

PWM协议输出三线差分速度传感器IC

1. 产品特性

- AEC-Q100 Grade0 汽车级认证
- ISO26262 ASIL-B 认证
- 三线制电压输出
- 检测速度和方向
- PWM协议输出
- 固定、自适应磁滞类型
- 支持南极和北极背磁
- 宽工作温度范围：-40°C~150°C
- 内置集成电容
- 单芯片解决方案
- 封装形式：TS-3

2. 产品应用

- 变速箱速度传感器
- 速度传感器

3. 产品描述

SC9686 是一款基于霍尔技术的集成式有源磁传感器，适用于变速箱速度传感器应用。三线电压型输出接口，PWM协议通信。它有两种磁滞类型：固定磁滞和自适应磁滞（微调选项）。支持零速检测。出色的灵敏度和精度以及宽泛的工作温度范围等特点，使该传感器非常适合苛刻的汽车要求。SC9686 采用PCB_Less封装，内置100nF和2.2nF 电容，具有出色的抗电磁干扰能力。芯片采用 TS-3 封装形式，亚光镀锡，采用无卤绿料，满足环保要求。

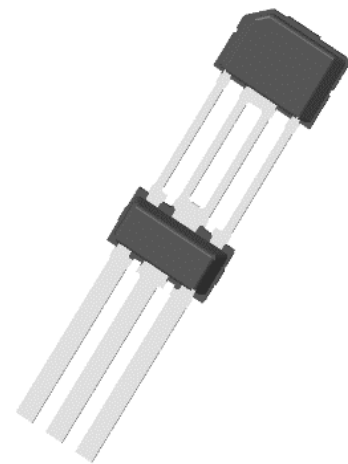


图1 TS-3外观图

目录

1. 产品特性.....	1	10. 功能描述.....	9
2. 产品应用.....	1	10.1 非校准和校准模式.....	9
3. 产品描述.....	1	10.2 磁滞定义.....	11
4. 引脚定义.....	3	10.3 方向变化、振动和异常状态.....	11
5. 订购信息.....	4	11. EMC(电磁兼容).....	12
6. 极限参数.....	5	11.1 EMC 电路(典型应用电路).....	12
7. 静电保护.....	5	11.2 ISO 7637.....	12
8. 工作参数.....	6	11.3 ISO 11452.....	13
8.1 工作范围.....	6	12. 封装信息.....	14
8.2 电气特性.....	6	13. 编带信息.....	15
8.3 磁特性.....	7	14. 历史版本.....	16
9. 功能框图.....	9		

