

EVM User's Guide: UCC2189X5YQEVm-096

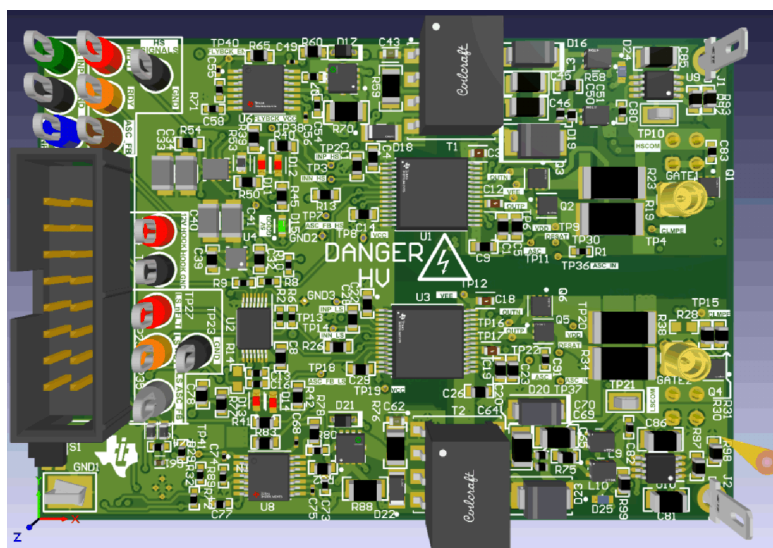
UCC2189X5Y 适用于 Wolfspeed 1200V SiC 平台的半桥 EVM 用户指南



摘要

UCC2189X5YQEVm-096 是一款紧凑型半桥栅极驱动器板，包含两个单通道隔离式栅极驱动器。它可提供所需的隔离式辅助电源、驱动电流和保护功能，用于驱动多个不同型号的 Wolfspeed 碳化硅 (SiC) MOSFET 模块和其他具有类似引脚排列的 IGBT 或 SiC MOSFET 模块。板载反激式转换器可以提供可调节的隔离电压。该板凭借其紧凑外形以及 UCC2189X5Y 的 5.0kVrms 增强型隔离功能，成为使用 Wolfspeed SiC 模块进行高压测试（例如双脉冲测试和短路测试）的理想选择。

本用户指南介绍 UCC2189X5Y 评估模块 (EVM) 的特性、运行和使用情况，此外，还包含用于调整不同栅极驱动器参数（例如电压电源和软关断强度）的说明。本文档还提供了完整的原理图、印刷电路板布局布线以及物料清单。



UCC2189X5Y 硬件板

1 通用 TI 高压评估用户安全指南



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，这有助于确保自身和周围人员的人身安全。如需更多信息，请联系 TI 的产品信息中心，网址为 <http://support/ti.com>。

保存所有警告和说明以供将来参考。

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。如果资格不合要求，则必须立即停止进一步使用 HV EVM。

• 工作区安全：

- 保持工作区整洁有序。
- 每次电路通电时，必须有合格的观察员在场监督。
- 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。
- 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 $50V_{RMS}/75VDC$ ，则必须置于紧急断电 (EPO) 保护电源板内。
- 使用稳定且不导电的工作台面。
- 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。

• 电气安全：

作为一项预防措施，工程实践中通常需假定整个 EVM 可能存在用户可完全接触到的高电压。

- 在执行任何电气测量或其他诊断测量之前，需断开 TI HV EVM 及其全部输入、输出和电气负载。确认 TI HV EVM 已安全断电。
- 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。
- EVM 准备就绪后，根据需要 EVM 通电。

警告

警告：EVM 通电后，请勿触摸 EVM 或其电路，它们可能存在高压，会造成电击危险。

• 人身安全：

- 穿戴人员防护装备（例如乳胶手套和/或具有侧护板的安全眼镜）或者用带有互锁机构的透明塑料箱装好 EVM，避免意外接触。

• 安全使用限制条件：

- 勿将 EVM 作为整体或部分生产单元使用。

安全性和预防措施

该 EVM 由交流电源或高压直流电源供电，专为经过相应技术培训的专业人员而设计。在使用此 EVM 之前，请阅读此用户指南和此 EVM 封装附带的与安全相关的文档。



小心

请勿在无人照看的情况下使该 EVM 通电。



警告

高压！将电路板连接到火线时可能会触电。电路板必须由专业人员小心处理。
为安全起见，强烈建议使用具有过压和过流保护功能的隔离式测试设备。

2 模块兼容性

2.1 支持的 Wolfspeed 模块和评估平台

下面列出了半桥栅极驱动器板支持的 Wolfspeed 评估平台和 SiC 模块。

表 2-1. 支持的 Wolfspeed 评估平台和 SiC 模块

Wolfspeed 设计	支持的 Wolfspeed 器件	说明
SpeedVal 套件	650V-1200V 分立式 MOSFET , FM 半桥模块	动态表征和电源测试平台
KIT-CRD-CIL12N-XM3	1200V XM 电源模块	动态表征平台
KIT-CRD-CIL12N-GMA	1200V GM 半桥模块	动态表征平台
KIT-CRD-CIL12N-FMA	1200V 半桥 FM 电源模块	动态表征平台
KIT-CRD-CIL12N-FMB	1200V FM 全桥模块	动态表征平台
KIT-CRD-CIL12N-FMC	1200V 6 组 FM 电源模块	动态表征平台

此外，还直接支持其他具有类似引脚排列的 SiC MOSFET 模块和 IGBT 模块。

3 系统概述和功能

3.1 特性

- 与 Wolfspeed 的 FM3 和 XM3 模块直接兼容
- LM5185 反激式控制器为次级侧提供正负偏置
 - 只需 +12V 输入电压即可生成初级侧和次级侧偏置电压
- 状态 LED 指示电源正常状态和来自每个驱动器的故障反馈
- 包括短路检测和主动短路功能等保护特性
- 通过电阻器实现可编程软关断
- 针对所有关键节点的测试点可加快调试速度

3.2 规格

基于宽带隙 SiC 的电源模块凭借出色的导通和开关性能，广泛应用于电力电子领域。紧凑型驱动器板 UCC2189X5YQEVMM-096 通过减少寄生效应、更大幅度地降低开关损耗并提供全面的必要保护和诊断特性来支持 SiC 模块。有关完整的电气规格表，请参阅 UCC2189X5Y-Q1 数据表

表 3-1. 电气规格

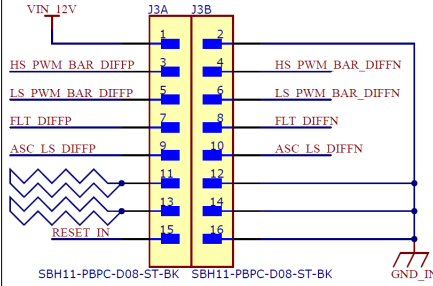
参数	测试条件	最小值	标称值	最大值	单位
电源电压和电流					
Vcc	VCC 电源电压		5.0	5.5	V
Vdd2u、Vdd2l	VDD 电源电压	来自变压器和 LDO	20		V
Vee2u、Vee2l	VEE 电源电压	来自变压器	-5.5		V
驱动电流					
Ioutp	OUTP 的峰值拉电流/灌电流	Load = 100pF	2.8		A
Ioutn	OUTN 的峰值拉电流/灌电流	Load = 100pF	2.8		A
输入/输出信号					
Vinh	输入高阈值			0.7 x VCC	V
Vinl	输入低阈值	0.3 x VCC			V
Vinhys	输入阈值迟滞		0.15 x VCC		V
时序参数					
TPr	OUTP 上升时间	Load = 1nF	11		ns
TPf	OUTP 下降时间	Load = 1nF	10		ns
TNr	OUTN 上升时间	Load = 1nF	9		ns
TNf	OUTN 下降时间	Load = 1nF	5		ns
Tpd	传播延迟	Load = 1nF	65		ns
保护 - DESAT、有源短路、外部米勒钳位					
Ichg	消隐电容器充电电流	Vdesat = 2.0V	2000		uA
Tdesatlb	前沿消隐时间		200		ns
Tdesatfil	DESAT 抗尖峰脉冲滤波器		125		ns
Vascl	ASC 输入低电平阈值 (以 COM 为基准)		1.45		V
Vasch	ASC 输入高电平阈值 (以 COM 为基准)		2.7		V
Tascfil	ASC 抗尖峰脉冲滤波器时间	400		700	ns

表 3-1. 电气规格 (续)

参数		测试条件	最小值	标称值	最大值	单位
Vclmpth	米勒钳位阈值	以 VEE 为基准	1.7	2	2.3	V
Iclmpe	米勒钳位电流	Cclmpe = 10nF		0.5		A
隔离						
Viso	可承受的栅极驱动器隔离电压	增强型，60s	5			kVrms
Cio	栅极驱动器的势垒电容			1.2		pF
Tj	栅极驱动器的工作结温		-40		150	°C

