# 用于 Boost 和 SEPIC 拓扑的 120V 低边控制器

## 产品描述

CSV3524C 是一款适用于 Boost 和 SEPIC 拓扑架构的高压低边控制器，包含单路电源转换器所需的所有功能。采用电流模式控制，可简化环路补偿的设计，同时提供线电压前馈功能。

CSV3524C 内置高压启动电路，可在高达 120V 的宽输入电压范围内工作。

CSV3524C 专为高速应用设计，包含一个频率范围高达 1MHz 的振荡器，总传播延迟小于 100ns。芯片内部还集成有误差放大器、精密基准、欠压保护、过压保护、逐周期限流、过载打嗝保护、斜坡补偿、软启动、振荡器可同步和过温保护等功能。

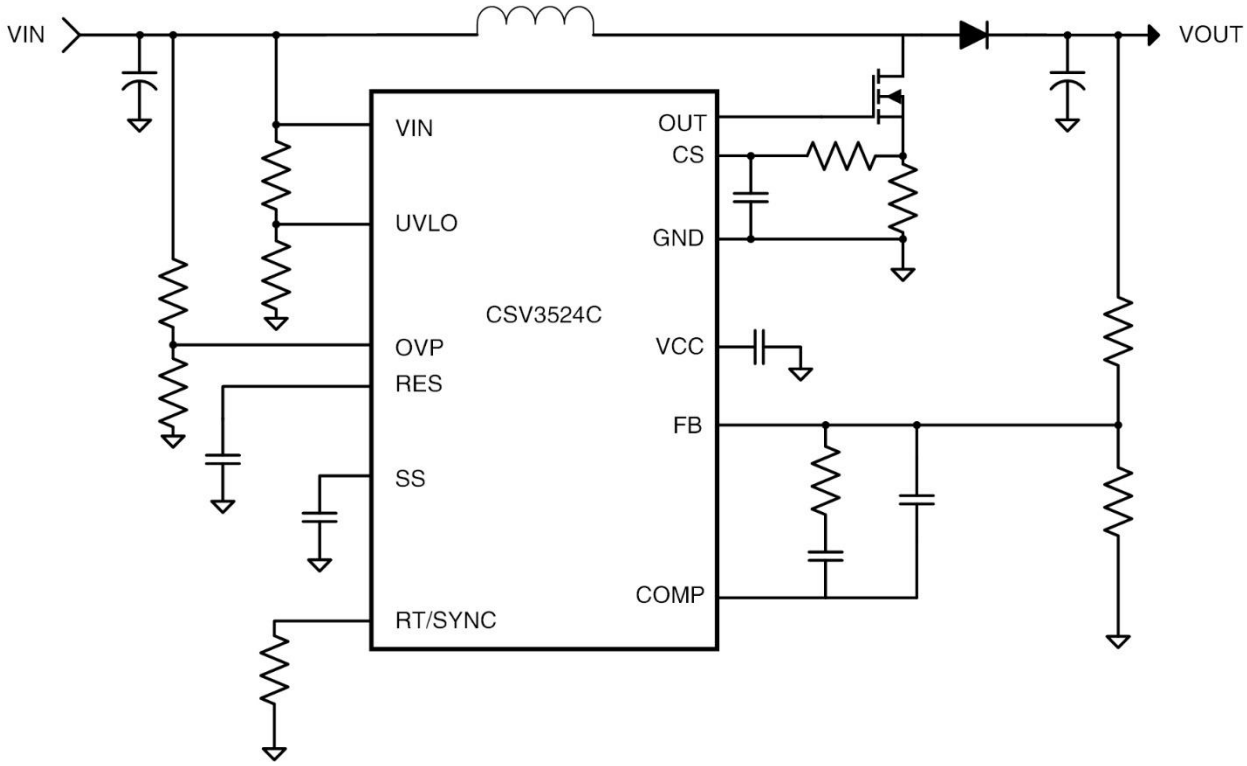
## 应用领域

- 升压转换器
- SEPIC 转换器

## 产品特点

- 高压启动电路
- VIN 范围：6V 至 120V
- 误差放大器
- 精密基准
- 软启动时间外部可调
- 输出电流驱动能力 1A
- 外部可设置的欠压保护功能
- 外部可设置的过压保护功能
- 逐周期限流保护
- 过载打嗝保护
- 斜坡补偿
- 振荡频率外部可设置，且支持外部时钟同步
- 过温保护

