

4.0 mm 针式水听器 (NH4000)



4.0 毫米针式水听器是 Precision Acoustics Ltd. 生产的一系列针式水听器之一。它设计用于与潜水前置放大器和带电源的直流耦合器配合使用，组成水听器系统。本数据表中报告的任何属性均指包含 4.0 毫米针式水听器、前置放大器和直流耦合器的水听器系统。

水听器有源元件的尺寸会影响许多属性，包括灵敏度、频率响应、方向响应、动态范围和噪声等效压强。本技术数据表根据 IEC 62127 第 3 部分 [3] 编制，并提供了 4.0 毫米针式水听器系统的详细规格。

4.0 毫米针式水听器是一款高灵敏度设备，专为 1 MHz 以下的应用而优化。

产品描述

4.0 毫米针式水听器是 PA 针式水听器系列中灵敏度最高的产品，并针对 1 MHz 以下的测量进行了优化。其较大的有效面积使其能够测量 ≈ 10 Pa 的信号。然而，更大的传感器面积会带来更具方向性的响应模式，尤其是在较高频率下。

规格

型号名称	NH4000	
传感器元件尺寸	直径:	4.0 mm
	厚度:	28 μ m
水听器尺寸	见下图	
水听器重量	5.7 g	
传导方法	压电转换	
传感器材料	(PVDF) 聚偏氟乙烯	
0.1 MHz 至 10 MHz 范围内的平均灵敏度	8.0 V/MPa (附加数据如下)	
各个传感器之间的灵敏度差异	± 3 dB	
水听器频段测量不确定度 (国家计量机构校准典型值)	0.05 MHz to 10 MHz	
	0.05 MHz to 1 MHz:	9 %
	1 MHz to 8 MHz:	8 %
	9 MHz to 20 MHz:	11 %
水听器系统输出阻抗	50 Ω	
使用过程中的方向	针尖直接指向声源	

尺寸

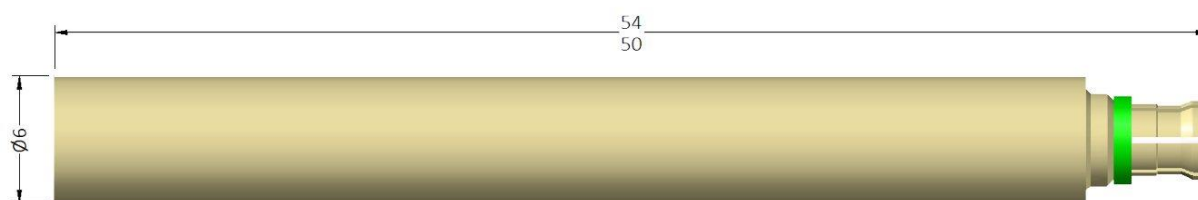


Figure 1 – Dimensioned drawing of 4.0 mm needle hydrophone (NH4000)

灵敏度和频率响应

所有探针式水听器的频率响应都是频率的函数。该响应的理论基础已得到充分理解，并在文献[1]中进行了描述。图2和图3显示了针式水听器与其相应的前置放大器配合使用时，在50 Ω 负载下的典型电缆末端负载灵敏度。图中显示的数据集均由伦敦国家物理实验室(NPL)采集。

