

## EVM User's Guide: LM644A2QEVM-S2100T

**LM644A2QEVM-S2100T 36V、12A、单路输出、双相、同步降压转换器评估板****说明**

LM644A2QEVM-S2100T 评估板展示了带有集成功率 MOSFET 的 LM644A2-Q1 双路直流/直流降压转换器的特性和性能。该 EVM 提供具有双相交错配置的单路 12A 输出。输出电压可编程为 3.3V 或 5V 固定电压，也可以使用外部反馈电阻进行调节。

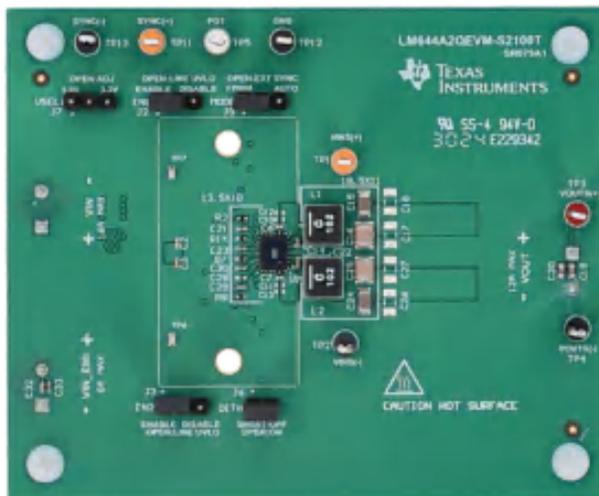
**特性**

- 12A 输出双相交错同步降压转换器
- 高达 36V 的宽工作电压范围
- 默认输出电压：3.3V
- 默认开关频率：2.1MHz
- 在宽负载电流范围内实现高效率
- 输入 EMI 滤波器，带有用于并联阻尼的电解电容器（输入滤波器可处理高达 8A 的输入电流）
- 时钟同步和 FPWM 模式可在整个负载范围内提供恒定的开关频率

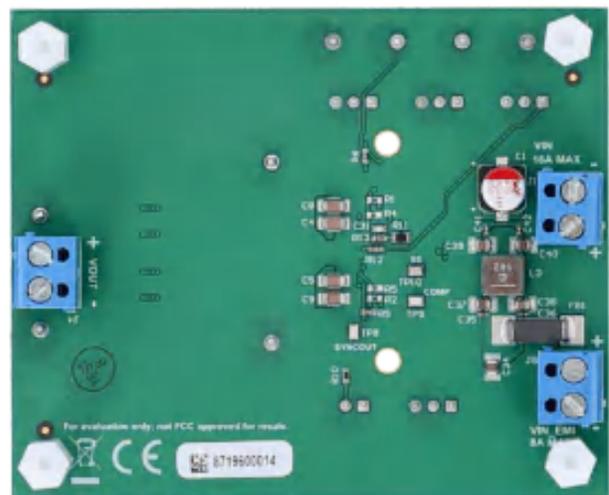
- 集成输入电容器可实现低噪声开关性能
- 引脚可选展频
- 具有外部环路补偿的峰值电流模式控制架构。
- 具有断续模式过流保护功能的峰值电流限制
- 具有迟滞功能的热关断保护
- PGOOD 指示器
- 可编程输入 UVLO
- 带可安装转换器散热器（提供散热器）的 6 层 2oz PC 板设计

**应用**

- 汽车信息娱乐系统与仪表组：音响主机、媒体中心、USB 充电器、信息显示屏
- 汽车 ADAS 和车身电子装置
- 通用双通道降压转换器



LM644A2QEVM-S2100T (顶视图)



LM644A2QEVM-S2100T (底视图)

## 1 评估模块概述

### 1.1 简介

LM(Q)64480(-Q1)、LM(Q)644A0(-Q1) 和 LM(Q)644A2(-Q1) 双路直流/直流降压转换器系列可为各种应用提供灵活性、可扩展性和优化的解决方案大小。该器件具有集成功率 MOSFET，可堆叠多达 6 个相位以使输出电流更高（可达 36A），并使用电流模式控制架构来轻松实现环路补偿。该器件支持高达 36V 的输入电压浪涌和低至 3V 的输入电压骤降。开关频率可使用 RT 引脚在 100kHz 至 2.2MHz 范围内调节，还可同步到外部时钟，从而消除噪声敏感应用中的拍频。输出稳压目标编程为 3.3V 或 5V 固定电压，也可以使用外部反馈电阻进行调节。所提供的 EMI 缓解功能包括展频和采用增强型 QFN 封装的低封装寄生特性。QFN 封装在顶部有一个切口，用于露出转换器半导体芯片，以便使用散热器（提供了散热器）。

满负载时的开关频率编程为 2.1MHz（默认值）。轻负载时的开关模式可以在 FPWM 和 AUTO 模式之间选择。此外，还可以通过跳线选择来启用或禁用展频。如果向 SYNC 引脚施加外部脉冲信号，则开关频率与外部时钟同步。



### 1.2 套件内容

- LM644A2QEVM-S2100T
- SA000-12024 散热器

### 1.3 规格

除非另有说明，否则  $V_{IN} = 12V$ ， $V_{OUT} = 3.3V$ ， $I_{OUT} = 12A$  且  $f_{SW} = 2.1MHz$ 。

表 1-1. 电气性能规格

参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
<b>输入特性</b>					
输入电源电压范围	VIN 范围	6 <sup>(2)</sup>		36	V
	VIN_EMI 范围	12		36	V
输入电流	VIN 处的输入电流			12	A
	VIN_EMI 处的输入电流			8	A
<b>输出特性<sup>(1)</sup></b>					
输出电压	默认电压为 3.3V	3.234	3.3	3.366	V
输出电流		0		12	A
<b>系统特性</b>					
默认开关频率， $f_{sw}$			2.1		MHz
效率	VIN = 12V，IOUT = 8A VOUT = 3.3V		90.9		%
满负载效率	VIN = 12V，IOUT = 12A		87		%
	VIN = 24V，IOUT = 12A		83.2		

(1) 默认输出电压和开关频率分别为 3.3V 和 2.1MHz。

(2) 当输入电压在 3V 至 6V 范围内时，EVM 运行，但如果输入电压不足以调节输出电压，则进入压降模式。

## 1.4 器件信息

表 1-2. LM(Q)644xx(-Q1) 双路直流/直流降压转换器系列

器件型号	额定值 I <sub>OUT</sub>	封装	尺寸
LMQ64480-Q1	每通道 4A	增强型 QFN (25)	5.0mm × 4.0mm
LMQ644A0-Q1	每通道 5A		
LM644A2*	每通道 6A	热增强型 QFN (25)*	
LMQ644A2-Q1			

