

## 英飞凌超低功耗数字 PDM XENSIV™ MEMS 麦克风

### 特性

- 信噪比 (SNR) 为 69dB(A)
- 高性能模式下的超低电流消耗 (3.072MHz为450μA) 和低功耗模式下的超低电流消耗 (768kHz为170μA)
- 高灵敏度和宽带宽
- 平坦的频率响应, 角频率为 11Hz
- 封装尺寸: 3.5mm x 2.65mm x 0.98mm
- 器件级 IP57 防水防尘
- 数字脉冲密度调制 (PDM) 输出



RoHS



Green



Halogen-free

### 潜在应用

- 主动降噪 (ANC) 头戴式和入耳式耳机
- 高品质音频采集
  - 笔记本电脑和平板电脑
  - 会议系统
  - 相机、摄像机和相机配件
- 具有语音用户界面 (VUI) 的设备
  - 智能音箱
  - 智能家居
  - 物联网设备
- 具有音频检测功能的工业或家庭监控

### 产品验证

符合工业应用的技术。

通过 IEC 60747 和 60749 或 JEDEC47/20/22 的相关测试, 符合工业应用的验证标准。

### 描述

IM69D129FV01 是一款超高性能 XENSIV™ MEMS 麦克风, 专为需要高 SNR (低自噪声)、低失真 (高 AOP) 和极低电流消耗的数字 PDM MEMS 麦克风的应用而设计。

69dB(A) 的高信噪比 (SNR) 可实现远场和低音量音频拾取。平坦的频率响应 (11Hz 低频滚降) 和严格的制造公差提高了多麦克风 (阵列) 应用的性能。

数字麦克风 ASIC 包含一个极低噪声前置放大器和一个高性能 sigma-delta 模数转换器 (ADC)。可以选择不同的电源模式以适应特定的时钟频率和电流消耗要求。每个 IM69D129FV01 麦克风均采用先进的英飞凌校准算法进行校准, 从而实现较低的灵敏度公差 ( $\pm 1$ dB)。

Type	Package	Marking	SP Number
IM69D129FV01	PG-TLGA-5-10	I69D25	SP005969500

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

## 目录

	特性 .....	1
	潜在应用.....	1
	产品验证.....	1
	描述 .....	1
	目录 .....	2
1	框图 .....	3
2	典型性能特征 .....	4
3	声学特性.....	6
4	自由场频率响应.....	7
4.1	自由场频率响应.....	7
5	电气特性及参数.....	8
5.1	绝对最大额定值.....	8
5.2	电气参数.....	8
5.3	电气特性.....	9
5.4	音频DC偏置.....	10
5.5	立体声PDM配置.....	10
6	封装信息.....	12
7	焊盘和钢网模板推荐.....	13
8	包装信息.....	14
9	回流焊和电路板组装 .....	15
10	可靠性规格 .....	16
10.1	环境稳健性.....	17
	修订记录.....	18
	免责声明.....	19

