



摘要

TLVM13610 同步降压电源模块具有 3V 至 36V 的输入工作电压范围和高达 8A 的额定输出电流，可为各种应用提供灵活性、可扩展性和优化的解决方案尺寸。通过集成功率 MOSFET、降压电感器和 PWM 控制器，这些模块可实现具有高密度、低 EMI 和更简化设计的直流/直流解决方案。

表 1-1. TLVM13610 同步降压直流/直流电源模块系列

直流/直流模块	额定值 I _{OUT}	封装	尺寸	特性	降低 EMI
TLVM13610	8A	B3-QFN (22)	6.5 × 7.5 (mm)	RT 调节的 F _{SW}	压摆率控制、集成输入、VCC 和启动电容器

TLVM13610EVM 使用 TLVM13610 易于使用的同步降压模块 IC，其输出电压范围为 1V 至 9V，输出电流高达 8A。EVM 的默认输出电压设置为 5V，可通过跳线设置调节为 3.3V。

该解决方案支持可调节输入电压 UVLO，以满足应用特定的上电和断电要求，支持用于时序控制和输出电压监控的 PGOOD 指示器，并设置为 AUTO 模式，以便在轻负载应用中实现高效率。

内容

1 高密度 EVM 说明	4
1.1 典型应用.....	4
2 测试装置和过程	5
2.1 EVM 连接.....	5
2.2 EVM 设置.....	6
2.3 测试设备.....	7
2.4 建议的测试设置.....	7
2.5 测试步骤.....	7
3 测试数据和性能曲线	8
3.1 效率和负载调节能性.....	8
3.2 波形.....	9
3.3 波特图.....	10
3.4 EMI 性能.....	12
4 EVM 文档	13
4.1 原理图.....	13
4.2 物料清单.....	14
4.3 PCB 布局.....	16
4.4 多层叠.....	18
5 器件和文档支持	19
5.1 器件支持.....	19
5.2 文档支持.....	19

插图清单

图 2-1. EVM 测试设置.....	5
图 3-1. 效率, $V_{OUT} = 5V$, $F_{SW} = 1MHz$, 自动模式.....	8
图 3-2. 负载调节, $V_{OUT} = 5V$, $F_{SW} = 1MHz$, 自动模式.....	8
图 3-3. 效率, $V_{OUT} = 3.3V$, $F_{SW} = 1MHz$, 自动模式.....	8
图 3-4. 负载调节, $V_{OUT} = 3.3V$, $F_{SW} = 1MHz$, 自动模式.....	8
图 3-5. 启动至 $V_{IN} = 24V$	9
图 3-6. 关断.....	9
图 3-7. 使能开关.....	9
图 3-8. 瞬态负载, 在 $1A/\mu s$ 下为 $4A$ 至 $8A$	9
图 3-9. 红外热感图像 $V_{IN} = 12V$ 、 $V_{OUT} = 5V$	9
图 3-10. 红外热感图像 $V_{IN} = 24V$ 、 $V_{OUT} = 5V$	9
图 3-11. 红外热感图像 $V_{IN} = 12V$ 、 $V_{OUT} = 3.3V$	10
图 3-12. 红外热感图像 $V_{IN} = 24V$ 、 $V_{OUT} = 3.3V$	10
图 3-13. 具有四个 $47\mu F$ 、 $16V$ 输出电容器的波特图 ($110\mu F$ 在 $5VDC$ 、 $25^{\circ}C$ 时有效).....	10
图 3-14. 输出电容电压降额曲线.....	11
图 3-15. CISPR 11/32 B 类传导发射: $V_{IN} = 24V$, SPSP 开启.....	12
图 3-16. 符合 CISPR 11 B 类辐射发射限制: $V_{IN} = 24V$, SPSP 开启.....	12
图 4-1. EVM 原理图.....	13
图 4-2. 3D 顶视图.....	16
图 4-3. 3D 底视图.....	16
图 4-4. 顶部铜层.....	17
图 4-5. 第 2 层覆铜.....	17
图 4-6. 第 3 层覆铜.....	18
图 4-7. 底部铜层 (顶视图).....	18
图 4-8. 层堆叠.....	18

表格清单

表 1-1. TLVM13610 同步降压直流/直流电源模块系列.....	1
表 2-1. EVM 电源接头.....	5
表 2-2. EVM 信号接头.....	5
表 4-1. 元件 BOM.....	14

商标

HotRod™ is a trademark of Texas Instruments.

WEBENCH® is a registered trademark of Texas Instruments.

所有商标均为其各自所有者的财产。

1 高密度 EVM 说明

TLVM13610EVM 具有 TLVM13610 同步降压电源模块，配置为在典型的 3V 至 36V 输入总线应用中运行。这种宽 V_{IN} 范围的直流/直流解决方案提供了超大的额定电压和运行裕度，可承受电源轨电压瞬变。

可使用配置跳线将输出电压设置为 3.3V 或 5V，并且开关频率可分别设置为五个常用值 (400kHz、700kHz、1MHz、1.4MHz 和 2.2MHz) 中的一个。此外，EVM 的背面还有一个电阻占位符封装，允许在五个跳线设置之外调整开关频率。

该 EVM 提供器件的完整 8A 输出电流额定值。选定的输入和输出电容器可在 EVM 上提供完整的输入电压范围和所需的输出电压，可从多个元件供应商处获得。输入和输出电压检测端子和测试点接头有助于测量以下内容：

- 效率和功率耗散
- 线路和负载调节
- 负载瞬态响应
- 使能开/关
- 波特图 (交叉频率和相位裕度)

PCB 布局可更大幅度地提高热性能并降低输出波纹和噪声。

1.1 典型应用

- [测试和测量](#)以及[航天和国防](#)
- [工厂自动化和控制](#)、[电力输送](#)
- 需要负输出电压的[反相降压/升压 \(IBB\) 电路](#)

2 测试装置和过程

2.1 EVM 连接

参考表 2-1 中描述的 EVM 接头，使用图 2-1 中推荐的测试装置评估 TLVM13610。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。

