

# TLE5046SiC 数据手册

英飞凌TLE5046SiC 高端 GMR 轮速传感器 ASIL B (D)

高端 GMR 轮速传感器 ASIL B (D)

## 特性和优点

- 根据 ISO 26262 标准开发，符合 ASILB(D) 的要求
- 高开关精度带来的低抖动 0.02% 使 iTPMS 成为可能
- 宽工作结温范围 -40°C 至 190°C
- 提供速度和方向信息的双线电流接口
- 高灵敏度实现了出色的气隙性能和对 Y 位移效应的抗扰性
- 通过差分感应原理，可抵御高达 2 mT 的外部磁场干扰
- 通过以下功能实现先进的停止-启动功能
  - 创新的看门狗概念，确保最大程度的信号可用性
  - 在启动停止状态下不会丢失方向信息
- 传感器封装小巧，仅为 5 x 3 毫米，无需外接电容器，从而节省了模块尺寸，增强了对机械应力的耐受性，实现了设计自由度
- 先进的电磁兼容 (EMC) 概念最大限度地提高了传感器信号的可用性
- 新设计的微断路功能可防止供电线路受到干扰



## 用于 ISO 26262 的 PRO-SIL™

TLE5046SiC 随附准确的安全分析和完整的文档，使系统集成商能够快速评估与系统/项目的兼容性，并启动集成流程。所提供的《安全手册》解释了如何在安全关键应用中使用传感器，而《安全分析总结报告》则提供了安全分析的主要结果。

<http://www.infineon.com/cms/en/applications/automotive/safety/>

## 描述

TLE5046SiC-AK-LR 是一款带方向指示的轮速传感器，专为复杂的车辆控制系统而设计。TLE5046SiC-AK-LR 具有同类最佳的抖动性能，是轮速应用的最佳选择。转速感应精度高，因此传感器可用作间接胎压监测系统 (iTPMS) 的组件。它以集成巨磁电阻 (iGMR) 为基础。在较宽的温度范围内，对磁场的灵敏度极高。为了满足苛刻的汽车要求，该产品最大限度地提高了静电放电 (ESD) 和电磁兼容性 (EMC) 的稳定性，而无需额外的外部元件。

本数据手册的原文使用英文撰写。为方便起见，英飞凌提供了译文；由于翻译过程中可能使用了自动化工具，英飞凌不保证译文的准确性。为确认准确性，请务必访问 [infineon.com](http://infineon.com) 参考最新的英文版本（控制文档）。

## 产品型号和订购代码

## 产品型号和订购代码

TLE5046SiC 有两种不同型号，均符合 ASIL B (D) 标准，可集成到 ASIL D 系统中。由于设计和技术理念的原因，这两款产品的 FIT 率都很低。此外，TLE5046SiC-AK-ERR 版本还提供精心设计的安全概念。

**表 1** 产品型号

Product Type	Load Resistor <sup>1)</sup>	Marking	Ordering Code	Package	ASIL
TLE5046SiC-AK-LR <sup>1) 2)</sup>	$15 \Omega \leq RM \leq 50 \Omega$	462X0A	SP005947803	PG-SSO-2-1	ASIL B (D)
TLE5046SiC-AK-ERR <sup>1) 3)</sup>	$15 \Omega \leq RM \leq 50 \Omega$	462X0K	SP005965436	PG-SSO-2-1	ASIL B (D)

1) 参见应用电路 [章节 1](#)

2) 基本安全理念，详见《安全手册》

3) 增强型安全概念，详见《安全手册》。这种传感器的 FIT 率较低

根据 "标准 VDA AK4.0 "文件第 5.2.4 章 [\[10\]](#)，0 号位可用作 "气隙-Luftspaltreserve" 指示，也可解释为 "错误位"，由 ECU 解释并以特殊方式处理，以启动系统级的相应措施。当传感器测量的磁输入信号低于基于极限气隙的双磁输入信号值时，气隙警告位被置位。

## 目录

## 目录

<b>特性</b>	<b>和优点</b>	1
<b>用于 ISO 26262 的 PRO-SIL™</b>		1
<b>描述</b>		1
<b>产品型号和订购代码</b>		2
<b>目录</b>		3
<b>1 应用电路</b>		5
<b>2 绝对最大额定值</b>		6
<b>3 工作范围</b>		7
<b>4 功能参数</b>		10
<b>5 功能说明</b>		12
5.1 框图		12
5.2 切换行为		13
5.2.1 操作模式		14
5.2.1.1 未校准模式		14
5.2.1.1.1 校准模式		14
5.2.2 欠压行为		14
5.2.3 看门狗		15
5.2.4 安全机制		15
5.3 典型性能		16
<b>6 VDA AK 4.0</b>		19
6.1 位定义		19
6.2 TLE5046SiC-AK-LR 和 TLE5046SiC-AK-ERR 中的 AK 4.0		20
6.2.1 比特残差抑制-速度脉冲和数据协议输出的恒定移位		20
6.2.2 气隙尺寸		20
6.2.3 故障指示状态		21
<b>7 EMC 和 ESD 特性</b>		22
7.1 瞬态免疫		22
7.1.1 供电线路上的瞬态电导		22
7.1.2 电容耦合钳 (CCC) 的瞬态电传输		23
7.1.3 ESD HBM & CDM		24
<b>8 产品质量等级</b>		24
<b>9 封装外形</b>		25
9.1 弯曲和装配		25
9.2 封装表面与硅		25
9.3 封装		26

## 目录

---

10	修订记录 .....	28
11	术语 .....	29
12	参考文档 .....	30
	免责声明 .....	31

## 1 应用电路

### 1 应用电路

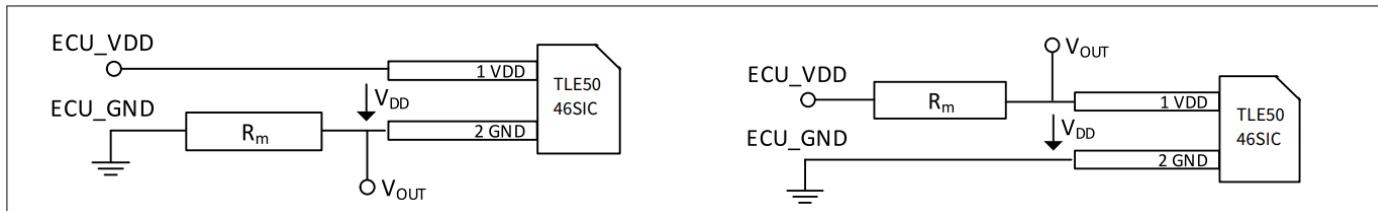


图1 PG-SSO-2-1 引脚配置

表2 引脚描述

Pin No.	Symbol	Function
1	$V_{DD}$	Supply voltage
2	GND	Ground

## 2 绝对最大额定值

## 2 绝对最大额定值

表 3 最大额定值<sup>1)</sup>

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or Test Condition
		Min.	Typ.	Max.		
Supply voltage	$V_{DD}$	-	-	24	V	max. 30 min @ $T_J = 25 \pm 5^\circ\text{C}$
		-0.6	-	-	V	$T_J < 80^\circ\text{C}$ , $I_{DD}$ reverse current limit applies
Reverse current	$I_{DD}$	-200	-	-	mA	$t = \text{max. } 4 \text{ h}$
Junction temperature <sup>2)</sup>	$T_J$	-40	-	190	°C	max. 4 h, $V_{DD} < 16.5 \text{ V}$
Magnetic flux density	$B_{\text{max\_x}}$	-	-	250	mT	max. 1 min @ $T_A \leq 85^\circ\text{C}$
	$B_{\text{max\_y}}$					
	$B_{\text{max\_z}}$	-	-	500	mT	max. 1 min @ $T_A \leq 85^\circ\text{C}$

- 1) 超过此处所列最大值的应力可能会对设备造成永久性损坏。长时间在绝对最大额定值条件下工作可能会影响器件的可靠性。最大额定值是绝对额定值；超过其中一个值可能会对集成电路造成不可逆转的损坏。
- 2) 生命周期声明是基于英飞凌（Infineon）认证测试结果的外推得出的预期。元件的实际生命周期取决于其应用形式、使用类型等因素，且可能与该声明存在偏差。生命周期声明在任何情况下均不得延长约定的保修期。

表 4 终生条件<sup>1)</sup>

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or Test Condition
		Min.	Typ.	Max.		
Passive overall lifetime	$L_{T_{\text{passive}}}$	15	-	-	years	$T_J \leq 50^\circ\text{C}$ , $V_{DD} = 0 \text{ V}$ non active operating condition
Active lifetime	$t_L$	42500	-	-	hours	incl. 30000 h battery charging time
Power-on cycles	$n_{PO}$	$10^6$	-	-	-	$V_{DD} = 12 \text{ V} \rightarrow 0 \text{ V} \rightarrow 12 \text{ V}$ ; $T_A = 25^\circ\text{C}$

- 1) 生命周期声明是基于英飞凌（Infineon）认证测试结果的外推得出的预期。元件的实际生命周期取决于其应用形式、使用类型等因素，且可能与该声明存在偏差。生命周期声明在任何情况下均不得延长约定的保修期。

### 3 工作范围

## 3 工作范围

不得超过下列运行条件，以确保正确运行。

**表5 操作范围**

<b>Parameter</b>	<b>Symbol</b>	<b>Values</b>			<b>Unit</b>	<b>Note or Test Condition</b>
		<b>Min.</b>	<b>Typ.</b>	<b>Max.</b>		
Supply voltage	$V_{DD}$	5.2	-	20	V	TLE5046SiC-R050
Load resistor	$R_m$	15		50	$\Omega$	<a href="#">Chapter 5.2.2</a>
Junction temperature Mission profile <sup>1)</sup>	$T_J$	-40		125	$^{\circ}\text{C}$	either 10000 h
		-40		150	$^{\circ}\text{C}$	or, 5000 h
		-40		160	$^{\circ}\text{C}$	or, 2500 h
		-40		170	$^{\circ}\text{C}$	or, 500 h
		-40		110	$^{\circ}\text{C}$	or, 12500 h
		-40		190	$^{\circ}\text{C}$	additional 4 h, $V_{DD} < 16.5 \text{ V}$
		-10		60	$^{\circ}\text{C}$	additional 30000 h (battery charging time)
Supply voltage modulation <sup>2)</sup>	$V_{AC}$			6	Vpp	$V_{DD} = 13.5 \text{ V}$ , $10 < f_{mod} < 150 \text{ kHz}$ , sinusoidal shape of supply voltage modulation
Magnetic signal frequency <sup>2)</sup>	$f_{mag}$	0	-	3000	Hz	
Minimum differential magnetic input signal amplitude, magnetic encoder application <sup>3)</sup>	$dB_{limit\_x}$ $T_a = 25^{\circ}\text{C}$	70	90	110	$\mu\text{T}$	99% criterion, <a href="#">Figure 15</a>
Minimum differential magnetic input signal amplitude, magnetic encoder application <sup>2) 3)</sup>	$dB_{limit\_x}$ $T_a = -40^{\circ}\text{C}$	80	100	120	$\mu\text{T}$	99% criterion
Minimum differential magnetic input signal amplitude, magnetic encoder application <sup>2) 3)</sup>	$dB_{limit\_x}$ $T_a = 175^{\circ}\text{C}$	30	50	70	$\mu\text{T}$	99% criterion
Magnetic induction amplitude at each GMR sensing element <sup>2)</sup>	$B_x$	-25	-	25	mT	$T_J = 25^{\circ}\text{C}$
Dynamic and static homogeneous external disturbance fields <sup>2)</sup>	$B_{ext\_XYZ}$	-2		2	mT	In calibrated mode. Same field at both probes, no unwanted pulses

(表格续下页.....)

