

概述

NSM301x 是一种非接触式旋转角度传感器，在 -40°C 至 125°C 的环境温度范围内支持 360° 旋转角度的精确测量。

该芯片基于集成霍尔元件阵列，将两极磁铁的角度位置信息通过内部 DSP 解算，将角度信息转化成模拟电压，PWM，UVW 等各种输出。

NSM301x 提供 SPI 和 OWI 接口进行信号路径配置。用户可根据需求对 NSM301x 的输出特性进行配置（例如输出接口，增益，钳位电平，滤波等）。

该芯片支持 3.3V，5V 供电电压（不同供电版本）。

特性

- 14 位线性 DAC 模拟量输出或者 12 位分辨率 PWM 输出
- 内置自动增益补偿电路补偿磁铁温度特性和 Z 方向安装位置公差带来的增益损失
- 支持四段分段拟合
- 提供 ±1° 精度的角度输出
- 四段校准后精度可达到 ±0.2°
- Z 方向可编程阈值判断开关量输出
- 具有异常诊断功能
- 差分霍尔检测可抵御外界杂散磁场
- 提供 SPI 和 OWI 用户可编程通信接口
- 纳芯微创新的斩波以及旋转电流激励技术使得角度温漂很小
- 工作温度：-40°C ~ 125°C
- AEC - Q100 可靠性标准：Grade 1

应用

- 旋转角度位置测量
- 阀门旋转角度测量
- 油门踏板角度传感器
- 取代传统旋钮式滑动变阻器
- 家用打印机
- 手持式打标枪

- 工业舵机角度传感器
- 非接触式旋转按钮开关

器件信息

Part Number	Package	Power Supply	Version
NSM3011A-DSPR	SOP8	5V	Industrial
NSM3011A-Q1SPR	SOP8	5V	Auto
NSM3012A-DSPR	SOP8	5V	Industrial
NSM3012A-Q1SPR	SOP8	5V	Auto
NSM3013A-DSPR	SOP8	5V	Industrial
NSM3013A-Q1SPR	SOP8	5V	Auto
NSM3011B-DSPR	SOP8	3.3V	Industrial
NSM3011B-Q1SPR	SOP8	3.3V	Auto
NSM3012B-DSPR	SOP8	3.3V	Industrial
NSM3012B-Q1SPR	SOP8	3.3V	Auto
NSM3013B-DSPR	SOP8	3.3V	Industrial
NSM3013B-Q1SPR	SOP8	3.3V	Auto

	NSM3011	NSM3012	NSM3013
OWI	√	√	√
SPI	×	√	×
模拟输出	√	√	√
PWM 输出	√	√	√
UVW 输出	×	×	√
SON 功能	×	×	√

Functional Block Diagrams

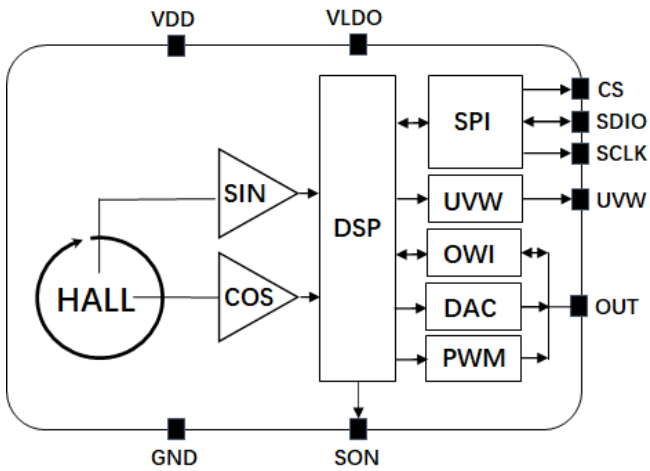


Figure 1 NSM301x Block Diagram

INDEX

1. PIN CONFIGURATION AND FUNCTIONS.....	4
2. ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS	7
3. SPECIFICATIONS	8
3.1. POWER SUPPLY	8
3.2. ANALOG OUTPUT CHARACTERISTICS	8
3.3. PWM OUTPUT CHARACTERISTICS.....	8
3.4. IO CHARACTERISTICS	9
3.5. MAGNETIC CHARACTERISTICS	10
3.6. UVW OUTPUT CHARACTERISTICS	10
3.7. SYSTEM CHARACTERISTICS	10
4. FUNCTION DESCRIPTION	11
4.1. OVERVIEW.....	11
4.2. POWER MANAGEMENT	11
4.3. ANALOG OUTPUT	11
4.4. PWM OUTPUT	12
4.5. DIRECTION SETTING	14
4.6. AGC SETTING	15
4.7. ZERO POSITION SETTING.....	15
4.8. SON SETTING.....	15
4.9. OUTPUT DATA RATE.....	16
4.10. UVW OUTPUT.....	16
4.11. SPI COMMUNICATION	17
4.12. OWI COMMUNICATION.....	20
6. APPLICATION NOTE	26
6.1. TYPICAL APPLICATION CIRCUIT	26
6.2. DEFAULT ANGLE OUTPUT.....	28
7. PACKAGE INFORMATION	31
8. ORDERING INFORMATION	32
9. TAPE AND REEL INFORMATION.....	33
10. REVISION HISTORY.....	35

1. Pin Configuration and Functions

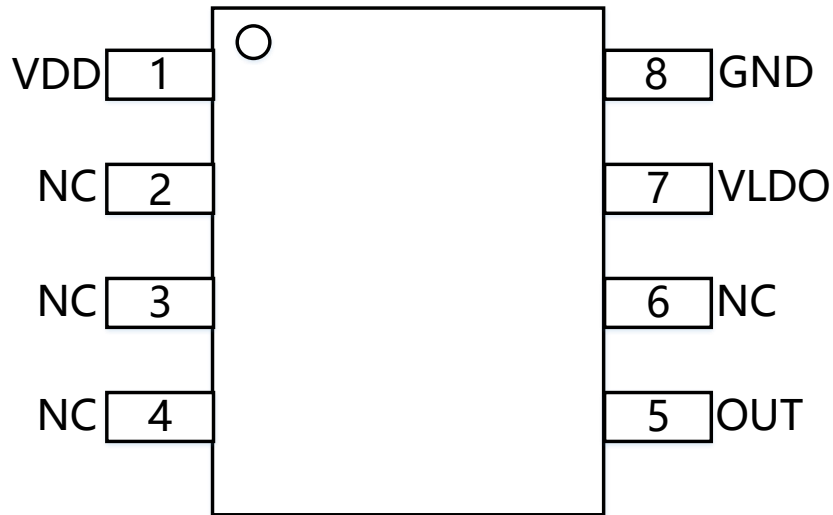


Figure 1.1 NSM3011 Package

Table 1.1 NSM3011 Pin Configuration and Description

NSM3011 PIN NO.	SYMBOL	FUNCTION
1	VDD	电源输入
2	NC	No connection (Connect to GND for optimal ESD performance)
3	NC	No connection (Connect to GND for optimal ESD performance)
4	NC	No connection (Connect to GND for optimal ESD performance)
5	OUT	Analog OUT 或 PWM OUT 或 OWI 通信接口
6	NC	No connection (Connect to GND for optimal ESD performance)
7	VLDO	内部 LDO 输出 PIN
8	GND	电源地

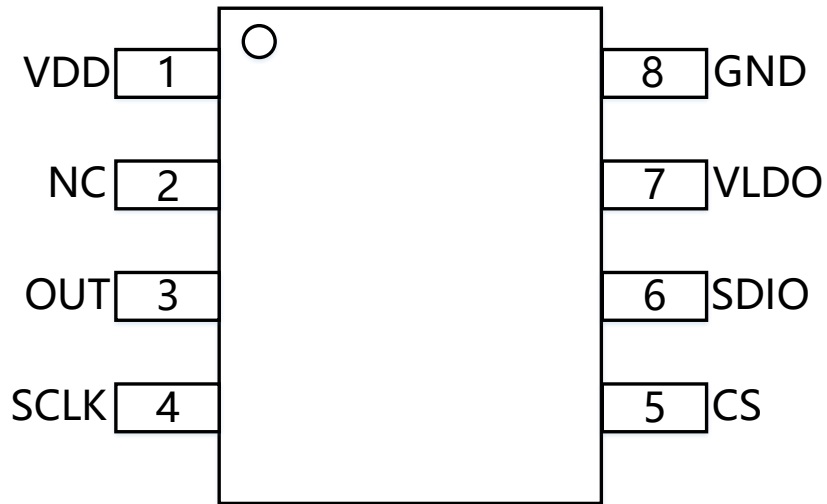


Figure 1.2 NSM3012 Package

Table 1.2 NSM3012 Pin Configuration and Description

NSM3012 PIN NO.	SYMBOL	FUNCTION
1	VDD	电源输入
2	NC	不连接，建议悬空
3	OUT	Analog OUT 或 PWM OUT 或 OWI 通信接口
4	SCLK	三线 SPI SCLK
5	CS	三线 SPI CS
6	SDIO	三线 SPI SDIO
7	VLDO	内部 LDO 输出 PIN
8	GND	电源地

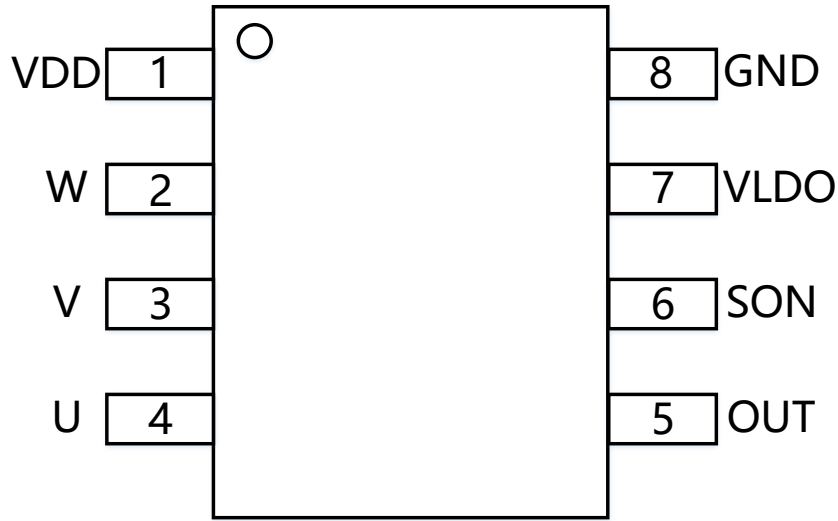


Figure 1.3 NSM3013 Package

Table 1.3 NSM3013 Pin Configuration and Description

NSM3013 PIN NO.	SYMBOL	FUNCTION
1	VDD	电源输入
2	W	W 相输出
3	V	V 相输出
4	U	U 相输出
5	OUT	Analog OUT 或 PWM OUT 或 OWI 通信接口
6	SON	大于/小于 MAG_THRES 时，输出高电平/低电平
7	VLDO	内部 LDO 输出 PIN
8	GND	电源地

2. Absolute Maximum Ratings

<i>Parameters</i>	<i>Symbol</i>	<i>Min</i>	<i>Typ</i>	<i>Max</i>	<i>Unit</i>	<i>Comments</i>
VDD 电压	VDD	-0.3		6.5	V	@25°C
模拟引脚电压		-0.3		VDD+0.3	V	@25°C
数字引脚电压		-0.3		VDD+0.3	V	@25°C
Vout 输出电流	I _{out}	-15		15	mA	
储存温度	T _{Storage}	-40		150	°C	
工作温度	T _{operation}	-40		125	°C	
ESD			±4		kV	HBM
			±0.5		kV	CDM

3. Specifications

(TA = -40°C to 125°C, VCC = 5V, unless otherwise specified)

3.1. Power Supply

Parameters	Symbol	Min	Typ	Max	Unit	Comments
工作电压范围 ^[1]	VDD	3	3.3	5.5	V	供电 3.3V 应用场景
		4.5	5	5.5	V	供电 5.0V 应用场景
工作电流	I _{sy}	7.5	10	12.8	mA	5V 正常工作时
上电启动时间 ^[1]	ton		3		ms	Disable OWI & AGC@25°C
POR 上升电平 ^[1]	POR_LH		2.78		V	3.3V 版本@25°C
			2.9		V	5.0V 版本@25°C
OUT 输出短路电流 ^[1]	I _{Short}		15		mA	5V 正常工作时

