



一、概述

FS6876PG/DG 是一颗电流模式 PWM 控制芯片，内建高压电流源，在启动阶段提供启动电流，由此可以构建一个低损耗的启动电路。FS6876PG/DG 的 CS 脚设置有前沿消隐功能，并且内置斜坡补偿，结合多种工作模式，方便构建高效率、低成本的 AC/DC 应用方案，内置的抖频功能，有效减小 EMI 干扰。

FS6876PG/DG 内置多种保护，包括逐周期限流保护（OCP），过载保护（OLP），过压保护（OVP），欠压保护（UVLO），过温保护等。此外，FS6876PG/DG 内建独有的绿色控制模式，更易于构建高性能的 AC/DC 转换电路。FS6876PG/DG 提供 DIP8、SOP8 无铅封装形式。

二、应用范围

- 充电器
- 电源适配器
- 开放框架式开关电源
- TV/LCD 显示屏电源

三、特点

- 高压(500V)启动电路
- 电流模式控制
- 内建绿色控制模式
- 开关频率可外部设置
- 内置抖频功能，有效减小 EMI 干扰
- 无噪声工作
- 内置同步斜坡补偿
- 内置前沿消隐(LEB)功能
- 过载保护（OLP），逐周期限流保护（OCP）
- 过压保护（OVP），欠压保护（UVLO）
- 过温保护
- 500mA 驱动能力
- DIP8、SOP8 无铅封装

四、极限参数：

符号	描述	范围	单位
V _{HV}	HV 输入电压	-0.3~500	V
V _{CC}	VCC 输入电压	-0.3~30	V
V _{COMP}	COMP 输入电压	-0.3~7	V
V _{RT}	RT 输入电压	-0.3~7	V
V _{CS}	CS 输入电压	-0.3~7	V
I _{OUT}	OUT 脚输出电流	500	mA
T _{JUNCTION}	工作结温	150	°C
T _{OPERATION}	工作环境温度范围	-40~85	°C
T _{STORAGE}	存储温度范围	-65~150	°C
θ _{JA}	热阻 (SOP8)	160	°C/W
	热阻 (DIP8)	100	
P _{DISSIPATION}	IC 最大功耗 ^{注1} (SOP8)	400	mW
	IC 最大功耗 ^{注1} (DIP8)	650	
T _{LEAD}	焊接温度 (锡焊, 10 秒)	260	°C

注 1: 环境温度为 85°C

五、推荐工作条件：

符号	描述	范围	单位
V _{CC}	VCC 脚电压	11~25	V
C _{ST}	VCC 脚电容	10~47	uF
F _{osc}	开关频率	50~130	KHz