### 3 工作范围

**表 5 (续) 工作范围**

<b>Parameter</b>	<b>Symbol</b>	<b>Values</b>			<b>Unit</b>	<b>Note or Test Condition</b>
		<b>Min.</b>	<b>Typ.</b>	<b>Max.</b>		
Differential input signal amplitude after nonrecurring air gap change	$k_{\text{jump}}$	60	-	200	%	Within $\geq 3$ signal periods. No pulse failure, period jitter and duty cycle exceeding specification; see <a href="#">Figure 3</a>
Differential input signal amplitude change because of a recurring air-gap variation	$k_{\text{runout}}$	90	-	110	%	Once per revolution with 48 periods; see <a href="#">Figure 2</a>
Typical thermal resistance of sensor module <sup>4)</sup>	$R_{\text{thJA}}$		120		K/W	Including customer overmolding

- 1) 生命周期声明是基于英飞凌 (Infineon) 认证测试结果的外推得出的预期。元件的实际生命周期取决于其应用形式、使用类型等因素，且可能与该声明存在偏差。生命周期声明在任何情况下均不得延长约定的保修期。
- 2) 不适用于生产测试 - 由设计/特性验证
- 3) 99% 标准的定义是：1% 的磁边缘在电界面上不表现为信号边缘。测试条件： $f_{\text{mag}} \leq 10 \text{ Hz}$  时，100 个脉冲中有 1 个缺失； $f_{\text{mag}} > 10 \text{ Hz}$  时，1000 个脉冲中有 10 个缺失。采用温度系数补偿磁性材料的温度依赖性（每开尔文-0,2%），并保持气隙温度恒定。
- 4) 计算环境温度  $T_A \rightarrow$  结温  $T_J$ ： $T_J = T_A + \Delta T_{JA} \Delta T_{JA\_typ}$  (典型值) =  $13.5 \text{ V} * 10.5 \text{ mA} * 120 \text{ K/W}$  (典型传感器模块 RTH) =  $17 \text{ K}$

### 3 工作范围

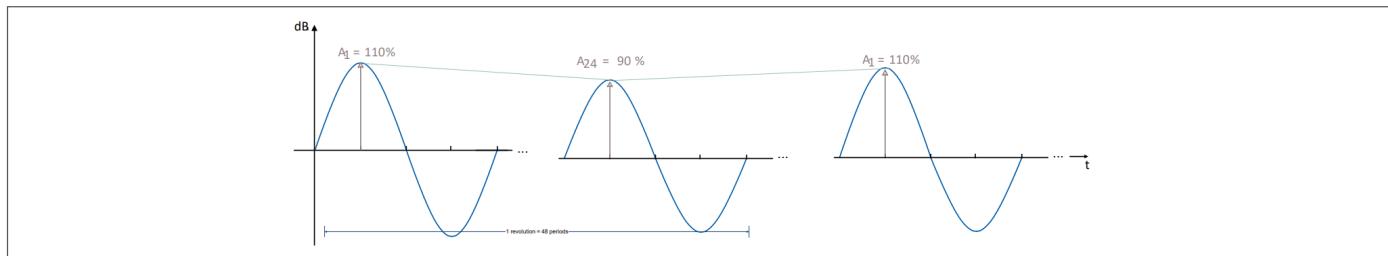


图 2 反复出现的气隙变化

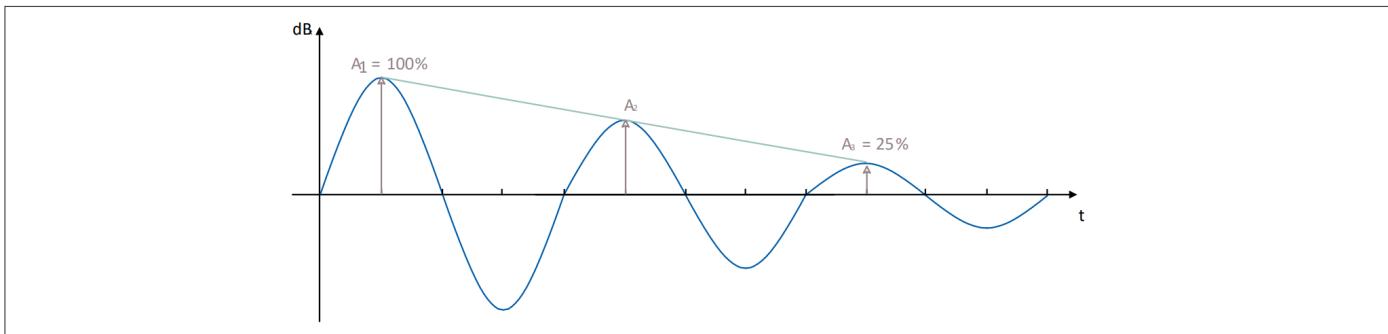


图 3 路径颠簸等导致的非经常性气隙变化

## 4 功能参数

### 4 功能参数

假定磁输入为正弦波，具有恒定的振幅和偏移。下面显示的典型值在  $V_{DD} = 12 \text{ V}$  和  $T_A = 25^\circ\text{C}$  时有效。

表 6 功能参数

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or Test Condition
		Min.	Typ.	Max.		
Periodic jitter <sup>1)</sup>	$S_{\text{jit}}$	-	-	$\pm 0.07$	%	$\pm 1 \sigma$ value; differential magnetic input signal and calibrated mode, frequency $1 \text{ Hz} < f_{\text{mag}} < 3 \text{ kHz}$ , amplitude $376 \mu\text{T} \leq \Delta B_x \leq 500 \mu\text{T}$ ; <a href="#">Figure 11</a> , <a href="#">Figure 12</a> , <a href="#">Figure 13</a>
Periodic jitter <sup>1)</sup>	$S_{\text{jit}}$	-	-	$\pm 0.05$	%	$\pm 1 \sigma$ value; differential magnetic input signal and calibrated mode, frequency $1 \text{ Hz} < f_{\text{mag}} < 3 \text{ kHz}$ , amplitude $501 \mu\text{T} \leq \Delta B_x \leq 6.3 \text{ mT}$ ; <a href="#">Figure 11</a> , <a href="#">Figure 12</a> , <a href="#">Figure 13</a>
Periodic jitter <sup>1)</sup>	$S_{\text{jit}}$	-	$\pm 0.02$		%	$\pm 1 \sigma$ value; differential magnetic input signal and calibrated mode, frequency $1 \text{ Hz} < f_{\text{mag}} < 3 \text{ kHz}$ , Amplitude $6.3 \text{ mT} \leq \Delta B_x \leq 25 \text{ mT}$ ; <a href="#">Figure 11</a> , <a href="#">Figure 12</a> , <a href="#">Figure 13</a>
Duty cycle <sup>1)</sup>	DC	40	-	60	%	In calibrated mode; sinusoidal input signal and calibrated mode; $f_{\text{mag}} > 1 \text{ Hz}$ ; s; DC = $100\% * t_1/T$ , $B_{\text{ext\_XYZ}} = 0 \text{ mT}$ , differential magnetic input signal amplitude $2x dB_{\text{limit\_x}} \leq \Delta B_x \leq 50 \text{ mT}$ ; <a href="#">Figure 14</a>
Power-on time <sup>1)</sup>	$t_{\text{on}}$	-	-	200	$\mu\text{s}$	
Magnetic edges required for first offset correction <sup>1)</sup>	$n_{\text{start}}$	-	-	4	-	$f_{\text{mag}} \geq 1 \text{ Hz}$
Magnetic edges required for first output pulse <sup>1)</sup>	$n_{\text{first\_pulse}}$	1	-	2	-	After $t_{\text{on}}$
Supply current during static output low AK 4.0 Protocol	$I_{\text{low}}$	5.95	7	8.05	mA	
Supply current during static output mid state AK 4.0 Protocol	$I_{\text{mid}}$	11.9	14	16.1	mA	
Supply current during static output high AK 4.0 Protocol	$I_{\text{high}}$	23.8	28	32.2	mA	

(表格续下页.....)

## 4 功能参数

表 6 (续) 功能参数

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or Test Condition
		Min.	Typ.	Max.		
$I_{\text{Error}}$ failure indicating current	$I_{\text{Error}}$	1	3.5	3.8	mA	Low current indicates detected error
Output current slew rate	$S_{Rr}, S_{Rf}$	11	-	28	mA/ $\mu$ s	See Figure 5; $SR_r = (I_{90\%} - I_{10\%})/t_r; SR_f = (I_{90\%} - I_{10\%})/t_f;$
Supply current ratio	$I_{\text{mid}}/I_{\text{low}}$	1.9		2.2	-	Same temperature and same $R_m$ for both current levels
Supply current ratio	$I_{\text{high}}/I_{\text{low}}$	3.8		4.5	-	Same temperature and same $R_m$ for both current levels
Supply current ratio <sup>1)</sup>	$I_{\text{high}}/I_{\text{mid}}$	1,9		2.2	-	Same temperature and same $R_m$ for both current levels
Switch-off voltage	$V_{\text{reset}}$			3.5	V	Direct on sensor pins Chapter 5.2.2
Supply voltage hysteresis TLE5046SiC-AK	$V_{\text{Hys}}$	1.5		1.7	V	Chapter 5.2.2

1) 不适用于生产测试 - 由设计/特性验证

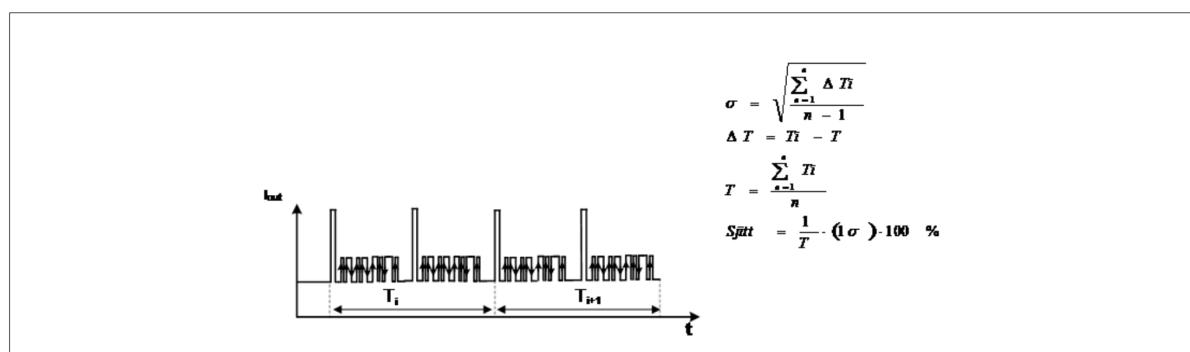


图 4 AK 4.0 协议线圈测量的周期抖动定义

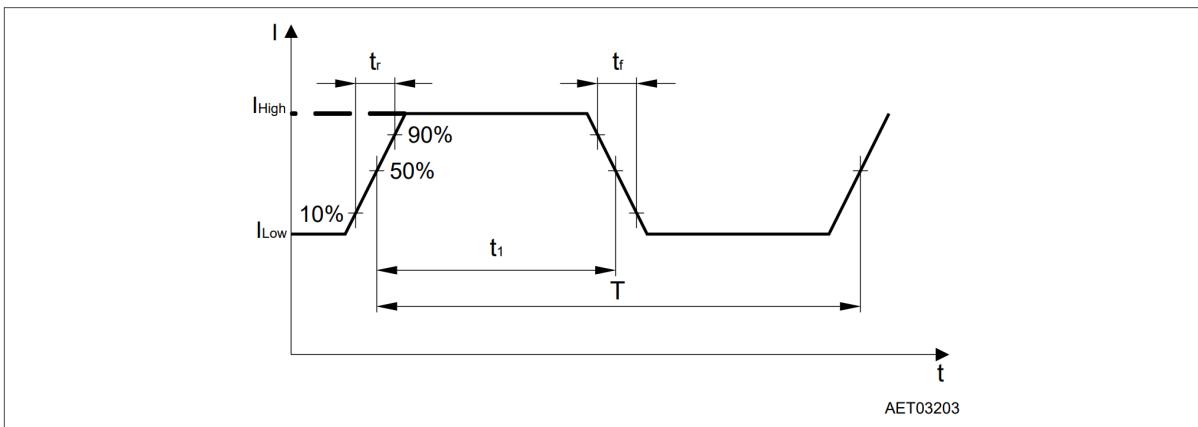


图 5 占空比的定义 =  $t_1/T \times 100\%$  ; 上升和下降时间

## 5 功能说明

### 5 功能说明

传感器元件带有一个磁性接口，用于检测磁化编码器的增量及其方向：感应原理基于巨磁电阻（GMR）原理，对 X 方向上的磁性锉刀敏感。其设计旨在实现最高灵敏度和抑制同质场。

