

电感式位置传感器IC

1. 产品特性

- 符合AEC-Q100标准
- 符合ISO26262功能安全ASIL-B
- 基于电感式编码器原理开发的对应信号处理IC, 可穿轴
- 宽工作温度范围: -40°C到150°C
- 高耐压: 40V
- 可选输出模式: 模拟, PWM, 符合SAE J2716标准的SENT输出
- 可编程线性传输特性, 支持任意4点、8点或范围可选的16段、32段等分曲线
- 集成正余弦信号自校准功能
- 32位可编程用户ID
- 丰富的片上诊断功能
- 断线诊断(VDD开路, VSS开路)
- 过流、过压保护; 欠压检测
- TSSOP-16无卤素封装

2. 产品应用

- 非接触式绝对位置检测
- 电子油门踏板传感器
- EPS扭矩传感器
- 线控刹车传感器
- 节气门和EGR阀角度位置检测
- 车身高度传感器

3. 产品描述

SC69510 是一个车规级可穿轴的高精度电感式位置传感器芯片。配合合理的线圈设计, 可以计算出转子的绝对位置(如 0 至 360 度的旋转位置)或者绝对线性位置。满足汽车和工业应用场景中所涉及的非接触式位置传感器。

SC69510 提供丰富的输出接口, 包含12bits Analog输出, 16bits PWM输出和标准协议SENT输出。

SC69510作为一颗主要面向汽车应用的传感器芯片, 提供了丰富的片上诊断功能。芯片在设计开发过程中遵循ISO 26262标准进行, 符合ASIL-B等级。

SC69510采用TSSOP-16封装, 亚光镀锡, 采用无卤绿料, 满足环保需求。

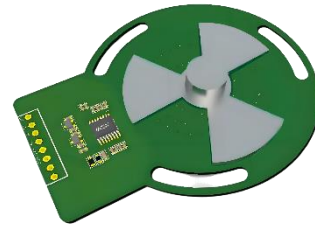


图1: 安装示意图

目录

1. 产品特性.....	1	12.2. 输出模式.....	14
2. 产品应用.....	1	12.3. 增强型串行消息	18
3. 产品描述.....	1	12.4. 传感器前端设置	21
4. 引脚定义.....	3	12.5. 可追踪信息	22
5. 订购信息.....	4	12.6. EEPROM 写保护.....	22
6. 极限参数.....	5	12.7. 诊断.....	22
7. 静电保护.....	5	12.8. 输出参数设置	24
8. 工作参数.....	6	12.9. 输出钳位设置	25
9. 时序参数.....	8	12.10. 角度范围选择.....	28
10. 精度参数	10	13. 典型应用电路	29
11. 功能框图	11	14. 封装信息 TG	31
12. 功能描述	11	15. 历史版本.....	32
12.1. 用户可编程参数.....	11		

4. 引脚定义

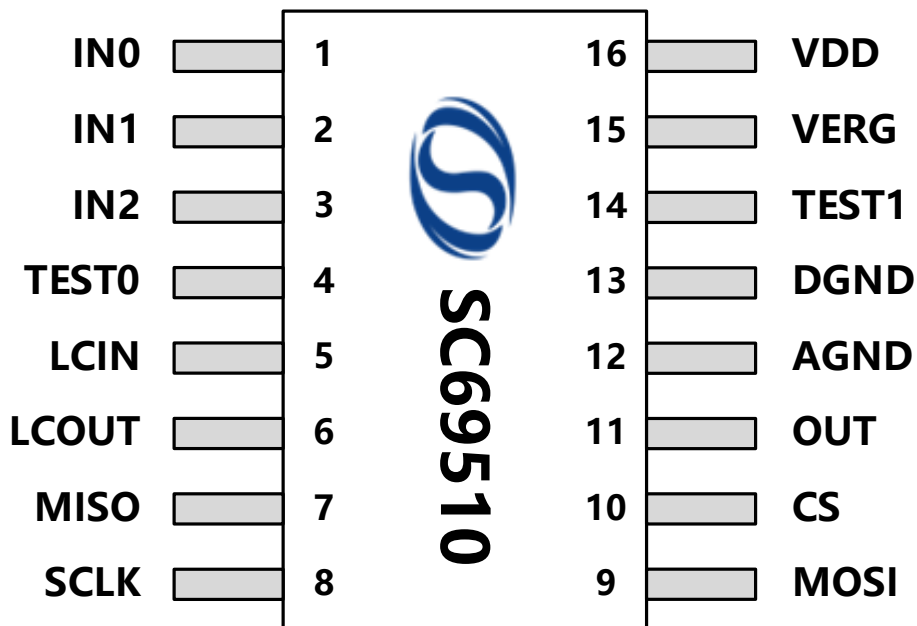


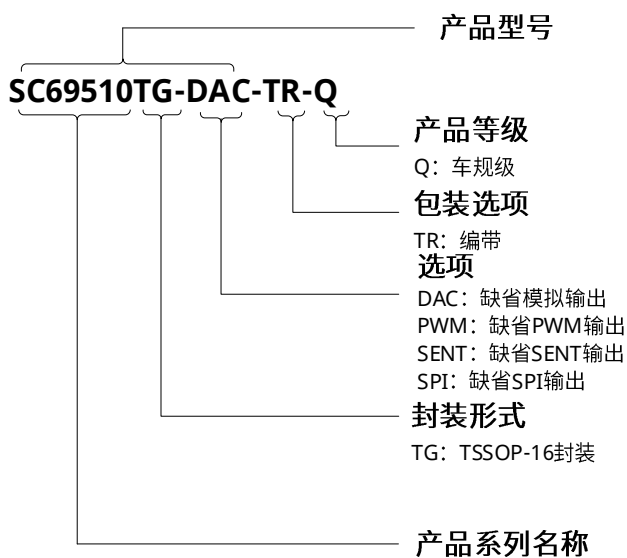
图 2: TSSOP16 引脚描述

引脚		类型	描述
名称	序号		
IN0	1	线圈输入	接受线圈输入信号 IN0
IN1	2	线圈输入	接受线圈输入信号 IN1
IN2	3	线圈输入	接受线圈输入信号 IN2
TEST0	4	测试	测试引脚，正常使用时接地
LCIN	5	线圈输入	线圈激励信号输入
LCOUT	6	线圈输出	线圈激励信号输出
MISO	7	SPI 通信	从机发送，主机接收
SCLK	8	SPI 通信	SPI 通信时钟信号
MOSI	9	SPI 通信	主机发送，从机接收
CS	10	SPI 通信	SPI 通信使能脚
OUT	11	输出	角度信号输出
AGND	12	地	模拟地
DGND	13	地	数字地
TEST1	14	测试	测试引脚，正常使用时接地
VERG	15	输出	芯片内部 LDO 输出端，外接 100nF 去耦电容
VDD	16	电源	供电电源

