



特征

- ◆ 可支持断续模式(DCM)和连续模式(CCM)的原边恒流技术
- ◆ $\pm 5\%$ 恒流(CC)精度, $\pm 1\%$ 恒压(CV)精度;
- ◆ 适用于驱动 SiC 功率 MOS
- ◆ 快速动态响应
- ◆ 恒流补偿技术
- ◆ 低于 75mw 的待机功耗
- ◆ 极低的启动电流和工作电流
- ◆ 绿色节能模式和间歇工作模式
- ◆ 固定 130kHz 开关频率(无频抖)
- ◆ 内置前沿消隐
- ◆ 内置斜率补偿
- ◆ VDD 欠压锁定 (UVLO)
- ◆ VDD 过压保护
- ◆ 逐周期电流限制
- ◆ 过载保护 (OLP)
- ◆ 过温保护 (OTP)
- ◆ CS 脚开路保护

概述

SC1560 是一款适用于离线反激式转换器的高性能电流模式 PWM 控制器, 适用于驱动 SiC 功率 MOS。芯片内置原边恒流控制技术, 可简化恒流输出的隔离电源设计。

SC1560 具有多种工作模式。当负载很轻时，以间歇模式运行，最大限度地减少待机功耗，实现低于 75mW 的待机功率；低负载和中等负载时，工作在绿色降频模式；满载时，工作在固定频率模式（130KHz）。这些不同工作模式使得整个负载范围均保持较高的效率。

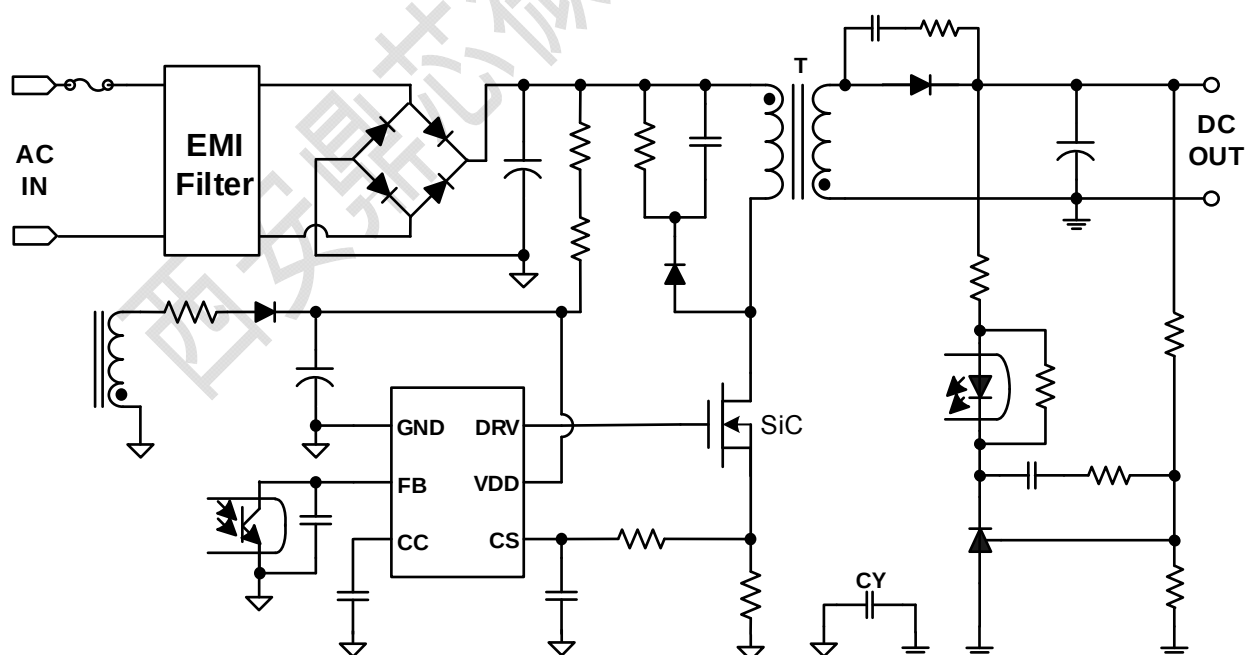
SC1560 设计有基于自恢复的丰富保护功能，这些功能包括欠压锁定(UVLO)、VDD 过压保护、逐周期电流限制、负载短路保护(SLP)、过载保护(OLP)、过温保护(OTP)、CS 脚开路保护等。

