

## 4.0毫米针式水听器（NH4000）



4.0 mm针式水听器是Precision AcousticsLtd生产的一系列针式水听器之一。它被设计成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4.0 mm针头水听器、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，并提供了一个4.0mm针式水听器系统的详细规范。

4.0 mm针式水听器是一种针对低于1 MHz信号优化设计的高灵敏度接收器。

## 产品说明

4.0 mm针式水听器是一种针对低于1 MHz信号优化设计的高灵敏度接收器。大的有效面积能够测量信号强度约为10Pa的信号。然而，更大的传感器面积会导致在较高频率下产生更定向的响应模式。

## 规格

型号	新4000	
传感器元件尺寸	直径	4.0 mm
	厚度:	28 $\mu$ m
水听器尺寸	见图1	
水听器重量	5.7 g	
转导方法	压电转换	
传感器材料	聚偏氟乙烯 (PVDF)	
平均灵敏度在0.1 MHz到10 MHz范围内	8.0V/MPa (以下附加数据)	
各传感器之间的灵敏度变化	$\pm$ 3 dB	
水听器频段	0.05 MHz至10 MHz	
测量不确定度	0.05 MHz至1 MHz: 9 % 1 MHz至8 MHz: 8% 9 MHz至20 MHz: 11 %	
水听器系统的输出阻抗	50 $\Omega$	
使用过程中的方向	针尖直接指向声源 (见图4)	

## 尺寸

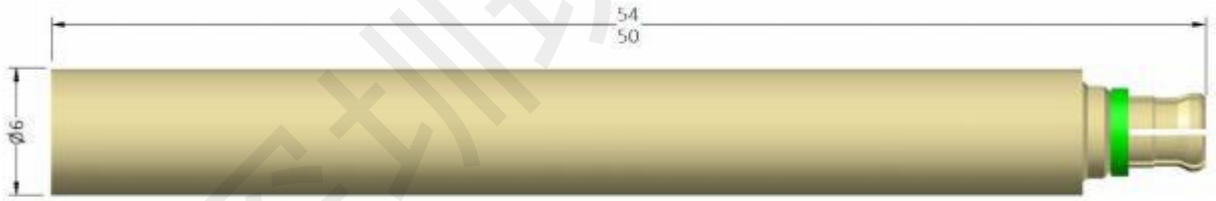


图1-4.0mm针式水听器 (NH4000) 尺寸图

## 灵敏度和频率响应

所有探头式水听器的频率响应都是频率的函数。这种反应的理论基础在[1]的其他地方也有了很好的理解和描述。图2和图3显示了在加载50  $\Omega$  时，与其适当的前置放大器一起使用时的典型的电缆端加载灵敏度。这些数据中显示的数据集都是由伦敦国家物理实验室（NPL）获得的。

