



摘要

用户可以使用 TPS53119EVM-690 评估模块来评估德州仪器 (TI) TPS53119 器件，后者是一款具有自适应导通时间 D-CAP™ 模式控制的小型单路降压控制器。本文档包含操作和测试说明以及 EVM 原理图、物料清单和电路板布局。

内容

1 引言.....	3
2 说明.....	3
2.1 典型应用.....	3
2.2 特性.....	3
3 电气性能规格.....	3
4 原理图.....	4
5 测试设置.....	5
5.1 测试设备.....	5
5.2 建议的测试设置.....	6
6 配置.....	7
6.1 开关频率可选.....	7
6.2 软启动选择.....	7
6.3 模式选择.....	7
6.4 启用选择.....	7
7 测试步骤.....	8
7.1 线路/负载调节和效率测量步骤.....	8
7.2 控制环路增益和相位测量步骤.....	8
7.3 测试点列表.....	9
7.4 设备停机.....	9
8 性能数据和典型特性曲线.....	10
8.1 效率.....	10
8.2 负载调节.....	10
8.3 输出瞬态.....	11
8.4 输出纹波.....	12
8.5 开关节点.....	12
8.6 启用于导通/关断.....	13
8.7 输出 1.1V 预偏置导通.....	14
8.8 波特图.....	14
8.9 热像图.....	15
9 EVM 装配图和 PCB 布局.....	16
10 物料清单.....	20
11 修订历史记录.....	20

插图清单

图 4-1. TPS53119EVM-690 原理图.....	4
图 5-1. 使用尖端和接地筒测量 V_{OUT} 纹波.....	5
图 5-2. 建议用于 TPS53119EVM-690 的测试设置.....	6
图 8-1. 效率.....	10
图 8-2. 负载调节.....	10
图 8-3. 输出负载瞬态.....	11

图 8-4. 输出负载瞬态.....	11
图 8-5. 输出纹波.....	12
图 8-6. 开关节点.....	12
图 8-7. 启用导通.....	13
图 8-8. 启用关断.....	13
图 8-9. 输出 1.1V 预偏置导通.....	14
图 8-10. 波特图, 12V _{IN} , 1.1V/25A.....	14
图 8-11. 顶部电路板, 12V _{IN} , 1.1V/25A.....	15
图 8-12. 底部电路板, 12V _{IN} , 1.1V/25A.....	15
图 9-1. TPS53119EVM-690 顶层装配图, 顶视图.....	16
图 9-2. TPS53119EVM-690 底层装配图, 底视图.....	16
图 9-3. TPS53119EVM-690 顶层铜, 顶视图.....	17
图 9-4. TPS53119EVM-690 第 2 层铜, 顶视图.....	17
图 9-5. TPS53119EVM-690 第 3 层铜, 顶视图.....	18
图 9-6. TPS53119EVM-690 第 4 层铜, 顶视图.....	18
图 9-7. TPS53119EVM-690 第 5 层铜, 顶视图.....	19
图 9-8. TPS53119EVM-690 底层铜, 顶视图.....	19

表格清单

表 3-1. TPS53119EVM-690 电气性能规格.....	3
表 6-1. 开关频率可选.....	7
表 6-2. 软启动选择.....	7
表 6-3. 模式选择.....	7
表 6-4. 启用选择.....	7
表 7-1. 每个测试点的功能.....	9
表 10-1. 基于图 4-1 所示原理图的 EVM 物料清单.....	20

商标

D-CAP™ is a trademark of Texas Instruments.

所有商标均为其各自所有者的财产。

1 引言

TPS53119EVM-690 评估模块 (EVM) 采用 TPS53119 器件。TPS53119 是一款小尺寸单相降压控制器，具有自适应导通时间 D-CAP™ 模式控制特性。TPS53119EVM-690 通过 12V 输入总线在高达 25A 的电流下提供固定 1.1V 输出。它还采用 5mm x 6mm TI 电源块 MOSFET (CSD86350Q5D)，以实现高功率密度和出色的热性能。

2 说明

TPS53119EVM-690 设计成使用 12V 稳压总线在高达 25A 的负载电流下产生 1.1V 的稳压输出。

TPS53119EVM-690 旨在演示 TPS53119 在典型的低电压应用中的工作原理，同时提供测试点来评估 TPS53119 的性能。

2.1 典型应用

- 负载点系统
- 存储计算机
- 服务器计算机
- 多功能打印机
- 嵌入式计算

2.2 特性

TPS53119EVM-690 特性：

- 25A_{DC} 稳态输出电流
- 支持预偏置输出电压启动
- 通过 TI 电源块 MOSFET 实现高效率和高密度
- J1，用于选择开关频率设置
- J2，用于选择内部电压伺服软启动
- J3，用于实现使能功能
- J6，用于选择自动跳过和强制 CCM 模式
- 便捷的测试点，用于探测关键波形

3 电气性能规格

表 3-1. TPS53119EVM-690 电气性能规格

参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
输入特性					
电压范围	V_{IN}	8	12	14	V
最大输入电流	$V_{IN} = 8V$, $I_{OUT} = 25A$		4		A
空载输入电流	自动跳跃模式下 $V_{IN} = 14V$, $I_{OUT} = 0A$		1		mA
输出特性					
输出电压 V_{OUT}			1.1		V
输出电压调节	线路调节 ($V_{IN} = 8V$ 至 $14V$)		0.5%		
	负载调节 ($V_{IN} = 12V$, $I_{OUT} = 0A$ 至 $25A$)		0.5%		
输出电压纹波	$V_{IN} = 12V$, $I_O = 25A$		25		mVpp
输出负载电流		0		25	A
输出过流			35		A
系统特性					
开关频率			300		kHz
峰值效率	$V_{IN} = 12V$, 1.1V/10A		90.90%		
满负载效率	$V_{IN} = 12V$, 1.1V/25A		88.59%		
工作温度			25		°C

