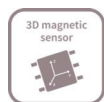


英飞凌 TLE493D-W2B6

低功耗 3D 霍尔传感器，带 I²C 接口和唤醒功能



ISO26262
ready

1 概述

质量要求类别：汽车|行业

特性

- 3D 磁通密度传感范围为 ± 160 mT
- 可编程磁通分辨率低至 $65 \mu\text{T}$ （典型值）
- X-Y 角度测量模式
- 诊断测量，检查传感器的数字部件、模拟部件和霍尔探头
- 掉电模式下，功耗为 7 nA （典型值）
- 每个测量方向的数据分辨率为 12 位，温度传感器为 10 位
- 可变的更新频率和功耗模式（可在运行期间进行配置）
- 温度范围 $T_j = -40^\circ\text{C} \dots 125^\circ\text{C}$, 电源电压范围 = $2.8 \text{ V} \dots 3.5 \text{ V}$
- 可通过 I²C 协议由外部 μC 触发
- 向微控制器指示有效测量的中断信号

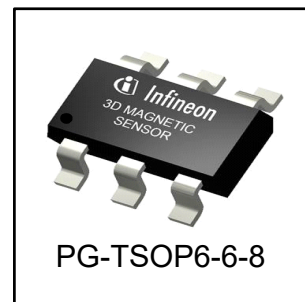
应用

TLE493D-W2B6 专为各种传感应用而设计，包括以下应用：

- 变速杆位置
- 顶柱模块和多功能方向盘中的控制元器件
- 多功能旋钮
- 踏板/阀门位置感测

优点

- 利用 3D 磁性测量原理减少元器件数量
- 灵活性高，应用范围广
- 器件可配置性带来的平台适应性
- 通过集成诊断支持功能安全
- 唤醒模式带来极低的系统功耗
- 与高磁通量测量范围相比，较小的杂散磁场干扰可忽略不计



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。为确保准确性，请务必访问 infineon.com 参考最新的英文版本（控制文档）。

Overview**表 1 订购信息**

Product Type	Marking¹⁾	Ordering Code	Package	Default address write / read
TLE493D-W2B6 A0	EC	SP001605334	PG-TSOP6-6-8	6A _H / 6B _H
TLE493D-W2B6 A1	ED	SP001605340	PG-TSOP6-6-8	44 _H / 45 _H
TLE493D-W2B6 A2	EE	SP001605344	PG-TSOP6-6-8	F0 _H / F1 _H
TLE493D-W2B6 A3	EF	SP001605348	PG-TSOP6-6-8	88 _H / 89 _H

1) 工程样品标有 "SA" 字样。

目录

1	概述	1
2	功能说明	4
2.1	基本说明.....	4
2.1.1	功耗模式控制	4
2.1.2	感测.....	5
2.1.3	唤醒.....	5
2.2	引脚配置（俯视图）	5
2.3	磁场的定义.....	6
2.4	敏感区域.....	6
2.5	应用电路.....	7
3	规格.....	8
3.1	绝对最大额定值	8
3.2	工作范围.....	9
3.3	电气特性.....	10
3.4	磁特性.....	11
3.5	温度测量.....	13
3.6	模式概览	14
3.7	接口和时序说明.....	15
4	封装信息	17
4.1	封装参数.....	17
4.2	封装外形.....	18
5	修订记录	20

Functional Description

2 功能说明

这种三维霍尔效应传感器可由微控制器进行配置。测量数据以数字格式提供给微控制器。微控制器是主机，传感器是从机。它还提供测试功能和唤醒沉睡系统的功能。

2.1 基本说明

框图及其功能说明。

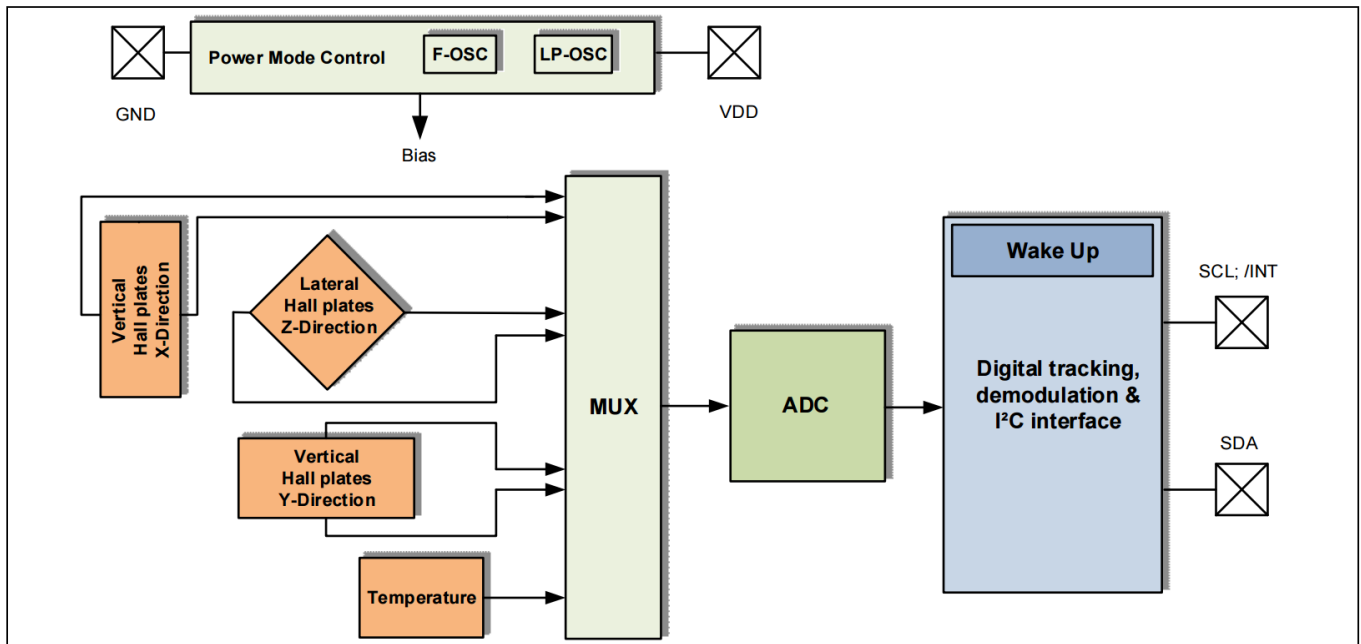


图 1 框图

IC 由三个主要功能单元组成，包含以下构件：

- 功耗模式控制系统，包含一个低功耗振荡器、基本偏置、精确重启、欠压检测和快速振荡器。
- 传感单元包括霍尔偏置、带有多路复用器和逐次跟踪 ADC 的霍尔探头以及温度传感器。
- I²C 接口，包含寄存器文件和 I/O 焊盘

2.1.1 功耗模式控制

功耗模式控制提供 IC 中的电源分配、上电复位功能以及作为时钟源的专用低功耗振荡器。它还能管理启动行为。

- 启动时，该单元：
 - 激活偏置，提供精确的复位检测器和快速振荡器
 - 传感器进入低功耗模式，可通过 I²C 接口进行配置
- 重新配置后，将执行一个测量周期，该周期由以下步骤组成：
 - 启动内部偏置、检查重启条件并提供快速振荡器
 - 霍尔偏置
 - 依次测量三个霍尔探头通道（包括温度）。默认情况下已启用
 - 重新进入配置模式

Functional Description

在任何情况下，只有当电源电压足够高时才会执行功能，否则重启电路将停止状态机，直到达到所需的电平后再重新启动。如果中间发生重启事件，功能也会重新启动（参见参数 **ADC restart level**）。

2.1.2 感测

测量 X、Y 和 Z 方向的磁场。每个 X、Y 和 Z 霍尔探头依次连接到一个多路复用器，然后再连接到一个模数转换器 (ADC)。可选，温度（默认值= 激活）也可以在三个霍尔通道之后确定。

