

60V、600mA 单片降压型开关稳压器

1 特征

- 600mA 连续输出电流能力
- 4.5V 至 60V 宽工作输入范围
- 集成 80V、550mΩ 高压侧和 80V、350mΩ 低侧功率 MOSFET 开关
- 高达 95% 的效率
- 内部软启动限制启动时的浪涌电流
- 内部补偿以节省外部元件
- 输入欠压锁定
- 输入过压保护，以保护设备免受工作在高电压和大电流条件下
- 输出过压保护
- 输出短路保护
- 过温保护
- 轻负载时的脉冲跳跃模式以改善轻负载效率
- 稳定的低 ESR 陶瓷输出电容器
- 固定 150k 开关频率
- 最少的外部组件和密集的内部组件保护功能
- SOT23-6L 封装

2 应用

- 功率计
- 分布式电力系统
- 电池充电器
- 用于线性稳压器的前置稳压器
- WLED 驱动器

3 描述

TX4133 是一款单片 60V、600mA 降压开关稳压器。TX4133 集成了一个 80V 550mΩ 高侧和一个 80V、350mΩ 低侧 MOSFET，可在 4.5V 至 60V 宽工作输入电压范围内提供 600mA 连续负载电流。峰值电流模式控制提供快速瞬态响应和逐周期电流限制。

4 典型应用示意图

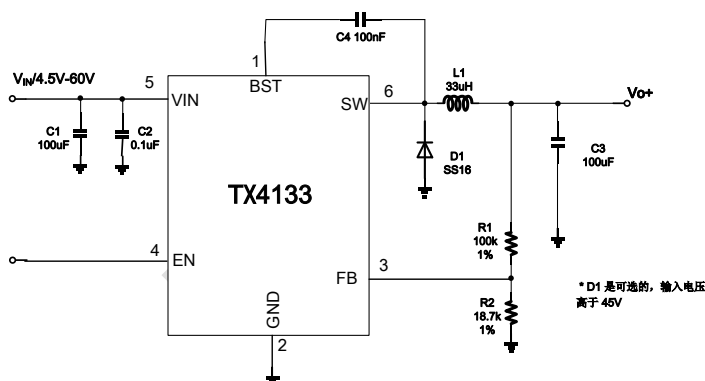


图1.原理图 (SOT23-6L 封装)

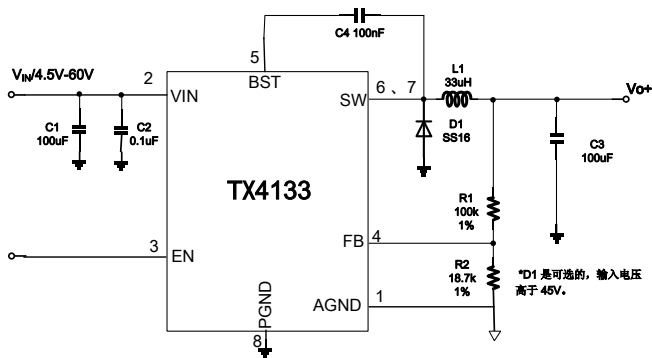


图 2. 原理图 (SOP8 封装)

5 引脚配置和功能

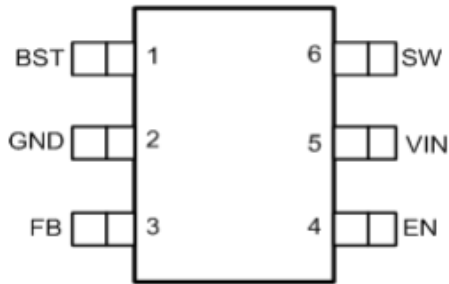


图3. SOT23-6L 封装

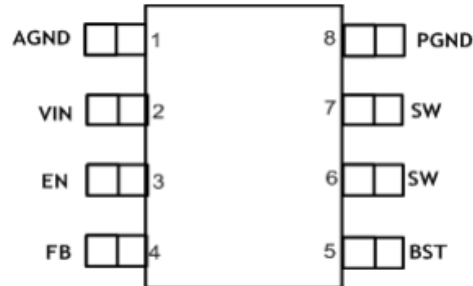


图4. SOP8 封装

TX4133 (SOT23-6L封装) 管脚功能

引脚		描述
序号	名称	
1	BST	Boot-Strap 引脚 在 SW 和 BST 之间连接一个 0.1 μ F 或更大的电容，为高端栅极驱动器供电。
2	GND	接地
3	FB	反馈输入。FB 感测输出电压。将 FB 与连接在输出和地之间的电阻分压器连接。FB 是一个敏感节点。使 FB 远离 SW 和 BST 引脚。
4	EN	启用输入。EN 是一个数字输入，用于打开或关闭调节器。将 EN 驱动为高电平以打开稳压器；低将其关闭。EN 引脚通过一个更大的电阻在内部被拉至 VIN。
5	VIN	电源输入。Vin 为 IC 供电。使用 4.5V 至 60V 电源为 Vin 供电。使用一个大电容和至少另一个 0.1 μ F 陶瓷电容将 Vin 旁路至 GND，以消除 IC 输入上的噪声。将电容器靠近 Vin 和 GND 引脚。
6	SW	电源开关引脚。将此引脚连接到电感的开关节点。

