

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

## 4. 引脚定义

IM-P封装  
(俯视图)

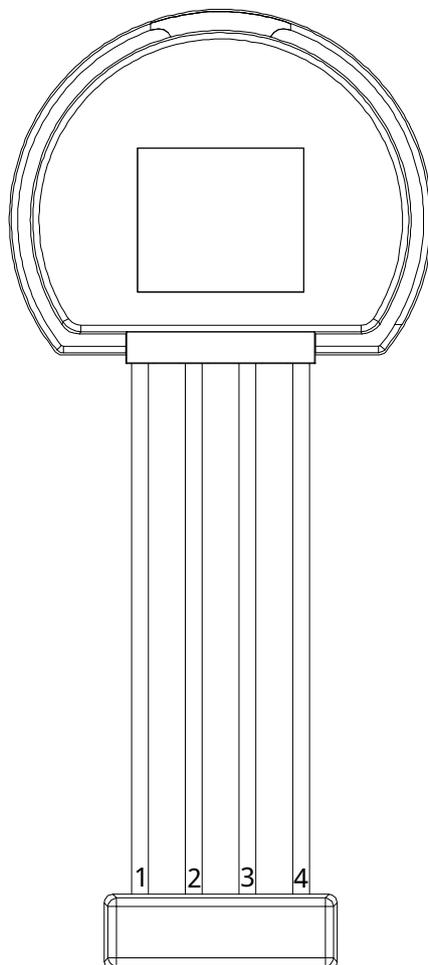


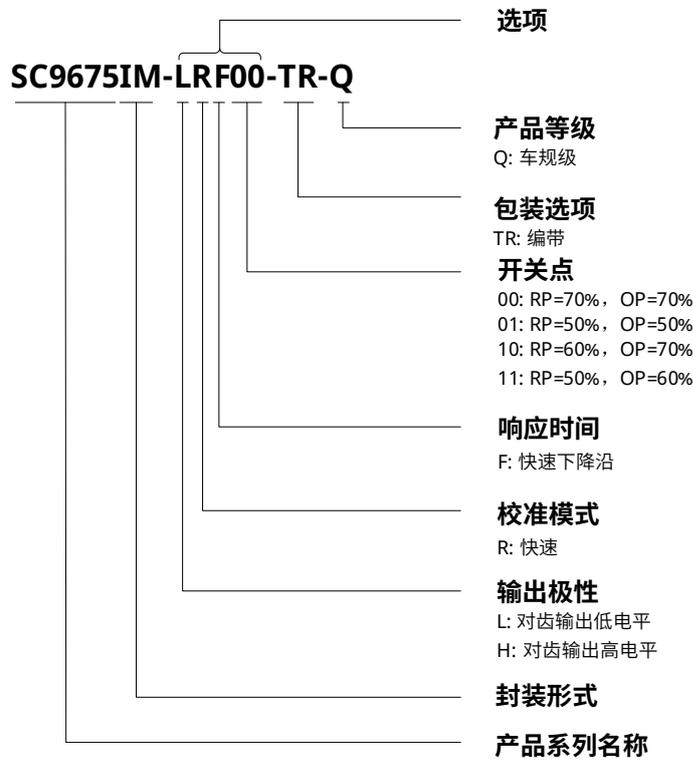
图 2 引脚描述

| 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   |
|---------------------|----------|--|-----|-----|-----|------|
| <b>电源特性</b>         |          |  |     |     |     |      |
| $V_{DD}$            | 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   |
| <b>输出特性</b>         |          |  |     |     |     |      |
| 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   |
| <b>性能特性</b>         |          |  |     |     |     |      |
| $AG^{(1,2)}$        | 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 <sub>TPORM</sub>           | TPO到运行模式的调整 | TPOS开关电平过渡到运行模式开关电平机械下降沿数                       | -  | 1   | 3   | edge               |
| B <sub>ST</sub> <sup>(3)</sup> | 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  | % <sub>pk-pk</sub> |
| B <sub>HYS(int)</sub>          | 内部磁滞        | 峰峰值信号的百分比                                       | -  | 10  | -   | %                  |
| B <sub>reduce</sub>            | 最大允许信号衰减量   | 从V <sub>PROC</sub> 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  | % <sub>pk-pk</sub> |
|                                |             | 从V <sub>PROC</sub> 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  | % <sub>pk-pk</sub> |
| E <sub>rrRELR</sub>            | 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 <sub>rrRELF</sub>            | 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<sub>rrRELF0</sub>
- (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

