

高精度可编程曲轴位置传感器IC

1. 产品特性

- AEC-Q100汽车级认证
- ISO 26262 ASIL-B认证
- 高精度和低抖动
- 支持客户端编程
- 工作电压范围：4V~24V
- 方向检测和启停算法
- 振动抑制算法
- 温度补偿算法
- 封装形式：TS-3

2. 典型应用

- 曲轴位置检测
- 高精度齿轮位置检测

3. 产品描述

SC9669 是一款有源霍尔效应磁传感器，适用于磁环检测与齿轮检测，是曲轴、变速箱等应用的理想选择。

其信号通路如下：磁场输入信号经霍尔极板感应，再经放大、滤波处理后送入数字单元运算，最终通过输出接口输出。

该器件集成 EMC 电磁兼容与 ESD 静电保护电路，并内置完备的诊断电路。支持客户端可编程配置，可适配客户复杂应用环境，确保高输出精度。

器件采用 3 引脚 TS-3 封装，内置集成电容；产品无铅（Pb），引脚框架为全哑光镀锡工艺。

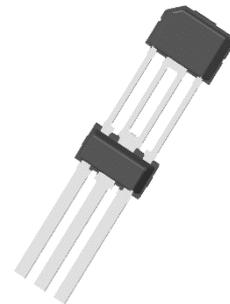


图 1 封装外形图

目录

1. 产品特性.....	1	9. 工作参数.....	6
2. 典型应用.....	1	10. 功能框图.....	10
3. 产品描述.....	1	11. 功能描述.....	11
4. 引脚定义.....	3	12. 典型应用.....	20
5. 订购信息.....	4	13. 封装信息 TS-3.....	20
6. 极限参数.....	5	14. 包装信息.....	21
7. 静电保护.....	5	15. 历史版本.....	22
8. 热特性.....	5		

4. 引脚定义

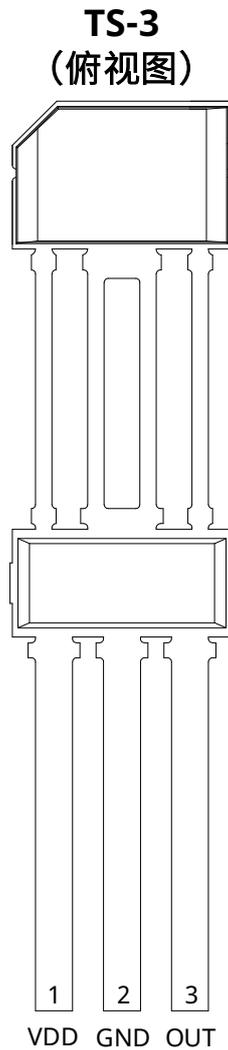


图 2 引脚定义图

引脚		类型	描述
名称	标号		
VDD	1	电源	4V ~24V 供电电压
GND	2	地	地
OUT	3	输出	开漏输出，需要接一个上拉电阻

5. 订购信息

产品名称	丝印	工作温度, T_A (°C)	封装形式	包装形式	数量
SC9669T3-TR-Q	9669	-40-150	TS-3	编带	1500 颗/盒

6. 极限参数

符号	参数	测试条件	最小值	最大值	单位
V _{DD}	电源端耐压 ⁽¹⁾	continuous, T _J ≤ 170°C	-16	27	V
		max. 60s, T _J ≤ 170°C	-18	40	V
V _{OUT-off}	输出端关断状态耐压 ⁽¹⁾	continuous, T _J ≤ 170°C	-0.3	27	V
		max. 1h, T _{Amb} ≤ 40°C	-1.0	40	V
V _{OUT-on}	输出端导通状态耐压 ⁽¹⁾	continuous, T _{Amb} ≤ 40°C	-0.3	27	V
		max. 1h, T _{Amb} ≤ 40°C	-1.0	40	V
		max. 60s, T _{Amb} ≤ 40°C	-40	150	°C
T _A	工作环境温度		-40	175	°C
T _J	结温	Exposure time: max. 2500h at T _J =175°C, V _{DD} =16V	-4	4	T
B _Z	磁场感应 ⁽²⁾	Magnetic pulse during magnet magnetization. Valid with T _{ambient} ≤ 80°C	-4	4	T
N _{PROG}	EEPROM 最大可编程次数	T _J < 130°C	-	80	n

备注:

(1) 以上列出的应力可能会对器件造成永久性的损害, 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

(2) 设计保证

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	参考 AEC-Q100-002E HBM 标准, R=1.5kΩ, C=100pF	-8	8	kV

8. 热特性

符号	参数	测试条件	最小值	最大值	单位
R _{θJA}	封装热阻	无 PCB, 焊接过程中有引线框架	-	190	°C/W

9. 工作参数

工作的自然温度范围内(VDD=5.0V, 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
电参数						
V _{DD}	工作电压范围		4	5	24	V
V _{Q_OFF}	输出端电压		1	-	27	μA
dV _{DD} /dt	电源电压线性调整率		3	-	10000	V/ms
V _{Qsat}	输出饱和压降	I _Q ≤15mA	-	-	500	mV
V _{DD_clamp}	V _{DD} Pin 钳位电压	Leakage current through ESD diode<0.5mA	40	-	-	V
V _{Qclamp}	V _{OUT} Pin 钳位电压	leakage current through ESD-diode<0.5mA	40	-	-	V
V _{DD_reset}	复位电压		3	3.6	-	V
I _{DD}	工作电流		7	8.5	10	mA
I _{Q_ON}	输出负载电流	V _{Q_LOW} <0.5V	-	-	15	mA
I _{Qleak}	输出漏电流	V _Q =24V	-	0.1	10	μA
I _{Qshort}	短路条件下输出电流限值		30	40	50	mA
Time & Frequency Related						
t _{power_on}	上电时间	During this time the output is locked to high.	0.8	0.9	1	ms
t _{delay1}	磁信号开关点与输出下降沿开关事件的延迟时间	Falling edge	10	14	19	μs
t _{delay2}	延迟时间 (选项 2)	Option 2	13	17	22	μs
t _{delay3}	延迟时间 (选项 3)	Option 3	16	20	25	μs
t _{delay4}	延迟时间 (选项 4)	Option 4	19	23	28	μs
t _{fall}	输出下降时间	V _{Pullup} =5V, R _{Pullup} =1.2kΩ (±10%), C _Q =1.8nF (±15%), valid between 80%-20%	2	2.5	3	μs
	输出下降时间	V _{Pullup} =5V, R _{Pullup} =1.2kΩ (±10%), C _Q =1.8nF (±15%), valid between 90%-10%	3.2	4.5	5.8	μs
t _{rise}	输出上升时间	R _{Pullup} =1.2kΩ (±10%), C _Q =1.8nF (±15%), valid between 10%-90%	4	11	19	μs
f _{Dir}	方向检测频率范围	For increasing rotational frequency	0	-	1800	Hz
	方向检测频率范围 (降速)	For decreasing rotational frequency	0	-	1500	Hz
f	磁信号频率范围	Full accuracy	0	-	10	kHz
	磁信号频率范围 (降抖动)	10% degraded jitter	8	9	10	kHz
C _{VDD}	芯片与接地引脚间电容		90	100	110	nF
C _Q	输出脚与接地脚间电容		1.98	2.2	2.42	nF

