

英飞凌 XENSIV™ TCI 集成式热导率气体传感器

特性

- 热导传感原理
- 对传感器中毒不敏感
- 低寿命偏移漂移最大 $\pm 0.1 \text{ vol\%H}_2$
- 传感器已完成全工厂校准，现场无需再次校准
- 固件可对温度、湿度和压力影响进行补偿*
- 氢气测量范围为 0 至 16 vol%
- 快速响应时间 $< 100 \text{ ms}$
- 测量精度高达 $\pm 0.12 \text{ vol\%H}_2$
- 超低功耗：典型值 $112 \mu\text{A} @ 1 \text{ meas./sec}$
- 1Mbit/s I2C 接口和 3.3V 电源电压
- 15 年使用寿命
- *（需外部湿度和压力信息）



潜在应用

- 汽车燃料电池氢泄漏测量
- 汽车电池监控系统（热失控检测）
- 通用工业氢泄漏测量

产品验证

- 符合 AEC-Q100 等级 2 车规认证，适用于汽车应用
- 通过 JEDEC JESD47L、JESD22 及 J-STD-020 相关测试，适用于工业级应用

描述

本产品用于测量气体的热导率，例如空气中的氢。它包括一个电阻式全传感器电桥和一颗 ASIC，后者可提供经过校准和温度补偿的数字输出信号。

表 1 订购信息

Product Name	Marking	Ordering Code	Package
TCI	“TCI”	SP006004240	PG-DSOSP-14-84

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

	目录	2
1	绝对最大额定值	3
2	工作范围	4
3	TC 传感器特性	5
3.1	一般 TC 传感器特性	5
3.2	总测量误差	5
3.2.1	带压力补偿的总测量误差	5
3.2.2	无压力补偿的总测量误差	7
4	温度传感器	9
5	通用 I/O 引脚	10
6	电源电流	11
7	时序	12
8	框图	13
9	引脚说明	14
10	固件	15
10.1	传感器工作原理	15
10.1.1	I ² C 工作	15
10.1.2	待机控制	15
10.1.3	无效 I ² C 命令	15
10.2	触发浓度测量命令	15
10.3	触发温度测量命令	17
10.4	配置命令	18
10.5	待机命令	19
10.6	读取 ID 命令	19
11	温度任务剖面	21
12	封装外形	22
13	封装标记	23
14	用户操作指引	24
14.1	器件污染	24
14.2	器件通信	24
15	修订记录	26
	免责声明	27

1 绝对最大额定值

表 2 最大额定值

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or condition
		Min.	Typ.	Max.		
DC Current	I_{DC}	-10		10	mA	Maximum Input/Output Current at any Pin
Transient Latch-up Current	I_{LU}	± 100			mA	Maximum transient current at any pin according JEDEC78 class II level A
ESD robustness HBM	V_{HBM}	± 2000			V	All pins tested according to AEC-Q100-002
ESD robustness CDM, Corner Pins	$V_{CDM\ C}$	± 750			V	Corner pins tested according to AEC-Q100-011
ESD robustness CDM	V_{CDM}	± 500			V	Non-corner pins tested according to AEC-Q100-011
Storage temperature	$T_{STORAGE}$	-50		150	°C	Maximal 1000 hours accumulated over lifetime between 125°C and 150°C. Maximum 1000 hours between -40°C and -50°C. Device not powered. Temperature cycling only allowed between -40°C and 125°C.
Maximum Pressure	p_{MAX}			600	kPa	Static
Max. Supply voltage	V_{DD_MAX}	-0.3		3.8	V	Voltage at VDDBAT pin
Input voltage at PPx	V_{IN_PPx}	-0.3		VDD+0.3	V	
Mechanical shock	a_{SHOCK}			6000	g	0.3 ms half sine pulses. 5 shocks in $\pm x$, $\pm y$, and $\pm z$ direction (30 shocks in total) Device unpowered.

2 工作范围

表 3 工作范围

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or condition
		Min.	Typ.	Max.		
Operating Ambient Temperature	T_{amb}	-40		105	°C	
Flash Programming Temperature Range	T_{FLASH}	-20		90	°C	Temperature range for flash erasing/programming.
Analysis Gas Pressure	p_{GAS}	50		130	kPa	Absolute Pressure
Supply Voltage Range	V_{DD}	3.3 - 5%	3.3	3.3 + 5%	V	Target supply voltage is 3.3V
External Capacitor at VDDREG	C_{VDD_REG}	7	10	13	nF	
Relative Humidity	RH	0		100	%	no condensation
Hydrogen Measurement Range	C_{H2}	0		4	vol%	Without external ignition protection
Extended Hydrogen Measurement Range	C_{extH2}	4		16	vol%	External ignition protection in place
Operating Hours	t_{op}			15	y	Valid for the specified temperature mission profile .

3 TC 传感器特性

3.1 一般 TC 传感器特性

表 4 TC 传感器特性

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or condition
		Min.	Typ.	Max.		
Response/ Recovery Time (t_{90} , t_{10})	$t_{90,10}$			100	ms	Analysis-gas present at device gas-inlet at start of measurement.
Digital Resolution	$Sens_{H_2}$		0.01		vol%H ₂ /LSB	
RMS Noise Level	σ_{H_2}		0.015	0.02	vol%H ₂	

3.2 总测量误差

注:

1. 如果用于补偿的外部湿度传感器的误差不超过 $\pm 1.5\%RH$ 和 $\pm 1^\circ C$ ，则下列精度值有效。对于带压力补偿的精度值，外部压力传感器的误差不得超过 $\pm 2\text{ kPa}$ 。
2. %RD 代表浓度读数的百分比。
3. 请注意，为满足 $c_{H_2} > 5\%$ 时的总测量误差规范，需要进行以下输出信号校正：

$$c_{H_2_corrected} = 1.15 * c_{H_2_uncorrected} - 0.75 \text{ vol}\%H_2$$

这种校正必须在系统层面进行，而不是在 TCI 中进行。

3.2.1 带压力补偿的总测量误差

表 5 带压力补偿的总热导率测量误差

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or condition
		Min.	Typ.	Max.		
Total Measurement Error	TME	-0.12		0.12	vol%H ₂	$0 \text{ vol.}\% \leq c_{H_2} \leq 1 \text{ vol.}\%$ $80\text{kPa} \leq p_{GAS} \leq 120\text{kPa}$ $0\% \leq RH \leq 100\%$ $-5^\circ C \leq T_{amb} \leq 35^\circ C$

