

## EVM User's Guide: UCC35131EVM-118

## 适用于汽车和工业偏置电源应用的 UCC35131-Q1 评估模块



## 说明

借助该评估模块 (EVM)，设计人员能够快速且高效地评估 UCC35131-Q1，从而用于需要栅极驱动器 IC 辅助电源高达 2W 且满足高达 5kV<sub>RMS</sub> 隔离要求的汽车或工业应用。此 EVM 展现出小巧尺寸、高功率密度、电压调节精度及完善的保护特性，可满足为 SiC 和 IGBT 栅极驱动器提供可靠偏置电源的需求。

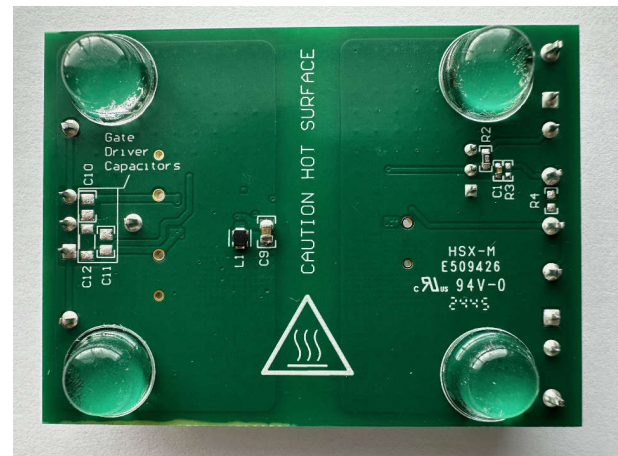
## 特性

- 宽输入电压范围： $5.5V \leq V_{IN} \leq 20V$
- 高功率密度
- >5kV<sub>RMS</sub> 隔离
- 开漏/电源正常 (PG) 信号
- 集成保护：欠压锁定 (UVLO)、过压锁定 (OVLO)、短路、过压保护 (OVP)、欠压保护 (UVP) 和热关断
- 用于逻辑使能、开/关控制的 ENA 引脚
- 符合面向汽车应用的 AEC-Q100 标准： $-40^{\circ}C \leq T_A \leq 125^{\circ}C$



## 应用

- 混合动力、电动和动力总成系统 (EV/HEV)
  - 逆变器和电机控制
  - 车载充电器 (OBC) 和无线充电器
  - 直流/直流转换器
- 能源基础设施
  - 直流快速充电电源模块
  - 直流充电 (桩) 站
  - 串式逆变器
- 工业自动化
  - 非公路用车电力驱动器
- 电力输送
  - 机架和服务器电源



## 1 评估模块概述

### 1.1 简介

UCC35131-Q1 是一款高效率、低发射、5kV<sub>RMS</sub> 隔离式直流/直流转换器，能够提供高达 2W 的功率。由于 UCC35131-Q1 在集成式封装中提供隔离式电源，因此系统无需单独的隔离式电源，从而可以降低成本并减小尺寸。UCC35131-Q1 能提供同类领先的功率密度和最高效率，同时不再需要现有设计中常用的庞大外部变压器或电源模块。这种集成可大幅缩减印刷电路板 (PCB) 面积和厚度。

### 1.2 U1：回流焊

在手动进行焊接返修时，实验室工作台上通常不太容易用到制造中建议使用的焊接曲线。请采取适当的 ESD 材料处理预防措施并在焊接时务必小心，尤其须谨慎使用强制气焊设备。在移除 IC 时，仅在引脚上使用足够的热空气，同时轻轻向上提起 IC 封装主体，以便在焊料开始回流时，IC 就会从 PCB 上抬起。建议将热空气温度设置为不再超过 250°C 且最少的强制气量。对于用手安装的 IC，如有可能，建议使用焊铁手工焊接，否则，如果必须使用热空气，请遵循类似的指导。

### 1.3 套件内容

表 1-1. EVM 套件物品

位号	说明	数量
PCB1/HVP118E1	UCC35131EVM-118	1

### 1.4 规格

$V_{IN} = 12V$ 、 $V_{DD-COM} = 15V$ 、 $V_{EE-COM} = -5V$ 、 $T_A = 25^{\circ}C$  ( 除非另有说明 )。

参数		测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
输入特性						
$V_{IN}$	输入电压范围	$P_{VDD-COM} = 2W$	10.8	12	13.2	V
		$P_{VDD-COM} = 1.6W$	8	12	20	V
		$P_{VDD-COM} = 0.5W$	5.5		8	V
$V_{IN\_ON}$	输入电压开启		4		4.5	V
$V_{IN\_OFF}$	输入电压关闭		3.8		4.28	V
输出特性						
$V_{DD-COM}$	直流满载设定点	$10.8V < V_{IN} < 13.2V$ ， $I_{VDD} = 133mA$		15		V
$I_{VDD}$	$V_{DD}$ 负载电流范围	$10.8V < V_{IN} < 13.2V$	0		133	mA
$P_{MAX}$	最大输出功率	$10.8V < V_{IN} < 13.2V$ ， $I_{VDD} = 133mA$			2	W
$V_{EE-COM}$	直流满载设定点			-5		V

## 1.5 器件信息



图 1-1. DHA 封装，16 引脚 SSOP ( 俯视图 )

表 1-2. 引脚配置和功能

引脚		类型 <sup>(1)</sup>	说明
名称	编号		
ENA	1	I	使能引脚。强制 ENA 为低电平会禁用器件。上拉至高电平以启用正常的器件功能。建议最大值为 5.5V。可用于通过来自 VIN 的电阻分压器对输入 UVLO 进行编程。
PG(PG)	2	O	电源正常开漏输出引脚。当 $V_{VIN\_UVLOP} \leq V_{VIN} \leq V_{VIN\_OVLOP}$ 、 $V_{VDD\_UVP} \leq V_{VDD} \leq V_{VDD\_OVP}$ 、 $V_{VEE\_UVP} \leq V_{VEE} \leq V_{VEE\_OVP}$ 、 $T_{J\_Primary} \leq T_{SHUT\_P\_R}$ 以及 $T_{J\_secondary} \leq T_{SHUT\_S\_R}$ 时，保持有效状态。连接一个 0402 封装尺寸的去耦电容器以旁路高频噪声。它必须位于电源正常引脚旁边，且与 IC 位于 PCB 的同一侧。
VIN	3, 4	P	初级输入电压。在 VIN 到 GNDP 之间连接一个 10 $\mu$ F 和一个并联 0.1 $\mu$ F 陶瓷电容器。0.1 $\mu$ F 陶瓷电容器用于绕过高频噪声，必须靠近 VIN 和 GNDP 引脚。
GNDP	5, 6, 7, 8	G	VIN 的初级侧接地连接。在覆铜上放置几个过孔以进行散热。有关更多详细信息，请参阅 PCB 布局示例。
COMA	9	G	用于噪声敏感模拟反馈输入、FBVDD 和 FBVEE 的次级侧模拟检测基准连接。将低侧 FBVDD 反馈电阻和高频去耦滤波电容连接到靠近 COMA 引脚和各自的反馈引脚 FBVDD。连接到次级侧栅极驱动电压基准 COM。使用单点连接并将高频去耦陶瓷电容器靠近 COMA 引脚放置。
COM	10, 11	G	次级接地。连接到电源开关的源极。
VDD	12	P	来自变压器的次级侧隔离式输出电压。在 VDD 到 COM 之间连接一个 10 $\mu$ F 和一个并联 0.1 $\mu$ F 陶瓷电容器。0.1 $\mu$ F 陶瓷电容器用于绕过高频噪声，必须靠近 VDD 和 COM 引脚。
BSW	13	P	内部降压/升压转换器开关管脚。在该点与 COM 之间连接一个电感器。建议使用 3.3 $\mu$ H 至 10 $\mu$ H 片式电感器。
VEE	14	P	负电源轨的次级侧隔离式输出电压。在 VEE 和 COM 之间连接一个 2.2 $\mu$ F 陶瓷电容，以绕过高频开关噪声。
FBVDD	15	I	反馈 (VDD - COM) 输出电压检测引脚用于调整输出 (VDD - COM) 电压。在 VDD 至 COM 之间连接一个电阻分压器，以使中点连接到 FBVDD。通过跨隔离的内部迟滞控制，将等效 FBVDD 电压调节为 2.5V。需要添加一个 470pF 陶瓷电容器，与低侧反馈电阻器并联实现高频去耦。用于高频旁路的 470pF 陶瓷电容器必须紧挨着顶层或背层 ( 两层通过过孔连接 ) 的 FBVDD 和 COMA 引脚。
FBVEE	16	I	反馈 (COM - VEE) 输出电压检测引脚用于调整输出 (COM - VEE) 电压。将一个反馈电阻器连接至 VEE 以在 2V 和 8V 之间对 (COM - VEE) 电压进行编程。在 FBVEE 和 COMA 之间连接一个 10pF 陶瓷电容，以绕过高频开关噪声。10pF 陶瓷电容器必须紧挨着顶层或背层 ( 两层通过过孔连接 ) 的 FBVEE 引脚。

