

## 宽供电高频 QR PWM 控制器

### 产品描述

AS2631 是专为 PD/快充应用优化的 QR PWM 控制器。其很宽的 VCC 工作电压范围 (9V-90V) 可以使其覆盖 PD/PPS 从 3.3V-23V 的输出范围而不需要使用额外的绕组或者线性降压电路。

针对于能效要求, 由于 PD/快充有多个不同的输出电压, 因此采用了自适应的多模式。其不同负载以及不同输出下, 调整工作于 DCM/QR。在轻载时则会工作于 burst 模式, 以提升效率。

AS2631 提供了全面的保护功能, 有输出 OVP, OPP, VCC OVP, BROWN-IN/OUT, 还提供了副边 SR 短路保护, PIN 脚 OPEN/SHORT 保护等。

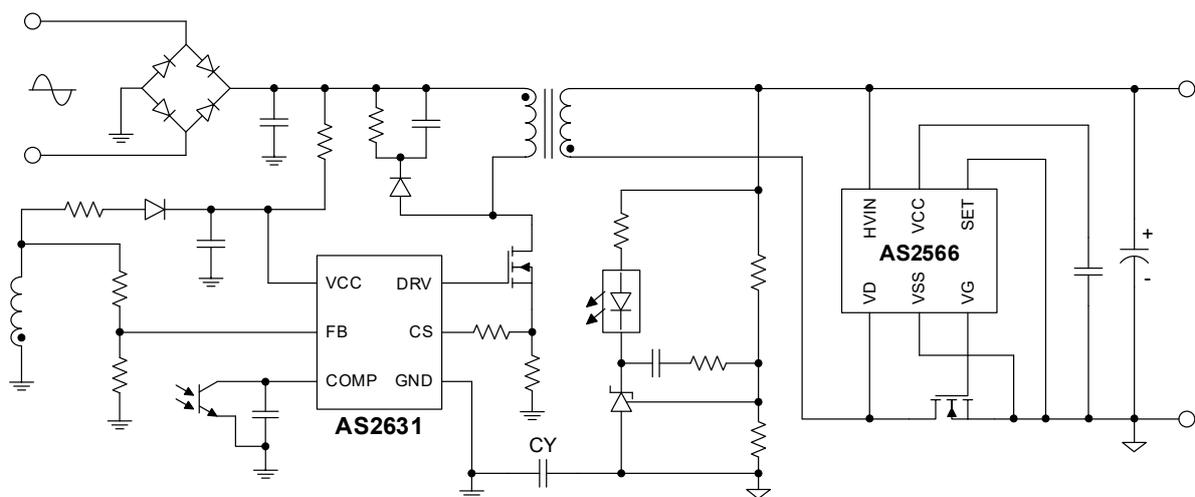
### 特点

- 宽范围 VCC 工作电压 (9V-90V)
- 最高可达 130kHz 的开关频率
- 专有软启动电路可降低 SR Vds 应力
- 优化的各点效率-容易满足能效标准
- OPP/SSCP 保护
- Brown in/Brown out 功能
- VCC OVP/VO OVP 保护
- PIN OPEN/SHORT 保护
- 外部 OTP 设置保护
- 支持 PPS 宽范围输出
- SOT23-6 封装

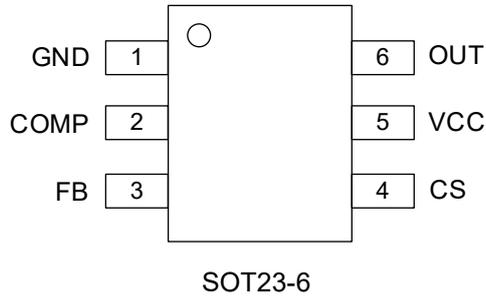
### 应用

- AC/DC PD 适配器
- 高功率密度电源

### 典型应用电路



## 管脚封装



## 管脚功能描述

管脚编号	管脚名称	功能描述
1	GND	Ground
2	COMP	Voltage feedback pin
3	FB	Auxiliary voltage sense
4	CS	Current Sense input
5	VCC	Power supply
6	OUT	Output to drive MOSFET

## 订购信息

型号	封装	Logo	最小包装
AS2631	SOT23-6	AS2631	3000PCS

## 绝对最大额定范围

参数	范围	单位
VCC	-0.3 to +100	V
COMP, FB	-0.3 to +5.5	V
CS	-0.7 to +5.5	V
OUT	-0.3 to +20	V
Junction Temperature	+150	°C

Note: Exceeding these ratings may damage the device.

