



Minqiu Xie, Julian Hagedorn

摘要

TPS63802HDKEVM 是一个通用开发工具，旨在帮助您轻松快速地评估和测试更为常见的降压/升压转换器用例。这些用例包括备用电源、输入电流限制、LED 驱动器、数字电压调节、旁路模式和精密使能。您可以通过更改跳线和 dip 开关轻松选择不同的用例，不需要焊接。

TPS63802HDKEVM 采用 TPS63802，默认输出电压设置为 3.3V，工作输入电压范围为 1.8V 至 5.5V。在降压和升压模式下，输出电流为 2A 或更高。

内容

1 引言.....	3
2 安全说明.....	4
3 设置.....	5
4 用例说明.....	7
5 电路板布局.....	34
6 原理图和物料清单.....	38
7 修订历史记录.....	41

插图清单

图 4-1. 标准操作的快速启动连接.....	7
图 4-2. 备用电源方框图.....	8
图 4-3. 备用电源的快速启动连接.....	9
图 4-4. 预充电波形.....	10
图 4-5. 放电波形.....	10
图 4-6. 超级电容器电压监控器.....	11
图 4-7. 高侧恒流 LED 驱动器方框图.....	12
图 4-8. 高侧恒流 LED 驱动器的快速启动连接.....	12
图 4-9. 具有调光功能的高侧 LED 驱动器方框图.....	14
图 4-10. 具有调光功能的高侧 LED 驱动器的快速启动连接.....	14
图 4-11. 显示相对于 VREF 的 LED 电流的典型波形.....	15
图 4-12. 输入电流限制方框图.....	17
图 4-13. 输入电流限制的快速启动连接.....	18
图 4-14. 浪涌电流限制方框图.....	20
图 4-15. 延长软启动时间或限制浪涌电流的快速启动连接.....	20
图 4-16. 典型启动标准操作.....	21
图 4-17. 具有浪涌电流限制和软启动时间延长的典型启动.....	21
图 4-18. 两电平动态电压调节的方框图.....	23
图 4-19. 模拟动态电压调节的方框图.....	23
图 4-20. 动态电压调节的快速启动连接.....	23
图 4-21. 两电平电压调节的典型波形.....	24
图 4-22. 模拟动态电压调节的典型波形.....	24
图 4-23. 输出电压跟踪方框图.....	26
图 4-24. 输出电压跟踪的快速启动连接.....	26
图 4-25. 输出电压跟踪的典型波形.....	27
图 4-26. 旁路模式方框图.....	29
图 4-27. 旁路模式的快速启动连接.....	29

图 4-28. 旁路模式进入的典型波形.....	30
图 4-29. 旁路模式退出的典型波形.....	30
图 4-30. 精确启动方框图.....	31
图 4-31. 启动延迟方框图.....	31
图 4-32. 精确启动延迟的快速启动连接.....	31
图 4-33. 典型波形：精确启动.....	32
图 4-34. 典型波形：启动延迟.....	32
图 5-1. 装配层.....	34
图 5-2. 信号层 1.....	35
图 5-3. 信号层 2.....	36
图 5-4. 底层布线（镜像）.....	37
图 6-1. 原理图.....	38

表格清单

表 3-1. 连接器和跳线说明.....	5
表 4-1. 实现标准操作的跳线配置.....	7
表 4-2. 备用电源的跳线配置.....	9
表 4-3. 高侧恒流 LED 驱动器的跳线配置.....	12
表 4-4. 针对高侧恒流 LED 驱动器的建议.....	13
表 4-5. 具有调光功能的高侧 LED 驱动器的跳线配置.....	15
表 4-6. 针对具有调光功能的高侧 LED 驱动器的建议.....	15
表 4-7. 实现输入电流限制的跳线配置.....	18
表 4-8. 输入电流限制功能的建议.....	18
表 4-9. 延长软启动时间或限制浪涌电流的跳线配置.....	21
表 4-10. 延长软启动时间或限制浪涌电流的建议.....	21
表 4-11. 实现动态电压调节的跳线配置.....	23
表 4-12. 针对模拟电压调节功能的建议.....	24
表 4-13. 实现输出电压跟踪的跳线配置.....	26
表 4-14. 旁路模式的跳线配置.....	29
表 4-15. 实现精确启动延迟的跳线配置.....	31
表 6-1. 物料清单.....	39

商标

HodRod™ is a trademark of Texas Instruments.

所有商标均为其各自所有者的财产。

1 引言

德州仪器 (TI) 的 TPS63802 是一款采用 10 引脚、3mm × 2mm HodRod™ QFN 封装、具有内部补偿功能的高效、单电感器降压/升压转换器。

此专用硬件开发套件重点介绍了该器件系列的不同用例，提供的用例包括：

- 标准操作 ([节 4.1](#))
- 备用电源 ([节 4.2](#))
- 高侧 LED 驱动器 ([节 4.3](#))
- 具有调光选项的高侧 LED 驱动器 ([节 4.4](#))
- 输入电流限制 ([节 4.5](#))
- 延长软启动时间或限制浪涌电流 ([节 4.6](#))
- 数字电压调节 ([节 4.7](#))
- 输出电压跟踪 ([节 4.8](#))
- 旁路模式 ([节 4.9](#))
- 精确使能和启动延迟 ([节 4.10](#))

2 安全说明



CAUTION

请勿直视灯光，眼睛可能会受伤。

强光源由于其短暂的致盲性，很可能造成二次曝光。视敏度和残像会暂时降低，从而导致刺激、烦恼、视力障碍甚至事故，具体视情况而定。务必使用滤光/变暗防护眼镜，并在观察强光源时充分了解周围的实验室类型设置，最大限度地降低或消除此类风险，从而避免发生与暂时性失明相关的事故。

CAUTION

2 类危险本产品可能发出有害的光辐射。请勿直视灯光，眼睛可能会受伤。

- 请勿直视正在运行的 LED 灯 (0.75m 处为 2 类危险 (RG2))。
- 按照 IEC 62471 ed 1.0: 2006-07 (“灯和灯系统的光生物安全性”)，该产品被归类为 2 类危险。归类为 2 类危险的产品不会由于对非常亮的光源作出保护性反应或由于热不适而构成危害。
- 需要注意的是，在短距离内有意长时间盯着灯，可能会因视网膜蓝光危害而导致眼睛损伤。为了减少暴露于视网膜蓝光危害的可能性，操作员在操作时必须避免在 0.75m 或更近的距离处直视 LED 灯。

3 设置

本节介绍了如何正确使用 TPS63802HDKEVM。

3.1 连接器和跳线说明

表 3-1. 连接器和跳线说明

指示符	引脚	丝印名	说明
J1	1、2	VIN	连接输入电源的正输入
	3、4	S+、S-	输入电压感应连接。测量此时的输入电压。
	5、6	GND	输入电源的 VIN 和 GND 构成回路连接，与其他带有“GND”标签的引脚相同
J2	1、2	VOUT	输出电压连接
	3、4	S+、S-	VOUT 和 GND 检测线用于测量输出电容器的输出电压
	5、6	GND	输出电压的 VOUT 和 GND 构成回路连接，与其他带有“GND”标签的引脚相同
J3	1、2	VIN_MAIN	连接输入电源的正输入。仅用于备用电源用例
	3	ON	开漏输出低电平有效，U4 (LM66100) 禁用时下拉至低电平。启用芯片时为高阻态。
	4	CE	IC 启用 U4 时低电平有效。连接至 VOUT 可实现反向电流保护。
	5、6	GND	输入电源的 VIN 和 GND 构成回路连接，可实现备用电源功能。与其他带有“GND”标签的引脚相同
J4	1、2	VINLIM	连接输入电源的正输入。仅用于输入电流限制用例。
J5	1	GND	GND 测试点。与其他带有“GND”标签的引脚相同
	2	L1	TPS63802 L1 引脚测试点
J6	1	GND	GND 测试点。与其他带有“GND”标签的引脚相同
	2	L2	TPS63802 L2 引脚测试点
JP1	1、2、3	PFM、MODE、PWM	PFM/PWM 模式选择。短接引脚 1 和 2 进入省电模式，短接引脚 2 和 3 进入强制 PWM 模式。禁止处于悬空状态。
JP3	1	BPM	短接 JP3 引脚 3 和 JP1 引脚 2，使用旁路模式用例。
JP2	1、2、3	OFF、EN、ON	让中心引脚 EN 和 ON 之间的跳线短路以开启 TPS63802。让中心引脚 EN 和 OFF 之间的跳线短路以关闭 TPS63802。
JP4	1、2、3	EN、BYP、VIN	让中心引脚 EN 和 BYP 之间的跳线短路以开启 U9。让中心引脚 BYP 和 VIN 之间的跳线短路以关闭 U9。
JP5	1、2、3	CS、VOUT、DM	让中心引脚 VOUT 和 CS (恒定电流) 之间的跳线短路，启用具有高侧感应功能的 LED 驱动器。让中心引脚 VOUT 和 Dimming 之间的跳线短路，启用受电压控制的电流源功能。
JP6	1、2	GND、VSEL	GND 连接和两电平输出电压选择信号
JP7	1、2		让跳线短路以连接电源，实现输出电压跟踪功能
JP8	1、2	GND、VCTRL	GND 连接和外部电压基准连接
JP9	1、2	GND、VTRACK	GND 连接和外部电压基准连接
JP10	1、2		让跳线短路以连接 VIN 和理想二极管 U4 的输出引脚
JP11	1、2		让跳线短路以连接 VOUT 和理想二极管 U4 的输入引脚
JP12	1、2		让跳线短路以连接电源，实现高侧负载电流感应电路 U2
JP13	1、2		让跳线短路以连接电源，实现输入电流感应电路 U3
JP14	1、2		让跳线短路以连接 D4 阴极和 VIN，实现备用电源的预充电功能

表 3-1. 连接器和跳线说明 (continued)

指示符	引脚	丝印名	说明
JP15	1、2		让跳线短路以连接电源，实现运算放大器 U5 的 LED 调光功能
JP16	1、2		让跳线短路以连接超级电容器的正极和 VIN 引脚
JP17	1、2		让跳线短路以连接电源和超级电容器的电压监测器 U6
JP18	1	GND	GND 测试点。与其他带有“GND”标签的引脚相同
	2	VREF	连接可调电压源以调节 LED 灯亮度
TP1	1		反馈节点测试点连接
TP2	1	PG	电源正常 (PG) 测试点连接。如果需要该功能，则将 R4 设置为 100k Ω 。
S1	Pos 1		连接高侧电阻器和 FB 引脚
	Pos 2	FB_LED_ADJ	启用 LED 调光功能
	Pos 3	FB_LED_CONST	启用高侧 LED 驱动功能
	Pos 4	FB_SOFT_START	启用软启动和浪涌电流限制功能
	Pos 5	FB_INPUT_LIM	启用输入电流限制功能
	Pos 6	FB_DVS	启用数字电压调节功能
	Pos 7	FB_VTRACK	启用输出电压跟踪功能
	Pos 8		连接低侧电阻器和 FB 引脚

4 用例说明

本节说明了不同的板功能。它通过每个功能的标准连接图片和标准跳线配置表提供快速设置。此外，大多数用例都包含设计修改指南和典型性能图像。

4.1 标准操作

本节介绍了标准降压/升压操作，以及和 TPS63802EVM 类似的性能和特性。适用于测试电流能力、效率等基本性能。

根据图 4-1 或表 4-1 设置 EVM 跳线和多开关。将 EVM 配置为 PFM 已启动的 3.3V 输出电压。建议采用标准 TPS63802EVM 进行效率测试。

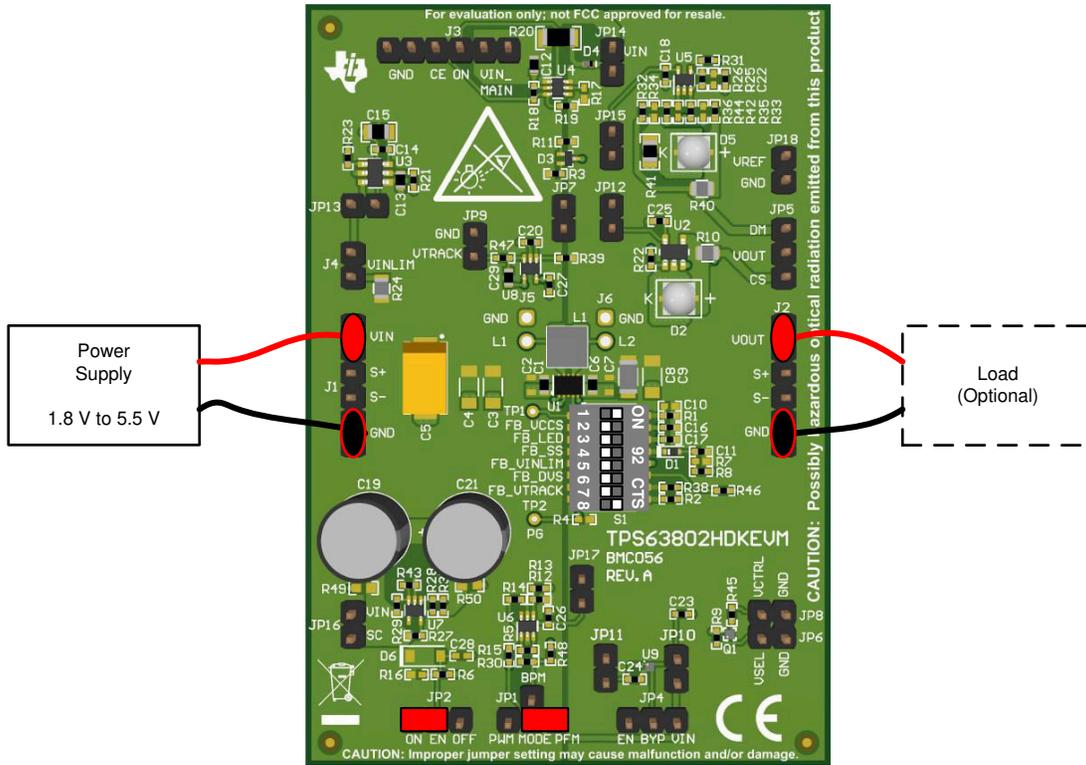


图 4-1. 标准操作的快速启动连接

表 4-1. 实现标准操作的跳线配置

指示符	引脚	引脚名称	说明
J1	1、2	VIN	连接电源设置在 1.8V 至 5.5V 之间的正极端子。
	5、6	GND	连接电源的 GND 端子。
J2	1、2	VOUT	连接负载的正极端子。
	5、6	GND	连接负载的 GND 端子。
JP1	1、2	PFM、MODE	引脚 1 和 2 短接以选择 PFM 模式。
JP2	2、3	EN、ON	引脚 2 和 3 短接以启用 TPS63802。
所有其他 JPx 和 Jx			请勿连接。
S1	Pos 1 和 Pos 8		设为 ON。
	所有其他		设为 OFF。

