




TPSI3050Q1EVM 具有集成 10V 栅极电源的汽车类增强型隔离式开关驱动器 EVM 用户指南



摘要

TPSI3050Q1EVM 评估模块 (EVM) 可帮助设计人员评估 TPSI3050-Q1 隔离式开关驱动器的运行情况和性能。本用户指南介绍了该 EVM 的连接器、测试点描述、工作模式、原理图、物料清单和电路板布局布线。TPSI3050-Q1 是一款 5kV_{RMS} 增强型隔离式开关驱动器，具有 1.5A 峰值拉电流和 3A 峰值灌电流。该器件能够产生 10V 稳压次级电源。此稳压电源允许选择各种 MOSFET 或 SCR。EVM 包含两个采用 D2PAK 封装的背对背 650V 和 42A NMOS 以便于测试，并提供空间供装配一个采用 TO247-3 封装的 SCR。电路板的输入和输出连接是端子块，可轻松实现有线连接。该 EVM 的额定负载高达 $500\text{V}_{\text{DC}}/350\text{V}_{\text{RMS}}$ 和 4A。电路板包含多个用于监测 TPSI3050-Q1 功能的测试点。此外，该 EVM 包含一个 3.3V LDO 为 VDDP 供电，该 LDO 位于电池和 TPSI3050-Q1 输入端之间，具有 3.3V 输出。该 EVM 可使用户测试多个应用，如交流/直流固态继电器 (SSR)、电池管理和预充电电路。

	<p>注意</p>	<p>请勿在无人照看的情况下使 EVM 通电</p>
	<p>注意</p>	<p>使用前先阅读用户指南</p>
	<p>注意</p>	<p>注意表面高温 接触可导致烫伤 请勿触摸！</p>
	<p>危险</p>	<p>请勿使用 EVM 在高于 $V_{\text{IOWM}} = 1414\text{V}_{\text{DC}}$ 的条件下测试隔离性高电压</p>

内容

通用德州仪器 (TI) 高压评估 (TI HV EVM) 用户安全指南.....	3
1 引言	5
1.1 特性.....	5
1.2 应用.....	6
1.3 说明.....	6
2 连接说明	7
3 操作模式	7
3.1 两线模式.....	7
3.2 三线模式.....	9
4 负载配置	11
5 原理图	14
6 布局	14
7 物料清单	15
8 修订历史记录	17

插图清单

图 1-1. PCB 视图.....	5
图 1-2. TPSI3050-Q1 功能方框图.....	6
图 1-3. TPSI3050-Q1、TPSI3050S-Q1 DWZ 封装 8 引脚 SOIC 顶视图.....	6
图 3-1. 两线模式简化版原理图.....	7
图 3-2. 两线模式设置.....	8
图 3-3. 两线模式加电.....	9
图 3-4. 两线模式开启.....	9
图 3-5. 两线模式关闭.....	9
图 3-6. 三线模式简化版原理图.....	9
图 3-7. 三线模式 VDDP 直接供电.....	10
图 3-8. 三线模式通过 5V LDO 向 VDDP 供电.....	10
图 3-9. 三线模式加电.....	11
图 3-10. 三线模式开启.....	11
图 3-11. 三线模式关闭.....	11
图 4-1. 交流/直流负载.....	12
图 4-2. 直流负载.....	12
图 4-3. 带 RC 缓冲器的直流负载.....	12
图 4-4. 直流负载的 SCR.....	13
图 4-5. RL 负载.....	13
图 5-1. PSIL129 原理图.....	14
图 6-1. 3D 视图.....	14
图 6-2. PCB 顶层.....	15
图 6-3. PCB 底层.....	15

表格清单

表 1-1. 器件信息.....	6
表 2-1. 测试点和跳线.....	7
表 2-2. 引脚功能.....	7
表 3-1. 两线模式的电源选择.....	8
表 3-2. 三线模式的电源选择.....	11
表 7-1. 物料清单.....	15

商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

通用德州仪器 (TI) 高压评估 (TI HV EVM) 用户安全指南



务必遵循 TI 的设置和应用说明，包括在建议的电气额定电压和功率限制范围内使用所有接口元件。务必采取电气安全防护措施，这样有助于确保自身和周围人员的人身安全。如需了解更多信息，请联系 TI 的产品信息中心，网址为 <http://ti.com/customer support>。

保存所有警告和说明以供将来参考。

WARNING

务必遵循警告和说明，否则可能引发电击和灼伤危险，进而造成财产损失或人员伤亡。

TI HV EVM 一词是指通常以开放式框架、敞开式印刷电路板装配形式提供的电子器件。该器件严格用于开发实验室环境，仅供了解开发和应用高压电路相关电气安全风险且接受过专门培训、具有专业知识背景的合格专业用户使用。德州仪器 (TI) 严禁任何其他不合规的使用和/或应用。如果不满足合格要求，应立即停止进一步使用 HV EVM。

1. 工作区安全：

- a. 保持工作区整洁有序。
- b. 每次电路通电时，合格观察员都必须在场监督。
- c. TI HV EVM 及其接口电子元件通电区域必须设有有效的防护栏和标识，指示可能存在高压作业，以避免意外接触。
- d. 开发环境中使用的所有接口电路、电源、评估模块、仪器、仪表、示波器和其他相关装置如果超过 50Vrms/75VDC，则必须置于紧急断电 EPO 保护电源板内。
- e. 使用稳定且不导电的工作台。
- f. 使用充分绝缘的夹钳和导线来连接测量探针和仪器。尽量不要徒手进行测试。

2. 电气安全：

- a. 作为预防措施，假设整个 EVM 可能具有完全可接触和有效的高电压始终是正确的工程实践。
- b. 执行任何电气测量或其他诊断测量之前，需将 TI HV EVM 及其全部输入、输出和电气负载断电。再次确认 TI HV EVM 已安全断电。
- c. 确认 EVM 断电后，根据所需的电路配置、接线、测量设备连接和其他应用需求执行进一步操作，同时仍假定 EVM 电路和测量仪器均带电。
- d. EVM 准备就绪后，根据需要将 EVM 通电。

WARNING

EVM 通电后，请勿接触 EVM 或其电路，因为其可能存在高压，会造成电击危险。

3. 人身安全

- a. 穿戴个人防护装备 (例如乳胶手套或具有侧护板的安全眼镜) 或将 EVM 放置于带有联锁装置的透明塑料箱，避免意外接触。

安全使用限制条件：

不会将 EVM 作为整体或部分生产单元使用。

1 引言

TPSI3050-Q1 是一款完全集成的隔离式开关驱动器，与外部电源开关结合使用时，可构成完整的隔离式固态继电器解决方案。TPSI3050-Q1 专为汽车和工业应用而设计，如电池管理系统、电动汽车/混合动力汽车车载充电器、SSR 取代机械继电器、直流链路预充电等。TPSI3050-Q1 采用紧凑型 SOIC 封装，可利用集成的独特隔离技术，无缝取代继电器，且无需次级侧电源。TPSI3050-Q1 集成式隔离保护功能极其稳健，与使用传统机械继电器和光耦合器的产品相比，其可靠性更高、功耗更低，且温度范围更广。

