



## 摘要

TPS53355EVM-743 是供用户评估 TPS53355 的评估模块 (EVM)。TPS53355 是一款采用 D-CAP™ 模式、具有集成 MOSFET 的 30A 同步降压转换器。可在高达 30 A 的电流下提供 1.5V 固定输出电压，并由 12V 输入总线供电。

## 内容

<b>1 说明</b> .....	3
1.1 典型应用.....	3
1.2 特性.....	3
<b>2 电气性能规格</b> .....	3
<b>3 原理图</b> .....	4
<b>4 测试设置</b> .....	5
4.1 测试设备.....	5
4.2 建议的测试设置.....	6
<b>5 配置</b> .....	7
5.1 开关频率可选.....	7
5.2 软启动选择.....	7
5.3 模式选择.....	7
5.4 启用选择.....	8
<b>6 测试步骤</b> .....	8
6.1 线路/负载调节和效率测量步骤.....	8
6.2 控制环路增益和相位测量步骤.....	8
6.3 测试点列表.....	9
6.4 设备停机.....	9
<b>7 性能数据和典型特性曲线</b> .....	10
7.1 效率.....	10
7.2 负载调节.....	10
7.3 线路调节.....	11
7.4 启用导通/关断.....	11
7.5 输出纹波.....	12
7.6 开关节点.....	12
7.7 自动跳跃模式下的输出瞬态.....	13
7.8 FCCM 模式下的输出瞬态.....	13
7.9 输出 0.75V 预偏置导通.....	14
7.10 输出过流和短路保护.....	14
7.11 波特图.....	15
7.12 热像图.....	16
<b>8 EVM 装配图和 PCB 布局</b> .....	17
<b>9 物料清单</b> .....	21
<b>10 修订历史记录</b> .....	21

## 插图清单

图 3-1. TPS53355EVM-743 原理图.....	4
图 4-1. 使用尖端和接地筒测量 VOUT 纹波.....	5
图 4-2. 建议用于 TPS53355EVM-743 的测试设置.....	6
图 7-1. 效率.....	10

图 7-2. 负载调节.....	10
图 7-3. 线路调节.....	11
图 7-4. 启用导通.....	11
图 7-5. 启用关断.....	11
图 7-6. 输出纹波.....	12
图 7-7. 开关节点.....	12
图 7-8. 从 DCM 到 CCM 的输出瞬态.....	13
图 7-9. 从 CCM 到 DCM 的输出瞬态.....	13
图 7-10. FCCM 模式下的输出瞬态.....	13
图 7-11. 输出 0.75V 预偏置导通.....	14
图 7-12. 输出过流保护.....	14
图 7-13. 输出短路.....	14
图 7-14. 波特图, 12V <sub>IN</sub> , 1.5V/30A.....	15
图 7-15. 顶部电路板, 12V <sub>IN</sub> , 1.5V/30A, 环境温度为 25°C 且无气流.....	16
图 8-1. TPS53355EVM-743 顶层装配图.....	17
图 8-2. TPS53355EVM-743 底层装配图.....	17
图 8-3. TPS53355EVM-743 顶层铜.....	18
图 8-4. TPS53355EVM-743 第 2 层铜.....	18
图 8-5. TPS53355EVM-743 第 3 层铜.....	19
图 8-6. TPS53355EVM-743 第 4 层铜.....	19
图 8-7. TPS53355EVM-743 第 5 层铜.....	20
图 8-8. TPS53355EVM-743 底层铜.....	20

## 表格清单

表 2-1. TPS53355EVM-743 电气性能规格.....	3
表 5-1. 开关频率可选.....	7
表 5-2. 软启动时间选择.....	7
表 5-3. 模式选择.....	7
表 5-4. 启用选择.....	8
表 6-1. 测试点功能.....	9
表 9-1. 基于图 3-1 所示原理图的 EVM 元件列表.....	21

## 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 说明

TPS53355EVM-743 设计成使用 12V 稳压总线在高达 30A 的负载电流下产生 1.5V 的稳压输出。TPS53355EVM-743 旨在演示 TPS53355 在典型低电压应用中的工作原理，同时提供许多测试点来评估 TPS53355 的性能。

### 1.1 典型应用

- 服务器/存储
- 工作站和台式机
- 电信基础设施

### 1.2 特性

TPS53355EVM-743 特性：

- 30A<sub>DC</sub>，稳态输出电流
- 支持预偏置输出电压启动
- J5，用于选择开关频率设置
- J4，用于选择软启动时间
- J2，用于实现使能功能
- J6，用于选择自动跳跃和强制 CCM 模式
- 用于探测关键波形的便捷测试点

## 2 电气性能规格

表 2-1. TPS53355EVM-743 电气性能规格

参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
<b>输入特性</b>					
电压范围	V <sub>IN</sub>	8	12	14	V
最大输入电流	V <sub>IN</sub> = 8V, I <sub>O</sub> = 30A		6.3		A
空载输入电流	自动跳跃模式下 V <sub>IN</sub> = 14V, I <sub>O</sub> = 0A		1		mA
<b>输出特性</b>					
输出电压 V <sub>OUT</sub>			1.5		V
输出电压调节	线路调节 ( V <sub>IN</sub> = 8V 至 14V )		0.1		%
	负载调节 ( V <sub>IN</sub> = 12V, I <sub>O</sub> = 0A 至 30A )		1		%
输出电压纹波	V <sub>IN</sub> = 12V, I <sub>O</sub> = 30 A		20		mVpp
输出负载电流		0		30	A
输出过流			34		A
<b>系统特性</b>					
开关频率			500		kHz
峰值效率	V <sub>IN</sub> = 12V, 1.5V/10A		91.87		%
满负载效率	V <sub>IN</sub> = 12V, 1.5V/30A		89.46		%
工作温度			25		°C