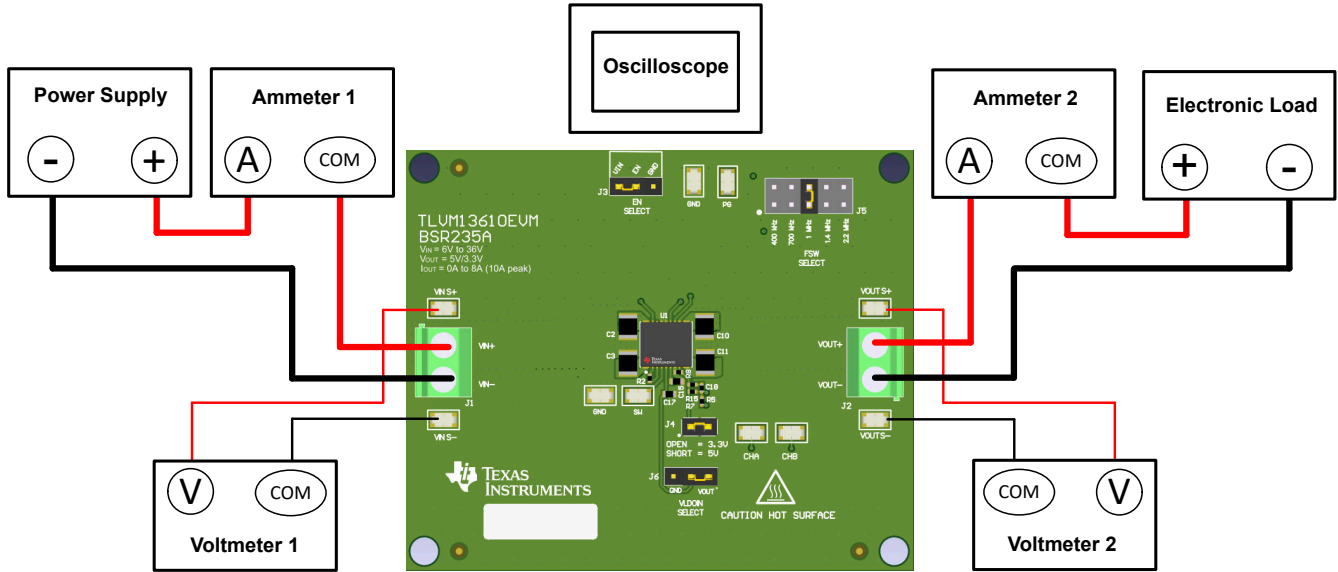


图 2-1. EVM 测试设置

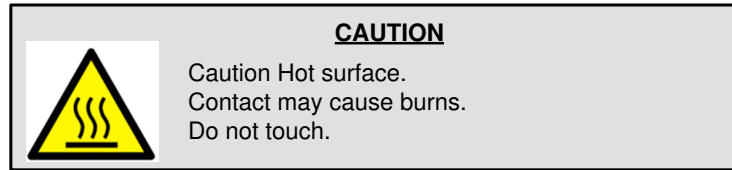


表 2-1. EVM 电源接头

标签	说明
VIN+	正输入电源连接
VIN-	负输入电源连接
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
VIN S+	正极输入感应端子。连接万用表正极引线，以测量效率。
VIN S-	负极输入感应端子。连接万用表负极引线，以测量效率。
VOUT S+	正极输出感应端子。连接万用表正极引线，以测量效率以及线路和负载调节。
VOUT S-	负极输出感应端子。连接万用表负极引线，以测量效率以及线路和负载调节。
GND	接地参考点
SW	开关节点监控器输出
EN	精密使能输入和输入电压 UVLO 保护。将 EN 连接到 GND，以禁用稳压器。使用逻辑信号控制 EN，以实现远程开和关功能。让 EN 开路，以使 UVLO 开启阈值设置为 6 V。

表 2-2. EVM 信号接头 (continued)

标签	说明
PG	电源正常监视器输出。PG 是一个带有 100k Ω 上拉电阻到 VOUT 的开漏标志。
CHA、CHB	波特图测量和信号注入。从 CHA 到 CHB 的 10 Ω 电阻有助于为波特图测量注入振荡器信号。移除跳线并在 CHA 和 CHB 之间施加扫频信号，同时测量每个端子的相应响应以进行环路增益测量。

2.2 EVM 设置

- 使用位于电源端子块附近的 VIN S+ 和 VIN S- 测试点以及 VOUT S+ 和 VOUT S- 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。
- **VOUT SELECT** 接头 (J4) 允许选择 3.3V 或 5V。在为 EVM 供电之前，确保存在跳线并正确定位预期的输出电压。请务必在更改跳线设置之前移除输入电源。
- **FSW SELECT** 接头 (J5) 允许选择适合的开关频率：
 - 400kHz
 - 700kHz
 - 1 MHz
 - 1.4 MHz
 - 2.2 MHz

在向 EVM 供电之前，请确保已在合适的位置放置了跳线，以获得所需开关频率。请务必在更改跳线设置之前移除输入电源。

2.3 测试设备

电压源：输入电压源 V_{IN} 必须能够提供 6A 的 36V 可变直流电源。

万用表：

- **电压表 1：**测量 $V_{IN} S+$ 至 $V_{IN} S-$ 的输入电压。
- **电压表 2：**测量 $V_{OUT} S+$ 至 $V_{OUT} S-$ 的输出电压。
- **电流表 1：**测量输入电流。将电流表设置为具有 1 秒的孔径时间。
- **电流表 2：**测量输出电流。将电流表设置为具有 1 秒的孔径时间。

电子负载：使用设置为恒定电阻 (CR) 或恒定电流 (CC) 模式的电子负载，并且能够支持 0ADC 到 6ADC。对于空载输入电流测量，请断开电子负载，因为它会消耗少量剩余电流。

示波器：将示波器带宽设置为 20MHz 并采用交流耦合模式，使用示波器探头通常提供的短接地引线直接测量输出电容器两端的输出电压纹波。将示波器探头尖端放在输出电容器的正极端子上，通过接地引线将探头的接地筒形连接器固定到电容器的负极端子。TI 不建议使用长引线接地，因为这会在接地回路很大时引起额外的噪声。若要测量其他波形，请根据需要调整示波器。

安全性：在接触任何可能带电或通电的电路时，请务必小心。

2.4 建议的测试设置

2.4.1 输入接头

- 在连接直流输入源之前，将输入电源的电流限制设置为最大 0.1A。确保输入源最初设置为 0V 并连接到 V_{IN+} 和 V_{IN-} 连接点，如图 2-1 所示。
- 在 $V_{IN} S+$ 和 $V_{IN} S-$ 连接点上连接电压表 1，以测量输入电压。
- 连接电流表 1，以测量输入电流，并将其设置为具有至少 0.1 秒的孔径时间。

2.4.2 输出接头

- 将电子负载连接到 V_{OUT+} 和 V_{OUT-} 连接，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。
- 在 $V_{OUT} S+$ 和 $V_{OUT} S-$ 检测点上连接电压表 2，以测量输出电压。
- 连接电流表 2，以测量输出电流。

2.5 测试步骤

2.5.1 线路与负载调节和效率

- 按照 [测试设置和程序](#) 中的描述设置 EVM。
- 将负载设置为恒阻或恒流模式并具有 0A 的灌电流。
- 将输入源电压从 0V 增加到 24V；使用电压表 1 测量输入电压。
- 将输入电源的电流限值增加到 8 A。
- 使用电压表 2 测量输出电压 V_{OUT} ，并将负载电流从 0A 更改为 8A 直流； V_{OUT} 必须保持在负载调节规格之内。
- 将负载电流设置为 4A (50% 额定负载) 并将输入源电压从 6 V 更改为 36 V； V_{OUT} 必须保持在线路调节规格之内。
- 将负载电流设置为 8 A (100% 额定负载) 并测量典型输入电压 (12V、24V 和 36 V) 下的效率。
- 将负载降低至 0A。将输入源电压降低至 0V。

CAUTION

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，直到充分冷却为止。

3 测试数据和性能曲线

实际性能数据可能会受到测量技术和环境变量的影响，因此这些曲线仅供参考，并可能与实际现场测量结果有所不同。除非另有指明，否则 $V_{IN} = 24V$ ， $V_{OUT} = 5V$ ， $I_{OUT} = 8A$ 且 $F_{SW} = 1MHz$ 。

