

1. 产品介绍

AH76X 是一款有源霍尔传感器，适用于曲轴应用和类似的工业应用，如速度传感器或任何具有高精度和低抖动能力的速度传感器。

工作温度范围-40°C至 150°C。封装 PG-SS0-3-52/T094-3，符合 AEC-Q100 认证要求。

2. 产品功能

- 测量齿轮的速度和位置；
- 在齿型结构中部设置切换点以实现向后兼容性；
- 基于差分式原理设计，抗干扰或噪声性能良好；
- 数字信号输出，可编程输出协议含诊断接口；
- 方向检测和启停算法；
- 高精度，低抖动；
- 灵敏度高，气隙大；
- 生产线末端可编程，适配发动机参数；
- 可以用作差动凸轮轴传感器；
- 宽工作温度范围；

3. 应用领域

- 速度计
- 曲轴传感器
- 高精度低抖动速度传感器

AH76X

可编程曲轴传感器



Alfa Electronics Co.,Ltd

目录

1. 产品介绍	1
2. 产品功能	1
3. 应用领域	1
4. 产品包装	3
5. 引脚信息	3
6. 功能框图	4
7. EEPROM 说明	14
8. 电磁特性	17
9. 推荐应用电路	24
10. 封装信息	24
11. 注意事项	25
12. 历史版本	26

AH76X

可编程曲轴传感器

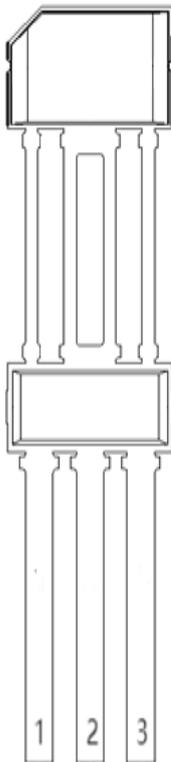


Alfa Electronics Co.,Ltd

4. 产品包装

产品型号	工作温度	封装	成品包装	备注
AH760UR-1	-40°C~150°C	T094-3L	1000PCS/袋	VCC-GND 47nF
AH760PG-1	-40°C~150°C	PG-SS0-3-52	1500PCS/盒	VOUT-GND 4.7nF
AH760UR-2	-40°C~150°C	T094-3L	1000PCS/袋	VCC-GND 220nF
AH760PG-2	-40°C~150°C	PG-SS0-3-52	1500PCS/盒	VOUT-GND 1.8nF

5. 引脚信息



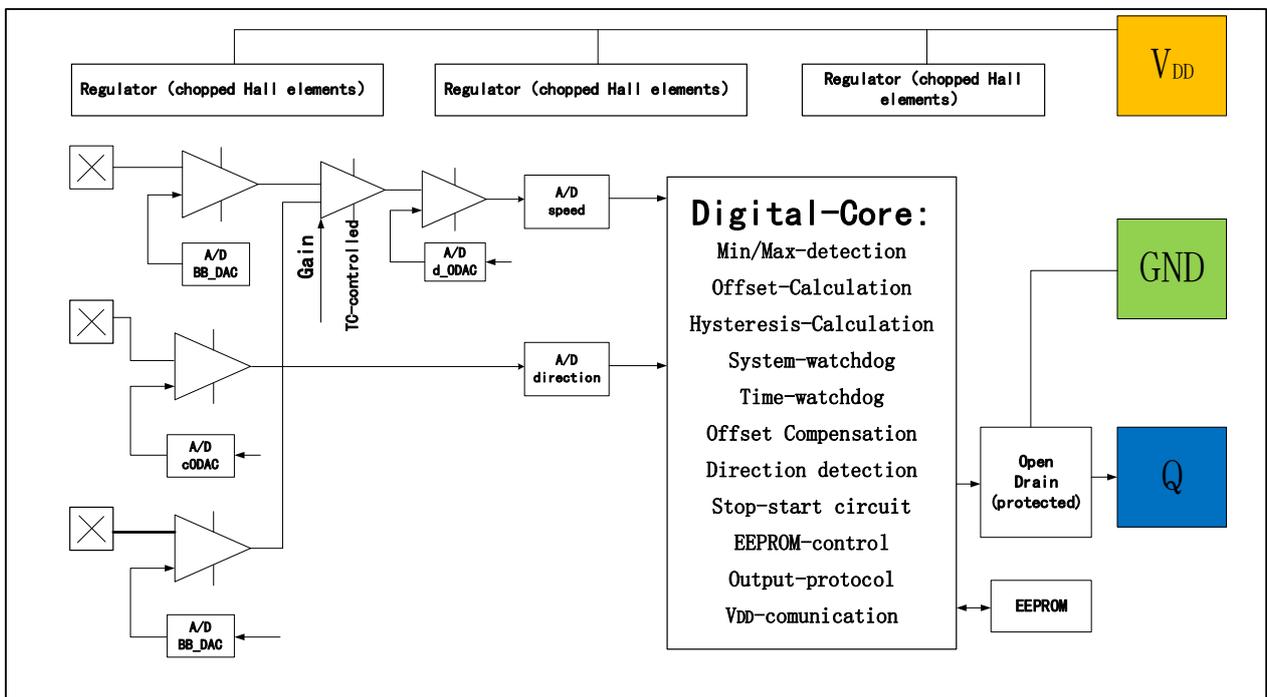
编号	引脚名称	类型	描述
1	VDD	SUPPLY	电源/编程引脚
2	GND	GND	接地/编程引脚
3	Q	OD	输出

6. 功能框图

6.1 磁场方向的定义



6.2 功能框图



6.3. 基本操作

AH76X 的基本操作是即将旋转目标轮产生的磁场转换为带有方向信息的速度脉冲。脉冲宽度表示前进或后退的方向信息，并且可以通过 EEPROM 选项进行调整。此外，还可以配置输出开关而不提供方向信息，类似于差分凸轮轴传感器的要求。磁场极性和输出极性的对应关系可以根据应用需求进行设置。根据定义，如果磁铁的北极位于传感器的后侧，则认为该磁场为正。

为了理解基本操作，考虑以下五个不同的阶段：

• 通电阶段

- 掉电后开始
- 持续开机时间
- IC 从 EEPROM 加载配置和设置，并初始化状态机和信号路径
- 输出锁定为高

• 初始阶段（“未校准模式”）

- 在通电阶段后开始
- 持续一个周期
- IC 支持输出切换、极值检测和阈值自适应

• 校准阶段 1（“校准模式”）

- 在初始阶段之后开始
- 该过程在初始阶段结束后启动，持续到传感器检测到 3 个磁边缘（最多 4 个），并完成最后一次阈值更新以进入“校准阶段 2”；
- 集成电路（IC）根据应用磁场快速自适应调整阈值。
- 输出信号的初次与第二次切换（未校准模式）基于差分磁场的检测变化执行。
- 输出脉冲的长度由中心霍尔探头（方向信号）在差分外霍尔探头（速度信号）的过零点采样确定。
- 首个脉冲长度根据 EEPROM 中预设协议设为“正向脉冲”（此时方向信息无效）。

6.3.1 通电阶段

上电阶段的操作是从 EEPROM 刷新修整系数和算法设置，并使信号路径稳定。如果在 EEPROM 刷新过程中发现不可恢复的错误，输出在整个操作期间将保持锁定在高电平。

