级联式 PWM 控制器

产品描述

CSV3541是一款级联式PWM控制器，为级联拓朴DC-DC设计的一款专用芯片，前级为同步降压控制，第二级为推挽或全桥控制，它非常适用于多输出电压及中、大功率的场合。

CSV3541工作于电流控制模式，它的四个输出驱动包括同步降压级的HD和LD及推挽级的PUSH和PULL，第二级的两个输出工作在各50%的占空比，开关频率为降压级的一半。芯片可精确控制两输出之间的死区时间，外部接不同的驱动器可构建推挽、半桥或全桥拓扑。CSV3541控制器内含高压启动电路，最高输入达120V，振荡器最高工作频率可达1MHz。此外还有UVLO及软启动、高精度基准、误差放大器及过温保护电路。

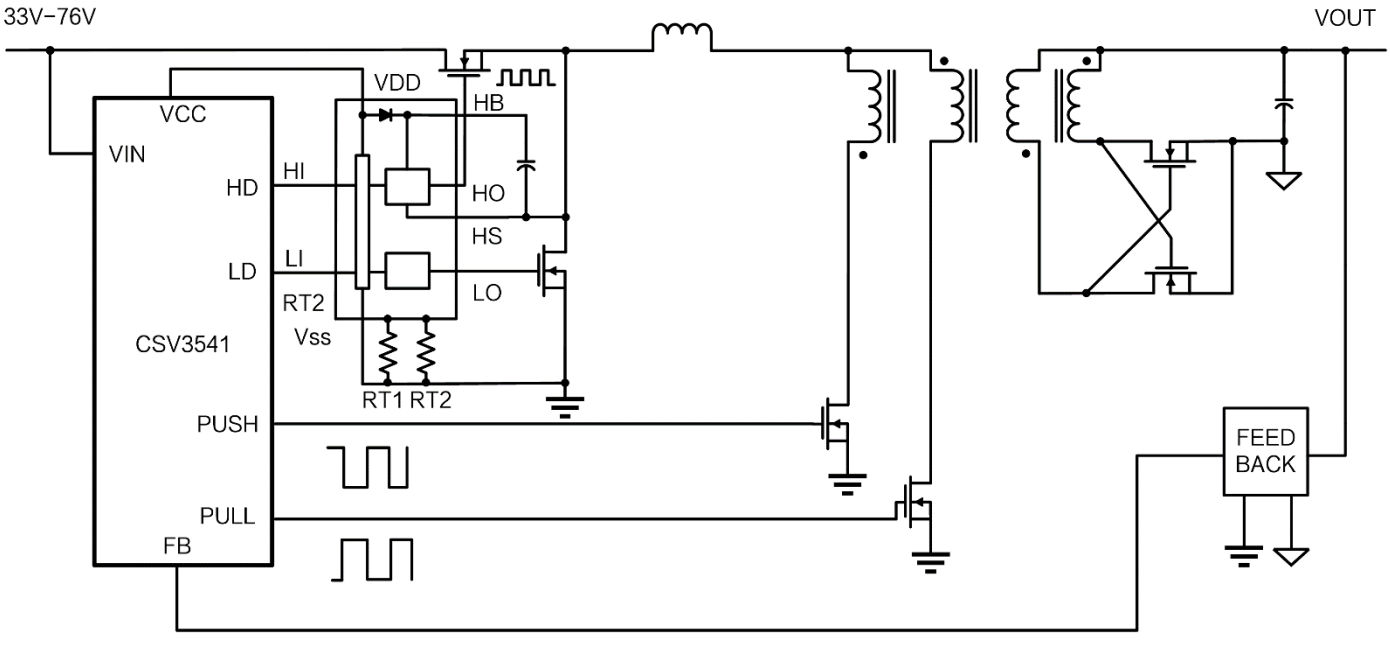
应用领域

- 通信电源
- 工业电源

产品特点

- 120V内部高压启动电路
- 工作频率可高达1MHz
- 可调欠压保护
- 内置参考电压的误差放大器
- 双模式过流保护
- 内置斜坡补偿
- 前沿消隐
- 推挽级重叠或死区时间外部可调
- 集成1.5A推挽级栅极驱动
- 软启动
- 具有同步功能的可调振荡器
- 高精度基准电压
- 过温保护
- TSSOP16和DFN5×5-16L封装

