

## 32V输入, 32V输出, 独立I<sup>2</sup>C控制, 同步升降压恒流/恒压控制器

### 概要

CS5538D是一款具有输入输出限流功能, 宽范围输入输出电压, 同步升降压控制器。芯片输入支持从3.8V~32V, 输出从3V~32V的需求。CS5538D采用7V驱动器电压, 充分利用外置功率管以达到较高转换效率。CS5538D可以通过外部电阻调节开关频率, 输出定压设置值以及输入输出限流值, 最大限度地满足在不同应用需求的同时简化外围设计。CS5538D支持I<sup>2</sup>C接口来控制各个细节参数。除了I<sup>2</sup>C主机控制之外, 无需任何软件干预, 可由外围硬件参数直接独立控制。芯片内置10位模数转换器(ADC), 用于实时监测输入/输出电流以及输入/输出电压。

### 描述

- 宽输入电压工作范围: 3.8V~32V
- 宽输出电压工作范围: 3V~32V
- 开关频率可选 (200KHz、400KHz、600KHz)
- 死区时间可选
- 可编程输入输出电流限流 (CC调节)
- 抖频功能优化EMI
- 输入欠压保护
- 输出过压保护
- 过温保护
- 支持I<sup>2</sup>C控制
- 集成10位ADC, 用于输入输出的电流/电压监测

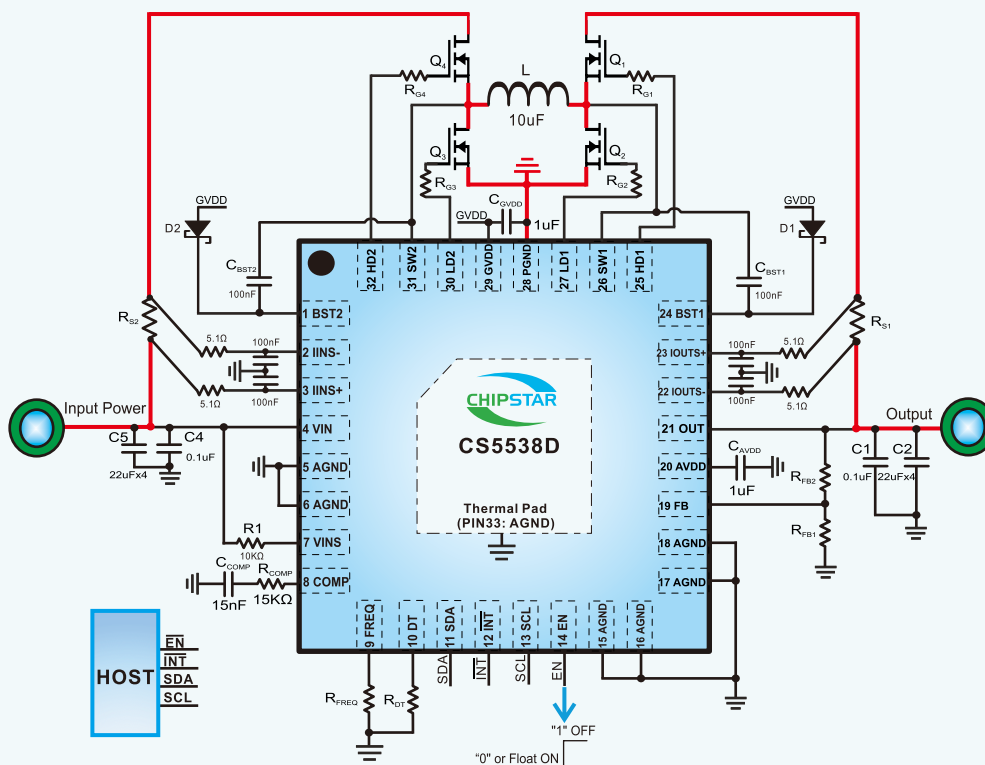
### 封装

- QFN4X4\_32L

### 应用

- 无绳吸尘器、扫地机器人
- 无绳电动工具、园艺工具、割草机器人

### 典型应用图



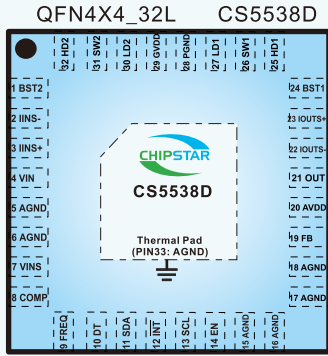
CS5538D应用电路图

#### 备注:

- (1) L功率电感的饱和电流值须仔细进行确认, 并留有足够余量。
- (2) 肖特基二极管D1, D2, 其饱和电流值大于100mA即可, 耐压值至少等于所选的功率MOS最高耐压。
- (3) 功率电阻R<sub>s1</sub>/R<sub>s2</sub>用来设定输出/输入电流限定值。
- (4) 其他管脚的贴片电容尽量靠近芯片管脚布局。
- (5) 芯片EN管脚为低压管脚, 内部有370KΩ下拉电阻。
- (6) 为了降低尖峰毛刺以及优化EMI, 在SW1、SW2分别加RC吸波电路。
- (7) 图中INT、SCL、SDA管脚为标准的I<sup>2</sup>C接口, 不用时可以全部接地。
- (8) 芯片长时间工作在高压大电流时, 必须优化加强其散热。
- (9) 图中红色实线为流大电流路径。