6.3.2 初始阶段

磁场由三个斩波霍尔探头测量。外霍尔探头（位于 2.5 毫米距离处）测量差分磁场，本文中将其命名为“速度”信号。中心霍尔探头提取“方向”信号。这两个信号通过模数转换器（ADC）转换为数字值。

6.3.3 校准阶段

在校准阶段，阈值根据磁场进行调整。这种调整基于磁轮上的齿顶和齿根引起的磁场变化。IC 中的局部极值检测状态机跟踪这些磁场变化。在校准阶段，IC 持续监控磁信号。当速度路径检测到特定的磁场变化且极性满足 EEPROM 中导出的切换标准时，执行第一次和第二次切换。输出的第三次及后续脉冲在“速度路径”的“零交叉”点触发。“零交叉”是指检测到的最小值和最大值之间的 50%点，也称为“偏移”。

6.3.4 运行阶段

根据 EEPROM 中选择的算法，使用 5 到 58 个脉冲的平均值进行偏移计算和偏移更新。在将计算出的更新应用于阈值寄存器之前，必须验证以下规则：

- 阈值更新符号与磁边缘的兼容性
- 阈值更新必须足够大，以免被丢弃（最小更新）
- 阈值更新基于场幅值和与绝对场值的比较，限制在最大值内（最大更新）
- 计算出的阈值更新在应用前始终减半
- 阈值更新经过过滤，以防止相反方向的连续更新（连续更新请求）

通常情况下，偏移在目标轮完成一次完整旋转后进行更新，这相当于 58 个齿。

参数	符号	数值			Unit	说明
		Min.	Typ.	Max.		
偏移更新算法	58 teeth	-	58	-	-	齿轮转一圈，经过 58 个齿

	32 teeth	-	32	-	-	齿轮转一圈，经过 32 个齿
	偏移更新连续五次出现相同符号	5	-	-	-	建议用于齿数不同的轮子或存在较大径向跳动的情况。

表 6 - 1: EEPROM中可选择的可用偏移更新算法

6.3.5 平均算法

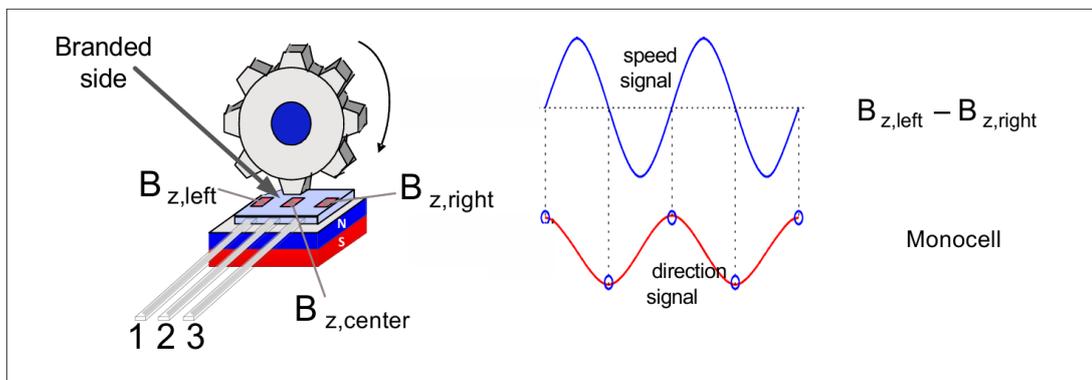
在运行阶段计算阈值时，通过平均有效的最大值和最小值来减少可能的偏移更新。每次偏移更新都会增加抖动，必须避免。

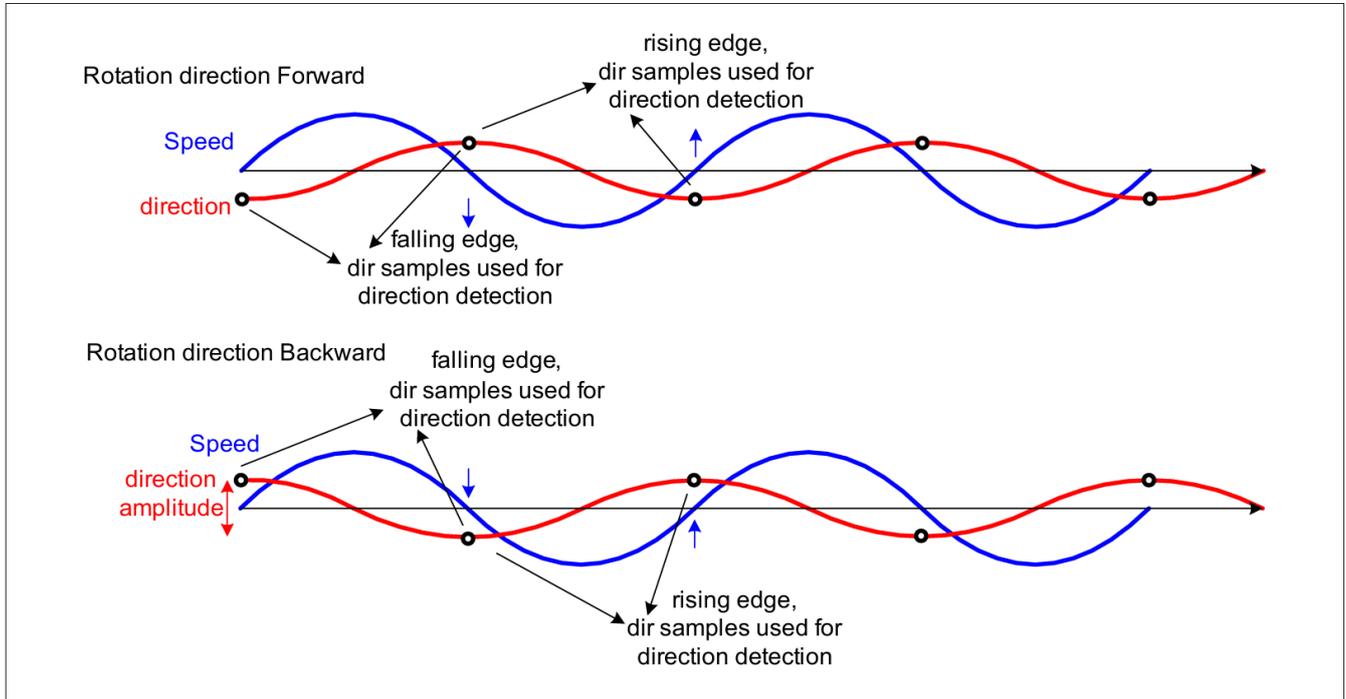
6.3.6 定向

方向是从速度通道零交叉点采样的方向信号的振幅值计算得出的。对于每一对极或每一对齿和凹槽，生成两个数字值用于检测方向。通过将第二个值减去第一个值，根据结果的符号确定方向。根据 EEPROM 设置，正号表示向前或向后方向。

EEPROM 边缘极性	EEPROM FORWARD_def	Function
0	0	当齿轮从第 1 号齿旋转到第 3 号齿，会发出一个前向脉冲。输出脉冲的下降沿发生在齿根的中心位置。
0	1	当齿轮从第 3 号齿旋转到第 1 号齿，会发出一个前向脉冲。输出脉冲的下降沿发生在齿顶的中心位置。
1	0	当齿轮从第 1 号齿旋转到第 3 号齿，会发出一个前向脉冲。输出脉冲的下降沿发生在齿顶的中心位置。
1	1	当齿轮从第 3 号齿旋转到第 1 号齿，会发出一个前向脉冲。输出脉冲的下降沿发生在齿根的中心位置。

