

### 特性

高精度180°角度传感器  
 最大角度误差：0.5°  
 模拟正弦和余弦输出  
 比例输出电压  
 低热漂移和低时间漂移  
 可驱动SAR或 $\Sigma$ - $\Delta$ 型模数转换器(ADC)  
 磁阻(MR)电桥温度补偿模式  
 温度范围：-40°C至+150°C  
 EMI抗扰性  
 故障诊断  
 V<sub>DD</sub>范围：2.7 V至5.5 V  
 最小相位延迟  
 通过汽车应用认证  
 采用8引脚SOIC封装

### 应用

绝对位置测量（线性和角度）  
 无刷直流电机控制与定位  
 执行器控制与定位  
 非接触式角度测量与检测  
 磁性角位置检测

### 概述

ADA4571是一款各向异性磁阻(AMR)传感器,集成信号调理放大器和ADC驱动器。ADA4571产生两路模拟输出,指示周围磁场的角位置。

ADA4571在一个封装内集成两个芯片:一个AMR传感器和一个固定增益(标称值G = 40)仪表放大器。ADA4571提供与旋转磁场角度相关的干净且放大的余弦和正弦输出信号。输出电压范围与电源电压成比例。

传感器含有两个互成45°角的惠斯登电桥。x-y传感器平面的旋转磁场提供两路正弦输出信号,且传感器与磁场方向的角度( $\alpha$ )频率翻倍。在x-y平面的均质场内,输出信号与z方向(气隙)的物理位置无关。

ADA4571采用8引脚SOIC封装。

Rev. 0

[Document Feedback](#)

Information furnished by Analog Devices is believed to be accurate and reliable. However, no responsibility is assumed by Analog Devices for its use, nor for any infringements of patents or other rights of third parties that may result from its use. Specifications subject to change without notice. No license is granted by implication or otherwise under any patent or patent rights of Analog Devices. Trademarks and registered trademarks are the property of their respective owners.

ADI中文版数据手册是英文版数据手册的译文,敬请谅解翻译中可能存在的语言组织或翻译错误,ADI不对翻译中存在的差异或由此产生的错误负责。如需确认任何词语的准确性,请参考ADI提供的最新英文版数据手册。

### 功能框图

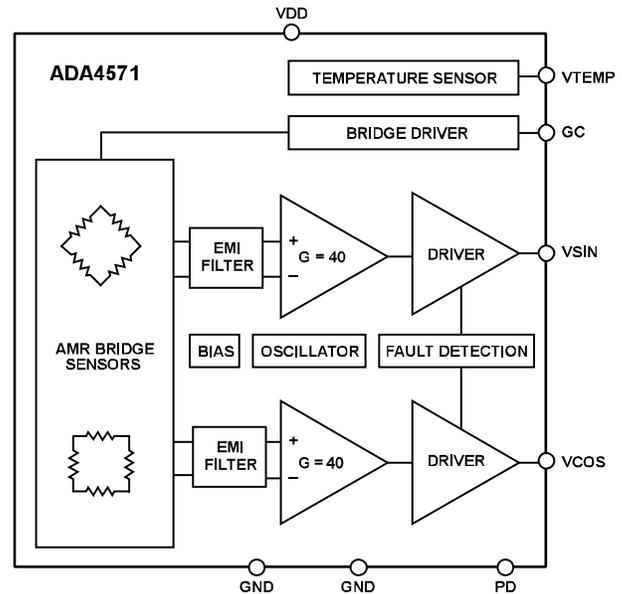


图1.

### 配套产品

ADC: [AD7265](#)、[AD7266](#)、[AD7866](#)、[AD7902](#)

微控制器: [ADuCM360](#)

电流检测放大器: [AD8418A](#)

稳压器设计工具: [ADIsimPower](#)

其他配套产品参见[ADA4571产品页面](#)

### 产品特色

1. 非接触式角度测量。
2. 测量磁场方向而非磁场强度。
3. 对气隙变化的敏感度非常小。
4. 工作距离远。
5. 即使是微弱的饱和场也能实现极佳精度。
6. 热漂移和长时间漂移极小。
7. 迟滞可忽略。
8. 单芯片解决方案。

One Technology Way, P.O. Box 9106, Norwood, MA 02062-9106, U.S.A.  
 Tel: 781.329.4700 ©2014 Analog Devices, Inc. All rights reserved.  
[Technical Support](#) [www.analog.com](http://www.analog.com)

# ADA4571\*产品页面快速链接

内容最后更新日期: 2016/8/30

---

## 类似器件

查看类似器件的参数搜索

## 评估套件

- ADA4571评估板

## 文档

### 应用笔记

- AN-1314: AMR角度传感器
- AN-1352: ADA4571校准程序

### 数据手册

- ADA4571: 集成式AMR角度传感器和信号调理器数据手册

### 用户指南

- UG-739: ADA4571轴端评估板

## 参考设计

- CN0368

## 参考资料

### 新闻

- ADI磁性角度传感器技术成就高精密直流电机控制性能

### 技术文章

- 传感器的最新发展可大幅提高BLDC电机控制性能

## 设计资源

- ADA4571材料声明
- PCN-PDN信息
- 质量和可靠性
- 符号和尺寸

## 讨论

查看在线技术支持论坛上关于ADA4571的所有讨论

## 申请样片与购买

访问产品页面以查看定价

## 技术支持

提交技术问题或查找所在区域的技术支持电话号码

---



## 目录

特性.....	1	引脚配置和功能描述.....	8
应用.....	1	典型性能参数.....	9
功能框图.....	1	术语.....	13
概述.....	1	工作原理.....	14
配套产品.....	1	应用信息.....	16
产品特点.....	1	角度计算.....	16
修订历史.....	2	连接ECU.....	16
技术规格.....	3	机械公差图.....	18
磁特性.....	3	诊断.....	19
电气特性.....	3	外形尺寸.....	21
绝对最大额定值.....	7	订购指南.....	21
热阻.....	7	汽车应用产品.....	21
ESD警告.....	7		

## 修订历史

14 年 10 月—修订版 0：初始版

## 技术规格

### 磁特性

表1.

参数	值	单位	测试条件/注释
磁场强度, $H_{EXT}$	25	kA/m	x-y传感器平面需要的激励磁场, 用以确保达到表1和表2规定的最小误差
磁场最大旋转频率	50,000	rpm	
基准位置误差	$\pm 50$	$\mu\text{m}$	$y = 0 \mu\text{m}$ 的基准位置是连接引脚2和引脚7的直线; $x = 0 \mu\text{m}$ 的基准位置是封装顶部的中心线
基准角度误差	$\pm 2$	度	角度 $\Phi = 0^\circ$ 的基准位置与连接引脚2和引脚7的直线平行

### 电气特性

#### ADA4571WH

除非另有说明,  $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +150^\circ\text{C}$ ,  $V_{DD} = 2.7 \text{ V}$ 至 $5.5 \text{ V}$ ,  $C_L = 10 \text{ nF}$ 接GND,  $R_L = 200 \text{ k}\Omega$ 接GND; 角度不精确性以25 kA/m的匀质磁场为基准; 输出信号和失调电压相对于 $V_{DD}/2$ 的共模电平。

表2.

参数	符号	测试条件/注释	最小值	典型值	最大值	单位
角度性能						
角度测量范围			0		180	度
未校正角度误差 <sup>1</sup>	$\alpha_{UNCORR}$	$T_A = -40^\circ\text{C}$			$\pm 5$	度
		$T_A = 25^\circ\text{C}$			$\pm 5$	度
		$T_A = 150^\circ\text{C}$			$\pm 5$	度
单点校准角度误差 <sup>2,3</sup>	$\alpha_{CAL}$	$T_A = -40^\circ\text{C}$ 至 $+150^\circ\text{C}$ , $GC = \text{GND}$		$\pm 0.7$		度
		$T_A = -40^\circ\text{C}$ 至 $+150^\circ\text{C}$ , $GC = V_{DD}$		$\pm 0.7$		度
动态角度误差 <sup>4</sup>	$\alpha_{DYNAMIC}$	$T_A = -40^\circ\text{C}$ 至 $+150^\circ\text{C}$ , 旋转频率 = 2000 rpm		$\pm 0.1$	$\pm 0.5$	度
输出参数						
幅度	$V_{AMP}$					
GC = GND		$T_A = -40^\circ\text{C}$	63		75	% $V_{DD}$
		$T_A = 25^\circ\text{C}$	41		53	% $V_{DD}$
		$T_A = 125^\circ\text{C}$	21		33	% $V_{DD}$
		$T_A = 150^\circ\text{C}$	18		30	% $V_{DD}$
GC = $V_{DD}$		$T_A = -40^\circ\text{C}$	56		77	% $V_{DD}$
		$T_A = 25^\circ\text{C}$	52		72	% $V_{DD}$
		$T_A = 125^\circ\text{C}$	38		57	% $V_{DD}$
		$T_A = 150^\circ\text{C}$	35		55	% $V_{DD}$
输出电压范围	$V_{O\_SWING}$	VSIN和VCOS, 正常工作	7		93	% $V_{DD}$
低输出电压	$V_{OL}$	VSIN或VCOS, 检测到焊线断开			5	% $V_{DD}$
折合到输出端的失调电压	$V_{OFFSET}$	$GC = V_{DD}$			3.75	% $V_{DD}$
		$GC = \text{GND}$			3.75	% $V_{DD}$
幅度同步误差 <sup>5</sup>	k		-1		+1	%峰值
延迟时间	$t_{DEL}$	旋转频率 = 30,000 rpm		2		$\mu\text{s}$
相位误差 <sup>6</sup>	$\Phi_{ERR}$	旋转频率 = 30,000 rpm		0.8		度
正交性误差 <sup>3</sup>	OE				0.05	度
输出噪声	$V_{NOISE}$	带宽(BW) = 80 kHz, 折合到输出端(RTO)		500		$\mu\text{V rms}$
输出串联电阻	$R_O$	正常工作, $PD = \text{GND}$		60		$\Omega$
		$PD = V_{DD}$	63			k $\Omega$
输出-3 dB截止频率 <sup>3</sup>	$f_{-3dB}$	放大器带宽, $C_L = 10 \text{ pF}$		100		kHz

