

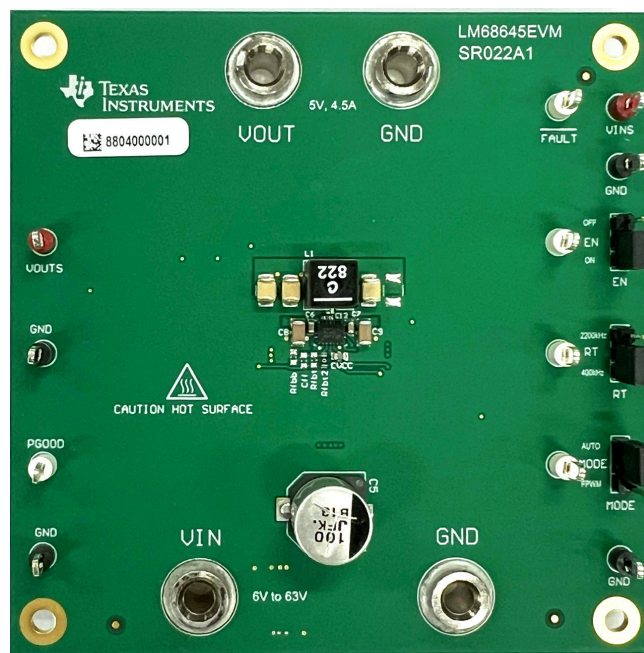
## EVM User's Guide: LM68645EVM

**LM68645-Q1 评估模块****说明**

LM68645EVM 评估模块 (EVM) 可帮助设计人员评估 LM68645 系列宽输入电压降压转换器的运行情况 and 性能。LM68645EVM 配置为向需要 4.5A 或更小电流的负载提供 5V 输出。通过代替其他版本的 LM686x5 并重新配置电路板元件，LM68645EVM 可用于许多不同的配置中。

**特性**

- 3V 到 65V 的宽输入电压范围
- 5V、3.3V 和可调输出电压选项
- 输出电流高达 4.5A
- 300kHz 至 2.2MHz 开关频率
- 超低开关节点振铃以降低电磁干扰 (EMI)
- 输入瞬态电压高达 70V

**LM68645EVM**

## 1 评估模块概述

### 1.1 简介

LM68645 是易于使用的同步降压转换器系列，能够通过高达 65V 的输入电压提供高达 2.5A、3.5A 或 4.5A 的负载电流。如需了解更多详情，请参阅节 1.4。

### 1.2 套件内容

此套件包含一个 LM68645EVM。

### 1.3 规格

表 1-1 介绍了 LM68645EVM 的性能特性

除非另有说明： $V_{IN} = 24V$ ， $V_{OUT} = 5V$ ， $T_A = 25^{\circ}C$ 。

表 1-1. LM68645EVM 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						
输入电压范围, $V_{VIN}$	EVM 输入电压工作范围		6	24	63	V
空载时的输入电流, $I_{IN(NL)}$	$I_{OUT} = 0A$	AUTO 模式		5.5		$\mu A$
输入电流（禁用）, $I_{IN(OFF)}$	$V_{EN/UVLO} = 0V$ , 无 EN 分压器	$V_{IN} = 24V$		1.0		$\mu A$
输出特性						
输出电压, $V_O$	$I_{OUT} = 0A$ , 自动模式			5.022		V
	$I_{OUT} = 4.5A$			5.001		V
输出电压调节, $\Delta V_{OUT}$	负载调整, 自动模式	$I_{OUT} = 0A$ 至 4.5A		20		mV
输出电压调节, $\Delta V_{OUT}$	负载调整, FPWM 模式	$I_{OUT} = 0A$ 至 4.5A		1		
输出电压调节, $\Delta V_{OUT}$	线性调整率, $V_{IN} = 12V$ 至 48V	$I_{OUT} = 4.5A$		1		
最大输出电流	$V_{IN} = 24V$			5.6		A
系统特性						
开关频率	$I_{OUT} = 4.5A$			400		kHz
峰值效率	$I_{OUT} = 1.5A$	$V_{IN} = 24V$		95%		
满负载效率	$I_{OUT} = 4.5A$	$V_{IN} = 24V$		90%		

