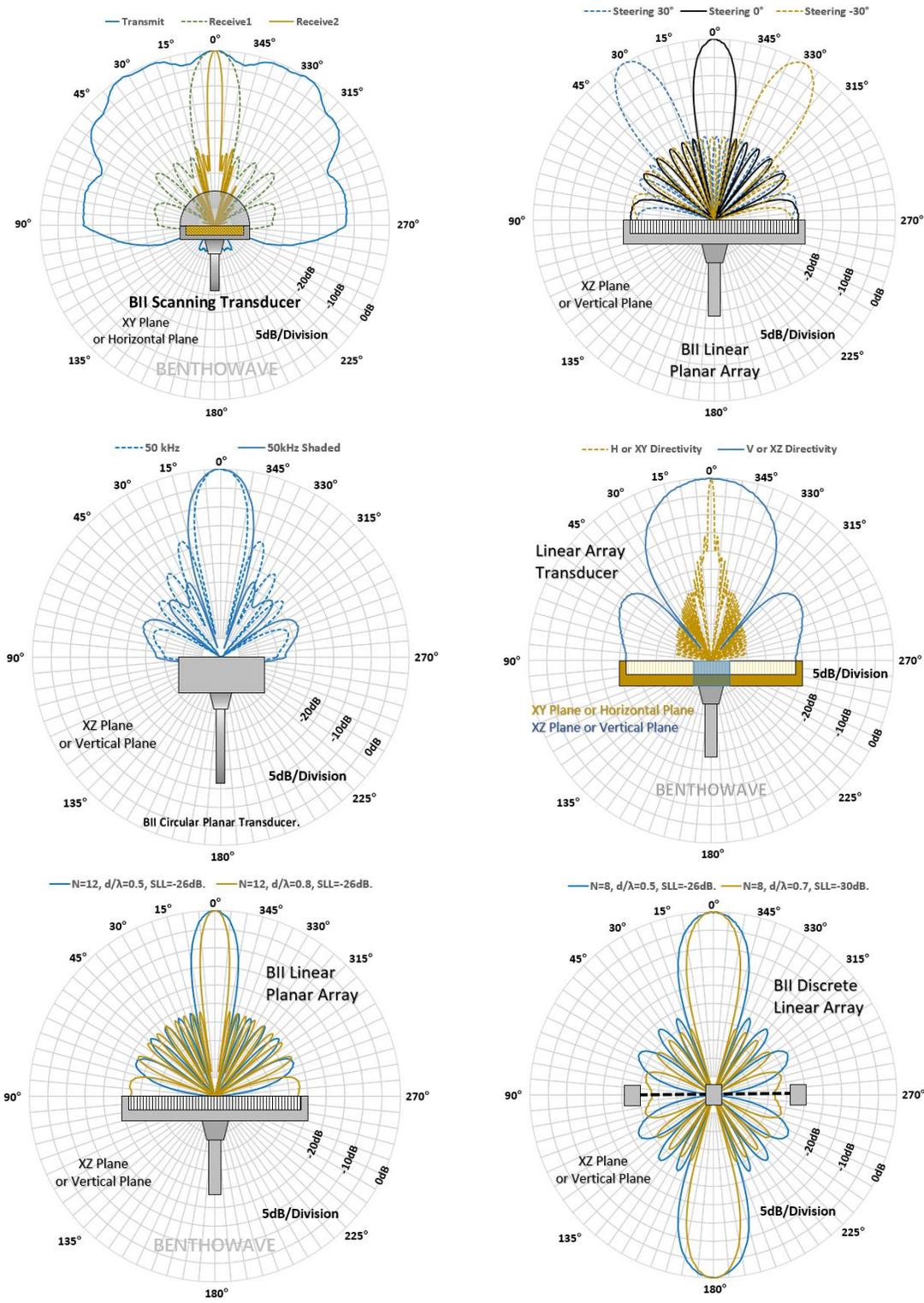


# BENTHOWAVE

## 声学换能器和测量手册

声纳 SONAR, 无损检测 NDT, 声发射 AE, 高强度聚焦超声 HIFU 测量技术和技巧指南



**声学换能器和测量**

BII 生产声学 and 电子元器件, 用于水声学 (海洋学和水文学), 声能和超声波工程, 电声学, 通信, 生物声学, 勘探地震学和地震波, 物理声学, 声学成像, 材料研究, 测量, 控制 and 处理。

**BII 电声元件简介**

第 3 页

**声学换能器**

[多个声学换能器组合成新功能的换能器](#)

[主动声纳, 超声波, 高强度聚焦超声和通信的典型信号](#)

[声纳\(水声和超声\), 大功率超声波和高强度聚焦超声系统](#)

[接收声波, 水声聆听, 录音和通信](#)

[水声扫描: 定位、跟踪、导航和成像](#)

[线性阵列水听器 and 换能器](#)

[调谐换能器作为接收器](#)

[水声信标: 声波发射器, 转发器和应答器](#)

[声学测量: 物理声学, 无损检测和声发射的脉冲和接收](#)

[声学成像: 显微镜, 全息术和断层扫描](#)

[超声波空气换能器](#)

[信号处理元件\(前置放大器, 滤波器, 自动增益放大器, 发射/接收开关模块, 功率放大器, 阻抗匹配\)](#)

[压电材料和形状](#)

[磁性材料和磁芯](#)

**性能和设计**

第 31 页

[低功耗声学测量, 低噪声声学测量, 可编程灵敏度和自动灵敏度水听器](#)

[电声转换效率](#)

[指向性图案](#)

[阵列设计](#)

[如何驱动换能器](#)

[如何选择组件用于长电缆现场部署](#)

[如何确定脉冲功率\(峰值功率\), 脉冲宽度, 占空比和关闭时间](#)

[声波换能器的声学公式](#)

**测试和校准**

第 42 页

[水声电声测量](#)

[铁电和压电材料测量](#)

[电子性能测试](#)

**产品订购信息**

第 46 页

[如何订购水听器, 声发射传感器, 超声波接收器和波高传感器](#)

[如何订购水声换能器\(声波产生器\), 高强度聚焦超声换能器和超声波功率换能器](#)

[电缆和连接器信息和电声参数, 电缆和连接器选项的缩写列表](#)

[使用温度范围和温度传感器](#)

[工作静压范围](#)

[换能器\(声波产生器和水听器\)日常维护, 避免电气损坏的日常操作要点](#)

[BII 设备的直流电源](#)

[前置放大器和连接器适配器](#)

[功率放大器, 阻抗匹配, 发射/接收开关模块: 声纳和超声波和连接器适配器](#)

**接线信息**

第 58 页

[BII 水听器\(声波接收器\)的接线](#)

[BII 换能器\(声波产生器\)的接线](#)

[维修和保养](#)

**安装**

第 64 页

[螺栓紧固安装座\(BFM 和 BFM-FH\)](#)

[螺栓紧固前端安装\(BFFM\)](#)

[端面安装\(EFM\)\(O 形圈密封\)](#)

[法兰安装\(FGM\)\(船用密封胶或垫圈\)](#)

[嵌入式安装\(FSM\)\(船用密封剂或垫圈\)](#)

[自由悬挂\(FH\)](#)

[带水下连接器\(FHUWC\)和附件的自由悬挂](#)

[通孔安装\(公制螺纹\)\(单 O 形圈密封\)](#)

[通孔安装\(英制螺纹\)\(单 O 形圈密封\), 通孔安装\(英制螺纹\)\(双 O 形圈密封\)](#)

[通孔安装\(O 形圈密封\)+ 自由悬挂\(THFH\), 适用于系泊, 浮标, 漂流器和海洋观测站](#)

[螺纹安装, 单 O 形圈密封\(TMSO\)](#)

[NPT 螺纹安装\(NPT\)](#)

[水下连接器组件](#)

[出口, 进口, HS 编码, 出口合规性, 最终用途声明, 运输和交付](#)

第 81 页

[订购, 运输, 海关, 交货, 和定制产品](#)

**重要通知和免责声明**

[BII 的职业发展](#)

[制造商授权](#)

## BII 电声元器件简介

### BII 电声元器件的特点:

#### BII 传感器的可用孔径

| 矩形, 线条。                                  | 正方形。                                    | 球体, 半球。                             | 圆形平面, 圆柱体, 圆柱形扇形, 球形扇形 (凹面, 凸面)。 |
|--|---|-------------------------------------|----------------------------------|
| 长度 ≤ 1.8 米<br>宽度 ≤ 0.15 米<br>高度 ≤ 0.11 米 | 长度 ≤ 0.6 米<br>宽度 ≤ 0.6 米<br>高度 ≤ 0.4 毫米 | 直径 ≤ 105 毫米<br>谐振 $f_s \geq 12$ kHz | 直径 ≤ 168 毫米<br>高度 ≤ 400 毫米       |

- 宽带:** [宽带换能器](#),  $Q_m = 1.56$ , 效率  $\eta = 0.24$ 。-3dB 带宽 =  $f_s/Q_m$ 。
- 大功率声波产生器:** 大于 5000 W 的脉冲功率。
- 高强度聚焦超声:** [高强度聚焦超声](#), 焦点区大于 5000 W/cm<sup>2</sup>。
- 微型孔径:** [Ø1.0 mm 的声学孔径](#)。
- 指向性图案:** 全向, 环形, 半球形, 圆锥形, 圆柱扇形 (扇形), 球形扇形, 聚焦。
- 声学孔径:** 球形, 半球形, 矩形, 圆形, 环形, 圆柱形, 线性, 圆柱形 (弯曲) 段, 球形段。
- 低噪声检测:** [低噪声水听器](#), 其自身噪声水平远低于海况零级。
- 动态范围:** [信号 \(声音\) 检测的动态范围](#) 大于 100 dB。
- 低功耗信号调节:** [+2.7 至 +24 VDC 电源, 0.2 至 1.1 mA 静态电流](#)。定制: 40  $\mu$ A 静态电流, +5.2 至 +15 VDC 电源。
- 低频检测:** 检测低至 [0.1 Hz 的次声波](#)。
- 频率范围:** 0.1 Hz 至 10 MHz, 在三次谐波下最高可达 30 MHz。
- 校准:** 自由场互易法和自由场比较法, 20 Hz 至 10 MHz, 发送电压响应 TVR, 自由场电压灵敏度 FFVS, 和指向性图案。
- 海洋深度:** 300 至 3000 米。
- 使用温度:** 默认为 -10 °C 至 +60 °C 或 14 °F 至 140 °F。可根据要求定制, 温度范围为 -15 至 200 °C, 或 5 至 392 °F。

### 典型应用:

**海洋 (江河湖泊) 声学:** 声纳, 通信, 控制, 标记, 导航, 渔业, 海洋学, 地震学, 海底测绘, 海底剖面分析, 海洋动物声学和保护, 人工声源, 水声成像 (显微镜如水下结构的表面检查; 全息术如潜水器噪声和振动调查; 海洋声学断层扫描如海洋, 湖泊, 河流和河口的遥感; 以及热声断层扫描生物学应用)。

**声学测试和分析 (无损检测, 声发射, 物理声学, 诊断超声和声学成像):** 探伤, 测厚, 过程控制, A 扫描, B 扫描 (B 型成像, 2D 成像), C 扫描 (3D 成像) 的超声波系统, 材料研究, 超声波谱, 剪切波阻抗法, 结构检查, 制造过程的控制和监测, 结构健康监测, 声学显微镜, 全息术和断层扫描。

**超声波处理 (高强度聚焦超声):** 超声波能量, 声化学中的声波辐射, 材料加工和声致发光, 空化, 声流, 声波相互作用, 色散, 乳化, 凝固, 抗藻和抗菌, 流体动力学, 非线性声学的物理, 化学, 生物, 热和高应力效应。

**空气声学:** 空气耦合超声波测试和分析; 材料研究, 热声学, 被测量影响反射, 折射, 散射和透射; 机器人, 接近检测, 声音测距, 计数, 监控, 远程控制, 报警, 运动检测, 液位测量, 速度测量, 自动尺寸调整, 零件分类和定位, 边缘检测, 卷材导向系统, 表面/轮廓表征和快速扫描以进行质量控制。

### 声学技术:

**振动补偿:** 当悬挂在船或浮标上, 或用于拖曳阵列时, 水听器会经历较大的运动, 表面波, 水流, 流体动力流, 湍流, 电缆运动等引起水听器振动。特殊的水听器设计和结构可以抵消轴向平移加速度, 其他方向的加速度灵敏度也较低 (部分抵消), 从而可以减少感应振动引起的杂散虚假信号。

**补偿后的加速度灵敏度:** 1. 水听器轴向  $\leq 40$  至 100 dB。2. 在水听器的其他方向上  $\leq 80$  至 110 dB。

**高分辨率声学系统:** BII 的宽带换能器提供高轴向分辨率。BII 的聚焦传感器提供高横向分辨率。

**波束成形:** 旁瓣抑制 (幅度加权) 和波束方向控制 (相移或时间延迟)。BII 制造低 (弱) 旁瓣的声学换能器: -21dB (线性换能器), -28dB (圆平面换能器), -20dB 至无旁瓣 (多元件的线性阵列换能器)。

**阵列聚焦:** 通过对元件进行相移或延时以补偿球面波的相位差, 在近场中形成声学焦点区以接收声波或传输声能。

**宽波束:** 在水下对感兴趣的较大区域 (高达 120°) 发射大功率声波和/或聆听大面积区域, 这在发射信号, 通信, 定位等领域很有价值。

**干涉声纳 (相位测量, 干涉测量):** 接收信号的相位差由与线性发射阵列平行的多个线性接收阵列检测。使用适当的技术消除模糊后, 可以准确确定散射体的到达方向 (DOA) 和位置。

**到达方向 (DOA) 的测角和高分辨率方法:** 传感器阵列输出的幅度和相位用于估计声源的空间位置和声源数量。

**参数换能器:** 当两个不同主频  $fp_1$  和  $fp_2$  ( $fp_1 > fp_2$ ) 的水声波在同一方向传播时, 它们相互作用产生次频  $f_{sec}$  的低频声波 ( $f_{sec} = fp_1 - fp_2$ )。次频的指向性接近于主频信号的方向性。这种差频 (低频) 声音对于沉积物剖面测量, 海床河床的深度探测和通信中的非常有用。主频信号声功率越高, 次频  $f_{sec}$  越大, 下移比  $(fp_1 + fp_2)/(2f_{sec})$  越低,  $(\alpha p * R_r)$  越低 ( $\alpha p$ : 平均一次声衰减系数;  $R_r$ : 瑞利距离), 参数阵列增益或效率 (通常  $\leq 1\%$ ) 就会更高。

**分束孔径的相关性:** 目标方位角度估计。象限阵列 (孔径) 的声束是单独形成的。来自方向 (方位角:  $\Psi, \Phi$ ) 的信号将导致阵列的单频方向性指向性图案函数的相位产生变化。使用信号处理技术, 可以定量计算的空间角 ( $\Psi, \Phi$ ) 指示目标方向。

**多普勒效应:** 多普勒频移宽带换能器检测, 以测量船舶速度, 监测洋流和跟踪目标。

**Mills Cross 和 多个声束:** 两个线阵列彼此垂直, 两输出相乘或相互关联用于扫描定位。

**侧扫:** 扇形声束覆盖宽阔的跨轨道带, 并在沿航迹数十米或数百米范围内提供高空间分辨率。通过处理掠过入射角获取信号而生成海底河床的声学图像。

**合成孔径声纳 (SRS) 和合成孔径超声 (SAU):** 在对记录的信号进行后处理时, 由单个换能器创建长人工阵列孔径, 以实现更高的空间分辨率。

**合成孔径顺序成像:** 通过相干地复合阵列换能器创建的低分辨率图像来形成高分辨率图像。

**3D 成像:** 机械扫描 3D 换能器或 2D 矩阵阵列换能器。

**声学成像:** 显微镜, 全息术和断层扫描。

**热声学:** 声 (机械) 能和热能之间的转换, 热能可能由电或微波 (例如热声断层扫描) 感应。



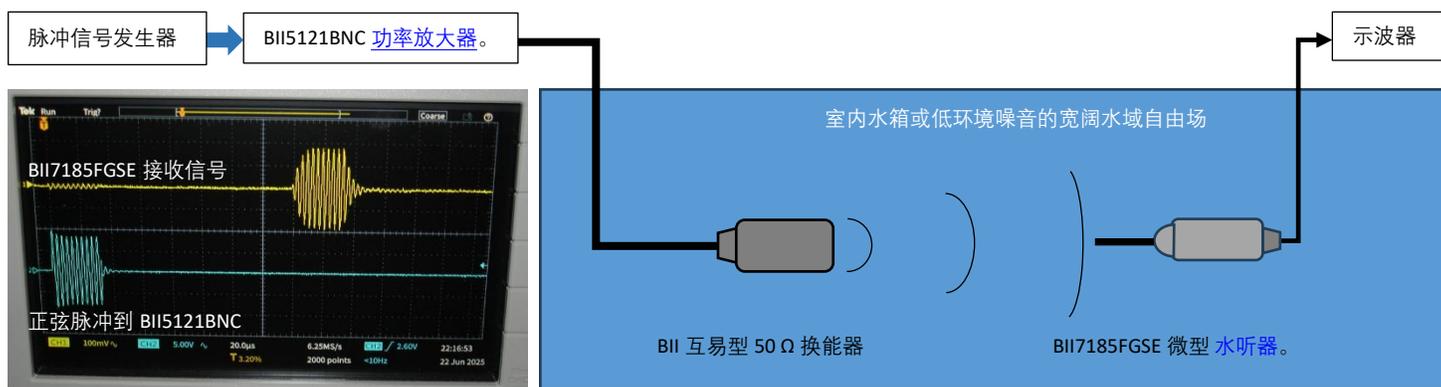
**Ψ 声学传感器 (0.1 Hz 至 10 MHz): 水声和空中声纳, 无损检测, 声发射和高强度聚焦超声 Ψ**

**典型应用**

脉冲回波仪 (导航/避物, 深度/距离测深仪, 波高传感器), 目标强度测量, 海底测绘, 海底剖面仪, 侧扫声纳, 渔业声纳, 应答器, 人工声目标, 定位, 信标, 通信和遥测, 地震学, 海洋学, 洋流剖面, 声速计 (多普勒声纳), 声速剖面仪, 海洋生物声学, 海洋动物, 声学威慑装置, 流量计, 无损检测 (无损检测), 声发射检测, 诊断超声, 超声波测试和分析, 高强度聚焦超声, 材料研究。

|  |  |           |  |
|--|--|-----------|--|
| <b>水听器 and 声学传感器: 低噪声, 低功耗, 微型, 全向和高定向, 波束成形, 深水, 高温。</b>                  |  |           |  |
| » BII7000  | 全向球形水听器  | » BII7010 | 低噪声宽带水听器: 0.1Hz 至 500kHz                 |
| » BII7020  | 线阵列水听器: 1Hz 至 160kHz                                     | » BII7040 | 半球形水听器                                   |
| » BII7550  | 分束式换能器: 目标方位角估计  | » BII7060 | 矢量水听器阵列: 方位角测量                           |
| » BII7070  | 定向水听器 (锥形指向性)  | » BII7110 | 嵌入式水听器                                   |
| » BII7120  | 超低噪音水听器: 低于海况零级噪音  | » BII7140 | 阵列/信标的声学元件                               |
| » BII7180  | 微型水听器: $\Phi 1.0$ 至 $\Phi 3.5$ mm 孔径                     | » BII7230 | 声发射传感器: 检测声发射                            |
| » BII7630  | 相控阵列换能器: 波束成形和成像   | » BII7680 | 宽声束定向传感器: $120^\circ \times 30^\circ$ 视角 |
| <b>水用换能器 (发射和接收): 宽带, 高功率, 全向和高定向, 波束成形, 高温。</b>                           |  |           |  |
| » BII7500  | 大功率活塞型换能器  | » BII7510 | 通信和微型换能器                                 |
| » BII7520  | 全向球面换能器  | » BII7530 | 低频换能器                                    |
| » BII7540  | 参数阵列换能器: 沉积物分析   | » BII7550 | 分束式换能器: 目标角度估计                           |
| » BII7560  | 脉冲回波换能器, 最高可达 2MHz                                       | » BII7570 | 侧扫换能器: 干涉和参数测量                           |
| » BII7580  | 超声波功率换能器: 高 Q  | » BII7590 | 自由浸水环形换能器: 宽带, 深水                        |
| » BII7600  | 通信换能器: 锥形声束  | » BII7610 | 多普勒换能器: 速度测量                             |
| » BII7620  | 定向低频换能器  | » BII7630 | 相控阵列换能器: 波束成形和成像                         |
| » BII7640  | 扫描换能器和全向收发器  | » BII7650 | 高强度聚焦超声换能器                               |
| » BII7660  | 多声束换能器: 成像声纳   | » BII7670 | 管道中的水声环形换能器                              |
| » BII7680  | 宽声束定向换能器: $120^\circ \times 30^\circ$ 视角                 | » BII7690 | 无损检测和成像换能器: 高分辨率                         |
| » BII7700  | 半球形换能器   | » BII7710 | 扫描声纳换能器: $360^\circ$ 搜索                  |
| » BII7720  | 嵌入式换能器   | » BII7730 | 宽带单元或双元件换能器                              |
| » BII7740  | 环形阵列换能器: 旁瓣抑制和聚焦   | » BII7760 | 球面扇形方向换能器: 高达 $60^\circ$                 |
|  |  | » BII7770 | 机械扫描声纳换能器                                |
| <b>空气换能器 (发射和接收): 空气耦合无损检测, 材料研究, 导航, 测距, 测量和控制。</b>                       |  |           |  |
| » BII7900  | 超声波空气换能器: 最高 $140^\circ\text{C}$ ( $284^\circ\text{F}$ ) | » BII7910 | 空气阵列换能器: 电子声束聚焦                          |
| <b>高温水听器和换能器: 使用温度高达 <math>200^\circ\text{C}/392^\circ\text{F}</math>。</b> |  |           |  |
| » BIIHTTX  | 高温水听器和换能器 (最高 $200^\circ\text{C}/392^\circ\text{F}$ )    |           |  |
| <b>声学仪器: 前置放大器, 滤波器, 功率放大器, 阻抗匹配, 发射和接收系统, 脉冲回波系统, ...</b>                 |  |           |  |
| » BII1000  | 前置放大器: 水听器和无损检测。   | » BII4000 | 信号发生器: 用于声纳, 无损检测。                       |
| » BII2000  | AGC (自动增益控制) 放大器。  | » BII5000 | 功率放大器: 声纳, 高强度聚焦超声, 无损检测。                |
| » BII2100  | 发射和接收系统: 声纳和无损检测。  | » BII6000 | 功率放大器和换能器间的阻抗匹配。                         |
|  |  | » BII8010 | 超声波脉冲发生器和接收器。                            |

**室内水箱水声系统的系统性能。**



### 选择声学换能器的基础知识。

1. **频率范围**: 滤波器, -3dB 带宽/Qm, fs; 2. **噪声**: 环境噪声, 水听器自噪声, 滤波器, 加速响应; 3. **指向性图案**: 单换能器, 偶极换能器, 线性/平面/共形阵列, 串联或并联元件; 4. **声级/动态范围/空化/聚焦**: 灵敏度/FFVS, 前置放大器, TVR, 高强度聚焦超声, 正弦波和脉冲功率; 5. **输出/连接器**: 差分, 单端, 同轴电缆, XLR, TRS, DIN, 引线, 水下连接器, MIL-5015 等; 6. **电缆**: 线束, 同轴电缆, PUR/PVC/橡胶护套, 双绞线, 屏蔽, 非屏蔽; 7. **直流功率和消耗**: 工作/服务时间; 8. **环境因素**: 静水压力/部署深度, 使用温度, 电缆, 安装, 连接器; 9. **阻抗匹配**: 100Ω/50Ω/8Ω/5Ω; 10. **发射和接收**: 发射/接收开关, 独立的大功率声波产生器和低噪声接收器, 脉冲回波/回声探测/无损检测; 11. **研究或测试对象的性质**: 液体, 海洋/湖泊/河水, 空气/气体, 固体/塑料/金属/陶瓷/复合材料等; 12. **信号调节/阵列处理**: 前置放大器, 功率放大器, 滤波器, 发射/接收开关, 波束成形/波束扫描/旁瓣抑制等。

### 海洋中 1 Hz 至 1 kHz 的低频声音。

1Hz 至 1kHz 之间的低频声音在海洋和湖泊中几乎没有衰减: 1Hz 的衰减为  $1.2 \times 10^{-7}$ , 10Hz 为 0.0002, 100Hz 为 0.0015, 1kHz 时为 0.07, 单位为 dB/km。主要的传播损失是海底沉积物等边界处的扩散损失, 吸收和散射。声音被困在深声通道或 SOFAR 通道中, 避免来自顶部和底部边界的损失, 可以以非常低的损耗传播非常大和远的区域。这些低频声音包含声源和传播区域的宝贵信息, 例如天气 (风, 雨, 地表波, 冰, 风暴等), 地质过程 (地震, 海啸, 构造板块和地壳的移动, ...), 海洋动物 (鲸鱼, 海豚, 鱼类, 无脊椎动物等), 人为活动 (声纳, 航运, 港口, 石油和风能开采, 气枪等)。

除了部署在 1000 米深度的声波检测或监测外, 浅水区 (特定深度) 的分布式水听器网络也可用于检测和监测从 SOFAR 声道向上折射的声音。

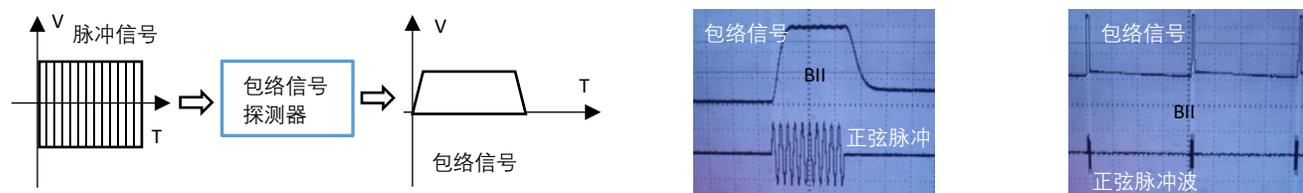
### 声学信号处理

**声纳包络信号探测器** 根据奈奎斯特-香农采样定理: 如果原始信号中的最高频率为  $f$ , 则完美信号重建的采样频率下限为  $2f$ , 称为奈奎斯特采样率。为了获得更好的分辨率, 例如水声图像, 在数百 kHz 至几 MHz 中使用高载波频率。这给 A/D 转换器和数据存储等电子处理电路带来了成本。包络信号探测器去除高频载波信号并提取低频包络信号。低成本电子系统可用于对低频包络信号进行采样和分析。

