

概述

HT9021S 是一款高精度原边反馈 LED 恒流驱动芯片，芯片工作在电感电流断续模式，适用于 85Vac~265Vac 全范围输入电压，功率 3W 以下的反激式隔离 LED 恒流电源。

HT9021S 芯片内部集成 650V 功率开关，采用原边反馈模式，无需次级反馈电路，也无需变压器辅助绕组检测和供电，只需要极少的外围元件即可实现恒流，极大地节约了系统的成本和体积。

HT9021S 芯片内带有高精度的电流取样电路，使得 LED 输出电流精度达到±3%以内。芯片采用了特有的恒流控制方式，可以达到优异的线性调整率。

HT9021S 提供了多种全面的保护模式，其中包括：逐周期电流限制保护（OCP），LED 开路/短路保护，CS 电阻短路保护，VCC 欠压保护以及嵌位，智能温控技术等。

HT9021S 采用 SOP8 封装。

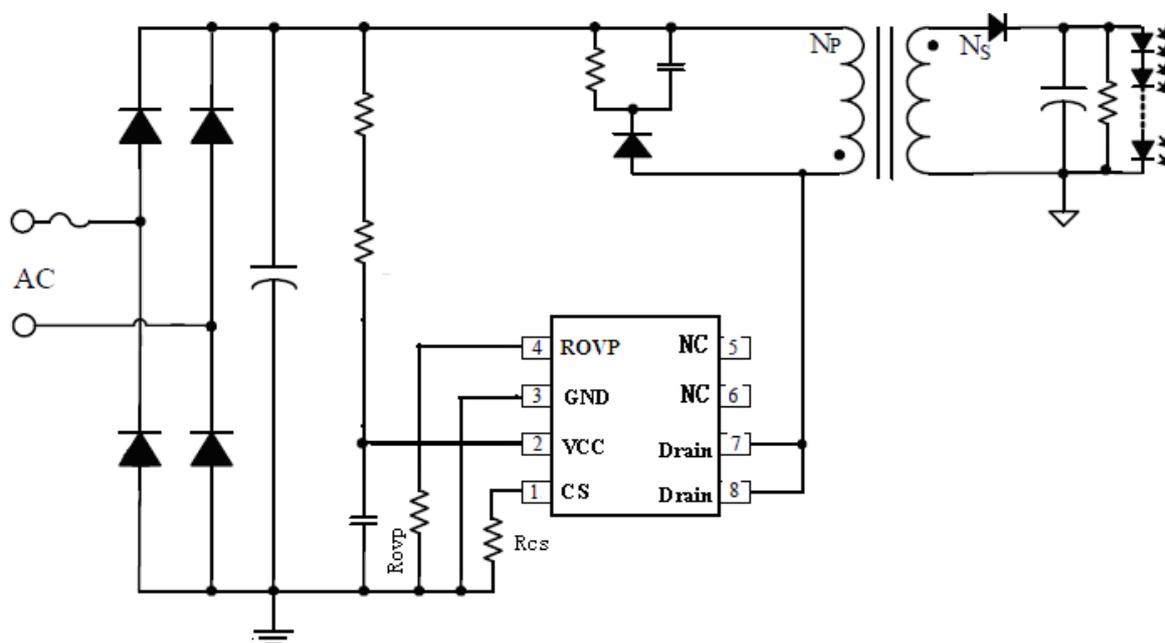
特点

- ◆ 内部集成 650V 功率管
- ◆ LED 电流精度保持在±3%以内
- ◆ 原边反馈技术使系统节省次级反馈电路
- ◆ 无需变压器辅助绕组检测和供电
- ◆ 极低的工作电流
- ◆ LED 开路/短路保护
- ◆ CS 电阻短路保护
- ◆ VCC 嵌位和低电压关闭功能（UVLO）
- ◆ 采用智能温控技术，芯片温度大于 130℃时自动降低电流

应用

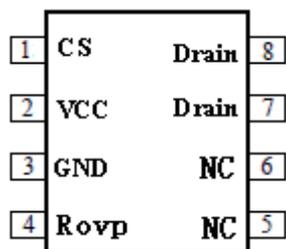
- ◆ GU10 LED 驱动
- ◆ LED 球泡灯
- ◆ 其它 LED 照明

