

14Bit高速磁编码器芯片系列

1. 产品特性

- 14 bit 分辨率旋转编码器
- 支持最高转速 200K rpm
- 角度线性误差 $\leq \pm 0.35^\circ$
- 电源输出耐压 $\geq 24V$, $\leq -18V$
- 支持多种形式接口选择:
 - 正/余弦模拟信号
 - ABZ+PWM
 - 四线/三线 SPI 协议输出
- 支持 3.3V 及 5.0V 两种工作电压应用
- SC60214 支持 3 次调零, 带有省线模式
- 诊断功能: 断线、过流、欠过压、过温
- 工作温度范围: -40°C 到 125°C
- SOP8 封装形式

2. 应用领域

- 绝对角度位置传感器
- 机器人关节控制
- 非接触旋钮、电位器
- 鼠标滚轴
- 舞台灯转角传感

3. 产品描述

SC6021X 是一款非接触式高速、高精度磁编码器芯片系列, 芯片中心内置了霍尔感应点矩阵, 通过感应上方的一对极磁铁产生正弦和余弦位置信号。芯片内部的模数转换电路对放大后的正弦和余弦信号进行采样, DSP 电路进行角度运算, 最后输出各种位置信号。SC6021X 的分辨率达到 14bit, 最高支持 200K rpm。

SC60210 支持差分正余弦输出, 可根据用户实际应用环境编程放大倍数及 Offset。

SC60214 通过外部编程器对芯片进行零点校准, 需锁相在电机的零位, 再进行编码器芯片校零。增量式输出接口通过 A、B、Z 引脚输出, 最大可以输出 1024 线, 根据实际使用需求, 提供不同分辨率输出的产品。

SC60218 提供 14Bit 的 SPI 协议输出, 且支持四线/三线模式。

SC6021X 采用 8 脚的 SOP-8 封装, 亚光镀锡, 采用无卤绿料, 满足环保要求。

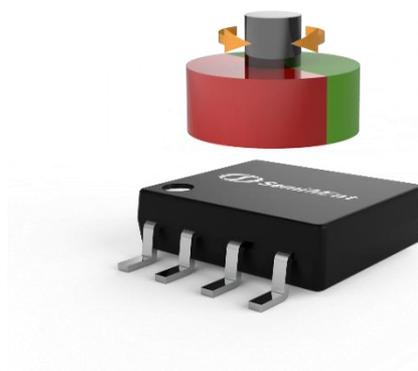


图 1: 工作示意图

目录

1. 产品特性	1	11. 输出形式.....	13
2. 应用领域.....	1	11.1. SIN/COS 模拟量输出	13
3. 产品描述	1	11.2. ABZ/PWM 输出.....	14
4. 引脚描述	3	11.3. SPI 输出.....	15
5. 订购信息	4	12. 电源供电连接方式.....	17
6. 极限参数	5	12.1. 应用电路连接(5V)	17
7. 静电保护	5	12.2. 应用电路连接(3.3V)	17
8. 工作参数	6	13. 封装信息 DC	18
9. 寄存器说明.....	8	14. 修改记录.....	19
10. 功能框图	12		