典型应用

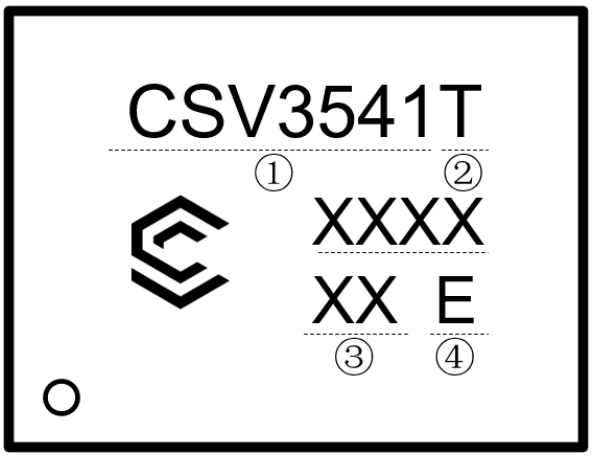


订购信息

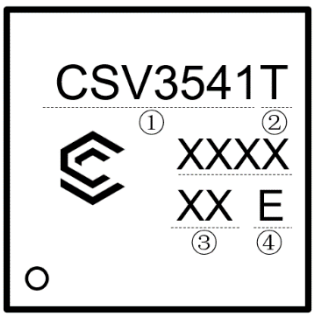
产品型号	订货信息	封装类型	包装方式
CSV3541T	CSV3541T	TSSOP16	编带/料管
CSV3541N	CSV3541N	DFN5×5-16L	编带