4.1.1 更多信息

参阅《具有小解决方案尺寸的 TPS63802 2A 高效率、低 IQ 降压/升压转换器》数据表和《TPS63802 EVM 用户指南》，了解更多信息。

4.2 备用电源

备用电源是主电源故障时为负载提供紧急电源的电力系统。适当的备用电源通过供应储存在备用电容器或电池中的能源，在主电源中断时提供瞬时保护，且无干扰。这种备用电源通常用于保护固态硬盘 (SSD)、车载诊断 (OBD)、存储系统等设备，这样一来，当电力意外中断时，这些设备不会发生故障或丢失数据。

图 4-2 所示为方框图以及各操作。TPS63802 降压/升压转换器双向运行，支持在输入和输出之间进行能量传输。因此，在标准操作期间，主电源直接为负载供电，备用电容器使用通过 TPS63802 降压/升压转换器的反向电流进行充电。在备份操作期间，降压/升压转换器从备用电容器向系统供电。

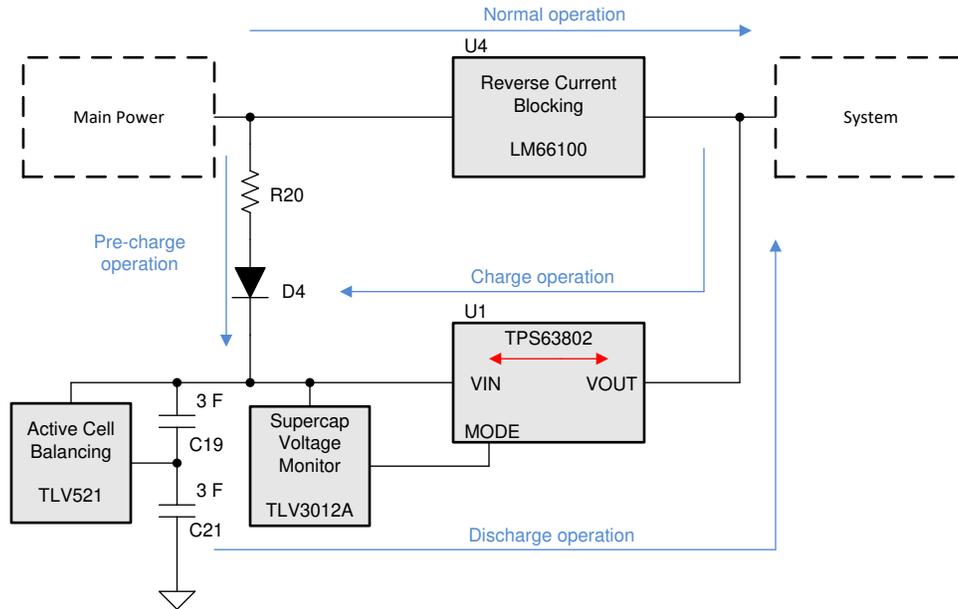


图 4-2. 备用电源方框图

4.2.1 设置

图 4-3 和 表 4-2 所示为跳线和 DIP 开关配置。根据这些配置，EVM 可用于验证备用电源的功能。

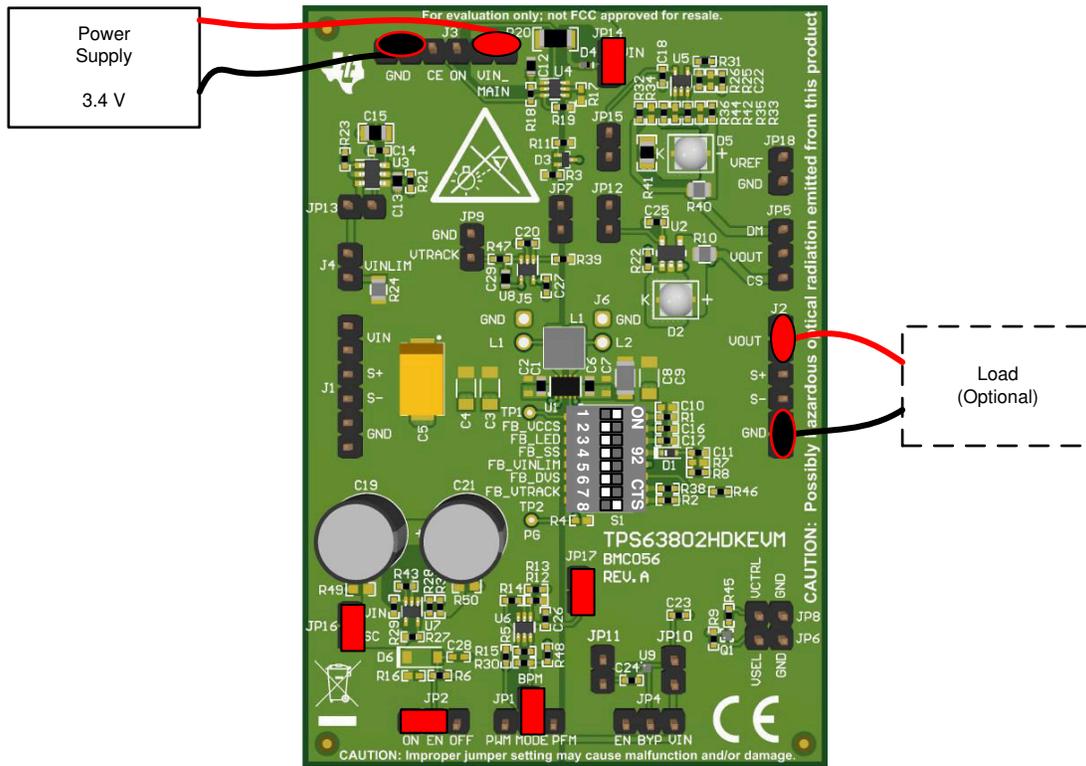


图 4-3. 备用电源的快速启动连接

表 4-2. 备用电源的跳线配置

指示符	引脚	引脚名称	说明
J2	1、2	VOUT	连接负载的正极端子。
	5、6	GND	连接负载的 GND 端子。
J3	1、2	VIN_MAIN	连接电源设置为 3.4V 的正极端子。
	5、6	GND	连接电源的 GND 端子。
JP1	JP1-2、JP3-1	BPM、MODE	JP1 引脚 2 (MODE) 和 JP3 引脚 1 (BPM) 短接。
JP2	2、3	EN、ON	引脚 2 和 3 短接以启用 TPS63802。
JP14	1、2		短接后，连接预充电路径和 VIN。
JP16	1、2		短接后，连接备用电容器和 VIN。
JP17	1、2		短接后，连接电源和备用电容器电压监测器。
所有其他 JPx 和 Jx			请勿连接。
S1	Pos 1 和 Pos 8		设为 ON。
	所有其他		设为 OFF。

4.2.2 典型性能

图 4-4 所示为备用电容器的预充电和充电波形。图 4-5 所示为备用操作。

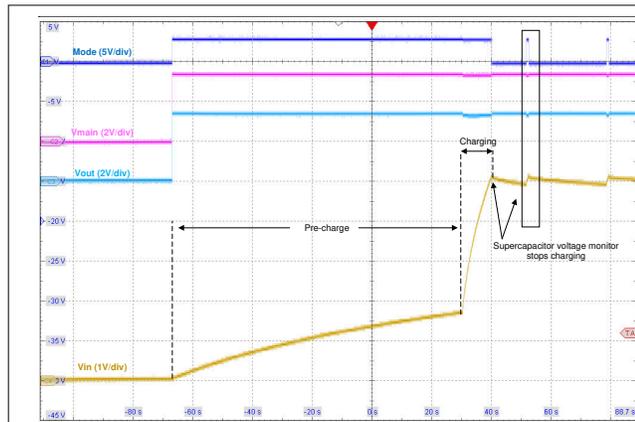


图 4-4. 预充电波形

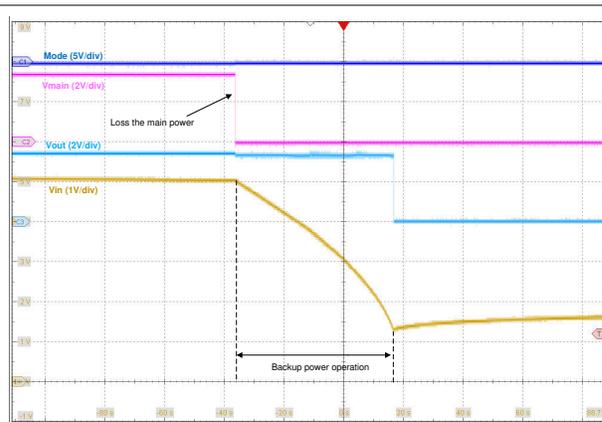


图 4-5. 放电波形

4.2.3 设计指南

本节介绍了如何修改 EVM 元件，从而支持不同的预充电电流或超级电容器最大充电电压。

4.2.3.1 更改 VIN_MAIN 电源电压

TPS63802 在 1.8V 的 VIN 低压下启动，标准操作期间可在最低 1.3V 电压下运行。但考虑到预充电二极管的压降，建议将 VIN_MAIN 值保持在 2.2V 以上。如果 VIN_MAIN 改变，TPS63802 的目标输出电压也需要更改。

该 EVM 的默认设置针对 VIN_MAIN = 3.4V 进行了优化。在备份操作期间，TPS63802 输出电压设置为 3.3V。

结合节 4.7 中说明的数字电压调节功能，可在备份操作期间将输出电压设置为等于 VIN_MAIN 值。

4.2.3.2 更改预充电电流

可使用以下公式计算预充电电流：

$$I_{pre} = \frac{VIN_{MAIN} - VIN - V_d}{R_{limit}} \quad (1)$$

VIN 上升期间电流会发生变化。如果 VIN 上升到足够高，则停止通过此路径的充电电流。初始启动时，超级电容器为空且 VIN 为零。因此、最大预充电电流为：

$$I_{pre} = \frac{VIN_{MAIN} - V_d}{R_{limit}} \quad (2)$$

4.2.3.3 更改超级电容器最大电压

修改 R12, R13 以将超级电容器最大电压 (V_{SC}) 改为：

$$V_{SC} = V_{ref} \frac{R12 + R13}{R13} \quad (3)$$

其中，V_{ref} 为 1.242V 的集成电压基准，V_{SC} 的默认值为 5V。修改 R14 和 R15 会改变充电/放电迟滞 (V_{hyst})。

$$V_{\text{hyst}} = V_+ \frac{R14}{R14 + R15} \quad (4)$$

其中， V_+ 为 TLV3012 的电源电压。假设 V_+ 为 3.4V，那么 V_{hyst} 等于 59mV。

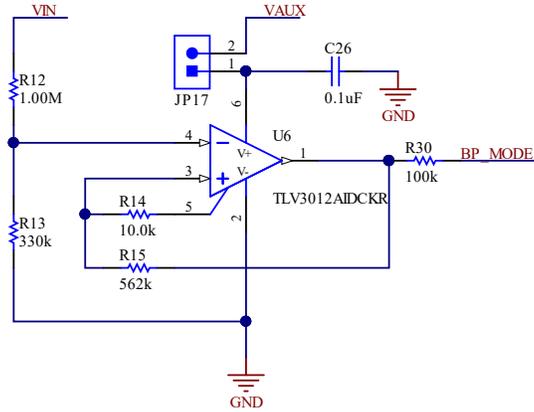


图 4-6. 超级电容器电压监控器

4.2.4 更多信息

有关特定应用的更多信息，请参阅以下应用报告：

- [具有限流功能的智能电表超级电容备用电源](#)
- [具有 TPS63802 的超级电容器备用电源](#)
- [高效备用电源](#)

4.3 高侧恒流 LED 驱动器

本章介绍了一种具有电流感应放大器的高侧 LED 驱动器解决方案，可通过恒流来驱动 LED。

基于该解决方案，LED 阴极直接接地。大多数 LED 使用阴极来散热，因此不需要接地隔离。这使得 LED 散热器的设计容易很多。

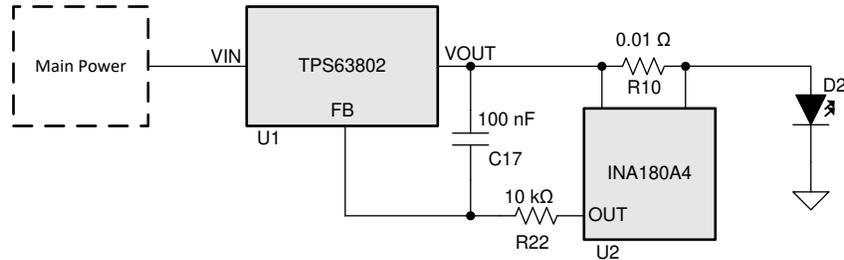


图 4-7. 高侧恒流 LED 驱动器方框图

4.3.1 设置

CAUTION

2 类危险本产品可能发出有害的光辐射。请勿直视灯光，眼睛可能会受伤。

图 4-8 和 表 4-3 所示为跳线和 DIP 开关配置。

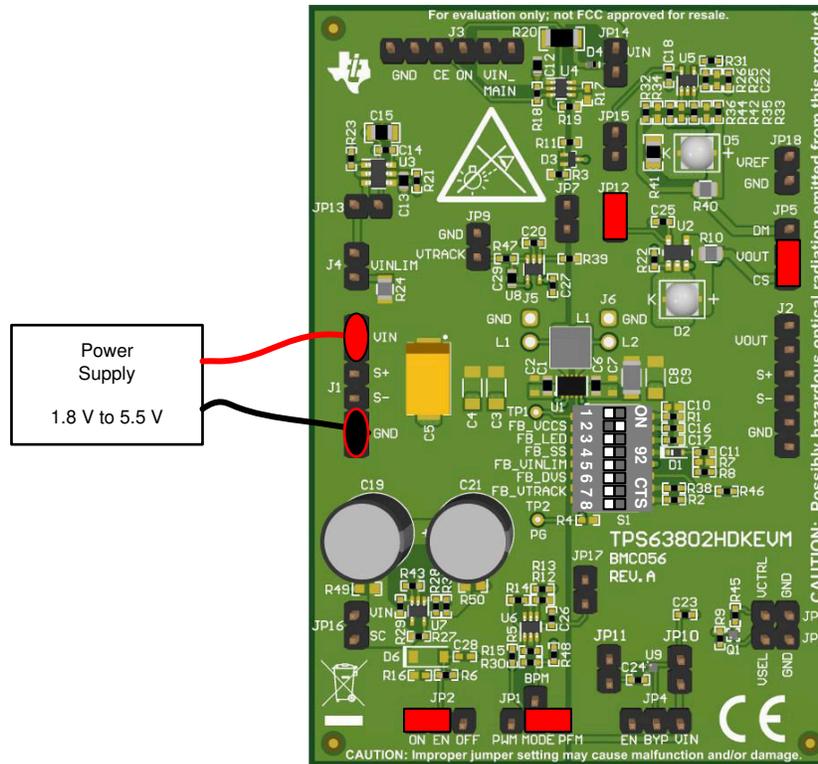


图 4-8. 高侧恒流 LED 驱动器的快速启动连接

表 4-3. 高侧恒流 LED 驱动器的跳线配置

指示符	引脚	引脚名称	说明
J1	1、2	VIN	连接电源设置在 1.8V 至 5.5V 之间的正极端子。
	5、6	GND	连接电源的 GND 端子。
JP1	1、2	PFM、MODE	引脚 1 和 2 短接以选择 PFM 模式。

