高精度磁性角度传感器IC

1. 产品特性

- AEC-Q100 Grade0 认证
- ISO26262 ASILB 认证
- 高精度旋转绝对角度位置检测
- 磁路设计简单
- 宽工作温度范围：-40℃到 150℃
- 可选输出模式：模拟输出，脉宽调制 PWM 输出，符合 SAE J2716 标准的 SENT 输出，以及 2 线电流型 PSI5(V2.3)输出
- 可编程角度测量范围(角度可达 360°)
- 可编程线性传输特性(任意 4 点、8 点或者范围可选的 16 段、32 段等分曲线)
- 32 位可编程用户 ID
- 差分霍尔感应，抵抗杂散磁场干扰
- 丰富的片上诊断功能
- 过流、过压保护；欠压保护
- 封装形式：SOP8， TSSOP16，SIP3

2. 产品应用

- 非接触式绝对角度位置检测
- 油门踏板传感器
- 换挡器档位位置检测
- 节气门和EGR阀角度位置检测
- 车身高度传感器
- 旋钮开关角度位置检测

3. 产品描述

SC69411是赛卓电子推出的基于差分霍尔磁感应原理的角度位置传感器芯片。芯片中心内置了全差分霍尔感应矩阵，通过感应上方的一对极S/N磁铁产生与之对应的正余弦位置信号。信号经前级放大器放大之后由内部的模数转换电路进行采样，芯片专有的DSP电路进行角度运算，最后通过多种接口形式输出磁铁转动的绝对位置信息(0-360度)。

SC69411提供多种输出方式：模拟输出、脉宽调制PWM输出、I^2C输出、数字SENT输出、2线电流型PSI5输出。输出曲线可以选择任意4点、8点或者范围可选的16段、32段等分曲线编程方式。

SC69411适用于非接触的在轴安装位置检测，适合应用在汽车油门踏板，电子节气门，EGR阀，换挡器，车身高度等。

芯片提供 SOP8、TSSOP16、SIP3 三种封装形式，引脚采用亚光镀锡工艺，塑封料采用无卤环保型材料，符合绿色环保与无卤合规要求。

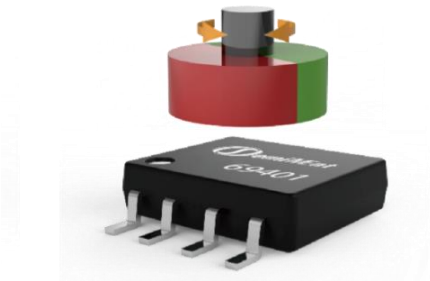


图1 安装示意图

目录

1. 产品特性 1
2. 产品应用 1
3. 产品描述 1
4. 引脚定义 3
5. 订购信息 7
6. 极限参数 8
7. 静电保护 8
8. 工作参数 9
9. 功能框图 15
10. 功能描述 16
11. 典型应用电路 41
12. 封装信息 46
12.1. SOP8 封装（DC） 46
12.2. TSSOP16 封装（TG） 47
12.3. SIP3 封装（S3） 48
13. 包装信息 49
13.1. SOP8 卷带尺寸 49
13.2. TSSOP16 编带尺寸 50
13.3. SIP3 编带尺寸 51
14. 历史版本 52

4. 引脚定义

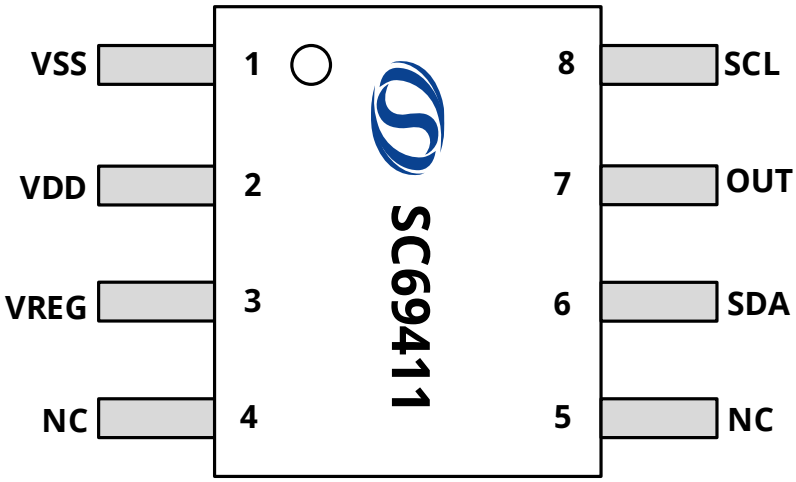


图 2 SOP8 引脚描述

引脚		类型	描述
名称	序号		
VSS	1	地	地
VDD	2	电源	电源输入
VREG	3	电源输出	内部电源
NC	4	-	接地
NC	5	-	接地
SDA	6	测试	测试引脚，接地
OUT	7	输出/数字输入	模拟输出；PWM；SENT
SCL	8	测试	测试引脚，接地

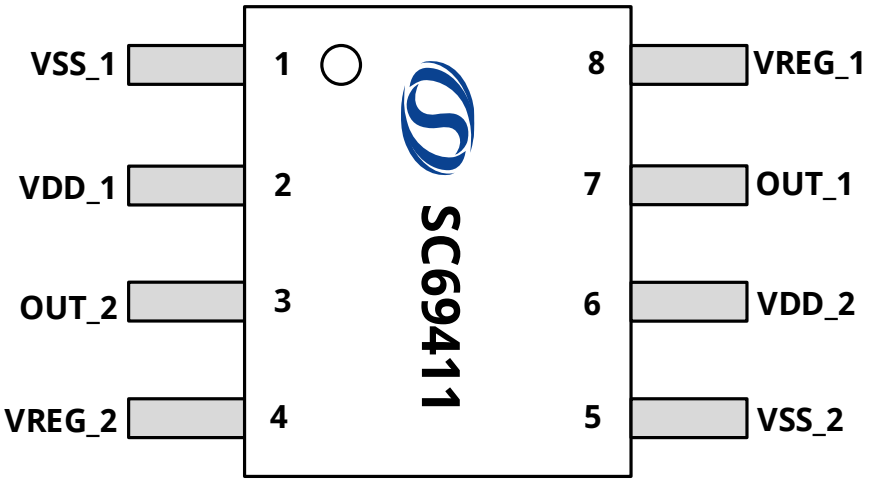


图 3 SOP8 双路引脚描述

引脚		类型	描述
名称	序号		
VSS_1	1	地	芯片 1--地
VDD_1	2	电源	芯片 1--电源输入
OUT_2	3	输出/数字输入	芯片 2--模拟输出；PWM；SENT
VREG_2	4	电源输出	芯片 2--内部电源
VSS_2	5	地	芯片 2--地
VDD_2	6	电源	芯片 2--电源输入
OUT_1	7	输出/数字输入	芯片 1--模拟输出；PWM；SENT
VREG_1	8	电源输出	内部电源

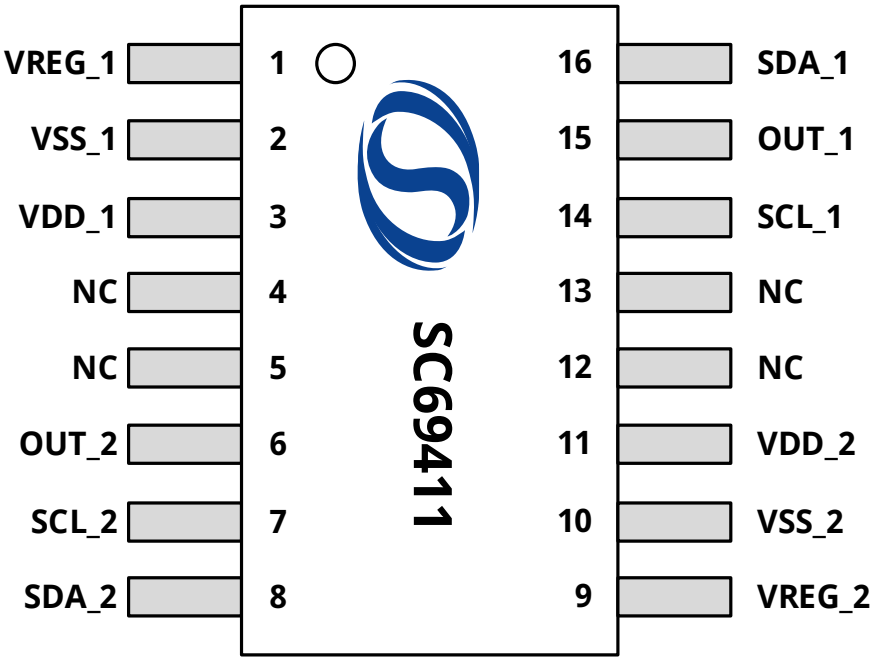


图 4 TSSOP16 引脚描述

引脚		类型	描述
名称	序号		
VREG_1	1	电源输出	芯片 1--内部电源
VSS_1	2	地	芯片 1--地
VDD_1	3	电源	芯片 1--电源输入
NC	4	-	芯片 1--接地
NC	5	-	芯片 2--接地
OUT_2	6	输出/数字输入	芯片 2--模拟输出；PWM；SENT
SCL_2	7	测试	芯片 2--测试引脚，接地
SDA_2	8	测试	芯片 2--测试引脚，接地
VREG_2	9	电源输出	芯片 2--内部电源
VSS_2	10	地	芯片 2--地
VDD_2	11	电源	芯片 2--电源输入
NC	12	-	芯片 2--接地
NC	13	-	芯片 1--接地
SCL_1	14	测试	芯片 1--测试引脚，接地
OUT_1	15	输出/数字输入	芯片 1--模拟输出；PWM；SENT
SDA_1	16	测试	芯片 1--测试引脚，接地

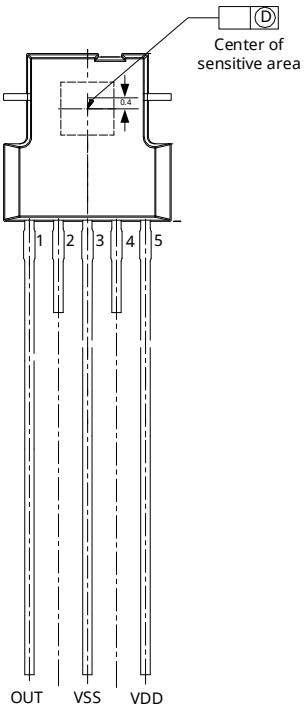


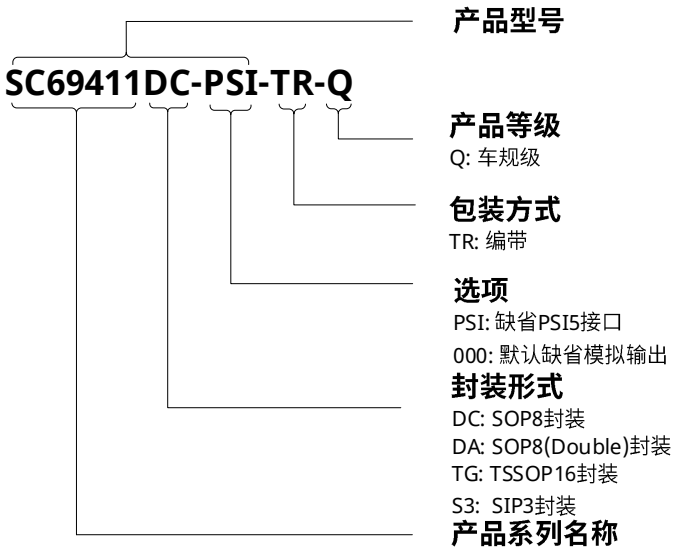
图 5 SIP3 引脚描述

引脚		类型	描述
名称	序号		
OUT	1	输出	模拟输出；PWM；SENT
VSS	3	地	地
VDD	5	电源输入	电源输入/PSI5-OUT

5. 订购信息

产品名称	丝印	选项	等级	温度范围(℃)	封装外形	包装方式	数量
SC69411DC-000-TR-Q	69411	模拟	Q	-40~150	SOP8	编带	4000 颗/盘
SC69411DC-PSI-TR-Q	69411	PSI	Q	-40~150	SOP8	编带	4000 颗/盘
SC69411DA-000-TR-Q	69411	模拟	Q	-40~150	SOP8(D)	编带	4000 颗/盘
SC69411TG-000-TR-Q	69411	模拟	Q	-40~150	TSSOP16	编带	3000 颗/盘
SC69411S3-000-TR-Q	69411	模拟	Q	-40~150	SIP3	编带	2600 颗/盘
SC69411S3-PSI-TR-Q	69411	PSI	Q	-40~150	SIP3	编带	2600 颗/盘

订购信息格式



6. 极限参数

工作的自然温度范围内(除非另有说明)

符号	参数	测试条件	最小值	最大值	单位
V_{DD}	电源端电压	t<48h	-14	28	V
		t<60s	-18	37	V
V_{OUT}	模拟输出电压	t<48h	-10	24	V
		t<60s	-10	30	V
I_R	反向输出电流		-	40	mA
T_A	工作温度		-40	150	℃
T_{STG}	储存温度		-65	165	℃
H	磁场强度		-1	1	T

备注：

高于此处列出的压力可能会导致器件永久损坏， 长时间暴露在绝对最大额定值条件下可能会影响器件的可靠性

7. 静电保护

符号	参数	测试条件	最小值	最大值	单位
V_{ESD_HBM}	HBM	参照 AEC-Q100-002E HBM 标准，R=1.5kΩ，C=100pF	-6	6	kV
V_{ESD_CDM}	CDM	参照 AEC-Q100-011C CDM 标准	-750	750	V

