

## JTM9970S 非隔离降压型 LED 恒流驱动电路

## 1 概述

JTM9970S 是一款高精度的 LED 恒流驱动芯片，适合于 85V~265V 全范围交流输入电压的非隔离降压型 LED 恒流电源系统。

JTM9970S 内部集成 500V 功率 MOSFET，只需要很少的外围元件，即可实现优异的恒流特性。芯片内带有高精度的电流取样电路，同时采用了先进的恒流控制技术，实现高精度的 LED 恒流输出和优异的线性调整率。芯片工作在电感电流临界模式，系统输出电流不随电感量和 LED 工作电压的变化而变化，实现优异的负载调整率。

JTM9970S 采用先进的源极驱动技术，芯片工作电流只有 200uA，无需辅助绕组供电，简化设计，降低系统成本。 JTM9970S 内部采用了独特的智能温度控制，可以轻易解决高温时灯闪的问题。 JTM9970S 具有多重保护功能，包括 LED 开路 / 短路保护、电流采样电阻短路保护和芯片过温保护。

主要应用于 LED 蜡烛灯、 LED 球泡灯及其它 LED 照明领域。

其特点如下：

- 单电感非隔离降压结构,临界模式工作,
  - 内部集成 500V 高压功率 MOSFET
  - 源极驱动, 无需辅助绕组供电
  - 高达  $\pm 5\%$  的 LED 电流精度
  - 高达 90% 以上的系统效率
  - LED 短路保护
  - CS 采样电阻短路保护
  - 智能温度控制技术, 避免高温灯闪
  - 芯片过温保护
  - 外部可调输出开路 / 过压保护
  - 封装形式: SOP8

## 2 功能框图与引脚说明

## 2.1 功能框图

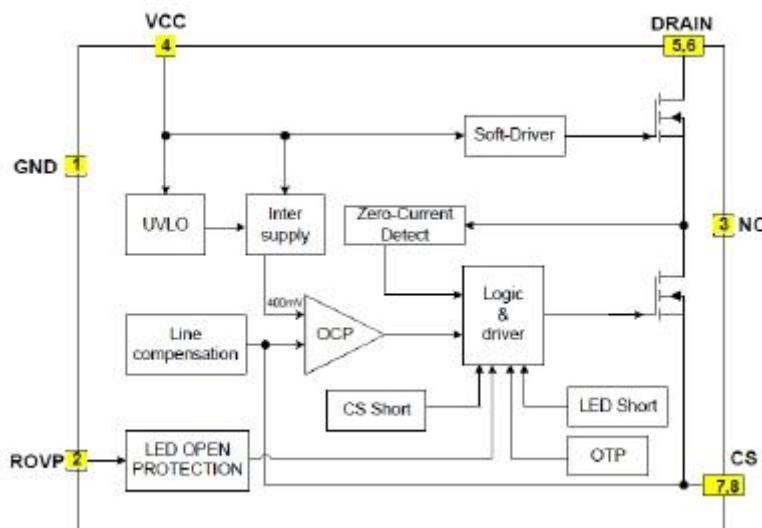


图 1 功能框图

## 2.2 功能描述

JTM9970S 是一款专为 LED 照明设计的恒流驱动芯片，应用于非隔离的降压型 LED 电源系统。它内部集成 500V 功率 MOSFET，并且采用先进的恒流控制方法和源极驱动技术，只需要很少的外围元件就可以达到优异的恒流特性，系统成本低，效率高。

### 2.2.1 启动

系统上电后，线电压通过启动电阻对 VCC 电容充电，当 VCC 电压达到芯片开启阈值时，芯片开始工作。JTM9970S 内部将 VCC 电压箝位到 7.3V。

### 2.2.2 恒流控制

JTM9970S 采用专利的恒流控制方法，只需要很少的外围元件，即可实现高精度的恒流输出。芯片逐周期检测电感的峰值电流，CS 端连接到内部峰值电流比较器的输入端，与内部 400mV 阈值电压进行比较，当 CS 电压达到内部检测阈值时，功率管关断。

电感峰值电流的计算公式：

$$I_{PK} = \frac{400}{R_{CS}} (mA)$$

其中， $R_{CS}$  为电流检测电阻阻值。

LED 输出电流计算公式：

$$I_{LED} = \frac{I_{PK}}{2}$$

其中， $I_{PK}$  是电感的峰值电流。

### 2.2.3 前沿消隐

由于存在寄生电容，MOSFET 在导通瞬间，会产生一个脉冲电流。JTM9970S 内部集成有前沿消隐功能，在 MOSFET 导通的瞬间，设计有 350ns 的前沿消隐时间，在这段时间内，电流比较器停止工作，避免脉冲电流让电流比较器发生误翻转，如下图所示：