2.1.3 唤醒

对于三个磁通道（X/Y/Z）中的每一个通道，唤醒功能都有一个上下比较阈值。外加磁场的每个分量都要与下阈值和上阈值进行比较。如果其中一个结果高于或低于这些阈值，就会产生一个中断脉冲 /INT。这就是所谓的唤醒功能。传感器向微控制器发出场强发生变化的信号。只要磁场的所有成分都在包络线内，就不会提供中断信号。但需注意，在 I²C 活动期间，/INT 也可通过激活的防碰撞功能加以抑制。唤醒中断 /INT 是三个通道中所有唤醒中断包络的 OR 逻辑。

2.2 引脚配置（俯视图）

图 2 显示了 TLE493D-W2B6 的引脚布局。

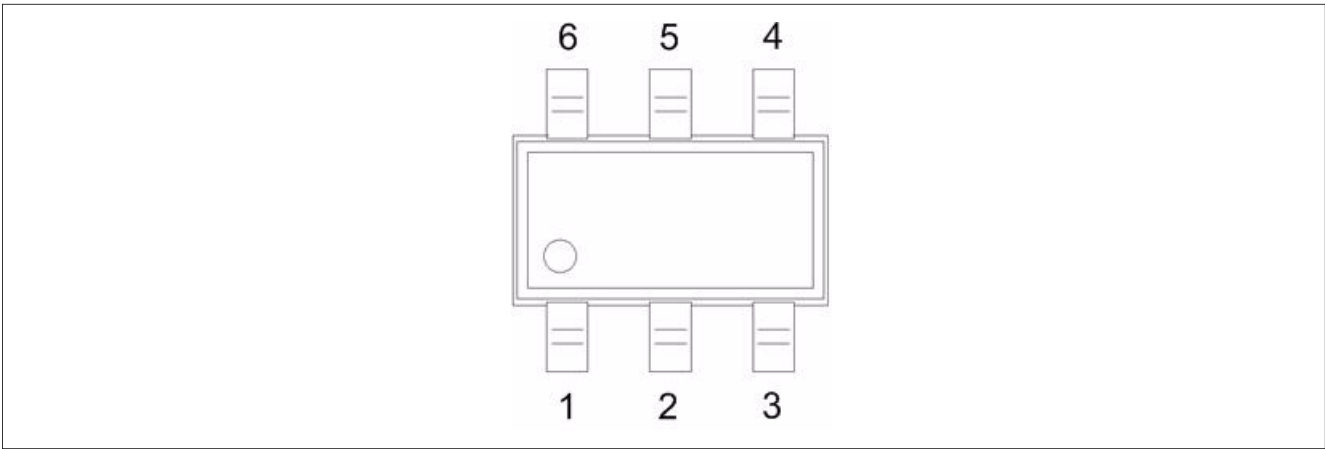


图 2 TLE493D-W2B6 引脚布局

表 2 TSOP6 引脚描述和配置（见图 2）

Pin No.	Name	Description
1	SCL /INT	Interface serial clock pin (input) Interrupt pin, signals a finished measurement cycle, open-drain
2	GND	Connect to GND
3	GND	Ground Pin
4	VDD	Supply Pin
5	GND	Connect to GND
6	SDA	Interface serial data pin (input/output), open-drain