## 典型应用



## 订购信息

| 产品型号 | 订货信息 | 封装类型 | 包装方式 |
|---|---|---|---|
| CSV3524CQ | CSV3524CQ | QFN4×4-16L | 编带 |

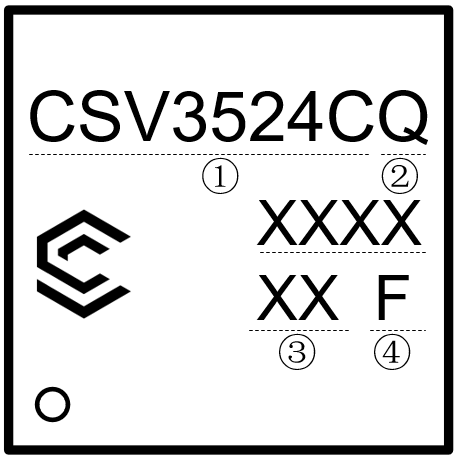
## 产品标识信息：

① 产品型号

② 封装形式：“Q”代表QFN4×4-16L

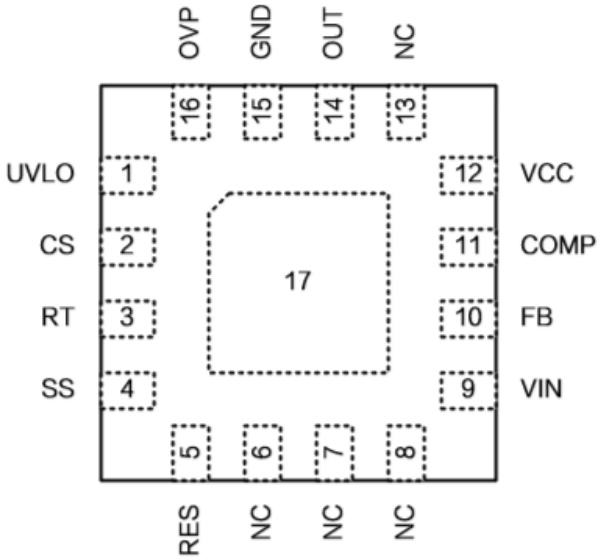
③ 产品生产批号

④ 产品内部控制标志



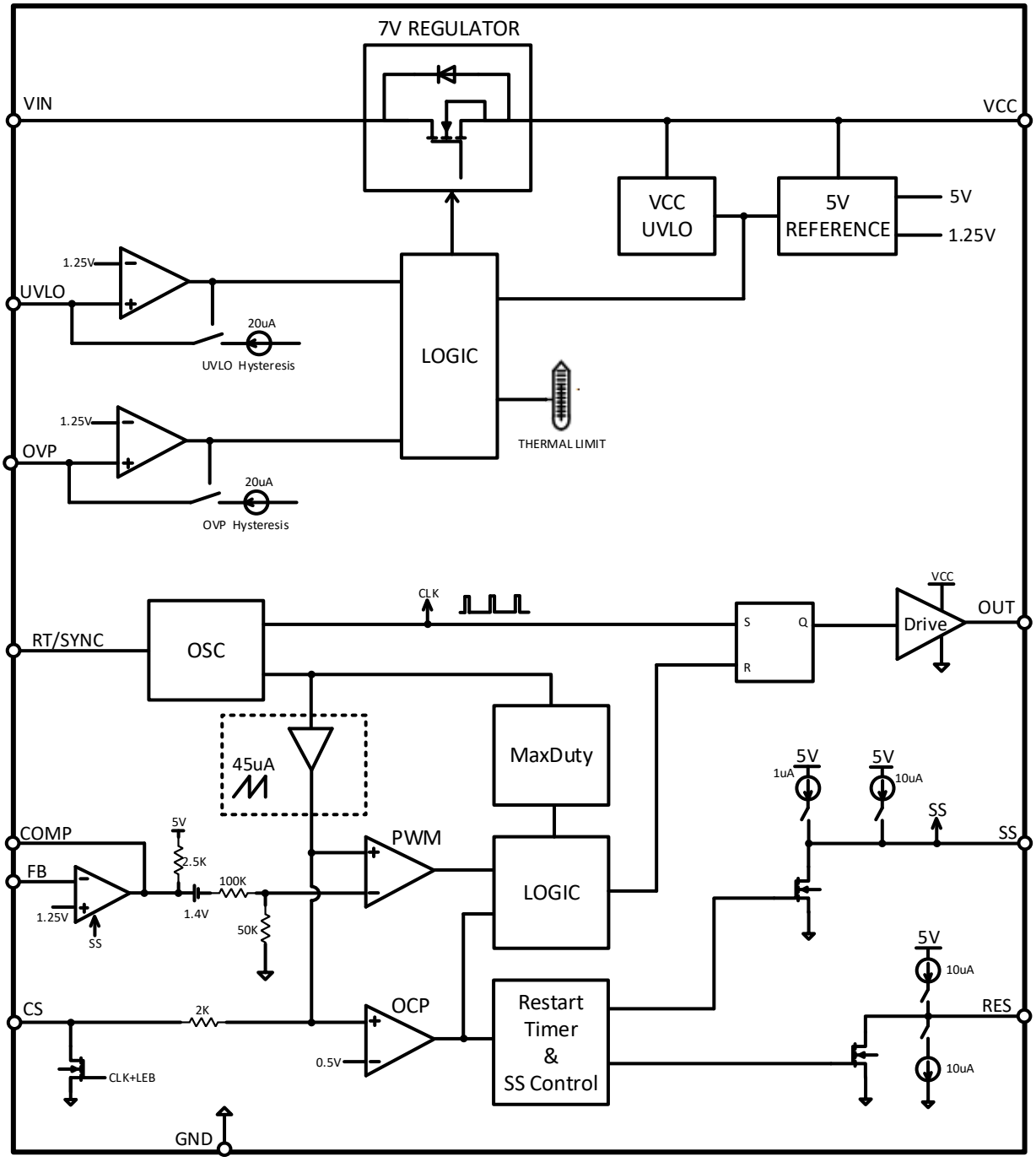

QFN4×4-16L标识示意图

## 管脚定义




| 序号 | 名称 | 功能描述 |
|---|---|---|
| 1 | UVLO | 输入欠压检测 |
| 2 | CS | 电流检测 |
| 3 | RT/SYNC | 振荡频率设置/同步时钟输入管脚 |
| 4 | SS | 软启动 |
| 5 | RES | 重启定时 |
| 6 | NC | 空脚 |
| 7 | NC | 空脚 |
| 8 | NC | 空脚 |
| 9 | VIN | 输入供电 |
| 10 | FB | 反馈端 |
| 11 | COMP | 脉冲宽度调制 |
| 12 | VCC | 芯片电源 |
| 13 | NC | 空脚 |
| 14 | OUT | 输出驱动 |
| 15 | GND | 地 |
| 16 | OVP | 输入过压检测 |

## 功能框图


7V REGULATOR
VIN
VCC
VCC UVLO
5V REFERENCE
5V
1.25V
1.25V
UVLO
20uA
UVLO Hysteresis
LOGIC
THERMAL LIMIT
1.25V
OVP
20uA
OVP Hysteresis
CLK
RT/SYNC
OSC
S
Q
R
VCC
Drive
OUT
45uA
MaxDuty
5V
1uA
5V
10uA
SS
SS
COMP
FB
5V
2.5K
100K
1.4V
50K
1.25V
SS
PWM
LOGIC
5V
10uA
RES
CS
2K
OCP
0.5V
Restart Timer & SS Control
CLK+LEB
10uA
GND

## 极限工作范围(1)

VIN 电压·····-0.3V~125V
$V_{CC}$ 电压·····-0.3V~18V
$V_{RT}$ 电压·····-0.3V~5.5V
其他管脚电压·····-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。

## 推荐工作范围(1)

| 参数 | 最小值 | 最大值 | 单位 |
|---|---|---|---|
| VIN 电压范围 | 6 | 120 | V |
| VCC 外部供电范围 | 7.5 | 16 | 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