3.3 PCB 引脚排列

表 3-2. PCB 引脚排列

引脚排列	位置 (顶部/底部)	功能
J1	顶层	HS DESAT 漏极连接
J2	顶层	LS DESAT 漏极连接
J3	顶层	16 引脚连接器, 连接如下所示 
J4	底层	HS 栅极/源极连接
J5	底层	LS 栅极/源极连接
TP10	顶层	HS COM
TP21	顶层	LS COM
TP23、TP24、TP25	顶部, 黑色	初级侧 GND
TP26	顶部, 橙色	HS RDY
TP27	顶部, 红色	LS nFLT
TP28	顶部, 红色	HS nFLT
TP29	顶部, 橙色	LS RDY
TP32	顶部, 绿色	HS 输入 PWM
TP33	顶部, 棕色	HS ASC 反馈
TP34	顶部, 蓝色	LS 输入 PWM
TP35	顶部, 灰色	LS ASC 反馈
TP44	顶部, 红色	+12V 电压挂钩输入
TP45	顶部, 黑色	初级侧 GND 挂钩输入
GATE1	顶层	MMCX 连接器, HS 栅极
GATE2	顶层	MMCX 连接器, LS 栅极
GND1、2、3	顶层	初级侧 GND

3.4 器件信息

3.4.1 初级侧电源

初级侧电源块能够实现以下功能：

- 通过连接器或测试点挂钩为电路板提供 +12V 输入。
- 将 +12V 输入电压转换为用于栅极驱动器的 +5V VCC。此功能由 TPS7A25 LDO 实现。
- 使用 ACM4520 共模扼流圈来滤除共模噪声。

+12V 电源和 PWM 信号应连接到同一块板（差分板或 EVM）。如果不这么做，可能会导致 EVM 元件损坏。

Primary Side LDO

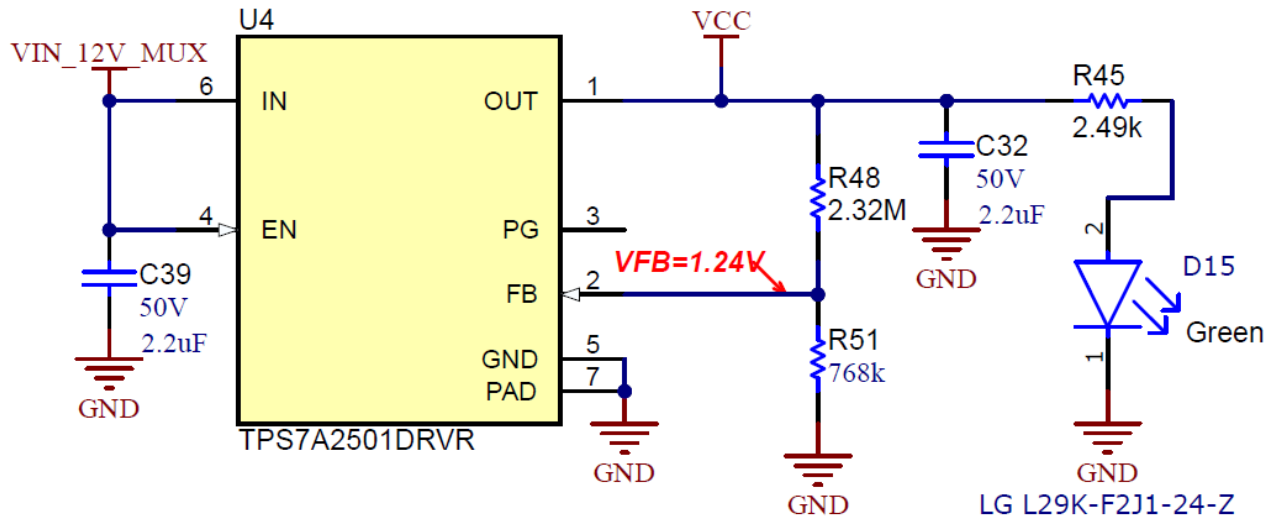


图 3-1. 初级侧电源

3.4.2 初级侧 I/O 和诊断

初级侧 I/O 和诊断块能够实现以下功能：

- 为半桥板提供信号输入，包括高侧和低侧 PWM 和 RESET 以及 +12V 电压输入。
 - 如果通过差分板连接器提供电源和信号输入，则电源多路复用器 TPS2121 的状态输出引脚用于打开 SN65C1167 双路差分驱动器和接收器。然后，双路差分驱动器和接收器将差分栅极驱动器输入转换为单端栅极驱动器输入，并将单端栅极驱动器输出转换为差分输出，然后传输到差分板。
 - 如果通过此 EVM 上的测试点挂钩提供电源和信号输入，则电源多路复用器将关断 SN65C1167 双路差分驱动器和接收器。这可以保护双路差动驱动器和接收器免受损坏。
- 通过 RLC 滤波器滤除高侧和低侧差分信号中的高频噪声。
- 通过 SN74LV21 与门将高侧和低侧 RDY 和 nFLT 信号合并为一个 FLT_OUT 信号。
- 将来自差分板和板载复位按钮的 nRST 信号通过 SN74LV21 与门组合成一个复位信号。

