

## 多模式、恒流恒压原边控制功率开关

### 产品描述

AS3588 是一款原边控制的反激式电源控制 IC。在不使用光耦和 TL431 的情况下可提供恒定输出电压 (CV) 和恒定输出电流 (CC)。

AS3588 采用多模式控制技术, 可有效减少开关损耗, 保证全负载和线性范围内的较高的转换效率, 满足能源之星 6 级能效标准。

AS3588 内置 650V 高压功率 MOSFET, 具有较低的待机功耗; 并且电路内置包括过/欠压保护、输出开/短路保护、CS 开/短路保护、过流保护、过温保护等全面的保护功能。

采用 SOP-8 的封装形式。

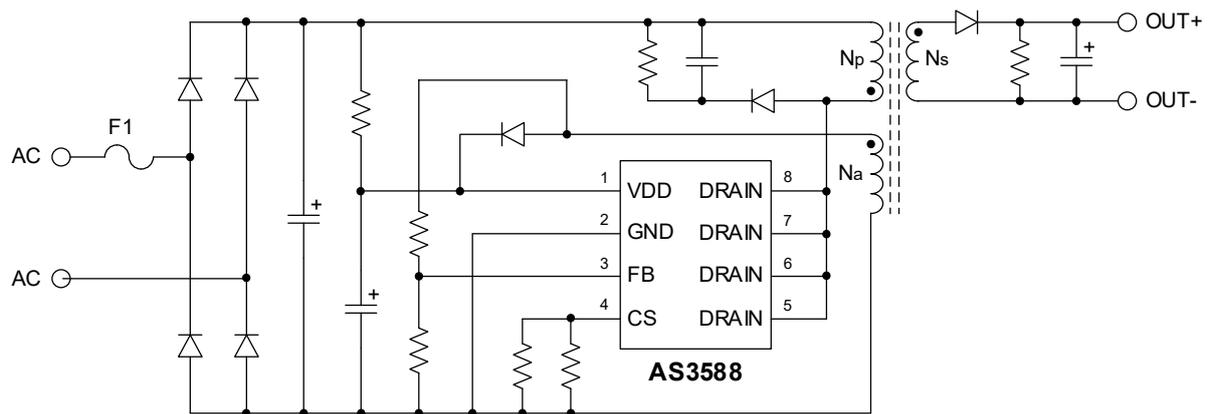
### 特点

- 初级端调节, 省去光耦和 TL431 器件
- 集成 650V MOSFET
- 多模式环路控制, 可有效提升系统转换效率
- 频率抖动可简化电磁干扰 (EMI) 兼容性
- 内置过/欠压保护、输出开/短路保护、CS 开/短路保护、过流保护、过温保护等多重保护功能
- 省去外部补偿电容, 外围应用器件少

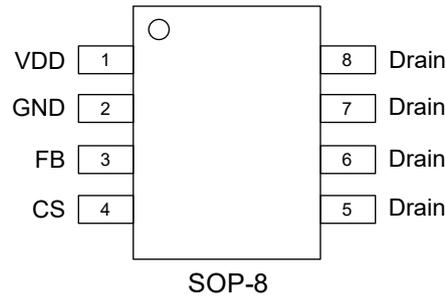
### 应用

- 手机充电器
- 交流适配器

### 典型应用电路



## 管脚封装



## 管脚功能描述

管脚编号	管脚名称	I/O	功能描述
1	VDD	I	芯片供电管脚
2	GND	P	芯片地管脚
3	FB	I	系统反馈管脚。辅助绕组电压经电阻分压后送至 FB 管脚
4	CS	I	电流采样输入管脚
5, 6, 7, 8	Drain	I	功率 MOS 漏极