4. 引脚定义

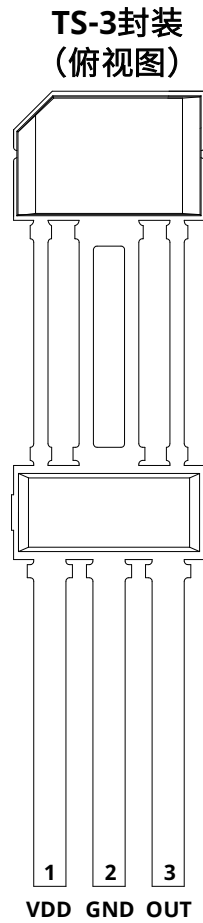


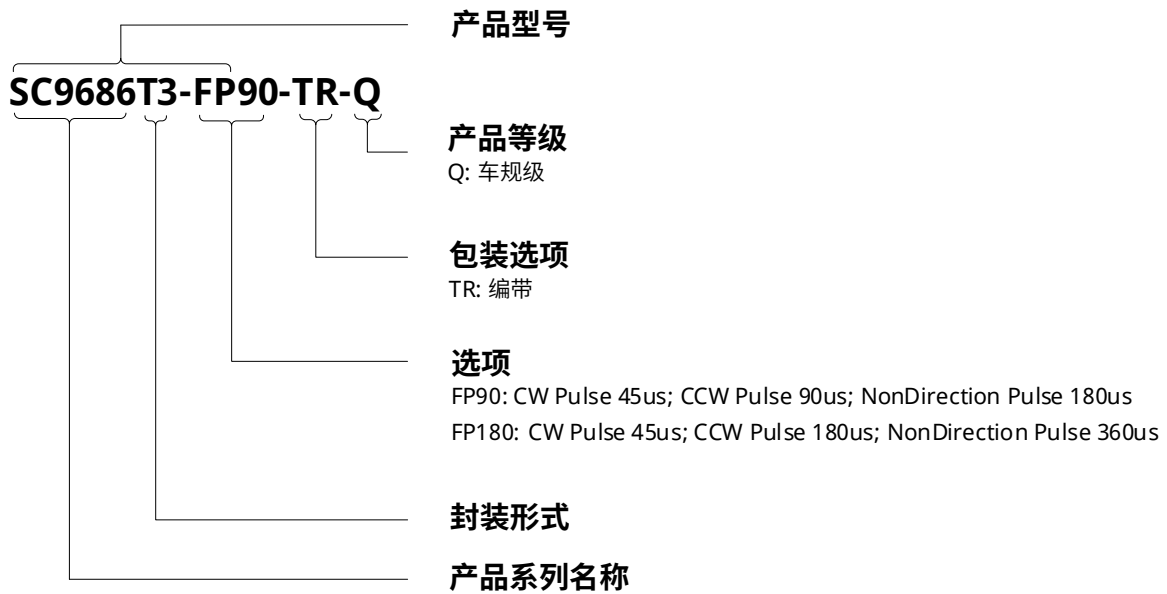
图 2 引脚描述

引脚		类型	描述
名称	序号		
VDD	1	电源	4.5V ~ 20V 供电电源
GND	2	地	地
OUT	3	输出	漏极开路输出，需要上拉电阻

5. 订购信息

产品名称	丝印	旋转方向	正转脉宽(us)	反转脉宽(us)	温度范围(°C)	封装外形	包装方式	数量
SC9686T3-FP90-TR-Q	96860	VDD to OUT	45	90	-40~150	TS-3	编带	1500 颗/盘
SC9686T3-FP180-TR-Q	96861	VDD to OUT	45	180	-40~150	TS-3	编带	1500 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	continuous, T _j <170°C	-16	16.5	V
		max.60s	-	27	V
		max.60s	-18	-	V
V _{OUT}	输出端耐压	continuous, T _j <170°C	-0.5	16.5	V
I _{sink}	输出灌电流	Output state=on, V _{in} <0.5V, external current limitation	0	40	mA
T _J	最大结温	5000h, V _{DD} <16.5V	-	150	°C
		500h, V _{DD} <13V	-	160	°C
		1h, V _{DD} <13V	-	170	°C
T _{STG}	储存温度		-65	175	°C
R _{θJA}	封装热阻	参照 JESD51-1 标准	-	190	°C/W

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=1.5kΩ, C=100pF	-8	8	kV
V _{ESD_CDM}	CDM	参照 AEC-Q100-011C CDM 标准	-750	750	V

8. 工作参数

8.1 工作范围

工作的自然温度范围内($V_{DD}=12V$, 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
V_{DD}	工作电压		4.5	12	20	V
V_{res}	复位电压	Square and PWM output, reset voltage	3.9	-	4.1	V
V_{rel}	返回电压	Square and PWM output, return voltage	4.1	-	4.5	V
V_{AC}	电源抗交流干扰	$V_{DD}=13V, 0 < f_{mod} < 150KHz$	-	-	6	Vpp
dT_{j_Dir}	每个磁周期方向判断有效允许的温度漂移范围	Valid for $\Delta B_{dir} > 1.9mT$	-7.5	-	7.5	K
dT_{j_Speed}	静止时的温度变化	Valid for $\Delta B > 3mT$	-150	-	150	K
$\Delta B_{stat,l/r}$	外部 2 霍尔点背磁偏差	$B_{left}-B_{right}$ when the gear is stationary	-30	-	30	mT
$\Delta B_{stat,m/o}$	中间与外部霍尔背磁偏差	$B_{center}-B_{right}$ when the gear is stationary	-30	-	30	mT
ΔB	差分磁场	$B_{left}-B_{right}$ when the gear is rotating	-120	-	120	mT
f_{mag}	信号频率		0	-	12	kHz
f_{dir_min}	方向检测最小频率		-	0	1	Hz

8.2 电气特性

工作的自然温度范围内($V_{DD}=12V$, 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
I_{DD}	供电电流		5.9	7.0	8.4	mA
V_{Qsat}	输出饱和压降	$I_Q=20mA$	-	150	500	mV
I_{QL}	输出漏电流	$V_{OUT} < 20V$	-	-	10	uA
t_r	上升时间	10% to 90% of output, $V_{PU}=5V, R_{PU}=1.2K\Omega, C_Q=1.8nF$	4	-	11.4	us
t_f	下降时间	90% to 10% of output, $V_{PU}=5V, R_{PU}=1.2K\Omega, C_Q=1.8nF$	3.2	4.5	5.8	us
t_{d_input}	输出校准延时	Additive to power up time	-	220	300	us
t_{PO}	上电时间		-	-	1	ms
n_{start}	霍尔感应点初始偏差校准所需磁场信号边沿数	After power-on, running at stable air gap	-	-	3	edges
$n_{DZ-Startup}$	非校准模式下的边沿个数	After power-on, running at stable air gap	-	-	4	edges
n_{supp}	输出停止需要脉冲个数	After power-on or power reset	-	-	1	pulses
$n_{DZ-Start}$	输出第 1 个脉冲所需磁场信号边沿数	After power-on, running at stable air gap	1	-	2	edges

