100V 电流模式 PWM 控制器

产品描述

CSV3500Q是一款PWM控制器，包含使用电流模式控制实现单端拓扑功率转换器所需的所有功能模块。内置的高压启动稳压器够工作在较宽的输入电压范围，最高可在100V的电源电压下工作。该控制器芯片专门为高频高速应用而设计，内置振荡器的频率最高可达1MHz，而总的传播延时小于100ns。此外，还内置了误差放大器、高精度基准电压、可编程线路欠压锁定（UVLO）、逐周期限流、斜坡补偿、软起动和可同步时钟。

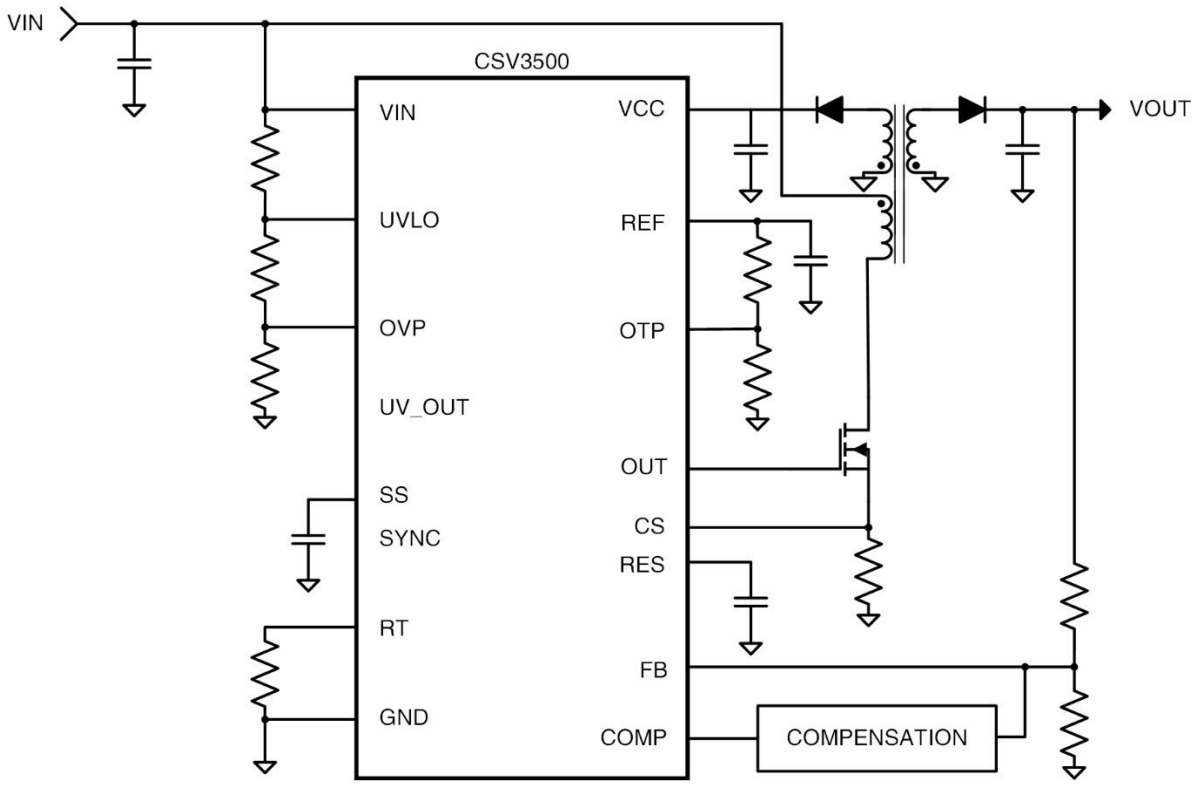
应用领域

- 工业电源
- 通信电源

特点

- 100V高压启动稳压器
- 误差放大器
- 高精度5V基准电压
- 可调节软起动
- 1A峰值电流栅极驱动器
- 振荡器可同步
- 可编程线电压欠压锁定
- 可编程线电压过压保护
- 逐周期过流保护
- 可调打嗝模式
- 斜坡补偿
- 具有同步功能的可编程振荡器
- 带前沿消隐的电流采样
- 外置可调过温保护
- 封装类型QFN3×3–16L