## 推荐工作条件

参数	范围	单位
VCC	9 to 90	V
Maximum Junction Temp. (TJ)	+125	°C

## 热损耗信息

描述	范围	单位
$\theta_{JA}$	110	°C/W
$\theta_{JC}$	74	°C/W

Note: Measured on JESDSD51-7, 4 layers PCB.

## 电气参数

( $T_A=25^{\circ}\text{C}$ , 如无其他特殊说明)

符号	参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
<b>SUPPLY MANAGEMENT SECTION</b>						
$V_{CC\_ON}$	VCC UVLO Rising			17		V
$V_{CC\_OFF}$	VCC UVLO Falling			7		V
$V_{CC\_HYST}$	VCC UVLO Falling			10		V
$I_{STARTUP}$	VCC Startup current			5		uA
$I_{OP}$	VCC Normal Operating Current	COMP=2V, GATE=1nF to GND		2		mA
$I_{BURST}$	Burst Operating Current	COMP=0V, GATE=1nF to GND		290		uA
$V_{CC\_HOLD}$	VCC Hold Threshold			8.2		V
$V_{CC\_OVP}$	VCC OVP Threshold			96		V
$V_{CC\_CLAMP}$	VCC CLAMP Threshold			104		V
$V_{CC\_LATCH}$	VCC Latch Release Voltage			4		V
<b>COMP INPUT SECTION</b>						
$V_{COMP\_OP}$	COMP Open Voltage	COMP pin open-circuited		4.4		V
$I_{COMP\_SHORT}$	COMP Short-Circuit Current	COMP=0V		155		uA
$V_{GM\_ET}$	Green Mode Entry Voltage			0.81		V
$V_{BM\_ET}$	Burst Mode Entry Voltage			0.3		V
	Burst Mode Hysterisis			0.05		V
$V_{OPP}$	OPP Protection Threshold			3		V
$T_{D\_OPP}$	OPP Deglitch Time			42		ms
$A_{VCS}$	COMP to CS Gain			2.5		V/V
<b>CURRENT SENSE INPUT (CS PIN) SECTION</b>						
$T_{SS}$	Soft Start Time of CS Threshold			7		ms
$T_{LEB}$	Leading Edge Blanking Time			280		ns
$V_{SR\_SH}$	Secondary Rectifier short circuit trigger voltage (OC FAULT)			1.2		V
	SR Short circuit deglitch cycles			3		cycles
$V_{CS\_CBC}$	Cycle by Cycle Current Limit			0.9		V
$T_{DL\_CS}$	Comp and Control Delay			100		ns