3.2. Analog Output Characteristics

Parameters	Symbol	Min	Typ	Max	Unit	Comments
比例输出线性电压范围 ^{[1][2]}	V _{out}	5%		95%	VDD	比例输出电压范围@25°C
异常诊断输出低电压 ^{[1][2]}	V _{diag_L}			3%	VDD	R _L >= 10 kΩ@25°C
异常诊断输出高电压 ^{[1][2]}	V _{diag_H}	97%			VDD	R _L >= 10 kΩ@25°C
DAC 输出分辨率 ^[1]			14		Bit	@25°C
DAC 模拟输出积分非线性 ^{[1][2]}	INL		±3		LSB	@25°C
DAC 模拟输出差分非线性 ^{[1][2]}	DNL		±1		LSB	@25°C
模拟输出噪声 ^{[1][2]}	V _{n(rms)}		90		uV	带宽 3KHz @25°C
模拟输出压摆率 ^{[1][2]}	OUT_SR		60		V/ms	C _{out} <= 10nF @25°C
模拟输出负载能力 ^[1]	R _{LOAD}		10		KΩ	上拉到 5V 或下拉到地 @25°C
	C _{LOAD}			100	nF	
比例输出误差 ^{[1][2]}	E _{rm}	-0.22		0.15	%VDD	

3.3. PWM Output Characteristics

Parameters	Symbol	Min	Typ	Max	Unit	Comments
PWM 输出接口			Push-Pull			OD/Push-Pull 可配置

PWM 输出频率	fpwm	970	1000	1030	Hz	有效分辨率为 11Bit
		475	500	525	Hz	有效分辨率为 12Bit
		242.5	250	257.5	Hz	有效分辨率为 13Bit
		97	100	103	Hz	有效分辨率为 14Bit
PWM 输出分辨率 ^[1]			12		Bit	
PWM 输出低电平	PWM_VL			0.35	V	I _{Load} ≤ 4mA 时
PWM 输出高电平	PWM_VH	VDD-0.35			V	I _{Load} ≤ 4mA 时
异常诊断低电平输出 PWM duty cycle ^{[1][2]}	PWM_Diag_L	0			%	AGC=0 & PWM_DIAG=1
异常诊断高电平输出 PWM duty cycle ^{[1][2]}	PWM_Diag_H			100	%	AGC=255 & PWM_DIAG=1
OD 输出 PWM 上升时间	PWM_ODRT		20	25.6	us	C _L =10nF, R _L =1 KΩ
OD 输出 PWM 下降时间	PWM_ODFT		4	7	us	C _L =10nF, R _L =1 KΩ
推挽输出 PWM 上升时间	PWM_PPRT		4	7	us	C _L =10nF, R _L =1 KΩ
推挽输出 PWM 下降时间	PWM_PPFT		4	7	us	C _L =10nF, R _L =1 KΩ
PWM Jitter	J _{PWM}		±0.04	±0.225	Hz	C _L =10nF, R _L =1KΩ,500Hz
			±0.04	±0.15	Hz	C _L =10nF, R _L =1 KΩ,250Hz
			±0.04	±0.15	Hz	C _L =10nF, R _L =1 KΩ,100Hz
			±0.04	±0.45	Hz	C _L =10nF, R _L =1 KΩ,1000Hz

3.4. IO Characteristics

Parameters	Symbol	Min	Typ	Max	Unit	Comments
高电平输入电压 ^[1]	V_IH	0.7*VDD		VDD	V	
低电平输入电压 ^[1]	V_IL	0		0.3*VDD	V	
漏电流	I_LEAK	-1		1	uA	
高电平输出电压	V_OH	VDD-0.35			V	I _{Load} ≤ 4mA
低电平输出电压	V_OL			VSS+0.35	V	I _{Load} ≤ 4mA
SDO 上升时间	MISO_RT		35	60	ns	C _L = 30 pF, R _L = 10 kΩ
SDO 下降时间	MISO_FT		35	60	ns	C _L = 30 pF, R _L = 10 kΩ
SPI 通讯速率 ^{[1][2]}				10	MHz	
OWI 通讯速率 ^{[1][2]}				50	KHz	

3.5. Magnetic Characteristics

Parameters	Symbol	Min	Typ	Max	Unit	Comments
磁场强度		20		80	mT	Z 方向芯片内部 Hall 测量值
磁铁直径			6		mm	
磁铁厚度			2.5		mm	
磁铁芯片间距		0.5		3	mm	
XY 方向中心对准允许公差		0.3		0.3	mm	
磁铁材料			NdFeB35			

3.6. UVW Output Characteristics

UVW 输出特性						
支持极对数 ^[1]	UVW_PP	1		8	PP	Pole pairs
UVW 输出高电平	UVW_OH	VDD-0.35			V	I _{Load} ≤4mA
UVW 输出低电平	UVW_OL			0.35	V	I _{Load} ≤4mA
UVW 输出滞回 ^[1]	UVW_Hys	1		4	LSB	

3.7. System Characteristics

Parameters	Symbol	Min	Typ	Max	Unit	Comments
角度精度		-1.0		1.0	°	6mm*2.5mm UMAG 磁铁&偏心误差±0.3mm&磁铁芯片间距 2mm
系统延时 ^[1]	Tdelay		120		us	不带动态角度补偿
			10		us	带动态角度补偿

[1]: 被设计保证

[2]: 被 minichar 实验&实验验证保证

4. Function Description

4.1. Overview

NSM301x 是一款高集成度的霍尔旋转磁角度传感器芯片，使用平面霍尔传感器将垂直于芯片表面的磁场分量转换为电压，主要用于电机旋转等角度测量领域。芯片主要将来自霍尔传感器的信号通过放大和滤波后再被模数转换器（ADC）转换，将 ADC 的输出作为 DSP 的 CORDIC 算法模块的输入进行处理，以计算磁场矢量的角度和大小。再通过自动增益控制（AGC）使得磁场强度得以调整放大，从而补偿温度和磁场的变化。用户可以在 SPI 数字输出和 PWM 编码数字输出之间进行选择。NSM301x 通过工业标准的 SPI,OWI 接口编程，以写入片上非易失性存储器(MTP)。此接口可用于编程零角度（起始位置）和最大角度（停止位置），将输出完全映射到整个 0 到 360 度范围。图 4.1 为 NSM301x 的框架图。

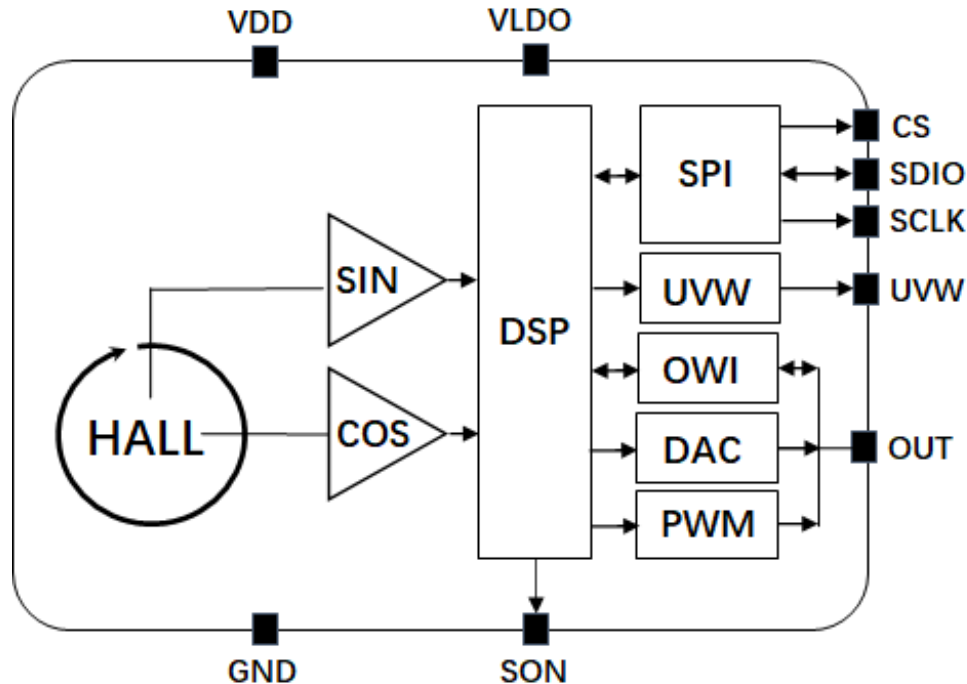


Figure 4.1 芯片框架图

4.2. Power Management

NSM301xA 为 5V 供电版本，NSM301xB 为 3.3V 供电版本。5V 供电版本，VLDO 输出的电压为 4V，MTP 可进行擦除和烧写。3.3V 供电版本，VLDO 输出的电压为 3.3V，该版本的 MTP 可以被读取，但是无法进行烧录，客户不可进行编程。

4.3. Analog Output

NSM301x 的输出的默认模式为模拟量比例输出模式，对于这种输出方式，其特点有以下几点：

- 输出电压的满量程参考电压为电源电压，电源电压的变化会正比于输出电压的变化。
- NSM301x 测量到的角度值决定了输出电压和电源电压的比率。
- 用户可以通过对分段补偿寄存器的重新配置，重新定义输出电压和角度之间的线性对应关系。
- 用户可以设置 Clamp 寄存器的值，来将输出电压限定在一个预先定义好的输出电压内。
- NSM301x 具有异常诊断报警功能，用户可通过配置激活此功能。当 NSM301x 侦测到异常的状态时，VOUT 输出电压将会超出正常的线性输出范围。此时 VOUT 输出高电压不低于 97% 的 VDD，VOUT 输出低电压不高于 3% 的 VDD，主处理器可通过采样电压监测到角度芯片处于异常状态。

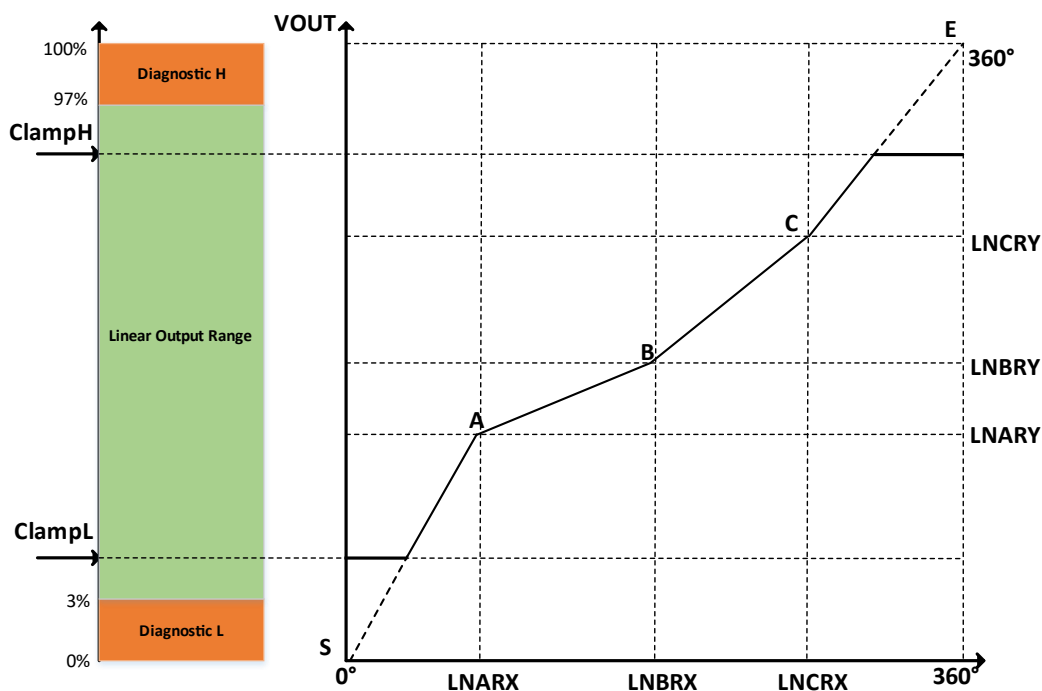


Figure 4.2 模拟输出传递函数

上图为一个典型的用户配置后的传递函数的曲线：

- ClampH 和 ClampL 的配置值决定了 Vout 的输出最大值和最小值（对应 VDD 的%）。
- LNRA/B/C 三个点决定了四段法拟合线性函数的三个折线点
 - 当测量角度 $\theta \leq \text{LNRAX}$ 时，传递函数是由 0° （0%）和 LNRAX（LNRAY）所构成的一条直线。
 - 当测量角度 $\text{LNRAX} < \theta \leq \text{LNRBX}$ 时，传递函数是由 LNRAX（LNRAY）和 LNRBX（LNRBY）所构成的一条直线。
 - 当测量角度 $\text{LNRBX} < \theta \leq \text{LNRXC}$ 时，传递函数是由 LNRBX（LNRBY）和 LNRXC（LNR CY）所构成的一条直线。
 - 当测量角度 $\theta > \text{LNRXC}$ 时，传递函数是由 LNRXC（LNR CY）和 360° （100%）所构成的一条直线。
 - 设定量的限制为：
 - ◆ $0 \leq \text{LNRAX} \leq \text{LNRBX} \leq \text{LNRXC} \leq 16383$
 - ◆ $0 \leq \text{LNRAY}/\text{BY}/\text{CY} \leq 16383$
- 在客户不做任何配置的情况下，4 段法拟合的传递函数的起始点和终止点对应输出默认分别为 0V 和 VDD 电压，客户可通过编程改变起始和终止点输出电压。改变芯片起始点对应输出方法为：配置 SAK_LNR 寄存器设置第一段斜率，通过 LNRAX, LNRAY 设置 A 点，解算出起始点对应输出。改变芯片终止点对应输出方法为：配置 LNR_CEK 寄存器设置第四段斜率，通过 LNRXC, LNR CY 设置 C 点，解算出终止点对应输出。