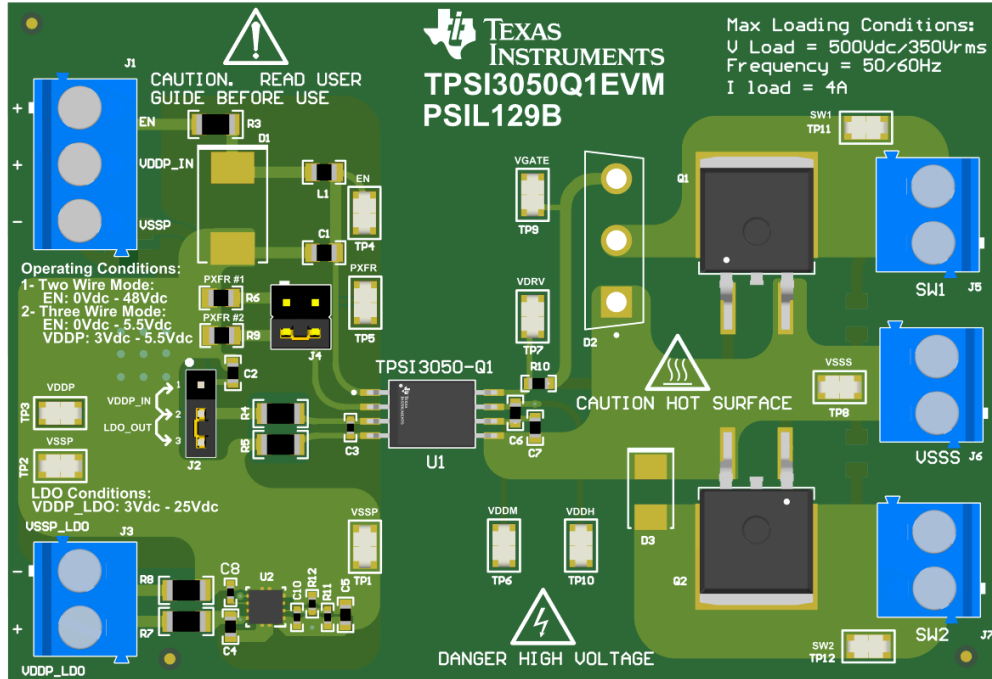


图 1-1. PCB 视图

1.1 特性

- 无需隔离式次级电源
- 驱动外部功率晶体管或 SCR
- 5kV_{RMS} 增强型隔离
- 具有 1.5A 峰值拉电流和 3A 峰值灌电流的 10V 栅极驱动
- 适用于外部辅助电路的最高 50 mW 电源
- 支持交流或直流开关
- 支持双线或三线模式
- 七电平功率传输，电阻可选

1.2 应用

- 固态继电器 (SSR)
- 混合动力、电动和动力总成系统
- 楼宇自动化
- 工厂自动化和控制

1.3 说明

TPSI3050Q1EVM 可使用户在两种工作模式之间轻松切换，从而进行评估。此 EVM 经过设计，可灵活添加共模扼流圈，以最大程度地减小 EMI。图 1-2 显示了隔离式开关的功能方框图。TPSI3050-Q1 能够生成具有 1.5A 峰值拉电流和 3A 峰值灌电流的 10V 浮动次级电压。此外，TPSI3050-Q1 支持两种工作模式：两线模式和三线模式。在两线模式中，EN 引脚在初级侧供电。三线模式适用于以下应用：需要 TPSI3050-Q1 可提供的更高的电源传输水平和最快的开关启用和禁用速度。

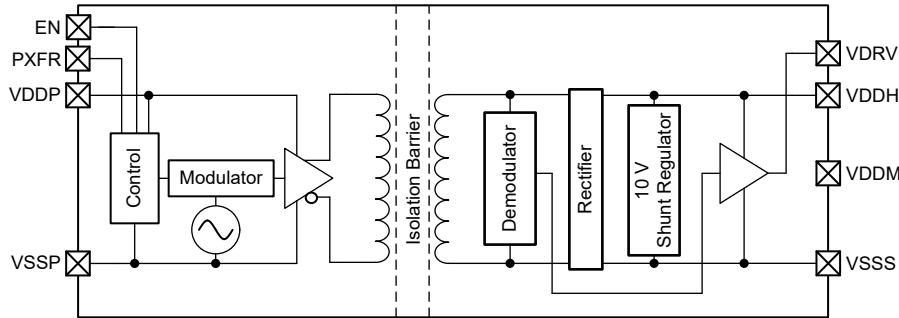


图 1-2. TPSI3050-Q1 功能方框图

表 1-1. 器件信息

器件型号	封装 ⁽¹⁾	封装尺寸 (标称值)	功能
TPSI3050-Q1	SOIC 8 引脚 (DWZ)	7.50mm × 5.85mm	标准启用
TPSI3050S-Q1	SOIC 8 引脚 (DWZ)	7.50mm × 5.85mm	TPSI3050S 具有用于开关控制的一次性启用，且仅在三线模式下可用。此特性对于驱动 SCR 非常有用，通常只需要一个电流脉冲即可触发。

(1) 如需了解所有可用封装，请参阅数据表末尾的可订购产品附录。

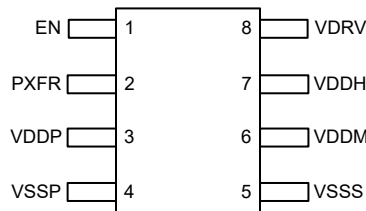


图 1-3. TPSI3050-Q1、TPSI3050S-Q1 DWZ 封装 8 引脚 SOIC 顶视图

2 连接说明

表 2-1 显示了测试点、连接器和端子块的功能。表 2-2 显示了引脚功能。

表 2-1. 测试点和跳线

名称	说明
J2	VDDP 电源选择输入
J4	电源传输选择
TP1, TP2	VSSP 测试点
TP3	VDDP 信号测试点
TP4	EN 信号测试点
TP5	PXFR 信号测试点
TP6	VDDM 信号测试点
TP7	VDRV 信号测试点
TP8	VSSS 信号测试点
TP9	VGATE 信号测试点
TP10	VDDH 信号测试点
TP11	SW1 信号测试点
TP12	SW2 信号测试点

