

自校准TPOS速度传感器IC

1. 产品特性

- AEC-Q100 Grade0认证
- 专门适用于汽车凸轮轴传感器
- 上电后真实状态检测
- 零速检测
- 斩波功能减少失调偏移
- 数字输出极性(对齿电平)可选
- 快速从校准模式过渡到运行模式
- 校准过程中的自动增益控制(AGC)消除了气隙变化带来的影响
- 全温范围内高精度
- 最低工作电压 3.3V
- 封装形式: IM-P

2. 产品应用

- 凸轮轴位置传感器
- 速度传感器

3. 产品描述

SC9675是赛卓真实上电状态 (TPOS) 传感器 IC 系列的第一代产品, 与以往产品相比, 精度有所提高, 并能在零转速下运行。输出极性允许针对特定应用进行定制。

该芯片集成了单个霍尔元件, 处理电路, 带有优化的定制磁路, 可根据磁信号进行切换。芯片的输出结果是对铁磁性目标轮廓的数字表示。

处理电路包含一个精密的数字电路, 旨在消除磁场和系统偏移的不利影响。信号处理算法用于在零转速时识别目标状态, 无论气隙大小, 开关点保持一致, 并使器件能动态适应汽车环境中的典型工作条件, 尤其是凸轮传感应用。

高分辨率峰值检测 DAC 用于设置器件的自适应开关阈值。SC9675 还内置了一个滤波器, 可提高电路的噪声抑制能力。

该器件塑封在一个IM-P封装中, 100%无铅亚光镀锡。



图1 IM-P外观图

目录

1. 产品特性.....	1	9. 特性曲线	8
2. 产品应用.....	1	10. 功能框图	9
3. 产品描述.....	1	11. 功能描述	9
4. 引脚定义.....	3	12. 典型应用	13
5. 订购信息.....	4	13. 封装信息 “IM-P”	14
6. 极限参数.....	5	14. 历史版本	15
7. 静电保护.....	5		
8. 工作参数.....	6		

4. 引脚定义

IM-P封装
(俯视图)

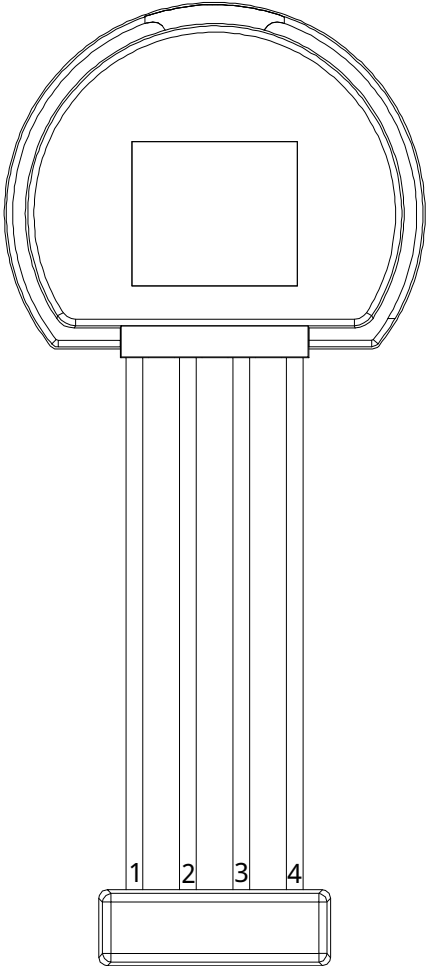


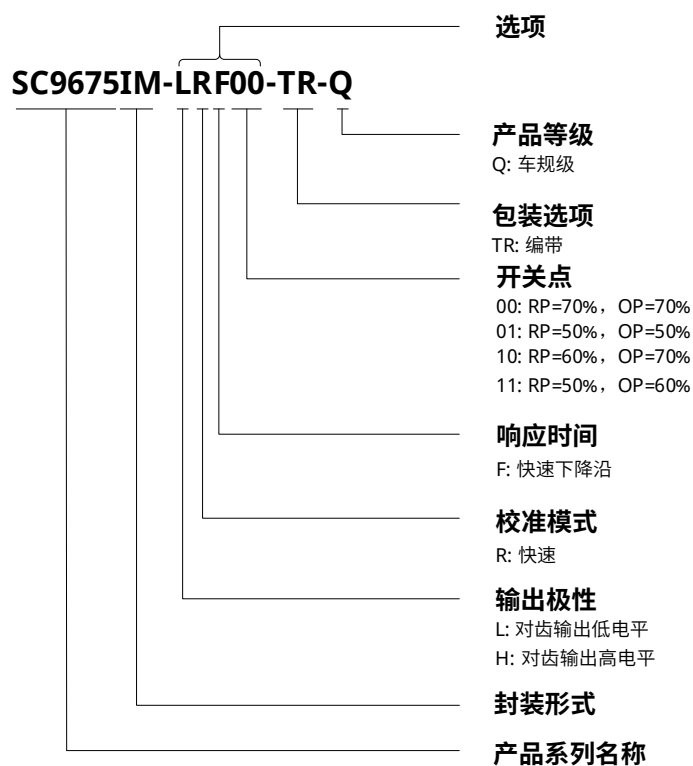
图 2 引脚描述

引脚		类型	描述
名称	序号		
VDD	1	电源	3.3V ~ 24 V 供电电源
OUT	2	输出	开漏输出，需要接上拉电阻
TEST	3	测试	测试引脚，建议接地
GND	4	地	地