### 典型应用

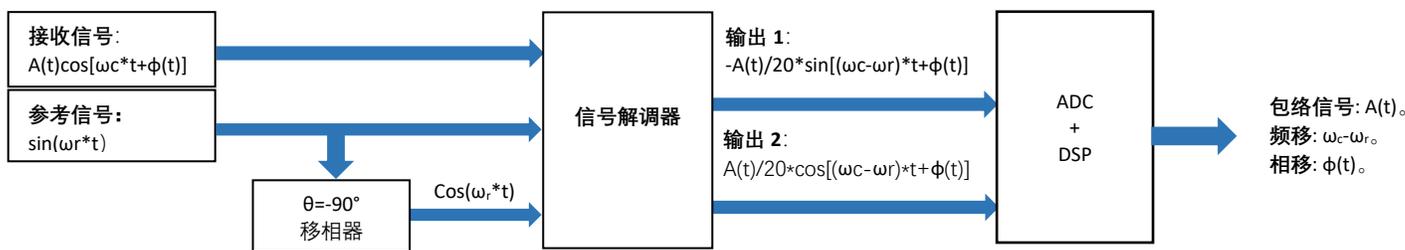
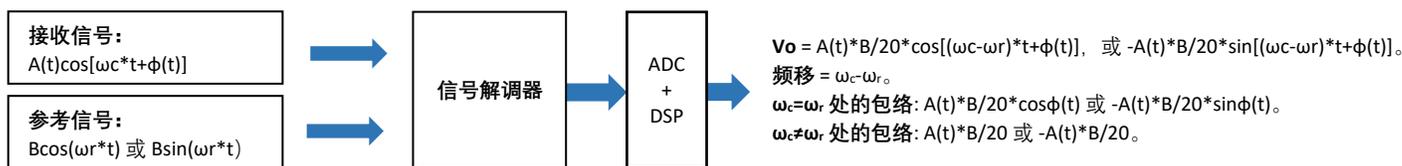
高频扫描, 侧面扫描和成像声纳, 脉冲回波仪, 导航声纳, 海底测绘声纳, 渔业/浮游生物声纳, 沉积物渗透/参数声纳, 目标强度测量, 丰裕度估计。

### 包络信号检测



**信号解调器** 已知的窄带信号的有用信息不包含在载波频率中, 而是包含在其调制中。信号解调器在时域中解调其载波频率  $f_c$  周围的已知窄带信号, 如脉冲 SINE, FSK 和 CHIRP, 仅保留信号中有意义的低频内容, 从而降低 A/D 转换器的采样率, 减少采样数字数据量。解调信号包含同相和正交分量, 可真实地描述接收信号。包络, 频移和相移可以通过软件中的信号处理提取, 用于估计目标范围, 方位, 速度和尺寸。此外, 信号解调器还可用于将超声波转换为可听声音, 以便实时收听和搜索海洋动物, 声纳源, 声学标签, 声波发射器等。

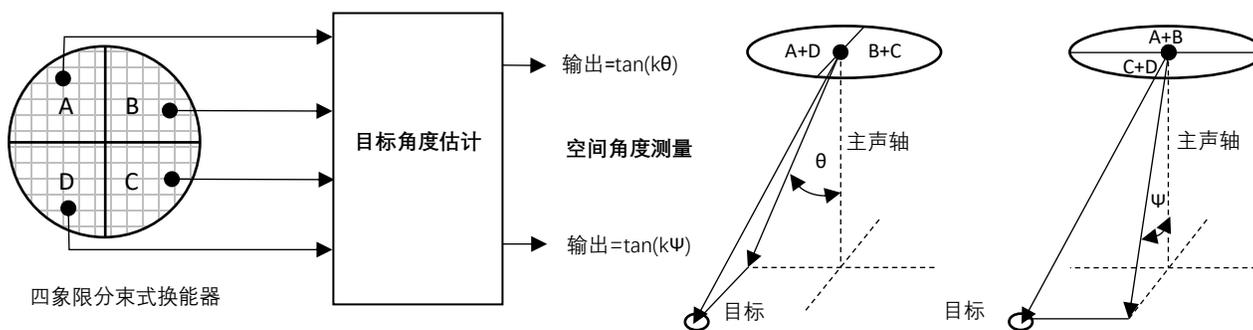
**典型应用**: 通信, 回声探测; 相关接收机, 多普勒声纳, 测速; 目标角度测量, 分束式声纳。



t: 时间;  $\omega_c$ : 接收信号的频率;  $\omega_r$ : 参考信号的频率;  $A(t)$ : 接收信号的幅度;  $b$ : 参考信号的幅度;  $\phi(t)$ : 接收信号和参考信号之间的相移。

**目标角度估计** 是一种四象限分束相关器, 它与四象限波束换能器配合使用, 以估计平面波声音的到达方向 (或测量声音的空间角度) 并确定目标相对于换能器主声轴的角度位置。

**典型应用:** 目标跟踪和搜索, 自导鱼雷; 导航, 定位, 避障; 渔业声纳; 海底坡度测绘。



**K:** 角度灵敏度 = 相移/空间角度, 换能器的参数。  $\theta$  和  $\psi$ : 声源相对于换能器 MRA 的空间角度。 **MRA:** 换能器的最大响应轴或 **声学轴**。

### 阵列波束形成器

**阵列波束成形: 窄带信号的波束控制和阵列幅值控制/加权 (旁瓣抑制)**

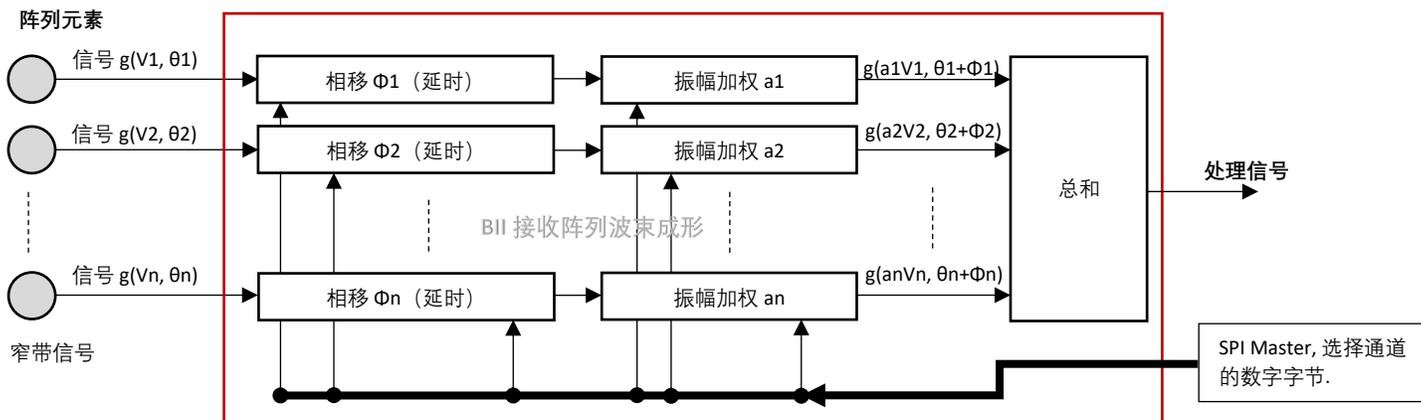
可以在阵列信号路径上施加适当的相移(时延), 以将主瓣引导到所需的方向。换能器响应通过幅值调整/加权进行控制, 为特定应用提供最理想的方向模式: 主瓣具有理想声束宽度和响应, 旁瓣的响应被抑制, 反之亦然。阵列元件可以是一个换能器中的离散元件, 也可以是离散的水听器 and 声波产生器。用于接收和发射窄带声波的多通道阵列波束形成器可由数字信号处理实现:

1. 视场  $\pm 90^\circ$  (与频率相关)。
2. 加权定律: Triangular, Dolph-Chebyshev, Cos,  $\text{Cos}^2$ , Hamming。
3. 线性, 平面和曲面形(球形和圆柱形)阵列。

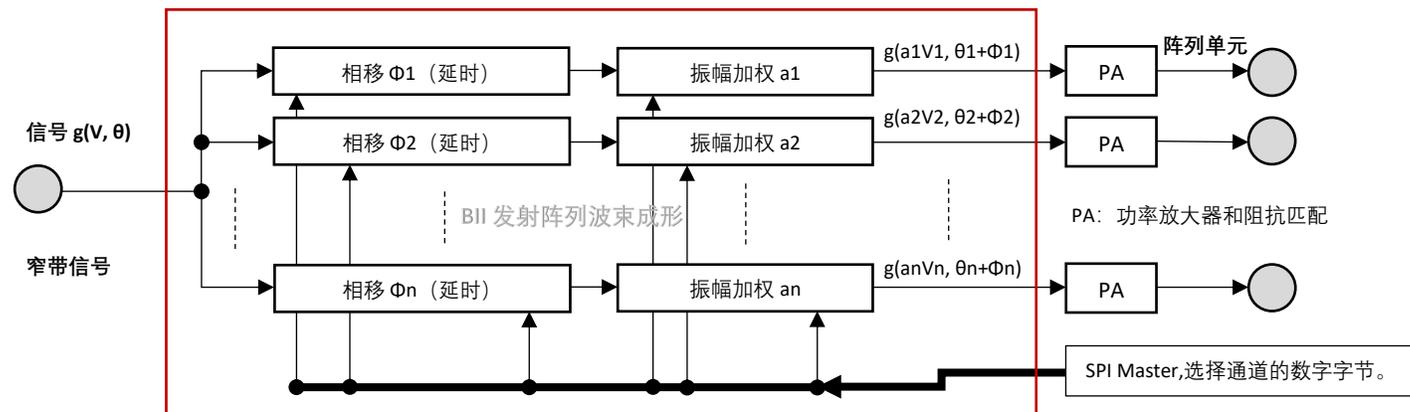
### 典型应用

阵列聚焦, Mills Cross, “移动”造成的延迟补偿, 方位, 位置, 声学定位, 导航, 避障, 扫描成像声纳, 渔业声纳, 现场扫描视图, 通信, 信标。

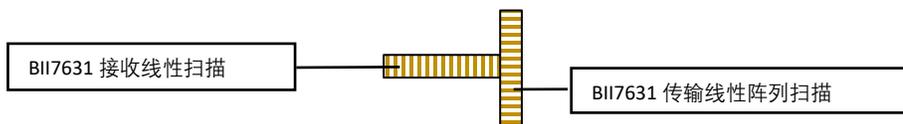
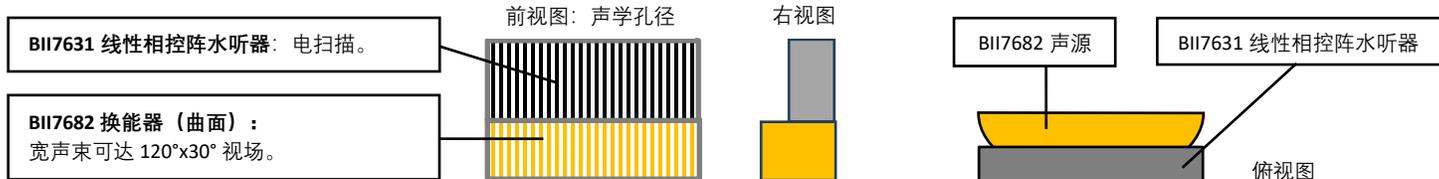
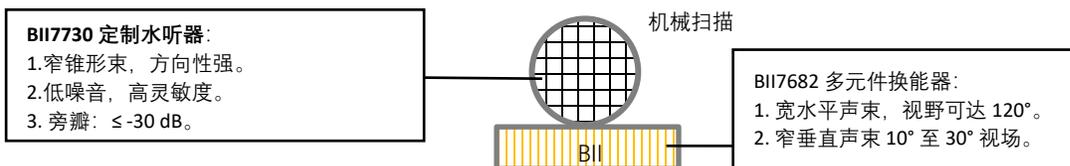
**接收阵列波束成形的结构。** 建议在信号传递到系列之前对信号进行带通滤波。



### 发射阵列波束成形的结构



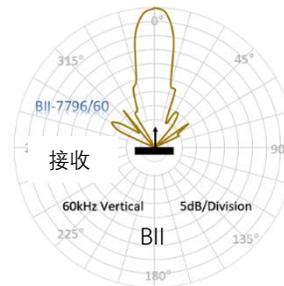
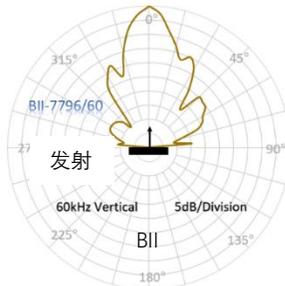
**BII 不同的声学换能器组合成新换能器 (仅供参考)**

 3D “T”型成像多波束换能器: 两个 [BII7631](#) 线性相控阵 (矩形孔径)。

 二维成像多声束换能器: 一个 [BII7631](#) 线性相控阵 (矩形孔径) 和一个 [BII7682](#) 宽声束定向换能器 (曲线或圆柱扇形孔径)。

 回波测距定位或扫描换能器: 一台 [BII7682](#) 宽波束定向声波产生器 (圆柱扇形孔径) 和一台定制 [BII7730](#) 水听器。


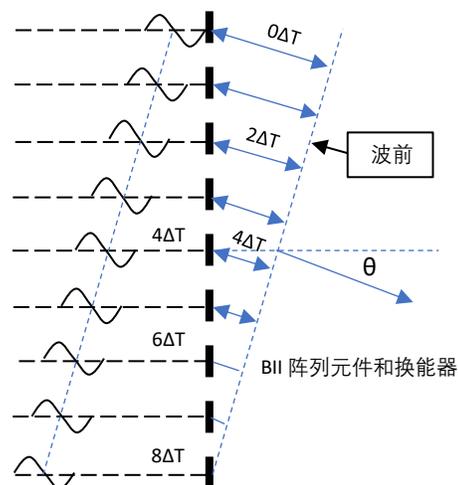
回波测距定位换能器, 典型的指向性图案。插图仅以 60 kHz 为例。

发射指向性图案

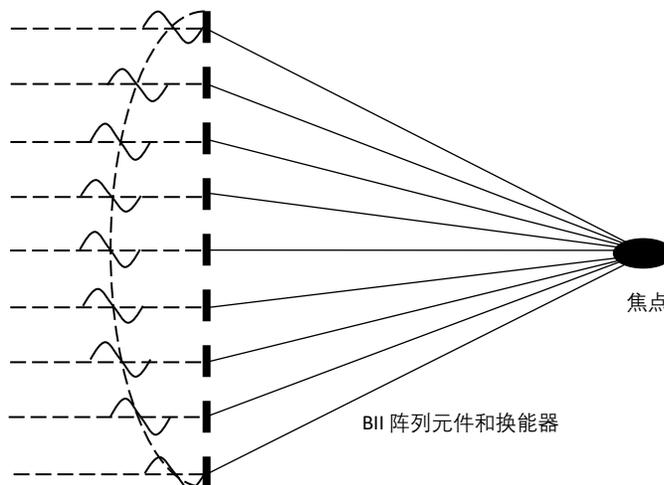
接收指向性图案



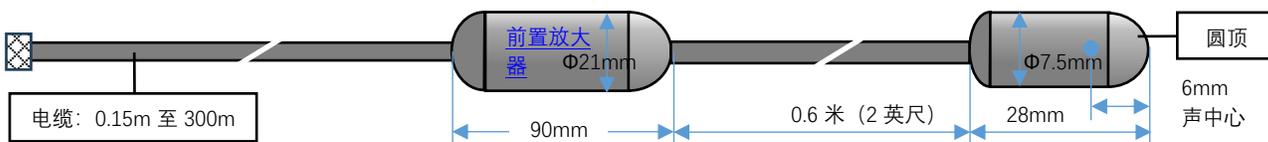
线性和平面阵列: 声束方向控制。



线性和平面阵列: 声束聚焦。



水听器作为阵列元件: 使用光滑圆顶自由悬挂, 用于线性离散阵列。仅供参考, 尺寸比例不是 1: 1。

 引线, BNC,  
TRS, XLR,  
DIN, UMC。


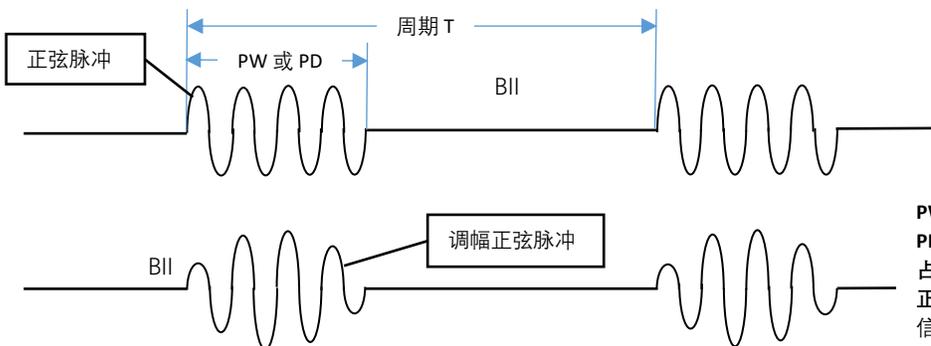
流线型的半球形圆顶最大限度地减少了由运动中的水听器或流过水听器的水流引起的阻力和流体动力噪声。

**主动声纳, 超声, 高强度聚焦超声, 和通信的典型信号**

**BII4000 系列信号发生器** 是嵌入式和独立的组件/模块, 可为脉冲回波声学系统 (声纳, 无损检测, 诊断超声等) 和水声通信系统生成正弦脉冲, 脉冲序列或尖峰脉冲, 并具有低功耗, 高精度和长期稳定性。

**脉冲/正弦脉冲波**

|  |   |
|--|---|
| <b>脉冲/正弦脉冲波 (或矩形调制)</b><br>正弦脉冲 $s(t) = A\sin(2\pi f_0 t)$ , if $0 \leq t \leq PW$ . $s(t) = 0$ , if $PW < t \leq T$ . | <b>脉冲/脉冲调幅正弦波</b><br>正弦脉冲 $s(t) = A(t)\sin(2\pi f_0 t)$ , if $0 \leq t \leq PW$ . $s(t) = 0$ , if $PW < t \leq T$ . |
|--|---|



**PW:** 脉冲宽度或, **PD:** 脉冲持续时间。  
**PRR:** 脉冲重复率。脉冲信号周期  $T = 1/PRR$ 。  
 占空比  $D = PW/T = PW * PRR$ 。  
 正弦脉冲的带宽  $\Delta f_{-3dB} \approx 0.89/T = 0.89 * PRR$ 。  
 信号的幅度  $A(t)$  可以用不同的定律(例如高斯形包络)进行调制, 以提高时域和频域的分辨率。

**脉冲/脉冲 FM (调频) 或线性调频**

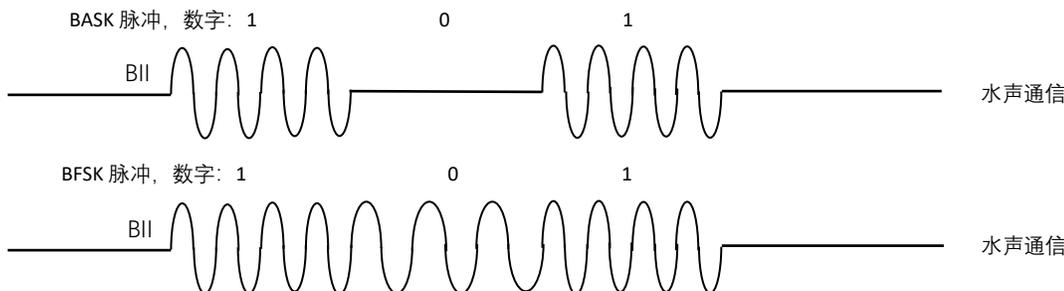
|  |  |
|--|--|
| <b>线性脉冲 CHIRP</b><br>$s(t) = A\sin(2\pi(f_0 + m(t-PW)/2)t)$ , 如果 $0 \leq t \leq PW$ 。 $m$ : 调制指数。<br>$s(t) = 0$ , 如果 $PW < t \leq T$ 。 | <b>双曲线脉冲 Chirp</b><br>$s(t) = A\sin(2\pi f_0 * m * \log_e(1+(t-PW)/2)*m)$ , 如果 $0 \leq t \leq PW$ 。<br>$s(t) = 0$ , 如果 $PW < t \leq T$ 。 |
|--|--|



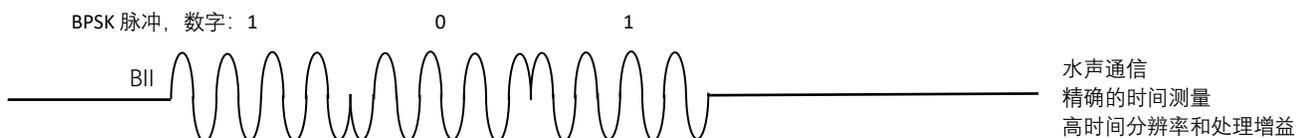
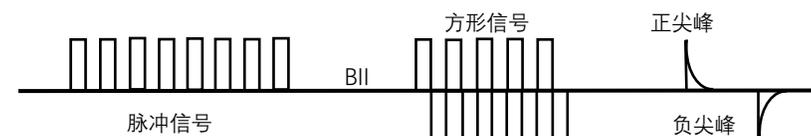
与正弦脉冲的比较:  
 线性调频脉冲声纳系统具有更高的信噪比增益, 更好的时间分辨率, 更重的信号处理, 并且更复杂。  
 -3dB 主瓣宽度:  $\delta t = 0.886/B$ ,  $B$ : 信号带宽。

**脉冲/脉冲 BASK (二进制幅移键控) 脉冲/脉冲 BFSK (二进制频移键控)**

|  |  |
|--|--|
| <b>脉冲 BASK</b> $s(t) = A\sin(2\pi f_0 t)$ , 如果 $0 \leq t \leq PW$ 和高逻辑 1。<br>$s(t) = 0$ , 如果 $0 \leq t \leq PW$ 和低逻辑 0。<br>$s(t) = 0$ , 如果 $PW < t \leq T$ 。 | <b>脉冲 BFSK</b> $s(t) = A\sin(2\pi f_1 t)$ , 如果 $0 \leq t \leq PW$ 和高逻辑 1。<br>$s(t) = A\sin(2\pi f_2 t)$ , 如果 $0 \leq t \leq PW$ 和低逻辑 0。<br>$s(t) = 0$ , 如果 $PW < t \leq T$ 。 |
|--|--|


**脉冲/脉冲 PM (相位调制)**

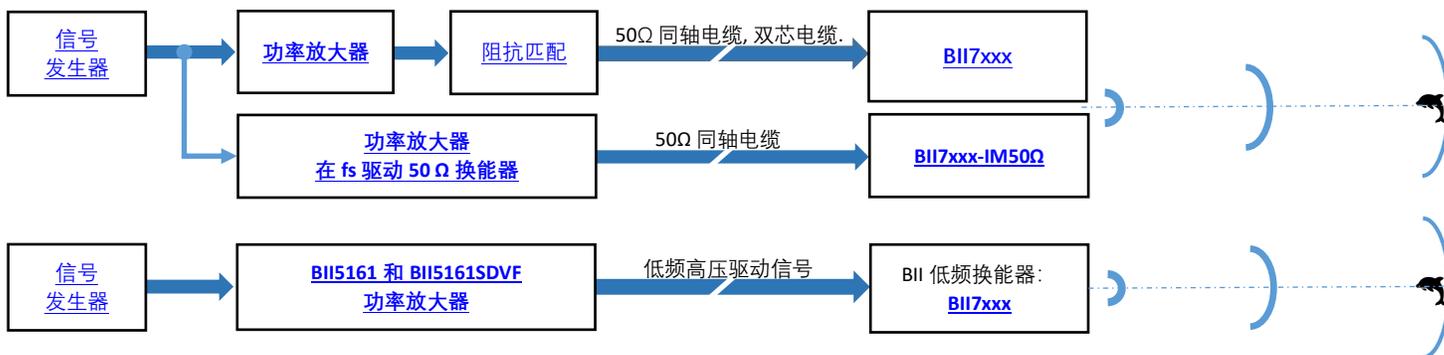
|   |  |
|---|--|
| <b>脉冲/脉冲 BPSK (二进制相移键控)</b><br>脉冲 BPSK $s(t) = A\sin(2\pi f_0 t + \Phi(t))$ , 如果 $0 \leq t \leq PW$ 。<br>$s(t) = 0$ , 如果 $PW < t \leq T$ 。<br>$\Phi(t) = 0$ 表示高逻辑 1。 $\Phi(t) = \pi$ 表示低逻辑 0。 | <b>脉冲/脉冲 QPSK (四分相移键控)</b><br>脉冲 QPSK $s(t) = A\sin(2\pi f_0 t + \Phi(t))$ , 如果 $0 \leq t \leq PW$ 。<br>$s(t) = 0$ , 如果 $PW < t \leq T$ 。<br>$\Phi(t) = 0, \pi/2, \pi, \text{ or } 3\pi/2$ 。 |
|---|--|


**脉冲/脉冲序列, 方波和电压尖峰信号。**


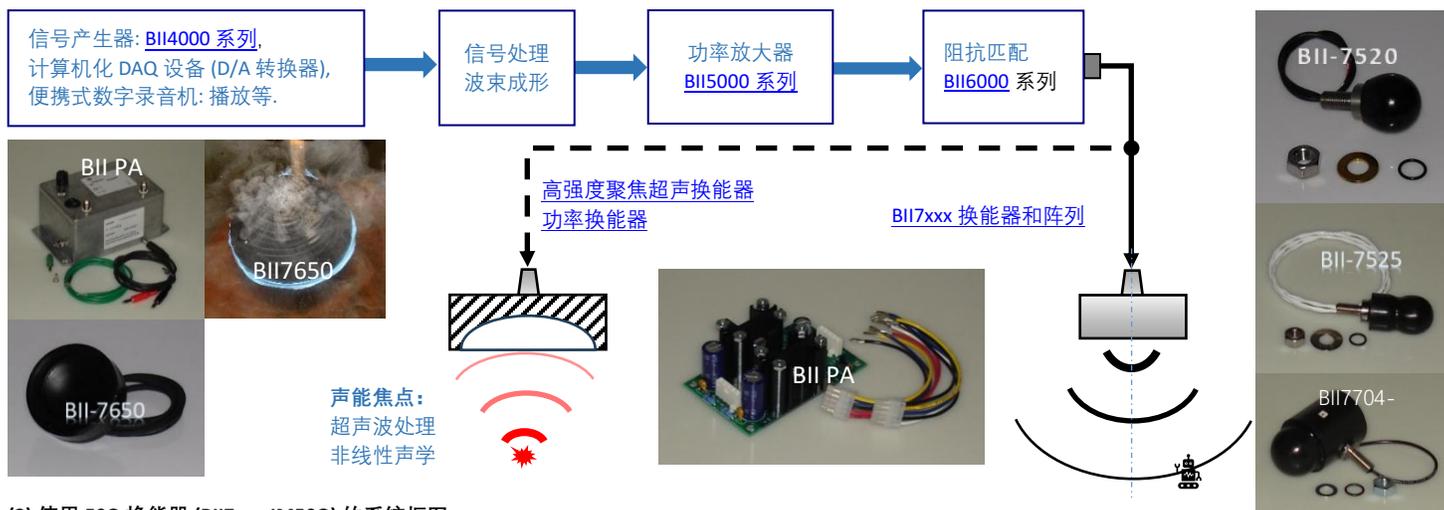
与正弦脉冲相比, 方形信号可以向换能器提供 1.414 倍的电能。  
 脉冲和方形信号系统的电气效率比正弦脉冲系统高。  
 电压尖峰在超声波测量中具有最高的时域分辨率。

**SONAR (水声和超声波), 大功率超声, 和高强度聚焦超声系统中的 BII 元器件**

线性和非线性声学: 声纳/无损检测/声发射/高强度聚焦超声, 生物声学, 导航, 通信, 海洋学, 海底测绘, 海底剖面, 材料研究。  
产生水声或超声波 (IM50Q: 阻抗匹配至 50Q)



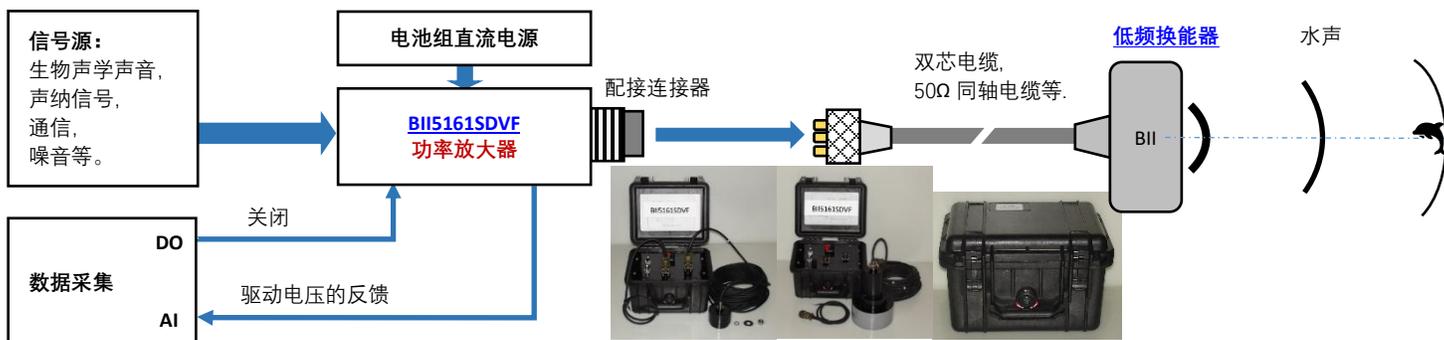
(1) 含单个组件的系统框图。



(2) 使用 50Q 换能器 (BII7xxx-IM50Q) 的系统框图。



(3) 产生低至 100Hz 的低频声音。



发射和接收声音 (脉冲声学): 回声探测, 无损检测, 通信, ...