表 2-2. 引脚功能

引脚名称	说明
EN	高电平有效的驱动器使能端
PXFR	可以使用从 PXFR 引脚到 VSSP 的外部电阻在七个功率等级设置中选择一个，以调节电源传输。
VDDP	初级侧的电源
VSSP	初级侧的接地电源
VSSS	次级侧的接地电源
VDDM	生成的中位电压
VDDH	生成的高位电压
VDRV	高电平有效的驱动器输出端

3 操作模式

3.1 两线模式

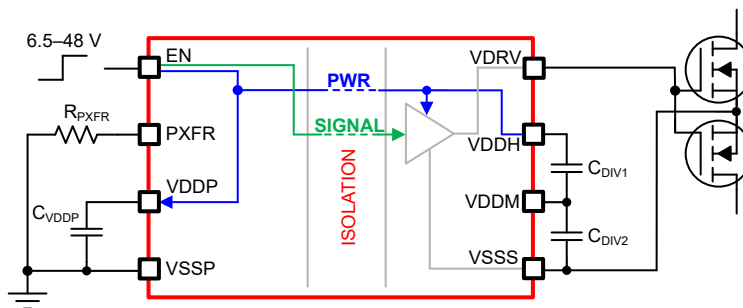


图 3-1. 两线模式简化版原理图

在两线模式中，可以使用 EN 和 VSSP 两个引脚控制 TPSI3050-Q1。当 EN 大于或等于 6.5V 时，向器件供电。当 EN 电压为高电平时，向器件的次级侧供电。当 EN 为低电平时，停止向次级侧传输电源，MOSFET 或 SCR 关闭。

要为双线模式配置 EVM，必须进行以下更改：

1. 移除 J2 接头。将 Cin 连接 VSSP，使 VDDP 悬空。
2. 使用端子块 J1 提供 EN 电压。

图 3-2 直观地展示了如何为两线模式配置电路板：

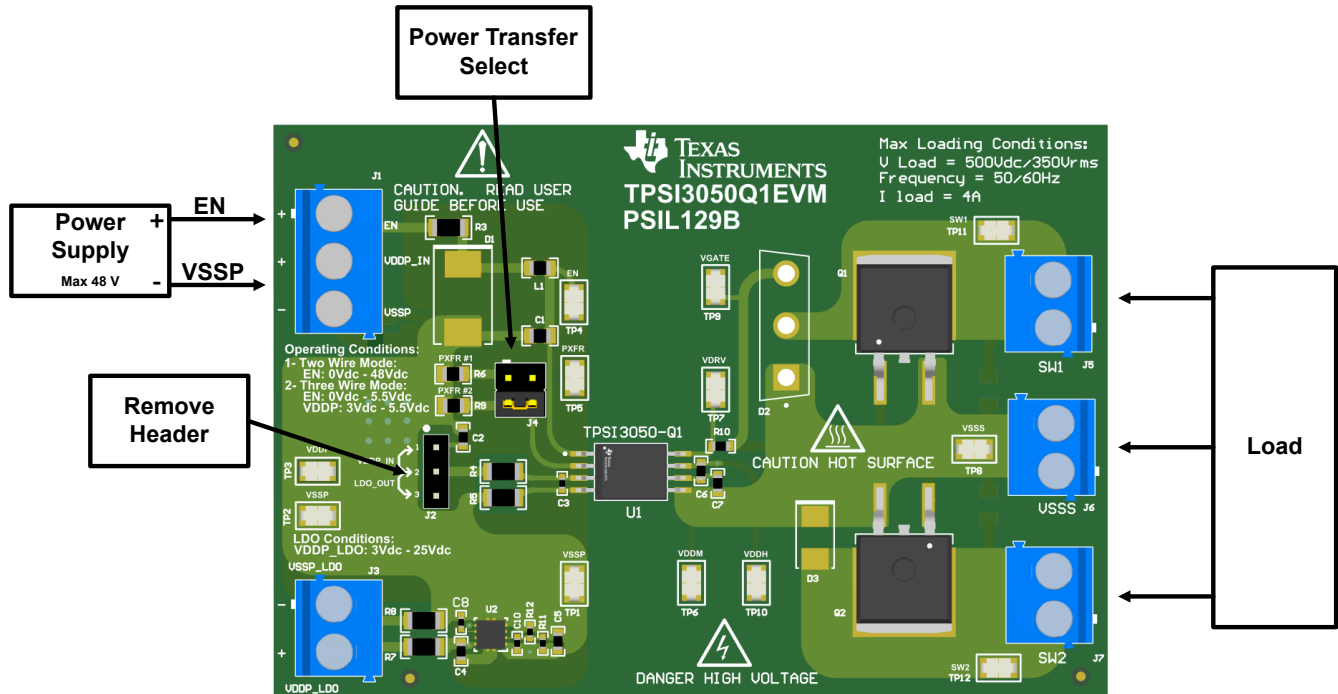


图 3-2. 两线模式设置

表 3-1. 两线模式的电源选择

J4 接头	I _{EN}
PXFR #1 (7.32kΩ)	1.9 mA
PXFR #2 (20kΩ)	6.8mA

测量

图 3-3 显示了在两线模式中使用最高电源传输 PXFR #2 (20kΩ) 从 EN 上升到 VDDM 和 VDDP 上升的加电延迟。加电延迟与电源传输选择以及 VDDH 到 VDDM 之间和 VDDM 到 VSSS 之间的电容器直接相关。从 EN 到 VDDM 的延迟为 1.222ms，从 EN 到 VDDH 的延迟为 1.322ms。图 3-3 显示了在两线模式中使用最高电源传输 PXFR #2 (20kΩ) 从 EN 上升到 VDRV 上升的延迟。从 EN 到 VDRV 的延迟为 2.689ms。图 3-5 显示了从 EN 下降到 VDRV 下降的延迟。延迟为 2.441us。