典型应用图



引脚定义与器件标识

HT9021S 提供了 SOP8 封装，顶层如下图所示：



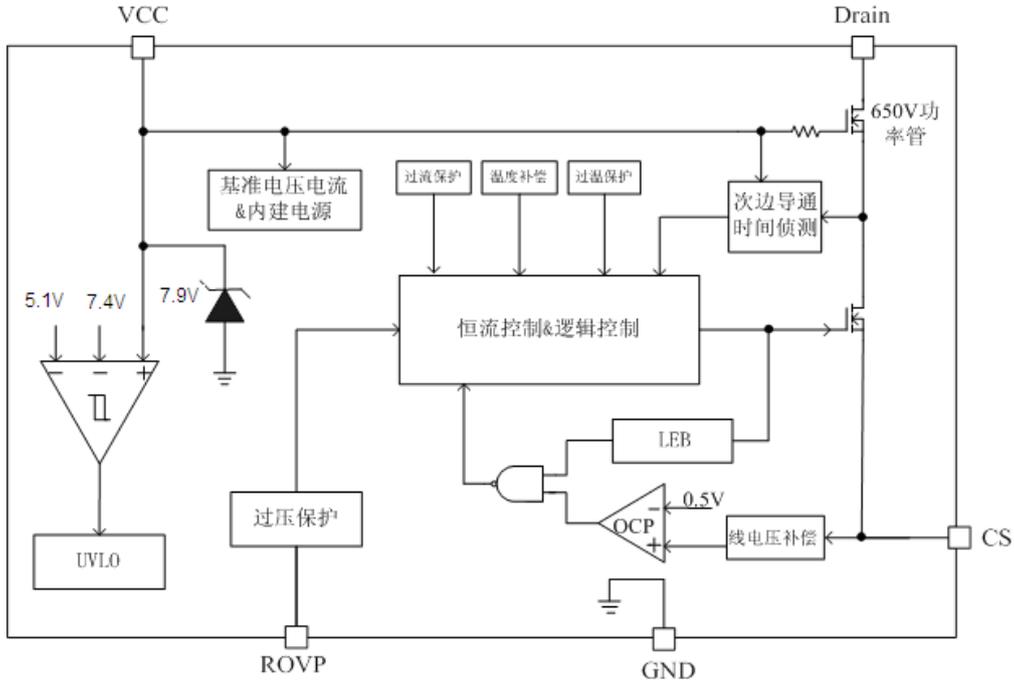
订购信息

封装形式	芯片表面标识	采购器件名称
SOP-8, Pb-free	HT9021S	HT9021S

引脚功能说明

引脚名	引脚号	引脚类型	功能说明
CS	1	电流监测	电流监测反馈输入引脚。用于判断是否达到限流值。
VCC	2	输入	电源。
GND	3	地	地。
Rovp	4	开路保护	输出开路保护电压调节引脚，由外接到地电阻调节。
NC	5,6	悬空	悬空脚。
Drain	7,8	漏极	内部高压功率管漏极。

电路内部结构框图



极限参数 (注 1)

符号(symbol)	参数 (parameter)	极限值	单位 (unit)
I _{cc_max}	VCC 引脚最大电源电流	5	mA
Drain	内部高压功率管漏极到源极峰值电压	-0.3~650	V
CS	CS 引脚输入电压	-0.3~6	V
R _{ovp}	开路保护电压调节端	-0.3~6	V
PD _{MAX}	最大功耗 (注 2)	0.45	W
T _J	工作结温	-40~150	°C
T _{STG}	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, 会影响器件的可靠性。