注意：将跳线设置到默认位置。请参阅节 6。

4 原理图

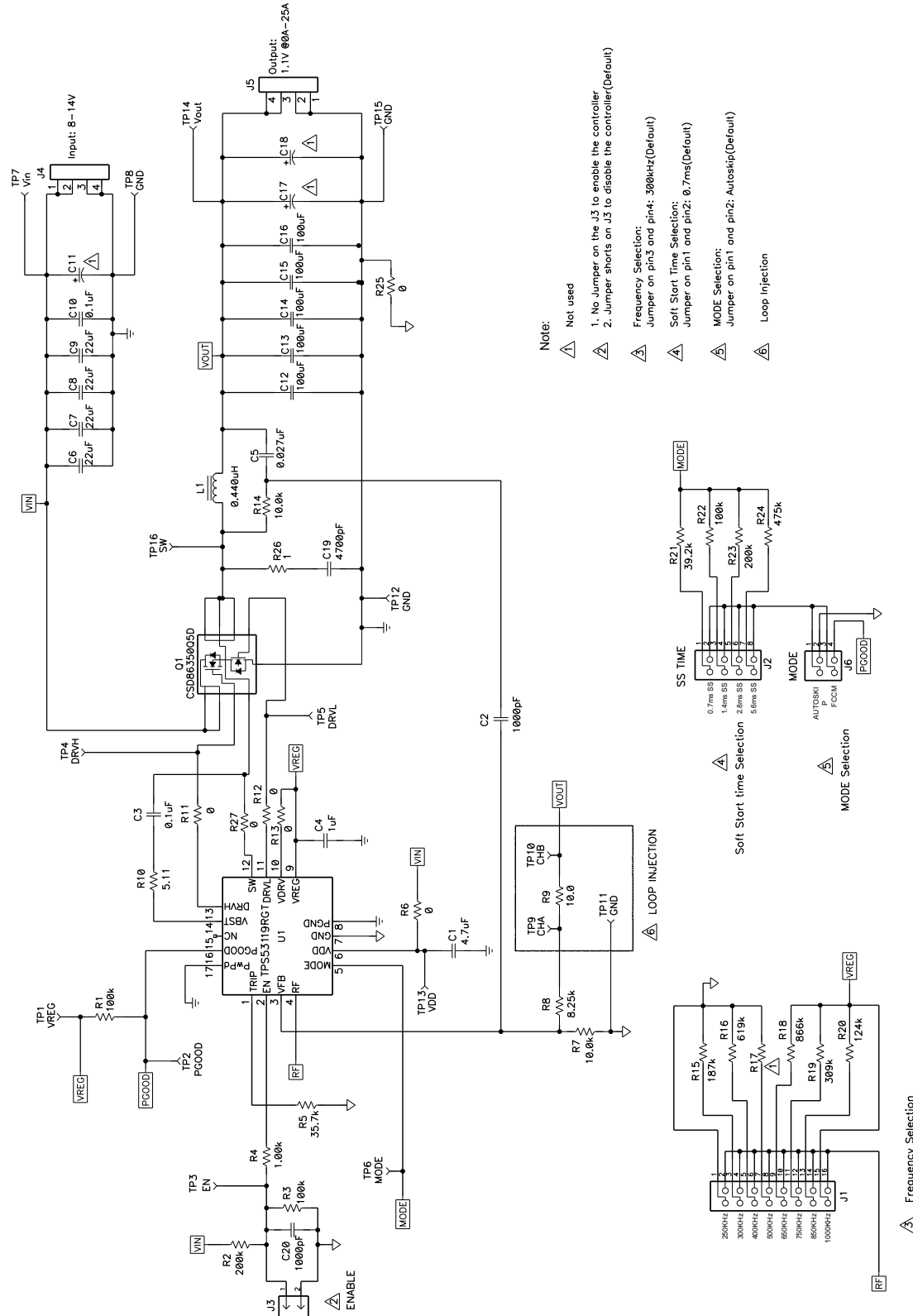


图 4-1. TPS53119EVM-690 原理图

5 测试设置

5.1 测试设备

电压源：输入电压源 V_{IN} 必须是能够提供 $10A_{DC}$ 的 0V 至 14V 可变直流电源。将 V_{IN} 连接到 J4，如图 5-2 中所示。

万用表：

V1：TP7 (V_{IN}) 和 TP8 (GND) 处的 V_{IN}

V2：TP14 (V_{out}) 和 TP15 (GND) 处的 V_{OUT}

A1： V_{IN} 输入电流

输出负载：输出负载必须是一个恒定电阻模式的电子负载，在 1.1V 电压下支持 $0A_{DC}$ 至 $30A_{DC}$ 电流。

示波器：可以使用数字或模拟示波器来测量输出纹波。必须针对以下条件来设置示波器：

- 1M Ω 阻抗
- 20MHz 带宽
- 交流耦合
- 2 μ s/div 水平分辨率
- 50mV/div 垂直分辨率

测试点 TP14 和 TP15 可用于测量输出纹波电压，方法是将示波器探针尖端穿过 TP14 并将接地筒固定在 TP15 上，如图 5-1 所示。由于接地环路较大，使用引线接地可能会产生额外的噪声。

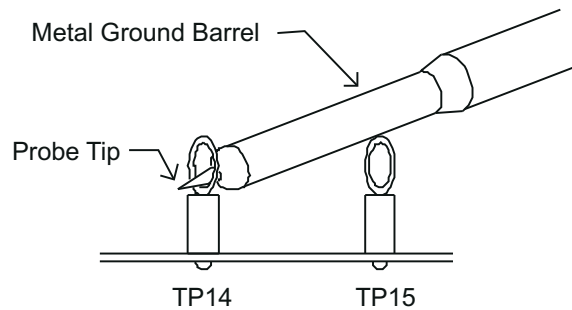


图 5-1. 使用尖端和接地筒测量 V_{OUT} 纹波

风扇：在运行过程中，此 EVM 上的某些元件可达到 60°C 的温度。建议使用一个 200 – 400 LFM 的小型风扇来降低 EVM 运行时的元件温度。风扇未运行时不得探测 EVM。

建议线规：

1. V_{IN} 到 J4 (12V 输入) :
每个输入连接的建议线规是 1 \times AWG 14，导线总长度不到 4 英尺 (2 英尺用于输入，2 英尺用于返回)。
2. J5 到负载：
最低建议线规是 2 \times AWG 14，导线总长度不到 4 英尺 (2 英尺用于输入，2 英尺用于返回)

5.2 建议的测试设置

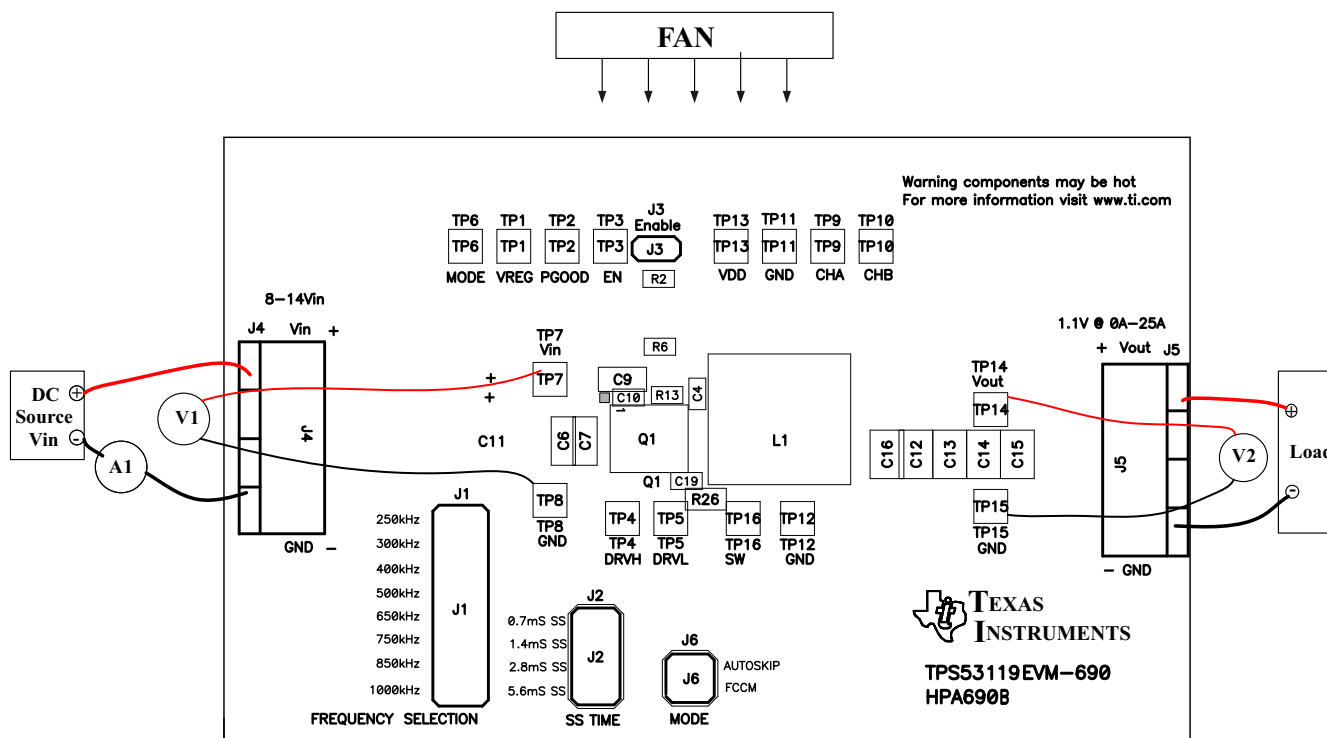


图 5-2. 建议用于 TPS53119EVM-690 的测试设置

图 5-2 是建议用于评估 TPS53119EVM-690 的测试装置。在 ESD 工作站上工作时，请确保在为 EVM 加电之前已连接所有腕带、靴带或垫子以使用户接地。

