

## 特征

- 低输出电压噪声：21 $\mu$ Vrms (10Hz~100kHz)
- 低静态电流：45 $\mu$ A
- 低压差电压：185mV
- 输出电流：200mA
- 固定输出电压：-5V
- 可调输出电压范围：-1.24V~-28V
- 关断模式下静态电流：2.6 $\mu$ A
- 正或负关断逻辑电路
- 限流保护和过热保护
- TSOT23-5 2.9mm × 1.6mm 封装

## 应用

- 电池供电仪器
- 对噪声敏感仪器的低噪声稳压器
- 正电压稳压器的负压补充产品

## 概述

CM6511 是一款微功耗、低噪声、低压差的负电压稳压器。可在 185mV 典型压差下提供 200mA 输出电流。正常工作时静态电流典型值为 45 $\mu$ A，关断模式下典型值为 2.6 $\mu$ A，这使得 CM6511 成为电池供电应用的理想选择。

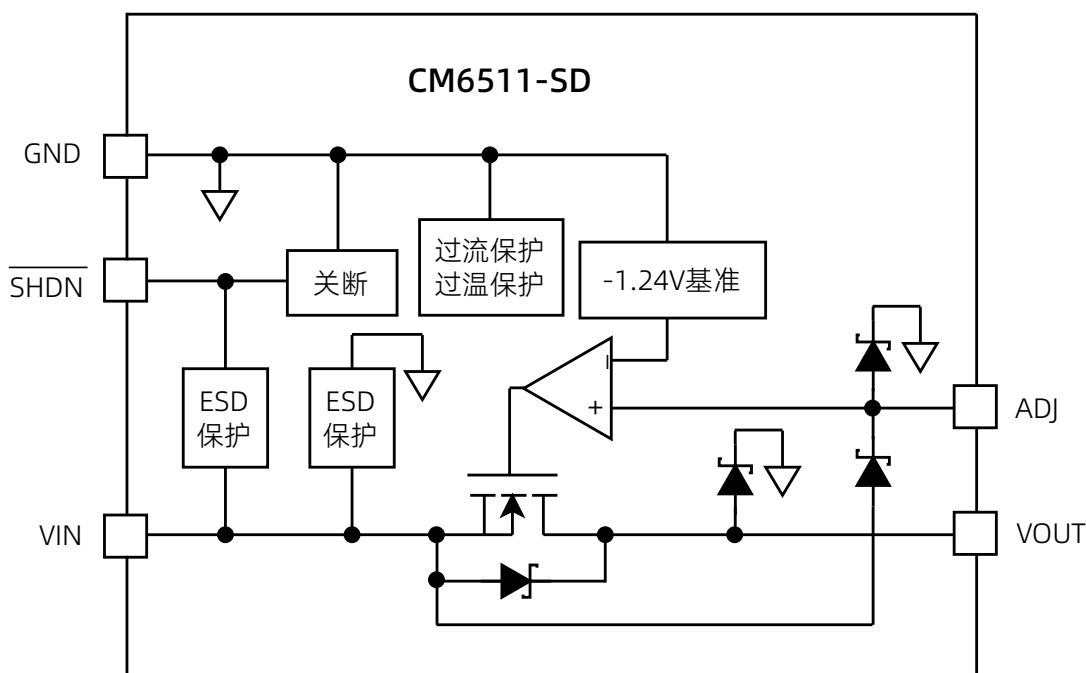
CM6511 具有低输出噪声特性。通过增加一个外部 0.01 $\mu$ F 的旁路电容，其输出噪声在 10Hz 至 100kHz 带宽范围内可降低至 21 $\mu$ Vrms。CM6511 能够在小型陶瓷电容条件下工作，并且在输出电容低至 4.7 $\mu$ F 时仍能保持稳定。

CM6511 的内部保护电路包括电流限制和热限制。

CM6511 支持三种产品配型，其中 CM6511-5 可提供固定 -5V 输出电压，而 CM6511-SD 和 CM6511-BYP 可提供基于 -1.24V 基准电压的可编程输出电压。

CM6511 采用 TSOT23-5 型封装，其最佳工作温度范围为 -40°C~125°C。

## 架构框图



# 目录

封页.....	1	工作原理.....	10
特征.....	1	可调电压输出.....	10
应用.....	1	输入电容.....	10
概述.....	1	输出电容.....	10
架构框图.....	1	旁路电容.....	10
文档历史.....	3	输入和输出电容特性.....	11
管脚配置和功能.....	4	热特性.....	11
管脚配置.....	4	限流保护和过热保护.....	11
管脚功能.....	4	封装及订购信息.....	12
绝对最大额定值.....	5	封装形式.....	12
电气规格.....	6	产品外形图.....	12
典型特征.....	8	订购信息.....	13

