

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

SC9685 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。

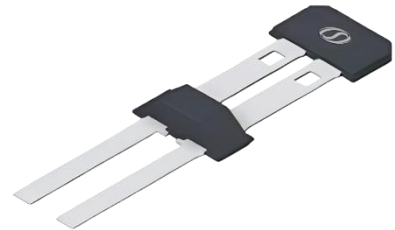


图1 TS-2外观图

目录

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

4. 引脚定义

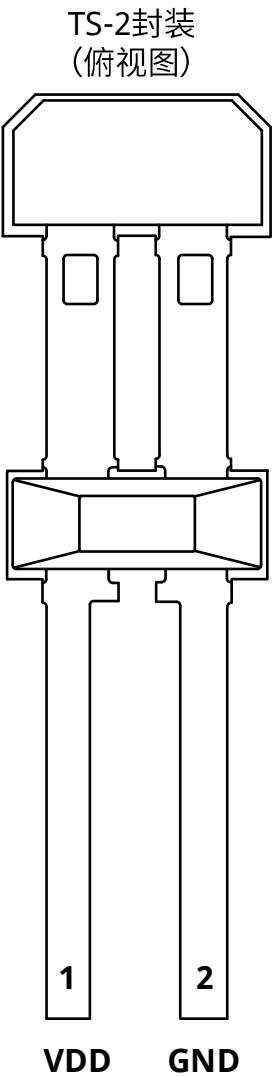


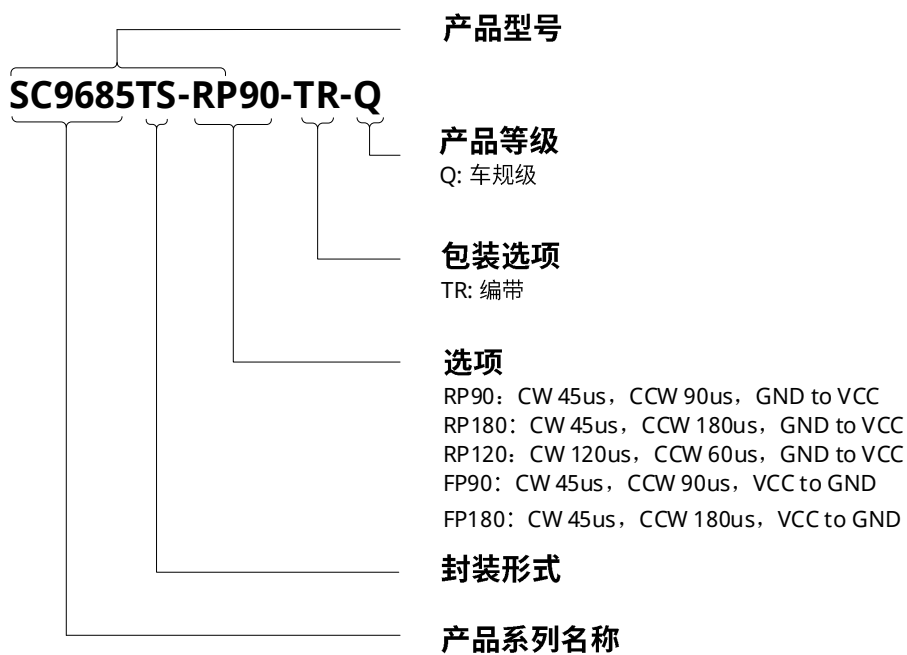
图 2 引脚描述

引脚		类型	描述
名称	序号		
VDD	1	电源	5.3V ~ 20V 供电电源
GND	2	地	地

5. 订购信息

产品名称	丝印	CW 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	120	60	-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

