集成半桥和同步驱动的 PWM 控制器

产品描述

CSV3535C是一款集成半桥和同步驱动的PWM控制器，包含使用电压模式控制和线电压前馈实现半桥拓扑功率转换器所需的所有特性。浮动高边栅极驱动能够在高达105V的电源电压下工作。高边和低边栅极驱动均能达到峰值2A的驱动能力。

CSV3535C内置高压启动电路，以及外部可设置的欠压保护(UVLO)和过压保护(OVP）。振荡频率通过外部电阻设置，最高可达2MHz，振荡器也可以与外部时钟同步。

CSV3535C集成了逐周期限流保护和过载打嗝保护功能，打嗝保护可通过外部设置重启时间。

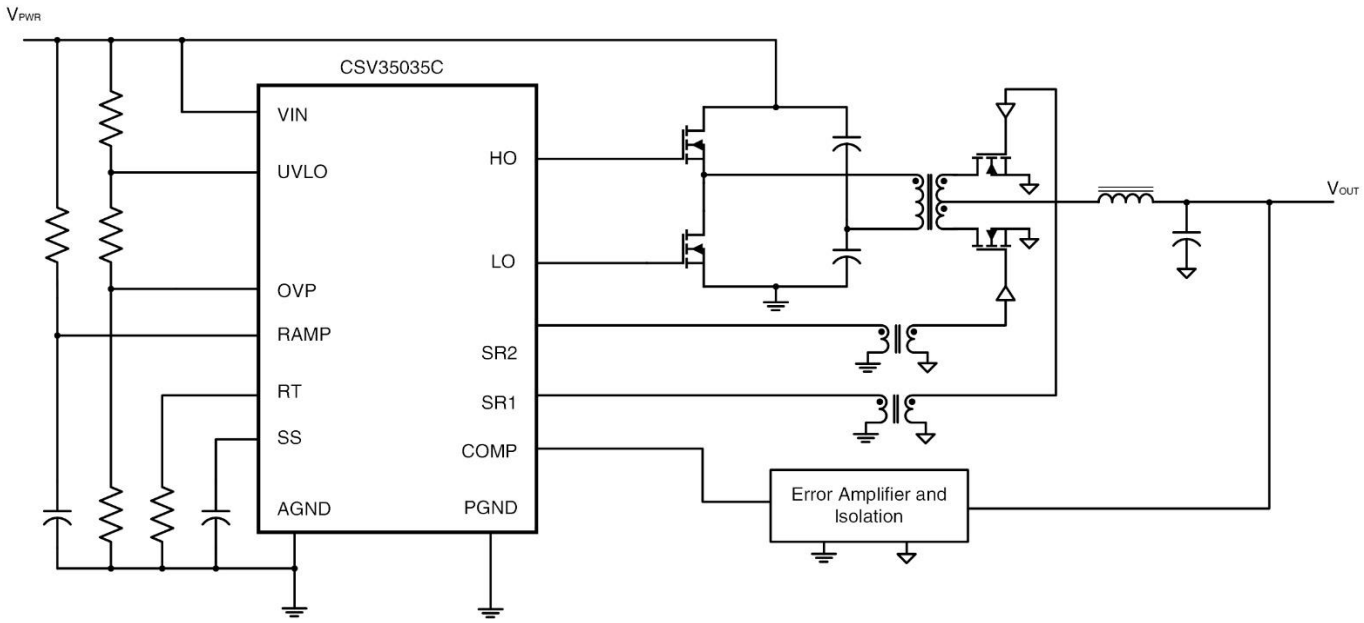
应用领域

- 工业电源
- 通信电源

产品特点

- 105V–2A半桥栅极驱动
- 同步整流驱动
- 内置高压启动电路
- 具有线电压前馈和伏秒钳位的电压控制模式
- 振荡频率可外部设置，频率最高可达2MHz
- 振荡频率可外部时钟同步
- 欠压保护可外部设置
- 输入过压保护
- 过温保护
- 软启动外部可调
- 过载打嗝保护
- 逐周期限流保护
- 光耦接口
- 高精度5V基准

典型应用

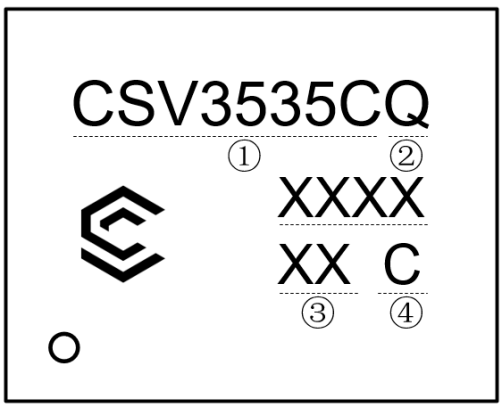


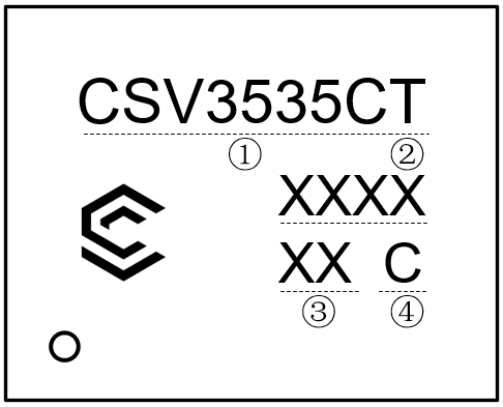
订购信息

产品型号	订货信息	封装类型	包装方式
CSV3535CQ	CSV3535CQ	QFN4×5-24L	编带
CSV3535CT	CSV3535CT	eTSSOP20	编带/料管