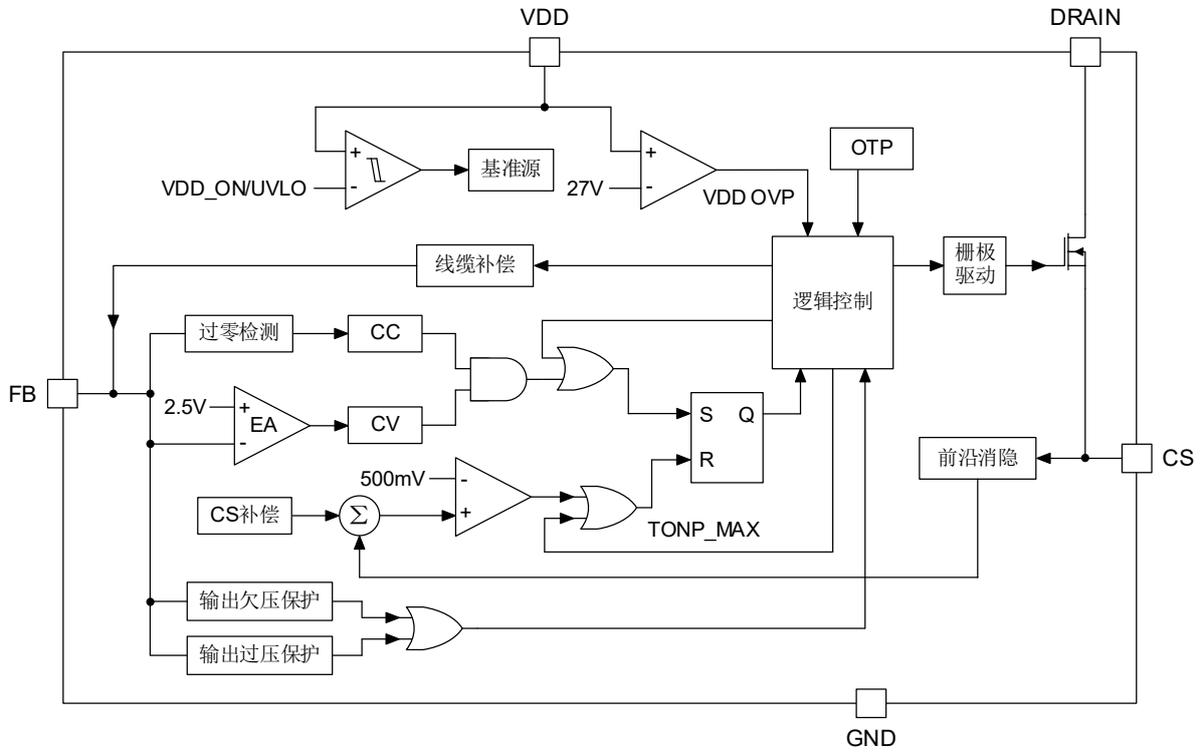
## 订购信息

型号	AS3588SA	AS3588SB	AS3588SC	AS3588SD	AS3588SF
封装	SOP-8				
功率	5W	12W	15W	18W	24W
最小封装	4000PCS				

## 极限参数

项目	符号	参考范围	单位
电源电压	$V_{DD}$	-0.3~27.0	V
FB、CS 端电压	$V_{FB}$ 、 $V_{CS}$	-0.3~5.5	V
DRAIN 端电压	$V_{DRAIN}$	-0.3~650	V
PN 结到环境的热阻	$\theta_{JA}$	SOP-8	97
		DIP-8	80
工作结温范围	$T_J$	-20 ~150	°C
储存温度范围	$T_{STG}$	-55~150	°C
ESD (人体模型)		2	KV

内部框图



## 电气参数

( $T_A=25^{\circ}\text{C}$ , 除非另有说明)

