

RESON 水听器常见问题（FAQ）

Teledyne Marine RESON Hydrophone FAQ

官方 FAQ v1 中文译本

中文翻译版

翻译整理：北京普思优创海洋技术有限公司（普思海洋 Wedynamic Marine）

2026 年

说明

本文档为 Teledyne RESON 官方英文资料的中文译稿，由普思海洋翻译整理，仅供技术参考；文中图表均摘自原厂资料，如有歧义以英文原文为准。产品规格如有变更，恕不另行通知。



一、为什么 RESON 用特殊配方 NBR 取代氯丁橡胶作为水听器封装材料？

RESON 水听器原用的氯丁硫化橡胶中含少量铅，它保证了复合材料及 RESON 水听器的声学性能、长寿命、恶劣环境适应性等特性。

RESON 预见到铅使用的法规限制，提前 10 年启动了对多种替代材料的全面测试，测试项目包括：透水率、淬透性、声学性能、电气性能、耐磨性、拉伸强度以及各种环境下的长期稳定性。

NBR (丁腈) 橡胶表现出与氯丁橡胶完全相当的性能，因此 RESON 1000 与 4000 系列换能器和水听器已全部切换为 NBR 封装，产品性能规格与外形尺寸均无任何变化。

此外，NBR 橡胶封装对碳氢化合物及港口常见污染物具有很好的耐化学性，也适合直接浸没于煤油、蓖麻油等流体中的应用。

需要注意的是，NBR 对紫外线和臭氧较敏感，应避免让水听器长时间暴露于阳光直射和户外风化环境。

二、为什么水听器的校准曲线只给出 5 kHz 以上的测量值？

受测试水池尺寸限制，RESON 的标准做法是不在水中校准 5 kHz 以下的频段——更低频率的水中测量需要在开阔海域进行，成本非常高昂。

作为替代，RESON 使用经校准的活塞发声器 (Pistonphone) 与耦合腔在空气中测量 250 Hz 接收灵敏度，并将该值与 5 kHz 的水池测量值进行比对。

多年实践表明，水听器灵敏度在 5 kHz 以下非常平坦，因此低频段逐点测量并无必要。

三、为什么 RESON 水听器外壳用海青铜而不是不锈钢？

海青铜 (铝青铜合金 AlCu10Ni5Fe4) 经长期验证比不锈钢更耐腐蚀。多年来海青铜表现出极佳的抗腐蚀能力。

为获得最佳防腐效果：切勿用其他金属直接夹持海青铜外壳，应使用电隔离安装支架以避免电偶腐蚀；金属部件与海青铜外壳之间至少保持数毫米间隙。

四、压力会带来多少灵敏度损失？

约 0.03 dB/Bar (1 bar $\approx$ 10 m 水深)。

五、TC4013、TC4033、TC4034 用作发射器时，最大驱动电压是多少？

■ 100 Vrms (最大值) @ 1% 占空比

■ 10 Vrms (最大值) @ 10% 占空比



■ 1 Vrms (最大值) @ 100% 占空比

输入电压每提高一个数量级 (10 倍), 输出声压级增加 20 dB:

$$\text{声压级增量} = 20\log(V)$$

其中 V 为输入电压; 所得 dB 值叠加到该频率点的发射灵敏度上。

举例: TC4013 在 40 kHz 发射 (查阅随附“发射灵敏度”曲线, 40 kHz 时 1 Vrms 对应 110 dB re 1 μ Pa/V @1m) :

■ 1 Vrms $\rightarrow$ 110 dB re 1 μ Pa/V @1m

■ 10 Vrms $\rightarrow$ 130 dB

■ 100 Vrms $\rightarrow$ 150 dB

六、TC4035 或 TC4038 最大可测多高的声压级?

■ TC4035: 前置放大器饱和前可测 +227 dB re 1 μ Pa (0.2 MPa)

■ TC4038: 可安全测量 +235 dB re 1 μ Pa (0.6 MPa)

七、CCA1000 的输入增益与输出增益有何区别?