典型应用

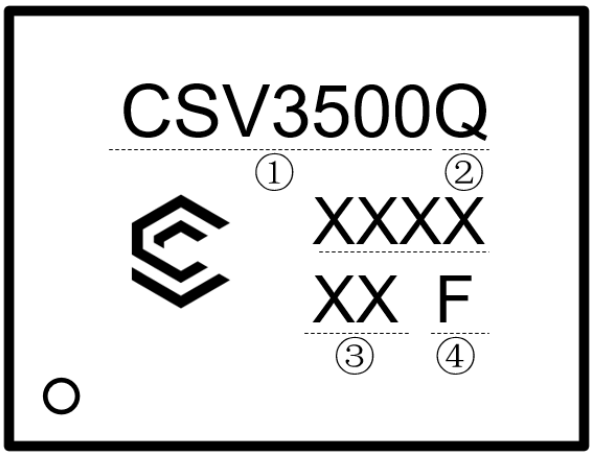


订购信息

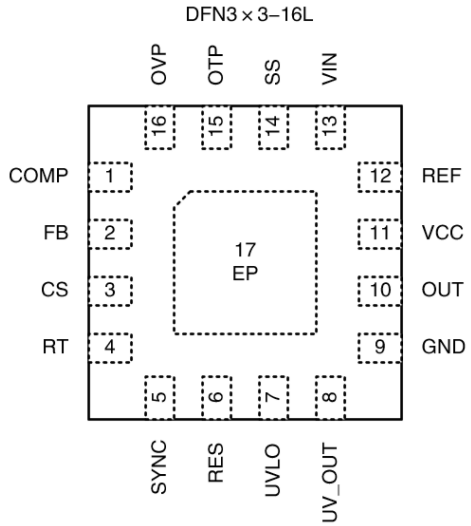
产品型号	订货信息	封装类型	包装方式
CSV3500Q	CSV3500Q	QFN3×3–16L	编带/料管