## 文档历史

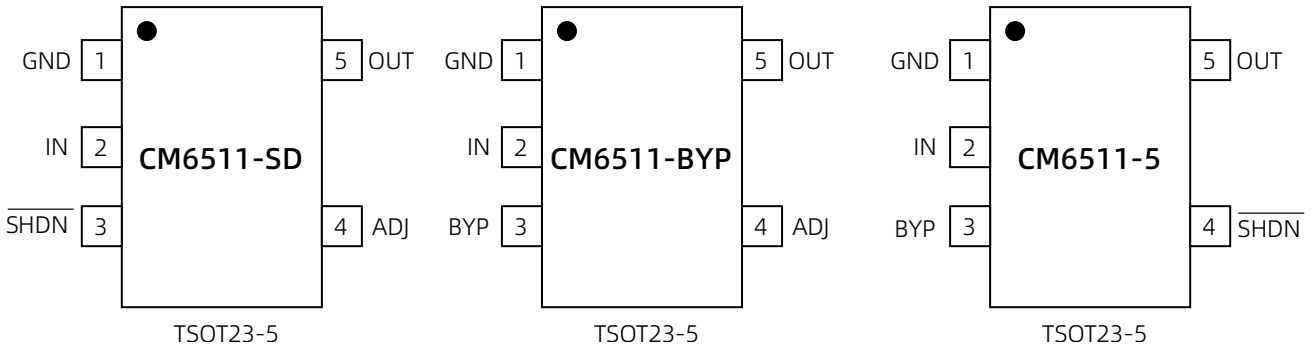
下表列举了本文档自产品发布后的所有更新。

文档版本	修订日期	内容描述
V0.1	2025-02-20	预发布。
V0.5	2025-05-16	<ul style="list-style-type: none"><li>根据实验室数据更新电气规格。</li><li>新增典型特征图。</li></ul>

## 管脚配置和功能

### 管脚配置

以下为 CM6511 TSOT23-5 封装管脚示意图：



### 管脚功能

名称	类型	说明
ADJ	AI/O	误差放大器的反馈电压输入，正常工作电压为 -1.24V，且具有一个从芯片内部流出的 1nA 偏置电流。通过调节外部反馈电阻，可配置输出电压范围 -1.24V~-28V。
BYP	AI	噪声滤波，以降低输出电压噪声。可在输出端和该管脚之间连接一个最大 0.01μF 的旁路电容，以在 10Hz~100kHz 带宽范围内将输出电压噪声降低至 21μVrms（典型值）。如果不需要该功能，可将其浮空。
IN	PWR	为稳压器供电。CM6511 在 IN 上通常需要一个 1μF~10μF 的输入电容。
SHDN	AI	关断输入。可通过将 SHDN 管脚驱动到高于地 1.2V 以上或低于地 2V 以下，以启用稳压器；或者将 SHDN 管脚驱动到地以关闭稳压器。可通过将 SHDN 管脚连接到 IN 管脚，以实现稳压器自动开启。SHDN 管脚不可浮空。
OUT	AO	为负载供电。为了防止振荡，需使用最小 4.7μF 的输出电容。较大负载瞬变需要更大的输出电容来限制峰值电压瞬变。
GND	GND	地。

## 绝对最大额定值

参数	等级
<b>温度</b>	
工作温度	-40°C~125°C
存储温度	-65°C~150°C
结温	150°C
<b>耐压</b>	
IN 至 GND	0.3V 至 -28V
OUT 至 GND	0.3V 至 IN
ADJ 至 GND	0.3V 至 IN/-6V（取绝对值最小值）
SHDN至 GND	5V 至 IN
BYP 至 GND	0.3V 至 IN/-6V（取绝对值最小值）

注1： 采用本表以外的数值可能会对芯片造成永久性损坏，而长时间暴露于本表数值条件下可能会影响芯片的稳定性和使用寿命。

## 电气规格

默认测试条件： $V_{IN} = -6V$ 、 $V_{OUT} = -5V$ 、 $C_L = 10\mu F$ 、 $C_{IN} = 2.2\mu F$ 、 $C_{BYP} = 0nF$ 、 $I_L = -10mA$ 、 $T_J = -55^{\circ}C \sim 125^{\circ}C$ （对于最小值/最大值规格）、 $T_A = 25^{\circ}C$ （对于典型值规格）。

参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
输入电压范围	CM6511-5, $I_L = -200mA$	-28		-5.5	V
	CM6511-SD/CM6511-BYP, $I_L = -200mA$	-28		-4	V
稳压输出电压 <sup>1</sup>	CM6511-5, $V_{IN} = -5.5V$ , $I_L = -10mA$ , $T_A = 25^{\circ}C$	-4.98	-5.02	-5.09	V
	CM6511-5, $-28V < V_{IN} < -6V$ , $-200mA < I_L < -1mA$	-4.92	-5.02	-5.12	V
ADJ 管脚电压 <sup>1,2</sup>	CM6511-SD/CM6511-BYP, $V_{IN} = -4V$ , $I_L = -10mA$ , $T_A = 25^{\circ}C$	-1.23	-1.24	-1.25	V
	CM6511-SD/CM6511-BYP, $-28V < V_{IN} < -4V$ , $-200mA < I_L < -1mA$	-1.22	-1.24	-1.26	V
线性调整率	CM6511-5, $\Delta V_{IN} = -5.5V \sim -28V$ , $I_L = -1mA$		0.8		mV
	CM6511-SD/CM6511-BYP <sup>2</sup> , $\Delta V_{IN} = -4V \sim -28V$ , $I_L = -1mA$		0.2		mV
负载调整率	CM6511-5, $\Delta I_L = -1mA \sim -200mA$ , $T_A = 25^{\circ}C$		37		mV
	CM6511-5, $\Delta I_L = -1mA \sim -200mA$			75	mV
	CM6511-SD/CM6511-BYP, $V_{IN} = -4V$ , $\Delta I_L = -1mA \sim -200mA$ , $T_A = 25^{\circ}C$		11		mV
	CM6511-SD/CM6511-BYP, $V_{IN} = -4V$ , $\Delta I_L = -1mA \sim -200mA$		11	19	mV
压差 <sup>3</sup>	CM6511-5, $I_L = -1mA$ , $T_A = 25^{\circ}C$		0.003		V
	CM6511-5, $I_L = -1mA$			0.004	V
	CM6511-5, $I_L = -10mA$ , $T_A = 25^{\circ}C$		0.012		V
	CM6511-5, $I_L = -10mA$			0.02	V
	CM6511-5, $I_L = -100mA$ , $T_A = 25^{\circ}C$		0.096		V
	CM6511-5, $I_L = -100mA$			0.17	V
	CM6511-5, $I_L = -200mA$ , $T_A = 25^{\circ}C$		0.185		V
	CM6511-5, $I_L = -200mA$			0.32	V
GND 管脚电流	$I_L = 0mA$		46		$\mu A$
	$I_L = -1mA$		50		$\mu A$
	$I_L = -10mA$		70		$\mu A$
	$I_L = -100mA$		0.2		mA
	$I_L = -200mA$		0.3		mA