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}	正向耐压	$T_j=170^{\circ}\text{C}$	-	16.5	V
		$T=150^{\circ}\text{C}$	-	20	V
		$t=10 \times 5\text{min}$	-	22	V
		$t=10 \times 5\text{min}$, $R_M \geq 75\Omega$ included in V_{DD}	-	24	V
		$t=400\text{ms}$, $R_M \geq 75\Omega$ included in V_{DD}	-	27	V
V_{DDR}	反向耐压	$t < 1\text{h}$, $R_M \geq 75\Omega$ included in V_{DD}	-18	-	V
I_{rev}	反向灌电流	$t < 4\text{h}$, $R_M \geq 75\Omega$ included in V_{DD} , external current limitation	-	100	mA
		$t < 1\text{h}$, $R_M \geq 75\Omega$ included in V_{DD} , external current limitation	-	200	mA
T_j	最大结温	5000h, $V_{DD} < 16.5\text{V}$, $R_M \geq 75\Omega$ included in V_{DD}	-	150	$^{\circ}\text{C}$
		500h, $V_{DD} < 13\text{V}$, $R_M \geq 75\Omega$ included in V_{DD}	-	160	$^{\circ}\text{C}$
		1h, $V_{DD} < 13\text{V}$, $R_M \geq 75\Omega$ included in V_{DD}	-	170	$^{\circ}\text{C}$
T_{STG}	储存温度		-65	175	$^{\circ}\text{C}$
$R_{\theta JA}$	封装热阻	参照 JESD51-1 标准	-	190	$^{\circ}\text{C}/\text{W}$

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, $R=1.5\text{k}\Omega$, $C=100\text{pF}$	-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	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	$B_{left} \sim B_{right}$ when the gear is stationary	-30	-	30	mT
$\Delta B_{stat,m/o}$	中间与外部霍尔背磁偏差	$B_{center} \sim B_{right}$ when the gear is stationary	-30	-	30	mT
ΔB	差分磁场	$B_{left} \sim B_{right}$ 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
dI_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	μs
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
$n_{\text{DZ-Start}}$	输出第 1 个脉冲所需 磁场信号边沿数		1	-	2	edges
$n_{\text{DR-Start}}$	初始方向有效方向信息 检测, 所需脉冲数	4th pulse has valid direction information $\Delta B_{\text{dir}} \geq 2 * \Delta B_{\text{limit}}$	1	-	2	pulses
$n_{\text{DR-change}}$	方向突变后识别方向 所需脉冲数	2nd pulse has valid direction information $\Delta B_{\text{dir}} \geq 4 * \Delta B_{\text{limit}}$	-	-	2	pulses
$S_{\text{jit-close}}$	小气隙输出抖动	$\Delta B \geq 2\text{mT}$, 1sigma, $T \leq 150^{\circ}\text{C}$, $f=1\text{kHz}$	-0.7	-	0.7	%
		$\Delta B \geq 2\text{mT}$, 1sigma, $T \leq 170^{\circ}\text{C}$, $f=1\text{kHz}$	-2	-	2	%
$S_{\text{jit-far}}$	大气隙输出抖动	$2\text{mT} \geq \Delta B \geq \Delta B_{\text{limit}}$, 1sigma, $T \leq 150^{\circ}\text{C}$, $f=1\text{kHz}$	-2	-	2	%
		$2\text{mT} \geq \Delta B \geq \Delta B_{\text{limit}}$, 1sigma, $T \leq 170^{\circ}\text{C}$, $f=1\text{kHz}$	-4	-	4	%
$S_{\text{jit-AC}}$	电源有纹波情况下 输出抖动	$V_{\text{DD}}=13\text{V} \pm 6\text{Vpp}$, 1sigma, $0 < f_{\text{mod}} < 150\text{kHz}$ $\Delta B=15\text{mT}$	-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	°

SC9685TS-RP90-TR-Q/SC9685TS-FP90-TR-Q

$t_{\text{w(FWD)}}$	正向脉冲宽度		38	45	52	us
$t_{\text{w(REV)}}$	反向脉冲宽度		76	90	104	us
$t_{\text{w(ND)}}$	无方向脉冲周期		153	180	207	us
f_{FWD}	正向频率范围		0	-	12	KHz
f_{REV}	反向频率范围		0	-	7	KHz
f_{ND}	无方向频率范围		0	-	4	KHz