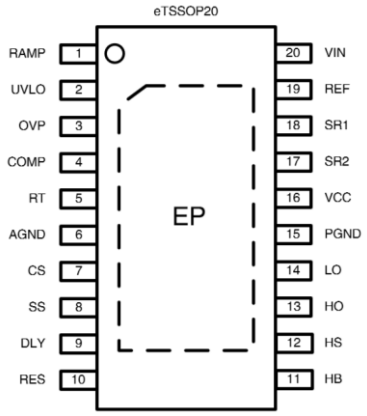
产品标识信息：

①产品型号
②封装形式： “T”代表eTSSOP20
“Q”代表QFN4×5-24L
③产品生产批号
④产品内部控制标志



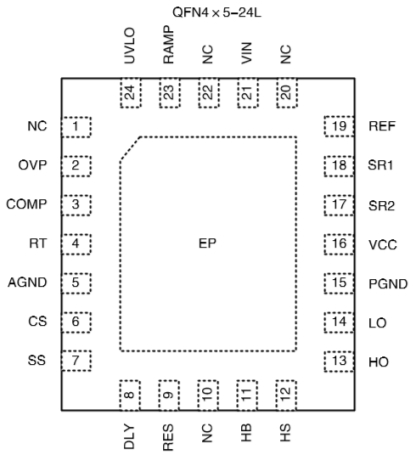


管脚定义



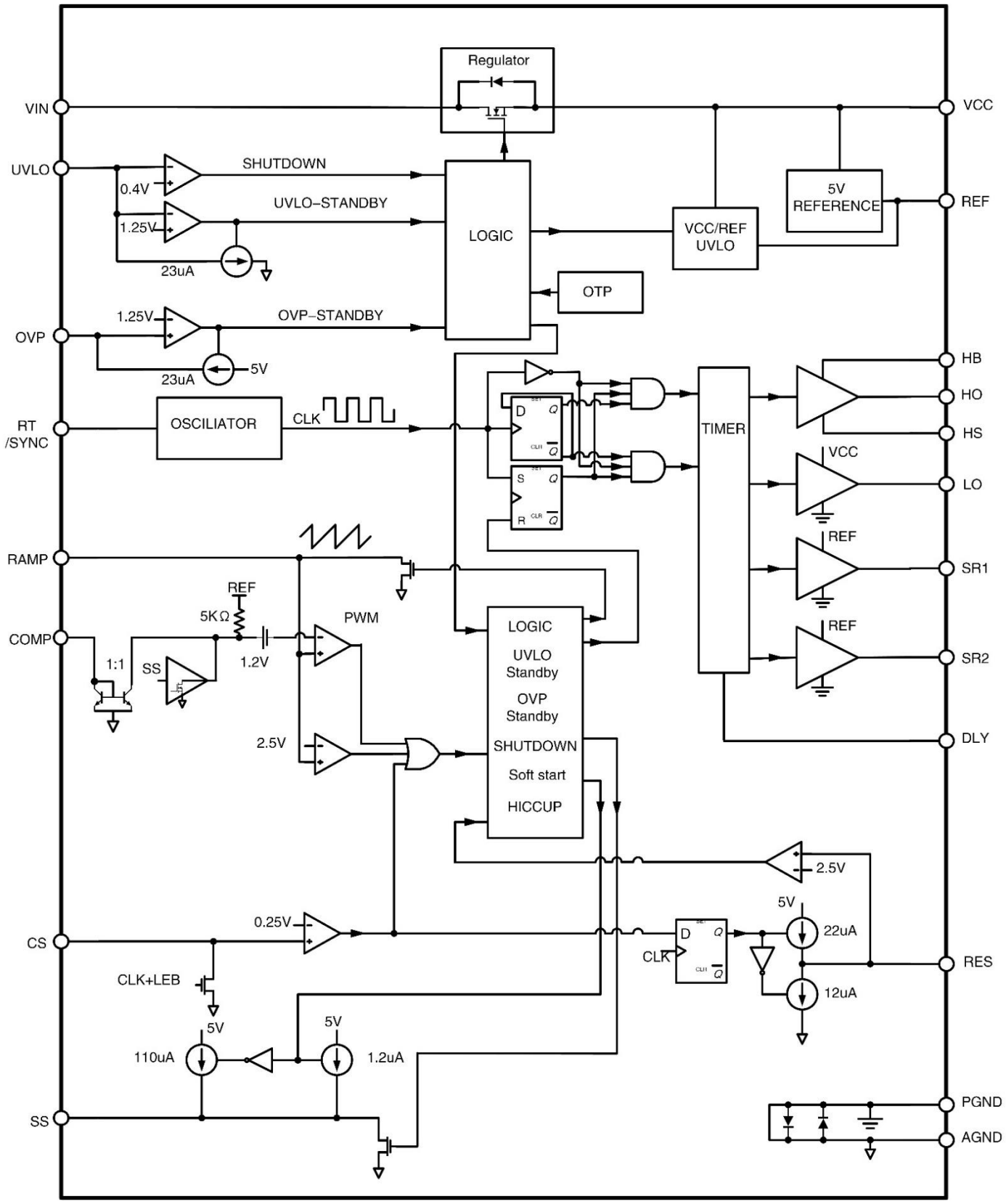
序号	名称	功能描述
1	RAMP	斜坡信号调制
2	UVLO	欠压保护
3	OVP	过压保护
4	COMP	脉冲宽度调制
5	RT	振荡器频率设置端
6	AGND	模拟地
7	CS	电流检测
8	SS	软启动
9	DLY	LO/HO 至 SR1/SR2 的延迟设置端
10	RES	重启定时端
11	HB	HO 驱动浮动电源
12	HS	HO 驱动浮动地
13	HO	高边栅极驱动输出
14	LO	低边栅极驱动输出
15	PGND	功率地
16	VCC	电源
17	SR2	同步整流驱动输出 2
18	SR1	同步整流驱动输出 1
19	REF	基准
20	VIN	输入供电
	EP	散热片

管脚定义(续)



序号	名称	功能描述
2	OVP	过压保护
3	COMP	脉冲宽度调制
4	RT	振荡器频率设置端
5	AGND	模拟地
6	CS	电流检测
7	SS	软启动
8	DLY	LO/HO 至 SR1/SR2 的延迟设置端
9	RES	重启定时端
11	HB	HO 驱动浮动电源
12	HS	HO 驱动浮动地
13	HO	高边栅极驱动输出
14	LO	低边栅极驱动输出
15	PGND	功率地
16	VCC	电源
17	SR2	同步整流驱动输出 2
18	SR1	同步整流驱动输出 1
19	REF	基准
21	VIN	输入供电
23	RAMP	斜坡信号调制
24	UVLO	欠压保护
1,10,20,22	NC	无连接
	EP	散热片