产品标识信息：

① 产品型号
② 封装形式： “T”代表TSSOP16
“N”代表DFN5×5-16L
③ 产品生产批号
④ 产品内部控制标志

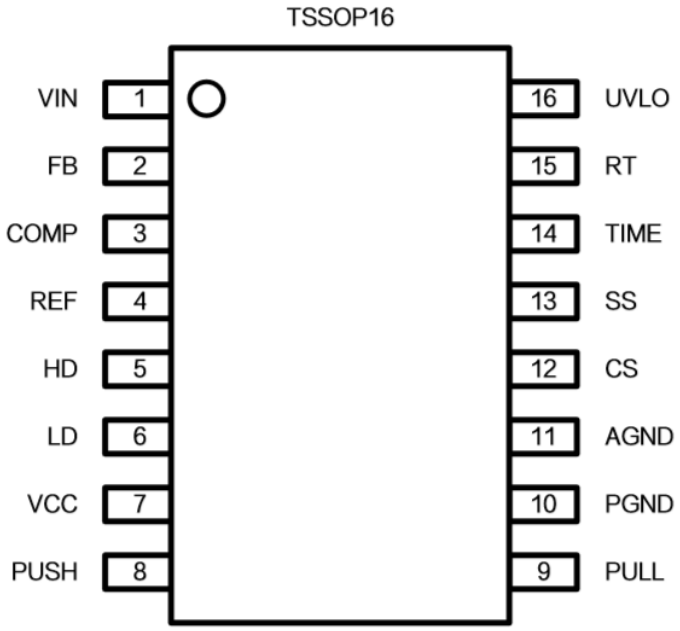


TSSOP16 标识示意图



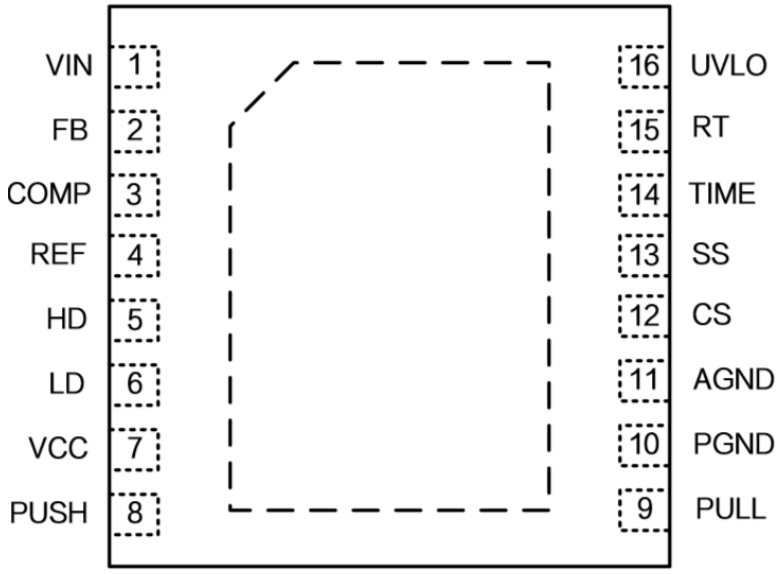
DFN5×5-16L 标识示意图

管脚定义



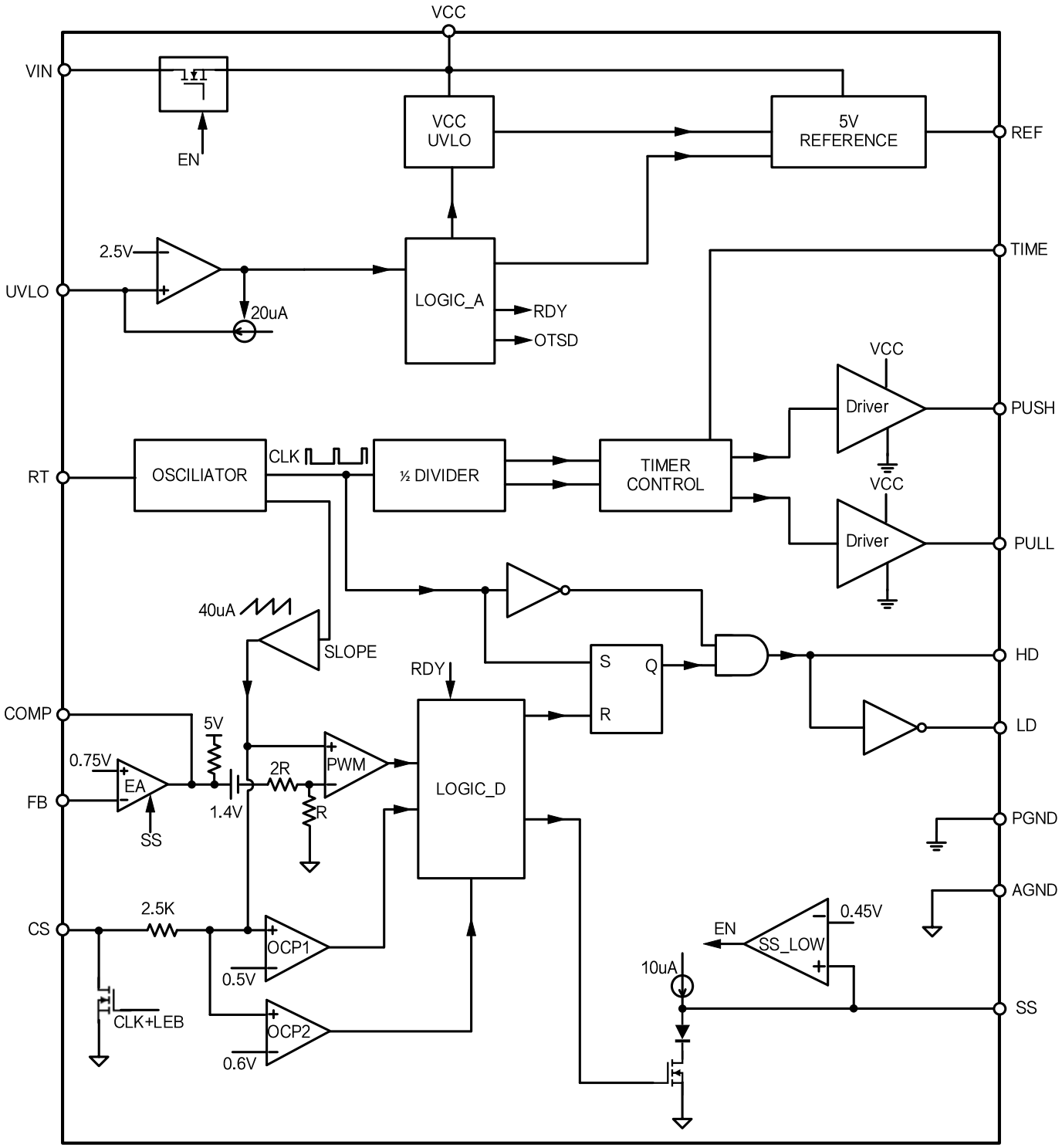
序号	名称	功能描述
1	VIN	输入电压源
2	FB	误差放大器反馈信号端
3	COMP	误差放大器的输出端
4	REF	高精度 5V 基准电压输出端
5	HD	同步开关高边控制输出端
6	LD	同步开关低边控制输出端
7	VCC	芯片电源，可由内部高压启动电路产生，输出电压为9V
8	PUSH	推挽级栅驱动的输出端
9	PULL	推挽级栅驱动的输出端
10	PGND	功率地
11	AGND	模拟地
12	CS	电流检测输入端
13	SS	软启动
14	TIME	推挽重叠或死区时间控制端
15	RT / SYNC	振荡器频率设置端或同步时钟输入端
16	UVLO	欠压保护输入端

