

EVM User's Guide: TPSI31PXQ1EVM

TPSI31Px-Q1 评估模块



说明

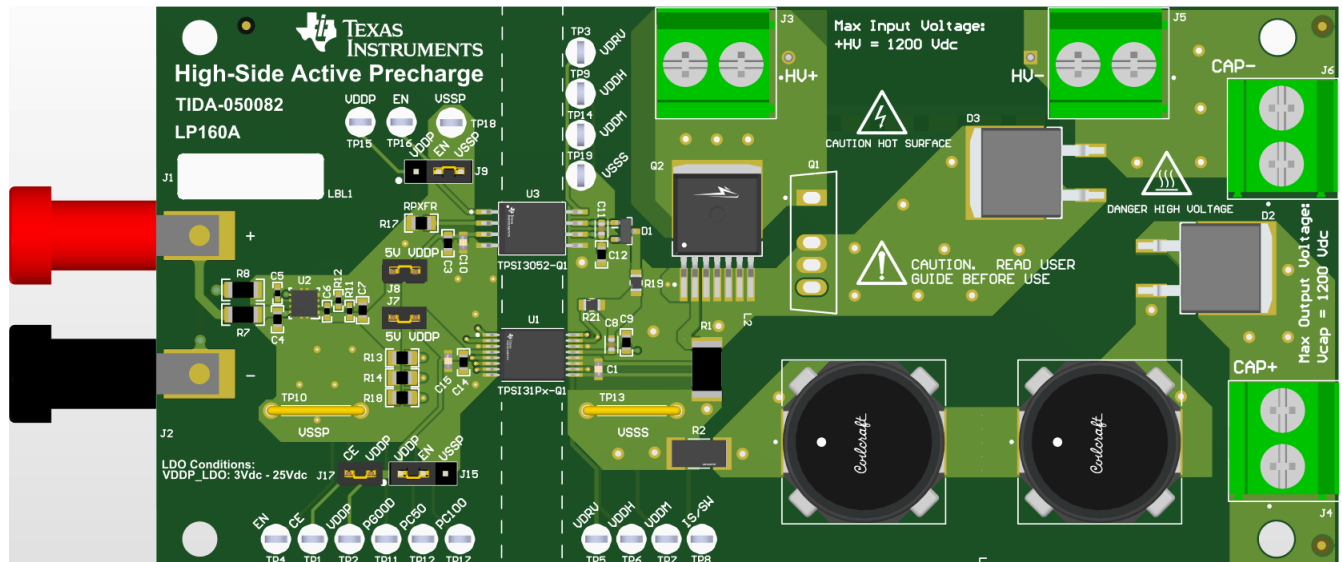
TPSI31Px-Q1 评估模块 (EVM) 可帮助设计人员评估 TPSI31Px-Q1 器件系列在电动汽车 (EV) 或混合动力电动汽车 (HEV) 高侧有源预充电应用中 (用于为直流链路电容器充电) 的运行情况和性能。该电路板采用 TPSI31P1-Q1, 这是一款具有集成式 15.8V 栅极电源和比较器的隔离式开关驱动器, 可监控充电电流并以迟滞方式驱动栅极, 完全位于次级侧, 无需额外的逻辑。该 EVM 还包含 TPSI3052-Q1, 这是一款具有集成式 15V 栅极电源的隔离式开关驱动器, 可作为隔离式电源, 在需要时帮助为 TPSI31P1-Q1 提供额外的开关电源。该 EVM 采用具有两个 HV 电感器 (每个电感器的额定电压为 400V) 的降压拓扑, 还包含一个采用 TO-263-7L 封装的 N 沟道 1200V 18A 碳化硅 (SiC) MOSFET。该电路板包含多个测试点来监测 TPSI31P1-Q1 功能。此外, 该 EVM 还包含一个可调节 5V LDO 来支持电池供电。

特性

- 能够在 830ms 内将 2mF 电容器充电至 800V
- 2.2A_{AVG}/4A_{PK-PK} 可调充电电流
- 集成迟滞充电电流控制, 无需额外逻辑
- 超低噪声 LDO (5V 至 20V 输入), 用于在可调电源不可用时为电路供电
- 无需隔离式次级电源
- 5kV_{RMS} 增强型隔离
- 15.8V 栅极驱动电压, 1.5A 峰值拉电流和 3A 峰值灌电流
- 具有集成电压基准 +/-1.5% 的双通道隔离式高速比较器

应用

- 混合动力、电动和动力总成系统



3D PCB (顶视图)

1 评估模块概述

1.1 引言

TPSI31PxQ1EVM 是一款评估模块 (EVM)，旨在演示 TPSI31P1-Q1 器件在高侧有源预充电应用中 (用于为直流链路电容器充电) 的性能和功能。有源预充电中的拓扑与降压转换器的拓扑类似，使用一个串联的电感器来限制充电电流上升速率 (di/dt) 并通过迟滞控制来控制充电电流。TPSI31P1-Q1 集成了迟滞控制功能，无需外部逻辑即可完全控制预充电。

