

AM4096 — 12位磁旋转编码器IC



AM4096采用霍尔传感器技术感应磁场。

传感器圆形阵列可以检测垂直磁场分量。信号求和后被放大。磁体旋转时产生正弦和余弦信号。为实现最佳性能，正弦和余弦信号出厂时已校准。

通过正弦和余弦值在一个12位闪存快速细分盒中计算出角度位置。然后计算位置以各种数字和模拟形式输出。

内置电压调节器确保了核心芯片状态的稳定性，因此可以更灵活地适应电源电压。所有输入和输出都与外部电源电压相关。

AM4096有许多设定选项，它们由内部寄存器的内容定义。零位也可通过外部引脚设定。芯片设定存储在内置EEPROM中。

可通过串行双线接口TWI访问寄存器和EEPROM。

AM4096 因其尺寸小巧，所以适合各种应用，如电机运动控制和换向、机器人、摄像机定位、各种编码器应用、电池供电设备以及其他要求严格的高分辨率的应用场合。

输出选项：

- 增量式
- 串行SSI
- 串行双线接口 (TWI)
- UVW换向输出
- 线性电压
- 测速
- 模拟量正弦波

- 360°非接触式角度位置编码
- 12位绝对式编码器
- 可预设的零位
- 工作速度最高可达60,000 rpm
- 低功耗节电模式
- 5 V或3 V电源
- 内置EEPROM
- SMD封装SSOP28
- 符合RoHS规定（无铅）

结构图

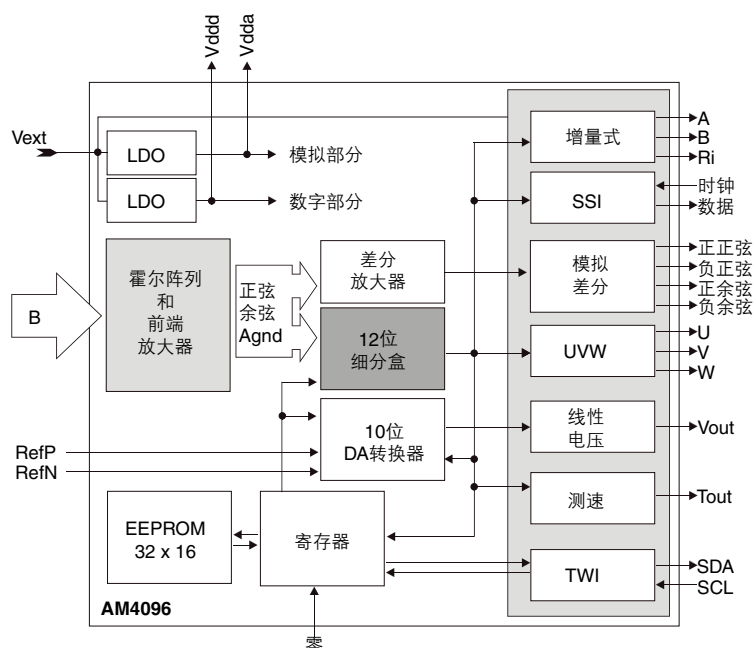


图1：AM4096结构图

引脚描述

一些引脚具有多个功能。这些引脚的功能可以通过双线串行接口选择，并存储在芯片中。除PSM引脚以外的所有数字输入引脚都有下拉电阻。

1号引脚（数据）是用于串行SSI通信的数字输出。

2号引脚 (Ri) 是方波增量参考零位输出。

3号引脚 (B) 是方波增量输出B。

4号引脚 (A) 是方波增量输出A。

5号引脚 (W/N_{Cos}) 是换向数字输出W或模拟差分缓存余弦负输出。

6号引脚 (V/P_{Sin}) 是换向数字输出V或模拟差分缓存正弦正输出。

7号引脚 (U/N_{Sin}) 是换向数字输出U或模拟差分缓存正弦负输出。

8号引脚 (Td/PCos) 是测速方向数字输出或模拟差分缓存余弦正输出。

9号引脚（误差）是模拟输出信号。它可以监控AM4096和磁体之间的轴向位移，也可以监控信号幅值。

10号引脚（余弦）是单端滤波余弦模拟输出。

11号引脚（正弦）是单端滤波正弦模拟输出。

12号引脚 (Vddd) 是用于滤波芯片数字电路电源的引脚。电源电压可在3 V和3.3 V之间进行选择。

13号引脚 (Vext) 是外部电源引脚（3 V至5.5 V）。

14号引脚 (Vdda) 是用于滤波芯片模拟电路电源的引脚。电源电压可在3 V和3.3 V之间进行选择。

15号引脚 (Vss) 是0 V电源引脚。

16号引脚 (Agnd) 是滤波模拟参考电压的引脚 (1.55 V)。

17号引脚 (Mag) 是用于监控磁体是否存在的数字输出。如果输出电压高，则磁体距离正常。如果距离太小或太大，则输出电压低。

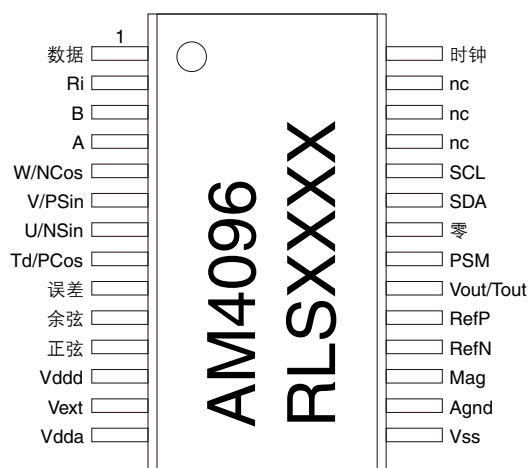


图2：AM4096引脚描述

18号针脚 (R_{efN}) 是用于定义线性电压输出最小输出值的参考电压输入。

19号针脚 (R_{efP}) 是用于定义线性电压输出最大输出值的参考电压输入。

20号针脚 ($V_{\text{out}}/T_{\text{out}}$) 是线性电压输出或测速输出。

21号针脚 (PSM) 是用于节电模式操作的数字输入针脚。输入是不固定的，它必须有定义的输入。当输入为低电平时，节电模式无效。

22号针脚 (零) 是用内部10k下拉电阻将输出位置清零的数字输入。清零在由低电平向高电平转换时完成。

23号针脚 (SDA) 是用于双线串行接口 (TWI) 的数据线。

24号针脚 (SCL) 是用于双线串行接口 (TWI) 的时钟线。

25、26和27号针脚是测试针脚，不可以连接。

28号针脚 (时钟) 是用内部10k下拉电阻进行SSI通信的数字时钟输入。

针脚	名称	针脚描述
1	数据	SSI数据输出
2	Ri	增量式输出Ri
3	B	增量式输出B
4	A	增量式输出A
5	W/N _{Cos}	换向输出W/余弦负输出
6	V/P _{Sin}	换向输出V/正弦正输出
7	U/N _{Sin}	换向输出U/正弦负输出
8	Td/P _{Cos}	测速方向输出/余弦正输出
9	误差	模拟误差或幅值输出
10	余弦	滤波余弦模拟输出
11	正弦	滤波正弦模拟输出
12	V _{ddd}	数字电源3.0 / 3.3 V
13	V _{ext}	电源输入5 V
14	V _{dda}	模拟电源3.0 / 3.3 V
15	V _{ss}	电源0 V
16	Agnd	模拟参考电压
17	Mag	输出，表示磁体是否存在
18	R _{efN}	电压输出的下基准输入
19	R _{efP}	电压输出的上基准输入
20	V _{out} /T _{out}	线性电压输出/测速输出
21	PSM	节电模式输入
22	零	清零输入
23	SDA	TWI串行接口数据线
24	SCL	TWI串行接口时钟线
25	NC	出厂测试
26	NC	出厂测试
27	NC	出厂测试
28	时钟	SSI时钟输入

绝对最大额定值

$T_A = 22^\circ\text{C}$ ，除非另有说明。

参数	符号	最小值	最大值	单位	注释
电源电压	V _{ext}	-0.3	5.5	V	
输入针脚电压	V _{in}	-0.3	5.5	V	
输入电流（闭锁抗扰度）	I _{scr}	-100	100	mA	
静电放电	ESD		2	kV	*
工作结温	T _j	-40	140	°C	
存储温度范围	T _{st}	-40	150	°C	
潮湿敏感度			3		