## 2 硬件

### 2.1 EVM 连接

在提供 ESD 保护的工作站上工作时，请确保在为 EVM 加电之前已连接所有腕带、靴带或垫子，从而将用户接地。

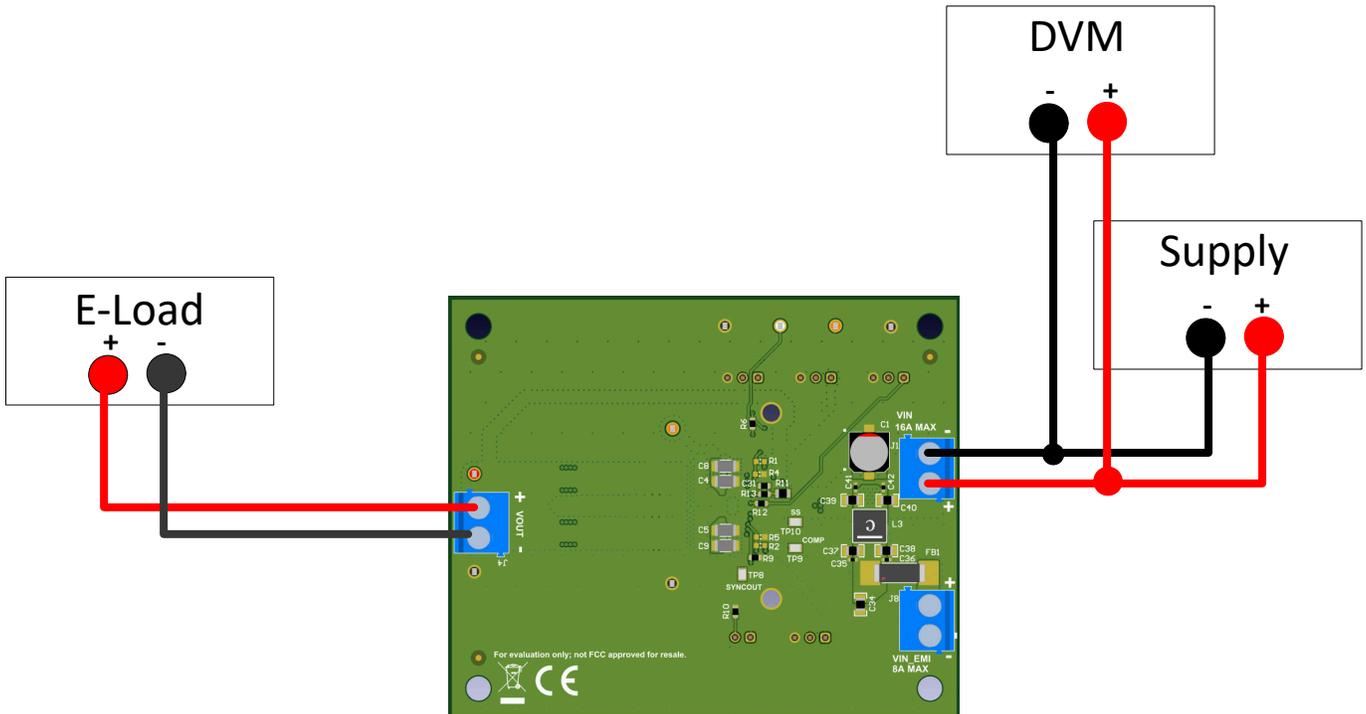


图 2-1. EVM 测试设置

表 2-1. EVM 电源接头

标签	说明
VIN+	正输入电源连接。
VIN-	负输入电源连接。
VIN_EMI+	用于 EMI 测试的正输入电源连接。
VIN_EMI-	用于 EMI 测试的负输入电源连接。
VOUT+	正输出电源连接。
VOUT-	负输出电源连接。

表 2-2. EVM 信号接头

标签	说明
VINS+	用于测量效率的正输入检测引脚。
VINS -	用于测量效率的负输入检测引脚。
VOUTS+	用于测量效率以及线路和负载调节的正输出检测引脚。
VOUTS -	用于测量效率以及线路和负载调节的负输出检测引脚。
GND	接地参考点
SYNC(+)	正同步脉冲输入。
SYNC(-)	负同步脉冲输入。
模式	轻负载开关模式选择。连接引脚 1 和引脚 2 以实现 FPWM 模式。连接引脚 2 和引脚 3 以实现 AUTO 模式。向 SYNC 施加外部同步脉冲时，移除所有跳线。
DITH	展频启用、禁用。连接引脚 1 和引脚 2 以禁用展频。移除所有跳线以启用展频。更改跳线设置后，EVM 必须重新启动。
EN1	主器件启用、禁用。连接引脚 1 和引脚 2 以启用这两个通道。连接引脚 2 和引脚 3 以禁用这两个通道。使用外部电阻分压器对线路 UVLO 进行编程时，请移除所有跳线。安装外部 UVLO 电阻分压器。
EN2	CH2 启用、禁用。连接引脚 1 和引脚 2 以启用 CH2。连接引脚 2 和引脚 3 以禁用 CH2。使用外部电阻分压器对线路 UVLO 进行编程时，请移除所有跳线。安装外部 UVLO 电阻分压器。
VSEL	输出电压选择。使用外部电阻分压器对调节目标进行编程时，请移除所有跳线。默认条件为断开。连接引脚 1 和引脚 2 以获取固定 5V 输出。连接引脚 2 和引脚 3 以获取固定 3.3V 输出。要使用固定输出选项，必须将外部反馈电阻器拆下。
PG	指示电源正常的探测点。一个上拉电阻器连接到 VCC。
SYNCOUT	SYNCOUT 信号的探测点。SYNCOUT 以 4 相或 6 相配置提供从主器件到辅助器件的时钟信息。
SS	SS 的探测点。软启动引脚还用于 4 相或 6 相配置中主器件和辅助器件之间的故障通信。
COMP	COMP 的探测点。COMP 是误差放大器的输出。

## 2.2 测试设备

**电源：**连接在 VIN(+) 和 VIN(-) 之间。电源必须能够供应 12A 电流。

**数字电压表：**测量 VOUTS(+) 和 VOUT(-) 之间的输出电压。

**电子负载：**连接到 VOUT+ 和 VOUT-。电子负载必须能够灌入 12A 电流。

## 2.3 EVM 设置

使用位于电源端子块附近的 VINS+ 和 VINS - 测试点以及 VOUTS+、VOUTS - 测试点作为电压监测点，通过连接电压表来分别测量输入和输出电压。请勿将这些检测端子用作输入电源或输出负载连接点。连接到这些检测端子的 PCB 迹线不能支持高电流。在向 EVM 供电之前，请确保已在合适的位置放置了跳线，以获得所需输出电压。请务必在更改跳线设置之前移除输入电源。在接触任何可能带电或通电的电路时，请务必小心。

### 小心

在高输出电流下长时间运行会使元件温度升高到 55°C 以上。为避免烧伤风险，请在断开电源后不要触摸元件，直到元件充分冷却为止。输入电源和输出电气负载的线规必须至少为 9AWG，且长度不得超过 1 英尺。请拧紧输入和输出端子螺钉，以尽量减少接触电阻。

### 2.3.1 输入连接

- 在 VIN(+) 和 VIN(-) 之间连接电源
- 在开启电源之前，请注意正确的极性

### 2.3.2 输出接头

- 在 VOUTS+ 和 VOUTS - 检测点之间连接电压表，以测量输出电压。
  - 如果在连接器上测量，则可能会出现压降，这是铜引线电阻引起的
- 将负载连接到 VOUT+ 和 VOUT - 接头，如图 2-1 所示。在施加输入电压之前，将负载设置为恒阻模式或恒流模式，电流为 0A。

