

## 第二代 PSR 恒压恒流 (CV/CC) 功率开关

### 特点

- ◆ 内置 700V 功率 BJT
- ◆ 第二代控制技术, 无需外部电容补偿
- ◆  $\pm 4\%$  恒压恒流精度
- ◆ 专利的噪音消除技术
- ◆ 内置快速动态响应
- ◆ 专利的零电压带载启动技术
- ◆ 专利的智能短路保护技术
- ◆ 最大支持 50V 电压输出
- ◆ 驱动低成本三极管
- ◆ 可编程线损补偿
- ◆ 多模式 PSR 控制
- ◆ 宽 VDD 工作电压
- ◆ 逐周期电流限制
- ◆ 内置前沿消隐
- ◆ 内置软启动, PIN 脚浮空保护
- ◆ VDD 欠压保护, 过压保护 及钳位

### 概述:

SF6022 是一个高精度, 高集成 DCM 原边反馈 (PSR) 开关电源 IC, 用于离线式小功率转换器应用。它内置电源 BJT, 可进一步降低系统成本。

SF6022 内置专利的“NC-Cap/PSR-II™”控制技术, 省去了外部补偿或滤波电容。内置了线损补偿功能, 可以补偿恒压模式下的输出电压。使用了多模式控制技术可以提高系统效率、可靠性和提高轻载效率。

SF6022 集成了专利的“音频噪声消除”控制技术, 实现轻载无异音工作。内置专利的“快速动态响应”技术满足 USB 充电器需求。专利的“零电压带载启动”控制技术, 实现带满载并且 0V 输出启动。“智能短路保护”功能, 可以在系统的变压器漏感大的时候, 输出短路能够保护。

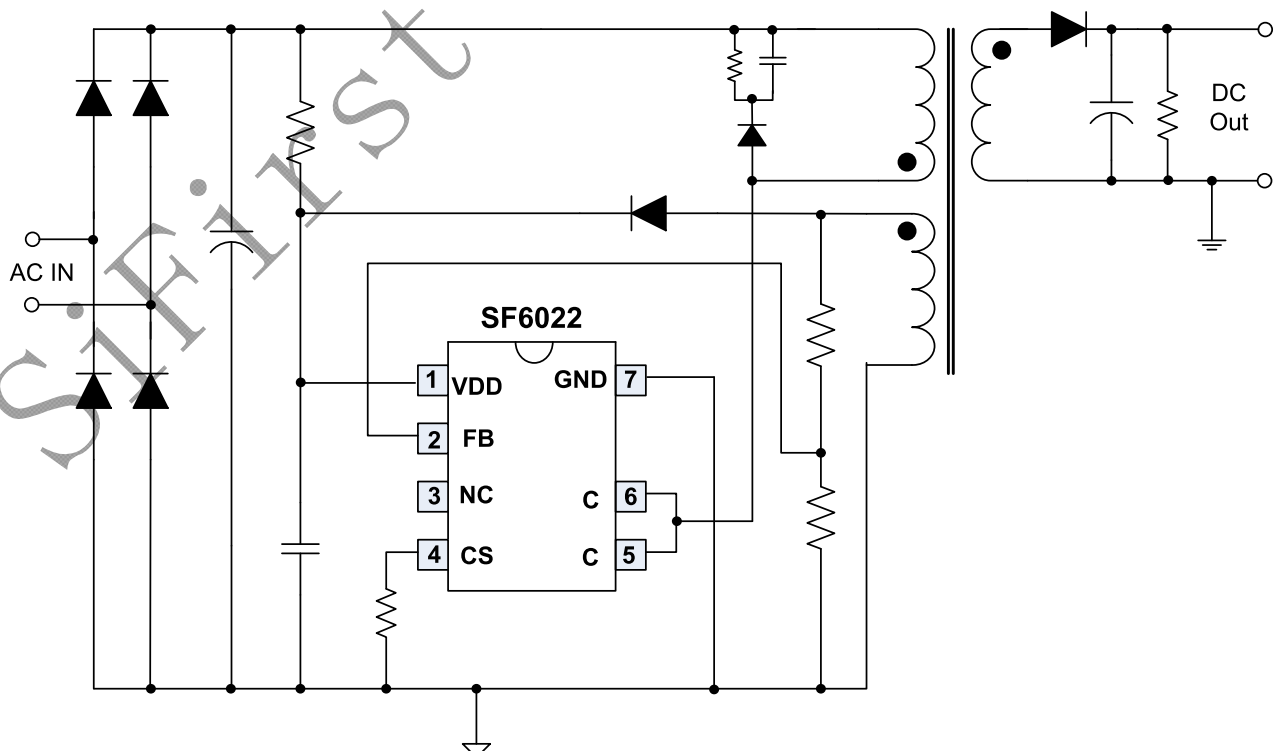
SF6022 集成了 FB 短路保护功能, 欠压锁定, VDD 过压保护, 软启动, 逐周期电流限制, Pin 脚浮空保护, VDD 钳位。