* 人体模型

工作范围条件

参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位	注释
常规						
温度范围	T_O	-40	125		°C	
EEPROM写入的温度范围	T_{OE}	-40	115		°C	
电源电压	V_{ext}	3	5	5.5	V	
电源电流	I_{dd}	*	26	30	mA	*
加电时间	t_p		1.5	2	ms	
细分盒延时	t_{di}		0.7		μs	
传感器延时	t_{ds}		10		μs	
滤波延时	t_{df}		20		μs	**
振荡器						
振荡器频率	f_{osc}	8	10	12	MHz	
振荡器频率温度漂移	TC_{osc}		-0.006		% / K	
f_{osc} 电源依赖性	VC_{osc}		3		% / V	***
数字输出						
饱和压升高 ($V_{ext} - V_{outl}$)	V_{shi}	137		490	mV	$I_{load} = 2mA$
饱和压降低	V_{slo}	124		339	mV	$I_{loa} = 2mA$
上升时间	t_r	4		12	ns	$C_{load} = 15+3pF$
下降时间	t_f	3		9	ns	$C_{load} = 15+3pF$
数字输入						
高阈值电压	V_{thi}	0.39	0.5	0.59	V_{ext}	
低阈值电压	V_{tlo}	0.30	0.38	0.45	V_{ext}	
磁滞	V_{thys}	0.08	0.12	0.15	V_{ext}	

* 在节电模式下时，平均电流显著降低。

** 针对10 nF滤波电容器计算典型延时。

*** 由于是内部稳压电源，只能提供3 V或3.3 V电压。

AM4096编程

AM4096可通过双线串行接口 (TWI) 进行编程，该接口与I²C协议兼容，速度为400 kbps比特率。

TWI协议允许只使用两条双向总线就可实现128个单独可寻址设备的互连，一条为时钟 (SCL) 总线，一条为数据 (SDA) 总线。实现总线功能所需的唯一外部硬件是用于每一条TWI总线的单个上拉电阻。所有连接到总线的设备都有单独的地址，用于解决总线争用的机制内置于TWI协议中。

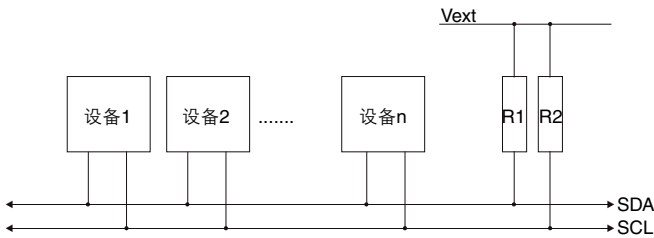


图3: TWI总线互连

twi总线是多主总线，能够控制总线的一个或多个设备可以连接到一起。只有主设备能够驱动scl和sda线，而从设备只可在sda线上发布数据。数据传输始终由总线主设备启动。当scl为高电平时，sda线上的高电平到低电平转换被定义为开始条件（或重复的开始条件）。

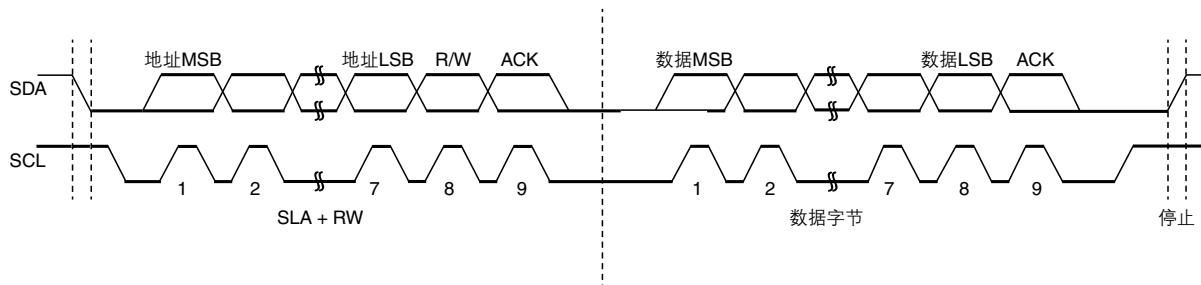


图4: TWI地址和数据包格式

开始条件的后面始终跟有（唯一的）7位从地址，再往后是数据方向位。被寻址的从设备通过使sda保持为低电平一个时钟循环来通知主设备。如果主设备未收到任何确认，则传输终止。根据不同的数据方向位，主设备或从设备开始在sda线上传输8位数据。接收设备然后确认数据。在主设备发布重复的开始或停止条件时，可以在一个方向传送多个字节。当主设备发布停止条件时，传输被终止。当scl为高电平时，停止条件由sda线上的高电平到低电平转换定义。如果从设备执行了某个其他功能之后才能处理输入数据，它可以将scl保持为低电平，强制主设备进入等待状态。在twi总线上传输的所有数据包都是9位长，由一个数据字节和一个确认位组成。在数据传输过程中，主设备产生时钟及开始和停止条件，而接收器负责确认数据接收。接收器在第9个scl循环中将sda线降为低电平，发出确认（ack）信号。如果接收器使sda线处于高电平，则会发出nack信号。

AM4096有一个默认的从地址00h。该地址可以针对每台设备而更改。设备功能可以在0到55之间的地址上用16位长的字编程。

地址	功能
00-31	读/写EEPROM
32-35	用于读取输出数据的读取寄存器
40-41	用于出厂测试的写入寄存器
48-55	带设定的读/写寄存器

AM4096设备用作从设备，支持两种模式：

1. 主设备向从设备传输。此模式用于写入AM4096地址空间。16位数据字被分为两个8位数据帧。ack确认由从设备提供。



图5: 写入数据包

EEPROM写入数据包（内存地址00 h – 1 Fh）后，从设备在20 ms内不能进行寻址。在此期间，从设备正在执行内部EEPROM写入进程。如果设备进行寻址，则不返回ACK。

2. 组合格式模式用于读取AM4096地址空间。如果EEPROM地址空间被寻址（00h – 1Fh），则从设备在内部EEPROM读取时间（最短20 μs）内将使用时钟延伸。

开始	7位从地址	写入	ACK	8位内存地址	ACK	SR	7位从地址	读取	ACK	时钟延伸 最短20 μs	8位MSB数据	ACK	8位LSB数据	ACK	停止
----	-------	----	-----	--------	-----	----	-------	----	-----	-----------------	---------	-----	---------	-----	----

图6：EEPROM读取数据包，采用时钟延伸

如果R或R/W寄存器被寻址，则设备立即响应。在两个数据包之后，ACK未被确认。

开始	7位从地址	写入	ACK	8位内存地址	ACK	SR	7位从地址	读取	ACK	8位MSB数据	ACK	8位LSB数据	ACK	停止
----	-------	----	-----	--------	-----	----	-------	----	-----	---------	-----	---------	-----	----

图7：寄存器读取数据包

内存地址空间

		ADR															
		15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
EEPROM	R/W	0	Pdint	AGCdis	-	Slowint	Pdtr	Pdie	Reg35	-	Addr						
	R	1	Abridis	Bufsel	Monsel	Sign	Zin										
	R/W	2	Nfil				Daa			Hist							
	R	3	Dact	Dac	SSicfg	-	-	Sth	UVW	Res							
	R	4	Factory settings data.														
	R	5	This part of EEPROM is locked.														
	R	6															
	R	7															
	R	8															
	R	9															
	R/W	10	Free EEPROM space														
	R/W	11															
	R/W	12															
	R	13															
	R	14															
	R	15															
REGISTERS	R	16	Device identification number. This part of EEPROM is locked.														
	R/W	17	SRCH	-	-	-	Rpos										
	R	18	SRCH	-	-	-	Apos										
	R/W	19	Weh	Wel	-												
	R	20	AGCgain				-	Thof	Tho								
	R/W	21	Not available														
	R	22	Only for testing. For normal operation must be zeros.														
	R/W	23	Not available														
	R	24	Pdint	AGCdis	-	Slowint	Pdtr	Pdie	Reg35	-	Addr						
	R	25	Abridis	Bufsel	Monsel	Sign	Zin										
	R/W	26	Nfil				Daa			Hist							
	R	27	Dact	Dac	SSicfg	-	-	Sth	UVW	Res							
	R	28	Factory settings data.														
	R	29	Those registers are locked.														
	R	30															
	R	31															
	R	32															
	R	33															
	R	34															