除非另有规定，默认情况下：VIN=24V，$V_{CC}$=10V，RT=27.4kΩ，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** | | | | | | |
| $V_{CC}$Reg | $V_{CC}$ 调节电压 | 10V≤VIN≤120V，ICC=1mA | 6.6 | 7 | 7.4 | V |
| | | 6V≤VIN<10V，VCC 开路 | 5 | | | |
| $I_{VCC_Lim}$ | $V_{CC}$ 限制电流 | | 15 | 35 | | mA |
| $I_{VIN}$ | 启动电流 | $V_{IN}$=60V | | 150 | 500 | uA |
| $I_{VINSD}$ | 待机电流 | $V_{UVLO}$=0V，$V_{CC}$ 开路 | | 350 | 450 | |
| $V_{IN}$-$V_{CC}$ | $V_{IN}$ 对 $V_{CC}$ 调制偏差 | ICC=0mA,$f_{SW}$<200kHz 6V ≤ $V_{IN}$ ≤ 8.5V | | 200 | | mV |
| **VCC 供电** | | | | | | |
| $V_{CCON}$ | 开启阈值 | | | 5.5 | | V |
| $V_{CCHys}$ | 电压迟滞 | | | 500 | | mV |
| $I_{CC}$ | 工作电流 | $C_{load}$=0 | | 2 | 4 | mA |
| $Z_{VCC}$ | VCC 输出阻抗 0mA≤ICC≤5mA | VIN=6V | | 58 | | Ω |
| | | VIN=8V | | 53 | | |
| | | VIN=24V | | 1.6 | | |
| **误差放大器** | | | | | | |
| GBW | 增益带宽 | | | 4 | | MHz |
| DC Gain | 直流增益 | | | 75 | | dB |
| $V_{FB}$ | 参考电压 | FB 与 COMP 短接 | 1.22 | 1.25 | 1.28 | V |
| $I_{COMP}$ | COMP 下拉电流 | FB=1.5V，COMP=1V | 5 | 17 | | mA |
| **UVLO 引脚** | | | | | | |
| $V_{UVLO}$ | 关断阈值 | | 1.22 | 1.25 | 1.28 | V |
| $I_{UVLO}$ | 迟滞电流 | | 16 | 20 | 24 | uA |

## 电气特性(续)

除非另有规定，默认情况下：VIN=24V，$V_{CC}$=10V，RT=27.4kΩ，T=-25℃。

| 符号 | 参数 | 测试条件 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **OVP 引脚** | | | | | | |
| $V_{OVP}$ | 关断阈值 | | 1.22 | 1.25 | 1.28 | V |
| $I_{OVP}$ | 迟滞电流 | | 16 | 20 | 24 | uA |
| **电流限制** | | | | | | |
| $T_{Delay1}$ | 传输延迟 | CS 从 0 跳变至 0.6V 的时间至 OUT 产生输出的 90% | | 30 | | ns |
| $V_{CS_TH}$ | CS 阈值电压 | | 0.45 | 0.5 | 0.55 | V |
| $T_{LEB}$ | 前沿消隐时间 | | | 65 | | ns |
| $R_{CS}$ | CS 内阻 | | | 40 | 75 | Ω |
| **过流重启** | | | | | | |
| $V_{RES}$ | 重启阈值 | | 2.4 | 2.55 | 2.7 | V |
| $I_{RES1}$ | 故障充电电流 | | 7.5 | 10 | 12.5 | uA |
| $I_{RES2}$ | 放电电流 | | 7.5 | 10 | 12.5 | uA |
| **软启动** | | | | | | |
| $I_{SS1}$ | 软启动充电电流 | | 7 | 10 | 13 | uA |
| $I_{SS2}$ | 软启动重启电流 | | | 1 | | uA |
| $V_{offset}$ | SS 至 COMP 的偏移电压 | | 0.35 | 0.55 | 0.75 | V |
| **振荡器** | | | | | | |
| Fosc | 频率 | RT=84.5kΩ | 170 | 200 | 230 | KHz |
| | | RT=27.4kΩ | 525 | 600 | 675 | |
| | | RT=16.2kΩ | 865 | 990 | 1115 | |
| $V_{SYNC}$ | 同步阈值 | | | | 3.8 | V |
| **PWM 比较器** | | | | | | |
| $T_{Delay2}$ | 传输延迟 | COMP=2V,CS 从 0 跳变至 0.4V 的时间至 OUT 输出为低 | | 25 | | ns |
| $D_{MIN}$ | 最小占空比 | COMP=0V | | | 0 | % |
| $D_{MAX}$ | 最大占空比 | | 90 | 95 | | |
| Gain | COMP 到 PWM 比较器增益 | | | 0.33 | | |
| $V_{COMP_OC}$ | COMP 开路电压 | | 4.3 | 5.2 | 6.1 | V |