表 4-3. 高侧恒流 LED 驱动器的跳线配置 (continued)

指示符	引脚	引脚名称	说明
JP2	2、3	EN、ON	引脚 2 和 3 短接以启用 TPS63802。
JP5	1、2	CS、VOUT	引脚 1 和 2 短接以连接 VOUT 和 D2。
JP12	1、2		短接后，连接电源和 U2。
所有其他 JPx 和 Jx			请勿连接。
S1	Pos 2		设为 ON。
	所有其他		设为 OFF。

4.3.2 典型性能

表 4-4. 针对高侧恒流 LED 驱动器的建议

参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
V _{IN}		1.8	3.3	5.5	V
I _{LED}			0.25		A

4.3.3 设计指南

本节介绍了如何修改 EVM，从而支持不同的 LED 电流。

4.3.3.1 改变 LED 电流

该设计的主要原理是使 INA180 的输出电压达到 TPS63802 FB 引脚的参考值。可使用以下公式计算 INA180 的输出电压 (V_{OUT;INA180A})：

$$V_{OUT;INA180} = V_{FB} = I_{LED} \times R10 \times \text{Gain} \quad (5)$$

当 INA180A4 的增益为 200、R10 为 0.01 Ω、V_{FB} = 0.5V 时，I_{LED} 的默认值为 0.25A。对于目标电流值 (I_{target})，更简单的方法是对感应电阻 (R10) 进行如下修改：

$$R10 = \frac{V_{FB}}{\text{Gain} \times I_{target}} \quad (6)$$

改变增益是另一种解决方案。INA180 具有数据表中所述的四个增益选项。

4.3.4 更多信息

有关特定应用的更多信息，请参阅以下文档：

- [《使用 TPS63xxx 降压/升压转换器来驱动 LED 的不同方法》应用报告](#)
- [《INAx180 低侧和高侧电压输出电流感应放大器》数据表](#)

4.4 具有调光功能的高侧 LED 驱动器

有些应用需要调节 LED 亮度。例如，在安防摄像头中，需要通过改变直流电流来对 LED 进行调光，避免在使用 PWM 调光时会出现的滚动快门效应。滚动快门效应可视为相机图像发生闪烁。为此，该解决方案通过来自 MCU 或处理器的信号控制通过 LED 的电流。一种常用的方法是使用基准电压控制 LED 电流来实现调光功能。

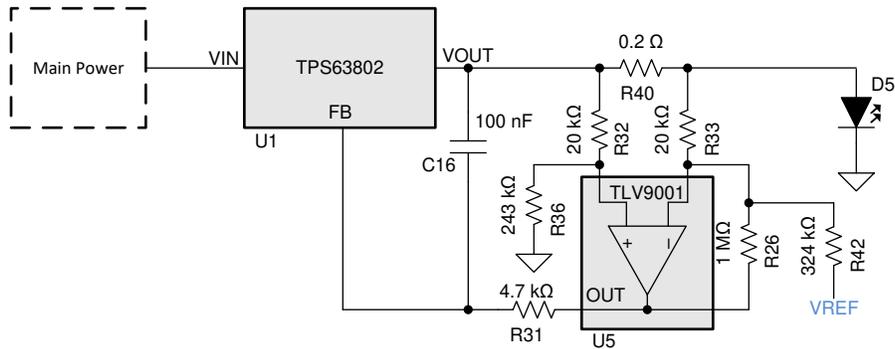


图 4-9. 具有调光功能的高侧 LED 驱动器方框图

4.4.1 设置

CAUTION

2 类危险本产品可能发出有害的光辐射。请勿直视灯光，眼睛可能会受伤。

图 4-10 和 表 4-5 所示为跳线和 DIP 开关配置。

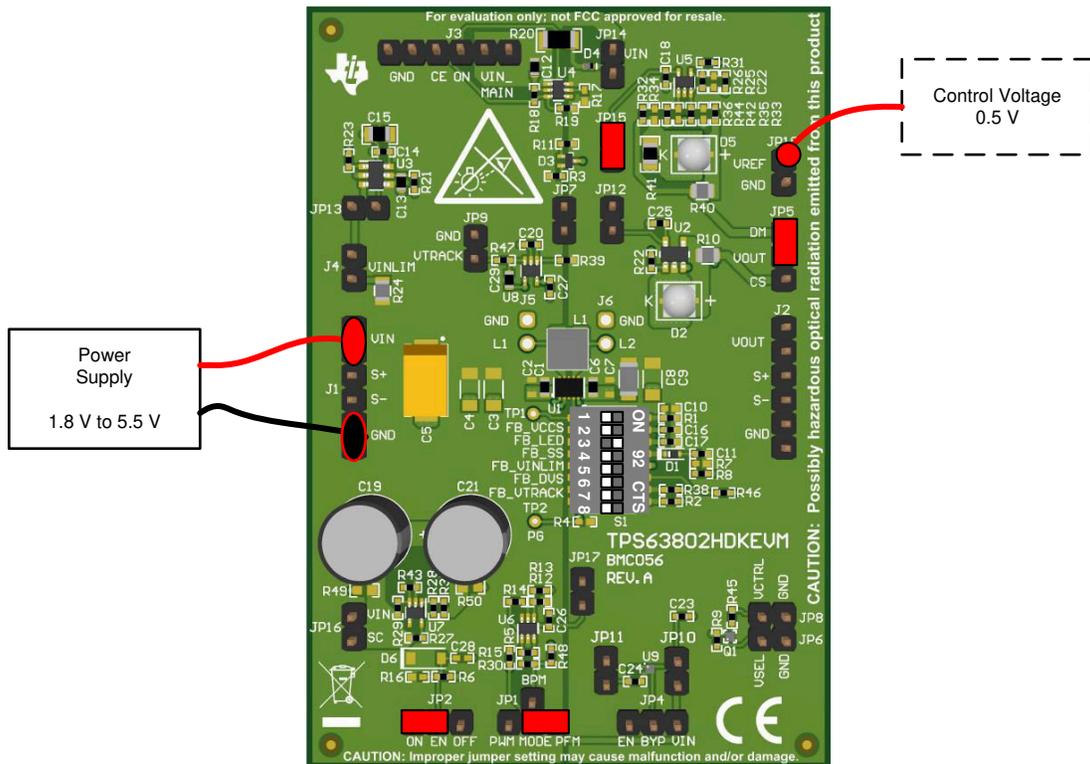


图 4-10. 具有调光功能的高侧 LED 驱动器的快速启动连接

表 4-5. 具有调光功能的高侧 LED 驱动器的跳线配置

指示符	引脚	引脚名称	说明
J1	1、2	VIN	连接电源设置在 1.8V 至 5.5V 之间的正极端子。
	5、6	GND	连接电源的 GND 端子。
JP1	1、2	PFM、MODE	引脚 1 和 2 短接以选择 PFM 模式。
JP2	2、3	EN、ON	引脚 2 和 3 短接以启用 TPS63802。
JP5	2、3	VOUT、DM	引脚 3 和 2 短接以连接 VOUT 和 D5。
JP15	1、2		短接电源和 U5。
JP18	1、2	GND、VREF	连接设置为 0.5V 的控制电压电源。将正极端子连接到引脚 2，GND 端子连接到引脚 1。
所有其他 JPx 和 Jx			请勿连接。
S1	Pos 3		设为 ON。
	所有其他		设为 OFF。

4.4.2 典型性能

图 4-11 所示为相对于控制电压 VREF (黄色) 的 LED 电流 (粉色)、输出电压 (深蓝色) 和反馈电压 (淡蓝色)。

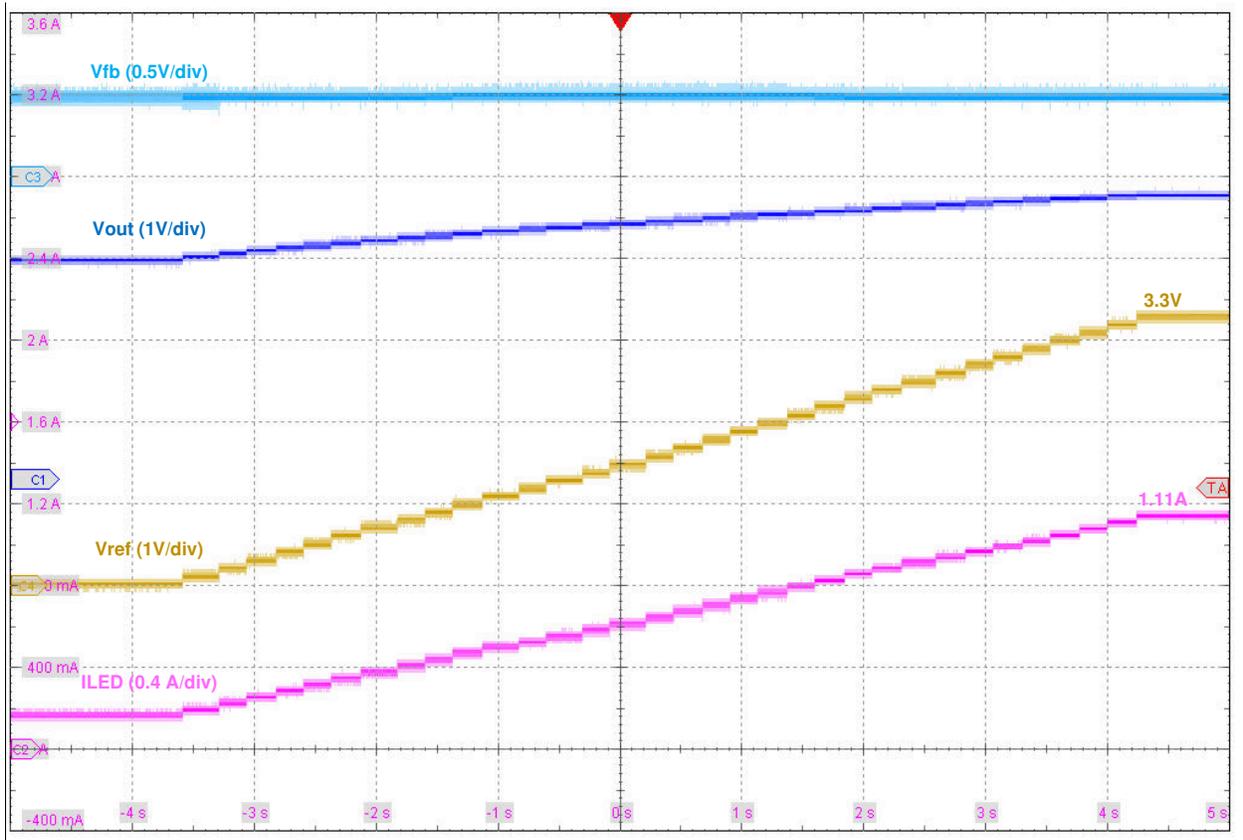


图 4-11. 显示相对于 VREF 的 LED 电流的典型波形

表 4-6. 针对具有调光功能的高侧 LED 驱动器的建议

参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
VIN		1.8	3.3	5.5	V
ILED	VREF = 0V		0.05		A
	VREF = 3V		1		A)

4.4.3 设计指南

本节介绍了如何修改 EVM，从而支持不同的 LED 电流。

4.4.3.1 改变 LED 电流

在该解决方案中，您可以使用一个被称为 V_{REF} 的直流电压基准信号来控制 LED 电流。可调节电流值有一个上下限值。根据《使用 TPS63xxx 降压/升压转换器来驱动 LED 的不同方法》应用报告， $V_{R_{sense}}$ 和其他参数之间的关系如下：

$$V_{R_{sense}} = \frac{R33}{R26} \times V_{FB} + \frac{R33}{R42} \times V_{REF} = I_{LED} \times R_{Sense} \quad (7)$$

其中

- $R_{Sense} = R40$

可使用以下公式计算 I_{LED} 的下限值：

$$I_{LED_min} = \frac{R33}{R26 \cdot R_{Sense}} \cdot V_{FB} + \frac{R33}{R42 \cdot R_{Sense}} \cdot V_{REF_Min} \quad (8)$$

可使用以下公式计算 I_{LED} 的上限值：

$$I_{LED_max} = \frac{R33}{R26 \cdot R_{Sense}} \cdot V_{FB} + \frac{R33}{R42 \cdot R_{Sense}} \cdot V_{REF_Max} \quad (9)$$

R26、R33、R40 和 R42 电阻器可灵活组合。 R_{Sense} 越小，功率损耗越低，同时 R_{Sense} 越小，精度也越低，这就需要具体要求进行权衡。

4.4.4 更多信息

有关特定应用的更多信息，请参阅以下应用报告：

- [使用 TPS63xxx 降压/升压转换器来驱动 LED 的不同方法](#)

4.5 输入电流限值

在降压/升压模式下，TPS63802 的集成峰值电流限值通常为 5A。在某些情况下，电流限值超过供电能力。对于原电池尤其如此。所以，加载大电流时，电源电压会下降。这会导致系统其他部分出现故障或阻止 TPS63802 启动。