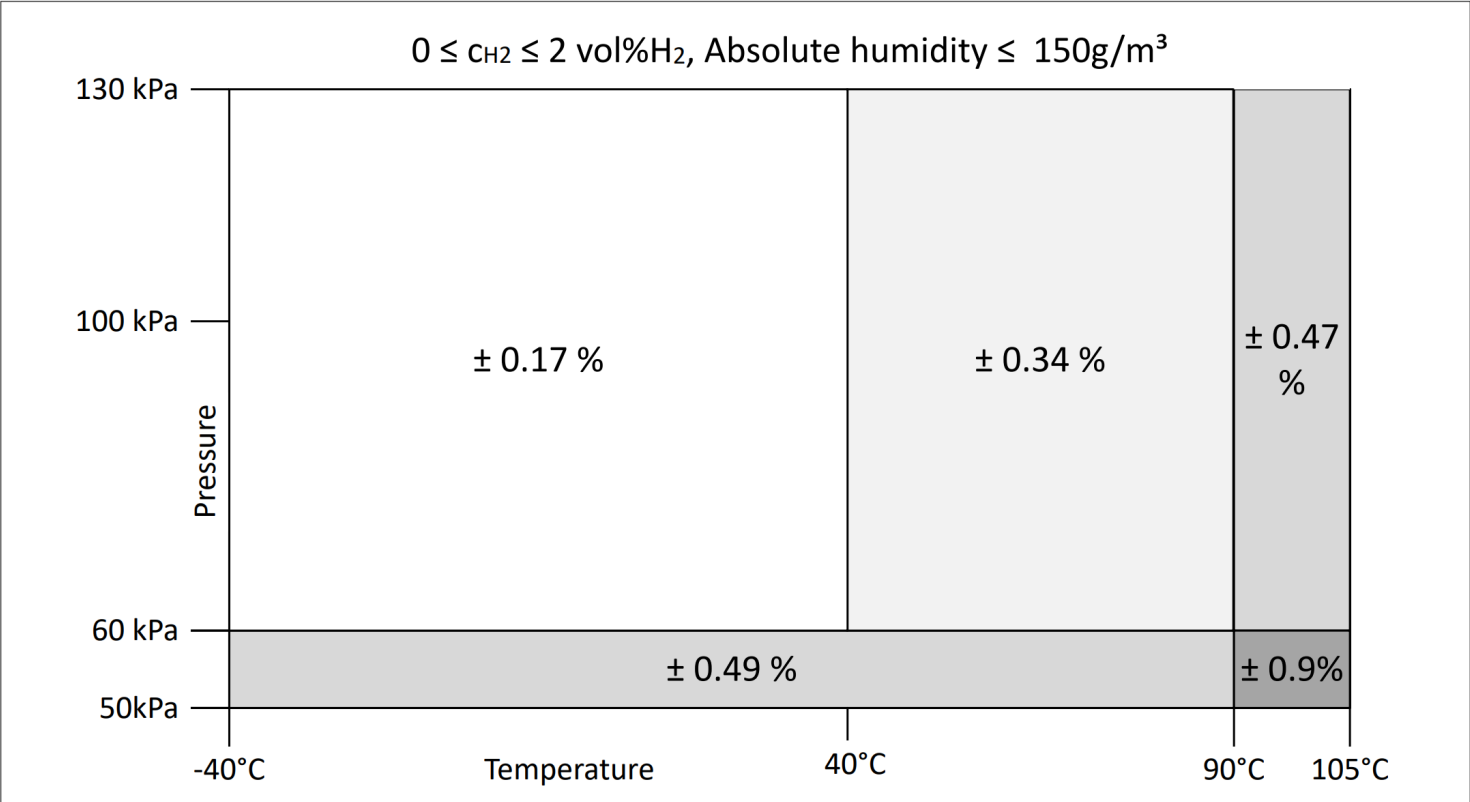


图 1 带压力补偿的总测量误差，低浓度范围

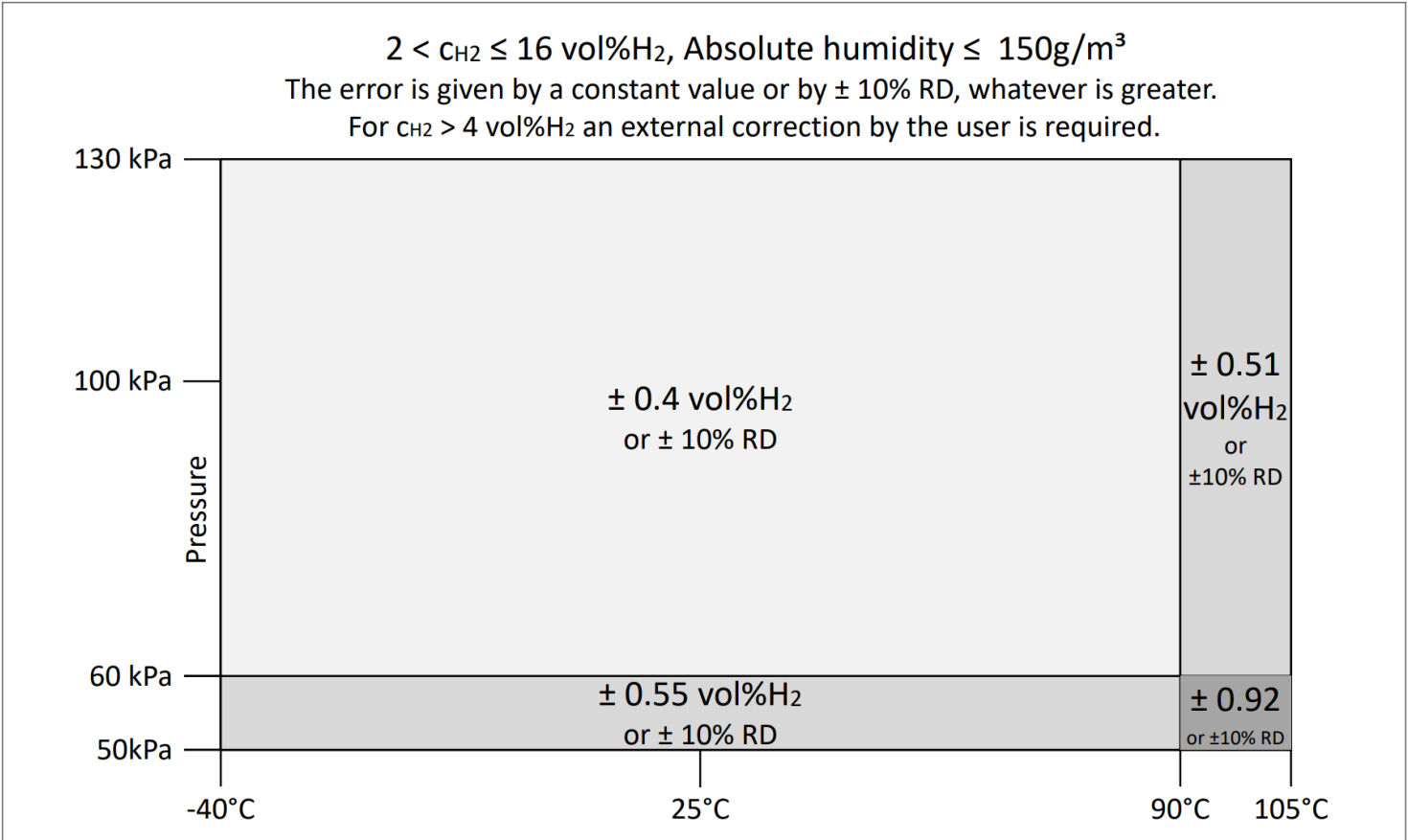


图 2 带压力补偿的总测量误差，高浓度范围

3.2.2 无压力补偿的总测量误差

表 6 无压力补偿的总热导率测量误差

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or condition
		Min.	Typ.	Max.		
Total Measurement Error w/o p-compensation	$TME_{no_p_comp}$	-0.2		0.2	vol%H2	0 vol.% ≤ c _{H2} ≤ 1 vol.% 80kPa ≤ p _{GAS} ≤ 120kPa 0% ≤ RH ≤ 100% -5°C ≤ T _{amb} ≤ 35°C

