



PWM 控制，3.8A 刷式直流电机驱动器

概要

CS9022E 是一款有刷直流电机驱动器，适用于打印机、电器、工业设备以及其他小型机器。两个逻辑输入控制 H 桥驱动器，该驱动器由四个 N 沟道金属氧化物半导体场效应晶体管(MOSFET) 组成，能够以高达 3.8A 的峰值电流双向控制电机。利用电流衰减模式，可通过对输入进行脉宽调制(PWM) 来控制电机转速。如果将两个输入均置为低电平，则电机驱动器将进入低功耗休眠模式。CS9022E 具有集成电流调节功能，该功能基于模拟输入 VREF 以及 ISEN 引脚的电压（与流经外部感测电阻的电机电流成正比）。该器件能够将电流限制在某一已知水平，这可显著降低系统功耗要求，并且无需大容量电容来维持稳定电压，尤其是在电机启动和停转时。该器件针对故障和短路问题提供了全面保护，包括欠压锁定(UVLO)、过流保护(OC) 和过热保护(TSD)。故障排除后，器件会自动恢复正常工作。CS9022E 提供了纤小的 ESOP8L 封装形式供客户选择，其额定的工作温度范围为 -40°C 至 85°C。

描述

- 独立的 H 桥电机：
 - 驱动一个直流电机、一个步进电机的绕组或其他负载
- 6.5V 至 38V 宽工作电压范围
- $R_{DS(on)} (HS + LS) : 460m\Omega$ (典型值)
- 3.8A 峰值电流驱动能力
- 脉宽调制(PWM) 控制接口
- 集成电流调节功能
- 低功耗休眠模式
- VM 欠压闭锁(UVLO)
- 过流保护(OC)
- 热关断(TSD)
- 自动故障恢复

