

摘要

LM5157EVM-BST 评估模块展示了 LM5157 器件的特性和性能，LM5157 器件是采用双随机展频技术的宽输入电压非同步升压转换器。标准配置旨在通过 3V 至 9V 的输入（输入电压低于 6V 时负载降额）提供 12V（电流为 1.6A）的稳压输出，开关频率为 2.1MHz。

内容

1 特性和电气性能.....	3
2 应用原理图.....	5
3 EVM 图片.....	6
4 测试装置和步骤.....	7
5 测试结果.....	8
6 设计文件.....	14
7 修订历史记录.....	18

插图清单

图 2-1. 应用电路.....	5
图 3-1. EVM 图片.....	6
图 4-1. 测试设置.....	7
图 5-1. 效率与负载间的关系.....	8
图 5-2. 负载调节.....	8
图 5-3. 热性能图像, $V_{IN} = 3V$, $I_{OUT} = 0.6A$, $V_{BIAS} = V_{IN}$, 无强制空气冷却.....	9
图 5-4. 热性能图像, $V_{IN} = 3V$, $I_{OUT} = 0.6A$, $V_{BIAS} = 12V$, 无强制空气冷却.....	9
图 5-5. 热性能图像, $V_{IN} = 6V$, $I_{OUT} = 1.6A$, $V_{BIAS} = V_{IN}$, 无强制空气冷却.....	9
图 5-6. 热性能图像, $V_{IN} = 9V$, $I_{OUT} = 1.6A$, $V_{BIAS} = V_{IN}$, 无强制空气冷却.....	9
图 5-7. 稳态, $V_{IN} = 3V$, $I_{OUT} = 0.6A$	10
图 5-8. 稳态, $V_{IN} = 6V$, $I_{OUT} = 1.6A$	10
图 5-9. 稳态, $V_{IN} = 9V$, $I_{OUT} = 1.6A$	10
图 5-10. 启动, $V_{IN} = 3V$, $I_{OUT} = 0.6A$ (20 Ω).....	11
图 5-11. 启动, $V_{IN} = 6V$, $I_{OUT} = 1.6A$ (7.5 Ω).....	11
图 5-12. 启动, $V_{IN} = 9V$, $I_{OUT} = 1.6A$ (7.5 Ω).....	11
图 5-13. 负载瞬态, $V_{IN} = 3V$, $I_{OUT} = 0.3A$ 至 0.6A.....	12
图 5-14. 负载瞬态, $V_{IN} = 6V$, $I_{OUT} = 0.8A$ 至 1.6A.....	12
图 5-15. 负载瞬态, $V_{IN} = 9V$, $I_{OUT} = 0.8A$ 至 1.6A.....	12
图 5-16. 控制环路响应, $V_{IN} = 3V$, $I_{OUT} = 0.6A$	13
图 5-17. 控制回路响应, $V_{IN} = 6V$, $I_{OUT} = 1.6A$	13
图 5-18. 控制环路响应, $V_{IN} = 9V$, $I_{OUT} = 1.6A$	13
图 6-1. 顶层和丝印.....	14
图 6-2. 顶层.....	14
图 6-3. 信号层 1.....	14
图 6-4. 信号层 2.....	14
图 6-5. 底层.....	14
图 6-6. 底层和丝印 (镜像).....	14
图 6-7. LM5157EVM-BST 原理图.....	15

表格清单

表 1-1. 电气性能标准配置.....	3
----------------------	---

表 1-2. 跳线说明.....	4
表 4-1. 标准配置跳线连接.....	7
表 6-1. LM5157EVM-BST 物料清单.....	16

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

LM5157EVM-BST 支持以下特性和性能：

- 具有 12V 的严格稳压输出，其基准电压精度为 1%
- 在满载情况下具有高于 92% 的高转换效率
- 在输入电压范围内具有恒定的逐周期峰值电感器电流限制
- 利用可编程断续模式实现输出过流保护
- 使用 C_{SS} 实现用户可调节软启动时间
- 输出过压保护
- 通过多个 BIAS 引脚和 VCC 引脚连接来测试多种配置
 - BIAS 连接至 VCC
 - BIAS 由外部电源供电
 - BIAS 由输出电压提供
- 具有可选上拉源的电源正常 (PGOOD) 指示器
- 2.1MHz 开关频率
- 外部时钟同步
- 可编程双随机展频可降低 EMI

1.1 电气参数

表 1-1. 电气性能标准配置

参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
输入特性					
输入电压范围 V_{IN}	操作	3	6	9	V
输出特性					
输出电压 V_{OUT}			12		V
最大输出电流 I_{OUT}	$V_{IN} = 6V$ 至 $9V$		1.6		A
	$V_{IN} = 4V$ 至 $6V$		0.8		
输出过压 V_{OUT_OV}			13.6		V
系统特性					
开关频率			2.1		MHz
外部时钟同步		1.8		2.4	kHz
满负载效率	$V_{IN} = 6V$, $I_{OUT} = 1.6A$		92.2		%
结温, T_J		-40		150	C

1.2 配置点

表 1-2 说明了可用的测试点和配置跳线。使用这些测试点可灵活配置评估模块，包括但不限于：

- 将 BIAS 引脚连接以下各项：
 - 外部电源 (VAUX)
 - 输入电压 (VIN)
 - 稳压输出电压 (VOUT)
 - VCC 引脚
- PGOOD 引脚由 VCC 或 VAUX 供电
- 外部时钟同步
- 通过将 SD 引脚拉为高电平而实现关断信号
- 四种不同的工作模式，用于启用和禁用展频和断续模式