产品标识信息

①产品型号
②封装形式：“Q”代表QFN3×3–16L
③产品生产批号
④产品内部控制标志

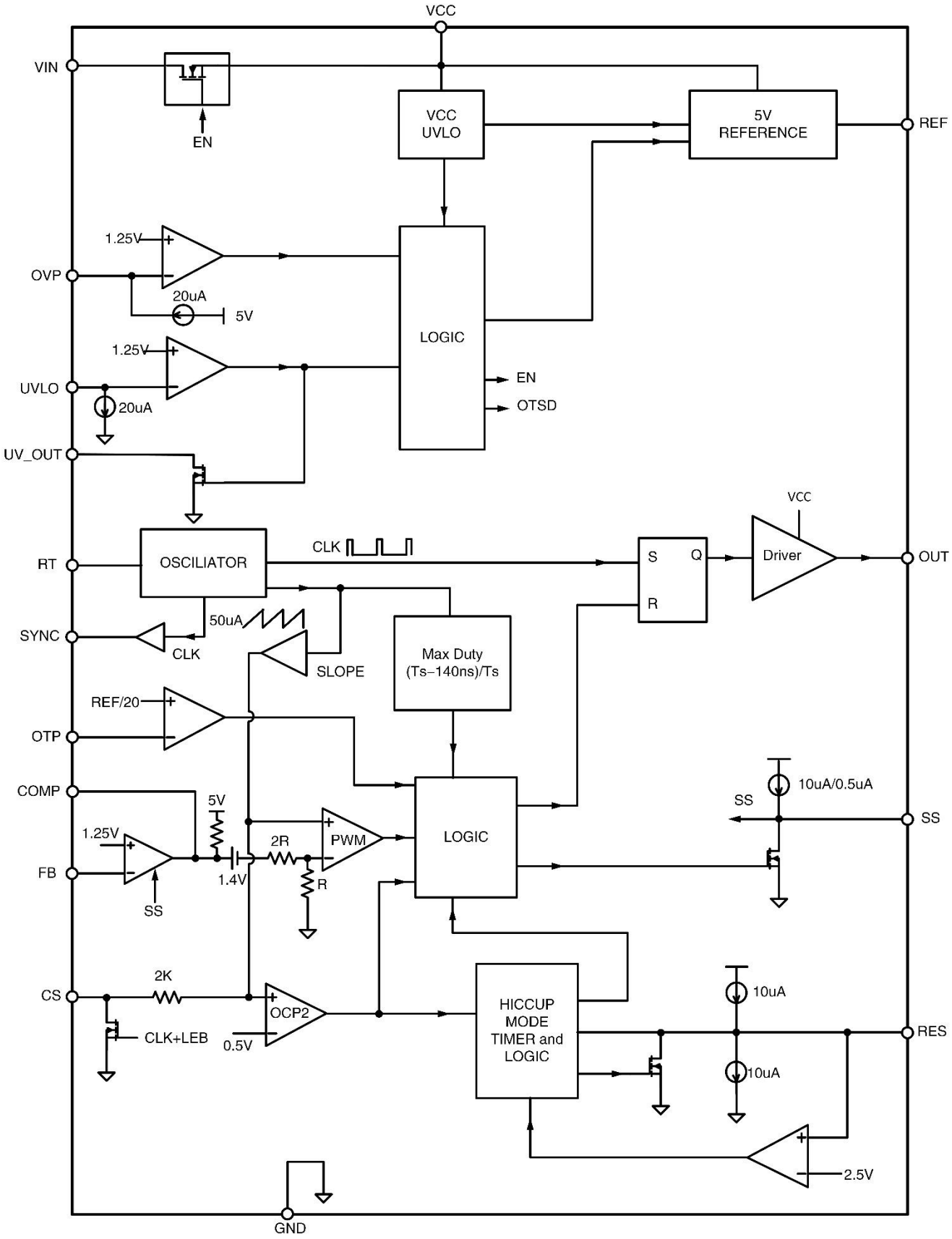


管脚定义



序号	名称	功能描述
1	COMP	内部误差放大器的输出端/PWM 比较器的输入端
2	FB	反馈输入端
3	CS	电流检测输入端
4	RT	振荡器频率设置与同步时钟输入引脚
5	SYNC	内部时钟输出端
6	RES	打嗝重启时间配置管脚
7	UVLO	线电压欠压保护输入端
8	UV_OUT	母线欠压状态信号输出端
9	GND	地
10	OUT	输出驱动端
11	VCC	来自内部高压启动调节器的输出
12	REF	5V 基准电压输出
13	VIN	高压电源输入端
14	SS	软起动设置端
15	OTP	外置过温保护设置端
16	OVP	线电压过压保护输入端
	EP	连接散热片，建议接地

功能框图


VCC
VIN
EN
VCC
UVLO
5V
REFERENCE
REF
1.25V
OVP
20uA
5V
LOGIC
1.25V
UVLO
20uA
EN
OTSD
UV_OUT
VCC
RT
OSCILIATOR
CLK
S
Q
R
Driver
OUT
SYNC
50uA
CLK
SLOPE
Max Duty
(Ts-140ns)/Ts
REF/20
OTP
COMP
5V
10uA/0.5uA
SS
SS
1.25V
2R
PWM
LOGIC
FB
1.4V
R
SS
2K
CS
OCP2
HICCUP
MODE
TIMER and
LOGIC
10uA
RES
CLK+LEB
0.5V
10uA
2.5V
GND

极限工作范围(1)

VIN 耐压……–0.3V~100V
VCC 耐压……–0.3V~1 6V
RT 耐压……–0.3V~5.5V
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…… …… ±1500V

(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。

推荐工作范围(1)

参数	最小值	最大值	单位
VIN 电压	13	90	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

除特别说明，V_{VIN}=48 V，V_{VCC}=10 V 外部施加，R_{RT}=32.2 KΩ，C_{REF}=0.1uF,C_{VCC}=1uF，T=25℃

符号	参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
高压启动稳压器						
V_{VCC}	稳压器输出电压	VCC 开路	7.1	7.4	7.7	V
I_{VCC}	VCC 限流		25	35		mA
I_{VIN}	启动电流	VIN = 100 V, VCC =1 0 V		150	500	μA
I_{IN}	关断电流	UVLO=0V, VCC 开路		350	450	μA
VCC 电源						
V_{CC_UV}	开启阈值		V_{VCC}–0.4	V_{VCC}–0.2		V
	关断阈值		6.0	6.4	6.8	V
I_{CC}	工作电流	C_{LOAD}=0nF		3	4	mA
REF 电源						
V_{REF}	REF 参考电压		4.9	5	5.1	V
I_{REF}	REF 限流		20	30		mA
EA 误差放大器						
GBW		(注一)		4		MHz
DC_Gain		(注一)		75		dB
V_{FB}	FB 保护阈值	FB=COMP	1.225	1.25	1.275	V
I_{COMP_sink}	COMP 下拉电流	FB=1.5V,COMP=1V	5	17		mA
UVLO 欠电压保护						
V_{UVLO}	UVLO 开启阈值		1.225	1.25	1.275	V
I_{UVLO}	迟滞电流		16	20	24	μA
OVP 过电压保护						
V_{OVP}	过压阈值		1.225	1.25	1.275	V
I_{OVP}	迟滞电流		16	20	24	μA

