

## PWM输出两线差分速度传感器IC

### 1. 产品特性

- AEC-Q100 Grade0 汽车级认证
- ISO26262 ASIL-B 认证
- 两线制电流输出接口
- 检测速度和方向
- PWM协议输出
- 自适应磁滞
- 支持振动抑制
- 支持南极和北极背磁
- 宽工作温度范围：-40°C~150°C
- 单芯片解决方案，PCB\_Less
- 封装形式：TS-2

### 2. 产品应用

- 变速箱速度传感器
- 速度传感器

### 3. 产品描述

SC968X 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。双线电流接口，PWM 协议进行通信，提供齿轮旋转的速度和方向信息。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。SC9685 采用PCB\_Less封装，内置2.2nF 电容，具有出色的抗电磁干扰能力。

芯片采用 TS-2 封装形式，亚光镀锡，采用无卤绿料，满足环保要求。



图1 TS-2外观图

## 目录

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

## 4. 引脚定义

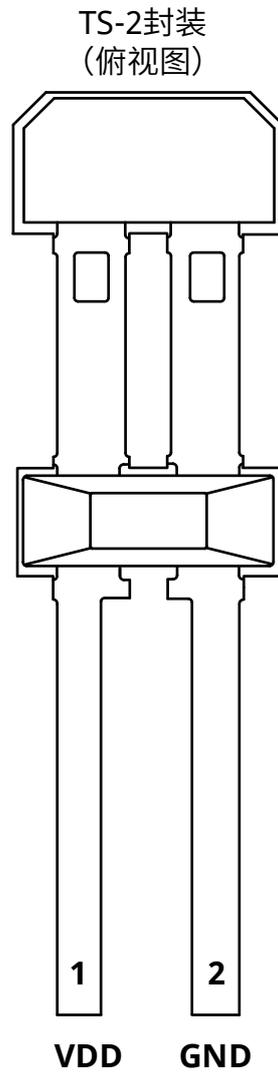


图 2 引脚描述

引脚		类型	描述
名称	序号		
VDD	1	电源	5.3V ~ 16V 供电电源
GND	2	地	地

## 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
SC9685TS-RP90-TR-Q	96850	GND to VCC	45	90	-40~150	TS-2	编带	1500 颗/盘
SC9685TS-RP180-TR-Q	96851	GND to VCC	45	180	-40~150	TS-2	编带	1500 颗/盘
SC9685TS-RP120-TR-Q	96852	GND to VCC	60	120	-40~150	TS-2	编带	1500 颗/盘
SC9685TS-FP90-TR-Q	96853	VCC to GND	45	90	-40~150	TS-2	编带	1500 颗/盘
SC9685TS-FP180-TR-Q	96854	VCC to GND	45	180	-40~150	TS-2	编带	1500 颗/盘