表 1-2. 跳线说明

跳线	引脚	说明
TP1	VIN+	正输入电压感测连接
TP2	SW	LM5157 升压电路开关节点的探测点
TP3	VOUT+	正输出电压感测连接
TP4	GND	负输入电压感测连接
TP5	GND	负输出电压检测连接
TP6	SYNC	外部时钟信号的输入。要实现外部时钟同步，请移除跳线电阻器 R10 并将外部信号连接至 TP6 (SYNC)。
TP7	VAUX	通过外部电源为 BIAS 引脚供电 (如果已连接 J9)。
TP8	VOUT+	环路响应正注入点 (底部)
TP9	UVLO	UVLO 电阻分压器的中点
TP10	VOUT -	环路响应负注入点 (底部)
TP11	SD	高电平信号将 UVLO 引脚拉至接地，从而进入关断模式
TP12	AGND	外部信号的负输入
J6	引脚 1 至引脚 2	通过 D2 将 VOUT 连接至 LM5157 的 BIAS 引脚 (只需将一根跳线连接至 J6、J7、J8 或 J9)。
	引脚 2 至引脚 3	将 VOUT 直接连接至 LM5157 的 BIAS 引脚 (只需将一根跳线连接至 J6、J7、J8 或 J9)。
J7	引脚 1 至引脚 2	通过 D3 将 VIN 连接至 LM5157 的 BIAS 引脚 (只需将一根跳线连接至 J6、J7、J8 或 J9)。
	引脚 2 至引脚 3	将 VIN 直接连接至 LM5157 的 BIAS 引脚 (只需将一根跳线连接至 J6、J7、J8 或 J9)。
J8	引脚 1 至引脚 2	将 VCC 直接连接至 BIAS 引脚 (只需将一根跳线连接至 J6、J7、J8 或 J9)。
J9	引脚 1 至引脚 2	将 VAUX 直接连接至 BIAS 引脚 (只需将一根跳线连接至 J6、J7、J8 或 J9)。
J10	SS (引脚 1)	监测 SS 引脚。
	COMP (引脚 2)	监测 COMP 引脚。
	AGND (引脚 3)	连接至 AGND 平面
	SYNC (引脚 4)	监测 EN/UVLO/SYNC 引脚。
	PGOOD (引脚 5)	监测 PGOOD 引脚。
	BIAS-IC (引脚 6)	监测 BIAS 引脚。
VCC (引脚 7)	监测 VCC 引脚。	
J11 (仅在 J11 上使用一根跳线)	引脚 1 至引脚 2 (NN)	禁用断续模式，禁用展频
	引脚 3 至引脚 4 (HS)	启用断续模式，启用展频
	引脚 5 至引脚 6 (HN)	启用断续模式，禁用展频
	引脚 7 至引脚 8 (NS)	禁用断续模式，启用展频

2 应用原理图

LM5157EVM-BST 支持多种配置。图 2-1 显示了 LM5157EVM-BST 的标准配置，表 1-1 中的参数对该配置有效。节 4.2 介绍了用于重新创建节 5 中提供的数据的正确跳线设置和测量位置。

