

CC6538

车规级高精度、低噪声可编程线性霍尔传感器 IC
具备先进的温度补偿技术和高带宽(240kHz)模拟输出

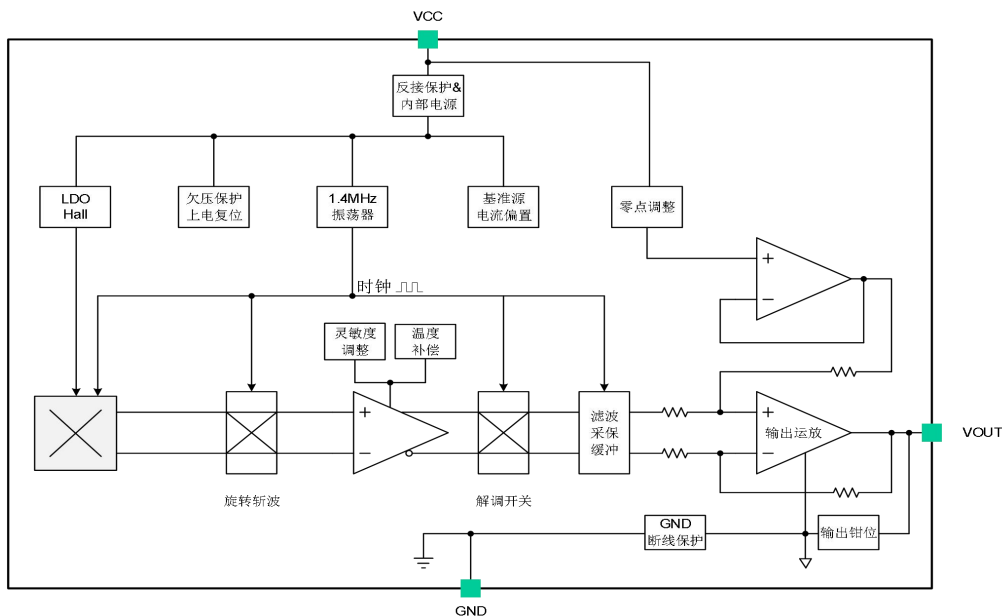
特性

- ◆ 电压工作范围: 4.5~5.5V, 增益随 V_{CC} 线性比例变化
- ◆ 测量范围宽, 线性度优于 0.25%
- ◆ 斩波、谐波、噪声功率与基波占比小于 1% (30kHz 正弦波测试)
- ◆ 响应时间典型值为 1.2us
- ◆ 1.4MHz 斩波频率, 高带宽, 低噪声, 信号带宽典型值 240kHz
- ◆ 低功耗, IC 静态工作电流为 18mA
- ◆ 工作环境温度: -40~150°C, 存储温度范围-40~165°C
- ◆ 抗干扰能力强, 抗机械应力能力强
- ◆ 多重保护功能: 断线保护、反接保护、高压钳位、输出钳位。
- ◆ 低温漂 (<1.5%), 低时漂
- ◆ 潮敏等级: MSL1
- ◆ ESD (HBM) $\pm 8kV$; ESD (CDM) $\pm 2kV$

应用

- ◆ 车规级电流传感器模块
- ◆ 齿轮传感器
- ◆ 位移测量

功能框图



概述

CC6538 片内集成霍尔, 采用 BCD 工艺制程实现霍尔和信号调理 ASIC 电路一体化集成设计。芯片包含高灵敏度霍尔传感器、霍尔信号预放大器、高精度霍尔温度补偿单元、振荡器、动态失调消除电路和放大器输出模块。

CC6538 采用先进的自适应霍尔温度补偿技术, 可在 -40~150°C 间正常工作。线性输出范围宽, 电源电压 5V 条件下, V_{OUT} 输出可在 0.5~4.5V 之间随磁场线性变化, 线性度高达 0.25%。集成动态失调消除电路, 灵敏度和静态输出电压几乎不受外界压力和封装应力影响。斩波频率 1.4MHz, 带宽 240kHz, 响应速度快。芯片内部集成 E-fuse, 可编程次数 2 次并具有熔丝锁定功能。

