



摘要

LM5171EVM-BIDIR 评估模块 (EVM) 旨在展示 LM5171 高性能双通道双向控制器，该控制器适用于但不限于汽车 48V 至 12V 双电池系统应用。

该 EVM 可配置为电流源或电压源形式的双向电源转换器。功率流的方向可以由外部命令信号或板载跳线控制。该 EVM 可由 DSP、FPGA、MCU 或其他数字控制器通过板载接口接头来操作。可将两个 EVM 并联，形成一个三相或四相交错式转换器，从而实现更高的功率。可以并联更多 EVM 来实现更多的相位。该 EVM 还包含许多方便使用的跳线接头，用于 EVM 的多用途配置。

有关 LM5171 器件的详细技术信息，请参阅“[LM5171 多相双向电流控制器](#)”数据表 (SNVSCM3)。

小心



使用前先阅读用户指南。

小心



表面高温！接触会导致烫伤。请勿触摸！

内容

1 特性和电气性能	4
2 设置	5
2.1 EVM 配置.....	5
2.2 工作台设置.....	12
2.3 测试设备.....	12
2.4 典型工作模式的跳线设置.....	13
3 测试步骤	19
3.1 降压模式上电和断电序列.....	19
3.2 升压模式上电和断电序列.....	20
3.3 双向上电和断电序列.....	20
3.4 使用外部 MCU 或其他数字电路操作 EVM.....	20
4 测试数据	21
4.1 效率.....	21
4.2 阶跃负载响应.....	21
4.3 双通道交错运行.....	22
4.4 典型启动和关断.....	22
4.5 DEM 和 FPWM.....	23
4.6 DEM 和 FPWM 之间的模式转换.....	23
4.7 ISET 跟踪.....	24
4.8 预充电.....	25
4.9 保护功能.....	25
5 设计文件	26
5.1 原理图.....	26
5.2 物料清单.....	30
5.3 电路板布局.....	34
6 修订历史记录	39

插图清单

图 2-1. EVM 简化版原理图.....	6
图 2-2. EVM 电路板顶视图和布局分区.....	7
图 2-3. 双向转换器测试台设置.....	12
图 2-4. 具有电压调节功能的降压模式中的跳线设置.....	13
图 2-5. 具有电压调节功能的升压模式中的跳线设置.....	15
图 2-6. 具有电流调节功能的降压模式中的跳线设置.....	16
图 2-7. 具有电流调节功能的升压模式中的跳线设置.....	17
图 2-8. 用于三相或四相操作的双 EVM 菊花链中的跳线设置.....	18
图 4-1. 降压模式效率与输入电压和负载电流间的关系： $V_{OUT} = 14.5V$	21
图 4-2. 升压模式效率与输入电压和负载电流间的关系： $V_{OUT} = 50.5V$	21
图 4-3. 阶跃负载响应：降压模式；DEM；1A 至 30A 负载阶跃；1A/ μs	21
图 4-4. 阶跃负载响应：降压模式；FPWM；1A 至 30A 负载阶跃；1A/ μs	21
图 4-5. 双通道交错运行：降压模式， $I_{load} = 4A$	22
图 4-6. 双通道交错运行：升压模式， $I_{load} = 4A$	22
图 4-7. 启动：降压模式， $I_{load} = 10A$	22
图 4-8. 启动：升压模式， $I_{load} = 4A$	22
图 4-9. 关断：通过 DT/SD 锁存关断.....	22
图 4-10. DEM：降压模式， $I_{load} = 4A$	23
图 4-11. FPWM：降压模式， $I_{load} = 4A$	23
图 4-12. 从 DEM 到 FPWM 的模式转换：降压模式， $I_{load} = 4A$	23
图 4-13. 从 FPWM 到 DEM 的模式转换：降压模式， $I_{load} = 4A$	23
图 4-14. ISET 跟踪：具有方向改变功能的电感器电流跟踪.....	24
图 4-15. 预充电：降压模式， $I_{load} = 0A$	25
图 4-16. OVP：降压模式.....	25
图 4-17. 输出短路：降压模式.....	25
图 5-1. EVM 原理图第 1 部分：概述.....	26
图 5-2. EVM 原理图第 2 部分：偏置电源.....	26
图 5-3. EVM 原理图第 3 部分：控制器.....	27

图 5-4. EVM 原理图第 4 部分：外部电压环路.....	27
图 5-5. EVM 原理图第 5 部分：保护.....	28
图 5-6. EVM 原理图第 6 部分：功率级.....	28
图 5-7. EVM 原理图第 7 部分：接口连接器和配置接头.....	29
图 5-8. EVM 顶层丝印.....	34
图 5-9. EVM 顶部铜层.....	35
图 5-10. EVM 中间层 1.....	35
图 5-11. EVM 中间层 2.....	36
图 5-12. EVM 中间层 3.....	36
图 5-13. EVM 中间层 4.....	37
图 5-14. EVM 中间层 5.....	37
图 5-15. EVM 中间层 6.....	38
图 5-16. EVM 底部铜层.....	38
图 5-17. EVM 底层丝印.....	39

表格清单

表 1-1. 电气性能.....	5
表 2-1. 三引脚接头设置.....	8
表 2-2. 双引脚接头设置.....	9
表 2-3. J17 60 引脚接头说明 ⁽¹⁾	10
表 2-4. J18 60 引脚接头说明 ⁽¹⁾	11
表 5-1. 物料清单.....	30

商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

1 特性和电气性能

该 EVM 支持以下特性和性能：

- 输入工作电压范围
 - 48VDC 端口 6V 至 70V，降压模式
 - 12VDC 端口 6V 至 48V，升压模式
- 输出电压调节（在板载外部电压调节已激活的情况下）
 - 在降压模式下，12VDC 端口上的输出电压为 14.5V
 - 在升压模式下，48VDC 端口上的输出电压为 50.5V
- 工作电流
 - 来自或输入 12VDC 端口的最大电流为 60A_{dc}
 - 电流调节精度典型值为 1%
 - 电流监控器精度典型值为 1%
- 开关频率：
 - 独立 F_{sw} = 100kHz
 - 能够与 80kHz 至 120kHz 的外部时钟同步
- 最大效率：>97%
- OVP 阈值
 - 48VDC 端口上为 75V
 - 12VDC 端口上为 24V
- 其他便捷功能
 - 可选板载 SEPIC 转换器，提供 +10V 电源
 - 板载 5V 偏置电压和 3.5V 电压基准
 - 板载 LM26LV 温度传感器监控功率 MOSFET 的本地温度，具有可选的过热关断和 LED 指示灯
 - 降压和升压工作模式的 LED 指示灯
 - 可选通道电流分流交流滤波器，可实现精确的数字电压表 (DVM) 读数
 - 用于 ISET PWM 输入 (J33) 的板载两级 RC 滤波器
 - ISET 钳位电压输入 (J43)
 - 用于抖动功能的方波输入 (J14)
 - I²C 接口用于监控和诊断 (J31)
 - 输出电压跟踪输入 (J37)

表 1-1 展示了 EVM 的电气性能，图 2-1 展示了 EVM 简化版原理图。

表 1-1. 电气性能

参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
输入特性					
48VDC 端口	降压模式运行 (DIR > 2V)	6	48	70	V
12VDC 端口	升压模式运行 (DIR < 1V)	6	12	48	V
输出特性					
电流输出	12VDC 端口输入或输出电流 (双通道启用)	0		60	A
电流调节精度	12VDC 端口电流与 ISETA 命令电压间的关系		1%		
通道电流监控器精度	当板载 IOUT1 和 IOUT2 端接滤波器已激活时		1%		
48VDC 端口	升压模式运行 (DIR < 1V, 板载模拟输出电压环路闭合)		50.5		V
12VDC 端口	降压模式运行 (DIR > 2V, 板载模拟输出电压环路闭合)		14.5		V
系统特性					
开关频率			100		kHz
外部时钟同步		80		120	kHz
满负载效率			97%		
结温, T _J		-40		150	°C

2 设置

2.1 EVM 配置

图 2-2 展示了 EVM 电路板顶视图和电路布局布线分区。该 EVM 具有以下端口：

- 48VDC 端口：连接到 48V 电池电源轨
- 12VDC 端口：连接到 12V 电池电源轨
- J17 (60 引脚接头)：连接外部控制命令或 MCU
- J18 (60 引脚接头)：在包含两个 EVM 的四相系统中连接辅助 EVM 的 J17
- 通道电流设置：J17 引脚 11 上的模拟编程和 J17 引脚 13 上的数字编程
- I²C 接口，用于 J45 的诊断和监控功能。

表 2-1 至表 2-4 列出了 EVM 跳线和接头的功能。EVM 跳线和接头为 EVM 提供了灵活的可配置性和可编程性，适用于各种用例，包括但不限于以下用例：

- 单向或双向电压源
- 单向或双向电流源
- 由两个 EVM 组成的四相系统中的动态增相和切相
- 动态 MOSFET 死区时间调节
- 单通道电流监控或总电流监控
- 与外部时钟保持同步
- 通过 DT/nSD 引脚 (J17 引脚 45) 提供外部关断命令

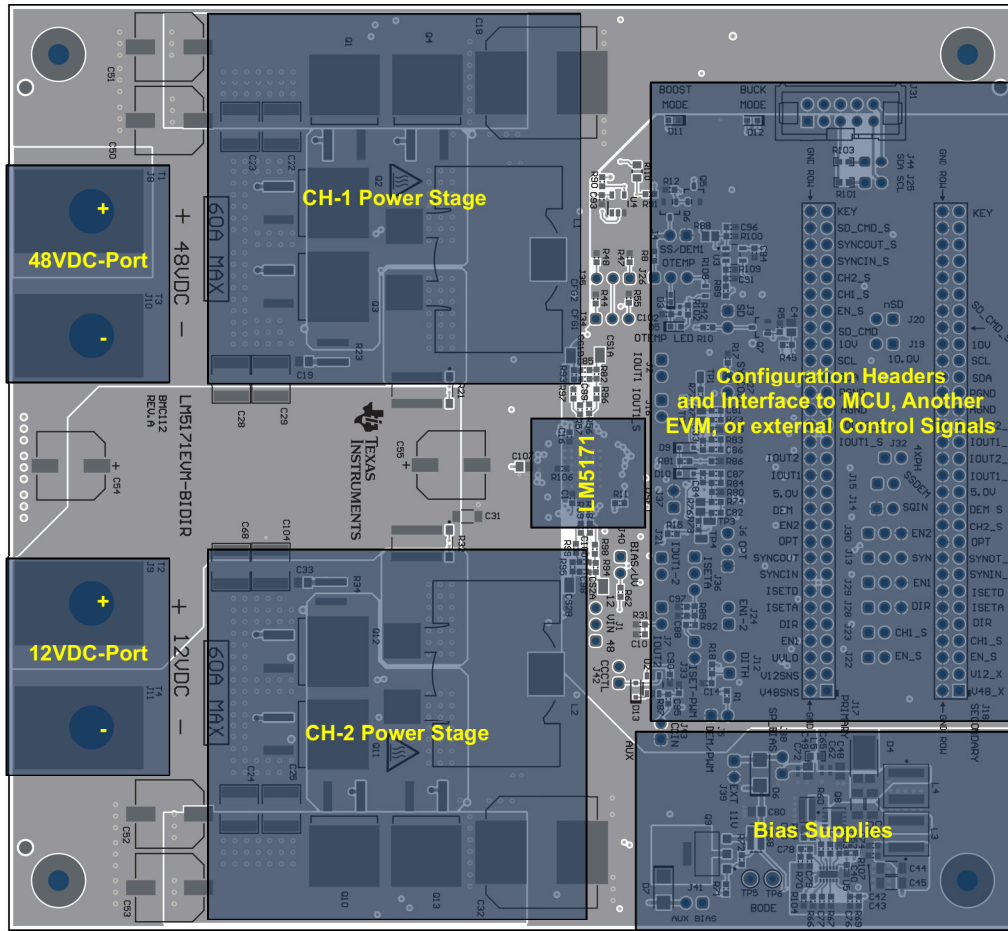


图 2-2. EVM 电路板顶视图和布局分区

表 2-1. 三引脚接头设置

插头	信号	引脚	功能描述	默认值
J1	UVLO	-- ⁽¹⁾	通过 J17 提供外部 UVLO 命令	
		(1,2) ⁽²⁾	48VDC 端口 UVLO 控制	Y
		(2,3) ⁽³⁾	12VDC 端口 UVLO 控制	
J6	OPT	--	通过 J17 进行外部交错控制	
		(1,2)	从 CH-1 到 CH-2 具有 240 度延迟	
		(2,3)	从 CH-1 到 CH-2 具有 180 度延迟	Y
J13	SYNC	--	辅助 EVM 与主 EVM 不同步	Y
		(1,2)	辅助 EVM 与主 EVM 同步	
		(2,3)	辅助 EVM 与外部时钟同步	
J26	OTEMP	--	板载过热保护处于非活动状态	Y
		(1,2)	过热保护处于断续模式	
		(2,3)	过热保护处于锁存关断模式	
J28	DIR	--	通过 J17 进行外部 DIR 控制	
		(1,2)	用于降压操作的板载 DIR 命令	Y
		(2,3)	用于升压操作的板载 DIR 命令	
J29	EN1	--	通过 J17 进行外部 CH-1 启用控制	
		(1,2)	板载 CH-1 启用	Y
		(2,3)	板载 CH-1 处于非活动状态	
J30	EN2	--	通过 J17 进行外部 CH-2 启用控制，由 J24 覆盖。	Y
		(1,2)	板载 CH-2 启用	
		(2,3)	板载 CH-2 处于非活动状态	
J34	CFG	--	未选择设置为 0x0 的 I ² C 地址	
		(1,2)	I ² C 地址设置为 0x0，并选择电感器电流监控器	Y
		(2,3)	I ² C 地址设置为 0x0，并选择输出电流监控器	
J35	CFG	--	未选择设置为 0x1 的 I ² C 地址	Y
		(1,2)	I ² C 地址设置为 0x1，并选择电感器电流监控器	
		(2,3)	I ² C 地址设置为 0x1，并选择输出电流监控器	
J36	ISET	--	通过 J17 进行外部 ISET 控制	
		(1,2)	板载电压环路	Y
		(2,3)	外部数字电压环路	

(1) - = 所有跳线引脚断开。

(2) (1,2) = 引脚 1 和 2 闭合。

(3) (2,3) = 引脚 2 和 3 闭合。

表 2-2. 双引脚接头设置

插头	信号	引脚	功能描述	默认值
J2	IMON1	C ⁽¹⁾	IMON1 滤波器已连接	Y
		O ⁽²⁾	IMON1 过滤器已断开	
J3	nSD	C	关断	
		O	通过 J17 进行外部关断	Y
J4	SS/DEM1	C	CH-1 设置为 DEM	Y
		O	CH-1 设置为 FPWM	
J5	SS/DEM2	C	CH-2 设置为 DEM	Y
		O	CH-2 设置为 FPWM	
J7	IMON2	C	IMON2 滤波器已连接	Y
		O	IMON2 过滤器已断开	
J12	抖动	C	允许抖动控制	
		O	不允许抖动控制	Y
J14	SQIN	C	不允许	
		O	用于抖动控制的方波输入	Y
J15	SS/DEM1 和 SS/DEM2	C	SS/DEM1 和 SS/DEM2 已连接	Y
		O	SS/DEM1 和 SS/DEM2 是独立的	
J16	主 EVM 和辅助 EVM IMON1	C	主 EVM 和辅助 EVM IMON1 信号已合并	
		O	主 EVM 和辅助 EVM IMON1 信号未合并	Y
J19	主 EVM 和辅助 EVM 10V VCC	C	主 EVM 和辅助 EVM 10V VCC 已连接	
		O	主 EVM 和辅助 EVM 10V VCC 未连接	Y
J20	主 EVM 和辅助 EVM SD_CMD	C	主 EVM 和辅助 EVM SD_CMD 已连接, 以实现同步关断	
		O	主 EVM 和辅助 EVM SD_CMD 未连接, 以实现独立关断	Y
J21	IMON1 和 IMON2	C	组合通道电流监控器	
		O	独立双通道电流监控器	Y
J22	主 EVM 和辅助 EVM UVLO	C	主 EVM 和辅助 EVM UVLO 已连接	
		O	主 EVM 和辅助 EVM UVLO 未连接	Y
J23	主 EVM 和辅助 EVM EN1	C	主 EVM 和辅助 EVM EN1 已连接	
		O	主 EVM 和辅助 EVM EN1 未连接	Y
J24	EN1 和 EN2	C	组合通道启用	Y
		O	独立双通道启用	
J25	SCL 的 USB2ANY 上拉	C	通过 USB2ANY 板上拉	
		O	由外部信号源通过 J17 上拉	Y
J32	OPT/EN2_secondary	C	三相和四相自动转换	
		O	三相和四相自动转换处于非活动状态	Y
J33	ISET 的 PWM 输入	C	不允许	
		O	ISET 的外部 PWM 输入	Y
J37	VSET 输入	C	不允许	
		O	输出电压跟踪输入	Y
J38	板载辅助电源输出连接	C	VCC 由板载 VCC 提供。	Y
		O	板载辅助电源输出与 VCC 断开。	
J39	外部 VCC 电源输入	C	不允许	
		O	用于 VCC 的外部 10V 至 12V 输入端口	Y
J40	板载辅助电源使能	C	板载辅助电源启用	Y
		O	板载辅助电源处于非活动状态	
J41	板载辅助电源输入连接	C	SEPIC 输入由 48V 端口供电	Y
		O	SEPIC 输入断开且未通电	

