

■ 概述

OCP8159X 是一款单端反激式 LED 恒流控制器, 适用于 85~264VAC 宽输入电压范围的 LED 电源方案。基于正弦反激拓扑技术来实现非常高的功率因数, 典型值大于 0.95。

OCP8159X 采用原边控制方式来实现次级恒流输出, 芯片可以实现 $\pm 3\%$ 线电压调整率和负载调整率。

在一个闭环系统中芯片采样输出电流的平均值, 此电流与内部基准相比得到一个差分电压, 依据差分电压值大小进而调整 Ton 时间, 以此改变输出电流, 通过此闭环系统可实现输出电流的恒定。

OCP8159X 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 CS 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。

OCP8159X 启动电流很小 (1.5uA) 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 120KHz 以减小开关损耗和提高 EMI 性能。

OCP8159X 提供多种保护, 如 LED 短路保护, LED 开路保护, 芯片过温保护和高温 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 。

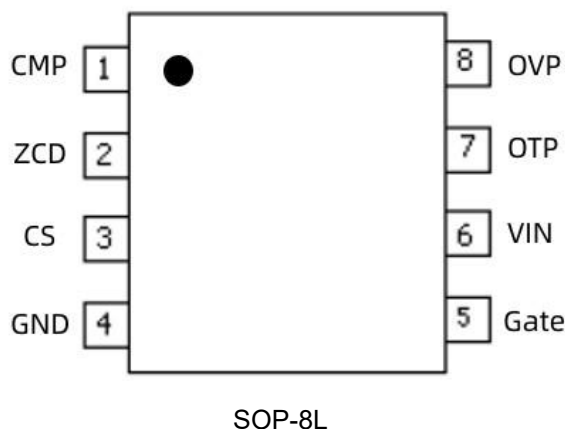
■ 主要特点

- 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 120KHz
- 内置 QR 功能, 谷底开启 MOS 管
- 全压范围 THD $\leq 10\%$
- 3.0%以内的线电压调整率
- 3.0%以内的负载电压调整率
- 负载开路/短路保护
- 外置过温调节功能, 同时具备 EN 使能
- 输入过压/欠压保护
- 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 $+85^{\circ}\text{C}$ 的环境工作温度

■ 应用

- 常规 LED 照明
- LED 平板灯、日光灯
- LED 筒灯、D 射灯、球泡灯

管脚排列



图表 1 OCP8159X 管脚定义

管脚	封装	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）
CS	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
OTP	7	I/O	过温点调节、芯片使能脚、欠压保护
OVP	8	I/O	输入线电压过压保护

■ 典型应用电路

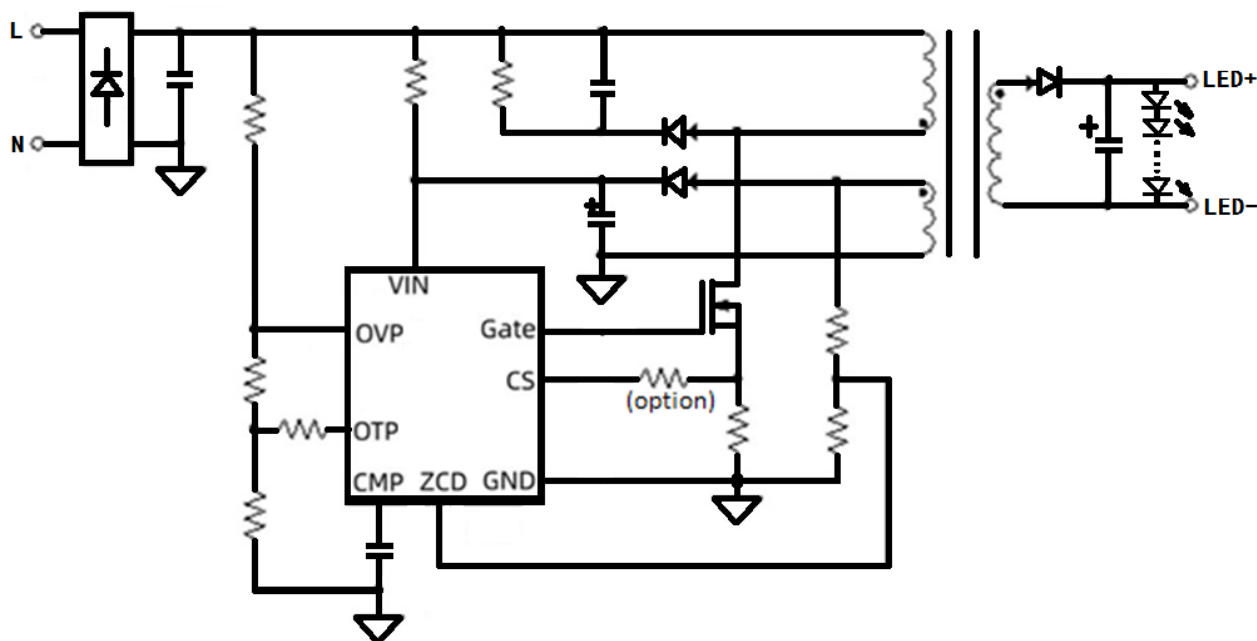
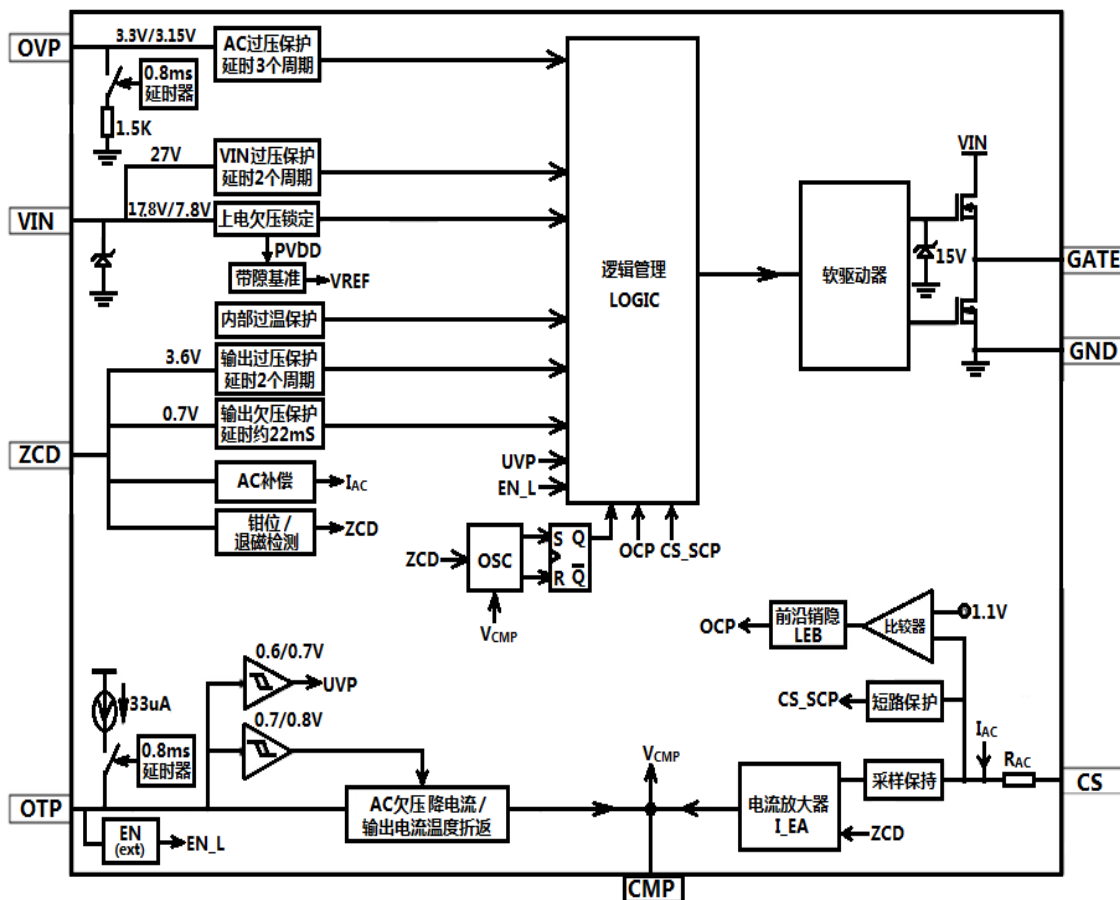