1 框图

1 框图

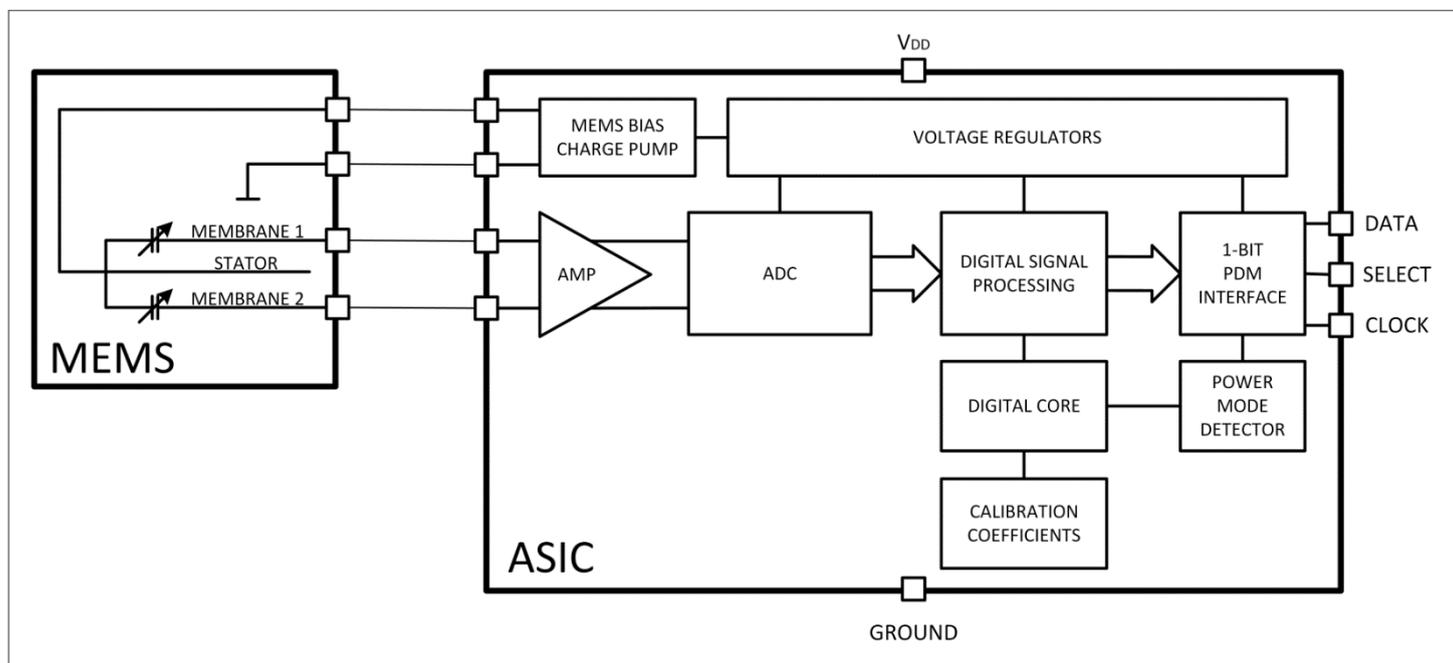


图 1 框图

2 典型性能特征

2 典型性能特征

测试条件:  $V_{DD} = 1.8V$ 、 $f_{CLK} = 3.072MHz$ 、 $T_A = 25^\circ C$ ，除非另有说明。

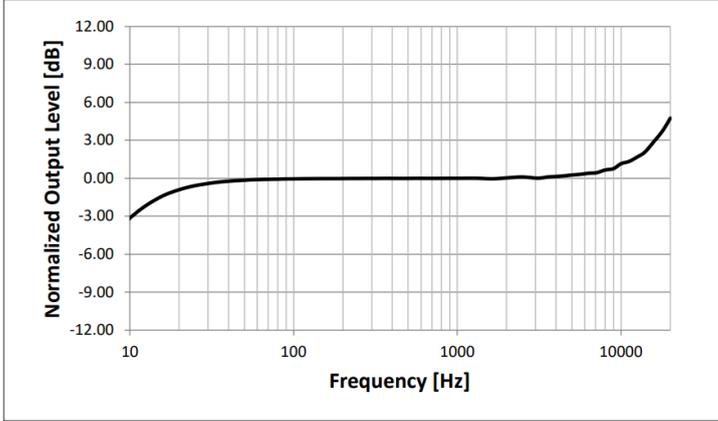


图2 典型幅度响应

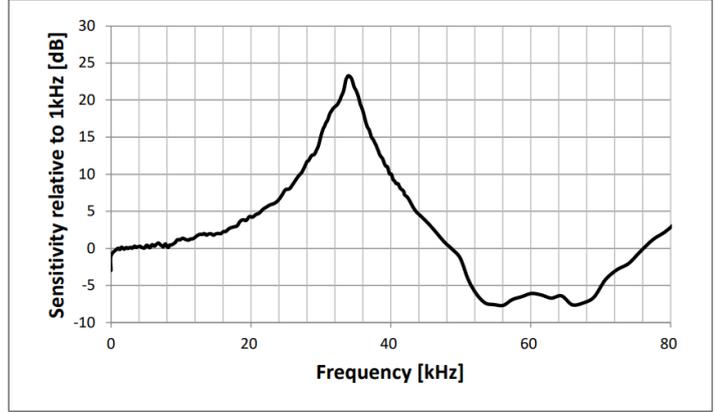


图3 超声波典型响应

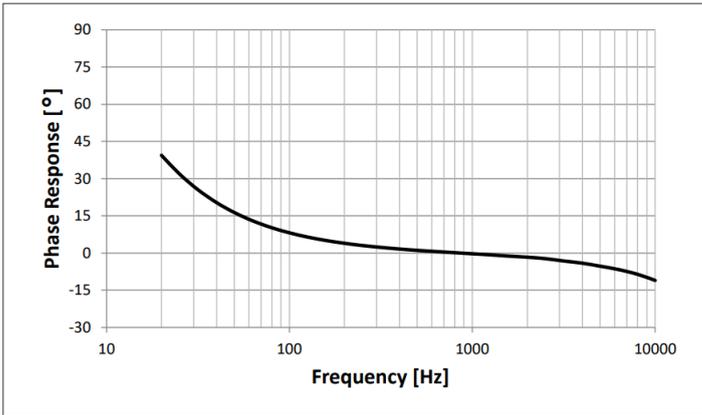


图4 典型相位响应

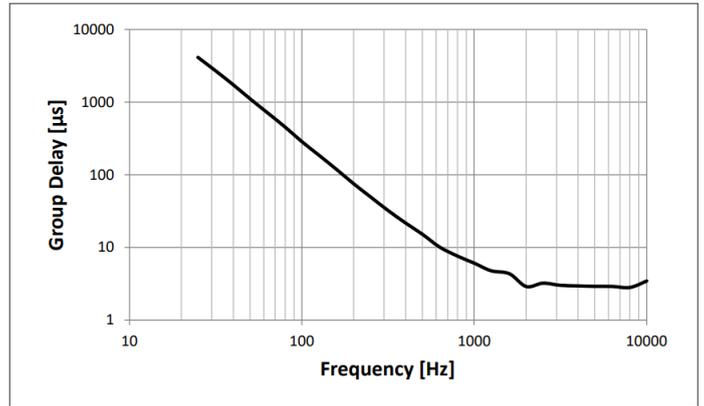


图5 典型的群组延迟

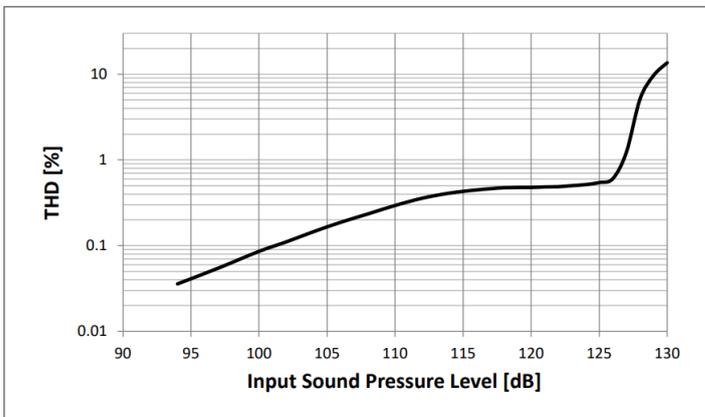


图6 典型总谐波失真  
与声压级对比

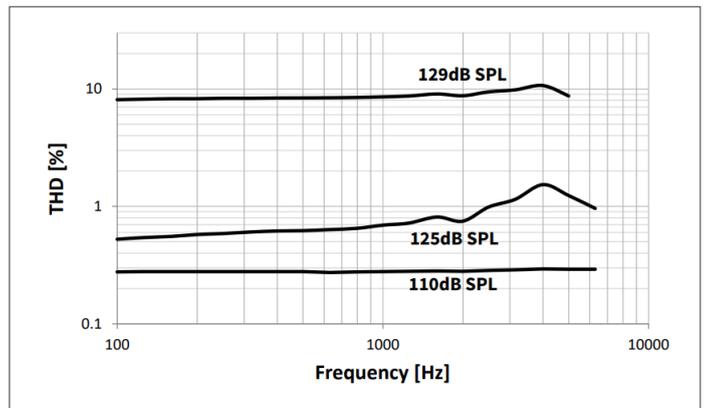


图7 典型总谐波失真与频率的关系

2 典型性能特征

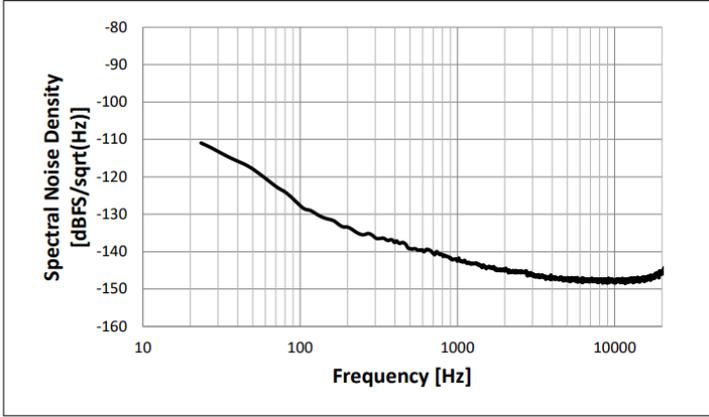


图 8 典型的本底噪声（未加权）

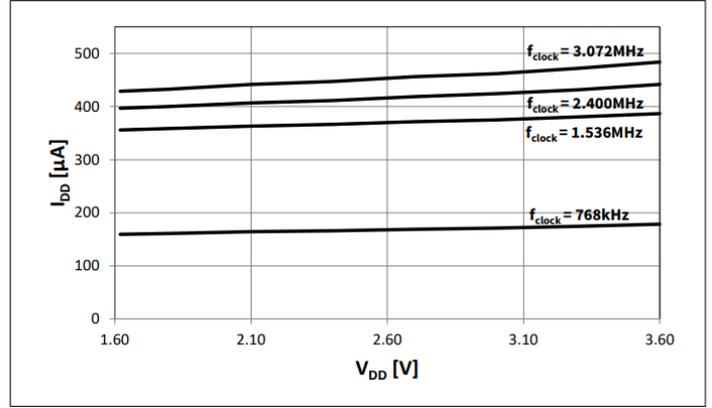


图 9 典型  $I_{DD}$  与  $V_{DD}$

### 3 声学特性

测试条件（除非表中另有说明）： $V_{DD} = 1.8V$ 、 $f_{CLK} = 3.072MHz$ 、 $OSR=64$ 、 $T_A = 25^{\circ}C$ 、55% R.H.、音频带宽 20Hz 至 20kHz、Select 引脚接地、DATA 上无负载、 $T_{edge} = 9ns$

**Table 1 Acoustic specifications**

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note or Test Condition	
		Min.	Typ.	Max.			