+12V 电源和 PWM 信号应连接到同一块板（差分板或 EVM）。如果不这么做，可能会导致 EVM 元件损坏。

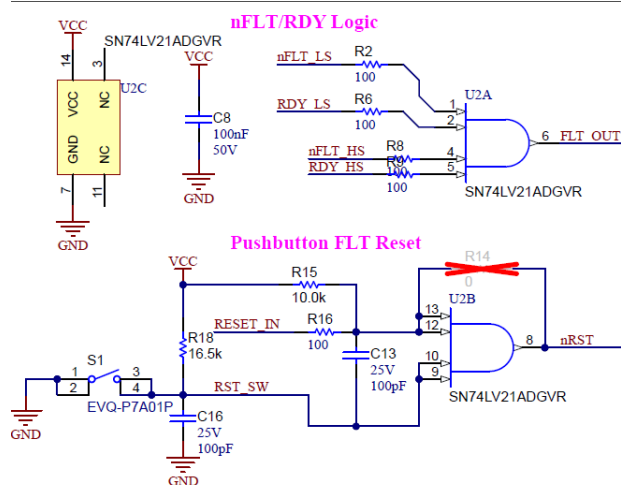


图 3-2. 初级侧 nFLT/RDY/复位逻辑

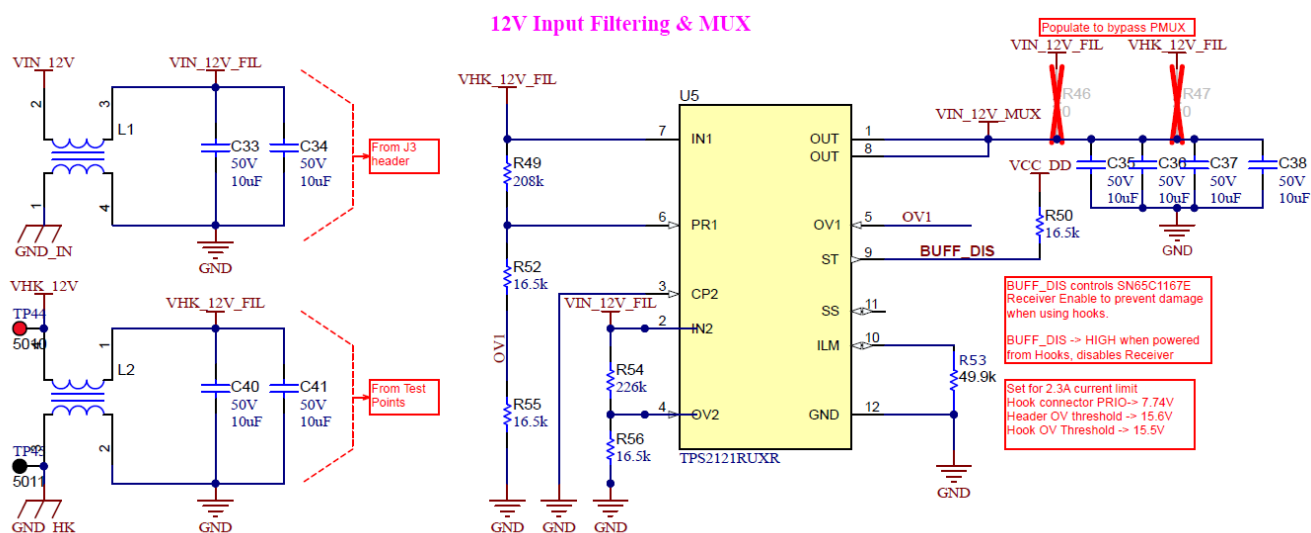


图 3-3. 初级侧输入滤波和多路复用器

Differential Signal Connectors & Transceivers

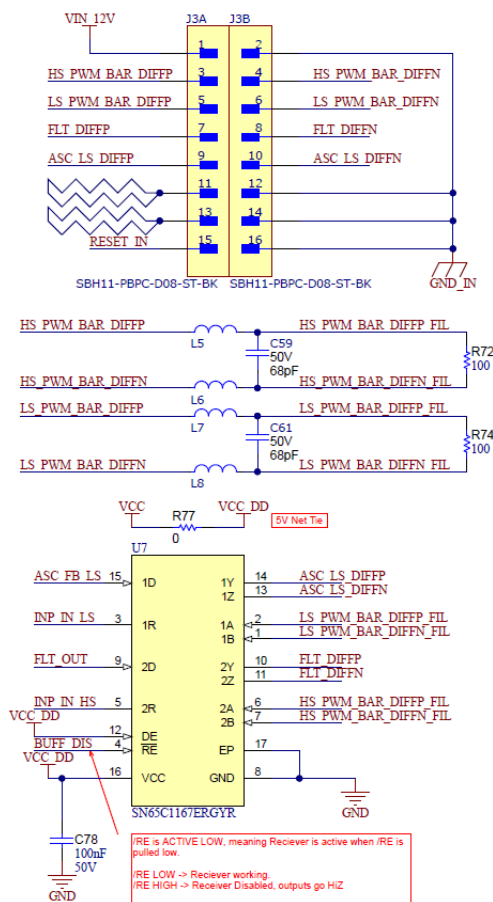


图 3-4. 初级侧连接器和收发器

3.4.3 次级侧辅助电源

次级侧电源块能够实现以下功能：

- 将 +12V 输入电压转换为栅极驱动器次级侧的 +20V/-5.5V 双极偏置电压。每个栅极驱动器都有自己的辅助电源。这是通过为每个栅极驱动器使用一个 LM5185-Q1 反激式控制器和一个 YA8864-BLD 变压器来实现的。
 - 可按照节 6.1.1 和节 6.1.2 中的说明调整辅助电源电压。
- 使用 TPS7A4901 LDO 可降低正次级侧电源电压的噪声。
 - 也可以按照节 6.1.4 中的说明绕过该 LDO。

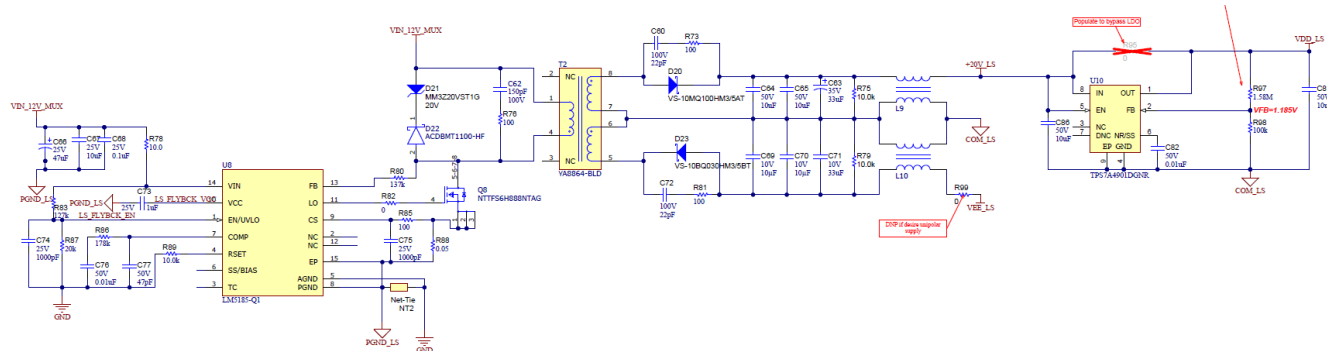


图 3-5. 次级侧辅助电源

3.4.4 输出级栅极环路

栅极驱动器输出块包含一对 PMOS/NMOS 缓冲器级、导通栅极电阻器、关断栅极电阻器和连接到 SiC MOSFET/IGBT 模块的连接器。测试点也放置在输出引脚附近，以便轻松测量栅极电压。

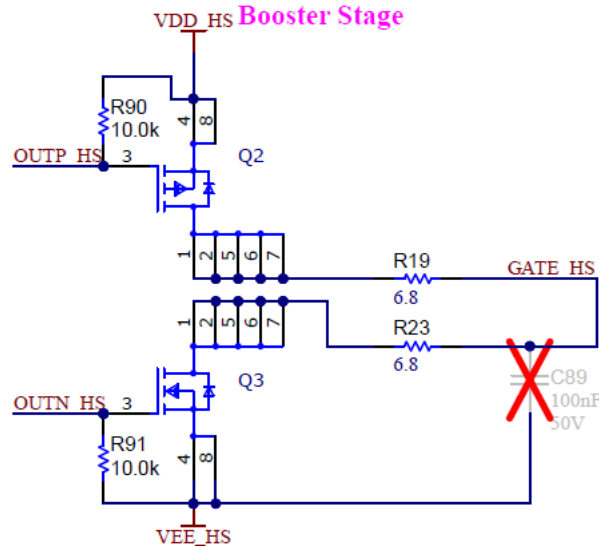


图 3-6. 输出级栅极环路

3.4.5 短路检测 - DESAT

电路板上的短路检测系统可在发生短路事件时提供保护。当检测到短路时，栅极驱动器会通过 SSD 引脚灌入指定大小的电流，该电流可通过 SSD 引脚外部电阻器进行编程。FLT 标志也将在初级侧升高。如果未使用短路检测系统或 IGBT/MOSFET 未连接到电路板，则 J1 和 J2 应分别短接至高侧和低侧 COM 以防止错误地触发短路。

VDS 电压检测阈值可通过[本常见问题解答](#)中提到的以下公式计算得出：

$$V_{DET} = V_{DESAT} - V_Z - n \times V_F - I_{chg} \times R_{lim} \quad (1)$$

使用 9V 内部 DESAT 检测阈值、两个正向电压均为 0.6V 的 STTH122A 二极管、1kΩ 限流电阻、具有 2.7V 齐纳电压的齐纳二极管和 2mA 内部充电电流时，Vds DESAT 检测阈值计算结果为 3.1V。如果需要另一个 Vds 电压检测阈值，请调整限流电阻的大小和齐纳二极管的齐纳电压。

在该 EVM 中，实施了[此常见问题解答](#)中提到的方法，以便在发生短路事件时增大 DESAT 充电电流。增大 DESAT 充电电流可以缩短电容器的消隐时间，并为 SiC MOSFET 提供更好的保护。此电路的消隐时间可通过同一常见问题解答中提到的公式计算得出，计算结果为 115ns。此消隐时间计算公式对于 VDD = 20V 有效；如果使用另一个 VDD 值，则消隐时间会有所不同。

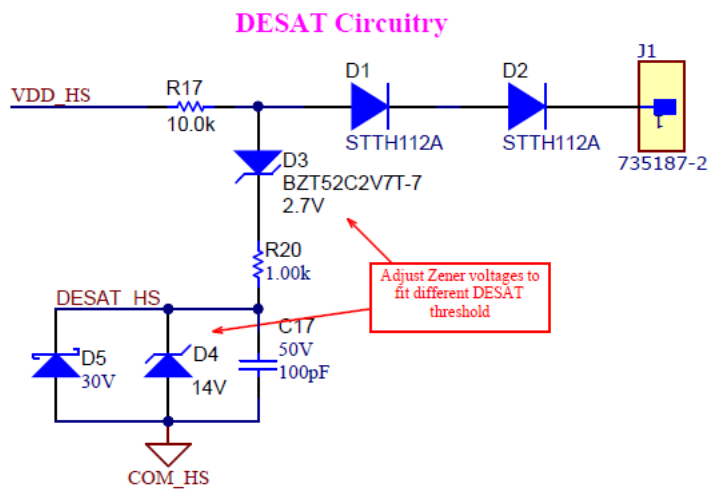


图 3-7. DESAT 电路

4 使用 EVM

4.1 设备列表

- 电源
 - 需要提供至少 12V 和 1A 来为 EVM 加电
- 函数发生器和附件
 - 1 个 2 通道函数发生器
 - 两根标准 50 Ω BNC 同轴电缆
- 示波器及附件
 - 至少具有四个通道的 500MHz 或更高带宽示波器
 - 带宽至少为 500MHz 的四个无源电压探头
- 数字万用表
 - 两个数字万用表
- 其他
 - 各种长度的连接线

