

## EVM User's Guide: LMG3624EVM-081

## 使用 LMG3624EVM-081 65W USB-C PD 高密度准谐振反激式转换器



## 说明

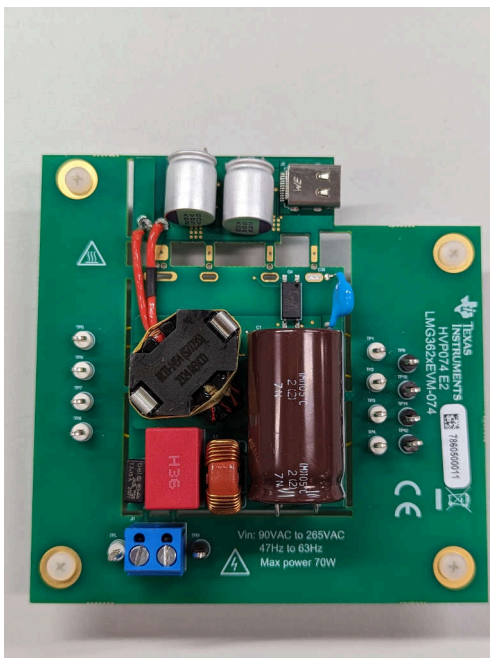
LMG3624EVM-081 是一款 65W USB-C PD 评估模块 (EVM), 可评估适用于交流/直流适配器、充电器、USB 墙壁电源插座和其他应用的离线准谐振反激式适配器。该 EVM 符合 CoC 第 2 级和 DoE 第 6 级标准的能效要求。该 EVM 的用途是进行评估, 不是最终产品。LMG3624EVM-081 将  $90V_{RMS}$  至  $265V_{RMS}$  的输入电压向下转换为可选的 USB-C PD 输出电压  $20V_{DC}$  (最大输出额定电流为 3.25A) 以及  $5V_{DC}$ 、 $9V_{DC}$  和  $15V_{DC}$  (最大输出额定电流为 3.00A)。该设计中使用的主要器件是具有电流检测仿真功能的 LMG3624  $650V$   $170m\Omega$  集成 GaN FET。

## 特性

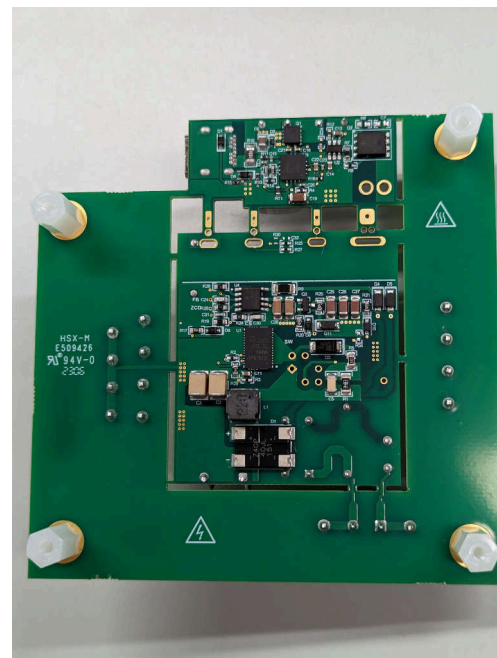
- 整个输入电压范围内满载运行时的效率为 93% 至 94%
- $28W/in^3$  功率密度通过 180kHz 最大开关频率实现
- 电流检测仿真大大降低了与传统电流检测电路相关的功率损耗
- 由于集成了 GaN、驱动器、OCP 和 OTP, 因此可简化设计、减少 BOM 数量并提高系统稳健性
- USB-C 输出可用于对适配器、笔记本电脑充电器、USB 墙壁电源插座等终端设备进行全面的系统级评估

## 应用

- USB-C PD 电源适配器
- 交流/直流或直流/直流辅助电源
- 用于笔记本电脑、平板电脑、电视和机顶盒的高密度交流/直流转换器/适配器
- USB-C PPS 电源适配器



LMG3624EVM-081 (顶视图)



LMG3624EVM-081 (底视图)

## 1 评估模块概述

### 1.1 引言

LMG3624EVM-081 可方便评估交流/直流 QR 反激式电源转换器内的 LMG3624。LMG3624 是一款具有电流检测仿真功能的集成 GaN FET。该 EVM 设计用于通用交流输入范围 90VAC 至 265VAC，遵循 USB PD 3.0 的 20V/15V/9V/5V 输出协议。本用户指南涵盖了高电压安全概述、建议的测试设置、产生的效率结果、热性能、波形和传导 EMI 性能。

### 1.2 套件内容

- 65W USB-C QR 反激式转换器评估模块
- 快速入门指南
- 高压声明

### 1.3 规格

输入	输出	最大输出功率
90VAC 至 265VAC 47Hz 至 63Hz	20V/3.25A、15V/3.00A、9V/3.00A、5V/3.00A	65W

### 1.4 器件信息

LMG3624 是一款 650V 170m $\Omega$  GaN 功率 FET，适用于开关模式电源应用。LMG3624 通过在 8mm  $\times$  5.3mm QFN 封装中集成 GaN FET 和栅极驱动器，简化了设计并减少了元件数量。可编程导通压摆率可提供 EMI 和振铃控制。与传统的电流检测电阻相比，电流检测仿真可降低功耗，并允许将低侧散热焊盘连接到冷却 PCB 电源地。LMG3624 具有低静态电流和快速启动时间，支持转换器轻负载效率要求和突发模式运行。保护特性包括欠压锁定 (UVLO)、逐周期电流限制和过热保护。过热保护通过开漏 FLT 引脚报告。

## 2 硬件

### 2.1 其他图像

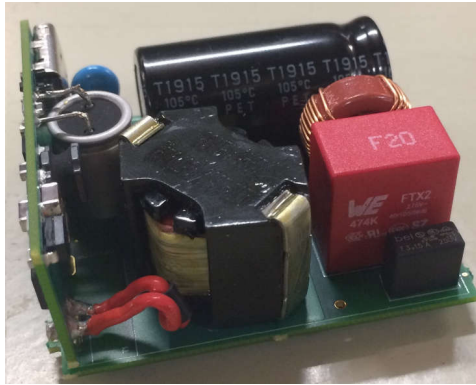


图 2-1. 高密度配置

### 2.2 在具有 USB-C PD 通信功能的负载上使用该 EVM

LMG3624EVM-081 装有 USB-C PD 控制器，需要通过板载 USB-C 连接器与 USB-C PD 负载进行外部连接，以便调整电路板输出来获得 5V、9V、15V 或 20V 电压。为了进行电路板评估，需要 USB-C PD 通信负载。例如，PM125、USB Power Delivery Tester 和 PassMark 软件就是这种负载。如果没有此类通信负载，电路板输出 USB-C 连接器 (J2) 将不提供可变输出电压。为了通过 5V、9V 和 15V 电压获得 3.00A 的满载电流，可以使用标准的 USB-C 电缆，但为了在 20V 输出下获得 3.25A 电流，则必须使用带“E 标记”的 USB-C 电缆。如果需要在没有 USB-C PD 通信功能的负载上测试 EVM，请参阅下一节，其中将介绍如何修改电路板以进行此测试。

### 2.3 在不具有 USB-C PD 通信功能的负载上使用该 EVM

通常，需要有 USB-C PD 通信负载才能进行评估。如果没有具有 USB-C PD 通信功能的负载，电路板不会在 USB-C (J2) 连接器上提供输出电压。在这种情况下，可以从 C8 和 C9 获取电路板输出电压，但只能获得 5V 电压和最高 3.00A 的电流。

### 3 实现结果

#### 3.1 电气性能规格

**表 3-1. LMG3624EVM-081 电气性能规格<sup>(2)</sup>**

参数	测试条件	最小值	标称值	最大值	单位
<b>输入特性</b>					
$V_{IN}$	输入线路电压 (RMS)	90	115/230	264	V
$f_{LINE}$	输入线路频率	47	50/60	63	Hz
$P_{STBY}$	空载时的输入功率	$V_{IN} = 115V/230V_{RMS}$ , $I_{OUT} = 0A$		60/75	mW
$P_{0.25W}$	0.25W 负载下的输入功率	$V_{IN} = 115/230V_{RMS}$ , $P_{OUT} = 250mW$		345/385	mW
<b>输出特性</b>					
$V_{OUT}$	输出电压 (USB-C PD) $V_{IN} = 90V$ 至 $264V_{RMS}$	$I_{OUT} = 0A$ 至 $3.25A$		19.950	V
		$I_{OUT} = 0A$ 至 $3.00A$		15.050	
				9.050	
				5.050	
$I_{OUT}$	满载额定输出电流 $V_{IN} = 90V$ 至 $264V_{RMS}$	$V_{OUT} = 20.0V$		3.250	A
		$V_{OUT} = 5.0V, 9.0V$ 或 $15.0V$		3.000	
$V_{OUT\_pp}$	输出纹波电压 $V_{IN} = 115V/230V_{RMS}$	$V_{OUT} = 20.0V$ , $I_{OUT} = 0A$ 至 $3.25A$		150	mVpp
		$V_{OUT} = 15.0V$ , $I_{OUT} = 0A$ 至 $3.00A$		150	
		$V_{OUT} = 9.0V$ , $I_{OUT} = 0A$ 至 $3.00A$		150	
		$V_{OUT} = 5.0V$ , $I_{OUT} = 0A$ 至 $3.00A$		150	
$V_{OUT\_Δ}$	由于负载升压/降压而产生的输出电压偏差 (在 100Hz 速率下, $I_{OUT}$ 阶跃在 0 至 100% 负载之间变化)	$V_{OUT} = 20.0V$		-604/340	mVpp
		$V_{OUT} = 15.0V$		-584/360	
		$V_{OUT} = 9.0V$		-404/304	
		$V_{OUT} = 5.0V$		-404/304	
$P_{OUT\_opp}$	过功率保护阈值	$V_{IN} = 90V$ 至 $264V_{RMS}$		75	W
<b>系统特性</b>					
$\eta$	满载效率 ( $V_{IN} = 115V/230V_{RMS}$ )	$V_{OUT} = 20V$ , $I_{OUT} = 3.25A$		94.2/94.0	%
		$V_{OUT} = 15V$ , $I_{OUT} = 3.00A$		94.4/94.0	
		$V_{OUT} = 9V$ , $I_{OUT} = 3.00A$		94.0/93.9	
		$V_{OUT} = 5V$ , $I_{OUT} = 3.00A$		90.2/88.1	
$\eta$	4 点平均效率 <sup>(1)</sup> $V_{IN} = 115V/230V_{RMS}$	$V_{OUT} = 20V$ (CoC 2 级, 89.0%)		94.2/93.5	%
		$V_{OUT} = 15V$ (CoC 2 级, 88.9%)		94.2/92.9	
		$V_{OUT} = 9V$ (CoC 2 级, 87.3%)		93.3/91.2	
		$V_{OUT} = 5V$ (CoC 2 级, 81.8%)		89.5/87.0	
$\eta$	10% 负载时的效率 $V_{IN} = 115V/230V_{RMS}$	$V_{OUT} = 20V$ (CoC 2 级, 79.0%)		92.0/90.1	%
		$V_{OUT} = 15V$ (CoC 2 级, 78.9%)		91.5/87.5	
		$V_{OUT} = 9V$ (CoC 2 级, 77.3%)		92.0/88.0	
		$V_{OUT} = 5V$ (CoC 2 级, 72.5%)		86.5/83.5	
$T_{AMB}$	环境工作温度范围	$V_{IN} = 90V$ 至 $264V_{RMS}$ , $I_{OUT} = 0A$ 至 $3.00A$ ( $5V/9V/15V$ ) 或 $3.25A$ ( $20V$ )		25	°C