Sensitivity	S	-37	-36	-35	dBFS	1kHz, 94dB SPL, all operating modes	
Low Frequency Roll-off	LFRO		11		Hz	-3dB relative to 1kHz	
Resonant Frequency Peak			33		kHz		
Signal to Noise Ratio	$F_{clock} = 768kHz$	SNR		65.5		dB(A)	20Hz to 8kHz bandwidth, OSR: 48, A-Weighted
	$F_{clock} = 1.536MHz$			68			20Hz to 12kHz bandwidth, A-Weighted
	$F_{clock} = 2.4MHz$			68.5			20Hz to 20kHz bandwidth, A-Weighted
	$F_{clock} = 3.072MHz$			69			
Total Harmonic Distortion	94dB SPL	THD		0.1		%	Measuring 2nd to 5th harmonics; 1kHz. S=typ, all operating modes
	127dB SPL			1.0			
	129dB SPL			10.0			
Acoustic Overload Point	10%THD	AOP		129		dB SPL	Measuring 2nd to 5th harmonics; 1kHz. S=typ, all operating modes
Group Delay	250Hz			50		$\mu s$	
	600Hz			10			
	1kHz			6			
	4kHz			3			
Phase Response	75Hz			11		°	
	1kHz			-0.3			
	4kHz			-4			
Directivity			Omnidirectional				
Polarity		Positive pressure increases density of 1's, negative pressure decreases density of 1's in data output					