图 6 显示了 TLE5046SiC-AK 面向磁性编码器轮的典型位置。

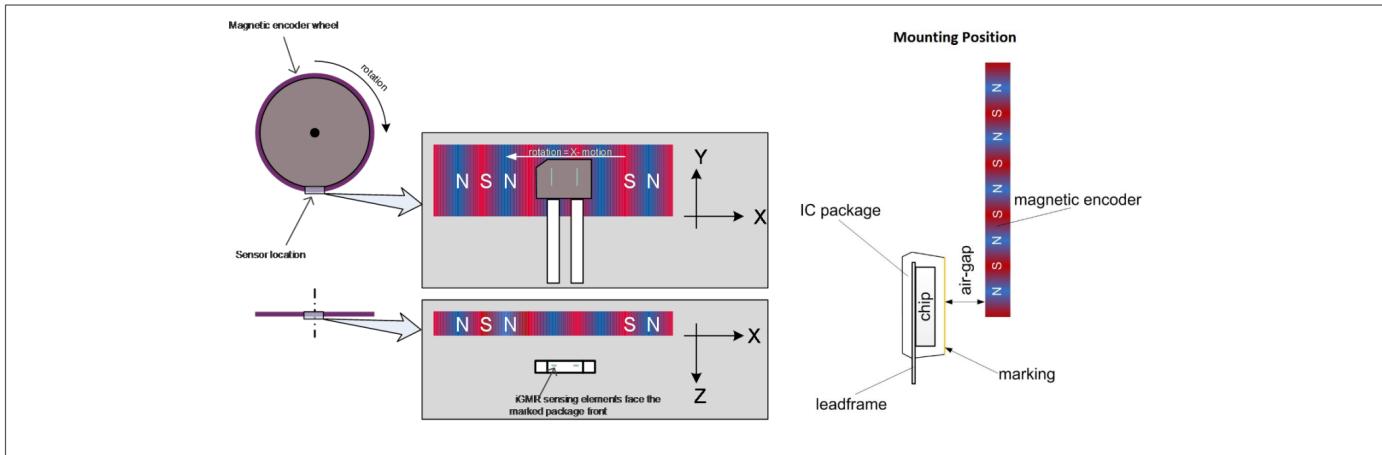


图 6 磁编码器安装位置中的 TLE5046SiC

注：Y=0 mm 指磁化条纹的  $B_y=0 \text{ mT}$  线。

#### 5.1 框图

传感元件集成在芯片上的惠斯通电桥中。电桥感应差分速度信号，抑制外部均质场。每个半桥由两个相距 1.63 毫米的 GMR 元件组成。方向元件位于两个速度元件的中间。信号路径包括一个差分放大器、一个噪声限制低通滤波器和一个比较器。偏移抵消回路用于补偿磁偏移和电偏移。调节环路由跟踪 A/D 转换器、评估偏移的数字核心和输入校正电压的偏移 DAC 组成。

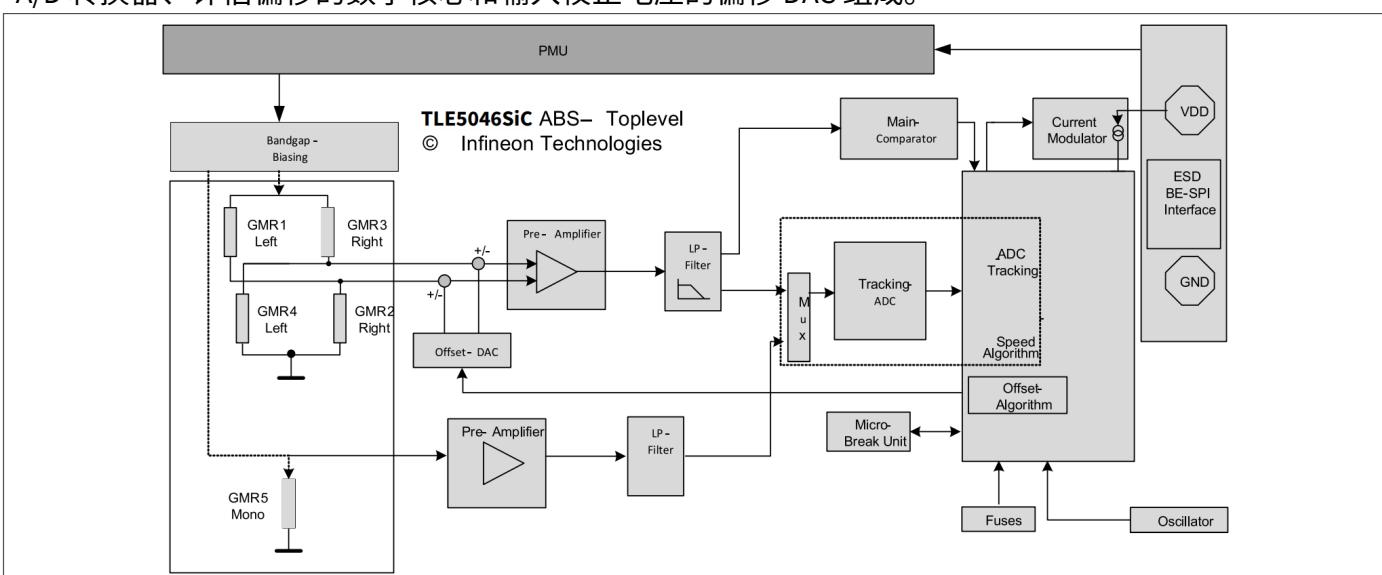


图 7 框图

## 5 功能说明

### 5.2 切换行为

当输入磁场超过最小磁阈值 "2 x dBlimit" 时，就会产生第一个输出脉冲。这将导致未校准模式下占空比的相移（见 图 11），但可确保第一个脉冲发生在第一个磁极对上，因此可立即获得速度信息。

在检测到最小值和最大值并补偿偏移量后，差分磁信号的零交叉点会发生输出切换。

在未校准模式下，第一个输出脉冲的方向信息是未知的，通过协议中的 GDR 位显示，可确保在启动后，当方向仍然无效时，发出有效的速度信号。

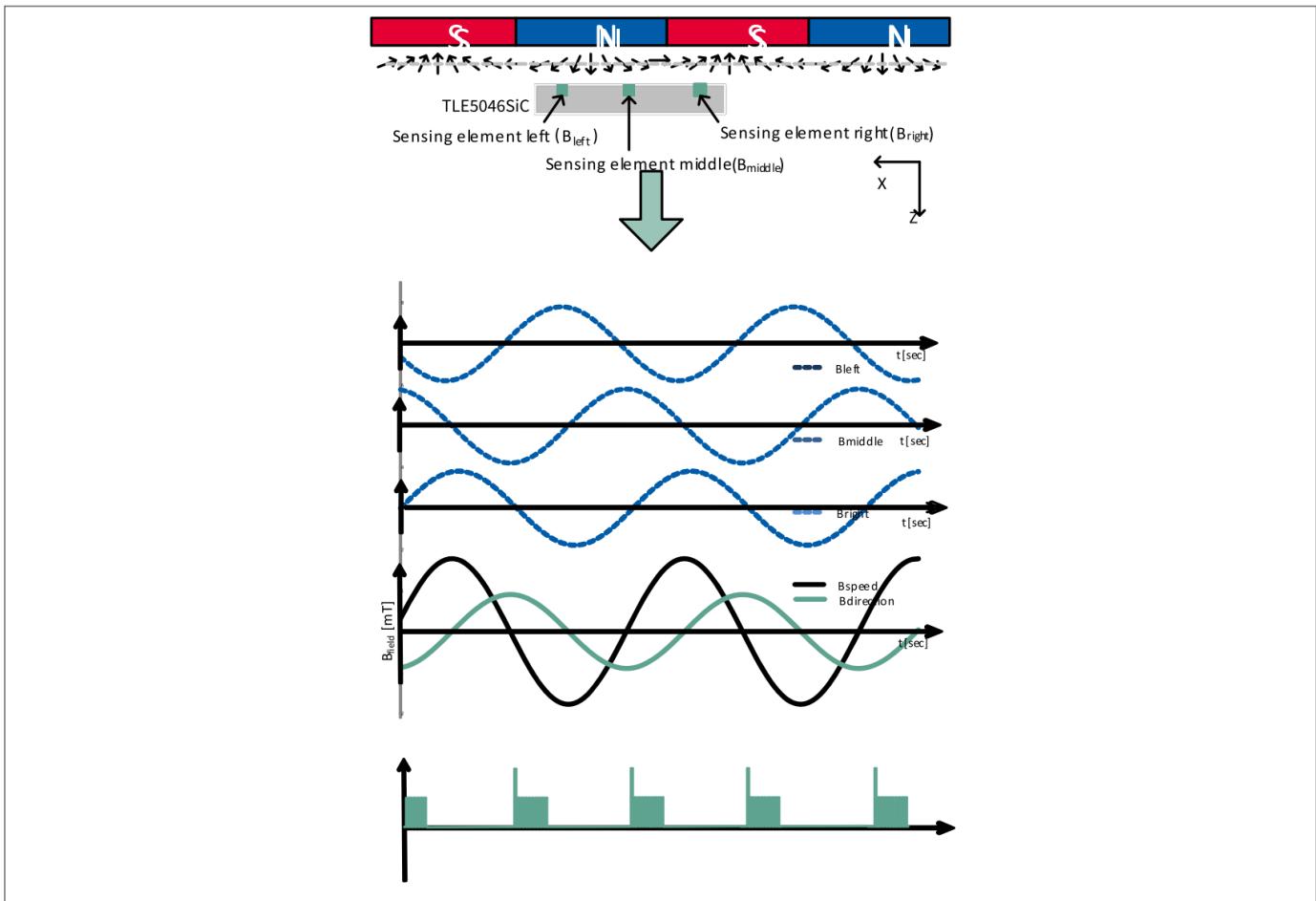


图 8 磁性输入信号和相应的输出开关

## 5 功能说明

### 5.2.1 操作模式

设备可以处于两种运行模式之一，即未校准模式或校准模式。

#### 5.2.1.1 未校准模式

设备通电后，在通电时间  $t_{on}$  开始跟踪输入信号。此时，设备处于未校准模式，并进行初始快速偏移补偿。为了触发第一个边沿，磁输入信号必须超过  $2 * dB_{limit\_x}$ 。