(1) 四个负载点的平均效率,  $I_{OUT}$  = 每个相应输出电压的额定满载电流的 100%、75%、50% 和 25%。

(2) 使用二次谐振并基于单个电路板的测试结果来实现该表中列出的性能。

## 3.2 测试设置

### 3.2.1 测试设置要求

**安全性：**此评估模块并未进行封装，电路板中存在超过  $50V_{DC}$  的可接触电压。

**隔离输入变压器：**此 EVM 的输入端上应连接额定值良好的 1:1 隔离变压器，该变压器构造为通过增强型绝缘、双重绝缘或连接到保护导体端子的屏蔽将初级绕组与次级绕组隔离开来。



#### 警告

- 如果用户没有接受过安全处理和测试功率电子产品方面的培训，请不要测试此评估模块。
- EVM 通电后，请勿触摸 EVM 或电路，因为 EVM 或电路可能存在高压，会造成电击危险。
- 注意：表面高温。接触会导致烫伤。请勿触摸！
- 在进行测试之前，请仔细阅读本用户指南。

**电压源：**能够提供  $264V_{RMS}$  且能够处理 100W 功率级别的隔离式交流电源或可变交流变压器。**警告：**进行测试时，请勿对该板施加直流电压，否则可能会造成损坏。

**电压表：**数字电压表

**功率分析仪：**能够测量 1mW 至 100W 输入功率并能够处理  $264V_{RMS}$  输入电压。一些功率分析仪可能需要使用精密分流电阻器来测量输入电流，以便测量 5W 或更低的输入功率。请阅读功率分析仪的用户手册，以了解正确测量全功率和待机功率的设置。

**示波器：**

- 4 通道、500MHz 带宽。
- 能够处理 600V 电压的探头。

**输出负载：**能够在 20V 条件下处理 100W 的电阻负载或电子负载。

**建议线规：**绝缘 22 AWG 至 18 AWG。



#### 警告

注意：请勿在无人照看的情况下使 EVM 通电。  
请勿向此电路板施加直流电压源，否则可能造成损坏。

### 3.2.2 测试设置图

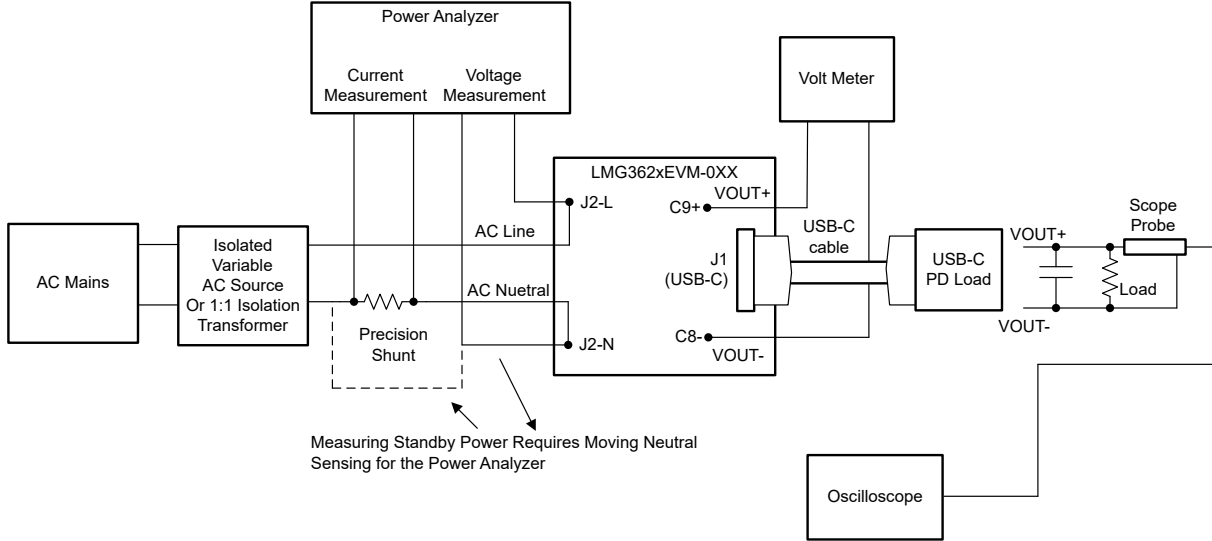


图 3-1. LMG3624EVM-081 测试设置图

### 3.2.3 测试点

表 3-2. 输入/输出端子和测试点功能

端子和测试点	名称	说明
J2	J2 端子	USB-C
J1-L	J1 端子	低电平
J1-N		N
TPL	输入测试点	交流输入监测 - 线路
TPN	输入测试点	交流输入监测 - 中性
TP1 至 TP4	悬空测试点	TP1、TP2、TP3、TP4 悬空，需要焊接连接，如果不使用，则保持悬空。
TP5 至 TP8	悬空测试点	TP5、TP6、TP7、TP8 悬空，需要焊接连接，如果不使用，则保持悬空。

### 3.3 性能数据和典型特性曲线

#### 3.3.1 20Vout 时的 4 点平均效率结果

VIN (VRMS)	PIN (W)	VOUT ( V )	IOUT (A)	POUT (W)	PLOSS (W)	Pout %	效率	4 点平均效率
90.0	69.8900	20.08	3.250	65.28	4.61	100%	93.4%	
90.0	52.02	20.05	2.442	48.96	3.06	75%	94.1%	
90.0	34.62	20.01	1.630	32.63	1.99	50%	94.2%	
90.1	17.57	19.99	0.822	16.43	1.14	25%	93.5%	
90.1	7.52	19.97	0.334	6.67	0.85	10%	88.7%	
115.0	69.0700	20.08	3.252	65.29	3.78	100%	94.5%	94.3%
115.1	51.66	20.05	2.441	48.92	2.74	75%	94.7%	
115.1	34.53	20.02	1.631	32.64	1.89	50%	94.5%	
115.1	17.57	19.99	0.822	16.44	1.13	25%	93.6%	
115.1	7.29	19.98	0.335	6.69	0.60	10%	91.8%	
230.2	69.1700	20.07	3.249	65.23	3.94	100%	94.3%	93.4%
230.3	52.19	20.05	2.441	48.93	3.26	75%	93.8%	
230.3	35.06	20.02	1.631	32.65	2.41	50%	93.1%	
230.3	17.79	19.99	0.822	16.43	1.36	25%	92.4%	
230.3	7.46	19.97	0.335	6.69	0.77	10%	89.6%	
265.3	69.4400	20.07	3.250	65.23	4.21	100%	93.9%	
265.3	52.3800	20.04	2.439	48.89	3.49	75%	93.3%	
265.3	35.38	20.01	1.630	32.63	2.75	50%	92.2%	
265.3	17.87	19.99	0.822	16.43	1.44	25%	91.9%	
265.3	7.55	19.97	0.335	6.69	0.85	10%	88.7%	
CoC 2 级、4 点平均值								88.9%
CoC 2 级，10% 负载								78.9%

### 3.3.2 15Vout 时的 4 点平均效率结果

VIN (VRMS)	PIN (W)	VOUT (V)	IOUT (A)	POUT (W)	PLOSS (W)	Pout %	效率	4 点平均效率
90.0	48.2500	15.10	3.002	45.34	2.91	100%	94.0%	
90.0	36.09	15.07	2.256	34.01	2.08	75%	94.2%	
90.0	24.05	15.05	1.508	22.69	1.36	50%	94.3%	
90.1	12.20	15.02	0.760	11.42	0.78	25%	93.6%	
90.1	5.09	15.01	0.310	4.66	0.43	10%	91.5%	
115.1	47.8800	15.10	3.002	45.33	2.55	100%	94.7%	94.2%
115.1	35.91	15.07	2.254	33.97	1.94	75%	94.6%	
115.1	24.01	15.04	1.506	22.66	1.35	50%	94.4%	
115.1	12.24	15.02	0.759	11.39	0.84	25%	93.1%	
115.1	5.08	15.00	0.309	4.64	0.44	10%	91.3%	
230.3	48.3100	15.10	3.002	45.32	2.99	100%	93.8%	92.9%
230.3	36.45	15.07	2.256	34.00	2.45	75%	93.3%	
230.3	24.57	15.04	1.507	22.67	1.90	50%	92.3%	
230.3	12.38	15.02	0.759	11.40	0.98	25%	92.1%	
230.3	5.27	15.00	0.310	4.65	0.62	10%	88.2%	
265.3	48.5400	15.10	3.002	45.32	3.22	100%	93.4%	
265.3	36.6600	15.07	2.255	33.98	2.68	75%	92.7%	
265.3	24.84	15.04	1.508	22.68	2.16	50%	91.3%	
265.4	12.49	15.02	0.759	11.40	1.09	25%	91.3%	
265.4	5.38	15.00	0.312	4.68	0.70	10%	87.0%	
CoC 2 级、4 点平均值								88.9%
CoC 2 级，10% 负载								78.9%



