

40 μm 针头水听器（NH0040）



40 μm 针式水听器是Precision Acoustics Ltd生产的一系列针式水听器之一，其可与潜水前置放大器和直流耦合器一起使用，形成一个水听器系统。本数据表中报告的特性包含40 μm 针式水听器、前置放大器和直流耦合器的水听器系统。

水听器的有源元件的大小会影响许多特性，包括灵敏度、频率响应、方向响应、动态范围和噪声等效压力。本技术数据表是根据IEC62127-第3部分[3]编制的，同时提供了一个详细的40 μm 针式水听器系统规格。

40 μm 针式水听器是该范围内最小的针式水听器，是专门为高频应用设计的，因为它有一个半波长为19 MHz的有源元件。

产品说明

40 μm 针式水听器对5 MHz至40 MHz范围内的测量进行了优化。非常小的有效面积确保了广泛的方向响应和最小化的空间平均效应。然而，较小的传感器区域会导致较低的整体水听器灵敏度。

规格

型号	NH0040	
传感器元件尺寸	直径:	0.04 mm
	厚度:	9 μm
水听器的尺寸	见图1	
水听器重量	1.22 g	
转换方法	压电转换	
传感器材料	聚偏氟乙烯 (PVDF)	
2 MHz至12 MHz 范围内的平均灵敏度	6 mV/MPa (附加数据如下)	
水听器频段	1 MHz至10 MHz	
测量不确定性	1 MHz至8 MHz: 8%	
	9 MHz至20 MHz: 11 %	
	21 MHz至30 MHz: 12 %	
	31 MHz至40 MHz: 15 %	
水听器系统的输出阻抗	50 Ω	
使用过程中的方向	针尖直接指向声源 (见图3)	

尺寸

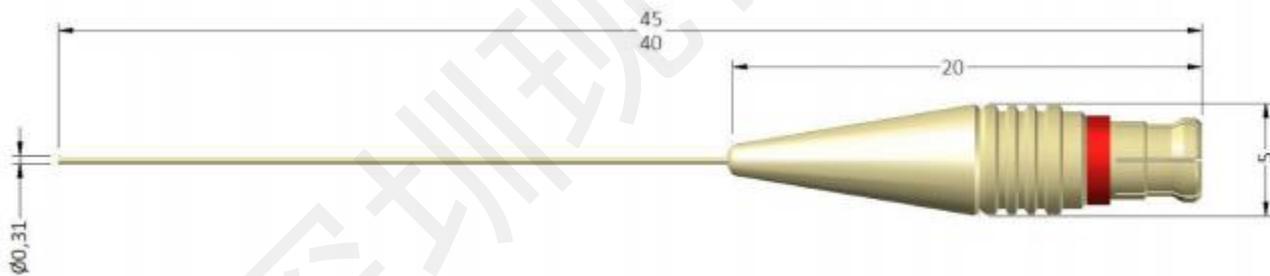


图1-40 μm 针式水听器 (NH0040) 尺寸图

40 μm 针式水听器具有反相输出。水听器输出的正电压对应于负（折射）压力，反之亦然

灵敏度和频率响应

所有探头式水听器的频率响应都是基于频率函数。这种反应的理论基础在[1]的其他地方得到了很好的理解和描述。图2显示了加载50 Ω 时的针式水听器及其相应的前置放大器的典型电缆端加载灵敏度。图中显示的数据由伦敦国家物理实验室（NPL）获得。

