT2A	AVX		
C20, C34	2	0.1μF	电容, 陶瓷, 0.1μF, 100V, +/-10%, X7R, 1206	1206	GRM319R72A104KA01D	MuRata		
C21	1	68uF	电容, 铝制, 68uF, 100V, +/-20%, 0.32Ω, AEC-Q200 2 级, SMD	SMT 径向引线 H13	EEV-FK2A680Q	Panasonic		
C22, C23, C24	3	2.2uF	电容, 陶瓷, 2.2 μ F, 100V, +/-10%, X7R, 1210	1210	GRM32ER72A225KA35L	MuRata		
C25	1	0.1uF	电容, 陶瓷, 0.1 μ F, 100V, +/-10%, X7R, 0805	0805	GRM21BR72A104KAC4L	MuRata		
C27, C29	2	22μF	电容, 陶瓷, 22μF, 35V, +/-20%, X5R, 1210	1210	GMK325BJ226MM-P	Taiyo Yuden		
C28	1	39uF	电容, 钽聚合物, 39uF, 16V, +/-20%, 0.05Ω, 6.3x5.8 SMD	6.3x5.8	16SVP39M	Panasonic		
C30	1	560uF	电容, 铝制, 560μF, 25V, +/-20%, 0.08Ω, AEC-Q200 2 级, SMD	D10xL10.2mm	EEEFPE561UAP	Panasonic		

位号 ⁽¹⁾	数量	值	说明	封装参考	器件型号	制造商	备选器件型号	备选制造商
C31 , C43	2	100pF	电容, 陶瓷, 100pF, 25V, +/-10%, X7R, 0603	0603	06033C101KAT2A	AVX		
C32	1	1uF	电容, 陶瓷, 1uF, 25V, +/-10%, X7R, 0805	0805	GRM21BR71E105KA99L	MuRata		
C33	1	0.047μF	电容, 陶瓷, 0.047uF, 250V, +/- 10%, X7R, 1206	1206	GRM31CR72E473KW03L	MuRata		
C35	1	0.047μF	电容, 陶瓷, 0.047uF, 50V, +/-10%, X7R, 0603	0603	GRM188R71H473KA61D	MuRata		
C36	1	1000pF	电容, 陶瓷, 1000pF, 100V, +/-10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 0603	0603	CGA3E2X7R2A102K080AA	TDK		
C38	1	0.1uF	电容, 陶瓷, 0.1uF, 50V, +/-10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 0805	0805	GCM21BR71H104KA37K	MuRata		
C39	1	0.22μF	电容, 陶瓷, 0.22uF, 50V, +/-10%, X5R, 0805	0805	C2012X5R1H224K125AA	TDK		
C40	1	0.1uF	电容, 陶瓷, 0.1uF, 25V, +/-10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 0603	0603	CGA3E2X7R1E104K080AA	TDK		

位号 ⁽¹⁾	数量	值	说明	封装参考	器件型号	制造商	备选器件型号	备选制造商
C41	1	2200pF	电容, 陶瓷, 2200pF, 50V, +/-10%, X7R, 0603	0603	C0603C222K5RAC	Kemet		
C42	1	0.1uF	电容, 陶瓷, 0.1uF, 25V, +/-5%, X7R, 0603	0603	C0603C104J3RACTU	Kemet		
C44	1	0.068uF	电容, 陶瓷, 0.068 μ F, 16V, +/-10%, X7R, 0603	0603	GRM188R71C683KA01D	MuRata		
C45	1	3900 pF	电容, 陶瓷, 3900pF, 50V, +/-10%, X7R, 0603	0603	GRM188R71H392KA01D	MuRata		
C47	1	1uF	电容, 陶瓷, 1uF, 50V, +/-10%, X7R, 0805	0805	C2012X7R1H105K125AB	TDK		
D1, D2, D3, D4, D5	5	100 V	二极管, 肖特基, 100V, 2A, SMB	SMB	B2100-13-F	Diodes Inc.		
D6	1	58V	二极管, TVS, 单 向, 58V, 93.6Vc, SMB	SMB	SMBJ58A-13-F	Diodes Inc.		
D12, D19	2	100 V	二极管, 超快速, 100V, 2A, SMA	SMA	MURA110T3G	ON Semiconductor		
D13, D14, D15, D16, D20, D22	6	100 V	二极管, 开关, 100V, 0.2A, SOD-123	SOD-123	MMSD914T1G	ON Semiconductor		
D17, D18	2	12V	二极管, 齐纳, 12V, 500mW, SOD-123	SOD-123	MMSZ5242B-7-F	Diodes Inc.		
D23	1	30V	二极管, 肖特基, 30V, 0.2A, SOT-23	SOT-23	BAT54S-7-F	Diodes Inc.		