DFN5×5-16L



序号	名称	功能描述
1	VIN	输入电压源
2	FB	误差放大器反馈信号端
3	COMP	误差放大器的输出端
4	REF	高精度 5V 基准电压输出端
5	HD	同步开关高边控制输出端
6	LD	同步开关低边控制输出端
7	VCC	芯片电源，可由内部高压启动电路产生，输出电压为9V
8	PUSH	推挽级栅驱动的输出端
9	PULL	推挽级栅驱动的输出端
10	PGND	功率地
11	AGND	模拟地
12	CS	电流检测输入端
13	SS	软启动
14	TIME	推挽重叠或死区时间控制端
15	RT / SYNC	振荡器频率设置端或同步时钟输入端
16	UVLO	欠压保护输入端

功能框图


VCC
VIN
EN
VCC UVLO
5V REFERENCE
REF
2.5V
UVLO
20uA
LOGIC_A
RDY
OTSD
TIME
VCC
Driver
PUSH
RT
OSCILIATOR
CLK
½ DIVIDER
TIMER CONTROL
VCC
Driver
PULL
40uA
SLOPE
RDY
S
Q
R
HD
LD
COMP
5V
0.75V
EA
FB
SS
2R
PWM
1.4V
R
LOGIC_D
PGND
AGND
2.5K
CS
OCP1
0.5V
EN
SS_LOW
0.45V
10uA
CLK+LEB
OCP2
0.6V
SS

极限工作范围(1)

VIN 耐压·····-0.3V~125V
VCC 耐压·····-0.3V~18V
其他脚耐压·····-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	15		120	V
外加电压 VCC	9		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)，电气参数适用于整个工作温度范围，T = 25℃，VIN = 48V, VCC = 10V, RT = 26.7kΩ, R_{SET} = 20kΩ

符号	参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
启动调节器						
V_{CC} Reg	VCC电压	外部电路断开	8.7	9	9.3	V
I_{VCC_Lim}	VCC电流能力		15	30		mA
I_{VIN_ST}	VIN端的启动电流	VIN = 100V		145	500	μA
I_{VIN_SD}	VIN端的关断电流	UVLO=0V，VCC开路		350	450	μA
V_{CC} 供电						
V_{CCON}	VCC开启电压		V_{CC} Reg-400mV	V_{CC} Reg - 275mV		V
V_{CCON_Hys}	VCC迟滞电压		1.7	2.1	2.6	V
I_{CC}	VCC工作电流	CL = 0		3	4	mA
误差放大器						
GBW	增益带宽			3		MHz
Gain	直流增益			80		dB
V_{FB}	参考电压	VFB = COMP	0.735	0.75	0.765	V
I_{COMP_L}	COMP端吸收电流能力	VFB = 1.5V,COMP=1V	4	10		mA
基准电压						
V_{REF}	基准电压	I_{REF} = 0 mA	4.85	5	5.15	V
Load_Reg	基准电压负载调整	I_{REF} = 0 to 10mA		25	50	mV
I_{REF_Lim}	基准电压电流能力		20	50		mA
过流保护						

电气特性（续）

除非另有说明(1)，电气参数适用于整个工作温度范围，T = 25℃，VIN = 48V, VCC = 10V, RT = 26.7kΩ, R_{SET} = 20kΩ