4. 引脚描述

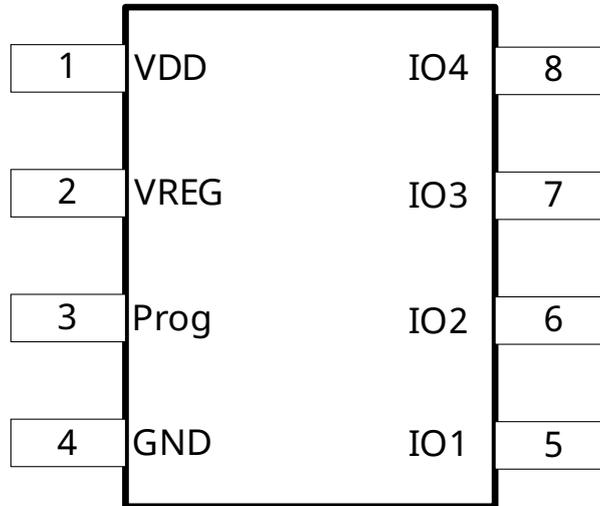


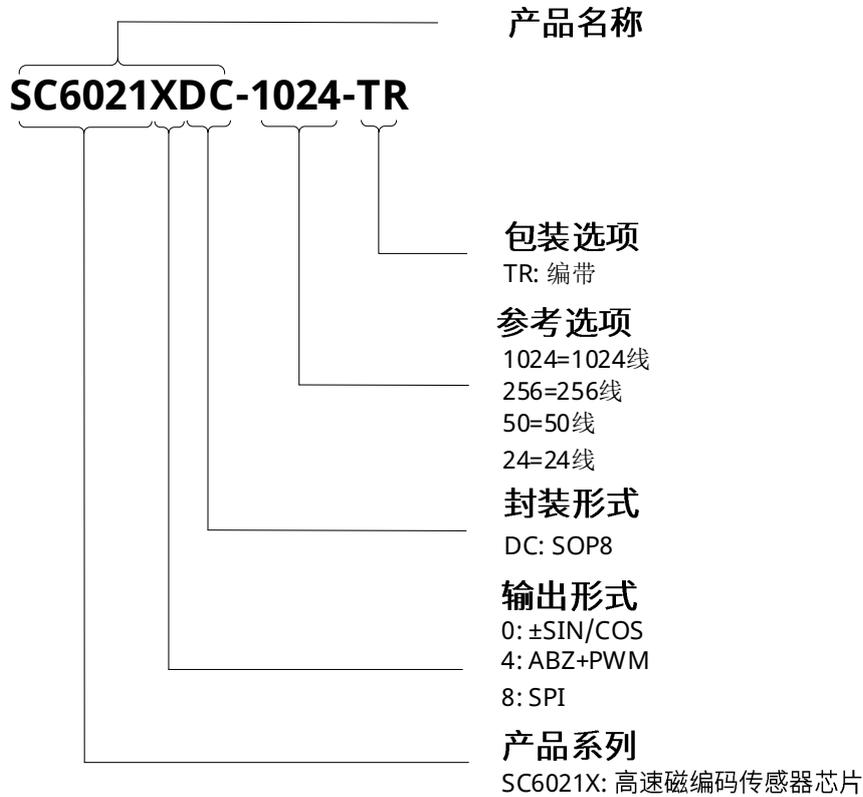
图 2: SC6021X 引脚描述

引脚		管脚类型	管脚功能描述
名称	序号		
VDD	1	PWR	芯片电源供电端口
VREG	2	PWR	芯片内部高压 LDO 输出端，外接 100nF 去耦电容
Prog	3	Program	编程调试引脚
GND	4	Ground	芯片地
IO1	5	In/Out	SPI 模式: CSN, SPI 通讯使能输入信号
			ABZ/PWM 模式: A 路增量信号输出/省线模式 PWM 输出
			SIN/COS 模式: COSP, 余弦信号正端输出
IO2	6	In/Out	SPI 模式: SCK, SPI 通讯时钟输入信号
			ABZ/PWM 模式: B 路增量信号输出
			SIN/COS 模式: COSN, 余弦信号负端输出
IO3	7	In/Out	SPI 模式: MOSI, SPI 通讯数据从机信号输入
			ABZ/PWM 模式: Z 路增量信号输出
			SIN/COS 模式: SINP, 正弦信号正端输出
IO4	8	In/Out	SPI 模式: MISO, SPI 通讯数据从机信号输出
			ABZ/PWM 模式: PWM 绝对角度输出
			SIN/COS 模式: SINN, 正弦信号负端输出

5. 订购信息

产品名称	丝印	选项	输出形式	温度范围 (°C)	封装	包装方式	数量
SC60210DC-TR	60210	-	±SIN/COS	-40~125	SOP8	编带	4000 颗/盘
SC60214DC-1024-TR	60214	1024	ABZ+PWM	-40~125	SOP8	编带	4000 颗/盘
SC60214DC-256-TR	60214	256	ABZ+PWM	-40~125	SOP8	编带	4000 颗/盘
SC60214DC-50-TR	60214	50	ABZ+PWM	-40~125	SOP8	编带	4000 颗/盘
SC60214DC-24-TR	60214	24	ABZ+PWM	-40~125	SOP8	编带	4000 颗/盘
SC60218DC-TR	60218	-	SPI	-40~125	SOP8	编带	4000 颗/盘

产品命名规则



6. 极限参数

符号	参数	测试条件	最小值	最大值	单位
VDD	电源端耐压		-18	24	V
VREG	稳压端耐压		-0.5	6.5	V
Prog	编程脚		-0.5	6.5	V
IO1/2/3/4	输出端耐压		-0.5	24	V
T _A	工作温度		-40	160	°C
T _{STG}	存储温度		-65	175	°C
T _{J(max)}	最大结温		-55	165	°C

备注:

高于此处列出的应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	类型	测试条件	最小值	最大值	单位
V _{ESD}	HBM	人体失效模型, 参考 ANSI/ESDA/JEDEC-001 标准	-4	+4	kV
	CDM	器件失效模型, 参考 ANSI/ESDA/JEDEC-002 标准	-750	750	V

8. 工作参数

工作温度范围内($V_{DD}=5.0V$, 除非另有说明)⁽¹⁾

符号	参数说明	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
电源端特性						
V_{DD_5V}	5V 应用工作电压	参考 5V 应用电路连接	4.5	5.0	5.5	V
$V_{DD_3.3V}$	3.3V 应用工作电压	参考 3.3V 应用电路连接	3.0	3.3	3.6	V
I_{DD_5V}	5V 应用工作电流	$V_{DD}=5.0V$	-	8.0	12	mA
$I_{DD_3.3V}$	3.3V 应用工作电流	$V_{DD}=3.3V$	-	7.0	11	mA
V_{REG}	5V 工作,VREG 引脚电压	$C_{REG}=100nF$	3.7	4.0	4.3	V
C_{REG}	VREG 引脚去耦电容		47	100	470	nF
PSRR_VREG	电源抑制比	1K-1M?				dB
V_{OVP}	过压诊断开启电压	$V_{DD}>8V$	6.5	7.0	7.5	V
V_{OVP_HYS}	过压诊断迟滞电压		0.2	0.5	0.8	V
V_{UVR}	欠压诊断开启电压		3.4	3.7	4.3	V
V_{UVR_HYS}	欠压诊断迟滞电压		0.1	0.3	0.5	V
磁场输入特性						
D_{MAG}	径向充磁磁铁直径		4.0	6.0	8.0	mm
T_{MAG}	径向充磁磁铁厚度		-	2.5	-	mm
A_{DIS}	磁体和芯片表面距离		1.0	1.5	2.0	mm
H_{EXT}	磁场强度范围		20	30	60	mT
Rpm	磁铁转速		-	-	200,000	Rpm
X_{DIS}	磁铁和芯片中心偏差		-	-	0.2	mm
SIN/COS 模拟量输出						
V_{PP5V}	5V 应用正余弦输出幅度	$V_{DD}=5.0V, H_{EXT}=27mT$	1.0	2.0	3.8	Vpp
$V_{PP3.3V}$	3.3V 应用正余弦输出幅度	$V_{DD}=3.3V, H_{EXT}=27mT$	1.0	1.8	2.6	Vpp
V_{DC}	正余弦直流电平		40	50	60	% V_{DD}
OFF_VPP	正余弦输出幅度偏差		-10	0.0	10	mV
OFF_VDC	正余弦直流电平偏差		-5	0.0	5	mV
R_{LOAD}	正余弦输出上下拉电阻		4.7	-	470	K Ω
C_{LOAD}	正余弦输出负载电容	直接接输出端口	-	-	100	pF
T_{DELAY}	正余弦输出信号延时		-	7	-	μs