Functional Description

2.3 磁场的定义

正磁场被视为南极朝向相应的霍尔元件。

图 3 显示了 TLE493D-W2B6 的磁方向 X、Y 和 Z 的定义。

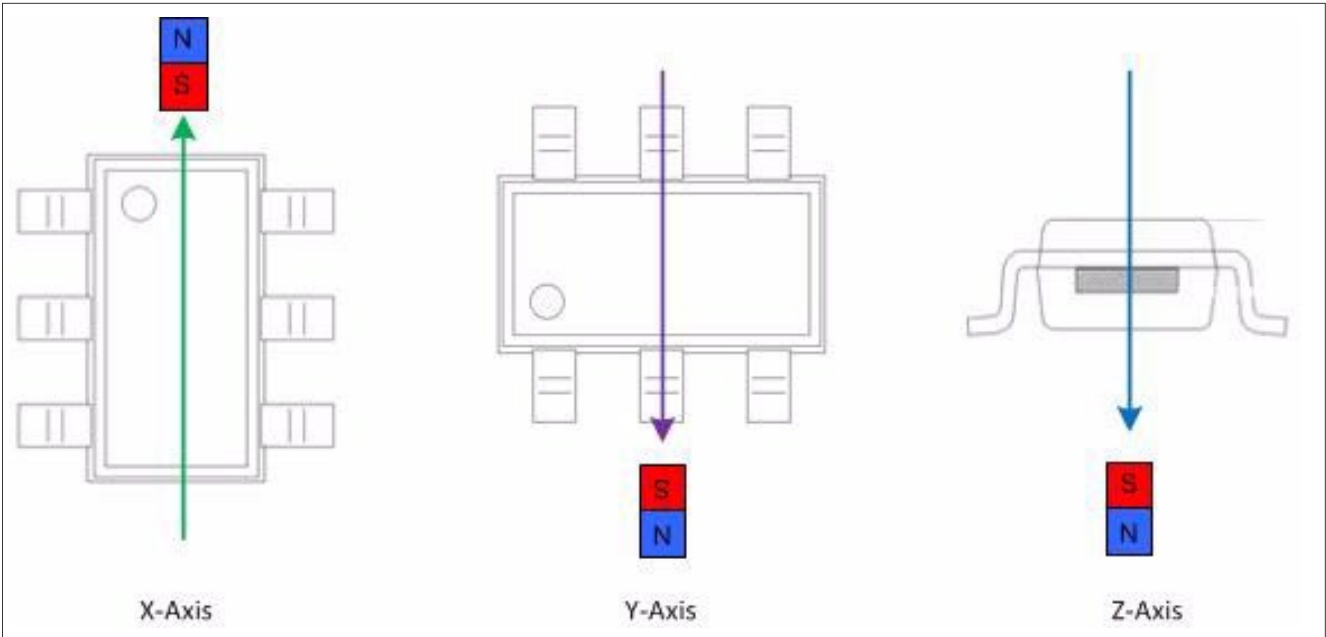


图 3 磁场方向的定义

2.4 敏感区域

霍尔测量的磁敏感区域如图 4 所示。

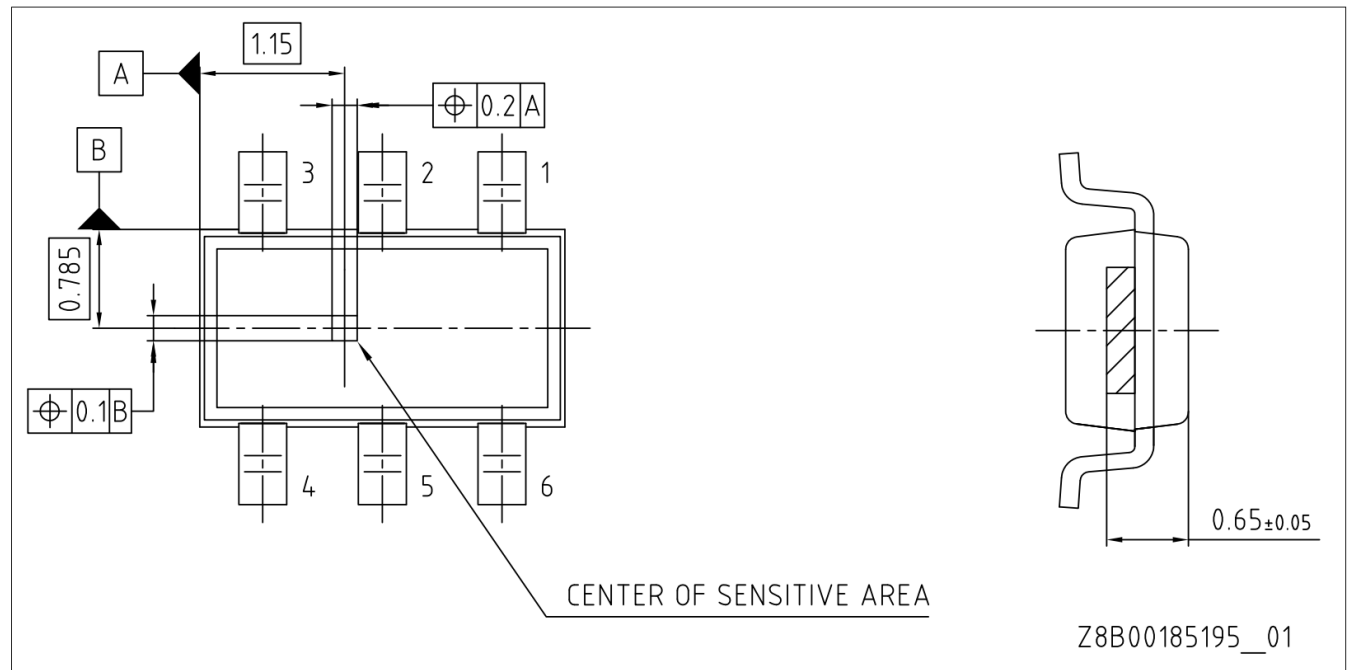


图 4 敏感区域中心（尺寸单位：mm）

Functional Description

2.5 应用电路

中断线的使用为可选项，但强烈建议使用，以确保正确、高效地读出传感器数据。

在计算 I²C 总线的上拉电阻值时，必须确保在实际应用设置的给定最坏寄生（电容）负载情况下，接口的上升和下降时间符合规格。

需注意：必须避免过小的电阻 $R1/2$ 值，以避免接口传输过程中不必要的功耗，尤其是在低功耗应用中。

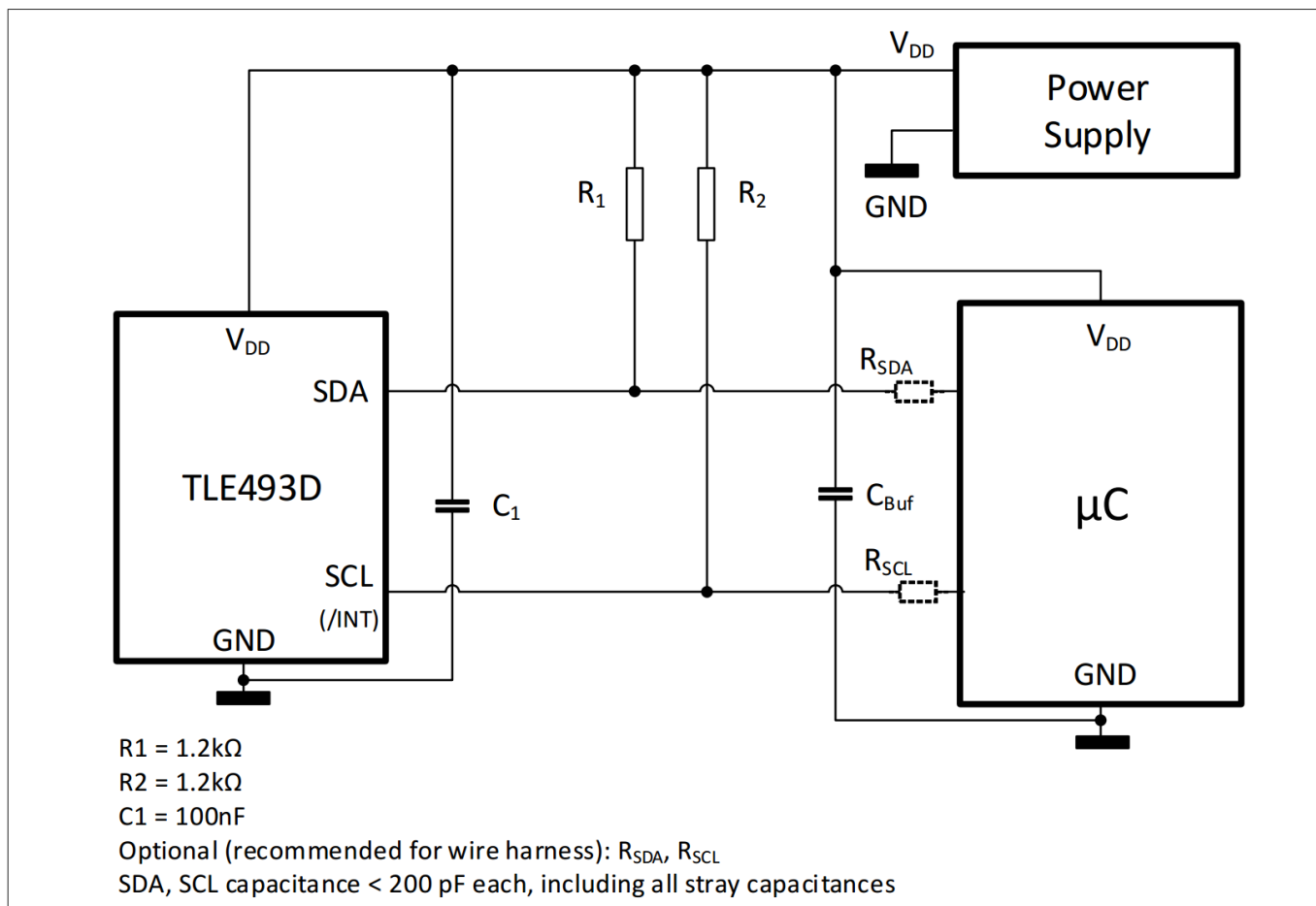


图5 带外部电源和 μC 的应用电路

为了在恶劣环境中采取额外的 EMC 预防措施， C_1 可由两个 100 nF 的并联电容器来实现，这两个电容器已由靠近 μC 和/或电源的 C_{Buf} 提供。

Specification

3 规格

该传感器用于汽车环境。本章介绍器件所需的环境条件（磁、热和电）。

3.1 绝对最大额定值

超过“绝对最大额定值”所列值的应力可能会对器件造成永久性损坏。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规范操作部分所示条件的情况下能够正常运行。此外，仅假设单一错误情况。超过一种的过载/错误情况也可能损坏器件。

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。在绝对最大额定值过载条件下， V_{DD} 引脚上相对于接地的电压不得超过绝对最大额定值定义的值。

表 3 绝对最大额定值

Parameter	Symbol	min	typ	max	Unit	Note/Condition
Junction temperature	T_j	-40	–	125	°C	
Voltage on V_{DD}	V_{DD}	-0.3	–	3.5	V	
Magnetic field	B_{max}	–	–	±1	T	
Voltage range on any pin to GND	V_{max}	-0.1	–	3.5	V	open-drain outputs are not current limited.