4.4. PWM Output

NSM301x 的输出也可以被配置为 PWM 输出模式：

- NSM301x 测量到的角度值决定了 PWM 输出信号的占空比。在用户没有做过任何修改的情况下，测量角度 0° 对应输出 PWM 占空比为 10%，测量角度 359.999° 对应输出 PWM 的占空比为 90%，位于 $0^\circ \sim 360^\circ$ 之间的测量角度对应

PWM 的输出占空比为 10%~90%之间。用户可以通过对几个配置寄存器的重新配置，重新定义输出 PWM 占空比和角度之间的线性对应关系。

- 用户可以设置 Clamp 寄存器的值，来将输出占空比限定在一个预先定义好的输出占空比内。
- NSM301x 具有异常诊断报警功能，用户可通过配置激活此功能。当 NSM301x 侦测到异常的状态时，其输出 PWM 信号占空比为 0%或 100%。
- PWM 输出可配置为 PUSH-Pull 和 OD 两种输出方式，如下图所示。用户可根据实际应用进行接口配置。

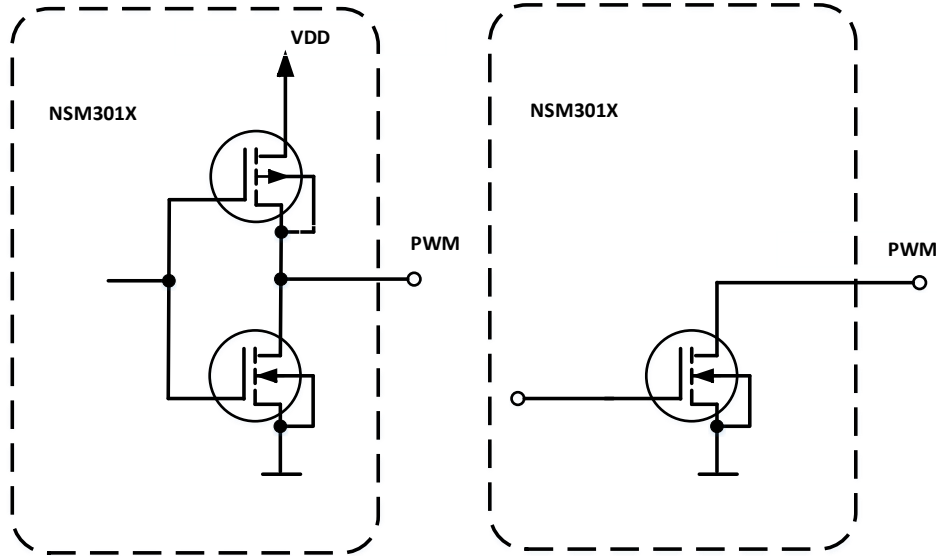


Figure 4.3 PWM 输出 IO 口

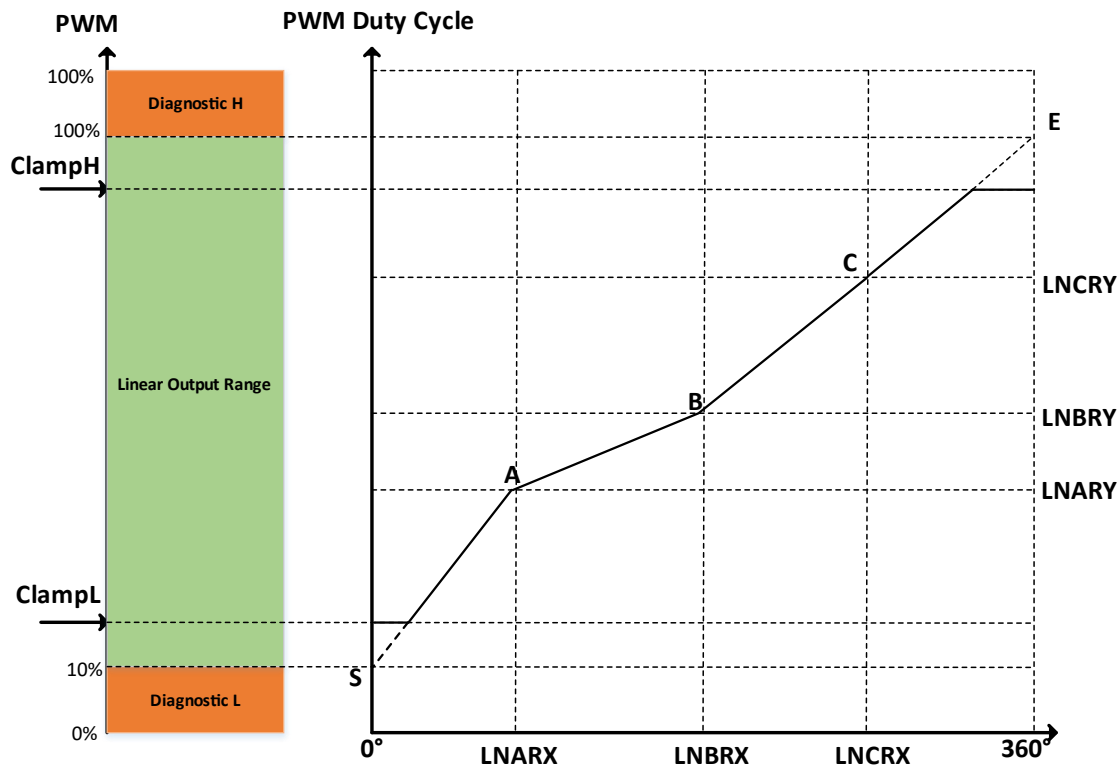


Figure 4.4 PWM 输出传递函数

上图为一个典型的用户配置后的 PWM 传递函数的曲线。

- ClampH 和 ClampL 的配置值决定了 PWM 的占空比可能输出的输出最大值和最小值（对应百分比）。
- LNRA/B/C 三个点决定了四段法拟合线性函数的三个折线点
 - 当测量角度 $\theta \leq \text{LNARX}$ 时，传递函数是由 0° （10%）和 LNARX（LNRAY）所构成的一条直线。有个特殊情况是将 LNARX 的值设为 0 时， 0° 所对应的 PWM 的输出占空比将不再等于 10%，而由 LNRAY 内的设定值决定。
 - 当测量角度 $\text{LNARX} < \theta \leq \text{LNRBX}$ 时，传递函数是由 LNARX（LNRAY）和 LNRBX（LNRBY）所构成的一条直线。
 - 当测量角度 $\text{LNRBX} < \theta \leq \text{LNRXC}$ 时，传递函数是由 LNRBX（LNRBY）和 LNRXC（LNRXY）所构成的一条直线。
 - 当测量角度 $\theta > \text{LNRXC}$ 时，传递函数是由 LNRXC（LNRXY）和 360° （90%）所构成的一条直线。有个特殊情况是将 LNARX 的值设为 16383 时， 360° 所对应的输出 PWM 占空比将不再等于 90%，而由 LNRXY 内的设定值决定。
 - 设定量的限制为：
 - ◆ $0 \leq \text{LNARX} \leq \text{LNRBX} \leq \text{LNRXC} \leq 16383$
 - ◆ $819 \leq \text{LNRAY/BY/CY} \leq 15565$
 - Note: $819 = 2^{14} * 5\%$; $15565 = 2^{14} * 95\%$;

4.5. Direction Setting

角度递增的方向由 Config1 寄存器中的 DIR 比特位设定值所决定。当 DIR 的值为 0 时，角度增加的方向为顺时针方向，反之当 DIR 的值设为 1 时，角度增加的方向为逆时针方向。

4.6. AGC Setting

NSM301x 内部包含一个自动增益 (AGC) 调整模块, 可根据霍尔盘感应的磁场大小对信号路径进行相应的增益调整, 输入信号经增益调整后占据 NSM301x 内部 ADC 的大部分量程, 从而提高采样精度。这种自动调节增益的方法可确保 NSM301x 芯片适应不同的机械约束和磁场。

NSM301x 出厂默认增益设置为 16 倍, 用户可通过对 AGC_FIX 寄存器进行配置来改变固定增益大小。用户可通过配置 CONFIG2 寄存器开启 AGC 功能, AGC 功能开启后, AGC_FIX 寄存器配置的固定增益将失效。若用户使用 NSM3013 的 SON 功能, 需要禁用 AGC 功能, 其他场景用户可选择打开 AGC 功能。

4.7. Zero Position Setting

ZERO_POSITION 寄存器用来匹配机械角度和电气角度。用户可以将机械角度转到对应机械参考零点后将对应的 NSM301x 测量角度值写入 ZERO_POSITION 寄存器, 相当于将机械的参考零角度点和电气的参考零角度点进行了对齐。

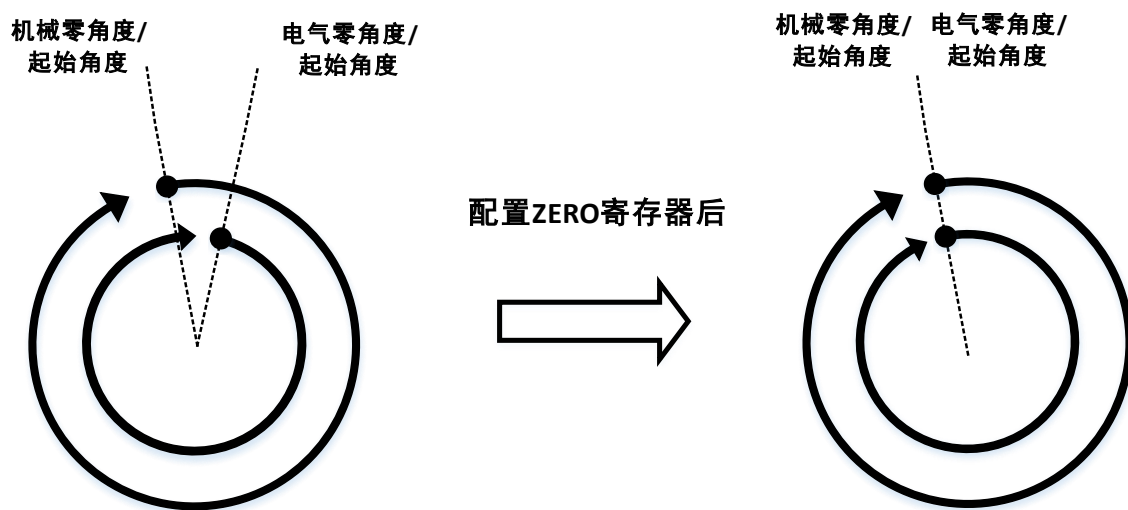


Figure 4.5 零点配置示意图

4.8. SON Setting

对于四盘 Hall 这样的应用来讲, 其感应为 Z 方向的磁场。SIN 信号和 COS 信号的矢量和的幅值实际上反应了 Z 方向的磁场强度。而事实上, Z 方向的磁场强度, 在大多数应用场合, 也反应了磁铁和芯片之间在 Z 方向的间隙。