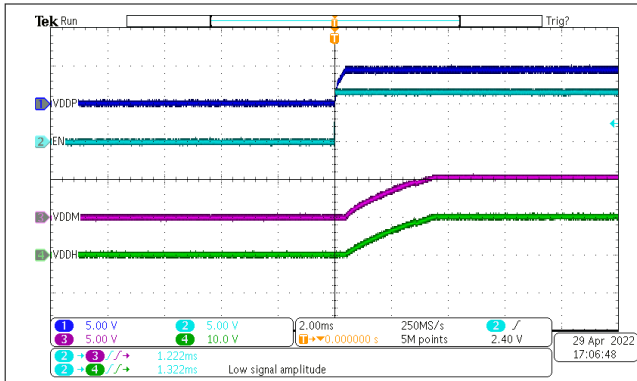


图 3-3. 两线模式加电

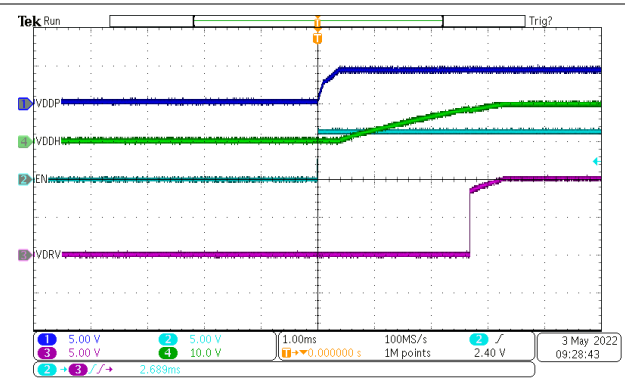


图 3-4. 两线模式开启

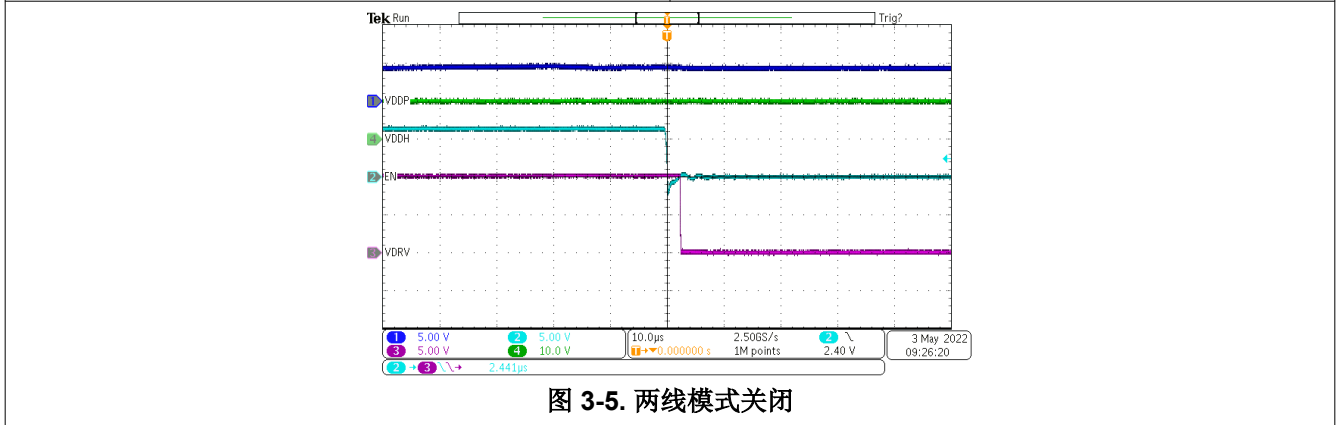


图 3-5. 两线模式关闭

3.2 三线模式

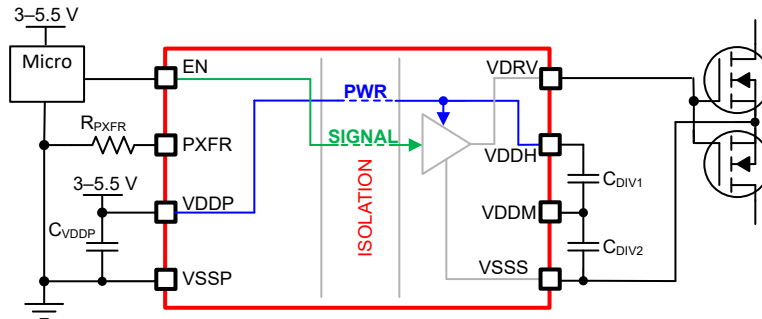


图 3-6. 三线模式简化版原理图

三线模式适用于以下应用：需要 TPSI3050-Q1 可提供的更高的电源传输水平和最快的开关启用和禁用速度。在此模式中，电源从初级侧传输到次级侧，与使能引脚的状态无关。将 EN 引脚设置为高电平或低电平可使 V_{DRV} 驱动外部电源 MOSFET 或 SCR。

要为三线模式配置 EVM，必须进行以下更改：

1. 使用 J2 接头可直接向 VDDP 供电，也可通过具有 5V 输出电压的 LDO 间接供电。
 - a. 向 VDDP 直接供电：将 J2 分流器置于位置 1 和位置 2 之间。此操作可使用户直接向 VDDP 供电。