图 2 OCP8159X 的典型应用电路



■ 模块框图



图表 3 OCP8159X 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 +30	V
GATE 脚对 GND 脚	V _{GATE}	-0.3 to +30	V
所有其它脚位对 GND 脚	*	-0.3 to +6.5	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}	260	°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	
V _{IN} 脚对GND电压	V _{IN}	+11 to +23	V	
工作频率范围	F _{OP}	40 ~ 120	KHz	
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°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, $V_{IN}=15V$, $T_A = +25^{\circ}C$)

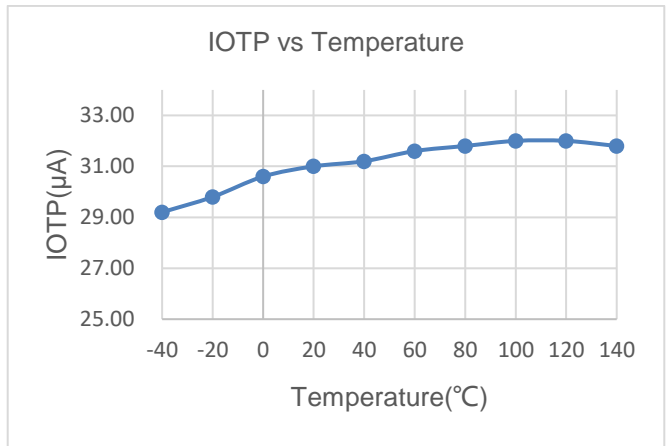
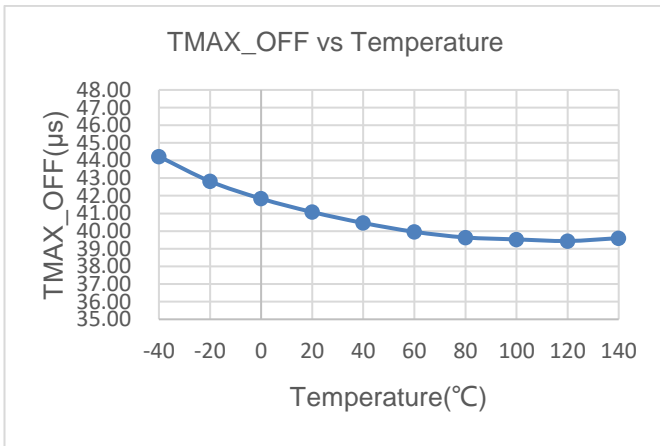
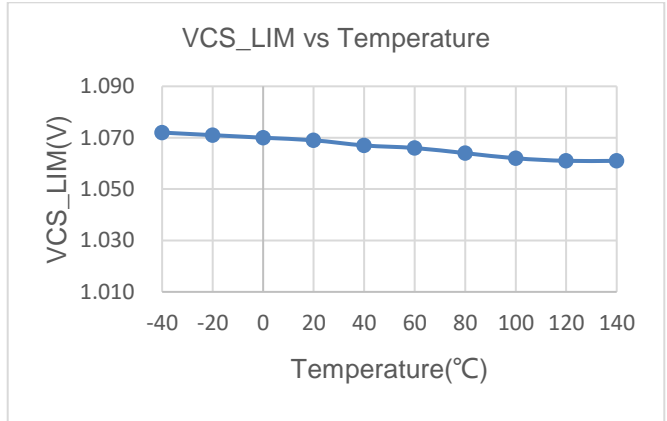
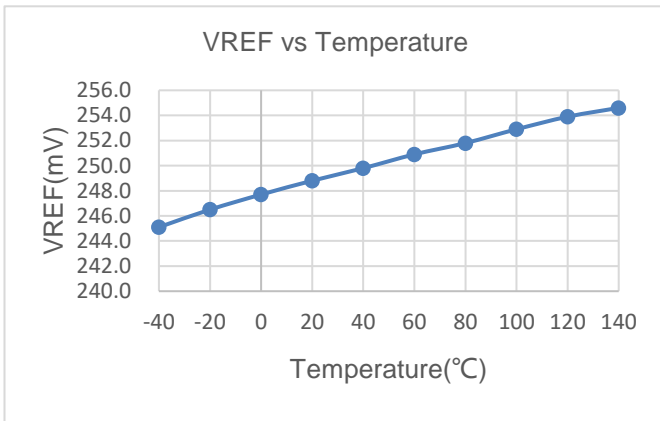
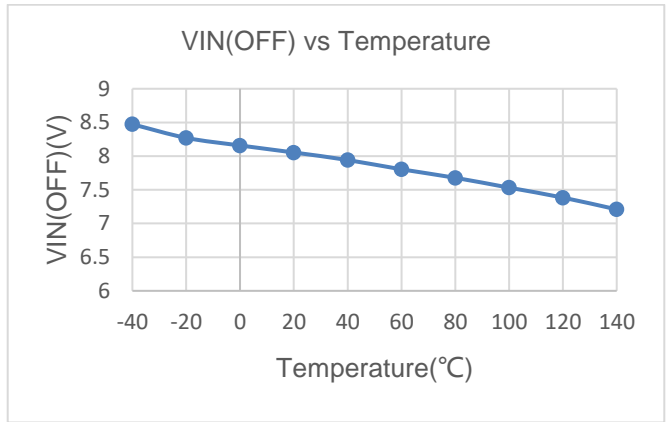
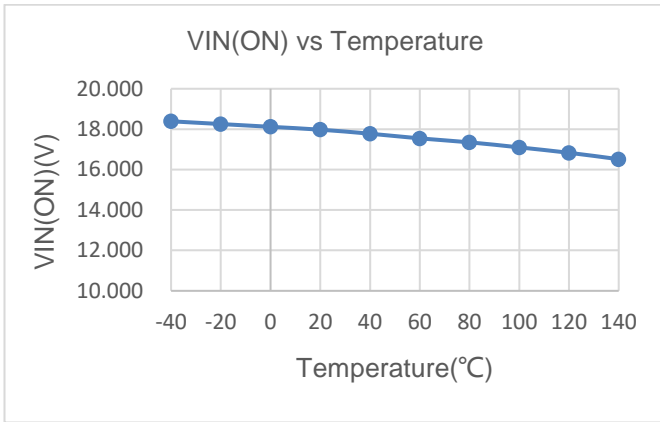
符号	参数	测试条件	限值			单位
			最小	典型	最大	
VIN (Pin6)						
IST	启动电流	$V_{IN}=V_{INON}-0.3V$		1.5	5	μA
IOC	工作电流	$C_{GATE}=1.5nF$		1.5		mA
VINON	VIN 开启电压		15.8	17.8	19.8	V
VINOFF	VIN 关断电压		6.8	7.8	8.8	V
VINOVP	VIN 过压保护			27		V
CMP (Pin1)						
VREF	OTA 参考电压		252.5	258	263.5	mV
I _{CMP_SINK}	CMP 最大下拉电流			50		μA
I _{CMP_SOURCE}	CMP 最大源电流			14		μA
V _{CMP_MAX}	CMP 最大电压			3.6		V
ZCD (Pin2)						
V _{ZCD_SINK}	ZCD 钳位电压	2mA sink current		6		V
V _{ZCD_SOURCE}	ZCD 钳位电流	4mA source current	-150	0	+150	mV
V _{ZCD_ZCD}	ZCD 零电压检测			0.5		V
V _{ZCD_OVP}	ZCD 过压保护			3.6		V
V _{ZCD_SCP}	ZCD 短路保护			0.7		V
CS (Pin3)						
V _{CS_LIM}	逐周期限流	ZCD=0V	0.9	1.1	1.3	V
$\Delta I_{CS} / \Delta I_{ZCD}$	线电压补偿值	$R_{CS}=1k\Omega$		30		mV/mA
T _{BK_CS}	边沿消隐时间		300	450	600	nS