符号	参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
<b>V<sub>DD</sub> 电压部分</b>						
V <sub>DD</sub>	可工作电源范围		8.0		25.0	V
V <sub>DD_ON</sub>	V <sub>DD</sub> 启动阈值电压		14.0	16.0	18.0	V
V <sub>UVLO</sub>	V <sub>DD</sub> 欠压保护阈值电压		5.5	6.2	6.8	V
V <sub>DD_OVP</sub>	V <sub>DD</sub> 过压保护电压		26.0	27.0	28.0	V
I <sub>DRAIN</sub>	V <sub>DD</sub> 启动充电电流	V <sub>DRAIN</sub> = 100V, V <sub>DD</sub> = 0V		1.5		mA
I <sub>CC</sub>	工作电流	V <sub>DD</sub> = V <sub>DD_OFF</sub> + 1V		0.45	0.8	mA
<b>CS 检测部分</b>						
V <sub>TH_MIN</sub>	最小过流检测阈值		485	500	515	mV
V <sub>TH_MAX</sub>	最大过流检测阈值			580		mV
T <sub>LEB</sub>	前沿消隐时间			340		nS
<b>反馈输入部分</b>						
V <sub>REF_FB</sub>	反馈基准电压		2.475	2.500	2.525	V
V <sub>FB_OVP</sub>	输出过压保护电压		2.85	3.0	3.15	V
V <sub>CC_UVP</sub>	CC 模式输出欠压保护电压			1.45		V
T <sub>offmin</sub>	最小关断时间			2.0		μS
I <sub>CABLE</sub>	最大线补电流		40	45	50	μA
T <sub>offmax</sub>	最大关闭时间			2.4		mS
<b>温度保护检测部分</b>						
T <sub>SD</sub>	热保护温度			150		°C
T <sub>SD_DLY</sub>	热保护滞回温度			30		°C
<b>功率 MOSFET 部分</b>						
V <sub>BVDSS</sub>	MOSFET 漏源耐压	V <sub>GS</sub> = 0V, I <sub>D</sub> = 0.25mA	650			V
R <sub>dson</sub>	MOSFET 导通电阻	AS3588SA		8.3		Ω
		AS3588SB		4		Ω
		AS3588SC		3		Ω
		AS3588SD		1.8		Ω
		AS3588SF		0.95		Ω

## 功能描述

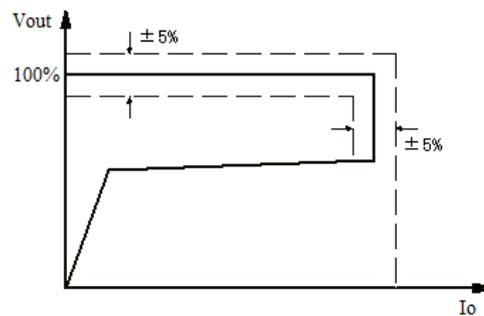
AS3588 是一款原边控制的反激式 AC-DC 电源控制 IC。在不使用光耦和 TL431 的情况下可提供恒定输出电压（CV）和恒定输出电流（CC），以满足大部分手机充电器和适配器的需求。内置高压启动模块，具有低待机功耗和高转换效率，满足能源之星 6 级能效标准。

### 系统启动

AS3588 具有较小的工作电流，可有效降低待机功耗。启动时，通过外部启动电阻对 VDD 电容充电，当 VDD 电压达到芯片开启阈值时，芯片内部控制电路开始工作，系统通过变压器负载辅助绕组源持续供电；当系统进入保护状态，输出管关闭，VDD 被拉低，当电压下降到 UVLO 阈值时，芯片内部控制电路停止工作，电路重新进入启动状态。

### CC/CV 工作模式

AS3588 采用原边控制反激式控制系统实现 CC/CV（恒流/恒压）输出，其输出特性曲线如下图所示。在充电器应用中，充电器从曲线图的 CC 模式开始电池充电，直到它快充满；然后平滑的转到曲线图中的 CV 模式运转。其中 CC 部分，在一定的输出电压范围内提供恒定的输出电流；CV 部分，在一定的输出电流条件下提供恒定的输出电压。



