

TPS731 具有反向电流保护功能的无电容 NMOS 150mA 低压降稳压器

1 特性

- 无论使用哪种电容或不使用电容，均能稳定工作
- 输入电压范围为 1.7V 至 5.5V
- 超低压降电压：30mV 典型值（150mA 负载）
- 无论是否使用可选输出电容器，均可实现出色的负载瞬态响应
- 新的 NMOS 拓扑结构实现了低反向泄漏电流
- 低噪声：30 μ V_{RMS} 典型值（10kHz 至 100kHz）
- 初始精度为 0.5%
- 整个线路、负载和温度范围内的精度达 1%
- 关断模式下 I_Q 最大值小于 1 μ A
- 具备热关断及限定最小和最大电流的保护功能
- 提供了多个输出电压版本：
 - 固定输出：1.20V 至 5V
 - 可调输出：1.2V 至 5.5V
 - 可提供定制输出

2 应用

- 智能电网与能源
- 楼宇自动化
- 机顶盒
- 医疗设备
- 测试和测量
- 销售点终端
- 无线基础设施

3 说明

TPS731 低压降 (LDO) 线性稳压器采用电压跟随器结构，并使用 NMOS 导通晶体管。该拓扑在使用具有低等效串联电阻 (ESR) 的输出电容器时保持稳定，甚至可实现无电容器运行。此器件还提供高反向阻断（低反向电流）和接地引脚电流，该电流在所有输出电流上几乎保持恒定。

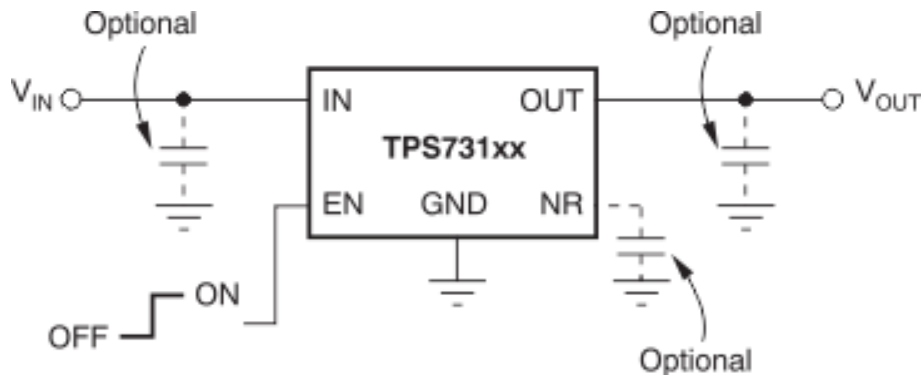
TPS731 利用先进的 BiCMOS 工艺实现高精度，同时提供超低压降电压和低接地引脚电流。未启用时，电流消耗小于 1 μ A，适用于便携式应用。极低的输出噪声（0.1 μ F C_{NR} 时为 30 μ V_{RMS}）使得此器件非常适合为 VCO 供电。该器件受到热关断和折返电流限制的保护。

封装信息

器件型号	封装 ⁽¹⁾	封装尺寸 ⁽²⁾
TPS731	DBV (SOT-23, 5)	2.9mm × 2.8mm

(1) 有关更多信息，请参阅 [机械、封装和可订购信息](#)。

(2) 封装尺寸（长 × 宽）为标称值，并包括引脚（如适用）。



针对固定电压版本的典型应用电路



内容

1 特性	1	7 应用和实施	18
2 应用	1	7.1 应用信息.....	18
3 说明	1	7.2 典型应用.....	18
4 引脚配置和功能	3	7.3 电源相关建议.....	20
5 规格	4	7.4 布局.....	20
5.1 绝对最大额定值.....	4	8 器件和文档支持	22
5.2 ESD 等级.....	4	8.1 器件支持.....	22
5.3 建议运行条件.....	4	8.2 文档支持.....	22
5.4 热性能信息.....	4	8.3 接收文档更新通知.....	22
5.5 电气特性.....	5	8.4 支持资源.....	22
5.6 典型特性.....	6	8.5 商标.....	22
6 详细说明	15	8.6 静电放电警告.....	22
6.1 概述.....	15	8.7 术语表.....	22
6.2 功能方框图.....	15	9 修订历史记录	23
6.3 特性说明.....	16	10 机械、封装和可订购信息	23
6.4 器件功能模式.....	17		

4 引脚配置和功能

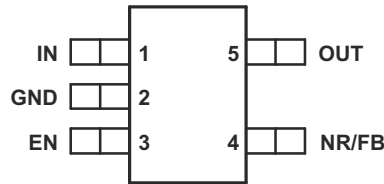


图 4-1. DBV 封装 5 引脚 SOT-23 俯视图

表 4-1. 引脚功能

引脚		类型 ⁽¹⁾	说明
名称	编号		
EN	3	I	驱动使能引脚 (EN) 为高电平打开稳压器。将这个引脚驱动为低电平来将稳压器置于关断模式。更多详细信息，请参阅 使能引脚和关断 部分。如未使用，EN 可被连接至 IN。
FB	4	I	只适用于可调电压版本 — 这是到控制环路误差放大器的输入，并且用于设定器件的输出电压。
GND	2	—	接地。
IN	1	I	输入电源。
NR	4	—	只适用于固定电压版本 — 将外部电容器连接到该引脚来绕过内部带隙生成的噪声，同时使输出噪声降低至极低的水平。
OUT	5	O	稳压器的输出。无需外部电容器实现此稳定性。

(1) I = 输入，O = 输出

5 规格

5.1 绝对最大额定值

在工作结温范围内测得（除非另有说明）⁽¹⁾

		最小值	最大值	单位
电压	输入, V_{IN}	-0.3	6	V
	使能, V_{EN}	-0.3	6	
	输出, V_{OUT}	-0.3	5.5	
	V_{NR} 、 V_{FB}	-0.3	6	
电流	最大输出, I_{OUT}	受内部限制		
输出短路持续时间		未确定		
持续总功率耗散	P_{DISS}	请参阅热性能信息		
温度	工作结温, T_J	-55	150	°C
	贮存温度, T_{stg}	-65	150	

(1) 超出绝对最大额定值范围操作可能会导致器件永久损坏。绝对最大额定值并不表示器件在这些条件下或在建议的工作条件以外的任何其他条件下能够正常运行。如果超出建议运行条件但在绝对最大额定值范围内使用，器件可能不会完全正常运行，这可能影响器件的可靠性、功能和性能并缩短器件寿命。

5.2 ESD 等级

			值	单位
$V_{(ESD)}$	静电放电	人体放电模型 (HBM), 符合 ANSI/ESDA/JEDEC JS-001 标准, 所有引脚 ⁽¹⁾	±2000	V
		充电器件模型 (CDM), 符合 JEDEC 规范 JESD22-C101, 所有引脚 ⁽²⁾	±500	

(1) JEDEC 文档 JEP155 指出：500V HBM 时能够在标准 ESD 控制流程下安全生产。

(2) JEDEC 文档 JEP157 指出：250V CDM 时能够在标准 ESD 控制流程下安全生产。

5.3 建议运行条件

在工作结温范围内测得（除非另有说明）

		最小值	标称值	最大值	单位
V_{IN}	输入电源电压	1.7		5.5	V
I_{OUT}	输出电流	0		150	mA
T_J	工作结温	-40		125	°C

5.4 热性能信息

热指标 ⁽¹⁾		TPS731 新器件	TPS731 传统器件	单位
		DBV (SOT-23)	DBV (SOT-23)	
		5 引脚	5 引脚	
$R_{\theta JA}$	结至环境热阻	185.2	207.2	°C/W
$R_{\theta JC(top)}$	结至外壳 (顶部) 热阻	82.9	124.2	°C/W
$R_{\theta JB}$	结至电路板热阻	53.1	35	°C/W
ψ_{JT}	结至顶部特征参数	21.1	13.5	°C/W
ψ_{JB}	结至电路板特征参数	52.7	34.1	°C/W

(1) 有关新旧热指标的更多信息，请参阅半导体和 IC 封装热指标应用手册。

5.5 电气特性

在工作温度范围 ($T_J = -40^{\circ}\text{C}$ 至 125°C)、 $V_{IN} = V_{OUT(nom)} + 0.5\text{V}$ ⁽¹⁾、 $I_{OUT} = 10\text{mA}$ 、 $V_{EN} = 1.7\text{V}$ 且 $C_{OUT} = 0.1\ \mu\text{F}$ 条件下 (除非另有说明)。典型值为 $T_J = 25^{\circ}\text{C}$ 条件下的值。

参数		测试条件		最小值	典型值	最大值	单位
V_{IN}	输入电压范围 ⁽¹⁾			1.7		5.5	V
V_{FB}	内部基准 (TPS73101)	$T_J = 25^{\circ}\text{C}$		1.198	1.204	1.210	V
V_{OUT}	输出电压范围 (TPS73101) ⁽²⁾			V_{FB}		5.5 - V_{DO}	V
	准确度 ^{(1) (3)}	标称值	$T_J = 25^{\circ}\text{C}$	-0.5		0.5	%
V_{IN} 、 I_{OUT} 和 T		$V_{OUT} + 0.5\text{V} \leq V_{IN} \leq 5.5\text{V}$; $10\text{mA} \leq I_{OUT} \leq 150\text{mA}$		-1	± 0.5	1	
$\Delta V_{OUT(\Delta V_{IN})}$	线性调整率 ⁽¹⁾	$V_{OUT(nom)} + 0.5\text{V} \leq V_{IN} \leq 5.5\text{V}$			0.01		%/V
$\Delta V_{OUT(\Delta I_{OUT})}$	负载调整率	$1\text{mA} \leq I_{OUT} \leq 150\text{mA}$			0.002		%/mA
$\Delta V_{OUT(\Delta I_{OUT})}$	负载调整率	$10\text{mA} \leq I_{OUT} \leq 150\text{mA}$			0.0005		%/mA
V_{DO}	压降电压 ⁽⁴⁾ ($V_{IN} = V_{OUT(NOM)}$ - 0.1V)	$I_{OUT} = 150\text{mA}$			30	100	mV
$Z_{O(DO)}$	压降中的输出阻抗	$1.7\text{V} \leq V_{IN} \leq V_{OUT} + V_{DO}$			0.25		Ω
I_{CL}	输出电流限制	$V_{OUT} = 0.9 \times V_{OUT(nom)}$		150	360	500	mA
I_{SC}	短路电流	$V_{OUT} = 0\text{V}$			200		mA
I_{REV}	反向漏电流 ⁽⁵⁾ ($-I_{IN}$)	$V_{EN} \leq 0.5\text{V}$, $0\text{V} \leq V_{IN} \leq V_{OUT}$			0.1	10	μA
I_{GND}	接地引脚电流	$I_{OUT} = 10\text{mA}$ (I_Q), 传统器件			400	550	μA
		$I_{OUT} = 10\text{mA}$ (I_Q), 新器件			400	630	
I_{GND}	接地引脚电流	$I_{OUT} = 10\text{mA}$ (I_Q), $V_{OUT} =$ 仅 5V, 新器件			580	700	μA
I_{GND}	接地引脚电流	$I_{OUT} = 150\text{mA}$			550	750	μA
I_{GND}	接地引脚电流	$I_{OUT} = 150\text{mA}$, $V_{OUT} =$ 仅 5V, 新器件			700	850	μA
I_{SHDN}	关断电流 (I_{GND})	$V_{EN} \leq 0.5\text{V}$, $V_{OUT} \leq V_{IN} \leq 5.5\text{V}$, $-40^{\circ}\text{C} \leq T_J \leq 100^{\circ}\text{C}$, 传统器件			0.02	1	μA
		$V_{EN} \leq 0.5\text{V}$, $V_{OUT} \leq V_{IN} \leq 5.5\text{V}$, 新器件			0.02	1	
I_{FB}	反馈引脚电流 (TPS73101)				0.1	0.3	μA
PSRR	电源抑制比 (纹波抑制)	$f = 100\text{Hz}$, $I_{OUT} = 150\text{mA}$			58		dB
		$f = 10\text{kHz}$, $I_{OUT} = 150\text{mA}$			37		
V_N	输出噪声电压, BW = 10Hz 至 100kHz	$C_{OUT} = 10\ \mu\text{F}$, 无 C_{NR}			$27 \times V_{OUT}$		μV_{RMS}
		$C_{OUT} = 10\ \mu\text{F}$, $C_{NR} = 0.01\ \mu\text{F}$			$8.5 \times V_{OUT}$		
t_{STR}	启动时间	$V_{OUT} = 3\text{V}$, $R_L = 30\ \Omega$, $C_{OUT} = 1\ \mu\text{F}$, $C_{NR} = 0.01\ \mu\text{F}$			600		μs
$V_{EN(high)}$	EN 引脚高电平 (已使能)			1.7		V_{IN}	V
$V_{EN(low)}$	EN 引脚低电平 (关断)			0		0.5	V
$I_{EN(high)}$	使能引脚电流 (已使能)	$V_{EN} = 5.5\text{V}$			0.02	0.1	μA
T_{SD}	热关断温度	关断, 温度升高			160		$^{\circ}\text{C}$
		复位, 温度降低			140		
T_J	工作结温			-40		125	$^{\circ}\text{C}$