OTP (Pin7)						
V _{UVP_50%}	输入欠压降电流 50% 阈值			0.7		V
V _{UVP}	启动欠压保护阈值			0.6		V
uvp_st	启动欠压判断消隐时间			12		mS
I _{OTP}	OTP 引脚电流	V _{OTP} < 5.0V		33		uA
I _{de}	电流衰减率, I _{de_min} =25%* I _{max}			8		%/°C
T _{ZF1}	电流随温度折返点 1	V _{OTP} < 1.2V		125		°C
T _{ZF2}	电流随温度折返点 2	1.2V < V _{OTP} < 2.0V		110		°C
T _{ZF3}	电流随温度折返点 3	2.0V < V _{OTP} < 3.3V		100		°C
T _{ZF4}	电流随温度折返点 4	3.3V < V _{OTP}		90		°C
T _{OTP}	温度保护点	内部固定 OTP		145		°C
OVP (Pin8)						
V _{OVP}	输入过压保护			3.30		V
T _{ovp_st}	启动过压判断延时			12		mS
N _{OVP}	触发输入 OVP 计数器			3		CLK
GATE (Pin5)						
T _R	上升沿	C _L =1nF	60	120	220	nS
T _F	下降沿	C _L =1nF	20	40	80	nS
V _{GATE_CLAMP}	GATE 钳位电压	V _{IN} =24V		15		V
Oscillator						
F _{MAX}	最大频率		80	90	120	kHz
T _{MAX_ON}	最大导通时间			15		uS
T _{MAX_OFF}	最大关断时间			40		uS
T _{MIN_OFF}	最小关断时间(Note4)			10		uS



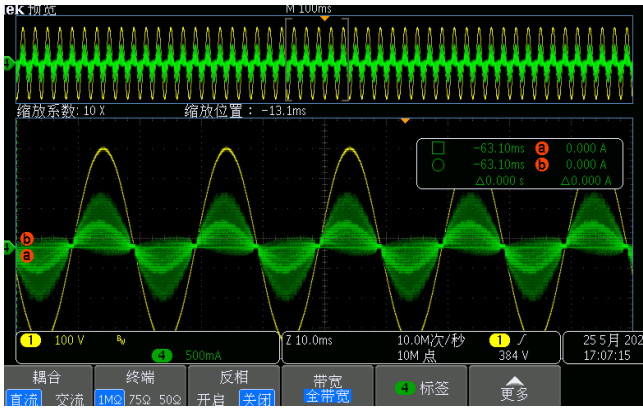
■ 参数特性曲线 (除非特别指定: $T_A = +25^\circ\text{C}$, $V_{in} = 12\text{V}$)



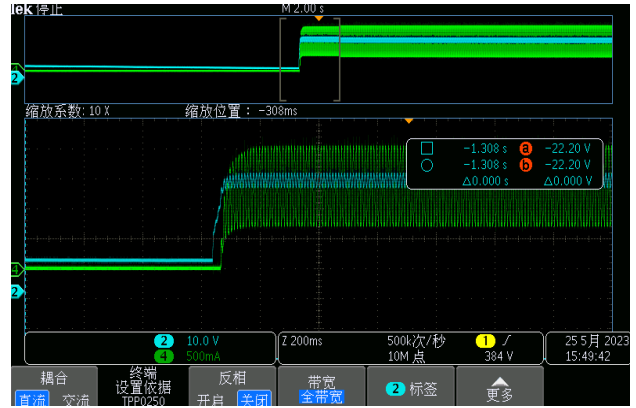
■ 工作特性

(除非特别指定：在 $T_A = +25^\circ\text{C}$ 下， $V_{in} = 230\text{VAC}/50\text{Hz}$ $V_O = 36\text{V}/1.5\text{A}$)