SC1560 提供无铅 SOT23-6 封装。

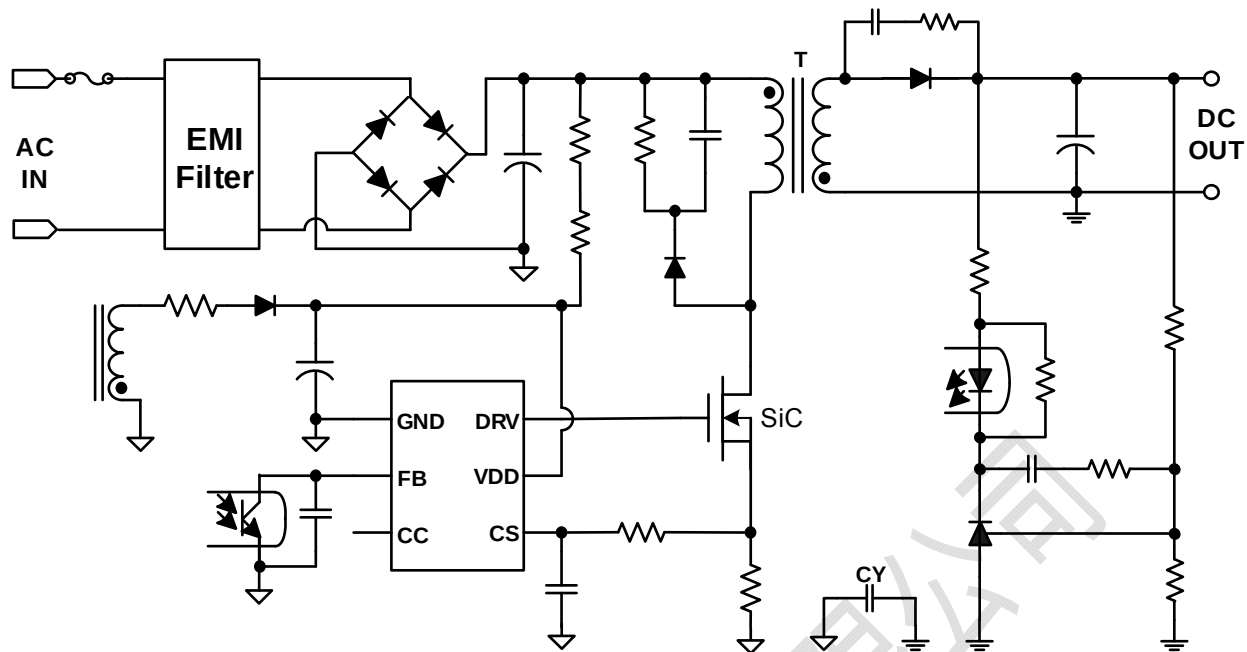
应用

- ◆ 充电器和适配器
- ◆ 电机驱动电源

典型应用原理图



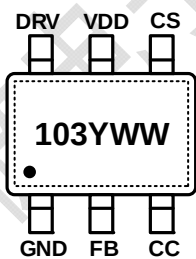
恒流控制模式原理图



恒压控制模式原理图

管脚信息

SOT23-6 (顶视图)



Y: 年份代码 WW: 周数代码(01-52)

订货信息

产品编号	封装		顶标	包装
SC1560	SOT23-6	无铅	560YWW	编带 & 盘装

管脚描述

管脚序号	名称	管脚描述
1	GND	芯片参考地
2	FB	反馈输入管脚。闭环控制时连接光耦，此脚位电压决定了PWM驱动信号的占空比和CS管脚的关断电压。
3	CC	功能复用管脚。恒流恒压输出应用时，推荐连接典型值为 10-47nF 电容到 GND 管脚；恒压输出应用时，此管脚悬空。
4	CS	电流采样输入管脚
5	VDD	供电电源
8	DRV	图腾驱动控制管脚，连接外部 MOSFET 的栅极