输入增益是电容式增益 (或衰减) —— 通过调节输入电容与水听器及电缆电容的比例实现; 输出增益则是标准电压前置放大器 (电阻式) 的电压增益。两者相乘即为信号通过 CCA1000 的总增益。

八、dB 灵敏度是什么意思?

分贝 (dB) 是比较参考单位: dB re 1V/ μ Pa 表示 1 μ Pa 声压产生 1 V 输出 (1 m 距离) 时为 0 dB。数值越不负, 水听器越灵敏: TC4032 的 -170 dB re 1V/ μ Pa 比 TC4013 的 -211 dB 更灵敏。

以 TC4013 为例: +211 dB 的声压级 (SPL) 将产生 1 Vrms 输出。SPL 每增减 6 dB, 输出电压相应翻倍或减半:

声压级 SPL	TC4013 输出电压
+193 dB	0.125 Vrms
+199 dB	0.25 Vrms
+205 dB	0.5 Vrms
+211 dB	1 Vrms
+217 dB	2 Vrms
+226 dB	4 Vrms



声压级 SPL	TC4013 输出电压
+232 dB	8 Vrms

$$SPL = 20\log(V_{rms}) - OCV$$

九、两只 TC4013 一收一发的使用实例？

TC4013

可用作发射器：低功率时任何信号/函数发生器即可驱动；需要更大功率时可加功率放大器。

单程传输损失公式：

$$RL = SL - 20\log R - \alpha R$$

- RL = 水听器处的接收级
- SL = 发射器的声源级
- R = 距离 (m)
- α = 吸收系数 (与温度、频率、盐度有关)

举例：两只 TC4013，一只发射、一只接收。发射 30 kHz、100 Vrms → 声源级 150 dB；距离 100 m； $\alpha = 0.005$ ：

$$RL = 150 - 20\log(100) - 0.005 \times 100 = 109.5 \text{ dB}$$

RL 即为接收点声压级。接收灵敏度 -211 dB re 1V/ μ Pa，由 $20\log(V_{rms}) - OCV = SPL$ ：

$$20\log(V_{rms}) - (-211) = 109.5 \rightarrow V_{rms} = 8.4 \times 10^{-6} \text{ V} = 8.4 \mu\text{V}$$

若配用 VP1000 前置放大器 (10 dB 增益，即灵敏度按 -201 dB 计)：

$$20\log(V_{rms}) - (-201) = 109.5 \rightarrow V_{rms} = 2.66 \times 10^{-5} \text{ V} = 26.6 \mu\text{V}$$

dB 换算帕斯卡公式： $20\log(\mu\text{Pa}) = \text{dB}$ 。

十、202 dB 等于多少帕 (Pa) ？

$$\mu\text{Pa} = 10^{(\text{dB}/20)} = 10^{(202/20)} = 10^{10.1} \approx 1.2589 \times 10^{10} \mu\text{Pa} \approx 12,589 \text{ Pa}$$

十一、如何根据示波器读数反推水听器端部的声压级 (SPL) 或能量级？

公式 1: $SPL = 20\log(V_{rms}) - OCV$ (水听器端部的声压级即接收级 RL，二者等同)

- RL = 水听器接收级 (待求未知量)
- OCV = 水听器灵敏度 (TC4013 为 -211 dB re 1V/ μ Pa)



公式 2: $V_{rms} = V_{pp} / (2\sqrt{2})$ 或 $V_p / \sqrt{2}$ —— 示波器读数通常是峰峰值 V_{pp} ；信号分析仪可能直接给出 dBV_{rms} 。

公式 3: $dBV = 20\log(V_{rms})$

举例：示波器测得 TC4013（灵敏度 -211 dB）输出 1 V_{pp}：

$$V_{rms} = 1 / (2\sqrt{2}) = 0.353 V_{rms}$$

$$SPL = 20\log(0.353) - (-211) \approx 202 \text{ dB}$$

即水听器处的能量级为 202 dB re 1 μ Pa。

十二、水听器能在完全真空中工作吗？

可以。多款 RESON 型号曾在水洞（water tunnel）的真空环境下使用。