### 备注

将跳线设置到默认位置；请参阅本用户指南的节 5。

### 3 原理图

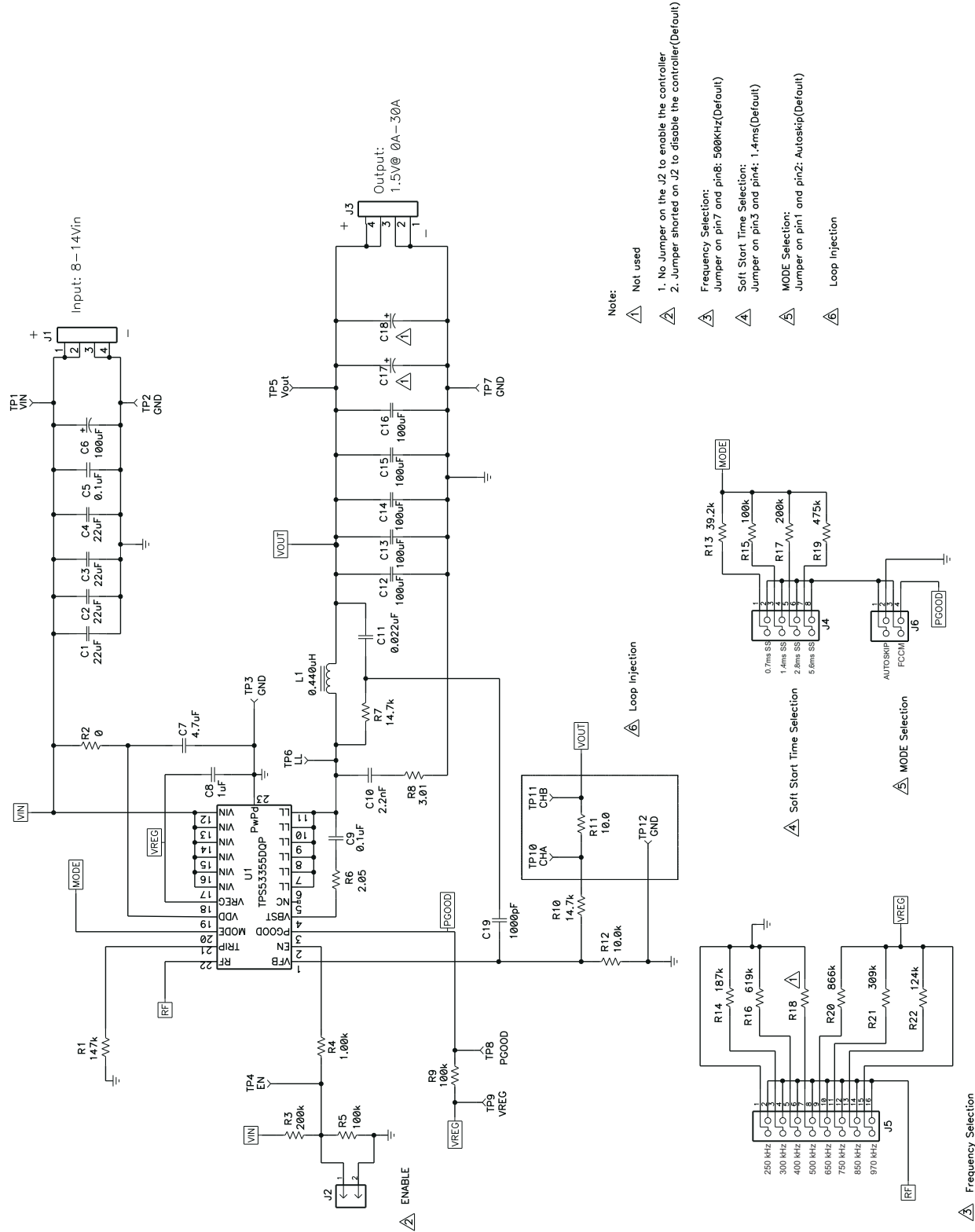


图 3-1. TPS53355EVM-743 原理图

## 4 测试设置

### 4.1 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 J1，如图 4-2 所示。

万用表：

- V1：TP1 ( $V_{IN}$ ) 和 TP2 (GND) 处的  $V_{IN}$ 。
- V2：TP5 (VOUT) 和 TP7 (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 1.5V 电压下支持 0A<sub>dc</sub> 至 30A<sub>dc</sub> 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：

- $1M\Omega$  阻抗
- 20MHz 带宽
- 交流耦合
- $2\mu s/div$  水平分辨率
- $50mV/div$  垂直分辨率

测试点 TP5 和 TP7 可用于测量输出纹波电压，方法是示波器探头尖端穿过 TP5 并将接地筒固定在 TP7 上，如图 4-1 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。

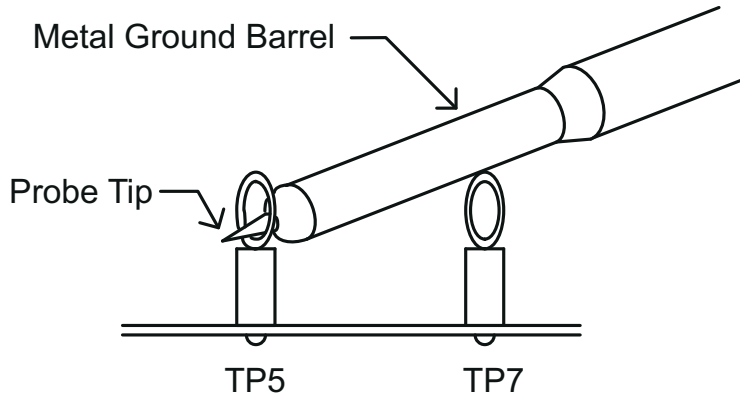


图 4-1. 使用尖端和接地筒测量 VOUT 纹波

**风扇：**在运行过程中，此 EVM 上的某些元件可达到  $60^{\circ}C$  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。仅在风扇运行时探测 EVM。

**建议线规：**

1.  $V_{IN}$  到 J1 (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. J3 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)

## 4.2 建议的测试设置

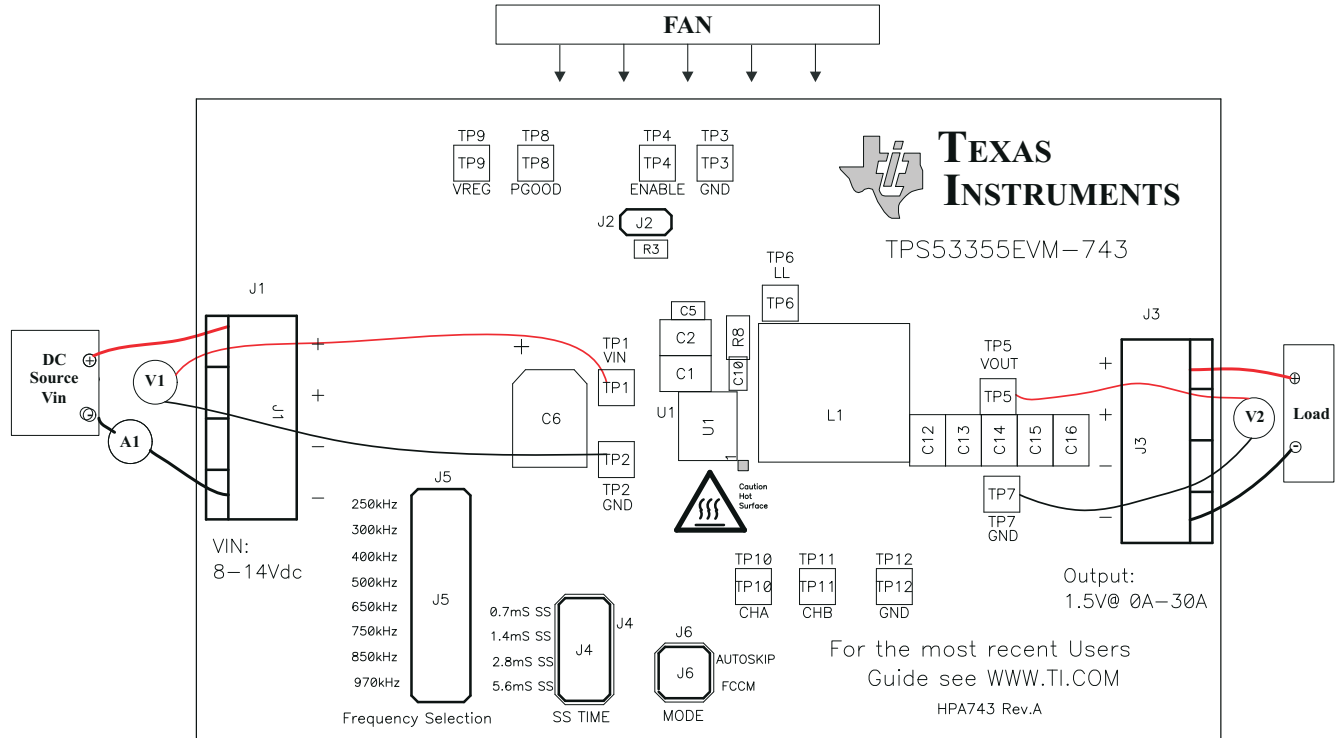


图 4-2. 建议用于 TPS53355EVM-743 的测试设置

图 4-2 是建议用于评估 TPS53355EVM-743 的测试设置。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 4-2 所示进行连接。
2. 在 TP1 ( $V_{IN}$ ) 和 TP2 (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 J3 并将负载设置为恒定电阻模式，使灌电流为  $0A_{DC}$ 。
2. 在 TP5 (VOUT) 和 TP7 (GND) 上连接电压表 V2 以测量输出电压。

### 其他连接：

如图 4-2 所示放置风扇并将其打开，确保空气流经 EVM。

## 5 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。

### 5.1 开关频率可选

开关频率可通过 J5 设置。

默认设置：500kHz

表 5-1. 开关频率可选

跳线设置为	电阻器 (RF) 连接 (k $\Omega$ )	开关频率 (kHz)
顶层 (1-2 引脚短接)	0	250
第二层 (3-4 引脚短接)	187	300
第三层 (5-6 引脚短接)	619	400
<b>第四层 (7-8 引脚短接)</b>	<b>开路</b>	<b>500</b>
第五层 (9-10 引脚短接)	866	650
第六层 (11-12 引脚短接)	309	750
第七层 (13-14 引脚短接)	124	850
底层 (15-16 引脚短接)	0	970

### 5.2 软启动选择

可通过 J4 设置软启动时间。

默认设置：1.4ms

表 5-2. 软启动时间选择

跳线设置为	R <sub>MODE</sub> 连接 (k $\Omega$ )	软启动时间 (ms)
顶层 (1-2 引脚短接)	39.2	0.7
<b>第二层 (3-4 引脚短接)</b>	<b>100</b>	<b>1.4</b>
第三层 (5-6 引脚短接)	200	2.8
底层 (7-8 引脚短接)	475	5.6