位号 ⁽¹⁾	数量	值	说明	封装参考	器件型号	制造商	备选器件型号	备选制造商
D25, D26, D27	3	黄色	LED, 黄色, SMD	LED_0603	150060YS75000	Würth Elektronik		
FID1, FID2, FID3	3		基准标记。没有需要购买或安装的元件。	不适用	不适用	不适用		
H1、H2、H3、H4	4		Bumpon, 半球形, 0.44 X 0.20, 透明	透明 Bumpon	SJ-5303 (CLEAR)	3M		
J1、J2	2		RJ45, 无 LED, 卡口朝上, R/A, TH	16.26x14.54x15.75	1-406541-1	TE Connectivity		
J3	1		端子块, 3.5mm, 2x1, 锡, TH	端子块, 3.5mm, 2x1, TH	39357-0002	Molex		
J4, J8, J11	3		接头, 100mil, 3x1, 锡, TH	接头, 3x1, 100mil, TH	5-146278-3	TE Connectivity		
J5	1		接头, 100mil, 2x1, 锡, TH	接头, 2 引脚, 100mil, 锡	PEC02SAAN	Sullins Connector Solutions		
J6	1		端子块, 3.5mm 间距, 2x1, TH	7.0x8.2x6.5mm	ED555/2DS	On-Shore Technology		
J7, J9, J10	3		接头, 100mil, 2x1, 锡, TH	接头, 2x1, 100mil, TH	5-146278-2	TE Connectivity		
L1、L3、L4、L6	4	300 Ω	铁氧体磁珠, 300 Ω @ 100MHz, 2A, 0603	0603	742792641	Würth Elektronik		
L7	1	5.5uH	电感器, 屏蔽鼓芯, 超通量, 5.5uH, 10A, 0.0112 Ω, SMD	WE-HC6	744325550	Würth Elektronik		
L8	1	15μH	电感器, 屏蔽鼓芯, 铁氧体, 15uH, 14A, 0.009 Ω, SMD	18.3x8.9x18.2mm	74435571500	Würth Elektronik		

位号 ⁽¹⁾	数量	值	说明	封装参考	器件型号	制造商	备选器件型号	备选制造商
L9	1	2.2mH	电感器, 非屏蔽鼓芯, 金属复合物, 2.2mH, 0.15A, 6Ω, SMD	7x5x7.8mm	768775322	Würth Elektronik		
LBL1	1		热转印打印标签, 0.650" (宽) x 0.200" (高) - 10,000/卷	PCB 标签, 0.650 x 0.200 英寸	THT-14-423-10	Brady		
Q1, Q2, Q3, Q4	4	100V	MOSFET, N 沟道, 100V, 4.5A, DQK0006C (WSON-6)	DQK0006C	CSD19538Q2	德州仪器 (TI)		无
Q5, Q7	2	100 V	晶体管, NPN, 100V, 1A, SOT-89	SOT-89	FCX493TA	Diodes Inc.		
Q6, Q8	2	80V	MOSFET, N 沟道, 80V, 100A, PG-TDSON-8	PG-TDSON-8	BSC057N08NS3 G	Infineon Technologies		无
Q10	1	-150V	MOSFET, P 沟道, -150V, -3A, QFN-8	QFN-8	FDMC2523P	Fairchild Semiconductor		无
Q11	1	150V	MOSFET, N 沟道, 150V, 6.7A, PQFN08A	PQFN08A	FDMS86250	Fairchild Semiconductor		无
R1	1	75.0	电阻, 75.0, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	0603	CRCW060375R0FKEA	Vishay-Dale		
R2, R3, R4, R5, R6, R7, R8	7	75.0	电阻, 75.0, 1%, 0.1W, 0603	0603	CRCW060375R0FKEA	Vishay-Dale		
R9, R12, R13, R24	4	0	电阻, 0, 0%, W, AEC-Q200 0 级, 0805	0805	PMR10EZPJ000	Rohm		