参数	符号	测试条件/注释	最小值	典型值	最大值	单位
电源抑制 <sup>3</sup>	PSRR	测量输出相对于 $V_{DD}/2$ 的变化, $V_{DD} = 2.7\text{ V}$ 至 $5.5\text{ V}$ , $R_L = 200\text{ k}\Omega$ 接GND, $GC = \text{GND}$ 或 $V_{DD}$		80		dB
输出短路电流	$I_{SC}$	短接至GND, 每引脚 (VSIN、VCOS)	15	20		mA
		短接至VDD, 每引脚 (VSIN、VCOS)	-15	-18		mA
灵敏度	SEN	$\alpha_1 = 0^\circ$ , $\alpha_2 = 135^\circ$ , $T_A = 25^\circ\text{C}$		52		mV/°
电源						
电源电压	$V_{DD}$		2.7		5.5	V
静态电源电流	$I_{SY}$	PD = GND, GC = GND, 空载	3.5	4.5	6.5	mA
		PD = GND, GC = $V_{DD}$ , 空载			7	mA
		PD = $V_{DD}$ , 空载			15	$\mu\text{A}$
上电时间	$t_{PWRUP}$	达到 $V_{DD}$ 后, 至期望输出电平的98%			150	$\mu\text{s}$
		PD周期供电后, 至期望输出电平的98%			100	$\mu\text{s}$
数字输入						
输入偏置电流(GC)	$I_{B\_GC}$	对于GC模式控制引脚, $GC = \text{GND}$			30	$\mu\text{A}$
		对于GC模式控制引脚, $GC = V_{DD}$		3		$\mu\text{A}$
输入偏置电流(PD)	$I_{B\_PD}$	对于PD引脚, $PD = \text{GND}$		3		$\mu\text{A}$
		对于PD引脚, $PD = V_{DD}$			30	$\mu\text{A}$
输入电压 (GC和PD)						
高	$V_{IH}$		1.4			V
低	$V_{IL}$				0.35	V
温度传感器						
全温度范围内的误差	$T_{ERR}$			5		°C
温度电压范围	$T_{RANGE}$	$T_A = -40^\circ\text{C}$ 至 $+150^\circ\text{C}$	0		82	% $V_{DD}$
温度系数	$T_{CO}$			3.173		mV/V/°C
VTEMP输出电压		$T_A = 25^\circ\text{C}$	18		40	% $V_{DD}$
VTEMP输出阻抗		缓冲输出		50		$\Omega$
VTEMP负载电容		可选负载电容	0		22	nF
VTEMP短路电流	$I_{SC\_VTEMP}$	短路至VDD或GND	2			mA
负载电容						
外部负载电容	$C_L$	VSIN和GND之间及VCOS和GND之间; 靠近封装焊接			10	nF

<sup>1</sup>  $\alpha_{UNCORR}$  是反正切计算之后的总机械角误差。此参数在  $25^\circ\text{C}$  和  $150^\circ\text{C}$  下进行 100% 生产测试。此误差包括校准之前全温度范围内的所有误差源。例如：失调、幅度同步、幅度同步漂移、热失调漂移、相位误差、迟滞、正交性误差和噪声等误差成分。

<sup>2</sup>  $\alpha_{CAL}$  是反正切计算之后的总机械角误差。此误差包括在  $T_A = 25^\circ\text{C}$  下执行初始失调（调零）之后全温度范围内的所有误差源。例如：幅度同步漂移、放大器增益匹配、热失调漂移、相位误差、迟滞、正交性误差和噪声等误差成分。

<sup>3</sup> 通过特性保证。

<sup>4</sup>  $\alpha_{DYNAMIC}$  是反正切计算之后的总机械角误差。此参数经过 100% 生产测试。此误差包括执行连续后台校准以校正失调和幅度同步误差之后全温度范围内的所有误差源，例如：相位误差、迟滞、正交性误差、噪声和寿命漂移等误差成分。

<sup>5</sup> 峰峰值幅度不匹配。  $k = 100 \times VSIN/VCOS$ 。

<sup>6</sup> 失调校正、幅度校准和反正切计算之后，旋转频率相关的相位误差。

## ADA4571B

除非另有说明,  $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +125^{\circ}\text{C}$ ,  $V_{DD} = 2.7\text{ V至}5.5\text{ V}$ ,  $C_L = 10\text{ nF接GND}$ ,  $R_L = 200\text{ k}\Omega\text{接GND}$ ; 角度不精确性以25 kA/m的均匀磁场为基准, 输出信号和失调电压相对于 $V_{DD}/2$ 的共模电平。

表3.

参数	符号	测试条件/注释	最小值	典型值	最大值	单位
角度性能						
角度测量范围			0		180	度
未校正角度误差 <sup>1</sup>	$\alpha_{\text{UNCORR}}$	$T_A = -40^{\circ}\text{C}$ $T_A = 25^{\circ}\text{C}$ $T_A = 125^{\circ}\text{C}$			$\pm 3$ $\pm 3$ $\pm 4$	度 度 度
单点校准角度误差 <sup>2,3</sup>	$\alpha_{\text{CAL}}$	$T_A = -40^{\circ}\text{C至}+125^{\circ}\text{C}$ , $\text{GC} = \text{GND}$ $T_A = -40^{\circ}\text{C至}+125^{\circ}\text{C}$ , $\text{GC} = V_{DD}$		$\pm 0.5$ $\pm 0.5$		度 度
动态角度误差 <sup>4</sup>	$\alpha_{\text{DYNAMIC}}$	$T_A = -40^{\circ}\text{C至}+125^{\circ}\text{C}$ , 旋转频率 = 2000 rpm		0.1	$\pm 0.4$	度
角度不精确性 <sup>3,5</sup>	$\Delta\alpha$	在 $T_A = -40^{\circ}\text{C至}+125^{\circ}\text{C}$ 范围内对失调电压误差和幅度同步进行线路终端(EOL)校准之后 (仅180°范围)		0.05		度
输出参数						
幅度	$V_{\text{AMP}}$					
GC = GND		$T_A = -40^{\circ}\text{C}$ $T_A = 25^{\circ}\text{C}$ $T_A = 125^{\circ}\text{C}$	63 41 21		75 53 33	% $V_{DD}$ % $V_{DD}$ % $V_{DD}$
GC = $V_{DD}$		$T_A = -40^{\circ}\text{C}$ $T_A = 25^{\circ}\text{C}$ $T_A = 125^{\circ}\text{C}$	56 52 38		77 72 57	% $V_{DD}$ % $V_{DD}$ % $V_{DD}$
输出电压范围	$V_{\text{O\_SWING}}$	VSIN和VCOS, 正常工作	7		93	% $V_{DD}$
低输出电压	$V_{\text{OL}}$	VSIN或VCOS, 检测到焊线断开			3.75	% $V_{DD}$
折合到输出端的失调电压	$V_{\text{OFFSET}}$	$\text{GC} = V_{DD}$ $\text{GC} = \text{GND}$			3.75 3.75	% $V_{DD}$ % $V_{DD}$
幅度同步误差 <sup>6</sup>	k		-0.75		+0.75	% peak
延迟时间	$t_{\text{DEL}}$	旋转频率 = 30,000 rpm		2		$\mu\text{s}$
相位误差 <sup>7</sup>	$\Phi_{\text{ERR}}$	旋转频率 = 30,000 rpm		0.8		度
正交性误差 <sup>3</sup>	OE				0.05	度
输出噪声	$V_{\text{NOISE}}$	带宽 = 80 kHz, RTO		500		$\mu\text{V rms}$
输出串联电阻	$R_o$	正常工作, $\text{PD} = \text{GND}$ $\text{PD} = V_{DD}$		50		$\Omega$ k $\Omega$
输出-3 dB截止频率 <sup>3</sup>	$f_{-3\text{dB}}$	放大器带宽, $C_L = 10\text{ pF}$	63	100		kHz
电源抑制 <sup>3</sup>	PSRR	测量输出相对于 $V_{DD}/2$ 的变化, $V_{DD} = 2.7\text{ V至}5.5\text{ V}$ , $R_L = 200\text{ k}\Omega\text{接GND}$ , $\text{GC} = \text{GND}$ 或 $V_{DD}$		80		dB
输出短路电流	$I_{\text{SC}}$	短接至GND, 每引脚 (VSIN、VCOS) 短接至 $V_{DD}$ , 每引脚 (VSIN、VCOS)	15 -15	20 -18		mA mA
灵敏度	SEN	$\alpha = 0^{\circ}$ 和 $135^{\circ}$ , $T_A = 25^{\circ}\text{C}$			52	$\text{mV}/^{\circ}$
电源						
电源电压	$V_{DD}$		2.7		5.5	V
静态电源电流	$I_{\text{SY}}$	$\text{PD} = \text{GND}$ , $\text{GC} = \text{GND}$ , 空载 $\text{PD} = \text{GND}$ , $\text{GC} = V_{DD}$ $\text{PD} = V_{DD}$ , 空载	3.5	4.5	6 6.5 12.5	mA mA $\mu\text{A}$
上电时间	$t_{\text{PWRUP}}$	达到 $V_{DD}$ 后, 至期望输出电平的98% PD周期供电后, 至期望输出电平的98%			150 100	$\mu\text{s}$ $\mu\text{s}$

