



原边反馈单端反激式高功率因数 LED 控制器

■ 概述

OCP8159 是一款恒流离线式 LED 恒流控制器, 适用 90~270VAC 宽输入电压范围应用。基于正弦反激拓扑技术实现非常高的功率因数, 典型值大于 0.95。

OCP8159 采用原边调制来实现恒定电流输出, 芯片可以实现 +/-3% 线电压调整率和负载调整率。用一个闭环系统来调整 Ton 时间, 芯片检测输出的平均电流, 再把此电流对比一个基准相比得到一个差分电压, 差分电压再来调制 Ton 时间, Ton 时间又改变输出电流, 通过此闭环系统来实现输出电流的恒定。

OCP8159 是一款带功率因数矫正功能的反激式 LED 恒流控制芯片, 主要用在 LED 照明系统。在系统环路稳定时芯片固定开启时间以实现高功率因数, 芯片在电感电流退为零且功率管 DRAIN 端电压处于谷底时开启功率管, 使系统工作在临界导通模式, 且减小开关损耗, 提高 EMI 性能。

芯片 ISEN 脚采样变压器原边的电流峰值, 芯片内部对由于 MOS 管关断延迟造成的原边电流过冲进行了补偿。

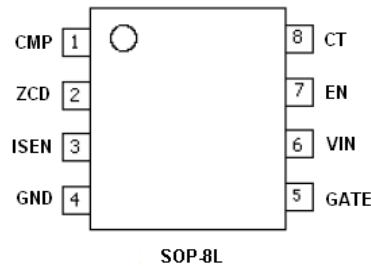
OCP8159 启动电流很小 (20uA) 以进一步减小系统能量损耗。在轻载或输入交流电压谷底时, 芯片最大开关频率被钳位在 125KHz 以减小开关损耗和提高 EMI 性能。

OCP8159 提供多种保护, 诸如 LED 短路保护 (SCP), LED 开路保护 (OLP), 芯片过温保护 (OTP), 和高温 LED 电流补偿等等。

该芯片采用 SOP-8L 封装, 工作温度范围从 -40°C 到 85°C。

■ 管脚排列

SOP-8L (外观示意图)



图二, OCP8159 各管脚定义

管脚名字	编号	I/O	管脚功能
	SOP-8L		
CMP	1	I/O	环路补偿脚
ZCD	2	I	电感电流过零检测 (基于辅助绕组电压)
ISEN	3	I/O	原边电流采样
GND	4	P	芯片地
GATE	5	O	外置 MOS GATE 驱动脚
VIN	6	P	芯片供电脚
EN	7	I	芯片使能脚
CT	8	I/O	输出电流调制脚

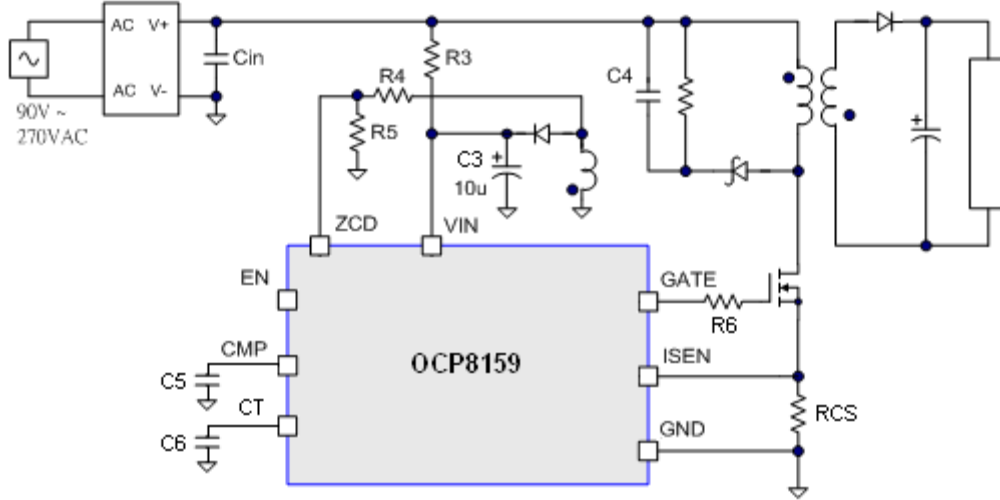
■ 主要特点

- 90V 交流 到 270V 交流输入电压范围
- 原边固定 Ton 调制
- 高功率因数, 典型值大于 0.95
- 最大开关频率限制在 125KHz
- 内置 QR 功能, 谷底开启 MOS 管, 以实现高效率
- ±3.0% 以内的线电压/负载电压调整率
- 负载开路/短路保护
- 芯片过温保护及解除后自动恢复
- <20uA 的启动电路
- 逐周期的原边过流限制
- 芯片 VIN 脚的过压及欠压保护
- 内置 CS 脚的前沿消隐
- 负载电流的软启动
- RoHS 绿色环保材料封装
- SOP-8L 封装
- -40°C to +85 °C 的环境工作温度