引脚排列以及定义



TOP PERSPECTIVE VIEW

管脚编号	管脚名称	I/O	功能
1	BST2	P	降压侧高端功率MOSFET栅极驱动器电源
2	IINS-	I	输入电流采样电阻正端输入
3	IINS+	I	输入电流采样电阻负端输入
4	VIN	P	输入电源
5, 6, 15~18	AGND	-	模拟地
7	VINS	I	输入电源采样端
8	COMP	O	外接电阻电容网络对内部控制环路进行补偿。
9	FREQ	I	开关频率设定引脚。
10	DT	I	死区时间设定引脚。
11	SDA	I/O	为 I <sup>2</sup> C 接口的串行数据总线。
12	INT	O	为 I <sup>2</sup> C 接口的中断输出引脚。
13	SCL	I	为 I <sup>2</sup> C 接口的串行时钟总线。
14	EN	I	为芯片使能引脚, 内置 370K 左右下拉电阻, 该端口接地或者浮空可以使芯片使能; 若要关断芯片, 则将该管脚接高电平即可。
19	FB	I	通过FB管脚连接的外部分压电阻, 设定OUT端输出电压值。
20	AVDD	P	内部模块 5V 模拟电源 LDO 输出端, 当低于设定值, 会跟随供电电压, 供电电压为输入/输出电压中较大值。
21	OUT	O	芯片输出端
22	IOUITS-	I	输出电流采样电阻正输入端
23	IOUITS+	I	输出电流采样电阻负输入端
24	BST1	P	升压侧高端功率 MOSFET 栅极驱动器电源。
25	HD1	O	升压侧高端栅极驱动器
26	SW1	P	升压侧半桥开关节点
27	LD1	O	升压侧低端栅极驱动器
28	PGND	-	功率地
29	GVDD	P	为 7V 栅极驱动电源 LDO 输出端, 当低于设定值, 会跟随供电电压, 供电电压为输入/输出电压中较大值。
30	LD2	O	降压侧低端栅极驱动器
31	SW2	P	降压侧半桥开关节点
32	HD2	O	降压侧高端栅极驱动器
33	Thermal PAD	-	AGND

**PCB建议**

组件	功能	影响	建议
Buck 高/低侧功率管, 输入电容	Buck 输入 回路	高频 噪声 纹波 效率	由于降压转换器输入端存在脉动电流, 此路径会形成一个高频开关环路。应将组件布置在电路板的同一侧, 同时尽量减小环路面积以降低寄生电感, 并尽可能增大走线宽度以减小寄生电阻。此外, 需将输入陶瓷电容靠近开关 FET 放置。
Boost 高/低侧功率管, 输出电容	Boost 输出 回路		由于升压转换器输出端的脉动电流, 此路径会形成一个高频开关环路。应将组件布置在电路板的同一侧, 尽量减小环路面积以降低寄生电感, 并尽可能增大走线宽度以减小寄生电阻。此外, 需将输出陶瓷电容靠近开关 FET 放置。
Sense resistors, switching FETs, inductor	电流 路径	效率	从输入到输出经过功率级和检测电阻的电流路径具有低阻抗特性。若过孔不在同一侧, 需注意过孔电阻。对于 1 oz.铜厚、10-mil 的过孔, 可按每个过孔 1~2A 的载流能力估算过孔数量。
Switching FETs, inductor	功率级	热量、 效率	开关功率管和电感是功率损耗最高的元件。需预留足够的铜箔面积用于散热, 可采用多个散热过孔将更多铜箔层连接起来, 以散发更多热量。
AVDD, BST1, BST2 capacitors	功率管 栅极驱动	高频 噪声、 寄生 振铃、 栅极驱 动完整 性	AVDD 电容用于为驱动低侧功率管提供电源, 而自举 (BST) 电容则用于驱动高侧功率管。建议将这些电容尽可能靠近芯片放置。
LD1, LD2	低侧 栅极驱动		LD1 和 LD2 为低侧功率管的开启提供栅极驱动电流。LD1 和 LD2 的回路为 PGND (功率地)。由于电流会选择阻抗最小的路径, 建议在低侧栅极驱动走线附近设置接地平面。同时应尽量缩短栅极驱动走线长度, 并确保栅极驱动走线宽度至少为 20-mil。
HD1, HD2, SW1 (pin trace), SW2 (pin trace)	高侧 栅极驱动		HD1 和 HD2 为高侧功率管的开启提供栅极驱动电流。HD1 和 HD2 的回路分别为 SW1 和 SW2。将 HD1/SW1 和 HD2/SW2 成对布线且彼此相邻, 以降低栅极驱动寄生电感。尽量缩短栅极驱动走线长度, 并确保栅极驱动走线宽度至少为 20-mil。
Current limit resistors, FREQ	IC 可编程 设置	调节精 度、开关 完整性	引脚电压决定了输入电流限制、输出电流限制和开关频率的设置。这些引脚上的接地噪声可能导致设置不准确。请尽量缩短这些电阻到芯片接地引脚的接地回路。
IINS+, IINS- and IOUTS+, IOUTS- current sense	电流调节	调节 精度	对输入和输出电流检测电阻使用开尔文检测技术。将电流检测走线连接至焊盘中心, 并将电流检测走线作为差分对布线, 使其远离开关节点。
FB	电压检测 和调节		避免在高功率开关节点附近布线。
Bypass capacitors	Noise filter	Noise immunity	将最小容值的电容放置在离芯片管脚最近的位置。

**极限参数表<sup>1</sup>**

参数	描述	数值	单位
V <sub>MAX</sub>	VIN、OUT、BST1、BST2、IINS+、IINS-、IOUTS+、IOUTS-、FB	-0.3~36	V
	FREQ、DT、SDA、INT、SCL、EN、AVDD	-0.3~6	V
	LD1、LD2、GVDD	-0.3~12	V
	BST1、HD1 with respect to SW1	-0.3~12	V
	BST2、HD2 with respect to SW2	-0.3~12	V
T <sub>J</sub>	结工作温度范围	-40~150	°C
T <sub>STG</sub>	存储温度范围	-55~150	°C
T <sub>SDR</sub>	引脚温度 (焊接10s)	260	°C


**推荐工作环境**

参数	描述	数值	单位
VIN	输入电源电压	3.8~32	V
T <sub>J</sub>	结工作温度范围	-40~125	°C
T <sub>A</sub>	环境温度范围	-40~85	°C