### 2.3.3 散热器设置

此 EVM 附带一个散热器。散热器可降低电源转换器的温升。可以检查热性能的改进，并为最终应用中类似散热器的预期热性能提供指导。

根据特定应用条件配置电路后，可以将散热器安装到 EVM 上。散热器在 EVM 上有安装孔。为了实现热传递，TI 建议在 IC 和散热器之间使用导热胶带。确保散热器不会使其下方的任何无源器件短路。导热胶带还可同时用作绝缘体，以实现快速评估。在设置中运用最佳工程判断。

如果要在安装散热器后测量器件的结温，则不存在简单的方法。用户必须依靠仿真来估算在最终应用中采用散热器和具有相应空气流量情况下的结温。作为参考，在 125°C 的烤箱温度下，在 EVM 上安装所提供的散热器后，器件能够（不会进入热关断状态）支持比没有散热器时高 1A 的连续负载。在本例中，热（对流）烤箱的空气流量大约为 300-400LFM。

### 3 实现结果

#### 3.1 测试数据和性能曲线

除非另有说明，否则  $V_{in} = 12V$ ， $V_{out} = 3.3V$ ， $I_{out} = 12A$  且  $f_{sw} = 2.1MHz$ 。

##### 3.1.1 效率和负载调节能性

本节提供 EVM 的效率和负载调节图。

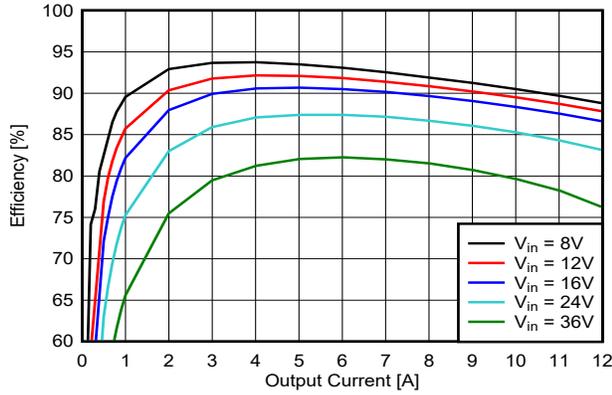


图 3-1. 效率， $V_{out} = 3.3V$ ，FPWM 模式

