



## 说明

LM65680-Q1EVM 评估模块 (EVM) 是一款采用同步整流实现小尺寸、高转换效率的同步降压直流/直流稳压器。该 EVM 在 6V 至 70V 的宽输入电压范围内运行，可提供超大的额定电压和运行裕度，从而承受电源轨压瞬变，同时提供 5V 的稳压输出。输出电压具有优于 1% 的设定点精度并可以通过修改反馈电阻值进行调节，从而允许用户根据需要定制输出电压。

所选输入和输出电容器可适应整个输入电压范围。输出电压配置必须限制为 5V，因为对于较小的解决方案尺寸，输出电容器的额定电压为 10V。输出电压高于 5V 时，建议仔细考虑额定电压更高的电容器。

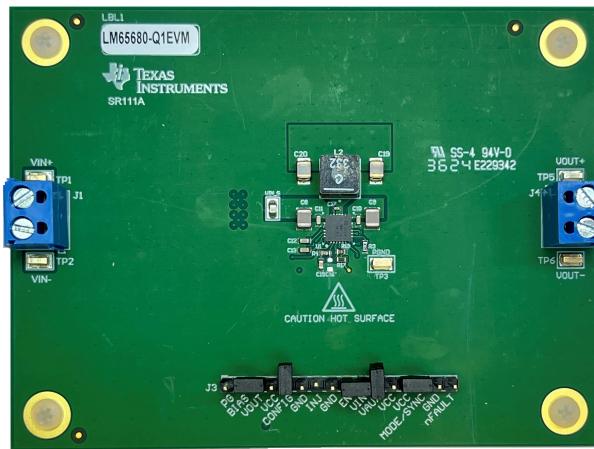
## 特性

- 6V 至 70V 的宽输入工作电压范围
- 低至 0.8V 的可调输出电压
- 400kHz 开关频率，可从外部进行升高或降低 20% 的同步操作
- $V_{IN}$  为 12V 时具有 91.7% 的满载效率， $V_{IN}$  为 24V 时具有 91.5% 的满载效率， $V_{IN}$  为 48V 时具有 90% 的满载效率

- $V_{IN}$  为 48V 时的空载工作电流为 15 $\mu$ A
- 专为实现低电磁干扰 (EMI) 而设计
  - 用于降低 EMI 的双随机展频
  - 符合 CISPR 25 5 类和 UNECE 第 10 号法规 EMI 标准
- 峰值电流模式控制架构可提供快速线路和负载瞬态响应
  - 与开关频率相适应的集成式斜坡补偿
  - 强制脉宽调制 (FPWM) 或脉频调制 (PFM) 操作
  - 可选的内部或外部环路补偿
- 集成了高侧和低侧功率 MOSFET
- 通过断续模式为持续过载情况提供过流保护 (OCP)
- 与内部时钟存在 180° 相位差的 SYNCOUT 信号
- 使用 100k $\Omega$  上拉电阻器连接到 VOUT 的电源正常 (PG) 信号
- 内部 5.3ms 软启动 (SS)
- 经过全面组装、测试和验证的 PCB 布局

## 应用

- 高级驾驶辅助系统 (ADAS)
- 汽车信息娱乐系统与仪表组
- 混合动力、电动和动力总成系统



## 1 评估模块概述

### 1.1 简介

LM65680-Q1EVM 采用 LM65680-Q1 同步降压转换器 IC，其输入电压高达 70V，输出电流高达 8A。默认评估模块 (EVM) 具有设置为 5V 可调的输出电压和 400kHz 的开关频率。

该设计支持用于满足应用特定上电和断电要求的可调输入电压 UVLO、用于降低噪声敏感应用中拍频的外部时钟同步、用于定序和输出电压监测的电源正常 (PG) 指示器、用于缓解电磁干扰 (EMI) 的引脚可选双随机展频 (DRSS) 控制、用于提高轻负载性能 ( 脉频调制 - PFM ) 的引脚可选 MODE 控制 ( 具有 AUTO 模式或固定开关频率及强制脉宽调制 (FPWM) 模式 ) 、用于内部或外部补偿的引脚可选 COMP 特性，以及用于延长软启动时间的软启动 (SS) 特性。

该 EVM 中使用的 [LM65680-Q1](#) 同步降压转换器具有以下特性：

- 3V 至 70V 的宽输入电压 ( 宽  $V_{IN}$  ) 范围
- 用于降低 EMI 的双随机展频 (DRSS) 调制
- 具有低  $t_{ON(min)}$  和  $t_{OFF(min)}$  的宽占空比范围
- 超低关断电流和空载待机静态电流
- 多相功能
- 峰值电流模式控制环路架构
- 集成式高电流 MOSFET
- 具有断续模式的逐周期过流保护功能

### 1.2 套件内容

- LM65680-Q1EVM 电路板
- EVM 免责声明自述文件
- 原型设计 EVM 免责声明自述文件

### 1.3 规格

下图所示为基于 LM65680-Q1 的同步降压转换器的原理图。

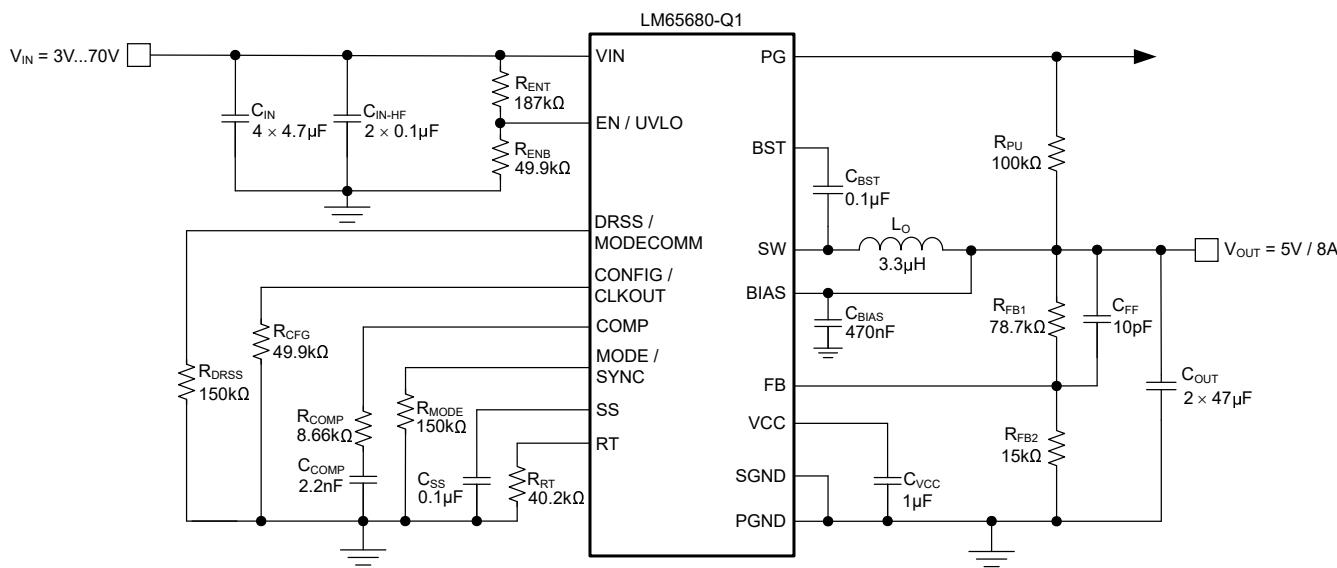


图 1-1. LM65680-Q1 同步降压稳压器简化原理图

## 1.4 器件信息

LM65680-Q1 降压转换器具有 3V 至 70V 的输入工作电压范围和高达 8A 的额定输出电流，可为各种应用提供灵活性、可扩展性和优化的解决方案尺寸。该器件可助力实现高功率密度和低 EMI 解决方案设计。可用的 EMI 缓解功能包括双随机展频 (DRSS) 和压摆率 (SR) 控制，可降低峰值 EMI 发射。

该 EVM 的自由运行开关频率为 400kHz，可根据需要与更高或更低的频率同步。VCC 和栅极驱动 UVLO 在低输入电压条件下保护稳压器，EN 引脚可满足应用特定上电和下电要求。LM65680-Q1 采用尺寸为 4.5mm × 4.5mm 的 26 引脚 VQFN 封装，可实现具有高密度、较少元件数的直流/直流解决方案。有关更多信息，请参阅 [LM65680-Q1 经优化可实现低 EMI 和高功率密度的 70V、8A 汽车级降压转换器数据表](#)。

## 2 硬件

### 2.1 测试装置和过程

#### 2.1.1 EVM 连接

参考表 2-1 所述的 EVM 连接，建议用于评估 LM65680-Q1 的测试装置如图 2-1 所示。在提供 ESD 保护的工作站上工作时，请确保在处理 EVM 并向其供电之前已连接所有腕带、靴带或垫子以使用户接地。

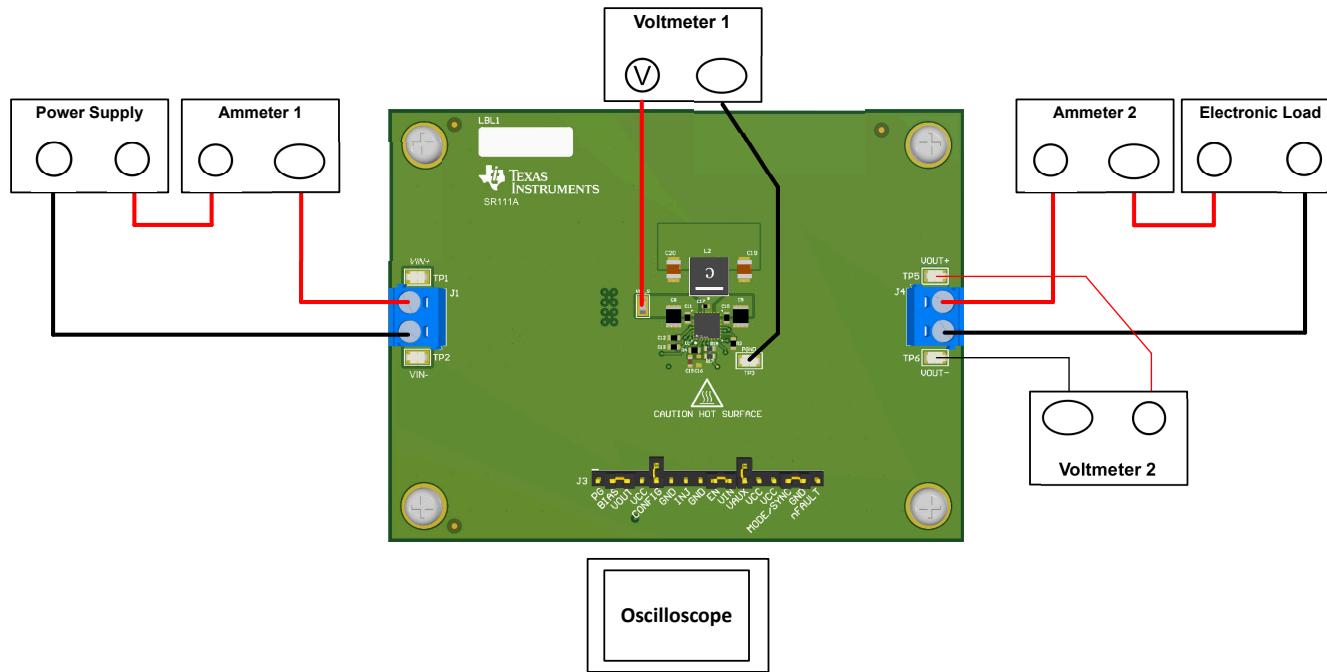


图 2-1. EVM 测试设置

#### 备注

有关元件选型和转换器操作的其他指导，请参阅 [LM65680-Q1 经优化可实现低 EMI 和高功率密度的 70V、8A 汽车级降压转换器 数据表](#)、[LM65680-Q1 快速入门计算器](#) 和 [WEBENCH® Power Designer](#)。

