

## WS3110 单级有源 PFC 原边反馈恒流控制器

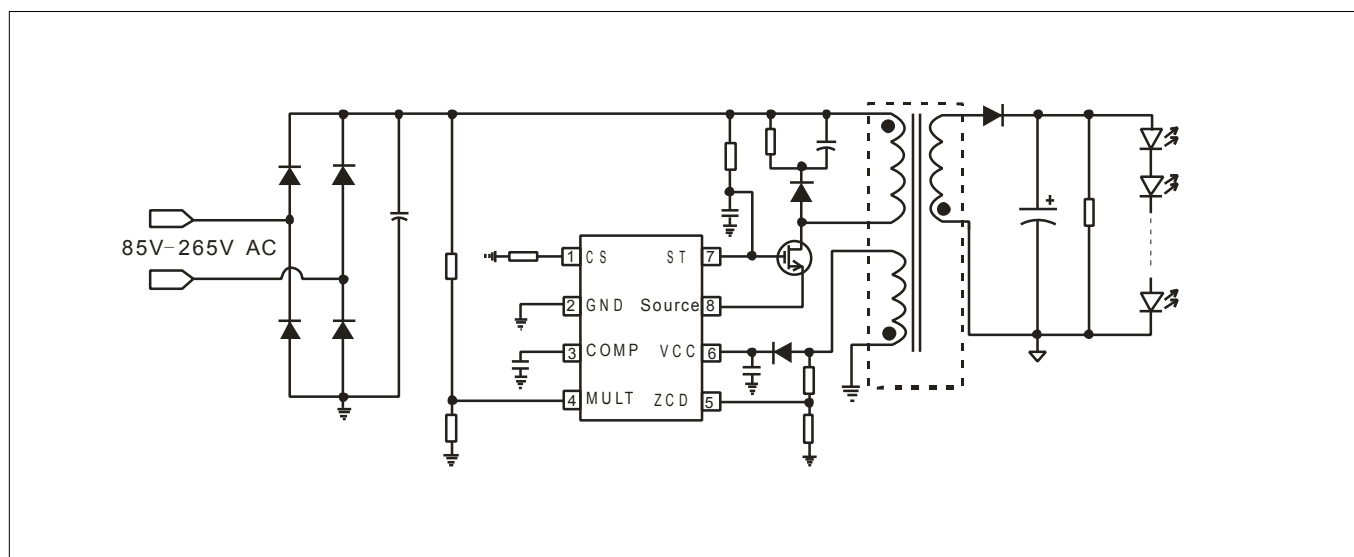
### 特点

- 快速上电启动
- 低工作电流 (0.6mA)
- 单级、有源功率因素校正
- 恒流精度在±5%以内
- 原边反馈技术, 节省次级反馈电路
- 可编程的恒流电流
- 内置线电压补偿, 良好的线调整率
- 内置负载补偿, 良好的负载调整率
- 软启动功能
- 内置前沿消隐
- 逐周期电流限制保护 (OCP)
- VCC过压保护
- 过温保护(OTP)
- 变压器饱和和保护
- 内置功率管饱和和保护
- 低电压关闭功能 (UVLO)
- 输出端LED过压/短路保护
- 关键引脚(CS)开短路保护

### 应用领域

- 中小功率LED驱动:
- GU10/E27 LED球泡灯、射灯
- LED PAR30、PAR38灯
- LED日光灯
- 其它LED照明

### 典型应用图



### 概述

WS3110 是一款适用于中小功率 AC/DC LED 驱动的高集成度和高性能的单级、具有有源功率因素校正的原边反馈恒流控制器。

WS3110 采用原边反馈控制, 使系统应用中可以省去 TL431 和光耦, 降低了成本。全电压输入范围内恒流精度能保持在±5%以内。通过 CS 端的采样电阻  $R_s$  可调整输出功率和电流。此外, 芯片自带的有源功率因素校正电路, 可以实现很高的 PF 值和很低的总谐波失真。

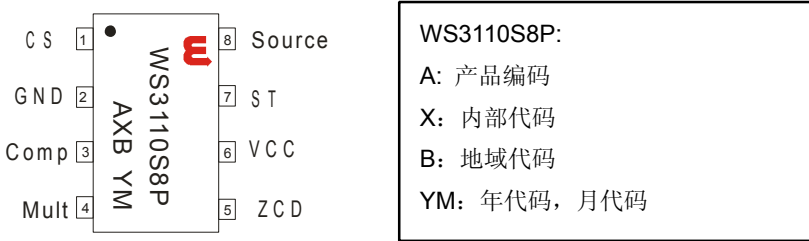
WS3110 采用内部快速充电电路, 可以实现快速上电启动和极低待机功耗; 芯片内置了线电压补偿和负载补偿, 使恒流系统具有良好的线调整率和负载调整率