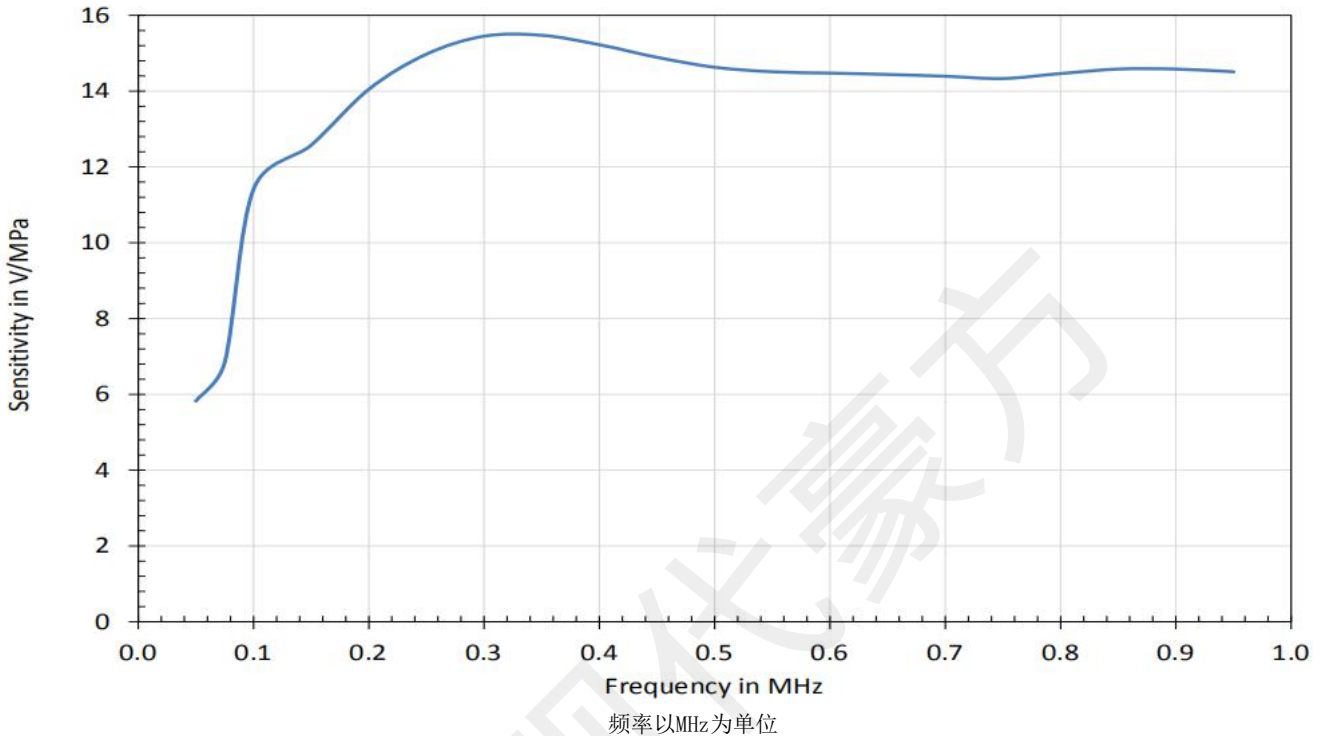
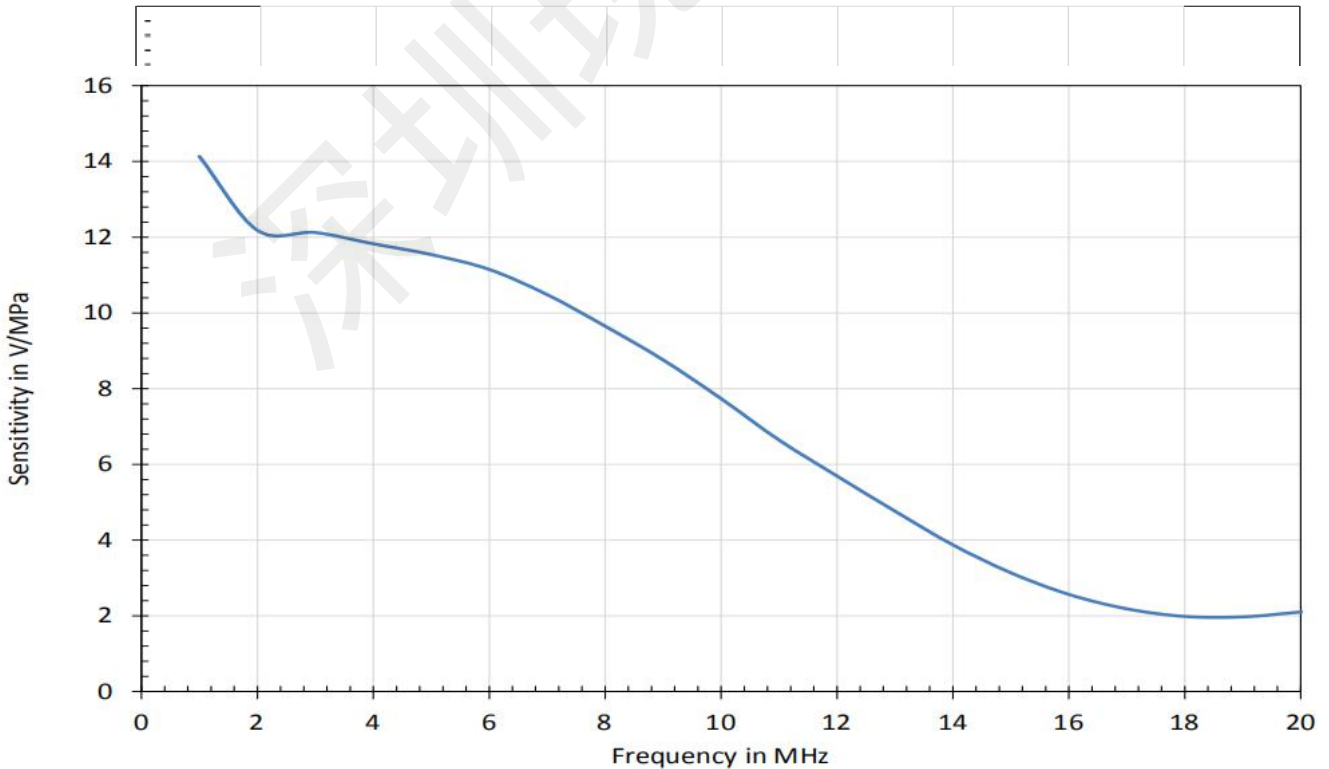