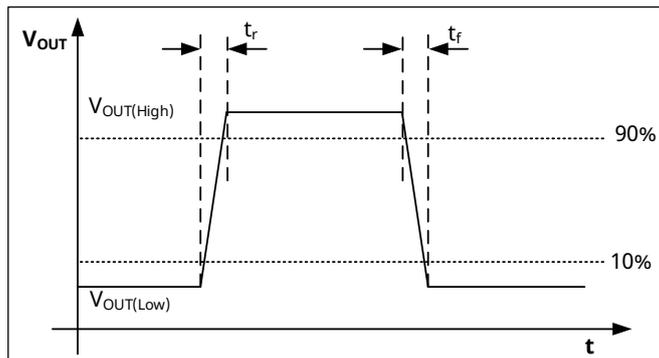


图3 上升时间和下降时间定义

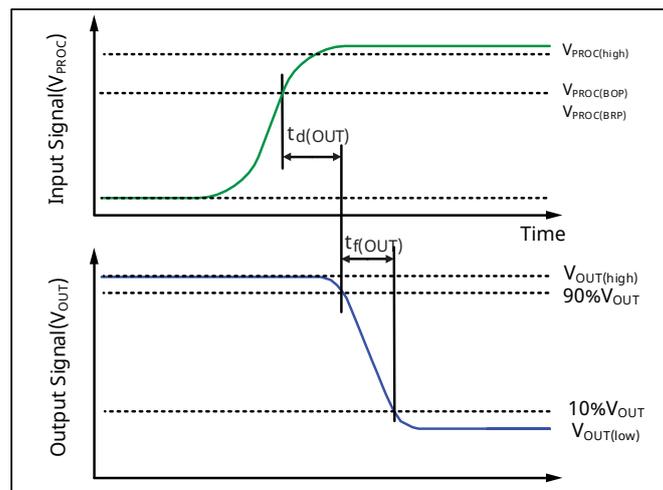


图4 输出延时定义

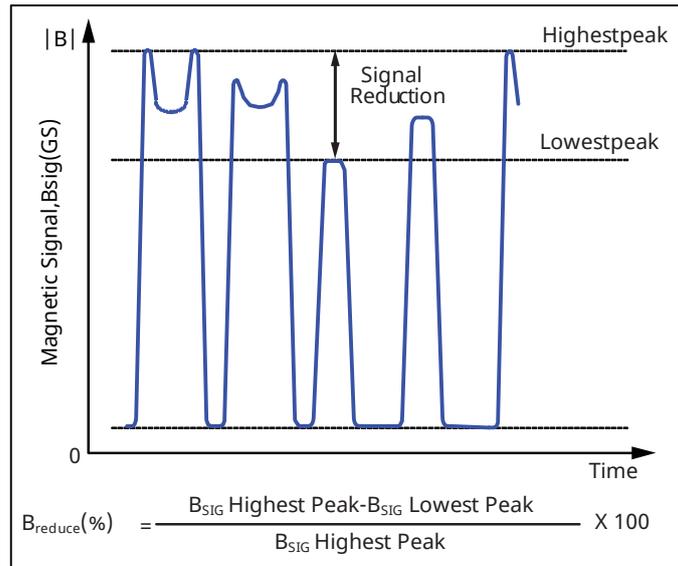


图5 最大信号衰减幅度定义

## 9. 特性曲线

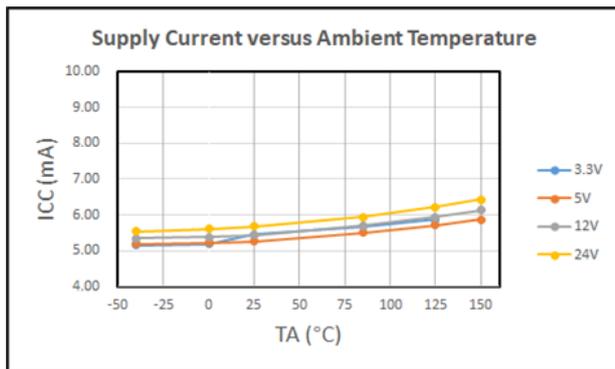


图6 供电电流特性

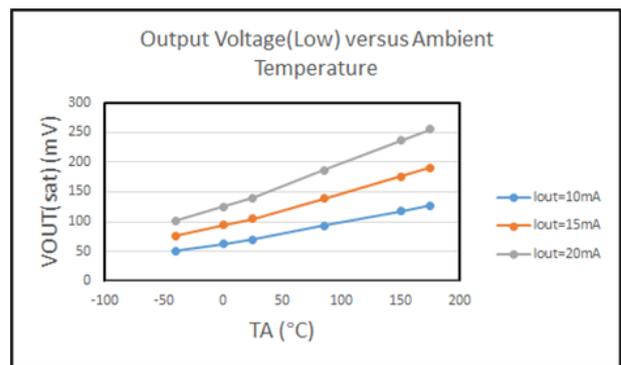


图7 输出饱和压降特性