绝对最大额定值

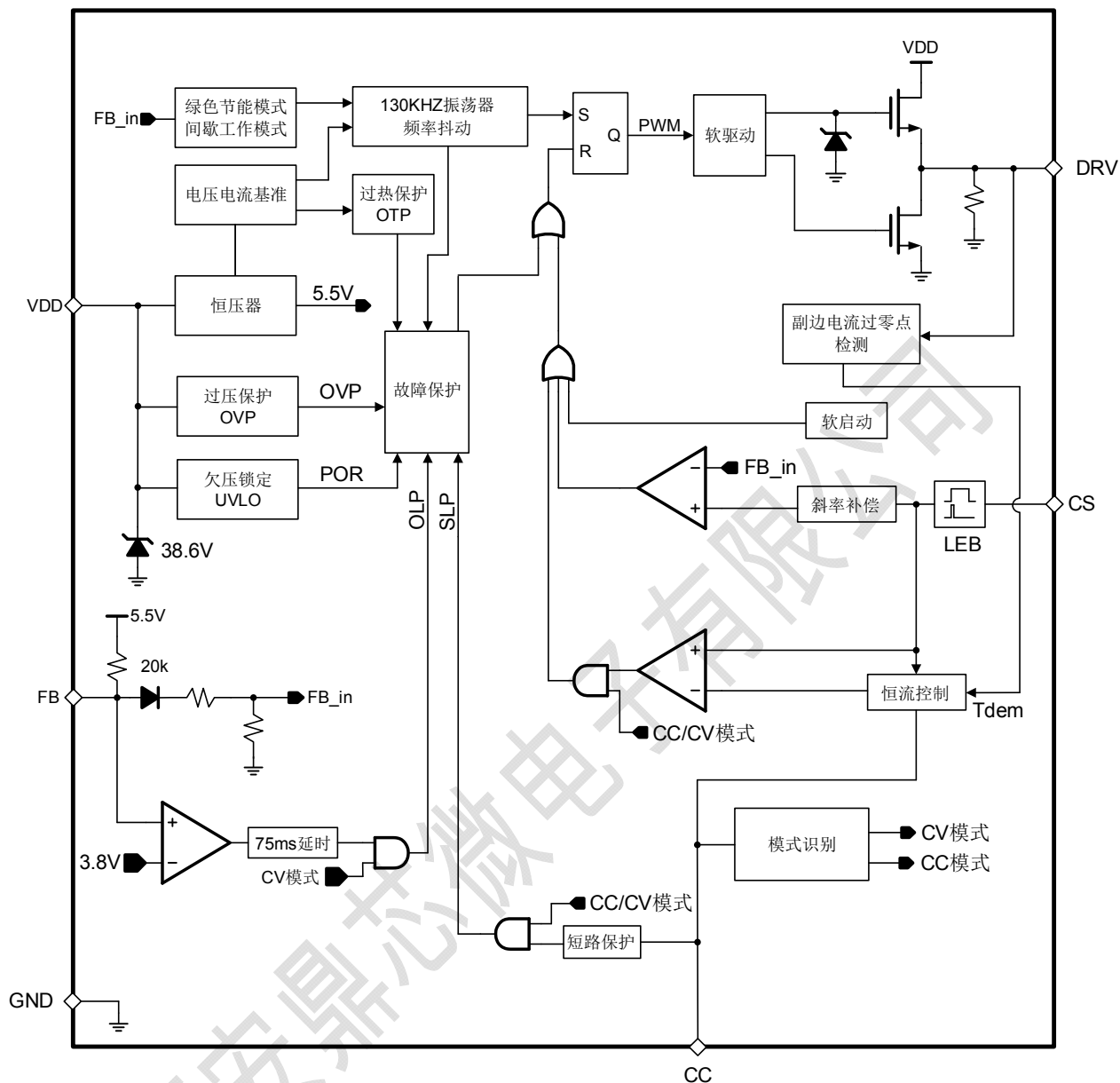
符号	参数	最小值	最大值	单位
VDD	VDD 直流供电电压		39.0	V
I _{DD}	VDD 直流箝位电流		10	mA
V _{FB}	FB 输入电压	-0.3	6.0	V
V _{CS}	CS 输入电压	-0.3	6.0	V
V _{CC}	CC 输入电压	-0.3	6.0	V
R _{JA}	结-空气热阻		220	°C/W
T _{MAX}	最大结温		155	°C
T _J	工作结温	-40	150	°C
T _{STG}	储藏温度范围	-55	150	°C
T _L	焊接温度 (波峰焊或回流焊, 10 秒)		260	°C
ESD	人体模式, JEDEC: JESD22-A114		2	KV
	机器模式, JEDEC: JESD22-A115		200	V