4.2 测试设置和过程

4.2.1 上电和辅助电源检查

备注

这是仅低压测试；当向此 EVM 施加高总线电压时，请勿尝试手动探测测试点。

1. 电源设置为 12V、0.5A。将电源连接到 TP44 (电源) 和 TP45 (GND)。
2. 将 J1 连接到 HS COM，将 J2 连接到 LS COM。有关测试点的位置，请参阅图 4-1。
3. 使用万用表探测 VCC 测试过孔和 GND1 TP (电路板左下方) 之间的 VCC-GND 电压。该值应为 5V。
4. 使用 HS VDD 测试点和 HS COM 测试点探测高侧 VDD-COM 电压。使用 LS VDD 测试点和 LS COM 测试点探测低侧 VDD-COM 电压。这些值应为 20V 左右。
5. 使用 HS VEE 测试点和 HS COM 测试点探测高侧 VEE-COM 电压。使用 LS VEE 测试点和 LS COM 测试点探测低侧 VEE-COM 电压。这些值应为 -5.5V 左右。
6. 确保四个红色指示灯 LED 熄灭。确保一个绿色指示灯 LED 和两个蓝色指示灯 LED 亮起。

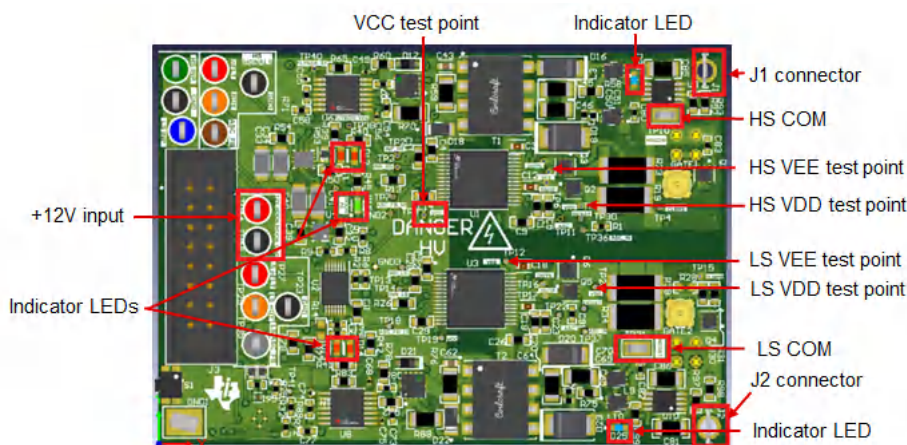


图 4-1. 上电检查的测试点位置

4.2.2 输出开关

要执行此测试，请确保已执行节 4.2.1 中的测试，并且栅极驱动器已正确上电。

1. 在两个函数发生器通道上生成两个 10kHz 0V 至 5V 互补 PWM 波。可以在两个 PWM 波形之间添加死区时间。

2. 将这些通道探头连接到 EVM 上的测试点；将高侧 PWM 通道探头连接到 HS INP，将低侧 PWM 通道探头连接到电路板左上角的 LS INP。将函数发生器接地引线连接到 HS INP 和 LS INP 之间的黑色 GND TP 或连接到电路板左下角的 GND1 TP。
3. 使用 MMCX 连接器 GATE1 测量高侧栅极电压，使用 MMCX 连接器 GATE2 测量低侧栅极电压。
4. GATE1 波形应以较小的延迟 (大约 100ns) 匹配高侧 PWM 输入信号。GATE2 波形应以较小的延迟 (大约 100ns) 匹配低侧 PWM 输入信号。两个波形都应具有大约 +20V 的高电平和大约 -5.5V 的低电平。

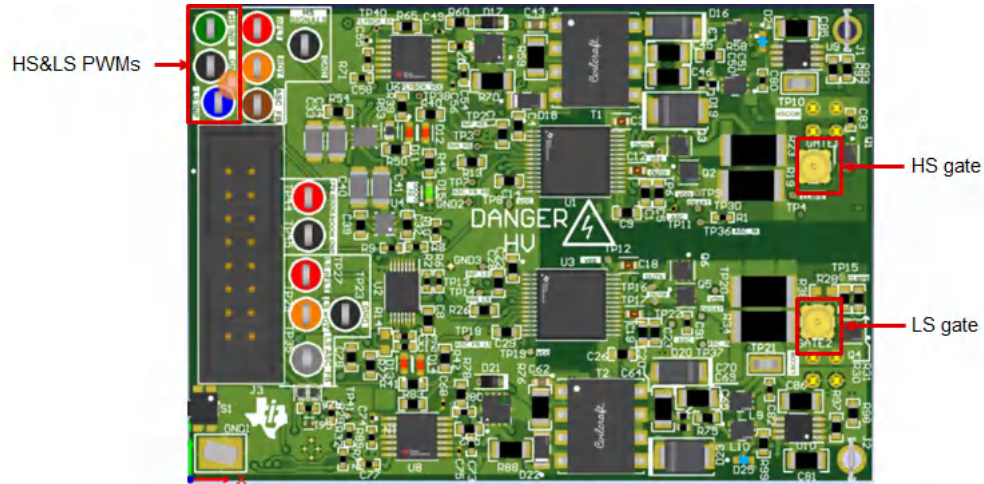


图 4-2. 输出开关检查的测试点位置

5 EVM 示例测量

5.1 DESAT 功能测试

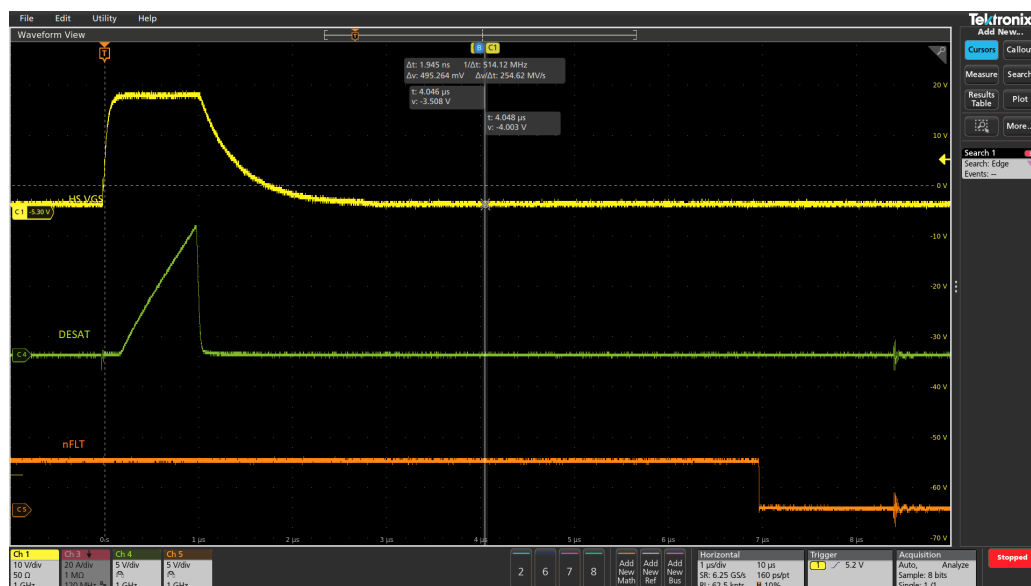


图 5-1. DESAT 和软关断波形

该测试在没有总线电压的情况下执行，以测试 DESAT 引脚、软关断和 nFLT 反馈的功能。

DESAT 上的电压首先达到检测阈值。在 UCC2189X5Y-Q1 数据表中指定的短暂延迟后，输出会通过 SSD 引脚经历软关断。可以通过 SSD 上的电阻器对软关断电流进行编程。在初级侧，nFLT 也会因 DESAT 触发而拉至低电平，经过数据表中指定的更长延迟。

6 EVM 调优

6.1 调整电源

6.1.1 仅调整 VDD 辅助电源

本节概述了仅调整 VDD 辅助电源的步骤。

要降低 VDD 辅助电源电压，请更改连接到 TPS7A49 LDO 的 FB 引脚的电阻分压器。高侧 LDO 的电阻器为 R92/R93，低侧 LDO 的电阻器为 R97/R98。可根据 [TPS7A49 数据表](#) 中提及的以下公式选择电阻器。

$$V_{DD} = V_{FB} \times \left(1 + \frac{R_{92}}{R_{93}}\right) = 1.185 \times \left(1 + \frac{R_{92}}{R_{93}}\right) \quad (2)$$

$$V_{DD} = V_{FB} \times \left(1 + \frac{R_{97}}{R_{98}}\right) = 1.185 \times \left(1 + \frac{R_{97}}{R_{98}}\right) \quad (3)$$

方程式 2 和方程式 3 分别用于选择高侧和低侧 VDD 电阻。

不建议增加 VDD 辅助电源电压，因为它可能会超出电源模块的最大 V_{gs} 值。如果需要增加 VDD 电压，VEE 电压也会相应地增加。请参阅节 6.1.2，以同时更改 VDD 和 VEE 辅助电源。