- (1) 最小 $V_{IN} = V_{OUT} + V_{DO}$ 或者 1.7V, 以较大者为准。
- (2) TPS73101 在 $V_{OUT} = 2.5\text{V}$ 条件下进行测试。
- (3) 外部电阻器的耐受电压不包括在这个技术规范中。
- (4) 针对输出版本, 不在 $V_{OUT(nom)} < 1.8\text{V}$ 时测量 V_{DO} , 这是因为最小 $V_{IN} = 1.7\text{V}$ 。
- (5) 只适用于固定电压版本; 更多信息请参考应用信息部分。

5.6 典型特性

适用于所有电压版本，在 $T_J = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_{IN} = V_{OUT(nom)} + 0.5\text{V}$ 、 $I_{OUT} = 10\text{mA}$ 、 $V_{EN} = 1.7\text{V}$ 且 $C_{OUT} = 0.1\ \mu\text{F}$ 条件下 (除非另有说明)

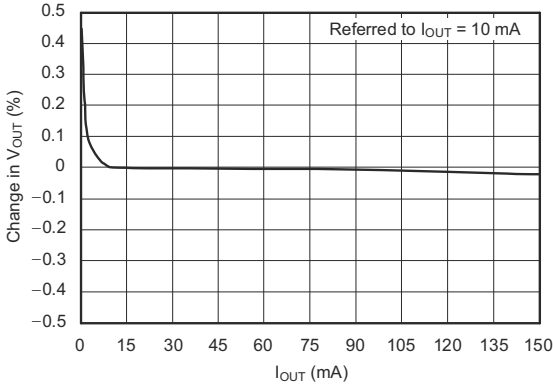


图 5-1. 负载调整率

传统器件

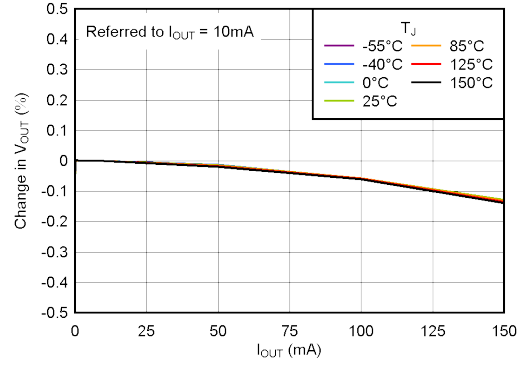


图 5-2. 负载调整率

新器件

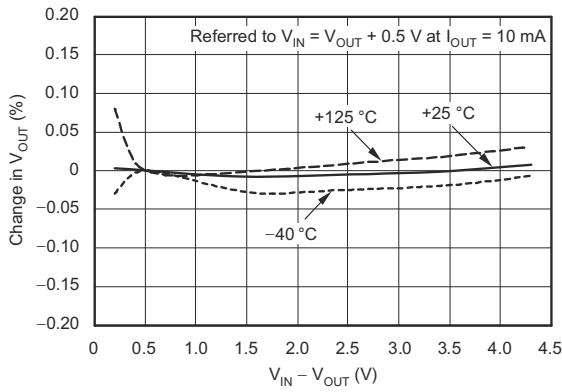


图 5-3. 线性调整率

传统器件

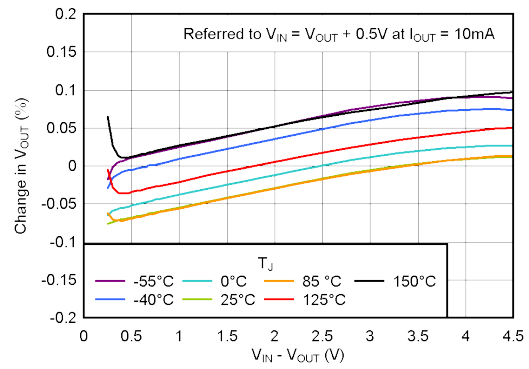


图 5-4. 线性调整率

新器件

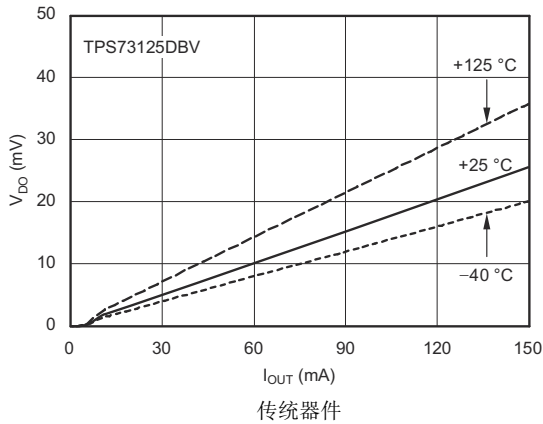


图 5-5. 压降电压与输出电流间的关系

传统器件

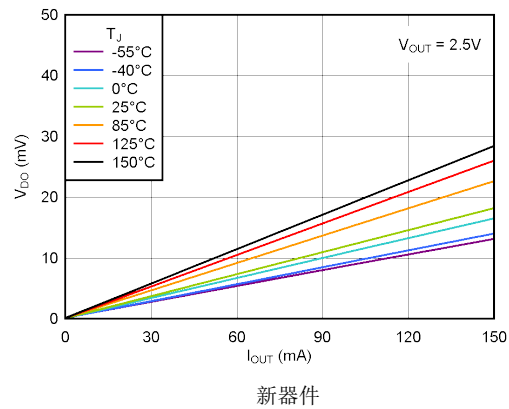
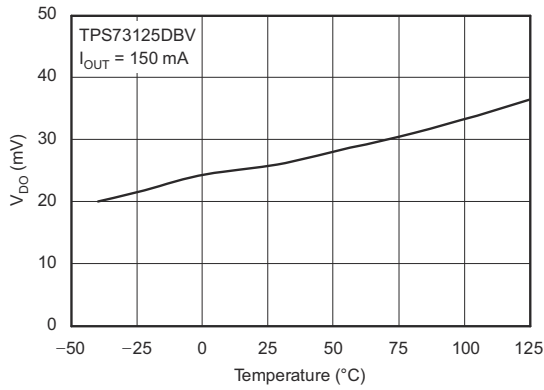


图 5-6. 压降电压与输出电流间的关系

新器件

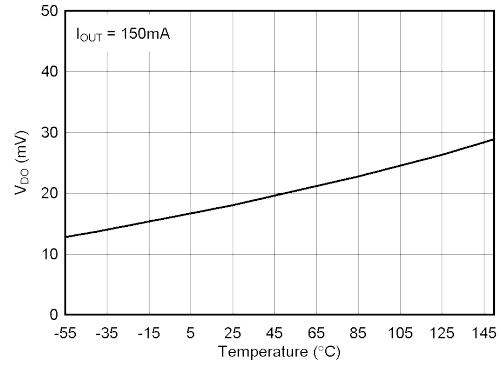
5.6 典型特性 (续)

适用于所有电压版本, 在 $T_J = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_{IN} = V_{OUT(nom)} + 0.5\text{V}$ 、 $I_{OUT} = 10\text{mA}$ 、 $V_{EN} = 1.7\text{V}$ 且 $C_{OUT} = 0.1\ \mu\text{F}$ 条件下 (除非另有说明)



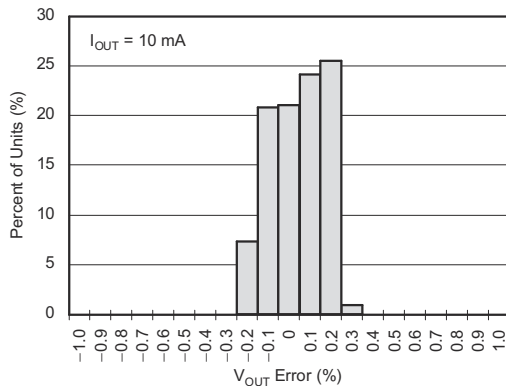
传统器件

图 5-7. 压降电压与温度间的关系



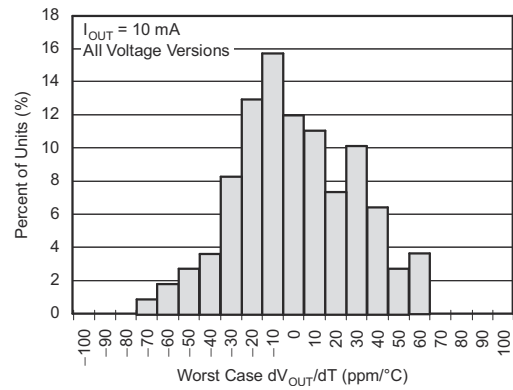
新器件

图 5-8. 压降电压与温度间的关系



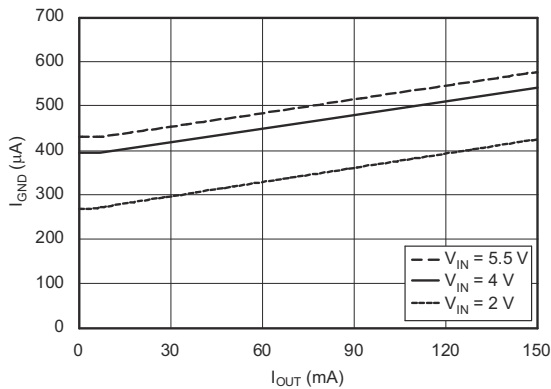
传统器件

图 5-9. 输出电压精度柱状图



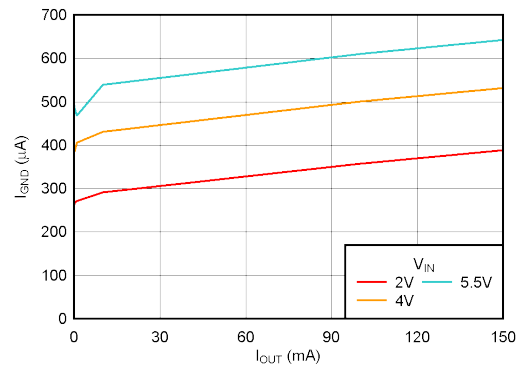
传统器件

图 5-10. 输出电压漂移柱状图



传统器件

图 5-11. 接地引脚电流与输出电流间的关系



新器件

图 5-12. 接地引脚电流与输出电流间的关系

5.6 典型特性 (续)