## 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 <sub>DD</sub>	正向耐压	T <sub>j</sub> =170°C	-	16.5	V
		T=150°C	-	20	V
		t=10 X 5min	-	22	V
		t=10 X 5min, R <sub>M</sub> ≥75Ω included in V <sub>DD</sub>	-	24	V
		t=400ms, R <sub>M</sub> ≥75Ω included in V <sub>DD</sub>	-	27	V
V <sub>DDR</sub>	反向耐压	t<1h, R <sub>M</sub> ≥75Ω included in V <sub>DD</sub>	-18	-	V
I <sub>rev</sub>	反向灌电流	t<4h, R <sub>M</sub> ≥75Ω included in V <sub>DD</sub> , external current limitation	-	100	mA
		t<1h, R <sub>M</sub> ≥75Ω included in V <sub>DD</sub> , external current limitation	-	200	mA
T <sub>J</sub>	最大结温	5000h, V <sub>DD</sub> <16.5V, R <sub>M</sub> ≥75Ω included in V <sub>DD</sub>	-	150	°C
		500h, V <sub>DD</sub> <13V, R <sub>M</sub> ≥75Ω included in V <sub>DD</sub>	-	160	°C
		1h, V <sub>DD</sub> <13V, R <sub>M</sub> ≥75Ω included in V <sub>DD</sub>	-	170	°C
T <sub>STG</sub>	储存温度		-65	175	°C
R <sub>thJA</sub>	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 <sub>ESD_HBM</sub>	HBM	参照 AEC-Q100-002E HBM 标准, R=1.5kΩ, C=100pF	-8	8	kV
V <sub>ESD_CDM</sub>	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	Directly on IC leads; includes not the voltage drop at RM	5.3	12	20	V
$V_{AC}$	电源抗交流干扰	$V_{DD}=13V, 0 < f_{mod} < 150KHz$	-	-	6	Vpp
$V_{res\_PWM}$	复位电压	reset voltage	3.6	-	4.1	V
$V_{rel\_PWM}$	返回电压	return voltage	4.7	-	5.3	V
$dT_{j\_Dir}$	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
$B_0$	背磁强度		-500	-	500	mT
$\Delta B_{stat,l/r}$	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
$\Delta B$	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
$I_{Low}$	供电电流低值		5.9	7.0	8.4	mA
$I_{High}$	供电电流高值		11.8	14.0	16.8	mA
	Supply current @ $V_{res\_min} < V_{DD}$		1	-	-	mA
$I_{Fault}$	ASIL 报警电流		1.5	3.0	3.9	mA
$dl_x/dV_{DD}$	电流线性调整率		-	-	90	$\mu A/V$
$t_r, t_f$	输出上升/下降时间	10% and 90% value, $R_M=50\Omega, T_j < 170^\circ C$	6	-	26	mA/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		-	-	3	edges
$n_{DZ\_Startup}$	非校准模式下的边沿个数		-	-	4	edges

$n_{supp}$	输出停止需要脉冲个数		-	-	1	pulses
$n_{DZ-Start}$	输出第 1 个脉冲所需 磁场信号边沿数		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 $\Delta B_{dir} \geq 2 * \Delta B_{limit}$	1	-	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	$V_{DD}=13V \pm 6V_{pp}, 1\sigma, 0 < f_{mod} < 150kHz$ $\Delta B=15mT$	-0.5	-	0.5	%
	启动和非校准模式下输出 边缘的系统相位误差		-90	-	90	°
<b>SC9685TS-RP90-TR-Q/SC9685TS-FP90-TR-Q</b>						
$t_{w(FWD)}$	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
<b>SC9685TS-RP180-TR-Q/SC9685TS-FP180-TR-Q</b>						
$t_{w(FWD)}$	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

符号	参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
<b>SC9685TS-RP180-TR-Q</b>						
$f_{High}$	进入高速模式频率	Tcycle frequency increasing	1.1	-	-	KHz
$f_{Low}$	退出高速模式频率	Tcycle frequency decreasing	1	-	-	KHz
$t_{w(FWD)}$	正向脉冲宽度	Tcycle frequency < $f_{Low}$	51	60	69	us
$t_{w(REV)}$	反向脉冲宽度	Tcycle frequency < $f_{Low}$	102	120	138	us
$t_{w(HS)}$	高速模式脉冲宽度	Tcycle frequency > $f_{High}$	25	30	35	us
$t_{w(PRE)}$	预脉冲宽度		25	30	35	us
$f_{ND}$	无方向最高频率		0	-	12	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
$\Delta B_{limit}$	极限阈值		0.53	0.75	0.97	mT
$\Delta B_{limit\_drift}$	极限阈值偏移	additional drift over lifetime at 25°C for one and the same sensor	-5	-	3	%
$\Delta B_{start\_up}$	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 <sub>pk-pk</sub>
		Option 01	1.22	1.50	1.78	mT <sub>pk-pk</sub>
		Option 10	2.14	2.50	2.86	mT <sub>pk-pk</sub>
		Option 11	4.44	5.00	5.56	mT <sub>pk-pk</sub>
$HYS_{min}$	速度通道最小磁滞阈值	Option 0	0.53	0.75	0.97	mT <sub>pk-pk</sub>
		Option 1	1.22	1.5	1.78	mT <sub>pk-pk</sub>
$HYS_{adaptive}$	速度通道, 自适应磁滞阈值	Option 0	-	12.5	-	%
		Option 1	-	25	-	%