参数表续

诊断功能						
Dsat_lo	主动诊断输出电平	下拉电阻 $R \geq 4.7k$	-	0.5	1	$\%V_{DD}$
		上拉电阻 $R \geq 4.7k$	-	98	100	$\%V_{DD}$
BV _{SS} PD	被动诊断输出电平(开路)	V _{SS} 开路, 下拉电阻, $4.7K \leq R \leq 47k$	-	0	3	$\%V_{DD}$
BV _{SS} PU		V _{SS} 开路, 上拉电阻, $4.7K \leq R \leq 47k$	97	98	-	$\%V_{DD}$
BV _{DD} PD		V _{DD} 开路, 下拉电阻, $4.7K \leq R \leq 47k$	-	0	1	$\%V_{DD}$
BV _{DD} PU		V _{DD} 开路, 上拉电阻, $4.7K \leq R \leq 47k$	96.5	98	-	$\%V_{DD}$
°C	过温保护		-	170	-	°C
I _{OCP}	过流保护		-		30	mA
A/D 转换特性						
R _{ES(SD)}	Sigma/DetaI 调制分辨率		-	14	-	Bit
T _(ON)	启动时间		-	-	5	ms
ABZ/PWM 输出特性						
F _{PWM}	PWM 频率(默认)		976	1000	1024	Hz
F _{PWM(OPT)}	PWM 频率(可选)		232	244	256	Hz
R _{ES(AB)}	AB 输出线数	24, 50, 256, 1024 lines	24	-	1024	lines
Z _{WIDTH}	Z 零位宽度	1/4T, 1T	1	4	-	LSB
Rpm	转速	REG_Rpm=0	-	50000	-	Rpm
	转速	REG_Rpm=1	-	200000	-	Rpm
IO 数字端口电学特性						
V _{THI}	输入高电平阈值		-	-	2.0	V
V _{TLO}	输入低电平阈值		0.8	-	-	V
V _{SHI}	输出高电平电压	4mA 下拉电流	V _{DD} -0.5	-	-	V
V _{SLO}	输出低电平电压	4mA 上拉电流	-	-	0.5	V
V _{IH}	输入高电平		0.5*V _{DD}	-	-	V
V _{OL}	输出低电平		-	-	0.2*V _{DD}	V
V _{OH}	输出高电平		0.8*V _{DD}	-	-	V
I _{SHI}	输出高电平短路到地电流	V _{DD} =3.3V	-	-	30	mA
I _{SLO}	输出低电平短路到电源电流	V _{DD} =3.3V	-	-	30	mA
SPI 通讯时间参数						
T _{CSN}	CSN 信号建立时间		100	-	-	ns
T _{SCKH}	SCK 高电平时间		80	-	-	ns
T _{SCKL}	SCK 低电平时间		80	-	-	ns
T _{SCK}	SCK 时间周期		160	-	-	ns

9. 寄存器说明

易失性寄存器表

地址	符号	默认值	描述
0x01	GENECNFG	0x00	编码器的通用配置
0x02	DIGI_CNFG0	0x00	编码器数字输出配置寄存器 0
0x03	DIGI_CNFG1	0x06	编码器数字输出配置寄存器 1
0x04	ZPOSM	0x00	零位角值的中间 6 位
0x05	ZPOSL	0x00	零位角值的低 6 位
0x06	PWMSET	0x00	PWM 输出配置
0x07	GAINOUTSEL	0x00	增益输出终值
0x08	VQSINPSEL	0x00	VQ (SIN+) 输出终值
0x09	VQSINNSEL	0x00	VQ (SIN-) 输出终值
0x0A	VQCOSPSEL	0x00	VQ (COS+) 输出终值
0x0B	VQCOSNSEL	0x00	VQ (COS-) 输出终值
0x0C	OSCTRIM	0x00	控制内部振荡器频率
0x20	PROG	0x00	编程寄存器
0x21	OUTEN	0x00	输出开关寄存器
0x2F	ERRFL	0x00	错误寄存器
0x3E	ANGL	0x00	测量角度输出寄存器低 7 位
0x3F	ANGLE	0x00	测量角度输出寄存器高 7 位

符号	读/写	地址	描述
GENECNFG 0x01			
Reserve	R/W	5:4	保留
PWM	R/W	4	省线模式 0: 4096 正常 PWM; 1: 4119 带钳位 PWM
PWM	R/W	3	省线模式 0: 关闭省线模式; 1: 开启省线模式
DIR	R/W	2	旋转方向设置 0: 顺时针-A 领先, B 跟随/逆时针-B 领先, A 跟随 1: 顺时针-B 领先, A 跟随/逆时针-A 领先, B 跟随
OUTMOD	R/W	1:0	输出模式选择 00: SPI 模式; 01: ABI + PWM; 10: 模拟输出 (SIN+/SIN-,COS+/COS-)
DIGI_CNFG0 0x02			
ZALGN	R/W	5:4	Z 脉冲与 A-B 波形对齐: 00: Z 上升沿与 A 上升沿对齐; 01: Z 上升沿与 B 上升沿对齐; 10: Z 上升沿与 A 下降沿对齐; 11: Z 上升沿与 B 下降沿对齐;
HYS	R/W	3:2	ABI 信号的滞后设置 00: 1/4 T; 01: 1/2 T; 10: 3/4 T; 11: 1 T
ZWID	R/W	1:0	Z 脉冲宽度 00: 1/4 T; 01: 1/2 T; 10: 3/4 T; 11: 1T.
DIGI_CNFG1 0x03			
ZPEN	R/W	5	启用或禁用零点功能
ZPOSH	R/W	4:3	零位角值的高 2 位 4:3: 位 13: 位 12
ABIRES	R/W	2:0	ABI 分辨率 000: 每圈 12 线; 001: 每圈 24 线; 010: 每圈 50 线; 011: 每圈 128 线; 100: 每圈 256 线; 101: 每圈 512 线; 110: 每圈 1024 线; 111: 默认值。
ZPOSM 0x04			
ZPOSM	R/W	5:0	零位角值的中间 6 位 5:0: 位 11 至位 6
ZPOSL 0x05			
ZPOSL	R/W	5:0	零位角值的低 6 位 5:0: 位 5 至位 0