(1) 类型：P=电源、PG=初级接地、SG=次级回路、SGA=次级回路模拟、I=输入、O=输出

## 2 硬件



### 警告

- 注意表面高温。接触可致烫伤。U1 封装表面温度可达到环境温度以上 45°C。请勿触摸！
- 如果您没有接受过安全处理和测试功率电子产品方面的培训，请不要测试此 EVM

### 2.1 电源要求

### 2.2 建议测试设备

1.  $V_{BIAS}$ ：直流电源 1：5V，10mA
2.  $V_{IN}$ ：直流电源 2：20V，500mA
3.  $I_{VDD}$ ：电子负载（设置为恒定电阻）或固定电阻器：15V，133mA
4.  $I_{VEE}$ ：电子负载（设置为恒定电阻）或固定电阻器：5V，65mA
5. 用于测量 <30V 直流电压的 (3) 个 DVM
6. (3) DVM 在  $I_{VDD}$ 、 $I_{VEE}$  上测量的直流电流 < 200mA，在  $I_{VIN}$  上测量的直流电流 < 500mA
7. 示波器：4 通道，500MHz 或更高，电压探头，电流探头
8. 最小线规 20AWG 至 22AWG 或更大
9. 热像仪（可选）或热电偶测量 U1 外壳温度

### 2.3 通过外部连接轻松进行评估

UCC35131EVM-118 利用螺丝接线端快速连接至  $V_{IN}$ 、VDD 和 VEE。连接适当的电流表和电压表，如图 2-1 所示，以便可以进行准确的 EVM 效率测量。

#### 连接测试设备：

1. 将分流器跳线 SH-J1 移至 J2，1-2，EN OFF 位置。这可确保在连接测试设备时 EVM 无法启动。
2. 连接 +5V 直流偏置电源 J1:1-2 (+3.3V 至 +5V)。将电源电压设置为 0V。J1 上的 +5V 电源将用作 /PG 和 ENA 的上拉偏置。关闭/禁用 +5V 直流辅助电源。
3. 在 J3:1-2 ( $V_{IN}$ ) 连接能够提供  $5V < V_{IN} < 20V$  电压和 500mA 电流的  $V_{IN}$  直流电源。将电源调整为 12V，并将电流限值设置为 1A。关闭/禁用  $V_{IN}$  电源。
4. 在 J4:1 (VDD) 和 J4:2 (COM) 之间连接一个可变负载。如果使用电子负载，则设置为恒定电阻 (CR)，450Ω (约 500mW)。在 EVM 通电之前，将负载保持为禁用状态。
5. 在 J4:2 (COM) 和 J4:3 (VEE) 之间连接第二个负载。如果使用电子负载，则设置为恒定电阻 (CR)，2.5kΩ (约 10mW)。在 EVM 通电之前，将负载保持为禁用状态。由于所需的负载较小，因此可以在 J4:2-3 之间连接一个 500mW 的穿孔负载电阻器。
6. 当设置在低 mA 范围内时，某些电子负载无法调节/稳定 CC。通过插入电流表来监测输入电流和负载电流，如图 2-1 所示。电流探头可以与示波器结合使用，以验证由电子负载调节的直流电流的稳定性。

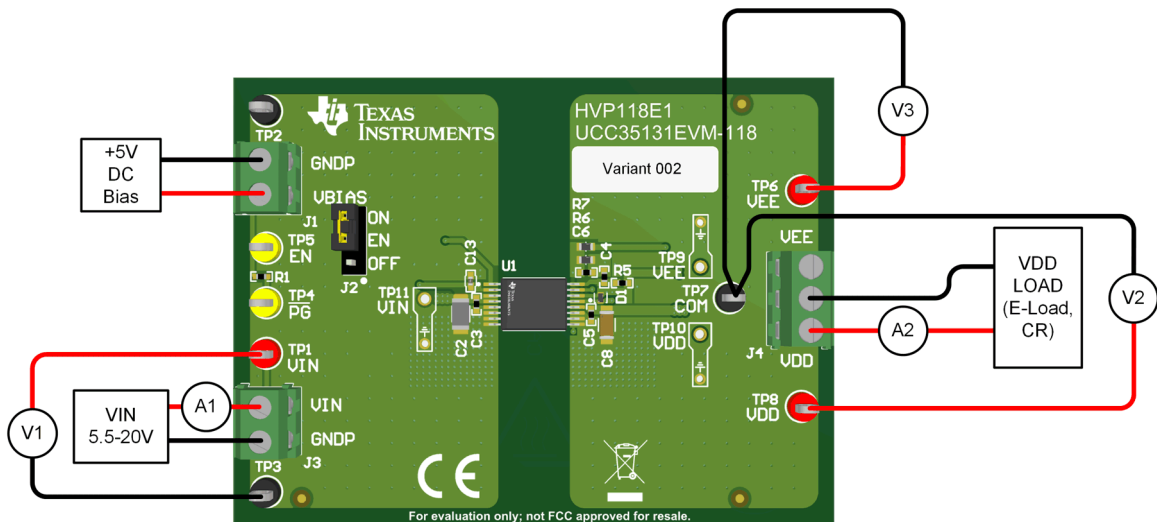


图 2-1. 典型效率测量设置

### 上电以便启动：

1. 验证  $V_{IN}$  和 +5V 直流偏置电源是否关闭/禁用，并且未向 UUT 施加电压
2. 将短接跳线 SH-J1 移至 J2，2-3，EN 开启位置。注意：移除短接跳线 SH-J1 也会导致“EN 开启”。
3. 打开  $V_{IN}$  直流电源。验证 TP1 至 TP3 是否存在 12V 电压
4. 验证 VDD 和 VEE 上的负载是否已禁用
5. 打开 +5V 直流辅助电源。现在，EVM 在无负载条件下通过调节中的 VDD 和 VEE 启用。
6. 验证 VDD-COM 上是否存在 +15V 电压，VEE-COM 上是否存在 -5V 电压
7. 在 VDD 上启用负载，在 VEE 上启用负载
8. UCC35131-Q1 现在正在调节 VDD 和 VEE 并处理约 0.5W 的隔离式输出功率
9.  $V_{IN}$  在  $5.5V < V_{IN} < 20V$  之间变化， $I_{VDD}$  在  $0mA < I_{VDD} < 133mA$  之间变化， $I_{VEE}$  在  $0mA < I_{VEE} < 150mA$  之间变化。 $V_{IN} < 12V$ 、 $V_{IN} > 18V$  时，最大功率能力从 2W 降低。如果超过最大功率，EVM 会关断。在这种情况下，请移除 VDD 和 VEE 中的负载，重新启动  $V_{IN}$ （或切换 EN）并验证 EVM 恢复正常运行，然后再缓慢增加 VDD 和/或 VEE 负载。
10. 将示波器探头插入 TP9、TP10 和 TP11，以测量 VEE、VDD 和  $V_{IN}$  启动、稳态和交流纹波电压

### 断电以便关断：

1. 将短接跳线 SH-J1 移至 J2，1-2，EN 关闭位置。
2. 关闭 +5V 直流辅助电源
3. 禁用  $I_{VDD}$  负载
4. 禁用  $I_{VEE}$  负载
5. 关闭  $V_{IN}$  电源