**热效应信息<sup>2</sup>**

参数	描述	数值	单位
θ <sub>JA</sub>	封装热阻-芯片到环境热阻	52	°C/W

**订购信息**

产品型号	封装形式	器件标示	包装尺寸	卷带宽度	数量
CS5538D	QFN4X4_32L		13"	12mm	3000 units

**ESD范围**

HBM(人体静电模式) ----- ±2kV  
 MM( 机器静电模式) ----- ±200V

1. 上述参数仅仅是器件工作的极限值，不建议器件的工作条件超过此极限值，否则会对器件的可靠性及寿命产生影响，甚至造成永久性损坏。
2. PCB板放置CS5538D的地方，需要有散热设计。使得CS5538D底部的散热片和PCB板的散热区域相连，并通过过孔和地相连。

**电气参数**( $V_{IN}=12V$ ,  $V_{OUT}=5V$ ,  $L=10\mu H$ ,  $T_A=25^\circ C$ , unless otherwise noted.)

参数	描述	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
$V_{IN}$	输入工作电压		3.8		32	V
$V_{OUT}$	输出电压范围		3		32	V
$V_{OUT\_OVP}$	输出过压保护阈值	$V_{OUT}$ Rising		$1.048 \cdot V_{OUT}$		V
$\Delta V_{OUT\_OVP}$	输出过压保护滞回			$0.024 \cdot V_{OUT}$		V
$V_{IN\_UVLO}$	VIN 端欠压保护阈值	VIN Falling		3.6		V
$\Delta V_{IN\_UVLO}$	VIN 端欠压保护滞回			200		mV
$I_Q$	芯片静态工作电流	EN=Low , non-switching		2.8		mA
$I_{SD}$	芯片关断电流	EN=High		8		$\mu A$
$V_{GVDD}$	驱动电压			7		V
$V_{AVDD}$	芯片低压部分供电电压			5		V
$V_{FB}$	FB 反馈电压调制阈值		0.99	1	1.01	V
$V_{SENSE}$	输入输出最大电流检测电压			50		mV
$I_{LIMIT\_OUT}$	输出限制电流	$R_{S1}=10m\Omega$	4.5	5	5.5	A
$I_{LIMIT\_IN}$	输入限制电流	$R_{S2}=10m\Omega$	4.5	5	5.5	A
$F_{SW}$	系统工作频率	$R_{FREQ}=0\Omega$		400		KHz
		$R_{FREQ}=47K\Omega$		200		
		$R_{FREQ}=Float$		600		
$DT$	死区时间	$R_{DT}=0\Omega$		30	$R_{DT}=0\Omega$	ns
		$R_{DT}=27K\Omega$		60	$R_{DT}=27K\Omega$	
		$R_{DT}=47K\Omega$		90	$R_{DT}=47K\Omega$	
		$R_{DT}=75K\Omega$		120	$R_{DT}=75K\Omega$	
		$R_{DT}=110K\Omega$		150	$R_{DT}=110K\Omega$	
		$R_{DT}=Float$		180	$R_{DT}=Float$	
$V_{IH}$	EN 高电平阈值		1.5			V
$V_{IL}$	EN 低电平阈值				0.4	V

电气参数 ( $V_{IN}=12V$ ,  $V_{OUT}=5V$ ,  $L=10\mu H$ ,  $T_A=25^\circ C$ , unless otherwise noted.)

参数	描述	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
$R_{DS\_HS\_P}$	上管驱动 PMOS 管导通电阻			3		$\Omega$
$R_{DS\_HS\_N}$	上管驱动 NMOS 管导通电阻			1		$\Omega$
$R_{DS\_LS\_P}$	下管驱动 PMOS 管导通电阻			3		$\Omega$
$R_{DS\_LS\_N}$	下管驱动 NMOS 管导通电阻			1		$\Omega$
$V_{SCL/SDA\_H}$	SCL/SDA 端高电平阈值		2.5			V
$V_{SCL/SDA\_L}$	SCL/SDA 端低电平阈值				0.4	V
$T_{SD}$	芯片热保护温度			150		$^\circ C$
$\Delta T$	芯片热保护温度滞回			30		$^\circ C$

## CS5538D应用要点

### 1. 输入限流与输出限流设定 (CC功能)

CS5538D可以通过 $R_{S2}$ 和 $R_{S1}$ 两个电阻分别设置适配器端 (VIN端) 和输出端 (OUT端) 的电流限制。

VIN端电流限制可以通过电阻 $R_{S2}$ 设定。IINS+和IINS-两端电压差默认被环路调制在50mV (即公式里 $V_{ILIM\_VIN}$ 默认值为50mV), 具体计算公式如下:

$$I_{IN\_LIMIT} = \frac{V_{ILIM\_VIN}(mV)}{R_{S2}(m\Omega)} = \frac{50mV}{R_{S2}(m\Omega)} (A)$$

如果需要获得2A的限流值 $I_{IN\_LIMIT}$ , 只需要选择阻值为25m $\Omega$ 的检测电阻 $R_{S2}$ 即可。

OUT端的限流值可以通过电阻 $R_{S1}$ 设定。IOUTS+和IOUTS-两端电压差默认被环路调制在50mV (即公式里 $V_{ILIM\_OUT}$ 默认值为50mV), 具体计算公式如下:

$$I_{OUT\_LIMIT} = \frac{V_{ILIM\_OUT}(mV)}{R_{S1}(m\Omega)} = \frac{50mV}{R_{S1}(m\Omega)} (A)$$

若同时设置了VIN和OUT的电流限制, 当VIN和OUT中的任意一路达到其电流限值时, 即两侧最先达到的值为最终电流限制值。

### 2. 输出电压设置

OUT输出电压通过分压电阻反馈至FB管脚, 可通过分压电阻设定OUT输出电压值, 芯片FB管脚对应的内部钳位电压阈值为1V, 根据该电压和外部两个分压电阻 $R_{FB1}$ 和 $R_{FB2}$ , 具体公式为

$$V_{OUT} = \frac{(R_{FB1} + R_{FB2})}{R_{FB1}}$$

当然也可通过 $I^2C$ 选择内置的输出电压, 从而屏蔽外部 $R_{FB1}$ 和 $R_{FB2}$ 所设定的值。

### 3. 开关频率设置 (FREQ)

FREQ为系统工作开关频率选择引脚, 通过选择不同的接地电阻可以灵活选择系统工作开关频率。一共有三种开关频率可选:

$R_{FREQ}$	开关频率 $f_{SW}$
47K $\Omega$	200KHz
0 $\Omega$ 或接地	400KHz
浮空	600KHz

FREQ引脚处电阻的精度允许为 $\pm 10\%$ 。实时切换开关频率无效, 新的电阻值更改将在下次启动时生效。

### 4. 死区时间设置 (DT)

通过DT管脚到地电阻可以设置六档不同的死区时间。具体设置如下:

$R_{DT}$	Dead Time
0 $\Omega$ or Grounding	30ns
27K $\Omega$	60ns
47K $\Omega$	90ns
75K $\Omega$	120ns
110K $\Omega$	150ns
Float	180ns

DT引脚处电阻的精度允许为 $\pm 10\%$ 。DT不支持实时更改, 新的电阻值更改将在下次启动时生效。

当驱动具有高 $C_{ISS}$ 值的大功率MOSFET时, 或者在LD1/LD2 或HD1/HD2引脚处, 添加驱动电阻以调整MOSFET的开关时间时, 建议检查并调整死区时间, 以防止对应的大功率MOSFET发生直通。

### 5. 环路补偿 (COMP)

反馈环路可通过调整连接至COMP引脚的外部RC元件进行补偿。通常情况下,  $R_{COMP}=15K\Omega$ ,  $C_{COMP}=15nF$ , 在大多数应用中已足够, 无需更改。

### 6. 输入输出电容的选择

CS5538D的开关频率在200KHz~600KHz范围内。由于MLCC陶瓷电容器具有良好的高频滤波性能且等效串联电阻 (ESR) 较低, 建议使用容量大于60 $\mu F$ 的X5R或X7R电容, 其额定电压需高于工作电压并留有裕量。例如, 若最高工作输入/输出电压为12V, 为确保足够裕量, 建议选用25V额定电压的电容。

为实现稳定的输入和输出, 可使用高电容值的电解电容器和钽电容, 但电容的额定电压应高于最高工作电压。使用钽电容器时, 需并联至少1 $\mu F$ 的陶瓷电容。若使用电解电容器, 则需要更多陶瓷电容。例如, 若使用47 $\mu F$ 的电解电容, 陶瓷电容的容量可减少至30 $\mu F$ ~40 $\mu F$ 。即使使用更高电容值的电解电容, 也至少需要20 $\mu F$ 的陶瓷电容器。

### 7. 电感的选择

为确保CS5538D系统的稳定性, 需使用电感值为10 $\mu H$ 的电感。电感的直流电阻值 (DCR) 会影响开关稳压器的传导损耗, 因此建议优先选择DCR在10m $\Omega$ 左右的电感。若功率较小, 可选择DCR较高的电感; 但如果开关电流较大 (如10A左右), 则应尽可能选择DCR最低的电感, 因为10m $\Omega$ 的DCR也会产生1W的功率损耗。电感的饱和电流 $I_{SAT}$ 应高于输入输出电流, 并留有足够裕量。

### 8. 电流采样电阻

$R_{S1}$ 和 $R_{S2}$ 为电流检测电阻, 建议电阻值为5m $\Omega$ ~20m $\Omega$ 。在大电流应用中使用阻值较高的电阻会导致更高的传导损耗。通常建议使用10m $\Omega$ 的电阻。还应考虑电阻的额定功率和温度系数。功耗大致按 $P=I^2R$ 计算, 其中I为流过电阻的最大电流。电阻的额定功率应高于该大致计算的功耗值。

当温度升高时，电阻值可能会发生变化，其变化量由温度系数和温度变化共同决定。如果需要高精度的电流限制，应尽可能选择温度系数较低的电阻。

### 9. MOSFET的选择

CS5538D是一款同步4管升降压充电控制器，其功率开关电路需要4个NMOS管。

MOSFET的漏源极耐压 (VDS) 应高于最高工作电压并留有足够裕量 (建议高出10V以上)。例如，若最高工作电压为20V，至少应选择额定VDS为30V的MOSFET；若最高工作电压为24V，则应选择40V的VDS额定电压。

考虑到工作时PCB的寄生参数，由于瞬态过冲，驱动电压可能高于电源电压，建议选择±20V的VGS额定值以确保足够裕量。

MOSFET的电流 ( $I_D$ ) 应高于最高输入和输出电流并留有足够裕量。为确保在较高温度环境下具备足够的电流能力，应考虑 $T_A=70^{\circ}\text{C}$ 或 $T_C=100^{\circ}\text{C}$ 时的电流额定值。此外，还需考虑功耗值 ( $P_D$ )，应用中 $P_D$ 越高越好，且必须确保MOSFET的功耗不超过 $P_D$ 值。

MOSFET的导通电阻 ( $R_{DS(ON)}$ ) 和输入电容 ( $C_{ISS}$ ) 直接影响功率效率。通常， $R_{DS(ON)}$  较低的MOSFET具有较高的 $C_{ISS}$ 。 $R_{DS(ON)}$  与传导损耗相关， $R_{DS(ON)}$  越高，传导损耗越大，效率越低且散热需求越高； $C_{ISS}$  与MOSFET的开关时间相关，开关时间越长，开关损耗越大，效率越低。应根据 $R_{DS(ON)}$  和 $C_{ISS}$  的权衡选择合适的MOSFET。

通常，若输出功率在20W~30W左右，建议选择 $R_{DS(ON)}$  约10mΩ且 $C_{ISS}$  低于1000pF的MOSFET。若输出功率增加，建议选择 $R_{DS(ON)}$  更低且 $C_{ISS}$  低于2000pF的MOSFET， $C_{ISS}$  最高建议不超过3000pF。