5. 订购信息

产品名称	丝印	选项	等级	温度范围(°C)	封装外形	包装方式	数量
SC9675IM-LRF00-TR-Q	9675	LRF00	Q	-40 ~ 150	IM-P	编带	500 颗/盘
SC9675IM-LRF01-TR-Q	9675	LRF01	Q	-40 ~ 150	IM-P	编带	500 颗/盘
SC9675IM-LRF10-TR-Q	9675	LRF10	Q	-40 ~ 150	IM-P	编带	500 颗/盘
SC9675IM-HRF00-TR-Q	9675	HRF00	Q	-40 ~ 150	IM-P	编带	500 颗/盘
SC9675IM-HRF11-TR-Q	9675	HRF11	Q	-40 ~ 150	IM-P	编带	500 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	$T_j < 150^{\circ}\text{C}$	-13	30	V
V_{OUT}	输出端耐压	$T_j < 150^{\circ}\text{C}$	-0.5	30	V
I_{sink}	工作温度	内部限流为保护设备不受输出短路影响, 但不用于连续工作	30	80	mA
T_A	工作温度		-40	150	$^{\circ}\text{C}$
T_j	最大结温		-40	165	$^{\circ}\text{C}$
T_{STG}	储存温度		-65	175	$^{\circ}\text{C}$

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, $R=1.5\text{k}\Omega$, $C=100\text{pF}$	-4	4	kV
V_{ESD_CDM}	CDM	参照 AEC-Q100-011C CDM 标准	-750	750	V

8. 工作参数

工作的自然温度范围内($V_{DD}=3.3V\sim 24V$ ，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
电源特性						
V_{DD}	工作电压	$T_J < T_{J(max)}$	3.3	5	24	V
I_{DD}	工作电流	$V_{DD}=3.3V$ to 24 V	4.5	5.2	7.5	mA
V_{UVLO}	欠压保护电压	$V_{DD} = 5V \rightarrow 0V$	-	2.7	3.3	V
V_{Supply}	电源齐纳管电压	$I_{DD}=30mA$	28	33	40	V
I_{Supply}	电源齐纳管电流	$V_{Supply}=28V$	-	6	8	mA
f_C	斩波频率		387	500	875	KHz
V_{ZTEST}	测试脚齐纳管电压	$I_{TEST}=30mA$	6	10	12	V
t_{PO}	上电时间	$V_{DD} > V_{DDmin}$, $f_{SIG} < 200Hz$	-	0.4	1	ms
输出特性						
State	LT 选项	对齿	-	低	-	V
		对谷	-	高	-	V
	HT 选项	对齿	-	高	-	V
		对谷	-	低	-	V
$V_{Q(SAT)}$	输出饱和压降	$I_{OUT}=10mA$, 输出状态=ON	-	-	180	mV
		$I_{OUT}=15mA$, 输出状态=ON	-	-	270	mV
		$I_{OUT}=20mA$, 输出状态=ON	-	-	350	mV
I_{QL}	输出漏电流	$V_{PU}=24V$, 输出状态=ON	-	-	10	uA
I_{OUTLIM}	输出限流	输出状态=ON	30	50	60	mA
V_{ZOUT}	输出齐纳管电压	$I_{OUT}=30mA$	30	35	40	V
t_r	上升时间	$R_{PU}=1K$, $C_L=4.7nF$, $V_{PU}=5V$	-	10	11	us
t_f	下降时间	$R_{PU}=1K$, $C_L=4.7nF$, $V_{PU}=5V$	1.5	1.6	2.3	us
		$R_{PU}=1K$, $C_L=4.7nF$, $V_{PU}=12V$	1.7	2.0	2.7	us
$\Delta t_{f(OUT)}$	下降时间温漂	25°C to -40°C, and 25°C to 150°C	-20	-	20	%
$t_{d(OUT)}$	输出延时	4KHz 正弦信号输入, 电学下降沿	-	18	-	us
性能特性						
$AG^{(1,2)}$	气隙范围	TPOS 功能正常, 参考赛卓齿轮参数	0.5	-	2.8	mm
BW	模拟信号带宽	-3dB 截止频率	-	20	-	kHz
f_{SIG}	输入信号频率	齿信号频率	0	-	8	kHz
$CAL_{Initial}$	初始校准周期	用于确定运行模式开关点电平的机械下降沿数量	-	1	3	edge