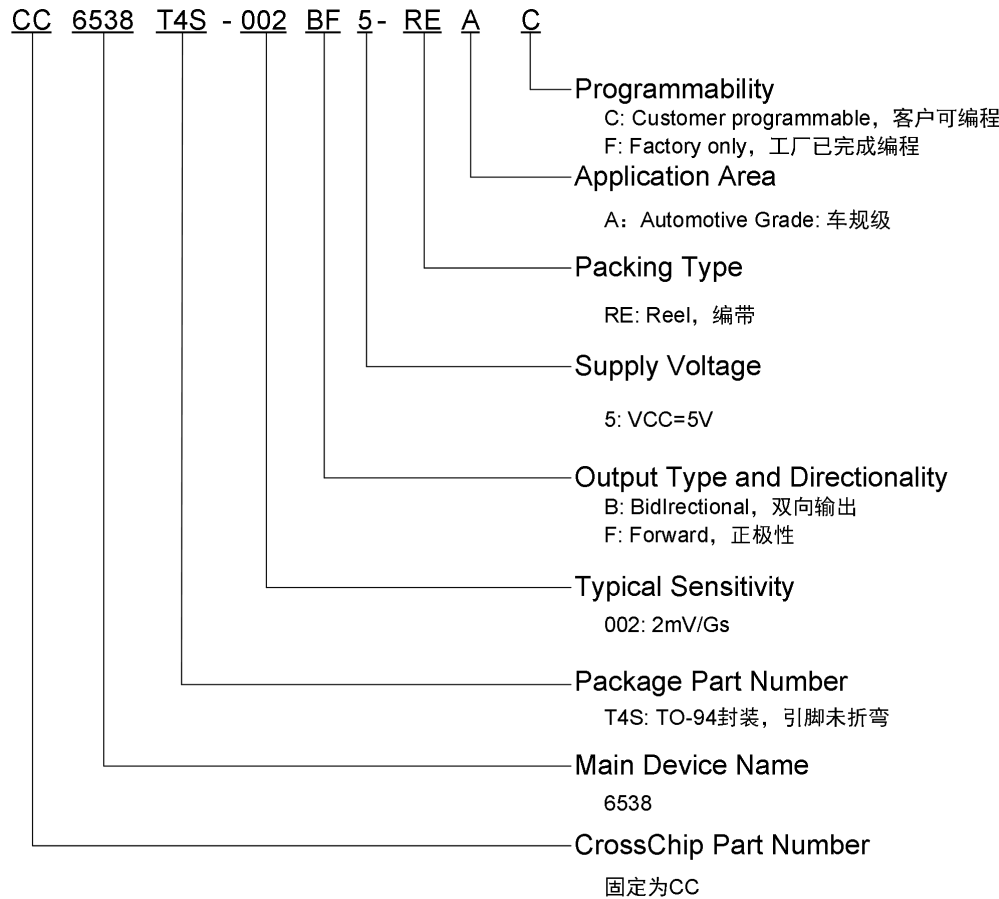
CC6538 满足零点调节、增益调节、极性调整、反接保护和断线保护的功能。具备温度补偿、线性度校准, 产品高低温校准在芯片层面完成。

CC6538 提供 TO-94 封装, 工作温度范围 -40~150°C, 存储温度范围 -40~165°C, 满足无卤, 无铅和 RoHS 等环保要求相关规定。

订购信息

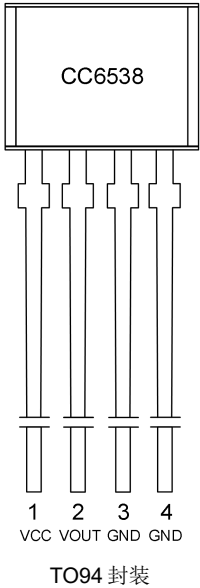
产品名称	VCC (V)	默认灵敏度 (mV/Gs)	灵敏度 (mV/Gs)	封装外形	包装
CC6538T4S-002BF5-RE-AC	5	2	0.4 ~ 3.6	TO-94	编带, 4000 片/卷

产品名称定义



注：正极性定义为当磁场北极靠近丝印面，输出值增大。反极性定义为当磁场南极靠近丝印面，输出值增大。

管脚定义



名称	编号	描述
VCC	1	电源输入
VOUT	2	信号输出引脚，可接外部 ADC
GND	3	地
GND	4	地

输出极性



图示为正极性，可编程为反极性

极限参数

参数	符号	数值	单位
正向电源电压	V_{CC}	24	V
反向电源电压	V_{RCC}	-24	V
正向输出电压	V_{OUT}	25	V
反向输出电压	V_{ROUT}	-1.5	V
工作环境温度	T_A	-40~150	°C
存储环境温度	T_S	-40~165	°C
最大结温	$T_{J(max)}$	165	°C
磁场强度	B	无限制	mT
静电保护	ESD(HBM)	±8	kV
	ESD(CDM)	±2	kV

注意: 应用时不要超过最大额定值，以防止损坏。长时间工作在最大额定值的情况下可能影响器件的可靠性。

推荐工作环境

参数	符号	最小值	最大值	单位
电源电压	V_{CC}	4.5	5.5	V
环境温度	T_A	-40	150	°C

工作特性 (若无特别指明, $V_{CC} = 5V$, $T_A = 25^\circ C$)