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
SC69510TG-DAC-TR-Q	69510	DAC	Q	-40~150	TSSOP-16	编带	3000 颗/盘
SC69510TG-DAC-TR	69510	DAC	-	-40~150	TSSOP-16	编带	3000 颗/盘
SC69510TG-PWM-TR-Q	69510	PWM	Q	-40~150	TSSOP-16	编带	3000 颗/盘
SC69510TG-PWM-TR	69510	PWM	-	-40~150	TSSOP-16	编带	3000 颗/盘
SC69510TG-SENT-TR-Q	69510	SENT	Q	-40~150	TSSOP-16	编带	3000 颗/盘
SC69510TG-SENT-TR	69510	SENT	-	-40~150	TSSOP-16	编带	3000 颗/盘
SC69510TG-SPI-TR-Q	69510	SPI	Q	-40~150	TSSOP-16	编带	3000 颗/盘
SC69510TG-SPI-TR	69510	SPI	-	-40~150	TSSOP-16	编带	3000 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}	电源端耐压	Continuous	-14	30	V
	电源端耐压	$t < 60s$	-14	40	
V_{LCP}, V_{LCN}	激励引脚耐压		-2	12	V
V_{INX}	线圈输入引脚耐压		-0.3	5.5	V
V_{OUT}	信号输出端耐压	Continuous	-18	30	V
V_{T0}/V_{T1}	测试引脚耐压(T0/T1)		-0.3	5.5	V
T_{EEPROM}	EEPROM 读写温度		-40	125	°C
T_A	工作温度		-40	150	°C
T_{STG}	存储温度		-40	150	°C
T_J	最大结温		-40	170	°C

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, $R=1.5k\Omega$, $C=100pF$	-6	6	kV
V_{ESD_CDM}	CDM	参照 AEC-Q100-011C CDM 标准	-750	750	V

人体模型(HBM)测试按照 EIA/JESD22-A114-B HBM

8. 工作参数

电参数

以下参数的工作条件： $T_{AMB} = -40 \sim 150\text{ }^{\circ}\text{C}$ ， $V_{DD} = 4.5 \sim 5.5\text{ V}$ ，除非另有说明

符号	参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
V_{DD_AN}	工作电压		4.5	5	5.5	V
I_{DD}	工作电流	$V_{DD} = 4.5 \sim 5.5\text{ V}$ ，无线圈	-	5	8	mA
		$V_{DD} = 4.5 \sim 5.5\text{ V}$ ，有线圈	-	7	10	mA
I_{OCP}	电流过流报警	$V_{DD} = 4.5 \sim 5.5\text{ V}$	-	25	35	mA
V_{REG}	内部稳压电压		3.8	4.0	4.2	V
V_{REGOV}	内部稳压电压过高检测		4.3	4.4	4.5	V
V_{REGUVL}	内部稳压电压过低检测		3.4	3.5	3.6	V
$V_{DDstart}$	启动电压		3.8	3.9	4.0	V
$V_{DDstartHYS}$	启动电压迟滞			200		mV
V_{UVLO}	欠压检测电压		3.7	3.9	4.1	V
$V_{UVLOHYS}$	欠压检测迟滞		50	100	200	mV
V_{OVP}	过压保护电压		6	6.2	6.4	V
$V_{OVPHYST}$	过压检测迟滞		50	100	200	mV
I_{short}	输出短路电流	短路至地，模拟输出	-	-	15	mA
		短路至地，PWM/SENT 输出	-	-	30	mA
		短路至电源，模拟输出	-	-	15	mA
		短路至电源，PWM/SENT 输出	-	-	30	mA
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}
V_{clamp}	钳位电压精度		-	5	10	mV

典型应用输出范围

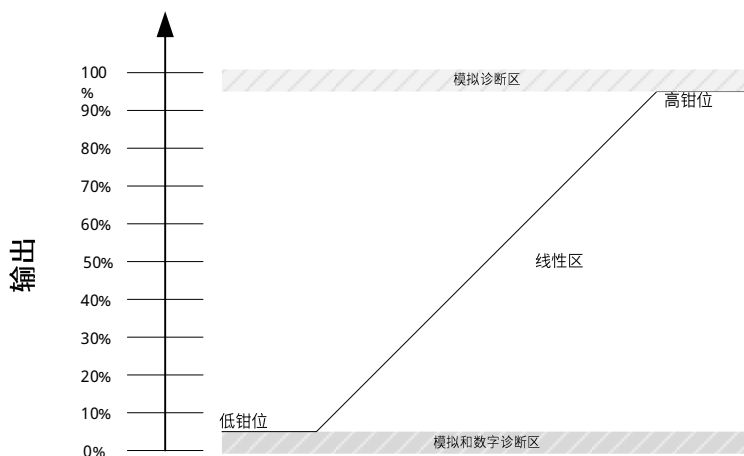


图3：典型应用输出范围

激励特性

符号	参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
f_{TX}	激励振荡频率范围		2.0	-	5.0	MHz
V_{COMTX}	振荡共模电压		-	2	-	V
V_{PPTX}	振荡幅值			2.4		V
$V_{PPdrift}$	振荡幅值温度漂移	$T_A = -40^{\circ}\text{C} \sim 150^{\circ}\text{C}$	-50	-	50	mV
L_{TX}	激励线圈电感值		1	4	10	μH
R_{TXDC}	激励线圈电阻值		-	5	-	Ω
Q_{TX}	激励线圈 Q 值	$Q_{TX} = 2\pi f_{TX} \cdot L_{TX} / R_{TXDC}$	-	18	-	
I_{VS_TX}	激励线圈消耗电流		-	3	-	mA

接收特性

符号	参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
V_{RX}	接收信号幅值		2.0	-	200	mV _{PP}
V_{COMRX}	接收信号共模电压		$-10 \cdot V_{RX}$	-	$10 \cdot V_{RX}$	V
V_{ASYMRX}	接收信号不对称电压		$-\min(10\text{mV}, 0.7 \cdot V_{RX})$	-	$-\min(10\text{mV}, 0.7 \cdot V_{RX})$	V
f_{RX}	接收信号频率		-100	-	100	Hz

9. 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
$F_{CK,T}$	主时钟频率温度漂移		-3	-	3	% F_{CK}
T_{per}	数据刷新时间		-	200	250	us
T_S	阶跃响应时间	Filter=0	-	400	500	us
		Filter=1	-	600	800	us
		Filter=2	-	656	-	us
Q_{TX}	上电复位		-	40	-	us
I_{VS_TX}	初始化时间		-	3	5	ms