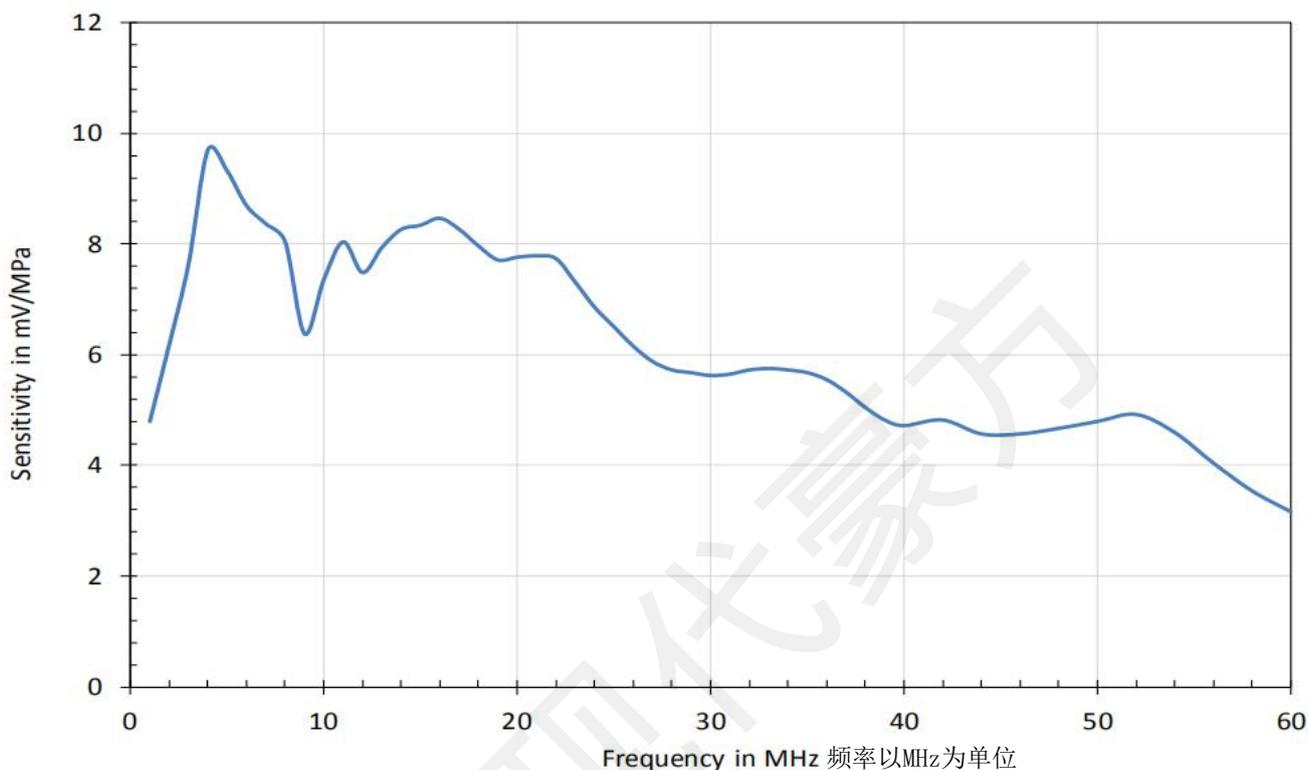


图2-在1 MHz至60 MHz范围内的40 μm 针式水听器的典型频率响应

用于绝对测量声压的针式水听器应至少每12个月校准一次。每月应将水听器与参考源进行比较，以便在年度校准间隔之前识别出灵敏度的变化。

根据[2]中建立的方法可确定频率响应测量的不确定度。其中一个主要的不确定性因素是由于校准中使用的参考水听器，其本身可追溯到国家基准标准。

定向响应

水听器的方向响应建立采用了与确定频率响应相同的非线性场。水听器被放置在一个**固定装置**中，允许调整活动元件的精确位置，然后调整水听器的尖端，使其在现场旋转时，记录的波形时间位移小于100 ns。这种**对齐**确保了水听器在旋转过程中不会被移位，因此接收信号的任何变化都是由水听器的方向响应引起的。通过记录水听器在不同角度下产生的波形，可以确定在一系列频率下的方向性响应。40 μm 针式水听器在1 MHz、5 MHz、10 MHz、15 MHz、20 MHz、25 MHz、30 MHz和40 MHz下的方向响应如图4所示。