功能框图


Regulator
VIN
VCC
UVLO
SHUTDOWN
0.4V
UVLO-STANDBY
1.25V
23uA
LOGIC
VCC/REF
UVLO
5V
REFERENCE
REF
OTP
1.25V
OVP-STANDBY
OVP
23uA
5V
HB
HO
HS
RT
/SYNC
OSCILIATOR
CLK
TIMER
VCC
LO
REF
SR1
RAMP
REF
5KΩ
PWM
REF
SR2
COMP
1:1
SS
1.2V
LOGIC
UVLO
Standby
OVP
Standby
SHUTDOWN
Soft start
HICCUP
2.5V
DLY
2.5V
5V
0.25V
22uA
CS
CLK
RES
CLK+LEB
12uA
5V
5V
110uA
1.2uA
PGND
SS
AGND

极限工作范围(1)

V_{IN} 耐压……–0.3V ~120V
V_{CC} 耐压……–0.3V ~20V
HS 耐压……–1V ~105V
HB 耐压……–0.3V ~115V
HB~HS 耐压……–0.3V ~15V
CS,RT,DLY 耐压……–0.3V ~5.5V
其他管脚耐压……–0.3V ~7V
COMP 输入电流……10mA
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
V_{IN} 电压	13	105	V
外加电压 V_{CC}	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

除非另有规定，默认情况下，V_{VIN}=48V，V_{CC}=10V 外部施加，R_{RT}=15.0kΩ，R_{DY}=27.4kΩ，V_{UVLO}=3V，V_{OVP}=0V，T=25℃。

符号	参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
电源部分						
V_{CC}	电压	I_{VCC}=10mA	7.3	7.6	7.9	V
I_{VCC_Lim}		V_{VCC}=7V	58	80		mA
V_{CCUV}	启动阈值与 Vcc 差值	V_{IN}=V_{CC}, ΔV_{VCC}（与 V_{CC} 差值）	V_{CC}–200mV	V_{CC}–100mV		V
V_{CCOFF}	欠压阈值	V_{CC}–PGND	5.2	6.2	6.9	V
I_{VIN}	启动电流	V_{IN}=90V,UVLO=0V		30	70	uA
I_{CC}	从外部电源向 VCC 提供电流	输出和 COMP 开路,V_{CC}=10V，输出切换		4	6	mA
V_{REF}	REF 电压	I_{REF} =0mA	4.85	5	5.15	V
	REF 电压调节	I_{REF} =0~10mA		25	50	mV
I_{REF}	REF 电流极限	REF=4.5V	30	55		mA
欠压保护（UVLO 引脚）						
V_{UVLO}	欠压阈值		1.212	1.25	1.288	V
I_{UVLO}	迟滞电流		19	23	27	uA
$V_{Standby}$	欠压停机	UVLO 电压下降		0.3		V
	欠压待机使能阈值	UVLO 电压上升		0.4		
过电压保护（OVP 引脚）						
V_{OVP}	过压阈值		1.212	1.25	1.288	V
I_{OVP}	迟滞电流		19	23	27	uA

电气特性（续）

除非另有规定，默认情况下，V_{VIN}=48V，V_{CC}=10V 外部施加，R_{RT}=15.0kΩ，R_{DY}=27.4kΩ，V_{UVLO}=3V，V_{OVP}=0V，T=25℃。

符号	参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
电流检测输入（CS 引脚）						
V_{CS}	限流阈值		0.22	0.25	0.28	V
T_{Delay1}	传输延迟	CS 从 0 到 1V，HO 和 LO 下降到 V_{CC} 的 90%的时间，输出负载=0pF		80		ns
T_{LEB}	前沿消隐时间			50		ns
R_{CS}	吸收阻抗	内部 FET 灌电流阻抗		30	60	Ω
打嗝保护（RES 引脚）						
V_{RES}	阈值电压		2.3	2.5	2.7	V
I_{RES_C}	充电电流	V_{RES}=1.5V	16	22	28	uA
I_{RES_D}	放电电流	V_{RES}=1V	7	12	17	uA
软启动（SS 引脚）						
I_{SS1}	正常工作时的充电电流	V_{SS}=0	80	110	140	uA
I_{SS2}	打嗝模式重启期间的充电电流	V_{SS}=0	0.6	1.2	1.8	uA
振荡器(RT 引脚)						
F_{SW}	频率	R_{RT}=15kΩ，	180	200	220	KHz
		R_{RT}=5.49kΩ	430	500	570	KHz
V_{RT}	DC 电压			2		V
V_{SYNC}	同步阈值		2.5	3	3.5	V

电气特性（续）

除非另有规定，默认情况下，V_{VIN}=48V，V_{CC}=10V 外部施加，R_{RT}=15.0kΩ，R_{DY}=27.4kΩ，V_{UVLO}=3V，V_{OVP}=0V，T=25℃。

符号	参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
PWM 控制器（COMP 引脚）						
T_{Delay2}	传输延迟			80		ns
V_{PWM-OS}	SS 至 RAMP 偏移		1	1.28	1.5	V
Dmin	最小占空比	SS=0V			0	%
R_{COMP}	小信号阻抗			6200		Ω
主输出驱动器（HO 和 LO 引脚）						
V_{OH_Sat}	上拉饱和压降	I_{OUT}=–50mA，V_{HB}–V_{HO}，V_{VCC}–V_{LO}		0.2	0.5	V
V_{OL_Sat}	下拉饱和压降	I_{OUT}=100mA		0.2	0.5	V
Tr	上升沿时间	C_{LOAD}=1nF		15		ns
Tf	下降沿时间	C_{LOAD}=1nF		13		ns
Isource	峰值源电流	$V_{HO,LO}$=0V，V_{VCC}=10V		1.25		A
Isink	峰值灌电流	$V_{HO,LO}$=10V，V_{VCC}=10V		2		A
HB_UV	欠压阈值	VCC rising		5		V
电压前馈（斜坡引脚）						
V_{RAMP}	比较器阈值	COMP current = 0	2.3	2.5		V
同步整流器驱动器（SR1、SR2）						
V_{OH_SR}	上拉饱和压降	I_{OUT}=–5mA，V_{REF}–V_{SR1}，V_{REF}–V_{SR2}	0.25	0.1		V
V_{OL_SR}	下拉饱和压降	I_{OUT}=10mA		0.08	0.2	V
Tr_SR	上升沿时间	C_{LOAD}=1nF		40		ns
Tf_SR	下降沿时间	C_{LOAD}=1nF		20		ns
Isource_SR	峰值源电流	V_{SR}=0		0.09		A
Isink_SR	峰值灌电流	V_{SR}=V_{REF}		0.2		A