### 3.3.3 9Vout 时的 4 点平均效率结果

VIN (VRMS)	PIN (W)	VOUT ( V )	IOUT (A)	POUT (W)	PLOSS (W)	Pout %	效率	4 点平均效率
90.0	29.0700	9.09	3.005	27.31	1.76	100%	93.9%	
90.1	21.77	9.06	2.258	20.45	1.32	75%	93.9%	
90.1	14.55	9.03	1.510	13.64	0.91	50%	93.8%	
90.1	7.50	9.01	0.762	6.86	0.63	25%	91.5%	
90.1	3.08	8.99	0.312	2.81	0.28	10%	91.1%	
115.1	29.0100	9.09	3.006	27.31	1.70	100%	94.1%	93.7%
115.1	21.75	9.06	2.258	20.46	1.29	75%	94.1%	
115.1	14.55	9.03	1.510	13.64	0.91	50%	93.8%	
115.1	7.40	9.01	0.763	6.87	0.53	25%	92.9%	
115.1	3.10	8.99	0.313	2.81	0.28	10%	90.9%	
230.3	29.4400	9.08	3.005	27.30	2.14	100%	92.7%	92.0%
230.3	22.19	9.06	2.258	20.46	1.73	75%	92.2%	
230.3	14.77	9.03	1.509	13.64	1.13	50%	92.3%	
230.3	7.57	9.01	0.762	6.87	0.70	25%	90.7%	
230.3	3.19	9.00	0.311	2.80	0.39	10%	87.8%	
265.3	29.6400	9.08	3.006	27.31	2.33	100%	92.1%	
265.3	22.4500	9.06	2.260	20.48	1.97	75%	91.2%	
265.4	14.89	9.03	1.509	13.63	1.26	50%	91.6%	
265.3	7.70	9.01	0.763	6.87	0.83	25%	89.2%	
265.4	3.24	8.99	0.313	2.82	0.42	10%	87.1%	
CoC 2 级、4 点平均值								88.9%
CoC 2 级，10% 负载								78.9%

### 3.3.4 5Vout 时的 4 点平均效率结果

VIN (VRMS)	PIN (W)	VOUT (V)	IOUT (A)	POUT (W)	PLOSS (W)	Pout %	效率	4 点平均效率
90.1	16.7800	5.05	2.993	15.13	1.65	100%	90.2%	
90.1	12.52	5.03	2.246	11.30	1.22	75%	90.2%	
90.1	8.31	5.00	1.498	7.50	0.81	50%	90.2%	
90.1	4.18	4.98	0.751	3.74	0.44	25%	89.5%	
90.1	1.68	4.96	0.302	1.50	0.18	10%	89.0%	
115.1	16.7600	5.05	2.995	15.14	1.62	100%	90.3%	90.0%
115.1	12.51	5.03	2.248	11.31	1.20	75%	90.4%	
115.1	8.33	5.00	1.498	7.50	0.83	50%	90.0%	
115.1	4.18	4.98	0.751	3.74	0.44	25%	89.4%	
115.1	1.70	4.96	0.302	1.50	0.20	10%	88.5%	
230.3	17.1300	5.05	2.997	15.15	1.98	100%	88.4%	87.4%
230.3	12.92	5.03	2.246	11.30	1.62	75%	87.4%	
230.3	8.56	5.00	1.498	7.50	1.06	50%	87.6%	
230.3	4.35	4.98	0.752	3.75	0.60	25%	86.2%	
230.3	1.79	4.96	0.302	1.50	0.29	10%	83.9%	
265.3	17.3500	5.06	2.992	15.12	2.23	100%	87.2%	
265.4	13.1200	5.03	2.248	11.30	1.82	75%	86.2%	
265.4	8.69	5.00	1.498	7.50	1.19	50%	86.3%	
265.4	4.41	4.98	0.753	3.75	0.66	25%	85.1%	
265.4	1.82	4.96	0.302	1.50	0.32	10%	82.4%	
CoC 2 级、4 点平均值								88.9%
CoC 2 级，10% 负载								78.9%