AM4096有16位字组织的EEPROM和寄存器。AM4096根据寄存器中的内容工作。芯片上电时，地址0到7之间的EEPROM内容被复制到48到55号寄存器中。每当EEPROM中有更改也会进行此操作。可以访问48到51号寄存器，进行快速、非永久性设定更改。32到35号寄存器可用于快速读取测量数据。

参数描述：

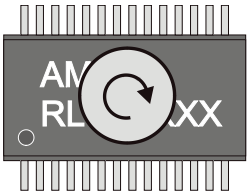
参数	长度	描述	逻辑	注释
Pdint	1	细分盒电源	0 = 开, 1 = 关	如果只使用模拟输出, 可以关闭细分盒电源。
AGCdis	1	AGC禁用	0 = AGC开启, 1 = AGC关闭	
Slowint	1	细分盒延时	0 = 开, 1 = 关	应始终设为1。 当前不允许使用0值。
Pdtr	2	内部掉电频率	00 = 1:128, 01 = 1:256, 10 = 1:512, 11 = 1:1024	参见节电模式描述。
Pdie	1	内部掉电	0 = 禁用, 1 = 启用	参见节电模式描述。
Reg35	1	稳压器电压	0 = 3 V, 1 = 3.3 V	
Adr	7	设备地址	从0到127	默认地址设为0。
Abridis	1	启用A B Ri输出	0 = 启用, 1 = 禁用	如果不使用, 增量输出可被禁用。
Buysel	1	选择 $U/N_{\sin}$ 、 $V/P_{\sin}$ 、 $W/N_{\cos}$ 、 $Td/P_{\cos}$ 针脚上的输出	0 = UVW, 测速方向 1 = 正弦差分	当正弦差分模拟输出打开时, 细分盒可能无法正常工作。
Monssel	1	在“误差”针脚上选择输出	0 = 误差信号, 1 = 幅值水平信号	
Sign	1	选择输出方向	0 = 正, 1 = 负	
Zin	12	零位数据	0 = 0°, 4,095 = 360°	
Nfil	8	测试参数		必须为零。
Daa	1	输出位置选择	0 = 相对, 1 = 绝对	绝对位置不受清零影响, 而相对位置会受到影响。
Hist	7	12位分辨率时LSB中的数字滞后值	从0到127	
Dact	1	选择 V_{out}/T_{out} 针脚上的输出	0 = V_{out}/T_{out} 针脚上的位置数据 1 = V_{out}/T_{out} 针脚上的测速数据	
Dac	2	线性电压周期选择	00 = 360°, 01 = 180°, 10 = 90°, 11 = 45°	
SSlcfg	2	SSI设定		参见SSI描述。
Sth	3	测速测量范围		参见测速输出描述中的表格。
UVW	3	UVW周期/转数	000 = 1, 001 = 2, 010 = 3, 011 = 4, ..., 111 = 8	
Res	3	细分盒因子率	000 = 4,096, 001 = 2,048, ...110 = 64, 111 = 32	
SRCH	1	输出位置数据有效	0 = 有效数据 1 = 数据尚未有效,	
Rpos	12	相对位置信息	0 = 0°, 4,095 = 360°	
Apos	12	绝对位置信息	0 = 0°, 4,095 = 360°	
Weh	1	磁体太远状态	0 = 磁体距离合适, 1 = 磁体太远	
Wel	1	磁体太近状态	0 = 磁体距离合适, 1 = 磁体太近	
Thof	1	测速溢出信息	0 = 速度在范围内, 1 = 速度超出范围	
Tho	10	测速输出数据	0 = 0, 1,023 = 满量程	

3/5 V操作模式

AM4096可以使用3 V至5.5 V电源电压工作。输出和输入由外部电源供电。芯片核心部分始终通过LDO稳压器进行稳压供电。稳压器电压可通过“Reg35”参数在3 V和3.3 V之间选择。当外部电压为3 V到3.3 V时，稳压器电压应设为3 V。当外部电压为3.3 V到5.5 V时，稳压器电压应设为3.3 V。

输出方向

输出方向可以通过更改“Sign”参数更改。图中的箭头显示磁体顺时针 (CW) 方向旋转。图片为置于AM4096上方的磁体俯视图。



滤波正弦模拟输出

Agnd是内部生成的参考电压。它用作模拟信号的零电平，电压通常为1.55 V。10号和11号针脚是用于滤波和测试目的的无缓冲正弦模拟输出。

无缓冲正弦输出：

参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位
内置串口阻抗	R_n		2		$k\Omega$

下图显示的是推荐磁体顺时针方向旋转的时间图。

正弦输出每转生成一个周期的正弦和余弦信号，相位差为90°。每个信号都具有相同的幅值和相对于Agnd的最小偏移量。

AGC将信号幅值控制在20%以内。如果“AGCdis”参数设为1，可禁用AGC。

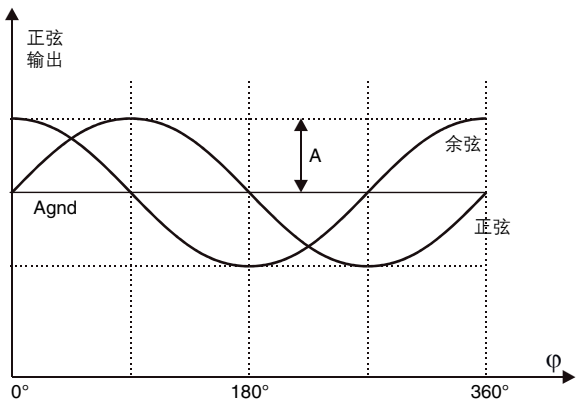


图8：模拟输出时间图

参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位	注释
幅值	A	0.5	0.83	1.1	V	*
Vref电压	V_{Vref}		1.55		V	
最大频率	f_{Max}		1000		Hz	

* 幅值 = 峰-峰值的1/2。

正弦差分模拟输出

当“BufSel”参数设为1时，正弦信号可以输出为正弦差分信号。当差分模拟输出打开时，细分盒可能无法正常工作。如果不需要模拟输出，则“BufSel”参数应设为0。

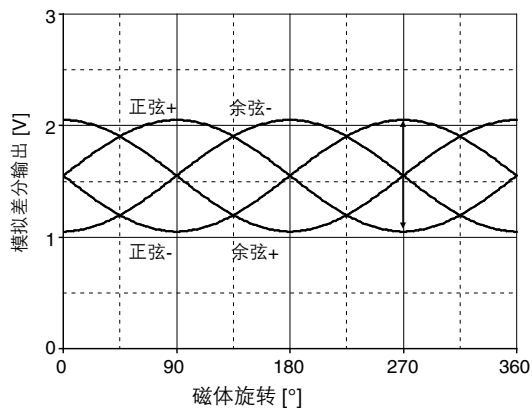


图9：差分模拟输出时间图

引脚名称	引脚功能
"W/N _{Cos} "	负余弦
"V/P _{Sin} "	正正弦
"U/N _{Sin} "	负正弦
T _d /P _{Cos}	正余弦

参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位	注释
幅值	A	1	1.66	2.2	V	*
幅值差	d _A		0	0.5	%	
相位差	d _{Ph}	89.8	90	90.2	°	
正弦偏移量	S _{offs}	-5	0	5	mV	
余弦偏移量	C _{offs}	-5	0	5	mV	
最大频率	f _{Max}		1000		Hz	

* 幅值 = 正信号和负信号之间差值的峰-峰值的1/2。

与磁体之间的距离和温度在公差限定范围内。为避免信号饱和，幅值绝不能超过2.2 V。

AGC

当“AGCdis”参数设为0时，自动增益控制启用。如果磁体信号正在变化，AGC能够将输出信号幅值范围控制在0.8 V到1 V之间。当幅值小于0.8 V时，增益增加。当幅值大于1 V时，增益降低。AGC增益有16个级别，范围从0.5到2。8级在正常磁体条件下。

