

DATA SHEET

SP2605F

高性能原边控制恒流恒压AC/DC控制电路

版本号：V1.5

一、概述

SP2605F 是一款性能优异的原边反馈控制器，应用于低成本小功率 AC/DC 充电器与适配器。

SP2605F 非常适合低成本应用方案，首先，SP2605F 内置环路补偿，能够省去外置补偿电容；其次，它采用原边反馈控制，能够省去光耦和 TL431。以上举措可以最大限度地减少系统的元器件数目，很好地控制系统成本。

SP2605F 提供多种保护功能，包括逐周期限流保护，VDD 过压保护，VDD 欠压保护（UVLO），输出过压保护，输出短路保护，VDD 过压钳位保护，过温保护，管脚悬空保护等。

二、特点

- 内置 750V 功率 BJT
- 内置环路补偿，不需要外置补偿电容
- 使用原边反馈控制，可省去光耦与 TL431
- 全电压范围内 $\pm 5\%$ 的恒压和恒流精度
- 多模式控制方式
- 在恒压模式下，具有线缆压降补偿
- 待机功耗在 70mW 以下
- 内置原边电感补偿
- 内置上电软启动功能
- 内置前沿消隐（LEB）功能
- 超低启动电流
- 集成非常全面的保护功能：VDD 过压保护、VDD 欠压保护、逐周期限流保护、输出短路保护、输出过压保护、管脚悬空保护、过温保护。

三、应用范围

- 手机、数码相机充电器
- 小功率电源适配器
- AC/DC LED 照明驱动
- 替代线性电源

四、产品信息

产品型号	封装
SP2605AF	SOP7、无铅

五、极限参数:

符号	描述	范围	单位
V_{CES}	功率 BIT C-E 击穿电压 (B、E 短接)	750	V
VDD	电源电压	30	V
FB、CS	其他管脚电压	-0.3~7	V
T_J	工作结温范围	-40 to 150	°C
$T_{STORAGE}$	存储温度范围	-65 to 150	°C
T_W	工作温度范围	-40 to 85	°C
T_{LEAD}	焊接温度 (焊锡, 10 秒)	260	°C

注: 超出上述“极限参数”可能对器件造成永久性损坏。工作条件在极限参数规范内可以工作, 但不保证其特性。器件长时间工作在极限条件下, 可能影响器件的可靠性及寿命。

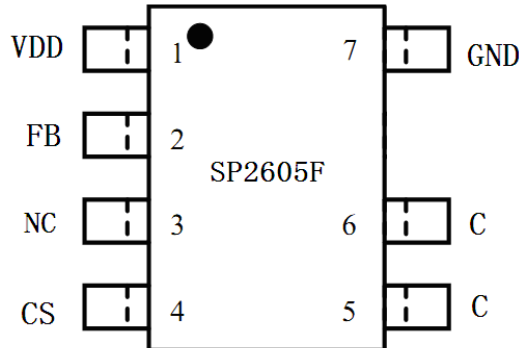
六、封装热损率

产品封装	热阻 (°C/W)
SOP7	150

七、推荐工作条件:

