1MHz 7A CMCOT 架构 DC-DC 同步降压转换器

■ 产品概述

LN2450 是一款高效率的 7A 的同步降压 DC-DC 转换器。它的输入电压范围是 2.4~5.6V，输出电压可调，并且持续提供达到 7A 输出电流。

LN2450 采用了电流模式固定导通时间（CMCOT）控制结构来实现超快瞬态响应，这种结构只需要少量外围器件并且在所有的线性范围、负载范围和输出电压范围内，LN2450 就会工作在一个接近固定的开关频率上。轻载时 LN2450 会自动转换为 PFM 模式，保持较高的效率。

LN2450 通过逐周期检测低边 FETs 电流来实现强力的过流保护，保证芯片在输出短路、电感饱和情况下免于灾难性的毁坏。内部的软起动功能可以防止在启动过程中产生的过冲电流。保护电路还包括输入欠压锁定、输入过压保护和过温保护，保证芯片在所有工作条件都可以安全顺利的运行。

■ 用途

- 5V 或 3.3V 负载点转换
- 液晶电视电源、计量平台
- 笔记本电脑
- 服务器
- GPU/DDR 电源

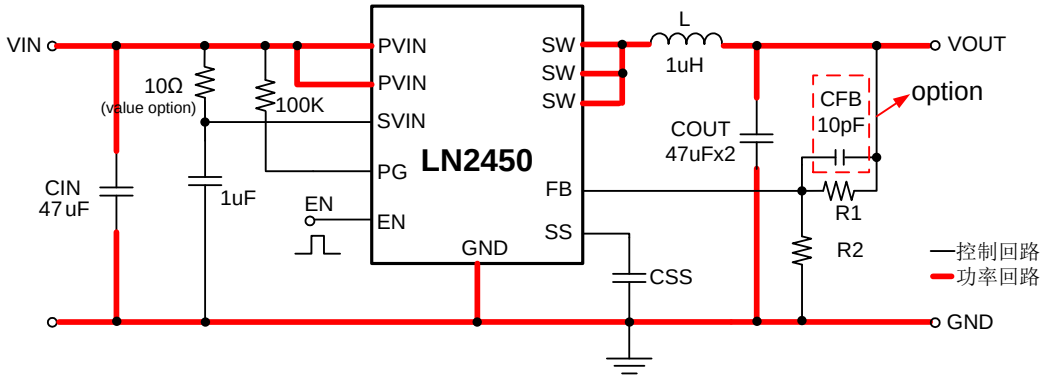
■ 产品特点

- 高效率 95%
- 输入电压范围 2.4~5.6V
- 高精度 V_{REF} ±1%
- 最大输出电流 7A
- 超低静态电流 80uA
- 低 RDS(ON) 48mΩHS/36mΩLS
- 超快瞬态响应的电流模式
- 固定导通时间(CMCOT)控制
- 外置软启动功能
- 带打嗝模式的输出短路保护

■ 封装

- DFN3X3-10L

■ 典型应用电路

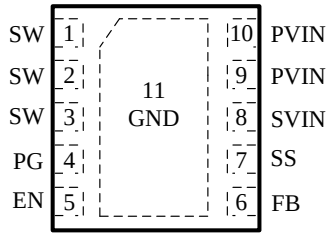


■ 订购信息

LN2450 ①②③-④

数字项目	符号	描述
①	F	PFM/PWM 工作模式
	P	纯 PWM 模式
②	D	DFN3X3-10L
③	R	卷带方向正向
	L	卷带方向反向
④	G	绿料

■ 引脚配置

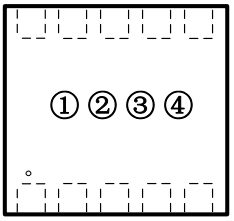


DFN3X3-10L
(TOP VIEW)

引脚号 DFN3x3-10L	引脚名	功能描述
1	SW	内部开关输出端口
2	SW	内部开关输出端口
3	SW	内部开关输出端口
4	PG	开漏电源良好指示端
5	EN	芯片使能端，高电平有效
6	FB	电压反馈端
7	SS	软启电容端
8	SVIN	信号电压输入端
9	PVIN	功率电压输入端
10	PVIN	功率电压输入端
11	GND	接地端

■ 打印信息

- DFN3X3-10L



DFN3X3-10L
(TOP VIEW)