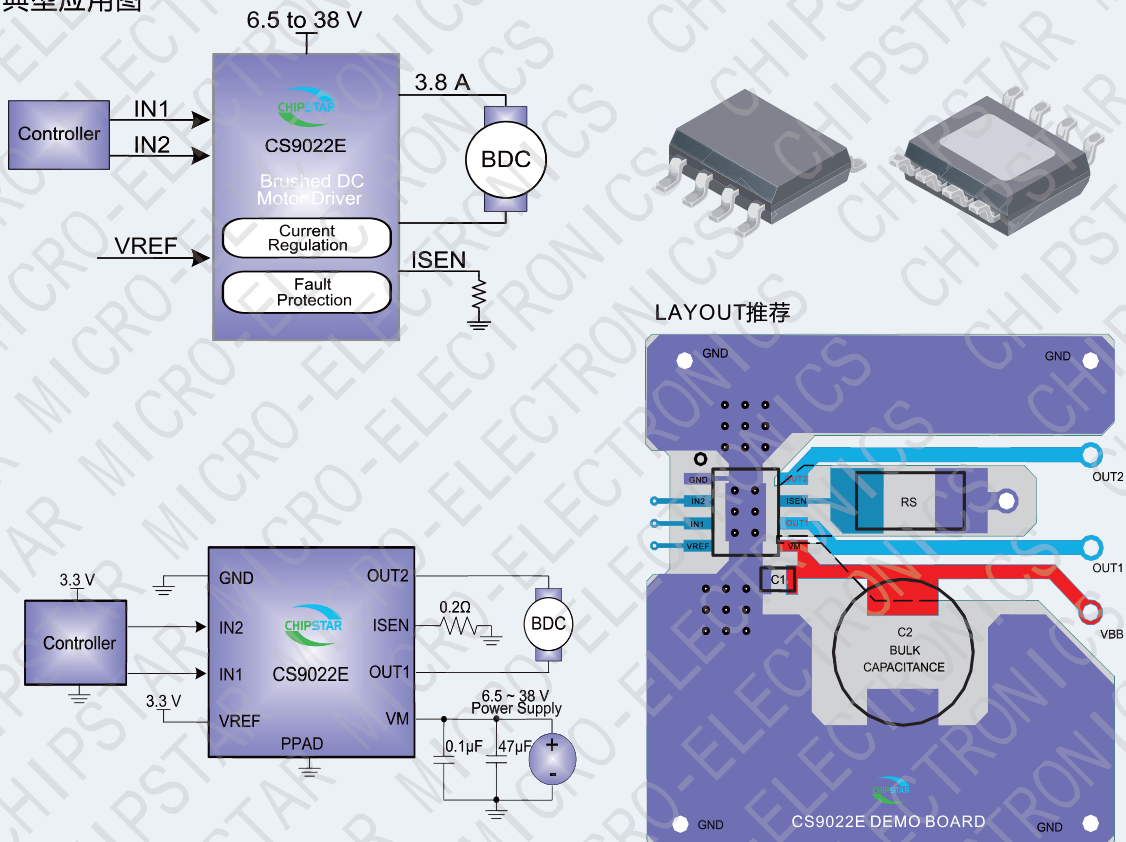
封装

- ESOP8L

应用

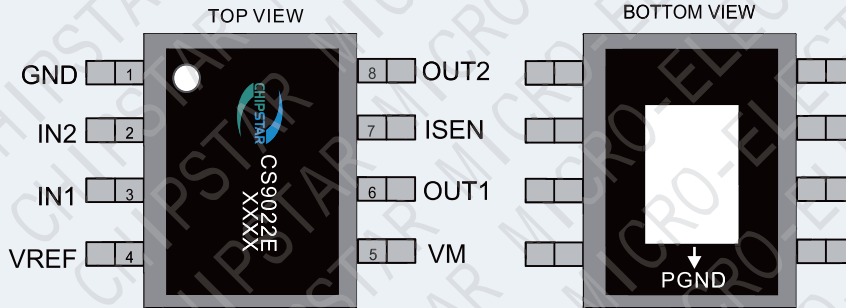
- 打印机
- 扫地机器人
- 电器
- 机电一体化应用
- 工业设备
- 智能家居

典型应用图



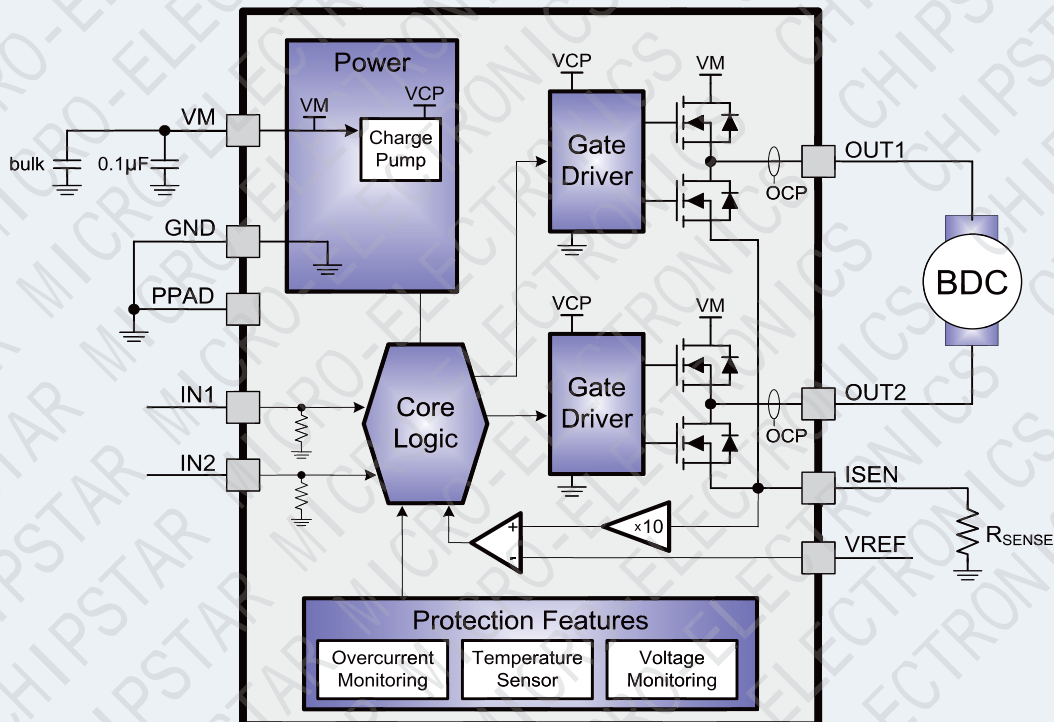
引脚排列以及定义:

CS9022E ESOP8L



PIN		TYPE	DESCRIPTION	
NAME	NO.			
GND	1	PWR	逻辑地	GND 管脚和芯片裸焊盘接到电源地
IN1	3	I	逻辑输入	控制 H 桥输出状态, 内置下拉电阻
IN2	2			
ISEN	7	PWR	H 桥检流输入	H 桥检流端, 接检流电阻到地, 若不需要限流, 直接接地
OUT1	6	O	H 桥输出	H 桥输出
OUT2	8			
PAD	底部散热片	底部散热片	Thermalpad	GND 管脚和芯片裸焊盘接到电源地
VM	5	PWR	6.5~38V 电源输入	芯片电源和电机电源, 做好电源滤波
VREF	4	I	参考电压输入	参考电压输入, 设定驱动峰值电流

功能框图



极限参数表¹

参数	描述	数值	单位
VM	无信号输入时供电电源	45	V
	电源电压斜率	0~2	V/ μ s
VREF	参考输入电压	-0.3 to 6	V
OUT1,OUT2	连续相位节点电压	-0.7 to VM+0.7	V
IN1,IN2	逻辑输入电压	-0.3 to 7	V
ISEN	ISEN管脚电压	-0.5~1	V
T _J	结工作温度范围	-40 to 150	°C
T _{STG}	存储温度范围	-65 to 150	°C


推荐工作环境

参数	描述	数值	单位
VM	电机电源电压	6.5~38	V
V _I	逻辑输入电压IN1,IN2	0~5.5	V
I _{OUT}	峰值输出电流	3.8	A
f _{PWM}	输入PWM频率	(小于)100	KHz
VREF	VREF管脚输入电压范围	0.3~5.0	V
T _J	结温范围	-40~125	°C

热效应信息²

参数	描述	数值	单位
θ_{JA} (DFN8)	封装热阻---芯片到环境热阻	40	°C/W

订购信息

产品型号	封装形式	器件标识	包装尺寸	卷带宽度	数量
CS9022E	ESOP8L		13"	16mm	4000 units
			管装		100 units

ESD范围

ESD 范围 HBM(人体静电模式) ----- ± 2 kV

ESD 范围 MM(机器静电模式) ----- ± 200 V

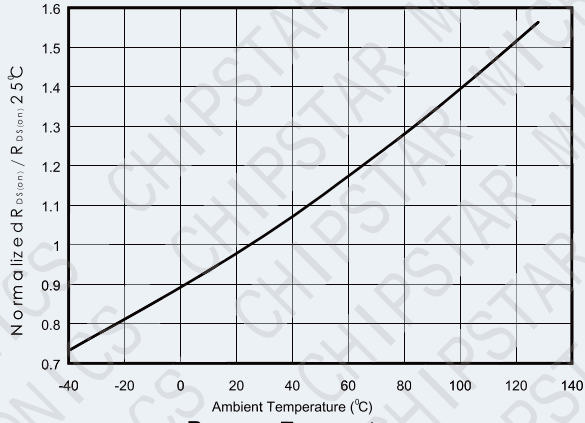
1. 上述参数仅仅是器件工作的极限值，不建议器件的工作条件超过此极限值，否则会对器件的可靠性及寿命产生影响，甚至造成永久性损坏。