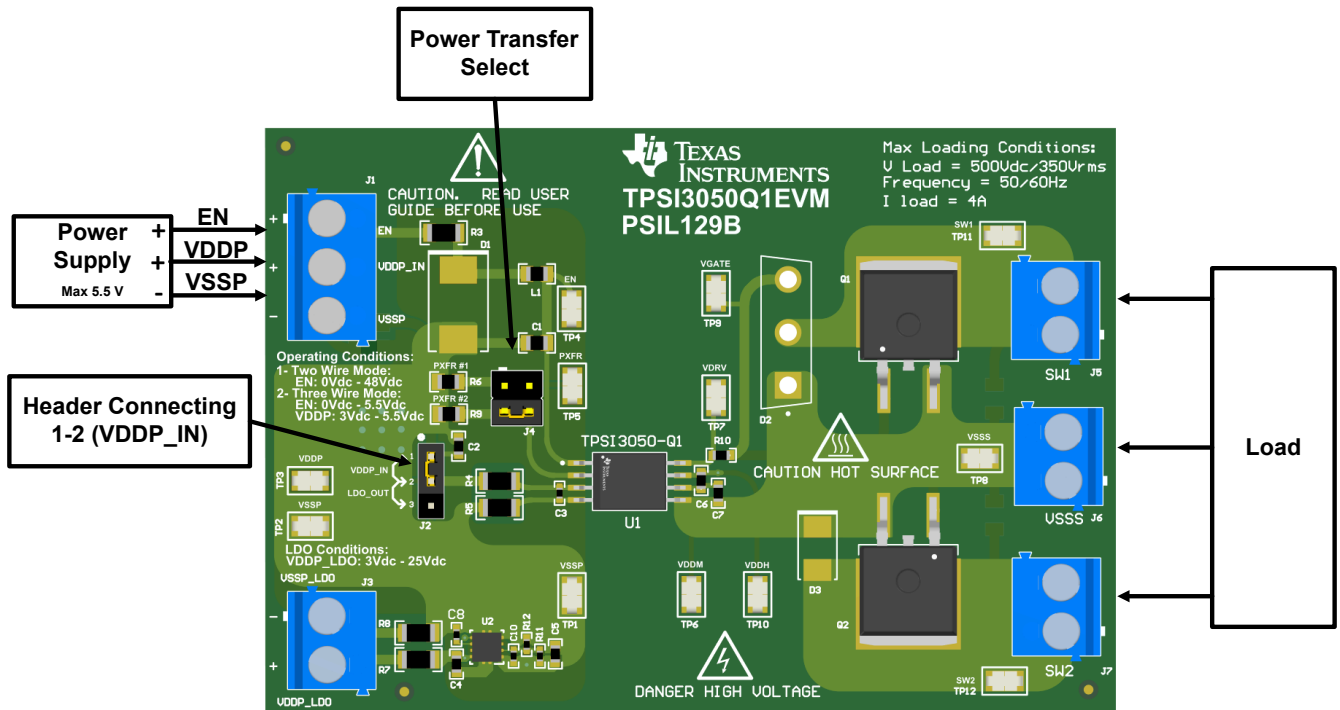


图 3-7. 三线模式 VDDP 直接供电

- b. 通过 LDO 向 VDDP 供电：将 J2 分流器置于位置 2 和位置 3 之间。用户可以通过具有 5V 输出电压的 LDO 间接向 VDDP 供电。

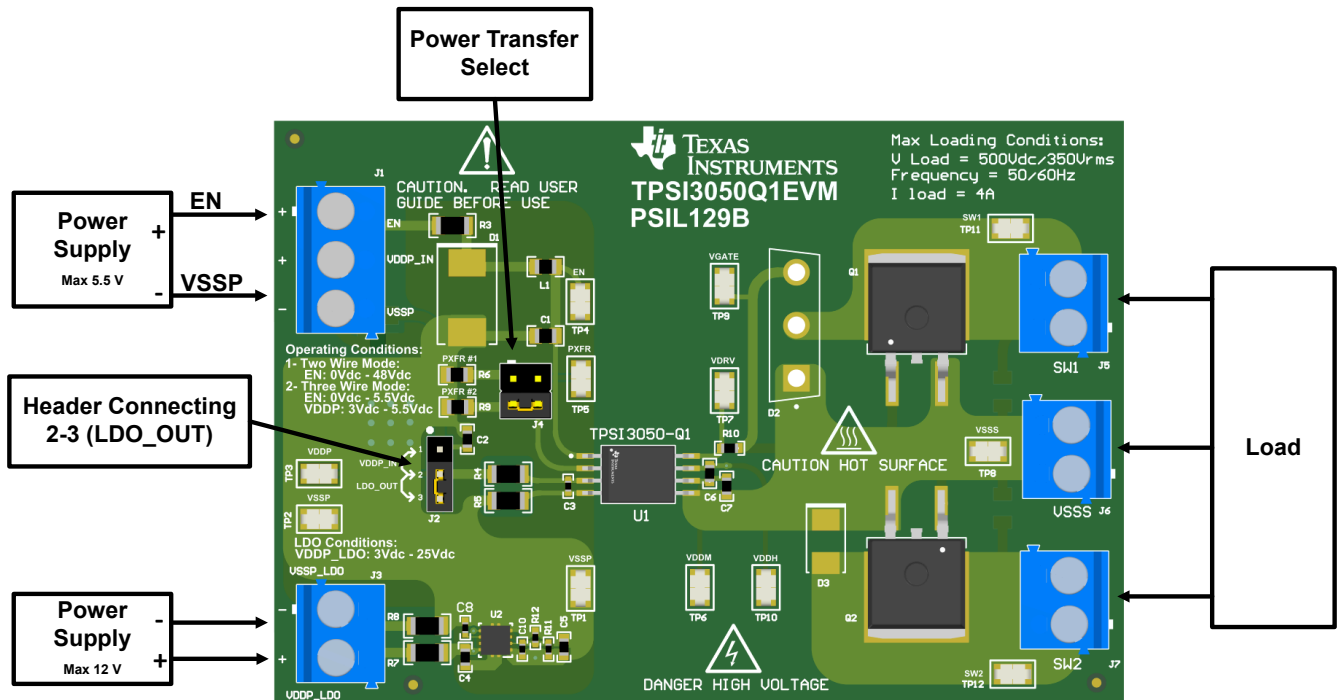


图 3-8. 三线模式通过 5V LDO 向 VDDP 供电

2. 使用端子块 J2 提供 EN 电压。

表 3-2. 三线模式的电源选择

J4 接头	电源转换器占比 (三线模式, 标称值)
PXFR #1 (7.32kΩ)	13.3%
PXFR #2 (20kΩ)	93.3%

测量

图 3-10 显示了在三线模式中使用最高电源传输 PXFR #2 (20kΩ) 从 VDDP 上升到 VDDM 和 VDDP 上升的加电延迟。加电延迟与电源传输选择以及 VDDH 到 VDDM 之间和 VDDM 到 VSSS 之间的电容器直接相关。从 VDDP 到 VDDM 的延迟为 330.5us，从 VDDP 到 VDDH 的延迟为 357.6us。图 3-3 显示了在三线模式中使用最高电源传输 PXFR #2 (20kΩ) 从 EN 上升到 VDRV 上升的延迟。从 EN 到 VDRV 的延迟为 3.145us。图 3-11 显示了从 EN 下降到 VDRV 下降的延迟。延迟为 2.461us。