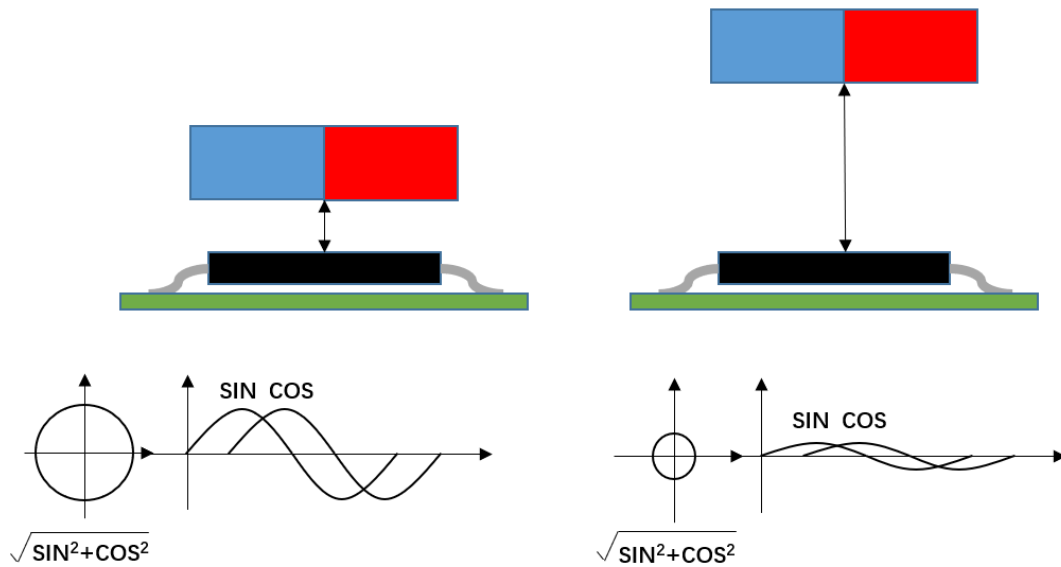


Figure 4.6 SON 感性磁场强度

NSM3013 提供 SON 功能。SON 的设定，其实际上是基于 $\text{SIN}^2 + \text{COS}^2$ 预设了比较值门限值判断。当用户 SON_POL 为 0 时，当 $\text{SIN}^2 + \text{COS}^2$ 大于 MAG_THRES_HIGH 的设置值时，SON 管脚变高，小于 MAG_THRES_LOW 的设置值时，SON 管脚变低，反之，当 SON_POL 为 1 时，SON 引脚的电平变动将会相反。

4.9. Output Data Rate

NSM301x 可以调整响应速度的设置，将 OUTFILTER 寄存器配置成 0 时，即使用 FAST 模式时，角度输出速率是 31.25KHz，使用 SLOW 模式时，可将 OUTFILTER 寄存器配置成 1 到 7，角度输出响应速度变慢，变成原速率的 1/2 到 1/128。

4.10. UVW Output

UVW 接口输出方式为推挽输出，如下图所示。

NSM3013 支持 UVW 输出方式，NSM3011, NSM3012 不支持。芯片在刚上电时，UVW 三相输出均为低电平，等待第一个计算周期结束，UVW 开始输出。NSM301x 支持可编程极对数输出，最大能够支持极对数为 8 的情况，下图给出了极对数为 1 的情况。

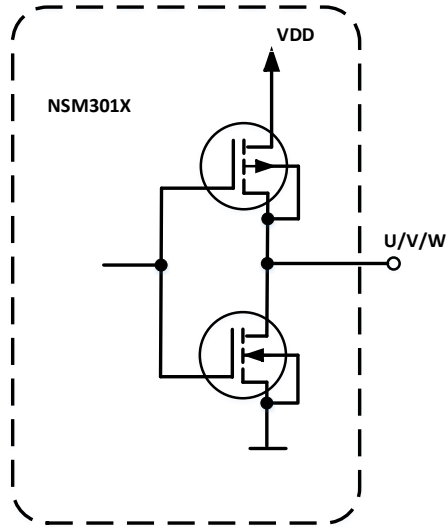


Figure 4.7 UVW IO □

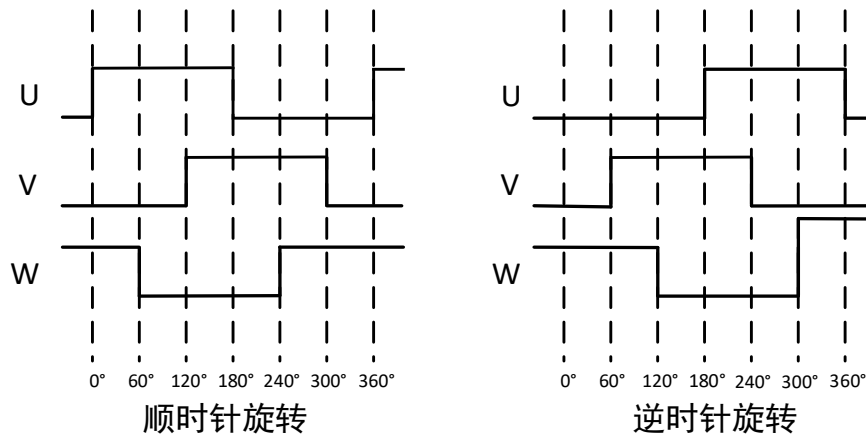


Figure 4.8 UVW 输出

4.11. SPI Communication

NSM3012 可以支持标准的三线制 SPI 通信，在没有 MCU 进行通信时，CS 默认拉高，通信时序，如下图所示：

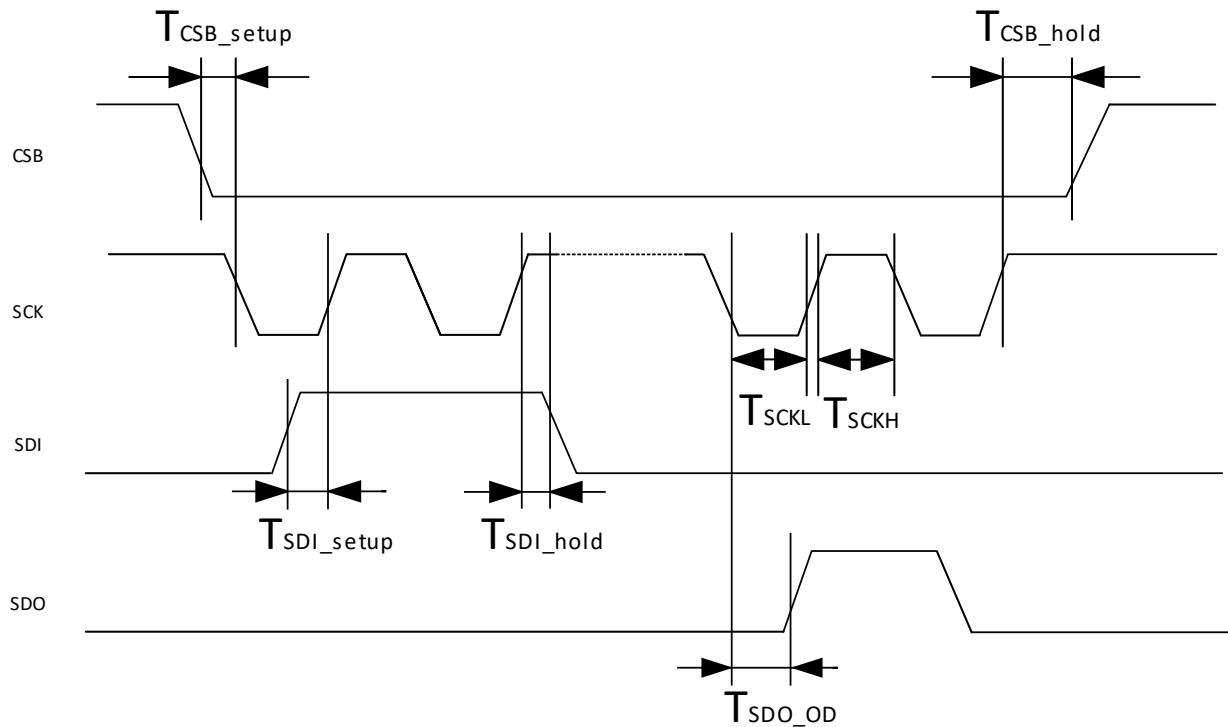


Figure 4.9 SPI 通讯时序

标示	参数	说明	最小值	典型值	最大值	单位
t_{CSB_setup}	CSB falling edge to SCK falling edge		250	-	-	ns
t_{CSB_hold}	SCK last rising edge and CSB rising edge		250	-	-	ns
t_{SCKL}	Low period of clock		250	-	-	ns
t_{SCKH}	High period of clock		250	-	-	ns
t_{SDI_setup}	Setup time of SDI data		40	-	-	ns
t_{SDI_hold}	Hold time of SDI data		40	-	-	ns
t_{SDO_OD}	Data valid time of SDO		-	-	40	ns

CSB 为低电平时，第一个 SCLK 上升沿标志 SPI 传输开始。首先传输的是 16 位指令位，接着是可配置的 1/2/3 或更多字节的数据。如图，16 位指令位被分割成以下几部分。

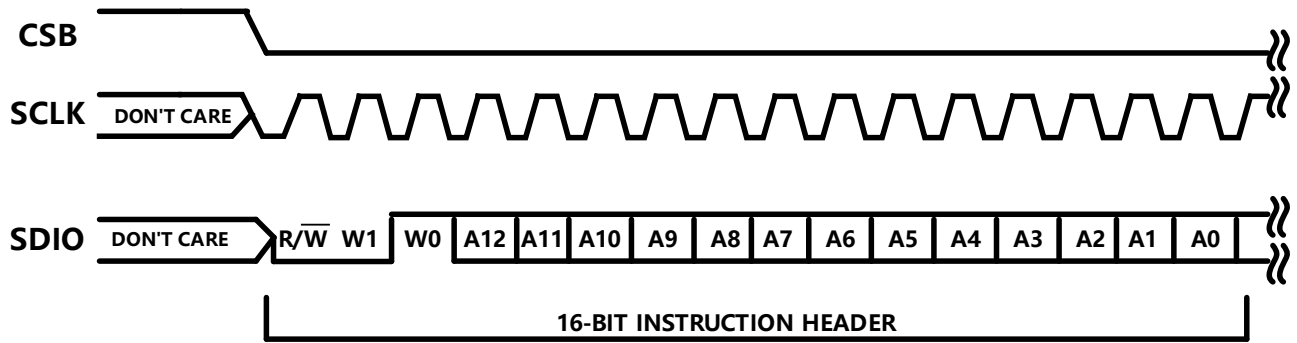


Figure 4.10 SPI 输出指令位

数据流的最高位为读/写位。将这位置高标志读操作，置低标志写操作。

W1 和 W0 代表读或写的寄存器数目(表 5.4)。如果设置的传输的数目少于 3 个(00, 01, or 10), CSB 能在数据传输的字节之间暂时性拉高, 当 CSB 再次拉低时继续数据传输, 直到指定的字节数目传输完毕为止。如果为 W1/W0 设置为 11, 传输数据的字节数目无限制, 可以一直顺序传输, 直到 CSB 拉高为止, 此时 CSB 不允许在传输的字节之间暂时性拉高。

其余的 13 位代表数读写的寄存器地址。如果有不只有一个 byte 的数据被传送, 将会自动传送到连续的后地址中。

W1 和 W0 设置如下表所示:

W1:W0	功能	CSB 暂时性拉高
00	发送 1 个字节的数据。	选用
01	发送 2 个字节的数据。	选用
10	发送 3 个字节的数据。	选用
11	4 字节以上可被传送。CSB 必须保持持续拉低, 不然循环会被终止。	不可用

指令后接着数据传输, 数据的长度由于 W0 和 W1 位决定, 可为一个以上的字节, 所有的字节由 8 位组成。

数据传输低位优先或是高位优先由‘LSB_first’位进行选择。芯片上电后默认为高位优先, 可以通过配置寄存器改变。在高位优先的传输模式, 从最高位开始传输直到最低位, 在低位优先的传输模式时, 与此相反。