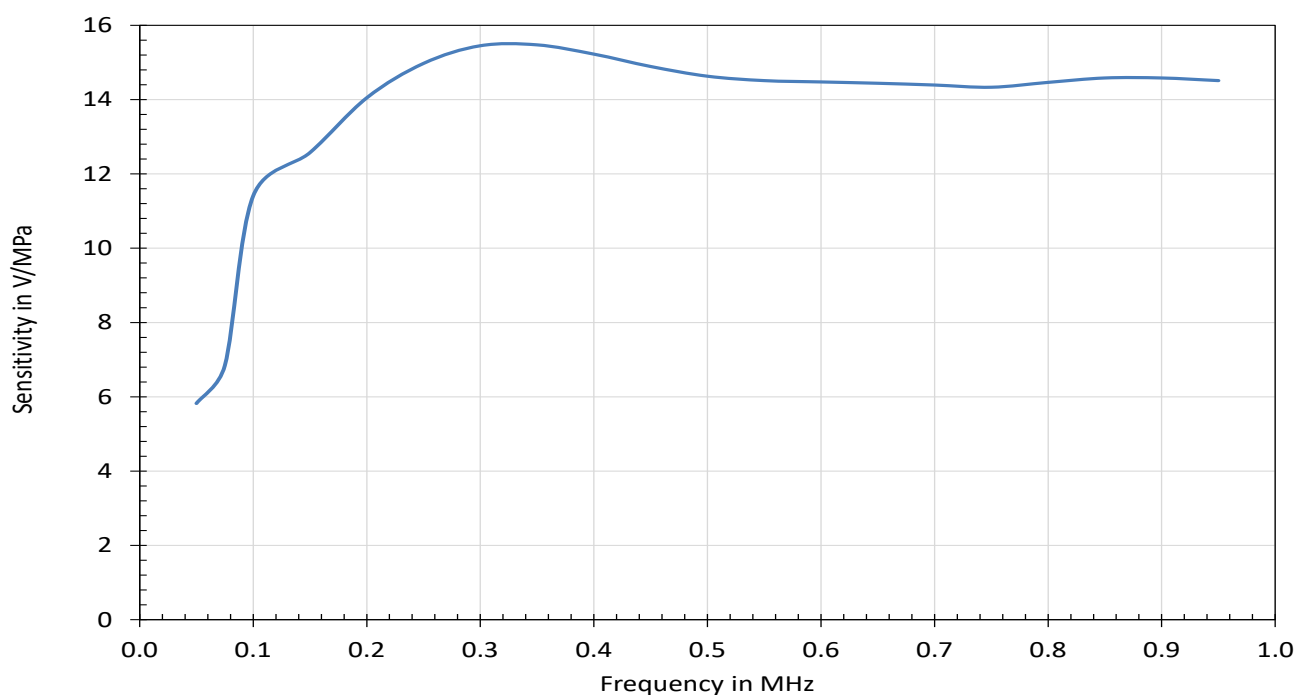


Figure 2 – Typical frequency response of a 4.0 mm needle hydrophone in the range 30 kHz to 1.0 MHz