六、IC 内部框图

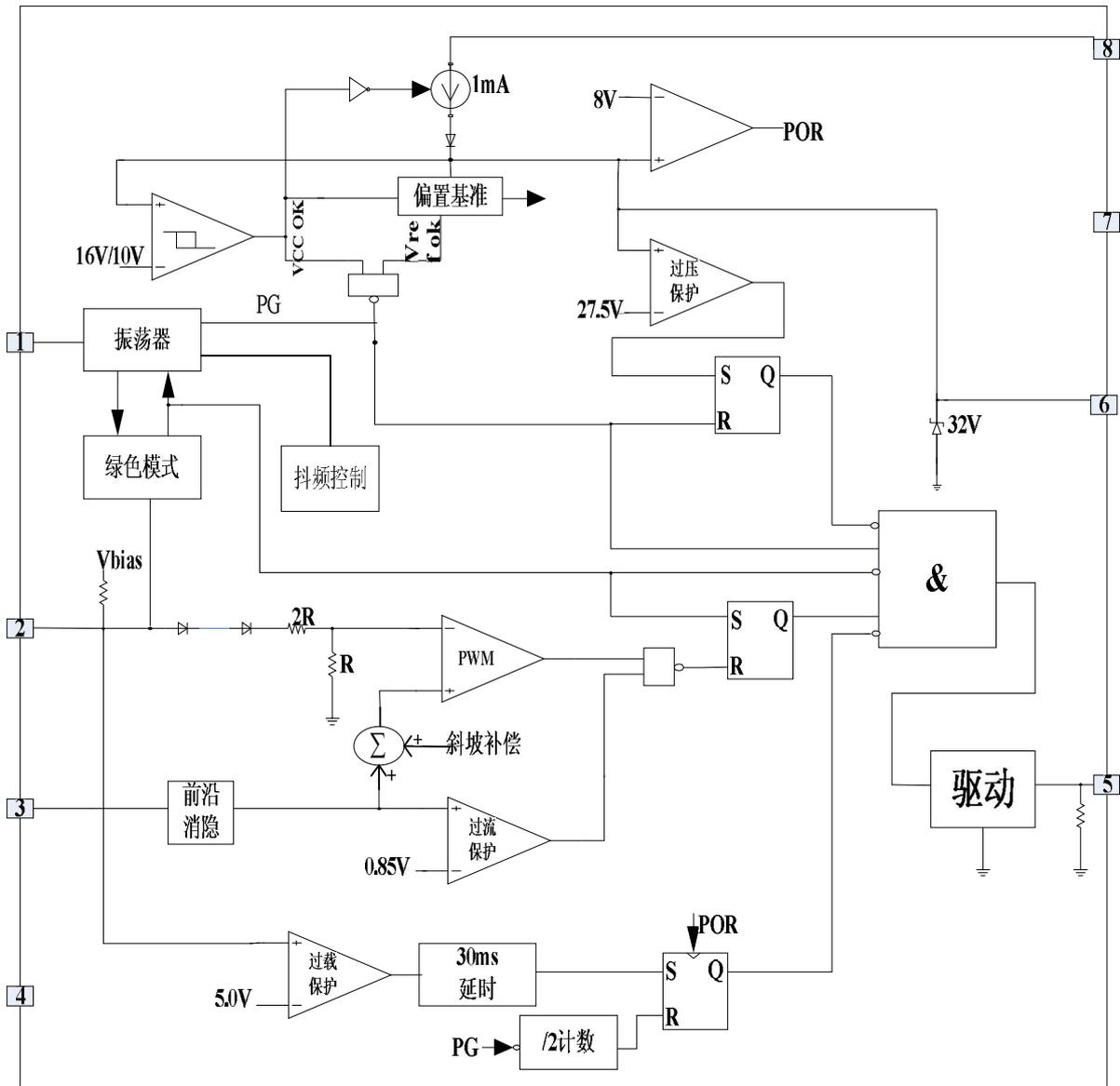
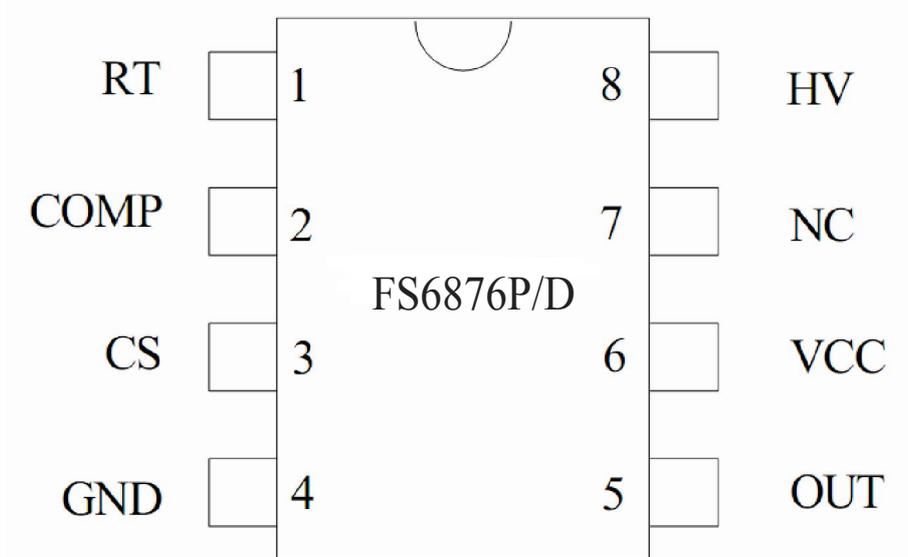


图 1

七、管脚定义图


序号	名称	功能
1	RT	设置频率脚。
2	COMP	反馈脚。
3	CS	电流取样脚。
4	GND	地。
5	OUT	驱动脚。
6	VCC	电源脚
7	NC	空脚。
8	HV	高压启动脚。

