

EVM User's Guide: LM5137F-Q1-EVM12V

LM5137F-Q1 12V 20A 单输出评估模块



说明

LM5137F-Q1-EVM12V 评估模块 (EVM) 旨在展示 LM5137F-Q1 同步降压控制器, 该控制器用于最高满足 ASIL D 等级的功能安全应用。该 EVM 采用双相交错设计, 输入电压范围为 36V 至 72V, 可在高达 20A 的电流下提供 12V 稳压输出。

开始使用

1. 订购 [LM5137F-Q1-EVM12V](#)。
2. 参见 [LM5137F-Q1](#) 和 [LM5137-Q1](#) 产品文件夹。
3. 查看 Altium [PCB 布局](#) 源文件。
4. 使用 LM5137F-Q1 [快速入门计算器](#) 帮助您在设计中选择组件。
5. 使用 [PSPICE](#) 或 [SIMPLIS](#) 对设计进行模拟。

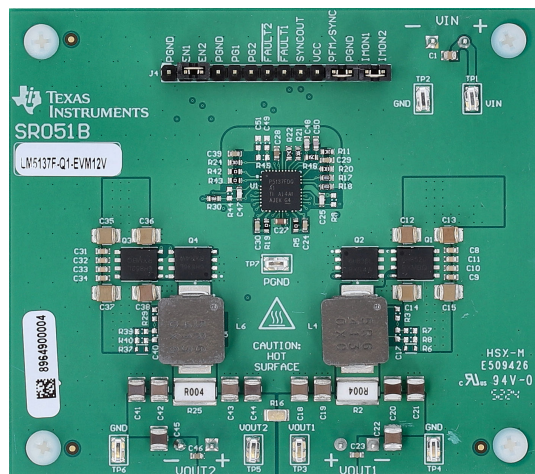
特性

- 最大输入电压为 72V
 - V_{IN} UVLO 阈值分别设置为 42V (开) 和 36V (关)
- 12V 的严格稳压输出, 额定电流为 20A, 具有 1mV 的负载和线路调整范围
- 高效率: 在 48V_{IN}、20A I_{OUT} 下效率为 95.5%
 - 源自 12V 输出的 VCC 偏置电源
- 开关频率为 400kHz, 可与外部时钟信号同步 $\pm 20\%$
- 输入 π 级 EMI 滤波器有助于符合 CISPR 25 标准

- 展频 (DRSS) 选项可降低电磁干扰 (EMI)
- 用于并联阻尼的电解电容器
- 峰值电流模式控制架构可提供快速线路和负载瞬态响应
 - 集成斜坡补偿
 - 强制 PWM (FPWM) 或脉频调制 (PFM) 模式操作
- 集成功率 MOSFET 栅极驱动器
 - 3A 灌电流和 2A 拉电流栅极驱动能力
 - 自适应死区时间控制功能可降低功率耗散和 MOSFET 温升
- 集成保护特性, 可实现稳健设计
 - 具有分流或电感器 DCR 电流检测功能的过流保护 (OCP)
 - 单调预偏置输出电压启动
 - 用户可将软启动时间设置为 4.5ms
 - 每个通道都具有 PG 和 FAULT 输出
 - 电流监测器输出 (IMON1、IMON2)
- 经全面组装、测试和验证的 PCB 布局, 总面积为 3.3" × 2.9" (84mm × 74mm)

应用

- 采用两相、三相和四相实施方案的高电流汽车电子系统
- 高级驾驶辅助系统 (ADAS) - 车身电子装置
- 信息娱乐系统与仪表组
- 汽车 HEV/EV 动力总成系统



LM5137F-Q1 EVM, 84mm × 74mm

1 评估模块概述

1.1 引言

LM5137F-Q1-EVM12V 评估模块 (EVM) 是一款采用同步整流实现小尺寸、高转换效率的两相同步降压直流/直流稳压器。此 EVM 在 36V 至 72V 的宽输入电压范围工作，可提供 12V 的稳压单输出。输出电压具有优于 1% 的设定精度并可以通过修改反馈电阻值进行调节，从而允许用户根据需要在 3.3V 至 20V 范围内定制输出电压。或者如 [图 1-2](#) 所示，通过更改 COMP 网络配置、CNFG 电阻器并移除 VOUT1 和 VOUT2 电源连接器之间的短接元件，可将 EVM 配置为双路输出设计（每个输出 10A）。

可实现稳健设计的固有保护特性包括输入电源电压、VCC 和栅极驱动 UVLO；各通道相互独立的 IMON、PG 和 $\overline{\text{FAULT}}$ 指示器输出；可通过电阻器调节的软启动；间断模式过流保护；带磁滞的热关断。所选的动力总成无源器件，包括 80V 功率 MOSFET、5.6 μH 降压电感器、4m Ω 分流器、4.7 μF /100V 陶瓷输入电容器和 22 μF /25V 陶瓷输出电容器，均符合 AEC-Q200 标准，可从多个组件供应商处获得。

EVM 设计采用了 **LM5137F-Q1** 降压控制器 IC，该器件专为功能安全应用而开发，包含以下主要特性：

- 至高达 80V 的宽 V_{IN} 范围
- 100% 占空比性能
- 超低关断电流 (4 μA) 和空载待机静态电流 (15 μA)
- 多相功能
- 具有斜率补偿的峰值电流模式控制循环架构
- 具有自适应死区时间控制的集成式高电流 MOSFET 栅极驱动器
- 用于降低 EMI 的可选双随机展频 (DRSS) 调制
- 每个通道上均具有独立的电流监测器 (IMON)、电源正常状态 (PG) 和 $\overline{\text{FAULT}}$ 指示器输出

1.2 套件内容

- 一个额定电流为 20A 的完整降压稳压器 EVM，包含 LM5137F-Q1 两相同步降压控制器 IC
- EVM 免责声明自述文件

1.3 规格

下表列出了 EVM 规格。V_{IN} = 48V，除非另有说明。

表 1-1. 电气性能特性

参数	测试条件		最小值	典型值	最大值	单位
输入特性						
输入电压, V _{IN}	工作范围 (导通后)		36	48	72	V
输入 UVLO 导通阈值, V _{IN-ON}	R _{UV1} = 100k Ω、R _{UV2} = 2.43k Ω、R _{UV3} = 4.99k Ω , EN1 跳接至接头 J4 上的 EN2		42			V
输入 UVLO 关断阈值, V _{IN-OFF}			36			V
空载时的输入电源电流, FPWM , I _{IN-NL} (FPWM)-2PH	I _{OUT} = 0A, PFM/SYNC 连接至 GND	V _{IN} = 36V	58		mA	
		V _{IN} = 48V	56			
		V _{IN} = 72V	51			
空载时的输入电源电流, FPWM , I _{IN-NL} (FPWM)-1PH	I _{OUT} = 0A、V _{EN2} = 0V , PFM/SYNC 连接至 GND	V _{IN} = 36V	29		mA	
		V _{IN} = 48V	28			
		V _{IN} = 72V	25			
关断时的 IC 静态电流, I _{IN-SHDN}	V _{EN1} = V _{EN2} = 0V		4			μA
输出特性						
输出电压, V _{OUT}	固定输出设置 (或通过 93.1k Ω 和 6.65k Ω 反馈分频器调节输出设置) ⁽¹⁾		11.9	12	12.1	V
输出电流 I _{OUT}	电气设计电流 (EDC)		20			A
	热设计电流 (TDC) ⁽²⁾ , 空气流量 = 100LFM ⁽³⁾		20			A
FPWM 中的输出电压调节, ΔV _{OUT}	负载调整率	I _{OUT} = 0A 至 20A	1		mV	
	线性调整率	V _{IN} = 36V 至 72V	1			
输出电压纹波 V _{OUT-AC}	I _{OUT} = 20A		10			mV _{RMS}
输出过流保护, I _{OUT-OC} P	R _{S1} = R _{S2} = 4m Ω		25			A
软启动时间, t _{SS}	R _{SS} = 20k Ω		4.5			ms
断续时间, t _{RES}	16384 个时钟周期		41			ms
系统特性						
开关频率, F _{SW}	R _{RT} = 57.6k Ω		400			kHz
半负载效率 η _{HALF}	I _{OUT} = 10A	V _{IN} = 36V	96.5%			
		V _{IN} = 48V	95.5%			
		V _{IN} = 60V	94.6%			
满载效率, η _{FULL}	I _{OUT} = 20A	V _{IN} = 36V	96.2%			
		V _{IN} = 48V	95.5%			
		V _{IN} = 60V	95.0%			
LM5137F-Q1 结温, T _J			-40		150	℃

- (1) 此 EVM 的默认输出电压为 12V。效率和其他性能指标会根据工作输入电压、负载电流、外部连接的输出电容器和其他参数而变化。
- (2) EDC 和 TDC 可能有所不同，例如，当应用需要在短时间内瞬态达到大电流时，该瞬态不会显著增加功率级元件的工作温度。
- (3) 以 20A 满载额定电流运行时，建议的空气流量为 100LFM。

1.3.1 应用电路图

图 1-1 所示为 LM5137-Q1 同步降压稳压器 (不包括 EMI 滤波器级)。此外, 如图 1-2 所示, 用户可以通过移除连接两相的短接元件, 根据需要修改 COMP1、COMP2、FB1 和 FB2 处的元件并将 CNFG 电阻设置为 10k Ω , 实现双路输出降压稳压器。