### 3.3.5 效率典型结果

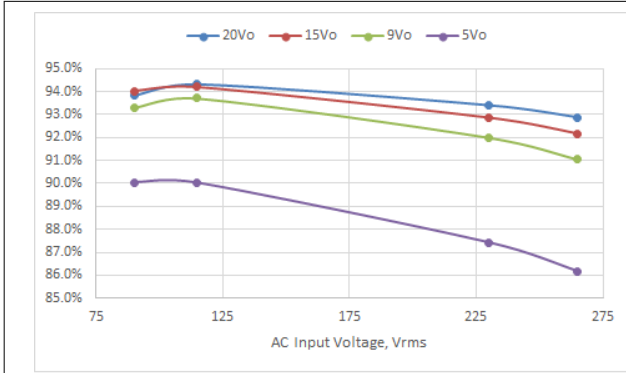


图 3-2. 4 点平均效率与输入电压

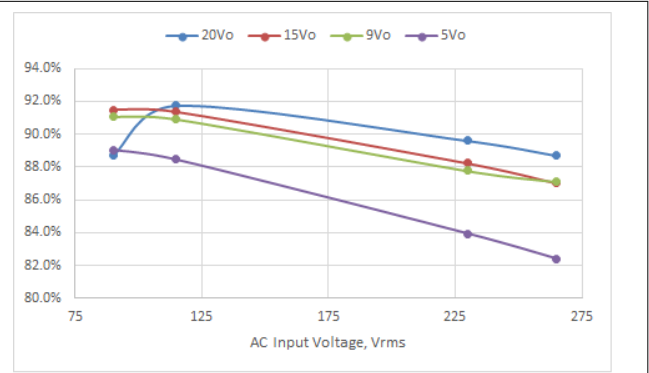


图 3-3. 10% 负载效率与输入电压

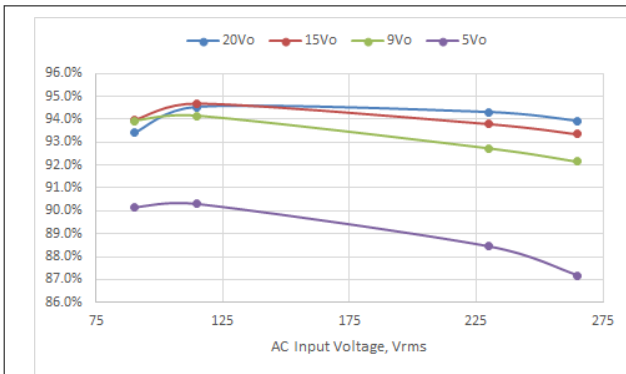


图 3-4. 满负载效率与输入电压

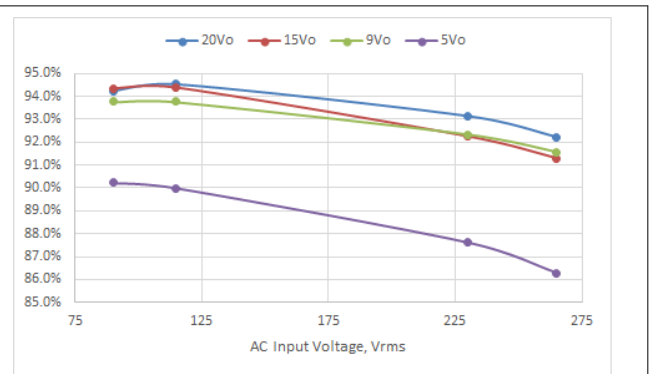


图 3-5. 50% 负载效率与输入电压

### 3.3.6 输出特性

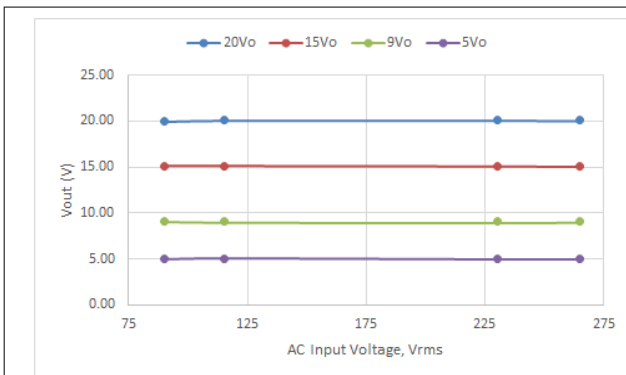


图 3-6. 满载条件下的  $V_{OUT}$  与输入电压间的关系

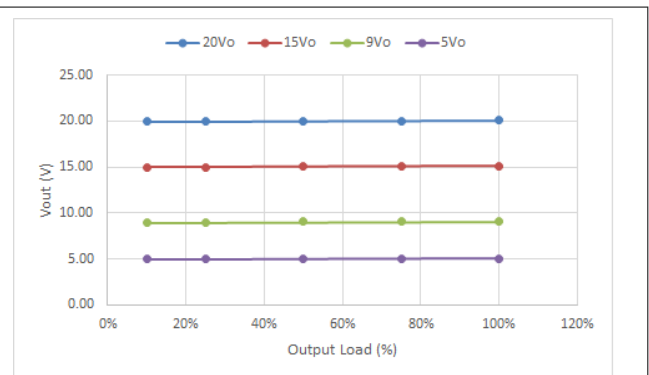


图 3-7.  $V_{OUT}$  与输出电流间的关系

### 3.3.7 开关频率

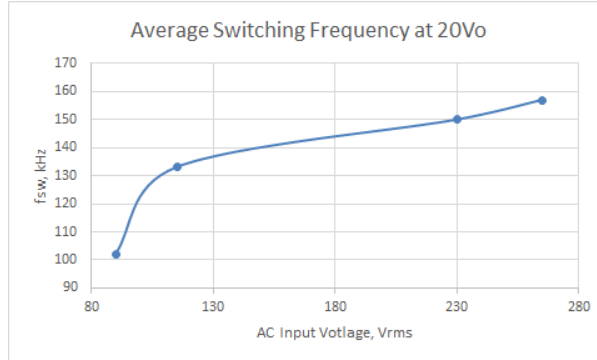


图 3-8. 平均开关频率与 20V 满载条件下的输入电压

### 3.3.8 重要开关波形

本节展示了满载时的典型开关波形。黄色 = 开关节点，蓝色 = CS 仿真电阻上的 LMG362X 电压。

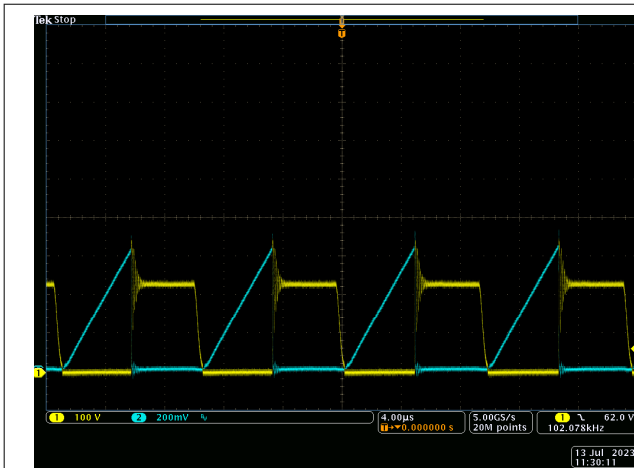


图 3-9. Vin = 90Vac , Vout = 20V

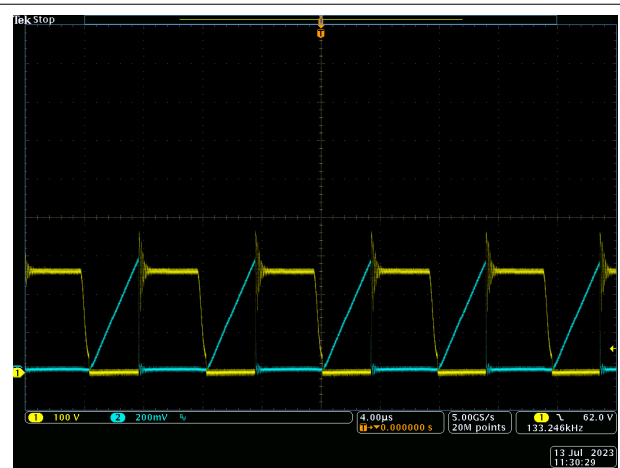


图 3-10. Vin = 115Vac , Vout = 20V

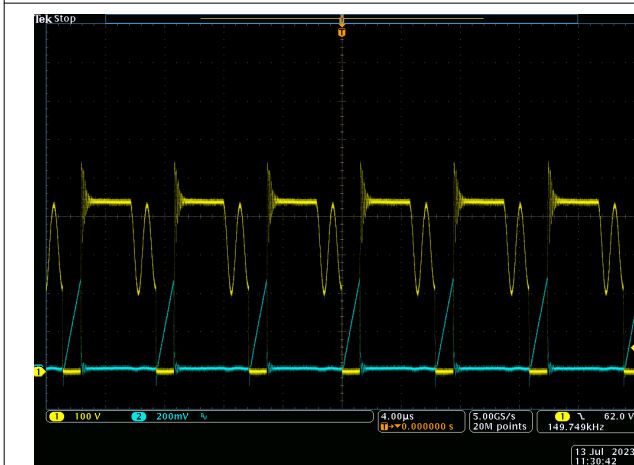


图 3-11. Vin = 230Vac , Vout = 20V



图 3-12. Vin = 265Vac , Vout = 20V

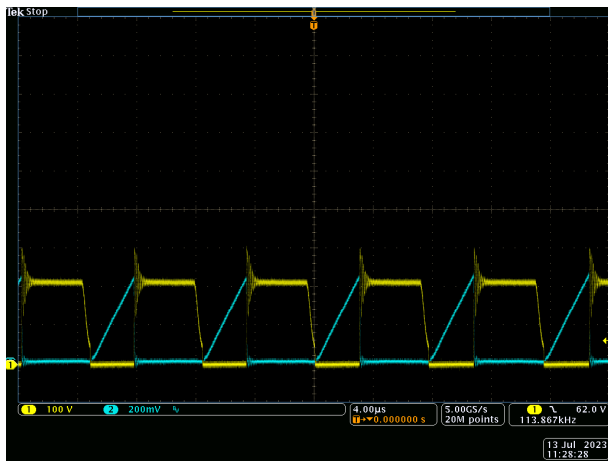


图 3-13. Vin = 90Vac , Vout = 15V

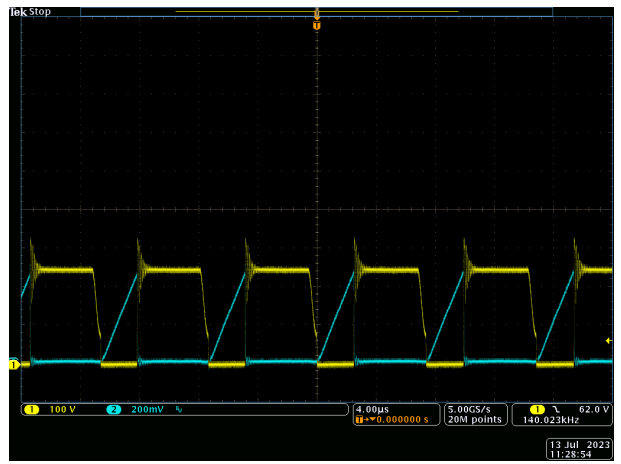


图 3-14. Vin = 115Vac , Vout = 15V



图 3-15. Vin = 230Vac , Vout = 15V



图 3-16. Vin = 265Vac , Vout = 15V

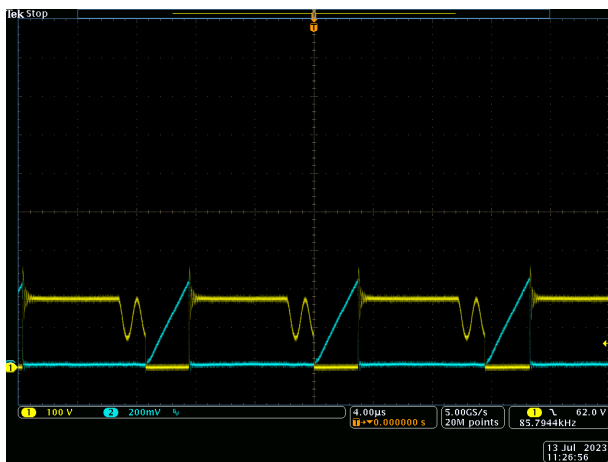


图 3-17. Vin = 90Vac , Vout = 9V

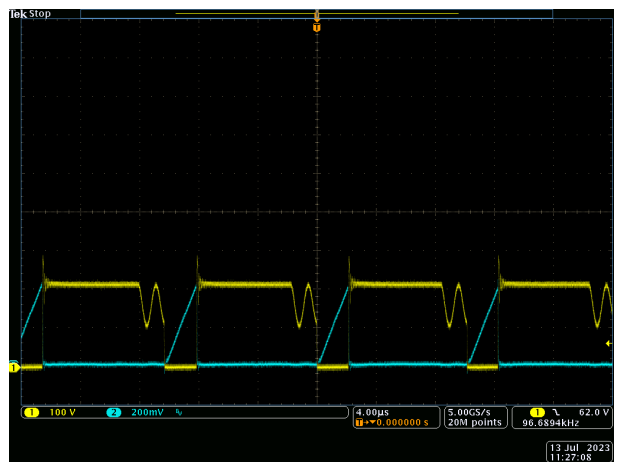