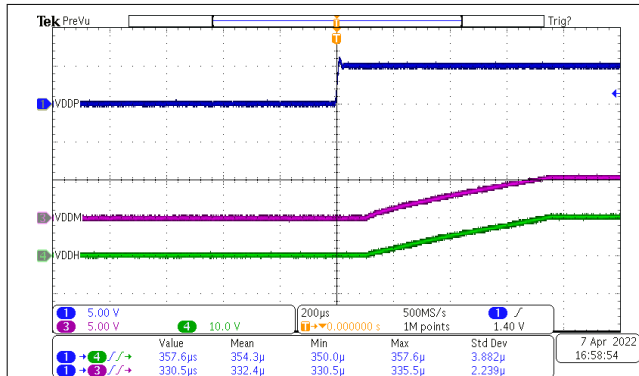


图 3-9. 三线模式加电

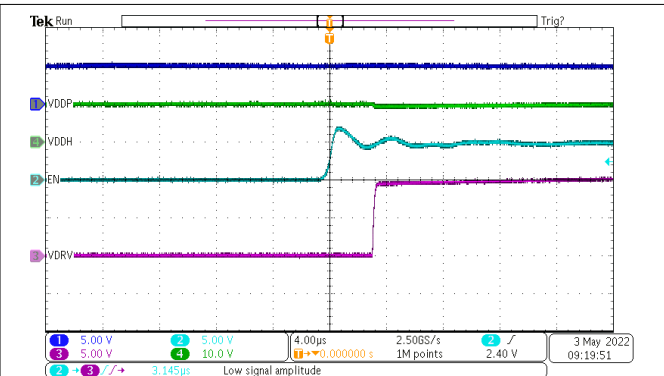


图 3-10. 三线模式开启

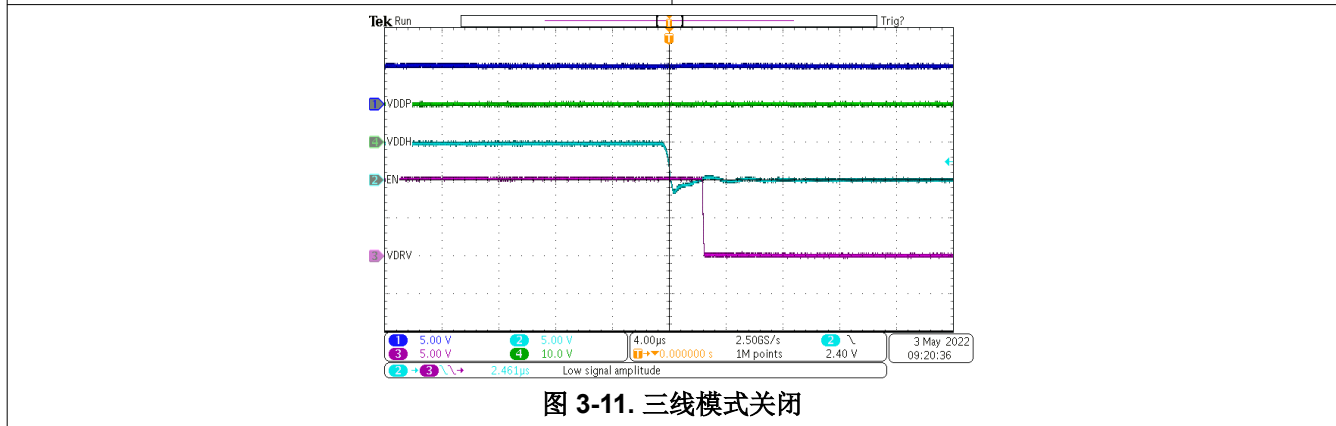


图 3-11. 三线模式关闭

4 负载配置

此 EVM 可支持不同的负载配置，从而最大程度地为用户提供灵活性。

1. MOSFET 配置：

- a. 图 4-1 显示了使用两个背对背公共源 MOSFET 的应用。通过在 SW1 和 SW2 端子之间连接负载，用户可以为 EVM 加载交流或直流负载。通过使用两个背对背 FET，体二极管能够切断正电压和负电压。此外，可以通过添加 RC 缓冲器在出现高电感负载时抑制开关振荡。

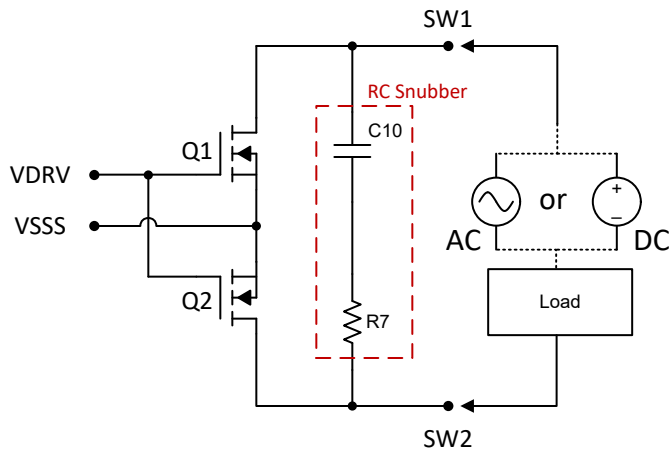


图 4-1. 交流/直流负载

- b. 图 4-2 显示了使用两个并联公共源 MOSFET 的应用。此操作可使用户实现更低的 RDSON。由于一个 MOSFET 在关闭时不能阻断反向电流，所以此配置的建议负载是直流负载。

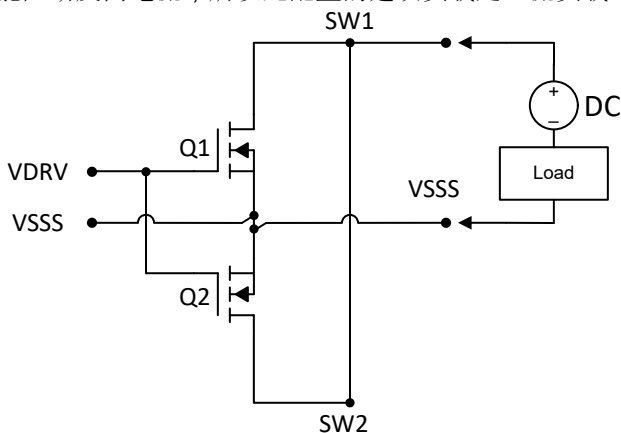


图 4-2. 直流负载

- c. 图 4-3 显示了使用一个 MOSFET (Q1) 且未组装 (Q2) 的可能负载配置。通过短接 SW2 端子与 VSSS 端子连接高电感负载时，此配置允许添加 RC 缓冲器。

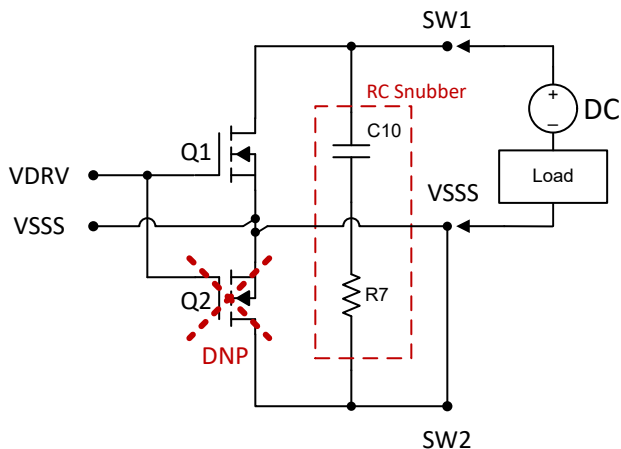


图 4-3. 带 RC 缓冲器的直流负载

2. SCR 配置：

- a. 图 4-4 显示了使用 SCR 的可能负载配置。在这种情况下，TI 建议使用 TPSI3050S-Q1，它可以通过一个脉冲驱动 SCR，从而一次性触发使能端。由于短时间持续电源可触发大多数 SCR，此操作很有效。