表 2-1. EVM 电源接头

标签	说明
VIN+	正输入电源连接
VIN-	负输入电源连接
VOUT+	正输出电源连接
VOUT -	负输出电源连接

表 2-2. EVM 信号接头

标签	说明
PG	电源正常状态指示器
BIAS	内部稳压器的输入端。连接到 VOUT 或可选的外部辅助电源以实现更高效率
VOUT	输出电压
VCC	内部稳压器输出。不要将此引脚连接至任何外部负载。
CONFIG	环路补偿选择。将 CONFIG 连接到 VCC 可进行内部补偿。将 CONFIG 引脚悬空或将 CONFIG 连接到 GND 可进行外部补偿。
GND	GND 连接
INJ	环路响应的 $50\Omega$ 注入点
GND	GND 连接
EN	使能输入 - 连接到 GND，以禁用该器件
VIN	输入电压
VAUX	需要功能安全 IC 型号。nFAULT 的辅助上拉电压。连接到 VIN、VCC 或可选的外部辅助电源。
VCC	内部稳压器输出。不要将此引脚连接至任何外部负载。
VCC	内部稳压器输出。不要将此引脚连接至任何外部负载。
MODE/SYNC	PFM/FPWM 选择和同步输入。在 AUTO 模式下，将 MODE/SYNC 连接到 GND；在 FPWM 模式下连接到 VCC。MODE/SYNC 引脚也可由一个外部同步时钟信号驱动，以在 FPWM 模式下运行。
GND	GND 连接
nFAULT	需要功能安全 IC 型号。用于监测稳压器或系统是否发生任何故障的测试点。nFAULT 是低电平有效故障信号。

## 2.1.2 测试设备

**电压源**：输入电压源  $V_{IN}$  必须是能够提供 8A 的 80V 可变直流电源。

**万用表**：

- **电压表 1**：测量  $VIN\_S$  至  $PGND$  测试点的输入电压。
- **电压表 2**：测量  $VOUT+$  (TP5) 至  $VOUT-$  (TP6) 的输出电压。
- **电流表 1**：测量输入电流。将电流表设置为具有 1 秒的孔径时间。
- **电流表 2**：测量输出电流。将电流表设置为具有 1 秒的孔径时间。

**电子负载**：负载必须是电子恒阻 (CR) 或恒流 (CC) 模式，能够支持 0A<sub>DC</sub> 至 15A<sub>DC</sub> 电流。对于空载输入电流测量，请断开电子负载，因为它会消耗少量剩余电流。

**示波器**：将示波器带宽设置为 20MHz 并采用交流耦合模式，使用示波器探头通常提供的短接地引线直接测量输出电容器两端的输出电压纹波。将示波器探头尖端放在输出电容器的正极端子上，通过接地引线将探头的接地筒形连接器固定到电容器的负极端子。TI 不建议使用长引线接地，因为这会在接地回路很大时引起额外的噪声。若要测量其他波形，请根据需要调整示波器。

**安全性**：在接触任何可能带电或通电的电路时，请务必小心。

## 2.1.3 建议的测试设置

### 2.1.3.1 输入连接

- 在连接直流输入源之前，将输入电源的电流限值设置为最大 0.1A。确认输入源最初设置为 0V 并连接到  $VIN+$  和  $VIN-$  连接点，如图 2-1 所示。
- 在  $VIN\_S$  和  $PGND$  (TP3) 连接点上连接电压表 1 以测量输入电压。
- 连接电流表 1，以测量输入电流，并将该电流表设置为具有至少 0.1 秒的孔径时间。

### 2.1.3.2 输出接头

- 将电子负载连接到  $VOUT+$  和  $VOUT-$  连接，如图 2-1 所示。在施加输入电压之前，将负载设置为恒阻模式或恒流模式，电流为 0A。
- 在  $VOUT+$  (TP5) 和  $VOUT-$  (TP6) 检测点上连接电压表 2，以测量输出电压。
- 连接电流表 2，以测量输出电流。

## 2.1.4 测试过程

### 2.1.4.1 线路与负载调节和效率

- 按照 [EVM 连接](#) 中的描述设置 EVM。
- 将负载设置为恒阻或恒流模式并具有 0A 的灌电流。
- 将输入源电压从 0V 增加到 70V；使用电压表 1 测量输入电压。
- 将输入电源的电流限值增加到 8A。
- 使用电压表 2 测量输出电压  $V_{OUT}$ ，将负载电流从 0A 更改为 8A 直流； $V_{OUT}$  必须保持在负载调节规格之内。
- 将负载电流设置为 4A (50% 额定负载) 并将输入源电压从 6V 更改为 70V； $V_{OUT}$  必须保持在线路调节规格之内。
- 将负载电流设置为 8A (100% 额定负载) 并测量典型输入电压 (12V、24V、36V、48V 和 65V) 下的效率。
- 将负载降至 0A。将输入源电压降至 0V。

### 小心

在高输出电流下长时间运行会使元件和 EVM 电路板温度升高到 55°C 以上。为避免烧伤风险，在断开电源后，不要立即触摸元件和 EVM 电路板，直到充分冷却为止。

### 3 实现结果

#### 3.1 性能数据和结果

图 3-1 至图 3-15 展示了 LM65680-Q1EVM 的典型性能曲线。实际性能数据可能会受到测量技术和环境变量的影响，因此这些曲线仅供参考，并可能与实际现场测量结果有所不同。

##### 3.1.1 EVM 特性

LM65680-Q1EVM 的电气特性如表 3-1 所示。

表 3-1. EVM 的电气性能特性

参数	测试条件		最小值	典型值	最大值	单位
<b>输入特性</b>						
输入电压范围, $V_{IN}$	工作		8	24	70	V
空载时的输入电流 $I_{IN-NL}$	$I_{OUT} = 0A$ , MODE/SYNC 引脚连接至 GND	$V_{IN} = 12V$	29			$\mu A$
		$V_{IN} = 24V$	18			
		$V_{IN} = 48V$	15			
		$V_{IN} = 65V$	15.5			
输入电压导通, $V_{IN(ON)}$	使用 EN 分压电阻器调节		5.81			V
输入电压关断, $V_{IN(OFF)}$			4.73			V
输入电压迟滞, $V_{IN(HYS)}$			1.08			V
关断时的输入电流 $I_{IN-OFF}$	$V_{EN} = 0V$ ,	$V_{IN} = 48V$ , 采用 $187k\Omega$ 和 $49.9k\Omega$ EN 分压器	357			$\mu A$
<b>输出特性</b>						
输出电压, $V_{OUT}$ <sup>(1)</sup>			4.95	5	5.05	V
输出电流 $I_{OUT}$	$V_{IN} = 8V$ 至 $65V$ , 空气流量 = 100LFM <sup>(2)</sup>		0		8	A
输出电压调节, $\Delta V_{OUT}$	负载调整率	$I_{OUT} = 0A$ 至 $8A$	0.1%			
	线路调整率	$V_{IN} = 8V$ 至 $65V$	1%			
输出电压纹波 $V_{OUT-AC}$	$V_{IN} = 48V$ , $I_{OUT} = 8A$		35			mVrms
输出过流保护, $I_{OCP}$	$V_{IN} = 48V$		8.5			A
软启动时间, $t_{SS}$			5.3			ms
<b>系统特性</b>						
开关频率 $F_{SW-nom}$	$V_{IN} = 48V$		400			kHz
PFM 轻负载效率, $\eta_{LIGHT}$ <sup>(1)</sup>	$I_{OUT} = 1A$	$V_{IN} = 12V$	94.3%			
		$V_{IN} = 24V$	90.9%			
		$V_{IN} = 48V$	85.3%			
		$V_{IN} = 65V$	79.7%			
半负载效率 $\eta_{HALF}$	$I_{OUT} = 4A$	$V_{IN} = 12V$	95.2%			
		$V_{IN} = 24V$	94%			
		$V_{IN} = 48V$	91.6%			
		$V_{IN} = 65V$	89.7%			
满载效率 $\eta_{FULL}$	$I_{OUT} = 8A$	$V_{IN} = 12V$	91.7			
		$V_{IN} = 24V$	91.5%			
		$V_{IN} = 48V$	90%			
		$V_{IN} = 65V$	88.8%			
LM65680-Q1 结温, $T_J$			-40	150		°C

(1) 此 EVM 的默认输出电压为 5V。效率和其他性能指标会根据工作输入电压、负载电流、外部连接的输出电容器和其他参数而变化。

(2) 当工作输入电压高于 65V 时，建议的空气流量为 100LFM。

### 3.1.2 转换效率

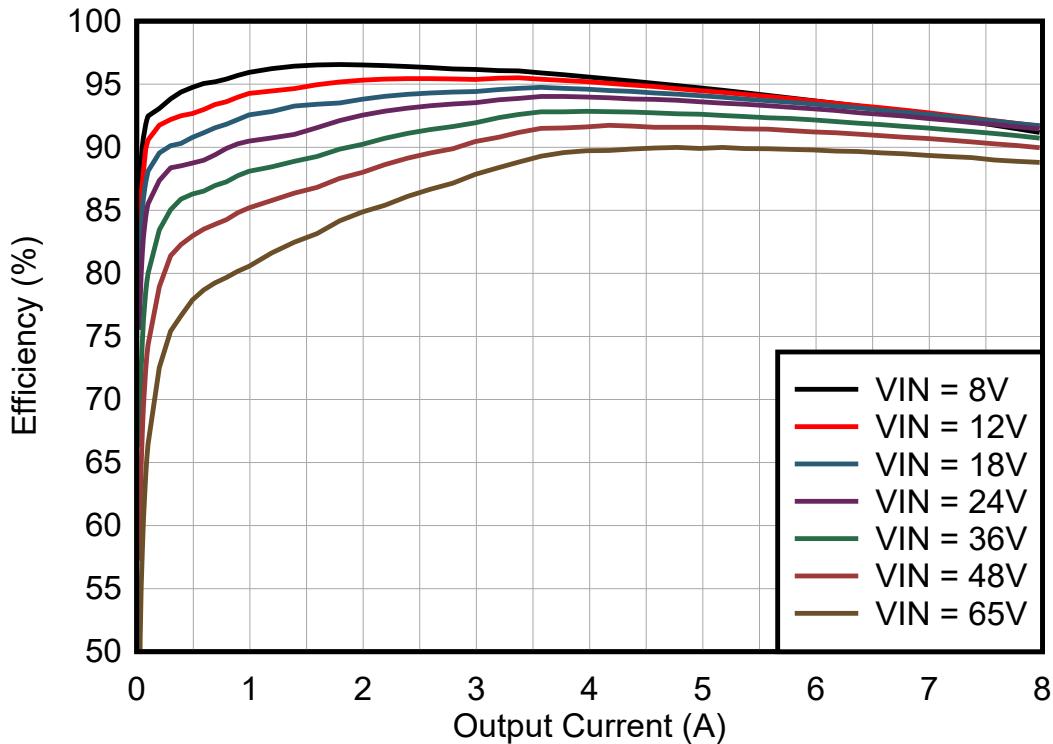


图 3-1. 效率 ,  $V_{IN} = V_{EN} = 8V$  至  $65V$  ,  $V_{OUT} = 5V$  , PFM 模式 , 线性标度

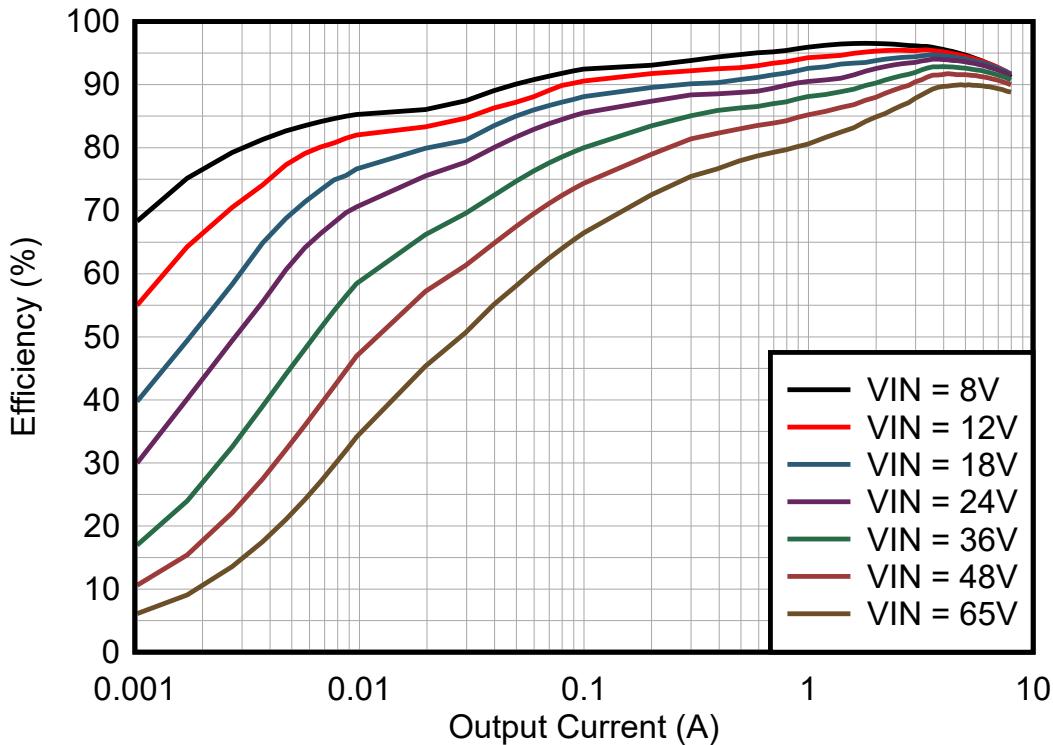


图 3-2. 效率 ,  $V_{IN} = V_{EN} = 8V$  至  $65V$  ,  $V_{OUT} = 5V$  , PFM 模式 , 对数标度