8. 工作参数

电参数

符号	参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
V_{DD}	工作电压	5V 模式	4.5	5.0	5.5	V
$V_{DD_3.3V}$		V_{REG} 及 V_{DD} 同时接 3.3V，U_{VLO_3P5EN}=1	3.15	3.3	3.6	V
V_{DD}		PSI5	4.1	-	12	V
I_{DD}	工作电流	单路 SOP8	-	8	10	mA
I_{surge}	开机冲击电流	单路 SOP8	-	-	25	mA
I_{OCP}	电流过流报警	单路 SOP8	-	25	35	mA
$I_{ERRSTART}$	启动电流误差	PSI5	-2	-	2	mA
Δ_{IS}	灌电流	PSI5-正常功耗模式	22	26	30	mA
		PSI5-低功耗模式	11	13	15	mA
IS_{DRIFT}	静态电流偏移	PSI5	-4	-	4	mA
V_{REG}	稳压电压	5V 模式	3.13	3.3	3.47	V
V_{REGOVP}	稳压电压过高检测	5V 模式	3.5	3.7	3.89	V
V_{REGUVL}	稳压电压过低检测	5V 模式	2.8	2.9	3.0	V
$V_{DDstartH}$	启动电压	5V 模式	3.8	-	-	V
$V_{DDstartHyst}$	启动电压迟滞	5V 模式	-	100	-	mV
V_{UVLO}	欠压检测电压	U_{VLO_3P3}=0	-	3.9	-	V
		U_{VLO_3P3}=1	-	2.6	-	V
$V_{UVLOHYS}$	欠压检测迟滞	-	50	100	200	mV
V_{OVP}	过压保护电压	-	6.0	6.2	6.4	V
		PSI5	22	24	26	V
$V_{OVPHYST}$	过压检测迟滞	-	50	-	200	mV
		PSI5	0.8	1.4	2.0	V
I_{short}	输出短路电流	短路至地，模拟输出	-	-	15	mA
		短路至地，PWM，SENT 推挽输出	-	-	30	mA
		短路至电源，模拟输出	-	-	15	mA
		短路至电源，PWM，SENT 推挽输出	-	-	30	mA
R_L	模拟输出负载电阻	上拉电阻，连接到电源	4.7	10	-	kΩ
		下拉电阻，连接到地	4.7	10	-	kΩ

电参数(续)

R_{L_PWM}	PWM 输出负载电阻	上拉电阻，连接到电源	1	-	-	kΩ
		下拉电阻，连接到地	1	-	-	kΩ
V_{sat_lo}	模拟输出饱和电平	上拉电阻 R≥10kΩ，连接到电源	-	0.5	2	$\%V_{DD}$
		上拉电阻 R≥4.7kΩ，连接到电源	-	2.5	3	$\%V_{DD}$
V_{sat_hi}		下拉电阻 R≥4.7kΩ，连接到地	95	98	-	$\%V_{DD}$
		下拉电阻 R≥10kΩ，连接到地	97	99	-	$\%V_{DD}$
V_{satD_lo}	数字输出电平	下拉电阻 R≥10kΩ，连接到电源	-	0.5	1	$\%V_{DD}$
		上拉电阻 R≥1kΩ 连接到电源	-	2.5	4	$\%V_{DD}$
V_{satD_hi}		下拉电阻 R≥1kΩ，连接到地	85	90	-	$\%V_{DD}$
		下拉电阻 R≥10kΩ，连接到地	97.5	98	-	$\%V_{DD}$
D_{sat_lo}	主动诊断输出电平	上拉电阻 R≥10kΩ	-	0.5	1	$\%V_{DD}$
		上拉电阻 R≥4.7kΩ	-	1	2	$\%V_{DD}$
D_{sat_hi}		下拉电阻 R≥10kΩ	97.5	98.5	-	$\%V_{DD}$
		下拉电阻 R≥4.7kΩ	95	97	-	$\%V_{DD}$
$BV_{SS}PD$	被动诊断输出电平 (开路)	VSS 开路，下拉电阻，R≤10kΩ	-	0.5	1.6	$\%V_{DD}$
$BV_{SS}PU$		VSS 开路，上拉电阻， R≥1kΩ，上拉到 5V	99.5	100	-	$\%V_{DD}$
$BV_{DD}PD$		VDD 开路，下拉电阻，R≥1kΩ	-	0	0.5	$\%V_{DD}$
$BV_{DD}PU$		VDD 开路，上拉电阻，R≤10kΩ，上拉到 5V	97	99.5	-	$\%V_{DD}$
Clamp_lo	可编程钳位电压	可编程	0	-	100	$\%V_{DD}$
Clamp_hi		可编程	0	-	100	$\%V_{DD}$

备注：

SC69411可满足如图6所示典型应用输出范围

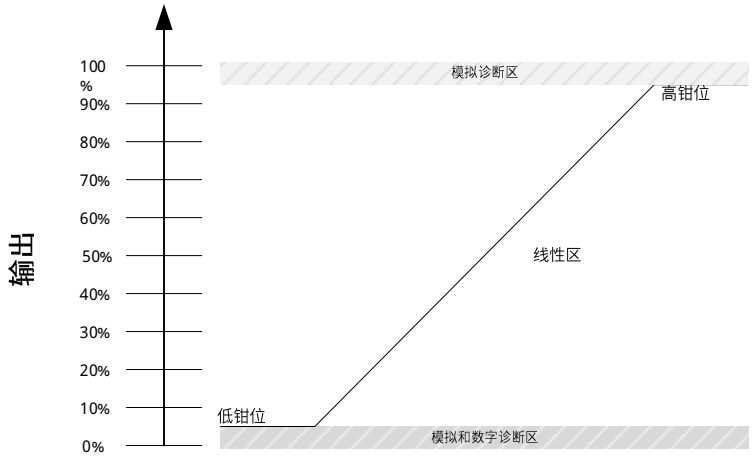


图6 典型应用输出范围

时序参数-基本时序

符号	参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
F_{CK}	主时钟频率	全温测试	7.8	8.2	8.5	MHz
$\Delta F_{CK,T}$	主时钟频率温度偏移	-	-3	-	3	$\%F_{CK}$
Tper	数据刷新频率	-	121	128	134	μs
Ts	阶跃响应时间	-	-	128	-	μs
T_{POR}	上电复位	-	-	40	-	μs
T_{INIT}	初始化时间	-	-	3	5	ms
SR	模拟输出转换速率	C_{OUT}=10nF	-	80	-	V/ms
		C_{OUT}=47nF	-	85	-	V/ms
		C_{OUT}=100nF	-	60	-	V/ms
		C_{OUT}=330nF	-	20	-	V/ms

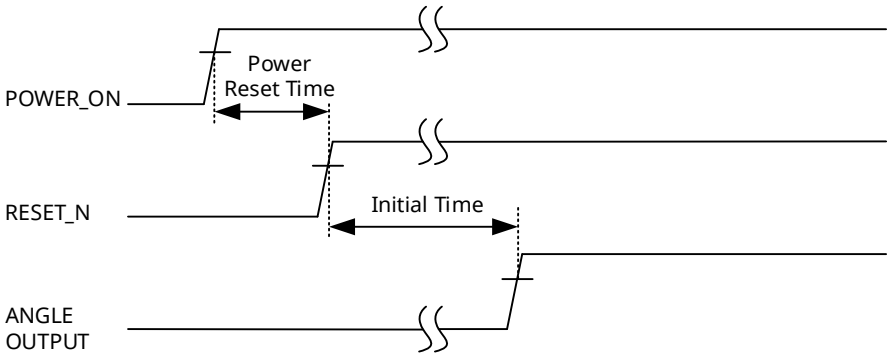


图7 上电复位时序

时序参数-EEPROM 时序

符号	参数	最小值	典型值	最大值	单位
t_{PS}	上电复位时间	-	100	-	μs
t_{PW}	-	-	100	-	μs
TIDLE	待机时间	-	20	-	ms

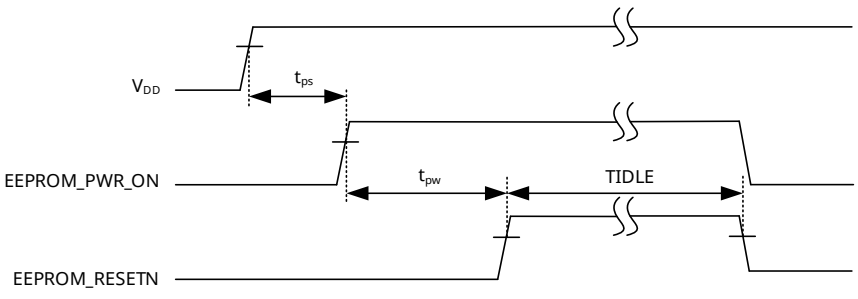


图8 EEPROM时序

时序参数-PWM 输出

符号	参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
F_{PWM}	PWM 频率	频率基础范围	100	-	2000	Hz
F_{PWM_Init}	初始 PWM 频率精度	25℃	-	-	±2%	F_{PWM}
		25℃	-	-	±1%	F_{PWM}
ΔF_{PWM}	PWM 频率温漂	PWM 频率温漂	-	-	±3%	F_{PWM}
T_{rise_LSD}	PWM 输出上升时间(开漏输出)	4.7nF，R_L=1kΩ 上拉	-	10	-	μs
		10nF，R_L=1kΩ 上拉	-	20	-	μs
T_{rise_PP}	PWM 输出上升时间(推挽输出)	4.7nF，R_L=1kΩ 上拉	-	3	-	μs
		10nF，R_L=1kΩ 上拉	-	4	-	μs
T_{fall_LSD}	PWM 输出下降时间(开漏输出)	4.7nF，R_L=1kΩ 上拉	-	2	-	μs
		10nF，R_L=1kΩ 上拉	-	4	-	μs
T_{fall_PP}	PWM 输出下降时间(推挽输出)	4.7nF，R_L=1kΩ 上拉	-	2	-	μs
		10nF，R_L=1kΩ 上拉	-	4	-	μs

时序参数-SENT 输出

符号	参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
$TICK_{time}$	Tick 时间	-	1.5	-	6	μs
N_{nibble}	数据 Nibble 数量	-	3	6	-	-
T_{rise}	SENT 边沿上升时间	1.1V 和 3.8V 之间	-	12.5	18	μs
T_{fall}	SENT 边沿下降时间	1.1V 和 3.8V 之间	-	5.3	6.5	μs
Npp	SENT 帧周期 (无暂停位)	-	154	-	270	ticks
Ppc	SENT 帧周期 (有暂停位)	-	282	-	922	ticks
A.1	传感器类型	双阀体位置传感器	-	-	-	-
A.3		单可靠传感器	-	-	-	-
T_{FRAME}	SENT 帧周期 (慢速)	标准数据序列(40 帧)	-	691	-	ms
		扩展数据序列(24 帧)	-	415	-	ms

时序参数-PSI5 输出

符号	参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
T_{cycle}	通信周期	-	-	300	-	μs
		-	-	500	-	μs
		-	-	1000	-	μs
T_{bit}	位时间	125 kbit/s	7.6	8	8.4	μs
		189 kbit/s	5	5.3	6	μs
T_{SHOLD}	同步脉冲保持时间	-	9	-	-	μs
T_{RISE}	电流斜率上升时间	-	0.33	-	1	μs
TFALL	电流斜率下降时间	-	0.33	-	1	μs
MSR	Mark/Space Ratio	(t_{fall}, 80 - t_{rise}, 20) / T_{Bit} , (t_{fall}, 20 - t_{rise}, 80) / T_{Bit}	47	50	53	%

精度参数-模拟输出

符号	参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
R_{ADC}	ADC 分辨率	-	-	15	-	bits
R_{DAC}	模拟输出分辨率	-	-	12	-	bits
INL	DAC 积分非线性误差	-	-	5	-	LSB
DNL	DAC 差分非线性误差	-	0.05	1	3	LSB
ΔE_{ang}	角度偏移误差	-	-1	-	1	Deg
ΔE_{L}	非线性度误差	-	-1	-	1	Deg
ΔE_{temp}	角度温度漂移误差	-	-0.5	-	0.5	Deg
ΔE_{ratio}	比例输出错误	$4.5V \le V_{DD} \le 5.5V$	-0.05	0	0.5	$\%V_{DD}$
N_{pk-pk}	输出极噪声	-	-	0.05	0.2	Deg

精度参数-PWM 输出

符号	参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
RSP	PWM 分辨率	-	-	12	-	bits
J_{DC}	PWM % 占空比抖动(开漏输出)	125Hz,4.7nF,R_L=1kΩ, 电阻上拉	-	±0.003	±0.016	%DC
		250Hz,4.7nF,R_L=1kΩ, 电阻上拉	-	±0.005	±0.020	%DC
		500Hz,4.7nF,R_L=1kΩ,电阻上拉	-	±0.009	±0.035	%DC
		1000Hz,4.7nF,R_L=1kΩ,电阻上拉	-	±0.003	±0.016	%DC
		2000Hz,4.7nF,R_L=1kΩ,电阻上拉	-	±0.005	±0.020	%DC
J_{DC}	PWM % 占空比抖动(推挽输出)	125Hz,4.7nF,R_L=1kΩ, 电阻上拉	-	±0.003	±0.016	%DC
		250Hz,4.7nF,R_L=1kΩ, 电阻上拉	-	±0.005	±0.020	%DC
		500Hz,4.7nF,R_L=1kΩ, 电阻上拉	-	±0.009	±0.035	%DC
		1000Hz,4.7nF,R_L=1kΩ,电阻上拉	-	±0.003	±0.016	%DC
		2000Hz,4.7nF,R_L=1kΩ,电阻上拉	-	±0.005	±0.020	%DC
J_{PWM}	PWM 频率抖动(开漏输出)	125Hz-2000Hz,4.7nF,R_L=1kΩ,电阻上拉	-	±0.04	±0.15	Hz
J_{PWM}	PWM 频率抖动(推挽输出)	125Hz-2000Hz,4.7nF,R_L=1kΩ,电阻上拉	-	±0.04	±0.15	Hz

磁参数

符号	参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
H_{EXT}	磁场强度	-	10	-	120	mT
D_{mag}	磁铁直径	-	-	6	-	mm
H_{mag}	磁铁厚度	-	-	2.5	-	mm
AG	磁铁与芯片间隙	-	0.5	-	3.0	mm
	磁铁材料	-	-	NdFeB 35	-	-