表4 ESD 保护¹⁾

环境温度 $T_A = 25^\circ\text{C}$

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or Test Condition
		Min.	Typ.	Max.		
ESD voltage (HBM) ²⁾	V_{ESD}	–	–	±2.0	kV	$R = 1.5\text{ k}\Omega$, $C = 100\text{ pF}$
ESD voltage (CDM) ³⁾		–	–	±0.75	kV	for corner pins
		–	–	±0.5	kV	all pins

1) ESD特性分析是在样品的基础上进行的，不进行生产测试。

2) 人体模型 (HBM) 符合 ANSI/ESDA/JEDEC JS-001 标准。

3) 带电器件模型 (CDM)，ESD 耐受性根据 JEDEC JESD22-C101 标准建立。

Specification

3.2 工作范围

为了实现超低功耗，该芯片不使用传统的耗电重启程序。重启程序的重点是确保仅为 ADC 运行提供适当的电源。因此，它会抑制 ADC，直到传感器供电足够高。

表5 工作范围

Parameter	Symbol	min	typ	max	Unit	Note/Condition
Operating temperature	T_j	-40	–	125	°C	$T_j = T_a + 3$ K in fast mode
Supply voltage	V_{DD}	2.8	3.3	3.5	V	Supply voltage must be above restart level
ADC restart level	V_{res}	2.2	2.5	2.8	V	min. ADC operating level
ADC restart hysteresis	$V_{res-hys}$	–	50	–	mV	
Register stable level	V_{reg}	–	–	2.5	V	Register values are stable above this voltage level

传感器依赖于由 t_{PUP} 、 V_{OUS} 和 I_{DD-PUP} 定义的适当电源斜坡，见图 6。传感器的 I²C 复位功能应在上电后由 μC 使用。如果系统中使用了电源监控（如掉电检测器等），建议在该监控器检测到事件后使用传感器的 I²C 复位功能。

在任何情况下，外部电源开关（可由系统基础芯片解决方案提供，其中包括电源启用功能、偏置电阻-晶体管器件、功能强大的 μC GPIO 引脚等）应允许传感器的电源循环，作为高可用性应用的备份，以应对任何形式的 V_{DD} 斜坡（包括潜在的 EMC 影响），参见图 6。

上电时，SDA 和 SCL 应使用图 5 中的 R1 和 R2 拉至 V_{DD} ，任何器件或 μC 均不得将 SDA 和 SCL 驱动至低电平。

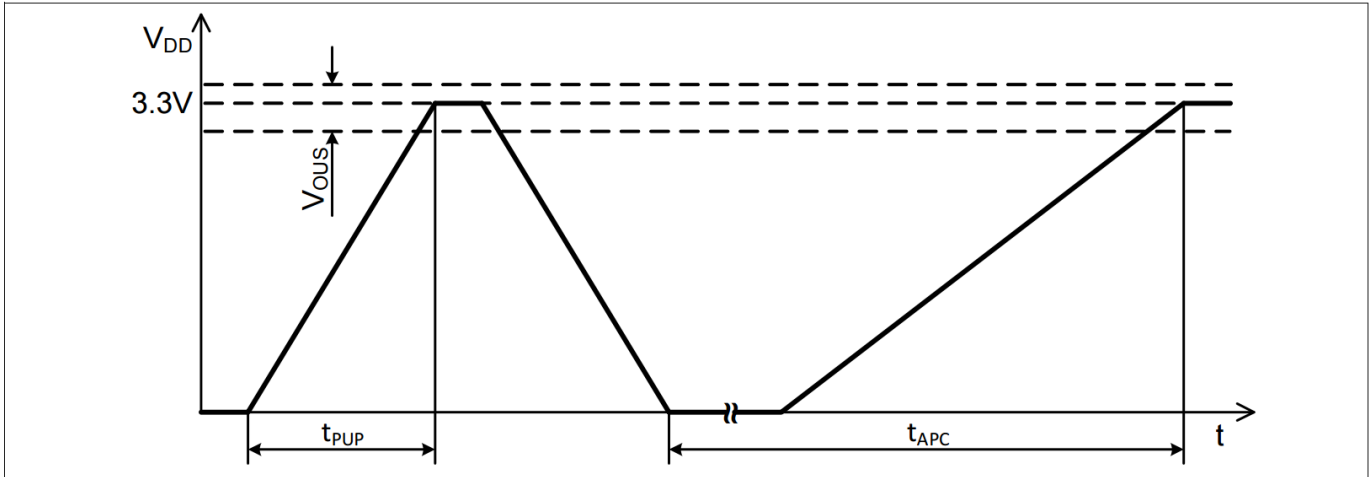


图 6 用于高可用性的 V_{DD} 上电和电源循环

Specification

表 6 V_{DD} 上电和电源循环

Parameter	Symbol	min	typ	max	Unit	Note/Condition
Power Up ramp time	t_{PUP}	–	–	10	μs	
Availability power cycle ¹⁾	t_{APC}	–	150	400	μs	
Power Up over-undershoot	V_{OUS}	3	3.3	3.5	V	Envelope which must not be exceeded at the end of a Power Up.
Power Up current consumption	I_{DD-PUP}	–		10	mA	Current consumption during t_{PUP}

1) 未经过生产测试 - 通过设计验证。

3.3 电气特性

该传感器提供不同的工作模式和数字通信接口。表 7 列出了相应的电气参数。关于电流消耗的更多信息，可参见第 3.6 章。

表 7 电气设置

$V_{DD} = 3.3 V \pm 5\%$ 时的值， $T_j = -40^\circ C$ 至 $125^\circ C$ （除非另有说明）

Parameter	Symbol	min	typ	max	Unit	Note/Condition
Supply current ¹⁾	I_{DD_pd}	–	7	130	nA	$T_j = 25^\circ C$; power down mode
	I_{DD_fm}	1	3.4	5	mA	Fast mode
Input voltage low threshold ²⁾	V_{IL}	–	–	30	$\%V_{DD}$	all input pads
Input voltage high threshold ²⁾	V_{IH}	70	–	–	$\%V_{DD}$	all input pads
Input voltage hysteresis ²⁾	V_{IHYS}	5	–		$\%V_{DD}$	all input pads
Output voltage low level @ 3 mA load	V_{OL}	–	–	0.4	V	all output pads, static load

1) 在确定电源尺寸时，需要考虑上拉电阻上的电流（图 5）。

2) 基于 1995 年 I²C 标准的 V_{DD} 相关输入电平

Specification

3.4 磁特性

磁参数是针对生产线末端生产情况和应用寿命情况指定的。

磁测量值以 12 位或 8 位分辨率的二进制补码形式提供，寄存器中的符号为 Bx、By 和 Bz。计算磁通密度的两个示例见 [表 11](#) 和 [表 12](#)。

表 8 初始磁特性¹⁾

T_j = 25°C、0 h、V_{DD} = 3.3 V 时的数值（除非另有说明）

Parameter	Symbol	min	typ	max	Unit	Note/Condition
Magnetic linear range ²⁾ (full range)	B _{xyz_LIN}	±160	±200	±230	mT	-40°C < T _j < +125°C
Magnetic linear range ²⁾³⁾ (short range)	B _{xyz_LINSR}	±100	±135	±150	mT	
Sensitivity X, Y, Z (full range)	S _x , S _y , S _z	5.5	7.7	10.5	LSB ₁₂ / mT	
Sensitivity X, Y, Z (short range)	S _{xSR} , S _{ySR} , S _{zSR}	11	15.4	21		
Z-Offset (full range and short range)	B _{0Z}	-1.8	±0.2	+1.8	mT	
XY-Offset (full range and short range)	B _{0xy}	-0.75	±0.2	+0.75	mT	
X to Y magnetic matching ⁴⁾	M _{XY}	-15	±1	+15	%	Up to min. B _{xyz_LIN} or B _{xyz_LINSR}
X/Y to Z magnetic matching ⁴⁾	M _{X/YZ}	-25	0	+25	%	
Resolution, 12-bit ⁵⁾ (full range)	Res ₁₂	95	130	182	μT/ LSB ₁₂	
Resolution, 12-bit ⁵⁾ (short range)	Res _{12_SR}	47.5	65	91		
Resolution, 8-bit ⁵⁾ (full range)	Res ₈	1.52	2.08	2.91	mT/ LSB ₈	
Resolution, 8-bit ⁵⁾ (short range)	Res _{8_SR}	0.76	1.04	1.46		
Magnetic initial noise (rms) (full range and short range)	B _{ineff}	–	0.1	0.5	mT	rms = 1 sigma
Magnetic hysteresis ²⁾ (full range and short range)	B _{HYS}	–	1	–	LSB ₁₂	due to quantization effects