## 2.4 测试点

表 2-1 描述了各种 EVM 测试点，便于将示波器探头、DVM 测试引线 and 电线连接至节 2.2 中概述的实验室测试设备。注意保持初级侧 GNDP 和次级侧 COM 之间的隔离。不能使初级侧测试点通过不正确的测试设备插入来以 COM 为基准。同样，也不能使次级侧测试点通过不正确的测试设备插入来以 GNDP 为基准。

**表 2-1. 输入、输出、测试点 (I/O/TP) 说明**

引脚	I/O/TP	颜色	说明	最小值	典型值	最大值	单位
J1	I	绿色	$V_{BIAS}$ 、EN 和 /PG 偏置	3	$V_{BIAS}$	5	V
SH-J1	I	黑色	J2 短接跳线		0		V
J2:1-2	I	黑色	EN，关闭		0		V
J2:2-3	I	黑色	EN，开启 ( 移除 SH-J1 后为 “EN，开启” )		$V_{BIAS}$		V
J3	I	绿色	$V_{IN}$ ，初级输入电压	5	12	20	V
J4:1-2	O	绿色	次级侧 VDD 至 COM	0		18	V
J4:2-3	O	绿色	次级侧 VEE 至 COM	-5		0	V
TP1	TP	红色	$V_{IN}$ ，正探测点	5	12	20	V
TP2	TP	黑色	GNDP，共享初级 GND 测试点		0		V
TP3	TP	黑色	GNDP，共享初级 GND 测试点		0		V
TP4	TP	黄色	/PG，电源正常测试点		$V_{BIAS}$		V
TP5	TP	黄色	EN，启用测试点		$V_{BIAS}$		V
TP6	TP	红色	VEE，次级 VEE 测试点	-5		0	V
TP7	TP	黑色	COM，次级侧基准		0		V
TP8	TP	红色	VDD，次级 VDD 测试点	0		18	V
TP9	TP	PCB	VEE 至 COM，次级 VDD 示波器探测点	-5		0	V
TP10	TP	PCB	VDD 至 COM，次级 VDD 示波器探测点	0		18	V
TP11	TP	PCB	$V_{IN}$ 至 GNDP 示波器探测点	5	12	20	V



## 2.5 示波器探头：探测 EVM

使用 TP9-11 示波器探头 PCB 测试点 UCC35131-Q1 是一款高频直流/直流模块，需要通过仔细测量来准确地捕获瞬态事件和测量高频交流纹波电压。从示波器探头上拆下“尖顶帽”（探头尖端盖）和接地引线。如果未提供示波器探头接地弹簧，请将一根 22AWG 裸线缠绕在示波器探头接地环上，或者使用合适的接地弹簧，然后将探头尖端和接地环插入 EVM，如图 2-2 所示。

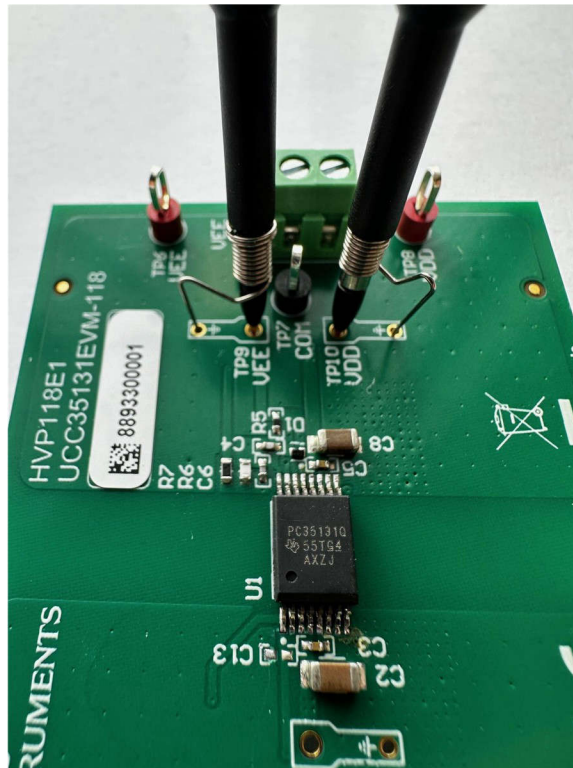


图 2-2. PCB 示波器探头测试点

EVM 输出命名规则 (VDD、VEE、COM) 与隔离式栅极驱动器 IC 的常用名称相对应。如图 3-1 所示，TP4 (COM) 是中点基准，用于连接到隔离式栅极驱动器 IC 的 COM 引脚。当 UCC35131-Q1 用于为栅极驱动器 IC 提供辅助电源时，VDD (VDD-COM) 和 VEE (VEE-COM) 是相对于 COM 而言的。

## 3 硬件设计文件

### 3.1 原理图

图 3-1 展示了 EVM 电气原理图。

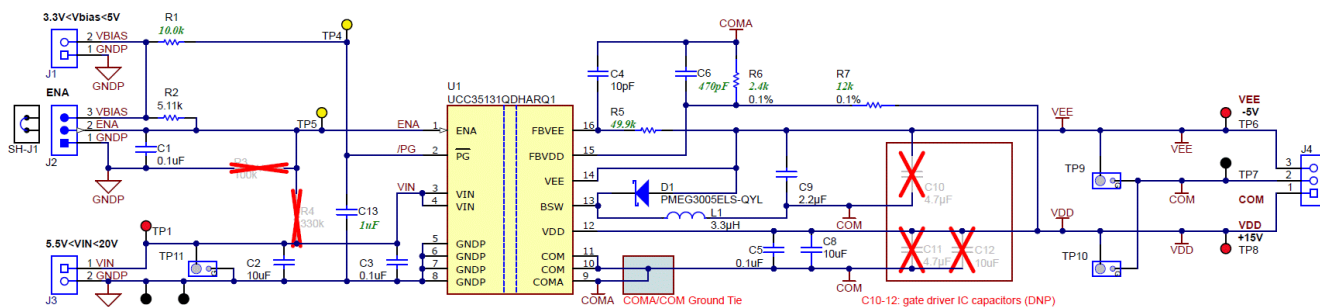


图 3-1. UCC35131EVM-118 原理图

### 3.2 PCB 布局

UCC35131EVM-118 采用四层 FR4 PCB 设计，所有四层均敷有 2 盎司铜。EVM PCB 展示了接地层和包覆拼接过孔在屏蔽和改善 EMI 性能方面的重要用途。对于汽车牵引逆变器更高密度的 PCB，PCB 可以包含几个额外的信号层，也可以尽可能采用类似的设计方法。