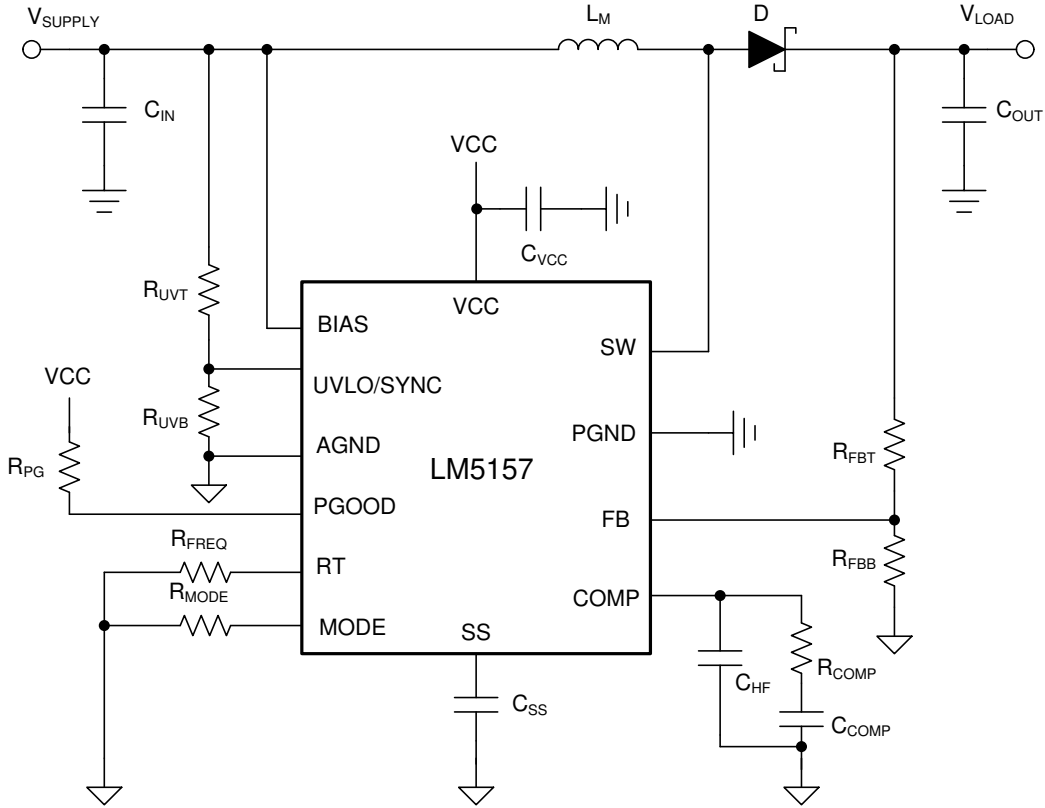


图 2-1. 应用电路

3 EVM 图片

图 3-1 展示了 LM5157EVM-BST 的 3D 渲染图。实际电路板的颜色可能有所不同。

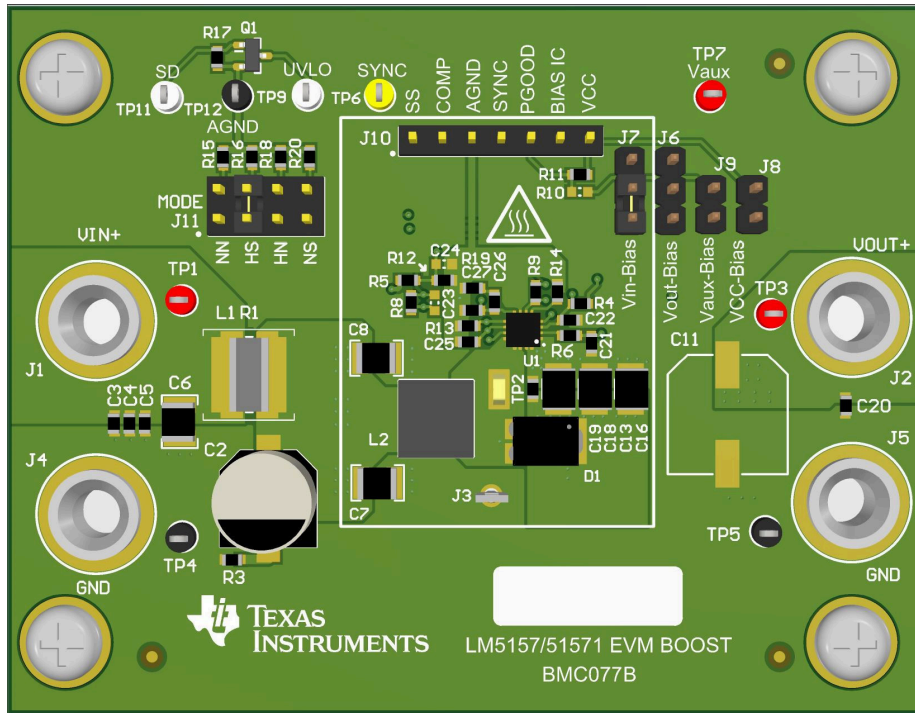


图 3-1. EVM 图片

4 测试装置和步骤

4.1 测试设置

图 4-1 显示了为典型应用配置评估模块的正确跳线位置，如图 2-1 所示。表 4-1 显示了正确的设备连接和测量点。

表 4-1. 标准配置跳线连接

跳线	位置
J7	从引脚 2 连接至引脚 3 的跳线 (VIN 至 BIAS)
J11	从引脚 3 连接至引脚 4 (HS) 的跳线

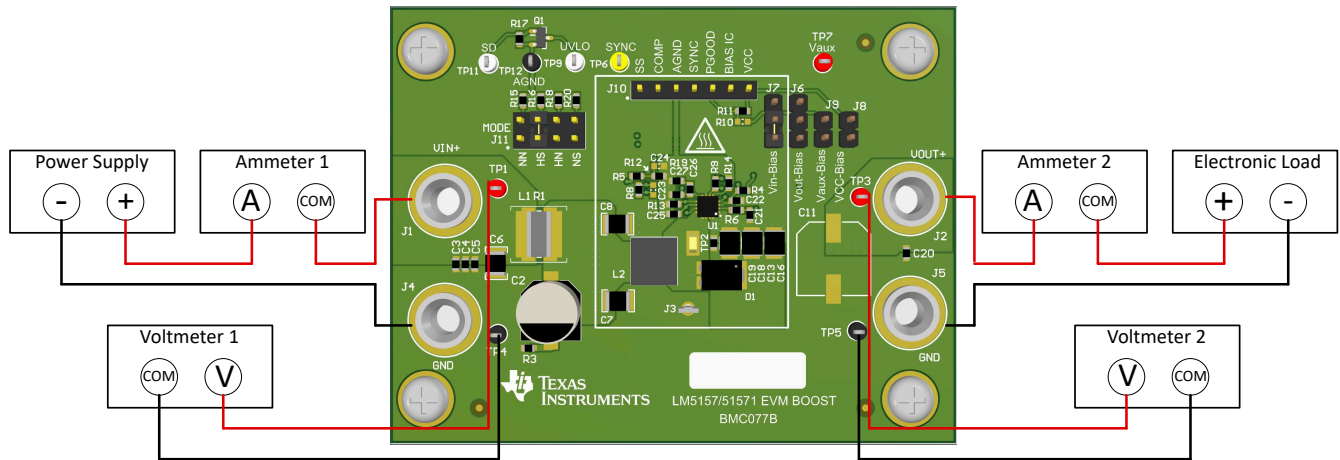


图 4-1. 测试设置

4.2 测试设备

电源：输入电压源 (VIN) 应为能够提供 0V 至 10 V 电压和至少 10 A 电流的可变电源。

万用表：

- 电压表 1：输入电压，从 VIN+ 连接至 GND。
- 电压表 2：输出电压，从 VOUT+ 连接至 GND。
- 电流表 1：输入电流，必须能够处理 10 A 电流。可根据需要使用分流电阻器。
- 电流表 2：输出电流，必须能够处理 2 A 电流。可根据需要使用分流电阻器。

电子负载：负载应具有恒定电阻 (CR) 或恒定电流 (CC)。它应该在 12V 电压下安全地处理 2A 电流。

示波器：20MHz 带宽和交流耦合。使用短接地引线直接测量输出电容器上的输出电压纹波。噪声可能耦合到信号中，因此不建议使用长引线接地连接。若要测量其他波形，请根据需要调整示波器。

5 测试结果

图 5-1 至图 5-17 根据节 4 中所述的 BOM 和配置展示了 LM5157EVM-BST 的典型性能。根据测量技术和环境变量，测量结果可能与提供的数据略有不同。