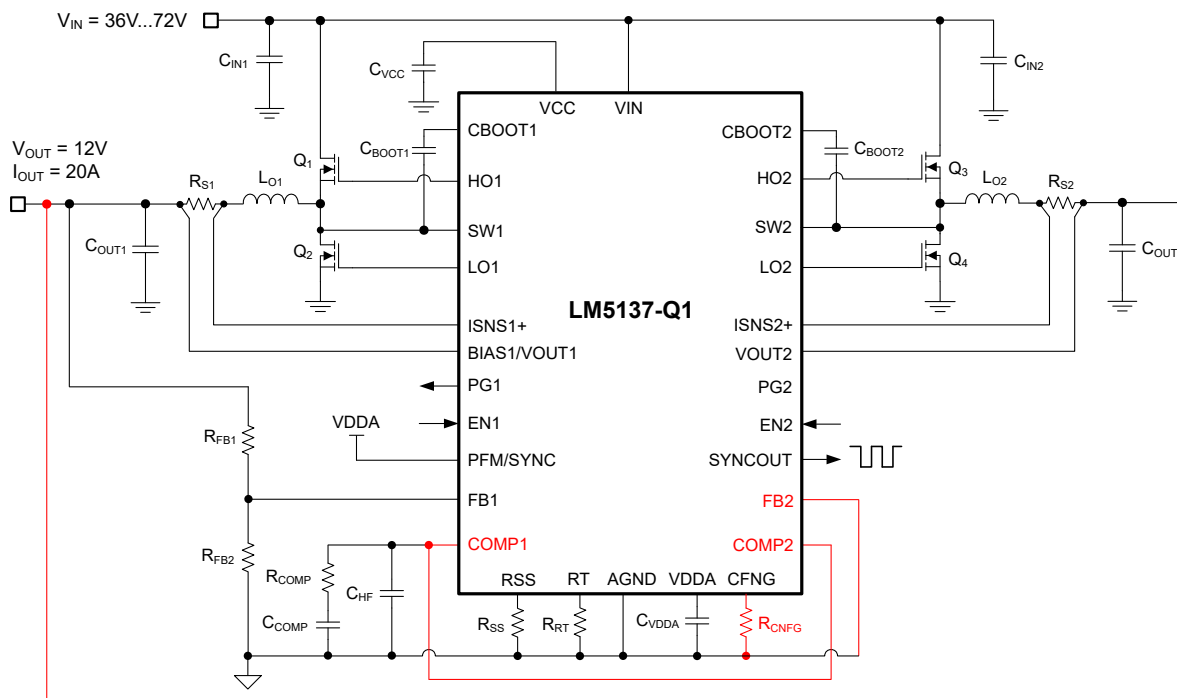


图 1-1. LM5137-Q1 两相单输出同步降压稳压器简化原理图

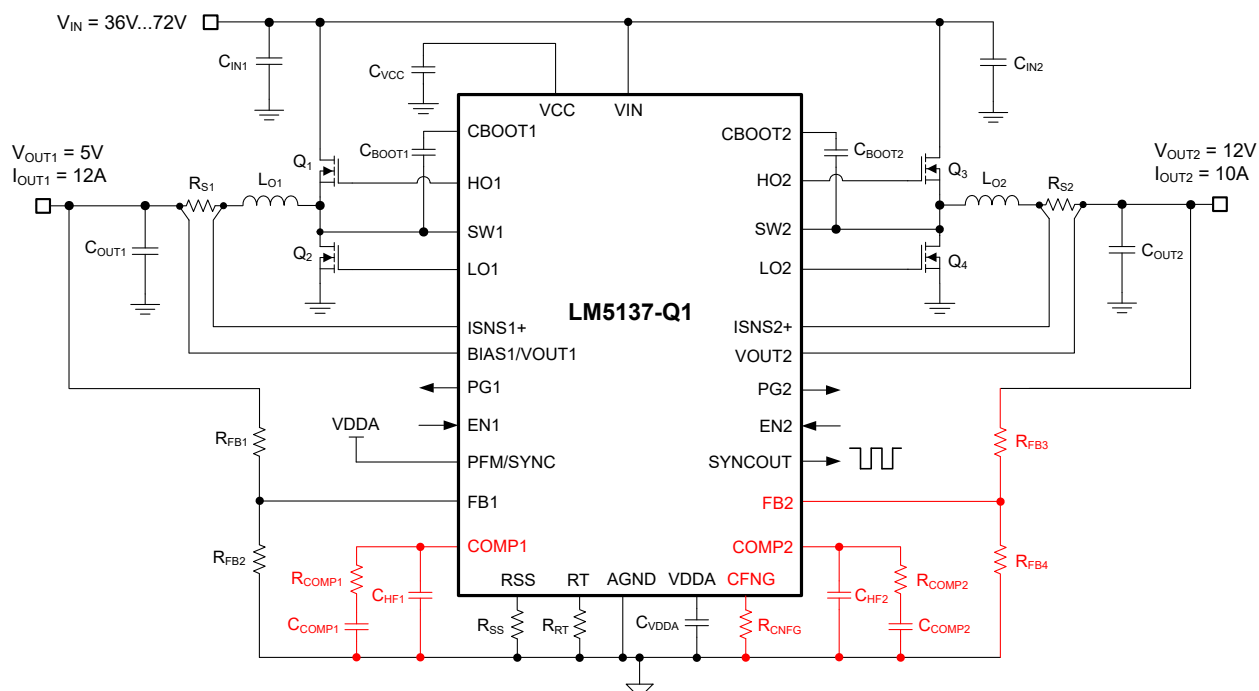


图 1-2. LM5137-Q1 双路输出同步降压稳压器简化原理图

1.4 器件信息

TI 的 LM(2)51xx-Q1 系列汽车同步降压控制器具有 3.5V 至 100V 的输入工作电压范围 (如表 1-2 所示) , 可为一系列应用提供灵活性、可扩展性和经优化的设计尺寸。

现在可使用 LM5137F-Q1 和 LM25137F-Q1 控制器来帮助进行符合 ASIL D 等级的功能安全系统设计, 该控制器系列可实现具有高密度、低 EMI 和更高系统可靠性的直流/直流稳压器设计。所有控制器的最大额定工作结温为 150°C , 并符合 AEC-Q100 1 级标准。

表 1-2. 汽车同步降压直流/直流控制器系列

直流/直流控制器	单通道或双通道	V _{IN} 范围	控制方法	栅极驱动电压	同步输出	主要特性
LM5137-Q1	双通道	4V 至 80V	峰值电流模式	5V	90° 相移	100% 占空比
LM5137F-Q1	双通道	4V 至 80V	峰值电流模式	5V	90° 相移	ASIL B 或 D
LM25137-Q1	双通道	4V 至 42V	峰值电流模式	5V	90° 相移	100% 占空比
LM25137F-Q1	双通道	4V 至 42V	峰值电流模式	5V	90° 相移	ASIL B 或 D
LM5141-Q1	单通道	3.8V 至 65V	峰值电流模式	5V	不适用	双路栅极驱动器
LM25141-Q1	单通道	3.8V 至 42V	峰值电流模式	5V	不适用	双路栅极驱动器
LM5143A-Q1	双通道	3.5V 至 65V	峰值电流模式	5V	90° 相移	双路栅极驱动器
LM25143-Q1	双通道	3.5V 至 42V	峰值电流模式	5V	90° 相移	双路栅极驱动器
LM5145-Q1	单通道	5.5V 至 75V	电压模式	7.5V	180° 相移	无分流器
LM5146-Q1	单通道	5.5V 至 100V	电压模式	7.5V	180° 相移	100V 输入容量
LM5148-Q1	单通道	3.5V 至 80V	峰值电流模式	5V	180° 相移	DRSS
LM25148-Q1	单通道	3.5V 至 42V	峰值电流模式	5V	180° 相移	DRSS
LM5149-Q1	单通道	3.5V 至 80V	峰值电流模式	5V	180° 相移	AEF
LM25149-Q1	单通道	3.5V 至 42V	峰值电流模式	5V	180° 相移	AEF
LM5190-Q1	单通道	5V 至 80V	峰值电流模式	7.5V	不适用	CC/CV
LM25190-Q1	单通道	5V 至 42V	峰值电流模式	7.5V	不适用	CC/CV

[LM5137-Q1](#) 和 [LM5137F-Q1](#) 分别是 TI 功能安全型和合规型 (ASIL B 和 ASIL D) 版本, 采用尺寸为 6mm × 6mm 的 36 引脚 VQFN 封装, 可实现具有高密度和低元件数的直流/直流稳压器设计。

使用 LM5137(F)-Q1 并借助 [WEBENCH® Power Designer](#) 创建定制稳压器设计方案。若要优化元件选型并检查线路和负载范围内的预测效率性能, 请下载 [LM\(2\)5137\(F\)-Q1 快速入门计算器](#)。

2 硬件

2.1 测试装置和过程

2.1.1 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 LM5137F-Q1-EVM12V。在提供 ESD 保护的工作站上工作时，请确保在处理 EVM 之前已连接所有腕带、靴带或垫子以使用户接地。