FB INPUT SECTION						
I <sub>BNI</sub>	Brown-in Detection Threshold			90		uA
I <sub>BNO</sub>	Brown-out Detection Threshold			84		uA
T <sub>BL_BNO</sub>	Brown-out Deglitch Time			42		ms
V <sub>FB_OVP</sub>	FB OVP Threshold			3.6		V
T <sub>BL_OVP</sub>	FB OVP Deglitch Time			7		cycles
V <sub>FB_ST</sub>	FB UVP Threshold (Output Short)			0.2		V
T <sub>BL_ST</sub>	FB UVP Threshold (Output Short) Deglitch Time			7		cycles
T <sub>SAMPL</sub>	FB Sampling Time	CS=0.5V		1.2		us
T <sub>D_ST</sub>	UVP Blanking time after SS			14		ms
GATE DRIVE (OUT PIN) Section						
V <sub>G_L</sub>	GATE Low Level				1	V
V <sub>G_H</sub>	GATE High Level		8			V
V <sub>G_HC</sub>	GATE Clamp Voltage			11		V
T <sub>r</sub>	GATE Rising Time	Clod=1nF		300		ns
T <sub>f</sub>	GATE Falling Time	Clod=1nF		30		ns
Control Law						
F <sub>sw_max</sub>	Normal Mode Frequency				130	kHz
F <sub>sw_green</sub>	Green Mode Frequency		22	25	28	kHz
	Dithering Range			±6		%
	Dithering Period			0.8		ms
T <sub>off_MAX</sub>	Maximum Toff Time			140		us
T <sub>hSD</sub>	Thermal Shutdown Threshold <sup>(1)</sup>			155		°C
T <sub>hSD_hys</sub>	Thermal Shutdown Hysteresis			30		°C

## 功能描述

### VCC AND STARTUP

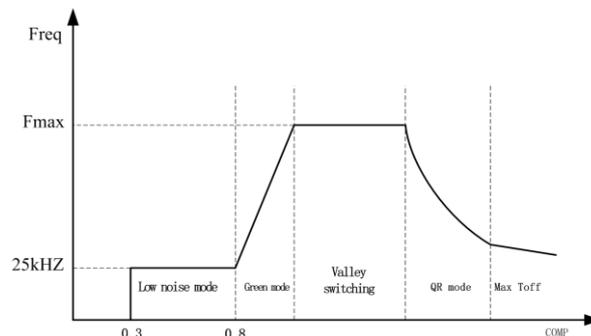
启动时母线电容通过启动电阻给芯片 VCC 充电。由于芯片启动电流非常小 (~5uA)，启动电阻可以取的比较大 (也需要考虑启机延时)，以降低待机损耗。启动过程中，VCC 达到 V<sub>CC\_ON</sub> 后，芯片开始发出脉冲。

### SOFT START

在启动开始过程中，由于输出电压很低。不控制频率和 CS 电压的话，由于环路的作用，芯片会尝试以最大开关频率及最大峰值电流工作，带来较高的原副边应力。AS2631 采用了多段控制，以实现启动过程中原副边应力的优化。

### OPERATION CURVE

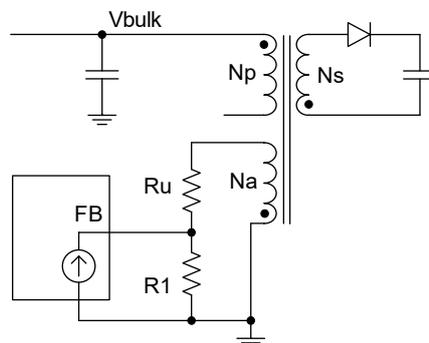
AS2631 具有多种工作模式，可以通过监测 COMP 的电压变化来切换，而 COMP 的电压值的变化与负载的变化方向是一致的，因此 IC 可以根据不同的负载自动切换成较优的工作模式，工作模式的切换曲线示意图如下



### BROWN IN

在开机过程中，PWM 控制器发出一系列窄脉冲，在其中完成 BROWN IN 检测。在原边 MOS 开通过程中，FB PIN 电压约为 0V，此时由 FB PIN 流出的电流  $= \frac{V_{BULK} \times N_a}{R_u \times N_p}$ ，只有当此电流大于 IBNI (~90uA) 时，芯片才认为已经满足 BROWN IN 条件，进行正常启机。

如果检测到未满足 BROWN-IN 条件，则在窄脉冲后，芯片进入 RESTART 过程。



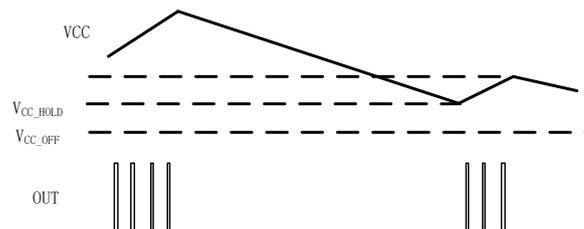
### BROWN OUT

在正常工作过程中，芯片也一直在原边 MOS 开通过程里，检测流出 FB 电流，当流出电流  $< I_{BNO}$  (~84uA)，并且持续时间  $\geq T_{BL\_BNO}$  (~50ms) 时，认为 BULK 电压 BROWN OUT，会关闭驱动输出。芯片进入 RESTART 过程。