■ 应用

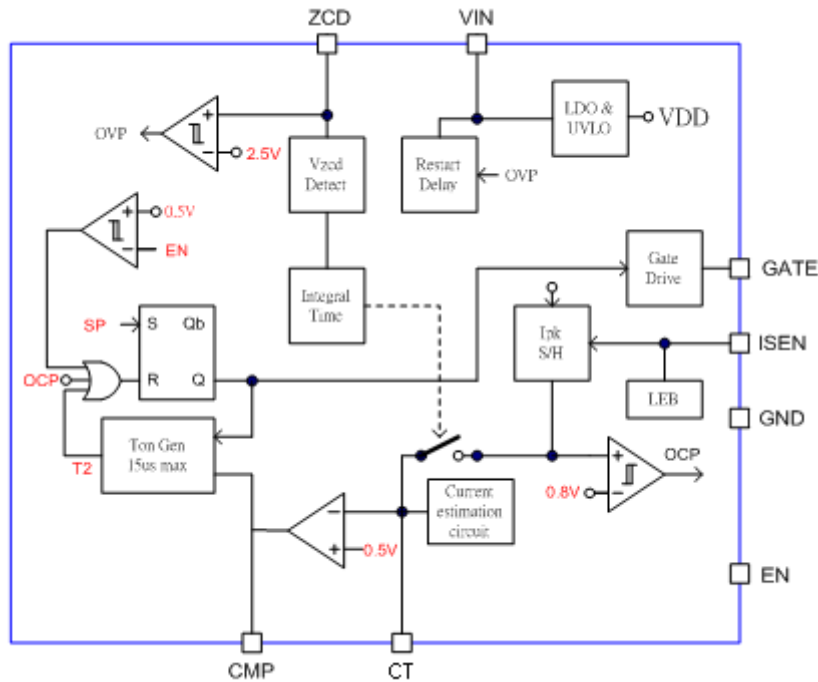
- 常规 LED 照明
- LED PAR30、PAR38 灯
- LED 日光灯
- LED 筒灯、D 射灯、球泡灯

■ 典型应用电路



图表 1, OCP8159 的典型应用电路

■ 模块框图



图表 3, OCP8159 模块框图

■ 极限参数 (注1) (除非另作说明, 均为25° C温度下)

参数	符号	范围	单位
V _{IN} 脚对 GND 脚	V _{IN}	-0.3 to +25.0	V
GATE 脚对 GND 脚	V _{GATE}	-0.3 to +20.0	V
所有其它脚位对 GND 脚	*	-0.3 to +6.0	V
储存温度范围	T _S	-55 to +150	°C
工作节温范围	T _J	-40 to +150	°C
最大焊接温度 (管脚上, 10 秒)	T _{LEAD}	300	°C

注意: 最大极限值是指超出该工作范围, 芯片有可能损坏, 因此应保证任何条件下不超出此范围。



■ 推荐工作条件 (注2)

参数		符号 I	范围	单位
VIN脚对GND电压		V_{IN}	+9.0 to +20	V
工作温度范围		T_{OP}	-40 to +85	°C
最大热阻	SOP-8L	Θ_{JA}	150	°C/W
最大功耗	$T_A < 25^\circ\text{C}$	P_D	0.65	W

注：1, 强制超出极限参数范围可能导致器件的永久性损坏。芯片工作时工作条件不要超过工作条件范围，任何一次应用中任何一项参数都不要超过极限参数范围。

2, 超出工作条件范围芯片不保证功能正常。

■ 电气参数

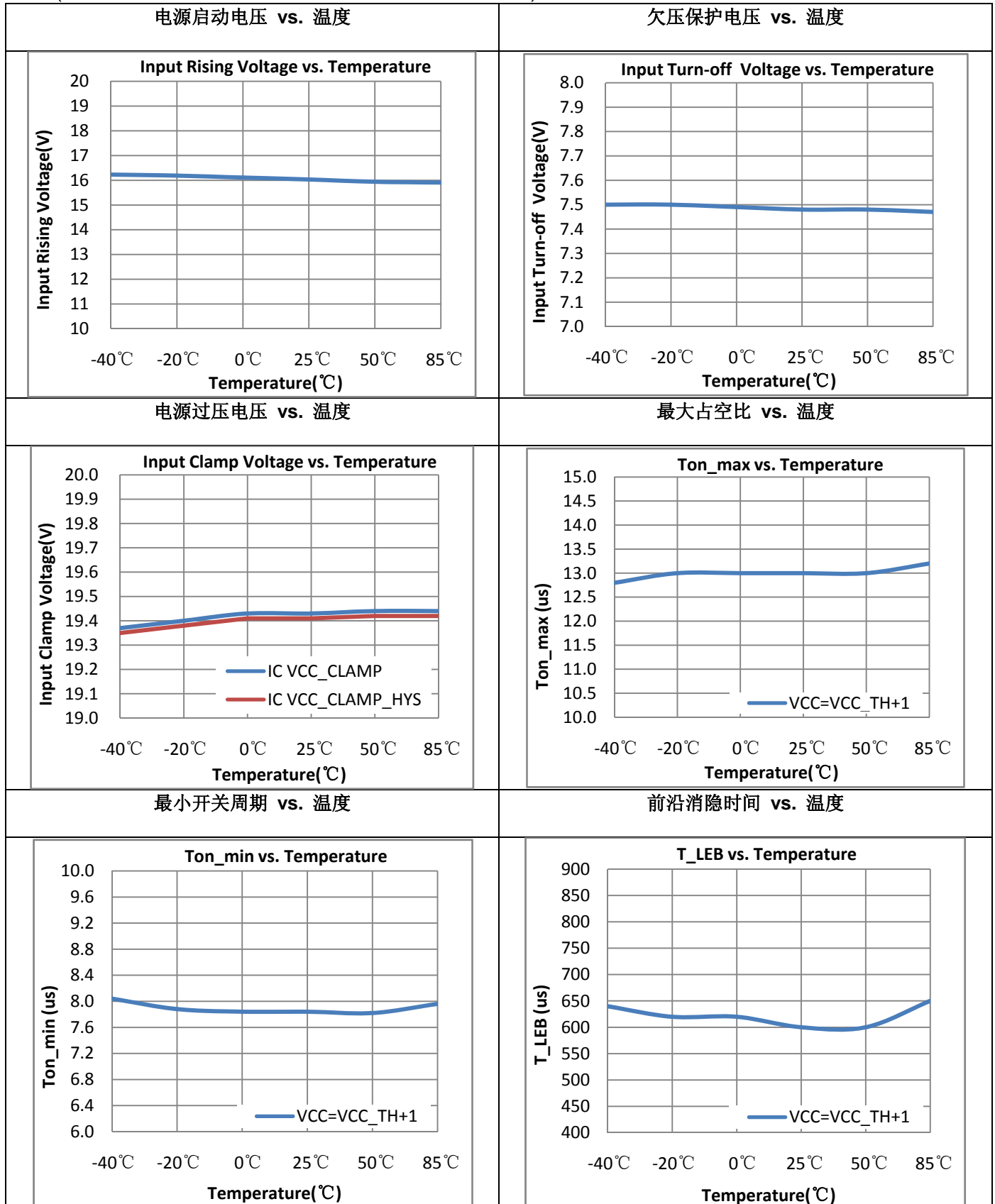
(无特别说明情况下, $V_{IN}=12\text{V}$, $T_A = +25^\circ\text{C}$)