当实现适当的偏移补偿后，设备将切换到校准模式。校准完成后，设备将以最佳性能运行。

#### 5.2.1.1.1 校准模式

在校准模式下，输出将在输入信号过零时切换。低于定义阈值  $dB_{limit\_x}$  的信号不会触发电流接口，以避免噪声引起不必要的输出切换。校准模式提供较慢的偏移补偿，以实现最佳的抖动性能。

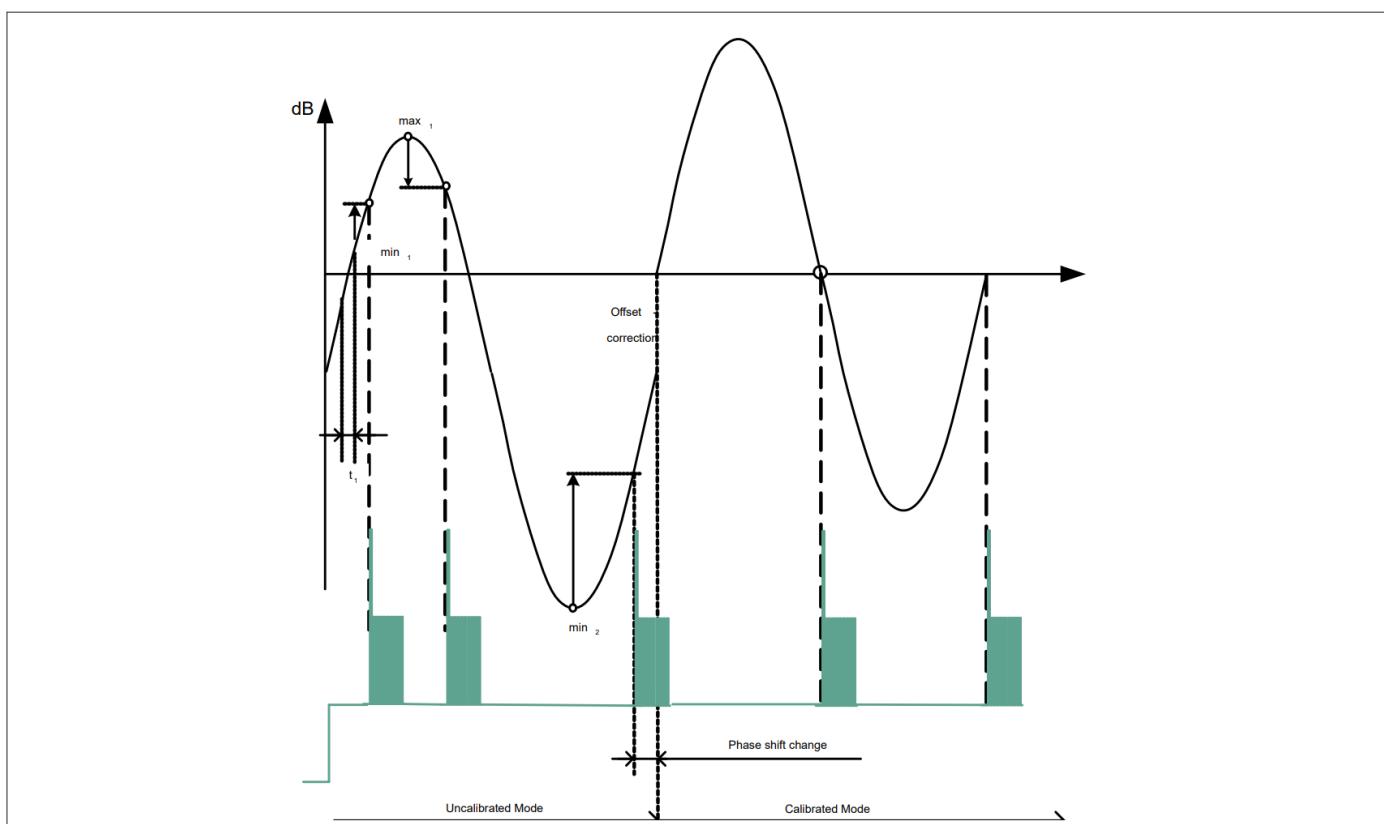


图 9 首次正偏移修正

### 5.2.2 欠压行为

迟滞  $V_{hys}$  的实现取决于所使用的电阻器，以避免在电源电压  $V_{DD}$  调制时，由于  $R_M$  从低电流水平切换到高电流水平时，会产生额外压降。

如果电源电压  $V_{DD}$  下降到关断电平  $V_{reset}$  以下，则无论磁编码器输入信号如何，传感器都会将电流消耗降至  $I_{Error}$ 。当  $V_{DD}$  再次超过电压释放电平  $V_{release}$  时，传感器重新启动并恢复正常工作。芯片所需的最小电源电压  $V_{DD}$

## 5 功能说明

开机时间由电压释放电平 $V_{rel}$ 确定。在 $t_{power-on}$ 期间，电流 $I$ 不会超过 $I_{low}$ 值。

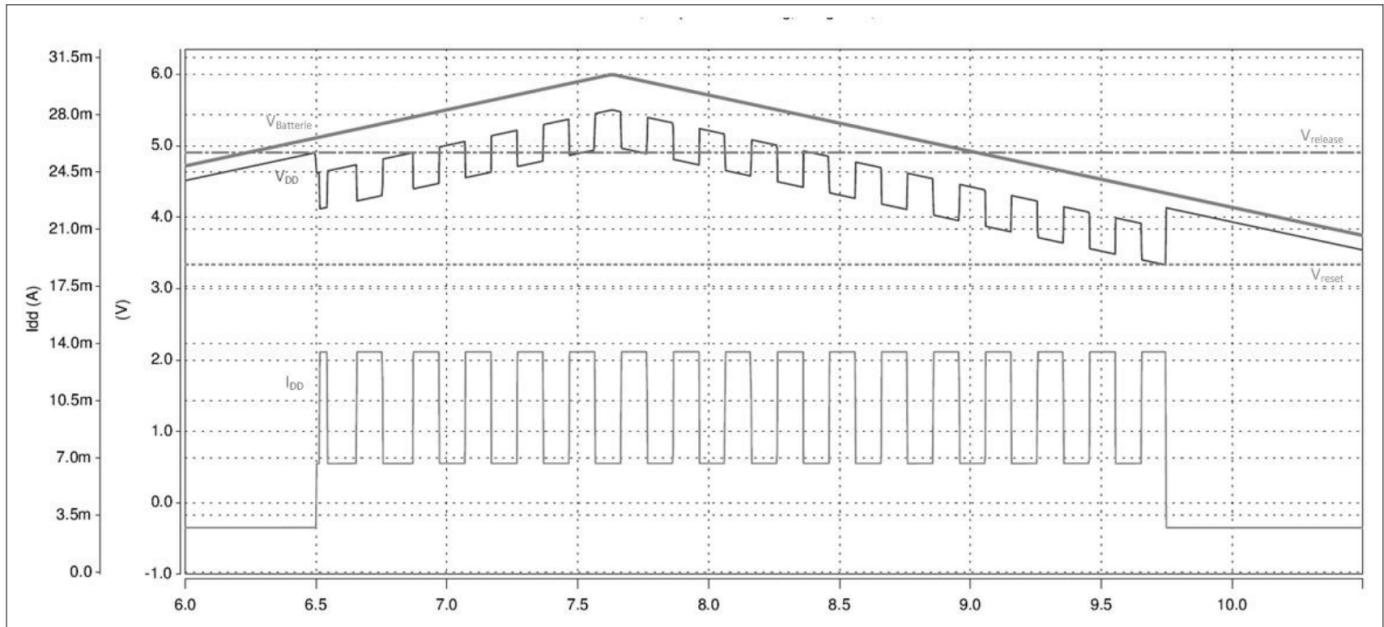


图 10 欠压行为

### 5.2.3 看门狗

设计了一种创新的温度监视器，以最大限度地提高传感器的可用性，并避免在没有运动的情况下温度漂移造成的极端条件下出现错误的传感器输出。

### 5.2.4 安全机制

TLE5046SiC 具有支持汽车安全完整性等级 ASIL B 的安全功能，可用于 ASIL D 系统。

我们开发了一种嵌入式安全概念，通过引入特定的安全机制，将硬性和软性随机误差的影响降至最低。在发生内部错误时，通过将输出电流电平设置为恒定故障指示电平 $I_{Error}$ 或通过协议传送错误标志，向 ECU 发出通知。

已实施的安全机制包括

- 欠电压检测
  - 这种安全机制可检测到电压下降到无法确保电路正常工作的值。传感器会一直处于这种状态，直到错误状况得到解决， $V_{DD}$ 恢复到正常工作范围为止。
- 检测有效引信数量与内部存储引信数量之间的差异
  - 该安全机制将活动保险丝位与内部存储量进行比较。传感器将一直处于故障指示状态 $I_{Error}$ ，直到设备电源关闭并重新打开，错误条件不再存在为止。
- 检测时钟故障
  - 如果时钟卡住或低于标称值的 25%，该安全机制将强制进入故障指示状态

## 5 功能说明

- 检测速度和方向路径之间的不同数字
  - 该安全机制验证是否在方向路径上产生了两个以上连续的电气事件而没有检测到任何事件，反之亦然
- 临界气隙检测、ADC削波和温度监测
  - 这种安全机制可验证 ASIC 本身的关键状态

完整的概述，包括每种安全机制功能的详细说明和详细的故障反应，请参阅安全手册。

英飞凌的所有经验都用于识别和预防应用中常见的故障原因，包括电磁兼容干扰和机械公差。先进的电磁兼容（EMC）概念，包括无需外部元件的微断功能，最大限度地提高了电气接口上传感器信号的可用性。速度算法设计用于快速启动和优化占空比。传感器的抖动极低，因此速度信号的时间精度很高。

TLE5046SiC 随附准确的安全分析和完整的文档，使系统集成商能够快速评估与系统/项目的兼容性，并启动集成流程。关于如何在符合 ISO26262 标准的系统中使用传感器的详细说明，请参见《安全手册》和《安全分析总结报告》。

## 5.3 典型性能

根据表征结果，对以下典型数据进行了评估。传感器的抖动极低，因此速度信号的时间精度很高。一般来说，在小电场和大电场的整个频率和温度范围内，都能看到非常低的抖动底限。