细分盒

当磁体旋转360°时，传感器产生两个90°相位差的理想正弦信号。细分盒正在使用这些正弦信号计算当前角度位置，角度位置以各种输出形式输出。计算在不到1 μs的时间内完成。细分率在64到4096之间可选。

“Res” 值	细分率	分辨率	最大输入频率
0 0 0	4,096	0.0879°	500 Hz
0 0 1	2,048	0.1758°	1000 Hz
0 1 0	1,024	0.3516°	1000 Hz
0 1 1	512	0.7031°	1000 Hz
1 0 0	256	1.4062°	1000 Hz
1 0 1	128	2.8125°	1000 Hz
1 1 0	64	5.625°	1000 Hz
1 1 1	32	11.25°	1000 Hz

清零

输出角度位置数据可在任意角度时清零，其分辨率为0.0879°。相对输出位置是绝对位置和零号寄存器数据之间的差值。零号寄存器中的值可以通过使用TWI接口写入所需值或使用“零”输入引脚来更改。“零”引脚上的信号由低电平向高电平转换时，当前绝对值存储在零号寄存器中。当将相对位置清零时，由于无法访问EEPROM，芯片必须不处于节电模式。

增量式输出

有三个增量式输出的信号：A、B和Ri。信号A和B为正交信号，90°移相，信号Ri为参考零位。每转产生一个参考零位信号。Ri脉冲宽度是正交信号周期的1/4，它与A和B信号同步。参考标记位置为零。

下图显示的是磁体顺时针方向旋转且计数方向为正时的A、B和Ri信号的时间图，顺时针旋转时B超前于A。可以通过使用“Sign”参数对EEPROM编程来更改计数方向。

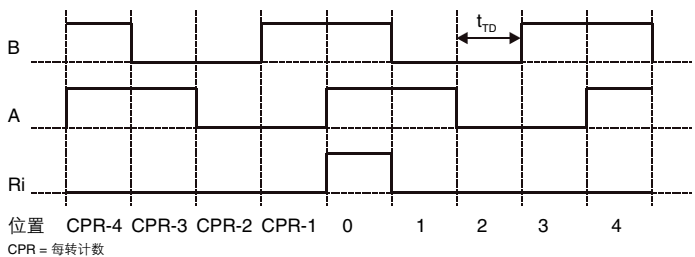


图10：增量式输出时间图

转换距离 (t_{TD}) 是两个输出位置变化之间的时间。转换距离时间受细分盒限制，限制取决于输出分辨率。计数器必须能检测最小转换距离，以避免脉冲丢失。

二进制同步串行输出SSI

串行输出数据通过SSI协议以高达12位的自然二进制码提供。在计数方向为正且磁体顺时针方向旋转时，输出数据值增加。

参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位	注释
时钟周期	t_{CL}	0.25		$2 \times t_m$	μs	
时钟高电平	t_{CHI}	0.1		t_m	μs	
时钟低电平	t_{CLO}	0.1		t_m	μs	
单稳态触发器时间	t_m	15	19	25	μs	

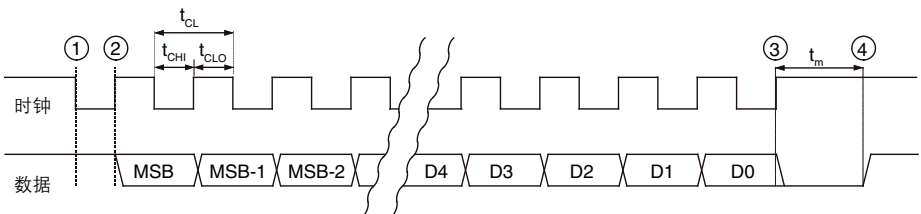


图11：单稳态触发器超时状态下的SSI时间图

控制器通过将一个脉冲序列发送到时钟输入对AM4096的位置值进行询问。时钟信号必须总是从高电平开始。第一次高/低转换（点1）将在并行/串行转换器中存储当前位置数据，单稳态触发器被触发。随着时钟信号的每一次转换（高/低或低/高），单稳态触发器被重新触发。在第一次低/高转换（点2）过程中，二进制码的最高有效位（MSB）通过“数据”引脚传输到控制器。在时钟的每一次后继低/高转换过程中，下一位被传输到控制器。在读取数据的同时， t_{CHI} 和 t_{CLO} 必须小于 t_{mMin} 以保持单稳态触发器设定。输出最低有效位（LSB）（点3）后，“数据”引脚变为低电平。控制器必须比 t_{mMax} 等待更长的时间后才能读取更新的位置数据。单稳态触发器在这一点上时间终止，“数据”输出到达高电平（点4）。

SSlcfg	描述
0 0	没有环形寄存器操作
0 1	依分辨率而定的环形寄存器操作数据长度，数据未刷新
1 0	没有环形寄存器操作
1 1	依分辨率而定的环形寄存器操作数据长度，数据已刷新

如果时钟数大于数据长度，则SSI特性可使用SSlcfg参数定义。如果“SSlcfg”参数设为00，则数据仅输出一次（见下图）。

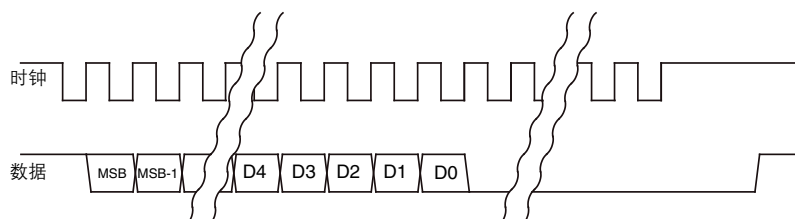


图12: SSI单次读取，SSlcfg设为00

为增强读数的可靠性，控制器可以多次读取相同数据。“SSlcfg”参数必须设为“10”，在读入数据之后，控制器必须继续发送“时钟”脉冲，而不等待 T_m （见下图）。同样的数据将被再次输出，在两次输出之间，将输出一个逻辑零位。数据长度取决于分辨率设定。

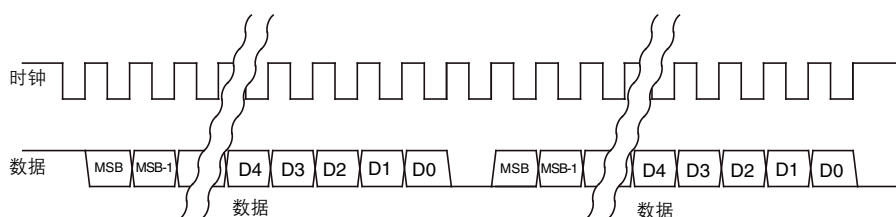


图13: SSI多次读取相同位置数据，“SSlcfg”设为10

为加快AM4096的位置读取速度，控制器可以连续读取数据。“SSlcfg”参数必须设为“11”，在读入数据之后，控制器必须继续发送“时钟”脉冲，而不等待 T_m （见下图）。每个数据都将被输出为新的位置信息，在两个输出之间，将输出一个逻辑零位。数据长度取决于分辨率设定。

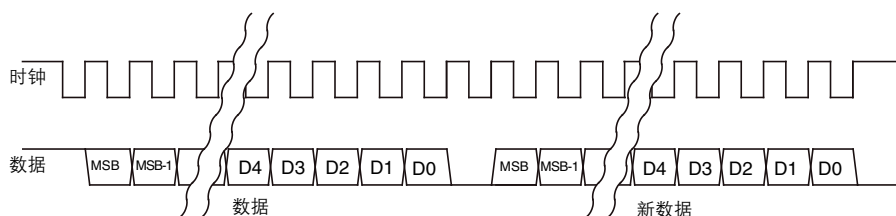


图14: SSI快速位置读取，SSlcfg设为11

双线接口 (TWI) 输出

输出数据可通过TWI接口读取，该接口在本规格手册的开始部分有述。可用数据为相对位置、绝对位置、磁体超出范围及测速输出。

数据	符号	地址	位置
相对位置	Rpos	32	<11:0>
绝对位置	Apos	33	<11:0>
磁体太远	Weh	34	<14>
磁体太近	Wel	34	<13>
测速溢出	Thof	35	<10>
测速输出	Tho	35	<9:0>