符号	Parameter	条件	最小值	典型值	最大值	单位
供电						
V_{IN}	电源电压范围		9.0	12	20	V
I_Q	工作电流 (无开关)		0.2	1.0	1.5	mA
$I_{STARTUP}$	启动电流		1	20	30	uA
V_{IN_ON}	启动电压	V_{IN} 上升	14.5	16	17.5	V
V_{IN_OFF}	欠压保护电压	V_{IN} 下降	-	7.5	-	V
V_{IN_OVP}	VIN 过压保护电压		-	19.5	-	V
V_{OCP}	电源重启释放电压	通过欠压实现	-	6.0	-	V
Gate 驱动						
I_{SOURCE}	驱动源电流	PFET $R_{DS(ON)}=80\Omega$	200	250	-	mA
I_{SINK}	驱动沉电流	NFET $R_{DS(ON)}=50\Omega$	400	500	-	mA
V_{GATE_H}	最大 GATE 电压		$V_{IN}-0.3$	$V_{IN}-0.2$	V_{IN}	V
$T_{SW(MIN)}$	最小开关周期		-	8.0	-	uS
$T_{SW(MAX)}$	最大开关周期		-	50	-	uS
$T_{ON(MAX)}$	最大开启时间		-	13	-	uS
电流采样						
V_{CL}	CS 脚限流值	快速启动阶段	250	300	350	mV
V_{CL}	CS 脚限流值	启动后	-	800	-	mV
T_{LEB}	前沿消隐时间		-	750	-	nS
V_{CR}	输出电流基准		490	500	510	mV
使能与调光						
V_{EN_ON}	使能开启	100%	1.0	1.5	2.0	V
V_{EN_OFF}	使能关断	0%	0.8	1.3	1.8	V
电感电流过零检测						
V_{ZCD_R}	过零检测上升阈值		1.1	1.2	1.3	V
V_{ZCD_F}	过零检测下降阈值		0.09	0.1	0.11	V
$T_{ZCDDELAY}$	过零检测延迟时间		-	2	-	uS
V_{OVP}	ZCD 输出过压保护	输出过压	-	2.5	-	V
保护						
V_{GATE_H}	VIN 及 GATE 脚电压钳位		-	19	-	V
T_{RESET}	系统重启延迟时间		-	4	-	S
T_{SD}	过温保护温度		-	150	-	°C
T_{SDHS}	过温保护解除迟滞		-	20	-	°C
$T_{80\%}$	80% 电流温度	输出电流降为满载电流80%	-	140	-	°C

注：1, 设计保证

■ 典型特性曲线—OCP8159

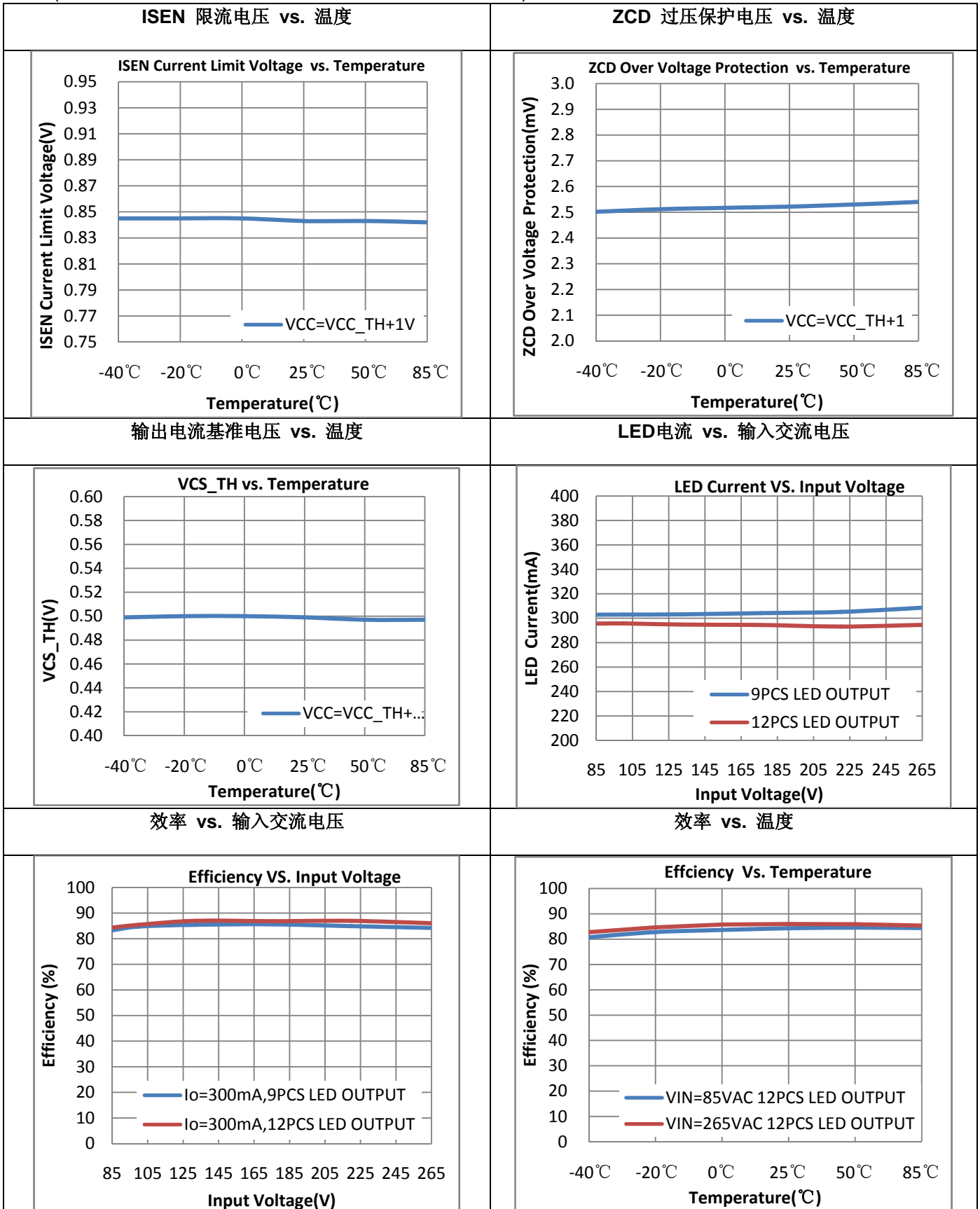
(除非特别指定, 典型值在25度的条件下, 电源电压12伏)