工作参数 (续)

符号	参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
磁参数						
DR _{mag_field_dir}	方向通路差分磁场动态范围	ADC range	-60	-	60	mT
SR _{mag_field_s_bb}	外侧霍尔板静态背磁范围	No wheel in front of module / Offset-DAC- Compensation-range	0	-	550	mT
SR _{mag_field_s_pw}	外侧霍尔板静态磁场范围 (磁环应用)	Static absolute offset for pole wheel / Offset-DAC- Compensation-range / independent from Bit "POLE_WHEEL"	-10	-	10	mT
SR _{mag_field_dir}	中心霍尔板静态磁场范围	No wheel in front of module / Center-Offset- DAC-Compensation-range	-100	-	450	mT
SR _{mag_field_diff}	外侧霍尔板静态磁场偏差	No wheel in front of module	-30	-	30	mT
ΔB _{Speed_Stop_start}	启停全工况的磁差分场幅值	No false pulses for temperature drift of ≤60K during stop-start state. Tolerated change of speed-channel mean values≤3mT	9	-	-	mT _{pkpk}
		No false pulses for temperature drift of ≤ 40K during stop-start state. Tolerated change of speed-channel mean value≤2mT	6	-	-	mT _{pkpk}
		No false pulses for temperature drift of ≤20K during stop-start state. Tolerated change of speed-channel mean value ≤1.5mT	4	-	-	mT _{pkpk}
DNC _{min}	启动时速度通道数字噪声常数 (差分磁场变化)	EEPROM "DNC_MIN": Option 00 ⁽¹⁾	0.53	0.75	0.97	mT _{pkpk}
		EEPROM "DNC_MIN": Option 01	1.22	1.50	1.78	mT _{pkpk}
		EEPROM "DNC_MIN": Option 10	2.14	2.50	2.86	mT _{pkpk}
		EEPROM "DNC_MIN": Option 11	4.44	5.00	5.56	mT _{pkpk}
开关阈值迟滞						
HYS _{adaptive}	速度通道的自适应迟滞阈值	EEPROM "HYST_ADAPT": Option 0	-	25	-	%
		EEPROM "HYST_ADAPT": Option 1	-	31.25	-	%
Switch_Off set>Error	开关点偏差	For magnetic speed signal=10mT _{pkpk} : resulting in phase error/duty cycle error	-350	-	350	μT
K_factor	编程开关电平偏移(k-factor)	EEPROM "K_FACTOR":Option 0000	-	39.1	-	%
		EEPROM "K_FACTOR":Option 0001	-	40.6	-	%
		EEPROM "K_FACTOR":Option 0010	-	42.2	-	%
		EEPROM "K_FACTOR":Option 0011	-	43.8	-	%
		EEPROM "K_FACTOR":Option 0100	-	45.3	-	%
		EEPROM "K_FACTOR":Option 0101	-	46.9	-	%
		EEPROM "K_FACTOR":Option 0110	-	48.4	-	%
		EEPROM "K_FACTOR":Option 0111	46.3	50.0	53.7	%
		EEPROM "K_FACTOR":Option 1000	-	51.6	-	%
		EEPROM "K_FACTOR":Option 1001	-	53.1	-	%

工作参数 (续)

符号	参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
K_factor	编程开关电平偏移(k-factor)	EEPROM "K_FACTOR":Option 1010	-	54.7	-	%
		EEPROM "K_FACTOR":Option 1011	-	56.3	-	%
		EEPROM "K_FACTOR":Option 1100	-	57.8	-	%
		EEPROM "K_FACTOR":Option 1101	-	59.4	-	%
		EEPROM "K_FACTOR":Option 1110	-	60.9	-	%
		EEPROM "K_FACTOR":Option 1111	-	62.5	-	%
精度参数						
Jitter	重复性(抖动)	3 sigma, $\Delta B_{pkpk}=20mTpkpk$, FILTER_SELECT=0	-	-	0.015	°Crank
		3 sigma, $\Delta B_{pkpk}=9mTpkpk$, measured on coil using sinus signal, $T_A=150^{\circ}C$, $f=8kHz$, FILTER_SELECT=0	-	-	0.025	°Crank
nStart	启动时的错误脉冲数量	Engine starts in continuous forward rotational direction	-	-	0	n
		Engine starts in continuous ackward rotational direction	0	-	1	n
nStop,start	启停完成后错误脉冲数量	Multiple rotational direction changes > 6°Crank allowed	-	-	0	n
Phirunning	最大相位误差	$\Delta B_{Speed}>9mTpkpk$, signature excluded, accuracy on mentioned wheel in Figure 4	-0.2	-	0.2	°Crank
Phistop,start	启停完成后最大相位误差	Reduced phase accuracy only for first pulse after stop-start-state /signature excluded	-1.7	-	3.2	°Crank
输出能力						
Run_out global	正常运行(速度和方向通道)	Ratio=Amplitude (max)pkpk/ Amplitude (min)pkpk	1.0	-	1.67	-
		Ratio=Amplitude (max)pkpk/Amplitude (min)pkpk.Reduced performance in Stop-Start-behavior.	1.0	-	2.5	-
Run_out tooth-tooth	速度信号中特征区域的磁性超前现象。从一个齿到另一个齿(一个磁极对到另一个磁极对)的磁性超前现象	Ratio=Amplitude (signature)/ Amplitude (before/after).Valid for toothed target wheel.	1.0	-	1.67	-
		Ratio=Amplitude (signature)/ Amplitude (before/after). Valid for magnetic target wheel.	1.0	-	2.5	-
温度参数						
T_{no}	非工作寿命	Without sensor function. Exposure time max 500h @ 150°C; increased time for lower temperatures according to Arrhenius-Model, additive to other lifetime	-40	-	175	°C
T_{RDPROG}	可供编程的环境温度范围		15	25	130	°C
$\Delta T_{Stop,start}$	允许发动机停止和重新启动之间的温度变化	Device powered continuously	-	-	60	°C
T_C	磁性材料温度补偿范围	Internal compensation of magnetic signal amplitude of speed signal	-1900	-	0	ppm

工作参数 (续)