测速输出

测速输出提供当前转速信息。当“Dact”参数设为1时，在“ V_{out}/T_{out} ”针脚上计算并输出转速。地址35上的寄存器中也提供速度信息。可使用“Sth”参数选择测量范围。更新时间取决于“Sth”参数和选择的分辨率（“Res”）。

“Sth” 值	测量范围 [Hz]	测量范围 [rpm]	更新时间 [ms]
0 0 0	2,048	122880	$0.125 \times 4096/\text{Res}$
0 0 1	1,024	61440	$0.25 \times 4096/\text{Res}$
0 1 0	512	30720	$0.5 \times 4096/\text{Res}$
0 1 1	256	15360	$1 \times 4096/\text{Res}$
1 0 0	128	7680	$2 \times 4096/\text{Res}$
1 0 1	64	3840	$4 \times 4096/\text{Res}$
1 1 0	32	1920	$8 \times 4096/\text{Res}$
1 1 1	16	960	$16 \times 4096/\text{Res}$

“ V_{out}/T_{out} ”针脚是10位DA转换器的输出。DA转换器输出电压范围由“RefN”和“RefP”针脚上的电压定义。DA转换器属性的详细说明，参见线性电压输出描述。

UVW输出

当“BufSel”参数设为0时，UVW输出可以输出为数字信号。可以使用“UVW”参数选择极对数。信号周期数(P) 等于极对数。此时间图显示当位置数据增加时的信号。不论信号周期长度如何，U信号始终从零位开始。分辨率应设为4096，以确保信号的正确转换。

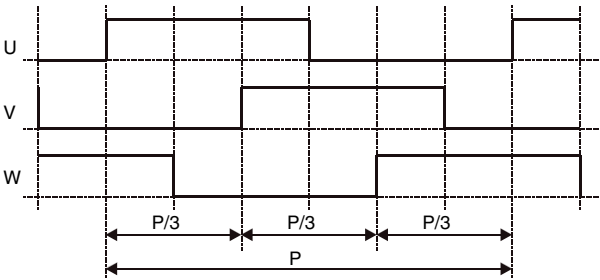


图15：磁体顺时针方向旋转的UVW时间图

“Uvw” 值	极对数	信号周期长度 [°]
0 0 0	1	360
0 0 1	2	180
0 1 0	3	120
0 1 1	4	90
1 0 0	5	72
1 0 1	6	60
1 1 0	7	51.4
1 1 1	8	45

引脚名称	引脚功能
“U/N _{Sin} ”	U
“V/P _{Sin} ”	V
“W/N _{Cos} ”	W

线性电压输出

数字相对角度位置信息通过10位DA转换器转换为线性电压。线性输出电压为锯齿形，位于外部引脚RefP和RefN所限定的阈值内。可以使用“Dac”参数选择每转周期数。细分盒分辨率设定应大于10位。

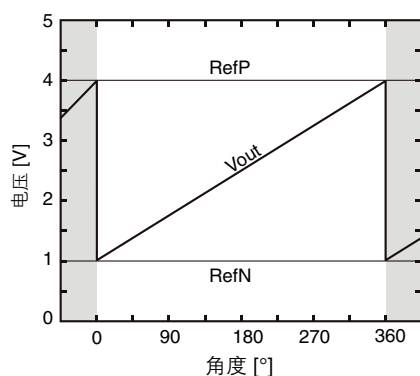


图16: 每转1个周期 (“Dac” = 0 0)

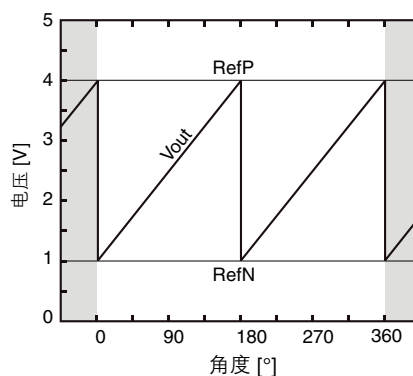


图17: 每转2个周期 (“Dac” = 0 1)

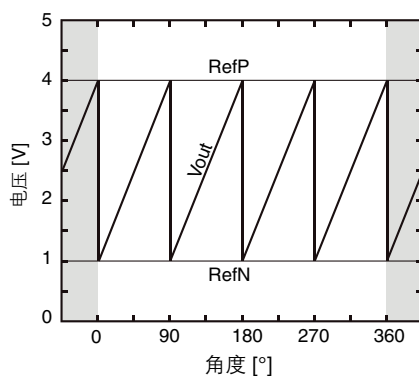


图18: 每转4个周期 (“Dac” = 1 0)

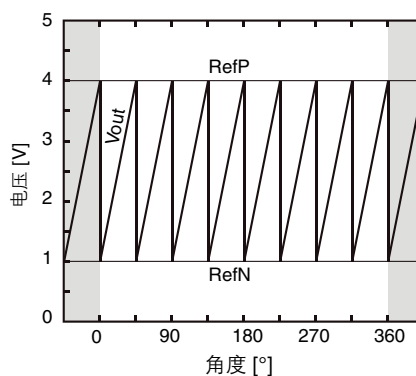


图19: 每转8个周期 (“Dac” = 1 1)

术语:

相对精度: 对于DAC，相对精度或整体非线性误差 (INL) 是LSB中的最大偏差度，从穿过DAC传输功能的实际端点的一条直线开始计算。

偏置误差: 这是DAC和输出放大器的偏置误差量。这是当数字输入值为零时输出和RefN电压之间的差值。装置位于LSB中。

增益误差: 这是DAC跨度误差量（包含缓冲放大器增益中的任何误差）。它是实际DAC传输特性与LSB的理想特性之间的斜率偏差。

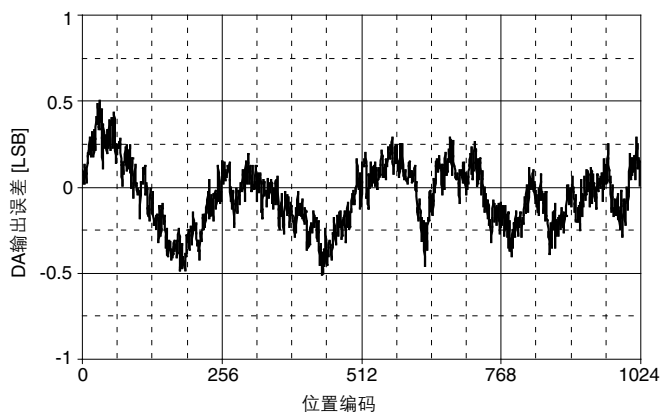


图20：DAC典型相对精度图

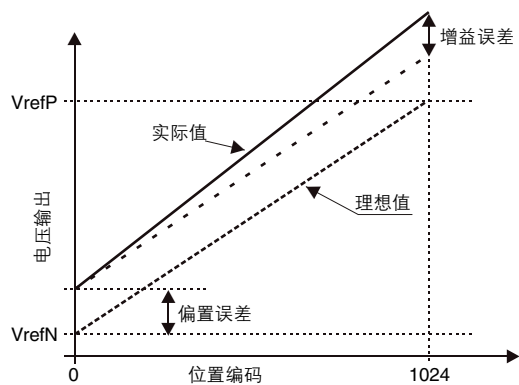


图21：DAC偏置和增益误差

DAC参考输入特性：

参数	最小值	典型值	最大值	注释
RefN内部下拉电阻		4.4 kΩ		
RefP内部上拉电阻		4.4 kΩ		
V_{RefN} 输入范围	V_{ss}		$V_{\text{ext}}/2$	
V_{RefP} 输入范围	$V_{\text{ext}}/2$		V_{ext}	
V_{RefN} 默认值		7.4% (V_{ext})		如果RefN针脚未连接
V_{RefP} 默认值		92.7% (V_{ext})		如果RefP针脚未连接

DAC电压输出特性：

参数	最小值	典型值	最大值	注释
最小输出电压		0 V		
最大输出电压		$V_{\text{ext}} - 10 \text{ mV}$		无负载输出
输出阻抗		42 Ω		