## 9. 功能框图

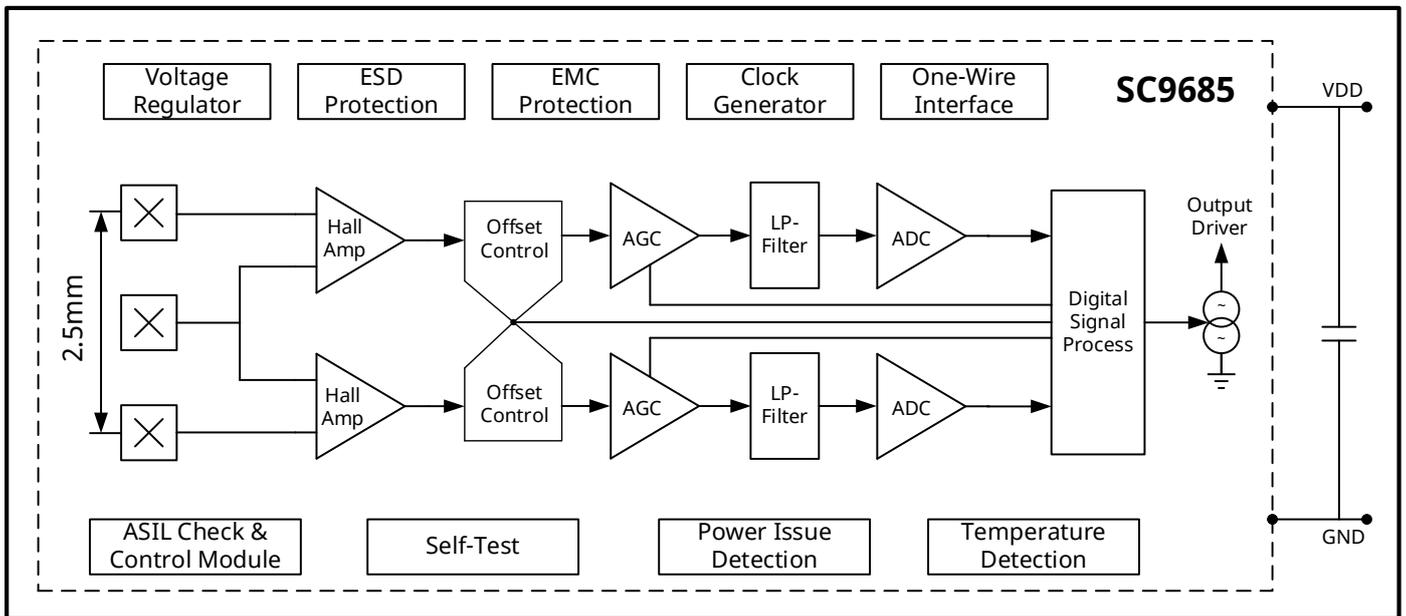


图3 功能框图

## 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  $\Delta B$  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  $180^\circ$ 。

在未校准和已校准模式下处理附加信息位:

信号幅度测量: 如果找到两个有效极值, 则 SLM 有效 (通电后的第一个极值无效)。最新的第四协议 SLM 有效。

高频启动可能导致协议缩短。根据 "比特残缺抑制" 规则执行比特抑制。

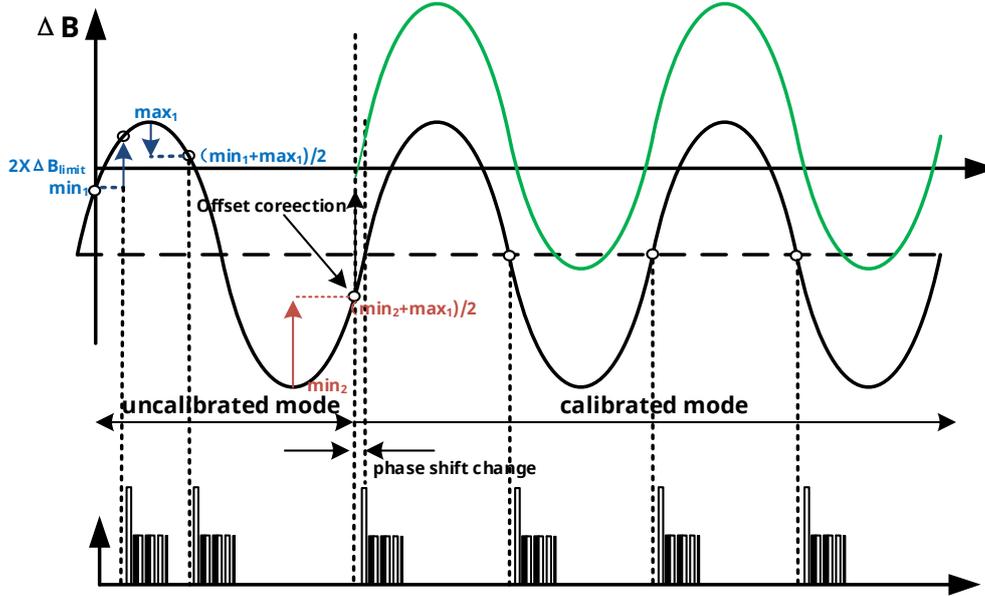


图 4 启动时刻非校准模式到校准模式的转换

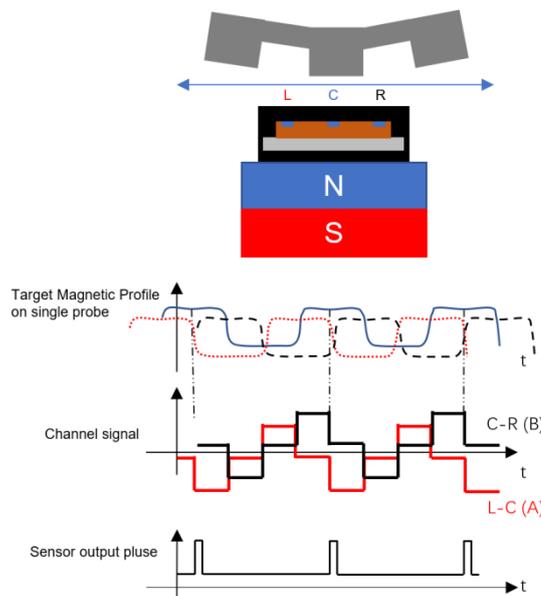


图 5 方向检测

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。

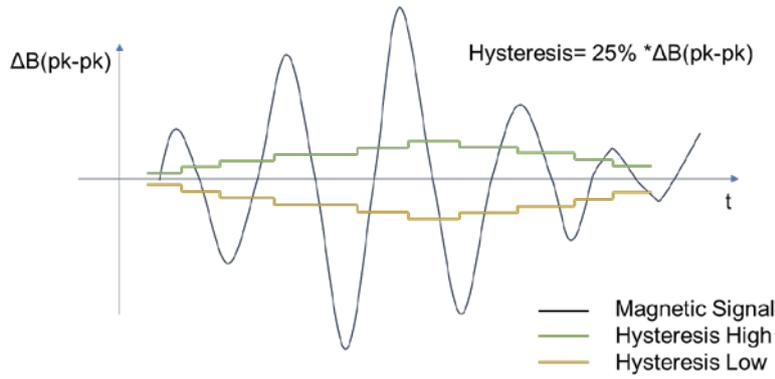


图 6 自适应迟滞

### 10.3 方向变化、振动和异常状态

在正常运行过程中，SC9685 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。

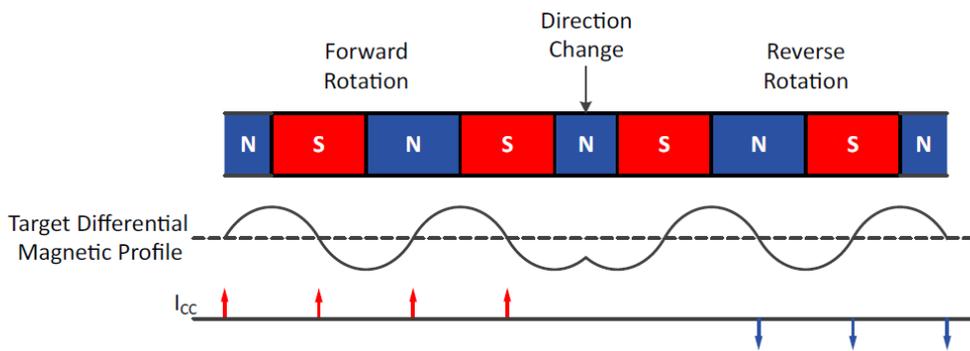


图 7 方向改变