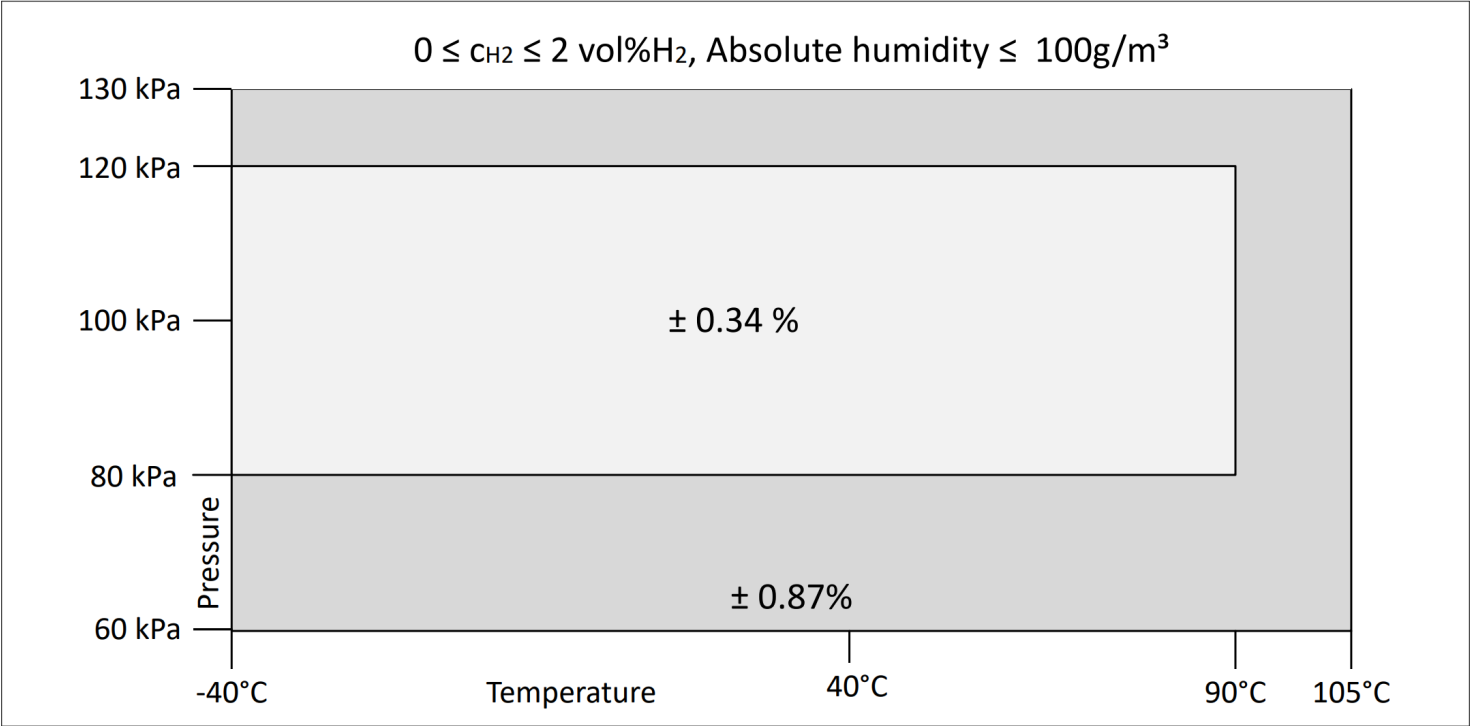


图 3 无压力补偿的总测量误差，低浓度范围

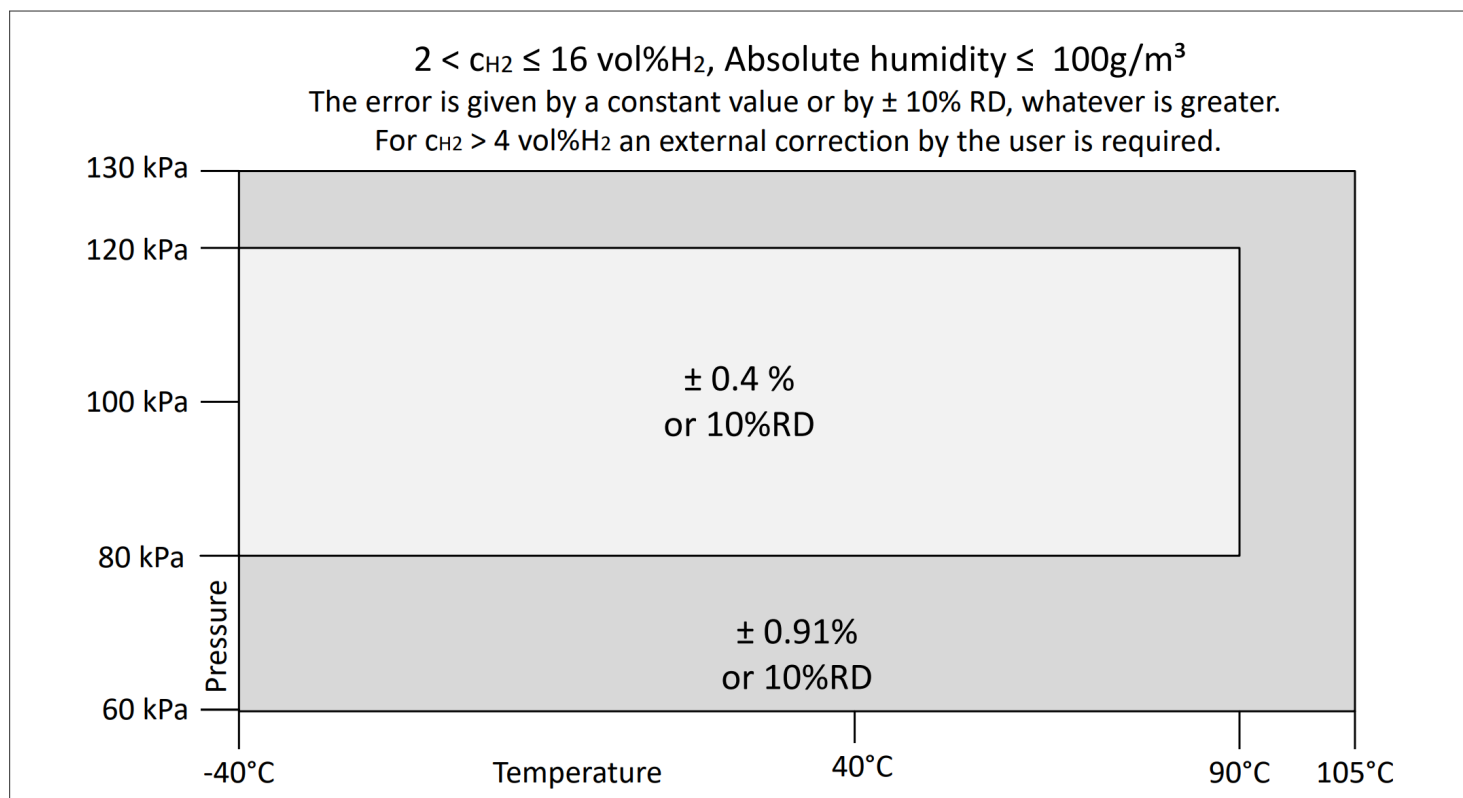


图 4 无压力补偿的总测量误差，高浓度范围

4 温度传感器

表 7 温度传感器特性

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or condition
		Min.	Typ.	Max.		
Temperature Measurement Range	$T_{\text{MEAS_RANGE}}$	-40	--	125	°C	
Temperature Sensor Physical Resolution	T_{RES}		0.2	1	°C	
Temperature Sensor Total Error	T_{ERR}	-5		5	°C	The measurement error is understood as total error, including random error (noise)
Temperature Sensor Total Error, RT	$T_{\text{ERR_RT}}$	-3		3	°C	$T_{\text{OP}} = -20^{\circ}\text{C}$ to $+90^{\circ}\text{C}$