表 6 - 2: EEPROM极性和方向选项



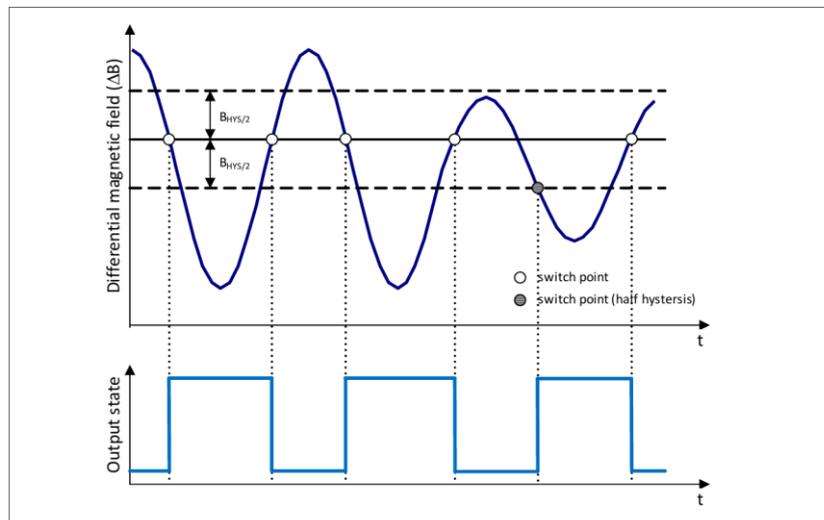


6.3.7 方向检测阈值

为了识别目标轮子旋转方向的变化，使用了一个阈值。方向信号的峰峰值被过去 5 个齿的平均值作为 100%的参考值。每当测量到一个新的最小值或最大值时，计算一个 25%的阈值。

在方向保持不变的情况下，下一个采样点的信号幅度预期为另一个 100%。如果旋转方向发生变化，则预期信号幅度与之前相同。为了区分这两种情况，考虑了一个 25%的虚拟阈值。通过 EEPROM，这 25%可以被编程为 12.5%（方向变化标准）。

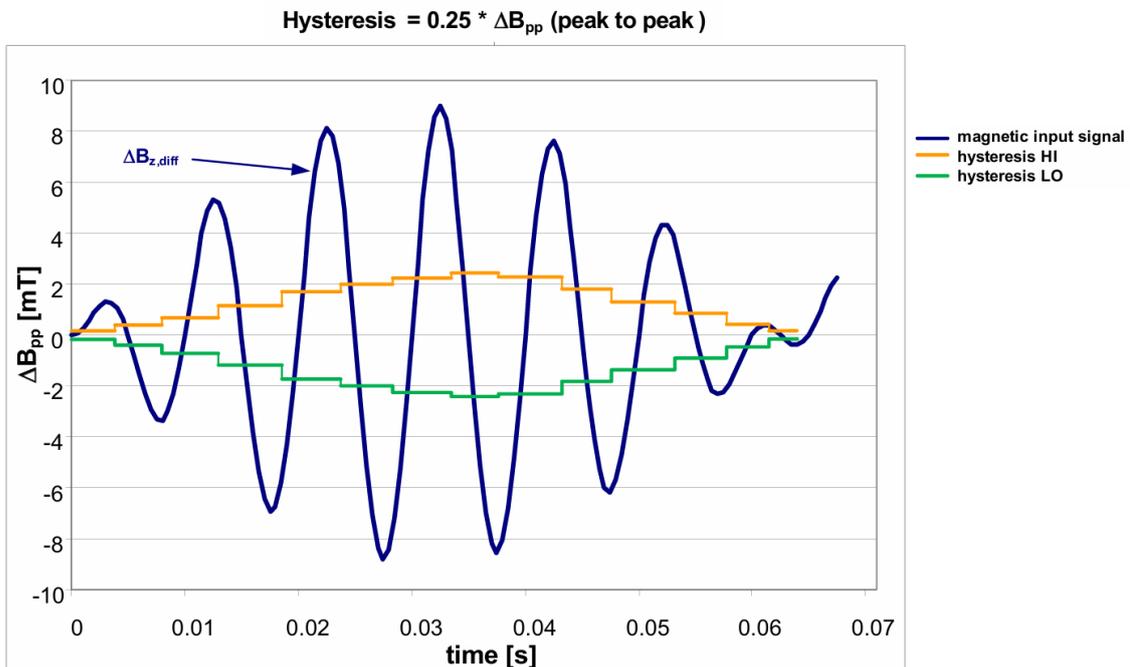
6.4 滞后概念



曲轴应用中，基于磁滞的优选切换行为称为隐藏自适应磁滞。由于长凹槽或长齿的原因，可以通过 EEPROM 选择可见磁滞。另一种 EEPROM 可能性是固定磁滞，它允许对抗后置偏置磁铁附着的金属碎屑。

隐藏自适应磁滞意味着，输出始终在上下磁滞之间的同一水平上切换。这些磁滞阈值需要被超越，并用于启用下一个后续切换事件的输出。例如，如果差分磁场穿过下磁滞水平，则输出能够在零交叉点切换。接下来的上磁滞需要再次被超越，以便启用下一次切换。此外，半磁滞功能确保在未超过上磁滞水平但再次穿过下磁滞水平时，输出仍允许切换，从而避免丢失边缘。然而，这会导致额外的相位误差。

采用自适应磁滞在小气隙（大信号）情况下具有优势，因为它能提供较大的磁滞。与固定磁滞相比，小振动不会引起额外的切换。自适应磁滞计算为差分速度信号峰峰值的 25%。最小磁滞来源于 EEPROM 设置 “HYST_MIN”。

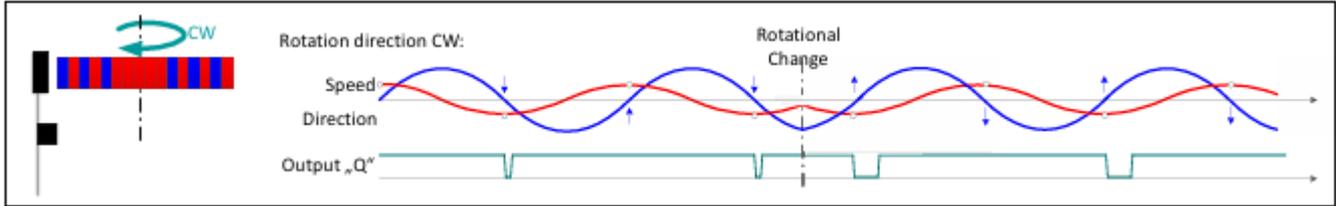


6.5 旋转方向定义和边缘极性定义

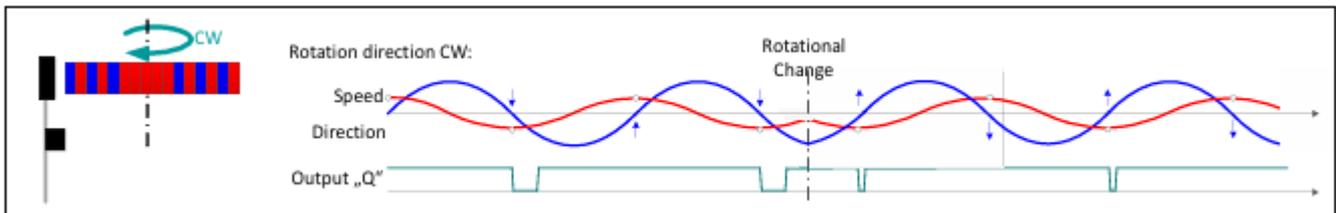
AH76X 具有 EEPROM 选项，可以更改输出协议的位置。在应用中，切换点要么是齿顶的中间，要么是齿根的中间（磁编码器轮：北极的中间或南极的中间）。从磁学的角度来看，它是差速信号的过零点：上升沿或下降沿。EEPROM 位 “EDGE_POLAR” 将传感器参数化到其中一个边缘。

