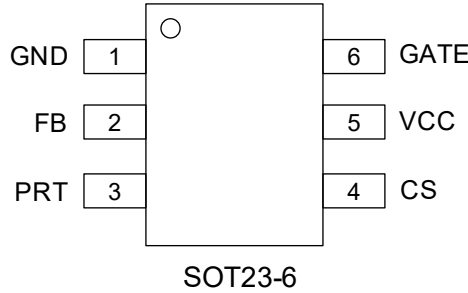




## 管脚封装



## 管脚功能描述

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

## 订购信息

型号	封装	Logo	最小包装
AS2632	SOT23-6	AS2632	3000PCS

## 极限参数

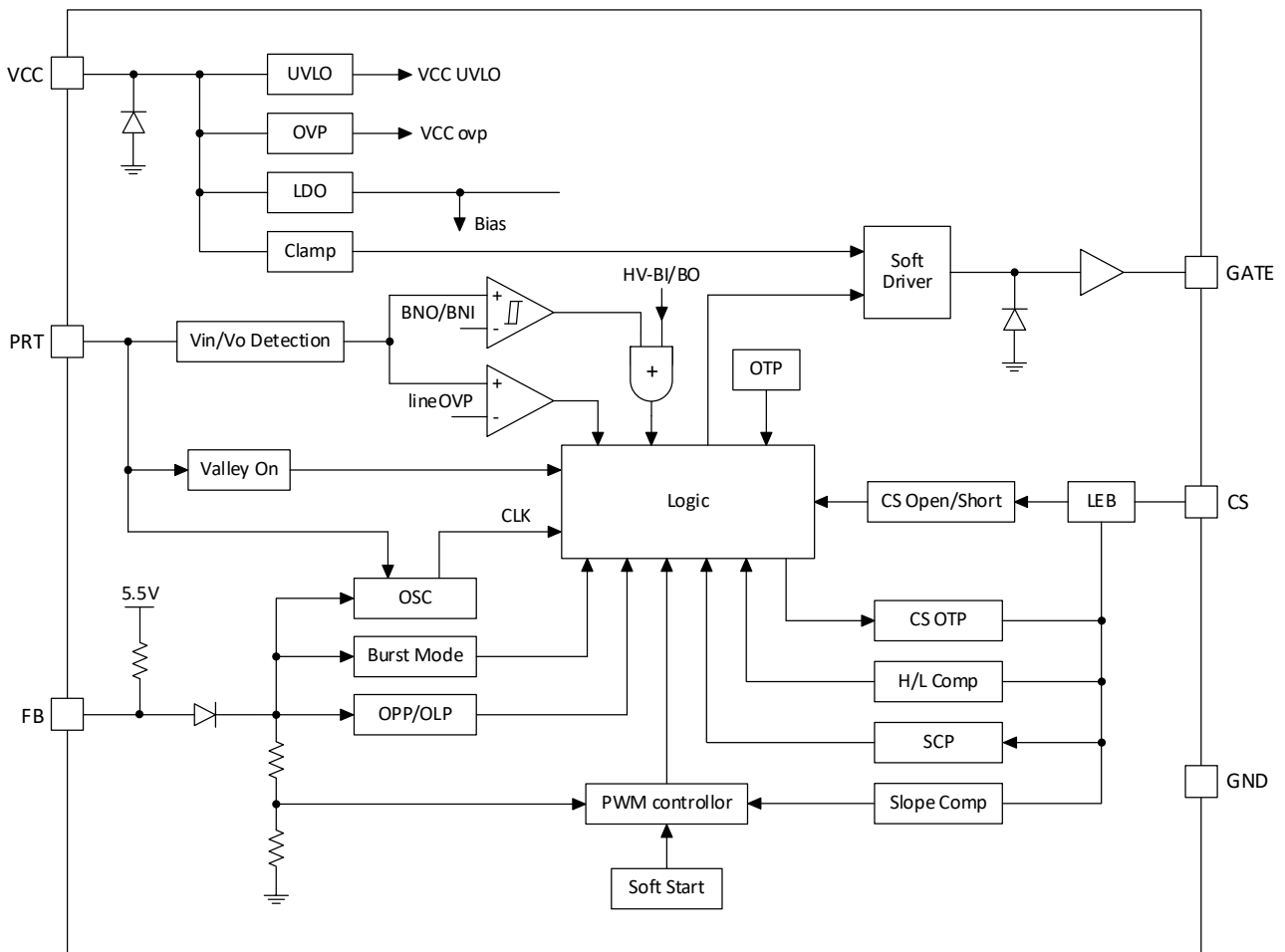
参数	范围	单位
芯片 DC 供电电压 (VCC)	-0.3 ~ 40	V
GATE 驱动脚 (V <sub>GATE</sub> )	-0.3 ~ 20	V
其它引脚电压 (FB, CS, VS)	-0.3 ~ 6	V
工作结温 (T <sub>J</sub> )	-40 ~ +150	°C
保存温度 (T <sub>STG</sub> )	-55 ~ +150	°C
结温环境的热阻	150	°C/W
人体模型 (V <sub>ESD-HBM</sub> )	2	kV
机器模型 (V <sub>ESD-MM</sub> )	200	V