图 3-18. Vin = 115Vac , Vout = 9V

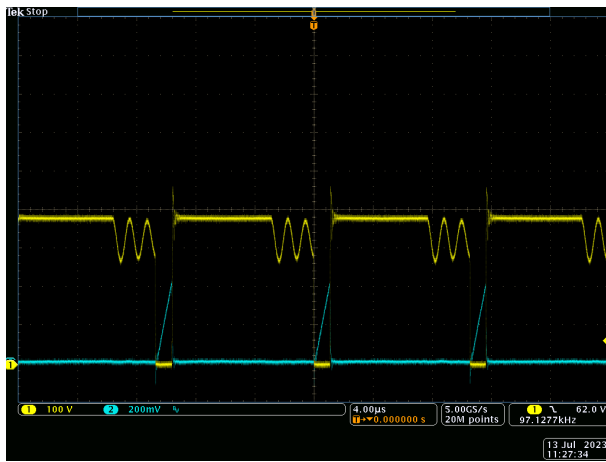


图 3-19.  $V_{in} = 230V_{ac}$  ,  $V_{out} = 9V$

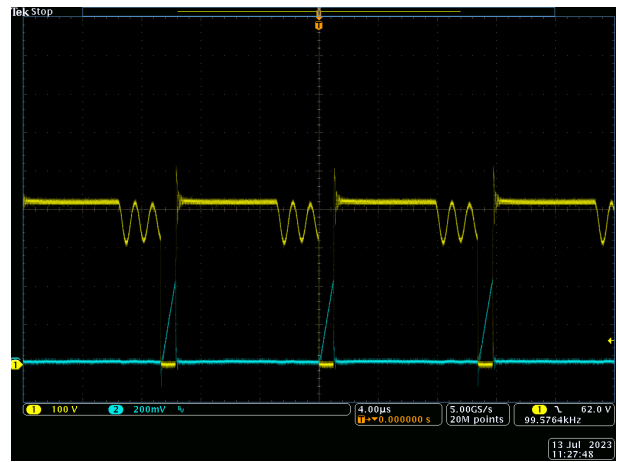


图 3-20.  $V_{in} = 265V_{ac}$  ,  $V_{out} = 9V$

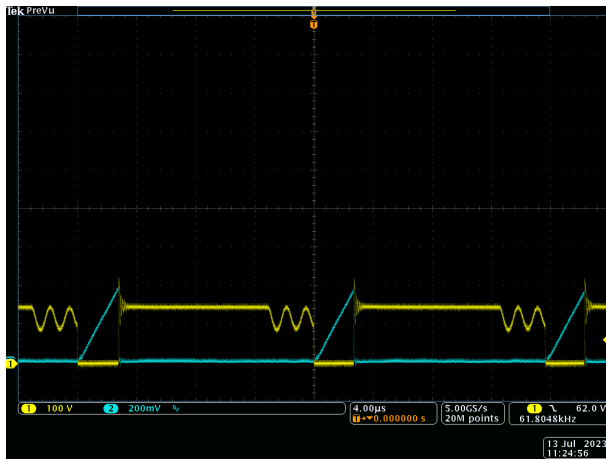


图 3-21.  $V_{in} = 90V_{ac}$  ,  $V_{out} = 5V$

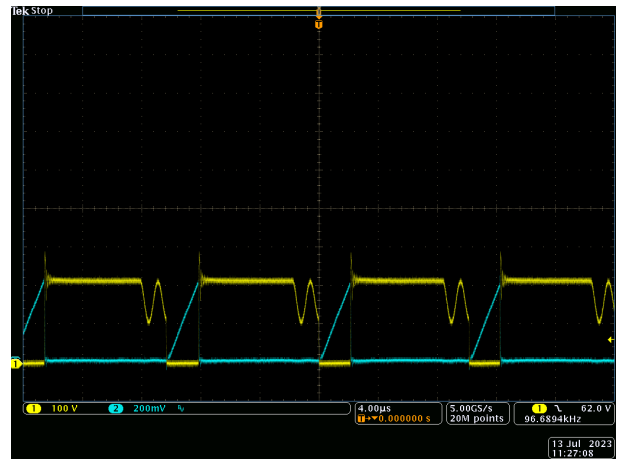


图 3-22.  $V_{in} = 115V_{ac}$  ,  $V_{out} = 5V$

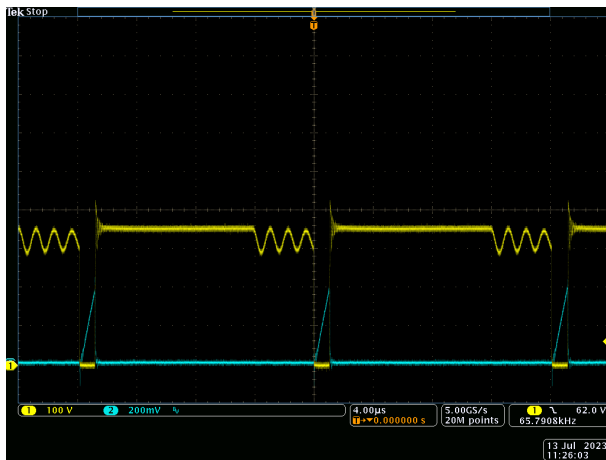


图 3-23.  $V_{in} = 230V_{ac}$  ,  $V_{out} = 5V$

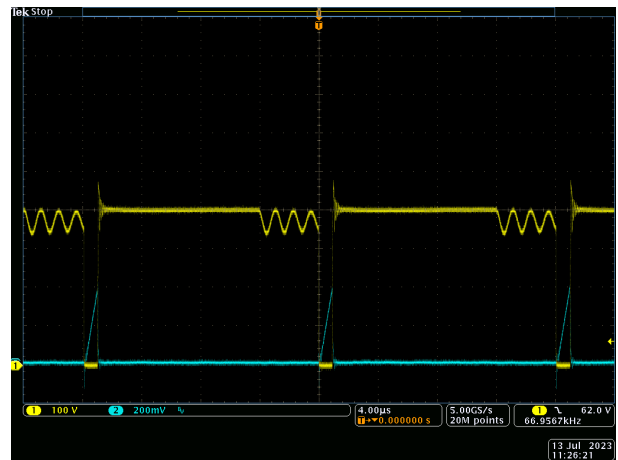


图 3-24.  $V_{in} = 265V_{ac}$  ,  $V_{out} = 5V$

### 3.3.9 输出纹波电压

蓝色 = 输出电压纹波，示波器通道带宽 = 20MHz，两条虚线间的电压跨度为 150mV。除非相同图示中另有说明，否则纹波为 100% 负载条件下的情况。

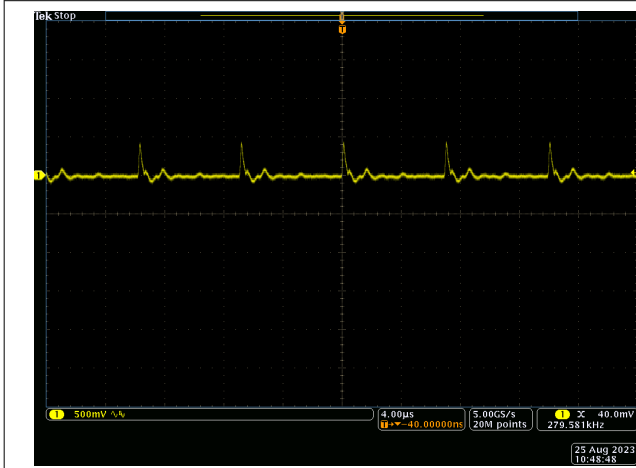


图 3-25.  $V_{OUT} = 20V$  时的典型纹波电压

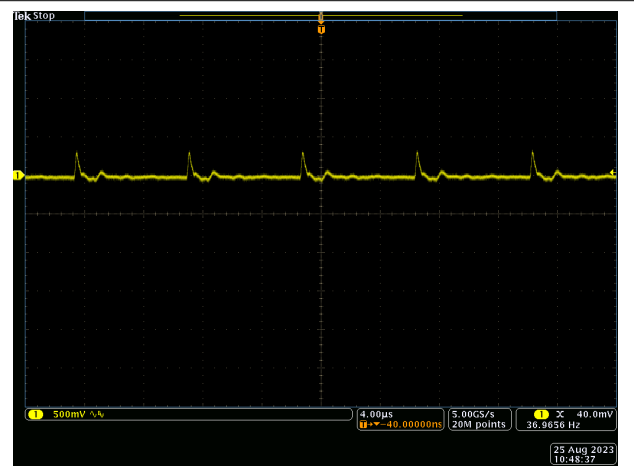


图 3-26.  $V_{OUT} = 15V$  时的典型纹波电压

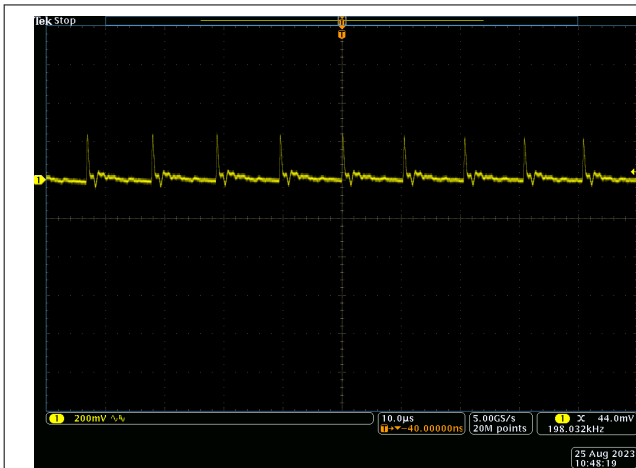


图 3-27.  $V_{OUT} = 9V$  时的典型纹波电压

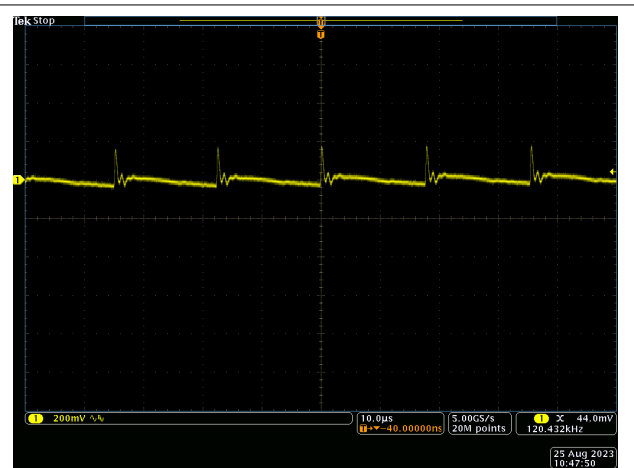


图 3-28.  $V_{OUT} = 5V$  时的典型纹波电压

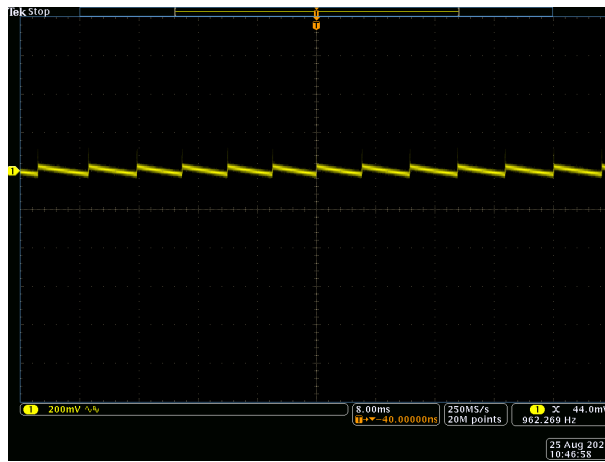


图 3-29.  $V_{OUT} = 5V$  且无负载时的典型纹波电压

### 3.3.10 负载瞬态响应

下面 20V、15V、9V、5V 条件下的负载瞬态响应显示了负载电流阶跃变化介于 0 和 100% 之间且速率为 100Hz 时的输出电压  $V_{OUT}$  偏差。