参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
输出电压噪声	$V_{OUT} = -1.24V$ , $C_{OUT} = 10\mu F$ , $C_{BYP} = 10nF$ , $I_L = -200mA$ , $10Hz \sim 100kHz$ , $T_A = 25^\circ C$		21		$\mu V_{rms}$
	$V_{OUT} = -1.24V$ , $C_{OUT} = 10\mu F$ , $C_{BYP} = 0nF$ , $I_L = -200mA$ , $10Hz \sim 100kHz$ , $T_A = 25^\circ C$		51		$\mu V_{rms}$
ADJ 管脚偏置电流 <sup>4</sup>			1		nA
关断阈值电压	$V_{OUT} = \text{Off to On (+)}$		1		V
	$V_{OUT} = \text{Off to On (-)}$		-1.6		V
	$V_{OUT} = \text{On to Off (+)}$		0.6		V
	$V_{OUT} = \text{On to Off (-)}$		-1.4		V
SHDN 管脚电流 <sup>5</sup>	$V_{SHDN} = 0V$ , $V_{IN} = -15V$ , $T_A = 25^\circ C$		0.001		$\mu A$
	$V_{SHDN} = 5V$ , $V_{IN} = -15V$ , $T_A = 25^\circ C$		0.4		$\mu A$
	$V_{SHDN} = -15V$ , $V_{IN} = -28V$ , $T_A = 25^\circ C$		-0.4		$\mu A$
关断模式下静态电流	$V_{SHDN} = 0V$		2.6		$\mu A$
PSRR	$V_{OUT} = -1.24V$ , $I_L = -200mA$ , $10kHz$		64		dB
	$V_{OUT} = -1.24V$ , $I_L = -200mA$ , $100kHz$		56		dB
	$V_{OUT} = -1.24V$ , $I_L = -200mA$ , $1MHz$		63		dB
	$V_{OUT} = -1.24V$ , $I_L = -200mA$ , $C_{BYP} = 10nF$ , $10kHz$		63		dB
	$V_{OUT} = -1.24V$ , $I_L = -200mA$ , $C_{BYP} = 10nF$ , $100kHz$		52		dB
	$V_{OUT} = -1.24V$ , $I_L = -200mA$ , $C_{BYP} = 10nF$ , $1MHz$		63		dB
瞬态响应过冲	CM6511-5, $C_{IN} = 10\mu F$ , $C_{OUT} = 10\mu F$		200		mV
	CM6511-5, $C_{IN} = 10\mu F$ , $C_{OUT} = 10\mu F$ , $C_{BYP} = 10nF$		28		mV
瞬态响应预冲	CM6511-5, $C_{IN} = 10\mu F$ , $C_{OUT} = 10\mu F$		230		mV
	CM6511-5, $C_{IN} = 10\mu F$ , $C_{OUT} = 10\mu F$ , $C_{BYP} = 10nF$		28		mV
UVLO 释放阈值	$T_A = 25^\circ C$		-2.9		V
内部电流限值	$V_{OUT} = 0V$ , $T_A = 25^\circ C$		350		mA
热关断迟滞			10		$^\circ C$
热关断阈值			150		$^\circ C$

注1：最大结温限制了工作条件。规定的输出电压规格并不适用于所有输入电压和输出电流组合。如果在最大输出电流下工作，则限制输入电压范围；如果在最大输入电压下工作，则限制输出电流范围。