DAC特性：

参数	最小值	典型值	最大值	单位	注释
分辨率		10		位	
相对精度		±2		LSB	
偏置误差		10		LSB	
增益误差		5		LSB	

磁滞

磁滞是当旋转方向改变时，在同一磁体位置的输出位置的差值。磁滞可被分成静态和动态。静态磁滞不受旋转速度影响，而动态磁滞直接与旋转速度相关。当把模拟信号转换为数字信号时，AM4096使用电气和数字磁滞（静态）。磁滞必须始终大于峰值噪声，以确保稳定的数字输出。电气磁滞设为 0.17° 。数字磁滞可以用从0至127个单位的“Hist”参数设定。默认情况下数字磁滞设为0。每个单位等于 $360^\circ/4096$ 。

动态磁滞由滤波器延时造成。模拟信号通过RC滤波器 ($2\text{k}\Omega, 10\text{nF}$) 进行滤波。这种滤波器的延时为 $20\mu\text{s}$ 。

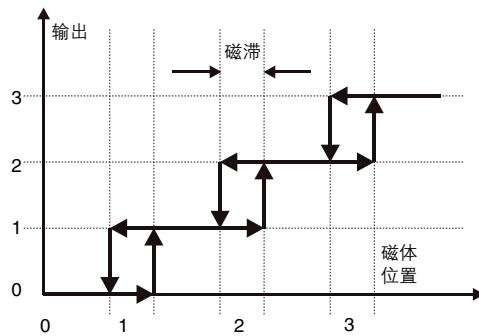


图22：磁滞

参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位	注释
电气磁滞	Hyst_e	0.14	0.17	0.21	度	*
数字磁滞	Hyst_d	0	0	11.16	度	

* 在缓慢移动情况下测量，以避免由滤波所造成的延时。

非线性

非线性被定义为磁体实际角度位置和AM4096的角度位置输出之间的差值。有不同类型的非线性。

差分非线性是测量位置步距与理想位置步距之间的差值。位置步距是任意两个相邻输出位置的输出位置差值，理想位置步距是 360° 除以分辨率。差分非线性主要由噪声造成。差分非线性始终小于一个位置步距，因为有一个防止失码系统。左图显示的是具有12位分辨率、 10nF 滤波和默认参数的AM4096的典型差分非线性图。

整体非线性是AM4096输出的总位置误差。整体非线性包括所有位置误差，但不包括量化误差。在生产过程中，整体非线性被降至最低，优于 $\pm 0.2^\circ$ 。右图显示的是磁体精确对准且具有12位分辨率、 10nF 滤波和默认参数的AM4096的典型整体非线性图。如果更改默认参数，整体非线性可能增大。

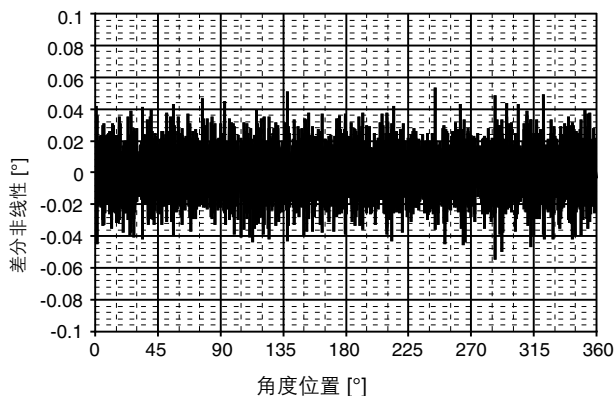


图23：典型差分非线性

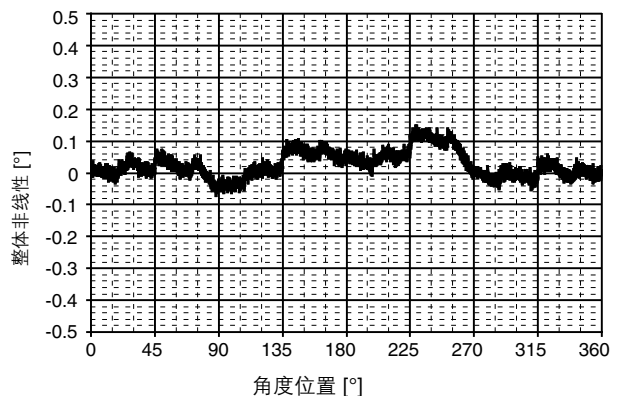


图24：使用优化参数时的典型整体非线性

节电模式

AM4096可在节电模式下工作，在位置数据更新率不重要的情况下可极大降低功耗。AM4096提供两种节电模式——外部触发和自动节电模式。建议在使用节电模式时，不使用内部电压调节器，并将电源电压设定为3.3 V。

可以通过“PSM”针脚设定使用外部触发节电模式。当“PSM”针脚为高电平时，芯片在待机模式下工作，没有功耗。当“PSM”针脚切换到低电平时，芯片开始正常工作，6 ms后可以得到正确的位置数据。当不再需要位置数据时，芯片可以重新进入休眠状态。

可以使用“Pdie”参数启用自动节电模式。如果“Pdie”设为1，芯片开始休眠，定期有1 ms的唤醒时间。可以用“Pdtr”参数选择休眠时间长度。

“PSM” 针脚 *	运行	注释
低电平	AM4096正常工作	
高电平	AM4096休眠	**

* PSM针脚是唯一没有内部下拉电阻的数字输入，不得一直打开。

** 没有与芯片的通信。

“Pdie” 值	运行	注释
0	AM4096正常工作	
1	AM4096根据“Pdtr”参数循环唤醒	*

* 当选择自动节电模式时，“PSM”针脚应为低电平。

“Pdtr” 值	生效时间	无效时间	单位	注释
0 0	0.94	120	ms	
0 1	0.94	240	ms	
1 0	0.94	480	ms	
1 1	0.94	960	ms	

“Pdee” 值	可用输出	注释
0	所有输出均可用	*
1	只有SSI和TWI输出可用	**

* PSM从高电平切换为低电平后，需要6 ms输出信息才可用。

** SSI和TWI数据始终可用。位置信息根据“Pdtr”参数更新。

推荐磁体

AM4096可提供预选的磁体，以确保实现最佳性能。也可以向其他供应商购买磁体，但必须符合以下要求。

要选择合适的磁体，了解传感器的属性是很重要的。霍尔传感器只对磁感应强度(B)的垂直分量敏感。AM4096有一个霍尔传感器阵列，排列成1 mm半径的圆。传感器位于硅表面。传感器和磁体表面之间的标称距离为1.6 mm。

磁体必须为圆柱形并且对径极化。选择磁体的主要标准是传感器位置(B_n)处的磁感应强度垂直分量的调制情况以及磁体调制的偏置低。

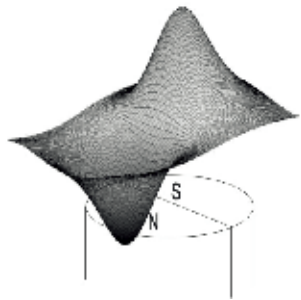


图25: B垂直分量的分布

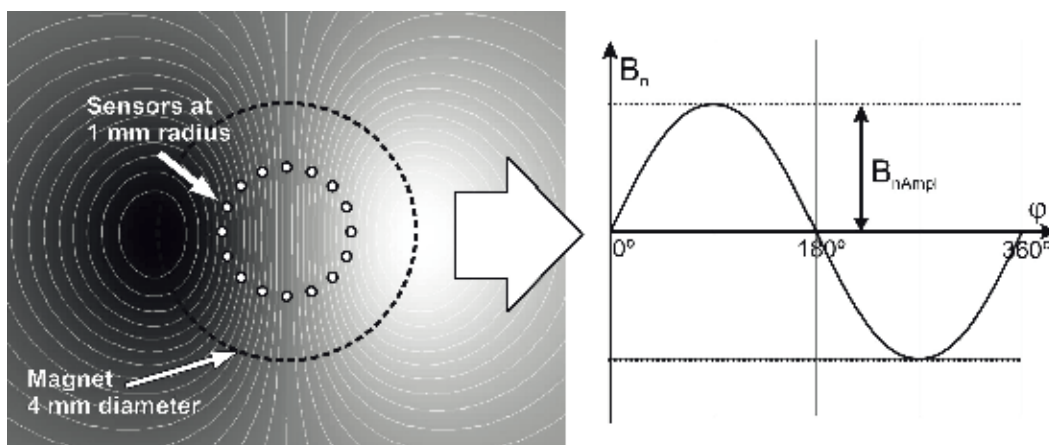


图26：磁体360°旋转时的 B_n 分布及其调制

参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位	注释
B_n 调制振幅	B_{nAmpl}		50		mT	*
B_n 调制偏置	$B_{nOffset}$	-1		1	mT	**