本用户指南介绍了该 EVM 的连接器、测试点描述、原理图、物料清单和电路板布局布线。

1.2 套件内容

- TPSI31Px-Q1 评估模块电路

1.3 规格

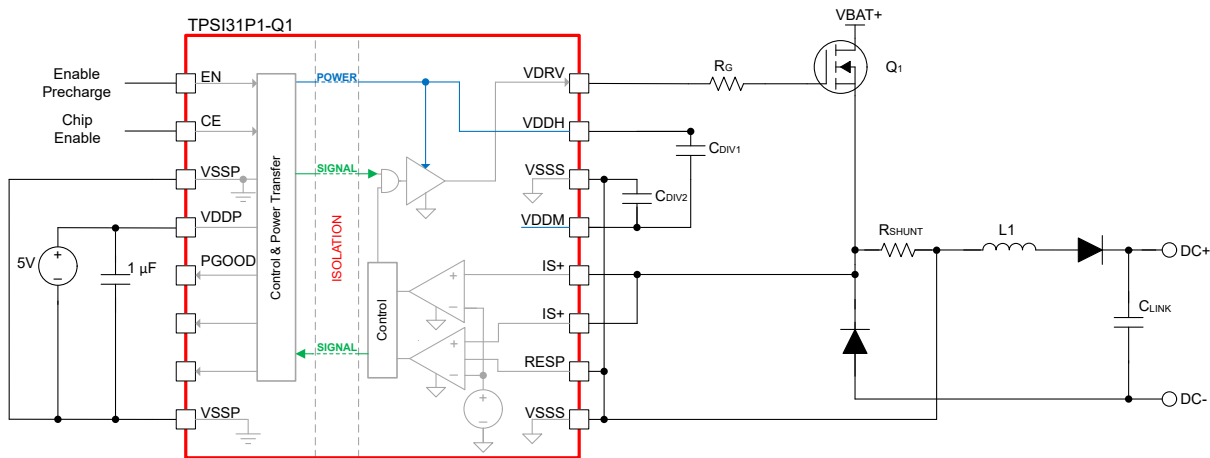


图 1-1. TPSI31P1-Q1 简化原理图

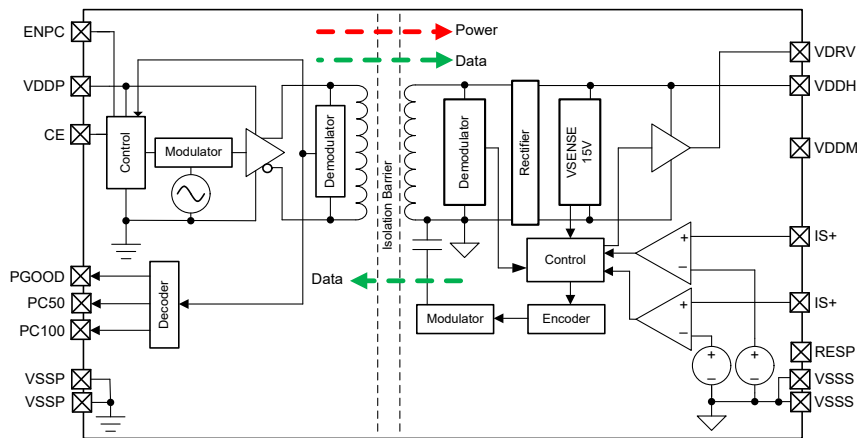


图 1-2. TPSI31P1-Q1 功能方框图

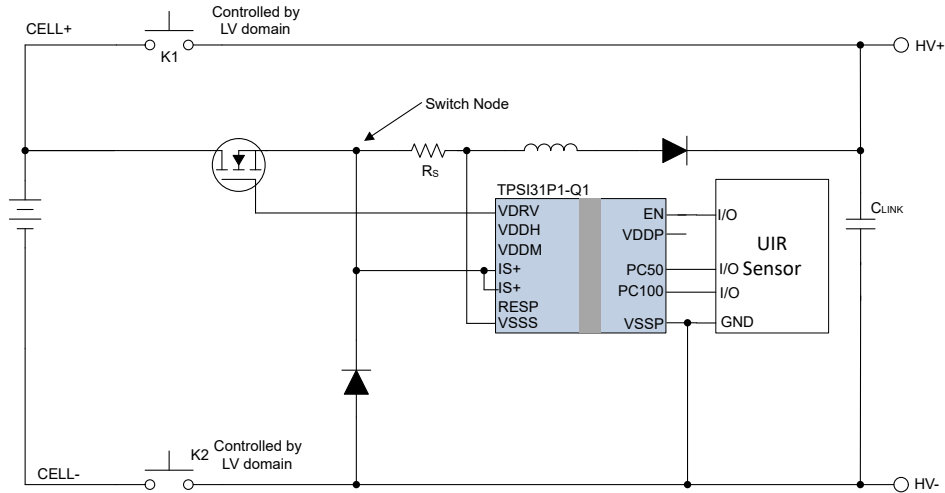


图 1-3. TPSI31P1-Q1 应用原理图

1.4 器件信息

TPSI31P1-Q1 器件是一款具有集成比较器的隔离式栅极驱动器，用于在为直流链路电容器充电中实现迟滞电流控制。当使能 (EN) 引脚变为高电平时，驱动器 (VDRV) 导通，直到比较器上的电压 (IS+) 超过 1.2V。一旦 IS+ 超过 1.2V，VDRV 会关断，直到 IS+ 降至 160mV 以下。IS+ 降至 160mV 以下后，VDRV 会导通，并且此循环会重复，直到直流链路电容器充满电为止。