注：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。

## 推荐工作环境

参数	范围	单位
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

## 内部框图



## 电气参数

(无特殊说明,  $T_A = 25^\circ\text{C}$ ,  $V_{CC} = 18\text{V}$ )

符号	参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
<b>Power Supply (VCC)</b>						
VCC OVP	VCC OVP			37		V
	VCC_clamp			36.5		V
	I_vcc_clamp			8		mA
V <sub>CC_ON</sub>	UVLO ON Threshold			20.6		V
V <sub>CC_OFF</sub>	UVLO Off Threshold			12		V
I <sub>start</sub>	Startup Current	$V_{CC} = V_{CC(on)} - 0.5\text{V}$		2		$\mu\text{A}$
I <sub>q</sub>	I <sub>q</sub>	Gate no-load		850		$\mu\text{A}$
I <sub>q_burst</sub>	I <sub>q_burst</sub>	$V_{CC} = 12\text{V}$		350		$\mu\text{A}$
<b>Oscillator Section</b>						
F <sub>OSC-CCM</sub>	CCM Switching frequency			110		kHz
F <sub>gm_MIN</sub>	Green Mode Frequency			25		kHz
D <sub>MAX</sub>	Maximum Duty			75		%
$\Delta f$	Frequency Jitter Rate			$\pm 7$		%
T <sub>JIT</sub>	Jitter Period			4		ms
<b>Gate Driver (Gate)</b>						
T <sub>R</sub>	Rising Time	$C_L = 1\text{nF}$		250		ns
T <sub>F</sub>	Falling Time	$C_L = 1\text{nF}$		40		ns
V <sub>gate</sub>	Gate Output Clamping Voltage	$V_{DD} = 20\text{V}$		18		V
I <sub>sink</sub>	Sink Current	$C = 33\text{nF}$		800		mA
I <sub>sourcing</sub>	Sourcing Current	$C = 33\text{nF}$		380		mA
V <sub>OL</sub>	Output Low Level				1	V
V <sub>OH</sub>	Output High Level		8			V
V <sub>pmos</sub>	PMOS on	$V_{CC} < 14$ pmos-driver ON		14		V
<b>Voltage Sensing Section (PRT)</b>						
I <sub>brown-in</sub>	Brown-in threshold current	Optional Design, 4 pulses		110		$\mu\text{A}$
I <sub>brown-out</sub>	Brown-out threshold current			100		$\mu\text{A}$
T <sub>d-bo</sub>	Brown-out Debounce Time			30		ms
I <sub>line-ovp</sub>	Line-OVP			440		$\mu\text{A}$
T <sub>d-bo</sub>	Line-OVP Debounce Time			16		cycle
I <sub>H/L</sub>	High/low line detect	高压下 FBvsF 曲线与低压略有不同		240		$\mu\text{A}$
V <sub>OVP</sub>	Threshold of Output OVP			2.85		V