* B_{nAmpl} 的典型值将提供振幅为0.68 V的模拟信号输出。信号振幅与 B_{nAmpl} 成比例。

1特斯拉等于10,000高斯。

** 磁体质量差使 B_n 调制发生偏置，如果磁体未与芯片正确对齐，偏置将会导致整体非线性度增加。

我们推荐使用具有以下参数的磁体来提供必要的调制：

参数	典型值	单位	注释
直径	4	mm	
长度	4	mm	
材料	Sm2Co17		*
材料剩磁	1.05	T	
温度系数	-0.03	% / °C	
居里温度	720	°C	

* 建议使用稀土材料磁体SmCo，也可以使用NdFeB磁体，但它们的特性不同。

磁体质量和非线性误差

每个AM4096在生产过程中都经过优化，当选用合适的磁体并精确对准后可实现最佳性能。

一块理想的磁体，其极化边界应正好位于磁体中间。如果极化边界没有正好位于磁体中间，则磁场调制将存在偏置。

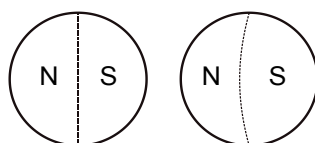


图27：极化理想的磁体和极化不理想的磁体

偏置代表磁体360°旋转时的 B_n 平均值， B_n 是在距磁体表面1.6 mm和1 mm半径的条件下测得。

如果传感器中心没有位于磁体旋转的中心，偏置将导致整体非线性误差大于标称值。下图显示的是由于AM4096未对准理想和推荐磁体而造成的额外整体非线性误差。总的整体非线性误差是整体非线性误差和由磁体位移造成的额外整体非线性误差之和。

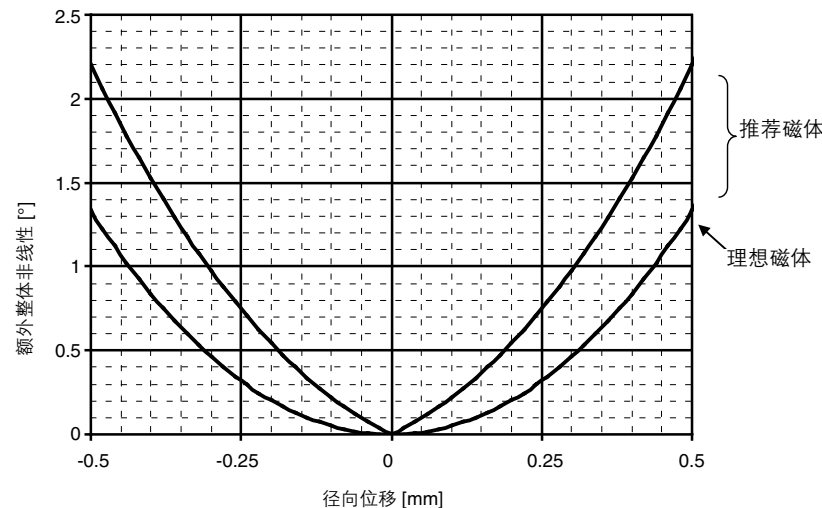


图28：由磁体位移和质量不佳造成的额外整体非线性误差

磁性物质不应靠近磁体，因为它们可能增加整体非线性误差，这一点非常重要。它们应与芯片至少保持3厘米的距离。磁体应安装在非磁性载体中。

磁体位置

磁体必须放在AM4096上方霍尔传感器阵列的中心位置。传感器阵列中心不在AM4096的中心。

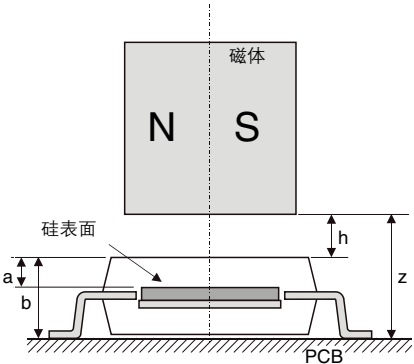


图29：AM4096和磁体尺寸

参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位	注释
传感器至芯片表面的距离	a		0.75		mm	
PCB平面至芯片表面的距离	b		1.86		mm	*
芯片表面至磁体的距离	h	0.50	1.00	1.50	mm	
PCB平面至磁体的距离	z	2.36	2.86	3.36	mm	*

* 适用于典型40 μm底铜厚度的PCB

安装说明

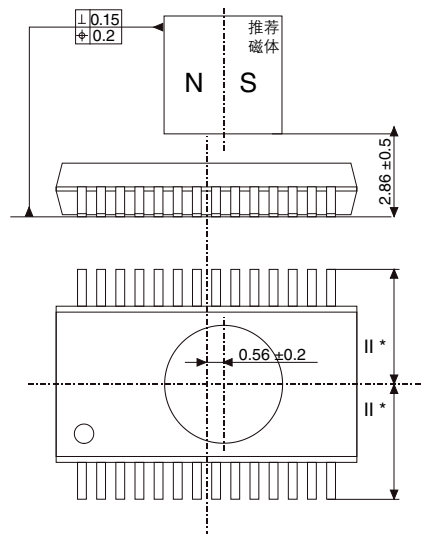


图30：安装说明

应用示意图

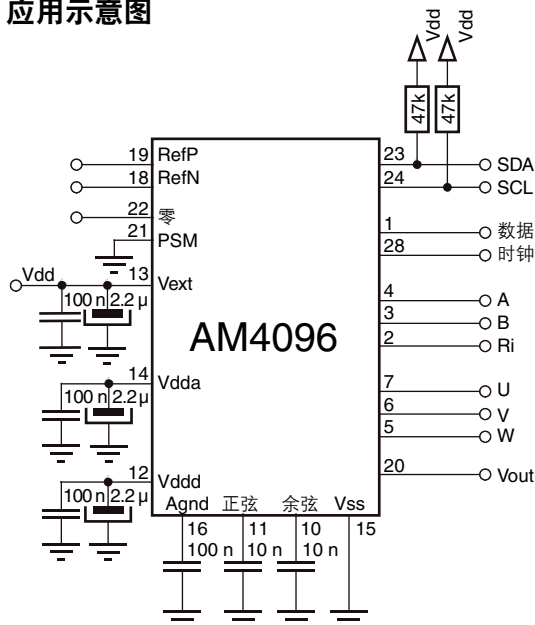


图31：典型应用示意图

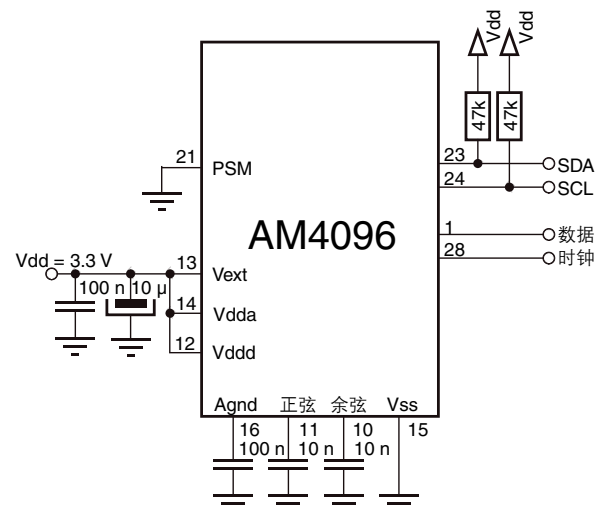


图32：自动节电模式应用示意图

SSOP28封装尺寸

尺寸：

符号	最小值	典型值	最大值	单位
A			2	mm
A1	0.05			mm
A2	1.65	1.75	1.85	mm
b	0.22		0.38	mm
c	0.09		0.25	mm
D	9.9	10.2	10.5	mm
E	7.4	7.8	8.2	mm
E1	5	5.3	5.6	mm
e		0.65		mm
K	0		10	度
L	0.55	0.75	0.95	mm