八、电气参数

测试条件： $T_A=25^{\circ}\text{C}$ ， $V_{CC}=15\text{V}$ 。

有特别说明除外。

符号	描述	条件	范围			单位
			最小	典型	最大	
高压启动部分 (HV 脚)						
I_{HV_ST}	高压电流源电流	$V_{CC}<V_{UVLO_ON}$ ， $HV=500\text{V}$	0.5	1.0	1.5	mA
I_{HV_SHTD}	高压电流源漏电流	$V_{CC}>V_{UVLO_OFF}$ ， $HV=500\text{V}$			35	uA
电源电压部分 (VCC 脚)						
I_{ST}	启动电流	$V_{CC}=14.5\text{V}$ ，测试 V_{CC} 端电流			100	uA
I_{OP}	工作电流 (OUT 接 1nF 电容)	$V_{COMP}=0\text{V}$ ， $V_{CS}=0\text{V}$		2.0	3.0	mA
		$V_{COMP}=3\text{V}$ ， $V_{CS}=0\text{V}$		2.5	4	mA
		OLP, OVP		0.5		mA
V_{UVLO_ON}	启动电压	VCC 上升至 IC 工作	15.0	16.0	17.0	V
V_{UVLO_OFF}	欠压保护	VCC 下降至 IC 关闭	9.0	10.0	11.0	V
V_{OVP}	过压保护		25	27.5	30	V
反馈部分 (COMP 脚)						
V_{COMP_OPEN}	COMP 开环电压			6.0		V
I_{COMP_SHORT}	COMP 短路电流	COMP 短路到地电流		1.5	2.2	mA
V_{TH_GR}	绿色模式 COMP 阈值			2.35		V
V_{TH_OLP}	过载保护阈值			5.0		V
T_{DELAY_OLP}	过载保护延迟时间	$F_{osc}=65\text{KHz}$		30		mS
电流取样部分 (CS 脚)						
T_{LEB}	前沿消隐时间			350		nS
Z_{SENSE_IN}	SENSE 脚输入阻抗		1			$M\Omega$
V_{TH_OC}	SENSE 脚过流保护阈值		0.8	0.85	0.9	V
T_{D_OC}	过流保护延迟时间			100		nS
振荡部分 (RT 脚)						
F_{OSC}	振荡频率	$R_T=100\text{K}\Omega$	60	65	70	KHz
F_{OSC_GR}	绿色模式振荡频率	$F_{osc}=65\text{KHz}$		20		KHz
驱动部分 (OUT 脚)						
V_{OUT_L}	输出低电平	$I_o=20\text{mA}$			1	V
V_{OUT_H}	输出高电平	$I_o=20\text{mA}$	9			V
T_R	上升时间	OUT 脚加 1nF 电容		50	160	nS
T_F	下降时间	OUT 脚加 1nF 电容		30	60	nS