$n_{DR-Start}$	初始方向有效方向信息检测, 所需脉冲数	4th pulse has valid direction information $\Delta B_{dir} \geq 2 * \Delta B_{limit}$	-	-	2	pulses
$n_{DR-change}$	方向突变后识别方向所需脉冲数	2nd pulse has valid direction information $\Delta B_{dir} \geq 4 * \Delta B_{limit}$	-	-	2	pulses
$S_{jit-close}$	小气隙输出抖动	$\Delta B \geq 2mT, 1\sigma, T \leq 150^{\circ}C, f=1kHz$	-0.7	-	0.7	%
		$\Delta B \geq 2mT, 1\sigma, T \leq 170^{\circ}C, f=1kHz$	-2	-	2	%
$S_{jit-far}$	大气隙输出抖动	$2mT \geq \Delta B \geq \Delta B_{limit}, 1\sigma, T \leq 150^{\circ}C, f=1kHz$	-2	-	2	%
		$2mT \geq \Delta B \geq \Delta B_{limit}, 1\sigma, T \leq 170^{\circ}C, f=1kHz$	-4	-	4	%
S_{jit-AC}	电源有纹波情况下输出抖动	$V_{DD}=13V \pm 6Vpp, 1\sigma, 0 < f_{mod} < 150kHz$ $\Delta B=15mT$	-0.5	-	0.5	%
$S_{jit-speed}$	速度脉冲抖动	rising edge of speed pulse relative to magnetic edge change	0	-	0.7	us
	启动和非校准模式下输出边缘的系统相位误差		-90	-	90	°
SC9686T3-FP90-TR-Q						
$t_{w(FWD)}$	正向脉冲宽度		38	45	52	us
$t_{w(REV)}$	反向脉冲宽度		76	90	104	us
$t_{w(ND)}$	无方向脉冲周期		153	180	207	us
f_{FWD}	正向最高频率		0	-	12	KHz
f_{REV}	反向最高频率		0	-	7	KHz
f_{ND}	无方向最高频率		0	-	4	KHz
SC9686T3-FP180-TR-Q						
$t_{w(FWD)}$	正向脉冲宽度		38	45	52	us
$t_{w(REV)}$	反向脉冲宽度		153	180	207	us
$t_{w(ND)}$	无方向脉冲周期		306	360	414	us
f_{FWD}	正向最高频率		0	-	12	KHz
f_{REV}	反向最高频率		0	-	4	KHz
f_{ND}	无方向最高频率		0	-	2.2	KHz

8.3 磁特性

符号	参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
ΔB_{limit}	极限阈值		0.53	0.75	0.97	mT
ΔB_{limit_drift}	极限阈值偏移		-5	-	3	%
ΔB_{LR}	报警阈值		1.02	1.60	2.18	mT
ΔB_{LR_drift}	报警阈值偏移		-5	-	3	%
$\Delta B_{LR}/\Delta B_{limit}$	阈值比		1.7	2.0	2.5	

$\Delta B_{\text{start_up}}$	非校准模式(启动期间)检测磁场边缘所需的差分磁场变化量	Option 00	0.53	0.75	0.97	$mT_{\text{pk-pk}}$
		Option 01	1.22	1.50	1.78	$mT_{\text{pk-pk}}$
		Option 10	2.14	2.50	2.86	$mT_{\text{pk-pk}}$
		Option 11	4.44	5.00	5.56	$mT_{\text{pk-pk}}$
HYS _{min}	速度通道最小磁滞阈值	Option 0	0.53	0.75	0.97	$mT_{\text{pk-pk}}$
		Option 1	1.22	1.5	1.78	$mT_{\text{pk-pk}}$
HYS _{adaptive}	速度通道, 自适应磁滞阈值	Option 0	-	12.5	-	%
		Option 1	-	25	-	%