注 2: 最大功耗与散热条件有关系。上表中最大功耗值是在未加散热片和外壳的测试板测得的。

推荐工作条件

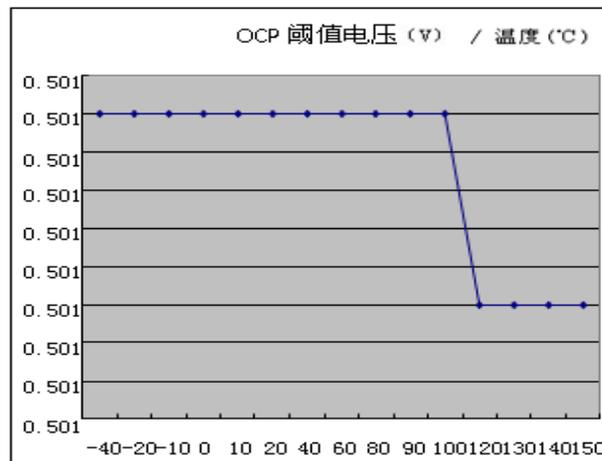
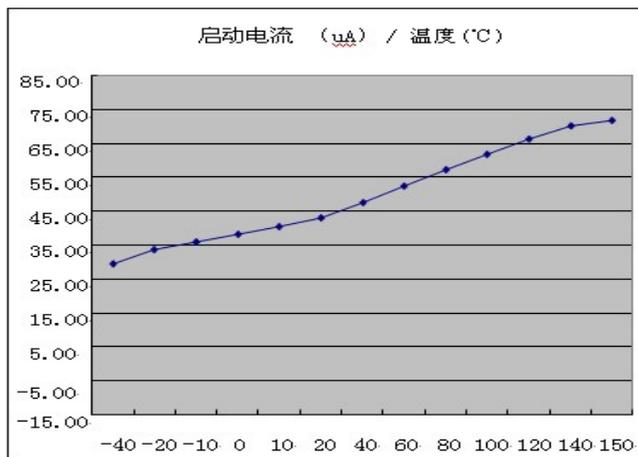
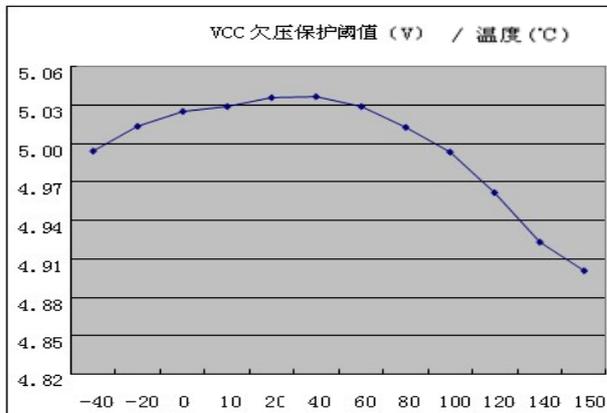
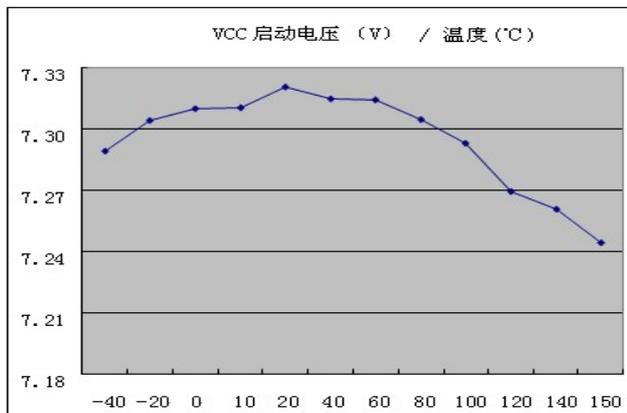
符号(symbol)	参数 (parameter)	值 (value)	单位 (unit)
P _{out1}	输出功率(V _{in} =230V±15%) @240mA	<3	W
P _{out2}	输出功率(V _{in} =85V~265V) @180mA	<2	W
F _{max}	系统最大工作频率	120	KHz
T _A	工作温度	-20~85	°C

电气特性参数

(若无特殊说明, $T_A=25^{\circ}\text{C}$, $V_{CC}=7.5\text{V}$)

Supply Voltage (VDD Pin)						
symbol	parameter	Test condition	Min	Typ	Max	Unit
电源部分						
Vcc 嵌位电压	VCC_CLAMP	1mA		7.9	8.5	V
芯片启动电压	UVLO_on	VCC 上升	6.8	7.4	8.0	V
欠压保护阈值	UVLO_off	VCC 下降		5.1		V
启动电流	IST	$V_{CC}=UVLO_{on}-1\text{V}$		60	100	uA
静态工作电流	IOP	$F_{op}=50\text{kHz}$		150	250	uA
电流采样部分						
电流检测阈值	VCS_TH		485	500	515	mV
短路时 CS 阈值	VCS_short			300		mV
前沿消隐时间	TLEB			500		ns
芯片关断延迟	TDELAY			100		ns
开关频率						
最大开关频率	Fmax			120		kHz
D_max	Max duty			42		%
最小开关频率	Fmin			3		kHz
ROVP 电压	VROVP			0.5		V
功率管						
功率管导通阻抗	Rds_on	$V_{gs}=14\text{V}/I_{ds}=0.5\text{A}$		24	30	Ω
功率管的击穿电压	BVdss	$V_{gs}=0\text{V}/I_{ds}=250\mu\text{A}$	650			V
过温保护						
热关断温度	Tsd			160		$^{\circ}\text{C}$
过温保护迟滞	Tsd_hys			25		$^{\circ}\text{C}$
温度补偿起点	T_comp			130		$^{\circ}\text{C}$