## 电气特性(续)

除非另有规定，默认情况下：VIN=24V，$V_{CC}$=10V，RT=27.4kΩ，T=25℃。

| 符号 | 参数 | 测试条件 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $I_{COMP_SC}$ | COMP 短路电流 | COMP=0V | 1.5 | 2.2 | 3.0 | mA |
| **斜坡补偿** | | | | | | |
| $V_{SLOPE}$ | 斜坡补偿幅度 | PWM 比较器到 CS 的增量增加 | 83 | 110 | 137 | mV |
| **输出部分** | | | | | | |
| $V_{OH_SAT}$ | 输出高饱和电压 | Iout=50mA,$V_{CC}$-$V_{OUT}$ | | 0.25 | 0.75 | V |
| $V_{OL_SAT}$ | 输出低饱和电压 | IOUT=100mA,VOUT | | 0.25 | 0.75 | |
| Tr | 上升沿时间 | Cload=1nF | | 18 | | ns |
| Tf | 下降沿时间 | Cload=1nF | | 15 | | |
| **过温保护** | | | | | | |
| $T_{SD}$ | 过温保护阈值 | | | 165 | | ℃ |
| $T_{SD_HYS}$ | 过温保护迟滞 | | | 25 | | |

## 功能描述

CSV3524C 是一款适用于 Boost 和 SEPIC 拓扑架构的高压低边控制器，包含单路电源转换器所需的所有功能。采用电流模式控制，可简化环路补偿的设计，同时提供线电压前馈功能。

CSV3524C 内置高压启动电路，可在高达 120V 的宽输入电压范围内工作。CSV3524C 专为高速应用设计，包含一个频率范围高达 1MHz 的振荡器，总传播延迟小于 100ns。芯片内部还集成有误差放大器、精密基准、欠压保护、过压保护、逐周期限流、过载打嗝保护、斜坡补偿、软启动、振荡器可同步和过温保护等功能

### ➢ 高压启动电路

CSV3524C 内置高压启动电路，工作范围可达 120V，最大输出电流能力 35mA（Typ.）。高压启动电路工作后，为 VCC 引脚外部电容充电。VCC 引脚电容推荐范围为 0.1μF 至 100μF。当 VCC 引脚电压达到开启阈值电压，芯片启动，当 VCC 降至关断阈值以下，芯片关断。

在典型应用中，变压器辅助绕组通过二极管连接到 VCC 引脚，应将 VCC 电压设置到 7.5V 以上，关闭高压启动电路。辅助绕组供电可提高转换效率，同时降低功耗。

在辅助绕组处于非工作状态的故障情况下，应限制 VCC 引脚的外部电流，确保高压启动电路的功耗不超过芯片的最大功耗。将 VCC 和 VIN 引脚短接，并由外部提供 7.5~16V 电源电压，可以禁用高压启动电路。

### ➢ 欠压保护

CSV3524C 包含欠压保护电路。通过 VIN 到 GND 的分压电阻比例设置 VIN 工作范围。当 $V_{IN}$ 在所需的工作范围内，UVLO 引脚上的电压应大于 1.25V，如果低于该电压，则所有功能将被禁用，芯片保持低功耗待机状态。

UVLO 电压迟滞是通过内部 20μA 电流源实现的，该电流源在分压电阻中打开或关闭。当 UVLO 电压超过阈值时，电流源打开并立即升高 UVLO 引脚上的电压。当 UVLO 引脚电压低于阈值时，电流源关闭，导致 UVLO 引脚电压下降。UVLO 引脚还可用于实现外部启用/禁用功能如图 1 所示。

