有源钳位正激 PWM 控制器

产品描述

CSV3525T是一款有源钳位正激PWM控制器，采用电压控制模式。通过CS1管脚进行逐周期限流保护，通过CS2管脚进行过载保护，当CS2超过限流阈值0.5V时，芯片进入打嗝保护模式。

与传统的RCD钳位技术相比，CSV3525T采用了有源钳位技术，可实现更高的效率和功率密度。CSV3525T包含两路输出：主输出OUTA和有源钳位输出OUTB，两路输出均可驱动MOS管或双极器件。CSV3525T专为高速应用而设计，包含一个频率范围高达1MHz的振荡器，PWM比较和总传播延迟小于100ns的过流检测电路。芯片内部集成高压启动电路，可在13V~120V的宽输入电压范围内工作。芯片内部还集成有时钟同步功能、高精度5V基准、软启动功能以及欠压保护、过温保护功能等。

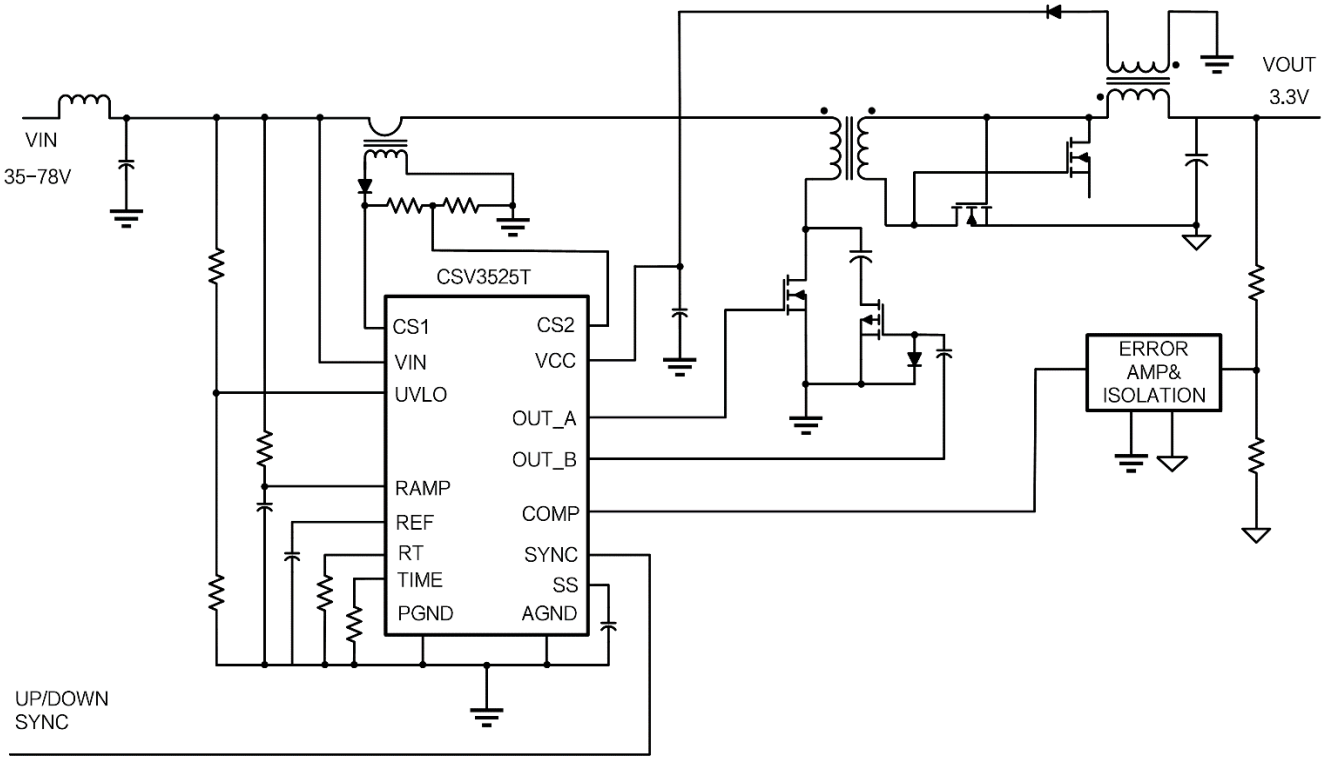
产品特点

- 内置高压启动电路
- 主输出电流驱动能力3A
- 外部可调的输入电压欠压保护
- 带前馈的电压控制模式
- 双模式过流保护
- 重叠时间或死区时间可调
- 伏秒钳位保护
- 软启动时间外部可调
- 振荡频率外部可设置，且支持外部时钟同步
- 高精度5V基准
- 过温保护
- TSSOP16封装

