

描述

MT7938 是一个单级、高功率因数，原边控制交流转直流 LED 驱动芯片。MT7938 集成片上功率因数校正（PFC）功能，在临界导通模式（Critical Conduction Mode，CRM）下运行，实现了高功率因数并减少功率 MOS 管开关损耗。利用创新的控制技术，无需光耦及副边感应器件就可以精确地调制 LED 电流。

MT7938 内置保护功能，包括过流保护（OCP）、输出过压保护（OVP）、输出短路保护（SCP）和过温调节（OTR）等，以确保系统可靠的工作。同时，MT7938 的过温调节设置引脚 TADJ，可以通过连接外部电阻来灵活设置温度调节的阈值。

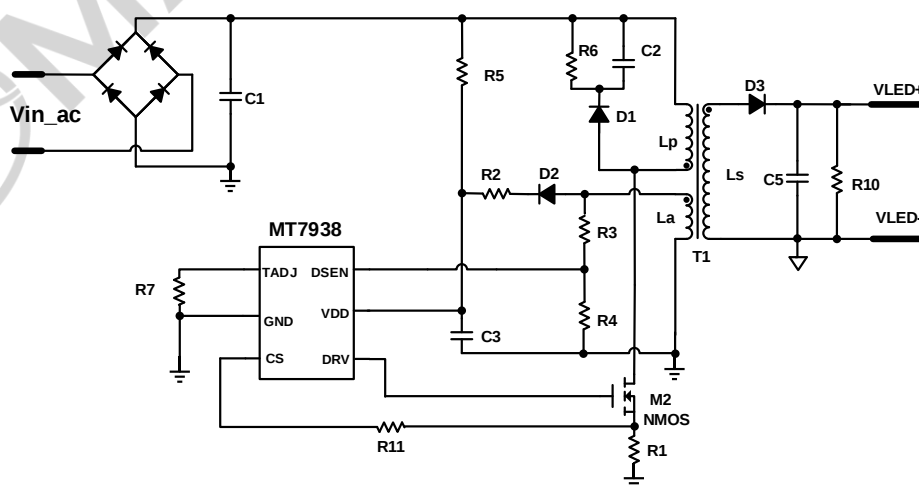
应用

- AC/DC LED驱动
- LED信号灯、装饰灯、投光灯、路灯
- E27/PAR30/PAR38/GU10等LED灯
- LED日光灯

主要特点

- 单级有源PFC实现了高功率因数
- 内置积分器（无外置COMP电容）
- 内置THD补偿电路
- 内置线电压补偿
- 原边感应机制，无需光耦
- 高精度LED电流： $\pm 5\%$
- 临界导通模式运行
- 每周周期峰值电流控制
- 多种带有自恢复功能的保护功能
 - 过流保护
 - 输出过压/开路保护
 - 输出短路保护
- 通过过温调节引脚调节温度保护阈值
- 具有软启动功能
- SOT23-6封装

典型应用电路



极限参数

VDD 引脚电压	-0.3V ~ VDD 钳位电压
DRV 引脚电压	-0.3V ~ 24V
TADJ/CS/DSEN 引脚电压	-0.3V ~ 5V
功率损耗 (P_{DMAX})	0.5W
焊接温度 (焊接, 10 秒)	260°C
存储温度 (T_{STG})	-55°C ~ 150°C
工作结温 (T_J)	-40°C ~ 150°C

推荐工作条件

电源电压	6.8V ~ 20V
工作温度 (环境)	-40°C ~ 125°C

热阻^①

PN 结到外部环境 ($R_{\theta JA}$)	145°C/W
PN 结到封装表面 ($R_{\theta JC}$)	80°C/W

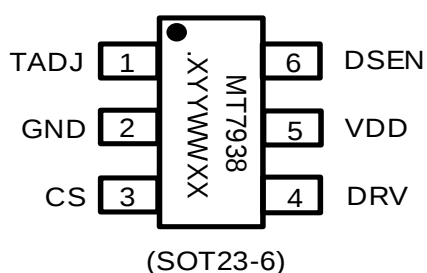
注释:

- ① $R_{\theta JA}$, $R_{\theta JC}$ 的测定是在 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 低效导热性单层测试板上, 在自然对流条件下按 JEDEC 51-3 热计量标准进行测试。测试条件: 设备 PCB 安装在 2" X 2" FR-4 的基板上, 2oz 铜箔厚度, 顶层金属放置最小衬垫, 通过散热过孔与底层接地平面相连。

订购信息

订购型号	封装形式	包装形式	防潮等级	印章信息
MT7938	SOT23-6	编带 3,000 颗/盘	3	MT7938 .XYYWWXX

管脚排列图



芯片标记:

MT7938: 产品型号

Y: 年代码

W: 周代码

X: 内部代码

管脚描述

管脚名称	管脚号	描述
TADJ	1	过温调节设置引脚，通过与 DSEN 电阻比值设置温度调节的阈值点。
GND	2	芯片地。
CS	3	电流检测引脚。
DRV	4	外部功率MOS管栅极驱动。
VDD	5	芯片电源。
DSEN	6	辅助绕组的反馈电压，通过一个电阻分压器连接到辅助绕组来反映输出电压。

电气参数

除非特别说明，测试条件为：V_{DD}=15V, T_A=25°C。

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
启动 (VDD 引脚)						
I _{START}	启动电流			50		μA
V _{UVLO}	欠压锁定阈值	V _{DD} 引脚电压下降		6.8		V
V _{START}	启动电压	V _{DD} 引脚电压上升		20		V
电源电流						
I _Q	静态电流			0.5		mA
I _{VDD_CLAMP}	VDD 钳位电流	V _{DD} >20V		10		mA
控制回路						
V _{FB}	原边电流感应参考电压		392	400	408	mV
V _{DDCLM}	VDD 钳位电压			20		V
V _{OVP1}	VDD 引脚过压保护阈值			27		V
V _{OVP2}	DSEN 引脚过压保护阈值			3.6		V
T _{OFF_LEB}	关断 (状态) 前沿消隐时间			2.1		μs
T _{ON_MAX}	最大导通时间			25		μs
T _{OFF_MAX}	最大关断时间			250		μs
T _{MIN}	最小开关周期			10		μs
电流检测 (CS 引脚)						
T _{CS_LEB}	CS 脚的内置前沿消隐时间			240		ns
V _{CS_OCP}	CS 脚的过流保护阈值			1.8		V
热保护 (TADJ 引脚)						
T _{OTR_MAX}	过热调节最大温度折返阈值	TADJ 引脚浮空		148		°C
T _{OTR_MIN}	过热调节最小温度折返阈值	TADJ 引脚电阻调节		88		°C
驱动级 (DRV 引脚)						
I _{SINK}	最大驱动下拉电流	DRV=4V		0.2		A
I _{SOURCE}	最大驱动上拉电流	DRV=4V		0.2		A

功能描述

MT7938 是一个单级、原边反馈的交流转直流 LED 驱动芯片。通过检测原边电信息，LED 电流可精确调制。MT7938 集成功率因数校正功能和 THD 补偿，能有效地消除了对市电网的电流谐波污染。其工作在临界导通模式和准谐振模式（Quasi-resonant mode, QRM），降低了开关损耗，提高了系统效率。

电流控制

通过检测电感去磁时间，MT7938 能够精确调节 LED 电流。LED 电流能够通过下面的公式很容易的设置（请参阅在第 1 页的应用电路）：

$$I_{LED} = \frac{1}{2} \cdot \frac{N_p}{N_s} \cdot \frac{V_{FB}}{R1} \quad (1)$$

式中 N_p 是原边绕组匝数， N_s 是次级绕组匝数； V_{FB} （=400mV）是内部参考电平， $R1$ 是一个外部电流感应电阻（参考第 1 页应用电路）。

启动过程

启动过程中，VDD 通过连接到母线的启动电阻充电。当 VDD 达到 20V 时，芯片首先在静态条件下检测 TADJ 引脚电阻值，设定温度调节阈值，然后内部控制逻辑开始工作。

内置积分器快速建立算法，使芯片在启动时快速达到稳定状态，同时避免导通时突变产生电流尖峰，实现软启动功能。

一旦辅助绕组上的电压升得足够高，芯片的电源将由辅助绕组提供。

当 VDD 低于 6.8V（欠压锁定阈值电压）时，PWM 信号将会关闭。

功率因数校正

在外部 MOS 管的导通时间内，原边电流会从 0mA 线性增加到峰值，该电流通过感应电阻由 CS 引脚检测。当原边电流达到阈值极限，MT7938 会立即关闭 MOS 管。当副边电流耗尽时，MT7938 会再次开启 MOS 管。通过内部 THD 补偿，校正 CRM 和波谷 DCM 模式下开关周期变化导致的电流波形失真，使输入平均电流为正弦信号，从而实现高功率因数和极低的 THD。