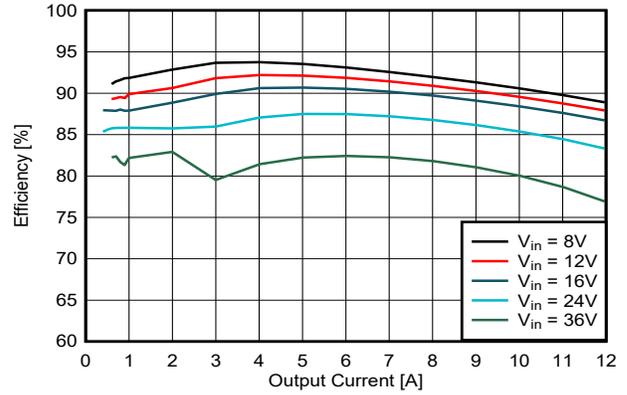


图 3-2. 效率， $V_{out} = 3.3V$ ，AUTO 模式

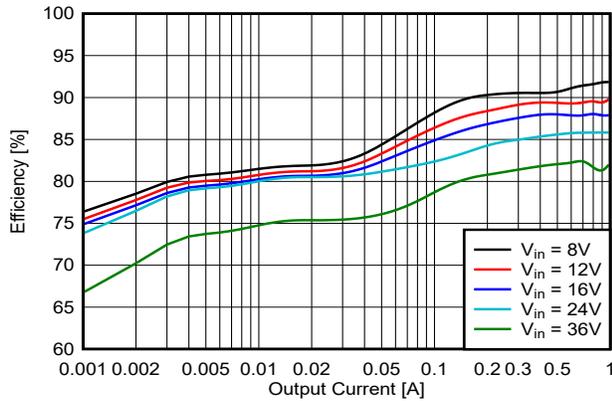


图 3-3. 效率， $V_{out} = 3.3V$ ，自动模式轻负载运行

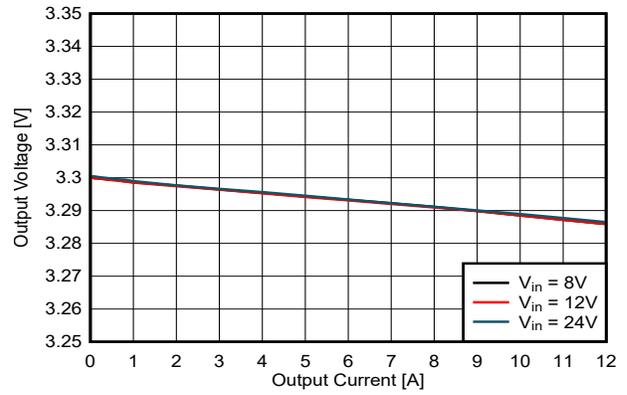


图 3-4. 负载调节， $V_{out} = 3.3V$ ，FPWM 模式

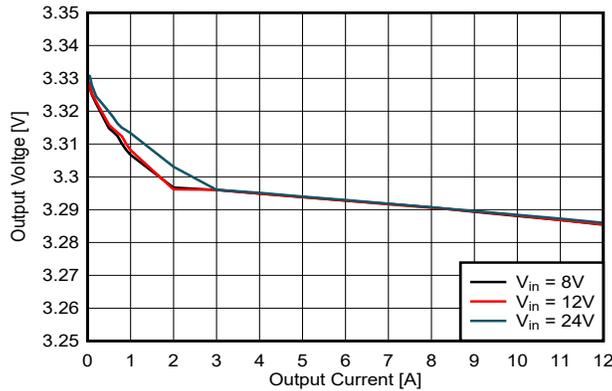


图 3-5. 负载调节， $V_{out} = 3.3V$ ，AUTO 模式

### 3.1.2 波形和图

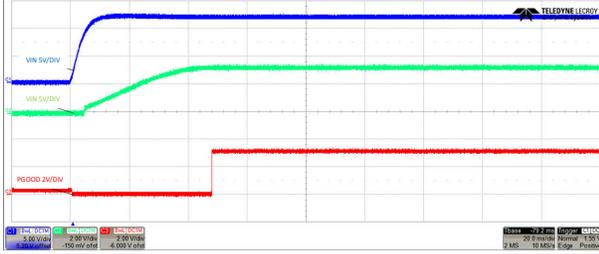


图 3-6. 启动

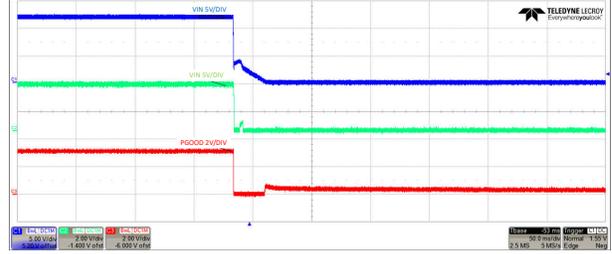


图 3-7. 关断



图 3-8. 同步和交错。空载

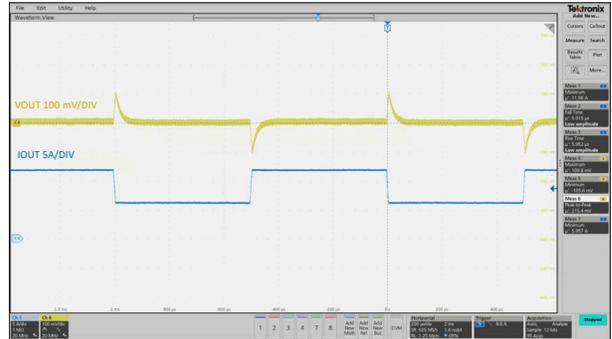


图 3-9. 负载瞬态，6A 至 12A

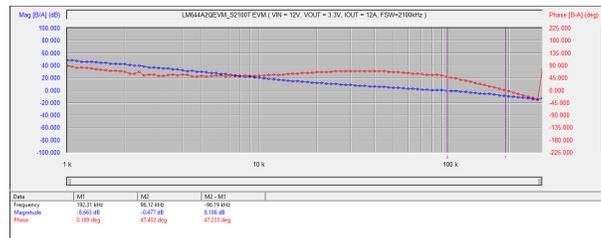
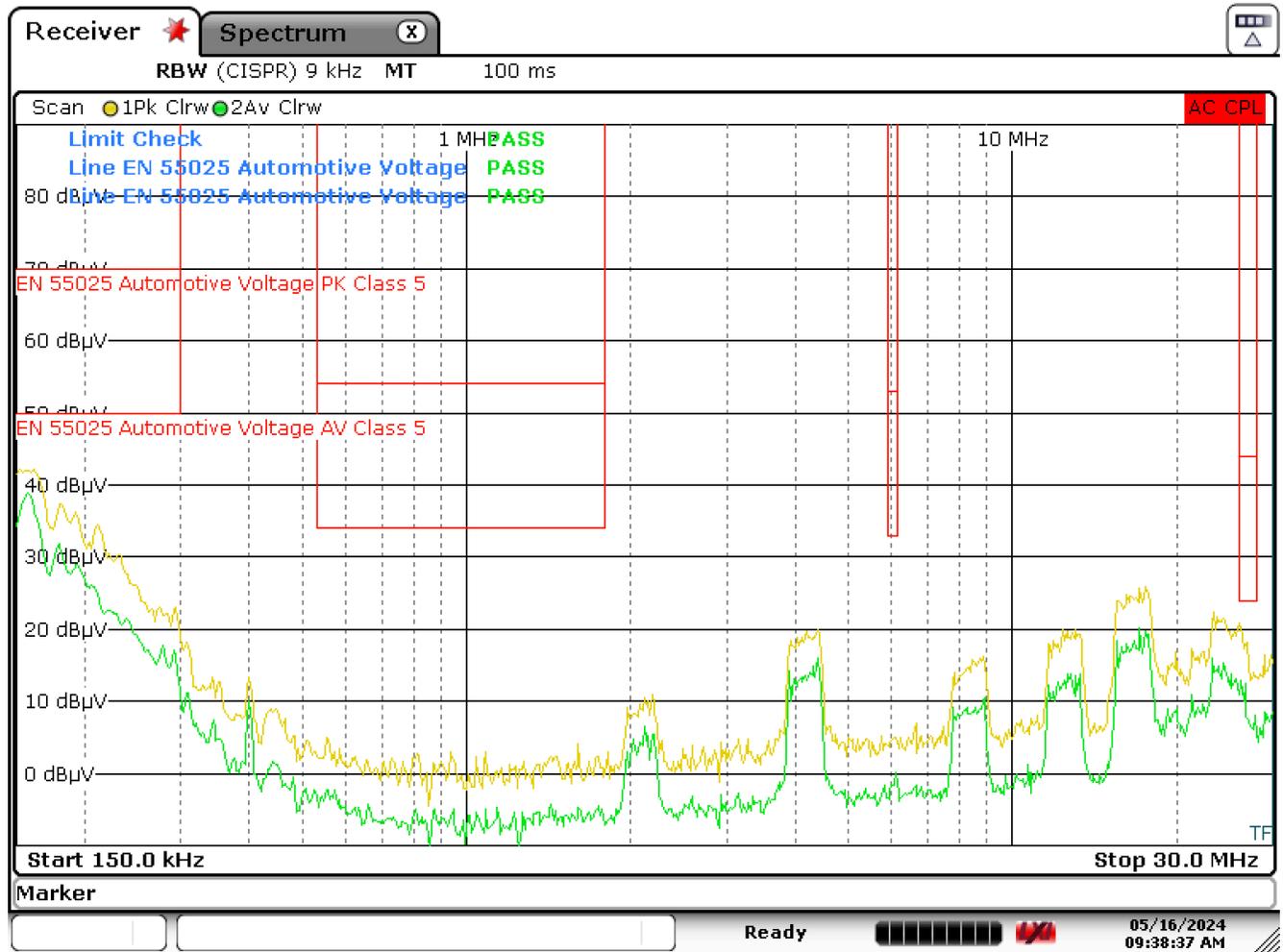