应用领域

- 服务器电源
- 通信电源

典型应用

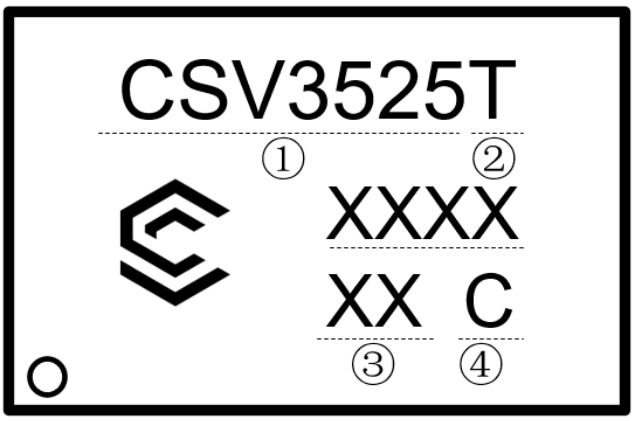


订购信息

产品型号	订货信息	封装类型	包装方式
CSV3525T	CSV3525T	TSSOP16	编带/料管

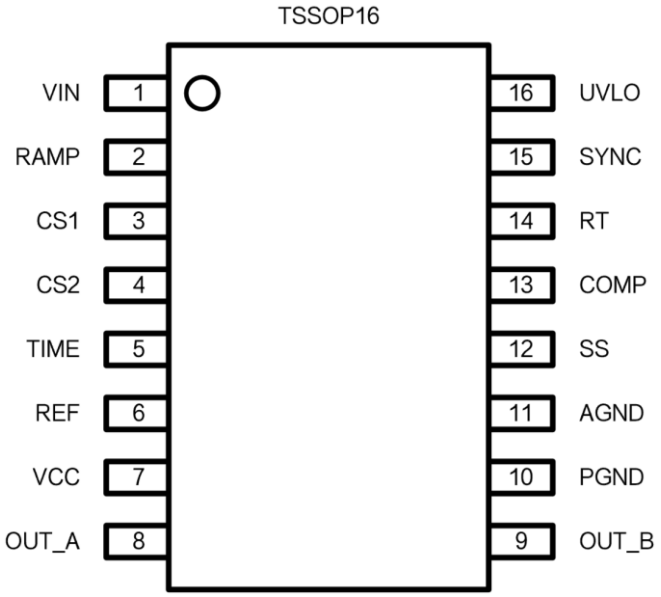
产品标识信息：

① 产品型号
② 封装形式： “T”代表TSSOP16
③ 产品生产批号
④ 产品内部控制标志



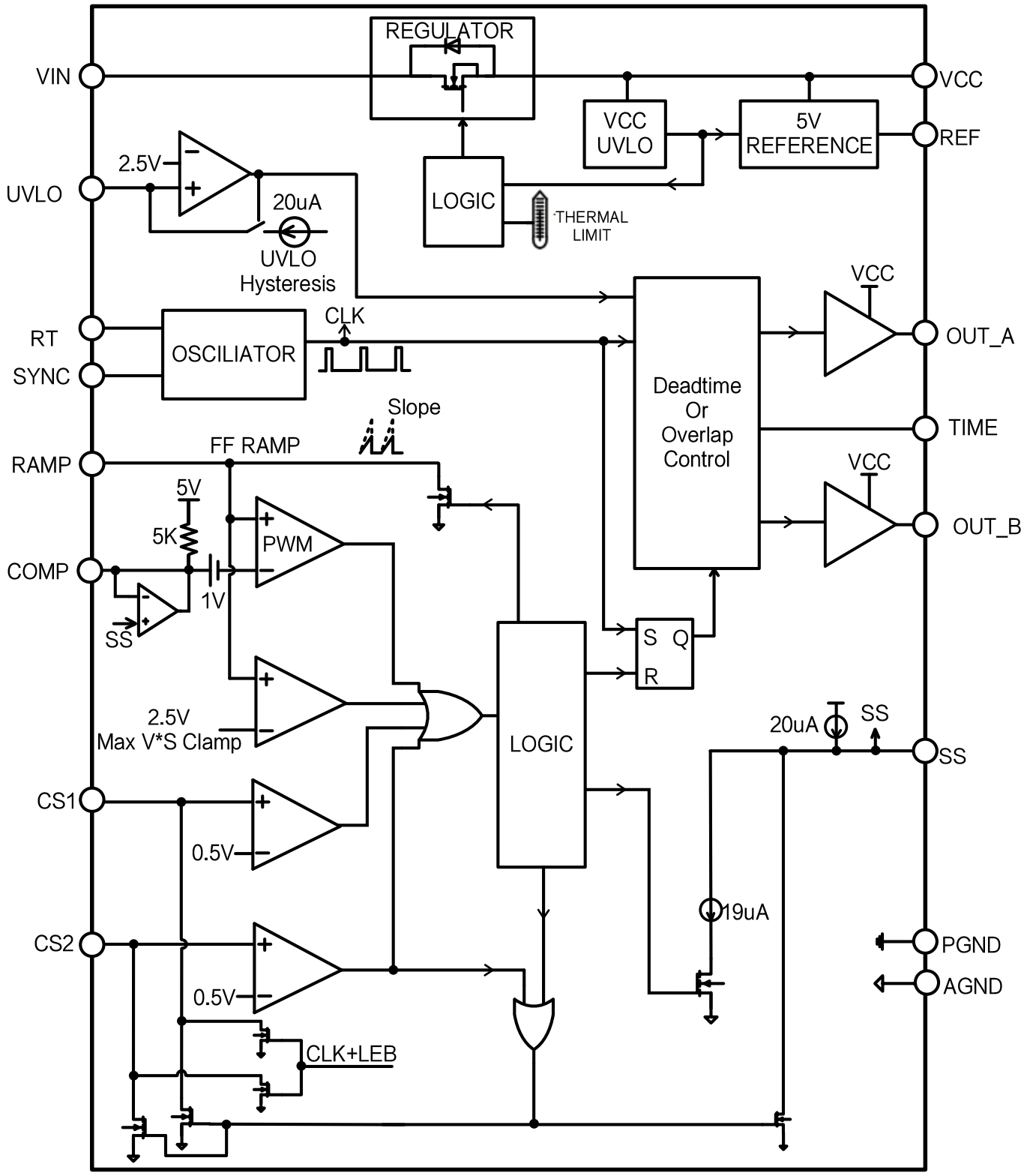
TSSOP16标识示意图

管脚定义



序号	名称	功能描述
1	VIN	输入供电
2	RAMP	调制斜坡信号
3	CS1	逐周期电流检测
4	CS2	打嗝模式电流检测
5	TIME	重叠或死区时间控制
6	REF	5V 基准
7	VCC	芯片电源管脚，可由内部 LDO 产生，输出电压为 7.6V
8	OUT_A	主输出
9	OUT_B	有源钳位输出
10	PGND	功率地
11	AGND	模拟地
12	SS	软启动控制
13	COMP	脉冲宽度调制
14	RT	振荡频率设置管脚
15	SYNC	同步时钟输入管脚
16	UVLO	输入欠压检测

功能框图


REGULATOR
VIN
VCC
VCC UVLO
5V REFERENCE
REF
2.5V
UVLO
20uA
UVLO Hysteresis
LOGIC
THERMAL LIMIT
VCC
RT
SYNC
OSCILIATOR
CLK
OUT_A
Deadtime Or Overlap Control
Slope
TIME
FF RAMP
RAMP
VCC
5V
5K
PWM
OUT_B
COMP
1V
SS
S Q
R
2.5V
Max V*S Clamp
LOGIC
20uA
SS
SS
CS1
0.5V
19uA
CS2
PGND
0.5V
AGND
CLK+LEB

极限工作范围(1)

VIN 耐压.·····-0.3V~125V
VCC 耐压.·····-0.3V~16V
OUTA、B 耐压.·····-0.3V~16V
CS1、CS2 耐压.·····-0.3V~1V
其他管脚耐压.·····-0.3V~7V
结温·····150℃
存储温度范围.·····-55℃~150℃
人体模式 ESD 能力.·····2KV

(1) 超过极限工作范围可能会对芯片造成永久性损坏。这些只是应力额定值，并不意味着芯片在这些或任何其他条件下的功能超出了推荐运行条件下的规定。长时间工作在极限值下可能会影响芯片的可靠性。