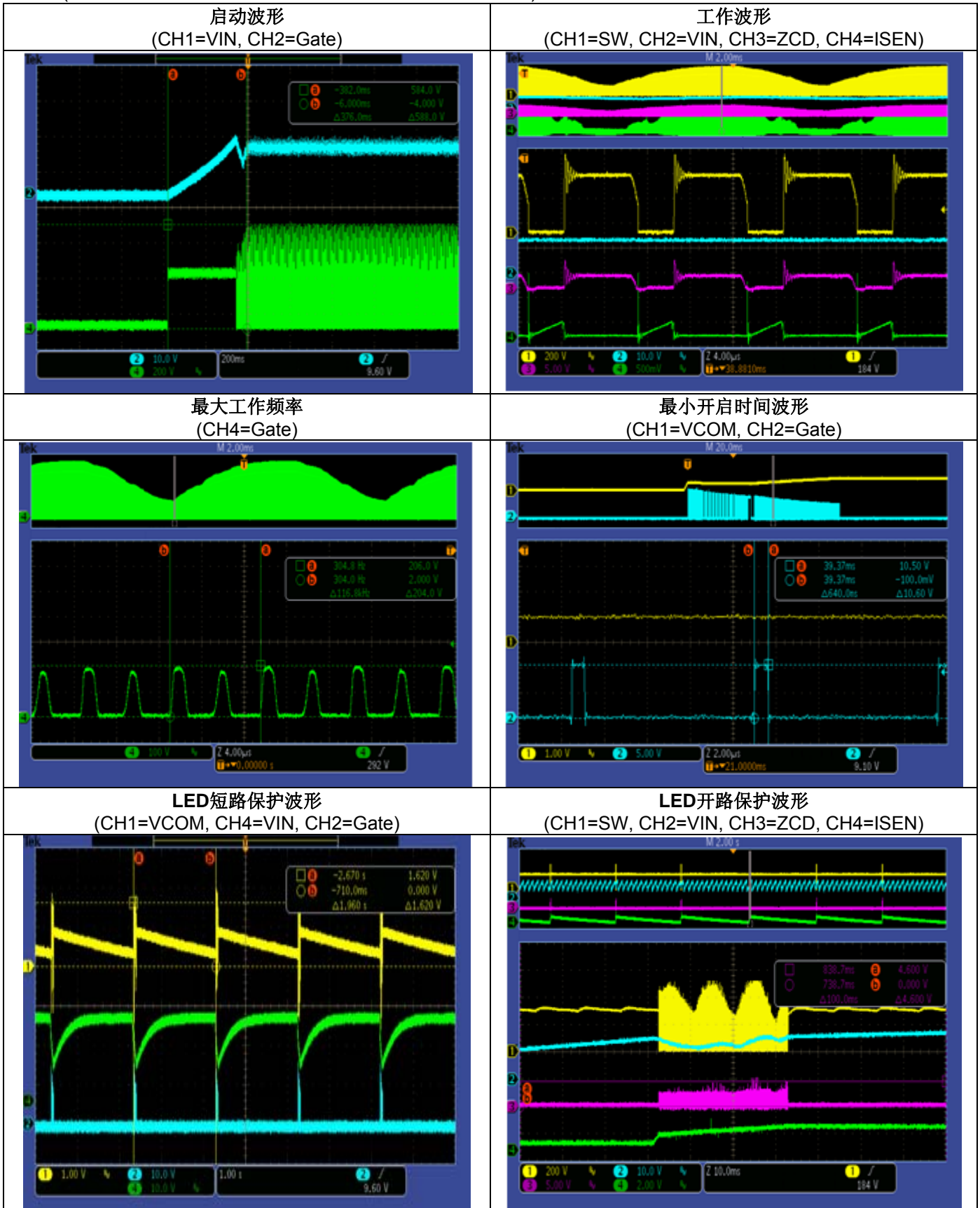
■ 典型特性曲线—OCP8159

(除非特别指定, 典型值在25度的条件下, 电源电压12伏)