WS3110 提供了天然的软启动功能和多种全面的可恢复保护模式, 其中包括: 逐周期电流限制保护 (OCP)、VCC 电压的过压保护以及低压关闭 (UVLO)、输出端 LED 的过压/短路保护和 CS 引脚的开短路保护、过温保护等。为了更好的保护高压功率 MOSFET, 栅极驱动输出电压 ST 被嵌位在 15V。

WS3110 提供 8-Pin 的 SOP-8 封装。

**引脚定义与器件标识**

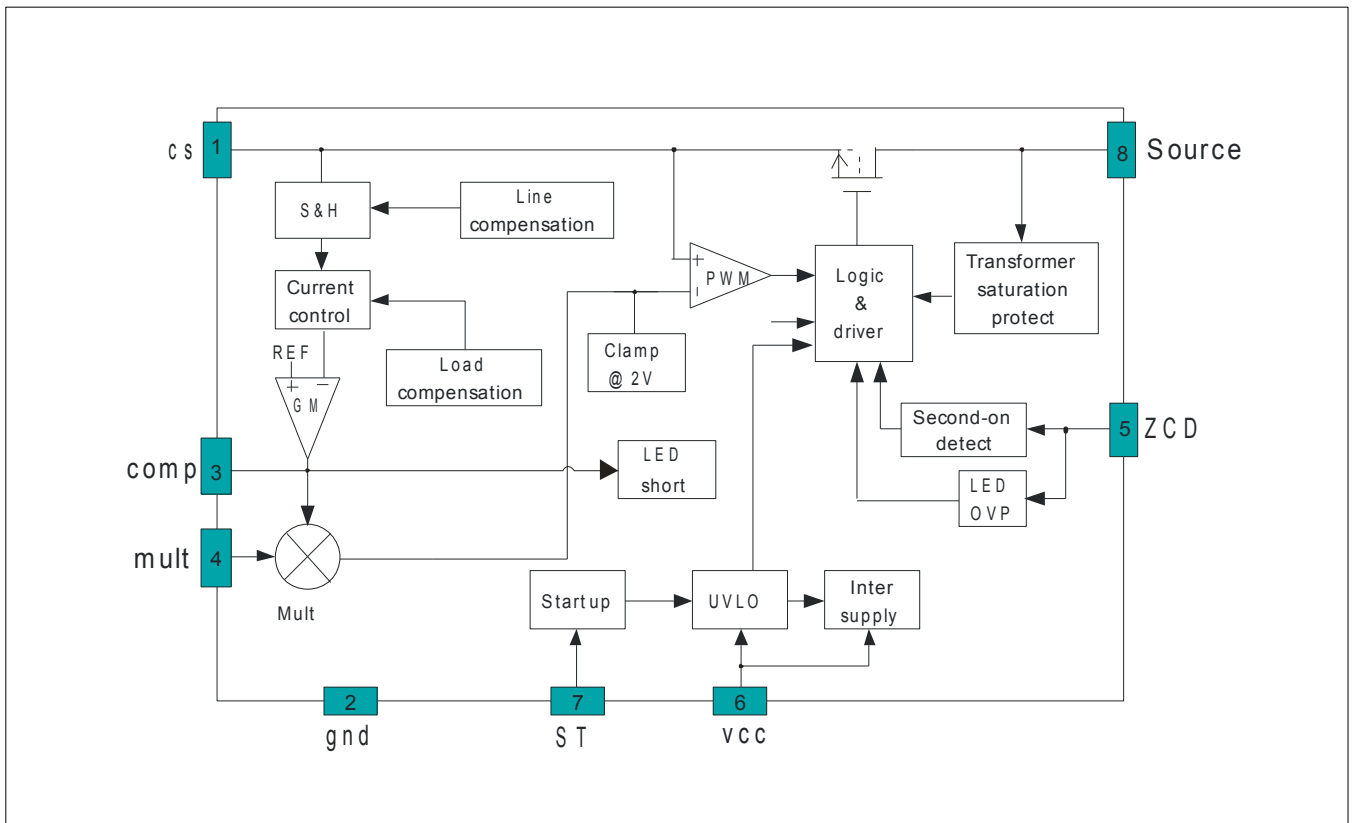
WS3110 提供了 8-Pin 的 SOP-8 封装，顶层如下图所示：



**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。
Gnd	2	地	地。
comp	3	补偿	环路补偿引脚，外接电容到地进行环路补偿
MULT	4	线电压侦测	乘法器输入引脚，通过两个分压电阻连接线电压
ZCD	5	反馈输入	辅助绕组通过电阻分压网络接至 ZCD 脚，反映输出电压的大小以决定空载电压和过压保护，同时用于副边放电时间侦测。
vcc	6	电源	电源。
ST	7	启动	芯片启动引脚，连接功率管的栅极
Source	8	驱动输出	源极驱动引脚，连接功率管的源极