参数	符号	测试条件/注释	最小值	典型值	最大值	单位
数字输入						
输入偏置电流(GC)	$I_{B\_GC}$	对于GC模式控制引脚, GC = GND			30	$\mu A$
输入偏置电流(PD)	$I_{B\_PD}$	对于GC模式控制引脚, GC = $V_{DD}$ 对于PD引脚, PD = GND		3		$\mu A$
输入电压 (GC和PD)		对于PD引脚, PD = $V_{DD}$		3		$\mu A$
高	$V_{IH}$		1.4			V
低	$V_{IL}$				0.35	V
温度传感器						
全温度范围内的误差	$T_{ERR}$			5		$^{\circ}C$
温度电压范围	$T_{RANGE}$	$T_A = -40^{\circ}C$ 至 $+125^{\circ}C$	0		69	$\% V_{DD}$
温度系数	$T_{CO}$			3.173		$mV/V/^{\circ}C$
VTEMP输出电压		$T_A = 25^{\circ}C$	18		40	$\% V_{DD}$
VTEMP输出阻抗		缓冲输出		50		$\Omega$
VTEMP负载电容		可选负载电容	0		22	nF
VTEMP短路电流	$I_{SC\_VTEMP}$	短路至VDD或GND	2			mA
负载电容						
外部负载电容	$C_L$	VSIN和GND之间及VCOS和GND之间; 靠近封装焊接			10	nF

<sup>1</sup>  $\alpha_{UNCORR}$ 是反正切计算之后的总机械角误差。此参数在 $25^{\circ}C$ 和 $150^{\circ}C$ 下进行100%生产测试。此误差包括校准之前全温度范围内的所有误差源。例如：失调、幅度同步、幅度同步漂移、热失调漂移、相位误差、迟滞、正交性误差和噪声等误差成分。

<sup>2</sup>  $\alpha_{CAL}$ 是反正切计算之后的总机械角误差。此误差包括在 $T_A = 25^{\circ}C$ 下执行初始失调（调零）之后全温度范围内的所有误差源。例如：幅度同步漂移、放大器增益匹配、热失调漂移、相位误差、迟滞、正交性误差和噪声等误差成分。

<sup>3</sup> 通过特性保证。

<sup>4</sup>  $\alpha_{DYNAMIC}$ 是反正切计算之后的总机械角误差。此参数经过100%生产测试。此误差包括执行连续后台校准以校正失调和幅度同步误差之后全温度范围内的所有误差源，例如：相位误差、迟滞、正交性误差、噪声和寿命漂移等误差成分。

<sup>5</sup> 角速度 $<300$  rpm，以 $180^{\circ}$ 旋转为限。该值仅利用理想匀质磁场的输出信号幅度频谱的三次和五次谐波进行计算。

<sup>6</sup> 峰峰值幅度不匹配。 $k = 100 \times VSIN/VCOS$ 。

<sup>7</sup> 失调校正、幅度校准和反正切计算之后，旋转频率相关的相位误差。

## 绝对最大额定值

表4.

参数	额定值
工作温度	-40°C至+150°C
存储温度	-65°C至+150°C
电源电压(V <sub>DD</sub> ) <sup>1</sup>	-0.3 V至+6 V
对GND或VDD输出短路持续时间	未定
VTEMP对GND或VDD短路	未定
ESD	
人体模型(HBM) <sup>2</sup>	4000 V
机器模型(MM) <sup>3</sup>	300 V
充电器件模型(CDM) <sup>4</sup>	1250 V

<sup>1</sup>GC或PD为VDD + 0.3 V。

<sup>2</sup>适用标准: JESD22-C101

<sup>3</sup>适用标准: JESD22-A115

<sup>4</sup>适用标准: ESDA/JEDEC JS-001-2011。

注意，等于或超出上述绝对最大额定值可能会导致产品永久性损坏。这只是额定最值，不表示在这些条件下或者在任何其它超出本技术规范操作章节中所示规格的条件下，器件能够正常工作。长期在超出最大额定值条件下工作会影响产品的可靠性。

## 热阻

$\theta_{JA}$ 针对最差条件，即器件焊接在电路板上实现表贴封装。

表5. 热阻

封装类型	$\theta_{JA}$	单位
8引脚SOIC	120	°C/W

## ESD 警告



### ESD（静电放电）敏感器件。

带电器件和电路板可能会在没有察觉的情况下放电。尽管本产品具有专利或专有保护电路，但在遇到高能量ESD时，器件可能会损坏。因此，应当采取适当的ESD防范措施，以避免器件性能下降或功能丧失。

## 引脚配置和功能描述

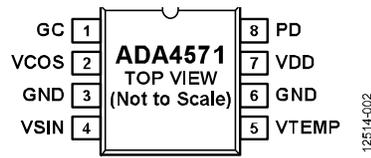


图2. 引脚配置

表6. 引脚功能描述

引脚编号	引脚名称	描述
1	GC	增益控制模式使能
2	VCOS	模拟余弦输出
3	GND	地
4	VSIN	模拟正弦输出
5	VTEMP	温度输出
6	GND	地
7	VDD	电源引脚
8	PD	关断引脚, 高电平有效