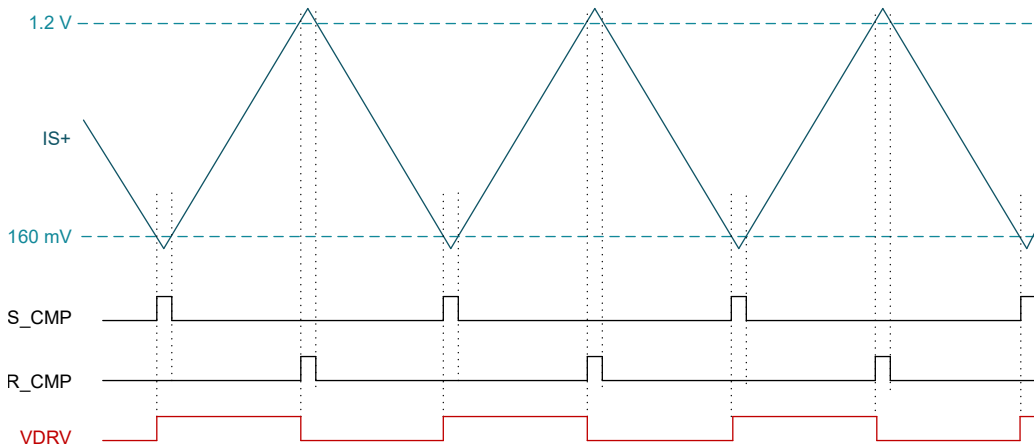


图 1-4. TPSI31P1-Q1 行为图

2 硬件

2.1 其他图像

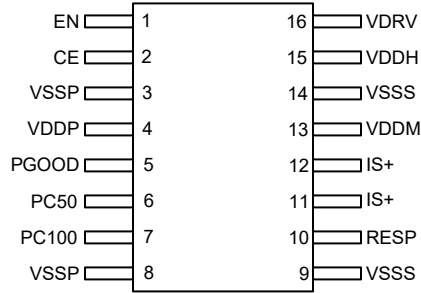


图 2-1. TPSI31P1-Q1 DVX 封装 16 引脚 SSOP (顶视图)

2.2 接头信息

名称	说明
J1	初级侧的正电源输入，香蕉插孔
J2	初级侧的负电源输入，香蕉插孔
J3	HV+ 电源输入，螺纹接线端子
J4	电容器- 输出，螺纹接线端子
J5	HV- 电源输入，螺纹接线端子
J6	电容器+ 输出，螺纹接线端子

2.3 跳线信息

名称	说明
J7	TPSI31Px-Q1 VDDP 断开连接
J8	TPSI3052-Q1 VDDP 断开连接
J9	TPSI3052-Q1 EN 选择
J15	TPSI31Px-Q1 EN 选择
J17	TPSI31Px-Q1 CE 断开连接

2.4 测试点

名称	说明
TP1	TPSI31P1-Q1 CE 信号测试点
TP2	TPSI31P1-Q1 VDDP 信号测试点
TP3	TPSI3052-Q1 VDRV 信号测试点
TP4	TPSI31P1-Q1 EN 信号测试点
TP5	TPSI31P1-Q1 VDRV 信号测试点
TP6	TPSI31P1-Q1 VDDH 信号测试点
TP7	TPSI31P1-Q1 VDDM 信号测试点
TP8	TPSI31P1-Q1 IS+ 信号测试点
TP9	TPSI3052-Q1 VDDH 信号测试点
TP11	TPSI31P1-Q1 PGOOD 信号测试点
TP12	TPSI31P1-Q1 PC50 信号测试点
TP14	TPSI3052-Q1 VDDM 信号测试点
TP15	TPSI3052-Q1 VDDP 信号测试点
TP16	TPSI3052-Q1 EN 信号测试点
TP17	TPSI31P1-Q1 PC100 信号测试点
TP18	TPSI3052-Q1 VSSP 信号测试点
TP19	TPSI3052-Q1 VSSS 信号测试点

3 实现结果

3.1 评估设置

使用 $300\text{m}\Omega$ 分流电阻可得到 $2.26\text{A}_{\text{AVG}}$ 充电电流，如公式 1 所示。图 3-1 展示了充电电流行为。

$$I_{\text{PEAK}} = \frac{1.2\text{ V}}{300\text{ m}\Omega} = 4\text{ A} \tag{1}$$

$$I_{\text{MIN}} = \frac{0.160\text{ V}}{300\text{ m}\Omega} = 0.53\text{ A}$$

$$I_{\text{AVG}} = \frac{I_{\text{PEAK}} + I_{\text{MIN}}}{2} = 2.26\text{ A}$$

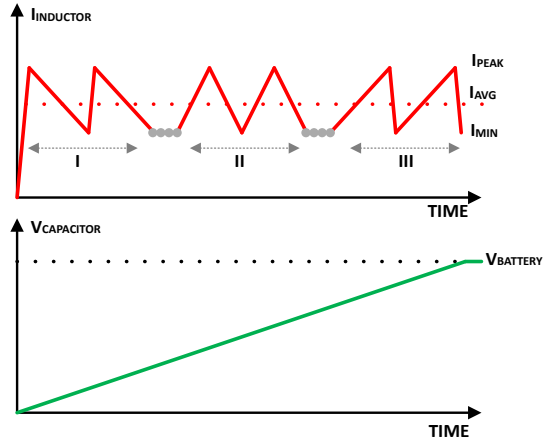


图 3-1. 有源预充电曲线

图 3-2 展示了为实现性能结果所进行的 TPSI31Px-Q1EVM 连接。

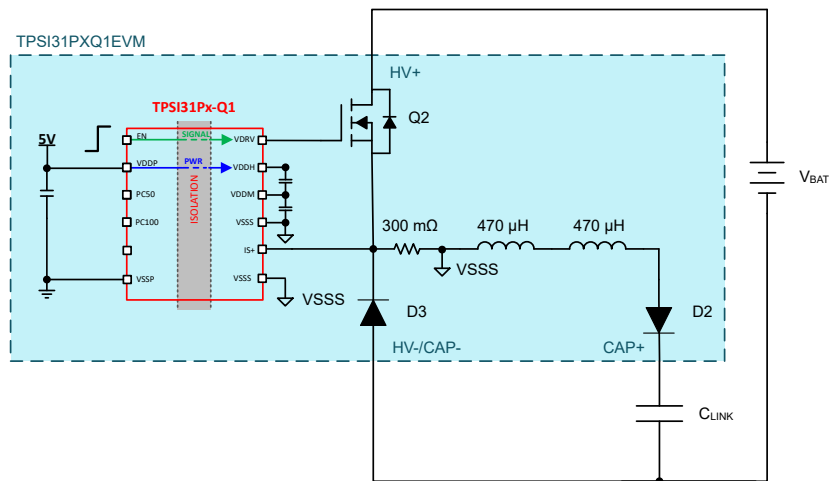


图 3-2. TPSI31PxQ1EVM 设置图

3.2 性能数据和结果

以下波形展示了 TPSI31Px-Q1 EVM 在 830ms 内将 2mF 电容器预充电至 800V。由于电感电流饱和和电感降额，充电时间比预期慢，导致平均充电电流较低 ($2.26A_{AVG} \rightarrow 1.93A_{AVG}$)。