5.1 效率曲线

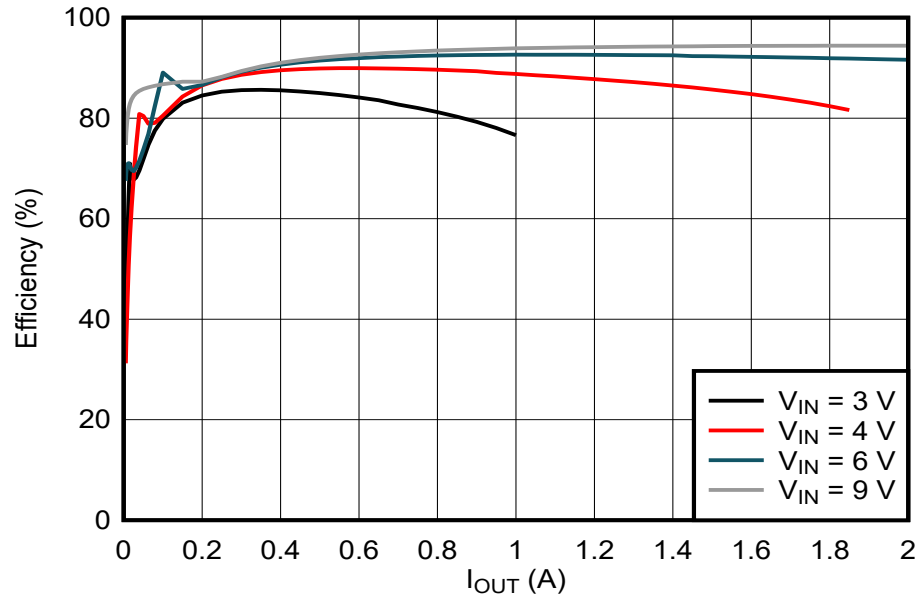


图 5-1. 效率与负载间的关系

5.2 负载调节曲线

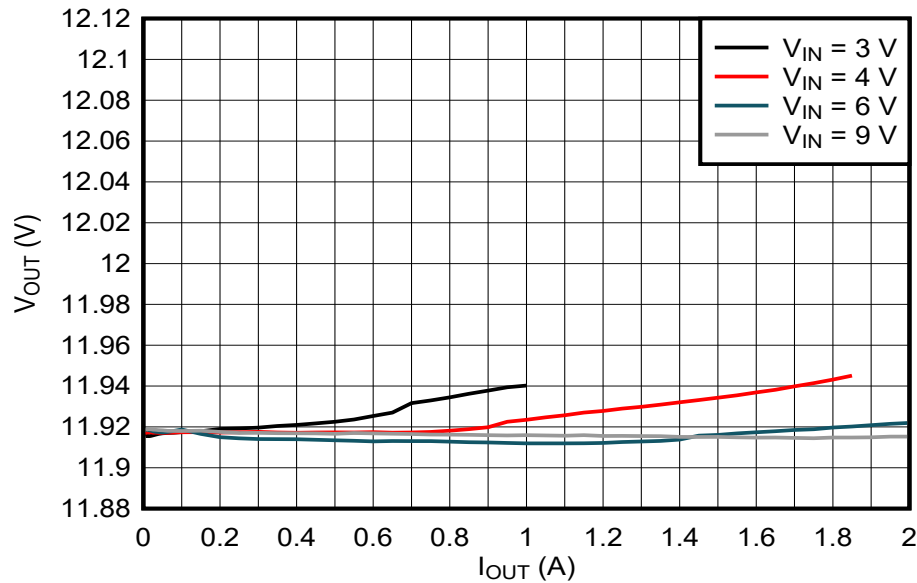


图 5-2. 负载调节

5.3 热性能

图 5-3 显示了热性能图像。

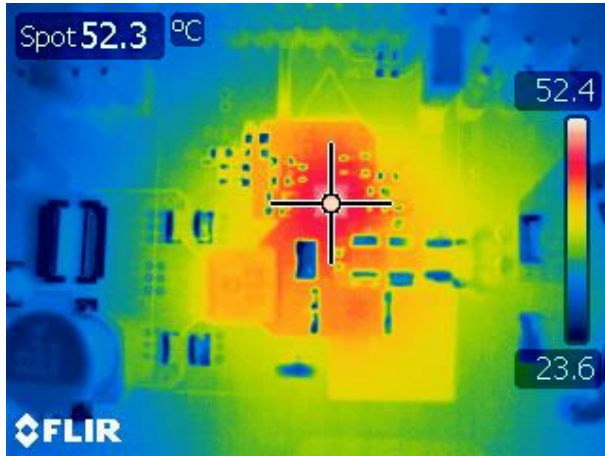


图 5-3. 热性能图像, $V_{IN} = 3V$, $I_{OUT} = 0.6A$, $V_{BIAS} = V_{IN}$, 无强制空气冷却



图 5-4. 热性能图像, $V_{IN} = 3V$, $I_{OUT} = 0.6A$, $V_{BIAS} = 12V$, 无强制空气冷却

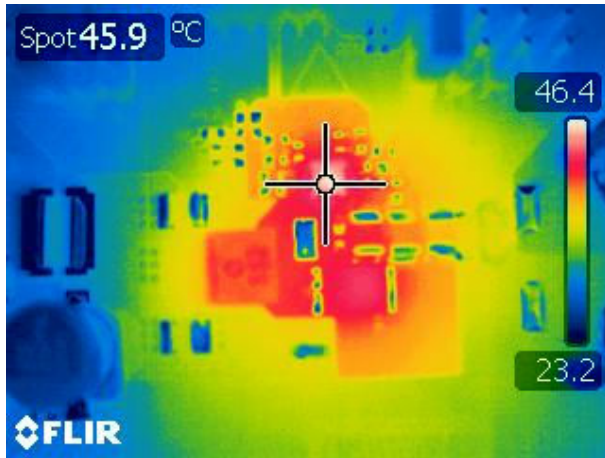


图 5-5. 热性能图像, $V_{IN} = 6V$, $I_{OUT} = 1.6A$, $V_{BIAS} = V_{IN}$, 无强制空气冷却

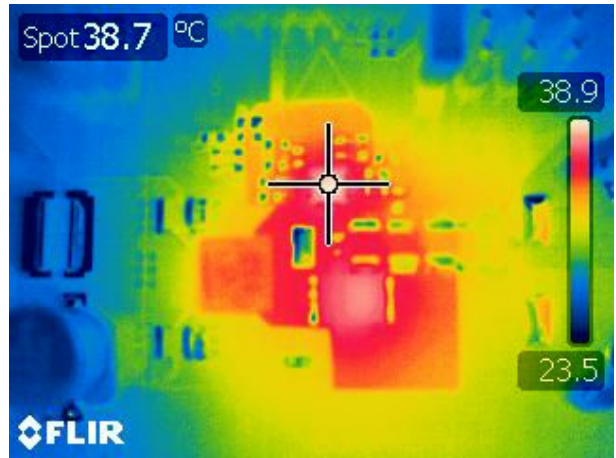


图 5-6. 热性能图像, $V_{IN} = 9V$, $I_{OUT} = 1.6A$, $V_{BIAS} = V_{IN}$, 无强制空气冷却

5.4 稳态波形

输出电压纹波是直接 C16 旁边进行测量的。



图 5-7. 稳态, $V_{IN} = 3V$, $I_{OUT} = 0.6A$

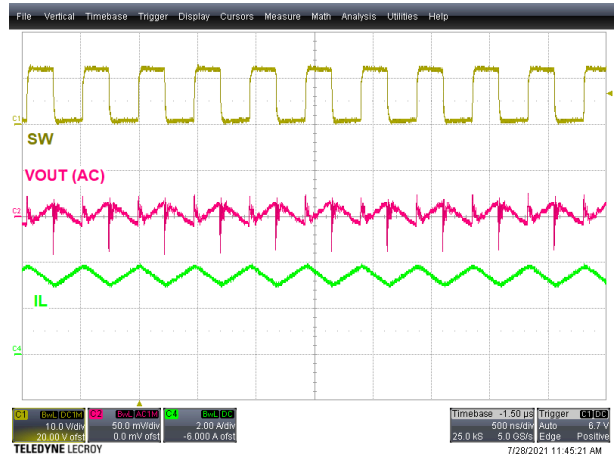


图 5-8. 稳态, $V_{IN} = 6V$, $I_{OUT} = 1.6A$



图 5-9. 稳态, $V_{IN} = 9V$, $I_{OUT} = 1.6A$

5.5 启动波形

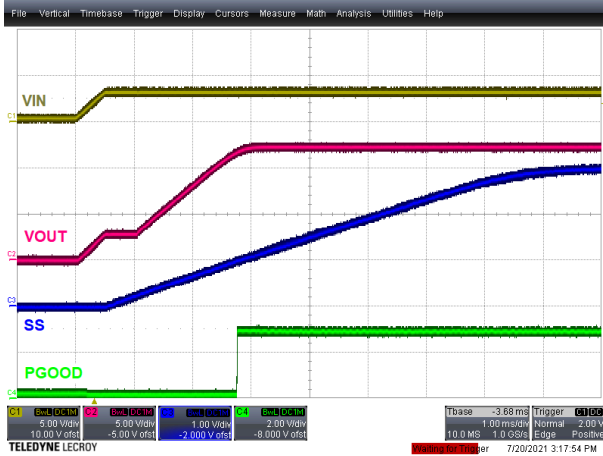


图 5-10. 启动, $V_{IN} = 3V$, $I_{OUT} = 0.6A$ ($20\ \Omega$)