注2：CM6511-SD和CM6511-BYP可调电压版本基于ADJ管脚连接到OUT管脚进行测试。

注3：当输出电压建立到最终值的99%时，输出电压和电源电压的差值定义为压差电压。

注4：ADJ管脚的偏置电流从ADJ管脚流出。

注5：正SHDN管脚电流流入SHDN管脚，SHDN管脚电流包含在GND管脚电流规格中。

## 典型特征

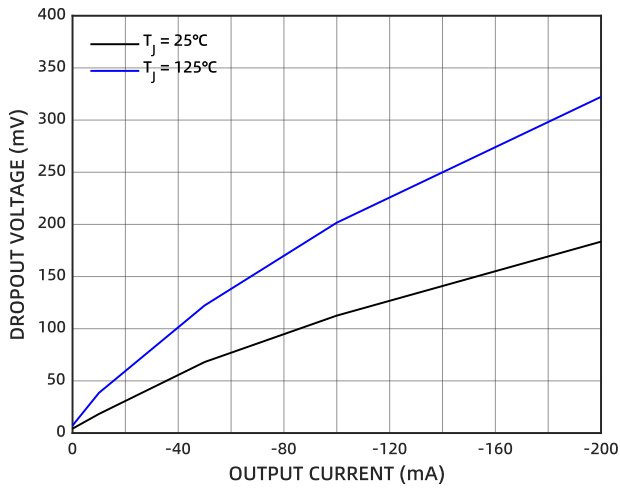


图 1 压差电压随输出电流的变化

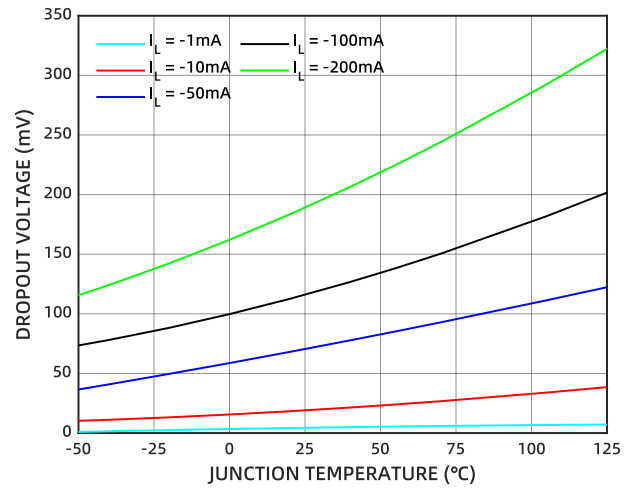


图 2 压差电压的温度特性

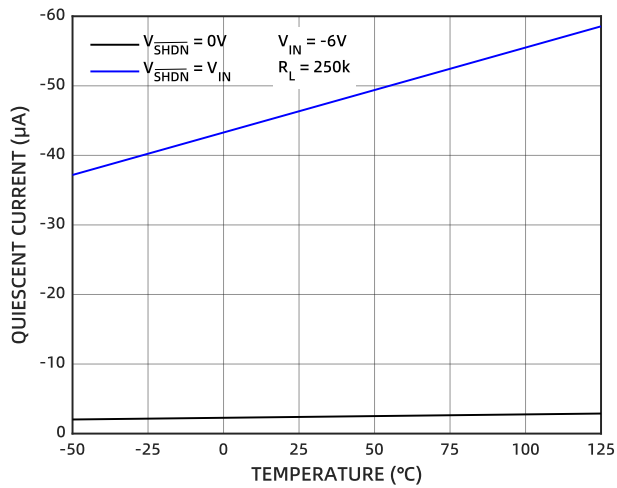


图 3 静态电流的温度特性