推荐工作条件(1)

	最小值	典型值	最大值	单位
VIN 电压	13		120	V
外加电压 VCC	8		15	V
工作结温范围	-40		125	℃

（1）推荐工作条件是指芯片正常运行的条件。关于准确的规格和测试条件，请参考电气特性

电气特性

除非另有说明(1)，T=25℃，V_{IN} = 48V, V_{CC} = 10V, RT = 31.3kΩ, R_{SET} = 27.4kΩ

符号	参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
高压启动						
V_{CC} Reg	VCC电压	外部供电断开	7.3	7.6	7.9	V
I_{VCC_lim}	VCC电流限制	(2)	20	30		mA
I-V_{IN}	VIN端的启动电流	V_{IN} = 100V		200	600	μA
V_{CC}供电						
V_{CC}_ON	开启阈值		V_{CC} Reg - 220mV	V_{CC} Reg - 120mV		V
V_{CCON}_hys	V_{CC}开启迟滞电压		0.8	1.3	1.8	V
I_{CC}	VCC的工作电流	C_{gate} = 0			5.0	mA
基准电压供电						
V_{REF}	基准电压	I_{REF} = 0 mA	4.85	5	5.15	V
	基准电压负载调整率	I_{REF} = 0 to 10mA		25	50	mV
	基准电压的电流限制		20	30		mA
电流限制						
CS1 Prop	CS1延迟输出	CS1从0V突变至0.6V，OUT端延迟关断的时间(90%)Cgate = 0		40		ns
CS2 Prop	CS2延迟输出	CS2从0V突变至0.6V，OUT端延迟关断的时间(90%)Cgate = 0		50		ns

电气特性（续）

除非另有说明(1)，T=25℃，V_{IN} = 48V, V_{CC} = 10V, RT = 31.3kΩ, R_{SET} = 27.4kΩ

符号	参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
电流限制（续）						
V_{CS1}	CS1逐周期限流阈值电压		0.45	0.5	0.55	V
V_{CS2}	CS2打嗝模式限流阈值电压	重置SS电容电压，重新启动	0.45	0.5	0.55	V
T_{LEB}	CS1 LEB时间			50		ns
R_{CS1}	CS1下拉电阻（正常工作）	CS1 = 0.4V		10	30	Ω
R_{CS1}	CS1下拉电阻（保护状态）	CS1 = 0.6V		15	30	Ω
R_{CS2}	CS2下拉电阻（保护状态）	CS2 = 0.6V		10	40	Ω
$I_{Leakage_CS}$	CS1和CS2漏电流	CS = CS Threshold – 100mV			2	μA
软启动						
I_{SS}	软启动电流		17	20	27	μA
I_{SS_OCP}	打嗝模式下的软启动电流		0.5	1	3	μA
振荡器						
F_{OSC1}	频率1	TJ =25℃ TJ=−55~125℃	180 175	200	220 225	kHz
F_{OSC2}	频率2	RT = 10.4KΩ	510	580	650	kHz
V_{Sync}	同步阈值			2		V
T_{Pulse_Sync}	最小同步脉冲宽度				100	ns
F_{Sync}	同步频率		160			kHz
PWM比较器						
COMP_Delay	Output输出延迟	COMP从5V突变至0V，OUT_A延迟变低的时间		40		ns
D_{PWM}	占空比范围		0		80	%
V_{COMP_Offset}	COMP最低调制电压		0.7	1	1.3	V
V_{COMP}	COMP开路电压			5		V
I_{COMP}	COMP短路电流	COMP = 0V	0.6	1.0	1.4	mA
伏秒钳位						
VS_{Clamp}	伏秒钳位	COMP = 5V，从OUT_A开始到斜坡峰值测量的增量斜坡。	2.4	2.5	2.6	V
UVLO关断						
V_{UVLO}	欠压关断阈值		2.44	2.5	2.56	V
I_{UVLO_Hys}	迟滞电流		16	20	24	μA