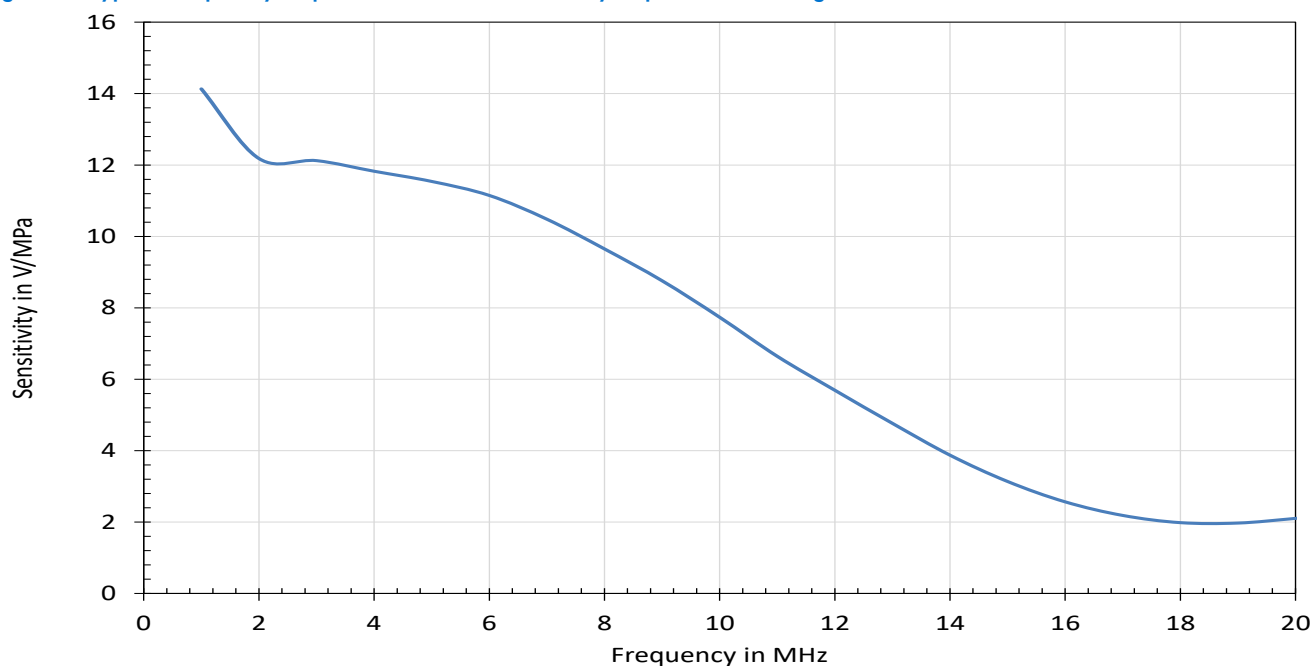


Figure 3 – Typical frequency response of a 4.0 mm needle hydrophone in the range 1.0 MHz to 20 MHz

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。应每月对照参考源对水听器进行检查，以便在年度校准间隔之前更快地发现灵敏度变化。

频率响应测量的测量不确定度是根据[2]中确定的方法确定的。主要的不确定度贡献之一是由于校准中使用的参考水听器的校准，该参考水听器本身可溯源至国家一级标准。

方向响应

水听器的方向响应是使用与确定频率响应相同的非线性场建立的。将水听器放置在一个可以精确调整有源元件位置的安装夹具上。然后调整水听器的尖端，使其在场中旋转时记录波形的时间偏移小于100 ns。这种对准确保了水听器在旋转过程中不会发生位移，因此接收信号的任何变化都仅由水听器的方向响应引起。通过记录水听器产生的波形随角度的变化，可以确定一系列频率下的方向响应。图5绘制了4.0毫米针式水听器在1 MHz、2 MHz、3 MHz、4 MHz、5 MHz和10 MHz频率下的方向响应。