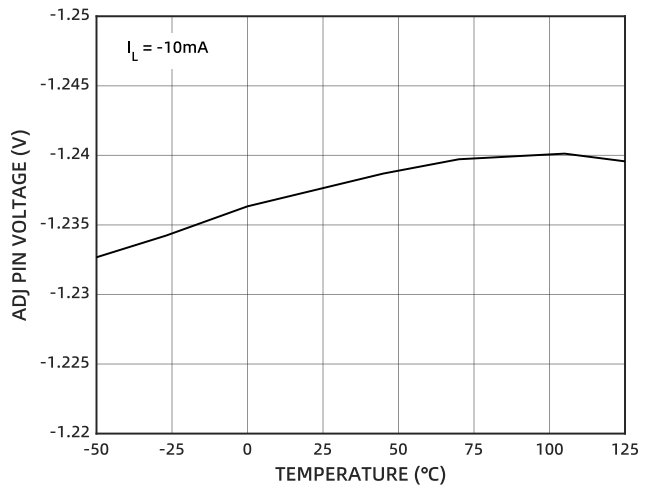


图 4 ADJ 管脚电压的温度特性

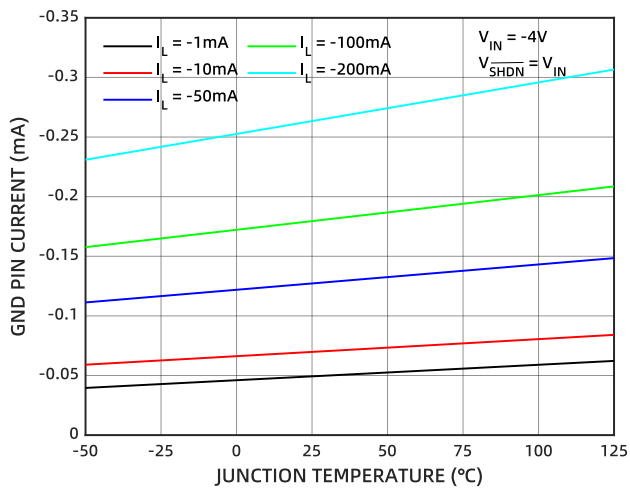


图 5 GND 管脚电流的温度特性

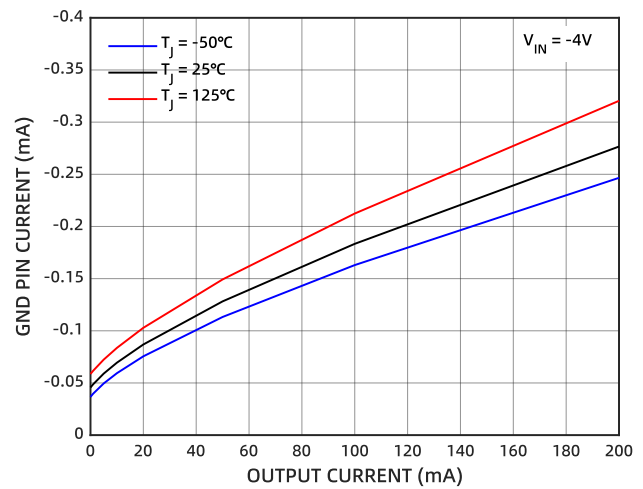


图 6 GND 管脚电流随输出电流的变化



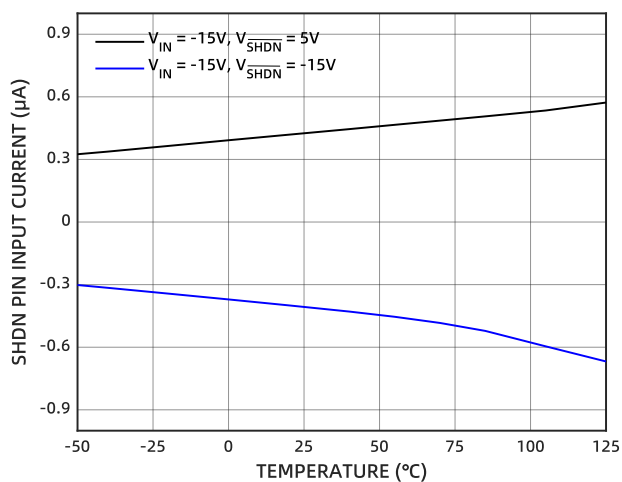


图 7 SHDN管脚电流的温度特性

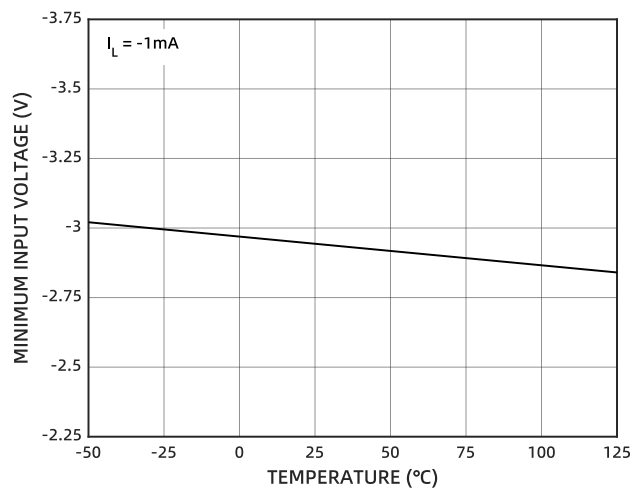


图 8 最小输入电压的温度特性

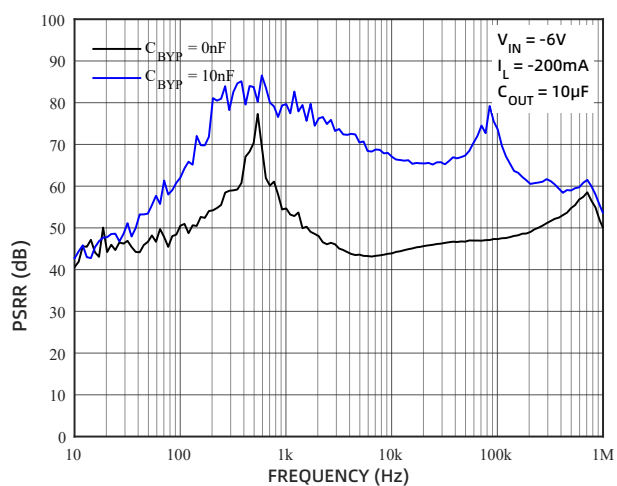


图 9 PSRR (CM6511-5)

