

UCC14240EVM-052 适用于需要正偏置单电源和正/负偏置双电源的牵引逆变器栅极驱动器 IC 偏置应用



摘要

本用户指南为使用 UCC14240EVM-052 评估德州仪器 (TI) 的 UCC1424x-Q1 或 UCC1524x-Q1 高频、集成变压器、直流/直流转换器模块提供了说明和指导。默认情况下，该 EVM 预装的是 UCC14240-Q1，但可以支持表 1-1 中列出的任何引脚对引脚兼容备选版本。本文档中显示的所有性能数据和波形均是通过测试 UCC14240-Q1 获得的。该 EVM 使设计人员能够快速且高效地评估 UCC14240-Q1，从而用于需要栅极驱动器 IC 偏置电源高达 2W 且满足高达 3kV_{RMS} 隔离要求的汽车或工业应用。

内容

1 引言	3
1.1 U1 元件选型.....	3
1.2 引脚配置和功能.....	3
2 说明	5
2.1 EVM 电气性能规格.....	5
3 原理图	7
4 EVM 设置和操作	8
4.1 建议测试设备.....	8
4.2 通过外部连接轻松进行评估.....	8
4.3 为 EVM 供电.....	9
4.4 EVM 测试点.....	10
4.5 探测 EVM.....	11
5 性能数据	12
5.1 效率数据.....	12
5.2 调节数据.....	14
5.3 稳态输入电流.....	15
5.4 启动波形.....	15
5.5 浪涌电流.....	17
5.6 交流纹波电压.....	18
5.7 EN 至 /PG 时序.....	21
5.8 RLIM.....	21
5.9 故障保护.....	23
5.10 关断.....	25
5.11 热性能.....	26
6 组装和印刷电路板 (PCB) 层	27
7 物料清单 (BOM)	30
8 Revision History	30

插图清单

图 1-1. DWN 封装，36 引脚 SSOP (顶视图).....	3
图 2-1. UCC14240EVM-052，HVP052A，顶视图.....	5
图 2-2. UCC14240EVM-052，HVP052A，底视图.....	5
图 3-1. UCC14240EVM-052 原理图.....	7
图 4-1. 典型效率测量设置.....	8
图 4-2. UCC14240EVM-052，PCB 示波器探头测试点.....	11
图 5-1. 测量的效率，仅限 VDD-VEE 负载.....	12

图 5-2. 调节与功率间的关系, 仅 VDD-VEE 负载.....	14
图 5-3. 调节与电流间的关系, 仅 VDD-VEE 负载.....	14
图 5-4. 输入电流与功率间的关系, 仅限 VDD-VEE 负载.....	15
图 5-5. 启动 1: VIN = 24V, I _{VDD-VEE} = 0mA.....	15
图 5-6. 启动 2: VIN = 24V, I _{VDD-VEE} = 80mA.....	16
图 5-7. 启动 3: VIN = 24V, I _{VDD-VEE} = 80mA.....	16
图 5-8. 启动 4: VIN = 24V, I _{ISO} = 80mA.....	17
图 5-9. 浪涌电流: VIN = 24V, I _{VDD-VEE} = 80mA.....	17
图 5-10. 浪涌电流: VIN = 24V, I _{VDD-VEE} = 80mA.....	18
图 5-11. VDD _{AC} = 300mV, VEE _{AC} = 108mV, I _{VDD} = 80mA, I _{VEE} = 10mA.....	18
图 5-12. 交流纹波: VIN = 24V, I _{VDD} = 80mA, I _{VEE} = 10mA, FSSM = 5kHz.....	19
图 5-13. 交流纹波: VIN = 24V, I _{VDD} = 80mA, I _{VEE} = 10mA, F _{MOD} = 45kHz.....	19
图 5-14. 交流纹波: VIN = 24V, I _{VDD} = 80mA, F _{SW(PRI)} = 12.95kHz,	20
图 5-15. 交流纹波: VIN = 24V, I _{VDD} = 80mA, F _{BURST} = 1MHz,	20
图 5-16. ENA 至 /PG 延迟, 3.9ms, I _{VDD-VEE} = 80mA.....	21
图 5-17. RLIM: VIN = 24V, I _{VDD-VEE} = 0mA.....	21
图 5-18. RLIM: VIN = 24V, I _{VDD-VEE} = 100mA.....	22
图 5-19. RLIM: VIN = 24V, I _{VDD-VEE} = 100mA.....	22
图 5-20. 输出 UVLO, PVDD = 0mW, PVEE = 73mW.....	23
图 5-21. VEE OVP, VIN = 24V, PVDD = 247mW, PVEE = 0mW.....	24
图 5-22. 正常启动, VIN = 24V, PVDD = 247mW, PVEE = 53mW.....	24
图 5-23. 通过 VIN 移除来关断: VIN _{OFF} = 18V, I _{VDD-VEE} = 80mA.....	25
图 5-24. 通过 EN 低电平来关断: VIN = 24V, I _{VDD-VEE} = 80mA.....	25
图 5-25. 稳态, P _{MAX} =2W.....	26
图 5-26. 额定功率, P=1.65W.....	26
图 6-1. UCC14240EVM-052, 经全面组装的 3D 顶视图.....	27
图 6-2. UCC14240EVM-052, 经全面组装的 3D 底视图.....	27
图 6-3. UCC14240EVM-052, 3D 角度视图.....	27
图 6-4. UCC14240EVM-052, PCB 顶层, 组装.....	28
图 6-5. UCC14240EVM-052, GND 层 2 (与第 3 层相同).....	28
图 6-6. UCC14240EVM-052, GND 层 3 (与第 2 层相同).....	29
图 6-7. UCC14240EVM-052, PCB 底层, 组装 (镜像视图).....	29

表格清单

表 1-1. UCC1424x-Q1、UCC1524x-Q1 版本差异.....	3
表 1-2. 引脚功能.....	4
表 2-1. EVM 电气规格.....	5
表 4-1. 输入、输出、测试点 (I/O/TP) 说明.....	10
表 5-1. 效率测试数据 (VIN = 21V).....	12
表 5-2. 效率测试数据 (VIN = 24V).....	13
表 5-3. 效率测试数据 (VIN = 27V).....	13
表 7-1. 物料清单 (BOM).....	30

商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

1 引言

UCC14240-Q1 是一款高效率、低发射、3kV_{RMS} 隔离式直流/直流转换器，能够提供高达 2W 的功率。由于 UCC14240-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。UCC14240-Q1 在从初级侧到次级侧的功率转换方面可提供出色的效率，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。

1.1 U1 元件选型

UCC14240-Q1 是 UCC14240EVM-052 中采用的默认 IC，但评估时可以使用表 1-1 中列出的任意替代版本。表 1-1 中列出的每个元件版本均彼此引脚对引脚兼容，在功能上等效并互为可替代器件。

表 1-1. UCC1424x-Q1、UCC1524x-Q1 版本差异

通用器件型号	可订购器件型号	隔离/浪涌/工作电压	T _A = 105°C 时的最大输出功率	软启动故障抗尖峰脉冲	软启动超时
UCC14240-Q1	UCC14240QDWNQ1	3kV _{RMS} /6.5kV _{PK} /850V _{RMS}	1.5W	64 μs	16ms
UCC14241-Q1	UCC14241QDWNQ1	5kV _{RMS} /10kV _{PK} /1kV _{RMS}	1.5W	3ms	34.8ms
UCC15240-Q1	UCC15240QDWNQ1	3kV _{RMS} /6.5kV _{PK} /850V _{RMS}	2.0W	3ms	34.8ms
UCC15241-Q1	UCC15241QDWNQ1	5kV _{RMS} /10kV _{PK} /1kV _{RMS}	2.0W	3ms	34.8ms

如果需要更换 U1，TI 建议务必采用最佳的焊接技术实践，包括采取适当的 ESD 预防措施，并派擅长表面贴装焊接和板级返工操作的合格人员来移除和安装 U1。目测验证所需版本的 UCC1424x-Q1 元件已正确安装在 EVM 上。如果之前已对 U1 进行了返工，请根据图 2-1 目测验证 U1 的正确方向。根据图 2-1，IC 封装顶部的引脚 1 识别点位于左上方。

1.2 引脚配置和功能

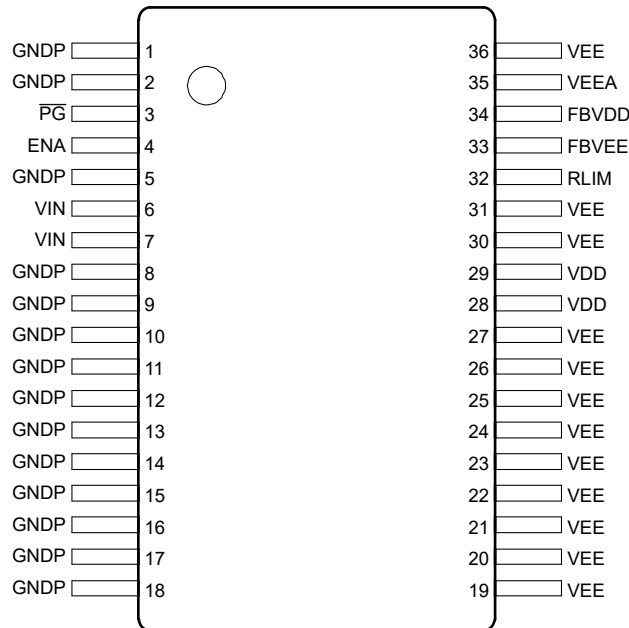


图 1-1. DWN 封装，36 引脚 SSOP (顶视图)

表 1-2. 引脚功能

引脚		类型 ⁽¹⁾	说明
名称	编号		
GNDP	1、2、5、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18	G	VIN 的初级侧接地连接。引脚 1、2 和 5 是模拟地。引脚 8、9、10、11、12、13、14、15、16、17 和 18 是电源地。在覆铜上放置几个过孔以进行散热。
\overline{PG}	3	O	低电平有效电源正常开漏输出引脚。当 $(UVLO \leq V_{VIN} \leq OVLO)$ 、 $(UVP1 \leq (VDD - VEE) \leq OVP1)$ 、 $(UVP2 \leq (COM - VEE) \leq OVP2)$ 、 $T_{J_Primary} \leq TSHUT_{PRIMARY_RISE}$ 以及 $T_{J_secondary} \leq TSHUT_{SECONDARY_RISE}$ 时， \overline{PG} 保持低电平
ENA	4	I	启用引脚。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。
VIN	6、7	P	初级输入电压。引脚 6 用于模拟输入，引脚 7 用于电源输入。对于引脚 7，将两个并联 10 μ F 陶瓷电容器从电源 VIN 引脚 7 连接到电源 GNDP 引脚 8。在引脚 7 和引脚 8 附近连接一个 0.1 μ F 高频旁路陶瓷电容器。
VEE	19、20、21、22、23、24、25、26、27、30、31、36	G	用于 VDD 和 COM 的次级侧参考连接。VEE 引脚用于高电流返回路径。
VDD	28、29	P	来自变压器的次级侧隔离式输出电压。在 VDD 和 VEE 之间连接一个 2.2 μ F 和一个并联的 0.1 μ F 陶瓷电容。0.1 μ F 陶瓷电容是高频旁路，必须靠近 IC 引脚。可以使用 4.7 μ F 或 10 μ F 陶瓷电容器代替 2.2 μ F，以便进一步降低输出纹波电压。
RLIM	32	P	第二个次级侧隔离式输出电压电阻，用于限制从 VDD 到 COM 节点的拉电流和从 COM 到 VEE 的灌电流。在 RLIM 和 COM 之间连接一个电阻以调节 (COM - VEE) 电压。
FBVEE	33	I	反馈 (COM - VEE) 输出电压检测引脚用于调整输出 (COM - VEE) 电压。在 COM 和 VEE 之间连接一个电阻分压器，使中点连接到 FBVEE，调节时的等效 FBVEE 电压为 2.5V。在低侧反馈电阻并联一个 330pF 陶瓷电容，用于高频去耦。用于高频旁路的 330pF 陶瓷电容器必须紧挨着顶层或底层（两层通过过孔连接）的 FBVEE 和 VEEA IC 引脚。
FBVDD	34	I	反馈 (VDD - VEE) 输出电压检测引脚用于调整输出 (VDD - VEE) 电压。在 VDD 和 VEE 之间连接一个电阻分压器，使中点连接到 FBVDD，调节时的等效 FBVDD 电压为 2.5V。在低侧反馈电阻并联一个 330pF 陶瓷电容，用于高频去耦。用于高频旁路的 330pF 陶瓷电容器必须紧挨着顶层或底层（两层通过过孔连接）的 FBVDD 和 VEEA IC 引脚。
VEEA	35	G	用于噪声敏感模拟反馈输入、FBVDD 和 FBVEE 的次级侧模拟检测参考连接。将低侧反馈电阻和高频去耦滤波电容连接到靠近 VEEA 引脚和各自的反馈引脚 FBVDD 或 FBVEE。连接到次级侧栅极驱动最低电压基准 VEE。使用单点连接并将高频去耦陶瓷电容器靠近 VEEA 引脚放置。

(1) P = 电源，G = 地，I = 输入，O = 输出

2 说明

UCC14240EVM-052 旨在让设计人员能够快速、轻松地评估 UCC14240-Q1 的性能特性和功能，从而用于汽车、隔离式栅极驱动器偏置应用以及各种隔离式工业偏置电源应用。该 EVM 可供用户测试 UCC14240-Q1 的各项功能，例如：器件的启用/禁用 (EN) 引脚、隔离式输出电压的 $15V < V_{DD} < 20V$ 和 $-5V < V_{EE} < 0V$ 配置，以及可变负载在输出上的应用。借助此 EVM，用户可以根据系统要求，测量输入电压范围内和不同输出负载条件下的效率。EVM 的另一个特性是易于在测试期间进行探测。测试点根据表 4-1 进行策略性放置和描述。