①表示产品系列

序号	打印符号	产品描述
①	C	LN2450◆◆◆◆◆

②代表工作模式

序号	打印符号	描述	产品描述
②	F	工作模式	PFM/PWM
	P	工作模式	纯 PWM

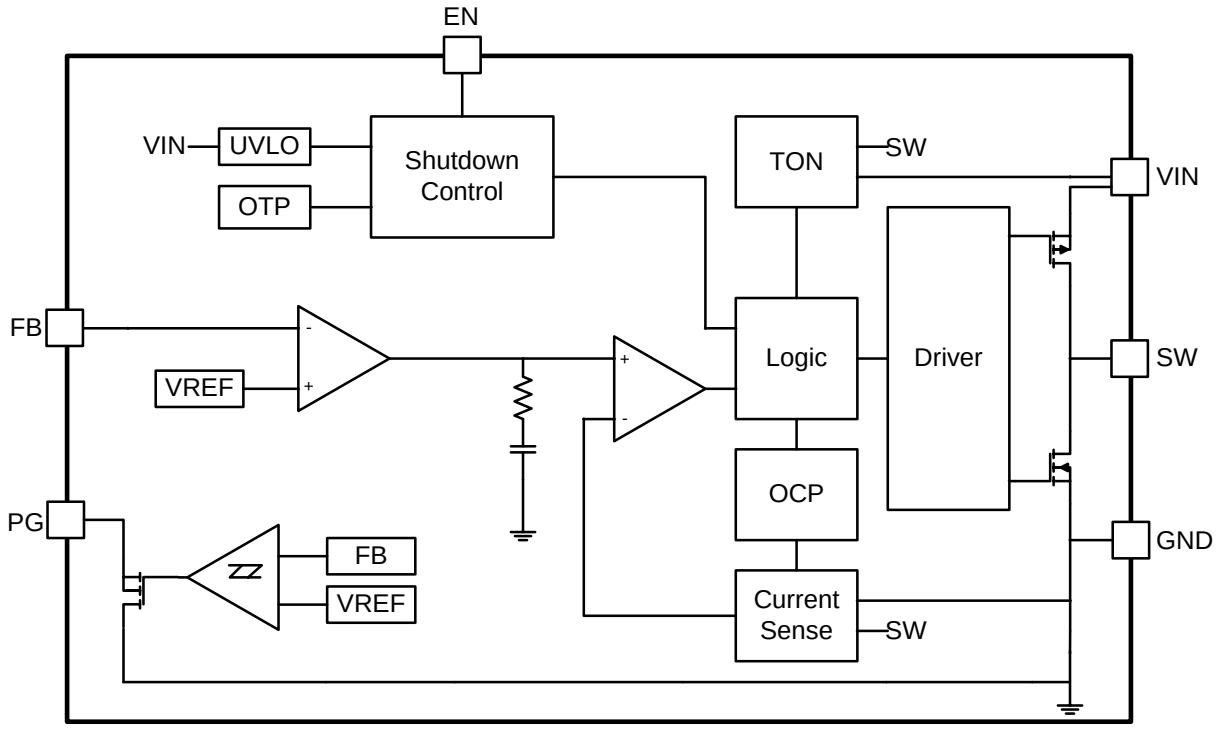
③代表封装形式

序号	打印符号	描述	意义
③	D	封装形式	DFN3X3-10L

④代表技术工艺变更

数字 0-9，A-Z，倒写数字 0-9，A-Z，然后重复（G，I，J，O，Q，W 除外）

■ 功能框图



■ 绝对最大额定值

项目	符号	绝对最大额定值	单位
输入电压	V_{IN}	-0.3～6.5	V
输出电压	V_{OUT}	-0.3～6.5	
	V_{SW}	-0.3～V_{IN}+0.3	
EN端电压	V_{EN}	-0.3～V_{IN}+0.3	V
SW端电流	I_{SW}	±8	A
工作环境温度	Topr	-40～＋85	℃
保存温度	Tstg	-55～＋125	
ESD	HBM	2	KV

(注：使用时超出此极限参数会导致电路损毁或影响长期可靠性)

■ 电学特性参数

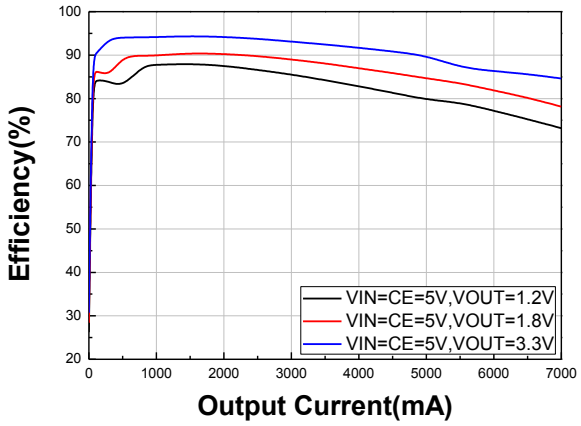
(V_{IN}=5V,C_{IN}=47uF,C_{OUT}=47x2uF,L=1uH,T_A=25 ℃除非特殊指定)