工作参数(续)

CAL _{TPORM}	TPO到运行模式的调整	TPOS开关点电平过渡到运行模式开关点电平机械下降沿数	-	1	3	edge
B _{ST} ⁽³⁾	运行模式切换点	峰峰值百分比，基准是峰谷，参考赛卓齿轮参数	50	-	70	% _{pk-pk}
B _{HYS(int)}	内部磁滞	峰峰值信号的百分比	-	10	-	%
B _{reduce}	最大允许信号衰减量	从V _{PROC} 最高峰值下降到最低峰值；输出信号和其他参数均在范围内	-	-	15	% _{pk-pk}
		从V _{PROC} 最高峰值下降到最低峰值；输出信号和其他参数可能超出范围	-	-	25	% _{pk-pk}
E _{rrRELR}	相对上升沿精度	初始校准后机械上升沿，齿轮速度=1000rpm，0.1mm目标偏心<0.1mm	-	0.4	0.8	deg
E _{rrRELF}	相对下降沿精度	初始校准后机械下降沿，齿轮速度=1000rpm，0.1mm目标偏心<0.1mm	-	0.5	1.0	deg

备注：

- (1) 实际气隙范围为0.5~4mm，可保证芯片的TPOS功能，气隙超过2.8mm无法保证E_{rrRELF0}
- (2) 气隙参数适用于芯片与赛卓齿，安装方式参考赛卓测试条件
- (3) 有4种翻转点，通常为70%或50%，详情请联系我们