图 3-10. 波特图，VIN = 12V

### 3.1.3 EMI 性能

VIN = 12V , VOUT = 3.3V , IOU = 12A , 启用展频。



Date: 16.MAY.2024 09:38:38

图 3-11. CISPR 25 传导发射 : 150kHz 至 30MHz

### 3.1.4 热性能

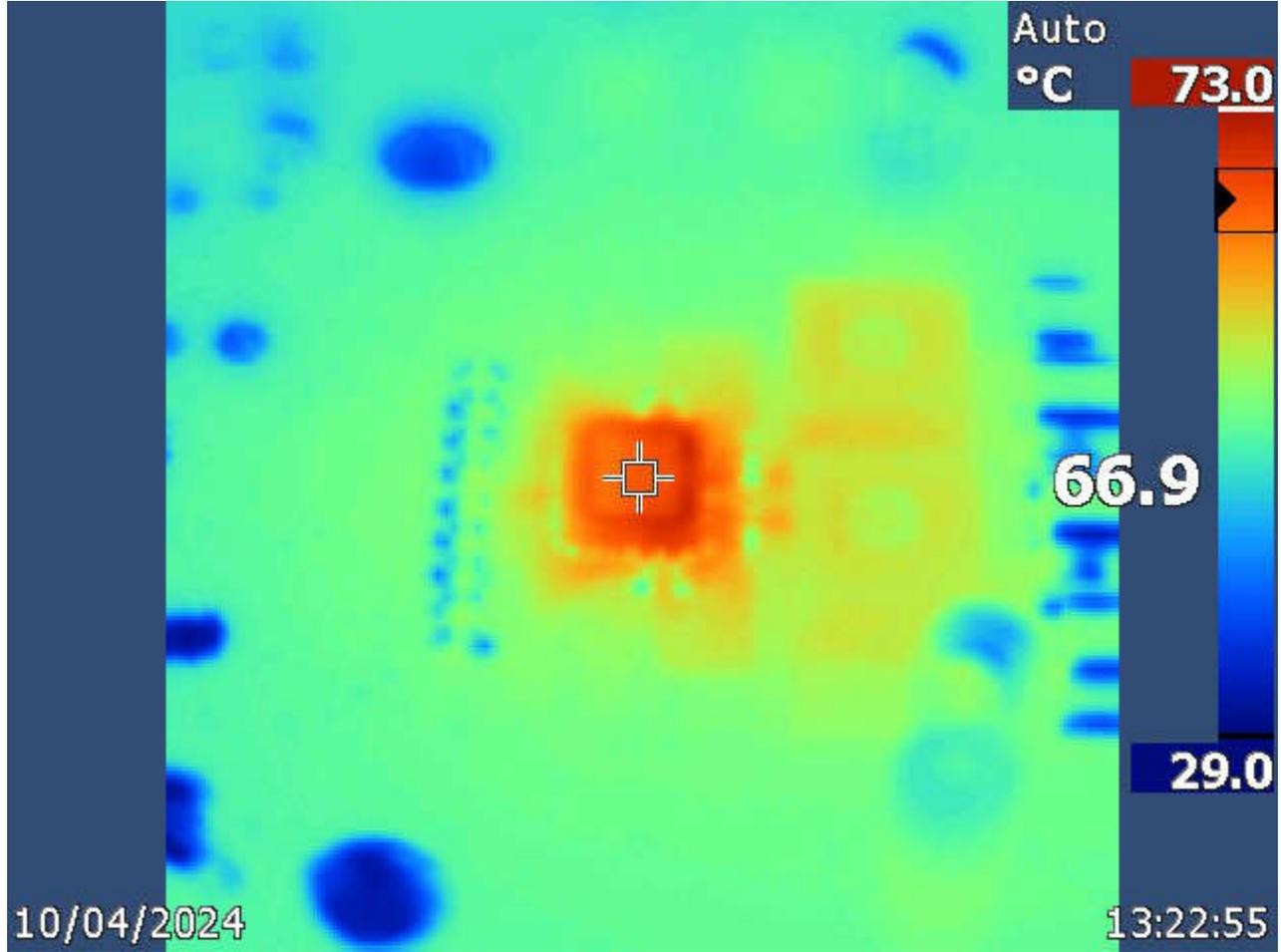


图 3-12. 13.5VIN 至 3.3VOUT、8A CC 负载、2.2MHz 运行顶部外壳温度

## 4 硬件设计文件

### 4.1 原理图

图 4-1 展示了 EVM 原理图。

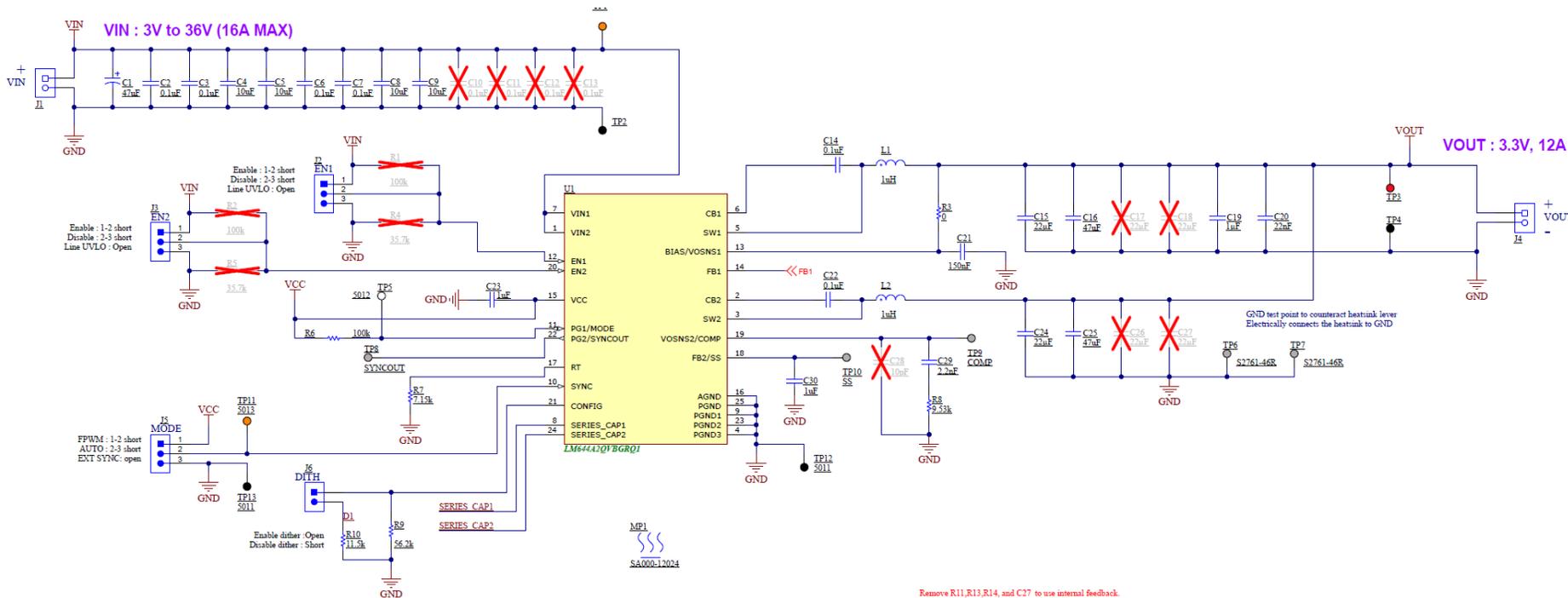


图 4-1. EVM 原理图

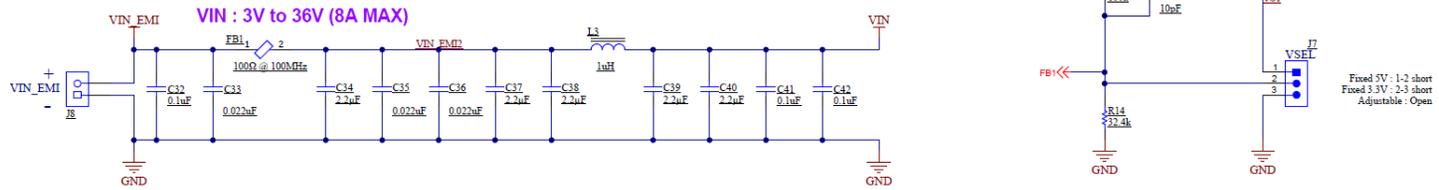


图 4-2. EVM 原理图

## 4.2 PCB 布局

该 PCB 为 62 密耳标准厚度，所有层均为 2 盎司覆铜。

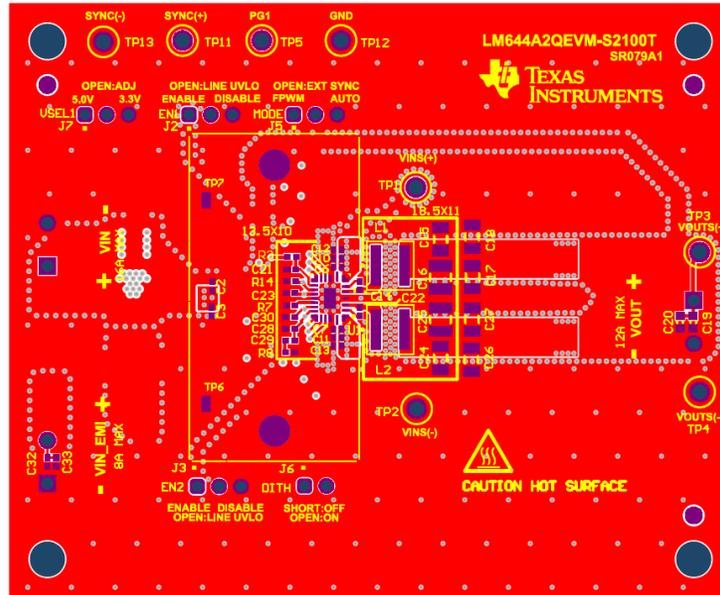


图 4-3. 顶部元件视图

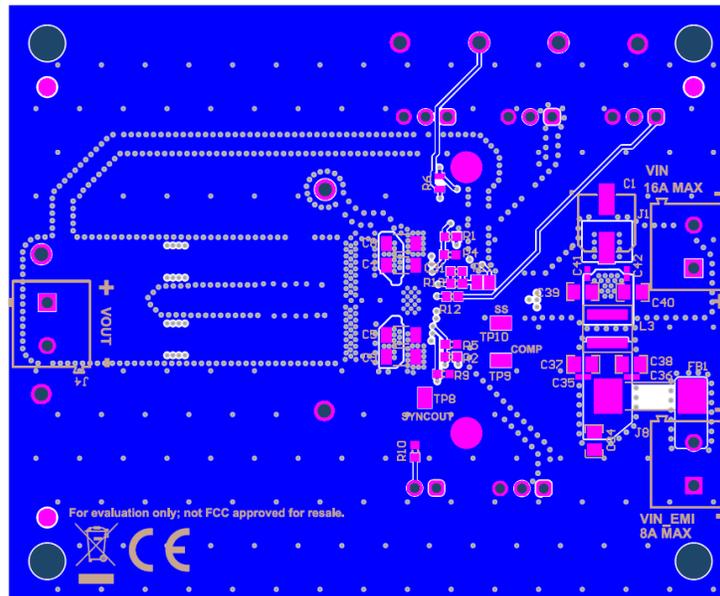


图 4-4. 底部元件视图

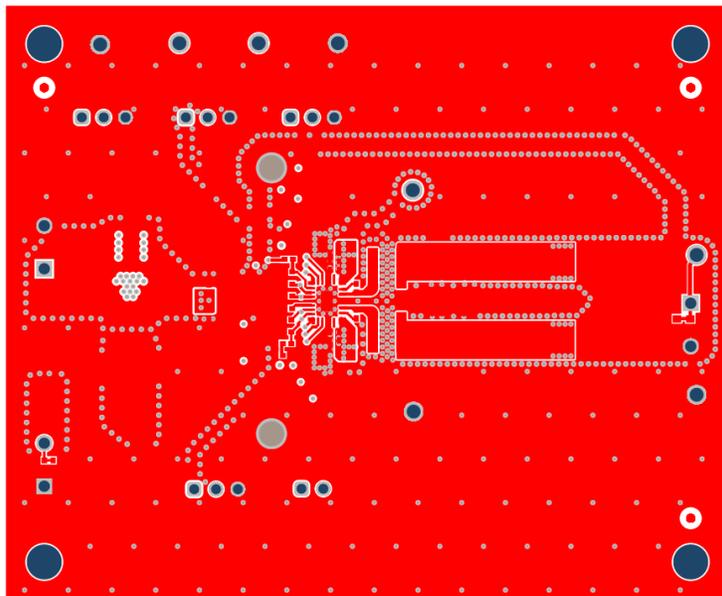


图 4-5. 顶部铜层

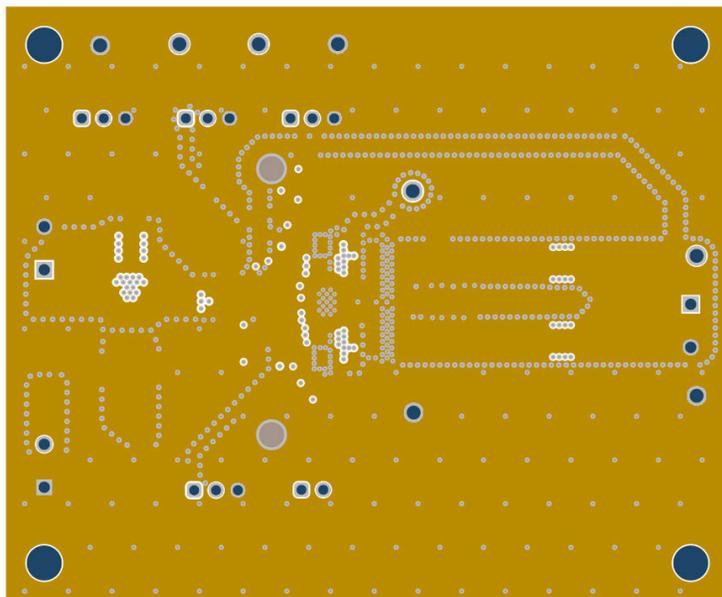


图 4-6. 第 2 层覆铜

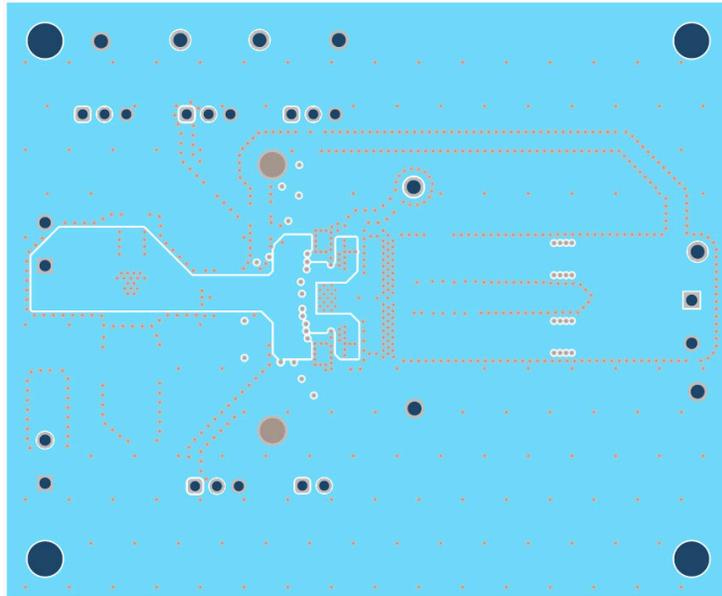


图 4-7. 第 3 层覆铜

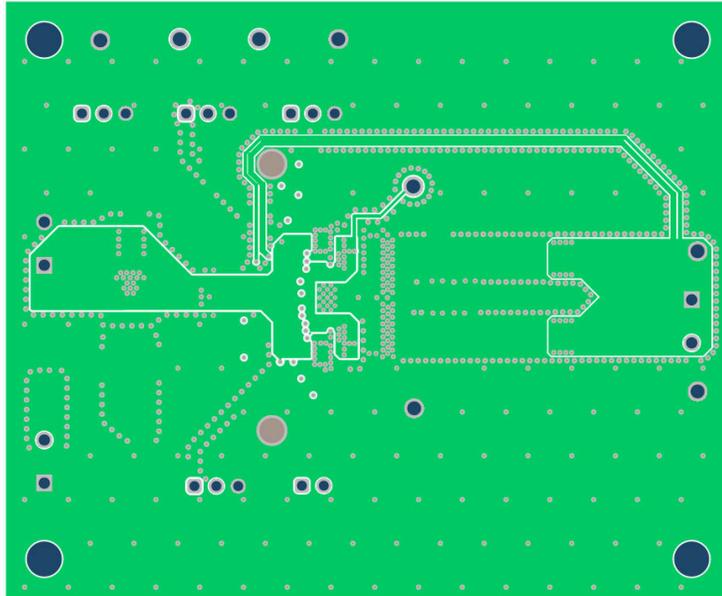


图 4-8. 第 4 层覆铜

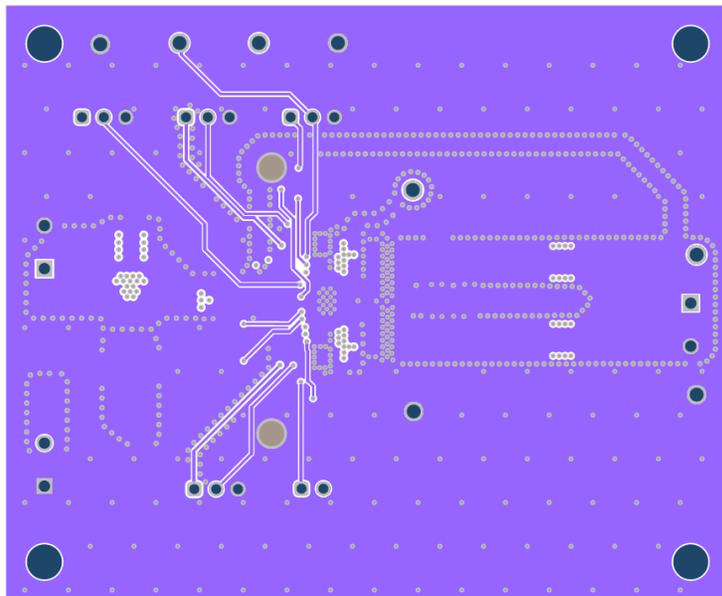


图 4-9. 第 5 层覆铜