SC9685TS-RP180-TR-Q/SC9685TS-FP180-TR-Q

$t_{\text{w(FWD)}}$	正向脉冲宽度		38	45	52	us
$t_{\text{w(REV)}}$	反向脉冲宽度		153	180	207	us
$t_{\text{w(ND)}}$	无方向脉冲周期		306	360	414	us
f_{FWD}	正向频率范围		0	-	12	KHz
f_{REV}	反向频率范围		0	-	4	KHz
f_{ND}	无方向频率范围		0	-	2.2	KHz

符号	参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
SC9685TS-RP120-TR-Q						
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}	102	120	138	us
$t_{w(REV)}$	反向脉冲宽度	Tcycle frequency < f_{Low}	51	60	69	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}	无方向频率范围		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
ΔB_{limit}	极限阈值		0.53	0.75	0.97	mT
ΔB_{limit_drift}	极限阈值偏移	additional drift over lifetime at 25°C for one and the same sensor	-5	-	3	%
ΔB_{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 _{pk-pk}
		Option 01	1.22	1.50	1.78	mT _{pk-pk}
		Option 10	2.14	2.50	2.86	mT _{pk-pk}
		Option 11	4.44	5.00	5.56	mT _{pk-pk}
HYS_{min}	速度通道最小磁滞阈值	Option 0	0.53	0.75	0.97	mTpkpk
		Option 1	1.22	1.5	1.78	mTpkpk
$HYS_{adaptive}$	速度通道, 自适应磁滞阈值	Option 0	-	12.5	-	%
		Option 1	-	25	-	%