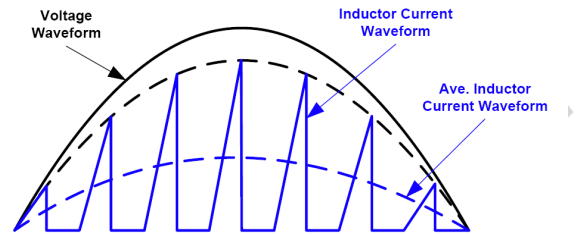


图 1、功率因数校正

辅助绕组电学参数检测

功率 MOS 管的开通是通过检测去磁结束来判断。去磁检测时间由 DSEN 引脚波形控制，该波形通过电阻分压器在辅助绕组上取样得到。当 DSEN 波形在关断时间内低于 0V，这就表明功率 MOS 管漏极电压已经降至谷底或者附近此时将触发启动功率 MOS 管。此外，最小关断时间机制保证了系统的抗干扰能力。

除此以外，MT7938 还具有开路保护等功能，该功能是通过检测辅助绕组的波形信息来触发的。因为在功率 MOS 管关断时间内，辅助绕组电压与输出电压（次级绕组电压）成正比。辅助绕组电压的检测是由 DSEN 引脚在栅极驱动信号结束后经过一个前沿消隐时间后进行采样的。辅助绕组检测功能如图 2 所示。

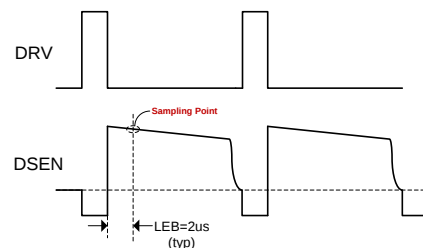


图 2、辅助绕组电学参数检测

线电压补偿

内置线电压补偿电路。可以通过调节 DSEN 引脚 R3 和 CS 外置电阻 R11 来调节（参考第一页的应用电路图）改变线性补偿比例。

当输入电压 V_{in} 由低到高时：

I_o 越来越大，说明线补能力太弱。此时应增大 R11

电阻,但不要超过 1kΩ,如果仍不能达到指标要求,再减小 R3 直至达到要求。

I_o 越来越小,说明线补太强。此时应减小 R11 电阻,最小至 0Ω,如果仍不能达到指标要求,再增大 R3 直至达到要求。

为保证输出过压阈值保持不变,R3 阻值调整,则 R4 阻值要同比例调整。

THD 补偿

MT7938 内部集成了自适应 THD 补偿电路,补偿值会根据工作模式自动调节,无需增加外部补偿电路,并且对电感值不敏感,可以在很宽范围内任意选取电感。

输出过电压保护

MT7938 内置两个输出过压保护机制:

(1) 若 DSEN 引脚电压高于 3.6V 三次,则被判定为输出开路。MT7938 将关闭 PWM 开关信号,VDD 电压逐渐降至 UVLO 阈值,并进入重启模式。输出电压的过压保护阈值 V_{OUT_OV}可以由下式来设定(参考第 1 页的应用电路):

$$V_{OUT_OV} = 3.6 * (1 + \frac{R3}{R4}) * \frac{N_s}{N_a} + V_{D3} \quad (2)$$

式中 N_s 是次级绕组, N_a 是辅助绕组, V_{D3} 是次级绕组整流二极管的正向压降。

(2) 如果 VDD 引脚的电压连续三个开关周期超过 27V, MT7938 将自动关闭 PWM 信号, VDD 逐步降至 UVLO 阈值, 并进入重启模式。建议设计合适的变压器 N_a 与 N_s 比例, 将 VDD 电压设置在 12V 到 18V 之间。

触发过压保护功能后 PWM 驱动信号将停止。计时 300ms 后系统对 VDD 放电或 VDD 自然放电到 UVLO 后重启。

输出短路保护

如果芯片检测不到 DSEN 下降沿, 进入 T_{OFF_MAX} 并持续 10ms~20ms, 则触发输出短路保护功能。PWM 驱动信号将停止。计时 300ms 后系统对 VDD 放电或 VDD 自然放电到 UVLO 后重启。上述重启过程将一直重复, 直到短路消除。

过流保护

一旦 CS 引脚电压超过 1.8V, MT7938 将立即关断功率 MOS 管。这种逐周期过流检测的方式保护了相关的元件免于损坏, 如功率 MOS 管, 变压器等等。

在短路状态下, 如果前一个周期触发了 T_{OFF_MAX}, 那么下一个周期的过流保护阈值将会降低到 0.8V, 防止短路检测响应时间内电流过大。

过温调节阈值点设置 (TADJ 引脚电阻调节)

TADJ 引脚经电阻 R7 (如下图 3 所示) 接地。通过调节 R7 与 DSEN 引脚对地电阻 R_{DSEN} 的比值, 可以设置温度调节阈值 (T_{OTR}) 的大小。各温度阈值如下表所示。芯片在 DSEN 引脚内置 9kΩ 串联电阻, 计算 T_{OTR} 时请将按照内外串联总电阻计算 (如下表所示)。