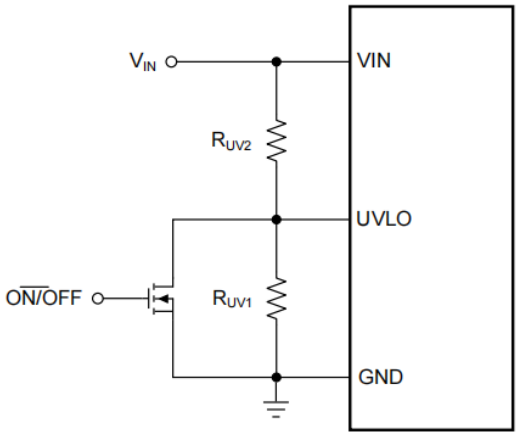



图 1. 启用或禁用使用 UVLO

## ➢ 过压保护

CSV3524C 包含过压保护电路。当 VIN 在所需的工作范围内，OVP 引脚上的电压应低于 1.25V，如果高于该电压，则所有功能将被禁用，芯片保持低功耗待机状态。

OVP 电压迟滞是通过内部 20μA 电流源实现的，该电流源在分压电阻中打开或关闭。当 OVP 电压超过阈值时，电流源打开并立即升高 UVLO 引脚上的电压。当 OVP 引脚电压低于阈值时，电流源关闭，导致 OVP 引脚电压下降。OVP 引脚还可用于实现外部的使能、输出过压保护、过温保护等功能。

## ➢ 误差放大器

CSV3524C 内置了一个高增益误差放大器。放大器的同相输入在内部设置为 1.25V 的固定参考电压，反相输入连接到 FB 引脚。在非隔离应用中，FB 引脚连接到输出分压电阻中间节点，补偿环路连接在 COMP 和 FB 引脚之间。对于大多数隔离应用，误差放大器功能在转换器的次级侧实现，并且不使用内部误差放大器。内部误差放大器设计为开漏输出，可通过将 FB 引脚接地来禁用。COMP 管脚在芯片内部通过 5KΩ 电阻上拉到 5V 低压电源，可用作隔离应用中光耦的上拉电阻。

## ➢ 电流采样/过流保护

CSV3524C 内置电流采样比较器，可以实现逐周期过流保护功能。如果电流采样比较器输入端的电压超过 0.5V，则立即关闭输出。建议在 CS 管脚附近设置一个小型 RC 滤波器来过滤电流采样信号中的噪声。CS 管脚内部有一个下拉 MOSFET，它在每个周期结束时对 CS 外部电容放电。新的导通周期开始时，放电装置保持 65ns 的放电时间用于电流采样前沿消隐。

CSV3524C 电流采样和 PWM 比较器速度非常快，可以响应短时间的噪声脉冲。布局考虑对电流采样滤波器和采样电阻至关重要，CS 管脚外部电容必须非常靠近 CSV3524C，并直接连接到引脚 CS 和 GND。如果使用辅助绕组进行电流采样，辅助绕组的两条引线都应连接到采样电阻和滤波器网络。也可以使用功率管源端电阻进行电流采样，但需要低电感电阻。在使用电流采样电阻进行设计时，所有噪声敏感的低功率地都应和芯片地接一起，并且功率地进行单独连接。

## ➢ 打嗝模式重启

CSV3524C 集成打嗝模式保护功能，在反复检测到过流时，SS 下拉，同时 COMP 也需要拉低到 1.2V 以下，才可以进入打嗝模式。触发重启所需的逐周期过流保护的次数可通过 RES 引脚上的外部电容进行控制。在每个 PWM 循环期间，CSV3524C 从 RES 引脚电容中产生或吸收电流。如果在循环期间未检测到过流，则启用 10μA 放电电流对 RES 上的电容进行放电。如果检测到过流，则 10μA 电流源使 RES 引脚处的电压逐渐升高。在长时间过载情况下，当 RES 引脚处的电压升高时，CSV3524C 通过逐周期限流保护功率转换器。