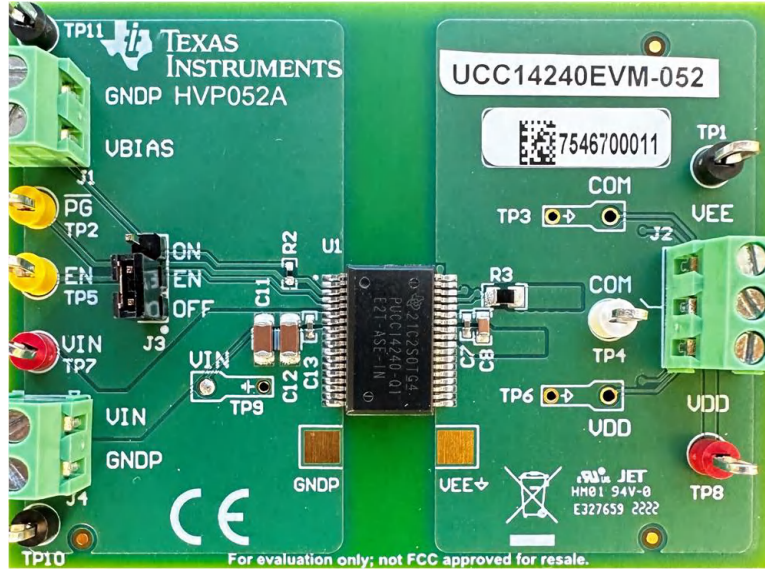


图 2-1. UCC14240EVM-052，HVP052A，顶视图

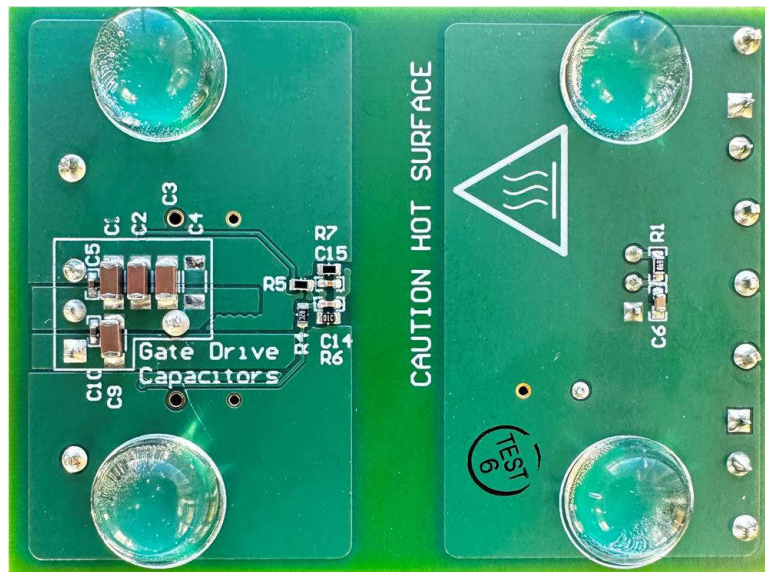


图 2-2. UCC14240EVM-052，HVP052A，底视图

2.1 EVM 电气性能规格

表 2-1. EVM 电气规格

$V_{IN} = 24V$ ， $V_{DD} = V_{DD} - V_{EE} = 20V$ ， $V_{EE} = V_{EE} - COM = 5V$ ， $T_A = 25^\circ C$ (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	21	24	27	V

表 2-1. EVM 电气规格 (continued)

 $V_{IN} = 24V$, $V_{DD} = V_{DD} - V_{EE} = 20V$, $V_{EE} = V_{EE} - COM = 5V$, $T_A = 25^\circ C$ (除非另有说明)

参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位	
V_{IN_ON}	输入电压开启	19		21	V	
V_{IN_OFF}	输入电压关闭	17.1		18.9	V	
I_{IN_FL}	满载时的输入电流	$V_{IN} = 21V$, $I_{VDD} = 80mA$	130		mA	
		$V_{IN} = 24V$, $I_{VDD} = 80mA$	120			
		$V_{IN} = 27V$, $I_{VDD} = 80mA$	115			
I_{IN_NL}	空载时的输入电流	$V_{IN} = 21V$, $I_{VDD} = I_{VEE} = 0mA$	14		mA	
		$V_{IN} = 24V$, $I_{VDD} = I_{VEE} = 0mA$	13			
		$V_{IN} = 27V$, $I_{VDD} = I_{VEE} = 0mA$	12			
I_{IN_OFF}	EN 为低电平时的输入电流	EN 低电平, $V_{DD} = V_{EE} = 0V$	550	650	μA	
EN 到 /PG 延迟		$I_{VDD} = I_{VEE} = 0mA$	4	5	ms	
输出特性						
V_{DD-VEE}	直流满载设定点	$21V < V_{IN} < 27V$, $I_{VDD} = 80mA$	19.92	19.94	19.96	V
I_{VDD}	VDD 负载电流范围	$21V < V_{IN} < 27V$	0		80	mA
$V_{DD\%LD}$	负载调整率	$V_{DDREG} = \left[\frac{V_{I(min)} - V_{I(max)}}{V_{I(max)}} \right] \times 100\%$ $V_{IN} = 24V$, $0mA \leq I_{VDD} \leq 80mA$		0.336		%
$V_{DD\%LN}$	线性调整率	$V_{DDREG} = \left[\frac{V_{I(min)} - V_{I(max)}}{V_{I(max)}} \right] \times 100\%$ $I_{VDD} = 80mA$, $21V \leq V_{IN} \leq 27V$		0.061		%
V_{DDAC}	pk-to-pk 交流纹波	$I_{VDD} = 80mA$		300	350	mV
V_{DDSS}	软启动	$I_{VDD} = I_{VEE} = 0mA$		1.8		ms
P_{MAX}	最大输出功率	$I_{VDD} = 100mA$, $I_{VEE} = 10mA$		1.5	2	W
V_{EE-COM}	直流满载设定点	$21V \leq V_{IN} \leq 27V$, $I_{VEE} = 10mA$	-5.004		-5.007	V
I_{VEE}	VEE 负载电流范围	$21V \leq V_{IN} \leq 27V$	0		12	mA
V_{EEAC}	pk-to-pk 交流纹波	$I_{VEE} = 10mA$		110	130	mV
系统特点						
$\eta_{100\%}$	满负载效率	$I_{VDD} = 80mA$		56		%
$\eta_{50\%}$	半负载效率	$I_{VDD} = 40mA$		53		%
F_{SW}	开关频率 (1)	$V_{IN} = 21V$, $0mA < I_{VDD} < 80mA$		16		MHz
		$V_{IN} = 24V$, $0mA < I_{VDD} < 80mA$		13		
		$V_{IN} = 27V$, $0mA < I_{VDD} < 80mA$		27Ω		
$V_{DD(OCL)}$	VDD 过流限制	$I_{VDD} > 80mA$		130	145	mA
$V_{EE(OCL)}$	VEE 过流限制	$I_{VEE} > 10mA$		13	15	mA
T_{MAX}	高于环境温度的最大温升	$I_{VDD} = 80mA$, $I_{VEE} = 10mA$		36	40	$^\circ C$

(1) 开关频率指定为初级侧开关频率。次级侧是初级侧的 2 倍

3 原理图

图 3-1 显示了 EVM 电气原理图。C4 特意未组装，如次级侧的红色 X 所示，直接放置在元件上方。

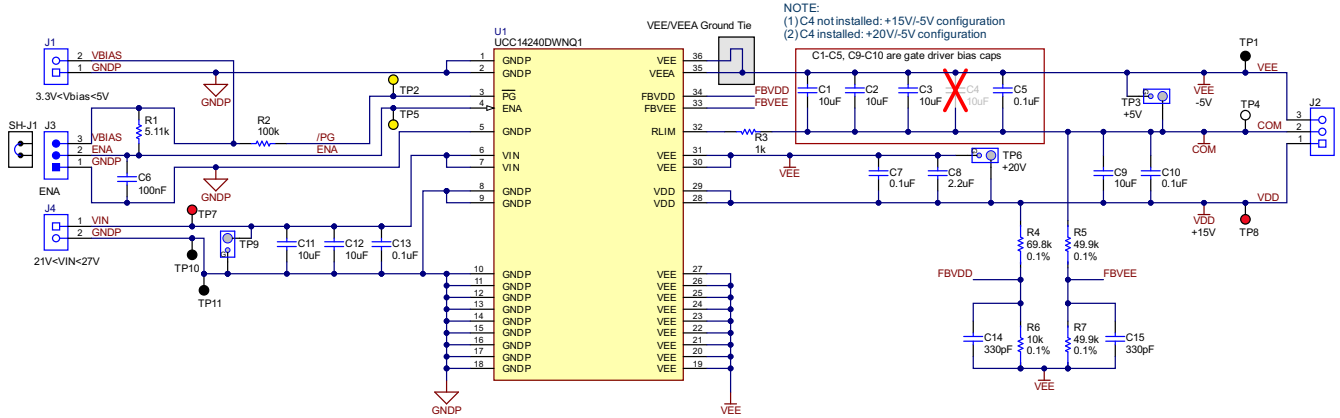


图 3-1. UCC14240EVM-052 原理图

4 EVM 设置和操作

4.1 建议测试设备

- V_{BIAS} : 直流电源 1 : 5 V/10 mA
- V_{IN} : 直流电源 : 30 V/300 mA
- I_{VDD} : 电子负载或固定电阻器 : 25 V/200 mA
- I_{VEE} : 电子负载或固定电阻器 : 5 V/10 mA
- (3) DVM 测量的直流电压 < 30V (V3 输入必须是电池供电的 DVM)
- (3) DVM 在 I_{VDD} 、 I_{VEE} 上测量的直流电流 < 200 mA, 在 I_{VIN} 上测量的直流电流 <300 mA
- 示波器 : 4 通道, 500MHz 或更高, 电压探头, 电流探头
- 最小线规 20AWG 至 22AWG 或更大
- 热像仪 (可选) 或热电偶测量 U1 外壳温度

4.2 通过外部连接轻松进行评估

UCC14240EVM-052 EVM 使用螺纹接线端子快速连接到 V_{IN} 、VDD 和 VEE 引脚。连接适当的电流表和电压表, 如图 4-1 所示, 以便可以进行准确的 EVM 效率测量。

连接测试设备

1. 将跳线 SH-J1 移至 J3:1-2, EN OFF 位置。这可确保在连接测试设备时 EVM 无法启动。
2. 将 +5V 直流偏置电源连接至 J1:1-2 (+3.3V 至 +5V)。将电源设置为 0V。J1 上的 +5V 电源用作 /PG 和 ENA 的上拉偏置。关闭/禁用 +5V 直流偏置电源。
3. 在 J4:1-2 (V_{IN}) 连接能够提供 $21V < V_{IN} < 27V$ 电压和 200mA 电流的 V_{IN} 直流电源。将电源调整为 24V, 并将电流量值设置为 300mA。将电源电压设置为 24V。关闭/禁用 V_{IN} 电源。
4. 在 J2:1 (VDD) 和 J2:3 (VEE) 之间连接一个可变负载。如果使用电子负载, 则设置为恒定电流 (CC) 80mA。在 EVM 通电之前, 将负载保持为禁用状态。
5. 在 J2:2 (COM) 和 J2:3 (VEE) 之间连接第二个负载。如果使用电子负载, 则设置为恒定电流 (CC) 10mA。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 J2:2-3 之间连接一个 250mW、511 Ω 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 (A2 和 A3) 来监测输入电流和负载电流, 如图 4-1 所示。将电流探头与示波器结合使用, 以验证由电子负载调节的直流电流的稳定性。

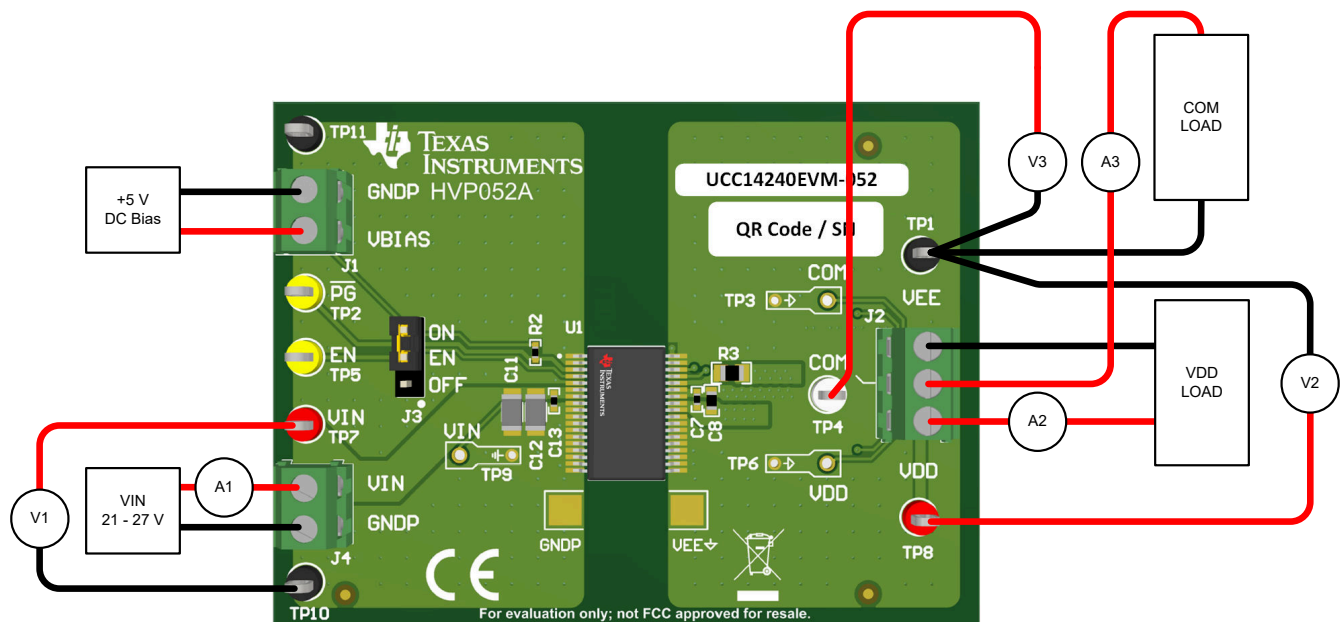


图 4-1. 典型效率测量设置

4.3 为 EVM 供电



WARNING

- 表面高温。接触会导致烫伤。U1 封装表面温度可达到环境温度以上 45°C。请勿触摸！
- 除非您受过功率电子产品安全、处理和测试方面的适当培训，否则不要测试此 EVM。