电气特性（续）

除非另有规定，默认情况下，V_{VIN}=48V，V_{CC}=10V 外部施加，R_{RT}=15.0kΩ，R_{DY}=27.4kΩ，V_{UVLO}=3V，V_{OVP}=0V，T=25℃。

符号	参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
同步整流驱动（SR1、SR2）						
T_{DT1}	SR1 下降到 HO 上升，SR2 下降到 LO 上升	R_{DLY}=10kΩ		25		ns
		R_{DLY}=27.4kΩ	58	84	110	ns
		R_{DLY}=100kΩ，		300		ns
T_{DT2}	HO 下降到 SR1 上升，LO 下降到 SR2 上升	R_{DLY}=10kΩ		20		ns
		R_{DLY}=27.4kΩ	38	55	72	ns
		R_{DLY}=100kΩ，		176		ns
过温保护						
T_{SD}	保护温度			155		℃
T_{SD_HYS}	迟滞温度			20		℃

功能描述

➢ 概述

CSV3535C 是一款集成半桥和同步驱动的 PWM 控制器，包含使用电压模式控制和线电压前馈实现半桥拓扑功率转换器所需的所有特性。浮动高边栅极驱动能够在高达 105V 的电源电压下工作。高边和低边栅极驱动均能够达到峰值 2A 的驱动能力。CSV3535C 内置高压启动电路，以及外部可设置的欠压保护(UVLO)和过压保护(OVP）。振荡器频率通过外部电阻设置，最高可达 2MHz，振荡器也可以与外部时钟同步。CSV3535C 集成了逐周期限流保护和过载打嗝保护功能，打嗝保护可通过外部设置重启时间。

➢ 高压启动电路

CSV3535C 内置高压启动电路，输入端 Vin 可以直接接到 105V 以内的高压输入电源，输出电流能力可达 25mA，Vcc 外部滤波电容范围建议为 0.1uF 到 100uF。当 UVLO 引脚电位大于 0.4V 时，高压启动电路启用并对 V_{CC} 引脚外部电容充电。当 V_{CC} 引脚上的电压超过启动阈值（7.5V）、REF 基准达到 5V、UVLO 电压大于阈值（1.25V），芯片开始工作。

V_{CC} 超过启动阈值后，V_{CC} 欠压比较器阈值会降低至 6.2V（典型值）。如果 V_{CC} 低于该值，则输出被禁用，软启动电容放电。如果 V_{CC} 升高到 7.6V 以上，芯片开始进入软启动状态。

CSV3535C 可以通过外部电源为 V_{CC} 供电来降低功耗。在典型应用中，辅助变压器绕组通过二极管连接到 V_{CC} 引脚，该绕组必须将 V_{CC} 电压提高到 8.3V 以上才能关闭内部高压启动电路。从辅助绕组为 V_{CC} 供电可提高效率，同时降低芯片功耗。欠压比较器电路在此供电模式下仍可工作，确保在启动期间 V_{CC} 电压不低于 6.2V。

在故障模式期间，当转换器辅助绕组无效时，必须限制 V_{CC} 的外部电流消耗，以使高压启动电路的功耗不超过芯片封装的最大功耗。

将外部直流电源加到 V_{CC} 引脚，可以使用外部直流电源代替内部高压启动电路。外部电源电压必须大于 8.3V，但应低于 V_{CC} 最大允许工作电压（15V）。

➢ 欠压保护

CSV3535C 包含两档欠压保护功能（UVLO）。当 UVLO 引脚电压低于 0.4V 时，从芯片处于低电流关断模式。当 UVLO 引脚电压大于 0.4V 小于 1.25V 时，芯片处于待机模式。在待机模式下，V_{CC} 和 REF 管脚处于工作状态，但芯片输出被禁用。当 V_{CC} 和 REF 输出超过各自阈值且 UVLO 引脚电压大于 1.25V 时，芯片开始正常工作。从 V_{IN} 到 GND 的外部电阻分压网络可用于设置转换器的最小工作电压，外部电阻分压网络的设计必须保证当 V_{IN} 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 23μA 电流实现的，该电流可在电阻分压网络中打开或关闭。当 UVLO 超过 1.25V 阈值时，电流关闭并快速升高 UVLO 引脚上的电压。当 UVLO 引脚电压低于 1.25V 阈值时，电流打开，导致 UVLO 引脚电压快速下降。0.4V 关断比较器的迟滞在内部固定为 100mV。

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实现软关断功能。

➢ 输入过压、负载过压、外部过温保护

CSV3535C 提供了支持多种故障保护功能的多用途引脚 OVP。当 OVP 引脚电压超过 1.25V 时，芯片处于待机模式，输出禁用。在待机模式下，V_{cc} 和 REF 管脚处于工作状态，而输出被禁用。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 23μA 电流源实现的，该电流源流向 OVP 引脚外部电阻分压网络。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，电流源关闭，导致 OVP 引脚电压快速下降。

➢ 逐周期限流

CS 检测变压器初级边电流。如果 CS 引脚上检测到的电压超过 0.25V，电流检测比较器将终止 HO 或 LO 输出。如果高电流条件持续存在，芯片将在逐周期限流模式下运行，占空比由电流检测比较器决定。逐周期限流可能会触发打嗝模式重启周期，具体取决于 RES 引脚的外部设置。

建议放置一个小型 RC 滤波器连接到 CS 引脚，并靠近芯片以抑制噪声。连接到 CS 输入的内部 MOSFET 在每个周期结束时对外部电流检测滤波电容器放电，放电将一直延续到输出驱动转换为高电平后的 50nS 作为电流检测前沿消隐，每个周期对 CS 引脚滤波器放电并消隐前沿尖峰可降低滤波要求并提高电流检测响应时间。

电流检测比较器响应速度快，可以响应短持续时间的噪声脉冲，布局考虑对电流检测滤波器和检测电阻至关重要。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）。如果使用变压器辅助绕组采样电流，辅助绕组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采样，则需要低电感类型的电阻。布板时，所有噪声敏感的低功率地应与芯片地连接在一起，而功率地（电流采样地）应单独连接。

➢ 过载保护定时器

CSV3535C 提供过载重启定时器(参见图 1)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 引脚上的外部电容设置。在每个 PWM 周期内，CSV3535C 会从 RES 引脚电容中输入或输出电流。如果在一个周期内未检测到过流信号，则启用 12μA 下拉电流将 RES 引脚拉低。如果持续检测到过流信号，则 12μA 下拉电流关闭，22μA 上拉电流导致 RES 引脚上的电压逐渐增加。如果 RES 电压达到 2.5V 阈值，则会按以下顺序重启（另请参见图 1）：