5 通用 I/O 引脚

表 8 通用 I/O 引脚

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or condition
		Min.	Typ.	Max.		
Output High Voltage	V_{OH}	$V_{DD}-0.3$			V	$I_{load} = 1mA$
Output Low Voltage	V_{OL}			0.3	V	$I_{load} = -1mA$
I2C Low Datarate	DR_{I2C_low}		100		kbit/s	
I2C Medium Datarate	DR_{I2C_med}		400		kbit/s	
I2C High Datarate	DR_{I2C_HIGH}			1000	kbit/s	maximal load capacitance at either pins is 80pF
PPx Pin Input Capacitance	C_{IN}			10	pF	
Input High Voltage	V_{IH}	$0.8V_{DD}$			V	
Input Low Voltage	V_{IL}			$0.2V_{DD}$	V	
PPx Leakage Current	I_{IN_PPx}	-2		2	μA	
Equivalent pull resistor	R_{PULL}	10		70	$k\Omega$	$V_{IN_PPx} = 1.5V, V_{DD} = 3.3V$; Valid for pull-down at PP0, PP1, PP2, PP3. Valid for pull-up at PP2, PP3
Equivalent pull-up resistor at PP0/PP1	$R_{PULL_up_pp0}$	5.9	8.4	11	$k\Omega$	$V_{IN_PPx} = 1.5V, V_{DD} = 3V$; Valid for pull-up at PP0, PP1

6 电源电流

表 9 电源电流

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or condition
		Min.	Typ.	Max.		
Stand-by Current, RT	$I_{\text{STDBY_RT}}$		2.3	6	μA	$T_{\text{OP}} = 25^{\circ}\text{C}$
Sensor Peak Current at RT	$I_{\text{Peak_RT}}$		5	7	mA	

7 时序

表 10 时序

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or condition
		Min.	Typ.	Max.		
Stand-By Resume Time	$t_{\text{RES_STBY}}$			500	μs	1)
Concentration Measurement Time	t_{conc}			30	ms	
Concentration Measurement Interval	$t_{\text{conc_int}}$	50			ms	Time between two consecutive concentration measurement commands.
Temperature Measurement Time	t_{T}			1	ms	
Read ID Time	$t_{\text{read_ID}}$			100	μs	
Configuration Command Time	$t_{\text{CFG_CMG}}$			100	μs	
Power on time	t_{INI}			20	ms	Time from V_{DD} exceeding V_{THR} until serial interface ready. 2)
VDD rise time	$t_{\text{RISE_VDD}}$	-		1	s	Linear rise to $V_{\text{DD}} = 2.2\text{V}$

1) 从唤醒引脚电平变化到器件准备好接收新 I2C 命令的时间。

2) 只有当两个 GPIO 引脚 PP0 和 PP1 中至少有一个未连接或连接至高电平时，上电时间才有效。如果两个 GPIO 都直接接地，则上电时间将延长至大约3 秒钟。