## 4 自由场频率响应

### 4.1 自由场频率响应

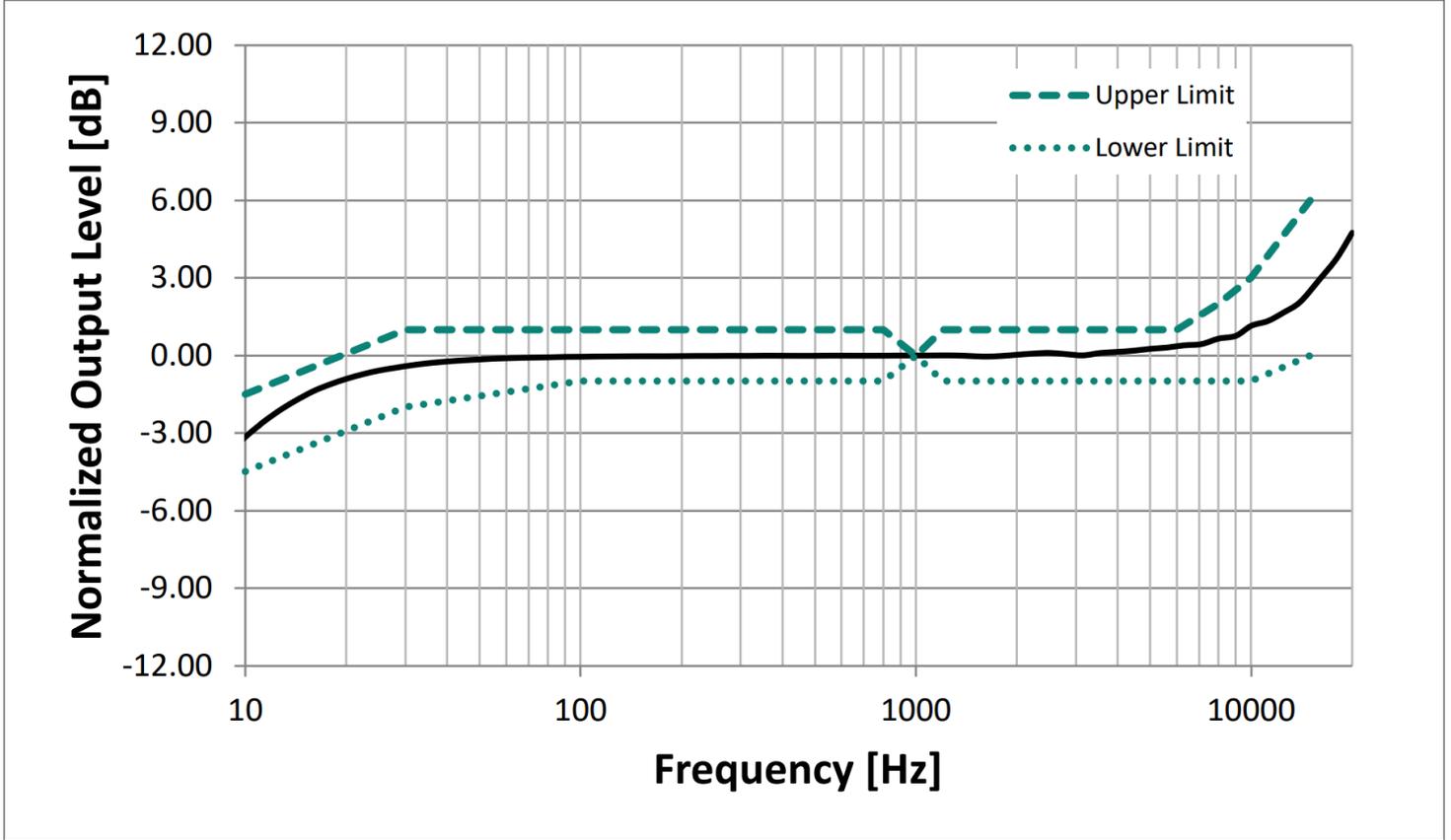


图10 自由场频率响应

表2 自由场频率响应，归一化至1kHz灵敏度值

Frequency [Hz]	Upper limit [dB]	Lower limit [dB]
10	-1.5	-4.5
30	1	-2
100	1	-1
800	1	-1
1000	0	0
1200	1	-1
6000	1	-1
8000	2	-1
10000	3	-1
15000	6	0

## 5 电气特性及参数

### 5.1 绝对最大额定值

超过所列最大额定值运行器件可能会影响器件可靠性或导致器件永久性损坏。在这些条件下，无法保证器件正常运行。

表 3 绝对最大额定值

Parameter	Symbol	Values		Unit	Note / Test Condition
		Min.	Max.		
Voltage on any Pin	$V_{max}$		3.6	V	
Storage Temperature	$T_S$	-40	125	°C	
Ambient Temperature	$T_A$	-40	85	°C	

### 5.2 电气参数

Table 4 Electrical parameters and digital interface input

Parameter		Symbol	Values			Unit	Note / Test Condition
			Min.	Typ.	Max.		
Supply Voltage		$V_{DD}$	1.62	1.8	3.6	V	1)
Clock Frequency Range	Standby Mode	$f_{clock}$			330	kHz	2)
	Low Power Mode		380	480	640	kHz	
			730	768	1020	kHz	
	Normal Mode		1.17	1.536	1.70	MHz	
	High Performance Mode		1.9	2.4	2.6	MHz	
2.9		3.072	3.4	MHz			
$V_{DD}$ Ramp-up Time				50	ms	Time until $V_{DD} \geq V_{DD\_min}$	
Input Logic Low Level		$V_{IL}$			$0.3 \times V_{DD}$	V	
Input Logic High Level		$V_{IH}$	$0.7 \times V_{DD}$			V	
Clock Rise/Fall Time				13	ns	10% to 90%	
Clock Duty Cycle			45		55	%	
Output Load Capacitance on DATA		$C_{load}$			100	pF	

<sup>1</sup> 应将1μF旁路电容放置在靠近麦克风  $V_{DD}$  焊盘的位置，以保证最优的 SNR 性能。

<sup>2</sup> 待机模式下Data焊盘为高阻抗。

### 5.3 电气特性

测试条件（除非表中另有说明）： $V_{DD} = 1.8V$ ,  $T_A = 25^\circ C$ , 55% R.H。

**Table 5 General electrical characteristics**

Parameter		Symbol	Values			Unit	Note / Test Condition
			Min.	Typ.	Max.		
Current Consumption	Clock Off Mode	$I_{clock\_off}$			1	$\mu A$	CLOCK pulled low
	Standby Mode	$I_{standby}$		90	120		No load on DATA
	$F_{clock} = 768kHz$	$I_{DD}$		170	230		<5pF load on DATA
	$F_{clock} = 1.536MHz$			370			
	$F_{clock} = 2.4MHz$			410			
	$F_{clock} = 3.072MHz$			450	550		
Short Circuit Current			1		20	mA	Grounded DATA pin
Power Supply Rejection		$PSR_{1k\_NM}$		-80		dBFS	100mV <sub>pp</sub> sine wave on $V_{DD}$ swept from 200Hz to 20kHz.
		$PSR_{217\_NM}$		-86		dBFS(A)	100mV <sub>pp</sub> , 217Hz square wave on $V_{DD}$ . A-weighted.
Startup Time	$\pm 0.5dB$ sensitivity accuracy				20	ms	Time to start up in any operating modes after $V_{DD\_min}$ and CLOCK have been applied. <sup>3)</sup>
	$\pm 0.2dB$ sensitivity accuracy				50		
Mode Switch Time	$\pm 0.5dB$ sensitivity accuracy				20	ms	Time to switch between operating modes. $V_{DD}$ remains on during the mode switch. <sup>3)</sup>
	$\pm 0.2dB$ sensitivity accuracy				50		
Output Logic Low Level		$V_{OL}$			$0.2 \times V_{DD}$	V	
Output Logic High Level		$V_{OH}$	$0.8 \times V_{DD}$				
Delay Time for DATA Driven		$t_{DD}$	40		80	ns	Delay time from CLOCK edge ( $0.5 \times V_{DD}$ ) to DATA driven.
Delay Time for DATA High-Z <sup>4)</sup>		$t_{HZ}$	5		30	ns	Delay time from CLOCK edge ( $0.5 \times V_{DD}$ ) to DATA high impedance state
Delay Time for DATA Valid <sup>5)</sup>		$t_{DV}$			100	ns	Delay time from CLOCK edge ( $0.5 \times V_{DD}$ ) to DATA valid ( $< 0.3 \times V_{DD}$ or $> 0.7 \times V_{DD}$ )
Power-on behaviour		Idle tone is output over PDM within 3ms of applying $V_{DD}$ and $f_{clock}$ , remains until a valid microphone signal is available. Idle tone consists of alternating 1s and 0s, representing a zero input signal.					