### 5.3 模式选择

可通过 J6 设置模式。

默认设置：自动跳跃

表 5-3. 模式选择

跳线设置为	模式选择
顶层 (1-2 引脚短接)	自动跳跃
底层 (7-8 引脚短接)	强制 CCM

## 5.4 启用选择

可通过 J2 启用和禁用控制器。

**默认设置：**将 J2 上的跳线短接以禁用控制器

表 5-4. 启用选择

跳线设置为	启用选择
J2 上的跳线短接	禁用控制器
J2 上无跳线短接	启用控制器

## 6 测试步骤

### 6.1 线路/负载调节和效率测量步骤

- 按照节 4 和图 4-2 中所述设置 EVM。
- 确保将负载设置为恒定电阻模式并且灌电流为  $0A_{DC}$ 。
- 确保根据节 5 设置所有跳线配置。
- 确保在施加  $V_{IN}$  之前，EVM 中提供的跳线短接 J2。
- 将  $V_{IN}$  从 0V 增至 12V。使用 V1 测量输入电压。
- 移除 J2 上的跳线以启用控制器。
- 使用 V2 测量  $V_{OUT}$  电压。
- 将负载从  $0A_{DC}$  改为  $30A_{DC}$ ； $V_{OUT}$  必须保持在负载调节范围内。
- 将  $V_{IN}$  从 8V 改为 14V； $V_{OUT}$  必须保持在线路调节范围内。
- 将跳线接到 J2 上以禁用控制器。
- 将负载降至 0A。
- 将  $V_{IN}$  降至 0V。

### 6.2 控制环路增益和相位测量步骤

TPS53355EVM-743 的反馈环路中包含一个  $10\Omega$  串联电阻用于进行环路响应分析。

- 按照节 4 和图 4-2 中所述设置 EVM。
- 将隔离变压器连接到标有 TP10 和 TP11 的测试点。
- 将输入信号振幅测量探头 (通道 A) 连接到 TP10。将输出信号振幅测量探头 (通道 B) 连接到 TP11。
- 将通道 A 和通道 B 的接地引线连接到 TP12。
- 通过隔离变压器注入大约 40mV 或更低的信号。
- 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。
- 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)。



### 6.3 测试点列表

表 6-1. 测试点功能

测试点	名称	说明
TP1	VIN	控制器输入
TP2	GND	接地
TP3	GND	接地
TP4	EN	启用
TP5	VOUT	输出电压
TP6	LL	开关节点
TP7	GND	接地
TP8	PGOOD	电源正常
TP9	VREG	5V LDO 输出
TP10	CHA	用于环路注入的输入 A
TP11	CHB	用于环路注入的输入 B
TP12	GND	GND