4.3.1 加电以便启动

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 EN 短接跳线 SH-J1 移至 J3:2-3 EN ON 位置
3. 打开 V_{IN} 直流电源。验证 TP7 至 TP10 是否存在 24V 电压
4. 验证 VDD 和 VEE 上的负载是否已禁用
5. 打开 +5V 直流偏置电源。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-VEE 上是否存在 20V 电压，COM-VEE 上是否存在 5V 电压
7. 在 VDD-VEE 上启用 80mA 负载，在 COM-VEE 上启用 10mA 负载
8. UCC14240-Q1 现在正在调节 VDD 和 VEE 并处理约 1.6W 的隔离式输出功率
9. V_{IN} 在 $21V < V_{IN} < 27V$ 之间变化， I_{VDD} 在 $0mA < I_{VDD} < 80mA$ 之间变化， I_{VEE} 在 $0mA < I_{VEE} < 10mA$ 之间变化。
10. 将示波器探头插入 TP9、TP6 和 TP3，以测量 V_{IN} 、VDD 和 VEE 启动、稳态和交流纹波电压

4.3.2 断电以便关断

1. 将 EN 短接跳线 SH-1 移至 J3:1-2 EN OFF 位置
2. 关闭 +5V 直流偏置电源。
3. 禁用 I_{VDD} 负载
4. 禁用 I_{VEE} 负载
5. 关闭 V_{IN} 电源

4.4 EVM 测试点

表 4-1 描述了各种 EVM 测试点，便于将示波器探头、DVM 测试引线和电线连接至第 4.1 节中概述的实验室测试设备。注意保持初级侧 GNDP 和次级侧 VEE 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 VEE 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 4-1. 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	VBIAS、EN 和 /PG 偏置	3	V _{BIAS}	5	V
J2:1-3	O	绿色	次级侧 VDD 至 VEE	15		27	V
J2:2-3	O	绿色	次级侧 COM 至 VEE	0		5	V
J3:1-2	I	黑色	EN，关闭		0		V
J3:2-3	I	黑色	EN，开启		V _{BIAS}		V
J4	I	绿色	V _{IN} ，初级输入电压	21	24	27	
TP1	TP	黑色	VEE，次级侧基准		0		V
TP2	TP	黄色	/PG，电源正常测试点		V _{BIAS}		V
TP3	TP	PCB	COM 至 VEE，次级 COM 示波器探测点	0		5	V
TP4	TP	白色	COM 至 VEE，次级 COM 输出中点	0		5	V
TP5	TP	黄色	EN，启用测试点		V _{BIAS}		V
TP6	TP	PCB	VDD 至 VEE，次级 VDD 示波器探测点	15		28	V
TP7	TP	红色	V _{IN} ，正探测点	21	24	27	V
TP8	TP	红色	VDD，次级 VDD 测试点	15		28	V
TP9	TP	PCB	V _{IN} 至 GNDP 示波器探测点	21	24	27	V
TP10	TP	黑色	GNDP，共享初级 GND 测试点		0		V
TP11	TP	黑色	GNDP，共享初级 GND 测试点		0		V

4.5 探测 EVM

使用 TP4、TP6 和 TP10 示波器探头 PCB 测试点：UCC12240-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，然后将探头尖端和接地环插入 EVM，如图 4-2 所示。

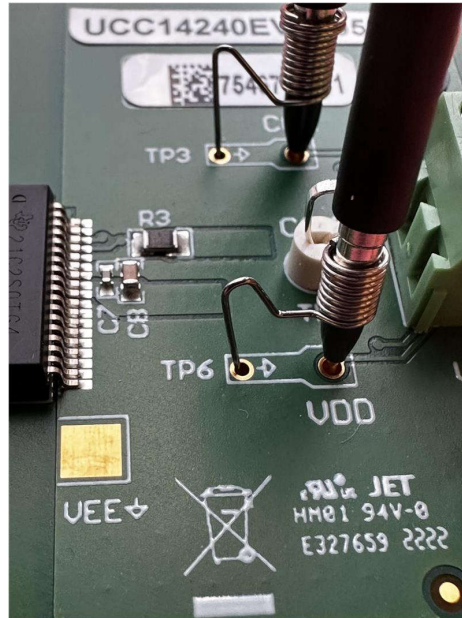


图 4-2. UCC14240EVM-052，PCB 示波器探头测试点

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) 是电容分压器的中点，用于连接到隔离式栅极驱动器 IC 的 COM 引脚。当 UCC14240-Q1 用于偏置栅极驱动器 IC 时，VDD (VDD-COM) 和 VEE (VEE-COM) 是相对于 COM 而言的。在这种情况下，将 COM 视为栅极驱动器 IC 的虚拟 GND。由于电容分压器的中点对电荷不平衡很敏感，因此，在探测 EVM 时，不要将任何以地为基准的测试设备连接到 TP4 (COM)。电池供电的 DVM 可用于测量相对于 COM 的 VEE。因此，COM 不被视为 GND，而实际上是栅极驱动器 IC 的一种“虚拟 GND”。由于电容分压器的中点对电荷不平衡很敏感，因此在探测 EVM 时，不要将任何以地为基准的测试设备连接到 TP4 (COM)。电池供电的 DVM 可用于测量相对于 COM 的 VEE。在将 EVM 作为独立偏置电源进行测试时，次级侧输出的示波器探测限制为 TP3 和 TP6，它们以 VEE 为基准。这意味着 VDD 会显示 $VDD+|VEE|$ 的示波器测量值，而 VEE 显示 $|VEE|$ 。将任何以地为基准的测试设备连接到 COM 会导致“错误”但安全的过流情况，从而使 VDD 和 VEE 在轻负载运行期间无意中脱离稳压状态。

5 性能数据

5.1 效率数据

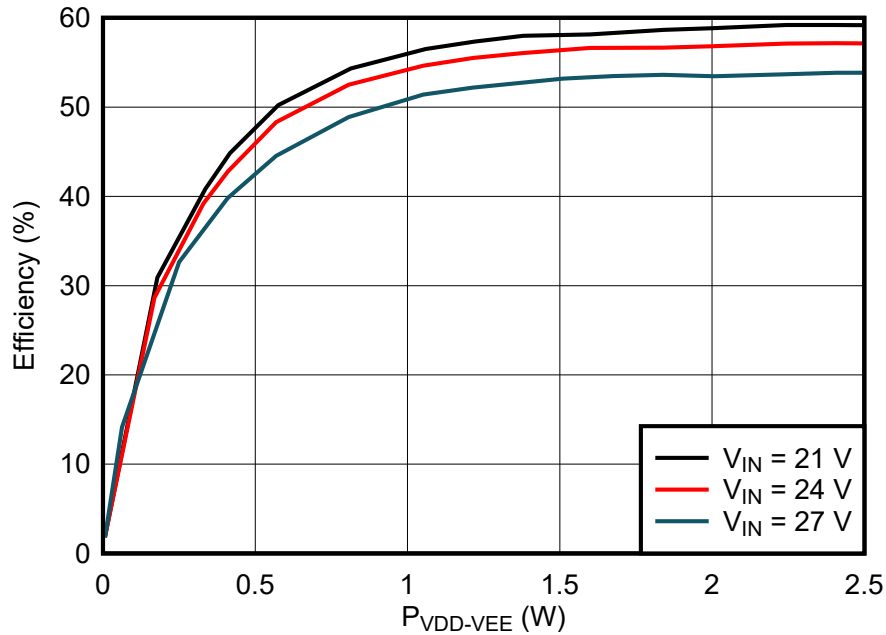


图 5-1. 测量的效率，仅限 VDD-VEE 负载

表 5-1. 效率测试数据 ($V_{IN} = 21V$)

VIN (V)	IIN (mA)	VDD-VEE (V)	I _{VDD-VEE} (mA)	VDD-VEE (V)	VEE-COM (V)	PIN (W)	P _{VDD-VEE} (W)	效率 (%)
21.01	14.24	20.00	0.24	14.99	-5.01	0.30	0.00	1.61
21.02	27.53	20.00	8.94	14.98	-5.02	0.58	0.18	30.90
21.01	39.19	20.00	16.82	14.98	-5.02	0.82	0.34	40.83
21.01	44.30	19.99	20.87	14.98	-5.02	0.93	0.42	44.83
21.01	54.58	19.99	28.82	14.98	-5.01	1.15	0.58	50.23
21.01	71.32	19.97	40.75	14.97	-5.01	1.50	0.81	54.32
21.01	89.26	19.96	53.07	14.96	-5.01	1.88	1.06	56.50
21.01	101.25	19.96	61.11	14.95	-5.01	2.13	1.22	57.33
21.01	113.31	19.95	69.19	14.95	-5.01	2.38	1.38	57.98
21.01	130.94	19.94	80.21	14.94	-5.01	2.75	1.60	58.13
21.01	149.49	19.93	92.43	14.92	-5.00	3.14	1.84	58.65
21.01	161.91	19.92	100.46	14.92	-5.00	3.40	2.00	58.83
21.01	180.41	19.91	112.68	14.91	-5.00	3.79	2.24	59.19
21.01	193.37	19.90	120.85	14.90	-5.00	4.06	2.40	59.20
21.01	206.61	19.89	129.05	14.89	-5.00	4.34	2.57	59.14
21.01	224.86	19.56	142.54	14.58	-5.00	4.72	2.79	59.01
21.01	226.61	18.97	146.61	13.97	-5.00	4.76	2.78	58.41

表 5-2. 效率测试数据 (VIN = 24V)

VIN (V)	IIN (mA)	VDD-VEE (V)	I _{VDD-VEE} (mA)	VDD-VEE (V)	VEE-COM (V)	PIN (W)	P _{VDD-VEE} (W)	效率 (%)
24.02	12.68	20.01	0.24	15.00	-5.01	0.30	0.00	1.58
24.02	24.59	20.01	8.46	14.99	-5.02	0.59	0.17	28.65
24.01	35.03	20.00	16.48	14.99	-5.02	0.84	0.33	39.19
24.10	39.79	20.00	20.53	14.98	-5.02	0.96	0.41	42.80
24.01	49.07	19.99	28.47	14.98	-5.01	1.18	0.57	48.31
24.01	63.99	19.98	40.38	14.97	-5.01	1.54	0.81	52.51
24.01	80.19	19.97	52.68	14.97	-5.01	1.93	1.05	54.64
24.01	91.16	19.96	60.86	14.96	-5.01	2.19	1.21	55.51
24.01	102.36	19.96	69.02	14.96	-5.01	2.46	1.38	56.04
24.01	117.56	19.95	80.14	14.94	-5.01	2.82	1.60	56.63
24.01	135.40	19.93	92.39	14.93	-5.01	3.25	1.84	56.65
24.01	146.78	19.93	100.47	14.92	-5.00	3.52	2.00	56.81
24.01	163.68	19.92	112.72	14.91	-5.00	3.93	2.24	57.12
24.01	175.42	19.91	120.91	14.91	-5.00	4.21	2.41	57.15
24.01	187.31	19.90	129.05	14.90	-5.00	4.50	2.57	57.10
24.01	209.10	19.82	143.10	14.81	-5.02	5.02	2.84	56.49
24.01	216.32	19.51	150.83	14.50	-5.00	5.19	2.94	56.65
24.01	221.88	18.53	158.98	13.54	-5.01	5.33	2.95	55.28

表 5-3. 效率测试数据 (VIN = 27V)

VIN (V)	IIN (mA)	VDD-VEE (V)	I _{VDD-VEE} (mA)	VDD-VEE (V)	VEE-COM (V)	PIN (W)	P _{VDD-VEE} (W)	效率 (%)
27.01	12.54	20.01	0.24	15.00	-5.01	0.34	0.00	1.42
27.02	16.39	20.02	3.13	15.00	-5.02	0.44	0.06	14.13
27.01	28.36	20.01	12.50	14.99	-5.02	0.77	0.25	32.64
27.01	38.11	20.01	20.49	14.99	-5.02	1.03	0.41	39.81
27.01	47.30	20.00	28.45	14.98	-5.01	1.28	0.57	44.52
27.01	61.11	19.99	40.36	14.98	-5.01	1.65	0.81	48.87
27.01	75.74	19.98	52.63	14.97	-5.01	2.05	1.05	51.40
27.01	86.09	19.97	60.75	14.97	-5.01	2.33	1.21	52.18
27.01	105.15	19.96	75.68	14.95	-5.01	2.84	1.51	53.18
27.01	116.02	19.95	83.99	14.95	-5.01	3.13	1.68	53.47
26.92	127.48	19.94	92.25	14.94	-5.01	3.43	1.84	53.61
26.92	139.46	19.93	100.68	14.93	-5.01	3.75	2.01	53.45
26.92	155.43	19.92	112.73	14.92	-5.01	4.18	2.25	53.67
26.92	166.25	19.92	120.96	14.92	-5.00	4.48	2.41	53.83
26.92	177.31	19.91	129.11	14.91	-5.00	4.77	2.57	53.85
26.92	195.73	19.90	142.57	14.90	-5.00	5.27	2.84	53.84
26.92	207.78	19.89	150.93	14.89	-5.01	5.59	3.00	53.67
26.92	226.81	19.75	163.05	14.74	-5.02	6.11	3.22	52.74
26.92	231.52	19.14	171.17	14.17	-5.01	6.23	3.28	52.57