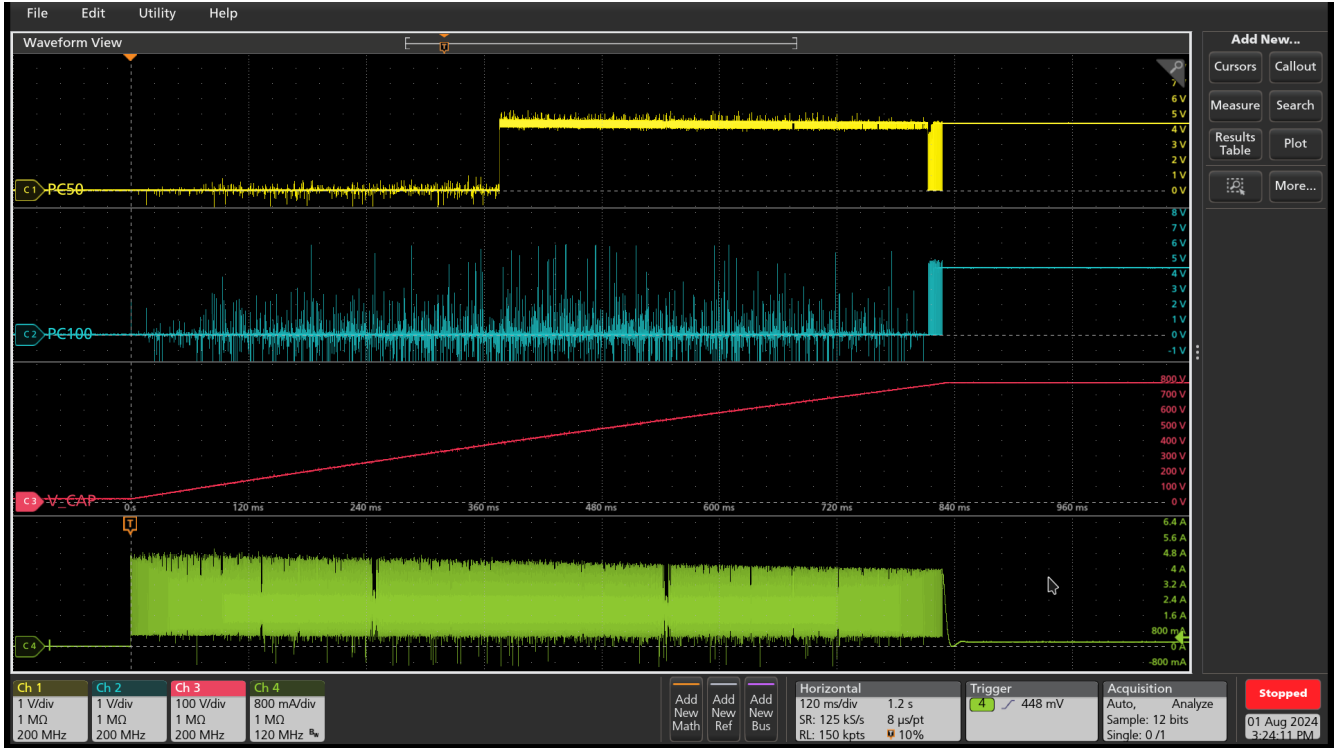


图 3-3. 在 830ms 内将 2mF 电容器充电至 800V

4 硬件设计文件

4.1 原理图

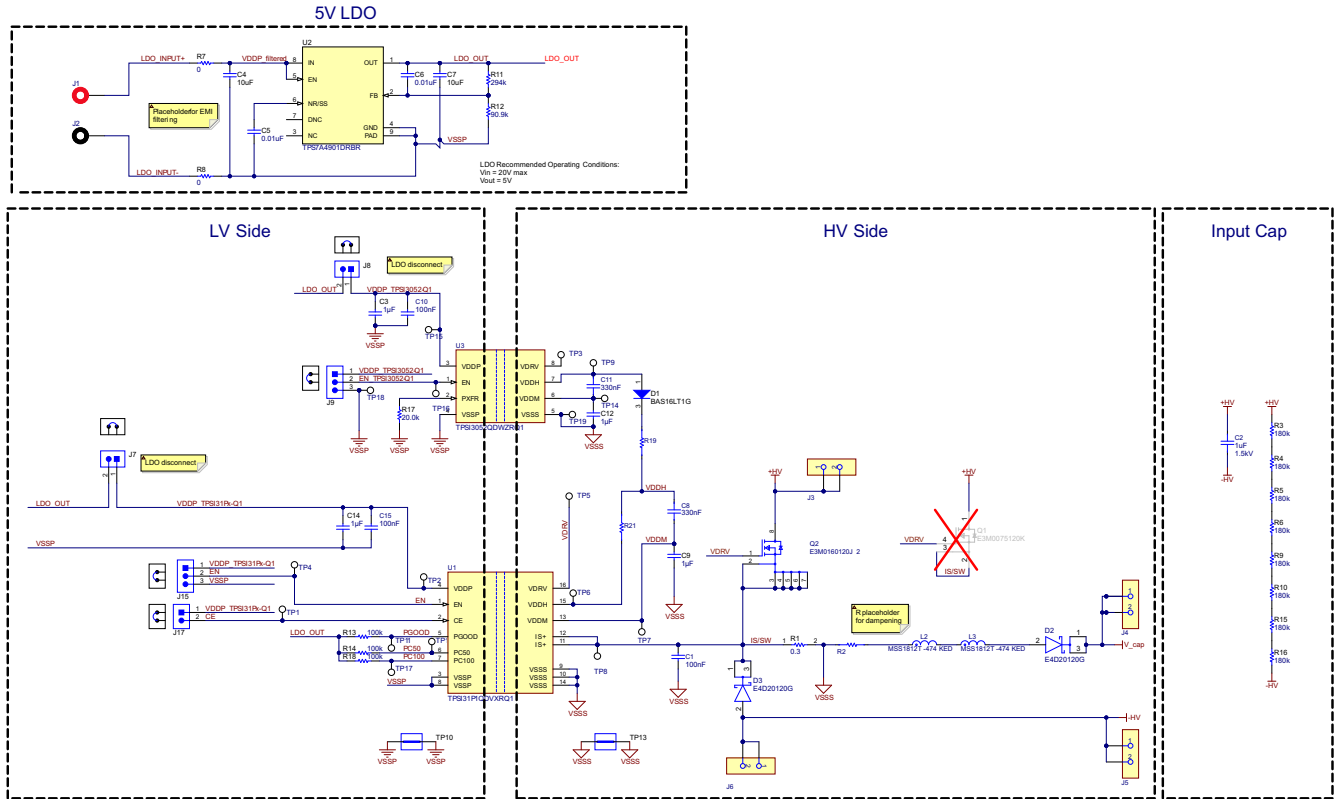


图 4-1. TPSI31PxQ1EVM 原理图

4.2 PCB 布局

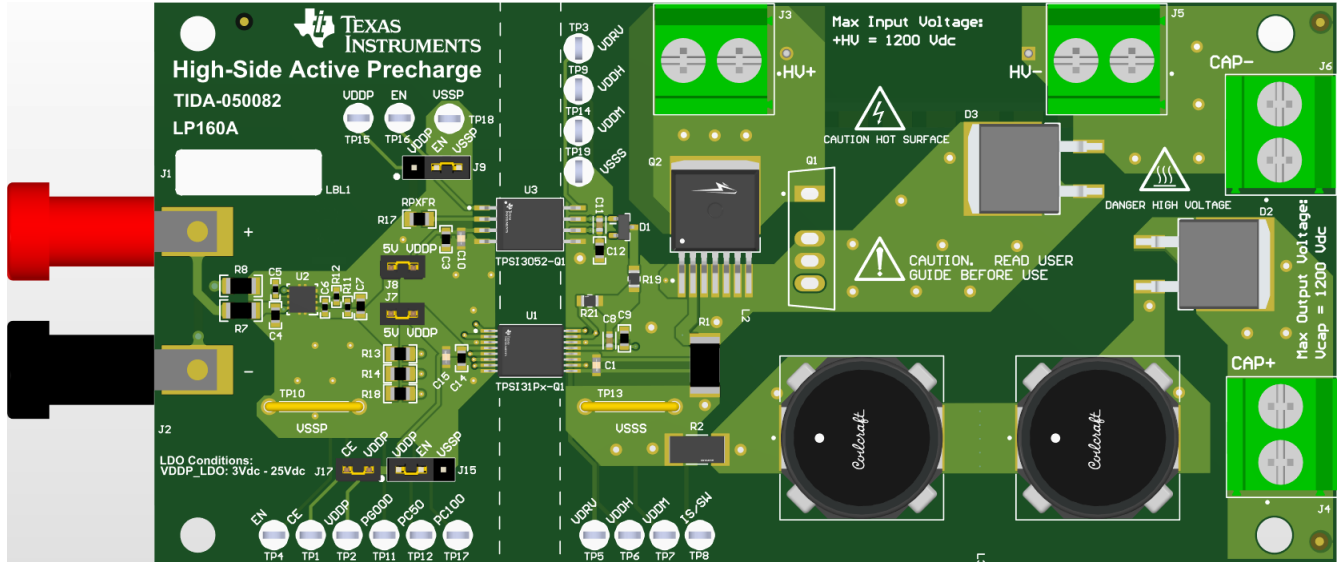


图 4-2. 3D (顶视图)