说明: 绝对最大额定值是指超出该工作范围, 器件有可能被损坏。长期工作于绝对最大额定值条件下, 会影响器件的可靠性。
绝对最大额定值仅是应力规格值。

推荐工作条件

符号	参数	最小值	最大值	单位
VDD	直流供电电压	12.0	34.0	V
T _A	工作环境温度	-40	125	°C

内部框图

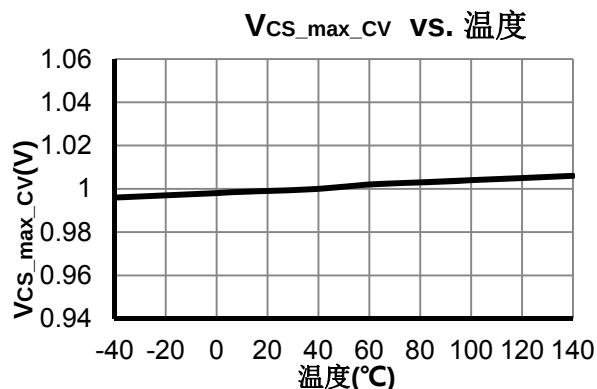
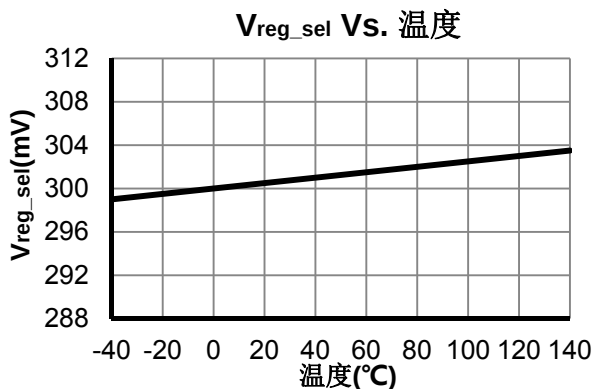
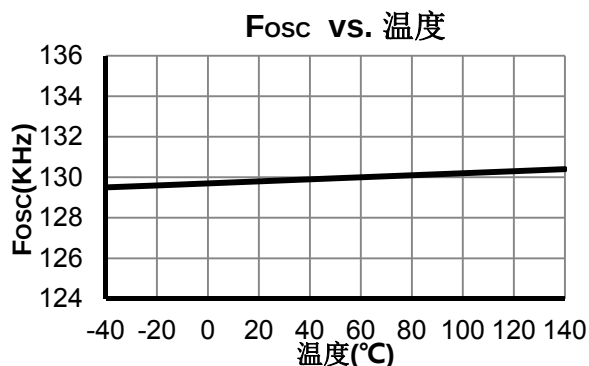
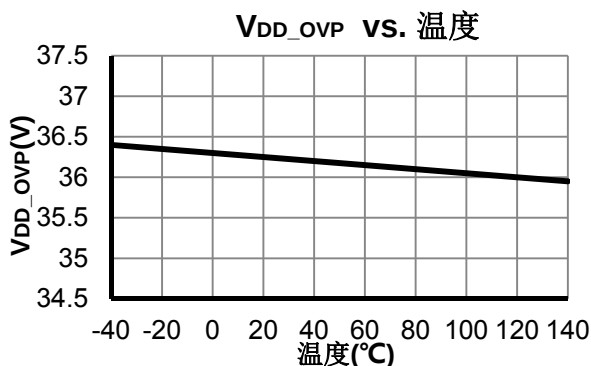
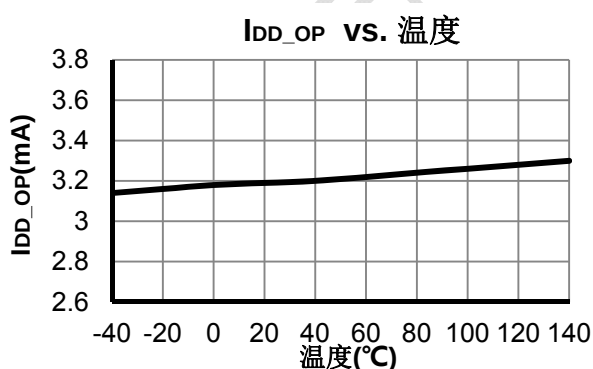
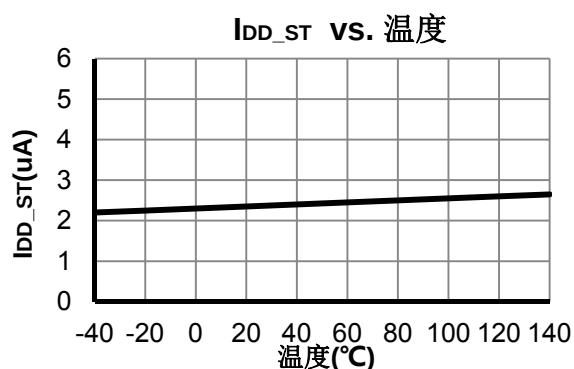
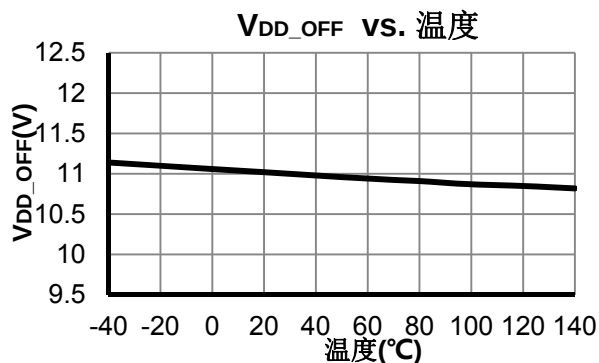
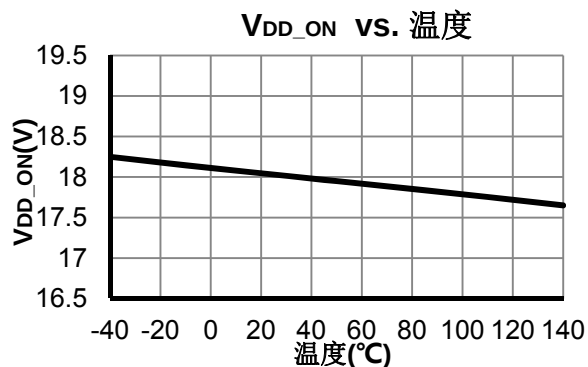