适用于所有电压版本，在 $T_J = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_{IN} = V_{OUT(nom)} + 0.5\text{V}$ 、 $I_{OUT} = 10\text{mA}$ 、 $V_{EN} = 1.7\text{V}$ 且 $C_{OUT} = 0.1\mu\text{F}$ 条件下 (除非另有说明)

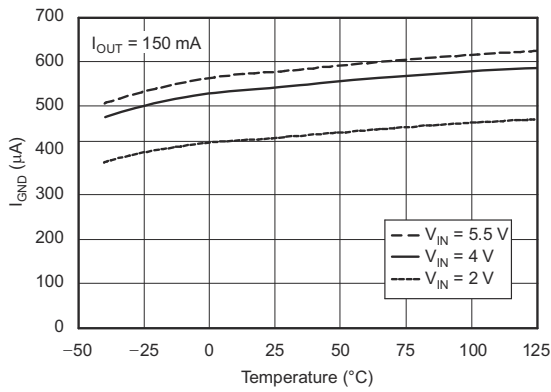


图 5-13. 接地引脚电流与温度间的关系

传统器件

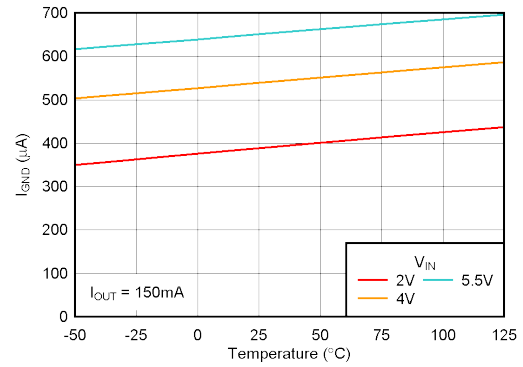


图 5-14. 接地引脚电流与温度间的关系

新器件

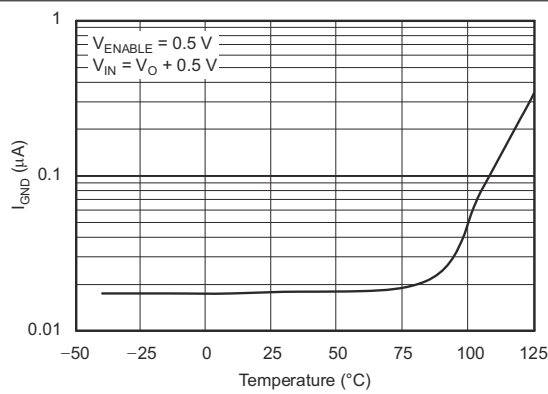


图 5-15. 关断时的接地引脚电流与温度间的关系

传统器件

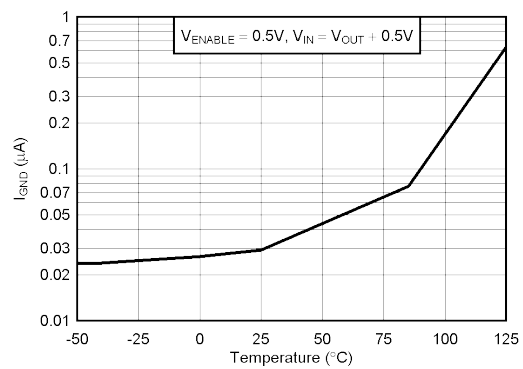


图 5-16. 关断时的接地引脚电流与温度间的关系

新器件

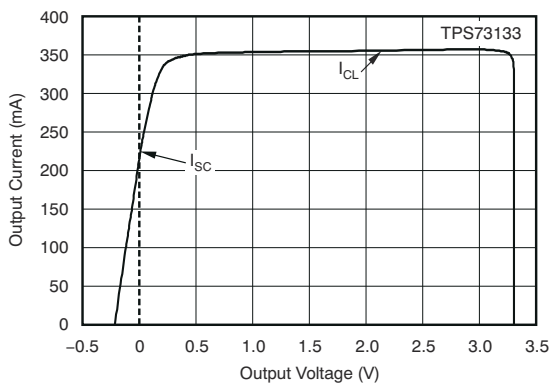


图 5-17. 电流限值与 V_{OUT} (折返) 间的关系

传统器件

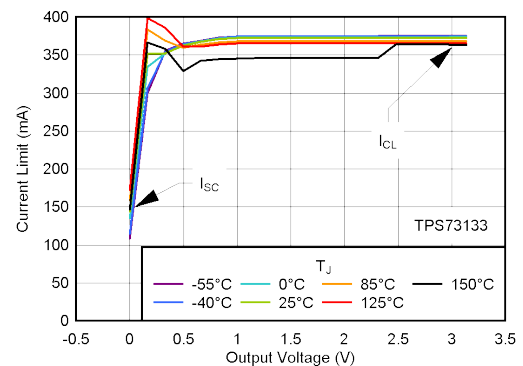


图 5-18. 电流限值与 V_{OUT} (折返) 间的关系

新器件

5.6 典型特性 (续)

适用于所有电压版本，在 $T_J = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_{IN} = V_{OUT(nom)} + 0.5\text{V}$ 、 $I_{OUT} = 10\text{mA}$ 、 $V_{EN} = 1.7\text{V}$ 且 $C_{OUT} = 0.1\ \mu\text{F}$ 条件下 (除非另有说明)

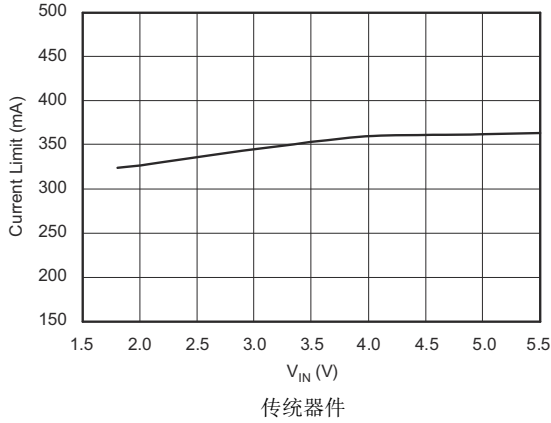


图 5-19. 电流限值与 V_{IN} 间的关系

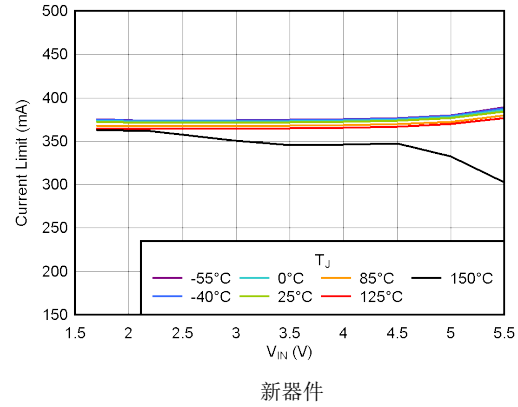


图 5-20. 电流限值与 V_{IN} 间的关系

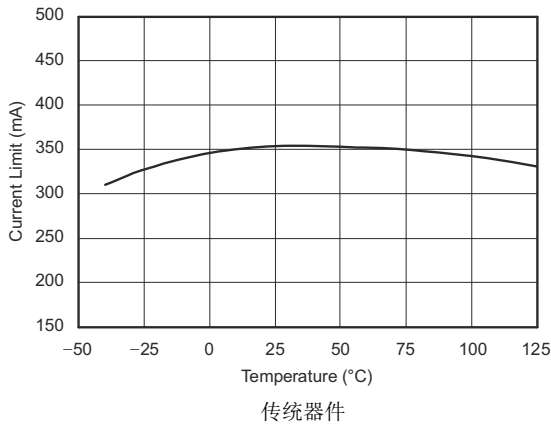


图 5-21. 电流限制与温度间的关系

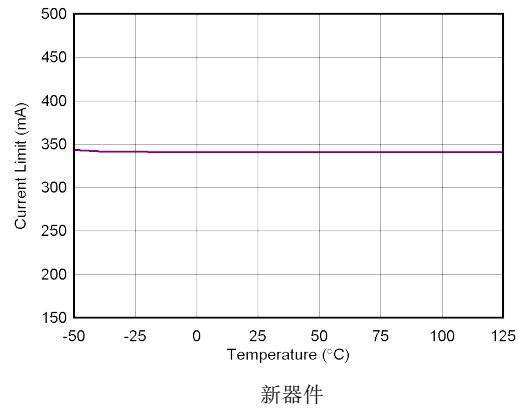


图 5-22. 电流限制与温度间的关系

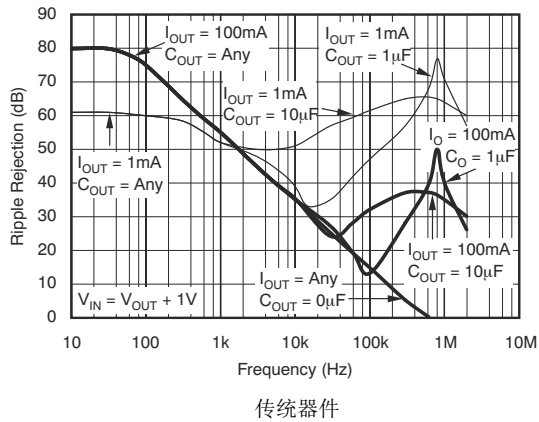


图 5-23. PSRR (纹波抑制) 与频率间的关系

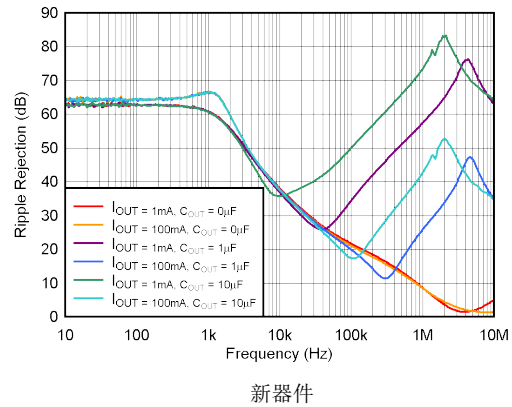


图 5-24. PSRR (纹波抑制) 与频率间的关系

5.6 典型特性 (续)

适用于所有电压版本, 在 $T_J = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_{IN} = V_{OUT(nom)} + 0.5\text{V}$ 、 $I_{OUT} = 10\text{mA}$ 、 $V_{EN} = 1.7\text{V}$ 且 $C_{OUT} = 0.1\mu\text{F}$ 条件下 (除非另有说明)