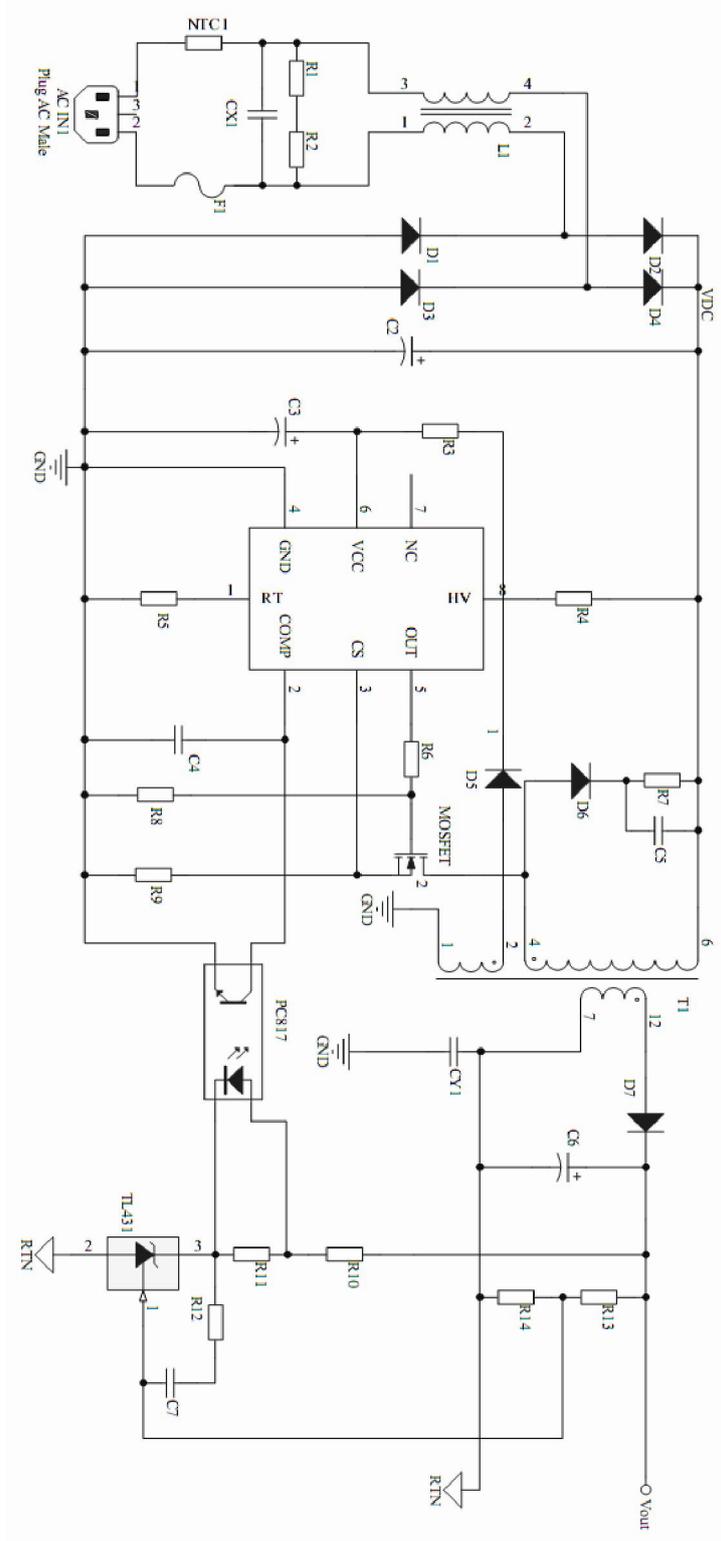
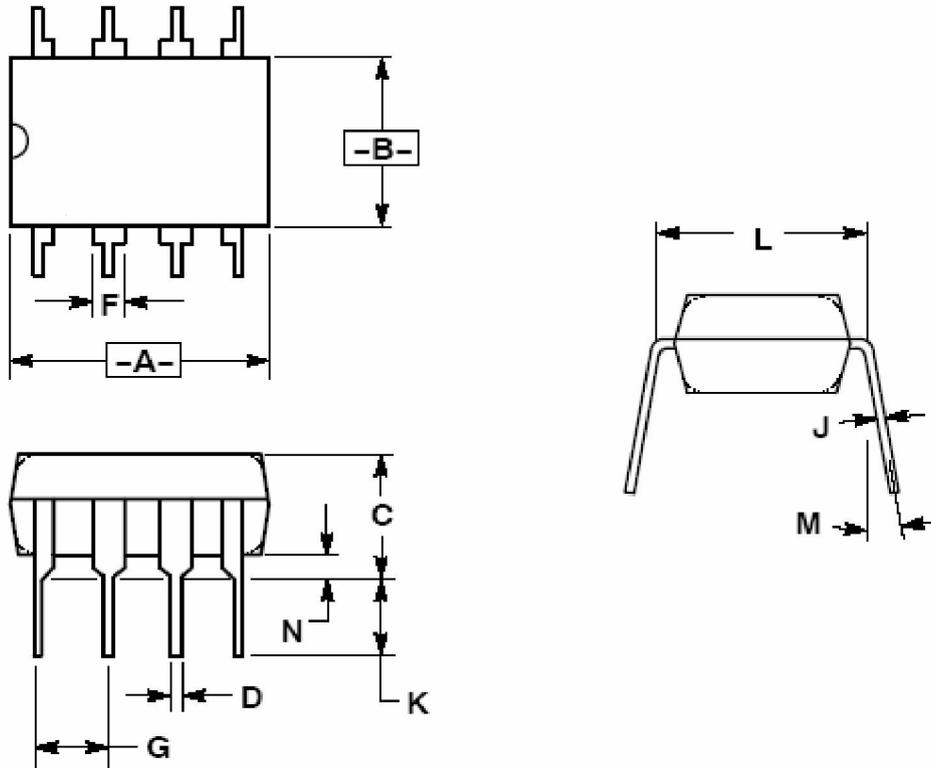
九、典型应用