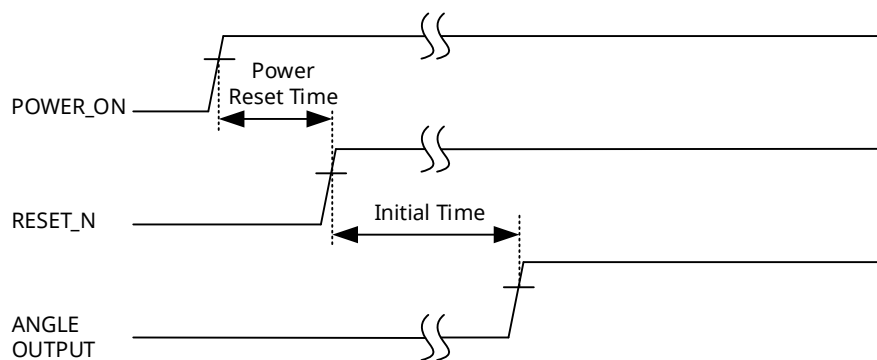


图4：上电复位时序

EEPROM 时序

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

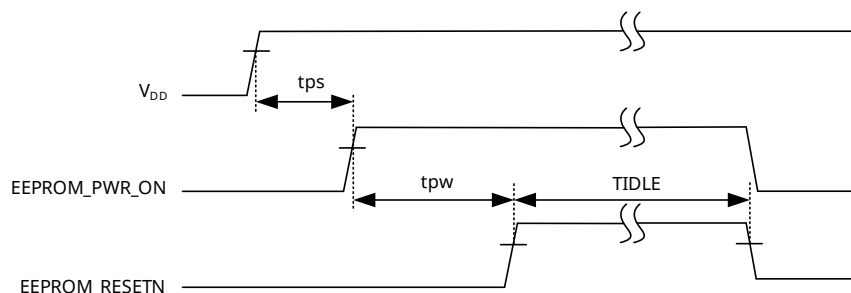


图5：EEPROM时序

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}	PWM 频率精度	25°C	-	-	±2%	F_{PWM}
F_{PWM_EOL}		25°C			±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, $R_L=1k\Omega$ 上拉	-	2	-	us
		10nF, $R_L=1k\Omega$ 上拉	-	4	-	us
T_{rise_PP}	PWM 输出上升时间(推挽输出)	4.7nF, $R_L=1k\Omega$ 上拉	-	3	-	us
		10nF, $R_L=1k\Omega$ 上拉	-	4	-	us
T_{fall_LSD}	PWM 输出下降时间(开漏输出)	4.7nF, $R_L=1k\Omega$ 上拉	-	1	-	us
		10nF, $R_L=1k\Omega$ 上拉	-	2	-	us
T_{fall_PP}	PWM 输出下降时间(推挽输出)	4.7nF, $R_L=1k\Omega$ 上拉	-	2	-	us
		10nF, $R_L=1k\Omega$ 上拉	-	4	-	us

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	us
N_{nibble}	Nibble 数据数量		3	6	-	
T_{rise}	SENT 边沿上升时间	1.1V to 3.8V	-	12.5	18	us
T_{fall}	SENT 边沿下降时间	1.1V to 3.8V	-	5.3	6.5	us
N_{pp}	SENT 帧周期(无暂停位)		154	-	270	ticks
P_{pc}	SENT 帧周期(有暂停位)		282	-	922	ticks
T_{SENT_STD}	SENT 帧周期(慢速)	标准数据序列(40 帧)	-	691	-	ms
T_{SENT_EXT}		扩展数据序列(24 帧)	-	415	-	ms

10. 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		-4	-	4	LSB
DNL	DAC 差分非线性误差		0.05	-	3	LSB
$\Delta E_{L_{XY}}$	XY 固有线性度误差		-0.36	-	0.36	Deg
ΔE_{temp}	角度温度漂移误差		-0.5	-	0.5	Deg
ΔE_{ratio}	比例输出错误	$4.5V \leq V_{DD} \leq 18V$	-0.05	0	0.5	% V_{DD}
N_{pk-pk}	输出极噪声		-	0.05	0.2	Deg

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		-	16	-	Bits
J_{DC_OD}	PWM % 占空比抖动(开漏输出)	125Hz, 4.7nF, $R_L=1k\Omega$, 电阻上拉	-	± 0.003	± 0.016	%DC
		250Hz, 4.7nF, $R_L=1k\Omega$, 电阻上拉	-	± 0.005	± 0.02	%DC
		500Hz, 4.7nF, $R_L=1k\Omega$, 电阻上拉	-	± 0.009	± 0.035	%DC
		1000Hz, 4.7nF, $R_L=1k\Omega$, 电阻上拉	-	± 0.003	± 0.016	%DC
		2000Hz, 4.7nF, $R_L=1k\Omega$, 电阻上拉	-	± 0.005	± 0.02	%DC
J_{DC_PP}	PWM % 占空比抖动(推挽输出)	125Hz, 4.7nF, $R_L=1k\Omega$, 电阻上拉	-	± 0.003	± 0.016	%DC
		250Hz, 4.7nF, $R_L=1k\Omega$, 电阻上拉	-	± 0.005	± 0.02	%DC
		500Hz, 4.7nF, $R_L=1k\Omega$, 电阻上拉	-	± 0.009	± 0.035	%DC
		1000Hz, 4.7nF, $R_L=1k\Omega$, 电阻上拉	-	± 0.003	± 0.016	%DC
		2000Hz, 4.7nF, $R_L=1k\Omega$, 电阻上拉	-	± 0.005	± 0.02	%DC
J_{PWM_OD}	PWM 频率抖动(开漏输出)	125Hz-2000Hz, 4.7nF, $R_L=1k\Omega$, 电阻上拉		± 0.04	± 0.15	Hz
J_{PWM_PP}	PWM 频率抖动(推挽输出)	125Hz-2000Hz, 4.7nF, $R_L=1k\Omega$, 电阻上拉		± 0.04	± 0.15	Hz