3.1 效率和负载调节性能

本节提供 EVM 的效率和负载调节图。

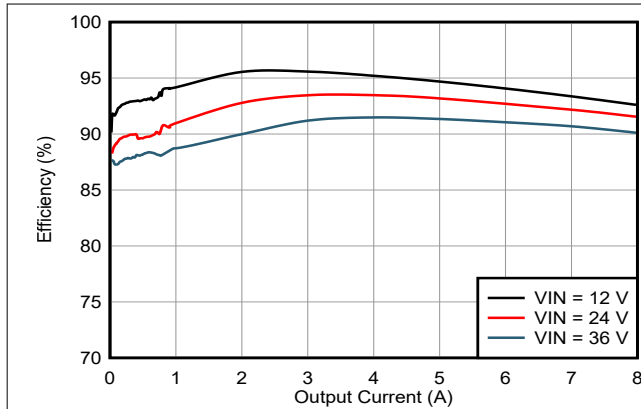


图 3-1. 效率， $V_{OUT} = 5V$ ， $F_{SW} = 1MHz$ ，自动模式

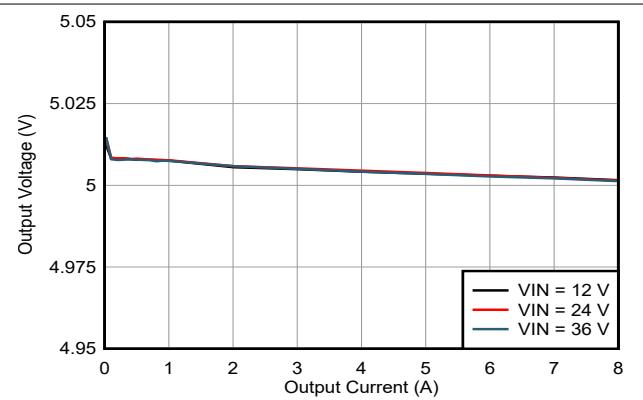


图 3-2. 负载调节， $V_{OUT} = 5V$ ， $F_{SW} = 1MHz$ ，自动模式

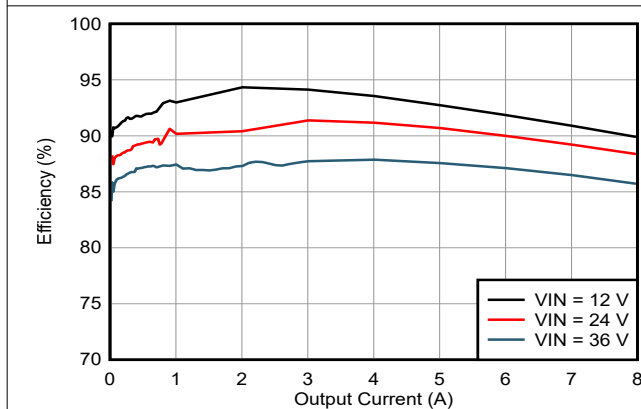


图 3-3. 效率， $V_{OUT} = 3.3V$ ， $F_{SW} = 1MHz$ ，自动模式

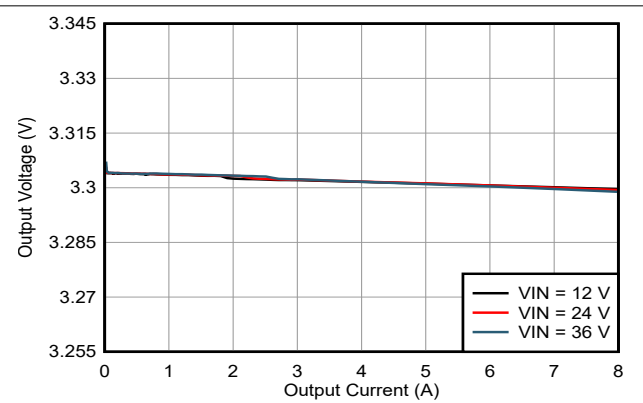


图 3-4. 负载调节， $V_{OUT} = 3.3V$ ， $F_{SW} = 1MHz$ ，自动模式

3.2 波形

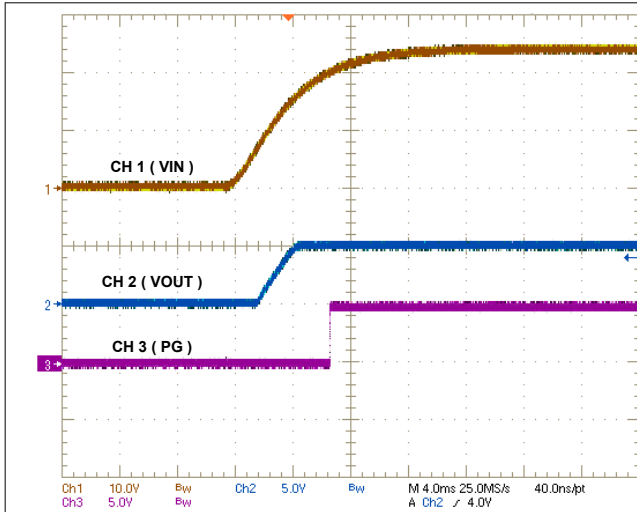


图 3-5. 启动至 $V_{IN} = 24V$

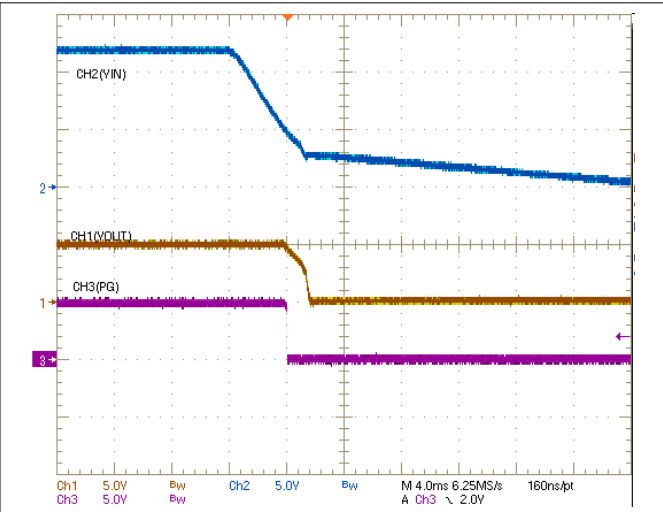


图 3-6. 关断

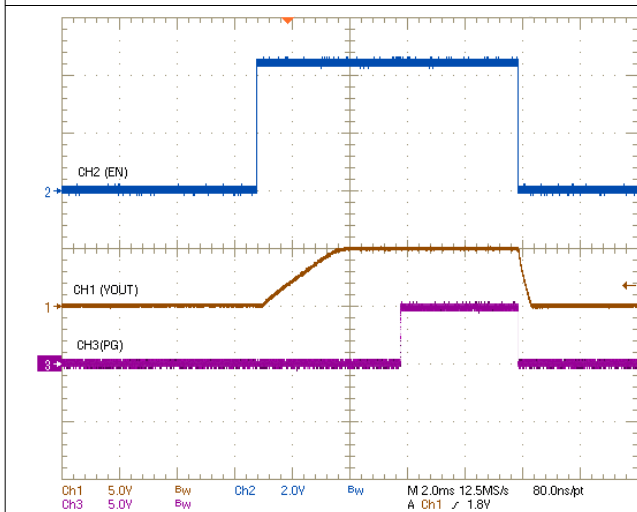


图 3-7. 使能开关

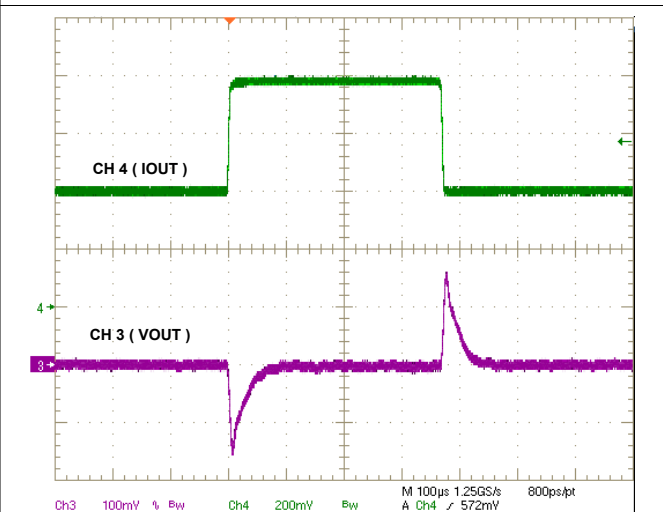


图 3-8. 瞬态负载，在 $1A/\mu s$ 下为 4 A 至 8 A

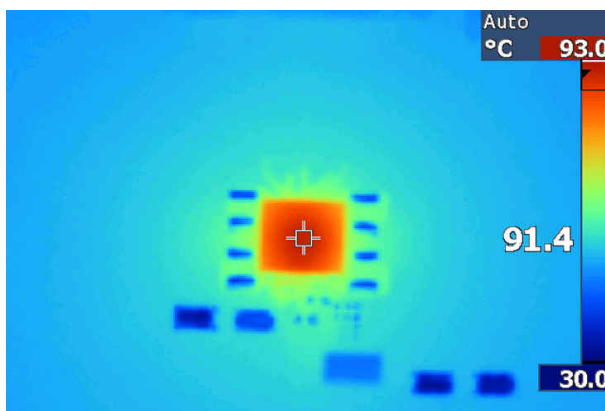