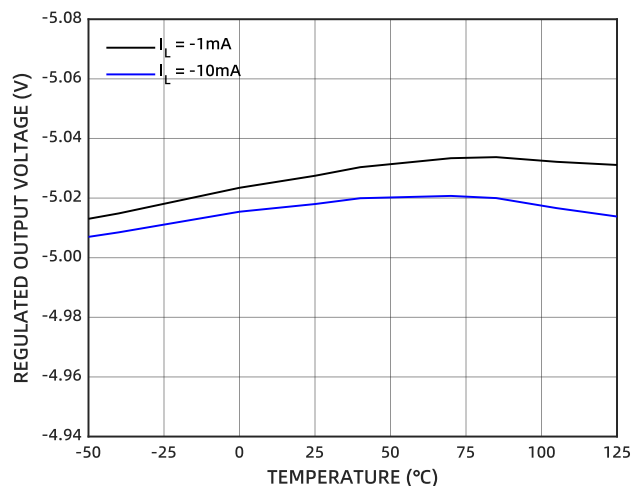
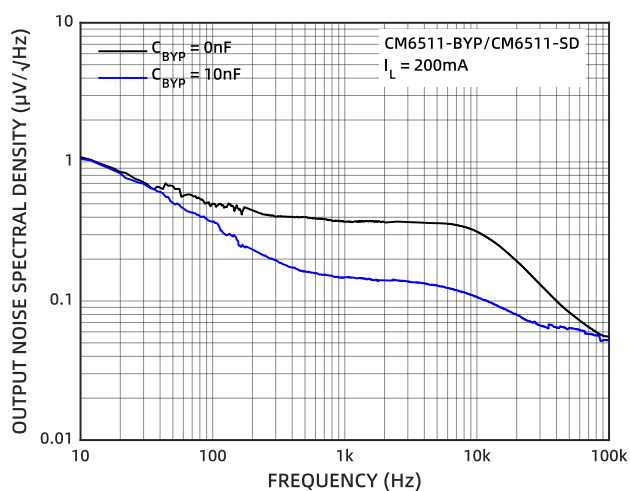
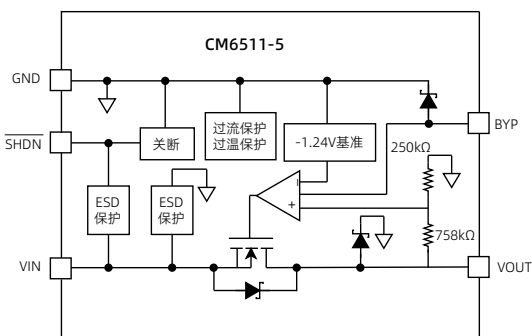
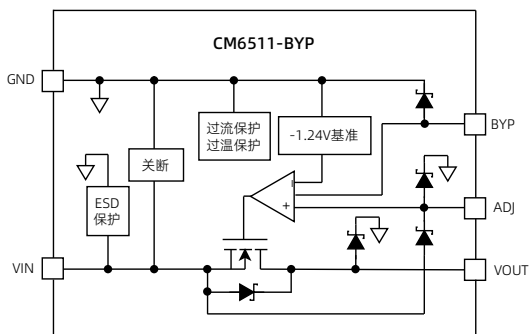
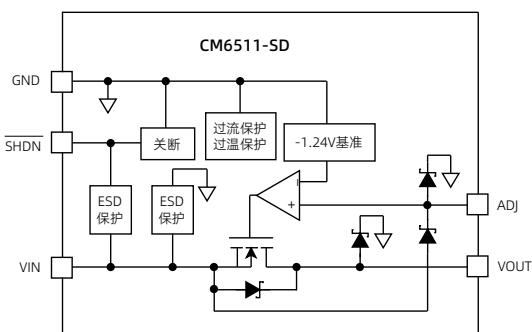


图 10 稳压输出电压的温度特性

图 11 输出电压噪声频谱密度 ( $V_{OUT} = -1.24V$ )

## 工作原理

CM6511 作为一款低噪声、低压差、负电压、低功耗稳压器，简单易用，其内部保护电路包括电流限制和热限制。以下为 CM6511-SD、CM6511-BYP 和 CM6511-5 的架构框图。



## 可调电压输出

CM6511-SD、CM6511-BYP 支持的可调输出电压范围为 -1.24V~28V。输出电压通过两个外部电阻的比值设定，如图 12 所示。通过调整输出电压，CM6511 将 ADJ 管脚电压维持在 -1.24V。此时，R1 中的电流等于  $-1.24V/R1$ ，而 R2 中的电流则是 R1 中的电流加上 ADJ 管脚的偏置电流。ADJ 管脚的偏置电流在 25°C 时为 1nA，该电流通过 R2 流出 ADJ 管脚。为了将由 ADJ 管脚偏置电流引起的输出电压误差降至最小，R1 的值应小于 250kΩ。请注意，在关断模式下，输出将关断，分压器电流为零。

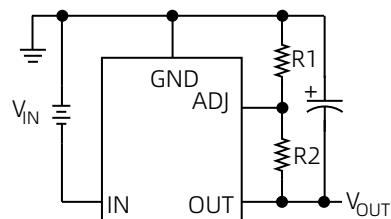


图 12 可调操作

$$V_{OUT} = -1.24V \left(1 + \frac{R2}{R1}\right) - I_{ADJ}(R2)$$

$$V_{ADJ} = -1.24V$$

$$I_{ADJ} = 1nA (25^\circ C \text{ 时})$$

输出范围 = -1.24V~-28V

对于可调电压输出，测试条件为 ADJ 管脚与 OUT 管脚相连，并施加 5μA 直流负载，此时输出电压为 -1.24V。对于输出电压低于 -1.24V 的情况，测试规格将随输出电压和 -1.24V 的比例（即  $V_{OUT}/-1.24V$ ）而变化。例如，在  $V_{OUT} = -1.24V$  时，负载调节（输出电流从 1mA 变化至 200mA 时）的典型值为 2mV。在  $V_{OUT} = -12V$  时，负载调节的计算公式为：

$$(-12V / -1.24V) \times 2mV = 19.4mV$$

## 输入电容

在 IN 和 GND 之间连接一个 1μF~10μF 的输入电容可以降低电路对 PCB 布线的敏感性，尤其是在较长输入走线或高源阻抗的情况下。

## 输出电容

为确保 CM6511 的稳定运行，需配置宽范围输出电容。输出电容的等效串联电阻 (ESR) 是影响稳定性的关键因素，因此推荐选用低 ESR 的陶瓷电容。推荐采用 ESR 低于 0.2Ω，最小 4.7μF（有效值须大于 2.2μF）的输出电容以有效防止震荡。