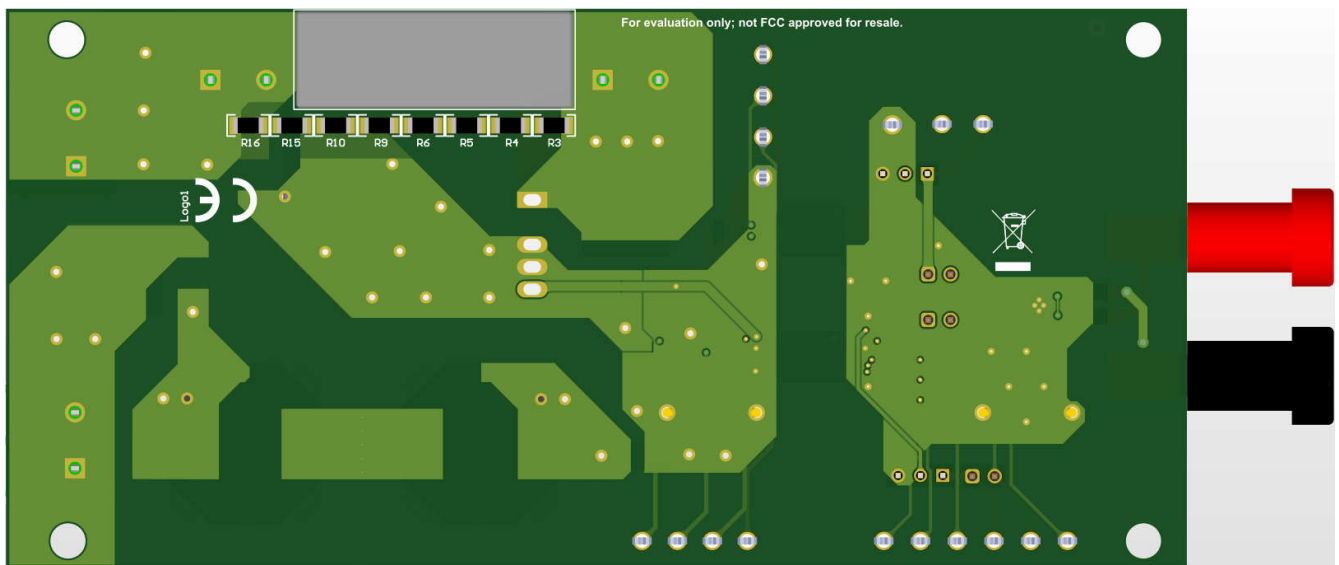


图 4-3. 3D (底视图)