此外，还可以选择在 CW 旋转方向或 CCW 旋转方向上发出 “正向” 脉冲：“forward_DEF”。

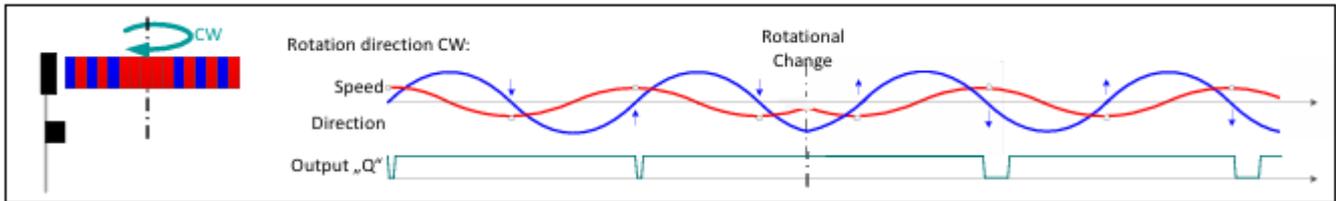
两个 EEPROM 位彼此独立。



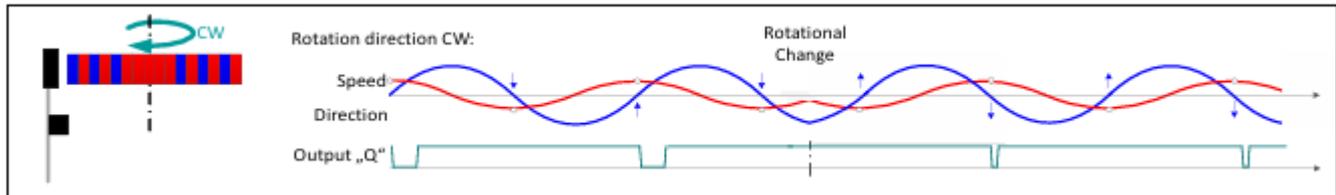
设置 “EDGE_POLAR = 0” 和 “FORWARD_DEF” = 0 时的信号输出



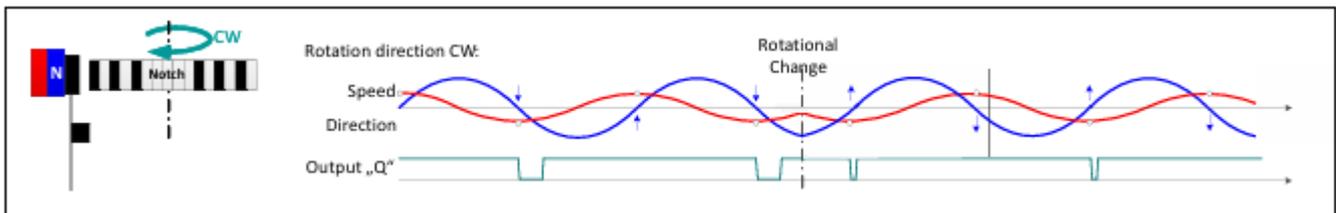
设置 “EDGE_POLAR = 1” 和 “FORWARD_DEF” = 1 的信号输出



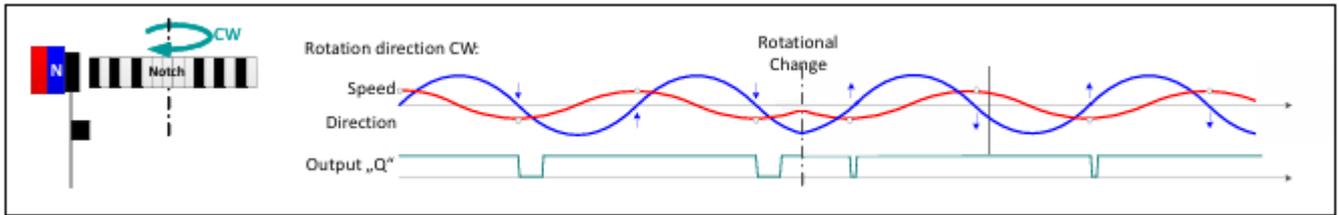
设置 “EDGE_POLAR = 1” 和 “FORWARD_DEF” = 0 的信号输出



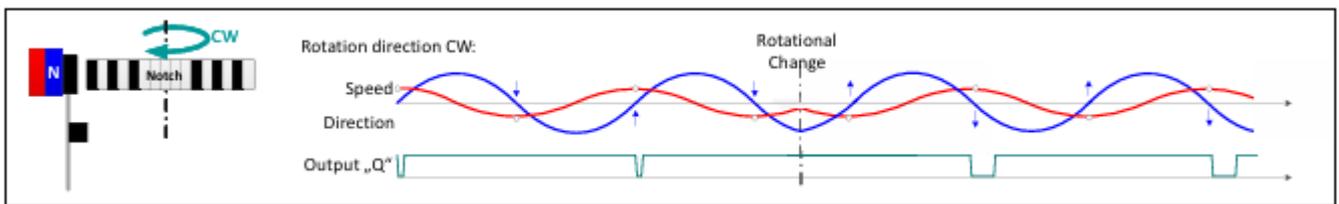
设置 “EDGE_POLAR = 0” 和 “FORWARD_DEF” = 1 的信号输出



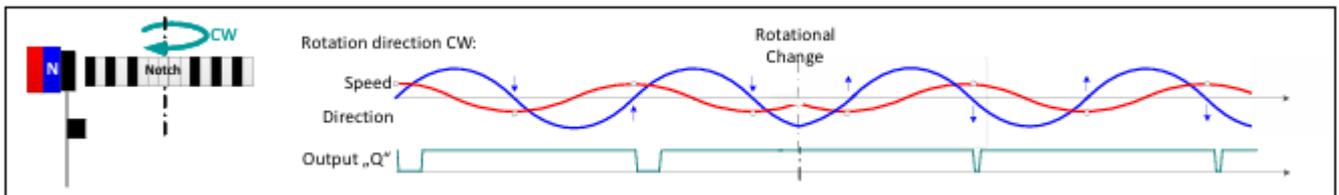
设置 “EDGE_POLAR = 0” 和 “FORWARD_DEF” = 0 时的信号输出



设置 “EDGE_POLAR = 1” 和 “FORWARD_DEF” = 1 时的信号输出



设置 “EDGE_POLAR = 1” 和 “FORWARD_DEF” = 0 时的信号输出



设置 “EDGE_POLAR = 0” 和 “FORWARD_DEF” = 1 时的信号输出

AH76X 已预编程并锁定 EEPROM。在图 18 中，当满足以下条件时，其行为如图所示：

- 背偏磁体通过磁北极连接到 AH76X 的背面。（如图 3 左侧所示。）
- 当齿轮从封装引脚 3（“Q”）移动到封装引脚 1（“VDD”）时，会发出正向脉冲（曲柄正向脉冲长度=45 μ sec）。
- 当齿轮从封装引脚 1（“VDD”）移动到封装引脚 3（“Q”）时，会发出反向脉冲（曲柄反向脉冲长度=90 μ sec）。
- 脉冲在齿轮齿的中间发出