9. 功能框图

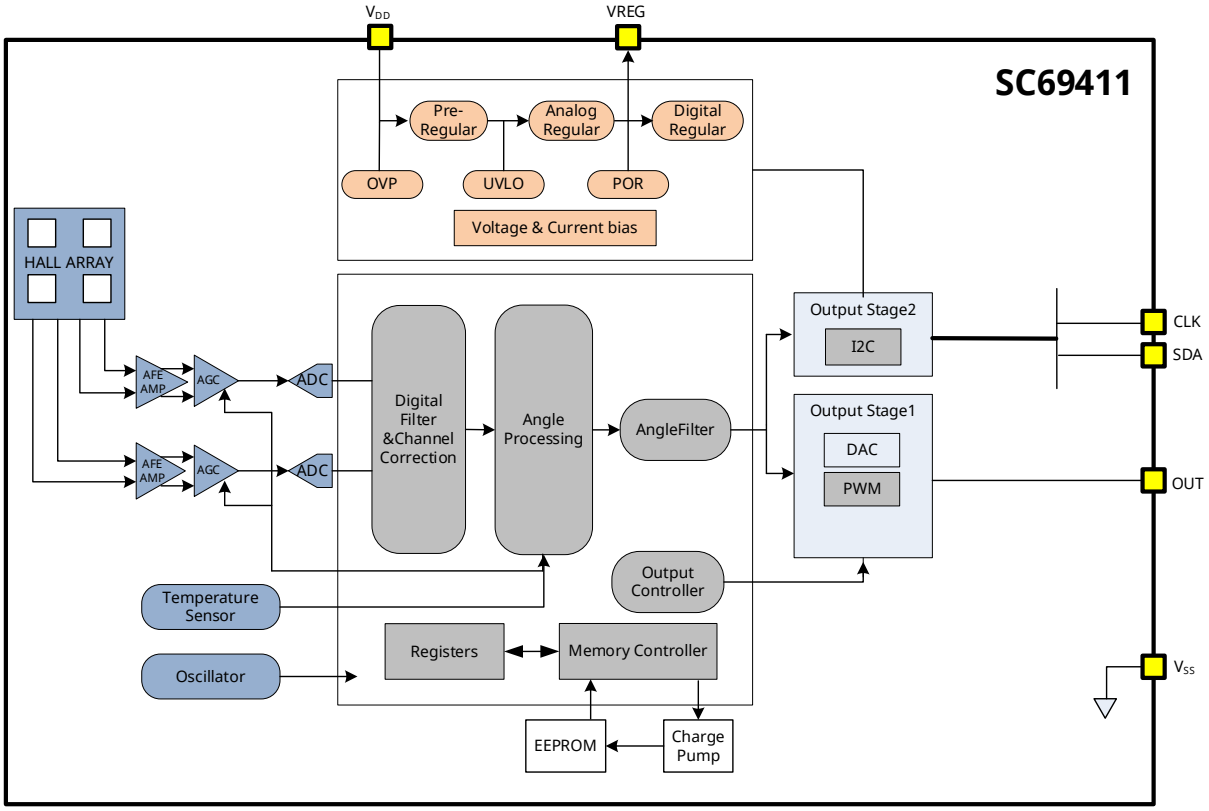


图9 功能框图

10. 功能描述

用户可编程参数

参数	描述	缺省	位数
通用参数设置			
Filter	滤波器选择	2	2
OUT_mode	输出模式	0	3
PWM_POL	PWM 极性	0	1
PWMT	PWM 频率	0	16
OUT_CONFIG	PWM，SENT 输出配置	0	2
GAIN_G	模拟运放第一级增益设置	0	2
AGC	模拟运放第二级的自动增益控制	1	1
GAIN_F	模拟运放第二级增益设置	1	5
USER_ID1	用户 ID	0	8
USER_ID2	用户 ID	0	8
USER_ID3	用户 ID	0	8
USER_ID4	用户 ID	0	8
EEPROM_LOCK_CODE	EEPROM_LOCK 位有效判断码	0	8
SENT 配置参数			
SENT_FC_FORMAT	SENT 帧数据格式选择	1	1
SENT_CH2_DATA	通道 2 数据配置	2	2
SENT_INIT_DATA	SENT 启动初始化数据配置	0	1
SENT_NIBBLE_NUMBER	通道 2 数据 Nibble 数选择	1	1
SENT_TICK_TIME	SENT tick 时间配置	0	3
SENT_LEGACY_CRC	CRC 计算选择	0	1
SENT _SERIAL_CONFIG	增强型串行消息选择	1	1
SENT_SLOW_EXTENDED	串行信息序列选择	0	1
SENT_SLOW_BFIELD	串行信息扩展序列磁场配置	1	1
SENT_PAUSE_OPTION	选择测量模式和相应的输出协议	1	1
SENT_REV	SENT 版本	4	3
SENT_MAN_CODE	工厂代码	0	12
SENT_FRAME_LENGTH	帧长度	297	10

用户可编程参数(续)

SENT_ SERIALERROR	通过快速通道报告诊断	0	3
SENT_SENSOR_TYPE	传感器类型	0x05	8
SENT_CHANNEL_X1	CHANNEL X1	0	12
SENT_CHANNEL_X2	CHANNEL X2	0	12
SENT_CHANNEL_Y1	CHANNEL Y1	0	12
SENT_CHANNEL_Y2	CHANNEL Y2	0	12
SENT_SENSOR_ID1	传感器 ID1	0	12
SENT_SENSOR_ID2	传感器 ID2	0	12
SENT_SENSOR_ID3	传感器 ID3	0	12
SENT_SENSOR_ID4	传感器 ID4	0	12
SENT_OEM_CODE1	OEM 代码 1	0	12
SENT_OEM_CODE2	OEM 代码 2	0	12
SENT_OEM_CODE3	OEM 代码 3	0	12
SENT_OEM_CODE4	OEM 代码 4	0	12
SENT_OEM_CODE5	OEM 代码 5	0	12
SENT_OEM_CODE6	OEM 代码 6	0	12
SENT_OEM_CODE7	OEM 代码 7	0	12
SENT_OEM_CODE8	OEM 代码 8	0	12
PSI5 配置参数			
PSI5_OUT_MODE	PSI5 输出模式	3	2
PSI5_PAYLOAD_SIZE	有效数据长度	20	5
PSI5_ERROR_DETECTION	错误检测方法	0	1
PSI5_CYCLE_TIME	通信周期	0	2
PSI5_TRANSMIT_SPEED	数据传输速度	1	1
PSI5_FORMAT_PRECEISION	数据帧格式精度	1	1
PSI5_TRIGGER_LEVEL	同步脉冲触发电平设置	1	1
PSI5_TS[1..4]_ENABLE	时隙使能	0	1
PSI5_TS[1..4]_SENSOR	传送的时隙数据选择	3	3
PSI5_TS[1..4]_STARTTIME	时隙开始时间	0	11
PSI5_INIT_PHASES	初始化配置	0	2
PSI5_INIT_I_DURATION	初始化 1 阶段周期	100	8

用户可编程参数(续)

PSI5_INIT_II_EXTRA_FIELDS	初始化 2 阶段扩展数据使能	0	1
PSI5_INIT_II_REPETITION	初始化 2 阶段重复次数	1	2
PSI5_INIT_METAINFO	PSI5 版本	6	4
PSI5_INIT_INITLENGTH	初始化数据长度	9	8
PSI5_INIT_VENDORID	供应商 ID	6	8
PSI5_INIT_SENSORTYPE	传感器类型	6	4
PSI5_INIT_SENSORPARAMS	传感器指定参数	0	8
PSI5_INIT_SENSORCODE	传感器厂家指定参数	0	8
PSI5_INIT_SENSORAPPCODE	产品版本信息	0	12
PSI5_INIT_PRODUCTIONDATE	生产日期	0	16
诊断功能设置			
DIAG_EN	诊断使能位	1	1
DIAG_MASK	诊断屏蔽寄存器	128	8
DC_FAULT	电源电压过低时 PWM 的输出占空比	0	8
DC_FTL	磁场过低时 PWM 的输出占空比	0	8
GAIN_THRESHOLD_LOW	模拟运放第二级增益低阈值	0	5
GAIN_THRESHOLD_HIGH	模拟运放第二级增益高阈值	31	5
FIELDTHOLD_LOW	场强低阈值	0	8
FIELDTHOLD_HIGH	场强高阈值	255	8
TEMPTHRESHOLD_LOW	低温阈值	0	7
TEMPTHRESHOLD_HIGH	高温阈值	127	7
DIAG_DEBOUNCE	诊断去抖动时间	0	3
线性传输曲线设置参数			
OUTSLOPE_COLD	低温角度补偿系数	0	8
OUTSLOPE_HOT	高温角度补偿系数	0	8
CLAMP_HIGH	输出高钳位	65535	16
CLAMP_LOW	输出低钳位	0	16
DP	断点/零点	0	16
CW	旋转方向	0	1
WORK_RANGE_GAIN	16 点/32 点校准工作角度范围 (度)	360	16
LNR_POINTS	校准点选择	3	2

用户可编程参数(续)

LNR_A_X	4 点校准，X 轴坐标 (角度)	0	16
LNR_B_X		0	16
LNR_C_X		0	16
LNR_D_X		0	16
LNR_A_Y	4 点校准，Y 轴坐标 (%VDD)	0	16
LNR_B_Y		0	16
LNR_C_Y		0	16
LNR_D_Y		0	16
LNR_A_S	4 点校准，各段斜率	0	16
LNR_B_S		0	16
LNR_C_S		0	16
LNR_D_S		0	16
LNR4_S0	4 点校准，初始斜率	0	16
LNR4_Y5	4 点校准，终点 Y 坐标	0	16
LNR_Y0	4 点，16 点/32 点校准初始点 Y 坐标	0	16
LNR9_Yn	8 点校准，Y 轴坐标 (n=0~8)	0	9x16
LNR9_Xn	8 点校准，X 轴坐标 (n=0~8)	0	9x16
LNR17_Yn	16 点校准，Y 轴坐标 (n=0~15)	0	17x16
LNR_DELTAYn	32 点校准，Y 轴坐标 (偏移量%)(n=0~31)	0	32x8
LNR_DELTA_Y_EXPAND	32 点校准，Y 轴坐标偏差范围设置	3	2

输出模式

SC69411 提供 5 种输出模式：比例模拟输出，PWM 输出，SENT 输出，I²C 输出，PSI5 输出。PWM 和 SENT 支持漏极开路输出及推挽输出。

参数	数值	描述
OUT mode【2:0】	0	I²C 输出
	1	模拟输出
	2	SENT
	3	PWM
	4	PSI5
	5	I²C 输出
	6	I²C 输出
	7	I²C 输出

PWM 输出模式-输出极性设置

参数	数值	描述
PWM POL	0	低电平有效
	1	高电平有效

PWM 输出模式-输出频率设置

参数	数值	描述
PWMT【15:0】	2000 40000	100-2000Hz 频率

PWM 输出模式-SENT 设置

参数	数值	描述
OUT_CONFIG【1:0】	0	数字高阻态输出
	1	数字输出 NMOS Open Drain
	2	数字输出 PMOS Open Drain
	3	数字推挽输出

PWM 输出模式-输出波形

PWM 设置为 PWM_POL=0，PWMT=0x0FA0(1000Hz)，输出占空比 0.0244%时 PWM 输出波形。

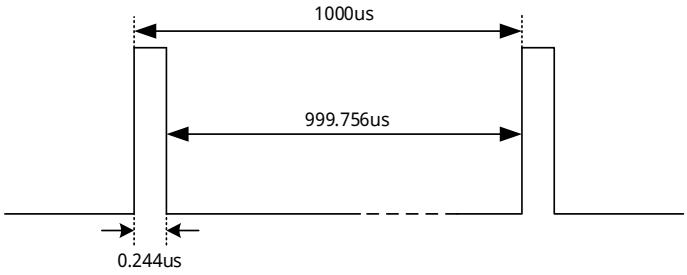


图10 PWM_POL=0时 PWM输出波形

PWM 设置为 PWM_POL=1，PWMT=0x0FA0(1000Hz)，输出占空比 0.0244%时 PWM 输出波形。

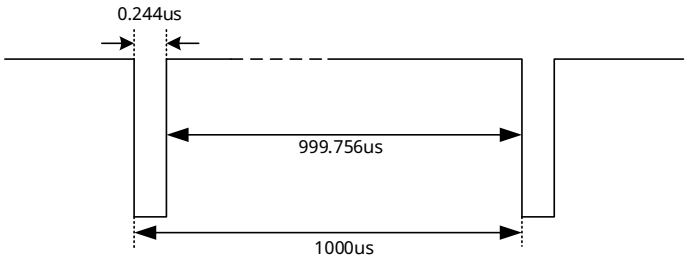


图11 PWM_POL=1时PWM输出波形

SENT 协议输出

SC69411 的数字 SENT 输出兼容 SAE J2716 APR2016。

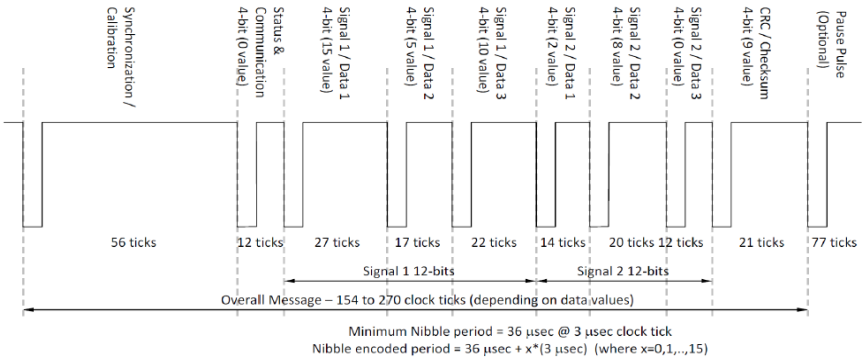


图12 2通道12位数据SENT信息格式例子

SENT 协议输出-SENT 快速帧数据格式选择

参数	数值	描述
SENT_FC_FORMAT【0】	0	双阀体位置传感器
	1	单可靠传感器

SENT 协议输出-A.1 双阀体位置传感器数据帧

SC69411 根据 SAE J2716 附录 A.1 中定义的双阀体位置传感器发送一串数据字节。CH1 一直发送 12 位的传感器数据，CH2 通道内容则由 SENT CH2 DATA 设置。