输入连接：

1. 在连接直流输入源 V_{IN} 之前，建议将来自 V_{IN} 的源电流限制为最大 10A。确保 V_{IN} 初始设置为 0V 并按图 5-2 所示进行连接。
2. 在 TP7 (V_{IN}) 和 TP8 (GND) 上连接电压表 V1 以测量输入电压。
3. 连接电流表 A1 以测量输入电流。

输出连接：

1. 在施加 V_{IN} 之前，将负载连接到 J5 并将负载设置为恒定电阻模式，使灌电流为 0A_{dc}。
2. 在 TP14 (V_{OUT}) 和 TP15 (GND) 上连接电压表 V2 以测量输出电压。

其他连接：

如图 5-2 所示放置风扇并将其打开，确保空气流经 EVM。

6 配置

必须在向 EVM 供电之前选择好所有跳线。用户可以按照以下方式配置此 EVM。

6.1 开关频率可选

开关频率可通过 J1 设置。

默认设置：300kHz

表 6-1. 开关频率可选

跳线设置为	电阻器 (RF) 连接 (Ω)	开关频率 (kHz)
顶层 (1-2 引脚短接)	0	250
第二层 (3-4 引脚短接)	187k	300
第三层 (5-6 引脚短接)	619k	400
第四层 (7-8 引脚短接)	开路	500
第五层 (9-10 引脚短接)	866k	650
第六层 (11-12 引脚短接)	309k	750
第七层 (13-14 引脚短接)	124k	850
底层 (15-16 引脚短接)	0	1000

6.2 软启动选择

可通过 J2 设置软启动时间。

默认设置：0.7ms

表 6-2. 软启动选择

跳线设置为	R _{MODE} 连接 (Ω)	软启动时间 (ms)
顶层 (1-2 引脚短接)	39.2k	0.7
第二层 (3-4 引脚短接)	100k	1.4
第三层 (5-6 引脚短接)	200k	2.8
底层 (7-8 引脚短接)	475k	5.6

6.3 模式选择

可通过 J6 设置模式。

默认设置：自动跳过

表 6-3. 模式选择

跳线设置为	模式选择
顶层 (1-2 引脚短接)	自动跳过
底层 (3-4 引脚短接)	强制 CCM

6.4 启用选择

可通过 J3 启用和禁用控制器。

默认设置：J3 上跳线短接以禁用控制器

表 6-4. 启用选择

跳线设置为	启用选择
J3 上跳线短接	禁用控制器
J3 上无跳线短接	启用控制器

7 测试步骤

7.1 线路/负载调节和效率测量步骤

1. 按照节 5 和图 5-2 中所述设置 EVM。
2. 确保将负载设置为恒定电阻模式并且灌电流为 $0A_{DC}$ 。
3. 确保根据节 6 设置所有跳线配置。
4. 确保在施加 V_{IN} 之前，EVM 中提供的跳线短接 J3。
5. 将 V_{IN} 从 0V 增至 12V。使用 V1 测量输入电压。
6. 移除 J3 上的跳线以启用控制器。
7. 使用 V2 测量 V_{OUT} 电压。
8. 将负载从 $0A_{DC}$ 改为 $25A_{DC}$ ； V_{OUT} 必须保持在负载调节范围内。
9. 将 V_{IN} 从 8V 改为 14V； V_{OUT} 必须保持在线路调节范围内。
10. 将跳线接到 J3 上以禁用控制器。
11. 将负载降至 0A。
12. 将 V_{IN} 降至 0V。

7.2 控制环路增益和相位测量步骤

TPS53119EVM-690 的反馈环路中包含一个 10Ω 串联电阻用于进行环路响应分析。

1. 按照节 5 和图 5-2 中所述设置 EVM。
2. 将隔离变压器连接到标有 TP9 和 TP10 的测试点。
3. 将输入信号幅度测量探头 (通道 A) 连接到 TP9。将输出信号幅度测量探头 (通道 B) 连接到 TP10。
4. 将通道 A 和通道 B 的接地引线连接到 TP11。
5. 通过隔离变压器注入 40mV 左右或更低的信号。
6. 扫描频率从 100 Hz 到 1MHz，使用 10-0Hz 或更低的后置滤波器。可以测量控制环路增益和相位裕度。
7. 在进行其他测量之前，从波特图测试点断开隔离变压器 (信号注入反馈可能干扰其他测量的准确性)。

7.3 测试点列表

表 7-1. 每个测试点的功能

测试点	名称	说明
TP1	VREG	6.2V LDO 输出
TP2	PGOOD	电源正常
TP3	EN	使能引脚
TP4	DRVH	高侧驱动器输出
TP5	DRVL	低侧驱动器输出
TP6	MODE	软启动和自动跳过/FCCM 选择引脚
TP7	V _{in}	V _{IN}
TP8	GND	V _{IN} 的接地测试点
TP9	CHA	用于环路注入的输入 A
TP10	CHB	用于环路注入的输入 B
TP11	GND	GND
TP12	GND	GND
TP13	VDD	控制器电源输入
TP14	V _{out}	输出电压
TP15	GND	输出电压的接地测试点