IM50Ω: 阻抗匹配至 50Ω; 发射/接收 T/R: 内置低噪声前置放大器和带通滤波器的发射和接收切换; LN: 内置分离式低噪声接收器。

发射和接收水声和超声波:

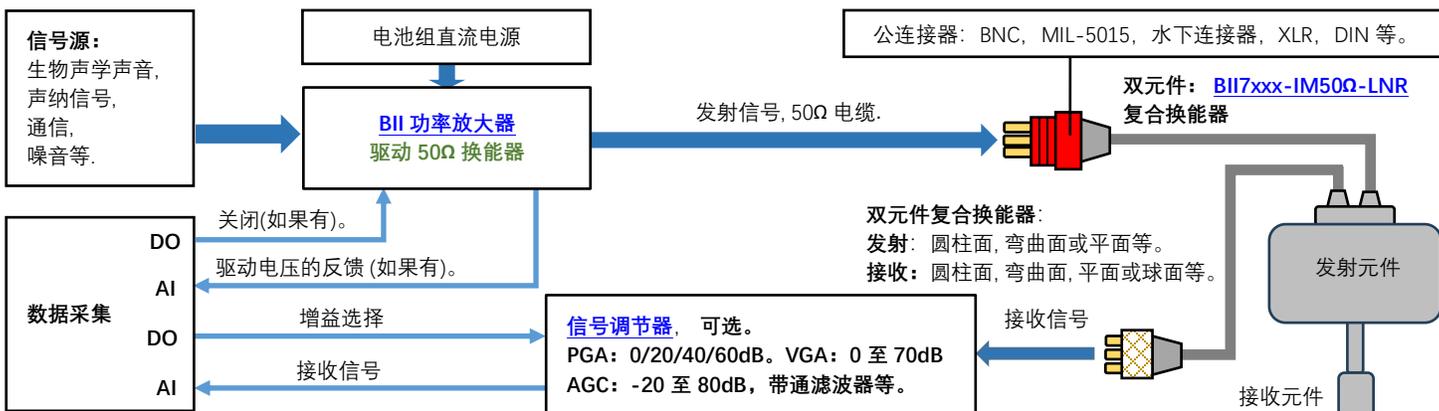
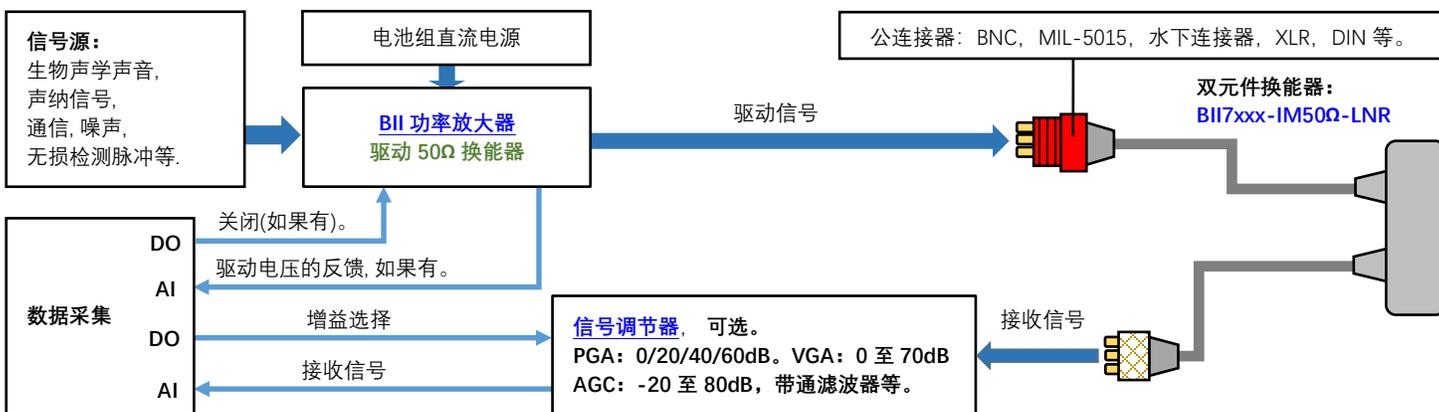


当换能器和功率放大器之间用短电缆时, 发射和接收水声或超声波的替代方案。

这里的短电缆意味着它的电容对换能器的灵敏度影响很小, 它对换能器的不利影响可以忽略不计。干配连接器是用于干燥环境的连接器。

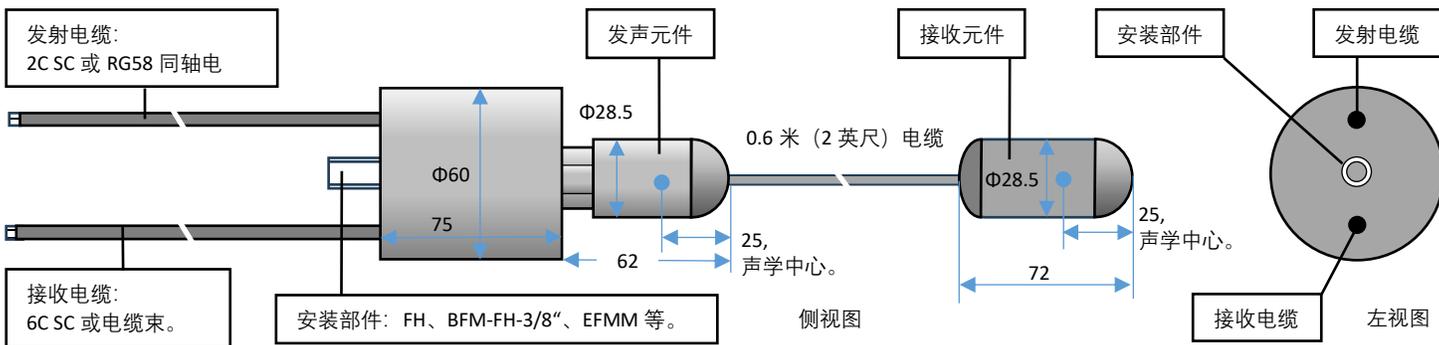


双元件换能器发射和接收声音的系统框图: 简单的配置. DO: 数字输出, AI: 模拟输入。

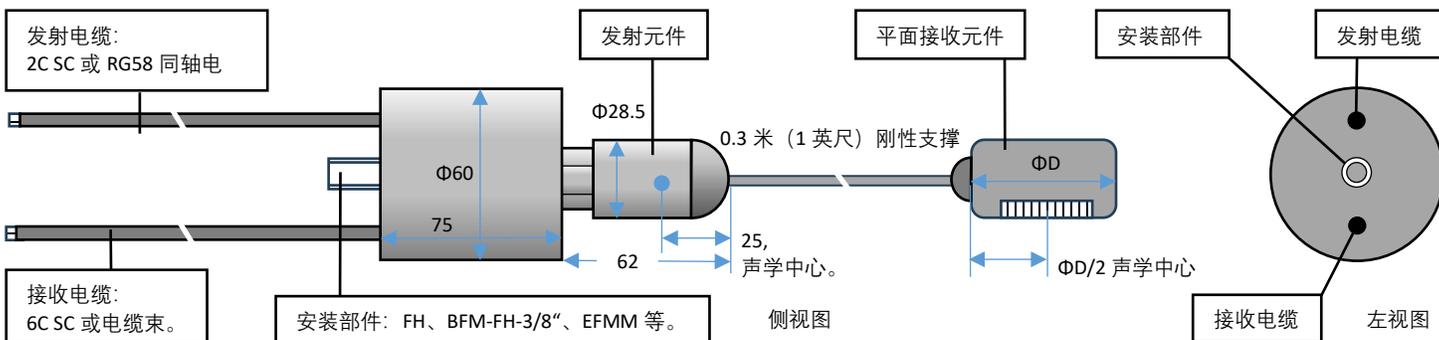


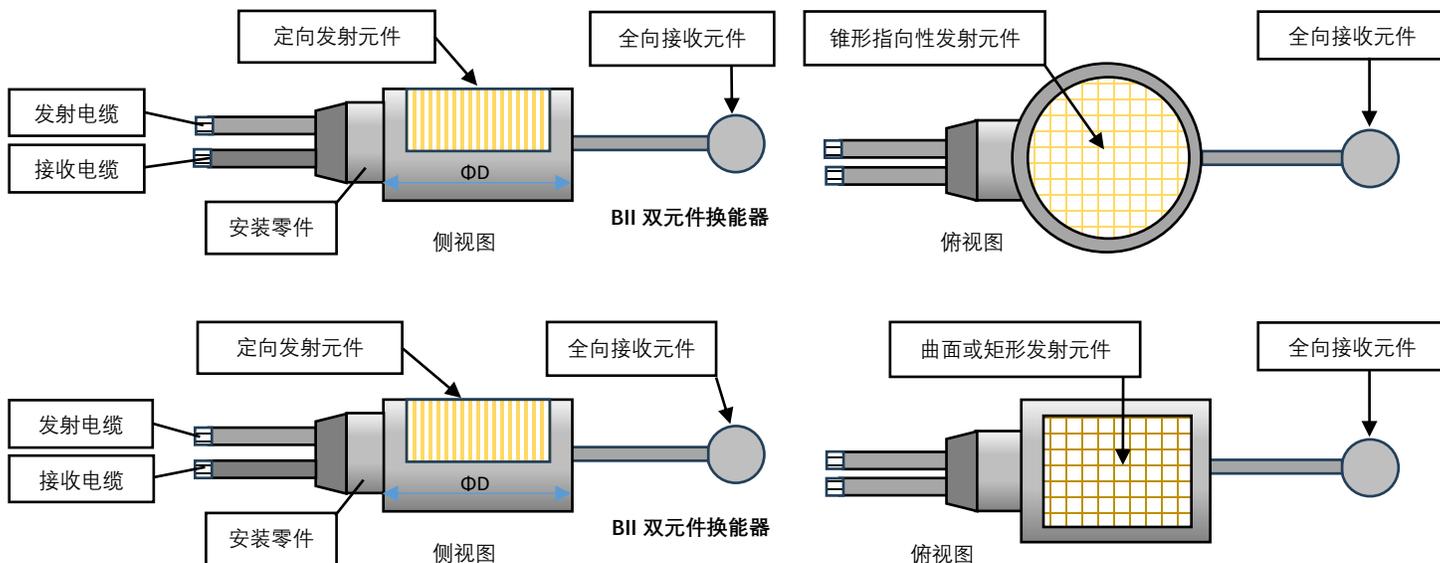
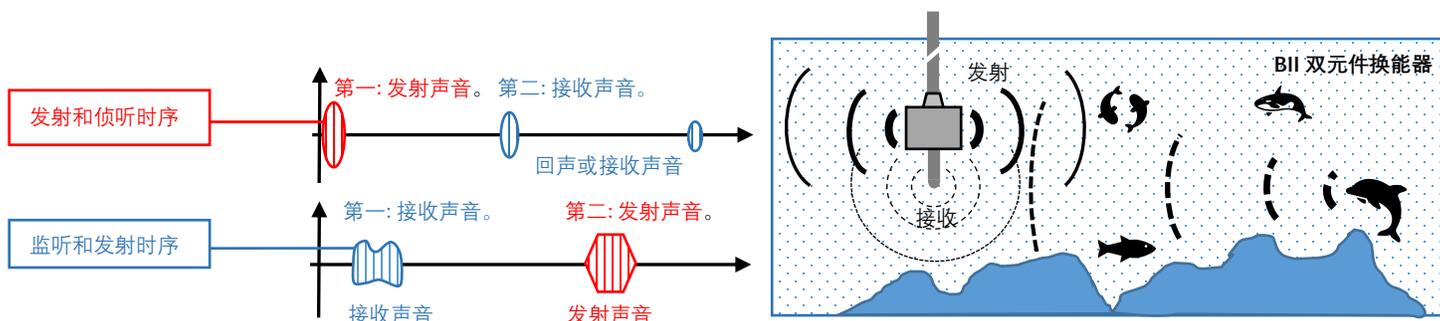
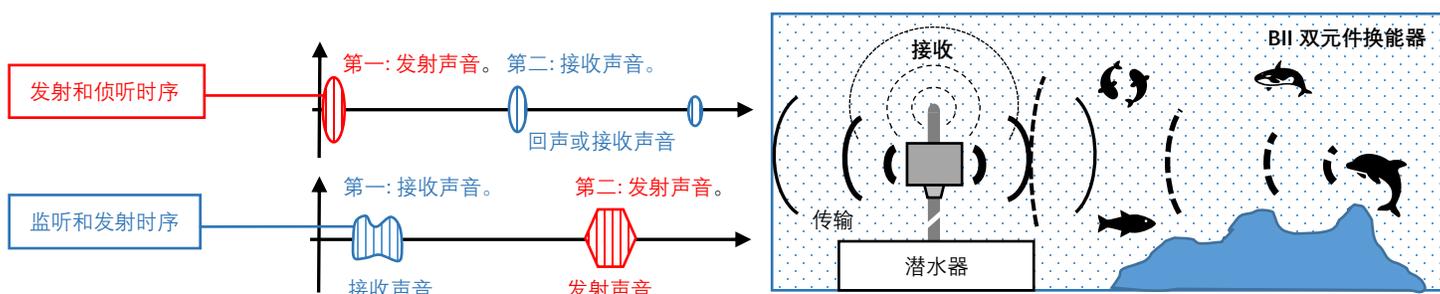
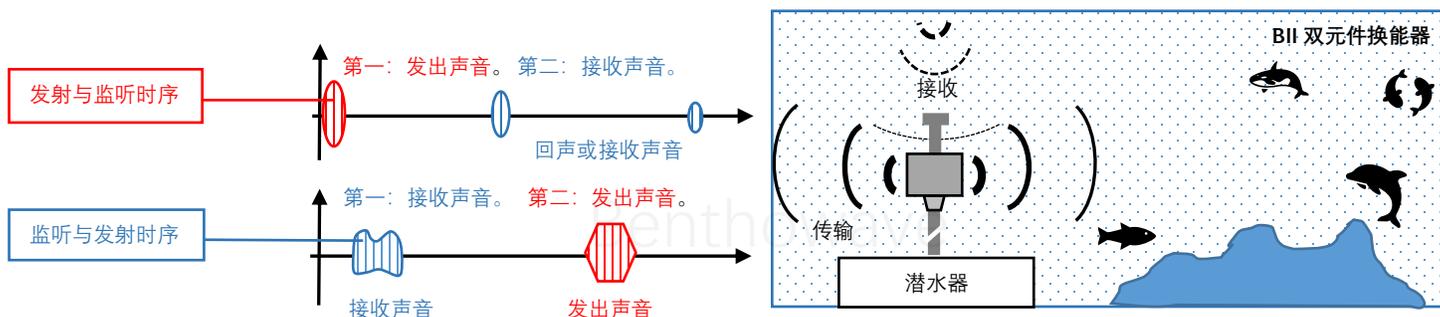
双元件换能器 BII75xx-IM50Ω-LNR 的配置 (尺寸仅供示意, 且因换能器不同而异。)