单个 4.7μF 的陶瓷电容即可提供优异的高 PSRR 和低噪声性能。更大输出电容对性能的改善有限，因为带宽会随着输出电容的增加而减小。但是如果负载突变时输出电压上产生的纹波峰值是更为关心的指标，那么更大的输出电容确实可以带来正向收益。

## 旁路电容

推荐使用优质、低泄漏的最大 0.01μF 电容作为基准电压的旁路元件，以形成低频噪声极点，从而将输出电压噪声降至 21μVrms。该旁路电容还可以改善瞬态响应。

如果不使用旁路电容仅配置 10μF 输出电容，芯片在 -10mA 至 -200mA 负载变化时可在 100μs 内将输出稳定至最终值的 1% 以内。如果使用 0.01μF 旁路电容，在相同负载变化条件下，芯片输出可始终维持在 1% 的精度范围内。需要注意的是，稳压器的启动时间与旁路电容的大小成正比。

## 输入和输出电容特性

不同类型的陶瓷电容所采用的电介质不同，在不同的温度和电压下工作特性也不同。推荐使用 X5R 和 X7R 电容来提供更好的性能。

图 13 展示了一个 4.7μF、25V、X5R 电容与电压偏置特性。电容的电压稳定性受其尺寸和电压额定值的影响较大。一般来说，较大封装或较高电压额定值的电容会表现出更好的稳定性。而 X5R 电介质的温度变化在 -40°C~85°C 范围内约为 ±15%，且与封装或电压额定值无关。

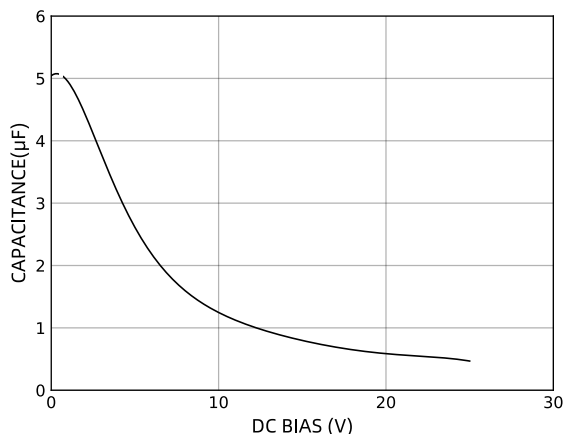


图 13 电容和直流偏置特性

考虑电容随温度、元件容差和电压的变化，可使用以下公式确定最差情况下的电容。

$$C_{\text{EFF}} = C_{\text{BIAS}} \times (1 - \text{TEMPCO}) \times (1 - \text{TOL})$$

其中， $C_{\text{BIAS}}$  是工作电压下的有效电容值，TEMPCO 是最坏情况下的电容温度系数，TOL 是最坏情况下的元件容差。图 13 中，X5R 电介质的温度系数(TEMPCO)在 -40°C ~85°C 范围内为 15%，电容的容差(TOL)为 10%，在 3V 偏置下  $C_{\text{BIAS}}$  为 3.78μF。

$$C_{\text{EFF}} = 3.78\mu\text{F} \times (1 - 0.15) \times (1 - 0.1) = 2.89\mu\text{F}$$

因此，该示例中选择的电容在 -3V 输出电压下，能够满足稳压器在温度和容差范围内的最小电容要求。

为了确保 CM6511 的性能，必须在每个应用中评估直流偏置、温度和容差对电容的影响。

## 热特性

CM6511 具有内部过热保护电路，可在过载情况下保护芯片。热关断温度典型值为 150°C，并具有约 10°C 的迟滞。结温不应超过

最大结温 150°C。应考虑从结温到环境温度的所有热阻源，以及靠近 CM6511 的所有热源。

允许的最大功耗取决于封装的热阻、PCB 板布局、周围气流速率以及结温与环境温度之间的差异。

假设  $V_{\text{OUT}} = -5\text{V}$ 、 $V_{\text{IN}} = -6\text{V} \sim -8\text{V}$ 、 $I_{\text{OUT}} = 0\text{mA} \sim 100\text{mA}$ 、 $I_{\text{GND}} = -0.2\text{mA}$ ，则最大功耗的计算公式为：

$$P = \text{最大 } I_{\text{OUT}} \times (\text{最大 } V_{\text{IN}} - V_{\text{OUT}}) + (I_{\text{GND}} \times \text{最大 } V_{\text{IN}})$$

即，

$$P = -100\text{mA} \times [(-8\text{V}) - (-5\text{V})] + [(-0.2\text{mA}) \times (-8\text{V})] = 0.3\text{W}$$

热阻值  $\theta_{\text{JA}}$  高度依赖于封装。TSOT23-5 封装的热阻值范围为 125°C/W~150°C/W，具体取决于铜面积。因此，结温相对于环境温度的升高大约为：

$$0.3\text{W} \times 140^\circ\text{C/W} = 42^\circ\text{C}$$

假设最大环境温度 = 50°C，则：

$$T_{\text{J}} = 50^\circ\text{C} + 42^\circ\text{C} = 92^\circ\text{C}$$

## 限流保护和过热保护

CM6511 通过限流和过热保护电路，有效防止因功耗过大而导致芯片损坏。CM6511 在输出负载达到 -350mA（典型值）时启动限流功能。当输出负载超过 -350mA 时，输出电压会自动降低，以维持恒定的电流限制。