黄色 =  $V_{OUT}$ ，绿色 = 负载电流。

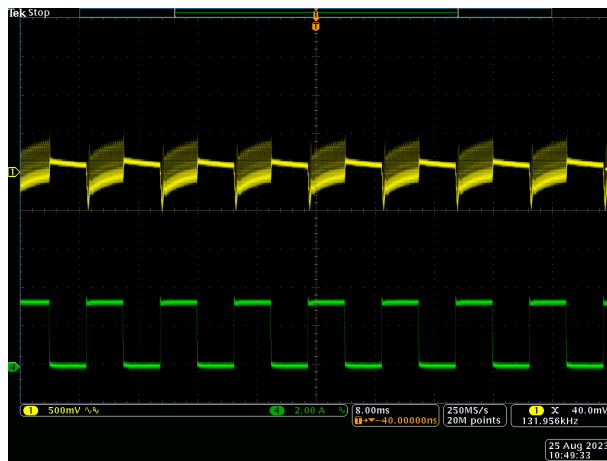


图 3-30.  $V_{OUT} = 20V$  时的负载瞬态响应

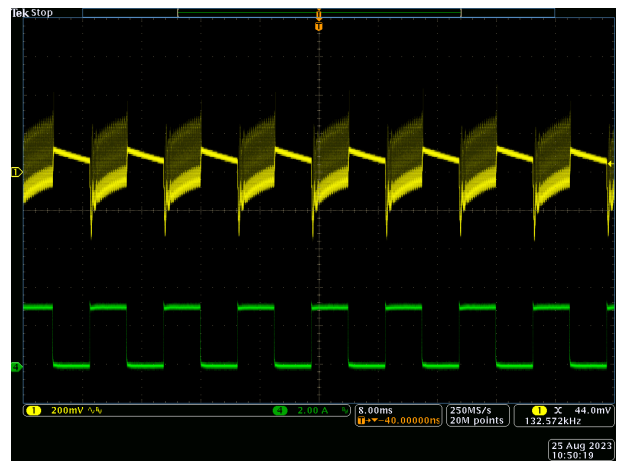


图 3-31.  $V_{OUT} = 15V$  时的瞬态响应



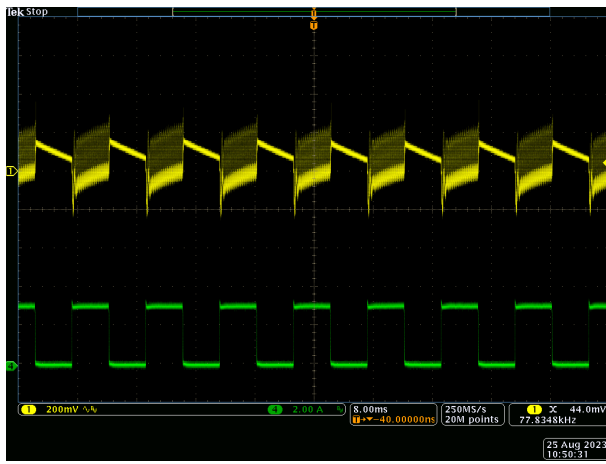


图 3-32.  $V_{OUT} = 9V$  时的瞬态响应

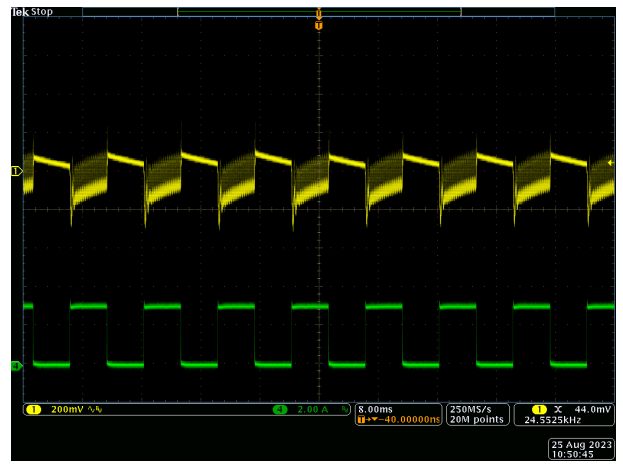


图 3-33.  $V_{OUT} = 5V$  时的瞬态响应

### 3.3.11 EN55022 B 类传导 EMI 测试结果

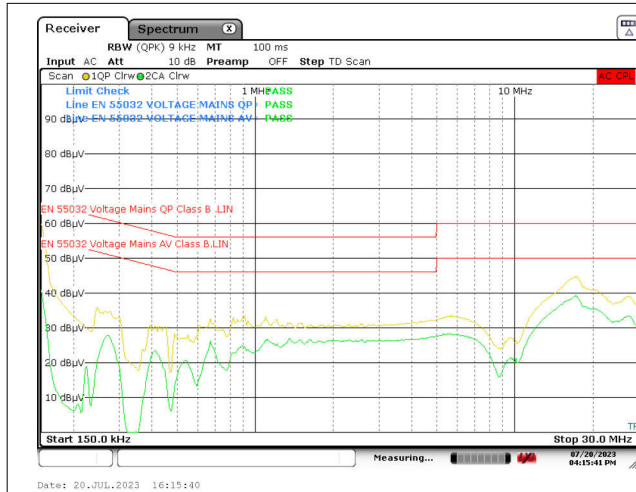


图 3-34.  $V_{IN} = 115V_{RMS}$  ,  $V_{OUT} = 20V$  , 负载 = 3.25A  
(输出未接地至 LISN 地)

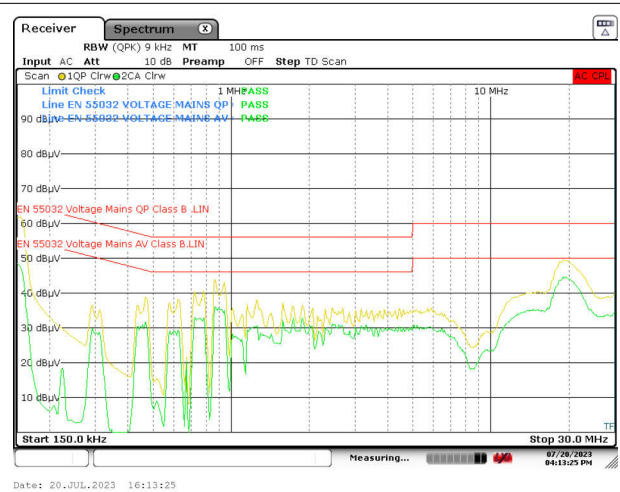


图 3-35.  $V_{IN} = 230V_{RMS}$  ,  $V_{OUT} = 20V$  , 负载 = 3.25A  
(输出未接地至 LISN 地)

#### 备注

请注意，这是在 EMI 工作站上评估的，仅用于预认证目的。TI 建议由具有资质的 EMI 测试机构来验证所有最终设计。

3.3.12 满负载条件下的热图像 ( 20V 和 3.25A )