电气特性（续）

除特别说明，V_{VIN}=48 V，V_{VCC}=10 V 外部施加，R_{RT}=32.2 KΩ，C_{REF}=0.1uF,C_{VCC}=1uF，T=25℃

符号	参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
OTP 过温保护						
V_{OTP}	OTP 阈值			V_{REF}/20		V
	迟滞电压			V_{REF}/62		V
CS 过流保护						
V_{CS}	限流保护阈值		0.45	0.5	0.55	V
T_{OCP}	传输延迟	CS 跳变至 0.6V		30		ns
LEB	前沿消隐时间			50		ns
R_{CS}	下拉阻抗			35	55	Ω
RES 限流重启						
V_{RES}	RES 阈值电压		2.4	2.5	2.6	V
I_{RES_CH}	充电源电流	V_{RES} = 1.5 V	8	10	12	μA
I_{RES_DISCH}	放电吸收电流	V_{RES} = 1 V	8	10	12	μA
SS 软启动						
I_{SS1}	正常工作时的充电电流		7	10	13	μA
I_{SS2}	打嗝模式重启期间的充电电流			0.5		μA
OSC 振荡器						
F_{OSC1}	工作频率 1	R_{RT} = 32.2 kΩ,	175	200	225	KHz
F_{OSC2}	工作频率 2	R_{RT} = 10 kΩ	530	600	670	KHz
V_{SYNC}	同步电压阈值		2.4	3.2	3.8	V

电气特性（续）

除特别说明，V_{VIN}=48 V，V_{VCC}=10 V 外部施加，R_{RT}=32.2 KΩ，C_{REF}=0.1uF,C_{VCC}=1uF，T=25℃

符号	参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
PWM 比较器						
T_{PWM}	传输延迟	COMP=2V, CS 跳变至 0.4V		25		ns
$Duty_{min}$	最小占空比	COMP=0V			0	%
$Duty_{max}$	最大占空比	T_S 为时钟周期(μs)		$\frac{T_S-0.14}{T_S}$		%
	COMP 的电压增益	(注一)		0.33		
I_{COMP_source}		COMP=0V	0.6	1.1	1.5	mA
SLOPE 斜坡补偿						
V_{SLOPE}	比较器阈值	COMP current = 0	80	105	130	mV
OUT 输出驱动						
V_{OH}	输出高电平电压	I_{OUT} = 50 mA, V_{VCC}–V_{OUT}		0.15	0.45	V
V_{OL}	输出低电平电压	I_{OUT} = 100 mA		0.15	0.45	V
T_{RISE}	上升沿时间	C_{LOAD} = 1 nF		8		ns
T_{FALL}	下降沿时间	C_{LOAD} = 1 nF		8		ns
过温保护						
T_{SD}	过温保护温度			155		℃
	迟滞温度			20		℃

注一：通过设计保证。

功能描述

➢ 概述

CSV3500Q 是一款单端拓扑功率转换器原边的 PWM 控制器，可广泛应用于电流模式的反激变换器和正激变换器等功率拓扑。芯片集成了软启动、频率同步、短路保护和母线欠压/过压保护等功能，系统在异常状态时，关断芯片输出，从而达到保护芯片的目的。

CSV3500Q 有较宽工作电压范围，8V 至 100V 的电源电压下均能正常工作。该控制器芯片专门为高频高速应用而设计，内置振荡器的频率最高可达 1MHz，而总的传播延时小于 100ns。此外，还内置了误差放大器、高精度基准电压、可编程线路欠压锁定（UVLO）、逐周期限流、斜坡补偿、软起动和可同步时钟。

➢ 高压启动稳压器

CSV3500Q 含有一个内部高压启动稳压器，允许将输入引脚 (VIN) 直接连接到 48V 直流输入电压。稳压器输入可承受高达 100V 的瞬变电压。VCC(7.4V)下的稳压器输出内部电流限制为 35mA（典型值）。 上电时，VCC 稳压器被启用以对连接到 VCC 引脚的外部电容器充电。 VCC 稳压器为参考电压 (REF) 和输出驱动器供电。 当 VCC 引脚上的电压超过 7.4V 的启动阈值时，内部参考电压 (REF) 达到其 5 V 的调节设定点并且 UVLO 电压大于 1.25 V，控制器输出被启用。 VCC 电容器的值取决于整个系统设计及其启动特性。 VCC 电容的推荐值范围为 0.1 μF 至 100 μF。