### 典型性能参数

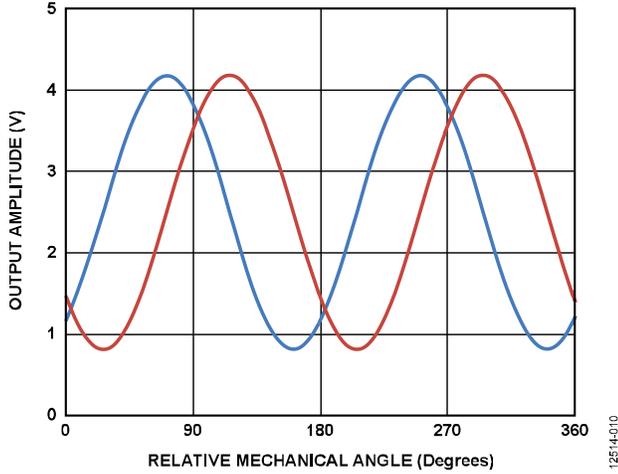


图3. 原始输出波形,  $V_{DD} = 5\text{ V}$ ,  $GC = \text{开}$ ,  $T = 25^\circ\text{C}$

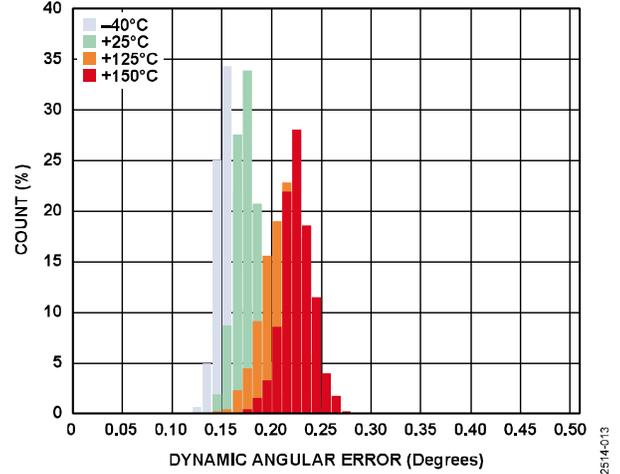


图6. 动态角度误差,  $V_{DD} = 5.5\text{ V}$ ,  $GC = \text{关}$

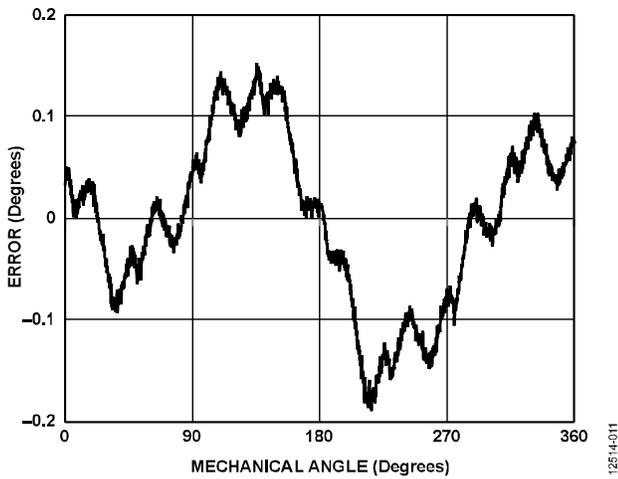


图4. 失调校正后的误差波形,  $V_{DD} = 5\text{ V}$ ,  $GC = \text{开}$

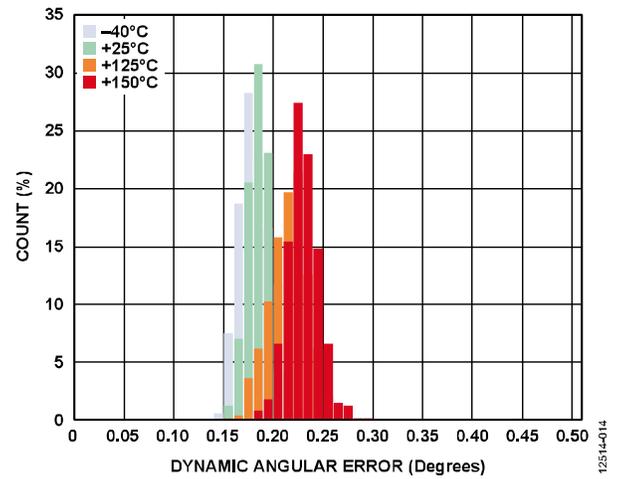


图7. 动态角度误差,  $V_{DD} = 2.7\text{ V}$ ,  $GC = \text{开}$

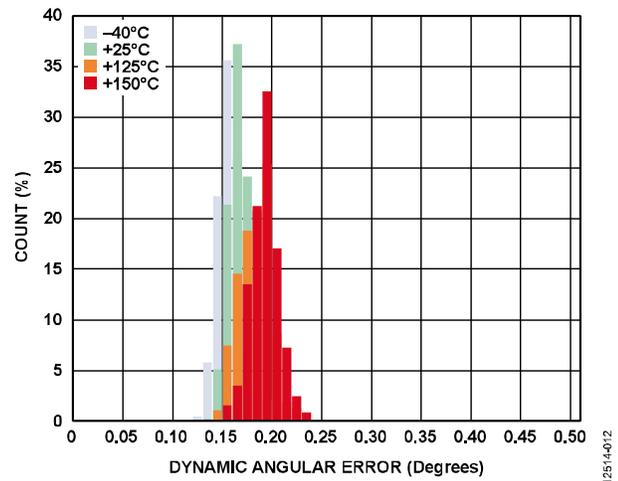


图5. 动态角度误差,  $V_{DD} = 5.5\text{ V}$ ,  $GC = \text{开}$

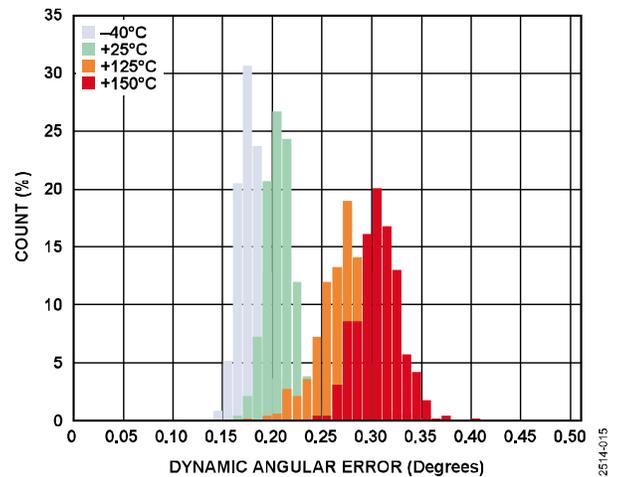


图8. 动态角度误差,  $V_{DD} = 2.7\text{ V}$ ,  $GC = \text{关}$

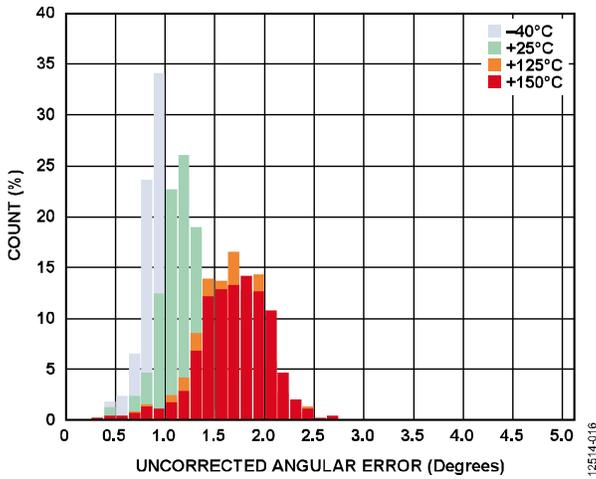


图9. 未校正角度误差,  $V_{DD} = 5.5\text{ V}$ ,  $GC = \text{开}$

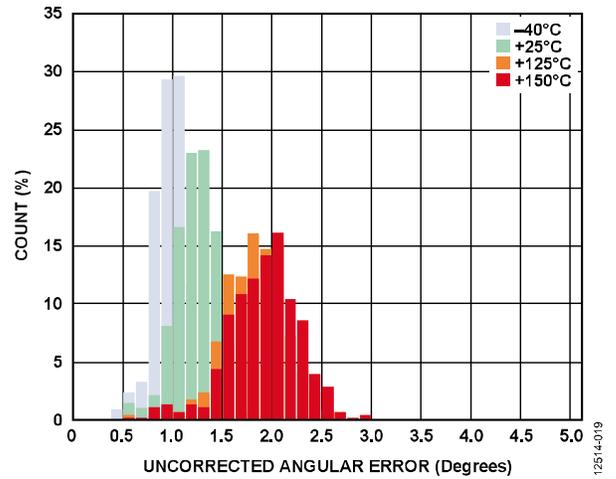


图12. 未校正角度误差,  $V_{DD} = 2.7\text{ V}$ ,  $GC = \text{关}$

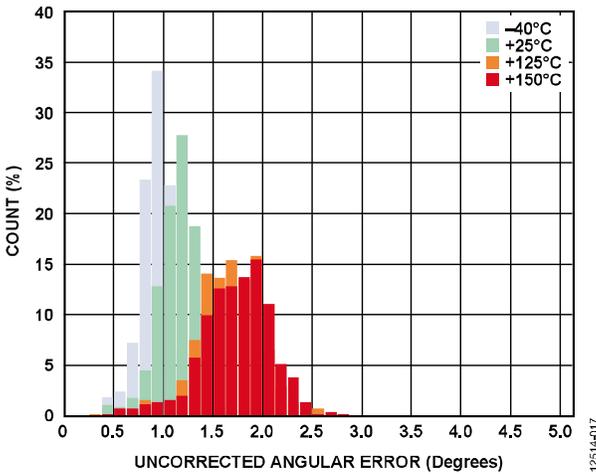


图10. 未校正角度误差,  $V_{DD} = 5.5\text{ V}$ ,  $GC = \text{关}$

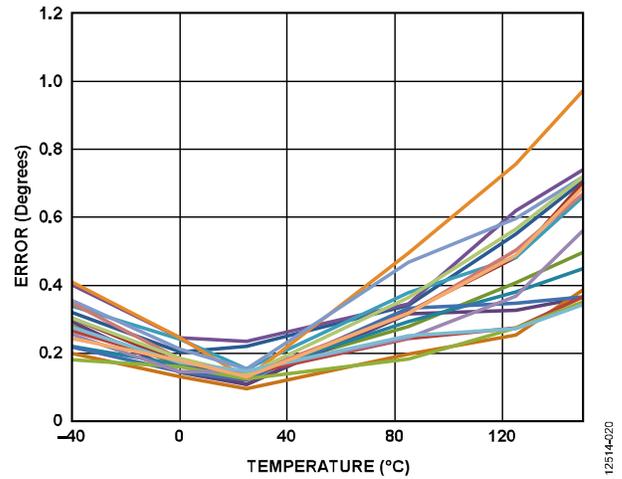