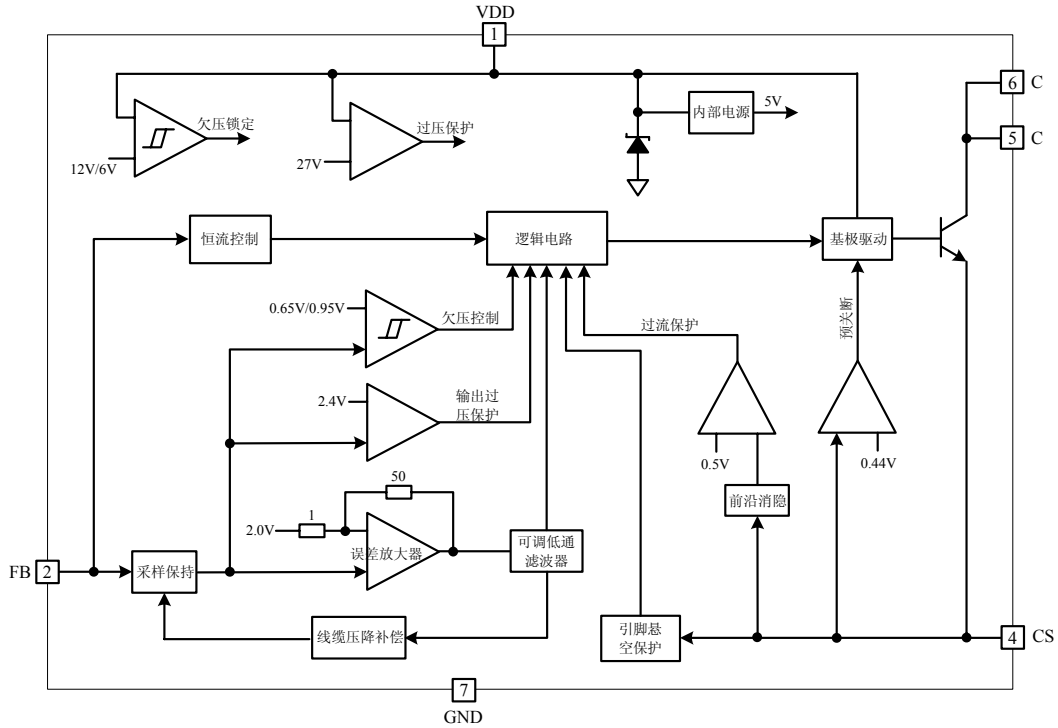
符号	描述	范围	单位
VDD	VDD 脚电压	7~22	V

八、管脚定义



序号	名称	功能
1	VDD	电源
2	FB	输出电压反馈输入脚
3	NC	空脚
4	CS	电流取样脚
5,6	C	功率 BJT 集电极脚
7	GND	地

九、IC 内部框图

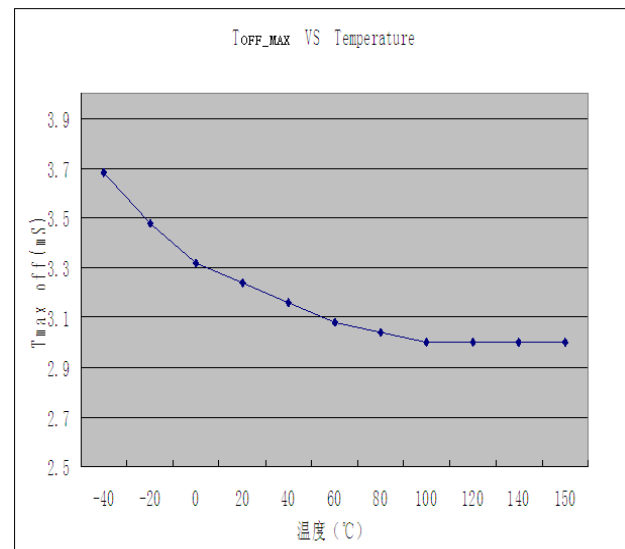