7.4 设备停机

1. 关断负载。
2. 关断 V_{IN}。
3. 关闭风扇。

8 性能数据和典型特性曲线

图 8-1 至图 8-9 显示了 TPS53119EVM-690 的典型性能曲线。

8.1 效率

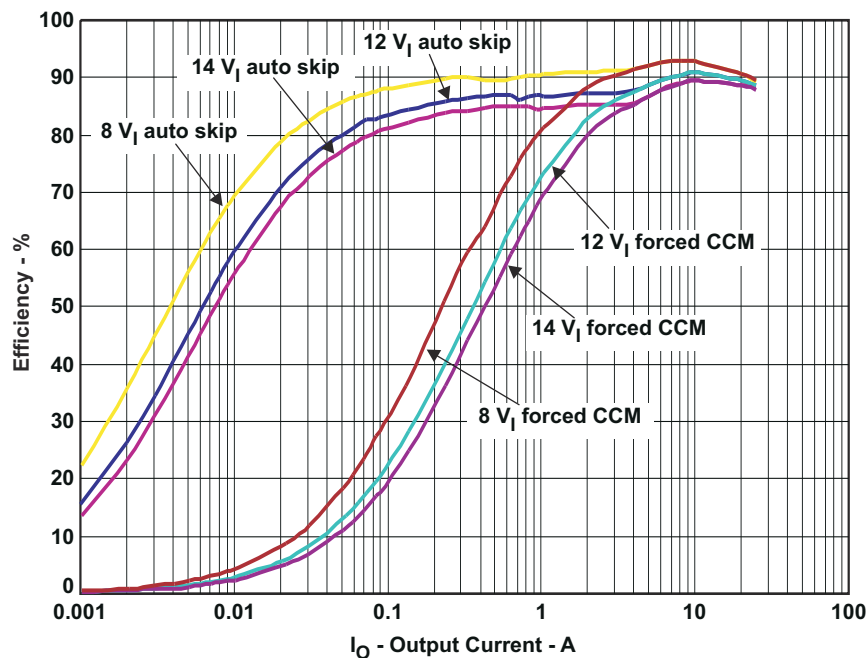


图 8-1. 效率

8.2 负载调节

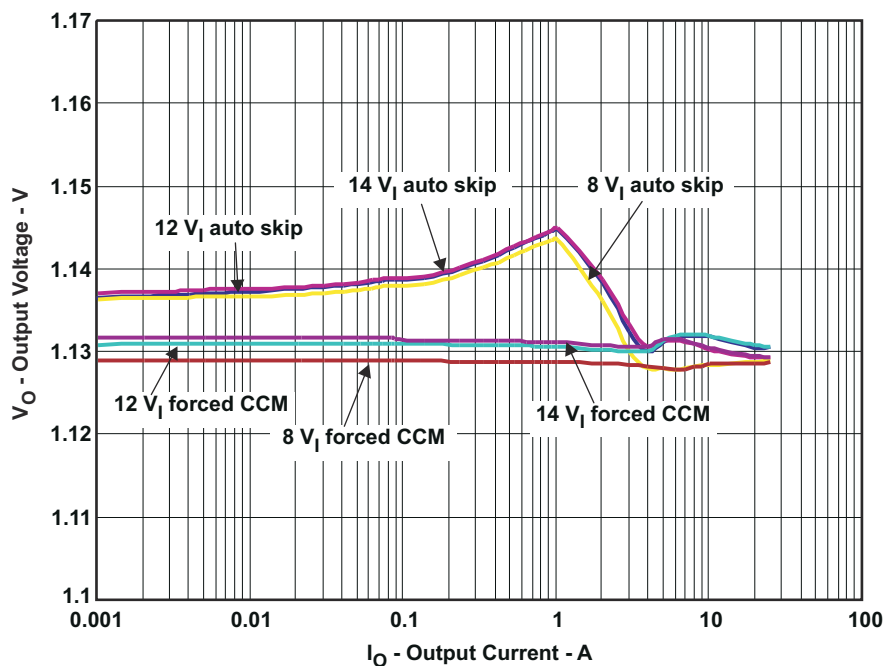


图 8-2. 负载调节

8.3 输出瞬态

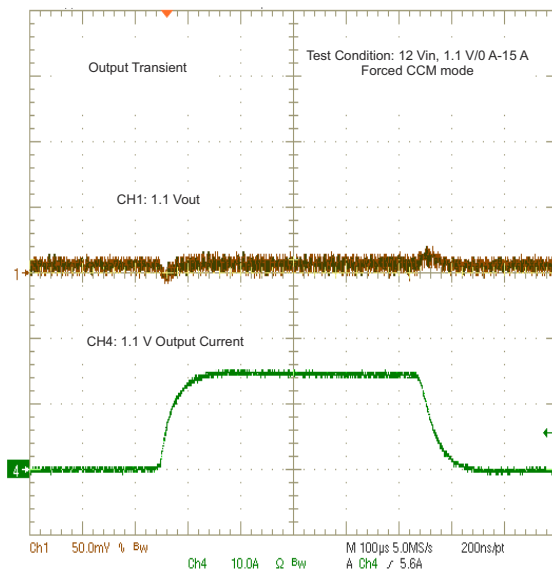


图 8-3. 输出负载瞬态

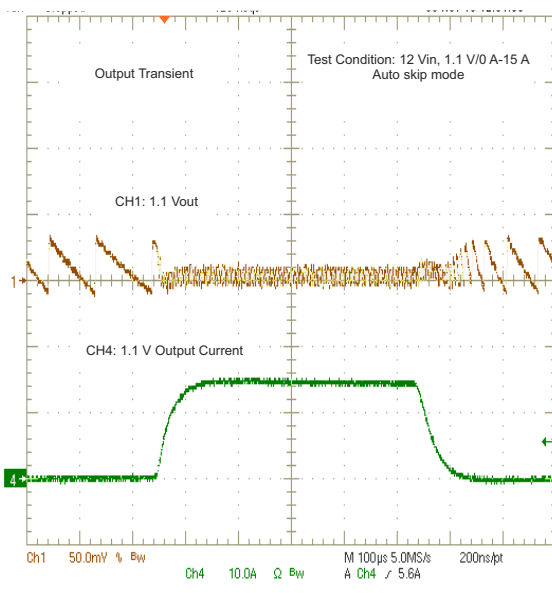


图 8-4. 输出负载瞬态

8.4 输出纹波

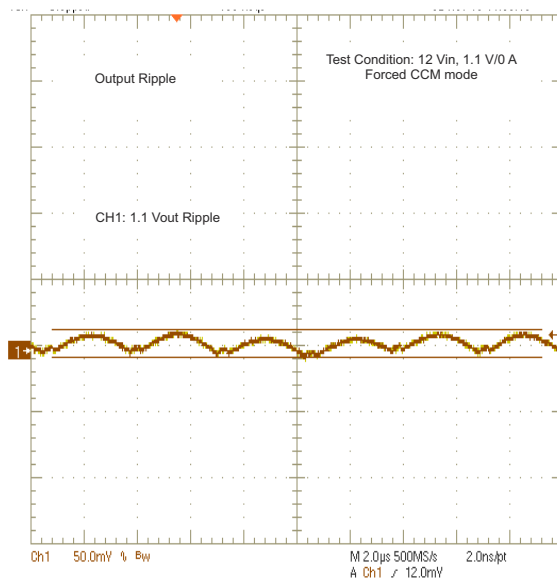


图 8-5. 输出纹波

8.5 开关节点

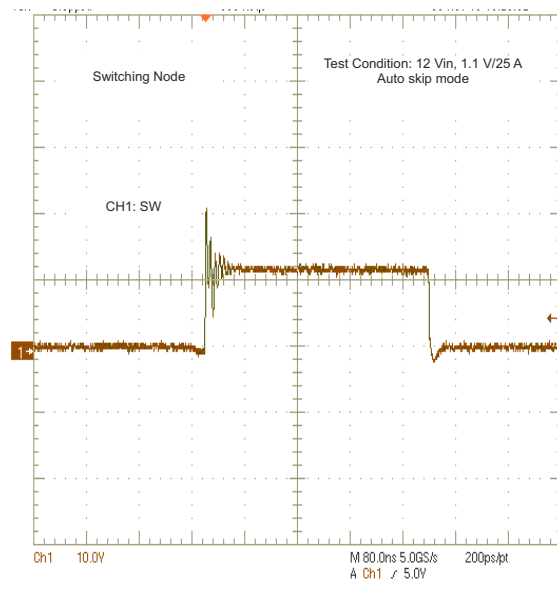


图 8-6. 开关节点

8.6 启用导通/关断

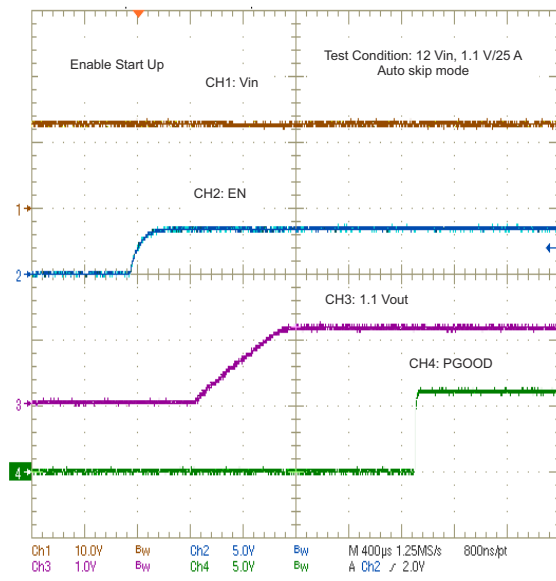


图 8-7. 启用导通

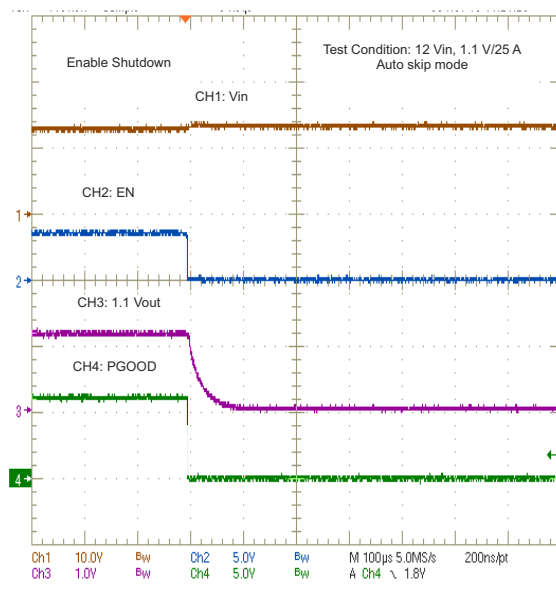


图 8-8. 启用关断

8.7 输出 1.1V 预偏置导通

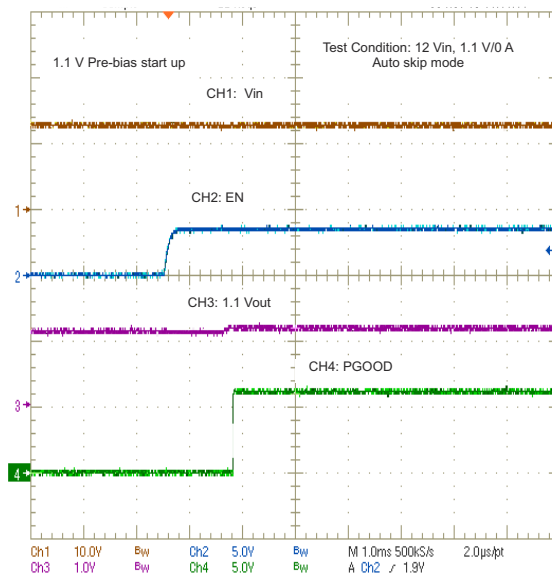