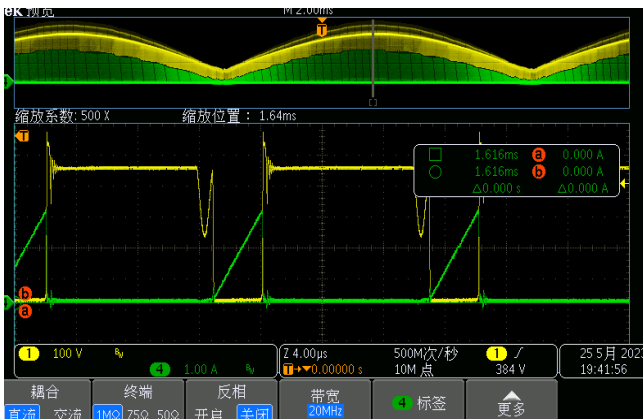
输入端电压电流波形



输出端电压电流波形

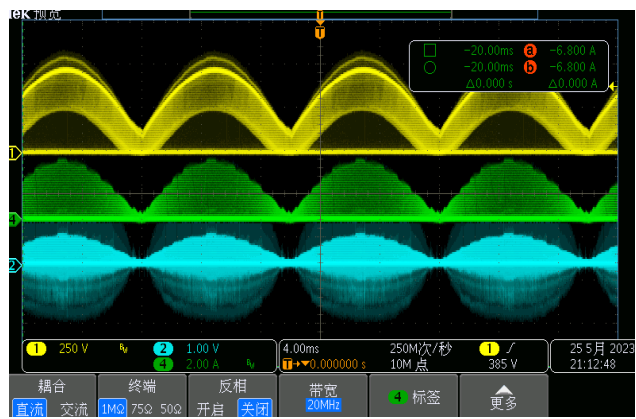


正常工作 MOS 开关波形



CH1: MOS-漏极电压 CH4: Ipek 峰值电流

AC264 下 IV 跟随波形

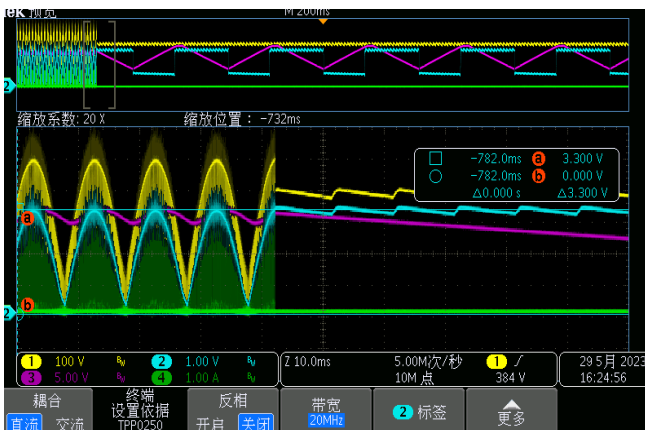


CH1: 漏极电压 CH4: Ipek 峰值电流 CH2: V_{Rcs} 电压

■ 保护特性波形

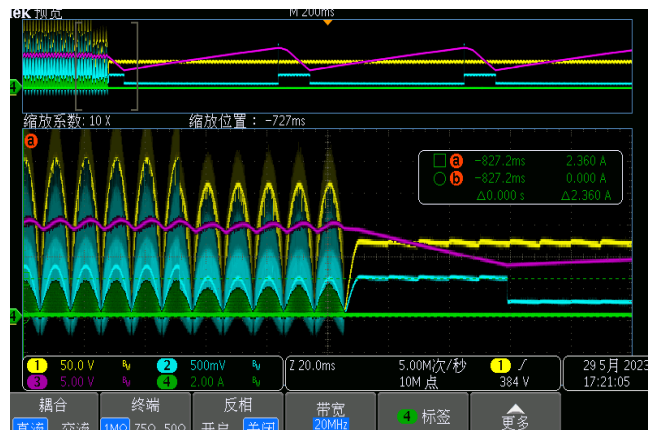
(除非特别指定：在 $T_A = +25^\circ\text{C}$ 下， $V_{in} = 230\text{VAC}/50\text{Hz}$ $V_O = 36\text{V}/1.5\text{A}$)

交流输入端过压保护



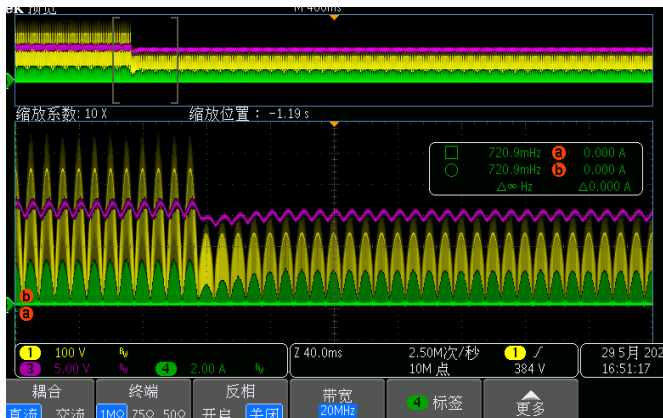
CH2: V_{ovp} CH3: V_{in} 电压 CH4: Ipek 电流 CH1: V_{bus}-漏极