6.1.2 同时调整 VDD 和 VEE 辅助电源

如果需要，可同时调整 VDD 和 VEE 辅助电源。高侧和低侧栅极驱动器的辅助电源可单独调整。如果需要调整高侧栅极驱动器的 VDD/VEE，则应更改 R62；如果需要调整低侧栅极驱动器的 VDD/VEE，则应更改 R80。

下表概述了 VDD/VEE 辅助电源电压以及相应的电阻值。

表 6-1. VEE 辅助电源电压和推荐电阻值

R62/R80 值 (Ω)	VDD (V)	VEE (V)
100k	15	-4
120k	18	-4.8
137k (原始配置)	20	-5.5

6.1.3 切换到单极辅助电源

次级侧双极电源可被切换为一个单极电源。高侧与低侧可单独调节。要将高侧栅极驱动器更改为单极电源，请短接 R43 并拆下 R94；要将低侧栅极驱动器更改为单极电源，请短接 R44 并拆下 R99。

调整电阻器后，VDD 将保持不变。

6.1.4 旁路 VDD LDO

VDD LDO 可在高侧栅极驱动器或低侧栅极驱动器进行旁路。要在高侧栅极驱动器上旁路 VDD LDO，请组装 R66。要在低侧栅极驱动器上旁路 VDD LDO，请组装 R95。

6.2 调整驱动强度

若要调整驱动强度，请更改栅极电阻器。栅极电阻器放置在升压级之后。对于高侧栅极驱动器，导通和关断栅极电阻器为 R19 和 R23。对于低侧栅极驱动器，导通和关断栅极电阻器为 R34 和 R38。栅极电阻器的默认值为 6.8 Ω。

UCC2189X5Y-Q1 可提供典型值为 2.8A 的峰值拉电流/灌电流来高效驱动升压级。

6.3 调整软关断强度

软关断功能是通过为 UCC2189X5Y-Q1 的 SSD/GATE 引脚激活内部下拉 FET 来实现的。软关断强度可以通过更改连接到 SSD 引脚的电阻器来调整，并与电阻器大小成反比。高侧和低侧栅极驱动器的电阻器分别为 R11 和 R24。