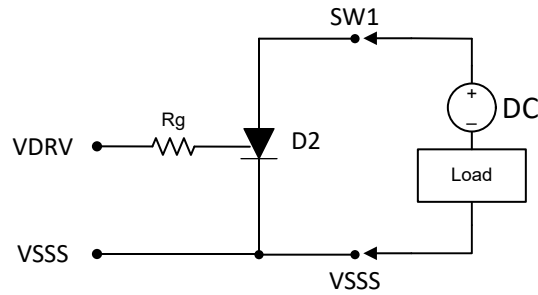


图 4-4. 直流负载的 SCR

3. 高电感负载的 MOSFET 或 SCR :

- a. 图 4-5 显示了高电感负载的可能负载配置。使用 Q1 (MOSFET) 或 D2 (SCR) 作为 S1 (开关元件) 可实现该设置。该设置为添加 D3 提供了空间，当 S1 关断电感负载时，D3 可以作为钳位二极管来提供对地连接。

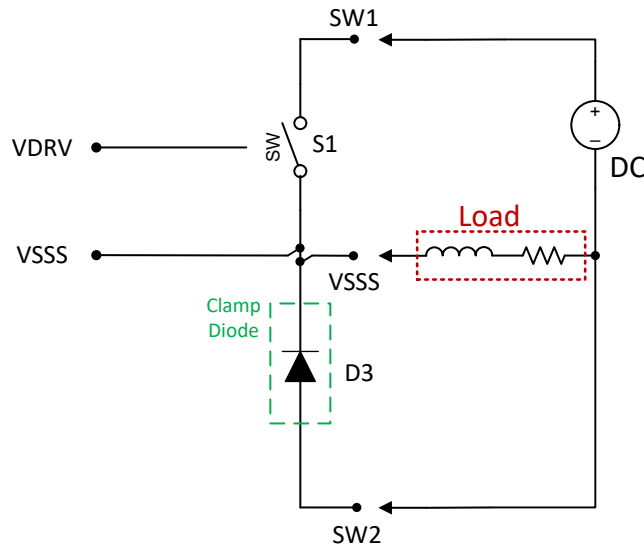


图 4-5. RL 负载

5 原理图

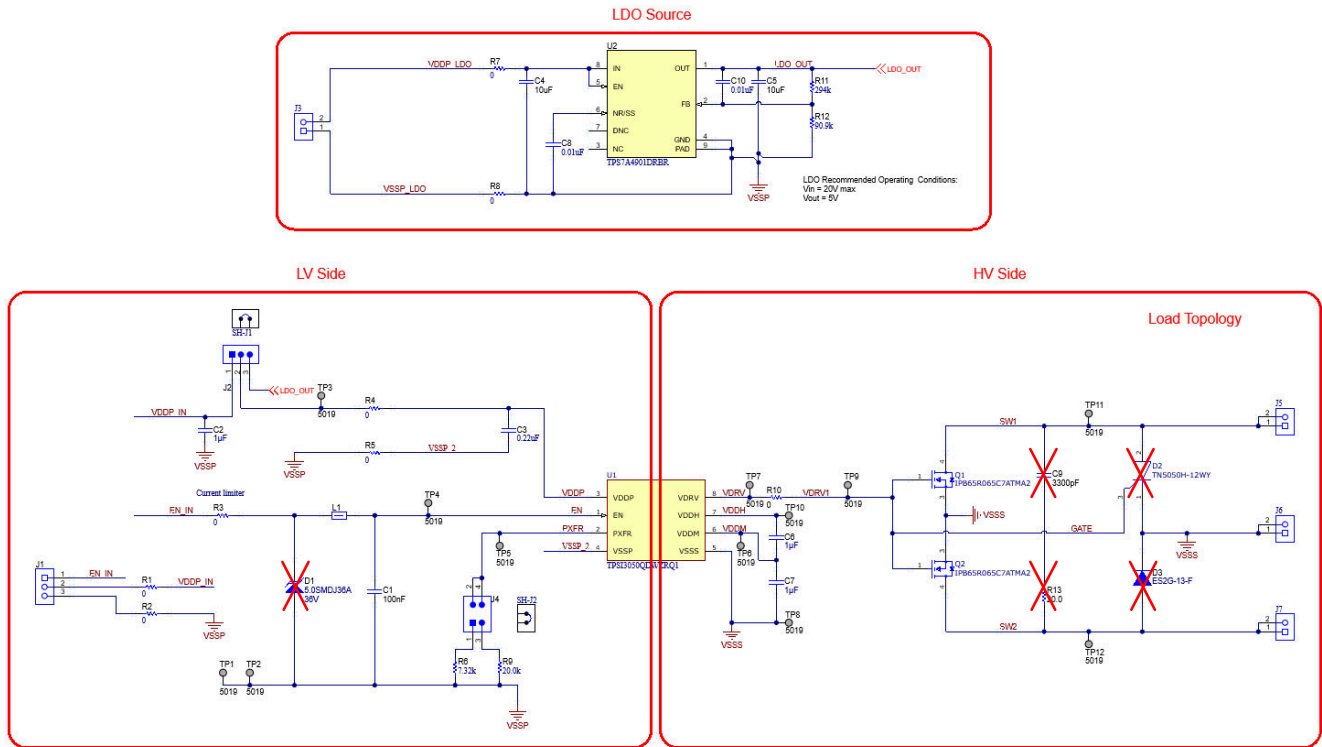


图 5-1. PSIL129 原理图

6 布局

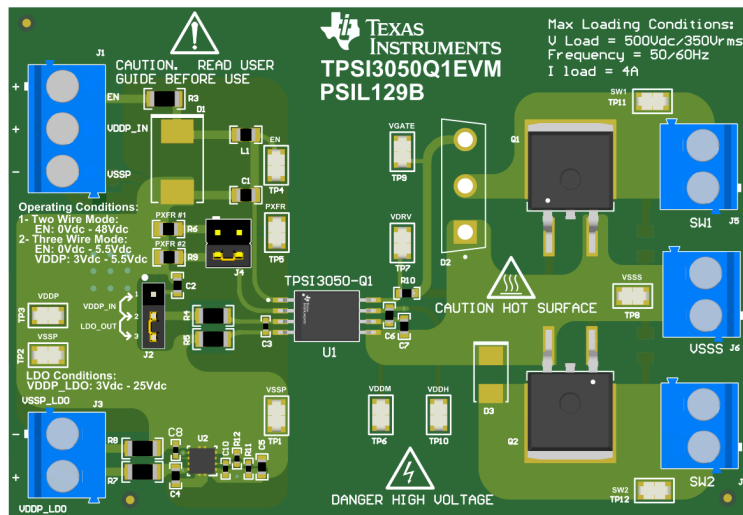


图 6-1. 3D 视图

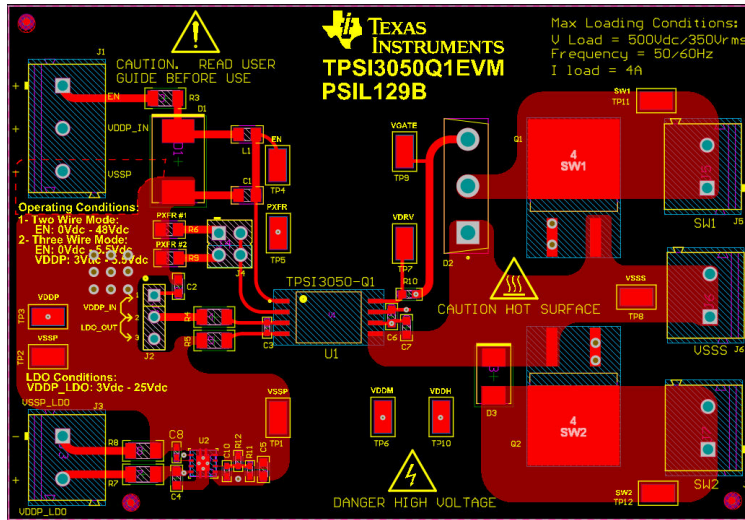


图 6-2. PCB 顶层

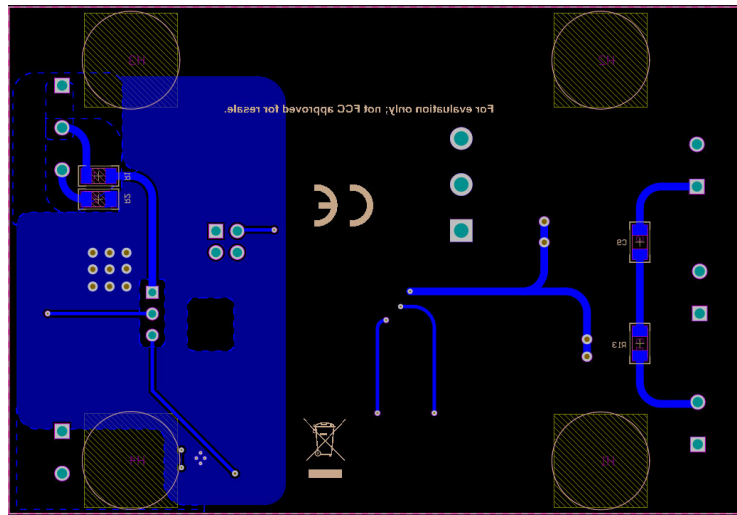


图 6-3. PCB 底层

7 物料清单

表 7-1. 物料清单

标识符	数量	说明	器件型号	制造商
C1	1	电容, 陶瓷, 0.1uF, 50V, +/-10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 0805	GCM21BR71H104KA37K	MuRata
C2	1	电容, 陶瓷, 1uF, 25V, +/-10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 0603	GCM188R71E105KA64D	Murata
C3	1	电容, 陶瓷, 0.22uF, 16V, +/-10%, X7R, 0402	GRM155R71C224KA12D	MuRata
C4、C5	2	电容, 陶瓷, 10uF, 25V, +/-20%, X5R, 0603	GRT188R61E106ME13D	Murata

表 7-1. 物料清单 (continued)

标识符	数量	说明	器件型号	制造商
C6、C7	2	电容, 陶瓷, 1uF, 50V, +/-10%, X7R, 0603	UMK107AB7105KA-T	Taiyo Yuden
C8、C10	2	电容, 陶瓷, 0.01uF, 25V, +/- 10%, X7R, 0402	GRM155R71E103KA01D	MuRata
H1、H2、H3、H4	4	Bumpon, 半球形, 0.44 X 0.20, 透明	SJ-5303 (CLEAR)	3M
J1	1	端子块, 5mm, 3x1, 锡, TH	691 101 710 003	Würth Elektronik
J2	1	接头, 100mil, 3x1, 镀锡, TH	PEC03SAAN	Sullins Connector Solutions
J3、J5、J6、J7	4	端子块, 5mm, 2x1, 锡, TH	691 101 710 002	Würth Elektronik
J4	1	接头, 2.54mm, 2x2, 金, TH	PBC02DAAN	Sullins Connector Solutions
L1	1	铁氧体磁珠, 2200 Ω (100MHz 时), 0.2A, 0805	742792094	Würth Elektronik