交流输入端欠压保护



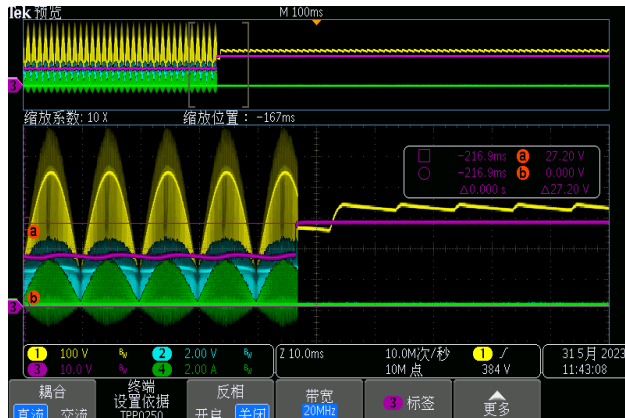
CH2: V_{ovp} CH3: V_{in} 电压 CH4: Ipek 电流 CH1: V_{bus}-漏极

交流低压输入下&降电流 50%



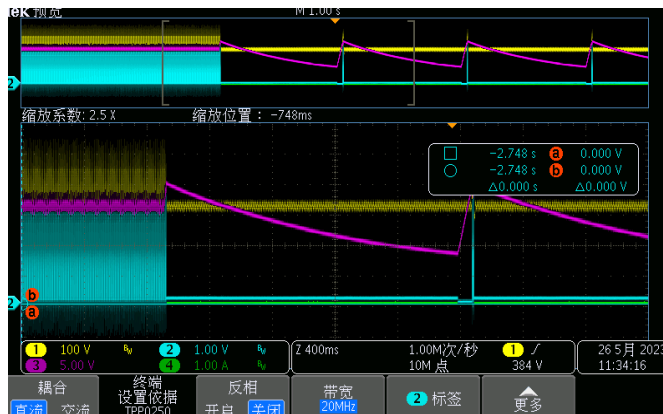
CH3:Vin 电压 CH4:Ipek 电流 CH1:Vbus-漏极

Vin 供电脚过压保护



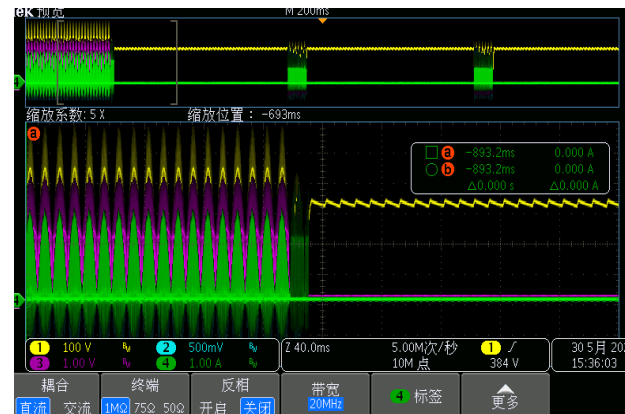
CH3:Vin 电压 CH4:Ipek 电流 CH1:Vbus-漏极

开路保护



CH3:Vin 电压 CH4:Ipek 电流 CH1:Vbus-漏极 CH2:Vzcd

短路保护



CH2: VRcs 电压 CH4:Ipek 电流 CH1:Vbus-漏极 CH3:Vzcd

功能描述

OCP8159X 是一款单端反激式 LED 恒流控制器，适用于 85~264VAC 宽输入电压范围的 LED 电源方案。基于正弦反激拓扑技术来实现非常高的功率因数，典型值大于 0.95。