（1）RES 电容和 SS 电容完全放电。

（2）软启动电流源从 110μA 减少到 1μA。

（3）SS 电容电压缓慢增加。当 SS 电压接近 1V 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 110μA 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 电容上的电压，重复打嗝模式。

如果重启后过载情况不再存在，RES 引脚将通过 12μA 下拉电流到地，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 0~50kΩ 的电阻，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。
- **仅打嗝：**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，将电容连接到 RES 引脚可提供可调的逐周期限制间隔。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，芯片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温保护或输出过压。

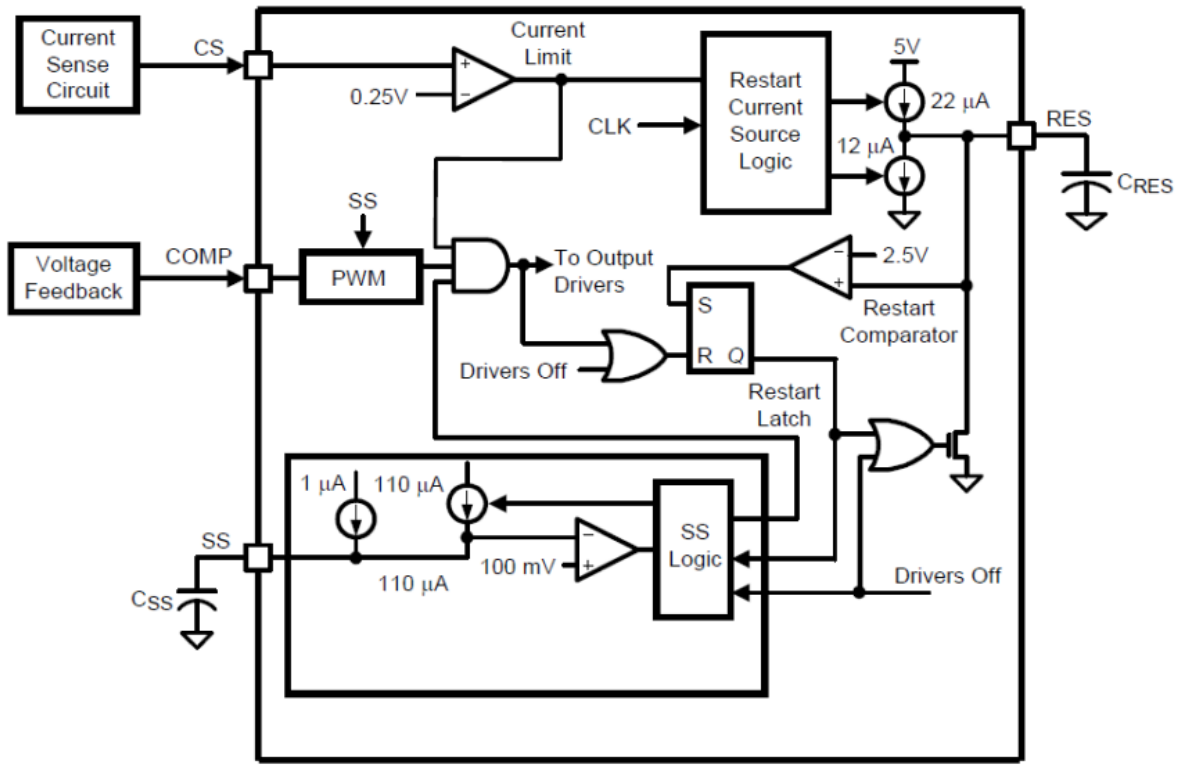


图 1.限流重启电路

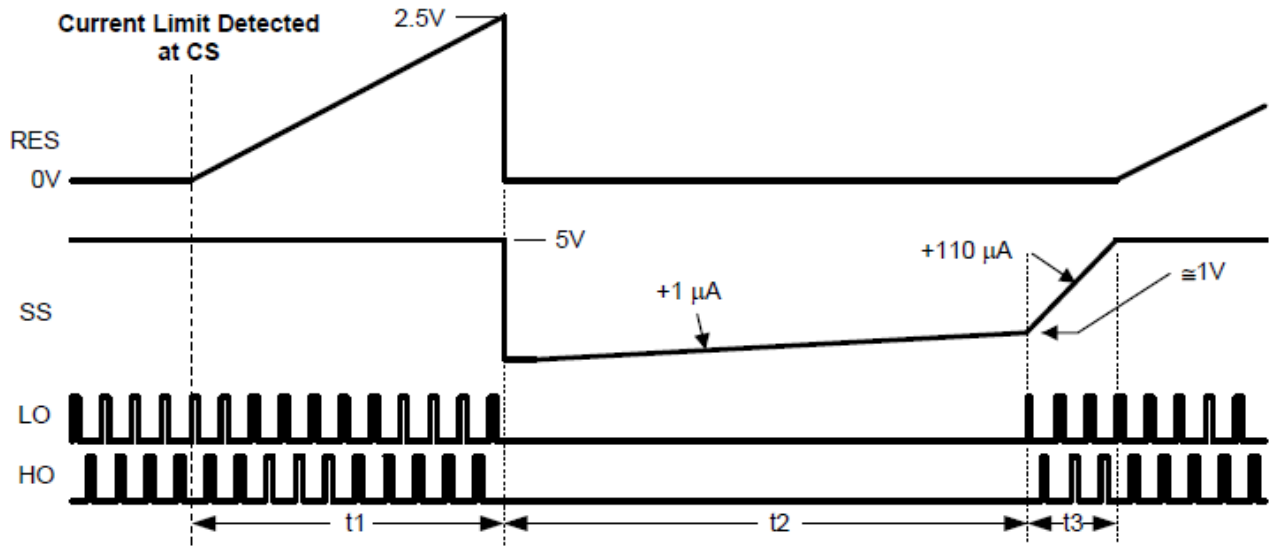


图 2.限流重启时序

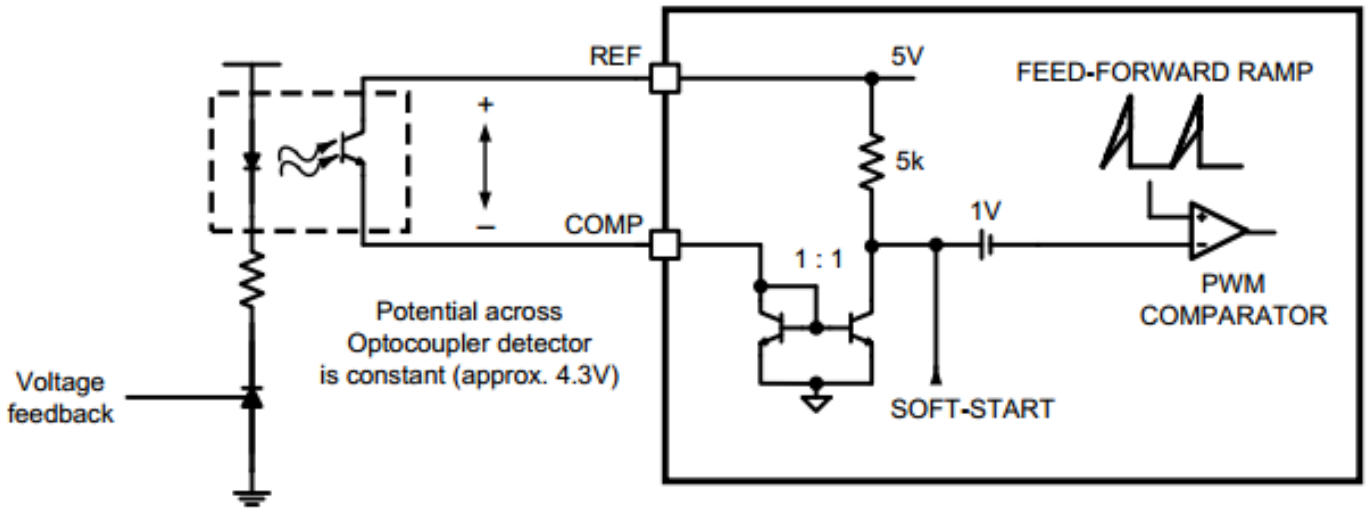


图 3.光耦合器到 COMP 接口

➢ 软启动

软启动电路允许转换器逐渐达到稳态工作点，从而降低启动应力和电流浪涌。当 CSV3535C 上电时，SS 引脚电容先由内部 MOSFET 放电。当 UVLO、V_{CC} 和 REF 引脚达到其工作阈值时，SS 电容被释放并通过 110µA 电流充电。 PWM 比较器控制电压由内部放大器钳位到 SS 引脚电压。当 PWM 比较器输入达到 1V 时，输出脉冲以缓慢增加的占空比开始。SS 引脚上的电压最终升到 5V，而 PWM 比较器上的电压升到调节所需的值，由电压反馈环路确定。

关闭芯片的一种有效方法是将 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，然后恢复正常工作。UVLO 部分讨论了第二种关断方法。

➢ PWM 比较器

