

产品概述 (General Description)

- ◆ WT8366C 是一款直驱 SIC 的高性能的自适应多模式 PWM 控制芯片，适用于 500W 以内的电源适配器。
- ◆ WT8366C 采用多模式相结合的工作原理，在满载时，IC 工作在定频 110KHz CCM 模式，随着负载降低，频率也会降低并进入 DCM，以及谷底开启模式。为了防止出现音频噪音，最低开关频率被限制在 25KHz，但为了进一步降低待机功耗，满足能效要求，在待机或超轻载时，IC 工作在脉冲 (Burst Mode) 工作模式。
- ◆ WT8366C 还提供了多种全面的可恢复保护模式，其中包括：逐周期电流限制 (OCP)、过温保护 (OTP)、过功率保护、线电压欠压和过压保护、VDD 的过压保护、次边肖特基短路保护、低压关闭 (UVLO)。

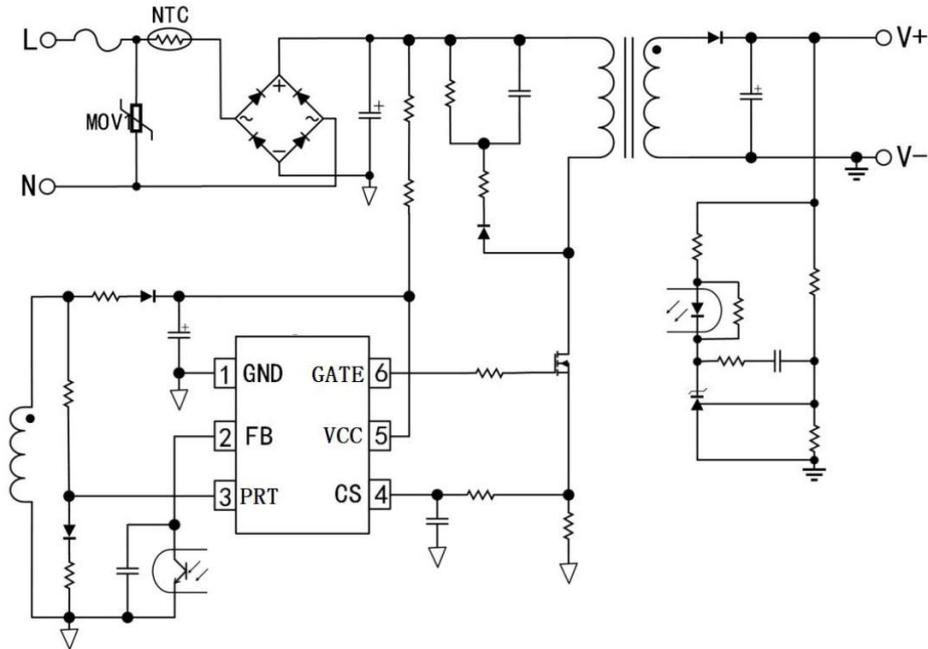
主要特点 (Features)

- ◆ VCC 工作范围 12-37V，UVLO_ON=20.6V
- ◆ GATE 钳位 18V，VCC<14V 时 GATE=VCC
- ◆ 工作频率 110KHz
- ◆ 高压满载谷底开，低压满载 CCM
- ◆ CCM/QR/DCM 多模式工作，实现全负载高效率
- ◆ 交流 Brownin/Brownout/line-OVP 保护
- ◆ 抖频功能
- ◆ 逐周期限流及自适应过功率保护
- ◆ 具有 line 电压补偿的过功率保护
- ◆ 外部可调节过温保护
- ◆ +380mA/-800mA 的驱动电路
- ◆ 提供 SOT23-6L 封装

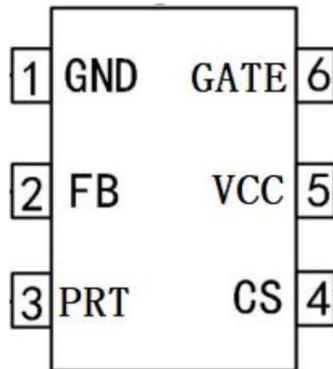
应用领域 (Application)

- ◆ 大功率 AC-DC 适配器
- ◆ 多口 PD 的 AC-DC
- ◆ 其它 AC-DC 电源

典型应用图 (Typical Application Circuit)



引脚定义 (Pin Configuration)



引脚描述 (Pin Description)

SOT23-6L PACKAGE		
引脚名称	引脚编号	引脚描述
GND	1	芯片地
FB	2	反馈输入引脚
PRT	3	输出电压/输入电压采样输入端, 谷底侦测脚
CS	4	电流采样输入端
VCC	5	芯片供电脚
GATE	6	芯片 PWM 驱动输出引脚, 用于驱动外部功率管

订购信息 (Ordering Information)

采购器件名称	封装形式	包装	最小包装数量
WT8366C	SOT23-6	盘装	3000PCS

保护模式 (Protection Mode)