5.2 调节数据

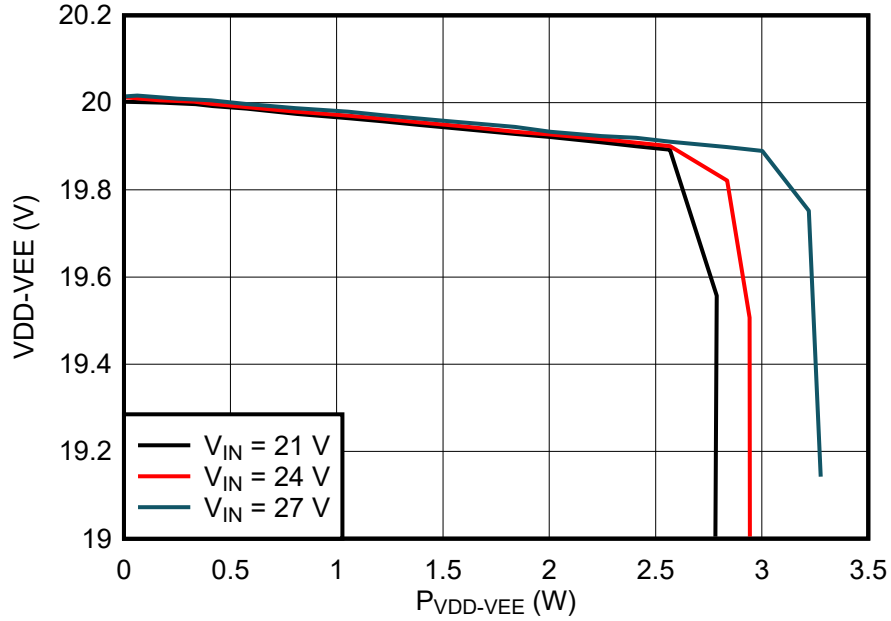


图 5-2. 调节与功率间的关系，仅 VDD-VEE 负载

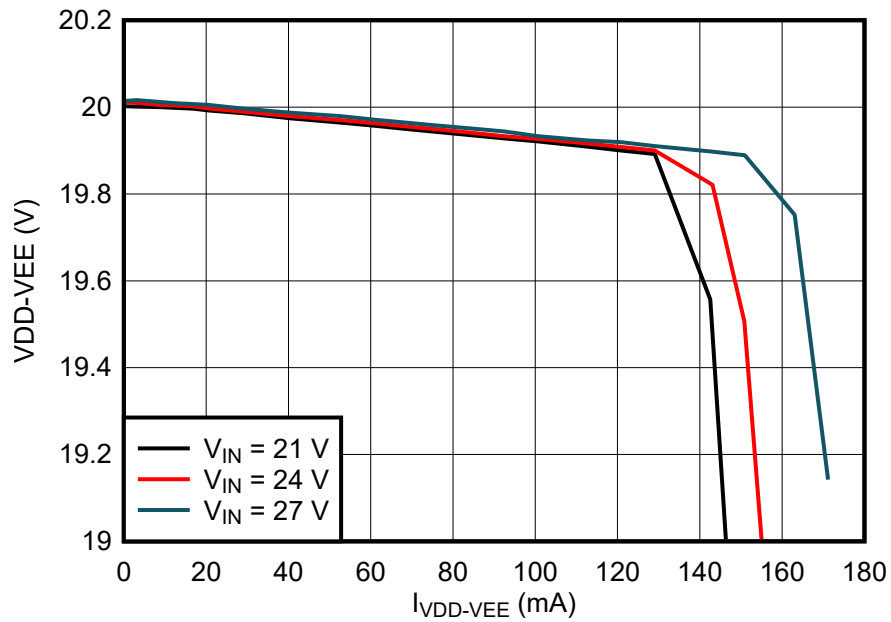


图 5-3. 调节与电流间的关系，仅 VDD-VEE 负载

5.3 稳态输入电流

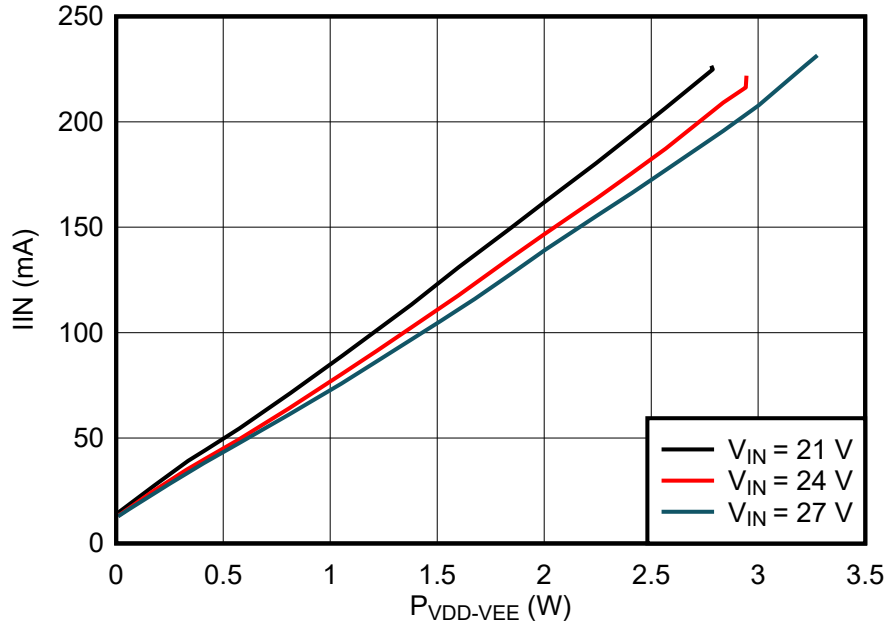
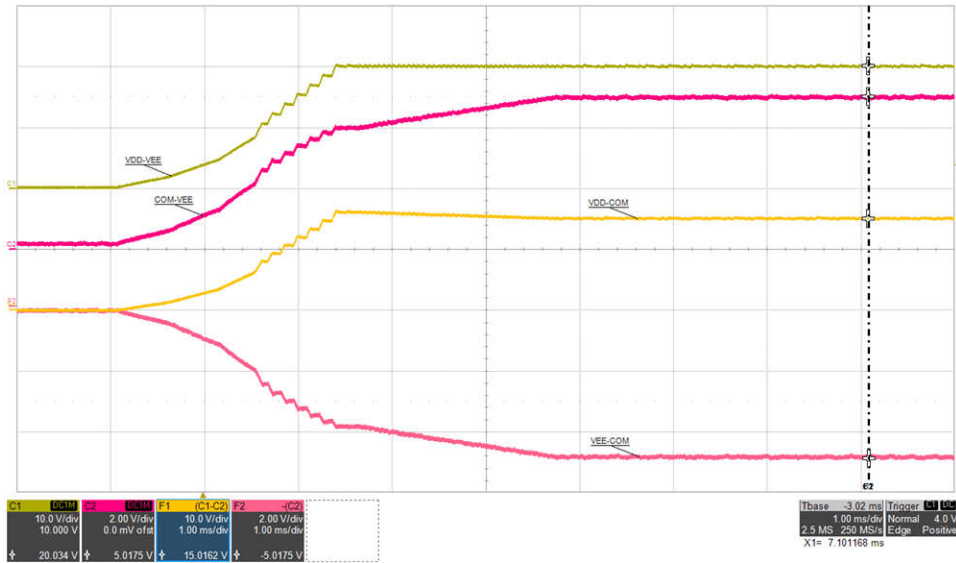


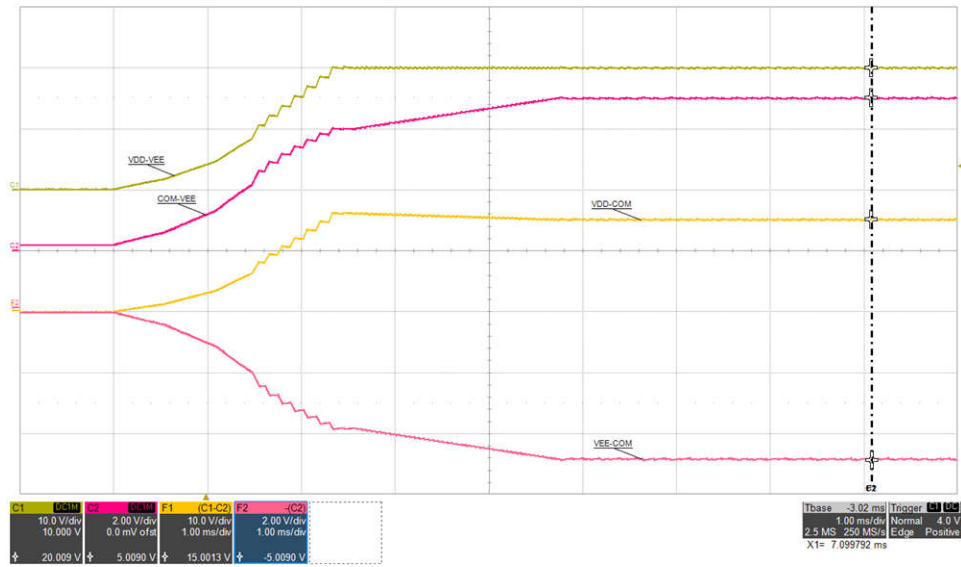
图 5-4. 输入电流与功率间的关系，仅限 VDD-VEE 负载

5.4 启动波形



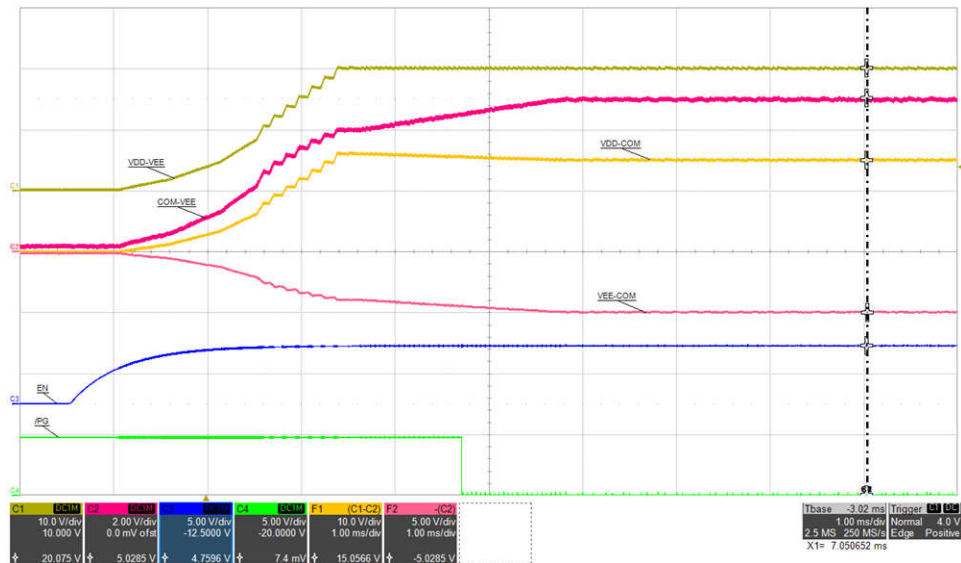
(顶部 : VDD-VEE , 10V/div ,	底部 : VEE-COM , 5V/div) ,
mid-1 : COM-VEE , 2V/div ,	时间 = 1ms/div
mid-2 : VDD-COM , 10V/div ,	

图 5-5. 启动 1 : $V_{IN} = 24V$, $I_{VDD-VEE} = 0mA$



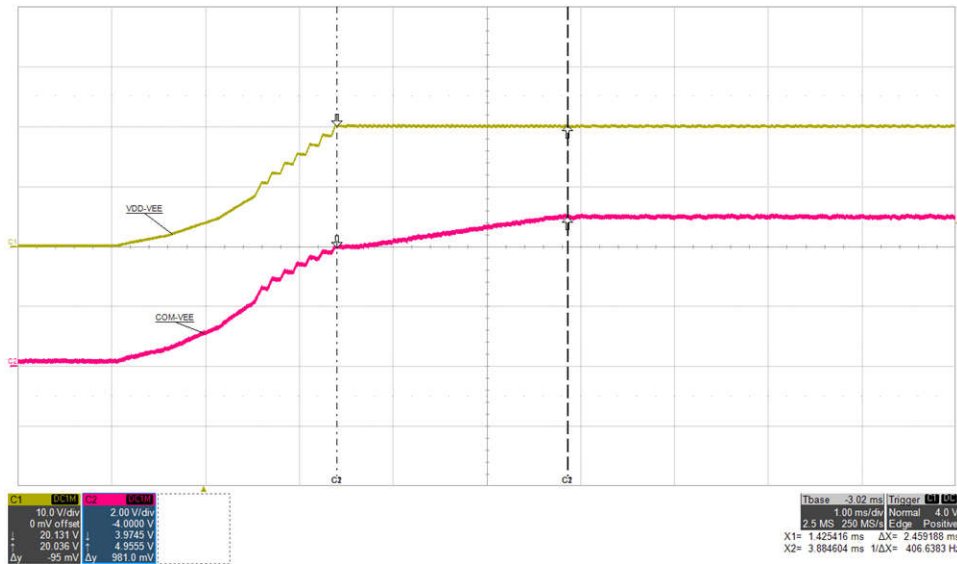
(顶部 : VDD-VEE , 10V/div ,	底部 : VEE-COM , 5V/div) ,
mid-1 : COM-VEE , 5V/div ,	时间 = 1ms/div
mid-2 : VDD-COM , 10V/div ,	