TX4133 (SOP8封装) 引脚功能

引脚		描述
序号	名称	
1	AGND	内部参考和控制电路的信号地。
2	VIN	电源输入。Vin 为 IC 供电。使用 4.5V 至 60V 电源为 Vin 供电。使用大电容和至少另一个 0.1 μ F 陶瓷电容将 Vin 旁路至 GND，以消除 IC 输入端的噪声。将电容器靠近 Vin 和 GND 引脚。
3	EN	启用输入。EN 是打开或关闭稳压器的数字输入。将 EN 驱动为高电平以打开稳压器；低将其关闭。EN 引脚通过一个更大的电阻在内部被拉至 VIN。
4	FB	反馈输入。FB 感测输出电压。将 FB 与连接在输出和地之间的电阻分压器连接。FB 是一个敏感节点。使 FB 远离 SW 和 BST 引脚。
5	BST	Boot-Strap 引脚 在 SW 和 BST 之间连接一个 0.1 μ F 或更大的电容，为高端栅极驱动器供电。
6、7	SW	电源开关引脚。将此引脚连接到电感的开关节点。
8	PGND	电源地。

6 设备标识信息

型号	订单信息	封装	包装数量	丝印
TX4133	TX4133ISO06	SOT23-6L	3000	D1YMD
	TX4133ISP08	SOP-8	4000	4133 RAAYMD

SOT23-6L 封装:

TX4133: 型号

D1YMD:D1: 批号.; YMD: 包装日期

SOP8 封装:

TX4133: 型号

RAAYMD: RAA: 批号.; YMD: 包装日期

7 规格

7.1 绝对最大额定值 (注1)

	范围	最小	最大	单位
I输入电压	V _{IN} to GND	-0.3	65	V
	V _{EN} to GND	-0.3	6	
	V _{FB} to GND	-0.3	6	
	V _{BST} to V _{SW}	-0.3	6	
	V _{SW} to GND	-1	V _{IN} + 0.3	

7.2 处理评级

范围	定义	最小	典型	最大	单位
T _{ST}	储存温度范围	-65		150	°C
T _J	结温			+160	°C
T _L	引线温度			+260	°C
V _{ESD}	HBM 人体模型		2		kV

7.3 推荐的操作条件 (注2)

	范围	最小	最大	单位
输入电压	V _{IN} to GND	6.5	60	V
	FB	-0.3	3.3	V
输出电压	V _{OUT}	0.5	V _{IN} *D _{max}	V
输出电流	I _{OUT}	0	600	mA
温度	工作结温范围, T _J	-40	+125	°C

7.4 热信息 (注3)

符号	描述	SOT23-6L	单位
θ _{JA}	结到环境热阻	180	°C/W
θ _{JC}	结壳热阻	34	

注意:

- 1) 超过这些额定值可能会损坏设备。
- 2) 在推荐的操作条件之外, 不保证设备功能。
- 3) 在大约 1 平方英寸的 1 盎司铜上测量。



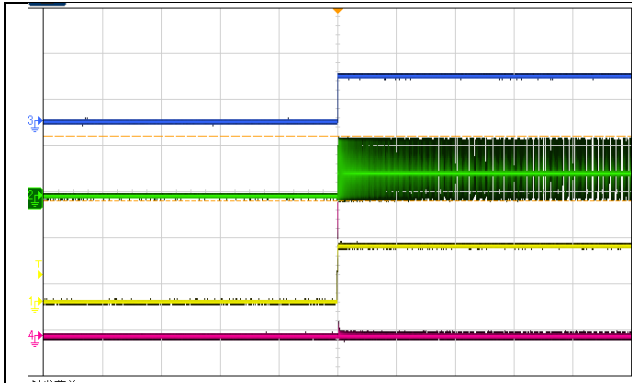
7.5 电气特性 (通常在 $V_{in} = 12V$, $T_J = 25^\circ C$ 时, 除非另有说明。)

符号	范围	条件	最小	典型	最大	单位
MOSFET						
I_{leak_sw}	高边开关漏电流	$V_{EN} = 0V, V_{SW} = 0V$		0	10	μA
$R_{DS(ON)_H}$	高边开关导通电阻	$I_{OUT} = 600mA, V_{OUT} = 3.3V$		550		$m\Omega$
$R_{DS(ON)_L}$	低边开关导通电阻	$I_{OUT} = 600mA, V_{OUT} = 3.3V$		350		$m\Omega$
电源电压 (VIN)						
V_{UVLO_up}	启动的最小输入电压			4.6		V
V_{UVLO_down}				4.3		V
V_{UVLO_hys}				0.4		
$I_{Q-NONSW}$	工作静态电流	$V_{FB} = 0.8V$		250		μA
控制回路						
F_{oscb}	降压振荡器频率			150		kHz
V_{FB}	反馈电压	$6.5V \leq V_{IN} \leq 33V$		0.8		V
V_{FB_OVP}	反馈过电压阈值			$1.1 * V_{FB}$		V
D_{max}	最大占空比 (注4)			98		%
T_{on}	最短准时 (注4)			100		ns
保护						
V_{inovp}	输入过压保护			62		V
Th_{sd}	热关断 (注4)			150		$^\circ C$
Th_{sdhys}	热关断迟滞 (注4)			40		$^\circ C$

注意:

4) 由设计保证, 未经生产测试。

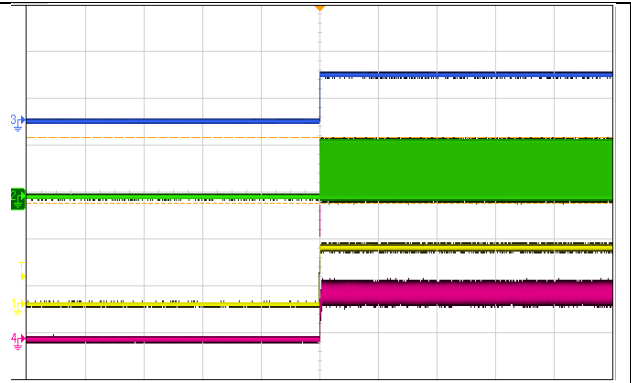
8 典型特征



CH1:VIN CH2:SW2 CH3:Vout CH4:IL

Vin=12V Vout=5V

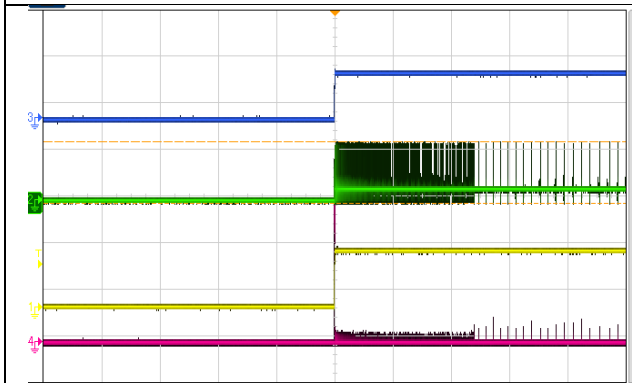
图4 启动波形 Iout =0A



CH1:VIN CH2:SW2 CH3:Vout CH4:IL

Vin=12V Vout=5V

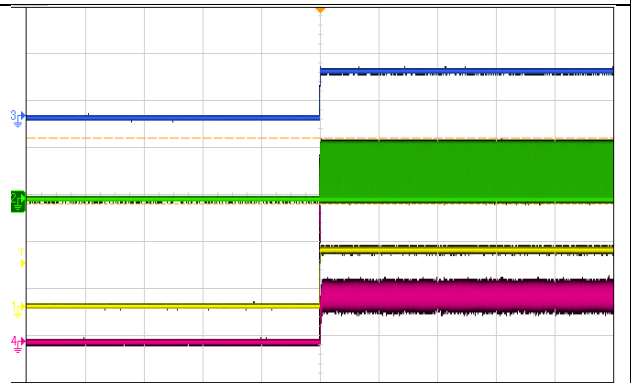
图5 启动波形, Iout =0.6A



CH1:VIN CH2:SW2 CH3:Vout CH4:IL

Vin=24V Vout=5V

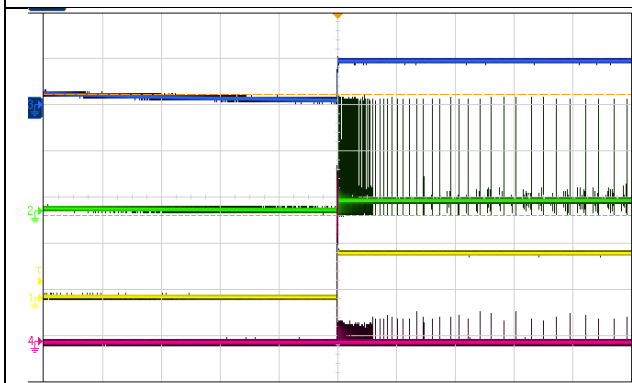
图6 启动波形, Iout =0A



CH1:VIN CH2:SW2 CH3:Vout CH4:IL

Vin=24V Vout=5V

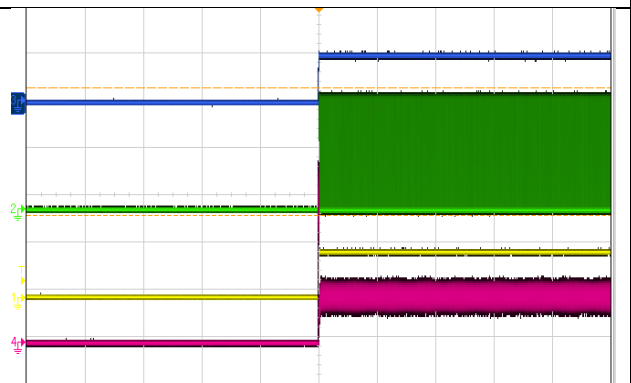
图7 启动波形, Iout =0.6A



CH1:VIN CH2:SW2 CH3:Vout CH4:IL

Vin=48V Vout=5V

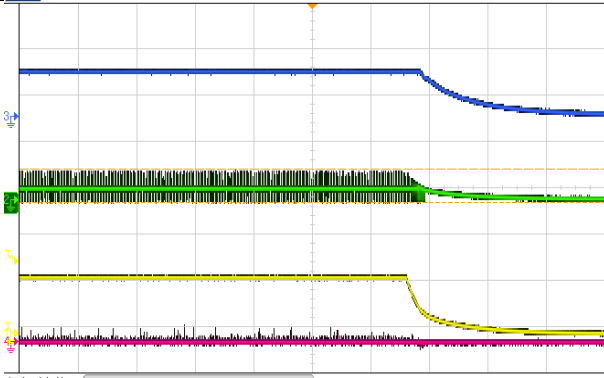
图8 启动波形, Iout =0A



CH1:VIN CH2:SW2 CH3:Vout CH4:IL

Vin=48V Vout=5V

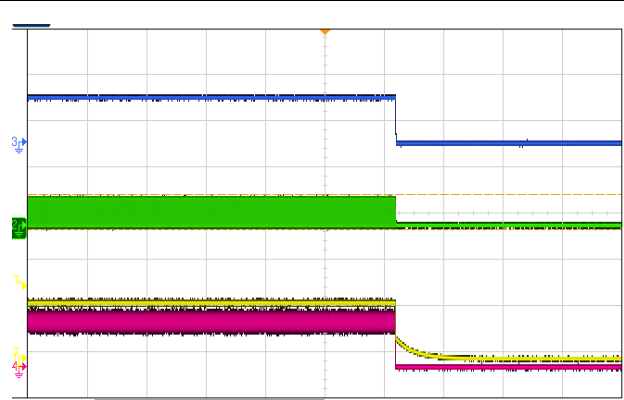
图9 启动波形, Iout =0.6A