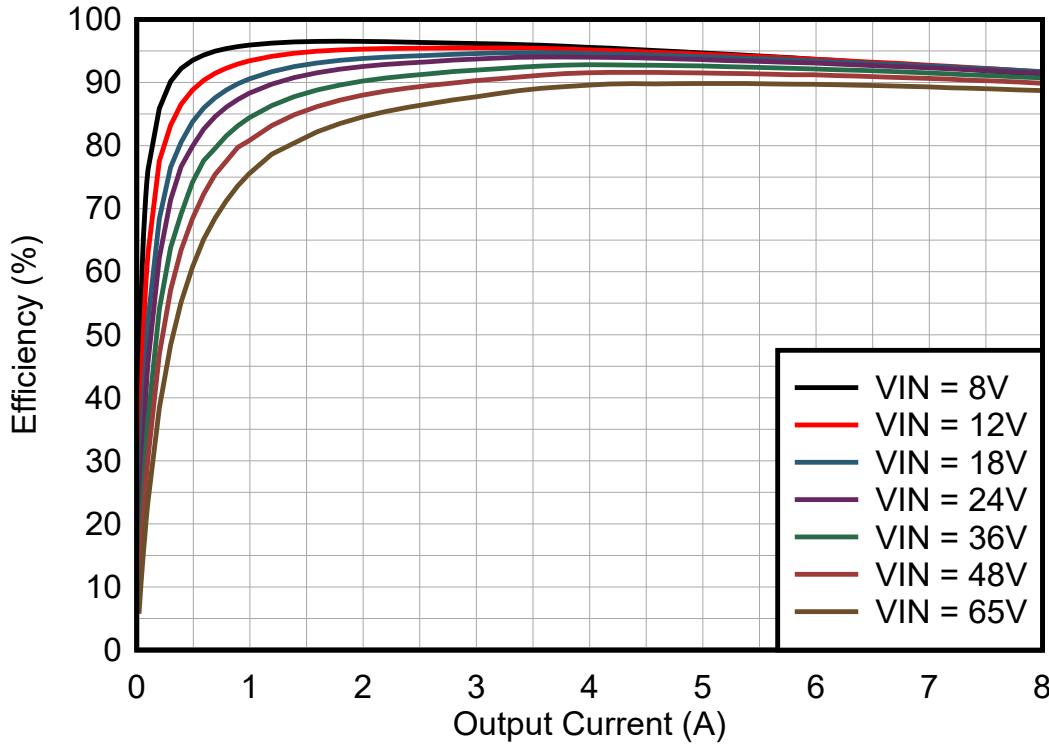


图 3-3. 效率 ,  $V_{IN} = V_{EN} = 8V$  至  $65V$  ,  $V_{OUT} = 5V$  , FPWM 模式 , 线性标度

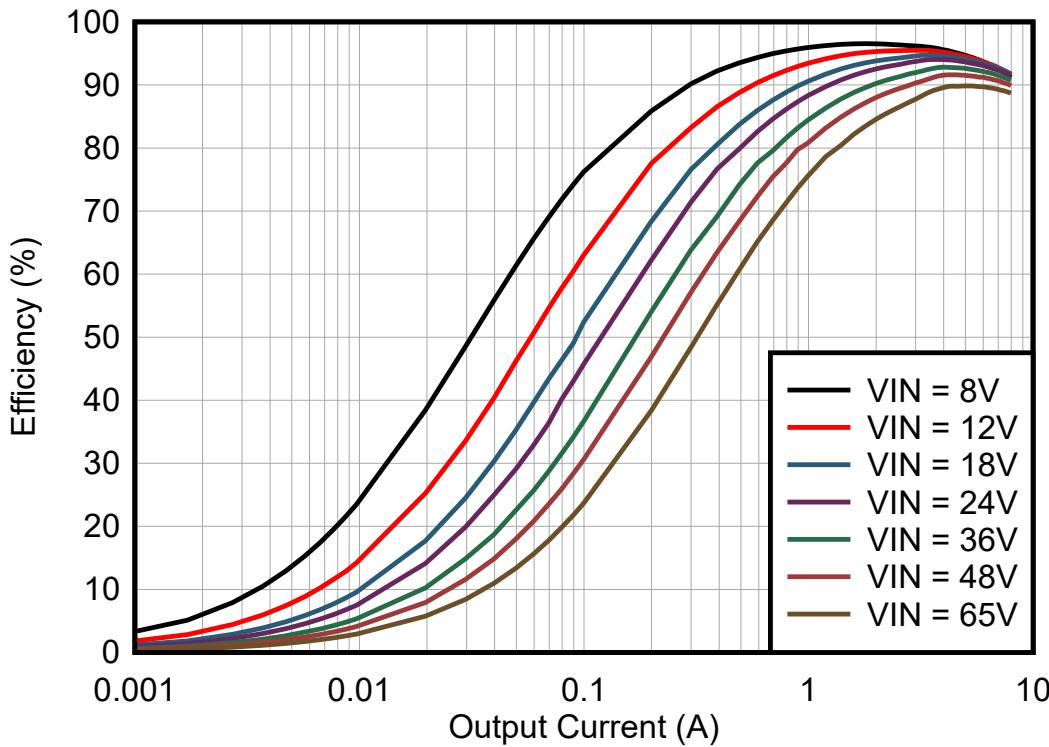


图 3-4. 效率 ,  $V_{IN} = V_{EN} = 8V$  至  $65V$  ,  $V_{OUT} = 5V$  , FPWM 模式 , 对数标度

### 3.1.3 工作波形

#### 3.1.3.1 开关

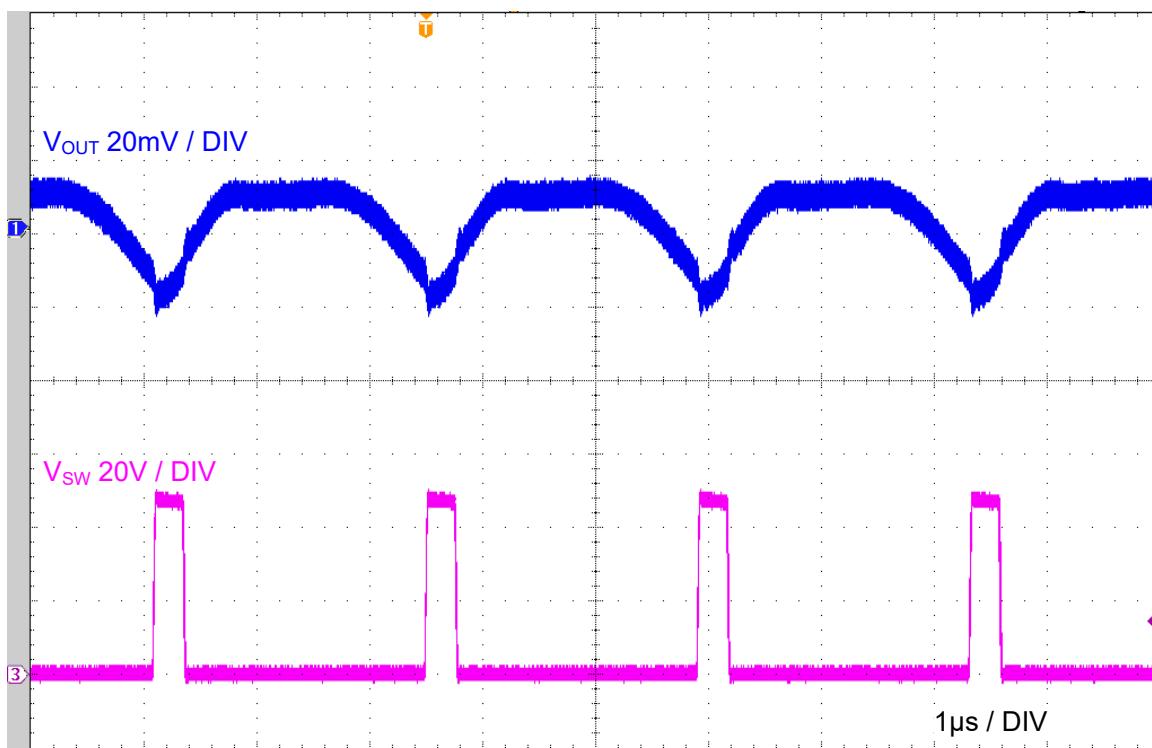


图 3-5. 稳态运行， $V_{IN} = 48V$ ， $V_{OUT} = 5V$ ， $I_{OUT} = 8A$ ， $F_{SW} = 400kHz$