### 6.4 设备停机

1. 关断负载。
2. 关断负载。
3. 关闭风扇。

## 7 性能数据和典型特性曲线

图 7-1 至图 7-15 显示了 TPS53355EVM-743 的典型性能曲线。

### 7.1 效率

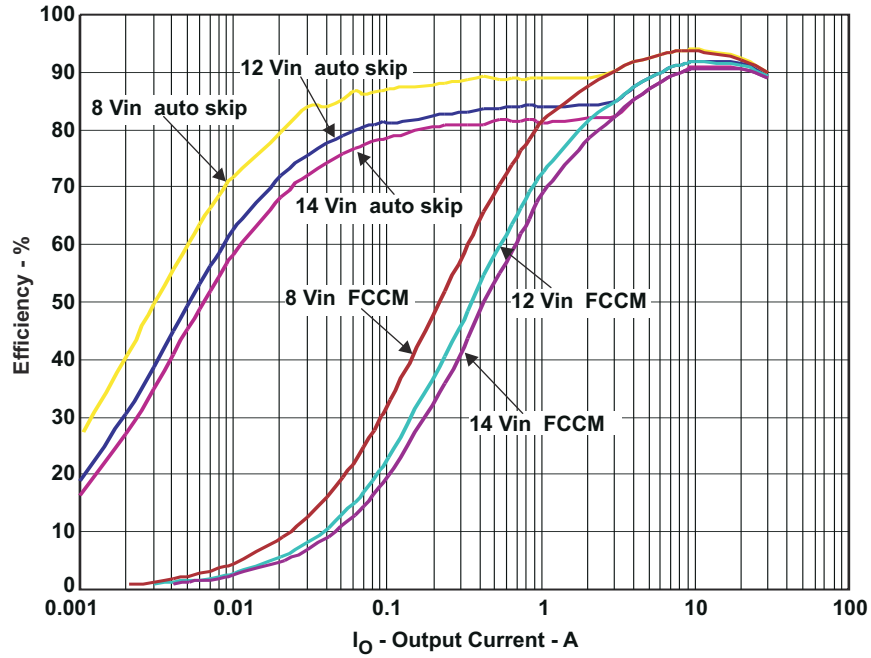


图 7-1. 效率

### 7.2 负载调节

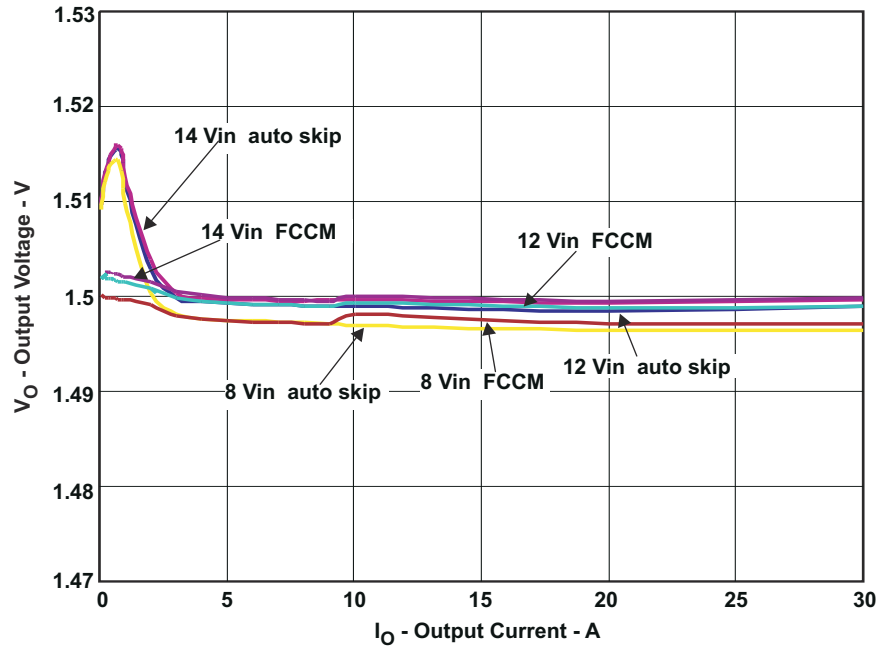


图 7-2. 负载调节

### 7.3 线路调节

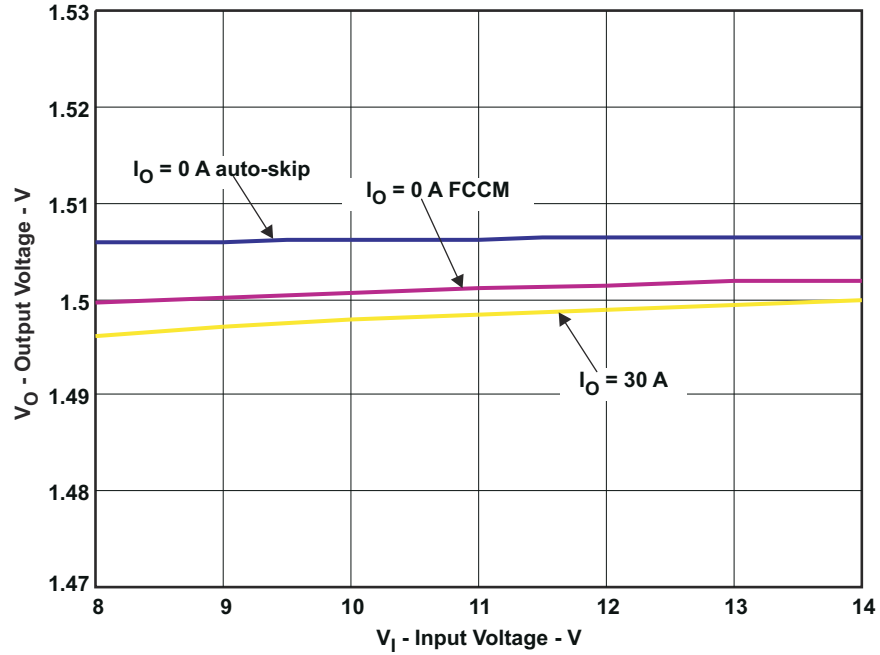


图 7-3. 线路调节

### 7.4 启用导通/关断

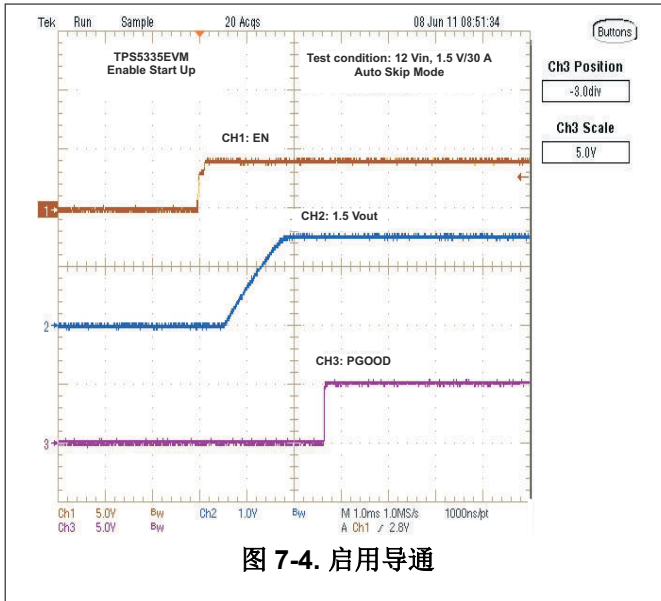