### 1.4 器件信息

默认 EVM 包含 LM68645。表 1-2 列出了可与 LM65645EVM 一同使用的其他器件。要在 EVM 中使用其他器件，必须进行适当的无源器件更改。

表 1-2. LM68645EVM 器件选项

器件 OPN	输出电流	Q 级 ?
LM68635SRZTRQ1	3.5A	Y
LM68625SRZTRQ1	2.5A	Y
LM68635SRZTR	3.5A	N
LM68625SRZTR	2.5A	N



## 2.3 设置和操作

本节对 EVM 上的连接器、测试点和跳线进行了说明，并说明了如何正确地连接、设置和使用 LM68645EVM。有关连接器和跳线的位置以及典型设置，请参阅图 2-3。

<b>VOUT</b>	转换器的输出电压。 VOUT 香蕉接线柱。向此连接器施加负载。
<b>VOUTS</b>	VOUTS 测试点用于监控输出电压。
<b>GNDS</b>	VOUTS 测试点旁边的测试点。 该 GNDS 测试点用作 VOUT 检测的负 DMM 接头。
<b>VIN</b>	转换器的输入电压。 VIN 香蕉接线柱。向此连接器施加输入电压。
<b>VINS</b>	VINS 测试点用于监控输入电压。
<b>GNDS</b>	VINS 测试点旁边的测试点。 该 GNDS 测试点用作 VIN 检测的负 DMM 接头。
<b>GND</b>	转换器接地。 GND 香蕉接线柱。向这些连接器施加负载接地和输入电压接地。
<b>EN</b>	EN 跳线的使用方法一目了然。 要向器件的 EN 输入端提供外部信号，请移除 EN 跳线分流器并将信号施加到 EN 测试点。 要使用外部 UVLO 功能，请根据需要填充 Rent (R3) 和 Renb (R4) 并移除 EN 跳线分流器。请注意，为了准确测量关断电流，必须移除这些电阻器（如果使用）并将 EN 跳线分流器移至 OFF 位置。
<b>RT</b>	RT 跳线用于选择开关频率，其使用方法一目了然。 EVM 上的默认电感器被设计用于 400kHz 运行。其他频率需要不同的电感值。 要调整开关频率，请移除 RT 跳线分流器并使用所需的值填充 RT (R5)。有关频率与 RT 电阻器阻值间的关系，请参阅 LM686x5 数据表。
<b>模式</b>	MODE 跳线用于选择器件的运行模式。MODE 处于 AUTO 位置时，器件根据负载电流在自动 PFM/FPWM 模式下运行。MODE 处于 FPWM 位置时，器件在所有负载电流下以固定频率运行。 MODE 引脚也是频率同步输入。要将器件与外部时钟同步，请移除 MODE 跳线分流器，并将时钟应用于 MODE 测试点。 此外，可以安装电阻器 Rmode (R16)，从而在 MODE 引脚上提供与温度相关的电压。有关更多详细信息，请参阅 LM686x5-Q1 高性能、功能安全型电源转换器、3V 至 70V、引脚兼容、2.5A/3.5A/4.5A 汽车级低 EMI 同步降压转换器数据表。
<b>反馈连接</b>	该 EVM 被设置为具有固定的 5V 输出，填充了 0 $\Omega$ 的 Rfbt2 (R6)。要将输出电压设置为 3.3V，请移除 Rfbt2 (R6) 并使用 0 $\Omega$ 电阻器填充 Rfbb (R9)。请注意，Rsnsh (R14) 装有一个 4.99k $\Omega$ 电阻器。 要使用可调输出电压模式 (ADJ)，请使用具有相应阻值的电阻器填充 Rfbt (R8) 和 Rfbb (R9)。还必须使用 10 $\Omega$ 至 50 $\Omega$ 的电阻器填充 Rinj (R7)。基准电压为 0.8V。有关反馈电阻器的相应阻值，请参阅 LM686x5 数据表。 使用可调输出电压模式时，可以使用 Rinj (R7) 电阻器绘制波德图。该电阻器成为频率响应分析器的注入点，从而能够以常规方式获取环路频率响应。在固定输出电压模式下，无法获取环路响应。 在 ADJ 模式下，需要在输出电压节点和稳压器的 VSNS 引脚之间连接一个辅助分压器。这个分压器由 Rsnsh (R14) 和 RsnsL (R15) 提供。该辅助分压器的值和比率必须与主反馈分压器的值和比率相同。
<b>PGOOD</b>	PGOOD 测试点用于监控电源正常状态指示器。该标志指示输出电压是否已达到调节电平。PGOOD 是一个开漏输出端，通过 100k $\Omega$ 电阻器 Rpg (R1) 连接到 VOUT。
<b>VCC</b>	VCC 测试点