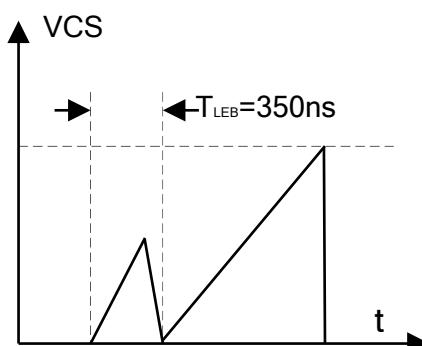


图 2 前沿消隐

### 2.2.4 线电压补偿

JTM9970S 内置线电压补偿功能，使得 LED 电流在全电压范围内都能保持一致，具有非常小的线性调整率，确保高的恒流精度。

### 2.2.5 源极驱动

JTM9970S 采用先进的源极驱动技术，VCC 静态工作电流低至 200uA，无需辅助绕组供电，简化设计，降低系统成本。

## 2.2.6 过热自动调节输出电流

JTM9970S 具有过热调节功能，在驱动电源过热时逐渐减小输出电流，从而控制输出功率和温升，使芯片温度达到动态平衡，以提高系统的可靠性。芯片内部设定过热调节温度点为 140°C。

## 2.2.7 储能电感

JTM9970S 工作在电感电流临界模式，当芯片输出脉冲时，外部功率 MOSFET 导通，流过储能电感的电流从零开始上升，功率管的导通时间为：

$$t_{on} = \frac{L \times I_{PK}}{V_{IN} - V_{LED}}$$

其中，L 是电感的感量；IPK 是流过电感的电流峰值；VIN 是输入交流经整流后的直流电压；VLED 是输出 LED 上的电压。当芯片输出脉冲关断时，外部功率 MOSFET 也被关断，流过储能电感的电流从峰值开始往下降，当电感电流下降到零时，芯片再次输出脉冲。功率管的关断时间为：

$$t_{off} = \frac{L \times I_{PK}}{V_{LED}}$$

储能电感的计算公式为：

$$L = \frac{V_{LED} \times (V_{IN} - V_{LED})}{f \times I_{PK} \times V_{IN}}$$

其中 f 为系统工作频率。JTM9970S 的系统工作频率和输入电压成正比关系，设置系统工作频率时，选择在输入电压最低时设置系统的最低工作频率，而当输入电压最高时，系统的工作频率也最高。

JTM9970S 设置了系统的最小退磁时间和最大退磁时间，分别为 4us 和 240us。由 toff 的计算公式可知，如果电感量很小时，toff 很可能会小于芯片的最小退磁时间，这时系统就会进入电感电流断续模式，LED 输出电流会背离设计值；而当电感量很大时，toff 又可能会超出芯片的最大退磁时间，这时系统就会进入电感电流连续模式，输出 LED 电流同样也会背离设计值。所以选择合适的电感值很重要。

## 2.2.8 过压保护设置

JTM9970S 的开路保护 电压可以通过 ROVP 引脚电阻来设置，ROVP 引脚电压为 0.5V。当 LED 开路时，输出电压逐周期增加，消磁时间变短，可以根据需要设定开路保护电压，来计算相应的消磁时间：

$$T_{ovp} = \frac{L \times V_{CS}}{R_{CS} \times V_{OVP}}$$

其中，Vcs 是 CS 的逐周期关断阈值 (0.4V)；Vovp 是所设定的过压保护点；然后根据 Tovp 来计算 ROVP 的电阻阻值，计算公式如下：

$$R_{OVP} = 15 * T_{ovp} * 10^6 \quad (\text{K}\Omega)$$

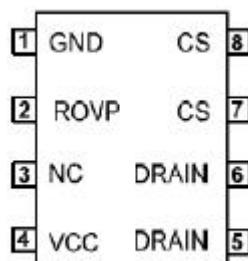
## 2.2.9 保护控制

JTM9970S 内置多种保护功能，包括输出 LED 开路 / 短路保护，电流检测电阻短路保护和芯片过温保护。

芯片工作时自动检测负载状态，如果输出 LED 开路 / 短路、电流检测电阻短路或者电感饱和，芯片立刻进入短路保护状态，功率 MOSFET 被关断。同时，芯片不断检测负载状态，直到故障解除，当外部短路故障解除后，芯片自动恢复到正常工作。