表 2-2. 双引脚接头设置 (续)

插头	信号	引脚	功能描述	默认值
J42	CC 控制	C	允许 CC 控制	
		O	CC 控制处于非活动状态	Y
J43	CC 控制输入	C	不允许	
		O	CC 控制输入端口	Y
J44	SDA 的 USB2ANY 上拉	C	通过 USB2ANY 板上拉	
		O	由外部信号源通过 J17 上拉	Y

- (1) 跳线引脚闭合。
(2) 跳线引脚断开。

表 2-3. J17 60 引脚接头说明⁽¹⁾

引脚	信号	I/O	说明
1	V48SN	O ⁽²⁾	运行期间的 48V 端口电压检测
3	V12SN	O	运行期间的 12V 端口电压检测
5	UVLO	I ⁽³⁾	主 EVM 启用 (连接到 IC 的 UVLO 引脚)
7	EN1	I	CH-1 控制 (连接到 IC 的 EN1 引脚)
9	DIR	I	方向命令
11	ISETA	I	ISET 的模拟命令
13	ISETD	I	ISET 的数字 PWM 命令
15	SYNCIN	I	要同步的外部时钟的输入
17	SYNCOUT	O	时钟输出信号
19	OPT	I	交错角度设置
21	EN2	I	CH-2 控制 (连接到 IC 的 EN2 引脚)
23	DEM	O	FPWM/DEM 选择
25	+5V	O	板载 5V 辅助电源
27	IMON1	O	CH-1 监控器
29	IMON2	O	CH-2 电流监控器
31	IMON1_S	O	三相或四相中的辅助 EVM CH-1 监控器
33	IMON2_S	O	三相或四相中的辅助 EVM CH-2 电流监控器
35	AGND	I/O	控制信号的基准 GND
37	PGND	O	直流/直流转换器的电源接地
39	SDA	I	I ² C 的 SDA
41	SCL	I	I ² C 的 SCL
43	+10V	I/O	+10V 辅助电源
45	nSD	I/O	外部关断命令输入引脚
47	ENABLE_S	I	辅助 EVM 启用 (连接到辅助 IC 的 UVLO 引脚)
49	CH1_S	I	辅助 EVM CH-1 控制 (连接到辅助 IC 的 EN1 引脚)
51	CH2_S	I	辅助 EVM CH-2 控制 (连接到辅助 IC 的 EN2 引脚)
53	SYNCIN_S	I	要将辅助 EVM 同步到的外部时钟输入
55	SYNCOUT_S	O	辅助 EVM 时钟输出信号
57	nSD_S	I/O	辅助 EVM 外部关断命令输入引脚
59	主要	—	无连接
所有偶数引脚	AGND	I/O	所有信号回路

- (1) J17 是连接 MCU 或外部数字控制器的接口连接器，如果主机 EVM 在多相配置中用作辅助 EVM，则也可以连接到主 EVM 的 J18。
(2) I = 输入引脚
(3) O = 输出引脚

表 2-4. J18 60 引脚接头说明⁽¹⁾

引脚	信号	I/O	说明
1	V48_X	—	无连接
3	V12_X	—	无连接
5	ENABLE_S	I ⁽²⁾	辅助 EVM 启用 (连接到辅助 IC 的 UVLO 引脚)
7	CH1_S	I	辅助 EVM CH-1 控制 (连接到 IC 的 EN1 引脚)
9	DIR	I	方向命令
11	ISETA	I	ISET 的模拟命令
13	ISETD	I	ISET 的数字 PWM 命令
15	SYNCIN_S	I	辅助电路板的外部时钟输入
17	SYNCOUT_S	O ⁽³⁾	辅助 EVM 时钟输出信号
19	OPT	I	交错角度设置
21	CH2_S	I	辅助 EVM CH-2 控制 (连接到 IC 的 EN1 引脚)
23	DEM_S	I	FPWM/DEM 选择
25	+5V	I	板载 5V 辅助电源
27	IMON1_S	O	三相或四相中的辅助 EVM CH-1 监控器
29	IMON2_S	O	三相或四相中的辅助 EVM CH-2 电流监控器
31	IMON1_X	—	未使用
33	IMON2_X	—	未使用
35	AGND	I/O	控制信号的基准 GND
37	PGND	O	直流/直流转换器的电源接地
39	SDA	I	I ² C 的 SDA
41	SCL	—	I ² C 的 SCL
43	+10V	I	板载 +10V 辅助电源
45	nSD_S	I/O	辅助 EVM 外部关断命令输入引脚
47	UVLO_X	—	无连接
49	CH1_X	—	无连接
51	CH2_X	—	无连接
53	SYNCIN_X	—	无连接
55	SYNCOUT_X	—	无连接
57	SD_X	—	无连接
59	主要	—	无连接
所有偶数引脚	AGND	I/O	所有信号回路

- (1) 如果主机 EVM 用作主 EVM，则 J18 是多相配置中辅助 EVM 的接口连接器。所有控制命令和控制信号均通过 J18 发送到辅助 EVM 的 J17。
- (2) I = 输入引脚
- (3) O = 输出引脚

2.2 工作台设置

对于降压模式或升压模式操作，一个电源 (PS) 和一个电子负载足以执行**典型工作模式的跳线设置** 所示的测试。

对于双向操作，**图 2-3** 展示了在双向电源系统环境中操作该 EVM 的典型工作台设置。电子负载与工作台 PS 的组合模拟了能够提供拉电流和灌电流的电池。48VDC 端口需要相对较高的电压电源 (HV-PS) 和电子负载 (HV-E-Load)，而 12VDC 端口需要较低的电压电源 (LV-PS) 和电子负载 (LV-E-Load)。

用户可以在操作 EVM 时从外部提供虚线信号，也可以使用板载跳线设置这些信号。

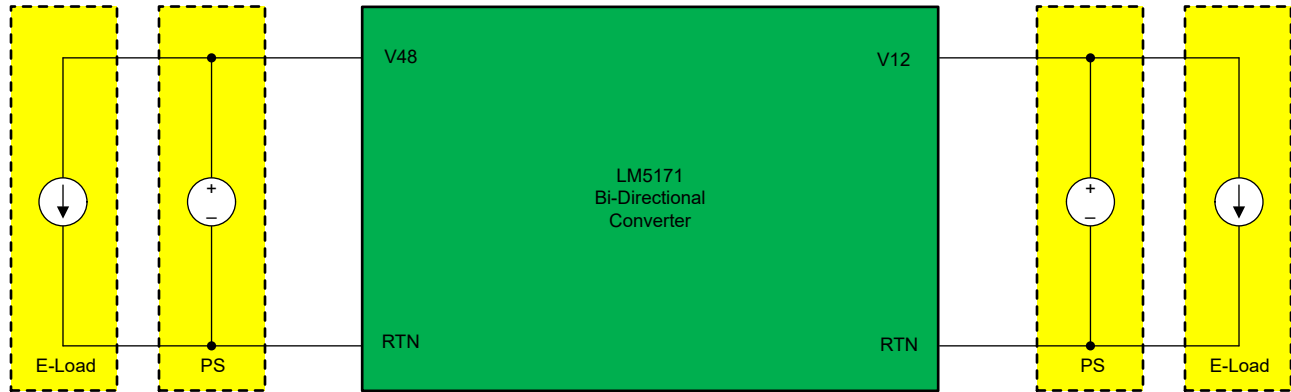


图 2-3. 双向转换器测试台设置

要使 EVM 全功率运行，请在初始设置时遵循以下指南：

- 将 LV-E-Load 设置为 62A 的恒定电流 (CC)
- 将 LV-PS 电压设置为 12V，并将电流限制设置为 63A
- 将 HV-E-Load 设置为 14A 的 CC
- 将 HV-PS 电压设置为 48V，将电流限制设置为 15A

2.3 测试设备

电源：HV-PS 需要能够支持 80V/20A，而 LV-PS 需要能够支持 40V/80A。要在四相配置中运行 2 个 EVM，请将 HV-PS 和 LV-PS 的功能加倍。用于生成 UVLO、ISETA、DIR 以及 EN1 和 EN2 信号的工作台电源需要能够达到 5V/0.1A。

电子负载：HV-E-Load 需要能够支持 80V/20A，而 LV-E-Load 需要能够支持 40V/80A。要在四相配置中运行 2 个 EVM，请将 E-Load 的功能加倍。

仪表：由于大多数电流表的额定值仅为 10A，因此建议使用分流器来测量使用 DVM 的电流。

示波器：需要一台示波器和 10 支探头，带宽至少为 20MHz。需要能够承受 50A 电流的电流探头，以便通过插入到电感器非开关侧的线环来监测电感器电流。

2.4 典型工作模式的跳线设置

请参阅以下部分，了解某些典型工作模式的 EVM 跳线设置。

- 具有电压调节功能的降压模式
- 具有电压调节功能的升压模式
- 具有电流调节功能的降压模式
- 具有电流调节功能的升压模式
- 用于三相或四相操作的双 EVM 菊花链

跳线连接显示为红色小矩形框，表示框中跳线接头的两个引脚短接。

2.4.1 具有电压调节功能的降压模式

具有电压调节功能的降压模式中的跳线设置 展示了具有电压调节功能的降压模式的跳线设置。这是 EVM 上的默认跳线配置。

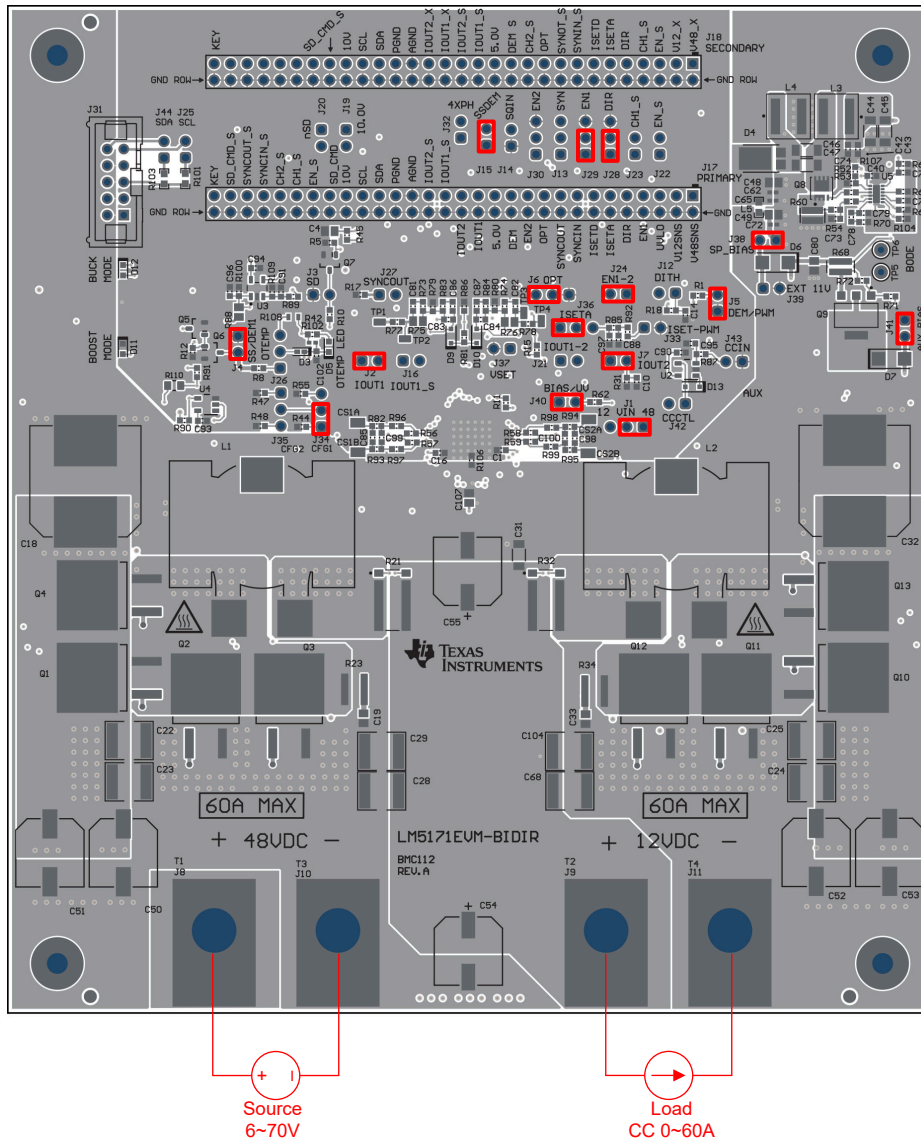


图 2-4. 具有电压调节功能的降压模式中的跳线设置

EVM 的状态如下：

- UVLO : 48V (通过 J1)
- 相位交错角度 : 180° (通过 J6)
- DIR : 降压模式 (通过 J28)
- EN1 : 启用 (通过 J29)
- CFG : I²C 地址设置为 0x0 且通过 J34 监控电感器电流
- 电压环路 : 闭合 (通过 J36)
- IMON1 : 滤波器通过 J2 连接
- IMON2 : 滤波器通过 J7 连接
- SS/DEM1 : DEM 模式 (通过 J4)
- SS/DEM1 : DEM 模式 (通过 J5)
- SS/DEM2 通过 J15 连接到 SS/DEM1
- EN2 : 通过 J24 选择 EN2=EN1
- VCC 电源 : 通过 J38 选择板载辅助电源
- 板载辅助电源 : 通过 J40 启用
- 板载辅助电源输入 : 48V (通过 J41)