R7/(R _{DSEN} +9kΩ)的比值	T _{OTR} (°C)
0.1	88
1.5	96
2.5	103
3.5	112
4.5	120
5.5	129
6.5	138
∞	148

其中 R_{DSEN} 是 DSEN 引脚连接的总等效电阻, 在第一页的应用电路上, 是 R3 和 R4 的并联值。由于 R3 远远大于 R4, R_{DSEN} 近似等于 R4。当温度大于 T_{OTR} 时, 输出电流开始逐渐下降。

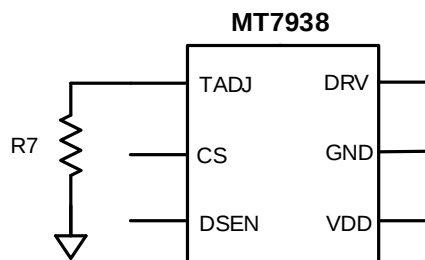
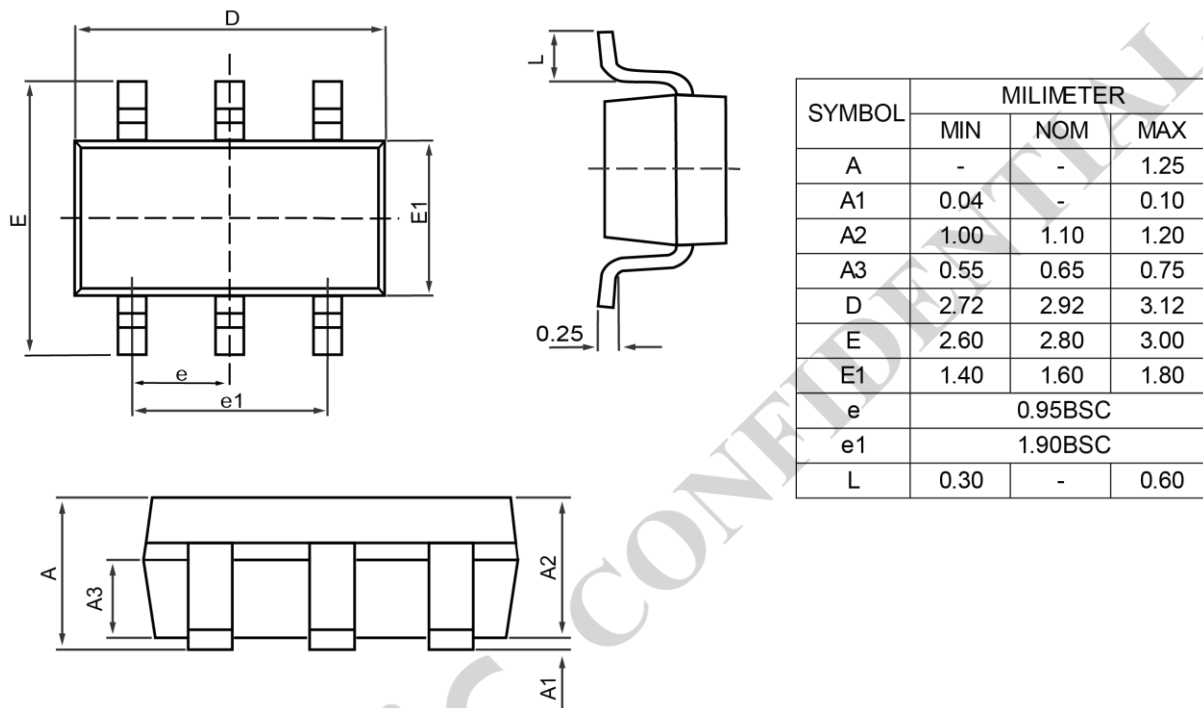


图 3、TADJ 引脚电阻调节

封装外形尺寸

SOT23-6 PACKAGE OUTLINE AND DIMENSIONS



重要声明

- 在任何时候，美芯晟科技（北京）股份有限公司（美芯晟）保留在没有通知的前提下，修正、更改、增补、改进和其它改动其产品和服务，和终止任一产品和服务的权利。客户在下单前，应该获取最新的相关信息，也应该确认该信息是最新的和完整的。所有被卖出的产品，均受到在确认订单时所提供的美芯晟的销售条款和条件的制约。
- 在没有美芯晟的书面认可的条件下，禁止复制、抄写、传播和复印本文档。
- 美芯晟仅对其芯片产品质量负责，并保证在芯片销售实际发生之时其产品性能满足指标要求。客户应在使用美芯晟器件进行设计、生产产品时，提供稳妥可靠的设计和操作安全措施以减小产品应用的相关风险。