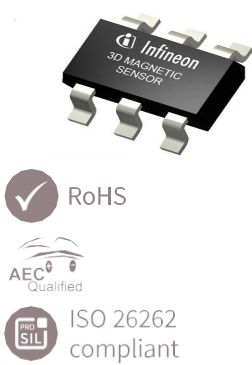


数据手册

特性

- 最佳精度包装尺寸配合
- 工作电源电压 3.3 V 和 5 V
- ISO 26262 SEooC，满足 ASIL B 级以下的安全要求
- ±50、±100 和 ±160 mT 的三维磁场感应
- 实现低功耗应用
- 集成温度测量
- 工作温度范围 $T_J = -40^{\circ}\text{C}$ 至 125°C
- 1 MHz I²C 用于测量控制和数据读出



潜在应用

- 长行程线性位置测量
- 角度位置测量
- 控制元件：转向指示器、变速杆、操纵杆、拇指轮
- 踏板/阀门位置感应

优点

- 利用三维磁性测量原理减少元件
- 灵活性高，应用范围广
- 设备可配置性带来的平台适应性
- 唤醒模式带来极低的系统功耗

产品验证

汽车应用认证。产品依据AEC-Q100进行验证。

描述

该传感器测量三个正交维度的磁场，作为I²C总线从站运行。外部I²C主设备（如微控制器）用于配置传感器和读出测量数据。该传感器根据 ISO26262 标准开发，具有内置诊断功能，支持 ASIL-B 功能安全应用。唤醒功能可唤醒沉睡的系统。

Product Type	Marking ¹⁾	Ordering Code	Default address 7 bit	Default address 8 bit write / read
TLE493D-P3B6 A0	E0	SP005427119	5D _H	BA _H / BB _H
TLE493D-P3B6 A1	E1	SP005427121	13 _H	26 _H / 27 _H
TLE493D-P3B6 A2	E2	SP005427123	29 _H	52 _H / 53 _H
TLE493D-P3B6 A3	E3	SP005427125	46 _H	8C _H / 8D _H

¹⁾ 工程样品标有"SA"。

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 参考最新的英文版本（控制文档）。

目录

	特性.....	1
	潜在应用	1
	产品验证	1
	描述.....	1
	目录.....	2
1	框图.....	4
2	引脚配置、磁场定义和敏感区域.....	5
2.1	引脚配置.....	5
2.2	磁场的定义.....	6
2.3	敏感区域.....	6
3	产品一般特性	7
3.1	绝对最大额定值.....	7
3.2	工作范围.....	7
3.3	电流消耗和引脚特性.....	8
3.4	传感器复位.....	9
4	产品特性	10
4.1	测量.....	10
4.1.1	磁性测量.....	11
4.1.2	温度测量.....	13
4.1.3	补偿和校准.....	14
4.1.4	测量时序.....	15
4.2	唤醒.....	19
4.3	诊断.....	20
4.4	测试功能.....	21
4.4.1	Vhall 偏置/Vext 测试功能	21
4.4.2	Spintest/Vint 测试功能.....	22
4.4.3	SAT 测试功能	24
4.4.4	主控模式下的触发器选项.....	25
5	功能块说明	26
5.1	I ² C 接口.....	26
5.1.1	I ² C 协议说明.....	26
5.1.1.1	I ² C 写入命令	26
5.1.1.2	I ² C 读取命令	28
5.1.1.3	避免碰撞	29
5.1.1.4	时钟拉伸.....	29
5.1.1.5	I ² C 时序特性.....	30
5.2	寄存器.....	31

5.2.1	寄存器概览.....	31
5.2.2	寄存器描述.....	32
5.2.2.1	磁性 X 值 MSB 寄存器.....	32
5.2.2.2	磁性 X 值 LSB 寄存器.....	32
5.2.2.3	磁性 Y 值 MSB 寄存器.....	33
5.2.2.4	磁性 Y 值 LSB 寄存器.....	33
5.2.2.5	磁性 Z 值 MSB 寄存器.....	33
5.2.2.6	磁性 Z 值 LSB 寄存器.....	34
5.2.2.7	温度值 MSB 寄存器.....	34
5.2.2.8	温度值 LSB 寄存器.....	34
5.2.2.9	通信 CRC.....	35
5.2.2.10	诊断寄存器.....	35
5.2.2.11	传感器模式寄存器1.....	36
5.2.2.12	传感器模式寄存器2.....	37
5.2.2.13	唤醒 X 高阈值 MSB 寄存器.....	38
5.2.2.14	唤醒 X 低阈值 MSB寄存器.....	39
5.2.2.15	唤醒 Y 高阈值 MSB寄存器.....	39
5.2.2.16	唤醒 Y 低阈值 MSB寄存器.....	39
5.2.2.17	唤醒 Z 高阈值 MSB寄存器.....	40
5.2.2.18	唤醒 Z 低阈值 MSB寄存器.....	40
5.2.2.19	唤醒 XY 阈值 LSB 寄存器.....	40
5.2.2.20	唤醒 Z 阈值 LSB 寄存器.....	41
5.2.2.21	重置寄存器.....	42
5.2.2.22	唯一芯片标识寄存器 0.....	42
5.2.2.23	唯一芯片标识寄存器 1.....	42
5.2.2.24	唯一芯片标识寄存器 2.....	43
5.2.2.25	唯一芯片标识寄存器 3.....	43
5.2.2.26	唯一芯片标识寄存器 4.....	43
5.2.2.27	唯一芯片标识寄存器 5.....	44
6	应用信息.....	45
7	封装信息.....	46
7.1	封装参数.....	46
7.2	封装外形.....	47
8	术语.....	49
	修订记录.....	50
	免责声明.....	51

1 框图

1 框图

主要功能及其合作关系如框图所示

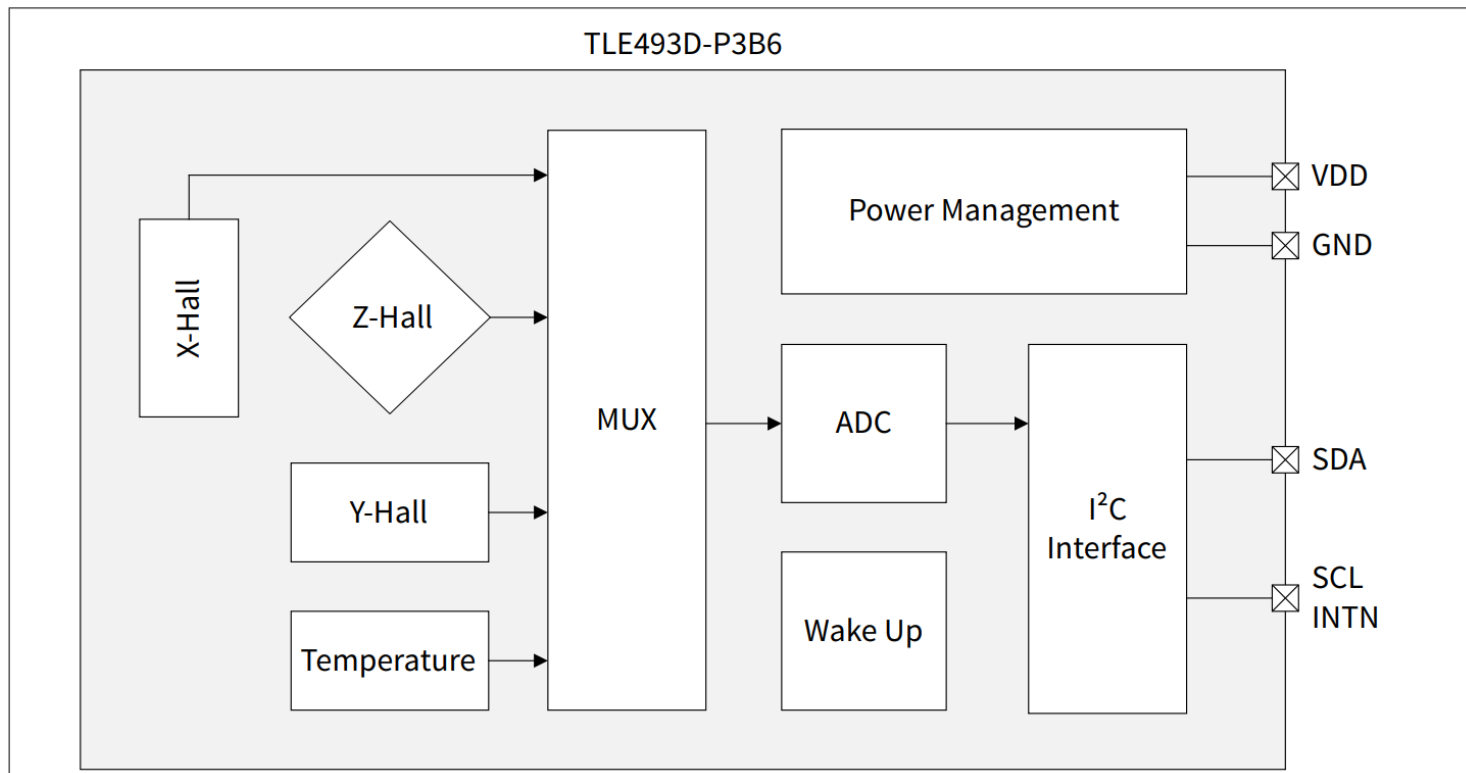


图 1 框图

2 引脚配置、磁场定义和敏感区域

传感器与应用的电气和磁性连接点是引脚配置、磁场方向定义和敏感区域，这些将在以下各小节中列出。

2.1 引脚配置

传感器的引脚分布如下：

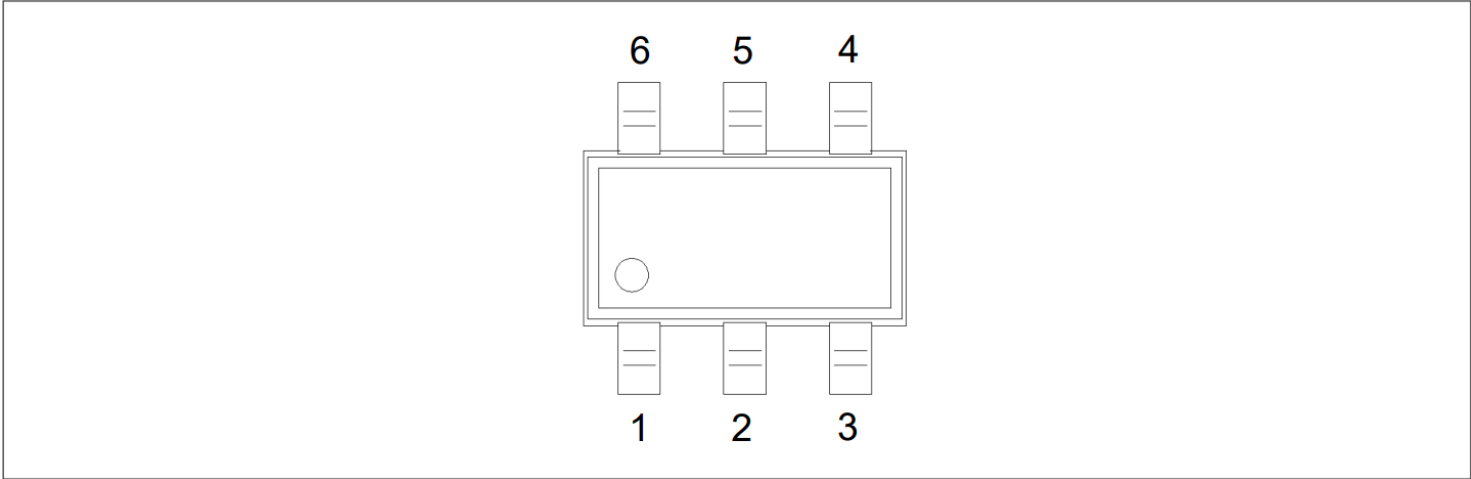


图 2 传感器引脚分布

表 1 TSOP6-6-8 引脚描述和配置（见 图 2）

Pin number	Name	Description
1	SCL (INTN)	Interface serial clock pin (input) Interrupt pin, signals a finished measurement cycle, open-drain (output)
2	GND	Must be connected to GND-pin 3 externally
3	GND	Ground pin
4	VDD	Supply pin
5	GND	Must be connected to GND-pin 3 externally
6	SDA	Interface serial data pin (input/output), open-drain

2.2 磁场的定义

正磁场被认为是朝向相应霍尔元件的南极。图 3 显示了三维霍尔传感器的磁场方向 X、Y 和 Z 的定义。

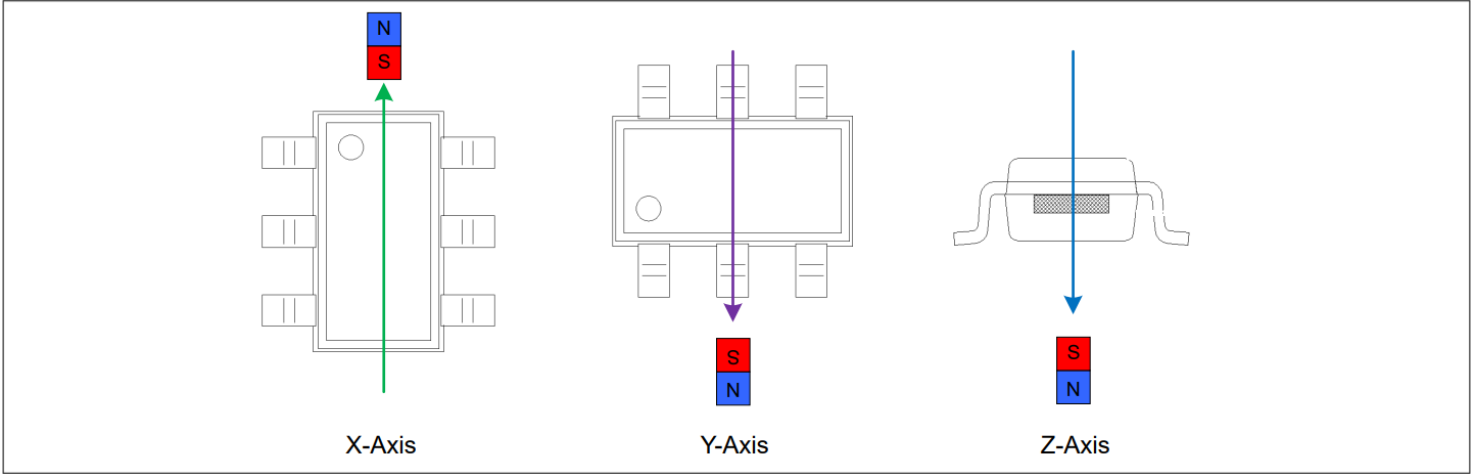


图 3 磁场方向的定义

2.3 敏感区域

霍尔测量的磁敏感区域如图 4 所示。

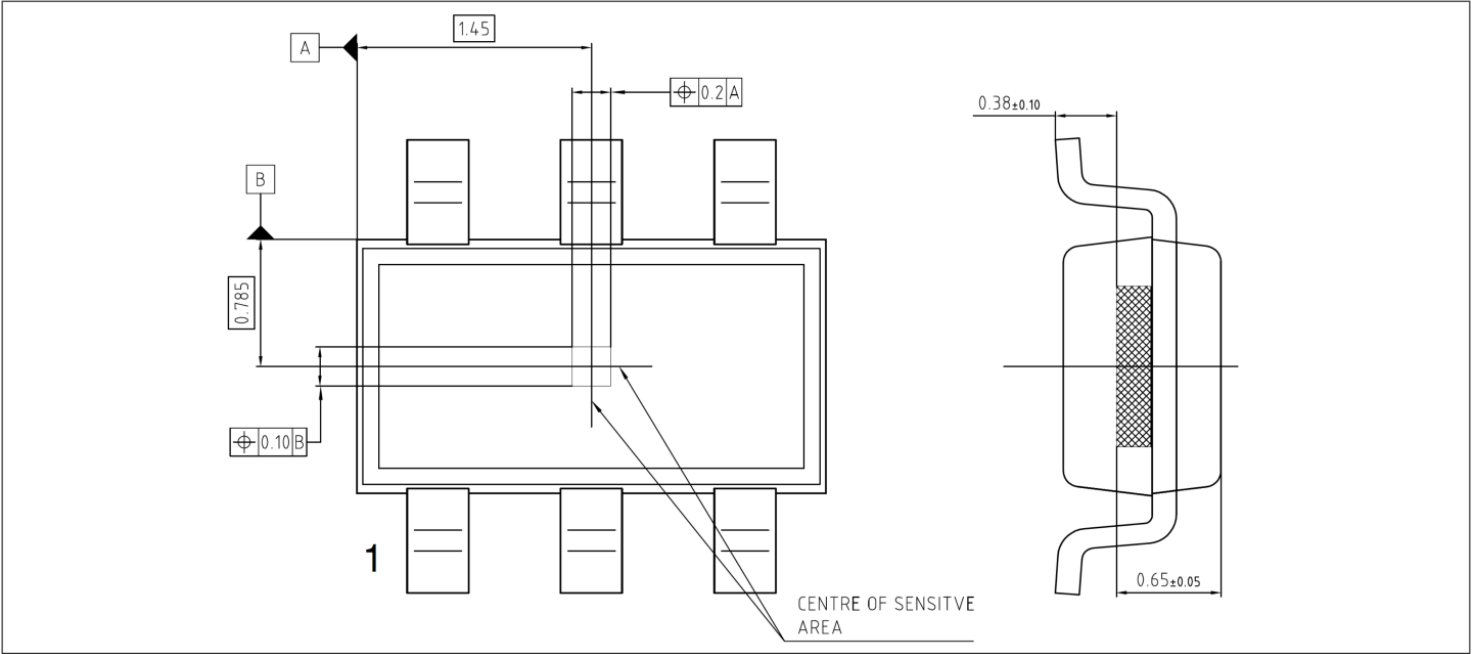


图 4 敏感区域中心（尺寸单位：毫米）

3 产品一般特性

本章介绍设备所需的环境条件（磁、热和电）。

3.1 绝对最大额定值

超过表2所列的应力可能会对设备造成永久性损坏。这仅仅是一个应力额定值，并不意味着设备在这些条件下或任何其他高于本操作部分所示条件的情况下能够正常运行。长时间暴露在绝对最大额定条件下可能会影响设备的可靠性。