本章介绍了如何使用电流感应放大器来限制输入电流。

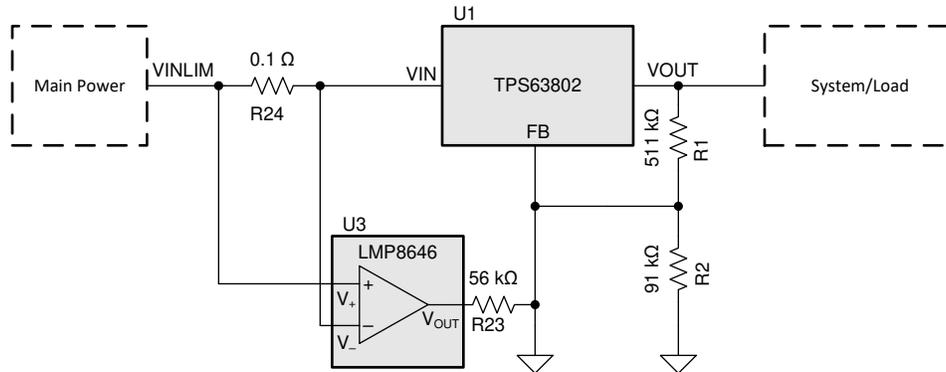


图 4-12. 输入电流限制方框图

4.5.1 设置

图 4-13 和 表 4-7 显示跳线和拨动开关配置。

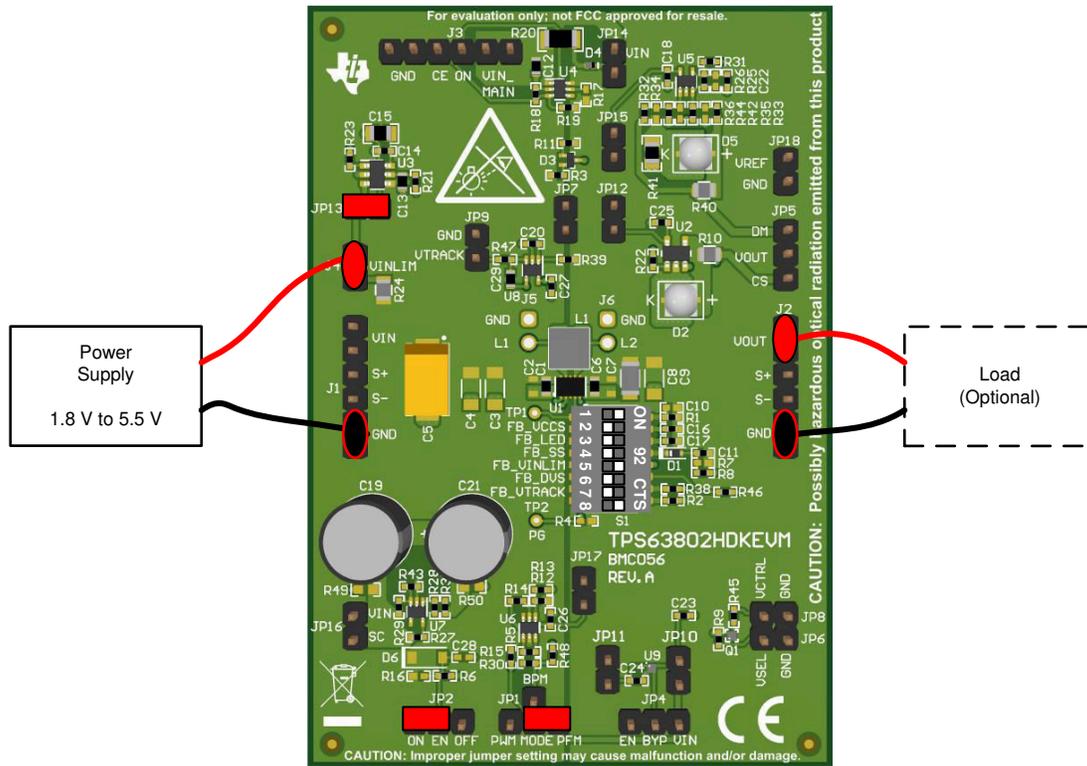


图 4-13. 输入电流限制的快速启动连接

表 4-7. 实现输入电流限制的跳线配置

指示符	引脚	引脚名称	说明
J1	1、2	VIN	请勿连接。
	5、6	GND	连接电源的 GND 端子。
J2	1、2	VOUT	连接负载的正极端子。
	5、6	GND	连接负载的 GND 端子。
J4	1、2	VINLIM	连接电源设置在 1.8V 至 5.5V 之间的正极端子。
JP1	1、2	PFM、MODE	引脚 1 和 2 短接以选择 PFM 模式。
JP2	2、3	EN、ON	引脚 2 和 3 短接以启用 TPS63802。
JP13	1、2		短接后，连接电源和 U3。
所有其他 JPx 和 Jx			请勿连接。
S1	Pos 1、Pos 5 和 Pos 8		设为 ON。
	所有其他		设为 OFF。

4.5.2 典型性能

表 4-8. 输入电流限制功能的建议

参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
VIN		1.8	3.3	5.5	V
VOUT	输入电流 < 0.1A		3.3		V
输入电流	取决于外部负载	0		0.1	A

4.5.3 设计指南

本节介绍了如何修改 EVM 元件，从而更改输入电流限值。

4.5.3.1 更改输入电流限值

根据 LMP8646 电流限制器的数据表，采用以下公式计算 LMP8646 的输出电压：

$$V_{\text{OUT_LMP}} = (R_{\text{Sense}} \times I_{\text{Sense}}) \times \text{Gain} \quad (10)$$

其中

- $R_{\text{Sense}} = R24$
- $\text{Gain} = R21/R_{\text{in}}$
- LMP8646 中集成了 $R_{\text{in}} (5\text{k}\Omega)$ 。

当电流达到 I_{limit} 时， $V_{\text{out_LMP}}$ 达到 TPS63802 的目标值 0.5V。

$$I_{\text{limit}} = \frac{0.5\text{ V} \times 5\text{ k}\Omega}{R24 \times R21} \quad (11)$$

对于大多数应用，通过调节 R_{Sense} 值实现 100mV 至 200mV 的 V_{Sense} ，可获得更出色的性能。

4.5.4 更多信息

有关特定应用的更多信息，请参阅以下应用报告或数据表：

- [《在不使用软启动引脚的情况下延长软启动时间》应用报告](#)
- [《LMP8646 精密限流器》数据表](#)

4.6 延长软启动时间以限制浪涌电流

如前一章所述，某些电源无法提供高电流。如果直流/直流转换器需要加载高输出电容，浪涌电流会超过电源的限制，则启动尤其成问题。这会导致电压下降，从而可能引起系统故障。

该电路通过延长软启动时间来限制浪涌电流，而不限制直流输出电流。这样，启动时的电路峰值电流会降低，同时仍允许更高的直流输出电流。

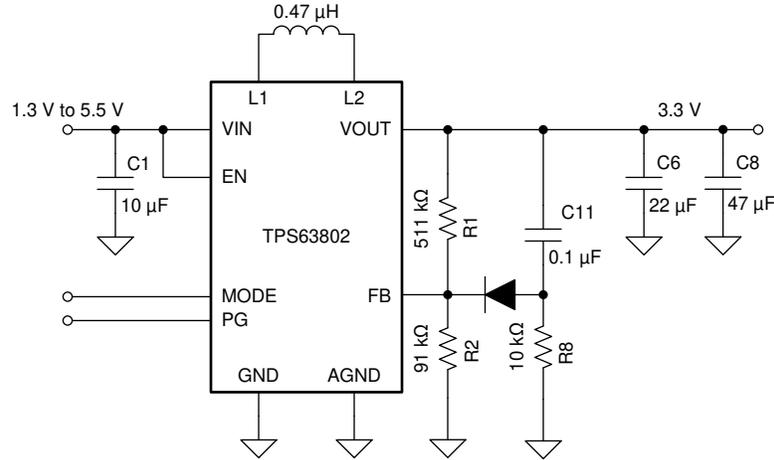


图 4-14. 浪涌电流限制方框图

4.6.1 设置

图 4-15 和 表 4-9 所示为跳线和 DIP 开关配置。

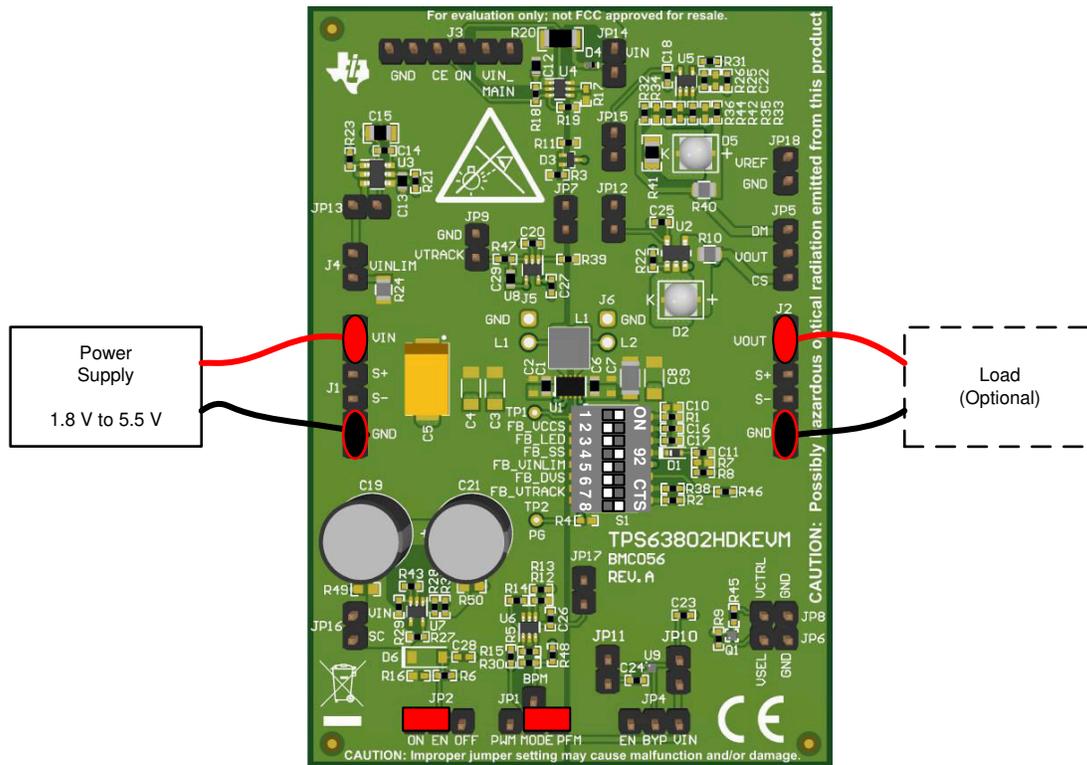


图 4-15. 延长软启动时间或限制浪涌电流的快速启动连接

表 4-9. 延长软启动时间或限制浪涌电流的跳线配置

指示符	引脚	引脚名称	说明
J1	1、2	VIN	连接电源设置在 1.8V 至 5.5V 之间的正极端子。
	5、6	GND	连接电源的 GND 端子。
J2	1、2	VOOUT	连接负载的正极端子。
	5、6	GND	连接负载的 GND 端子。
JP1	1、2	PFM、MODE	引脚 1 和 2 短接以选择 PFM 模式。
JP2	2、3	EN、ON	引脚 2 和 3 短接以启用 TPS63802。
所有其他 JPx 和 Jx			请勿连接。
S1	Pos 1、Pos 4 和 Pos 8		设为 ON。
	所有其他		设为 OFF。

4.6.2 典型性能

本节介绍了启动时的标准操作和附加无源浪涌电流限制电路之间的区别。

表 4-10 总结了此 EVM 在具有 30Ω 负载的两种工作模式下的典型性能。

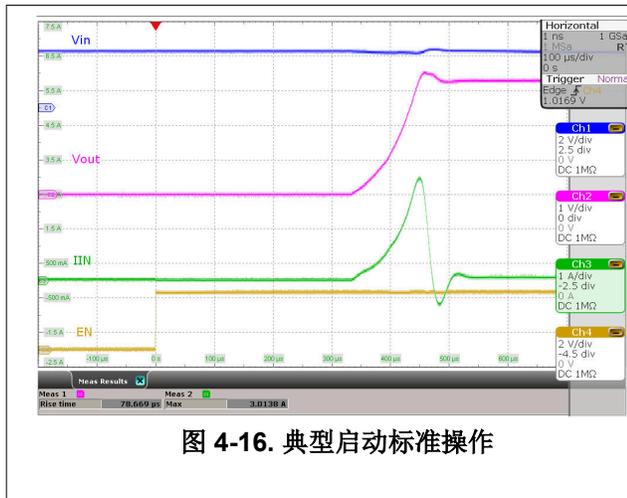


图 4-16. 典型启动标准操作

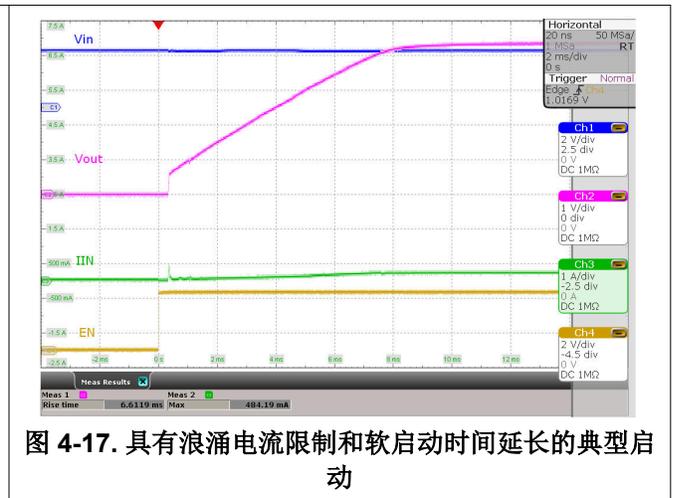


图 4-17. 具有浪涌电流限制和软启动时间延长的典型启动

表 4-10. 延长软启动时间或限制浪涌电流的建议

参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
VIN		1.8	3.3	5.5	V
浪涌电流	标准操作, C6 = 22μF, C8 = 47μF, R _{Load} = 30Ω		3.0		A
软启动时间			78		μs
浪涌电流	软启动操作, C6 = 22μF, C8 = 47μF, R _{Load} = 30Ω, R8 = 10kΩ, C11 = 100nF		0.48		A
软启动时间				6612	

4.6.3 设计指南

软启动时间大约与 R8 和 C11 的乘积成正比。随着该乘积的增加, 软启动时间更长并且浪涌电流更小。如果该乘积过低, 几乎不会增加任何软启动时间。

有必要通过实验室验证确保, 在元件随容差和温度变化的过程中, 具有给定输出电容和负载的给定系统具有特定的软启动时间。

4.6.4 更多信息

有关特定应用的更多信息，请参阅以下应用报告：

- [在不使用软启动引脚的情况下延长软启动时间](#)

4.7 动态电压调节

本章讨论了两个解决方案：一种是两电平电压选择，另一种是模拟信号控制。两者都旨在实现运行过程中输出电压目标的动态变化。

区别在于“两电平电压选择”是用数字信号控制 FET，并且只有两个目标选择；而“模拟信号控制”使用 DAC 或其他模拟基准电压，It can control the output voltage with multiple target values within the available range.