图 8-9. 输出 1.1V 预偏置导通

8.8 波特图

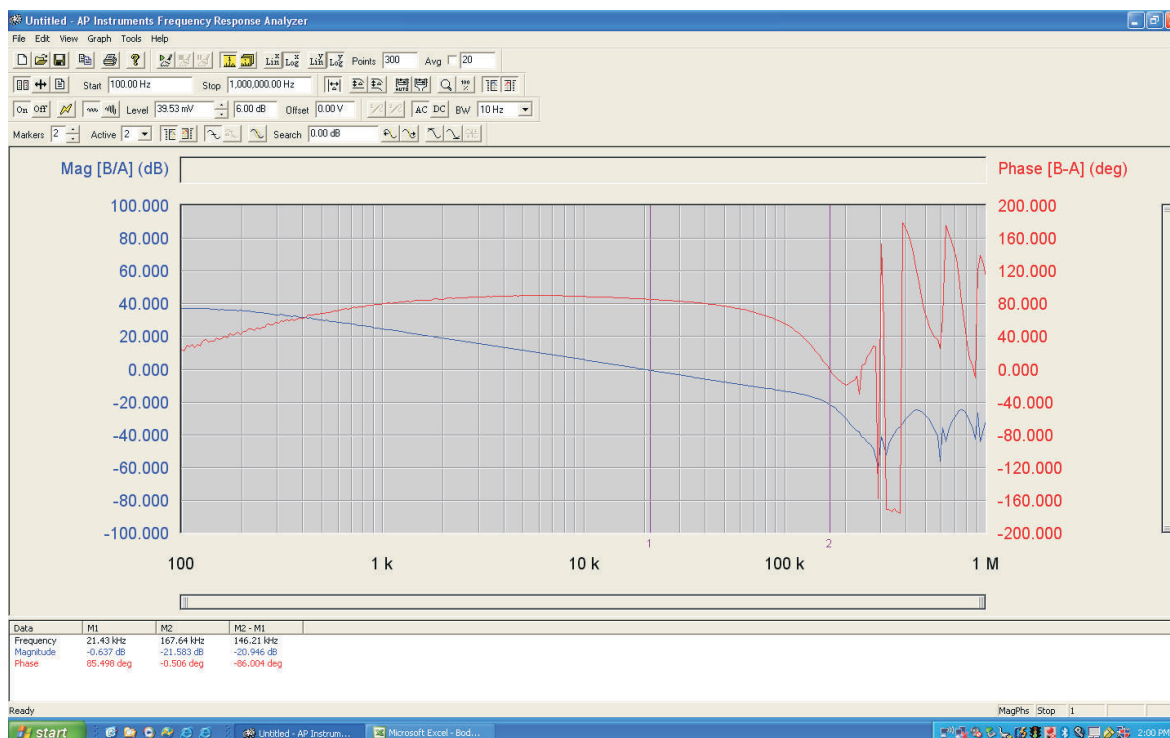


图 8-10. 波特图，12V_{IN}，1.1V/25A

8.9 热像图

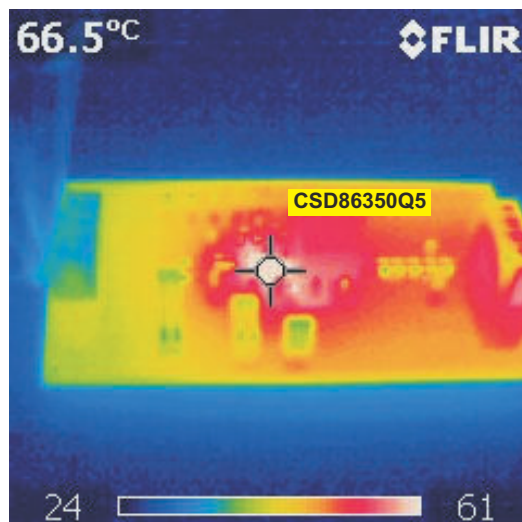


图 8-11. 顶部电路板, 12V_{IN}, 1.1V/25A

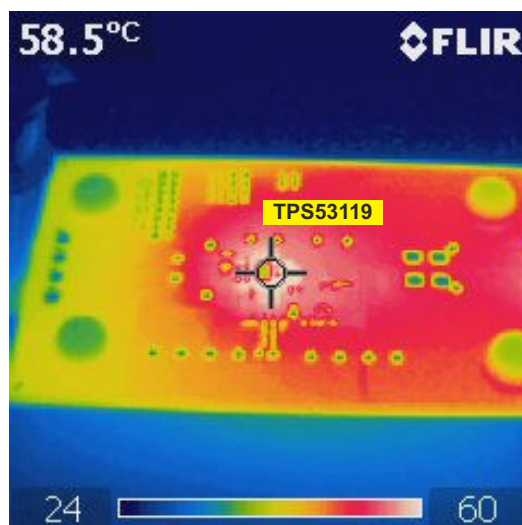


图 8-12. 底部电路板, 12V_{IN}, 1.1V/25A

9 EVM 装配图和 PCB 布局

图 9-1 至图 9-8 显示了 TPS53119EVM-690 印刷电路板的设计。该 EVM 采用六层、2oz 铜电路板设计。

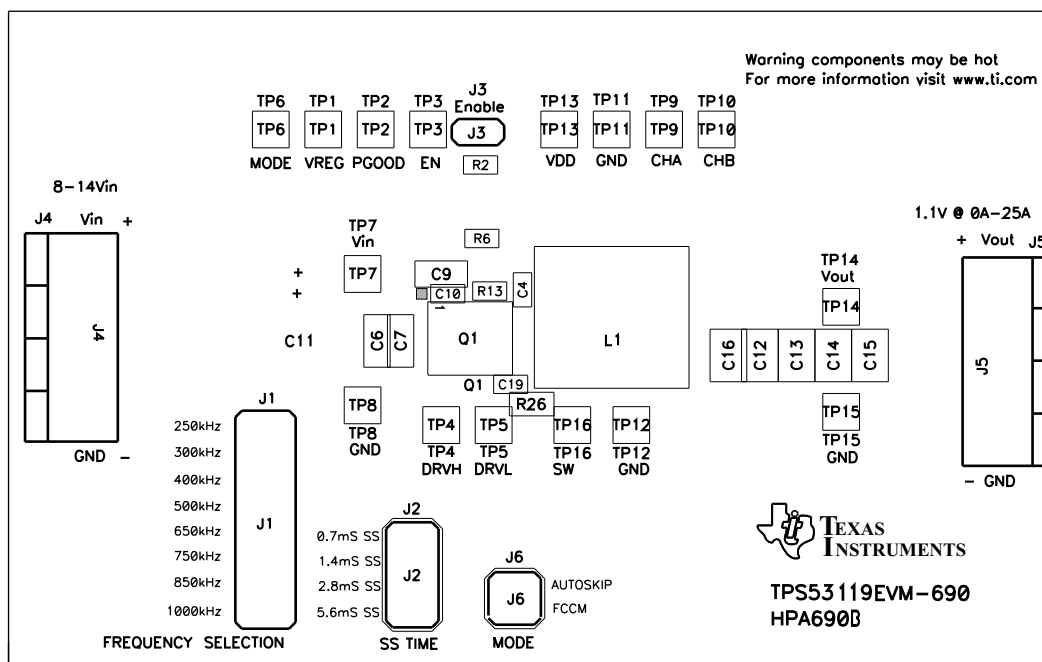


图 9-1. TPS53119EVM-690 顶层装配图，顶视图

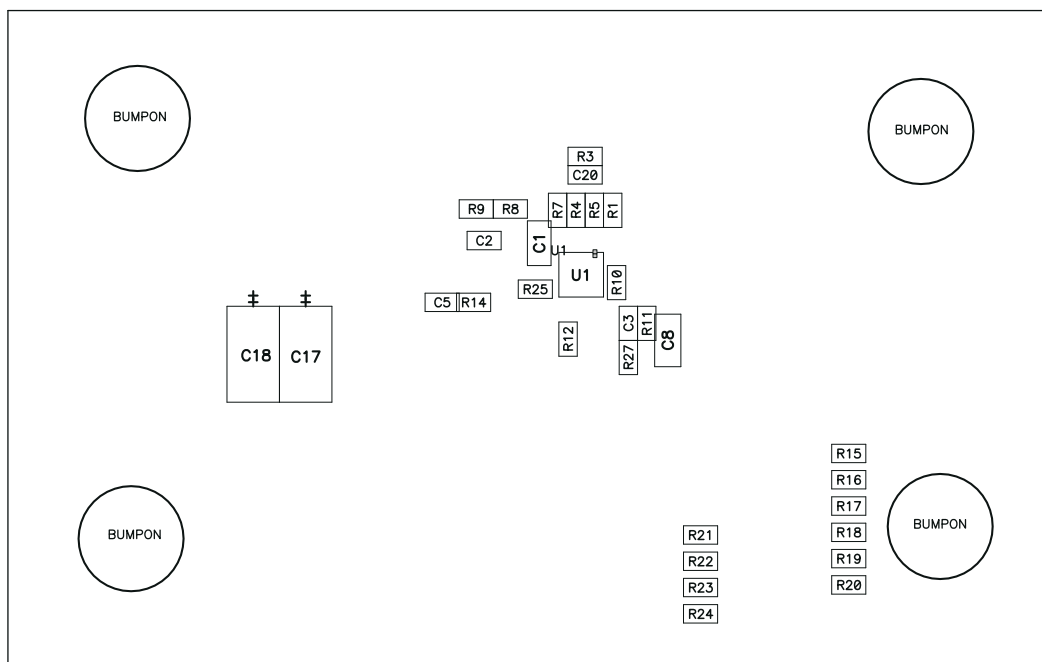


图 9-2. TPS53119EVM-690 底层装配图，底视图

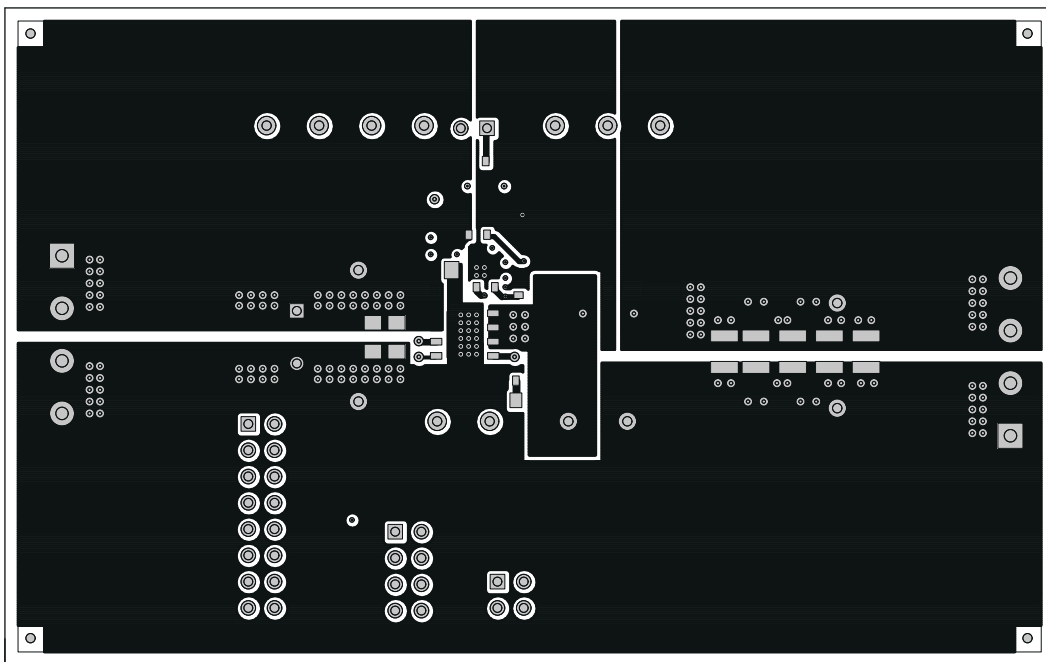


图 9-3. TPS53119EVM-690 顶层铜，顶视图

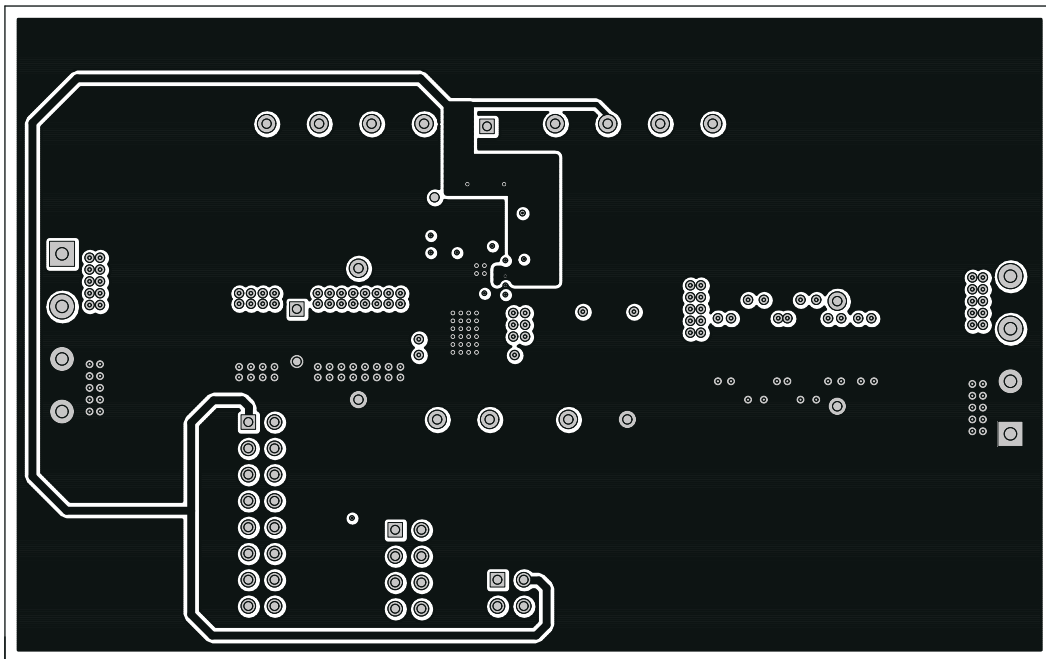


图 9-4. TPS53119EVM-690 第 2 层铜，顶视图

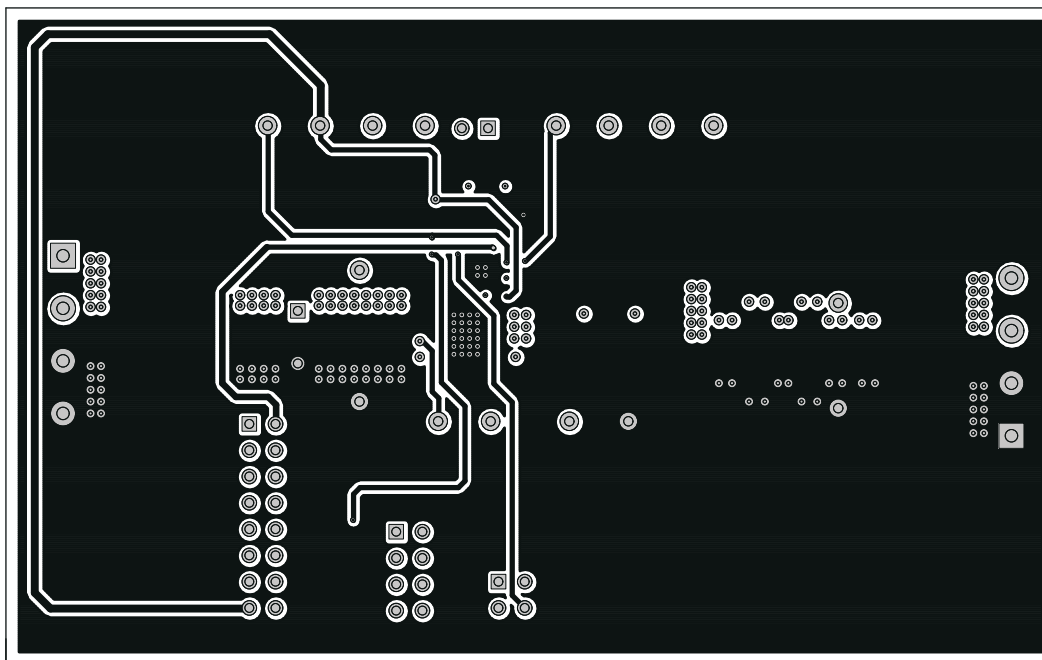