Q1、Q2	2	MOSFET N 沟道 650V 33A (Tc) 171W (Tc) 表面贴装 PG-TO263-3	IPB65R065C7ATMA2	Infineon
R1、R2、R3、R4、R5	5	电阻, 0, 5%, 0.25W, AEC-Q200 0 级, 1206	CRCW12060000Z0EA	Vishay-Dale
R6	1	电阻, 7.32k, 1%, 0.125W, AEC-Q200 0 级, 0805	ERJ-6ENF7321V	Panasonic
R7、R8	2	电阻, 0, 5%, 0.25W, AEC-Q200 0 级, 1206	ERJ-8GEY0R00V	Panasonic
R9	1	电阻, 20.0k, 1%, 0.125W, AEC-Q200 0 级, 0805	ERJ-6ENF2002V	Panasonic
R10	1	电阻, 0, 5%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	ERJ-3GEY0R00V	Panasonic
R11	1	电阻, 294k, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0402	ERJ-2RKF2943X	Panasonic
R12	1	电阻, 90.9k Ω, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0402	ERJ-2RKF9092X	Panasonic
SH-J1、SH-J2	2	分流器, 100mil, 镀金, 黑色	SNT-100-BK-G	Samtec
TP1、TP2、TP3、TP4、TP5、TP6、TP7、TP8、TP9、TP10、TP11、TP12	12	测试点, 微型, SMT	5019	Keystone

表 7-1. 物料清单 (continued)

标识符	数量	说明	器件型号	制造商
U1	1	具有集成式 10V 栅极电源的汽车类增强型隔离式开关驱动器	TPSI3050QDWZRQ1	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)	TPS7A4901DRBR	德州仪器 (TI)

8 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 B (May 2022) to Revision C (August 2022) Page

• 更新了工作模式部分.....	7
• 更新了原理图部分.....	14
• 更新了布局部分.....	14
• 更新了物料清单部分.....	15

Changes from Revision A (December 2021) to Revision B (May 2022) Page

• 通篇将 DUTY 引脚更改为了 PXHR 引脚.....	5
• 更新了所有图像.....	5
• 添加了 节 通用德州仪器 (TI) 高压评估 (TI HV EVM) 用户安全指南	5
• 更新了特性部分.....	5
• 更新了应用部分.....	6
• 添加了两线模式的测量.....	7
• 添加了三线模式的测量.....	9

Changes from Revision * (October 2021) to Revision A (December 2021) Page

• 更新了文档标题.....	1
----------------	---

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 © 2022，德州仪器 (TI) 公司