图13. 单点校准角度误差,  $V_{DD} = 5.5\text{ V}$ ,  $GC = \text{开}$

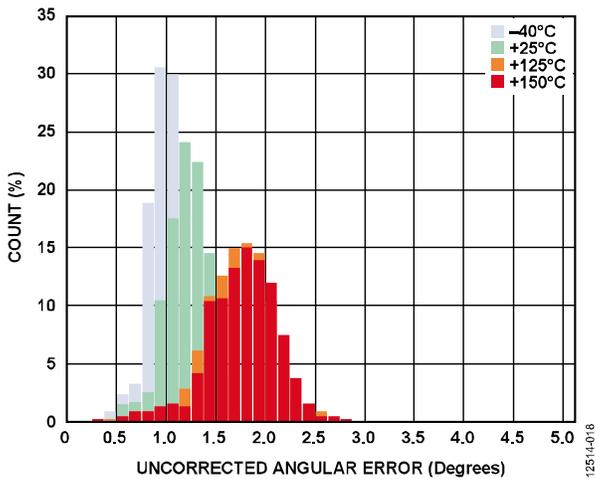


图11. 未校正角度误差,  $V_{DD} = 2.7\text{ V}$ ,  $GC = \text{开}$

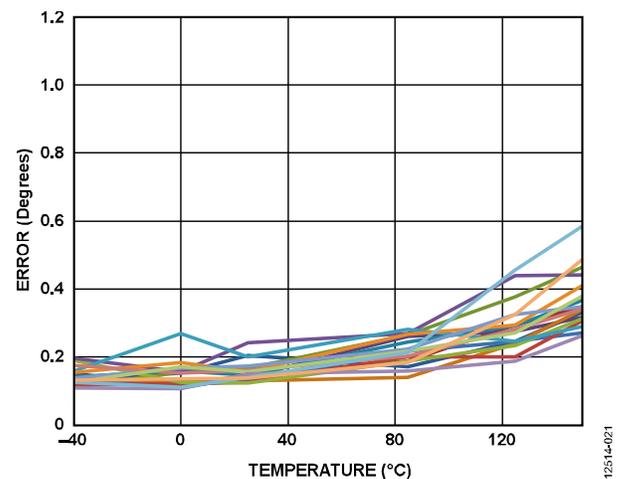


图14. 单点校准角度误差,  $V_{DD} = 5.5\text{ V}$ ,  $GC = \text{关}$

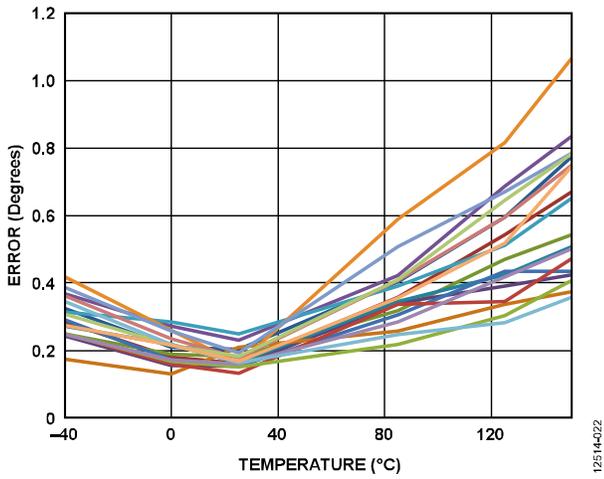


图15. 单点校准角度误差,  $V_{DD} = 2.7V$ , GC = 开

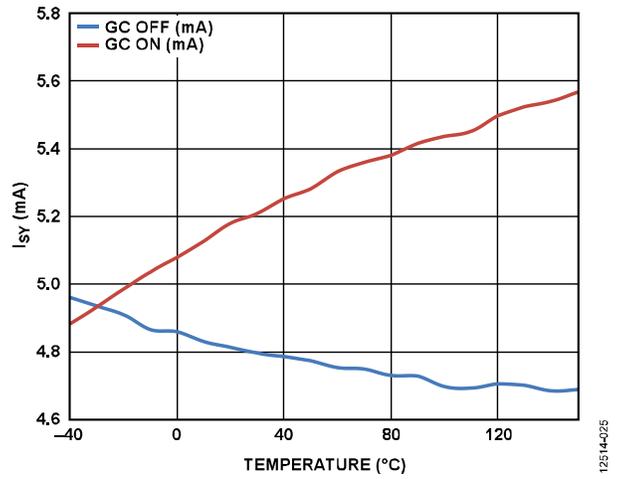


图18. 电源电流( $I_{SY}$ )与温度的关系,  $V_{DD} = 5V$

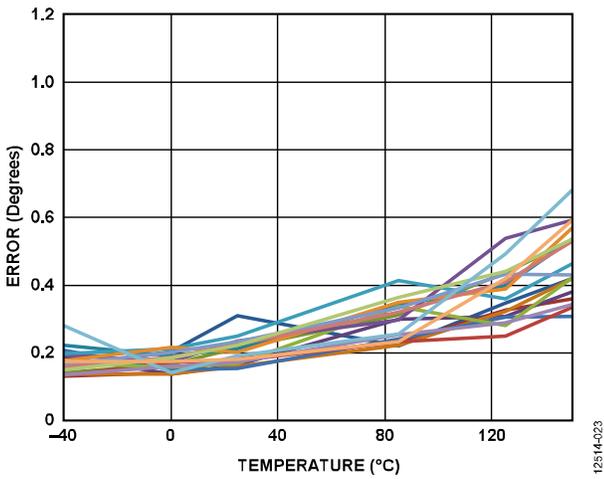


图16. 单点校准角度误差,  $V_{DD} = 2.7V$ , GC = 关

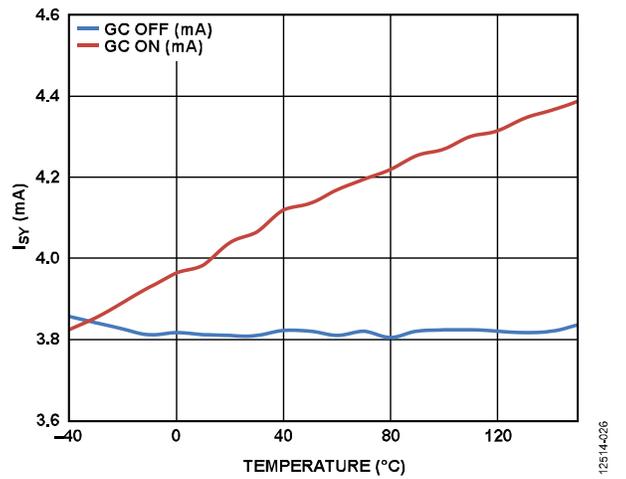


图19. 电源电流( $I_{SY}$ )与温度的关系,  $V_{DD} = 3V$

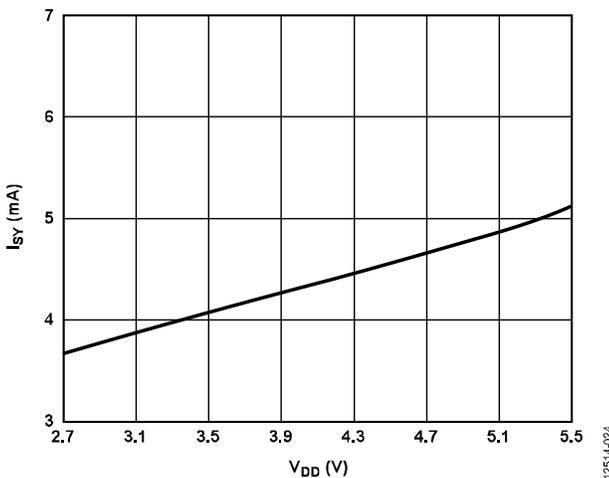


图17. 电源电流( $I_{SY}$ )与电压( $V_{DD}$ )的关系,  $T = 25^{\circ}C$

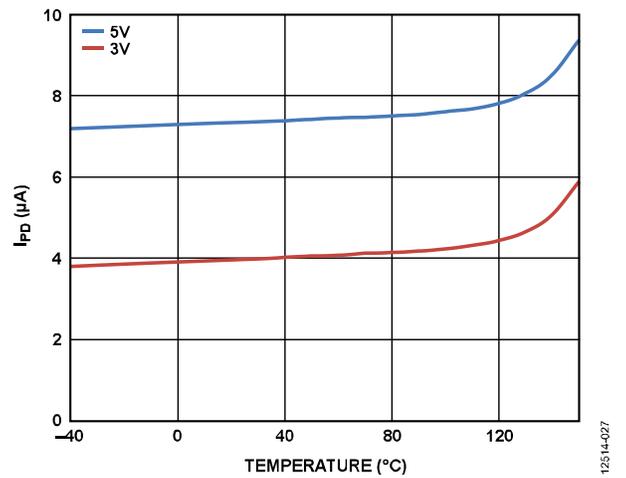


图20. 关断电流( $I_{PD}$ )与温度的关系

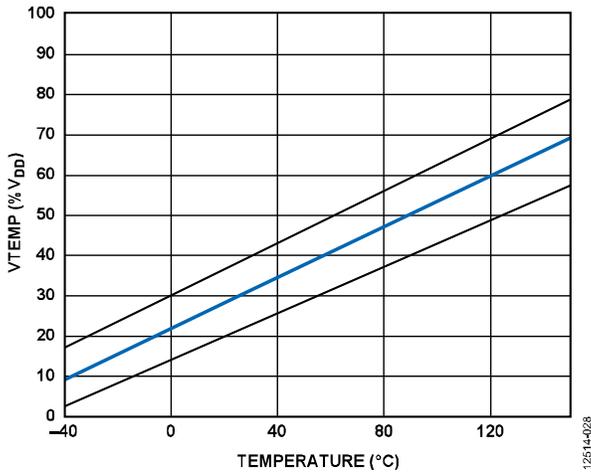


图21. VTEMP输出电压与温度的关系

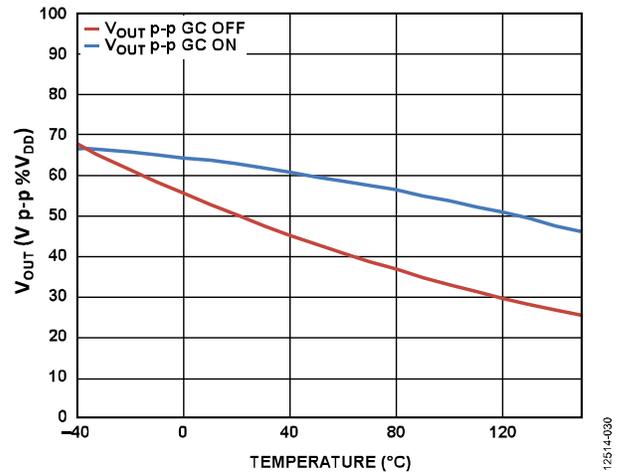


图23. 输出电压 ( $V_{SIN}$ 和 $V_{COS}$ ) 峰峰值与温度( $\% V_{DD}$ )的关系

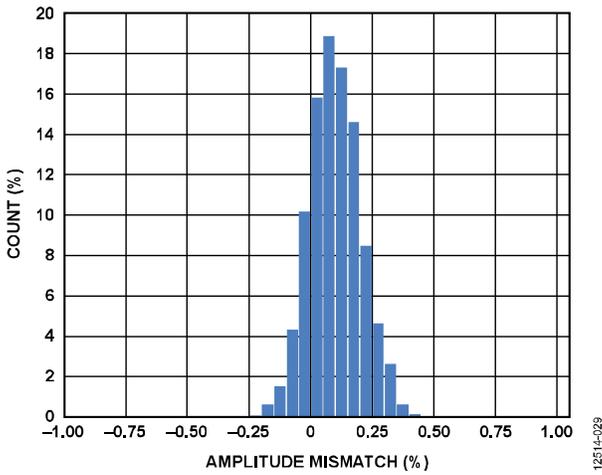


图22. 幅度同步(%k)