1. 全向收发器: 在水平面发射全向声音, 在水平和垂直面接收全向声音。

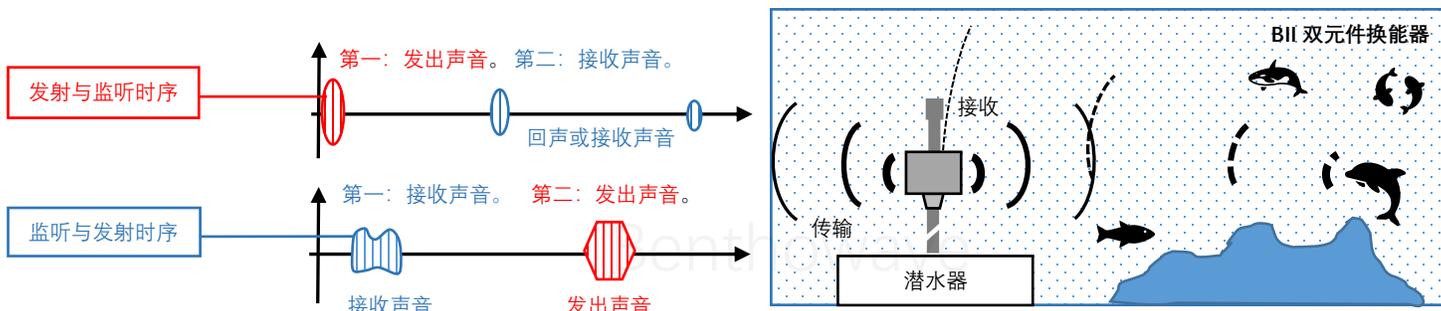


2. 全向声波产生器和定向接收器: 在水平面发射全向声音, 在垂直或水平面接收声音。

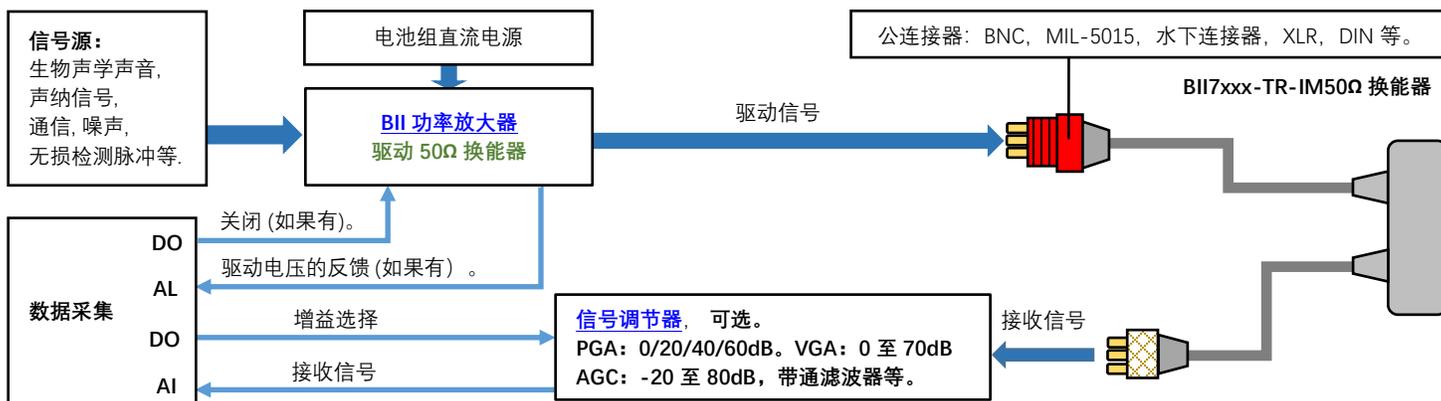


**3.定向声波产生器和全向接收器:** 在水平面上发射定向声音, 在垂直面和水平面接收全向声音。

**双元件换能器在水声通信中的一些应用**
**1, 通信系统: 水平传输全向声音, 在水平面和垂直面接收全向声音。**

**2, 通信系统: 水平发射全向声音, 水平面和垂直面接收全向声音。**

**3. 通信系统: 水平传输全方向声音, 在垂直平面接收方向声音。**


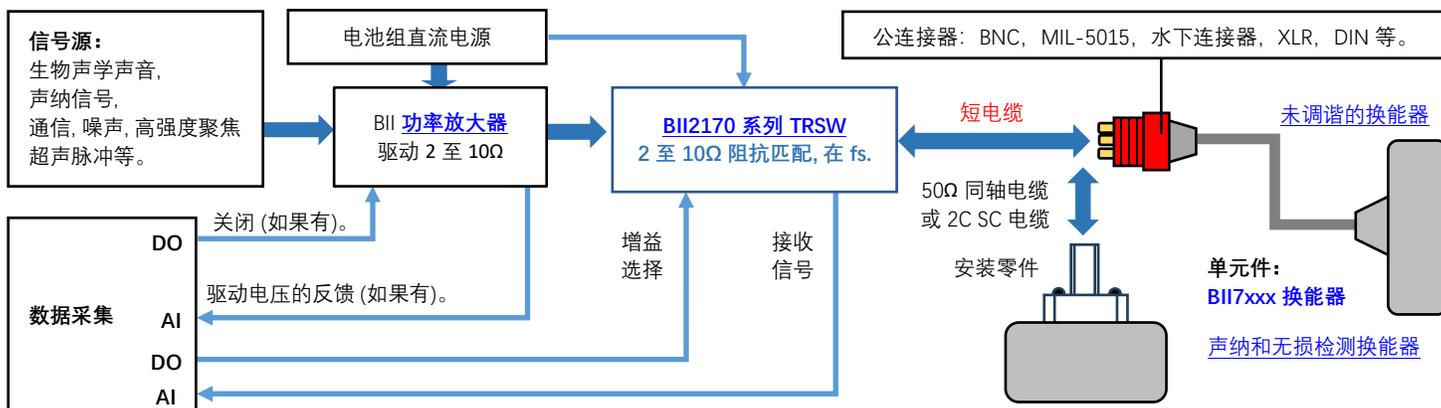
4. 通信系统: 水平传输全向声音, 在水平面接收方向性声音。



单元件换能器发射和接收声音的系统框图: 一种简单的配置。DO: 数字输出, AI: 模拟输入。



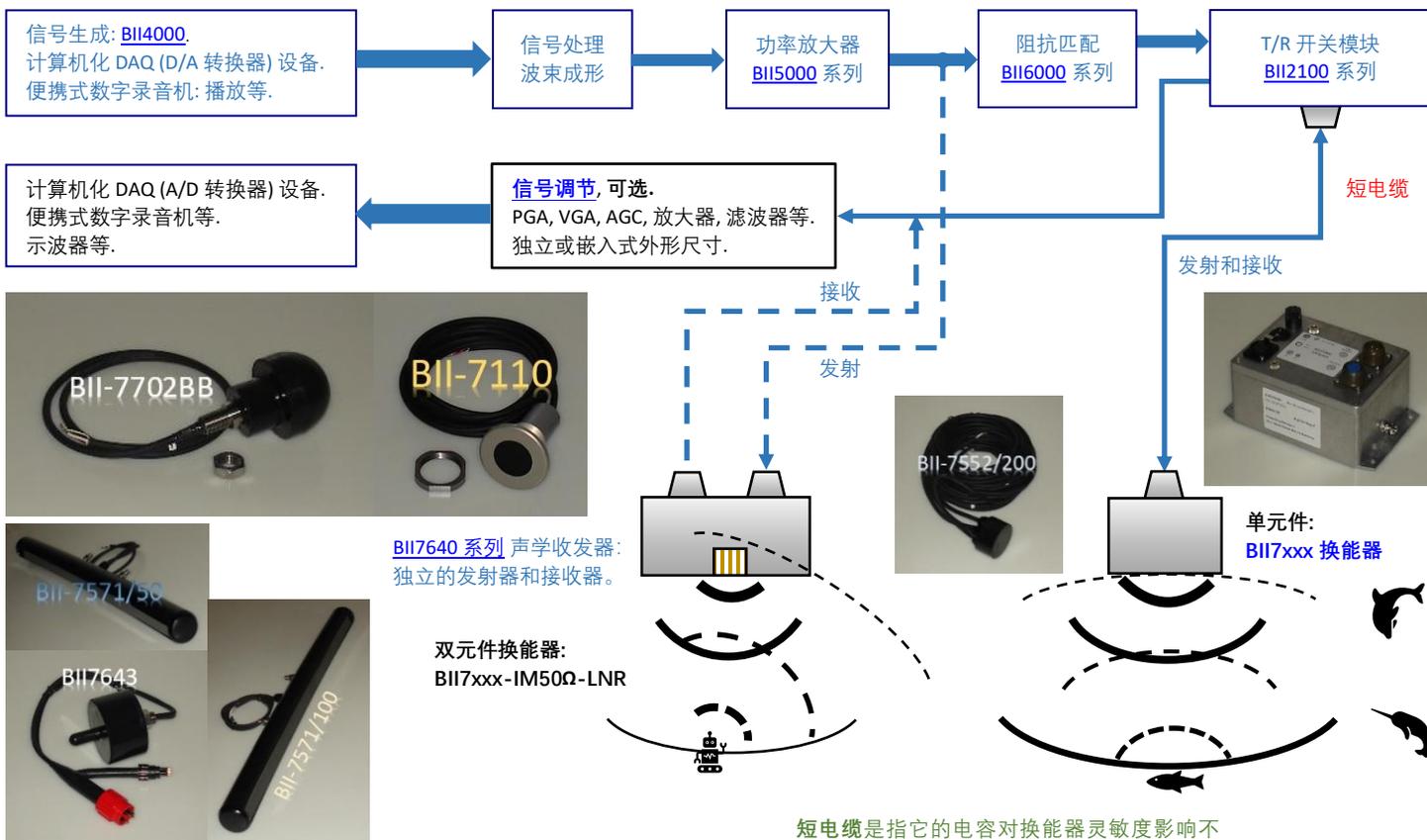
单元件探头发射和接收声音的系统框图的替代方案: 声纳和无损检测探头的简单配置



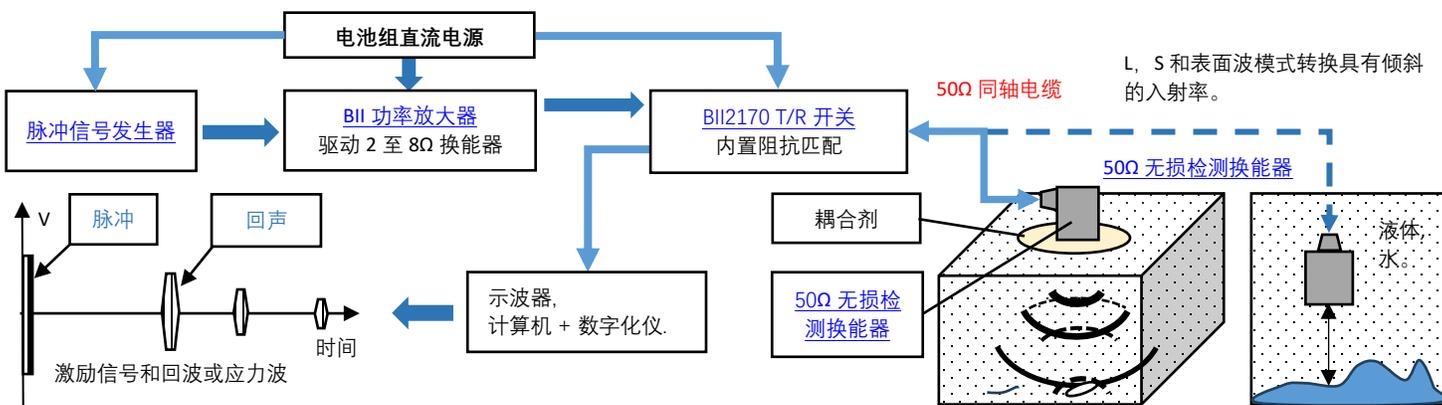
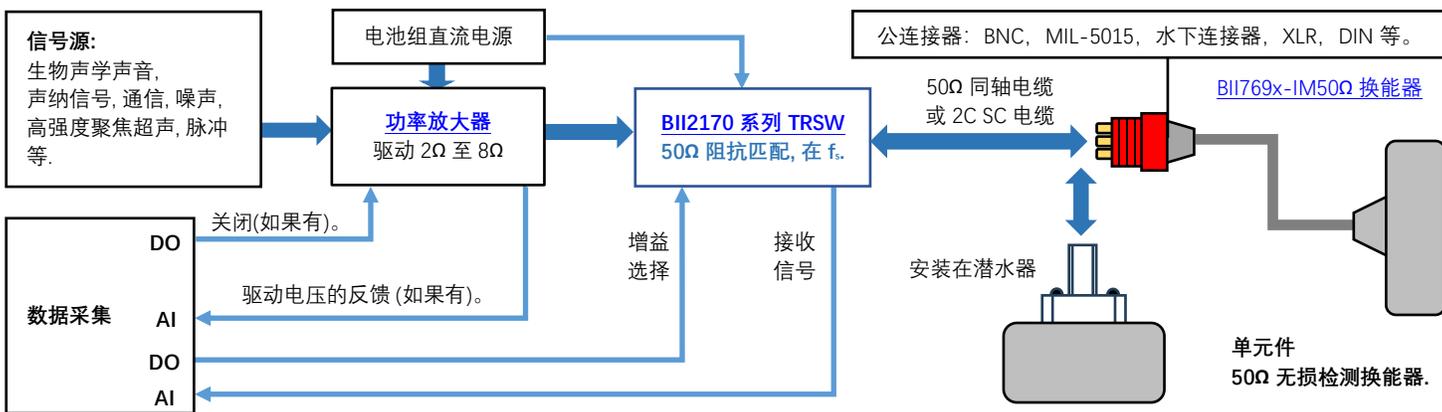
单元件无损检测换能器 BII7690 系列。



包含多个独立模块的系统框图 (单元件未调谐换能器 BII7xxx 和双元件 BII7xxx-IM50Ω-LNR)。



带 50Ω 无损检测换能器 (BII769x-IM50Ω) 的系统框图。



**接收声音和浪高测量**

BII 生产各种水听器 (水声麦克风) 和声发射, 无损检测换能器 (NDT), 用于 0.1 Hz 至 10 MHz 的水声和超声波应用, 它们完全防水, 耐腐蚀并能承受高盐度。有两种封装可供选择: 不带信号调节器的水听器 (传感器) 和带 **内置信号调节器的水听器 (传感器)**。

**低噪音:** 低于海况 0 级。  
**微型:** 声学孔径尺寸  $\Phi 1\text{mm}$ 。  
**旁瓣抑制:**  $\leq 30\text{dB}$ , 定制。  
**相控阵:** 波束成形/扫描/聚焦。  
**海洋深度:** 1000 至 3000 米。

**低功耗:** 40 $\mu\text{A}$  至 350 $\mu\text{A}$  至 1.1mA 静态电流, 适用于电池供电仪器。  
**宽带:** 检测高达 3MHz 的信号。  
**方向性:** 全向和定向, 定制。  
**高温:** 高达 120°C 或 248°F 和 198°C/392°F。  
**换能器:** 不带前置放大器的水听器可用作低功率声源。

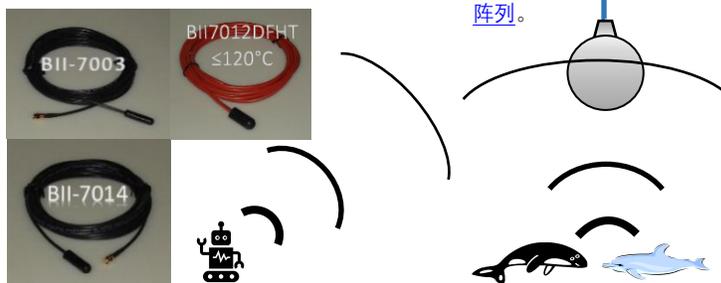


计算机化 DAQ (A/D 转换器) 设备, 便携式数字录音机等, 示波器等。

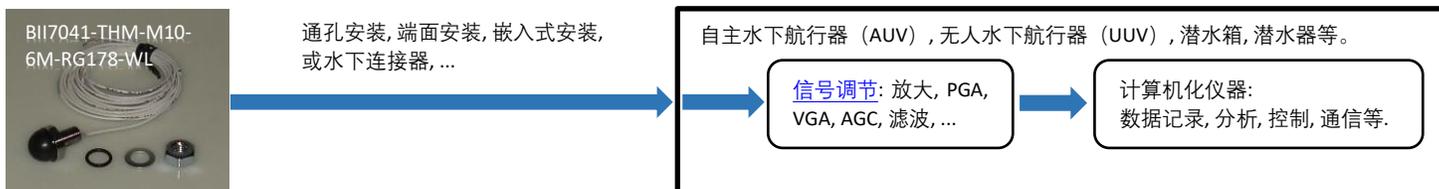
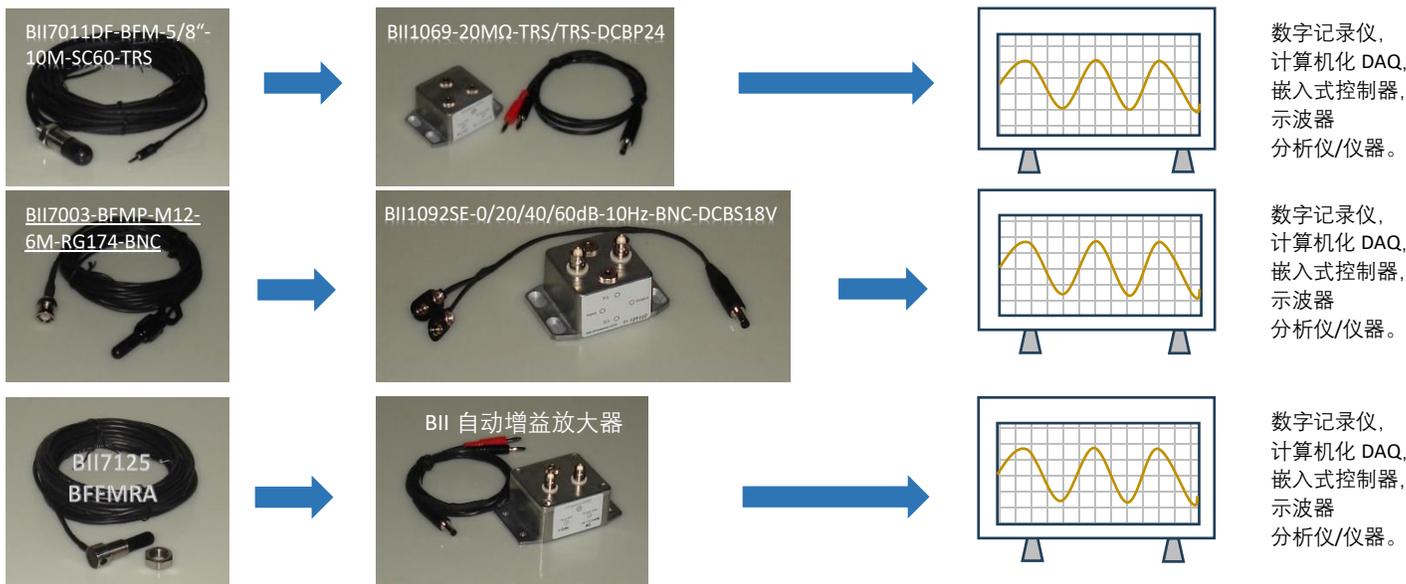
信号调节, 可选。  
 PGA, VGA, AGC, 滤波器等。

水听器, 换能器, 阵列。

**低噪音水听器:** 检测未知声音和已知窄带声音。  
 1. 0.01 Hz 至 300 kHz。  
 2. 自噪声水平低于海况零级。  
 3. 可编程灵敏度 FFVS。  
 4. 适合特定声源的定制: 检测已知来源的声音, 例如声波发射器, 定位器, 声学标签等。



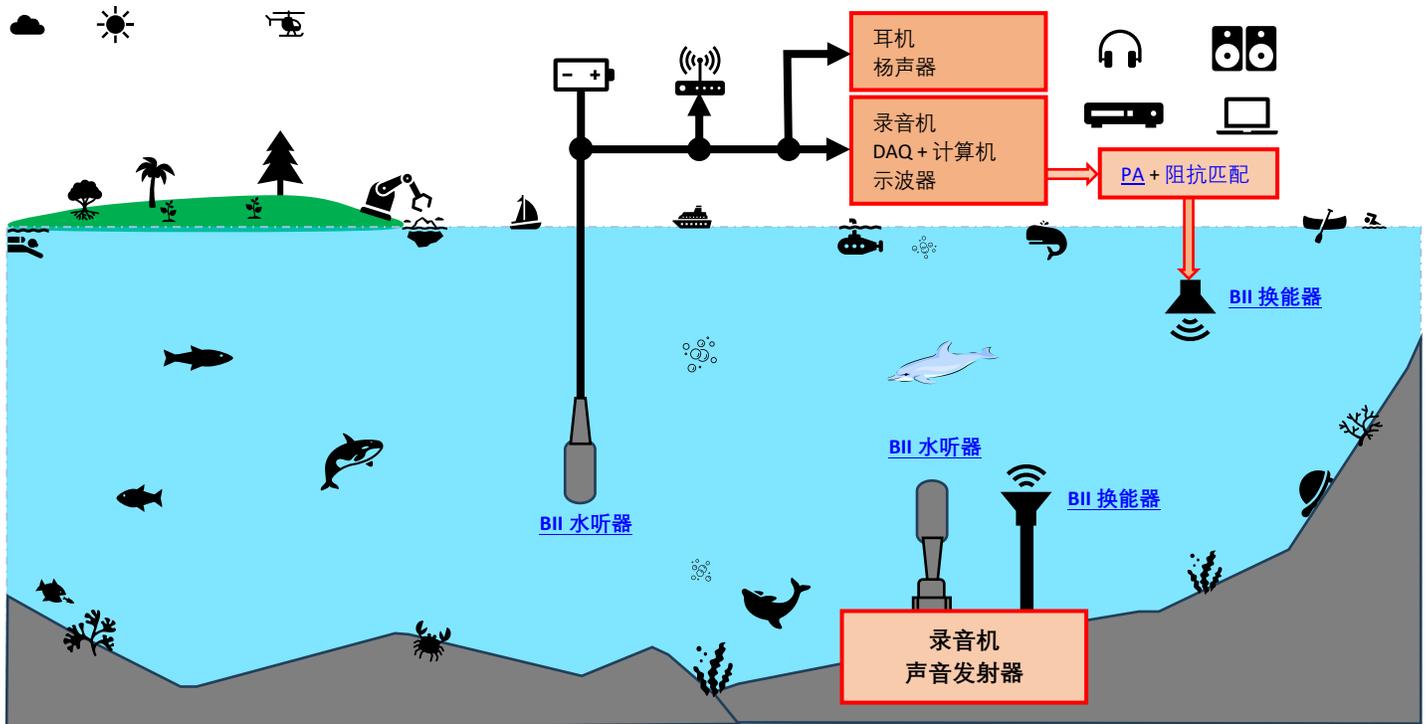
声学接收系统的典型组件。根据声学系统的要求, **信号调节器** 是可选可不选的。



## 水声聆听, 录音和通讯

**BII7120 系列低噪声低频水听器:** 噪音水平低于海况零级

BII 的低噪声水听器具有低于海况零级的自噪声水平, 在低频范围内具有全向响应, 在高频范围内具有环形响应。其流线型的半球形圆顶最大限度地减少了阻力和流体动力噪音。功耗可定制为 3.3VDC, 200 $\mu$ A 至 1.1mA 静态电流, 用于电池供电的水声仪器。可以设置具有多个水听器的空间阵列来实现定向测量。水听器可以测量低至 0.1Hz 的水声和压力波动: 海面波浪 (波高传感器), 湍流, 地震, 海洋交通, 工业噪音, 降雨, 海洋动植物。使用这些低功耗水听器可以延长电池和系统的使用寿命, 并且可以使用低容量电池实现更轻的便携式系统。其紧凑的小尺寸避免了对被测声场的干扰。集成在水听器中的前置放大器可以驱动电缆长达 200 米而不会丢失信号。可用的电缆端包括音频连接器 (TRS, XLR), BNC 和 水下连接器。外壳和安装部分是耐腐蚀塑料和/或不锈钢。



## 典型应用

水声记录, 聆听和通信, 噪声测量, 海洋生物声学, 被动声学监测(PAM 系统)。

沿海/海上过程, 工程与管理, 波浪-结构相互作用, 波高传感器, 波浪和潮汐记录器/记录仪。

表面波, 海洋湍流, 流体动力学, 海洋地球物理学, 电池供电的声学仪器: 声浮器, 记录器, 应答器, 声学释放, ...

## 长期部署水声录音机的典型配置。

[BII7000 球形系列](#), [BII7010 圆柱形系列](#), [BII7040 半球形系列](#), [BII7070 平面系列](#), [BII7120 圆柱形低噪声系列](#) + 低功耗前置放大器 [BII1067](#) (1.1mA, +2.7 至 +24VDC, 20 至 40dB 增益, 1Hz 至 350kHz 带宽) 或 [BII1011](#)。

电缆 + 水下连接器 (插针)

记录仪为水听器提供直流电源

水下录音机。

## 问题

如何设置我的专业录音机以便与 BII 水听器配合使用?

- BII 水听器自带直流电源, 支持录音机的“模拟信号输入口 Line Input”。请勿使用录音机的电源 48V, 否则可能会损坏水听器。
- 录音机的最大输入电平 (Line Input) 应足够大, 以避免录音过程中出现饱和或削波。  
记录器的等效输入噪声应足够低, 以便记录器对感兴趣的微弱信号敏感。
- 录音机的采样率应足够快, 以避免错过感兴趣的高频声音。一般来说, 采样率应至少是声音最大频率的两倍。
- 根据采样率, 分辨率, 采样通道, 记录时间计算数据存储的内存大小, 并使用合适的记录介质。
- 根据电池电量和消耗电流计算电池使用寿命。
- 当电缆大于 5m 时, 建议使用双绞线和平衡信号或差分信号, 减少耦合到电缆的电磁噪声。

如何在水中播放录制的声音?

系统设置: 录音机 (录制的声音) 的信号输出端口 (Line Output or Phone Output) -> [音频功率放大器](#) -> [阻抗匹配设备](#) -> [换能器 \(声波产生器\)](#)。

如果我的 DAQ 模块或记录设备的配接连接器无法从 BII 获得, 该怎么办?

- 买方可以订购带导线的 BII 产品, 买方将配接连接器组装到电缆端。
- 连接器适配器可由 BII 定制组装, BII 将适配器作为设备的附件运送给买方。请联系 BII 进行定制。
- 全球电子供应商均提供许多标准连接器适配器, 例如 BNC 转 SMA, BNC 转 SMC, XLR 转 TRS 等。查看您当地的供应商。

如何在现场使用增益选择线?

## 1. 手动增益选择。

当增益选择线浮动或开路时, 其数字逻辑为高电平或“1”。当增益选择线短路到数字地时, 其数字逻辑为低电平或“0”。

当水听器的增益选择线在运行过程中固定为数字地或开路 (浮动) 时, 水听器的灵敏度是固定的。

- 数字输出增益选择。DAQ (数据采集设备) 的数字输出 (Digital Output) 选择具有 TTL/CMOS 逻辑电平的增益。

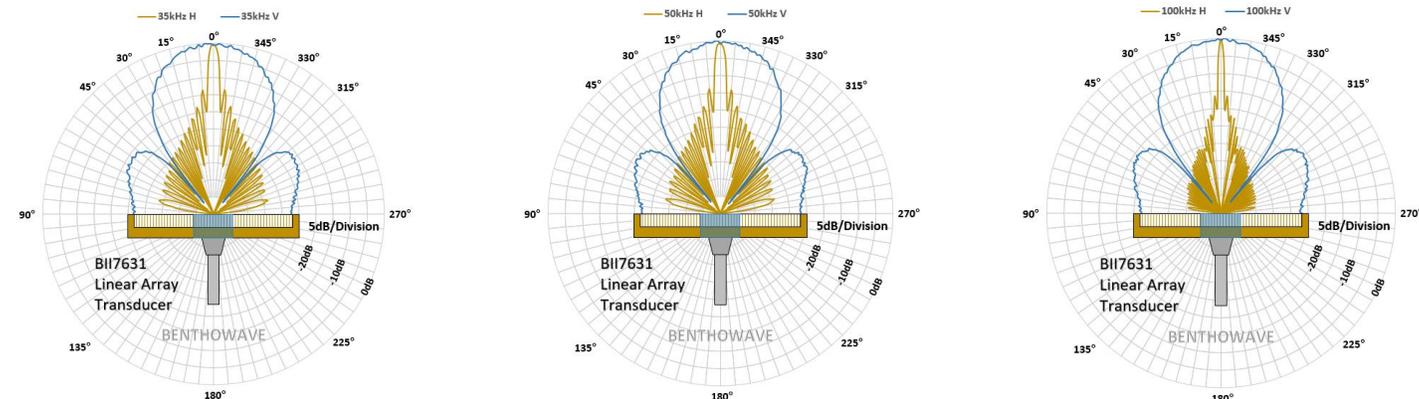
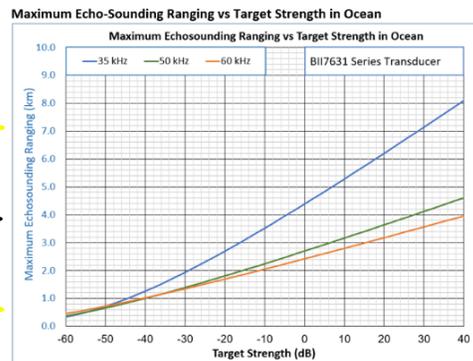
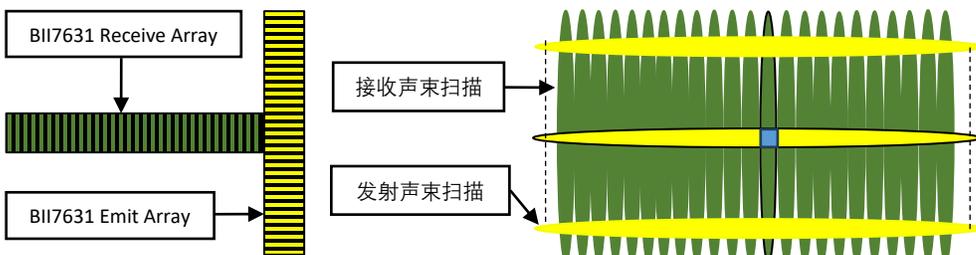
**水声扫描: 定位、跟踪、导航和成像**

**典型应用:** 二维成像声纳、物体/目标定位和跟踪、避障、渔业声纳、导航、水下机器人和车辆。

**BII7630 系列相控阵换能器, 水下扫描: 定位、跟踪、导航和成像**

**波束成形和全聚焦法 (TFM):** 相控阵探头是矩形 (线性) 阵列, 具有定制的沿长度 (或沿曲线) 波束宽度和沿宽度波束宽度, 用于定位、数十米或数百米范围内的水下声源搜索, 以及生物医学、海洋学、无损检测和声发射以及材料研究中的声学成像。通过动态聚焦 (全聚焦法 TFM), 在检测缺陷以及声学成像方面提高了分辨率和灵敏度。通过阵列波束成形技术, 沿长度 (或沿曲线) 波束可以在  $\pm 90^\circ$  范围内进行转向和聚焦。数字波束成形技术也可以同时形成不同方向的多个声束。沿长度的旁瓣可以通过振幅控制或加权来抑制。两个或四个阵列传感器可用于设置“T”或“+”型交叉阵列, 用作采用 Mills Cross 技术的目标角度估计系统。使用合成孔径顺序成像技术可以形成高分辨率图像。相控阵换能器 (声发射器) 和相控阵水听器可以作为采用米尔斯十字技术的多波束声纳。多个换能器可以并联电接线, 以建立更长的线阵列, 以减少低频范围内的沿长波束宽度。

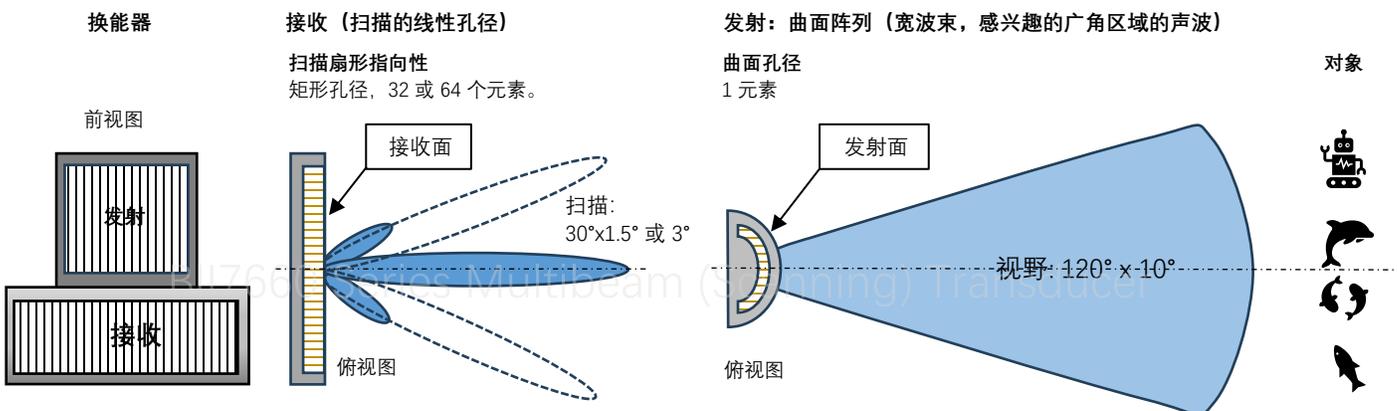
**2D“T”型成像多光束换能器: 两个 BII7631 线性相控阵 (矩形孔径)。**

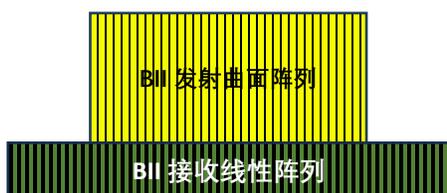
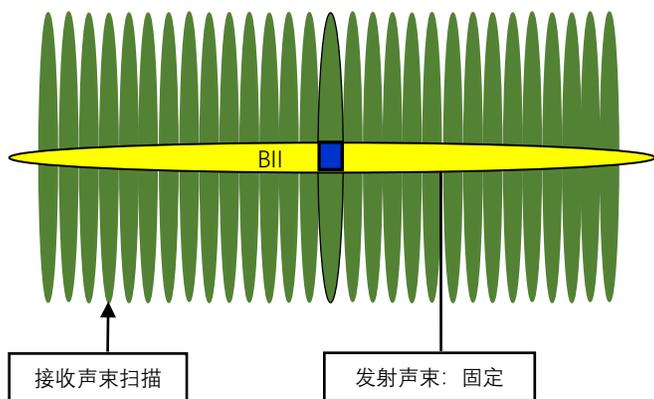


发射波束 (黄色) 和接收波束 (绿色) 的蓝色交叉区域的回波强度提供了交叉区域的平均深度和反向散射信息。数百个紧密间隔的回声可以从单次声学发射中实现。

**BII7660 系列 多波束换能器: 二维成像声纳、定位、跟踪和导航。**

BII7660 系列高频高分辨率多波束换能器设计用于二维图像声纳、水下水底/水底测绘、扇区扫描、导航、物体检测、目标跟踪、数十米或数百米范围内的避障。发射孔径 (一个元件) 和接收孔径 (32 或 64 个元件) 独立运行。曲面发射元件发射宽扇形波束到感兴趣的大扇区 (视场), 线性接收阵列具有垂直于发射波束的扇形波束, 并且可以电控扫描感兴趣区域。发射阵列和接收阵列都是宽带的, 以支持宽带声纳信号 (如正弦脉冲、FM/线性调频脉冲、瑞克脉冲等)。水平或垂直方向的声学扫描 (二维扫描) 可以通过数字波束成形技术实现。