图 2

十、封装外形

FS6876PG(DIP-8)

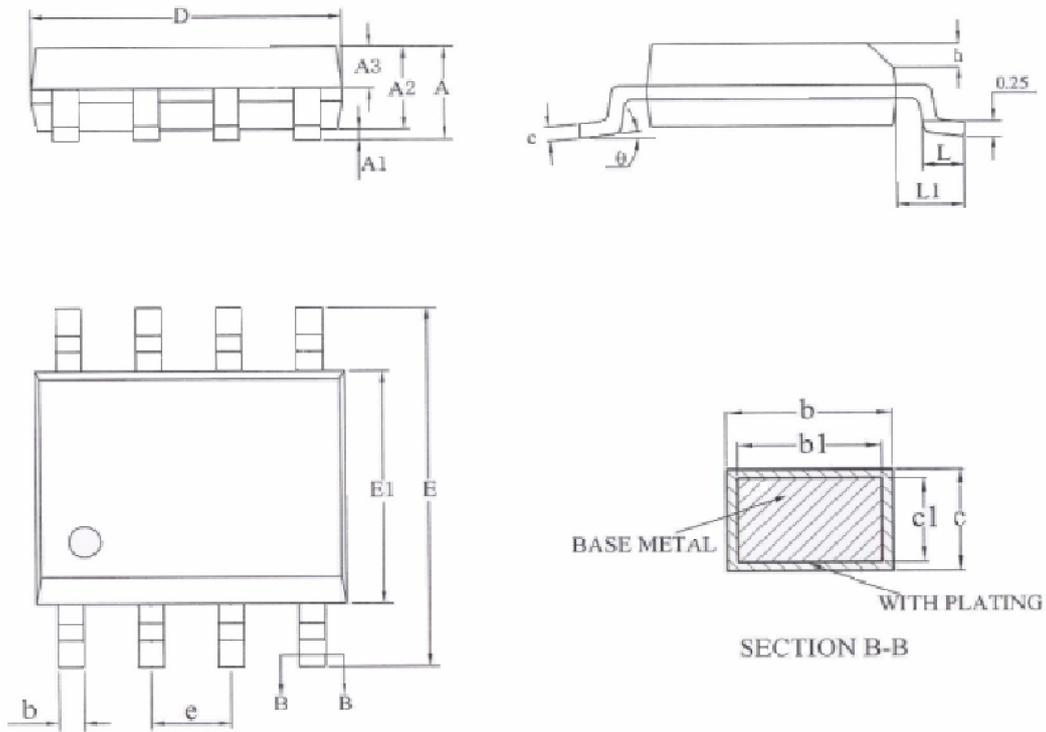
单位: mm



符号	最小	典型	最大
A	9.05	9.25	9.45
B	6.15	6.35	6.55
C	3.6	3.8	4
D	0.44		0.53
F	1.52BSC		
G	2.54BSC		
J	0.25		0.31
K	3.0		
L	7.62BSC		
M	0		0.84
N	0.51		

FS6876DG(SOP-8)

单位: mm



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°

十一、使用附件

● 功能概述

随着节能环保正逐渐变为一种趋势，开关电源的低功耗与高效率也变得越来越高重要，传统的 PWM 控制芯片已经难以满足日益苛刻的条件。此外，低成本与高功率密度要求 PWM 控制器集成更多功能，以减少整个系统的外围元件数量。FS6876PG/DG 正是一颗能够很好满足以上要求的 PWM 控制器，它内置多种工作模式以及控制功能，更容易构建高性能、低功耗的开关电源系统，同时内置多种保护机制，可以为系统提供更完备的保护，减少外部元件的数量。