Tod_ovp	Output OVP debounce time			7		cycle
V <sub>o_short</sub>	Output Under-Voltage Protection			0.5		V
T <sub>D_UVP</sub>	De-bounce time of Output Under-Voltage Protection			32		ms
T <sub>BK</sub>	Blanking Time of VS Pin	After Turn off		2.2		μs
ZCD(Trig)	ZCD Threshold			-75		mV
ZCD(Hys)	ZCD Hysteresis			25		mV
Tzcd	ZCD Delay time			150		ns
Line-comp start	Line comp 0	lprt>100uA, 线补偿开始起作用		100		μA
	Line comp K	lline_comp=(lprt-100u)*6.25%		6.25		%
<b>Feedback Input Section (FB)</b>						
V <sub>FB_open</sub>	V <sub>FB</sub> open loop voltage			4.9		V
Td_OLP	Open loop protection, Debounce time			160		ms
A <sub>VCS</sub>	PWM input gain $\Delta V_{FB}/\Delta V_{CS}$	Vfb=3v at Vcsmax		3.5		V/V
FB_qr_hv	The threshold quit QR	VIN>180Vac		2.38		V
FB_qr_lv		Vin<180Vac		2.0		V
Vref_green	The threshold enter green mode			1.95		V
Vref_burst_L	The threshold enter burst mode	FB_for_cs@0.35		0.96		V
Vref_burst_H	The threshold exit burst mode	FB_for_cs@0.45		1.06		V
I <sub>FB_short</sub>	FB short circuit current	Short FB pin to GND and measure current		195		μA
R <sub>pull-up</sub>	Pull up resistor			30		KΩ
<b>电流采样 (CS)</b>						
T <sub>SS</sub>	Soft startup time	Vcs min->max		4		ms
FOCP	FOCP	肖特基短路的阈值		1.5		V
T <sub>FOCP</sub>	FOCP response time	持续 8 个周期保护		8		cycles
T <sub>LEB_FOCP</sub>	FOCP Lead Edge Blanking			150		ns
T <sub>LEB</sub>	Leading Edge Blanking Time			300		ns
V <sub>cs_min</sub>	Min Current limit			150		mV
V <sub>th_olp</sub>	Overload Trig level		0.31	0.33	0.35	V
Tolp	OLP Debounce Time			128		ms
R <sub>comp</sub>	line Compensation Res	CS 内置 Line 补偿电阻		0.8		KΩ
V <sub>t-otp</sub>	External OTP Threshold			0.8		V
T <sub>s-otp</sub>	OTP Sample Delay Time			2.2		μs
Topt_d	OTP Debounce Time			32		ms

IC 过温保护						
Tz	OTP Threshold	关断重启		160		°C
Tz	OTP Recovery			130		°C

注:  $i_{opp}$  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。

## 应用信息

### 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 AS2632 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。

### PRT 脚的 BI、BO 和 lineOVP 保护

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。

### PRT 脚的输出欠压和过压保护

AS2632 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。

### 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。

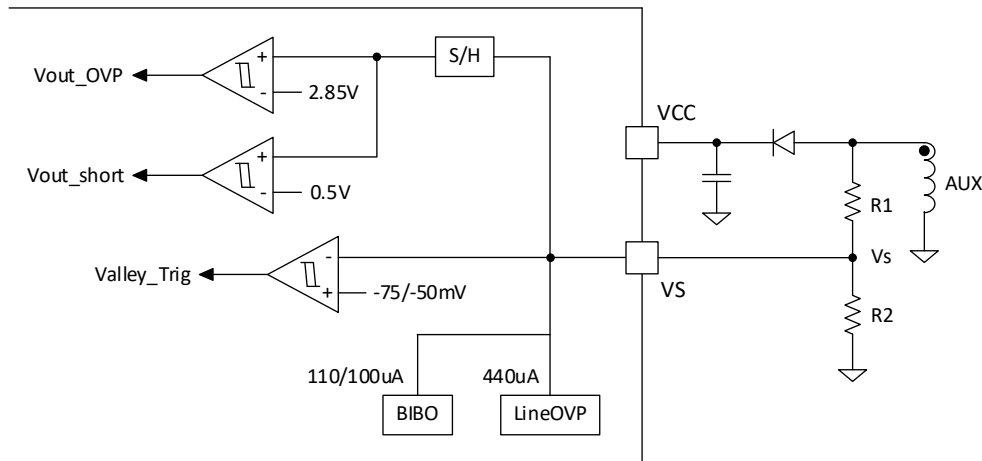


图 1. 这里谷底检测阈值是 -75/-50mV

AS2632 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，AS2632 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，Tdzcd 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。