符号	读/写	地址	描述
PWMSET 0x06			
PWMPOL	R/W	2	PWM 极性 0: 0-0%, 360-100%; 1: 0-100%, 360-0%
PWMFREQ	R/W	1:0	PWM 信号频率 00: 250Hz; 01: 500Hz; 10: 1000Hz; 11: 2000Hz
GAINOUTSEL 0x07			
GAINADCSEL	R/W	4:2	模拟输入的增益: 000: 2.34 001: 2.74 010: 3.21 011: 3.75 100: 1.25 101: 1.46 110: 1.71 111: 2.00
GAINOUTSEL	R/W	1:0	正弦(SIN+/-)和余弦(COS+/-)输出的增益设置 00: 原始模拟输出的 1 倍 01: 原始模拟输出的 1.33 倍 10: 原始模拟输出的 2 倍 11: 原始模拟输出的 4 倍
VQSINPSEL 0x08			
VQSINPSEL	R/W	3:0	0000: 50% VDD 0001: 50% VDD + 4mV 0010: 50% VDD + 8mV 0011: 50% VDD + 12mV 0100: 50% VDD + 16mV 0101: 50% VDD + 20mV 0101: 50% VDD + 24mV 0111: 50% VDD + 28mV 1000: 50% VDD - 4mV 1001: 50% VDD - 8mV 1010: 50% VDD - 12mV 1011: 50% VDD - 16mV 1100: 50% VDD - 20mV 1101: 50% VDD - 24mV 1110: 50% VDD - 28mV 1111: 50% VDD - 32mV
VQSINNSEL 0x09			
VQSINPSEL	R/W	3:0	0000: 50% VDD 0001: 50% VDD + 4mV 0010: 50% VDD + 8mV 0011: 50% VDD + 12mV 0100: 50% VDD + 16mV 0101: 50% VDD + 20mV 0101: 50% VDD + 24mV 0111: 50% VDD + 28mV 1000: 50% VDD - 4mV 1001: 50% VDD - 8mV 1010: 50% VDD - 12mV 1011: 50% VDD - 16mV 1100: 50% VDD - 20mV 1101: 50% VDD - 24mV 1110: 50% VDD - 28mV 1111: 50% VDD - 32mV
VQCOSPSEL 0x0A			
VQSINPSEL	R/W	3:0	0000: 50% VDD 0001: 50% VDD + 4mV 0010: 50% VDD + 8mV 0011: 50% VDD + 12mV 0100: 50% VDD + 16mV 0101: 50% VDD + 20mV 0101: 50% VDD + 24mV 0111: 50% VDD + 28mV 1000: 50% VDD - 4mV 1001: 50% VDD - 8mV 1010: 50% VDD - 12mV 1011: 50% VDD - 16mV

			1100: 50% VDD - 20mV 1110: 50% VDD - 28mV	1101: 50% VDD - 24mV 1111: 50% VDD - 32mV
VQCOSPSEL 0x0B				
VQSINPSEL	R/W	3:0	0000: 50% VDD 0010: 50% VDD + 8mV 0100: 50% VDD + 16mV 0101: 50% VDD + 24mV 1000: 50% VDD - 4mV 1010: 50% VDD - 12mV 1100: 50% VDD - 20mV 1110: 50% VDD - 28mV	0001: 50% VDD + 4mV 0011: 50% VDD + 12mV 0101: 50% VDD + 20mV 0111: 50% VDD + 28mV 1001: 50% VDD - 8mV 1011: 50% VDD - 16mV 1101: 50% VDD - 24mV 1111: 50% VDD - 32mV
OSCTRIM 0x0C				
OSCTRIM	R/W	5:0	000000: 默认 16MHz 000001 ~ 011111: 频率增加; 100000 ~ 111111: 频率减少。	
PROG 0x20				
PROGOTP	R/W	3	开始 OTP 编程周期	
OTPREF	R/W	2	刷新非易失性存储器内容, 使其与 OTP 编程内容一致	
PROGFIN	R/W	0	0: OTP 未完成 1: 程序 OTP 已完成	
OUTEN 0x21				
OUTEN	R/W	0	每次修改配置后需重新置 1 0: 自动置 0 1: 根据输出相关设置更新输出波形	
ERRFL 0x2F				
PARERR	R	2	奇偶校验错误	
INVCOMM	R	1	无效命令错误: 尝试读取或写入无效的寄存器地址时设置为 1	
FRERR	R	0	帧错误: 当检测到不符合 SPI 帧规范的帧时设置为 1	
ANGL 0x3E				
ANGL	R	6:0	低 7 位角度值输出	
ANGL 0x3F				
ANGL	R	6:0	高 7 位角度值输出	