6.6 系统监视器

系统监视器（System Watchdog）监控数字核心和输出端的以下部分：

- 检测速度信号的有效最大值
- 检测速度信号的有效最小值

- 检测速度信号的有效零交叉点
- 监控输出切换

当速度信号及其对应的输出切换正常时，系统监视器将在每次输出切换时自动重置自身。若系统监视器检测到有效最大值、有效最小值和有效零交叉点，而输出端没有切换事件发生，系统监视器将增加其计数器。输出切换会将计数器重置为零。当计数器达到其限制时，偏移将被重置。

系统监视器的优势在于避免输出端的“flat line”行为（即信号长时间保持不变）。一旦传感系统发生重大事件（例如齿部撞击、突然的气隙跳跃等），AH76X 能够自行恢复。系统监视器可以通过 EEPROM 设置“WATCH_DOG_EN”启用。。

6.7 停止启动监视器

停止启动监视器允许 AH76X 在目标轮静止以及可能的温度漂移（60K）期间尽可能保持校准状态。它可以通过 EEPROM 选项启用。

基本上，停止启动监视器是一个 1.4 秒的超时机制。在速度通道（曲轴轮停止）的两个零交叉点之间经过 1.4 秒超时时，停止启动监视器将进入活动状态。在此活动状态下，输出切换被禁用。如果在 1.4 秒内速度通道的信号变化超过 DNC（Data Not Correct 数据不正确），并且曲轴轮开始旋转，AH76X 将使用已知的信号幅度，并根据新的温度设置新的切换阈值进行输出切换。

当目标轮静止时，停止启动监视器将使 AH76X 不在输出端发出任何错误脉冲：

- 无额外脉冲
- 无丢失脉冲
- 无虚假旋转方向信息

结合系统监视器和停止启动监视器，可以增强停止-启动监行为的抗振性能。

6.8 高速模式

高速模式可以通过 EEPROM 位“HIGH_SPEED”开启或关闭。当高速模式处于“关闭”状态时，AH76X 的行为如前所述。当高速模式处于“开启”状态时，AH76X 在输入信号频率达到典型值 1.8kHz 以上时停止方向检测，并继续使用最后一次检测到的方向。要进入高速模式，需要测量两次频率。当从高频信号返回时，低于 1.5kHz 的频率阈值会重新启用方向检测。

在模式 TSS=1 时，频率阈值分别为 4.3kHz 和 4.0kHz。所有值均为典型值。

6.9 串行接口

串行接口用于设置参数和编程传感器 IC，允许读取和写入内部寄存器。数据传输到 IC 是通过电源电压调制完成的，通过单线提供时钟定时和数据信息。来自 IC 的数据通过输出线传输，由时钟信号触发电源线。在正常应用运行中，接口处于非活动状态，进入该模式需要在上电后立即发送特定命令。

7. EEPROM 说明

AH76X 的几个选项可以通过 EEPROM 编程，以根据单个目标车轮和应用要求优化传感器算法。EEPROM 存储器分为 2 条客户线，每条线由 16 个数据位和额外的 6 个用于错误检测和纠正的位组成，基于 ECC（纠错码）。有关 EEPROM 访问和编程的更多详细信息，请参阅 EEPROM 编程手册。

类型	描述	TC (典型值)	磁性材料
AH76X-X	EEPROM 预编程和锁定	-825 ppm	SmCo, NdFeB
AH76X-F	EEPROM 解锁	-1400 ppm	NdFeB, Fe

表 7-1: 所用磁性材料的温度补偿

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Customer line #1															

表 7-2: EEPROM地址 0x0

Field	Bit	Type	Description	AH76X -X	AH76X -F
not used	15	r	一直读取“0”	0	0
STOP_ENABLE	14	rw	0: 禁止停止模式 1: 启用停止模式	1	1
HIGH_SPEED	13	rw	0: 启用运动检测 1: 高于 1.5kHz，脉冲和相位与之前的相同。	1	1
DIR_CHANGE	12	rw	0=1/4 Criteria for direction change 1=1/8 Criteria for direction change	0	0
WATCH_DOG_EN	11	rw	0: 系统监视器关闭 1: 系统监视器开启	0	0

not used	10..2	rw	被设置为“000000000”	000000000	000000000
PULSE_WIDTH	1	rw	0 = 所有脉冲默认脉冲长度 1 = 所有脉冲长度缩短 4 μs	0	0
POLE_WHEEL	0	rw	0 = 启动时反向偏置自校准 - 反向偏置应用 1 = 中心和差动路径的反向偏置设置为 0mT	0	1

表 7-3: 功能描述 Address 0x0

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Customer line #2															

表 7-4: EEPROM 地址 0x1

字段	Bit	Type	描述	AH76X -X	AH76X -F
not used	15:14	rw	设定“00”	00	00
PW_CHOICE	13	rw	在方向检测的前后时间中选择脉冲长度，默认情况下脉冲长度缩短 3 微秒，还可以通过 PULSE_WIDTH 位再缩短 4 微秒。 0=45/90μs 1=45/135μs	0	0
not used	12	rw	设定“0”	0	0
FORWARD_DEF	11	rw	0=无反转正向定义 1=反向定义	1	0
EDGE_POLAR	10	rw	0=非倒置 1=倒置	0	1
HYST_ADAPT	9	rw	0=25% 1=31.25%	0	0
HYST	8	rw	0=0.75mTpkpk 1=1.5mTpkpk	1	1
HYST_TYPE	7	rw	0=隐藏自适应滞后	0	0

			1=显示自适应滞后		
DNC_MIN	6:5	rw	最小数字常数: 00=0.75mTpkpk 01=1.5mTpkpk 10=2.5mTpkpk 11=5mTpkpk	01	01
DNC_ADAPT	4	rw	以下值用于未校准: 0=25% 1=31.5%	0	0
CRANK_TEETH	3	rw	0=58teeth 1=32teeth	0	0
DIR_ENABLE	2	rw	0=方向检测关闭 1=方向检测开启	1	1
ADAPT_FILT	1	rw	0=缓慢适应跟踪: 平均超过 32/58 (CRANK_TEETH) 个边缘 1=快速适应跟踪: 每个有效最小值/最大值 都会被考虑, 并允许进行小幅偏移更新。 当最后 5 次更新具有相同的符号时, 将执行完整的偏移更新。	0	0
LOCK	0	rw	0=用户区域的 EEPROM 已解锁 1=用户区域的 EEPROM 已锁定 (无法重新编程)	1	0

表 7-5: 功能描述 Address 0x1

8. 电磁特性

8.1 电磁参数

1 一般特性

1.1 绝对最大额定值

参数	符号	数值			单位	测试条件
		Min.	Typ.	Max.		