备注：

SC69510的jitter定义为 $\pm 3\sigma$ ， σ 为1000次正常波形的标准差。%DC：%Duty Cycle

11. 功能框图

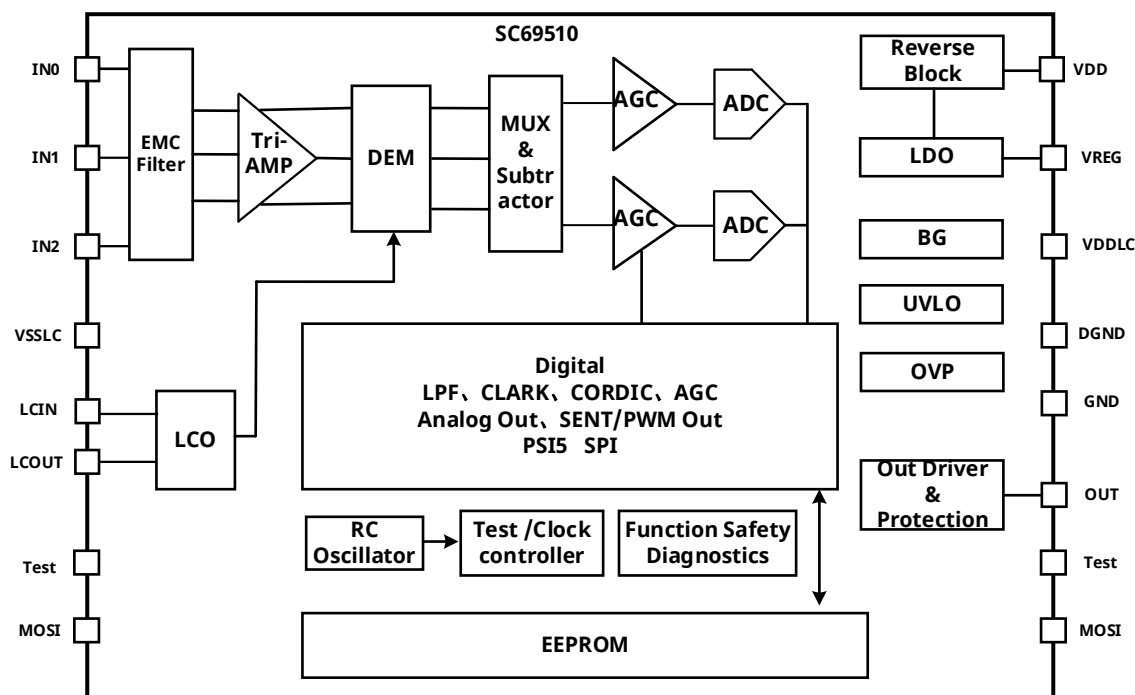


图6：功能框图

12. 功能描述

12.1. 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 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

参数	描述	缺省	位数
EEPROM_LOCK_CODE	EEPROM_LOCK 位有效判断码	0	7
EEPROM_LOCK	EEPROM 锁定位	0	1
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_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
SENT_SERIALERROR	通过快速通道报告诊断	0	3
SENT_SENSOR_TYPE	传感器类型	0x050	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

参数	描述	缺省	位数
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
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
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	60296	16
CLAMP_LOW	输出低钳位	6653	16
DP	断点/零点	0	16
CW	旋转方向	0	1
WORK_RANGE_GAIN	32 点校准工作角度范围(度)	360	16
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

12.2. 输出模式

SC69510 提供 4 种输出模式：比例模拟输出，PWM 输出，SENT 输出，SPI 总线输出。PWM 和 SENT 支持漏极开路输出及推挽输出，SPI 仅支持推挽输出。

模拟输出模式

参数	数值	描述
OUT mode 【2: 0】	0	SPI
	1	Analog
	2	SENT
	3	PWM
	4	保留
	5	SPI
	6	SPI
	7	SPI

PWM 输出模式

输出极性设置

参数	数值	描述
PWM POL	0	高电平有效
	1	低电平有效

输出频率设置

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

PWM,SENT 输出模式设置

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 输出波形

PWM 设置为 PWM_POL=0, PWMT=011, 输出占空比 0.0244% 时 PWM 输出波形:

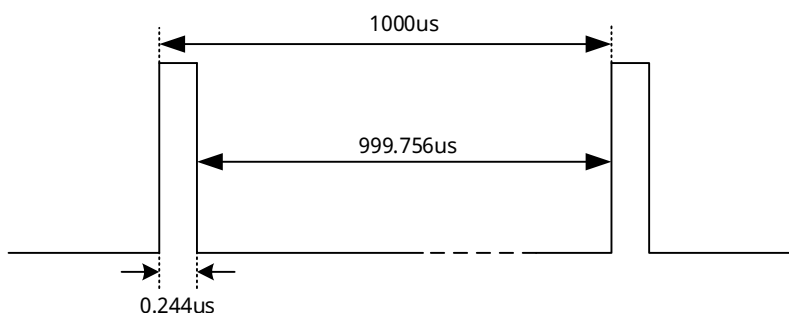


图7: PWM_POL=0时PWM输出波形

PWM设置为PWM_POL=1, PWMT=011, 输出占空比0.0244%时PWM输出波形:

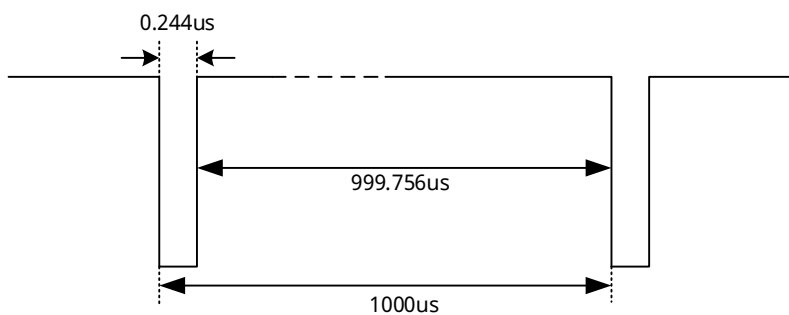


图8: PWM_POL=1时PWM输出波形

SENT 输出模式

SC69510 的数字 SENT 输出兼容 SAE J2716 APR2016。

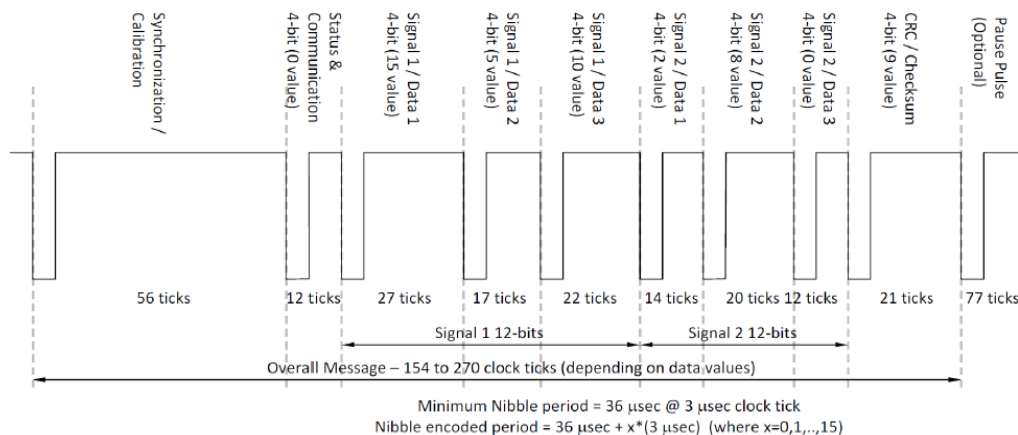


图9：2通道12位数据SENT信息格式

SENT 快速帧数据格式选择

参数	数值	描述
SENT_FC_FORMAT [0]	0	双节气门位置传感器
	1	单路安全位置传感器

A.1 双节气门位置传感器数据帧

SC69510 根据 SAE J2716 附录 A.1 中定义的双节气门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