9. 功能框图

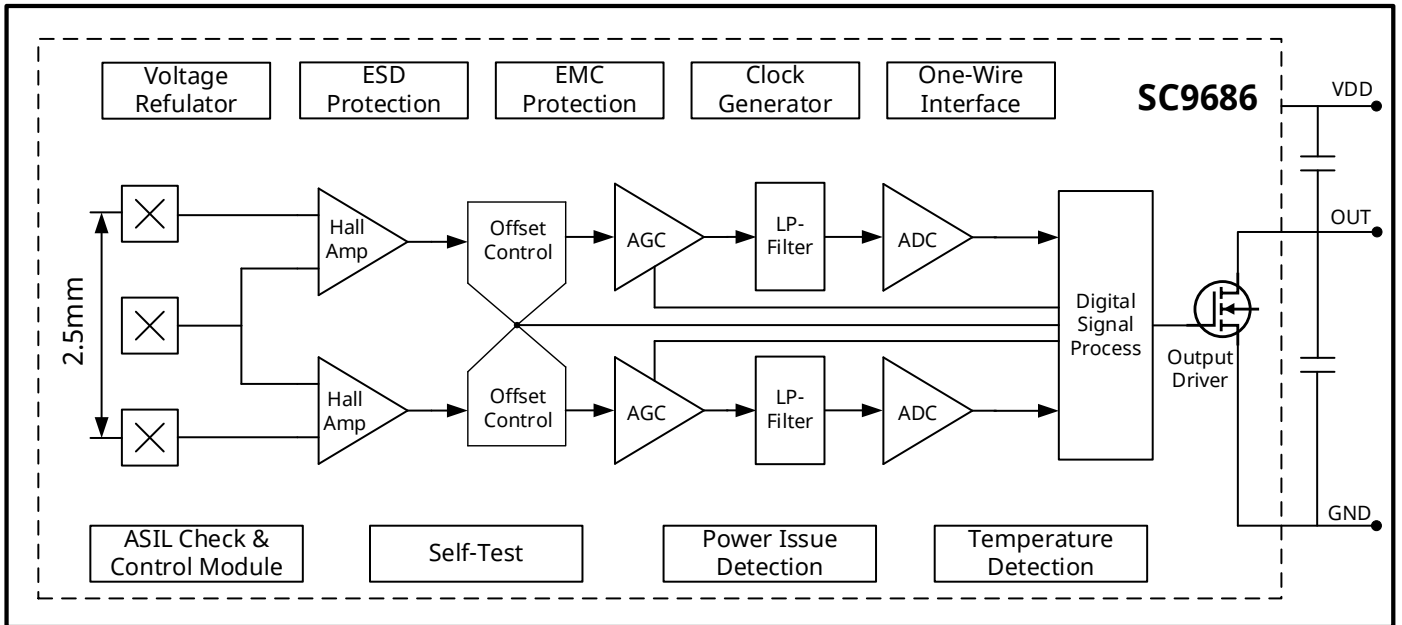


图3 功能框图

10. 功能描述

10.1 非校准和校准模式

经过初始校准延迟时间 (t_{d_input}) 后, 差分磁信号 ΔB 由模数转换器 (ADC) 跟踪, 并在数字电路中进行监测。为了检测信号, 输入差分磁信号需要超过 DNC (数字噪声常数), 当信号斜率被识别为上升沿 (或下降沿), 且信号变化超过 DNC, 就会记录第一个极值, 并触发第一个输出脉冲。DNC 值随磁场振幅变化, 导致磁输入信号和输出信号之间的相移变化。数字噪声常数由信号幅值决定。第一个 $DNC (=2 \times \Delta B_{limit})$, 如图中箭头所指。当信号变化再次超过下一个下降沿 (相反则为上升沿) 的新 DNC 值 (按 $\Delta B (\min 1 + \max 1) / 2$ 计算) 时, 触发第二个输出。当记录到最大和最小值时, 将进行偏移修正。这将导致输出信号相移, 传感器进入校准模式。在校准模式下, 差分磁信号的过零触发。在校准模式下, 最小/最大检测值降至 pk-pk 的 1/4。最小 DNC 为 $2 \times \Delta B_{limit}$ 。在此范围内, 连续速度脉冲的标称延迟约为 180° 。