电压

供电电压	VDD	-16	-	18	V	持续, $T_j \leq 175^\circ\text{C}$
		-	-	27	V	最大 60s, $T_j \leq 175^\circ\text{C}$,
		-18	-	-	V	最大 60s, $T_j \leq 175^\circ\text{C}$
输出关断电压	VQ_OFF	-1.0	-	-	V	最大 1h, $T_{\text{Amb}} \leq 40^\circ\text{C}$
		-0.3	-	26.5	V	持续, $T_j \leq 175^\circ\text{C}$
输出开启电压	VQ_ON	-	-	16	V	持续, $T_{\text{Amb}} \leq 40^\circ\text{C}$
		-	-	18	V	最大 1h, $T_{\text{Amb}} \leq 40^\circ\text{C}$
		-	-	26.5	V	最大 60s, $T_{\text{Amb}} \leq 40^\circ\text{C}$

温度

结温范围	T_j	-40	-	185	$^\circ\text{C}$	最大曝光时间: $10 \times 1 \text{ h}$, $V_{\text{DD}} = 16\text{V}$
------	-------	-----	---	-----	------------------	--

磁场范围

磁场感应范围	$B_z^{1)}$	-5	-	5	T	磁场有效时间, $T_{\text{ambient}} \leq 80^\circ\text{C}$
--------	------------	----	---	---	---	--

ESD

ESD	ESDHBM	-6	-	6	kV	HBM ²⁾
-----	--------	----	---	---	----	-------------------

1) 设计环保

2) ESD 易感性, HBM 符合 EIA/JESD 22-A114B

注: 超过此处测试条件的最大值可能会对器件造成永久性损坏。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。最大额定值是绝对额定值, 仅超过其中一个值就可能对集成电路造成不可逆的损坏。

1.2 工作范围

除非另有说明，否则各节中指定的所有参数均指这些作条件。

参数	符号	数值			单位	测试条件
		Min.	Typ.	Max.		

电压

供电电压无供电电阻 Rs	VDD	4.0	-	16	V	
连续输出关闭电压	VQ_OFF	-	-	16	V	
电源电压上电/下电电压斜坡	dVDD/dt	3.0	-	1e4	V/ms	

电流

电源电流	IDD	8.0	-	13.4	mA	
连续输出开电流	IQ_ON		-	15	mA	VQ_LOW < 0.5 V

电容

IC 电源和接地引脚之间的电容	CVDD	198	220	242	nF	
IC 输出和接地引脚之间的输出电容	CQ	1.62	1.8	1.98	nF	

方向检测

方向检测频率范围	fDir	0	-	1800	Hz	增加旋转频率
		0	-	1500	Hz	降低旋转频率

编程

最大数量 EEPROM 编程周期	NPROG	-	-	100	n	
------------------	-------	---	---	-----	---	--

磁信号

磁信号频率范围	f	0	-	8000	Hz	全精度
		8000	-	10000	Hz	10%抖动降级
差速通道磁场的动态范围	DRmag_field_s	-120	-	120	mT	ADC-范围
方向通道磁场的动态范围	DRmag_field_dir	-60	-	60	mT	ADC-范围

外霍尔探头在反向偏置配置状态下的磁场静态范围	$SR_{mag_field_s_bb}$	0	-	550	mT	模块前无滚轮 / 偏移 DAC 补偿范围
外霍尔探头在磁性编码器轮配置中的磁场静态范围	$SR_{mag_field_s_pw}$	-10	-	10	mT	磁极轮的静态绝对偏移 / 偏移-DAC 补偿范围 / 独立于位“POLE_WHEEL”
中心霍尔探头磁场的静态范围	$SR_{mag_field_dir}$	-100	-	450	mT	模块前无滚轮 / 偏移 DAC 补偿范围
允许外探头之间的静差	$SR_{mag_field_diff}$	-30	-	30	mT	模块前无滚轮
磁差振幅差, 以充分发挥在停止-启动	$\Delta B_{Speed_Stop_Start}$	9	-	-	mTpk pk	无虚假误脉冲在停止-启动状态下的温度漂移 ≤ 60 K。容许速度通道变化的平均值 ≤ 3 mT
		6	-	-	mTpk pk	无虚假误脉冲在停止-启动状态下的温度漂移 ≤ 40 K。容许速度通道变化的平均值 ≤ 2 mT
		4	-	-	mTpk pk	无虚假误脉冲在停止-启动状态下的温度漂移 ≤ 20 K。容许速度通道变化的平均值 ≤ 1.5 mT

温度

正常工作结温	T_J	-40	-	175	$^{\circ}C$	暴露时间: $T_J = 175^{\circ}C$, $V_{DD} = 16V$ 时最长: 2500 h。
		-	-	185	$^{\circ}C$	暴露时间: $T_J = 185^{\circ}C$, $V_{DD} = 16V$ 时最长: $10 \times 1h$ 。其他寿命时间增加。
非工作寿命	T_{no}	-40	-	150	$^{\circ}C$	无传感器功能。最大曝光时间 $150^{\circ}C$ 下 500h; 根据 Arrhenis 模型, 温度越低, 暴露时间越长, 其他寿命时间增加。
客户编程的环境温度范围	T_{RDPROG}	15	25	130	$^{\circ}C$	
发动机停止和重新启动之间的温度变化。	ΔT_{Stop_start}	-	-	60	$^{\circ}C$	设备持续供电
磁性材料的温度补偿范围	TC	-1400	-	0	ppm	磁信号内部补偿速度信号幅度

8.2 电器和磁性特性

除非另有说明，否则在工作范围内，输入信号的恒定幅度和偏移量指定的所有值。典型值对应于 $V_S=5V$ 、 $T_{Amb}=25^\circ C$

参数	符号	数值			单位	测试条件
		Min.	Typ.	Max.		

电压

输出饱和电压	V_{Qsat}	-	-	500	mV	$I_Q \leq 15 \text{ mA}$
钳位电压 V_{DD-Pin}	V_{DD_clamp}	42	-	-	V	通过 ESD 二极管的漏电流 $< 0.5 \text{ mA}$
钳位电压 V_Q-Pin	V_{Qclamp}	42	-	-	V	通过 ESD 二极管的漏电流 $< 0.5 \text{ mA}$
复位电压	V_{DD_reset}	-	-	3.6	V	

电流

输出漏电流	I_{Qleak}	-	0.1	10	μA	$V_Q = 18 \text{ V}$
短路情况下的输出电流限制	I_{Qshort}	30	-	80	mA	

温度

输出保护的结温限制	T_{prot}	190	-	205	$^\circ C$	
-----------	------------	-----	---	-----	------------	--

时间和频率

通电时间	t_{power_on}	0.8	0.9	1	ms	在此期间，输出被锁定为高电平。
磁信号开关点与相应的输出信号下降沿开关的延迟时间	t_{delay}	10	14	19	μs	下降沿
输出下降时间	t_{fall}	2.0	2.5	3.0	μs	$V_{Pullup} = 5 \text{ V}$, $R_{Pullup} = 1.2 \text{ k}\Omega$ (+/-10%), $C_Q = 1.8 \text{ nF}$ (+/-15%), 在 80% - 20%之间有效
		3.2	4.5	5.8	μs	V 上拉 = 5 V, $R_{Pullup} = 1.2 \text{ k}\Omega$ (+/-10%), $C_Q = 1.8 \text{ nF}$ (+/-15%), 在 90% - 10%之间有效
输出上升时间	$t_{rise}^{1)}$	4	-	11.4	μs	$R_{Pullup} = 1.2 \text{ k}\Omega$ (+/-10%), $C_Q = 1.8 \text{ nF}$ (+/-15%), 在 10% - 90%之间有效