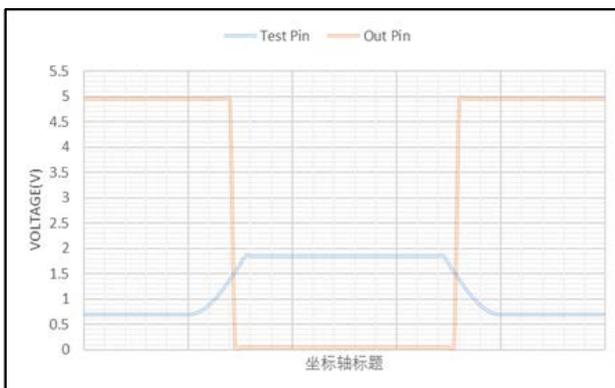


图8 开关点定义

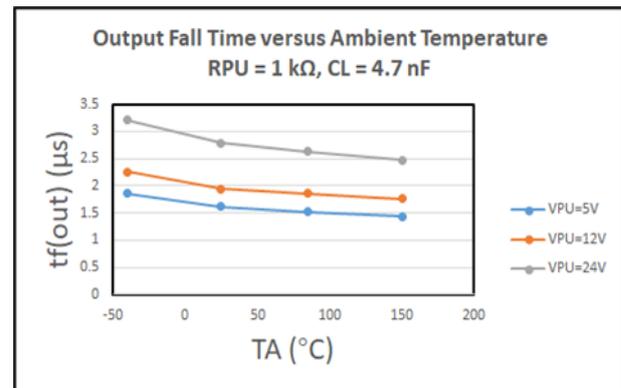


图9 下降时间特性

## 10. 功能框图

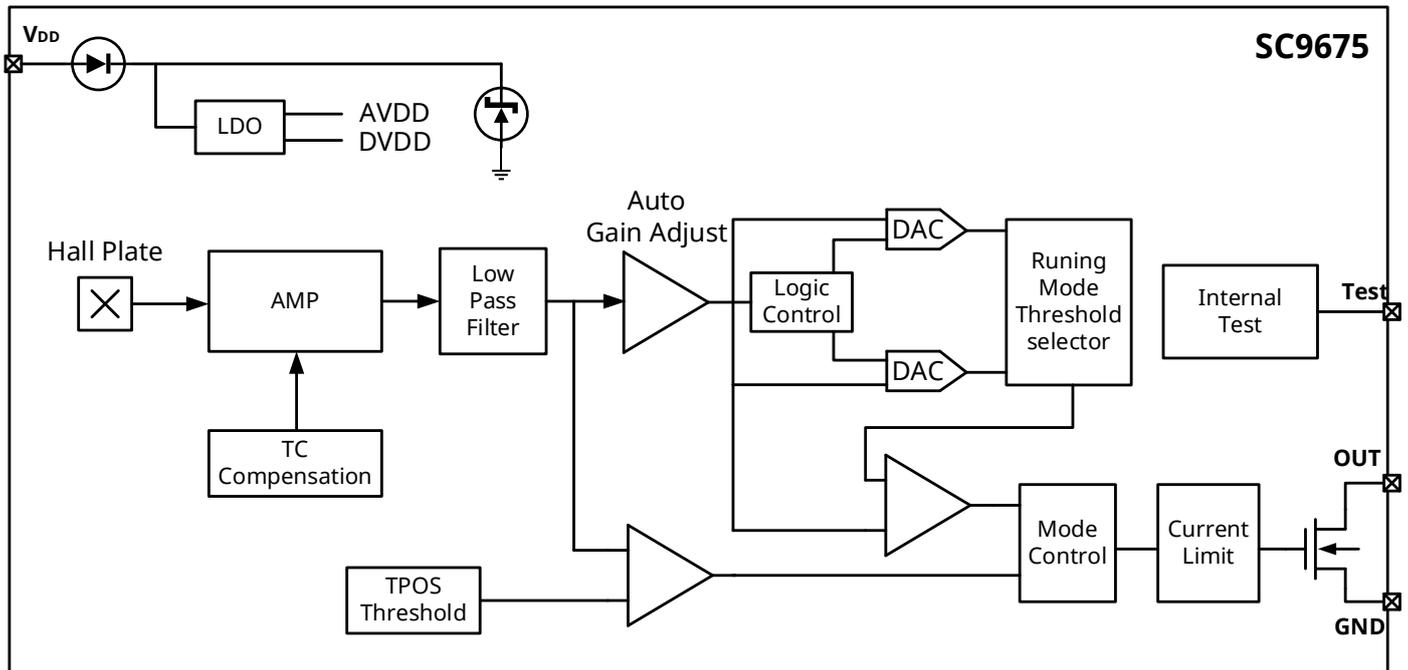


图 10 功能框图

## 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用的 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。

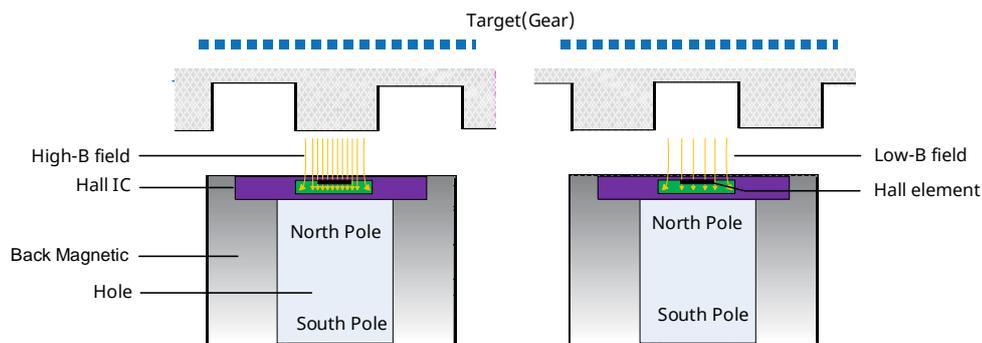