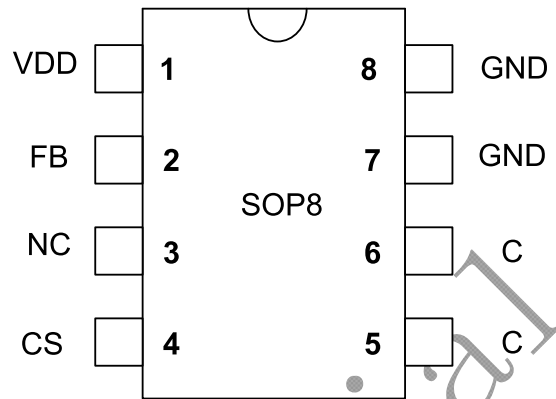
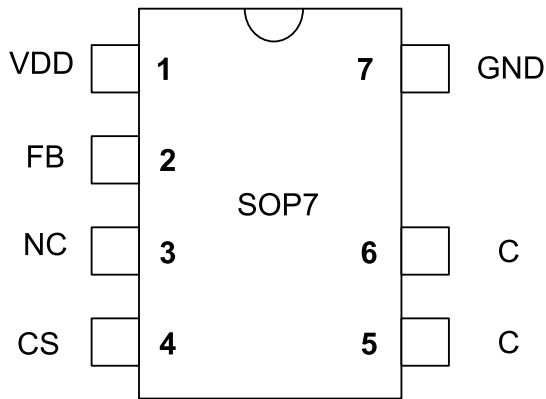
SF6022 提供 SOP-7 和 SOP-8 封装

### 应用

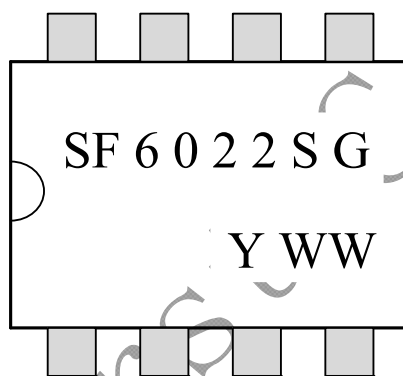
- ◆ 充电器/适配器
- ◆ 线性电源
- ◆ LED 电源

### 典型应用图

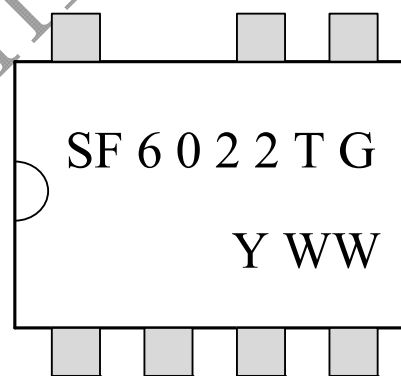


**管脚封装**

**订购信息**

订购型号	IC 打印	封装		包装编带
SF6022TG	SF6022TG	SOP7	Green	
SF6022TGT	SF6022TG	SOP7	Green	Yes
SF6022SG	SF6022SG	SOP8	Green	
SF6022SGT	SF6022SG	SOP8	Green	Yes