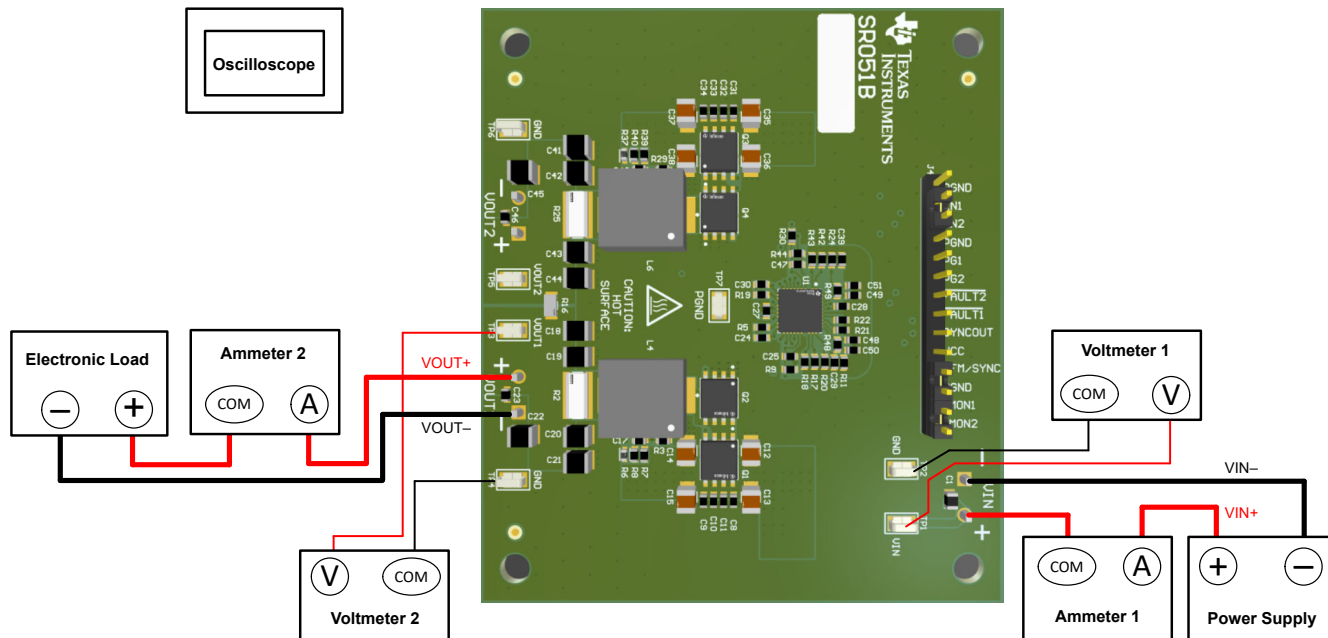


图 2-1. EVM 测试设置

表 2-1. EVM 电源接头

标签	说明
VIN	正输入电压电源和检测连接
GND	负输入电压电源和检测连接
VOUT1	正输出电压电源和检测连接
GND	负输出电压电源和检测连接

表 2-2. EVM 信号接头

标签	说明
PGND	GND 连接
EN1、EN2	使能输入 - 连接到 GND，以禁用相应的相位
PG1、PG2	电源正常输出（只有 PG1 在两相模式下活动）
FAULT1、FAULT2	FAULT 输出
SYNCOUT	同步输出
VCC	BIAS 电源轨连接
PFM/SYNCIN	同步输入
IMON1、IMON2	电流监测器输出

备注

有关元件选型和控制器运行的其他指导，请参阅 [LM5137-Q1 汽车 4V 至 80V、100% 占空比、双通道同步降压控制器](#) 数据表、[快速入门计算器](#)和 [WEBENCH® Power Designer](#)。

2.1.2 测试设备

电压源：使用能够提供 0V 至 72V 电压和 10A 电流的输入电压源。

万用表：

- **电压表 1：**VIN 到 GND 的输入电压。将电压表设置为具有 100M Ω 的输入阻抗。
- **电压表 2：**VO_{UT} 到 GND 的输出电压。将电压表设置为具有 100M Ω 的输入阻抗。
- **电流表 1：**输入电流。将电流表设置为具有 1 秒的孔径时间。
- **电流表 2：**输出电流。将电流表设置为具有 1 秒的孔径时间。

电子负载：负载必须是电子恒阻 (CR) 或恒流 (CC) 模式负载，能够在 12V 电压下支持 0A 至 20A 电流。对于空载输入电流测量，请断开电子负载（因为它会消耗剩余电流）。

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，因为此操作会在接地回路很大时引起额外的噪声。根据需要调整示波器，以测量其他波形。

安全：在接触任何可能带电或通电的电路时，请务必小心。

2.1.3 建议的测试设置

2.1.3.1 输入连接

- 在连接直流输入源之前，将输入电源的电流限值设置为最大 0.1A。确认输入源最初设置为 0V 并连接到 VIN+ 和 VIN - 连接点，如图 2-1 所示。TI 建议使用一个额外的大容量输入电容器，以在使用长输入线路时提供阻尼。
- 在 VIN+ 和 VIN - 检测点上连接电压表 1 以测量输入电压。
- 连接电流表 1 以测量输入电流并设置为具有至少 1 秒的孔径时间。

2.1.3.2 输出接头

- 将电子负载连接到输出电源接头。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 VO_{UT}1 和 GND 接头上连接电压表 2 以测量输出电压。
- 连接电流表 2，以测量输出电流。

2.1.4 测试程序

2.1.4.1 线路和负载调节，效率

- 按以上所述设置 EVM。
- 将负载设置为恒阻或恒流模式并具有 0A 的灌电流。
- 将输入源从 0V 增加到 48V；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 10A。
- 使用电压表测量输出电压 V_{OUT}，将负载电流从 0A 更改为 20A；V_{OUT} 必须保持在负载调节规格之内。
- 将负载电流设置为 10A（50% 额定负载）并将输入源电压从 36V 更改为 72V；V_{OUT} 必须保持在线路调节规格之内。
- 将负载降至 0A。将输入源电压降至 0V。

3 实现结果

3.1 测试数据和性能曲线

图 3-1 至 图 3-8 展示了 LM5137F-Q1-EVM12V 的典型性能曲线和波形。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。

3.1.1 效率

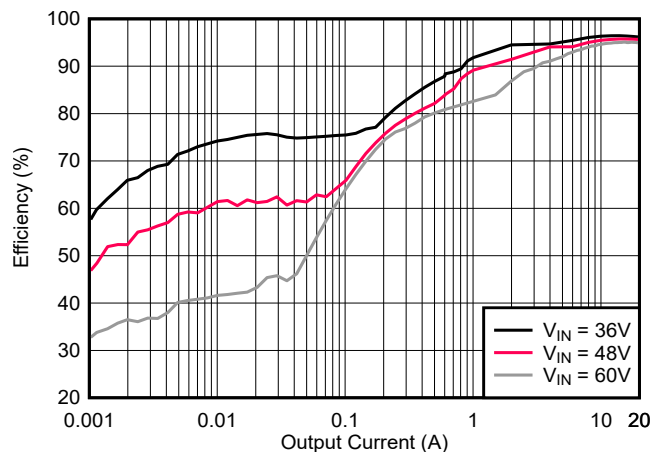


图 3-1. 效率， $V_{OUT} = 12V$ ，FPWM/SYNC 连接至低电平

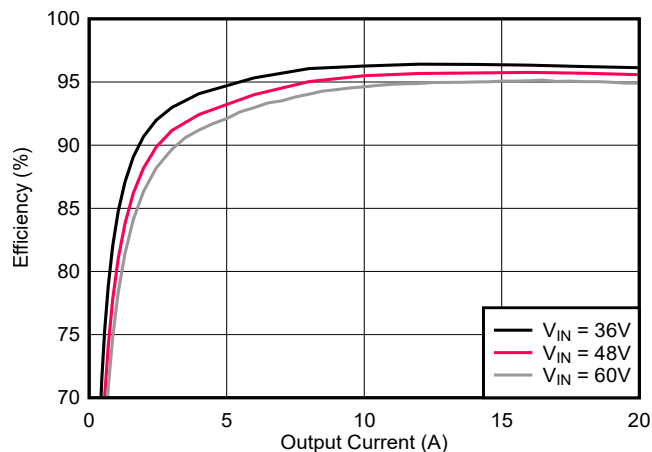


图 3-2. 效率， $V_{OUT} = 12V$ ，FPWM/SYNC 连接至高电平

3.1.2 工作波形

3.1.2.1 负载瞬态响应

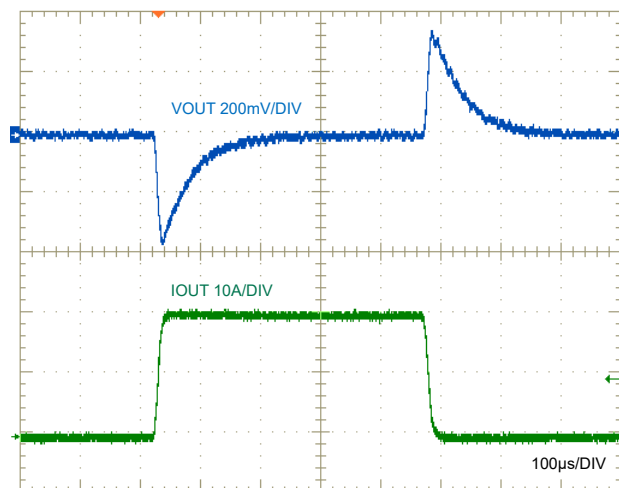


图 3-3. $V_{IN} = 48V$ 、FPWM、以 $1A/\mu s$ 的速度从 0A 变为 20A 时的负载瞬态响应

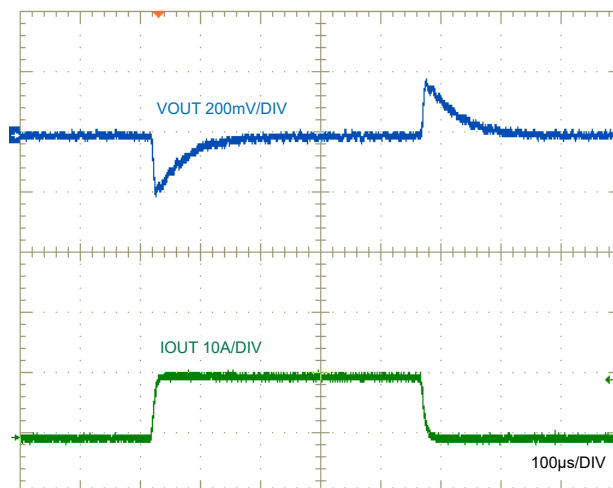


图 3-4. $V_{IN} = 48V$ 、FPWM、以 $1A/\mu s$ 的速度从 0A 变为 10A 时的负载瞬态响应

3.1.2.2 通过 VIN 启动和关断

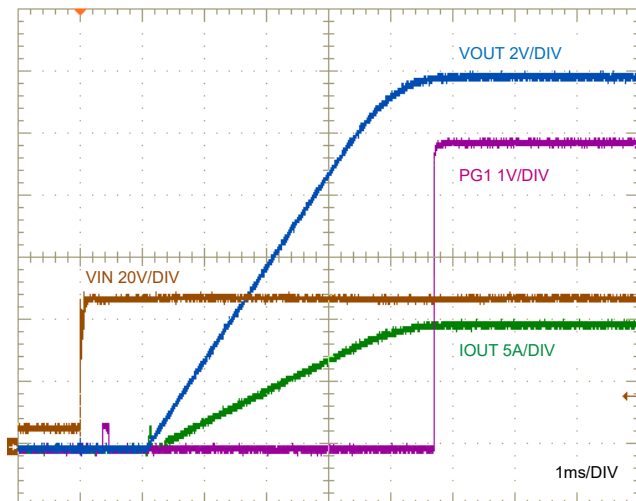


图 3-5. 启动特性, V_{IN} 步进至 48V, $I_{OUT} = 10A$ (阻性)