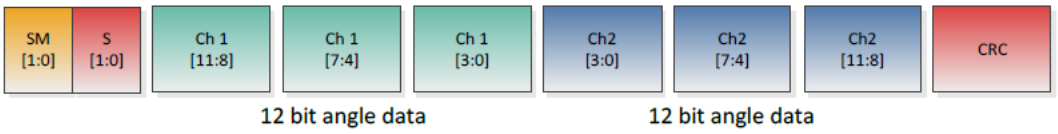


图13 A.1双阀体位置传感器数据帧

SENT 协议输出-通道 2 配置 nibbles 数量

参数	数值	描述
SENT_NIBBLE_NUMBER【0】	0	3 nibbles
	1	6 nibbles

SENT 协议输出-通道 2 配置数据

参数	数值	描述
SENT CH2 DATA【1:0】	0	12 位温度传感器数据
	1	0xFF9(4089)-CH1
	2	用户自定义的 12 位数据
	3	0xFFF(4095)-CH1

SENT 协议输出-A.3 单可靠位置传感器数据帧

SC69411 根据 SAE J2716 附录 A.3 中定义的单路安全位置传感器发送包含 CH1 通道的 12 位传感器角度数据和滚动计数器以及角度数据高 4 位取反数据。



图14 A.3单可靠位置传感器数据帧

SENT 协议输出-初始化启动帧

参数	数值	描述
SENT INIT DATA【1:0】	0	SAE 兼容-0x000
	1	OEM 要求-0xFFF

SENT 协议输出-SENT tick 时间配置

参数	数值	描述
OUT mode【2:0】	0	3.0us 标准 SENT
	1	保留
	2	保留
	3	1.5us 快速 SENT
	4	保留
	5	保留
	6	6.0us 慢速 SENT
	7	保留

SENT 协议输出-帧长度设置

参数	数值	描述
SENT_FRAME_LENGTH【9:0】	默认 297 ticks	帧长度设置

SENT 协议输出-SENT 版本选择

参数	数值	描述
SENT_REV【2:0】	0	没有指定版本
	1	2007
	2	2008
	3	2010
	4	2016

SENT 协议输出-增强型串行消息

增强型串行消息是一个可以传输大量数据和信息 ID 的通信协议，串行数据是通过状态和通信 Nibble 的第 2 位和第 3 位 SM【1:0】传输。如图 所示一个串行信息帧由 18 个连续的 SENT 数据信息组成，所有的 18 帧必须被成功接收(没有错误，校准脉冲变化、数据字节 CRC 错误等)。

增强型串行消息包含 12 位数据和 8 位信息 ID 的增强型串行信息。SM[0] 包含 6 位 CRC，然后跟随 12 位数据。信息内容由 SM[1] 信道中传输的 8 位信息 ID 定义。默认情况下，传输由 24 个数据组成的短序列。可选择使用扩展序列，从而传输一个包含 40 个数据的周期。

此外，在序列(短序列或扩展序列)结束时，可选择返回传感器检测到的磁场的标准值。

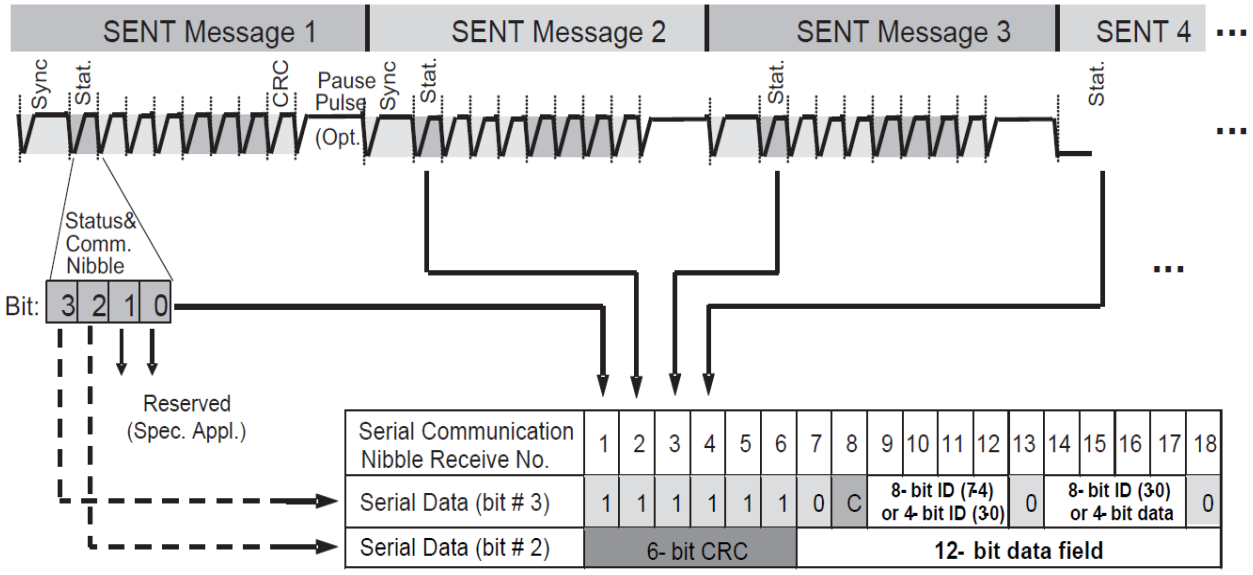


图15 增强型串行消息数据格式

序号	8 位 ID	内容	描述
标准序列			
1	0x01	Diagnostic error code	诊断寄存器
2	0x06	SENT standard revision	SENT_REV
3	0x01	Diagnostic error code	诊断寄存器
4	0x05	Manufacturer code	SENT_MAN_CODE
5	0x01	Diagnostic error code	诊断寄存器
6	0x03	Channel 1 / 2 Sensor type	SENT_SENSOR_TYPE
7	0x01	Diagnostic error code	诊断寄存器
8	0x07	Fast channel 1: X1	SENT_CHANNEL_X1
9	0x01	Diagnostic error code	诊断寄存器
10	0x08	Fast channel 1: X2	SENT_CHANNEL_X2
11	0x01	Diagnostic error code	诊断寄存器
12	0x09	Fast channel 1: Y1	SENT_CHANNEL_Y1
13	0x01	Diagnostic error code	诊断寄存器
14	0x0A	Fast channel 1: Y2	SENT_CHANNEL_Y2
15	0x01	Diagnostic error code	诊断寄存器
16	0x23	(Internal) temperature	温度寄存器
17	0x01	Diagnostic error code	诊断寄存器
18	0x29	Sensor ID #1	SENT_SENSOR_ID1
19	0x01	Diagnostic error code	诊断寄存器
20	0x2A	Sensor ID #2	SENT_SENSOR_ID2
21	0x01	Diagnostic error code	诊断寄存器
22	0x2B	Sensor ID #3	SENT_SENSOR_ID3
23	0x01	Diagnostic error code	诊断寄存器
24	0x2C	Sensor ID #4	SENT_SENSOR_ID4
扩展序列			
25	0x01	Diagnostic error code	诊断寄存器
26	0x90	OEM Code #1	SENT_OEM_CODE1
27	0x01	Diagnostic error code	诊断寄存器
28	0x91	OEM Code #2	SENT_OEM_CODE2
29	0x01	Diagnostic error code	诊断寄存器
30	0x92	OEM Code #3	SENT_OEM_CODE3
31	0x01	Diagnostic error code	诊断寄存器

序号	8 位 ID	内容	描述
32	0x93	OEM Code #4	SENT_OEM_CODE4
33	0x01	Diagnostic error code	诊断寄存器
34	0x94	OEM Code #5	SENT_OEM_CODE5
35	0x01	Diagnostic error code	诊断寄存器
36	0x95	OEM Code #6	SENT_OEM_CODE6
37	0x01	Diagnostic error code	诊断寄存器
38	0x96	OEM Code #7	SENT_OEM_CODE7
39	0x01	Diagnostic error code	诊断寄存器
40	0x97	OEM Code #8	SENT_OEM_CODE8
磁场扩展			
41	0x80	Field Strength	磁场强度寄存器(标准序列)

备注：

*(1) SENT@ ID 23 = 8 * (T[C] – 35[C]) + 865 LSB12*

SENT 协议输出-增强型串行消息慢速通道选择

参数	数值	描述
SERIAL_CONFIG【0】	0	关闭增强型串行消息慢速通道
	1	使能增强型串行消息慢速通道

SENT 协议输出-增强型串行消息序列选择

参数	数值	描述
SENT_SLOW_EXTENDED【0】	0	短序列串行信息选择
	1	扩展序列串行信息选择

SENT 协议输出-当扩展序列被使能，可以配置是否使用磁场扩展

参数	数值	描述
SENT_SLOW_BFIELD【0】	0	没有磁场扩展
	1	有磁场扩展

SENT 协议输出-PAUSE 配置

参数	数值	描述
SENT_PAUSE_OPTION【0】	0	连续非同步角度采集，SENT 没有暂停位
	1	连续同步角度采集，SENT 带暂停位

PSI5 协议输出

根据 PSI5 协议规范，通过调制电源引脚 VDD 的电流来传输信息。SC69411 符合 PSI5 协议规范 v2.3，向前兼容 v2.1 和 v1.3 。

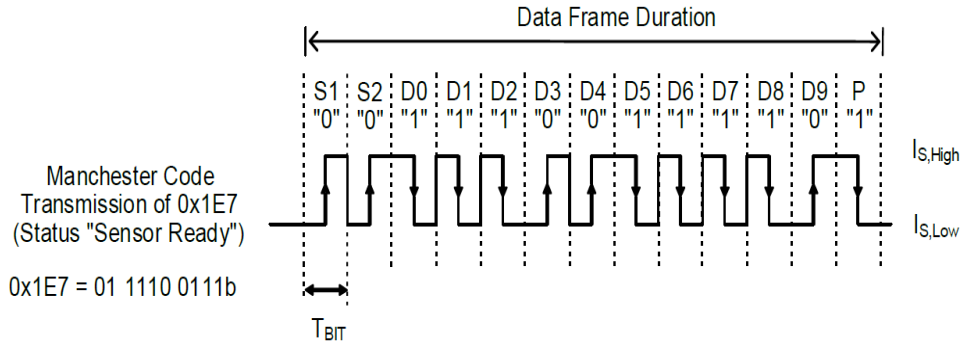


图 16 PSI5 曼彻斯特编码格式

PSI5 协议输出-数据帧格式

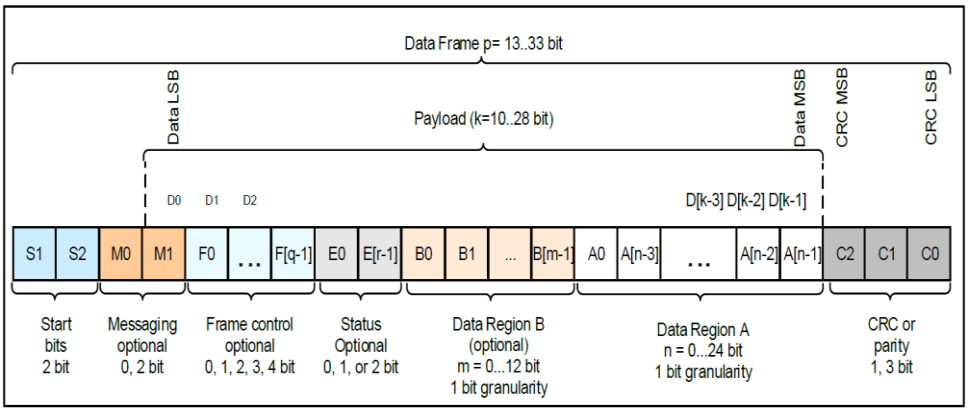


图 17 PSI5 数据帧格式

PSI5 协议输出-错误检测方法

参数	数值	描述
PSI5_ERROR_DETECTION【1:0】	0	CRC 模式
	1	奇偶校验

PSI5 协议输出-数据长度

参数	数值	描述
PSI5_PAYLOAD_SIZE【4:0】	8-24	数据长度
PSI5_FORMAT_PRECEISION【0】	0	低精度
	1	高精度

参数	数值	描述
PSI5_FORMAT_PRECEISION【0】	0	关闭时隙
	1	使能时隙
PSI5_TSx_SENSOR【2:0】	0	角度数据
	1	-
	2	温度
	3	磁场
	4	-
PSI5_TS[1..4]_STARTTIME 【10:0】	11	时隙开始时间

PSI5 协议输出-PSI5 电流调制方法

数据帧通过电流消耗调制器传输，编码方式为曼彻斯特编码。低电平(I_{Slow})表示传感器的静态电流消耗，高电平(I_{Shigh})由传感器 Sink 电流的增加而产生($I_{Slow}+\Delta I_{Shigh}$)。($I_{Slow}+\Delta I_S$) 而产生高电平 ($I_{Shigh}$)。可选择灌电流 ($\Delta I_S$) 和位持续时间 ($T_{BIT}$) 。