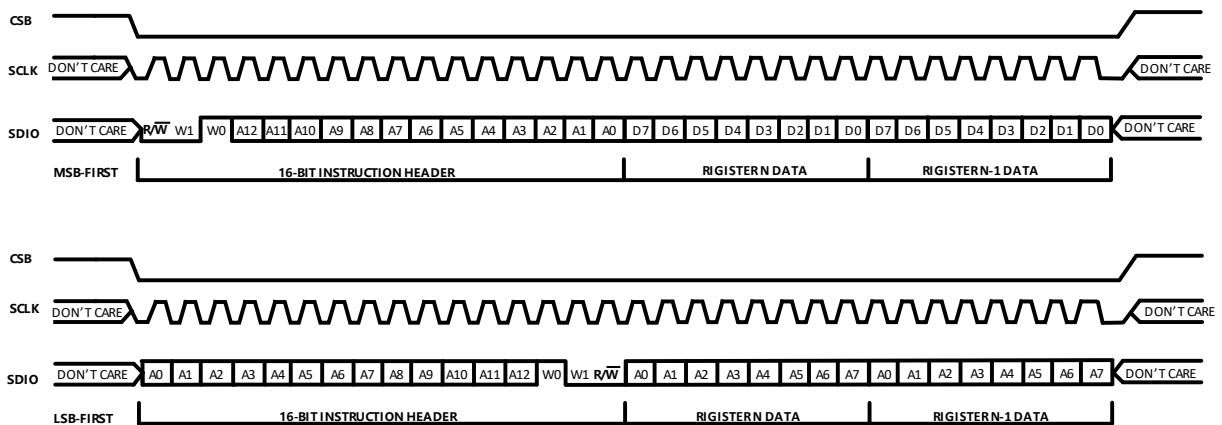


Figure 4.11 高位优先和低位优先下的指令和数据时序

4.12. OWI Communication

芯片上电或 soft reset 后的前 20ms 为 OWI 进入窗口期，在此窗口内通过 OWI 引脚连续输入 24 位特定的 OWI 进入命令（0xB5A6FF）可以使芯片进入 OWI 通讯模式，并且模拟输出（OUT）被禁止。如果 OWI 窗口期间没有检测到有效的 OWI 命令，则模拟输出（OUT）开始正常工作。在 MTP 烧写时，将 OWI_Disable 位写 1 可以永久禁止 OWI 通讯。NSM3011 该位禁止写 1，写 1 后芯片下次无法进 OWI 通讯编程。

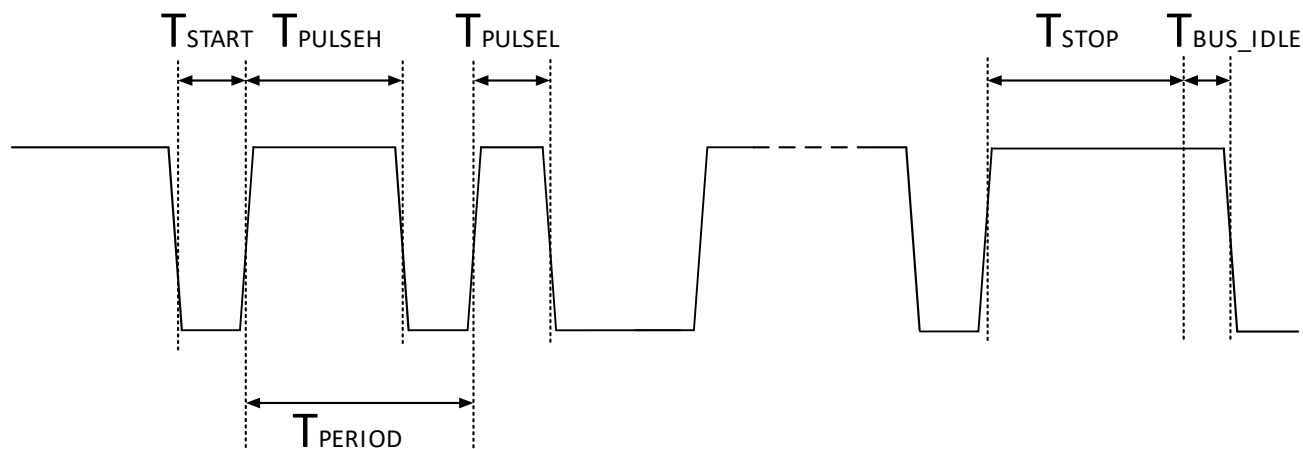


Figure 4.12 OWI 输出指令位

标示	参数	说明	最小值	典型值	最大值	单位
t_{Period}	OWI 位周期		20		1000	us
t_{Period_DEV}	OWI 位周期偏差		0.75	1	1.25	t_{Period}
t_{PulseL}	表示'0'的占空比		1/8	1/4	3/8	t_{Period}
t_{PulseH}	表示'1'的占空比		5/8	3/4	7/8	t_{Period}
t_{Start}	开始条件低电平时间		10			us
t_{Stop}	结束条件时间	2 个 bit 周期或 2048us	2			t_{Period}
				4		ms
t_{Bus_Idle}	总线空闲时间	Stop 和 Start 之间的最小总线空闲时间	10			us

OWI 进入命令如图所示：

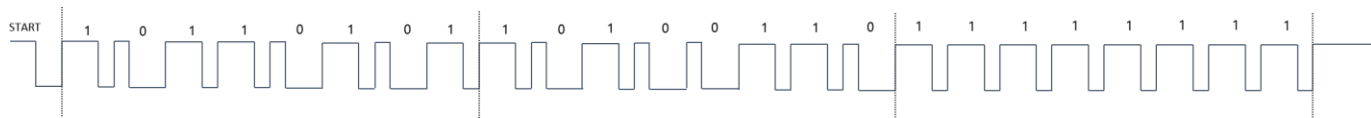


Figure 4.13 OWI 进入命令

在 OWI 通讯模式里，OWI 通信的位周期 (t_{period}) 由 OWI 进入命令的最后一位的位周期决定，且在整个 OWI 通信过程中不可更改。即 OWI 通信的位周期需和 OWI 进入命令的位周期保持一致。

OWI 总线协议定义如下：

a) 空闲状态

进入 OWI 通讯模式后，没有任何通信正在进行时，OWI 总线处于空闲状态。空闲状态时，OWI 脚处于输入状态，由外部上拉电阻上拉至高电平。

b) 开始条件

在 OWI 总线处于空闲状态时，OWI 主机发送一个不低于 20us 且不高于 4ms 的低电平脉冲标志一次 OWI 通讯的开始。任何 OWI 通信必须由一个开始条件引导，且 OWI 主机只能在 OWI 总线处于空闲状态时发送开始脉冲。

c) 结束条件

读操作或写操作的全部数据写入或读出完毕后，OWI 通讯会自动结束，OWI 总线回到空闲状态。

在通信的任何阶段，如果 OWI 总线保持固定高电平或低电平超过 OWI 通信的位周期 (t_{period}) 的两倍时，OWI 通信会强行结束并使得 OWI 总线回到空闲状态。

d) 寻址和读写控制

OWI 主机在发送开始条件后需要发送寻址和读写控制信息，包含 8 位的寄存器地址，2 位字节数控制位和 1 位读写控制位。寄存器地址指示读写寄存器的首地址 (MSB 在前)。字节数控制位指示连续读写的字节数，00:读写 1 个字节，01:读写 2 个字节，10:读写 3 个字节，11:读写 4 个字节。读写控制位指示是读操作还是写操作，0:写操作，1:读操作。

e) 写操作

在写操作中，OWI 主机发送完读写控制位后，继续发送 1/2/3/4 个字节 (由字节数控制位决定)，数据将被依次写入指定的寄存器地址及其后续地址，如图 5.4 所示。

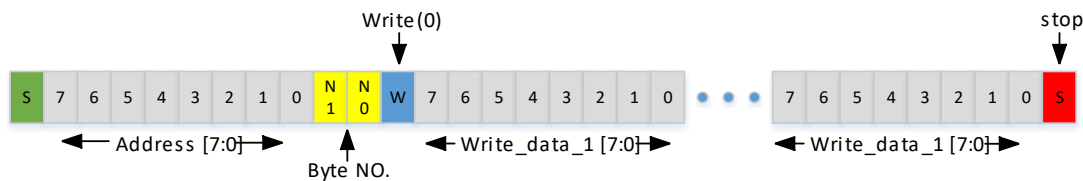


Figure 4.14 OWI 写操作

f) 读操作

在读操作中，OWI 主机发送完读写控制位后，将 OWI 线拉高一段时间后 (<1/4 OWI 周期)，再将引脚设为输入状态。芯片会在 OWI 为高后，开始连续发送指定寄存器地址开始的 1/2/3/4 (由字节数控制位决定) 字节的内容及其 2 位奇偶校验码 (C1 和 C0)，OWI 主机在接收到全部数据后重新获得总线控制权。如图 5.5 所示。

$$C1 = \text{Read_data}[7] \wedge \text{Read_data}[5] \wedge \text{Read_data}[3] \wedge \text{Read_data}[1];$$

$$C0 = \text{Read_data}[6] \wedge \text{Read_data}[4] \wedge \text{Read_data}[2] \wedge \text{Read_data}[0].$$

OWI 主机可以根据该奇偶校验位判断读取的数据是否正确。

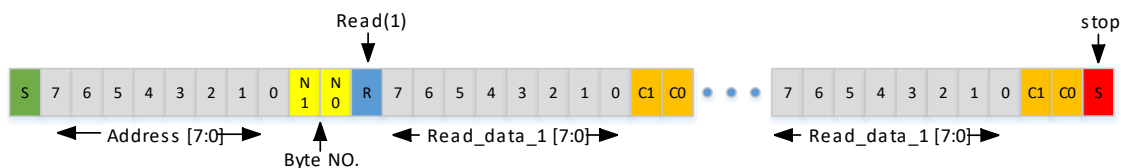


Figure 4.15 OWI 读操作

5. Register Map

地址	读写	名称	功能	默认值
0x00	RW	SPI Config	BIT<7,0>: SDO_ACTIVE BIT<6,1>: LSB First BIT<5,2>: Soft Reset SDO_ACTIVE: 0 三线 SPI, 仅支持三线, 仅可配置为 0 LSB_FIRST: 1 低位先输出, 0 高位先输出 SoftReset: 1 芯片软复位	0x00
0x03	R	AGC_GAIN	1~254 表示正常增益, 0 和 255 表示 AGC WARNING	0x01
0x04	R	MAGH	MAGNITUDE 高 6 位	0x00
0x05	R	MAGL	MAGNITUDE 低 8 位	0x00
0x06	R	ANGLEH	ANGLE 高 6 位	0x00
0x07	R	ANGLEL	ANGLE 低 8 位	0x00
0x08	R	CRC	ANGLE 寄存器的 CRC 值	0x00
0x09	R	STATUS	BIT<7>: Data_RY: 1,角度数据更新完毕 BIT<3>: ADC_Overflow_cos: COS 溢出 BIT<2>: ADC_Overflow_sin: SIN 溢出 BIT<1>: AGC_WARNING_H: AGC 高报警 BIT<0>: AGC_WARNING_L: AGC 低报警	0x00
0x10	RWB	CONFIG1	BIT<7>: owi_dis: 禁用 OWI 通信 BIT<6>: hsy_en: 1, 使能角度滞回 BIT<5,4>: filter_step 00-关闭 POST FILTER, 01-POST FILTER 1, 10-POST FILTER 2 11-POST FILTER 3 BIT<3>: 4-seg_dis: 1,禁用四段补偿 BIT<2>: 4-seg_polarity: 0, 正斜率 SAK/ABk/BCK/CEk, 1, 负斜率 SAK/ABk/BCK/CEk BIT<1>: DIR: 0--顺时针方向, 1--逆时针方向 BIT<0>: out_mode: 0-Analog 输出, 1--PWM 输出	0x00

