



内容

1 引言.....	2
2 高性能.....	3
3 迟滞模式.....	4
4 增大电流限值.....	5
5 布局基础知识.....	6
6 修订历史记录.....	7

商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

1 引言

LM3477 是一款电流模式高侧 N 沟道 FET 控制器。它常用于降压配置，如图 1-1 所示。电路的所有导电元件均在 LM3477 外面，因此 LM3477 可以包含各种输入、输出和负载。

LM3477 评估板可以随时在以下条件下运行：

- $4.5V \leq V_{IN} \leq 15V$
- $V_{OUT} = 3.3V$
- $0A \leq I_{OUT} \leq 1.6A$

图 1-1 和表 1-1 中给出了此应用的电路和 BOM。

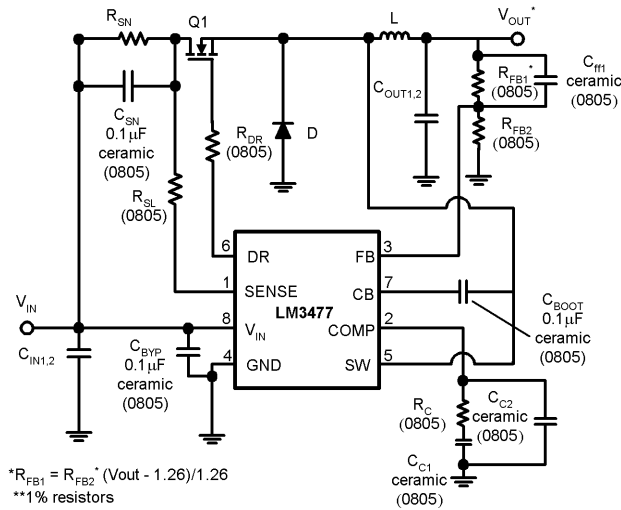


图 1-1. LM3477 降压转换器

表 1-1. 物料清单 (BOM)

元件	值	器件型号
C _{IN1}	120μF/20V	594D127X0020R2
C _{IN2}	无连接	
C _{OUT1}	22μF/10V	LMK432BJ226MM (Taiyo Yuden)
C _{OUT2}	22μF/10V	LMK432BJ226MM (Taiyo Yuden)
L	10μH, 3.8A	DO3316P-103 (Coilcraft)
R _C	1.8kΩ	CRCW08051821FRT1 (Vitraron)
C _{C1}	12nF/50V	VJ0805Y123KXAAT (Vitraron)
C _{C2}	无连接	
Q1	5 A, 30V	IRLMS2002 (IRF)
D	100V, 3A	MBRS340T3 (Motorola)
R _{DR}	20Ω	CRCW080520R0FRT1 (Vitraron)
R _{SL}	1kΩ	CRCW08051001FRT1 (Vitraron)
R _{FB1}	16.2kΩ	CRCW08051622FRT1 (Vitraron)
R _{FB2}	10.0kΩ	CRCW08051002FRT1 (Vitraron)
C _{FF}	470pF	VJ0805Y471KXAAT (Vitraron)
R _{SN}	0.03Ω	WSL 2512 0.03Ω ±1% (Dale)

2 高性能

图 2-1 至图 2-2 显示了 LM3477 评估板上的前述电路的一些基准测试数据。此评估板还可用于评估针对不同工作点而优化的降压稳压器电路或评估成本与某些性能参数之间的折衷。例如，可以通过使用具有更低 $R_{DS(ON)}$ 的 MOSFET 来提高转换效率，通过使用具有更低 ESR 的输出电容器来降低纹波电压，可以作为 R_{SN} 和 R_{SL} 电阻的函数更改迟滞阈值。

可以通过使用具有更低 $R_{DS(ON)}$ 的 MOSFET 来提高转换效率，但效率会随着输入电压的提高而下降。效率会因二极管导通时间和开关损耗的增加而降低。开关损耗是 $V_{ds} \times I_d$ 转换损耗和栅极电荷损耗所致，这两种损耗都可以通过使用具有低栅极电容的 FET 来降低。在低占空比下，FET 中的大部分功率损耗均来自开关损耗，权衡较高的 $R_{DS(ON)}$ 以实现较低的栅极电容将会提高效率。

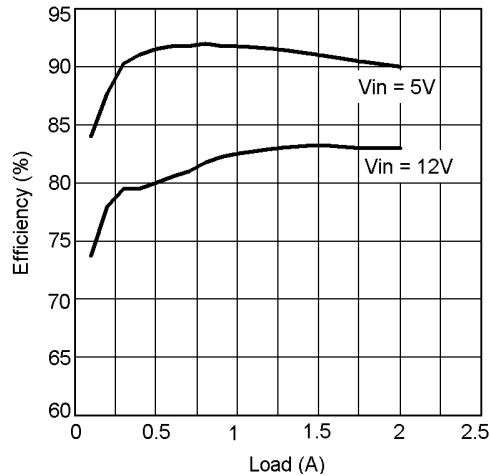


图 2-1. 效率与负载的关系曲线 ($V_{OUT} = 3.3V$)