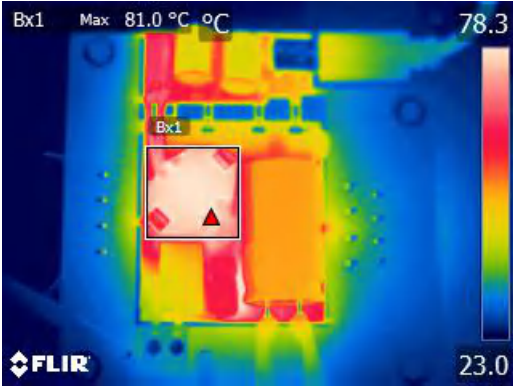


图 3-36.  $V_{IN} = 90V_{AC}$  , 顶面

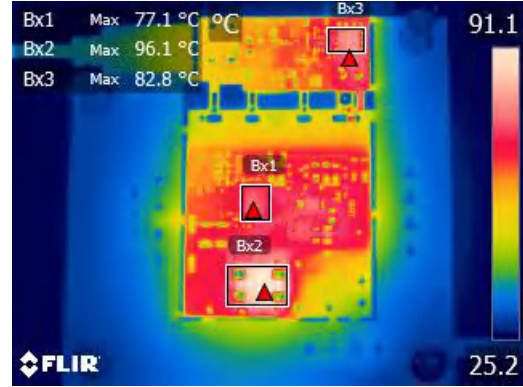


图 3-37.  $V_{IN} = 90V_{AC}$  , 底部

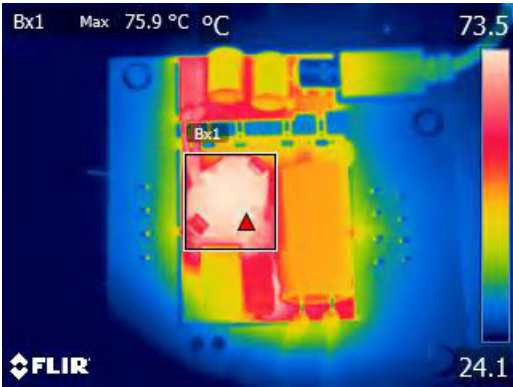


图 3-38.  $V_{IN} = 115V_{AC}$  , 顶面

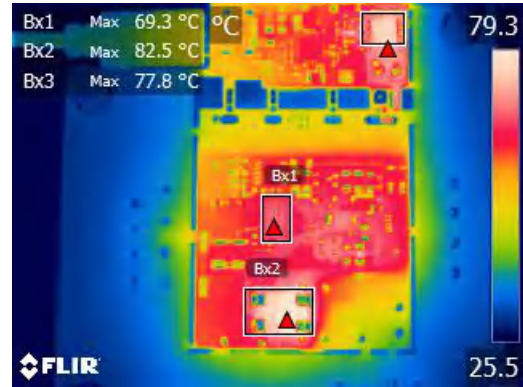


图 3-39.  $V_{IN} = 115V_{AC}$  , 底部

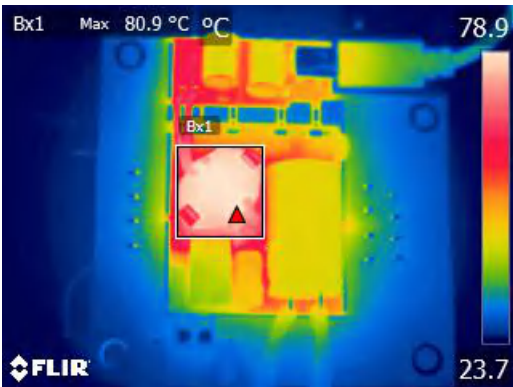


图 3-40.  $V_{IN} = 230V_{AC}$  , 顶面

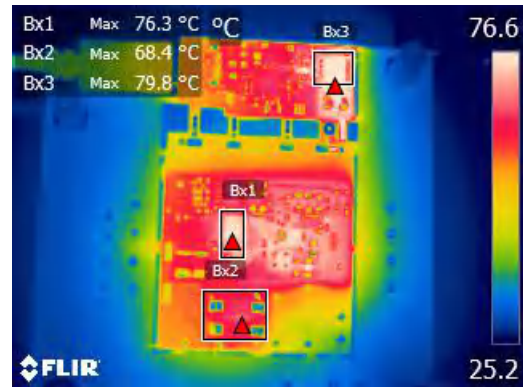


图 3-41.  $V_{IN} = 230V_{AC}$  , 底部

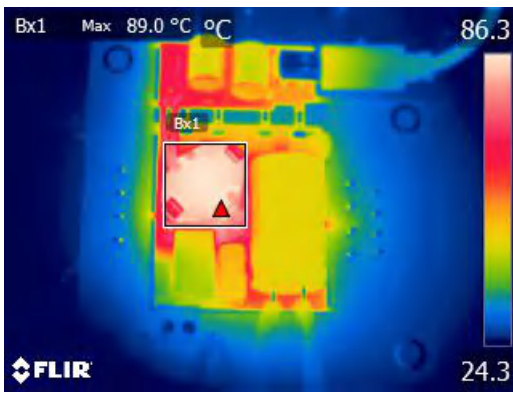


图 3-42.  $V_{IN} = 265V_{AC}$  , 顶面

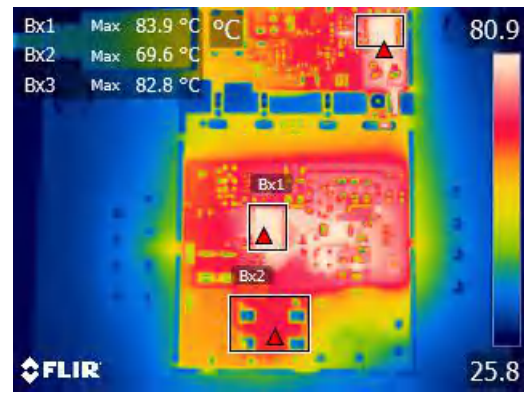


图 3-43.  $V_{IN} = 265V_{AC}$  , 底面

## 4 硬件设计文件

### 4.1 原理图

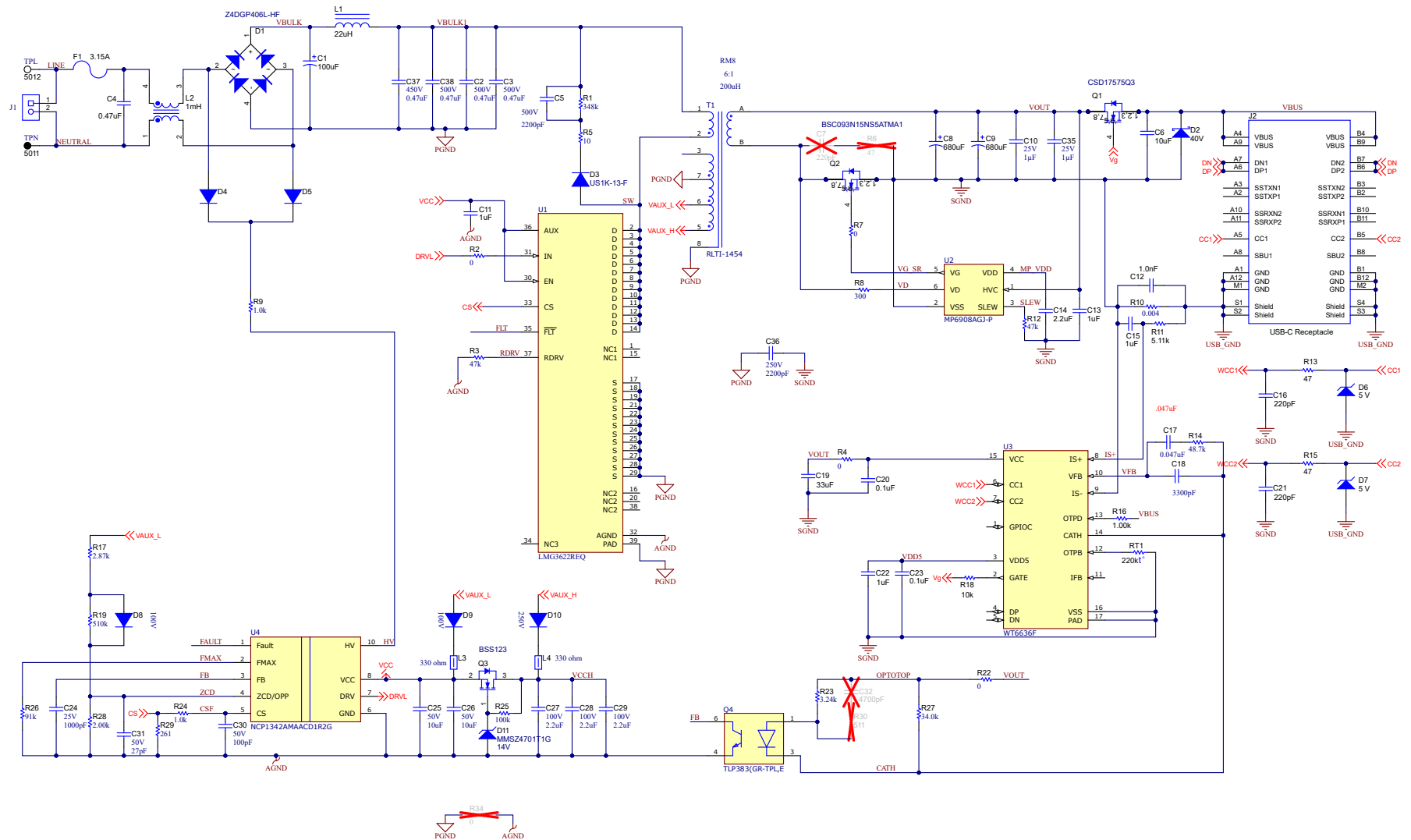


图 4-1. LMG3624EVM-081 原理图

## 4.2 PCB 布局

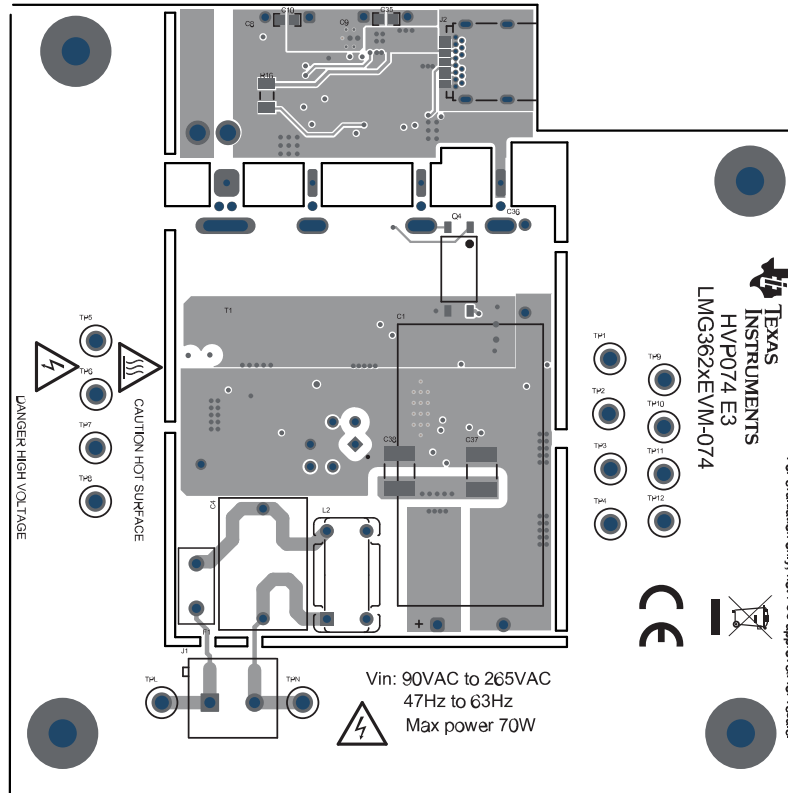


图 4-2. EVM 装配图 (顶视图)

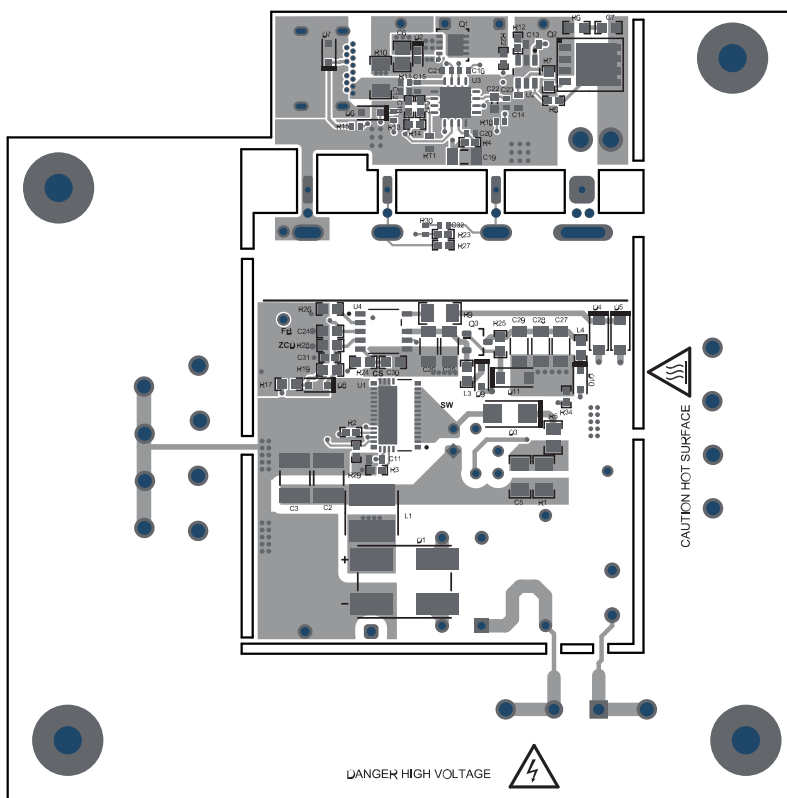


图 4-3. EVM 装配图 (底视图)

### 4.3 物料清单

表 4-1 列出了 LMG3624EVM-081 的物料清单。

表 4-1. 物料清单

位号	数量	值	说明	器件型号	制造商
C1	1	100uF	电容, 铝制, 100μF, 400V, +/-20%, TH	400BXW100MEFR16X30	Rubycon
C2、C3、C38	3	0.47uF	电容, 陶瓷, 0.47 μ F, 500V, +/-10%, X7R, 1812	1812Y5000474KXTWS2	Knowles Capacitors
C4	1	0.47uF	电容, 薄膜, 0.47μF, 275V, +/-10%, TH	8.90324E+11	Wurth Elektronik
C5	1	2200pF	电容, 陶瓷, 2200pF, 500V, +/-10%, X7R, 1206	VJ1206Y222KXEAT5Z	威世威趋蒙 (Vishay-Vitramon)
C6	1	10uF	电容, 陶瓷, 10μF, 35V, +/-10%, X5R, 0805	GRM21BR6YA106KE43L	Murata
C8、C9	2	680uF	电容, 铝聚合物, 680μF, 25V, +/-20%, 0.29256 Ω , TH	687AVG025MGBJ	Illinois Capacitor
C10、C35	2	1uF	电容, 陶瓷, 1μF, 25V, +/- 10%, X7R, 0603	C1608X7R1E105K080AE	TDK
C11	1	1uF	电容, 陶瓷, 1μF, 25V, +/-10%, X7R, 0603	C1608X7R1E105K080AB	TDK
C12	1	1000pF	电容, 陶瓷, 1000pF, 50V, +/-10%, X7R, 0402	8.85012E+11	Wurth Elektronik
C13	1	1uF	电容, 陶瓷, 1 μ F, 25V, +/-10%, X5R, 0603	GRM188R61E105KA12D	MuRata
C14	1	2.2uF	电容, 陶瓷, 2.2 μ F, 16V, +/-10%, X5R, 0603	GRM188R61C225KAAD	MuRata
C15	1	1uF	电容, 陶瓷, 1μF, 6.3V, +/-20%, X7R, 0402	GRM155R70J105MA12D	MuRata
C16、C21	2	220pF	电容, 陶瓷, 220pF, 50V, +/-10%, X7R, 0402	GRM155R71H221KA01D	MuRata
C17	1	0.047μF	电容, 陶瓷, 0.047uF, 25V, +/-10%, X7R, 0402	GRM155R71E473KA88D	Murata
C18	1	3300pF	电容, 陶瓷, 3300pF, 50V, +/-10%, X7R, 0402	GRM155R71H332KA01D	MuRata
C19	1	33μF	电容, 陶瓷, 33μF, 25V, +/-20%, X5R, 1206	C3216X5R1E336M160AC	TDK
C20、C23	2	0.1μF	电容, 陶瓷, 0.1μF, 25V, +/-10%, X7R, 0402	GRM155R71E104KE14D	MuRata
C22	1	1uF	电容, 陶瓷, 1μF, 25V, +/- 10%, X7R, 0603	GCM188R71E105KA64D	Murata
C24	1	1000pF	电容器, 陶瓷, 1,000pF, 25V, +/-10%, C0G/NP0, 0603	C0603C102K3GACTU	Kemet
C25, C26	2	10μF	电容, 陶瓷, 10 μ F, 50V, +/-10%, X5R, 1206	GRM31CR61H106KA12L	MuRata
C27、C28、C29	3	2.2uF	电容器, 陶瓷, 2.2μF, 100V, +/-10%, X7S, 1206	C3216X7S2A225K160AB	TDK