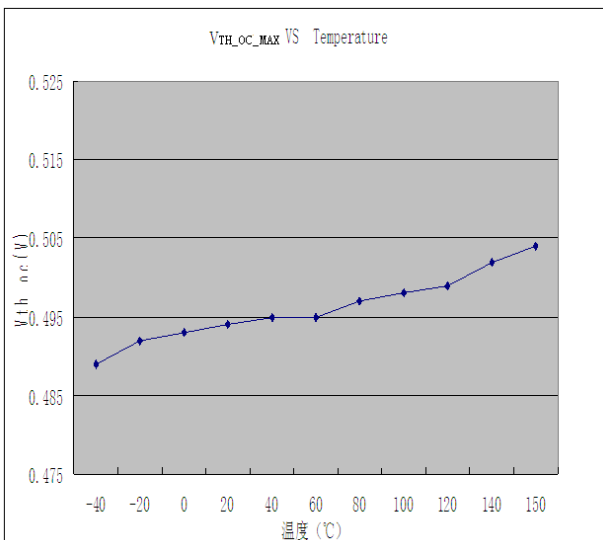
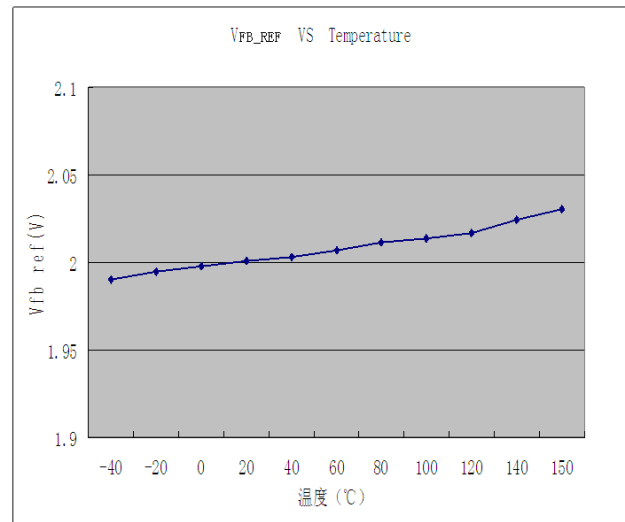
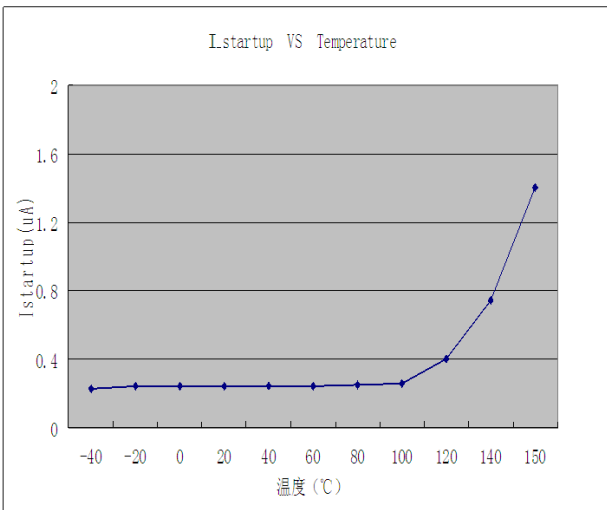
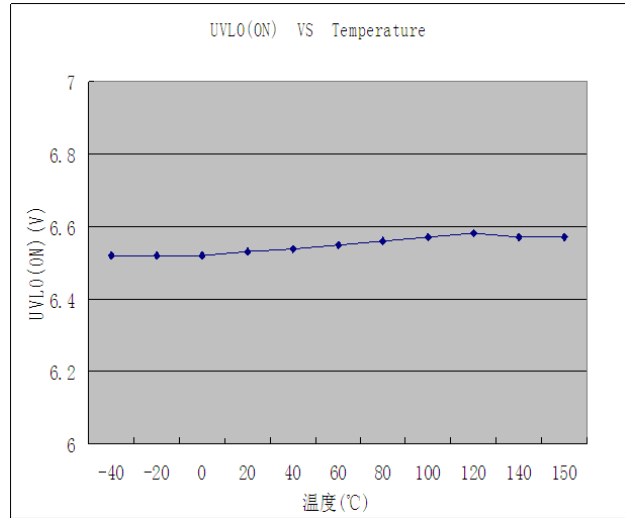
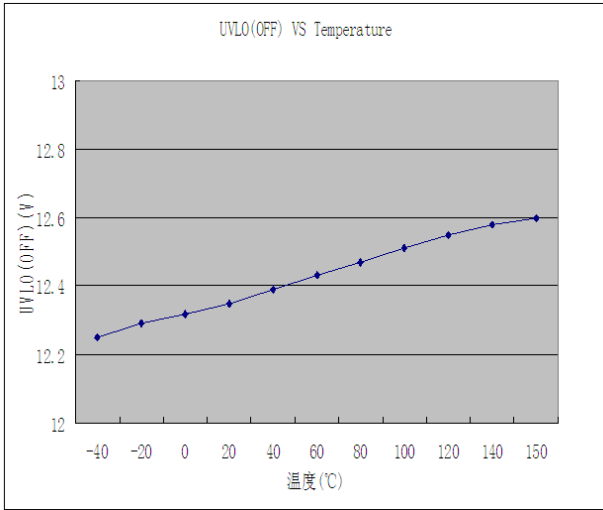