图 7-4. 启用导通

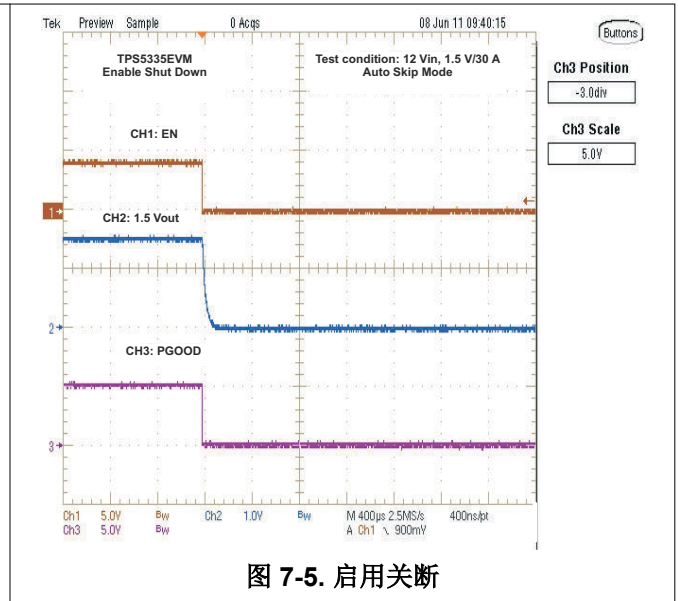


图 7-5. 启用关断

## 7.5 输出纹波

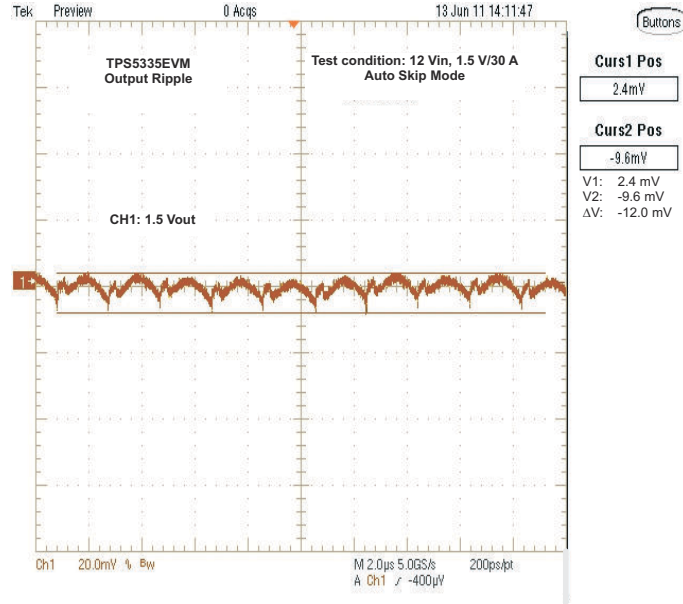


图 7-6. 输出纹波

## 7.6 开关节点

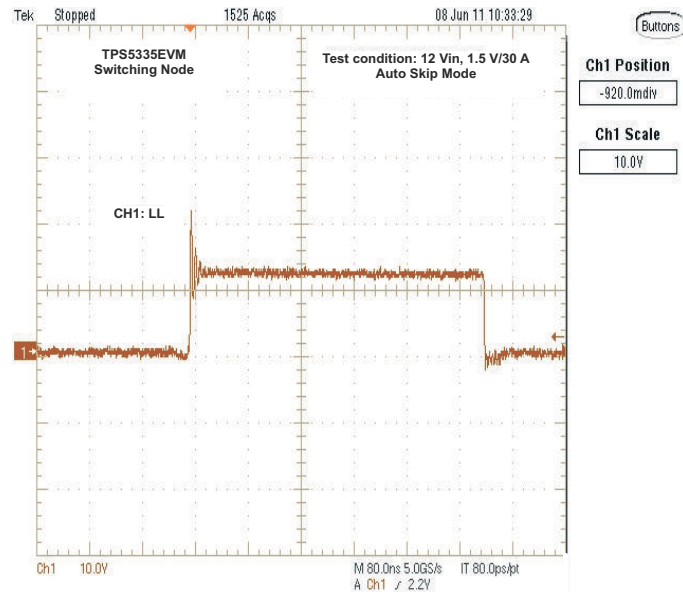
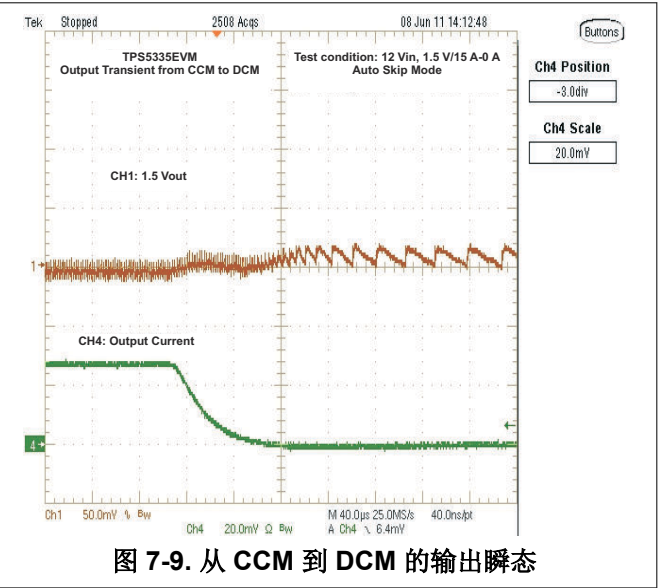
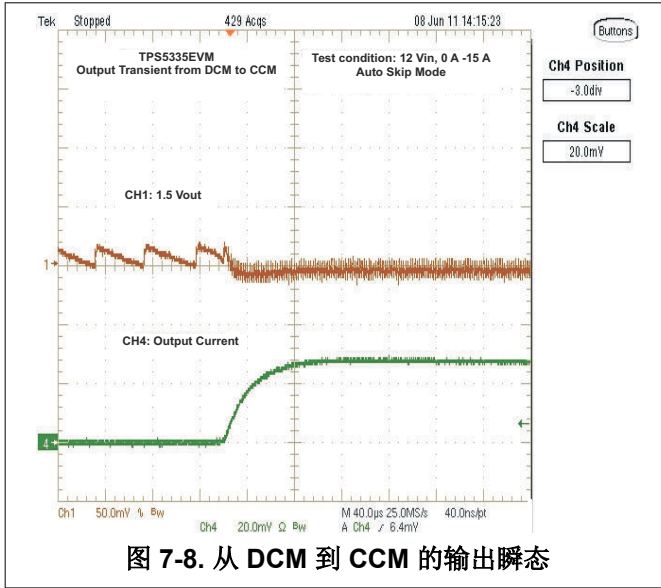
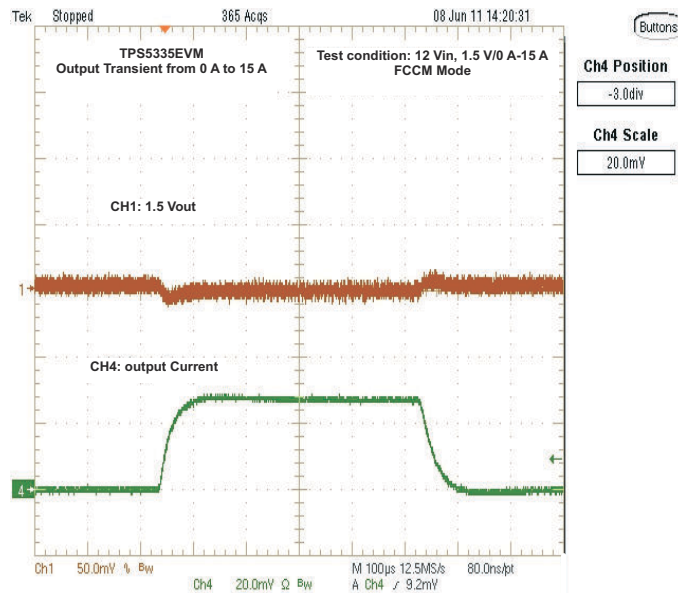