若选择高 $C_{ISS}$  的MOSFET，开关时间会变长，此时应通过Dt引脚调整死区时间，避免上下管同时导通。

### 10. 驱动电阻和SW1/SW2吸收电路

为了在EMI调试时方便调整MOSFET的开关时间和瞬态过冲，建议在驱动引脚 (LD1、LD2、HD1、HD2) 与MOSFET栅极引脚之间添加0603系列电阻，并在SW1和SW2处添加对地的RC吸收电路。

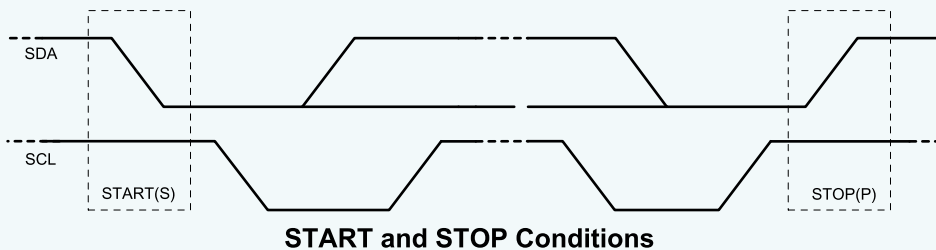
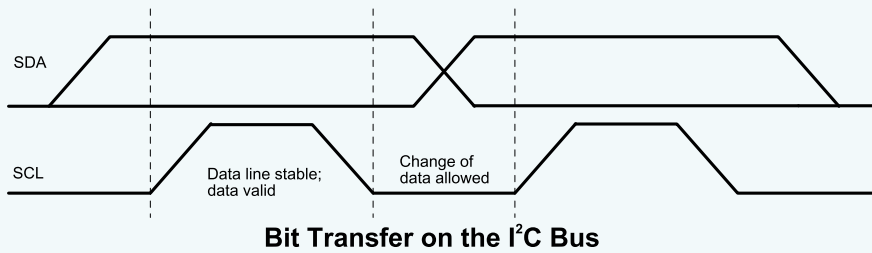
驱动电阻应靠近MOSFET栅极引脚放置。首先添加0Ω电阻，并在10Ω范围内适当调整电阻值。增加驱动电阻值后，需监控上下管的导通时间。如果死区时间不足，需相应调整死区时间。

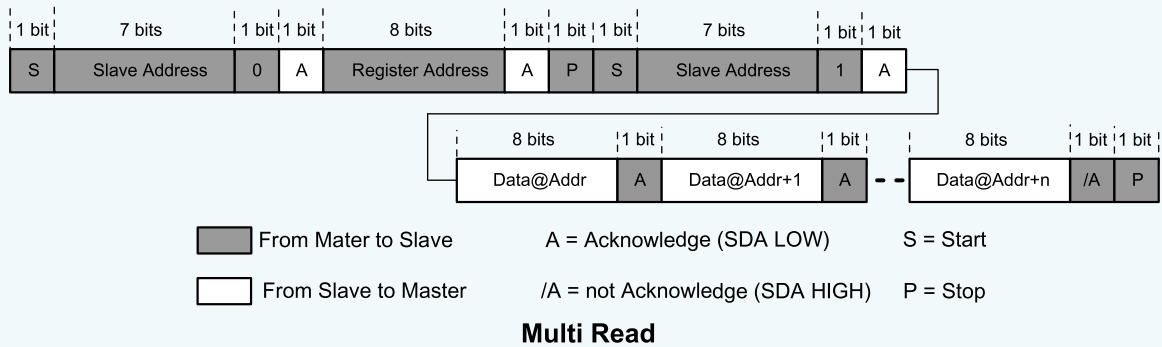
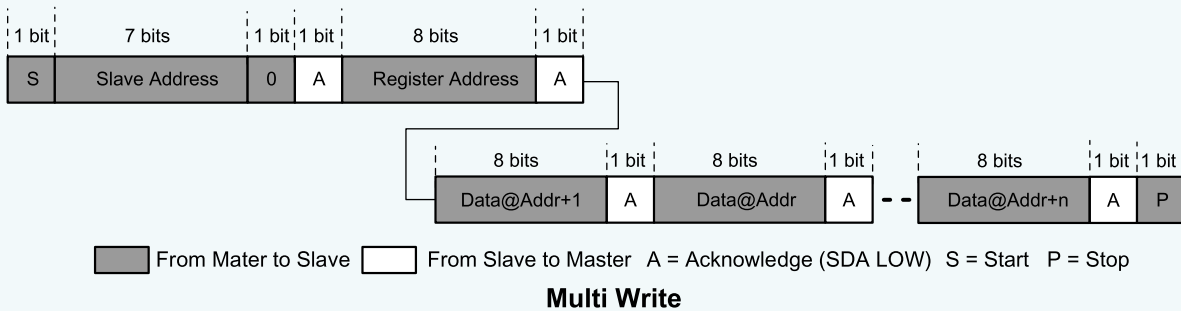
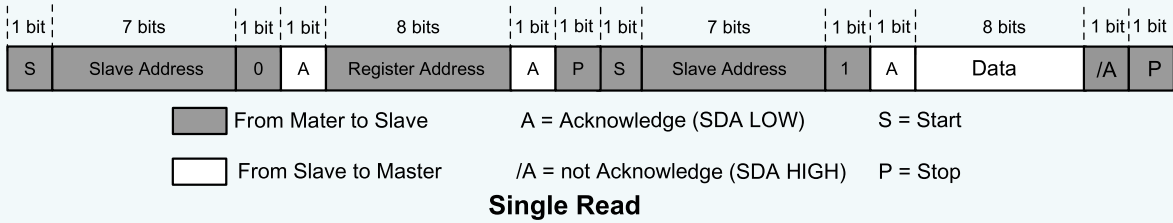
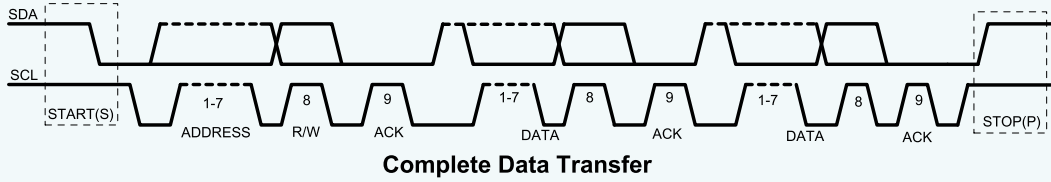
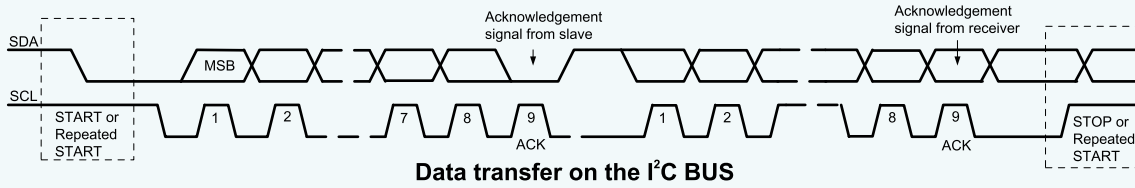
当需要抑制SW1/SW2处的过冲时，需使用RC吸收电路。首次使用时，RC吸收电路先设为NC (未连接)。