图 3-9. 红外热感图像 $V_{IN} = 12V$ 、 $V_{OUT} = 5V$

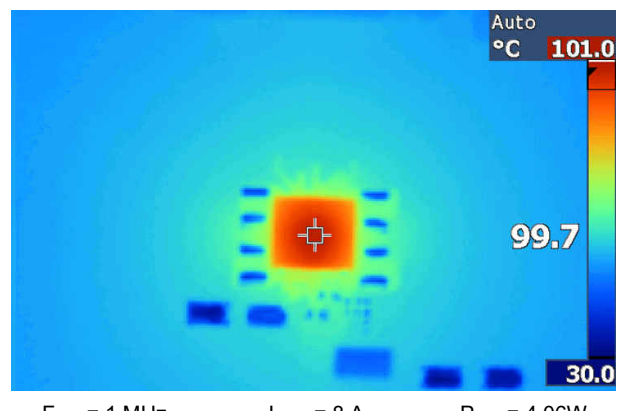
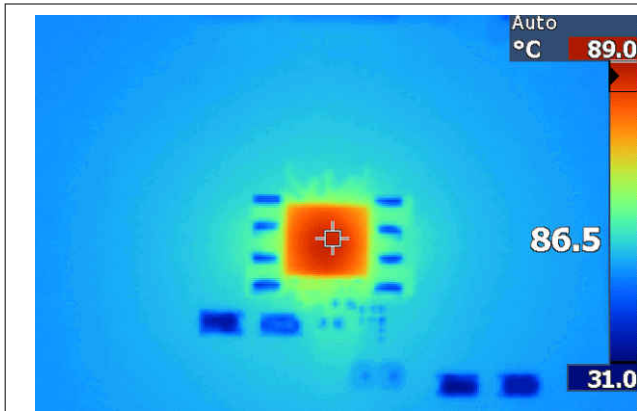
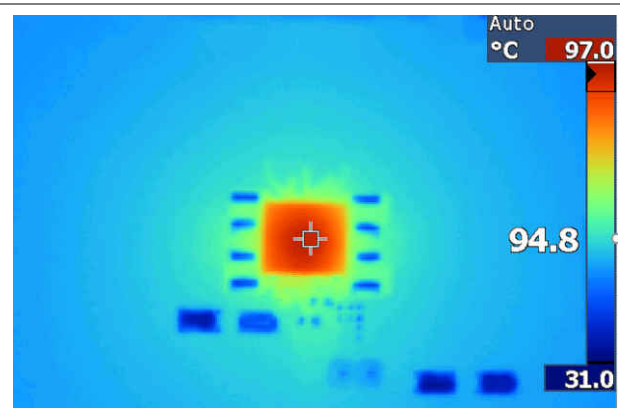


图 3-10. 红外热感图像 $V_{IN} = 24V$ 、 $V_{OUT} = 5V$



$F_{SW} = 1 \text{ MHz}$ $I_{OUT} = 8 \text{ A}$ $P_{DIS} = 3.27 \text{ W}$

图 3-11. 红外热感图像 $V_{IN} = 12\text{V}$ 、 $V_{OUT} = 3.3\text{V}$



$F_{SW} = 1 \text{ MHz}$ $I_{OUT} = 8 \text{ A}$ $P_{DIS} = 3.84 \text{ W}$

图 3-12. 红外热感图像 $V_{IN} = 24\text{V}$ 、 $V_{OUT} = 3.3\text{V}$

3.3 波特图

图 3-13 提供了 $V_{IN} = 24\text{V}$ 、 $V_{OUT} = 5\text{V}$ 、 $F_{SW} = 1\text{MHz}$ 且 $I_{OUT} = 8\text{A}$ 时的波特图。图 3-14 显示了 $47\mu\text{F}$ 、 16V 、X6S 输出电容器的典型电容与电压关系曲线，以突出显示陶瓷元件的有效电容值。请参阅物料清单中的元件详细信息。