1) 晶圆级磁性测试。假设在模块测试和校准过程中，外部 μC 中存储并补偿了初始变化。

2) 未经过生产测试 - 由设计/特性验证。

3) 由于内部偏移及其补偿，短程设置不会出现模拟饱和现象。

4) 参见 [公式 \(3.1\)](#) 和 [公式 \(3.2\)](#) 中的磁匹配定义。

5) 分辨率的计算方法是 1/灵敏度（对于 8 位值，则乘以 16）。

参数 "X 至 Y 磁匹配" 公式：

(3.1)

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

参数 "X/Y 至 Z 磁匹配" 公式：

(3.2)

$$M_{X/YZ} = 100 \cdot 2 \cdot \frac{S_x + S_y - 2 \cdot S_z}{S_x + S_y + 2 \cdot S_z} [\%]$$

Specification

表 9 传感器漂移¹⁾ 对全量程和短量程均有效（除非有说明）

$V_{DD} = 3.3 \text{ V} \pm 5\%$ 时的数值, $T_j = -40^\circ\text{C}$ 至 125°C , 静磁场在全磁线性范围内（除非另有说明）

Parameter	Symbol	min	typ	max	Unit	Note/Condition
Sensitivity drift X, Y, Z	$S_{X_D}, S_{Y_D}, S_{Z_D}$	-15	± 5	+15	%	TC_0
Offset drift X, Y	B_{O_DXY}	-0.45	–	+0.45	mT	@ 0 mT, TC_0
Offset drift Z	B_{O_DZ}	-1.6	–	+1.6	mT	@ 0 mT, TC_0
Offset drift Z	B_{O_DZ}	-0.45	–	+0.45	mT	@ 0 mT, TC_0 , Z Hall spintest
X to Y magnetic matching drift ²⁾	M_{XY_D}	-3.5	± 1	+3.5	%	TC_0
X/Y to Z magnetic matching drift ²⁾	M_{X/YZ_D}	-15	± 10	+15	%	TC_0

1) 未经生产测试, 通过设计/特性验证。漂移是指由于外部影响而使初始特性发生变化。

2) 参见公式 (3.1) 和公式 (3.2) 中的磁匹配定义。

表 10 温度补偿、非线性和噪声¹⁾

$V_{DD} = 3.3 \text{ V} \pm 5\%$, $T_j = -40^\circ\text{C}$ 至 125°C （除非另有说明）

Parameter	Symbol	min	typ	max	Unit	Note/Condition
Temperature compensation ²⁾ (full range and short range)	TC_0	–	± 0	–	ppm/K	Bx, By and Bz (default)
	TC_1	–	-750	–		Bx, By and Bz (option 1)
	TC_2	–	-1500	–		Bx, By and Bz (option 2)
	TC_3	–	+350	–		Bx, By and Bz (option 3)
Differential Non Linearity (full range)	DNL	–	± 2	–	LSB_{12}	Bx, By and Bz
Differential Non Linearity (short range)	DNL_{SR}	–	± 4	–		
Integral Non Linearity (full range)	INL	–	± 2	–	LSB_{12}	Bx, By and Bz
Integral Non Linearity (short range)	INL_{SR}	–	± 4	–	LSB_{12}	Bx, By and Bz
Magnetic noise (rms)	B_{Neff}	–	–	1	mT	rms = 1 sigma
Z-Magnetic noise (rms)	B_{NeffZ}	–	–	0.5	mT	rms = 1 sigma, $-40^\circ\text{C} < T_j < +85^\circ\text{C}$
XY-Magnetic noise (rms)	B_{NeffXY}	–	–	0.25	mT	

1) 未经过生产测试 - 经过设计/特性验证。

2) TC_x 必须在磁通微调和测量前设置为相同值。

Specification

将寄存器值转换为磁场值：

表 11 12 位磁性转换表

	MSB	Bit10	Bit9	Bit8	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	LSB
[Dec]	-2048	1024	512	256	128	64	32	16	8	4	2	1
[Bin] e.g.	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1

转换通过二进制补码实现。可使用下表进行转换：

12 位读出示例 $1111\ 0000\ 1111_B$: $-2048 + 1024 + 512 + 256 + 0 + 0 + 0 + 0 + 8 + 4 + 2 + 1 = -241\ \text{LSB}_{12}$

磁通密度计算: $-241\ \text{LSB}_{12} * 0.13\ \text{mT/LSB}_{12} = -31.3\ \text{mT}$

表 12 8 位磁性转换表

	MSB	Bit10	Bit9	Bit8	Bit7	Bit6	Bit5	LSB
[Dec]	-128	64	32	16	8	4	2	1
[Bin] e.g.	0	1	0	1	1	1	0	1

8 位读出示例: $0101\ 1101_B$: $0 + 64 + 0 + 16 + 8 + 4 + 0 + 1 = 93\ \text{LSB}_8$

磁通密度计算: $93\ \text{LSB}_8 * 2.08\ \text{mT/LSB}_8 = 193.4\ \text{mT}$

3.5 温度测量

默认情况下，温度测量已激活。如果不需要，可以禁用温度测量功能，以提高磁测量值的重复速度。

表 13 温度测量特性¹⁾

Parameter	Symbol	min	typ	max	Unit	Note/Condition
Digital value @ 25°C	T_{25}	1000	1180	1360	LSB_{12}	
Temperature resolution, 12-bit	$T_{\text{Res}12}$	0.21	0.24	0.27	K/LSB_{12}	referring to T_j
Temperature resolution, 8-bit	$T_{\text{Res}8}$	–	3.84	–	K/LSB_8	referring to T_j

1) 温度测量未在传感器上进行微调。外部 μC 可以在模块生产过程中测量传感器并进行外部微调，以获得更高的精度。

温度值基于 12 位分辨率。需注意：位图寄存器中仅列出了第 11 ... 2 位。

表 14 12 位温度转换表

从温度值寄存器中读出 MSB 至 Bit2 位。Bit1 和 LSB 相加得到 12 位的计算值。

	MSB	Bit10	Bit9	Bit8	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2
[Dec]	-2048	1024	512	256	128	64	32	16	8	4
[Bin] e.g.	0	1	0	1	0	0	1	0	1	1

12 位计算示例: $0110\ 1010\ 11_B$: $0 + 1024 + 0 + 256 + 0 + 0 + 32 + 0 + 8 + 4 = 1324\ \text{LSB}_{12}$

按温度计算: $(1324\ \text{LSB}_{12} - 1180\ \text{LSB}_{12}) * 0.24\ \text{K/LSB}_{12} + 25^\circ\text{C} \approx 60^\circ\text{C}$

Specification

3.6 模式概览

为了更好地适应应用要求，该传感器配备了不同的模式。表 15 列出了概述。

表 15 模式概览¹⁾

Mode	Measurements	Typ. f_{Update} ²⁾	Description
Power Down	No measurements	–	Lowest possible supply current I_{DD} .
Low Power Mode (full range and short range)	Bx, By, Bz, T	0.05 Hz - 770 Hz (8 steps)	Cyclic measurements and ADC-conversions with different update rates.
	Bx, By, Bz		
	Bx, By		
Fast Mode (full range)	Bx, By, Bz, T	5.7 kHz	Measurements and ADC conversions are running continuously. An I ² C clock speed ≥ 800 kHz and use of the interrupt /INT is required.
	Bx, By, Bz	7.5 kHz	
	Bx, By	8.4 kHz	
Fast Mode (short range)	Bx, By, Bz, T	4.2 kHz	
	Bx, By, Bz	5.5 kHz	
	Bx, By	6.2 kHz	
Master-Controlled Mode (full range and short range)	Bx, By, Bz, T	Up to Fast Mode values.	Measurements triggered by the microcontroller via I ² C.
	Bx, By, Bz		
	Bx, By		