VCC 引脚是内部 LDO 的输出。LDO 电压通常为 3.3V。该点可用于逻辑输入和/或逻辑上拉。不要连接至外部负载。

#### BIAS LDO 稳压器的辅助输入

通过 EVM 上的 Rbias (R10) 连接到 VOUT。要更改 LDO 的输入电源，请移除 Rbias (R10) 并根据需要将外部输入连接至 BIAS 引脚或接地 BIAS 引脚。在将外部电源连接至 BIAS 引脚时，使用 0.1  $\mu$ F 电容器填充 Cbias (C11)。有关更多信息，请参阅 LM686x5 数据表。

#### FAULT FAULT 测试点用于监测稳压器或系统是否发生任何故障。这是一个向低电平的信号，通过低电平指示故障。该引脚由 Rflt (R12) 通过 100k $\Omega$ 电阻器上拉至 VIN。

#### 波特图 在使用可调输出电压模式时，可以使用图 2-4 中所示的连接来绘制波德图。必须填充 Rinj (R7) 才能进行此测试。

#### EMI 滤波器 该 EVM 上未组装 EMI 滤波器。要评估 EMI 滤波器，必须组装元件 L2、C1-C2、C19-C20，同时必须移除 R11。表 4-1 中给出了这些元件的典型值。

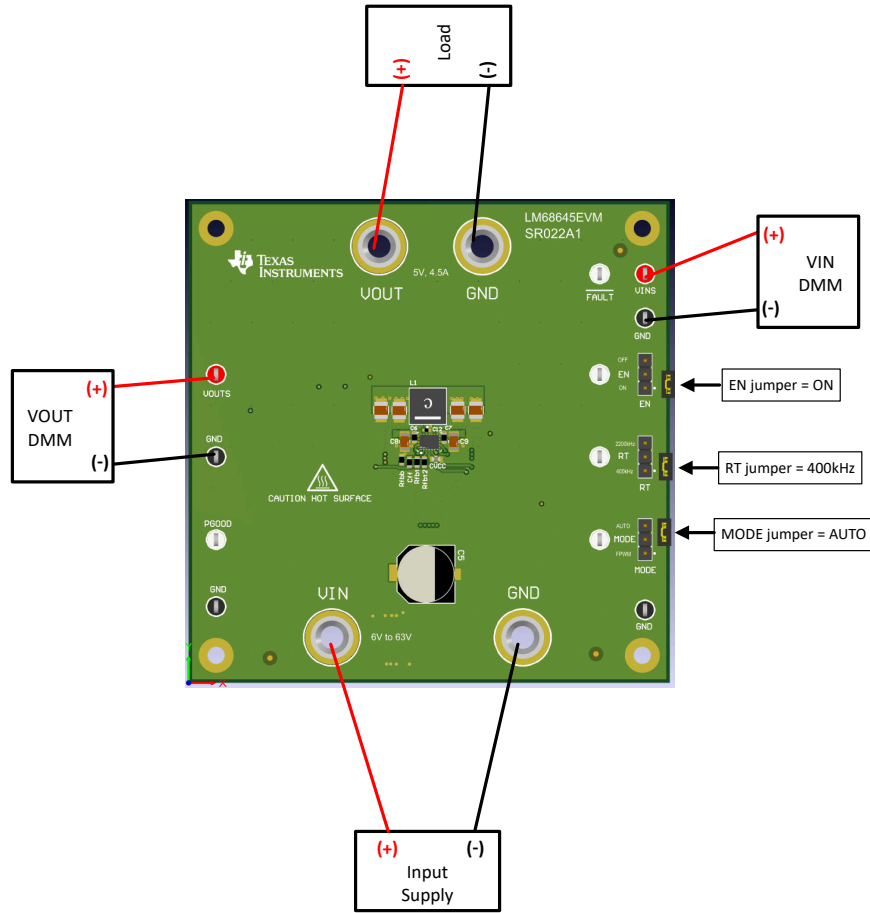


图 2-3. LM68645EVM 设置