十、电气参数

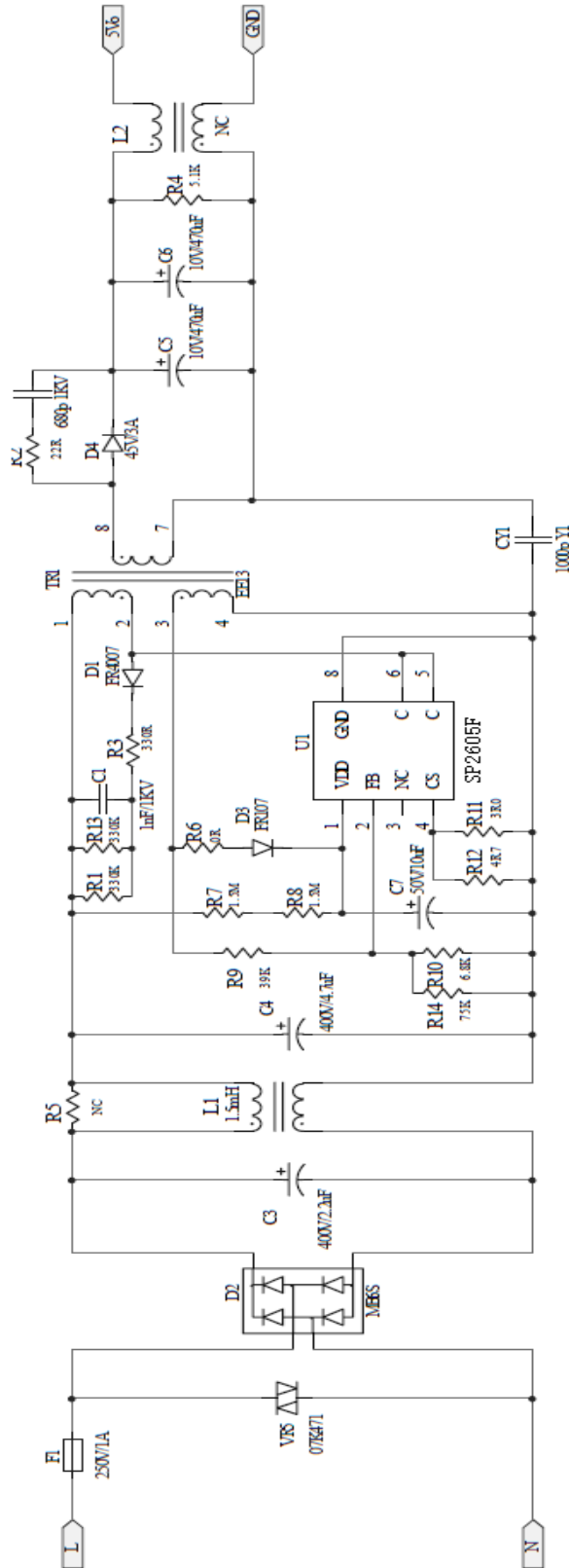
(除非特别声明, 测试条件是: 环境温度 $T_A=25^{\circ}\text{C}$, 电源电压 $V_{DD}=15\text{V}$.)