**IC 表面打印信息**


YWW: Year&amp;Week code

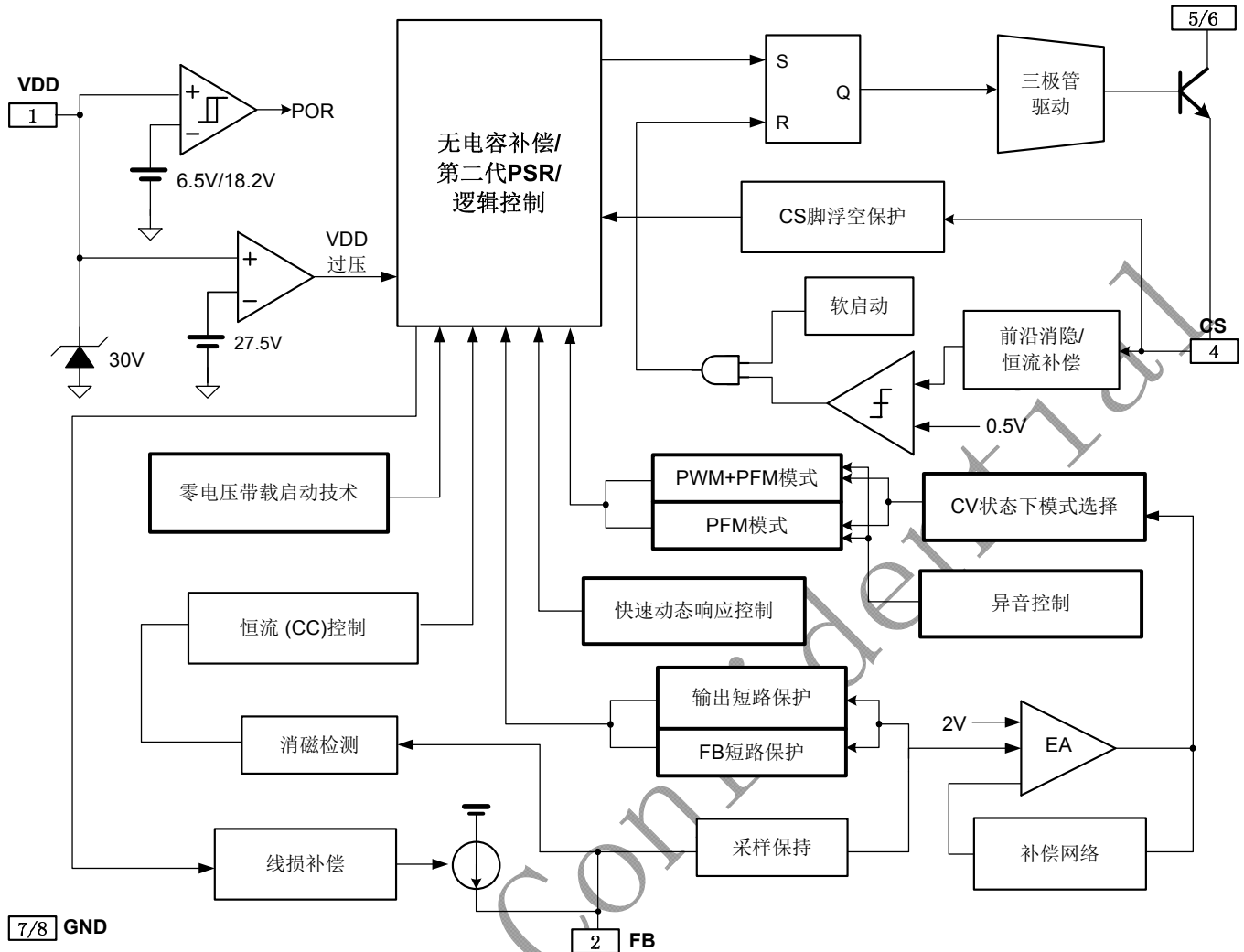


YWW: Year&amp;Week code

**管脚描述**

管脚号	管脚名称	I/O	描述
1	VDD	P	芯片电源
2	FB	I	系统反馈脚，检测辅助绕组电压。通过此脚电压实现对输出的恒压 CV 和恒流 CC 控制。
3	NC	-	无连接，浮空
4	CS	I	电流检测脚。
5-6	C	P	功率三极管控制脚。
7-8	GND	P	芯片地。

芯片内部模块图


**推荐工作条件 (注释 1)**

参数	参数范围	单位
VDD 工作范围	7 to 24	V
环境工作温度范围	-40 to 85	°C
最高工作频率	70K	Hz

**极限参数 (注释 2)**

参数	参数范围	单位
VDD 电压	30	V
VDD 钳位电流	10	mA
CS 脚电压范围	-0.3 to 7	V
FB 脚电压范围	-0.7 to 7	V
三极管集电极电压	700	V
封装热阻 (SOP-8)	150	°C/W
封装热阻 (SOP-7)	160	°C/W
最高结温	150	°C
工作温度范围	-40 to 85	°C
储存温度范围	-65 to 150	°C
焊锡温度 (浸锡时间, 10S.)	260	°C
ESD 人体模型	3	kV
ESD 机器模型	250	V