图 5-6. 启动 2 : $V_{IN} = 24V$, $I_{VDD-VEE} = 80mA$



顶部 : VDD-VEE , 10V/div ,	mid-1 : COM-VEE , 2V/div ,	mid-2 : VDD-COM , 10V/div ,
mid-3 : VEE-COM , 5V/div ,	mid-4 : EN , 5V/div ,	底部 : /PG , 5V/div) ,
时间 = 1ms/div		

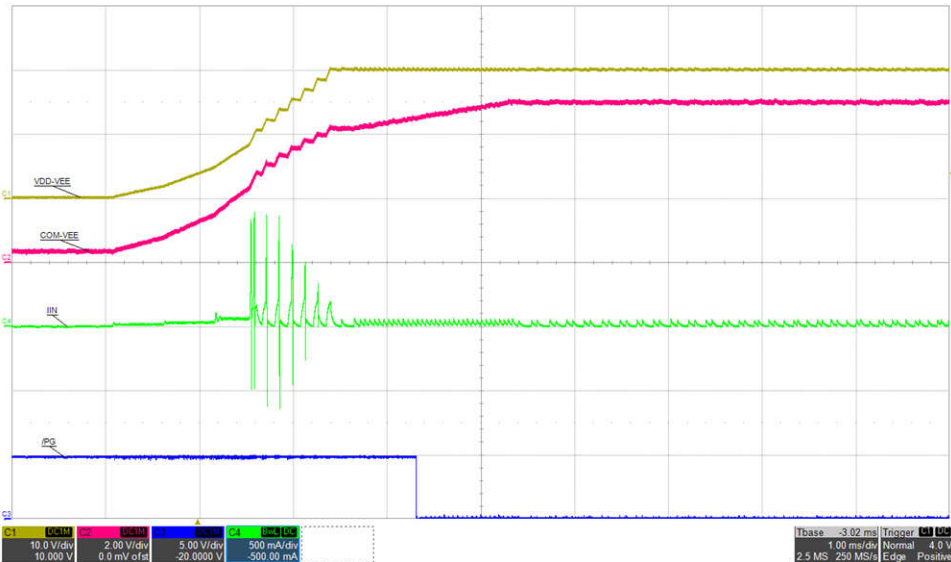
图 5-7. 启动 3 : $V_{IN} = 24V$, $I_{VDD-VEE} = 80mA$



顶部 : VDD-VEE , 10V/div ,	底部 : COM-VEE , 2V/div) ,	时间 = 1ms/div
--------------------------	---------------------------	--------------

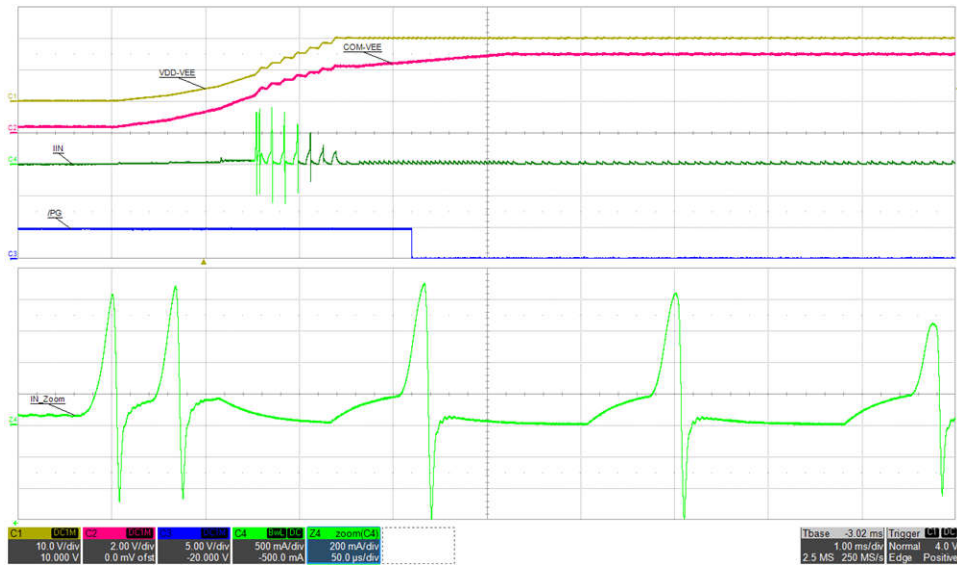
图 5-8. 启动 4 : VIN = 24V , IISO = 80mA

5.5 浪涌电流



顶部 : VDD-VEE , 10V/div ,	底部 : /PG , 5V/div) ,
mid-1 : COM-VEE , 5V/div ,	时间 = 1ms/div
mid-2 : IIN , 0.5A/div ,	

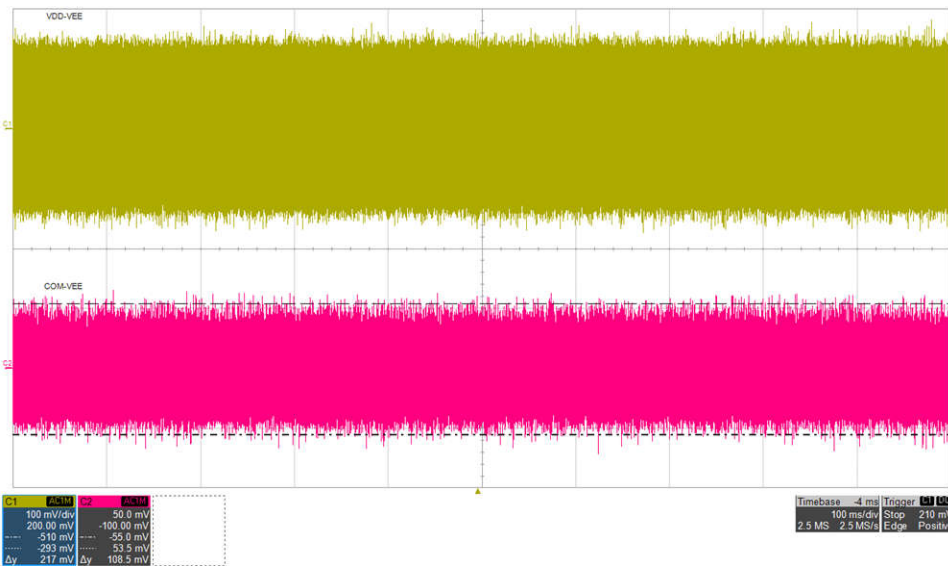
图 5-9. 浪涌电流 : VIN = 24V , IDDD-VEE = 80mA



顶部 : VDD-VEE , 10V/div ,	底部 : /PG , 5V/div ,
mid-1 : COM-VEE , 5V/div ,	时间 = 1ms/div ,
mid-2 : IIN , 0.5A/div ,	time_zoom = 50μs/div

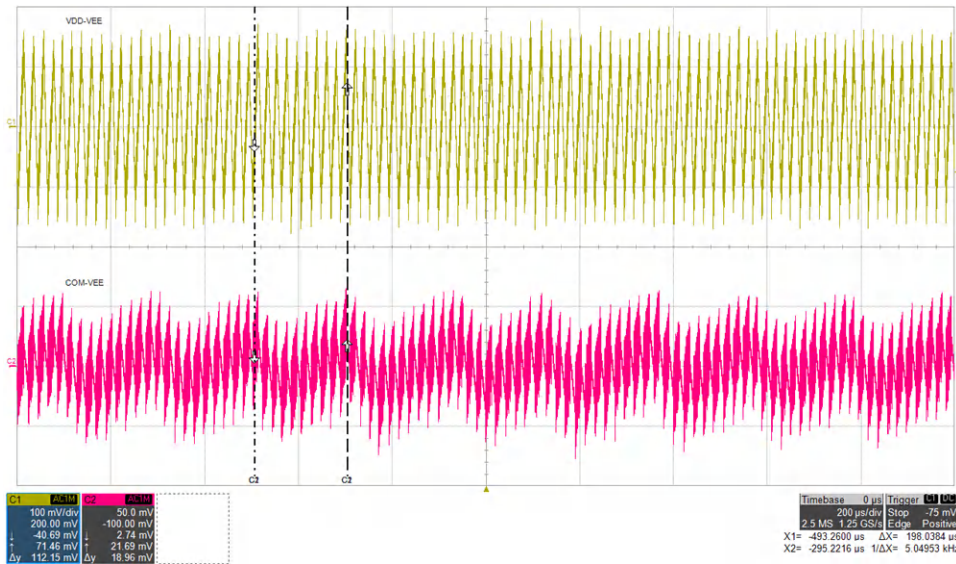
图 5-10. 浪涌电流 : $V_{IN} = 24V$, $I_{VDD-VEE} = 80mA$

5.6 交流纹波电压



顶部 : VDD-VEE , 100mV/div ,	底部 : COM-VEE , 50mV/div ,	时间 = 100ms/div
----------------------------	---------------------------	----------------

图 5-11. $V_{DDAC} = 300mV$, $VEE_{AC} = 108mV$, $I_{VDD} = 80mA$, $I_{VEE} = 10mA$

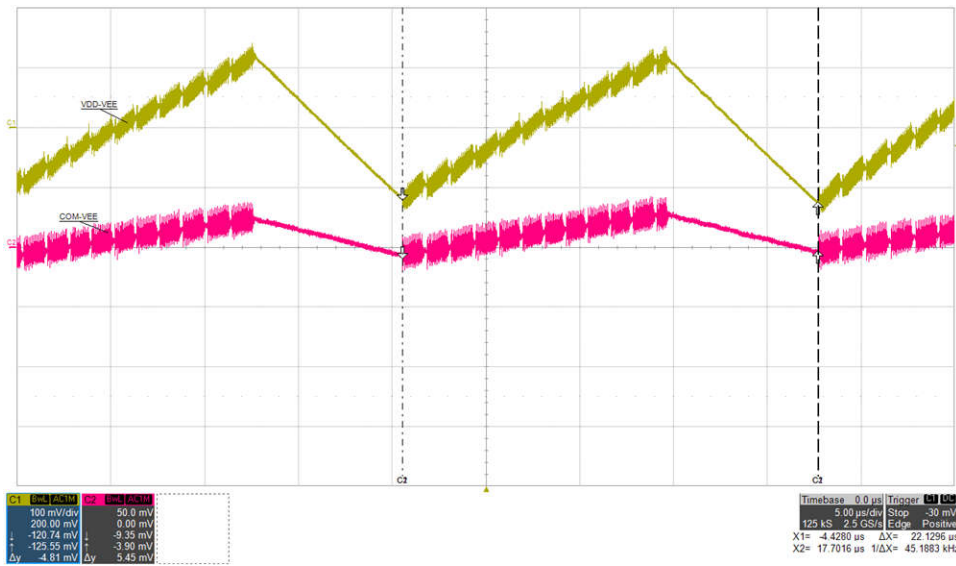


顶部：VDD-VEE，100mV/div，

底部：COM-VEE，50mV/div，

时间 = 200µs/div

图 5-12. 交流纹波：VIN = 24V，IVDD = 80mA，IVEE = 10mA，FSSM = 5kHz

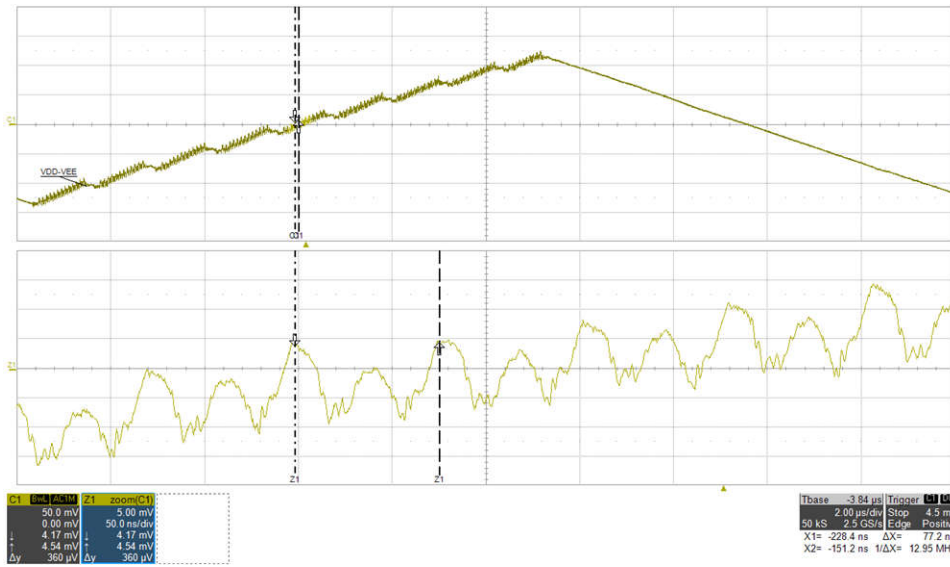


顶部：VDD-VEE，100mV/div，

底部：COM-VEE，50mV/div，

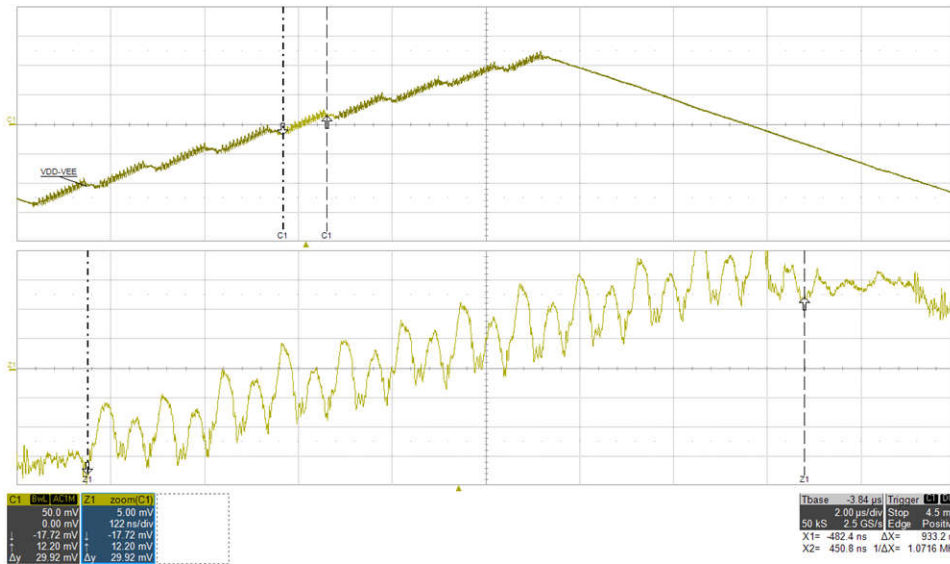
时间 = 5µs/div

图 5-13. 交流纹波：VIN = 24V，IVDD = 80mA，IVEE = 10mA，FMOD = 45kHz



(VDD-VEE , 50mV/div ,	时间 = 5μs/div ,
缩放 : VDD-VEE , 5mV/div ,	time_zoom = 50ns/div