输出特性曲线图

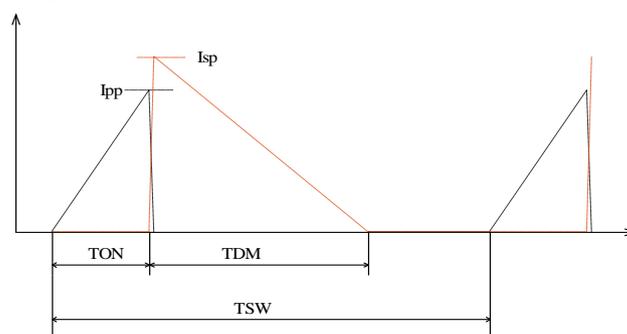
AS3588 的开关频率由负载条件与运行模式控制。对于 DCM 的反激式运行，其最大功率为：

$$P_O = \frac{1}{2} L_P \times F_{SW} \times I_{PP} \times I_{PP} \quad (1)$$

其中： $L_P$  代表原边线圈的电感， $F_{SW}$  为工作开关频率， $I_{PP}$  是原边线圈峰值电流。

### CC 模式

在 CC 模式工作下，CS 引脚的电流信息可以准确地调节次级平均电流。由于系统工作在 DCM 模式，参照下图，电流峰值（ $I_{PP}$ ），匝数比（ $N_P/N_S$ ），次级退磁时间（ $T_{DM}$ ），和开关周期（ $T_{SW}$ ）确定次级平均输出电流。忽略漏电感的影响，平均输出电流由方程（3）得到。在 CC 模式下，只要辅助绕组可以保持  $V_{DD}$  高于 UVLO 关闭阈值，当平均输出电流达到规定的基准电流时，在任何低于目标输出电压下都是工作在频率调制模式（FM）下的。



电流波形工作图

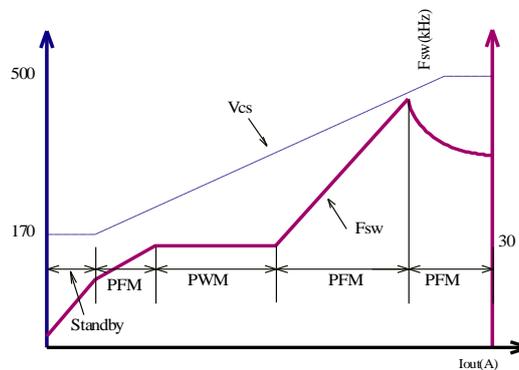
$$\text{原边峰值电流: } I_{PP} = \frac{V_{CS}}{R_{CS}} \quad (2)$$

$$\text{副边峰值电流: } I_{SP} = I_{PP} \times \frac{N_P}{N_S} \quad (3)$$

$$\text{输出电流: } I_O = \frac{1}{2} \times I_{SP} \times \frac{T_{DM}}{T_{SW}} = \frac{1}{2} \times \frac{V_{CS}}{R_{CS}} \times \frac{N_P}{N_S} \times \frac{T_{DM}}{T_{SW}} \quad (4)$$

## CV 模式

在 CV 模式下，AS3588 采用脉冲采样  $V_{FB}$  电压，并保持到下次取样。取样电压与内部参考电压  $V_{REF}$  作比较，并进行误差放大。放大器的输出将会反映负载情况，并使开关关闭以控制输出电压。在重载条件下，电路工作在 PFM 模式，原边峰值电流  $I_{PP}$  不变，工作频率随输出电流减小而减小；当频率减小到约 30kHz 左右，芯片进入 PWM 模式，频率调制变得非常缓慢， $I_{PP}$  随输出电流减小而减小；当芯片  $V_{CS}$  调制到 170mV 左右时，芯片进入空载模式， $I_{PP}$  保持不变，工作频率随输出电流减小而减小。具体工作波形如下图所示：



CS 比较电压、工作频率与负载关系图

输出电压  $V_O$  和  $V_{REF}$  的关系为：

$$V_{REF} \times \frac{R1 + R2}{R1} = \frac{N_A}{N_S} \times (V_O + \Delta V) \quad (5)$$