8 框图

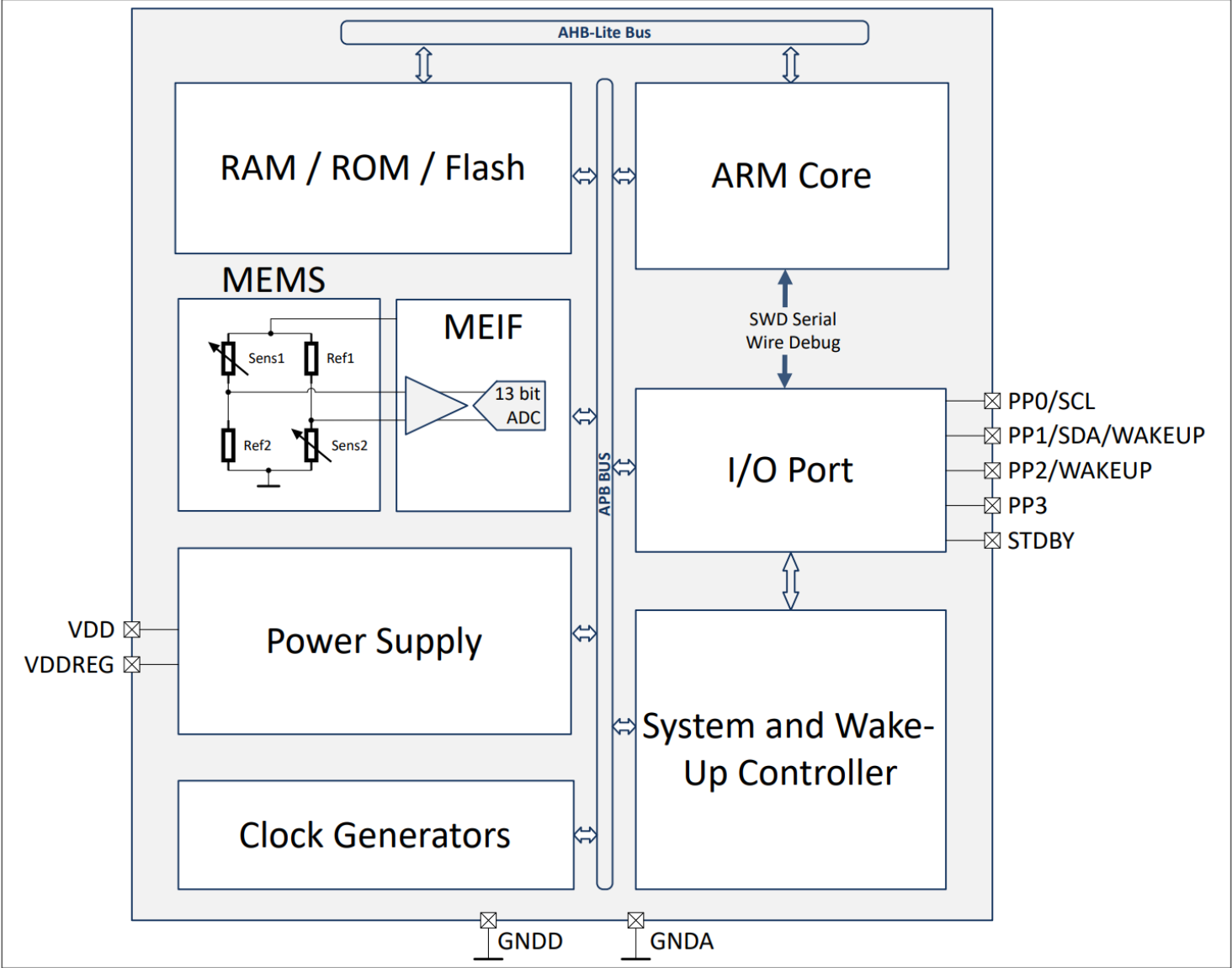


图 5 框图



9 引脚说明

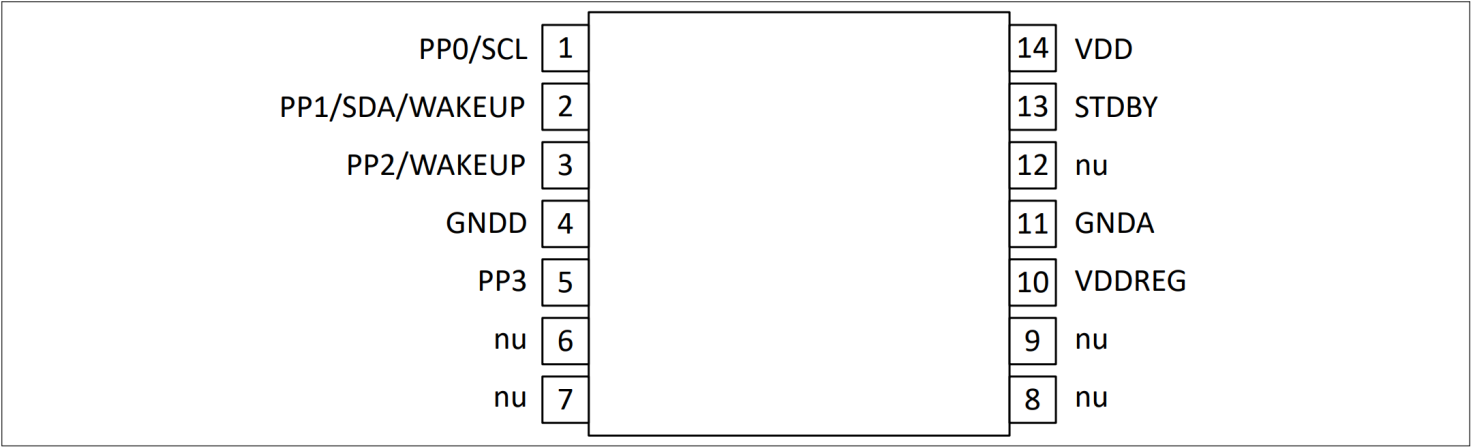


图 6 TCI 引脚分布

表 11 引脚说明

Pin	Name	Description
1	PPO/SCL	General Purpose IO / I2C-SCL
2	PP1/SDA/WAKEUP	General Purpose IO / I2C-SDA / External Wakeup ¹⁾
3	PP2/SWDCLK/WAKEUP	General Purpose IO / Serial Wire Debug Interface Clock/ External Wakeup ¹⁾ / device busy
4	GNDD	Digital Ground
5	PP3 / SWDIO	General Purpose IO / Serial Wire Debug Interface Input Output
6	nu	not used, do not connect
7	nu	not used, do not connect
8	nu	not used, do not connect
9	nu	not used, do not connect
10	VDDREG	Internal power supply stabilization, connect via 10nF±10% capacitor to ground.
11	GNDA	Analog and Power amplifier Ground
12	nu	not used, do not connect
13	STDBY	Output pin for indicating Stand-by or "device busy" condition.
14	VDD	Power Supply

¹⁾ 每次只能将一个 PP 配置为外部唤醒源。

10 固件

10.1 传感器工作原理

10.1.1 I²C 工作

I²C 工作原理

- 该器件是作为 I²C 从机实现的。7 位从机地址为 0x36。
- 器件还会用保留的 I²C 地址 0x2E 确认地址字节。但是，发送到该地址的完整 I²C 命令不会被确认，也不会被执行。
- 主机通过 I²C 命令触发测量，然后等待规定的处理时间，最后从从机读取测量结果。
- 器件提供一个输出引脚，指示处理正在进行。
- I²C 命令和 I²C 回复均由 16 位 CRC 值保护。CRC 根据 CRC-16/CCITT-FALSE 标准计算，初始化值 = 0xFFFF。
- 如果 CRC 值错误，则不执行命令。
- 在 I²C 协议中，所有数值（包括 CRC）都以最高字节为先进行传输。
- “时序”部分中指定的处理时间不包括 I²C 命令的执行时间。

10.1.2 待机控制

- 可对器件进行配置，使其在读取测量结果后自动进入待机状态。自动待机功能默认为禁用。
- 此外，还可通过专用的 I²C 命令将器件置于待机状态。
- 器件提供一个输出引脚，指示器件处于待机状态。
- 如果器件处于待机状态，在发送实际测量触发命令之前，主机需要唤醒从机。
- 唤醒可以通过一个单独的引脚或将 SDA 拉低 t_{pull} 来实现。唤醒与下一条 I²C 命令之间的时间必须大于待机恢复时间 t_{RES_STBY0} 。
- 唤醒方式（通过专用引脚或 SDA 线路）可由用户配置。

注：如果主机控制器没有定期将器件从待机状态唤醒，器件通常会在 15.9 分钟后自动恢复（该时间有一定误差，最小为 12.2 分钟，最大为 22.7 分钟）。在这种情况下，可使用配置为待机指示的引脚（STDBY、PP2 或 PP3）来唤醒主控制器。

10.1.3 无效 I²C 命令

- 如果器件在待机期间收到来自主机的命令，则不会执行该命令。在这种情况下，将传输状态 0x20，然后是 CRC 字节 0xC5 和 0x92。
- 如果器件接收到带无效 CRC 的命令，它将返回状态 0x40，然后是 CRC 字节 0xA9 和 0x34。
- 如果命令无效，则传输状态 0x80，然后是 CRC 字节 0x70 和 0x78。

10.2 触发浓度测量命令

该命令将触发浓度测量。对于湿度补偿，可通过该命令提供外部湿度和外部温度值。该温度来自外部湿度传感器，仅用于计算绝对湿度。内部温度传感器用于实际温度补偿。因此，如果传感器配置为仅执行温度补偿，则该值将被忽略。如果需要压力补偿，还可以提供外部压力值。该命令包含以下字段：

Address	0xA8	Config	RH	T	p	CRCH	CRCL
---------	------	--------	----	---	---	------	------

Definition of the fields:

Address	Bit <7...1>=7 bit slave address Bit <0> = 0
0xA8	Command identifier
Config	Bit <7...6>: RH resolution enhancement. 1LSB=0.25%, see note 1. Bit <5> =1: Field contamination check enabled, see note 2 Bit <5> =0: Field contamination check disabled Bit <4> =1: EoL contamination check enabled, see note 2 Bit <4> =0: EoL contamination check disabled Bit <3> =1: MEMS voltage regulator bypassed, see note 3 Bit <3> =0: MEMS voltage regulator not bypassed (recommended) Bit <2> =1 : R32 calibration selected Bit <2> =0 : H2 calibration selected Bit <1...0> =11 _b : The raw value is provided, no compensation Bit <1...0> =10 _b : Only temperature and humidity compensation Bit <1...0> =01 _b : Only temperature compensation Bit <1...0> =00 _b : The fully compensated concentration is provided
RH	RH (relative humidity): 1%/LSB, range: 0 to 100, see note 3.
T	T (temperature at RH sensor): 1°C / LSB, range: -40 to 105 (signed), see note 3. This value is used to calculate the absolute humidity. If this value is set to 0x7F the value is not used, but the on-chip temperature value instead.
p	Ambient pressure used for compensation. 1kPa / LSB, range: 50 to 130. If no pressure value is available p=100 is recommended. See also note 3.
CRCH, CRCL	16 bit CRC value calculated from 5 bytes, 0xA8 to p

注1：该位字段可用于将输入参数 RH 的分辨率提高两个比特，以实现更精确的湿度补偿。如果外部湿度传感器无法提供这一精度，则应将该位字段设为 0。配置 <7> 表示 0.5%RH，配置 <6> 表示 0.25%RH。

注2：出厂（EoL）污染检查比现场污染检查更敏感，不应在现场使用。如果启用了 EoL 污染检查，则配置 <5> 将被忽略，即配置 <4>= 配置 <5>= 1，只执行 EoL 检查。

注3：根据电源电压的不同，旁路 MEMS 稳压器可提高浓度测量灵敏度。但浓度值将不再得到正确校准，用户有责任根据原始值进行校准。此外，旁路 MEMS 稳压器要求电源电压调节良好。

注4：如果参数超出范围，浓度测量命令仍将执行，并在响应中设置相应的状态位。

该读取命令用于在 $t_{\text{conc_meas}}$ 处理时间之后从器件获取响应数据：

Address	Status	Conc_H	Conc_L	CRCH	CRCL
---------	--------	--------	--------	------	------

Definition of the fields:

Address	Bit <7...1>=7 bit slave address Bit <0>=1
Status	Status =0: measurement valid. Bit<7...6> unused, always 0 Bit<5> previous command not executed due to stand-by Bit<4> VDD out of range, concentration not in spec. Bit<3> indicated a MEMS error or contamination check fail Bit<2> indicates an "input parameter out of range" condition. Bit<1> indicates an ADC overflow error Bit<0> indicates an ADC underflow error
Conc_H, Conc_L (see note 1)	Depending on "Config" a fully compensated, a partially compensated, or the ADC raw value is provided.
CRCH, CRCL	16 bit CRC value calculated from 3 bytes, Status to Conc_L

注1：完全补偿与部分补偿后的浓度值为 16 位有符号整数。如果选择 H2 校准，单位为 0.01% H2/LSB。如果选择 R32 校准，分辨率为 0.01%R32/LSB。未补偿浓度原始值的灵敏度因器件而异。