电气特性（续）

除非另有说明(1)，T=25℃，V_{IN} = 48V, V_{CC} = 10V, RT = 31.3kΩ, R_{SET} = 27.4kΩ

符号	参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
OUTPUT部分						
R_{Source_OUTA}	OUT_A 上拉电阻	Iout =−10mA,		5	10	Ω
I_{Peak_OUTA}	OUTPUT_A 峰值电流	Vcc/2		3		A
R_{Sink_OUTA}	OUT_A 下拉电阻	Iout =10mA		6	9	Ω
$Tr_{_OUTA}$	OUTPUT_A 上升时间	Cgate = 2.2nF		20		ns
$Tf_{_OUTA}$	OUTPUT_A 下降时间	Cgate = 2.2nF		15		ns
R_{Source_OUTB}	OUT_B 上拉电阻	Iout =−10mA		10	20	Ω
I_{Peak_OUTB}	OUTPUT_B 峰值电流	Vcc/2		1		A
R_{Sink_OUTB}	OUT_B 下拉电阻	Iout =10mA		12	18	Ω
$Tr_{_OUTB}$	OUTPUT_B 上升时间	Cgate = 1nF		20		ns
$Tf_{_OUTB}$	OUTPUT_B 下降时间	Cgate = 1nF		15		ns
OUTPUT时间控制						
T_{ovlp}	重叠时间	RSET = 38 kΩ接地，50% to 50%	70	100	130	ns
T_{dead}	死区时间	RSET = 29.5 kΩ 接REF, 50% to 50%	70	100	130	ns
热关断						
T_{SD}	过温保护阈值			160		℃
T_{SD_hys}	过温保护迟滞			25		℃

（1）具有室温极限的所有电气特性在 T_A=T_J=25℃的过程中进行测试。所有热极限和冷极限通过将电气特性与温度变化相关联，并应用统计过程控制，可确保安全性。

（2）器件热限制可能会限制可用范围

功能描述

CSV3525T 是一款有源钳位正激 PWM 控制器，采用电压控制模式。通过 CS1 管脚进行逐周期限流保护，通过 CS2 管脚进行过载保护，当 CS2 超过限流阈值 0.5V 时，芯片进入打嗝保护模式。

与传统的 RCD 钳位技术相比，CSV3525T 采用了有源钳位技术，可实现更高的效率和功率密度。CSV3525T 包含两路输出：主输出 OUTA 和有源钳位输出 OUTB，两路输出均可驱动 MOS 管或双极器件。CSV3525T 专为高速应用而设计，包含一个频率范围高达 1MHz 的振荡器，PWM 比较和总传播延迟小于 100ns 的过流检测电路。芯片内部集成高压启动电路，可在 13V~120V 的宽输入电压范围内工作。芯片内部还集成有时钟同步功能、高精度 5V 基准、软启动功能以及欠压保护、过温保护功能等。

➢ 高压启动电路

CSV3525T 包含一个内部高压启动电路，允许将输入引脚 (VIN) 直接连接到输入线电压。稳压器输出电流限制为 30mA（典型值）。上电时，稳压器启用，输出电流直接为 VCC 引脚的外部电容充电，VCC 外部推荐电容范围为 0.1uF~100uF。当 VCC 电压达到 7.6V 的稳压点，且内部电压 REF 达到 5V 的稳压点时，芯片的输出启动，并保持开关状态。当VCC电压降至6.2V以下或线电压欠压锁定管脚UVLO检测到VIN超出范围，控制器输出关闭。在典型应用中，变压器辅助绕组通过二极管连接到VCC进行辅助绕组供电，辅助绕组必须保证供电电压高于8V，来关闭内部高压启动电路，这样可以提高系统效率，同时降低功耗。

当辅助绕组处于非工作状态时，应限制 VCC 上的外部电流，以便启用高压启动电路时的功耗不超过控制器能承受的最大功耗。

如需使用外部电源供电，可将 VCC 和 VIN 引脚短接在一起，并将外部电源接到这两个引脚。

➢ 输入电压欠压检测

CSV3525T 包含输入电压欠压检测（UVLO）电路。从 VIN 到 GND 的外部电阻分压可设置 VIN 的工作范围。当 VIN 处于所需工作范围时，UVLO 引脚的电压将大于 2.5V。如果未达到 2.5V 欠压阈值，VCC 和 REF 电源关闭。UVLO 迟滞电压通过内部 20uA 电流源实现，该电流源以开关控制的方式流向电阻分压器。当 UVLO 电压超过阈值时，开启电流源以提高 UVLO 引脚处的电压。当 UVLO 引脚电压降至 2.5V 阈值以下时，电流源关闭，UVLO 引脚处的电压下降。UVLO引脚也可作为控制器的使能引脚，将UVLO引脚拉至低于2.5V阈值将关闭PWM输出。