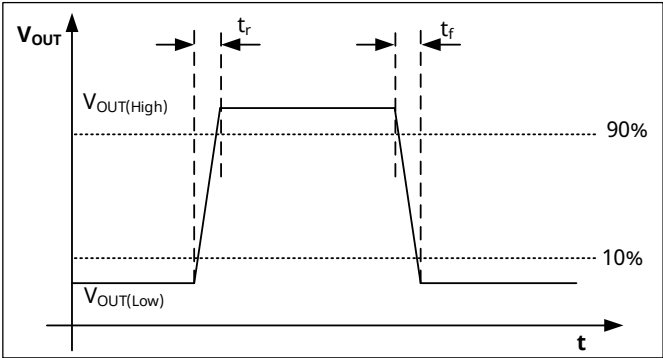


图3 上升时间和下降时间定义

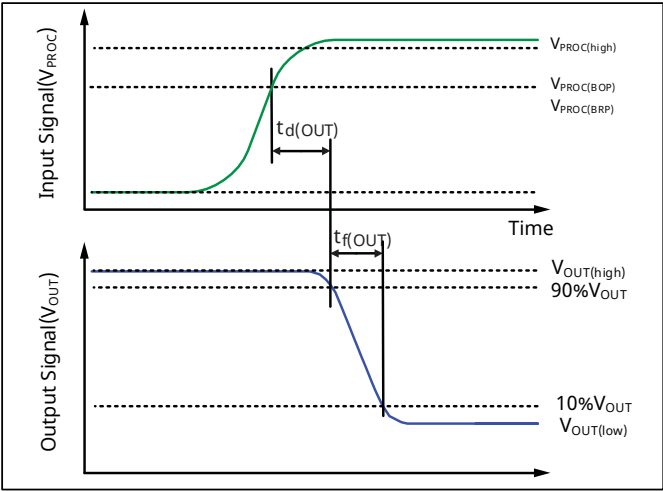


图4 输出延时定义

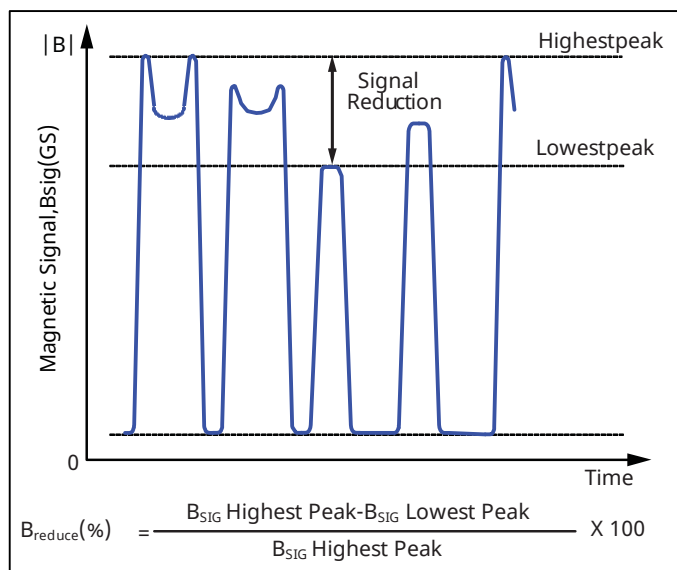


图5 最大信号衰减幅度定义

9. 特性曲线

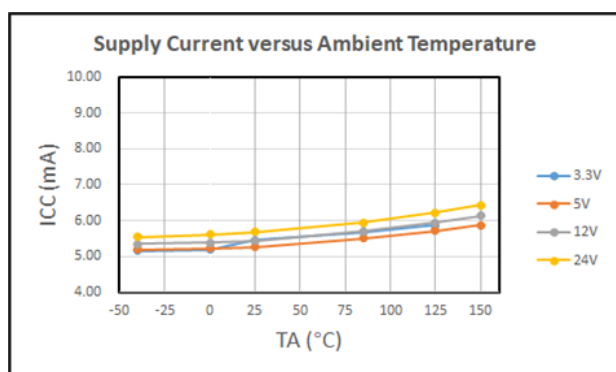


图6 供电电流特性

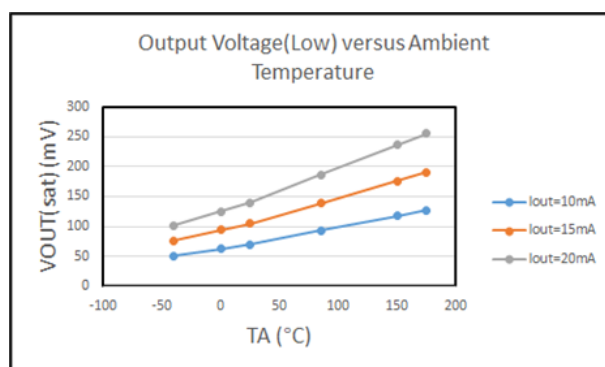


图7 输出饱和压降特性

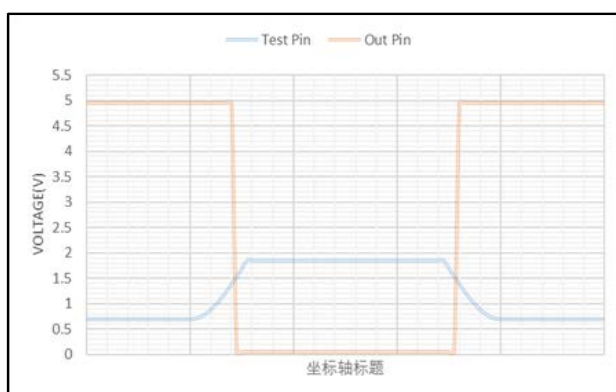


图8 开关点定义

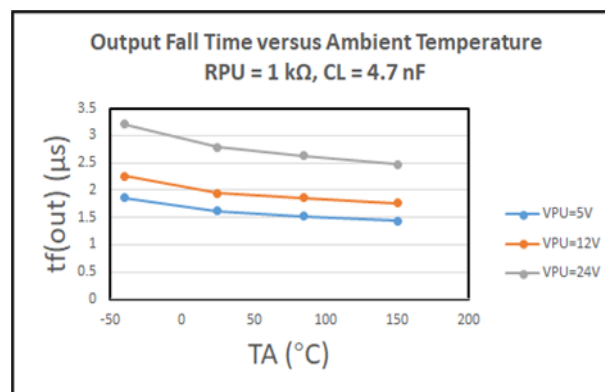


图9 下降时间特性

10. 功能框图

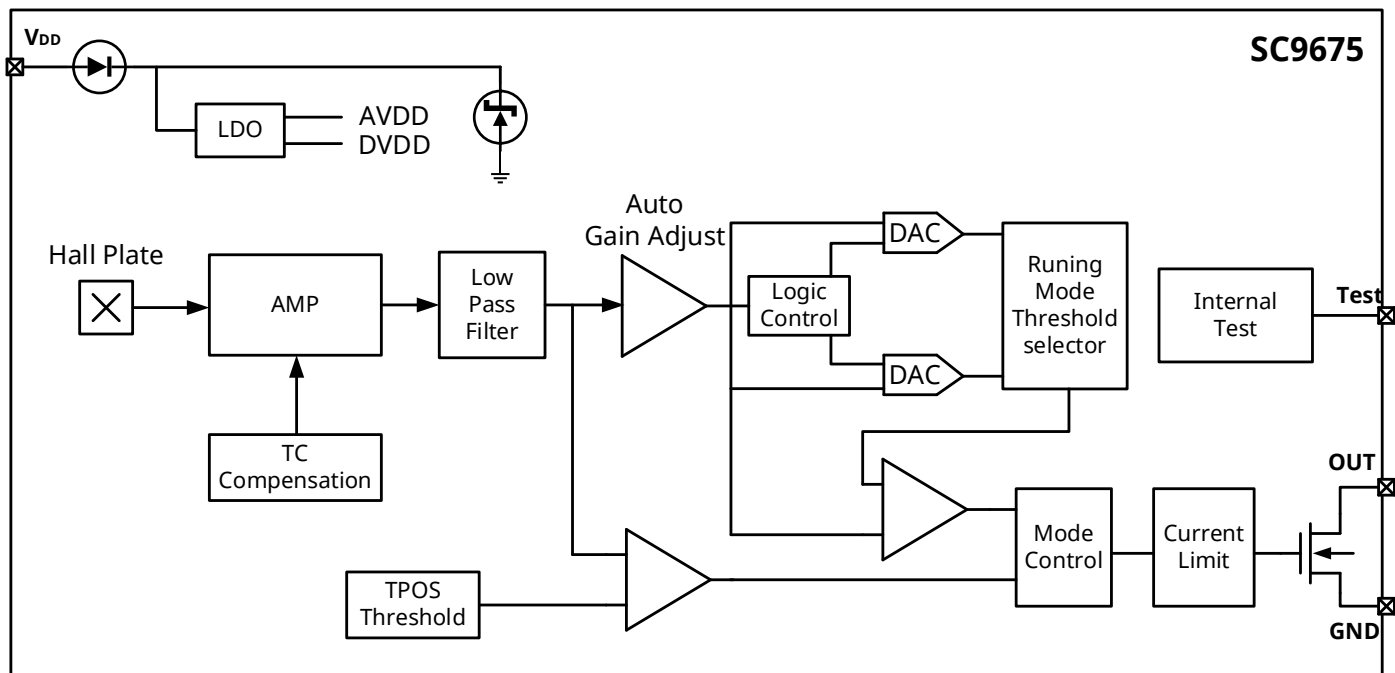


图 10 功能框图

11. 功能描述

内部电路