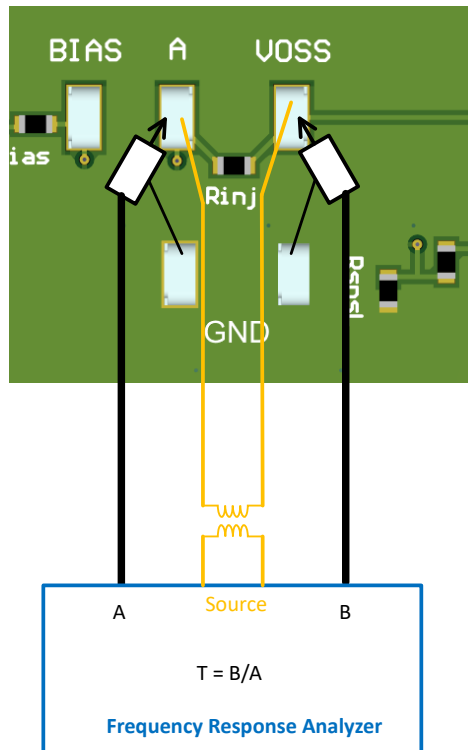


图 2-4. LM68645EVM 环路响应连接

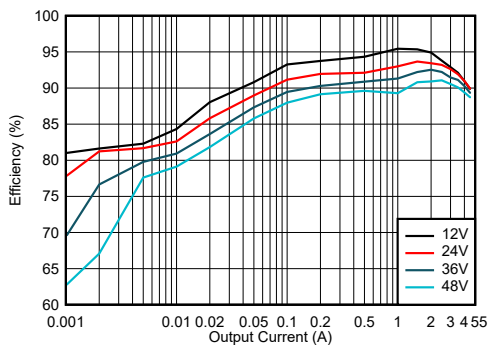
## 3 实现结果

### 3.1 评估设置

使用 LM68645VM 通过图 2-3 中所示的设置获取以下数据。

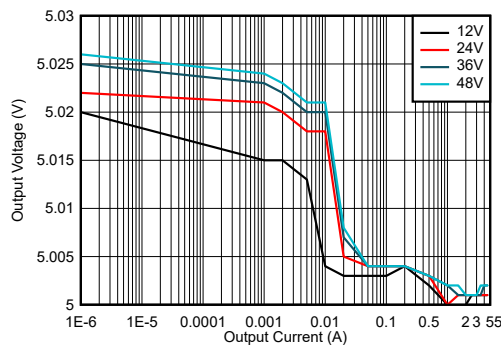
### 3.2 性能数据和结果

除非另有说明，否则以下条件适用： $T_A = 25^\circ\text{C}$ ， $V_{IN} = 24\text{V}$ ， $400\text{kHz}$ 。



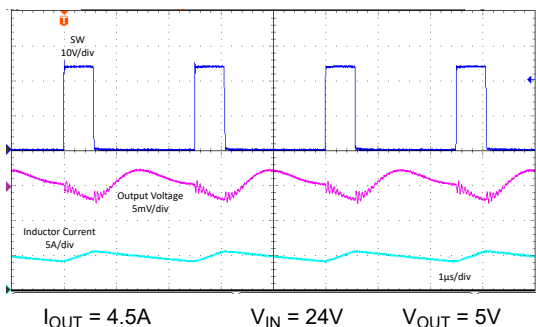
$V_{OUT} = 5\text{V}$  400kHz, 自动模式

图 3-1. 效率



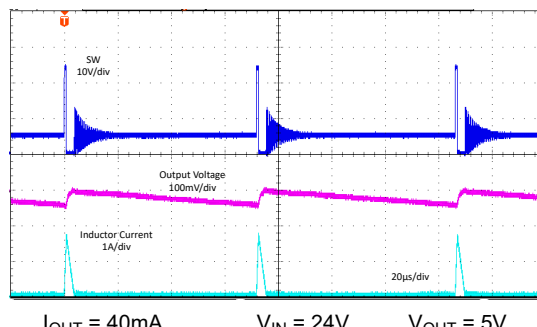
$V_{OUT} = 5\text{V}$  400kHz, 自动模式

图 3-2. 线性和负载调整率



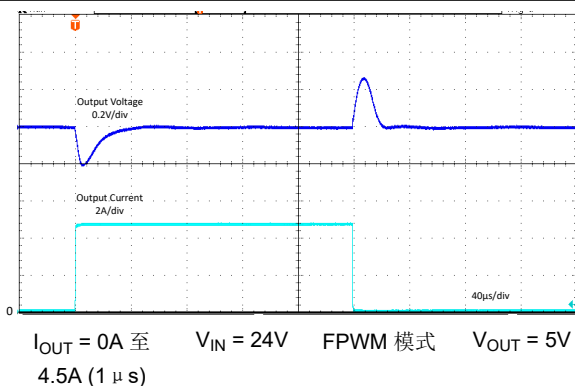
$I_{OUT} = 4.5\text{A}$   $V_{IN} = 24\text{V}$   $V_{OUT} = 5\text{V}$