CH1:VIN CH2:SW2 CH3:Vout CH4:IL

$V_{in}=12V$ $V_{out}=5V$

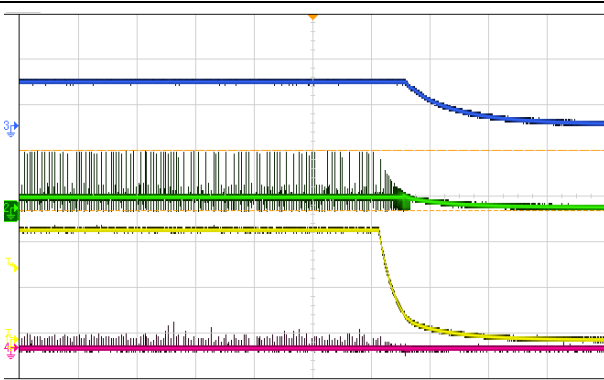
图 10 关断波形, $I_{out}=0A$



CH1:VIN CH2:SW2 CH3:Vout CH4:IL

$V_{in}=12V$ $V_{out}=5V$

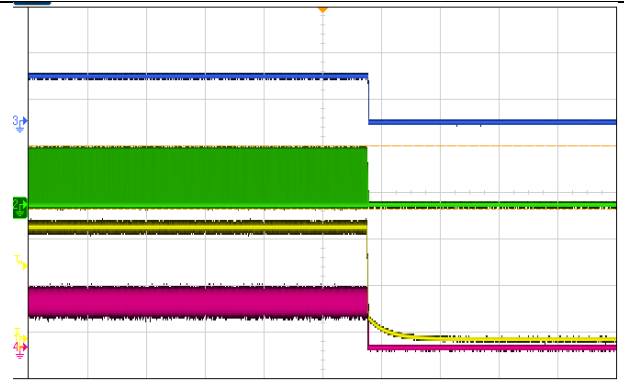
图 11 关断波形, $I_{out}=0.6A$



CH1:VIN CH2:SW2 CH3:Vout CH4:IL

$V_{in}=24V$ $V_{out}=5V$

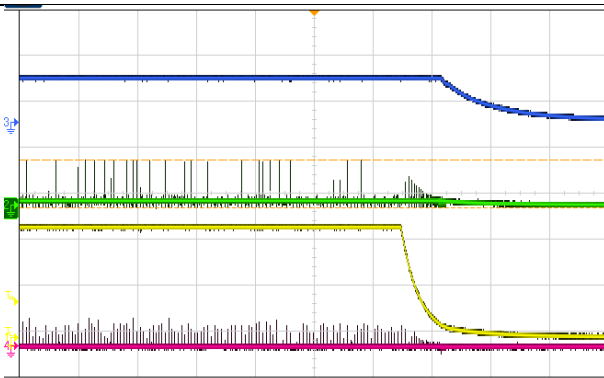
图 12 关断波形, $I_{out}=0A$



CH1:VIN CH2:SW2 CH3:Vout CH4:IL

$V_{in}=24V$ $V_{out}=5V$

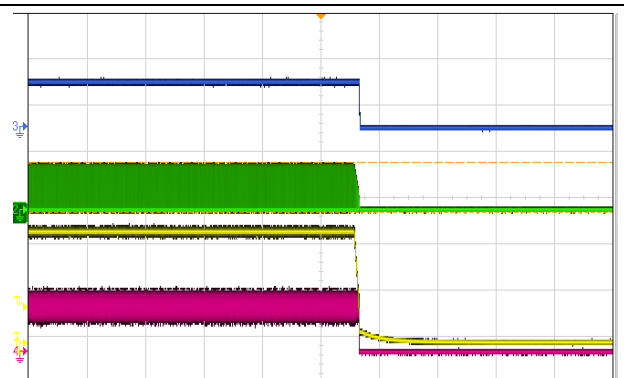
图 13 关断波形, $I_{out}=0.6A$



CH1:VIN CH2:SW2 CH3:Vout CH4:IL

$V_{in}=48V$ $V_{out}=5V$

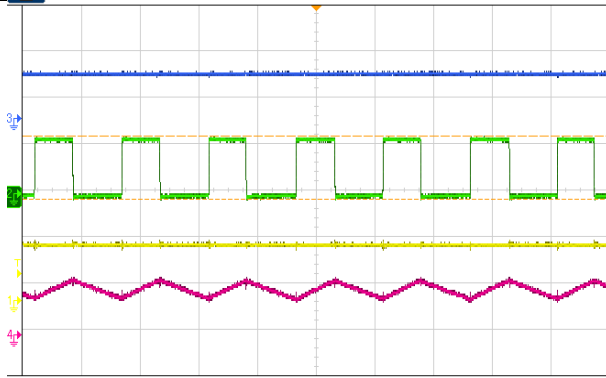
图 14 关断波形, $I_{out}=0A$



CH1:VIN CH2:SW2 CH3:Vout CH4:IL

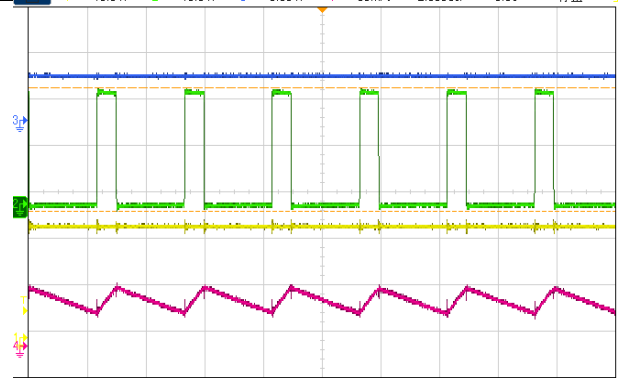
$V_{in}=48V$ $V_{out}=5V$