VCC 达到调节设定点后，VCC 欠压比较器阈值会降低至 6.4V（典型值）。 如果 VCC 低于该值，则输出被禁用，软启动电容器放电，如果 VCC 增加到 7.4V 以上，输出将被打开，而芯片开始进入软启动状态。

CSV3500Q 的内部功耗可以通过从外部电源为 VCC 供电来降低。 在典型应用中，辅助变压器绕组通过二极管连接到 VCC 引脚。 该绕组必须将 VCC 电压提高到 7.8V 以上才能关闭内部启动稳压器。 从辅助绕组为 VCC 供电可提高效率，同时降低控制器的功耗。 欠压比较器电路在此模式下仍将工作，要求在启动期间 VCC 永远不会低于 6.4V。

在故障模式期间，当转换器辅助绕组无效时，必须限制 VCC 线上的外部电流消耗，以使启动稳压器中的功耗不超过 IC 封装的最大功耗。

通过将外部偏置电压连接到 VCC 引脚，可以使用外部直流偏置电压代替内部稳压器。外部偏置必须大于 7.8V 才能超过 VCC 启动阈值并小于 VCC 最大工作电压额定值 (15 V)。

➢ 线电压欠压检测器

CSV3500Q 包含一个欠压锁定 (UVLO) 电路。当 VCC 和 REF 输出超过 VCC 和 REF 启动阈值且 UVLO 引脚电压大于 1.25 V 时，输出被启用并开始正常运行。从 VIN 到 GND 的外部设定点分压器可用于设置转换器的最小工作电压。分压器的设计必须使得当 VIN 进入所需的工作范围时，UVLO 引脚上的电压将大于 1.25V。

UVLO 迟滞是通过内部 20μA 下拉电流实现的，该下拉电流在设定点分压器的阻抗中打开或关闭。当超过 UVLO 阈值时，下拉电流被关断以快速升高 UVLO 引脚上的电压。当 UVLO 引脚电压低于 1.25V 阈值时，下拉电流被打开，导致 UVLO 引脚电压快速下降，同时 UV_OUT 的开漏输出将被打开并下拉至地。

UVLO 引脚还可用于实现各种远程启用和禁用功能。 通过强制 UVLO 引脚进入待机状态来关闭转换器可提供受控软停止。

➢ 线电压过压保护

CSV3500Q 提供了一个线电压过压保护 OVP 引脚。当 OVP 引脚电压超过 1.25 V 时，控制器保持待机模式，立即关断高压启动模块对 VCC 供电。当 OVP 引脚电压低于 1.25V 阈值时，输出被启用并开始正常的软启动。迟滞是通过内部 20μA 电流源实现的，该电流源在 OVP 引脚设定点分压器的阻抗中打开或关闭。当超过 OVP 阈值时，电流源被启用以快速升高 OVP 引脚上的电压。当 OVP 引脚电压低于 1.25V 阈值时，电流源被禁用，导致 OVP 引脚电压快速下降。

➢ 基准电压输出

REF 引脚是 5V 线性稳压器的输出，可用于偏置光耦合器晶体管和外部管理电路。 稳压器输出的内部电流限制为 30mA（典型值）。

➢ 过流保护

CS 检测变压器初级电流。 如果 CS 引脚上检测到的电压超过 0.5 V，则当前输出导通时间结束（逐周期限流）。当 CS 输入端的检测电压超过 0.5V 并持续处于过流状态时，RES 脚的开始以 10μA 充电电流对电容 C_{RES} 充电，而当 RES 的电压大于 2.5V 时，控制器关闭当前输出，并对软启动电容 C_{SS} 快速放电至零，同时 C_{RES} 也快速放电至零，之后采用 0.5μA 电流源对 C_{SS} 缓慢充电（软起动）。若期间 CS 低于 0.5V 时，则 RES 脚会以 10μA 放电电流对电容 C_{RES} 进行放电。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。在逐周期限流期间，系统在过载期间任然充当电流源；而如果在过载持续时间超过阈值，系统将短暂关闭，然后重新软启动。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耗，但在短时过载条件下却具有可连续工作的优势。