1) 未经过生产测试 - 由设计/特性验证。

2) 这是更新指定测量值的频率。

I²C 触发主控模式下典型 I_{DD} 电流消耗估算公式：

I_{DD} 全量程公式 (3.3)

$$I_{DD} \approx I_{DD_fm} \cdot 0.18 \text{ ms} \cdot f_{Update}$$

I_{DD} 短量程公式 (3.4)

$$I_{DD} \approx I_{DD_fm} \cdot 0.24 \text{ ms} \cdot f_{Update}$$

在 8 种低功耗模式及 I²C 触发模式下，若禁用温度测量，平均电源电流 I_{DD} 将降低约 25%；若同时禁用温度测量和 Bz 测量，将降低约 50%。

Specification

3.7 接口和时序说明

本章介绍如何设置边界条件，以建立正确的接口通信。

表 16 接口和时序¹⁾

Parameter	Symbol	min	typ	max	Unit	Note/Condition
End of Conversion /INT pulse	t_{INT}	1.8	2.5	3.2	μs	low-active (when activated)
Time window to read first value (full range)	t_{RD1}	30	40	50	μs	read after rising /INT edge
Time window to read first value (short range)	t_{RD1_SR}	42	56	70	μs	read after rising /INT edge
Time window to read next value (full range)	t_{RDn}	32	43	54	μs	consecutive reads
Time window to read next value (short range)	t_{RDn_SR}	44	59	74	μs	consecutive reads
Internal clock accuracy	t_{clk_E}	-25	–	+25	%	

I²C timings

Allowed I ² C bit clock frequency ²⁾	f_{I2C_clk}	–	400	1000	kHz	
Low period of SCL clock	t_L	0.5	–	–	μs	1.3 μs for 400-kHz mode
High period of SCL clock	t_H	0.4	–	–	μs	0.6 μs for 400-kHz mode
SDA fall to SCL fall hold time (hold time start condition to clock)	t_{STA}	0.4	–	–	μs	0.6 μs for 400-kHz mode
SCL rise to SDA rise su. time (setup time clock to stop condition)	t_{STOP}	0.4	–	–	μs	0.6 μs for 400-kHz mode
SDA rise to SDA fall hold time (wait time from stop to start cond.)	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 ³⁾	t_{FALL}	–	0.25	0.3	μs	
Rise time SDA/SCL signal ³⁾	t_{RISE}	–	0.5	–	μs	R = 1.2 k Ω