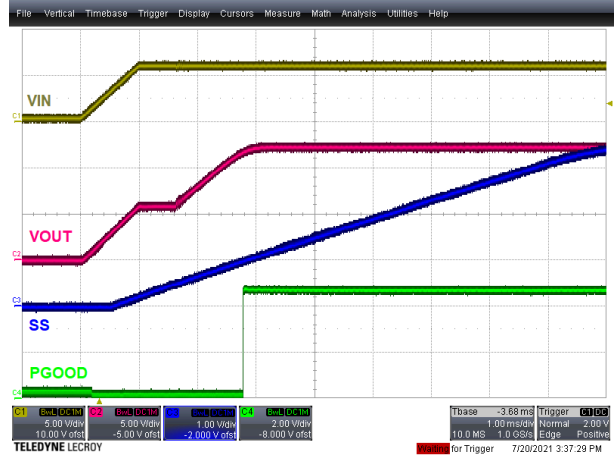


图 5-11. 启动, $V_{IN} = 6V$, $I_{OUT} = 1.6A$ ($7.5\ \Omega$)

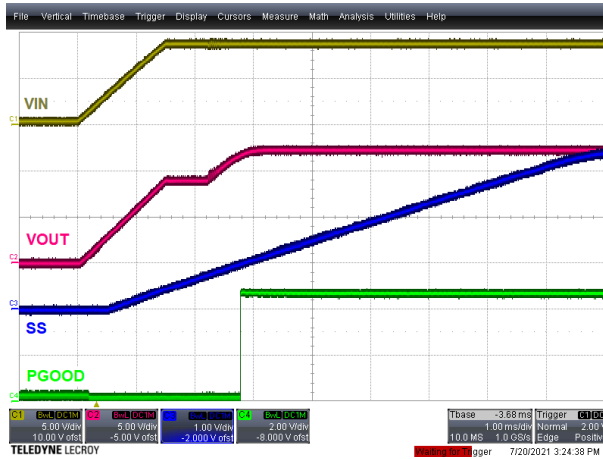


图 5-12. 启动, $V_{IN} = 9V$, $I_{OUT} = 1.6A$ ($7.5\ \Omega$)