表 2 绝对最大额定值

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or condition
		Min.	Typ.	Max.		
Junction temperature	T_j	-40	–	150	°C	
Voltage on any pin to GND	V_{max}	-0.3	–	6	V	
Voltage range on SDA and SCL (INTN) to GND	V_{IO_max}	–	–	$V_{DD} + 0.5$	V	
Magnetic field	B_{max}	–	–	±1	T	

表3 ESD鲁棒性

环境温度 $T_a = 25^{\circ}\text{C}$

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or condition
		Min.	Typ.	Max.		
ESD robustness (HBM)	$V_{ESD-HBM}$	-4	–	4	kV	For all pins ²⁾
ESD robustness (CDM)	$V_{ESD-CDM_corner}$	-0.75	–	0.75	kV	For corner pins ³⁾
ESD robustness (CDM)	$V_{ESD-CDM}$	-0.5	–	0.5	kV	For all pins ³⁾

3.2 工作范围

本传感器设计用于在本章所述条件下运行。

表 4 工作范围

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or condition
		Min.	Typ.	Max.		
Operating temperature	T_j	-40	–	125	°C	
Operating supply voltage	V_{DD}	2.8	–	5.5	V	
Register reset level	V_{res}	1	–	2.3	V	
Register reset level hysteresis	$V_{res-hys}$	25	50	–	mV	
ADC restart level	V_{ADCr}	2.3	2.6	2.8	V	min. ADC operating level
ADC restart hysteresis	$V_{ADCr-hys}$	25	50	–	mV	

(表格续下页.....)

²⁾ 人体模型 (HBM) 稳定性：符合 AEC-Q100-002 标准的 HBM 2 级。
³⁾ 充电设备模型 (CDM) 稳定性：符合 AEC-Q100-011 标准的 C2a 级。

表 4 (续) 工作范围

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or condition
		Min.	Typ.	Max.		
Magnetic range (full range)	B_{XYZ}	-160	–	160	mT	
Magnetic range (short range)	B_{XYZ_SR}	-100	–	100	mT	
Magnetic range (extra short range)	B_{XYZ_XSR}	-50	–	50	mT	

如果电源电压 V_{DD} 降至"寄存器重置" 以下，传感器将进入未定义状态。如果电源电压 V_{DD} 恢复到高于"寄存器重置" 阈值，传感器寄存器将重置为默认值。"rst_flg" 位指示寄存器复位。

只要 V_{DD} 保持在传感器"寄存器复位" 阈值之上，数字接口就会按规定工作。寄存器复位后，传感器进入以下状态：

- INTN 禁用
- 低功耗模式， $f_{Update} = 1 \text{ kHz}$ （典型值）
- 防撞功能关闭
- 全范围
- 1 字节读取协议

3.3 电流消耗和引脚特性

电气参数见表5。

表5 电气引脚特性

所有相对于地的电压，流入引脚的正向电流

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or condition
		Min.	Typ.	Max.		
Supply current Power Down	I_{DD_pd}	–	500	1000	nA	$T_j = 25^\circ\text{C}$; supply current at VDD pin in power down; no communication and no floating pins at the interface
Supply current Power Down @ 85°C	I_{DD_pd}	–	–	6	μA	$T_j = 85^\circ\text{C}$; supply current at VDD pin in power down; no communication and no floating pins at the interface
Supply current active	I_{DD_active}	–	4.2	6	mA	Supply current at VDD pin while ADC active
Supply current at power up	I_{DD_pu}	–	–	8.5	mA	Supply current at VDD pin during power up
Input voltage low threshold	V_{IL}	30	–	–	% V_{DD}	all input pads
Input voltage high threshold	V_{IH}	–	–	70	% V_{DD}	all input pads
Input voltage hysteresis	V_{IHYS}	5	–	–	% V_{DD}	all input pads
Output voltage low level	V_{OL}	–	–	0.4	V	all output pads, static load, $I_{OL} = 5 \text{ mA}$
IO pin leakage current	$I_{leakage_IO}$	-1	–	1	μA	$0 \text{ V} \leq V_{IO} \leq V_{DD}$
SDA, SCL(INTN) pin capacitance	C_{SDA}, C_{SCL}	–	–	10	pF	

$$I_{DD_avg} \approx f_{Update} \cdot \left(I_{DD_active} \cdot t_{ADC} + I_{DD_pd} \cdot \left(\frac{1}{f_{Update}} - t_{ADC} \right) \right)$$

公式 1 测量周期平均值、典型 I_{DD} 电流消耗估算公式

时序详情请参见 [测量时序](#) 一章。

3.4 传感器复位

该传感器提供内部和外部复位功能。

内部：

- [寄存器复位](#)，上电或欠压事件后复位传感器。
- [ADC 重启](#)，在电源电压不足时刷新测量。

外部：

- [软件复位](#)，通过 I²C 提供软件驱动的复位。

软件复位

执行传感器复位的操作如下：

- 微控制器将 soft_rst 位设置为 "1"

4 产品特性

介绍了磁测量和热测量的能力以及唤醒功能。诊断功能与测试功能不同，后者需要由微控制器触发，与任何测量无关。

4.1 测量

该传感器旨在提供一种节省空间的 3DHall 解决方案。这意味着传感器提供的是未经补偿的原始数据，可以通过微控制器进行补偿。补偿所需的公式和说明见"补偿和校准"一章。本章还提供了进一步提高测量精度的信息，可通过对传感器进行终端校准来实现。

所用符号的命名方法如下图所示。

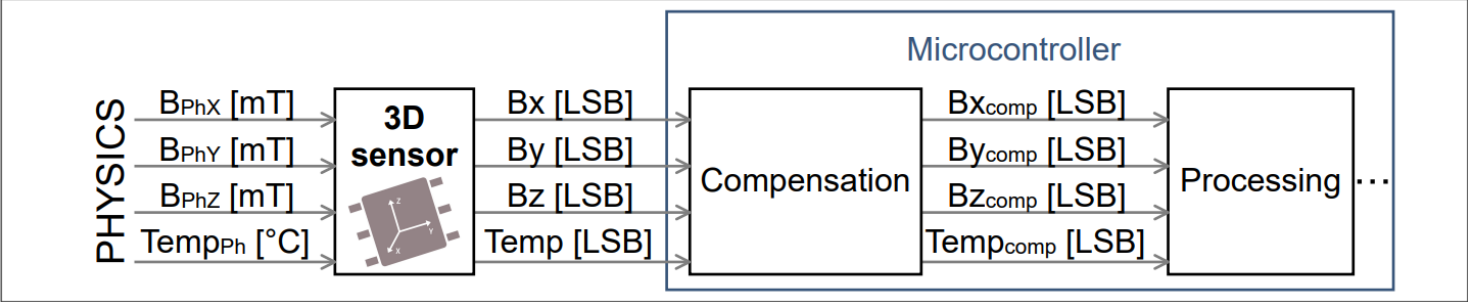


图 5 测量符号定义

表 6 测量符号定义

Physical values	Sensor raw measurement values	Compensated measurement values
B _{PhX} [mT]	B _x [LSB]	B _{xcomp} [LSB]
B _{PhY} [mT]	B _y [LSB]	B _{ycomp} [LSB]
B _{PhZ} [mT]	B _z [LSB]	B _{zcomp} [LSB]
Temp _{Ph} [°C]	Temp [LSB]	Temp _{comp} [LSB]

微控制器中的补偿功能可根据 " 补偿和校准 "一章来实现。

4 产品特性

4.1.1 磁性测量

磁性测量值以 14 位分辨率的二进制形式在寄存器中提供，寄存器符号为 Bx、By 和 Bz。

表 7 初始磁特性

0 h 和 $T_j = 25^\circ\text{C}$ 时的数值（除非另有说明）

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or condition
		Min.	Typ.	Max.		
Sensitivity X, Y, Z (full range)	S_x, S_y, S_z	23	29.5	38	LSB ₁₄ /mT	
Sensitivity X, Y, Z (short range)	$S_{X_SR}, S_{Y_SR}, S_{Z_SR}$	46	59	76	LSB ₁₄ /mT	
Sensitivity X, Y, Z (extra short range)	$S_{X_XSR}, S_{Y_XSR}, S_{Z_XSR}$	92	118	152	LSB ₁₄ /mT	
Offset X, Y, Z (all ranges)	O_x, O_y, O_z	-0.5	±0.2	0.5	mT	$B_{Ph} = 0 \text{ mT}$
X to Y magnetic matching (all ranges)	M_{XY}	-5	±1	5	%	
X/Y to Z magnetic matching (all ranges)	$M_{X/YZ}$	-15	±5	15	%	

表 8 补偿磁漂移特性

漂移是由于外部影响导致初始特性发生变化。

所有量程设置的数值，全磁线性范围内的静态磁场（除非另有说明）。

所有数值均根据 [补偿和校准](#) 进行补偿。

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or condition
		Min.	Typ.	Max.		
Sensitivity drift X, Y, Z	$S_{X_D_comp}$	-9	-	9	%	$T_j = -40 \dots 85^\circ\text{C}$
	,	-10	±5	10		$T_j = -40 \dots 105^\circ\text{C}$
	$S_{Y_D_comp}, S_{Z_D_comp}$	-10.5	-	10.5		$T_j = -40 \dots 125^\circ\text{C}$
Offset drift X, Y, Z	$O_{X_D_comp},$	-0.3	-	0.3	mT	$T_j = -40 \dots 85^\circ\text{C}, B_{Ph} = 0 \text{ mT}$
	$O_{Y_D_comp},$	-0.3	-	0.3		$T_j = -40 \dots 105^\circ\text{C}, B_{Ph} = 0 \text{ mT}$
	$O_{Z_D_comp}$	-0.3	-	0.3		$T_j = -40 \dots 125^\circ\text{C}, B_{Ph} = 0 \text{ mT}$
X to Y magnetic matching drift	$M_{XY_D_comp}$	-1.65	-	1.65	%	$T_j = -40 \dots 85^\circ\text{C}$
		-1,7	-	1,7		$T_j = -40 \dots 105^\circ\text{C}$
		-1.9	-	1.9		$T_j = -40 \dots 125^\circ\text{C}$
X/Y to Z magnetic matching drift	M_{X/YZ_D_comp}	-6.5	-	6.5	%	$T_j = -40 \dots 85^\circ\text{C}$
		-6.75	-	6.75		$T_j = -40 \dots 105^\circ\text{C}$
		-8	-	8		$T_j = -40 \dots 125^\circ\text{C}$

4 产品特性

表 9 原始磁漂移特性

漂移是由于外部影响导致初始特性发生变化。

$T_j = -40^{\circ}\text{C}$ 至 105°C ，所有量程，静磁场在全磁线性范围内的数值（除非另有说明）。无补偿。

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or condition
		Min.	Typ.	Max.		
Sensitivity drift X, Y, Z	$S_{X_D}, S_{Y_D}, S_{Z_D}$	-12.7	–	12.7	%	
Offset drift X, Y, Z	$O_{X_D}, O_{Y_D}, O_{Z_D}$	-0.35	–	0.35	mT	$B_{Ph} = 0 \text{ mT}$
X to Y magnetic matching drift	M_{XY_D}	-1.7	–	1.7	%	
X/Y to Z magnetic matching drift	M_{X/YZ_D}	-7.5	–	7.5	%	

表 10 磁场非线性和噪声

$T_j = -40^{\circ}\text{C}$ 至 105°C 时的数值（除非另有说明）

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or condition
		Min.	Typ.	Max.		
Integral non linearity (full range)	INL	-40	–	40	LSB ₁₄	Bx, By and Bz
Integral non linearity (short range)	INL_{SR}	-80	–	80	LSB ₁₄	Bx, By and Bz
Integral non linearity (extra short range)	INL_{XSR}	-160	–	160	LSB ₁₄	Bx, By and Bz
Differential non linearity (full range)	DNL	-16	–	16	LSB ₁₄	Bx, By and Bz
Differential non linearity (short range)	DNL_{SR}	-32	–	32	LSB ₁₄	Bx, By and Bz
Differential non linearity (extra short range)	DNL_{XSR}	-64	–	64	LSB ₁₄	Bx, By and Bz
Z-magnetic noise (full range, rms)	B_{NeffZ}	–	–	173	μT	rms = 1 sigma
XY-magnetic noise (full range, rms)	B_{NeffXY}	–	–	250	μT	rms = 1 sigma
Z-magnetic noise (short range, rms)	B_{NeffZ_SR}	–	–	122	μT	rms = 1 sigma
XY-magnetic noise (short range, rms)	B_{NeffXY_SR}	–	–	176	μT	rms = 1 sigma
Z-magnetic noise (extra short range, rms)	B_{NeffZ_XSR}	–	–	86	μT	rms = 1 sigma
XY-magnetic noise (extra short range, rms)	B_{NeffXY_XSR}	–	–	125	μT	rms = 1 sigma

$$M_{XY} = 100 \cdot 2 \cdot \frac{S_X - S_Y}{S_X + S_Y} [\%]$$

公式 2 参数"X 到 Y 磁匹配"公式

$$M_{X/YZ} = 100 \cdot 2 \cdot \frac{S_X + S_Y - 2 \cdot S_Z}{S_X + S_Y + 2 \cdot S_Z} [\%]$$