Part number	OLP	VCC_OVP	FOCP	OSP	BI/BO LineOVP	VO_short	CS_OTP	Vo_OVP
WT8366C	Auto-Restart	Auto-Restart	Auto-Restart	Auto-Restart	Auto-Restart	Auto-Restart	Auto-Restart	Auto-Restart

极限参数 (Absolute Maximum Ratings)

参数 (Parameter)	极限值 (Extreme)	单位 (Unit)
VCC/芯片 DC 供电电压	-0.3 ~ 40	V
V _{GATE} /GATE 驱动脚	-0.3 ~ 20	V
其它引脚电压 (FB, CS, VS)	-0.3 ~ 6	V
T _J /工作结温	-40 ~ +150	°C
T _{STG} /保存温度	-55 ~ +150	°C
结温环境的热阻	150	°C/W
V _{ESD-HBM} /人体模型	2	KV
V _{ESD-MM} /机器模型	200	V

注 1: 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。

推荐工作条件 (Recommended Working Conditions)

参数 (Parameter)	参数范围 (Value)	单位 (Unit)
推荐供电电压 (VCC)	18 ~ 35	V
工作环境温度	-40 ~ +85	°C
工作结温度	-40 ~ +125	°C

电气特性参数(Electrical Characteristics)

注 2: 除特殊测试说明外, 电气参数均在 $T_A = +25^{\circ}\text{C}$, $V_{CC} = 18\text{V}$ 条件下测试。

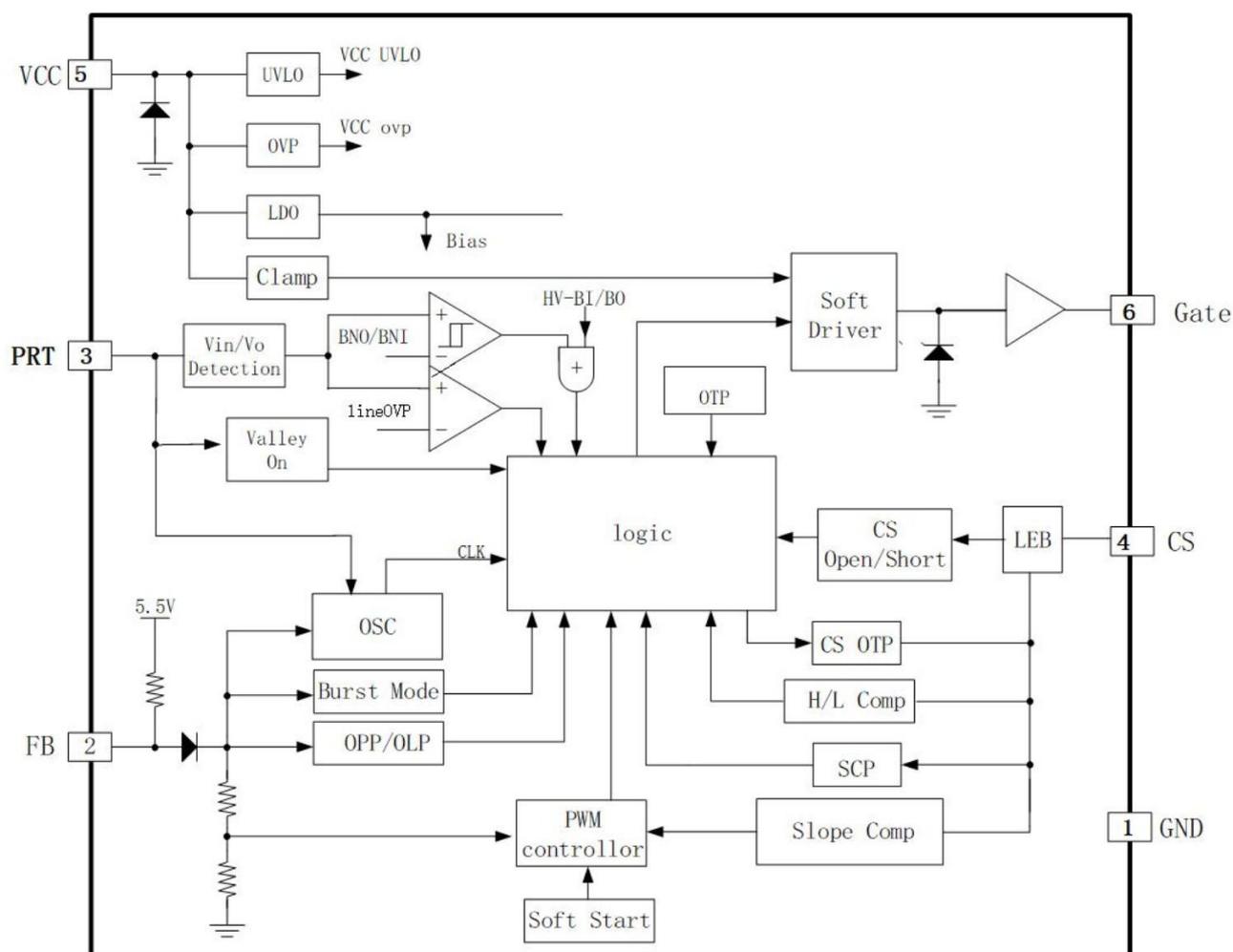
参数	符号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
Power Supply (VCC)						
VCC OVP	VCC OVP			37		V
VCC_clamp				36.5		V
I_vcc_clamp				8		mA
UVLO ON Threshold	VCC_ON			20.6		V
UVLO Off Threshold	VCC_OFF			12		V
Startup Current	I_start	$V_{CC} = V_{CC(on)} - 0.5\text{V}$	--	2		μA
Iq	Iq	Gate no-load		850		μA
Iq_burst	Iq_burst	$V_{CC} = 12\text{V}$	--	350		μA
Oscillator Section						
CCM Switching frequency	Fosc_CCM			110		kHz
Green Mode Frequency	Fgm_MIN		--	25	--	kHz
Maximum Duty	DMAX			75		%
Frequency Jitter Rate	Δf		--	± 7	--	%
Jitter Period	TJIT		--	4	--	ms
Gate Driver (Gate)						
Rising Time	TR	$C_L = 1\text{nf}$	--	250	--	ns
Falling Time	TF	$C_L = 1\text{nf}$	--	40	--	ns
Gate Output Clamping Voltage	Vgate	$V_{DD} = 20\text{V}$	--	18	--	V
Sink Current	Isink	$C = 33\text{Nf}$		800		mA
Sourcing Current	Isourcing	$C = 33\text{Nf}$		380		mA
Output Low Level	VOL				1	V
Output High Level	VOH		8			V
PMOS on	Vpmos	$V_{CC} < 14$ pmos-driver ON		14		V
Voltage Sensing Section (PRT)						
Brown-in threshold current	Ibrown-in	Optional Design, 4 pulses		110		μA
Brown-out threshold current	Ibrown-out			100		μA
Brown-out Debounce Time	Td-bo			30		ms
Line-OVP	Iline-ovp			440		μA
Line-OVP Debounce Time	Td-bo			16		cycle
High/low line detect	I_H/L	高压下 FBvsF 曲线与低压略有不同		240		μA
Threshold of Output OVP	VOVP			2.85		V