图 11 芯片对齿和对谷示意图

## 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。

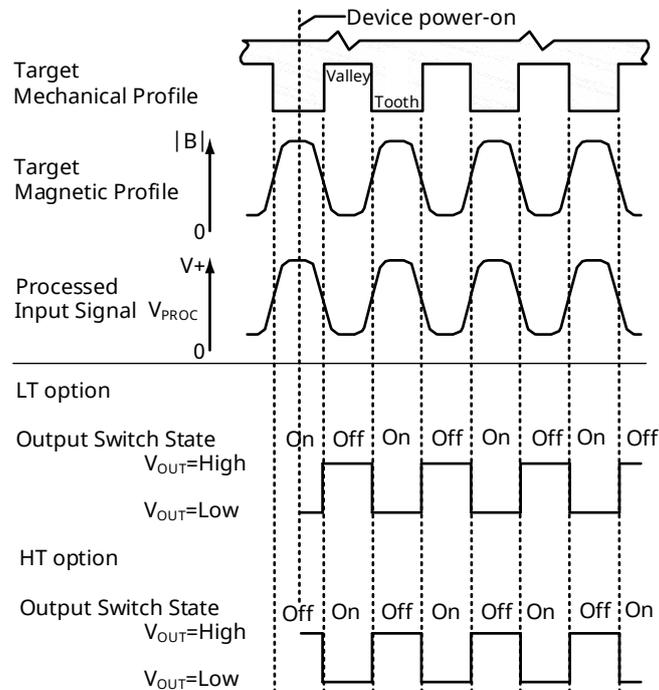


图 12 对齿状态与输出状态

## 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例动态确定，所以基准线偏移产生的影响最小。

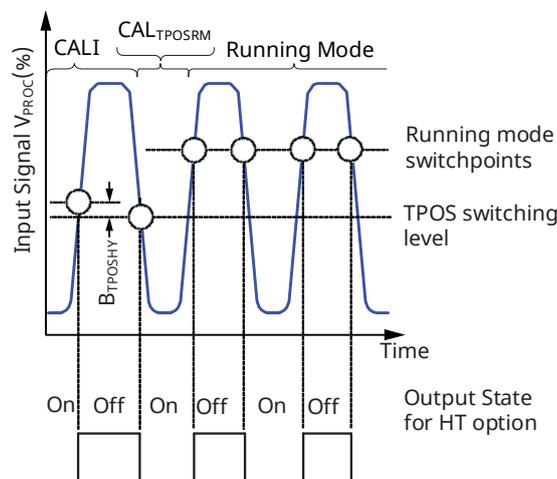