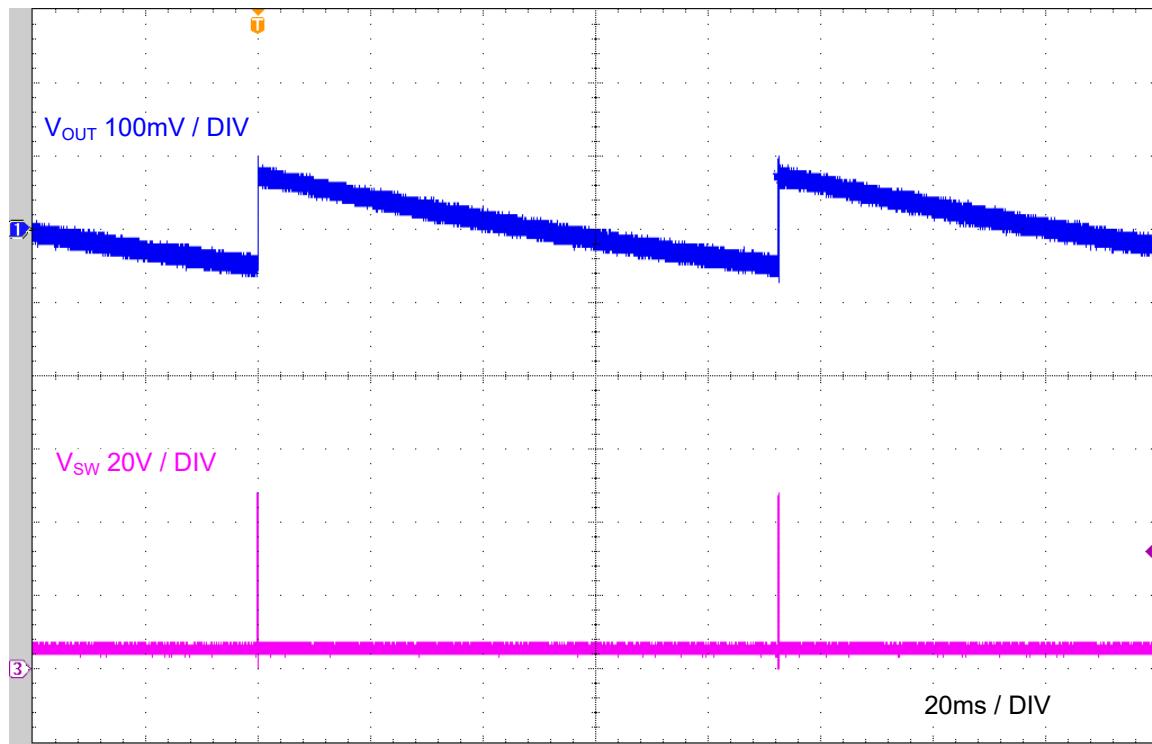


图 3-6. 在 PFM 模式下稳态运行， $V_{IN} = 48V$ ， $V_{OUT} = 5V$ ， $I_{OUT} = 空载$

### 3.1.3.2 负载瞬态响应

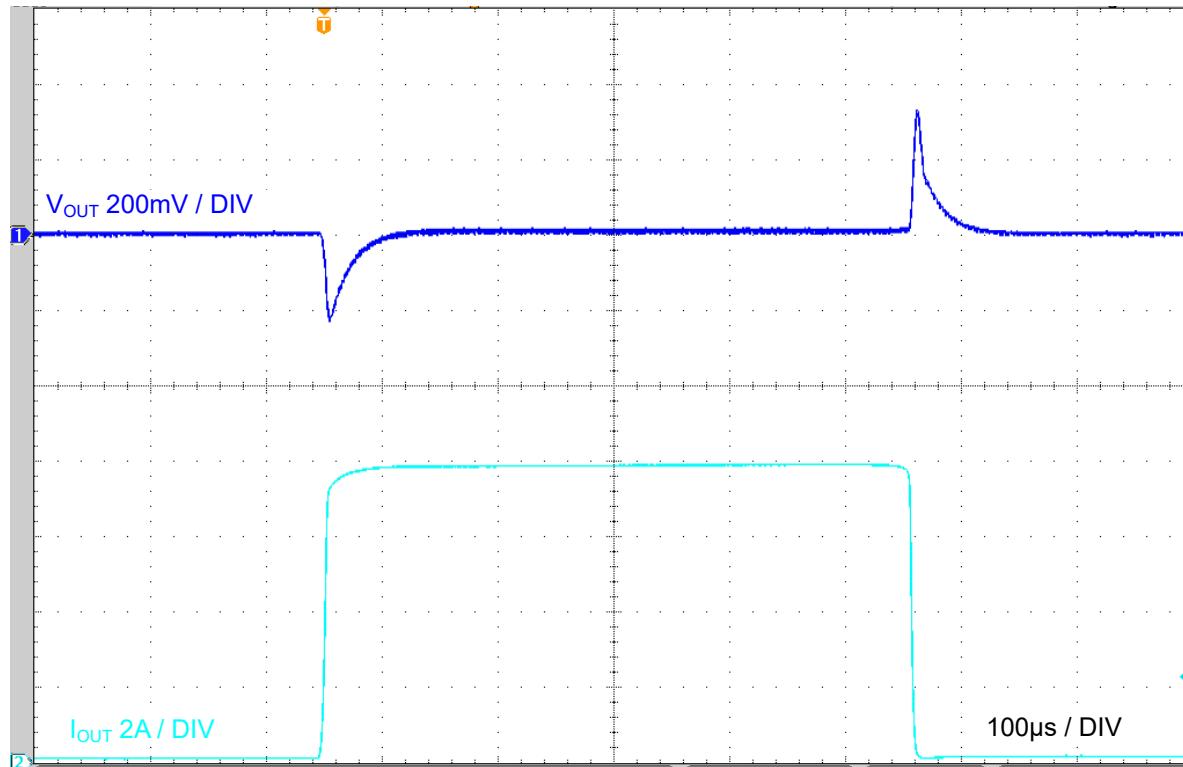


图 3-7. 负载瞬态响应,  $V_{IN} = 48V$ ,  $V_{OUT} = 5V$ ,  $F_{SW} = 400kHz$ , FPWM, 以  $1A/\mu s$  的速度从  $0A$  变为  $8A$

### 3.1.3.3 短路恢复

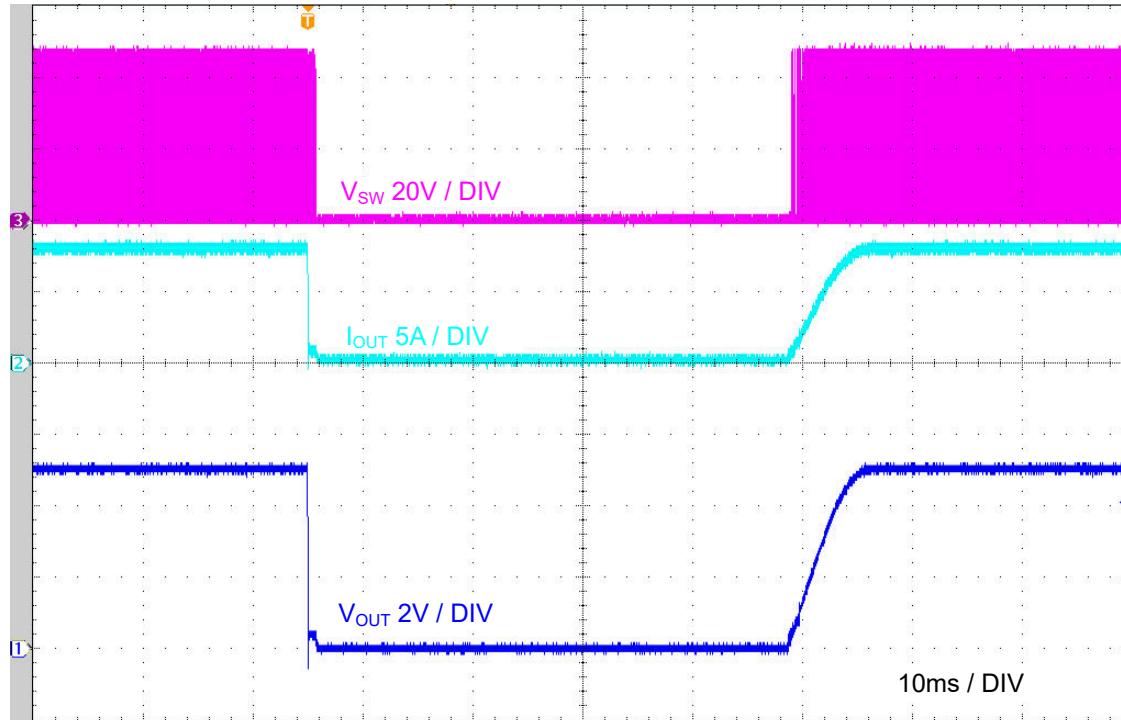


图 3-8. 短路恢复,  $V_{IN} = 48V$ ,  $V_{OUT} = 5V$ ,  $I_{OUT} = 8A$ ,  $F_{SW} = 400kHz$ , FPWM

### 3.1.3.4 通过 EN 启动和关断

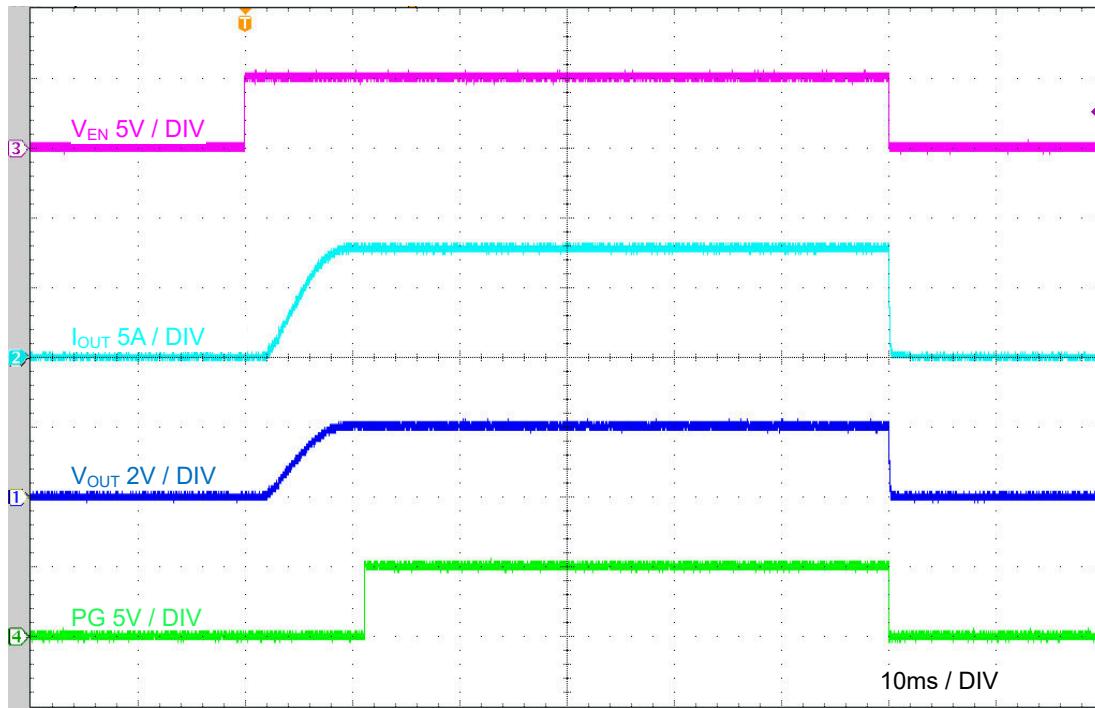


图 3-9. EN ON 和 OFF ,  $V_{IN} = 48V$  ,  $V_{OUT} = 5V$  ,  $I_{OUT} = 8A$  电阻负载 ,  $F_{SW} = 400kHz$  , FPWM

### 3.1.3.5 通过 VIN 启动

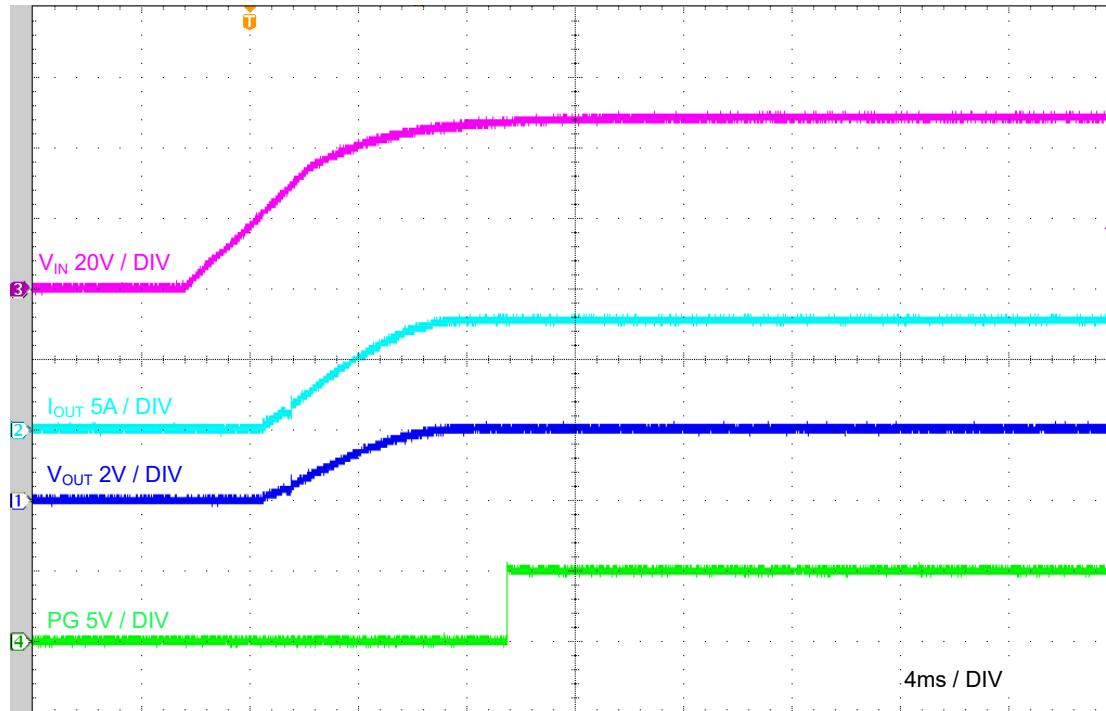


图 3-10. 启动 ,  $V_{IN} = 48V$  ,  $V_{OUT} = 5V$  ,  $I_{OUT} = 8A$  电阻负载 ,  $F_{SW} = 400kHz$  , FPWM