OCP8159X 采用原边控制方式来实现次级恒流输出，芯片可以实现 +/-3% 线电压调整率和负载调整率。

在一个闭环系统中芯片采样输出电流的平均值，此电流与内部基准相比得到一个差分电压，依据差分电压值大小进而调整 Ton 时间，以此改变输出电流，通过此闭环系统可实现输出电流的恒定。

OCP8159X 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 CS 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。

OCP8159X 启动电流很小 (1.5uA) 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 120KHz 以减小开关损耗和提高 EMI 性能。

OCP8159X 提供多种保护，如 LED 短路保护, LED 开路保护，芯片过温保护和高温 LED 电流补偿等等。



启动阶段

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_{ST} 充电。OCP8159X 消耗的启动电流只有 1.5uA。当 V_{IN} 电压达到启动阈值 17.8V 后，芯片的内部的 PVDD 线性稳压器开始工作。

PVDD 工作后，CMP 脚上外置电容快速充电到 1.35~3.6V 之间，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， V_{IN} 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 7.8V 以上。芯片内部的 PVDD 线性稳压器将一直工作直到 V_{IN} 电压降低到芯片欠压保护的阈值 7.8V 以下。

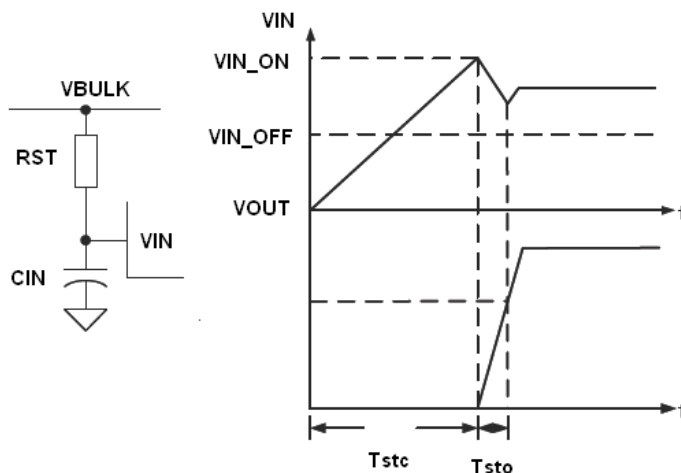


图 4 启动波形

启动电阻 R_{ST} 和 V_{IN} 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。

- (4) $V_{IN} > 27V$ 连续 2 个周期触发过压保护 shutdown，进入自动重启。



CMP脚的设计

当 V_{IN} 高过芯片启动阈值电压 $V_{IN_ON}=18V$ 时, CMP 脚电容 C_{CMP} 通过内部电流源快速预充电, 芯片直到 CMP 脚电压达到 $1.35V$ 后才开始正常工作。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 脚电容需要一个合理范围的值。(因为 $G_m \approx 60u$, 所以推荐 $C_{CMP}=0.47\mu F \sim 1\mu F$ 范围内使用)。

CMP脚位为内部振荡器三角波电压的上翻转阈值, 直接控制GATE开关正脉冲宽度 T_{ON} 的大小, 同时其也是电流放大器IEA的输出端, 外接对地大电容进行IEA补偿。原边电流与内部基准 $V_{REF}=258mV$ 通过IEA比较后输出 V_{CMP} 进而调控功率管导通时间来锁定输出电流的平均值 I_{OUT} 。

原边控制及 R_{CS} 值的选取

OCP8159X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。

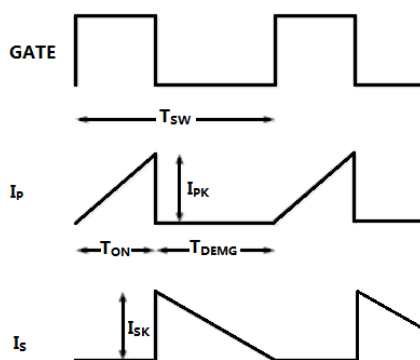


图5 开关波形

$$I_{out} = \frac{N_{PS}}{2} \times \frac{258mV}{R_{CS}}$$

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

$$T_{DEMG} = \frac{I_{PK} L_P}{N_{PS} V_{OUT}}$$

$$T_{ON} = \frac{I_{PK} L_P}{V_{BUCK}}$$

原边电感量为

$$L_P = \frac{V_{BUCK} V_{OUT}}{f_{SW} I_{PK} (V_{BUCK}/N_{PS} + V_{OUT})}$$

V_{BUCK} : 原边输入电压

V_{OUT} : 输出电压

f_{SW} : 开关频率

LED开路保护

芯片对输出开路或者过压有两重保护: 一个是通过检查 V_{IN} ,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 T_{D_ZCD} 以后, 一旦 V_{IN} 达到27V或ZCD电压超过3.6V, 芯片将shutdown并



且进入自动重启模式。如果异常状态不消失，芯片一直处于自动重启打嗝状态。

输出过载保护阈值可用如下方程计算：

$$V_{OUT_OVP} = 3.6V \times N_{PS} \times \frac{R_{ZCD_UP} + R_{ZCD_DN}}{R_{ZCD_DN}}$$