1) 不适用于生产测试 - 由设计/特性验证

2) 取决于 SDA 和 SCL 的 RC 组合。确保在高于 400 kHz 的速度下降低容性负载。

3) 取决于所使用的 R-C 组合。

快速模式（如图 7 所示）要求 I²C 必须与传感器转换过程精确同步，并需要较高的位速率。在该模式下，上一个测量周期结束后，新的测量周期立即开始。

其他模式可用于更宽松的时序，也可用于微控制器同步操作传感器转换。在这些模式下，只有在内部或外部触发源触发时，才会启动新的测量周期。

在默认测量配置（Bx、By、Bz 和 T）中，如图 7 所示，测量周期在温度测量后结束。

在三通道测量配置（Bx、By 和 Bz）中，不转换和更新温度通道。因此，测量周期在 Bz 测量后结束。

Specification

在 X/Y 角测量配置（Bx 和 By）中，不转换和更新 Bz 和温度通道。因此，测量周期在 By 测量后结束。

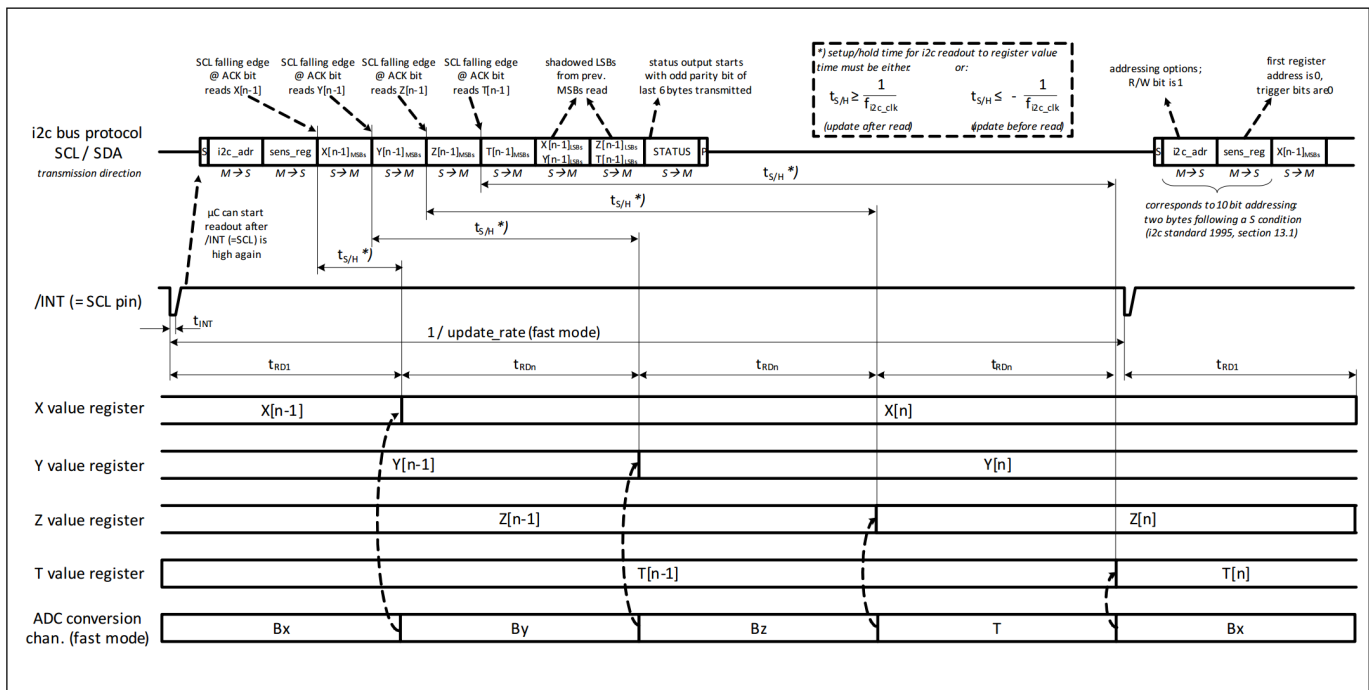


图 7 I²C 读出帧、ADC 转换和相关时序

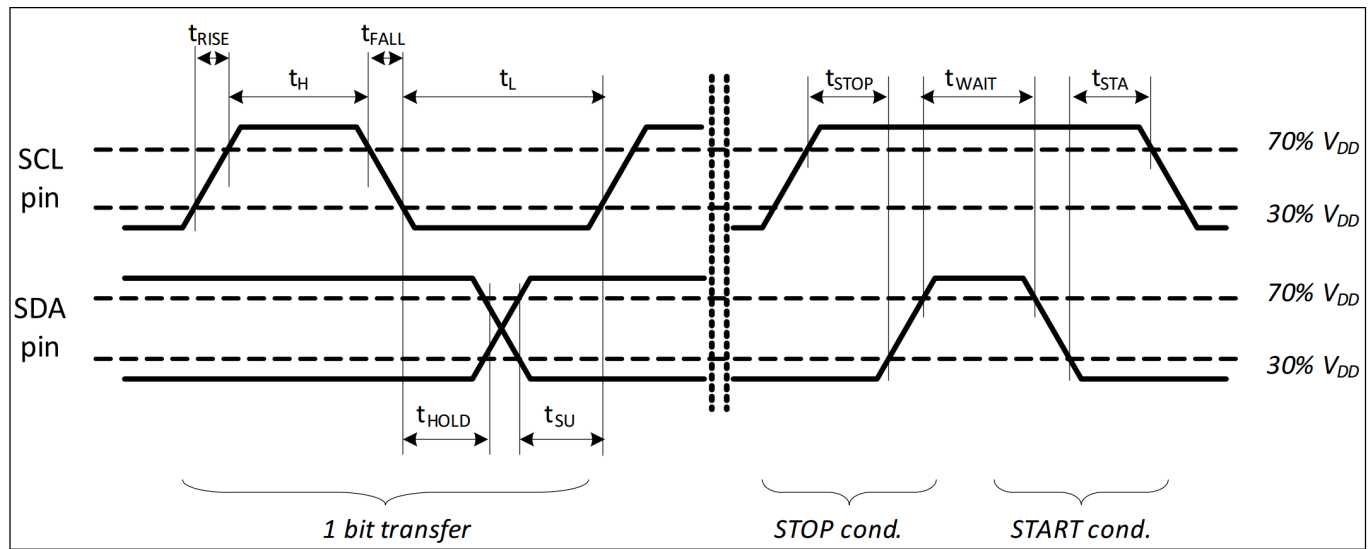


图 8 I²C 时序规范

Package Information

4 封装信息

4.1 封装参数

表 17 封装参数

Parameter	Symbol	Limit Values			Unit	Notes
		Min.	Typ.	Max.		
Thermal resistance ¹⁾ Junction ambient	R_{thJA}	–	–	200	K/W	Junction to air for PG-TSOP-6-6-8
Thermal resistance Junction lead	R_{thJL}	–	–	100	K/W	Junction to lead for PG-TSOP-6-6-8
Soldering moisture level ²⁾	MSL 1					260°C