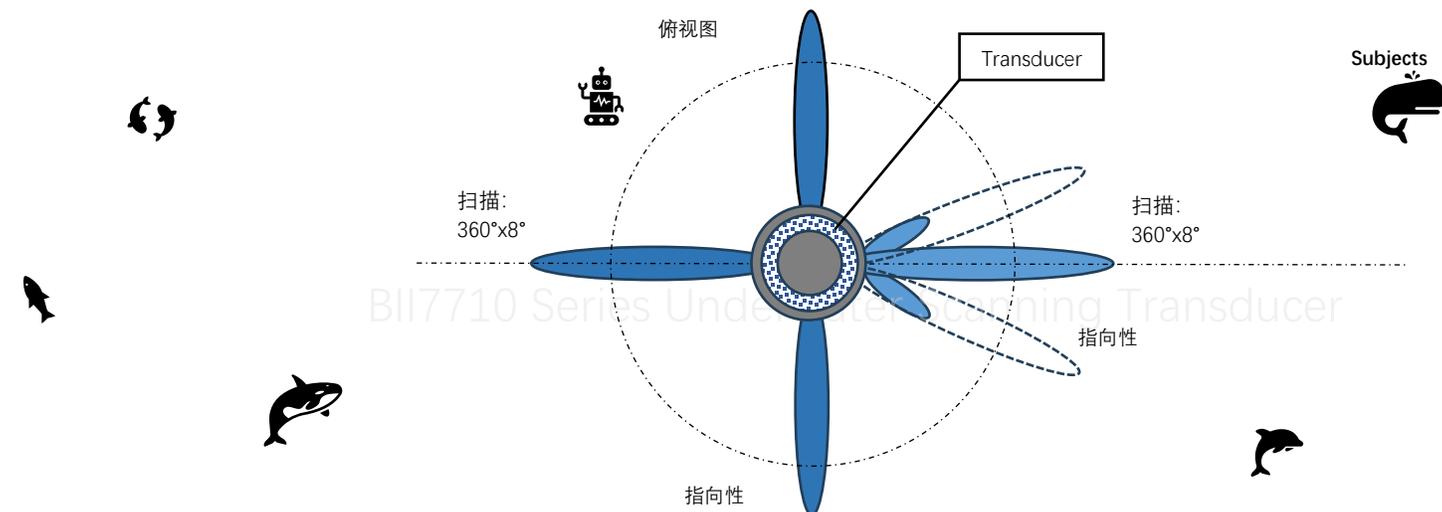
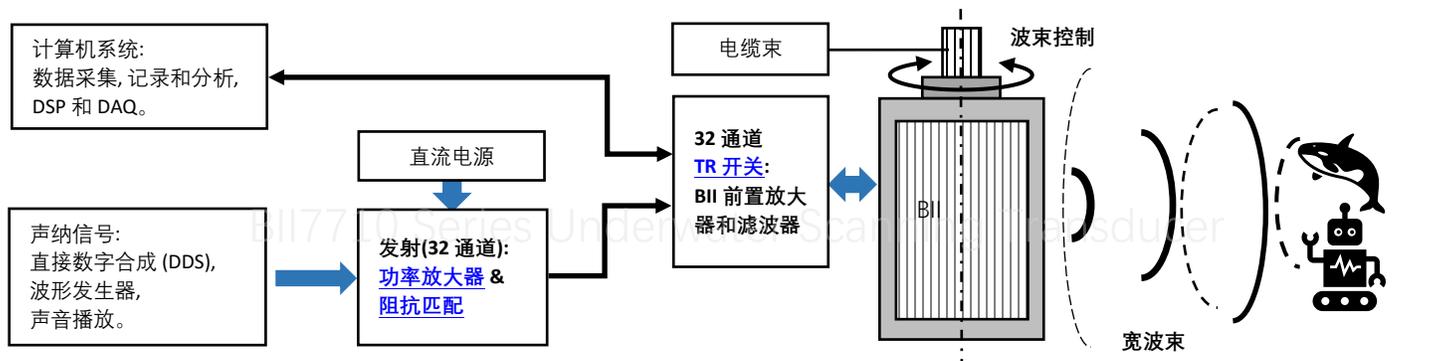


BII 多波束换能器 = 曲面阵列 + 线性阵列

来自发射波束 (黄色) 和接收波束 (绿色) 的蓝色交叉区域的回波强度提供了交叉区域的平均深度和反向散射信息。数百个紧密间隔的回声可以从单次声发射来实现。

**BII7716 系列 扫描声纳换能器: 水平面 360° 视场, 360° 搜索: 跟踪、定位和导航。**

水声扫描换能器是多通道圆柱形阵列换能器, 定向波束通过子阵列实现扫描。典型应用是海洋、河流和湖泊的声学定位、跟踪、回波定位和水平面导航。扫描声纳换能器提供了高效的解决方案: 通过 360° 搜索检测和定位水平面上约数百米的鱼群和目标。该换能器在浅水区和近水面捕鱼中具有卓越的性能。操作员确定的子阵列向特定方向发出窄波束声脉冲, 并接收从目标反射的回波; 或者, 在被动聆听模式下, 它搜索来自高定向波束的声源发出的声音。



**BII7770 系列 水声机械扫描换能器: 跟踪、定位和导航。**

水声扫描换能器集成了宽波束换能器和窄波束低噪声定向水听器, 用于机械扫描声纳。典型应用是海洋、河流和湖泊中水平面或垂直面的远距离声学定位、跟踪、回声定位和导航。

全双工和半双工通信的声音范围: 4 公里左右, 具体取决于换能器类型、环境噪声、接收器的噪声和灵敏度等。

10 英寸长 (0.25 米) 的鱼的目标强度约为 -35 分贝。

海豚的目标强度约为 -20 分贝。

鲸鱼的目标强度约为 0 分贝。

海山的目标强度为 +30 至 +60 分贝, 例如 30 分贝。

BII7771 和 BII7772 对这条鱼的回声测距距离约为 1.2 公里。

BII7771 和 BII7772 对这只海豚的回声测距距离大约 1.7 公里。

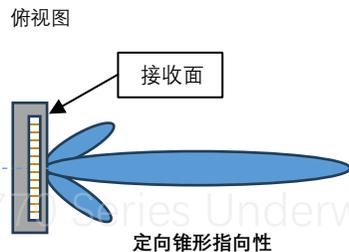
BII7771 和 BII7772 对这只鲸鱼的回声测距距离大约 2.6 公里。

BII7771 和 BII7772 对海山的回声测距距离约为 3.6 to 4.1 公里。

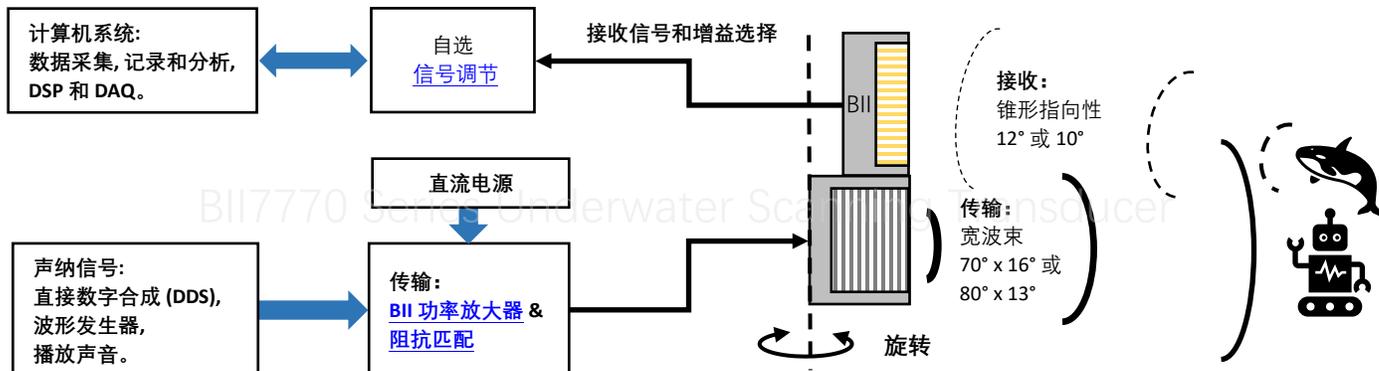
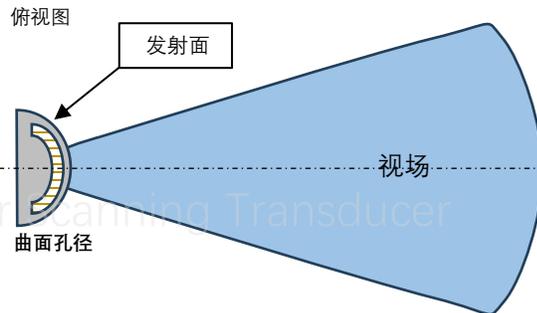
换能器



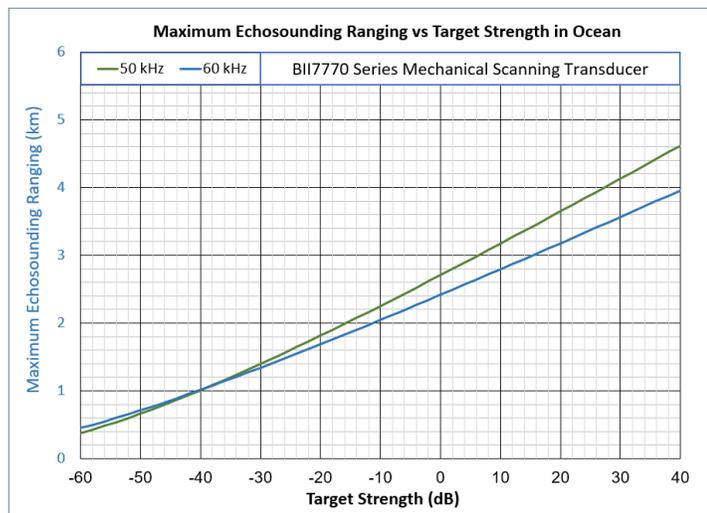
接收 (圆面孔径)



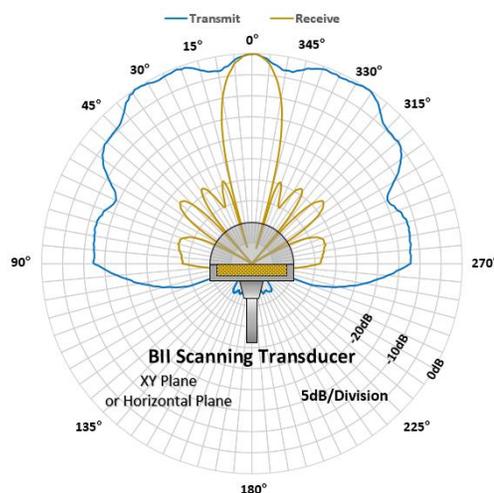
发射: 曲面阵列 (宽扇形波束, 宽视角)



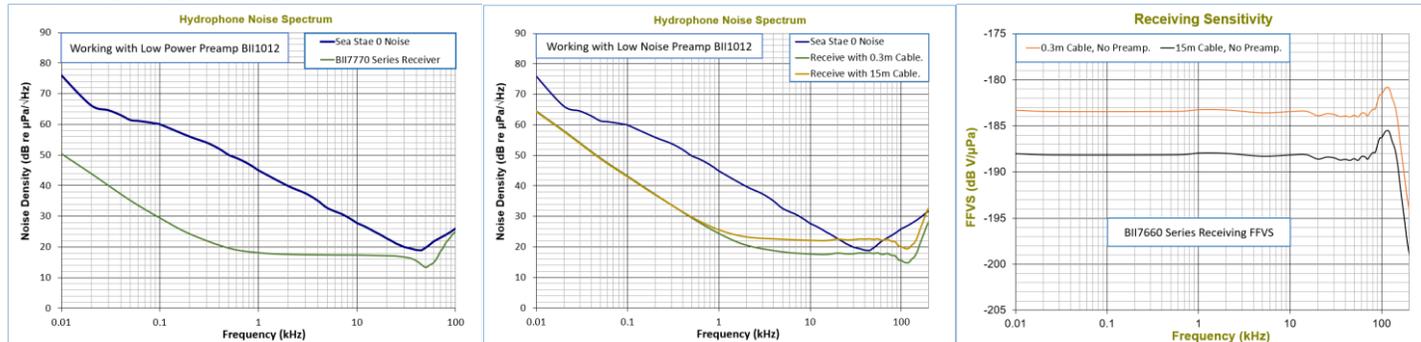
海洋中回声测量的最远距离与目标强度的关系



水平面指向性响应: BII7772 60kHz.



BII 远程声纳的典型接收器性能。





**线性阵列水听器 and 换能器**

**BII7020 系列线性阵列水听器: 环形方向性响应。**

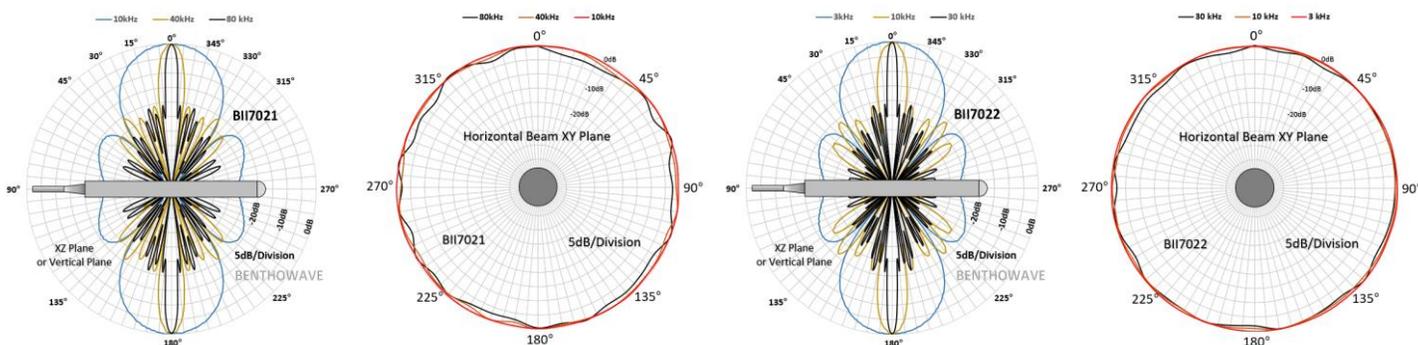
BII 线性阵列水听器属于空间滤波器, 沿其长度平均声压, 并利用内置幅度加权来减少旁瓣。其环形指向性响应使其成为使用其主瓣全向检测和搜索水下声源并抑制其他方向的噪音的理想装备。光滑的圆顶和外壳减少了对被测声场的干扰。

基于线阵列的分孔相关器可以实现目标方位角估计。沿长度的窄波束宽度提供声源的方向信息, 并抑制来自其他方向的无用噪声, 横向的全向响应覆盖大区域进行搜索。两个或四个线阵列可用于设置“T”或“+”型交叉阵列, 用作采用 Mills Cross 技术的目标角度估计系统, 提供声源的准确方位信息。

水听器主体具有流线型的半球形圆顶, 可最大限度地减少由运动中的水听器或流过水听器的水流引起的阻力和流体动力噪声。

对于波束控制 (数字或 FFT 波束成形) 的应用, 请部署多个 [BII7021](#) 阵列、[BII7010](#) 水听器或 [BII7140](#) 水听器来配置离散线性或平面阵列。

**指向性响应**



**BII7570 系列侧扫传感器和线性换能器**

**BII7570 系列线性、侧扫、干涉 (相位测量) 和参数测量换能器: 海底测绘和海底剖面分析。**

**线性换能器:** 定制的扇形声束在横向平面上提供宽声束, 在纵向平面上提供高空间分辨率。旁瓣  $\leq -21$  dB。

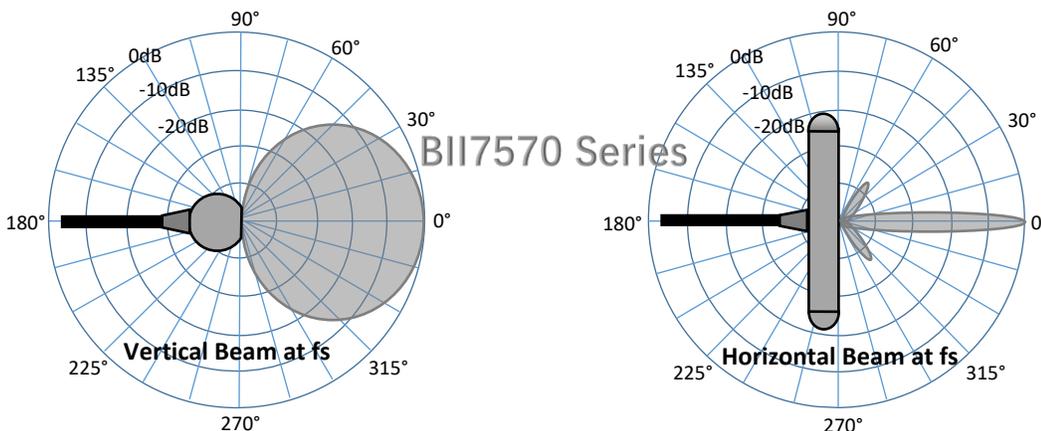
**常规侧面扫描:** 扇形声束侧面扫描换能器设计用于水下成像、海洋/河流/湖底测绘、目标定位、猎雷、渔业.....该横向声束覆盖大的区域, 并在数十米或数百米范围内在横向提供高空间分辨率。水下水底的声学图像是在掠过入射角下实现的。使用合成孔径成像技术可以形成高分辨率图像。一个换能器提供多个频率。

**干涉 (相位测量) 侧扫描:** 接收信号的相位差由与线性发射阵列平行的多个线性接收阵列检测。使用适当的技术消除歧义后, 可以准确确定散射体的到达方向 (DOA) 和位置。

**参数侧扫:** 当两个不同主频  $fp_1$  和  $fp_2$  ( $fp_1 > fp_2$ ) 的水下声波在同一方向传播时, 它们相互作用产生次频  $f_{sec}$  的低频声波。 ( $f_{sec} = fp_1 - fp_2$ )。次频的指向性接近于初级频率的方向性。这种差频声音对于沉积物剖面、深度探测和通信中的实际应用非常有用。参数阵列增益或效率 (通常  $\leq 1\%$ ) 更好, 因为主声功率更高, 次频  $f_{sec}$  越高, 下移比  $(fp_1 + fp_2) / (2f_{sec})$  越低,  $(\alpha_p * R_r)$  越低 ( $\alpha_p$ : 平均一次声衰减系数;  $R_r$ : 瑞利距离)。沉积物的衰减/吸收系数与频率相关, 约为  $0.06f$  至  $0.6f$  (dB / (m \* kHz))。

**典型应用:** 海/河/湖底测绘, 水下目标定位, 渔业, 声源方位估计, 猎雷。

**指向性响应:** 仅供插图。请参阅特定换能器的 -3 dB 波束宽度。

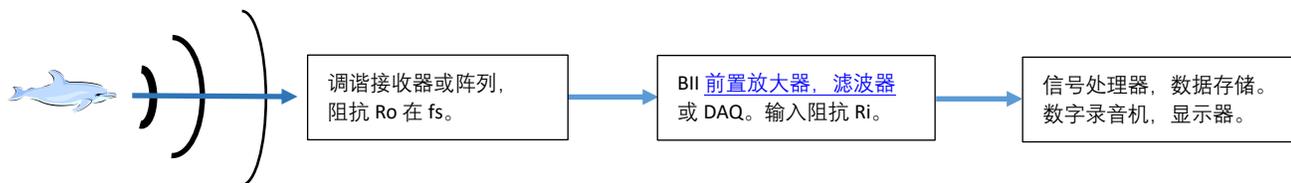


**调谐换能器: 具有最大信噪比的最佳接收器**

**调谐换能器作为接收器**

调谐换能器 (水听器, 声发射传感器, 无损检测接收器等) 是围绕共振  $f_s$  运行的带通声波接收器和声波产生器, 其特点是: 宽带, 从换能器到前置放大器的最大功率传输, 可以为水声学 and 无损检测的特殊换能器提供灵活的解决方案。

调谐换能器的阻抗在  $f_s$  处是电阻性质的阻抗。原有的容抗和感抗被消除了。



调谐接收器的三运行状态: a. 阻抗匹配  $R_o = R_i$ ; b. 开路  $R_i \gg R_o$ ; c.  $R_o < R_i \ll \infty$ 。

**a. 换能器与其信号调节电路之间的阻抗匹配:**

1. 换能器反射的声能最小化。 2. 换能器到前置放大器或信号调节器的最大功率传输。

**优点:**

在跟踪, 定位和无损检测应用中拓宽带宽, 减少脉冲衰减时间, 提高空间分辨率。减少阵列中阵列元素之间的相互影响。减少对入射声波的干扰。

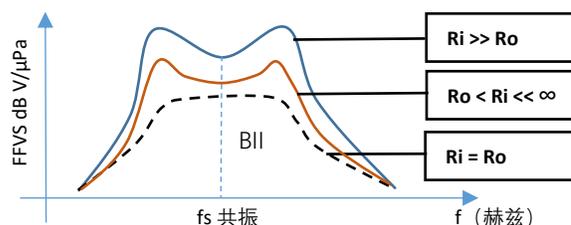
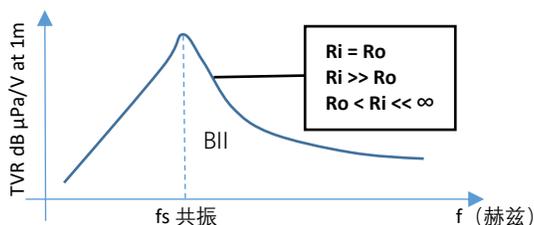
**缺点:**

与 OCV (开路电压) 相比, 灵敏度在  $f_s$  左右下降了 6 dB。

**b. 信号调节器  $R_i \gg$  换能器阻抗  $R_o$  的输入阻抗:**

接收器的输出电压为 OCV (开路电压)。

**调谐换能器的典型 TVR 和 FFVS:**



**调谐接收器结构:**

- 1. 调谐单元集成在接收器外壳内
- 2. 接收器 + 独立调谐单元



**如何订购:**

**a. 定制 BII 标准换能器:**

1. 首先, 查看在线数据表或联系 BII 获取换能器 (水听器, 声发射传感器, 无损检测换能器等) 的  $f_s$  信息。

2. 将 TT 附加到传感器的零件号。例如:

BII7011TT BII7011 水听器调谐。

BII7004TT 调谐 BII7004 水听器。

BII7074TT 调谐 BII7074 水听器。

请注意: 1. 不建议将调谐的换能器 (或接收器) 远离其  $f_s$  谐振。

2. 调谐换能器的尺寸可能比原来的换能器更大或更长。如果尺寸对您的应用很重要, 例如阵列间距, 请联系 BII。

**b. 定制新的换能器。**

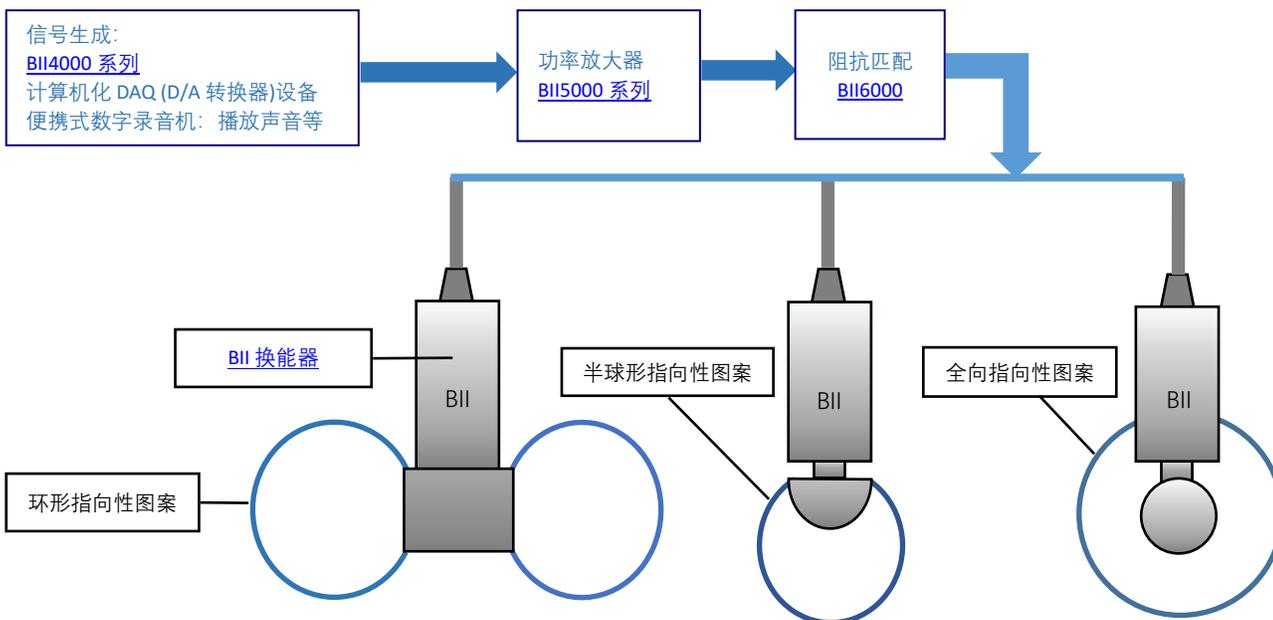
- 1. 确定  $f_s$  的频率。
- 2. 确定接收换能器的方向性响应。
- 3. 需要前置放大器吗? 是的, 如果信号很弱。不需要, 如果声级很强。
- 4. 确定或综合考虑带宽, 反射和超调的工作条件:  $R_o = R_i$ ,  $R_i \gg R_o$  或  $R_o < R_i \ll \infty$ 。
- 5. 集成调谐单元还是独立调谐单元?
- 6. 联系 BII 并告知您对新定制接收器的规格。