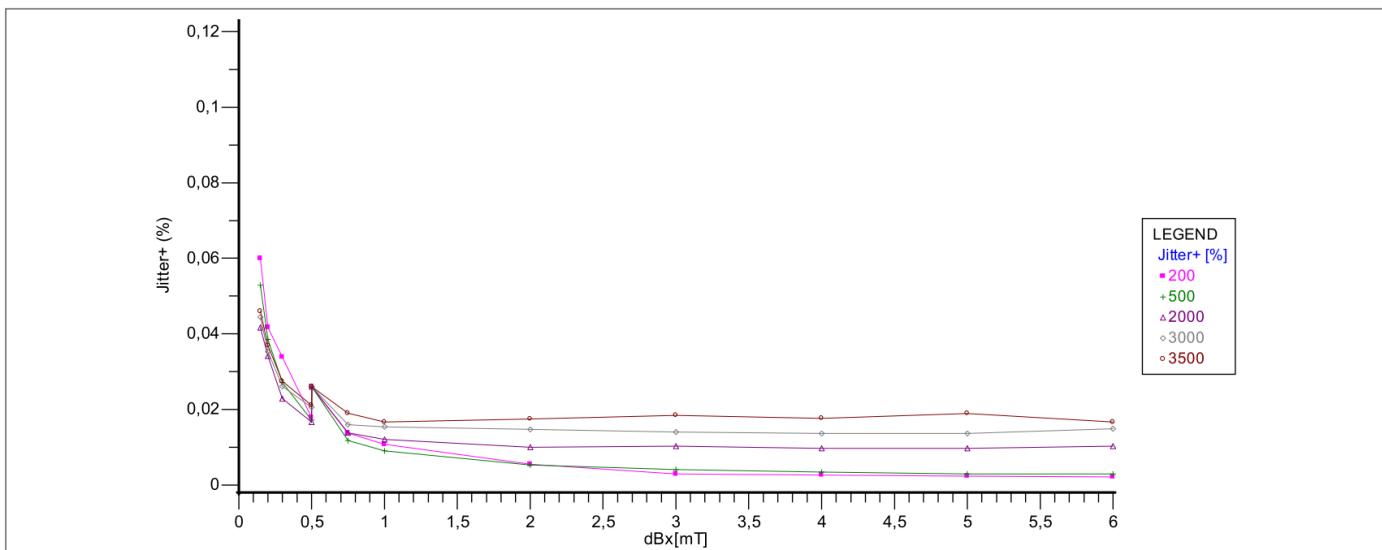


图 11 不同 频率下的抖动性能  $T_a = -40^{\circ}\text{C}$

## 5 功能说明

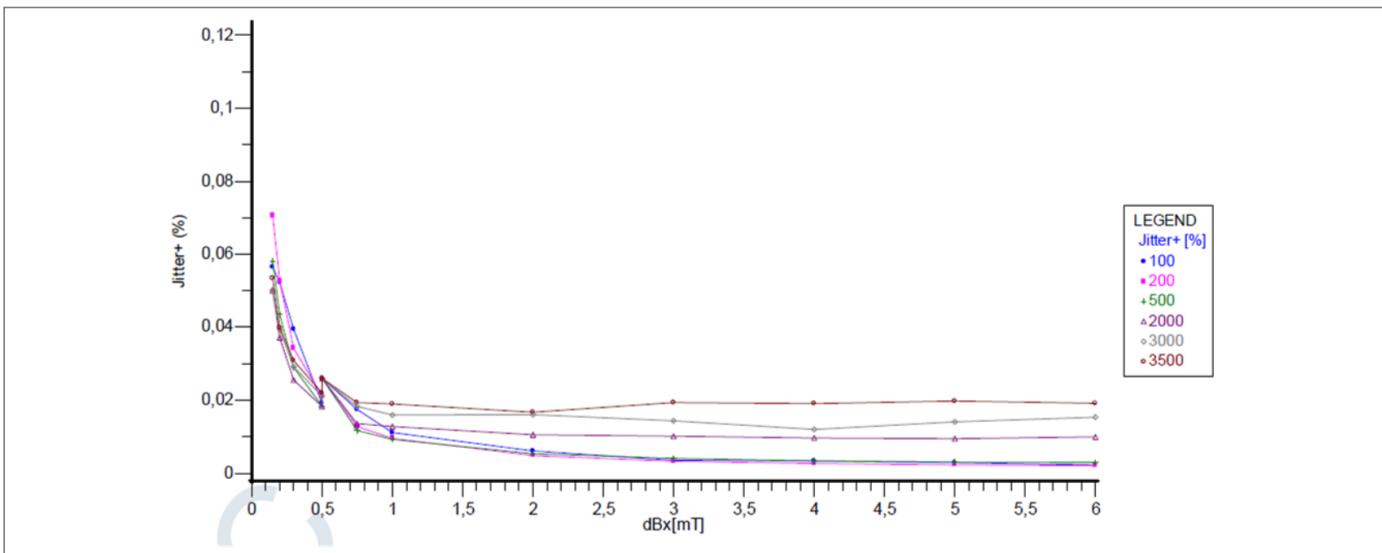


图 12 不同 频率下的抖动性能  $T_a = 25^\circ\text{C}$

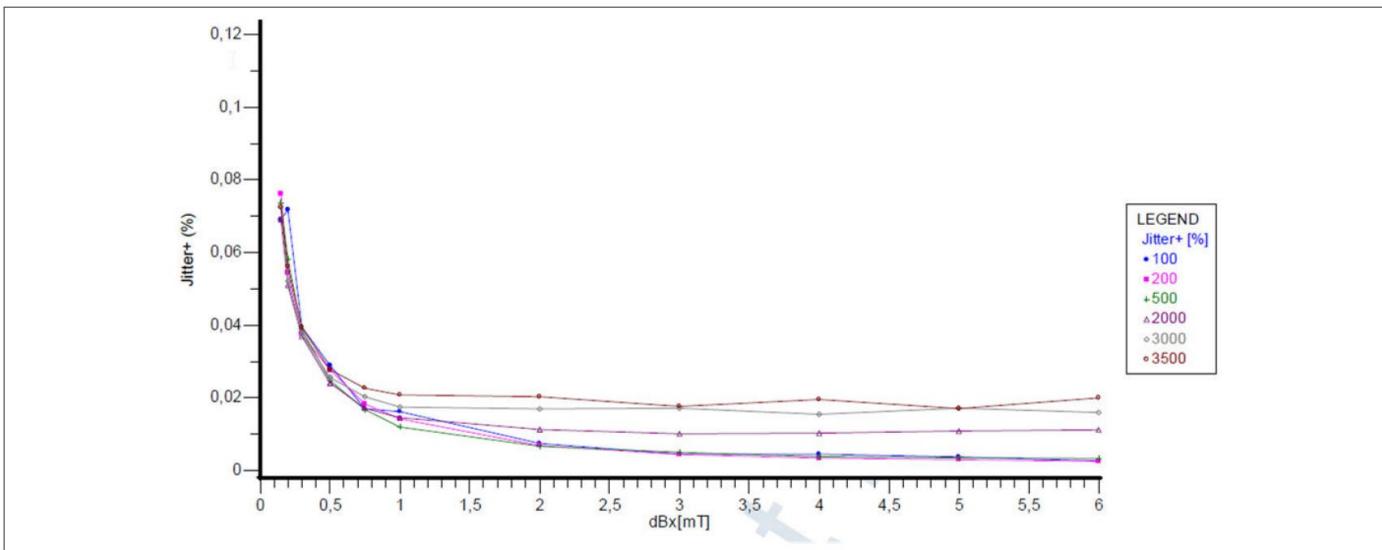


图 13 随频率变化的抖动性能  $T_a = 175^\circ\text{C}$

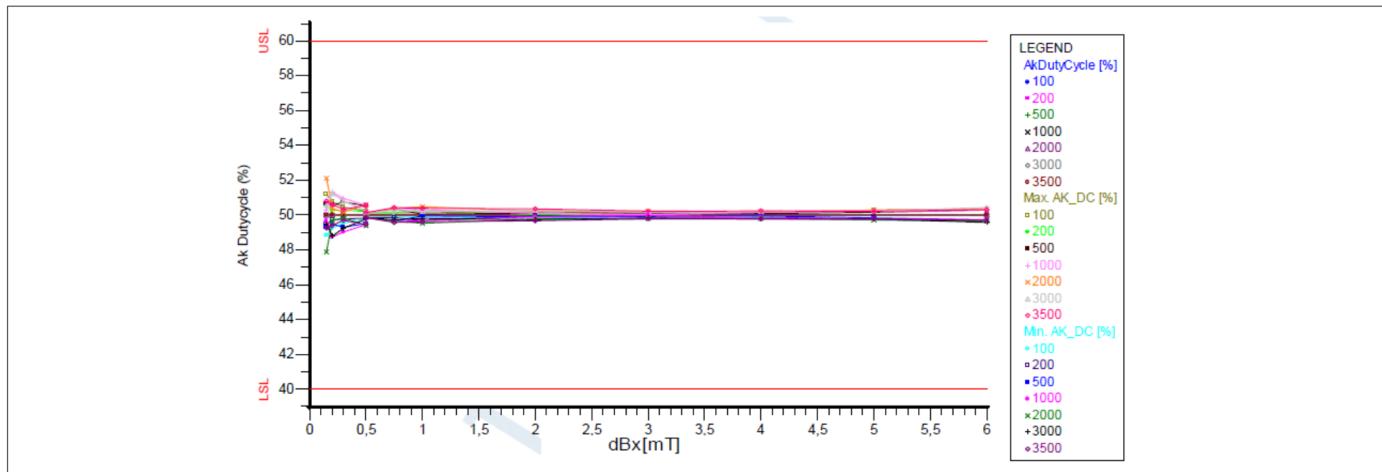


图 14 占空比性能

## 5 功能说明

传感器的温度系数设计为 -2000 ppm/K，以补偿磁性材料的温度依赖性。确保在温度变化时，气隙保持恒定。

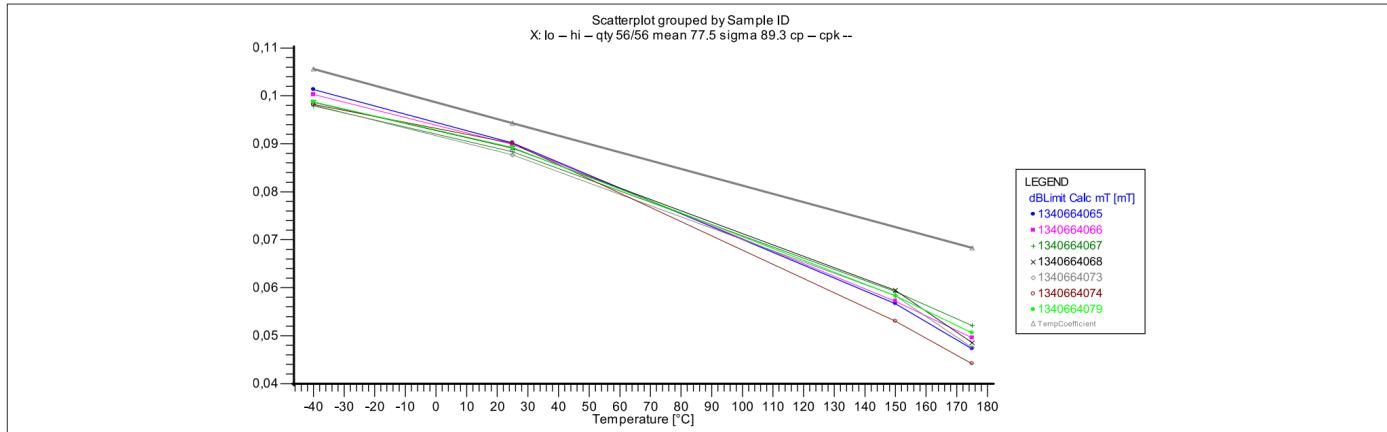


图 15

温度系数为 -2000 ppm/K 时的 dBlimit 随温度变化情况

## 6 VDA AK 4.0

设备符合版本戴姆勒股份公司的 "带附加信息的轮速传感器标准化接口要求规范 "AK-Protocol" Version: 4.0 13.02.2008 of Daimler AG", 除非本文件另有说明。

### 6.1 位定义

下图定义了数据协议的含义。图中的 0 - 8 位被指定为数据协议，其目的是向速度脉冲传输附加信息。这些位的用途 [见表 7](#)。

0 号位可用作气隙储备 (LR) 指示，也可被 ECU 解释为"错误位" 并以特殊方式处理。两种不同的变体 TLE5046SiC-AK-LR 和 TLE5046SiC-AK-ERR 均具有这种功能，[见表 1](#)。