公式 3 参数"X/Y 至 Z 磁匹配"公式

4 产品特性

4.1.2 温度测量

传感器提供与结温成正比的内部温度测量。结果可从温度寄存器中读出，分辨率为 14 位。

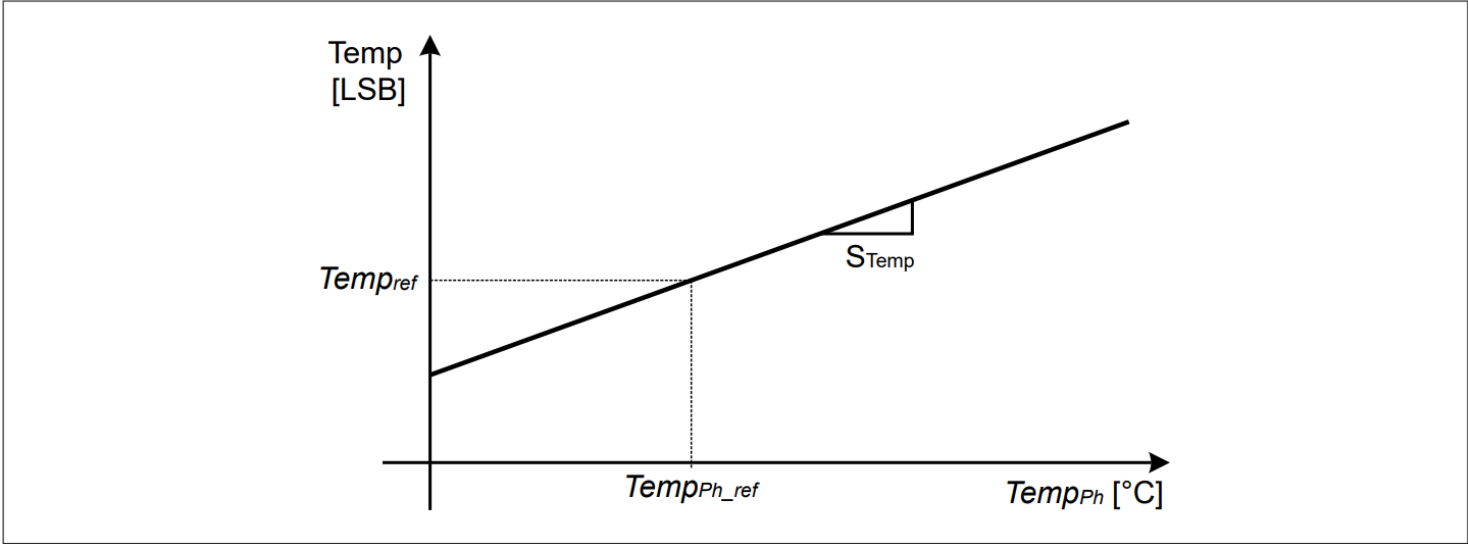


图 6 温度测量

温度信息用于外部补偿，以提高整个温度范围内的磁性测量精度。

此外，还可以在应用程序中使用温度传感器数据。请注意，测量温度与结温成正比，可能会偏离相应的环境温度。

表 11 温度测量特性

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or condition
		Min.	Typ.	Max.		
Temperature sensitivity	S_{Temp}	13.3	15.2	17.2	LSB ₁₄ /K	referring to T_j
Temp reference value	$Temp_{ref}$	3880	4200	4500	LSB ₁₄	$Temp_{Ph} = Temp_{Ph_ref}$
Physical temperature reference	$Temp_{Ph_ref}$	–	25	–	°C	

4 产品特性

4.1.3 补偿和校准

Bxyz_{comp} 的值必须根据传感器原始数据 Bxyz 用以下公式计算得出。

$$Bx_{comp} = r \cdot (O_{0x} + O_{1x} \cdot Temp + O_{2x} \cdot Temp^2 + O_{3x} \cdot Temp^3) + Bx \cdot (L_{0x} + L_{1x} \cdot Temp + L_{2x} \cdot Temp^2 + L_{3x} \cdot Temp^3)$$
$$By_{comp} = r \cdot (O_{0y} + O_{1y} \cdot Temp + O_{2y} \cdot Temp^2 + O_{3y} \cdot Temp^3) + By \cdot (L_{0y} + L_{1y} \cdot Temp + L_{2y} \cdot Temp^2 + L_{3y} \cdot Temp^3)$$
$$Bz_{comp} = r \cdot (O_{0z} + O_{1z} \cdot Temp + O_{2z} \cdot Temp^2 + O_{3z} \cdot Temp^3) + Bz \cdot (L_{0z} + L_{1z} \cdot Temp + L_{2z} \cdot Temp^2 + L_{3z} \cdot Temp^3)$$

公式 4

表 12 补偿范围系数

Factor	Full range	Short range	Extra short range
r	1	2	4

4 产品特性

表 13 补偿系数

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or condition
		Min.	Typ.	Max.		
Coefficient O0x	O_{0x}	–	52.46501931	–	–	
Coefficient O1x	O_{1x}	–	$-30.828402 \cdot 10^{-3}$	–	–	
Coefficient O2x	O_{2x}	–	$6.06444 \cdot 10^{-6}$	–	–	
Coefficient O3x	O_{3x}	–	$-4.20546 \cdot 10^{-10}$	–	–	
Coefficient L0x	L_{0x}	–	-2.109359211	–	–	
Coefficient L1x	L_{1x}	–	$2.248525 \cdot 10^{-3}$	–	–	
Coefficient L2x	L_{2x}	–	$-5.25818 \cdot 10^{-7}$	–	–	
Coefficient L3x	L_{3x}	–	$3.99648 \cdot 10^{-11}$	–	–	
Coefficient O0y	O_{0y}	–	7.574714985	–	–	
Coefficient O1y	O_{1y}	–	$-4.602293 \cdot 10^{-3}$	–	–	
Coefficient O2y	O_{2y}	–	$8.61016 \cdot 10^{-7}$	–	–	
Coefficient O3y	O_{3y}	–	$-7.47545 \cdot 10^{-11}$	–	–	
Coefficient L0y	L_{0y}	–	-2.106808409	–	–	
Coefficient L1y	L_{1y}	–	$2.234594 \cdot 10^{-3}$	–	–	
Coefficient L2y	L_{2y}	–	$-5.22864 \cdot 10^{-7}$	–	–	
Coefficient L3y	L_{3y}	–	$3.97614 \cdot 10^{-11}$	–	–	
Coefficient O0z	O_{0z}	–	9.233258372	–	–	
Coefficient O1z	O_{1z}	–	$-3.911673 \cdot 10^{-3}$	–	–	
Coefficient O2z	O_{2z}	–	$7.01838 \cdot 10^{-7}$	–	–	
Coefficient O3z	O_{3z}	–	$-4.38542 \cdot 10^{-11}$	–	–	
Coefficient L0z	L_{0z}	–	-0.96458813	–	–	
Coefficient L1z	L_{1z}	–	$1.445091 \cdot 10^{-3}$	–	–	
Coefficient L2z	L_{2z}	–	$-3.42739 \cdot 10^{-7}$	–	–	
Coefficient L3z	L_{3z}	–	$2.63 \cdot 10^{-11}$	–	–	

4.1.4 测量时序

为了更好地适应应用要求，该传感器配备了两种模式：

- 低功耗模式：在该模式下，测量由内部传感器触发。
- 主控模式：在该模式下，测量由外部触发。

在这两种模式下，在两次测量之间，传感器都处于 "掉电" 状态。

测量模式可配置为

- 三维和温度测量
- 二维测量
- x 和 z 的一维测量和温度测量

4 产品特性

概况见 表 14。

表 14 各种模式概览

Mode	Measurement	Typ. f_{Update}	Description
Power Down	No measurements	-	Lowest possible supply current $I_{\text{DD_pd}}$.
Low Power Mode (full range, short range and extra short range)	Bx, By, Bz, Temp	16 Hz	Self triggered cyclic measurements. f_{Update} is valid with the second conversion after power up and/or register reset.
	Bx, By	31 Hz	
	Bx, Temp	125 Hz	
	Bz, Temp	1000 Hz	
Master Controlled Mode (full range)	Bx, By, Bz, Temp	Up to 3.7 kHz	Measurements are triggered by the microcontroller.
	Bx, By	Up to 7 kHz	
	Bx, Temp		
	Bz, Temp		
Master Controlled Mode (short range)	Bx, By, Bz, Temp	Up to 2.7 kHz	
	Bx, By	Up to 5.3 kHz	
	Bx, Temp		
	Bz, Temp		
Master Controlled Mode (extra short range)	Bx, By, Bz, Temp	Up to 1.8 kHz	
	Bx, By	Up to 3.6 kHz	
	Bx, Temp		
	Bz, Temp		

测量顺序始终如一，与测量配置无关。测量时序取决于所选配置。从测量计时的角度来看，重要的贡献者是

- 测量范围（全量程、短量程、超短量程）
- 配置的测量（三维和温度或二维或一维和温度）

测量模式（低功耗模式或主控模式）的配置会影响测量结果的更新频率。

ADC 重启

如果在 t_{ADC} 期间出现电压下降 ($V_{\text{res}} < V_{\text{DD}} < V_{\text{ADCr}}$)，则测量中止，一旦电源电压恢复到 $V_{\text{DD}} > V_{\text{ADCr}}$ 时，整个测量将在 t_{ADC} 开始时重新开始。"测量成功标志" 表示测量成功完成。

下图显示了测量的时序 (t_{Bx} 、 t_{By} 、 t_{Bz} 、 t_{Temp} 、 $t_{\text{trig_d}}$ 、 $t_{\text{INTN_d}}$ 、 t_{INTN} 、 $1/f_{\text{Update}}$)，以及寄存器中 Bx、By、Bz 和 Temp 测量值的时间点。

4 产品特性

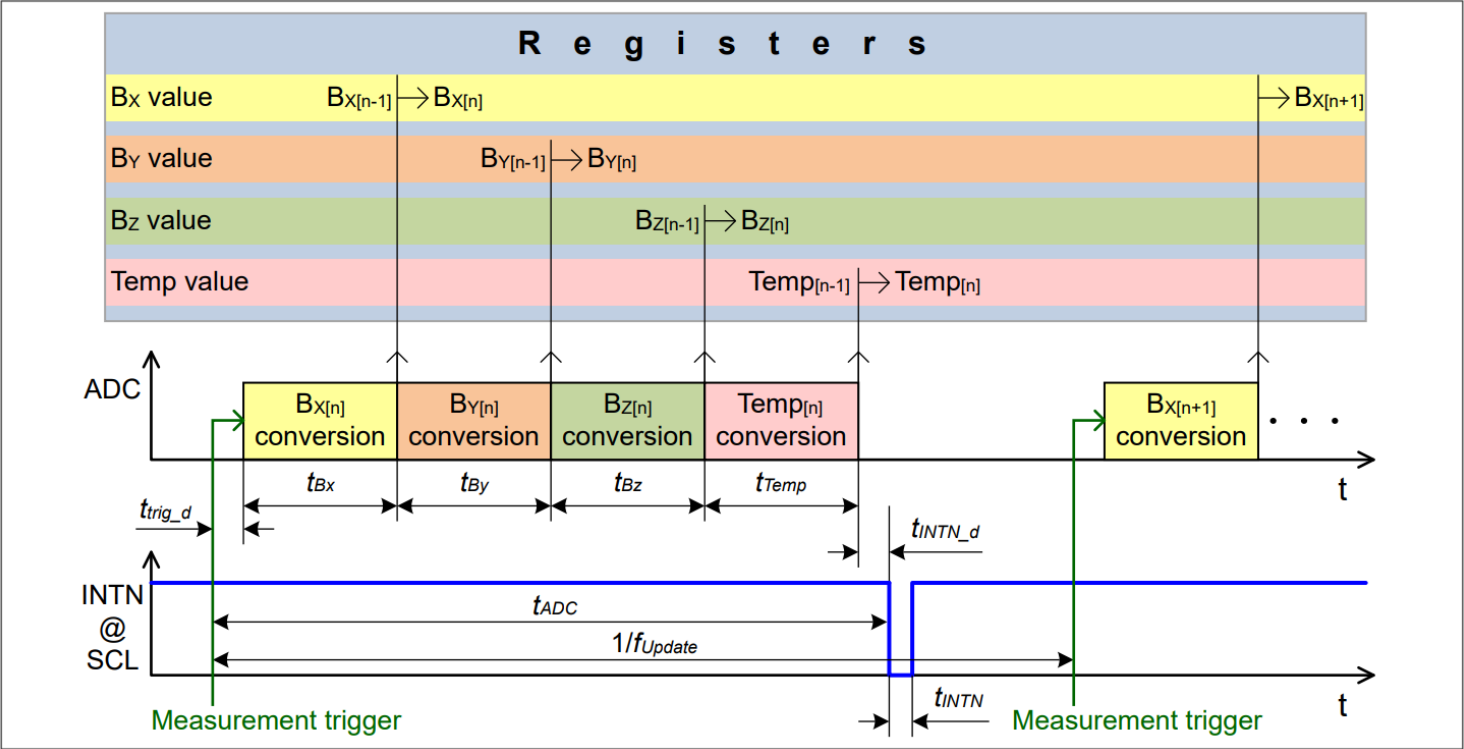


图 7 测量时序

测量触发器在

- 在读取数据前触发ADC
- 在停止条件下触发ADC

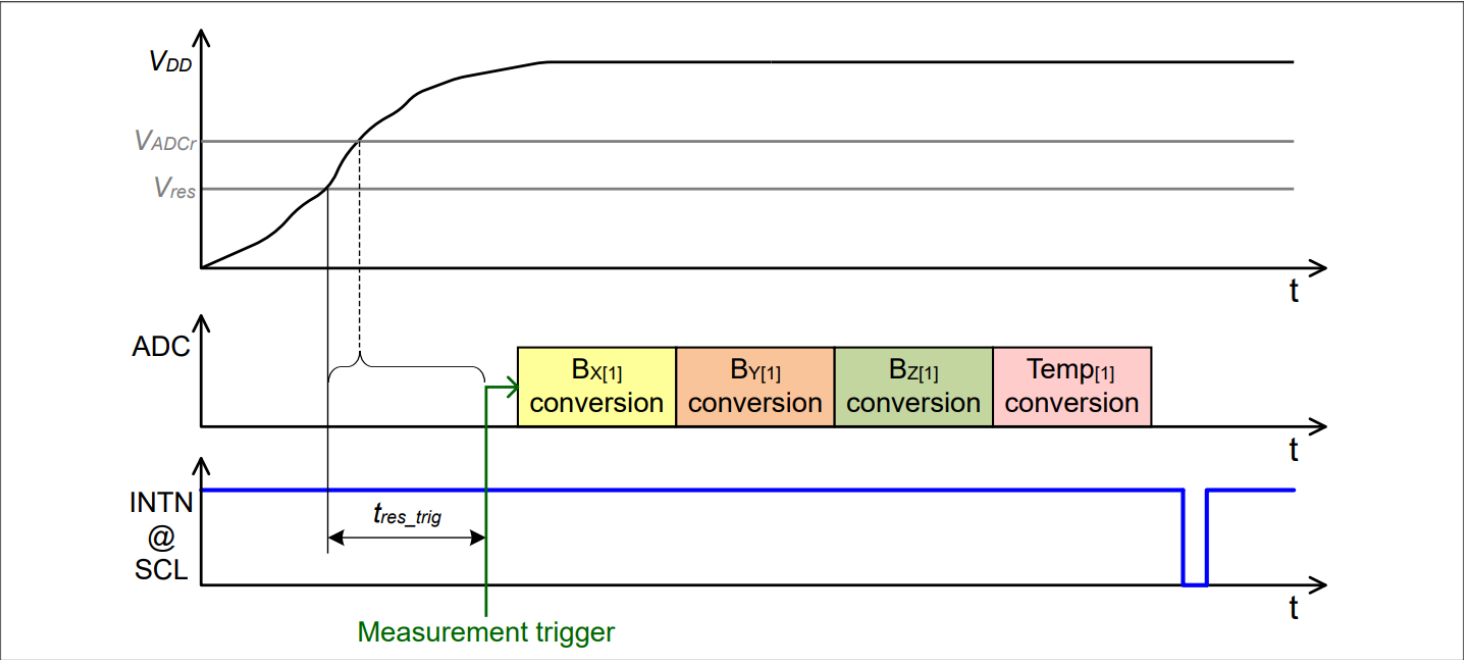


图 8 寄存器重置 (V_{res}) 和 ADC 重启 (V_{ADCr}) 后的第一次测量时间

4 产品特性

表 15 测量时序

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or condition
		Min.	Typ.	Max.		
Oscillator period	t_{osc}	360	500	640	ns	
First measurement time	t_{res_trig}	–	–	75	μs	ADC restart (V_{ADCr}) within t_{res_trig} . See Figure 8
Trigger delay	t_{trig_d}	10	16	23	μs	

测量振荡器周期

传感器时序源自传感器振荡器周期 t_{osc} 。

表 16 测量振荡器周期

Parameter	Symbol	Values			Unit
		full range	short range	extra short range	
INTN pulse width	t_{INTN}	5	5	5	t_{osc}
Bx, By, Bz conversion time	t_{Bx}, t_{By}, t_{Bz}	86	118	182	t_{osc}
Temp conversion time	t_{Temp}	86	86	86	t_{osc}
INTN delay	t_{INTN_d}	1	1	1	t_{osc}