内部过热保护电路检测芯片结温度，当结温度超过热保护阈值时，芯片进入过热保护状态，功率 MOSFET 立刻被关断，直到结温度下降 20°C 以后，芯片才会退出过热保护状态，恢复到正常工作。

## 2.3 引脚排列图



## 2.4 引脚说明

引脚名	引脚号	功能说明
GND	1	芯片地
ROVP	2	输出开路保护电压调节端，接电阻到地
NC	3	悬空脚
VCC	4	芯片电源端
DRAIN	5,6	内部高压 MOSFET 的漏极
CS	7,8	电流采样端，接电流检测电阻到地。

## 3 电特性

### 3.1 极限参数

除非特别说明，  $T_{amb}=25^{\circ}\text{C}$

符号 (symbol)	参数 ( parameter)	极限值	单位 ( unit)
VDS	内部高压 MOSFET 漏极到源极峰值电压	-0.3~500	V
ICC_MAX	最大电源电流	2.5	mA
VROVP	LED 开路保护电压调节端	-0.3~7	V
VSOURCE	内部高压 MOSFET 的源极电压	-0.3~8	V
VCS	CS 电流采样端电压	-0.3~7	V
PDMAX	功耗 (注 2)	0.45	W
TJ	最大工作结温	150	°C
TSTG	最小 /最大储藏温度	-55~150	°C