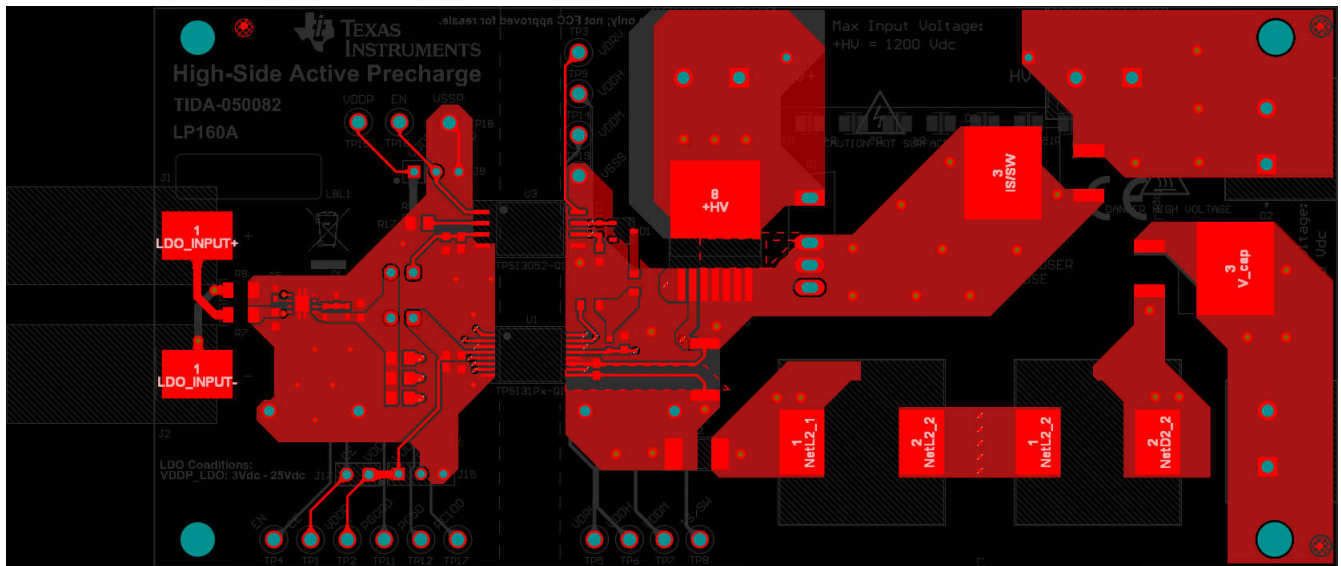


图 4-4. PCB 顶层

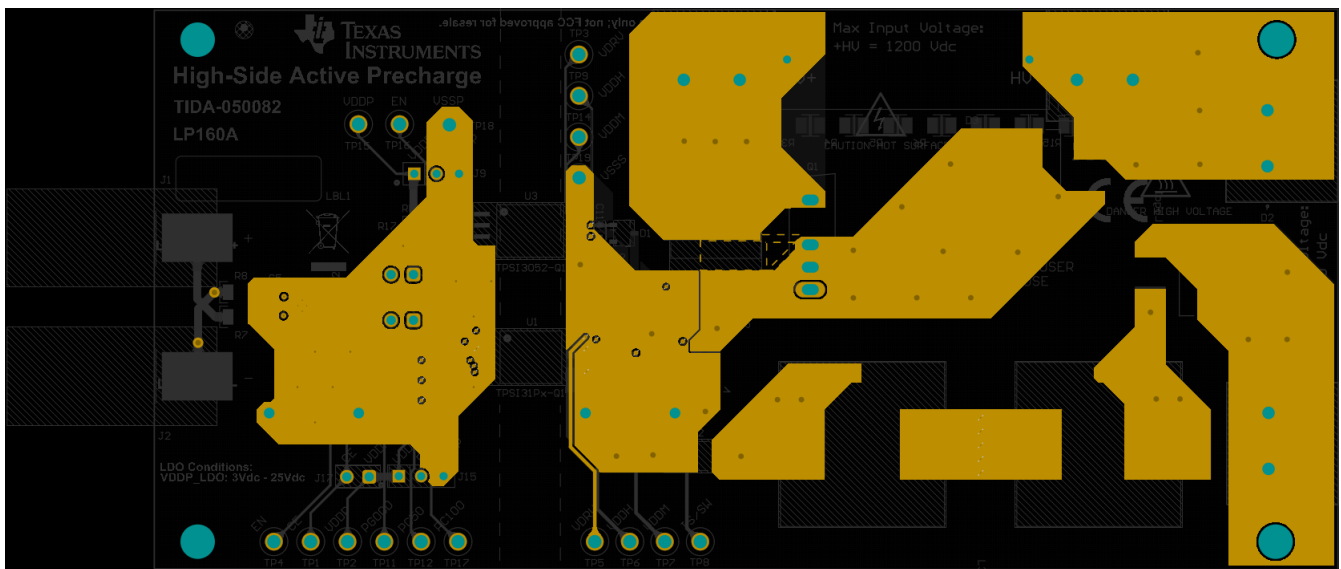


图 4-5. PCB 内层 1