符号	参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
T_{Delay_CS}	延时输出	CS1从0V突变至0.6V，OUT端延迟关断的时间 (90%) C_L = 0		40		ns
V_{CS1}	逐周期阈值电压		0.45	0.5	0.55	V
V_{CS2}	打嗝模式阈值电压	重置SS电容器，重新启动	0.55	0.6	0.65	V
T_{LEB}	LEB 时间			50		ns
I_{CS}	CS吸收电流(clocked)	CS = 0.3V	1	6		mA
软启动						
I_{SS}	软启动电流源		7	10	13	μA
V_{offset}	软启动到COMP脚的电压偏移		0.35	0.55	0.75	V
V_{SS_SD}	关断阈值电压		0.25	0.5	0.75	V
振荡器						
Fosc1	频率1 (RT=26.7KΩ)	TJ = 25° C	180	200	220	kHz
Fosc2	频率2 (RT=7.87KΩ)		515	600	685	kHz
Vsync	同步阈值电压			3	3.5	V
PWM比较器						
T_{Delay}	Output输出延迟	COMP =2V CS从0V to 0.4V，输出端延迟变低的时间		25		ns
Dmax	最大占空比	TS = Oscillator Period		(Ts−240ns) /Ts		%
Dmin	最小占空比	COMP = 0V			0	%
K	COMP到PWM 比较器的增益			0.32		
V_{COMP}	COMP开路电压	FB = 0V	4.1	4.8	5.5	V
I_{COMP_H}	COMP短路电流	FB = 0V ,COMP = 0V	0.6	1	1.4	mA
斜坡补偿						
V_{Slope}	斜坡补偿幅度	PWM比较器至CS的增量		110		mV
欠压关断						
V_{UVLO}	欠压关断阈值		2.44	2.5	2.56	V
I_{UVLO}	欠压关断迟滞电流源		16	20	24	μA

电气特性（续）

除非另有说明(1)，电气参数适用于整个工作温度范围，T = 25℃，VIN = 48V, VCC = 10V, RT = 26.7kΩ, R_{SET} = 20kΩ

符号	参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
降压输出						
V_{HD},V_{LD}	输出电平			5(VREF)		V
V_{OH_Sat}	上拉饱和压降	I_{OUT} = 10mA, REF −VOUT		0.5	1	V
V_{OL_Sat}	下拉饱和压降	I_{OUT} = −10mA		0.5	1	V
Tr	上升沿时间	C L = 100pF		10		ns
Tf	下降沿时间	C L = 100pF		10		ns
推挽输出						
T_{OVLP}	重叠时间	R_{SET} = 20 kΩ 连接到GND, 50% to 50% transitions	60	90	120	ns
T_{DT}	死区时间	R_{SET} = 20 kΩ连接到REF, 50% to 50% transitions	65	95	125	ns
V_{OH2_Sat}	上拉管管压降	I_{OUT} = 50mA, Vcc −VOUT		0.25	0.5	V
V_{OL2_Sat}	下拉管管压降	I_{OUT} = −100mA		0.5	1	V
Tr2	上升沿时间	C L = 1nF		20		ns
Tf2	下降沿时间	C L = 1nF		20		ns
过温保护						
T_{SD}	过温保护阈值			155		° C
T_{SD_hys}	过温保护迟滞			25		° C

（1）绝对最大额定值是指设备可能损坏的极限值。工作额定值是指设备运行的条件旨在实现功能性。有关保证的规格和测试条件，请参阅电气特性

功能描述

CSV3541是一款级联式PWM控制器，为级联拓朴DC-DC设计的一款专用芯片，前级为同步降压控制，第二级为推挽或全桥控制，它非常适用于多输出电压及中、大功率的场合。

CSV3541工作于电流控制模式，它的四个输出驱动包括同步降压级的HD和LD及推挽级的PUSH和PULL，第二级的两个输出工作在各50%的占空比，开关频率为降压级的一半。芯片可精确控制两输出之间的死区时间，外部接不同的驱动器可构建推挽、半桥或全桥拓扑。CSV3541控制器内含高压启动电路，最高输入达120V，振荡器最高工作频率可达1MHz。此外还有UVLO及软启动、高精度基准、误差放大器及过温保护电路。