项目	符号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
输入电压范围	V_{IN}	-	2.4	-	5.6	V
欠压保护	UVLO	-	-	2.2	-	V
欠压保护迟滞	UVLO_HYS	-	-	200	-	mV
过压保护	OVP	-	-	6.0	-	V
过压保护迟滞	OVP_HYS	-	-	400	-	mV
FB 反馈电压	V_{FB}	T_A=25℃	0.594	0.6	0.606	V
关断电流	I_{STB}	V_{EN}=0V, V_{IN}=5V	0	-	1	μA
静态电流	I_Q	V_{FB}=110%, I_{LOAD}=0	-	80	-	μA
谷值电流限制	I_{LIM}	V_{FB}=90%, V_{IN}=5V	-	8.3	-	A
负载调整度	△V_{OUT}	I_{LOAD}=500mA to 5.0A	-	0.67	-	%
线性调整度	$\frac{\Delta VOUT}{\Delta VIN \times VOUT}$	V_{IN}=2.7V to 5V	-	0.35	-	%
PFM 切换点	I_{LOAD}	V_{IN}=5V, V_{OUT}=1.8V	-	700	-	mA
振荡频率	F_{OSC}	V_{OUT}=1.2V	-	1	-	MHz
功率管内阻_P	R_{DSON_P}	I_{SW}=100mA	-	35	-	mΩ
功率管内阻_N	R_{DSON_N}	I_{SW}=100mA	-	25	-	mΩ
SW 端漏电流	I_{LEAK_SW}	V_{EN}=0V, V_{IN}=5V	-	±0.01	±1	μA
EN 开启电平	V_{ENH}	V_{IN}=5V	1.0	1.1	1.3	V
EN 关断电平	V_{ENL}	V_{IN}=5V	0.7	0.8	0.9	V
短路保护电流	I_OS	V_{FB}<0.25V，无 SS 电容	-	0.1	-	A
过温保护	T_{SHD}	-	-	150	-	℃
过温保护迟滞	T_HYS	-	-	20	-	℃