图 9-5. TPS53119EVM-690 第 3 层铜，顶视图

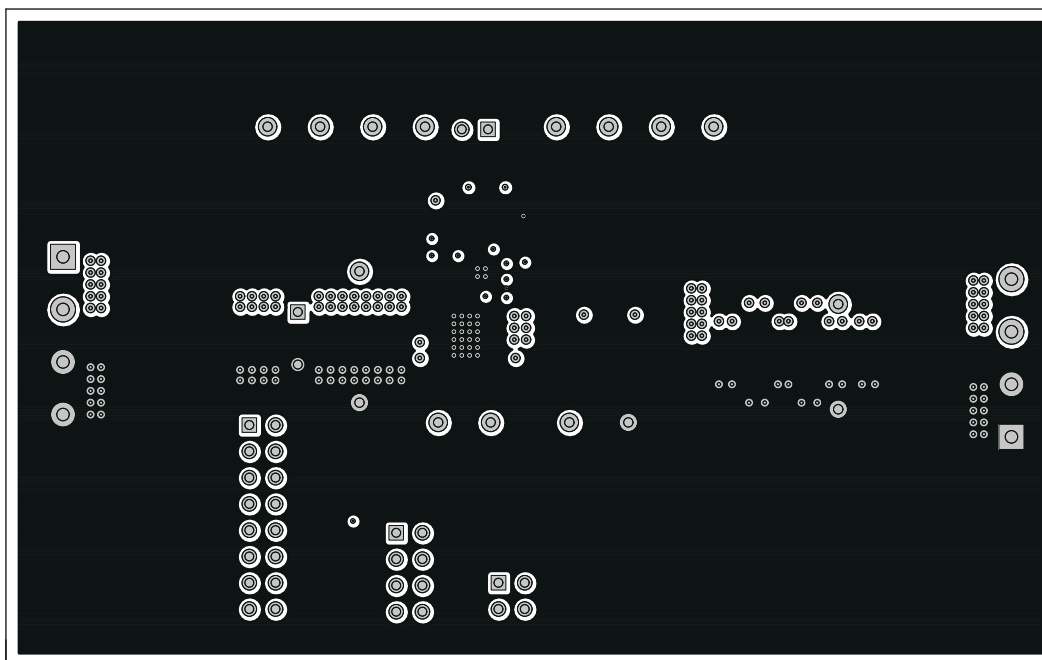


图 9-6. TPS53119EVM-690 第 4 层铜，顶视图

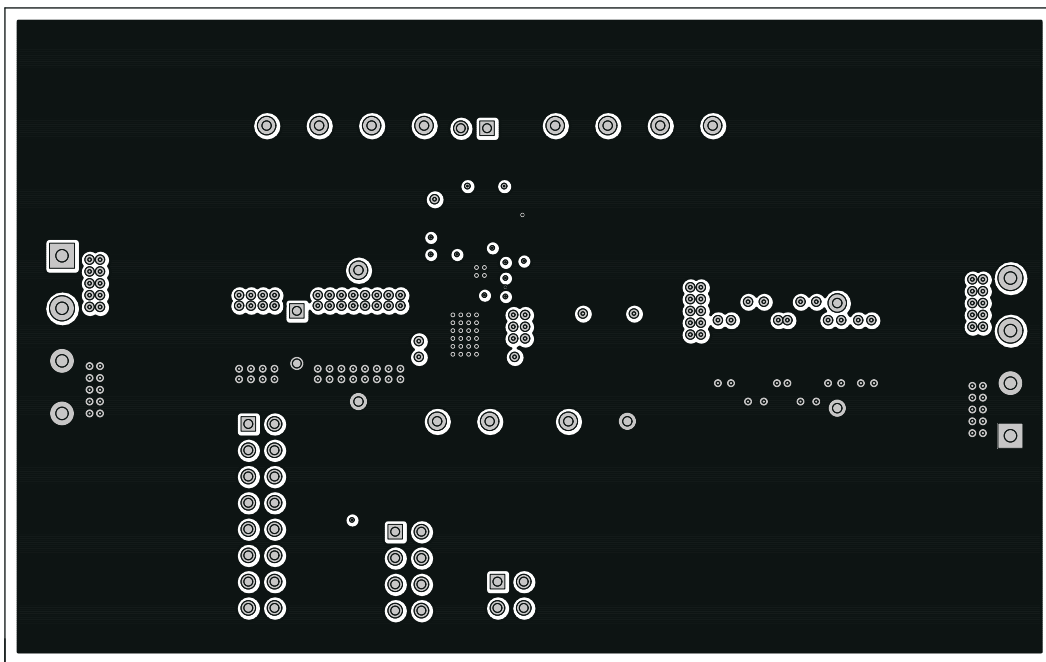


图 9-7. TPS53119EVM-690 第 5 层铜，顶视图

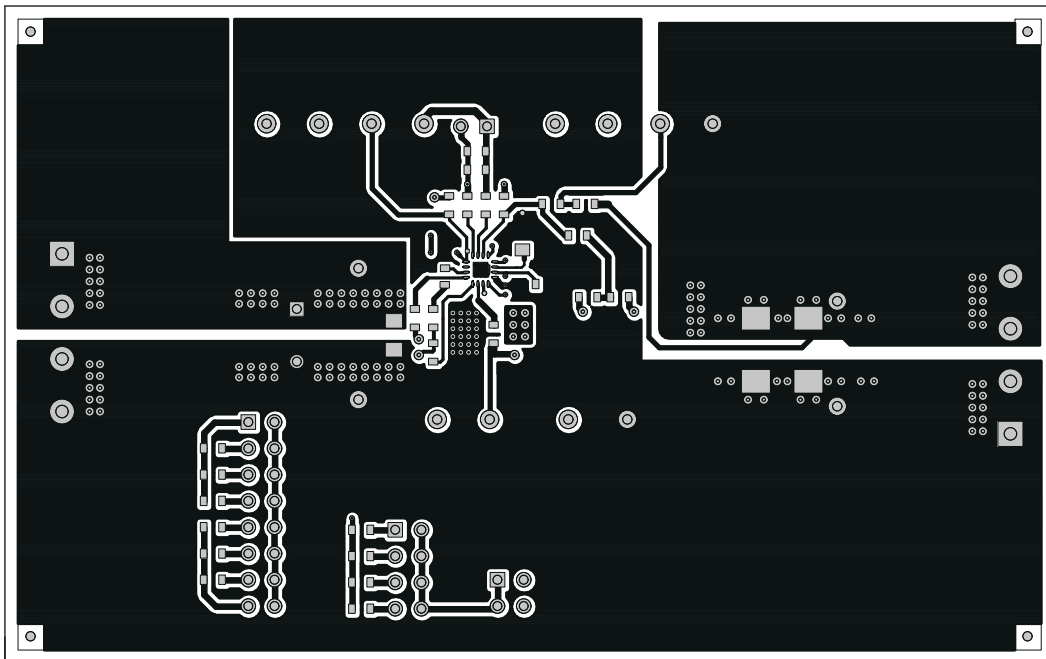


图 9-8. TPS53119EVM-690 底层铜，顶视图

10 物料清单

表 10-1. 基于图 4-1 所示原理图的 EVM 物料清单

数量	参考标识符	说明	制造商	器件型号
1	C1	电容器, 陶瓷, 4.7 μ F, 16V, X5R, 20%, 0805	STD	STD
5	C12-C16	电容器, 陶瓷, 100 μ F, 6.3V, X5R, 20%, 1210	Murata (村田)	GRM32ER60J107ME20L
1	C19	电容器, 陶瓷, 4700pF, 50V, X7R, 20%, 0603	STD	STD
2	C2、C20	电容器, 陶瓷, 1000pF, 25V, X7R, 10%, 0603	STD	STD
2	C3、C10	电容器, 陶瓷, 0.1 μ F, 50V, X7R, 10%, 0603	STD	STD
1	C5	电容器, 陶瓷, 0.027 μ F, 50V, X7R, 10%, 0603	STD	STD