图 3-3. PWM 中的典型开关波形



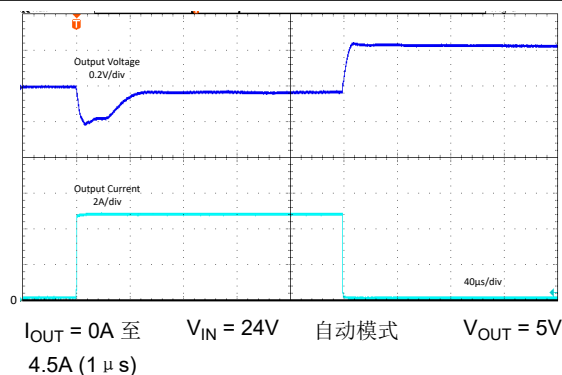
$I_{OUT} = 40\text{mA}$   $V_{IN} = 24\text{V}$   $V_{OUT} = 5\text{V}$

图 3-4. PFM 中的典型开关波形



$I_{OUT} = 0\text{A}$  至  $4.5\text{A}$  ( $1\mu\text{s}$ )  $V_{IN} = 24\text{V}$  FPWM 模式  $V_{OUT} = 5\text{V}$

图 3-5. 负载瞬态 (FPWM)



$I_{OUT} = 0\text{A}$  至  $4.5\text{A}$  ( $1\mu\text{s}$ )  $V_{IN} = 24\text{V}$  自动模式  $V_{OUT} = 5\text{V}$

图 3-6. 负载瞬态 (AUTO)