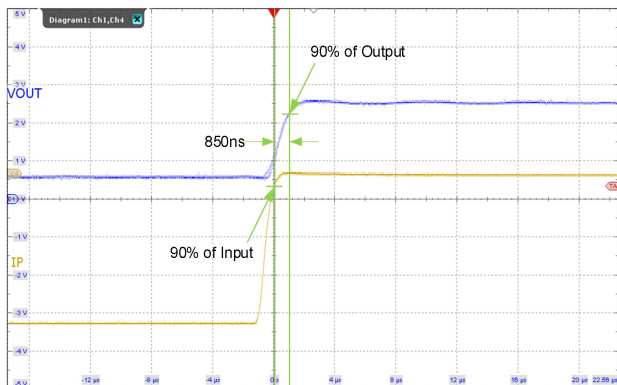
参数	符号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
电气特性						
电源电压	V_{CC}		4.5	5.0	5.5	V
静态电流	I_{CC}	V_{OUT} 上无负载	-	18	23	mA
上电时间	T_{PO}	C_{bypass} =悬空, $C_L=1nF$	-	75	-	us
欠压保护阈值电压	V_{UVLOH}	V_{CC} 上升, 器件正常工作	-	4.1	-	V
	V_{UVLOL}	V_{CC} 下降, 器件停止工作	-	3.6	-	V
欠压保护延迟时间	t_{UVLOE}	C_{bypass} =悬空, $C_L=1nF$, Sens=2mV/Gs, V_{CC} 从 5V 跌落到 3V 的时间为 1.5us	-	62	-	us
	t_{UVLOD}	C_{bypass} =悬空, $C_L=1nF$, Sens=2mV/Gs, V_{CC} 从 3V 恢复到 5V 的时间为 1.5us	-	13	-	us
POR 复位电压	V_{PORH}			2.7	-	V
	V_{PORL}			2.4	-	V
POR 复位时间	t_{POR}	$t_{POR}=t_{PO} - t_{UVLOD}$	-	62	-	us
VCC 箝位电压	V_Z		-	26	-	V
信号带宽	BW_i	小信号-3dB, $C_L=1nF$		240	-	kHz
斩波频率	f_c		1.2	1.4	1.6	MHz
输出特性						
上升时间	t_r	V_{OUT} 上升沿 10%到 90%的时间		1.2		us
输出响应时间	t_{RES}	输入信号达到 90%开始计算, 输出信号达到 90%的时间 (输出以 2V 为步进, 输入上升时间为 1us)		1.2		us
钳位延迟	t_{CLP}	$C_L=1nF$, B=800Gs->1200Gs, Sens=2mV/Gs		5		us
V_{OUT} 输出源电流	$I_{OUT(SOURCE)}$	V_{OUT} 对 GND 短路		5.5	6.5	mA
V_{OUT} 输出灌电流	$I_{OUT(SINK)}$	V_{OUT} 对 VCC 短路		35		mA
输出钳位电压	V_{CLPH}	$V_{CC}=5V$, R_L (下拉电阻)为 10k Ω 并接 GND	4.65	4.70	4.75	V
	V_{CLPL}	$V_{CC}=5V$, R_L (下拉电阻)为 10k Ω 并接 VCC	0.25	0.30	0.36	V
断线电压	V_{BPKH}	R_L 为 10k Ω 接到 VCC	$V_{CC} - 0.1$	V_{CC}		V
	V_{BPKL}	R_L 为 10k Ω 接到 0V	-	60	150	mV
输出噪声	V_N	$T_A = 25^\circ C$, $C_L=1nF$, Sens=1mV/Gs		12	20	mV _{p-p}
		$T_A = 25^\circ C$, $C_L=1nF$, Sens=1mV/Gs		1.5		mV _{RMS}
输出直流电阻	R_{OUT}		-	0.7	2	Ω
输出负载电阻	R_{LOUT}		1	-	-	k Ω
输出负载电容	C_L	V_{OUT} to GND	-	1	6.8	nF

接上表:

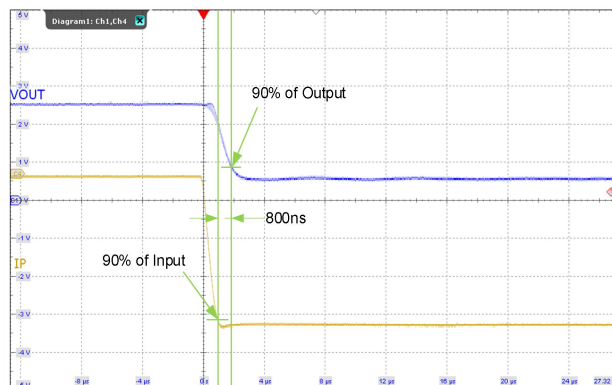
参数	符号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
静态电压输出 (V _{OUT(Q)}) 特性						
静态初始化输出电压	V _{OUT(Q)init}		2.45	2.50	2.55	V
静态输出电压可编程范围	V _{OUT(Q)PR}		2.36	-	2.64	V
静态输出电压可编程位数	BIT_VOQ		-	7	-	bit
典型的静态输出电压的可编程步长	Step _{VOUT(Q)}		1.9	2.3	2.8	mV
静态输出电压可编程分辨率	Err _{PGVOUT(Q)}		-	±0.5× Step _{VOUT(Q)}		mV
灵敏度可编程特性						
灵敏度初始精度	S _{SENS_INIT}		-	2	-	mV/Gs
灵敏度可编程范围	S _{ensPR}		0.4	-	3.6	mV/Gs
灵敏度细调位数	BIT_SENS		-	10	-	bit
典型的灵敏度细调可编程步长	STEP _{SENS}		2.4	3.2	4.1	uV/Gs
灵敏度可编程分辨率	Err _{PGSENS}		-	±0.5× Step _{Sens}	-	uV/Gs
灵敏度温度系数						
灵敏度温漂	△S _{ensTC}	T _A =25°C ~ 150°C	-1.0	-	1.0	%
		T _A =-40°C ~ 25°C	-1.5	-	1.5	%
静态电压输出温度系数						
静态输出电压温漂	△V _{OUT(Q)TC}	Sens=1mV/sS, T _A =25°C ~ 150°C	-10	-	10	mV
		Sens=1mV/Gs, T _A =-40°C ~ 25°C	-8	-	8	mV
误差指数						
线性度灵敏度误差	Lin _{ERR}			±0.25		%
对称性灵敏度误差	Sym _{ERR}			±0.25		%
静态输出电压比率误差	Rat _{ERRVOUT(Q)}	V _{OUT(Q)} =50%V _{CC} , △V _{CC} =10%V _{CC}	-1	0	1	%
灵敏度比率误差	Rat _{ERRSens}	△V _{CC} =10%V _{CC}	-1.5	±0.5	1.5	%
比率钳位误差	Rat _{ERRCLP}	通过电源电压范围 (相对于 V _{CC} =5V)	-	±1	-	%
灵敏度长期稳定性 ^[1]	△S _{ENS_LIFE}	Sens=1mV/Gs, T _A =25°C	-1.8	-0.5	0.8	%
静态输出电压长期稳定性 ^[1]	△Q _{VO_LIFE}	Sens=1mV/Gs, T _A =25°C	-3	0.5	4	mV

[1]: 长期稳定性参数表示在 AECQ100-Grade0 标准要求的 HTOL、PC、THB、BHAST、UHAST、TC 等可靠性实验前后, 芯片电参数变化量。