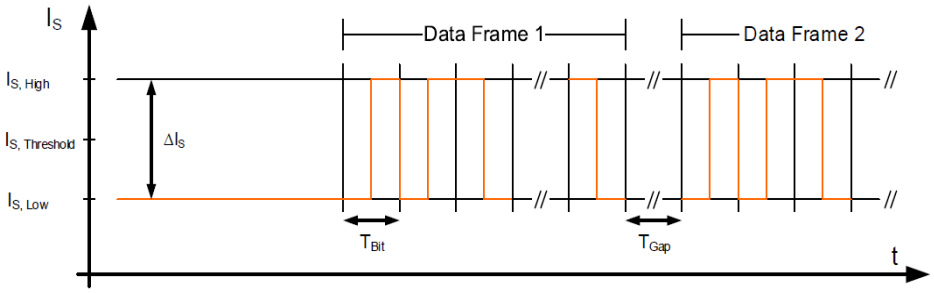


图 18 PSI5 数据电流调制

参数	数值	描述
PSI5_LOWCOMMON_MODE【1:0】	0	低电流 13mA
	1	正常电流 26 mA

PSI5 通信模式

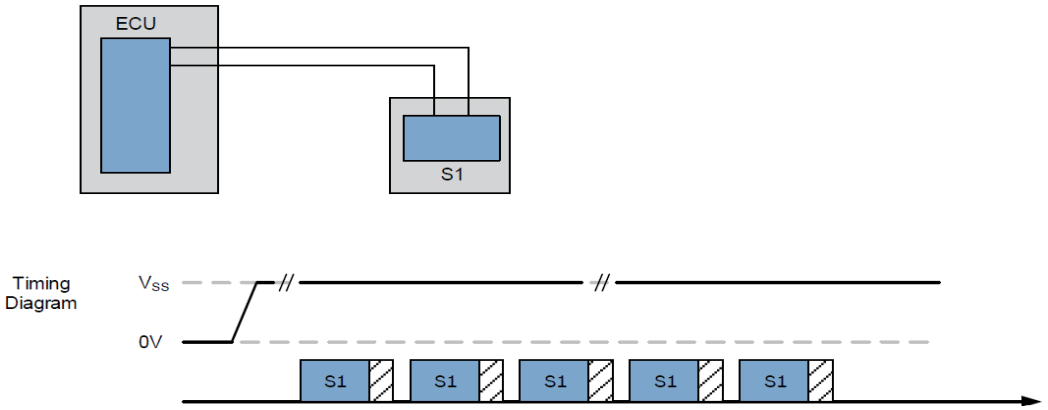


图 19 PSI5 异步模式

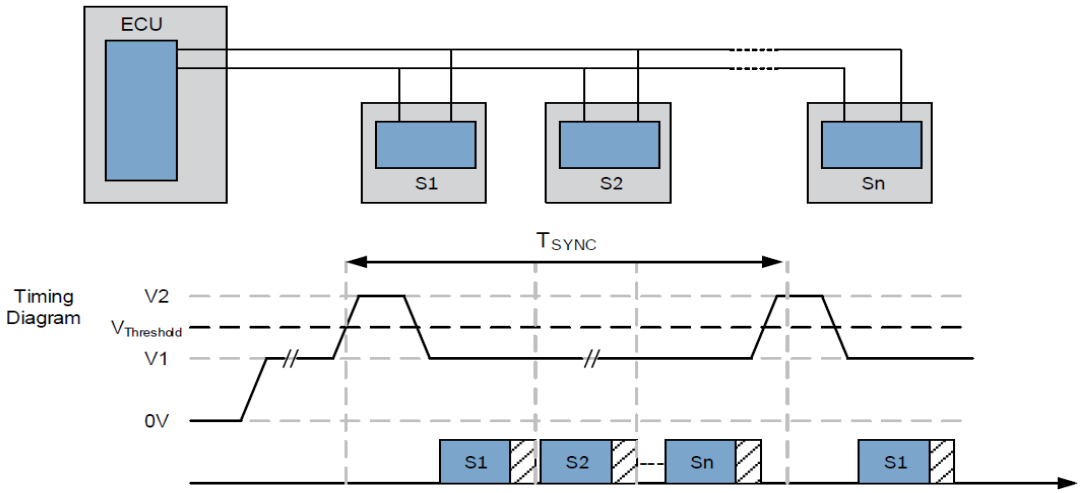


图 20 PSI5 同步并行模式

PSI5 协议输出-输出模式

参数	数值	描述
PSI5_OUT_MODE【1:0】	2	异步模式
	3	同步并行模式

PSI5 协议输出-周期时间

参数	数值	描述
PSI5_OUT_MODE【1:0】	0	300μs
	1	500μs
	2	1000μs

PSI5 协议输出-传输速度

参数	数值	描述
PSI5_TRANSMIT_SPEED	0	低速 125 kbit/s
	1	高速 189kbit/s

PSI5 协议输出-同步脉冲触发电平设置

参数	数值	描述
PSI5_TRIGGER_LEVEL【0】	0	减少的同步脉冲
	1	标准同步脉冲

PSI5 协议输出-传感器初始化

初始化阶段 1	初始化阶段 2	初始化阶段 3	运行模式
启动	数据内容	状态	传感器或者状态数据

PSI5 协议输出-初始化功能配置

参数	数值	描述
PSI5_INIT_PHASES【1:0】	0	正常初始化
	1	关闭初始化阶段 2
	2	关闭初始化阶段 2 和 3
	3	保留

PSI5 协议输出-初始化阶段 1 周期

参数	数值	描述
PSI5_INIT_I_DURATION【7:0】	100	50-200ms

PSI5 协议输出-数据内容

序号	数据字段	参数	描述
强制数据			
1	F1(D1)	PSI5_INIT_METAINFO	PSI5 版本
2	F2(D2，D3)	PSI5_INIT_INITLENGTH	初始化数据长度
3	F3(D4，D5)	PSI5_INIT_VENDORID	供应商 ID
4	F4(D6，D7)	PSI5_INIT_SENSORTYPE	传感器类型
5	F5(D8，D9)	SI5_INIT_SENSORPARAMS	传感器指定参数
扩展数据			
6	F6(D10，D11)	PSI5_INIT_SENSORCODE	传感器厂家指定参数
7	F7(D12-D14)	PSI5_INIT_SENSORAPPCODE	产品版本信息
8	F8(D15-D18)	PSI5_INIT_PRODUCTIONDATE	生产日期
9	F9(D19-D22)	SEMI_ID	赛卓 ID

PSI5 协议输出-初始化阶段 3

参数	数值	描述
Sensor ready	0x1E7	状态数据
Sensor defect	0x1F4	状态数据

两线 I²C 协议输出(从机)

传感器前端设置

第一级增益设定

参数	数值	描述
GAIN_G【2:0】	0	2.5
	1	5
	2	10
	3	15

第二级增益设定

AGC 使能用于设置第二级增益的自动增益控制使能。AGC 设置为 1，使能自动增益控制；设置为 0，关闭自动增益控制。AGC 控制位使能关闭，则通过寄存器直接设置第二级增益。

参数	数值	描述
AGC	0	关闭自动增益控制
	1	使能自动增益控制
GAIN_F【4:0】	0	1
	1	1.1
	2	1.21
	...	...
	29	15.86
	30	17.4
	31	20

可追踪信息

在出厂时，每个器件包含赛卓出厂 ID 和用户 ID 用于回溯追踪。

参数	数值
USER_ID1【7:0】	0-255
USER_ID2【7:0】	0-255
USER_ID3【7:0】	0-255
USER_ID4【7:0】	0-255

EEPROM 写保护

参数	数值	描述
EEPROM_LOCK_CODE【6:0】	0xAD	EEPROM 只读
	其他值	EEPROM 可以读写，擦除

诊断

诊断使能

参数	数值	描述
DIAG_EN	0	关闭诊断
	1	使能诊断

诊断屏蔽寄存器

对应屏蔽位设置 0，该故障会触发诊断；对应屏蔽位设置 1，该故障不会触发诊断。

BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
CRC 校验错误	GAINF 溢出	电流诊断	数字电压故障	CORDIC 溢出	场强溢出	ADC 溢出	温度溢出

模拟诊断设置

参数	数值	描述
DIAG_MO【1:0】	0	数字高阻态输出
	1	数字输出 NMOS Open Drain
	2	数字输出 PMOS Open Drain
	3	数字推挽输出

PWM 诊断设置

参数	数值	描述
DC_FAULT【7:0】	0-255	电源电压过低时 PWM 的输出占空比
DC_FTL【7:0】	0-255	磁场过低时 PWM 的输出占空比

诊断阈值

参数	数值	描述
GAIN_THRESHOLD_LOW【4:0】	0-31	第二级模拟运放增益低阈值
GAIN_THRESHOLD_HIGH【4:0】	0-31	第二级模拟运放增益高阈值
TEMPTHRESHOLD_LOW【6:0】	0-127	低温阈值
TEMPTHRESHOLD_HIGH【6:0】	0-127	高温阈值
FIELDTHOLD_LOW【7:0】	0-255	场强低阈值
FIELDTHOLD_HIGH【7:0】	0-255	场强高阈值

诊断去抖动时间设置

参数	数值	STEP_UP TIME(ms)	STEP_DOWN TIME(ms)
DIAG_DEBOUNCE【2:0】	0	20	20
	1	20	30
	2	20	40
	3	40	40
	4	60	80
	5	80	100
	6	100	120
	7	120	140

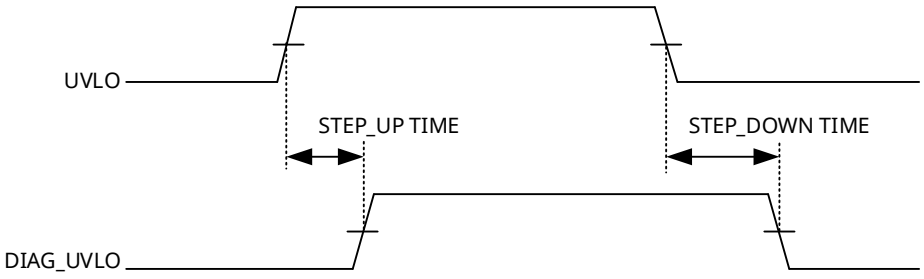


图21 诊断去抖动时序

输出参数设置

角度输出温度补偿

OUTSLOPE_HOT 和 OUTSLOPE_COLD 这两个参数用于补偿温度相关的偏移量。该偏移应用于钳位功能之前的角度。如下图所示，偏移是通过器件内部线性化温度计算得出的。

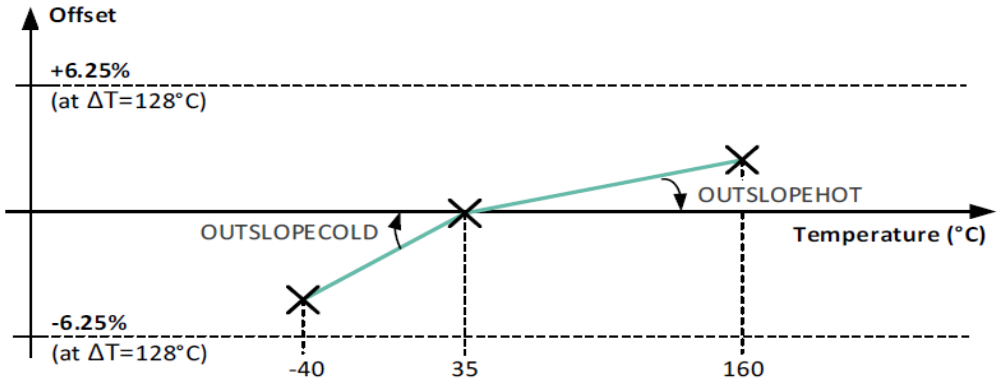


图 22 温度偏移图

该偏移的跨度为全输出的±6.25%，根据线性化温度取决于温度是低于还是高于 35℃

如果芯片内部温度高于 35℃： $Angle_{Compensated}$ = Angle − ΔT *OUTSLOPE_HOT /64

如果芯片内部温度低于 35℃： $Angle_{Compensated}$ = Angle − ΔT *OUTSLOPE_COLD /64

输出钳位设置

输出钳位设置用于限制输出电压范围。CLAMP_LOW 设定输出电压最小值，CLAMP_HIGH 设定输出电压最大值。这两个参数对于 4 点、8 点、16 点和 32 点矫正模式都起作用。

参数	数值	描述
CLAMP_LOW	0-100	低钳位
CLAMP_HIGH	0-100	高钳位

断点/零点-DP

SC69411 的断点和零点是同一个点，该点可以编程在圆周上任一点，所有的角度都是以断点或零点为基准的。DP 是 0 度和 360 度的跳变点，对于小于 360 度行程的应用，DP 不要和工作行程起点设置在同一个位置，必须设置在工作行程外。

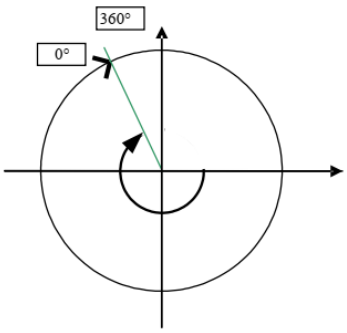


图23 DP示意图

参数	数值	描述
DP	0-360	断点/零点(度)

旋转方向

CW 参数定义了磁铁的旋转方向。

逆时针定义按 1-4-5-8 引脚顺序(SOP8 封装)或 1-8-9-16 引脚顺序(eTSSOP16L 封装)旋转;顺时针定义为相反的方向，按 8-5-4-1 引脚顺序(SOP8 封装)或 16-9-8-1 引脚顺序(eTSSOP16L 封装)旋转。

参数	数值	描述
CW	0	逆时针旋转
	1	顺时针旋转

4 点校准模式

SC69411 允许用户用 4 点校准模式将输出曲线通过 4 点分为最多 5 段，允许减少校准点数至 2 点或 3 点。4 个标定点的 Y 坐标(-50%~100%)和 X 坐标(0°~360°)和 5 段斜率(LNR_S0,LNR_S1,LNR_S2,LNR_S3,LNR_S4)完全由用户设定。计算斜率，需要曲线的 0 度起始和 360 度终止两个端点来计算 LNR_S0 和 LNR_D_S。