图 13 校准模式波形

## 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。

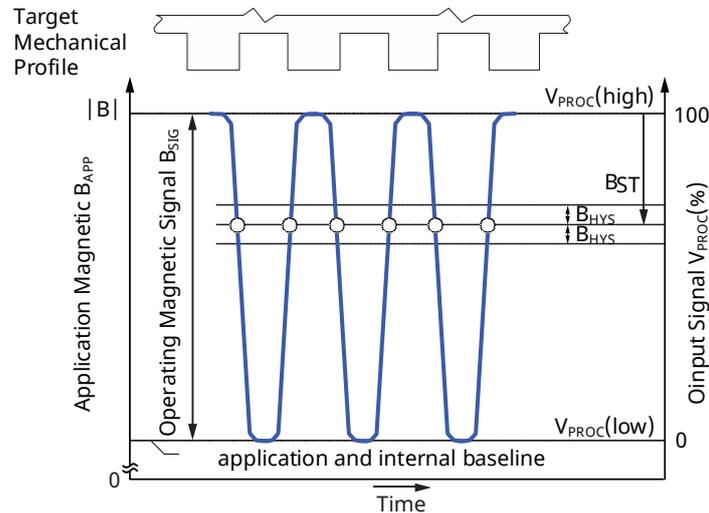


图 14 运行模式翻转点

## 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。

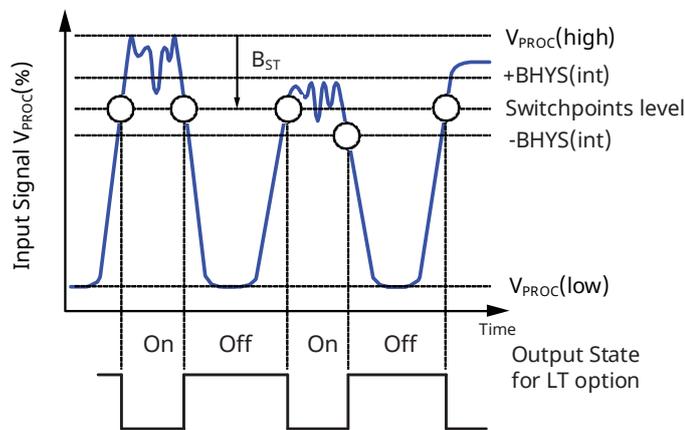


图 15 运行模式在异常峰值时的切换

## 12. 典型应用

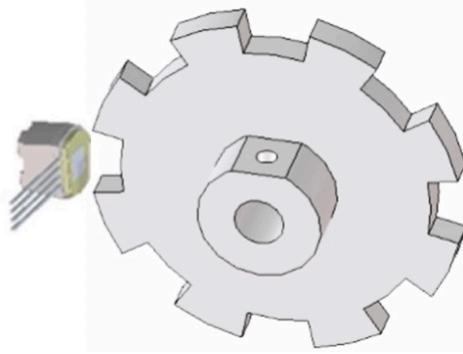