<sup>3)</sup> 每种电源模式都是在典型的 PDM 时钟频率下验证的。

<sup>4)</sup>  $t_{hold}$  取决于  $C_{load}$

<sup>5)</sup> Data 上的负载： $C_{load} = 100pF$ ,  $R_{load} = 100k\Omega$

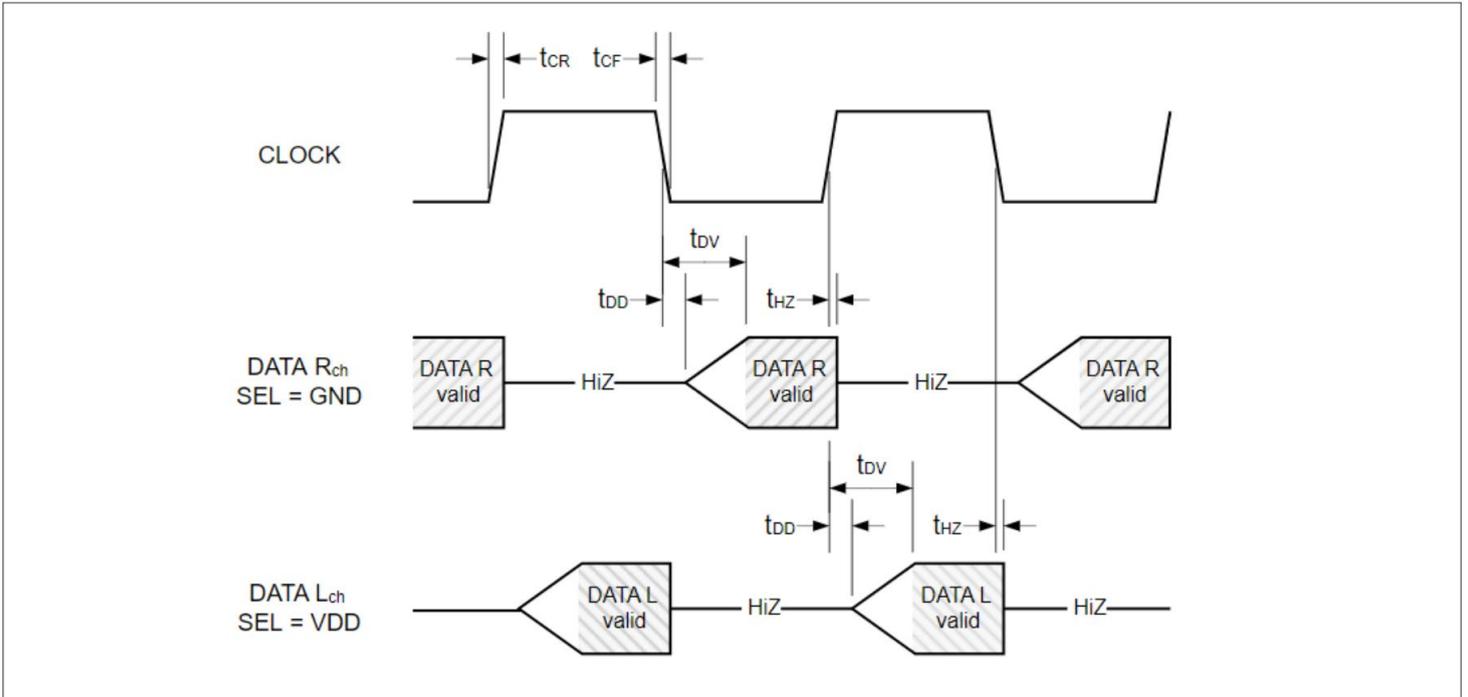


Figure 11 Timing diagram

## 5.4 音频DC偏置

数据流中的 DC 输出电平由启动时 L/R 的状态决定。在每种情况下 DC 输出电平随时间保持稳定，并不会随输入信号电平而变化。

Table 6 DC output level using L/R pin

LR state	DC output level (typical)	Unit
LR = GND	-80	dBFS
LR = VDD	-40	dBFS

## 5.5 立体声PDM配置

IM69D129FV01可用在 PDM 总线上的一个或两个麦克风的电路中。当连接两个麦克风时，可根据每个麦克风的 L/R引脚状态交替传输数据。当连接到同一 PDM 总线时，两个麦克风的电源模式是相同的，因为它们都由相同的 PDM 时钟控制。与每条总线单个麦克风的配置相比，立体声PDM配置下的性能是没有变化的。

Table 7 PDM channel configuration using L/R pin.

Channel	Data driven	Data high-Z	L/R connection
DATA1	Falling clock edge	Rising clock edge	GND
DATA2	Rising clock edge	Falling clock edge	V <sub>DD</sub>