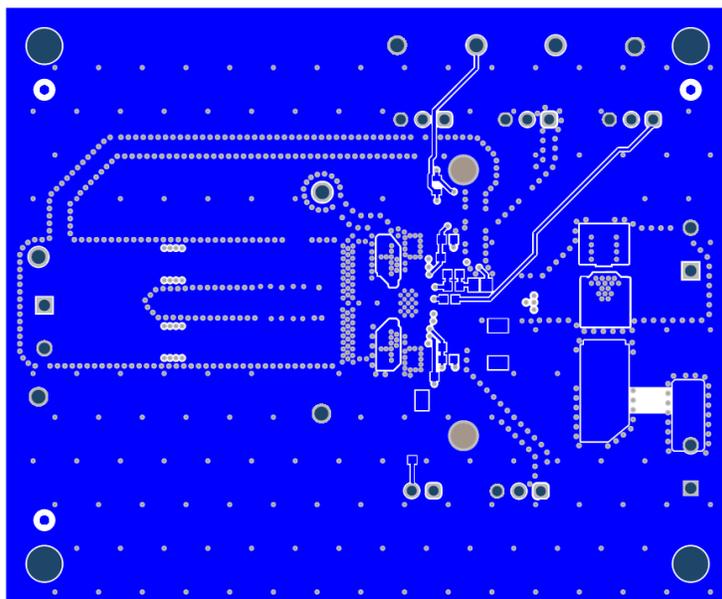


图 4-10. 底部铜层 (顶视图)

### 4.3 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	封装参考
SH-J1、SH-J2、SH-J3、SH-J4	5		单操作 2.54mm 间距开顶跳线插座	M7582-05	Harwin	单操作 2.54mm 间距开顶跳线插座
C1	1	47 $\mu$ F	电容器, 铝制, 47 $\mu$ F, 50V, +/-20%, SMD	865080645012	Wurth Elektronik	D6.3xL7.7mm
C2、C3、C6、C7、C32、C41、C42	7	0.1 $\mu$ F	电容器, 陶瓷, 0.1 $\mu$ F, 50V, +/-10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 0402	GCM155R71H104KE02D	MuRata	0402
C4、C5、C8、C9	4	10 $\mu$ F	电容器, 陶瓷, 10 $\mu$ F, 50V, +/-10%, X7R, 1206	CL31B106KBHNNNE	Samsung	1206
C14、C22	2	0.1 $\mu$ F	电容器, 陶瓷, 0.1 $\mu$ F, 16V, +/-10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 0402	C0402C104K4RACAUTO	Kemet	0402
C15、C24	2	22 $\mu$ F	电容, 陶瓷, 22 $\mu$ F, 16V, +/-20%, X7S, 1206	GRM31CC71C226ME11L	MuRata	1206
C16、C25	2	47 $\mu$ F	电容器, 陶瓷, 47 $\mu$ F, 10V, +/-20%, X7R, 1210	GRM32ER71A476ME15L	MuRata	1210