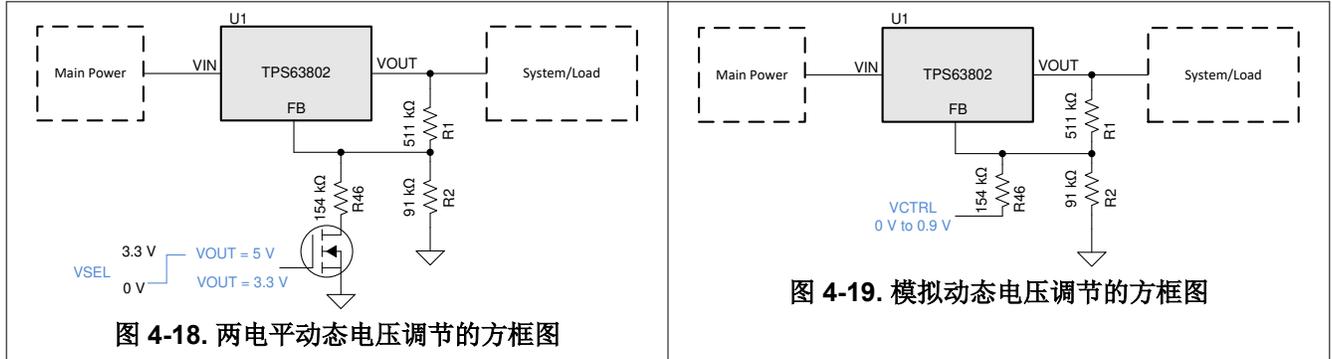


图 4-18. 两电平动态电压调节的方框图

图 4-19. 模拟动态电压调节的方框图

4.7.1 设置

图 4-20 和 表 4-11 所示为跳线和 DIP 开关配置。

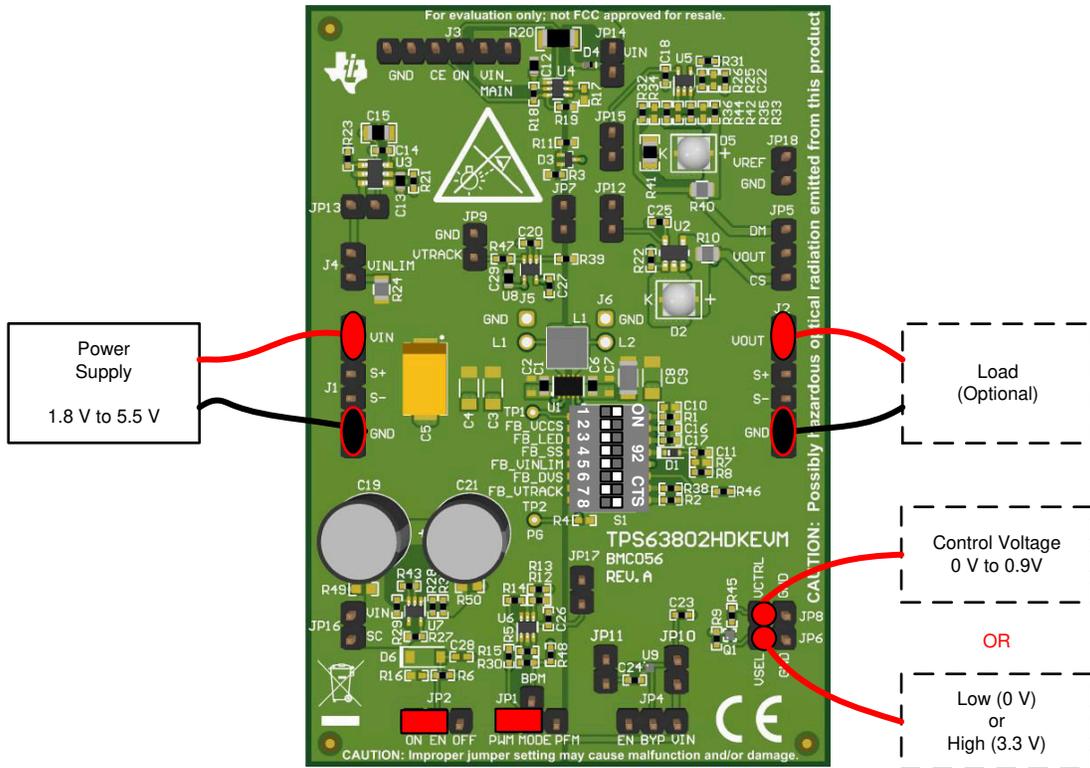


图 4-20. 动态电压调节的快速启动连接

表 4-11. 实现动态电压调节的跳线配置

指示符	引脚	引脚名称	说明
J1	1、2	VIN	连接电源设置为 3.3V 的正极端子。
	5、6	GND	连接电源的 GND 端子。
J2	1、2	VOUT	连接负载的正极端子。
	5、6	GND	连接负载的 GND 端子。

表 4-11. 实现动态电压调节的跳线配置 (continued)

指示符	引脚	引脚名称	说明
JP1	2、3	MODE、PWM	引脚 2 和 3 短接以将 TPS63802 设置为强制 PWM 模式。
JP2	2、3	EN、ON	引脚 2 和 3 短接以启用 TPS63802。
JP6	1、2	GND、VSEL	两电平电压选择：将高 (3.3V) 或低电平 (0V) 信号连接到引脚 2。请勿连接 JP8。(1)
JP8	1、2	GND、VCTRL	模拟电压控制：连接 0V 至 0.9V 之间的模拟控制电压。请勿连接 JP6。(1)
所有其他 JPx 和 Jx			请勿连接。
S1	Pos 1、Pos 6 和 Pos 8		设为 ON。
	所有其他		设为 OFF。

(1) 仅使用两个功能的其中之一，请勿连接其他跳线。

4.7.2 典型性能

图 4-21 所示为两电平电压调节模式的典型性能。当 VSEL 处于低电平时，VOUT 等于 3.3V；当 VSEL 处于高电平时，VOUT 等于 5V。

图 4-22 所示为模拟动态电压调节的典型性能。VOUT 根据某个系数跟随外部 VCTRL 信号。

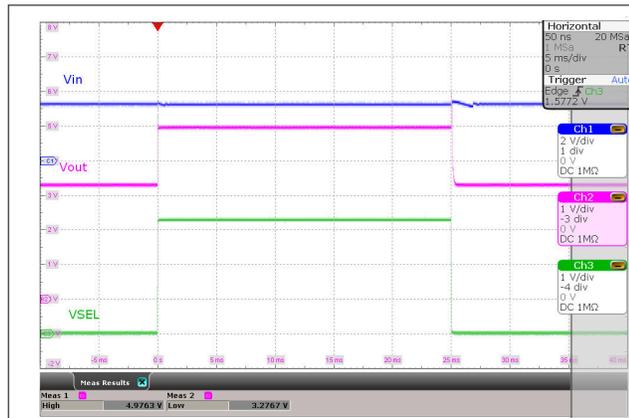


图 4-21. 两电平电压调节的典型波形

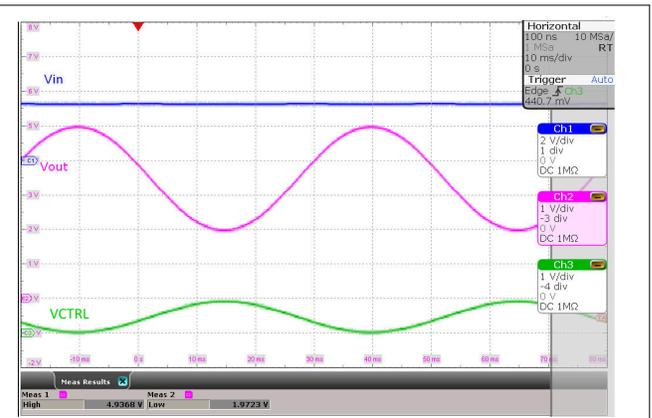


图 4-22. 模拟动态电压调节的典型波形

表 4-12. 针对模拟电压调节功能的建议

参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
VIN		1.8	3.3	5.5	V
VOUT	两电平电压调节 VSEL 处于低电平		3.3		V
VOUT	两电平电压调节 VSEL 处于高电平		5.0		V
VCTRL	模拟动态电压调节	0		0.9	V

4.7.3 设计指南

本节介绍了如何修改 EVM 元件，从而支持不同的输出电压电平。

4.7.3.1 更改 VOUT 目标值实现两种电平选项

在这种情况下，输出电压有一个较高的目标值和一个较低的目标值。

$$V_{\text{LOW}} = V_{\text{FB}} \times \frac{R1 + R2}{R2} \quad (12)$$

$$V_{\text{High}} = V_{\text{FB}} \times \frac{R1 + R_p}{R_p} \quad (13)$$

其中

- $R_p = R2 \parallel R46$

一种更简单的方法是先使用 R1 和 R2 设计较低的目标电压值，然后，根据 R46 计算高目标电压值。

4.7.3.2 更改 VOUT 目标值实现模拟信号控制

在这种情况下，VOUT 目标值由 R1、R2、R46 和 VCTRL 决定。

$$R2 = -V_{\text{FB}} \times R1 \times \frac{V_{\text{CTRLLOW}} - V_{\text{CTRLHI}}}{(V_{\text{OUTLOW}} - V_{\text{OUTH}} + V_{\text{CTRLLOW}} - V_{\text{CTRLHI}}) \times V_{\text{FB}} - (V_{\text{CTRLLOW}} \times V_{\text{OUTLOW}}) + (V_{\text{CTRLHI}} \times V_{\text{OUTH}}} \quad (14)$$

$$R46 = R2 \times R1 \times \frac{V_{\text{CTRLHI}} - V_{\text{FB}}}{(R2 \times V_{\text{FB}}) + (R1 \times V_{\text{FB}}) - (R2 \times V_{\text{OUTLOW}}} \quad (15)$$

点击[这里](#)下载用于计算电阻值的工具：[使用 DAC 进行输出电压调整的设计工具](#)

4.7.4 更多信息

有关特定应用的更多信息，请参阅以下应用报告：

- [采用 TPS63000 的动态可调输出](#)
- [适用于直流/直流转换器的输出电压调整方法](#)
- [使用 DAC 进行输出电压调整的设计工具](#)

4.8 输出电压跟踪

对于一些非板载传感器和模块，系统必须特别考虑其电源的保护和输出精度。在这些系统中，电源通过一条与主板相连的长电缆供电。系统需要实施保护机制来保护板载元件免受损坏，同时保持非板载和主电源之间的低电压跟踪容差。图 4-23 所示为电压跟踪用例的方框图。

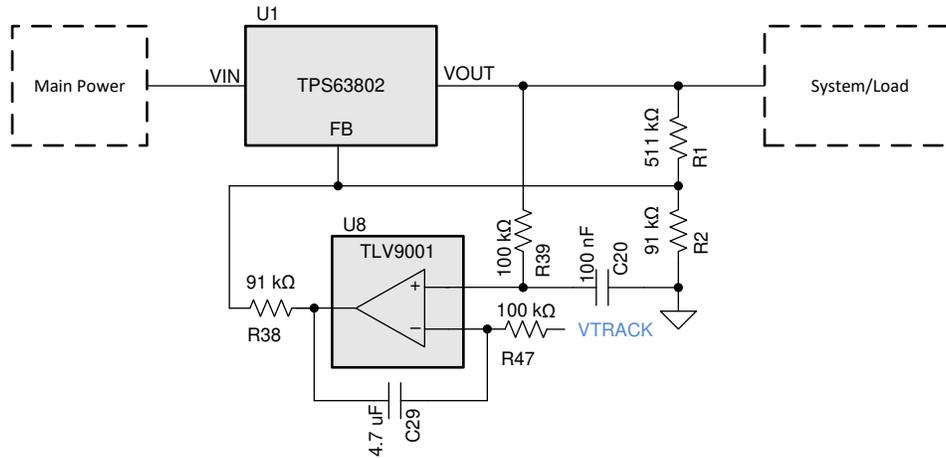


图 4-23. 输出电压跟踪方框图

4.8.1 设置

图 4-24 和表 4-13 所示为跳线和 DIP 开关配置。

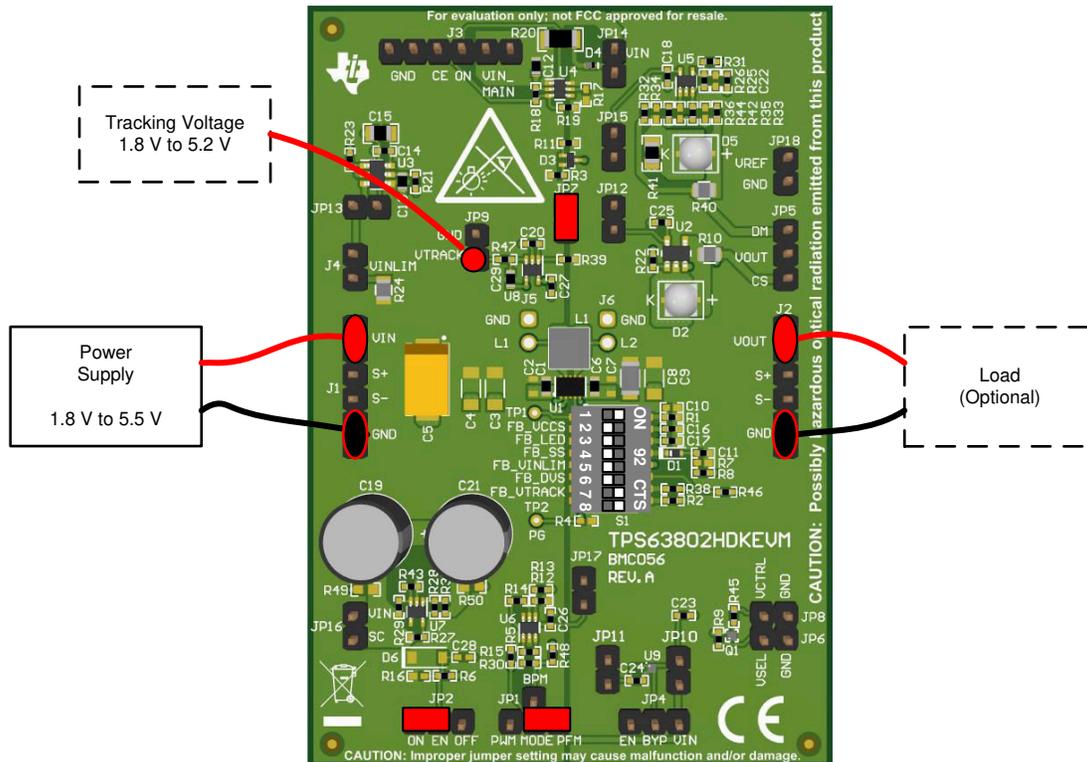


图 4-24. 输出电压跟踪的快速启动连接

表 4-13. 实现输出电压跟踪的跳线配置

指示符	引脚	引脚名称	说明
J1	1、2	VIN	连接电源设置在 1.8V 至 5.5V 之间的正极端子。
	5、6	GND	连接电源的 GND 端子。

表 4-13. 实现输出电压跟踪的跳线配置 (continued)

指示符	引脚	引脚名称	说明
J2	1、2	VOUT	连接负载的正极端子。
	5、6	GND	连接负载的 GND 端子。
JP1	1、2	PFM、MODE	引脚 1 和 2 短接以选择 PFM 模式。
JP2	2、3	EN、ON	引脚 2 和 3 短接以启用 TPS63802。
JP7	1、2		短接后，连接电源和 U8。
JP9	1、2	GND、VTRACK	连接跟踪电压 (1.8V 至 5.2V) 以设置输出电压。
所有其他 JPx 和 Jx			请勿连接。
S1	Pos 1、Pos 7 和 Pos 8		设为 ON。
	所有其他		设为 OFF。