## VCC MAINTAIN MODE

负载特别轻，以及输出电压非常低时，VCC 电压约等于  $N_a \cdot V_o / N_s$ 。如果开关频率很低，则 VCC 电压可能会降的很低。芯片加入了 MAINTAIN MODE，当 VCC 电压掉到  $V_{CC\_HOLD}$  (~8.2V) 后，芯片强制发出脉冲，以使 VCC 电压不会掉落到关机区间。由于强制脉冲的作用，VCC 会回升，当回升到 ~9.5V 后，芯片不再强制打脉冲。

但在系统设计中，希望通过设计 VCC 电容大小，辅助绕组匝比，最小负载等使 VCC 一直在  $V_{CC\_HOLD}$  以上，避免 MAINTAIN MODE 工作模式。因为进入此种模式是和环路调整相违背的，强制打脉冲会使输出电压上升，看起来增大了纹波。



## CURRENT SENSE (OPP)

此芯片为电流型控制，将 CS 上检测电压在芯片内部和电压环反馈电压作比较，决定占空比大小。在 COMP 最大时，芯片也会逐周期限制原边峰值电流，其最大逐周期限流点为  $V_{CS\_CBC}/R_{CS}$ 。即系统设计中至少需要满足变压器不饱和的限流点为  $V_{CS\_CBC}/R_{CS}$ 。

由于驱动电流在 CS 电阻上电压，以及 drain 节点上折算电容  $C_{sw}$  的影响，在开通驱动瞬间，在 CS 电阻上会产生尖峰，如果不做处理会导致芯片发出的占空比过小，或者导致误保护。因此芯片内部 CS 采样电路中加入了 leading edge blanking 时间，TLEB。

## LINE COMPENSATION

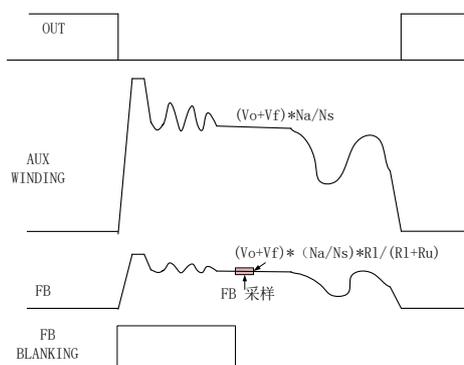
在不同的输入电压情况下，相同的 CS 峰值会带来不同的输出功率。即不同的输入电压，即使相同的  $C_{Spk}$  值，也会对应不同的输出限流点。AS2631 采用了输入电压补偿，根据芯片检测到的输入电压（反映出不同的  $I_{fb}$ ）不同，会在芯片内部采到的 CS 电压上加入电流补偿，以使高低压输入的峰值功率尽可能相同。