符号	参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
输出协议						
-	无方向检测的曲轴： 输出跟随目标标轮廓	Output“Q” changes state (“LOW” or “HIGH”) in the middle of the tooth / middle of the notch	-	-	-	-
t_{fwd}	曲轴方向协议 (选项 1)	$V_{Pullup}=5V, R_{Pullup}=1.2k\Omega(\pm 10\%), C_Q=1.8nF(\pm 15\%),$ valid between 50% of falling edge to 50% of next rising edge	38	45	52	μs
t_{bwd}			76	90	104	μs
$t_{standstill}$			152	180	208	μs
t_{fwd}	曲轴方向协议 (选项 2)	$V_{Pullup}=5V, R_{Pullup}=1.2k\Omega(\pm 10\%), C_Q=1.8nF(\pm 15\%),$ valid between 50% of falling edge to 50% of next rising edge	38	45	52	μs
t_{bwd}			152	180	208	μs
$t_{standstill}$			304	360	416	μs
t_{fwd}	曲轴方向协议 (选项 3)	$V_{Pullup}=5V, R_{Pullup}=1.2k\Omega(\pm 10\%), C_Q=1.8nF(\pm 15\%),$ valid between 50% of falling edge to 50% of next rising edge	38	45	52	μs
t_{bwd}			114	135	156	μs
$t_{standstill}$			152	180	208	μs
t_{fwd}	曲轴方向协议 (选项 4)	$V_{Pullup}=5V, R_{Pullup}=1.2k\Omega(\pm 10\%), C_Q=1.8nF(\pm 15\%),$ valid between 50% of falling edge to 50% of next rising edge	63	75	87	μs
t_{bwd}			507	600	693	μs
$t_{standstill}$			304	360	416	μs
t_{fwd}	曲轴方向协议 (选项 5)	$V_{Pullup}=5V, R_{Pullup}=1.2k\Omega(\pm 10\%), C_Q=1.8nF(\pm 15\%),$ valid between 50% of falling edge to 50% of next rising edge	18	22	26	μs
t_{bwd}			38	45	52	μs
$t_{standstill}$			76	90	104	μs
t_{fwd}	曲轴方向协议 (选项 6)	$V_{Pullup}=5V, R_{Pullup}=1.2k\Omega(\pm 10\%), C_Q=1.8nF(\pm 15\%),$ valid between 50% of falling edge to 50% of next rising edge	51	60	69	μs
t_{bwd}			101	120	339	μs
$t_{standstill}$			304	360	416	μs
t_{fwd}	曲轴方向协议 (选项 7)	$V_{Pullup}=5V, R_{Pullup}=1.2k\Omega(\pm 10\%), C_Q=1.8nF(\pm 15\%),$ valid between 50% of falling edge to 50% of next rising edge, Forward pulse is issued only once after rotational direction change. Further forward movement is issued as two edges per period according to a crankshaft-sensor without direction protocol.	25	30	35	μs
t_{bwd}			51	60	69	μs
t_{fwd}	曲轴方向协议 (选项 8)	$V_{Pullup}=5V, R_{Pullup}=1.2k\Omega(\pm 10\%), C_Q=1.8nF(\pm 15\%),$ valid between 50% of falling edge to 50% of next rising edge	76	90	104	μs
t_{bwd}			114	135	156	μs
$t_{standstill}$			304	360	416	μs

10. 功能框图

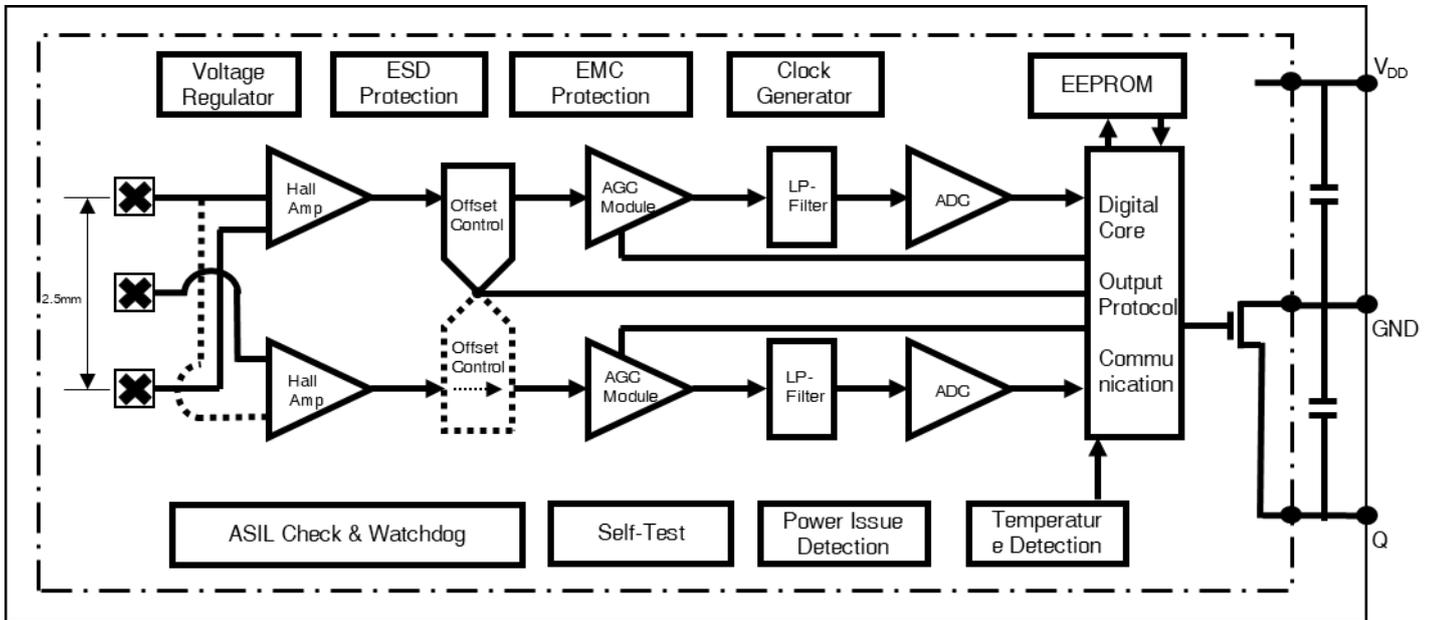


图 3 模块功能框图

包含下列电路:

Chopped Hall Amplifier	Under/Over Voltage Detection
Offset Calibration ADC	POR
PGA + LPF	OSC
Channel ADC(Tracking ADC)	EEPROM programmable
Analog & Digital VDD Regulator	EMC Protection
Current Bias	ASIL / Diagnostic

11. 功能描述

工作原理

SC9669 的检测原理如下图所示。它可以直接检测磁环或者背磁检测导磁性齿轮。目标轮的转动会导致通过芯片的磁通量变化，从而将目标轮的运动信息转化为电信号。SC9669 的输出是 PWM 调制波，频率代表转速，不同的脉宽代表转动方向。

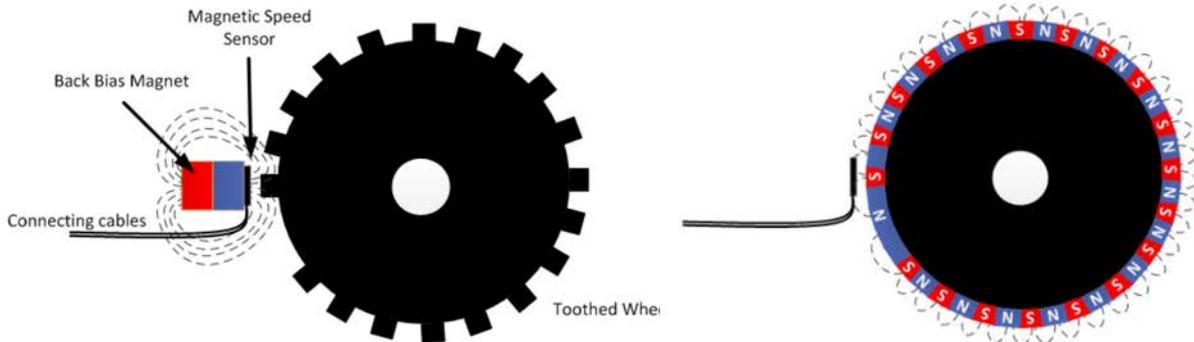


图 4 检测原理

差分式霍尔技术

SC9669 采用差分霍尔技术来实现磁场变化的测量。外侧霍尔点感应到的磁场相减，可以得到一个正余弦的磁场信号（作为速度通路）。这样做是为了增强信号变化并消除偏差（特别是背磁偏差）。