4.2 唤醒

这种唤醒模式可用于在微控制器处于掉电状态时允许传感器继续执行磁场测量，这意味着应用程序的功耗大大降低，而且微控制器只有在获得相关测量数据时才会访问传感器。

对于三个磁通道（B_x、B_y、B_z）中的每一个，唤醒功能都有一个下阈值和一个上阈值。阈值的分辨率为 10 位，与磁测量结果 B_x、B_y 和 B_z 的 10 MSB 相对应。

B_x、B_y 和 B_z 的磁性测量结果与相应的唤醒阈值下限和上限进行比较。如果其中一个磁测量结果高于阈值上限或低于阈值下限，则会产生一个中断脉冲 INTN。如果所有磁测量结果都在唤醒阈值下限和上限的范围内，则不会提供中断脉冲。另请参见 图 9。

在唤醒模式下，中断脉冲 INTN 始终处于激活状态，与中断配置无关。

通过将唤醒阈值的上限值配置为最大值，将唤醒阈值的下限值配置为最小值，可分别禁用 3 个唤醒通道 X、Y 和 Z。在这种配置中，没有为禁用通道提供中断 INTN。

唤醒模式应与低功耗模式一起使用。请注意，碰撞避免也适用于唤醒中断脉冲 INTN。

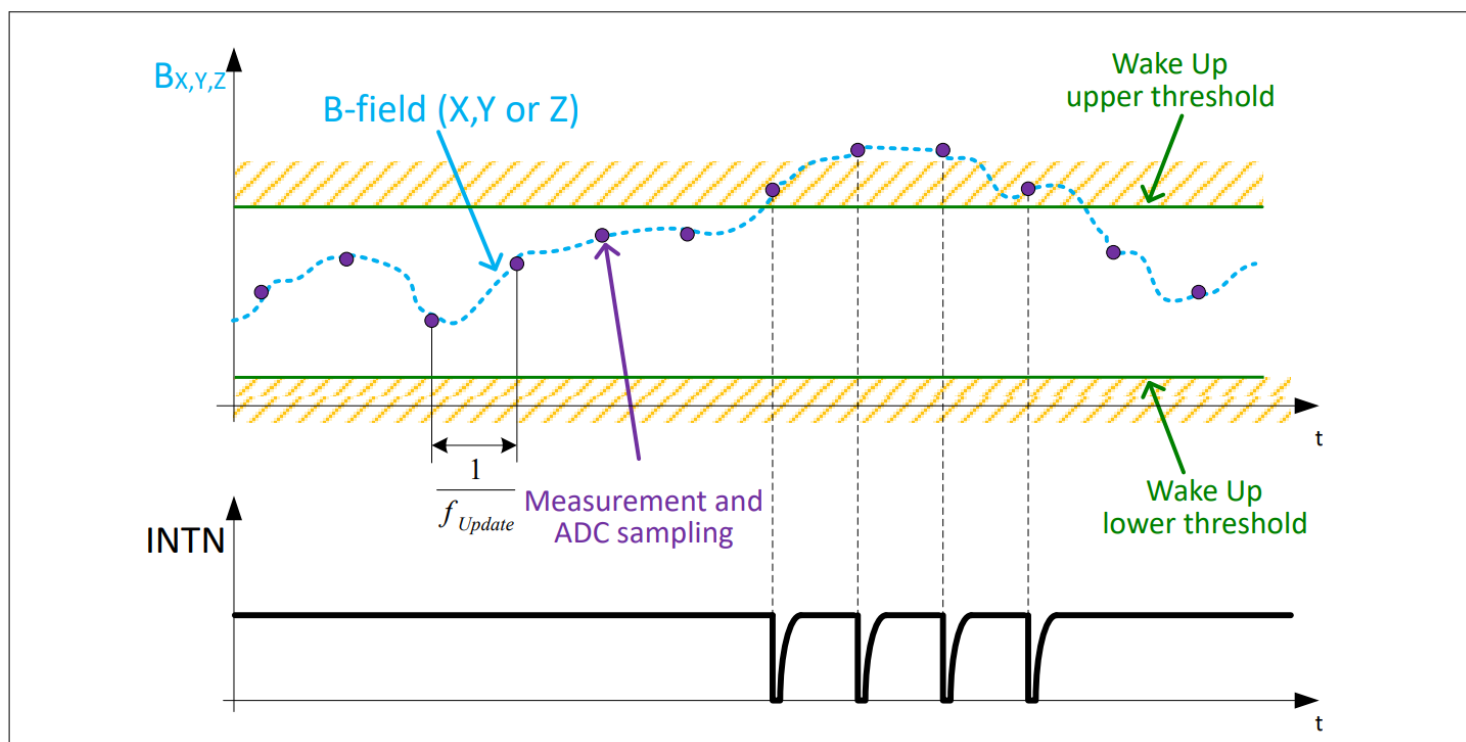


图 9 唤醒阈值操作

当同时满足以下条件时，唤醒功能将被激活：

- 必须激活低功耗模式
- 必须设置 wu_en 或 wu_en_cp
- 必须禁用测试功能（channel_sel = 0000_B 或 1100_B 或 1101_B 或 1110_B）
- 唤醒奇偶校验位 wu_par 必须正常

4.3 诊断

传感器具有诊断功能。这些功能在后台运行，提供结果，微控制器可以检查这些结果，以验证测量结果。诊断标记会不断更新。

唤醒奇偶校验位和标志

唤醒奇偶校验包括传感器的所有唤醒寄存器和唤醒奇偶校验位（wu_par 位），后者必须为奇数。奇偶校验的结果在诊断读出时用唤醒奇偶校验标志 wu_par_flg 表示。传感器复位或启动后，唤醒奇偶校验标志 wu_par_flg 默认为正确。

测量成功标志

meas_flg 诊断表明，所有读出的测量值（包括帧计数器）都属于同一个测量或测试功能周期，并且在周期内没有发生测量和测试功能之间的偏移。

测试功能标志

测试功能 test_flg 显示寄存器 Bx、By、Bz 和 Temp 是否包含测量或测试数据。

帧计数器

一旦一个完整的 ADC 转换周期结束，新的测量结果存储在寄存器 00_H 至 07_H 中，根据 CHANNEL_SEL 的配置，每完成一次测量，两位帧计数器 frame_counter 就会递增一次。

CRC

使用 CRC 多项式：

- 8位
- $2F_H = x^8 + x^5 + x^3 + x^2 + x + 1$
- 起始值 = 00_H

从传感器到微控制器的读数：

- 传感器使用测量数据、诊断信息和配置来计算 CRC 字节。
- 该功能始终处于激活状态。

当启用写入时的 CRC 时，crc_wr_flg 表示传感器是否收到了具有正确 CRC 的数据。

- 与 CRC 计算相关的是通信帧中的所有字节，但最后一个字节除外，该字节是微控制器计算的 CRC。
- 默认情况下，该功能被禁用。它可以通过 crc_wr_en 配置位启用。
- 如果写入命令在写入时禁用了 CRC，则不会执行该写入命令和其他写入命令的 CRC 计算。
- 传感器会立即执行发送的数据，而不依赖于 crc_wr_flg。
- 写入配置位的 CRC 没有 CRC 写入保护。可以通过读取 crc_wr_flg 来检查写入配置时的 CRC。
- 写入命令的结构有所不同，取决于写入配置位的 CRC。请参阅写命令说明。

VDD 丢失

如果 SDA 或 SCL 线路被拉“低”，并且传感器与 VDD 电源线断开连接，则受影响的 I²C 线路很可能卡在低电平状态，从而干扰总线上的通信。

4 产品特性

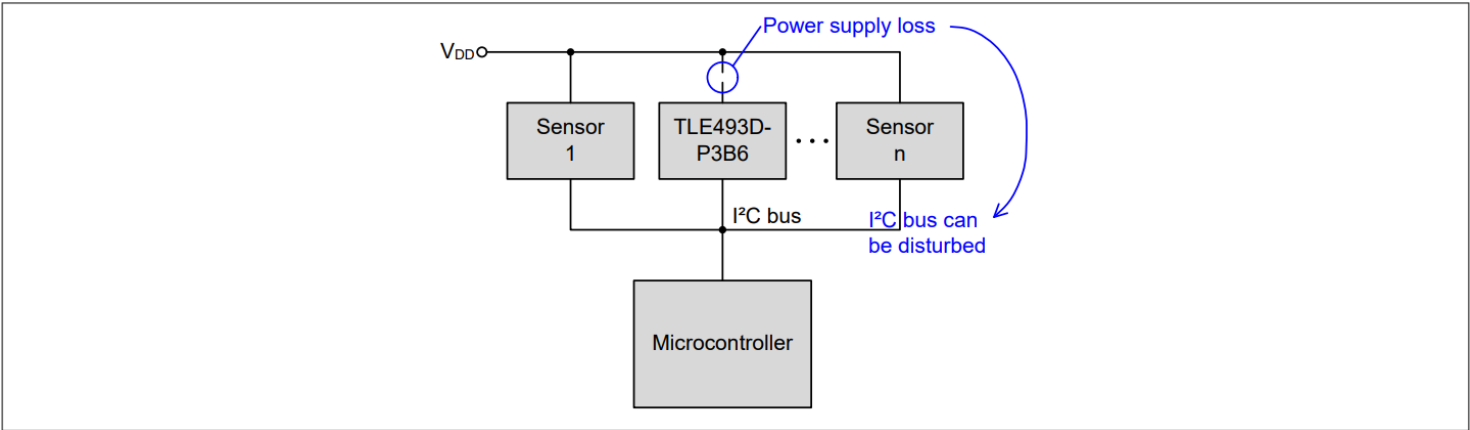


图 10 I²C 总线和 VDD 断开的传感器示例

GND 丢失

该传感器不具备检测 GND 丢失的能力，也不具备处理这一问题的能力。

4.4 测试功能

只有在微控制器发出请求后，传感器才会执行测试功能。测试功能提供测试值而不是测量值，可用于检查传感器是否正常工作。

测试功能可在主控模式和低功耗模式下执行。要激活测试功能，必须对 channel_sel 位进行相应配置。

模块生产测试期间生成的所有参考值必须在 $T_{ref-ambient}$ 范围内测量。

表 17 校准温度

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or condition
		Min.	Typ.	Max.		
Calibration temperature	$T_{ref-ambient}$	10	-	40	°C	E.g. module production test

4.4.1 Vhall 偏置/Vext 测试功能

该测试检查信号路径、霍尔器件偏置电压和外部电源电压。

霍尔检测器不测量探针上的霍尔电压（取决于外部磁场），而是测量探针上的霍尔电压（取决于外部磁场）。测量探头偏置电压。测量的不是温度，而是通过 VDD 引脚施加的外部电源电压。

由于霍尔偏置电压和外部电源电压是已知的，任何意外结果都会检测到内部霍尔偏置或信号路径出现故障。

该测试应首先在模块生产测试中执行。如果在 表 18 所列范围内，则应比较第一次测试中产生的值，并将其存储在模块上。在模块使用寿命期间，应将存储的值与额外的使用寿命测试结果进行比较，系统必须检查这些值是否在 表 18 所列的限制范围内。

测试方法如下：

- 根据 Vhall 偏置/Vext 测试设置 channel_sel 字段。
- 触发新的测量。
- 测量结束后，读取寄存器 Bx、By、Bz 和 Temp 的值。

Vhall 偏差测试：

4 产品特性

- 检查寄存器 Bx、By 和 Bz 的值是否在 表 18 的范围内。
- 测试一个电压基准 (V_{DD}) 即可完成 Vhall 偏置测试。

Vext 测试：

- 让微控制器了解 VDD 引脚电压。
- 检查 Vext 值是否与 表 18 中列出的值一致。

测试之后

- 继续进行另一项测试，或通过相应设置 channel_sel 字段退出测试功能。

时序

- 该测试的 t_{ADC} 是全程定时（全程、短量程、超短量程），与量程设置和通信定时无关。

表 18 Vhall 偏置/Vext 诊断限值

Diagnostic test	Module production test Checked and stored for product life time				Temperature and lifetime drift of stored product values		
	Unit	min.	typ.	max.	Unit	min.	max.
Vhall bias X, Y @ 2.8 V to 5.5 V	LSB ₁₄	2950	–	3950	%	-12	12
Vhall bias Z @ 2.8 V to 5.5 V	LSB ₁₄	2200	–	4650	%	-14	14
Vext @ 3.3 V	LSB ₁₄	3100	–	3750	%	-9	9
Vext gain @ 2.8 V to 5.5 V	LSB ₁₄ /V	935	–	1160	%	-9	9

生产和使用寿命的测试限制是不同的。二者均见 表 18 和 图 11。

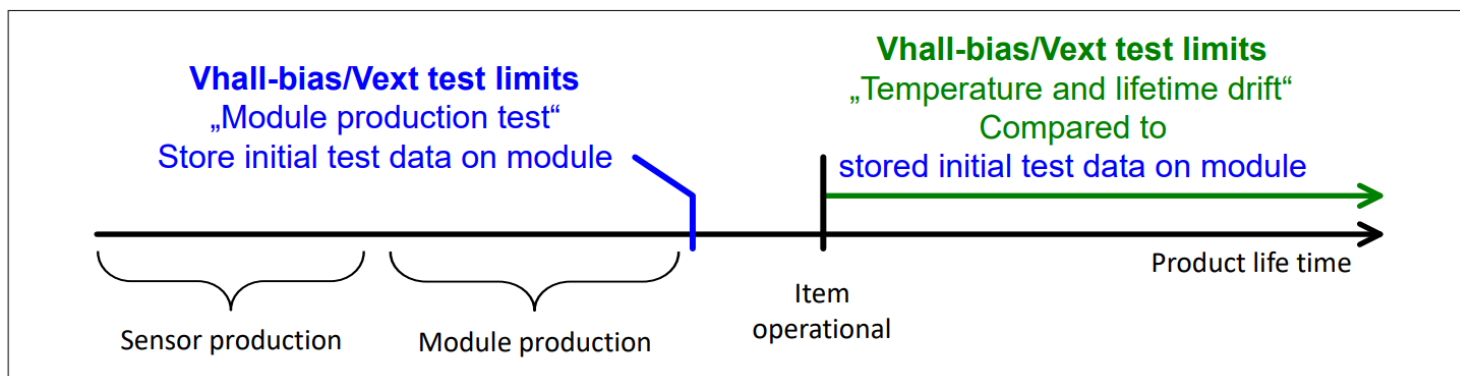


图 11 Vhall 偏置/Vext 诊断限值与使用寿命的关系

4.4.2 Spintest/Vint 测试功能

该测试检查传感器三个通道 Bx、By 和 Bz 的霍尔探头所有四个相位正确旋转（也称为斩波），并提供霍尔探头和 ADC 偏移的测量值。测量的不是温度，而是内部调节器电源 (Vint)。

在磁性测量运行中，四个旋转阶段的结果是

$$(V_H + V_{Oh} + V_{Oa}) + (V_H - V_{Oh} - V_{Oa}) + (V_H - V_{Oh} - V_{Oa}) + (V_H + V_{Oh} + V_{Oa}) = 4 \cdot V_H$$

公式 5

- V_H 是霍尔探头上的电压
- V_{Oh} 是霍尔探头的偏移电压
- V_{Oa} 是 ADC 的偏移电压

4 产品特性

通过在霍尔探头上旋转四次进行测量，可以消除磁性测量中的霍尔偏移和 ADC 偏移。Spintest 可用于测量霍尔探头偏移和 ADC 偏移之和。在 Spintest 测量运行中，结果是

$$(V_H + V_{Oh} + V_{Oa}) - (V_H - V_{Oh} - V_{Oa}) - (V_H - V_{Oh} - V_{Oa}) + (V_H + V_{Oh} + V_{Oa}) = 4 \cdot V_{Oh} + 4 \cdot V_{Oa} = 4 \cdot (V_{Oh} + V_{Oa})$$