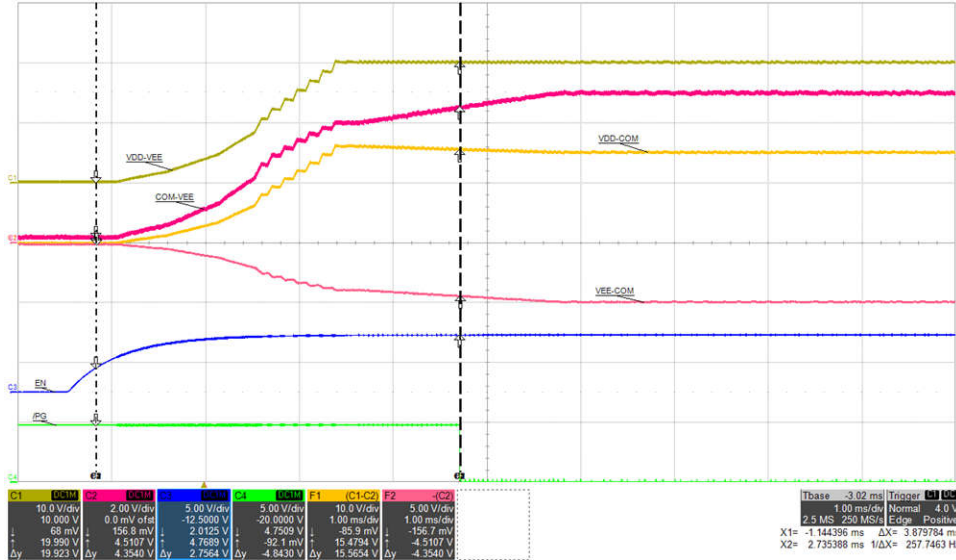
图 5-14. 交流纹波 : VIN = 24V , IVDD = 80mA , FSW(PRI) = 12.95kHz ,



(VDD-VEE , 50mV/div ,	时间 = 5μs/div ,
缩放 : VDD-VEE , 5mV/div ,	time_zoom = 122ns/div

图 5-15. 交流纹波 : VIN = 24V , IVDD = 80mA , FBURST = 1MHz ,

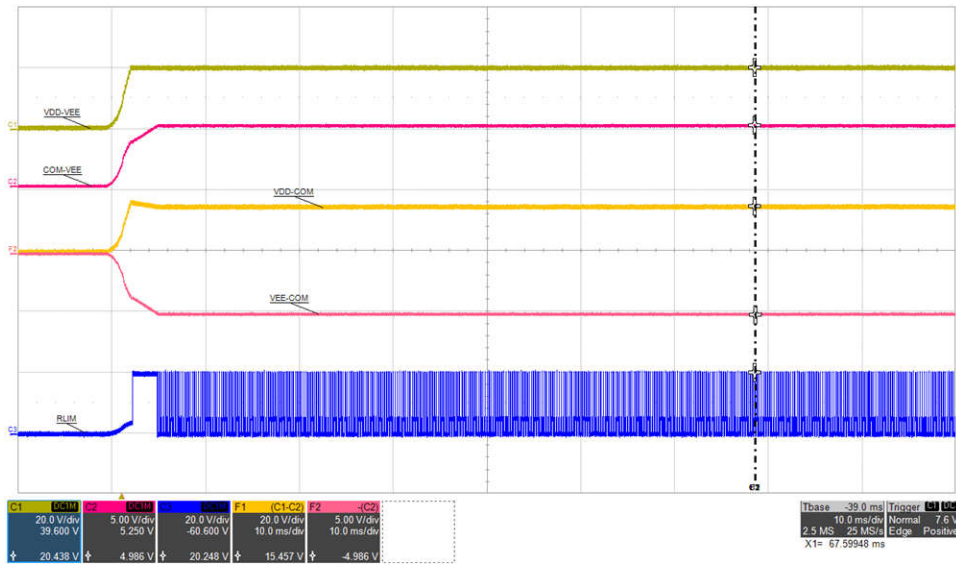
5.7 EN 至 /PG 时序



(顶部 : VDD-VEE , 10V/div ,	mid1 : COM-VEE , 2V/div ,	mid2 : VDD-COM , 10V/div ,
mid3 : VEE-COM , 5V/div ,	mid4 : EN , 5V/div ,	底部 : /PG , 5V/div) ,
时间 = 1ms/div		

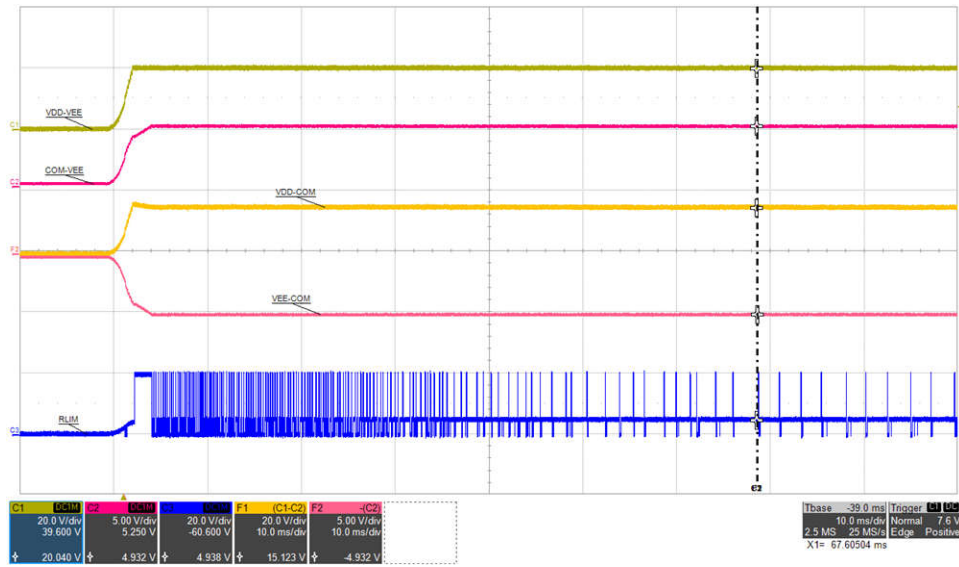
图 5-16. ENA 至 /PG 延迟 , 3.9ms , $I_{VDD-VEE} = 80mA$

5.8 RLIM



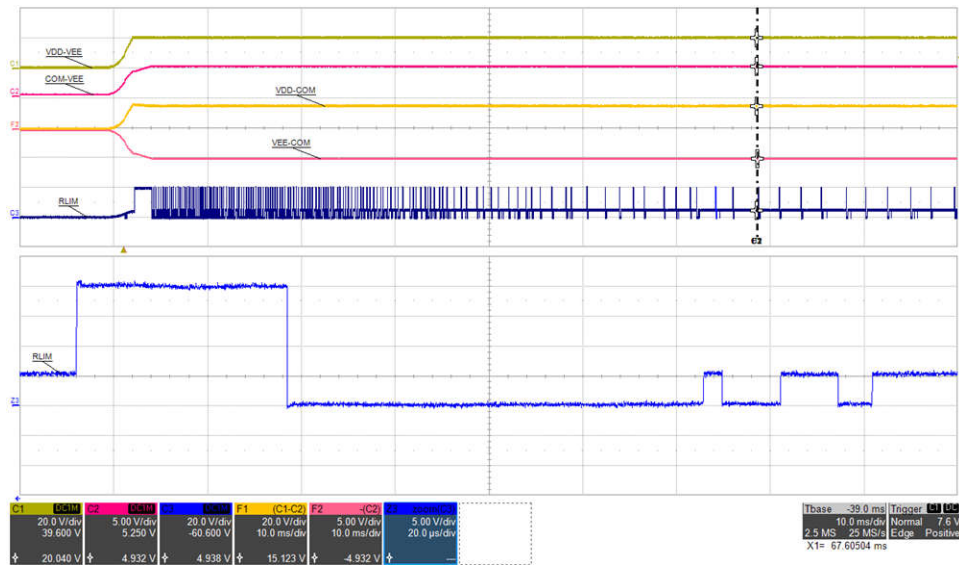
顶部 : VDD-VEE , 20V/div ,	mid-3 : VEE-COM , 5V/div ,
mid-1 : COM-VEE , 5V/div ,	底部 : RLIM , 20V/div ,
mid-2 : VDD-COM , 20V/div ,	时间 = 10ms/div

图 5-17. RLIM : $V_{IN} = 24V$, $I_{VDD-VEE} = 0mA$



顶部 : VDD-VEE , 20V/div ,	mid-3 : VEE-COM , 5V/div ,
mid-1 : COM-VEE , 5V/div ,	底部 : RLIM , 20V/div ,
mid-2 : VDD-COM , 20V/div ,	时间 = 10ms/div

图 5-18. RLIM : VIN = 24V , I_{VDD-VEE} = 100mA



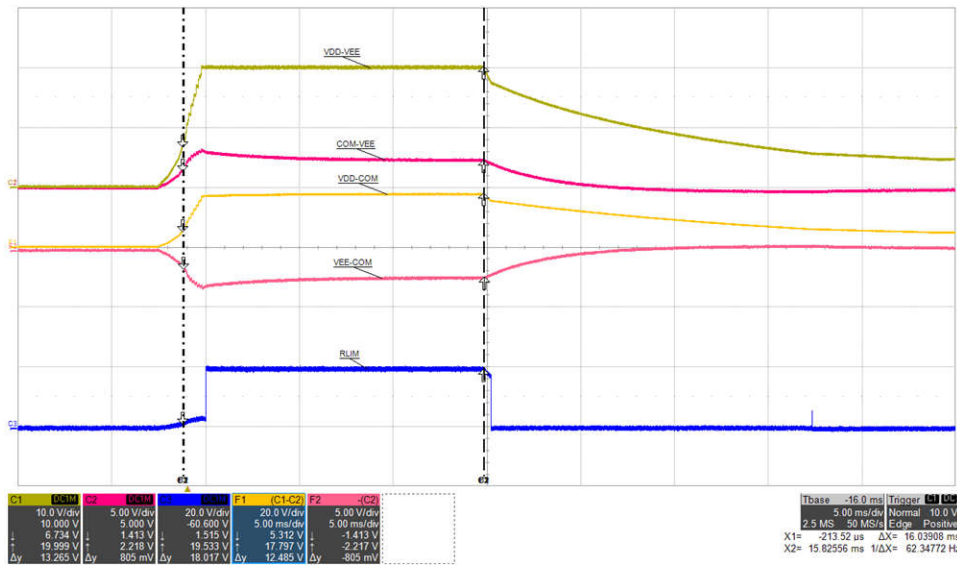
顶部 : VDD-VEE , 20V/div ,	mid-1 : COM-VEE , 5V/div ,	mid-2 : VDD-COM , 20V/div ,
mid-3 : VEE-COM , 5V/div ,	底部 : RLIM , 20V/div ,	缩放 : RLIM , 5V/div ,
时间 = 10ms/div ,	time_zoom = 20μs/div	

图 5-19. RLIM : VIN = 24V , I_{VDD-VEE} = 100mA

5.9 故障保护

5.9.1 输出 UVLO

图 5-20 显示了启动时偏置负载不匹配 (即 VEE-COM 上的负载大于 VEE-COM 上的负载) 产生的影响。在 VDD-COM 空载时, 向 VEE-COM 施加 340Ω (73mW) 的固定电阻负载。按照预期, VDD-VEE 调节为 20V, 但 VDD-COM 的测量值为 17.8V (目标值为 15V), VEE-COM 的测量值为 2.2V (目标值为 5V)。由于 VDD-COM 不是通过反馈直接监测, 因此即使测得的电压比目标值高 18%, 也不会触发过压保护 (OVP)。此外, 由于 VEE-COM 过载, 稳压电压仅达到 2.2V, 比目标设定值 5V 低 56%, 因此会触发 VEE-COM UVLO。RLIM 在内部切换至 VDD (20V), 并尝试通过将电流拉入电容器中点 COM 接头来克服不平衡。在 16ms (这是内部看门狗计时器定义的最大允许软启动时间) 之前, FBVDD 和 FBVVE 必须都在其目标设定值的 90% 至 110% 之间。启用 16ms 看门狗计时器 UVLO 故障保护功能, 以便保护 UCC14240-Q1 免受输出短路或软过载情况的影响。触发 UVLO 故障后, RLIM 会在内部切换到 VEE, 从而帮助对输出进行放电。如图 5-20 中所示, 在激活时, 输出锁存到受保护状态。必须对 EN 或 VIN 进行下电上电操作, 以便清除 UVLO 故障并尝试重新启动模块。