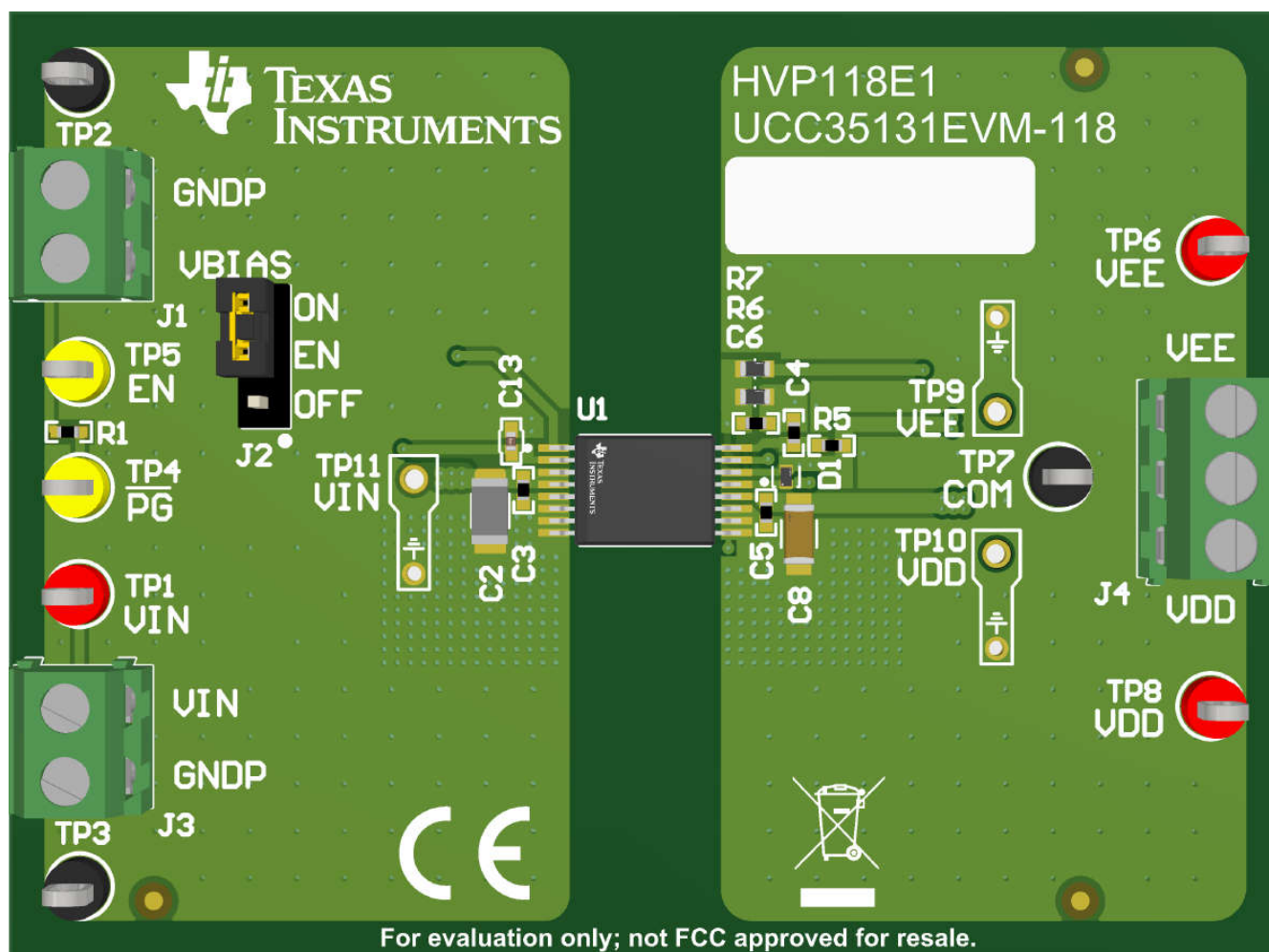


图 3-2. 经全面组装的 3D 顶视图



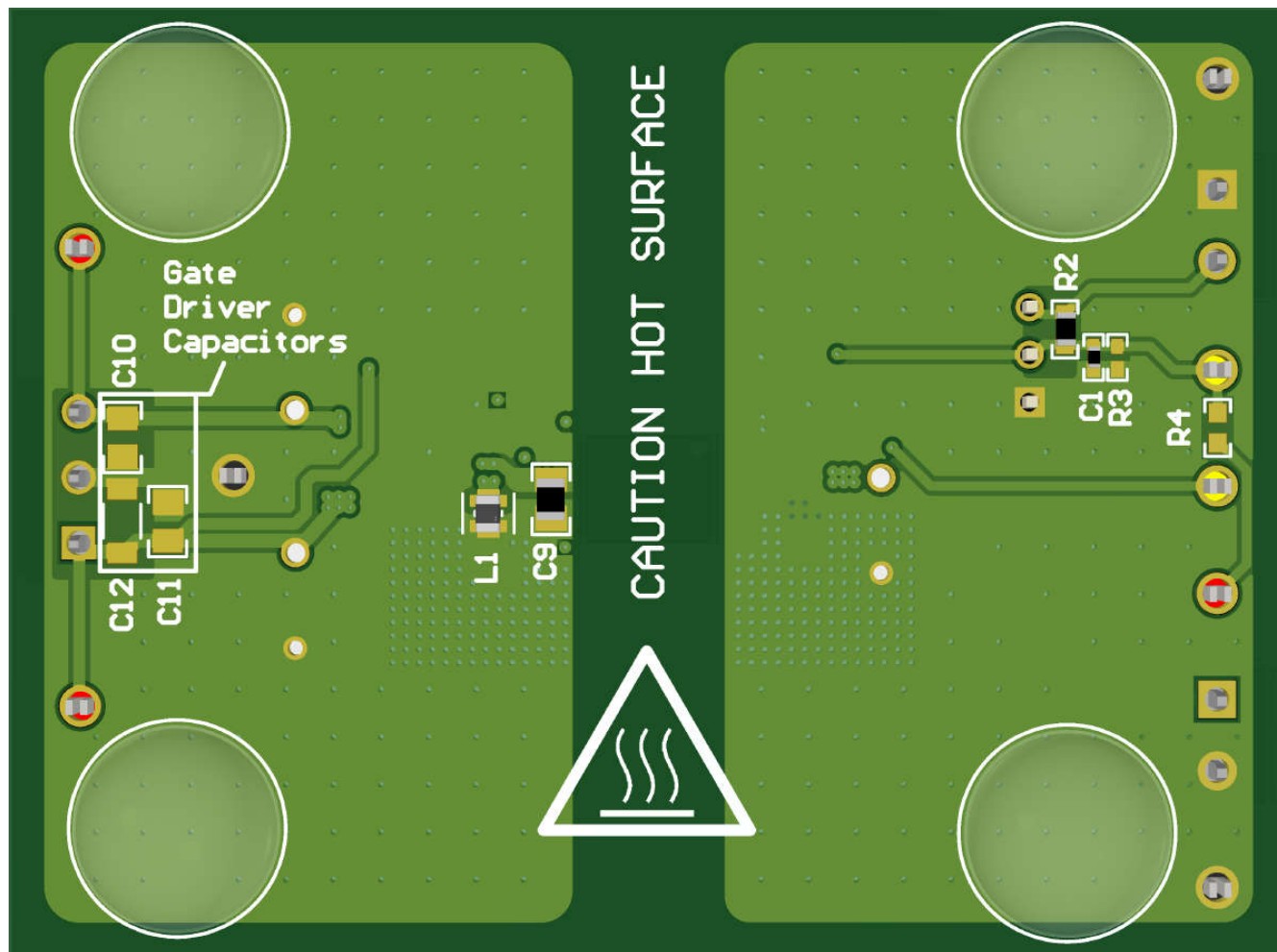


图 3-3. 经全面组装的 3D 底视图

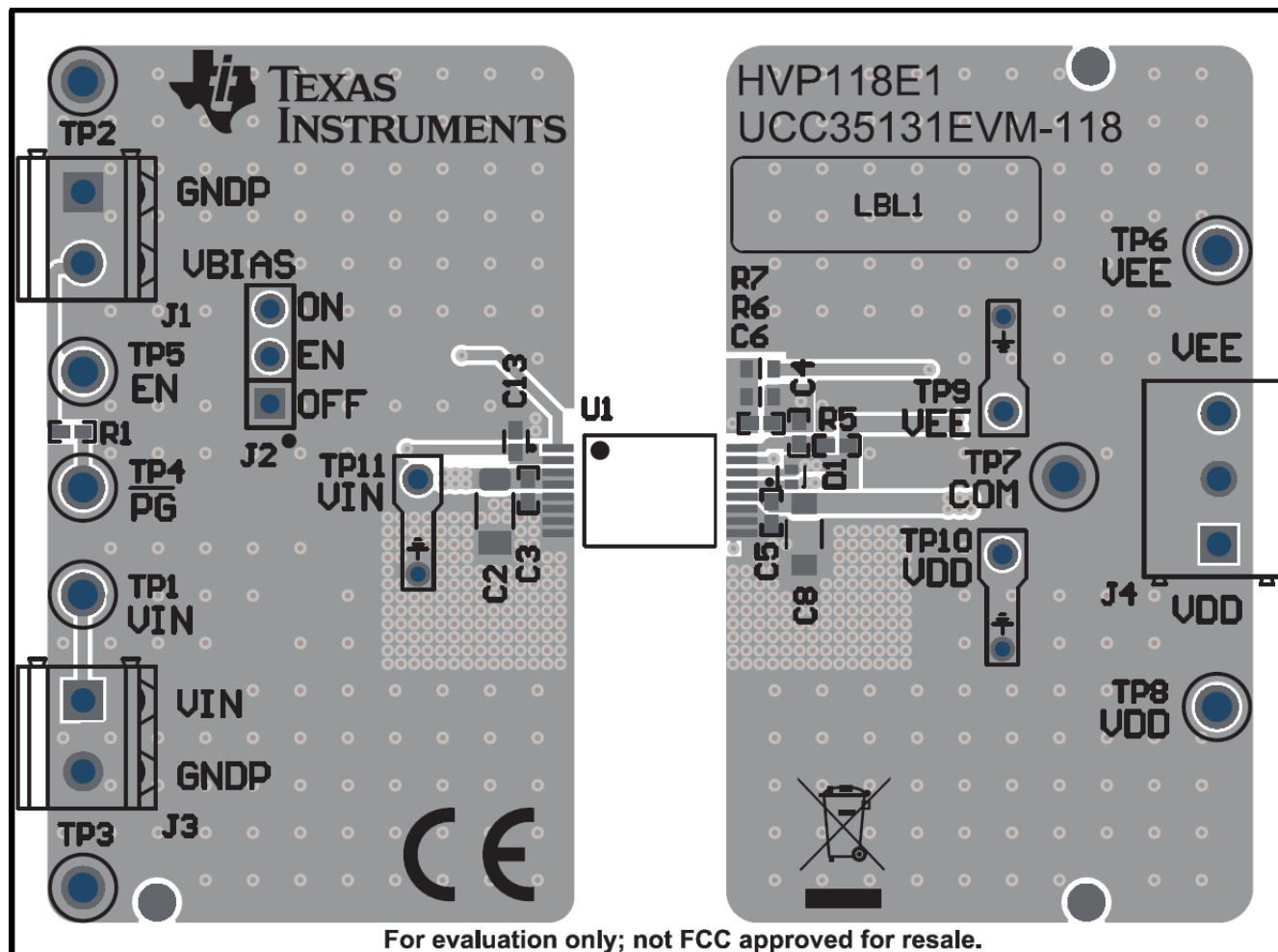


图 3-4. PCB 顶层，组装

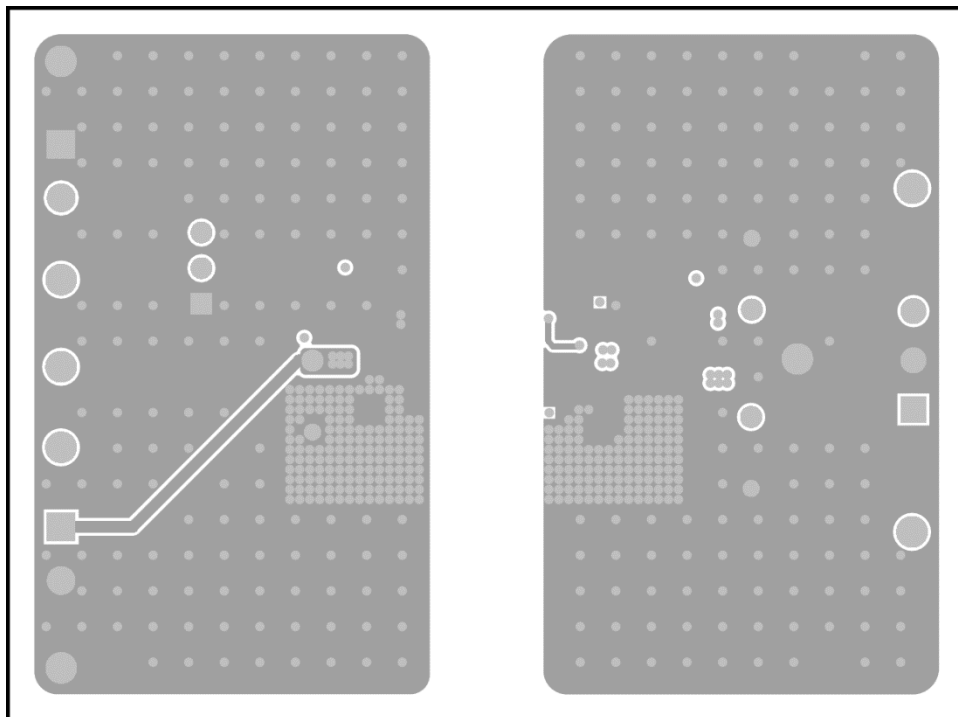


图 3-5. 接地层 2

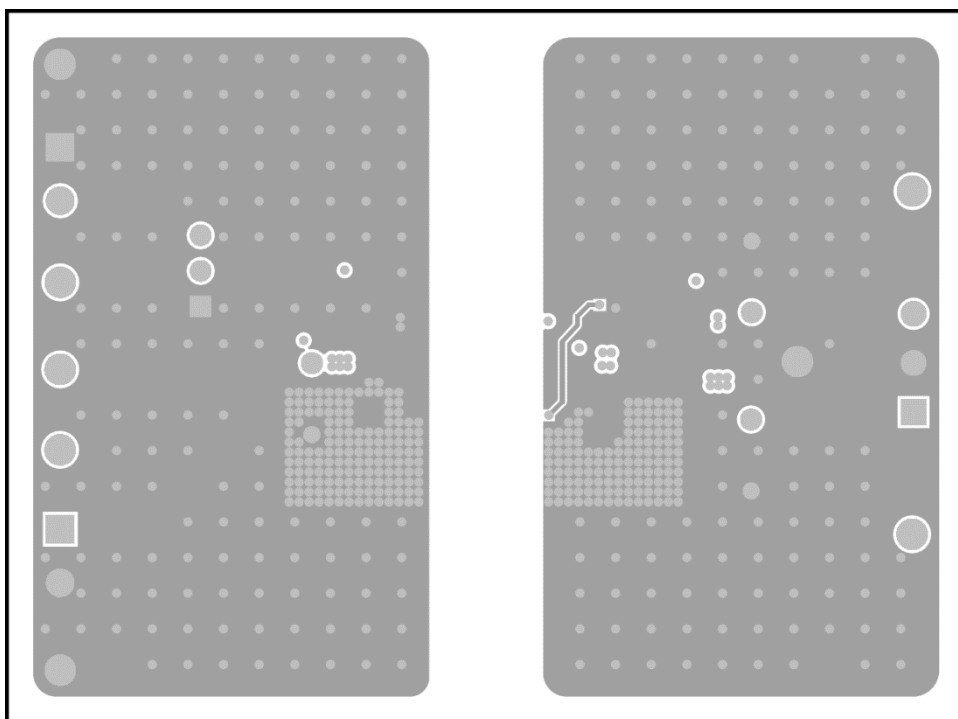


图 3-6. 接地层 3

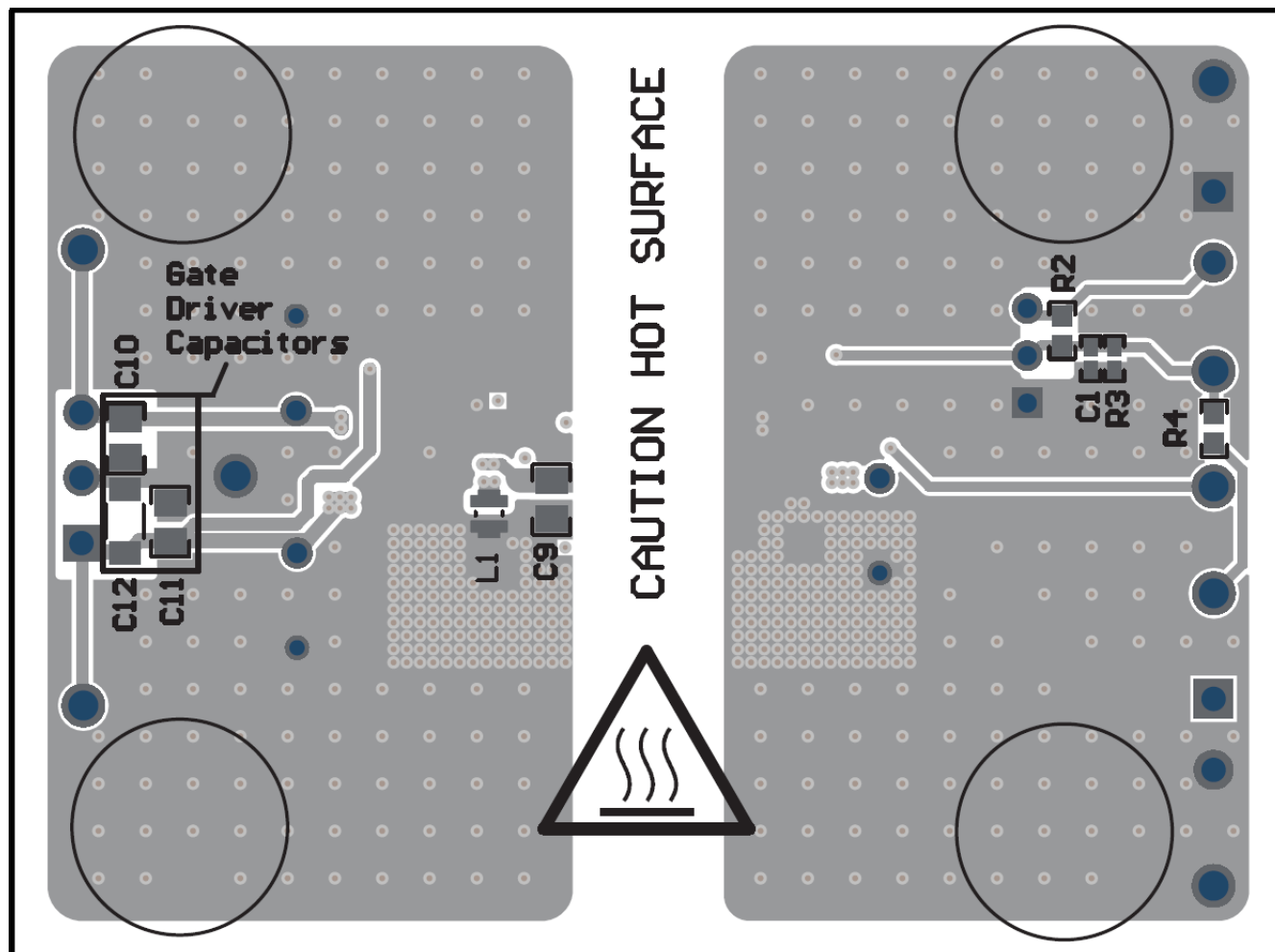


图 3-7. PCB 底层，组装（镜像视图）

### 3.3 PCB 布局指南

UCC35131-Q1 集成隔离式电源设计可简化系统设计并减少使用的电路板面积。请遵循这些指南进行正确的 PCB 布局，以便实现理想性能。为了实现热性能良好的 PCB 设计，推荐在外部层上使用 2 盎司铜的至少 4 层 PCB 层堆叠。建议不要将信号布线或将元件直接放置在 UCC35131-Q1 下方。

1. VIN 引脚和 GNDP 引脚之间的输入电容器：
  - a. 将 0.1  $\mu$ F 高频旁路电容器 (C3) 尽可能靠近引脚 3、4 (VIN) 和引脚 5 - 8 (GNDP) 放置，并与 IC 位于 PCB 的同一侧。0402 陶瓷 SMD 或更小尺寸是实现最佳布局所需的尺寸。10MHz 至 30MHz 范围内的自谐振频率非常适合为内部隔离式转换器的开关频率噪声提供低阻抗去耦。请勿在旁路电容器和 IC 引脚之间放置任何过孔，以强制高频电流通过电容器。
  - b. 将大容量 VIN 电容器 (C2) 尽可能靠近 0.1  $\mu$ F 高频旁路电容器 (C3) 并与之并联，且与 IC 位于 PCB 的同一侧，如 图 3-8 所示。