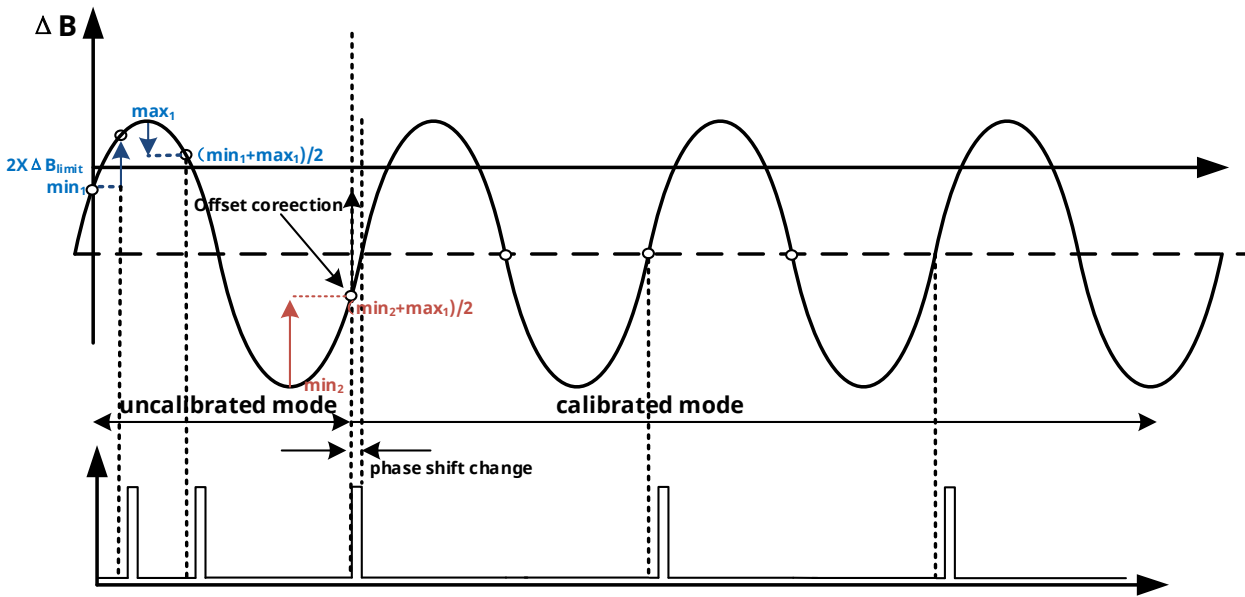


图 4 非校准模式到校准模式的转换

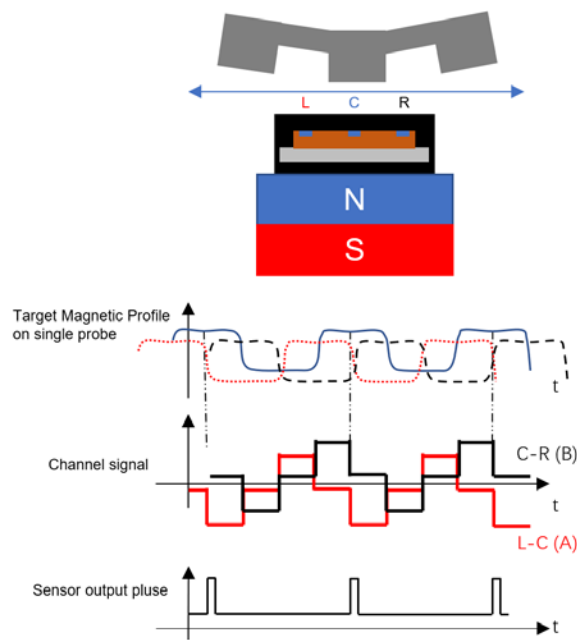


图 5 方向检测

用作输出切换通道的通道 A 或通道 B。这在启动时由第一个切换通道决定。非切换通道用于方向检测和计算。

10.2 磁滞定义

自适应磁滞在小气隙（大信号）时具有大磁滞的优势。与固定磁滞相比，微小的振动不会导致额外的开关。根据图6，自适应磁滞的计算公式为峰值至峰值速度信号差值的25%。最小磁滞由微调设置得出。

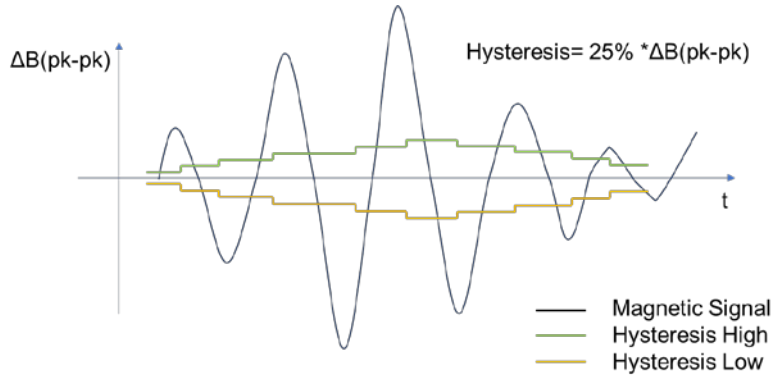


图6 自适应迟滞

10.3 方向变化、振动和异常状态

在正常运行过程中，SC9686 会受到目标旋转方向变化、目标振动以及气隙突变等异常事件的影响。在校准过程中，带有方向信息的输出脉冲会立即传输到输出端。根据目标设计、气隙和目标相位的不同，方向可能会出现瞬间错误。在运行模式下改变方向后，方向变化会立即传输到输出端。