5.6 负载瞬态波形

负载瞬态是在 J11 设置为 NN 的情况下测量的。

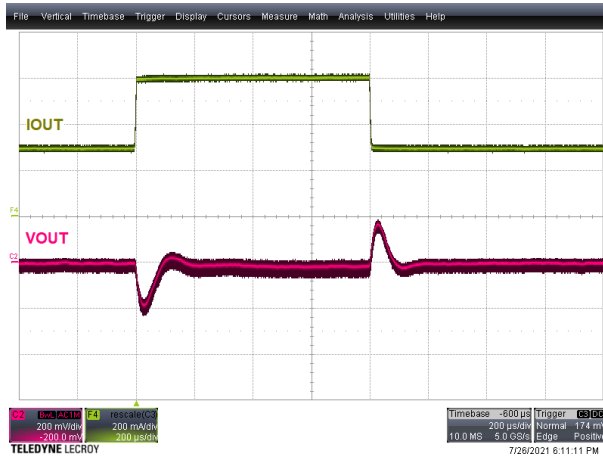


图 5-13. 负载瞬态, $V_{IN} = 3V$, $I_{OUT} = 0.3A$ 至 $0.6A$

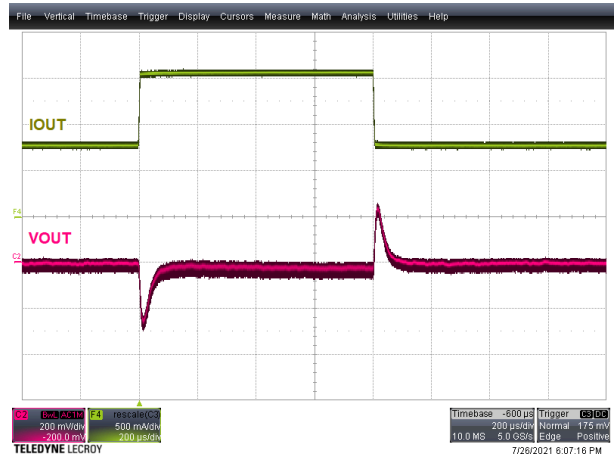


图 5-14. 负载瞬态, $V_{IN} = 6V$, $I_{OUT} = 0.8A$ 至 $1.6A$

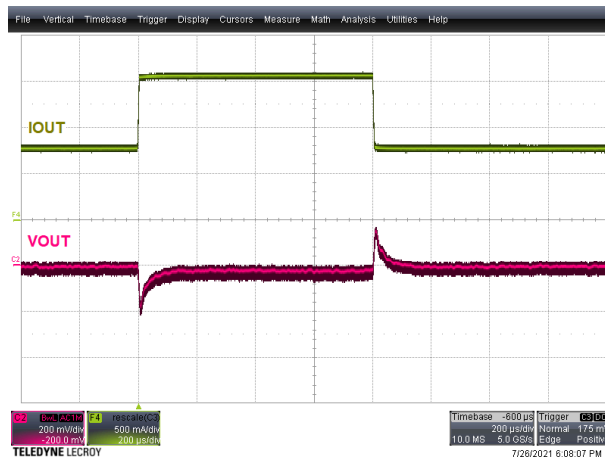


图 5-15. 负载瞬态, $V_{IN} = 9V$, $I_{OUT} = 0.8A$ 至 $1.6A$

5.7 交流环路响应曲线

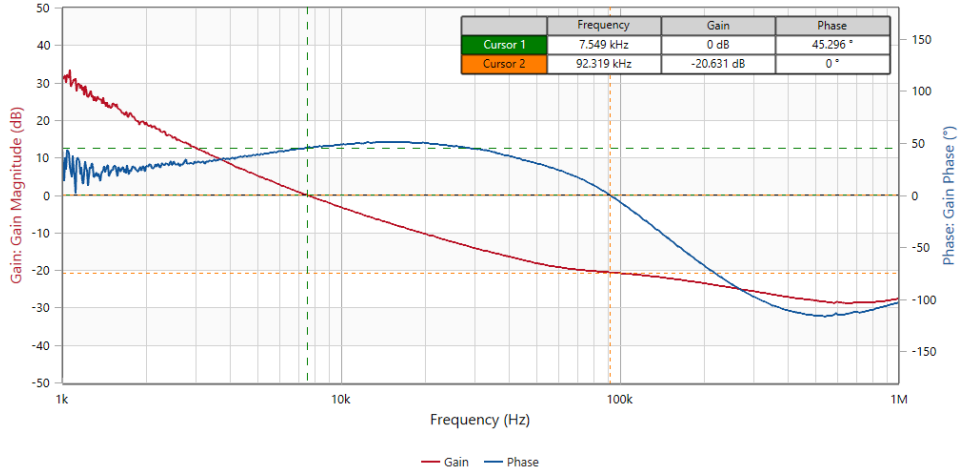


图 5-16. 控制环路响应, $V_{IN} = 3V$, $I_{OUT} = 0.6A$

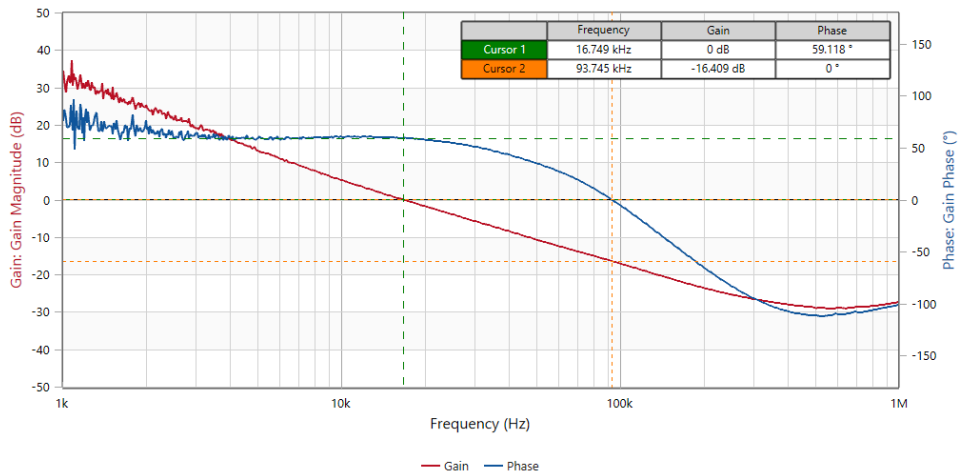


图 5-17. 控制环路响应, $V_{IN} = 6V$, $I_{OUT} = 1.6A$