典型特征参数



功能描述

HT9021S 是一款专用于 LED 照明的恒流驱动芯片，采用先进的恒流架构和控制方法，芯片内部集成 650V 功率开关，只需要极少的外围组件就可以达到优异的恒流特性。采用了原边反馈技术，HT9021S 无需光耦及 TL431 反馈，也无需辅助绕组供电和检测，系统成本极低。

启动电流

系统上电后，母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，芯片内部控制电路开始工作。HT9021S 内置 7.5V 稳压管，用于钳位 VCC 电压。芯片正常工作时，需要的 VCC 电流极低，所以无需辅助绕组供电。

恒流控制

HT9021S 具有高精度的恒流特性。在 DCM 下，芯片逐周期检测变压器原边的峰值电流，CS 端连接到内部的峰值电流比较器的输入端，与内部 500mV 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。变压器原边峰值电流的表达式为：

$$I_{pk}=0.5/R_{cs} (A)$$

CS 比较器的输出还包括一个 500ns 前沿消隐时间。

LED 输出电流计算方法：

$$\begin{aligned} I_o &= 0.5 * I_{pk} * N_p / N_s * T_{ons} / T \\ &= 0.25 * I_{pk} * N_p / N_s \\ &= 0.125V / R_{cs} * N_p / N_s (A) \end{aligned}$$

其中，NP 是变压器主级绕组的匝数，

NS 是变压器次级绕组的匝数，

Rcs 是电流检测电阻阻值。

Rcs 的大小，可以设定输出电流的大小。

功率管

芯片内部集成了 0.8A/650V 的功率 NMOS 管，简化了芯片外围器件，节省了系统成本和体积。HT9021S 采用了 SOP-8 封装，主要用于 3W 以下的 LED 灯具。

工作频率

系统工作在电感电流断续模式，无需环路补偿，最大占空比为 42%。建议设置正常工作时的最大频率为 100KHz。如果设置的过高，会影响最串联 LED 灯数量；如果设置的过低，会使 LED 源开路电压过高。芯片限制了系统的极限最大工作频率和极限最小工作频率，以保证系统的稳定性。工作频率的计算公式为：

$$f=N_p^2*V_{led}/(8*N_s^2*L_p*I_o)$$

其中 L_p 是变压器的原边电感量

逐周期过流保护 (OCP) 和前沿消隐 (LEB)

HT9021S 内部具有逐周期电流限制 (Cycle-by-Cycle Current Limiting) 功能。开关电流通过检测电阻输入到 CS 引脚。引脚内部的前沿消隐电路可以消除 MOSFET 开启瞬间由于 snubber 二极管反向恢复造成的感应电压毛刺，因此 CS 输入端的外接 RC 滤波电路可以省去。限流比较器在消隐期间被禁止而无法关断内置功率 MOSFET。

过压保护

HT9021S 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， V_{CS} 是 CS 的逐周期关断阈值(0.5V)； V_{ovp} 是所设定的过压保护点；然后根据 T_{ovp} 来计算 ROVP 的电阻阻值，计算公式如下：

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

输出短路保护

当输出端短路时，HT9021S 会以最低的 3KHz 工作，从而保持很低的短路功耗。

温度补偿与 OTP

当温度高于 130 度时，HT9021S 的温度补偿电路开始起作用，CS 逐周期限流阈值会随着温度的升高而降低，这样，系统的输出功率就会随之下降，从而使热量下降，最终达到一个平衡点。

如果其它原因导致温度进一步升高时，当温度达到 160 度时，HT9021S 进入过温保护，关闭输出驱动，直到温度低于 135 度再次恢复正常工作。

保护控制

HT9021S 提供了全面的保护特性，系统可以获得最高可靠性。其中包括逐周期电流限制保护

(OCP)，LED 开路/短路保护，CS 电阻短路保护，VCC 欠压保护以及 VCC 嵌位，过温保护等。当输出 LED 开路时，系统会触发过压保护逻辑并锁死，系统停止开关工作；当 LED 短路时，系统工作在 3KHz 低频，所以功耗很低；当有些异常的情况发生时，比如 CS 采样电阻短路或者变压器饱和，芯片内部的快速探测电路会触发保护逻辑并锁死，系统马上停止开关工作。系统进入 LED 开路、CS 电阻短路、变压器饱和等保护状态后，VCC 电压开始下降；当 VCC 到达欠压保护阈值时，系统将重启。同时系统不断的检测负载状态，如果故障解除，系统会重新开始正常工作。