9. 功能框图

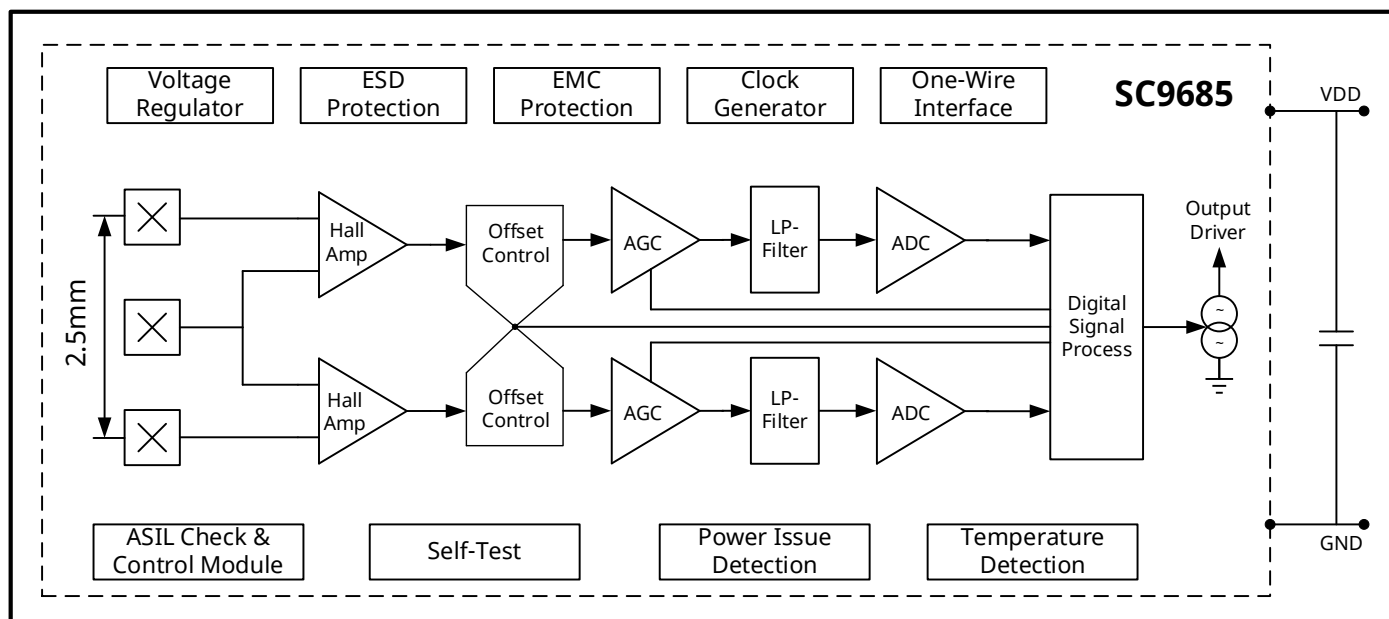


图3 功能框图

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° 。

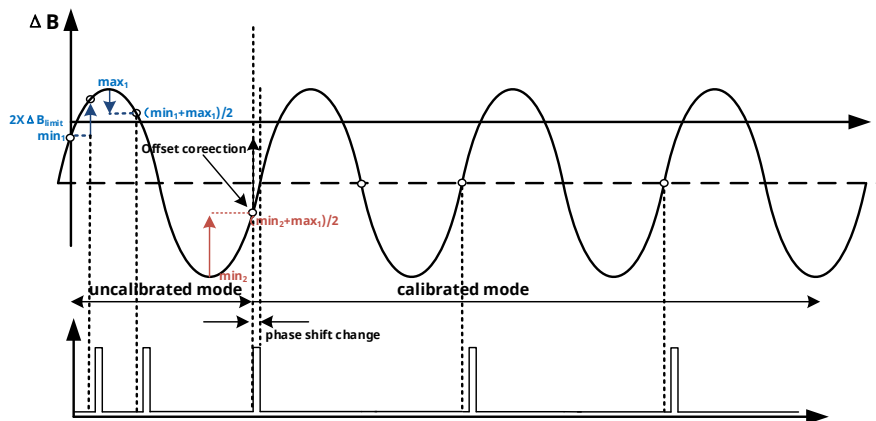


图4 启动时刻非校准模式到校准模式的转换

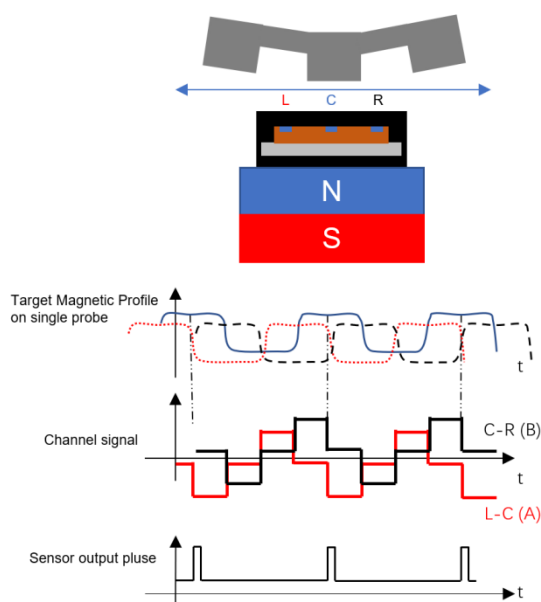


图 5 方向检测

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。