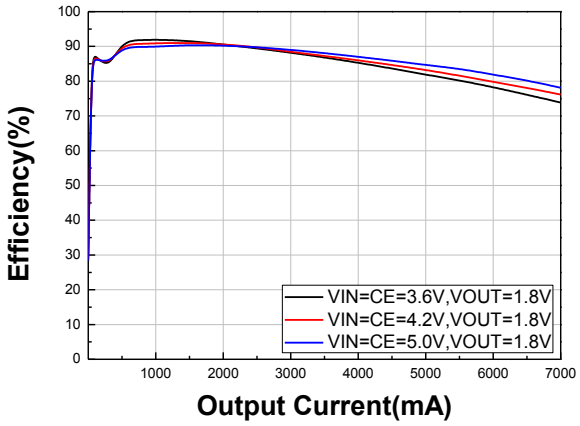
■ 特性曲线

1. 效率

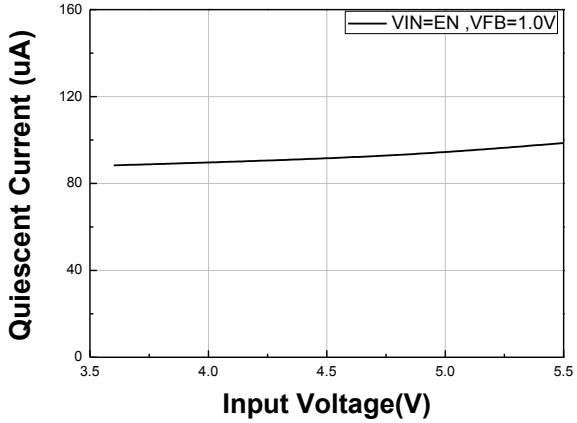
（1）测试条件: VIN=EN=5.0V，ILOAD=1-7000mA



（2）测试条件: VIN=EN，ILOAD=1-7000mA，VOUT=1.8V

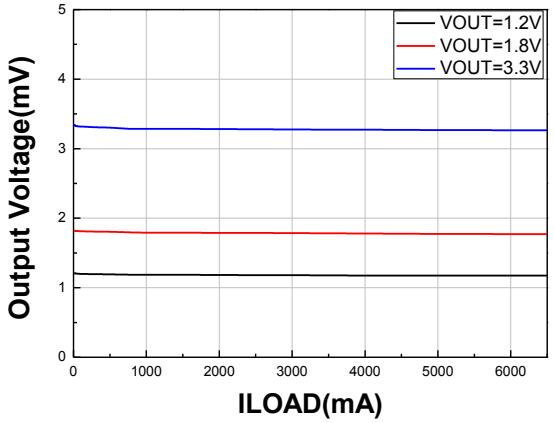


2. 静态电流



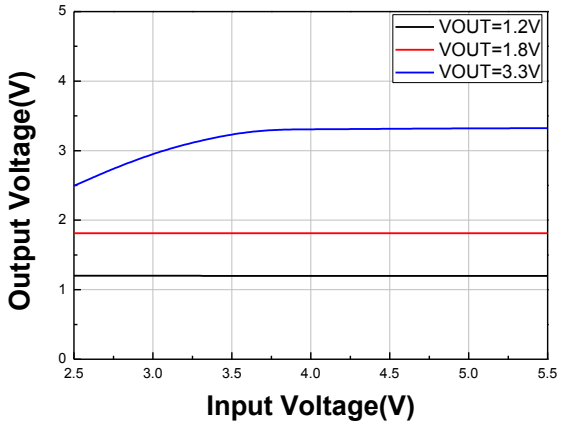
3. 负载调整度

测试条件: VIN=EN=5.0V



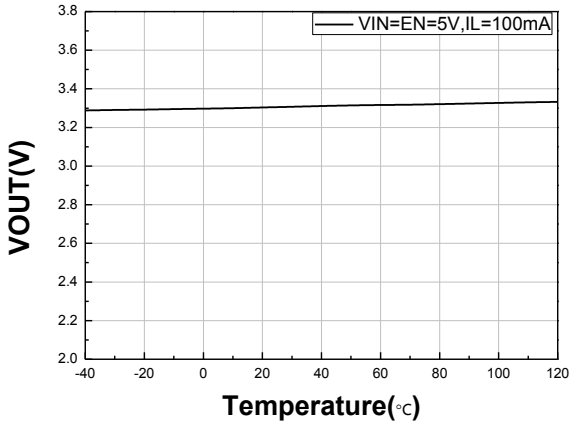
4. 线性调整度

测试条件: ILOAD=100mA



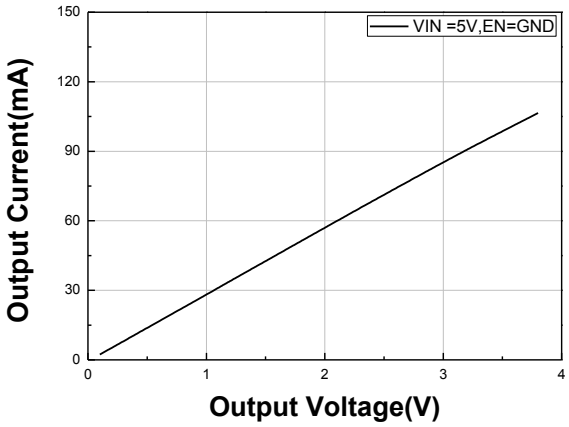
5. 输出温度特性

测试条件：VIN=EN=5V，ILOAD=100mA



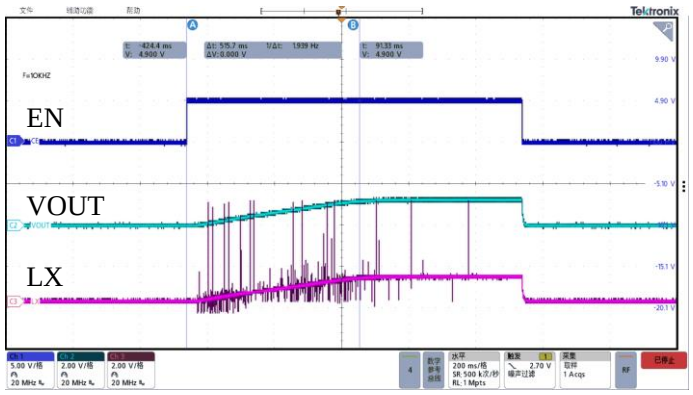