C19	1	1 $\mu$ F	电容, 陶瓷, 1 $\mu$ F, 25V, +/-10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 0603	GCM188R71E105KA64D	MuRata	0603
C20	1	0.022 $\mu$ F	电容, 陶瓷, 0.022 $\mu$ F, 50V, +/-10%, X7R, 0603	C0603C223K5RACTU	Kemet	0603
C21	1	0.15 $\mu$ F	电容, 陶瓷, 0.15 $\mu$ F, 16V, +/-10%, X7R, 0402	GRM155R71C154KA12D	MuRata	0402
C23、C30	2	1 $\mu$ F	电容器, 陶瓷, 1 $\mu$ F, 16V, +/-10%, X6S, 0402	C1005X6S1C105K050BC	TDK	0402
C29	1	2200pF	电容, 陶瓷, 2200pF, 50V, +/-10%, X7R, 0402	GRM155R71H222KA01D	MuRata	0402
C31	1	10pF	电容, 陶瓷, 10pF, 100V, +/-5%, C0G/NP0, 0603	885012006073	Wurth Elektronik	0603
C33、C35、C36	3	0.022 $\mu$ F	电容器, 陶瓷, 0.022 $\mu$ F, 50V, +/-10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 0402	CGA2B3X7R1H223K050BB	TDK	0402
C34、C37、C38、C39、C40	5	2.2 $\mu$ F	电容, 陶瓷, 2.2 $\mu$ F, 50V, +/-20%, X7R, 0805	C2012X7R1H225M125AC	TDK	0805

表 4-1. 物料清单 (续)