0x11	RWB	CONFIG2	<p>BIT<7>: son_pol: son 信号极性</p> <p>BIT<6>: AGC_dis 1: 禁用 AGC</p> <p>BIT<5>: AGC_Target</p> <p>0: 80%ADC 量程</p> <p>1: 70%ADC 量程</p> <p>BIT<4:2>: OUTFILTER</p> <p>000--角度输出结果 1 次平均</p> <p>001--角度输出结果 2 次平均</p> <p>010--角度输出结果 4 次平均</p> <p>⋮</p> <p>111--角度输出结果 128 次平均</p> <p>BIT<1:0>: DEAC</p> <p>00-关闭动态角度补偿</p> <p>01-一阶角度补偿</p> <p>其他值禁止配置</p>	0x00
0x13	RWB	PWM_UVW_CONF	<p>BIT<0>: PWM_MODE</p> <p>0: push pull 输出, 1: OD 输出</p> <p>BIT<2:1>: PWM_RANGE</p> <p>设置 PWM 输出占空比的范围。00: 10%~90%, 01: 5%~95%, 10: 0%~100%此时完全靠 CLAMPL 和 CLAMPH 限制</p> <p>BIT<4:3>: PWM_RES</p> <p>设置 PWM 输出的 Resolution 和频率</p> <p>00: RES(12) 500 Hz, 01: RES(13) 250 Hz, 10: RES(14) 100 Hz, 11: RES(11) 1000 Hz</p> <p>BIT<7:5>UVWPP</p> <p>设置 UVW 极对数, 1~8pp</p>	0x00
0x14	RWB	AGC_FIX	AGC 禁能后, 配置的固定增益 0~255	0x00
0x15	RWB	DEAC_TDH	动态角度补偿时间高 3 位	0x00
0x16	RWB	DEAC_TDL	动态角度补偿时间低 8 位	0x00
0x17	RWB	CLAMPHH	4 段补偿的高钳位点 ClampH 高 6 位	0x00
0x18	RWB	CLAMPHL	4 段补偿的高钳位点 ClampH 低 8 位	0x00
0x19	RWB	CLAMPLH	4 段补偿的低钳位点 ClampL 高 6 位	0x00
0x1a	RWB	CLAMPLL	4 段补偿的低钳位点 ClampL 低 8 位	0x00

0x1b	RWB	LNR_SAKH	4 段补偿的第一段斜率的高 6 位	0x00
0x1c	RWB	LNR_SAKL	4 段补偿的第一段斜率的低 8 位	0x00
0x1d	RWB	LNR_ABKH	4 段补偿的第二段斜率的高 6 位	0x00
0x1e	RWB	LNR_ABKL	4 段补偿的第二段斜率的低 8 位	0x00
0x1f	RWB	LNR_BCKH	4 段补偿的第三段斜率的高 6 位	0x00
0x20	RWB	LNR_BCKL	4 段补偿的第三段斜率的低 8 位	0x00
0x21	RWB	LNR_CEKH	4 段补偿的第四段斜率的高 6 位	0x00
0x22	RWB	LNR_CEKL	4 段补偿的第四段斜率的低 8 位	0x00
0x23	RWB	LNRAXH	4 段补偿的 A 点横坐标 LNRAX 高 6 位	0x00
0x24	RWB	LNRAXL	4 段补偿的 A 点横坐标 LNRAX 低 8 位	0x00
0x25	RWB	LNRBXH	4 段补偿的 B 点横坐标 LNRBX 高 6 位	0x00
0x26	RWB	LNRBXL	4 段补偿的 B 点横坐标 LNRBX 低 8 位	0x00
0x27	RWB	LNRCXH	4 段补偿的 C 点横坐标 LNRCX 高 6 位	0x00
0x28	RWB	LNRCXL	4 段补偿的 C 点横坐标 LNRCX 低 8 位	0x00
0x29	RWB	LNRAYH	4 段补偿的 A 点纵坐标 LNRAY 高 6 位	0x00
0x2a	RWB	LNRAYL	4 段补偿的 A 点纵坐标 LNRAY 低 8 位	0x00
0x2b	RWB	LNRBYH	4 段补偿的 B 点纵坐标 LNRBY 高 6 位	0x00
0x2c	RWB	LNRBYL	4 段补偿的 B 点纵坐标 LNRBY 低 8 位	0x00
0x2d	RWB	LNRCYH	4 段补偿的 C 点纵坐标 LNRCY 高 6 位	0x00
0x2e	RWB	LNRCYL	4 段补偿的 C 点纵坐标 LNRCY 低 8 位	0x00
0x2f	RWB	ZERO_POSITIONH	机械 0 角度与电角度对齐 ZERO_POSITION 高 6 位	0x00
0x30	RWB	ZERO_POSITIONL	机械 0 角度与电角度对齐 ZERO_POSITION 低 8 位	0x00
0x31	RWB	MAGHIGH_THRESH	SON 输出比较的磁场强度高阈值 MAG_THRES 高 6 位	0x00

0x32	RWB	MAGHIGH_THRESL	SON 输出比较的磁场强度高阈值 MAG_THRES 低 8 位	0x00
0x33	RWB	MAGLOW_THRESH	SON 输出比较的磁场强度低阈值 MAG_THRES 高 6 位	0x00
0x34	RWB	MAGLOW_THRESL	SON 输出比较的磁场强度低阈值 MAG_THRES 低 8 位	0x00
0x35	RWB	ERR_CONFIG	BIT<0>AGCH_warn_en: 使能 AGC 高报警 BIT<1>AGCH_warn_high: 1 输出高电平, 0 输出低电平 BIT<2>AGCL_warn_en: 使能 AGC 低报警 BIT<3>AGCL_warn_high: 1 输出高电平, 0 输出低电平 BIT<4>ADC_OF_en: 使能 ADC 溢出报警 BIT<5>ADC_OF_high: 1 输出高电平, 0 输出低电平 BIT<6>AMP_OF_en: 磁场幅度溢出使能 BIT<7>AMP_OF_high: 1 输出高电平, 0 输出低电平	0x00
0x36	RWB	CUSTOMER_ID0	BIT<7:0>芯片可配置 id0	0x00
0x37	RWB	CUSTOMER_ID1	BIT<7:0>芯片可配置 id1	0x00
0x38	RWB	CUSTOMER_ID2	BIT<7:0>芯片可配置 id2	0x00
0x61	W	QUIT_OWI	退出 OWI, 0x5d 到模拟输出模式, 0x89 到高阻模式	0x00
0x62	RWB	QUIT_OWI_CNT	BIT<7:0>临时退出 OWI 的时间设置, LSB=65ms	0x00
0x6a	RWB	PROG_MTP	PGM:烧写 MTP 0x5d ERASE:擦除 MTP 0xa6 EV:擦除验证 MTP 0x7c PV: 烧写验证 MTP 0xd6	0x00

6. Application Note

6.1. Typical Application Circuit

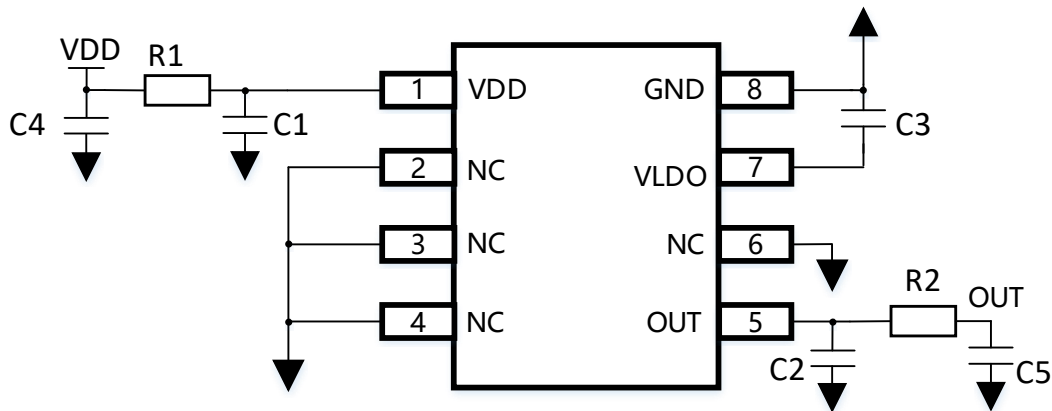


Figure 6.1 NSM3011 应用电路

Output Analog output	Compact PCB routing			EMC robust PCB routing			备注
	Min	Type.	Max	Min	Type.	Max	
C ₁	100nF	100nF	1uF	47nF	100nF	1uF	
C ₂	47nF	100nF	330nF	47nF	100nF	330nF	
C ₃	47nF	100nF	220nF	47nF	100nF	220nF	
C ₄	-	-	-	500pF	1nF	10nF	
C ₅	-	-	-	500pF	1nF	10nF	
R ₁	-	-	-	0Ω	10Ω	33Ω	
R ₂	-	-	-	10Ω	50Ω	100Ω	

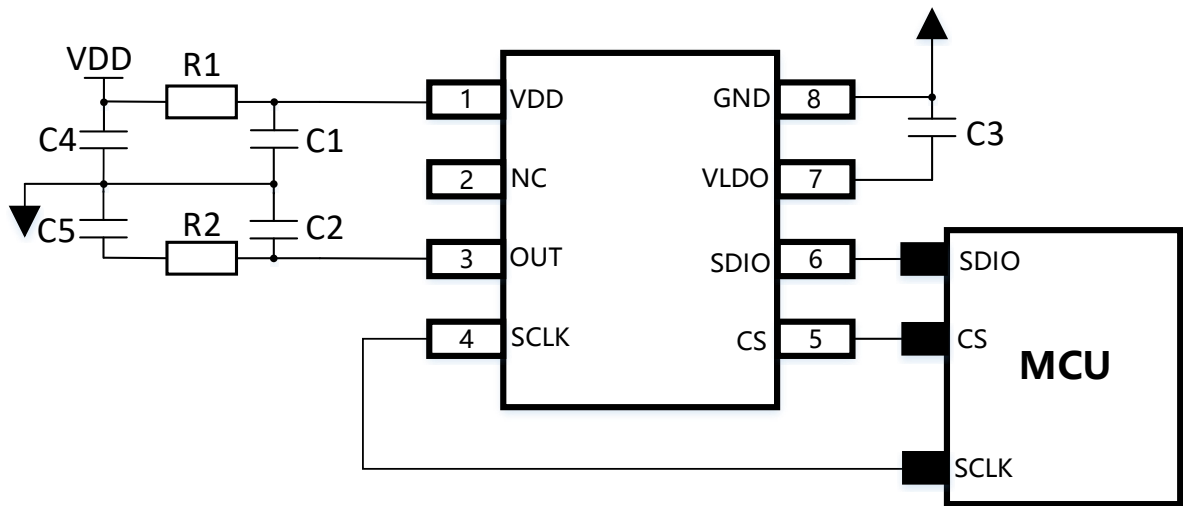


Figure 6.2 NSM3012 应用电路

Output	Compact PCB routing			EMC robust PCB routing			备注
	Min	Type.	Max	Min	Type.	Max	
Analog output							
C ₁	100nF	100nF	1uF	47nF	100nF	1uF	
C ₂	47nF	100nF	330nF	47nF	100nF	330nF	
C ₃	47nF	100nF	220nF	47nF	100nF	220nF	
C ₄	-	-	-	500pF	1nF	10nF	
C ₅	-	-	-	500pF	1nF	10nF	
R ₁	-	-	-	0Ω	10Ω	33Ω	
R ₂	-	-	-	10Ω	50Ω	100Ω	