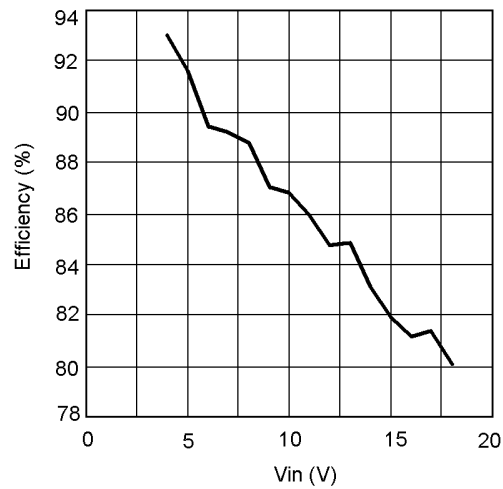
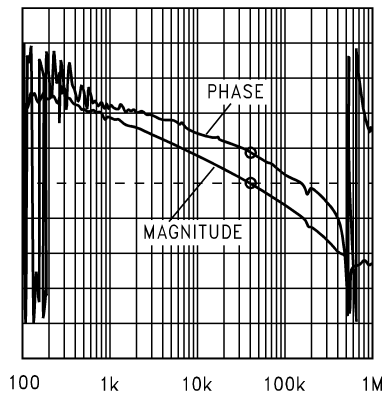


图 2-2. 效率与 V_{IN} 的关系曲线 ($V_{OUT} = 3.3V$, $I_{OUT} = 2A$)

图 3-1 显示了使用表 1-1 中所列外部元件时的 LM3477 开环频率响应波特图。



幅度 = 20dB/十倍频程，带宽 = 39.8kHz，相位 = 45°/十倍频程，相位裕度 = 41°

图 2-3. 开环频率响应 ($V_{IN} = 5V$, $V_{OUT} = 3.3V$, $I_{OUT} = 1.5A$)

3 迟滞模式

随着负载电流的降低，LM3477 最终将进入“迟滞”运行模式。当负载电流降至迟滞模式阈值以下时，输出电压略有上升。过压保护 (OVP) 比较器将会感应到这一上升，并导致功率 MOSFET 关闭。当负载从输出电容器中拉出电流时，输出电压将下降，直到达到 OVP 比较器的下限阈值，此时器件将再次开始切换。与正常脉宽调制方案相比，此行为会导致更低频率、更高峰-峰值的输出电压纹波。输出电压纹波的幅度由 OVP 阈值电平确定，OVP 阈值电平被称为反馈电压，通常为 1.25V 至 1.31V。更多相关信息，请参阅 [LM3477 用于开关稳压器的高效高侧 N 沟道控制器数据表](#) 中的电气特性表。在输出电压为 3.3V 的情况下，这会转换为 3.27V 至 3.43V 的稳定输出电压。迟滞模式阈值点是关于 R_{SN} 和 R_{SL} 的函数。图 3-1 显示了带有和不带有 R_{SL} 的 LM3477 评估板的迟滞阈值与 V_{IN} 的关系。

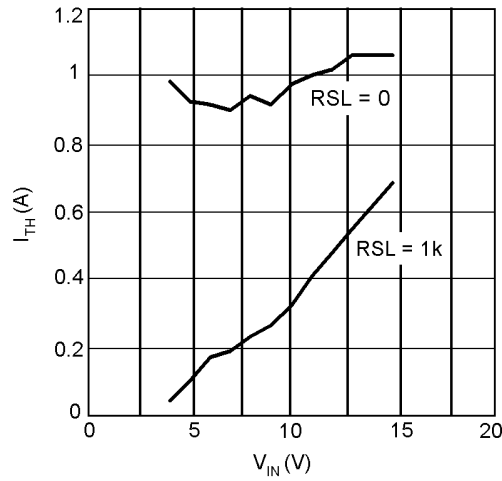


图 3-1. I_{TH} 与 V_{IN} 的关系

4 增大电流限值

在选择斜坡补偿的斜坡时，使用 R_{SL} 电阻器可以提高灵活性。斜坡补偿影响最小电感的稳定性（请参阅 [LM3477 用于开关稳压器的高效高侧 N 沟道控制器数据表](#) 中的斜坡补偿部分），但也有助于确定电流限值和迟滞阈值。例如，可以将 R_{SL} 断开并替换为 0Ω 电阻器，以便不再向电流感测波形中添加额外斜坡补偿，从而提高电流限值。调整电流限值的更为传统的方法是更改 R_{SN} 。为了简便起见，并且为了展示电流限值对 R_{SL} 的依赖性，此处使用 R_{SL} 来更改电流限值。通过将 R_{SL} 更改为 0Ω ，可以满足以下条件：