Output OVP debounce time	Tod_ovp			7		cycle
Output Under-Voltage Protection	Vo_short		--	0.5	--	V
De-bounce time of Output Under-Voltage Protection	TD_UVP		--	32	--	ms
Blanking Time of VS Pin	Tbk	After Turn off	--	2.2	--	μs
ZCD Threshold	ZCD(Trig)		--	-75	--	mV
ZCD Hysteresis	ZCD(Hys)		--	25	--	mV
ZCD Delay time	Tzcd			150		nS
Line comp 0	Line-comp start	lprt>100uA,线补偿开始起作用		100		uA
Line comp K		lline_comp=(lprt-100u)*6.25%		6.25%		
Feedback Input Section (FB)						
VFB open loop voltage	VFB_open			4.9		V
Open loop protection, Debounce time	Td_OLP			160		ms
PWM input gain ΔVFB/ΔVCS	AVCS	Vfb=3v at Vcsmax		3.5		V/V
The threshold quit QR	FB_qr_hv	Vin>180Vac		2.38		V
	FB_qr_lv	Vin<180Vac		2.0		V
The threshold enter green mode	Vref_green			1.95		V
The threshold enter burst mode	Vref_burst_L	FB_for_cs@0.35		0.96		V
The threshold exit burst mode	Vref_burst_H	FB_for_cs@0.45		1.06		V
FB short circuit current	IFB_short	Short FB pin to GND and measure current		195		uA
Pull up resistor	Rpull-up			30		KΩ
电流采样(CS)						
Soft startup time	Tss	Vcs min->max		4		ms
FOCP	FOCP	肖特基短路的阈值		1.5		V
FOCP response time	TFocp	持续8个周期保护		8		Cycles
FOCP Lead Edge Blanking	TLEB_FOCP			150		ns
Leading Edge Blanking Time	TLEB			300		ns
Min Current limit	Vcs_min			150		mV
Overload Trig level	Vth_olp		0.31	0.33	0.35	V
OLP Debounce Time	Tolp			128		mS
line Compensation Res	Rcomp	CS内置Line补偿电阻		0.8		KΩ

External OTP Threshold	Vt-otp			0.8		V
OTP Sample Delay Time	Ts-otp			2.2		uS
OTP Debounce Time	Topt_d			32		mS
IC 过温保护						
OTP Threshold	Tz	关断重启		160		°C
OTP Recovery	Tz			130		°C