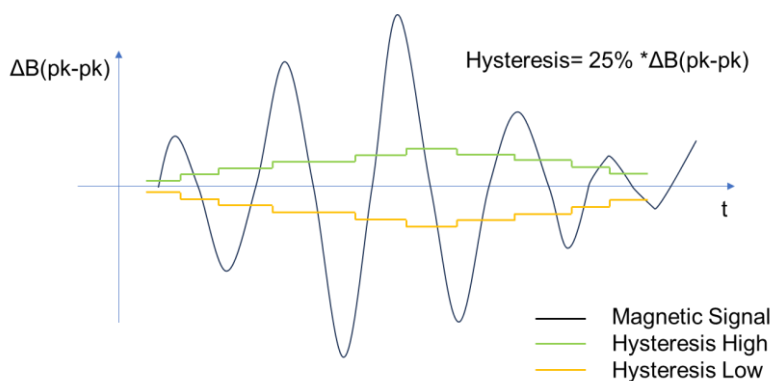


图 6 自适应迟滞

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。

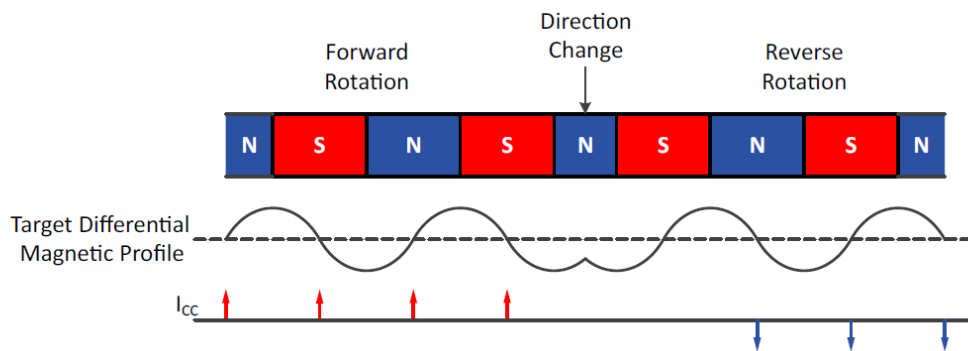


图 7 方向改变

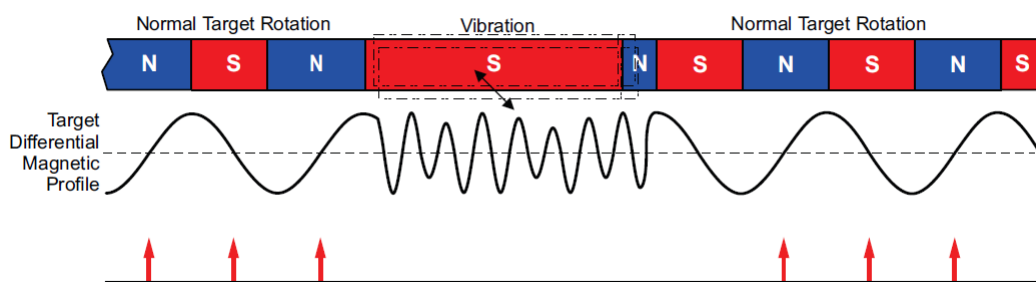


图 8 振动行为

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。

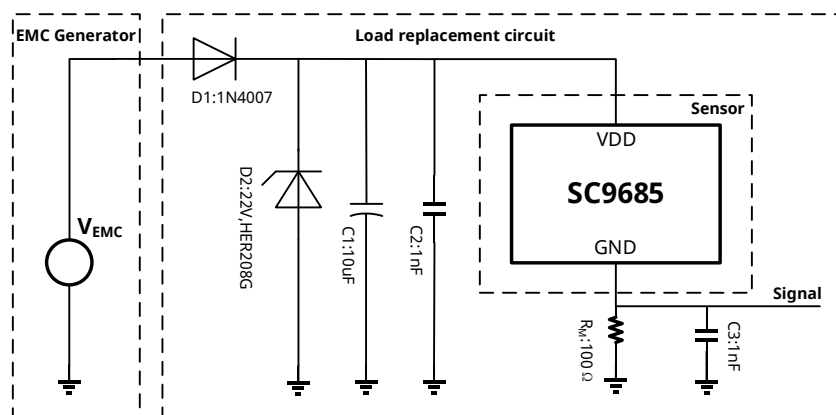


图 9 EMC 测试电路