### 11. 抖频功能优化EMI

为优化EMI性能，可通过I<sup>2</sup>C开启抖频功能 (Frequency Jitter)。该功能通过在固定频率基础上引入周期性或随机性的微小波动，将原本集中在单一频率点的谐波能量分散到更宽的频段上，使峰值显著降低，从而实现较低的EMI干扰，这对于EMI敏感电源系统至关重要。

### 12. I<sup>2</sup>C控制时序图





**I<sup>2</sup>C Register MAP**  
 IC Address : 0x4C

Register Name	Address	R/W	Comment	Default
REG[0]	0x00	R	系统状态指示 ( 有 INT )	0000_0000
REG[1]	0x01	R		0000_0000
REG[2]	0x02	R	系统状态指示 ( 无 INT )	0000_0000
REG[3]	0x03	R	输入电流 ADC 输出低 8 位	0000_0000
REG[4]	0x04	R	输入电流 ADC 输出高 2 位和输入电压 ADC 输出低 6 位	0000_0000
REG[5]	0x05	R	输入电压 ADC 输出高 4 位和输出电流 ADC 输出低 4 位	0000_0000
REG[6]	0x06	R	输出电流 ADC 输出高 6 位和输出电压 ADC 输出低 2 位	0000_0000
REG[7]	0x07	R	输出电压 ADC 输出高 8 位	0000_0000
REG[8]	0x08	R/W	Reserved	0011_0011
REG[9]	0x09	R/W	Reserved	0111_1011
REG[A]	0x0A	R/W	Reserved	0000_0000
REG[B]	0x0B	R/W	输出电压高 8 位设置	0110_0100
REG[C]	0x0C	R/W	输出电压低 3 位设置, 输出电压内/外选择, 抖频使能选择	0100_0000
REG[D]	0x0D	R/W	I <sub>IN_LIMIT</sub> 输入限制电流设置	0101_1010
REG[E]	0x0E	R/W	I <sub>OUT_LIMIT</sub> 输出限制电流设置	0101_1010
REG[F]	0x0F	R/W	Reserved	0000_0011

**Reg[0]:( Address: 0x00, Default: 0000\_0000)**

Bit	Name	INT	R/W	Comment
7		Yes	R	Reserved
6		Yes	R	Reserved
5		Yes	R	Reserved
4		Yes	R	Reserved
3	OTPH	Yes	R	系统过温保护
2		Yes	R	Reserved
1		Yes	R	Reserved
0	VINUVLOH	Yes	R	输入欠压

**Reg[1]:( Address: 0x01, Default: 0000\_0000)**

Bit	Name	INT	R/W	Comment
7		Yes	R	Reserved
6		Yes	R	Reserved
5		Yes	R	Reserved
4	OUTOVPH	Yes	R	输出过压
3		Yes	R	Reserved
2		Yes	R	Reserved
1		Yes	R	Reserved
0		Yes	R	Reserved

**Reg[2]:( Address: 0x02, Default: 0000\_0000)**

Bit	Name	INT	R/W	Comment
7		No	R	Reserved
6	BSTOKH	No	R	系统 BST 电压正常与否指示
5	VOH_H	No	R	输入高于输出指示
4	ILIMH	No	R	输出电流限制环路工作
3		No	R	Reserved
2		No	R	Reserved
1	ILOOPH	No	R	输入电流限制环路工作
0		No	R	Reserved

**Reg[3]:( Address: 0x03, Default: 0000\_0000)**

Bit	Name	INT	R/W	Comment
7	IINDT[7]	No	R	输入电流 ADC 检测低 8 位: 高2位见Reg[4]设置 Range : 0~50mV Step : 50mV/1024
6	IINDT[6]	No	R	
5	IINDT[5]	No	R	
4	IINDT[4]	No	R	
3	IINDT[3]	No	R	
2	IINDT[2]	No	R	
1	IINDT[1]	No	R	
0	IINDT[0]	No	R	

**Reg[4]:( Address: 0x04, Default: 0000\_0000)**

Bit	Name	INT	R/W	Comment
7	VINDT[5]	No	R	输出电压 ADC 检测低 6 位, 高4位见Reg[5]设置 Range : 0~60V Step : 60V /1024
6	VINDT[4]	No	R	
5	VINDT[3]	No	R	
4	VINDT[2]	No	R	
3	VINDT[1]	No	R	
2	VINDT[0]	No	R	
1	IINDT[9]	No	R	输入电流 ADC 检测高 2 位, 低8位见Reg[3]设置
0	IINDT[8]	No	R	