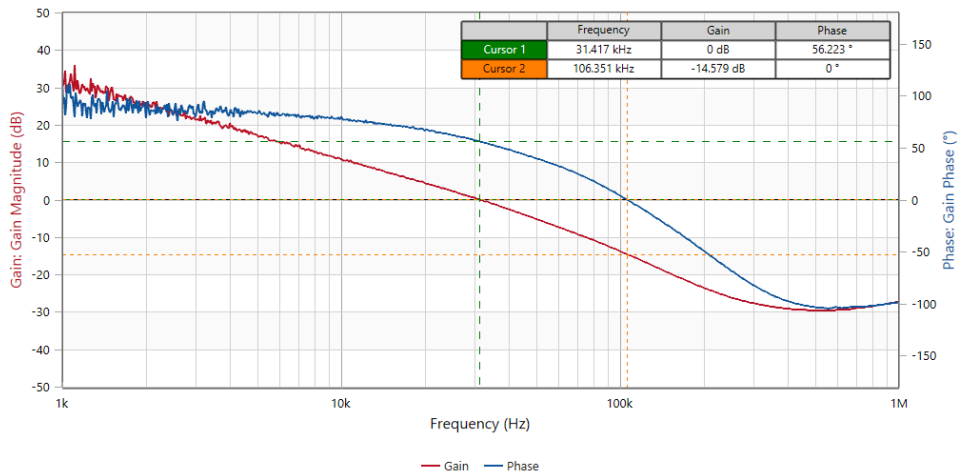


图 5-18. 控制环路响应, $V_{IN} = 9V$, $I_{OUT} = 1.6A$

6 设计文件

图 6-1 至图 6-6 展示了 EVM PCB 布局图。

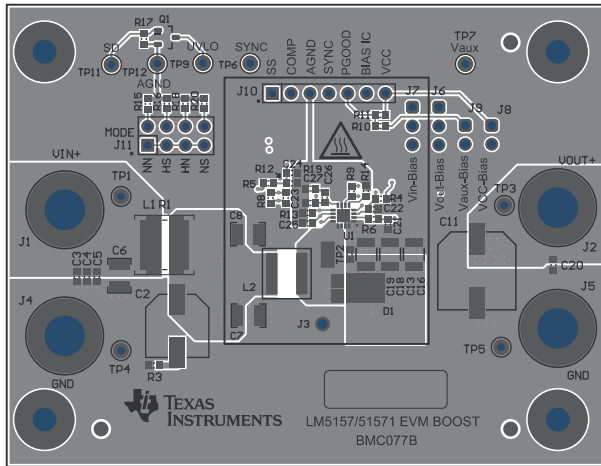


图 6-1. 顶层和丝印

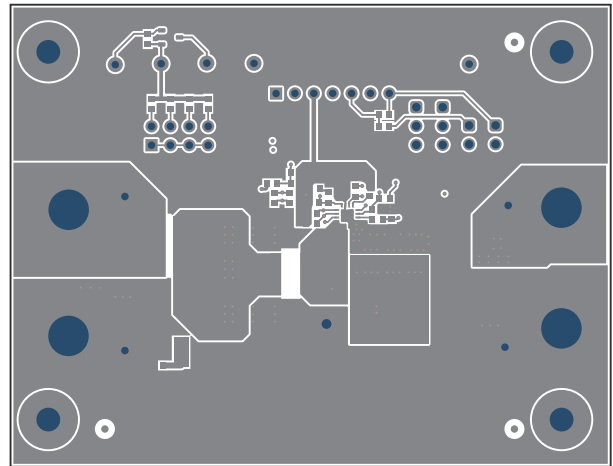


图 6-2. 顶层

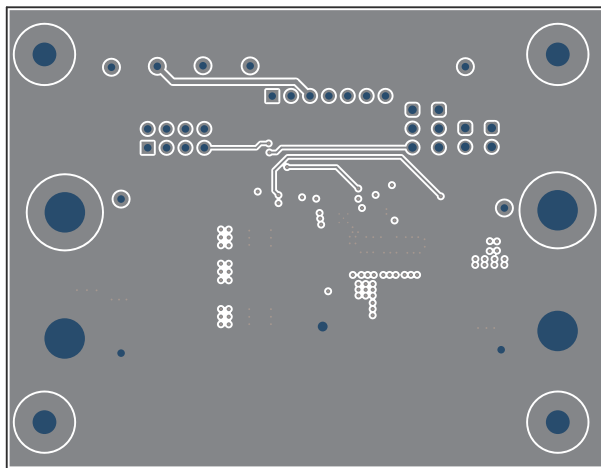


图 6-3. 信号层 1

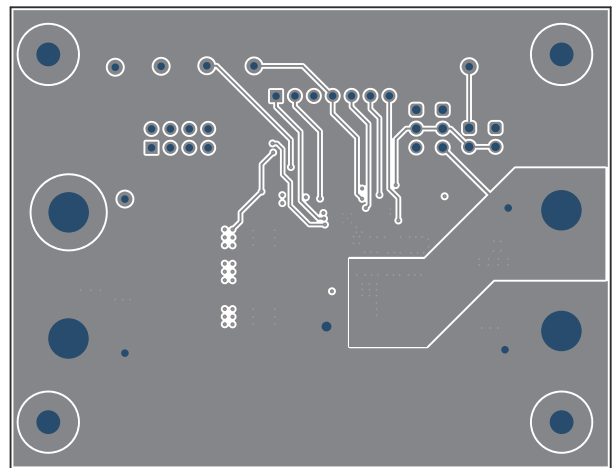


图 6-4. 信号层 2

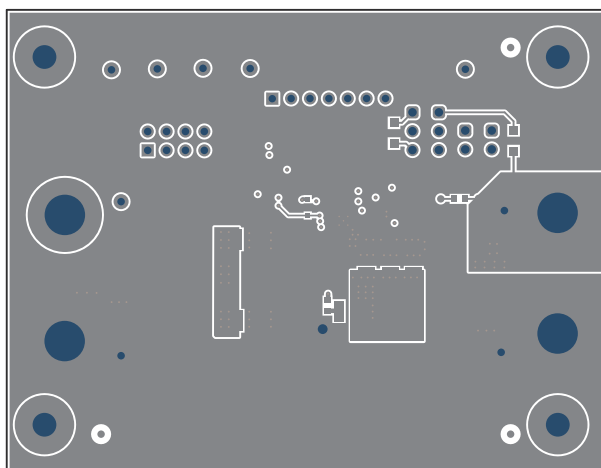


图 6-5. 底层

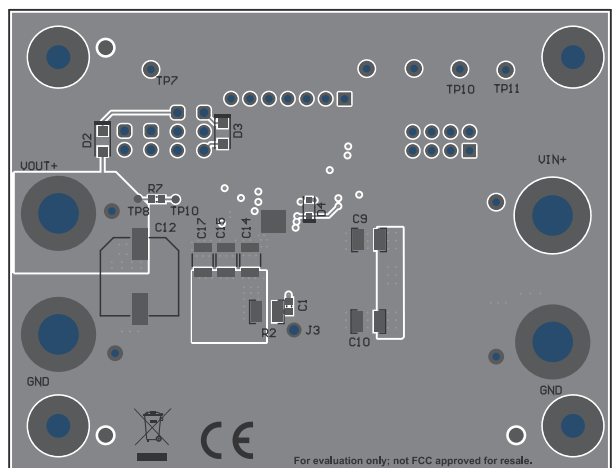
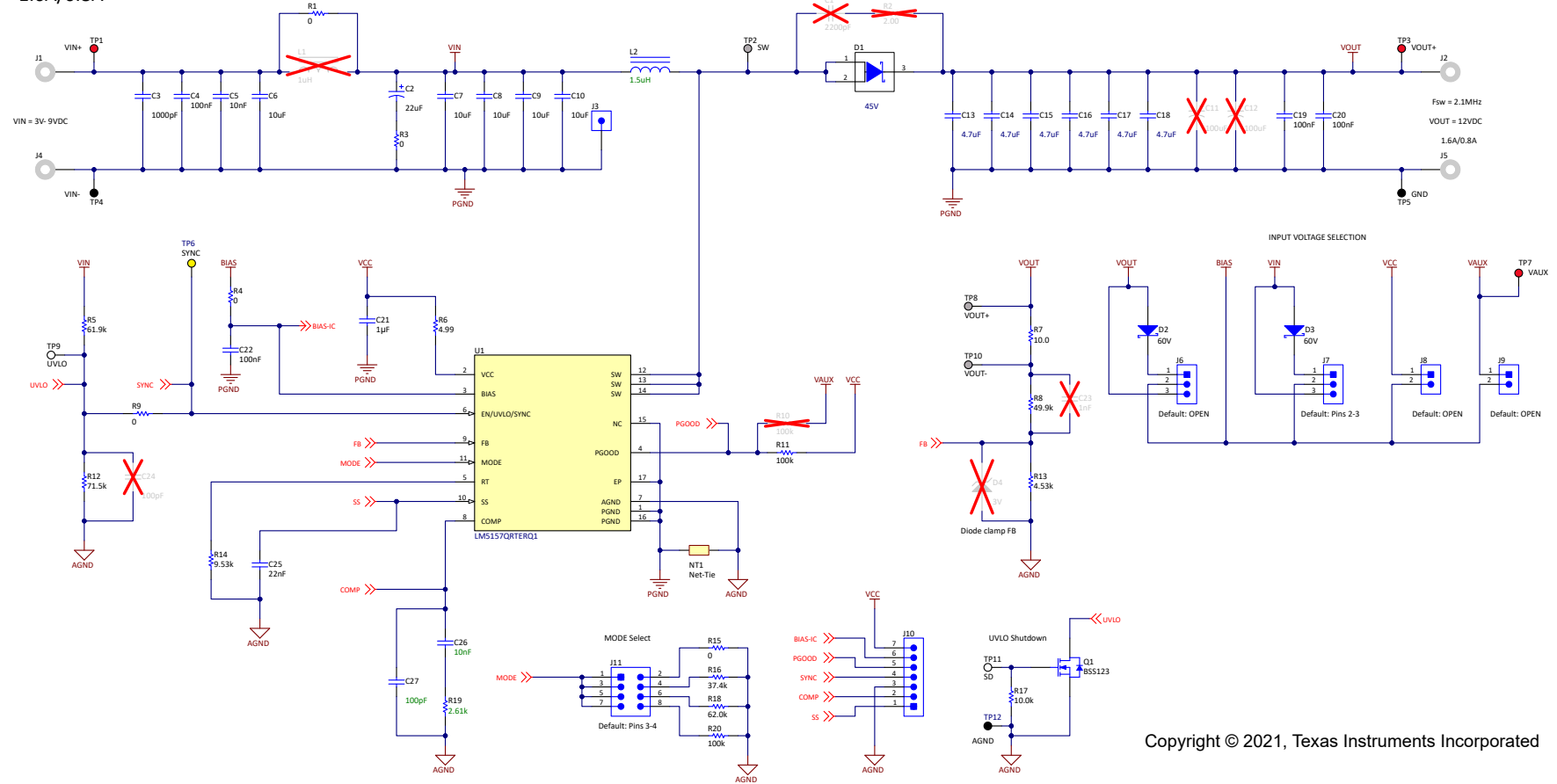