电气参数(TA = 25°C, VDD=20.0V,除非另有说明)

符号	参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
电源电压部分(VDD)						
I _{DD_ST}	VDD 启动电流			2.0	20	uA
I _{DD_OP}	VDD 工作电流	V _{FB} =3V, DRV=1nF		3.0	4.0	mA
I _{standby}	VDD 静态电流	CS=0, V _{FB} =0.5V		0.6	1.0	mA
V _{DD_ON}	VDD 开启电压阈值		17.0	18.0	19.0	V
V _{DD_OFF}	VDD 关断电压阈值		10.0	11.0	12.0	V
V _{DD_OVP}	过压保护阈值		35.0	36.0	37.0	V
V _{DD_Clamp}	VDD 箝位电压			38.0		V
反馈电压输入部分(FB)						
V _{FB_Open}	FB 开路电压			5.2		V
A _{VCS}	PWM 增益	$\Delta V_{FB}/\Delta V_{CS}$		2.0		V/V
I _{FB_Short}	FB 短路电流	V _{FB} =0V		0.3		mA
V _{TH_OLP}	过流保护 FB 电压阈值			3.6		V
T _{D_OLP}	过流保护延时时间	CC 脚悬空		75		ms
R _{FB_IN}	FB 脚输入阻抗			20		KΩ
V _{skip}	间歇模式 FB 电压阈值			1.0		V
电流检测输入部分(CS)						
T _{LEB}	前沿消隐时间			150		ns
T _{D_OCP}	过流保护延时时间	DRV=1nF		70		ns
V _{CS_max_CV}	恒压模式过流保护阈值		0.97	1	1.03	V
V _{CS_max_CC}	恒流模式过流保护阈值		1.15	1.2	1.25	V
振荡器部分(OSC)						
F _{OSC}	正常工作频率		125	130	135	KHZ
F _{Burst}	间歇模式开关频率			22		KHZ
D _{max}	最大占空比			66		%
输出驱动部分(DRV)						
V _{OL}	输出低电平	I _o =-20mA			0.2	V
V _{OH}	输出高电平	I _o =+20mA	10			V
V _{DRV_Clamp}	输出箝位电压	VDD=25V		17.0	18.0	V
T _R	输出上升时间	C _{DRV} =1nF		250		ns
T _F	输出下降时间	C _{DRV} =1nF		30		ns
恒流环路控制部分(CC)						
V _{CC_Reg}	恒流环路控制内部基准电压	CC接10~47nf	291	300	309	mv
I _{CC_Source}	恒流环路控制内部电流源	CC接10~47nf		20		uA

符号	参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
V _{CC_SLP}	短路保护CC电压阈值	CC接10~47nf		0.8		V
T _{CC_short}	短路保护延迟时间	CC接10~47nf		210		ms
过温保护(OTP)						
T _{OTP_EN}	过温关断			150		°C
T _{OTP_EXT}	过温恢复			125		°C

典型特性曲线(TA = 25°C, VDD=18.0V, 除非另有说明)



应用描述

SC1560是一款高性能电流模式PWM控制器，适用于离线式反激充电器、电机驱动器电源和适配器等应用场景。芯片内集成有通用原边恒流控制技术，可支持断续模式（DCM）和连续模式（CCM）工作，适用于恒流输出的隔离型电源应用中，可简化恒流输出控制的隔离电源设计。

启动电流和启动控制

SC1560 设计有极低的启动电流，使得 VDD 能很快被充到 VDD_ON。因此采用一个较大的启动电阻即可降低启动损耗并保证可靠启动。对于通用输入的 AC/DC 开关电源，仅使用启动电阻和 VDD 电容的启动电路即可满足低功耗和快速启动设计。