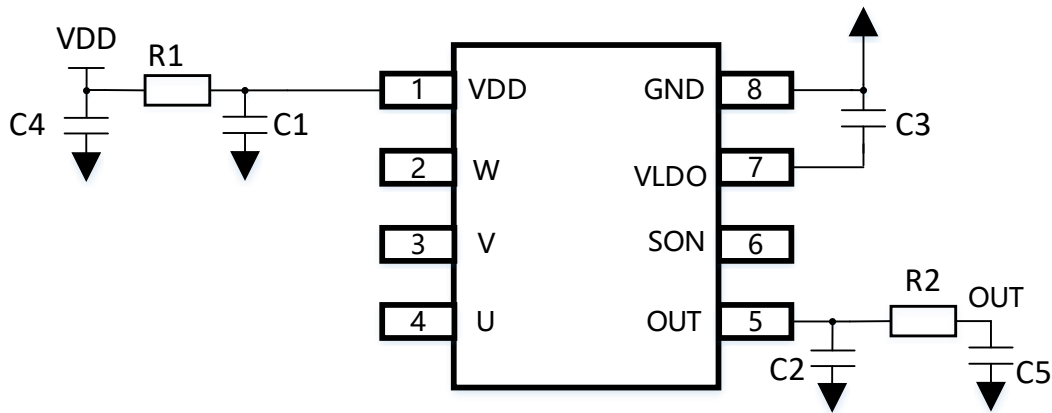
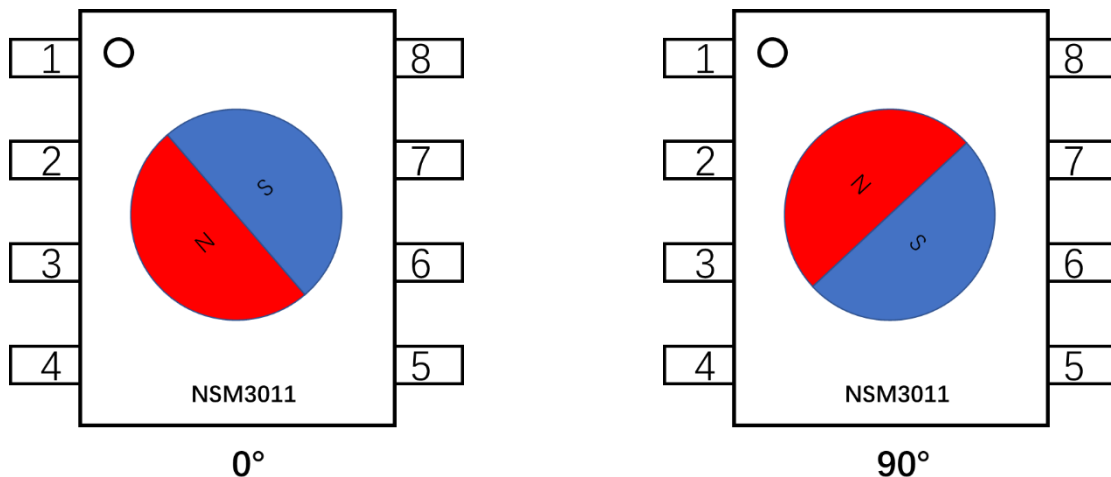


Figure 6.3 NSM3013 应用电路

Output	Compact PCB routing			EMC robust PCB routing			备注
	Min	Type.	Max	Min	Type.	Max	
C ₁	100nF	100nF	1uF	47nF	100nF	1uF	
C ₂	47nF	100nF	330nF	47nF	100nF	330nF	
C ₃	47nF	100nF	220nF	47nF	100nF	220nF	
C ₄	-	-	-	500pF	1nF	10nF	
C ₅	-	-	-	500pF	1nF	10nF	
R ₁	-	-	-	0Ω	10Ω	33Ω	
R ₂	-	-	-	10Ω	50Ω	100Ω	