请注意，负载需要设置为 CC 模式。

2.4.2 具有电压调节功能的升压模式

具有电压调节功能的升压模式中的跳线设置 展示了具有电压调节功能的升压模式的跳线设置。

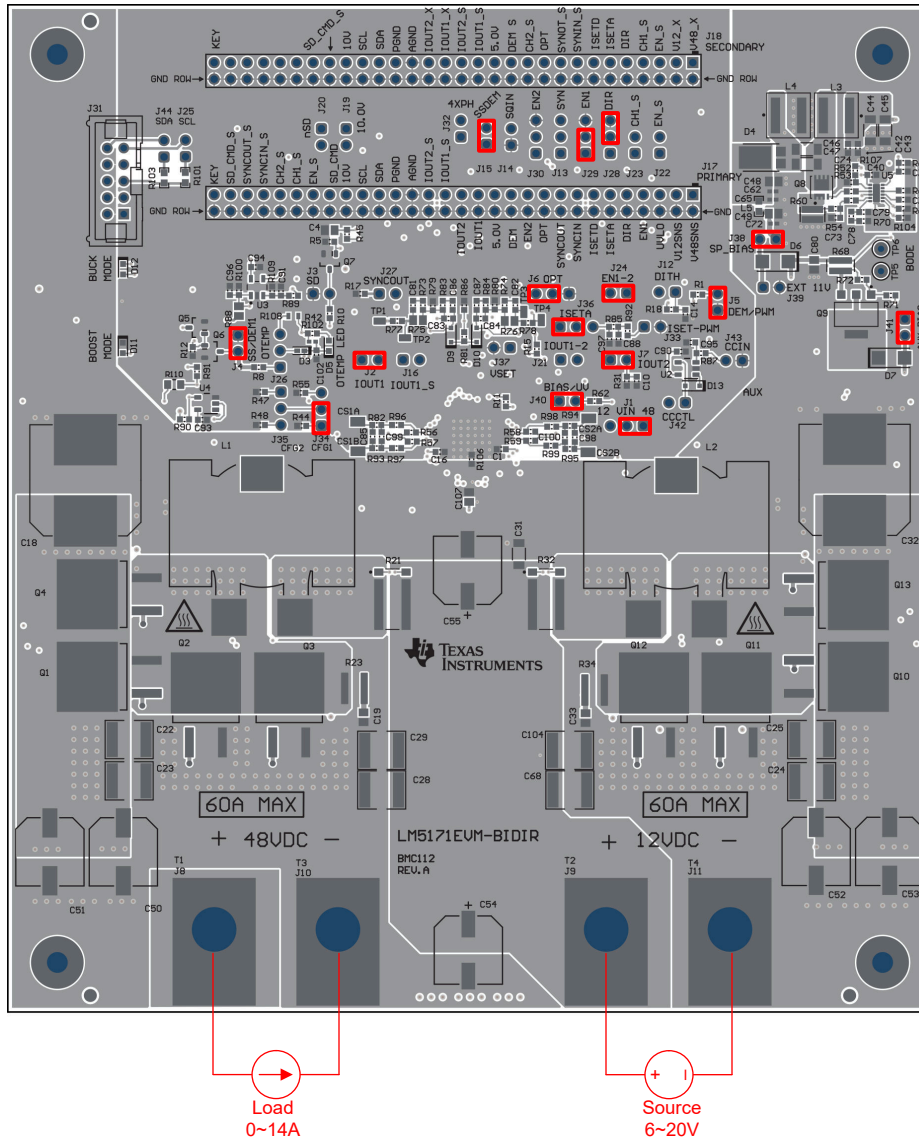


图 2-5. 具有电压调节功能的升压模式中的跳线设置

与具有电压调节功能的降压模式相比，J28 引脚 2、3 在升压模式下闭合。另请注意，与降压模式下相比，源和负载的位置会互换。

2.4.3 具有电流调节功能的降压模式

图 2-6 展示了具有电流调节功能的降压模式的跳线设置。

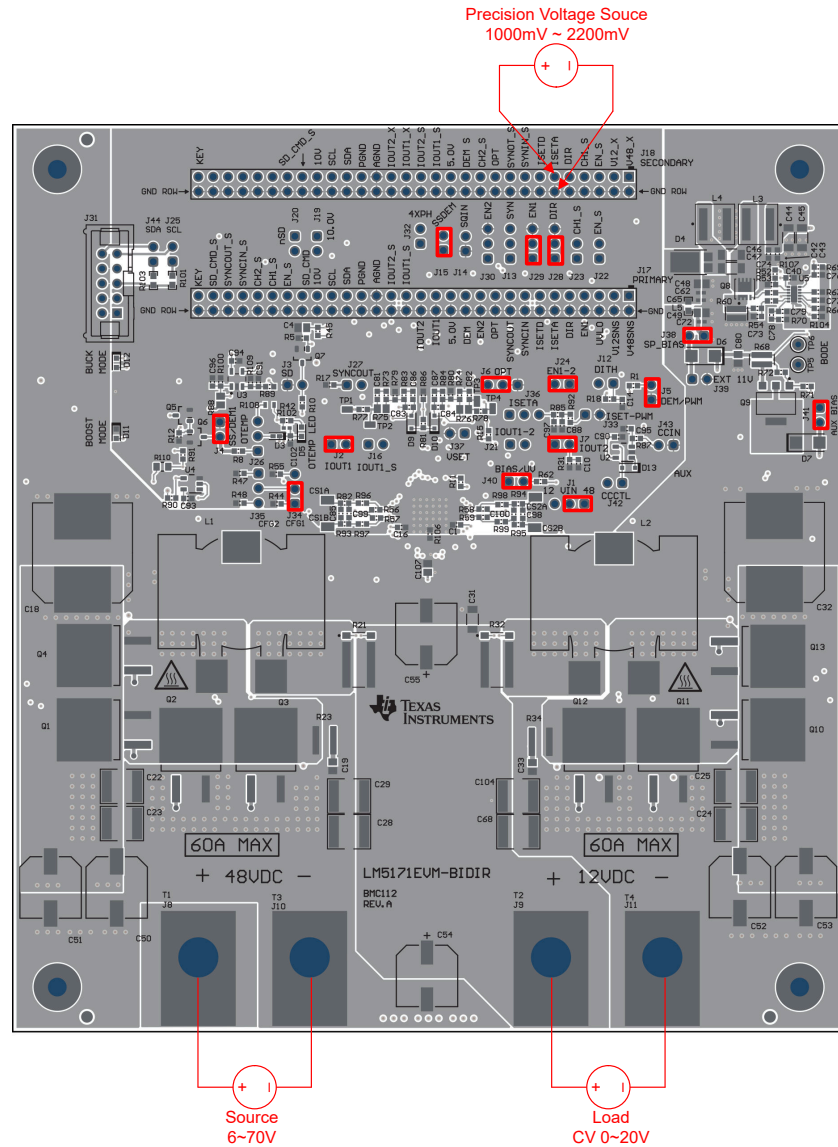


图 2-6. 具有电流调节功能的降压模式中的跳线设置

与具有电压调节功能的降压模式相比，J36 断开且 ISET 通过外部精密电压源设置。另请注意，负载需要设置为 CV 模式。

2.4.4 具有电流调节功能的升压模式

图 2-7 展示了具有电流调节功能的升压模式的跳线设置。

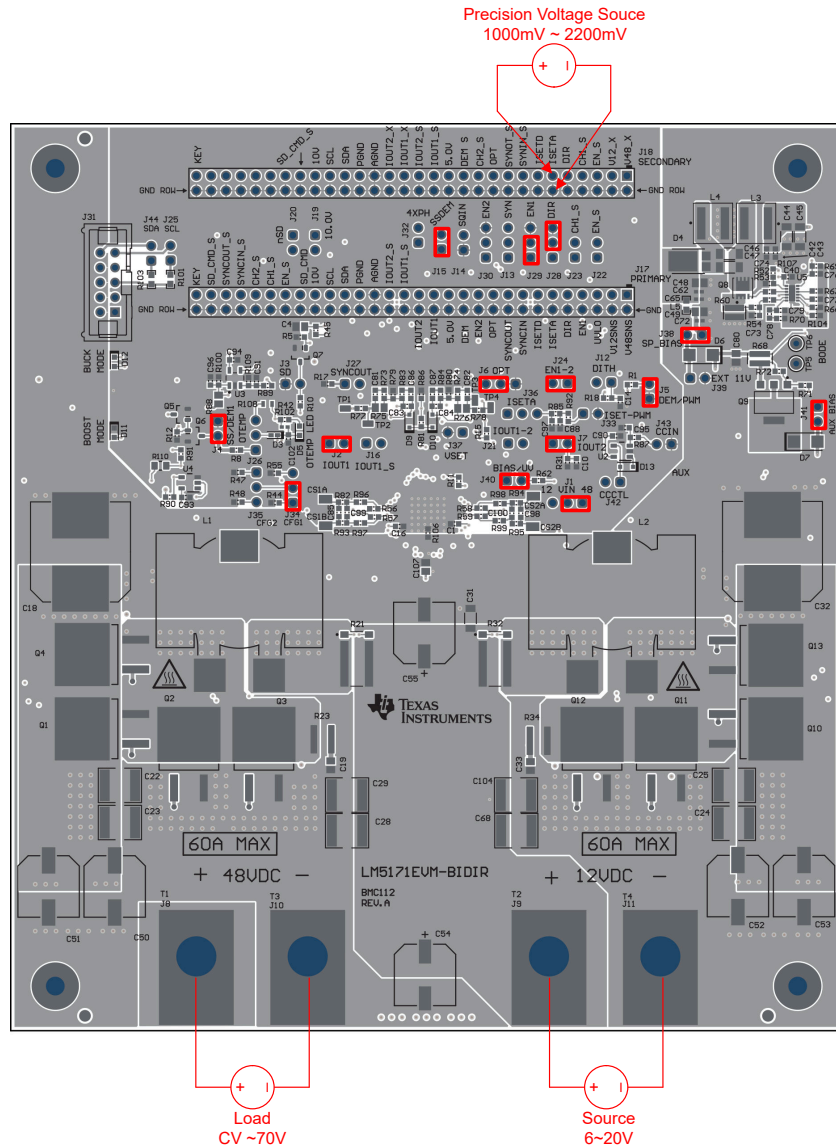


图 2-7. 具有电流调节功能的升压模式中的跳线设置

与具有电流调节功能的降压模式相比，J28 引脚 2、3 在升压模式下闭合。另请注意，与降压模式下相比，源和负载的位置会互换。

2.4.5 用于三相或四相操作的双 EVM 菊花链

图 2-8 展示了双 EVM 菊花链的跳线设置。

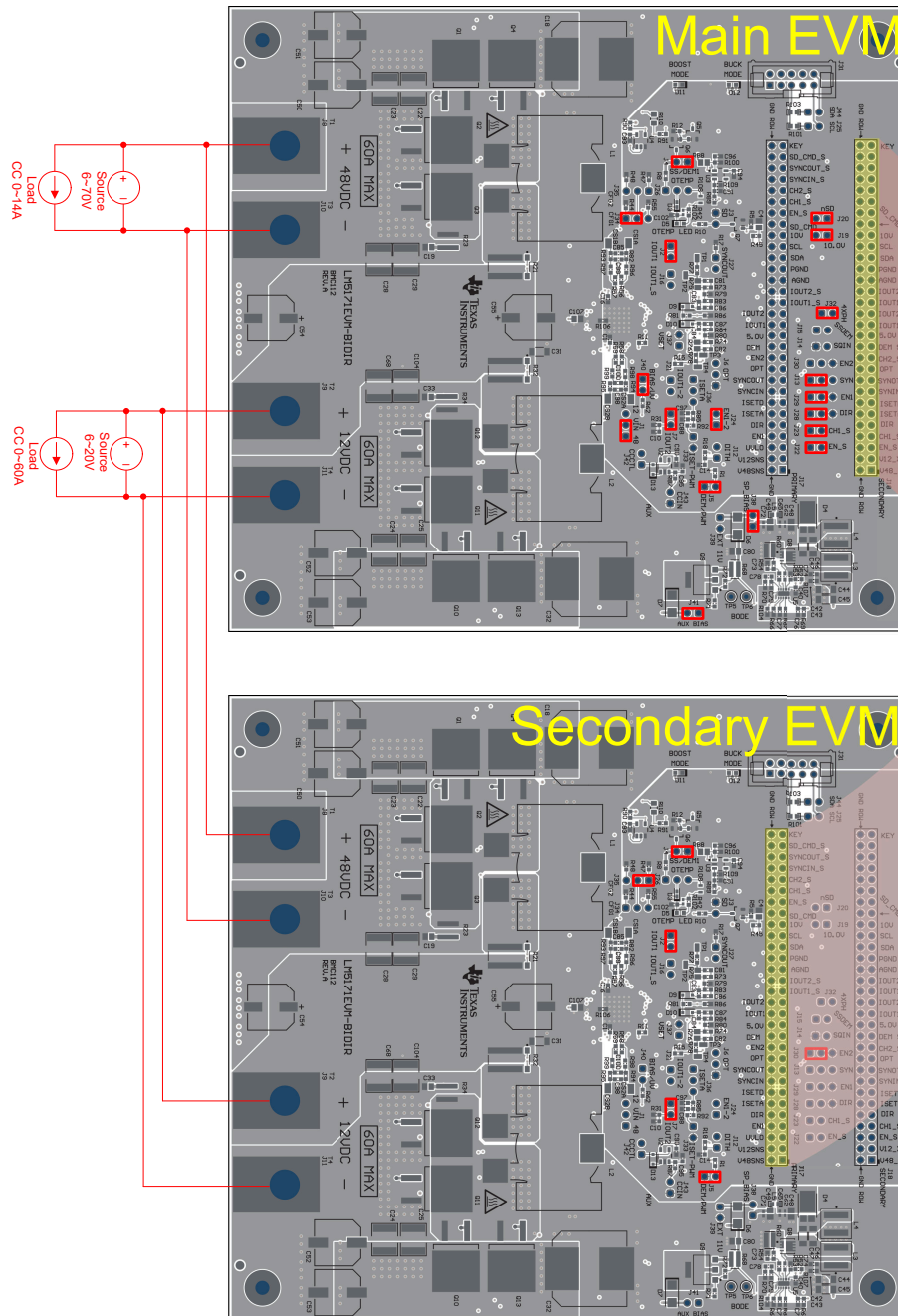


图 2-8. 用于三相或四相操作的双 EVM 菊花链中的跳线设置

用于三相或四相操作的双 EVM 菊花链中的跳线设置介绍了具有 90° 交错的四相操作。通过连接辅助 EVM J30 的引脚 2、3，而不是引脚 1、2，可以实现三相操作。

在主 EVM 中，J6 是断开的，J32 是闭合的，因此交错角度会在三相和四相之间自动变化。

请注意，对于双向操作，需要参照工作台设置设置源和负载。

3 测试步骤

在使用该 EVM 之前，请先阅读 LM5171 数据表 (SNVSCM3) 和本用户指南。图 2-2 展示了一个典型的 EVM 测试台设置。电源和负载需要能够处理电路板的输入和输出电压额定值及电流额定值。

默认情况下使用板载 10V 辅助电源。也可以按照表 2-2 中所述的跳线设置来施加外部 10V 辅助电源

可以使用四个外部控制信号来操作 EVM，即 UVLO、DIR、EN1/2 和 ISETA 或 ISETD (请参阅图 2-3)。

- **UVLO**：主 EVM 启用命令。在 J17 引脚 5 和 6 之间施加大于 2.5V 但小于 6V 的电压，以启用 EVM。将 J17 引脚 5 的电压拉低会使 EVM 保持关断模式。
- **DIR**：当前方向命令。在 J17 引脚 9 或 J18 引脚 9 上施加大于 2V 的电压，以便在降压模式下运行 EVM。在同一引脚上施加小于 1V 的电压，以便在升压模式下运行 EVM。DIR 命令也可以使用 J28 进行编程。请注意，DIR 必须为高电平有效或低电平有效才能运行 EVM。如果 DIR 信号悬空，则 EVM 无法运行。
- **EN1/2**：通道切换启用命令。在 J17 引脚 7 上施加大于 2V 的电压会开启 CH-1 转换器，而在 J17 引脚 21 上施加大于 2V 的电压会开启 CH-2 转换器。移除 EN1 和 EN2 引脚上的电压可禁用每个通道。通道启用也可由 J29、J30 和 J24 控制。
- **ISETA 或 ISETD**：通道电流调节设置。通过在 J17 引脚 11 和 12 或 J18 引脚 11 和 12 上施加模拟电压，或者在 J17 引脚 13 和 14 或 J18 引脚 13 和 14 上施加 PWM 信号，EVM 会将通道直流电流 (即功率电感器直流电流) 调节至与 ISETA 电压或 ISETD PWM 占空比成正比的水平。ISETA 在闭合时由板载外部电压环路设置。请注意，ISETA 具有 1V 失调电压，并且 ISETA=2.2V 会指示 EVM 向 12VDC 端口输入或从 12VDC 端口输出 60A，具体取决于运行模式。

3.1 降压模式上电和断电序列

对于具有电压调节功能的降压模式：

1. 参阅[具有电压调节功能的降压模式](#)，了解正确的跳线设置。
2. 将 LV-E-Load 设置为 CC 模式。打开 HV-PS 电源和 LV-E-Load。
3. 进行测试。
4. 测试完成后，关闭 HV-PS 和 LV-E-Load。