➢ 高压启动电路

CSV3541内置高压启动电路，输入端Vin可以直接接到120V以内的高压输入电源，输出电流能力可达15mA，Vcc外部滤波电容范围建议为0.1uF到100uF。当Vcc电压达到9V，并且REF基准达到5V时，控制器启动输出，Buck级输出开启，直到Vcc降到7V或UVLO检测到Vin超出工作电压范围，推挽级输出持续工作直到REF引脚降到大约3V以下。在典型的应用中，变压器辅助绕组通过一个二极管连接到Vcc引脚上，此绕组设置电压必须高于9.3V以便关掉内部高压启动电路。从辅助绕组给Vcc供电可以提高效率，减小控制器的功率损耗。建议REF输出的旁路电容值范围为0.1uF到1uF。

如果不采用内部高压启动电路供电，可以将VCC和VIN引脚连接在一起，并将外部电源连接到这两个引脚上，可以使用外部电源为控制器供电。

➢ 欠压保护

CSV3541包含一个欠压保护（UVLO）电路，通过接于Vin和地之间的外部电阻分压器用来设置控制器的工作范围。此分压器要这样设计，在VIN所要求的工作范围内，UVLO端的电压要高于2.5V。如果欠压的阈值没有达到，控制器所有的功能都将被禁止，此时，控制器进入电流低于300uA的低功耗状态。UVLO的端口通过一个20uA的内部电流源来设置欠压迟滞。UVLO引脚也可用于实现开关功能，将UVLO端接地，控制器被关断。控制器也可以通过软启动端SS来关断，如果SS端被强制拉低于0.45V时，控制器将进入低功耗状态。

➢ 降压控制输出

CSV3541降压级HD输出信号最小关断时间被设置为250ns，确保每个周期能给高边栅驱动的自举电容重新充电。降压级控制输出（LD及HD）为逻辑电平（0到5V）的CMOS缓冲器，在故障状态或欠压关断状态，降压级的控制输出状态默认为HD低和LD高。

➢ 推挽级控制输出

推挽输出级一般工作在各50%占空比的连续状态，CSV3541的特点是能够准确地调节两推挽输出的死区时间或重叠时间。重叠、死区时间大小由TIME引脚外接电阻来控制，TIME端保持电阻一端的电压在2.5V，另一端接到REF端实现死区时间的设置或接到GND端实现重叠时间的控制。重叠或死区时间的大小可用下面公式计算：

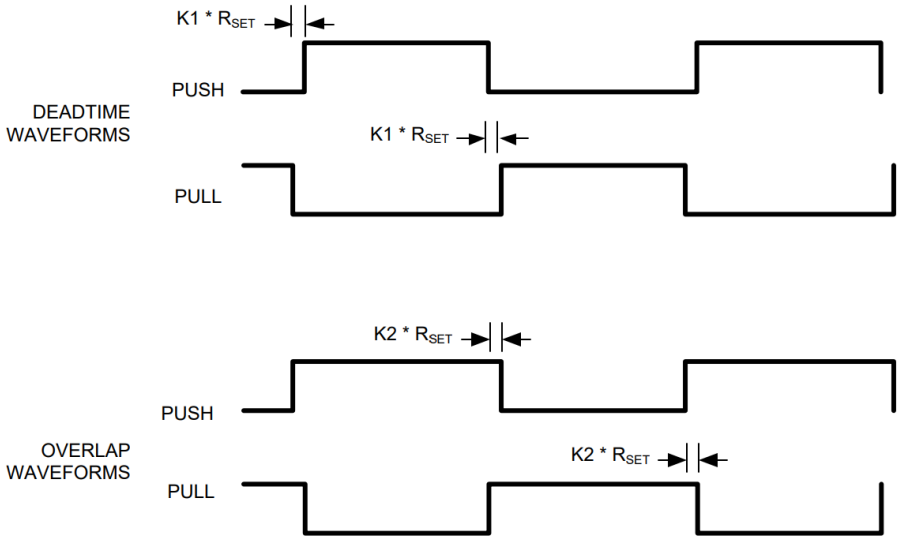
重叠时间(nS)=(3.66×RSET)+7

重叠时间单位是ns，RSET连接到地，RSET单位是KΩ。

死区时间(nS)=(3.69×RSET)+21

死区时间单位是ns，RSET连接到REF，RSET单位是KΩ。

要求RSET可调范围：10KΩ至100KΩ



➢ 误差放大器

CSV3541内置误差放大器，放大器同相输入端接在0.75V基准，反相输入端接至FB，在非隔离应用时，变换器输出通过电阻分压器直接接到FB端，环路补偿元件接于Comp与FB端之间。对隔离应用，误差放大器的功能由次级侧光耦及TL431执行，初级侧的放大器不用。内部误差放大器为开漏极输出，将FB端接地即被禁止。内部5KΩ上拉电阻接于5V基准和Comp端之间，作为光耦三极管的集电极电阻。