注 3: Iopp 这项内部做了一个 6.25uA 固定差, 即 $I_{opp} = I_{vs} * (1/16) - 6.25\mu$, 在 $I_{vs} = 100\mu$ 时, i_{opp} 为 0, 此后才按比例 1/16 线性增加。

电路内部结构框图 (Functional Block Diagram)



功能描述 (Functional Description)

1、启动 (VCC)

上电后，启动电阻给VCC电容充电当Vcc超过启动水平VCCON (20.6V) 时，芯片内部UVLO设置为‘1’，IC内部电路开始工作。芯片启动后，由辅助绕组给VCC供电。

这里要注意的是，当 WT8366C 检测到故障保护时，IC 会马上关闭驱动输出，Vcc 电压被内部电流源快速放电到 12V 以下，芯片进入自动重启状态。如果故障保护是锁死的，即使保护状态消失，IC 会仍然维持驱动输出关闭。这时只有拔掉输入电源后才能解锁重置，再次上电才能按正常启动输出。

2、PRT 脚的 BI、BO 和 lineOVP 保护

如下图说明了Brown-in/Brown-out的工作波形。当Vcc电压大于Vcc (on) 时，UVLO信号有效时，IC开始工作，IC会发出第一个脉冲，在原边导通时PRT脚被钳位在0.1V左右，复制绕组aux为负电压，电流通过PRT流出来到aux，当该电流大于BIBO阈值110uA时，IC正常工作，如果第一个脉冲检测到输入电压小于BIBO阈值时，则立即关闭脉冲，并进入1.5S自动重启的模式。如果在工作中检测到连续30ms，输入电压小于BIBO阈值时，IC也会关闭脉冲，并进入自动重启的模式。

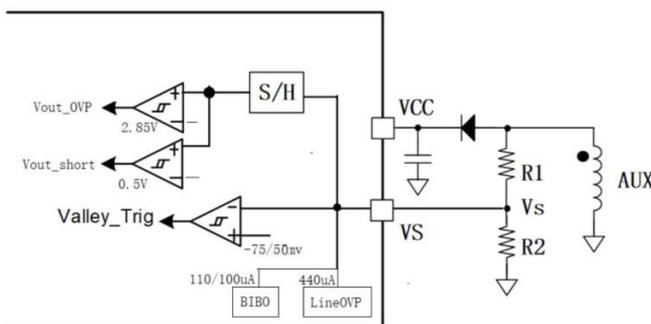
IC也会实时侦测输入电压是否大于lineOVP设定电压，当该电流>440uA时，连续7个周期触发lineOVP保护并进入自动重启的模式。

3、PRT脚的输出欠压和过压保护

WT8366C 通过 PRT 脚在次边消磁的时候，实时侦测输出电压，DMAG 脚同时侦测输出电压的过压保护和短路保护，过压保护阈值为 2.85V，延时 8 个周期；短路保护阈值 0.5V，开机时短路保护的延时是 12ms，正常工作后短路保护的延时是 1.5ms。

4、谷底检测及开通 (PRT)

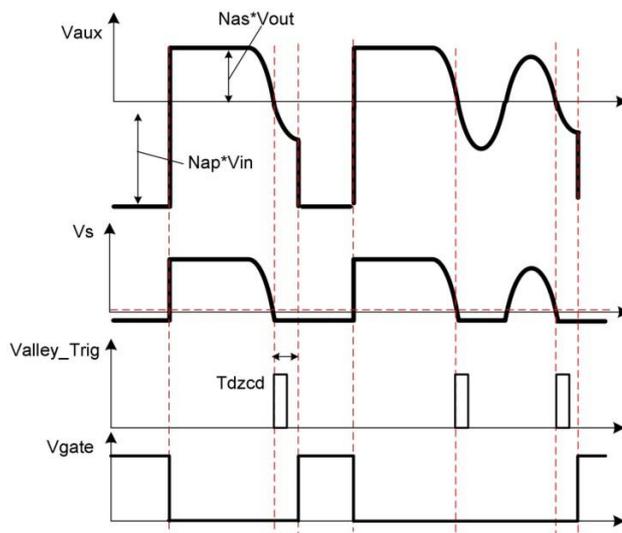
VS 脚是个多功能引脚，可以实现谷底检测，输出过压保护，输入 BNI/BNO，及输出电压采样等功能。如下图所示。



这里谷底检测阈值是-75/-50mv

WT8366C 通过 PRT 引脚监测变压器辅助绕组端的电压来捕捉谐振的波谷。当 PRT 引脚的电压在下降时低于-75mV 时，WT8366C 即认为监测到可能的“波谷”已经到来，通过一个时间的延迟后 Tdzcd，驱动输出去控制打开功率管，

从而实现准谐振谷底导通，减小开关损耗。功率管漏极谐振频率为 $1/(2\pi\sqrt{L_p C_d})$ ，其中 L_p 为变压器原边绕组的电感量， C_d 是功率管漏极的等效电容， T_{dzcd} 为接近 1/4 的谐振周期就可以了，通常设定为 150ns。谷底检测及开通的工作波形如下图所示。