对于具有电流调节功能的降压模式：

1. 参阅[具有电流调节功能的降压模式](#)，了解正确的跳线设置。
2. 将 LV-E-Load 设置为 CV 模式。打开 HV-PS 电源和 LV-E-Load。
3. 在 J17 引脚 11 或 J18 引脚 11 (ISETA) 上施加逐渐从 1V 上升到 2.2V 的模拟电压，或在 J17 引脚 13 或 J18 引脚 13 上施加 PWM 信号。
4. 进行测试。
5. 测试完成后，将 ISETA 设置为 1V，并关闭 HV-PS 和 LV-E-Load。

3.2 升压模式上电和断电序列

对于具有电压调节功能的升压模式：

1. 参阅[具有电压调节功能的升压模式](#)，了解正确的跳线设置。
2. 将 HV-E-Load 设置为 CC 模式。打开 LV-PS 电源和 HV-E-Load。
3. 进行测试。
4. 测试完成后，关闭 LV-PS 和 HV-E-Load。

对于具有电流调节功能的升压模式：

1. 参阅[具有电流调节功能的降压模式](#)，了解正确的跳线设置。
2. 将 HV-E-Load 设置为 CV 模式。打开 LV-PS 电源和 HV-E-Load。
3. 在 J17 引脚 11 或 J18 引脚 11 (ISETA) 上施加逐渐从 1V 上升到 2.2V 的模拟电压，或在 J17 引脚 13 或 J18 引脚 13 上施加 PWM 信号。
4. 进行测试。
5. 测试完成后，将 ISETA 设置为 1V，并关闭 LV-PS 和 HV-E-Load。

3.3 双向上电和断电序列

1. 参阅表 2-1 至 表 2-4，了解正确的跳线设置。
2. 打开 HV-PS 电源和 HV-E-load。
3. 打开 HV-PS 电源和 HV-E-load。
4. 在 J17 引脚 5 (启用主 EVM) 上施加大于 2.5V 但小于 6V 的电压。
5. 在 J17 引脚 9 或 J18 引脚 9 上施加方向命令 (DIR)。
6. 在 J17 引脚 11 或 J18 引脚 11 (ISETA) 上施加逐渐从 1V 上升到 2.2V 的模拟电压，或在 J17 引脚 13 或 J18 引脚 13 上施加 PWM 信号。
7. 在 0 (DIR < 1V) 和 1 (DIR > 2V) 之间动态翻转 DIR 信号状态，这时 EVM 在动态双向转换模式下运行。在 FPWM 模式下，用户可以通过将 ISETA 设置为低于 1V 来更改方向。
8. 进行测试。
9. 测试完成后，将 ISETA 设置为 1V，移除 J17 引脚 5 上的电压，并关闭电子负载、HV-PS 和 LV-PS。

3.4 使用外部 MCU 或其他数字电路操作 EVM

1. 板载模拟电压环路控制电路必须断开连接。
2. 使用 J17 接头连接外部 MCU 或其他控制电路。
3. 遵循降压模式或升压模式操作的上电和断电序列。

MCU 或其他数字控制电路所需的信号包括 UVLO、EN1/EN2、DIR、ISETA 或 ISETD。有关使用 MSPM0 Launchpad 或 C2000 MCU 操作 EVM 的信息，请与 TI 联系。

4 测试数据

4.1 效率

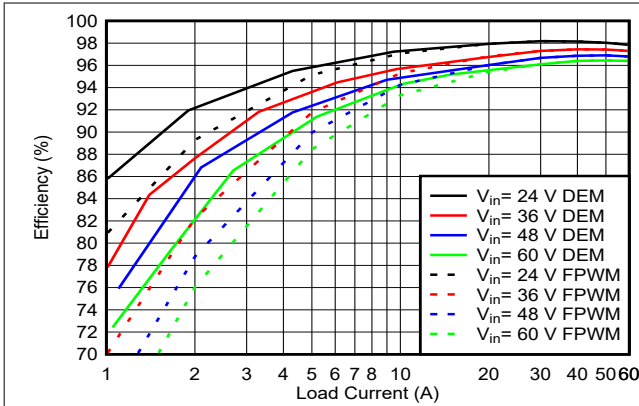


图 4-1. 降压模式效率与输入电压和负载电流间的关系：
 $V_{OUT} = 14.5V$

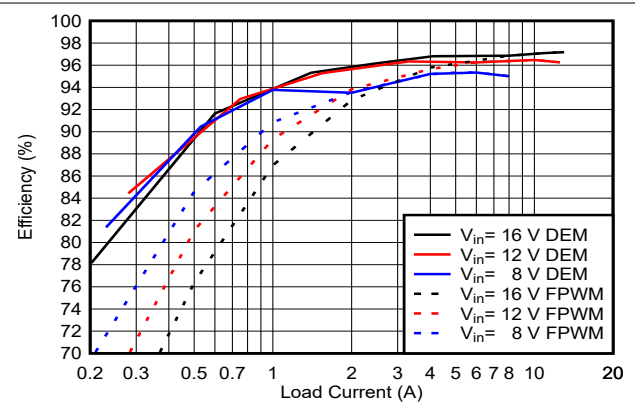


图 4-2. 升压模式效率与输入电压和负载电流间的关系：
 $V_{OUT} = 50.5V$

4.2 阶跃负载响应

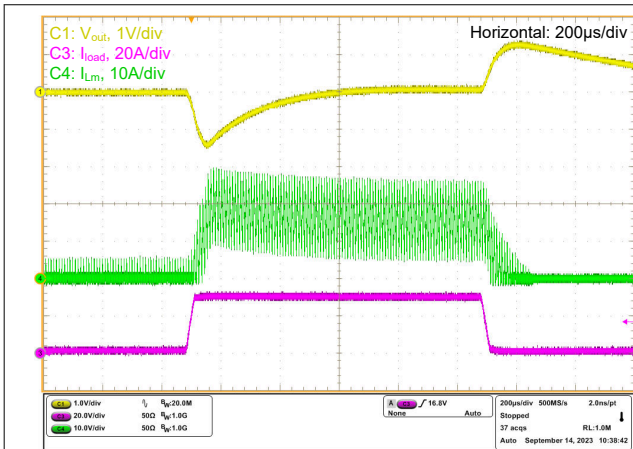


图 4-3. 阶跃负载响应：降压模式；DEM；1A 至 30A
负载阶跃；1A/ μ s

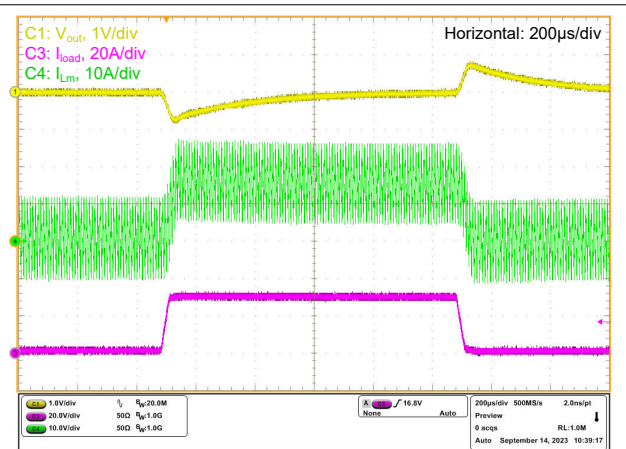
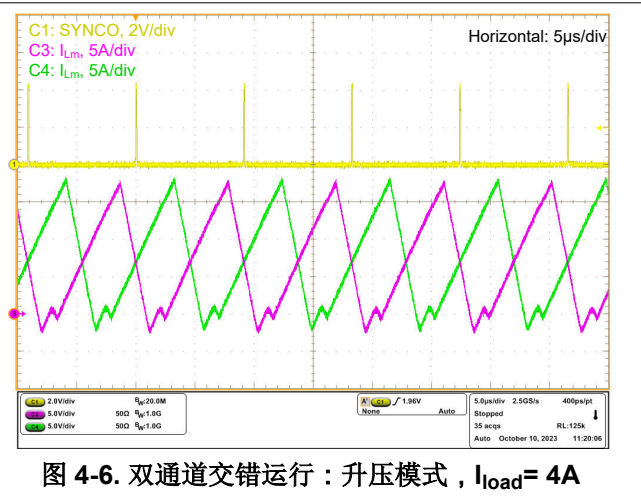
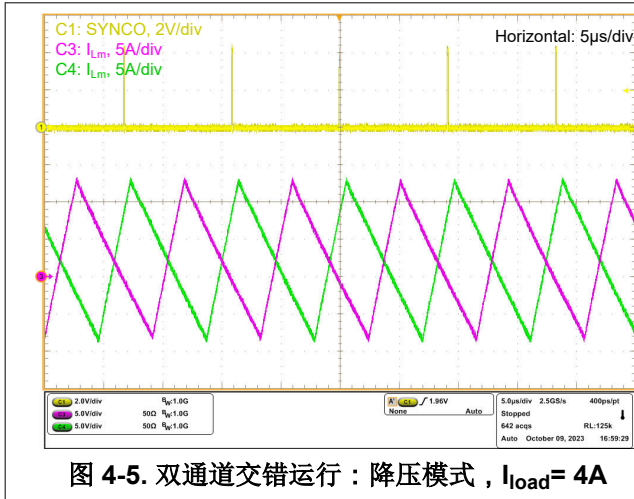
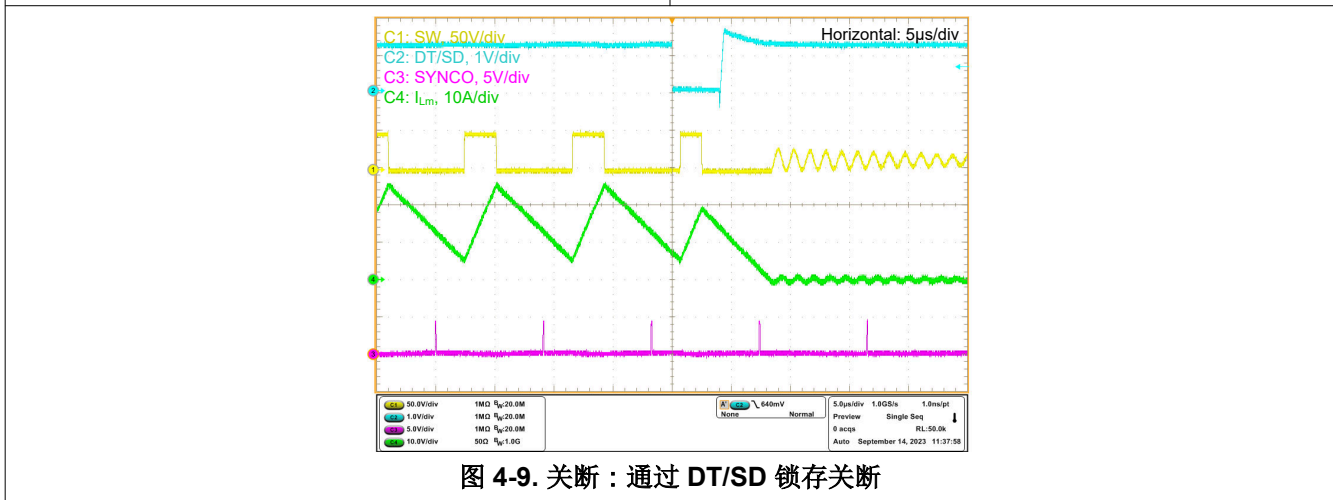
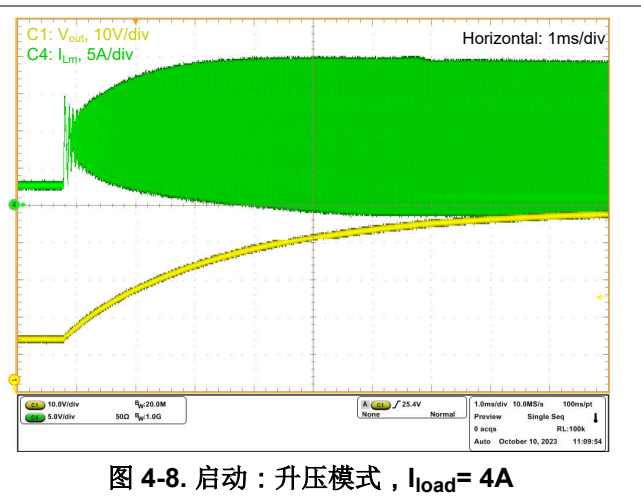
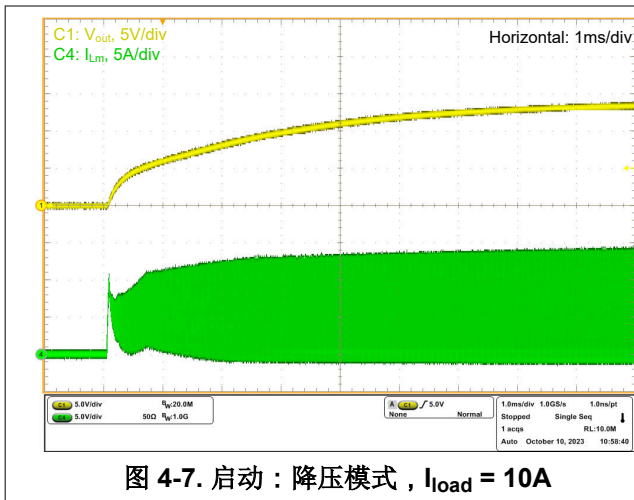