➢ 过流保护和电流检测

CSV3541包含两个阈值的过流保护，如果CS端上的电压超过0.5V，将逐周期关断，如果CS端电压超过0.5V达到0.6V，控制器将进入打嗝模式。推荐用一个小的RC滤波网络放在CS端，检测过流信号，在每个周期开始的前50ns，内部MOSFET将CS端放电，以减小前沿毛刺，这个毛刺信号是Buck级MOSFET开启时带来的。

CSV3541电流检测及PWM比较器速度很快，会响应很短的噪声脉冲，PCB设计时要考虑电流检测滤波器及检测电阻的布局。电容要与CS滤波器紧靠控制器，并直接接到控制器的CS与GND端。如果用电流检测互感器，互感器次级侧的两引线要接近检测电阻，在用电阻取代电流互感器时，电阻要放在推挽的两MOSFET源极处，且电阻要无感的。当选择检测电阻时所有小功率处的噪声检测都要接到控制器周围。然后用单一连线接到大电流的功率地。

第二级电流检测阈值为保护功率变换器，当检测出大电流时，在变换器内部最小占空比之下打嗝式工作。如果达到第二级保护阈值，软启动电容放电，启动顺序重新开始，但此第二级保护阈值仅在高的dv/dt在电流检测电阻上展现时才出现。电流检测的瞬态必须足够快，要在第一检测阈值关断降压级之前才会出现，特别高的电流检测dv/dt会在电感饱合或输出突然短路时出现，CS端上过度滤波或检测电阻太小或滤波电感没饱合，都可防止进入第二阈值，第一阈值电流检测会逐周期限制，变换器输出特性将变成一个恒流源。当然，维持过载电流的水平会导致功率级过热，特别是输出整流滤波部分会过热。

➢ 振荡器和同步功能

CSV3541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，用下式计算RT:

$$RT = \frac{\left(\frac{1}{F}\right) - 235\times10^{-9}}{182\times10^{-12}}\Omega$$

降压级在振荡频率下工作，推挽级在1/2的振荡频率下工作。CSV3541还可以由外部时钟进行同步。外部时钟必须高于RT设置的振荡频率。时钟信号用一个100pf电容耦合至RT端，其电平峰值要大于3V。同步脉冲宽度要在15～150ns范围内，RT电阻是必需的。另外论振荡器自由振荡还是外同步，RT端电压在内部稳压在2V，RT电阻要紧靠IC，并直接接到RT端到GND。

➢ 斜坡补偿

PWM比较器将COMP端的电压与电流采样信号比较，当占空比大于50%时，电流模式控制电路会受次谐波振荡的干扰， CSV3541集成斜坡补偿可避免次谐波振荡。

➢ 软启动和关断

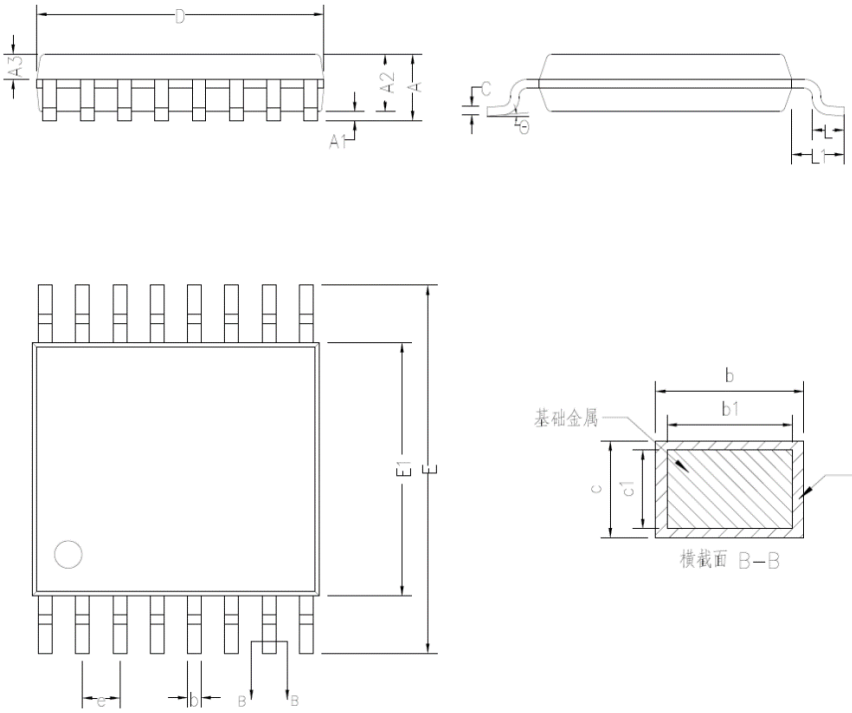
软启动特性允许功率转换器逐渐地达到初始稳定状态工作点，从而降低启动应力和浪涌。当电源开通时，一个10uA的电流从软启动端SS源给外部电容充电。此电容的电压将慢慢地上升，并且去限制Buck级的最大占空比。SS端还可作为一个使能输入端工作，如果SS端电压被强制降到低于阈值0.45V 时，控制器将进入低功耗工作状态。