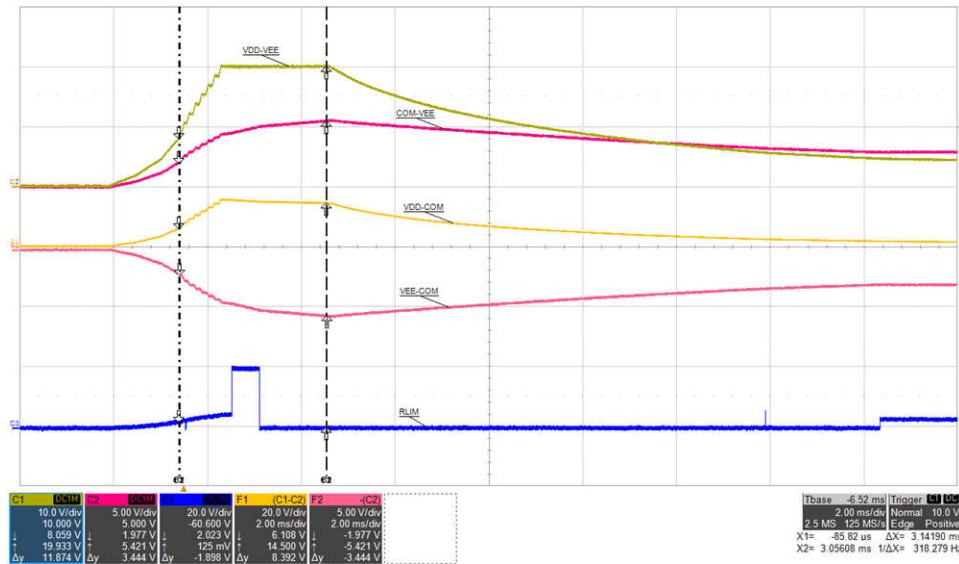


顶部 : VDD-VEE , 10V/div ,	mid3 : VEE-COM , 5V/div ,
mid1 : COM-VEE , 5V/div ,	底部 : RLIM , 20V/div ,
mid2 : VDD-COM , 20V/div ,	时间 = 5ms/div

图 5-20. 输出 UVLO , PVDD = 0mW , PVEE = 73mW

5.9.2 输出 OVP

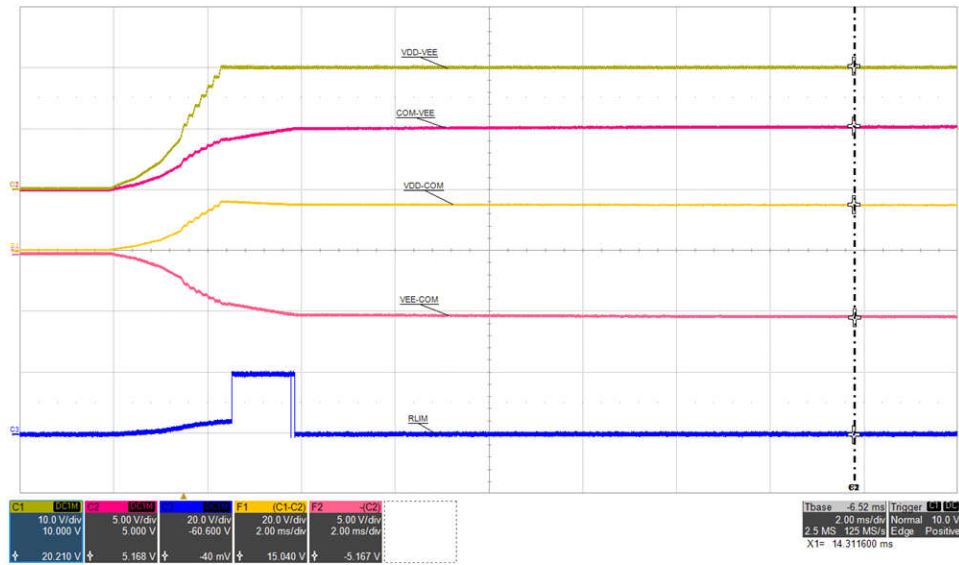
图 5-21 显示了启动时偏置负载不匹配 (即 VDD-COM 上的负载大于 VEE-COM 上的负载) 产生的影响。在 VEE-COM 空载时, 向 VDD-COM 施加 910Ω (247mW) 的固定电阻负载。按照预期, VDD-VEE 调节为 20V, VDD-COM 的测量值为 14.5V (目标值为 15V), 而 VEE-COM 的测量值为 5.5V (目标值为 5V)。VEE-COM 由 FBVVE 直接监测, 并且已经超过设定目标值的 110%, 无论 16ms 看门狗计时器如何, 都会触发 OVP 并立即锁存两个输出。当 FBVVE 检测到稳定电压超过设定的目标值时, RLIM 在内部切换到 VEE, 从电容器中点 COM 接头灌入电流。如图 5-21 中所示, 在激活时, 输出锁存到受保护状态。必须对 EN 或 VIN 进行下电上电操作, 以便清除 OVP 故障并尝试重新启动模块。



顶部 : VDD-VEE , 10V/div ,	mid3 : VEE-COM , 5V/div ,
mid1 : COM-VEE , 5V/div ,	底部 : RLIM , 20V/div ,
mid2 : VDD-COM , 20V/div ,	时间 = 2ms/div

图 5-21. VEE OVP , VIN = 24V , PVDD = 247mW , PVEE = 0mW

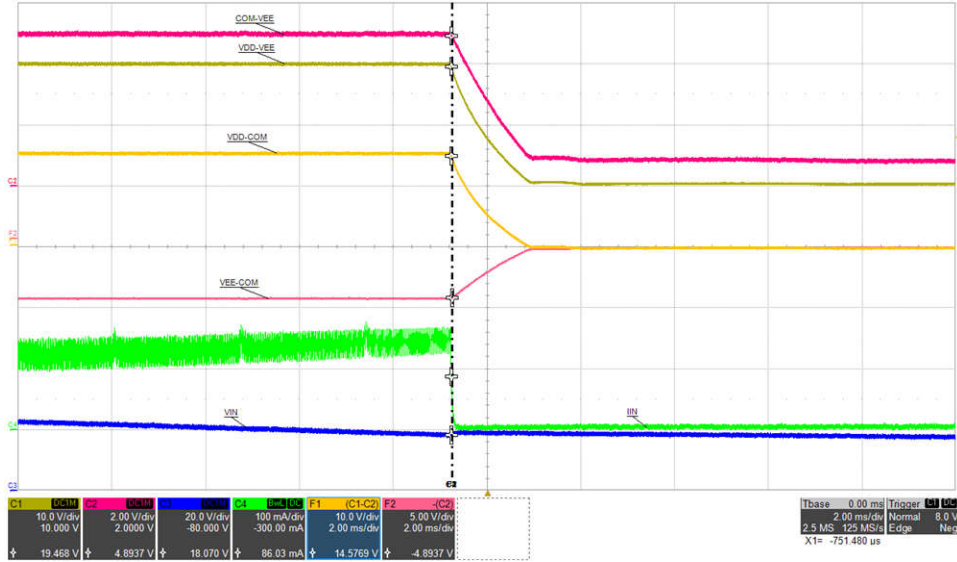
图 5-22 显示，向 VDD-COM 施加了与图 5-21 相同的 910Ω (247mW) 固定电阻负载，但 VEE-COM 上的负载已从 0mW 增加到 53mW。调节两个输出后，在内部连接 RLIM 并保持在 VEE，从 COM 灌入电流，尝试补偿稳态运行期间出现的额外负载不平衡。



顶部 : VDD-VEE , 10V/div ,	mid3 : VEE-COM , 5V/div ,
mid1 : COM-VEE , 5V/div ,	底部 : RLIM , 20V/div ,
mid2 : VDD-COM , 20V/div ,	时间 = 2ms/div

图 5-22. 正常启动 , VIN = 24V , PVDD = 247mW , PVEE = 53mW

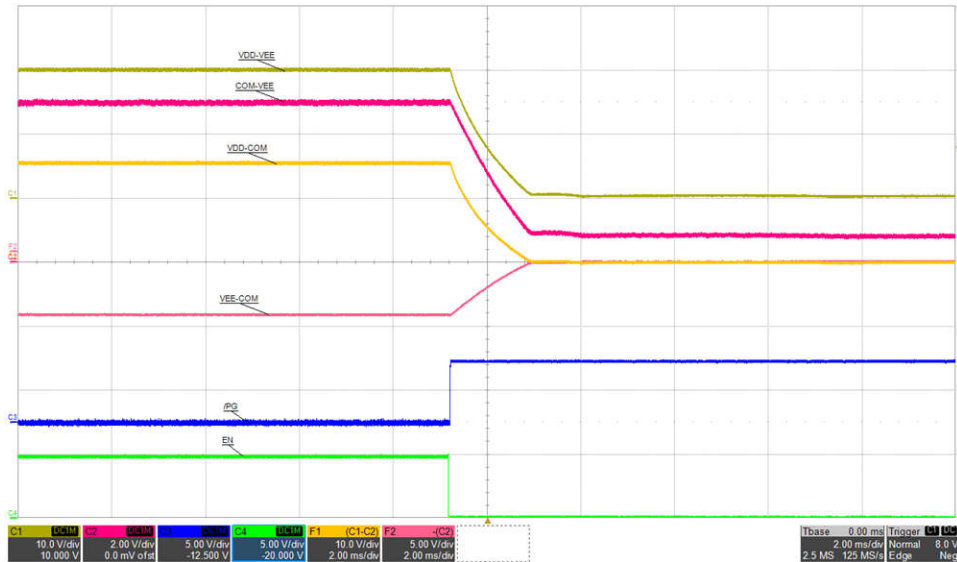
5.10 关断



备注

顶部 : COM-VEE , 2V/div ,	mid-1 : VDD-VEE , 10V/div ,	mid-2 : VDD-COM , 10V/div ,
mid-3 : VEE-COM , 5V/div ,	mid-4 : IIN , 100mA/div ,	底部 : VIN , 20V/div) ,
时间 = 2ms/div		

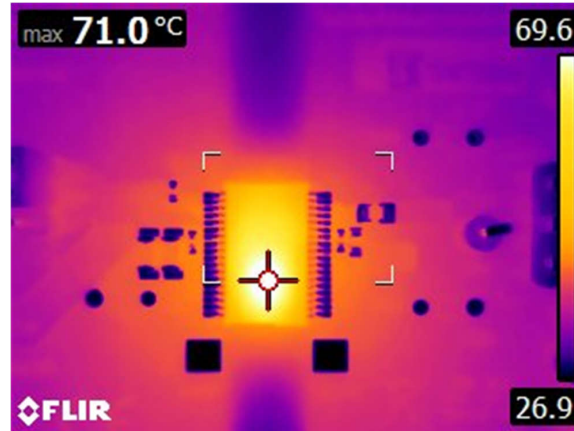
图 5-23. 通过 VIN 移除来关断 : $V_{IN\text{OFF}} = 18\text{V}$, $I_{VDD-VEE} = 80\text{mA}$



顶部 : VDD-VEE , 10V/div ,	mid-1 : COM-VEE , 2V/div ,	mid-2 : VDD-COM , 10V/div ,
mid-3 : VEE-COM , 5V/div ,	mid-4 : /PG , 5V/div ,	底部 : EN , 5V/div ,
时间 = 2ms/div		

图 5-24. 通过 EN 低电平来关断 : $V_{IN} = 24\text{V}$, $I_{VDD-VEE} = 80\text{mA}$

5.11 热性能



$V_{IN} = 24V$
 $V_{VEE} = 5V$

$V_{DD} = 19.93 V$
 $I_{VEE} = 10mA$

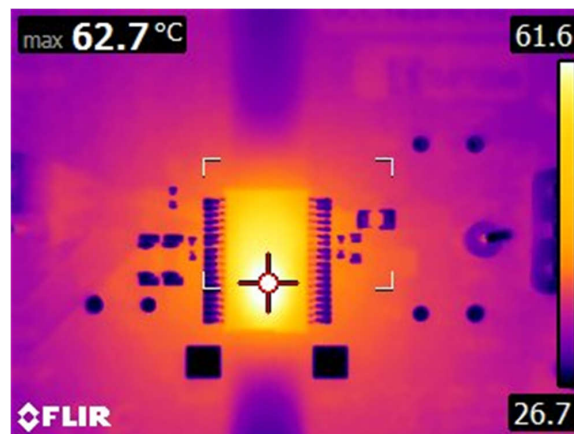
$I_{VDD} = 100mA$
 $P_{OUT} = 2.04W$

$T_{RISE} = 46^{\circ}C$ (请参阅方程式 1)

图 5-25. 稳态, $P_{MAX}=2W$

$$T_{RISE} = 71^{\circ}C - 25^{\circ}C = 46^{\circ}C$$

(1)



$V_{IN} = 24V$
 $V_{VEE} = 5V$

$V_{DD} = 19.95 V$
 $I_{VEE} = 10mA$

$I_{VDD} = 80mA$
 $P_{OUT} = 1.65W$

$T_{RISE} = 37.7^{\circ}C$ (请参阅方程式 2)