## VOLTAGE FEEDBACK LOOP

COMP 是副边输出经 TL431，光耦到原边的电压反馈环电压。其和电流环进行比较前，经过了约 1/2.5 的分压。

## FB VOLTAGE DETECTION

在副边电流续流时间内，FB PIN 脚上电压为辅助绕组电压的分压，间接反映了输出电压。



通过采样 FB 在变压器去磁时间内的电压并和不同阈值进行比较，可以完成下述功能。

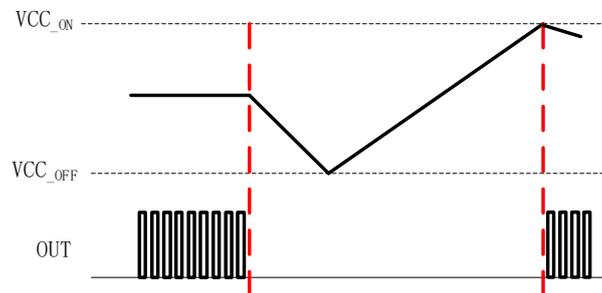
1. 输出过压保护 VO\_OVP。FB 脚电压高于  $V_{FB\_OVP}$  ( $\sim 3.6V$ ) for 7 Cycles
2. 输出欠压保护 FB\_UVP (或称输出短路保护 VO\_SCP)。FB 脚低于  $V_{FB\_ST}$  ( $\sim 0.2V$ ) for 7 Cycles
3. 根据检测到的输出电压，以确定工作控制曲线。

## VALLEY SWITCHING

在 DCM/QR 模式中，当副边续流结束。主功率 MOS Coss 和变压器 Lp 谐振，辅助绕组波形也开始谐振。当辅助绕组震荡到负后，FB 被钳到  $\sim 0V$ ，芯片检测此时流出 FB 脚的电流，并判断可能的谷底进行开通。

## PROTECTION

诸如 OCP, OPP, VOUT OVP 等保护，芯片保护机制为 RESTART



发生保护，停止驱动输出，开始进入 Restart 过程

AS2631 保护功能	AS2631 保护机制
OCP	RESTART
OPP	RESTART
VO_OVP	RESTART
VCC_OVP	RESTART
CS_SHORT	RESTART
LINE_OVP	RESTART
SSCP	RESTART
FB_UVP (VO_SCP)	RESTART

## OVER POWER PROTECTION

OPP 保护通过检测 COMP 电压，如果 COMP 电压高于  $V_{OPP}$  且持续时间  $>49ms$ ，芯片认为 OPP，VCC 进入重启打嗝 (RESTART)。

## CYCLE BY CYCLE CURRENT LIMITING

电流型控制芯片本身就把 CS 信号和 COMP 逐周期比较，但是当诸如输出短路或者光耦开路状况下，COMP 电压可能会冲的很高，导致 IPK 电流过大，引起变压器饱和。因此芯片又增加了一重保护，即 CS 电压会逐周期与  $V_{cs\_CBC}$  比较，过了 CBC 消隐时间  $TD_{cs\_CBC}$  ( $\sim 100ns$ ) 后，只要 CS 到了  $V_{cs\_CBC}$  就立刻斩波。

## SECONDARY SHORT CIRCUIT PROTECTION (SSCP)

还有一种额外状况，需要较短的 blanking 时间。即如果副边的同步整流 MOS 或者肖特基二极管短路，则原边驱动发出后，峰值电流会急剧增加，需要快速的短路保护。如果在驱动发出后 90ns，芯片检测到 CS PIN 电压超过了  $T_{SR\_SH}$  ( $\sim 1.2V$ )，则立即停止当前驱动输出。如果连续三个周期，都发生此情况，芯片认为发生了副边短路状况，停止驱动，进入 RESTART 模式。

## CS SHORT PROTECTION

如果在  $T_{CS\_SHORT}$  ( $\sim 5\mu s$ ) 结束时，CS 仍然未能达到 50mV，则芯片强制 GATE 关掉。如果连续三个周期都发生此状况，则芯片进入保护，并进入 RESTART 模式。

## VCC OVP

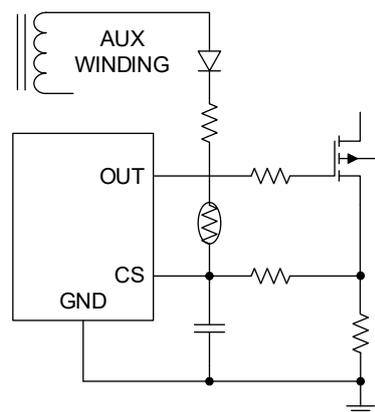
AS2631 有很宽的 VCC 范围。其 VCC 过压点为  $\sim 95V$ ，当 VCC 达到  $V_{CC\_OVP}$  后，芯片立刻停止驱动输出，并进入 RESTART 模式。