● 启动

传统的启动电路是在高压输入端与 IC 供电脚接入一个大阻值电阻，利用电阻上的电流为 VCC 端电容充电，从而启动电路。这一方式的突出问题是在系统正常工作时，这个大阻值电阻会一直消耗功率，在能源要求越来越严格的今天，这个损耗正在变得越来越不能接受。当然，我们可以使用更大阻值的电阻来减小这一损耗，但相对应的，会大大增加系统的启动时间。

与传统启动电路相比，FS6876PG/DG 使用独特的高压电流源启动方式，在损耗与启动时间中取得了很好的平衡。如图 3，是 FS6876PG/DG 的启动电路。

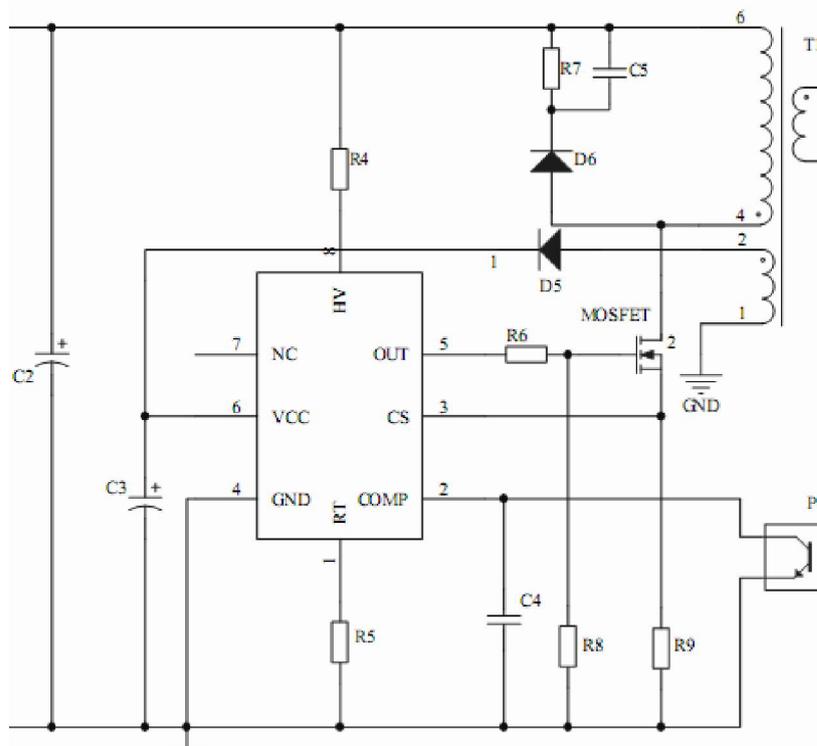


图 3

在系统开始启动的时候，内部的高压电流源为 VCC 端的电容 C3 充电。在系统刚启动的时候，VCC 电压是小于 V_{UVLO_ON} 的，此时这个电流源将提供约 1mA 的启动电流。在这个过程中，IC 的启动电流只有约 100uA，所以大部分的启动电流用来为 VCC 电容充电。在这种启动方式中，输入电压的高低对于系统启动时间的影响很小。

当 VCC 电容被充电至 V_{UVLO_ON} 后，FS6876PG/DG 开始工作，此时高压启动电流源关闭。VCC 端由辅助线圈供电。因此启动电路的损耗基本可以忽略，更低的待机功耗也由此取得。

- **电流取样与前沿消隐**

FS6876PG/DG 采用电流模式 PWM 控制方式，通过 CS 脚采样原边电流，同时提供逐周期限流保护。外部功率管电流由连接在 CS 脚上的取样电阻探测。外部功率管刚打开时，缓冲网络中二极管的反向恢复电流和功率管漏源电容的放电电流在取样电阻上会造成很高的电压尖峰，容易引起芯片的误判断，而 FS6876PG/DG 在 CS 脚上设置有 350ns 的前沿消隐时间，可以屏蔽这个尖峰对芯片的影响，因此 CS 脚的外部无需 RC 滤波网络。在前沿消隐时间内，限流比较器不起作用，不能关闭功率管。芯片的 PWM 占空比由取样电阻上的电压与 COMP 上的电压共同决定。