图 16 典型应用场景

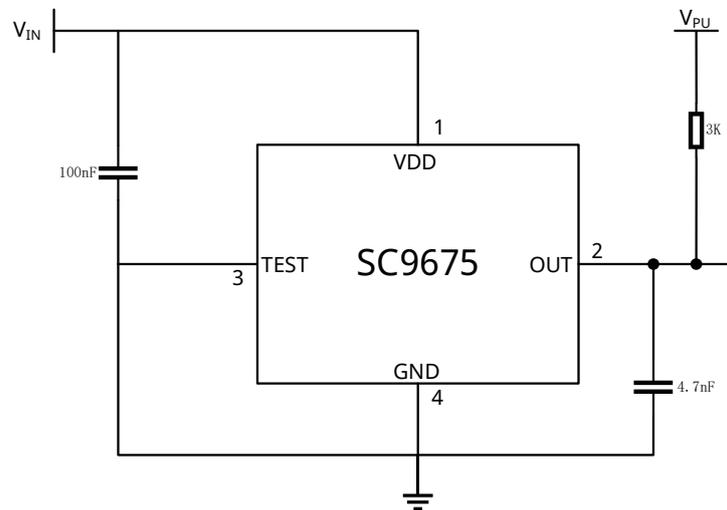
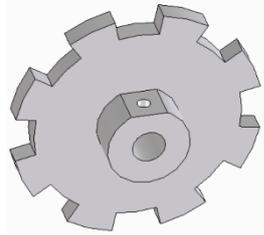
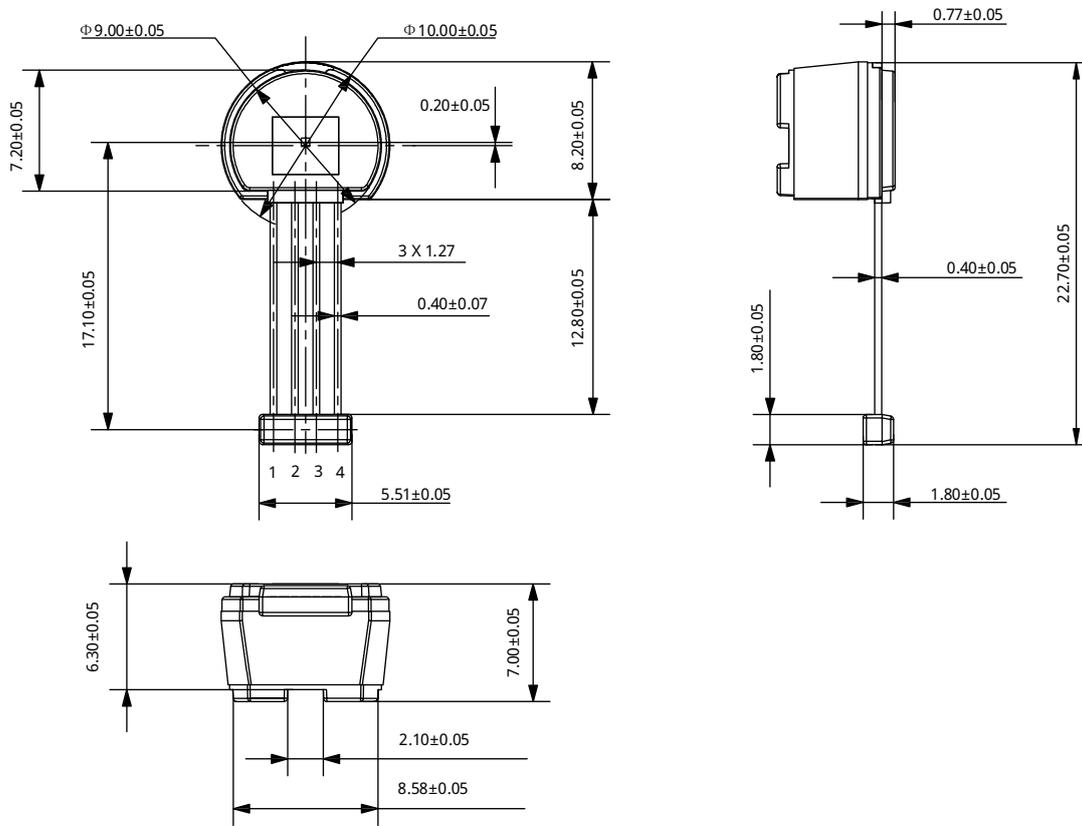


图 17 典型应用电路

### 赛卓齿轮参数

| 符号    | 特征     | 测试条件                 | 典型值   | 单位 | <br>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 |