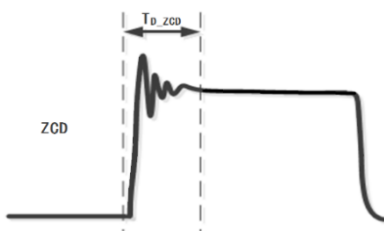


图6 退磁期间ZCD波形1

当功率管关断时，ZCD脚上会因为漏感存在导致一个电压毛刺误触发LED OVP保护，因此芯片对LED OVP的检测将有自适应的延迟时间以避免误触发LED OVP保护，这种特性有助于适应各种系统方案的应用。

LED短路保护

在闭环建立稳定之后，当输出被短路到地时，退磁时 ZCD 电压将低于 0.7V 触发短路保护，芯片 shutdown 并且进入自动重启状态，直至短路状态解除芯片重新上电进入正常工作状态。

在上电前输出端有异常短路情况下，退磁时 ZCD 电压将低于 0.7V，上电延时一段时间后，短路保护将被触发。

过零检测功能

ZCD 脚通过一个电阻分压接到辅助绕组上。

检测副边退磁时间 T_{DEMG} 是从 MOS 管关断后 ZCD 脚上升到 0.7V 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 电压与预先采样的一个 ZCD 电压 V_{ZCD1} 的 0.8 倍相比较，当 ZCD 电压低于 V_{ZCD1} 时芯片认为副边电感电流退为零，此时输出一个退磁结束控制信号 T_{DEMG1} 。 T_{DEMG1} 经过 IC 内部固定的信号传递延时 T_{D_OC} 后，并刚好在功率管漏极电压波形 SW 位于谷底处开启了下个周期，此功能使系统工作在准谐振模式，减小开关损耗及提高 EMI 性能。

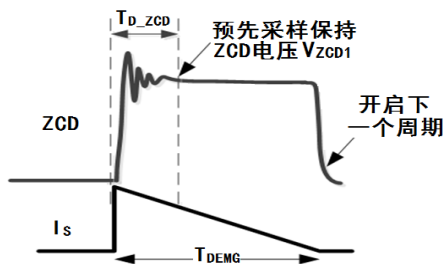


图7 退磁期间ZCD波形2

VAC输入电压补偿功能

当VAC=85~264VAC宽输入时因为采样信息延时的存在，会导致输出电流 I_{out} 较大幅度波动，因此需要将VAC电压补偿量加入到CS端口，优化输入调整率；当功率管打开后会有正比于VAC的补偿电流 I_{ZCD_AC} 流到CS端口串接的电阻 R_{AC} 上， $R_{AC} \cdot I_{ZCD_AC}$ 抑制了输出电流的波动。当输入电压VAC高时 I_{ZCD_AC} 大 I_{CS_PK} 低，当输入VAC低时 I_{ZCD_AC} 小 I_{CS_PK} 高。其中 R_{AC} 内置在IC，外部端口串接的补偿电阻为可选电阻，节约成本需求下可以省略。



VAC输入OVP/UVP功能

(1) VAC OVP功能:

当 $V_{OVP} > 3.3V$ 持续3个周期时触发输入OVP, shutdown然后自动重启。如果要解除此保护, 需要 $V_{OVP} < 3.15V$ 并且在下一个M波中不能有3个连续内部周期时间内的 $V_{OVP} > 3.15V$ 出现, 这样芯片恢复正常工作。

(2) VAC UVP功能:

VAC UVP功能是从OTP脚位判定的。IC上电到 V_{INON} 延时约0.8mS后, OTP内部恒流源断开, 此脚位变成VAC UVP脚位专门用于检测VAC电压。

当 $0.6V < V_{OTP} < 0.7V$ 持续发生一段时间后触发VAC欠压输出电流减半, 直至VAC欠压状态解除才能恢复输出电流;
当 $V_{OTP} < 0.6V$ 持续发生一段时间后触发VAC欠压保护shutdown并进入自动重启状态, 直至错误状态解除;

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。当前周期内如果电流采样脚CS达到1.1V阈值时, 芯片强制关断功率管, 直到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CS脚会有一个大的电压毛刺, 此时芯片会有450nS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。

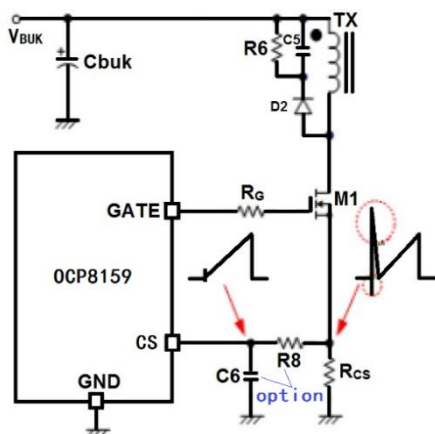


图8 前沿消隐

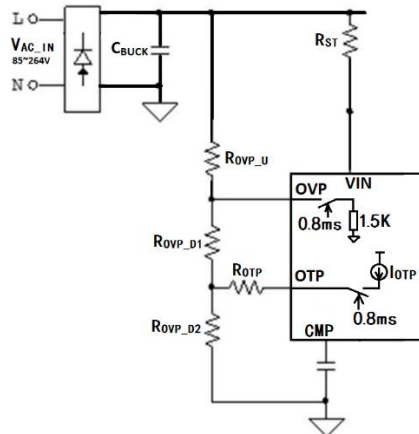


图9 OTP脚设定

过温保护及高温输出电流补偿

(1) 高温输出电流补偿

IC上电到 V_{INON} 后的约0.8mS内OTP脚内恒流源 $I_{OTP} = 33\mu A$ 流到外接电阻 R_{OTP} 用于初始化并锁定过温降电流的初始温度起点, 0.8mS后OTP脚内恒流源 $I_{OTP} = 33\mu A$ 断开。