图 15 关断波形, $I_{out}=0.6A$



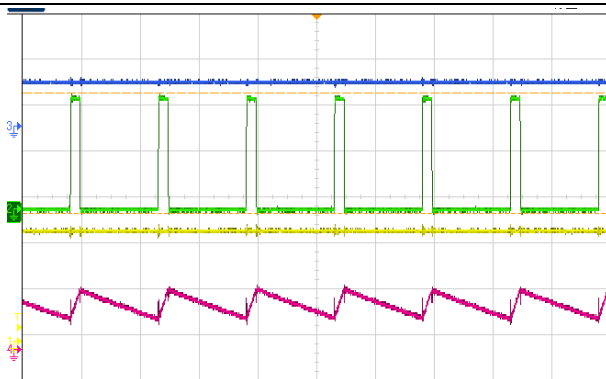
CH1:VIN CH2:SW2 CH3:Vout CH4:IL

Vin=12V Vout=5V
图 16 稳态, Iout =0.6A



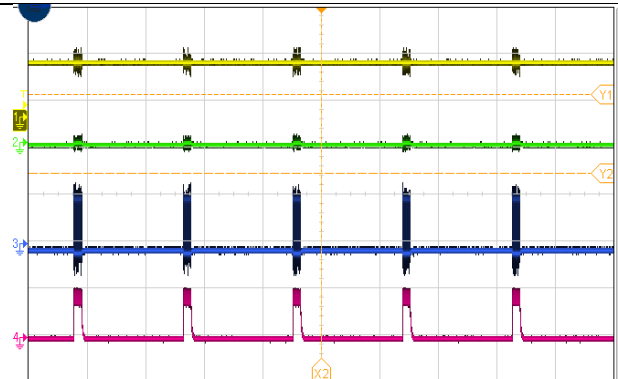
CH1:VIN CH2:SW2 CH3:Vout CH4:IL

Vin=24V Vout=5V
图 17 稳态, Iout =0.6A



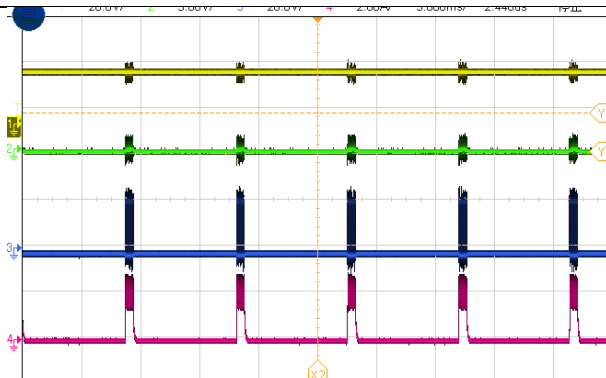
CH1:VIN CH2:SW2 CH3:Vout CH4:IL

Vin=48V Vout=5V
图 18 稳态, Iout =0.6A



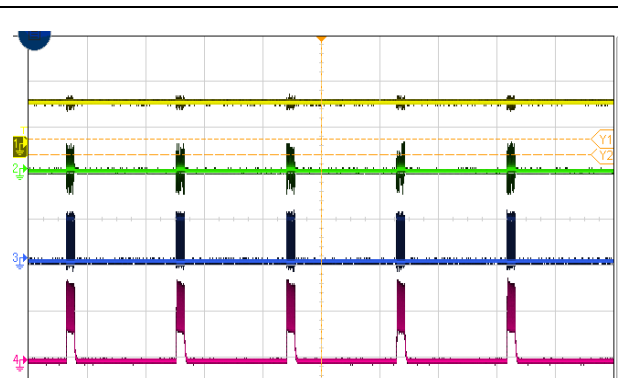
CH1:VIN CH2:SW2 CH3:Vout CH4:IL

Vin=12V Vout=5V
图 19 短路波形



CH1:VIN CH2:SW2 CH3:Vout CH4:IL

Vin=24V Vout=5V
图 20 短路波形



CH1:VIN CH2:SW2 CH3:Vout CH4:IL

Vin=48V Vout=5V
图 21 短路波形

9 详细说明

9.1 概述

TX4133 是一款易于使用的同步降压 DC-DC 转换器，工作电压为 4.5V 至 60V。它能够以非常小的解决方案尺寸提供高达 600mA 的连续负载电流，并具有高效率 and 热性能。TX4133 还集成了输入过压和输出过压保护。此功能可帮助客户轻松设计安全的 DC-DC 转换器。