6.2. Default Angle Output

在默认配置时，芯片输出的角度与磁铁摆放位置之间的关系如下图所示：



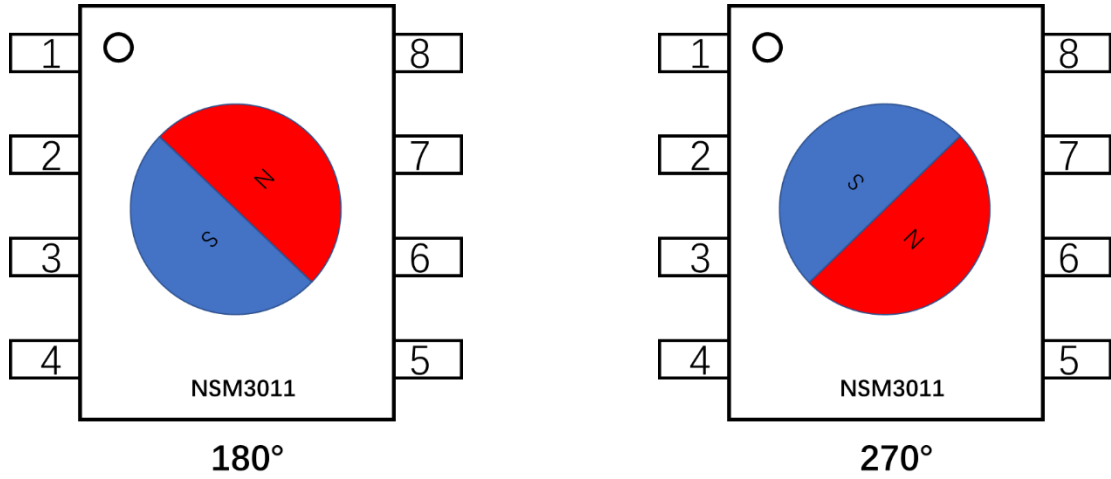


Figure 6.4 NSM3011 的角度输出关系图

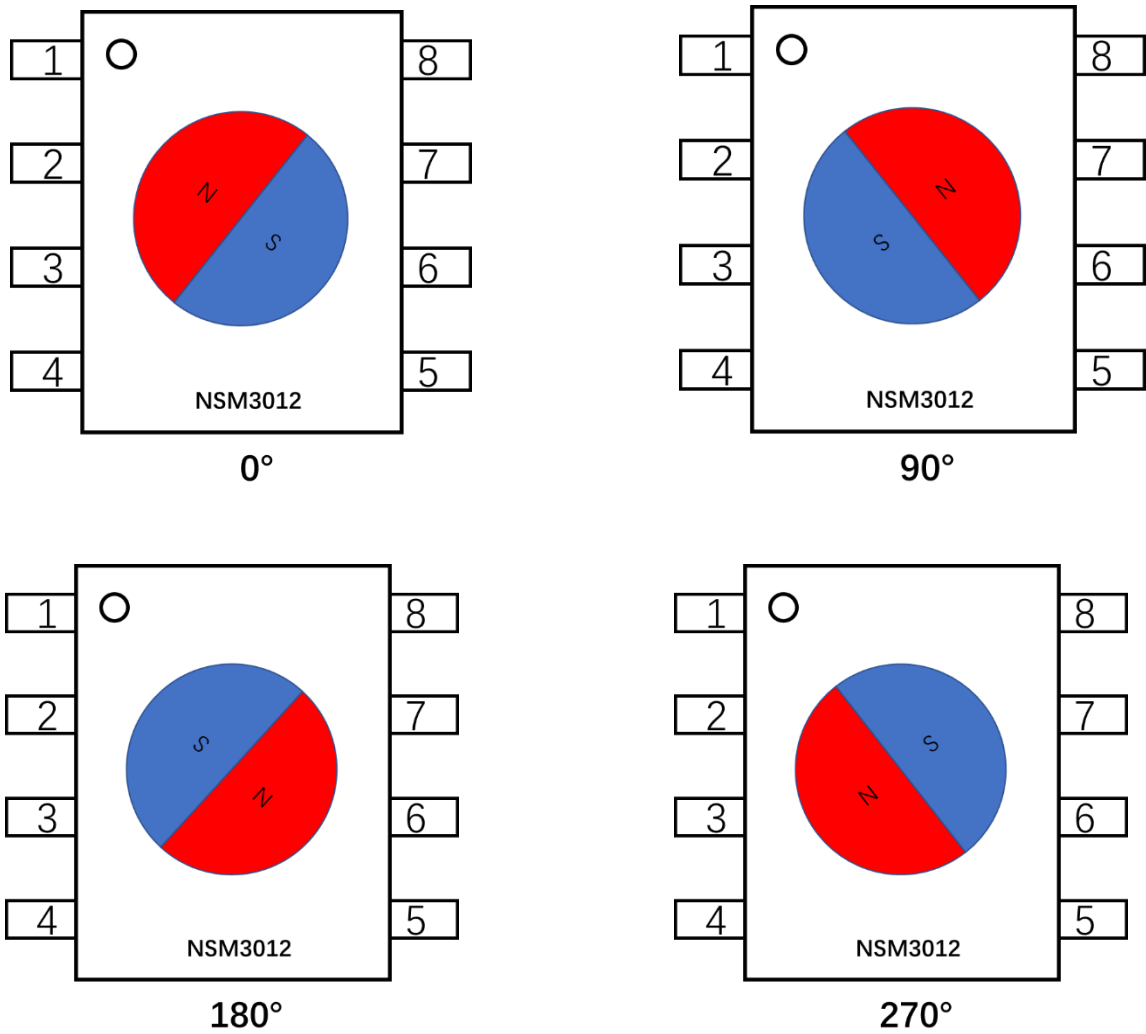


Figure 6.5 NSM3012 的角度输出关系图

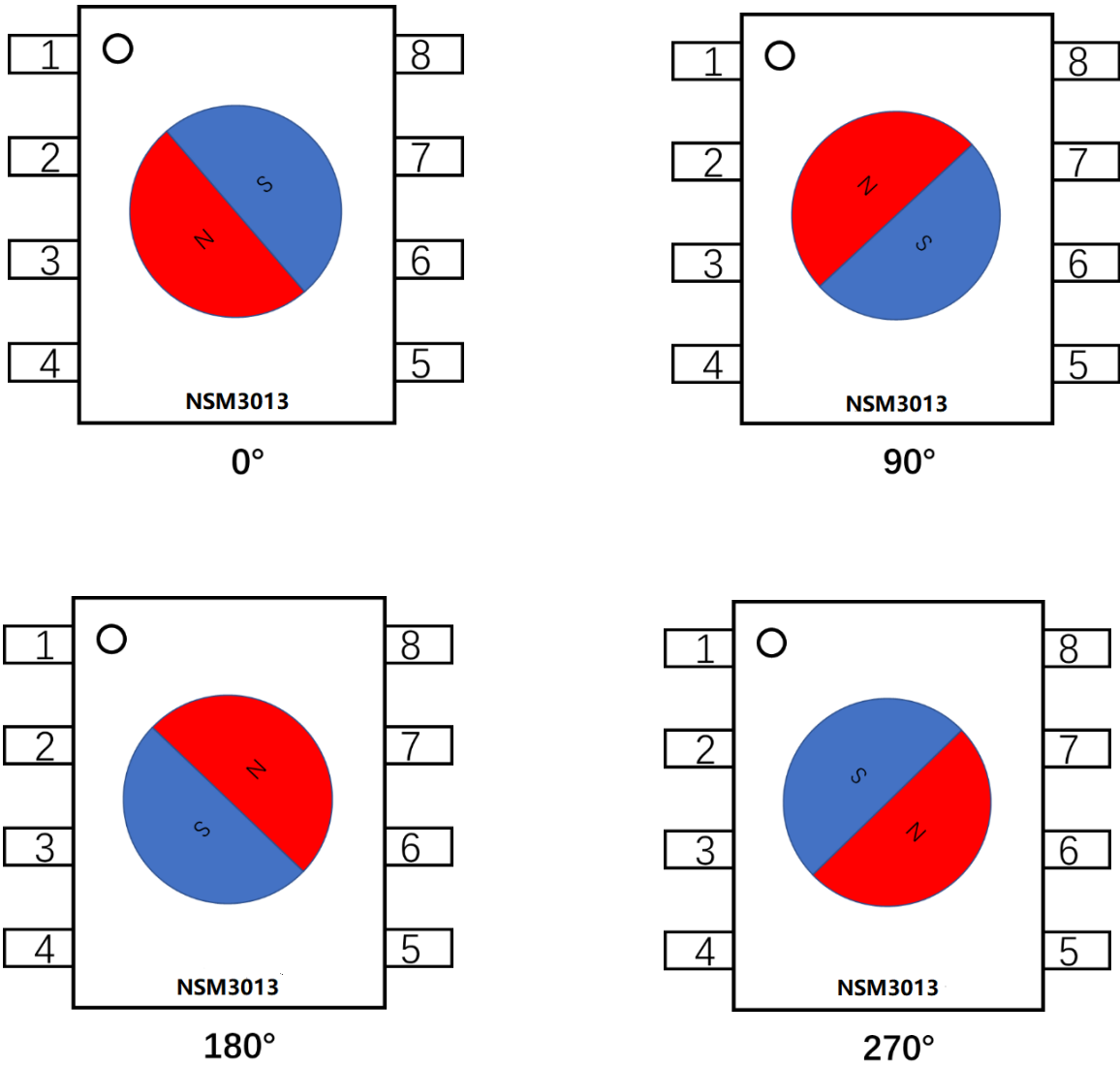


Figure 6.6 NSM3013 的角度输出关系图

7. Package Information

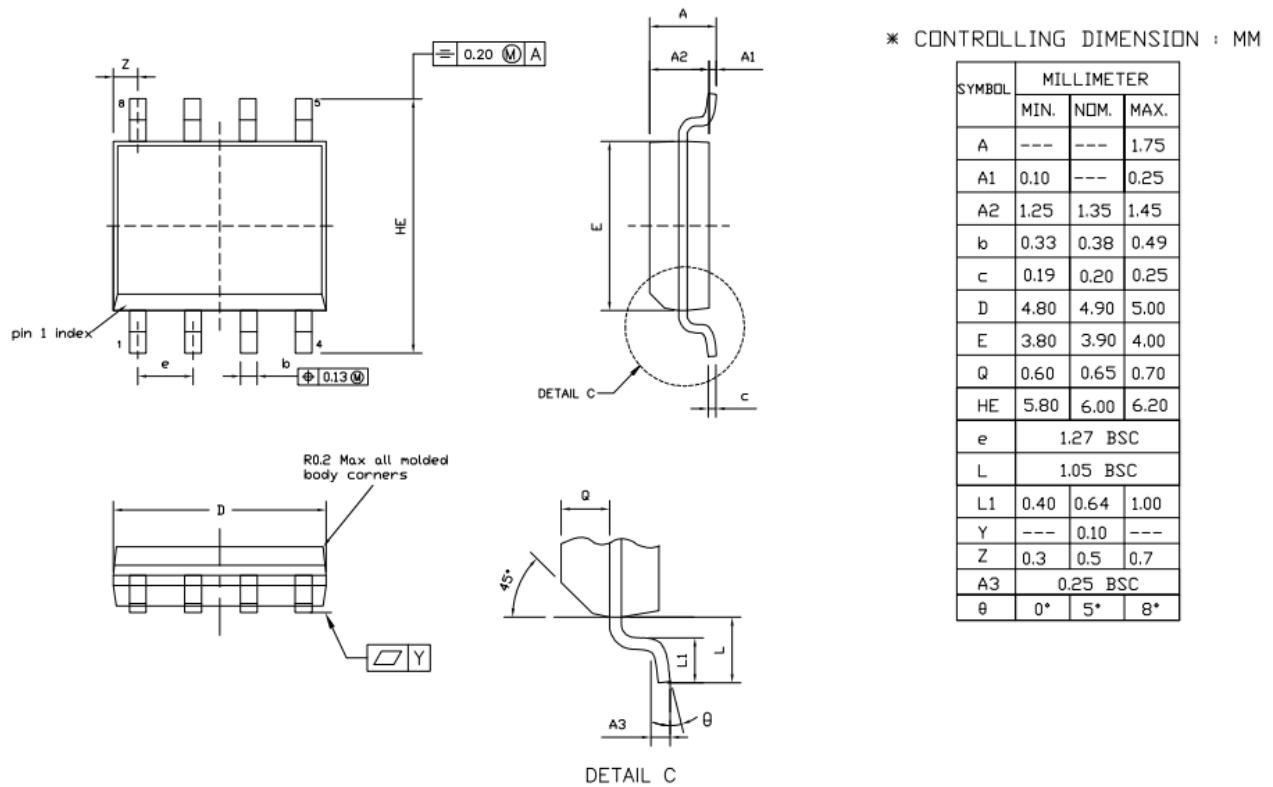


Figure 7.1 SOP8 Package Shape and Dimension in millimeters

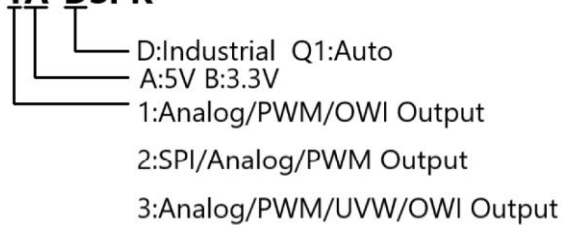
8. Ordering Information

Order part number:

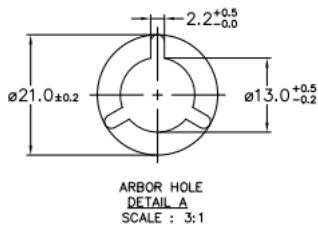
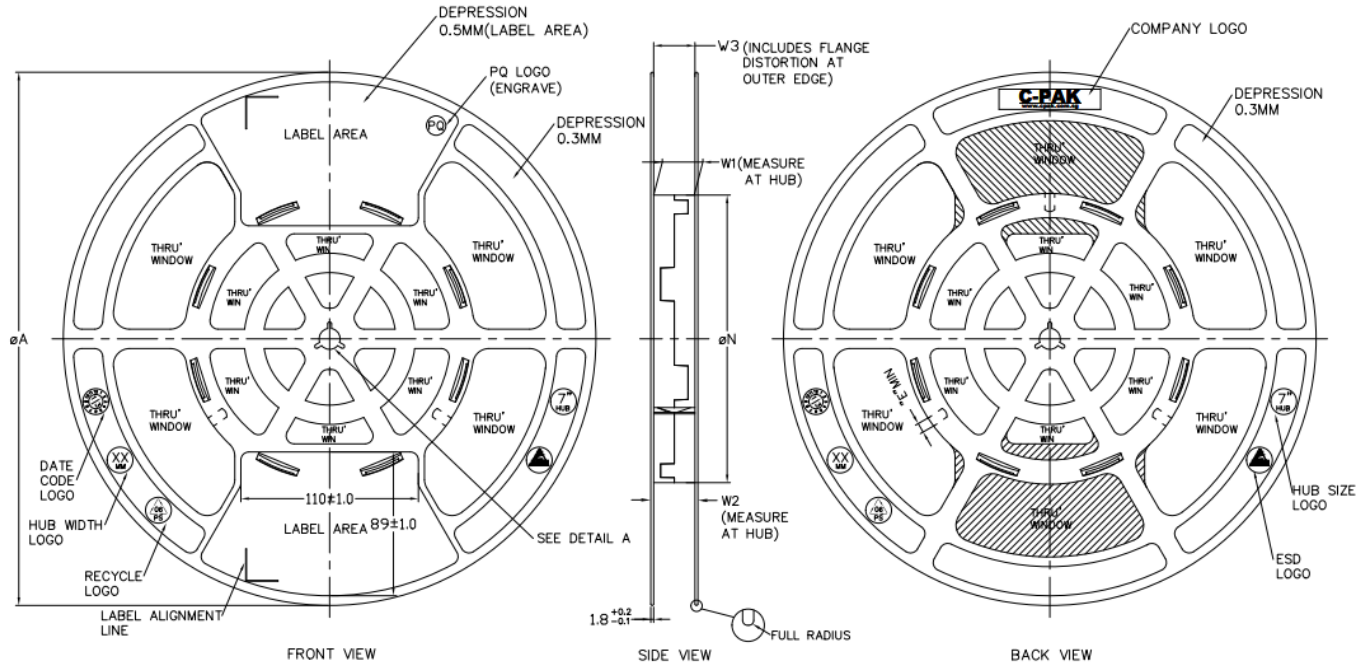
Part Number	Power Supply	SPQ	MOQ	Package
NSM3011A-DSPR	5V	2500	2500	SOP8
NSM3011A-Q1SPR	5V	2500	2500	SOP8
NSM3011B-DSPR	3.3V	2500	2500	SOP8
NSM3011B-Q1SPR	3.3V	2500	2500	SOP8
NSM3012A-DSPR	5V	2500	2500	SOP8
NSM3012A-Q1SPR	5V	2500	2500	SOP8
NSM3012B-DSPR	3.3V	2500	2500	SOP8
NSM3012B-Q1SPR	3.3V	2500	2500	SOP8
NSM3013A-DSPR	5V	2500	2500	SOP8
NSM3013A-Q1SPR	5V	2500	2500	SOP8
NSM3013B-DSPR	3.3V	2500	2500	SOP8
NSM3013B-Q1SPR	3.3V	2500	2500	SOP8

命名规则:

NSM3011A-DSPR

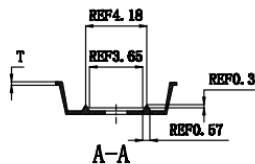
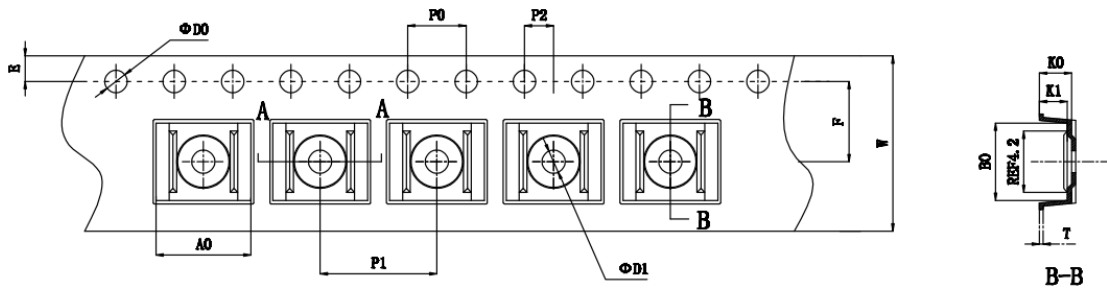


9. Tape and Reel Information



PRODUCT SPECIFICATION						
TAPE WIDTH	øA ±2.0	øN ±2.0	W1	W2 (MAX)	W3	E (MIN)
08MM	3.30	178	8.4 ^{+0.15} / _{-0.15}	14.4		5.5
12MM	3.30	178	12.4 ^{+0.20} / _{-0.20}	18.4	SHALL ACCOMMODATE TAPE WIDTH WITHOUT INTERFERENCE	5.5
16MM	3.30	178	16.4 ^{+0.30} / _{-0.30}	22.4		5.5
24MM	3.30	178	24.4 ^{+0.40} / _{-0.40}	30.4		5.5
32MM	3.30	178	32.4 ^{+0.50} / _{-0.50}	38.4		5.5

SURFACE RESISTIVITY			
LEGEND	SR RANGE	TYPE	COLOUR
A	BELOW 10 ¹²	ANTISTATIC	ALL TYPES
B	10 ⁸ TO 10 ⁹	STATIC DISSIPATIVE	BLACK ONLY
C	10 ⁶ & BELOW 10 ⁸	CONDUCTIVE (GENERIC)	BLACK ONLY
E	10 ⁸ TO 10 ⁹	ANTISTATIC (COATED)	ALL TYPES



Symbol	Spec (mm)
E	1.75 ± 0.10
F	5.5 ± 0.10
P2	2.00 ± 0.10
D0	1.55 ± 0.05
D1	1.6 ± 0.10
P0	4.00 ± 0.10
10P0	40.00 ± 0.20

Symbol	Spec (mm)
W	12.00 ± 0.30
P1	8.00 ± 0.10
A0	6.50 ± 0.10
B0	5.30 ± 0.10
K0	2.20 ± 0.10
K1	1.90 ± 0.10
T	0.30 ± 0.05

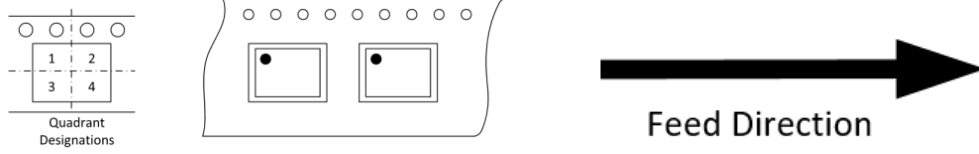


Figure 9.1 Tape and Reel Information of SOP8

10. Revision History

Revision	Description	Date
1.0	Initial Version	2022/4/22

重要声明

本文件中提供的信息不作为任何明示或暗示的担保或授权，包括但不限于对适销性、某特定用途方面的适用性或不侵犯任何第三方知识产权。

客户应对其使用纳芯微的产品和应用自行负责，客户认可并同意：尽管任何应用的相关信息或支持仍可能由纳芯微提供，但将在产品及其产品应用中遵守纳芯微产品相关的所有法律、法规和相关要求。

本文件中提供的资源仅供经过技术培训的开发人员使用。纳芯微保留对所提供的产品和服务进行更正、修改、增强、改进或其他更改的权利。纳芯微授权客户将此资源用于开发所设计纳芯微产品的相关应用，严禁对此资源进行复制或展示。如因使用此资源而产生任何索赔、损害、成本、损失和债务等，纳芯微对此不承担任何责任。

有关应用、产品、技术的进一步信息，请与纳芯微电子联系（www.novosns.com）。

苏州纳芯微电子股份有限公司版权所有