公式 6

一个通道上的 Spintest 持续时间与该通道上的全量程测量持续时间相同，与全量程、短量程或超短量程的配置无关。

测试方法如下：

- 根据 Spintest/Vint 测试结果设置 channel_sel 寄存器。
- 触发新的测量。
- 测量结束后，读取寄存器 Bx、By、Bz 和 Temp 的值。

Spintest：

- 检查 Bx、By 和 Bz 的值是否在 [表 19](#) 的范围内。

Vint测试：

- 检查从 Temp 读取的 Vint 值是否与 [表 19](#) 中列出的值一致。

测试之后：

- 继续进行其他测试，或通过相应设置 channel_sel 字段离开测试模式。

时序：

- 该测试的 t_{ADC} 是全量程定时（全量程、短量程、超短量程），与量程设置和通信定时无关。

生产和使用寿命的测试限制是不同的。二者均如[表 19](#) 和 [图 12](#) 所示。应首先在模块生产测试期间执行 spintest。应比较第一次测试中产生的偏移值，以确保其在 "模块生产测试" [表 19](#) 中规定的限制范围内，并将其存储在模块级上。在模块使用寿命期间，这些存储值必须在额外的 Spintest 中进行比较，以检查这些值是否在[表 19](#) "温度和使用寿命漂移" 中列出的限值之内。

表 19 Spintest/Vint 测试诊断限值

Diagnostic test	Module production test Check and store for product life time				Temperature and lifetime drift of stored product values		
	Unit	min.	typ.	max.	Unit	min.	max.
Spintest X, Y @ 2.8 V to 5.5 V	LSB ₁₄	-4120	–	3240	LSB ₁₄	-2605	2605
Spintest Z @ 2.8 V to 5.5 V	LSB ₁₄	-2800	–	2650	LSB ₁₄	-1260	1260
Vint @ 2.8 V to 5.5 V	LSB ₁₄	4100	–	5400	%	-9	9

4 产品特性

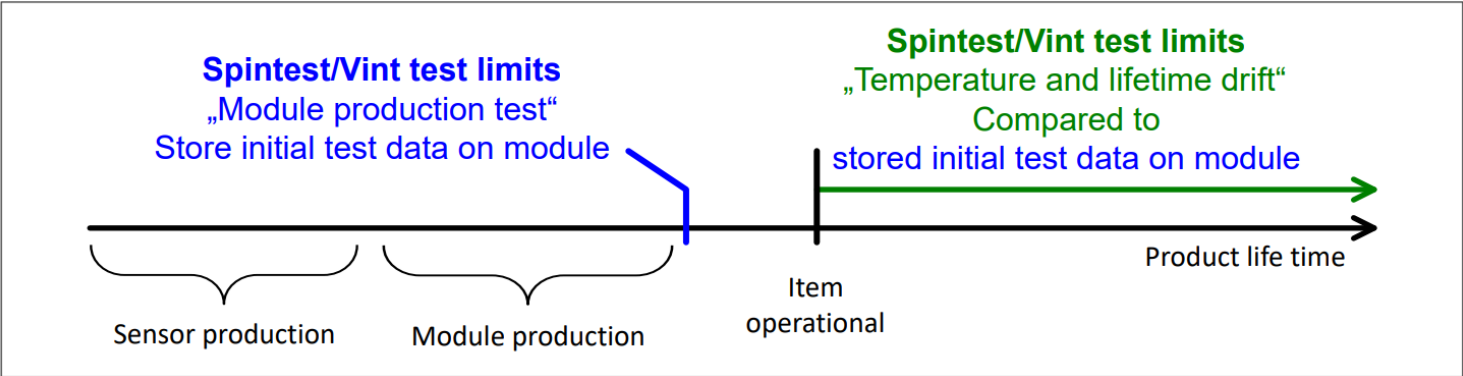


图 12 Spintest/Vint 测试诊断极限与使用寿命对比

4.4.3 SAT 测试功能

该测试检查从传感器到微控制器的整个数字信号路径。这包括 ADC 的数字内核、数据寄存器和接口。该测试检查用于每个数据通道（霍尔探头和温度传感器）四个自旋阶段的逐次逼近和跟踪（SAT）机制。测试方法如下：

- 根据 SAT 测试设置 channel_sel 字段。
- 选择一种组合 f_update_sel 和 short_en 以及 xtr_short_en。请注意：一个组合即可完成一次有效的 SAT 测试。
- 触发新的测量。
- 读取 Bx、By、Bz 和 Temp 的值，比较它们是否与 表 20 中列出的值一致。

测试之后：

- 继续进行其他测试，或通过相应设置 channel_sel 字段离开测试模式。

时序：

- 该测试的 t_{ADC} 取决于量程定时（全量程、短量程、超短量程），取决于量程设置和通信定时。

表 20 SAT 测试参考值

f_update_sel	short_en	xtr_short_en	Bx[14b]	By[14b]	Bz[14b]	Temp[14b]
00 _B	0 _B	0 _B	1FE6 _H	201A _H	1FFD _H	2002 _H
01 _B	0 _B	0 _B	201A _H	1FE6 _H	2002 _H	1FFD _H
10 _B	0 _B	0 _B	1FFD _H	2002 _H	1FE6 _H	201A _H
11 _B	0 _B	0 _B	2002 _H	1FFD _H	201A _H	1FE6 _H
00 _B	1 _B	0 _B	1FFF _H	2000 _H	1FFF _H	2002 _H
01 _B	1 _B	0 _B	2000 _H	1FFF _H	2000 _H	1FFD _H
10 _B	1 _B	0 _B	1FFF _H	2000 _H	1FFF _H	201A _H
11 _B	1 _B	0 _B	2000 _H	1FFF _H	2000 _H	1FE6 _H
00 _B	Don't care	1 _B	3ED8 _H	0128 _H	3FF7 _H	2002 _H
01 _B	Don't care	1 _B	0128 _H	3ED8 _H	0008 _H	1FFD _H
10 _B	Don't care	1 _B	3FF7 _H	0008 _H	3ED8 _H	201A _H
11 _B	Don't care	1 _B	0008 _H	3FF7 _H	0128 _H	1FE6 _H

4.5 主控模式下的触发器选项

触发选项 01_B 允许在读取第一个数据字节之前触发 ADC。

触发器选项 10_B 或 11_B 允许利用 I²C 停止条件（SDA 上升沿）触发 ADC。

触发选项 00_B 禁用 ADC 触发。

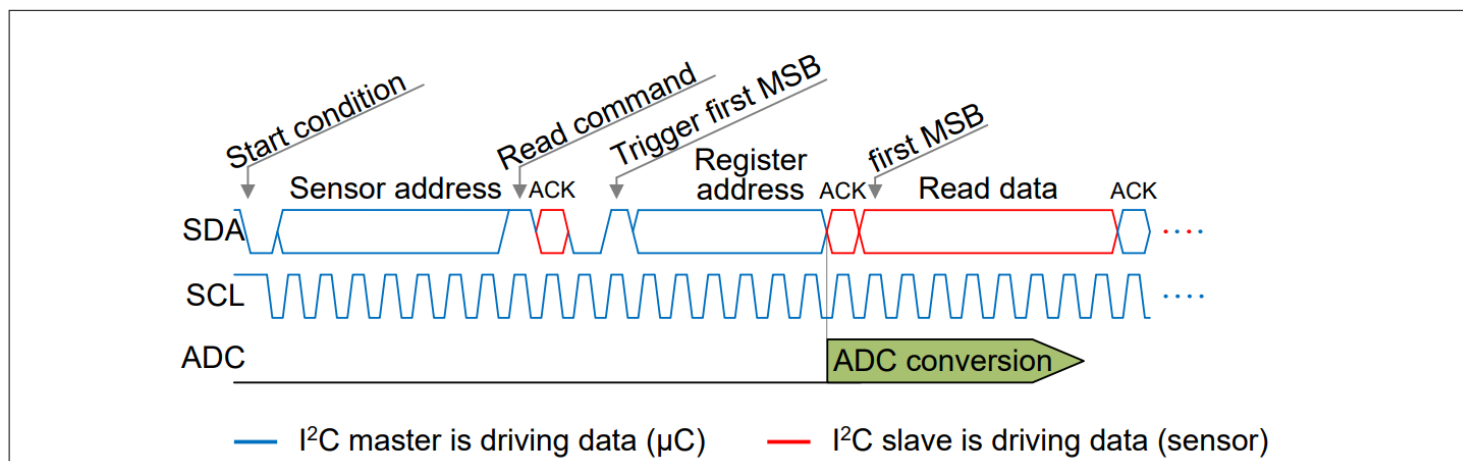


图 13 读取数据前的 ADC 触发器

对于 I²C 1 字节读取命令，触发位可在配置寄存器中配置。

在 I²C 2 字节帧格式中，如 2 字节读取命令和写入命令所示，触发器位被整合在一起。

5 功能块说明

该传感器是一种可配置的传感器，能够很好地适应不同的应用。这就需要有一个双向通信接口。

5.1 I²C 接口

传感器使用集成电路 (I²C) 作为与微控制器的通信接口。I²C 接口具有以下主要功能：

- 传感器配置
- 传输测量数据
- 诊断和测试
- 中断处理

该传感器提供两种 I²C 读取协议：

- 16 位读取帧 (μC 正在驱动数据)，即所谓的 [2 字节读取命令](#)
- 8 位读取帧 (μC 正在驱动数据)，即所谓的 [1 字节读取命令](#)

在 t_{res_trig} 过期后，可在任何电源模式下访问 I²C 接口。

5.1.1 I²C 协议说明

传感器提供一种基于 2 字节的 I²C 写协议和两种 I²C 读协议。通过配置位可以选择使用 1 字节读取协议还是 2 字节读取协议。 [另请参阅默认设置](#)。

- 接口符合 I²C 快速模式规范，但可根据"允许的 I²C 位时钟频率"更快地驱动，见 [表 21](#)。
- 传感器不支持"重复启动"。每次寻址都需要一个启动条件...
- 数据传输顺序是最有效位 (MSB) 在前，最小有效位 (LSB) 在后。
- I²C 通信总是以主站 (微控制器) 的启动条件开始，以停止条件结束。在启动或停止条件期间，SCL 线路必须保持"高电平"，SDA 线路必须改变状态：SDA 线下降 = 启动条件，SDA 线上升 = 停止条件。
- 当 SCL 线路"高电平"时，位传输发生。
- 每个字节后都有一个 ACK 位。ACK 位总是由每个数据字节的接收方生成。
 - 如果数据传输过程中没有发生错误，ACK 位将被设置为"低"。
 - 如果数据传输过程中发生错误，ACK 位将被设置为"高电平"。
 - 如果通信结束 (在停止条件之前)，ACK 位必须设置为"高电平"。

5.1.1.1 I²C 写入命令

写入 I²C 通信说明：

- 传感器地址的目的是识别应与之通信的传感器。传感器地址字节与微控制器连接的传感器数量无关。
- 寄存器地址用于确定位图中写入第一个数据字节的寄存器。
- 只要 SCL 线路产生脉冲，就会传输数据字节。每增加一个数据字节，寄存器地址就递增一次，直到出现停止条件。
- 超出可寻址寄存器范围传输的字节将被忽略，相应的 ACK 位将发送"高电平"，表示出错。
- 任何写入的配置都会立即生效，或最迟在第一个完成的测量周期结束时生效。

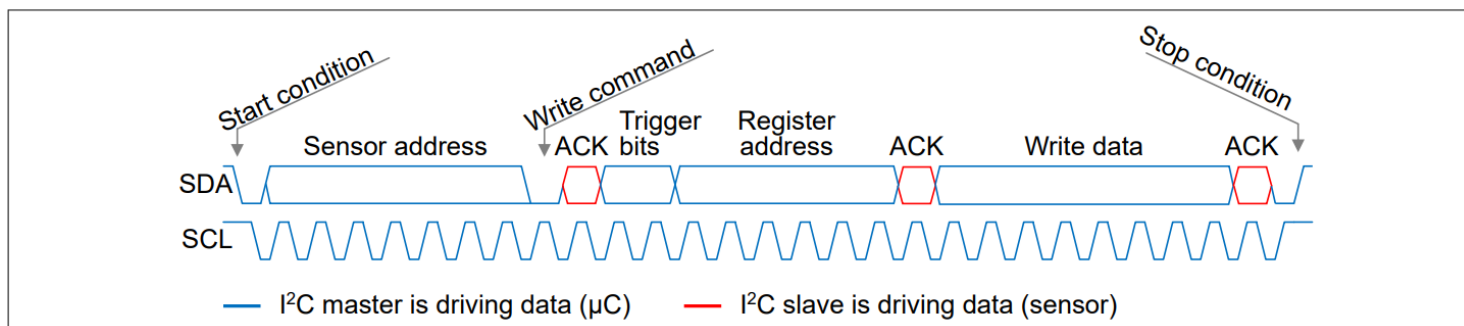


图 14 一般 I²C 写入帧格式：从微控制器向传感器写入数据

不带 CRC 的写入命令

禁用 CRC 的 I²C 写通信帧包括

- 启动条件
- 传感器地址
- 写入命令位 = "低" (读取 = "高")
- 由传感器生成的确认 ACK
- 触发器位
- 寄存器地址
- 由传感器生成的确认 ACK
- 向传感器写入一个或多个字节。每个字节之后都有一个由传感器生成的确认 ACK
- 停止条件

见图 15。



图 15 不带 CRC 的一般 I²C 写入命令：从微控制器向传感器写入数据。

带 CRC 的写入命令

启用 CRC 的 I²C 写入通信帧由以下部分组成：

- 启动条件
- 传感器地址
- 写入命令位 = "低" (读取 = "高")
- 由传感器生成的确认 ACK
- 触发器位
- 寄存器地址
- 由传感器生成的确认 ACK
- 本帧中要传输的数据字节数
- 由传感器生成的确认 ACK
- 向传感器写入一个或多个字节。每个字节之后都有一个由传感器生成的确认 ACK
- CRC (循环冗余校验)
- 由传感器生成的确认 ACK
- 停止条件

见图 16。

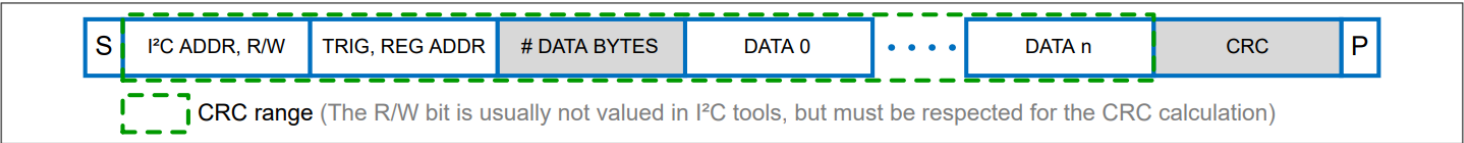


图 16 带 CRC 的一般 I2C 写入命令：从微控制器向传感器写入数据。

5.1.1.2 I²C 读取命令

阅读 I²C 通信说明：

- 传感器地址的目的是识别应与之通信的传感器。传感器地址字节与微控制器连接的传感器数量无关。
- 仅适用于 2 字节读取命令：寄存器地址标识位图中的寄存器，从中读取第一个数据字节。
在 1 字节读取命令中，读取总是从寄存器地址 00_h 开始。
- 只要 SCL 线路产生脉冲，就能传输尽可能多的数据字节。每增加一个数据字节，寄存器地址就递增一次，直到出现停止条件。
- 如果读取的字节超出了可寻址寄存器的范围，传感器将保持 SDA=1_{B0}。
- 如果微控制器读取数据后未确认传感器数据（ACK = 1_B），传感器将保持 SDA=1_B 直到下一个停止条件。

1 字节读取命令

I²C 通信帧包括

- 启动条件
- 传感器地址
- 读取命令位 = "高"（写入 = "低"）
- 由传感器生成的确认 ACK
- 从传感器读取一个或多个字节。每个字节后都有一个由主站生成的确认 ACK
 - 如果要读取更多字节，ACK 必须设置为 "低"
 - 如果数据读取完毕，ACK 必须设置为 "高电平"
- 停止条件