如果由于诸如 VCC 串联电阻大小不合适的原因，导致 VCC 电压继续升高，当 VCC 达到  $V_{CC\_CLAMP}$  ( $\sim 104V$ ) 后，芯片会内部 sink 18mA 电流，防止 VCC 电压进一步升高超过 VCC ABS MAX 造成损坏。

## OTP

芯片提供了内部的 OTP 保护，其触发点为  $150^{\circ}C$ ，回滞温度  $30^{\circ}C$ 。

客户也可以通过增加外部 NTC 电阻的方式，在 CS PIN 上实现 OTP 保护功能。即板上温度升高的时候，NTC 电阻阻值变低，使得 CS 电阻上电压超过  $V_{CS\_CBC}$  连续 15 个周期，即进入 RESTART 过程。

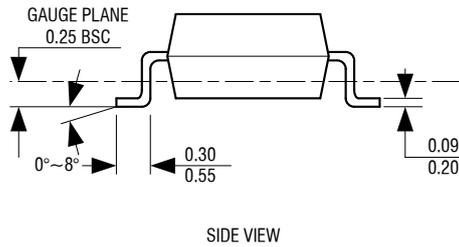
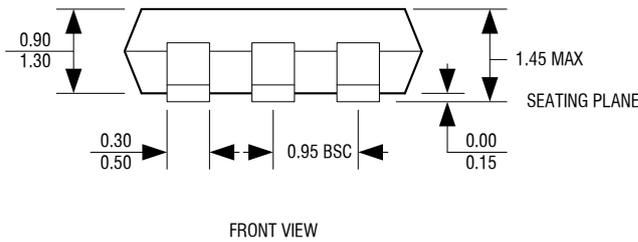
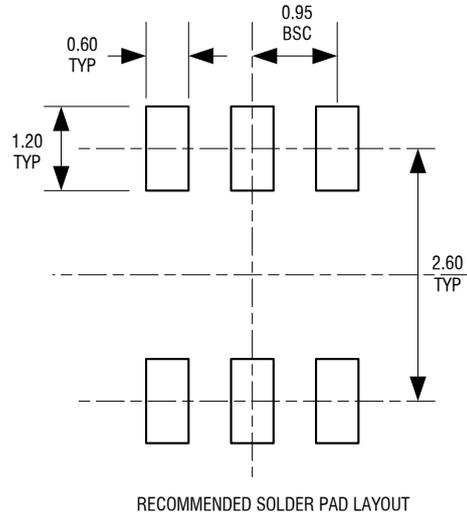
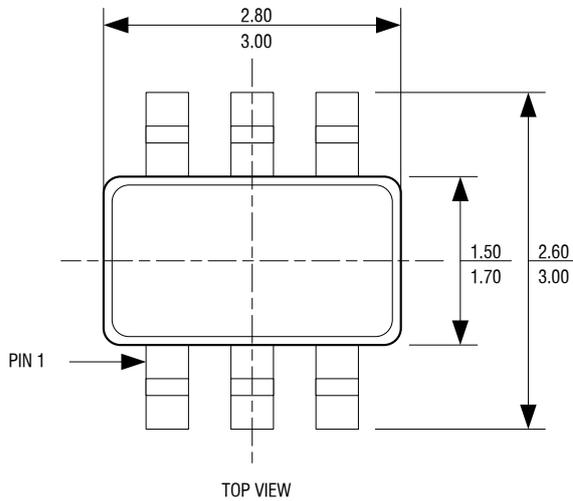


## PIN OPEN SHORT PROTECTION

AS2631 亦提供了多种对芯片 PIN 脚异常连接的保护。临近 PIN 脚间的短路保护包括 PIN1&PIN2, PIN2&PIN3, PIN3&PIN4, PIN4&PIN5, PIN5&PIN6; 而当芯片的 PIN 脚未焊好，芯片也会进入保护，停止输出驱动。

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.