需要注意的是，当在抖频工作或 DCM 变频时，WT8366C 设计了控制逻辑保证谷底开通。输入低压下当中心频率大于 100KHz QR 等待时间快速缩短，当频率大于 105KHz 就完全取消 QR 功能了，芯片脉冲频率完全取决于内部时钟频率；而高压下，退出 QR 被推后了，则在芯片工作频率达到 110K 后，直到满载仍然可以工作在 QR 状态，负载继续上升，过载之后才会退出 QR（详见图 3）。

5、多模式工作 (Vs, Vfb, Vcs)

WT8366C 是一个多模式工作的 PWM 控制芯片，可工作于 CCM/QR/DCM 等模式，通过系统输出负载的变化来自动调整工作模式。在满载时，WT8366C 工作在固定频率为 110KHz 的 CCM 模式。随着负载电流的减小，WT8366C 从 CCM 模式平顺的过渡到 DCM 模式，这时随着负载的减小，开关频率从 110KHz 下降到 25KHz。开关电源中的大部分功耗来自于 MOSFET 的开关损耗、变压器的磁心损耗、以及缓冲电路的损耗。功耗的大小与一定时间内 MOSFET 的开关次数成正比。减少开关次数也就减少了功耗，节约了能源。如果负载继续降低，当 Vfb 电压小于 0.97V 时，系统进入 Burst 模式，即间歇工作模式，当 Vfb 电压大于 1.07V 时退出 Burst 工作。在 QR (如前文所述 DCM 未必处于谷底导通模式，退出 QR 后可能处于 DCM/CCM 模式，取决于 CS 电阻和变压器参数) 工作模式下，系统通过 PRT 引脚来检测辅助绕组的波谷来打开功率开关，使系统工作于 QR 时总是在谷底开通，进一步降低开关损耗，从而提高系统的工作效率。

整个 IC 的主控制策略 Vfb 脚和 Vcs 脚的信号相关。Vfb 电压的大小不但控制的开关频率的变化情况，还控制 Vcs 的电压大小，Vfb 电压为 1.07V 时对应最小的 Vcsmin=150mV，Vfb 电压为 2.2V 时对应最大的 Vcsmax=0.33V。IC 控制的幅频曲线如下图所示。上电后 15ms 内芯片强制认为输入高压，同时芯片通过 PRT 脚实时侦测输入电压是否高于 2.4

倍 B_0 ，当原边导通时，PRT 脚流出来电流 $>240\mu\text{A}$ 则立即判定为高压；当 PRT 脚流出来电流 $<240\mu\text{A}$ 且持续 15ms 时，才判定为低压（详见图 3）。输入高低压判断阈值为 B_0 的 2.4 倍，比如 B_0 设在 65VAC，那么输入 $\text{AC}>65*2.4=156\text{VAC}$ 判定为输入高压。

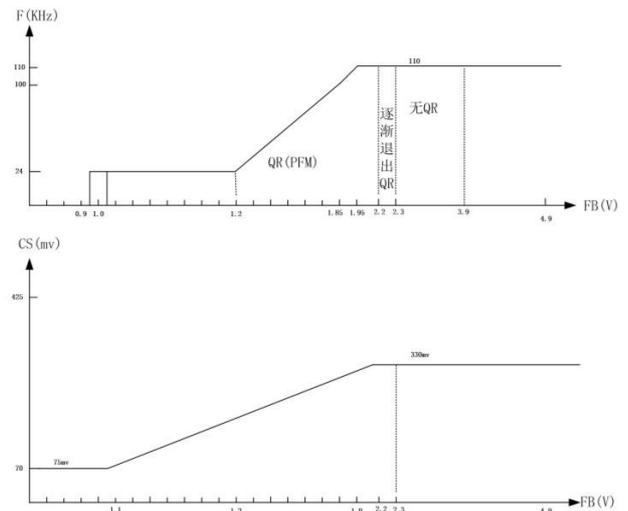
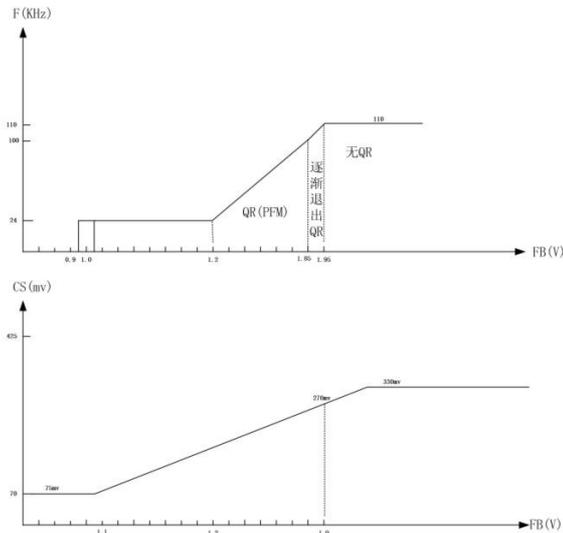