见 图 17。

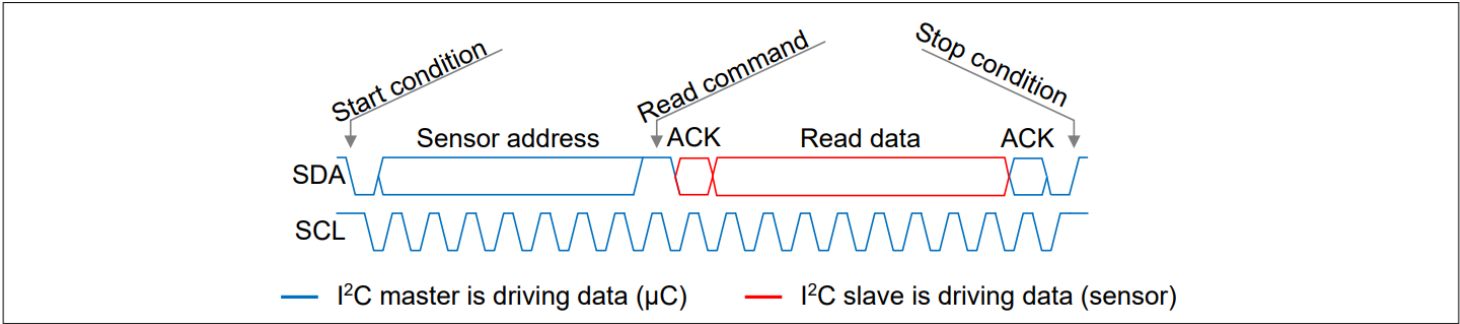


图 17 一般 I²C 帧格式 1 字节：从传感器向微控制器读取数据

2 字节读取命令

I²C 读取通信帧包括

- 启动条件
- 传感器地址

5 功能块说明

- 读取命令位="高"（写入="低"）
- 由传感器生成的确认 ACK
- 触发器位
- 寄存器地址
- 由传感器生成的确认 ACK
- 从传感器读取一个或多个字节。每个字节后都有一个由主站生成的确认 ACK
 - 如果要读取更多字节，ACK 必须设置为"低"
 - 如果数据读取完毕，ACK 必须设置为"高电平"
- 停止条件

见 图 18。

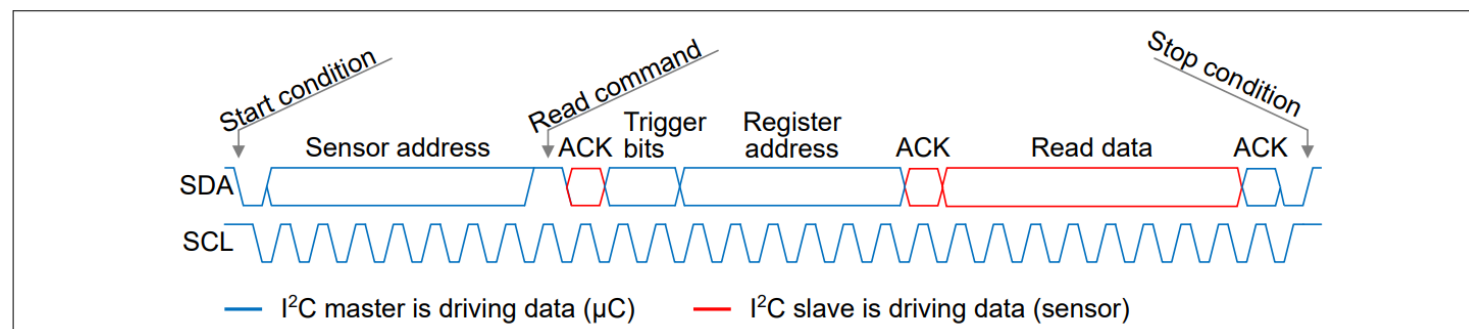


图 18 一般 I²C 帧格式 2 字节：从传感器向微控制器读取数据

5.1.1.3 避免碰撞

通过配置可以启用或禁用防碰撞功能：

特别是在总线配置中，中断信号 INTN 有可能干扰正在进行的通信。激活的碰撞避免功能可防止传感器在有效的 I²C 启动和停止条件之间产生中断信号 INTN。

强烈建议在使用中断信号 INTN 时使用避免碰撞功能。

请注意：如果 I²C 启动条件与 INTN 脉冲的启动时间大致相同，则 INTN 脉冲有可能未被抑制，而是在 I²C 启动条件之后短时间内产生。如果 INTN 脉冲在 I²C 启动条件后至少 t_{INTN} 时启动，则 INTN 脉冲肯定会被抑制。为了避免 INTN 脉冲和 I²C 启动条件之间的这种竞赛条件，建议在 INTN 脉冲结束和配置的最小 t_{ADC} 之间启动 I²C 通信。

5.1.1.4 时钟拉伸

在主控模式（MCM）下，可通过配置启用或禁用时钟拉伸功能：

利用时钟拉伸功能，数据读出会在正在进行的 ADC 转换期间延迟。这样就可以避免在 ADC 转换过程中读出旧的或已损坏的测量结果，这种情况可能发生在 ADC 向寄存器写入数据，而微控制器正在读出数据时。

在低功耗模式（LPM）下，不得使用时钟拉伸。

在下列情况下，传感器会将 SCL 线路拉至低电平：

- 正在进行 ADC 转换。
- 读取寄存器时会对传感器进行寻址（写入时绝不会受到时钟拉伸的影响）。
- 传感器即将根据微控制器的 I²C 寻址发送有效的 ACK。

5.1.1.5 I²C 时序特性

表 21 I²C 时序特性

所有时序均与 1.2kΩ 上拉电阻和漏极开路输出相对应

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or condition
		Min.	Typ.	Max.		
Allowed I²C bit clock frequency	f_{I2C_SCL}	100	400	1000	kHz	See Application Circuit
Low period of SCL clock	t_L	0.5	–	5	μs	1.3 μs for 400-kHz mode. Maximum value except clock stretching or between communication bytes.
High period of SCL clock	t_H	0.4	–	5	μs	0.6 μs for 400-kHz mode. Maximum value except clock stretching or between communication bytes.
SDA fall to SCL fall hold time	t_{STA}	0.4	–	–	μs	0.6 μs for 400-kHz mode
SCL rise to SDA rise time	t_{STOP}	0.4	–	–	μs	0.6 μs for 400-kHz mode
SDA rise to SDA fall hold time	t_{WAIT}	0.4	–	–	μs	0.6 μs for 400-kHz mode
SDA setup before SCL rising	t_{SU}	0.1	–	–	μs	
SDA hold after SCL falling	t_{HOLD}	0	–	–	μs	
Fall time SDA/SCL signal	t_{FALL}	–	0.25	0.3	μs	See Application Circuit

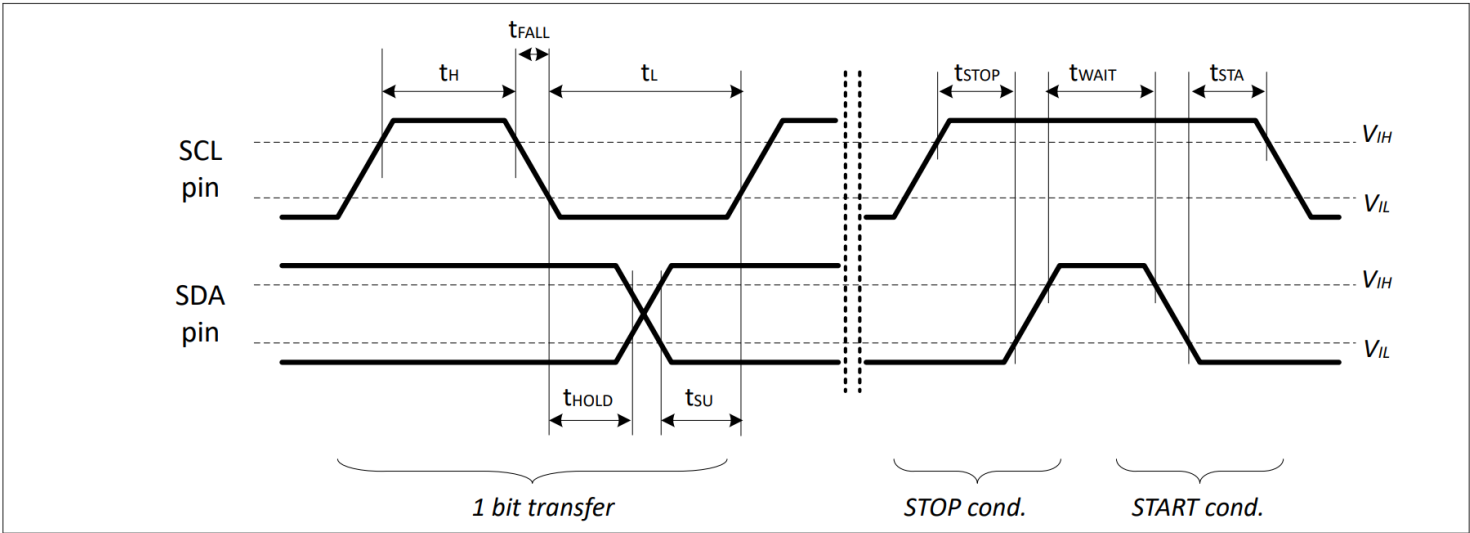


图 19 I²C 时序规格

5.2 寄存器

传感器包含多个寄存器，可通过接口读取数据、写入和配置设置。

5.2.1 寄存器概览

位图显示了寄存器和位以及相应的地址。

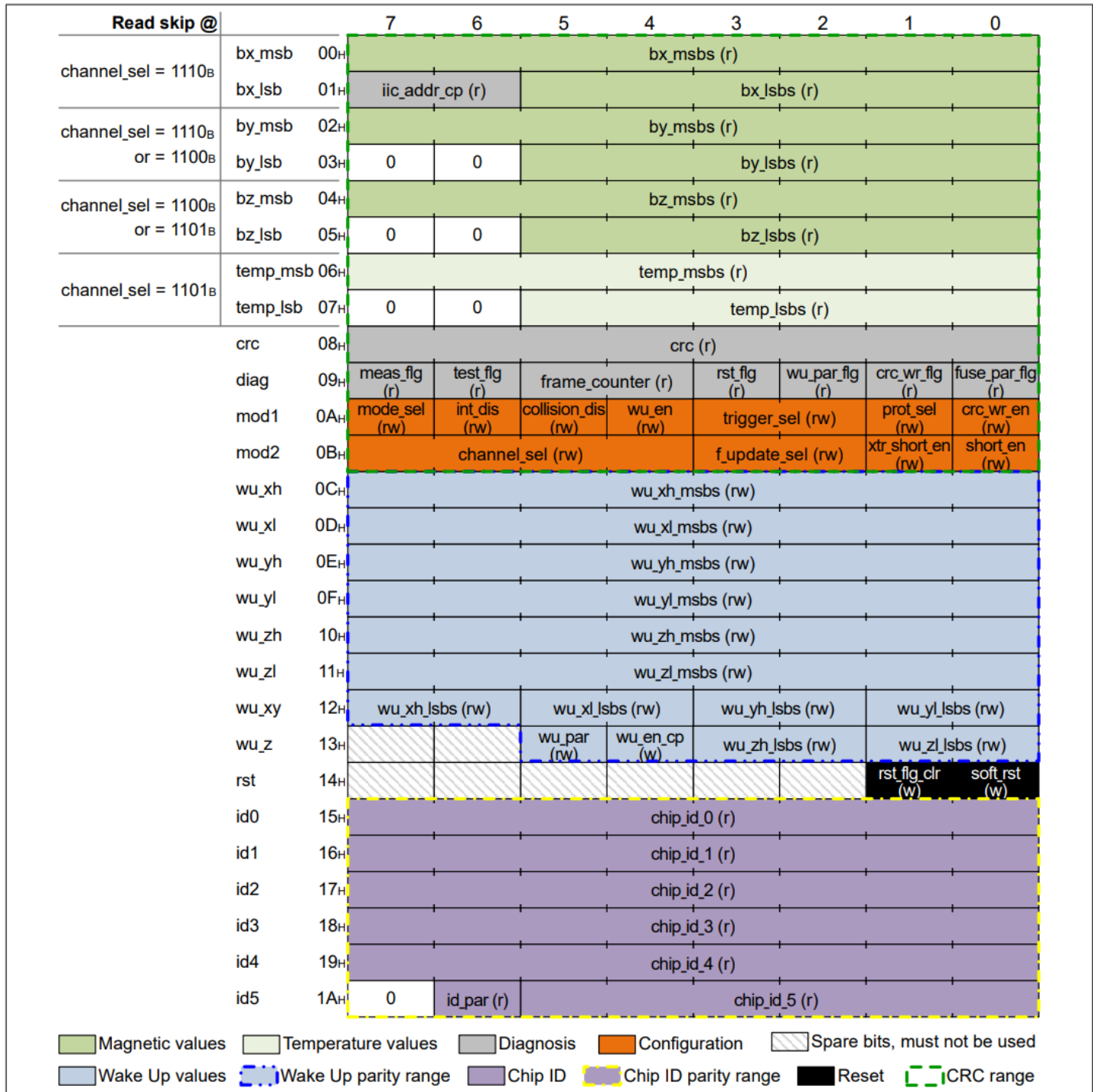


图 20 位图

5.2.2 寄存器描述

寄存器可随时读取或写入。
建议同步读取测量数据，即在中断脉冲 (INTN) 之后读取。这样可以避免读取不一致的传感器或诊断数据。
此外，还可以使用几个标志对读出的数据进行可信度检查。

位类型

传感器包含读取位和写入位。

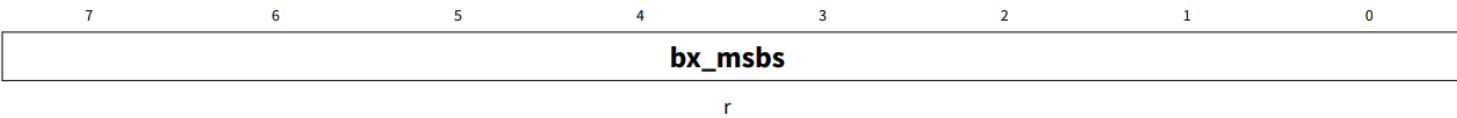
表 22 位类型

Abbreviation	Function	Description
r	Read	Read-only bits
w	Write	Write-only bits
rw	Read Write	Readable and writable bit

5.2.2.1 磁性 X 值 MSB 寄存器

bx_msb
Magnetic X-value MSBs register

Offset address: 0_H
Reset value: 80_H



Field	Bits	Type	Description
bx_msbs	7:0	r	bx_msbs Raw magnetic measurement result in the X direction (signed two's complement notation). Contains the 8 Most Significant Bits out of the 14b value. If Bx is deactivated, bx_msbs value is set to reset value.

5.2.2.2 磁性 X 值 LSB 寄存器

bx_lsb
Magnetic X-value LSBs register

Offset address: 1_H
Reset value: 00_H



Field	Bits	Type	Description
bx_lsbs	5:0	r	bx_lsbs Raw magnetic measurement result in the X direction (signed two's complement notation). Contains the 6 Least Significant Bits out of the 14b value. If Bx is deactivated, bx_lsbs value is set to reset value.

(表格续下页.....)

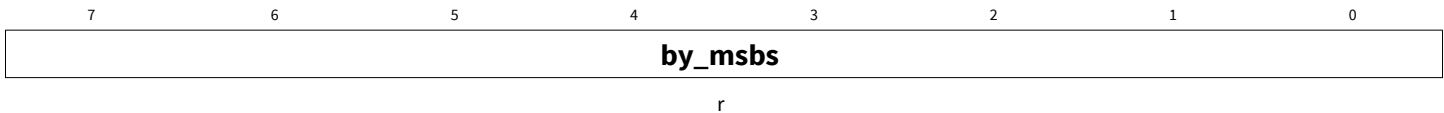
5 功能块说明

(续)

Field	Bits	Type	Description
iic_addr_cp	7:6	r	iic_addr_copy I2C address. (This is a read only copy of the field iic_addr from PROD_TYPE_R register) Four possible values available to define the slave address in bus configuration.