- **输出级与最大占空比**

FS6876PG/DG 的典型驱动能力为 500mA，同时在输出级内置有 CMOS 缓冲器，可以直接用 OUT 脚驱动外部功率管。电路的最大占空比被限制在 75%，以避免工作过程中变压器饱和。

- **电压反馈环**

电压反馈信号由次级的 TL431 通过光耦传递到 IC 的 COMP 脚，输入电压首先通过两个二极管，然后通过分压器进行 1/3 分压，最后传递至 PWM 比较器。由此可以得出内部 PWM 比较器的电压环信号为：

$$V_{PWM_COMP} = \frac{1}{3} \times (V_{COMP} - 2V_F)$$

其中 V_{COMP} 为 COMP 脚的输入电压， V_F 为内部二极管的压降。

- **振荡频率**

FS6876PG/DG 的开关频率可以在外部进行设置。在 RT 脚与 GND 之间接入一个电阻 R，IC 的工作频率便可以由下式计算：

$$F_{OSC} = \frac{65000}{R(\Omega)} \times 100(KHz)$$

建议将 FS6876PG/DG 的工作频率设置在 50KHz 至 130KHz 之间。

- **抖频**

FS6876PG/DG 内置抖频功能。它的开关频率可以通过内部的一个随机信号源进行调制，从而分散噪声的频谱分布。分散的噪声频谱减小了频带内的 EMI 峰值，从而改进系统的 EMI 性能，简化了设计。

- **内部同步斜坡补偿**

内建的同步斜坡补偿电路增加了电流取样脚上电压的斜率，可以确保当芯片工作在 CCM 模式下，尤其是占空比大于 50% 时环路的稳定性，避免次谐波振荡的出现。

- **打开/关闭控制**

当需要关闭 FS6876PG/DG 的输出时，可以将 COMP 脚下拉至低于 1.2V，此时 OUT 脚的输出信号将会消失。当需要 FS6876PG/DG 正常工作时，只需将拉低 COMP 脚的信号去除，芯片即可恢复正常工作。

- **绿色控制模式**

在空载或者轻载的时候，系统的大部分损耗是由 MOSFET 的开关损耗、变压器的磁芯损耗以及缓冲网络的损耗所构成。而其中最大的损耗来源于开关损耗，所以低的开关频率可以减小损耗。

在系统正常工作的时候，频率是由环路及 IC 来调节的。在空载或者轻载时，开关频率将会减小，以此来提高效率，如果此时 COMP 的电压下降到低于绿色模式阈值 V_{COMP_GR} ，IC 将进入绿色控制模式。在这个模式中，只有当 VCC 电压低于预设电平，并且 COMP 电压高于 V_{COMP_GR} 时，IC 的栅极驱动才工作，否则栅极驱动电路保持关状态，以此减小开关损耗，降低待机功耗。绿色模式的频率设置在音频范围之外，可以确保在工作时无音频噪声。

● **过载保护**

FS6876PG/DG 内置有过载保护(OLP)功能。当负载过大甚至输出短路的时候，电压反馈环会将 COMP 脚电位抬高。当 COMP 脚电位高于 OLP 阈值电压 5.0V 并且保持超过 30ms（开关频率为 65KHz）时，过载保护电路动作，电路的输出将会被关断。过载保护时 30ms 的延时可以有效防止误触发，尤其是系统上电与关断的瞬间。

芯片内部还设置有一个二分计数器。当 OLP 电路动作后，输出被锁存，同时这个计数器开始根据欠压保护(UVLO)被触发的次数来计数，当计数器记录到两次 UVLO 被触发时，输出端的锁存状态被释放，芯片重新开始工作。

使用计数器的好处是可以减小过载状态下的输入功耗与各元器件的电压应力，同时不影响过载保护的恢复。

● **过压保护**

目前一般功率管的 VGS 极限值是 30V。为了防止 VGS 过高可能出现的问题，FS6876PG/DG 在 VCC 上设置有过压保护（OVP）功能。当 VCC 电压高于 OVP 阈值电压时，输出电路会立即关断，直到下一次重启。