位号	数量	值	说明	器件型号	制造商	封装参考
FB1	1		一个 100 $\Omega$ 、100MHz 的电源线铁氧体磁珠 3312 ( 8531 公制 ) 10A 4m $\Omega$	78279225101	Würth Electronics	3312
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	螺钉
H5、H6、H7、H8	4		六角螺柱, 0.5"L #4-40 尼龙	1902C	Keystone	螺柱
J1、J4、J8	3		端子块, 5mm, 2x1, 锡, TH	691 101 710 002	Würth Elektronik	端子块, 5mm, 2x1, TH
J2、J3、J5、J7	4		接头, 2.54mm, 3x1, 金, TH	61300311121	Würth Elektronik	接头, 2.54mm, 3x1, TH
J6	1		接头, 2.54mm, 2x1, 金, TH	61300211121	Würth Elektronik	接头, 2.54mm, 2x1, TH
L1、L2	2	1uH	屏蔽功率电感器, 1uH, 20%, 17.8A IRMS, 最大 5.8m $\Omega$ DCR, AECQ200 1 级, 5.28mm x 5.48mm x 3.1mm	XGL5030-102MEC	Coilcraft	SMT_IND_5MM28_5MM48
L3	1		电感器, 屏蔽, 复合, 1.0H, 16.9A, 0.0084 $\Omega$ , AEC-Q200 1 级	XEL5030-102MEB	Coilcraft	SMT_5MM28_5MM48
MP1	1		顶部安装铝散热器	SA000-12024	Sunon	散热器
R3	1	0	电阻, 0, 5%, 0.063W, 0402	RC0402JR-070RL	Yageo America	0402
R6	1	100k	电阻, 100k, 1%, 0.1W, 0603	RC0603FR-07100KL	Yageo	0603
R7	1	7.15k	电阻, 7.15k, 1%, 0.063W, AEC-Q200 0 级, 0402	CRCW04027K15FKED	Vishay-Dale	0402
R8	1	9.53k	电阻, 9.53k, 1%, 0.063W, AEC-Q200 0 级, 0402	CRCW04029K53FKED	Vishay-Dale	0402
R9	1	56.2k	电阻, 56.2k, 1%, 0.1W, 0603	RC0603FR-0756K2L	Yageo	0603
R10	1	11.5k	电阻, 11.5k, 1%, 0.1W, 0603	RC0603FR-0711K5L	Yageo	0603
R11	1	49.9	电阻, 49.9, 1%, 0.125W, AEC-Q200 0 级, 0805	CRCW080549R9FKEA	Vishay-Dale	0805
R12	1	10.0k	电阻, 10.0k, 1%, 0.1W, 0603	RC0603FR-0710KL	Yageo	0603
R13	1	100k	电阻, 100k, 0.1%, 0.1W, AEC-Q200 1 级, 0603	TNPW0603100KBEEA	Vishay-Dale	0603
R14	1	32.4k	电阻, 32.4k, 1%, 0.063W, AEC-Q200 0 级, 0402	CRCW040232K4FKED	Vishay-Dale	0402
TP1、TP11	2		测试点, 通用, 橙色, TH	5013	Keystone Electronics	橙色通用测试点

表 4-1. 物料清单 (续)

位号	数量	值	说明	器件型号	制造商	封装参考
TP2、TP4、TP12、TP13	4		测试点, 通用, 黑色, TH	5011	Keystone Electronics	黑色通用测试点
TP3	1		测试点, 通用, 红色, TH	5010	Keystone Electronics	红色通用测试点
TP5	1		测试点, 通用, 白色, TH	5012	Keystone Electronics	白色通用测试点
TP6、TP7	2		本色 PC 测试点, 黄铜, SMT	S2761-46R	Harwin	本色 PC 测试点, 黄铜, SMT
TP8、TP9、TP10	3		测试点, SMT	S2751-46R	Harwin	测试点, SMT
U1	1		针对功率密度和低 EMI 进行优化的 3V 至 36V、低 IQ、双通道汽车级降压转换器	LM644A2QVBGRQ1	德州仪器 (TI)	WQFN-FCRL24
C10、C11、C12、C13	0	0.1 $\mu$ F	电容器, 陶瓷, 0.1 $\mu$ F, 50V, +/-10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 0402	GCM155R71H104KE02D	MuRata	0402
C17、C18、C26、C27	0	22 $\mu$ F	电容, 陶瓷, 22 $\mu$ F, 16V, +/-20%, X7S, 1206	GRM31CC71C226ME11L	MuRata	1206
C28	0	10pF	电容, 陶瓷, 10pF, 50V, +/-5%, C0G/NP0, AEC-Q200 1 级, 0402	GCM1555C1H100JA16D	MuRata	0402
FID1、FID2、FID3	0		基准标记。没有需要购买或安装的元件。	不适用	不适用	不适用
R1、R2	0	100k	电阻, 100k, 1%, 0.1W, 0603	RC0603FR-07100KL	Yageo	0603
R4、R5	0	35.7k	电阻, 35.7k, 1%, 0.1W, 0603	RC0603FR-0735K7L	Yageo	0603

## 5 其他信息

### 5.1 商标

WEBENCH® is a registered trademark of Texas Instruments.  
所有商标均为其各自所有者的财产。

## 6 器件和文档支持

### 6.1 器件支持

#### 6.1.1 开发支持

相关开发支持请参阅以下资源：

- 有关 TI 的参考设计库，请访问 [TI Designs](#)。
- 有关 TI 的 WEBENCH 设计环境，请访问 [WEBENCH® 设计中心](#)。
- 要设计低 EMI 电源，请查看 TI 全面的 [EMI 培训系列](#)。
- 技术文章：
  - [器件级功能和封装选项如何帮助有效降低汽车设计中的 EMI](#)
  - [优化汽车设计中倒装芯片 IC 的热性能](#)

#### 6.1.1.1 使用 WEBENCH® 工具创建定制设计方案

[点击此处](#)，使用 LM644A2-Q1 器件并借助 WEBENCH® Power Designer 创建定制设计方案。

1. 首先键入输入电压 ( $V_{IN}$ )、输出电压 ( $V_{OUT}$ ) 和输出电流 ( $I_{OUT}$ ) 要求。
2. 使用优化器表盘，优化该设计的关键参数，如效率、占用空间和成本。
3. 将生成的设计与德州仪器 (TI) 其他可行的设计进行比较。

WEBENCH Power Designer 提供了定制原理图，并罗列了实时价格和元件供货情况的物料清单。

在多数情况下，可执行以下操作：

- 运行电气仿真，观察重要波形以及电路性能。
- 运行热性能仿真，了解电路板热性能。
- 将定制原理图和布局方案以常用 CAD 格式导出。
- 打印设计方案的 PDF 报告并与同事共享。

有关 WEBENCH 工具的更多信息，请访问 [www.ti.com/WEBENCH](http://www.ti.com/WEBENCH)。

### 6.2 文档支持

#### 6.2.1 相关文档

请参阅以下相关文档：

- 德州仪器 (TI)，[有关直流/直流稳压器 EMI 的工程师指南](#) 电子书
- 德州仪器 (TI)，[EMI 滤波器组件及其针对汽车直流/直流稳压器的非理想因素](#) 技术简报
- 德州仪器 (TI)，[设计高性能、低 EMI 的汽车电源](#) 应用报告
- 德州仪器 (TI)，[AN-2020 热设计：学会洞察先机，不做事后诸葛](#) 应用报告
- 德州仪器 (TI)，[AN-2162：轻松抑制直流/直流转换器中的传导 EMI](#) 应用报告
- 德州仪器 (TI)，[采用直流/直流电源模块的实用性热设计](#) 应用报告

## 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 © 2024，德州仪器 (TI) 公司