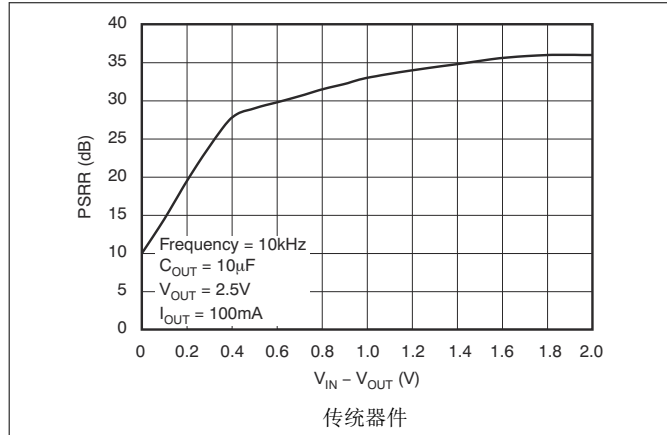


图 5-25. PSRR (纹波抑制) 与 $V_{IN} - V_{OUT}$ 间的关系

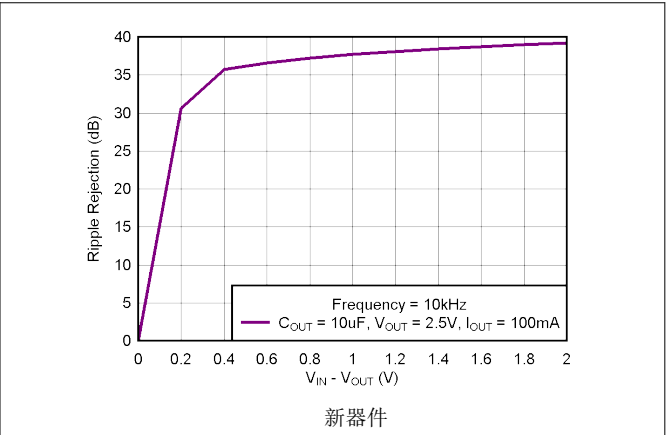


图 5-26. PSRR (纹波抑制) 与 $(V_{IN} - V_{OUT})$ 间的关系

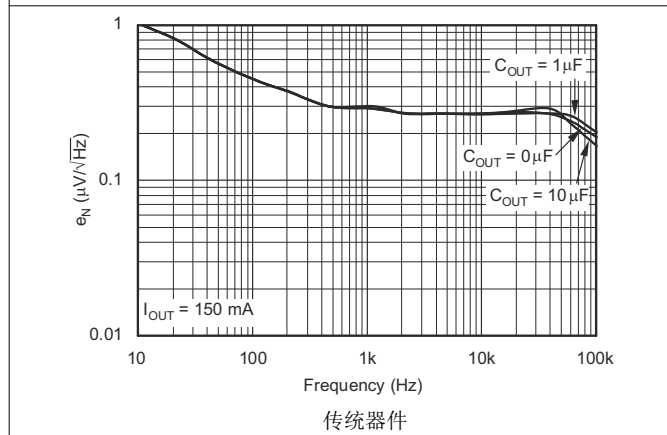


图 5-27. 噪声谱密度 $C_{NR} = 0\mu\text{F}$

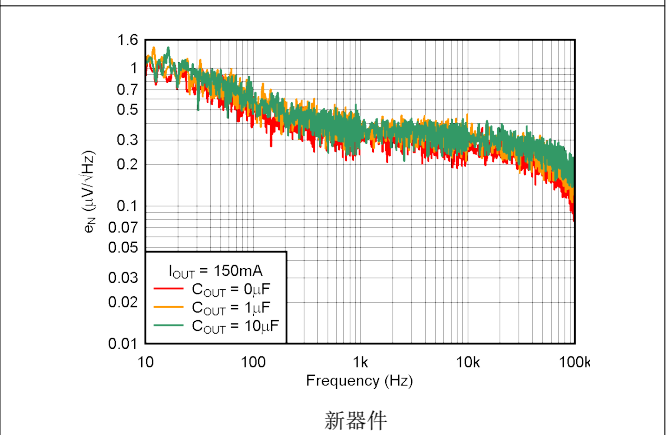


图 5-28. 噪声谱密度 $C_{NR} = 0\mu\text{F}$

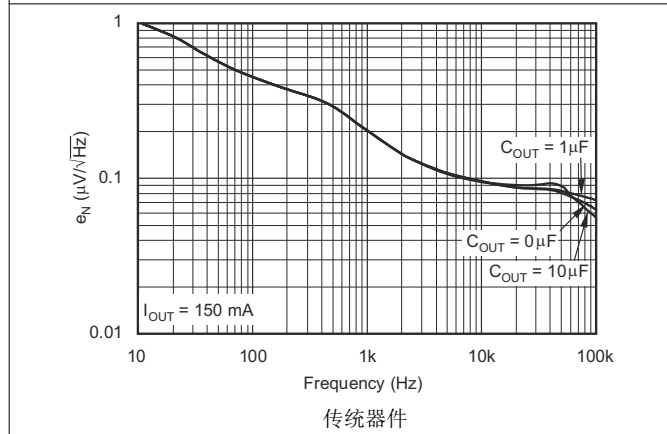


图 5-29. 噪声谱密度 $C_{NR} = 0.01\mu\text{F}$

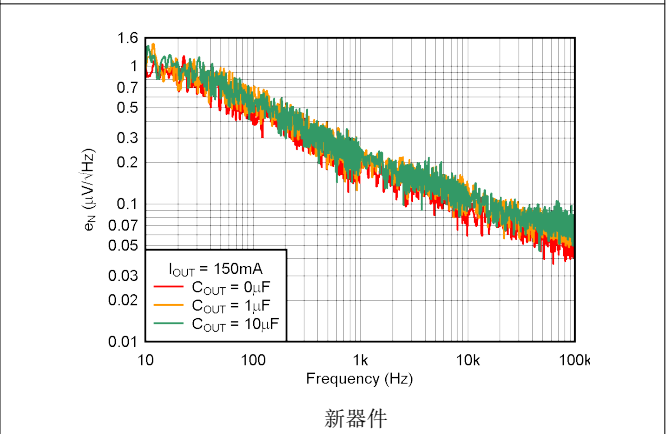


图 5-30. 噪声谱密度 $C_{NR} = 0.01\mu\text{F}$

5.6 典型特性 (续)

适用于所有电压版本, 在 $T_J = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_{IN} = V_{OUT(nom)} + 0.5\text{V}$ 、 $I_{OUT} = 10\text{mA}$ 、 $V_{EN} = 1.7\text{V}$ 且 $C_{OUT} = 0.1\ \mu\text{F}$ 条件下 (除非另有说明)

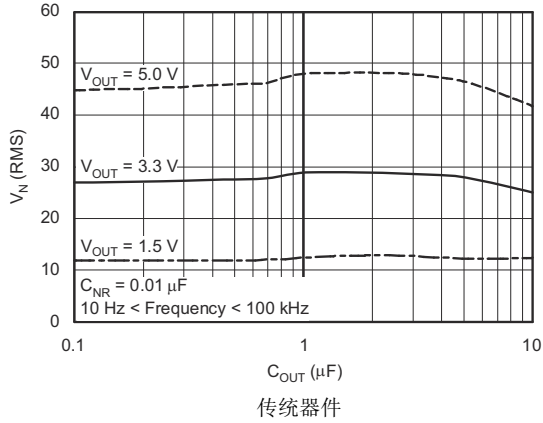


图 5-31. RMS 噪声电压与 C_{OUT} 间的关系

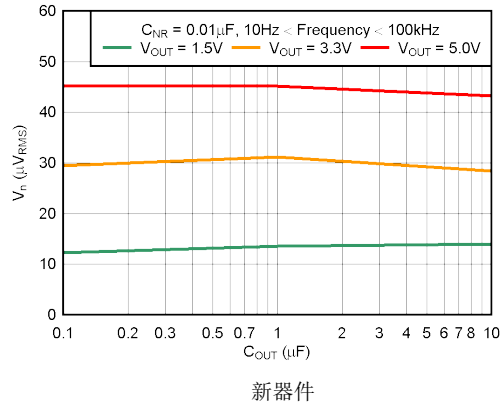


图 5-32. RMS 噪声电压与 C_{OUT} 间的关系

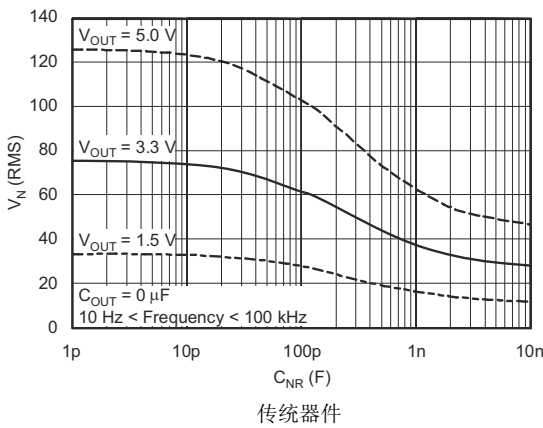


图 5-33. RMS 噪声电压与 C_{NR} 间的关系

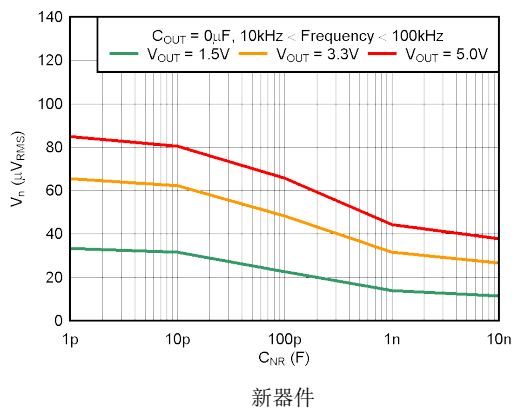


图 5-34. RMS 噪声电压与 C_{NR} 间的关系

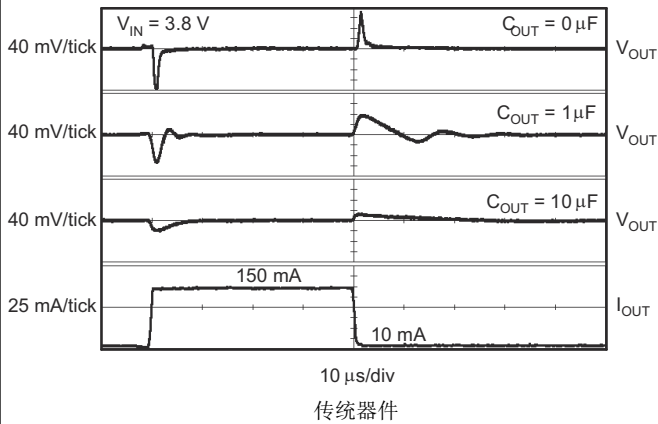


图 5-35. TPS73133 负载瞬态响应

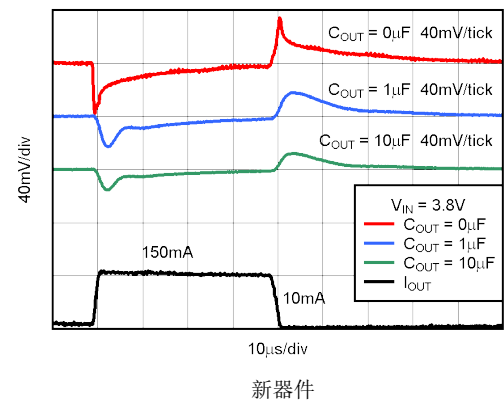


图 5-36. TPS73133 负载瞬态响应

5.6 典型特性 (续)

适用于所有电压版本, 在 $T_J = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_{IN} = V_{OUT(nom)} + 0.5\text{V}$ 、 $I_{OUT} = 10\text{mA}$ 、 $V_{EN} = 1.7\text{V}$ 且 $C_{OUT} = 0.1\ \mu\text{F}$ 条件下 (除非另有说明)