图 7-7. 开关节点

## 7.7 自动跳跃模式下的输出瞬态



## 7.8 FCCM 模式下的输出瞬态



## 7.9 输出 0.75V 预偏置导通

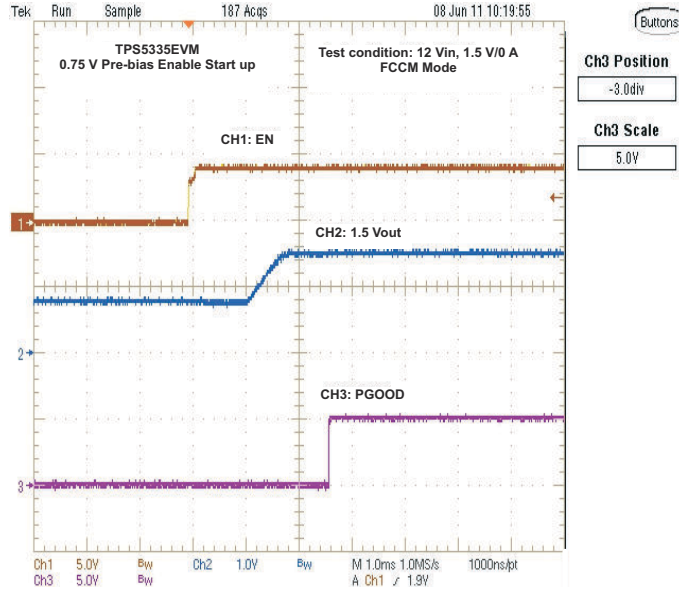


图 7-11. 输出 0.75V 预偏置导通

## 7.10 输出过流和短路保护

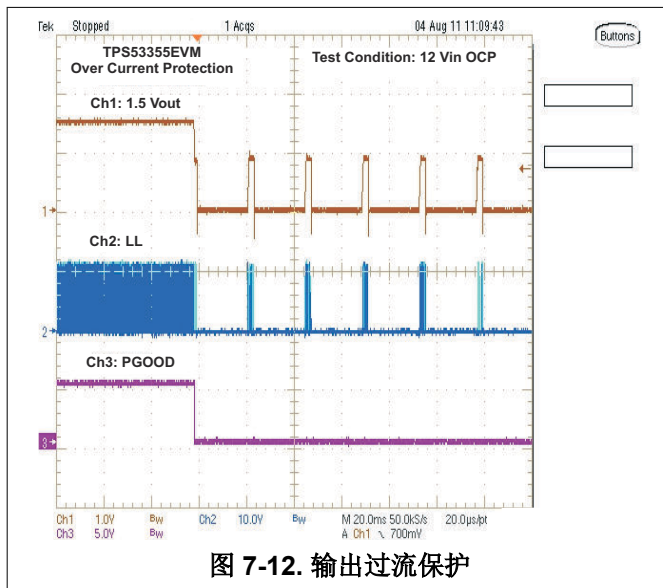


图 7-12. 输出过流保护

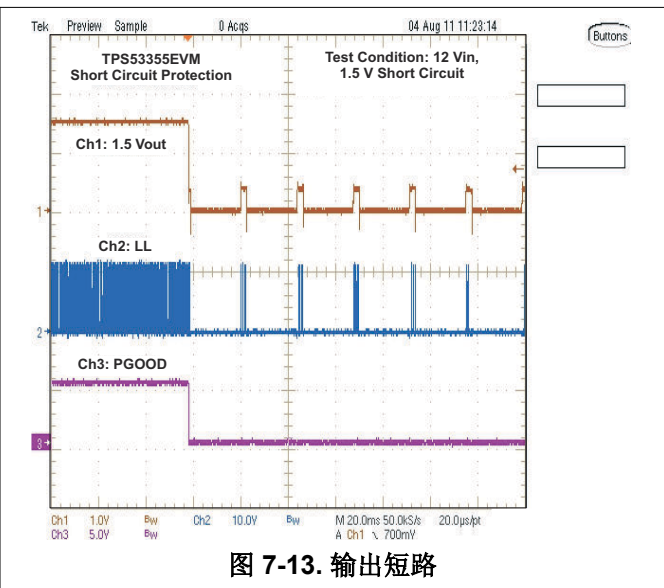


图 7-13. 输出短路

## 7.11 波特图

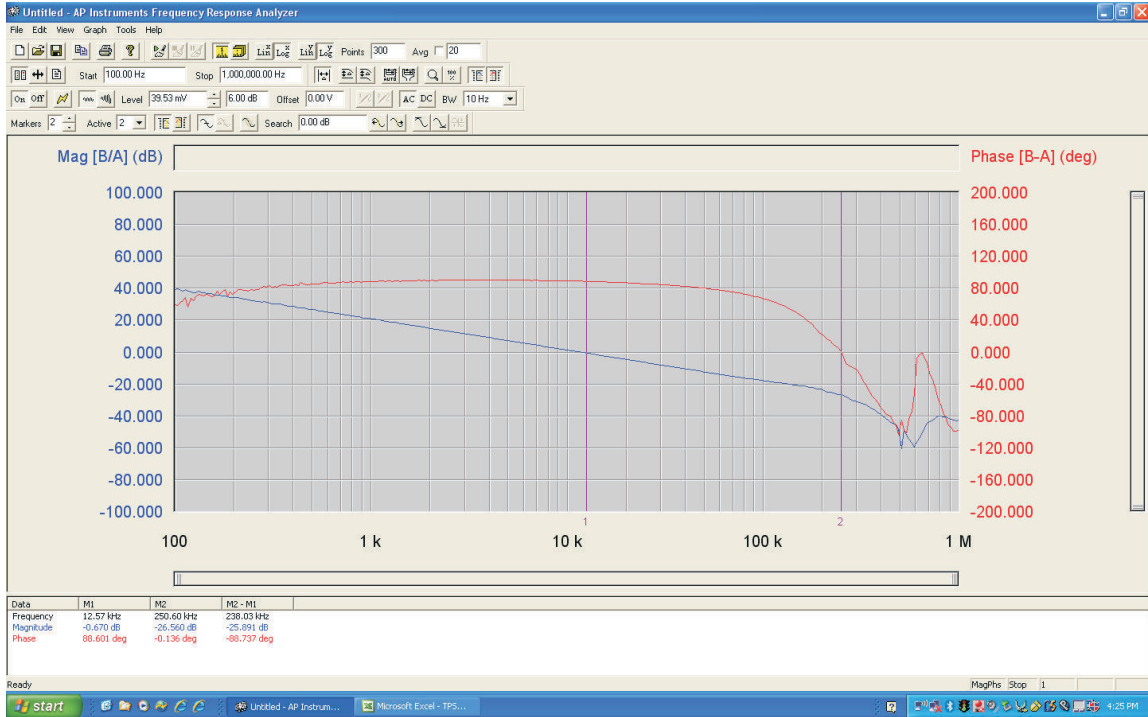


图 7-14. 波特图，12V<sub>IN</sub>，1.5V/30A

## 7.12 热像图

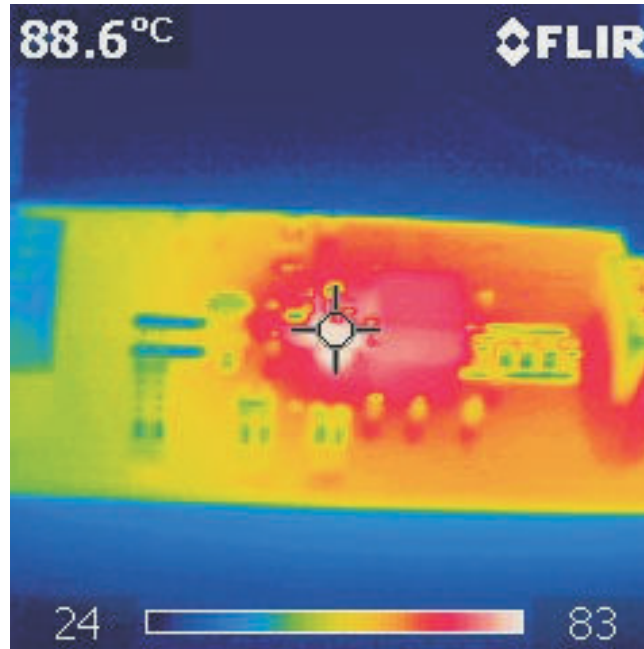


图 7-15. 顶部电路板，12V<sub>IN</sub>，1.5V/30A，环境温度为 25°C 且无气流



## 8 EVM 装配图和 PCB 布局

下图 (图 8-1 至图 8-8) 显示了 TPS53355EVM-743 印刷电路板的设计。该 EVM 采用 6 层 2oz 铜电路板设计。

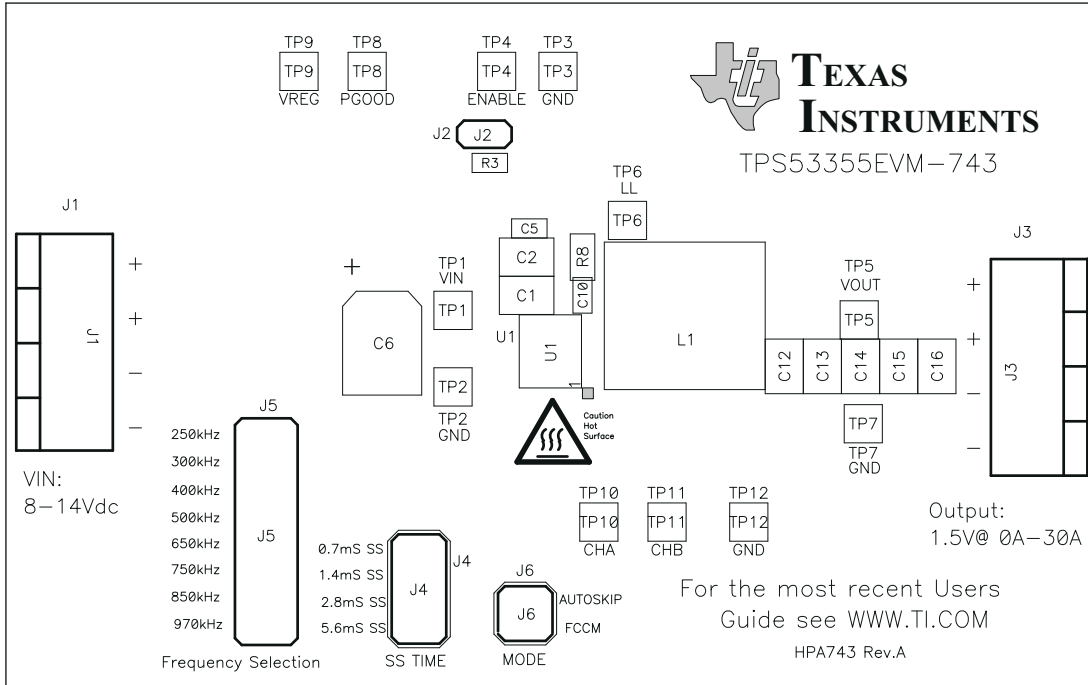


图 8-1. TPS53355EVM-743 顶层装配图

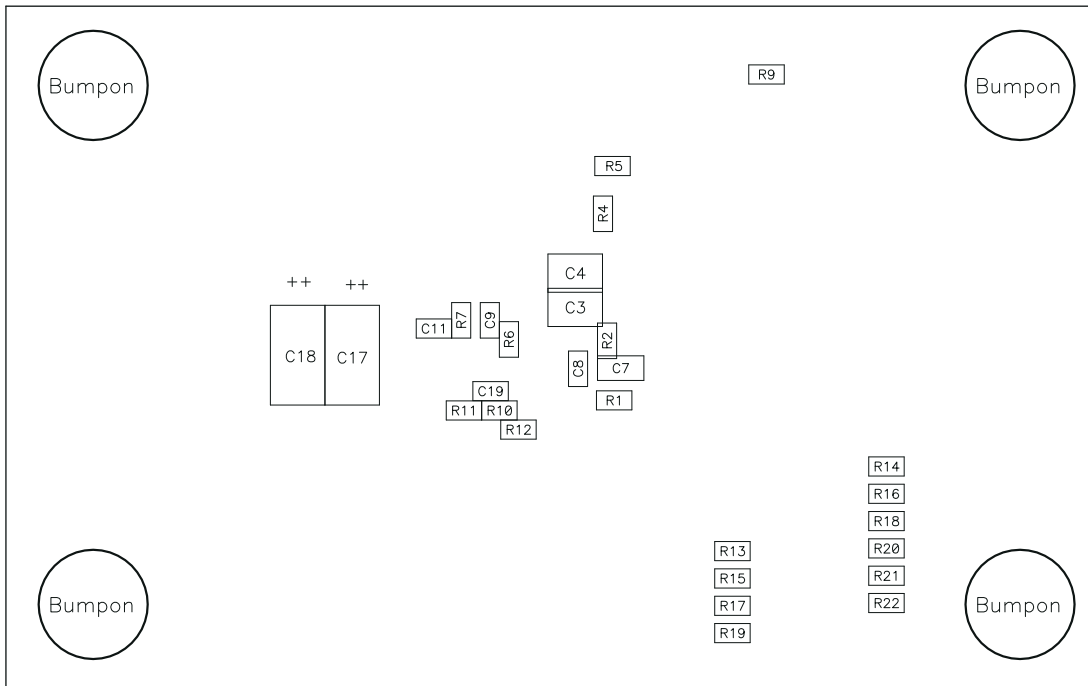


图 8-2. TPS53355EVM-743 底层装配图

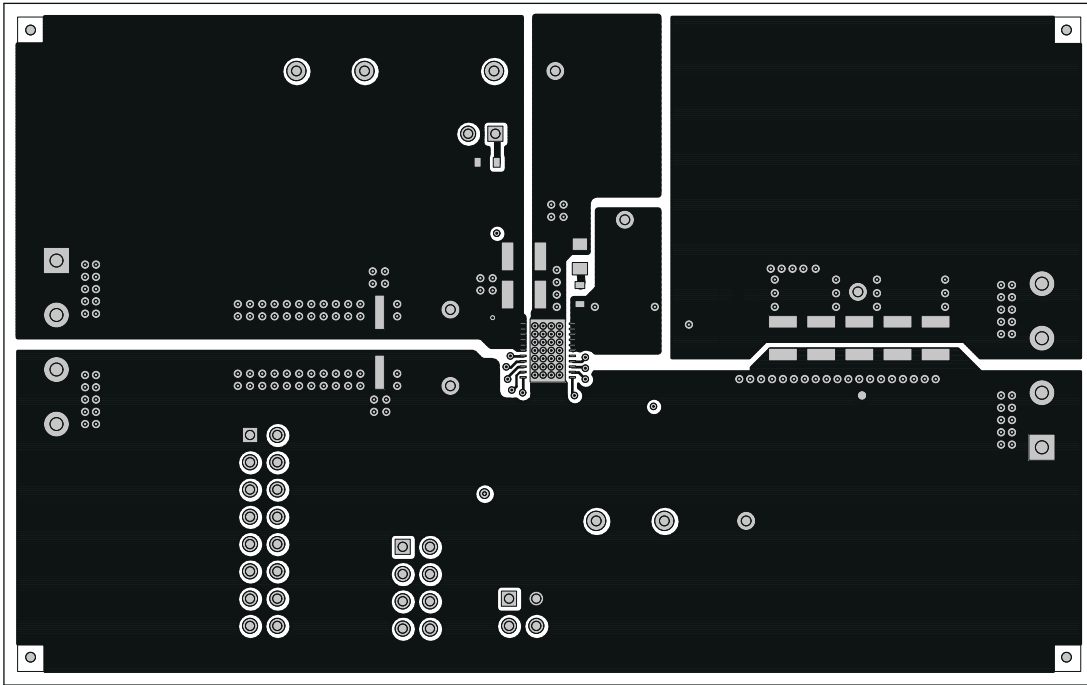


图 8-3. TPS53355EVM-743 顶层铜

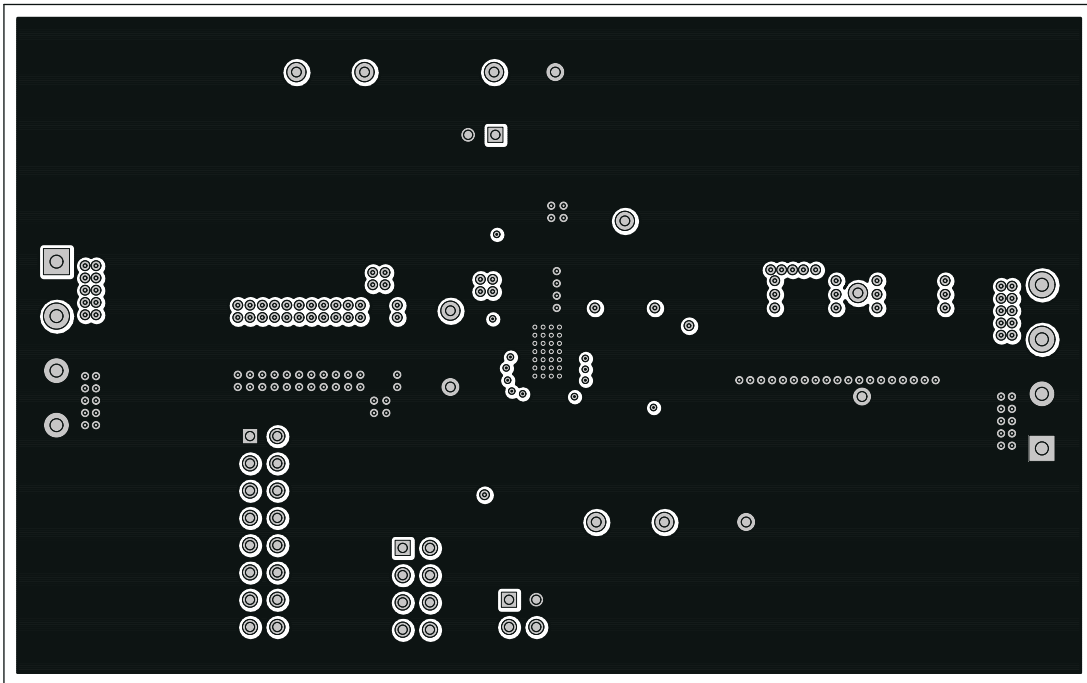


图 8-4. TPS53355EVM-743 第 2 层铜

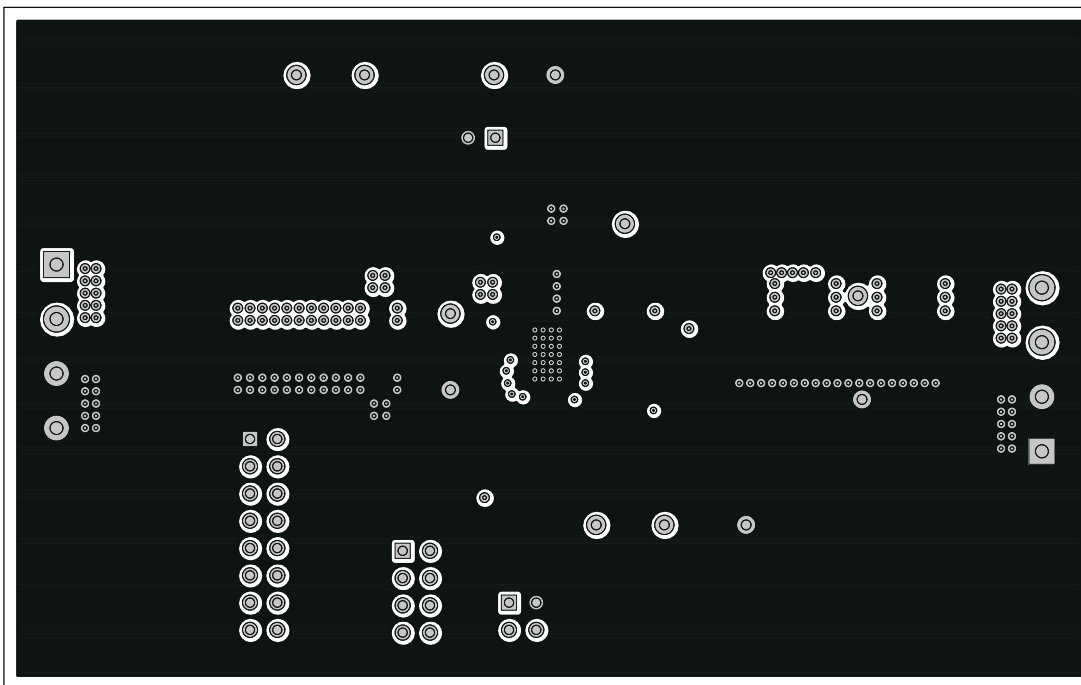


图 8-5. TPS53355EVM-743 第 3 层铜