5.2.2.3 磁性 Y 值 MSB 寄存器

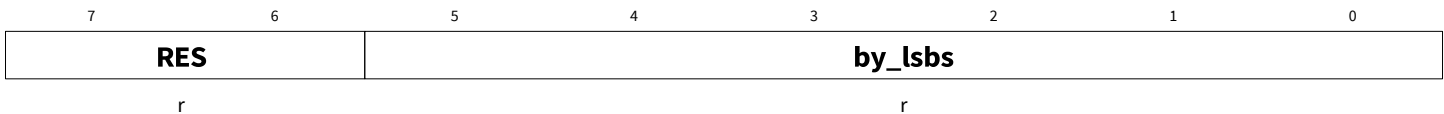
by_msb Offset address: 2_H
Magnetic Y-value MSBs register Reset value: 80_H



Field	Bits	Type	Description
by_msbs	7:0	r	by_msbs Raw magnetic measurement result in the Y direction (signed two's complement notation). Contains the 8 Most Significant Bits out of the 14b value. If By is deactivated, by_msbs value is set to reset value.

5.2.2.4 磁性 Y 值 LSB 寄存器

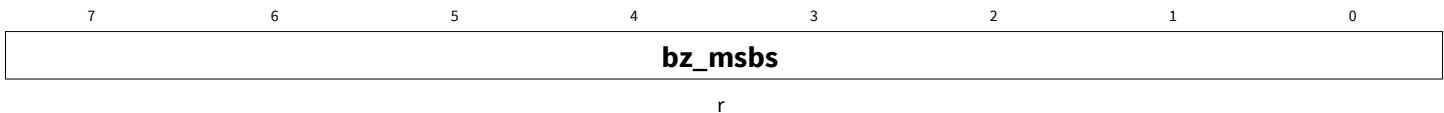
by_lsb Offset address: 3_H
Magnetic Y-value LSBs register Reset value: 00_H



Field	Bits	Type	Description
by_lsbs	5:0	r	by_lsbs Raw magnetic measurement result in the Y direction (signed two's complement notation). Contains the 6 Least Significant Bits out of the 14b value. If By is deactivated, by_lsbs value is set to reset value.

5.2.2.5 磁性 Z 值 MSB 寄存器

bz_msb Offset address: 4_H
Magnetic Z-value MSBs register Reset value: 80_H



5 功能块说明

Field	Bits	Type	Description
bz_msbs	7:0	r	bz_msbs Raw magnetic measurement result in the Z direction (signed two's complement notation). Contains the 8 Most Significant Bits out of the 14b value. If Bz is deactivated, bz_msbs value is set to reset value.

5.2.2.6 磁性 Z 值 LSB 寄存器

bz_lsb Offset address: 5_H
Magnetic Z-value LSBs register Reset value: 00_H

7	6	5	4	3	2	1	0
RES		bz_lsb					
r		r					

Field	Bits	Type	Description
bz_lsb	5:0	r	bz_lsb Raw magnetic measurement result in the Z direction (signed two's complement notation). Contains the 6 Least Significant Bits out of the 14b value. If Bz is deactivated, bz_lsb value is set to reset value.

5.2.2.7 温度值 MSB 寄存器

temp_msb Offset address: 6_H
Temperature value MSBs register Reset value: 80_H

7	6	5	4	3	2	1	0
temp_msbs							
r							

Field	Bits	Type	Description
temp_msbs	7:0	r	temp_msbs Raw temperature measurement result (signed two's complement notation). Contains the 8 Most Significant Bits out of the 14b value. If the temperature measurement is deactivated, temp_msbs value is set to reset value.

5.2.2.8 温度值 LSB 寄存器

temp_lsb Offset address: 7_H
Temperature value LSBs register Reset value: 00_H

7	6	5	4	3	2	1	0
RES		temp_lsb					
r		r					

5 功能块说明

Field	Bits	Type	Description
temp_lsbs	5:0	r	temp_lsbs Raw temperature measurement result (signed two's complement notation). Contains the 6 Least Significant Bits out of the 14b value. If the temperature measurement is deactivated, temp_lsbs value is set to reset value.

5.2.2.9 通讯 CRC

CRC	Offset address:	8 _H
Communication CRC	Reset value:	00 _H

7	6	5	4	3	2	1	0
CRC							
r							

Field	Bits	Type	Description
CRC	7:0	r	Communication CRC Provided for all read communications. Included registers are defined in the bitmap, without the registers excluded according to channel_sel.

5.2.2.10 诊断寄存器

diag	Offset address:	9 _H
Diagnosis register	Reset value:	0C _H

7	6	5	4	3	2	1	0
meas_flg	test_flg	frame_counter	rst_flg	wu_par_flg	crc_wr_flg	fuse_par_flg	
r	r	r	r	r	r	r	r

Field	Bits	Type	Description
fuse_par_flg	0	r	Fuse Parity Flag Flag reflecting the result of fuse parity check for fuses related to internal trimming. 0 _B : Fuse parity check is not correct for trimming bits. When fuse parity check is not correct, the output of the sensor must be considered corrupted. The external user can attempt to see if this error disappears after a soft reset. If the error persists, the device can no longer be used. 1 _B : Fuse parity check is correct
crc_wr_flg	1	r	CRC Write OK Flag crc_wr_flg is cleared with the next write command. 0 _B : The CRC at write is enabled and incorrect CRC has been transmitted or the CRC at write is disabled. 1 _B : The CRC at write is enabled and correct CRC has been transmitted.

(表格续下页.....)

5 功能块说明

(续)

Field	Bits	Type	Description
wu_par_flg	2	r	Wake Up Parity Flag 0 _B : Wake Up parity check is not correct. The sensor does not enter Wake Up mode. 1 _B : Wake Up parity check is correct. The sensor can enter Wake Up mode.
rst_flg	3	r	Reset Flag Indicates a sensor reset. The field is cleared when 1 _B is written to the rst_flg_clr field. 0 _B : No sensor reset event. 1 _B : Sensor reset event occurred.
frame_counter	5:4	r	Frame Counter Increments at every ADC conversion cycle.
test_flg	6	r	Test Function Flag 0 _B : The registers contain measurement data. 1 _B : The registers contain test function data.
meas_flg	7	r	Measure Success Flag 1 _B : All read out measurement values belong to the same ADC conversion cycle and were performed with the same channel_sel setting. 0 _B : The read out measurement values either belong to different ADC conversion cycle or to different channel_sel settings.

5.2.2.11 传感器模式寄存器 1

mod1

Offset address:0A_H

Sensor mode register 1

Reset value:62_H

7	6	5	4	3	2	1	0
mode_sel	int_dis	collision_dis	wu_en	trigger_sel	prot_sel	crc_wr_en	
rw	rw	rw	rw	rw	rw	rw	rw

Field	Bits	Type	Description
crc_wr_en	0	rw	CRC enable for write operations. 0 _B : CRC for write operations is disabled. 1 _B : CRC for write operations is enabled.
prot_sel	1	rw	I²C protocol selection 0 _B : 2 byte read protocol enabled. 1 _B : 1 byte read protocol enabled.

(表格续下页.....)

5 功能块说明

(续)

Field	Bits	Type	Description
trigger_sel	3:2	rw	Trigger options For I²C 1 byte read protocol (prot_sel = 1 _B) the following trigger modes are available: 00 _B : no trigger 01 _B : trigger on read 1x _B : trigger on stop condition Trigger bits in the I²C command frame (write or 2 byte read command) overwrites the configuration bits in the mod1 register.
wu_en	4	rw	Wake Up 0 _B : the Wake Up functionality is disabled. 1 _B : the Wake Up functionality is enabled. If enabled, the Wake Up functionality is only active if: - Wake Up parity flag is OK. - test functions are disabled.
collision_dis	5	rw	Collision avoidance and clock stretching 0 _B and (int_dis = 0 _B or wu_en = wu_en_cp = 1 _B): collision avoidance is active (INTN will not be transmitted between I²C start and stop condition). 0 _B and (int_dis = 1 _B and wu_en = wu_en_cp = 0 _B): clock stretching is active (sensor delays read out during ongoing ADC conversion by pulling SCL low). 1 _B : Collision avoidance and clock stretching disabled. If int_dis = 0 _B , it may collide with clock from microcontroller.
int_dis	6	rw	Interrupt disable The int_dis bit interacts with the collision_dis bit. When Wake Up is enabled, the interrupt functionality is always activated, independent of the int_dis configuration. 0 _B : Interrupt enabled: After a completed measurement and ADC conversion cycle, an interrupt pulse will be generated (see also collision_dis and Wake Up functionality). 1 _B : Interrupt disabled
mode_sel	7	rw	Operating modes 0 _B : Low Power Mode: Cyclic measurements and ADC-conversions with an update rate defined in the f_update_sel register. The trigger configuration is ignored. 1 _B : Master Controlled Mode: Measurements are triggered by microcontroller. The trigger is configured via the trigger_sel bits or via I²C command.

5.2.2.12 传感器模式寄存器 2

mod2

Offset address: 0B_H

Sensor mode register 2

Reset value: 00_H

7	6	5	4	3	2	1	0
channel_sel				f_update_sel		xtr_short_en	short_en
rw				rw		rw	rw

5 功能块说明

Field	Bits	Type	Description
short_en	0	rw	Magnetic short-range measurement 0 _B : The Bx, By and Bz ADC-conversion is set according the full range specification. 1 _B : The Bx, By and Bz ADC-conversion is set according the short range specification. short_en = 1 _B and xtr_short_en = 1 _B must not be used.
xtr_short_en	1	rw	Magnetic extra short-range measurement 0 _B : The Bx, By and Bz ADC-conversion is set according the short_en setting. 1 _B : The Bx, By and Bz ADC-conversion is set according the extra short range specification and short_en is ignored. short_en = 1 _B and xtr_short_en = 1 _B must not be used.
f_update_sel	3:2	rw	Update frequency for low power mode 00 _B : 1000 Hz 01 _B : 125 Hz 10 _B : 31 Hz 11 _B : 16 Hz
channel_sel	7:4	rw	Channel selection Selection of measurement channels and test function. When a readout is performed, the addresses corresponding to measurement registers for which a measurement is not performed are skipped. Register addresses, not included in the measurement are not covered by CRC at read. When one channel is disabled, for all new measurements the register value for that channel will be set to reset value. 0000 _B : Bx, By, Bz, Temp 0001 _B : Vhall bias (X, Y, Z) / Vext test function. 0010 _B : Spintest (X, Y, Z) / Vint test function. 1000 _B : SAT test function (X, Y, Z, Temp). 1100 _B : Bx, Temp 1101 _B : Bx, By 1110 _B : Bz, Temp

5.2.2.13 唤醒 X 高阈值 MSB 寄存器

wu_xh

Wake Up X-high threshold MSBs register

Offset address:

Reset value:

0C_H

7F_H

76543210

wu_xh_msbs

rw

5 功能块说明

Field	Bits	Type	Description
wu_xh_msbs	7:0	rw	Wake Up X-high MSBs Defines the Wake Up upper threshold for the Bx magnetic channel above which the sensor enables INTN.

5.2.2.14 唤醒 X 低阈值 MSB 寄存器

wu_xl	Offset address:	0D _H
Wake Up X-low threshold MSBs register	Reset value:	80 _H
76543210 wu_xl_msbs rw		

Field	Bits	Type	Description
wu_xl_msbs	7:0	rw	Wake Up X-low MSBs Defines the Wake Up lower threshold for the Bx magnetic channel below which the sensor enables INTN.

5.2.2.15 唤醒 Y 高阈值 MSB 寄存器

wu_yh	Offset address:	0E _H
Wake Up Y-high threshold MSBs register	Reset value:	7F _H
76543210 wu_yh_msbs rw		

Field	Bits	Type	Description
wu_yh_msbs	7:0	rw	Wake Up Y-high MSBs Defines the Wake Up upper threshold for the By magnetic channel above which the sensor enables INTN.

5.2.2.16 唤醒 Y 低阈值 MSB 寄存器

wu_yl	Offset address:	0F _H
Wake Up Y-low threshold MSBs register	Reset value:	80 _H
76543210 wu_yl_msbs rw		

5 功能块说明

Field	Bits	Type	Description
wu_yl_msbs	7:0	rw	Wake Up Y-low MSBs Defines the Wake Up lower threshold for the By magnetic channel below which the sensor enables INTN.

5.2.2.17 唤醒 Z 高阈值 MSB 寄存器

wu_zh	Offset address:	10 _H
Wake Up Z-high threshold MSBs register	Reset value:	7F _H
76543210 wu_zh_msbs rw		

Field	Bits	Type	Description
wu_zh_msbs	7:0	rw	Wake Up Z-high MSBs Defines the Wake Up upper threshold for the Bz magnetic channel above which the sensor enables INTN.

5.2.2.18 唤醒 Z 低阈值 MSB 寄存器

wu_zl	Offset address:	11 _H
Wake Up Z-low threshold MSBs register	Reset value:	80 _H
76543210 wu_zl_msbs rw		

Field	Bits	Type	Description
wu_zl_msbs	7:0	rw	Wake Up Z-low MSBs Defines the Wake Up lower threshold for the Bz magnetic channel below which the sensor enables INTN.

5.2.2.19 唤醒 XY 阈值 LSB 寄存器

wu_xy	Offset address:	12 _H
Wake Up XY thresholds LSBs register	Reset value:	CC _H
76543210 wu_xh_lsbs wu_xl_lsbs wu_yh_lsbs wu_yl_lsbs rw rw rw rw		

5 功能块说明

Field	Bits	Type	Description
wu_yl_lsbs	1:0	rw	Wake Up Y-low LSBs Defines the Wake Up lower threshold for the By magnetic channel below which the sensor enables INTN.
wu_yh_lsbs	3:2	rw	Wake Up Y-high LSBs Defines the Wake Up upper threshold for the By magnetic channel above which the sensor enables INTN.
wu_xl_lsbs	5:4	rw	Wake Up X-low LSBs Defines the Wake Up lower threshold for the Bx magnetic channel below which the sensor enables INTN.
wu_xh_lsbs	7:6	rw	Wake Up X-high LSBs Defines the Wake Up upper threshold for the Bx magnetic channel above which the sensor enables INTN.

5.2.2.20 唤醒 Z 阈值 LSB 寄存器

wu_z Offset address: 13_H
Wake Up Z thresholds LSBs register Reset value: 2C_H

7	6	5	4	3	2	1	0
Res		wu_par	wu_en_cp	wu_zh_lsbs		wu_zl_lsbs	
r		rw	w	rw		rw	

Field	Bits	Type	Description
wu_zl_lsbs	1:0	rw	Wake Up Z-low LSBs Defines the Wake Up lower threshold for the Bz magnetic channel below which the sensor enables INTN.
wu_zh_lsbs	3:2	rw	Wake Up Z-high LSBs Defines the Wake Up upper threshold for the Bz magnetic channel above which the sensor enables INTN.
wu_en_cp	4	w	Wake Up enable copy Alternative enable/disable bit for Wake Up functionality. A read from this location always returns 0 _B . Any write operation at this address takes effect in the wu_en bit. This is an alternative address for changing the state of wu_en configuration bit. This allows the user to have a single write stream with automatically incremented address that disables Wake Up functionality, updates the Wake Up thresholds and enables the Wake Up functionality. This is the recommended sequence when the user wants to dynamically change the Wake Up threshold in a safer manner while the feature was already enabled.
wu_par	5	rw	Wake Up parity bit Odd parity bit for Wake Up thresholds and wu_en configuration bits. This field is written by the user in accordance with configured Wake Up settings. This field will be compared with the sensor computed parity in order to generate the wu_par_flg flag.

5 功能块说明

5.2.2.21 重置寄存器

rst Offset address: 14_H
Reset register Reset value: 00_H

7	6	5	4	3	2	1	0
Res						rst_flg_clr	soft_rst
r						w	w

Field	Bits	Type	Description
soft_rst	0	w	Soft Reset trigger bit A soft reset is triggered when writing 1 _B to this field. A read operation will always return 0 _B for this field.
rst_flg_clr	1	w	Sensor reset clear Write 1 _B to clear the rst_flg status bit from the diag register. A read operation will always return 0 _B for this field.

5.2.2.22 唯一芯片标识寄存器 0

id0 Offset address: 15_H
Unique chip identifier register 0 Reset value: XX_H

7	6	5	4	3	2	1	0
chip_id_0							
r							

Field	Bits	Type	Description
chip_id_0	7:0	r	Chip identifier Each individual chip is equipped with a unique chip identifier, comprising the register fields chip_id_0 to chip_id_5.