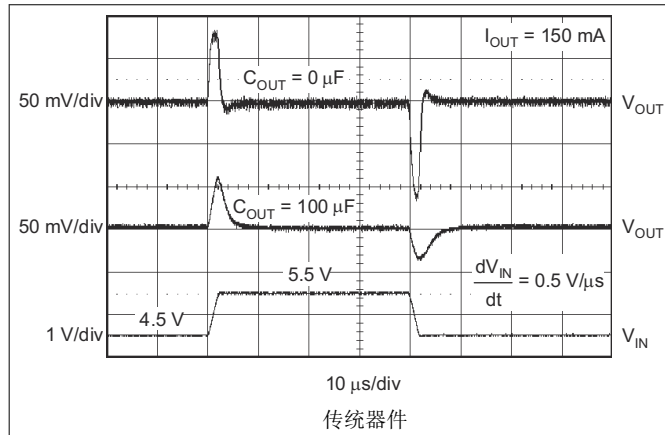


图 5-37. TPS73133 线路瞬态响应

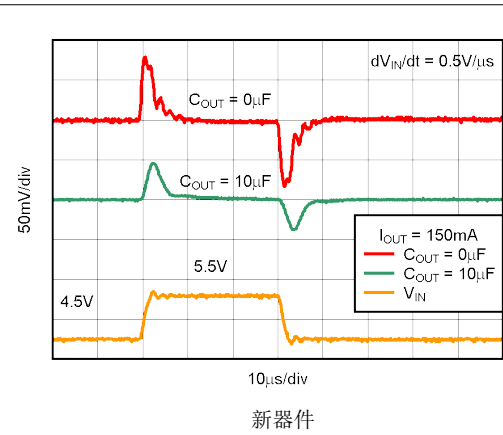


图 5-38. TPS73133 线路瞬态响应

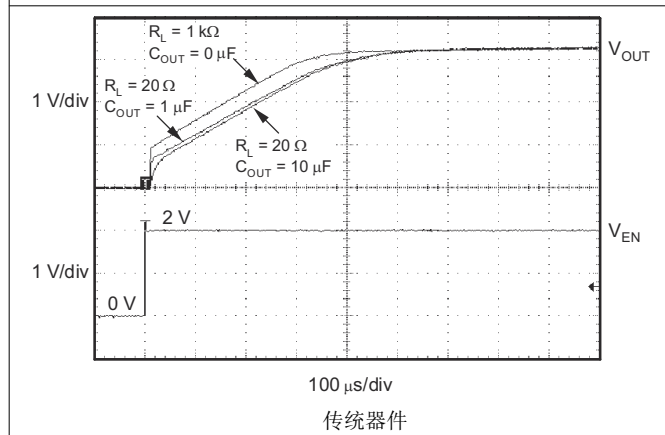


图 5-39. TPS73133 导通响应

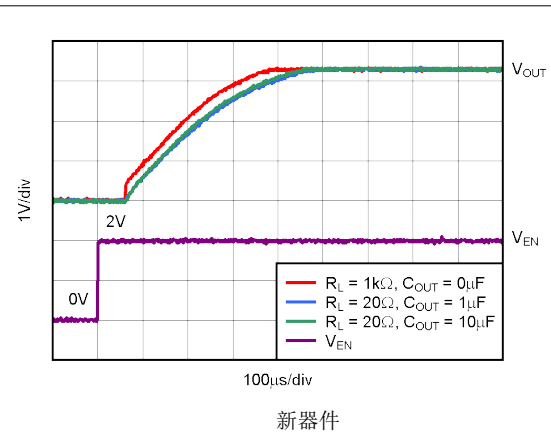


图 5-40. TPS73133 导通响应

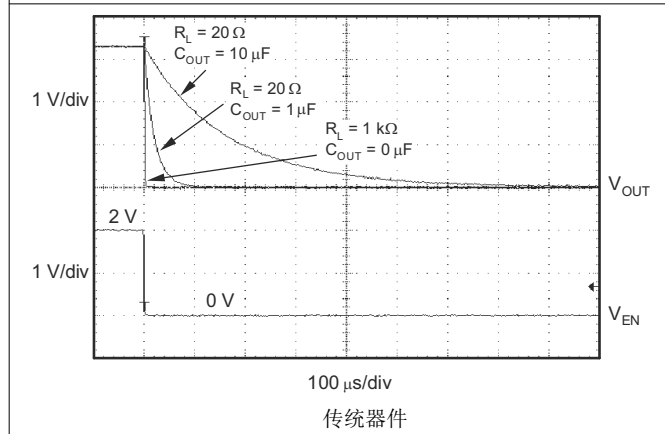


图 5-41. TPS73133 关断响应

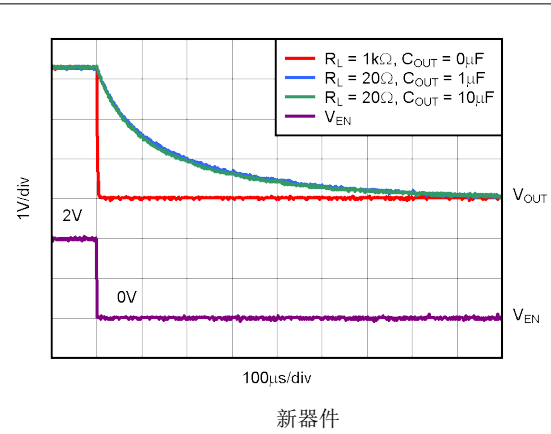


图 5-42. TPS73133 关断响应

5.6 典型特性 (续)

适用于所有电压版本, 在 $T_J = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_{IN} = V_{OUT(nom)} + 0.5\text{V}$ 、 $I_{OUT} = 10\text{mA}$ 、 $V_{EN} = 1.7\text{V}$ 且 $C_{OUT} = 0.1\ \mu\text{F}$ 条件下 (除非另有说明)

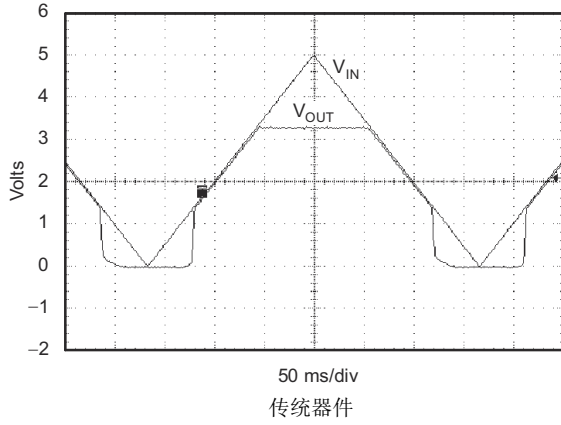


图 5-43. TPS73133 上电和断电

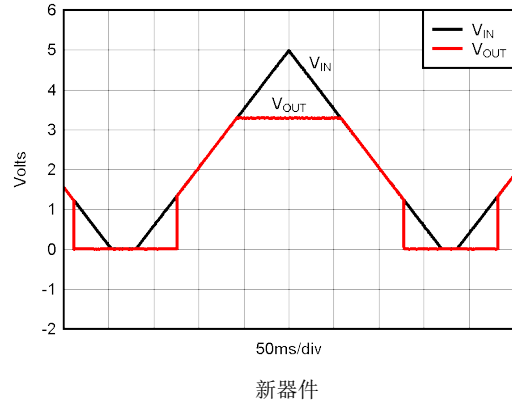


图 5-44. TPS73133 上电和断电

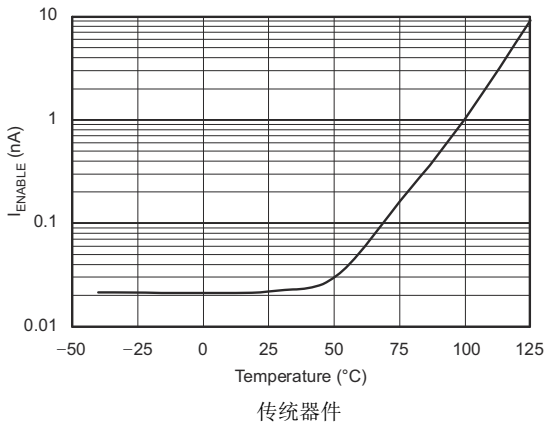


图 5-45. I_{ENABLE} 与温度间的关系

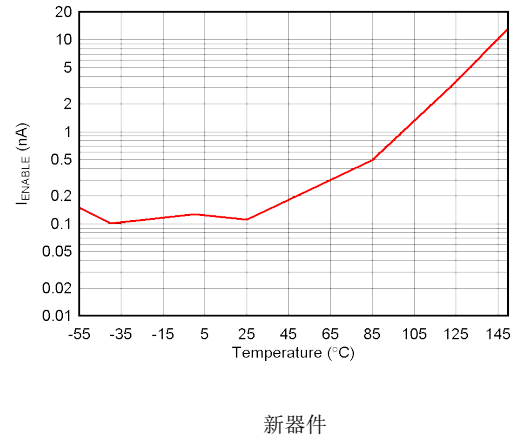


图 5-46. I_{ENABLE} 与温度间的关系

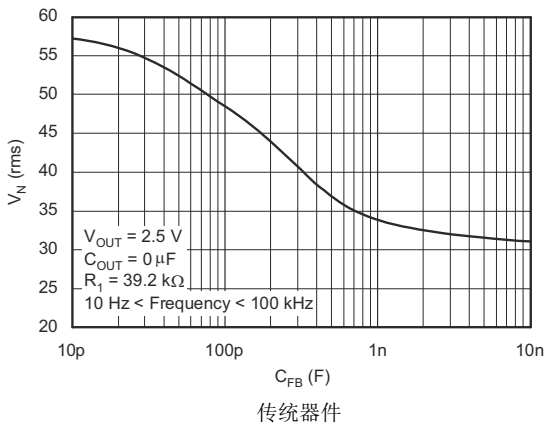


图 5-47. TPS73101 RMS 噪声电压与 C_{FB} 间的关系

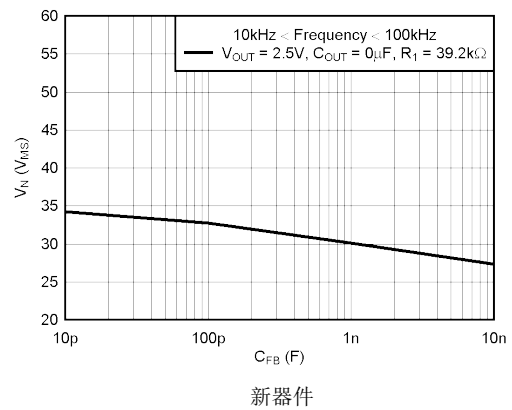
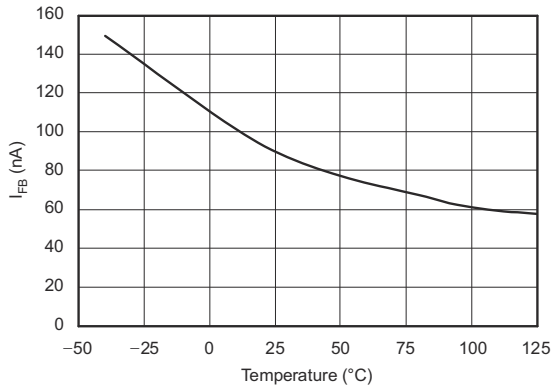