**Reg[5]:( Address: 0x05, Default: 0000\_0000)**

Bit	Name	INT	R/W	Comment
7	IOUDDT[3]	No	R	输出电流 ADC 检测低 4 位,高6位见Reg[6]设置
6	IOUDDT[2]	No	R	
5	IOUDDT[1]	No	R	
4	IOUDDT[0]	No	R	
3	VINDT[9]	No	R	输入电压 ADC 检测高 4 位,低6位见Reg[4]设置
2	VINDT[8]	No	R	
1	VINDT[7]	No	R	
0	VINDT[6]	No	R	

**Reg[6]:( Address: 0x06, Default: 0000\_0000)**

Bit	Name	INT	R/W	Comment
7	VOUDDT [1]	No	R	输出电压 ADC 检测低 2 位, 高8位见Reg[7]设置
6	VOUDDT [0]	No	R	
5	IOUDDT [9]	No	R	输出电流 ADC 检测高 6 位, 低4位见Reg[5]设置 Range : 0~50mV Step : 50mV /1024
4	IOUDDT [8]	No	R	
3	IOUDDT [7]	No	R	
2	IOUDDT [6]	No	R	
1	IOUDDT [5]	No	R	
0	IOUDDT [4]	No	R	

**Reg[7]:( Address: 0x07, Default: 0000\_0000)**

Bit	Name	INT	R/W	Comment
7	VOUDDT [9]	No	R	输出电压 ADC 检测高 8 位, 低2位见Reg[6]设置 Range : 0~60V Step : 60V /1024
6	VOUDDT [8]	No	R	
5	VOUDDT [7]	No	R	
4	VOUDDT [6]	No	R	
3	VOUDDT [5]	No	R	
2	VOUDDT [4]	No	R	
1	VOUDDT [3]	No	R	
0	VOUDDT [2]	No	R	

**Reg[B]:( Address: 0x0B, Default: 0110\_0100)**

Bit	Name	Default	R/W	Description	Comment
7	VOUT[10]	0	R/W		输出电压 VOUT 选择: Offset : 3V(000000000000) Default : 19V(011001000000) Max : 32.1V(100110101111) 1 : VOUT[10]=0 Step : 20mV      Range : 3V-23.46V 2 : VOUT[10]=1 Step : 40mV      Range : 23.5V-32.1V
6	VOUT[9]	1	R/W		
5	VOUT[8]	1	R/W		
4	VOUT[7]	0	R/W		
3	VOUT[6]	0	R/W		
2	VOUT[5]	1	R/W		
1	VOUT[4]	0	R/W		
0	VOUT[3]	0	R/W		

**Reg[C]:( Address: 0x0C, Default: 0100\_0000)**

Bit	Name	Default	R/W	Description	Comment
7		0	R/W		Reserved
6		1	R/W		Reserved
5		0	R/W		Reserved
4	JITTER	0	R/W		抖频使能选择: 0: 抖频关闭(Default) 1: 抖频开启
3	FBCT	0	R/W		输出电压 FB 内外置设定选择: 0 : 选择外置(Default) 1: I <sup>2</sup> C 内部调节
2	VOUT[2]	0	R/W		见 Reg[B]设置
1	VOUT[1]	0	R/W		
0	VOUT[0]	0	R/W		

**Reg[D]:( Address: 0x0D, Default: 0101\_1010)**

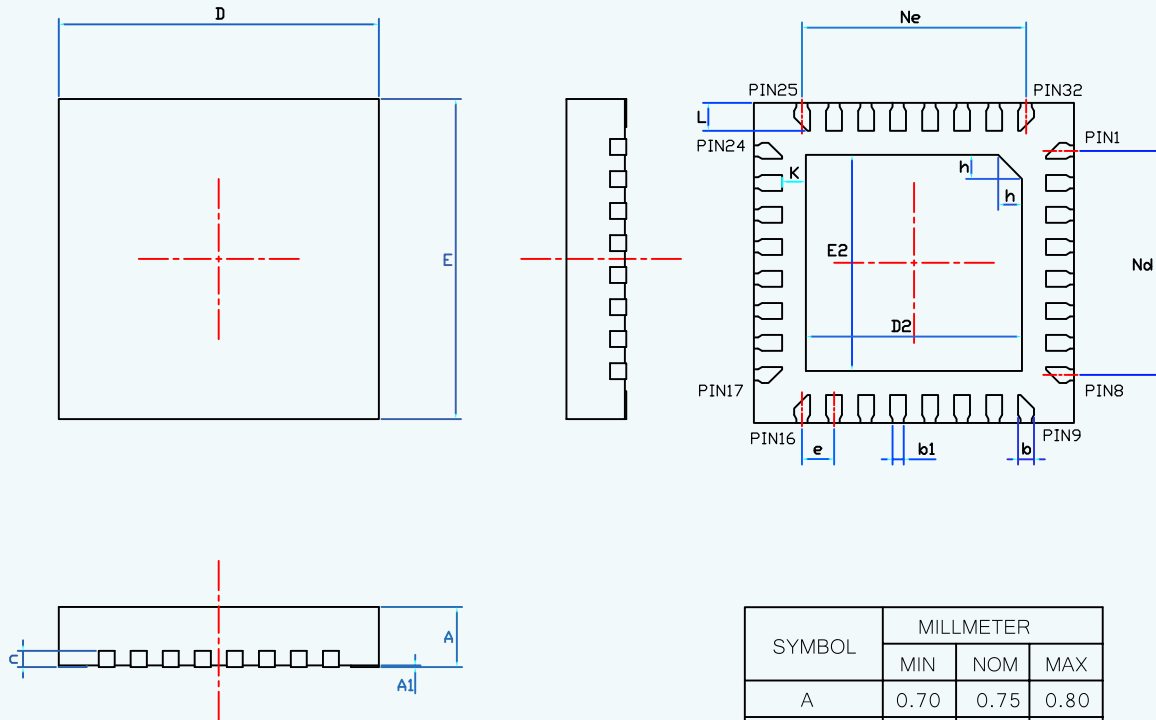
Bit	Name	Default	R/W	Description	Comment
7	CHGEN	0	R/W		Reserved
6	V <sub>ILIM_VIN</sub> [6]	1	R/W	32mV	输入电流限制基准选择: Offset : 5mV(00000000) Step : 0.5mV Range : 5mV-55mV Default : 50mV $I_{IN\_LIMIT} = V_{ILIM\_VIN} / R_{S2}$
5	V <sub>ILIM_VIN</sub> [5]	0	R/W	16mV	
4	V <sub>ILIM_VIN</sub> [4]	1	R/W	8mV	
3	V <sub>ILIM_VIN</sub> [3]	1	R/W	4mV	
2	V <sub>ILIM_VIN</sub> [2]	0	R/W	2mV	
1	V <sub>ILIM_VIN</sub> [1]	1	R/W	1mV	
0	V <sub>ILIM_VIN</sub> [0]	0	R/W	0.5mV	