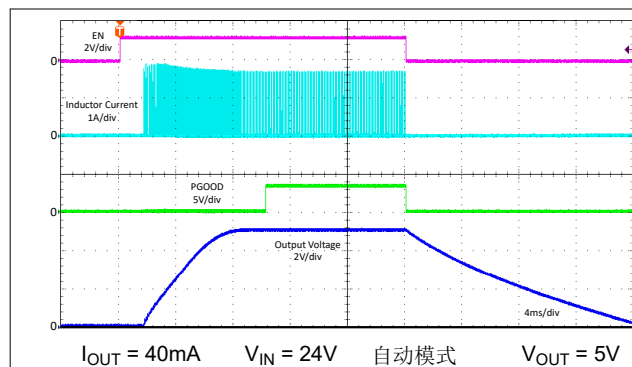


图 3-7. 启动

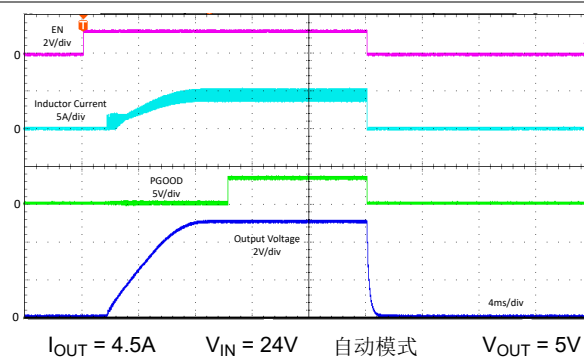


图 3-8. 启动

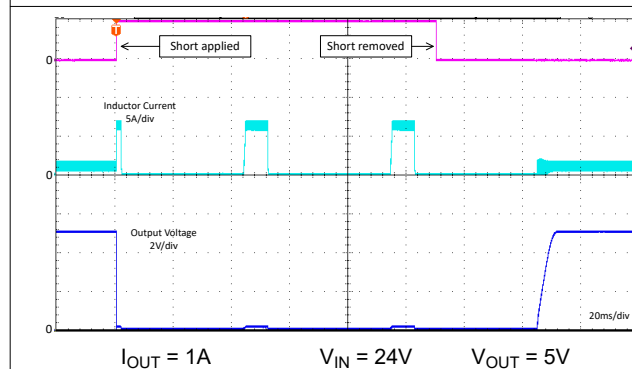
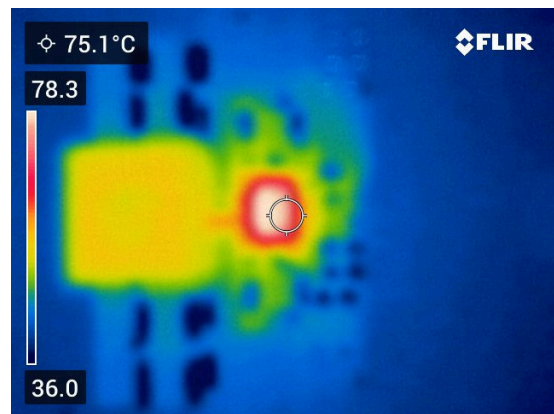


图 3-9. 短路



$I_{OUT} = 4.5\text{A}$  400kHz  $V_{IN} = 24\text{V}$   $V_{OUT} = 5\text{V}$   
LM68645EVM