## ➢ 打嗝模式重启(续)

如果 RES 电压达到 2.5V 阈值，则发生以下重启顺序：

- RES 电容和 SS 电容完全放电。
- 软启动电流源从 10μA 降至 1μA
- SS 电容电压缓慢增加。当 SS 电压达到 1.4 V 时，PWM 比较器将产生第一个输出脉冲。第一个脉冲发生后，SS 电源电流恢复到正常的 10μA 水平。SS 电压以其正常速率逐渐增加，从而增加输出端的占空比
- 如果重启后过载情况依然存在，则逐周期限流将导致 RES 电容上的电压再次升高，重复打嗝模式。
- 如果重启后过载条件不再存在，RES 引脚将被 10μA 电流下拉到地，并恢复正常工作。

打嗝保护功能非常通用，也可配置为以下保护模式：

1. 仅逐周期限流：通过将 RES 引脚连接到 GND，可以完全禁用打嗝模式。在此过程中，逐周期保护将无限期限制输出电流，不会出现打嗝序列。

2. 仅打嗝：RES 开路，检测到过载立即进入重启状态。

3. 延迟打嗝：这是最常见的状态，在启动打嗝模式重启之前，先进行一段时间的逐周期限流保护。这种状态的优点是短暂过载条件不会导致打嗝模式重启，但是在长时间过载条件下，进入打嗝保护模式，功率转换器的平均损耗将非常低。

4. 外部控制打嗝：RES 引脚也可用作输入。通过外部驱动引脚至高于 2.5 V 打嗝阈值的水平，控制器将被迫进入延迟重启序列。如果 RES 引脚用作输入，则驱动源的电流应限制在 5 mA 以下。例如，延迟重启序列的外部触发器可能来自过温保护电路

## ➢ 振荡器和同步功能

连接在 RT 和 GND 引脚之间的单个外部电阻可以设置 CSV3524C 振荡器频率。对于 CSV3524C，振荡器频率和工作输出频率相同。要设置所需的输出工作频率($F_{sw}$)，RT 电阻可以通过以下公式进行估算：

$$R_T = \frac{\left(1 - 8 \times 10^{-8} \times F_{sw}\right)}{F_{sw} \times 5.77 \times 10^{-11}}$$

CSV3524C 也可以同步外部时钟。外部时钟的频率必须高于 RT 电阻设置的自由运行振荡器频率。时钟信号应通过一个 100pF 电容耦合到 RT 引脚。RT 引脚上的峰值电压需要大于 3.8V 才能检测同步脉冲。同步脉冲宽度应设置在 15~150ns 之间。无论振荡器是自由运行的还是外部同步的，始终需要 RT 电阻。RT 电阻应位于非常靠近芯片的位置，并直接连接到引脚 RT 和 GND。

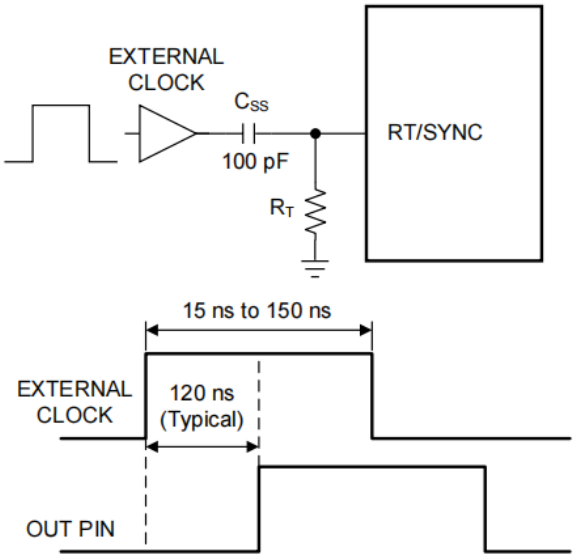



图 2.振动器同步功能

## ➢ PWM 比较器/斜坡补偿

PWM 比较器将电流斜坡信号与来自误差放大器输出的环路误差电压进行比较。COMP 引脚上的误差放大器输出电压下降 1.4V，然后通过 3:1 电阻分压器进一步衰减。COMP 引脚上的 0V 电压将导致控制器输出的占空比为零。当占空比超过 50%，电流模式控制电路会发生次谐波振荡。通过向电流采样信号添加额外的固定斜率电压信号（斜坡补偿），可以避免这种振荡。