IC上电到 V_{INON} 后的0.8mS内OVP脚内部串接1.5K电阻 R_{INT_OVP} 到地, 0.8mS后OVP脚内部串接的1.5K电阻断开。每次IC自动重启将重复上述过程。

当IC温度达到设定温度之后, 随着温度升高 I_{OUT} 下降, I_{OUT} 最低可下降到输出电流的25%;

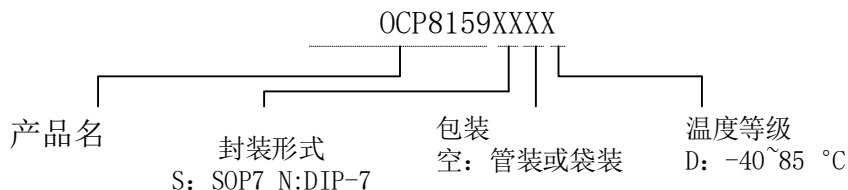
$$V_{OTP} \approx I_{OTP} * R_{OTP} + V_{buck} (1.5k / R_{OVP_U})$$

T_{ZF1}	电流随温度折返点 1	$V_{OTP} < 1.2V$	125°C
T_{ZF2}	电流随温度折返点 2	$1.2V < V_{OTP} < 2.0V$	110°C
T_{ZF3}	电流随温度折返点 3	$2.0V < V_{OTP} < 3.3V$	100°C
T_{ZF4}	电流随温度折返点 4	$3.3V < V_{OTP}$	90°C

(2) 过温保护

如果IC温度升高超145°C将触发过温保护shutdown并且自动重启, 当温度降低到低温后才能重启成功。

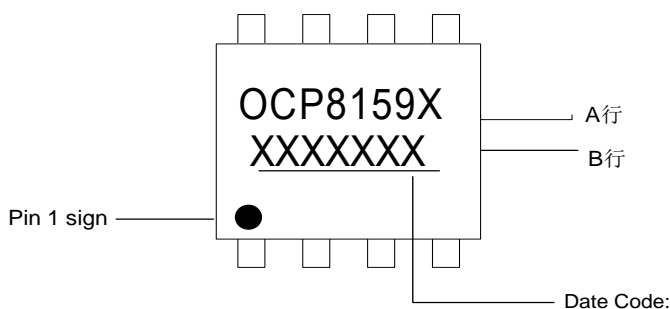
■ 订购信息



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 4000pcs/reel	-40~85°C	Green	Cu

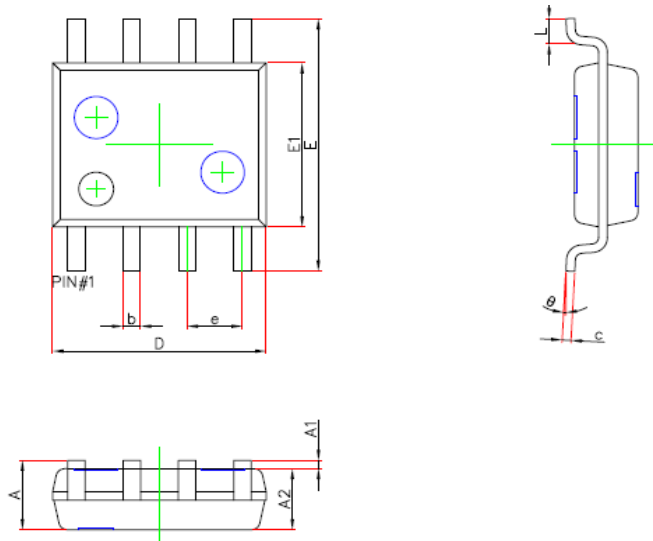
■ 标签信息

SOP-8L



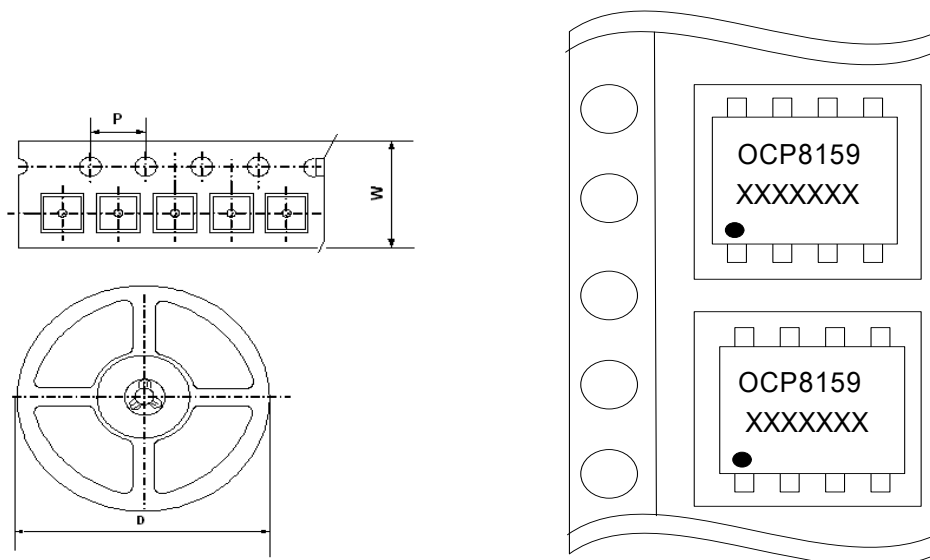
■ 封装信息

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	4000pcs



重要声明

上海灿瑞科技股份有限公司及其下属子公司有权在不事先通知的情况下,随时对所提供的产品和服务进行更正、修改、增强、改进或其它更改。不同时期的产品规格应以相应时期最新的产品规格书为准。客户在下订单前应获取最新的相关信息,并验证这些信息是否完整且是最新的。本公司不另行提供。