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

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

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

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

12. 典型应用

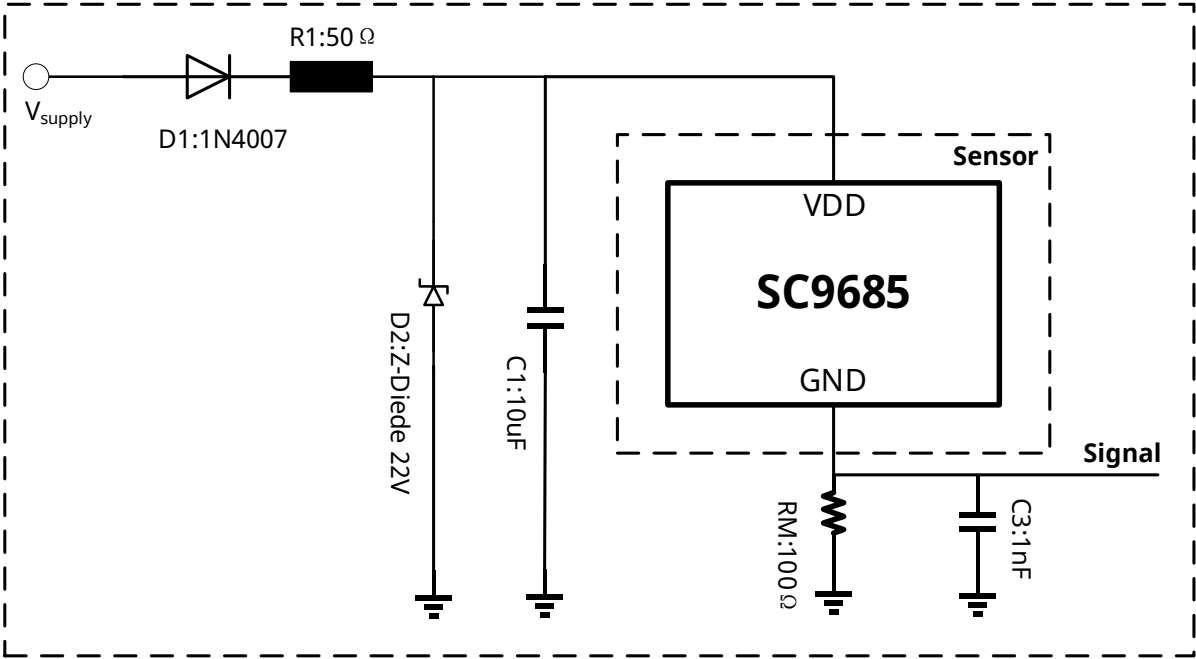
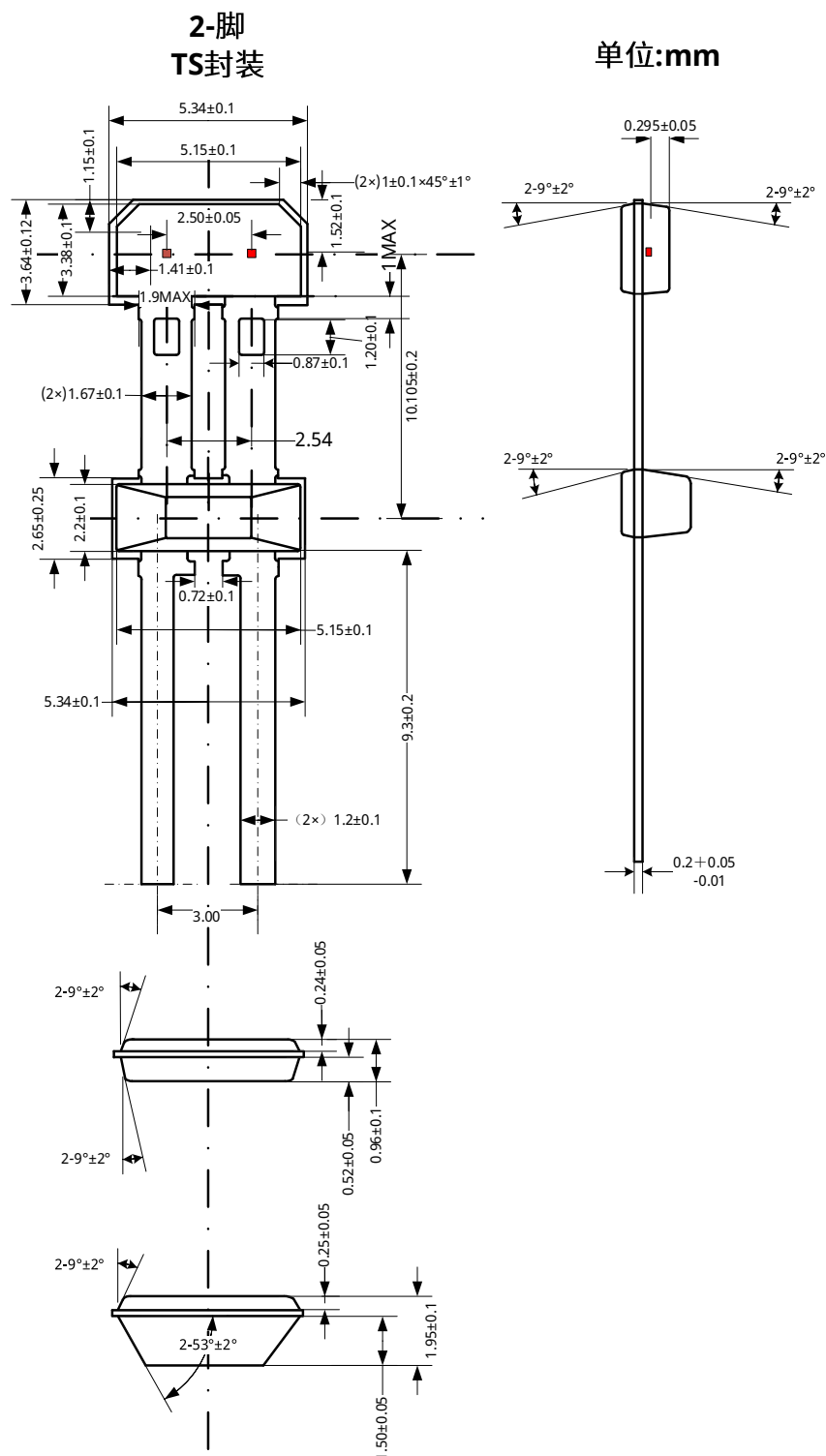