SC1560的正常电流(典型值3.0mA)和间歇模式工作电流(典型值600uA)均极低，可获得良好的平均效率和空载功耗。

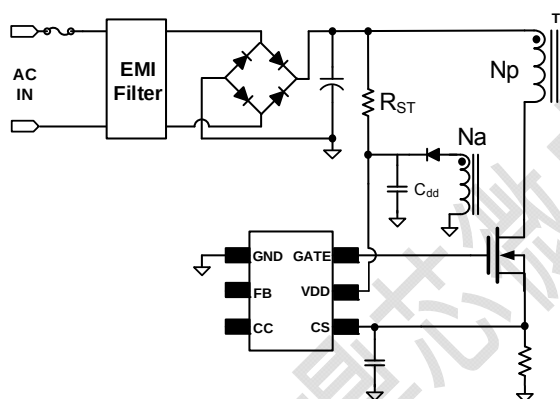


图1 启动示意图

软启动

SC1560内部集成有典型值1.5ms(恒流模式)、8ms(恒压模式)的软启动功能，在启动阶段逐周期变频变峰值。该功能有利于避免启动阶段变压器的饱和和降低原副边功率器件的电压应力。每次系统的重启都将伴随一次软启动过程。

原边恒流控制技术

相比于传统的工作在断续模式下的原边控制(PSR)的恒流反激电路，SC1560采用了一种更加通用的原边恒流控制技术，可以同时支持变压器在断续模式(DCM)和连续模式(CCM)下工作。

图2a和图2b分别为反激电路工作在断续模式

和连续模式下的关键波形。芯片通过计算在每个开关周期副边电感电流或者原边电感电流的平均值实现对平均输出电流的控制，结合图2给出以下计算公式：

$$I_{out} = \frac{\int_0^{T_s} I_s(t) dt}{T_s} = N \times \frac{\int_0^{T_s} I_p(t) dt}{T_s} \quad (1)$$

以上公式中：

$I_s(t)$: 副边电感实时电流、输出二极管实时电流。

$I_p(t)$: 原边电感实时电流。

N : 变压器原边与副边绕组匝比。

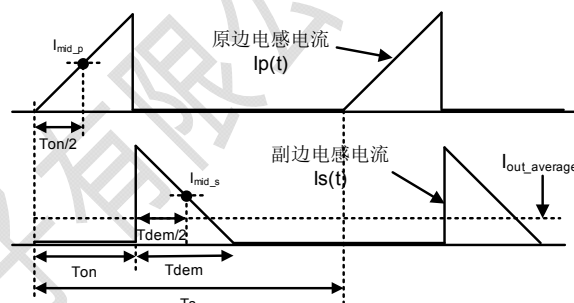


图2a 断续模式下反激电源波形

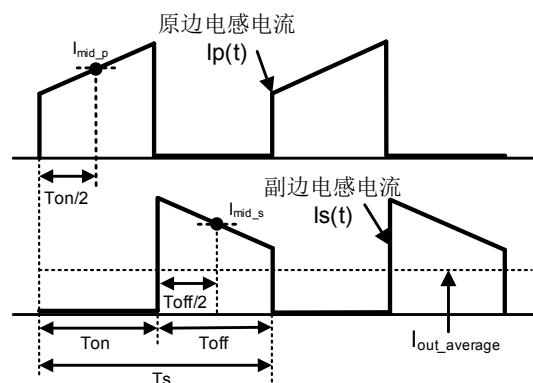


图2b 连续模式下反激电源波形

副边电感平均电流在断续模式和连续模式时可以通过统一的形式表达，即副边电感电流放电时间 T_{DIS} 与在副边电感电流放电时间中间时刻对应的电感电流 I_{mid_S} 的乘积：

$$\int_0^{T_s} I_s(t) dt = I_{mid_S} \times T_{DIS} = N \times I_{mid_P} \times T_{DIS} \quad (2)$$

以上公式中：

I_{mid_P} : 变压器原边中间导通时刻的电感电流。

副边电感电流放电时间 T_{DIS} 可以表达为以下形式:

$$T_{DIS} = \begin{cases} T_{DEM} & (\text{for DCM mode}) \\ T_{OFF} & (\text{for CCM mode}) \end{cases} \quad (3)$$

结合公式1-3, 平均输出电流公式可以表达为:

$$I_{OUT} = N \times I_{mid_P} \times \frac{T_{DIS}}{T_S} = N \times \frac{V_{dim_P}}{R_{CS}} \times \frac{T_{DIS}}{T_S} \quad (4)$$

以上公式中:

R_{CS} : 连接于功率MOSFET和地之间的电流采样电阻。

V_{mid_P} : 原边MOSFET中间导通时刻采样到的 R_{CS} 电阻上电压。

在SC1560内, V_{mid_P} 与 T_{DIS} 的乘积被恒流控制环路控制为恒定值, 且在恒流输出模式下工作频率严格固定在130KHz。

SC1560的平均输出电流的计算公式为:

$$I_{CC_OUT} = N \times \frac{V_{CC_REG}}{R_{CS}} = N \times \frac{300mv}{R_{CS}(\Omega)} \quad (5)$$

$$\text{以上公式中: } V_{CC_REG} = V_{dim_P} \times \frac{T_{DIS}}{T_S} \quad (6)$$

恒流/恒压模式识别

芯片通过CC管脚的阻抗来识别工作模式。当CC管脚连接电容时(10-47nF), SC1560工作在恒流恒压输出模式下; 当CC管脚悬空时, 芯片工作在恒压输出模式下。