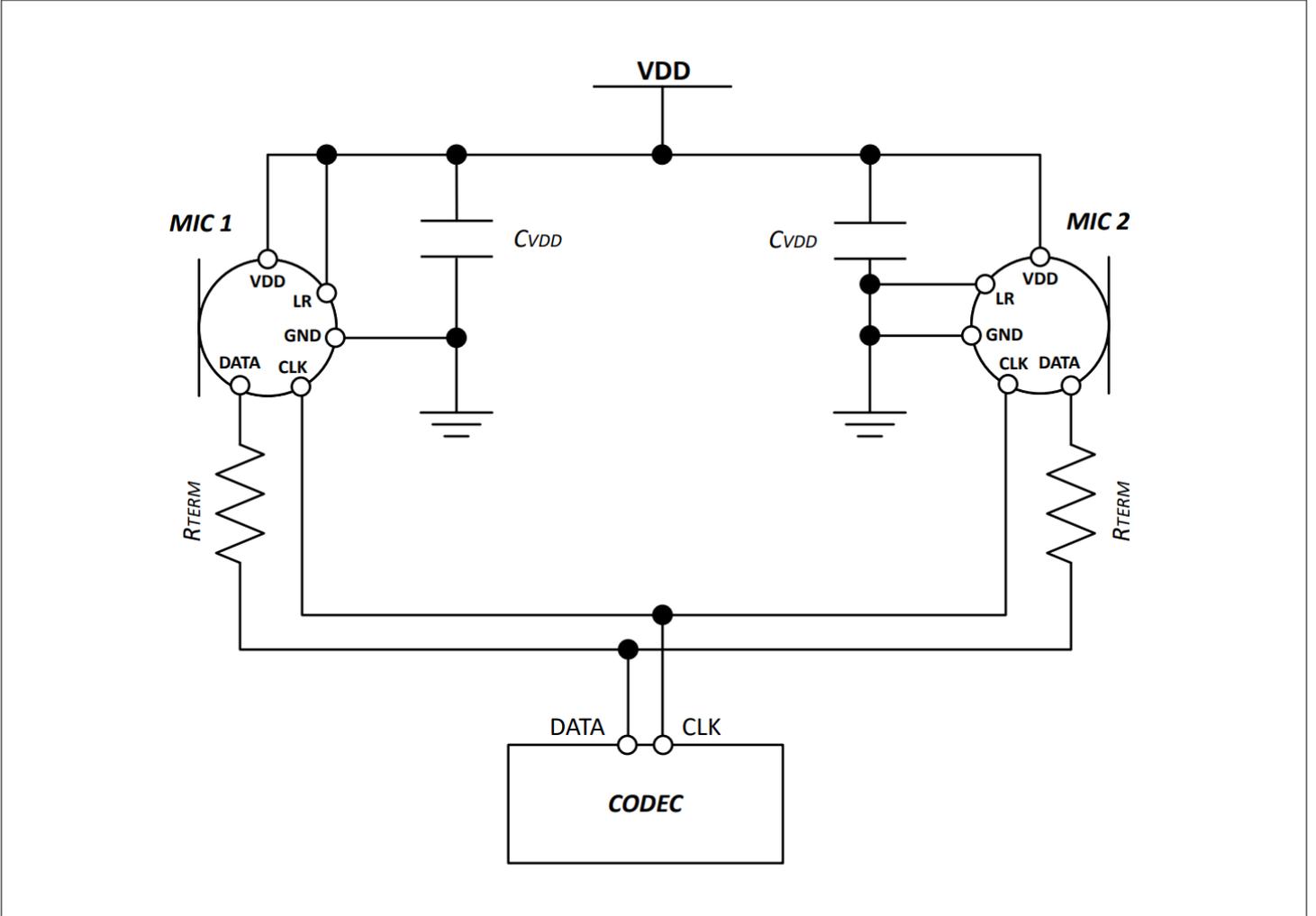


图12 典型的立体声模式配置

**注：** 为获得最佳性能，强烈建议在VDD 和每个麦克风地之间放置一个100nF ( $C_{VDD\_typical}$ ) 的电容。该电容应尽可能靠近 $V_{DD}$ 。可以添加一个约100Ω的终端电阻 ( $R_{TERM}$ )，以减少输出信号上的振铃和过冲。