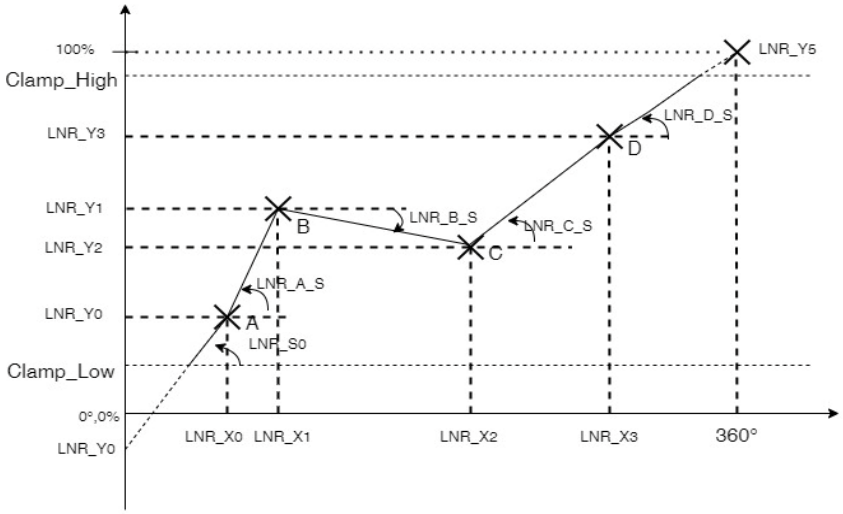


图24 4点校准曲线图

8 点任意点校准模式

SC69411 允许用户通过自定义任意 8 个标定点的 X 坐标(0°~360°)和 Y 坐标(0%~100%)来编程用户需要的输出曲线。但是斜率不可设置，只能由相邻两点计算得出。此外还需要默认的固定标定点[0°，0%]作为起始点。

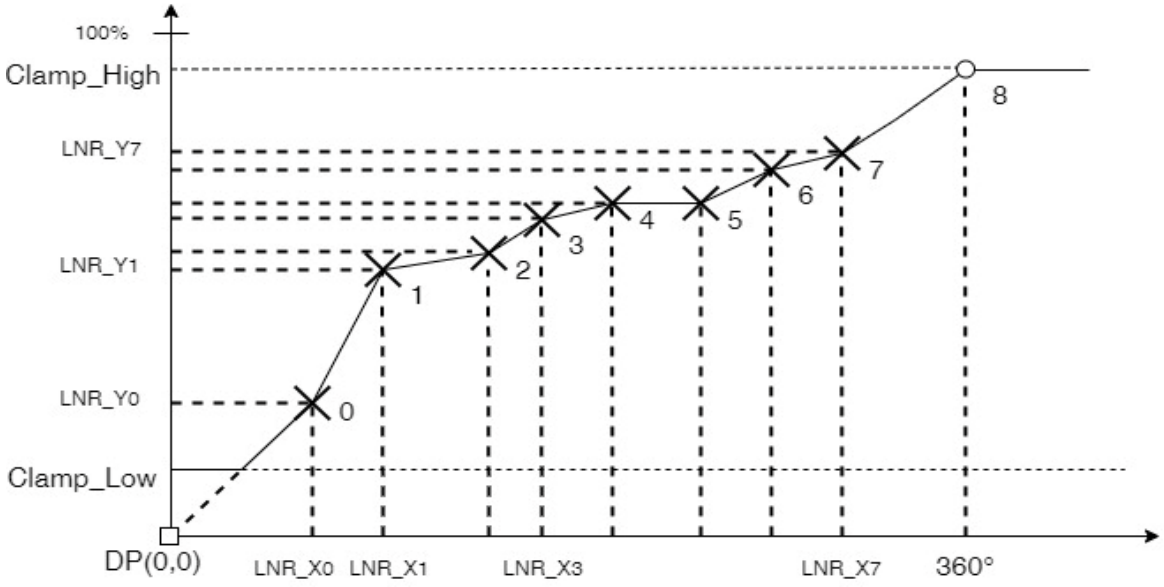


图25 8点校准曲线图

16 段校准模式

16 段校准模式，只允许设定坐标点的 Y 轴值。X 轴坐标由 W 值定义，在 WORK_RANGE 范围内均分为 16 段。Y 点坐标允许范围为钳位电压的-50%~+150%，可使得钳位电压在某一段的之间(如下图所示)。但是输出仍然是钳位电压。

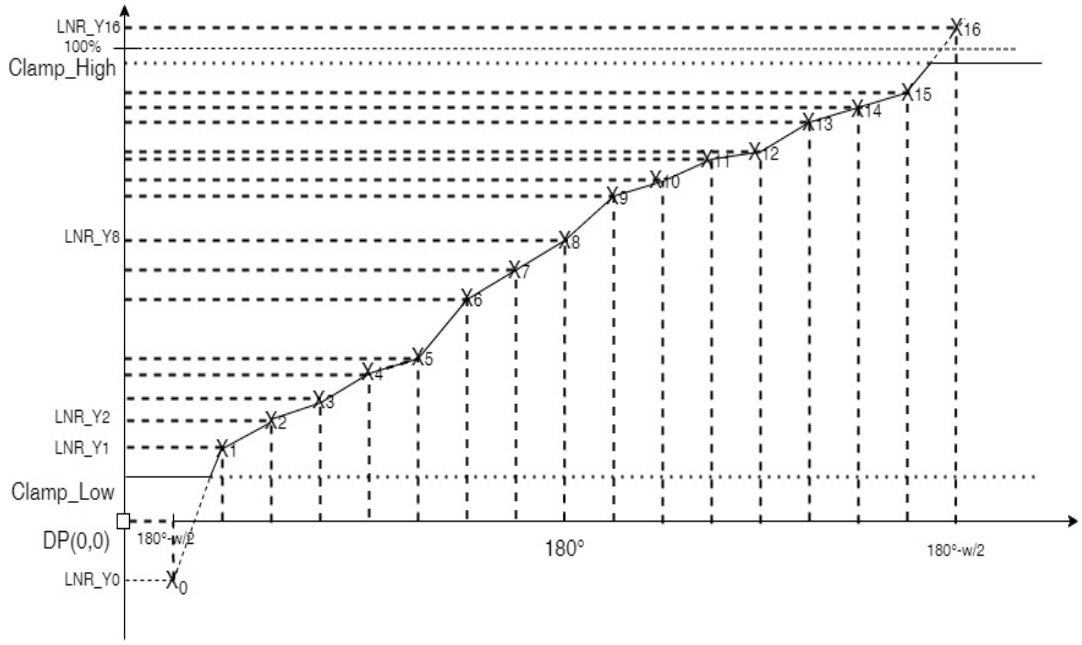


图26 16段校准曲线图

32 段校准模式

由 WorkRange 定义工作区间 W,以 180°为中心均分为 32 段。Y 轴坐标仅由 8bit 数据构成，因此不是坐标绝对值，而是坐标增量。以两个端点分别为(180°-w/2，0%)，(180°+w/2,100%)确定一条理想曲线，ΔY 则是横轴坐标 X 对应 Y 的微调值。

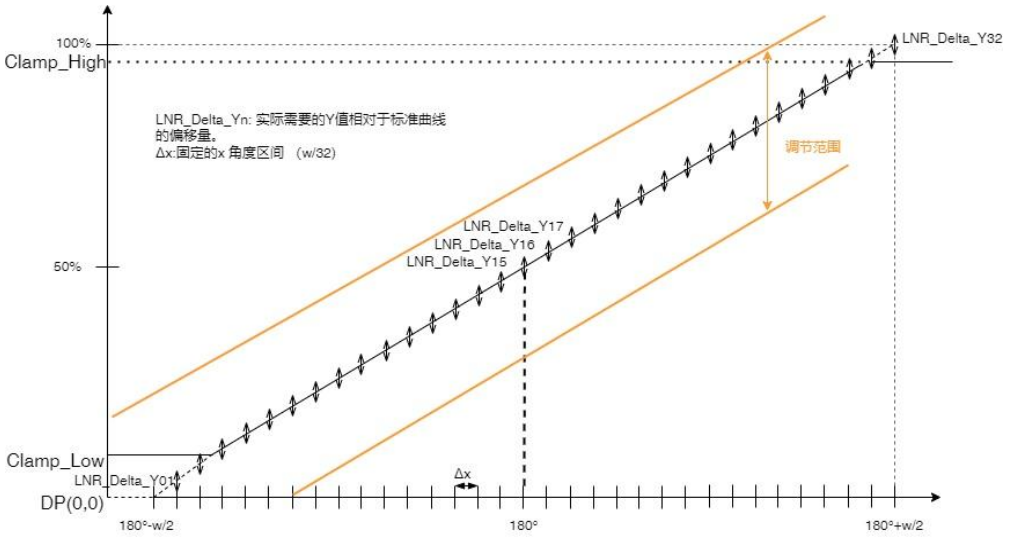


图27 32段校准曲线图

32 段校准，Y 轴坐标偏差范围设置

参数	数值	描述
LNR_DELTA_Y_EXPAND【1:0】	0	误差范围±3.125%
	1	误差范围±6.25%
	2	误差范围±12.5%
	3	误差范围±25%

角度范围选择

$$w = \frac{WORK_RANGE_GAIN \times 360°}{0XFFFF}$$

角度范围 $\theta_{min} = \frac{360°-w}{2}$ $\theta_{max} = \frac{360°+w}{2}$

θ_{min}表示输出 0%时的角度，θ_{max}表示输出 100%时的角度。为使矫正输出正常，角度范围需要设置为大于 16 的整数倍以上。

角度范围设置举例

$WORK_RANGE_GAIN$	w (°)	θ_{min} (°)	θ_{max}(°)	△X，16pts(°)	△X，32pts(°)
0x1000	22.50034	168.7498	191.2502	1.406271	0.703136
0x1100	23.90661	168.0467	191.9533	1.494163	0.747082
0x1200	25.31289	167.3436	192.6564	1.582055	0.791028
0x1300	26.71916	166.6404	193.3596	1.669947	0.834974
0x2000	45.00069	157.4997	202.5003	2.812543	1.406271
0x2100	46.40696	156.7965	203.2035	2.900435	1.450217
0x2200	47.81323	156.0934	203.9066	2.988327	1.494163
0x2300	49.2195	155.3902	204.6098	3.076219	1.538109
0x3000	67.50103	146.2495	213.7505	4.218814	2.109407
0x3100	68.9073	145.5463	214.4537	4.306706	2.153353
0x3200	70.31357	144.8432	215.1568	4.394598	2.197299
0x3300	71.71984	144.1401	215.8599	4.48249	2.241245
0x4000	90.00137	134.9993	225.0007	5.625086	2.812543
0x4100	91.40764	134.2962	225.7038	5.712978	2.856489
0x4200	92.81392	133.593	226.407	5.80087	2.900435
0x4300	94.22019	132.8899	227.1101	5.888762	2.944381
0xFA00	351.5679	4.216068	355.7839	21.97299	10.9865
0xFB00	352.9741	3.512932	356.4871	22.06088	11.03044
0xFC00	354.3804	2.809796	357.1902	22.14878	11.07439
0xFD00	355.7867	2.106661	357.8933	22.23667	11.11833
0xFE00	357.193	1.403525	358.5965	22.32456	11.16228
0xFF00	358.5992	0.700389	359.2996	22.41245	11.20623
0xFFFF	360	0	360	22.5	11.25

11. 典型应用电路

模拟/PWM/SENT SOP8 单路封装应用电路

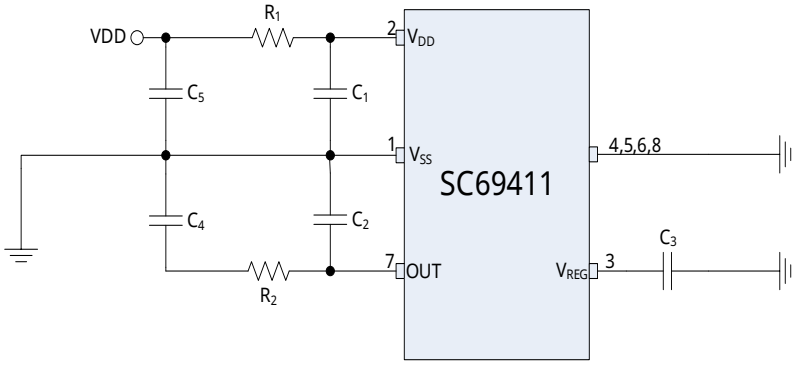


图28 模拟/PWM/SENT SOP8封装应用参考电路图

模拟输出参考值

元件	最小值	典型值	最大值	描述
R_1	-	0Ω	10Ω	减小 EMC 影响，增加输出比例错误
R_2	-	0Ω	51Ω	减小 EMC 影响
C_1	100nF	100nF	-	靠近引脚摆放
C_2	47nF	100nF	-	靠近引脚摆放
C_3	47nF	100nF	220nF	靠近引脚摆放
C_4	-	1nF	10nF	减小 EMC 影响，靠近连接器端摆放
C_5	-	1nF	10nF	减小 EMC 影响，靠近连接器端摆放

数字输出(PWM)参考值

元件	最小值	典型值	最大值	描述
R_1	-	0Ω	33Ω	减小 EMC 影响，影响输出高电平
R_2	-	0Ω	51Ω	减小 EMC 影响，影响输出高低电平
C_1	100nF	100nF	-	靠近引脚摆放
C_2	2.2nF	4.7nF	22nF	靠近引脚摆放
C_3	47nF	100nF	220nF	靠近引脚摆放
C_4	-	1nF	10nF	减小 EMC 影响，靠近连接器端摆放
C_5	-	1nF	2.2nF	减小 EMC 影响，靠近连接器端摆放

数字输出(SENT)参考值

元件	最小值	典型值	最大值	描述
R_1	-	0Ω	10Ω	减小 EMC 影响，影响输出高电平
R_2	-	-	-	
C_1	100nF	100nF	-	靠近引脚摆放
C_2	1nF	4.7nF	22nF	靠近引脚摆放
C_3	47nF	100nF	220nF	靠近引脚摆放
C_4	-	1nF	10nF	减小 EMC 影响，靠近连接器端摆放
C_5	-	-	1nF	减小 EMC 影响，靠近连接器端摆放