图 4-4. 阶跃负载响应：降压模式；FPWM；1A 至 30A
负载阶跃；1A/ μ s

4.3 双通道交错运行



4.4 典型启动和关断



4.5 DEM 和 FPWM

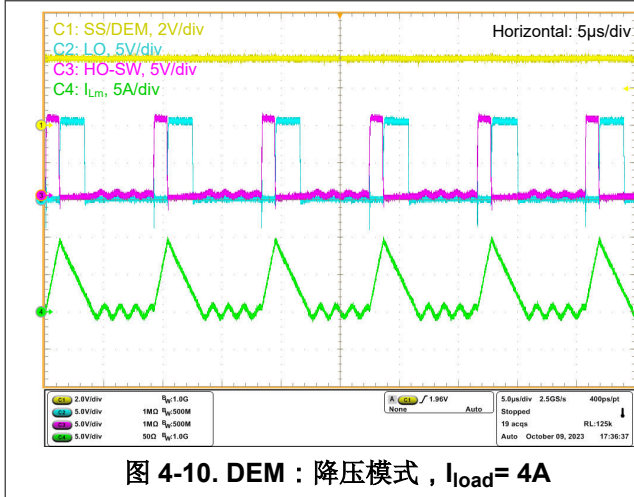


图 4-10. DEM : 降压模式, $I_{load}=4A$

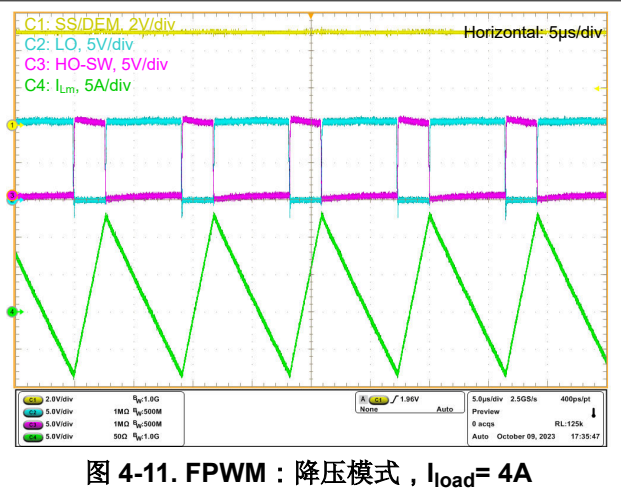


图 4-11. FPWM : 降压模式, $I_{load}=4A$

4.6 DEM 和 FPWM 之间的模式转换

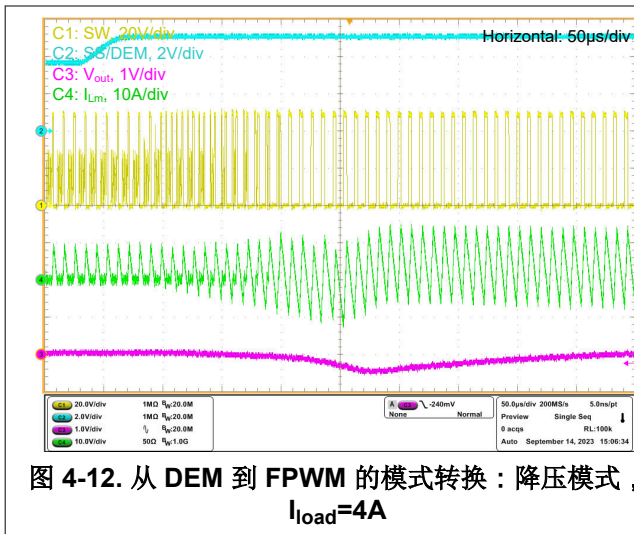


图 4-12. 从 DEM 到 FPWM 的模式转换 : 降压模式, $I_{load}=4A$

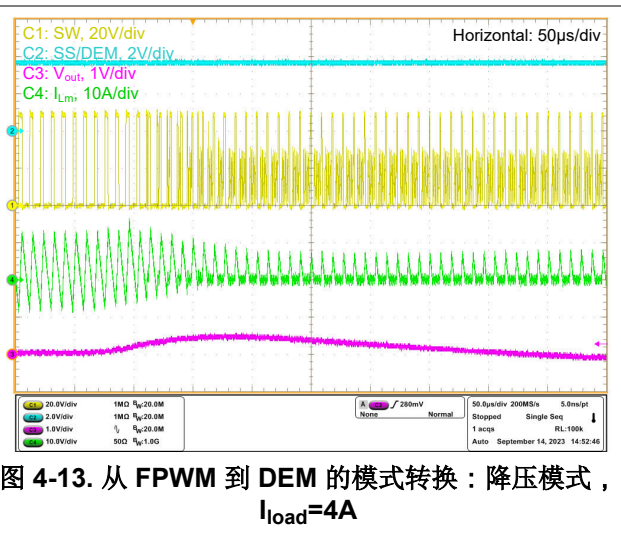
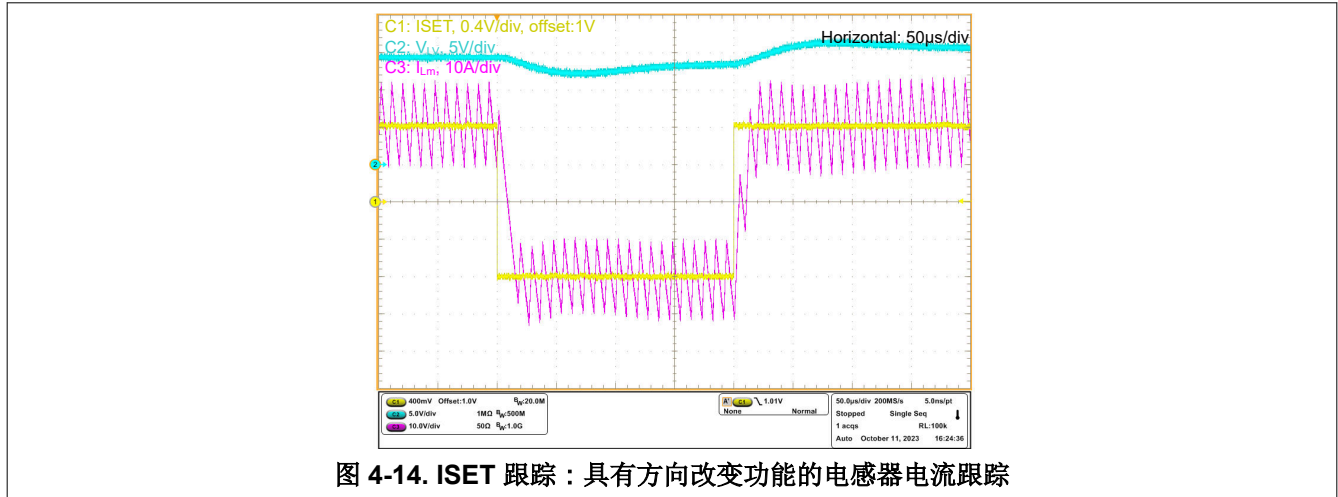
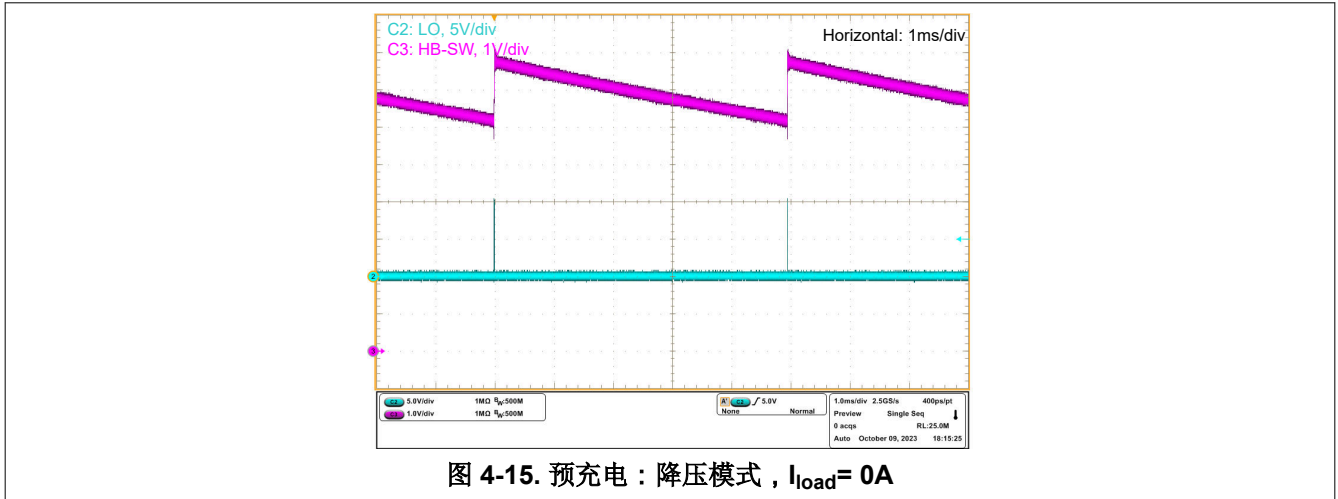


图 4-13. 从 FPWM 到 DEM 的模式转换 : 降压模式, $I_{load}=4A$

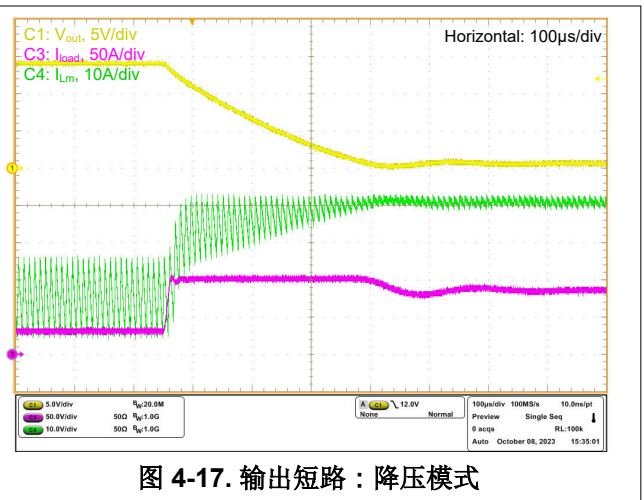
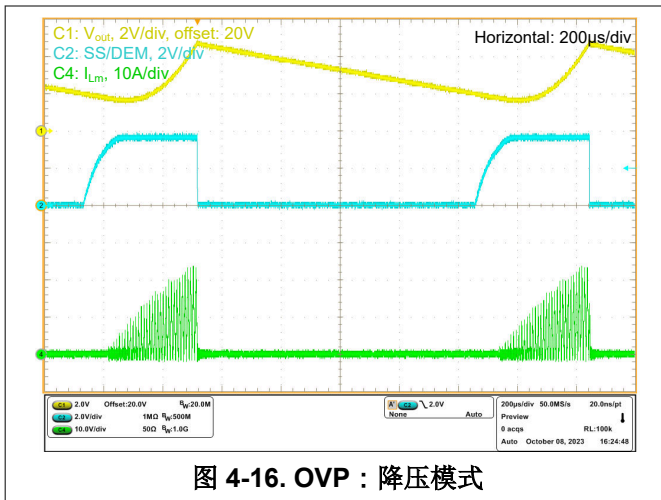
4.7 ISET 跟踪