## 电气参数

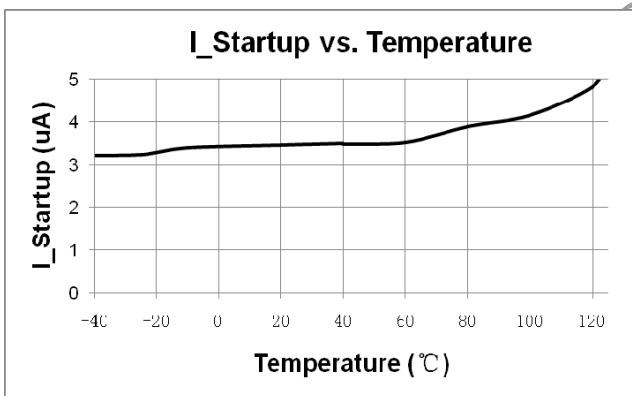
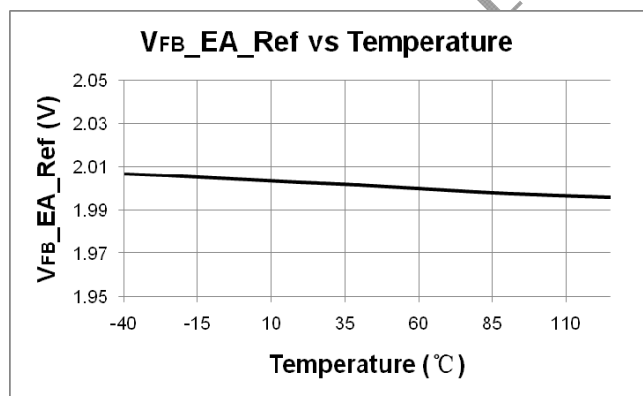
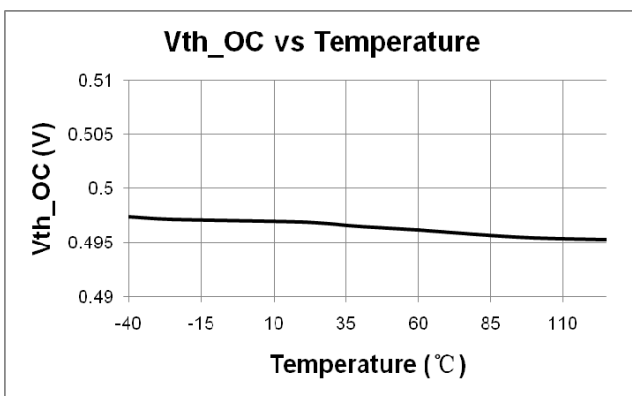
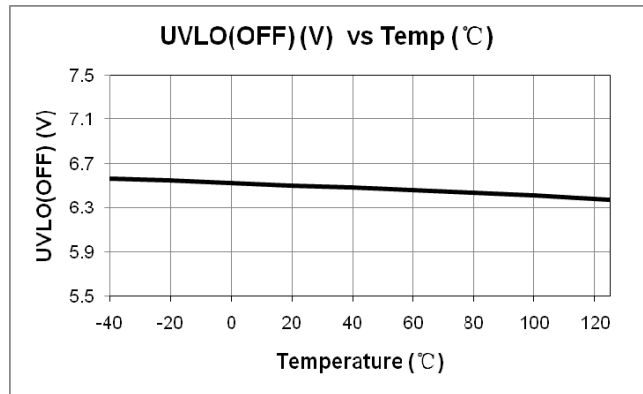
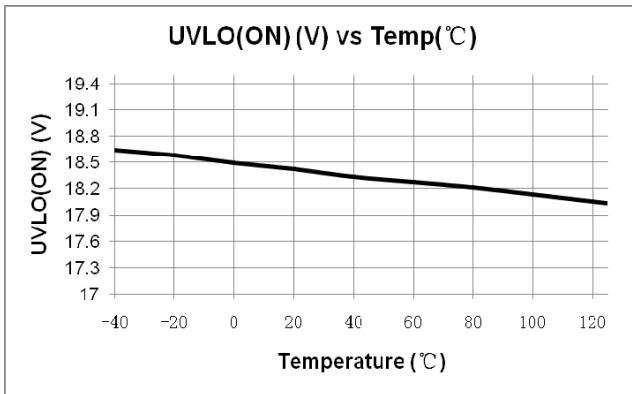
(T<sub>A</sub> = 25°C, VDD=18V, 无特别说明情况下)

符号	参数	测试条件	最小	典型	最大	单位
<b>芯片电源部分 (VDD 脚)</b>						
I_Startup	VDD 启动电流	VDD = UVLO(ON)-1V, 测量 VDD 输入电流		3	20	uA
I_VDD_Op	芯片工作电流	VDD=20V		0.8	1.5	mA
UVLO(ON)	VDD 启动电压		17	18.2	19.5	V
UVLO(OFF)	VDD 关断电压		5.9	6.5	7	V
VDD_OVP	VDD 过压保护阈值		25	27.5	30	V
V <sub>DD</sub> _Clamp	VDD 钳位电压	I(V <sub>DD</sub> ) = 10 mA	28	30	32	V
T_Softstart	软启动时间			2		mSec
<b>反馈输入部分(FB 脚)</b>						
V <sub>FB_EA_Ref</sub>	内置电压放大器(EA) 的参考电压		1.98	2.0	2.02	V
V <sub>FB_DEM</sub>	消磁检测阈值			25		mV
T <sub>min_OFF</sub>	最小关断时间			2		uSec
T <sub>max_OFF</sub>	最大关断时间			1.2		mSec
V <sub>FB_Short</sub>	输出短路保护阈值			1.2		V
T <sub>FB_Short</sub>	输出短路保护时间			13		mSec
T <sub>CC</sub> /T <sub>DEM</sub>	恒流模式下开关周期 与消磁时间的比值			2		
I <sub>Cable_max</sub>	最大线损补偿电流			60		uA
<b>电流检测部分 (CS 脚)</b>						
T <sub>blanking</sub>	前沿消隐时间			500		nSec
V <sub>th_OC_max</sub>	最大电流限制		490	500	510	mV
T <sub>D_OC</sub>	电流比较器关断延迟			100		nSec
<b>功率三极管部分</b>						
V <sub>CEO</sub>	集电极-发射极击穿 电压	I <sub>c</sub> =10mA, I <sub>b</sub> =0	450			V
V <sub>CBO</sub>	集电极-基极击穿 电压	I <sub>c</sub> =10mA	700			V
H <sub>fe</sub>	直流电流增益	V <sub>ce</sub> =5V, I <sub>c</sub> =0.5A	10		40	
V <sub>CE_sat</sub>	集电极-基极击穿 饱和电压	I <sub>c</sub> =0.5A, I <sub>b</sub> =0.1A			0.5	V

**注释1.** 最大极限值是指超出该工作范围, 芯片有可能损坏。推荐工作范围是指在该范围内, 器件功能正常, 但并不完全保证满足个别性能指标。电气参数定义了器件在工作范围内并且在保证特定性能指标的测试条件下的直流和交流电参数规范。对于未给定上下限值的参数, 该规范不予保证其精度, 但其典型值合理反映了器件性能。