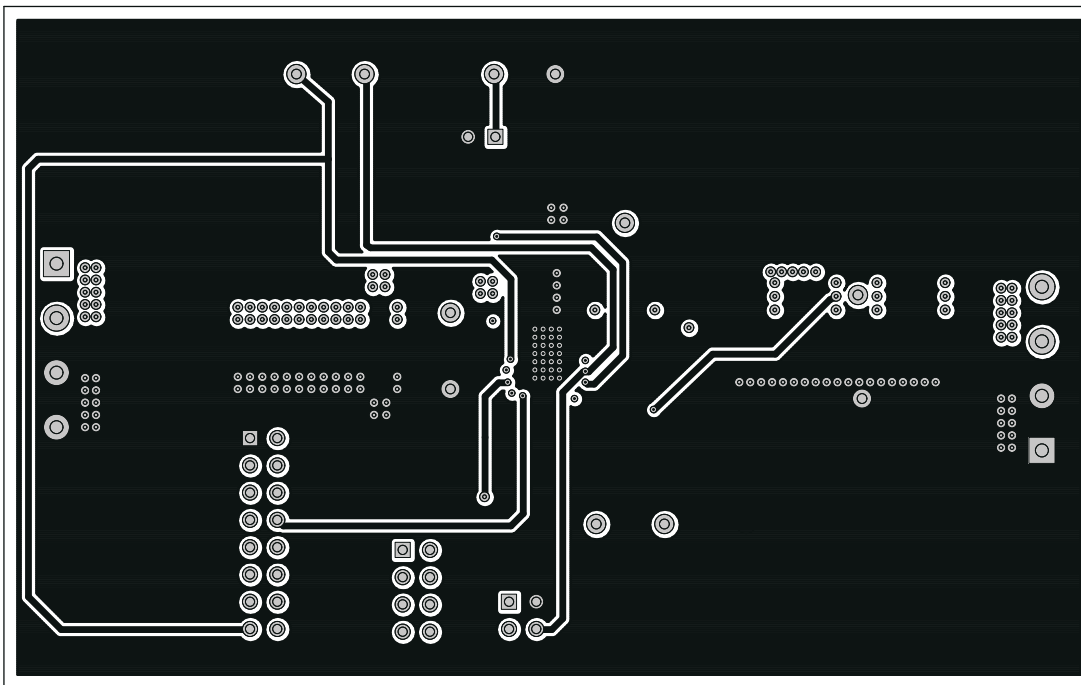


图 8-6. TPS53355EVM-743 第 4 层铜

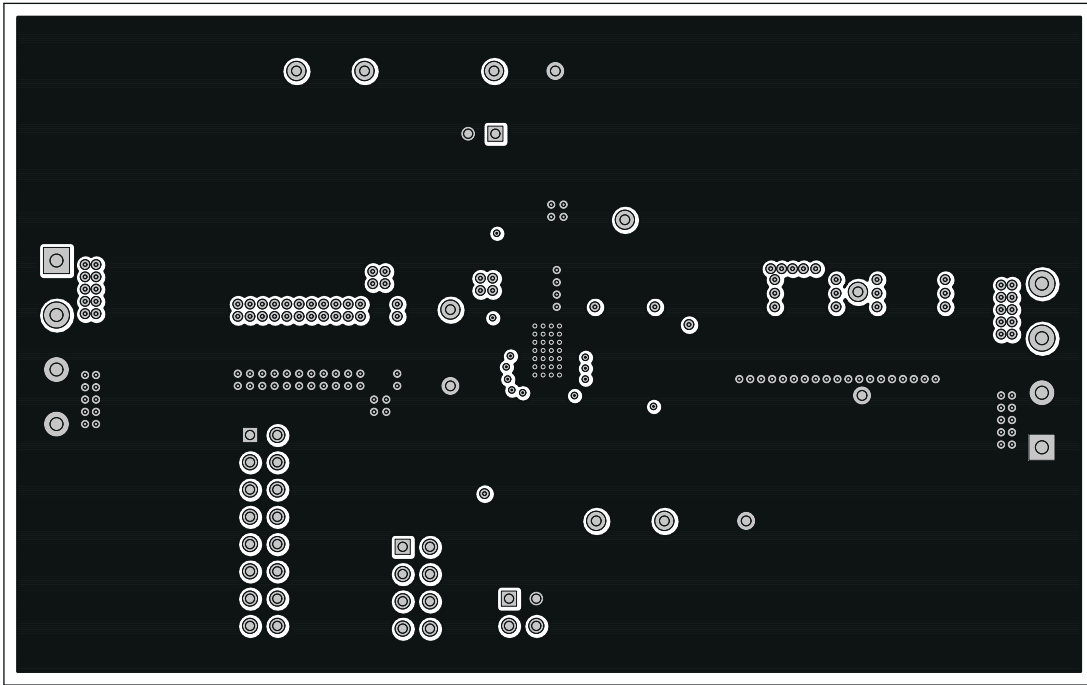


图 8-7. TPS53355EVM-743 第 5 层铜

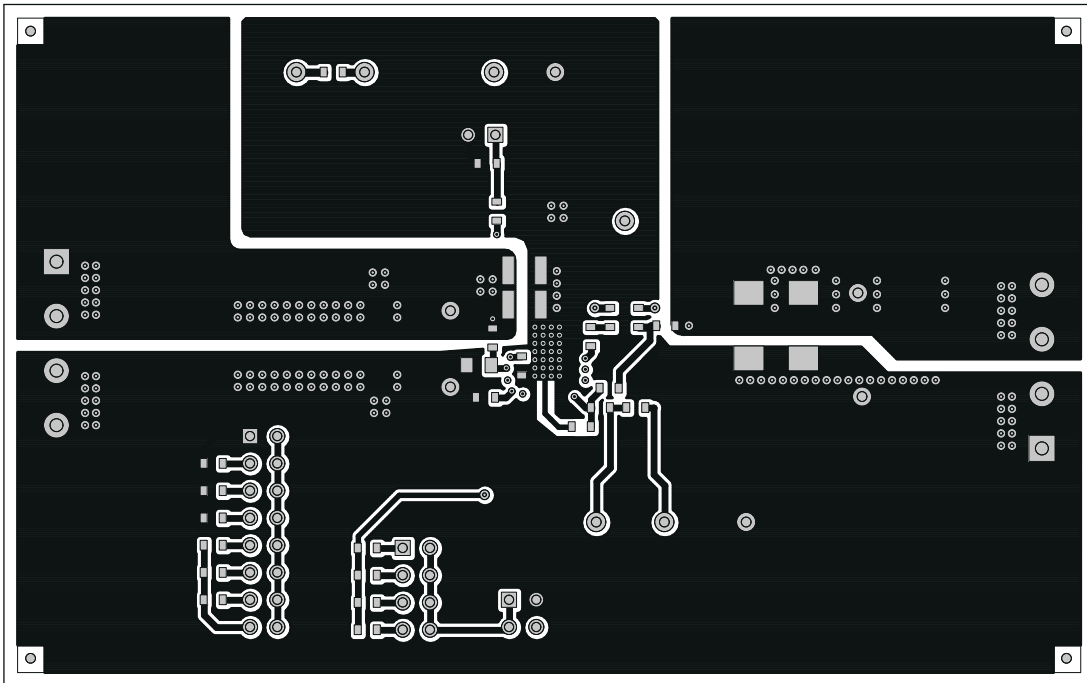


图 8-8. TPS53355EVM-743 底层铜

## 9 物料清单

表 9-1. 基于图 3-1 所示原理图的 EVM 元件列表

数量	引用标识符	说明	制造商	器件型号
4	C1、C2、C3、C4	电容器, 陶瓷, 22 $\mu$ F, 16V, X5R, 20%, 1210	Murata (村田)	GRM32ER61C226KE20L
5	C12、C13、C14、C15、C16	电容器, 陶瓷, 100 $\mu$ F, 6.3V, X5R, 20%, 1210	Murata (村田)	GRM32ER60J107ME20L
1	C10	电容器, 陶瓷, 2.2nF, 50V, X7R, 20%, 0603	STD	STD
1	C11	电容器, 陶瓷, 0.022 $\mu$ F, 50V, X7R, 20%, 0603	STD	STD
1	C19	电容器, 陶瓷, 1000pF, 50V, X7R, 20%, 0603	STD	STD
2	C5、C9	电容器, 陶瓷, 0.1 $\mu$ F, 50V, X7R, 20%, 0603	STD	STD
1	C6	电容器, 铝, 100 $\mu$ F, 16VDC, 20%, Code D8	Panasonic (松下)	EEEF1C101AP
1	C7	电容器, 陶瓷, 4.7 $\mu$ F, 25V, X5R, 20%, 0805	STD	STD
1	C8	电容器, 陶瓷, 1 $\mu$ F, 50V, X7R, 20%, 0603	STD	STD
1	L1	电感器, SMT, 0.44 $\mu$ H, 30A, 0.0032 $\Omega$ , 0.530 英寸 $\times$ 0.510 英寸	Pulse (普思)	PA0513-441NLT
1	R1	电阻器, 贴片, 147k, 1/16W, 1%, 0603	STD	STD