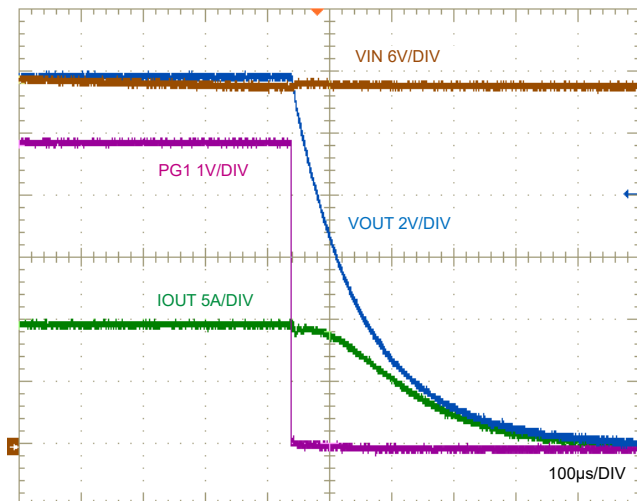


图 3-6. 关断特性, $V_{IN} = 48V$, $I_{OUT} = 10A$ (阻性)

3.1.2.3 使能端开启和关闭时的启动和关断

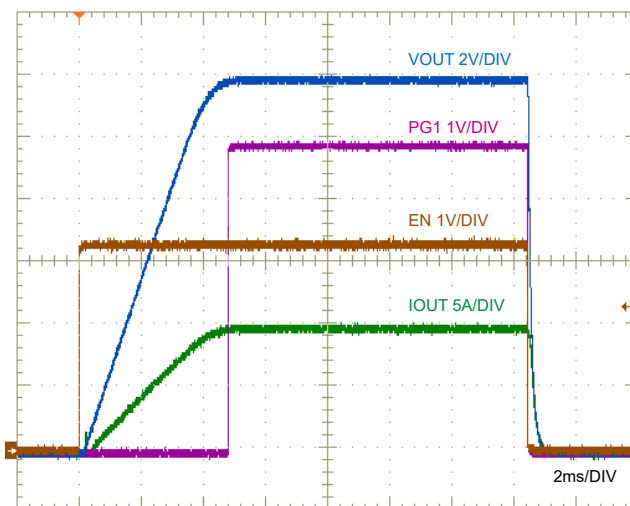
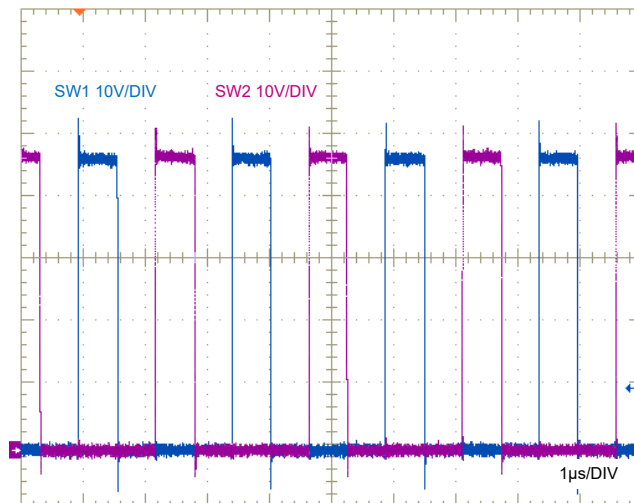


图 3-7. 使能端开启和关闭, $V_{IN} = 48V$, $I_{OUT} = 10A$ (阻性)

3.1.2.4 开关运行

图 3-8. 开关节点电压, $V_{IN} = 48V$, $I_{OUT} = 20A$

4 硬件设计文件

4.1 原理图

以下图像提供了 EVM 原理图 (使用 LM5137F-Q1 的 ASIL D 版本)。

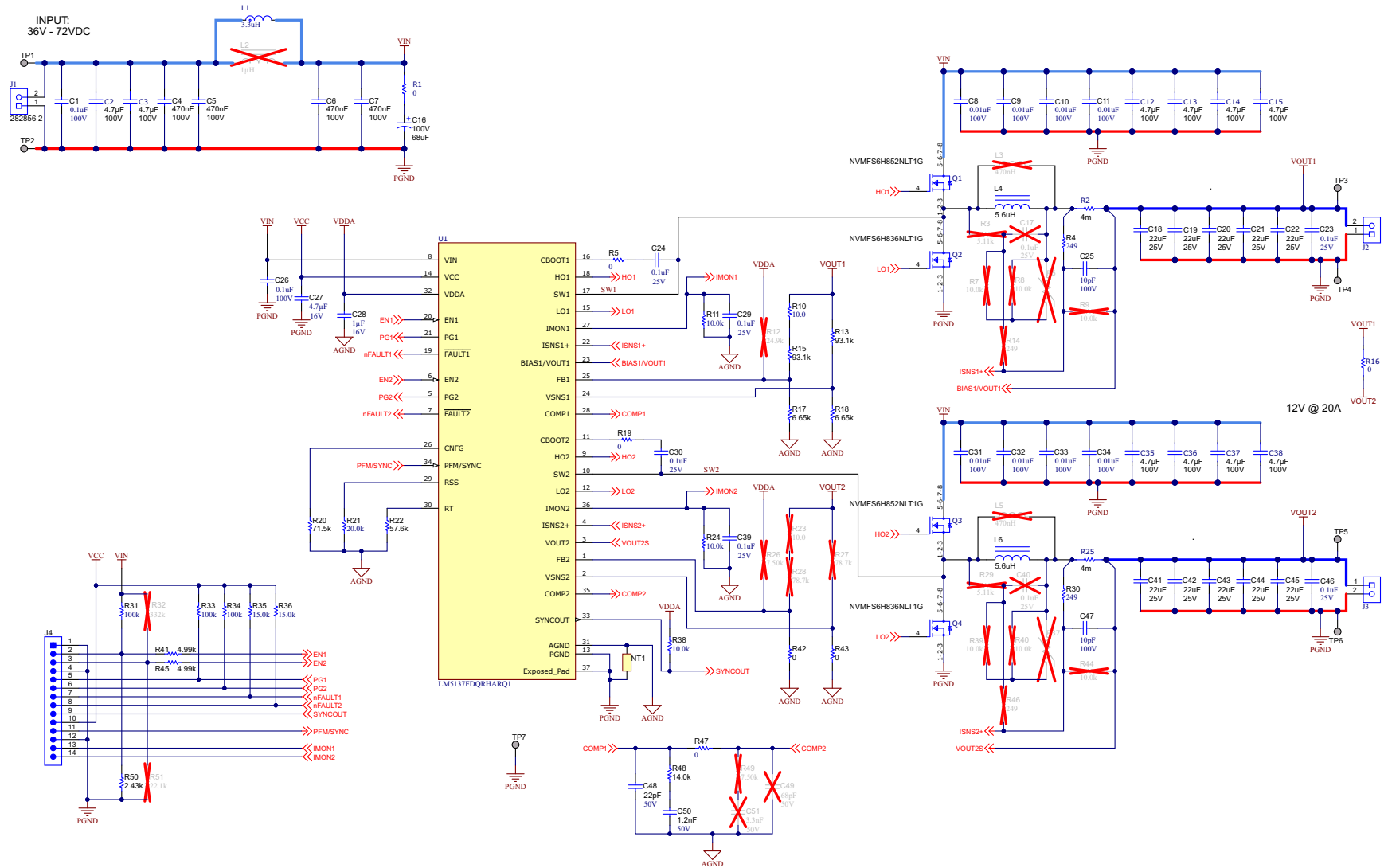


图 4-1. EVM 原理图

4.2 PCB 布局

图 4-2 至 图 4-9 展示了使用铜重量为 2oz (2.8mil 或 70 μ m 铜厚度) 的六层 PCB 的 EVM 设计。除了底部具有 EMI 滤波器和一些可选配 0603 元件外, EVM 本质上是一种单面设计。