6. 输出泄放电流

测试条件：VIN =5V，EN=GND

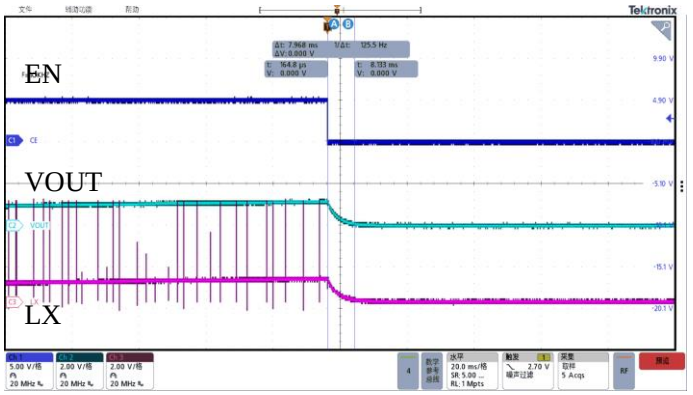


7. CE 开启关断波形

(1)测试条件：VIN=5V，EN=0~5V、0.5Hz 方波，VOUT=1.2V，IL=0mA

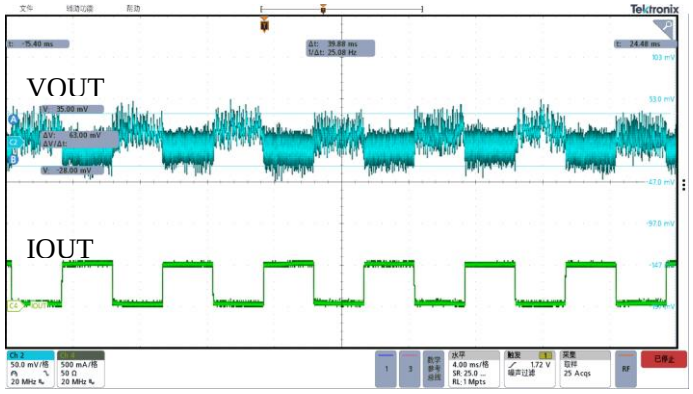


(2)测试条件：VIN=5V，EN=0~5V、1Hz 方波，VOUT=1.2V，IL=0mA

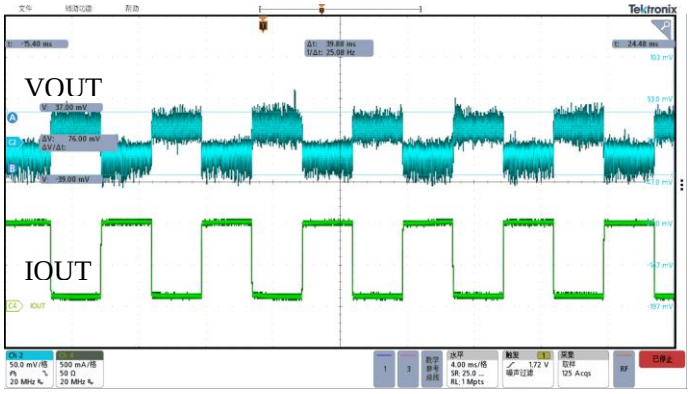


8. 输出电压瞬态响应

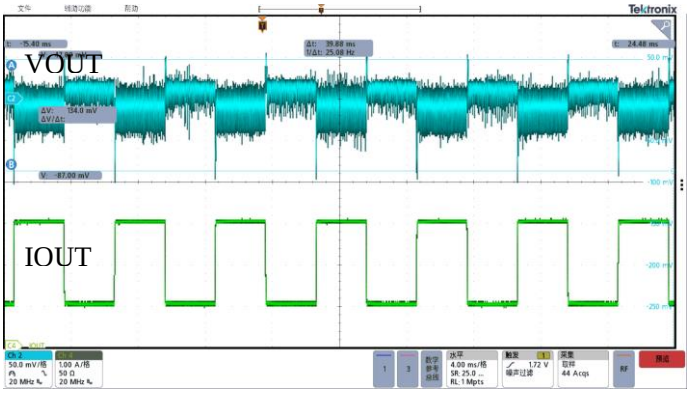
（1）测试条件：VIN=EN=5V，VOUT=3.3V，ILOAD=10mA-500mA-10mA



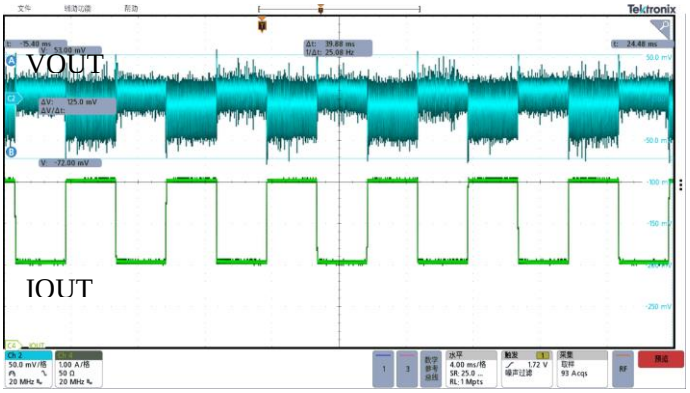
（2）测试条件：VIN=CE=5V，VOUT=3.3V，ILOAD=100mA-1000mA-100mA