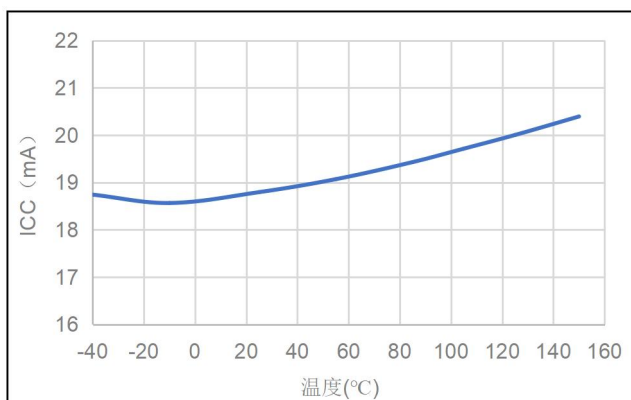
曲线波形



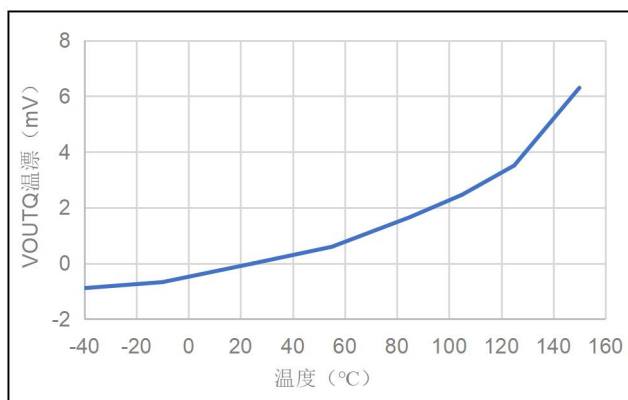
传输响应上升波形



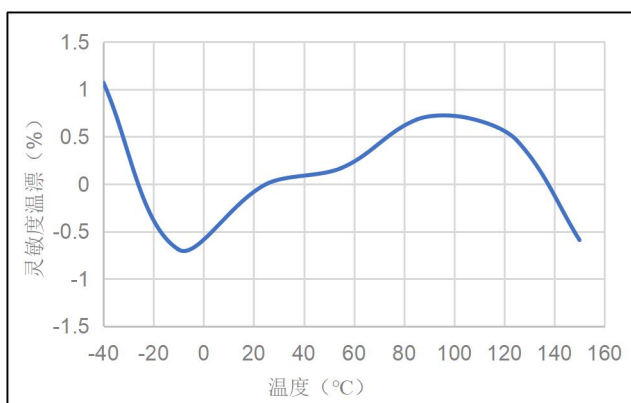
传输响应下降波形



ICC 静态功耗 vs 温度



VOUTQ 温漂 vs 温度

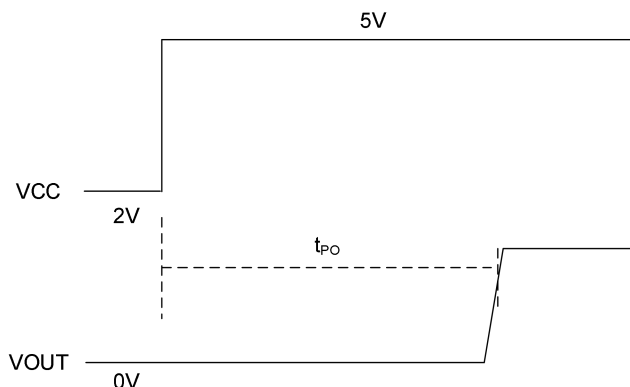


灵敏度温漂 vs 温度

参数定义

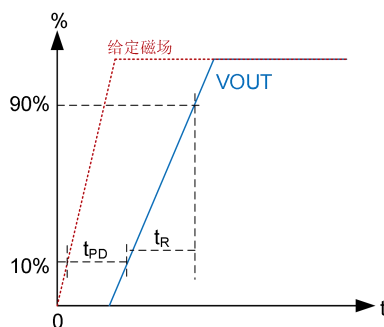
启动时间 (t_{PO})

启动时间定义为: V_{CC} 从 2V 跳变到 5V (跳变时间 $<1\mu s$), 到输出电压 V_{OUT} 建立至 90%的延迟时间。



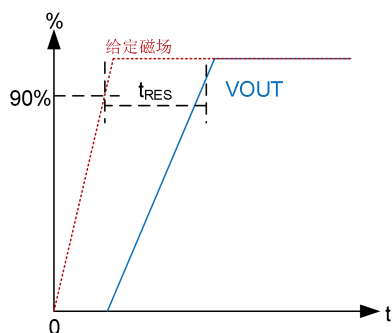
输出延迟时间 (t_{PD})

输出延迟时间定义为: 当给定一个阶跃磁场激励时, 在磁场上升到 10%开始计算, 输出电压到达 10%的上升时间。



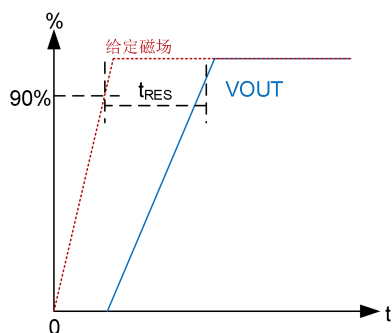
输出上升时间 (t_R)

输出上升时间定义为: 当给定一个磁场激励时, 输出电压从 10%到 90%的上升时间。



输出响应时间 (t_{RES})

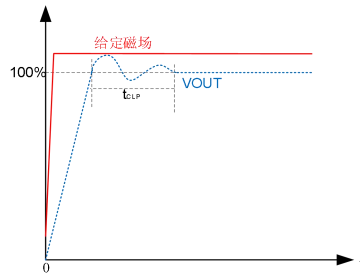
输出响应时间定义为: 当给定一个磁场激励时, 在磁场上升到 90%开始计算, 输出电压到达 90%的上升时间。



最大输出响应时间 (t_{CLP})

当磁场激励足够大时，输出电压会过冲到一定电压，经过一段振铃时间后才能稳定到输出钳位电压 V_{CLP} 。

最大输出响应时间定义为：输出电压从振铃开始到正常电压的 $\pm 1\%$ 误差范围内的时间。

**输出钳位电压 (V_{CLP})**

输出钳位电压定义为：当外部磁场强度超出量程范围后，根据外部磁场方向， V_{OUT} 输出电压被钳位到一个固定电压值 V_{CLPH} 或 V_{CLPL} 。

断线电压 (V_{BK})

断线电压定义为：当芯片 GND 引脚从 0V 断开时， V_{OUT} 输出电压会下降到 V_{BKL} (10k Ω 负载电阻接 0V) 或者上升到 V_{BKH} (10k Ω 负载电阻接 VCC)。

静态输出电压可编程范围 (V_{OUTQPR})

静态输出电压的可编程范围是控制在 V_{OUTQPR_MIN} 和 V_{OUTQPR_MAX} 之间，在整个工作温度及工作电压范围内，可以保证输出特性都在定制区间内。

静态输出电压可编程步长 (SP_{VOUT})

静态输出电压可编程步长的计算公式：

$$SP_{VOUT} = \frac{V_{OUTQ_max\ code} - V_{OUTQ_min\ code}}{2^n - 1}$$

其中 n 为静态输出电压可编程位数 BIT_{VOQ} 。

静态输出电压可编程步长精度 (Err_{VOUT})

静态输出电压可编程步长精度一般为编程步长值的一半。

$$Err_{VOUT} = 0.5 \times SP_{VOUT}$$

静态输出电压温漂系数 (ΔV_{OUTQTC})

静态输出电压温漂采用实际测量的 T_A 常温下的电压值与特定温度 T 下的测量电压值来计算。

$$\Delta V_{OUTQTC} = V_{OUTQ_TA} - V_{OUTQ_T}$$

磁灵敏度 (S_{SENS})