➢ PWM 输出

主输出（OUT_A）和有源钳位输出（OUT_B）的相对相位可根据实际应用进行设置。若有源钳位输出驱动 PMOS 时，两个输出应同相，有源钳位输出与主输出重叠。若有源钳位输出驱动 NMOS 时，有源钳位输出应与主输出反相，且两路输出之间应存在死区时间。CSV3525T 能够通过管脚 TIME 的外部电阻设置重叠时间或死区时间，电阻的另一端可连接至 REF（死区时间控制）或 GND（重叠时间控制）。引脚 TIME 的内部检测电路可以通过检测 TIME 引脚电阻的电流方向，来设置两路输出的相位关系。重叠/死区时间的大小可计算如下：

重叠时间 (ns) = 1.4 × RSET − 1.2

死区时间 (ns) = 2.7 × RSET

RSET 单位是 kΩ，时间单位是 ns。

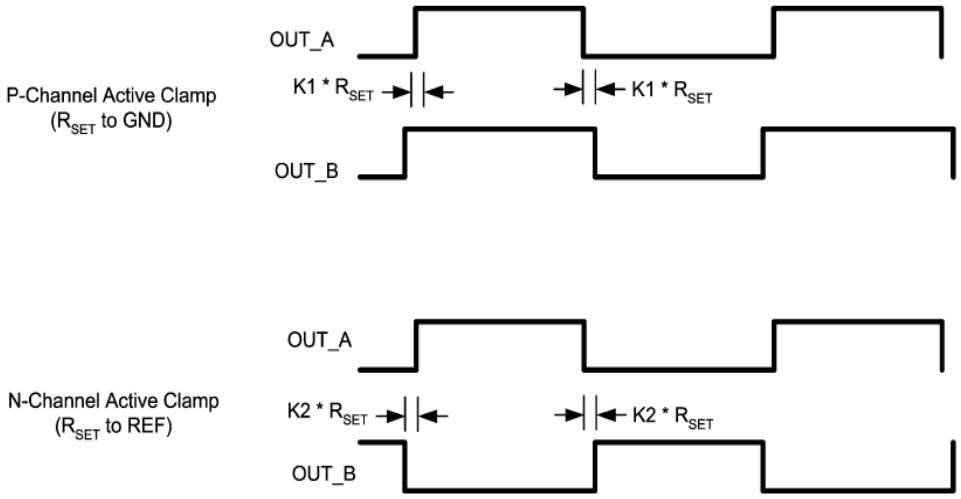


图 1：PWM 输出

➢ PWM 比较器

PWM 比较器将斜坡信号（RAMP）与环路误差信号（COMP）进行比较。该比较器针对速度进行了优化，以实现最小可控占空比。内部 5kΩ 上拉电阻连接在内部 5V 电源和 COMP 引脚之间，可用作对外部光耦的上拉。环路误差信号（COMP）可控制输出占空比，COMP 引脚为 0V，则两路输出占空比为零。

➢ 伏秒钳位

伏秒钳位比较器将斜坡信号（RAMP）与固定的 2.5V 参考电压进行比较。正确选择引脚 RAMP 外接的 RFF 和 CFF，可设置主输出的最大导通时间。伏秒钳位设置的导通时间与线电压成反比，因为 CFF 由连接到 VIN 的 RFF 充电，而钳位阈值为固定电压（2.5V）。例如：48V 线电压输入，开关频率为 200kHz，欲达到 50%占空比，那么最大导通时间应为 2.5us。在 48V 输入时，伏秒乘积为 120V x us（48V x 2.5us）。参考下述公式：

$$R_{FF} \times C_{FF} = V_{IN} \times \frac{T_{ON}}{2.5V}$$

$$48 \times \frac{2.5\,\mu}{2.5} = 48\,\mu$$

若 CFF=470pF，则 RFF=102kΩ。

CFF 的推荐容值范围为 100pF~1000pF。

CFF 斜坡电容在每个周期结束时由内部下拉管放电。

➢ 过流保护

CSV3525T 包含两种过流保护模式。当 CS1 输入端的检测电压超过 0.5V，则当前输出导通时间结束（逐周期限流）。当 CS2 输入端的检测电压超过 0.5V，控制器关闭当前输出，并对软启动电容 CSS 快速放电至零，之后采用 1μA 电流源对 CSS 缓慢充电。当 SS 引脚上的电压达到约 1V 时，PWM 比较器将在 OUT_A 处产生第一个输出脉冲。第一个脉冲产生后，软启动电流源立即恢复到 20uA。针对持续的过载情况，转换器不断的打嗝重启，实现以低占空比打嗝模式保护连续过载转换器。