符号	描述	条件	范围			单位
			最小	典型	最大	
电源脚 (VDD)						
I_Startup	启动电流	$V_{DD}=UVLO(OFF) - 1\text{V}$		2	20	μA
I _{OP}	工作电流			1	1.5	mA
UVLO(OFF)	启动电压	VDD 电压上升至 IC 工作	11	12	13	V
UVLO(ON)	欠压保护	VDD 电压下降至 IC 关闭	5	6	7	V
VDD_OVP	过压保护		24.5	26	27.5	V
VDD_Clap	箝位电压			28.5		
电流取样输入脚 (CS)						
T _{LEB}	前沿消隐时间			500		nS
V _{TH_OC_MAX}	CS 脚最大过流保护阈值		490	500	510	mV
T _{D_OC}	过流检测与控制延时			100		nS
T _{Softstart}	软启动时间			2		mS
反馈电压输入脚 (FB)						
V _{FB_REF}	误差放大器基准电压		1.98	2	2.02	V
V _{FB_OVP}	输出过压保护点			2.4		V
V _{FB_DEM}	消磁比较器阈值			0.1		V
T _{OFF_MIN}	最小关断时间			2		μS
T _{OFF_MAX}	最大关断时间			1.25		mS
V _{FB_UMP}	输出欠压保护点			1.1		V
T _{CC} /T _{DEM}	恒流模式下开关周期与消磁时间的比值			2		
I _{CABLE_MAX}	最大线缆压降补偿电流			40		μA
功率 BJT						
V _{CB0}	集电极-基极击穿电压		750			V
V _{CEO}	集电极-发射极击穿电压		400			V
I _C	集电极电流				1	A
过温保护点 (OTP)						
T _{otp}	过温保护点			150		$^{\circ}\text{C}$

十一、典型温度特性曲线

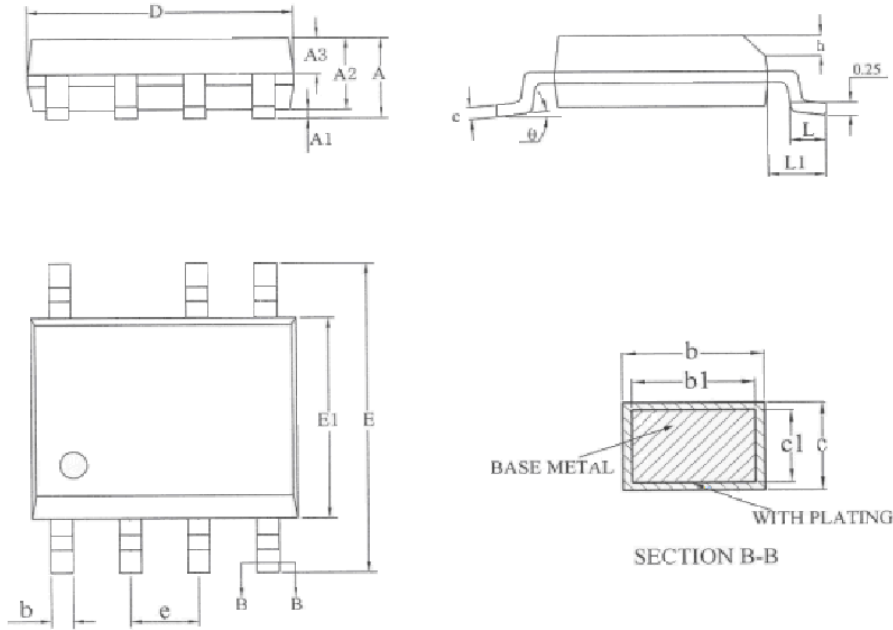


十二、典型应用



十三、封装外形 (单位: mm)

SOP7



SYMBOL	MILLIMETER			SYMBOL	MILLIMETER		
	MIN	NOM	MAX		MIN	NOM	MAX
A	—	—	1.75	D	4.70	4.90	5.10
A1	0.05	—	0.15	E	5.80	6.00	6.20
A2	1.30	1.40	1.50	E1	3.70	3.90	4.10
A3	0.60	0.65	0.70	e	1.27BSC		
b	0.39	—	0.48	h	0.25	—	0.50
b1	0.38	0.41	0.43	L	0.50	—	0.80
c	0.21	—	0.26	L1	1.05BSC		
c1	0.19	0.20	0.21	θ	0	—	8°