磁灵敏度定义为：输出电压处于 0.5V~4.5V 之间，输出电压变化量和磁场变化量的比值。

$$S_{\text{SENS}} = \frac{V_{\text{OUTB2}} - V_{\text{OUTB1}}}{B2 - B1}$$

磁灵敏度可编程范围 (SENS_{PR})

磁灵敏度可以在一定范围内调整。在整个工作温度及工作电压范围内，可以保证磁灵敏度输出特性都在定制区间内。

磁灵敏度可编程步长 (SP_{SENS})

磁灵敏度可编程步长的计算公式：

$$\text{STEP}_{\text{SENS}} = \frac{\text{SENS}_{\text{max code}} - \text{SENS}_{\text{min code}}}{2^n - 1}$$

其中 n 为灵敏度可编程位数 BIT_{SENS}。

磁灵敏度温漂 (ΔS_{SENSTC})

芯片的磁灵敏度会随着温度变化，因此其定义为

$$\Delta S_{\text{SENSTC}} = \frac{\text{SENS}_{T2} - \text{SENS}_{T1}}{\text{SENS}_{T1}} \times 100\%$$

其中 T1 和 T2 分别代表 25°C 和另外一个环境温度，在这两个温度下测试的磁灵敏度可以得到磁灵敏度的温漂性能。

线性度误差 (Lin_{ERR})

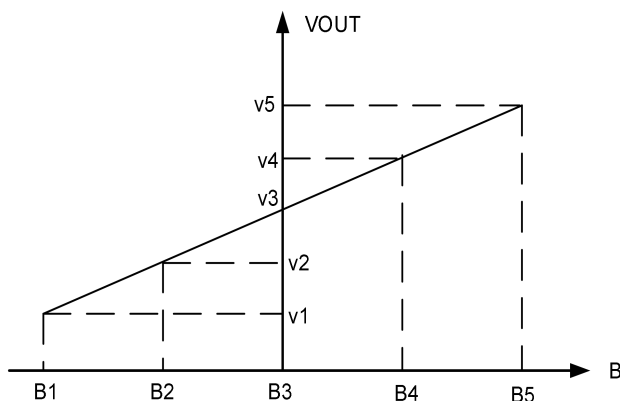
输出要求与磁场强度呈线性关系，线性度误差定义为：

$$\text{Lin}_{\text{ERR}} = \frac{|\Delta L_{\text{max}}|}{Y_{\text{FS}}} \times 100\%$$

ΔL_{max} 为实际特性曲线与拟合直线之间的最大偏差值的绝对值。Y_{FS} 为 2V，即正向满量程电压。

最小二乘法拟合直线公式 y=a+bx，可从 5 个实测数据点计算得出。

$$\begin{aligned} \text{b, 拟合直线斜率} \quad b &= \frac{5 \sum B_i V_i - \sum B_i * \sum V_i}{5 \sum B_i^2 - \left(\sum B_i \right)^2} \\ \text{a, 拟合直线截距} \quad a &= \frac{\sum B_i^2 * \sum V_i - \sum B_i * \sum B_i V_i}{5 \sum B_i^2 - \left(\sum B_i \right)^2} \end{aligned}$$



芯片满量程磁场为 B_{max} ， $B1$ 、 $B2$ 、 $B3$ 、 $B4$ 、 $B5$ 分别取 $-B_{max}$ 、 $-B_{max}/2$ 、 0 、 $B_{max}/2$ 、 B_{max} ； $V1$ 、 $V2$ 、 $V3$ 、 $V4$ 、 $V5$ 分别对应外加 $B1$ 、 $B2$ 、 $B3$ 、 $B4$ 、 $B5$ 磁场时的输出电压。

对称性误差(SymERR)

芯片的理想磁灵敏度应该是对磁场南北极的感应呈对称状态。在相同数值的磁场强度情况下，磁灵敏度的数值也会相同，只是方向相反。因此在实际测试中，对称性误差定义为：

$$Sym_{ERR} = \left(1 - \frac{SENS_{BPOS}}{SENS_{BNEG}} \right) \times 100\%$$

比率误差(RatERR)

芯片具有比率输出的特性，也就是说静态输出电压(V_{OUTQ})、磁灵敏度($SENS$)、输出箝位电压(V_{CLPH}/V_{CLPL})这四个参数都和电源电压 V_{CC} 成比例关系，也就是说当电源电压 V_{CC} 增加或减少到某个百分比，这些参数也等比例增加或减少同等百分比。这些比率误差参数是比较待测电压下的参数与 5V 电源电压下的参数的差值。以下是这些参数的定义公式：

$$Rat_{ERRVOUTQ} = \left(1 - \frac{V_{OUTQ(VCC)}}{V_{OUTQ(5V)}} \right) \times 100\%$$

$$Rat_{ERRSENS} = \left(1 - \frac{SENS_{(VCC)}}{SENS_{(5V)}} \right) \times 100\%$$