脉宽调制(PWM)比较器将 RAMP 引脚上的电压斜坡信号与环路误差信号进行比较。该比较器针对速度进行了优化，以实现最小的可控占空比。从外部反馈接收环路误差信号，隔离电路以控制电流的形式进入 COMP 引脚。COMP 引脚电流由一对匹配的 NPN 晶体管在内部镜像，这些晶体管通过 6.2kΩ 电阻上拉到 5V 基准，产生的控制电压先经过 1V 的降压，然后加到 PWM 比较器输入端。

光耦可以连接在 REF 引脚和 COMP 引脚之间（见图 3）。由于 COMP 引脚由电流输入控制，因此光耦两端的电位差几乎是恒定的。

➢ 线电压前馈和伏秒钳位

PWM 斜坡信号由连接到 V_{IN}、AGND 和 RAMP 引脚的外部电阻（RFF） 和电容（CFF）来产生。RAMP 信号的斜率将与输入线电压成比例。这种变化的斜率提供了改善电压模式控制的线路瞬态响应所必需的线路前馈信息。脉宽调制比较器将 RAMP 信号与误差信号进行比较，以控制 HO 和 LO 输出的占空比。对于恒定误差信号，导通时间（T_{ON}）与输入电压（V_{IN}）成反比，以稳定变压器初级信号的伏秒乘积。传统电压模式脉宽调制器（振荡器产生的斜坡）的电源路径增益直接随输入电压变化，使用输入生成斜坡（输入电压前馈）几乎消除了这种增益变化。因此，反馈回路只需要对输入电压的大变化进行非常小的修正。

除了 PWM 比较器之外，伏秒钳位比较器还检测 RAMP 引脚。如果斜坡幅度超过伏秒钳位比较器的 2.5V 阈值，则导通时间终止。CFF 斜坡电容由伏秒钳位比较器控制的 MOSFET 放电。如果 RAMP 信号在时钟周期结束前不超过 2.5V，则内部时钟将触发放电 MOSFET 对重置电容 CFF 放电。通过正确选择 RFF 和 CFF 值，HO 和 LO 的最大导通时间可设置为所需的持续时间。伏秒钳位设置的导通时间与输入电压成反比，因为 RAMP 电容由连接到 VIN 的电阻（RFF）充电，而钳位的阈值是固定电压（2.5V）。

举例说明如何使用伏秒钳位比较器在 200 kHz 频率和 48V 输入电压下实现 50%的占空比限制。频率在 200kHz 下的 50%占空比需要 2.5 μs 的导通时间。要实现最大导通时间，参考如下公式：

$$R_{FF} * C_{FF} = \frac{T_{ON}+10\%}{\ln\left[\left(1-\frac{2.5V}{VIN}\right)^{-1}\right]} = \frac{2.5us+0.25us}{\ln\left[\left(1-\frac{2.5V}{48V}\right)^{-1}\right]} = 51.4us$$

CFF 的推荐电容值范围为 100pF~1000pF。470pF 的标准值可以与 110kΩ 配对，以接近所需的 51.4 μs 时间常数。如果负载瞬态响应减慢 10% 的裕度，则可以增加 RFF 值。通过增加 RFF*CFF，系统信噪比将降低。