7 硬件设计文件

7.1 原理图

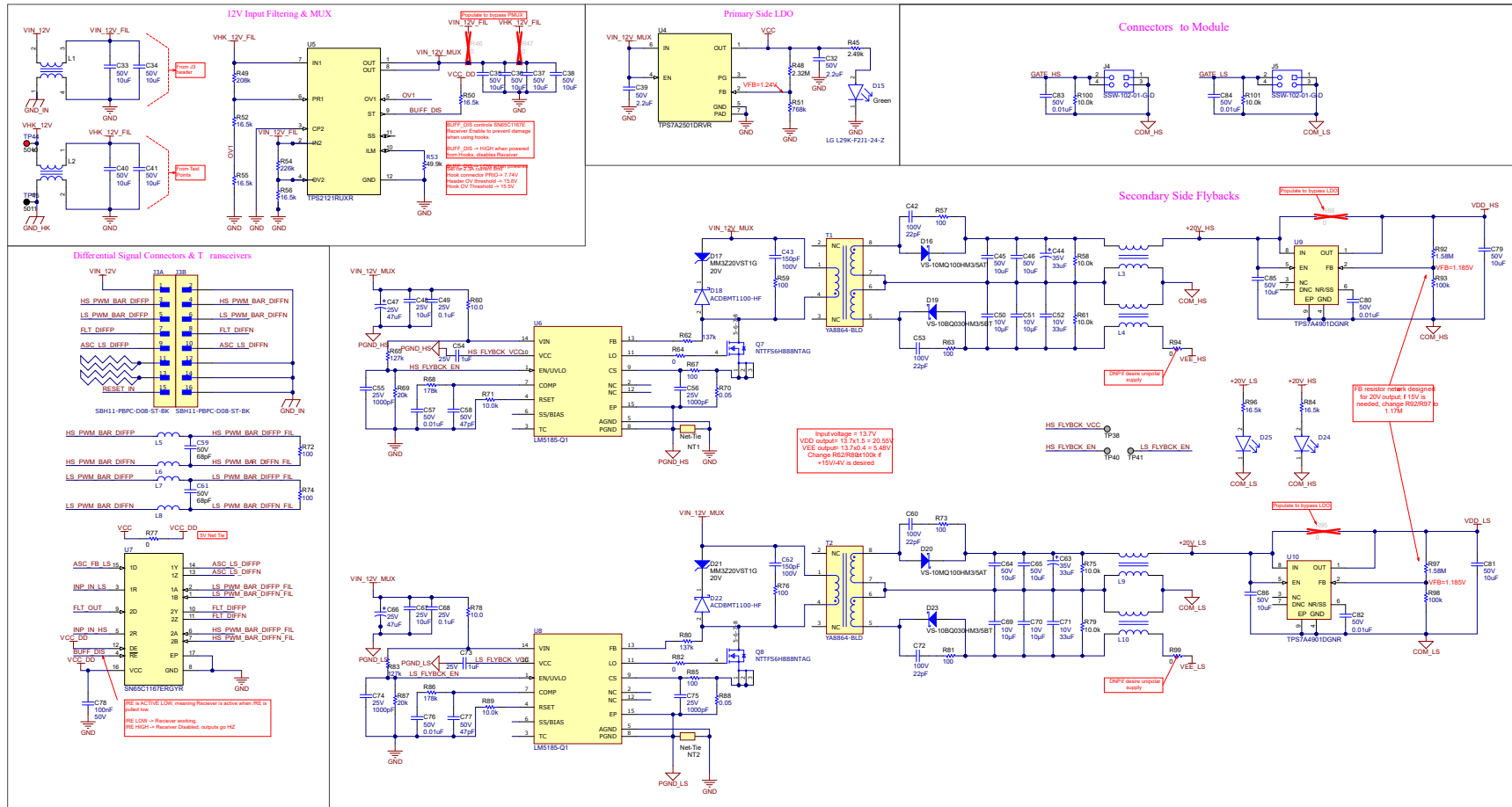


图 7-1. EVM 原理图



7.2 PCB 布局

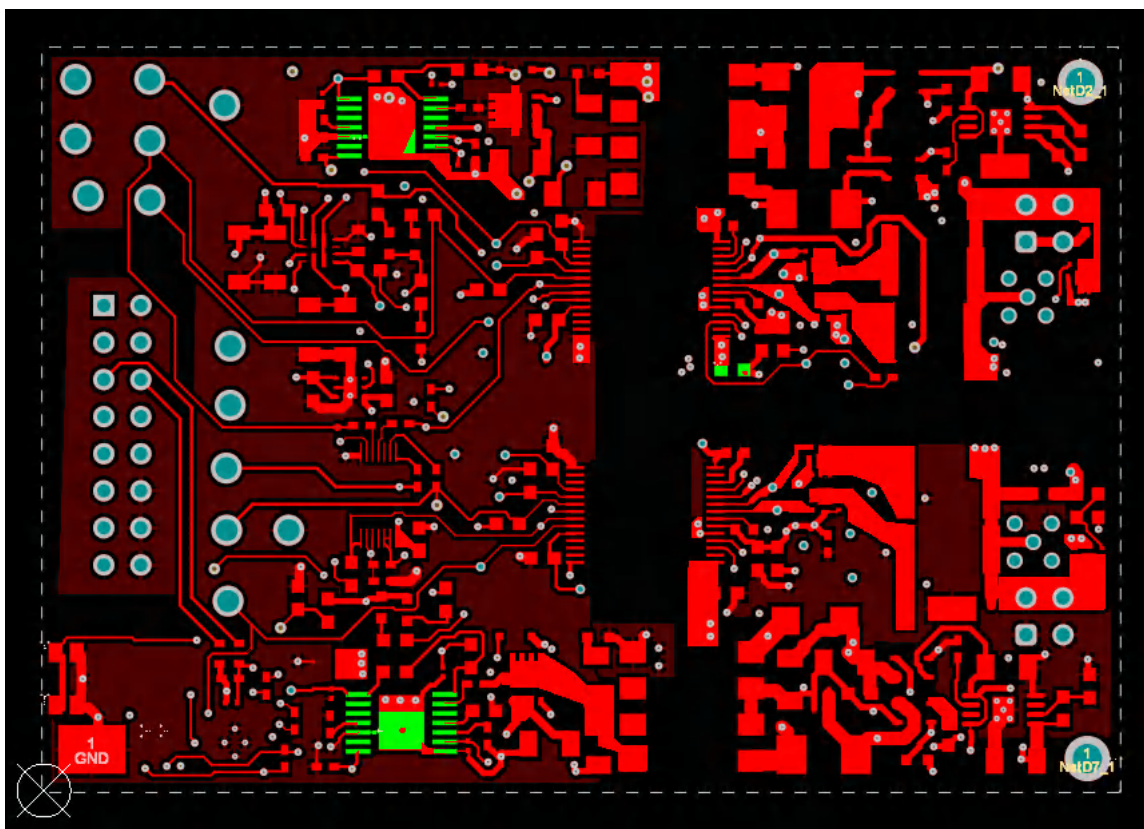


图 7-3. 顶层

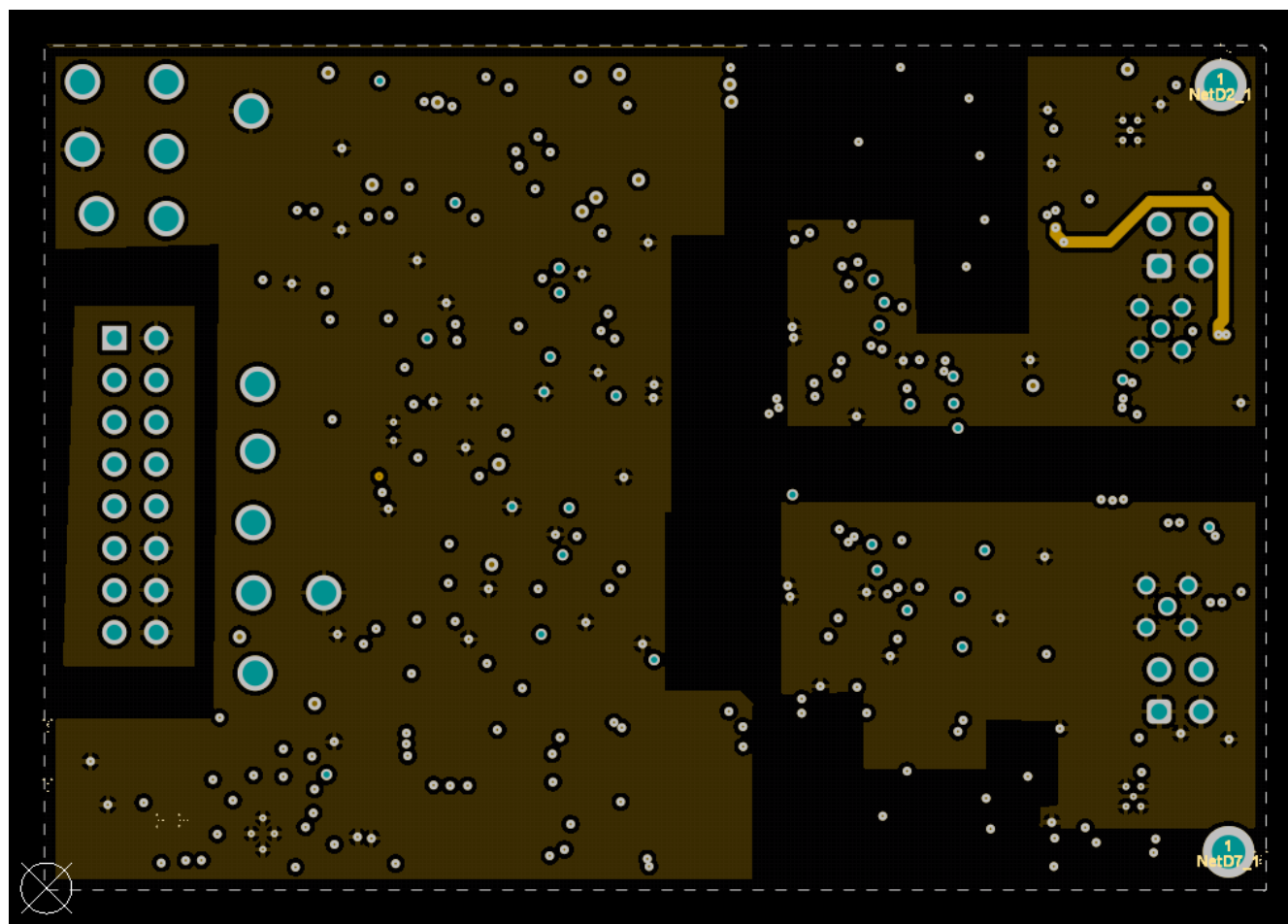


图 7-4. 信号层 1

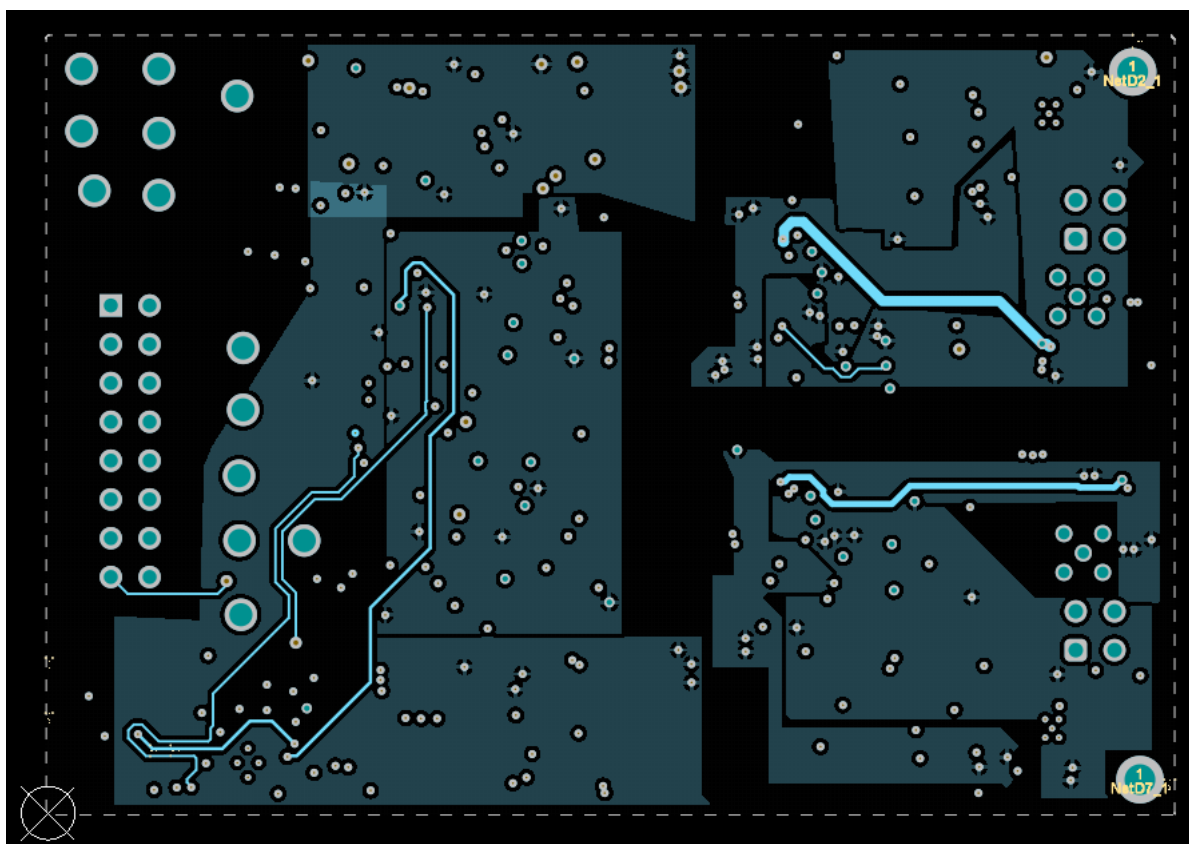


图 7-5. 信号层 2

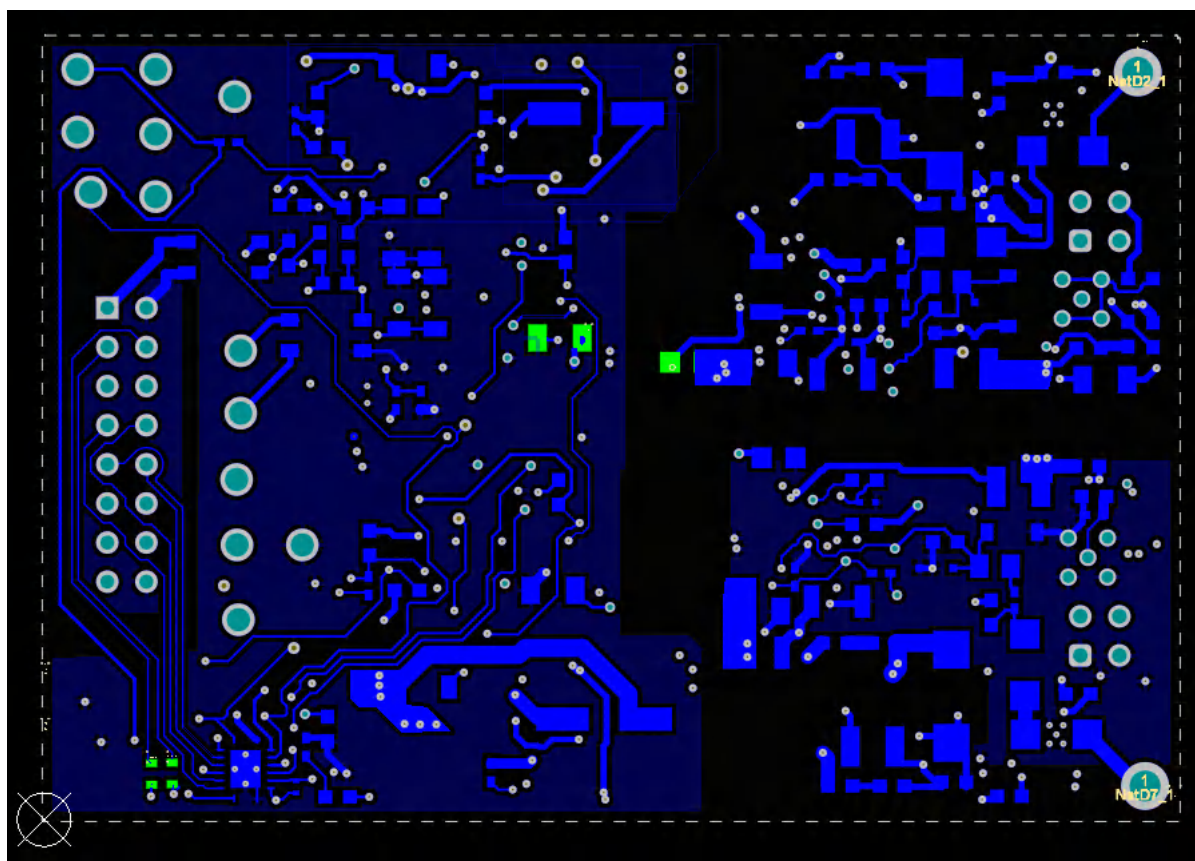


图 7-6. 底层

7.3 物料清单 (BOM)

表 7-1. EVM BOM

位号	数量	值	说明	器件型号
!PCB	1		印刷电路板	HVP-096
C1、C5、C20、C23	4	0.1 μ F	电容, 陶瓷, 0.1 μ F, 50V, +/-10%, X7R, 0603	8.85012E+11
C2、C6、C21、C24	4	4.7 μ F	电容, 陶瓷, 4.7 μ F, 50V, +/-10%, X7R, 1210	C3225X7R1H475K250AB
C3、C12、C18、C19	4	1 μ F	电容, 陶瓷, 1 μ F, 25V, X5R, \pm 10%, 焊盘, SMD, 0603, +85°C, T/R	CL10A105KA8NNNC
C4、C11、C22、C28	4	100pF	电容, 陶瓷, 100pF, 10V, +/-10%, X7R, 0603	0603ZC101KAT2A
C7、C25	2	0.1 μ F	电容, 陶瓷, 0.1 μ F, 10V, +/-10%, X5R, 0402	LMK105BJ104KV-F
C8、C78	2	0.1 μ F	电容, 陶瓷, 0.1 μ F, 50V, +/-10%, X7R, 0603	C0603C104K5RACTU
C9、C14、C26、C29	4	0.1 μ F	电容, 陶瓷, 0.1 μ F, 25V, +/-10%, X7R, 0603	C0603X104K3RACTU
C10、C15、C27、C30	4	4.7 μ F	电容, 陶瓷, 4.7 μ F, 25V, +/-20%, X5R, 1206	12063D475MAT2A

表 7-1. EVM BOM (续)

位号	数量	值	说明	器件型号
C13、C16	2	100pF	电容, 陶瓷, 100pF, 25V, +/-5%, C0G/NP0, 0402	C0402C101J3GACTU
C17、C31	2	100pF	电容, 陶瓷, 100pF, 50V, +/-5%, C0G/NP0, AEC-Q200 0 级, 0603	CGA3E2NP01H101J080AA
C32、C39	2	2.2 μ F	电容, 陶瓷, 2.2 μ F, 50V, +/-10%, X5R, 0603	GRM188R61H225KE11D
C33、C34、C35、 C36、C37、C38、 C40、C41	8	10 μ F	电容, 陶瓷, 10 μ F, 50V, +/-10%, X5R, 1206	C3216X5R1H106K160AB
C42、C53、C60、C72	4	22pF	电容, 陶瓷, 22pF, 100V, +/-5%, C0G/NP0, 0603	GRM1885C2A220JA01D
C43、C62	2	150pF	0603 150pF 100V \pm 5% 容差 C0G/NP0 SMT 多层陶瓷电容器	06031A151JAT2A
C44、C63	2	33 μ F	电容, 钽, 33 μ F, 35V, +/-10%, 0.1 Ω , SMD	TPSE336K035R0100
C45、C46、C64、 C65、C79、C81、 C85、C86	8	10 μ F	电容, 陶瓷, 10 μ F, 50V, +/-20%, X5R, AEC-Q200 3 级, 1206	CGA5L3X5R1H106M160AB
C47、C66	2	47 μ F	电容, 铝, 47 μ F, 25V, +/- 20%, 0.44 Ω , SMD	UUD1E470MCL1GS
C48、C67	2	10 μ F	电容, 陶瓷, 10 μ F, 25V, +/-10%, X7R, 1206	GRM31CR71E106KA12L
C49、C68	2	0.1 μ F	电容, 陶瓷, 0.1 μ F, 25V, +/-10%, X5R, 0201	GRM033R61E104KE14J
C50、C51、C69、C70	4	10 μ F	电容, 陶瓷, 10 μ F, 10V, +/-20%, X5R, 0402	GRM155R61A106ME44