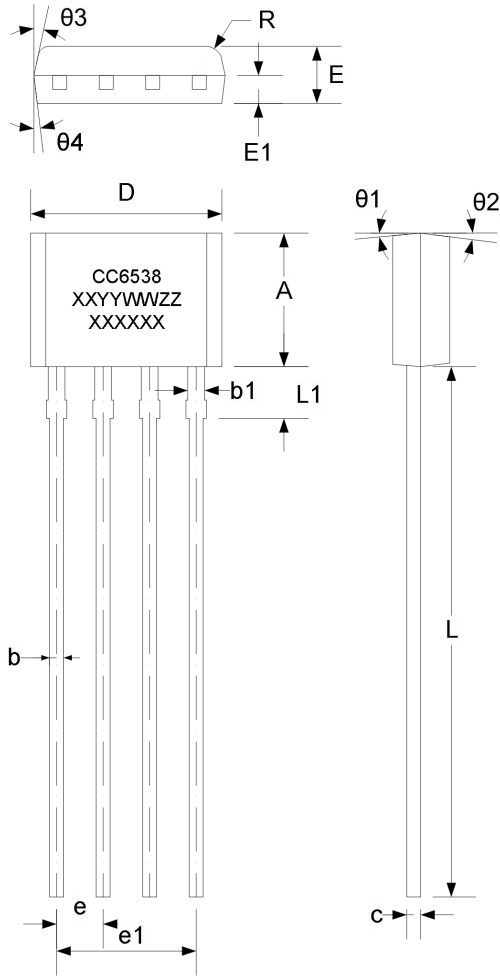
$$Rat_{ERRCLP} = \left(1 - \frac{V_{CLP(VCC)}}{V_{CLP(5V)}} \right) \times 100\%$$

欠压保护(UVLO)

当 V_{CC} 上升到 V_{UVLOH} 时，输出在经过 t_{UVLOD} 的时间后才从 0 状态释放；当 V_{CC} 下降到 V_{UVLOL} 时，输出在经过 t_{UVLOE} 的时间后才被置为 0。

封装信息

TO-94 封装



符号	尺寸 (mm)		
	最小值	典型值	最大值
A	3.55	3.65	3.75
b	0.35	0.39	0.56
b1	-	0.46	-
c	0.36	0.38	0.51
D	5.12	5.22	5.32
E	1.46	1.56	1.66
E1	-	0.76	-
e	-	1.27	-
e1	-	3.81	-
L	13.5	14.5	15.5
L1	-	1.42	-
R	-	0.3	-
$\theta1$	-	6°	-
$\theta2$	-	4°	-
$\theta3$	-	11°	-
$\theta4$	-	6°	-

1.注意:

所有尺寸单位均为毫米。

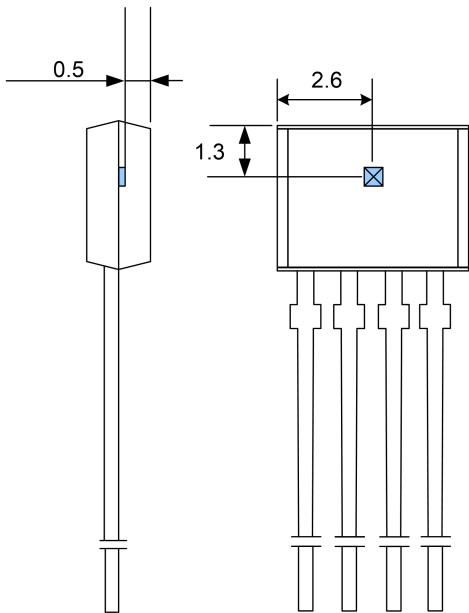
2.打标(芯片正面):