**注释2.** 芯片不能保证在此范围外能够正常工作。

## 典型参数特性



## 工作应用描述

SF6022 是高性能、多模式控制、高集成的 DCM 模式、原边反馈(PSR) 控制器。芯片集成高精度恒压恒流(CV/CC)控制功能,完善的保护功能,使得它非常适用于小功率 AC/DC 转换领域。

## ◆ 原边反馈 PSR 技术简介

◆ 假定系统工作在反激 DCM 模式,功率传输方程可以表示为:

$$P = \frac{\eta}{2} \times L_m \times I_{pk}^2 \times f_s = V_o \times I_o \quad (\text{Eq.1})$$

在上式中, P 为输出功率, Vo 和 Io 分别为系统输出电压和电流, η 为系统功率转换效率, Lm 为变压器

原边主电感的感量, fs 为系统开关频率, Ipk 为原边峰值电流。下图显示了一个开关周期内的主要工作波形。

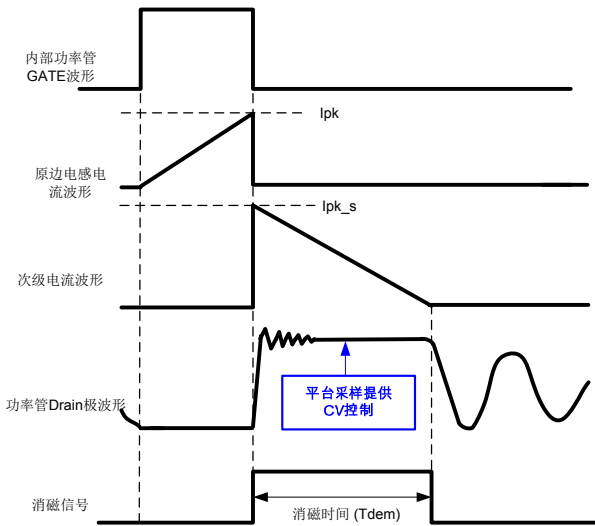


Fig.1

在上图中，芯片在每个周期内检测辅助绕组分压 FB 信号，在芯片内部产生了一个消磁信号 DEM，利用消磁脉宽 Tdem 来实现恒流控制。在 DCM 模式下，

$$T_{dem} \text{ 可以表示为: } \frac{V_o}{L_m} \times T_{dem} = \frac{N_s}{N_p} \times I_{pk} \quad (\text{Eq.2})$$

在公式 2 中，Np 和 Ns 分别为变压器初级和次级的匝数。

结合公式 1 和公式 2，输出平均电流可以表示为：

$$I_o = \frac{\eta}{2} \times I_{pk} \times \frac{N_p}{N_s} \times f_s \times T_{dem} \quad (\text{Eq.3})$$

### 恒流(CC) 控制原理

从公式.3 可以看出，有两种实现恒流的方法：一种是脉冲频率调制 PFM，这种控制方式是使原边电感电流的峰值保持恒定，同时让每个周期的消磁脉宽 Tdem 与开关频率 fs 的乘积为定值，也就是让消磁脉宽 Tdem 与开关周期 Ts 的比例保定值，这样就可以实现输出电流为定值，而且与线输入电压和变压器感量都无关。另一种可能的恒流实现方式是脉冲宽度调制 (PWM)，让开关周期 Ts 保持定值，通过调整占空比来实现恒流。具体来说就是让消磁脉宽 Tdem 与原边电感电流的峰值 Ipk 的乘积保持定值，这样输出平均电流与线输入电压和变压器感量都无关。

SF6022 FM 模式来实现恒流，其中消磁脉宽 Tdem 与开关周期 Ts 的比例为 0.5:

$$f_s \times T_{dem} = 0.5 \quad (\text{Eq.4})$$

### ◆ 恒压(CV) 控制原理

通过检测辅助绕组反激转换中的消磁平台电实现恒压 CV 控制，如图 1 所示。恒压 CV 控制有很多方式，比如 PWM，PFM 或者二者混合控制。SF6022 采用多模式控制，在不同功率段采用不同的控制方式，如下文介绍。

### ◆ 启动电流/ 启动工作电流

SF6022 启动电流很小，典型值只有 3uA (典型值) 工作电流 0.8mA (典型值)。小的工作电流可以提高效率和减小 VDD 启动电容。

### ◆ 无补偿电容/第二代 PSR 介绍

SF6022 可以满足 ±4% 恒压恒流 CC/CV 精度和 CC 恒流线性补偿，如图 2 所示。

#### ● 专利的无噪音控制技术

SF6022 有专利的无噪音控制技术，可以使全负载的情况下无异音。

#### ● 内置快速动态响应技术，满足 USB 充电器需求

SF6022，动态响应快，控制集成高，可以提高系统的动态响应性能，满足 USB 充电器系统要求。

#### ● 智能短路保护技术

传统的 PSR 系统输出短路保护是基于辅助绕组和次级绕组之间的耦合。当输出短路，辅助绕组不能提供足够的能量，系统将进入自动恢复模式保护。使用 SF6022 如果初级绕组的漏感非常大，在测试输出短路时，电路将自动检测情况，然后进入自动保护状态。