10. 功能框图

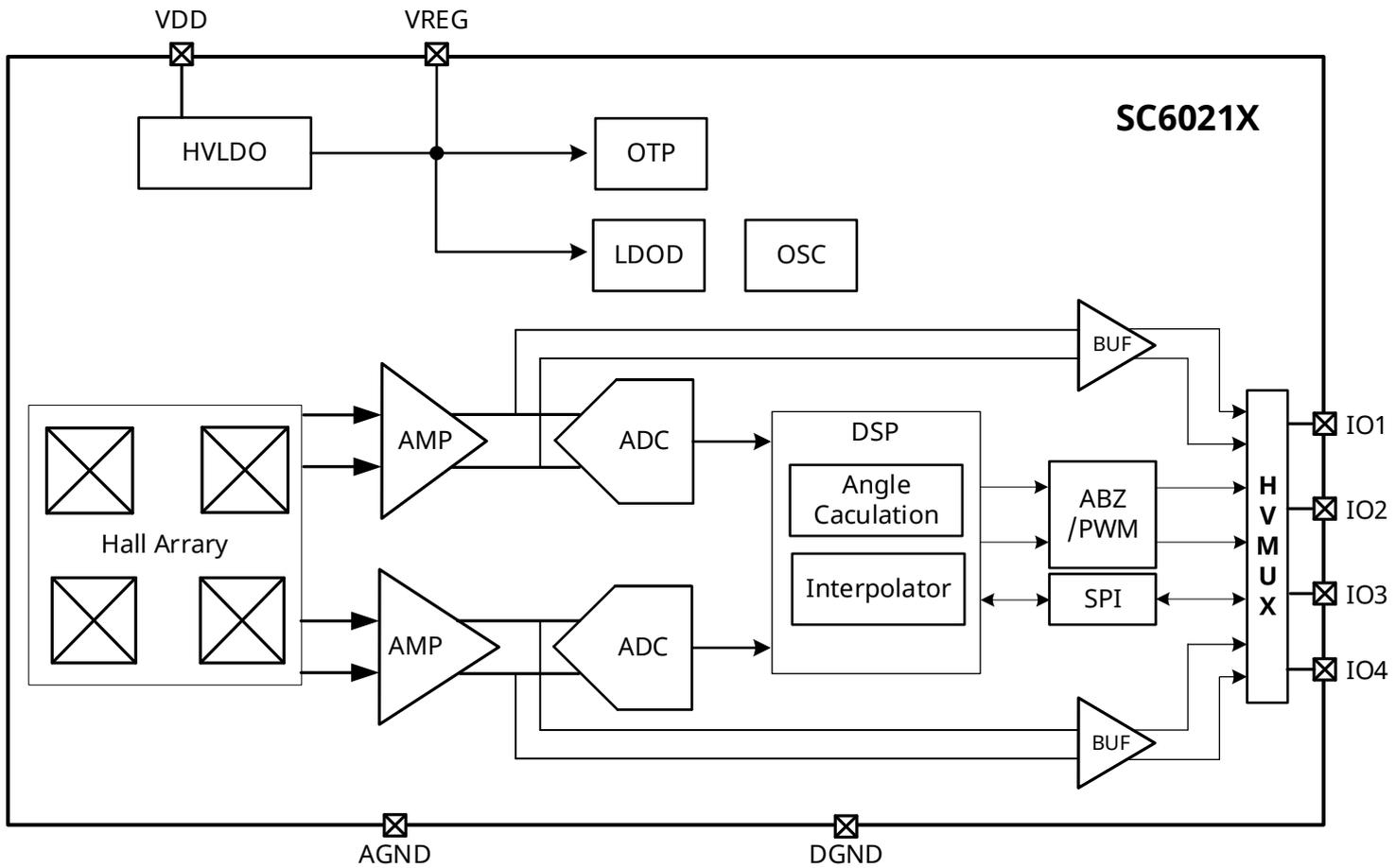


图 3: 功能框图

11. 输出形式

11.1. SIN/COS 模拟量输出

典型应用图

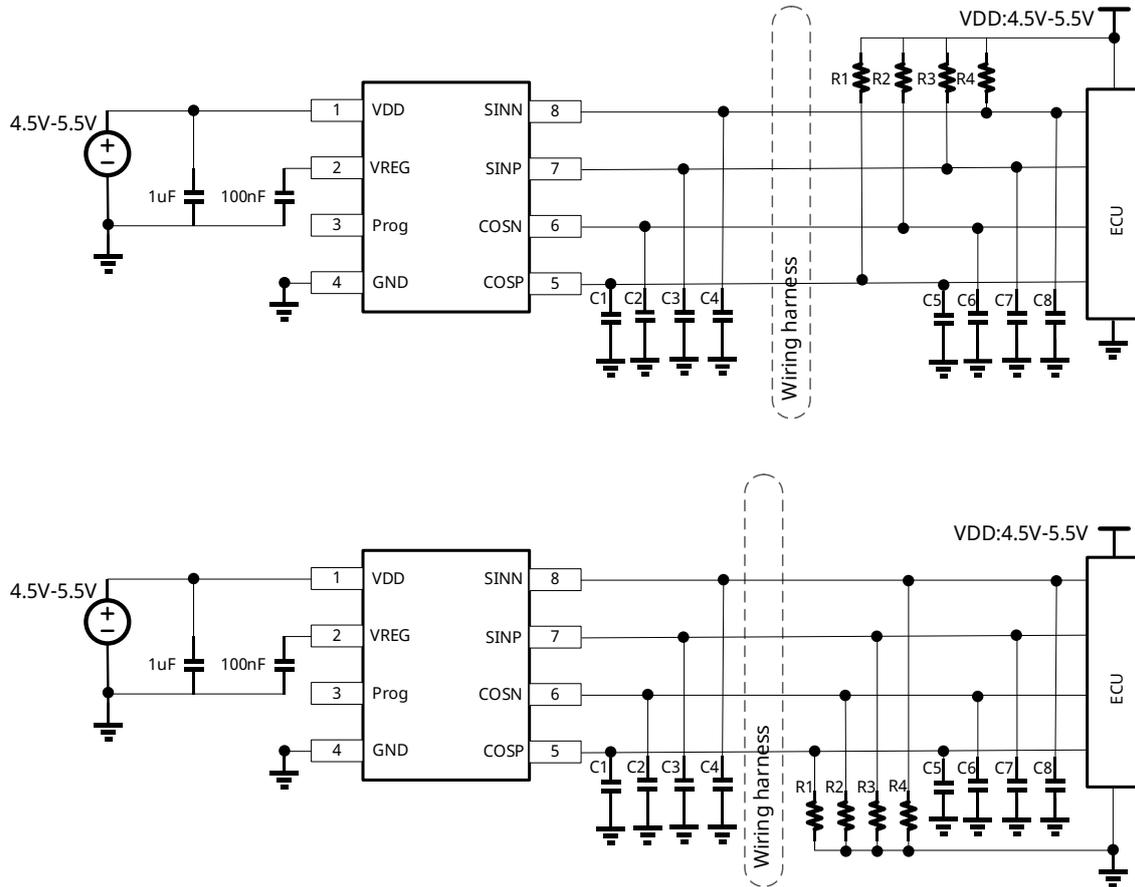


图 4: 模拟输出应用图