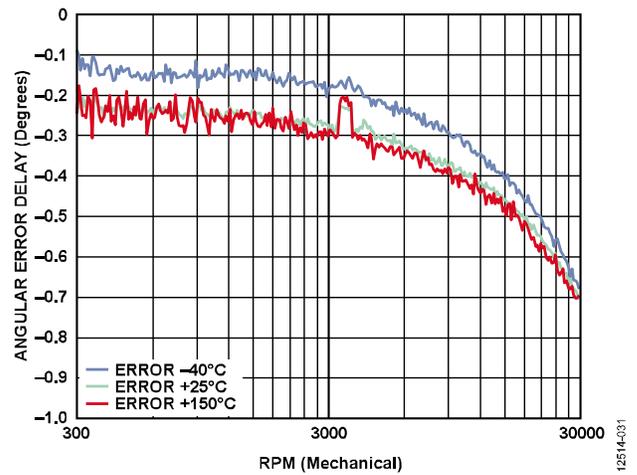


图24. 角度误差延迟与RPM (机械) 的关系

## 术语

### 基准位置误差

基准位置误差是传感器绝对安装位置与其标称位置的偏差。Y = 0 μm的基准位置是连接引脚2和引脚7的直线。X = 0 μm的基准位置是封装顶部的中间距离。X和Y方向的位置精度均为±0.05 mm (±50 μm)。

### 基准角度误差

基准角度误差是传感器绝对安装旋转角度与其标称位置的偏差。角度Φ=0°的基准位置与连接引脚2和引脚7的直线平行。

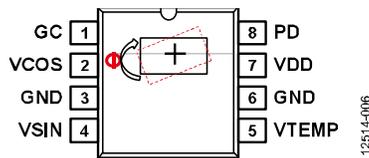


图25. 绑定排列和封装中的传感器对齐

### 输出幅度同步误差

输出幅度匹配误差(k)定义为MR传感器受到连续旋转磁场激励下两个输出通道幅度之间的关系, 用数学公式表示如下:

$$K = 100\% \times V_{\text{SIN}_P-P} / V_{\text{COS}_P-P}$$

### 未校正角度误差

未校正角度误差定义为在未进行失调校准的情况下, 根据 $V_{\text{SIN}}$ 和 $V_{\text{COS}}$ 计算的角度与理想角度读数的最大偏差。

### 单点校准角度误差

单点校准角度误差定义为在 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 进行初始失调校准之后, 根据 $V_{\text{SIN}}$ 和 $V_{\text{COS}}$ 计算的角度与理想角度读数的最大偏差。

### 动态角度误差

动态角度误差定义为在连续进行失调校准的情况下, 根据 $V_{\text{SIN}}$ 和 $V_{\text{COS}}$ 计算的角度与理想角度读数的最大偏差。

### 相位误差

相位误差( $\Phi_{\text{ERR}}$ )定义为仪表放大器的带宽限制所引起的旋转频率相关误差。放大器传播延迟会影响 $V_{\text{SIN}}$ 和 $V_{\text{COS}}$ , 并反映在旋转磁场的实际角度方向上。对于每分钟转速非常高的系统, 典型特征值可用于对此误差进行一阶补偿。对于低转速系统, 此误差成分可忽略不计, 无需补偿。

## 工作原理

ADA4571是一款AMR传感器，集成了信号调理放大器和ADC驱动器。ADA4571产生正弦和余弦两路模拟输出，指示周围磁场的角位置。

AMR检测元件由Sensitec GmbH设计和制造。

### SENSITEC KÖRBER SOLUTIONS

27所示为正弦通道，包括AMR传感器元件和用于控制、滤波、缓冲、信号放大的功能电路。一个与电源电压成比例的基准电压用于激励传感器电桥。为了抑制噪声和电磁干扰(EMC)，电桥电源经过低通滤波。电桥输出电压放大恒定倍数 ( $G = 40$ , GC模式禁用) 并进行缓冲。单端输出为基于共模电压 $V_{DD}/2$ 的偏置电压，能够驱动以电源电压为基准的外部ADC。

为了最佳地使用ADC输入范围，余弦和正弦输出电压跟踪电源电压，确保实现比例式配置。为了实现高信号性能，两个输出信号的幅度和相位必须精密匹配。放大器带宽足以确保最高额定转速下的相位延迟非常低。

传感器输出端以及第一级和第二级之间的电磁干扰(EMI)滤波器用于抑制信号频带中出现的噪声和干扰。

仪表放大器架构由精密、低噪声、零漂移放大器组成，采用专有斩波技术，实现了 $0.3 \mu V$  (典型值) 的低输入失调电压和 $0.02 \mu V/^{\circ}C$  (典型值) 的输入失调电压漂移。零漂移设计还具有斩波纹波抑制电路，可消除斩波引起的毛刺和其它干扰。

该斩波技术还能校正共模电压摆幅和电源变化所引起的失调电压误差，使得共模抑制比高于150 dB。放大器的宽带噪声低至 $22 nV/\sqrt{Hz}$ ，且无1/f噪声成分。这些特性特别适合放大高精度检测应用中的低电平AMR电桥信号。

此外，片内集成了丰富的诊断功能，支持对传感器和芯片状况进行自检。

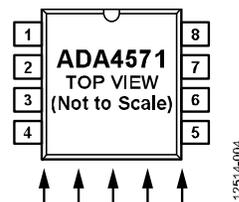


图26. 匀质磁场的方向( $\alpha = 0^{\circ}$ )

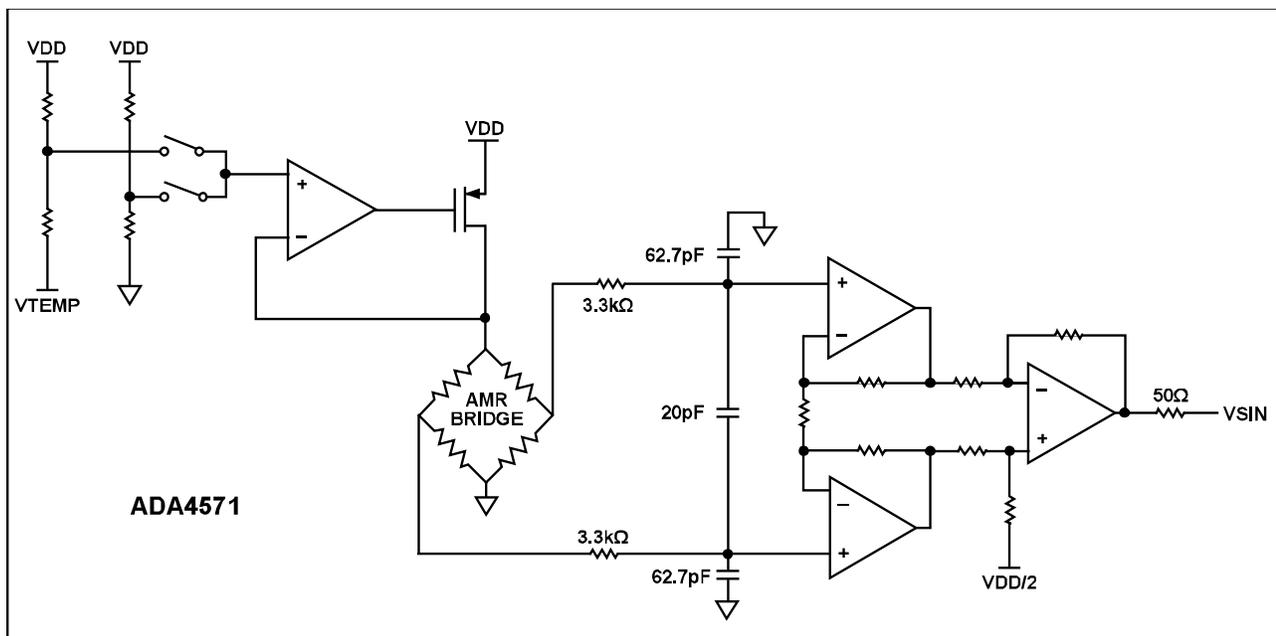


图27. ADA4571正弦通道内部详细框图

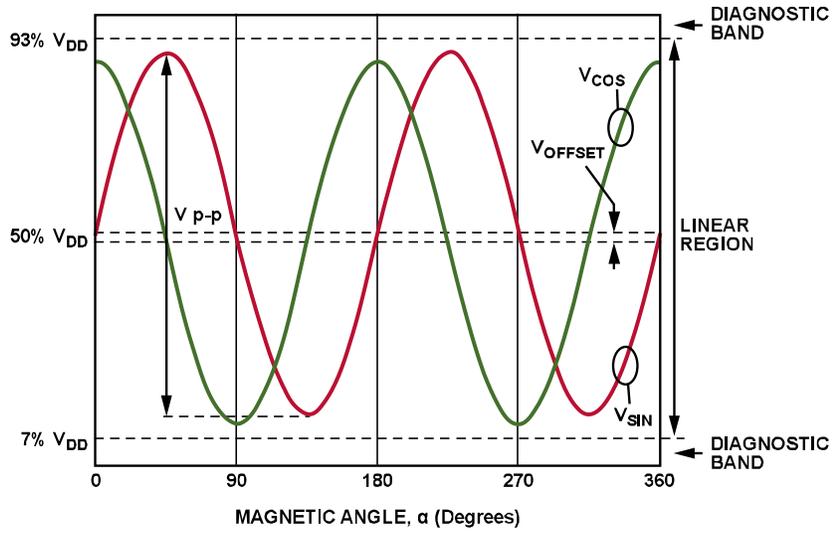


图28. 典型输出波形—正弦和余弦输出与磁角的关系

12514-003

## 应用信息

集成式AMR传感器设计用于具有独立处理器IC或电子控制单元(ECU)的应用, 处理器IC或ECU包含ADC, 其基准电压连接到电源电压。ADC分辨率与VDD的关系同AMR传感器输出与VDD的关系相同, 因此该系统本身即是比例式, 信号与电源电压变化的相关性极小。