图 5-26. 额定功率, $P=1.65W$

$$T_{RISE} = 62.7^{\circ}C - 25^{\circ}C = 37.7^{\circ}C$$

(2)

6 组装和印刷电路板 (PCB) 层

UCC14240EVM-052 采用四层 FR4 PCB 设计。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。

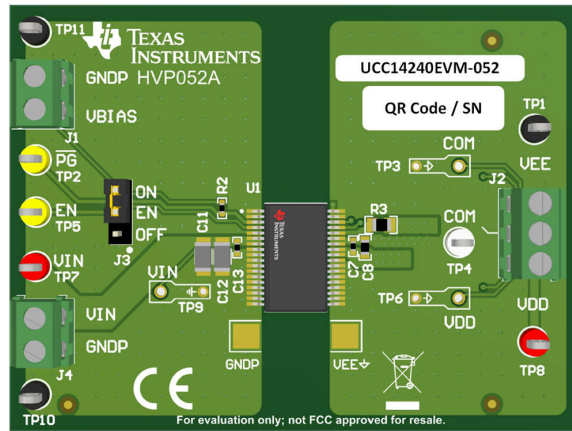


图 6-1. UCC14240EVM-052，经全面组装的 3D 顶视图

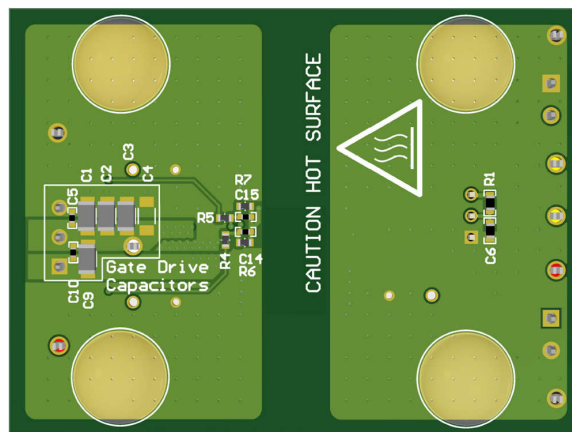


图 6-2. UCC14240EVM-052，经全面组装的 3D 底视图

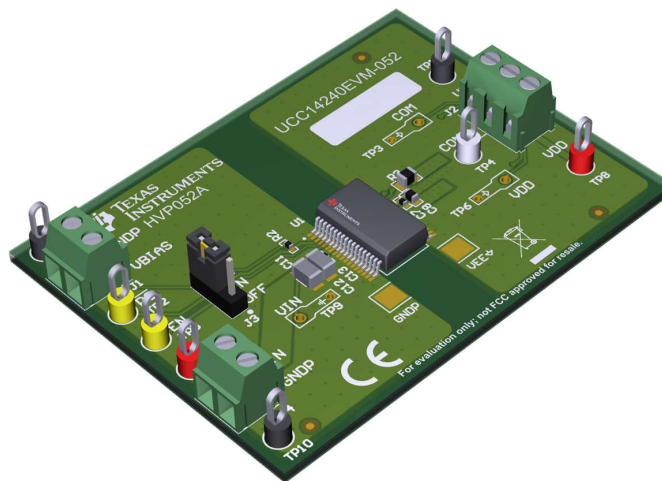


图 6-3. UCC14240EVM-052，3D 角度视图

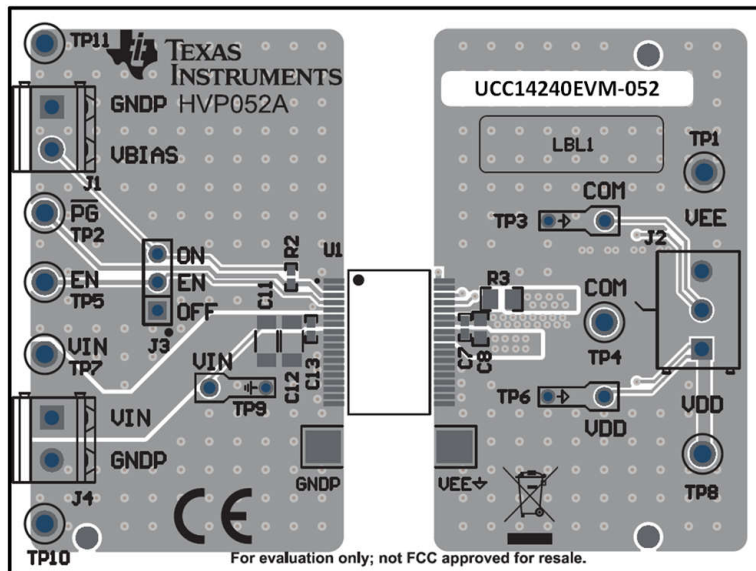


图 6-4. UCC14240EVM-052 , PCB 顶层 , 组装

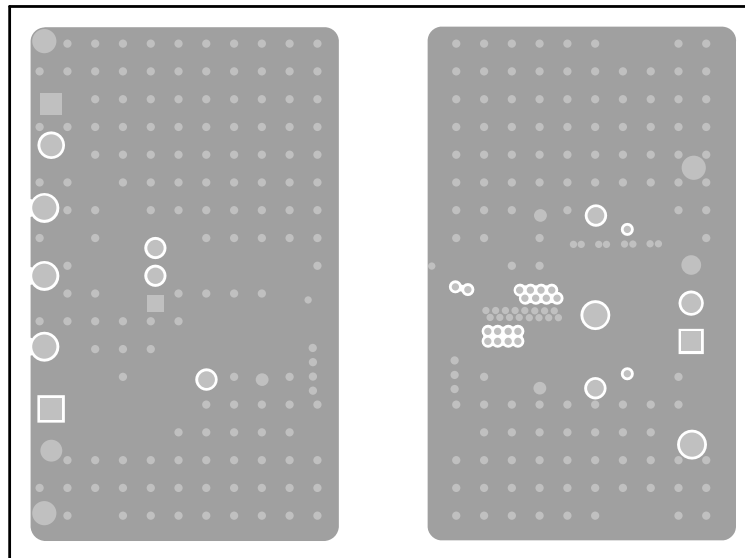


图 6-5. UCC14240EVM-052 , GND 层 2 (与第 3 层相同)

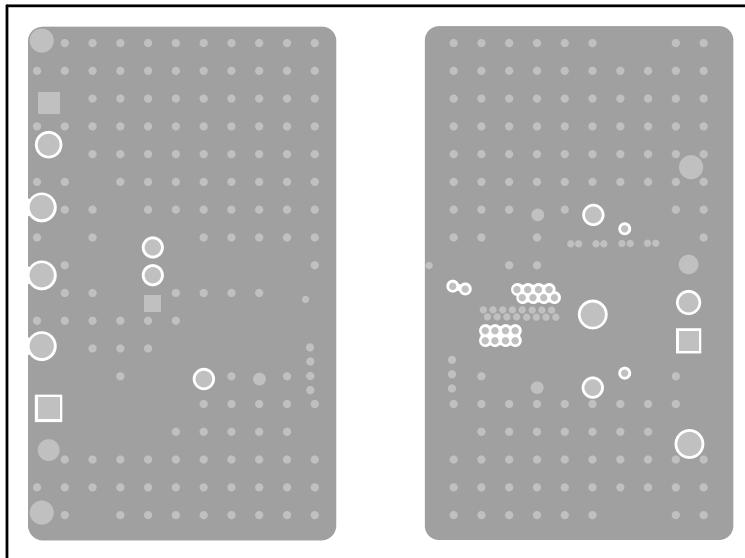


图 6-6. UCC14240EVM-052 , GND 层 3 (与第 2 层相同)

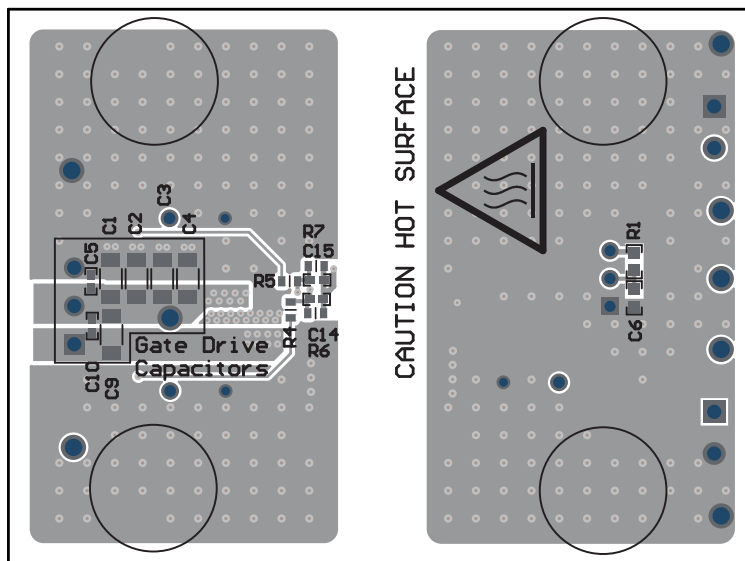


图 6-7. UCC14240EVM-052 , PCB 底层 , 组装 (镜像视图)

7 物料清单 (BOM)

表 7-1 列出了 UCC14240EVM-052 的物料清单。

表 7-1. 物料清单 (BOM)

参考设计	数量	描述	器件型号	制造商
PCB1	1	印刷电路板	HVP052A	不限
C1、C2、C3、C9、C11、C12	6	电容器, 陶瓷, 35V, +/- 10%, X7R, 10 μ F, AEC-Q200 1 级, 1206	CGA5L1X7R1V106K160AC	TDK
C5、C7、C10、C13	4	电容器, 陶瓷, 50V, +/- 10%, X7R, 0.1 μ F, AEC-Q200 1 级, 0402	GCM155R71H104KE02D	MuRata
C6	1	电容器, 陶瓷, 50V, +/- 10%, X7R, 0.1 μ F, AEC-Q200 1 级, 0603	CGA3E2X7R1H104K080AA	TDK
C8	1	电容器, 陶瓷, 35V, +/- 10%, X6S, 2.2 μ F, 0603	GRT188C8YA225KE13D	MuRata
C14、C15	2	电容器, 陶瓷, 50V, +/- 10%, X7R, 330pF, AEC-Q200 1 级, 0402	CGA2B2X7R1H331K050BA	TDK
H1、H2、H3、H4	4	Bumpon, 半球形, 0.44 X 0.20, 清晰, 粘合剂	SJ-5303 (CLEAR)	3M
J1、J4	2	端子块, 2x1, 3.81mm, 24-16 AWG, 10A, 300VAC, TH	691214310002	Würth Elektronik
J2	1	端子块, 3.5mm, 3x1, TH	691214110003	Würth Elektronik
J3	1	接头, 100mil, 3x1, TH	PEC03SAAN	Sullins
R1	1	电阻器, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 5.11k Ω , 0603	CRCW06035K11FKEA	Vishay-Dale
R2	1	电阻器, 5%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 100k Ω , 0402	ERJ-2GEJ104X	Panasonic
R3	1	电阻器, 1%, 0.125W, AEC-Q200 0 级, 1.00k Ω , 0805	CRCW08051K00FKEA	Vishay-Dale
R4	1	电阻器, 0.1%, 1/10W, 69.8k Ω , 0603	ERA-3AEB6982V	Panasonic
R5、R7	2	电阻器, 0.1%, 1/10W, 49.9k Ω , 0603	ERA-3AEB4992V	Panasonic
R6	1	电阻器, 0.1%, 1/10W, 10k Ω , 0603	ERA-3ARB103V	Panasonic
SH-J1	1	分流器, 100mil, 镀金, 黑色, 1x2, 分流器	SNT-100-BK-G	Samtec
TP1、TP10、TP11	3	测试点, 通用, 黑色, TH	5011	Keystone
TP2、TP5	2	测试点, 通用, 黄色, TH	5014	Keystone
TP4	1	测试点, 通用, 白色, TH	5012	Keystone
TP7、TP8	2	测试点, 通用, 红色, TH	5010	Keystone
U1	1	2W, 24V VIN, 24V VOUT, >3kVRMS, 隔离式直流/直流模块, SOIC36	UCC14240QDWNQ1	德州仪器 (TI)
U1-替代器件	0	2W, 24V VIN, 24V VOUT, >5kVRMS, 隔离式直流/直流模块, SOIC36	UCC14241QDWNQ1	德州仪器 (TI)
U1-替代器件	0	2.5W, 24V VIN, 24V VOUT, >3kVRMS, 隔离式直流/直流模块, SOIC36	UCC15240QDWNQ1	德州仪器 (TI)
U1-替代器件	0	2.5W, 24V VIN, 24V VOUT, >5kVRMS, 隔离式直流/直流模块, SOIC36	UCC15241QDWNQ1	德州仪器 (TI)
C4	0	电容器, 陶瓷, 35V, +/- 10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 10 μ F, 1206	CGA5L1X7R1V106K160AC	TDK

8 Revision History

注：以前版本的页码可能与当前版本的页码不同

Changes from Revision B (March 2023) to Revision C (August 2023)	Page
• 更改了摘要部分中的文本.....	1
• 向 UCC1424x-Q1、UCC1524x-Q1 版本差异表添加了 UCC15240-Q1 和 UCC15241-Q1.....	3
• 更改了引脚功能表中针对 VIN、引脚 6、7 的电容器建议.....	3
• 在物料清单表中添加了两个 U1 备选器件型号以包含 UCC15240 和 UCC15241.....	30

Changes from Revision A (December 2022) to Revision B (March 2023)	Page
• 向摘要部分添加了 UCC1524x-Q1.....	1
• 添加了 U1 元件选择部分.....	3
• 向物料清单添加了 U1 替代器件.....	30

Changes from Revision * (July 2021) to Revision A (December 2022)	Page
• 初始发行版.....	3

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