2. PCB板放置的CS9022E的地方需要有散热设计,CS9022E底部散热片和PCB板的散热区域相连，并通过过孔和地相连。

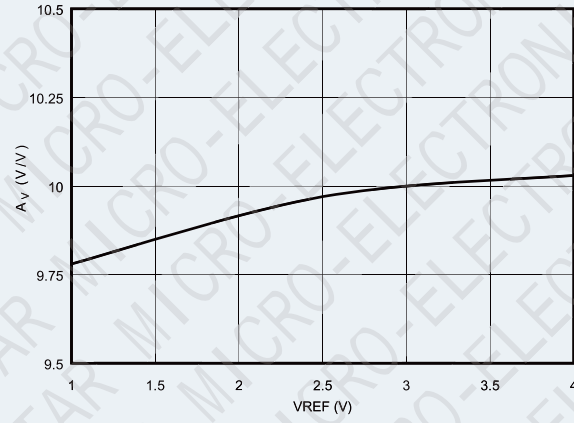
电气特性 at $T_A = 25^\circ\text{C}$, $V_M = 24\text{V}$

参数	测试条件	最小	典型	最大	单位	
电源供电						
I_{VM}	VM静态工作电流	$f_{PWM} < 50\text{kHz}$	3	4	10	mA
I_{VMQ}	VM 休眠电流	$I_{N1} = I_{N2} = 0\text{V}$	9	15	20	μA
V_{UVLO}	VM 欠压锁定值	VM 上升	6			V
V_{HYS}	VM 欠压迟滞		100	300		mV
逻辑输入						
V_{IL}	逻辑输入低电压		0.5	0.7		V
V_{IH}	逻辑输入高电压		1.5	5.25		V
V_{HYS}	逻辑输入迟滞		0.25			V
I_{IL}	逻辑输入电流_低电平	$V_{IN} = 0\text{V}$	-20		20	μA
I_{IH}	逻辑输入电流_高电平	$V_{IN} = 3.3\text{V}$	35		100	μA
R_{Pd}	输入内部下拉电阻		100			k Ω
t_{DEG}	输入防抖动延迟		450			ns
t_{SLEEP}	进入休眠状态延迟		1	1.5		ms
H桥FETS						
$R_{DS(ON)}$	LS+HS导通电阻	$I_O = 1\text{A}$, $T_J = 25^\circ\text{C}$		460		m Ω
I_{OFF}	输出关断漏电流		-1	1		μA
电机驱动						
t_{OFF}	电流衰减时间	内部 PWM 固定关断时间		25		μs
t_R	上升时间	$V_M = 24\text{V}$, 22Ω to GND, 10% to 90%		120		ns
t_F	下降时间	$V_M = 24\text{V}$, 22Ω to GND, 10% to 90%		90		ns
t_{DEAD}	死区时间			300		ns
A_{SEN}	ISEN 电流增益			10		V/V
t_{BLANK}	消隐时间			2		μs
保护电路						
I_{OCP}	过流峰值		4.5	5	6	A
t_{DEG}	OCP 防抖动延时			2		μs
t_{RETRY}	过流重复周期			3		ms
T_{SD}	过温阈值			150		$^\circ\text{C}$
T_{HYS}	过温迟滞			40		$^\circ\text{C}$