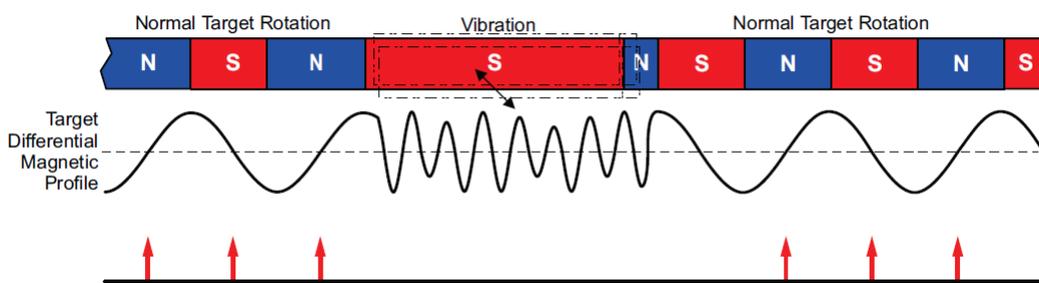


图 8 振动行为

## 11. EMC(电磁兼容)

### 11.1 EMC 电路

下面显示了带有反向偏置和过压保护功能的 EMC 测试电路。

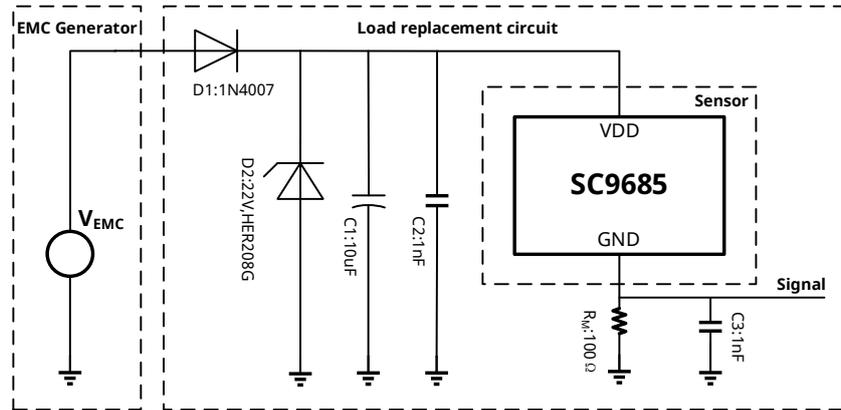


图 9 EMC 测试电路

### 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	$U_s=28.5\text{V}$	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

## 11.2 ISO 11452

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

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;  $V_{DD}=13.5V$ ,  $f_B=100Hz$ ;  $T_A=25^\circ C$