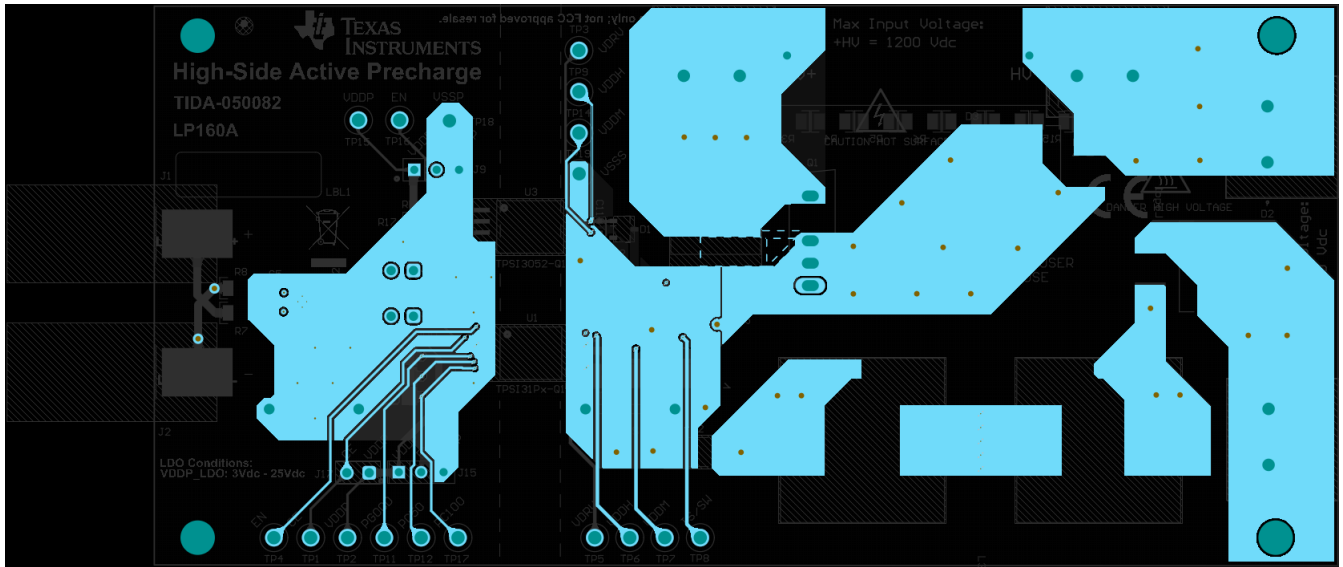


图 4-6. PCB 内层 2

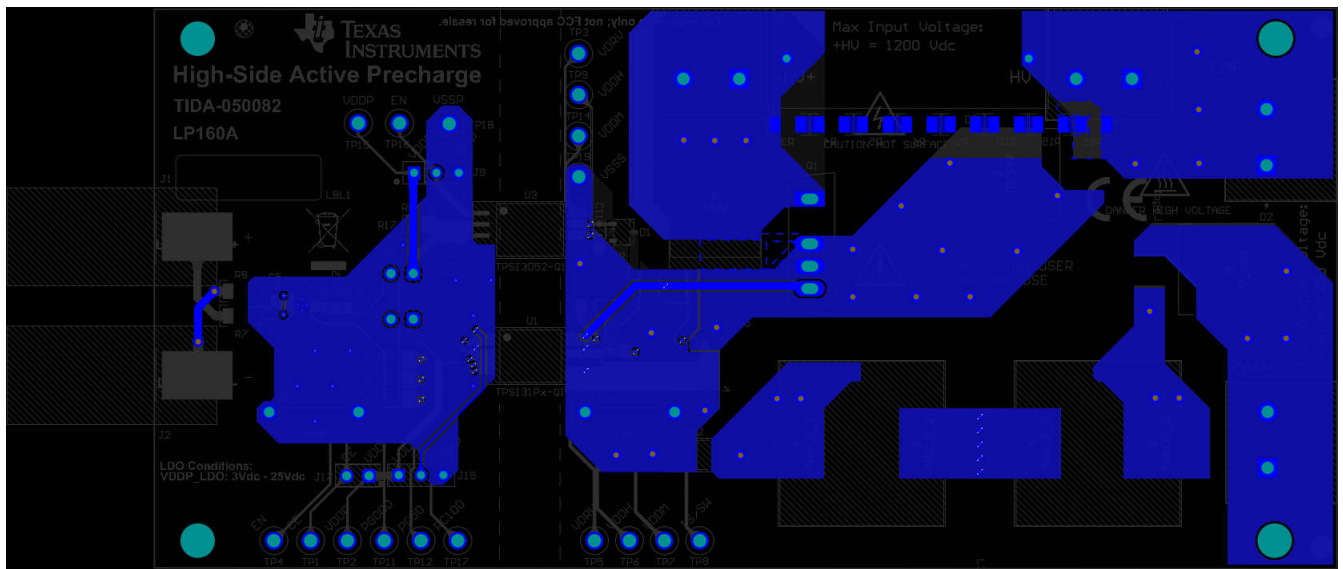


图 4-7. PCB 底层

4.3 物料清单 (BOM)