■ 典型特性曲线—OCP8159

(除非特别指定，典型值在25度的条件下，电源电压12伏)



■ 功能描述

OCP8159 是一款恒流离线式 LED 恒流控制器, 适用 90~270VAC 宽输入电压范围应用。基于正弦反激拓扑技术实现非常高的功率因数, 典型值大于 0.95。

OCP8159 采用原边调制来实现恒定电流输出, 芯片可以实现 +/-3% 线电压调整率和负载调整率。用一个闭环系统来调整 Ton 时间, 芯片检测输出的平均电流, 再把此电流对比一个基准相比得到一个差分电压, 差分电压再来调制 Ton 时间, Ton 时间又改变输出电流, 通过此闭环系统来实现输出电流的恒定。

OCP8159 是一款带功率因数校正功能的反激式 LED 恒流控制芯片, 主要用在 LED 照明系统。在系统环路稳定时芯片固定开启时间以实现高功率因数, 芯片在电感电流退为零且功率管 DRAIN 端电压处于谷底时开启功率管, 使系统工作在临界导通模式, 且减小开关损耗, 提高 EMI 性能。

芯片 ISEN 脚采样变压器原边的电流峰值, 芯片内部对由于 MOS 管关断延迟造成的原边电流过冲进行了补偿。

OCP8159 启动电流很小 (20uA) 以进一步减小系统能量损耗。在轻载或输入交流电压谷底时, 芯片最大开关频率被钳位在 125KHz 以减小开关损耗和提高 EMI 性能。

OCP8159 提供多种保护, 诸如 LED 短路保护 (SCP), LED 开路保护 (OLP), 芯片过温保护 (OTP), 和高温 LED 电流补偿等等。

启动

提供输入 AC 整流以后的高压, 输入电容 C_{IN} 通过启动电阻 R_{STR} 充电。OCP8159 消耗的启动电流只有 20uA。当 VIN 电压达到启动阈值 16V 后, 芯片的内部的 VDDA 线性稳压器开始工作。

VDDA 线性稳压器开始工作以后, CMP 脚上的外置电容开始充电。CMP 电压达到 0.9V 以后, PWM 控制器, 电流调制电路, 保护电路和驱动电路才开始工作。能量从原边线圈传递到副边线圈。由于芯片内部消耗电流, VIN 的电压由于芯片内部的消耗将一直降低直到辅助绕组可以供电让它保持在 7.5V 以上。芯片内部的 VDDA 线性稳压器将一直工作直到 VIN 电压降低到芯片欠压保护的阈值 7.5V (8.5V 滞回)。

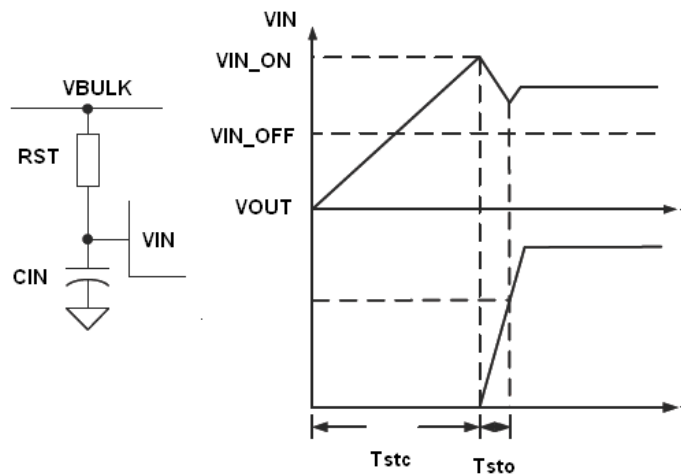


图 4, 启动波形

启动电阻 R_{ST} 和 VIN 电容 C_{IN} 可以根据以下规则设计。

(1), 设置 R_{ST} 电阻的大小, 以确保流过它的电流大于启动电流 I_{STARTUP} 且小于芯片的工作电流 I_Q

$$\frac{V_{BULK}}{I_Q} < R_{ST} < \frac{V_{BULK}}{I_{ST}}$$

这里 V_{BULK} 是母线上的电压。

(2), 设置 C_{IN} 的大小以获得理想的启动时间 T_{ST}, 确保输出电压可以一次建立起来。

$$C_{IN} = \frac{\left(\frac{V_{BULK}}{R_{ST}} - I_{ST}\right) * T_{ST}}{V_{IN_ON}}$$

(3) 如果 C_{IN} 不足够大以让输出电压可以一次建立起来, 请增大 C_{IN} 和减小 R_{ST}, 重复上面的设计直到系统可以一次顺利启动。

内部的快速启动CMP脚预充电设计

当VIN 高过芯片启动阈值电压VIN_ON时，CMP 脚电容将通过一个内部的电流源预充电。芯片直到 CMP 脚电压达到 0.9V 时才会开始开关动作，这个充电时间可以通过设置 CMP 脚电容的大小来设置不同值。通常情况下，为了得到一个理想的功率因数和实现环路稳定 CMP 脚电容需要一个较大的值。(推荐 1μF~2μF)。

原边控制

OCP8159采用原边控制，以节省掉副边反馈电路或光耦，从而节省了系统电路成本。图5显示了开关波形。输出电流可以通过方程 (1)表示，

$$i_{out} = \frac{i_{spk}}{2} \times \frac{t_{dis}}{t_s} \tag{1}$$

$$i_{out} = N_{PS} \times \frac{i_{ppk}}{2} \times \frac{t_{dis}}{t_s} \tag{2}$$

- N_{PS}: 变压器原边与副边的匝数比
- I_{SPK}: 副边电流峰值
- t_{DIS}: 副边电感退磁时间
- t_S: 开关周期
- I_{PPK}: 原边电流峰值
- L_P: 变压器原边感量