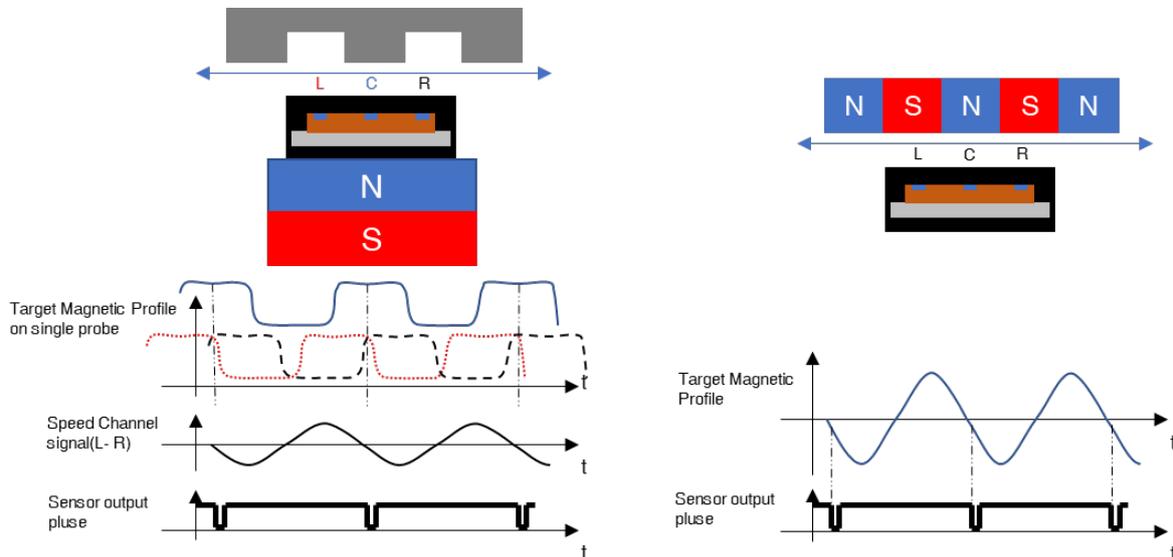


图 5 齿轮位置-差分磁场信号-输出响应图

方向检测通路

该传感器具有两条独立的信号通路，用于监测目标旋转引起的磁场变化。一个是速度通道，另一个是方向通道。速度通道信号采用外部 2 个霍尔感应点之间的差分信号。方向通道直接使用中心霍尔感应点的信号。

传感器应用环境

该传感器可用于发动机系统的曲轴旋转检测。通过编程参数设置，该传感器还可用于变速箱速度检测。两者的应用环境都比较苛刻，其包括：

- 温度急剧变化；
- 随机振动；
- 铁磁性粉末；
- 电压波动；

工作温度

- 环境温度：-40°C 到 150°C
- 峰值温度: 150°C (3h)
- 频率 (峰值温度)：在使用期限内达到 160 次峰值
- 正常工作温度: 80°C 到 110°C
- 温度曲线:

温度(°C)	-40	-20	25	80	100	110	125	150
车辆寿命 (%)	0.03	0.67	1.5	27	43.89	23	3.5	0.41

磁极定义

永磁体的磁场从北极出发，回到南极。如果磁铁北极紧贴芯片的背面，则芯片 mark 面磁场为正。

旋转方向和沿口极性定义

传感器需要具备 EEPROM 功能，以便更改输出状态切换的位置。在实际应用中，切换点要么是齿的中间位置，要么是缺口的中间位置（磁环：对应北极的中间位置或者南极的中间位置）。

- Edge_Polar 是用于将传感器定位到其中一个沿口的参数化工具。
- CW/CCW 分别代表正转和反转。
- 这两个定义彼此独立。

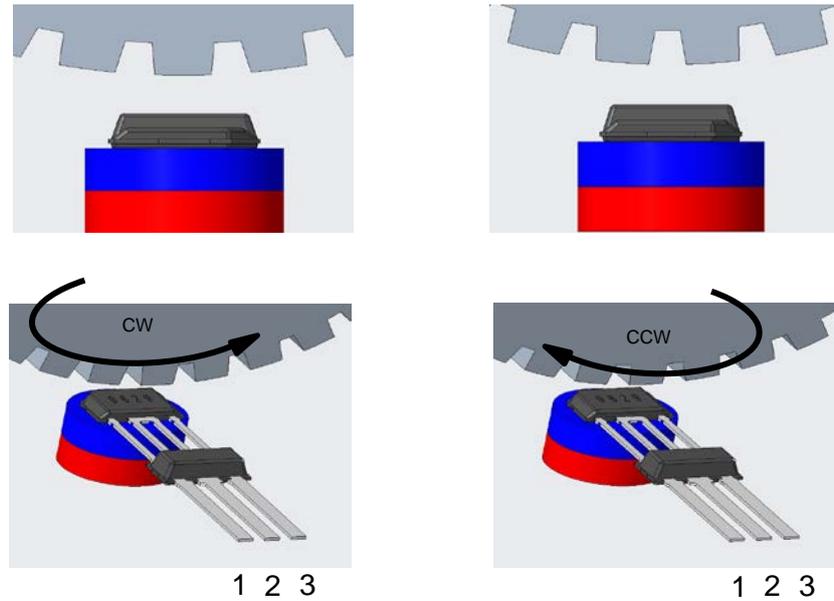


图 6 正转和反转方向的定义

工作步骤

该传感器的基本工作原理是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，经输出脚输出。脉冲宽度表示正转或反转方向信息，并且可以通过 EEPROM 中进行设置。磁场极性与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，如果将磁体的北极置于芯片的背面，则该磁场被视为正磁场。

正常工作分为五个不同的阶段：

□ 上电阶段：

- 电源释放后开始；
- 持续 $t_{power-on}$ （开机时间）；
- IC 从 EEPROM 加载配置和设置，初始化状态机和信号路径；
- 输出锁定为 HIGH；