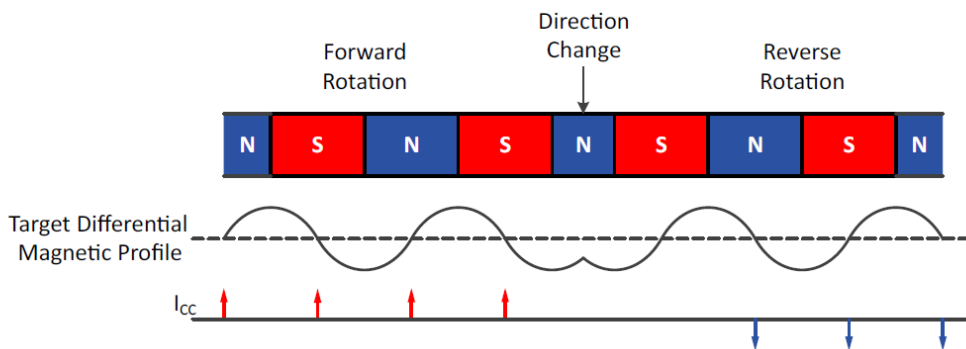


图7 方向改变

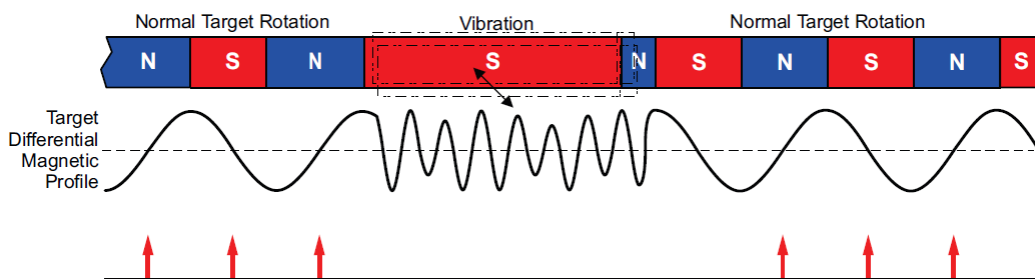


图8 振动行为

11. EMC(电磁兼容)

11.1 EMC 电路(典型应用电路)

下面显示了带有反向偏置和过压保护功能的 EMC 测试电路。

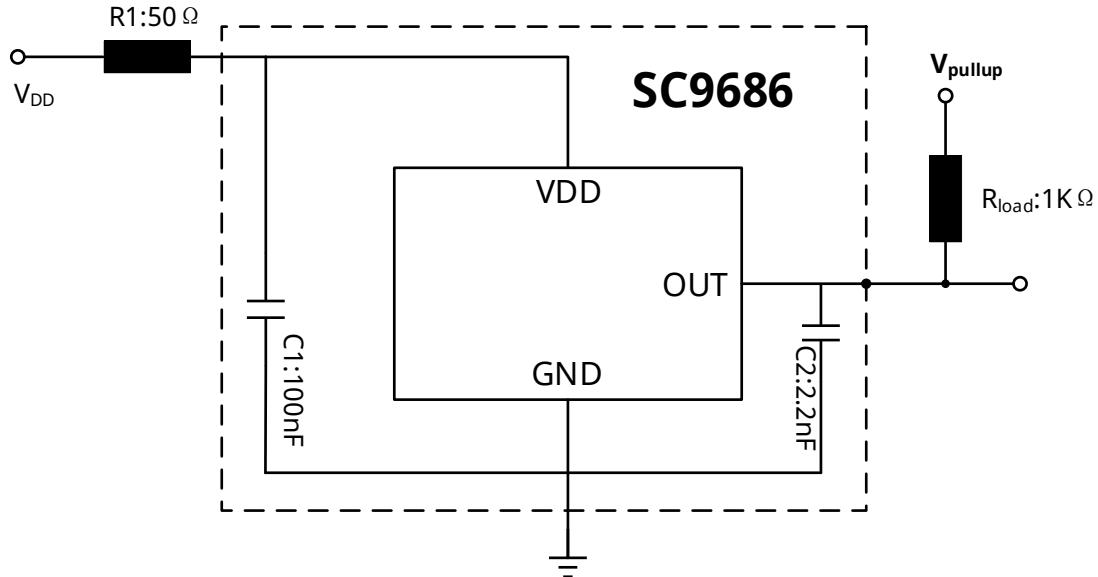


图 9 EMC 测试电路

11.2 ISO 7637

参考 ISO 7637-2; 2004; $\Delta B=2\text{mT}$ (正弦信号振幅); $V_{DD}=13.5\text{V}$; $f_B=100\text{Hz}$, $T_A=25^\circ\text{C}$, $R_M=30\Omega$