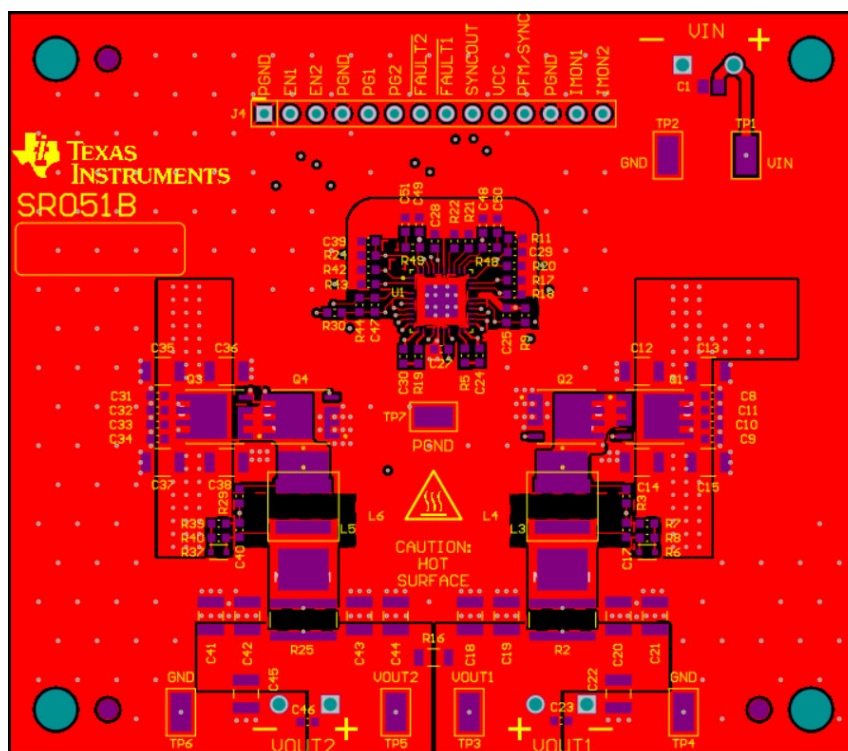


图 4-2. 顶层铜 (顶视图)

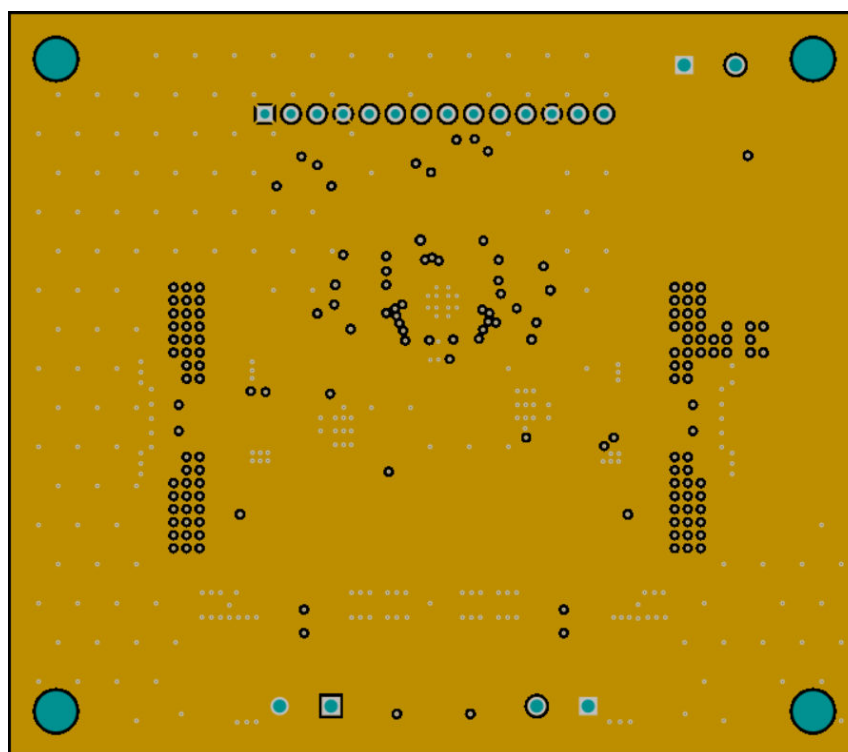


图 4-3. 第 2 层覆铜 (顶视图)

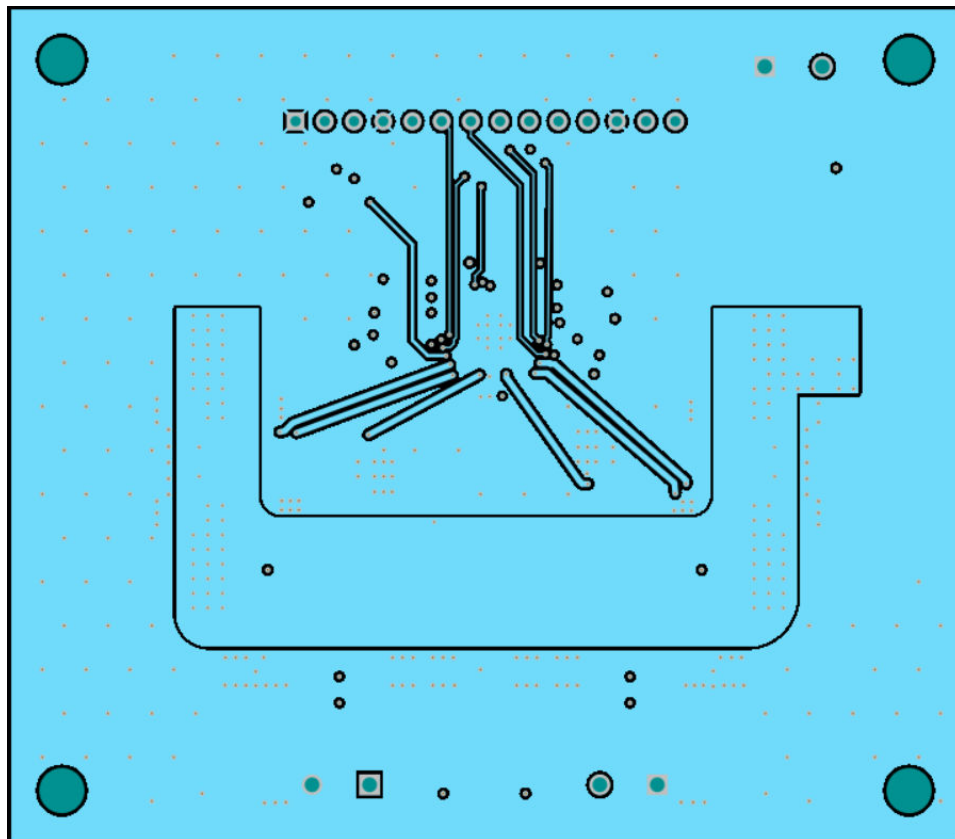


图 4-4. 第 3 层覆铜 (顶视图)

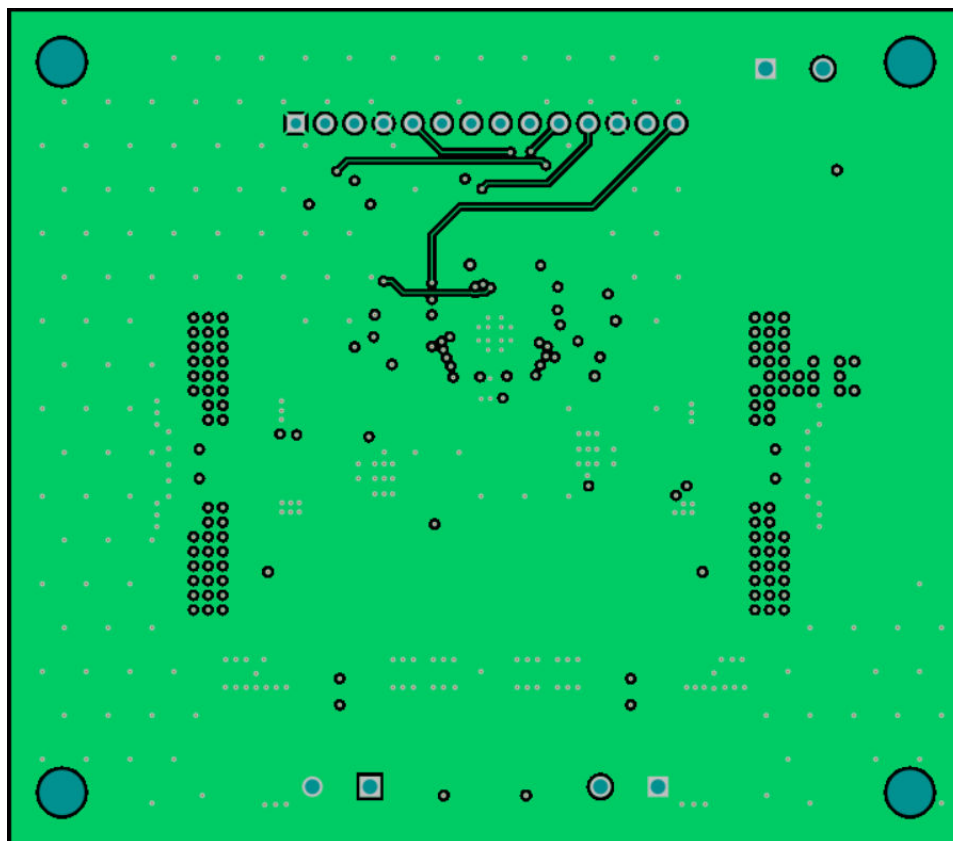


图 4-5. 第 4 层覆铜 (顶视图)