CM6511 集成的过热保护机制，在高环境温度和高功耗等极端条件下，当结温开始升至 150°C 以上时，芯片会自动关闭输出，使输出电流降至 0mA。当结温降至 140°C 以下时，输出重新开启，输出电流恢复至标称值。

以  $V_{\text{OUT}}$  对地硬短路为例，CM6511 会首先将短路电流限制在 -350mA。如果结温因自加热效应升至 150°C 以上，热关断功能将激活，关闭输出并将输出电流降至 0mA。当结温冷却至 140°C 以下时，输出重新开启，短路电流恢复至 -350mA，导致结温再次上升。这种 140°C ~150°C 之间的热振荡会引发 -350mA~0mA 之间的电流振荡，只要输出端短路持续存在，振荡现象将一直维持。

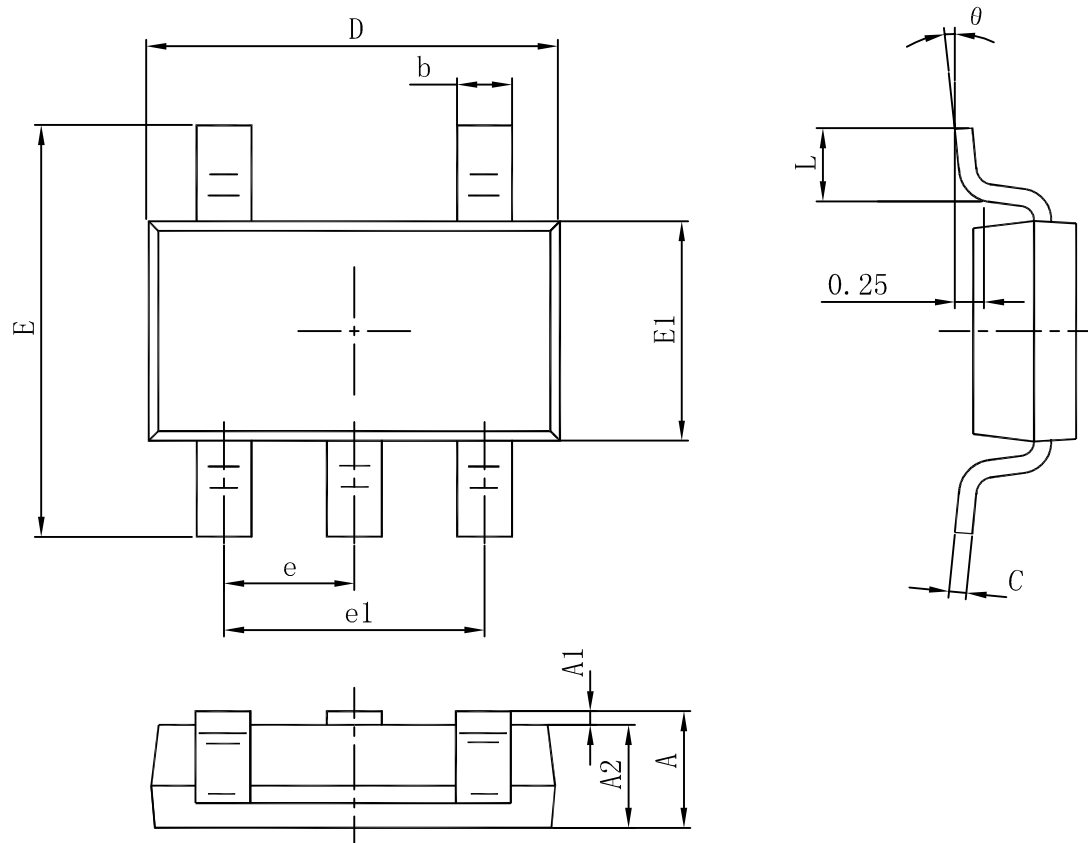
限流保护和过热保护功能旨在防止芯片因意外过载而损坏。为了确保芯片可靠运行，必须通过外部措施限制其功耗，使结温始终不超过 125°C。

## 封装及订购信息

### 封装形式

CM6511 采用 TSOT23-5 封装。

### 产品外形图



标识	尺寸 (毫米)		
	最小值	典型值	最大值
A	-	-	0.95
A1	0	0.05	0.10
A2	0.75	0.80	0.85
b	0.38	0.42	0.46
C	0.13	0.15	0.17
D	2.80	2.90	3.00
E	2.60	2.80	3.00
E1	1.50	1.60	1.70
e	0.95 (BSC)		
e1	1.90 (BSC)		
L	0.30	0.40	0.50
θ	0°	4°	8°

## 订购信息

型号	温度范围	封装	包装	包装数量
CM6511-SD-TSOTA	-40°C~125°C	TSOT23-5	Reel	2500
CM6511-BYP-TSOTA	-40°C~125°C	TSOT23-5	Reel	2500
CM6511-5-TSOTA	-40°C~125°C	TSOT23-5	Reel	2500