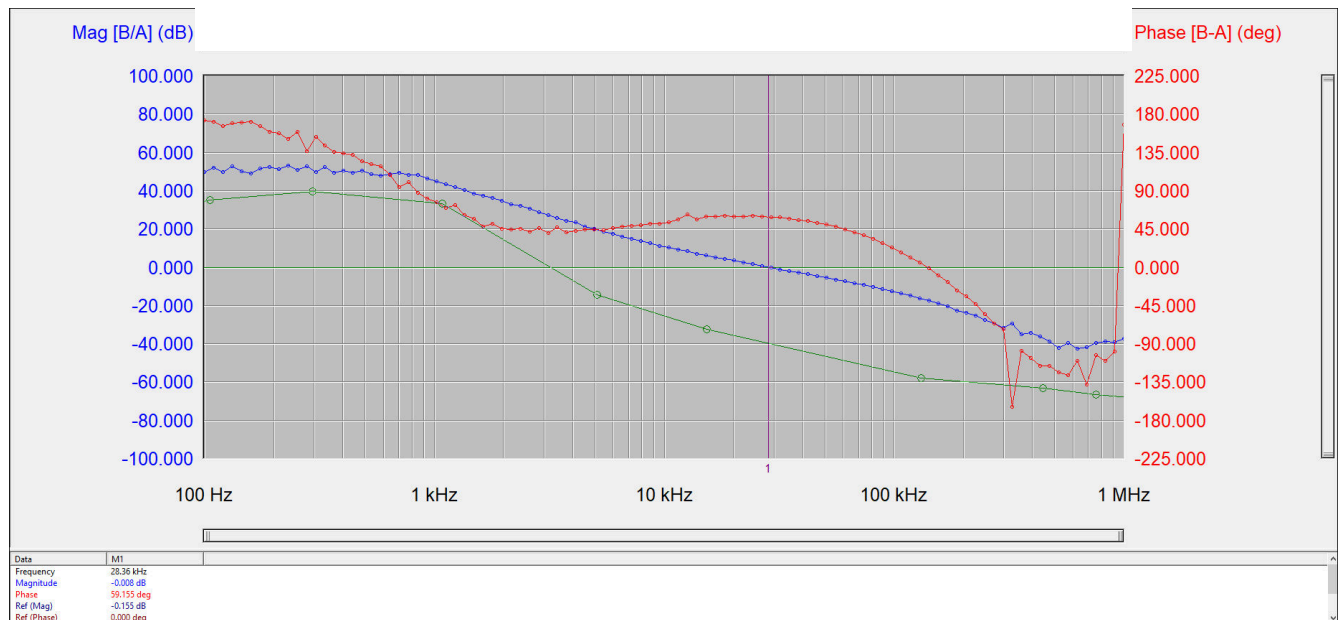


图 3-13. 具有四个 $47\mu\text{F}$ 、 16V 输出电容器的波特图 ($110\mu\text{F}$ 在 5VDC 、 25°C 时有效)

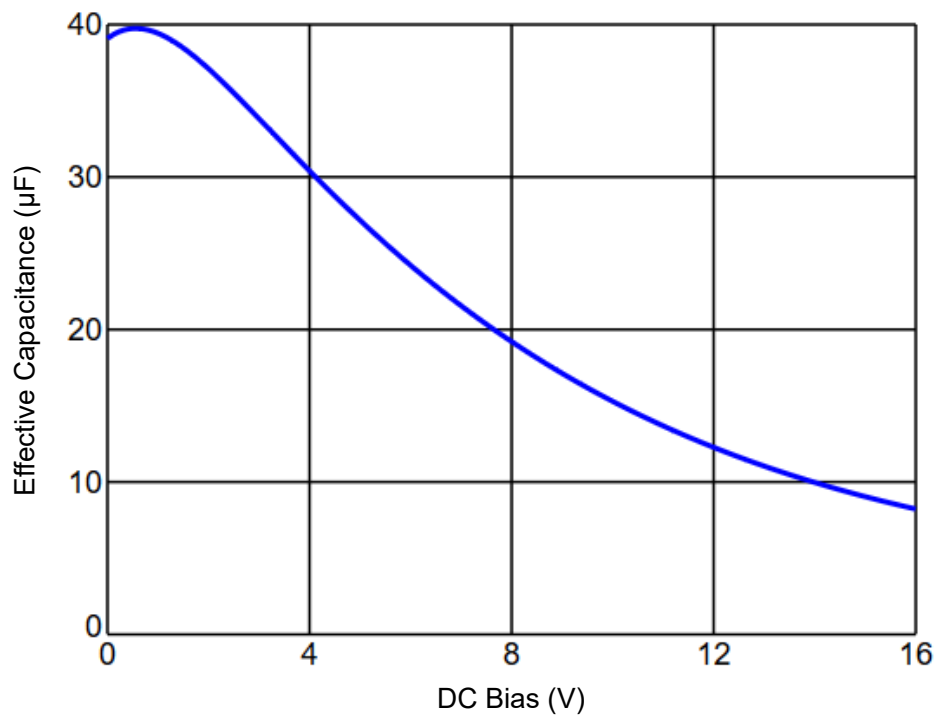
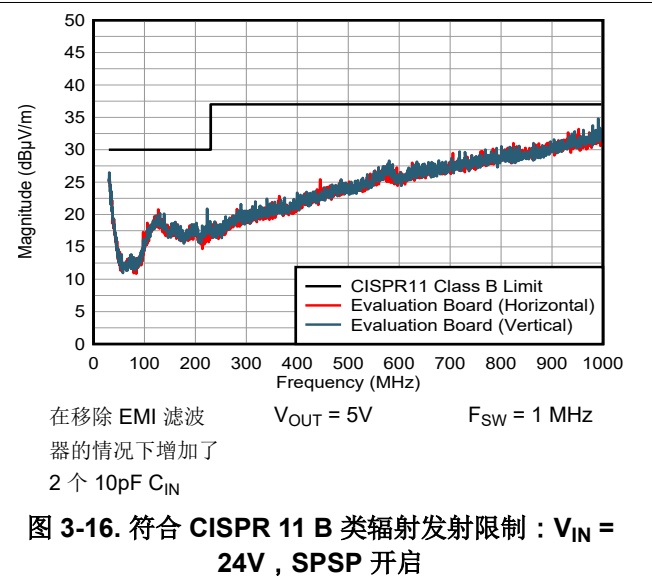
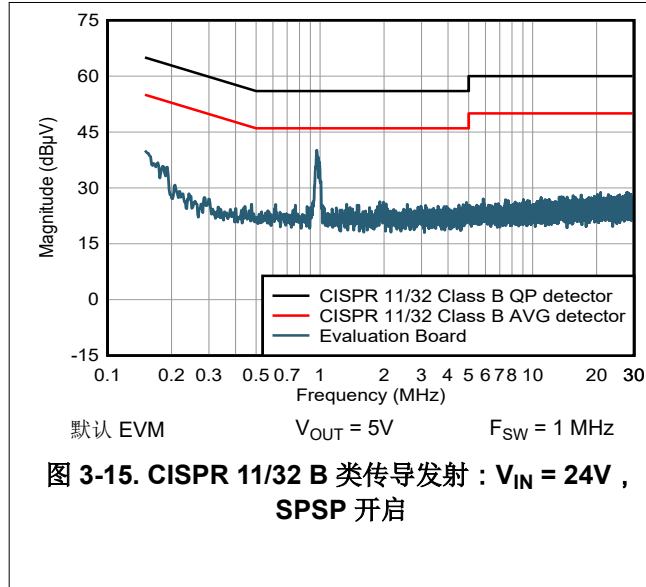