位号 ⁽¹⁾	数量	值	说明	封装参考	器件型号	制造商	备选器件型号	备选制造商
R10, R14	2	100k	电阻, 100k, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	0603	CRCW0603100KFKEA	Vishay-Dale		
R11	1	4.42k	电阻, 4.42k, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	0603	CRCW06034K42FKEA	Vishay-Dale		
R15, R16, R17, R18	4	1.00Meg	电阻, 1.00M, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	0603	CRCW06031M00FKEA	Vishay-Dale		
R19	1	15.0k	电阻, 15.0k, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	0603	CRCW060315K0FKEA	Vishay-Dale		
R20, R21, R22, R23	4	232k	电阻, 232k, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	0603	CRCW0603232KFKEA	Vishay-Dale		
R25	1	110k	电阻, 110k, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	0603	CRCW0603110KFKEA	Vishay-Dale		
R26, R36, R44, R59, R60, R61, R62, R63, R64	9	10.0k	电阻, 10.0k, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	0603	CRCW060310K0FKEA	Vishay-Dale		
R27, R35	2	10k	电阻, 10k, 5%, 1W, AEC-Q200 0 级, 2512	2512	CRCW251210K0JNEG	Vishay-Dale		
R28	1	100	电阻, 100, 5%, 1W, AEC-Q200 0 级, 2512	2512	CRCW2512100RJNEG	Vishay-Dale		
R29	1	4.02k	电阻, 4.02k, 1%, 0.25W, AEC-Q200 0 级, 1206	1206	CRCW12064K02FKEA	Vishay-Dale		

位号 ⁽¹⁾	数量	值	说明	封装参考	器件型号	制造商	备选器件型号	备选制造商
R31	1	2.0k	电阻, 2.0k, 5%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	0603	CRCW06032K00JNEA	Vishay-Dale		
R32	1	8.06k	电阻, 8.06k, 1%, 0.25W, AEC-Q200 0 级, 1206	1206	CRCW12068K06FKEA	Vishay-Dale		
R33	1	5.10	电阻, 5.10, 1%, 0.125W, AEC-Q200 0 级, 0805	0805	ERJ-6RQF5R1V	Panasonic		
R34	1	237k	电阻, 237k, 1%, 0.1W, 0603	0603	RC0603FR-07237KL	Yageo		
R37	1	60.4k	电阻, 60.4k, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	0603	CRCW060360K4FKEA	Vishay-Dale		
R38	1	10.0	电阻, 10.0, 1%, 0.1W, 0603	0603	CRCW060310R0FKEA	Vishay-Dale		
R39	1	49.9	电阻, 49.9, 1%, 0.1W, 0603	0603	RC0603FR-0749R9L	Yageo		
R40	1	49.9k	电阻, 49.9k, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	0603	CRCW060349K9FKEA	Vishay-Dale		
R41, R46	2	2.00k	电阻, 2.00k, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	0603	CRCW06032K00FKEA	Vishay-Dale		
R42	1	2.00k	电阻, 2.00k, 1%, 0.1W, 0603	0603	Y16362K00000F9R	Vishay Foil Resistors		
R43	1	1.00k	电阻, 1.00k, 1%, 0.1W, 0603	0603	RC0603FR-071KL	Yageo		
R45	1	40.2k	电阻, 40.2k, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	0603	CRCW060340K2FKEA	Vishay-Dale		

位号 ⁽¹⁾	数量	值	说明	封装参考	器件型号	制造商	备选器件型号	备选制造商
R47	1	31.6	电阻, 31.6, 1%, 0.125W, AEC-Q200 0 级, 0805	0805	CRCW080531R6FKEA	Vishay-Dale		
R48	1	1.00k	电阻, 1.00k, 1%, 0.1W, 0603	0603	CRCW06031K00FKEA	Vishay-Dale		
R49	1	121	电阻, 121, 1%, 0.125W, AEC-Q200 0 级, 0805	0805	CRCW0805121RFKEA	Vishay-Dale		
R50	1	3.00k	电阻, 3.00k, 1%, 0.1W, 0603	0603	RC0603FR-073KL	Yageo		
R51	1	27.4k	电阻, 27.4k, 1%, 0.1W, 0603	0603	RC0603FR-0727K4L	Yageo		
R52	1	0.05	电阻, 0.05, 1%, 1W, AEC-Q200 0 级, 1206	1206	ERJ-8CWFR050V	Panasonic		
R53	1	10.5k	电阻, 10.5k, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	0603	CRCW060310K5FKEA	Vishay-Dale		
R54	1	42.2k	电阻, 42.2k, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	0603	CRCW060342K2FKEA	Vishay-Dale		
R55	1	499k Ω	电阻, 499k, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	0603	CRCW0603499KFKEA	Vishay-Dale		
SH-J1, SH-J2, SH-J3, SH-J4, SH-J5, SH-J6, SH-J7	7		分流器, 2.54mm, 金, 黑色	分流器, 2.54mm, 黑色	60900213421	Würth Elektronik		
T1	1	350uH	变压器, 350 μ H, SMT	14.7x18.29mm	7490220122	Würth Elektronik		