5.2.2.23 唯一芯片标识寄存器 1

id1 Offset address: 16_H
Unique chip identifier register 1 Reset value: XX_H

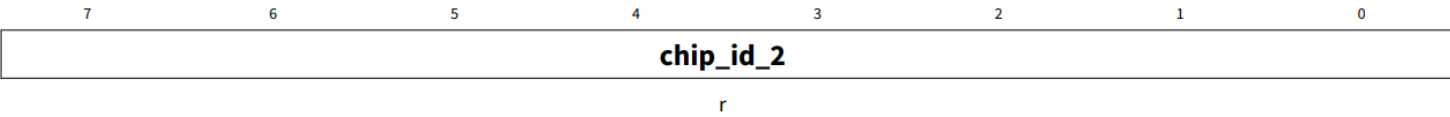
7	6	5	4	3	2	1	0
chip_id_1							
r							

Field	Bits	Type	Description
chip_id_1	7:0	r	Chip identifier Each individual chip is equipped with a unique chip identifier, comprising the register fields chip_id_0 to chip_id_5.

5.2.2.24 唯一芯片标识寄存器 2

id2
Unique chip identifier register 2

Offset address: 17_H
Reset value: XX_H

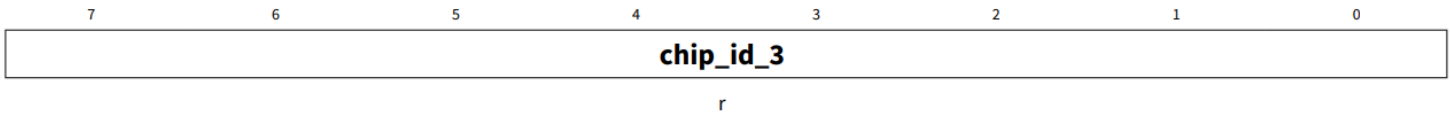


Field	Bits	Type	Description
chip_id_2	7:0	r	Chip identifier Each individual chip is equipped with a unique chip identifier, comprising the register fields chip_id_0 to chip_id_5.

5.2.2.25 唯一芯片标识寄存器 3

id3
Unique chip identifier register 3

Offset address: 18_H
Reset value: XX_H

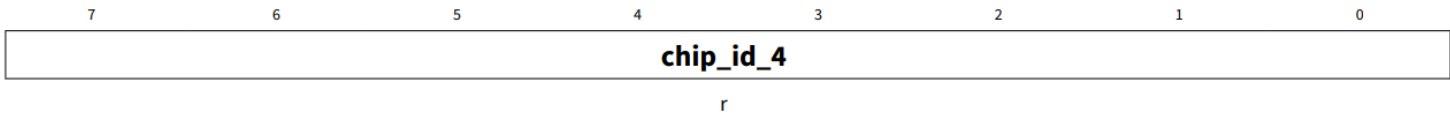


Field	Bits	Type	Description
chip_id_3	7:0	r	Chip identifier Each individual chip is equipped with a unique chip identifier, comprising the register fields chip_id_0 to chip_id_5.

5.2.2.26 唯一芯片标识寄存器 4

id4
Unique chip identifier register 4

Offset address: 19_H
Reset value: XX_H

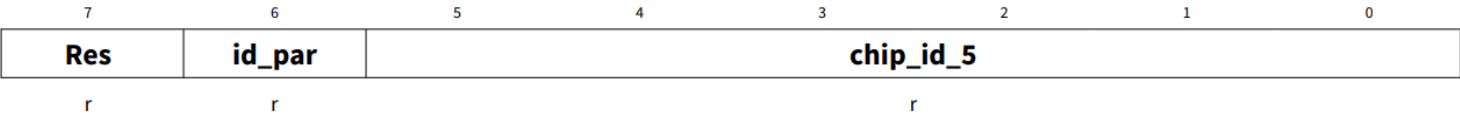


Field	Bits	Type	Description
chip_id_4	7:0	r	Chip identifier Each individual chip is equipped with a unique chip identifier, comprising the register fields chip_id_0 to chip_id_5.

5.2.2.27 唯一芯片标识寄存器 5

id5
Unique chip identifier register 5

Offset address: 1A_H
Reset value: XX_H



Field	Bits	Type	Description
chip_id_5	5:0	r	Chip identifier Each individual chip is equipped with a unique chip identifier, comprising the register fields chip_id_0 to chip_id_5.
id_par	6	r	Chip identifier fuse parity bit Fuse bit storing odd parity for chip ID.

6 应用信息

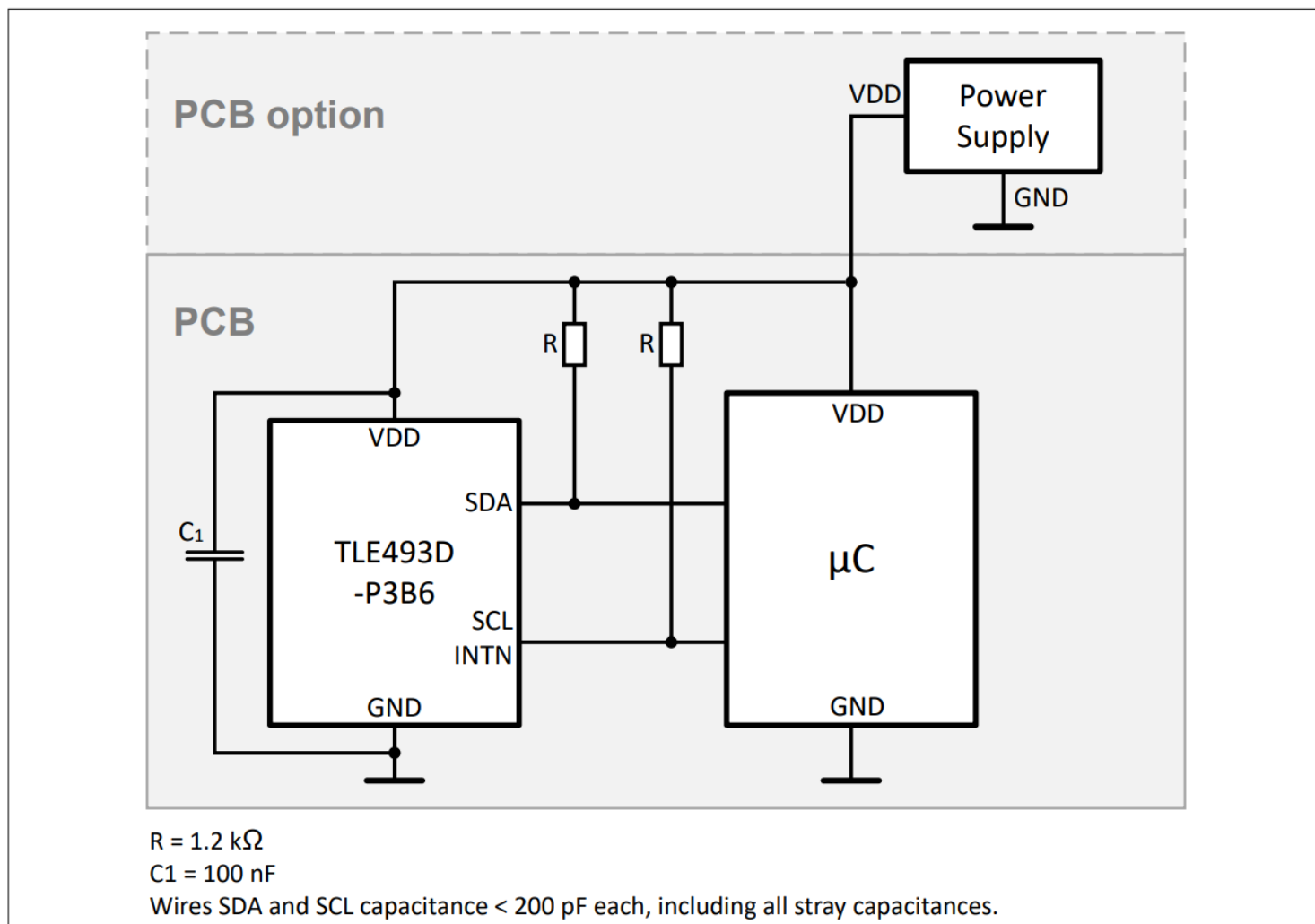


图 21 带外部电源和微控制器的应用电路

电容器 C_1 的效率 随着与传感器之间导线长度的减少而提高。如果使用铁磁性电容器 C_1 ，磁场对磁性测量的影响会随着距离传感器位置的增加而增加。在应用中必须对这两方面进行平衡和仔细评估。

7 封装信息

该传感器采用节省空间的非磁性 SMD 封装。

7.1 封装参数

表 23 封装参数 PG-TSOP-6-6-8

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or condition
		Min.	Typ.	Max.		
Soldering moisture level	<i>MSL1</i>	–	–	–	–	260°C, ⁴⁾
Thermal resistance Junction ambient	R_{thJA}	–	–	200	K/W	Junction to air, ⁵⁾
Thermal resistance Junction lead	R_{thJL}	–	–	100	K/W	Junction to lead

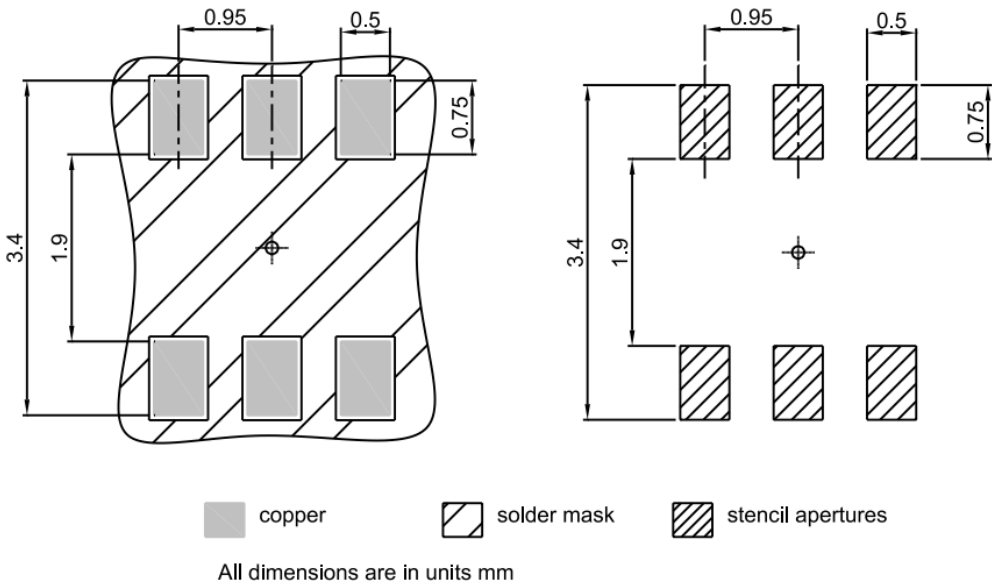
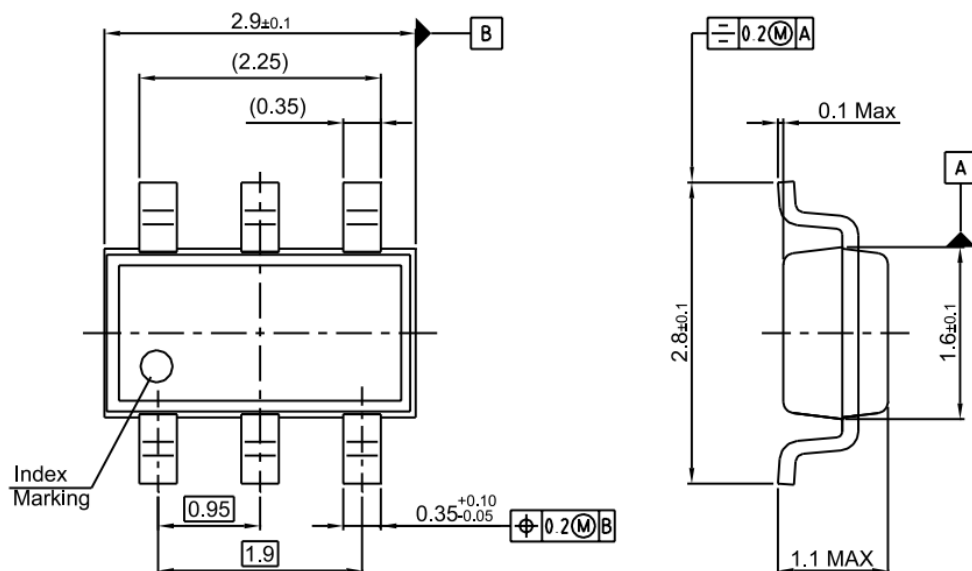


图 22 PG-TSOP6-6-8 封装

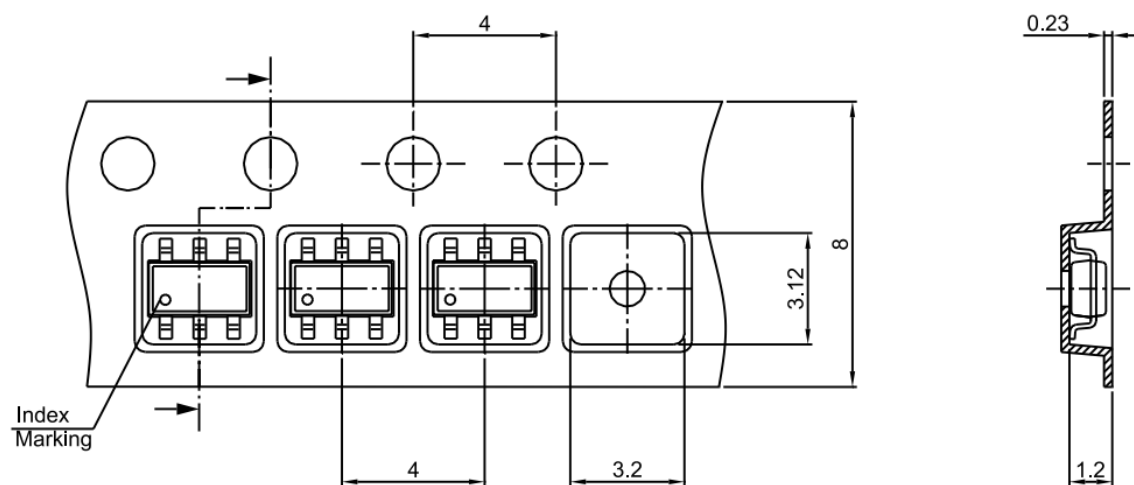
⁴ 回流焊接，符合 JEDEC J-STD-020 标准
⁵ 根据 Jedec JESD51-7 标准

7.2 封装外形



All dimensions are in units mm
 The drawing is in compliance with ISO 128-30, Projection Method 1 [· ϕ ·]

图23 封装外形



All dimensions are in units mm

The drawing is in compliance with ISO 128-30, Projection Method 1 []

图 24 **PG-TSOP6-6-8 载带包装**

有关该封装的更多信息，请访问：

<https://www.infineon.com/cms/en/product/packages/>

8 术语

1D	一维
3D	三维
ACK	响应
ADC	模拟数字转换器
ADDR	地址
AEC	汽车电子委员会
ASIL	汽车安全完整性等级
CRC	循环冗余检查
e.g.	例证
EMC	电磁兼容性
I ² C	内部集成电路
IC	集成电路
INTN	中断引脚，中断信号（低电平有效）
ISO	国际标准化组织
LSB	最低有效位
magnetic field	传感器测量的磁通密度
max	最大值
min	最小值
MSB	最高有效位
MSL	湿度灵敏度等级
MUX	多路复用器
PCB	印刷电路板
reg	寄存器
rms	均方根
RoHS	有害物质限制
SCL	时钟引脚
SDA	数据引脚
Sensor	指的是 TLE493D-P3B6 产品
Senor module	指的是 TLE493D-P3B6 产品和客户模块中的所有无源元件
SEooC	安全元件（截取含义）
SIL	安全完整性等级
SMD	表面贴装器件
supply	指传感器电源引脚 VDD 和 GND
WU	唤醒
μC	微控制器



修订记录

修订记录

Revision	Date	Changes
1.0	2024-08-26	Initial release



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

版本 2026-01-26

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

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件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勘探（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任何责任。

如果本文件包含或引用软件：

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>。