该芯片包含一个自校准霍尔效应集成电路，其中包括一个霍尔元件、一个温度补偿放大器和偏移消除电路。除此之外还包含一个稳压器，可在工作电压范围内抑制电源噪声。霍尔元件和其他电路通过专有的 BiCMOS 工艺集成在同一个衬底上。因为有稳定的放大器设计和偏移抑制电路，温度变化对该器件的影响不大。内置斩波电路的霍尔芯片，可用于测量磁场的强度，并输出代表目标特征的电信号。

霍尔技术

SC9675 内置一个 4 引脚框架的霍尔效应传感芯片和一个特别设计的孔洞沙发座磁铁（精确安装以保证磁场集中性及理想的零磁场特性）。霍尔芯片里的有斩波功能的霍尔元件，用于测量铁磁性物体通过时产生的磁场变化。如图 11 所示。利用齿峰和齿谷产生的磁场差异，可以产生代表不同目标特征的数字输出信号。

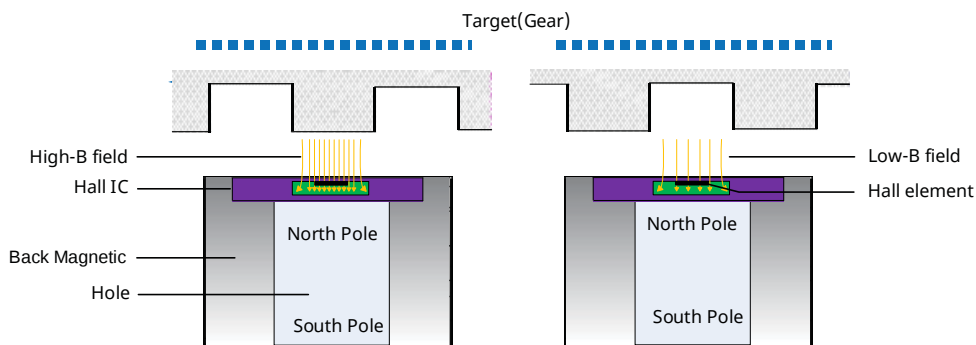


图 11 芯片对齿和对谷示意图

输出极性(LT/HT 选项)

该芯片输出信号 V_{OUT} ，是目标齿轮机械特征的数字表示，如图 12 所示。客户可以选择输出信号的极性。选择的极性对应芯片表面面对齿峰的输出特性（相反极性将对应芯片表面面对齿谷的输出特性）。当齿峰与芯片表面相对时，LT 选项将 V_{OUT} 设置为低电平，HT 选项将 V_{OUT} 设置为高电平。这种极性选择适用于芯片的整个工作过程。这种易用性极大地减低了应用的设计时间和额外的装配成本。