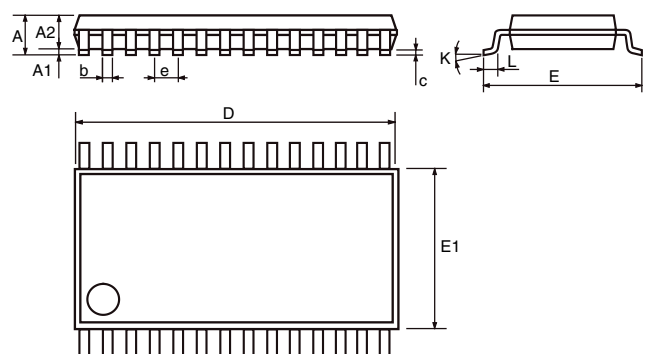


图33：尺寸图

订购信息

1. 磁旋转编码器IC

订货号	描述
AM4096PT 	具备默认功能的AM4096磁旋转编码器IC 输出选项: - SSI - 增量式 - 线性电压 - UVW - TWI 可编程: - 差分缓冲正弦/余弦 - 测速 SSOP28塑料封装 管装发货 (每管48个)

注: 订货量必须是48个 (一管) 的倍数。

注: 可以成卷供货 (特殊订货)。

注: 磁体必须单独订货! 磁旋转编码器IC订货号不包括磁体。

2. 磁体

订货号	描述
RMM44A3C00 	对径极化磁体 尺寸: Ø4 mm × 4 mm

3. 成套组件

订货号	描述
RMK4 	封装在PCB上的AM4096磁旋转编码器IC, 配有所有必需的组件和磁体, 并以防静电包装盒供货 输出选项: SSI、增量式、线性电压、UVW、TWI 可编程: 差分缓存正弦/余弦、测速

4. 接口

订货号	描述
UPRGAM4096 	UPRGAM4096是用于AM4096磁旋转编码器芯片和RMK4评估板的编程接口。它可通过USB端口方便地连接到计算机上。 组件包含一根USB 2.0 A-B小型电缆、一根带状扁平电缆以及适用于RMK4评估板的插头

RMK4成套组件

封装在PCB上的AM4096，配有所有必需的部件和磁体，并以防静电包装盒交货。RMK4所有输出均可用，默认情况下配置为5 V电源电压和12位分辨率。

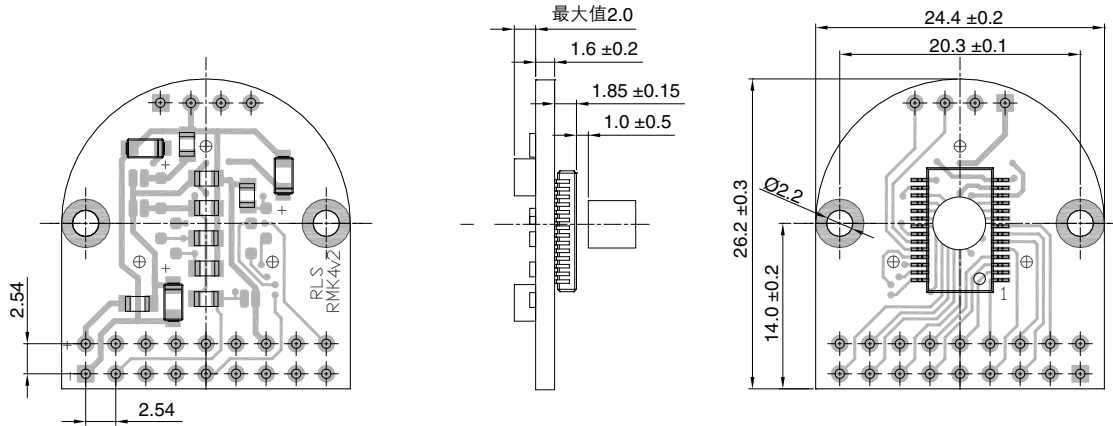


图34：RMK4安装图

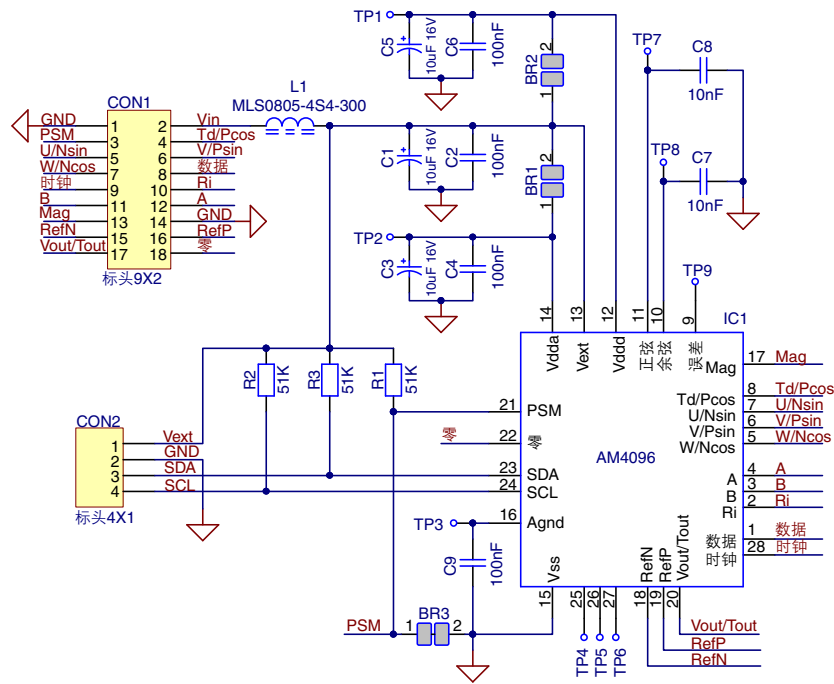
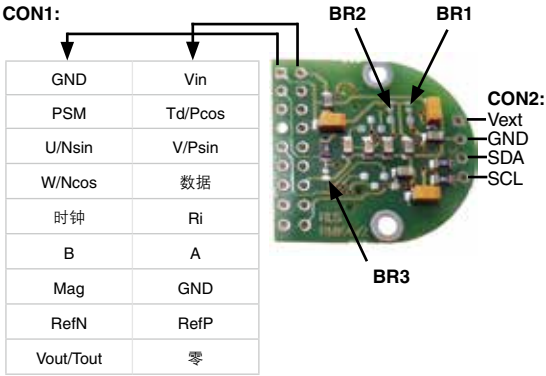


图35：RMK4示意图



电桥配置：

BR1、BR2：电压调节器电桥，默认情况下打开。

BR3：PSM连接到Vss。要使用PSM引脚功能，必须切开BR3。默认情况下BR3关闭。

雷尼绍（上海）贸易有限公司

中国上海市静安区江场三路288号
18幢楼1楼
200436

T +86 21 6180 6416

F +86 21 6180 6418

E shanghai@renishaw.com

www.renishaw.com.cn

英文版修订记录

版本	日期	页码	修订
1	2009.11.19	-	新文档
2	2010.3.10	12	增加SSI数据
		22	增加UPRGAM4096订购信息
		23	RMK4新图片
3	2016.1.4	3	增加潮湿敏感度
4	2016.6.2	19	增加SSOP28封装尺寸
5	2016.9.23	6	修正两次访问EEPROM的间隔时间
		21	修正RMK4成套组件

如需查询全球联系方式，请访问 www.renishaw.com.cn/contact



扫描关注雷尼绍官方微信

RLS merilna tehnika d.o.o.已尽力确保发布之日此文档的内容准确无误，但对其内容不做任何担保或陈述。RLS merilna tehnika d.o.o.不承担任何由本文档中的不准确之处以及无论什么原因所引发的问题的相关责任。

© 2017 RLS d.o.o.

销售者对产品适销性及特定目的适用性不做任何明示或暗示的担保。