4.8.2 典型性能

图 4-25 所示为输出电压跟踪的默认 EVM 性能。此处，VTRACK (绿色信号) 表示具有 2V 振幅、3V 失调电压和 10s 周期的正弦波。输出电压跟随 VTRACK 有轻微的相移。

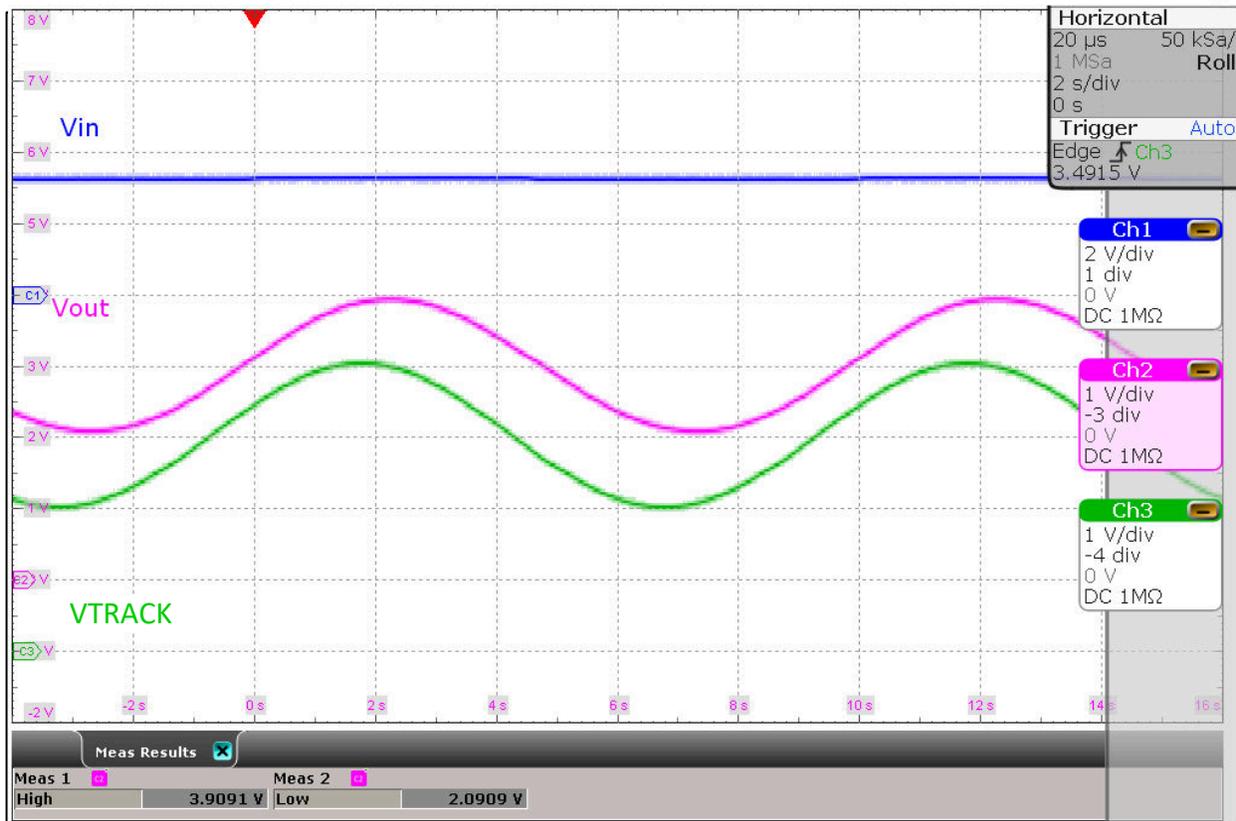


图 4-25. 输出电压跟踪的典型波形

4.8.3 设计指南

本节介绍了如何修改 EVM 元件，从而支持不同的跟踪速度。

4.8.3.1 调整响应速度

U8 运算放大器与 R47 和 C29 一同形成一个积分器。将 TPS63802 的输出电压和参考电压 VTRACK 之间的任何差异合并并通过 R38 馈送到 TPS63802 的反馈节点。这与动态电压调节类似，该差异就是有一个有源反馈确保输出电压等于 VTRACK。此外，借助精确的参考电压，输出电压精度可提升，达到超出 TPS63802 能力的水平。

若要调整跟踪速度，可通过调整 R47 和 C29 的值来改变积分常数。如有必要，可过滤 VOUT 的 R39 和 C20 的值也必须重新调整。

4.8.4 更多信息

有关特定应用的更多信息，请参阅以下应用报告：

- [电压跟踪 LDO 的各种应用](#)

4.9 旁路模式

借助高效率和 11 μ A 的低 I_q ，TPS63802 适用于节能应用。有些应用要求待机电流、甚至是 I_q 更低，这可通过将低 I_q 负载开关与 TPS63802 并联来实现。TPS63802 可在低负载条件下关断。使用以下器件后，关断电流只有 45nA。此时，系统由主电源直接通过负载开关供电。这样不仅降低了功率损耗，而且提高了系统效率并增加了运行时间。

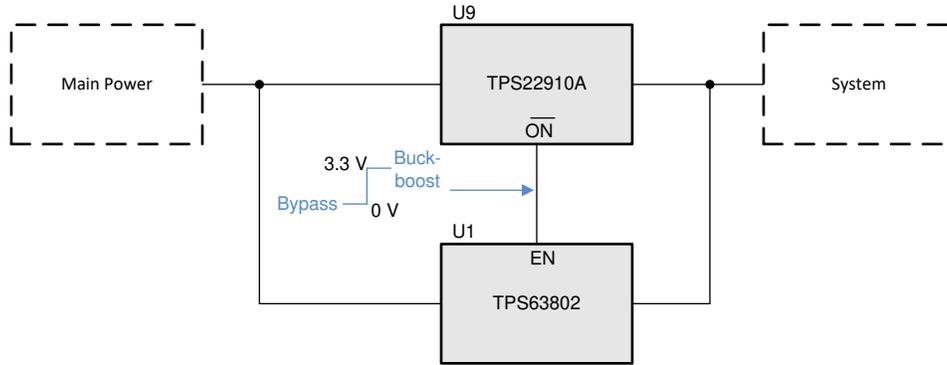


图 4-26. 旁路模式方框图

4.9.1 设置

图 4-27 和 表 4-14 所示为跳线和 DIP 开关配置。

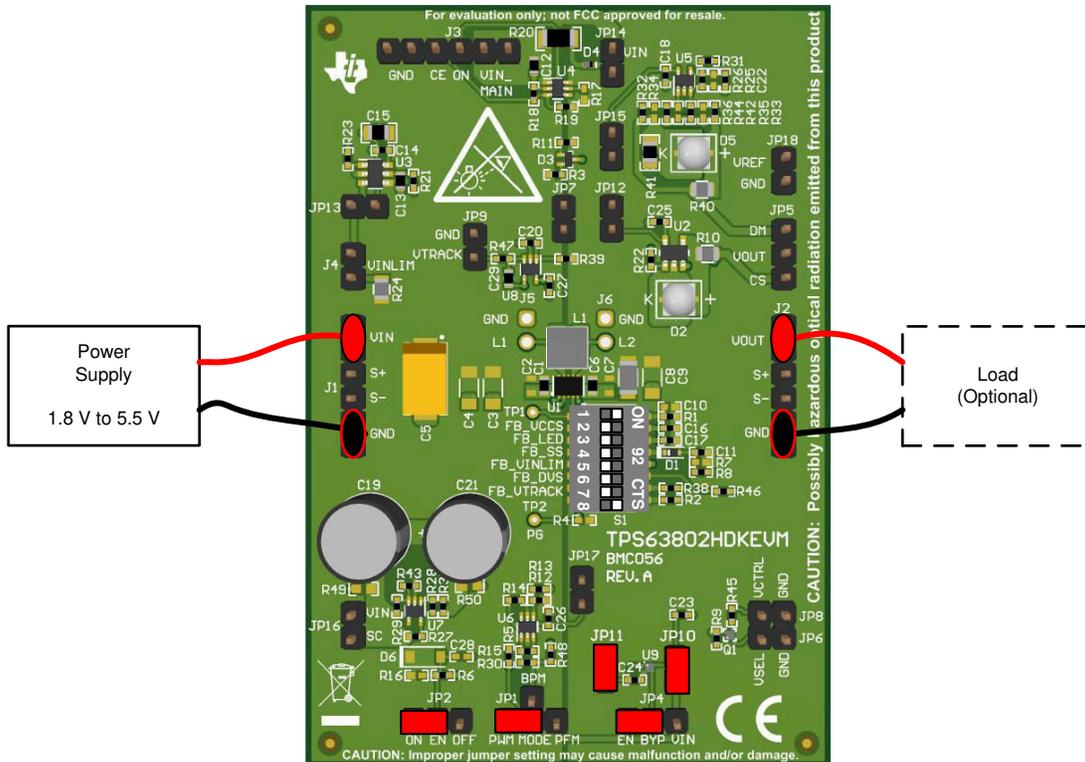


图 4-27. 旁路模式的快速启动连接

表 4-14. 旁路模式的跳线配置

指示符	引脚	引脚名称	说明
J1	1、2	VIN	连接电源设置在 1.8V 至 5.5V 之间的正极端子。
	5、6	GND	连接电源的 GND 端子。

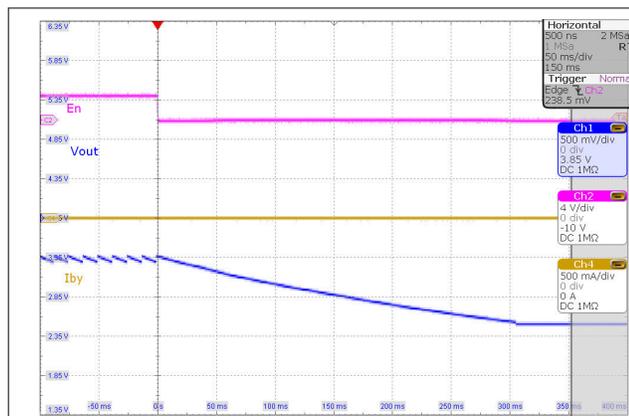
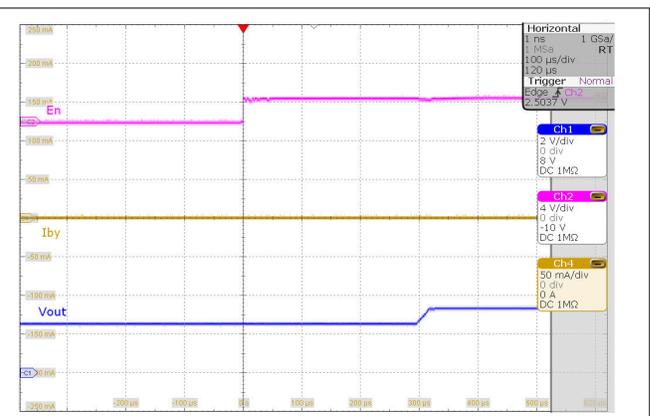
表 4-14. 旁路模式的跳线配置 (continued)

指示符	引脚	引脚名称	说明
J2	1、2	VOUT	连接负载的正极端子。
	5、6	GND	连接负载的 GND 端子。
JP1	2、3	MODE、PWM	引脚 2 和 3 短接以启用强制 PWM 模式。
JP2	1、2 或 2、3	OFF、EN 或 EN、ON	引脚 1 和 2 短接以启用旁通功能 (TPS63802 已禁用)。 引脚 2 和 3 短接以启用 TPS63802。
JP4	1、2	EN、BYP	引脚 1 和 2 短接以启用 U9。
JP10	1、2		短接后, 连接 VIN 和 U9。
JP11	1、2		短接后, 连接 U9 和 VOUT。
所有其他 JPx 和 Jx			请勿连接。
S1	Pos 1 和 Pos 8		设为 ON。
	所有其他		设为 OFF。

4.9.2 典型性能

图 4-28 所示为 VIN 设置为 2.5V 时从运行模式到旁路模式的转换。

图 4-29 所示为从旁路模式到运行模式的转换。


图 4-28. 旁路模式进入的典型波形

图 4-29. 旁路模式退出的典型波形

4.10 精确启动和启动延迟

有时，直流/直流转换器在接入输入电压后，需要延迟一段时间才启动。例如，有些处理器对不同的电压域进行特定加电排序。使用延迟启动的另一个原因是为了分散因多个直流/直流转换器启动而产生的浪涌电流峰值。

在某些电池应用中，需要通过精确的欠压锁定来防止过放电损坏电池。

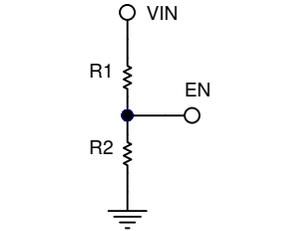


图 4-30. 精确启动方框图

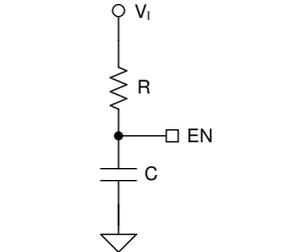


图 4-31. 启动延迟方框图

4.10.1 设置

图 4-32 和表 4-15 所示为跳线和 DIP 开关配置。

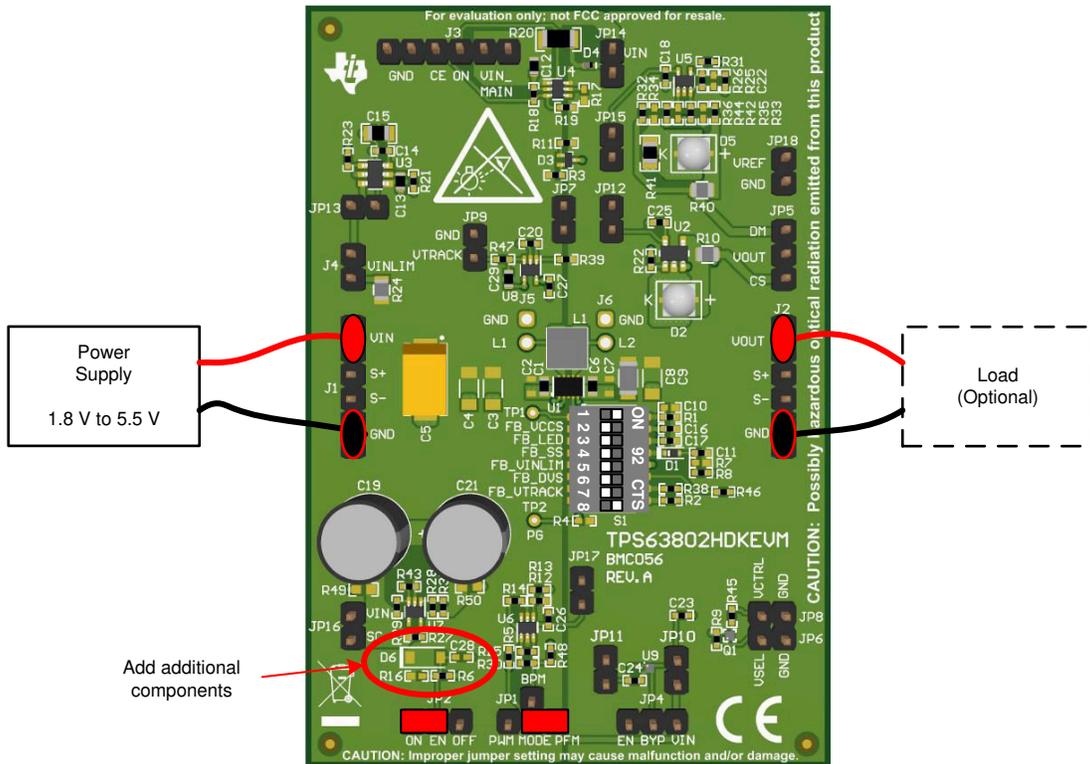


图 4-32. 精确启动延迟的快速启动连接

表 4-15. 实现精确启动延迟的跳线配置

指示符	引脚	引脚名称	说明
J1	1、2	VIN	连接电源设置在 1.8V 至 5.5V 之间的正极端子。
	5、6	GND	连接电源的 GND 端子。
J2	1、2	VOUT	连接负载的正极端子。
	5、6	GND	连接负载的 GND 端子。
JP1	1、2	PFM、MODE	引脚 1 和 2 短接以选择 PFM 模式。
JP2	2、3	EN、ON	引脚 2 和 3 短接以启用 TPS63802。