启动期间最小磁场变化

启动时速度通道的数字噪声常数（微分场变化）	DNC _{min}	0.53	0.75	0.97	mTpkpk	EEPROM “DNC_MIN” : Option 00 ²⁾
		1.22	1.5	1.78	mTpkpk	EEPROM “DNC_MIN” : Option 01
		2.14	2.5	2.86	mTpkpk	EEPROM “DNC_MIN” : Option 10
		4.44	5	5.56	mTpkpk	EEPROM “DNC_MIN” : Option 11

开关阈值的磁滞现象

速度通道的最小磁滞阈值	HYS _{min}	0.53	0.75	0.97	mTpkpk	EEPROM “HYST” : Option 0 ₂₎
		1.22	1.5	1.78	mTpkpk	EEPROM “HYST” : Option 1
速度通道的自适应磁滞阈值	HYS _{adaptive}	-	25	-	%	EEPROM “HYST_ADAPT” : Option 0
		-	31.25	-	%	EEPROM “HYST_ADAPT” : Option 1
切换电平偏移	Switch Off set, Error	-350	-	350	μT	磁速度信号 = 10 mTpkpk : 导致相位误差/占空比误差

准确性和可重复性

重复性（抖动）	Jitter ³⁾	-	-	0.015	° Crank	3 sigma, ΔBpkpk = 20mTpkpk
		-	-	0.025	° Crank	3 sigma, ΔBpkpk = 9mTpkpk , 使用正弦信号在线圈上测量, Ta=150° C, f=8kHz
启动时错误脉冲的数量		-	-	0	n	发动机以连续向前旋转方向启动
		0	-	1	n	发动机以连续向后旋转方向启动
停止-启动后错误脉冲数		-	-	0	n	多旋转方向变化 > 6° C
最大相位误差		-0.2	-	0.2	° Crank	ΔBSpeed > 9mTpkpk, 不包括签名, 下图提到的轮子上的精度

停止-启动后的最大相位误差		-1.7	-	3.2	° Crank	仅针对停止-启动状态/排除特征后的第一个脉冲降低相位精度
---------------	--	------	---	-----	---------	------------------------------

跳动性能

全局跳动（速度和方向通道）	Runout global 4)	1.0	-	1.67	-	比率 = 振幅（最大）pkpk / 振幅（最小）pkpk
		1.0	-	2.5	-	比率 = 振幅（最大）pkpk / 振幅（最小）pkpk。降低了停止-启动行为的性能。
磁超调速度特征区域信号。从齿到齿（极对到极对）	Runout tooth, tooth 4)	0.8	1.2	1.6	-	比率 = 振幅（签名） / 振幅（之前/之后）。对齿形测井轮有效。
		0.7	1.4	2.5	-	比率 = 振幅（签名） / 振幅（之前/之后）。对磁性测井轮有效。

输出协议变体

曲轴无方向检测：输出跟随目标轮的轮廓	-	-	-	-	-	输出“Q”在齿/谷的中间改变状态。（“LOW”或“HIGH”）
带方向的标准曲轴协议	tfwd	38	45	52	μs	VPullup = 5 V, RPullup = 1.2 kΩ (+/- 10%), CQ = 1.8 nF (+/- 15%), 在下降沿的 50%到下一个上升沿的 50%之间有效
	tbwd	76	90	104	μs	
带方向的可选曲轴协议	tfwd	38	45	52	μs	
	tbwd	113	135	157	μs	

- 1) 应用参数，IC 不增加上升时间（最大值），值是计算值，而不是测试
- 2) 对于恶劣环境，不建议使用最小设置：长齿、长凹口、振动、目标轮跳动。
- 3) 参数不受生产测试。通过在实验室中基于 1000 个下降沿抖动测量进行表征验证。
- 4) 参数不受生产性测试。通过实验室表征/设计验证。

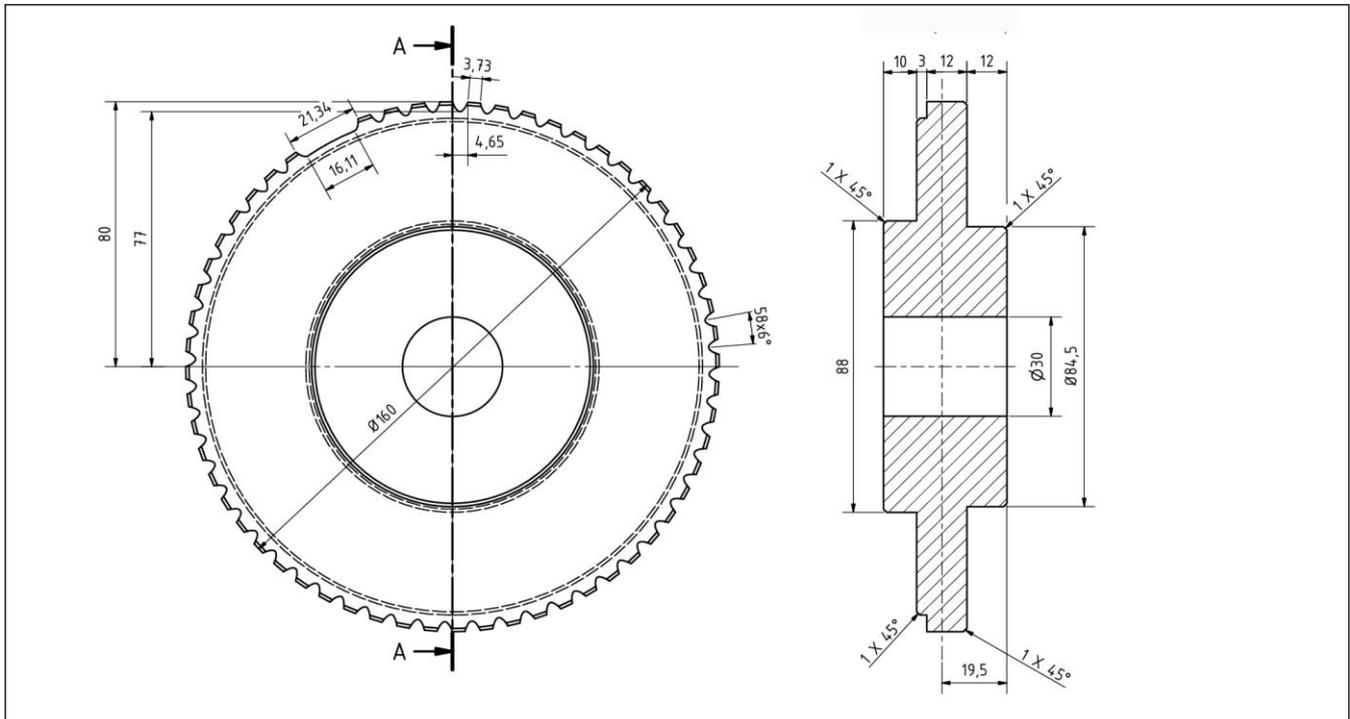
注：列出的电气和磁性在集成电路的工作范围内得到保证。典型特征指定了生产分布的预期平均值。