4.8 预充电



4.9 保护功能



5 设计文件

5.1 原理图

要下载 EVM 电路板的原理图，请参阅 www.ti.com/tool 中的设计文件。

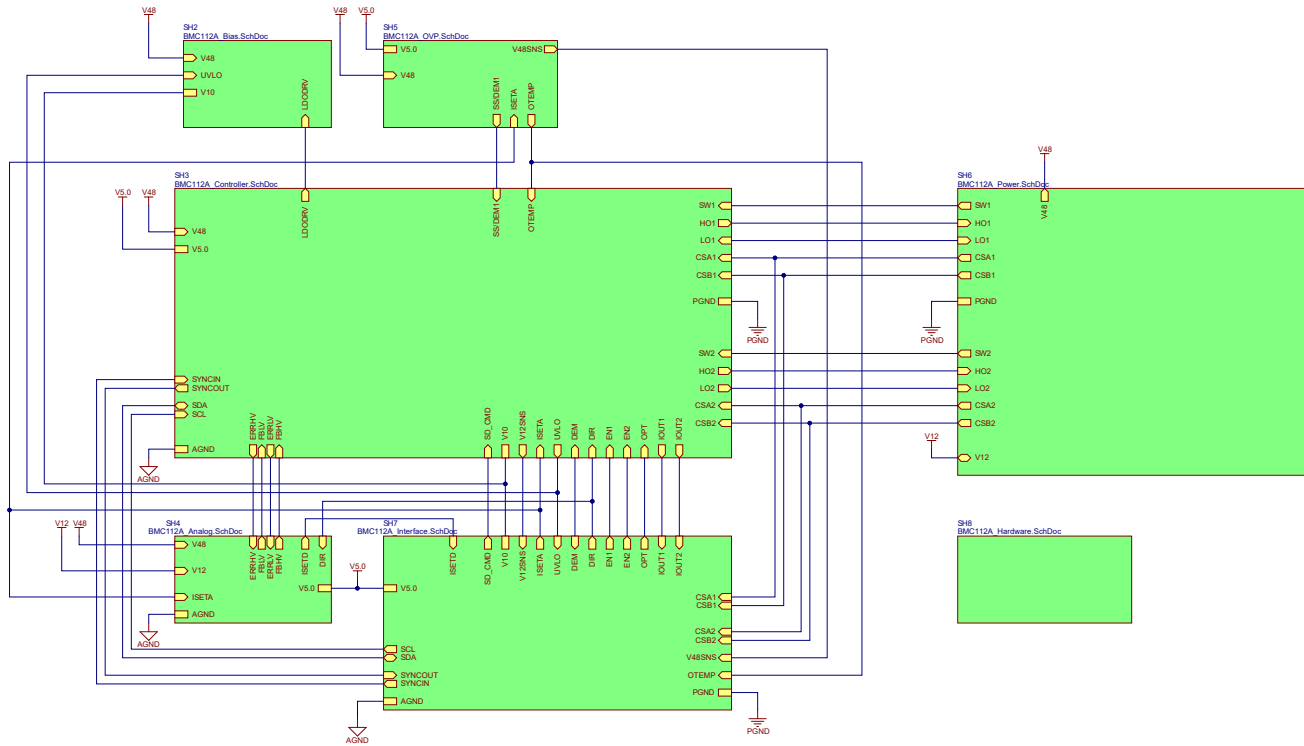


图 5-1. EVM 原理图第 1 部分：概述

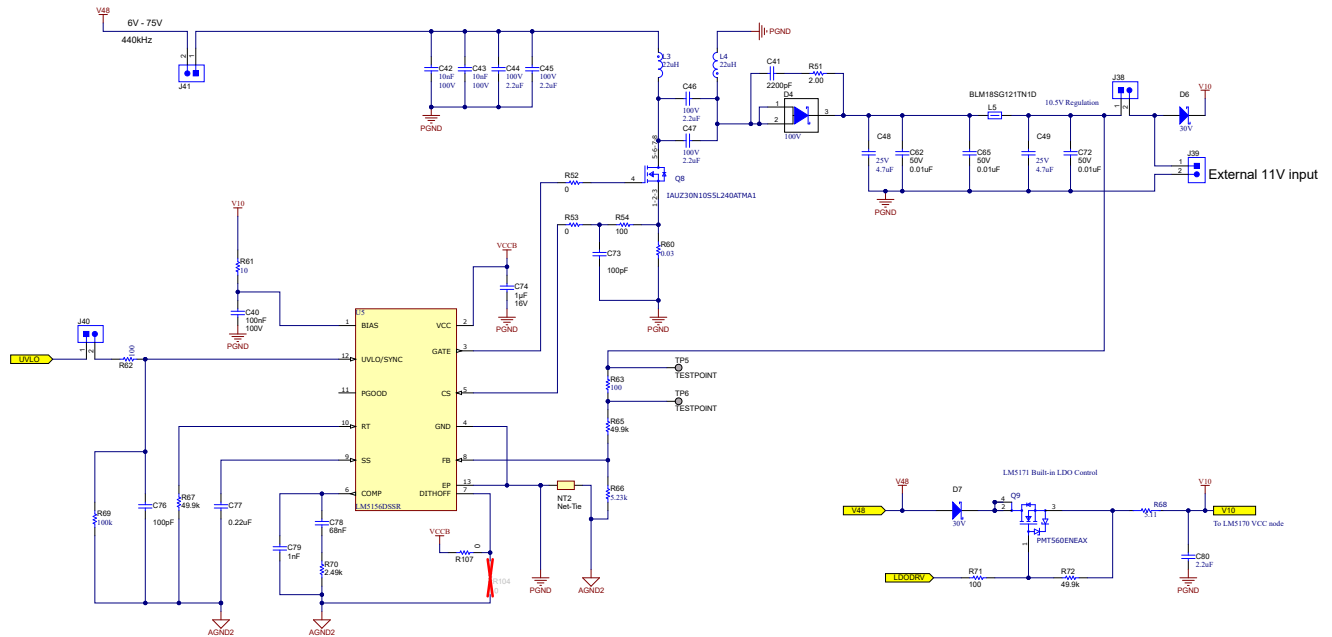


图 5-2. EVM 原理图第 2 部分：偏置电源

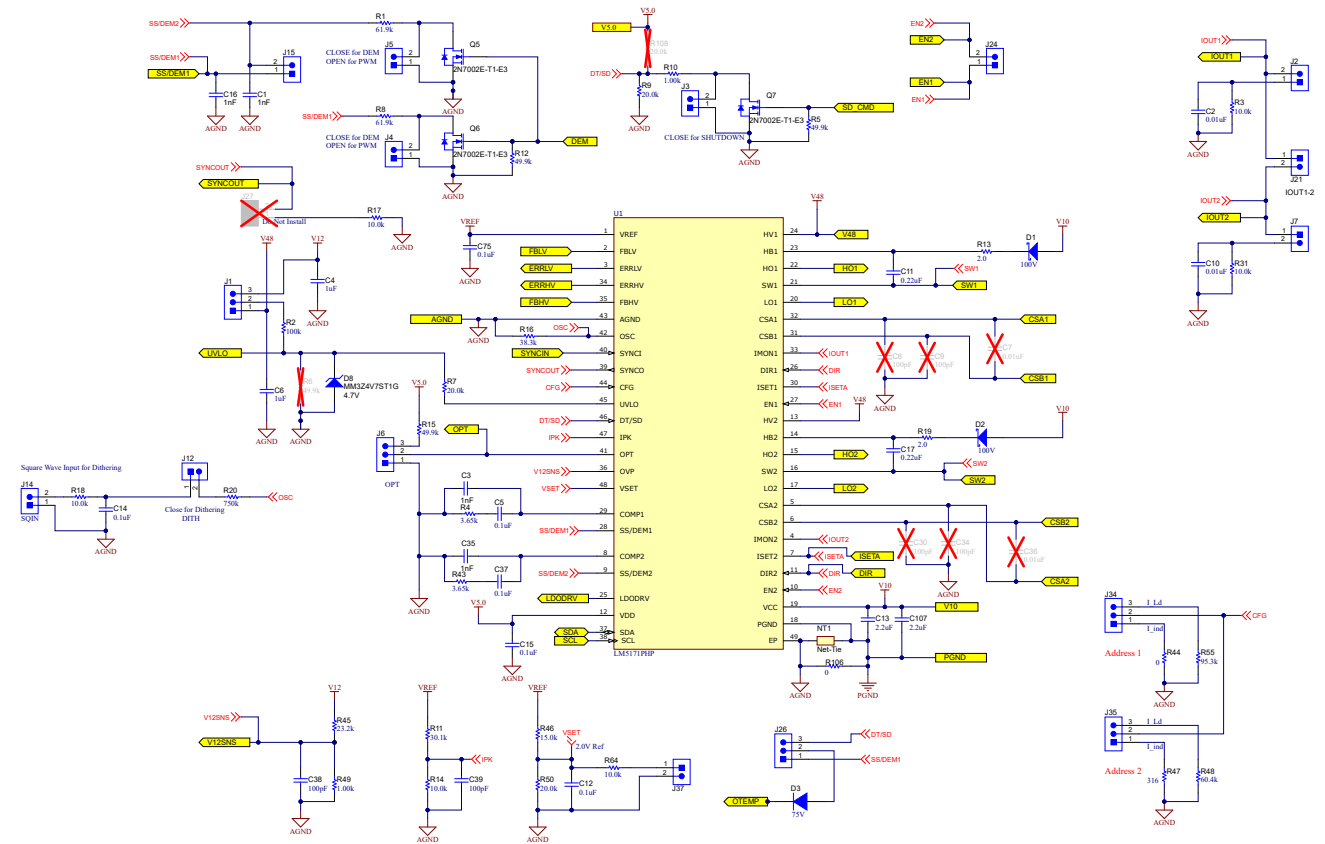


图 5-3. EVM 原理图第 3 部分：控制器

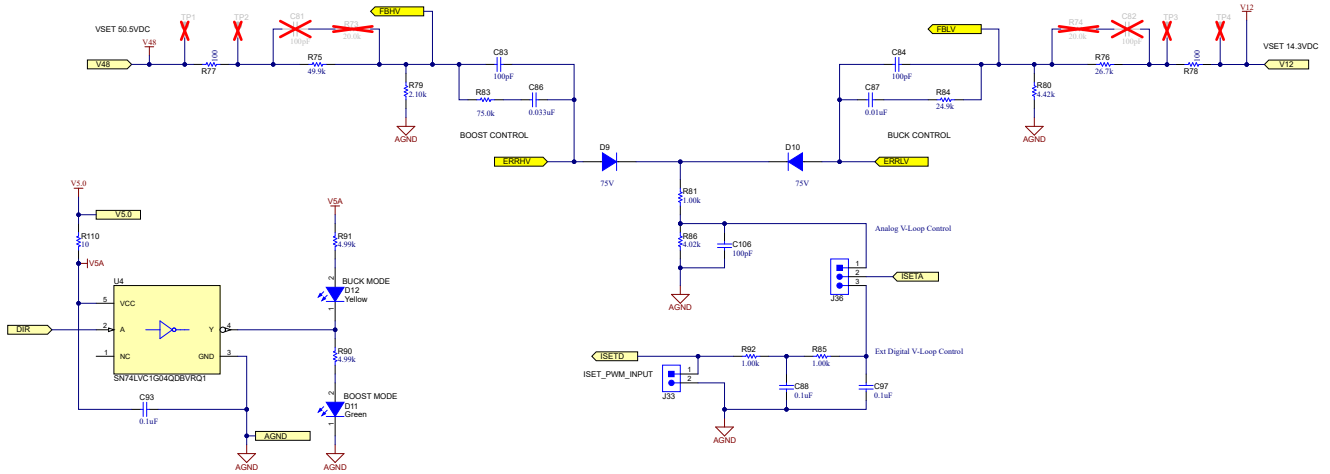


图 5-4. EVM 原理图第 4 部分：外部电压环路

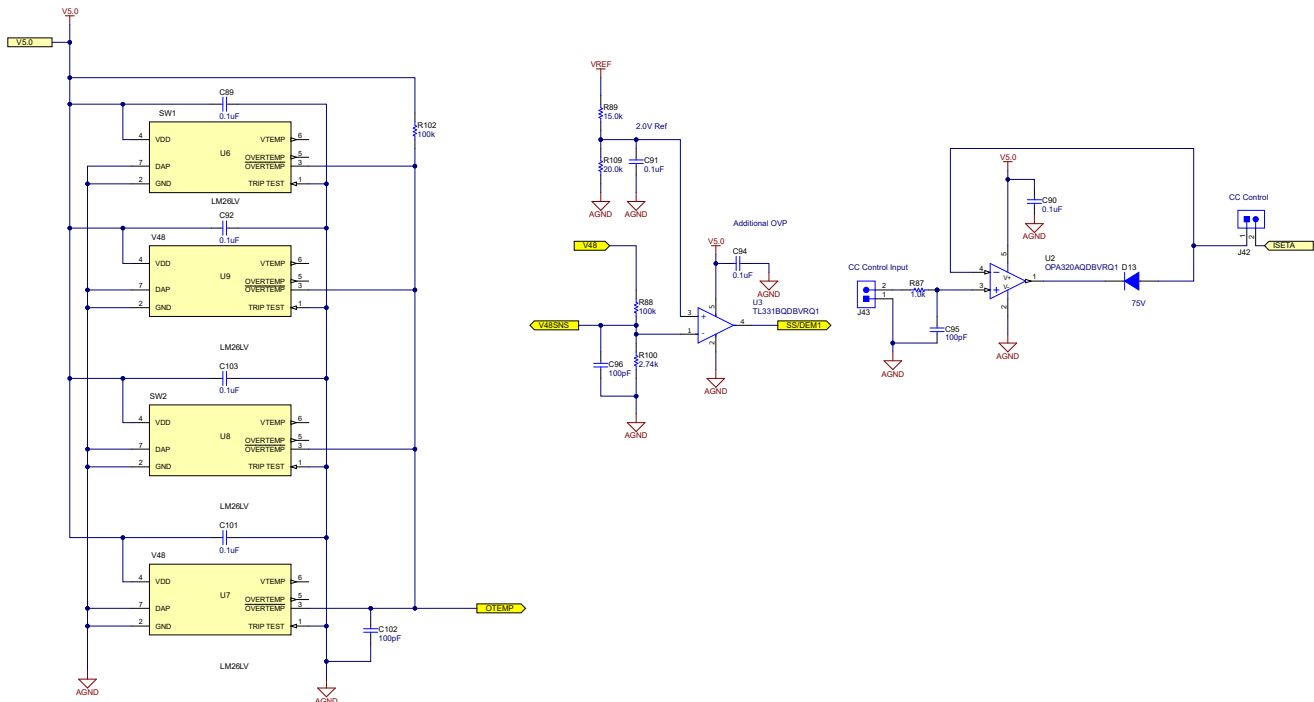


图 5-5. EVM 原理图第 5 部分：保护

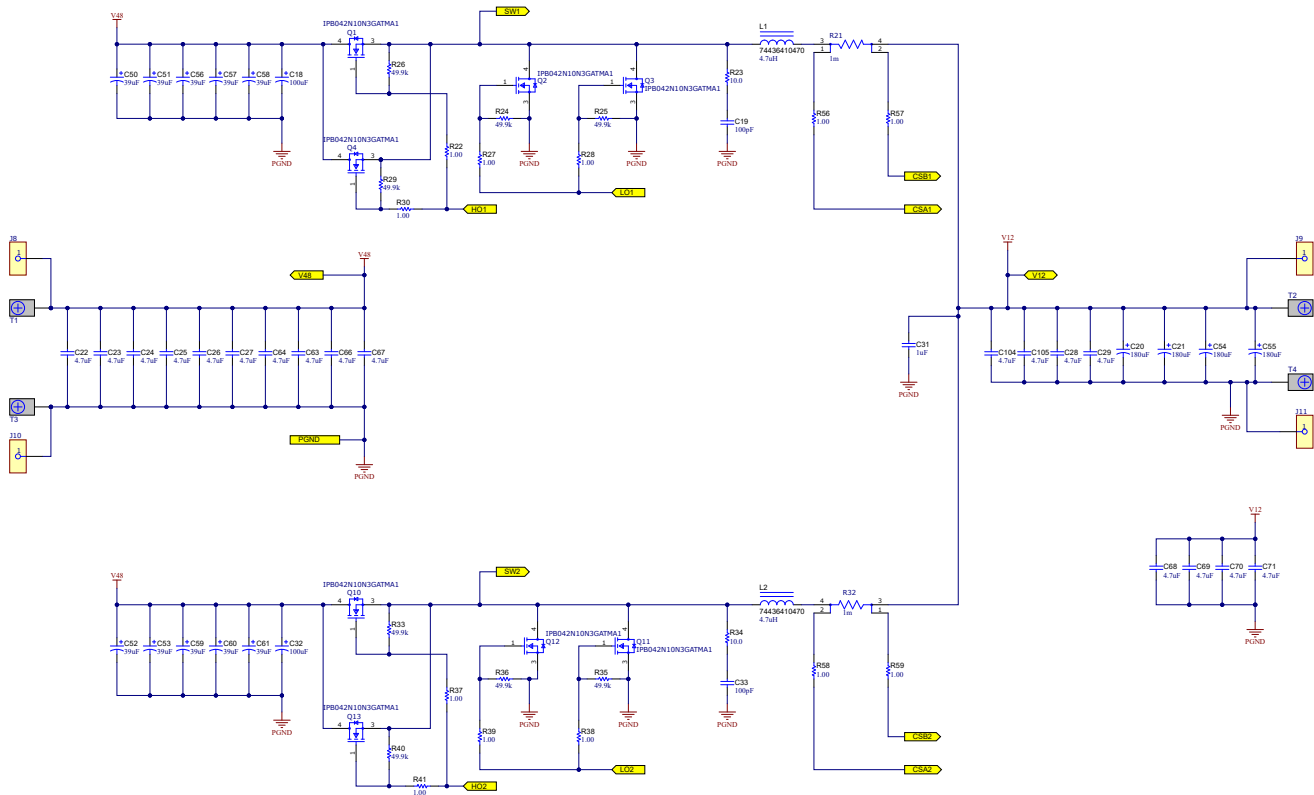


图 5-6. EVM 原理图第 6 部分：功率级

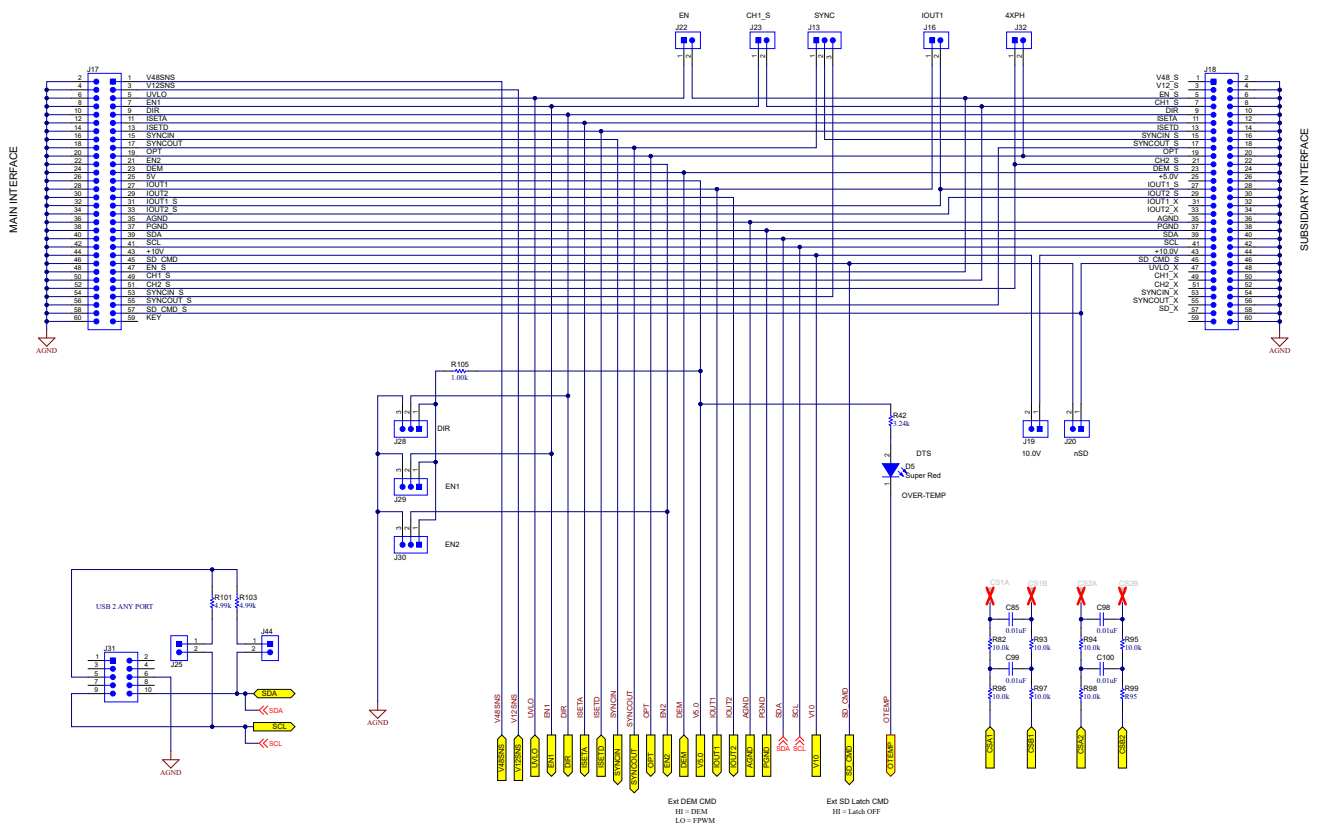


图 5-7. EVM 原理图第 7 部分：接口连接器和配置接头

5.2 物料清单

表 5-1. 物料清单

数量	位号	说明	器件型号	制造商
5	C1、C3、C16、C35、C79	电容, 陶瓷, 1000pF, 50V, +/-5%, X7R, AEC-Q200 1 级, 0603	C0603C102J5RACAUTO	Kemet
7	C2、C10、C85、C87、C98、C99、C100	电容, 陶瓷, 0.01uF, 100V, +/-10%, X7R, 0603	06031C103KAT2A	AVX
2	C4、C6	电容, 陶瓷, 1uF, 100V, +/-10%, X7S, 0805	C2012X7S2A105K125AB	TDK
16	C5、C12、C14、C15、C37、C75、C88、C89、C90、C91、C92、C93、C94、C97、C101、C103	电容, 陶瓷, 0.1uF, 100V, +/-10%, X7R, 0603	GRM188R72A104KA35D	MuRata
2	C11、C17	电容, 陶瓷, 0.22uF, 50V, +/-10%, X7R, 0603	C1608X7R1H224K080AB	TDK
3	C13、C80、C107	电容, 陶瓷, 2.2 uF, 16V, +/-10%, X7R, 0805	C2012X7R1C225K125AB	TDK
2	C18、C32	电容, 铝, 100uF, 100V, +/-20%, 0.24 Ω, SMD	EMVH101GDA101MLH0S	Chemi-Con
2	C19、C33	电容, 陶瓷, 100pF, 100V, +/-10%, C0G/NP0, 0805	08051A101KAT2A	AVX
4	C20、C21、C54、C55	电容, 铝聚合物, 180uF, 50V, +/-20%, 0.019 Ω, SMD, 2 引线, 直径 10.5mm, 引脚间距 8mm SMD	PCR1H181MCL1GS	Nichicon
18	C22、C23、C24、C25、C26、C27、C28、C29、C63、C64、C66、C67、C68、C69、C70、C71、C104、C105	电容, 陶瓷, 4.7uF, 100V, +/-20%, X7R, 2220	C5750X7R2A475M230KA	TDK
1	C31	电容, 陶瓷, 1uF, 100V, +/-10%, X7R, 1206	GRM31CR72A105KA01L	MuRata
8	C38、C39、C83、C84、C95、C96、C102、C106	电容, 陶瓷, 100pF, 50V, +/-5%, C0G/NP0, 0603	C0603C101J5GACTU	Kemet
1	C40	电容, 陶瓷, 0.1uF, 100V, +/-10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 0603	GCJ188R72A104KA01D	MuRata
1	C41	电容, 陶瓷, 2200pF, 100V, +/-10%, X7R, 0603	GRM188R72A222KA01D	MuRata
2	C42、C43	电容, 陶瓷, 0.01uF, 100V, +/-10%, X7R, 0603	GRM188R72A103KA01D	MuRata
4	C44、C45、C46、C47	电容器, 陶瓷, 2.2uF, 100V, +/-10%, X7S, 1206	C3216X7S2A225K160AB	TDK
2	C48、C49	电容, 陶瓷, 4.7 uF, 25V, +/- 10%, X5R, 0805	C0805C475K3PACTU	Kemet
10	C50、C51、C52、C53、C56、C57、C58、C59、C60、C61	电容, 铝聚合物, 39 uF, 80V, +/-20%, 0.035 Ω, AEC-Q200 1 级, D10xL10mm SMD	HHXA800ARA390MJA0G	Chemi-Con
3	C62、C65、C72	电容, 陶瓷, 0.01uF, 50V, +/-10%, X7R, 0402	GRM155R71H103KA88D	MuRata
2	C73、C76	电容, 陶瓷, 100pF, 50V, +/-1%, C0G/NP0, 0603	C0603C101F5GACTU	Kemet
1	C74	电容, 陶瓷, 1uF, 16V, +/-10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 0603	CGA3E1X7R1C105K080A C	TDK
1	C77	电容, 陶瓷, 0.22uF, 50V, +/-10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 0603	CGA3E3X7R1H224K080A B	TDK