图 5-48. TPS73101 RMS 噪声电压与 C_{FB} 间的关系

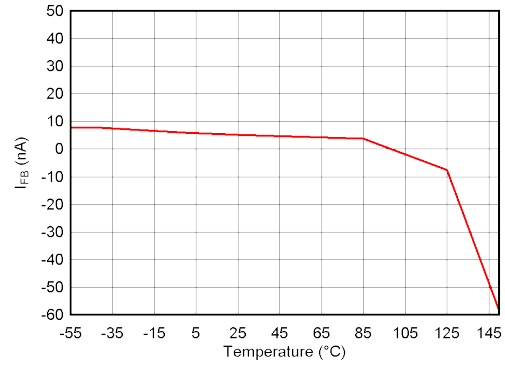
5.6 典型特性 (续)

适用于所有电压版本，在 $T_J = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_{IN} = V_{OUT(nom)} + 0.5\text{V}$ 、 $I_{OUT} = 10\text{mA}$ 、 $V_{EN} = 1.7\text{V}$ 且 $C_{OUT} = 0.1\ \mu\text{F}$ 条件下 (除非另有说明)



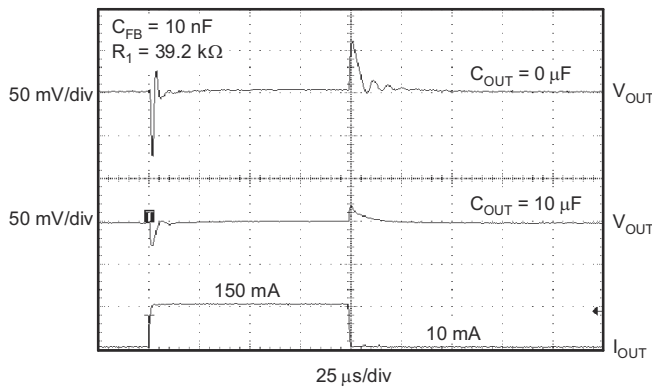
传统器件

图 5-49. TPS73101 I_{FB} 与温度间的关系



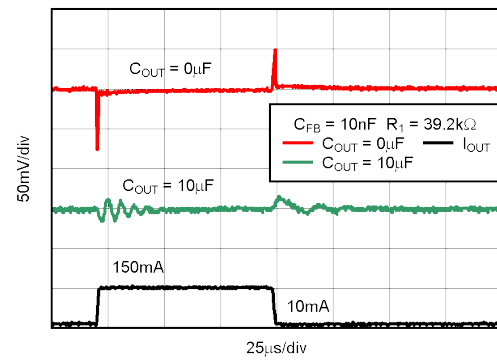
新器件

图 5-50. TPS73101 I_{FB} 与温度间的关系



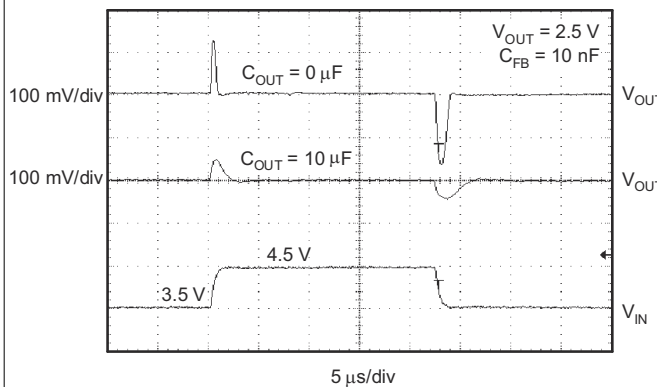
传统器件

图 5-51. TPS73101 负载瞬态, 可调节版本



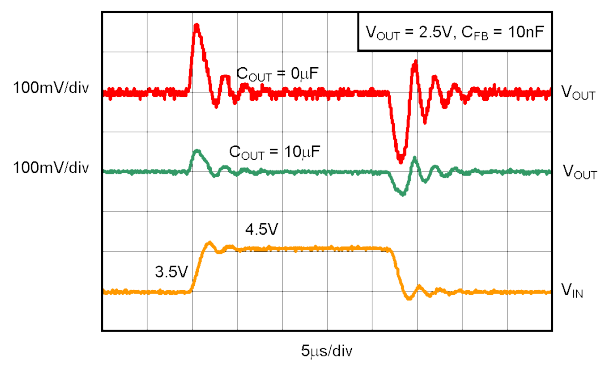
新器件

图 5-52. TPS73101 负载瞬态, 可调节版本



传统器件

图 5-53. TPS73101 线路瞬态, 可调节版本



新器件

图 5-54. TPS73101 线路瞬态, 可调节版本

6 详细说明

6.1 概述

TPS731 低压降线性稳压器可在低至 1.7V 的输入电压下工作，并支持低至 1.2V 的输出电压，同时提供高达 150mA 的负载电流。此线性稳压器使用具有集成 4MHz 电荷泵的 NMOS 导通晶体管，以在满负载电流下提供小于 100mV 的压降电压。这种独特的架构还允许在各种输出电容器下实现稳定的调节。实际上，TPS731 并不需要输出电容器即可实现稳定运行。该线性稳压器对输出电容值和类型的敏感性降低，是驱动有效电容未知负载的理想选择。

TPS731 还具有降噪 (NR) 引脚，可进一步降低输出噪声。将一个 0.01 μF 的降噪电容器连接在 NR 引脚与 GND 之间，TPS731 的输出噪声可低至 12.75 μV_{RMS} 。TPS731 具有低噪声输出，非常适合为 VCO 或任何其他噪声敏感型负载供电。

6.2 功能方框图

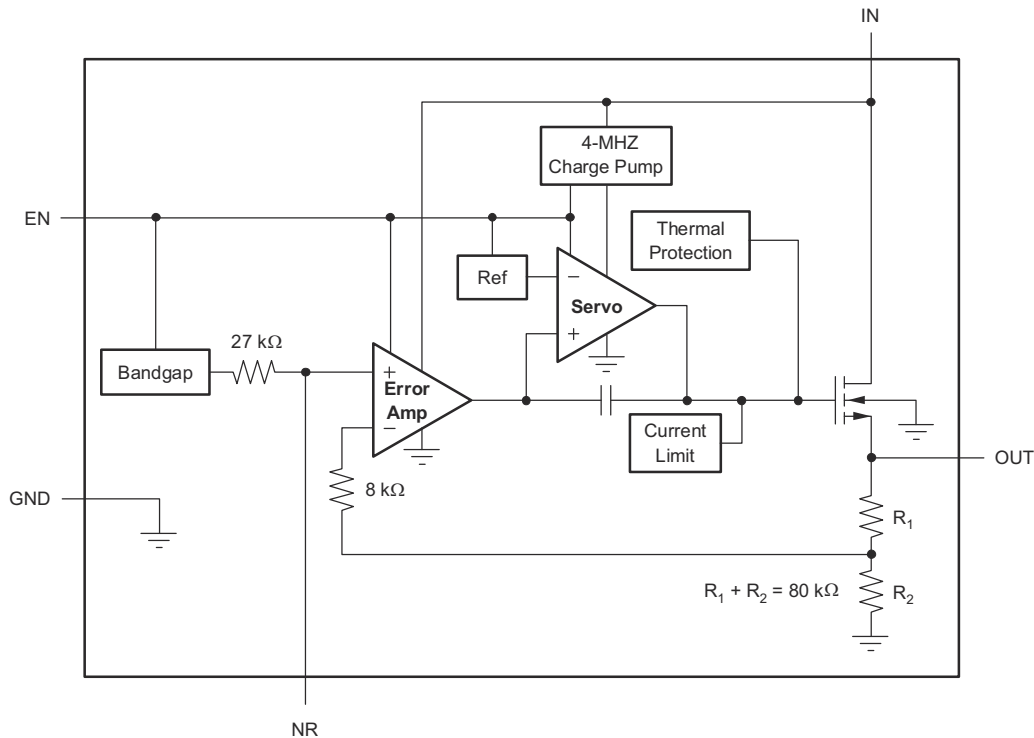
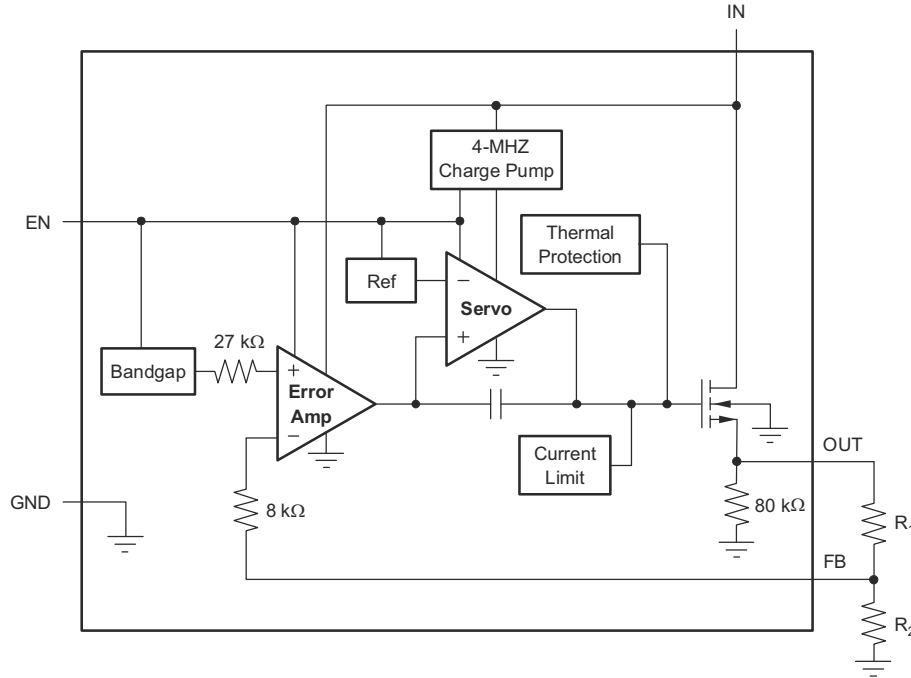


图 6-1. 固定电压版本



**Standard 1%
Resistor Values for
Common Output Voltages**

V _O	R ₁	R ₂
1.2 V	Short	Open
1.5 V	23.2 kΩ	95.3 kΩ
1.8 V	28.0 kΩ	56.2 kΩ
2.5 V	39.2 kΩ	36.5 kΩ
2.8 V	44.2 kΩ	33.2 kΩ
3.0 V	46.4 kΩ	30.9 kΩ
3.3 V	52.3 kΩ	30.1 kΩ

NOTE: $V_{OUT} = (R_1 + R_2)/R_2 \cdot 1.204$;
 $R_1 \parallel R_2 \cong 19 \text{ k}\Omega$ for best accuracy.