模拟/PWM/SENT 双路封装应用电路

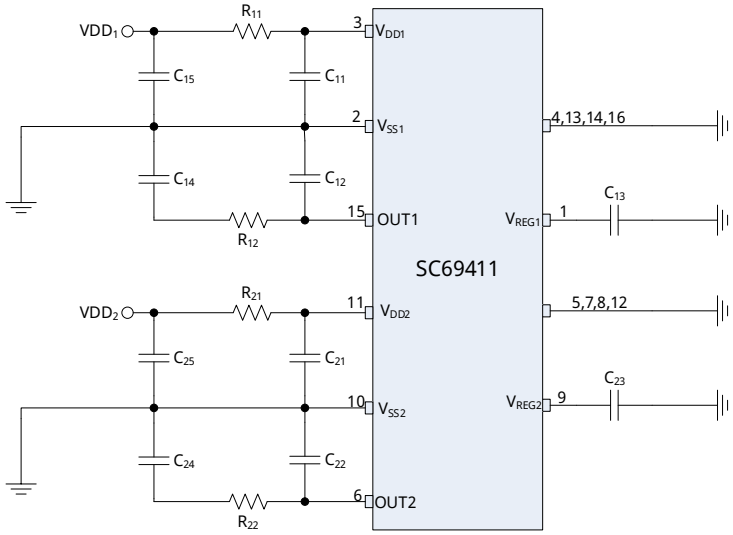


图29 模拟/PWM/SENT TSSOP16封装应用参考电路图

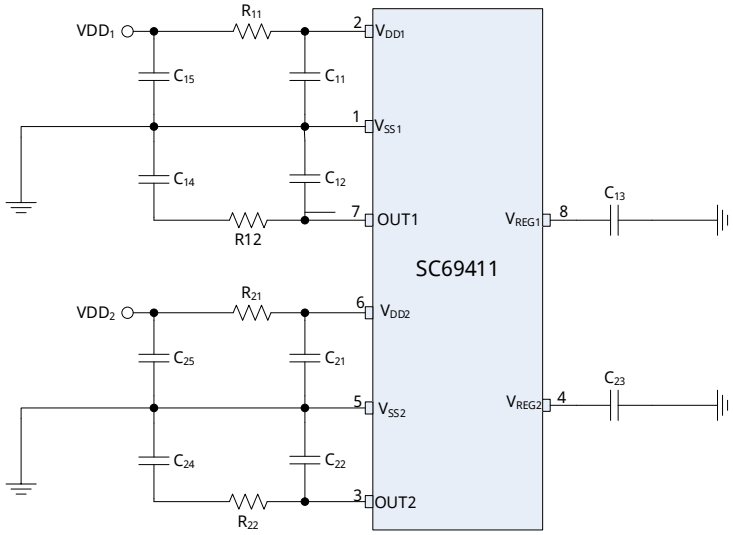


图 30 模拟/PWM/SENT SOP8封装应用参考电路图

模拟输出参考值

元件	最小值	典型值	最大值	描述
R_{11}, R_{21}	-	0Ω	10Ω	减小 EMC 影响，增大测量误差
R_{12}, R_{22}	-	0Ω	51Ω	减小 EMC 影响，增大测量误差
C_{11}, C_{21}	100nF	100nF	-	靠近引脚摆放
C_{12}, C_{22}	47nF	100nF	-	靠近引脚摆放
C_{13}, C_{23}	47nF	100nF	220nF	靠近引脚摆放
C_{14}, C_{24}	-	1nF	10nF	减小 EMC 影响，靠近连接器端摆放
C_{15}, C_{25}	-	1nF	10nF	减小 EMC 影响，靠近连接器端摆放

数字输出(PWM)参考值

元件	最小值	典型值	最大值	描述
R_{11}, R_{21}	-	0Ω	33Ω	减小 EMC 影响，影响输出高电平
R_{12}, R_{22}	-	0Ω	51Ω	减小 EMC 影响，影响输出高低电平
C_{11}, C_{21}	100nF	100nF	-	靠近引脚摆放
C_{12}, C_{22}	2.2nF	4.7nF	22nF	靠近引脚摆放
C_{13}, C_{23}	47nF	100nF	220nF	靠近引脚摆放
C_{14}, C_{24}	-	1nF	10nF	减小 EMC 影响，靠近连接器端摆放
C_{15}, C_{25}	-	1nF	2.2nF	减小 EMC 影响，靠近连接器端摆放

数字输出(SENT)参考值

元件	最小值	典型值	最大值	描述
R_{11}, R_{21}	-	0Ω	33Ω	减小 EMC 影响，影响输出高电平
R_{12}, R_{22}	-	-	-	
C_{11}, C_{21}	100nF	100nF	-	靠近引脚摆放
C_{12}, C_{22}	1nF	4.7nF	22nF	靠近引脚摆放
C_{13}, C_{23}	47nF	100nF	220nF	靠近引脚摆放
C_{14}, C_{24}	-	1nF	10nF	减小 EMC 影响，靠近连接器端摆放
C_{15}, C_{25}	-	-	1nF	减小 EMC 影响，靠近连接器端摆放

PSI5 SOP8 封装应用电路

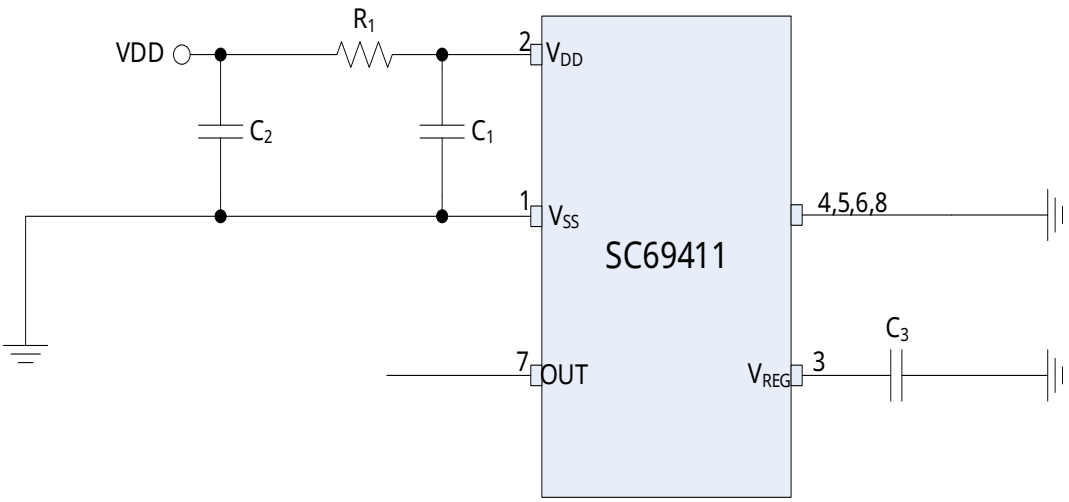


图31 PSI5输出SOP8封装应用参考电路图

元件	最小值	典型值	最大值	描述
R_1	-	0Ω	10Ω	
C_1	9nF	10nF	24nF	靠近引脚摆放
C_2	500pF	-	1nF	减小 EMC 影响，靠近连接器端摆放
C_3	47nF	100nF	220nF	靠近引脚摆放

SIP3 单路封装应用电路

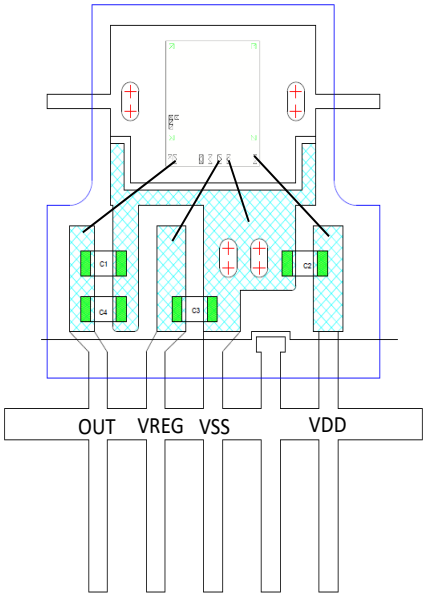
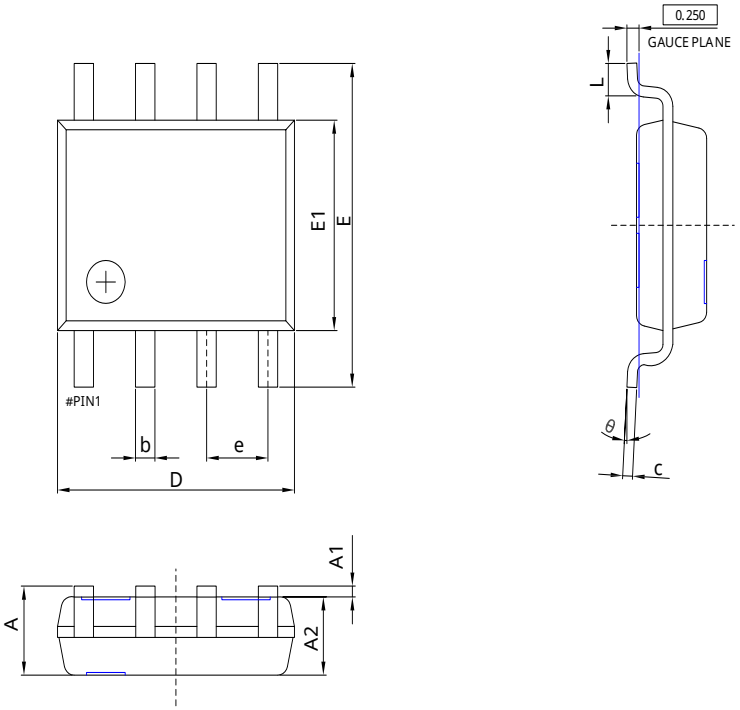


图32 SIP3 单芯片封装应用参考电路图

元件	最小值	典型值	最大值	描述
模拟输出				
C_1	-	100nF	-	
C_2	-	100nF	-	
C_3	-	100nF	-	
PWM 输出				
C_1	-	100nF	-	
C_2	-	4.7nF	-	
C_3	-	100nF	-	
SENT 输出				
C_1	-	100nF	-	
C_2	-	4.7nF	-	
C_3	-	100nF	-	
PSI5 输出				
C_1	-	10nF	-	
C_2	-	10nF	-	预留
C_3	-	100nF		

12. 封装信息

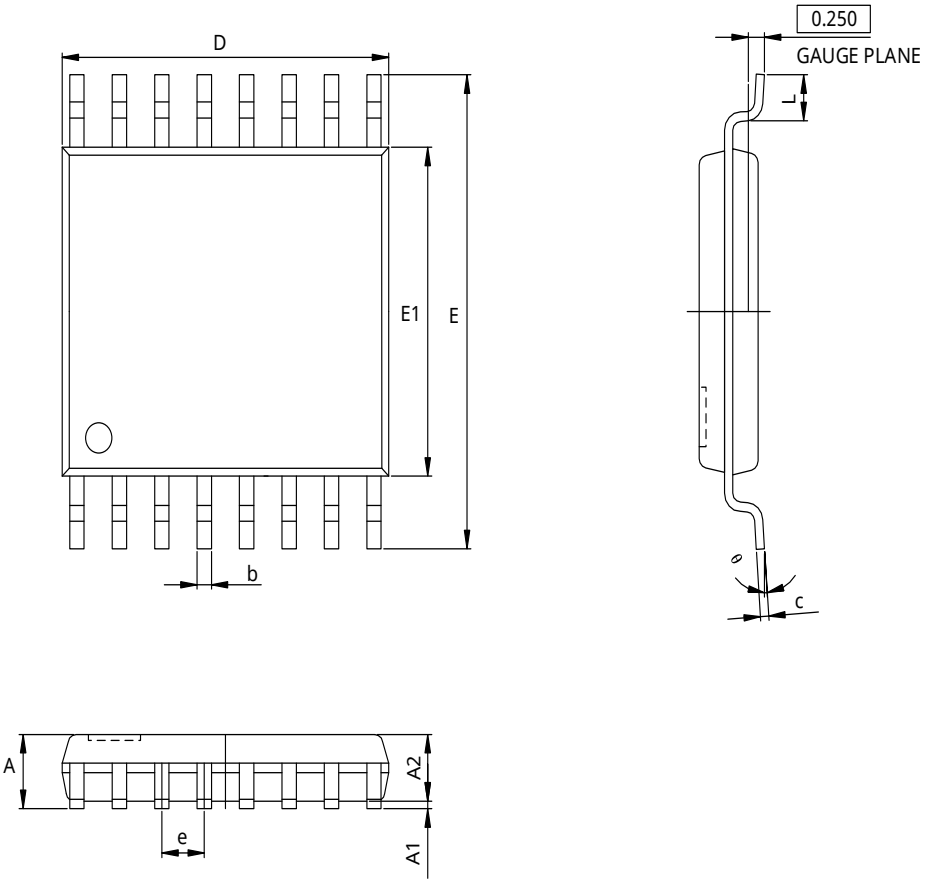
12.1. SOP8 封装（DC）



Symbol	Dimensions In Millimeters		Dimensions In Inches	
	Min.	Max.	Min.	Max.
A	1.450	1.750	0.057	0.069
A1	0.100	0.250	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	0.007	0.010
D	4.700	5.100	0.185	0.201
E	5.800	6.200	0.228	0.244
E1	3.800	4.000	0.150	0.157
e	1.270(BSC)		0.050(BSC)	
L	0.400	1.270	0.016	0.050
θ	0°	8°	0°	8°