9.2 功能框图

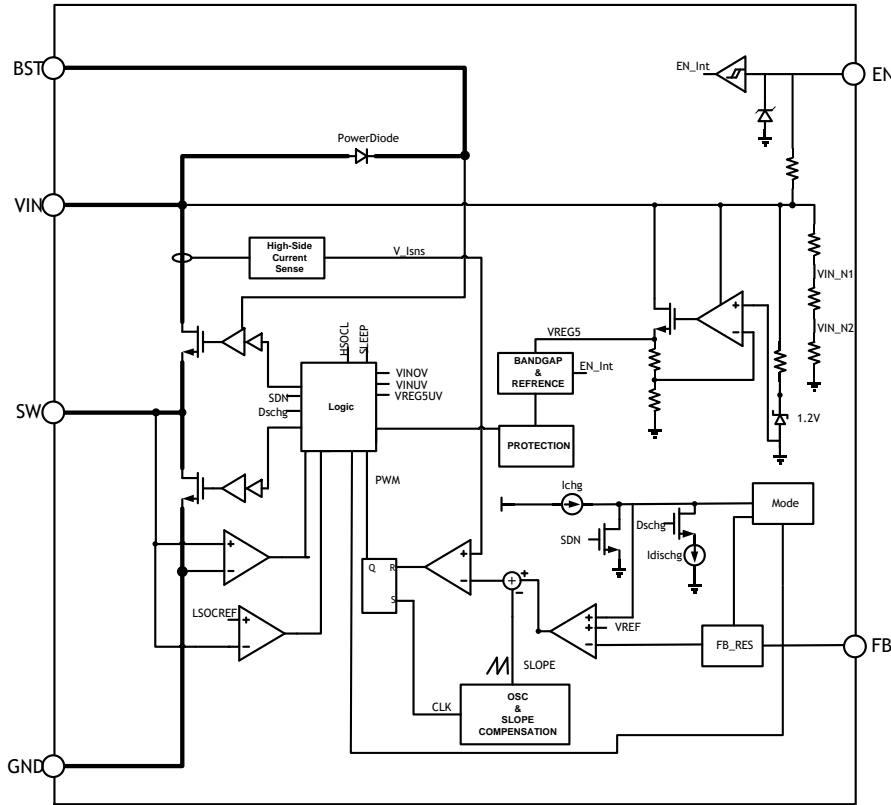


图22. TX4133 框图

9.3 峰值电流模式控制

TX4133 采用固定的 150 kHz 频率峰值电流模式控制。输出电压由 FB 引脚上的外部反馈电阻串检测并馈送到内部误差放大器。误差放大器的输出将通过内部 PWM 比较器与高端电流检测信号进行比较。当第二个信号高于第一个时，PWM 比较器会产生一个关断信号来关断高端开关。误差放大器的输出电压将随输出负载电流成比例地增加或减少。TX4133 内部具有逐周期峰值电流限制功能，有助于将负载电流保持在安全区域内。

9.4 轻负载效率的休眠操作

TX4133 具有有助于提高轻负载效率的内部功能。当输出电流低时，TX4133 将进入睡眠模式。

9.5 设置输出电压

输出电压通过从输出节点到 FB 引脚的电阻分压器进行设置。该电阻分压器的电阻精度最好为 1%。输出电压值设置为下面的等式1 (R_1 是上电阻, R_2 是下电阻)。

$$V_{out} = V_{ref} \times \frac{R_1 + R_2}{R_2} \quad (1)$$

V_{ref} 为 TX4133 的内部参考电压，为 0.8V。

9.6 设置启用阈值

当 EN 引脚电压超过阈值时，TX4133 开始工作。当 EN 保持低电平（低于阈值）时，TX4133 停止工作。TX4133 的静态电流非常低，可以为系统保持良好的关断操作。TX4133 有一个内部上拉电阻，以确保在 EN 引脚悬空时 IC 工作。如果应用需要控制 EN 引脚，请使用开漏或开集输出逻辑电路与其接口。

当系统需要更高的 VIN UVLO 阈值时，可以如下图 23 所示配置 EN 引脚。

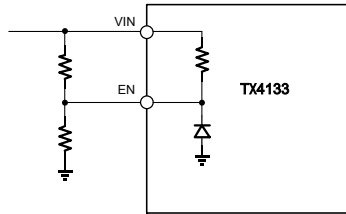


图23. 可调 VIN 欠压锁定

9.7 热关断

如果结温通常超过 155° C，内部热关断电路会强制器件停止开关。当结温降至 110° C 以下时，IC 将重新开始工作。

10 应用与实施

10.1 电感选择

需要一个电感器来为负载提供恒定电流，同时由开关输入电压驱动。较大的电感值将导致较小的电流纹波和较低的输出电压纹波。然而，较大值的电感器将具有较大的物理尺寸、较高的直流电阻和或较低的饱和电流。计算电感的一个好规则是允许电感中的峰峰值纹波电流约为最大负载电流的 25%。同时，需要确保峰值电感电流低于电感饱和电流。

电感值可以通过以下公式计算：

$$L = \frac{V_{OUT}}{f_s \times \Delta I_L} \left(1 - \frac{V_{OUT}}{V_{IN}} \right) \quad (2)$$