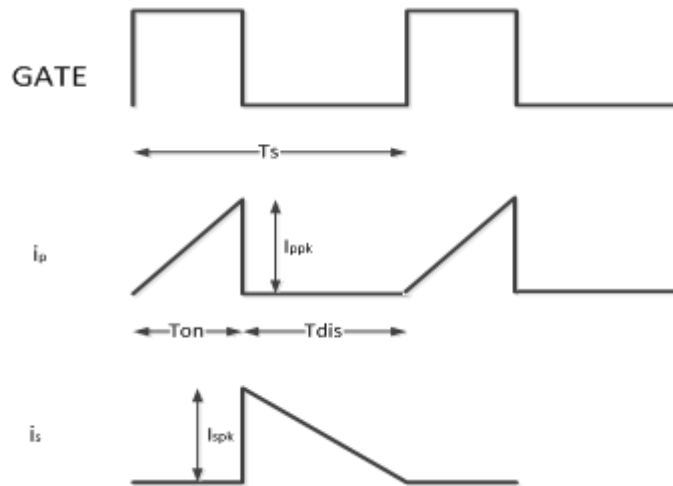


图5 开关波形

在原边反馈系统中，带主动功率因数校正功能的系统比无此功能的系统输出平均电流更难表述

$$I_{OUT} = \frac{1}{T} \int_0^T i_{out}(t) dt = \frac{N_{PS}}{2T} \int_0^T i_{ppk}(t) \times \frac{t_{dis}(t)}{t_s(t)} dt \tag{3}$$

该芯片采用固定 Ton 时间来实现高 PFC，假设开启时间为 T_{ON}.

$$t_s(t) = t_{dis}(t) + T_{ON} \tag{4}$$

$$t_{dis}(t) = \frac{1}{N_{PS}} \times \frac{v_{ac}(t)}{V_F} \times T_{ON} \tag{5}$$

原边电流峰值为

$$i_{ppk}(t) = \frac{v_{ac}(t)}{L_p} \times T_{ON} \tag{6}$$

联立方程 (1) to (6)

$$I_{OUT} = \frac{N_{PS}}{2T} \int_0^T i_{ppk}(t) \times \frac{t_{dis}(t)}{t_s(t)} dt = T_{ON} \times \frac{1}{L_p} \times \frac{N_{PS}}{2T} \int_0^T \frac{v_{ac}^2(t)}{N_{PS} \times V_F + v_{ac}(t)} dt \tag{7}$$

T 是正弦交流输入整流后 120Hz 的半个（或整个）周期。

怎么样确定 R_{SENSE} 的大小？

在功率管开启阶段，在 I_{SENSE} 脚采样原边峰值电流(i_{ppk})的峰值电压，一直到 ZCD 脚的下降沿到来。根据副边电感电流的情况，一个电流计算电路对一个电容充电和放电。当系统实现恒流以后，此电容上的平均电压等于 0.5V。

$$V_{REF} = 0.5 = \frac{5}{T} \times R_{SENSE} \int_0^T i_{ppk}(t) \times \frac{t_{dis}(t)}{t_s(t)} dt = \frac{T_{ON}}{L_P} \times \frac{5 \times R_{SENSE}}{T} \int_0^T \frac{v_{ac}^2(t)}{N_{PS} \times V_F + v_{ac}(t)} dt \quad (8)$$

由于没有计算机辅助很难计算， $\frac{1}{T} \int_0^T \frac{v_{ac}^2(t)}{N_{PS} \times V_F + v_{ac}(t)} dt$ 能被简化成 $\frac{V_{AC}^2(RMS)}{N_{PS} \times V_F + V_{AC}(RMS)}$ 。

方程 (7) 被化简为

$$I_{OUT} = T_{ON} \times \frac{1}{L_P} \times \frac{N_{PS}}{2} \times \frac{V_{AC}^2(RMS)}{N_{PS} \times V_F + V_{AC}(RMS)} \quad (9)$$

方程 (8) 被化简为

$$V_{REF} = 0.5 = 5 \times R_{SENSE} \times \frac{T_{ON}}{L_P} \times \frac{V_{AC}^2(RMS)}{N_{PS} \times V_F + V_{AC}(RMS)} \quad (10)$$

联立方程(10) 和 (9)得，

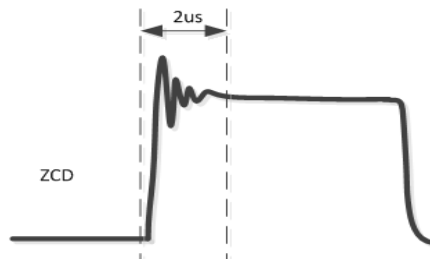
$$I_{OUT} = \frac{N_{PS}}{2} * \frac{V_{REF}}{5R_{SENSE}} \quad (11)$$

LED开路保护及输出过压保护

芯片对输出过载有两重保护。一个是通过检查VIN,另一个是通过检测ZCD。当输出开路时，输出电压上升，辅助绕组电压也上升，在功率管关断延迟2uS以后，一旦VIN达到19V或ZCD电压超过2.5V，芯片将关断功率管。由于在MOS管关断期间，辅助绕组不会供电，VIN将降至7.5V UVLO阈值一下，此后芯片将在打嗝一段时间以后重启。

输出过载保护阈值可用如下方程计算：

$$V_{OUT_OVP} = 2.5V \times \frac{N_S}{N_A} \times \frac{R_{Z1} + R_{Z2}}{R_{Z2}} \quad (11)$$



当功率管关断时，ZCD脚上会有一个电压毛刺触发LED OVP保护，芯片对LED OVP的检测将有2uS的延迟以避免检测到此错误信号。如果ZCD的电压没有保持2uS以上或有其它潜在的错误发生，其它的保护电路将帮助系统维持正常的功能。