图 3-14. 输出电容电压降额曲线

3.4 EMI 性能

有关通过 CISPR 11/32 B 类传导发射的输入 EMI 滤波器的详细信息，请参阅 [原理图](#)和 [物料清单](#)。



4 EVM 文档

4.1 原理图

图 4-1 所示为 EVM 原理图。

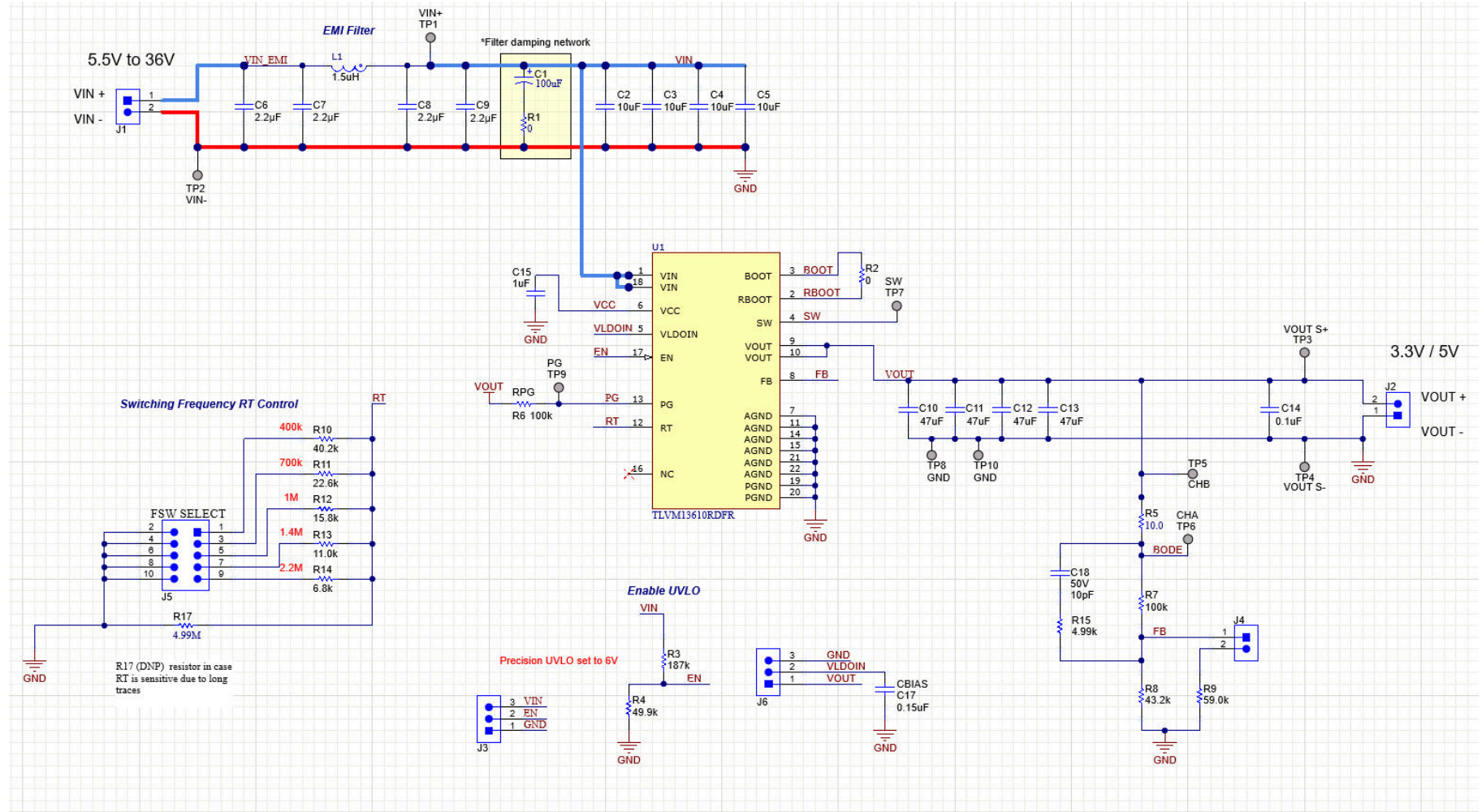


图 4-1. EVM 原理图

4.2 物料清单

表 4-1. 元件 BOM

参考设计	数量	值	说明	封装	零件编号	制造商
C1	1	100μF	电容, 铝, 100μF, 50V, 0.34 Ω	8x10	UUD1H101MNL1GS	Nichicon
C2、C3、C4、C5	4	10μF	电容, 陶瓷, 10μF, 50V, X7R	1210	GRM32ER71H106KA12L	MuRata
C6、C7、C8、C9	4	2.2μF	电容, 陶瓷, 2.2μF, 50V, X7R	0805	CGA4J3X7R1H225K125AB	TDK
C10、C11、C12、C13	4	47μF	电容, 陶瓷, 47μF, 16V, X6S	1210	GRM32EC81C476ME15L	MuRata
C14	1	0.1μF	电容, 陶瓷, 0.1μF, 25V, X7R	0603	CGA3E2X7R1E104K080AA	TDK
C15	1	1μF	电容, 陶瓷, 1μF, 25V, X7R	0603	C0603C105K3RACTU	Kemet
C17	1	0.15μF	电容, 陶瓷, 0.15μF, 50V, X7R	0603	CGA3E3X7R1H154K080AB	TDK
C18	0	10pF	电容, 陶瓷, 10pF, 50V, C0G/NP0	0402	CGA2B2C0G1H100D050BA	TDK
H1、H2、H3、H4	4		六角螺栓, 0.5"L #4-40, 尼龙	-	1902C	Keystone
H5、H6、H7、H8	4		螺钉, 盘头, 4-40、3/8", 尼龙	-	NY PMS 440 0038 PH	B&F Fastener Supply
J1、J2	2		端子块, 2POS 5mm, TH	-	1729018	Phoenix Contact
J3、J6	2		接头, 100mil, 3 x 1, 金, TH	-	PBC03SAAN	Sullins Connector Solutions
J4	1		接头, 100mil, 2 x 1, 金, TH	-	PBC02SAAN	Sullins Connector Solutions
J5	1		接头, 100mil, 5 x 2, 锡, TH	-	PEC05DAAN	Sullins Connector Solutions
L1	1	1.5μH	屏蔽功率电感器 1.5μH 10.2A 10.5m Ω (最大值)	-	XGL4030-152MEC	Coilcraft
R1	1	0	电阻, 0, 5%, 0.1W	0603	CRCW06030000Z0EA	Vishay-Dale
R2	1	0	电阻, 0, 0%, 0.2W	0402	CRCW04020000Z0EDHP	Vishay-Dale
R3	1	187k Ω	电阻, 187k Ω, 1%, 0.1W	0603	CRCW0603187KFKEA	Vishay-Dale
R4	1	49.9k Ω	电阻, 49.9k Ω, 1%, 0.1W	0603	CRCW060349K9FKEA	Vishay-Dale
R5	1	10 Ω	电阻, 10.0 Ω, 1%, 0.063W	0402	CRCW040210R0FKED	Vishay-Dale
R6	1	100k Ω	电阻, 100k Ω, 1%, 0.1W	0603	CRCW0603100KFKEA	Vishay-Dale
R7	1	100k Ω	电阻, 100k Ω, 1%, 0.063W	0402	CRCW0402100KFKEA	Vishay-Dale
R8	1	43.2k Ω	电阻, 43.2k Ω, 1%, 0.063W	0402	CRCW040243K2FKED	Vishay-Dale
R9	1	59.0k Ω	电阻, 59.0k Ω, 1%, 0.063W	0402	CRCW040259K0FKED	Vishay-Dale
R10	1	40.2k Ω	电阻, 40.2k Ω, 1%, 0.063W	0402	CRCW040240K2FKED	Vishay-Dale
R11	1	22.6k Ω	电阻, 22.6k Ω, 1%, 0.063W	0402	CRCW040222K6FKED	Vishay-Dale
R12	1	15.8k Ω	电阻, 15.8k Ω, 1%, 0.063W	0402	CRCW040215K8FKED	Vishay-Dale
R13	1	11.0k Ω	电阻, 11.0k Ω, 1%, 0.063W	0402	CRCW040211K0FKED	Vishay-Dale
R14	1	6.8k Ω	电阻, 6.8k Ω, 5%, 0.063W	0402	CRCW04026K80JNED	Vishay-Dale
R15	0	4.99k Ω	电阻, 4.99k Ω, 1%, 0.063W	0402	CRCW04024K99FKED	Vishay-Dale
R17	0	4.99M Ω	电阻, 4.99M Ω, 1%, 0.1W	0603	CRCW06034M99FKEA	Vishay-Dale
SH-J1、SH-J2、SH-J3、SH-J4、SH-J5、SH-J6	6	1 x 2	分流器, 100mil, 镀金, 黑色	分流器	SNT-100-BK-G	Samtec
TP1、TP2、TP3、TP4、TP5、TP6、TP7、TP8	8		测试点, 微型, SMT	-	5019	Keystone