### 3.1.4 波特图

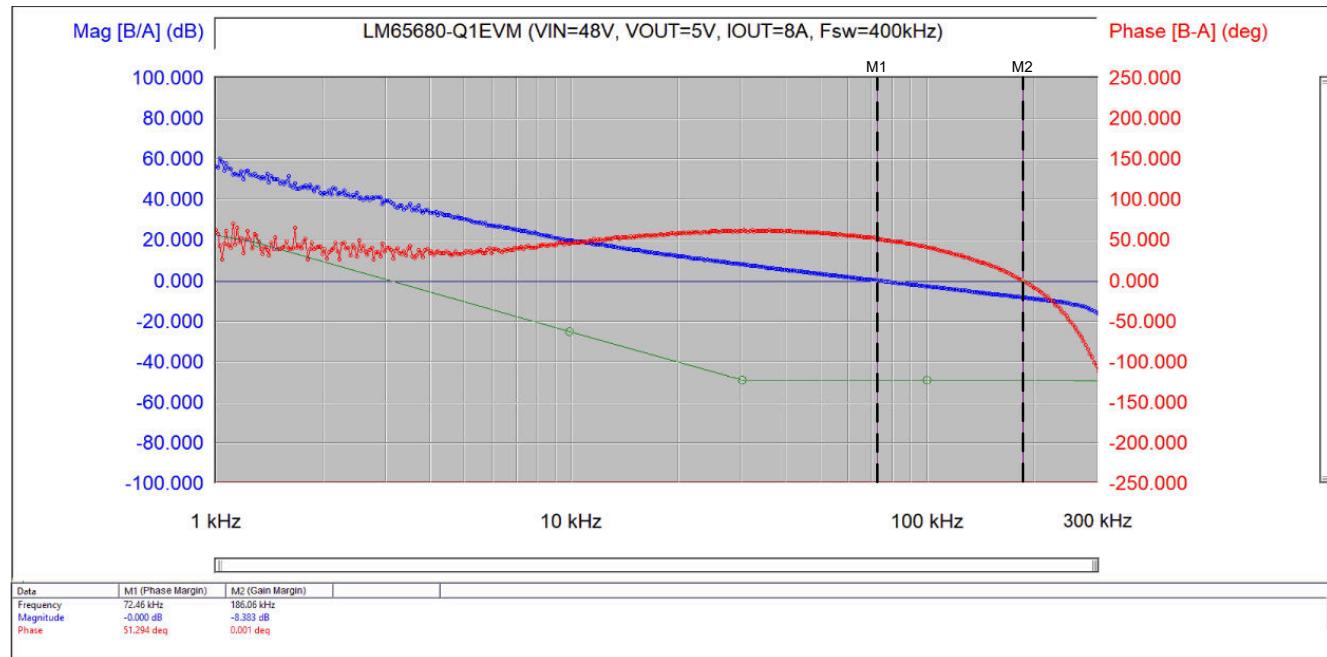


图 3-11. 波特图 ,  $V_{IN} = 48V$  ,  $V_{OUT} = 5V$  ,  $I_{OUT} = 8A$  电阻负载

### 3.1.5 CISPR 25 EMI 性能

图 3-12 和图 3-13 展示了禁用 DRSS EMI 缓解功能时，LM65680-Q1 EVM 在 24V 和 48V 输入电压下的 EMI 性能。根据 CISPR 25 规范使用 5 $\mu$ H LISN，在 150kHz 至 108MHz 的频率范围内对传导发射进行测量。CISPR 25 5 级峰值和平均限值线以红色表示。分别使用峰值检测法和平均值检测法来测量紫色和绿色光谱。

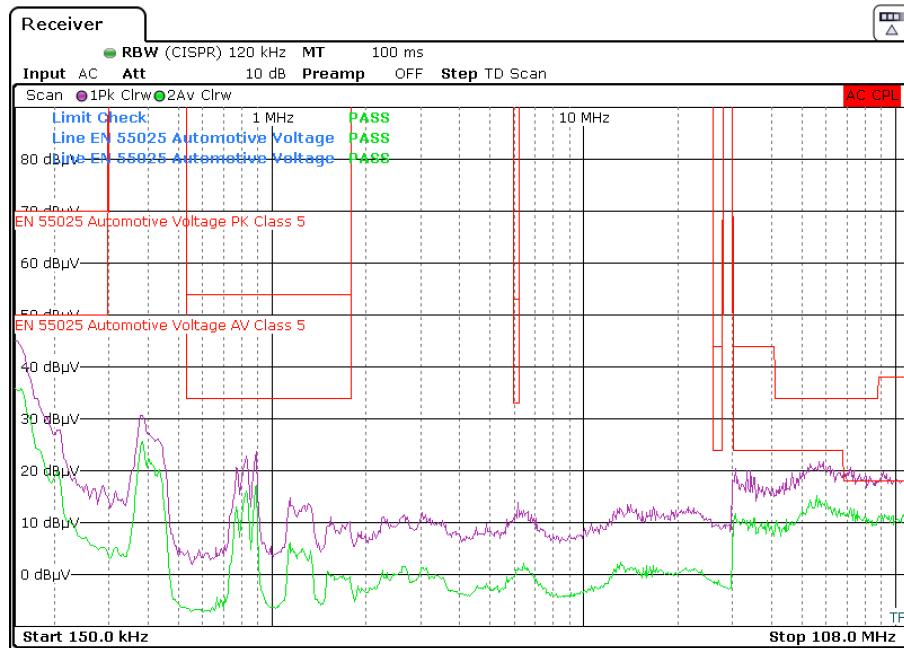


图 3-12. CISPR 25 5 级传导发射图，150kHz 至 108MHz，  
 $V_{IN} = 24V$ ， $V_{OUT} = 5V$ ， $I_{OUT} = 8A$  电阻负载， $F_{SW} = 400kHz$

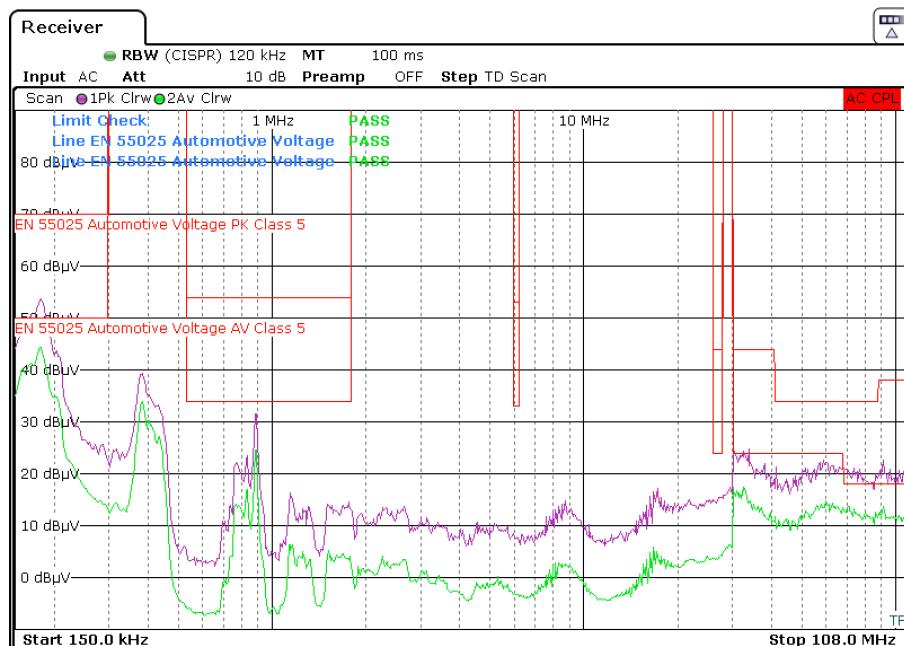


图 3-13. CISPR 25 5 级传导发射图，150kHz 至 108MHz，  
 $V_{IN} = 48V$ ， $V_{OUT} = 5V$ ， $I_{OUT} = 8A$  电阻负载， $F_{SW} = 400kHz$

### 3.1.6 热性能

图 3-14 和图 3-15 所示为热性能图像。

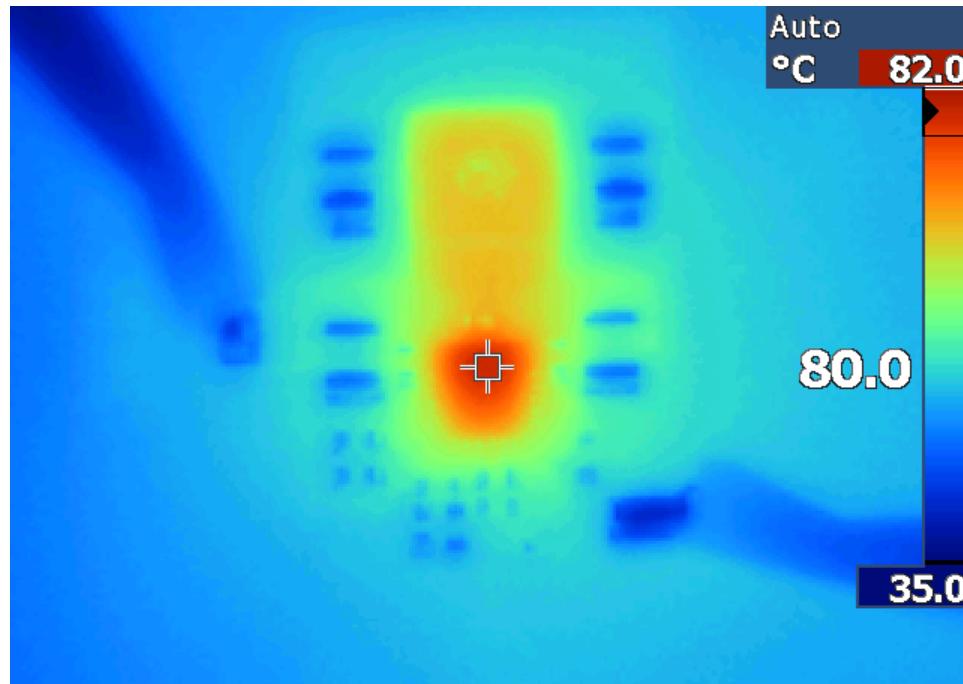


图 3-14. 热性能,  $V_{IN} = 24V$ ,  $V_{OUT} = 5V$ ,  $I_{OUT} = 8A$ ,  $T_{amb} = 25^{\circ}C$ , 无气流

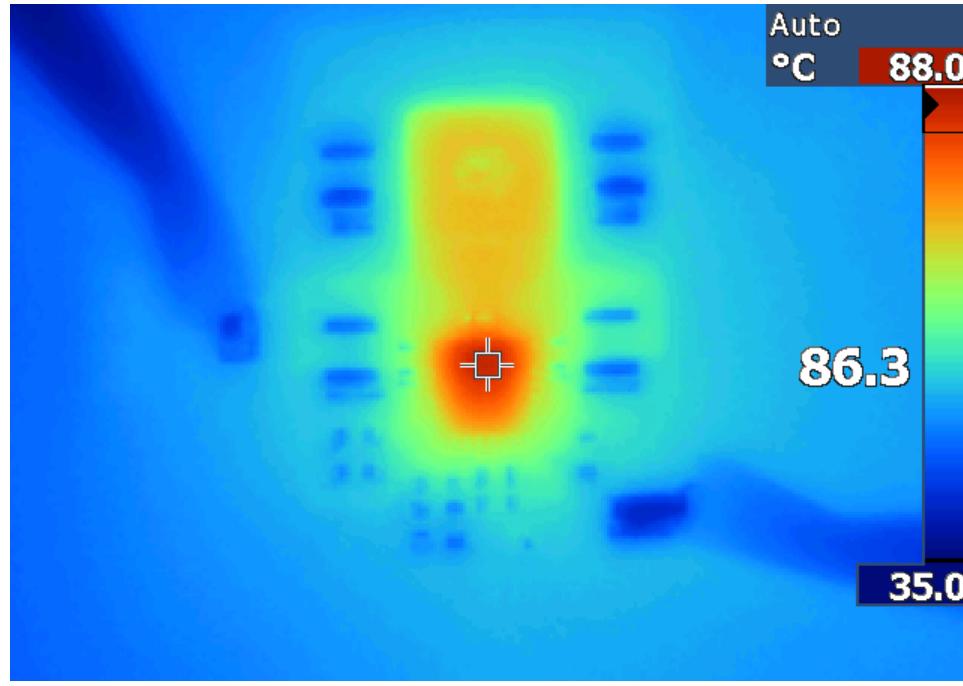


图 3-15. 热性能,  $V_{IN} = 48V$ ,  $V_{OUT} = 5V$ ,  $I_{OUT} = 8A$ ,  $T_{amb} = 25^{\circ}C$ , 无气流