其中 V_{OUT} 是输出电压， V_{IN} 是输入电压， f_s 是开关频率， ΔI_L 是峰峰值电感纹波电流。

选择在最大峰值电流下不会饱和的电感器。峰值电感电流可由下式计算：

$$I_{L_P} = I_{load} + \frac{V_{OUT}}{2 \times f_s \times L} \left(1 - \frac{V_{OUT}}{V_{IN}} \right) \quad (3)$$

其中 I_{load} 是负载电流。

电感材料的选择主要取决于价格与尺寸要求和 EMI 限制。

10.2 输入电容选择

降压转换器的输入电流是不连续的，因此需要一个电容器来为转换器提供交流电流。建议使用低 ESR 电容器以优化性能。陶瓷电容是首选，但钽或低 ESR 电解电容也可以满足要求。使用陶瓷电容时最好选择 X5R 或 X7R 电介质。

由于输入电容器 (C_{IN}) 吸收输入开关电流，因此电容器需要良好的纹波电流额定值。输入电容中的 RMS 电流可以通过以下方式估算：

$$I_{CIN} = I_{load} \times \sqrt{\frac{V_{OUT}}{V_{IN}} \times \left(1 - \frac{V_{OUT}}{V_{IN}} \right)} \quad (4)$$

最坏情况发生在 $V_{IN} = 2 \times V_{OUT}$ 时，其中：

$$I_{CIN} = \frac{I_{load}}{2} \quad (5)$$

为简化起见，选择 RMS 电流额定值大于最大负载电流一半的输入电容。

使用电解电容或钽电容时，应尽可能靠近 IC 放置一个小的低 ESR 陶瓷电容，即 $0.1 \mu F$ 。使用陶瓷电容器时，请确保它们有足够的电容来维持输入电压纹波。由电容引起的输入电压纹波可以通过下式估算：

$$\Delta V_{IN} = \frac{I_{load}}{f_s \times C_{IN}} \times \frac{V_{OUT}}{V_{IN}} \times \left(1 - \frac{V_{OUT}}{V_{IN}} \right) \quad (6)$$

C_{IN} 是输入电容。

10.3 输出电容选择

需要输出电容器 (C_{OUT}) 来维持直流输出电压。建议使用陶瓷、钽或低 ESR 电解电容器。

首选低 ESR 电容器以保持低输出电压纹波。输出电压纹波可通过下式估算：

$$\Delta V_{OUT} = \frac{V_{OUT}}{f_s \times L} \times \left(1 - \frac{V_{OUT}}{V_{IN}} \right) \times \left(R_{ESR} + \frac{1}{8 \times f_s \times C_{OUT}} \right) \quad (7)$$

其中 L 是电感值, R_{ESR} 是输出电容的等效串联电阻 (ESR) 值, C_{OUT} 是输出电容值。在陶瓷电容器的情况下, 开关频率下的阻抗主要由电容决定。输出电压纹波主要由电容决定。为简化起见, 输出电压纹波可通过下式估算

$$\Delta V_{OUT} = \frac{V_{OUT}}{8 \times f_s^2 \times L \times C_{OUT}} \times \left(1 - \frac{V_{OUT}}{V_{IN}} \right) \quad (8)$$

对于钽电容或电解电容, ESR 决定了开关频率下的阻抗。为简化起见, 输出纹波可近似为:

$$\Delta V_{OUT} = \frac{V_{OUT}}{f_s \times L} \times \left(1 - \frac{V_{OUT}}{V_{IN}} \right) \times R_{ESR} \quad (9)$$

输出电容的特性也会影响稳压器的稳定性。6320 针对各种电容和 ESR 值进行了优化。

11 PCB布局

11.1 指南

PCB 布局是良好电源设计的关键部分。以下指南将帮助用户设计具有最佳电源转换效率、热性能和最小 EMI 的 PCB。

1. 反馈网络，电阻 R1 和 R2，应保持靠近 FB 引脚。Vout 检测路径应远离噪声节点，例如 SW 和 BST 信号。R2 的地应通过单点直接连接到 GND 引脚。可能需要一个可选的 47pF 电容器来提高放置不良 PCB 的抗噪能力。
2. 输入旁路电容 C2 必须尽可能靠近 VIN 引脚和 GND 引脚。输入和输出电容器的接地应由局部顶侧平面组成。使 GND 平面尽可能大以获得最佳热性能。
3. 输入电容、输出电容、电感和 TX4133 应均匀放置在 PCB 板上，以获得最佳的散热性能。尽可能将 TX4133 与电感分开，因为它们是 PCB 上最热的元件。