PCB 设计

在设计 HT9021S PCB 时，需要遵循以下指南：

旁路电容：VCC 的旁路电容需要紧靠芯片 VCC 和 GND 引脚。

地线：电流采样电阻的功率地线尽可能短，且要和芯片的地线及其它小信号的地线分头接到 Bulk 电容的地端。

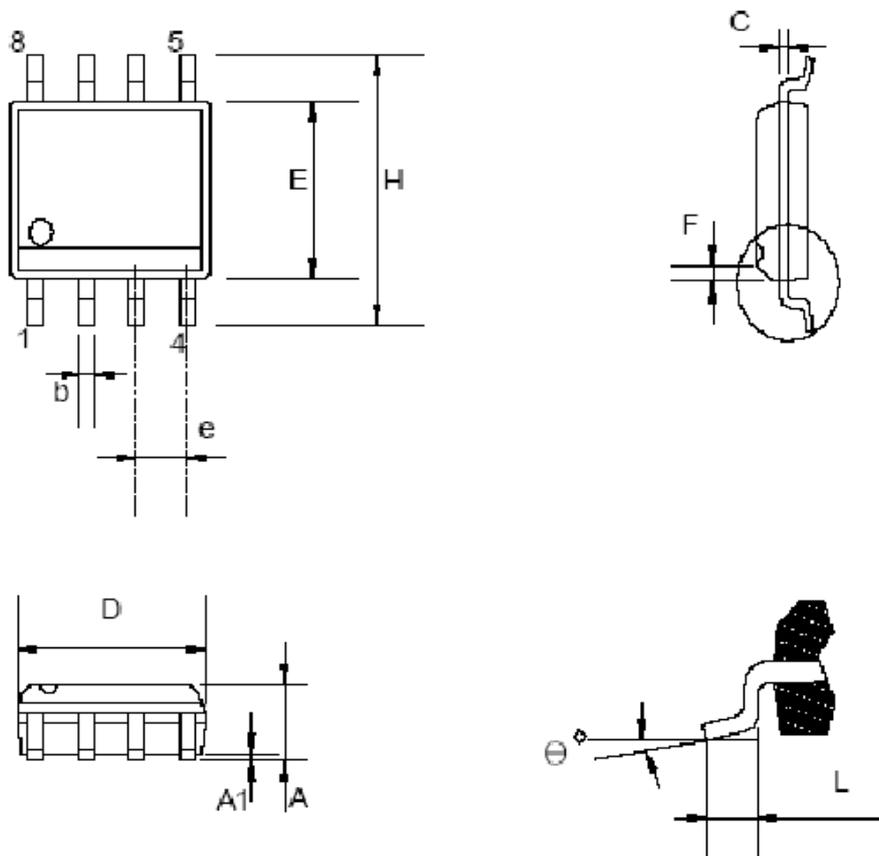
功率环路：功率环路的面积要尽量小，以减小 EMI 辐射。芯片远离续流二极管等发热元件。

ROVP 电阻：开路保护电压设置电阻需要尽量靠近芯片 ROVP 引脚，加强 ROVP PIN 的抗干扰能力，如果有条件，可将 ROVP 部分用地线包围起来。

DRAIN 脚：增加此引脚的铺铜面积以提高芯片散热。

封装信息

SOP8 封装外观图



Symbol	Dimensions In Millimeters			Dimensions In Inches		
	Min	Typ.	Max	Min	Typ.	Max
A	1.346		1.752	0.053		0.069
A1	0.101		0.254	0.004		0.010
b		0.406			0.016	
c		0.203			0.008	
D	4.648		4.978	0.183		0.196
E	3.810		3.987	0.150		0.157
e	1.016	1.270	1.524	0.040	0.050	0.060
F		0.381*45°			0.015*45°	
H	5.791		6.197	0.228		0.244
L	0.406		1.270	0.016		0.050
θ°	0°		8°	0°		8°