□ 初始阶段：

- 上电阶段后启动；
- 持续一个时钟周期；
- IC 可实现输出开关、极值检测和阈值自适应；

□ 校准阶段 1：

- 在初始阶段之后开始；
- 直到传感器检测到 3 个磁信号边缘（最多 4 个）为止，并且能够完成用于过渡到“校准阶段 2”所需的最可能的最终阈值更新；

- IC 会根据应用磁场快速调整阈值；
- 输出的初始切换和第二次输出状态切换（非校准模式）是根据检测到的差分磁场的变化来进行的；
- 输出脉冲的宽度是通过中心霍尔感应点(方向信号)的采样值计算得出的，该采样值是在差外侧 2 霍尔感应点差分信号的过零点处获取的（速度信号）；
- 第一个脉冲的宽度按照 EEPROM 中所选的协议被称为“正转脉冲”（此时方向信息无效）；

□ 校准阶段 2:

- 从“校准阶段 1”之后开始；
- 直到传感器完成最终的偏移校准为止，该校准值根据所选算法存储在 EEPROM 中，最小为 5 个齿，最大为 64 齿（极对数）；
- IC 会根据应用磁场对阈值进行缓慢且精确的调整；
- 输出状态切换（校准模式）在差分磁场的过零点进行的；
- 输出脉冲的宽度是通过中心霍尔感应点（方向信号）的采样值计算得出的，采样值是在差外侧 2 霍尔感应点差分信号的过零点处获取的（速度信号）；

□ 运行阶段:

- 从“校准阶段 2”之后开始；
- 如果未触发任何特殊条件，它将一直持续下去；
- 执行一种滤波算法，以保持卓越的相位精度和降低抖动；
- 根据阈值、不可见迟滞算法以及所选的输出协议来切换输出；

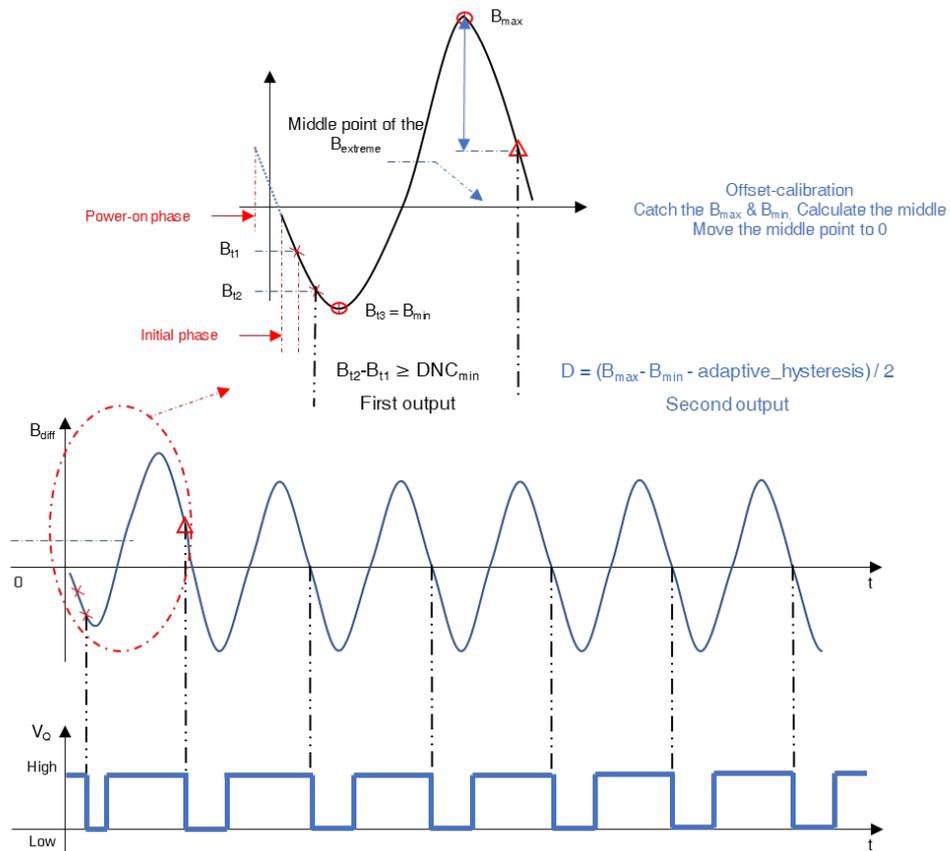


图 7 校准模式

平均算法

在运行阶段计算阈值时，会将有效的最大值和最小值取平均值，以减少可能出现的偏移更新。每次偏移更新都会导致抖动增加，这种现象必须避免。

该算法能够选择不同的齿数来进行平均计算。

并且该算法可以设置为：一旦捕捉到特征信号，偏移校准值就可以更新为上一轮的结果。

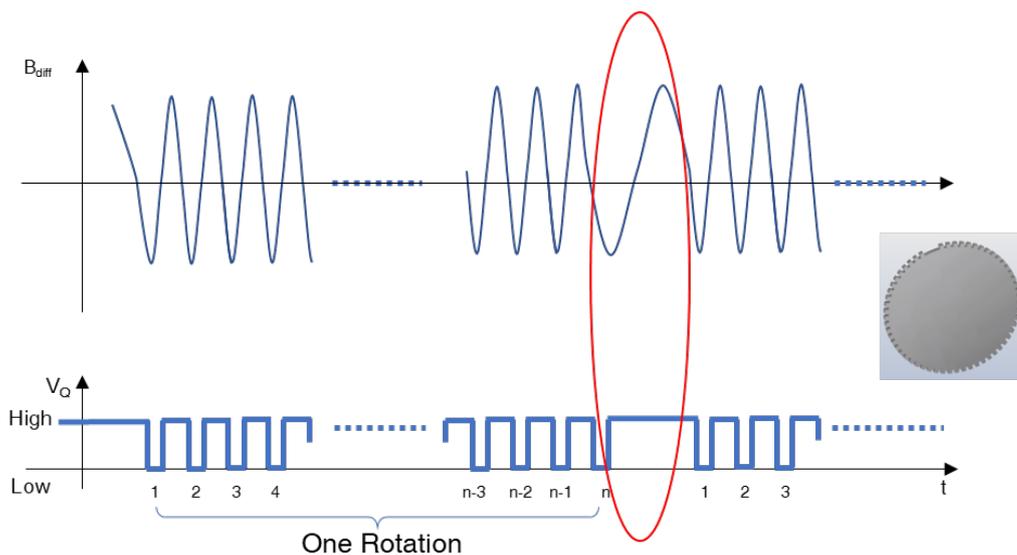


图 8 平均算法

迟滞概念

在曲轴应用中，迟滞的首选切换行为被称为不可见自适应迟滞。由于存在较长的缺口或较长的齿，也可以通过 EEPROM 方式采用可见迟滞。另一个方式是通过 EEPROM 固定迟滞，它能够抵御背磁检测齿轮应用下，由金属屑所以对磁场带来的影响，从而提高抗干扰能力。

不可见自适应迟滞意味着，输出总是以相同的水平进行状态切换，该水平位于上、下滞回区间的中间位置。这些滞回阈值需要被超越，并用于为下一个后续切换事件启用输出。例如，如果差分磁场越过下滞回水平，那么输出就能够在零交叉点进行切换。接下来需要再次越过上滞回阈值才能为下一个切换启用功能。此外，半滞回功能在未超过上滞回水平的情况下保持切换，但当再次越过下滞回水平时，输出则被允许切换，从而不会丢失边缘。然而，这会导致额外的相位误差，见图 9。