10.3 触发温度测量命令

该命令触发温度测量。该命令包含以下字段：

Address	0xA9	CRCH	CRCL
---------	------	------	------

Definition of the fields:

Address	Bit <7...1>=7 bit slave address Bit <0> = 0
0xA9	Command identifier
CRCH, CRCL	16 bit CRC value calculated from 1 byte, 0xA9

该读取命令用于在 t_{T_meas} 处理时间之后从器件获取响应数据：

Address	Status	T	CRCH	CRCL
---------	--------	---	------	------

Definition of the fields:

Address	Bit <7...1>=7 bit slave address Bit <0>=1
Status	Status =0: measurement valid. Bit<7...6> unused, always 0 Bit<5> previous command not executed due to stand-by Bit<4...2> always 0 Bit<1> indicates an ADC overflow error Bit<0> indicates an ADC underflow error
T	Signed 8 bit on-chip temperature 1°C / LSB
CRCH, CRCL	16 bit CRC value calculated from 2 bytes, Status and T

10.4 配置命令

该命令有几个用途：

1. 读取测量结果后禁用 / 启用待机。
2. 选择唤醒引脚。
3. 配置 "忙碌" 引脚
4. 配置 "待机" 引脚

Address	0xC4	Cfg_1	Cfg_2	Cfg_3	CRCH	CRCL
---------	------	-------	-------	-------	------	------

Definition of the fields:

Address	Bit <7...1>=7 bit slave address Bit <0> = 0
0xC4	Command identifier
Cfg_1	Bit <7...4> don't care, should be 0 Bit <3> =1: Spike filter enabled, see note 1 Bit <3> =0: Spike filter disabled Bit <2> =1: PP2 wake-up on high level Bit <2> =0: PP2 wake-up on low level Bit <1> =1: PP2 is used as wake-up pin Bit <1> =0: PP1(SDA) is used as wake-up pin, see note 2 Bit <0> =1: Automatic Stand-By after reading result from command 0xA8 or 0xA9 Bit <0> =0: Automatic Stand-By disabled
Cfg_2	Cfg_2=0: no "Busy" signal, see notes 3, 4, 5 Cfg_2=1: "Busy" signal on PP2 Cfg_2=2: "Busy" signal on PP3 Cfg_2=3: "Busy" signal on STDBY
Cfg_3	Cfg_3=0: no "Stand-by" signal, see notes 3, 4, 5 Cfg_3=1: "Stand-by" signal on PP2 Cfg_3=2: "Stand-by" signal on PP3 Cfg_3=3: "Stand-by" signal on STDBY
CRCH, CRCL	16 bit CRC value calculated from 4 bytes, 0xC4 to Cfg_3

注：

1. 上电后，尖峰滤波器默认为禁用。如果预计 I²C 线路上会出现尖峰，则可启用该功能。如果启用滤波器，则 I²C 通信速度限制为 800 kbit/s。
2. 对于 PP1，唤醒总是在低电平时触发。
3. “忙碌”信号和“待机”信号为高电平有效
4. 允许将“忙碌”和“待机”设置在同一引脚上
5. 上电后的默认设置为 PP2 = “忙碌”，STDBY = “待机”

该读取命令用于在 $t_{\text{STWU_cfg}}$ 处理时间之后从器件读取响应数据：

Address	Status	CRCL
---------	--------	------

10 Firmware

Definition of the fields:

Address	Bit <7...1>=7 bit slave address Bit <0>=1
Status	Status =0: measurement valid. Bit<7...6> unused, always 0 Bit<5> previous command not executed due to stand-by Bit<4...0>: always 0
CRCH, CRCL	16 bit CRC value calculated from 1 byte, Status

10.5 待机命令

该命令使传感器进入待机状态：

Address	0xC3	CRCH	CRCL
---------	------	------	------

Definition of the fields:

Address	Bit <7...1>=7 bit slave address Bit <0> = 0
0xC3	Command identifier
CRCH, CRCL	16 bit CRC value calculated from byte 0xC3

注1：如果 SDA 线被配置为唤醒线，则该命令之后不得有读取命令。否则，器件将立即从待机状态唤醒。

注2：如果发送任何 I²C 读或写命令，包括命令 0xC3，器件将从待机状态恢复。用于恢复器件的命令不会被执行，也不会被应答。

10.6 读取 ID 命令

使用该命令可以从传感器读取以下参数：

- 唯一的传感器 ID。
- 产品代码
- FW 修订号
- 制造商标识符

该命令包含以下字段：

Address	0xC2	CRCH	CRCL
---------	------	------	------

Definition of the fields:

Address	Bit <7...1>=7 bit slave address Bit <0> = 0
0xC2	Command identifier
CRCH, CRCL	16 bit CRC value calculated from byte 0xC2

该读取命令用于在 $t_{\text{read_ID}}$ 处理时间之后从器件读取响应数据：

Address	Status	ID3	ID2	ID1	ID0	PC_H	PC_L	FW_H	FW_L	MANU	CRCH	CRCL
---------	--------	-----	-----	-----	-----	------	------	------	------	------	------	------

Definition of the fields:

Address	Bit <7...1>=7 bit slave address Bit <0>=1
Status	Status =0: measurement valid. Bit<7...6> unused, always 0 Bit<5> previous command not executed due to stand-by Bit<4...0>: unused, always 0
ID3, ID2, ID1, ID0	32 bit Sensor ID
PC_H, PC_L	16 bit Product Code
FW_H, FW_L	16 bit Firmware revision number
MANU	8 bit Manufacturer Code
CRCH, CRCL	16 bit CRC value calculated from 10 bytes, Status to MANU