- 1) 根据 Jecdec JESD51-7 标准
- 2) 适用于回流焊接，焊接曲线符合 JEDEC J-STD-020D.1（2008 年 3 月）标准

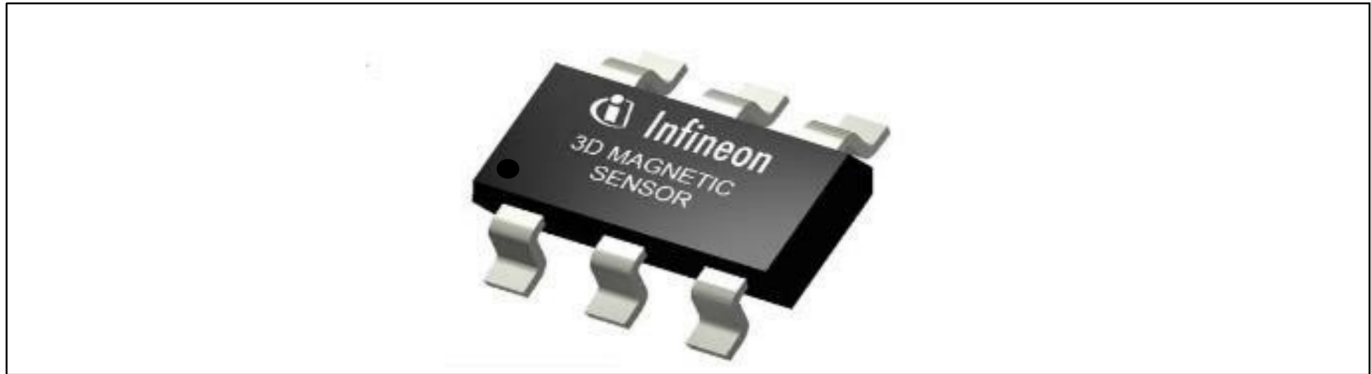


图 9 采用 TSOP6 封装的 TLE493D-W2B6 图像

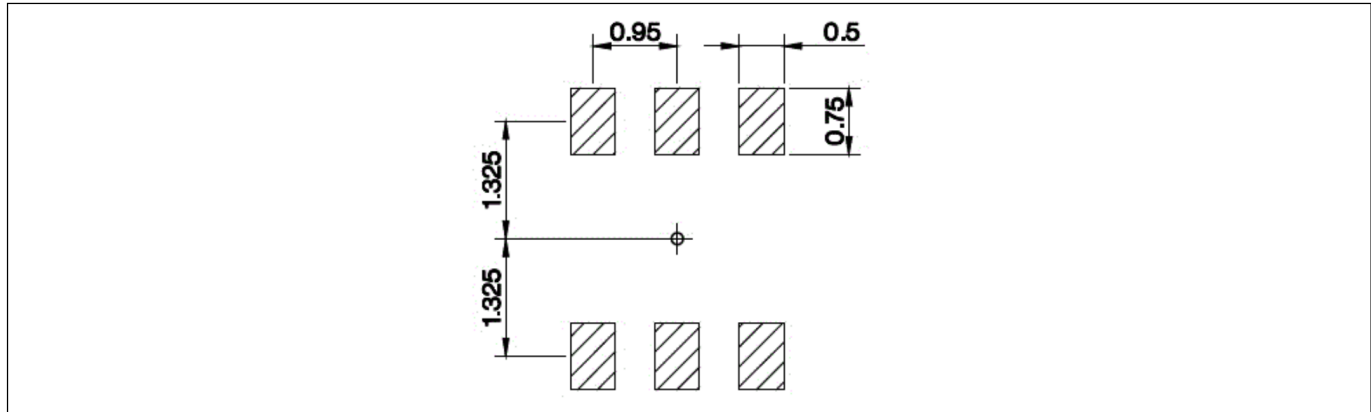


图 10 焊盘 PG-TSOP6-6-8（与 PG-TSOP6-6-5 兼容，所有尺寸均以mm为单位）

Package Information

4.2 封装外形

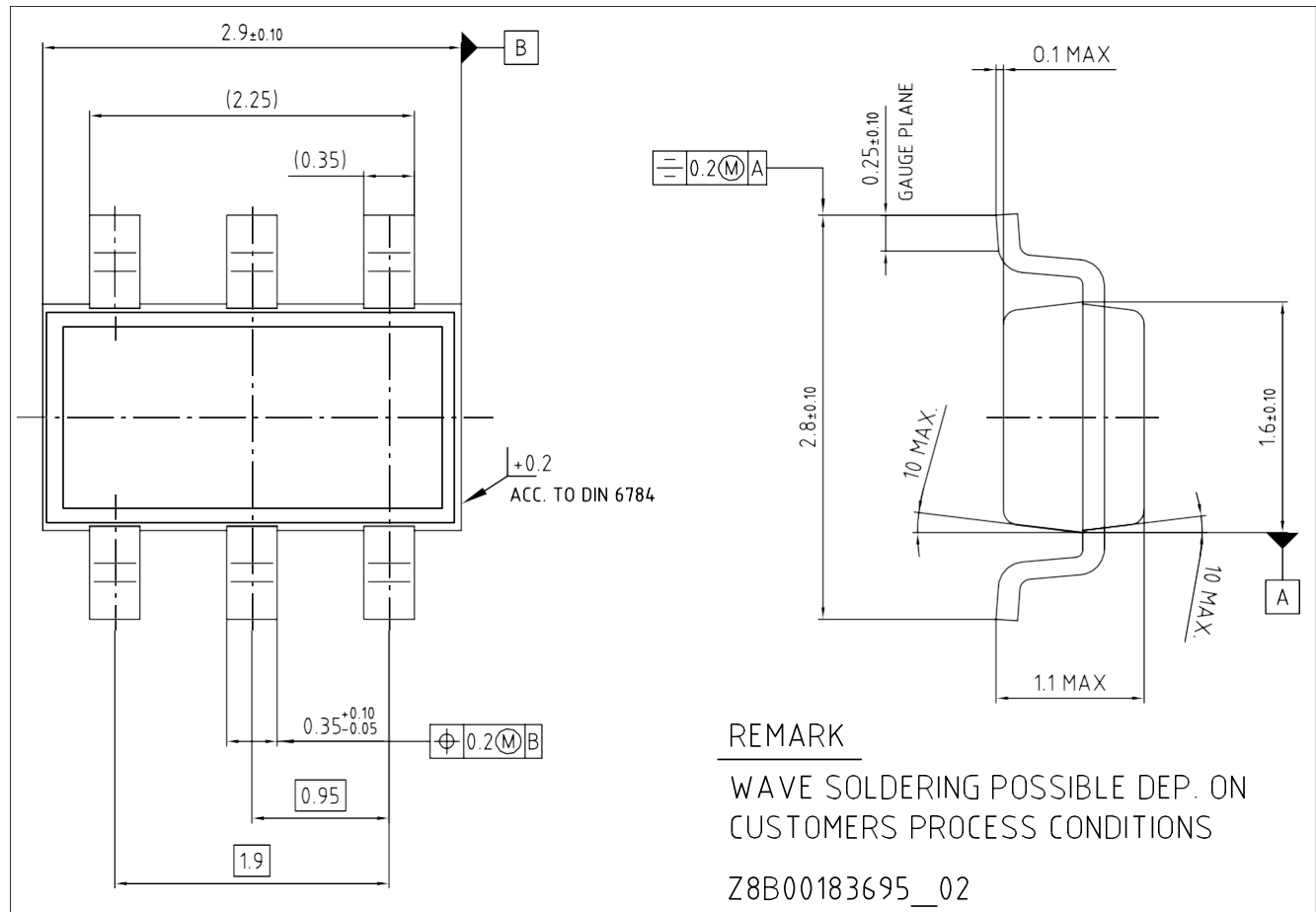


图 11 封装外形 (所有尺寸均以mm为单位)

Package Information

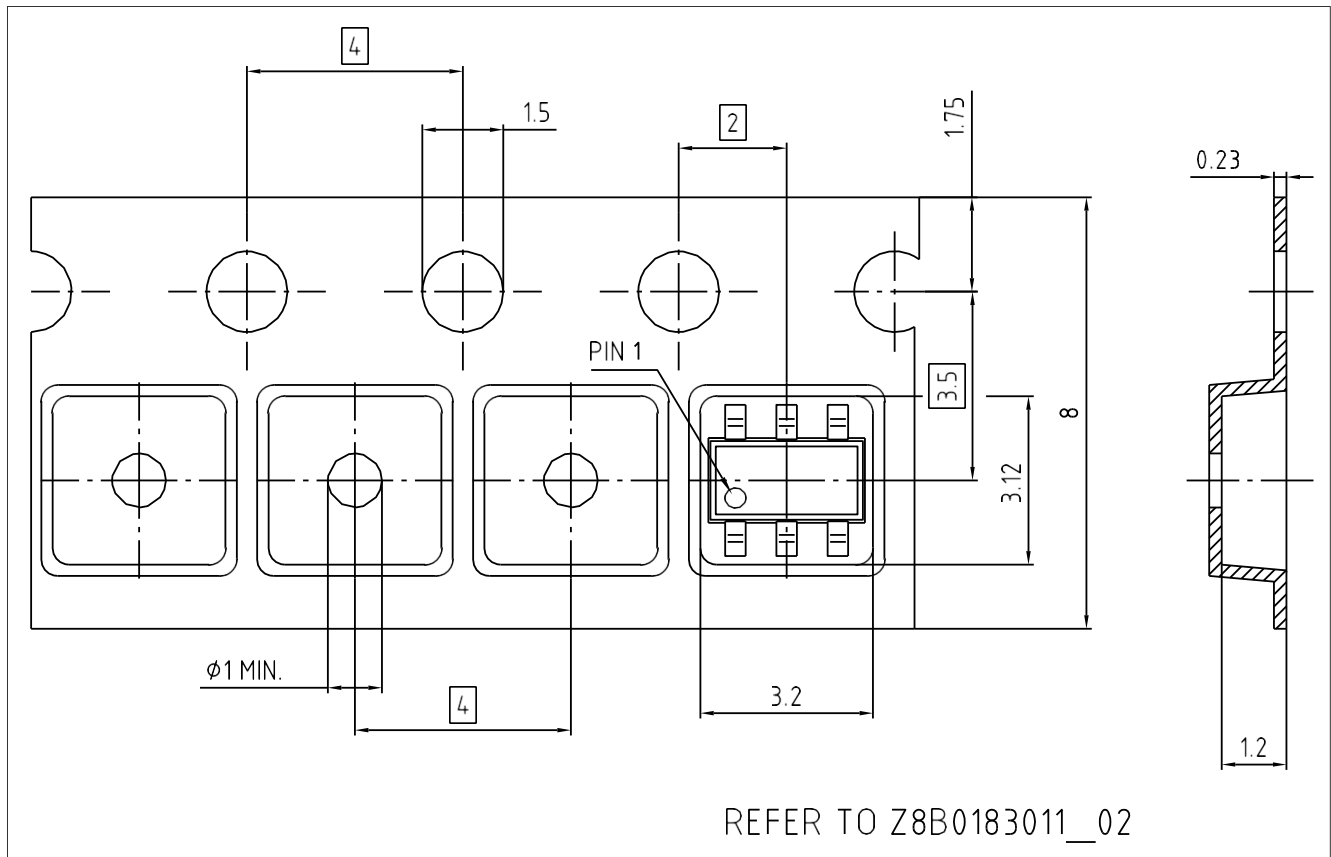


图 12 包装（所有尺寸单位均为mm）

有关该封装的更多信息，可访问:

http://www.infineon.com/cms/packages/SMD_-_Surface_Mounted_Devices/TSOP/TSOP6.html

Revision History**5 修订记录**

Revision History

Page or Item	Subjects (major changes since previous revision)
--------------	--

Ver. 1.2, 2019-04-09

	Chapter 3.2 text “I ² C reset” updated.
--	---

Ver. 1.1, 2019-02-08

	Figure 4 , Figure 11 and Figure 12 updated.
--	--

Ver. 1.0, 2018-01-24

	Initial version
--	-----------------

Trademarks

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

Edition 2019-04-09

Published by

Infineon Technologies AG

81726 Munich, Germany

© 2019 Infineon Technologies AG.

All Rights Reserved.

**Do you have a question about
any aspect of this document?**

Email: erratum@infineon.com

Document reference

IMPORTANT NOTICE

The information given in this document shall in no event be regarded as a guarantee of conditions or characteristics ("Beschaffenheitsgarantie").

With respect to any examples, hints or any typical values stated herein and/or any information regarding the application of the product, Infineon Technologies hereby disclaims any and all warranties and liabilities of any kind, including without limitation warranties of non-infringement of intellectual property rights of any third party.

In addition, any information given in this document is subject to customer's compliance with its obligations stated in this document and any applicable legal requirements, norms and standards concerning customer's products and any use of the product of Infineon Technologies in customer's applications.

The data contained in this document is exclusively intended for technically trained staff. It is the responsibility of customer's technical departments to evaluate the suitability of the product for the intended application and the completeness of the product information given in this document with respect to such application.

For further information on technology, delivery terms and conditions and prices, please contact the nearest Infineon Technologies Office (www.infineon.com).

WARNINGS

Due to technical requirements products may contain dangerous substances. For information on the types in question please contact your nearest Infineon Technologies office.

Except as otherwise explicitly approved by Infineon Technologies in a written document signed by authorized representatives of Infineon Technologies, Infineon Technologies' products may not be used in any applications where a failure of the product or any consequences of the use thereof can reasonably be expected to result in personal injury.



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.

版本 2026-08-25

Infineon Technologies AG 出版，
德国 Neubiberg 85579

版权 © 2026 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

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>。