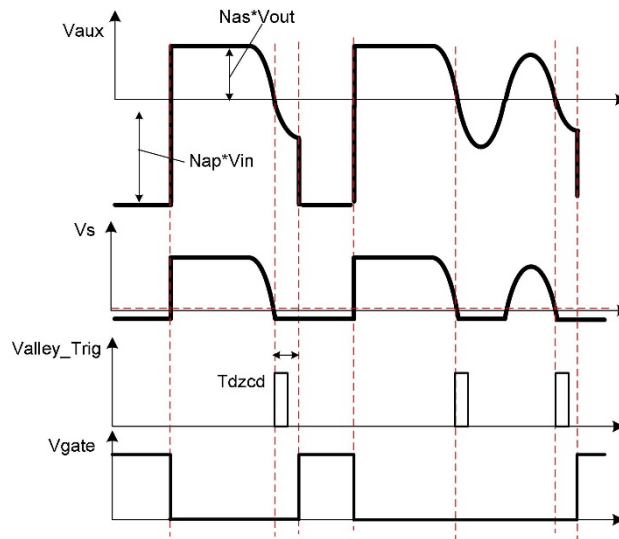


图 2.

需要注意的是，当在抖频工作或 DCM 变频时，AS2632 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）。

### 多模式工作 (Vs, Vfb, Vcs)

AS2632 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，AS2632 工作在固定频率为 110KHz 的 CCM 模式。随着负载电流的减小，AS2632 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。

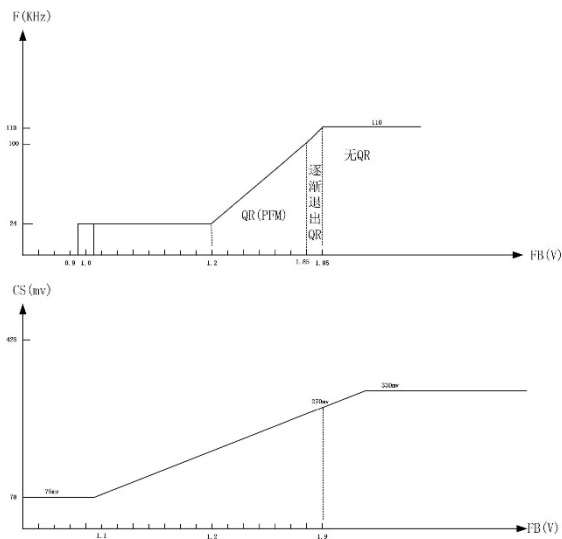


图 3A. 低压下 (VIN &lt; 2.4 倍 BO) FB 关系曲线

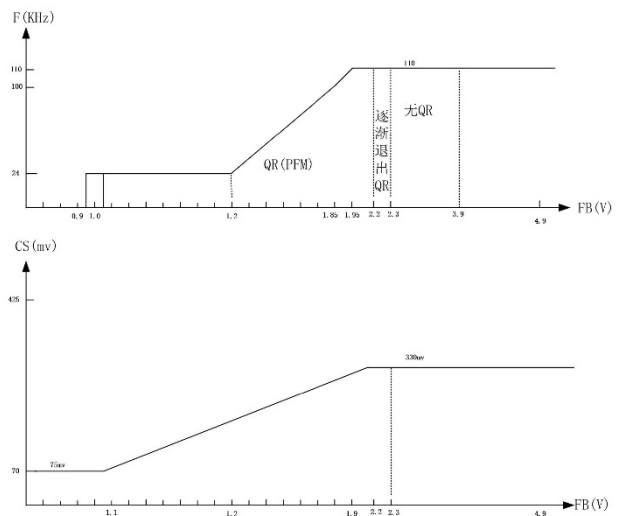
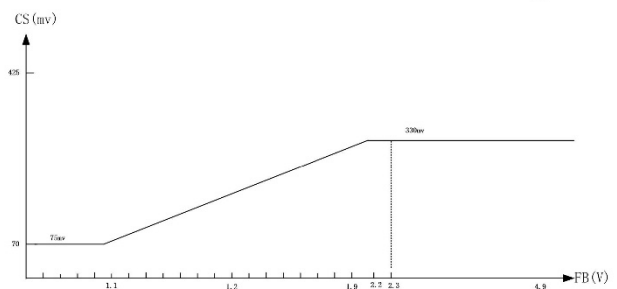
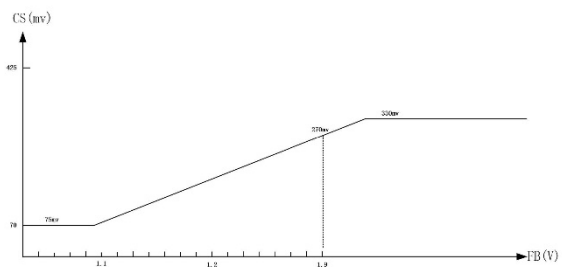