Reg[E]:( Address: 0x0E, Default: 0101\_1010)

Bit	Name	Default	R/W	Description	Comment
7		0	R/W		Reserved
6	V <sub>ILIM_OUT</sub> [6]	1	R/W	32mV	输出电流限制基准选择: Offset : 5mV(0000000) Step : 0.5mV Range : 5mV-55mV Default : 50mV $I_{OUT\_LIMIT} = V_{ILIM\_OUT} / R_{S1}$
5	V <sub>ILIM_OUT</sub> [5]	0	R/W	16mV	
4	V <sub>ILIM_OUT</sub> [4]	1	R/W	8mV	
3	V <sub>ILIM_OUT</sub> [3]	1	R/W	4mV	
2	V <sub>ILIM_OUT</sub> [2]	0	R/W	2mV	
1	V <sub>ILIM_OUT</sub> [1]	1	R/W	1mV	
0	V <sub>ILIM_OUT</sub> [0]	0	R/W	0.5mV	

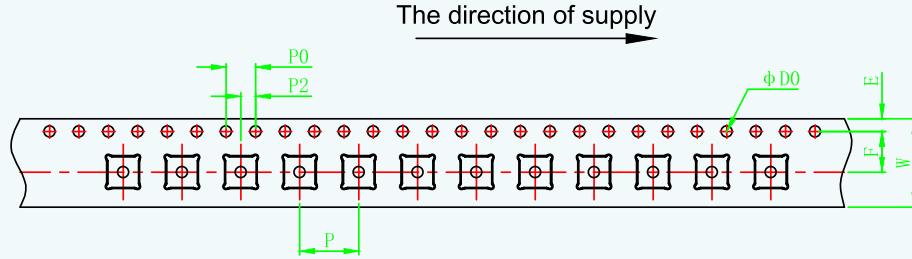
封装信息

CS5538D QFN4X4\_32L PACKAGE OUTLINE DIMENSIONS (units:mm)

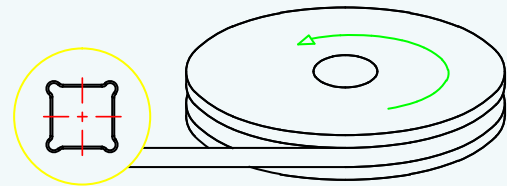
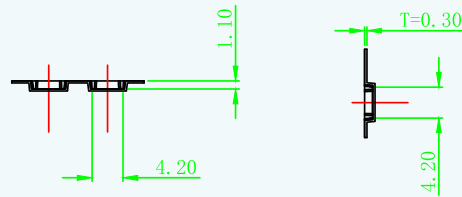


SYMBOL	MILLIMETER		
	MIN	NOM	MAX
A	0.70	0.75	0.80
A1	0	0.02	0.05
b	0.15	0.20	0.25
b1	0.14REF		
c	0.203REF		
D	3.90	4.00	4.10
D2	2.60	2.70	2.80
e	0.40BSC		
Ne	2.80BSC		
Nd	2.80BSC		
E	3.90	4.00	4.10
E2	2.60	2.70	2.80
L	0.30	0.35	0.40
h	0.25	0.30	0.35
K	0.25	0.30	0.35

**TAPE AND REEL INFORMATION**



W	12.00±0.30	P0	4.00±0.10
S	---	A0	4.20±0.10
P	8.00±0.10	A1	
E	1.75±0.10	B0	4.20±0.10
F	5.50±0.10	B1	
P2	2.00±0.10	K0	1.10±0.10
D0	1.50+0.10/-0.00	K1	
D1		t	0.30±0.05



330\*100\*12

**Note:**

1. Pitch Tolerance Over Any 10 Pitch  $\pm 0.20$ .
2. Material: Conductive Polystyrene  
Thickness:  $0.30 \pm 0.05$ mm.
3. Surface resistance:  $\leq 10^{11}$  Ohm.
4. Packing Length Per 13" Reel: Meters.
5. Component Load Per 13" Reel: Pcs.
6. All dimensions meet EIA-481 requirements.

**MOS电路操作注意事项:**

静电在很多地方都会产生, 采取下面的预防措施, 可以有效防止MOS电路由于受静电放电影响而引起的损坏:

- 操作人员要通过防静电腕带接地
- 设备外壳必须接地
- 装配过程中使用的工具必须接地
- 必须采用导体包装防静电材料包装或运输



**声明:**

- 上海智浦欣微电子有限公司保留说明书的更改权, 恕不另行通知! 客户在使用前应获取最新版本资料, 并验证相关信息是否完整和最新。
- 任何半导体产品在特定条件下都有一定的失效或发生故障的可能, 买方有责任在使用上海智浦欣产品进行系统设计和整机制造时遵守安全标准并采取安全措施, 以避免潜在失败风险可能造成人身伤害或财产损失情况的发生!
- 产品品质的提升永无止境, 上海智浦欣微电子有限公司将竭诚为客户提供更优秀的产品!