2. /PG 去耦电容器：/PG 去耦电容器应靠近引脚 2 (/PG) 放置，并与 UCC35131-Q1 位于 PCB 的同一侧。请参阅 图 3-8 中所所示的 C13 放置方式。
3. VDD 引脚和 COM 引脚之间的输出电容器：
  - a. 将 0.1  $\mu$ F 高频旁路电容器 (C5) 尽可能靠近引脚 12 (VDD) 和引脚 10、11 (COM) 放置，并与 IC 位于 PCB 的同一侧。0402 陶瓷 SMD 或更小尺寸是理想的布局尺寸。10MHz 至 30MHz 范围内的自谐振频率非常适合为内部隔离式转换器的开关频率噪声提供低阻抗去耦。请勿在旁路电容器和 IC 引脚之间放置任何过孔，以强制高频电流通过电容器。
  - b. 将大容量 VDD-COM 电容器 (C8) 尽可能靠近 0.1  $\mu$ F 高频旁路电容器 (C5) 并与之并联，且与 IC 位于 PCB 的同一侧，如 图 3-8 所示。
4. VEE 引脚和 COM 引脚之间的输出电容器：
  - a. 将 2.2  $\mu$ F 高频旁路电容器 (C9) 尽可能靠近 VEE 和 COM 引脚放置。3MHz 至 4MHz 范围内的自谐振频率非常适合为选择 3.3 $\mu$ H 电感器 (L1) 的降压/升压转换器的开关频率噪声提供低阻抗去耦。将电容器放置在 PCB 的另一侧并使用过孔进行连接是可行的，这样可缩短电容器与 VEE 降压/升压转换器内部低侧 MOSFET 之间的开关环路。此外，将电容器放置在另一侧也会简化 VDD 引脚和 COM 引脚之间去耦电容器的放置。C9 和 L1 放置在 PCB 底部的示例如 图 3-12 所示。
5. 反馈：
  - a. COMA 必须通过所有 PCB 层与 COM 平面隔离。使用一个过孔直接连接到 FBVDD 引脚的低侧电阻器和滤波电容器，与 FBVEE 引脚的低侧滤波电容器相同。