符号	参数	级别/类型	等级
V _{MEC_7637_2}	测试脉冲 1	IV /-100V	C
	测试脉冲 2a	IV /75V	A
	测试脉冲 2b	- /10V	C
	测试脉冲 3a	IV /-150V	A
	测试脉冲 3b	IV /100V	A
	测试脉冲 4	IV /-7V	B
	测试脉冲 5a	IV /86.5V	C
	测试脉冲 5b	Us=28.5V	C

参考 ISO 7637-3 1995; $\Delta B=2\text{mT}$ (正弦信号振幅); $V_{DD}=13.5\text{V}$; $f_B=100\text{Hz}$, $T_A=25^\circ\text{C}$, $R_M=30\Omega$

符号	参数	级别/类型	等级
$V_{MEC_7637_3}$	测试脉冲 1	IV /-30V	A
	测试脉冲 2	IV /30V	A
	测试脉冲 3a	IV /-60V	A
	测试脉冲 3b	IV /40V	A

11.3 ISO 11452

参考 ISO11452-3 2001; $\Delta B=20\text{Gs}$, $V_{DD}=13.5\text{V}$; $f_B=100\text{Hz}$, $T_A=25^\circ\text{C}$

符号	参数	级别/类型	等级
E_{TemCell}	TEM 测试	IV/250V/m	CW; AM=80%, f=1kHz

参考 ISO11452-4 2011; Stress =1-400MHz; $V_{DD}=13.5\text{V}$, $f_B=100\text{Hz}$; $T_A=25^\circ\text{C}$

符号	参数	级别/类型	等级
BCI open		200mA	I
BCI close		200mA	I

参考 ISO11452-8 2007; $V_{DD}=13.5\text{V}$, $f_B=100\text{Hz}$; $T_A=25^\circ\text{C}$