（3）测试条件：VIN=EN=5V，VOUT=3.3V，ILOAD=1000mA-3000mA-1000mA

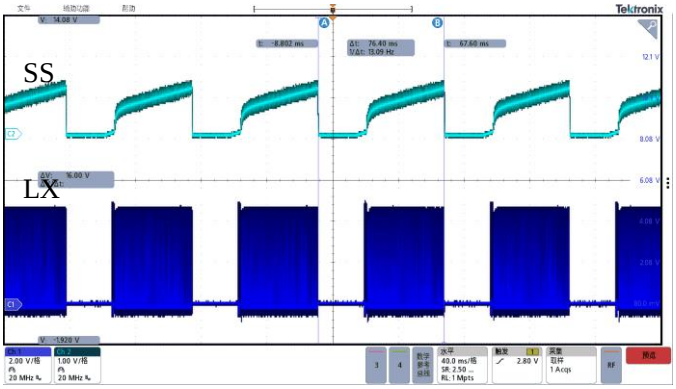


（4）测试条件：VIN=EN=5V，VOUT=3.3V，ILOAD=2000mA-4000mA-2000mA



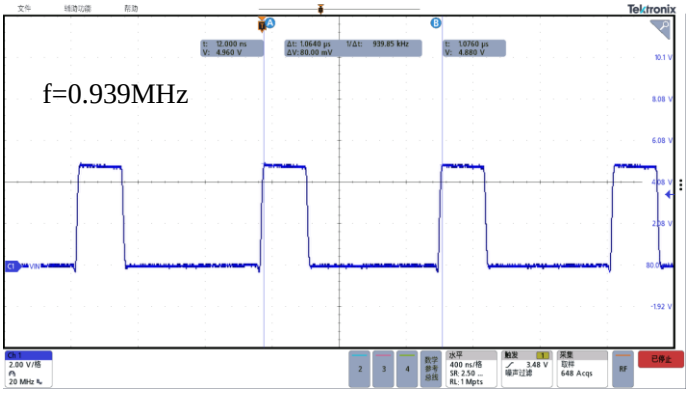
9. 短路保护

测试条件：VIN=EN=5V，VOUT=20A，CSS=100nF



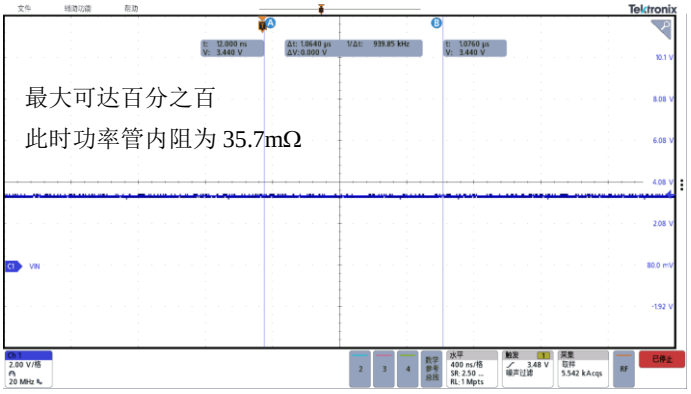
10. 振荡频率

测试条件: VIN=EN=5.0V，VOUT=1.2V，ILOAD=2.5A



11. 振荡波形最大占空比&功率管内阻

测试条件: VIN=EN=3.3V，VOUT=3.3V，IL=100mA



■ 功能说明

LN2450 是一个同步降压转换器，工作电压范围为 2.4~5.6V，具有 7A 的输出电流能力。LN2450 使用电流模式固定导通时间结构。在正常工作下，当开关控制器被比较器设置时，高边 PMOSFET 打开，当导通比较器重置开关控制器时关断。

低边 MOSFET 谷值电流被内部检测电阻测量。误差放大器 EA 通过比较来自输出电压 FB 信号与内部 0.6V 参考电压来调整 COMP 电压。当负载电流升高时，FB 电压产生一个比参考电压的下降，COMP 电压会因此升高来允许更高的用于匹配负载电流的电感电流。

- **输入欠压保护**

LN2450 内置输入欠压保护功能（UVLO），当输入下降到 2.2V 左右，LN2450 会停止工作。当输入上升到 2.4V 左右以后，LN2450 会恢复工作。

- **输入过压保护**

LN2450 内置输入过压保护功能（OVP），当输入超过 6.0V 左右，LN2450 会停止工作。当输入下降到 5.6V 左右，LN2450 会恢复工作。

- **输出短路保护**

LN2450 会持续检测 FB 电压值，当 FB 电压低于 0.25V 后，芯片判断为输出存在短路风险。芯片检测到输出短路后会关闭功率管一定时间后会自动再次检测，循环往复，形成打嗝模式的保护机制。