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

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

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

## 12. 典型应用

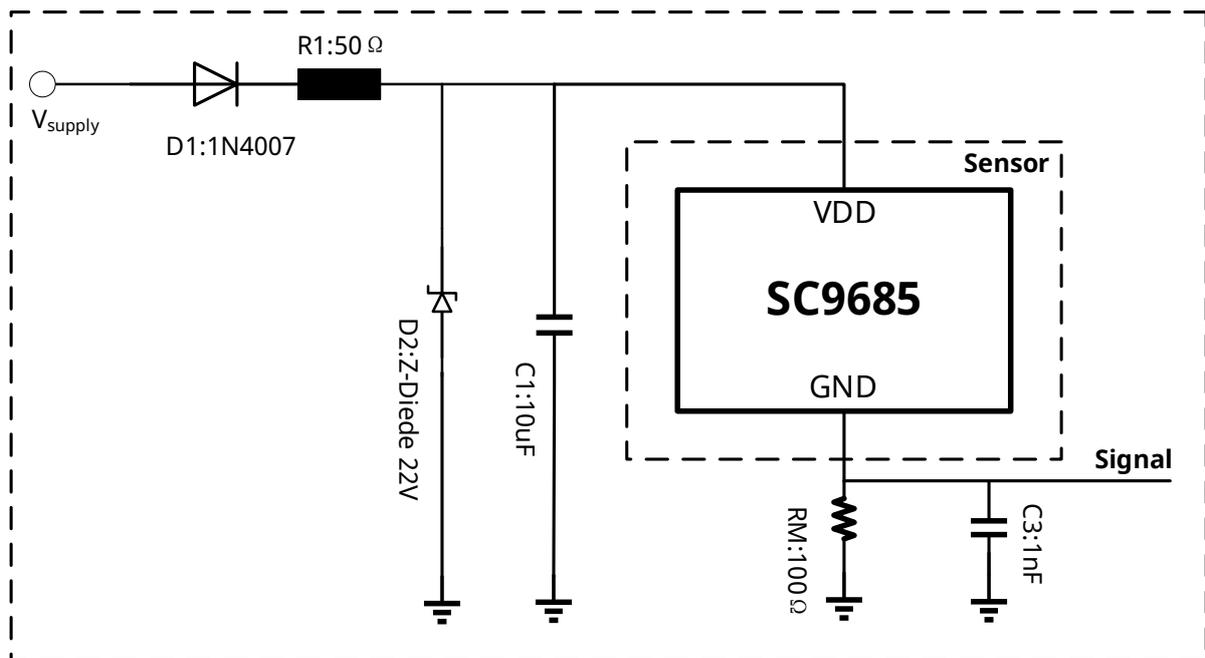
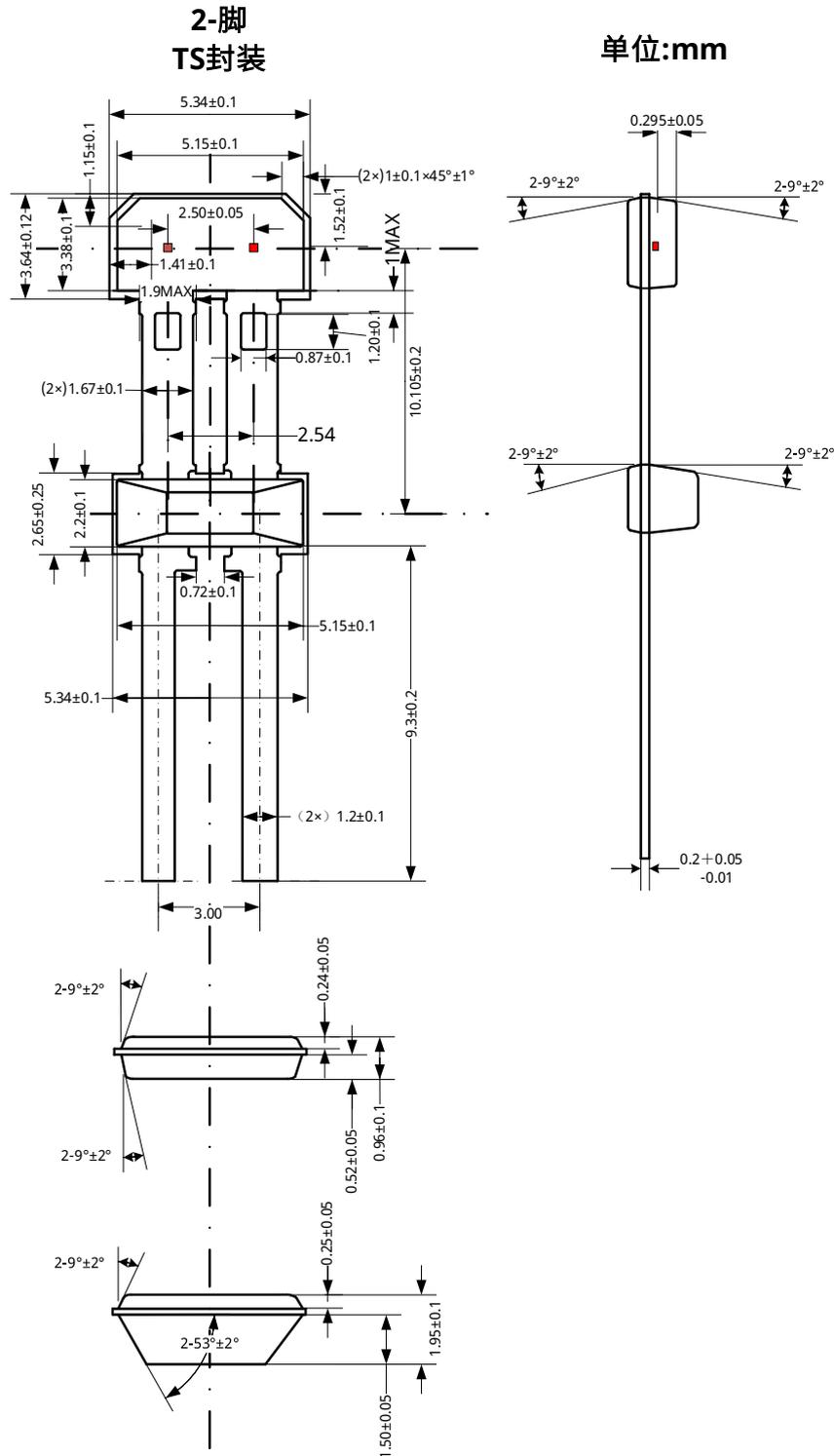