这两种过电流保护模式允许用户在过载条件下灵活设置。如果希望系统在过载期间充当电流源，则应使用 CS1 逐周期限流。在这种情况下，电流感应信号应用于 CS1 输入，CS2 输入应接地。如果在过载条件下，系统需要短暂关闭，然后重新软启动，则应使用 CS2 打嗝保护模式，在这种情况下，电流感应信号应用于 CS2 输入，CS1 输入应接地。在持续过载条件下，控制器关断并重启将无限期重复，打嗝模式将大大降低过载期间系统的热应力。在严重过载条件下，逐周期限流模式具有更高的系统热损耗，但在短时过载条件下却具有可连续工作的优势。

在某些系统中，可以同时使用这两种模式，轻微的过载情况会激活 CS1 控制的逐周期限流模式，而更严重的过载会激活 CS2 打嗝模式。两种模式工作同时触发需要电感器电流的斜率足够大，在 CS1 功能关闭主输出开关之前能够达到 CS2 阈值。这需要电流感测引脚处的高 dv/dt。信号在第一阈值检测器（CS1）关闭功率管之前，必须足够快以达到第二阈值。CS 引脚上的过度滤波、极低值的电流采样电阻是不利于触发打嗝保护模式的。

建议在靠近 CS 引脚设置一个小型 RC 滤波器。CS 引脚有一个内部放电管，在每个周期结束时对电流检测滤波器电容放电，以改善动态性能。在每个主开关周期开始时，都存在 50ns 的 LEB 时间，以消除前沿尖峰导致的影响。

CSV3525T 的 CS 比较器速度非常快，可对短时噪声脉冲作出响应。布板时需要考虑电流检测滤波器和检测电阻。与 CS 滤波器相关的电容必须放置在非常靠近芯片的位置，并直接连接到芯片引脚（CS 和 GND）。如果使用电流感应变压器，变压器次级的两条引线应连接至滤波器网络，滤波器网络也应靠近芯片。如果在主开关功率管 SOURCE 端对地设置电阻进行电流检测，则需要低电感类型的电阻。当使用电流检测电阻时，所有噪声敏感的低功率地连接应在芯片附近并连接在一起，而功率地（电流采样地）应单独连接。

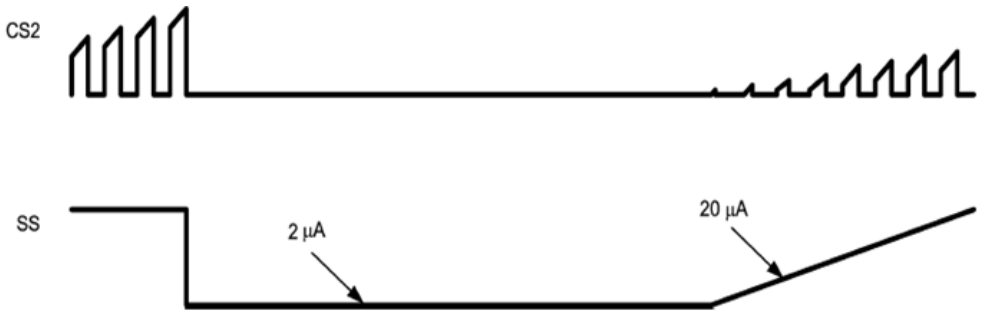


图 2：二级过流保护

➢ 振荡器和同步功能

CSV3525T 振荡频率由连接在 RT 引脚和 GND 之间的外部电阻设置。要设置所需的振荡器频率（F），可通过以下公式计算所需的 RT 电阻：

$$RT = (\frac{5725}{F})^{1.026}$$

其中 F 以 kHz 为单位，RT 以 kΩ 为单位。

RT 电阻器应位于非常靠近芯片的位置，并直接连接至芯片引脚（RT 和 GND）。

CSV3525T 的一个独特功能是能够将振荡器与频率高于或低于内部振荡器频率的外部时钟同步。较低频率同步频率范围为内部振荡器频率的 80%，最大同步频率没有限制，同步时钟要求最小脉冲宽度为 100ns。如果不需要同步功能，同步引脚应连接到 GND 以防止异常干扰。将 RT 引脚连接到 REF 可禁用内部振荡器。一旦禁用，同步信号将直接作为控制器的主时钟。PWM 控制器的频率和最大占空比均可由同步信号控制（在伏特秒钳位的限制范围内）。最大占空比（D）为同步信号的（1−D）。