#### ● 专利的零电压带载启动技术

传统的 PSR 系统为了满载带载可以正常启动，将 OCP 调大可以正常启动，SF6022 专利的零电压带载技术可以实现输出电压 0V 启动,如图 2 所示。

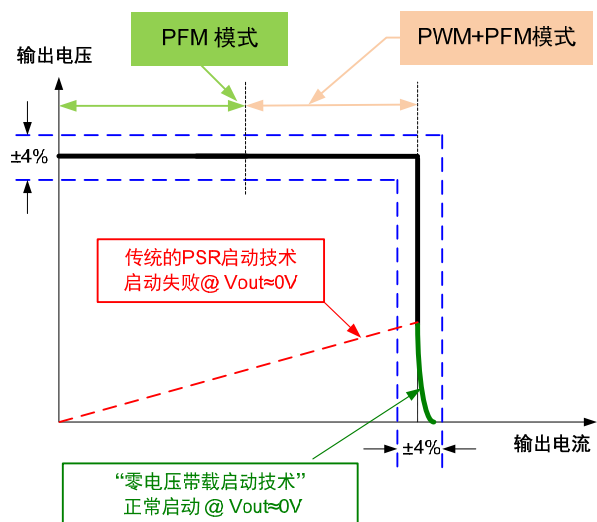


Fig.2

#### ● 无需外部补偿/滤波电容

SF6022 使用的专利技术可以使用系统外围无需使用补偿/滤波电容，这样可以降低成本。

### ●可以最高支持 50V 电压输出（LED 电源）

SF6022 可以使用最高输出 50V 的 LED 电源。

### ◆ 线损补偿技术

SF6022 内置了输出线损补偿技术，可以在恒压(CV)模式下进行输出线补偿。

### ◆ 高可靠，高效率，多模式 PSR 控制

传统的纯 PFM 控制 PSR 系统在重载的时候变压器容易出现饱和问题，SF6022 是采用专利的多模式控制，可以抑制这种问题，如图 2 所示。

在满载的时候，系统工作在 PWM+PFM 模式这样提高了系统的可靠性。在轻负载条件下，芯片工作在 PFM 模式实现良好的调节效率高。

### ◆ 软启动

SF6022 内置 2 毫秒的软启动时间。在软启动时间内，芯片的逐周期电流比较器的阈值电压缓慢上升，从而减小了系统的电流应力。系统每次重启都伴随有软启动过程。

### ◆ 前沿消隐 (LEB)

每次功率三极管开通时，电流检测电阻上会出现电流尖峰。为了避免这种电流尖峰造成芯片误关断，芯片内置有前沿消隐(LEB, leading edge blanking)电路。前沿消隐时间典型为 550ns，在前沿消隐时间内，芯片内部的逐周期电流限制的比较器不会被误触发造成关断。

### ◆ 最小和最大 OFF 时间

SF6022 集成了最小关断时间(OFF time)控制，典型为 2us。最小关断时间可以防止了功率开关关断初期的毛刺电压对芯片正常工作的干扰，尤其是当变压器漏感感量较大和输出电压较低时。SF6022 的最大关断时间典型值为 1.2ms，因此能够实现低待机功耗。..

### ◆ 管脚浮空保护

在SF6022中，如果管脚浮空现象发生，芯片设计为进入保护模式，不会导致系统损坏。

### ◆ 内置高低压恒流补偿

传统的 PSR 系统输出 CC（恒流）点会随着输入交流电压而变化。IC SF6022 内置了高低压补偿功能，如图 3 所示。IC 可以检测到输出电压和 PFM 占空比调整恒流点。可以提高恒流精度。

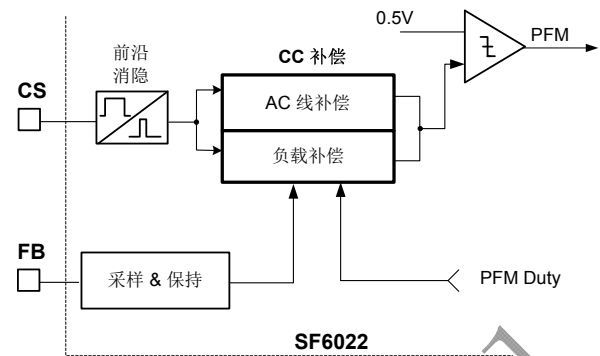


Fig.3

### ◆ 自动重启保护

如下图 4 所示，当某个保护被触发后，保护被锁存，同时芯片开关动作终止，VDD 电压开始下降（由于辅助绕组不再提供能量给芯片）。当 VDD 电压掉到关断电压 UVLO(OFF) (典型值为 6.5V)以下后，保护锁存解除，芯片 VDD 电压又开始升高，进入正常启动模式，如图 5 所示。启动结束后，芯片开始动作，并确认保护是否解除，如果保护未解除，芯片又进入保护锁存状态，并重复掉电重启，直至保护被解除。