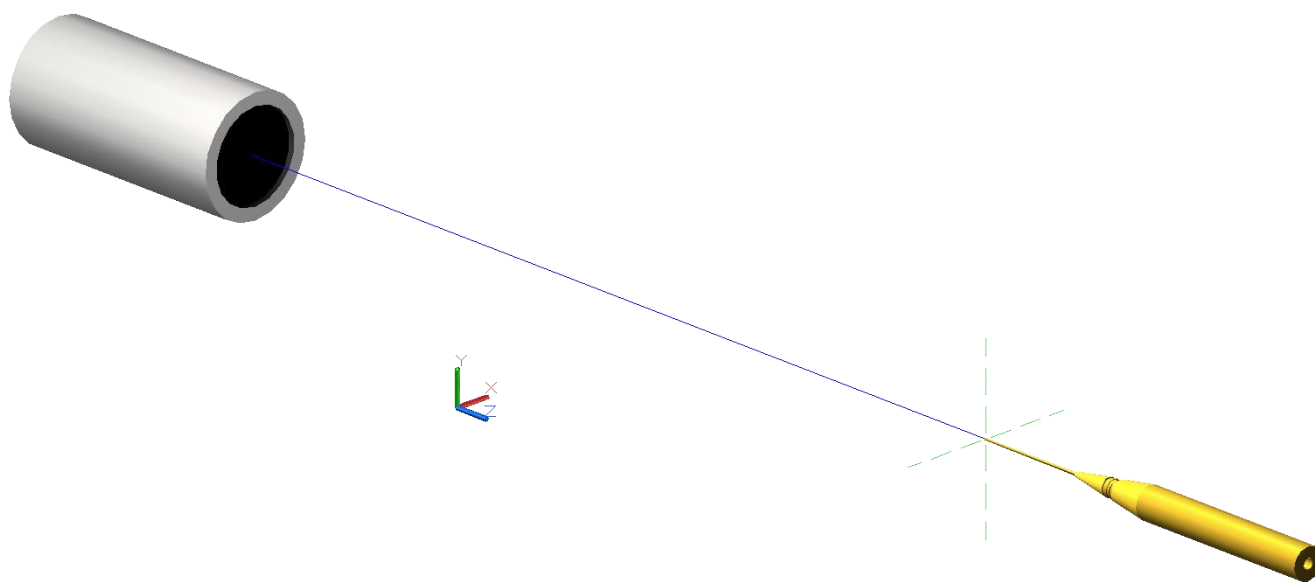


Figure 4 – Orientation of needle hydrophone during use

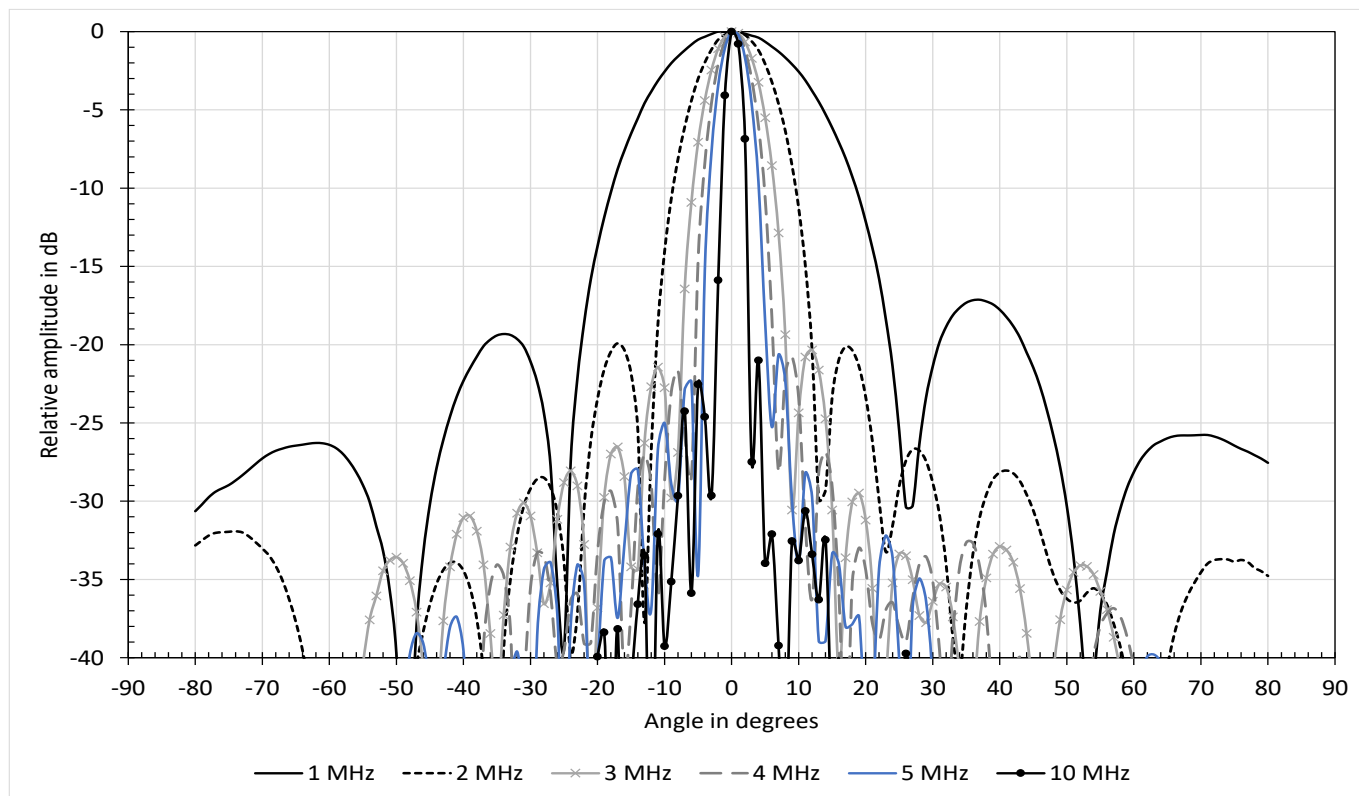


图5-4.0毫米针状水听器的方向响应

有效半径

根据[3]中描述的方法，通过指向性响应曲线上-3 dB和-6 dB点的角度计算水听器的有效半径，平均有效半径如图6所示。

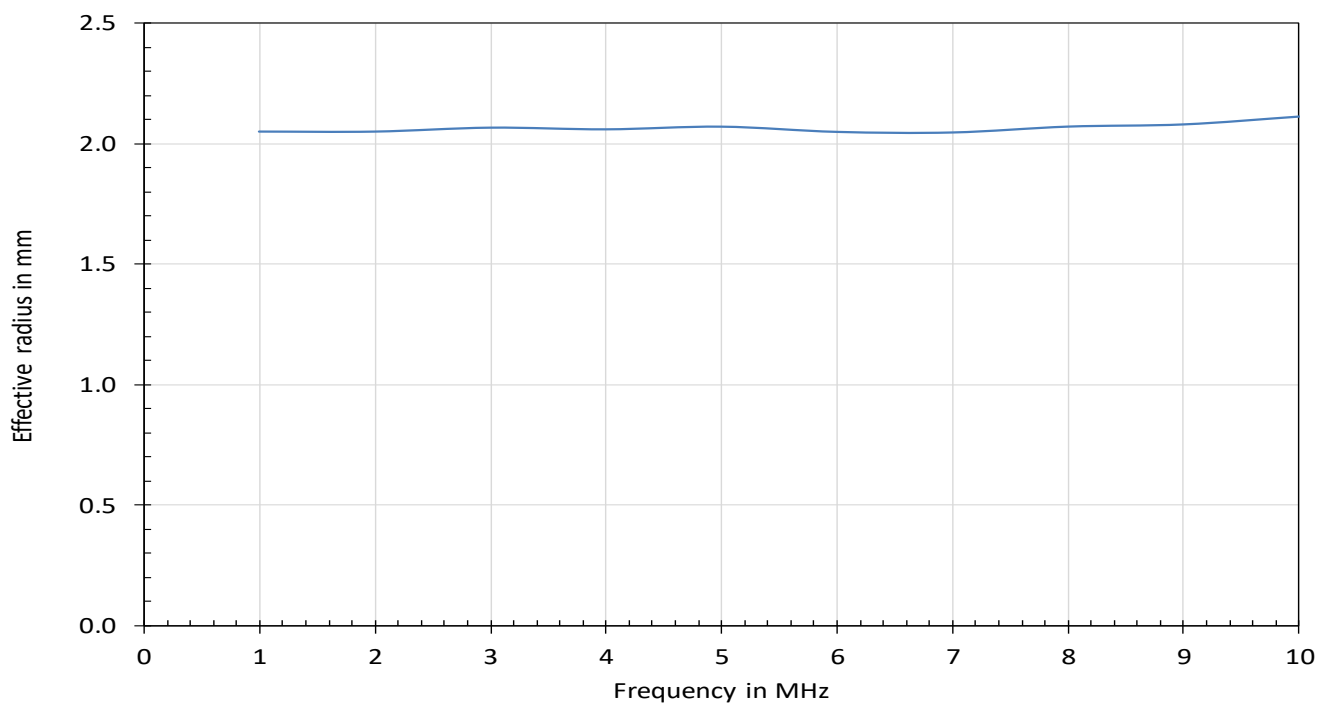


图 6 - 4.0 毫米针式水听器有效半径
动态范围、线性度和电磁干扰

动态下限

水听器组件的本底噪声限制了对小声信号的测量。前置放大器的噪声水平在100 MHz带宽内约为60 V rms。如果假设水听器灵敏度为8.0 V/MPa，则所述噪声水平相当于4.0 mm针式水听器的噪声等效压力。

$$\frac{60 \mu V}{8.0 V / MPa} = 7.5 Pa$$

用于记录水听器波形的数据采集系统也会限制可记录信号的最小值。例如，最大分辨率限制为0.5 mV 的示波器只能显示幅度信号