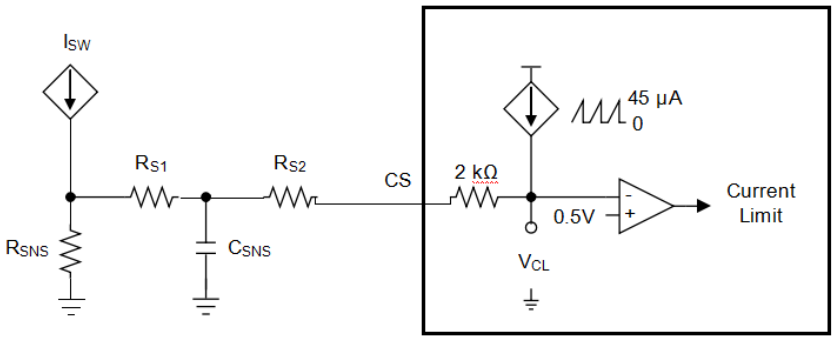



图 3. 斜坡补偿

## ➢ 软启动

软启动功能允许电源转换器逐渐进入稳态工作，从而降低启动应力和电流浪涌。上电时，在 $V_{CC}$ 和 UVLO 满足各自的电压阈值后，内部 10μA 电流源为 SS 引脚外部电容充电。SS 引脚电压将缓慢上升，同时可以限制 COMP 引脚电压和输出脉冲的占空比。

## ➢ 栅极驱动器和最大占空比限制

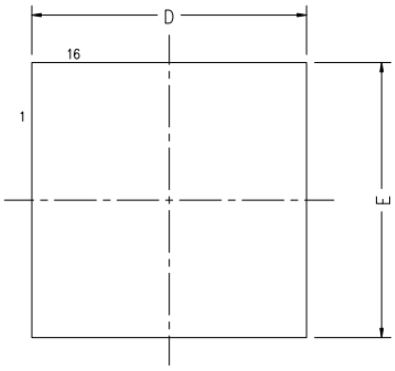
CSV3524C 内部栅极驱动器可提供 1A 的峰值电流。CSV3524C 的最大输出占空比由内部振荡器决定，可达 95%。

## ➢ 过温保护

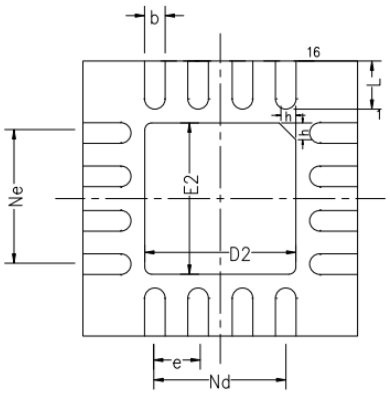
CSV3524C 内部集成过温保护电路，可防止因意外设备过热而导致灾难性故障。过温保护温度设置在 165℃，超过该温度，芯片被强制进入低功耗待机状态，禁用所有输出。温度降低（典型迟滞为 25℃）后，高压启动电路开始工作，芯片进入软启动状态。

## 封装外形图

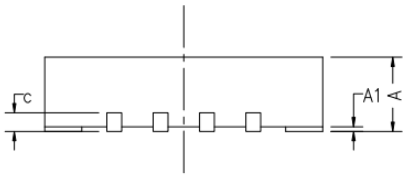
QFN4×4-16L




顶视图




底视图




侧视图

| 符号 | 单位（毫米） | | |
|---|---|---|---|
| | 最小值 | 常规值 | 最大值 |
| A | 0.70 | 0.75 | 0.80 |
| A1 | – | 0.02 | 0.05 |
| b | 0.25 | 0.30 | 0.35 |
| c | 0.18 | 0.20 | 0.25 |
| D | 3.90 | 4.00 | 4.10 |
| D2 | 2.10 | 2.20 | 2.30 |
| e | 典型值0.65 | | |
| Ne | 典型值1.95 | | |
| Nd | 典型值1.95 | | |
| E | 3.90 | 4.00 | 4.10 |
| E2 | 2.10 | 2.20 | 2.30 |
| L | 0.45 | 0.55 | 0.65 |
| h | 0.30 | 0.35 | 0.40 |

## 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。