### 角度计算

为了从AMR器件的输出计算角度, 须使用三角函数arctangent2。arctangent2函数是标准反正切函数, 使用附加象限信息来将输出从-90°至+90°的磁角范围扩展到-180°至+180°的磁角范围。鉴于AMR技术的检测范围, 对每个磁极计算出的磁角相同。对于简单的偶极子磁体, 通过以下公式可得出180°机械范围内的绝对角度:

$$\alpha = \frac{\arctan\left(\frac{V_{SIN}}{V_{COS}}\right)}{2}$$

### 连接ECU

由于ADA4571输出的驱动能力有限, ADA4571和其它IC之间的印刷电路板(PCB)走线应最短。建议对信号线采取屏蔽措施。负载电容和电阻应匹配, 以使角度精度最高。在ADC输入端前方增加与系统采样频率相关的带宽限制滤波器, 以便降低噪声带宽。

图29中, VCOS和VSIN上的负载电阻代表滤波器和ADC的输入负载。处理器可用于反正切和失调校准、失调存储及其它计算。

### VTEMP输出引脚

一个与绝对温度成比例的电路在VTEMP引脚提供电压输出, 用于监控温度或进行温度校准。该输出电压与电源电压成比例, 因此可以与利用电源电压产生基准电压的ADC接口。不用时, 此引脚必须断开。

为使VTEMP输出电压达到最高精度, 应在已知的受控温度下执行初始校准。然后, 使用下式提取温度信息:

$$T_{VTEMP} = \frac{\left(\frac{V_{TEMP}}{V_{DD}}\right) - \left(\left(\frac{V_{CAL}}{V_{DD}}\right) - T_{CAL} \times T_{CO}\right)}{TC_{VTEMP}}$$

其中:

$T_{VTEMP}$ 为根据VTEMP输出电压计算出的温度(°C)。

$V_{TEMP}$ 是工作期间的VTEMP输出电压。

$V_{DD}$ 为电源电压。

$V_{CAL}$ 是在受控温度下校准期间的VTEMP输出电压。

$T_{CAL}$ 是校准期间的受控温度。

$T_{CO}$ 是内部电路的温度系数; 其准确值参见“技术规格”部分。

### 增益控制模式

将GC引脚连接到VDD引脚可激活增益控制(GC)使能模式。这种模式会补偿AMR电桥传感器的幅度输出, 以便降低温度相关的变化。因此, 输出电平会更高且受控, 系统动态范围得以提升, 系统设计任务也会得以简化。如果GC引脚浮空, 一个弱上拉电阻可确保默认情况下使能GC模式。GC模式也可用于传感器自诊断, 即比较使能和禁用两种情况下的正弦和余弦幅度输出, 例如半径检查。如果半径无变化, 则说明IC发生严重故障。

### 关断模式

将PD引脚连接到VDD引脚可激活关断模式。这种模式下, 器件关断, 其输出引脚设置为高阻抗, 以免负载电阻产生功耗。VTEMP输出通过一个下拉电阻接地。在GC = VDD或GC = GND的情况下可进入关断模式。如果PD引脚浮空, 一个内部下拉电阻可确保器件保持活动状态。

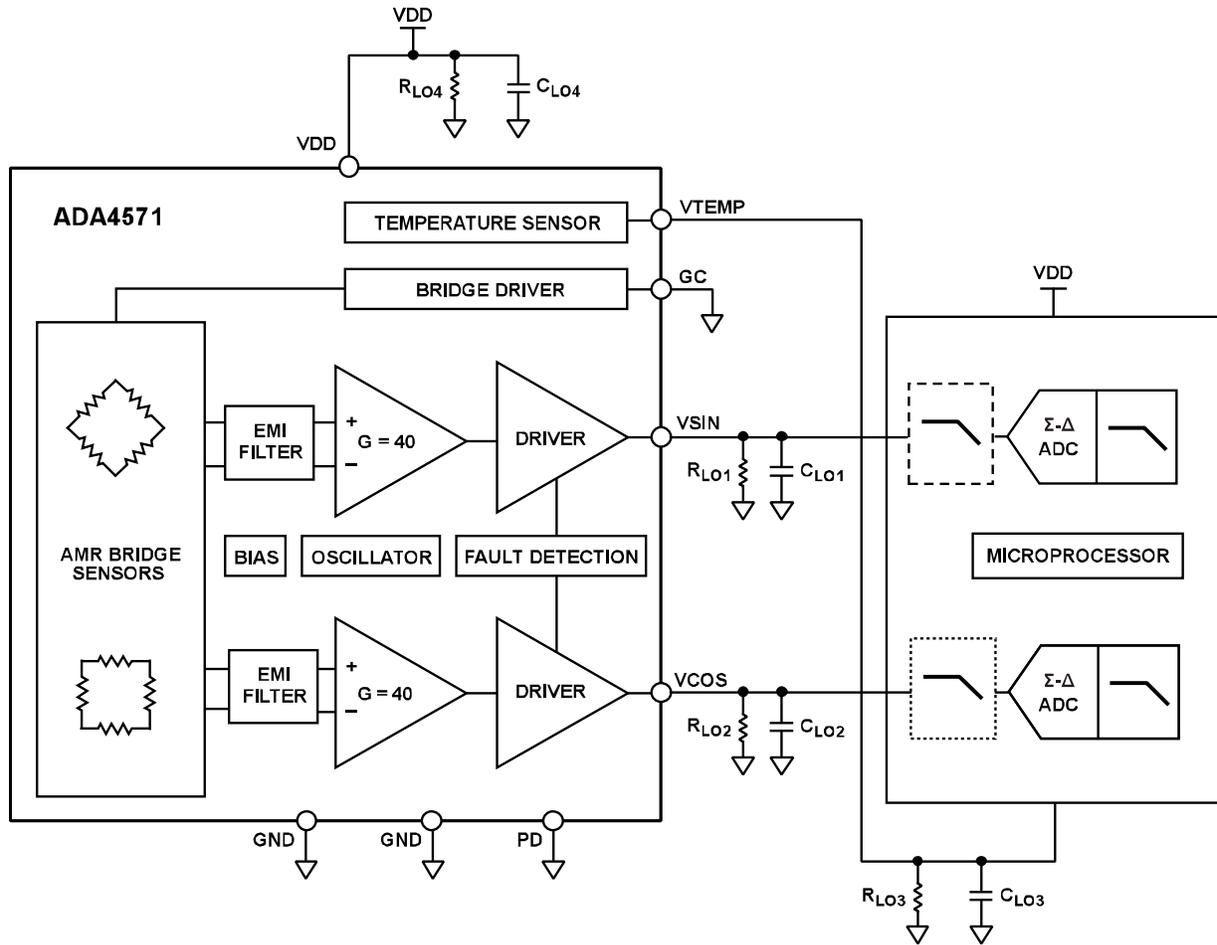


图29. 带独立处理器和数据转换功能的典型应用框图

12514-307

**功耗**

当电源电流以7 mA的额定最大值运行且ADA4571以5.5 V的最大V<sub>DD</sub>运行时，静态电流为38.5 mW，这是最差情况。

功耗与V<sub>DD</sub>、温度、负载电阻(R<sub>L</sub>)、负载电容(C<sub>L</sub>)和旋转磁场的频率等多个因素相关。R<sub>L</sub>和C<sub>L</sub>建议参考地。限流功能可保护输出电压在一定时间内不受对V<sub>DD</sub>引脚或地短路的影响。将器件旋转180°放入插槽时，若未将电源电流限制在100 mA以下，则器件可能会受损。

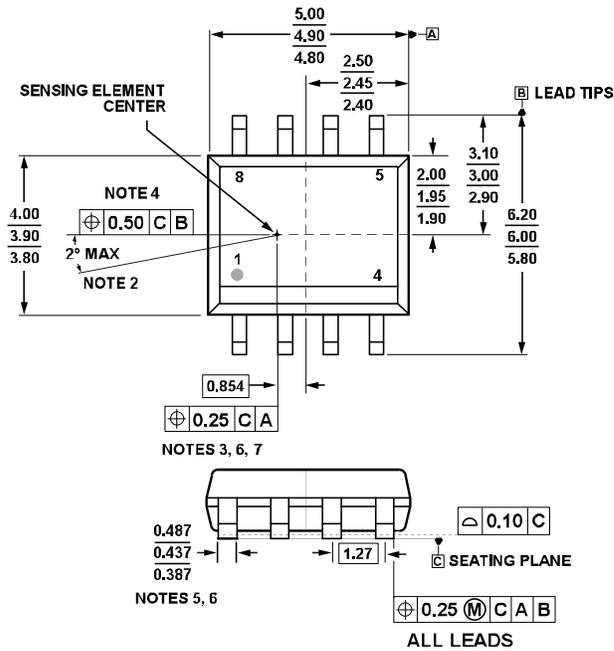
**信号输出失调**

单端输出信号以片内产生的V<sub>DD</sub>/2为基准。失调源自匹配不精确性和生产过程中的其它非理想因素。为实现精密的容差，VSIN和VCOS的外部负载必须匹配。输出包含50 Ω串联电阻以提供ESD和EMC保护。由于输出负载电阻很大，此串联电阻的影响极小。