### 水声信标: 声波发射器, 中继器和应答器

#### 描述

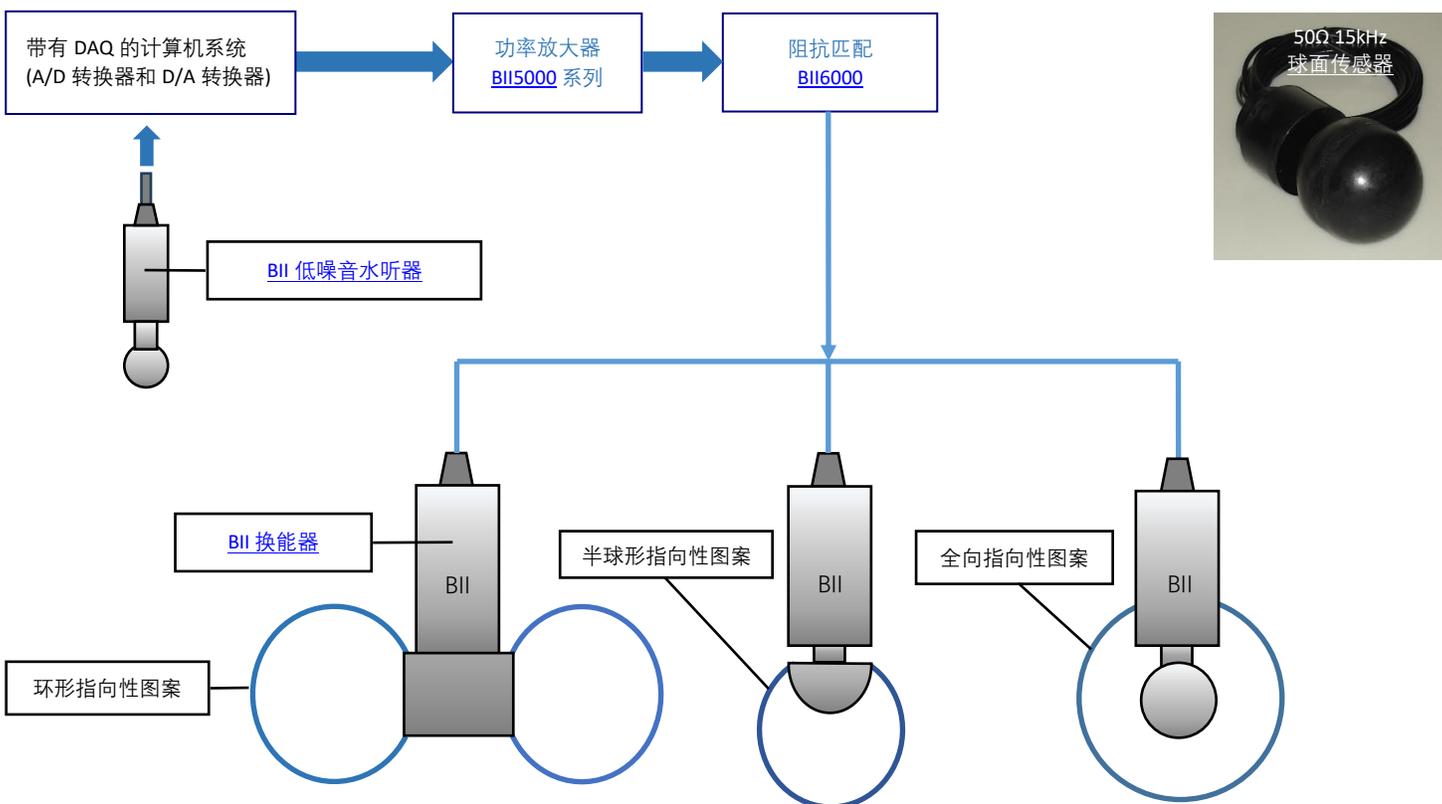
水声信标是宽带声波发射器和/或接收器。BII 模块化组件已准备好为您开发和实现独特的专用声波发射器, 中继器和应答器: 水声通信和定位, 声学定位器和释放器, 试点声源, 人工声学目标, 长距离和短程导航。

#### 声波发射器设置:



#### 中继器和应答器设置:

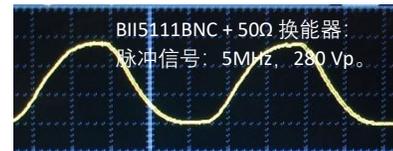
中继器和应答器包括一个低噪声水听器, 具有合适的指向性模式, 用于接收来自远程声源 (如声波发射器和潜艇) 的声音。买方的计算机对接收信号进行采样和处理, 合成新信号作为回声信号, “应答”信号或“命令”信号。计算机输出新信号到声音发射系统, 该系统由功率放大器, 阻抗匹配装置和换能器 (声波产生器) 组成。



声学测量: 物理声学, 无损检测和声发射的脉冲和接收。

声学测量包括:

1. 时间测量, 例如频率  $f = 1/T_0$ , 带宽  $B = -3\text{dB}$  点的  $\Delta f$ , 时间延迟  $\Delta t$ 。
2. 空间尺寸测量, 如声程长度  $L$ , 波长  $\lambda$ , Schlieren 图像分布等。
3. 空间传播过程中声音幅度衰减, 阻抗变化, 阻尼递减, 带宽等能量耗散的测量。



声速  $C$  和衰减系数  $\alpha$  是两个基本量。平面波在介质中的传播:

$$A_x = A_0 e^{j\omega(t-x/C)} e^{-\alpha x}$$

$A_0$ : 声压幅度, 粒子速度或密度。  $\omega = 2\pi f$ .  $t$ : 传播时间.  $x$ : 从原点到测量位置的位移。

在介质中传播的声波的  $C$  和  $\alpha$  是声波与材料的一种或多种特性相互作用产生的宏观表现。通过精确的  $C$  和/或  $\alpha$ , 可以定性或定量地确定材料的一些机械, 热, 电, 磁和光学特性。

测量中使用的典型超声波 (弹性或应力) 波:

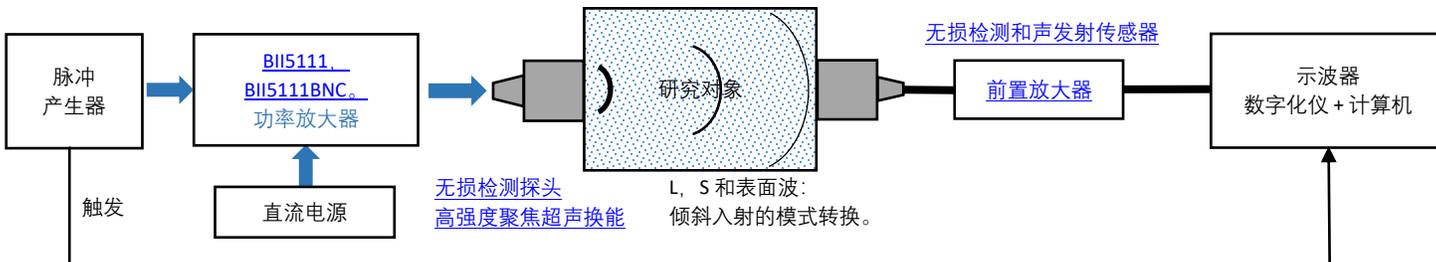
1. 压缩(纵波或 L)波。
2. 剪切(横向或 S)波。
3. 表面(瑞利)波。
4. Lamb, Stonely 和 Scholte Waves 等。
5. 在临界入射角处使用楔块进行波模转换。



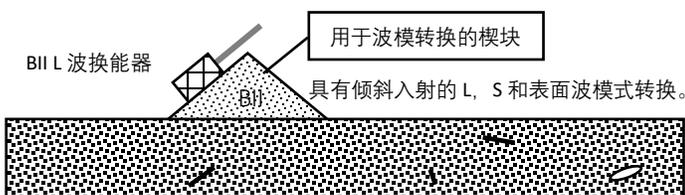
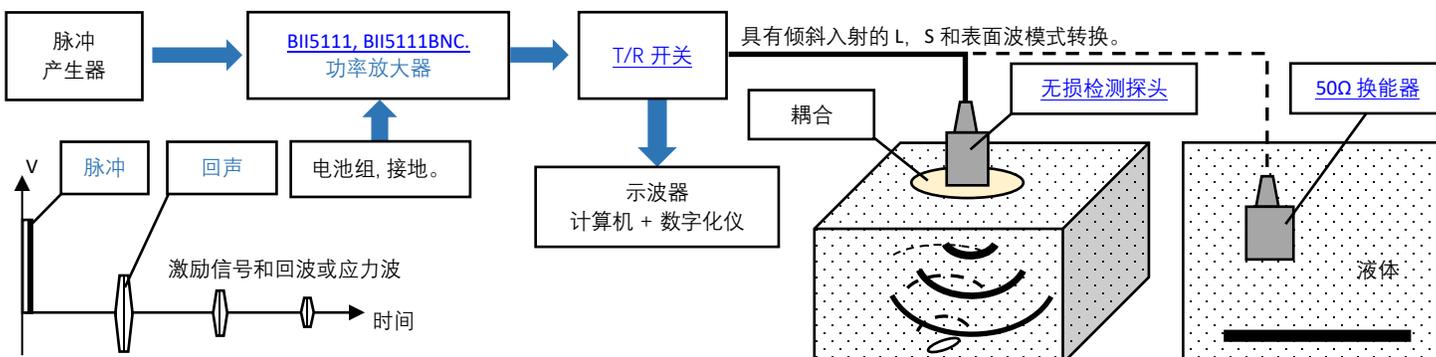
BII 生产基频  $f_c$  高达 10 MHz (可在三次谐波或高达 30 MHz 下使用) 的宽带 (低  $Q_m$ ) 纵向换能器 (平面波和聚焦波), 以及定制的 Acrylic 或 Plexiglas (或其他工程塑料, 如聚苯乙烯, 尼龙, PTFE 等楔形用于波形模式转换)。

| 超声波换能器的有用公式和参数  |   |  |
|---|---|--|
| <b>Q:</b> 集总系统品质因数; <b><math>\lambda</math>:</b> 波长; <b>D:</b> 孔径; <b>FWHM:</b> 在一半最大值的声束宽度。                |   |  |
| 最佳轴向分辨率 $\approx 0.95Q \cdot \lambda$ 。   | 最佳横向分辨率 = 最小声束宽度 $\approx \text{FWHM} = 1.4\lambda \cdot f/d$ 。 | 近场长度 $N = d^2/(4\lambda)$ 。  |
| 瑞利距离 $= \pi D^2/(4\lambda)$ 。   | 弗劳恩霍夫区距离 $= 2.3D^2/(4\lambda)$ 。                                | 发散角 $= \sin^{-1}(1.22\lambda/D)$   |
| 斜入射处的波模转换: L, S, 瑞利(表面), 兰姆波, 斯通利波和肖尔波特波, 斯涅尔定律: $\sin\theta_L/C_L = \sin\theta_S/C_S = \sin\theta_R/C_R$ 。 |   |  |
| 从水到钢的浸没测试:<br>第一临界角: 15°, 压缩波到剪切波模式转换。<br>第二临界角: 27°, 剪切波到表面波模式转换。  |   | 从 Plexiglas 到钢的接触测试:<br>第一临界角: 28°, 压缩波到剪切波模式转换。<br>第二临界角: 58°, 剪切波到表面波模式转换。 |

(1) 无损检测脉冲仪。



(2) 无损检测脉冲发生器和接收器。



### 声发射检测系统

BII7230 系列, 无置前置放大器的声发射传感器。孔径为  $\Phi 2$  至  $\Phi 12.7$  mm。1 kHz 至 1.2 MHz。灵敏度在水中校准。

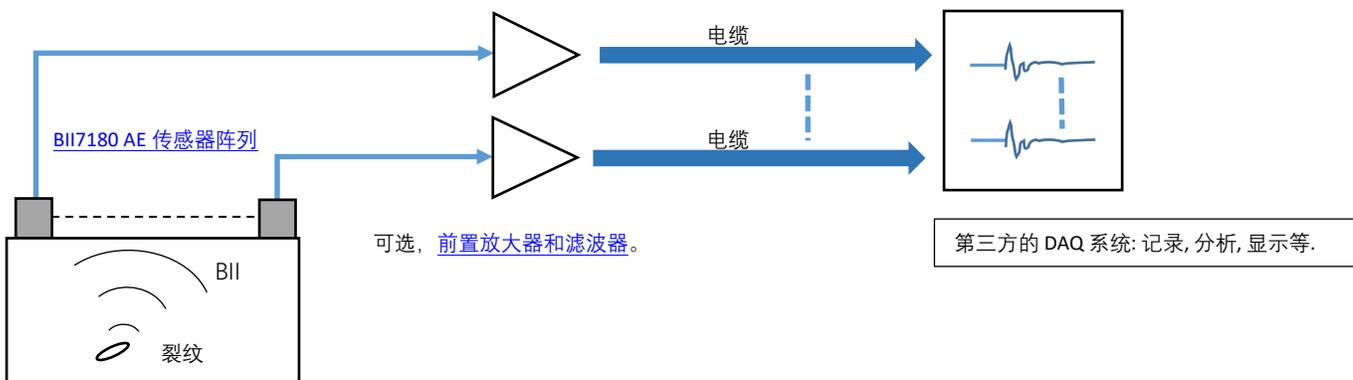
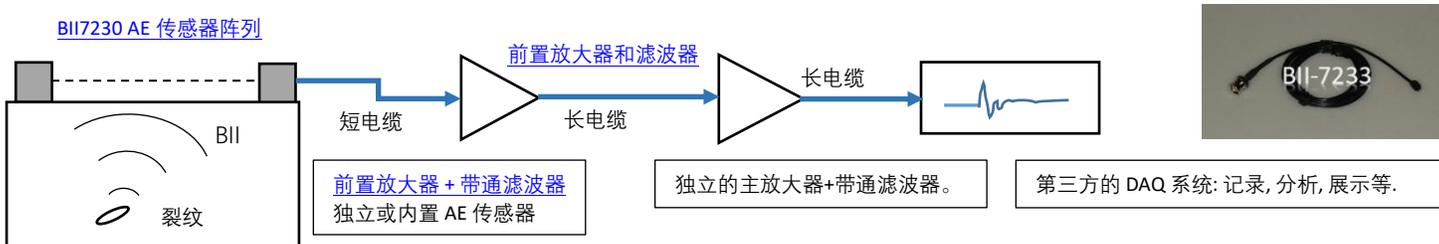
BII7180 系列, 内置前置放大器的声发射传感器。孔径为  $\Phi 1$  至  $\Phi 3$  mm。90Hz 至 3.5MHz。灵敏度在水中校准。

BII 声发射传感器可检测由结构(宏观或微观)变形, 开裂, 泄漏, 化学反应等释放的宽带应力波。它们可用作接触式传感器和浸入式传感器, 以检测空气和液体(或水)中高达 200°C (392°F) 的声发射源, 或用作嵌入式声发射传感器。可以配置这些小孔径声发射传感器组成相位阵列来定位声发射源。当声发射传感器在空气中使用时, 耦合剂(水, 凝胶, 润滑脂, 油, 粘合剂和商业耦合剂)是在传感器表面和被测件 (DUT) 之间提供有效声耦合的必要材料。

### 典型应用

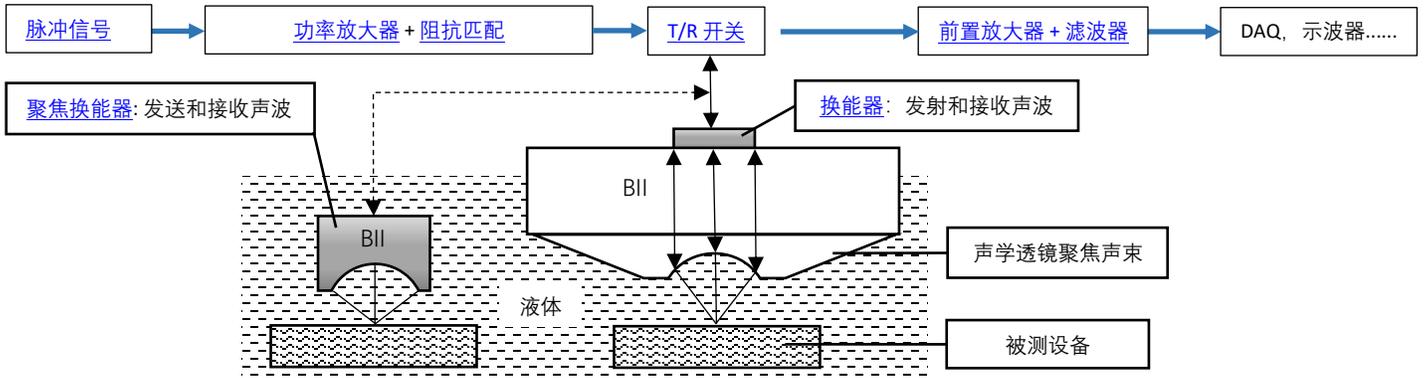
|      |            |      |        |
|------|------------|------|--------|
| 结构检查 | 制造过程的控制和监控 | 材料研究 | 结构健康监测 |
|------|------------|------|--------|

### 声发射检测系统

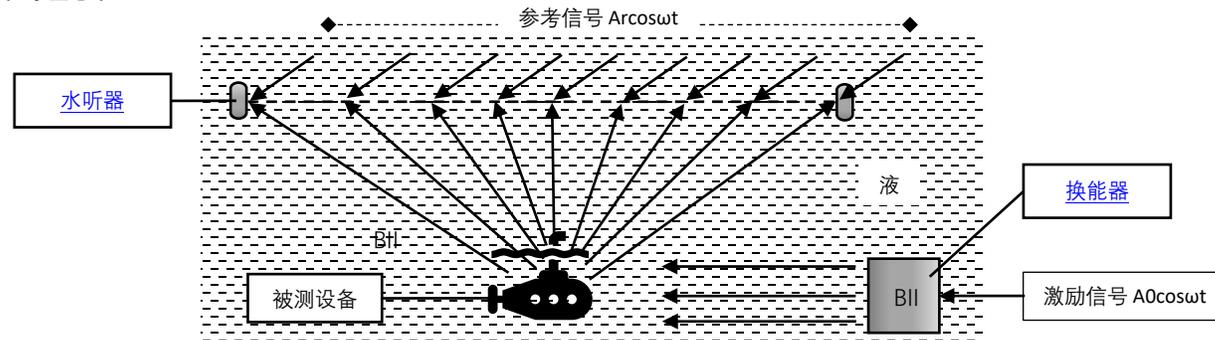


声学成像: 显微镜, 全息术和断层扫描

声反射显微镜



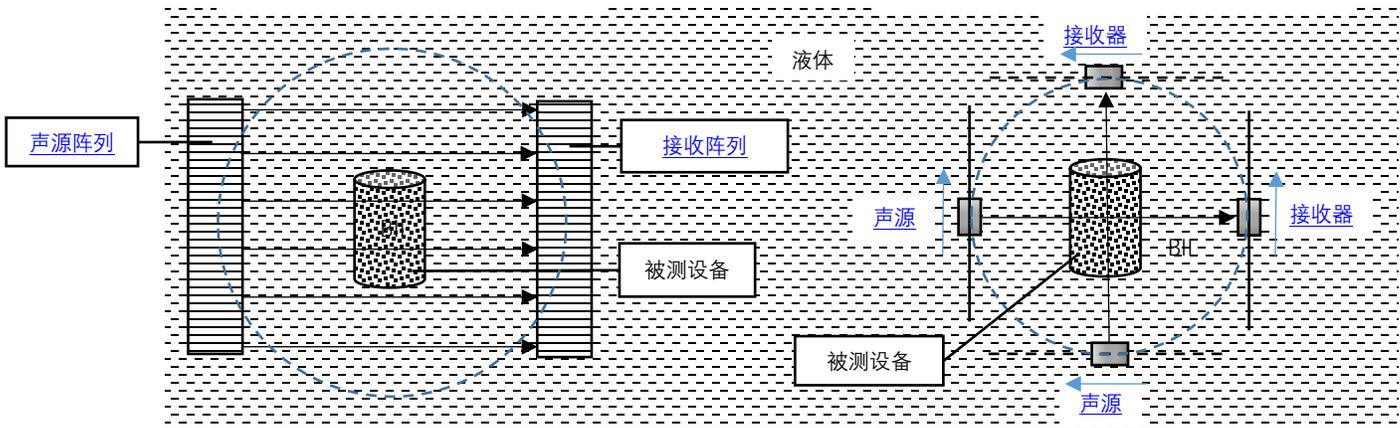
声学全息术



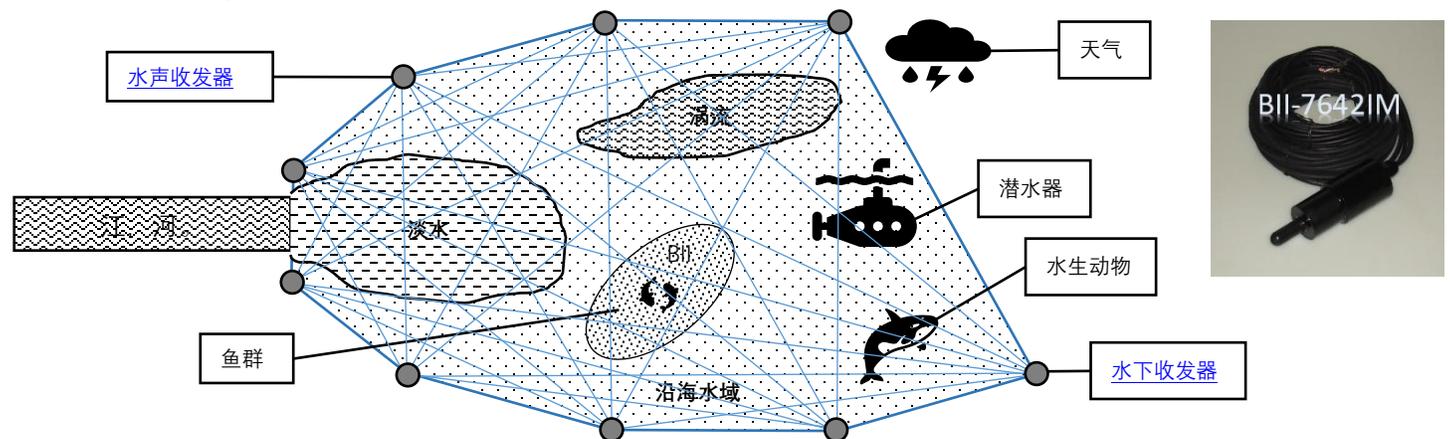
声透射层析成像

声源-接收器阵列配对: 围绕 DUT 旋转

声源-接收器配对: 围绕 DUT 的平移和旋转运动



水声断层扫描: 捕捉一个区域的声学变化。

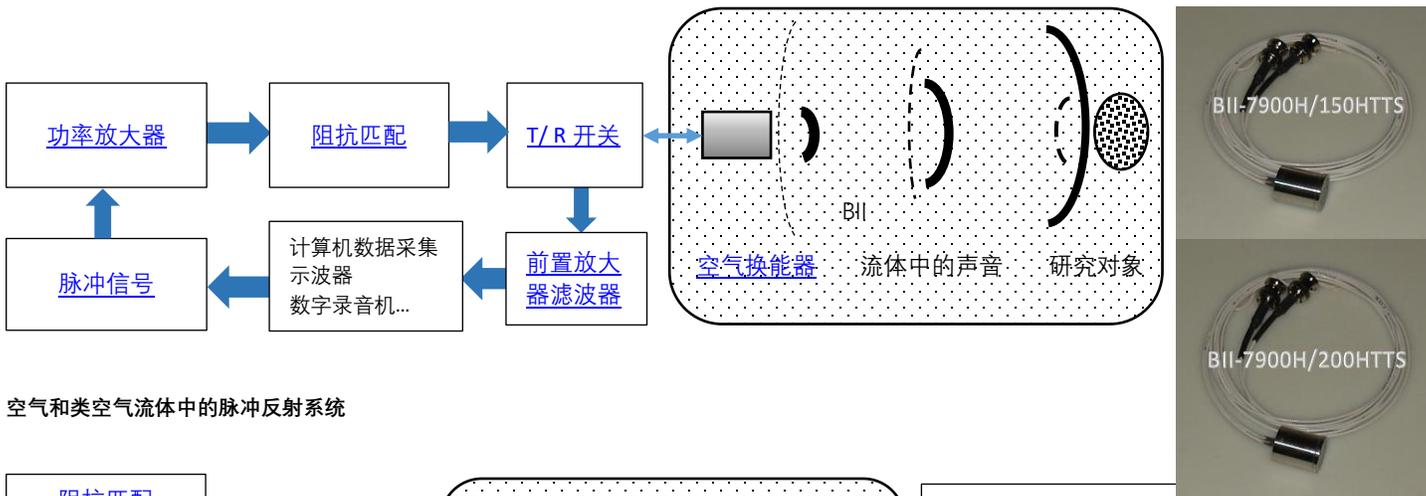


**超声波空气换能器:** 提供平面和电子聚焦, 30 至 300 kHz, -40°C 至 140°C (-40°F 至 284°F)。

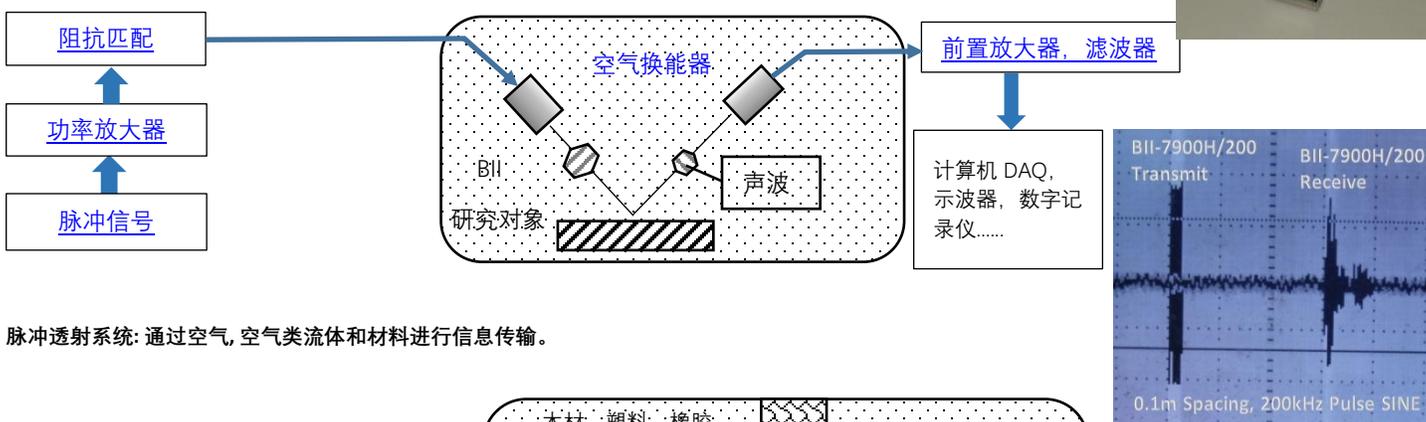
BII 的空气换能器在空气中具有低到中等 Qm 的特点, 用于空气耦合无损检测, 导航, 测距, 测量和控制, 以及测试空气流体 (气体) 和材料 (如木材, 塑料, 橡胶, 泡沫和复合材料) 的特性。换能器防水, 至少可承受 50米的水压。超声波空气换能器产生的声音在空气或类似空气的流体和材料中传播。

| 典型应用   |   |
|--|---|
| 测量值影响传播时间, 相位和衰减。  | 测量对象影响反射, 折射, 散射和透射。  |
| 机器人技术, 接近检测, 声音测距, 材料研究。<br>液位测量, 速度测量, 泄漏检测。<br>边缘检测, 卷材导向系统, 空气耦合无损检测。 | 计数, 监控, 远程控制, 报警, 运动检测。<br>零件自动定型, 分拣和定位, 超声波检测和分析。<br>表面/轮廓表征和快速扫描以进行质量控制。 |