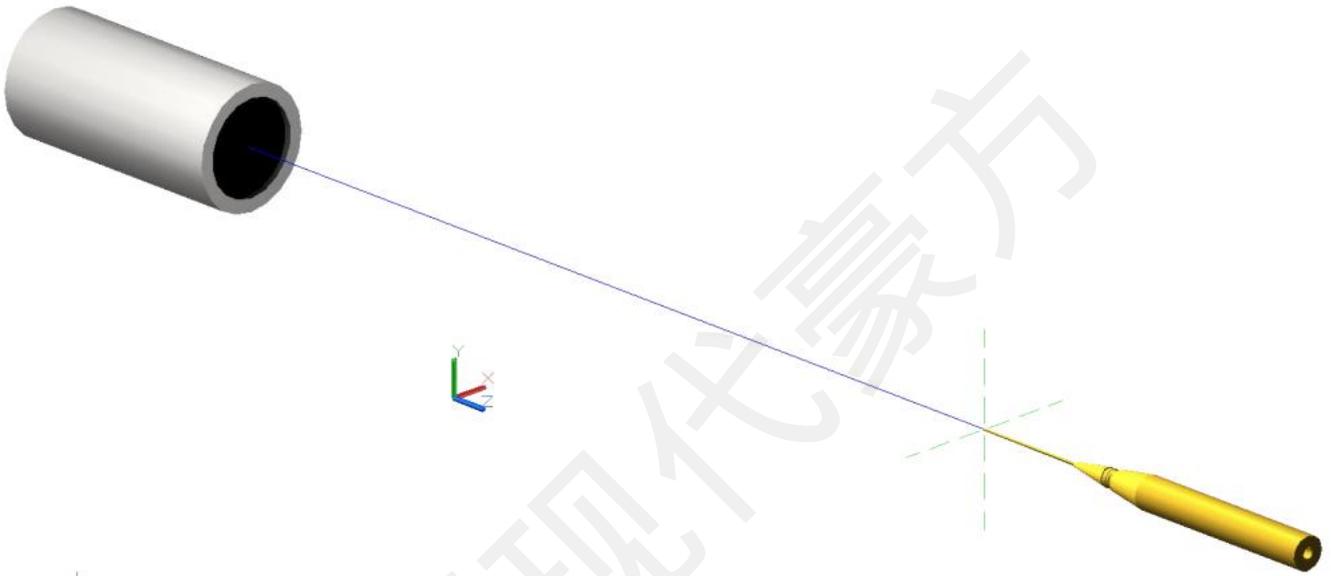


图3-使用期间针头水听器的方向

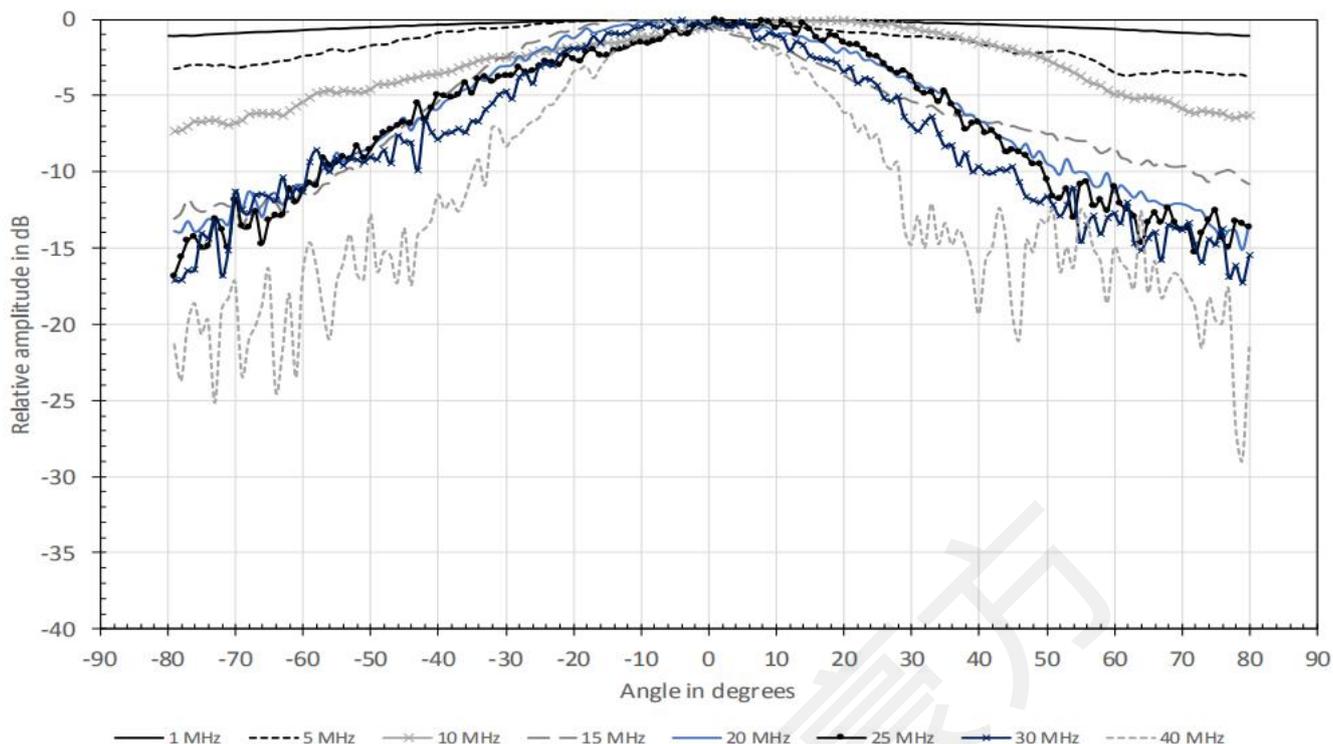


图4-40 $40\ \mu\text{m}$ 针式水听器的方向性响应

有效半径

水听器的有效半径是根据方向响应曲线的-3dB和-6 dB点出现的角度计算出来的，平均有效半径如图5所示。然而，IEC方法在较低的频率下无法做到这一点，因为在频率低于10 MHz时方向响应保持在-6 dB水平以上。