图 3B. 高压下 (VIN &gt; 2.4 倍 BO) FB 关系曲线



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  $V_{cs}$  的电压大小,  $V_{fb}$  电压为 1.07V 时对应最小的  $V_{csmin}=150mV$ ,  $V_{fb}$  电压为 2.2V 时对应最大的  $V_{csmax}=0.33V$ 。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  $BO$ , 当原边导通时, PRT 脚流出来电流  $>240\mu A$  则立即判定为高压; 当 PRT 脚流出来电流  $<240\mu A$  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  $BO$  的 2.4 倍, 比如  $BO$  设在 65Vac, 那么输入  $AC > 65 * 2.4 = 156Vac$  判定为输入高压。

### 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。AS2632 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 6us (即 37% 占空比) 左右, 按 20mV/us; 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。

### 抖频控制方法

为了改进 EMI 性能, AS2632 设计了频率抖动功能, 开关频率会在 +/-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 +/-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。

### 软启动

AS2632 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。

### 栅极驱动

AS2632 上驱动管能力 380mA, 下驱动管能力 800mA。AS2632 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  $V_{CC} > 14V$  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  $V_{CC} < 14V$  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  $(V_{CC} - V_{thn})$ 。芯片内部 gate 对地有约 280KΩ 电阻。

### 保护控制

AS2632 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 AS2632 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	$V_{CC} > 33V$	立即	是
FOCP	CS	$V_{CS} > 1.5V$	7 个开关周期	是
OSC	Tonp	$T_{onp} < 1.2\mu s$	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	$I_{prt} > 440\mu A$	16 个开关周期	是
Brown-in/Brownout	PRT	$I_{prt} > 110\mu A, I_{prt} < 100\mu A$	2 个开关周期 32ms	是

外置 OTP	CS	$V_{CS} > 0.8V$	32ms	是
内置 OTP		$>160^{\circ}C$	马上	是

### 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。

### 输出短路保护

当输出短路时，芯片检测到  $PRT < 0.5V$  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。

### OPP 过功率保护

AS2632 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，

$$\Delta V_{CS} = \frac{T_{Delay} \times R_S \times \sqrt{2} V_{in}}{L_m}$$

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。AS2632 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  $V_s$  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  $V_s$  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。

### 外置系统过温保护

AS2632 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：

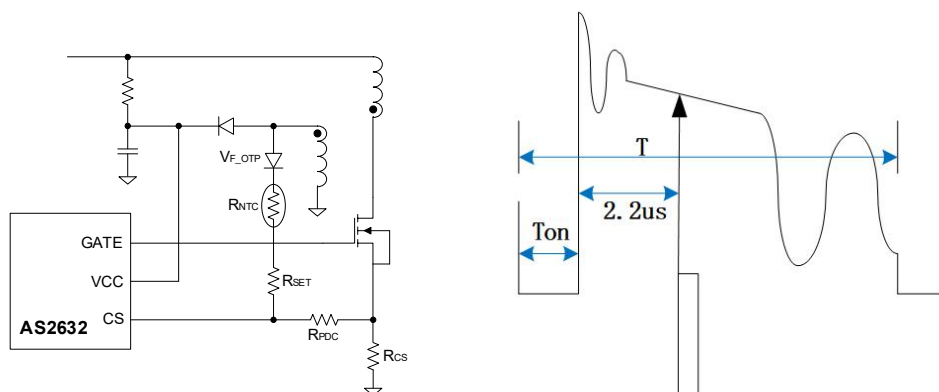


图 4.