➢ 振荡器和同步功能

CSV3535C 的振荡器设置采用外接电阻接在 RT 端与 GND 端，为设置所要的频率 F，用如下公式计算 RT:

$$RT=(\frac{1}{F_{osc}}-110ns)*6.25*10^9$$

如所需的振荡器频率为 400 kHz（HO 和 LO 均以 200 kHz 切换），则 15KΩ 电阻将是最接近的标准 1%值。

每个输出（HO、LO、SR1 和 SR2）以振荡器频率的一半进行切换。RT 引脚上的电压在内部设定 2V。RT 电阻必须尽可能靠近芯片并直接连接到引脚 RT 和 AGND。

通过向 RT 引脚施加窄脉冲，CSV3535C 可以与外部时钟同步。外部时钟必须至少比 RT 电阻设置的振荡频率高 10%。如果外部时钟频率小于 RT 电阻设置的频率，CSV3535C 将不能同步脉冲。

RT 引脚上的同步脉冲宽度必须至少为 15 ns。时钟信号必须通过一个 100pF 的电容耦合到 RT 引脚，以确保在所有条件下 RT 的脉冲宽度小于时钟周期的 60%。当同步脉冲从低到高转换时，RT 引脚上的电压必须大于 3.2V。在时钟信号的低电平期间，内部稳压器将 RT 引脚上的电压钳位在 2V。RT 稳压器的输出阻抗约为 100 Ω。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。

➢ 栅极驱动器输出（HO 和 LO）

CSV3535C 提供两个交替的栅极驱动输出，浮动高边栅极驱动 HO 和低边驱动 LO。每个驱动都可提供 1.25A 源电流和 2A 灌电流。HO 和 LO 输出以内部振荡器频率的二分之一交替运行。LO 驱动直接由 V_{CC} 供电，HO 驱动由连接在 HB 和 HS 之间的自举电容供电。

当开关节点（HS 引脚）为低电平时，连接在 V_{CC} 和 HB 之间的外部二极管通过从 V_{CC} 对自举电容充电来提供高边栅极驱动器电源。当高边 MOSFET 导通时，HB 上升到等于 $V_{CC}+V_{HS}$ 的峰值电压，其中 V_{HS} 是开关节点电压。

HB 和 V_{CC} 电容必须靠近 CSV3535C 的引脚放置，以最大程度地减少寄生电感引起的电压瞬变，因为 MOSFET 栅极的峰值电流可能超过 1.25 A。HB 电容推荐值为 0.01 μ F 或更大。必须使用低 ESR 或低 ESL 电容来防止 HO 转换期间的电压下降。

由于内部固定死区时间和可调的同步整流器延迟，每个输出的最大占空比限制在略小于 50%。这种情况下的典型死区时间为 70ns。可调的同步整流器延迟由 DLY 引脚电阻决定。如果 COMP 引脚开路，输出将以最大占空比运行。每个输出的最大占空比可以如下公式计算：

$$最大占空比=\frac{\frac{1}{2}T_S-T_D-T_1}{T_S}$$

注:

- TS 是 HO 或 LO 输出的一个完整周期的周期
- TD 是内部固定死区时间
- T1 是同步整流器延迟

例如，如果振荡器频率为 200kHz，则每个输出将以 100 kHz (T_S = 10 μs) 循环。使用 70ns 的死区时间，而无同步整流延迟，则该频率下的最大占空比计算为 49.3%。使用 100 ns 的同步整流延迟，最大占空比降低至 48.3%。

➢ 同步整流输出（SR1 和 SR2）

变压器次级的同步整流 (SR)可提供更高的效率，尤其是对于低输出电压转换器。对于 MOSFET 整流器正向压降 (0.5V–1.5V)降低至 10 mV–200 mV 的 VDS 电压，显著降低了整流损耗。在典型应用中，变压器次级绕组采用中心抽头，输出功率电感器与中心抽头串联。SR MOSFET 为通电的次级绕组和电感电流提供接地路径。图 4 显示 SR2 MOSFET 导通，而 HO 支持从初级传输功率。在此期间必须禁用 SR1 MOSFET，因为连接到 SR1 MOSFET 漏极的次级绕组是中心抽头电压的两倍。

在 HO 脉冲结束时，电感电流继续流过 SR1 MOSFET 体二极管。由于体二极管比 SR MOSFET 造成更多的损耗，因此可以通过最小化 T2 周期来提高效率，同时在所有条件下保持足够的时间裕量以防止穿通电流。当 LO 启用来自初级的功率传输时，SR1 MOSFET 启用，而 SR2 MOSFET 关闭。

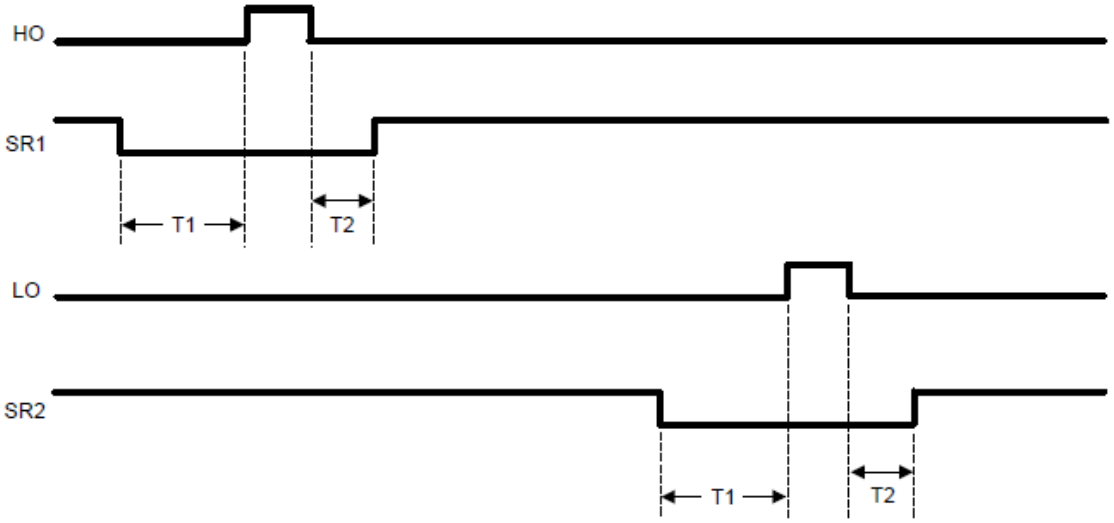


图 4.HO,LO,SR1 和 SR2 时序图

在 HO 和 LO 均未激活期间，电感电流存在于 SR1 和 SR2MOSFET 之间，这有效地使变压器次级短路并消除了绕组中的电感。在 LO 向次级供电之前，SR2 MOSFET 被禁用，以防止电源分流到地。SR2 MOSFET 体二极管继续承载大约一半的电感电流，直到主电源升高 SR2 MOSFET 漏极电压并反向偏置体二极管。理想情况下，死区时间 T1 将设置为允许 SR MOSFET 在体二极管开始导通之前关闭的最短时间。