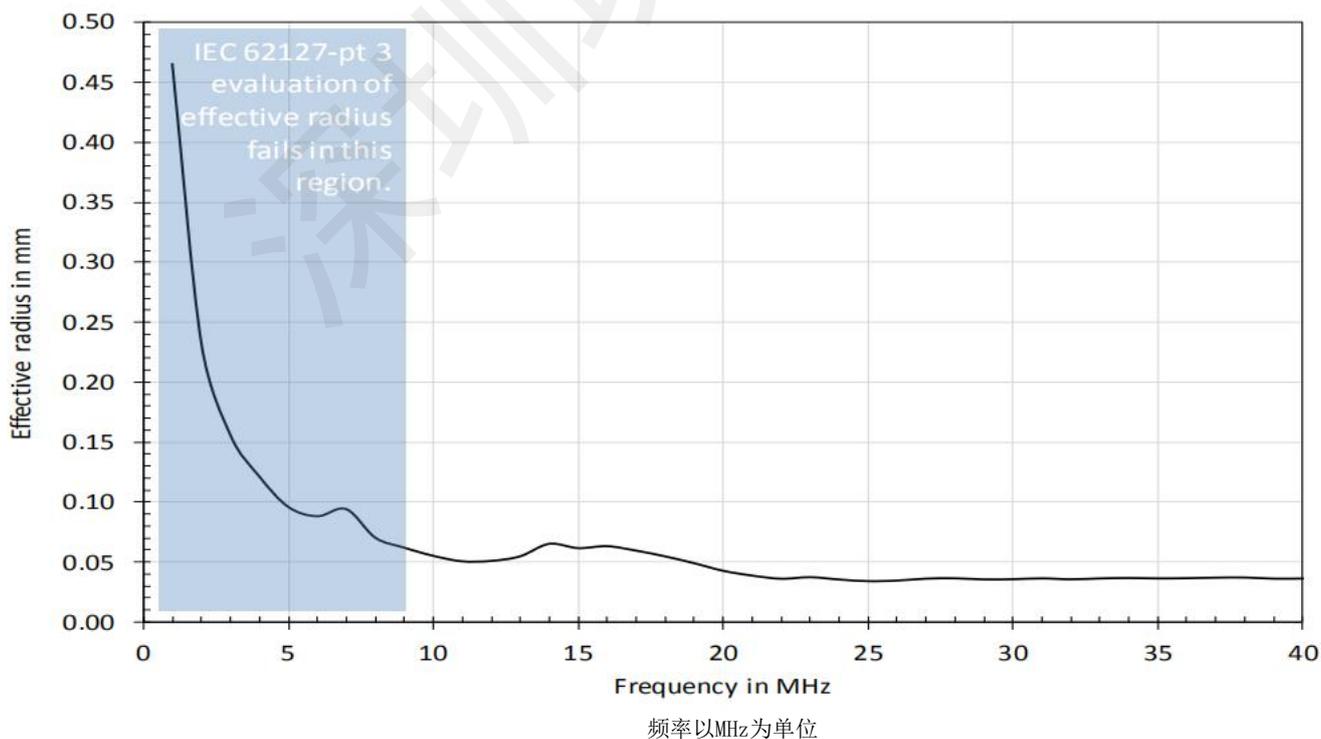


图5-40 $40\ \mu\text{m}$ 针式水听器的有效半径

动态范围，线性度和电磁干扰

动态下限

水听器组件的底噪声限制了对小声学信号的测量。预放大器的噪声水平在100 MHz的带宽上约为60 μV rms。如果假设水听器灵敏度为6 mV/MPa，则所述的噪声水平将导致40 μm 针式水听器的噪声等效压力为