LED短路保护

当输出被短路到地时，输出电压变为零，退磁时辅助绕组的电压也为零，没有辅助绕组的供电 VIN 电压将下降。当 VIN 电压低于 7.5V 时，除一个消耗 150uA 电流的打嗝计数电路外的其他电路都被关断。

启动电阻 R_{STR} 的设计应该保证在最坏情况时启动电阻能提供 150uA 的电流以使系统在发生错误时能保持打嗝重启模式。在高线电压时，由于启动电阻的供电 VIN 电压将上升，VIN 脚在 19V 时有钳位，以保证芯片自身与功率管的 VGS 的安全。芯片将运行在此打嗝模式直到输入 VAC 移除或系统错误情况解除。

过零检测功能

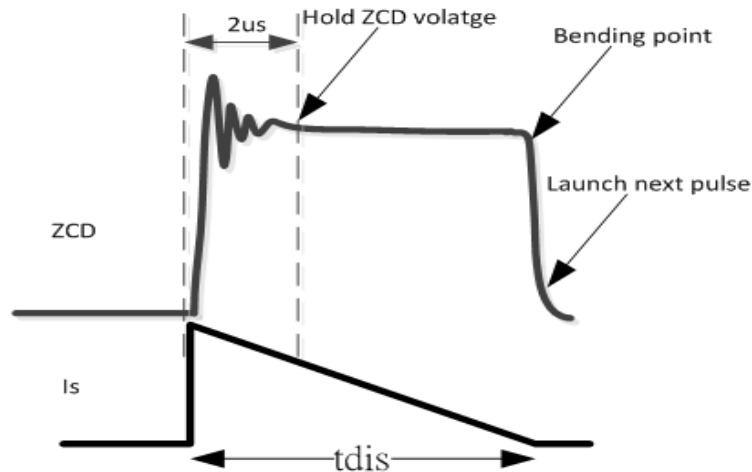
ZCD 脚通过一个电阻分压接到辅助绕组上，此脚有四个功能。

第一个功能是检测副边退磁时间 t_{dis} 。 T_{dis} 是从 MOS 管关断后 ZCD 脚上升到 1.2V 以上时开始到副边电流退为零时结束。芯片检测副边电流退为零的方法为把 ZCD 电压与预先保存的一个 ZCD 电压相比较，当 ZCD 电压低于此预先保存的电压时芯片认为副边电感电流退为零。

第二个功能是检测副边的输出电压。在输入 AC 上电以后，芯片内部电路把 ZCD 电压与 1.2V 相比较，在 ZCD 电压大于 1.2V 以前，此时意味着输出电压太低辅助绕组不能给 VIN 供电以维持 VIN 电压，此时芯片加长 MOS 管开启的时间以加快输出电压建立的速度。在这个阶段， I_{SEN} 脚的限流值为 0.3V。

第三个功能是检测在副边电感电流过零以后辅助绕组上的电压，当 ZCD 脚上的电压低于 100mV 时，芯片开启功率管，开始下一个周期。此功能是系统工作在准谐振模式，减小开关损耗及提高 EMI 性能。

第四个功能是芯片通过把 ZCD 电压与 2.5V 作比较，来实现 LED 开路保护。



原边限流及前沿消隐

芯片对变压器原边电流进行逐周期限制以避免外部元件损坏。当电流采样脚 I_{SEN} 达到 800mV 阈值时，芯片关断功率管，知道下个周期开始功率管才会被再次打开。

在应用中当功率管开启时，由于系统原边通路寄生的电容 I_{SEN} 脚会有一个大的电压毛刺，此时芯片会有 750nS 的前沿消隐时间。这能避免芯片由于检测到此电压尖峰而关断功率管。

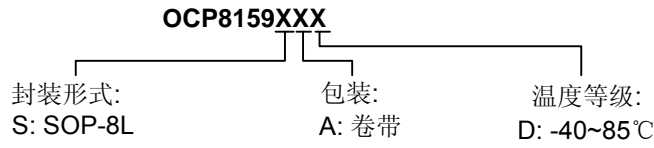
过温保护及高温输出电流补偿

在芯片高节温事，芯片有两级温度补偿：

- (1) $140\text{ }^{\circ}\text{C} < T_{JC} < 150\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，时，输出电流将为满载值的 80%。
- (2) $150\text{ }^{\circ}\text{C} < T_{JC}$ ，时，功率管关断，VIN 降至 7.5V 以下，在芯片节温降至 $130\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以下时，系统将重新启动。



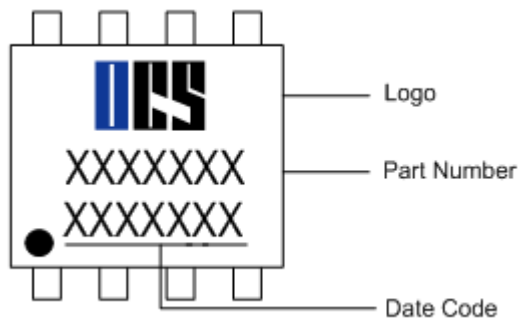
■ 订购信息



型号	驱动能力	封装	包装数量	温度范围	环保等级	基座材料
OCP8159SAD	Controller	SOP-8L	13-in reel 2500pcs/reel	-40~85℃	Green	Cu