➢ 过温保护

内部过温保护电路是为了在芯片超出最大结温时保护控制器。当其功能被激活时，典型温度在155℃时，控制器强制进入低功耗待机状态，输出驱动器和偏置调节器被禁止。这个可以防止器件因过热导致的突然失效。

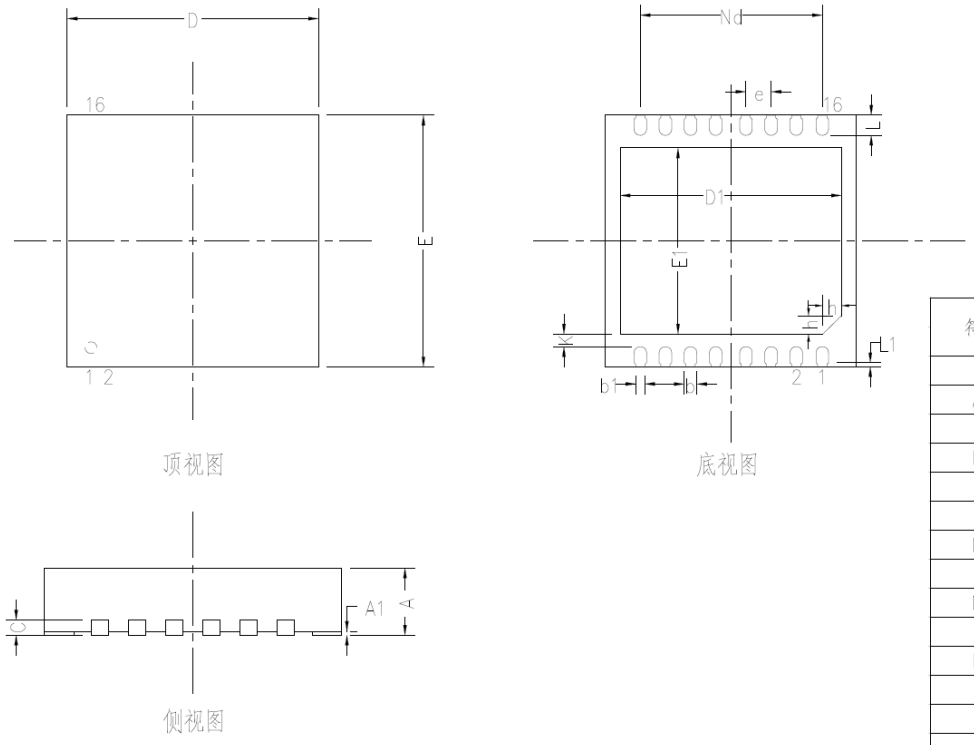
封装外形图

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°

DFN5×5-16L



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	0.20	0.25	0.30
b1	参考值0.160		
c	0.15	0.20	0.25
D	4.90	5.00	5.10
D1	4.30	4.40	4.50
e	典型值0.50		
Nd	典型值3.50		
E	4.90	5.00	5.10
E1	3.60	3.70	3.80
L	0.35	0.40	0.45
L1	参考值0.10		
h	0.45	0.50	0.55
K	参考值0.25		

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。