表 4-1. 元件 BOM (continued)

参考设计	数量	值	说明	封装	零件编号	制造商
U1	1		TLVM13610RDFR	B3QFN-22	TLVM13610RDFR	德州仪器 (TI)

4.3 PCB 布局

图 4-2 至图 4-7 显示了 PCB 布局图像，包括 3D 视图、铜层、装配图和层堆叠图。该 PCB 为 62 密耳标准厚度，所有层均为 2 盎司覆铜。

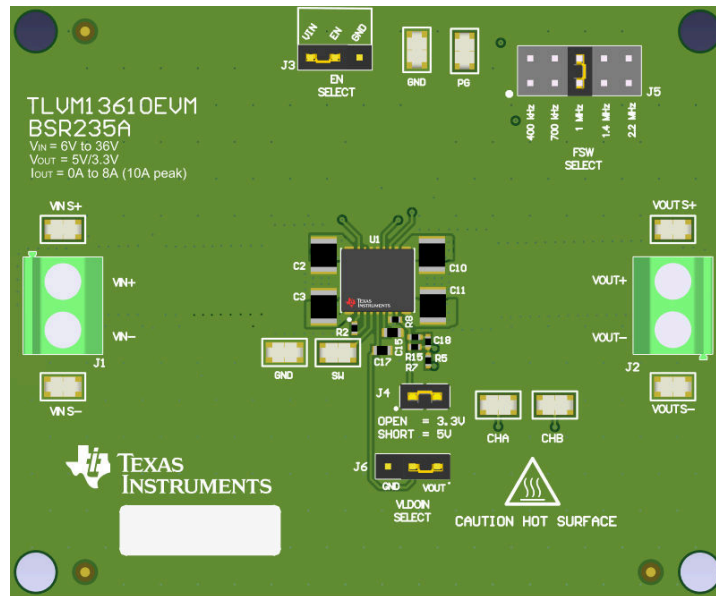


图 4-2. 3D 顶视图

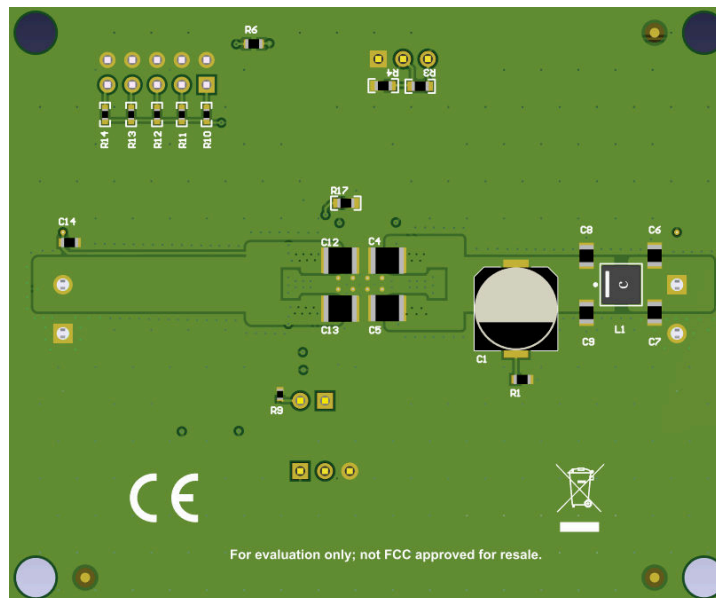


图 4-3. 3D 底视图

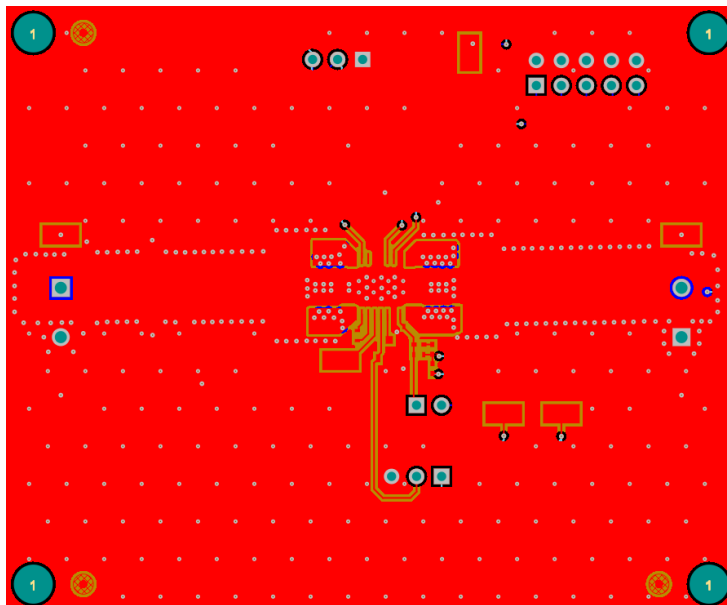


图 4-4. 顶部铜层

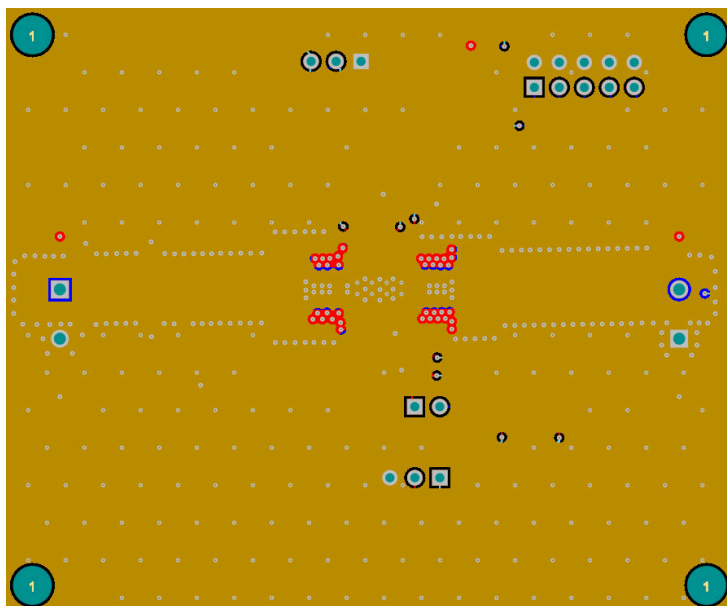


图 4-5. 第 2 层覆铜

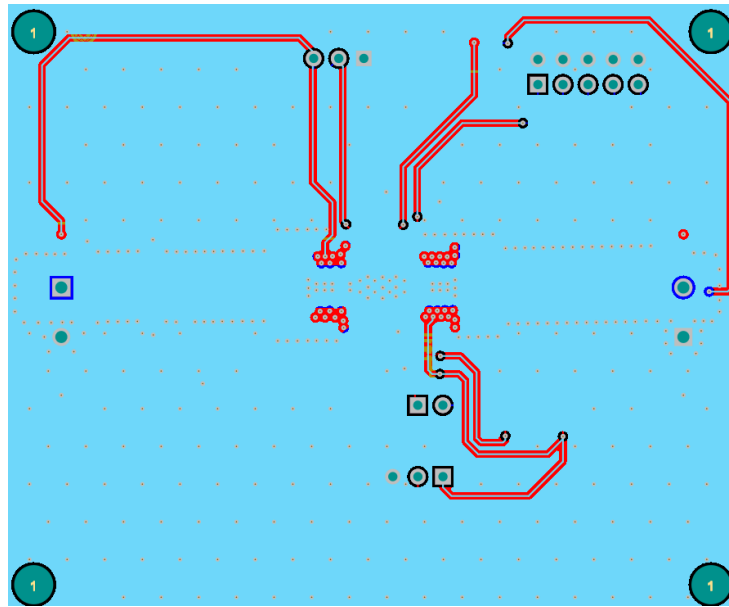


图 4-6. 第 3 层覆铜

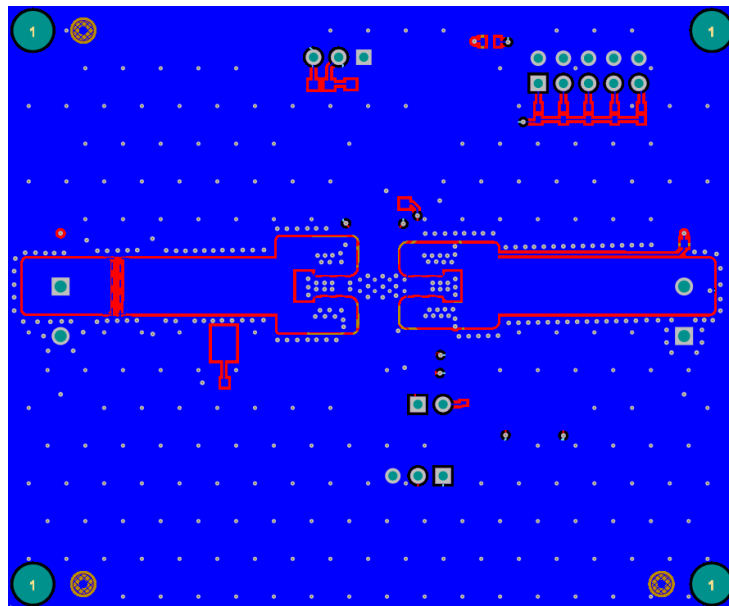


图 4-7. 底部铜层 (顶视图)

4.4 多层叠

#	Name	Material	Type	Weight	Thickness	Dk
	Top Overlay		Overlay			
	Top Solder	Solder Resist	Solder Mask		0.4mil	3.5
1	Top Layer		Signal	2oz	2.8mil	
	Dielectric1	FR-4 High Tg	Core		5mil	4.8
2	Signal Layer 1		Signal	2oz	2.8mil	
	Dielectric3	FR-4 High Tg	Dielectric		40mil	4.8
3	Signal Layer 2		Signal	2oz	2.8mil	
	Dielectric2	FR-4 High Tg	Dielectric		5mil	4.8
4	Bottom Layer		Signal	2oz	2.8mil	
	Bottom Solder	Solder Resist	Solder Mask		0.4mil	3.5
	Bottom Overlay		Overlay			

图 4-8. 层堆叠

5 器件和文档支持

5.1 器件支持

5.1.1 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 参考设计库](#)
- 有关 TI WEBENCH 设计环境，请访问 [WEBENCH® 设计中心](#)