图 3A: 低压下 ($V_{IN}<2.4$ 倍 B_0) FB 关系曲线

图 3B: 高压下 ($V_{IN}>2.4$ 倍 B_0) FB 关系曲线

6、内部斜坡补偿

对于电流型 PWM 控制器，如果工作时的占空比大于 50%，则会产生次谐波震荡。WT8366C 内置了斜坡补偿电路可以在电流检测输入端的电压基础上叠加斜坡电压。斜坡补偿的起始点设计在 Gate 开通的 $6\mu\text{s}$ （即 37% 占空比）左右，按 $20\text{mv}/\mu\text{s}$ 的斜率增加，在最大占空比 0.75 时，达到 150mV。

斜坡补偿电路极大地增强了 CCM 下闭环的稳定性，避免了谐波振荡，减少了输出纹波电压。

7、抖频控制方法

为了改进 EMI 性能，WT8366C 设计了频率抖动功能，开关频率会在 $\pm 7\%$ 的范围内按 250Hz 的周期变化。该功能是通过控制 IC 频率振荡器来实现的。抖频的变化范围随着开关频率减低时，即保持抖频频率的比例在 $\pm 7\%$ 。这样使得在全负载范围内都能保持良好的 EMI 性能，同时也改善了轻载时的纹波。

8、软启动

WT8366C 内置了 4ms 的软启动时间，在芯片上电时，过流保护阈值从 0.15V 逐渐增加 CS 峰值，从而有效抑制了启动时的电流尖峰，降低了元件的应力，使系统工作更加稳定。

9、栅极驱动

WT8366C 上驱动管能力 380mA，下驱动管能力 800mA。WT8366C 还在栅极驱动输出端内置了 18V 的嵌位电路，有效地保护了内置 MOSFET 开关管并进一步降低损耗。需要注意的是，在 $V_{CC}>14\text{V}$ 时，上驱动管只有 NMOS 会开启，gate 电压受限于 $(V_{CC}-V_{thn})$ ， V_{thn} 约 1.5V；当 $V_{CC}<14\text{V}$ 时，驱动上管的 PMOS 会开启，将驱动电压提高到 V_{CC} ；但

是 PMOS 只开启 1.2us, 1.2us 后 PMOS 会关闭, 因此外部 gate 如果有对地电阻, 则该电阻阻值不能太小, 否则 PMOS 关断后会导致 gate 电压下降至 (VCC-V_{thn})。芯片内部 gate 对地有约 280KΩ 电阻。

10、保护控制

WT8366C 提供了全面的保护特性, 保证系统工作的可靠性。这包括 IC 的 pin 脚开路/短路保护, 过温保护 (OTP), 过流保护 (OCP), 输出短路保护, 输入 Brownin/Brownout 保护, 输出过压/欠压保护和过功率保护等。

下面表格总结了 WT8366C 的系统保护功能。

保护类型	IC 引脚	触发条件	响应时间	自动恢复
UVLO	VCC	8.17V<V _{cc} <17V	IC 工作	是
VCC_OVP	VCC	VCC>33.V	立即	是
FOCP	CS	V _{cs} >1.5V	7 个开关周期	是
OSC	Tonp	Tonp<1.2us	7 个开关周期	是
输出短路保护	FB, PRT	FB>3.65v, PRT<0.5V	上电 12ms, 正常工作中 1.5ms	是
过功率保护 OPP	CS	CS>330mv	150ms	是
输出过压保护 OVP	PRT	PRT>2.85V	7 个开关周期	是
输出欠压保护 UVP	PRT	PRT<0.5V	32ms	是
输入 OVP	PRT	I _{p_{rt}} >440uA	16 个开关周期	是
Brown-in/Brownout	PRT	I _{p_{rt}} >110uA,	2 个开关周期	是
		I _{p_{rt}} <100uA	32ms	
外置 OTP	CS	V _{cs} >0.8V	32ms	是
内置 OTP		>160C	马上	是

11、前沿消隐及过流保护 (OCP)

当原边 MOSFET 管开通时, 开关电流通过采样电阻输入到 CS 引脚。引脚内部的前沿消隐电路可以消除 MOSFET 开启瞬间由于 snubber 二极管反向恢复造成的感应电压毛刺。正常工作时, 前沿消隐时间在 350ns 左右, 可以有效抑制毛刺电压, 因此 CS 输入端的外接 RC 滤波电路可以省去。

在一些极限情况下, 电感短路时, 原边电流会快速上升, 为了防止 MOSFET 因过流而损坏。在 IC 内部集成了逐周期过流保护电路, 当 V_{cs} 的电压大于 1V 时, gate 驱动马上关断, 如果这样持续 8 个脉冲, 则 IC 关闭输出并自动重启。对于 OCP 保护, 前沿消隐的时间从 350ns 改为 175ns。