## 4 硬件设计文件

### 4.1 原理图

图 4-1 展示了 EVM 原理图。

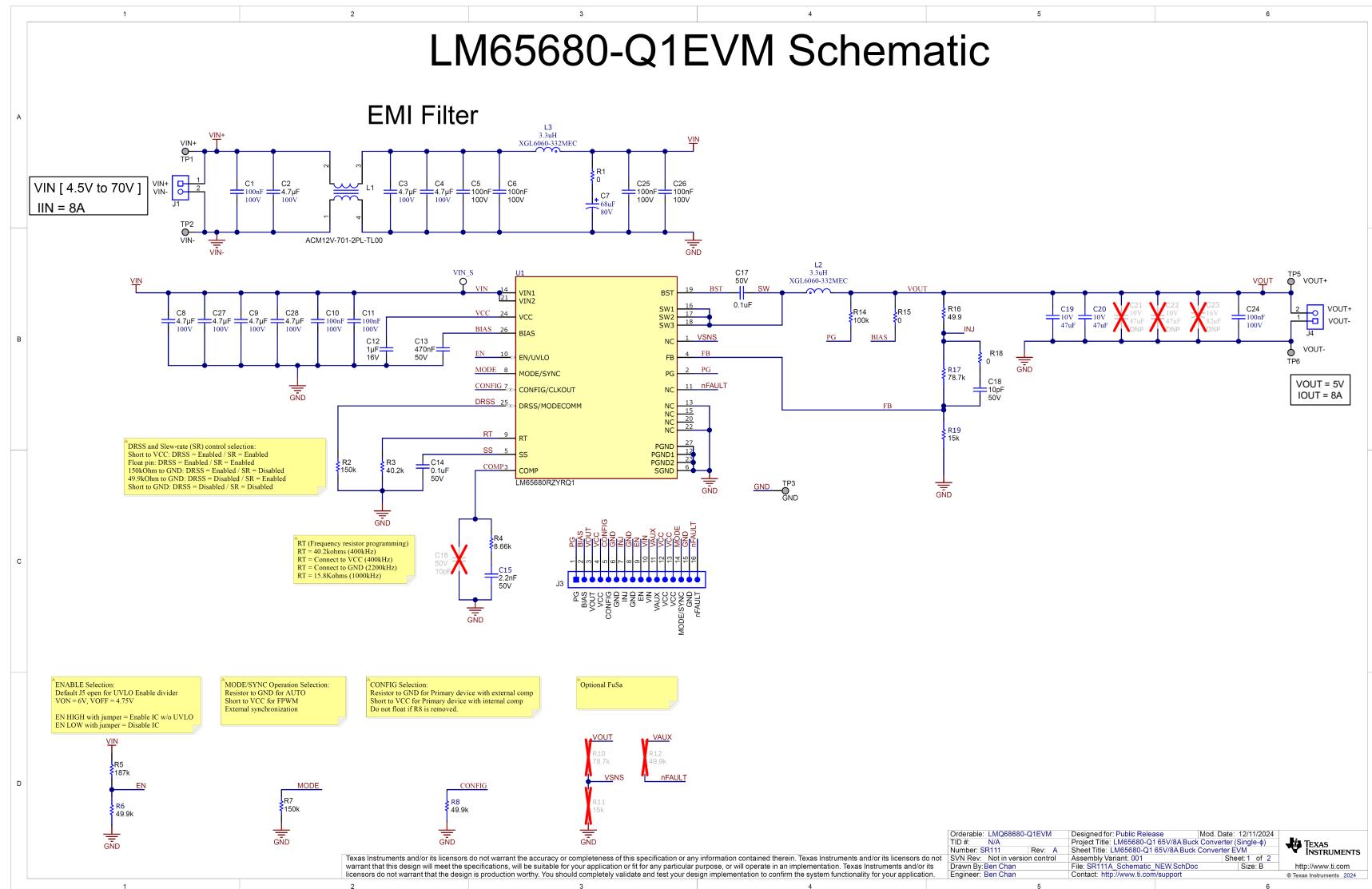


图 4-1. EVM 原理图

## 4.2 PCB 布局

图 4-2 至图 4-9 展示了在所有层上使用 2oz 覆铜的四层 62mil 标准厚度 PCB 的 LM65680-Q1 EVM 设计。

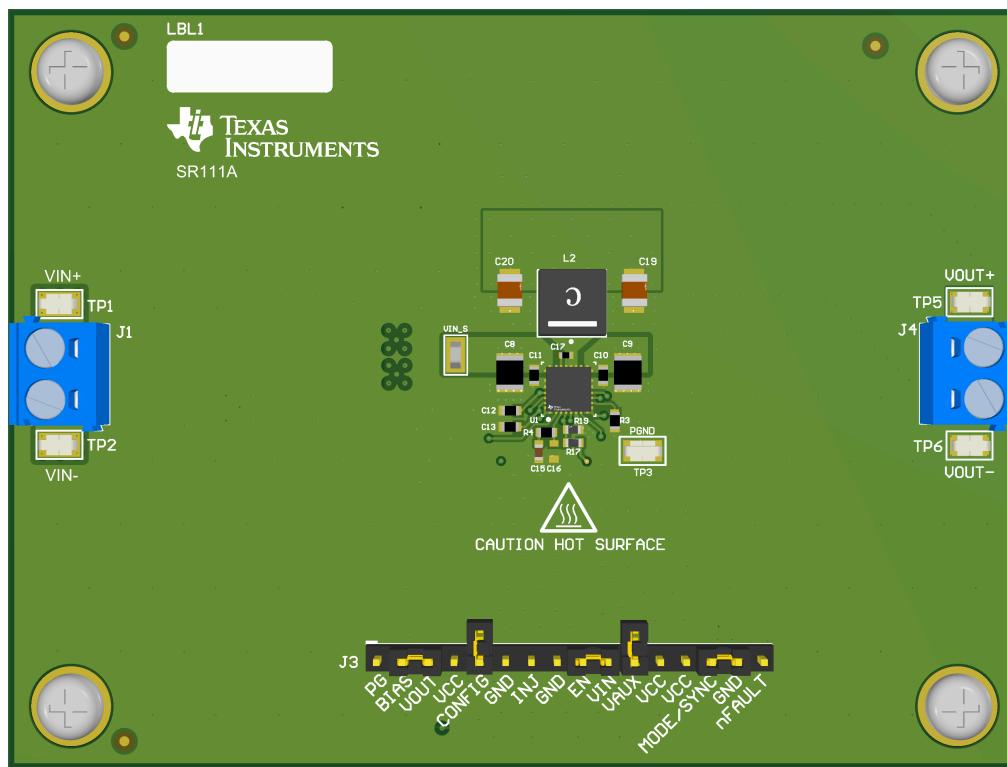


图 4-2. 3D 顶视图

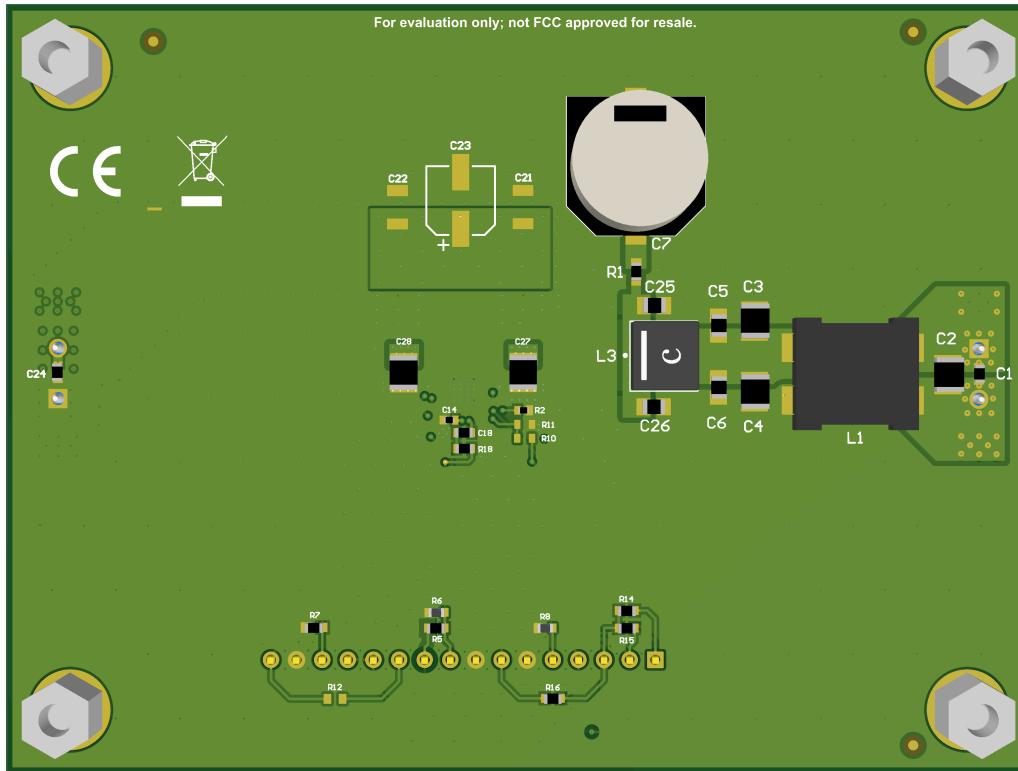


图 4-3. 3D 底视图 ( 仰视图 )

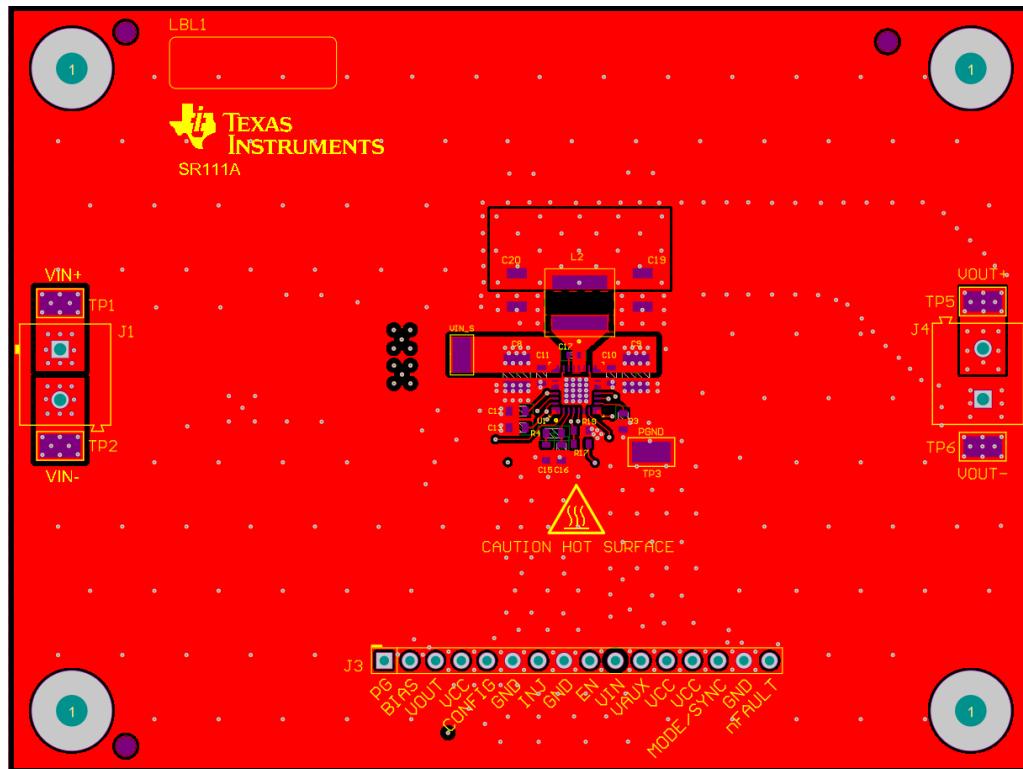


图 4-4. 顶层覆铜 (顶视图)