11 温度任务剖面

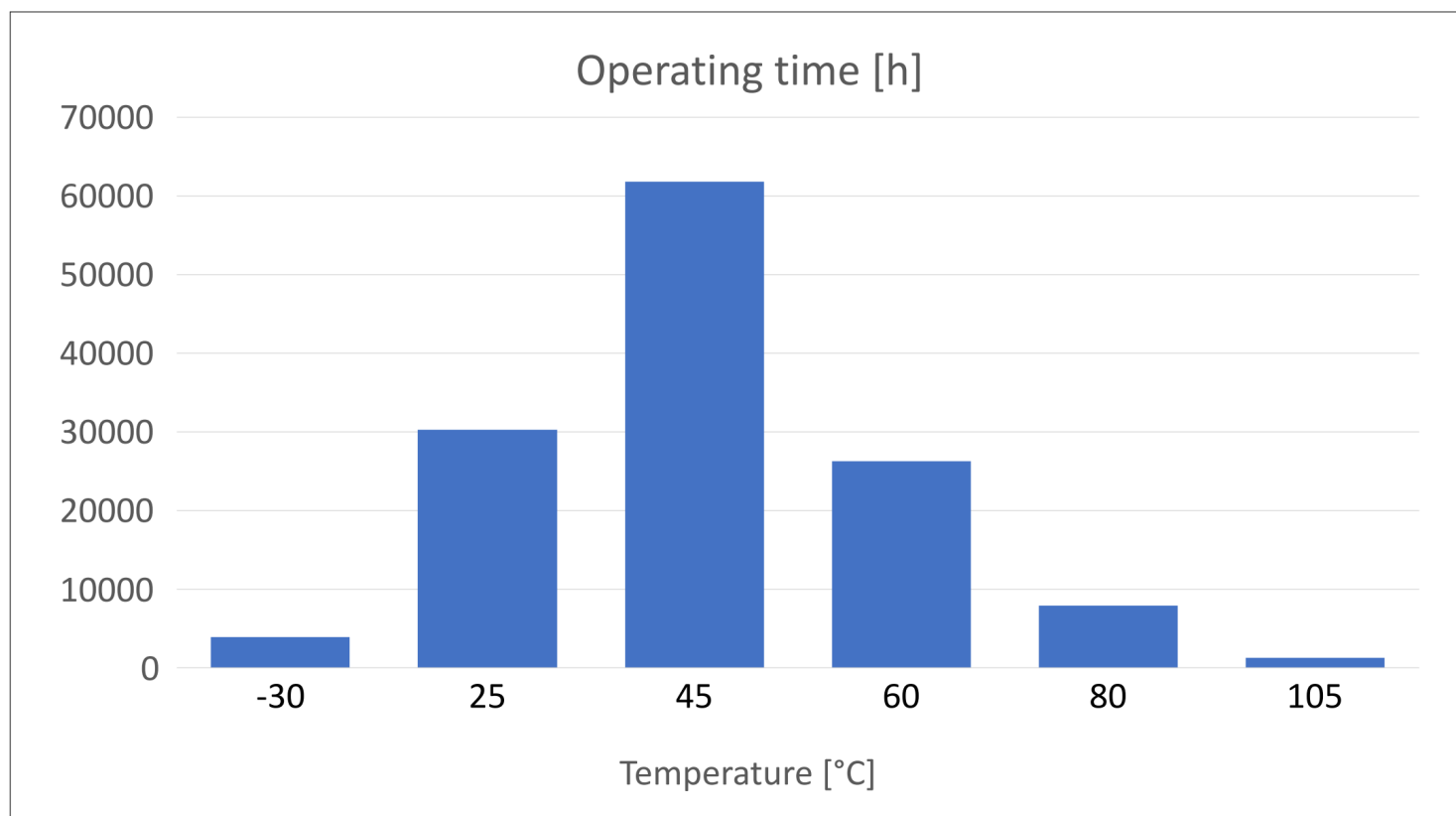


图 7 温度任务剖面

注：这是一个典型温度任务剖面，15 年的使用寿命是有效的

12 封装外形

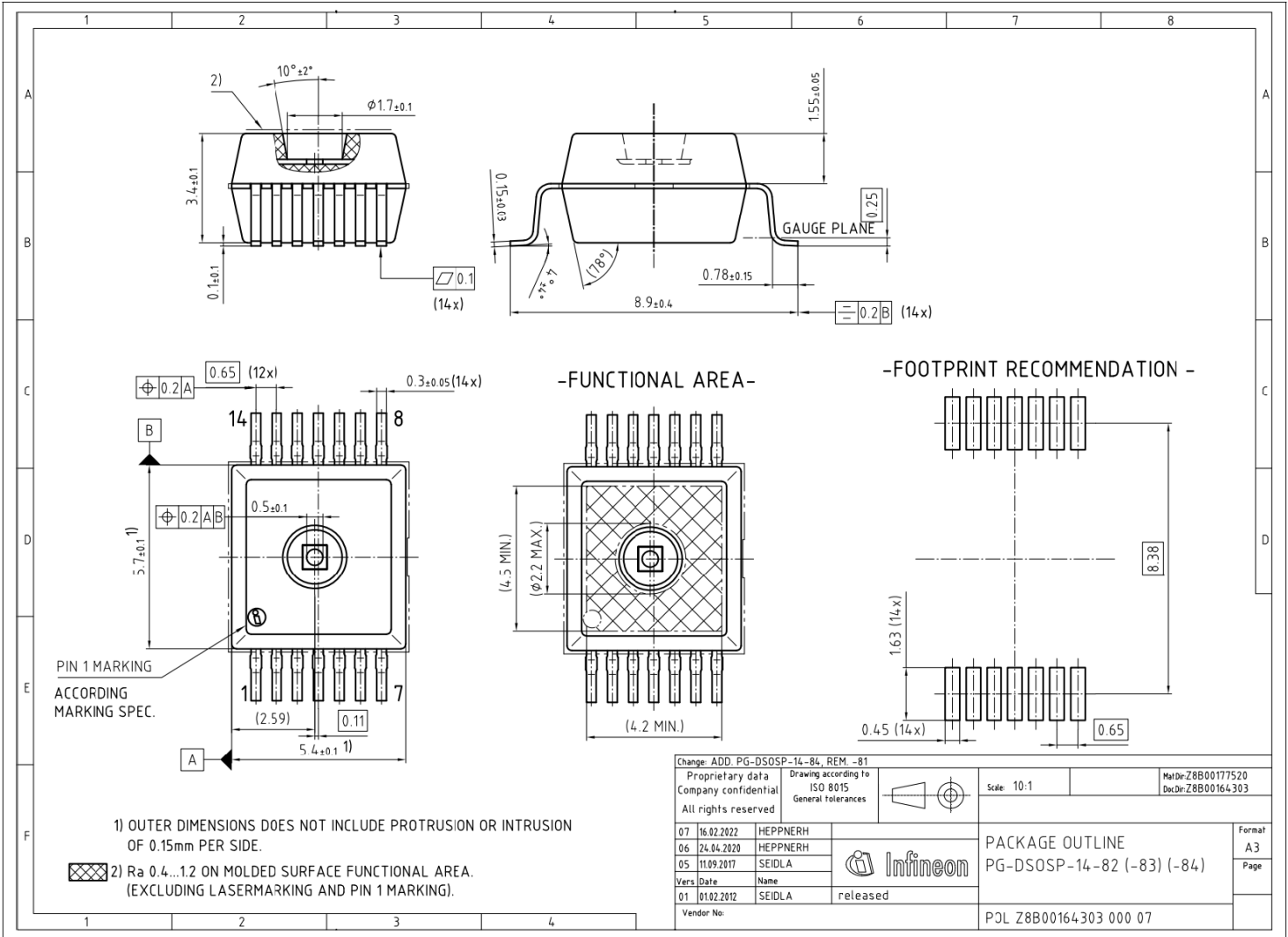


图 8 封装外形

13 封装标记

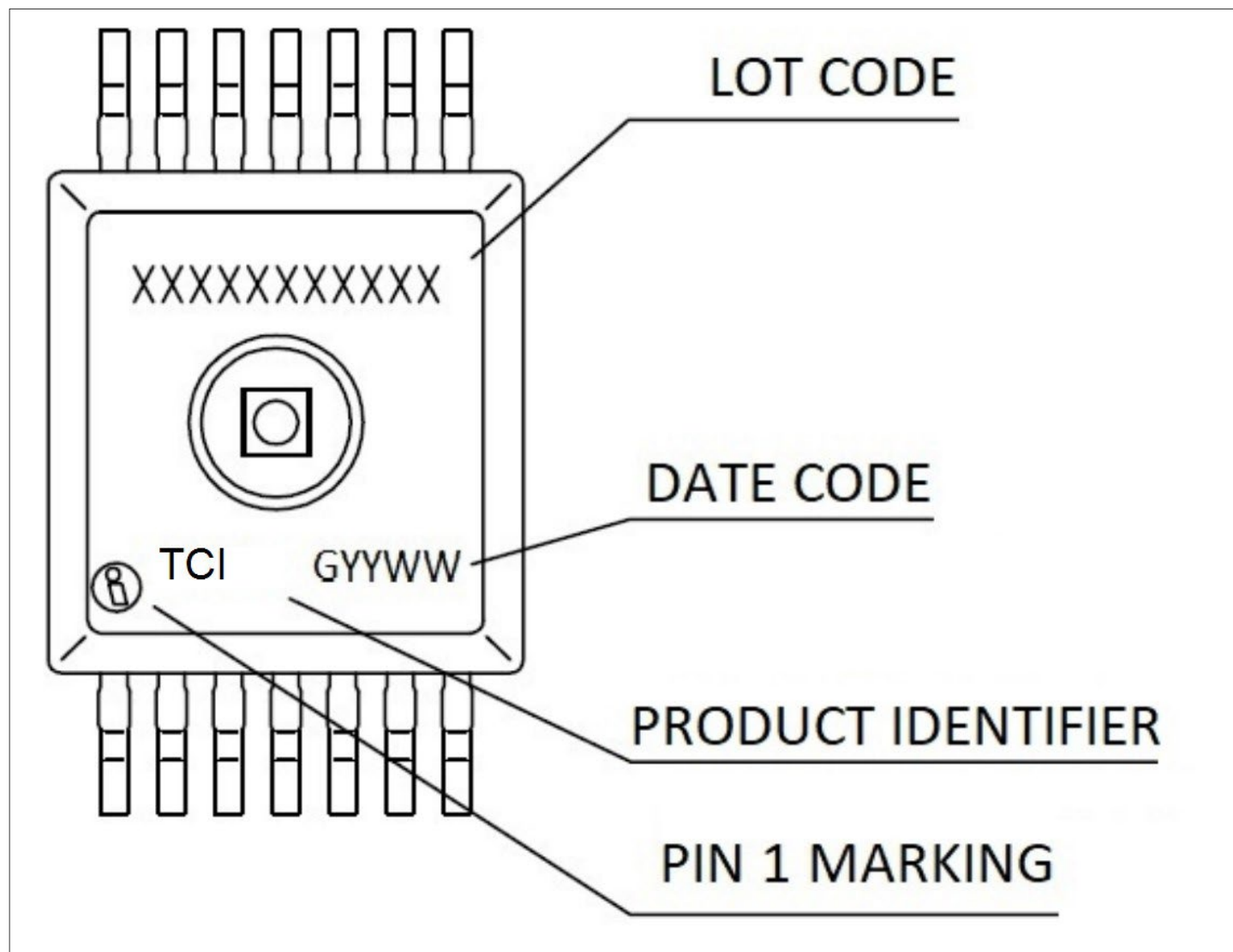


图 9 封装标记

14 用户操作指引

14.1 器件污染

非常精细的气敏结构嵌套在组件内部，因此不会直接接触。然而，小颗粒形式的污染物仍然可以到达这些结构，并改变传感器的特性。因此，根据环境条件的不同，传感器的安装方式必须能保护其不受这些微粒的影响。

14.2 器件通信

与 TCI 通信时存在以下限制：

- 忙阶段期间，I²C 接口被禁用。命令将被忽略，也不会被应答。
- 若未对忙信号进行监测，则在写命令与读命令之间必须等待至少最小命令执行时间。
- 命令不能并行执行。在发送下一条命令之前，必须完成 "写入-等待-读取" 的顺序。
- 必须考虑最小浓度测量间隔 (t_{conc_int})。

图 10 给出了与 TCI 进行通信的示例。左侧流程为最直接的方法，只需在每次写命令与读命令之间遵循规定的命令执行时间即可。

中间的数据流在每个写入和读取命令之间等待忙信号，而不是固定的等待时间。

右侧流程为推荐的等待忙信号流程。但如有必要，需根据主机控制器的速率对该流程进行调整。例如，如果主机控制器速度慢，命令执行时间短 ($< 100\mu s$)，代码就有可能被困在 "忙碌引脚活动" 循环中。

在这种情况下，更好的解决方案是像左侧的流程一样，执行固定等待时间。

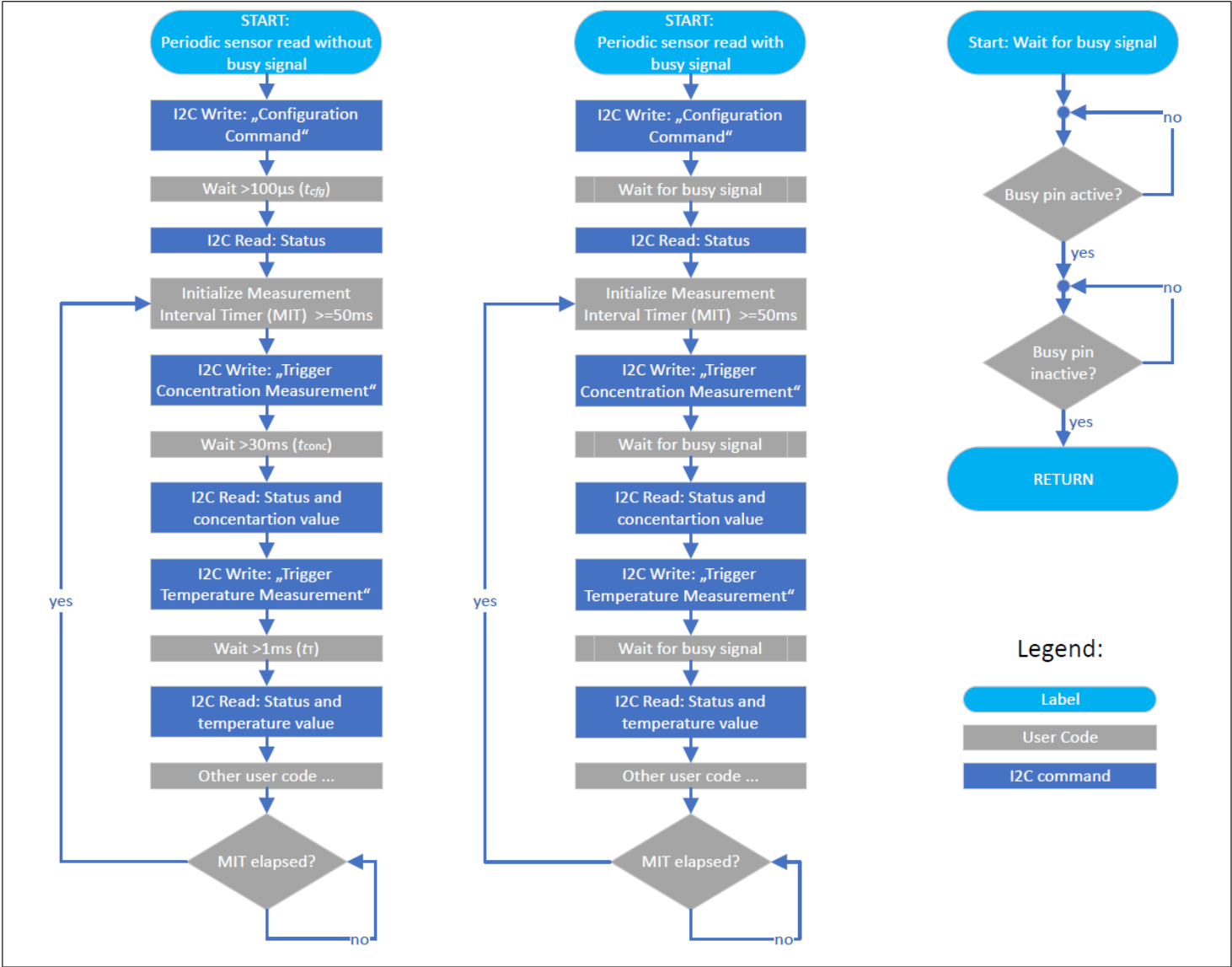


图 10 用户操作指引流程图



15 修订记录

表 12 修订记录

Document version	Date of release	Description of changes
1.00	2025-03-25	Initial version
1.10	2025-05-06	Added Chapter "Block Diagram" Changed chapter "User Instructions"
1.20	2025-08-13	Removed error bits Status<6> and Status<7> from the I ² C read commands because there are dedicated I ² C messages for these errors. Updated the Configuration Command with the spike filter feature.
1.2.1	2025-09-16	Changed the representation of the Total Measurement Error

Trademarks

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

Edition 2026-01-26

Published by

Infineon Technologies AG
81726 Munich, Germany

© 2026 Infineon Technologies AG
All Rights Reserved.

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

Email: erratum@infineon.com

Document reference
IFX-dju1742282397148

Important notice

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

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.

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.

重要通知

版本 2026-08-26

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

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>。