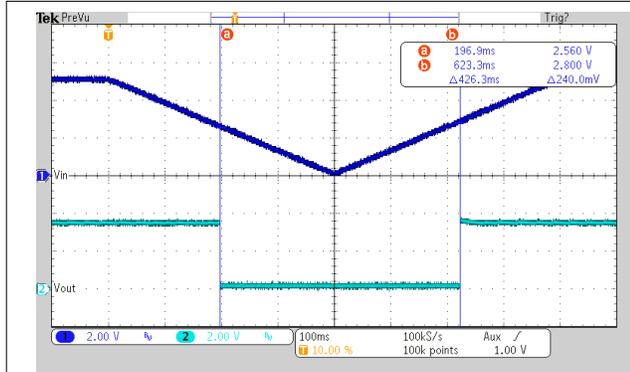
表 4-15. 实现精确启动延迟的跳线配置 (continued)

指示符	引脚	引脚名称	说明
所有其他 JPx 和 Jx			请勿连接。
S1	Pos 1 和 Pos 8		设为 ON。
	所有其他		设为 OFF。
R6、R16、C28、D6			需要焊接额外元件。

4.10.2 典型性能

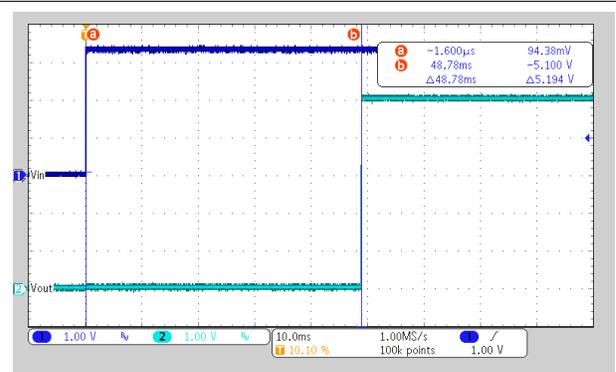
图 4-33 所示为按特定电平编程的精确禁用和启用曲线。给定元件的禁用电压电平为 2.5V，启用电平为 2.8V。

图 4-34 所示为 48ms 的启动延迟。



A. R1 = 75kΩ, R2 = 49.9kΩ

图 4-33. 典型波形：精确启动



A. R = 1.2MΩ, C = 100nF

图 4-34. 典型波形：启动延迟

4.10.3 设计指南

本节介绍了如何修改 EVM 元件，从而支持不同的截止值和延迟时间。

4.10.3.1 更改截止值

方程式 16 计算转换器关闭时的最低电源电压：

$$V_{IT-} = V_{IT-(EN)} \left(1 + \frac{R1}{R2} \right) \quad (16)$$

方程式 17 计算转换器开启时的最高电源电压：

$$V_{IT+} = V_{IT+(EN)} \left(1 + \frac{R1}{R2} \right) \quad (17)$$

4.10.3.2 更改延迟时间

若已知器件 EN 引脚 $V_{TH;EN}$ 的阈值电压，则使用方程式 18 计算启动延迟 t_d 。

$$t_d = R \cdot C \cdot \ln \left(\frac{V_i}{V_i - V_{TH;EN}} \right) \quad (18)$$

4.10.4 更多信息

有关特定应用的更多信息，请参阅以下应用报告：

- [使用具有精密电压阈值的使能引脚实现精密启动延迟](#)
- [使用精密阈值使能引脚防止电池过度放电](#)

5 电路板布局

本节介绍了 TPS63802HDKEVM 电路板布局。

5.1 布局

图 5-1 至 图 5-4 所示为 TPS63802HDKEVM 印刷电路板 (PCB) 的电路板布局。

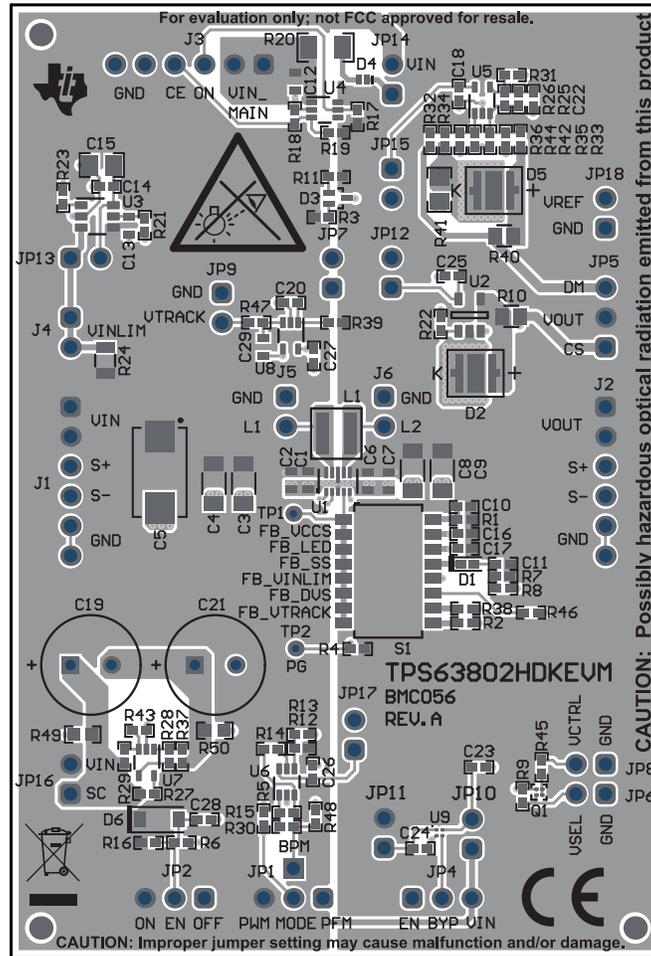


图 5-1. 装配层

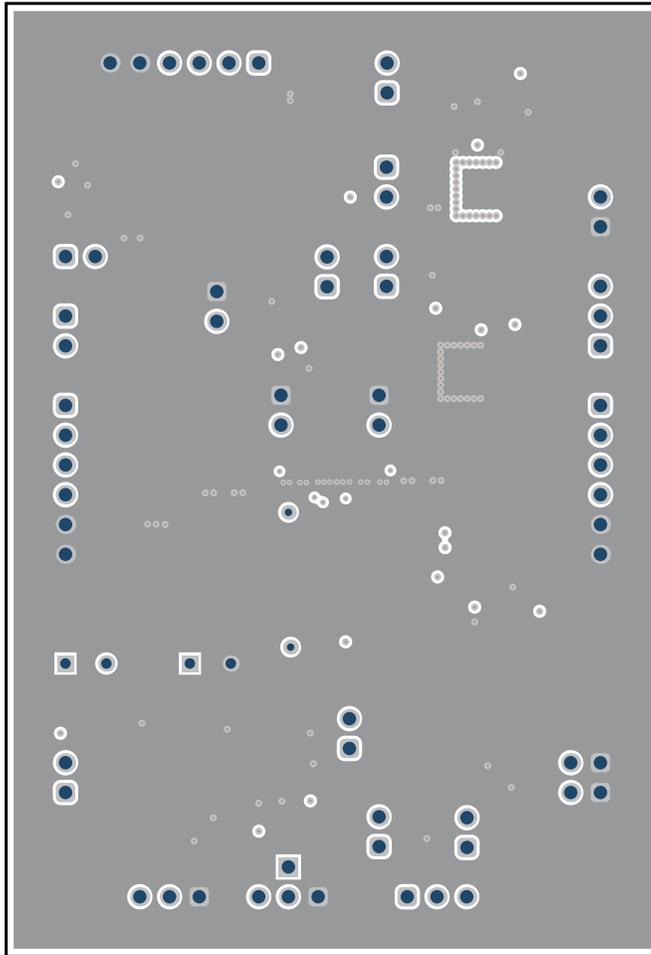


图 5-2. 信号层 1

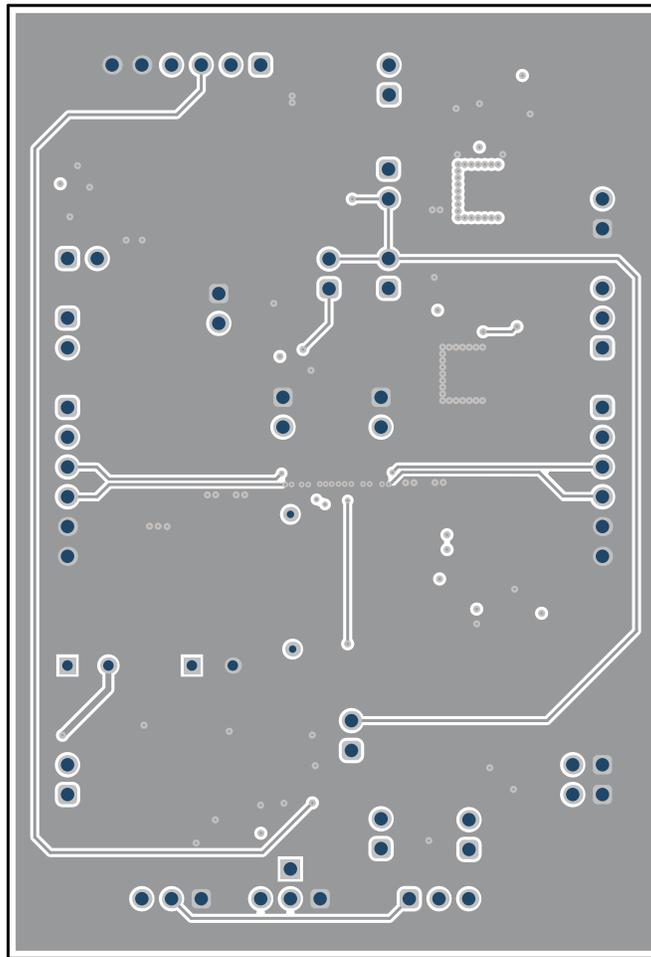


图 5-3. 信号层 2

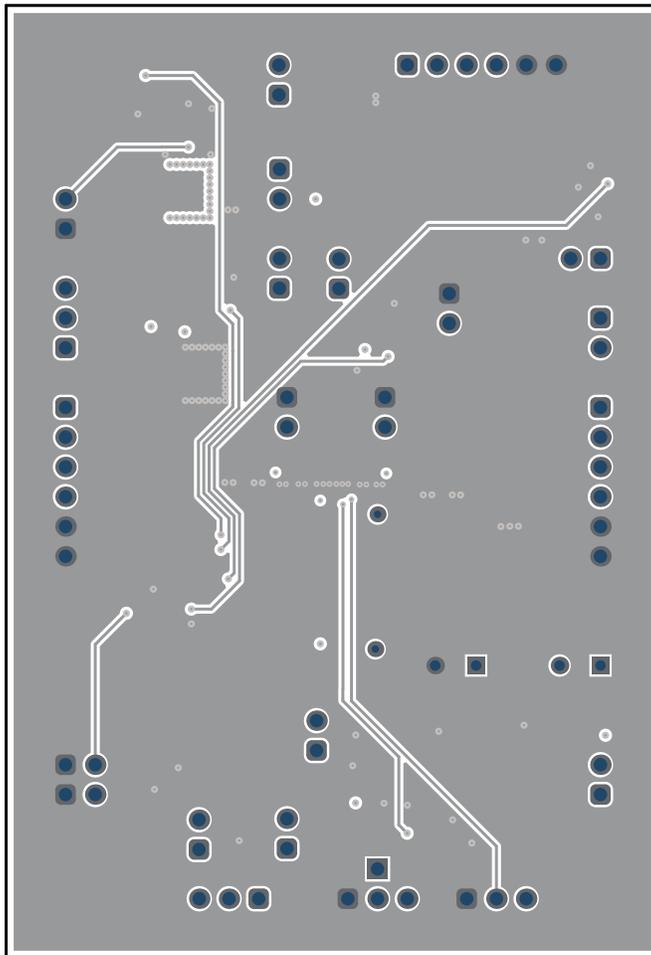


图 5-4. 底层布线 (镜像)