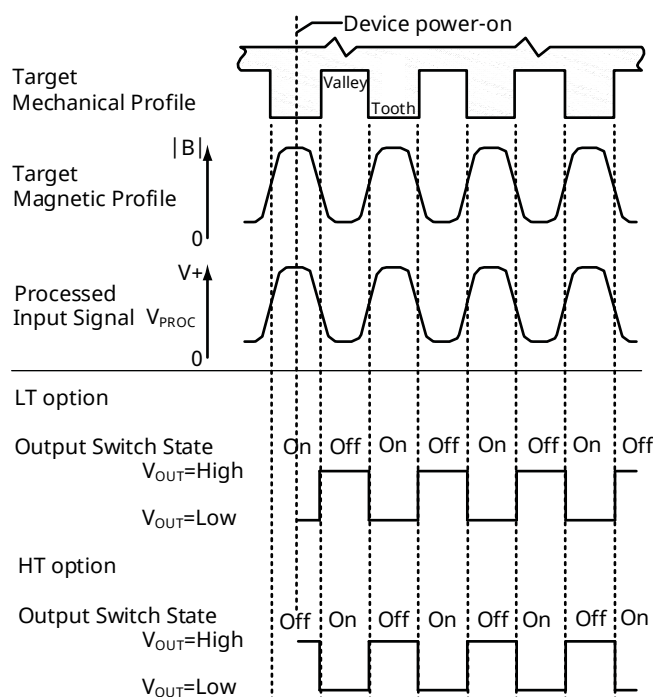


图 12 对齿状态与输出状态

自动增益控制(AGC)

自动增益控制 (AGC) 功能可确保 SC9675 的开关阈值不受有效气隙（霍尔元件与齿轮表面之间的距离）变化的影响。AGC 是赛卓独特设计的自校准电路，对感应到的磁场强度进行归一化处理，使内部信号始终处于最佳工作区间。

AGC 在每次上电的初始校准阶段生效。芯片测量齿峰和齿峰之间的磁场变化，然后调整芯片的增益，使内部信号 V_{PROC} 理想化，以适应工作磁场范围 B_{SIG} 内的任何输入信号幅度。AGC 参考内部信号 V_{PROC} ，在初始校准阶段结束时，AGC 结果将被锁定，在芯片保持接通电源的情况下不会重新调整。

欠压锁定

当电源电压低于欠压锁定电平时，芯片输出状态变为关。在电源电压恢复到正常工作范围之前，芯片一直处于该状态。在电源电压恢复之前，磁场变化不会产生任何影响。此功能可以防止欠压条件下芯片输出错误信号。

EMC

SC9675 内置稳压器，可以在较宽的电源电压范围内工作。使用非稳压电源供电的应用，可在外部添加瞬态保护电路。使用稳压电源供电的应用，可能依然需要 EMI 和 RFI 保护。有关 EMC 规范合规性的信息，请联系赛卓。

工作模式

该芯片有三种工作模式：TPOS、校准和运行。TPOS 和校准在上电后同时开始。TPOS 即时产生芯片输出，在校准期间，控制输出状态。校准完成后，开始在运行模式下正常工作。

TPOS 模式

上电（TPO）后，芯片立即产生极性选择对应的输出电平，它通过比较当前的磁场强度 B_{APP} 与 TPOS 阈值电平得出。TPOS 阈值电平是一个内部阈值，用于在 TPOS 运行期间（从开机到初始校准阶段结束）区分齿峰和齿谷。如果 B_{APP} 小于阈值，则该位置被认定为齿谷；如果 B_{APP} 大于阈值，则该位置被认定为齿峰。

校准模式

上电后校准模式开始（与 TPOS 运行同时）。校准模式分两个阶段进行：初始校准阶段，紧接着是从 TPOS 到运行模式的过渡阶段。第二个校准阶段结束后，立即开始运行模式。

在校准模式下，检测和评估应用磁场 B_{APP} 的工作范围，然后调整 SC9675 内部工作电路，以实现最佳输出切换。由于 SC9675 使用内部磁场基准线，因此校准可以快速完成，且无需经过一个完整齿。

初始校准阶段

在初始校准阶段，TPOS 控制芯片输出，同时校准开始。在此阶段，峰值检测 DAC 获取应用磁场强度。根据这些结果，自动增益控制 (AGC) 功能会计算出运行模式归一化的工作区间。这一阶段将被最小化，以便尽快切换到运行模式的阈值。

TPOS 到运行模式的过渡阶段

此阶段开始时，TPOS 操作终止，在整个过程中，芯片自动调节输出翻转阈值，从原来的预设电平调整到运行模式的阈值。这一过程发生在一个齿上，即可从 TPOS 切换到运行模式。

运行模式

校准模式结束后立即进入运行模式。在运行模式下，根据感应到的应用磁场 B_{APP} 动态建立翻转点。为确定翻转点， B_{APP} 通过 AGC 功能进行归一化处理并生成内部信号 V_{PROC} 。两个峰值检测 DAC 跟踪 V_{PROC} 波形，输出翻转点按两个 DAC 所保持的比例确定。因为翻转点是按峰峰值信号的比列动态确定，所以基准线偏移产生的影响最小。