SIN/COS 输出波形图

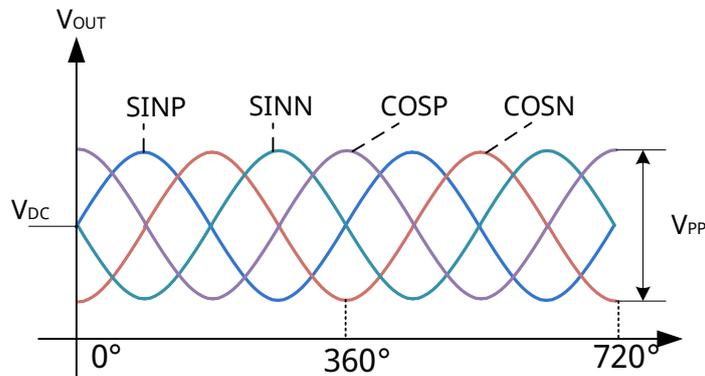


图 5: 模拟输出波形图

11.2. ABZ/PWM 输出

典型应用图

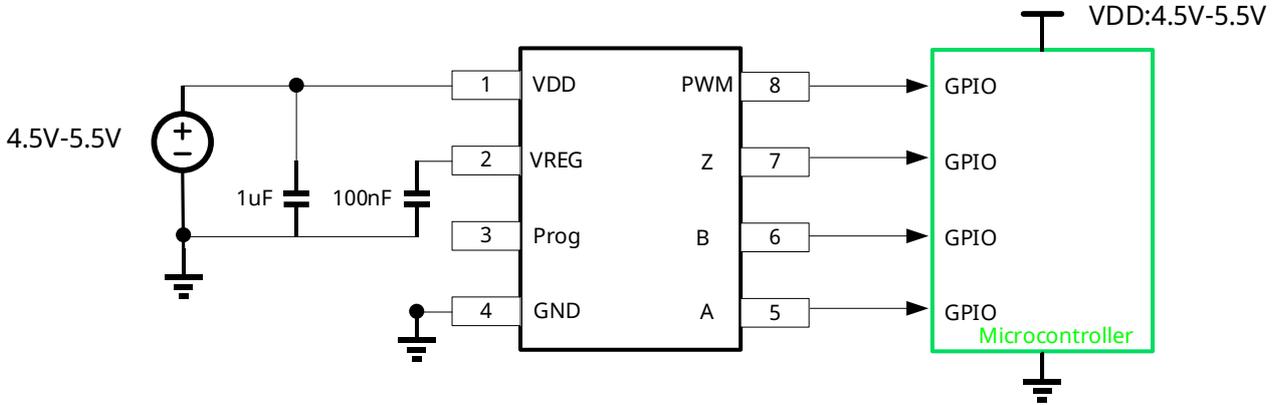


图 6: 增量输出应用图

Prog 功能描述:

电机锁相在零点位置时, Prog 引脚短路至电源 2s, 即可实现编码器芯片调零, 将此时位置编程位编码器零位

ABZ 输出波形图

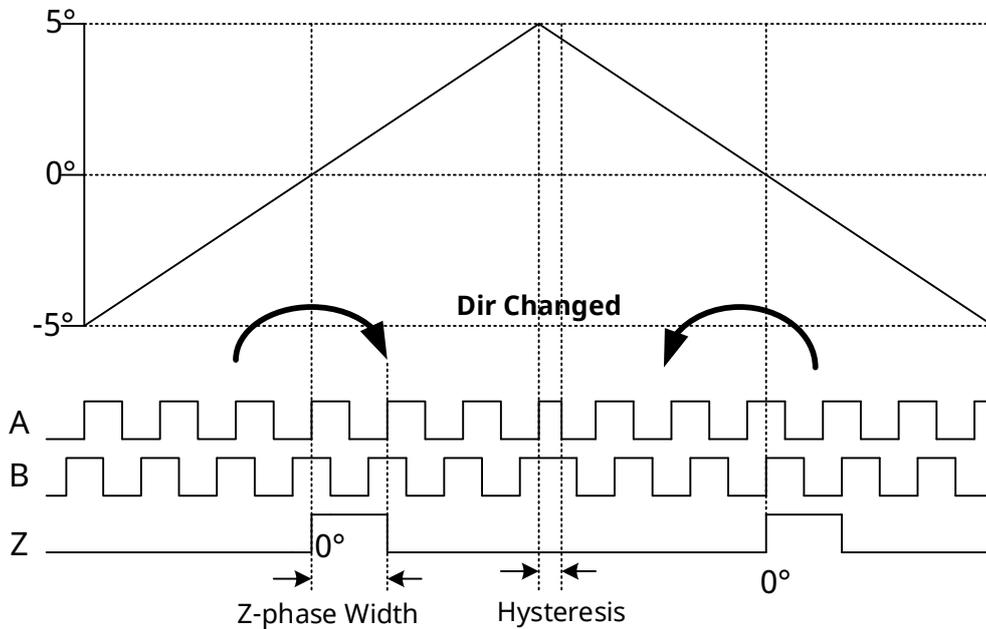


图 7: 增量输出波形图

PWM 输出波形图

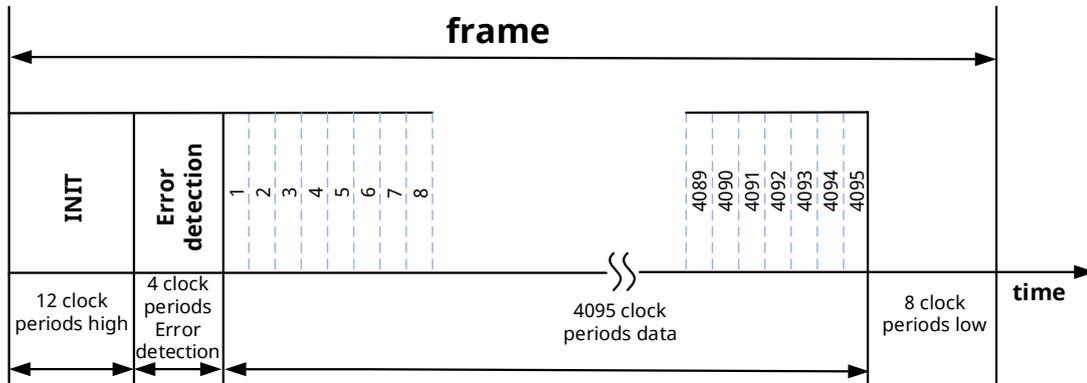


图 8: PWM 输出波形图

11.3. SPI 输出

典型应用图

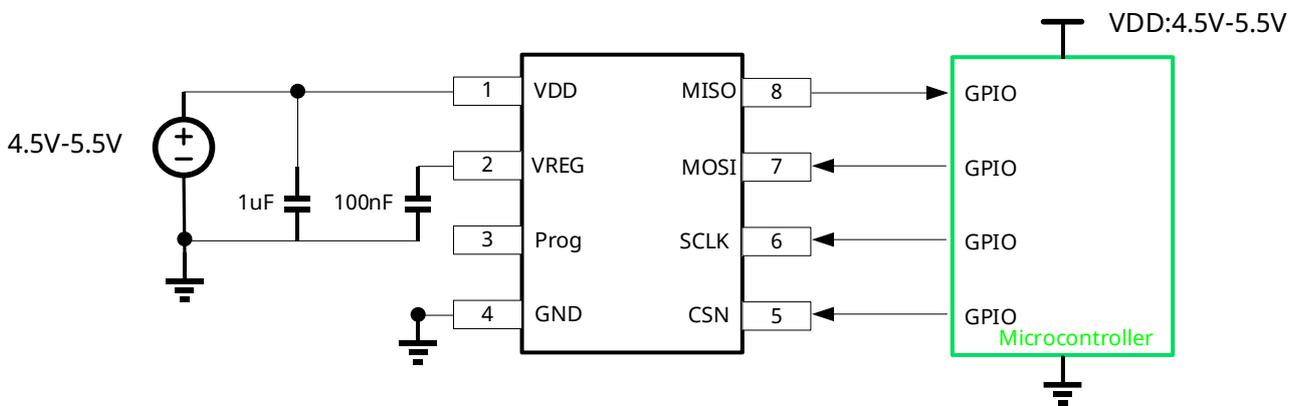


图 9: SPI 应用图

SPI 输出波形图

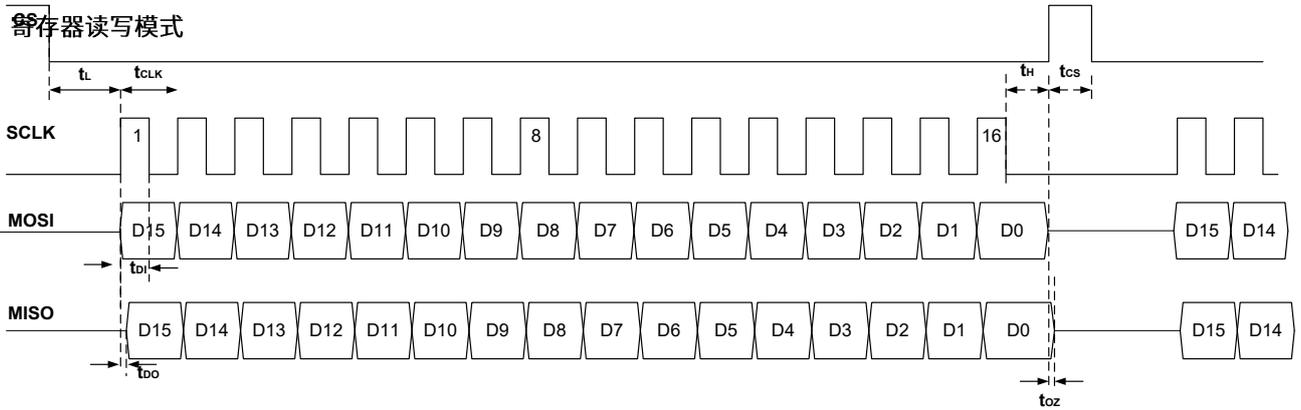


图 10: SPI 寄存器读写模式图

角度读取模式

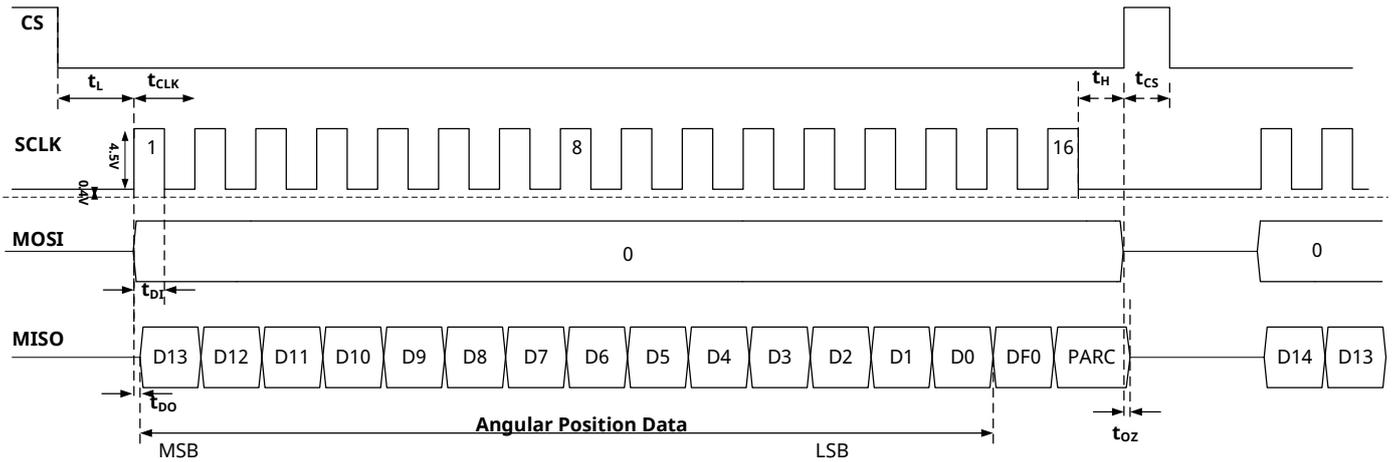


图 11: SPI 角度读取模式图

12. 电源供电连接方式

12.1. 应用电路连接(5V)