图 10 典型应用电路

### 13. 封装信息



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. 高度不包括模具浇口溢料。
  3. 霍尔板间距2.5mm
- 如果未指定公差, 则尺寸为公称尺寸。

图 11 封装尺寸

## 14. 编带信息

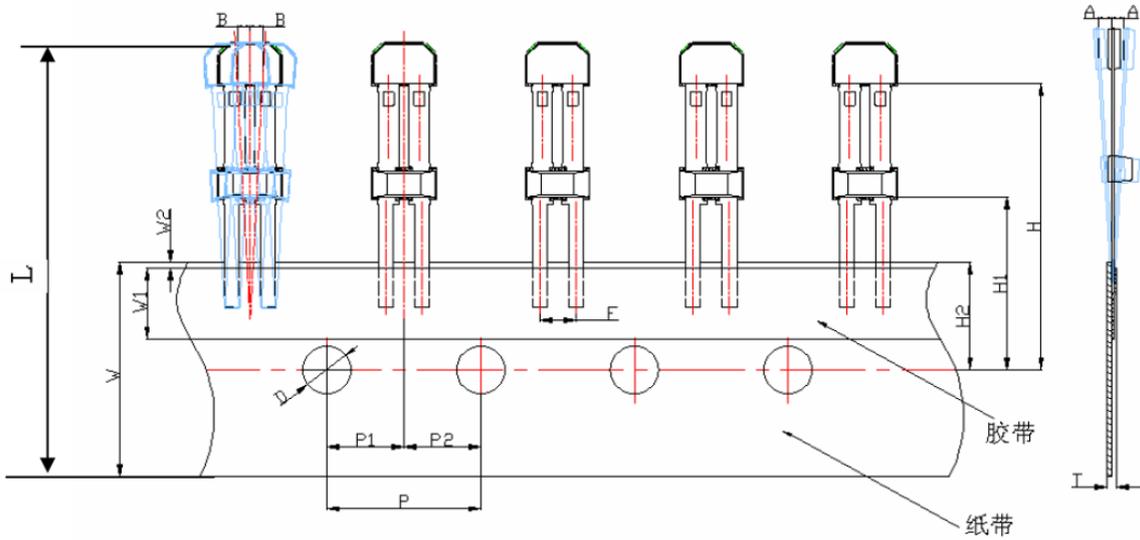


图 12 编带尺寸

符号	规格(毫米)
A	0±0.5
B	0±0.3
D	4±0.3
F	3±0.2
H	24±0.5
H1	14.28±0.5
H2	9±0.5
L	36.4±0.2
P	12.7±0.3
P1	6.35±0.4
P2	6.35±0.4
T	≤1
W	18.0±0.3
W1	6±0.5
W2	0-0.8

## 15. 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	2025-03-31	正式发布