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。

CSV3500Q 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。

➢ 过载保护定时器

CSV3500Q 提供限流重启定时器以禁用输出并在重复检测到过流信号时强制延迟重启（打嗝模式）。 触发重启所需的逐周期限流的周期数可由 RES 引脚上的外部电容器编程。在每个 PWM 周期内，CSV35000 会从 RES 引脚电容器中提供或吸收电流。如果在一个周期内未检测到过流信号，则启用 10μA 放电电流吸收器以将 RES 引脚接地。如果持续检测到过流信号，则 10 μA 灌电流被禁用，10 μA 电流源会导致 RES 引脚上的电压逐渐增加。CSV3500Q 通过逐周期限流保护转换器，同时 RES 引脚上的电压增加。如果 RES 电压达到 2.5V 阈值，则会按以下顺序重启：

RES 电容器和 SS 电容器完全放电并关断 PWM 输出，在监测到 COMP 电压也低于 1.2V 后，才重新打开 PWM 输出的使能。

软启动电流源从 10 μA 减少到 0.5 μA。

SS 电容器电压缓慢增加。当 SS 电压逐渐接近 1 V 时，PWM 比较器将产生第一个窄输出脉冲。在第一个脉冲出现后，SS 源电流恢复到正常的 10μA 水平。SS 电压以正常速率增加，逐渐增加输出驱动器的占空比。

如果重启后过载情况仍然存在，则逐周期限流将再次开始增加 RES 电容器上的电压，重复打嗝模式序列。

如果重启后过载情况不再存在，RES 引脚将通过 10μA 电流吸收器保持接地，并恢复正常工作。

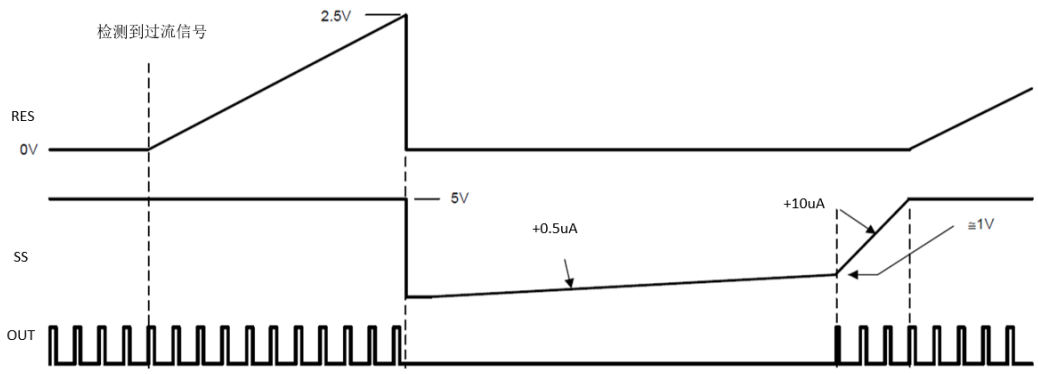
过载定时器功能非常通用，可以配置为以下保护模式：

仅逐周期 通过在 RES 引脚和 AGND 之间连接一个 0 到 50kΩ 的电阻器，可以完全禁用打嗝模式。 在这种配置中，逐周期保护将无限期地限制输出电流，并且不会发生打嗝序列。

只打嗝 定时器可以配置为在检测到过载时立即激活打嗝序列，方法是让 RES 引脚开路。

延迟打嗝 如前所述，在启动打嗝模式重启之前，将电容器连接到 RES 引脚可提供一个编程的逐周期限制间隔。 这种配置的双重优点是短期过载不会导致打嗝模式重启，但在长期过载情况下，电源转换器的平均耗散将非常低。

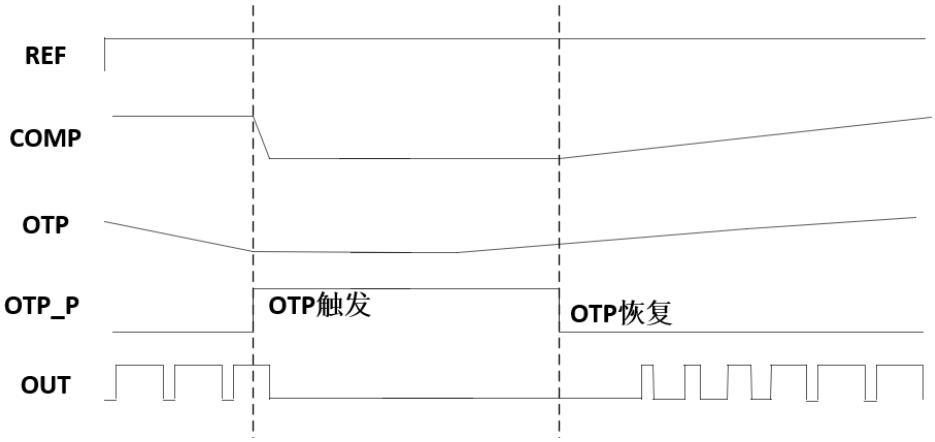
外部控制打嗝 RES 引脚也可用作输入。 通过从外部驱动将引脚拉至高于 2.5V 打嗝阈值的电平，控制器将被强制进入延迟重启序列。 例如，延迟重启序列的外部触发可能来自过热保护电路或输出过压传感器。