表 4-1. 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		TIDA-050082	不限
C1、C10、C15	3		电容, 陶瓷, 0.1UF, 50V, X7R, 0603	0603	C0603R104K5RAC	Kemet
C2	1	1μF	1μF 薄膜电容器 1500V (1.5kV) 聚丙烯 (PP), 金属化径向	径向	C4AQSBU4100A1WJ	KEMET
C3、C9、C12、C14	4	1μF	电容, 陶瓷, 1μF, 25V, +/-10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 0603	0603	GCM188R71E105KA64D	MuRata
C4、C7	2	10μF	电容器, 陶瓷, 10μF, 25V, +/-20%, X5R, 0603	0603	GRT188R61E106ME13D	MuRata
C5、C6	2	0.01μF	电容, 陶瓷, 0.01μF, 25V, +/-10%, X7R, 0402	0402	GRM155R71E103KA01D	MuRata
C8、C11	2	330nF	电容, 陶瓷, 330nF, 25V, X7R, 10%, 焊盘 SMD, 0603, +125°C, 汽车 T/R	0603	CGA3E3X7R1E334K080AB	TDK
D1	1	100V	二极管, 开关, 100V, 0.2A, SOT-23	SOT-23	BAS16LT1G	ON Semiconductor
D2、D3	2		1200V 20A 肖特基二极管 (SING		E4D20120G	
H1、H2、H3、H4	4			250x1500mil	4810	Keystone
J1	1		香蕉插头, 红色绝缘尼龙, TH	香蕉插头, 红色绝缘尼龙, TH	108-0902-001	Cinch Connectivity
J2	1		香蕉插头, 黑色绝缘尼龙, TH	香蕉插头, 黑色绝缘尼龙, TH	108-0903-001	Cinch Connectivity
J3、J4、J5、J6	4			CONN_TERM_BLOCK2	6.91251E+11	Würth Electronics
J7、J8、J17	3		接头, 2.54mm, 2x1, 金, TH	接头, 2.54mm, 2x1, TH	61300211121	Würth Elektronik
J9、J15	2		接头, 100mil 3x1, 锡, TH	接头, 3 引脚, 100mil, 锡	PEC03SAAN	Sullins Connector Solutions
L2、L3	2	470uH	屏蔽式功率电感器 470μH ±10% 2.1A 0.23Ω	SMD2	MSS1812T-474KED	Coilcraft
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
MP1、MP2、MP3、MP4	4			STANDOFF_HEX_THRD_4-40	14HTSP019	Essentra Components
Q2	2		MOSFET N 沟道 1200V 18A (Tc) 104W (Tc) 表面贴装 TO-263-7	TO-263-7XL	E3M0160120J2	Wolfspeed

表 4-1. 物料清单 (续)

位号	数量	值	说明	封装参考	器件型号	制造商
R1	1	0.3	电阻, 0.3, 1%, 2W, 2512	2512	CRM2512-FX-R300ELF	Bourns
R2	1	200 μ	0 Ω 跳线 100A 2W 片式电阻器 2512 (公制 6432) 金属元件	2512	JR2512X100E	Ohmite
R3、R4、R5、R6、 R9、R10、R15、 R16	8	180k	电阻, 180k, 5%, 0.25W, AEC-Q200 0 级, 1206	1206	CRCW1206180KJNEA	Vishay-Dale
R7、R8	2	0	电阻, 0, 5%, 0.25W, AEC-Q200 0 级, 1206	1206	ERJ-8GEY0R00V	Panasonic
R11	1	294k	电阻, 294k, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0402	0402	ERJ-2RKF2943X	Panasonic
R12	1	90.9k	电阻, 90.9k, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0402	0402	ERJ-2RKF9092X	Panasonic
R13、R14、R18	3	100k	电阻, 100k, 5%, 0.125W, AEC-Q200 0 级, 0805	0805	ERJ-6GEYJ104V	Panasonic
R17	1	20.0k	电阻, 20.0k, 1%, 0.125W, AEC-Q200 0 级, 0805	0805	ERJ-6ENF2002V	Panasonic
R19、R21	2	0	电阻, SMD, 0 Ω , 跳线, 1/8W, 0805	0805	RC0805FR-070RL	Yageo
SH-J1、SH-J2、SH- J3、SH-J4、SH-J5	5	1x2	分流器, 100mil, 镀金, 黑色	分流器	SNT-100-BK-G	Samtec
TP1、TP2、TP3、 TP4、TP5、TP6、 TP7、TP8、TP9、 TP11、TP12、 TP14、TP15、 TP16、TP17、 TP18、TP19	17		测试点, 白色, 穿孔, RoHS, 大容量	5012		Keystone
TP10、TP13	2		1mm 非绝缘短路插头, 10.16mm 间距, TH	短路插头, 10.16mm 间距, TH	D3082-05	Harwin
U1	1		具有集成栅极驱动器和辅助电源的隔离式汽车级有源预充电控制器	SSOP16	TPSI31P1QDVXRQ1	德州仪器 (TI)
U2	1		3V 至 36V 输入电压、150mA、超低噪声、高 PSRR、低压降 (LDO) 线性稳压器 DRB0008A (VSON-8)	DRB0008A	TPS7A4901DRBR	德州仪器 (TI)

表 4-1. 物料清单 (续)

位号	数量	值	说明	封装参考	器件型号	制造商
U3	1		具有集成式 15V 栅极电源的汽车类增强型隔离式开关驱动器	SOIC8	TPSI3052QDWZRQ1	德州仪器 (TI)
FID1、FID2、FID3	0		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

5 其他信息

5.1 商标

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