➢ 前馈斜坡

连接到 VIN 和 GND 的外部电阻 RFF 和电容 CFF 可构建 PWM 斜坡信号，RAMP 引脚处的信号斜率将与输入线电压成比例关系，这种可变的斜率为电压模式控制提供了改善线电压瞬态响应所需的前馈信息。PWM 比较器将斜坡信号 RAMP 与 COMP 引脚处的误差信号进行比较，以控制主开关输出的占空比。伏秒钳位比较器还监测斜坡引脚，如果斜坡幅度超过 2.5V，则当前周期终止。在每个周期结束时，内部时钟或伏秒比较器（以先发生的为准）将斜坡信号重置为零。

➢ 软启动

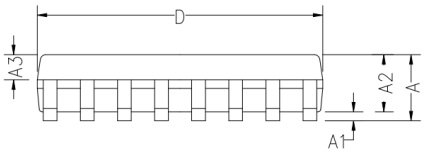
软启动功能允许功率转换器缓慢达到稳态工作点，从而降低启动应力和浪涌。通电时，20uA 电流为软启引脚 SS 外部电容充电，电容电压缓慢上升，并限制 COMP 引脚电压，从而限制 PWM 占空比。在 VCC 欠压、线电压欠压（UVLO）或二级电流限制等故障情况下，输出关断，软启动电容 Css 完全放电。当故障条件不存在时，软启动将重启。在第二级限流检测（CS2）后，软启动电流源减小至 1uA，直到 PWM 控制器产生第一个输出脉冲。在第一个输出脉冲（SS 引脚处约 1V）后，软启动电流恢复到 20uA。

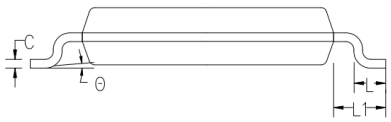
➢ 过温保护

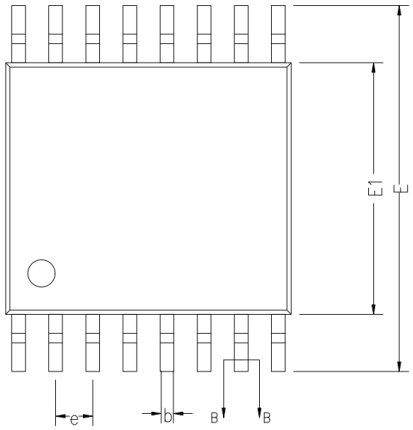
CSV3525T 内部集成过温保护电路，以在超过最高允许结温时保护芯片。通常在 160℃时，控制器进入低功率状态，输出和偏置被禁用。芯片在低于 135℃后重新启动。过温保护功能用于防止系统过热造成灾难性故障。

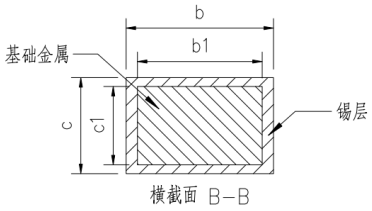
封装外形图

TSSOP16









符号	单位(毫米)		
	最小值	常规值	最大值
A	–	–	1.20
A1	0.05	–	0.15
A2	0.90	1.00	1.05
A3	0.39	0.44	0.49
b	0.20	–	0.28
b1	0.19	0.22	0.25
c	0.13	–	0.17
c1	0.12	0.13	0.14
D	4.90	5.00	5.10
E	6.20	6.40	6.60
E1	4.30	4.40	4.50
e	理论值0.65		
L	0.45	0.60	0.75
L1	参考值1.00		
θ	0°	–	8°

重要声明

苏州锴威特半导体股份有限公司保留更改规格的权利，恕不另行通知。苏州锴威特半导体股份有限公司对任何将其产品用于特殊目的的行为不承担任何责任，苏州锴威特半导体股份有限公司没有为用于特定目的产品提供使用和应用支持的义务。苏州锴威特半导体股份有限公司不会转让其专利许可以及任何其他的相关许可权利。