图 6-2. 可调电压版本

6.3 特性说明

6.3.1 输出噪声

一个精准带隙基准用于生成内部基准电压 V_{REF} 。这个基准是 TPS731xx 内的主要噪声源并且在基准输出 (NR) 上产生大约 $32 \mu V_{RMS}$ (10Hz 至 100kHz)。稳压器控制环路对基准噪声的增益补偿与对基准电压的增益补偿一致，这样稳压器的噪声电压可通过 [方程式 1](#) 大约确定：

$$V_{IN} = 32 \mu V_{RMS} \times \frac{(R_1 + R_2)}{R_2} = 32 \mu V_{RMS} \times \frac{V_{OUT}}{V_{REF}} \quad (1)$$

由于 V_{REF} 为 1.2V，若无 C_{NR} 时，该关系式可简化为 [方程式 2](#)。

$$V_N(\mu V_{RMS}) = 27 \left(\frac{\mu V_{RMS}}{V} \right) \times V_{OUT}(V) \quad (2)$$

当一个外部降噪电容器 C_{NR} 被从 NR 接至接地时，一个与降噪引脚 (NR) 串联的内部 27kΩ 电阻器为电压基准形成一个低导通滤波器。 $C_{NR} = 10\text{nF}$ 时，10Hz 至 100kHz 带宽内的总噪声将降低约 3.2 倍，得出 $C_{NR} = 10\text{nF}$ 时如 [方程式 3](#) 所示的近似关系。

$$V_N(\mu V_{RMS}) = 8.5 \left(\frac{\mu V_{RMS}}{V} \right) \times V_{OUT}(V) \quad (3)$$

该降噪效应显示在 [典型特性](#) 部分的 *RMS* 噪声电压与 C_{NR} 间的关系图中。

TPS73101 可调版本没有可用的 NR 引脚。不过，将一个反馈电容器 C_{FB} 从输出连接至反馈引脚 (FB) 将降低输出噪声并提升负载瞬态性能。

TPS731xx 使用一个内部电荷泵来形成一个内部电源电压，此电压足以将 NMOS 导通元件的栅极驱动至高于 V_{OUT} 的水平。此电荷泵在大约 4MHz 时生成大约 $250 \mu V$ 的开关噪声；然而，对于大多数 I_{OUT} 和 C_{OUT} 的值，电荷泵噪声对于稳压器输出的影响可以忽略不计。

6.3.2 内部电流限制

TPS731xx 内部电流限制有助于在故障情况下对稳压器进行保护。当 V_{OUT} 降低到低于 0.5V 时，折返电流限制有助于通过降低电流限制，在输出短路情况下保护稳压器免受损坏。请参阅图 5-17。

请注意，来自图 5-17 的大约 -0.2V 的 V_{OUT} 会导致 0mA 的电流限制。因此，如果在 EN 变为高电平前，OUT 被强制低于 -0.2V，器件也许无法启动。在使用一个正电源和负电源的应用中，TPS731xx 必须首先启用。

6.3.3 使能引脚和关断

使能引脚 (EN) 高电平有效并且与标准 TTL-CMOS 电平兼容。 V_{EN} 低于 0.5V (最大值) 会将稳压器关闭并将 GND 引脚的电流降至大约 10nA。当 EN 用来关闭稳压器时，导通晶体管的栅极电荷会被完全清除。 V_{EN} 高于 1.7V (最小值) 会打开稳压器，并且输出会斜升至稳定的 V_{OUT} (请参阅图 5-39)。

不需要关断功能时，请将 EN 连接到 V_{IN} 。然而，采用此配置时，导通晶体管可能无法放电，即使 V_{IN} 被移除，也会使导通晶体管在相当长时间内维持开启 (增强) 状态。这个情况会导致反向电流 (如果 IN 引脚为低阻抗) 并在加电时产生更快的斜坡时间。此外，对于 V_{IN} 斜坡时间长于几毫秒的情况，输出有可能在加电时过冲。

电流限制折返机制可在某些条件下阻止器件启动。请参阅内部电流限制部分。

6.3.4 反向电流

当导通器件的栅极被拉低时，TPS731xx 的 NMOS 导通元件可提供固有保护，防止电流从稳压器输出端流向输入端。为了确保所有电荷从导通元件的栅极上移除，在输入电压被移除前，EN 引脚必须被驱动至低电平。如果这没有被完成，由于栅极上存储的电荷，导通元件也许被保持在打开状态。

在 EN 引脚被驱动至低电平时，在任一引脚上无需偏置电压即可实现反向电路阻断。反向电流被定义为由于施加到 OUT 引脚上的电压而从 IN 引脚中流出的电流。由于内部存在 80k Ω 的电阻分压接地，会有额外电流流入 OUT 引脚 (参见图 6-1 和图 6-2)。

对于 TPS73101，当 V_{FB} 高于 V_{IN} 超过 1.0V 时，可能会发生反向电流。

6.4 器件功能模式

6.4.1 正常运行， $1.7V \leq V_{IN} \leq 5.5V$ 且 $V_{EN} \geq 1.7V$

TPS731xx 系列需要至少 1.7V 的输入电压才能正常工作并尝试维持稳压。

当器件在接近 5.5V 的电压下运行时，应注意抑制任何可能超过 6.0V 绝对最大额定电压的瞬态尖峰。该器件不得在大于 5.5V 的直流电压下工作。

7 应用和实施

备注

以下应用部分中的信息不属于 TI 元件规格，TI 不担保其准确性和完整性。TI 的客户应负责确定各元件是否适用于其应用。客户应验证并测试其设计是否能够实现，以确保系统功能。

7.1 应用信息

TPS731xx 属于全新一代 LDO 稳压器系列产品，此系列使用一个 NMOS 导通晶体管来实现超低压降性能、反向电流阻断、以及不受输出电容器的限制。这些特性与低噪声和一个使能输入相结合，使得 TPS731xx 非常适合便携式应用。这个稳压器系列提供固定输出电压版本和一个可调输出版本的宽范围选择。所有版本都具有过热以及过流保护，其中包括折返电流限制。

7.2 典型应用

图 7-1 显示了针对固定电压模型的基本电路连接。图 7-2 提供了可调输出版本 (TPS73101) 的连接。

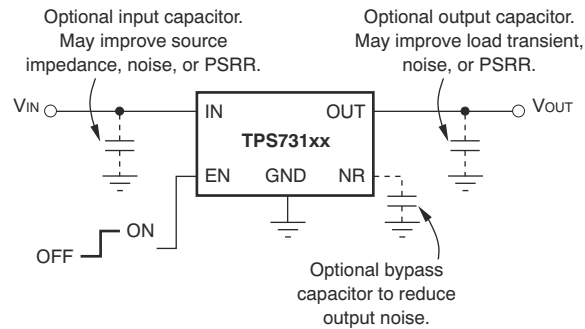


图 7-1. 针对固定电压版本的典型应用电路

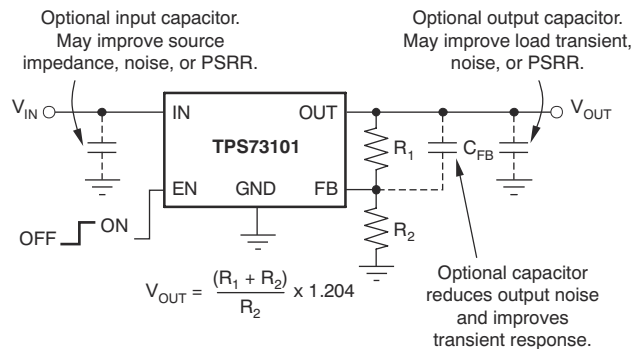


图 7-2. 可调电压版本的典型应用电路

7.2.1 设计要求

使用图 7-2 中显示的公式， R_1 和 R_2 可用于计算任一输出电压。针对共同输出电压的取样电阻器值显示在图 6-2 中。

为了获得最佳精度，应当使 R_1 和 R_2 的并联组合值约为 $19\text{k}\Omega$ 。除了内部的 $8\text{k}\Omega$ 电阻器，这个 $19\text{k}\Omega$ 的电阻值为误差放大器提供了与 $27\text{k}\Omega$ 带隙基准输出相同的阻抗。这个阻抗有助于补偿进入误差放大器端子的泄漏。

7.2.2 详细设计过程

7.2.2.1 输入和输出电容器要求

虽然无需输入电容器即可实现稳定，将一个 $0.1\ \mu\text{F}$ 至

1 μF 低 ESR 电容器连接到稳压器附近的输入电源上却是一个好的模拟设计原则。这样抵消了被重新激活的输入源并且提升了瞬态响应、噪声抑制、以及纹波抑制。如果有可能出现较大、快速上升时间的负载瞬态或者器件距离电源几英寸远的话，有可能需要一个更大电容值的电容器。

7.2.2.2 压降电压

TPS731xx 使用一个 NMOS 导通晶体管来实现极低压降。当 $(V_{\text{IN}} - V_{\text{OUT}})$ 低于压降电压 (V_{DO}) 时，NMOS 导通器件处于其运行的线性区域并且输入到输出电阻是 NMOS 导通元件的 $R_{\text{DS(on)}}$ 。

对于负载电流的较大阶跃变化，TPS731xx 需要从 V_{IN} 到 V_{OUT} 的更大压降，以避免降低瞬态响应性能。这个瞬变压降区域的边界大约为 DC 输出的两倍。在这个边界之上的 $V_{\text{IN}} - V_{\text{OUT}}$ 的值确保了正常瞬态响应。

在瞬态压降区域内运行会增加恢复时间。从一个负载瞬态中恢复所需的时间是负载电流速率变化幅度、负载电流的变化速率、和可用动态空间 (V_{IN} 至 V_{OUT} 压降) 的函数。在最差情况下 $[(V_{\text{IN}} - V_{\text{OUT}})$ 的满标度瞬时负载变化接近 DC 压降水平]，TPS731xx 可在几百毫秒内返回特定的调节精度。

7.2.2.3 瞬态响应

由一个电压跟随器配置中的 NMOS 导通元件提供的低开环路输出阻抗可实现很多无输出电容器的运行。与其他稳压器一样，在输出引脚 (OUT) 和地之间加一个电容器 (标称值 1 μF) 将减少下冲量级，但会增加其持续时间。在可调版本中，在 OUT 引脚到 FB 引脚间增加的电容器 C_{FB} 也会提升瞬态响应性能。

当输出过压时，TPS731xx 不具有有源下拉功能。这使得应用能够将诸如替代电源的更高电压源连接至输出。当一个电容器被连接至输出上，如果负载电流快速下降至零，这也将导致一个大于百分之一但小于百分之十的输出过冲。通过增加一个负载电阻器可减少过冲的持续时间。过冲衰减速率由输出电容器 C_{OUT} 和内部及外部负载电阻值确定。衰减速率由 [方程式 4](#) 和 [方程式 5](#) 确定：

(固定电压版本)

$$dV/dt = \frac{V_{\text{OUT}}}{C_{\text{OUT}} \times 80\text{k}\Omega \parallel R_{\text{LOAD}}} \quad (4)$$

(可调电压版本)

$$dV/dt = \frac{V_{\text{OUT}}}{C_{\text{OUT}} \times 80\text{k}\Omega \parallel (R_1 + R_2) \parallel R_{\text{LOAD}}} \quad (5)$$