表 5-1. 物料清单 (续)

数量	位号	说明	器件型号	制造商
1	C78	电容, 陶瓷, 0.068uF, 50V, +/-10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 0603	CGA3E2X7R1H683K080A A	TDK
1	C86	电容, 陶瓷, 0.033uF, 100V, +/-10%, X7S, AEC-Q200 1 级, 0603	CGA3E3X7S2A333K080A B	TDK
2	D1、D2	二极管, 肖特基, 100V, 1A, AEC-Q101, SOD-123W	PMEG10010ELRX	Nexperia
1	D3	二极管, 开关, 75V, 0.3A, SOD-523	1N4148X-TP	Micro Commercial Components
1	D4	二极管, 肖特基, 100V, 5A, AEC-Q101, PowerDI5	PDS5100HQ-13	Diodes Inc.
1	D5	LED, 红色超高亮, SMD	150060SS75000	Würth Elektronik
2	D6、D7	二极管, 肖特基, 30V, 2A, SMA	B230A-13-F	Diodes Inc.
1	D8	二极管, 齐纳, 4.7V, 300mW, SOD-323	MM3Z4V7ST1G	ON Semiconductor
3	D9、D10、D13	二极管, 开关, 75V, 0.25A, SOD-323	1N4448WX-TP	Micro Commercial Components
1	D11	LED, 绿色, SMD	150060VS75000	Würth Elektronik
1	D12	LED, 黄色, SMD	150060YS75000	Würth Elektronik
6	FID1, FID2, FID3, FID4, FID5, FID6	基准标记。没有需要购买或安装的元件。	不适用	不适用
4	H1、H2、H3、H4	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
4	H5、H6、H7、H8	六角螺柱, 0.5"L #4-40, 尼龙	1902C	Keystone
10	J1、J6、J13、J26、J28、J29、J30、J34、J35、J36	接头, 2.54mm, 3x1, 金, TH	61300311121	Würth Elektronik
26	J2、J3、J4、J5、J7、J12、J14、J15、J16、J19、J20、J21、J22、J23、J24、J25、J32、J33、J37、J38、J39、J40、J41、J42、J43、J44	接头, 2.54mm, 2x1, 金, TH	61300211121	Würth Elektronik
4	J8、J9、J10、J11	香蕉插孔连接器标准香蕉焊片	6095	Keystone Electronics
2	J17、J18	接头, 100mil, 30x2, 金, TH	HMTSW-130-07-G-D-240	Samtec
1	J31	接头 (有罩), 100mil, 5x2, 高温, 镀金, TH	N2510-6002-RB	3M
2	L1、L2	电感, 屏蔽, 铁氧体, 4.7uH, 32A, 0.0015Ω, SMD	74436410470	Würth Elektronik
2	L3, L4	22μH 屏蔽电感器, 5.8A, 46.9mΩ (最大值, 非标准)	XGL6060-223MEC	Coilcraft
1	L5	铁氧体磁珠, 120Ω @ 100MHz, 3A, 0603	BLM18SG121TN1D	MuRata
8	Q1、Q2、Q3、Q4、Q10、Q11、Q12、Q13	N 沟道 100V 100A (Tc) 214W (Tc) 表面贴装 D ² PAK (TO-263AB)	IPB042N10N3GATMA1	Infineon
3	Q5、Q6、Q7	MOSFET, N 沟道, 60V, 0.24A, SOT-23	2N7002E-T1-E3	Vishay-Siliconix
1	Q8	N 沟道 100V 30A (Tc) 45.5W (Tc) 表面贴装 PG-TSDSON-8-32	IAUZ30N10S5L240ATMA1	Infineon
1	Q9	小信号低 R _{dson} 汽车类转型 MOSFET N 沟道 100V 1.1A 3 引脚 SC-73 T/R	PMT560ENEAX	Nexperia
2	R1、R8	电阻, 61.9k, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	CRCW060361K9FKEA	Vishay-Dale
2	R2、R88	电阻, 100k, 1%, 0.125W, AEC-Q200 0 级, 0805	CRCW0805100KFKEA	Vishay-Dale

表 5-1. 物料清单 (续)

数量	位号	说明	器件型号	制造商
14	R3、R14、R17、R18、R31、R64、R82、R93、R94、R95、R96、R97、R98、R99	电阻, 10.0k, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	CRCW060310K0FKEA	Vishay-Dale
2	R4、R43	电阻, 3.65k, 1%, 0.1W, 0603	RC0603FR-073K65L	Yageo
3	R5、R12、R15	电阻, 49.9k, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	CRCW060349K9FKEA	Vishay-Dale
4	R7、R9、R50、R109	电阻, 20.0k, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	CRCW060320K0FKEA	Vishay-Dale
5	R10、R49、R81、R85、R92	电阻, 1.00k, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	CRCW06031K00FKEA	Vishay-Dale
1	R11	电阻, 30.1k, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	CRCW060330K1FKEA	Vishay-Dale
2	R13、R19	电阻, 2.0, 5%, 0.125W, AEC-Q200 0 级, 0805	CRCW08052R00JNEA	Vishay-Dale
1	R16	电阻, 38.3k, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	CRCW060338K3FKEA	Vishay-Dale
1	R20	电阻, 750k, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	CRCW0603750KFKEA	Vishay-Dale
2	R21、R32	1m Ω , \pm 2%, 4W, 片上电阻, 宽, 3518 (公制 9045), 1835, 电流检测, 防潮金属箔	FC4L90R001GER	Ohmite
8	R22、R27、R28、R30、R37、R38、R39、R41	电阻, 1.00, 1%, 0.125W, AEC-Q200 0 级, 0805	CRCW08051R00FKEA	Vishay-Dale
2	R23、R34	电阻器, 10.0, 1%, 1W, AEC-Q200 0 级, 1218	CRCW121810R0FKEK	Vishay-Dale
9	R24、R25、R26、R29、R33、R35、R36、R40、R75	电阻, 49.9k, 1%, 0.125W, AEC-Q200 0 级, 0805	CRCW080549K9FKEA	Vishay-Dale
1	R42	电阻, 3.24k, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	CRCW06033K24FKEA	Vishay-Dale
2	R44、R106	电阻, 0, 5%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	ERJ-3GEY0R00V	Panasonic
1	R45	电阻, 23.2k, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	CRCW060323K2FKEA	Vishay-Dale
2	R46、R89	电阻, 15.0k, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	CRCW060315K0FKEA	Vishay-Dale
1	R47	电阻, 316 Ω , 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	CRCW0603316RFKEA	Vishay-Dale
1	R48	电阻, 60.4k, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	CRCW060360K4FKEA	Vishay-Dale
1	R51	电阻, 2.00, 1%, 0.5W, AEC-Q200 0 级, 1210	ERJ-14BQF2R0U	Panasonic
3	R52、R53、R107	电阻, 0, 5%, 0.1W, 0603	RC0603JR-070RL	Yageo
2	R54、R71	电阻, 100, 1%, 0.1W, 0603	RC0603FR-07100RL	Yageo
1	R55	电阻, 95.3k, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	CRCW060395K3FKEA	Vishay-Dale
4	R56、R57、R58、R59	电阻, 1.00, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	CRCW06031R00FKEA	Vishay-Dale
1	R60	电阻, 0.03, 1%, 1W, 0612	PRL1632-R030-F-T1	Susumu Co Ltd
2	R61、R110	电阻, 10, 5%, 0.125W, AEC-Q200 0 级, 0805	CRCW080510R0JNEA	Vishay-Dale
4	R62、R63、R77、R78	电阻, 100, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	CRCW0603100RFKEA	Vishay-Dale

表 5-1. 物料清单 (续)

数量	位号	说明	器件型号	制造商
3	R65、R67、R72	电阻, 49.9k, 1%, 0.1W, 0603	RC0603FR-0749K9L	Yageo
1	R66	电阻, 5.23k, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	CRCW06035K23FKEA	Vishay-Dale
1	R68	电阻厚膜 0612 5.11 Ω 1% 1/2W ±100ppm/K 模 制 Paper T/R	RCL06125R11FKEA	Vishay Dale
1	R69	电阻, 100k, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	CRCW0603100KFKEA	Vishay-Dale
1	R70	电阻, 2.49k, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	CRCW06032K49FKEA	Vishay-Dale
1	R76	电阻, 26.7k, 1%, 0.125W, AEC-Q200 0 级, 0805	CRCW080526K7FKEA	Vishay-Dale
1	R79	电阻, 2.10k, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	CRCW06032K10FKEA	Vishay-Dale
1	R80	电阻, 4.42k, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	CRCW06034K42FKEA	Vishay-Dale
1	R83	电阻, 75.0k, 1%, 0.1W, 0603	RC0603FR-0775KL	Yageo
1	R84	电阻, 24.9k, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	CRCW060324K9FKEA	Vishay-Dale
1	R86	电阻, 4.02k, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	CRCW06034K02FKEA	Vishay-Dale
1	R87	电阻, 1.0k, 5%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	CRCW06031K00JNEA	Vishay-Dale
2	R90, R91	电阻, 4.99k, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	CRCW06034K99FKEA	Vishay-Dale
1	R100	电阻, 2.74k, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	CRCW06032K74FKEA	Vishay-Dale
2	R101、R103	电阻, 4.99k, 1%, 0.1W, 0603	CRCW06034K99FKEAC	Vishay-Dale
1	R102	电阻, 100k, 1%, 0.063W, AEC-Q200 0 级, 0402	CRCW0402100KFKEA	Vishay-Dale
1	R105	电阻, 1.00k, 1%, 0.1W, 0603	RC0603FR-071KL	Yageo
15	SH-J1, SH-J2, SH-J3, SH-J4, SH-J5, SH-J6, SH-J7, SH-J8, SH-J9, SH-J10, SH-J11, SH-J12, SH-J13, SH-J14, SH-J15	单操作 2.54mm 间距开顶跳线插座	M7582-05	Harwin
4	T1、T2、T3、T4	端子 70A 接线片	CXS70-14-C	Panduit
1	U1	双通道 48V-12V 双向 PWM 控制器	LM5171PHP	德州仪器 (TI)
1	U2	通过汽车级认证的精密、零交叉、20MHz、0.9pA Ib、RRIO、CMOS 运算放大器, DBV0005A (SOT-23-5)	OPA320AQDBVRQ1	德州仪器 (TI)
1	U3	汽车类单路差动比较器 5-SOT-23 -40 至 125	TL331BQDBVRQ1	德州仪器 (TI)
1	U4	汽车类单路逆变器, DBV0005A, 大型 T&R	SN74LVC1G04QDBVRQ1	德州仪器 (TI)
1	U5	采用双随机展频技术的 2.2MHz 宽输入电压 65V 非同步升压/SEPIC/反激式控制器, DSS0012B (WSON-12)	LM5156DSSR	德州仪器 (TI)
4	U6, U7, U8, U9	出厂预设跳变点的 1.6V 温度传感器开关, NGF0006A (WSON-6)	LM26LVCISD-145/NOPB	德州仪器 (TI)