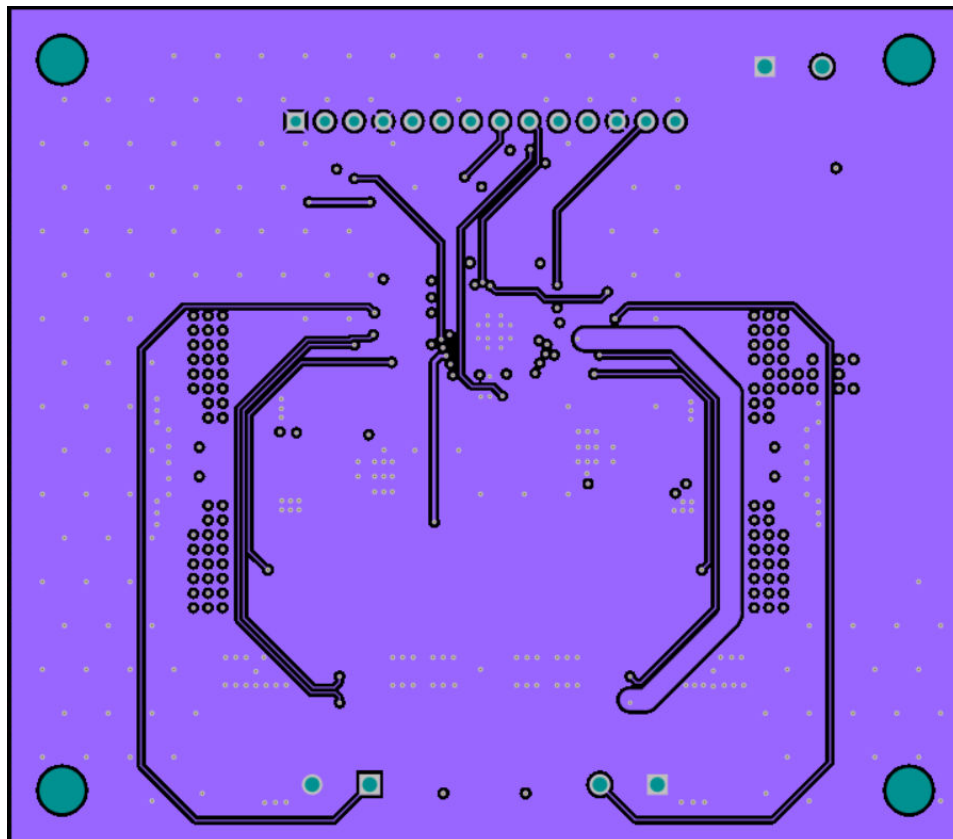


图 4-6. 第 5 层覆铜 (顶视图)

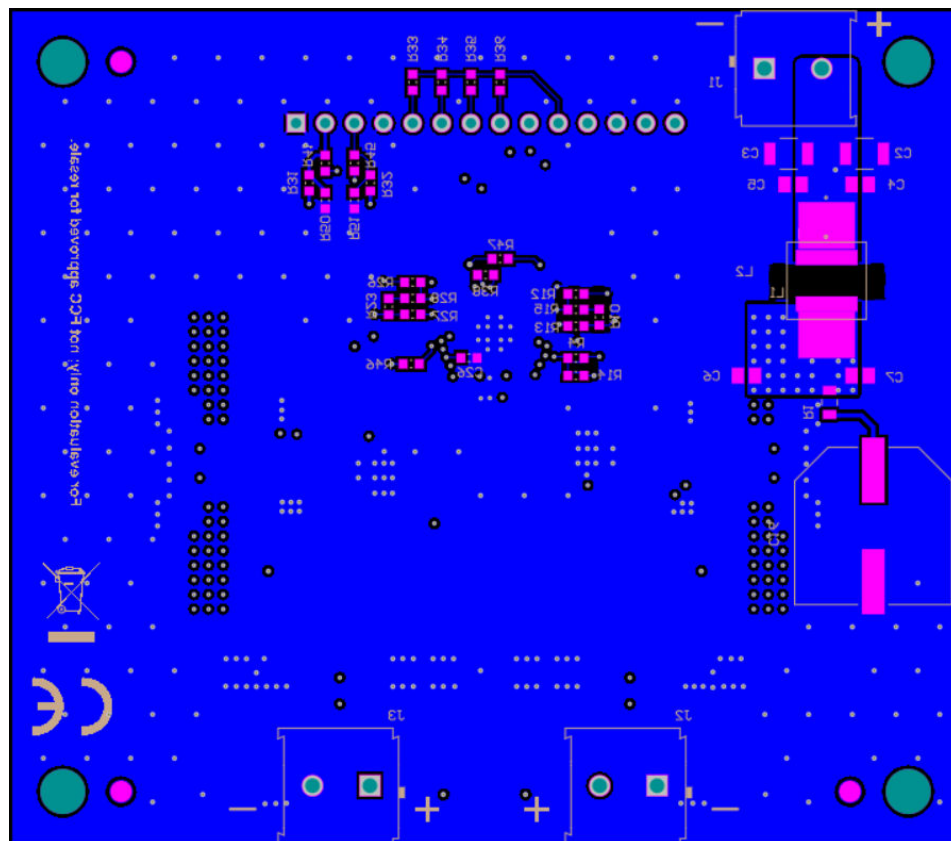


图 4-7. 底层覆铜 (顶视图)

4.2.1 元件图

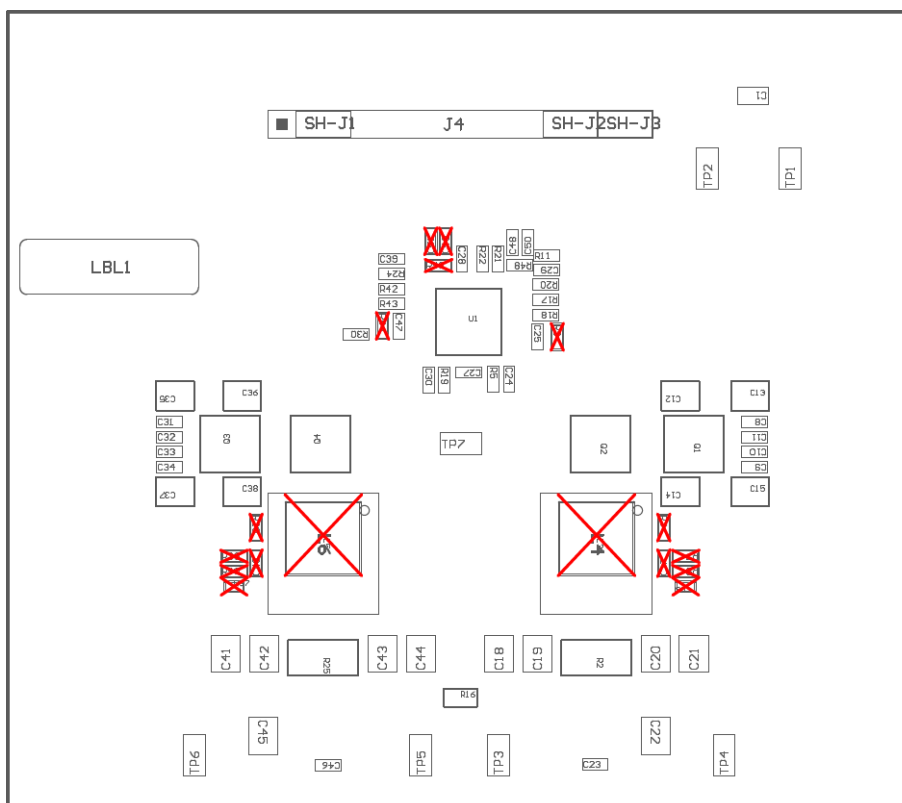


图 4-8. 顶层元件图

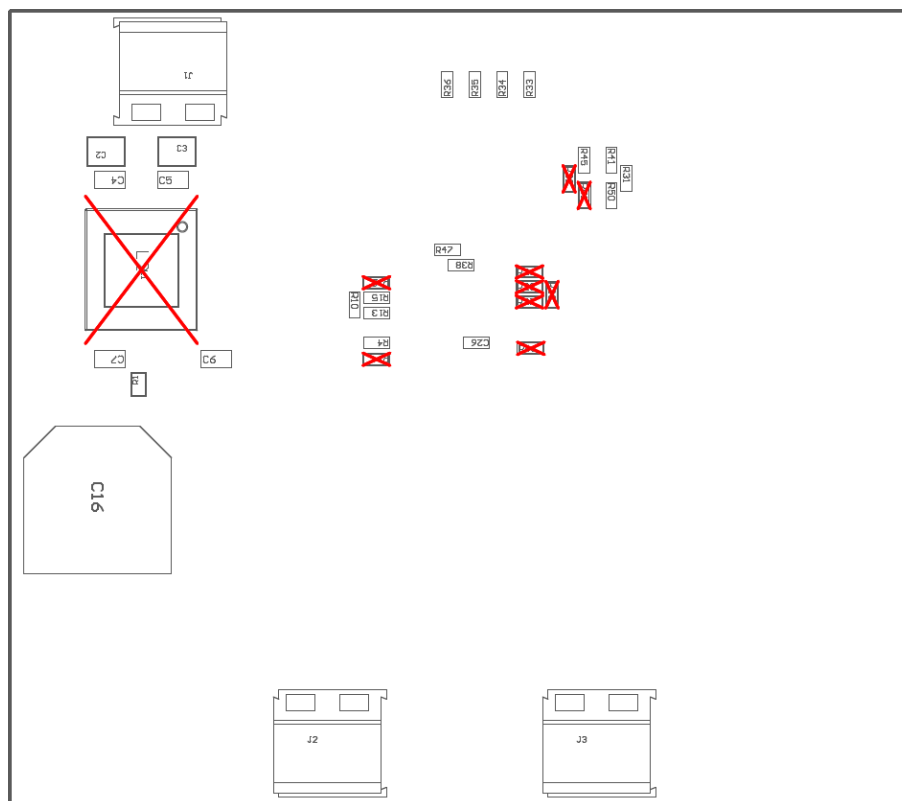


图 4-9. 底层元件图

4.2.2 布局指南

图 4-10 显示了 PCB 的顶层，第 2 层用作位于顶层正下方的电源环路接地返回路径，以创建约 2mm^2 的小面积开关电源环路。该环路面积以及相关寄生电感必须尽可能小，以尽量减少开关节点电压过冲和振铃（从而尽量改善整体 EMI 特性）。