7.2.3 应用曲线

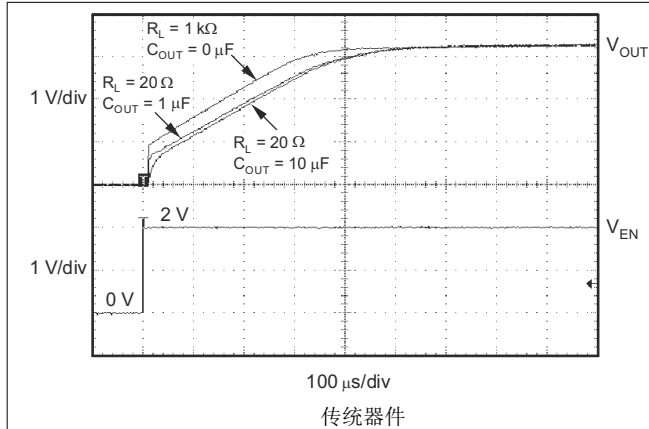


图 7-3. TPS73133 导通响应

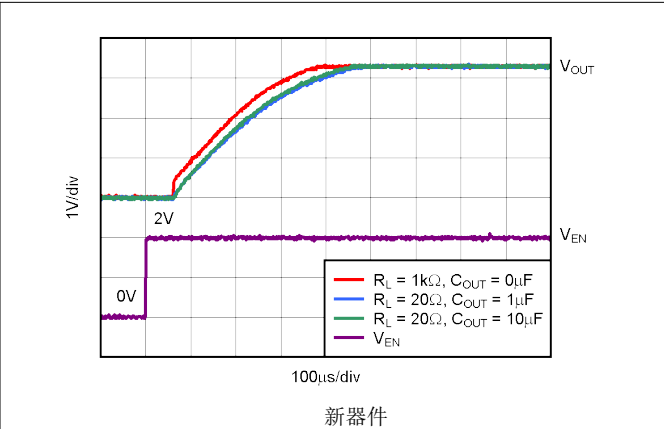


图 7-4. TPS73133 导通响应

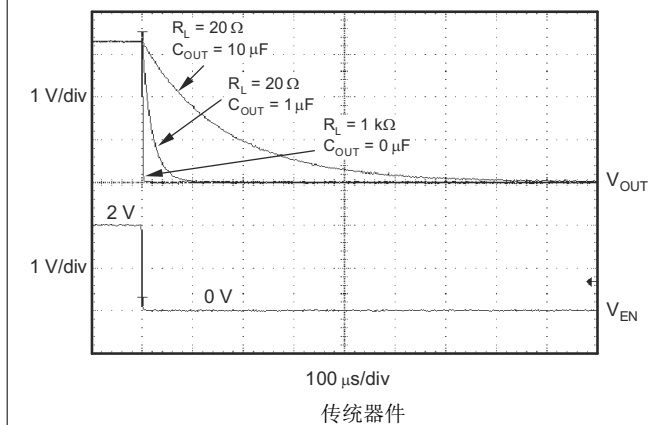


图 7-5. TPS73133 关断响应

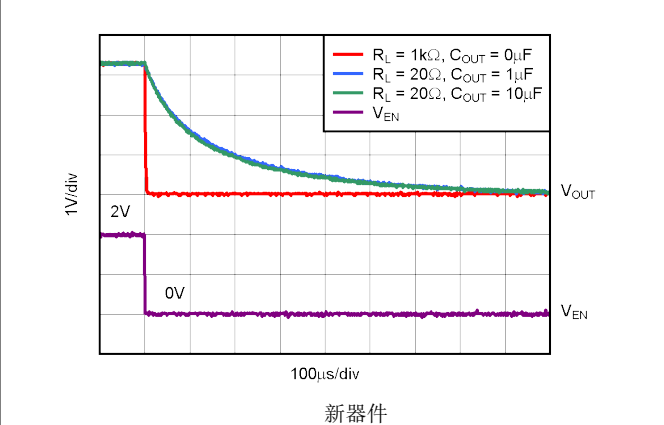


图 7-6. TPS73133 关断响应

7.3 电源相关建议

此器件设计为在 1.7V 至 5.5V 的输入电源电压范围内运行。输入电压范围为器件提供了足够的余量，以实现稳定的输出。确认该输入电源是稳压的。如果输入电源存在噪声，则附加具有低 ESR 的输入电容器有助于提高输出噪声性能。

7.4 布局

7.4.1 布局指南

为了提升交流性能（如 PSRR、输出噪声和瞬态响应），建议在 PCB 设计中为 V_{IN} 和 V_{OUT} 电容器提供接地平面连接。将接地平面连接至器件的接地引脚 (GND)。此外，确保旁路电容器的接地端直接连接至器件的 GND 引脚。

7.4.1.1 散热注意事项

当结温上升至大约 160°C 时，过热保护会禁用输出以使器件冷却。当结温冷却至大约 140°C 时，输出电路将被重新使能。根据功耗、热阻和环境温度的变化，过热保护电路可能会循环开关。这限制了稳压器的功耗，从而保护其不受过热损坏。

任何有可能激活过热保护电路的情况表示过多的功率耗散或者不够充分的散热。为确保可靠运行，结温应限制在最高 125°C。为了估算一个完整设计中（包括散热）的安全裕量，增加环境温度直到触发过热保护；使用最差情

况负载和信号条件。为确保可靠性，过热保护应在超过应用中最大预期环境温度至少 35°C 时触发。这样就在最高预计环境温度和最差情况负载上产生了一个 125°C 最差情况结温。

TPS731xx 内部保护电路的设计可防止出现过载情况。该保护功能并不用于替代合理的散热设计。TPS731xx 持续不断地运行至热关断状态会降低器件的可靠性。

7.4.1.2 功率耗散

对于每一种封装类型，为芯片散热的能力也不同，这体现在印刷电路板 (PCB) 布局的不同考虑中。器件周围没有其他组件的 PCB 区域会将器件的热量散发到周围空气中。[热性能信息](#) 表中展示了 JEDEC 板的性能数据。使用较重的覆铜可提高器件的散热效率。

功耗取决于输入电压和负载情况。功率耗散 (P_D) 等于输出电流乘以输出导通晶体管 (V_{IN} 至 V_{OUT}) 上的压降所得到的乘积：

$$P_D = (V_{IN} - V_{OUT}) \times I_{OUT} \quad (6)$$

通过使用提供所需输出电压的最低可能输入电压大大减小功率耗散。

7.4.2 布局示例

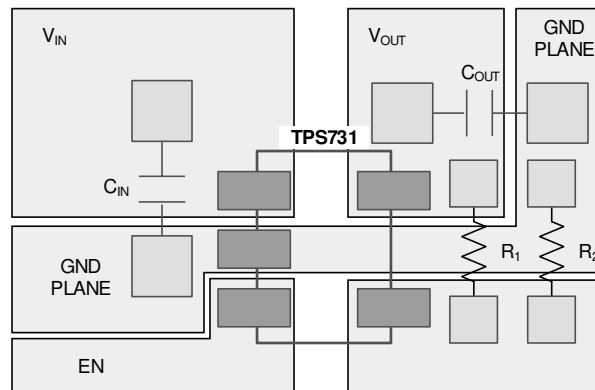


图 7-7. 可调输出版本 (DBV 封装) 的布局示例

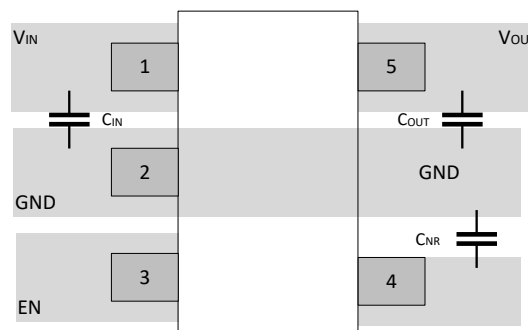


图 7-8. 固定输出版本 (DBV 封装) 的布局示例

8 器件和文档支持

8.1 器件支持

8.1.1 开发支持

8.1.1.1 Spice 模型

分析模拟电路和系统的性能时，使用 SPICE 模型通常有利于对电路性能进行计算机仿真。您可以从产品文件夹中的工具与软件下获取 TPS731 的 SPICE 模型。

8.1.2 器件命名规则

表 8-1. 提供的选项

产品 ⁽¹⁾	说明
TPS731xx yyy z (M3)	<p>xx 是标称输出电压 (例如 25 = 2.5V, 01 = 可调节)。</p> <p>yyy 为封装指示符。</p> <p>z 为封装数量。</p> <p>M3 是仅使用最新制造流程的器件的后缀指示符 (CSO : RFB)。没有这个后缀的器件可随附传统器件 (CSO : DLN) 或新器件 (CSO : RFB)。卷带封装标签提供 CSO 信息以区分使用的器件。全篇对新器件和传统器件的器件性能进行了说明。</p>

(1) 如需了解最新的封装及订购信息，请参阅本文档末尾的封装选项附录或访问 TI 网站 www.ti.com。

8.2 文档支持

8.2.1 相关文档

请参阅以下相关文档：

- 德州仪器 (TI), [表面贴装器件的焊盘建议应用手册](#)。

8.3 接收文档更新通知

要接收文档更新通知，请导航至 ti.com 上的器件产品文件夹。点击 [通知](#) 进行注册，即可每周接收产品信息更改摘要。有关更改的详细信息，请查看任何已修订文档中包含的修订历史记录。

8.4 支持资源

[TI E2E™ 中文支持论坛](#) 是工程师的重要参考资料，可直接从专家处获得快速、经过验证的解答和设计帮助。搜索现有解答或提出自己的问题，获得所需的快速设计帮助。

链接的内容由各个贡献者“按原样”提供。这些内容并不构成 TI 技术规范，并且不一定反映 TI 的观点；请参阅 TI 的 [使用条款](#)。

8.5 商标

TI E2E™ is a trademark of Texas Instruments.

所有商标均为其各自所有者的财产。

8.6 静电放电警告



静电放电 (ESD) 会损坏这个集成电路。德州仪器 (TI) 建议通过适当的预防措施处理所有集成电路。如果不遵守正确的处理和安装程序，可能会损坏集成电路。

ESD 的损坏小至导致微小的性能降级，大至整个器件故障。精密的集成电路可能更容易受到损坏，这是因为非常细微的参数更改都可能会导致器件与其发布的规格不相符。

8.7 术语表

[TI 术语表](#) 本术语表列出并解释了术语、首字母缩略词和定义。

9 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 O (August 2025) to Revision P (April 2026)	Page
• 添加了器件 5V 输出接地电流规格.....	5
• 添加了最大负载下的器件 5V 输出接地引脚电流规格.....	5

Changes from Revision N (December 2015) to Revision O (August 2025)	Page
• 更新了整个文档中的表格、图和交叉参考的编号格式.....	1
• 更改了整个文档以与当前系列格式保持一致.....	1
• 向文档添加了新器件 (M3).....	1
• 在整份文档中加入了区分新旧芯片信息的命名规范.....	1
• 更改了 <i>应用</i>	1
• 添加了新的硅基 DBV 热性能信息.....	4
• 更改了 VFB 典型值.....	5
• 添加了新器件接地引脚电流规格.....	5
• 添加了新器件关断电流规格.....	5
• 向 <i>典型特性</i> 部分添加了新器件图表.....	6
• 向 “ <i>使能引脚和关断</i> ” 部分添加了高于 1.7V 的 V_{EN} 讨论.....	17
• 向 <i>应用曲线</i> 部分添加了新器件图表.....	20
• 更改了 <i>布局指南</i> 部分.....	20
• 将 <i>功率耗散</i> 部分中的 <i>JEDEC 低 K 板和高 K 板</i> 更改为 <i>JEDEC 板</i>	21
• 在 <i>布局示例</i> 中添加了 <i>固定输出版本 (DBV 封装)</i> 的布局示例图.....	21
• 更改了 <i>器件命名规范</i>	22

10 机械、封装和可订购信息

以下页面包含机械、封装和可订购信息。这些信息是指定器件可用的最新数据。数据如有变更，恕不另行通知，且不会对此文档进行修订。有关此数据表的浏览器版本，请查阅左侧的导航栏。

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任何明示或暗示的担保，包括但不限于对适销性、与某特定用途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、安保法规或其他要求。

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。对于因您对这些资源的使用而对 TI 及其代表造成的任何索赔、损害、成本、损失和债务，您将全额赔偿，TI 对此概不负责。

TI 提供的产品受 [TI 销售条款](#)、[TI 通用质量指南](#) 或 [ti.com](#) 上其他适用条款或 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。除非德州仪器 (TI) 明确将某产品指定为定制产品或客户特定产品，否则其产品均为按确定价格收入目录的标准通用器件。

TI 反对并拒绝您可能提出的任何其他或不同的条款。

版权所有 © 2026，德州仪器 (TI) 公司

最后更新日期：2025 年 10 月