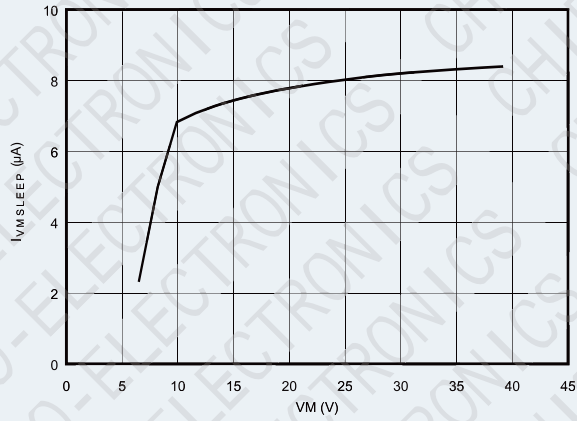
典型工作特性曲线



$R_{DS(on)}$ vs Temperature



A_v vs V_{REF}



$I_{VMSLEEP}$ vs V_M at 25°C

应用信息

H 桥控制逻辑

输入管脚IN1、IN2 控制H 桥的输出状态。下表显示了彼此间的逻辑关系。

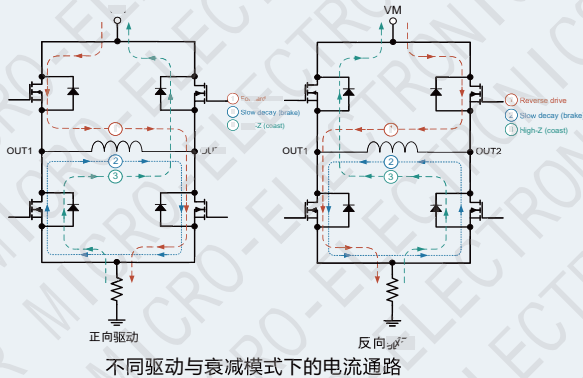
IN1	IN2	OUT1	OUT2	功能(直流电机)
0	0	Z	Z	滑行,休眠
0	1	L	H	反转
1	0	H	L	正转
1	1	L	L	刹车

逻辑输入也可以使用PWM 控制来达到调速功能。当用PWM 波控制一个线圈时,当驱动电流中断,由于电机的电感特性要求电机线圈续流。为了操作让电机线圈续流,H 桥可以工作在两种不同的状态,快衰减或慢衰减。在快衰减模式中,H 桥关断,续流电流流经体二极管;在慢衰减模式中,电机的线圈两端是短路的。当PWM 控制用于快衰减模式中,PWM 信号控制一个INx 管脚,而另一个管脚维持低电平;当用于慢衰减中,其中一个管脚维持高电平。

IN1	IN2	功能
0	0	正转 PWM, 快衰减
1	PWM	正转 PWM 慢衰减
0	PWM	反转 PWM, 快衰减
1	1	反转 PWM, 慢衰减

PWM 控制电机速度

下图显示了在不同驱动和衰减模式下的电流通路。

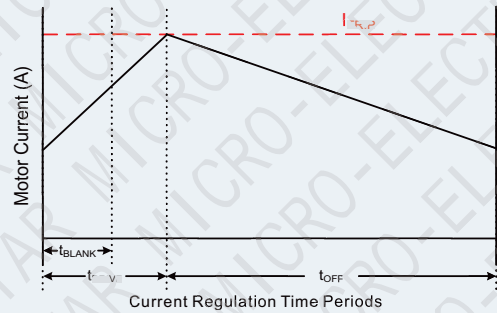


电流控制

通过固定频率的PWM 电流整流器,流过电机驱动桥臂的电流是被限制的或者说被控制的。在DC 电机应用中,电流控制功能作用于限制开启电流和停转电流。当一个H 桥被使能,流过相应桥臂的电流以一个斜率上升,此斜率由直流电压VM 和电机的电感特性决定。当电流达到设定的阈值,驱动器会关闭此电流,直到下一个PWM 循环开始。注意,在电流被使能的那一刻,ISEN 管脚上的电压是被忽略的,经过一个固定时间后,电流检测电路才被使能。这个消隐时间一般固定在2us。这个消隐时间同时决定了在操作电流衰减时的最小PWM 时间。PWM 目标电流是由比较器比较连接在ISEN 管脚上的电流检测电阻上的电压乘以一个10倍因子和一个参考电压决定。参考电压通过VREF 输入。以下公式为100%计算目标电流:

$$I_{TRIP} = \frac{VREF}{A_V \times R_{ISEN}} = \frac{VREF}{10 \times R_{ISEN}}$$