限流重启时序

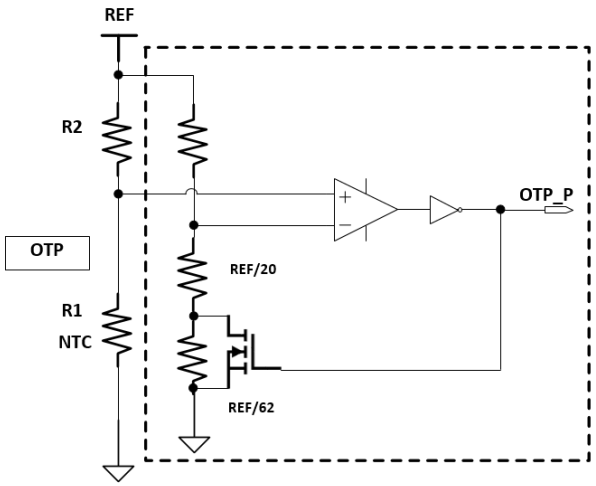
➢ 过温保护

外置的过温保护可通过 OTP 脚设置，在 REF 电压稳定后，芯片正常工作状态下，若温度升高 OTP 端的电压也随之降低，达到过温保护点后触发 OTP，输出信号 OUT 关断，COMP 脚下拉至低电平, REF 和 VCC 正常工作；而随着温度的降低，达到过温保护恢复点后，芯片将重新进入软起动，随之产生输出信号 OUT。



过温保护时序图

过温保护的触发点为 $V_{REF}/20$（要求低于 150℃），迟滞为 $V_{REF}/62$，可以通过两个串联电阻来设定，在 REF 脚与 OTP 脚之间接入一个外置电阻，而在 OTP 脚与地之间接入一个外置负温电阻。



OTP 内部示意图

➢ 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，10uA 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(打嗝模式)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。在进入打嗝模式后，软启动电流源减小至 0.5uA，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 10uA。关闭稳压器的一种方法是将 SS 引脚接地，这会强制内部 PWM 控制信号接地，从而快速将输出占空比降至零。 释放 SS 引脚开始软启动周期，然后恢复正常操作。

➢ PWM 比较器

PWM 比较器将斜坡信号（CS+SLOPE）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。

➢ 振荡器与同步功能

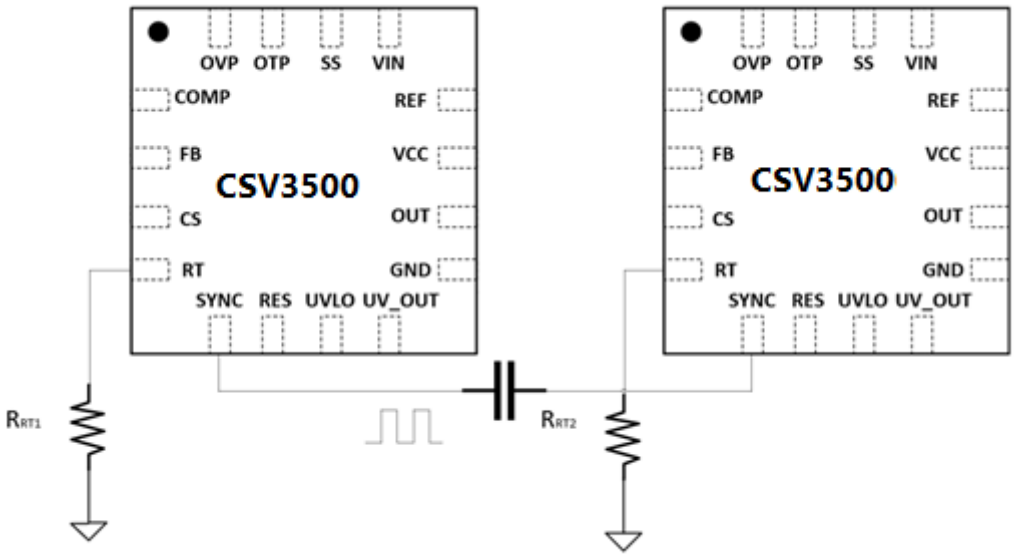
CSV3500Q 振荡频率由连接在 RT 引脚和 GND 之间的外部电阻设置，内部时钟信号将由 SYNC 脚输出。要设置所需的振荡器频率（F），可通过以下公式计算所需的 RT 电阻：