**电路内部结构框图**



**订购信息**

封装形式	芯片表面标识	采购器件名称
8-Pin SOP-8, Pb-free	WS3110S8P	WS3110S8P

**推荐工作条件**

符号(symbol)	参数 (parameter)	值 (value)	单位 (unit)
VCC	VCC 供电电压	10~25	V
T <sub>A</sub>	操作温度	-20~85	°C

**极限参数**

符号(symbol)	参数 (parameter)	极限值	单位 (unit)
VCC	DC 供电电压	25	V
V <sub>ZCD</sub>	ZCD 引脚输入电压	-0.3~7	V
V <sub>CS</sub>	CS 引脚输入电压	-0.3~7	V
V <sub>COMP</sub>	COMP 引脚输入电压	-0.3~7	V
V <sub>MULT</sub>	MULT 引脚输入电压	-0.3~7	V
V <sub>ST</sub>	ST 引脚输入电压	15	V
V <sub>Source</sub>	Source 引脚输入电压	25	V
T <sub>J</sub>	最大工作结温	150	°C
T <sub>STG</sub>	最小/最大储藏温度	-40~150	°C
I <sub>ST</sub>	ST 嵌位电流	10	mA

注意：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。

**ESD 参数**

Symbol	Parameter	Value	Unit
V <sub>ESD-HBM</sub>	人体模式	2	KV
V <sub>ESD-MM</sub>	机器模式	200	V

电气特性参数(若无特殊说明, TA=25°C, VCC=16V)

<b>Supply Voltage (VCC)</b>						
symbol	parameter	Test condition	Min	Typ	Max	Unit
I_VCC_ST	Start up current	VCC=( UVLO_OFF -1)V		40	70	uA
I_VCC_OP	Operation Current	Fsw=60KHz		0.6	1.2	mA
Iq	Static Current	VCC=14V, No switching		0.32	0.6	mA
UVLO_ON	Turn on threshold Voltage	VCC falling	5.2	5.8	6.5	V
UVLO_OFF	Turn-off threshold Voltage	VCC rising	10	11	12	V
VCC_hold	VCC hold voltage	VCC falling	7	7.5	8	V
OVP	Over voltage protection Threshold	Ramp VCC until no-switching		25.8		V
<b>Start up section (ST)</b>						
ST_clamp_be	ST clamp before UVLO	Ist=1mA , VCC=10V	16	17	18	V
ST_clamp_af	ST clamp after UVLO	VCC=14V	14	15	16	V
Ist_be	Ist before UVLO	ST=14V, VCC=10V		20	35	uA
Ist_af	Ist after UVLO	ST=14V, VCC=14V		35	60	uA
<b>Error Amplifier Section</b>						
VREF	Reference voltage for EA		0.294	0.3	0.306	V
Comp_clamp	Comp low-clamp voltage			1.5		V
Vcomp	Linear operating range		1.5		3.5	V
Vth_short	Output short threshold			4.5		V
<b>MULT Section</b>						
V_MULT	Linear operating range		0		2.5	V
<b>ZCD Section</b>						
VZCD	Demagnetization threshold	ZCD falling		0.4		V
VZCD_hys	VZCD threshold hysteresis	ZCD risind		0.6		V
ZCD_ovp	LED open-protect threshold			5.5		V
Toff_min	Minimum OFF time			4		us
Toff_max	Maximum OFF time			150		us
<b>CS Section</b>						
Vth_ocp	Circle by circle OCP threshold			2.0		V
TLEB	LEB time			350		ns
Td	Delay to output			180		ns
<b>S Section</b>						
Rds_on		VCC=7.5V, Ids=1A		0.3		Ω
Vds_OVP	Inter power mos saturation protection	Vds =(Vsource -Vcs)		2.1		V

WS3110 Product Description



Vd_OVP	Transformer saturation protection			3.3		V
<b>Temperature Section</b>						
OTP	Over temperature protection			150		°C

## 功能描述

WS3110 是一款适用于中小功率 AC/DC LED 驱动的高集成度和高性能的单级、具有有源功率因素校正的原边反馈恒流控制器。准谐振的临界断续模式使芯片在具有高的功率因素和低的总谐波失真的同时获得很高的效率和良好的 EMI 性能。