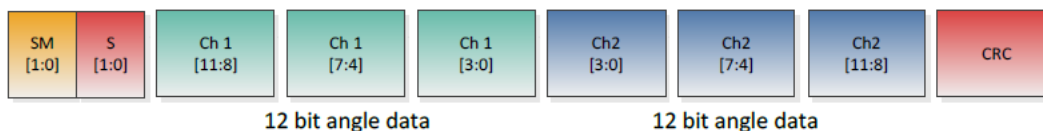


图 10：A.1 双节气门位置传感器数据帧

通道 2 配置 nibbles 数量

参数	数值	描述
SENT_NIBBLE_NUMBER [0]	0	3 nibbles
	1	6 nibbles

通道 2 配置数据

参数	数值	描述
SENT_CHE_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

A.3 单路安全位置传感器数据帧

SC69510 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 S 据和滚动计数器以及角度数据高 4 位取反数据。



图 11: A.3 单路安全位置传感器数据帧

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-0xFF

SENT tick 时间配置

参数	数值	描述
SENT_TICK_TIME 【2: 0】	0	3.0us 标准 SENT
	1	0.5us 不建议使用
	2	1.0us 不建议使用
	3	1.5us 快速 SENT
	4	2.0us 不建议使用
	5	2.5us 不建议使用
	6	6.0us 慢速 SENT
	7	12us 不建议使用

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 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

12.3. 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。

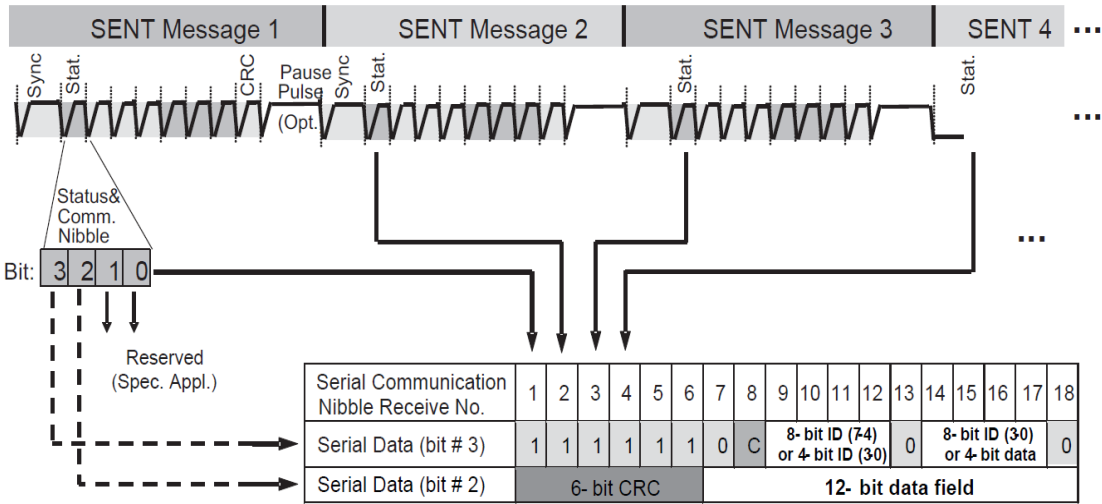


图 12：增强型串行消息数据格式

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

序号	8 位 ID	内容	描述
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
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

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

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

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

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

快速通道诊断报告配置

参数	数值	描述
SENT_SERIALERROR 【2: 0】	0	不报告诊断
	other	4088+ SENT_SERIALERROR

12.4. 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
GAIN_F [4: 0]	...	...
	29	15.86
	30	17.4
	31	19.2

12.5. 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
SEMI_ID1 【7: 0】	0-255
SEMI_ID2 【7: 0】	0-255
SEMI_ID3 【7: 0】	0-255
SEMI_ID4 【7: 0】	0-255
USER_ID1 【7: 0】	0-255
USER_ID2 【7: 0】	0-255
USER_ID3 【7: 0】	0-255
USER_ID4 【7: 0】	0-255

12.6. EEPROM 写保护

参数	数值	描述
EEPROM_LOCK_CODE 【6: 0】	0x3A	EEPROM_LOCK 位有效
	其他值	EEPROM_LOCK 位无效
EEPROM_LOCK	0	EEPROM 可以读写，擦除
	1	EEPROM 只读

12.7. 诊断

诊断使能

参数	数值	描述
DIAG_EN	0	使能诊断
	1	关闭诊断

诊断屏蔽寄存器

对应屏蔽位置 0，该故障不会触发诊断；对应屏蔽器位置 1，该故障会触发诊断

BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
CRC 校验 错误	GAINF 溢出	电流诊断	供电电压 诊断	CORDIC 溢出	接收线圈 开路	ADC 溢出	温度 溢出

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

诊断去抖动时间设置

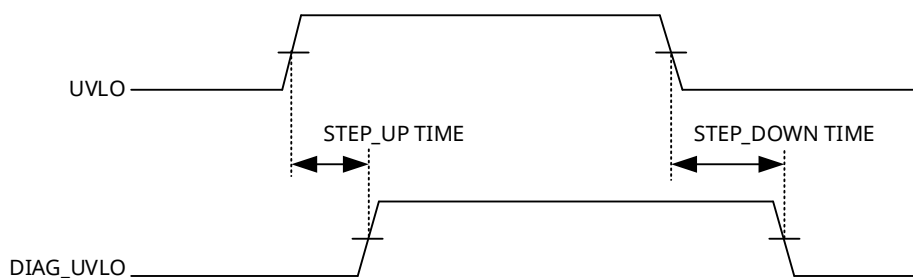


图13: 诊断去抖动时序

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

12.8. 输出参数设置

断点/零点-DP

SC69510 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。

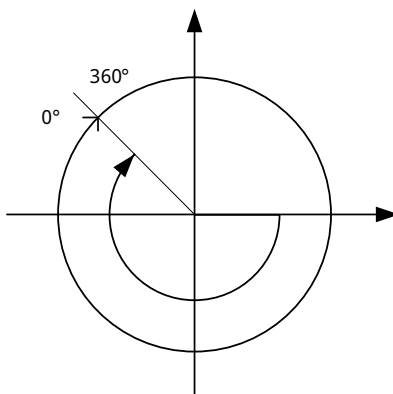


图14：DP点示意图

参数	数值	描述
DP	0-360	断点/零点(度)