C52、C71	2	33 μ F	电容, 陶瓷, 33 μ F, 10V, +/-20%, X5R, 1210	C3225X5R1A336M200AC
C54、C73	2	1 μ F	电容, 陶瓷, 1 μ F, 25V, +/-10%, X5R, 0402	C1005X5R1E105K050BC
C55、C56、C74、C75	4	1000pF	电容, 陶瓷, 1000pF, 25V, +/-10%, X5R, 0201	C0603X5R1E102K030BA
C57、C76、C80、 C82、C83、C84	6	0.01 μ F	电容, 陶瓷, 0.01 μ F, 50V, +/-10%, X7R, 0402	GRM155R71H103KA88D
C58、C77	2	47pF	电容, 陶瓷, 47pF, 50V, +/-5%, C0G/NP0, 0402	UMK105CG470JVHF
C59、C61	2	68pF	68pF \pm 5% 50V 陶瓷电容器 C0G, NP0 0402 (公制 1005)	GCM1555C1H680JA16D
C87、C91	2	0.1 μ F	电容, 陶瓷, 0.1 μ F, 50V, +/-10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 0402	GCM155R71H104KE02D
C88、C92	2	100nF	电容, 陶瓷, 0402, X7R, 100nF, 25V, \pm 15%, SMD	8.85012E+11

表 7-1. EVM BOM (续)

位号	数量	值	说明	器件型号
D1、D2、D6、D7	4	1200V	二极管, 超快速, 1200V, 1A, SMA	STTH112A
D3、D8	2	2.7V	二极管, 齐纳, 2.7V, 300mW, SOD-523	BZT52C2V7T-7
D4、D9	2	14V	二极管, 齐纳, 14V, 500mW, SOD-123	DDZ14B-7
D5、D10	2	30V	二极管, 肖特基, 30V, 0.2A, SOD-323	BAT54WS-7-F
D11、D12、D13、D14	4		红色 630nm LED 指示 - 分立式 1.5V 0603 (公制 1608)	LS L29K-G1J2-1-Z
D15	1		绿色 570nm LED 指示 - 分立式 1.7V 0603 (公制 1608)	LG L29K-F2J1-24-Z
D16、D20	2	100V	二极管, 肖特基, 100V, 1A, AEC-Q101, SMA	VS-10MQ100HM3/5AT
D17、D21	2	20V	二极管, 齐纳, 20V, 300mW, SOD-323	MM3Z20VST1G
D18、D22	2		二极管 100V 1A 表面贴装 SOD-123H	ACDBMT1100-HF
D19、D23	2	30V	二极管, 肖特基, 30V, 1A, AEC-Q101, SMB	VS-10BQ030HM3/5BT
D24、D25	2		LED 单色蓝色 0.07lm 465nm 贴片 LED 2 引脚 0603 T/R	LB Q39G-L200-35-1
GATE1、GATE2	2		连接器, MMCX 50 Ω , TH	MMCX-J-P-H-ST-TH1
GND1	1		测试点, 紧凑型, SMT	5016
J1、J2	2		FASTON 110, PCB 端子, 接片, 接片, PCB 端子配合接片宽度 0.11 英寸 [2.8mm], PCB 端子配合接片厚度 0.02 英寸 [0.51mm]	735187-2
J3	1			SBH11-PBPC-D08-ST-BK
J4、J5	2		插座, 2.54mm, 2x2, 金, TH	SSW-102-01-G-D
L1、L2	2		耦合电感器, 2.8A, 0.055 Ω , SMD	ACM4520-421-2P-T000
L3、L4、L9、L10	4		2 路共模扼流圈, 表面贴装, 1k Ω @ 100MHz 200mA DCR 190m Ω	ACM2520-102-2P-T002
L5、L6、L7、L8	4		1 μ H 屏蔽多层电感器 600mA 150m Ω 0603 (公制 1608)	MLZ1608A1R0WT000
LBL1	1		热转印打印标签, 0.650" (宽) x 0.200" (高) - 10,000/卷	THT-14-423-10
Q1、Q3、Q4、Q6	4		N 沟道 40V 8A (Ta)、19A (Tc) 2.3W (Ta)、15W (Tc) 表面贴装 DFN2020MD-6	BUK6D23-40EX
Q2、Q5	2		P 沟道 40V 6A (Ta) 15W (Tc) 表面贴装 DFN2020MD-6	BUK6D43-40PX