  - b. 将 RFBVDD 反馈电阻器 (R6 和 R7) 和去耦陶瓷电容器 (C6) 靠近 IC 放置。
  - c. 顶层反馈电阻器必须放置在低侧电阻器旁边，两个电阻器之间具有较短的直接连接，并通过单一连接点连接至 FBVDD 引脚。用于检测稳压轨 (VDD-COM) 的顶部连接必须进行布线并连接到栅极驱动器引脚附近的 VDD 偏置电容器远程位置，以便获得出色的精度和瞬态响应。
  - d. VEE 反馈电阻器 (R5) 必须与去耦陶瓷电容器 (C4) 一起放置在 FBVEE (引脚 15) 旁边；而用于检测稳压轨 (COM-VEE) 的连接必须从栅极驱动器引脚附近位置较远的 COM 偏置电容器进行布线和连接，以便获得出色的精度和瞬态响应。
  - e. 使用双路输出模式时，必须填充降压/升压电感器 (L1) 和 2.2 $\mu$ F 去耦陶瓷电容器 (C9)。它们可以放置在 IC 的另一侧或与 IC 位于同一层。
  - f. 图 3-9 显示了布局示例，其中 L2 (黄色) 布线在第 2 层，L3 (绿色) 布线在第 3 层。
6. 散热过孔：UCC35131-Q1 内部变压器直接连接到引线框。因此，如以下步骤所述，为 PCB 设计提供足够的空间和适当的散热至关重要。
  - a. TI 建议通过多个通孔将 VIN、GNDP、VDD 和 COM 引脚连接到内部接地平面或电源平面。或者，使连接到这些引脚的多边形尽可能宽。
  - b. 使用多个散热过孔将 PCB 顶层 GNDP 铜连接到底部 GNDP 铜。如果可能，建议在外部顶部和底部 PCB 层上使用 2 盎司铜。
  - c. 使用多个散热过孔将 PCB 顶层 VEE 铜连接到底部 VEE 铜。如果可能，建议在外部顶部和底部 PCB 层上使用 2 盎司铜。
  - d. 连接顶部和底部铜的散热过孔也可以连接到内部铜层，以进一步改善散热效果。