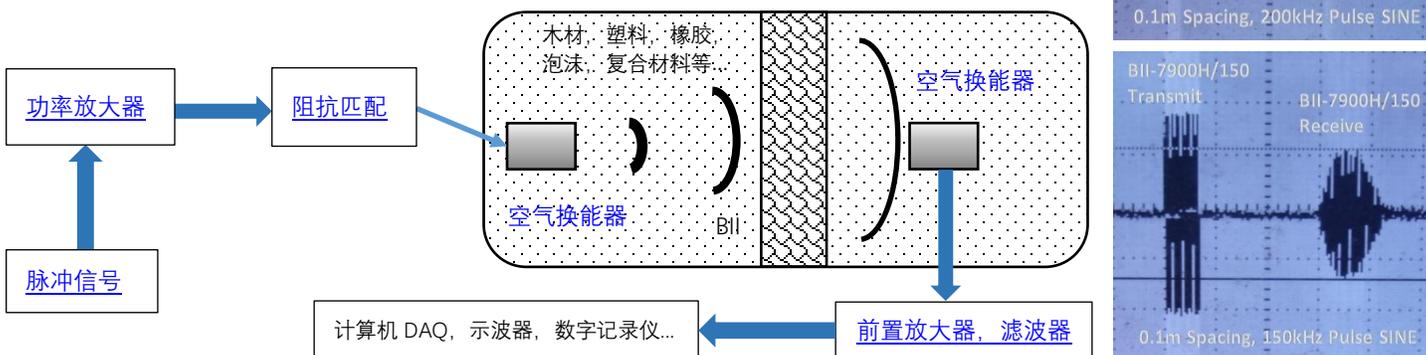
**脉冲回波系统:** 空气和类似空气流体中的声纳



**空气和类空气流体中的脉冲反射系统**



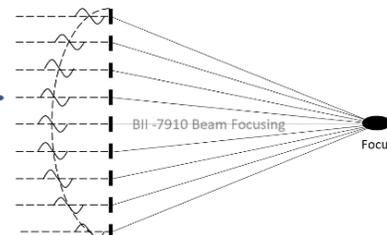
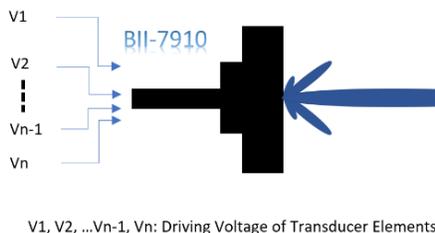
**脉冲透射系统:** 通过空气, 空气类流体和材料进行信息传输。



**空气阵列传感器:** 电子声束聚焦



- BII-7910 Annular Array:
- Spherical Transducer
  - Beam Focusing and Spreading
  - Piston-type Transducer
  - Amplitude Shading/Weighting
  - Side-lobe Suppressing
  - Dual Beam, Dual Frequency



| 在 20°C (68°F), 相对湿度: 10%, 1 个大气压下吸收空气中的声音。 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |
|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| 频率 (kHz)                                   | 30  | 40  | 50  | 70  | 100 | 120 | 150 | 200 | 250 | 300 | 500 | 1000 |
| 吸收 (dB/m)                                  | 0.3 | 0.4 | 0.5 | 0.7 | 1.8 | 2.5 | 4.0 | 6.5 | 10  | 16  | 43  | 200  |

空气或类似空气流体的辐射阻抗非常低，导致空气换能器的电机能量的转换效率非常低。驱动信号中超过 96% 的电能在换能器内部转化为热量。当换能器内部的温度在高驱动电压下接近压电材料的居里温度时，压电材料就会被破坏而无法修复。

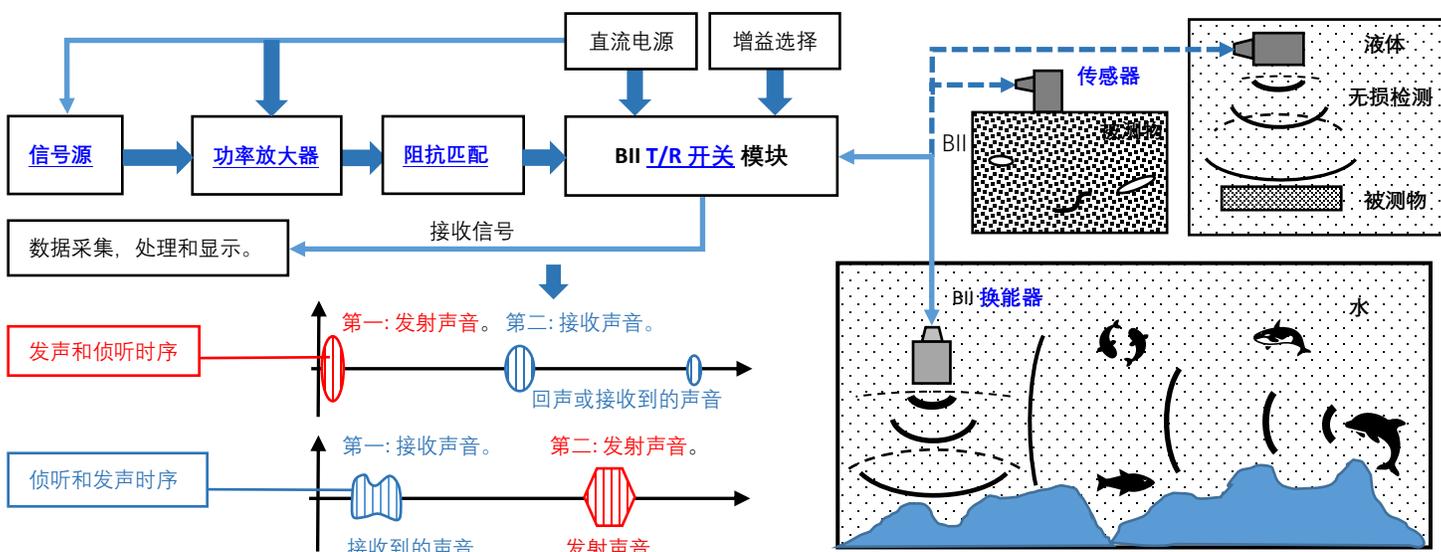
脉冲驱动信号可以让换能器在环境中自行冷却。但一般来说，空气换能器中使用的材料是非金属，与铝等金属相比，其导热系数较低。因此，**必须仔细选择驱动信号的脉冲持续时间（宽度）和占空比，以允许换能器在周围环境中自行冷却。否则，换能器将损坏无法修复。**



**BII 信号处理组件**

| BII 组件                     | 主要功能  |
|----------------------------|---|
| <a href="#">BII1000</a> 系列 | 内置滤波器的前置放大器: 放大或衰减压电传感元件产生的电信号。<br>VGA (可变增益放大器) 用于 TVG (时间可变增益): 补偿声波的传输损耗。<br>前置放大器类型: 固定增益, 数字可编程增益, 可变增益。 |
| <a href="#">BII2000</a> 系列 | AGC (自动增益控制) 放大器: 自动补偿声波在水, 空气和固体中的传播损耗。  |
| <a href="#">BII2100</a> 系列 | 内置阻抗匹配, 前置放大器和滤波器的发射和接收开关模块。  |
| <a href="#">BII4000</a> 系列 | 用于声纳, 无损检测和高强度聚焦超声声学系统的信号发生器。   |
| <a href="#">BII5000</a> 系列 | 功率放大器: 驱动声纳, 高强度聚焦超声和超声波无损检测换能器。  |
| <a href="#">BII6000</a> 系列 | 功率放大器和压电换能器之间的阻抗匹配和调谐。  |

典型脉冲回波声学系统和应答器/通信声学系统的框图。



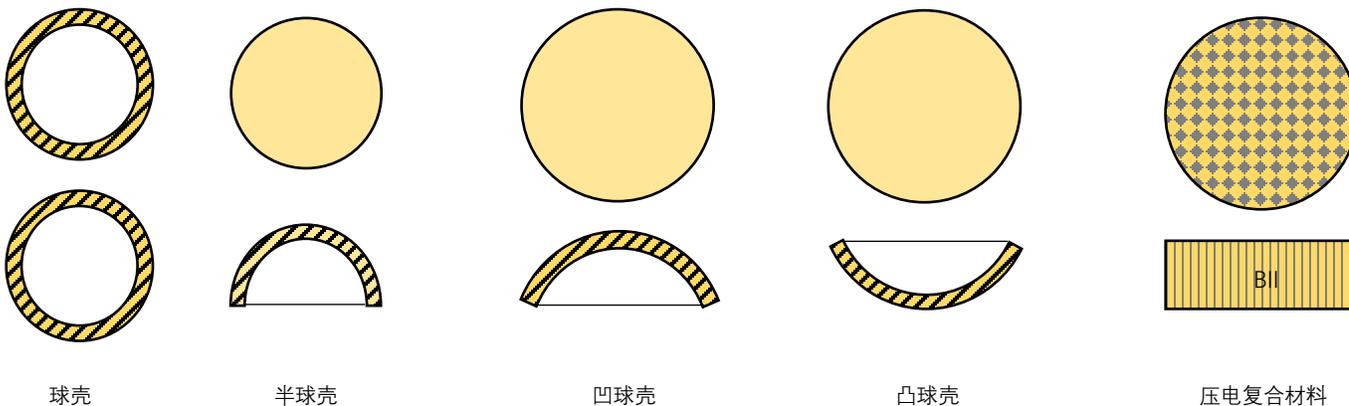
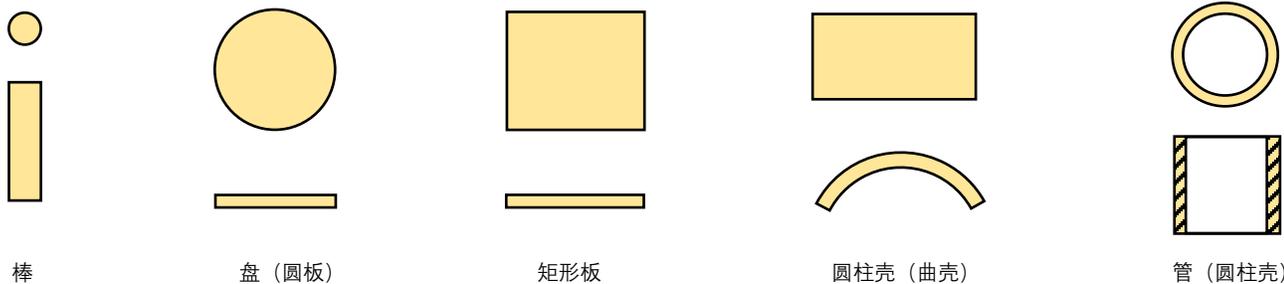
**压电材料和形状**

高  $d$  常数 (应变或电荷常数) 使压电材料产生高声压或应力波, 压电材料的高  $g$  常数 (电压常数) 使其具有高电压或电荷灵敏度来响应声压或应力, 高  $k$  (机电耦合因子) 和低  $Q_m$  (机械品质因数) 使材料在发射和/或接收声音(或应力波)时具有宽带响应。BII 使用以下压电陶瓷制造声学换能器 (水听器 and 声波产生器)。

| 材料:  | 特点 (仅适用于 BII 产品中使用的压电材料)   |
|--|--|
| 复合材料:<br>PZT, PT 或 PN + 材料基质。                                      | 高度各向异性。<br>高 $k_{33}$ , $g_{33}$ 和 $g_n$ 。<br>低品质因数, 宽带。<br>作为声音发射器, 功率较高; 作为声音接收器, 灵敏度很高。<br>-40 至 140 °C (-40 至 284 °F)。     |
| 硬质 PZT, 改性 $Pb(Ti, Zr)O_3$ :                                       | 高 $k$ , 高 $d$ , 低损耗, 高功率换能器。<br>-100 至 250 °C (-148 至 482 °F) 应用。  |
| 软 PZT, 改性 $Pb(Ti, Zr)O_3$ :  | 高 $k$ , 高 $g$ , 宽带, 高灵敏度水听器和传感器。<br>-100 至 250 °C (-148 至 482 °F)。   |
| 钛酸铅 PT, 改性 $PbTiO_3$ :   | 高各向异性, $k_t/k_p \geq 10$ , 高 $g_n$ , 高功率。<br>抗电场分解能力强。<br>-40 至 300 °C (-40 至 572 °F)。   |
| 偏铌酸铅 PN, 改性 $PbNb_2O_6$ :  | 低 $Q_m$ , 高频宽带和脉冲传感器。<br>-100 至 400 °C (-148 至 752 °F)。  |
| 钛酸钡 BT, 改性 $BaTiO_3$ :   | 大功率声纳 (占空比 $\leq 1\%$ )。<br>中等 $d_{33}$ 和 $g_{33}$ , 低 $g_{31}$ , 高 $N$ 。<br>对压应力的抗分解能力强。<br>-20 至 80 °C (-4 至 176 °F)。<br>无铅。 |
| 铋层结构 BiT, 改性 $Bi_4Ti_3O_{12}$ :                                    | 高频换能器。各向异性, $k_t/k_p \geq 4$ 。<br>低 $k_t$ 和 $k_{33}$ , 低 $d$ 常数, 中 $g$ 常数。<br>-100 至 500 °C (-148 至 932 °F)。<br>无铅。            |
| 上述功能仅适用于压电材料。BII 换能器 (水听器和声波产生器) 的特性取决于压电材料, 无源材料, 机械和电气结构, 负载介质等。 |  |



除了标准产品外, BII 还使用上面列出的定制压电材料制造换能器, 以满足您的要求。压电材料的形状: 棒, 圆盘, 矩形板, 曲壳, 管 (圆柱壳), 球体, 半球, 凸壳, 凹壳, 复合材料和定制压电形状。以下压电元素以俯视图和前视图列出。



### 磁性材料和磁芯

压电换能器(声波产生器或水听器)的阻抗(或导纳)与频率相关, 范围从数百 kΩ 到几 Ω 不等, 并且在不同频率范围内是电容式, 电阻式或电感式的。[阻抗匹配和调谐元件](#) 是必要的设备, 用于在特定的窄频率范围内改变换能器的阻抗, 以满足功率放大器的负载要求, 以实现从电到机械的最大和最有效的功率传输 (高功率因数), 或匹配前置放大器的输入阻抗以实现从机械到电气的最大和最有效的功率传输, 或实现最佳源电阻, 实现最小噪声系数 NF。此外, BII 还生产用于测量铁电和压电材料的定制变压器。

BII 制造的磁芯和空芯用于压电换能器 (SONAR, NDT, 高强度聚焦超声, 声发射) 和功率放大器之间的阻抗匹配。核心几何形状包括环形, 圆柱体和平面 (基于 PCB), 并可定制以适合 BII 换能器。

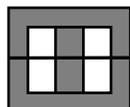
### BII 磁芯的特点:

1. 频率。 铁磁芯 30 Hz 至 50 MHz; 空气芯高达 100 MHz。
2. 冷却。 使用特殊导热剂提高导热性能, 以避免过热。
3. Bs 和气隙。 定制磁性 B/H 曲线, 增加电场与磁场之间的功率转换能力。
4. 核心损失。 通过合适的材料和尺寸, 滞后和涡流损耗被最小化。
5. 绝缘。 绕组之间的绝缘电压大于 1200 Vrms。绕组和芯表面之间的绝缘电压大于 2000 Vrms。
6. EMI 辐射。 环形磁芯可最大限度地减少射频辐射。
7. 小型化。 圆柱体芯为小型传感器提供了最小尺寸的选择。
8. 使用温度。 -40 至 140 °C (-40 至 284 °F)。可提供在 -40 至 287 °C (-40 至 550 °F) 范围内工作的定制型芯。
9. 平面核心。 电感式平面器件 (基于 PCB) 可用于适应高频范围内的一些特殊换能器限制。

环形



EE



圆柱



平面 (基于 PCB)

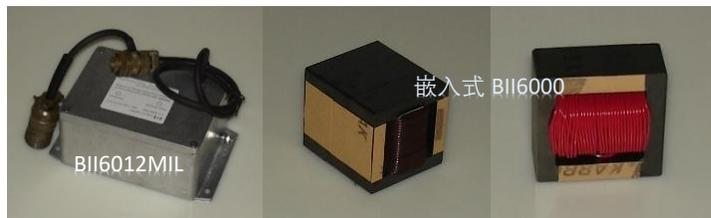
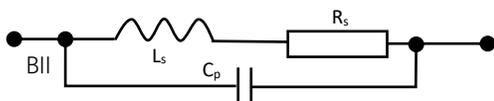


制造磁芯: 1. 叠层磁芯 2. 绕带磁芯 3. 粉芯 4. 印刷电路板 (PCB)。除了 BII 的磁芯外, BII 采用其他制造商的软磁磁芯来制造 100 Hz 至 10 MHz 的阻抗匹配元件。

### 电感元件的测试:

1. 电感, Q, 变压器匝数比, 漏感, 频率响应, 阻抗与频率, 集总等效电路模型。
2. 绝缘。
3. 使用温度。

### 带绕组的磁芯等效电路:



### 典型 B-H 曲线 (滞后)

涡流损耗  $W_{ec} \propto B^2 f^2 A_e^2$

迟滞损耗  $W_H \propto B_{max}^n f$ ,  $n = 1.6 \sim 2.0$ .

异常损耗  $W_a$  由磁芯几何形状, H 和 dB/dt 决定。

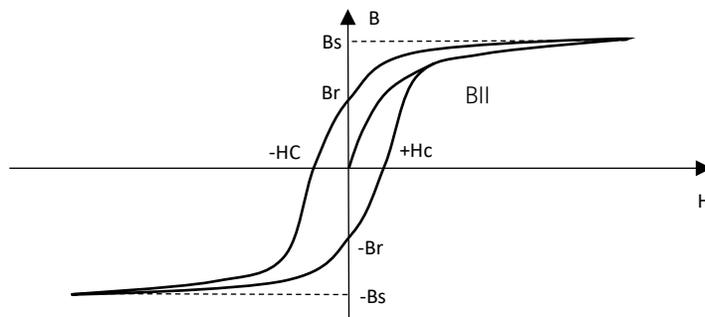
适用于 30 Hz 至 20 kHz 的高功率磁性材料:

振幅  $\mu_a = 1300$ , 最大  $\mu_{max} = 7500$ ,  $B_s = 1.4 T$ ,  $H = 800 A/m$ 。

气隙磁芯, 有效磁导率:  $\mu_e \approx \frac{\text{Effective Length}}{\text{Air Gap Length}} = \frac{L_e}{g}$

磁场中存储的能量:  $w_m = \frac{B^2 V_c}{2\mu_r \mu_0} = \frac{1}{2} L i^2$

压电换能器的介质电容  $C_0$  中存储的能量:  $w_c = \frac{1}{2} C_0 V^2$



除非另有说明, 否则 BII 使用的典型铁磁材料在 25°C 下的磁性能。

| 材料        | $\mu_{max}$ | $\mu_i$ | 饱和度 $B_s$ (T) | 迟滞/磁芯损耗 $W_H$                                      | 矫顽力 $H_c$ (A/m) | 居里温度        |
|-----------|-------------|---------|---------------|--|-----------------|-------------|
| 纯铁        | 180,000     | 10,000  | 2.15          | 30 J/m <sup>3</sup> , 条件: d.c.                     | 4               | 770 °C      |
| 铁         | 5,000       | 150     | 2.15          | 500 J/m <sup>3</sup> , 条件: d.c.                    | 80              | 770 °C      |
| 电工钢       | 50,000      | 350     | 1.5           | 32 W/lbs, 条件: 1kHz, 1.5T, 100°C。                   | 48              | 740 °C      |
| 粉末合金      | 20~300      | 14~150  | 1.0~1.5       | 1.7 W/cm <sup>3</sup> , 条件: 0.2MHz, 0.1T, 100°C。   | 20 ~ 180        | 500 °C      |
| 软铁氧体 MnZn | 4800        | 2200    | 0.49          | 0.215 W/cm <sup>3</sup> , 条件: 0.5MHz, 50mT, 100°C。 | 21              | 210 ~ 300°C |
| 软铁氧体 NiZn | 2800        | 750     | 0.52          | 0.500 W/cm <sup>3</sup> , 条件: 3.0MHz, 30mT, 100°C。 | 40              | 260~350°C   |

## 声学系统性能 and 设计

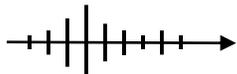
### 低功耗声学测量

通常, 现场部署的手持式和便携式声学测量仪器 (水声录音, 声呐浮标, 底部系泊水听器, 自主式水下航行器, 无损检测仪, 声发射材料健康监测仪等) 使用电池 (不可充电或可充电) 作为直流电源, 这需要低功耗元器件来延长使用时间。

BII 制造带有内置电子滤波器的低电流和低功耗前置放大器。

#### 1. 没有信号调节组件的水听器或声学传感器可检测高压声音。

这类水听器或声学传感器不需要任何电能, 或者其功耗为 0 瓦。



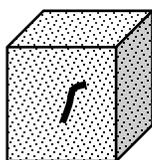
BII [水听器和声学传感器](#)  
无信号调节组件



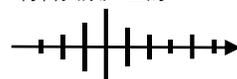
DAQ + 计算机化数据分析和存储)

#### 2. 带有信号调节组件的水听器或声学传感器可检测微弱的声音。

这类水听器或声学传感器消耗电能来放大信号并抑制噪声。



材料失效产生的 AE



BII [水听器和声学传感器](#)  
内置 [低功耗前置放大器和滤波器](#)



DAQ + 计算机化数据分析和存储)

#### 3. 低功耗前置放大器和滤波器。

[BII1060 系列](#) 低功耗低噪声前置放大器, 用于声学仪器: 水听器, 空气换能器, 声发射传感器和超声波传感器 (无损检测)。用于水声 (海洋学和水文学), 声波和超声波工程, 电声学, 通信, 生物声学, 勘探地震学和地震波, 物理声学, 声学成像以及铁电和压电材料的测量。

| 特点  |   |
|---|---|
| 低电源电流: 40 $\mu$ A 至 1.6 mA。<br>宽电源电压: +2.7 至 +30 VDC。<br>低电压和电流噪声: 7nV/VHz, 1.0fA/VHz, 测试条件: 1 kHz。 | 单端和差分输出。<br>驱动长电缆: 200 m。<br>定制增益 0 至 60 dB 和定制内置滤波器。 |

有关计算电池供电系统服务时间的更多信息, 请参阅 [为 BII 设备选择直流电源](#)。

**低噪声声学测量**

在声学测量中, 微弱声音可检测性的最终极限受到噪声(环境噪声和电噪声)的限制, 不需要的信号(噪声)会掩盖所需的有用信号。粗略地说, 当频率增加时, 海洋环境噪声和电噪声都会降低。此外, 当系统的带宽越宽时, 更多的噪声耦合到系统中, 导致输出端的噪声水平更高。因此, 需要带通滤波器来抑制目标频率范围之外的噪声。为避免不同信号调节电路引起的噪声变化, 在低噪声声学测量中应使用内置前置放大器的水听器(声学传感器)。



**BII7120 系列** 全向低噪声水听器和 **BII7079** 向低噪声水听器: 噪音水平低于海况零级。

低噪声声学传感器由声学换能器以及低噪声前置放大器和滤波器组成。这些低噪声传感器广泛应用于声波和超声波工程, 电声学, 通信, 生物声学, 勘探地震学和地震波, 物理声学, 声学成像和材料研究。

粗略计算, 前置放大器与换能器连接的电子噪声密度:

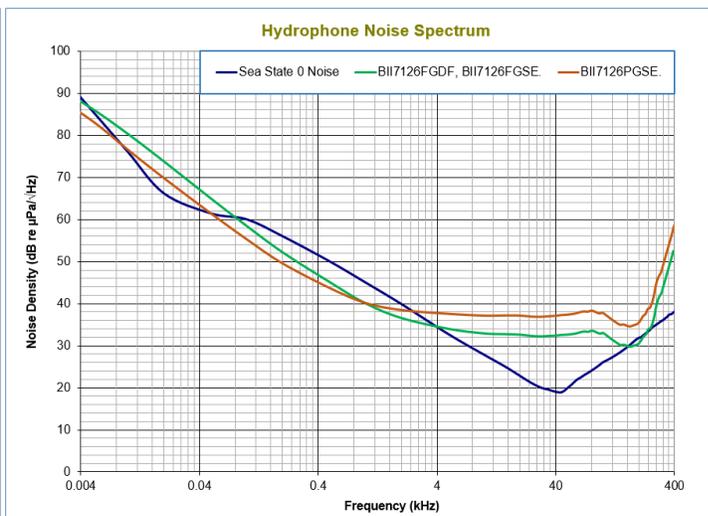
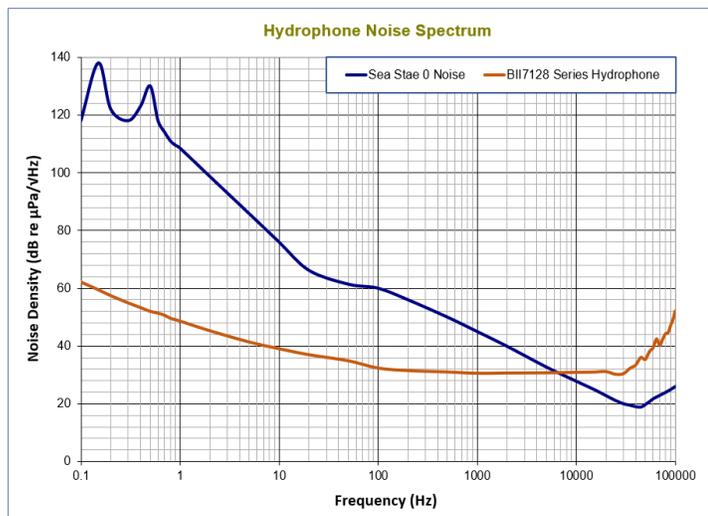
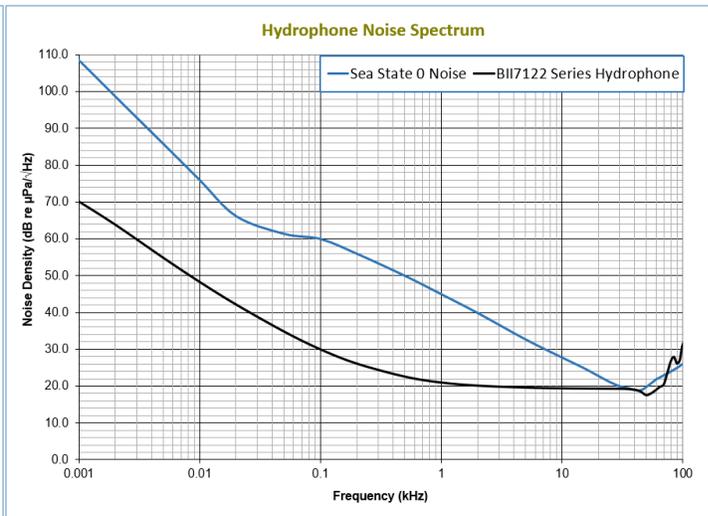
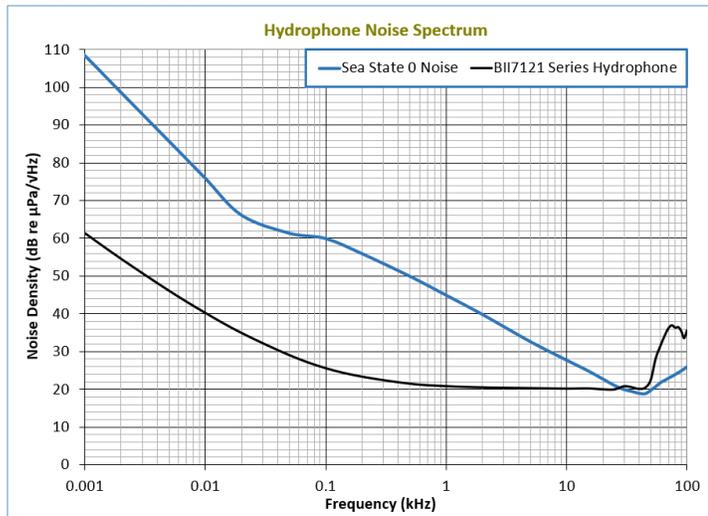
参考于输入端,  $V_n^2 = e_n^2 + [i_n * \text{换能器(或水听器)的阻抗}]^2$ 。