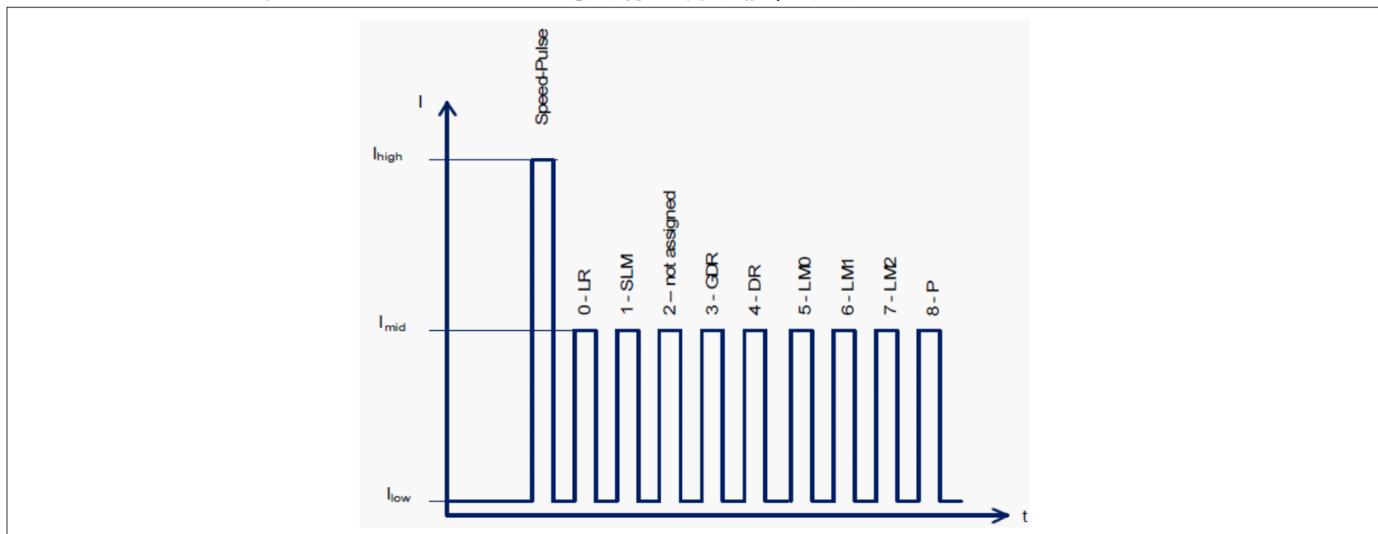


图 16 数据位编码 AK 4.0

表 7 补充信息的编码

Bit	Meaning	Name	Value after power up/under voltage	Condition
0	Error bit or	ERR or	0	1 = error
0	Airgap reserve	LR	0	"1" if $dB < 2 * dB_{limit}$
1	Validity of signal amplitude measurement	SLM	1	0 = measurement of LM0, LM1, LM2 is valid; 1 = invalid
2	Not assigned		0	Default 0
3	Direction validity	GDR	0	"1" = valid, "0" = invalid
4	Direction of rotating information	DR	0	"0" = direction positive
5	Air gap gauge	LM0	0	LSB of airgap gauge
6		LM1	0	
7		LM2	0	MSB of airgap gauge

(表格续下页.....)

表 7 (续) 附加信息的编码

Bit	Meaning	Name	Value after power up/under voltage	Condition
8	Parity	P	To be currently calculated	Always set to get even parity (inclusive Parity bit itself)

第 0 位用作 LR

当传感器测量到的磁输入信号低于  $2 \cdot dB_{limit}$  (基于极限气隙) 时，LR 位设置为 "1"，见 [表 1](#)

第 0 位用作 ERR

当逻辑 "0" 变为逻辑 "1" 时，将显示一个状态，ECU 将其解释为传感器中的 "错误"，例如内部错误。然后在安全概念中启动相应的措施，参见 [表 1](#)。

## 6.2 TLE5046SiC-AK-LR 和 TLE5046SiC-AK-ERR 中的 AK 4.0

关于 AK 4.0 的行为，请参阅戴姆勒股份公司的官方文件 "Requirement Specifications for Standardized Interface for Wheel Speed Sensors with Additional Information "AK-Protocol" Version: 4.0 13.02.2008 of Daimler AG" (戴姆勒股份公司，2008 年 2 月 13 日) 中的附加属性或在上述官方文件中标记为可选的属性，将在以下章节中进行说明。

### 6.2.1 比特残差抑制 - 速度脉冲和数据协议输出的恒定 移位

需要抑制轮速传感器中的位桩，从而使来自不同制造商的传感器和 ECU 的组合尽可能稳健。在这种情况下，当出现新的协议启动时，传感器输出总是以恒定的位时间完全移位。这相当于时间输出偏移。在传感器的所有速度范围和所有常规工作状态下，即在静止协议中，都能可靠地抑制位块。确保在任何常规操作情况下都不会出现因电磁兼容性等原因造成的兼容性问题。

### 6.2.2 气隙尺寸

测量值可在 AK 协议中使用 LM 位传输，[表 8](#)列出了 8 个可用的等级。

在设置/复位 LM 位时没有滞后，仅在校准模式下测量气隙。在非校准模式下，不进行评估，所有位都保留其最后的值。上电后，所有位的默认值都设为 0。开关场强与输出比特之间的典型关系见下表：

**表 8 空气间隙表**

<b>LM decimal</b>	<b>LM binary</b>	<b>Level in relation to dB<sub>limit_x</sub></b>	<b>Tolerance for TA = -40°C to +150°C</b>
0	000	0 < ... <= 2	+/- 20%
1	001	> 2	+/- 20%
2	010	> 4	+/- 20%
3	011	> 8	+/- 20%
4	100	> 16	+/- 20%
5	101	> 32	+/- 20%
6	110	> 64	+/- 20%
7	111	> 96	+/- 20%

### 6.2.3 故障指示状态

TLE5046SiC 以极低的故障率提供了增强的安全概念。这种新型 ABS 传感器系列引入了故障指示状态。为了指示故障，采用了恒定低电流  $I_{Error}$ ，向 ECU 发出信号，表明功能可能受到严重影响。此外，该协议还可向 ECU 传输有关安全概念的信息。《安全手册》 [11] 和《SASR》 [12] 中对整个安全概念进行了描述，包括出错时的功能行为。

## 7 EMC 和 ESD 特性

### 7 EMC 和 ESD 特性

TLE5046SiC 的特性符合 "通用集成电路电磁兼容性测试规范" 2.0 版 (2014 年<sup>1</sup>) 中描述的集成电路级电磁兼容性要求。EMC 测试报告可应要求提供。

此外，还根据 ISO 7637-2:2011、ISO 7637-3:2007 和 ISO 16750-2:2010 (脉冲抗扰度) 以及 CISPR 25 (2009-01) Ed.3.0 版的传导发射标准进行元件级 EMC 鉴定。

电磁兼容性的表征是在一个合格批次的样品基础上进行的。在电磁兼容性暴露期间，并非所有规格参数都受到监测。仅对电流水平和占空比进行了监测。

#### 7.1 瞬态免疫

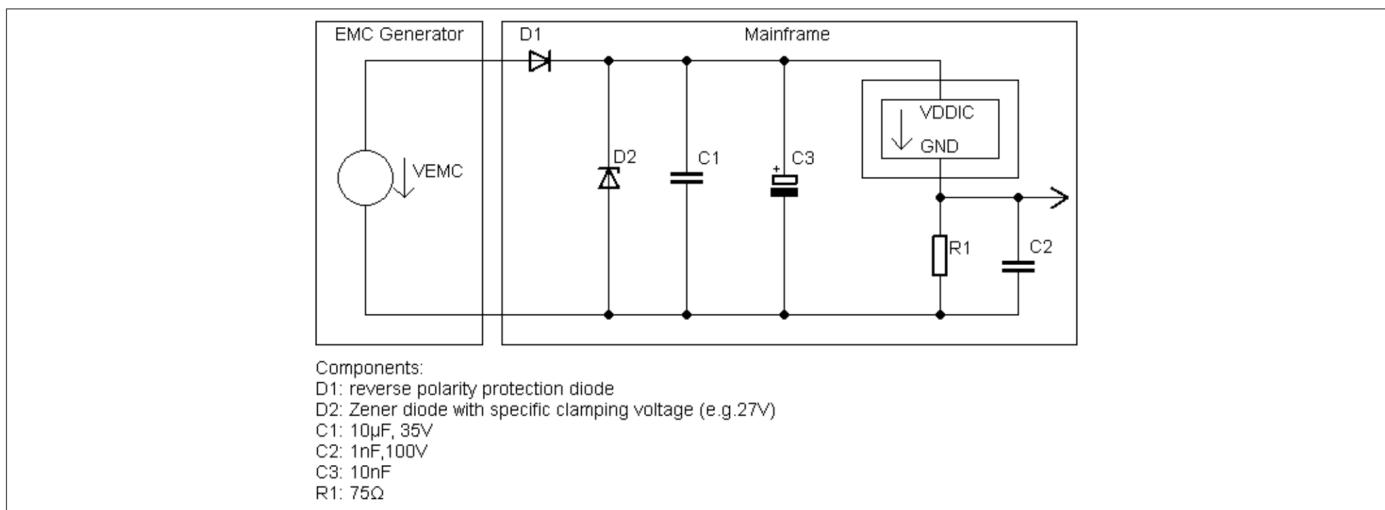


图17 EMC测试电路

#### 7.1.1 供电线路上的瞬态电导

一般要求：

- 电源电压为  $13.5 \text{ V} \pm 0.2 \text{ V}$  (测试脉冲 4 的电源电压为  $12 \text{ V} \pm 0.2 \text{ V}$ )
- 这些测试的环境温度为  $23^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$  测试装置：
- 根据 ISO 7637-2 (2011 年版) 第 4.4 章脉冲 1、2a、2b、3a 和 3b 的规定
- 根据 ISO 16750-2, 2010 第 4.6.3 和 4.6.4 章, 脉冲 4 和 5b
- 负载箱直接放置在地平面上
- 线束和监控设备与地平面的绝缘距离为 50 毫米
- 从测试脉冲发生器到被测设备的线束总长度不超过 500 毫米, 不低于 400 毫米, 包括从负载模拟器到被测设备的线束长度  $200 \text{ mm} \pm 50 \text{ mm}$
- 脉冲被施加到负载箱的输入端子上

<sup>1</sup> 该文件可在 <http://www.zvei.org/generic-ic-emc-test-specification> 规范上查阅。

## 7 EMC 和 ESD 特性

**表 9 适用的脉冲、参数和功能等级要求**

Test Pulses	Test Level	Number/Duration	Pulse parameters	Functional class
1	-150 V	500	$t_d = 2 \text{ ms}$ , $t_1 = 0.5 \text{ s}$	C
2a	+112 V	5000	$t_d = 50 \mu\text{s}$ , $t_1 = 0.5 \text{ s}$ , $R_i = 2 \Omega$	A
2b	+10 V	10	$t_d = 1$ , $R_i = 0.01 \Omega$	C
3a	-220 V	10 min	$t_d = 150 \text{ ns}$ , $R_i = 50 \Omega$	A <sup>1)</sup>
3b	+150 V	10 min	$t_d = 150 \text{ ns}$ , $R_i = 50 \Omega$	A <sup>1)</sup>
4-I	$U_{S6} = 8 \text{ V}   U_S = 9.5 \text{ V}$	10	$t_g = 1 \text{ s}$ , $t_r = 40 \text{ ms}$ , pulse cycle time: 2 s <sup>2)</sup>	A
4-II	$U_{S6} = 4.5 \text{ V}   U_S = 6.5 \text{ V}$	10	$t_g = 10 \text{ s}$ , $t_r = 100 \text{ ms}$ , pulse cycle time: 2 s <sup>3)</sup>	C
4-III	$U_{S6} = 3 \text{ V}   U_S = 5 \text{ V}$	10	$t_g = 1 \text{ s}$ , $t_r = 100 \text{ ms}$ , pulse cycle time: 2 s <sup>3)</sup>	C
4-IV	$U_{S6} = 6 \text{ V}   U_S = 6.5 \text{ V}$	10	$t_g = 10 \text{ s}$ , $t_r = 100 \text{ ms}$ , pulse cycle time: 2 s <sup>3)</sup>	C
5b	+35 V <sup>4)</sup>	1	$t_d = 400 \text{ ms}$ , $R_i = 1 \Omega$ , pulse cycle time: 60 s <sup>3) 5)</sup>	C