十四、使用说明

SP2605F 是一款性能优异的原边反馈控制电路，非常适用于低成本离线式小功率 AC/DC 充电器与适配器。SP2605F 内置高精度恒流和恒压控制电路，可以在十分精简的外围条件下准确地实现恒流和恒压控制。与常规充电器 / 适配器相比，采用 SP2605F 的充电器 / 适配器体积更小、成本更低。

◆ 启动控制和启动电流

SP2605F 典型的启动电流是 $2\mu\text{A}$ 。当 IC 的 VDD 脚电位低于开启电压时，高压侧通过启动电阻为 VDD 节点电容充电以启动 IC，由于启动电流很小，所以可以使用一个高阻值的低功率启动电阻（典型值 $4\text{M}\Omega$ ），这一方面保证了 IC 的启动，另一方面也降低了待机功耗。

◆ 内置环路补偿，无需外置补偿电容

SP2605F 内置环路补偿，可以省去外置的补偿电容；加之 SP2605F 的原边反馈控制方式可以省去光耦和 TL431，因此使用 SP2605F 可以极大地降低系统成本。

◆ 高精度恒压和恒流性能

SP2605F 具有 $\pm 5\%$ 的恒压和恒流精度，如图 1 所示。

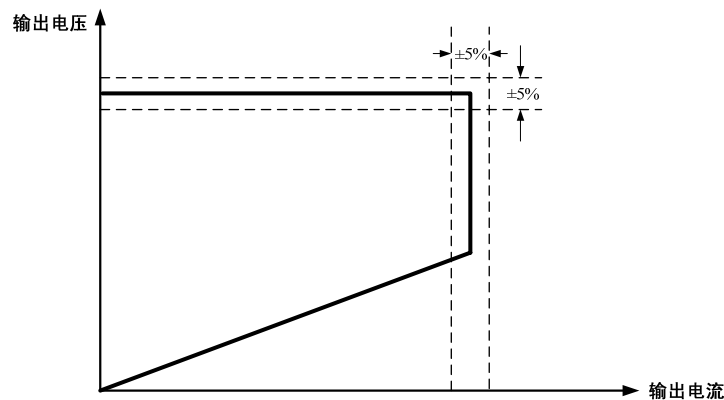


图 1 典型的 CC / CV 曲线

◆ 恒压原理

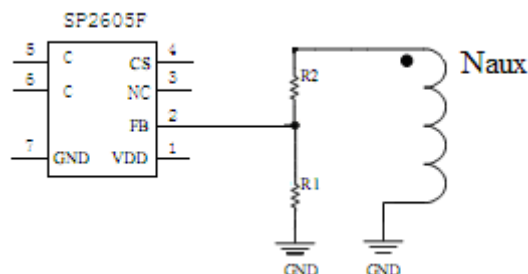


图 2 线缆压降补偿示意图

为实现恒流 / 恒压控制，SP2605F 所在的反激式变换器系统需工作在 DCM 模式。

恒压模式下，结合图 2 可以发现，辅助绕组电压反映了输出电压值，通过 R1 和 R2 可以检测辅助绕组反馈电压的平台值（如图 3）并反馈到 IC 的 FB 脚，FB 电压与参考电压之间的差值通过误差放大器放大后去控制开关信号从而实现稳定的输出电压 V_o ，其表达式如下

$$V_o = 2V \times \frac{N_s}{N_A} \times \frac{R1+R2}{R1} - V_D \quad (1)$$

其中，2V 是误差放大器的基准电压值，R1 和 R2 是辅助绕组到地之间的反馈电阻， N_s 与 N_A 分别是次级和辅助绕组匝数， V_D 是输出整流二极管压降。