6 原理图和物料清单

本节提供了 TPS63802HDKEVM 原理图和物料清单。

6.1 原理图

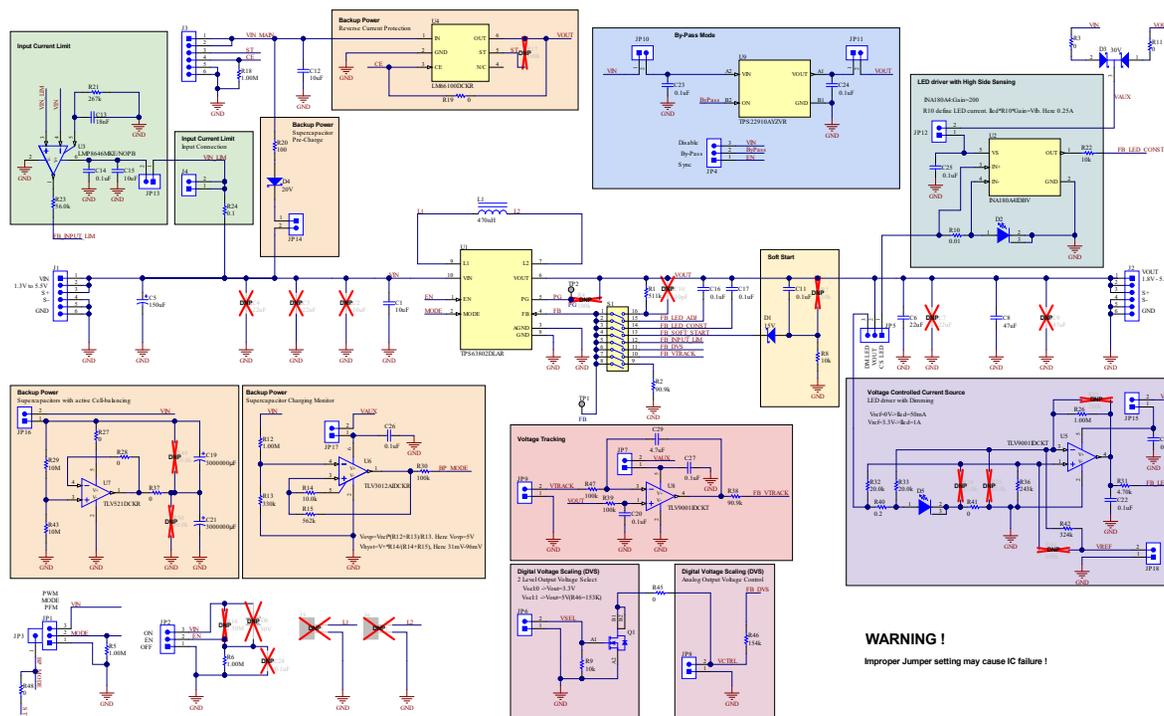


图 6-1. 原理图

6.2 物料清单

表 6-1. 物料清单

指示符	数量	值	说明	封装参考	器件型号	制造商
C1	1	10 μ F	电容, 陶瓷, 10 μ F, 6.3V, \pm 20%, X5R, 0603	0603	GRM188R60J106ME47D	村田 (Murata)
C5	1	150 μ F	电容, 钽聚合物, 150 μ F, 10V, \pm 20%, 0.005 Ω , 7343-31 SMD	7343-31	T530D157M010ATE005	基美 (Kemet)
C6	1	22 μ F	电容, 陶瓷, 22 μ F, 6.3V, \pm 20%, X5R, 0603	0603	GRM188R60J226MEA0D	村田 (Murata)
C8	1	47 μ F	电容, 陶瓷, 47 μ F, 10V, \pm 20%, X5R, 1206_190	1206_190	LMK316ABJ476ML-T	太阳诱电 (Taiyo Yuden)
C11, C14, C16, C17, C18, C20, C22, C23, C24, C25, C26, C27	12	0.1 μ F	电容, 陶瓷, 0.1 μ F, 50V, \pm 10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 0402	0402	GCM155R71H104KE02D	村田 (Murata)
C12	1	10 μ F	电容, 陶瓷, 10 μ F, 6.3V, \pm 20%, X5R, 0603	0603	GRM188R60J106ME84	村田 (Murata)
C13	1	0.018 μ F	电容, 陶瓷, 0.018 μ F, 100V, \pm 10%, X7R, 0603	0603	C0603C183K1RACTU	基美 (Kemet)
C15	1	10 μ F	电容, 陶瓷, 10 μ F, 25V, \pm 20%, X7S, 0805	0805	GRM21BC71E106ME11L	村田 (Murata)
C19, C21	2	3000000 μ F	电容, 电动双层, 3000000 μ F, 2.7V, \pm 20% / -10%, 0.07 Ω , AEC-Q200 4 级, TH	TH, 2 引线, 直径 8mm, 高 20mm	BCAP0003 P270 S01	麦克斯韦科技 (Maxwell Technologies)
C29	1	4.7 μ F	电容, 陶瓷, 4.7 μ F, 16V, \pm 10%, X5R, 0603	0603	GRM188R61C475KAAJ	村田 (Murata)
D1	1	15V	肖特基二极管, 15V, 0.2A, SOD-523	SOD-523	DB2S20500L	松下 (Panasonic)
D2, D5	2	白色	LED, 白色, SMD	LED, 3.45x3.45mm	XPLAWT-00-0000-000BV20E3	科锐 (Cree)
D3	1	30V	肖特基二极管, 30V, 0.2A, SOT-523	SOT-523	BAT54CT-7-F	Diodes Inc.
D4	1	20V	肖特基二极管, 20V, 0.5A, SOD882	SOD882	PMEG2005EL, 315	安世半导体 (Nexperia)
J1, J2, J3	3		接头, 2.54mm, 6x1, 金, TH	接头, 2.54mm, 6x1, TH	61300611121	伍尔特电子 (Wurth Elektronik)
J4, JP6, JP7, JP8, JP9, JP10, JP11, JP12, JP13, JP14, JP15, JP16, JP17, JP18	14		接头, 2.54mm, 2x1, 金, TH	接头, 2.54mm, 2x1, TH	61300211121	伍尔特电子 (Wurth Elektronik)
JP1, JP2, JP4, JP5	4		接头, 2.54mm, 3x1, 金, TH	接头, 2.54mm, 3x1, TH	61300311121	伍尔特电子 (Wurth Elektronik)
JP3	1		接头, 2.54mm, 1x1, 金, TH	接头, 2.54mm, 1x1, TH	61300111121	伍尔特电子 (Wurth Elektronik)
L1	1	470nH	电感, 屏蔽, 复合, 470nH, 3.5A, 0.0076 Ω , SMD	SMD, 4x4x1.5mm	XFL4015-471MEC	线艺 (Coilcraft)
Q1	1	12V	MOSFET, N 沟道, 12V, 1.6A, YZB0004AEAE (DSBGA-4)	YZB0004AEAE	CSD13302W	德州仪器 (TI)
R1	1	511k Ω	电阻, 511k Ω , 1%, 0.063W, AEC-Q200 0 级, 0402	0402	CRCW0402511KFKED	威世达勒 (Vishay-Dale)
R2, R38	2	90.9k Ω	电阻, 90.9k Ω , 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0402	0402	ERJ-2RKF9092X	松下 (Panasonic)
R3, R11, R19, R27, R28, R37, R45, R48	8	0	电阻, 0, 5%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0402	0402	ERJ-2GE0R00X	松下 (Panasonic)
R5, R6, R18, R26	4	1.00M Ω	电阻, 1.00M Ω , 1%, 0.063W, 0402	0402	RC0402FR-071ML	国巨 (Yageo America)
R8, R9	2	10.0k Ω	电阻, 10.0k Ω , 1%, 0.1W, 0402	0402	ERJ-2RKF1002X	松下 (Panasonic)
R10	1	0.01	电阻, 0.01, 1%, 0.25W, AEC-Q200 0 级, 0805	0805	WSL0805R0100FEA18	威世达勒 (Vishay-Dale)
R12	1	1.00M Ω	电阻, 1.00M Ω , 1%, 0.063W, AEC-Q200 0 级, 0402	0402	CRCW04021M00FKED	威世达勒 (Vishay-Dale)
R13	1	330k Ω	电阻, 330k Ω , 1%, 0.0625W, 0402	0402	RC0402FR-07330KL	国巨 (Yageo America)
R14	1	10.0k Ω	电阻, 10.0k Ω , 1%, 0.063W, AEC-Q200 0 级, 0402	0402	RMCF0402FT10K0	斯塔克波尔电子公司 (Stackpole Electronics Inc)
R15	1	562k Ω	电阻, 562k Ω , 1%, 0.063W, AEC-Q200 0 级, 0402	0402	CRCW0402562KFKED	威世达勒 (Vishay-Dale)
R20	1	100	电阻, 100, 1%, 0.5W, AEC-Q200 0 级, 1206	1206	CRCW1206100RFKEAHP	威世达勒 (Vishay-Dale)
R21	1	267k Ω	电阻, 267k Ω , 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0402	0402	ERJ-2RKF2673X	松下 (Panasonic)
R22	1	10k Ω	电阻, 10.0k Ω , 1%, 0.1W, 0402	0402	ERJ-2RKF1002X	松下 (Panasonic)

表 6-1. 物料清单 (continued)

指示符	数量	值	说明	封装参考	器件型号	制造商
R23	1	56.0k Ω	电阻, 56.0k Ω , 1%, 0.063W, AEC-Q200 0 级, 0402	0402	RK73H1ETTP5602F	日本兴亚(KOA Speer)
R24	1	0.1	电阻, 0.1, 1%, 5W, AEC-Q200 0 级, 0805	0805	KRL1220E-M-R100-F-T5	富昌电子 (Susumu)
R29, R43	2	10M Ω	电阻, 10M Ω , 5%, 0.063W, AEC-Q200 0 级, 0402	0402	CRCW040210M0JNED	威世达勒 (Vishay-Dale)
R30, R39, R47	3	100k Ω	电阻, 100k Ω , 1%, 0.1W, 0402	0402	ERJ-2RKF1003X	松下 (Panasonic)
R31	1	4.70k Ω	电阻, 4.70k Ω , 1%, 0.063W, 0402	0402	CRG0402F4K7	泰科电子 (TE Connectivity)
R32, R33	2	20.0k Ω	电阻, 20.0k Ω , 1%, 0.063W, AEC-Q200 0 级, 0402	0402	CRCW040220K0FKED	威世达勒 (Vishay-Dale)
R36	1	243k Ω	电阻, 243k Ω , 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0402	0402	ERJ-2RKF2433X	松下 (Panasonic)
R40	1	0.2	电阻, 0.2, 1%, 0.25W, AEC-Q200 0 级, 0805	0805	WSL0805R2000FEA18	威世达勒 (Vishay-Dale)
R41	1	0	电阻, 0, 5%, 0.333W, AEC-Q200 0 级, 0805	0805	CRCW08050000Z0EAHP	威世达勒 (Vishay-Dale)
R42	1	324k Ω	电阻, 324k Ω , 1%, 0.063W, AEC-Q200 0 级, 0402	0402	CRCW0402324KFKED	威世达勒 (Vishay-Dale)
R46	1	154k Ω	电阻, 154k Ω , 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0402	0402	ERJ-2RKF1543X	松下 (Panasonic)
S1	1		SPST 开关, 8 芯, 25mA, 24VDC, SMD	11.33x5.8mm	218-8LPST	CTS Electrocomponents
SH-J1, SH-J2, SH-J3, SH-J4, SH-J5	5	1x2	分流器, 100mil, 闪金, 黑色	顶部封闭 100mil 分流器	SPC02SYAN	赛凌思科技有限公司 (Sullins Connector Solutions)
U1	1		DLA0010A (VSON-HR-10) 高电流, 高效率单电感器降压/升压转换器	DLA0010A	TPS63802DLAR	德州仪器 (TI)
U2	1		DBV0005A (SOT-5) 多通道低侧和高侧电压输出电流检测放大器	DBV0005A	INA180A4IDBV	德州仪器 (TI)
U3	1		DDC0006A (SOT-23-T-6) 76V, 可配置增益和带宽, 低侧和高侧, 高速限流器	DDC0006A	LMP8646MKE/NOPB	德州仪器 (TI)
U4	1		DCK0006A (SOT-SC70-6) 带输入极性保护的 $\pm 6V$ 低 IQ 理想二极管	DCK0006A	LM66100DCKR	德州仪器 (TI)
U5, U8	2		DCK0005A (SOT-SC70-5) 低功耗, 轨到轨输入和输出, 1MHz 运算放大器	DCK0005A	TLV9001IDCKT	德州仪器 (TI)
U6	1		DCK0006A (SOT-SC70-6) 1.8V SOT23 具有电压基准的低功耗推挽式比较器	DCK0006A	TLV3012AIDCKR	德州仪器 (TI)
U7	1		DCK0005A (SOT-SC70-5) 成本敏感型系统的 350nA 低功耗, 单通道, RRIO, CMOS 输入运算放大器	DCK0005A	TLV521DCKR	德州仪器 (TI)
U9	1		YZV0004ADAD (DSBGA-4) 具有反向电流保护的 5.5V, 2A, 61m Ω 低电平有效负载开关	YZV0004ADAD	TPS22910AYZVR	德州仪器 (TI)
C2	0	10 μF	电容, 陶瓷, 10 μF , 6.3V, $\pm 20\%$, X5R, 0603	0603	GRM188R60J106ME84	村田 (Murata)
C3, C4	0	22 μF	电容, 陶瓷, 22 μF , 25V, $\pm 20\%$, X5R, 1206_190	1206_190	TMK316BBJ226ML-T	太阳诱电 (Taiyo Yuden)
C7	0	22 μF	电容, 陶瓷, 22 μF , 6.3V, $\pm 20\%$, X5R, 0603	0603	GRM188R60J226MEA0D	村田 (Murata)
C9	0	47 μF	电容, 陶瓷, 47 μF , 10V, $\pm 20\%$, X5R, 1206_190	1206_190	LMK316ABJ476ML-T	太阳诱电 (Taiyo Yuden)
C10	0	10pF	电容, 陶瓷, 10pF, 16V, $\pm 10\%$, C0G, 0402	0402	C0402C100K4GACTU	基美 (Kemet)
C28	0	0.1 μF	电容, 陶瓷, 0.1 μF , 50V, $\pm 10\%$, X7R, AEC-Q200 1 级, 0402	0402	GCM155R71H104KE02D	村田 (Murata)
D6	0	30V	肖特基二极管, 30V, 0.2A, SOD-123	SOD-123	BAT54T1G	安森美半导体 (ON Semiconductor)
FID1, FID2, FID3	0		基准标记。没有需要购买或安装的元件。	不适用	不适用	不适用
J5, J6	0		接头, 2.54mm, 2x1, 金, TH	接头, 2.54mm, 2x1, TH	61300211121	伍尔特电子 (Wurth Elektronik)
R4, R17	0	100k Ω	电阻, 100k Ω , 1%, 0.1W, 0402	0402	ERJ-2RKF1003X	松下 (Panasonic)
R7	0	10k Ω	电阻, 10.0k Ω , 1%, 0.1W, 0402	0402	ERJ-2RKF1002X	松下 (Panasonic)
R16	0	1.50M Ω	电阻, 1.50M Ω , 1%, 0.063W, AEC-Q200 0 级, 0402	0402	CRCW04021M50FKED	威世达勒 (Vishay-Dale)
R25	0	200k Ω	电阻, 200k Ω , 1%, 0.063W, AEC-Q200 0 级, 0402	0402	CRCW0402200KFKED	威世达勒 (Vishay-Dale)
R34, R35	0	33.0k Ω	电阻, 33.0k Ω , 1%, 0.063W, 0402	0402	RC0402FR-0733KL	国巨 (Yageo America)
R44	0	698k Ω	电阻, 698k Ω , 1%, 1W, AEC-Q200 0 级, 0402	0402	ERJ-2RKF6983X	松下 (Panasonic)

表 6-1. 物料清单 (continued)

指示符	数量	值	说明	封装参考	器件型号	制造商
R49, R50	0	10.0k Ω	电阻, 10.0k Ω , 1%, 0.1W, 0603	0603	ERJ-3EKF1002V	松下 (Panasonic)

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 * (April 2020) to Revision A (June 2021)

Page

- 更新了整个文档中的表格、图和交叉参考的编号格式..... 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