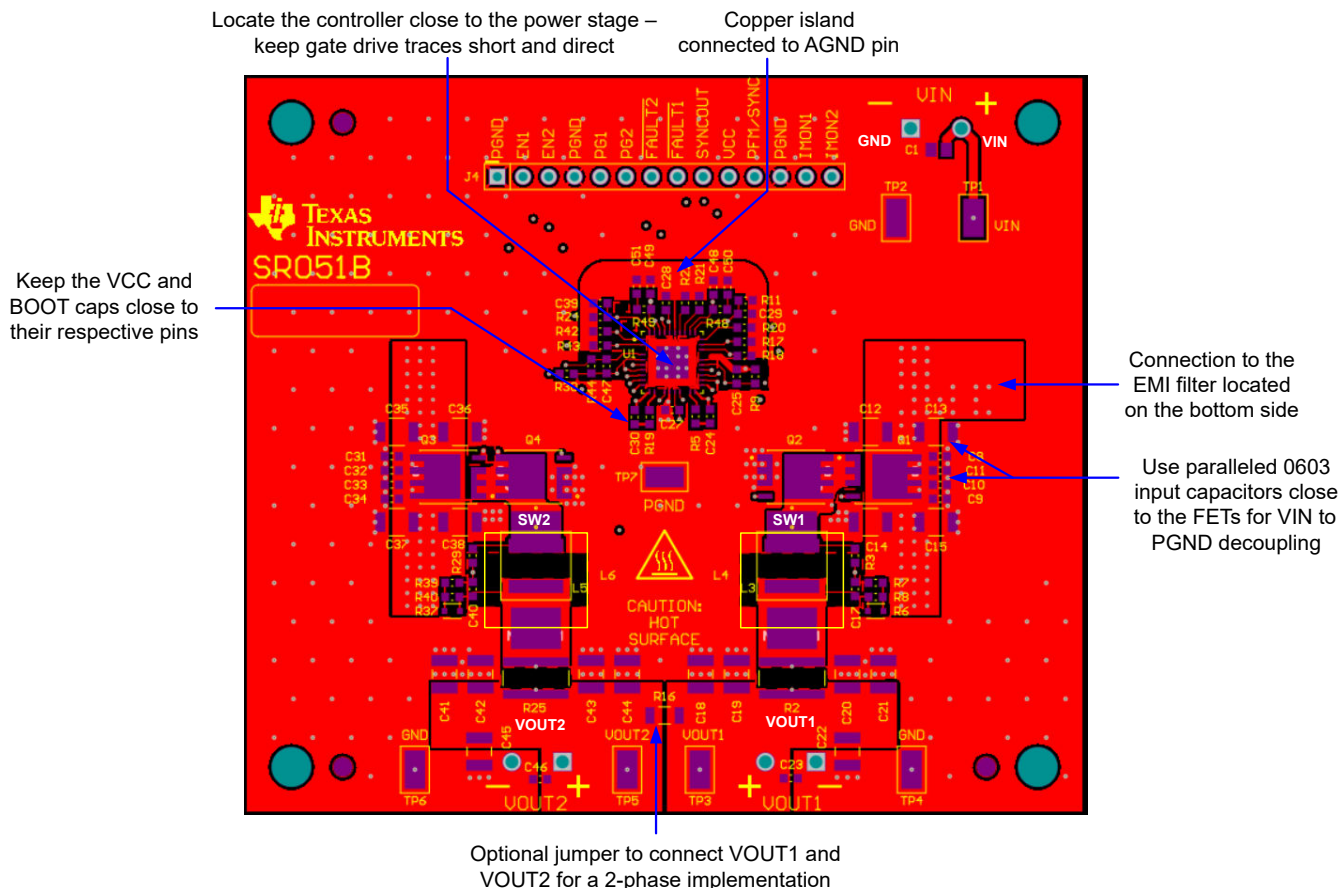


图 4-10. PCB 顶层以及布局指南

如图 4-11 中所示，高频电源环路电流从 MOSFET Q3 和 Q4，再经过第 2 层上的电源接地平面，然后通过 0603 陶瓷电容器 C30 至 C33 流回至 VIN。垂直环路配置中沿相反流动的电流提供了场自相抵消效果，从而减少了寄生环路电感。图 4-12 中的侧视图展示了在多层 PCB 结构中构成自相抵消的薄型环路这一概念。图 4-11 中所示的第 2 层（GND 平面层）在 MOSFET 正下方提供了一个连接到 Q4 源极端子的紧密耦合电流返回路径。

靠近每个高侧 MOSFET 的漏极并联四个具有 0603 小型外壳尺寸的 10nF 输入电容器。小尺寸电容器的低 ESL 和高自谐振频率（SRF）可以带来出色的高频性能。这些电容器的负端子通过多个直径为 12mil (0.3mm) 的过孔连接到第 2 层（GND 平面），从而进一步减少寄生电感。

以下列表介绍了布局设计中的其他重要步骤。有关更多详细信息，请参阅 [LM5137-Q1 汽车 4V 至 80V、100% 占空比、双通道同步降压控制器](#) 数据表中的布局指南。

- 使从功率 MOSFET 到电感器（对于每个通道）的 SW 连接具有尽可能小的铜面积，从而减少电容耦合和辐射 EMI。
- 将 IC 置于两相之间，相对靠近功率 MOSFET 栅极端子。将栅极驱动器引线布置得短而直，并保持 HO 和 SW 引线在一起，以最大限度地减小栅极环路寄生电感。
- 对于敏感模拟元件，在 IC 附近形成一个模拟接地平面。在 IC 的裸片连接焊盘（DAP）上的单点连接 AGND 平面和 PGND 电源接地平面。
- 将分流器与 IC 之间的电流检测引线作为差分对进行布线，并远离噪声源（例如开关节点和栅极驱动器引线）。增加连接到 BIAS/VOUT1 引脚的引线的宽度，因为该引线承载 IC 的偏置电流。

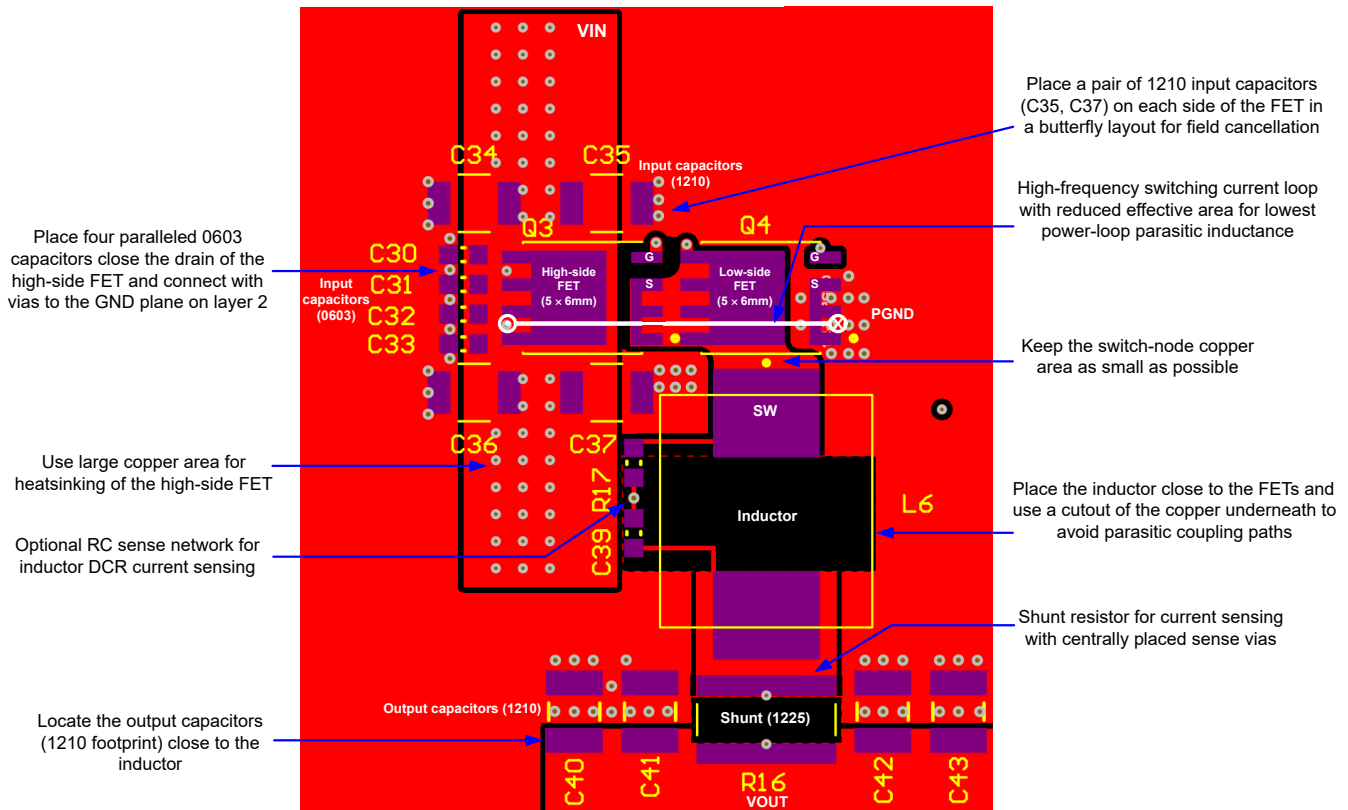
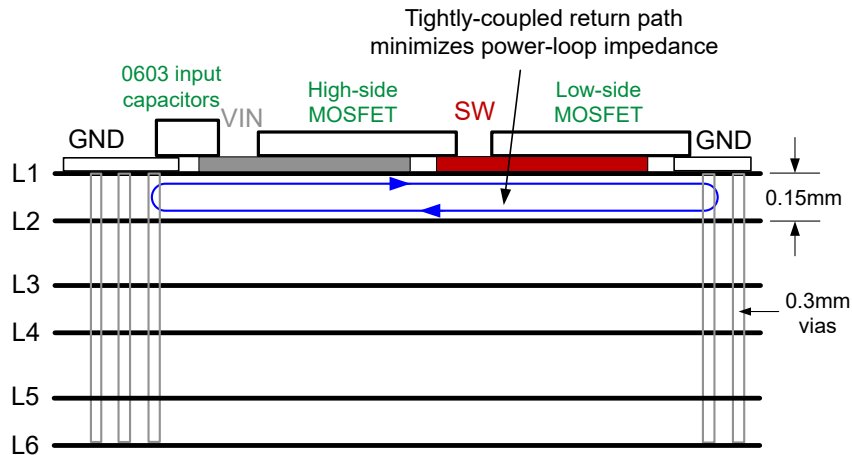