11.2 范例

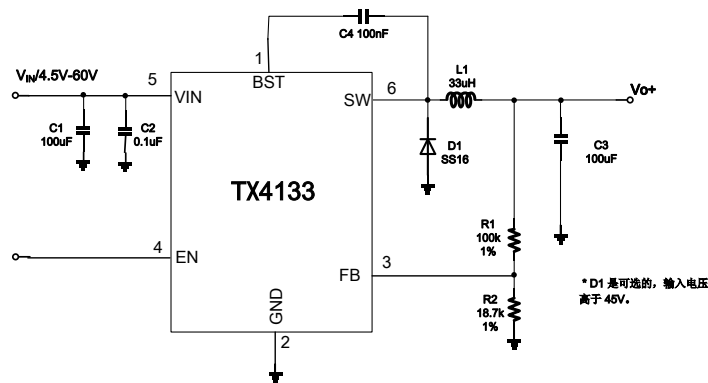


图24. 示意图

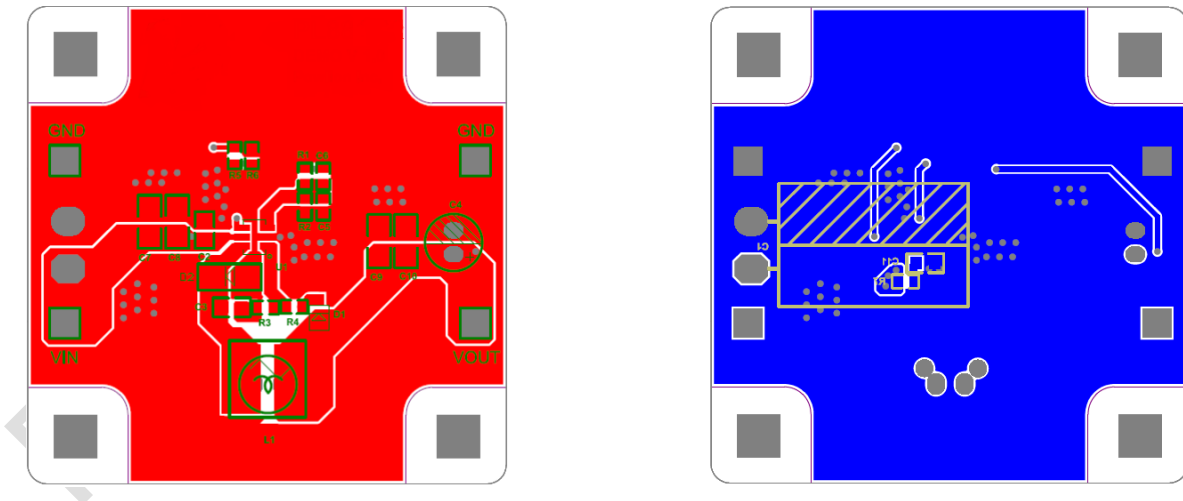
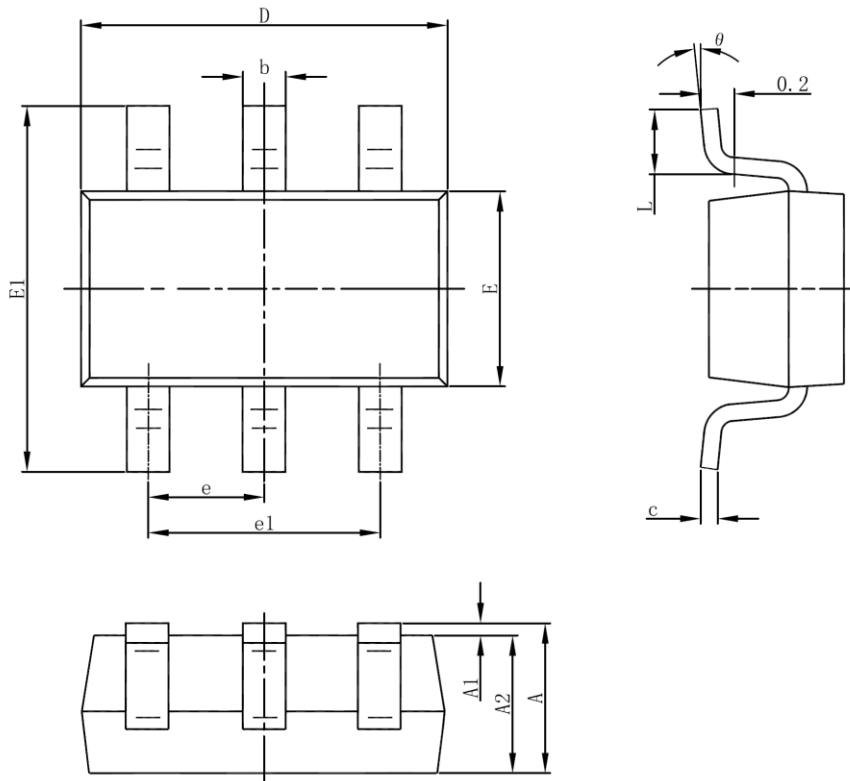


图25. PCB 布局

SOT-23-6L PACKAGE OUTLINE DIMENSIONS



Symbol	Dimensions In Millimeters		Dimensions In Inches	
	Min	Max	Min	Max
A	1.050	1.250	0.041	0.049
A1	0.000	0.100	0.000	0.004
A2	1.050	1.150	0.041	0.045
b	0.300	0.500	0.012	0.020
c	0.100	0.200	0.004	0.008
D	2.820	3.020	0.111	0.119
E	1.500	1.700	0.059	0.067
E1	2.650	2.950	0.104	0.116
e	0.950(BSC)		0.037(BSC)	
e1	1.800	2.000	0.071	0.079
L	0.300	0.600	0.012	0.024
theta	0°	8°	0°	8°

重要提醒

芯鼎盛对本文中可能出现的任何错误不承担任何责任。芯鼎盛保留随时更改此处详述的设备或规格的权利，恕不另行通知。芯鼎盛不承担因应用或使用此处描述的任何产品而产生的任何责任；它既不传达其专利权下的任何许可，也不传达他人的权利。未经芯鼎盛首席执行官的书面批准函，不得将芯鼎盛的产品用作生命支持设备或系统的关键部件。此类应用中的产品用户应承担此类使用的所有风险，并同意不追究芯鼎盛公司的一切损失。