**表 4-1. 物料清单 (续)**

位号	数量	值	说明	器件型号	制造商
C30	1	100pF	电容, 陶瓷, 100pF, 50V, +/-5%, C0G/NPO, 0603	GRM1885C1H101JA01D	MuRata
C31	1	27pF	电容, 陶瓷, 27pF, 50V, +/-5%, C0G/NPO, 0402	GRM1555C1H270JA01D	MuRata
C36	1	2200pF	电容, 陶瓷, 2200pF, 250V, +/-20%, E, 直径 9mm	DE1E3RA222MN4AN01F	MuRata
C37	1	0.47uF	电容, 陶瓷, 0.47 $\mu$ F, 450V, +/-10%, X7T, 1812	C4532X7T2W474K230KA	TDK
D1	1	600V	二极管, P-N-桥, 600V, 4A, Z4-D	Z4DGP406L-HF	Comchip Technology
D2	1	40V	二极管, 肖特基, 40V, 0.2A, SOD-523	RB521SM-40T2R	Rohm
D3	1	800V	二极管, 快速整流器, 800V, 1A, SMA	US1K-13-F	Diodes Inc.
D4, D5	2	600V	二极管, 超快速, 600V, 1A, SOD-123FL	UFM15PL-TP	Micro Commercial Components
D6, D7	2	5V	TVS, 5V, 双向, SOD-323	PESD5V0L1BA, 115	NXP Semiconductor
D8, D9	2	100V	二极管, 开关, 100V, 150A, AEC-Q101, SOD-323	1N4148WS-HG3-08	Vishay-Semiconductor
D10	1	250V	二极管, 开关, 250V, 0.25A, AEC-Q101, SOD-323	BAV21WS-7-F	Diodes Inc.
D11	1	14V	二极管, 齐纳, 14V, 500mW, SOD-123	MMSZ4701T1G	ON Semiconductor
F1	1	3.15A	保险丝, 3.15A, 250VAC/VDC, TH	RST 3.15-BULK	Bel-Fuse
H1, H2, H3, H4	4		机械螺钉, 圆头, #4-40 x 1/4, 尼龙, 飞利浦盘形头	NY PMS 440 0025 PH	B&F Fastener Supply
H5, H6, H7, H8	4		六角螺柱, 0.5" L #4-40, 尼龙	1902C	Keystone
J1	1		端子块, 5.08mm, 2x1, 黄铜, TH	ED120/2DS	On-Shore Technology
J2	1	USB-C 插口	连接器, 插口, USB Type C, R/A	6.32723E+11	Würth Elektronik
L1	1	22 $\mu$ H	电感器, 屏蔽, 铁氧体, 22 $\mu$ H, 1.8A, 0.089 $\Omega$ , SMD	74404064220	Würth
L2	1	1mH	耦合电感器, 1mH, 2A, 0.045 $\Omega$ , TH	744821201	Würth Elektronik
L3, L4	2	330 $\Omega$	铁氧体磁珠, 330 $\Omega$ @ 100MHz, 1.5A, 0603	BLM18SG331TN1D	MuRata
Q1	1	30V	MOSFET, N 沟道, 30V, 60A, DQG0008A (VSON-CLIP-8)	CSD17575Q3	德州仪器 (TI)
Q2	1	150V	MOSFET, N 沟道, 150V, 87A, PG-TDSON-8	BSC093N15NS5ATMA1	Infineon Technologies
Q3	1	100V	MOSFET, N 沟道, 100V, 0.17A, SOT-23	BSS123	Fairchild Semiconductor
Q4	1		光耦合器晶体管输出 5000Vrms 1 通道 6-SO	TLP383(GR-TPL,E	Toshiba
R1	1	348k	电阻, 348k, 1%, 0.25W, 1206	CRCW1206348KFKEA	Vishay-Dale
R2, R22	2	0	电阻, 0, 5%, 0.063W, 0402	CRCW04020000Z0ED	Vishay-Dale

**表 4-1. 物料清单 (续)**

位号	数量	值	说明	器件型号	制造商
R3、R12	2	47k	电阻, 47k, 5%, 0.063W, AEC-Q200 0级, 0402	CRCW040247K0JNED	Vishay-Dale
R4	1	0	电阻, 300R, 1%, 0.063W, 0402	CRCW0402300RFKEDC	Vishay-Dale
R5	1	10	电阻, 10, 5%, 0.125W, 0805	CRCW080510R0JNEA	Vishay-Dale
R7	1	0	电阻, 0, 5%, 0.1W, AEC-Q200 0级, 0603	CRCW06030000Z0EA	Vishay-Dale
R8	1	300	电阻, 300, 0.1%, 0.063W, 0402	RG1005P-301-B-T5	Susumu Co Ltd
R9	1	1.0k	电阻, 1.0k, 5%, 0.25W, 1206	CRCW12061K00JNEA	Vishay-Dale
R10	1	0.004	电阻, 0.004, 1%, 1W, AEC-Q200 0级, 1206	CRF1206-FZ-R004ELF	Bourns
R11	1	5.11k	电阻, 5.11k $\Omega$ , 1%, 0.063W, AEC-Q200 0级, 0402	CRCW04025K11FKED	Vishay-Dale
R13、R15	2	47	电阻, 47, 5%, 0.063W, 0402	CRCW040247R0JNED	Vishay-Dale
R14	1	48.7k	电阻, 48.7k $\Omega$ , 1%, 0.063W, 0402	CRCW040248K7FKED	Vishay-Dale
R16	1	1.00k	电阻, 1.00k, 1%, 0.25W, 1206	RC1206FR-071KL	Yageo America
R17	1	2.87k	电阻, 2.87k, 1%, 0.1W, 0603	CRCW06032K87FKEA	Vishay-Dale
R18	1	10k	电阻, 10k, 5%, 0.063W, AEC-Q200 0级, 0402	CRCW040210K0JNED	Vishay-Dale
R19	1	510k	电阻, 510k $\Omega$ , 5%, 0.1W, 0603	CRCW0603510KJNEA	Vishay-Dale
R23	1	3.24k	电阻, 3.24k, 1%, 0.063W, AEC-Q200 0级, 0402	CRCW04023K24FKED	Vishay-Dale
R24	1	1.0k	电阻, 1.0k, 5%, 0.1W, 0603	CRCW06031K00JNEA	Vishay-Dale
R25	1	100k	电阻, 100k $\Omega$ , 5%, 0.1W, 0603	CRCW0603100KJNEA	Vishay-Dale
R26	1	91k	电阻, 91k $\Omega$ , 5%, 0.1W, 0603	CRCW060391K0JNEA	Vishay-Dale
R27	1	34.0k	电阻, 34.0k $\Omega$ , 1%, 0.063W, 0402	CRCW040234K0FKED	Vishay-Dale
R28	1	2.00k	电阻, 2.00k, 1%, 0.1W, 0603	CRCW06032K00FKEA	Vishay-Dale
R29	1	261	电阻, 261k, 1%, 0.063W, AEC-Q200 0级, 0402	CRCW0402261RFKED	Vishay-Dale
RT1	1	220k	热敏电阻 NTC, 220k $\Omega$ , 5%, 0603	NCP18WM224J03RB	MuRata
T1	1		LMG362xEVM-074 的 T1	RLTI-1454	Renco
TP1、TP2、TP3、TP4、TP5、TP6、TP7、TP8、TPL	9		测试点, 多用途, 白色, TH	5012	Keystone、Keystone Electronics
TP9、TP10、TP11、TP12、TPN	5		测试点, 多用途, 黑色, TH	5011	Keystone Electronics
U1	1		具有集成驱动器和电流检测仿真功能的 650V GaN FET	LMG3624REQ	德州仪器 (TI)
U2	1		快速关断智能整流器	MP6908AGJ-P	Monolithic Power Systems
U3	1		USB PD/QC4/QC4+ 控制器	WT6636F	Weltrend
U4	1		转换器离线反激式拓扑 50kHz	NCP1342AMAACD1R2G	onsemi

表 4-1. 物料清单 (续)

位号	数量	值	说明	器件型号	制造商
C7	0	220pF	电容, 陶瓷, 220pF, 250V, +/-10%, X7R, 0603	GRM188R72E221KW07D	MuRata
C32	0	4700pF	电容, 陶瓷, 4700pF, 50V, +/-10%, X7R, 0402	GRM155R71H472KA01D	MuRata
R6	0	47	电阻, 47, 5%, 0.1W, 0603	CRCW060347R0JNEA	Vishay-Dale
R30	0	511	电阻, 511, 1%, 0.063W, AEC-Q200 0级, 0402	CRCW0402511RFKED	Vishay-Dale
R34	0	0	电阻, 0, 5%, 0.063W, 0402	CRCW04020000Z0ED	Vishay-Dale

## 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 © 2023，德州仪器 (TI) 公司