12、输出短路保护

当输出短路时, 芯片侦测到 PRT<0.5V 且 FB>3.65V, 持续超过 1.5ms, 立即出发输出短路保护。需要注意的是, 在上电阶段为了使输出电压有足够的时间建立, 上电后 10ms 之内不侦测该保护, 10ms 之后才开始侦测。

13、OPP 过功率保护

WT8366C 的过功率保护通过侦测 CS 电压来实现，当 CS 电压 > 0.33V 且持续时间达到 128ms 时，触发过功率保护，芯片进入自动重启模式。

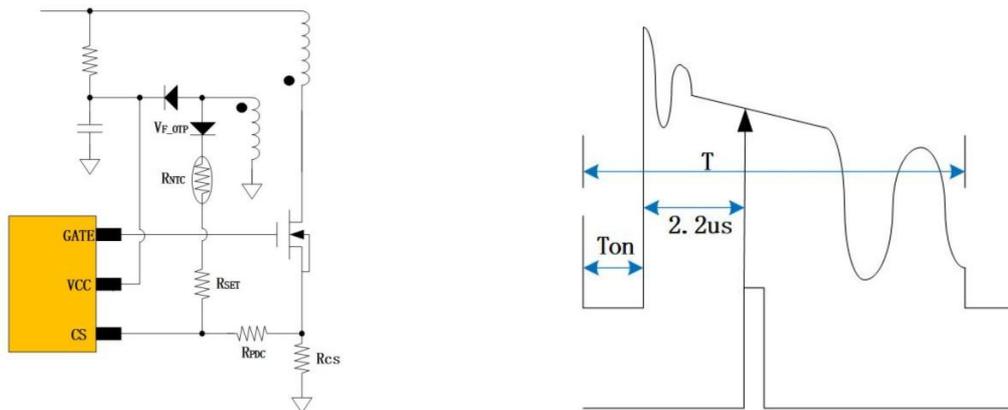
由于驱动关断存在关断延时，这个延迟时间导致原边电流的实际值比 V_{cs} 控制的电流大，在高压输入时，偏差更大，所以会导致在高压输入时，输出过功率偏高，

$$\Delta V_{cs} = \frac{I_{Delay} \cdot N_s \cdot \sqrt{L_m}}{L_m} \cdot i_{in}$$

需要引入线电压补偿，补偿量不但跟输入电压和关断延时成正比，还跟采样电阻成正比，跟激磁电感成反比。WT8366C 实现线补的方法是产生一个电流源 I_{opp} 从 CS 脚流出，这个电流源在 R_s 跟 CS 引脚之间的电阻上产生一个 20~40mV 的补偿电压。 I_{opp} 跟流出 VS 脚的电流成正比，比例是 1: 16。正常情况下，流出 VS 的电流在 100V 直流输入时设计为 100uA，对应 $I_{opp}=0uA$ ；在高压 374V 输入时，流出 VS 的电流达到 374uA，对应 I_{opp} 为 17.125uA。需要注意的是，（ I_{opp} 这项内部做了一个 6.25uA 固定差，即 $I_{opp}=I_{vs}*(1/16)-6.25u$ ，在 $I_{vs}=100u$ 时， i_{opp} 为 0，此后才按比例 1/16 线性增加，即，100V 时 $I_{opp}=0$ ，374V 时 $I_{opp}=374/16-6.25=17.125uA$ ），此外芯片内部在 CS 通路上串有一个 0.8K 的电阻实现初步的线补偿。计算时需将该 0.8K 电阻与外部电阻串联叠加。

14、外置系统过温保护

WT8366C 还在 CS 引脚内置了系统过温保护的检测功能，下图所示的电路是常用的复合利用 CS 引脚实现外置 OTP 的方法：



在功率管关断后的去磁时间段，由于辅助绕柱上的电压相对恒定（耦合输出电压），通过如图所示的电路实现方式，可以用来进行外置系统 OTP 的设计。WT8366C 在 CS 的引脚设计了一个 0.8V 的阈值电压，当检测到 CS 的电压高于 0.8V (V_{OTP_TH})，经过 32ms 的缓冲时间，系统将会关断功率管，同时系统进入自动重启模式。外置系统 OTP 的设计可以通过以下公式给出。

$$V_{OTP_TH} = \left[\left(V_{NS} \cdot \frac{I_{AUX}}{I_{CS}} - V_{F_OTP} \right) \cdot \frac{R_{PDC} + R_{CS}}{R_{NTC_OTP} + R_{SET} + R_{PDC} + R_{CS}} \right]$$

其中 R_{NTC_OTP} 为外置系统过温保护时热敏电阻的阻值。为了防止错误的触发，内置一个 2.2uS 的采样延时。

15、IC 内部 OTP 保护

当 WT8366C 的芯片节温超过 160°C 时，IC 停止工作；当芯片节温小于 130°C 时，IC 恢复工作。该保护受 latch 调节。

16、FOCP 保护

当次边肖特基短路或者电感饱和时，CS 尖峰可能会远超过 0.33V 的逐周期限流阈值，为了保护极端情况，当芯片侦测到连续 7 个周期 $CS > 1.5V$ 时，立即触发 FOCP 保护。