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。AS2632 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。

$$V_{OTP\_TH} = \left[ (V_O + V_F) \times \frac{N_{AUX}}{N_S} - V_{F\_OTP} \right] \times \frac{R_{PDC} + R_{CS}}{R_{NTC\_OTP} + R_{SET} + R_{PDC} + R_{CS}}$$

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。

## IC 内部 OTP 保护

当 AS2632 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。

## 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，当芯片检测到连续 7 个周期  $CS > 1.5V$  时，立即触发 FOCP 保护。

## OSP 保护

当芯片启动 12ms 之后，如果  $FB > 3.65V$ ，且检测到连续 7 个周期，原边导通时间  $< 1.2us$ ，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。

## 降频保护

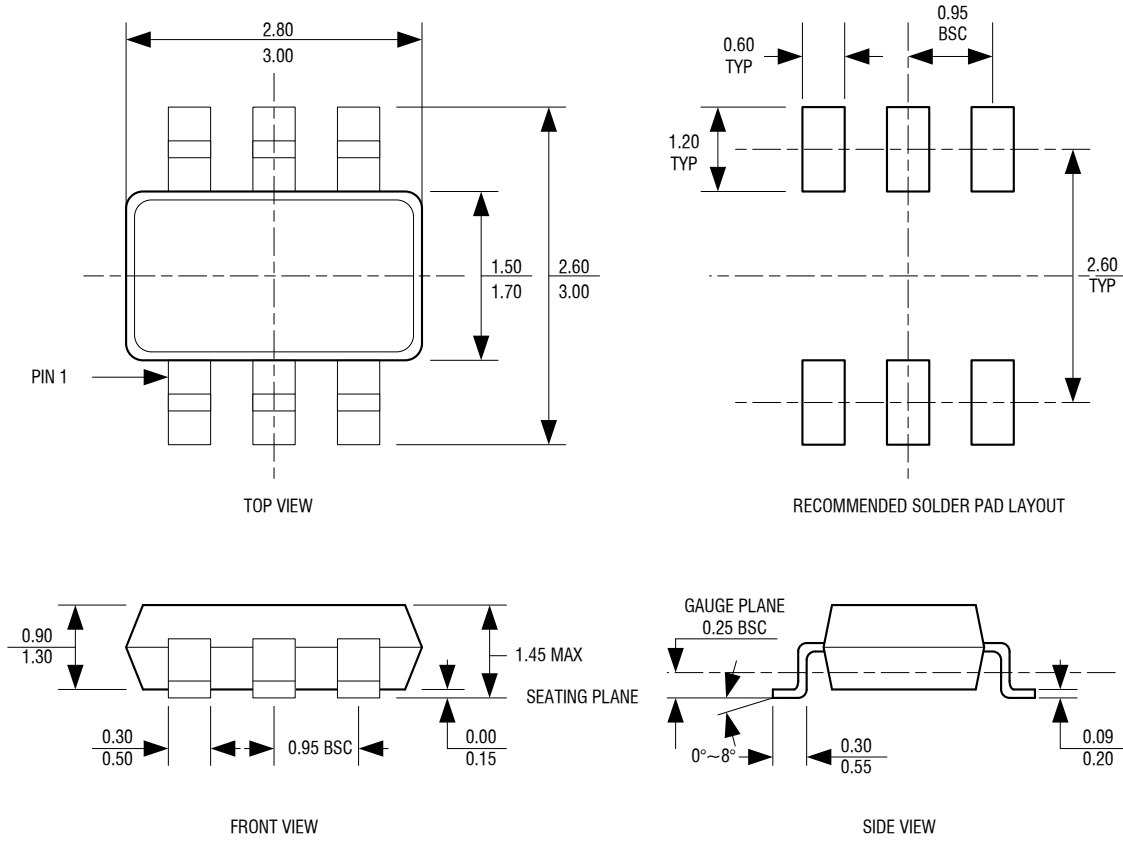
当芯片检测到 CS 电压比设定值高，且超过设定值 120mV 时，芯片会将频率下降一半。在软启动阶段 CS 设定值由内部软启动决定，软启动结束后，CS 设定值为逐周期限流阈值 0.33V。

## 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 AS2632，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 AS2632 将工作几个周期后因过流保护而停止工作。

**封装信息**
**SOT23-6**


- NOTE:
1. DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS.
  2. DRAWING NOT TO SCALE.
  3. DIMENSIONS ARE INCLUSIVE OF PLATING.
  4. DIMENSIONS ARE EXCLUSIVE OF MOLD FLASH AND METAL BURR.