◆ 恒流原理

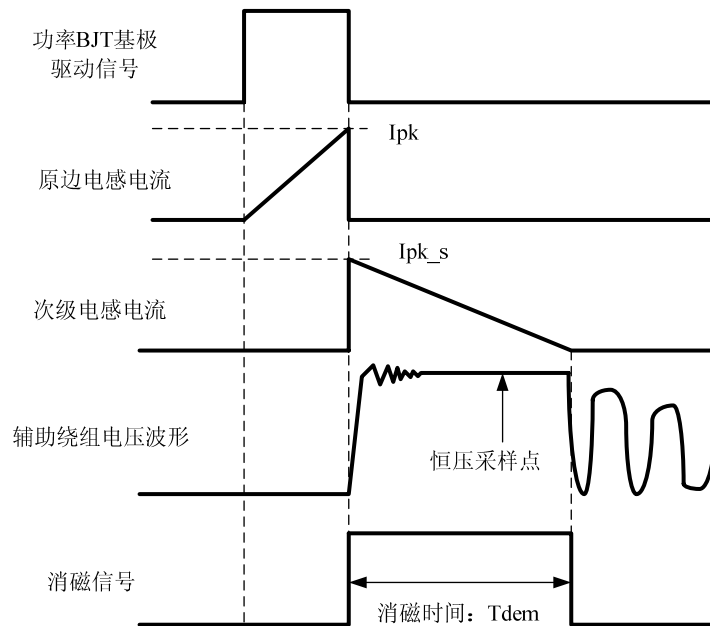


图 3 恒流 / 恒压控制示意波形

恒流模式下，把系统设置工作在 DCM，功率传输的公式为：

$$P_o = \frac{\eta}{2} \times L_p \times I_{PK}^2 \times f_s = V_o \times I_o \quad (2)$$

在 (2) 式中， P_o 是输出功率， V_o 和 I_o 分别是系统输出的电压和电流， η 是系统的变换效率， L_p 是变压器的原边电感， I_{pk} 是在一个开关周期内的原边电感电流峰值， f_s 是系统开关频率，图 3 所示波形说明了系统在一个开关周期内的工作过程：控制器通过辅助绕组在每个周期内产生一个消磁信号 T_{dem}

$$L_p \times I_{PK} = V_o \times \frac{N_p}{N_s} \times T_{dem} \quad (3)$$

在 (3) 式中， N_p 和 N_s 分别是变压器初级匝数和次级匝数，结合 (2) 式和 (3) 式，可以推算系统的平均输出电流

$$I_O = \frac{\eta}{2} \times I_{PK} \times \frac{N_P}{N_S} \times f_S \times T_{dem} \quad (4)$$

从(4)式可以看出,有2种方式来控制恒流:一种是PFM,即脉冲频率调制,这种控制方式是保持 I_{pk} 恒定,使 f_s 和 T_{dem} 的乘积为定值,这样 I_o 与 V_o (输出电压)、 L_p (原边电感量)、电网输入电压没有关联性;另一种方法是PWM,即脉冲宽度调制,这种控制方式是保持 f_s 恒定,使 I_{pk} 和 T_{dem} 的乘积恒定,也就是说,通过调制占空比使 I_o 与 V_o (输出电压)、 L_p (原边电感量)、电网输入电压没有关联性。

SP2605F通过PFM来实现恒流, f_s 与 T_{dem} 的乘积为

$$f_S \times T_{dem} = \frac{1}{2} \quad (5)$$

◆ 恒压 / 恒流工作

电池充电过程中通常有两种工作模式,恒流充电和恒压充电。当电池电压较低时,充电器是恒流充电,这是对电池充电的主要过程,能量很快进入电池;当电池电压达到饱和电压时,充电电流逐渐减小,充电器进入恒压模式。最后,充电电流持续减小直至为0。