采用自适应滞回特性在较小气隙（较大信号）的情况下能发挥出更大的滞回效应。与固定滞回特性相比，较小的振动不会导致额外的开关动作。根据计算，自适应滞回值为速度信号峰值与谷值之差的 25%。最小滞回值则由 EEPROM 设置确定。

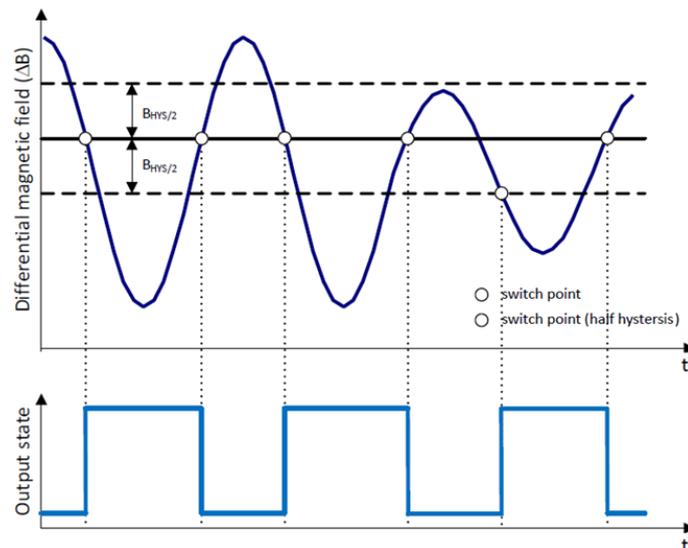


图 9 迟滞概念

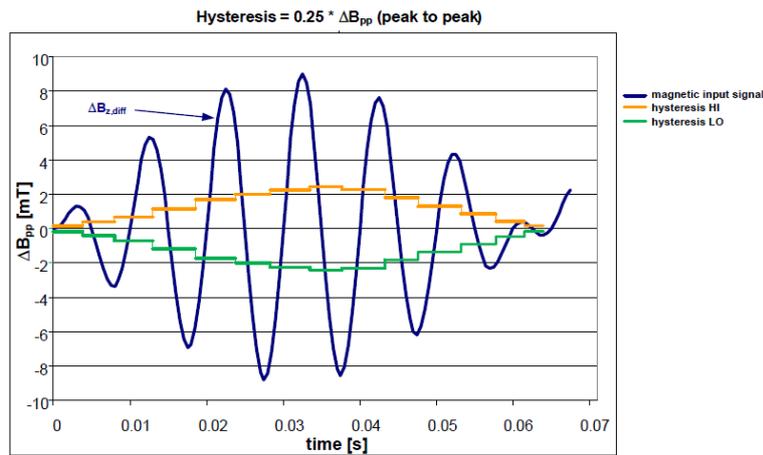


图 10 自适应迟滞概念

调整合适的 k 因子

由于传感器和磁铁（X 方向位移）的安装精度不同，传感器的中心位置并不总是与模块的中心位置一致。即便传感器和模块在机械上都有中心位置，而磁铁发生位移时，磁铁的中心位置与模块的中心位置之间也会存在偏差。这些偏差会导致发动机控制单元错误地感知并计算出曲轴的位置。从磁性参数的角度来看，齿形会改变回偏磁场线的走向。传感器则能检测到这些磁场线的偏移情况。

由于所有组件都有各自的磁性和机械公差，因此感应到的曲轴位置的总体精度约为 $\pm 0.3^\circ$ （曲轴角度）。通过引入可调节的切换阈值（k 因子），每个模块的精度可以提高到 $\pm 0.1^\circ$ （曲轴角度）。

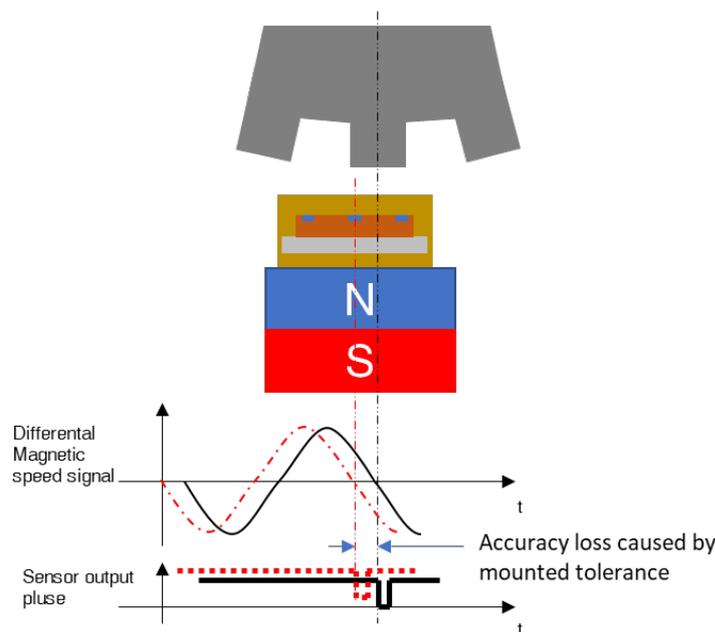


图 11 机械安装误差的补偿措施

为了提高准确性，可以在 39% 到 63% 之间设定若干参数。这个系数被称为“k 因子”。自适应可编程切换阈值的计算方法如下：

$$\text{Switching Threshold} = B_{\min} + (B_{\max} - B_{\min}) * k$$

温度补偿

该传感器应能对自身进行恒定的温度测量，并在模拟信号路径中补偿振幅上的偏差。因此，主比较器以及数字电路处理中心始终能够看到相同的信号幅度，不受磁路温度的影响。

由于在停车阶段改变了反向偏置场，传感器必须识别出不同的信号幅度。当发动机在 90°C 下停止运行，5 分钟后在 130°C 下再次启动（某些情况下）时，在铁氧体磁路中信号幅度的损失约为 10%。

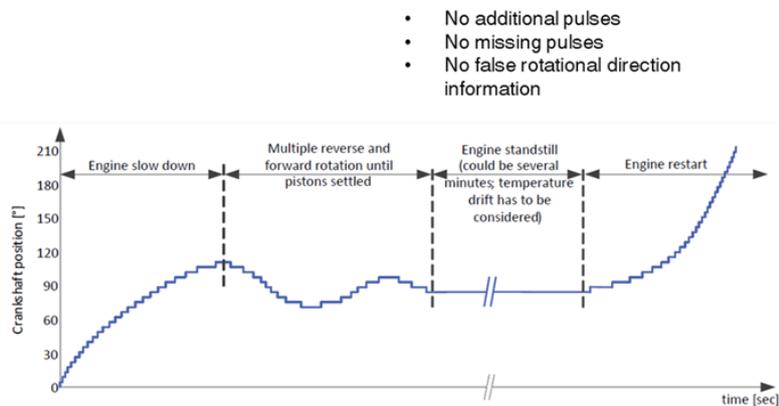


图 12 启停算法

在 DNC（曲轴轮再次旋转）的速度通道发生信号变化之后，传感器应使用已知的信号幅度，并在新的温度下按照新的切换阈值进行输出切换。

系统监控器

该系统监控器对数字处理中心及输出端的以下部分进行监测：

- 从速度信号中找出有效的最大值
- 从速度信号中找出有效的最小值
- 从速度信号中找出有效的零点交叉
- 监测输出切换

只要速度信号及相应的输出切换正常，系统监控器就会在每次输出切换时自动进行复位。一旦检测到输出端没有切换事件的情况下存在有效的最大值、有效最小值和有效零点穿越，系统监控器就会增加计数器的数值。输出的切换会使计数器归零。当计数器达到其上限时，偏移量将被复位。