图2-在30 kHz至1.0 MHz范围内的4.0 mm针式水听器的典型频率响应



用于进行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。

频率响应测量的测量不确定度根据[2]中建立的方法确定的。其中一个主要的不确定度贡献是，由于校准中使用的参考水听器的校准，它本身可追溯到国家基准标准。

### 定向响应

水听器的方向响应的建立采用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，记录的波形的时间位移小于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。4.0 mm针式水听器在1 MHz、2 MHz、3 MHz、4 MHz、5 MHz和10 MHz下的方向响应如图5所示。

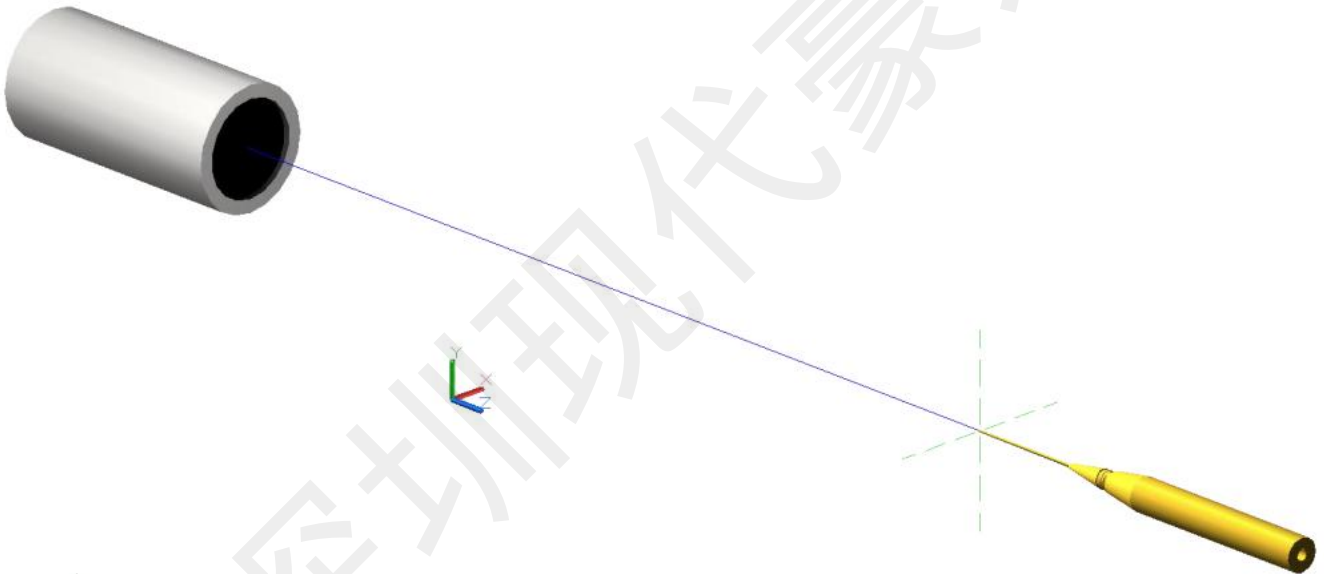


图4-使用过程中针式水听器的使用方向

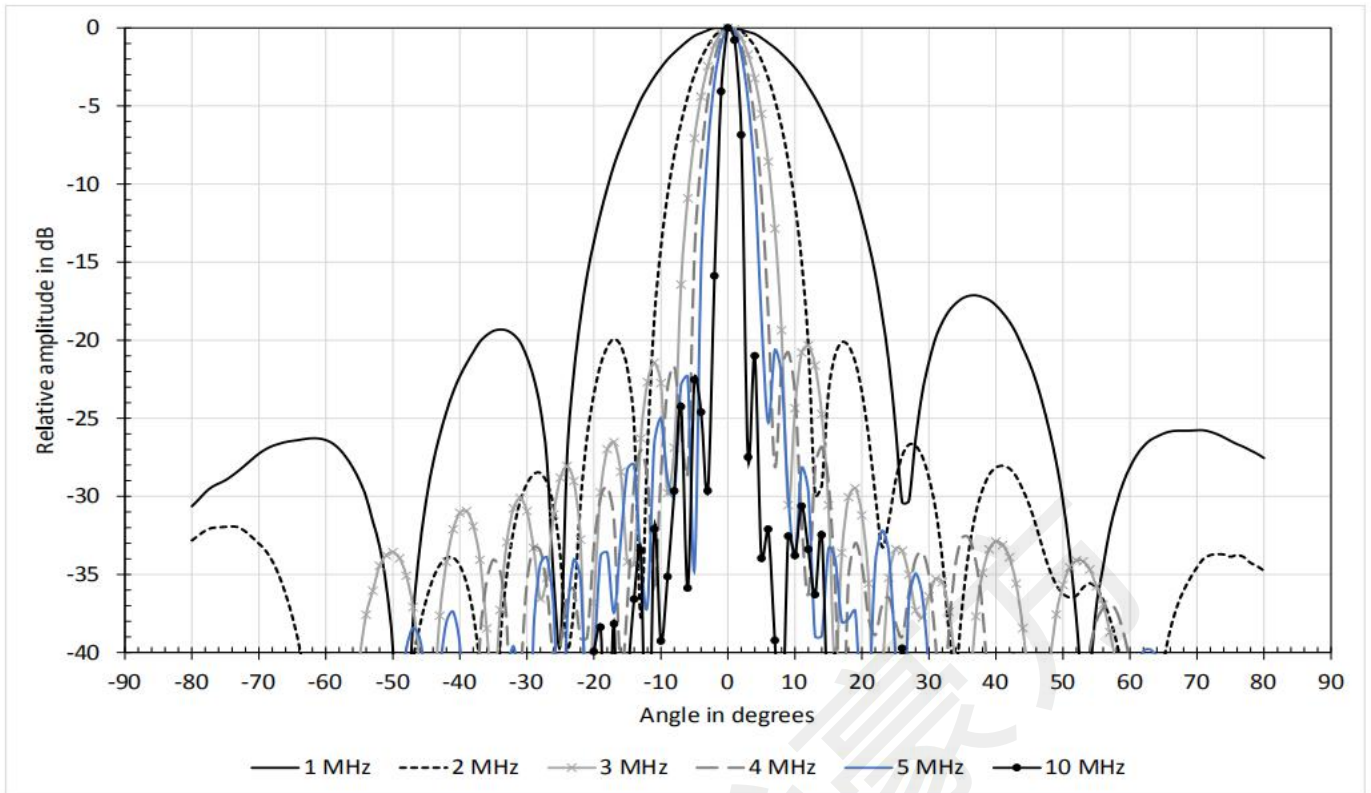


图5-4mm针式水听器的方向性响应. 0

### 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6所示。

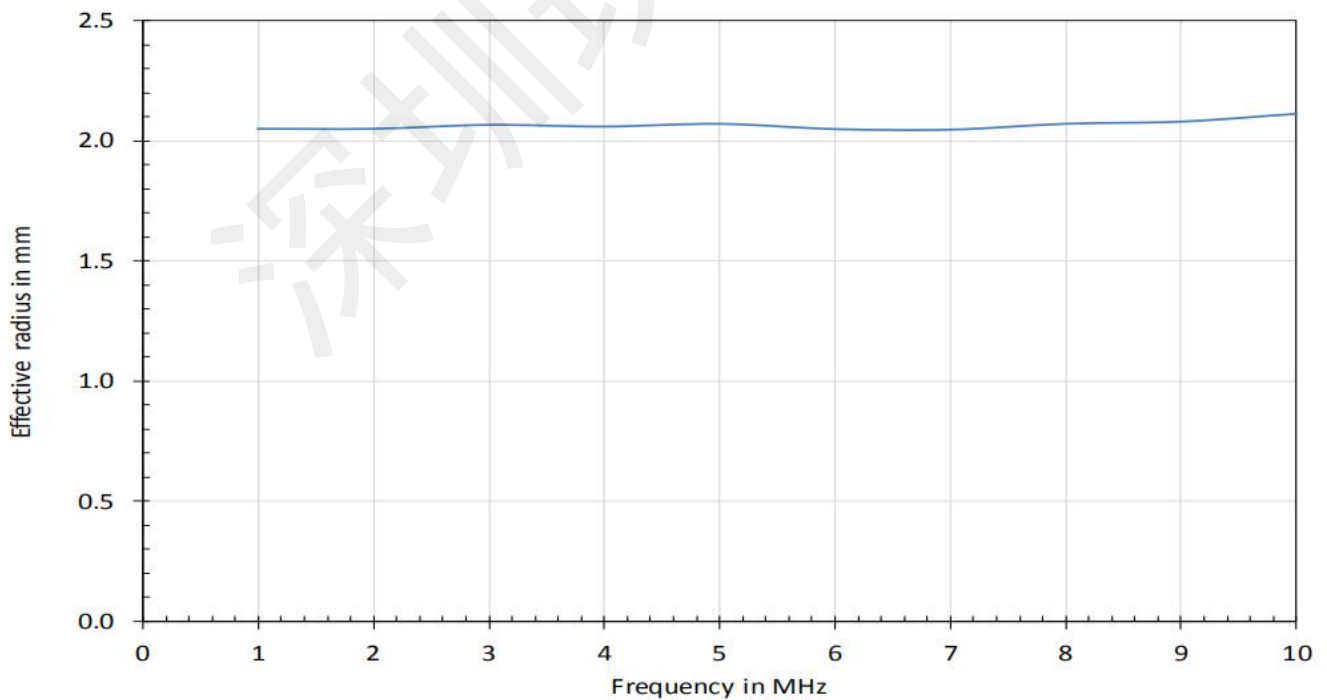


图6-4.0mm针式水听器的有效半径

频率以MHz为单位

## 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。在100 MHz的带宽上，预放大器的噪声水平约为60 $\mu$ V rms。如果假设水听器灵敏度为8.0 V/MPa，则所述的噪声水平将导致4.0 mm针式水听器的噪声等效压力

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

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将只能显示的振幅信号为

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

### 上动态极限

关于水听器发生机械损伤以上的压力阈值：该水听器已被设计用于高达1MPa的领域。虽然这种类型的水听器已经用于超过10 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4.0 mm针头对水听器的敏感性，这对应的压力为

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

如果遇到压力场超过这个值，请联系水听器供应商，以考虑在线衰减选项。

### 电输出特性

没有具有代表性的数据，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，并可在5° C至50° C的范围内存储。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。水听器的灵敏度将是温度的函数，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，易于承受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。

使用该水听器的水质没有具体的要求。然而，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(如自来水)会导致水听器尖端的沉积物堆积。碳酸钙沉积可能是“硬”水地区的一个特殊问题，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。但是，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。应避免使用的材料有：

- 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和刚性铸造树脂也可能暴露在外。



## REFERENCES

- [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。