12.9. 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

4 点校准模式

SC69510 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。

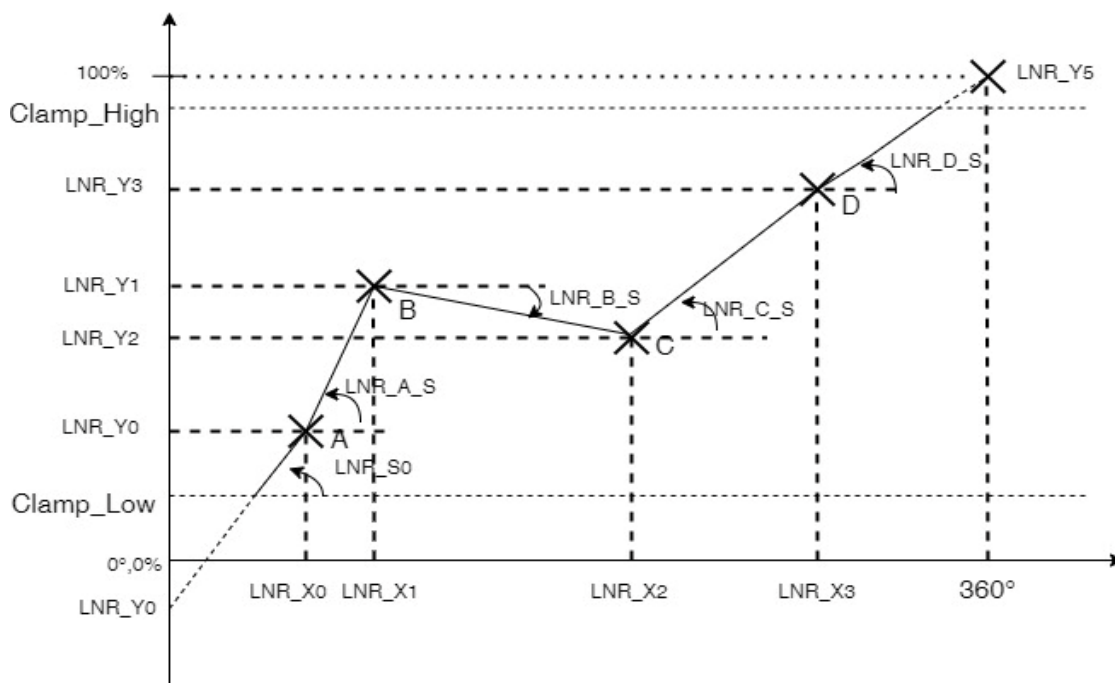


图 15: 4 点校准曲线图

8 点任意点校准模式

SC69510 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[0°, 0%]作为起始点。

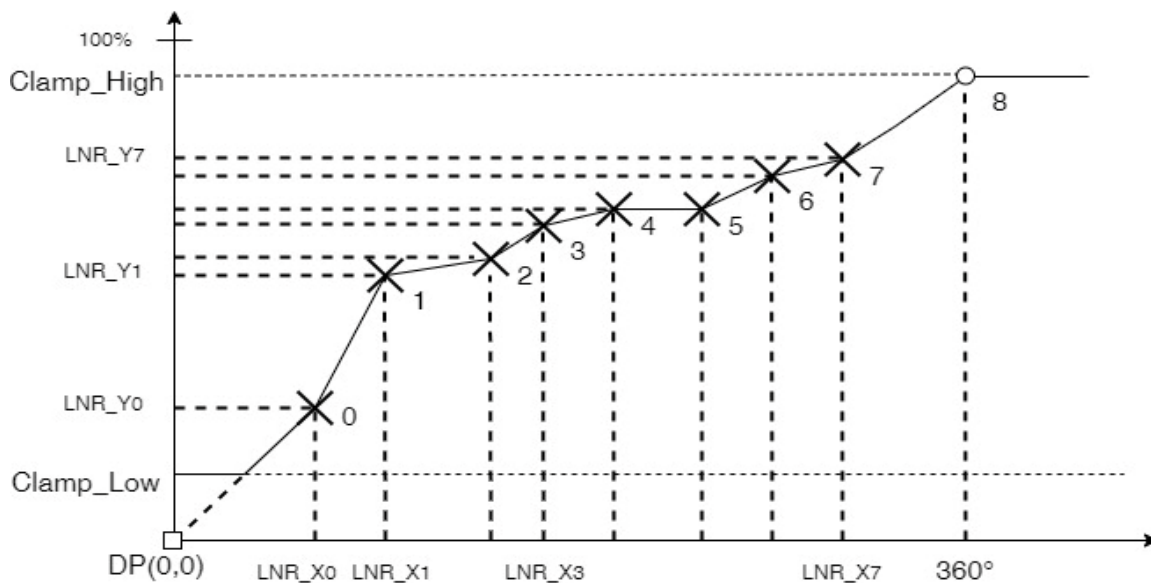


图 16：8 点校准曲线图

16 点校准模式

SC69510 只允许用户设定坐标点的 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阶段之间(如下图所示)。但是输出仍然是钳位电压。

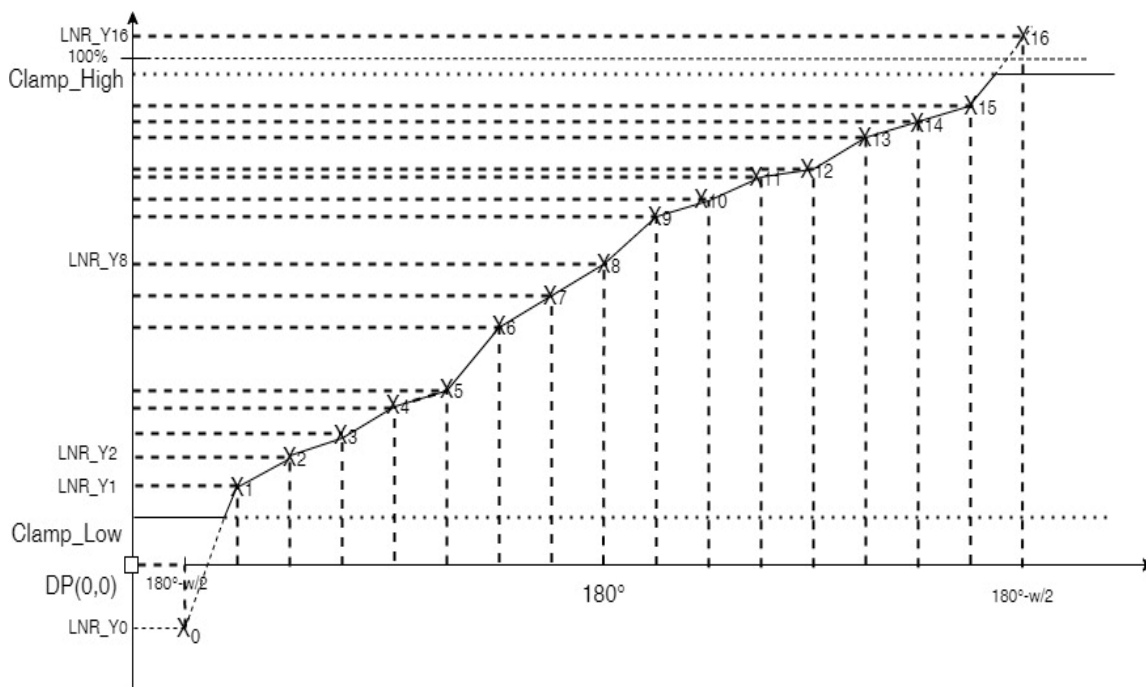


图 17：16 点校准曲线图

32 点校准模式

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 $(180^\circ - w/2, 0\%)$, $(180^\circ + w/2, 100\%)$ 确定一条理想曲线, ΔY 则是横轴坐标 X 对应 Y 的微调值。