1	C4	电容器, 陶瓷, 1 μ F, 16V, X7R, 10%, 0603	STD	STD
4	C6-C9	电容器, 陶瓷, 22 μ F, 16V, X5R, 20%, 1206	Murata (村田)	GRM31CR61C226ME15L
1	L1	电感器, SMT, 0.44 μ H, 30A, 0.0032 Ω , 0.530" \times 0.510"	Pulse 或 E&E Magnetic	PA0513-441NLT 或 831-02990F
1	Q1	MOSFET, 双 N 沟道, 电源块, 25V, 40A, QFN-8 电源	TI	CSD86350Q5D
3	R1、R3、 R22	电阻器, 贴片, 100k, 1/16W, 1%, 0603	STD	STD
1	R15	电阻器, 贴片, 187k, 1/16W, 1%, 0603	STD	STD
1	R16	电阻器, 贴片, 619k, 1/16W, 1%, 0603	STD	STD
1	R18	电阻器, 贴片, 866k, 1/16W, 1%, 0603	STD	STD
1	R19	电阻器, 贴片, 309k, 1/16W, 1%, 0603	STD	STD
2	R2、R23	电阻器, 贴片, 200k, 1/16W, 1%, 0603	STD	STD
1	R20	电阻器, 贴片, 124k, 1/16W, 1%, 0603	STD	STD
1	R21	电阻器, 贴片, 39.2k, 1/16W, 1%, 0603	STD	STD
1	R24	电阻器, 贴片, 475k, 1/16W, 1%, 0603	STD	STD
1	R26	电阻器, 贴片, 1, 1/10W, 5%, 0805	STD	STD
1	R4	电阻器, 贴片, 1.00k, 1/16W, 1%, 0603	STD	STD
1	R5	电阻器, 贴片, 35.7k, 1/16W, 1%, 0603	STD	STD
6	R6、R11- R13、R25、 R27	电阻器, 贴片, 0, 1/16W, 5%, 0603	STD	STD
1	R10	电阻器, 贴片, 5.11, 1/16W, 1%, 0603	STD	STD
2	R7、R14	电阻器, 贴片, 10.0k, 1/16W, 1%, 0603	STD	STD
1	R8	电阻器, 贴片, 8.25k, 1/16W, 1%, 0603	STD	STD
1	R9	电阻器, 贴片, 10, 1/16W, 1%, 0603	STD	STD
1	U1	IC 单路同步降压控制器	TI	TPS53119RGT

11 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 * (December 2017) to Revision A (January 2022)	Page
• 更新了整个文档中的表格、图和交叉参考的编号格式。.....	3
• 更新了用户指南的标题.....	3

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 © 2022，德州仪器 (TI) 公司