7 焊盘和钢网模板推荐

7 焊盘和钢网模板推荐

为保证最优性能，PCB 上的声孔直径应大于 MEMS 麦克风的声孔直径。建议的 PCB 声孔直径为 0.3 毫米(直径 0.6 mm)。

如图14所示的电路板焊盘和钢网模板孔径建议基于阻焊定义 (SMD) 焊盘。应考虑电路板制造商的具体设计规则，以进行个别设计的优化或调整。

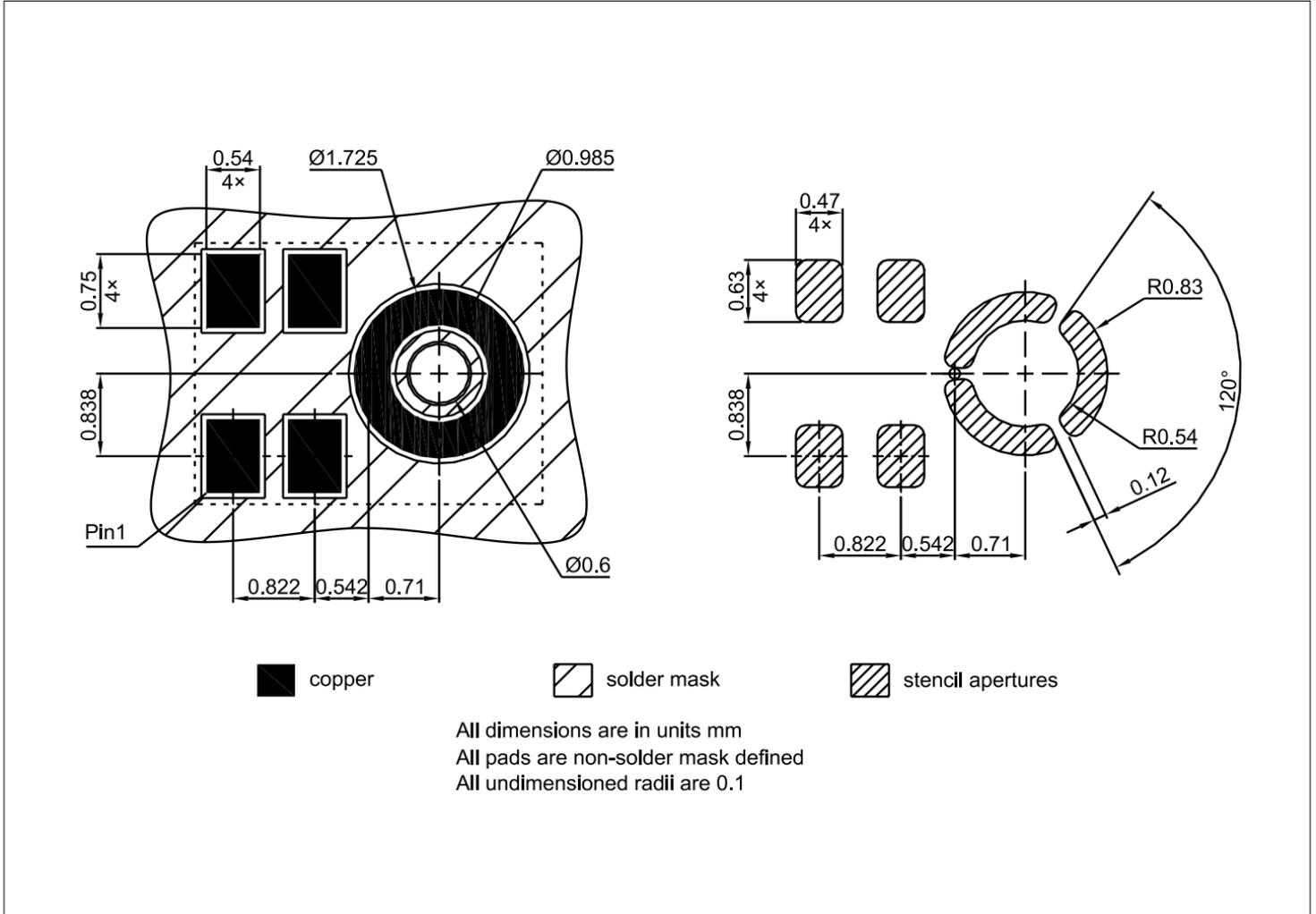


Figure 14 Footprint and stencil recommendation

## 8 包装信息

为了便于运输和组装，英飞凌麦克风采用产品专用的卷带包装。载体的详细图纸可以在

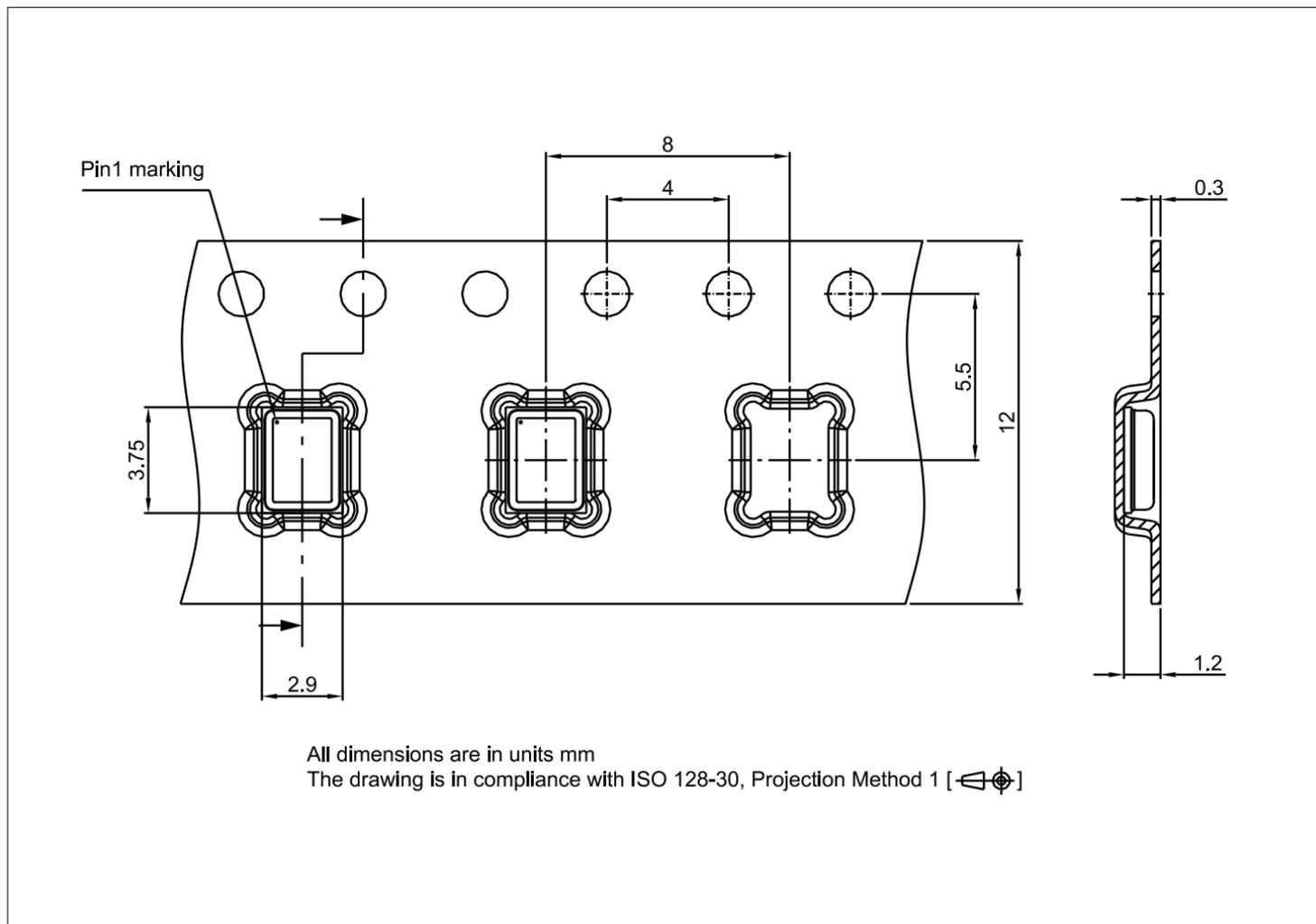


Figure 15 IM69D129FV01 tape and reel packing

information Table 9 IM69D129FV01 packaging information

Product	Type code	Reel diameter	Quantity per reel
IM69D129FV01	I69D25	13"	5000

## 9 回流焊和电路板组装

英飞凌 MEMS 麦克风符合 IPC/JEDEC J-STD-020D-01 标准。MEMS麦克风的湿气敏感性等级为MSL1。建议使用回流焊来进行MEMS麦克风的PCB组装。