◆ 自恢复的保护模式

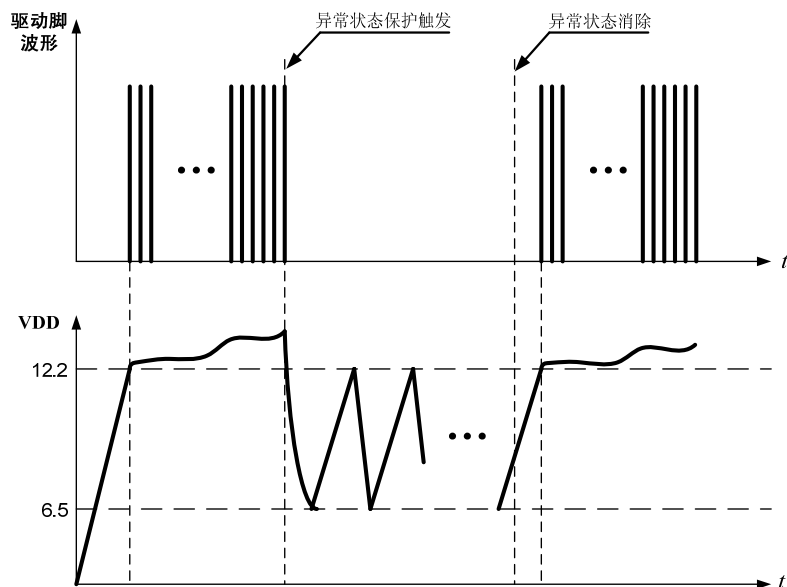


图4 自恢复的保护模式

为了避免异常状态对整机的损坏或造成其他不良影响,SP2605F集成了自恢复的保护模式,其原理如下:如图4所示,一旦检测到异常状态,功率管就会关断,这样会导致辅助绕组没有能量供给VDD,造成VDD电压持续下降。当VDD电压下降至低于 $UVLO(ON)$ 时,IC关闭,保护状态被复位;与此同时,VDD电压开始上升。如果异常状态一直存在,SP2605F会一直重复上述过程直到异常状态解除。会触发芯片进入自恢复模式的异常状态包括VDD过压、输出过压、管脚悬空、温度过高等。

◆ 恒压模式下的线缆压降补偿

SP2605F 用于手机充电器时，手机电池处于充电器线缆的末端，这样实际上电池与线缆前端的电压会有压降。为此，SP2605F 内置了线缆压降补偿功能来提高系统的负载调整率，如上图 2 所示。补偿电流的大小与负载电流大小反向变化，实现线缆压降补偿。最大的补偿比是

$$\frac{\Delta V}{V_o} = \frac{I_{\text{CABLE_MAX}} \times (R_2 // R_1) \times 10^{-6}}{2V} \times 100\% \quad (6)$$

其中， ΔV 是输出电压的最大线损补偿量， V_o 是输出电压， $2V$ 是误差放大器的基准电压值， $I_{\text{CABLE_MAX}}$ 是最大线损补偿电流（单位是 μA ）。

◆ 电流取样与前沿消隐

每次功率三极管刚打开时，在取样电阻上会产生很高的电压尖峰，这个电压尖峰可能会引起芯片的误判断。为此，SP2605F 在 CS 脚上设置有典型值为 500nS 的前沿消隐时间，可以屏蔽这个尖峰对芯片的影响，在前沿消隐时间内，逐周期限流比较器不起作用，不能关断三极管。因此 CS 脚的外部只需要设置时间常数很小的 RC 滤波网络。

◆ 保护功能

SP2605F 内置了非常丰富的保护功能，以保证电源系统的可靠性。包括：逐周期限流保护，VDD 过压保护，VDD 欠压保护，输出过压保护，输出短路保护，VDD 过压钳位保护，过温保护，软启动，管脚悬空保护等。

声明：

- 1、无锡硅动力微电子股份有限公司保留 DATA SHEET 的更改权，恕不另外通知。客户在下单前应获取最新版本资料，并验证相关信息是否完整和最新。
- 2、任何半导体产品在特定条件下都有一定的失效或发生故障的可能，买方有责任在使用本公司产品进行系统设计和整机制造时遵守安全标准并采取安全措施，以避免潜在失败风险可能造成人身伤害或财产损失情况的发生。
- 3、产品提升永无止境，我公司将竭诚为客户提供更优秀的产品。