图 3-10. 热像图



## 4 硬件设计文件

### 4.1 原理图

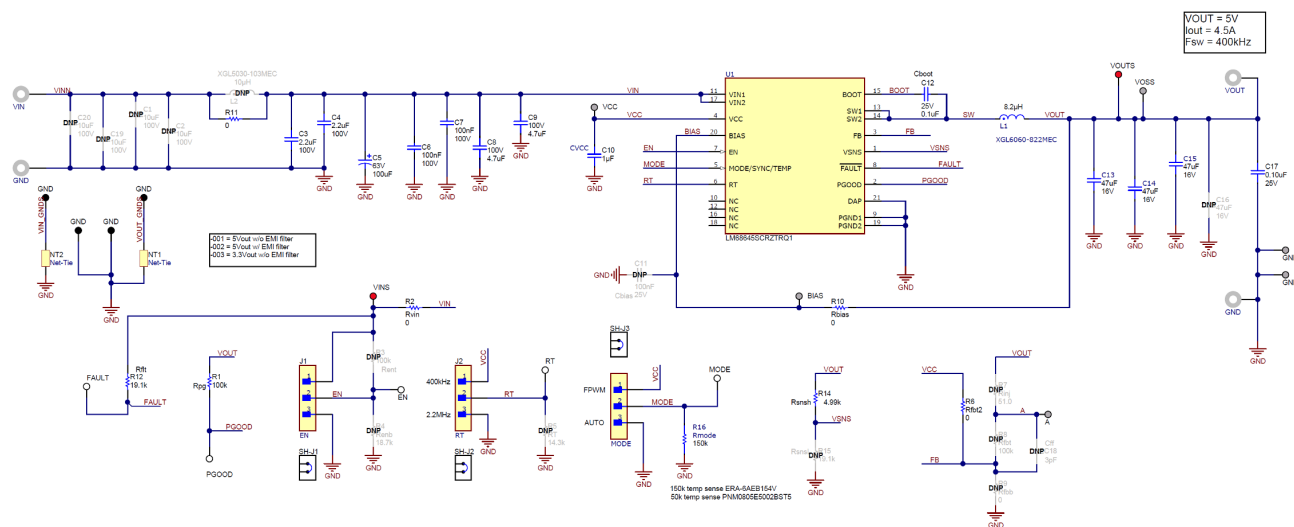


图 4-1. LM68645EVM 原理图

## 4.2 PCB 布局

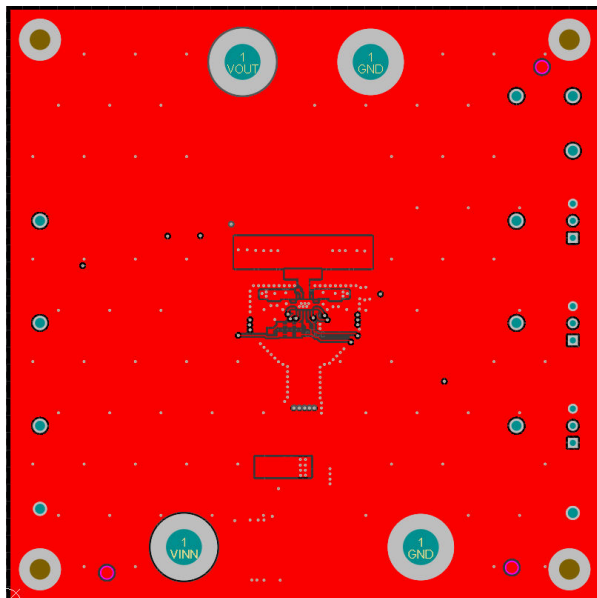


图 4-2. PCB 顶层

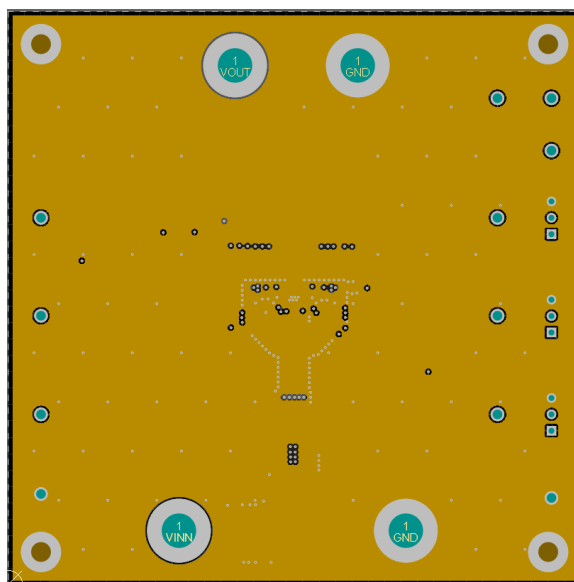


图 4-3. PCB 接地层 (顶层正下方)

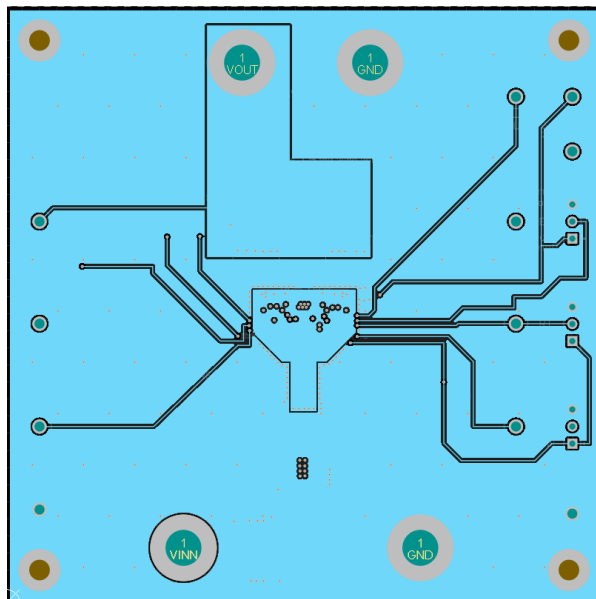


图 4-4. PCB 信号层

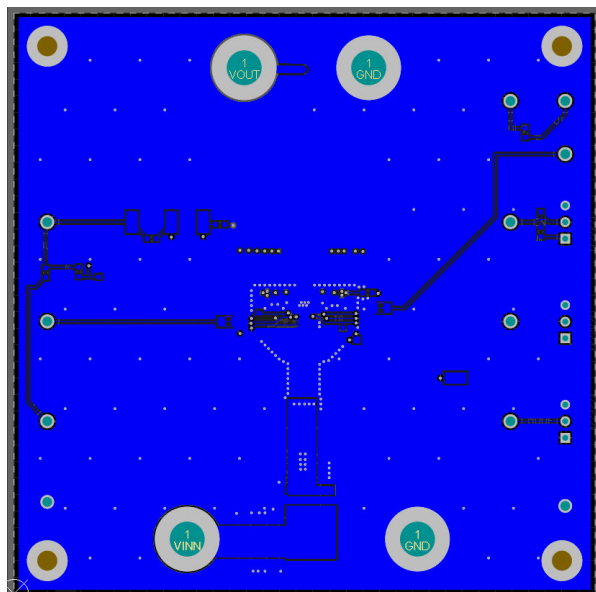


图 4-5. PCB 底层

### 4.3 物料清单 (BOM)

表 4-1. LM68645EVM BOM ( 配有多个选项 )