该系统监控器的优势在于能够避免输出端出现“直线”状态。一旦传感系统发生重大事件（例如齿轮碰撞、突然的气隙变化等），SC9669 能够自行恢复。该系统监控器可通过 EEPROM 中的“WATCH_DOG_EN”设置来启用。

开启/停止系统监控器

“启停看门狗”功能使 SC9669 能在目标轮停止转动以及可能出现 60K 的温度漂移的情况下保持校准状态。该功能可通过 EEPROM 选项启用。

基本上，停止启动监控器的超时时间为 1.4 秒。在速度通道（曲轴轮停止）的两个零点交叉之间经过 1.4 秒的超时

后，停止启动监控器将进入激活状态。在激活的监控器状态期间，不会启用输出切换。在 1.4 秒内（曲轴轮旋转）速度通道的信号变化超过 DNC 时，SC9669 将使用已知的信号幅度，并在新的温度下使用新的切换阈值进行输出切换。

当目标轮停止转动时，停止/启动监控器将使 SC9669 无法在输出端发出任何错误脉冲：

- 没有额外的脉冲信号
- 没有遗漏的脉冲信号
- 没有错误的旋转方向信息

将系统监控器和停止启动系统监控器相结合，即可为启动停止行为增添抗振动的特性。

时间监控器

时间监控器使得 SC9669 在目标轮在通电状态下静止时能够进入未校准模式。它可以通过 EEPROM 选项启用，并且与停止启动监控器类似。由于振动，在启动时无意中的校准会被抑制。

基本上，时间监控器的超时时间为 1.4 秒。它会监测输出的两个连续边缘（上升到下降或下降到上升）之间的时间。当时间超过 1.4 秒时，时间监控器就会启动。

在时间监控器的激活模式下，其行为与停止启动监控器类似。它被认为处于静止状态或非常缓慢的振动状态。为了在不遗漏或错误输出脉冲的情况下实现快速启动，速度通道的偏移被设置为“未校准模式”。这意味着在启动并接通 DNC 后进行首次偏移更新后，可以进行完整的偏移更新。在第一次偏移更新后，输出将在零交叉点切换。停止启动监控器不能在时间监控器激活时启用。

时间监控器支持所有曲轴协议选项，并在慢算法(ADAPT_FILT=0)中激活，直到完成一次完整旋转后的首次更新为止。只要时间监控器处于激活状态，停止启动监控器就会被禁用。

混合动力车辆监控器

混合动力车辆监控器功能使 SC9669 能够在电动驱动过程中检测到停止的曲轴。在混合动力汽车进行电动驱动时，校准功能将被禁用。当内燃机再次启动时，校准功能将再次按照更新规则进行。这样可以避免在振动的曲轴上进行错误的校准。SC9669 的“运行阶段”状态必须先进入一次，才能利用此功能。此机制可以通过 EEPROM 位“WATCHDOG_HYBRID”进行启用或禁用。

高速模式

高速模式可通过 EEPROM 位“HIGH_SPEED”进行开启或关闭。切换至“开启”状态时，SC9669 在输入信号频率通常为 1.8 KHz 的特定阈值之上停止方向检测，并继续使用最后检测到的方向。要切换至高速模式，必须测量频率两次。从高频开始，方向检测会再次启用，直至低于 1.5 KHz 的频率阈值。

串行接口

串行接口用于设置参数以及对传感器集成电路进行编程，它支持对内部寄存器的写入和读取操作。数据传输至该集成电路是通过电源电压调制实现的，仅通过一条线路提供时钟定时和数据信息即可。来自集成电路的数据通过输出线路传送，其传输由对供电线路的时钟控制触发。在正常的应用操作中，该接口处于非激活状态，要进入该模式则需要通电后立即发出特定的命令。