$$\frac{0.5 mV}{8.0 V / MPa} = 62.5 Pa$$

动态上限

关于水听器发生机械损坏的压力阈值：本水听器设计用于高达1MPa的场。尽管此类水听器已用于超过10MPa的超声波场，但仍存在较高的损坏风险。如果要在声压级超过10MPa的场中使用水听器，应咨询供应商。

关于放大器饱和的压力：当输出电压超过700 mV峰峰值时，与本水听器一起使用的前置放大器可能会开始出现非线性。考虑到典型的4.0 mm针式水听器灵敏度，这相当于

$$\frac{700 mV}{8.0 V / MPa} = 87.5 kPa$$

如果遇到超过此值的压力场，请联系水听器供应商，考虑在线衰减选项。

电输出特性

此处没有代表性数据，因为尚未确定此处描述的水听器的电输出特性。

环境因素

温度变化

本针式水听器可在 5 ° C 至 50 ° C 的工作温度范围内进行测量，并可在 5 ° C 至 50 ° C 的温度下储存。暴露于 60 ° C 以上的温度下可能会对水听器造成不可逆的损坏。

本水听器组件已在 19 ° C 至 25 ° C 的温度下校准。水听器的灵敏度与温度有关，预计温度每升高 1 度，灵敏度将增加 0.6%。

水质