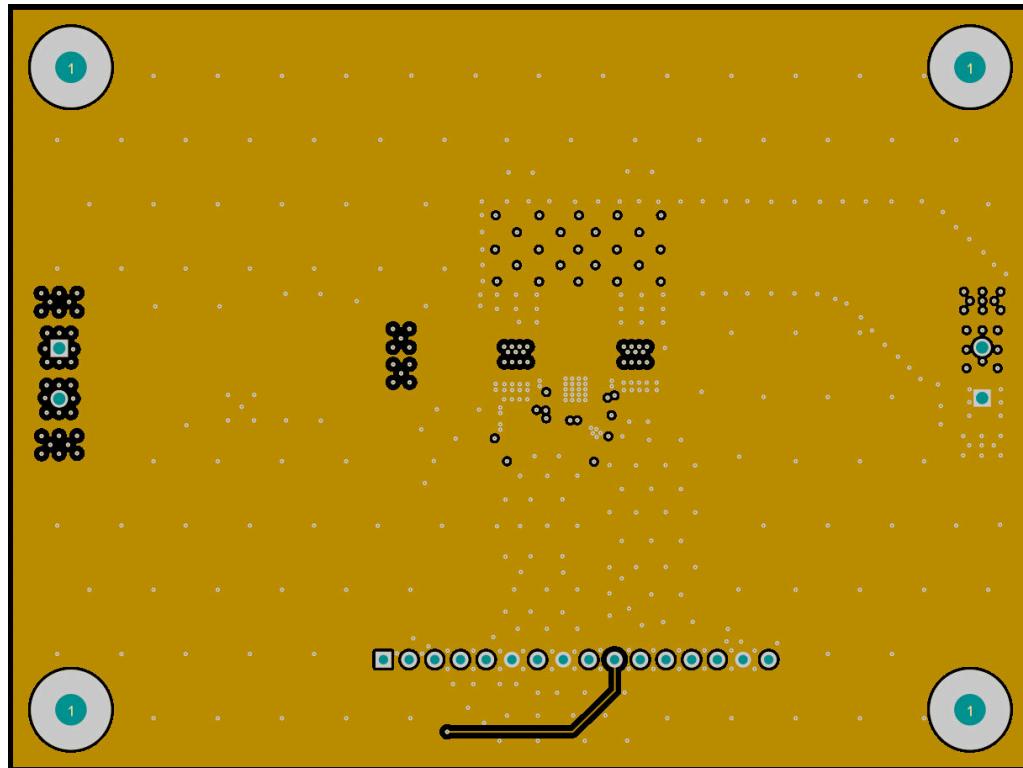


图 4-5. 第 2 层覆铜 (顶视图)

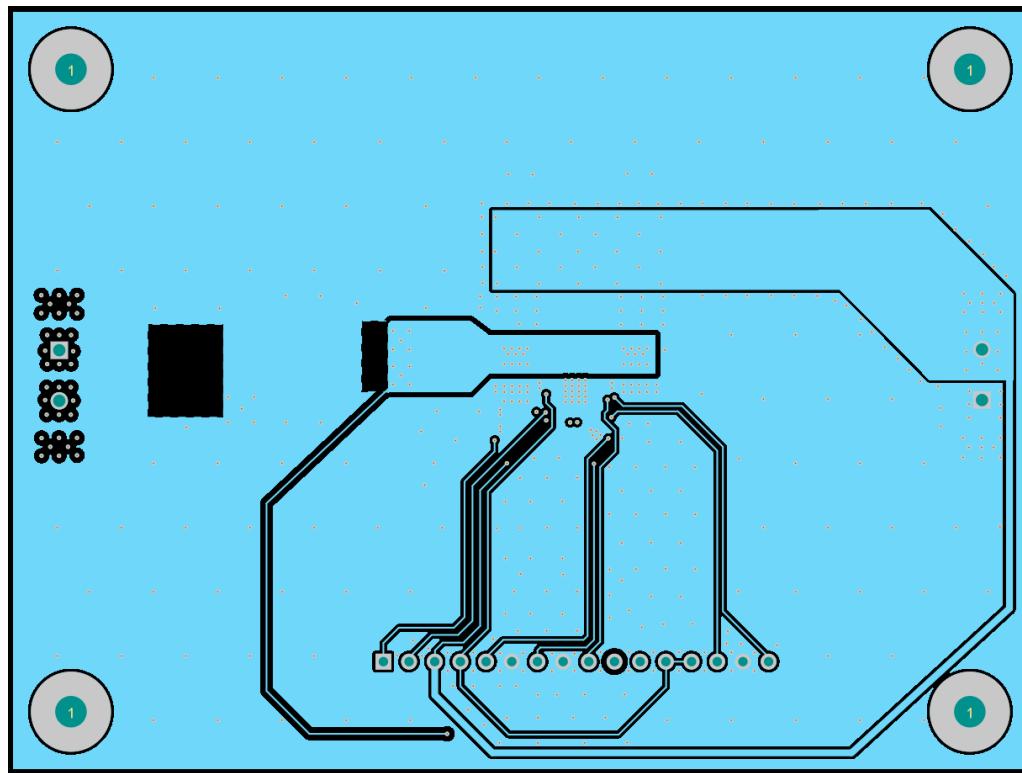


图 4-6. 第 3 层覆铜 (顶视图)

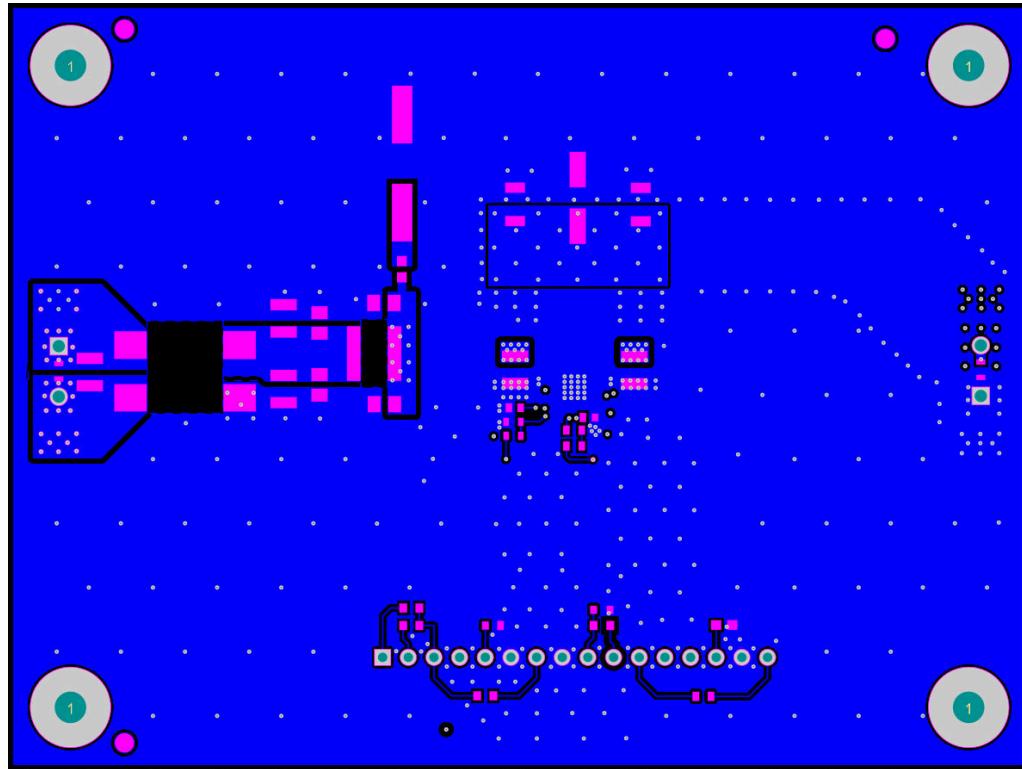


图 4-7. 底部铜层 (反相)