表 7-1. EVM BOM (续)

位号	数量	值	说明	器件型号
Q7、Q8	2		N 沟道 80V 4.7A (Ta)、12A (Tc) 2.9W (Ta)、18W (Tc) 表面贴装 8- WDFN (3.3x3.3)	NTTFS6H888NTAG
R1、R3、R10、R27、 R29、R32	6	100	电阻, 100, 1%, 0.125W, AEC- Q200 1 级, 0402	ATC504L1000FTNCFT
R2、R6、R8、R9、 R16、R72、R74	7	100	电阻, 100, 5%, 0.063W, AEC- Q200 0 级, 0402	CRCW0402100RJNED
R5、R30	2	10	电阻, 10.0, 1%, 0.25W, AEC- Q200 0 级, 0603	CRCW060310R0FKEAHP
R7、R15、R17、R31、 R33、R90、R91、 R100、R101、R103、 R104	11	10.0k	电阻, 10.0k, 1%, 0.1W, 0603	RC0603FR-0710KL
R11、R24	2	34.8	电阻, 34.8, 1%, 0.5W, 1210	RC1210FR-0734R8L
R12、R13、R18、 R25、R26、R50、 R52、R55、R56、 R84、R96	11	16.5k	电阻, 16.5k, 1%, 0.1W, AEC- Q200 0 级, 0603	ERJ-3EKF1652V
R19、R23、R34、R38	4	6.8	电阻, 6.8, 5%, 1W, AEC-Q200 0 级, 2512	CRCW25126R80JNEG
R20、R35	2	1.00k	电阻, 1.00k, 0.1%, 0.125W, 0805	RT0805BRD071KL
R39、R40、R41、R42	4	1.00k	电阻, 1.00k, 1%, 0.1W, 0603	ERJ-3EKF1001V
R45	1	2.49k	电阻, 2.49k, 1%, 0.1W, AEC- Q200 0 级, 0603	CRCW06032K49FKEA
R48	1	2.32Meg	电阻, 2.32M Ω , 1%, 0.063W, AEC-Q200 0 级, 0402	CRCW04022M32FKED
R49	1	208k	电阻, 208k, 0.5%, 0.1W, 0603	RT0603DRE07208KL
R51	1	768k	电阻, 768k, 1%, 0.063W, AEC- Q200 0 级, 0402	CRCW0402768KFKED
R53	1		49.9k Ω \pm 1% 0.1W, 1/10W 片上电 阻 0603 (1608 公制), 汽车 AEC- Q200 厚膜	CRCW060349K9FKEA
R54	1	226k	电阻, 226k, 1%, 0.1W, AEC- Q200 0 级, 0603	CRCW0603226KFKEA
R57、R63、R73、R81	4	100	电阻, 100, 1%, 0.25W, AEC- Q200 0 级, 0603	CRCW0603100RFKEAHP
R58、R61、R75、R79	4	10.0k	电阻, 10.0k, 1%, 0.1W, AEC- Q200 0 级, 0603	CRCW060310K0FKEA
R59、R76	2	100	电阻, 100, 1%, 0.25W, AEC- Q200 0 级, 1206	ERJ-8ENF1000V
R60、R78	2	10	电阻, 10.0, 1%, 0.1W, 0603	RC0603FR-0710RL
R62、R80	2	137k	电阻, 137k, 1%, 0.1W, AEC- Q200 0 级, 0402	ERJ-2RKF1373X

表 7-1. EVM BOM (续)

位号	数量	值	说明	器件型号
R64、R82	2	0	电阻, 0, 5%, 0.1W, 0603	RC0603JR-070RL
R65、R83	2	127k	电阻, 127k, 1%, 0.1W, 0603	RC0603FR-07127KL
R67、R85	2	100	电阻, 100, 1%, 0.1W, 0402	ERJ-2RKF1000X
R68、R86	2	178k	电阻, 178k, 1%, 0.1W, 0603	RC0603FR-07178KL
R69、R87	2	20k	电阻, 20k, 5%, 0.1W, 0603	RC0603JR-0720KL
R70、R88	2	0.05	电阻, 0.05, 1%, 1W, 1206	MCS1632R050FER
R71、R89	2	10.0k	电阻, 10.0k, 1%, 0.1W, 0402	ERJ-2RKF1002X
R77、R94、R99	3	0	电阻, 0, 5%, 0.125W, 0603	MCT06030Z00000ZP500
R92、R97	2	1.58Meg	电阻, 1.58M, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	CRCW06031M58FKEA
R93、R98	2	100k	电阻, 100k, 1%, 0.1W, 0603	RC0603FR-07100KL
S1	1		开关, 触控式, 单极单投-常开, 0.05A, 12V, SMD	EVQ-P7A01P
T1、T2	2		反激式变压器, 适用于 TI LM5180-Q1, SMT, RoHS	YA8864-BLD
TP10、TP21	2		测试点, 微型, SMT	5015
TP23、TP24、TP25、TP45	4		测试点, 通用, 黑色, TH	5011
TP26、TP29	2		测试点, 通用, 橙色, TH	5013
TP27、TP28、TP44	3		测试点, 通用, 红色, TH	5010
TP32	1		测试点, 通用, 绿色, TH	5126
TP33	1		测试点, 通用, 棕色, TH	5125
TP34	1		测试点, 通用, 蓝色, TH	5127
TP35	1		测试点, 通用, 灰色, TH	5128
U1、U3	2		适用于 SiC/IGBT 并具有主动保护功能的单通道隔离式前置驱动器	UCC218905BQDFPRQ1
U2	1		双路 4 输入正与门, DGV0014A (TVSOP-14)	SN74LV21ADGVR
U4	1		具有电源正常指示功能的 300mA、18V、低 IQ、低压降稳压器, DRV0006A (WSO-6)	TPS7A2501DRVR
U5	1		2.7V 至 22V、4A、50mΩ 优先电源多路复用器, RUX0012A (VQFN-HR-12)	TPS2121RUXR
U6、U8	2		具有低 IQ 和低 EMI、采用 HTSSOP14 封装的汽车级 120V 输入电压 PSR 反激式直流/直流控制器	LM5185-Q1

表 7-1. EVM BOM (续)

位号	数量	值	说明	器件型号
U7	1		具有 +/-15kV IEC ESD 保护的双路差分驱动器和接收器，2 TX/2 RX、5V、-40°C 至 85°C、16 引脚 VQFN(RGY)、绿色 (RoHS，无镉/溴)	SN65C1167ERGYR
U9、U10	2		单路输出高 PSRR LDO，150mA，可调 1.2V 至 33V 输出，3V 至 36V 输入，超低噪声，8 引脚 MSOP (DGN)，-40°C 至 125°C，绿色环保 (符合 RoHS 标准，无镉/溴)	TPS7A4901DGNR
C89、C90	0	0.1 μ F	电容，陶瓷，0.1 μ F，50V，+/-10%，X7R，0603	8.85012E+11
FID1、FID2、FID3	0		基准标记。没有需要购买或安装的元件。	不适用
R4、R14、R28、R46、R47、R66、R95	0	0	电阻，0，5%，0.125W，0603	MCT06030Z0000ZP500
R43、R44	0	0	0 Ω 跳线 0.5W，1/2W 片式电阻器 0805 (公制 2012) 汽车级 AEC-Q200 金属箔	HCJ0805ZT0R00

8 其他信息

8.1 商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

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

日期	修订版本	注释
December 2024	*	初始发行版

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