## 启动

系统上电后，线电压通过启动电阻给 ST 引脚电容充电 (ST 在启动器件消耗的电流约 20uA)，VCC 电压会跟随 ST 电压上升而上升 (在启动期间 ST 最高会被钳位在 16V)，因此 VCC 能很快充电上升到脱离 UVLO 的阈值电压以上，器件可以实现快速启动，启动后芯片内部停止对 VCC 充电 (ST 被钳位在 14V)，芯片开始发出脉冲，当输出电压上升到一定程度时，辅助绕组开始给 VCC 供电。VCC 的过压保护阈值为 25.8V，因此推荐的工作电压范围为 10V~23V。正常工作时，如果 VCC 掉到 7.5V 以下，则启动电路会被唤醒，给 VCC 电容补电，直至 VCC 高于 8V。

## 工作电流

WS3110 具有很低的工作电流 (0.6mA) 和待机电流 (0.3mA)，从而可以有效地提高开关电源的转换效率以及降低待机功耗。

## 消磁、线补偿与输出电压侦测

WS3110 通过 ZCD 引脚来侦测副边消磁时间和输出电压。ZCD 连接辅助绕组的分压网络，芯片内部设置了下降阈值为 0.4V，上升阈值为 1V，用于侦测副边导通时间，以便做恒流控制和临界 DCM 导通。

在副边导通时，辅助绕组感应输出电压，由下式给出：

$$V_{AUX} = \frac{N_{AUX}}{N_S} * (V_o + \Delta V)$$

其中  $\Delta V$  是输出二极管两边的压降。因此 ZCD 可间接侦测输出电压，当输出 LED 开路时，输出电压上升，ZCD 超过内部 5.5V 的阈值，从而出发过压/开路保护，进入 UVLO 自动重启模式。

此外，ZCD 引脚在原边导通时，可间接侦测线电压，并用于峰值电流的线电压补偿，通过改变 ZCD 的上分压电阻，可以在一定程度上调节线电压补偿的力度。

## 可调节的 CC 恒流点

在 WS3110 中，CC 恒流点可由 CS 端所接电阻  $R_{cs}$  调节。 $R_{cs}$  越大，CC 恒流点越小；反之亦然。

LED 输出电流平均值计算公式如下：

$$I_{out} = \frac{N_p}{N_s} \times \frac{V_{REF}}{2 \times R_{CS}}$$

其中  $V_{REF}$  为运放参考电压， $R_{cs}$  为原边电流侦测电阻， $N_p/N_s$  为变压器原副边匝比。

## 临界 DCM 模式与工作频率

WS3110 的工作与临界断续模式，因此其频率由负载情况和线电压共同决定。负载越轻，原边峰值电流越小，因此原边和副边的导通时间均越小，工作频率越高，最高工作频率受限于芯片内部最小关断时间  $T_{off\_min}$  (4us)，因此工作频率不会高于 250KHz。

在启动期间或者输出短路时，由于输出电压过低，ZCD 引脚小于 0.4V，芯片无法侦测到副边消磁，因此芯片会由最大关断时间  $T_{off\_max}$  (150us) 来决定工作频率约 7KHz。

此外由于芯片内置了 PFC 电路，其工作频率会随线电压的包络周期性 ( $T=10ms$ ) 地变化，从而将 EMI 能量分布到宽范围的频率带，因此可以获得良好的 EMI 性能

## 电流检测和前沿消隐

WS3110 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 开启瞬间的电压毛刺，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。PWM 占空比由电流检测端的电压和 comp、mult 的电压决定。

## 环路补偿与软启动

WS3110 通过 COMP 引脚外接电容进行环路补偿，为了滤除纹波，COMP 引脚需要接一个 1uF 左右的电容，以保持环路的稳定。

芯片上电启动时，内部会有约 300uA 的大电流对 COMP 充电至 1.5V，然后由运放 GM 根据负载情况决定 COMP 的电压，由于运放 GM 的最大 sink/source 电流均为 uA 级别，因此上电后 COMP 电压会缓慢上升，原边峰值电流也会逐周期慢慢增加，从而实现系统的软启动。软启动时间取决于 COMP 引脚电容的大小。