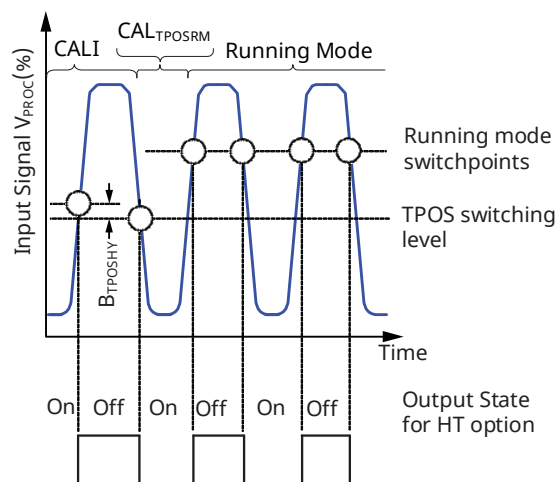


图 13 校准模式波形

运行模式翻转点

用于定义运行模式翻转点的阈值以峰峰值 V_{PROC} 的比例计算得出。如图 14 所示，该百分比从最小 V_{PROC} （高）为基准，该值对应最大气隙，即最内陷的齿。对于 SC9675，翻转点约为磁场信号峰峰值的 70% 或 50%。该翻转点与齿的边缘紧密对应，从而在不同气隙条件下获得最佳的相位精度。