其中： $V_{REF}$  为内部 FB 反馈基准电压； $R1$ 、 $R2$  为 FB 端外部分压电阻； $N_S$  为次级绕组圈数， $N_A$  为辅助绕组圈数； $\Delta V$  为输出续流二极管电压。

## 补偿功能

### OCP 补偿

AS3588 设计了 OCP 补偿功能，以确保在 CC 模式下工作，输出电流的一致性。电路通过判定 MOSFET 开关管的导通时间，线性补偿内部 CS 过流检测阈值电压。典型情况下，开启时间在 1.5us~6.5us 之间，CS 端的过流检测阈值电压在 500mV~580mV 之间线性变化。对于开启时间超过 6.5us，阈值固定在 580mV。

### 线缆补偿

AS3588 的线补偿是通过 FB 引脚输出一路补偿电流，流入分压电阻，改变电压反馈值，从而使得输出线损压降得到补偿。补偿电流与输出负载电流是成反比例下降的，所以负载电流从满载减少到空载，FB 的补偿电压将增加。通过设置 FB 电阻的阻值可以调整线补偿的幅度。

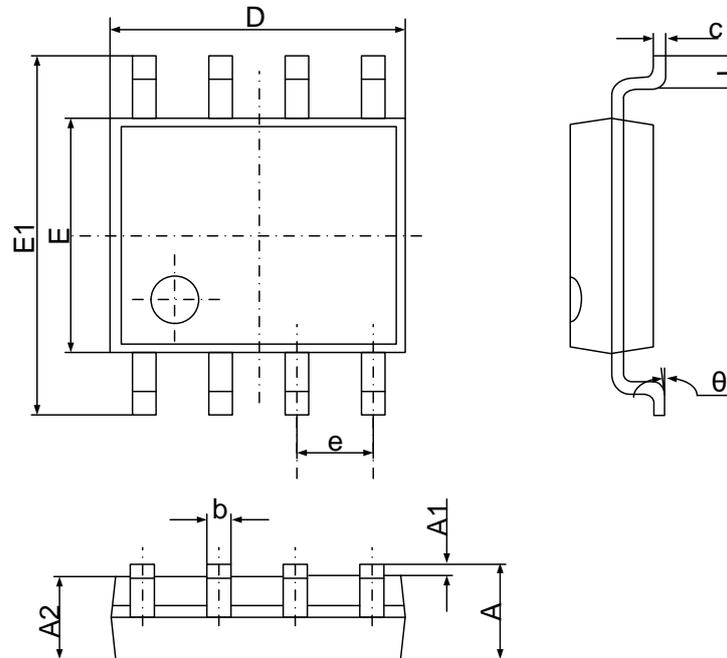
补偿幅度公式：

$$\frac{\Delta V}{V_{out}} = \frac{I_{cable} \times (R1 // R2)}{2.5} \quad (6)$$

其中  $\Delta V$  为补偿电压， $V_{out}$  为输出电压， $I_{cable}$  为内部最大补偿电流。

## 保护功能

AS3588 内置多重有效保护功能模块。包括：过温保护（OTP）、输出电压保护（输出过压/欠压和短路）、逐周期过流保护（OCP）、CS 开/短路保护、栅极驱动钳位保护、VDD 过/欠压保护、开环保护等。保证了整个系统的高可靠性。

**封装信息**
**SOP-8**


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	1.300	1.500	0.051	0.059
b	0.330	0.510	0.013	0.020
c	0.170	0.250	0.007	0.010
D	4.700	5.100	0.185	0.201
E	3.800	4.000	0.150	0.157
E1	5.800	6.200	0.228	0.244
e	1.270 (中心到中心)		0.050 (中心到中心)	
L	0.400	1.270	0.016	0.050
θ	0°	8°	0°	8°