- e. 散热过孔类似于下图所示，但应在覆铜区允许的范围内尽可能多地使用散热过孔。TI 建议使用直径为 30mil、孔尺寸为 12mil 的散热过孔。
  - f. 图 3-10 所示为布局示例。如果可用的铜面积较小，请在设计允许的情况下使用尽可能多的散热过孔，靠近引脚 5-8 (初级) 和引脚 9-11 (次级) 放置。
7. 爬电间隙：为了保持数据表中指定的完整爬电距离、间隙和电压隔离额定值，请避免布线信号线迹或将元件直接放置在 UCC35131-Q1 下方。在整个定义的隔离栅中，保持以红色突出显示的间隙宽度。基础型隔离的排除间隙可以比增强型隔离要求 (8.2mm) 小 50%。使用 8.2mm 可提供额外的裕度。图 3-11 所示为布局示例。
  8. 栅极驱动器输出电容器：CVDD\_GD (C11 和 C12) 和 C<sub>VEE\_GD</sub> (C10) 是 UCC35131-Q1 Excel 计算器工具中引用的参考位号。C11 和 C12 是 VDD-COM 之间的电容器，C10 是 COM-VEE 之间的电容器。C10-12 是栅极驱动器 IC 所需的电容器。
    - a. CVDD\_GD 和 C<sub>VEE\_GD</sub> 必须放置在栅极驱动器 IC 旁边，以实现出色的去耦和栅极驱动器开关性能。
    - b. 为了更好地调节电压，VEE (FBVEE) 和 VDD (FBVDD) 的反馈布线必须尽可能直接，以便直接在栅极驱动器 IC 附近的 VDD 和 VEE 电容器处检测电压反馈。