$\pm 5\%$ 恒流精度、 $\pm 1\%$ 恒压精度

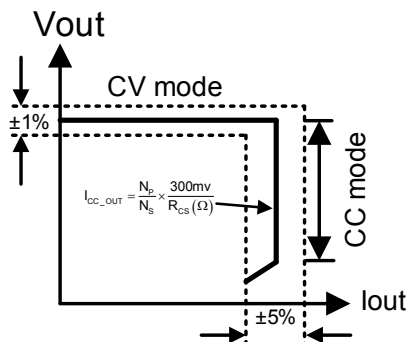


图3 恒压恒流曲线

由于集成有针对线电压和电感量的补偿, SC1560可以保证 $\pm 5\%$ 的恒流精度; 恒压输出控制与传统PWM 控制器相同, 通过副边闭环实现 $\pm 1\%$ 的恒压精度且带有较好动态响应功能。

固定频率振荡器

SC1560 内部设计有固定 130KHz 的开关频率, 无频率抖动, 无需外围定频元件, 可简化 PCB 布局。

内部斜坡补偿

SC1560 内置的斜坡补偿电路增加控制 PWM 信号的CS端口感应电压斜率, 可以改善系统工作在CCM模式的闭环稳定性, 防止次谐波振荡, 减小输出纹波电压。

前沿消隐

SC1560 采用电流模式控制技术, 具有逐周期电流限制功能。由于缓冲二极管反向恢复电流和内部功率 MOS 栅极浪涌电流, 会在 MOS 导通瞬间的开关电流上引起脉冲电流, 开关电流通过感应电阻被转变为电压反馈到CS端口。MOS 导通瞬间的脉冲电流可能会引起误触发。内部前沿消隐电路就是为了屏蔽CS端口在MOS导通瞬间的感应电压脉冲, 防止误触发。在前沿消隐时间内(典型值为150ns), 电流限制比较器禁止关闭内部功率 MOS。PWM 的占空比由CS电压和FB电压共同控制。

绿色节能工作模式

恒压模式下, SC1560满载工作于PWM模式, 中小载工作于绿色模式, 在轻载和空载时工作于间歇模式。在轻载或者空载情况下, 开关电源的大多数损耗来源于功率 MOS 的开关损耗、变压器铁损和缓冲电路损耗。功率损耗于开关频率正比, 较低的开关频率可以降低功耗, 达到节能高效的目的。在空载或轻载情况下, FB端电压下降到进入间歇模式阈值电压, 关闭输出; 当FB端电压上升到退出间歇模式阈值电压, 正常输出。通过这种打嗝式工作, 降低了开关损耗, 极大的减小了待机功耗。