**信号与气隙距离的相关性**

IC在x-y平面内测量外部磁场的方向。只要磁场强度大于额定最小值25 kA/m，则测量结果基本上与磁场强度无关。在x-y方向的均质场内，结果与z方向（气隙）的位置无关。内部x-y平面与塑料封装上表面的标称z向距离为0.400 mm。

机械公差图



- NOTES**
1. DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS.
  2. MAXIMUM SENSOR ROTATION.
  3. THIS DIMENSION AND TRUE POSITION SPECIFY THE LOCATION OF THE CENTER OF THE SENSING ELEMENT WITH RESPECT TO THE CENTER OF THE PACKAGE. THE CENTER OF THE SENSING ELEMENT IS ALIGNED WITH THE EDGES OF LEAD 2 AND LEAD 7.
  4. THE CENTER OF THE SENSING ELEMENT IS ALIGNED WITH THE CENTER LINE OF THE PACKAGE (DATUM B).
  5. THE LEAD WIDTH DIMENSION IS TOLERANCED MORE TIGHTLY THAN ON THE R8 PACKAGE OUTLINE DRAWING. THIS DIMENSION IS MEASURED AT THE FOOT OF THE LEAD (NO FLASH, BURRS).
  6. DOES NOT INCLUDE MOLD FLASH, DAMBAR PROTRUSIONS, OR BURRS.
  7. MOLD BODY WIDTH AND LENGTH DIMENSIONS DO NOT INCLUDE MOLD FLASH, OFFSETS, OR MOLD GATE PROTRUSIONS.
  8. REFER TO THE R8 PACKAGE OUTLINE DRAWING FOR DIMENSIONS NOT SHOWN HERE.

12514-034

图30. ADA4571的机械图

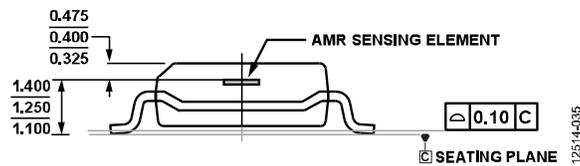


图31. ADA4571的断面图

12514-035

诊断

半径计算

$V_{SIN}$ 和 $V_{COS}$ 输出可用于计算半径值。这些输出具有固定的90°相位关系，因此，算出的半径值总是在可预测的预定范围内，它随器件的温度而变化，但独立于电流磁场方向。此半径 $V_{RAD}$ 可用于验证ECU中的 $V_{SIN}$ 和 $V_{COS}$ 读数。当算出的半径不在合理范围内时，系统可能发生了故障。半径通过下式计算：

$$V_{RAD} = \sqrt{\left(V_{SIN} - \frac{V_{DD}}{2}\right)^2 + \left(V_{COS} - \frac{V_{DD}}{2}\right)^2}$$

计算半径之前，必须执行失调校准。

图32显示GC模式使能时的容许半径值，图33显示GC模式禁用时的容许半径值。最大和最小 $V_{RAD}$ 值根据 $V_{SIN}$ 和 $V_{COS}$ 的容许幅度范围计算，涵盖“技术规格”部分指定的器件全部工作温度。此范围由图32和图33中的阴影区域表示。

图中还给出了-40°C、+25°C、+125°C和+150°C下的典型 $V_{RAD}$ 值。

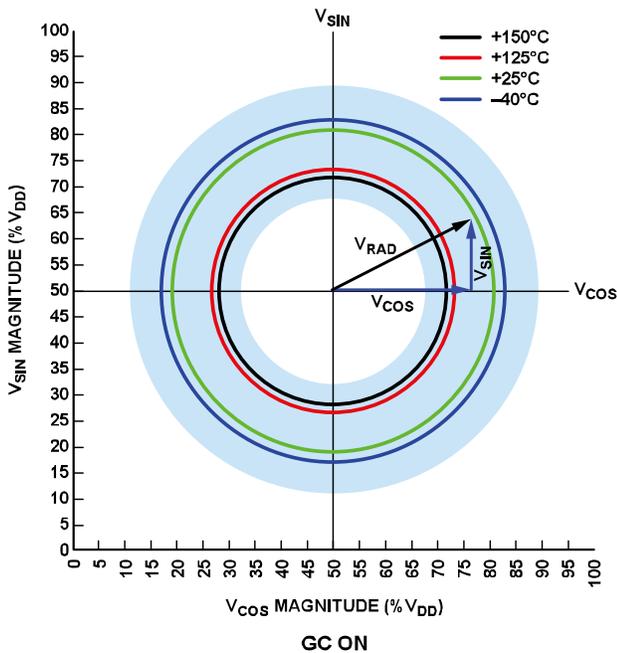


图32. GC开启时的半径值

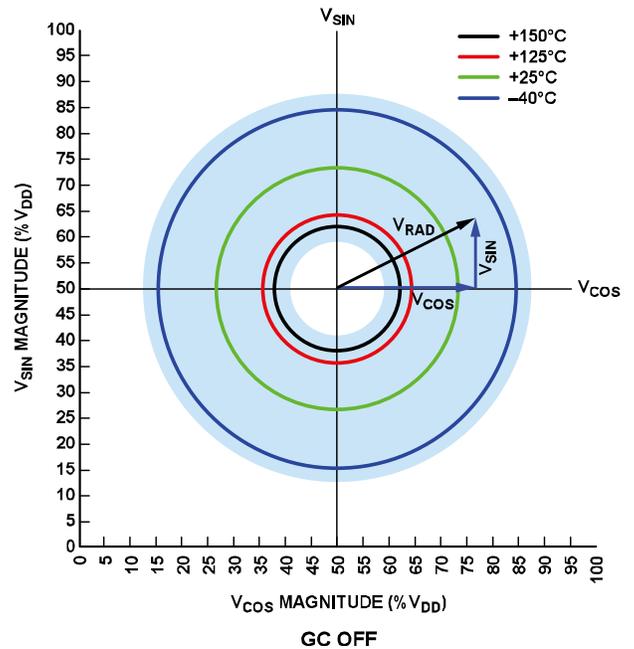


图33. GC关闭时的半径值

监控VTEMP引脚可以更严格地确定已知温度下半径长度的范围。关于各种温度下的准确值和输出幅度规格，参见“技术规格”部分和“典型性能参数”部分。

焊线断开检测

ADA4571内置焊线断开检测电路，可检测AMR传感器与仪表放大器之间的焊线是否断开。该检测电路由置于AMR传感器与ASIC之间的信号连接上的电流源和窗口比较器组成。电流源的作用是在AMR传感器与ASIC之间的焊线断开时，将信号节点拉出正常工作区间之外。窗口比较器的作用是检测AMR传感器的信号是否在正常工作区间以外。当比较器检测到信号节点在正常工作区间以外时，该电路将 $V_{SIN}$ 和/或 $V_{COS}$ 节点下拉至地。

除了有源电路以外，还有应用建议，例如使用上拉和下拉电阻，其通过将节点拉出规定工作区间之外来检测焊线断开。VTEMP、 $V_{COS}$ 和 $V_{SIN}$ 处的焊线断开会中断相应的输出。当这些引脚的焊线断开时，为确保输出进入已知状态，应将一个200 kΩ下拉电阻连接到这些引脚。将这些节点拉出正常工作区间之外可向主控制器表明发生故障。

**对GND或VDD短路**

发生短路时，输出电压被拉至GND或VDD引脚。

**正弦和余弦传感器输出间短路**

传感器输出间发生短路时，IC输出电压连接到输出共模电压。微控制器中会检测到非常大的角度误差。

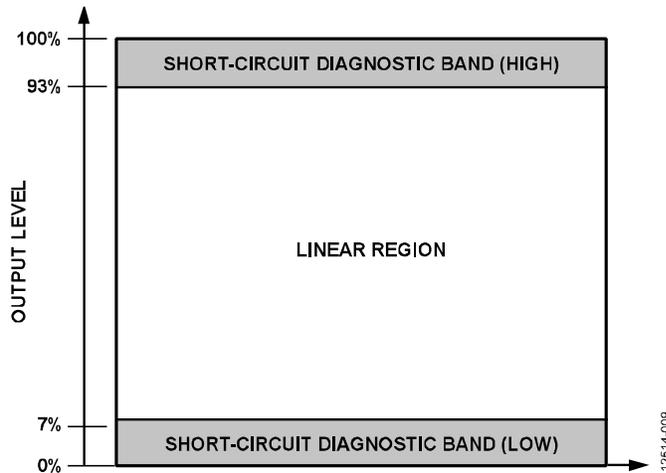


图34. 短路诊断状况中的输出范围分类

表7. 诊断情况

故障描述	输出条件	报警
内部MR传感器与ASIC之间的焊线断开	焊线断开检测激活；断开通道，VSIN和/或VCOS被下拉至地	诊断区间违规
PD引脚处焊线断开	器件依然工作	无报警
GC引脚处焊线断开	增益控制激活	输出幅度可能有变化
对地输出短路	短路通道被拉至地	诊断区间违规
对VDD输出短路	短路通道被拉至VDD	诊断区间违规