■ 标签信息

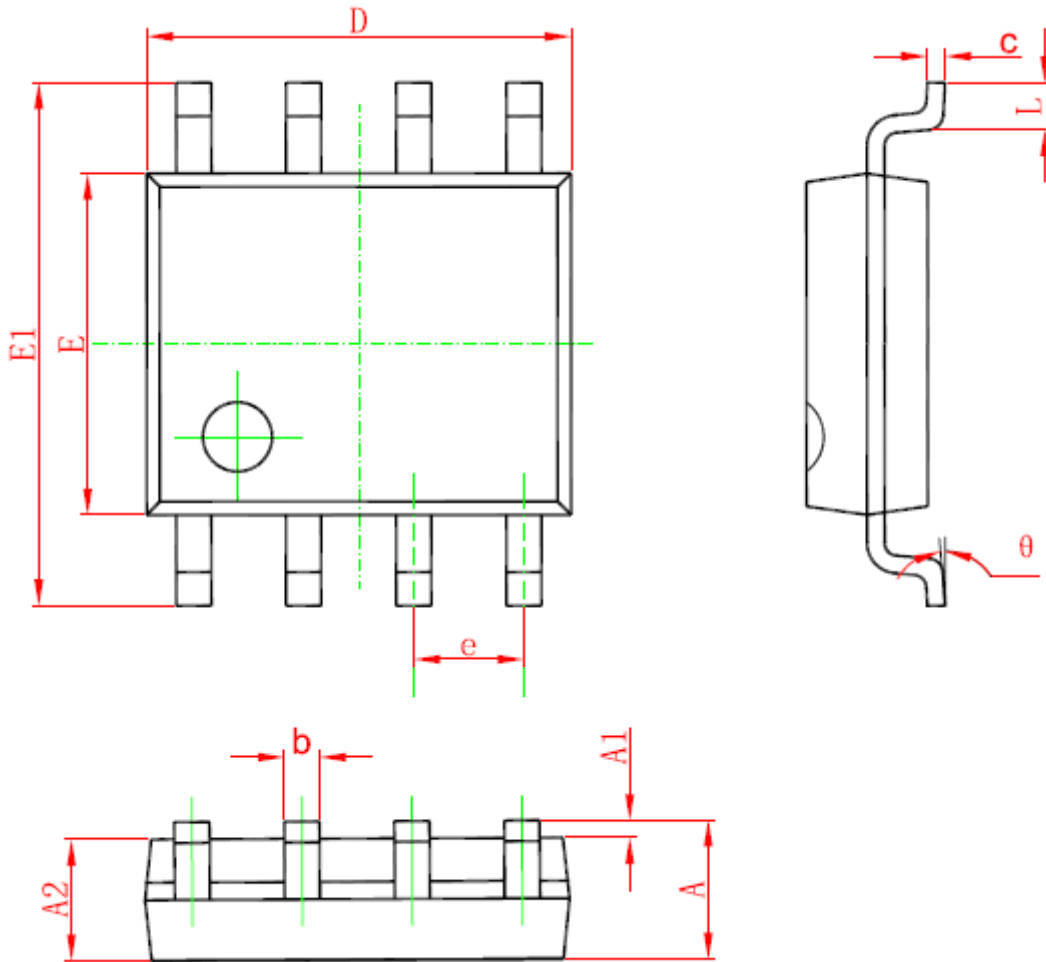
SOP-8L





■ 封装信息

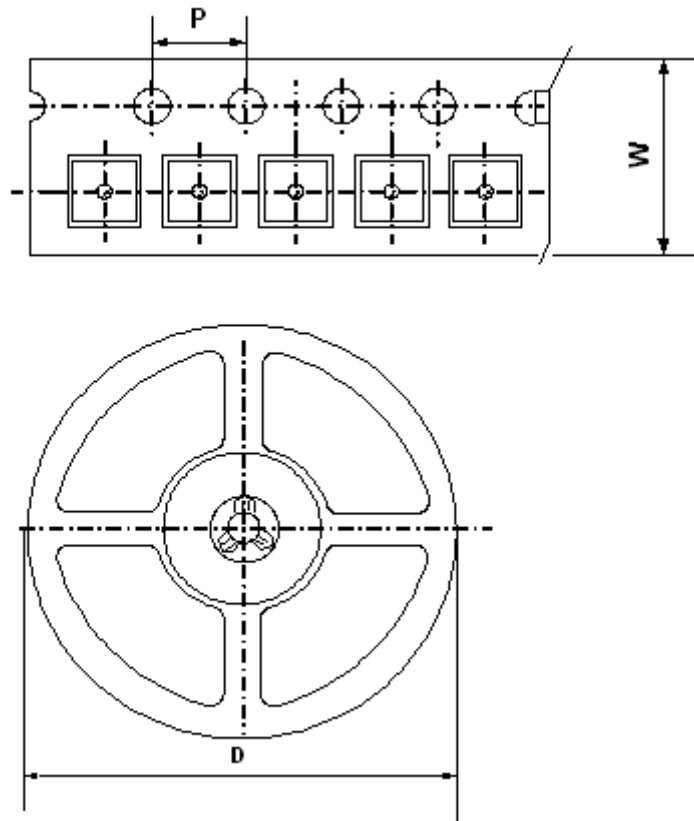
SOP-8L:



符号	尺寸 (毫米)		尺寸 (英寸)	
	最小	最大	最小	最大
A	1.350	1.750	0.053	0.069
A1	0.100	0.250	0.004	0.010
A2	1.350	1.550	0.053	0.061
b	0.330	0.510	0.013	0.020
c	0.170	0.250	0.006	0.010
D	4.700	5.100	0.185	0.200
E	3.800	4.000	0.150	0.157
E1	5.800	6.200	0.228	0.244
e	1.270 (BSC)		0.050 (BSC)	
L	0.400	1.270	0.016	0.050
θ	0°	8°	0°	8°



■ 包装信息



包装方式	编袋宽度(W)	齿孔间距(P)	卷盘尺寸(D)	最小包装
SOP-8L	12.0±0.1 mm	4.0±0.1 mm	330±1 mm	2500pcs