为达到最优的焊接质量，回流温度曲线应与锡膏制造商的建议一致。推荐用图16所示的回流温度曲线 来生产包含英飞凌 MEMS 麦克风的电路板。

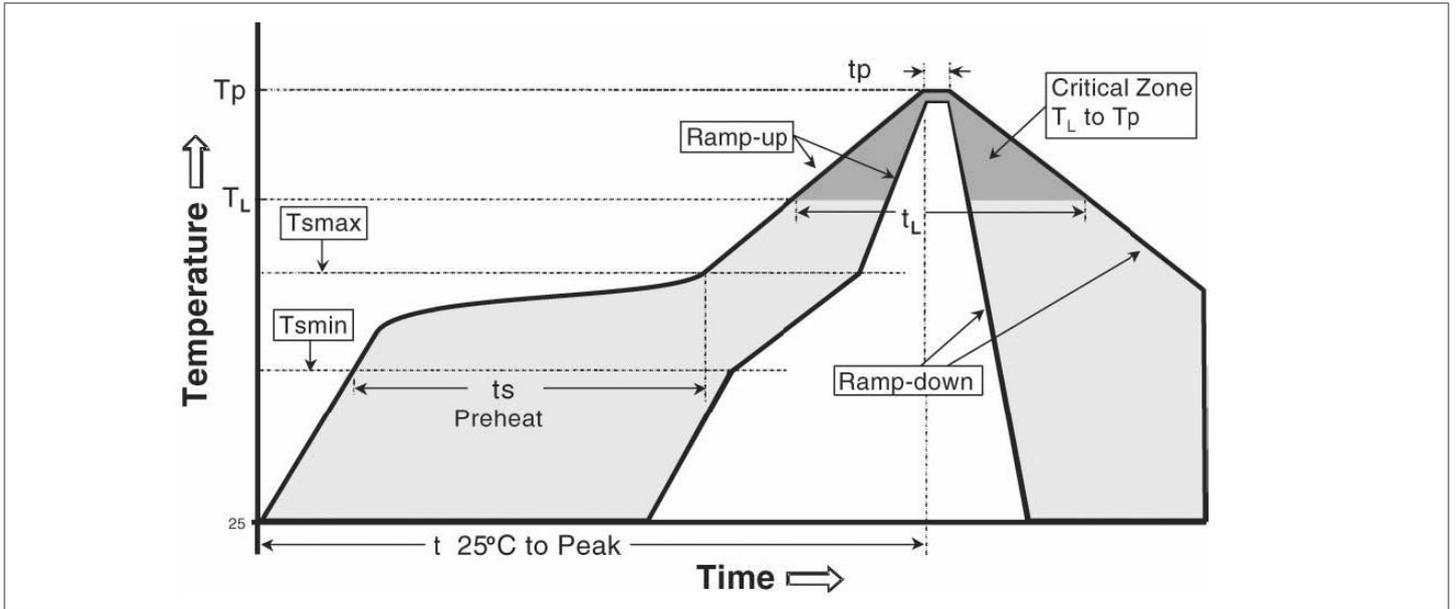


Figure 16 Recommended reflow

profile Table 10 Reflow profile limits

Profile feature	Pb-Free assembly	Sn-Pb Eutectic assembly
Temperature Min ( $T_{smin}$ )	150 °C	100 °C
Temperature Max ( $T_{smax}$ )	200 °C	150 °C
Time ( $T_{smin}$ to $T_{smax}$ ) ( $t_s$ )	60-120 seconds	60-120 seconds
Ramp-up rate ( $T_L$ to $T_P$ )	3 °C/second max.	3 °C/second max.
Liquidous temperature ( $T_L$ )	217 °C	183 °C
Time ( $t_L$ ) maintained above $T_L$	60-150 seconds	60-150 seconds
Peak Temperature ( $T_P$ )	260°C +0°C/-5°C	235°C +0°C/-5°C
Time within 5°C of actual peak temperature ( $t_p$ ) <sup>6)</sup>	20-40 seconds	10-30 seconds
Ramp-down rate	6 °C/second max.	6 °C/second max.
Time 25°C to peak temperature	8 minutes max.	6 minutes max.

**注意：** 有关更多信息，请参阅英飞凌科技网页上的“英飞凌封装组装一般建议”文档

<sup>6)</sup> 峰值温度 ( $T_P$ ) 的公差定义为供应商的最小值和用户的最大值

MEMS 麦克风可以使用行业标准的取放设备。应注意避免损坏麦克风结构，如下所示：

- 请勿使用接触麦克风声孔的真空工具拾取麦克风。
- 麦克风声孔不应暴露在真空中，否则可能会破坏 MEMS。
- 请勿将空气吹入麦克风声孔。如果采用吹气清洁工艺，则必须将声孔密封以防止颗粒物污染。
- 推荐在无尘室环境中进行 PCB 组装，以避免麦克风受到污染。
- 不应将吹气和超声波清洁工艺应用于 MEMS 麦克风。建议在组装时使用免清洗锡膏，以避免后续的清洁步骤。清洁物质可能会严重损坏麦克风的 MEMS。
- 为防止 PCB 组装时声孔被堵塞或部分堵塞，建议在 PCB 切割或系统组装时用保护胶带覆盖声孔。
- 将麦克风放置在 PCB 上时请勿用力过猛。建议使用行业标准的拾取和放置工具，以限制施加在封装上的机械力。

## 10 可靠性规格

测试后的麦克风灵敏度与初始值的偏差不得超过 3dB。

**Table 11 Reliability specification**

Test	Abbreviation	Test Condition	Standard
Low Temperature Operating Life	LTOL	T <sub>a</sub> =-40°C, VDD=3.6V, 1000 hours	JESD22-A108
Low Temperature Storage Life	LTSL	T <sub>a</sub> =-40°C, 1000 hours	JESD22-A119
High Temperature Operation Life	HTOL	T <sub>a</sub> =+125°C, VDD=3.6V, 1000 hours	JESD22-A108
High Temperature Storage Life	HTSL	T <sub>a</sub> =+125°C, 1000 hours	JESD22-A103
Temperature Cycling	PC + TC	Pre conditioning MSL-1	JESD22-A113
		1000 cycles, -40°C to +125°C, 30 minutes per cycle	JESD22-A104
Temperature Humidity Bias	PC + THB	Pre conditioning MSL-1	JESD22-A113
		T <sub>a</sub> =+85°C, R.H. = 85%, VDD=3.6V, 1000 hours	JESD22-A101
Vibration Test	VF	20Hz to 2000Hz with a peak acceleration of 20g in X, Y, and Z for 4 minutes each, total 4 cycles	IEC 60068-2-6
Mechanical Shock	MS	10000g/0.1msec direction ±x,y,z, 5 shocks in each direction, 5 shocks in total	IEC 60068-2-27
Reflow Solder <sup>7)</sup>	RS	3 reflow cycles, peak temperature = +260°C	IPC-JEDEC J-STD-020D-01

(表格续下页.....)

<sup>7)</sup> 经过3轮回流后，麦克风灵敏度与初始值的偏差不得超过1dB。

表 11 (续) 可靠性规格

Test	Abbreviation	Test Condition	Standard
Electrostatic Discharge - System Level Test	ESD - SLT	3 discharges of $\pm 8\text{kV}$ direct contact to lid while $V_{\text{dd}}$ is supplied according to the operational modes; ( $V_{\text{dd}}$ ground is separated from earth ground)	IEC-61000-4-2
Electrostatic Discharge - Human Body Model	ESD - HBM	1 pulse of $\pm 2\text{kV}$ between all I/O pin combinations	JEDEC-JS001
Electrostatic Discharge - Charged Device Model	ESD - CDM	3 discharges of $\pm 500\text{V}$ direct contact to I/O pins.	JEDEC JS-002

## 10.1 环境稳健性

英飞凌最新的密封双膜 MEMS 技术实现了麦克风级别的高等级防护 (IP57)。密封的 MEMS 设计可防止水或灰尘进入膜片和背板之间，从而防止 MEMS 麦克风常见的机械阻塞或电流泄漏问题。采用密封双膜技术制造的麦克风仅需要简单的防护即可用于 IP68 的产品中。

Table 12 Environmental robustness

Test Standard	Test Condition
IP5x dust resistance <sup>8)</sup>	Arizona dust A4 coarse, vertical orientation, sound hole upwards, 10 cycles (15 minutes sedimentation, 6 seconds blowing)
IPx7 water immersion <sup>9)</sup>	Temporary immersion of 1 meter for 30 minutes. Microphone tested 2 hours after removal

<sup>8)</sup> 数字“5”代表防尘等级或抵抗细小磨蚀性灰尘颗粒影响的能力。

<sup>9)</sup> “7”代表更高的防水等级。

## 修订记录

Document version	Date of release	Description of changes
v1.0	2025-01-21	Final datasheet



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

英飞凌对与样品、应用或客户对任何产品的具体使用有关的任何信息或本文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探勘（TDM）的权利。

如果产品包含安全功能：

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

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>。