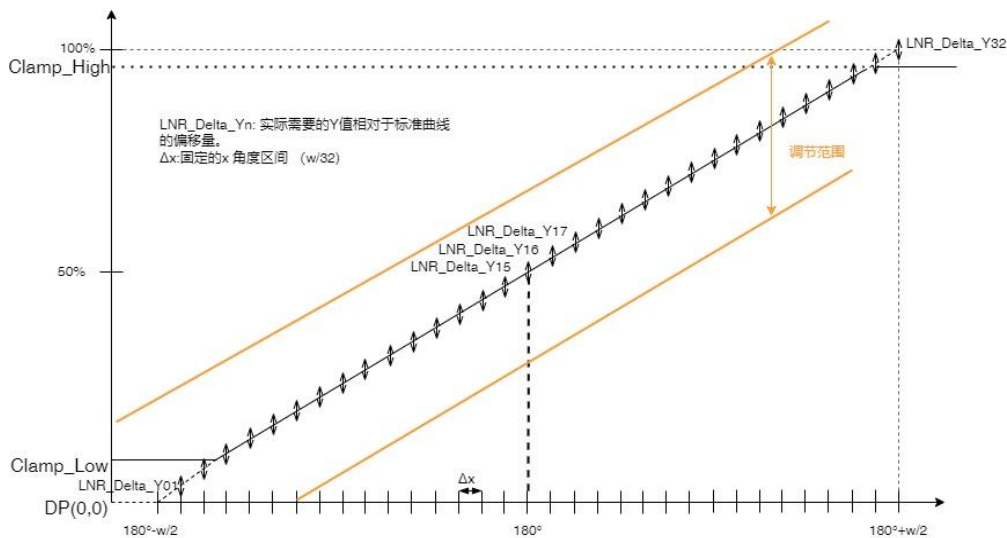


图18：32点校准曲线图

32 点校准，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%

12.10. 角度范围选择

$$w = \frac{WORK_RANGE_GAIN \times 360^\circ}{0xFFFF}$$

$$\text{角度范围} \quad \theta_{min} = \frac{360^\circ - w}{2} \quad \theta_{max} = \frac{360^\circ + w}{2}$$

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} (°)	ΔX , 16pts(°)	ΔX , 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

13. 典型应用电路

模拟输出 TSSOP-16 参考电路

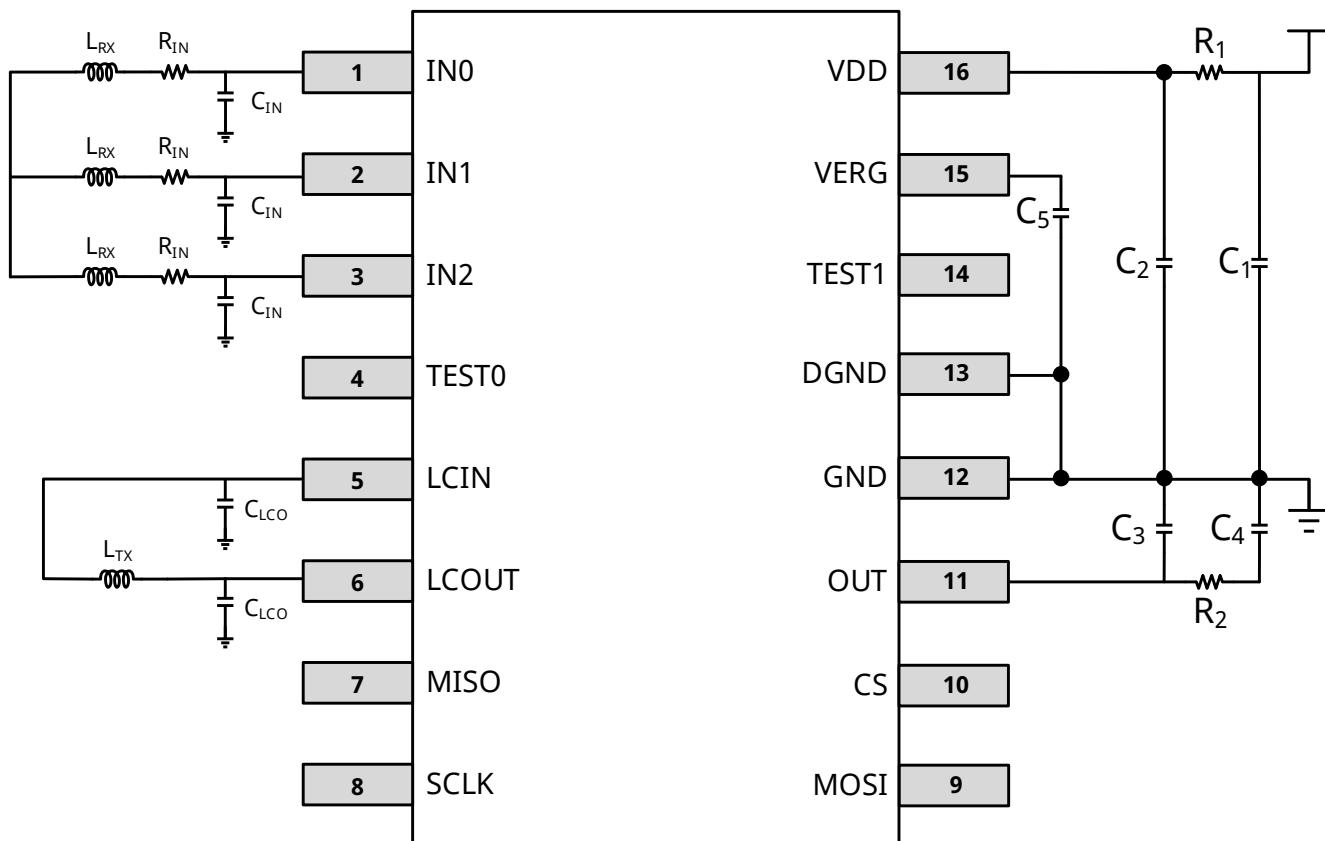


图 19：模拟输出 TSSOP-16 参考电路图

元件	最小值	典型值	最大值	描述
R_1	-	0Ω	10Ω	减小 EMC 影响，增大测量误差
R_2	-	0Ω	51Ω	减小 EMC 影响，增大测量误差
C_1	-	1nF	10nF	减小 EMC 影响，靠近连接器端摆放
C_2	100nF	100nF	-	靠近引脚摆放
C_3	47nF	100nF	-	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	47	100nF	220nF	靠近引脚摆放