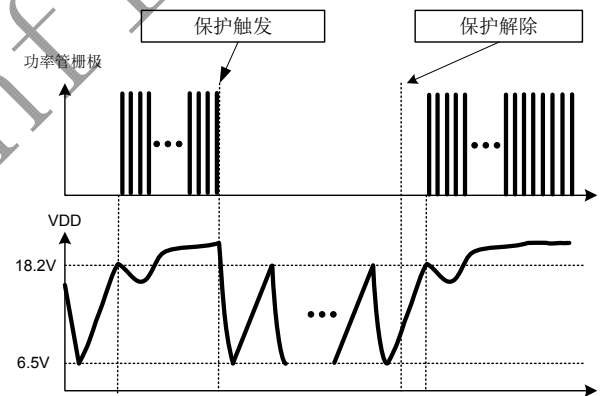


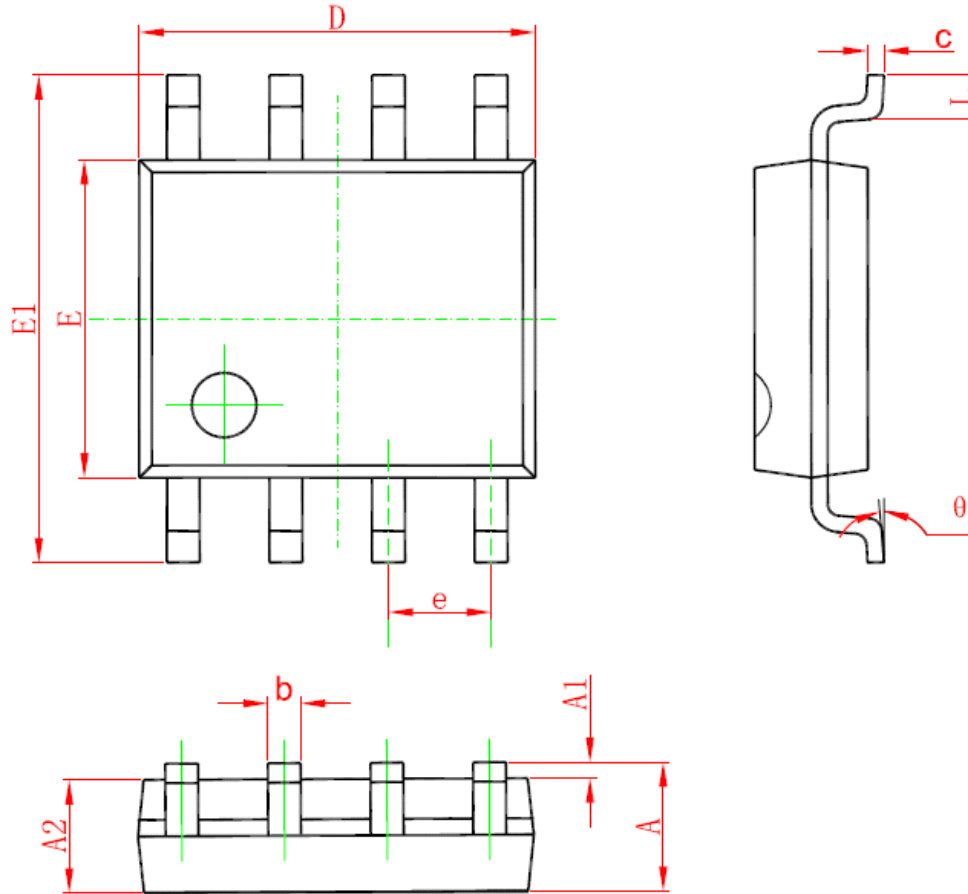
Fig.4

### ◆ VDD 过压保护

SF6022 VDD 过压保护后可以实施自动恢复。

封装信息

SOP8 PACKAGE OUTLINE DIMENSIONS

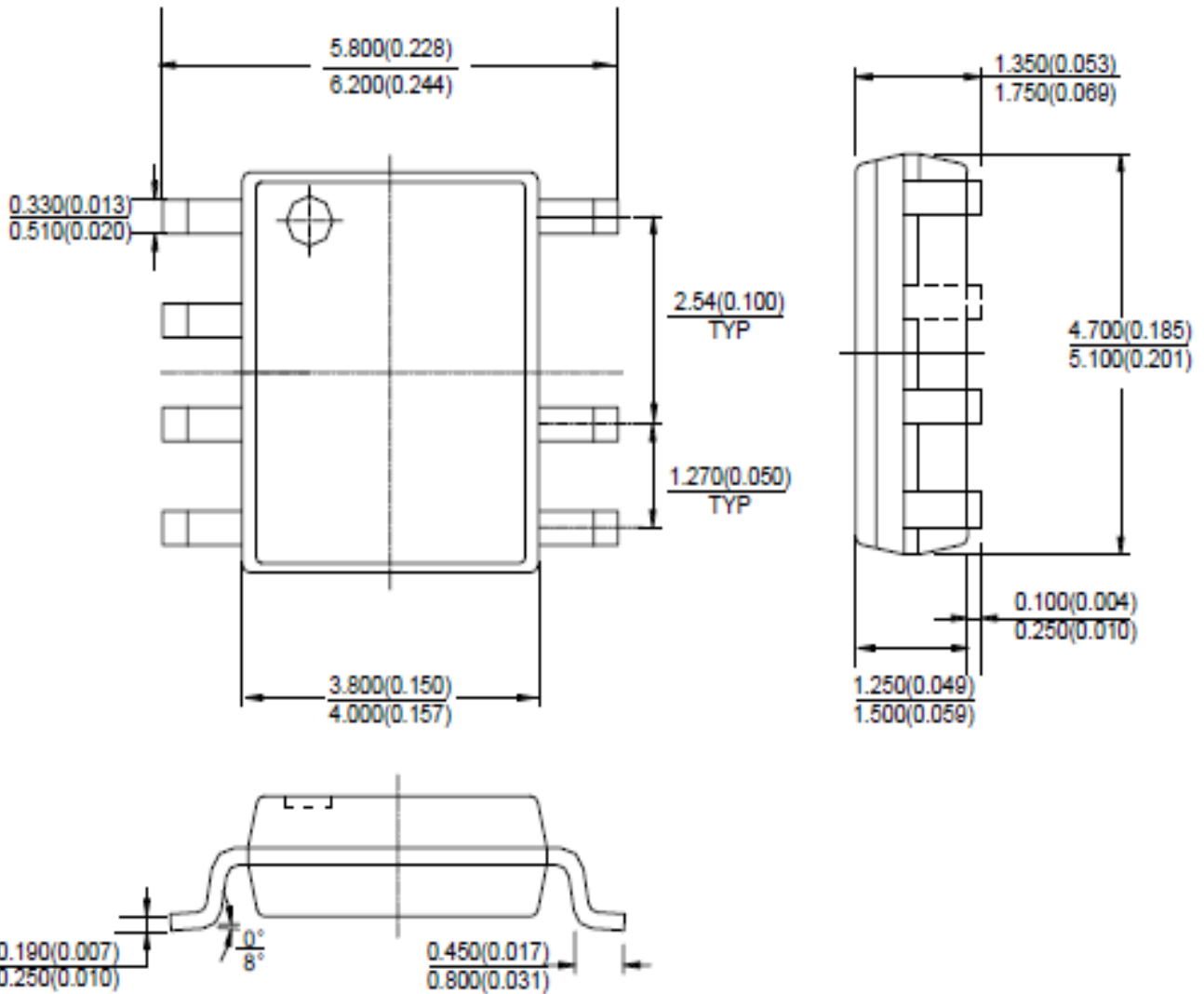


Symbol	Dimensions In Millimeters		Dimensions In Inches	
	Min	Max	Min	Max
A	1.350	1.750	0.053	0.069
A1	0.050	0.250	0.002	0.010
A2	1.250	1.650	0.049	0.065
b	0.310	0.510	0.012	0.020
c	0.170	0.250	0.006	0.010
D	4.700	5.150	0.185	0.203
E	3.800	4.000	0.150	0.157
E1	5.800	6.200	0.228	0.244
e	1.270 (BSC)		0.05 (BSC)	
L	0.400	1.270	0.016	0.050
θ	0°	8°	0°	8°



**SOIC-7**

**Unit: mm(inch)**



Note: Eject hole, oriented hole and mold mark is optional.



## IMPORTANT NOTICE

SiFirst Technology Nanhai, Ltd (SiFirst) reserves the right to make corrections, modifications, enhancements, improvements and other changes to its products and services at any time and to discontinue any product or service without notice. Customers should obtain the latest relevant information before placing orders and should verify that such information is current and complete.

SiFirst warrants performance of its hardware products to the specifications applicable at the time of sale in accordance with SiFirst's standard warranty. Testing and other quality control techniques are used to the extent SiFirst deems necessary to support this warranty. Except where mandated by government requirements, testing of all parameters of each product is not necessarily performed.

SiFirst assumes no liability for application assistance or customer product design. Customers are responsible for their products and applications using SiFirst's components. To minimize the risks associated with customer products and applications, customers should provide adequate design and operating safeguards.

Reproduction of SiFirst's information in SiFirst's data books or data sheets is permissible only if reproduction is without alteration and is accompanied by all associated warranties, conditions, limitations, and notices. Reproduction of this information with alteration is an unfair and deceptive business practice. SiFirst is not responsible or liable for such altered documentation. Information of third parties may be subject to additional restrictions.

Resale of SiFirst's products or services with statements different from or beyond the parameters stated by SiFirst for that product or service voids all express and any implied warranties for the associated SiFirst's product or service and is an unfair and deceptive business practice. SiFirst is not responsible or liable for any such statements.

SiFirst's products are neither designed nor intended for use in military applications. SiFirst will not be held liable for any damages or claims resulting from the use of its products in military applications.

SiFirst's products are not designed to be used as components in devices intended to support or sustain human life. SiFirst will not be held liable for any damages or claims resulting from the use of its products in medical applications.