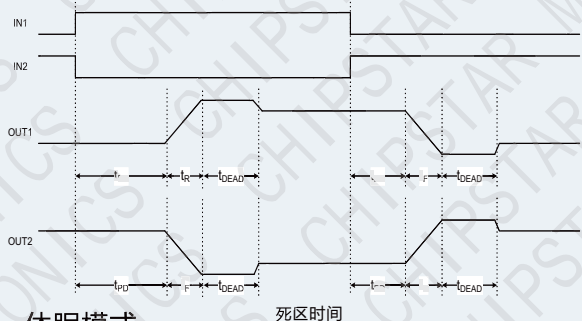
举例:假如使用了一个0.15Ω 的电阻,参考电压为3.3V,这时目标电流为2.2A。注意:假如电流控制功能不需要使用,ISEN 管脚需直接接地。



当电流达到ITRIP,H 桥的两个下管打开,维持一个toff 时间(25us),然后相应上管再打开。

死区时间

当输出由高电平转变成低电平,或者由低电平转变为高电平,死区时间的存在是为了防止上下管同时导通。死区时间内,输出是一个高阻态。当需要在输出上测量死区时间,需要根据相应管脚当时的电流方向来测量。如果电流是流出此管脚,此时输出端电压是低于地电平一个二极管压降;如果电流是流入此管脚,此时输出端电压是高于电源电压VM 一个二极管压降。



休眠模式

当IN1、IN2 都为低,维持1ms 以上,器件将进入休眠模式,从而大大降低器件空闲的功耗。进入休眠模式后,器件的H 桥被禁止,电荷泵电路停止工作。在VM 上电时候,如果IN1、IN2 都为低,芯片会进入休眠模式。当IN1 或IN2 翻转为高电平且至少维持5us,经过约50us 延迟,芯片恢复到正常的操作状态。

过流保护(OCP)

在每一个FET 上有一个模拟电流限制电路,此电路限制流过FET 的电流,从而限制门驱动。如果此过流模拟电流维持时间超过OCP 脉冲时间,t_OCP,H 桥内所有FET 被禁止。经过一个OCP 尝试时(t_OCP),驱动器会被重新使能。如果这个错误条件仍然存在,上述这个现象重复出现。如果此错误条件消失了,驱动恢复正常工作。H 桥上臂和下臂上的过流条件是被独立检测的。对地短路,对VM 短路,和输出之间短路,都会造成过流关闭。注意,过流保护不使用PWM 电流控制的电流检测电路,所以过流保护功能不作用于ISEN 电阻。

过温保护(TSD)

如果结温超过安全限制阈值，H桥的FET被禁止。一旦结温降到一个安全水平，所有操作会自动恢复正常。

欠压锁定保护(UVLO)

在任何时候，如果VM管脚上的电压降低到低于欠压锁定阈值，内部所有电路会被禁止，内部所有复位。当VM上的电压上升到UVLO以上，所有功能自动恢复。

过热保护

当内部电路结温超过150°C时，过温模块开始工作，关断内部多有驱动电路。过温保护电路只保护电路温度过高产生的问题，而不对输出短路的情况产生影响。热关断的阈值窗口大小为40°C。

Layout注意事项

PCB板上应覆设大块的散热片，地线的连接应有很宽的地线覆线。为了优化电路的电特性和热参数性能，芯片应该直接紧贴在散热片上。对电极电源VM，应该连接不小于47uF的电解电容对地耦合，电容应尽可能的靠近器件摆放。为了避免因高速dv/dt变换引起的电容耦合问题，驱动电路输出端电路覆线应远离逻辑控制输入端的覆线。逻辑控制端的引线应采用低阻抗的走线以降低热阻引起的噪声。