位号	别名	数量	值	说明	器件型号
C3、C4		2	2.2 $\mu$ F	通用片状多层陶瓷电容器 2.2 $\mu$ F $\pm$ 20% 100V X7T SMD 0805	GRM21BD72A225ME01K
C5		1	100 $\mu$ F	电容器, 铝制, 100 $\mu$ F, 63V, +/ - 20%, 0.35 $\Omega$ , AEC-Q200 2 级, SMD	EEE-FK1J101P
C6、C7		2	0.1 $\mu$ F	电容器, 陶瓷, 0.1 $\mu$ F, 100V, +/ - 10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 0603	HMK107B7104KAHT
C8、C9		2	4.7 $\mu$ F	4.7 $\mu$ F $\pm$ 10% 100V 陶瓷电容器 X7S 1206 ( 公制 3216 )	GRM31CC72A475KE11L
C10	CVCC	1	1 $\mu$ F	电容, 陶瓷, 1 $\mu$ F, 16V, X7R, 20%, 焊盘 SMD, 0603, +125°C, 汽车 T/R	CGA3E1X7R1C105M080AC
C12	Cboot	1	0.1 $\mu$ F	电容器, 陶瓷, 0.1 $\mu$ F, 25V, +/ - 20%, X7R, 0402	C1005X7R1E104M050BB
C13、C14、C15		3	47 $\mu$ F	通用片状多层陶瓷电容器, 1210, 47 $\mu$ F, X6S, 22%, 10%, 16V	GRM32EC81C476KE15K
C17		1	100nF	通用片状多层陶瓷电容器, 0402, 0.10 $\mu$ F, X7R, 15%, 10%, 25V	GRM155R71E104KE14J
L1		1	8.2 $\mu$ H	8.2 $\mu$ H 屏蔽线电感器 10.1A 16.8m $\Omega$ 最大非标准值	XGL6060-822MEC
R1	Rpg	1	100k	电阻, 100k, 1%, 0.1W, 0603	RC0603FR-07100KL
R2	Rvin	1	0	电阻, 0, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	RMCF0603ZT0R00
R6	Rfb2	1			
R10	Rbias	1			
R11		1	0	电阻, 0, 1%, 0.5W, 1206	5108
R12	Rflt	1	19.1k	电阻, 19.1k, 1%, 0.1W, 0603	RC0603FR-0719K1L
R14	RsnsH	1	4.99k	电阻, 4.99k, 1%, 0.1W, 0603	CRCW06034K99FKEA
R16	Rmode	1	150k	电阻薄膜, 0805, 150k $\Omega$ , 0.1%, 1/8W, $\pm$ 25ppm/°C, 模制 SMD, 穿孔载体, T/R	ERA-6AEB154V
U1		1		同步降压稳压器、WQFN-FCRLF20	LM65645SRZTRQ1
C1、C2、C19、C20		0	10 $\mu$ F	10 $\mu$ F $\pm$ 10% 100V 陶瓷电容器 X6S 1206 ( 公制 3216 )	C3216X6S2A106K160AC
C11	Cbias	0	0.1 $\mu$ F	电容器, 陶瓷, 0.1 $\mu$ F, 25V, +/ - 10%, X7R, 0603	06033C104KAT2A
C16		0	47 $\mu$ F	通用片状多层陶瓷电容器, 1210, 47 $\mu$ F, X6S, 22%, 10%, 16V	GRM32EC81C476KE15K
C18	Cff	0	3pF	电容器, 陶瓷, 3pF, 50V, +/ - 8.3%, C0G/ NP0, 0603	C0603C309C5GACTU
L2		0	10 $\mu$ H	10 $\mu$ H 屏蔽模压电感器 5.7A 48.4m $\Omega$ 最大非标准值	XGL5030-103MEC
R3	Rent	0	100k	电阻, 100k, 1%, 0.1W, 0603	RC0603FR-07100KL
R8	Rfbt				
R4	Renb	0	18.7k	电阻, 18.7k, 1%, 0.1W, 0603	RC0603FR-0718K7L
R5	RT	0	14.3k	电阻, 14.3k, 1%, 0.1W, 0603	RC0603FR-0714K3L
R7	Rinj	0	51.0	电阻, 51.0, 1%, 0.1W, 0603	RC0603FR-0751RL
R9	Rfbb	0	0	电阻, 0, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	RMCF0603ZT0R00
R15	RsnsI	0	19.1k	电阻, 19.1k, 1%, 0.1W, 0603	RC0603FR-0719K1L

## 5 其他信息

### 5.1 商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

## 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 © 2024，德州仪器 (TI) 公司