图 6-6. 底层和丝印 (镜像)

6.1 原理图

图 6-7 显示了 EVM 原理图。

LM5157EVM-BST
1.6A/0.8A



Copyright © 2021, Texas Instruments Incorporated

图 6-7. LM5157EVM-BST 原理图

6.2 物料清单

表 6-1 列出了 EVM 物料清单。

表 6-1. LM5157EVM-BST 物料清单

标识符	数量	值	说明	封装参考	器件型号	制造商
C2	1	22 μ F	电容, 铝制, 22 μ F, 100V, \pm 20%, 1.3 Ω , AEC-Q200 2 级, SMD	SMT 径向 F	EEE-FK2A220P	Panasonic
C3	1	1000pF	电容, 陶瓷, 1000pF, 50V, \pm 10%, X7R, 0603	603	C0603X102K5RACTU	Kemet
C4、C19、C20	3	0.1 μ F	电容, 陶瓷, 0.1 μ F, 50V, \pm 10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 0603	603	C0603C104K5RACAUTO	Kemet
C5、C26	2	0.01 μ F	电容, 陶瓷, 0.01 μ F, 50V, \pm 10%, X7R, 0603	603	C0603X103K5RACTU	Kemet
C6、C7、C8、C9、C10	5	10 μ F	电容, 陶瓷, 10 μ F, 50V, \pm 10%, X7R, 1210	1210	GRM32ER71H106KA12L	MuRata (村田)
C13、C14、C15、C16、C17、C18	6	4.7 μ F	电容, 陶瓷, 4.7 μ F, 50V, \pm 10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 1210	1210	CGA6P3X7R1H475K250AB	TDK
C21	1	1 μ F	电容, 陶瓷, 1 μ F, 16V, \pm 10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 0603	603	CGA3E1X7R1C105K080AC	TDK
C22	1	0.1 μ F	电容, 陶瓷, 0.1 μ F, 100V, \pm 10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 0603	603	GCJ188R72A104KA01D	MuRata (村田)
C25	1	0.022 μ F	电容, 陶瓷, 0.022 μ F, 50V, \pm 10%, X7R, 0603	603	C0603X223K5RACTU	Kemet
C27	1	100pF	电容, 陶瓷, 100pF, 50V, \pm 5%, C0G/NP0, AEC-Q200 0 级, 0603	603	CGA3E2NP01H101J080AA	TDK
D1	1	45 V	二极管, 肖特基, 45V, 10A, AEC-Q101, CFP15	CFP15	PMEG045V100EPDAZ	Nexperia (安世半导体)
D2、D3	2	60V	二极管, 肖特基, 60V, 1A, SOD-123F	SOD-123F	PMEG6010CEH,115	Nexperia (安世半导体)
L2	1	1.5 μ H	电感器, 屏蔽, 复合, 1.5 μ H, 14A, 0.01052 Ω , AEC-Q200 1 级, SMD		XEL6030-152MEB	线艺 (Coilcraft)
Q1	1	100 V	MOSFET, N 沟道, 100V, 0.17A, SOT-23	SOT-23	BSS123	Fairchild Semiconductor (仙童半导体)
R1	1	0	电阻, 0, 5%, 2W, 2512 宽	2512 宽	RCL12250000Z0EG	Vishay Draloric (威世迪劳瑞)
R3、R4、R9、R15	4	0	电阻, 0, 5%, 0.1W, 0603	603	RC0603JR-070RL	Yageo
R5	1	61.9k	电阻, 61.9k Ω , 1%, 0.1W, 0603	603	RC0603FR-0761K9L	Yageo
R6	1	4.99	电阻, 4.99, 1%, 0.1W, 0603	603	RC0603FR-074R99L	Yageo

表 6-1. LM5157EVM-BST 物料清单 (continued)

标识符	数量	值	说明	封装参考	器件型号	制造商
R7	1	10	电阻, 10.0, 1%, 0.1W, 0603	603	RC0603FR-0710RL	Yageo
R8	1	49.9k	电阻, 49.9k, 1%, 0.1W, 0603	603	RC0603FR-0749K9L	Yageo (国巨)
R11, R20	2	100k	电阻, 100k, 1%, 0.1W, 0603	603	RC0603FR-07100KL	Yageo
R12	1	71.5k	电阻, 71.5k Ω , 1%, 0.1W, 0603	603	RC0603FR-0771K5L	Yageo
R13	1	4.53k	电阻, 4.53k Ω , 1%, 0.1W, 0603	603	RC0603FR-074K53L	Yageo
R14	1	9.53k	电阻, 9.53k, 1%, 0.1W, 0603	603	RC0603FR-079K53L	Yageo (国巨)
R16	1	37.4k	电阻, 37.4k, 1%, 0.1W, 0603	603	RC0603FR-0737K4L	Yageo (国巨)
R17	1	10.0k Ω	电阻, 10.0k Ω , 1%, 0.1W, 0603	603	RC0603FR-0710KL	Yageo
R18	1	62.0k	电阻, 62.0k, 1%, 0.1W, 0603	603	RC0603FR-0762KL	Yageo
R19	1	2.61k	电阻, 2.61k Ω , 1%, 0.1W, 0603	603	RC0603FR-072K61L	Yageo
U1	1		采用双随机展频技术的 2.2MHz 宽输入电压升压/SEPIC/反激式转换器, RTE0016K (WQFN-16)	RTE0016K	LM5157QRTERQ1	德州仪器 (TI)

7 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 * (October 2020) to Revision A (August 2021)	Page
• 更新了所有测量值.....	1
• 添加了与 VCC 电容器串联的电阻器.....	1
• 更新了 图 6-7	15
• 更新了 表 6-1	16

重要声明和免责声明

TI 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安全、安保或其他要求。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 (<https://www.ti.com/legal/termsofsale.html>) 或 [ti.com](https://www.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。

邮寄地址: Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265

Copyright © 2021, 德州仪器 (TI) 公司

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