SPI 参考应用电路

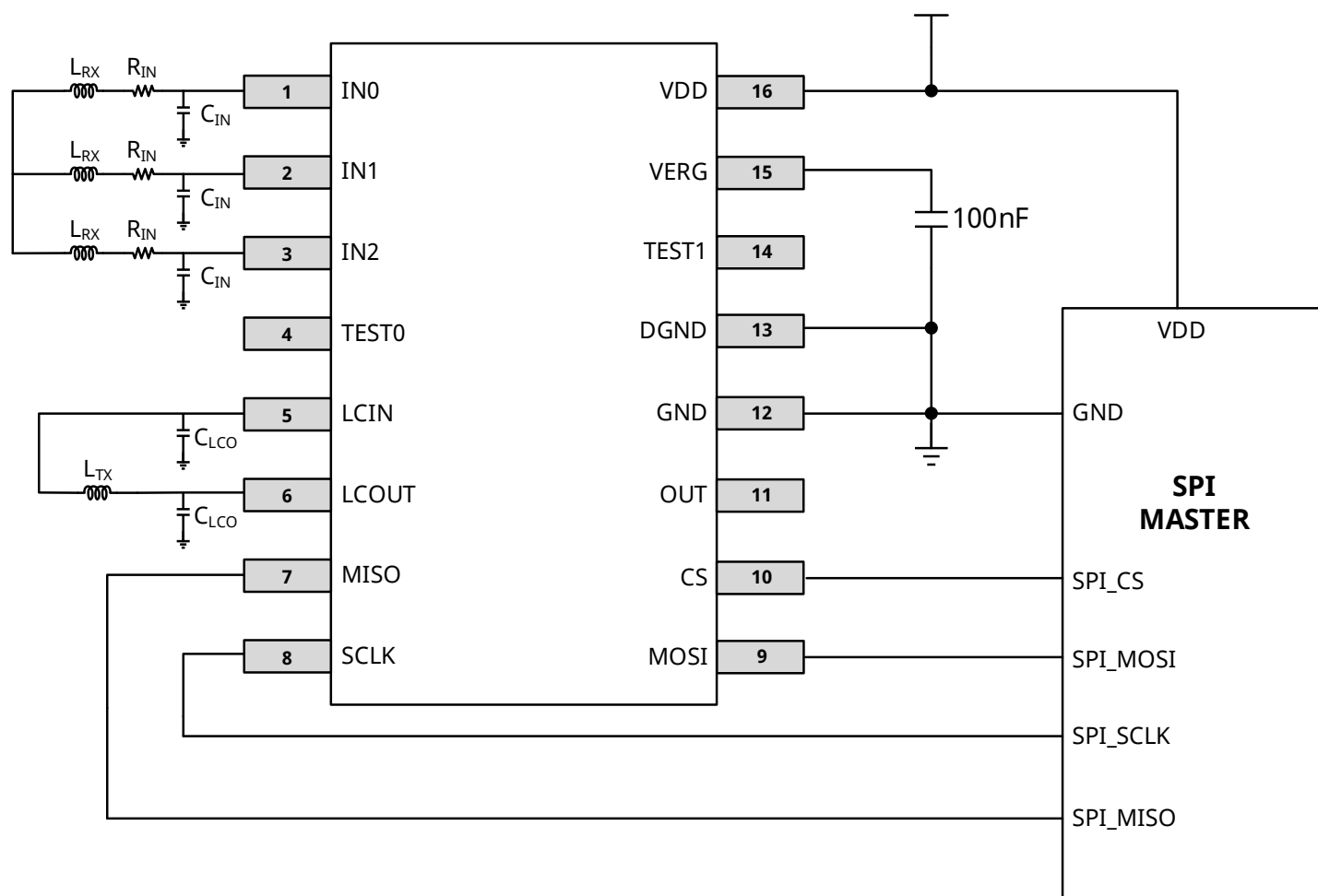
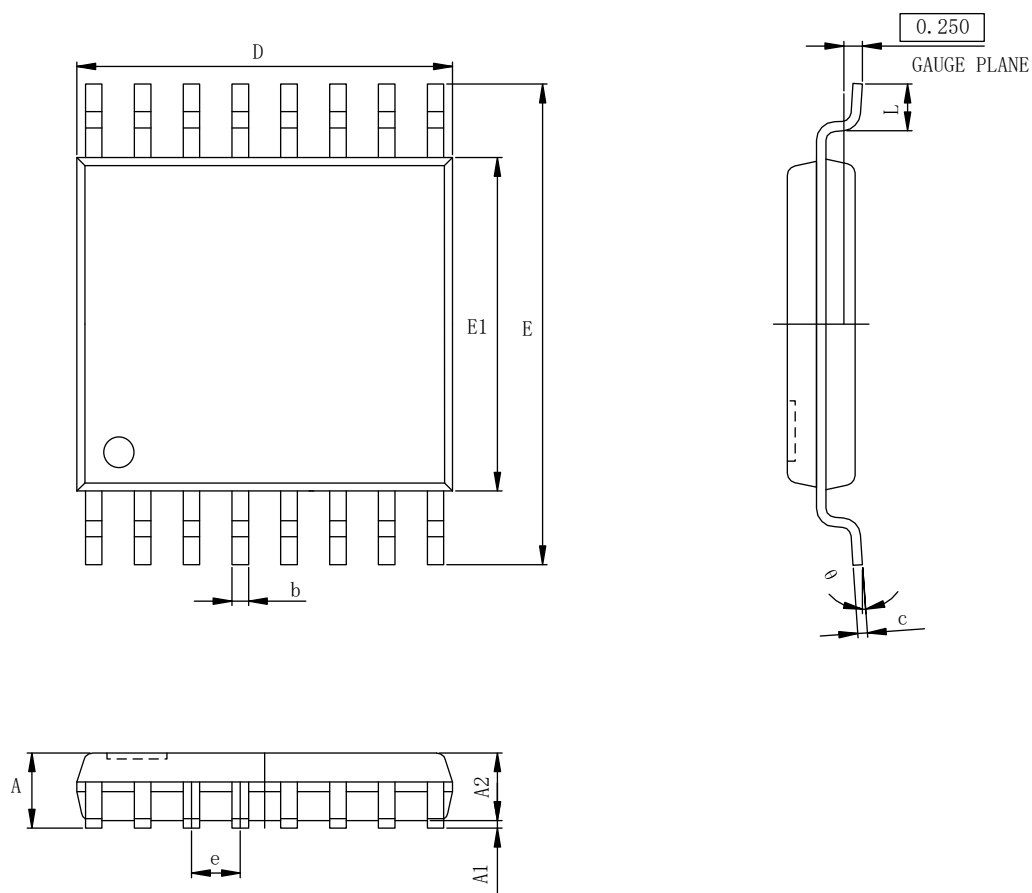


图 20: SPI 参考应用电路图

14. 封装信息 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	1.900	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°

15. 历史版本

版本号	日期	描述
Rev.V0.1	2025-08-26	初始版本