符号	参数	级别/类型	等级
ITMF_DC		2mT	I
ITMF_AC			II

12. 封装信息

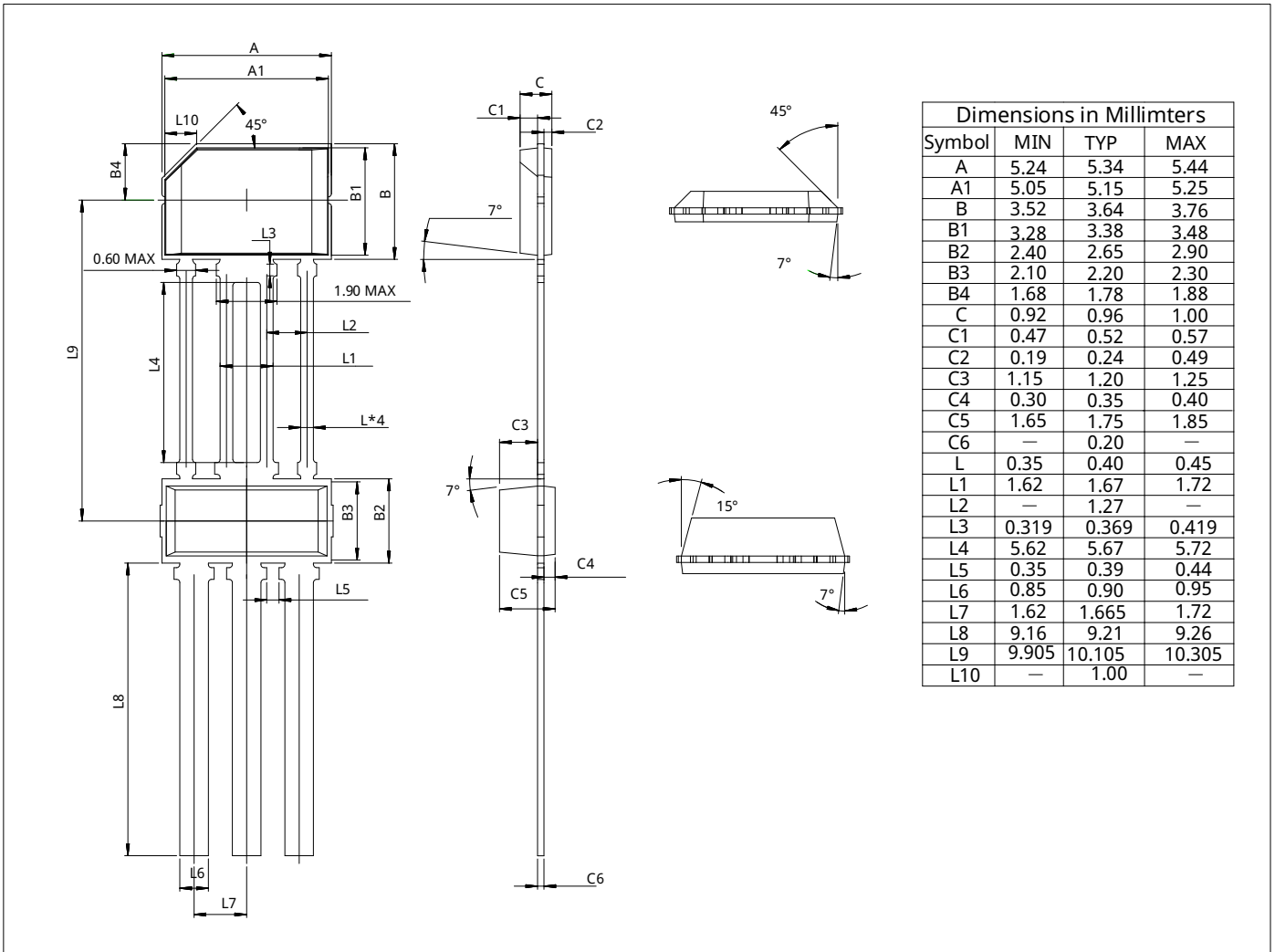


图 10 封装尺寸

13. 编带信息

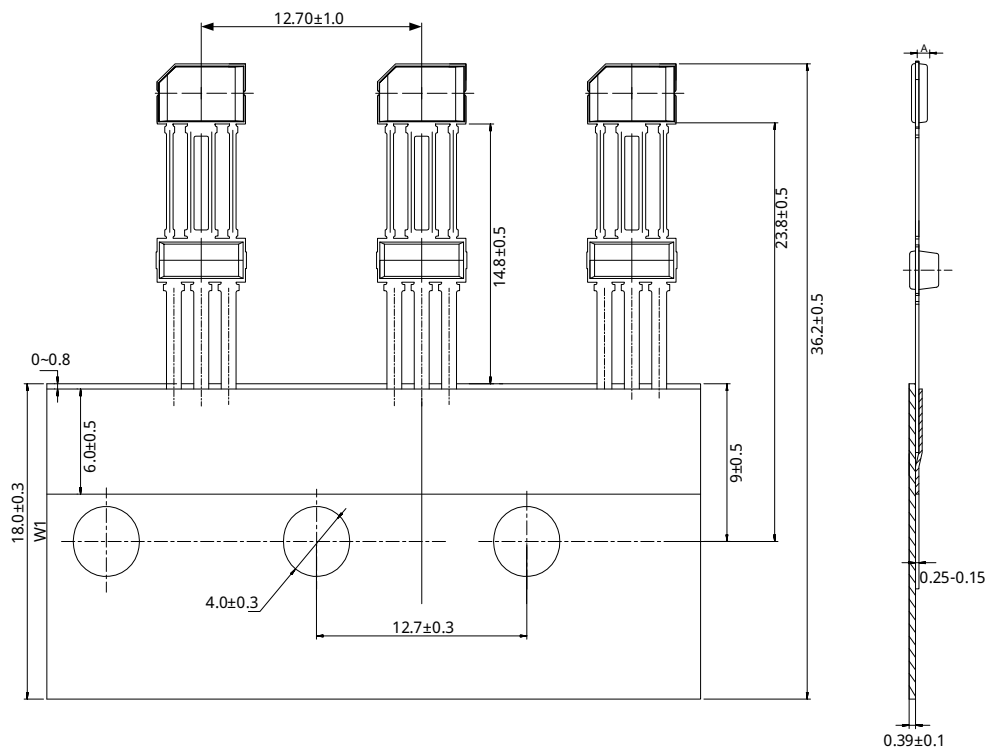


图 11 编带尺寸

14. 历史版本

版本号	日期	描述
Rev.E0.1	2022-04-27	初版规格书
Rev.E0.2	2023-12-12	增加振动抑制
Rev.A1.0	2025-04-02	正式发布