图 10 典型应用电路

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

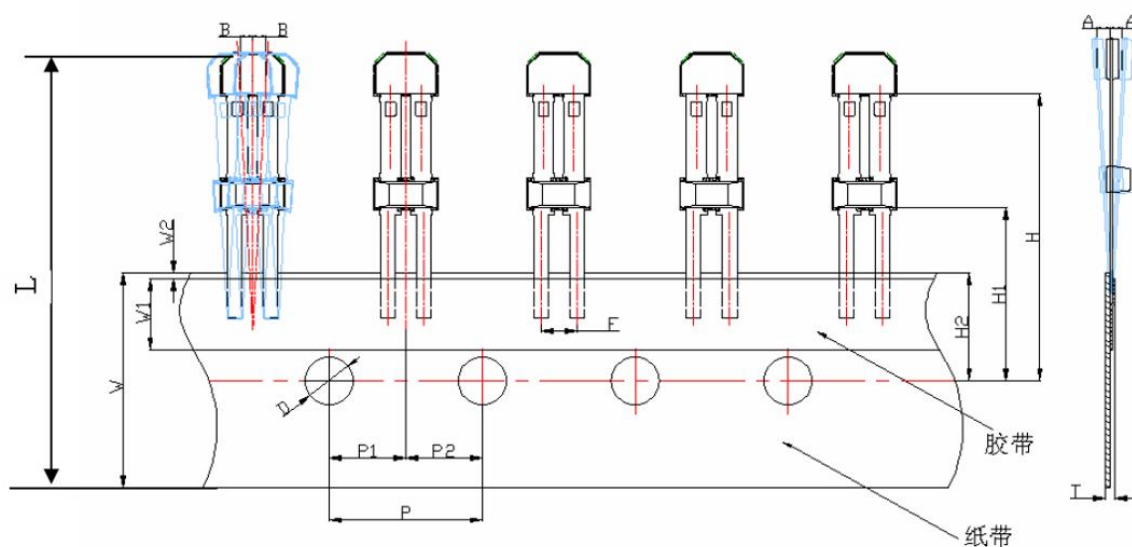


图 12 编带尺寸

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	14.48±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