注 1: 超过上表中规定的极限参数会导致器件永久损坏。不推荐将该器件工作在以上极限条件，工作在极限条件以上，可能会影响器件的可靠性。

注 2: 该功耗值与散热条件相关。上表中功耗值是在未加散热片和外壳的测试板上测得的，并且环境温度  $T_A < 40^{\circ}\text{C}$ 。

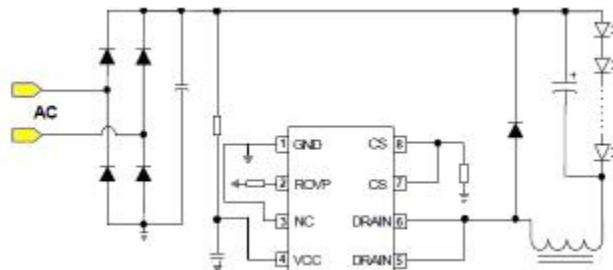
注 3: 输出电压需小于输入电压，因为它是 Buck 结构。

### 3.2 电特性

除非特别说明,  $T_{amb}=25^{\circ}\text{C}$

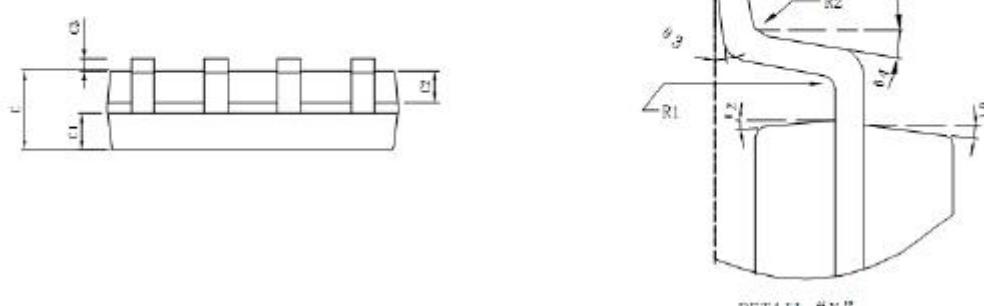
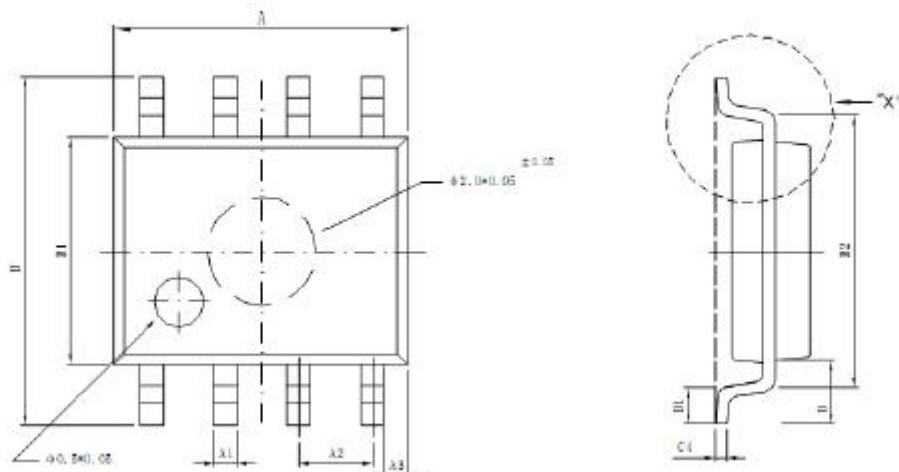
符 号	参 数	条 件	最 小	典 型	最 大	单 位
<b>电源部分</b>						
Vcc_clamp	VCC 锯位电压	1mA	7.0	7.3	7.6	V
Icc_clamp	VCC 锯位电流				2.5	mA
VCC_ST	芯片启动电压	VCC 上升	6.6	6.9	7.2	V
Vuvlo_HYS	欠压保护迟滞	VCC 下降		1.5		V
Ist	电路启动电流	VCC<VCC_ST-0.5V		45	60	$\mu\text{A}$
Iop	静态工作电流			200		$\mu\text{A}$
<b>电流采样部分</b>						
Vcs_TH	电流检测阈值		390	400	410	mV
TLEB	前沿消隐时间			350		ns
TDELAY	电路关断延迟			300		ns
<b>内部时间控制</b>						
TOFF_MIN	最小退磁时间	ROVP=100K $\Omega$		4		$\mu\text{s}$
TOFF_MAX	最大退磁时间			240		$\mu\text{s}$
TON_MAX	最大导通时间			40		$\mu\text{s}$
VROVP	内部基准电压			0.5		V
<b>过温保护</b>						
TSD	过热关断温度			160		$^{\circ}\text{C}$
TSD_HYS	过热保护迟滞			20		$^{\circ}\text{C}$
T_comp	智能温度补偿起作用			140		$^{\circ}\text{C}$
<b>功率 MOS 管</b>						
VDS_BD	功率管击穿电压	V <sub>gs</sub> =0V/I <sub>d</sub> =250uA	500			V
Idss	功率管漏电流	V <sub>gs</sub> =0V/V <sub>ds</sub> =500V			10	$\mu\text{A}$
RDSon	开关管导通阻抗	V <sub>cc</sub> =7.3V/I <sub>d</sub> =0.5A			6	$\Omega$

### 4 典型应用线路图



### Layout 注意事项

- 1) 减小功率环路面积, 如续流二极管和输出电容的环路面积, 以减小EMI辐射。
- 2) 为防止ROVP受到干扰而影响输出电压不稳定, 需要在ROVP电阻并联20PF左右瓷片电容。
- 3) VCC电容需要紧靠芯片引脚。另为防止断电后回闪可在VCC对地增加一放电电阻。
- 4) GND与NC引脚连接形成地线屏蔽以加强抗干扰能力。
- 5) CS引脚电流采样电阻的地线尽可能短, 电阻接地最好单独回到高压电容的地端
- 6) 为增加IC内部散热效果可以相对加大DRAIN的铺铜面积; 另外建议远离低压CS/VCC及ROVP管脚。

**5 封装尺寸与外形图 (单位: mm)****5.1**

Symbol	Min.	Max.	Symbol	Min.	Max.
A	4.95	5.15	C3	0.10	0.20
A1	0.37	0.47	C4	0.20TYP	
A2	1.27TYP		D	1.05TYP	
A3	0.41TYP		D1	0.50TYP	
B	5.80	6.20	R1	0.07TYP	
B1	3.80	4.00	R2	0.07TYP	
B2	5.0TYP		l1	17°TYP	
C	1.30	1.50	l2	13°TYP	
C1	0.55	0.65	l3	4°TYP	
C2	0.55	0.65	l4	12°TYP	

产品中有毒有害物质或元素的名称及含量

部件名称	有毒有害物质或元素					
	铅 (Pb)	汞 (Hg)	镉 (Cd)	六价铬 (Cr <sup>+6</sup> )	多溴联苯 (PBB)	多溴联苯醚 (PBDE)
引线框	○	○	○	○	○	○
塑封树脂	○	○	○	○	○	○
芯片	○	○	○	○	○	○
内引线	○	○	○	○	○	○
装片胶	○	○	○	○	○	○
说明	○: 表示该有毒有害物质的含量在 SJ/T11363-2006 标准的限量要求以下。 ×: 表示该有毒有害物质的含量超出 SJ/T11363-2006 标准的限量要求。					