本水听器组件设计为可完全浸入水中，并可轻松承受 2 米深水造成的静水压力。虽然水听器组件可长时间 (>48 小时) 浸入水中使用，但每次不使用时，应将水听器从水中取出并晾干。

本水听器对水质没有特定的操作要求。然而，诸如 [4] [5] 之类的水听器测量标准可能对水质有特定要求。

长时间浸泡在未去离子的水中（例如自来水）会导致水听器尖端积聚沉积物。碳酸钙沉积在“硬”水地区尤其成问题，会导致水听器灵敏度下降。

其他液体介质

虽然该水听器组件设计用于在水中操作，但它也可以在许多其他液体介质中使用。但需要注意的是，该水听器的校准是在水中进行的。其他材料会对水听器有源元件产生不同的声阻抗负载，这可能会影响水听器的灵敏度。由于某些液体具有化学腐蚀性，应避免使用。应避免使用的材料示例包括：

- 浓酸（例如硝酸、硫酸）；
- 浓碱（例如氢氧化钠）；
- 强有机溶剂[例如多种醛、多种酮、二甲基氯 (DMC)、二甲基甲酰胺 (DMF)]。

供货时，水听器组件暴露在周围液体中的唯一材料是金、不锈钢、聚四氟乙烯 (PTFE)、黄铜以及前置放大器电缆上的聚氯乙烯 (PVC) 包层。但是，如果水听器外部的金电极损坏，聚偏氟乙烯 (PVDF) 和刚性铸造树脂也可能会暴露出来。