1) 输出信号叠加脉冲串

2) 其他脉冲参数:  $t_r = 5 \text{ 毫秒}$ ,  $t_6 = 15 \text{ 毫秒}$ ,  $t_7 = 50 \text{ 毫秒}$

3) 根据 2010 年 ISO16750-2 标准, 未指定的脉冲参数

4) 钳位电压:

5) 负载更换电路中的 18 V 齐纳二极管 D2 将由一个特殊的抑制二极管取代, 以将脉冲电压限制在 20 V 左右, 并防止 D2 在测试过程中损坏。

### 7.1.2 电容耦合钳 (CCC) 的瞬态电传输

条件:

- 电源电压值为  $13.5 \text{ V} \pm 0.2 \text{ V}$
- 这些测试的环境温度为  $23^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$

测试装置:

- 根据 ISO 7637-3, 2007 第 3.4.2 章
- 监控设备与地平面的绝缘距离为 50 毫米
- 线束长度为 1700 毫米, 电容耦合夹外的线束绝缘长度为 100 毫米
- 所有生产线同时通过 CCC

**表 10 快速脉冲测量的测试级别和标准**

Test Pulse	Test Level $U_s$	Internal resistance	Pulse parameters <sup>1)</sup> $t_1   t_d$	Minimum number of pulses or test time	Functional class
3a	-220 V	$R_i = 50 \Omega$	$100 \mu\text{s}   100 \text{ ns}$	10 min	A
3b	+150 V	$R_i = 50 \Omega$	$100 \mu\text{s}   100 \text{ ns}$	10 min	A

## 8 产品质量等级

1) 根据 2007 年 ISO 7637-3 标准的非指定脉冲参数

### 7.1.3 ESD HBM& CDM

**表 11 静电放电电压**

<b>Parameter</b>	<b>Symbol</b>	<b>Values</b>			<b>Unit</b>	<b>Note or Test Condition</b>
		<b>Min.</b>	<b>Typ.</b>	<b>Max.</b>		
ESD voltage	$V_{HBM}$	-	-	+/-12	kV	Method AEC-Q100-002 (1.5 kΩ, 100 pF)
ESD voltage	$V_{CDM}$	-	-	+/-1	kV	Method AEC-Q100-011 (0 kΩ, 200 pF)

## 8 产品质量等级

根据 AEC-Q100 0 级标准进行产品认证。

## 9 封装外形

# 9 封装外形

## 9.1 弯曲和装配

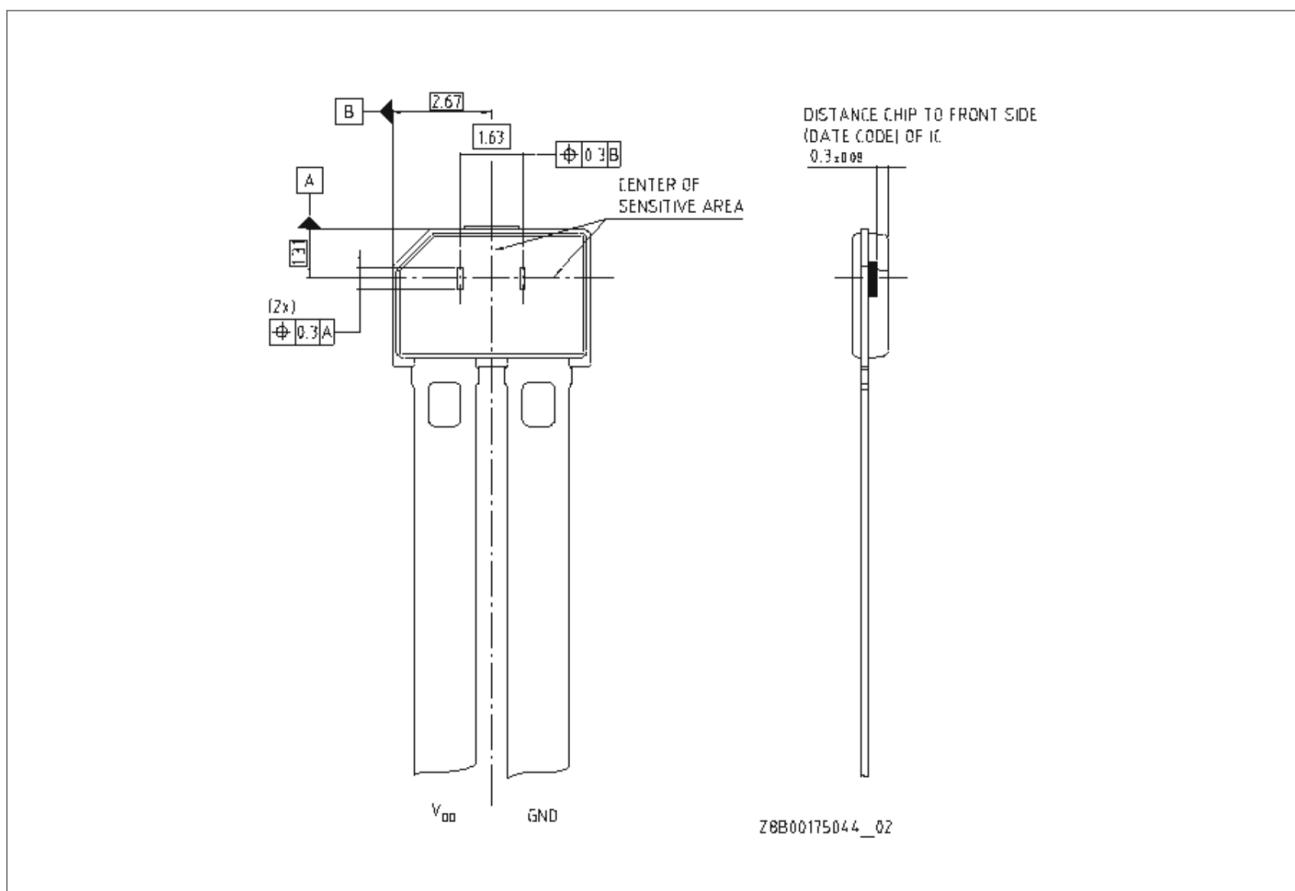
根据我们的包装处理和装配建议<sup>2)</sup>，传感器包装的传感器端子可以弯曲，而不会造成影响传感器元件功能的初期裂纹，详情请联系您的大客户团队。如果在数据代码标记前面或后面标有字母 G 并包含数据矩阵代码，则该产品符合 RoHS（有害物质限制）标准。如需更多信息，请联系您的大客户团队或地区销售人员。

**表 12 封装参数 PG-SSO-2-1**

Parameter		Material
Lead Frame	CuSn1CrNiTi	K62 (UNS:C18090)
Lead Plating	Sn	Tin

## 9.2 封装表面与硅

封装表面到硅芯片表面的距离。



**图 18 封装表面到硅的距离 (= 传感元件)**

<sup>2)</sup> 该文件可在 <https://www.infineon.com/dgdl/Infineon- Recommendation> 推荐上查阅。