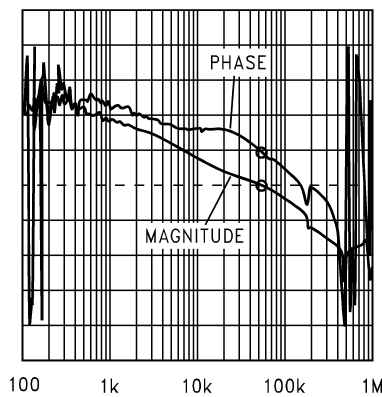
$$4.5V \leq V_{IN} \leq 15V$$

$$V_{OUT} = 3.3V$$

$$0A \leq I_{OUT} \leq 3A$$

电流限值与斜坡补偿的关系较弱，与检测电阻的关系较强。通过降低 R_{SL} ，斜坡补偿将会降低，因此电流限值将会提高。迟滞模式阈值也会提高到约 1A（请参阅图 3-1）。

图 4-1 显示了使用修改后的元件 ($R_{SL} = 0\Omega$) 实现更高输出电流能力时的 LM3477 开环频率响应波特图。



幅度 = 20dB/十倍频程，带宽 = 55.3kHz，相位 = 45°/十倍频程，相位裕度 = 42°

图 4-1. 开环频率响应 ($V_{IN} = 5V$, $V_{OUT} = 3.3V$, $I_{OUT} = 3A$)

5 布局基础知识

遵循以下几项简单设计指南有助于实现直流/直流转换器的良好布局：

1. 将功率元件（环流二极管、电感器和滤波电容器）紧挨着放置。在它们之间用短迹线连接。
2. 在功率元件之间使用宽迹线，并对直流/直流转换器电路的电源连接使用宽迹线。
3. 连接输入和输出滤波电容器和环流二极管的接地引脚时使它们尽可能靠近，使用足够的元件侧覆铜作为伪接地层。然后将这个伪接地层连接到具有多个通孔的接地层。
4. 排列功率元件，使开关电流环路在同一方向弯曲。
5. 将高频电源和接地回路布线为直接连续并行路径。
6. 将对噪声敏感的迹线（例如电压反馈路径）与功率元件相关带噪声迹线分隔开。
7. 确保转换器 IC 具有良好的低阻抗接地。
8. 将转换器 IC 的配套元件（例如补偿、频率选择和电荷泵元件）放置在尽可能靠近转换器 IC 的位置，但远离带噪声迹线和功率元件。使这些元件与转换器 IC 及其伪接地层的连接尽可能短。
9. 使噪声敏感电路（例如射频调制解调器 IF 块）远离直流/直流转换器、CMOS 数字块和其他噪声电路。

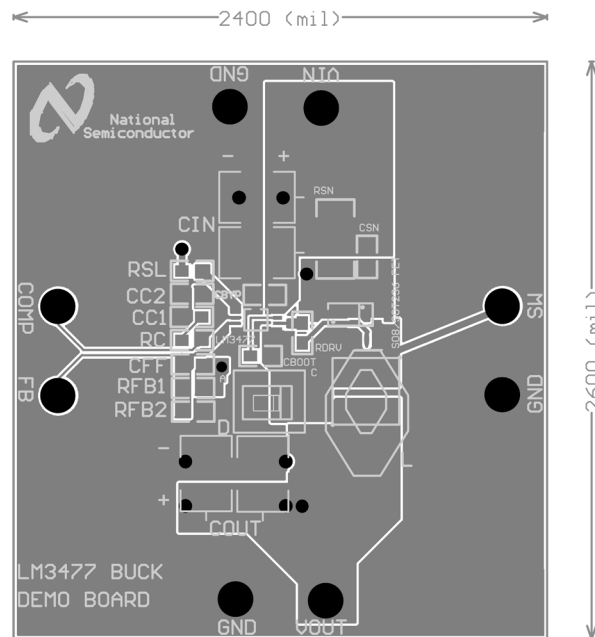


图 5-1. LM3477 评估板 PCB 布局 (顶面)

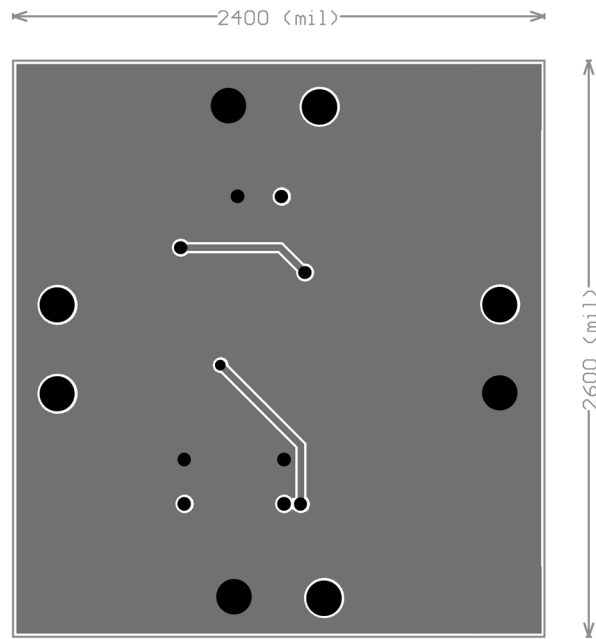


图 5-2. LM3477 评估板 PCB 布局 (底面)

6 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 E (April 2013) to Revision F (February 2022)	Page
• 更新了整个文档中的表格、图和交叉参考的编号格式。.....	2
• 更新了新版用户指南的标题.....	2

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