- **使能**

EN 端逻辑为高时，LN2450 工作。EN 逻辑为低时，芯片进入彻底关断模式，此时功耗小于 0.1μA。

- **软启动（SS）**

一个内部电流源充电给内部电容，用于产生软启动斜坡电压。一旦启动芯片，软启动（SS）自动开始。在软启动时间内 VFB 电压将跟随内部斜坡电压。且外置软启电容端，可外接电容自定义软启时间。SS 悬空时内置软启时间为 3.5ms。

- **过流保护 OCP**

LN2450 提供了过流保护，通过检测低边 MOSFET 谷电感电流来实现。如果被检测的谷电感电流超过电流限制阈值（7A 典型），OCP 将被触发。当 OCP 被触发，LN2450 将保持过流阈值水平，这有可能引发 UV（短路）保护。

- **热关断（OTP）**

当结温超过 150℃（典型），IC 触发了内部热关断功能。热关断强迫器件停止开关。过温保护后，当芯片内部温度低于 130℃左右后，IC 恢复工作。

- **快速放电功能**

在芯片不工作，包括 EN 接地、UVLO、OVP 和 OTP 触发的情况下，SW 存在下拉电阻，阻值为 35Ω。实现输出 VOUT 的快速放电功能。

■ 应用信息

LN2450 是一个单相降压转换器。它提供单反馈回路、具有快速瞬态响应的 COT 电流模式控制。集成了一个固定的开关频率（1MHz）振荡器和内部补偿，极大减少外部元件数。LN2450 的保护功能包括过电流保护、欠压保护和过温保护。

- **设定输出电压**

在 VOUT 和 GND 之间连接一个电阻分压 FB。输出电压可以根据下列方程设置：

$$V_{OUT} = 0.6 \times (1 + \frac{R1}{R2})$$

建议 R2 选用百 K 级电阻以降低待机功耗。

- **输入电容的选择**

输入电容推荐用大于 22uF 高品质的陶瓷输入去耦电容，如 X5R 或 X7R。X5R 和 X7R 陶瓷电容通常用于功率调节器电容，因为它的介电材料具有更低的电容变化和更高的温度稳定性。

额定电压和额定电流是选择输入电容器的关键参数。通常，一种保守的安全设计是选择额定电压大于最大输入电压 1.5 倍的输入电容。

输入电容用于提供输入 RMS 电流，其可以使用以下方程近似计算：

$$I_{IN_RMS} = I_{LOAD} \times \sqrt{\frac{V_{OUT}}{V_{IN}} \left(1 - \frac{V_{OUT}}{V_{IN}}\right)}$$

下一步是为 RMS 额定电流选择合适的电容。一个好的设计是使用多个具有低等效串联电阻（ESR）的电容并联形成电容组。

输入电容决定调节器的输入纹波电压。输入电压纹波可以近似计算如下公式：

$$\Delta V_{IN} = \frac{I_{OUT(MAX)}}{C_{IN} \times F_{SW}} \times \frac{V_{OUT}}{V_{IN}} \left(1 - \frac{V_{OUT}}{V_{IN}}\right)$$

- **输出电压选择**

输出电容和电感形成降压拓扑中的低通滤波器。在稳态条件下，流入或流出电容器的纹波电流会产生纹波电压。输出电压纹波可由以下方程计算：

$$\Delta V_{OUT} = LIR \times I_{LOAD(MAX)} \times \left(ESR + \frac{1}{8 \times F_{SW} \times C_{OUT}}\right)$$

当负载瞬变发生时，输出电容在控制器能够响应之前提供负载电流。因此，在负载瞬变过程中，ESR 将主导输出电压骤降。输出电压的下冲（VSAG）可由以下方程计算：

$$V_{SAG} = \Delta I_{LOAD} \times ESR$$

对于给定的输出电压纹波规范，ESR 值可以被确定。

另一个对输出电压纹波有影响的参数是等效串联电感（ESL）。负载电流的快速变化导致瞬态过程中的 DI/dt。因此，ESL 是有助于电压纹波的一部分。使用具有低 ESL 的电容器可以获得更好的瞬态性能。通常来说，对于相同的总 ESR，使用多个并联的电容可以比使用单个电容具有更好的瞬态性能。

- **电感选择**

开关频率（导通时间）和工作点（%波纹或 LIR）确定电感值，如下所示：

$$L = \frac{V_{OUT}}{F_{SW} \times LIR \times I_{LOAD\ (MAX)}} \times \left(1 - \frac{V_{OUT}}{V_{IN}}\right)$$