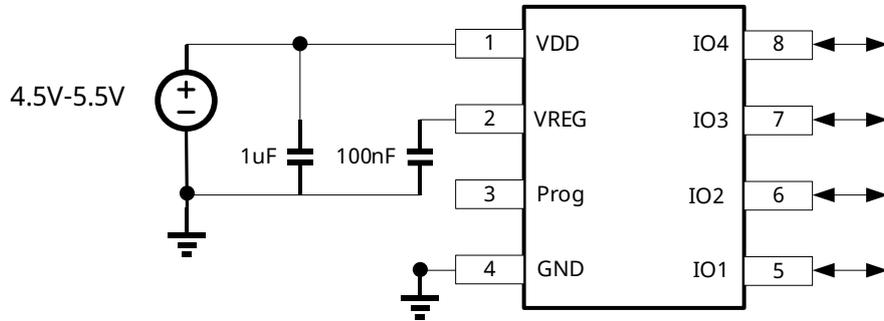


图 12: 5V 供电电路图

12.2. 应用电路连接(3.3V)

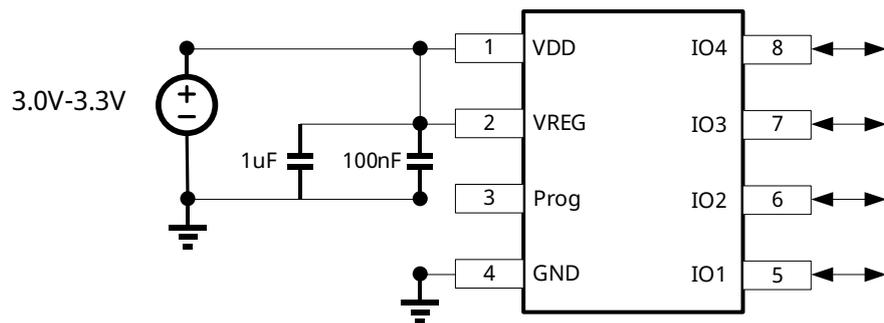
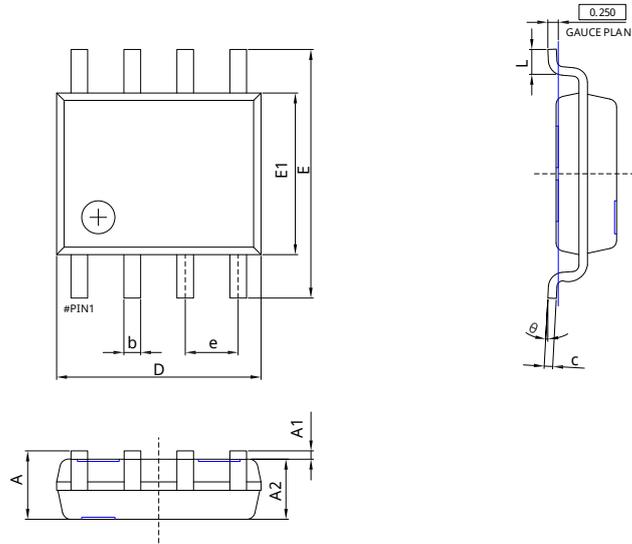


图 13: 3.3V 供电电路图

13. 封装信息 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 14: SOP8 封装图

14. 修改记录

时间	修改人	修改项	修改建议	是否确认修改
2025-07-28	Harry	功能性	增加 Z 项按压信号，家电旋钮应用	否
2025-07-31	Harry	EPROM	积塔未做过 EEPROM，还是先做 EPROM	否
2025-07-31	HLX	省线模式	芯片刚上电，A 信号引脚先以 1Mhz 频率，吐出对应角度值的脉冲数	否