1	R11	电阻器, 贴片, 10, 1/16W, 1%, 0603	STD	STD
1	R12	电阻器, 贴片, 10.0k, 1/16W, 1%, 0603	STD	STD
1	R13	电阻器, 贴片, 39.2k, 1/16W, 1%, 0603	STD	STD
1	R14	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	R19	电阻器, 贴片, 475k, 1/16W, 1%, 0603	STD	STD
1	R2	电阻器, 贴片, 0, 1/16W, 1%, 0603	STD	STD
1	R20	电阻器, 贴片, 866k, 1/16W, 1%, 0603	STD	STD
1	R21	电阻器, 贴片, 309k, 1/16W, 1%, 0603	STD	STD
1	R22	电阻器, 贴片, 124k, 1/16W, 1%, 0603	STD	STD
2	R3、R1	电阻器, 贴片, 200k, 1/16W, 1%, 0603	STD	STD
3	7 R5、R9、R15	电阻器, 贴片, 100k, 1/16W, 5%, 0603	STD	STD
1	R4	电阻器, 贴片, 1.00k, 1/16W, 1%, 0603	STD	STD
1	R6	电阻器, 贴片, 2.05, 1/16W, 1%, 0603	STD	STD
2	R7、R10	电阻器, 贴片, 14.7k, 1/16W, 1%, 0603	STD	STD
1	R8	电阻器, 贴片, 3.01, 1/16W, 1%, 0805	STD	STD
1	U1	IC, 具有集成 MOSFET 的 30A 同步降压转换器, DQP-22	TI	TPS53355DQP

## 10 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 * (August 2011) 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
• 更新了用户指南标题.....	3

## 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