#### 4.2.1 元件图

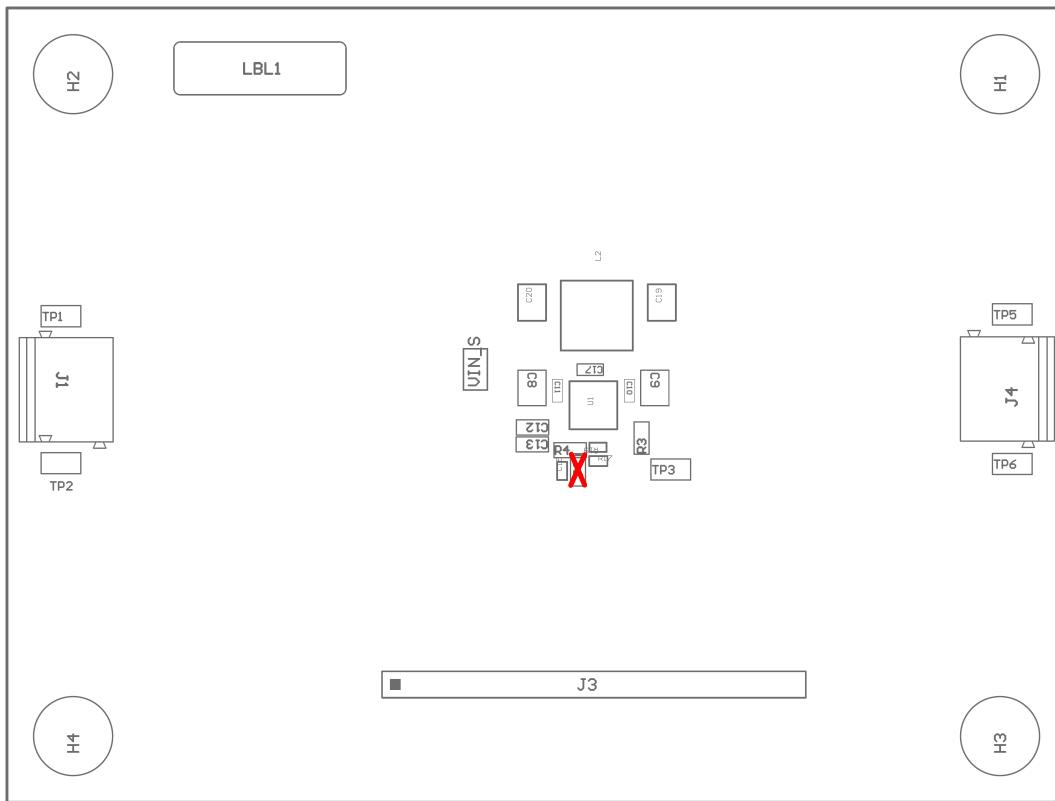


图 4-8. 顶层元件图

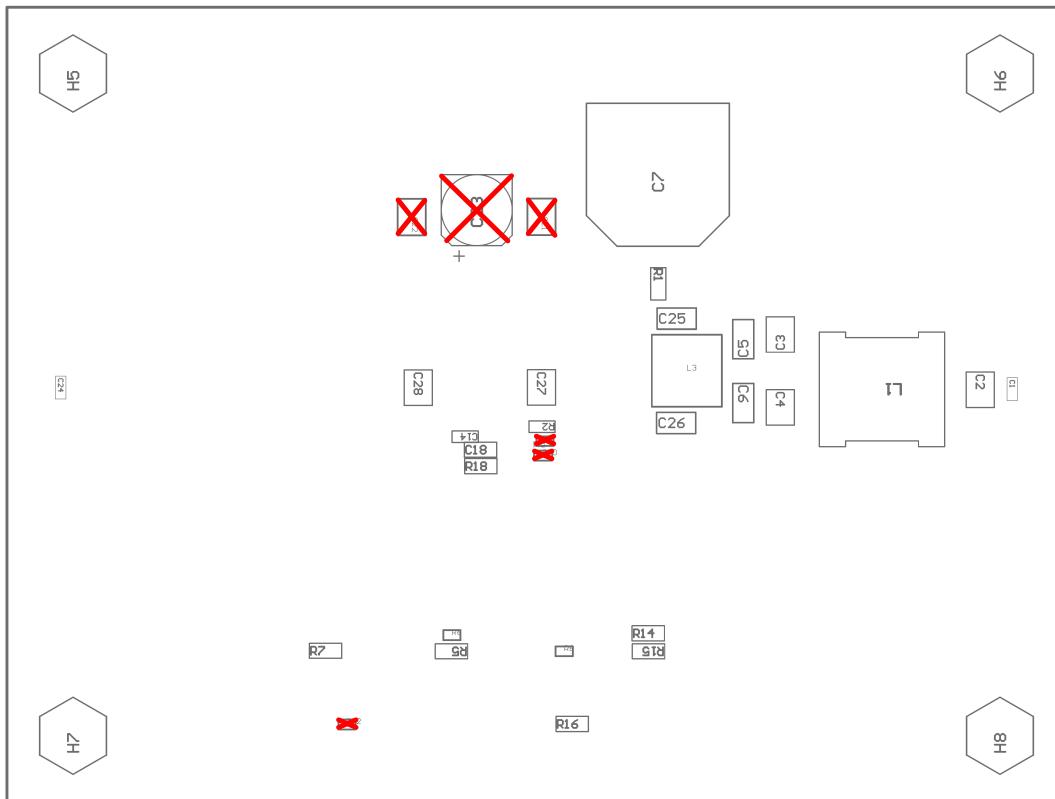


图 4-9. 底层元件图

**4.2.2 多层叠**

#	Name	Material	Type	Weight	Thickness	Dk	Df
	Top Overlay		Overlay				
	Top Solder	Solder Resist	Solder Mask		0.4mil	3.5	
1	Top Layer		Signal	2oz	2.8mil		
	Dielectric1	FR-4 High Tg	Core		5mil	4.2	
2	Signal Layer 1		Signal	2oz	2.8mil		
	Dielectric 2	FR-4 High Tg	Prepreg		40mil	4.2	
3	Signal Layer 2		Signal	2oz	2.8mil		
	Dielectric 3	FR-4 High Tg	Core		5mil	4.2	
4	Bottom Layer		Signal	2oz	2.8mil		
	Bottom Solder	Solder Resist	Solder Mask		0.4mil	3.5	
	Bottom Overlay		Overlay				

图 4-10. 层堆叠

## 4.3 物料清单

表 4-1. 元件 BOM

参考位号	数量	值	说明	封装	器件型号	制造商
C1、C10、C11、C24	4	0.1 $\mu$ F	电容, 陶瓷, 0.1 $\mu$ F, 100V, +/- 10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 0603	0603	GCJ188R72A104KA01D	MuRata
C2、C3、C4、C8、C9、C27、C28	7	4.7 $\mu$ F	电容, 陶瓷, 4.7 $\mu$ F, 100V, +/- 10%, X7S, AEC-Q200 1 级, 1210	1210	GCM32DC72A475KE02L	MuRata
C5、C6、C25、C26	4	0.1 $\mu$ F	电容, 陶瓷, 0.1 $\mu$ F, 100V, +/- 10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 0805	0805	CGA4J2X7R2A104K125AA	TDK
C7	1	68 $\mu$ F	电容, 铝制, 68 $\mu$ F, 80V, +/-20%, 0.32 $\Omega$ , AEC-Q200 2 级, SMD	SMT 径向 H13	EEV-FK1K680Q	Panasonic
C12	1	1 $\mu$ F	电容, 陶瓷, 1 $\mu$ F, 16V, +/-20%, X7R, AEC-Q200 1 级, 0603	0603	GCM188R71C105MA64D	MuRata
C13	1	0.47 $\mu$ F	电容, 陶瓷, 0.47 $\mu$ F, 50V, +/- 10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 0603	0603	CGA3E3X7R1H474K080AB	TDK
C14、C17	2	0.1 $\mu$ F	电容, 陶瓷, 0.1 $\mu$ F, 50V, +/- 10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 0402	0402	CGA2B3X7R1H104K050BB	TDK
C15	1	2.2nF	陶瓷电容器汽车级 2200pF ±10% 50V X7R 0603	0603	UMJ107AB7222KAHT	Taiyo Yuden
C18	1	10pF	电容, 陶瓷, 10pF, 50V, +/-5%, C0G/NP0, 0603	0603	CGA3E2C0G1H100D080AA	TDK
C19、C20	2	47 $\mu$ F	汽车用陶瓷电容器, 47 $\mu$ F, ±10%, 10VDC, X7S, 1210, 压纹 T/R	1210	GCM32EC71A476KE02K	Murata
H1、H2、H3、H4	4		机械螺钉, 圆头, #4-40 x 1/4, 尼龙, 飞利浦盘形头	螺钉	NY PMS 440 0025 PH	B&F Fastener Supply
H5、H6、H7、H8	4		六角螺柱, 0.5" L #4-40 尼龙	螺柱	1902C	Keystone
J1、J4	2		端子块, 5mm, 2x1, 锡, TH	端子块, 5mm, 2x1, TH	691 101 710 002	Wurth Elektronik
J3	1		接头, 100mil, 16x1, 金, TH	16x1 接头	TSW-116-07-G-S	Samtec
L1	1		耦合电感器, 7.6 $\mu$ H, 700 $\Omega$ , AEC-Q200 1 级, SMD	12x11mm	ACM12V-701-2PL-TL00	TDK
L2、L3	2	3.3 $\mu$ H	屏蔽式功率电感器 3.3 $\mu$ H 20% 容差, 6.5m $\Omega$ 16.6A	SMT_6MM51_6M M71	XGL6060-332MEC	Coilcraft
R1、R15、R18	3	0	电阻, 0, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	0603	RMCF0603ZT0R00	Stackpole Electronics Inc
R2	1	150k	电阻, 150k, 1%, 0.063W, AEC-Q200 0 级, 0402	0402	CRCW0402150KFKED	Vishay-Dale
R3	1	40.2k	电阻, 40.2k, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	0603	CRCW060340K2FKEA	Vishay-Dale
R4	1	8.66k	电阻, 8.66k, 1%, 0.1W, 0603	0603	RC0603FR-078K66L	Yageo
R5	1	187k	电阻, 187k, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	0603	CRCW0603187KFKEA	Vishay-Dale
R6、R8	2	49.9k	49.9kOhms ±1% 0.1W, 1/10W 片上电阻 0603 (公制 1608), 汽车 AEC-Q200 厚膜	0603	CRCW060349K9FKEA	Vishay
R7	1	150k	电阻, 150k, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	0603	CRCW0603150KFKEA	Vishay-Dale

表 4-1. 元件 BOM (续)

参考位号	数量	值	说明	封装	器件型号	制造商
R14	1	100k	电阻, 100k, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	0603	CRCW0603100KFKEA	Vishay-Dale
R16	1	49.9k	电阻, 49.9, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	0603	CRCW060349R9FKEA	Vishay-Dale
R17	1	78.7k	78.7kOhms $\pm 0.5\%$ 0.1W, 1/10W 片上电阻 0603 (公制 1608), 汽车 AEC-Q200 厚膜	0603	ERJ-3RBD7872V	Panasonic
R19	1	15k	15k $\Omega$ $\pm 0.1\%$ 0.15W, 片上电阻 0603 (公制 1608), 抗硫化, 汽车 AEC-Q200 薄膜	0603	RQ73C1J15KBTD	TE Connectivity
SH-J1、SH-J2、SH-J3、SH-J4、SH-J5	5	1x2	分流器, 100mil, 镀金, 黑色	分流器	SNT-100-BK-G	Samtec
TP1、TP2、TP3、TP5、TP6	5		测试点, 微型, SMT	测试点, 微型, SMT	5019	Keystone
VIN_S	1		Testpoint_Keystone_Miniature	测试点, 微型, SMT	5015	Keystone
U1	1		经优化可实现低 EMI 和高功率密度的 70V、8A 汽车级降压转换器	VQFN-FCRLF26	LM65680RZYRQ1	德州仪器 (TI)
C16	0	10pF	电容, 陶瓷, 10pF, 50V, +/-5%, C0G/NP0, 0603	0603	GRM1885C1H100JA01D	Murata
C21、C22	0	47 $\mu$ F	汽车用陶瓷电容器, 47 $\mu$ F, $\pm 10\%$ , 10VDC, X7S, 1210, 压纹 T/R	1210	GCM32EC71A476KE02K	Murata
C23	0	82 $\mu$ F	电容, 铝聚合物, 82 $\mu$ F, 16V, +/-20%, 0.03 $\Omega$	1210	875105344009	Wurth Elektronik
R10	0	78.7k	78.7kOhms $\pm 0.5\%$ 0.1W, 1/10W 片上电阻 0603 (公制 1608), 汽车 AEC-Q200 厚膜	0603	ERJ-3RBD7872V	Panasonic
R11	0	15k	15k $\Omega$ $\pm 0.1\%$ 0.15W, 片上电阻 0603 (公制 1608), 抗硫化, 汽车 AEC-Q200 薄膜	0603	RQ73C1J15KBTD	TE Connectivity
R12	0	49.9k	49.9kOhms $\pm 1\%$ 0.1W, 1/10W 片上电阻 0603 (公制 1608), 汽车 AEC-Q200 厚膜	0603	CRCW060349K9FKEA	Vishay

## 5 合规信息

### 5.1 合规性和认证

[LM65680-Q1EVM 欧盟关于限制有害物质 \(RoHS\) 使用的符合性声明 \(DoC\)](#)

## 6 相关文档

请参阅以下相关文档：

- 德州仪器 (TI) , [LM65680-Q1](#) 经优化可实现低 **EMI** 和高功率密度的 **70V、8A** 汽车级降压转换器 数据表
- 德州仪器 (TI) , [通过更大程度降低电感寄生来降低降压转换器 EMI 和电压应力模拟应用期刊](#)
- 德州仪器 (TI) , [AN-2162](#) : 轻松解决直流/直流转换器的传导 **EMI** 问题应用报告
- 白皮书：
  - 德州仪器 (TI) , [评估适用于成本驱动型严苛应用的宽  \$V\_{IN}\$ 、低 \*\*EMI\*\* 同步降压电路](#)
  - 德州仪器 (TI) , [电源的传导 \*\*EMI\*\* 规格概述](#)
  - 德州仪器 (TI) , [电源的辐射 \*\*EMI\*\* 规格概述](#)

### 6.1 补充内容

#### 6.1.1 开发支持

相关开发支持，请参阅以下文档：

- 有关 TI 的参考设计库，请访问 [TI 参考设计](#)。
- 有关 TI 的 WEBENCH 设计环境，请访问 [WEBENCH® 设计中心](#)。
- LM65680-Q1 直流/直流转换器[快速入门计算器](#)。

#### 6.1.2 PCB 布局资源

- 德州仪器 (TI) , [AN-1149 开关电源布局指南应用报告](#)
- 德州仪器 (TI) , [AN-1229 Simple Switcher PCB 布局指南应用报告](#)
- 德州仪器 (TI) , [构建电源 - 布局注意事项电源设计研讨会](#)
- 德州仪器 (TI) , [使用 LM4360x 与 LM4600x 简化低辐射 \*\*EMI\*\* 布局应用报告](#)
- Power House 博客：
  - [直流/直流转换器的高密度 PCB 布局](#)

#### 6.1.3 热设计资源

- 德州仪器 (TI) , [AN-2020 热设计：学会洞察先机，不做事后诸葛应用报告](#)
- 德州仪器 (TI) , [AN-1520 外露焊盘封装实现最佳热阻的电路板布局布线指南应用报告](#)
- 德州仪器 (TI) , [半导体和 IC 封装热指标应用报告](#)
- 德州仪器 (TI) , [使用 LM43603 和 LM43602 简化热设计应用报告](#)
- 德州仪器 (TI) , [《PowerPAD™ 热增强型封装》应用报告](#)
- 德州仪器 (TI) , [PowerPAD™ 速成应用简报](#)
- 德州仪器 (TI) , [使用新的热指标应用报告](#)

## 7 其他信息

### 7.1 商标

PowerPAD™ is a trademark of Texas Instruments.

所有商标均为其各自所有者的财产。

## 8 Revision History

注：以前版本的页码可能与当前版本的页码不同

Changes from Revision * (October 2024) to Revision A (December 2024)	Page
• 更新了 EVM 原理图以反映对更新后器件的更改.....	<a href="#">16</a>

## 重要通知和免责声明

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出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 产品的相关应用。严禁以其他方式对这些资源进行复制或展示。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

版权所有 © 2025, 德州仪器 (TI) 公司