17、OSP 保护

当芯片启动 12ms 之后，如果 $FB > 3.65V$ ，且侦测到连续 7 个周期，原边导通时间 $< 1.2\mu s$ ，则说明此时可能发生输出短路或者其他导致消磁不力，CS 持续上升的危险情况，那么芯片会立即关断。

18、降频保护

当芯片侦测到 CS 电压比设定值高，且超过设定值 120mv 时，芯片会将频率下降一半。在软启动阶段 CS 设定值由内部软启动决定，软启动结束后，CS 设定值为逐周期限流阈值 0.33V。

19、PIN 脚开路/短路保护

安全规范要求 IC 的各个 PIN 脚在开路或短路时不能引起安全隐患。对于 WT8366C，主要是解决 CS PIN 脚在开路和短路时系统如何保护，其它 PIN 如 FB，VS 在内部都有对应的保护电路，所以可以相对简单的实现。

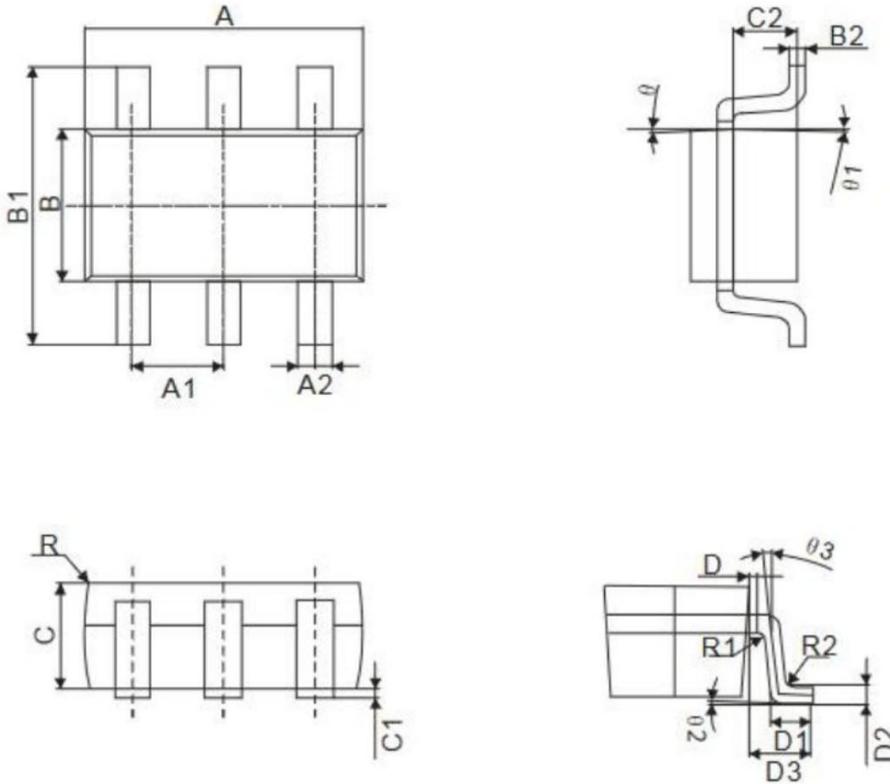
当 CS 短路时，IC 内部没法检测到电流采样电阻的电压，所以开关管会持续导通，电流会增大到使功率 MOSFET 管过应力而损坏。由于开机时，内部 V_{CS} 的电压会被限制在 0.15V，正常情况下，起机时的第一个驱动的 T_{on} 时间会在 6us 以下，如果发现第一驱动的 T_{on} 时间大于 10us，这 IC 马上保护。需要注意的是当前版本没有 CS 短路保护。

当 CS 开路时，1uA 的上拉电流会把 CS 脚电压充到过电流保护值，所以上电后 WT8366C 将工作几个周期后因过流保护而停止工作。

外观尺寸 (Package Outline)

SOT23-6L

(unit:mm)



Symbol	Dimensions in Millimeters		Dimensions in Inches	
	Min	Max	Min	Max
A	2.72	3.12	0.107	0.123
B	1.40	1.80	0.055	0.071
C	1.00	1.20	0.039	0.047
A1	0.90	1.00	0.035	0.039
A2	0.30	0.50	0.012	0.020
B1	2.60	3.00	0.102	0.118
B2	0.119	0.135	0.005	0.005
C1	0.03	0.15	0.001	0.006
C2	0.55	0.75	0.022	0.030
D	0.03	0.13	0.001	0.005
D1	0.30	0.60	0.012	0.024
D2	0.25TYP		0.01TYP	
D3	0.60	0.70	0.024	0.028