● **保护功能**

FS6876PG/DG 内置许多保护功能，用来防止因为管脚状态不对而可能对系统造成的损害。当以下任何一个状态被触发时，输出信号会被立即关断以保护系统——

- RT 脚短路至地
- RT 脚空置
- CS 脚空置

● **MOSFET 栅极的下拉电阻**

在 FS6876PG/DG 的 OUT 脚设置有避免引脚空置的下拉电阻 R_p ，用来防止因为 OUT 输出状态的不正确，而可能导致 MOSFET 工作不正常或者误触发。但是当连接 OUT 与外部 MOSFET 栅极的电阻 R_6 断路时，MOSFET 可能发生工作不正常的情况，所以此处建议在功率管的栅极到地之间再接入一个电阻 R_8 ，以最大限度保证电路的可靠工作。

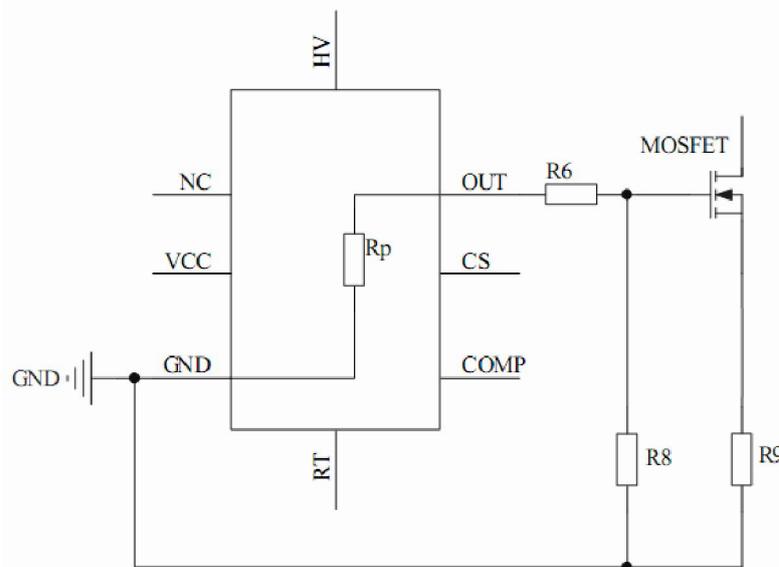


图 4

- HV脚的保护电阻

在许多带有高压启动功能的电路中，由于种种原因，往往会导致在VCC脚、HV脚与GND脚之间，形成类似于并联一个SCR（可控硅整流器）的电路结构，如图5。这可能带来一些隐患，例如当HV脚出现一个负压尖峰时，这个SCR可能会被触发锁存而一直导通，这就相当于VCC与GND之间出现了短路，极有可能会损坏电路。

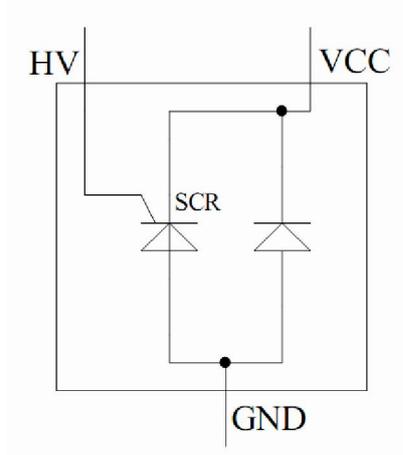


图5

针对可能出现的上述情况，FS6876PG/DG经过特殊设计，避免了这个并联SCR的出现，如图6。所以FS6876PG/DG可以更好地承受负压脉冲的影响。不过仍然建议在HV脚与输入高压之间串联一个电阻，在HV出现负压脉冲时，可以起到限流作用。

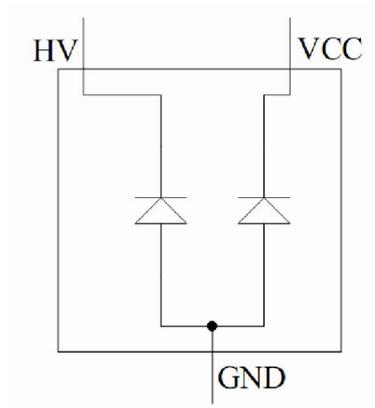


图6