5.3 电路板布局

该 EVM 包含多种接头，可实现适用于不同应用的灵活配置。图 5-8 至图 5-17 展示了 EVM PCB 图像。

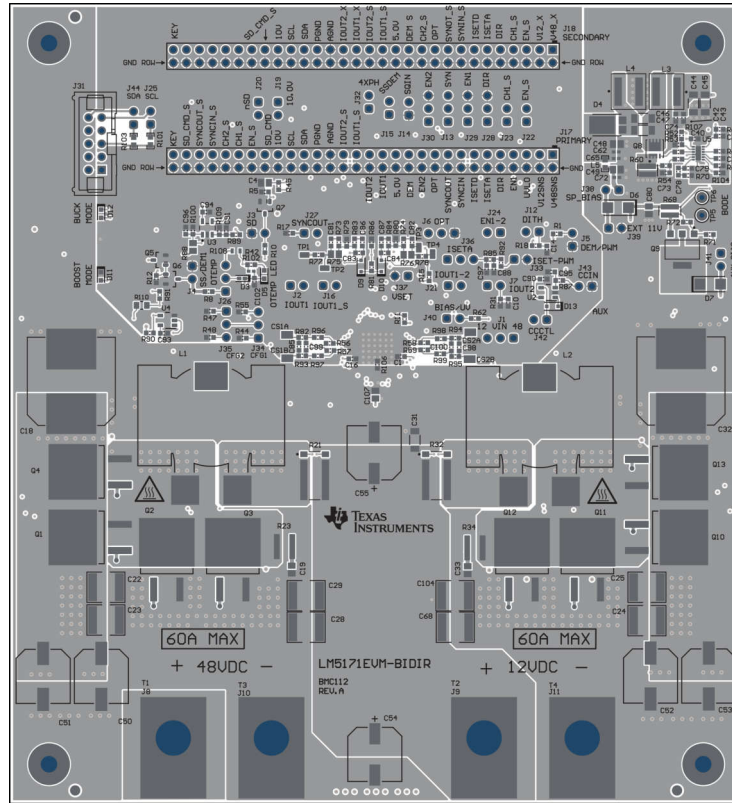


图 5-8. EVM 顶层丝印

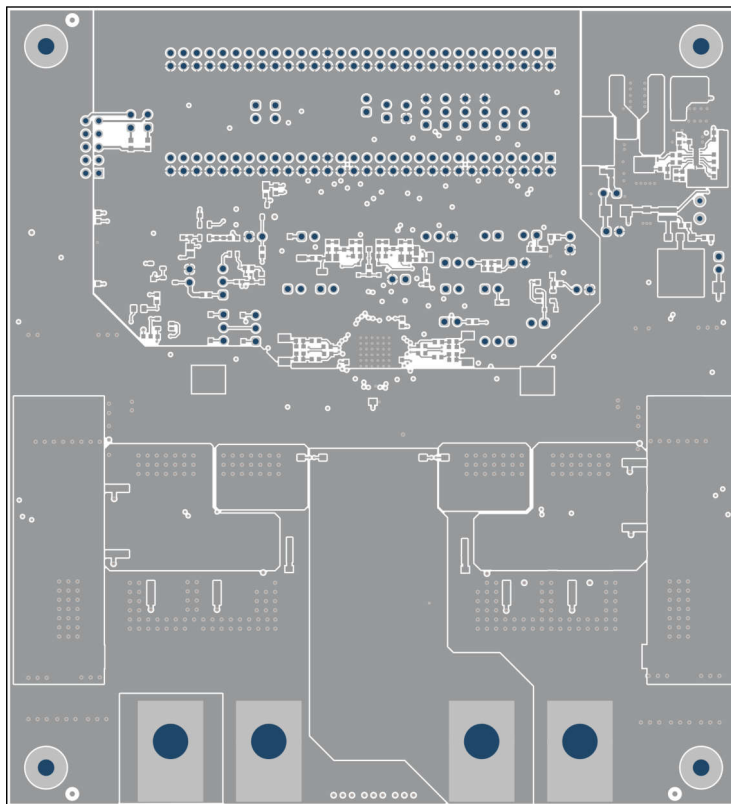


图 5-9. EVM 顶部铜层

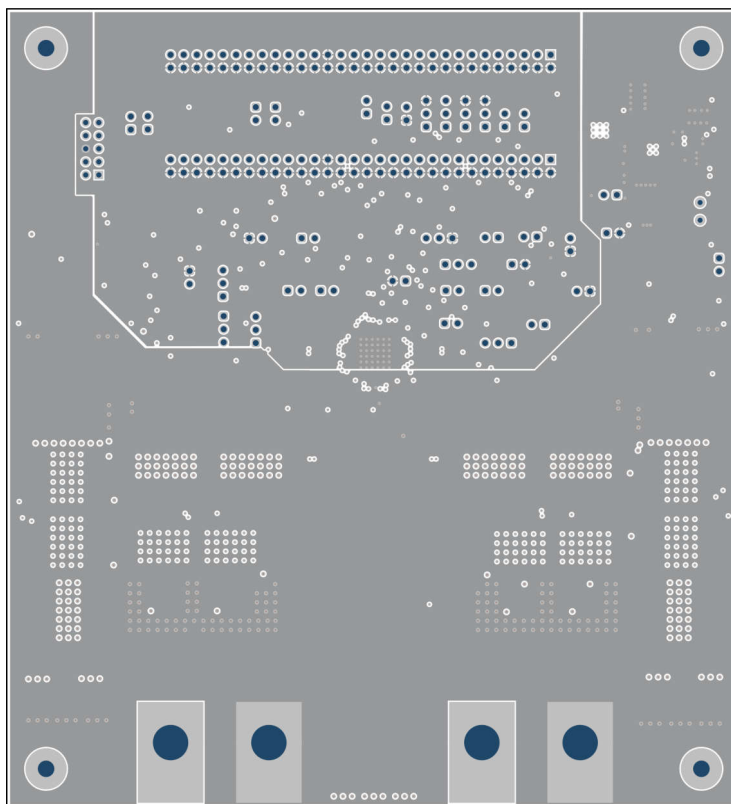


图 5-10. EVM 中间层 1

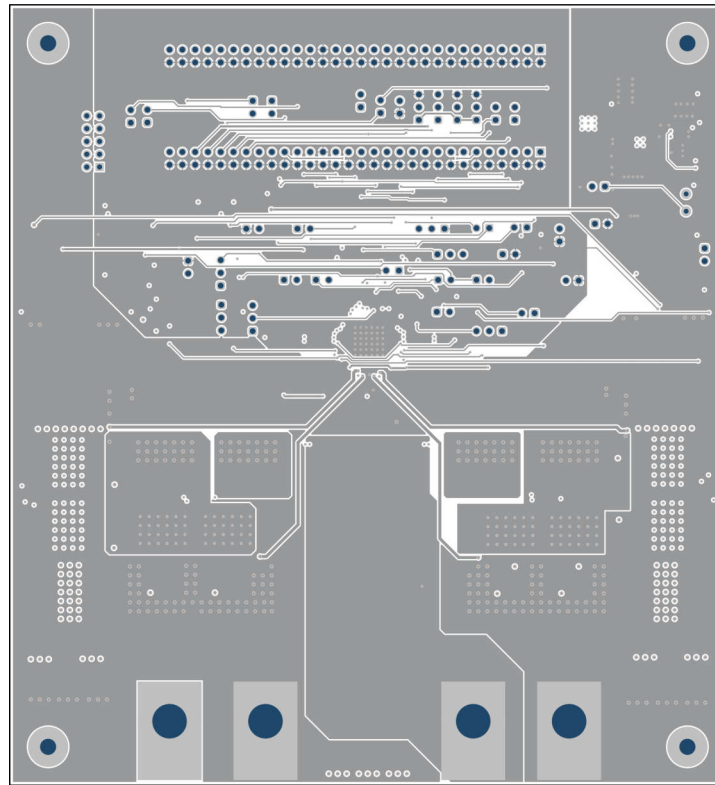


图 5-11. EVM 中间层 2

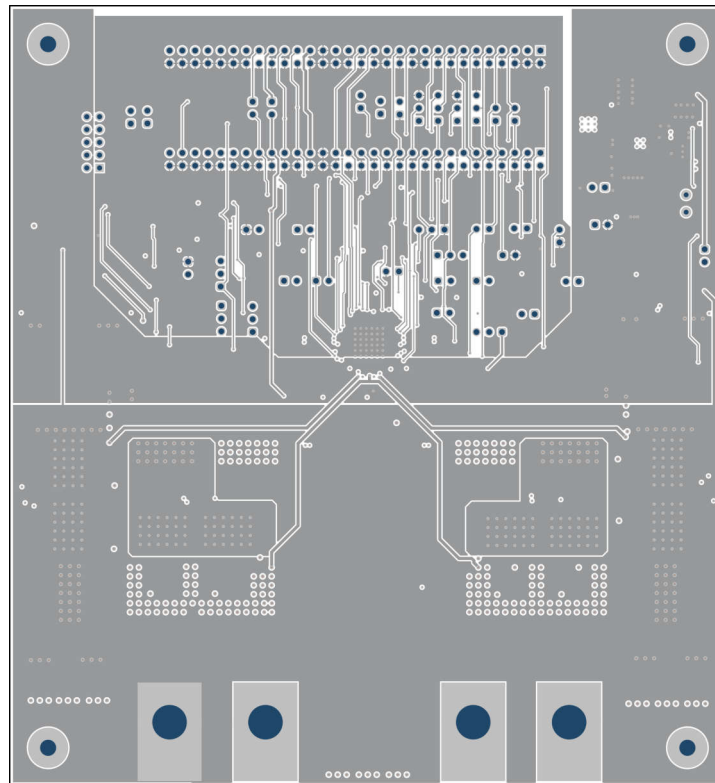


图 5-12. EVM 中间层 3

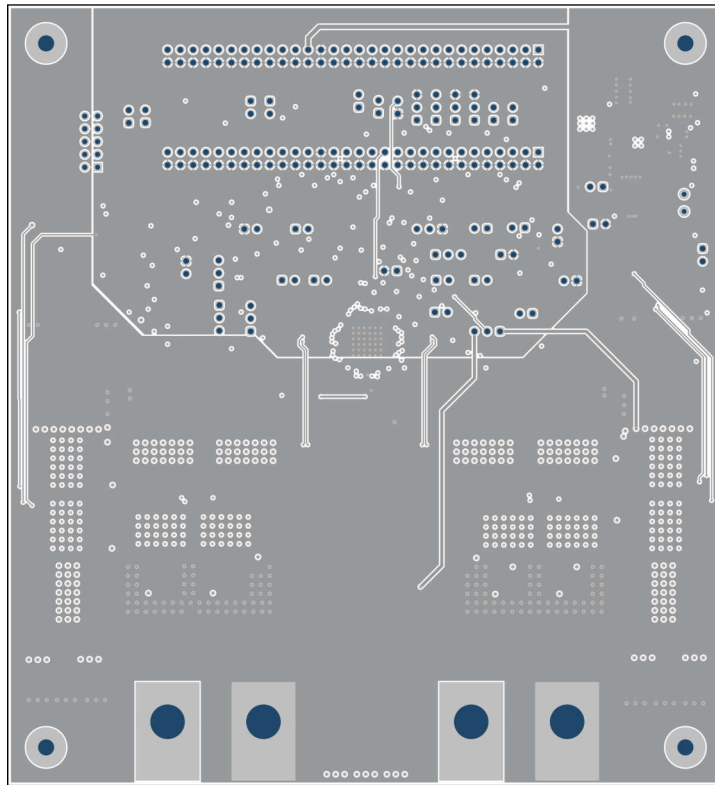


图 5-13. EVM 中间层 4

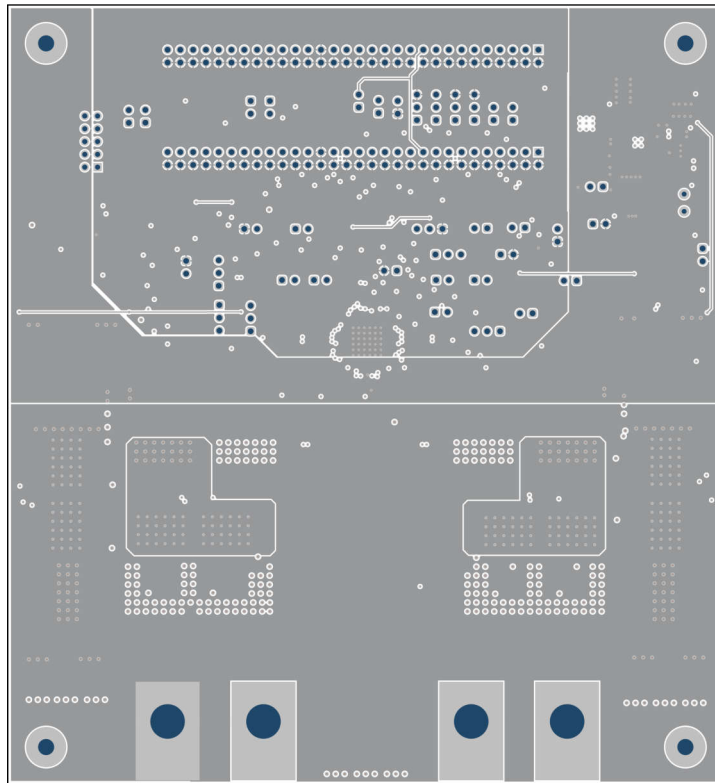


图 5-14. EVM 中间层 5

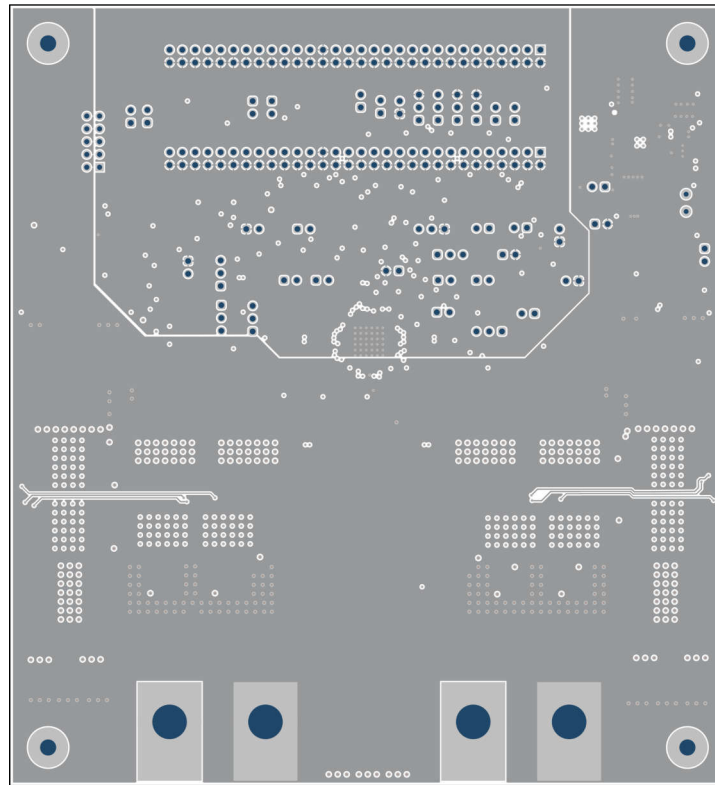


图 5-15. EVM 中间层 6

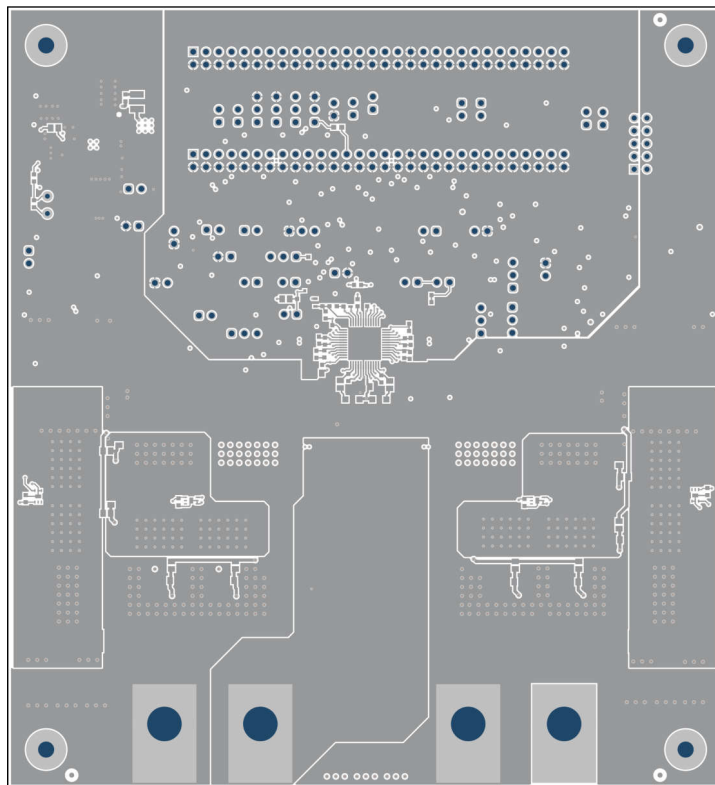


图 5-16. EVM 底部铜层

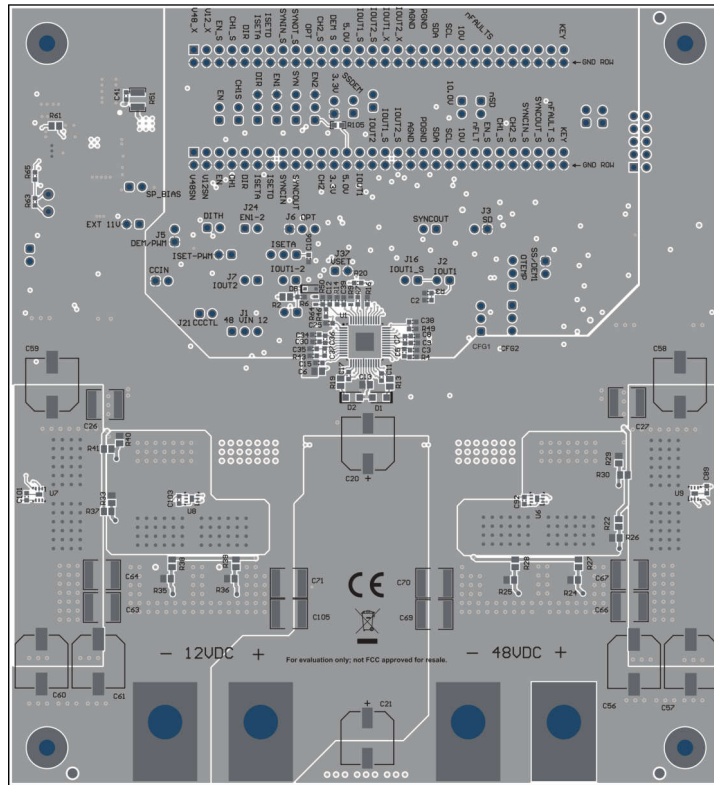


图 5-17. EVM 底层丝印

6 修订历史记录

注：以前版本的页码可能与当前版本的页码不同

Changes from Revision * (April 2023) to Revision A (November 2023)	Page
• 将 EVM 从修订版 E3 更新为修订版 A.....	1
• 将器件从 LM5171-Q1 更改为 LM5171.....	1
• 更新了原理图图像.....	26
• 更新了物料清单表.....	30
• 更新了电路板布局图像.....	34

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