- 要设计低 EMI 电源，请查看 TI 的全面 [EMI 培训系列](#)
- 要设计反相降压/升压 (IBB) 稳压器，请访问 [直流/直流反相降压/升压模块](#)
- TI 参考设计：
 - [适用于 Kintex 7 应用的多输出电源解决方案](#)
 - [Arria V 电源参考设计](#)
 - [Altera Cyclone V SoC 电源参考设计](#)
 - [具有超低 BOM 数量的空间优化型直流/直流反相电源模块参考设计](#)
 - [适用于小型低噪声系统的 3 至 11.5V_{IN}、-5V_{OUT}、1.5A 反相电源模块参考设计](#)
- 技术文章：
 - [使用直流/直流降压转换器为医学成像应用供电](#)
 - [如何构建可编程输出反相降压/升压稳压器](#)
- 要查看本产品的相关器件，请参阅 [LM61495 36V、10A 同步降压转换器](#)

5.1.1.1 使用 WEBENCH® 工具创建定制设计方案

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) 其他可行的解决方案进行比较。

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 工具的详细信息，请访问 www.ti.com.cn/WEBENCH。

5.2 文档支持

5.2.1 相关文档

请参阅如下相关文档：

- 德州仪器 (TI)，[创新型直流/直流电源模块 选择指南](#)
- 德州仪器 (TI)，[使用增强型 HotRod™ QFN 封装技术实现具有出色热性能的小型低噪电源模块 白皮书](#)
- 德州仪器 (TI)，[各种电源模块封装选项的优缺点 白皮书](#)
- 德州仪器 (TI)，[借助电源模块简化低 EMI 设计 白皮书](#)
- 德州仪器 (TI)，[适用于实验室仪表的电源模块 白皮书](#)
- 德州仪器 (TI)，[有关直流/直流稳压器 EMI 的工程指南 电子书](#)
- 德州仪器 (TI)，[电源模块的焊接注意事项 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](#)
- 德州仪器 (TI)，[使用新的热指标 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)，[采用 TPSM53602/3/4 实现负输出反相降压/升压应用 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 © 2023，德州仪器 (TI) 公司