开关频率在任何负载下都不会进入音频范围, 杜绝音频噪声。

另外, 在轻载状态下, SC1560采用了一种平

滑的频率调制技术调节开关频率。相比于其他频率调制设计，此技术可以平滑的调节开关频率而无异音产生。

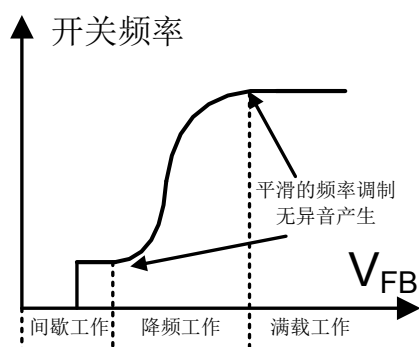


图4 开关频率曲线

短路保护

在恒流输出应用中，当芯片检测到CC管脚低于0.8V或高于3.5V且持续时间超过210ms时(典型值)，系统便进入短路保护模式并开始自动重启直至故障消失。

软驱动

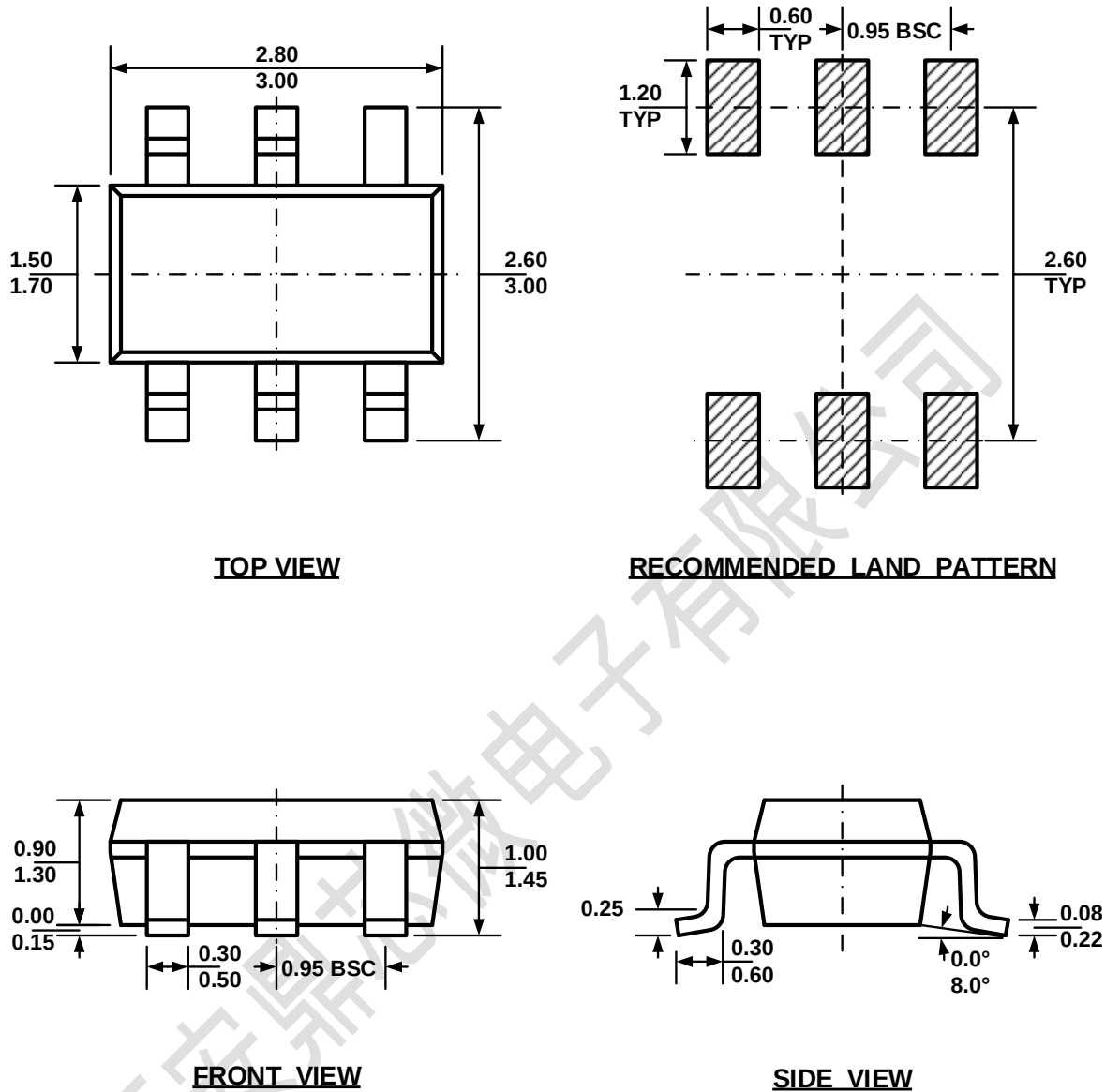
SC1560 的图腾驱动电路的输出级具有400mA的输出电流能力,有效降低了开通过程中的交越损耗、提高了效率和增强了系统的可靠性。内部设计有17.0V的MOSFET源极驱动电压箝位功能。同时，驱动电路设计有软驱动功能可有效地优化系统EMI。

保护功能

此外，SC1560还设计有基于自恢复模式的多种保护功能，如VDD 欠压锁定(UVLO)、VDD过压保护(VDD OVP)、逐周期电流限制、过载保护(OLP)、过温保护(OTP)、CS引脚开路保护等。上述保护提高了系统应用的可靠性。

封装描述

SOT23-6



说明:

1. 所有标注尺寸单位均为毫米
2. 长度/宽度不包括封装毛边
3. 图纸不是按比例绘制的
4. 当从左到右读顶部标记时, Pin 1 在左下角

重要声明

鼎芯微电子保留未经通知更改所提供的产品和服务。客户在订货前应获取最新的相关信息，并核实这些信息是否最新且完整的。

客户在使用鼎芯微电子产品进行系统设计和整机制造时有责任遵守安全标准并采取安全措施，以避免潜在风险可能导致人身伤害或财产损失情况的发生。

鼎芯微电子产品未获得生命支持、军事、航空航天等领域应用之许可，鼎芯微电子将不承担产品在这些领域应用造成的后果。

鼎芯微电子的文档资料，仅在没有对内容进行任何篡改且带有相关授权的情况下才允许进行复制。鼎芯微电子对篡改过的文件不承担任何责任或义务。

西安鼎芯微电子有限公司