位号 ⁽¹⁾	数量	值	说明	封装参考	器件型号	制造商	备选器件型号	备选制造商
T2	1		以太网供电 (PoE) 用于可配置 (针对 直流/直流) SMPS 变压器 1500Vrms 隔离表面贴装	SMT_XFRMR_29MM08_23MM1	750313355	Würth Elektronik	LDT8627-50R	Linkcom
TP1、TP2、 TP3、TP4	4		测试点, 多用途, 红色, TH	红色多用途测试点	5010	Keystone		
TP5	1		测试点, 通用, 黑 色, TH	黑色多用途测试点	5011	Keystone		
TP6, TP9, , TP12, , TP13, , TP14, , TP15, , TP16, , TP17, , TP21, , TP23, , TP24, , TP27, , TP28, , TP30, , TP31, , TP32, TP36	17		测试点, 微型, 红 色, TH	红色微型测试点	5000	Keystone		
TP7, , TP10, , TP22, , TP25, , TP26, , TP33, , TP37, TP41	8		测试点, 微型, 白 色, TH	白色微型测试点	5002	Keystone		

位号 ⁽¹⁾	数量	值	说明	封装参考	器件型号	制造商	备选器件型号	备选制造商
TP8 , TP11 , TP18 , TP19 , TP20 , TP29 , TP35 , TP38 , TP39 , TP40 , TP42	11		测试点, 微型, 黑色, TH	黑色微型测试点	5001	Keystone		
TP34 , TP43 , TP44 , TP45 , TP46 , TP47 , TP48	7		测试点, 微型, 橙色, TH	橙色微型测试点	5003	Keystone		
U1	1		TPS23730RMT , RMT0045A (VQFN-45)	RMT0045A	TPS23730RMT	德州仪器 (TI)		德州仪器 (TI)
U2	1		光耦合器, 3.75kV, 80-160% CTR, SMT	SOP-4	TCMT1107	Vishay- Semiconductor		
U3	1		可调精度并联稳压器, 34ppm/°C, 100mA, -40°C 到 85°C, 5 引脚 SOT-23 (DBV), 绿色环保 (RoHS, 无铍/ 溴)	DBV0005A	TL431IDBVR	德州仪器 (TI)		
U4 , U5 , U6	3		光耦合器, 5kV , 300-600% CTR , SMT	DIP-4L Gullwing	FOD817DS	Fairchild Semiconductor		
C18	0	2200pF	电容, 陶瓷, 2200pF, 2000V , +/-10% , X7R , 1812	1812	C4532X7R3D222K130KA	TDK		

位号 ⁽¹⁾	数量	值	说明	封装参考	器件型号	制造商	备选器件型号	备选制造商
C26	0	100pF	电容, 陶瓷, 100pF, 25V, +/-10%, X7R, 0603	0603	06033C101KAT2A	AVX		
C46	0	47pF	电容, 陶瓷, 47pF, 50V, +/-5%, COG/NP0, 0603	0603	GRM1885C1H470JA01D	MuRata		
D7, D8, D9, D10	0	100V	二极管, 肖特基, 100V, 2A, SMB	SMB	B2100-13-F	Diodes Inc.		
D11, D21	0	60V	二极管, TVS, 单向, 60V, SMC	SMC	SMCJ60A	Fairchild Semiconductor		
D24	0	100V	二极管, 肖特基, 100V, 3A, SMC	SMC	B3100-13-F	Diodes Inc.		
L2, L5	0	250uH	耦合电感器, 250uH, A, 0.035Ω, SMD	8.7x10mm	744272251	Würth Elektronik		
Q9	0	-80V	MOSFET, P 沟道, -80V, -2.2A, AEC-Q101, SOT-23	SOT-23	SQ2337ES-T1_GE3	Vishay-Siliconix		无
Q12	0	150V	MOSFET, N 沟道, 150V, 2.7A, SOIC-8	SOIC-8	SI4848DY-T1-E3	Vishay-Siliconix		无
R30	0	10.0	电阻, 10.0, 1%, 0.25W, AEC-Q200 0 级, 0603	0603	CRCW060310R0FKEAHP	Vishay-Dale		
R56, R57, R58	0	10.0k	电阻, 10.0k, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	0603	CRCW060310K0FKEA	Vishay-Dale		

(1) 除非备选器件型号和备选制造商栏中另有说明, 否则所有器件均可替换为等效产品。

9 修订历史记录

注：以前版本的页码可能与当前版本的页码不同

Changes from Revision A (December 2020) to Revision B (August 2023) Page

- 更改了 PCB 图..... 14
 - 在 *物料清单* 中添加了备选器件型号..... 16
-

Changes from Revision * (May 2020) to Revision A (December 2020) Page

- 更新了整个文档中的表格、图和交叉参考的编号格式..... 1
 - 更新了原理图..... 5
 - 添加了 [软停响应](#) 一节..... 9
 - 更新了“物料清单” 16
-

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 © 2023，德州仪器 (TI) 公司