12. 典型应用

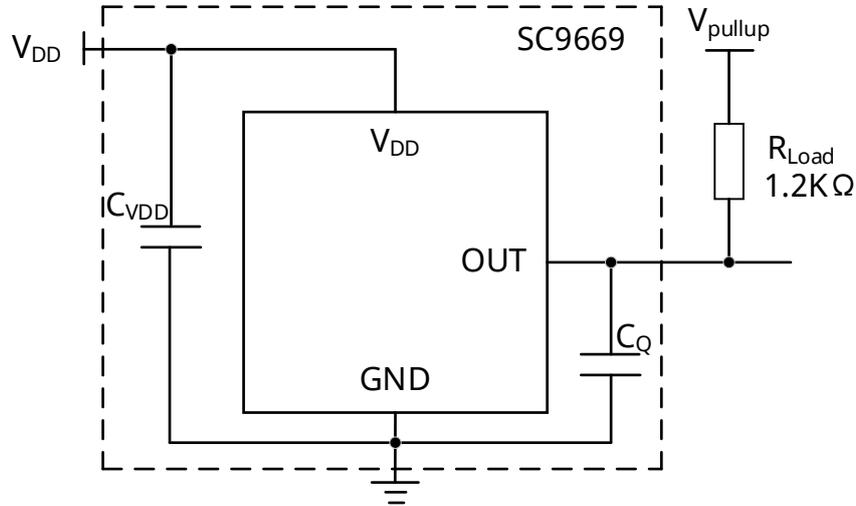


图 13 典型应用电路

13. 封装信息 TS-3

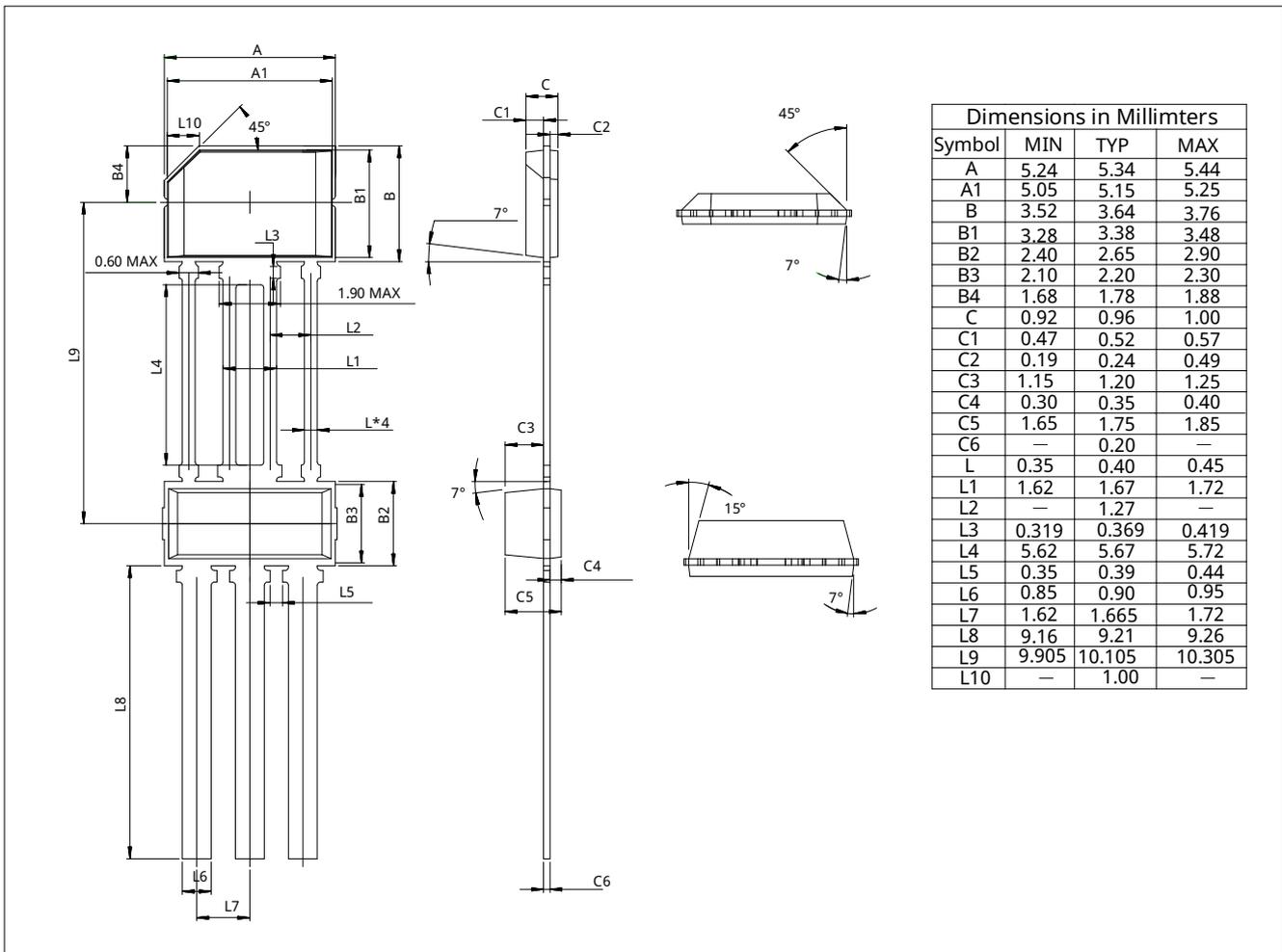


图 14 封装尺寸

14. 包装信息

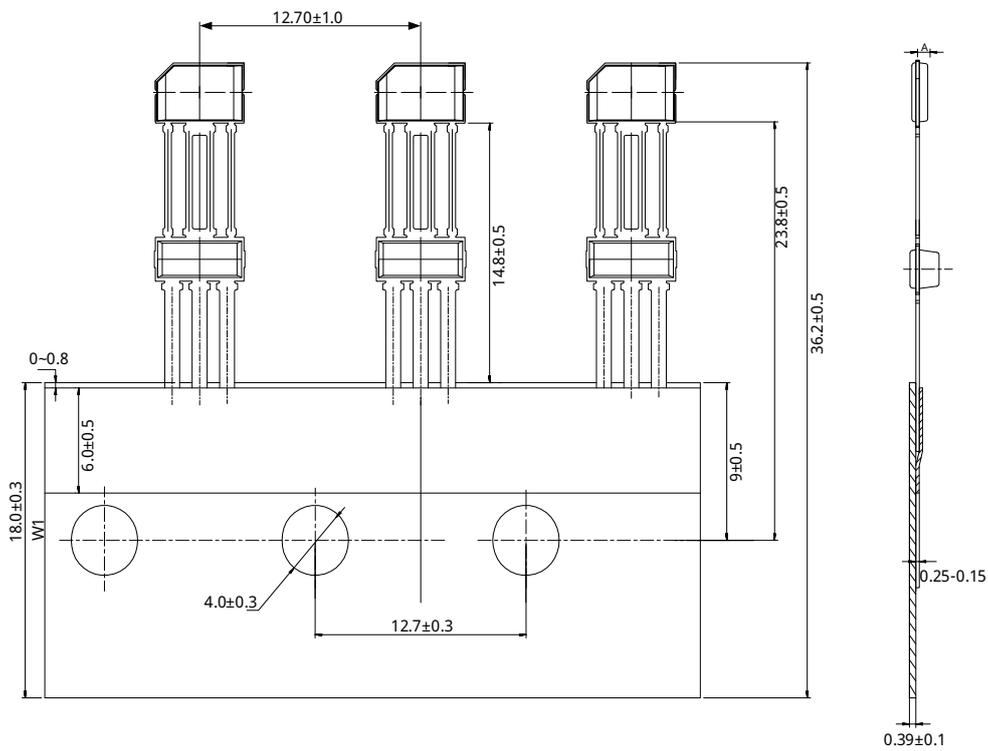


图 15 编带尺寸

15. 历史版本

版本	日期	描述
Rev.0.1	2024-03-20	初始规格书
Rev.0.2	2025-06-11	更新格式
Rev.0.3	2025-12-02	描述部分更新

重要声明和免责声明

本声明为赛卓电子科技（上海）股份有限公司产品规格书的组成部分，仅适用于本规格书对应型号产品的技术信息说明。

本文件（以下简称 本文件 ）所展示的信息、数据和规格均按 现状 提供，仅供参考，不应被解释为任何明示或暗示的保证或授权，包括但不限于对准确性、完整性、适销性、特定用途适用性的保证，或对不侵犯任何第三方知识产权的保证。

本文件的使用者对赛卓电子产品的选择、使用和应用，以及确保此类应用的安全性负有全部责任。使用者应遵守所有与赛卓电子产品使用相关的适用法律、法规和要求。赛卓电子可能提供的任何与应用相关的信息或支持仅供参考，不构成任何保证或责任。

本文件中所述的资源可能会未经通知而发生变更。变更后的内容将自动取代原版本内容，赛卓电子不另行单独通知。赛卓电子允许仅将这些资源用于开发本文所述的、集成了赛卓电子产品的应用程序。未经事先书面同意，禁止以任何其他方式复制、分发或公开展示这些资源。对于赛卓电子的任何知识产权或任何第三方的知识产权，均不授予任何明示或暗示的许可。

您同意为赛卓电子及其代表辩护、赔偿，并使其免受因您使用这些资源而产生的任何索赔、损害、费用、损失或责任。

如需了解最新产品信息和技术支持，请联系赛卓电子 (www.semiment.com)。

版权所有 © 赛卓电子科技（上海）股份有限公司