## 9 封装外形

### 9.3 封装

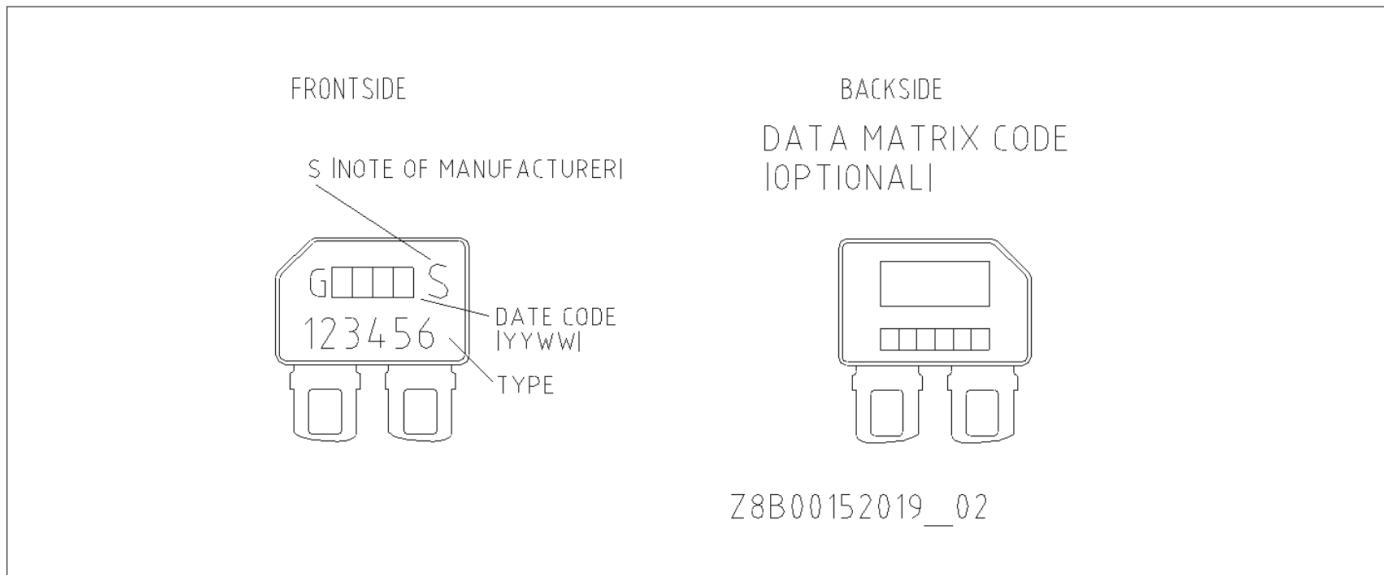


图 19 PG-SSO-2-1 标识

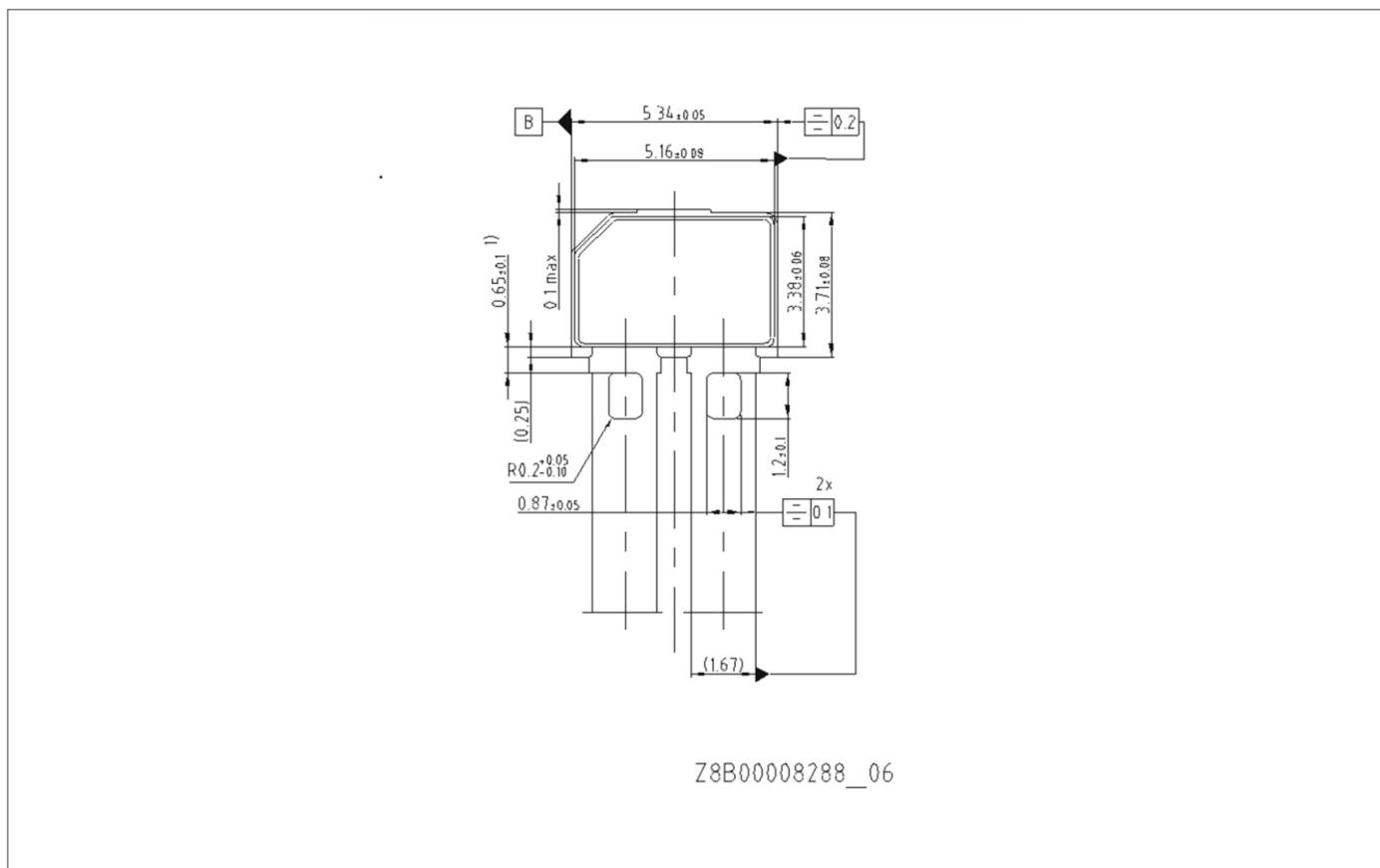


图 20 PG-SSO-2-1 封装外形

## 9 封装外形

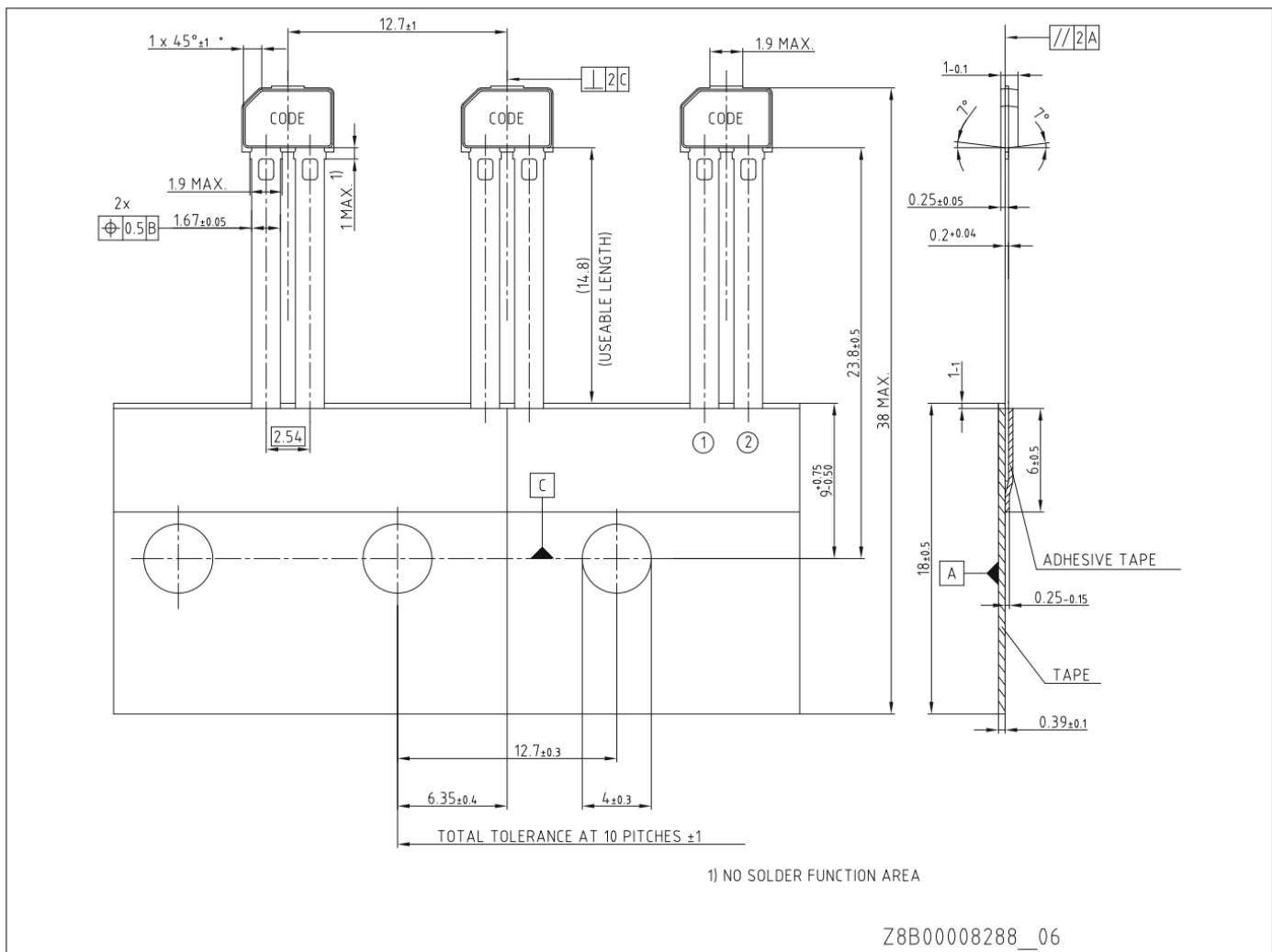


图 21 PG-SSO-2-1 包装

单位是毫米

注：有关替代封装的更多信息，请访问我们的[网站](#)。

## 10 修订记录

### 10 修订记录

Revision	Date	Changes
1.0	2023-08-23	First release

## 11 术语

### 11 术语

Reference	Description
ADC	Analog to Digital Converter
ASIC	Application Specific Integrated Circuit
CCC	Capacitive Coupling Clamp
CDM	Charged Device Model
DAC	Digital Analog Converter
DUT	Device Under Test
ECU	Electronic Control Unit
EMC	Electro Magnetic Compatibility
ESD	Electro Static Discharge
GMR	Giant Magneto Resistance
HBM	Human Body Model
IC	Integrated Circuit
PMU	Power Management Unit
RF	Radio Frequency

**12 参考文档****12 参考文档**

- [1] AEC-Q100
- [2] CISPR 25, 2009 年
- [3] IEC 61967-4, 2002 年
- [4] ISO 10605, 2008 年
- [5] ISO 11452-8, 2007 年
- [6] ISO 16750-2, 2010 年
- [7] 国际标准 26262, 2011 年
- [8] 国际标准化组织 7637-2, 2011 年
- [9] ISO 7637-3, 2007 年
- [10] 附加信息 "AK-Protokoll" 轮速传感器标准接口需求规格 2008 年 4.0 版
- [11] 安全手册 TLE5046SiC
- [12] 安全分析总结报告 TLE5046SiC



## 免责声明

请注意，本文件的原文使用英文撰写，为方便客户浏览英飞凌提供了中文译文。该中文译文仅供参考，并不可作为任何论点之依据。

由于翻译过程中可能使用了自动化程序，以及语言翻译和转换过程中的差异，最后的中文译文与最新的英文版本原文含义可能存在不尽相同之处。

因此，我们同时提供该中文译文版本的最新英文原文供您阅读，请参见 <http://www.infineon.com>

英文原文和中文译文版本之间若存有任何歧异，以最新的英文版本为准，并且仅认可英文版本为正式文件。

**您如果使用本文件，即表示您同意并理解上述说明。英飞凌不对因翻译过程中可能存在的任何不完整或不准确信息而产生的任何直接或间接损失或损害负责。英飞凌不承担中文译文版本的完整性和准确性责任。如果您不同意上述说明，请不要使用本文件。**

## Trademarks

All referenced product or service names and trademarks are the property of their respective owners.

## 重要通知

**Infineon Technologies AG** 及其关联公司（以下简称“英飞凌”）销售或提供和交付的产品（可能也包括样品，且可能由硬件或软件或两者组成）

（以下简称“产品”），应遵守客户与英飞凌签订的框架供应合同或其他书面协议的条款和条件，如无上述合同或其他书面协议，则应遵守适用的英飞凌销售条件。只有在英飞凌明确书面同意的情况下，客户的一般条款和条件或对适用的英飞凌销售条件的偏离才对英飞凌具有约束力。

为避免疑义，英飞凌不承担不侵犯第三方权利的所有保证和默示保证，例如对特定用途/目的的适用性或适销性的保证。

英飞凌对与样品、应用或客户对任何产品的具体使用有关的任何信息或本文档中给出的任何示例或典型值概不负责。

本文件中包含的数据仅供具有技术资格和技能的客户代表使用。客户有责任评估产品对预期应用和客户特定用途的适用性，并在预期应用和客户特定用途中验证本文件中包含的所有相关技术数据。客户有责任正确设计、编程和测试预期应用的功能性和安全性，并遵守与其使用相关的法律要求。

除非英飞凌另行明确批准，否则产品不得用于任何因产品故障或使用产品的任何后果可合理预期会导致人身伤害的应用。但是，上述规定并不妨碍客户在英飞凌明确设计和销售的使用领域中使用任何产品，但是客户对应用负有全部责任。

英飞凌明确保留根据适用法律，如《德国版权法》(UrhG) 第 44b 条，将其内容用于商业资料和数据探勘 (TDM) 的权利。

如果产品包含安全功能：

由于任何计算设备都不可能绝对安全，尽管产品采取了安全措施，但英飞凌不保证产品不会被入侵、数据不会被盗或遗失，或不会发生其他漏洞（以下简称“安全漏洞”），英飞凌对任何安全漏洞不承担责任。

如果本文档包含或引用软件：

根据美国、德国和世界其他国家的知识产权法律和条约，该软件归英飞凌所有。英飞凌保留所有权利。因此，您只能按照软件附带的软件授权协议的规定使用本软件。

如果没有适用的软件授权协议，英飞凌特此授予您个人的、非排他性的、不可转让的软件知识产权授权（无权转授权）：(a) 对于以源代码形式提供的软件，仅在贵组织内部修改和复制该软件用于英飞凌硬件产品；及(b) 对于以二进制代码(binary code)形式对外向终端用户分发该软件，仅得用于英飞凌硬件产品。禁止对本软件进行任何其他使用、复制、修改、翻译或编译。有关产品、技术、交货条款和条件以及价格的详细信息，请联系离您最近的英飞凌办公室或访问 <https://www.infineon.com>。

版本 2025-12-24

**Infineon Technologies AG** 出版，  
德国 Neubiberg 85579

版权 © 2025 Infineon Technologies AG  
及其关联公司。  
保留所有权利。

**Do you have a question about this  
document?**

Email:

[erratum@infineon.com](mailto:erratum@infineon.com)