AH76X

可编程曲轴传感器

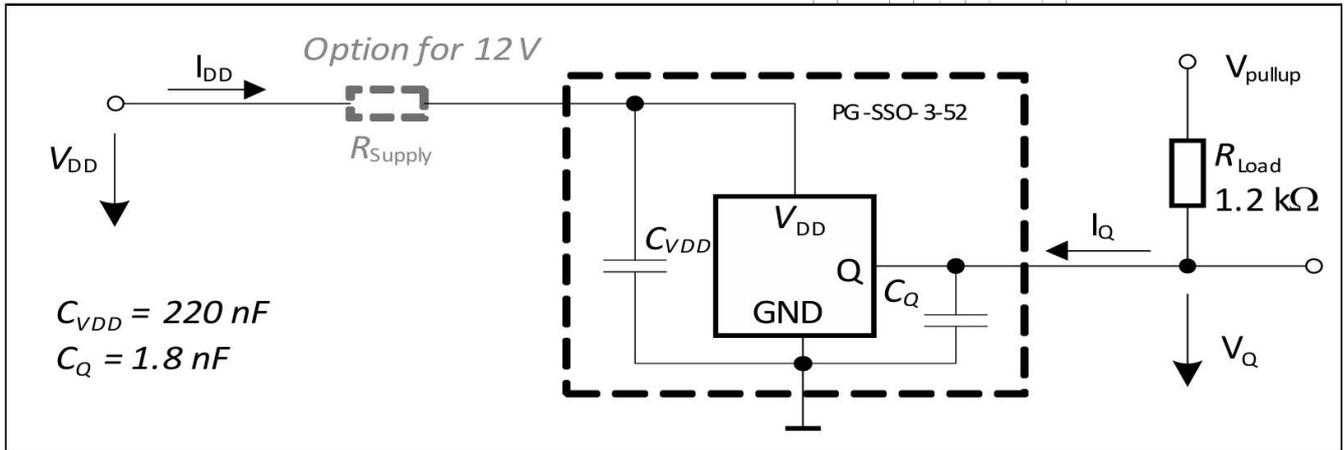


Alfa Electronics Co.,Ltd

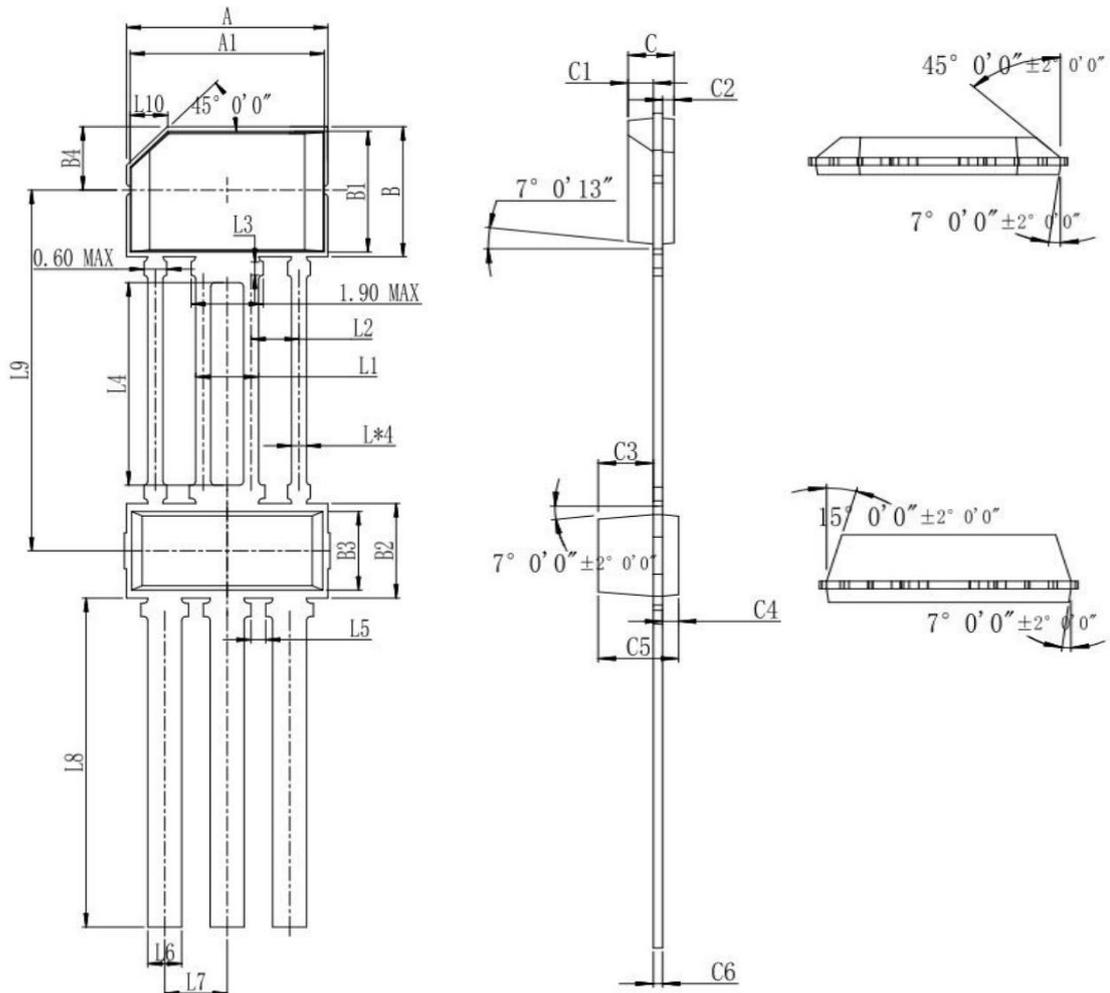


OEM-曲轴轮 (外径 = 160mm)

9.推荐应用电路



10.封装信息



符号	尺寸 (毫米)		
	最小值	典型值	最大值
A	5.24	5.34	5.44
A1	5.05	5.15	5.25
B	3.52	3.64	3.76
B1	3.28	3.38	3.48
B2	2.40	2.65	2.90
B3	2.10	2.20	2.30
B4	1.68	1.78	1.88
C	0.92	0.96	1.00
C1	0.47	0.52	0.57
C2	0.19	0.24	0.29
C3	1.15	1.20	1.25
C4	0.30	0.35	0.40
C5	1.65	1.75	1.85
C6	-	0.200	-
L	0.35	0.40	0.45
L1	1.62	1.67	1.72
L2	-	1.27	-
L3	0.319	0.369	0.419
L4	5.62	5.67	5.72
L5	0.35	0.39	0.44
L6	0.85	0.90	0.95
L7	1.62	1.665	1.72
L8	9.16	9.21	9.26
L9	9.905	10.105	10.305
L10	-	1.00	-

11. 注意事项

- 霍尔是敏感器件，在使用及存储过程中应注意采取静电防护措施。
- 在安装使用中应尽量减少施加到器件外壳和引线上的机械应力。
- 建议焊接温度不超过 350°C，持续时间不超过 5 秒。
- 为保证霍尔芯片的安全性和稳定性，不建议长期超出参数范围使用。

12.历史版本

序号	时间	描述
1	2024. 01	编制, 发布
2	2024. 05	更新部分歧义文字描述
3	2024. 07	增加 T094-3L 封装
4	2025. 05	更新产品型号描述

Copyright ©2018, Alfa Electronics Co., Ltd

Alfa Electronics Co., Ltd reserves the right to make, from time to time, such departures from the detail specifications as may be required to permit improvements in the performance, reliability, or manufacturability of its products. Before placing an order, the user is cautioned to verify that the information being relied upon is current.

Alfa's products are not to be used in any devices or systems, including but not limited to life support devices or systems, in which a failure of Alfa's product can reasonably be expected to cause bodily harm. The information included herein is believed to be accurate and reliable. However, Alfa Electronics Co., Ltd assumes no responsibility for its use; nor for any infringement of patents or other rights of third parties which may result from its use.