地线设置

一个位于器件下的星状发散的地线覆设，将是一个优化的设计。在覆设的地线下方增加一个铜散热片会更好的优化电路性能。

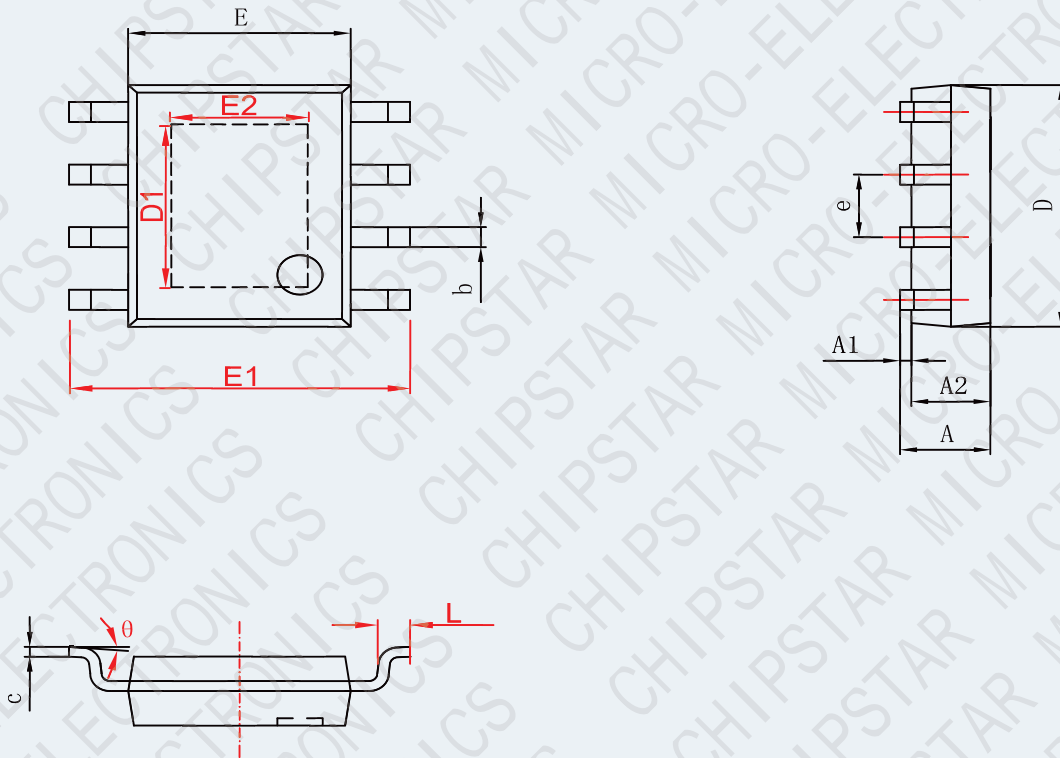
电流取样设置

为了减小因为地线上的寄生电阻引起的误差，马达电流的取样电阻RS接地的地线要单独设置，减小其他因素引起的误差。单独的地线最终要连接到星状分布的地线总线上，该连线要尽可能的短，对小阻值的RS，由于RS上的压降 $V = I \times R_S$ 为0.33V，PCB上的连线压降与0.2V的电压将显得不可忽视，这一点要考虑进去。PCB尽量避免使用测试转接插座，测试插座的连接电阻可能会改变RS的大小，对电路造成误差。RS值的选择遵循下列公式：

$$R_S = 0.33 / I_{TRIPmax}$$

封装信息

CS9022E ESOP8L



Symbol	Dimensions In Millimeters		Dimensions In Inches	
	Min	Max	Min	Max
A	1.350	1.750	0.053	0.069
A1	0.050	0.150	0.004	0.010
A2	1.350	1.550	0.053	0.061
b	0.330	0.510	0.013	0.020
c	0.170	0.250	0.006	0.010
D	4.700	5.100	0.185	0.200
D1	3.202	3.402	0.126	0.134
E	3.800	4.000	0.150	0.157
E1	5.800	6.200	0.228	0.244
E2	2.313	2.513	0.091	0.099
e	1.270(BSC)		0.050(BSC)	
L	0.400	1.270	0.016	0.050
theta	0°	8°	0°	8°

Notes:

- (1) 所有尺寸都为毫米
- (2) 参考JEDEC MO-187标准



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。
- 必须采用导体包装或抗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！