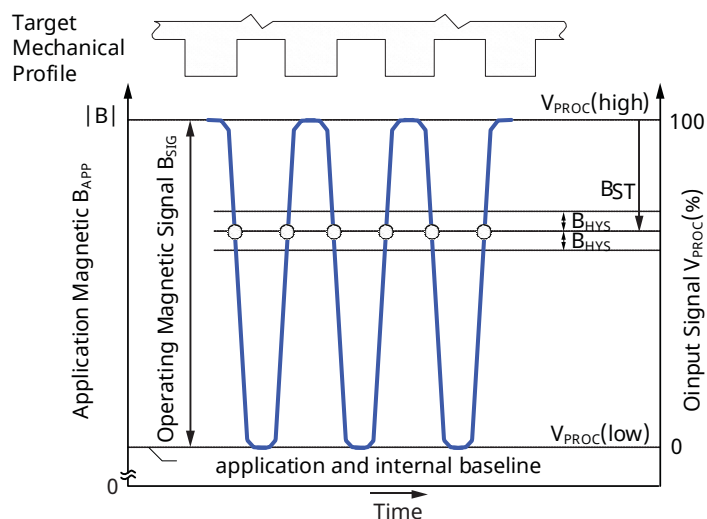


图 14 运行模式翻转点

运行模式迟滞

SC9675 内部设计了迟滞功能，在上升沿和下降沿上都以同一个点进行翻转。如图 15 所示，当遇到异常齿时，内部设定的磁滞阈值可防止误翻转。

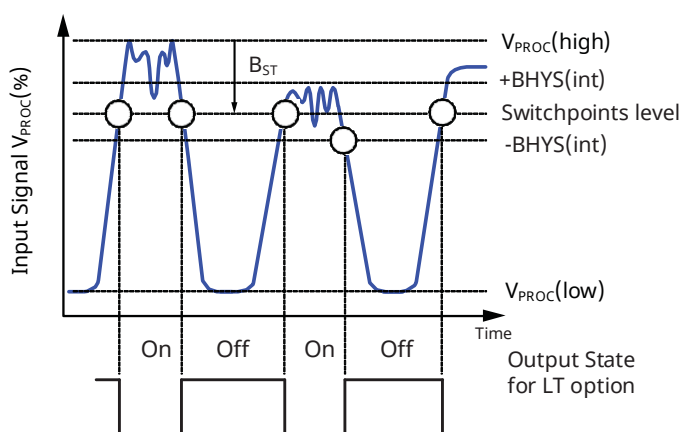


图 15 运行模式在异常峰值时的切换

12. 典型应用

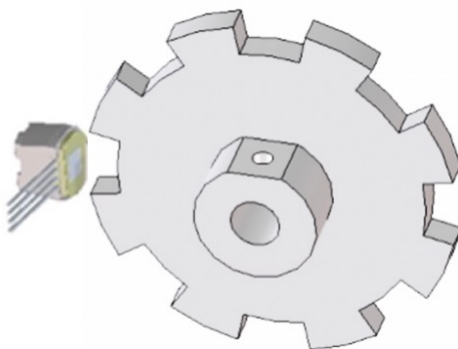


图 16 典型应用场景

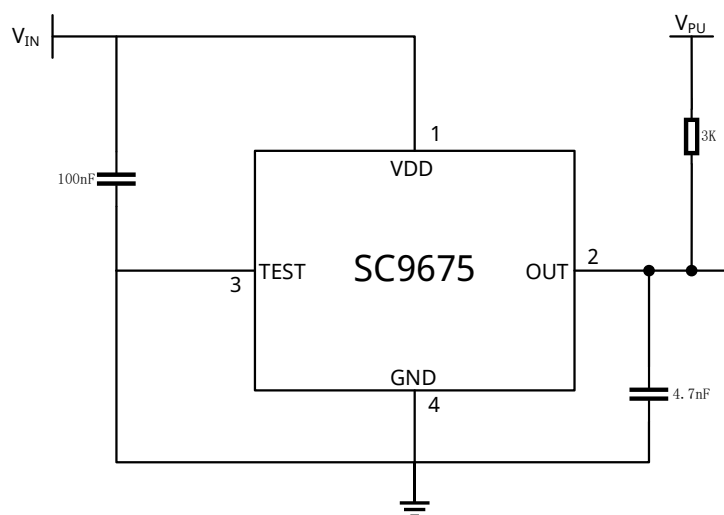
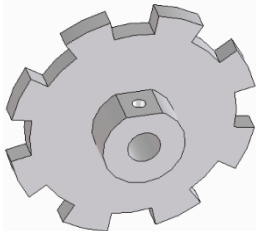
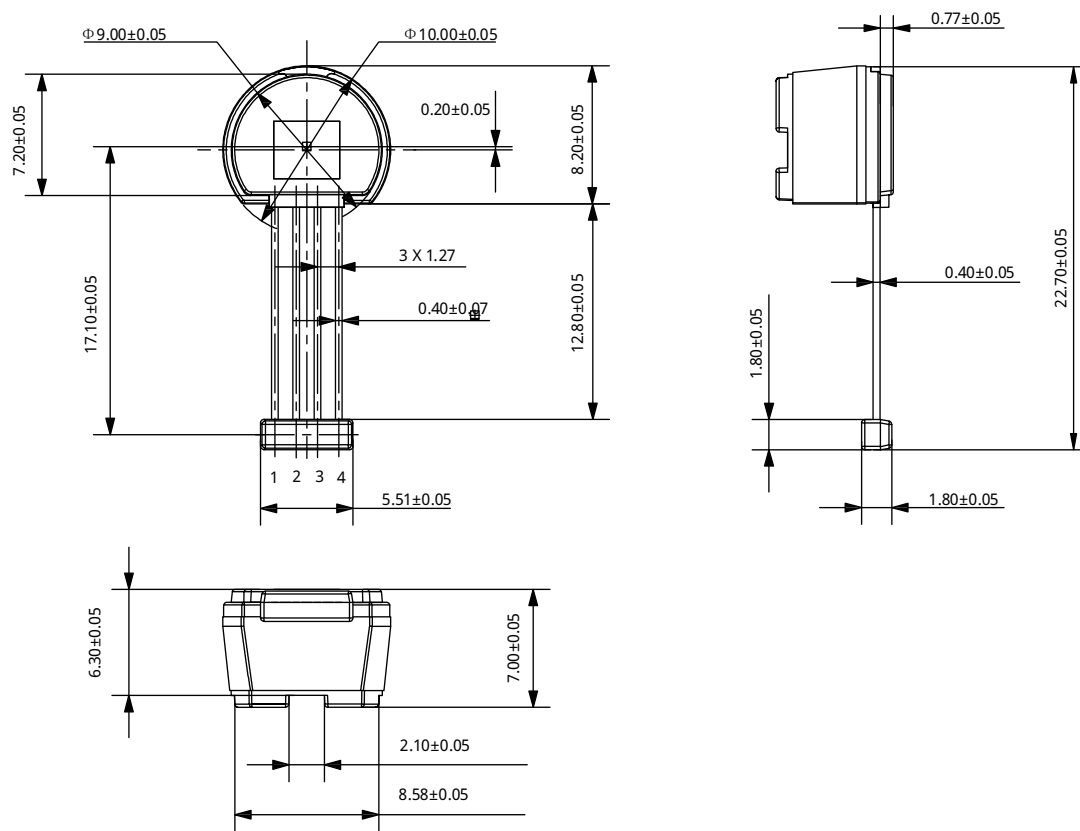


图 17 典型应用电路

赛卓齿轮参数

符号	特征	测试条件	典型值	单位	 赛卓齿轮
D_o	外径	齿轮最外表面的直径	60	mm	
t	齿厚		11.78	mm	
t_v	齿峰/谷长度	齿谷（齿槽）长度，从面对芯片表面方向测量	23.6	mm	
h_t	齿深度		5	mm	
	材料	45#			

13. 封装信息 “IM-P”



注:

1. 供应商可选的实际本体和管脚形状尺寸位于图示范围内。
2. 外径不包括模具浇口溢料。
3. 霍尔盘Y轴方向与封装体中心偏差为0.2mm
如果未指定公差，则尺寸为公称尺寸。

图 18 封装尺寸

14. 历史版本

版本号	日期	描述
Rev.0.1	2022-08-30	初始版本
Rev.A1.0	2023-12-27	正式发布
Rev.A1.1	2025-02-13	更新订购信息，更新 POD 图