其中 LIR 是峰-谷值纹波电流与平均电感电流之比。

找到一个最低的直流电阻的低损耗电感，它适合于所分配的尺寸。磁芯必须足够大，而不会在谷值电感电流（IPEAK）饱和。

$$I_{PEAK} = I_{LOAD(MAX)} \times \left(\frac{LIR}{2} \times I_{LOAD(MAX)}\right)$$

上述计算可以作为一般参考。为了进一步改善瞬态响应，可以进一步减小输出电感。这种关系应该与输出电容的选择一起考虑。电感饱和电流应该超过 IC 的电流限制。

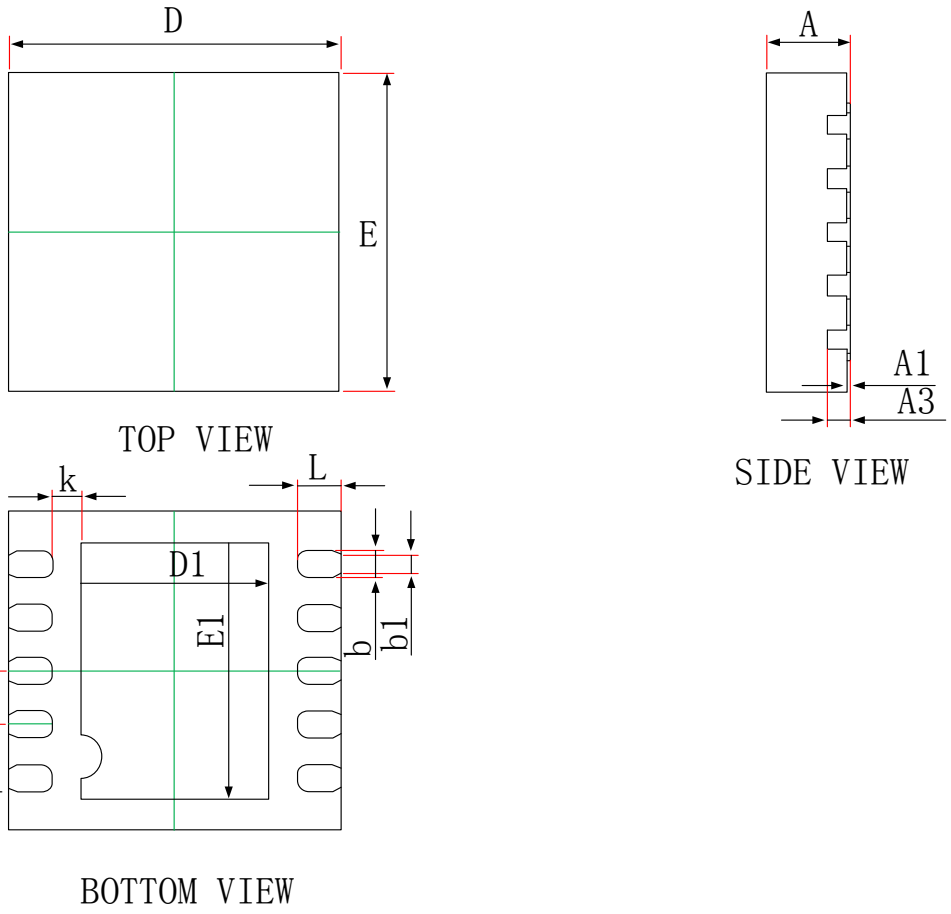
- **PCB 布局**

为了得到更好的使用效果，PCB 布局主要注意事项如下：

1. 输入电容和输出电容尽可能靠近芯片引脚；
2. 从 VIN 到电感 L 再到 VOUT 的功率通路，走线尽可能短而粗；
3. SW 引脚有高频开关信号，注意和板上其他元件的隔离。

■ 封装信息

- **DFN3030-10L**



Symbol	Dimensions In Millimeters		Dimensions In Inches	
	Min	Max	Min	Max
A	0.700	0.800	0.028	0.031
A1	0.000	0.050	0.000	0.002
A3	0.203REF		0.008REF	
D	2.924	3.076	0.115	0.121
E	2.924	3.076	0.115	0.121
D1	1.600	1.800	0.063	0.071
E1	2.300	2.500	0.091	0.098
b	0.200	0.300	0.008	0.012
b1	0.180REF		0.007REF	
e	0.500BSC		0.020BSC	
k	0.250REF		0.010REF	
L	0.324	0.476	0.013	0.019

■ 版本历史

序号	版本号	修改日期	修改内容	修改人	批准人
1	v1.0	2024.1.19	建立	霍晓强	