图 33 SOP8 封装尺寸

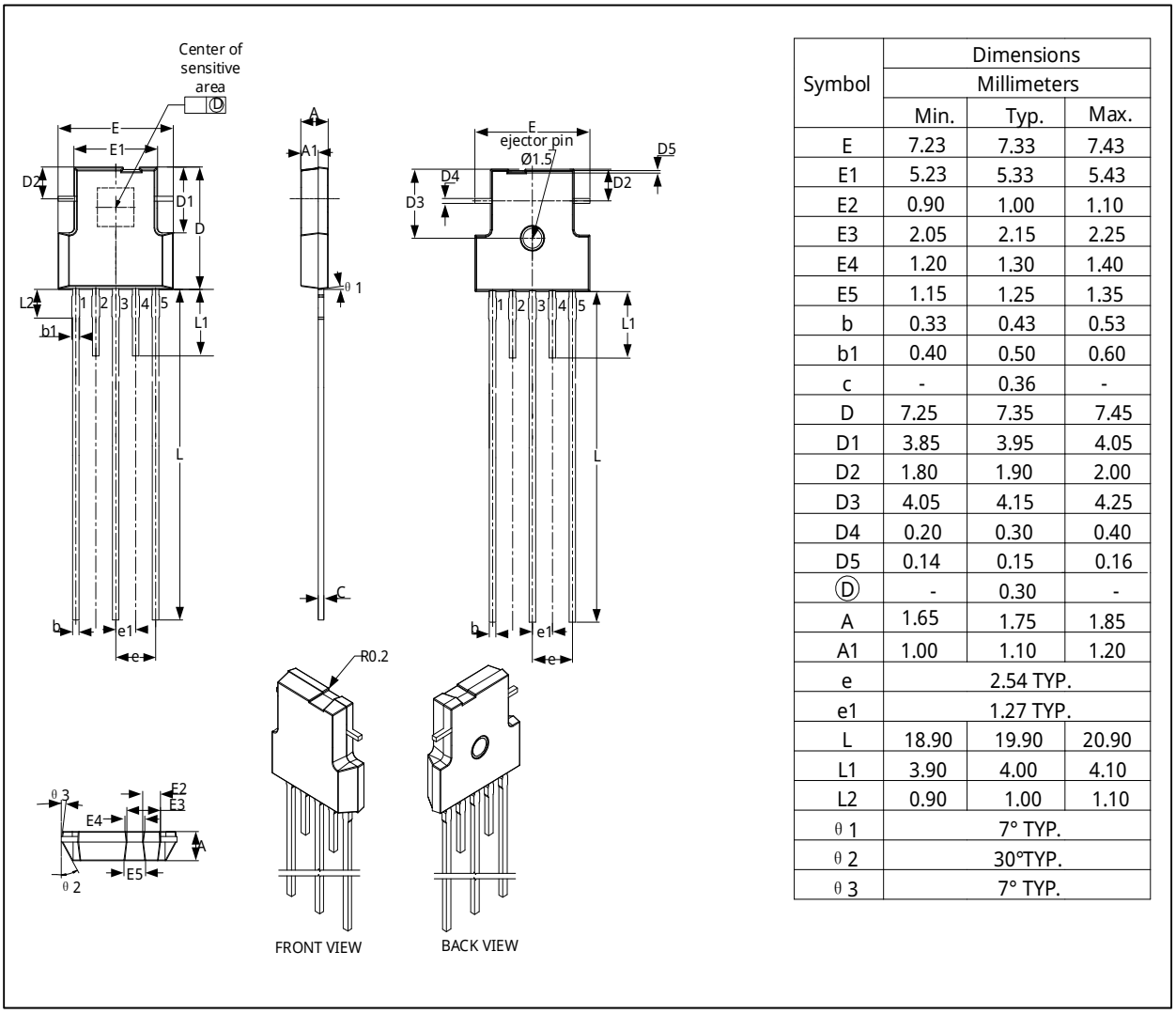
12.2. TSSOP16 封装（TG）



Symbol	Dimensions In Millimeters		Dimensions In Inches	
	Min.	Max.	Min.	Max.
A	-	1.200	-	0.047
A1	0.050	0.150	0.002	0.006
A2	0.800	1.000	0.031	0.039
b	0.190	0.300	0.007	0.012
c	0.090	0.200	0.004	0.008
D	4.900	5.100	0.193	0.201
E	6.250	6.550	0.252(BSC)	
E1	4.300	4.500	0.169	0.177
e	0.650(BSC)		0.026(BSC)	
L	0.500	0.700	0.020	0.028
θ	1°	7°	1°	7°

图 34 TSSOP16 封装尺寸

12.3. SIP3 封装（S3）

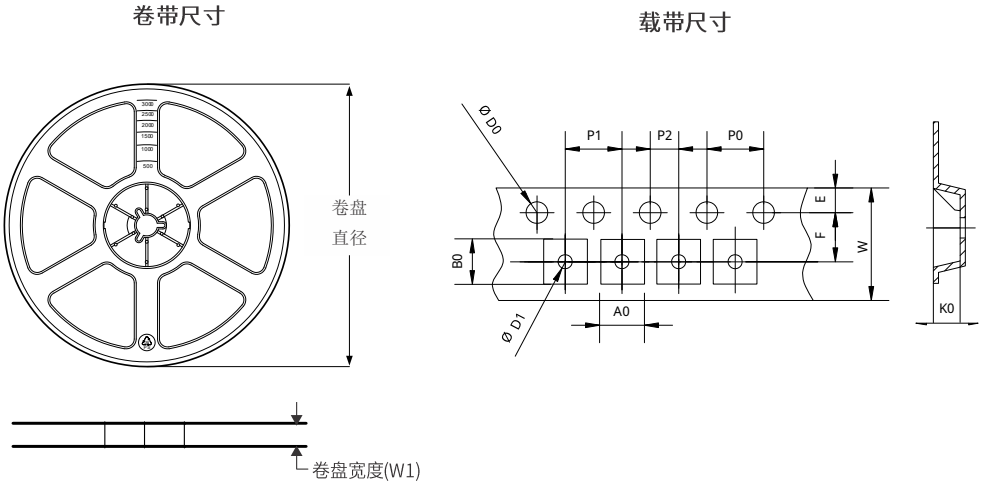


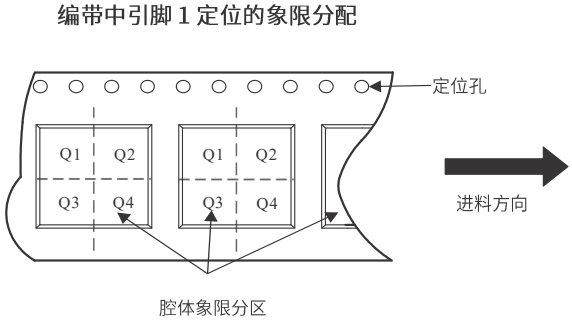
Symbol	Dimensions Millimeters		
	Min.	Typ.	Max.
E	7.23	7.33	7.43
E1	5.23	5.33	5.43
E2	0.90	1.00	1.10
E3	2.05	2.15	2.25
E4	1.20	1.30	1.40
E5	1.15	1.25	1.35
b	0.33	0.43	0.53
b1	0.40	0.50	0.60
c	-	0.36	-
D	7.25	7.35	7.45
D1	3.85	3.95	4.05
D2	1.80	1.90	2.00
D3	4.05	4.15	4.25
D4	0.20	0.30	0.40
D5	0.14	0.15	0.16
Ⓓ	-	0.30	-
A	1.65	1.75	1.85
A1	1.00	1.10	1.20
e	2.54 TYP.		
e1	1.27 TYP.		
L	18.90	19.90	20.90
L1	3.90	4.00	4.10
L2	0.90	1.00	1.10
θ 1	7° TYP.		
θ 2	30°TYP.		
θ 3	7° TYP.		

图 35 SIP3 封装尺寸

13. 包装信息

13.1. SOP8 卷带尺寸



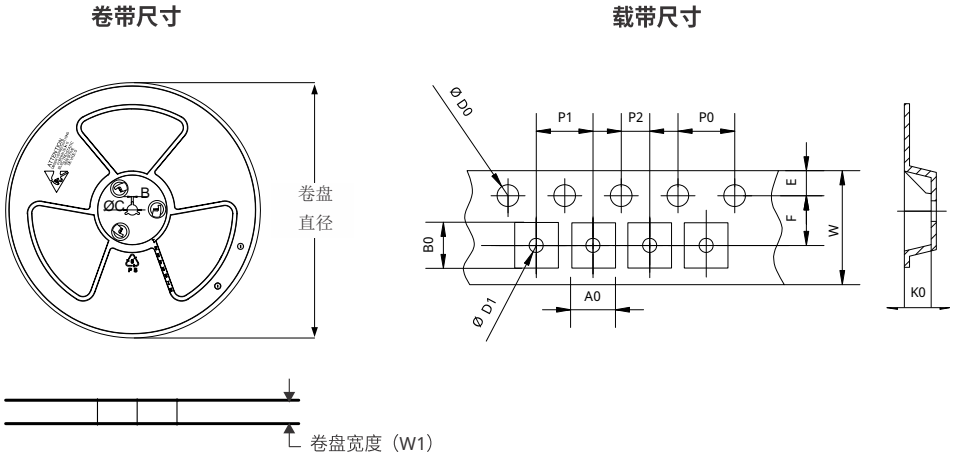


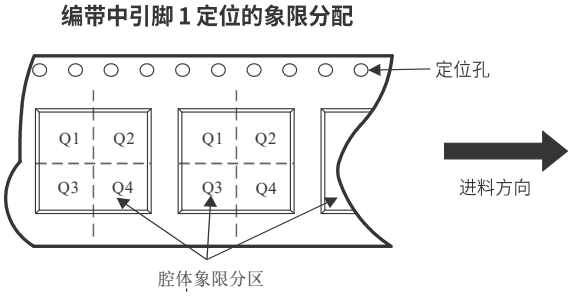
所有尺寸均为标称尺寸

封装类型	数量	卷盘直径（mm）	卷盘宽度 W1（mm）	P0（mm）	P1（mm）	P2（mm）	A0（mm）	B0（mm）	K0（mm）	W（mm）	Pin1 Quadrant
SOP8	4000	330	13.0	4.00	8.00	2.00	6.40	5.40	2.10	12.00	Q1

图 36 SOP8 卷带尺寸

13.2. TSSOP16 编带尺寸



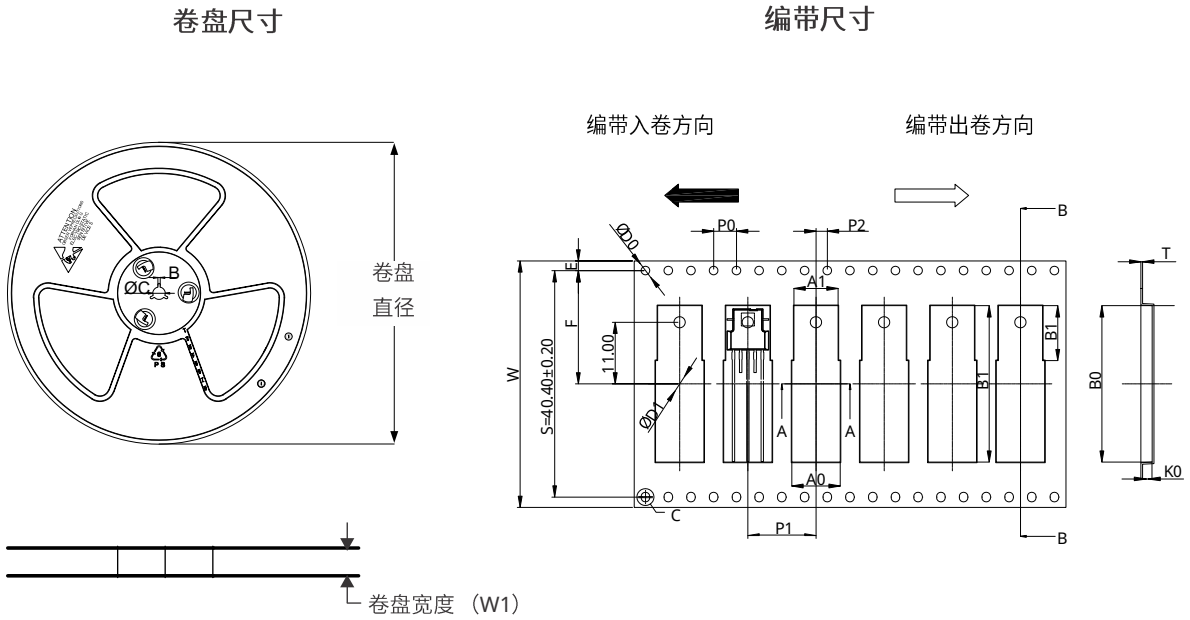


所有尺寸均为标称尺寸

封装类型	数量	卷盘直径（mm）	卷盘宽度 W1（mm）	P0（mm）	P1（mm）	P2（mm）	A0（mm）	B0（mm）	K0（mm）	W（mm）	Pin1 Quadrant
TSSOP16	3000	330	16.4	4	8.00	2.00	6.80	5.40	1.60	16.00	Q1

图 37 TSSOP16 编带尺寸

13.3. SIP3 编带尺寸



所有尺寸均为标称尺寸

封装类型	卷盘直径 (mm)	卷盘宽度 W1 (mm)	P0 (mm)	P1 (mm)	P2 (mm)	A0 (mm)	B0 (mm)	K0 (mm)	W (mm)
SIP3	330	44.5	4.00	12.00	2.00	8.50	27.90	2.00	44.00

图 38 SIP3 编带尺寸

14. 历史版本

版本号	日期	描述
Rev.V0.1	2025-08-26	初始版本
Rev.V0.2	2026-03-24	增加包装尺寸，更新 SIP3 尺寸图，增加免责声明

重要声明和免责声明

本声明为赛卓电子科技（上海）股份有限公司产品规格书的组成部分，仅适用于本规格书对应型号产品的技术信息说明。

本文件（以下简称“本文件”）所展示的信息、数据和规格均按“现状”提供，仅供参考，不应被解释为任何明示或暗示的保证或授权，包括但不限于对准确性、完整性、适销性、特定用途适用性的保证，或对不侵犯任何第三方知识产权的保证。

本文件的使用者对赛卓电子产品的选择、使用和应用，以及确保此类应用的安全性负有全部责任。使用者应遵守所有与赛卓电子产品使用相关的适用法律、法规和要求。赛卓电子可能提供的任何与应用相关的信息或支持仅供参考，不构成任何保证或责任。

本文件中所述的资源可能会未经通知而发生变更。变更后的内容将自动取代原版本内容，赛卓电子不另行单独通知。赛卓电子允许仅将这些资源用于开发本文所述的、集成了赛卓电子产品的应用程序。未经事先书面同意，禁止以任何其他方式复制、分发或公开展示这些资源。对于赛卓电子的任何知识产权或任何第三方的知识产权，均不授予任何明示或暗示的许可。

您同意为赛卓电子及其代表辩护、赔偿，并使其免受因您使用这些资源而产生的任何索赔、损害、费用、损失或责任。

如需了解最新产品信息和技术支持，请联系赛卓电子 (www.semiment.com).

版权所有 © 赛卓电子科技（上海）股份有限公司