图 4-11. 功率级元件布局



备注

有关更多详细信息，请参阅[通过优化的功率级布局免费提高大电流直流/直流稳压器 EMI 性能应用简报](#)。

图 4-12. 具有低 L1-L2 层内间隔的 PCB 堆叠原理图

4.3 物料清单

表 4-1. 物料清单

数量	参考位号	说明	器件型号	制造商
1	C1	电容器, 陶瓷, 0.1 μ F, 100V, X7R, 0805	Std	Std
10	C2、C3、C12、C13、C14、C15、C34、C35、C36、C37	电容器, 陶瓷, 4.7 μ F, 100V, X7S, 1210, AEC-Q200	GCM32DC72A475KE02L	Murata
			CGA6M3X7S2A475K200	TDK
4	C4、C5、C6、C7	电容器, 陶瓷, 470nF, 100V, X7R, 0805, AEC-Q200	GRM21BR72A474KA73L	Murata
8	C8、C9、C10、C11、C30、C31、C32、C33	电容器, 陶瓷, 10nF, 100V, X7R, 0603	GRM188R72A103KA01D	Murata
1	C16	电容器, 电解, 68 μ F, 100V, AEC-Q200	EEV-FK2A680Q	Panasonic
10	C18、C19、C20、C21、C22、C40、C41、C42、C43、C44	电容器, 陶瓷, 22 μ F, 25V, X7R, 1210, AEC-Q200	CGA6P3X7R1E226M250	TDK
		电容器, 陶瓷, 22 μ F, 25V, X7S, 1210, AEC-Q200	GCM32EC71E226KE36	Murata
6	C23、C24、C29、C30、C39、C46	电容器, 陶瓷, 0.1 μ F, 25V, X7R, 0603	Std	Std
1	C26	电容器, 陶瓷, 0.1 μ F, 100V, X7R, 0603	Std	Std
1	C27	电容器, 陶瓷, 4.7 μ F, 16V, X7R, 0603	Std	Std
1	C28	电容器, 陶瓷, 1 μ F, 16V, X7R, 0603	Std	Std
1	C48	电容器, 陶瓷, 22pF, 50V, C0G, 5%, 0603	Std	Std
1	C50	电容器, 陶瓷, 1.2nF, 50V, C0G, 10%, 0603	Std	Std
4	H1、H2、H3、H4	六角螺柱螺纹 #4-40 尼龙 0.750", 3/4" 自然色	1902D	Keystone
4	H5、H6、H7、H8	#4-40 平头机用螺钉十字螺丝刀尼龙	NY PMS 440 0038 PH	结构紧固件
2	J1、J2	端子块, 5mm, 2 极点, 锡, TH	282856-2	TE Connectivity
1	J4	接头, 100mil, 14 x 1, 金, TH	TSW-114-07-G-S	Samtec
1	L1	电感器, 3.3 μ H, 13.4A, 5.9m Ω , AEC-Q200	XGL6060-332MEC	Coilcraft
2	L4、L6	电感器, 5.6 μ H, 15A, 10m Ω , AEC-Q200	VCHW105D-5R6MS5	Cyntec
		电感器, 5.6 μ H, 16.2A, 10.2m Ω , AEC-Q200	SRP1050WA-5R6M	Bourns
		电感器, 4.7 μ H, 15.7A, 8.3m Ω , AEC-Q200	VCHA105D-4R7MS6	Cyntec
2	Q1、Q3	MOSFET, N 沟道, 80V, 13.4m Ω , AEC-Q101	NVMFS6H852NLT1G	onsemi
2	Q2、Q4	MOSFET, N 沟道, 80V, 6.2m Ω , AEC-Q101	NVMFS6H836NLT1G	onsemi
1	R1	电阻器, 0 Ω , 0805	Std	Std
1	R2、R25	电阻器, 4m Ω , 3W, 2%, 1225, AEC-Q200	KRL6432E-M-R004-F-T1	Susumu
2	R4、R30	电阻器, 249 Ω , 1/10W, 1%, 0603	Std	Std
5	R5、R19、R42、R43、R47	电阻器, 0 Ω , 1/10W, 1%, 0603	Std	Std
1	R10	电阻器, 10 Ω , 1/10W, 1%, 0603	Std	Std
3	R11、R24、R38	电阻器, 10k Ω , 1/10W, 1%, 0603	Std	Std
2	R13、R15	电阻器, 93.1k Ω , 1/10W, 1%, 0603	Std	Std
1	R16	0 Ω 跳线、1206、金属元件	5108	Keystone
2	R17、R18	电阻器, 6.65k Ω , 1/10W, 1%, 0603	Std	Std
2	R32、R33	电阻器, 15k Ω , 1/10W, 1%, 0603	Std	Std
1	R19	电阻器, 20k Ω , 1/10W, 1%, 0603	Std	Std
1	R20	电阻器, 71.5k Ω , 1/10W, 1%, 0603	Std	Std
1	R21	电阻器, 20k Ω , 1/10W, 1%, 0603	Std	Std
1	R22	电阻器, 57.6k Ω , 1/10W, 1%, 0603	Std	Std
2	R21、R22	电阻器, 226k Ω , 1/10W, 1%, 0603	Std	Std
3	R31、R33、R34	电阻器, 100k Ω , 1/10W, 1%, 0603	Std	Std
2	R35、R36	电阻器, 15k Ω , 1/10W, 1%, 0603	Std	Std
2	R41、R45	电阻器, 4.99k Ω , 1/10W, 1%, 0603	Std	Std
1	R48	电阻器, 14k Ω , 1/10W, 1%, 0603	Std	Std
3	SH-J1、SH-J2、SH-J3	顶部开放跳线插座, 2.54mm 间距	M7582-05	Harwin

表 4-1. 物料清单 (续)

数量	参考位号	说明	器件型号	制造商
7	TP1、TP2、TP3、TP4、 TP5、TP6、TP7	测试点，微型，SMT	5019	Keystone
1	U1	IC， LM5137F-Q1 ，80V 双路同步降压控制器、VQFN-36	LM5137FDQRHARQ1	TI
1	PCB1	PCB，FR4，6 层，2oz，84mm × 74mm	PCB	-

5 其他信息

5.1 商标

PowerPAD™ 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。

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，请参阅以下文档：

- 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](#)。
- LM(2)5137(F)-Q1 直流/直流控制器 [快速入门计算器](#) 和 [PSPICE](#) 仿真模型。

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)，[LM5137-Q1 汽车 4V 至 80V、100% 占空比、双通道同步降压控制器](#) 数据表
- 德州仪器 (TI)，[LM25137-Q1 评估模块 EVM](#) 用户指南
- 技术文章：
 - 德州仪器 (TI)，[在汽车非电池供电电压前置稳压器设计中实现功能安全合规性](#)
 - 德州仪器 (TI)，[使用 TI 功能安全合规型降压稳压器为下一代 ADAS 处理器供电](#)

6.2.1.1 低 EMI 设计资源

- 德州仪器 (TI)，[低 EMI](#) 登录页面
- 德州仪器 (TI)，[有关直流/直流稳压器低 EMI 的工程师指南](#) 电子书
- 应用手册：
 - 德州仪器 (TI)，[通过优化的功率级布局免费提高大电流直流/直流稳压器低 EMI](#)
 - 德州仪器 (TI)，[通过将电感寄生效应降至最低来降低降压转换器 EMI 和电压应力](#)
- 白皮书：
 - 德州仪器 (TI)，[电源的传导 EMI 规格概述](#)
 - 德州仪器 (TI)，[电源的辐射 EMI 规格概述](#)
 - 德州仪器 (TI)，[创新的电源 EMI 抑制技术可缩短设计时间和提高成本效益](#)
 - 德州仪器 (TI)，[评估适用于成本驱动型严苛应用的宽 \$V_{IN}\$ 、低 EMI 同步降压电路](#)

6.2.1.2 PCB 布局资源

- LM5137F-Q1-EVM12V [Altium](#) 布局源文件
- 应用手册：
 - 德州仪器 (TI)，[通过优化的功率级布局免费提高大电流直流/直流稳压器 EMI 性能](#)
 - 德州仪器 (TI)，[AN-1149 开关电源布局指南](#)
- 德州仪器 (TI)，[构建电源之布局注意事项](#) 研讨会

6.2.1.3 热设计资源

- 白皮书：
 - 德州仪器 (TI)，[使用热增强型封装提高高环境温度环境下的热性能](#)
- 应用手册：
 - 德州仪器 (TI)，[热设计：学会洞察先机，不做事后诸葛](#)
 - 德州仪器 (TI)，[外露焊盘封装实现理想热阻的电路板布局布线指南](#)
 - 德州仪器 (TI)，[半导体和 IC 封装热指标](#)
 - 德州仪器 (TI)，[PowerPAD™ 热增强型封装](#)

- 德州仪器 (TI) , [PowerPAD™ 速成](#)
- 德州仪器 (TI) , [使用新的热指标](#)

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、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。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
版权所有 © 2025，德州仪器 (TI) 公司