### 3.4 PCB 布局示例

下图中突出显示的 PCB 布局示例基于图 3-1 中所示的 EVM 原理图和图 3-4 至图 3-7 中所示的 PCB 层图像。

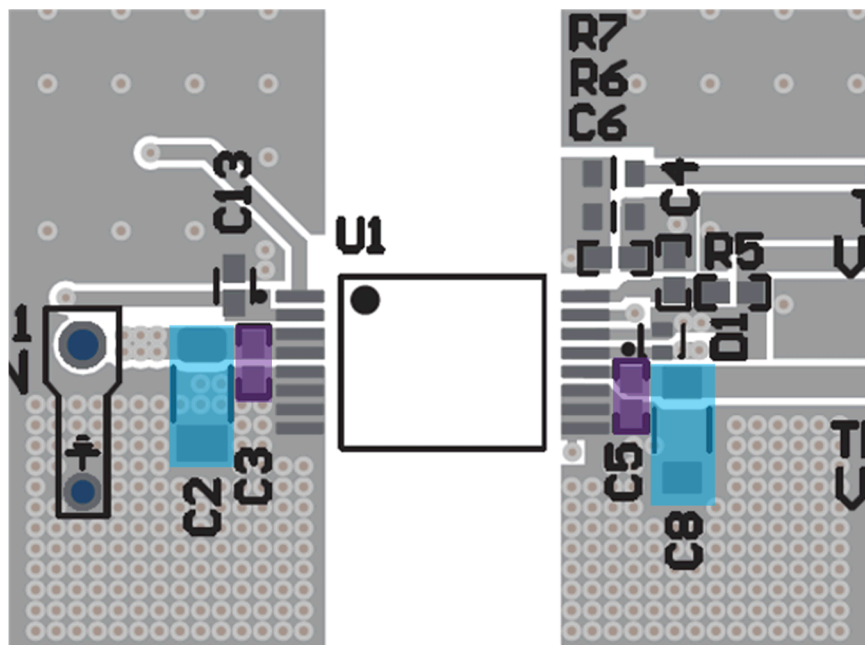


图 3-8. VIN (C2、C3) 和 VDD (C5、C8) 电容器

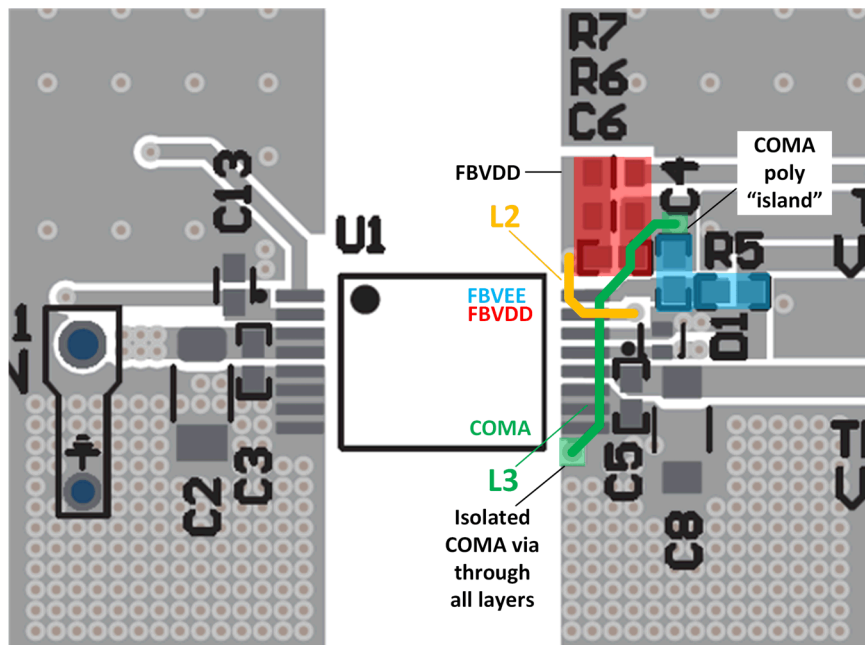


图 3-9. FBVDD (R6-7、C6)、FBVEE (R5、C4)、COMA 布线

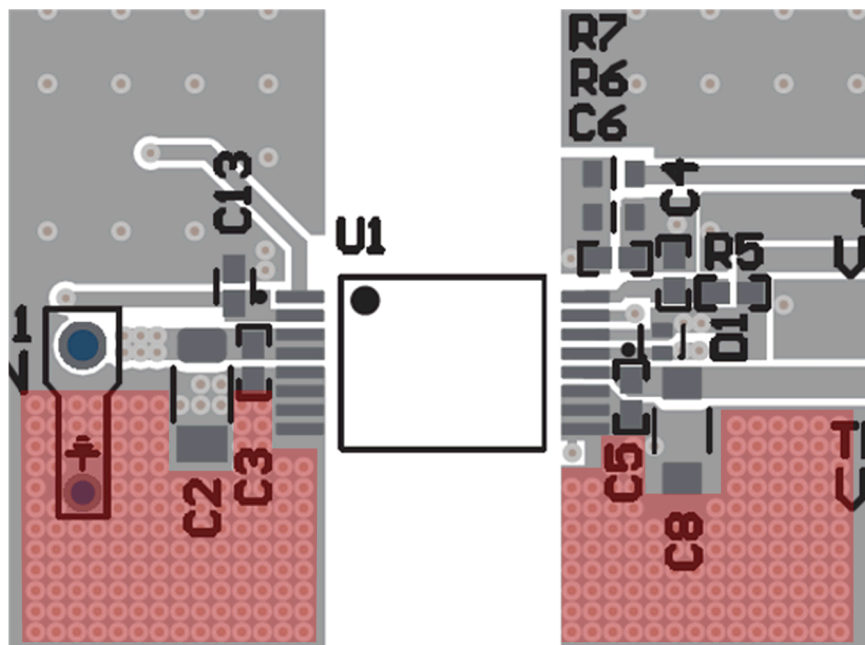


图 3-10. 散热过孔

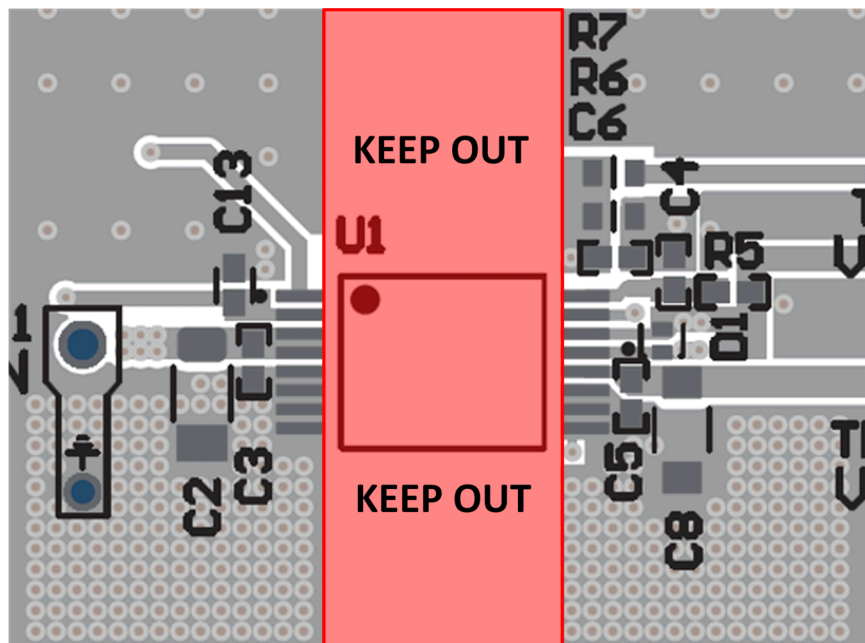


图 3-11. 隔离禁止区域

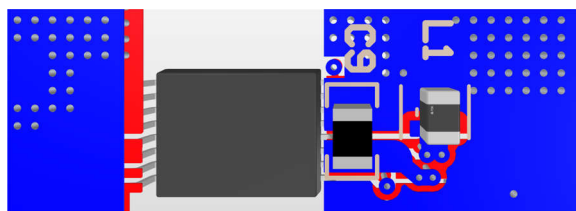


图 3-12. 底面、降压/升压、VEE LC 放置和布线

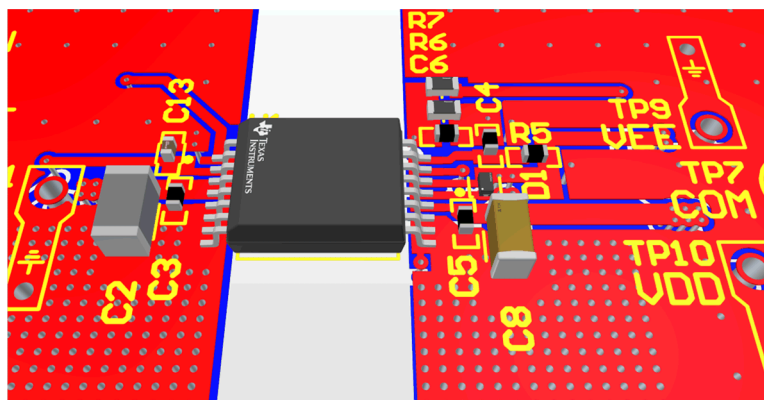


图 3-13. 顶面，元件放置和布线

### 3.5 物料清单 (BOM)

表 3-1. 物料清单

参考位号	数量	说明	器件型号	制造商
PCB1	1	印刷电路板	HVP118	不限
C1、 C3、 C5	3	电容, 陶瓷, 0.1μF, 50V, ± 10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 0402	GCM155R71H104KE02D	MuRata
C2	1	电容, 陶瓷, 10μF, 35V, +/- 10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 1206_190	CGA5L1X7R1V106K160AC	TDK
C4	1	电容, 陶瓷, 10pF, 50V, +/-5%, C0G/NP0, AEC-Q200 1 级, 0402	CGA2B2C0G1H100D050BA	TDK
C6	1	电容, 陶瓷, 470pF, 50V, ± 10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 0402	CGA2B2X7R1H471K050BA	TDK
C8	1	电容, 陶瓷, 10μF, 25V, ± 20%, X7R, AEC-Q200 1 级, 1206	CGA5L1X7R1E106M160AC	TDK
C9	1	电容, 陶瓷, 2.2μF, 16V, +/-10%, X7R, 0805	C2012X7R1C225K125AB	TDK
C13	1	1μF ±20% 10V 陶瓷电容器 X7R 0402 ( 公制 1005 )	KAM05CR71A105MH	KYOCERA AVX
D1	1	二极管, 30V, 500mA, 表面贴装, DFN1006BD-2	PMEG3005ELS-QYL	Nexperia
H1、 H2、 H3、 H4	4	Bumpon, 半球形, 0.44 X 0.20, 透明	SJ-5303 (CLEAR)	3M
J1、 J3	2	接线端子, 2x1, 3.81mm, 24-16 AWG, 10A, 300VAC, TH	691214310002	Würth Elektronik
J2	1	接头, 100mil, 3x1, 锡, TH	PEC03SAAN	Sullins
J4	1	端子块, 3.5mm, 3x1, 锡, TH	691214110003	Würth Elektronik
L1	1	3.3μH 屏蔽鼓芯, 绕线电感器 870mA 279mΩ	74404020033	Würth Elektronik
L1-ALT	0	电感器功率屏蔽线绕 3.3uH 20% 100KHz 铁氧体 0.88A 0.3Ω DCR T/R	NRV2010T3R3MGF	Taiyo Yuden
R1	1	电阻, 10.0kΩ, 1%, 0.2W, AEC-Q200 0 级, 0402	ERJPA2F1002X	Panasonic
R2	1	电阻, 5.11kΩ, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	CRCW06035K11FKEA	Vishay-Dale
R5	1	电阻, 49.9k, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0402	ERJ-2RKF4992X	Panasonic
R6	1	2.4kΩ ±0.1% 0.1W, 0.1W 片上电阻 0603 ( 1608 公制 ) 汽车 AEC-Q200 薄膜	ERA-3AEB242V	Panasonic
R7	1	12kΩ ±0.1% 0.1W, 0.1W 片上电阻 0603 ( 1608 公制 ) 汽车 AEC-Q200 薄膜	ERA-3AEB123V	Panasonic
SH-J1	1	分流器, 100mil, 镀金, 黑色	SNT-100-BK-G	Samtec
TP1、 TP6、 TP8	3	测试点, 通用, 红色, TH	5010	Keystone Electronics
TP2、 TP3、 TP7	3	测试点, 通用, 黑色, TH	5011	Keystone Electronics
TP4、 TP5	2	测试点, 通用, 黄色, TH	5014	Keystone Electronics
U1	1	汽车类 2W, 12V-Vin, 25V-Vout, 高效, 高密度, >5 kVRMS, 隔离式直流/直流模块	UCC35131QDHARQ1	德州仪器 (TI)
C10、 C11	0	电容, 陶瓷, 4.7μF, 35V, ± 10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 0805	CGA4J1X7R1V475K125AC	TDK
C12	0	电容, 陶瓷, 10μF, 35V, +/- 10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 1206_190	CGA5L1X7R1V106K160AC	TDK
R3	0	电阻, 100kΩ, 5%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0402	ERJ-2GEJ104X	Panasonic
R4	0	电阻, 330kΩ, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	ERJ-3EKF3303V	Panasonic

## 商标

所有商标均为其各自所有者的财产。



## 4 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 * (September 2025) to Revision A (November 2025)	Page
• 更新了引脚配置和功能表.....	3
• 更新了原理图.....	8
• 更新了“物料清单” .....	17

## 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、与某特定用途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安全、安保法规或其他要求。

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。对于因您对这些资源的使用而对 TI 及其代表造成的任何索赔、损害、成本、损失和债务，您将全额赔偿，TI 对此概不负责。

TI 提供的产品受 [TI 销售条款](#)、[TI 通用质量指南](#) 或 [ti.com](#) 上其他适用条款或 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。除非德州仪器 (TI) 明确将某产品指定为定制产品或客户特定产品，否则其产品均为按确定价格收入目录的标准通用器件。

TI 反对并拒绝您可能提出的任何其他或不同的条款。

版权所有 © 2025，德州仪器 (TI) 公司

最后更新日期：2025 年 10 月