$$\frac{60 \mu\text{V}}{6 \text{ mV} / \text{MPa}} = 10 \text{ kPa}$$

用于记录水听器产生的波形的数据采集系统也可以限制最小可记录信号。例如，示波器被限制在最大分辨率为0.5mV将只能显示的信号振幅为0.5mV / 150mV/MPa=1.5kPa或更高。

$$\frac{0.5 \text{ mV}}{6 \text{ mV} / \text{MPa}} = 83.3 \text{ kPa}$$

上动态极限

关于水听器发生机械损伤以上的压力阈值：该水听器被设计用于高达10 MPa的领域。虽然这种类型的水听器已经用于超过50 MPa的超声波场，但损伤的风险较高。如果水听器要用于声压水平超过10 MPa的领域，应征求供应商的意见。

关于放大器饱和发生的压力：与水听器一起使用的前置放大器在输出电压超过700 mV峰值时可以开始表现出非线性。考虑到典型的40 μm 针式水听器的敏感性，这对应的压力为

$$\frac{700 \text{ mV}}{6 \text{ mV} / \text{MPa}} = 116 \text{ MPa}$$

然而，如上所述，在这个水平的压力可能会导致水听器损坏，因此应寻求供应商的建议。

电输出特性

没有具体代表性的数据，因为这尚未确定这里描述的水听器。

环境方面

温度变化

该针式水听器可用于在5° C至50° C的工作温度范围内的测量，并可存储在5° C至50° C的范围内。暴露在60° C以上的温度下，有可能对水听器造成不可逆的损伤。

该水听器组件已在19° C和25° C之间的温度下进行了校准。水听器的灵敏度将随温度升高的变化而增加0.6%。

水质

水听器组件设计为完全浸没在水中，可以承受2m水引起的静水压力。虽然水听器组件可以长时间浸泡使用（>48小时），但不使用时应将其从水中取出并晾干。

使用该水听器时水质没有具体的要求。然而，根据水听器测量标准，如[4] [5]可能对水质有特定的要求。

长时间浸泡在未被去离子化的水中（e. g. 自来水）会导致水听器上的沉积物堆积。碳酸钙沉积可能是“硬”水地区的一个特殊问题，并将导致水听器的敏感性丧失。

其他液体介质

虽然设计用于在水中操作，但水听器组件可以用于许多其他液体介质。但应该注意的是，这个水听器的校准是在水中进行的。其他材料在水听器活性元件上存在不同的声阻抗负载，这可能会影响水听器的灵敏度。某些液体具有化学腐蚀性。应避免使用的材料的实例包括：

浓酸（如硝酸，硫酸）；

浓碱（如氢氧化钠）；

强有机溶剂[如许多醛类，许多酮类，二甲基氯化物（DMC），二甲基甲酰胺（DMF）]。

根据供应，在水听器组件中，暴露在周围液体中的唯一材料是金、不锈钢、聚四氟乙烯（PTFE）、黄铜和预放大器电缆上的聚氯乙烯覆层。然而，如果水听器上的外部金电极损坏，PVDF和刚性铸件树脂也可能暴露在外。

参考文献

- [1] B. Fay, G. Ludwig, C. Lankjaer and P. A. Lewin, "Frequency response of pvdf needle-type hydrophones," *Ultrasound Med. Biol.*, vol. 20, pp. 361-366, 1994.
- [2] BIPM, JCGM100: 2008 Evaluation of measurement data —Guide to the expression of uncertainty in measurement, 2008.
- [3] IEC, 62127 Ultrasonics -Hydrophones -Part 3: Properties of hydrophones for ultrasonic fields up to 40 MHz, 2007.
- [4] IEC, 62127 Ultrasonics -Hydrophones -Part 1: Measurement and characterisation of medical ultrasonic fields up to 40 MHz, 2013.
- [5] IEC, 61157 Standard means for the reporting of the acoustic output of medical diagnostic ultrasonic equipment, 2013.

所有的信息都是基于从经验和测试中获得的结果，并被认为是准确的，但不承担因依赖其而造成的损失或损害的责任，使用不在公司的控制之下。