第一行:CC6538: 芯片简版料号名

第二行: XXYYWWZZ: 批次号

第三行: XXXXXX: 批次内的序列号

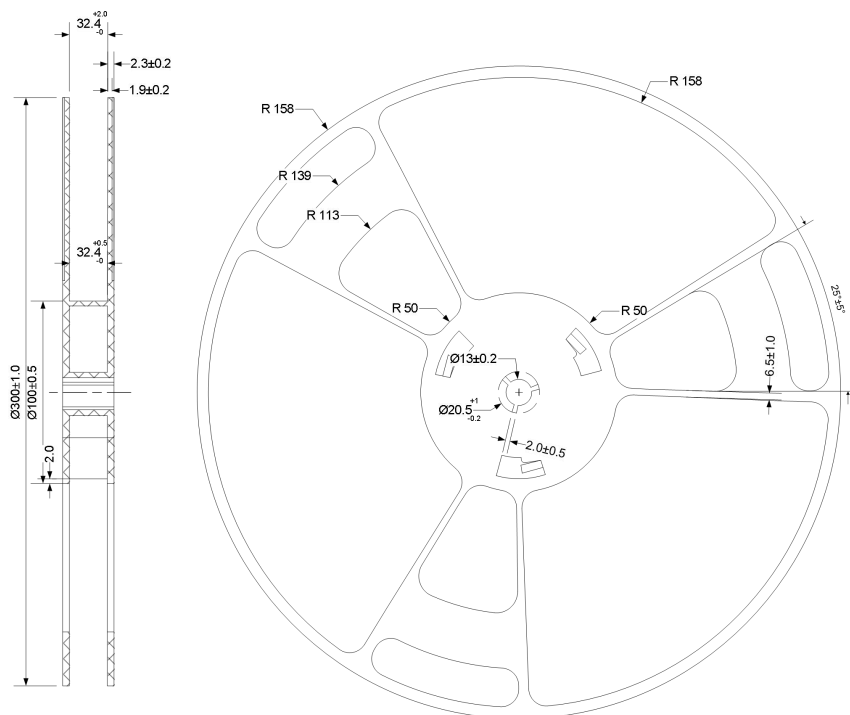
Hall Plate 位置



注意: 所有尺寸单位均是毫米。

包装信息

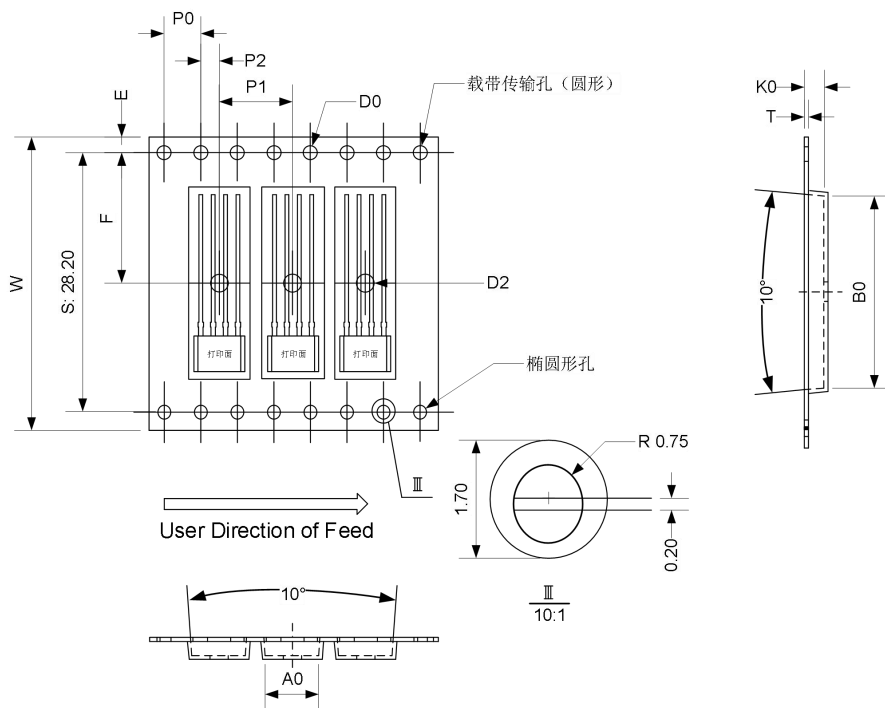
卷盘尺寸:



注意:

1. 包装时载带需首端（头）空出 250mm 以上和尾端（尾）空出 350mm 以上，且用覆盖膜加热封口。搭载产品部分不允许有空穴。
2. 所有尺寸单位为 mm。
3. 未注公差：±0.25mm。

载带尺寸:



符号	A0	B0	K0	P0	P1	P2
尺寸	5.55	19.25	1.90	4.00	8.00	2.00
符号	T	E	F	D0	D2	W
尺寸	0.40±0.05	1.75	14.20	Ø1.55±0.5	Ø1.5min	32±0.2

版本更新

开放日期	更改摘要	版本
2024.08.08	规格书发布。	rev1.0

关于芯进

成都芯进电子有限公司(CrossChip Microsystems Inc.)成立于 2013 年,是一家国家高新技术企业,从事集成电路设计与销售。公司技术实力雄厚,拥有 60 余项各类专利,主要应用于霍尔传感器信号处理,拥有下列产品线:

- ✓ 高精度线性霍尔传感器
- ✓ 各类霍尔开关
- ✓ 单相电机驱动器
- ✓ 单芯片电流传感器
- ✓ AMR 磁阻传感器
- ✓ 隔离驱动类芯片

联系我们

成都

地址: 四川省成都市高新西区天辰路 88 号 3 号楼 2 单元 4 楼

电话: + 86 -028 - 87787685

邮箱: support@crosschipmicro.com

网址: <https://www.crosschipmicro.com>

深圳

地址: 深圳市南山区粤海街道科技园路 18 号北科大厦 6 楼 605 室

上海

地址: 上海市浦东新区盛荣路 88 号盛大天地源创谷 1 号楼 602 室

苏州

地址: 江苏省苏州市虎丘区苏州高新区金山东路 78 号