### 栅极驱动内置功率管与变压器饱和保护

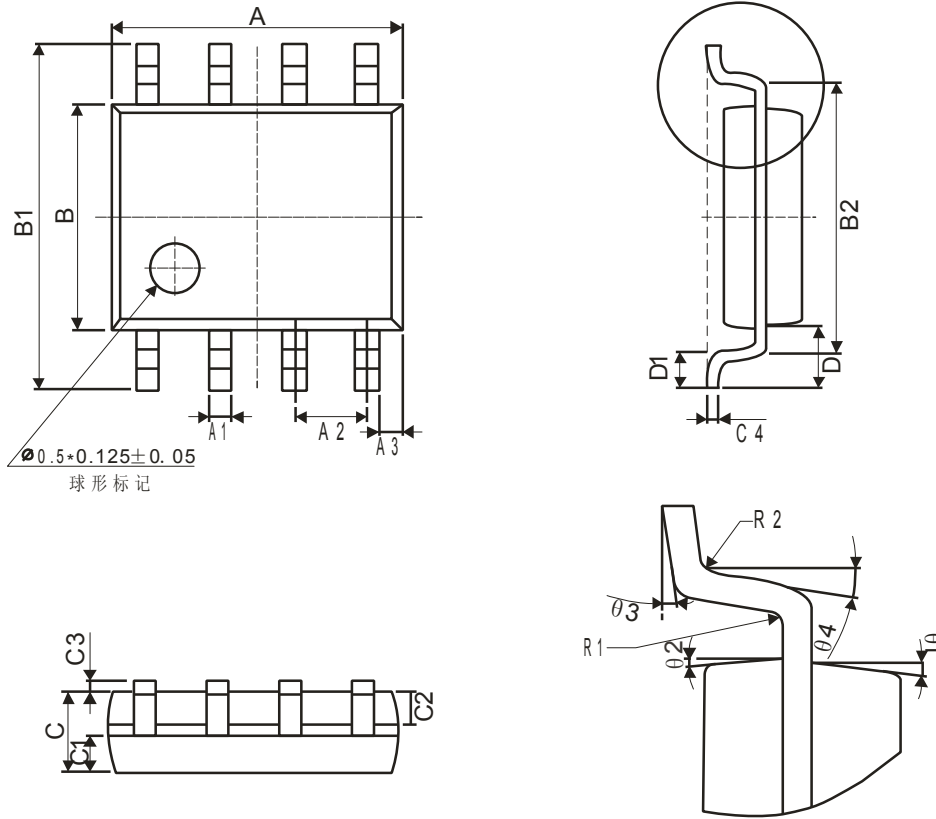
WS3110 通过 Source 引脚(高压功率管的源端、内置低压功率管的漏端)来实现内置功率管的饱和保护和变压器的饱和保护。当内置功率管的漏源电压  $V_{ds}$ (即 Source 引脚与 CS 引脚的电压差  $V_{source} - V_{cs}$ )超过 2.1V 时，即认为内置功率管饱和了；当 Source 引脚电压高于 3.3V 时，会触发变压器的饱和保护。

### 保护控制

WS3110 提供了全面的保护特性，系统可以获得最高可靠性。其中包括逐周期限流保护 (OCP)，片上 VCC 过压保护以及低压关断 (UVLO)，ST 引脚钳位保护，过温保护，输出 LED 过压和短路保护，变压器饱和保护和内置功率管的饱和保护。

一旦发生保护，芯片关闭脉冲，并停止对 VCC 供电，当 VCC 下降至低于 UVLO 门限电压时器件进入自动重启模式，一旦保护解除，芯片自动进入正常工作状态。

SOP-8 封装信息



Winsemi				
Symbol	Dimensions in Millimeters		Dimensions in Inches	
	Min	Max	Min	Max
A	4.70	5.10	0.185	0.201
B	3.70	4.10	0.146	0.161
C	1.30	1.50	0.051	0.059
A1	0.35	0.48	0.014	0.019
A2	1.27TYP		0.05TYP	
A3	0.345TYP		0.014TYP	
B1	5.80	6.20	0.228	0.244
B2	5.00TYP		0.197TYP	
C1	0.55	0.70	0.022	0.028
C2	0.55	0.70	0.022	0.028
C3	0.05	0.225	0.002	0.009
C4	0.203TYP		0.008TYP	
D	1.05TYP		0.041TYP	
D1	0.40	0.80	0.016	0.031



**注意事项**

1. 购买时请认清公司商标，如有疑问请与公司本部联系。
2. 在电路设计时请不要超过器件的绝对最大额定值，否则会影响整机的可靠性。
3. 本说明书如有版本变更不另外告知。

深圳市津利帝科技有限公司

公司地址：深圳市龙岗区布吉街道上水径布龙路171号全伟达工业园3号楼2楼

邮编：518114

总机：0755-89818866

传真：0755-84276832

网址：<http://www.jinlidi.cn>

手机：13828992738 陈先生

QQ：3091784316