SR1 和 SR2 输出由 V_{REF} 直接供电。提供 0.09~0.2A 驱动电流。通常，SR1 和 SR2 信号通过脉冲变压器控制 SR MOSFET 栅极驱动。次级边偏置电源和栅极驱动提供栅极拉电流和灌电流。

SR1 和 SR2 相对于 HO 和 LO 的时序如图 4 所示。SR1 与 HO 异相，而 SR2 与 LO 异相。转换之间的死区时间可通过从 DLY 引脚连接到 AGND 引脚的电阻进行设置。通常，RDLY 设置在 10 kΩ~100 kΩ。死区时间可以使用如下公式计算：

$$T1 = [R_{DLY} * 2.8ps] + 10ns$$

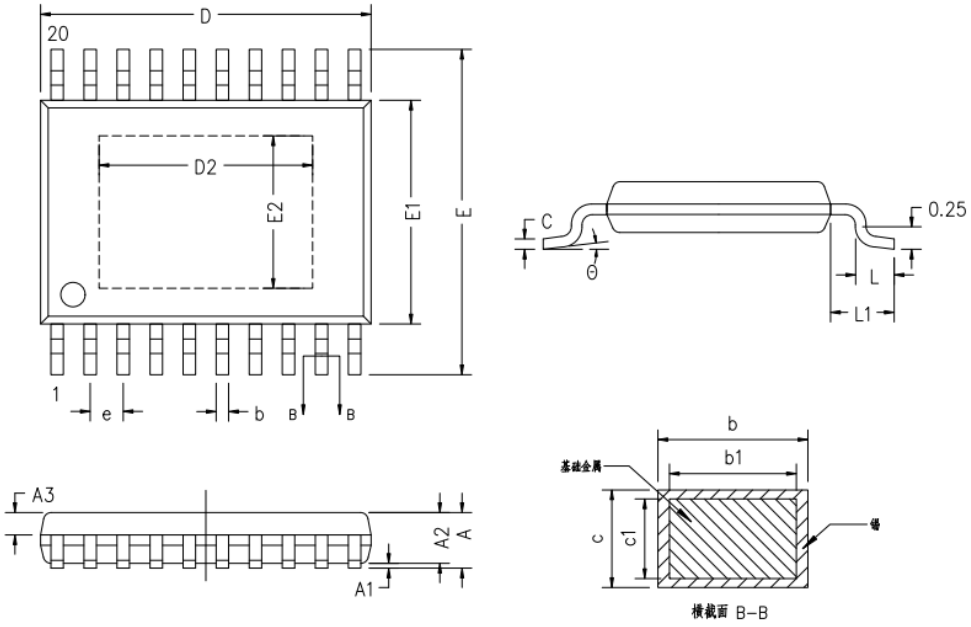
$$T2 = [R_{DLY} * 1.35ps] + 14ns$$

➢ 过温保护

CSV3535C 提供过温保护功能以在超过最大额定结温时保护芯片。超过 155℃时，芯片被强制进入低功耗待机状态，输出驱动（HO、LO、SR1 和 SR2）、V_{CC} 及 REF 管脚被禁用，有助于防止因意外设备过热而导致的灾难性故障。 在过温保护期间，软启动电容完全放电，并且芯片在结温降至工作水平（135℃）后正常启动序。

封装外形图(1)

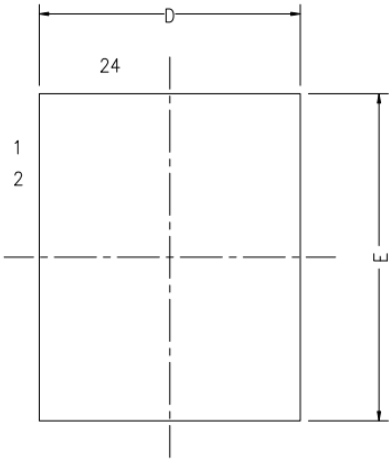
eTSSOP20



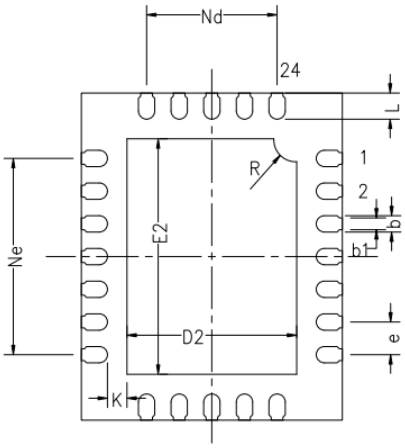
符号	单位(毫米)		
	最小值	常规值	最大值
A	–	–	1.20
A1	0.05	–	0.15
A2	0.80	1.00	1.05
A3	0.39	0.44	0.49
b	0.20	–	0.29
b1	0.19	0.22	0.25
c	0.13	–	0.18
c1	0.12	0.13	0.14
D	6.40	6.50	6.60
D2	4.10	4.20	4.30
E	6.20	6.40	6.60
E1	4.30	4.40	4.50
E2	2.90	3.00	3.10
e	理论值0.65		
L	0.45	0.60	0.75
L1	参考值1.00		
θ	0°	–	8°
L/F载体尺寸 (MIL)	118*165(C)		

封装外形图(2)

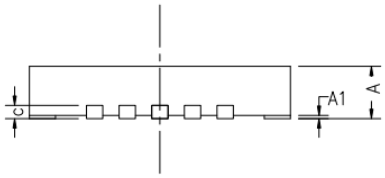
QFN4×5–24L



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	0.850	0.900	0.950
A1	0.000	0.020	0.050
b	0.200	0.250	0.300
b1	参考值0.180		
c	参考值0.203		
D	3.900	4.000	4.100
D2	2.600	2.700	2.800
e	典型值0.500		
Nd	典型值2.000		
Ne	典型值3.000		
E	4.900	5.000	5.100
E2	3.600	3.700	3.800
L	0.350	0.400	0.450
R	0.150	0.200	0.250
K	典型值0.250		

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。