$RT = 10^{12}/(155*F)$

其中 F 以 Hz 为单位，RT 以Ω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）。

CSV3500Q 的一个独特功能是能够将振荡器与频率高于内部振荡器频率的外部时钟同步。耦合到 SYNC 脚的外部时钟必须至少比 RT 电阻设置的自激振荡器频率高 ，如果外部时钟频率小于 RT 电阻编程频率，将会导致错误的时钟信号。而当两芯片级联时，可将其中一个芯片的 SYNC 输出时钟作为外部同步时钟使用，芯片会自动同步其中频率更高的时钟信号。



两芯片级联时的时钟同步

➢ 栅极驱动器输出

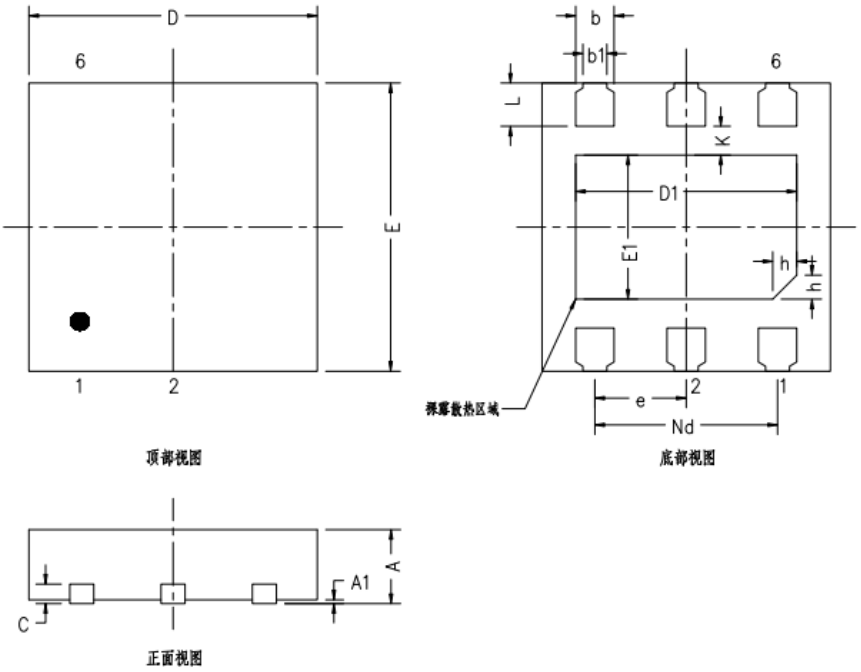
CSV3500Q 提供一个内部的栅极驱动器输出，可提供 1A 拉电流和 1A 峰值灌电流。输出 PWM 信号的频率即为为内部振荡器频率，由 VCC 稳压器供电。输出的 PWM 信号最大占空比为（T_S–0.14）/T_S，T_S为时钟周期（us），即最小低电平时间为 0.14us。

➢ 过温保护

提供内部热关断电路以在超过最大额定结温时保护集成电路。 当被激活时，通常在 155℃，控制器被强制进入低功耗待机状态，输出驱动器 OUT 和偏置调节器（VCC 和 REF）被禁用。 这有助于防止因意外设备过热而导致的灾难性故障。 在热关断期间，软启动电容器完全放电，并且控制器在结温降至工作水平 (135℃) 后遵循正常启动顺序。

封装外型图

QFN3×3–16L



符号	单位(毫米)		
	最小值	常规值	最大值
A	0.70	0.75	0.80
A1	0.00	0.02	0.05
b	0.35	0.40	0.45
b1	参考值0.25		
c	参考值0.203		
D	2.90	3.00	3.10
D1	2.20	2.30	2.40
Nd	理论值1.90		
E	2.90	3.00	3.10
E1	1.40	1.50	1.60
e	理论值0.95		
K	参考值0.30		
L	0.40	0.45	0.50
h	0.20	0.25	0.30

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。