$e_n$ : 前置放大器的电压噪声密度,  $i_n$ : 前置放大器的电流噪声密度。

在大于 100kHz 的高频范围内, 内置低噪声前置放大器 BII1051 的声学传感器的压力噪声密度  $\approx 180$  dB - 传感器的 FFVS, 单位为 dB  $\mu\text{Pa}/\text{VHz}$ 。例如, 1 MHz 无损检测换能器的 FFVS 为 -197.6 dB V/ $\mu\text{Pa}$ 。使用 BII1051 时, 参考于输入端的压力噪声密度  $\approx 17.6$  dB  $\mu\text{Pa}/\text{VHz}$ 。



**噪声密度 (参考于输入端) :**



**编程灵敏度水听器: 60dB 选择范围**

可编程灵敏度水听器 (PSH) 的灵敏度 (FFVS) 可通过三条线 (两位字, A0, A1 和数字地) 或两条线 (一位字, A0 和数字地) 进行数字或手动选择, 或由模拟电压连续控制。数字信号的逻辑电平兼容 CMOS/TTL 技术指标和电源上限电压。在主动声纳和声源跟踪 (海洋动物, 声学信标, 声波发射器, 定位器, 声学标签等) 的应用中, 由于传播损耗, 目标强度, 声声源声级等的变化, 检测点的声级变化大于 40dB (60dB 或更高), 现场声级对于灵敏度固定的水听器来说可能过高或过弱。BII 的可编程灵敏度水听器 (PSH) 是解决该问题的方案之一。

BII 提供不同频率范围 (0.1Hz 至 10MHz) 和不同方向模式 (全向, 环形, 半球形, 锥形, 扇形等) 的各种可编程灵敏度水听器。

标称灵敏度 (FFVS) 变化: 0 ~ 60/70 dB, 0/30 dB, 0/40 dB, 10/40 dB, 10/50, 20/50 dB, 20/60 dB, 30/70 dB, 0/20/40/60 dB, 20/40/60/80 dB。

相关前置放大器: [BII1090](#) PGA 放大器和 [BII1030](#) VGA 放大器。

声学应用: 补偿传播损耗和目标强度; 声纳; 无损检测; 声学标签/定位器/海洋哺乳动物的检测; 被动声学监听。

**1. PSH: 独立水听器 (声发射传感器, 无损检测换能器) + 独立 PGA 或 VGA 前置放大器。**

**2. PSH: 压电传感元件 + 内置 PGA 和 VGA 放大器。**

(1) 驱动长电缆长达 1000 m。(2). 参考 [BII7000](#), [BII7010](#), [BII7070](#), [BII7120](#) 和 [BII7180](#)。

**用于声纳和无损检测的自动灵敏度水听器 (ASH): 80dB 范围**

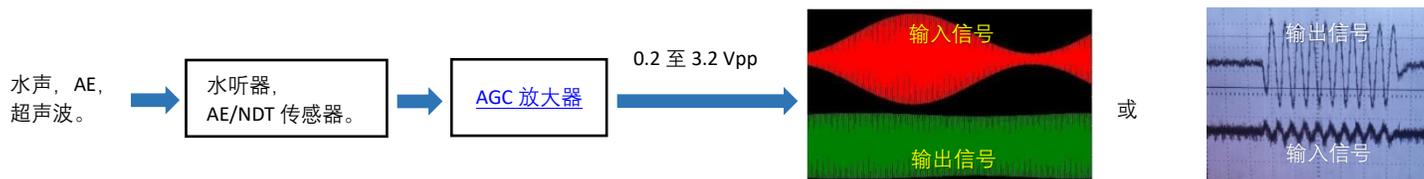
自动灵敏度水听器 (声发射换能器, 无损检测换能器) (ASH) 通过在声音强时自动降低灵敏度, 并在声音微弱时自动提高灵敏度, 在检测到的声压发生变化的情况下, 在输出端保持合适 (或恒定) 的电压幅度。它具有 80dB 的动态范围, 可均衡接收声强差异: 1. 不同的声源, 2. 单个声源因衰落或功率降低而产生的幅度变化, 3. 声纳和超声波测试中声音传播损失引起的回声电平变化。

此外, 检测信号频率所携带的信息也很有用, 例如用于速度测量的多普勒声纳, ASK 和 FSK 数字通信等。内置带通滤波器允许接收器检测感兴趣的声音并拒绝超出其带宽的声音。

相关放大器: [BII2000](#) AGC 放大器。

**典型应用**

|                 |                       |                |
|-----------------|-----------------------|----------------|
| 补偿传播损耗和目标强度     | 声学信标搜索: 标签, 声波发射器和定位器 | 水声数字和语音通信      |
| 被动声学监测 (PAM 系统) | 多普勒声纳, 回声探测           | 脉冲超声波检测, 材料研究。 |

**1. 自动灵敏度水听器: 独立水听器 (声发射传感器, 无损检测换能器) + 独立 AGC 前置放大器。**


可用频率: 100 Hz 至 1 MHz, 输入动态范围: 80 dB, 输出电压电平: 0.2 至 3.2 Vpp, 声级范围  $\Delta P_i$ : 80 dB  $\mu Pa$  或  $P_i = 110$  至 190 dB  $\mu Pa$ 。注意: 最小检测阈值受通带噪声水平的限制, 其中包括水听器的电子自噪声和环境声音噪声 (如果环境声音噪声不是被测量)。通带越宽, 噪声水平越高。压力噪声 (RTI)  $P_n$ : 在  $f \geq 1$  kHz 时的  $P_n \approx (-162 - \text{传感元件的灵敏度})$ , 单位为 dB  $\mu Pa/VHz$ 。RTI: 请参阅输入。(BII-7120 系列 [低噪声水听器使用了最敏感的元件](#), 约为 -182 dB  $V/\mu Pa$ )。输出类型: 单端或差分, 输出电平误差:  $< \pm 2.0$  dB, 电流 (静态): 17 mA @ +24 VDC, 直流电源电压: +16 至 +32 VDC。

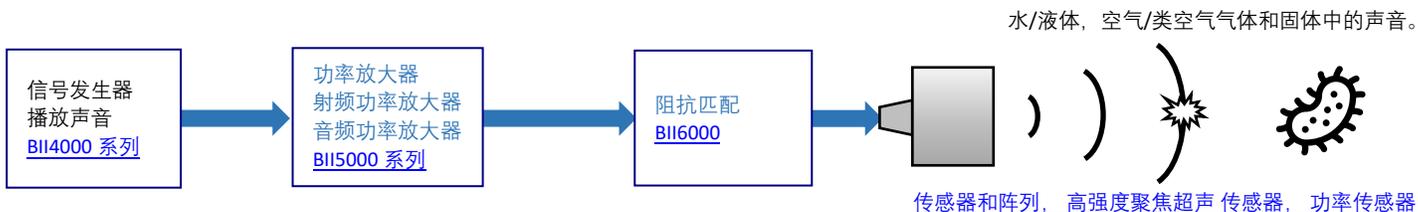
**2. 自动灵敏度水听器: 压电传感元件 + 内置 AGC 放大器。**

(1) 驱动长电缆长达 1000 m。(2). 参考 [BII7000](#), [BII7010](#), [BII7070](#), [BII7120](#) 和 [BII7180](#)。

## 电能到声能的总体转换效率

一般来说, 现场部署, 手持式和便携式**声学分析仪器** (手持式潜水员声纳, 底部系泊信标/应答器, 自主水下航行器, 回声测深仪, 声音遥测, 无损检测探伤仪, 材料研究等) 使用电池 (不可充电或可充电) 或汽油/丙烷便携式产生器作为电源, 这需要低功率组件来延长服务时间。

**声波处理设备** 产生高声强来改变负载介质, 如加热, 表面清洁, 气蚀, 脱气, 乳化, 凝固, 破坏细菌, 产生化学反应等.....这些设备大多在实验室和工厂运行。



## 从电能到声能的总体转换效率

除信号发生器外的系统效率 = 功率放大器效率 \* 阻抗匹配效率 \* 换能器效率。

### PA 效率

BII 制造两种类型的功率放大器来驱动换能器产生声音: AB 类 (线性模式) 和 D 类 (开关模式)。

AB 类线性功率放大器效率  $\eta$  的效率 = 0.6 至 0.7。

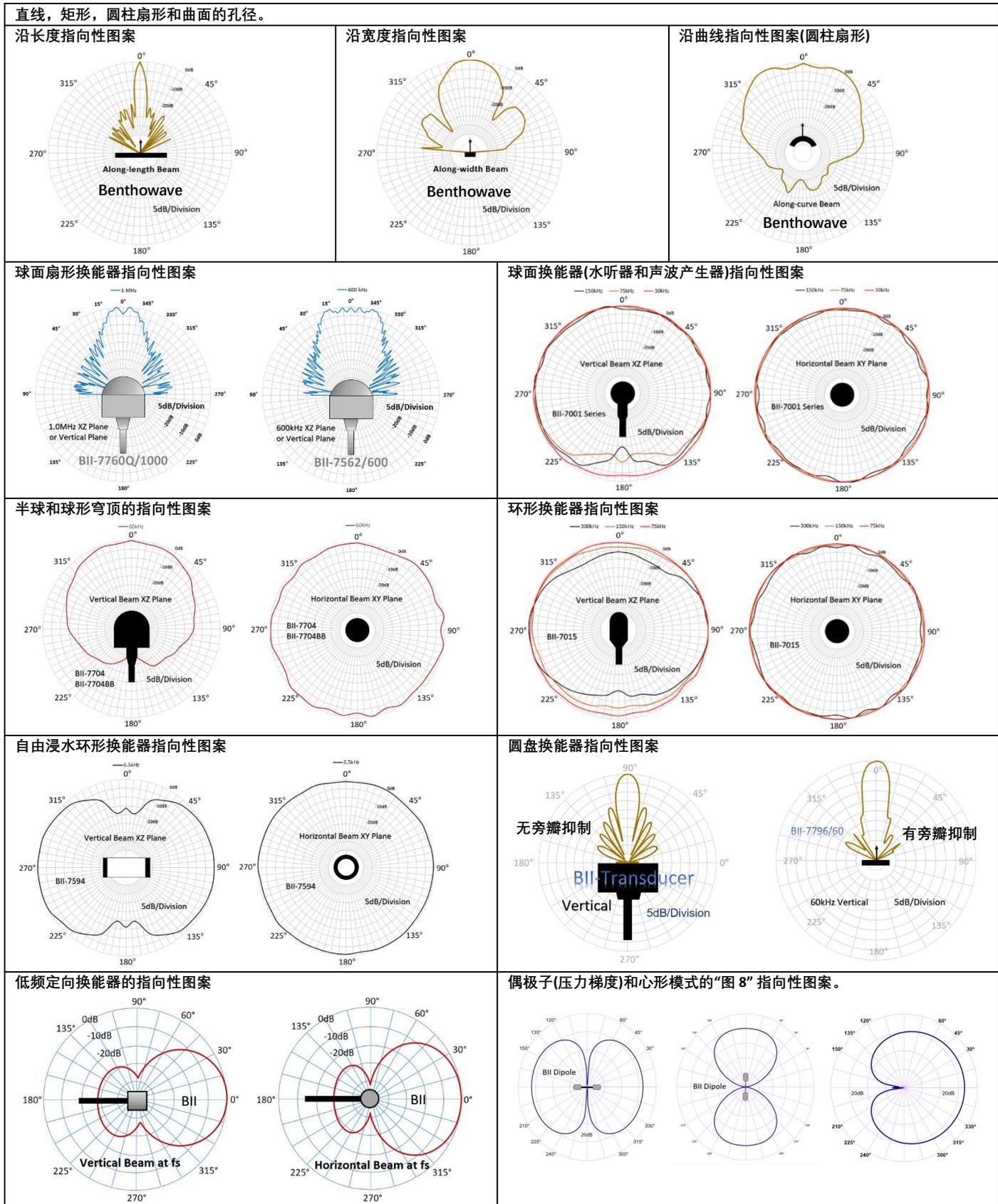
D 类开关模式功率放大器效率的效率  $\eta = 0.91$  至  $0.985$ 。

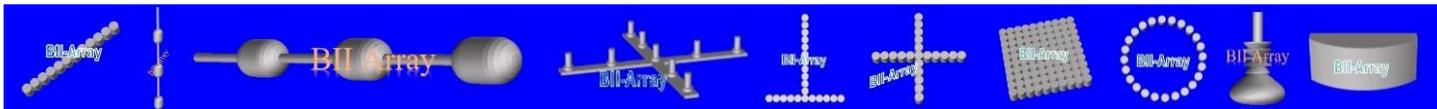
**阻抗匹配效率**  $\eta = 0.93$  至  $0.99$ ,  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$  ( $77\text{ }^{\circ}\text{F}$ )。效率随着温度升高而增加, 直至  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$  ( $212\text{ }^{\circ}\text{F}$ )。

**换能器效率**  $\eta = 0.1$  至  $0.93$ 。通常, 圆柱形和球面传感器具有最高的效率。宽带无损检测探头效率最低。其他类型的盘形平面换能器的中值效率约为  $0.3$  至  $0.6$ , 具体取决于其带宽。

**指向性图案:**

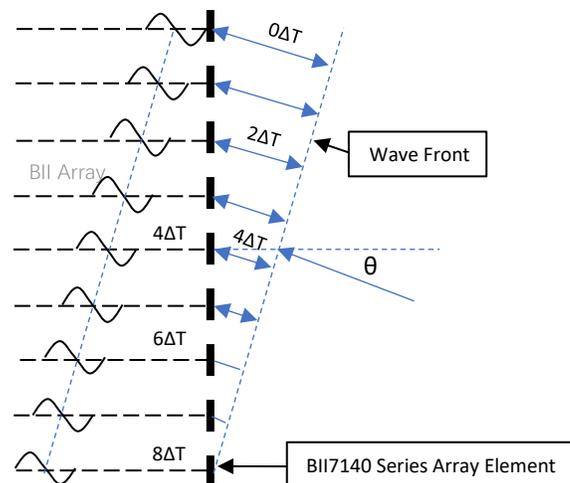
以下指向性图案仅供参考。BII 为换能器（水听器和声波产生器）和阵列制造定制的指向性图案。



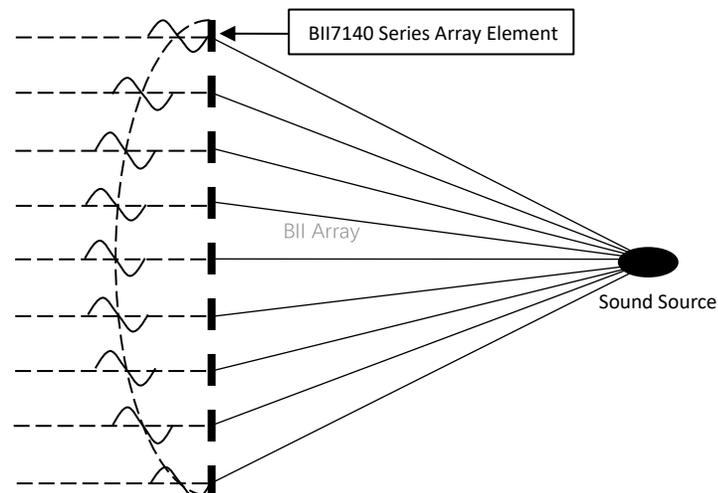


换能器和水听器阵列设计 - 空间滤波

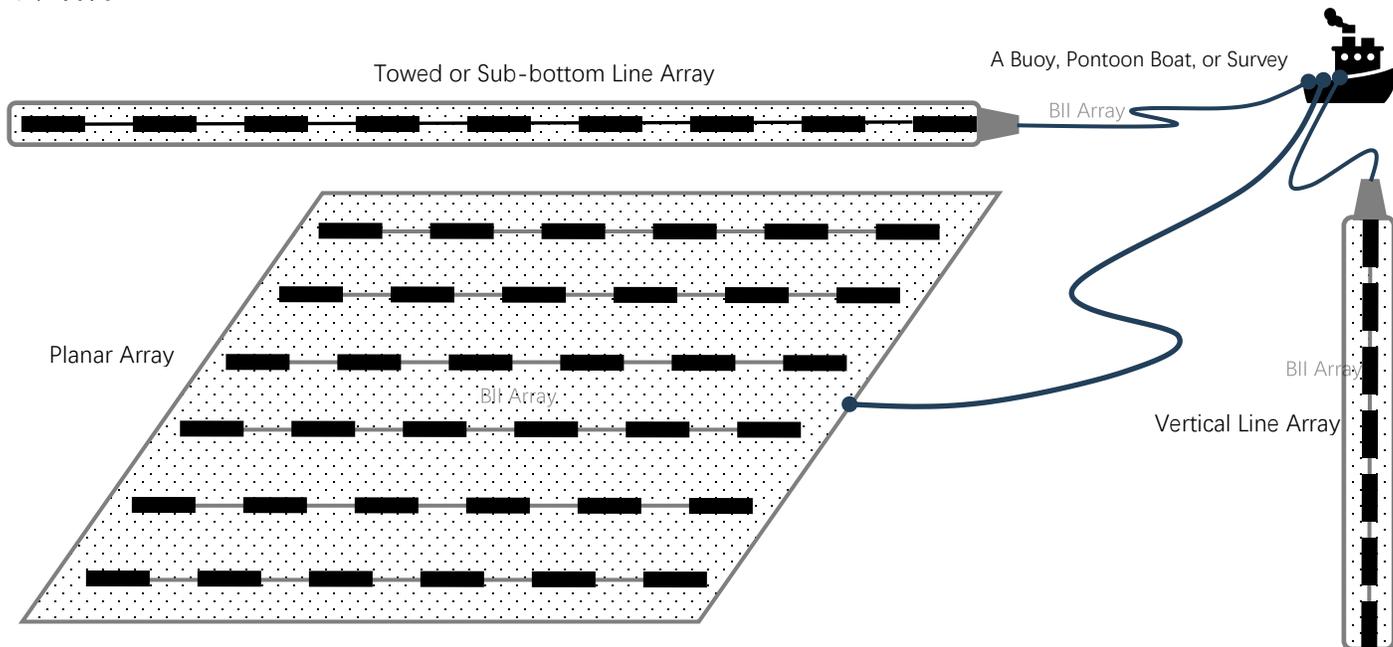
线性 (矩形) 阵列声束控制



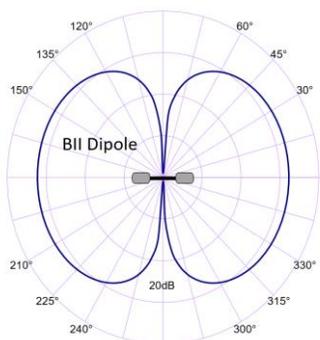
线性、环形和平面阵列光束聚焦



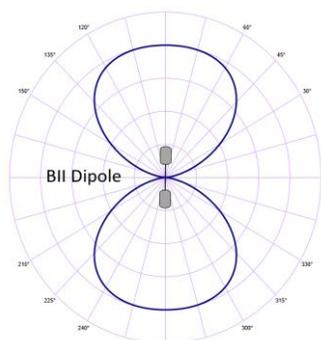
水声阵列



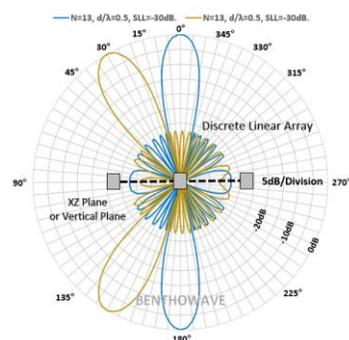
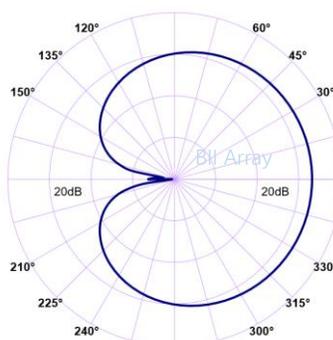
偶极子的“8”指向性图案 (压力梯度)。



心形指向性图案



分立式水听器组成的线性阵列



Benthowave 的 **换能器**和**水听器**可用作阵列元件, 根据工作频率, 可以简化为线性, 平面, 弯曲和共形阵列中的点, 线或矩形孔径元件。BII 提供不同的安装选项: 通孔/船体, 螺栓紧固, 端面安装, 自由悬挂, 齐平安装和法兰安装。利用阵列元件的信号, 可以在信号处理中进行声源跟踪, 波束指向控制和旁瓣抑制。支持标准的干燥和水下连接器, 方便数据采集设备之间的快速链接。

阵列的性能由元素的性能, 元素数量, 元素之间的间距和阵列模式决定。在水下使用元件阵列而不是单个元件, 可以实现高阵列增益或提高信噪比 (SNR)。通过时空信号处理, 可以通过幅值加权技术控制阵列主瓣的-3dB 波束宽度, 并且可以通过延时技术将主瓣的波束转至特定方向。可以通过阵列组和回波信号处理捕获水下 2D 或 3D 图像。

BII 螺栓紧固支架用于安装在便携式设备上, 便于现场部署, 也使阵列模式的配置变得容易, 灵活和简单。可以在现场快速轻松地设置不同的阵列模式。通孔安装零件方便装在潜水器, 管道, 储罐和容器的墙壁/船体上, 以检测或产生潜水器外部声音信号, 或者, 检测或产生管道, 储罐或容器内部的声音信号。可实现安装在船体上的阵列如线性, 平面和圆柱形阵列。

### 如何使用 BII 换能器/水听器作为离散阵列元件?

为了在特定频率下实现窄波束宽度并将波束转向到感兴趣的方向, 应使用多个换能器或水听器来设置线阵列或平面阵列。例如, 为了检测 20kHz 的水下声音, 使用了七个 [BII7070](#), [BII7010](#) 或 [BII7140](#) 系列水听器组成半波长间隔的线性阵列, 以实现 18° 的波束宽度和与主瓣相比低 -30dB 的旁瓣。还可以集成前置放大器来驱动长电缆。同样, 使用相同的阵列模式, 七个 BII 低频声学换能器 (发生器) 可以产生波束宽度为 18°、旁瓣为 -30dB 的水声。

BII 提供线性阵列、矩形平面阵列、圆形平面阵列设计服务: 旁瓣抑制 SLL, -3dB 波束角  $\theta_{-3dB}$ , 阵列元素间距  $d$ , 阵列单元总数  $N$ , 波束转向控制, FFVS 或 TVR 损失, 以及这些参数之间的相互影响。

欲了解有关线性阵列设计服务的更多信息, 请联系我们。

**采用阵列技术的相关换能器产品: 扫描声纳, 应用于海洋、河流和湖泊水平面或垂直面的成像和远距离声学定位、跟踪、回声定位、导航、通信和人工声学目标。**

[BII7630](#) 系列相控阵列换能器: 波束成形、动态聚焦。

[BII7660](#) 系列多波束声纳换能器: 2D 成像声纳。

[BII7710](#) 系列扫描声纳换能器: 水平面 360° 视场。

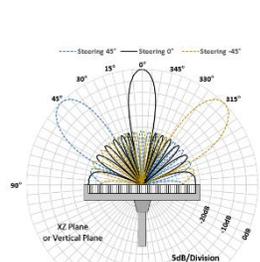
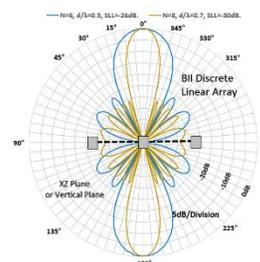
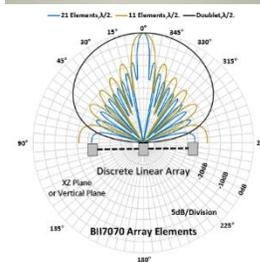
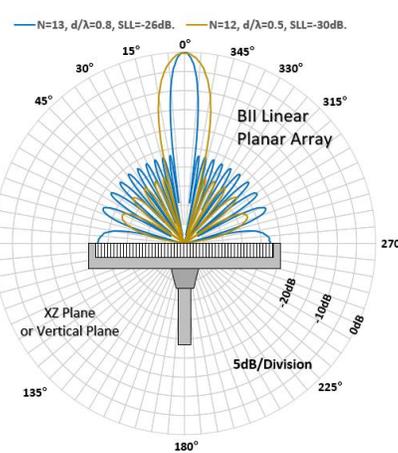
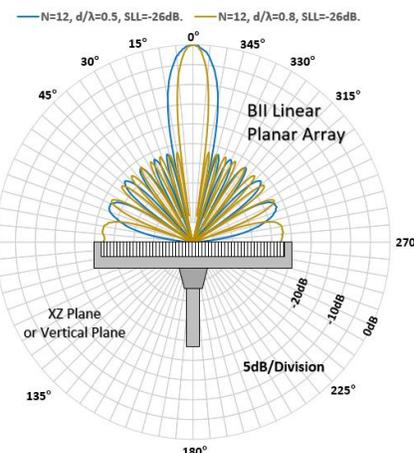
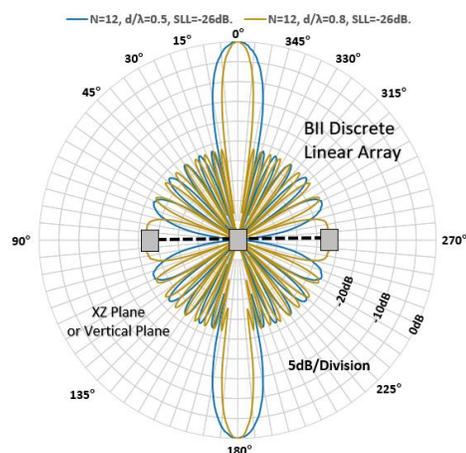
[BII7770](#) 系列水下机械扫描换能器。

[BII7740](#) 系列环形阵列: 旁瓣抑制、动态阵列聚焦和发散。



### 分立元件组成的线性阵列和线性平面阵列的设计例子。

$N$ : 阵列元件数量,  $d$ : 相邻阵列元件间的距离,  $\lambda$ : 波长,  $\theta_{-3dB}$ : 半功率波束宽度, SLL: 相较于主瓣的最大旁瓣声级。

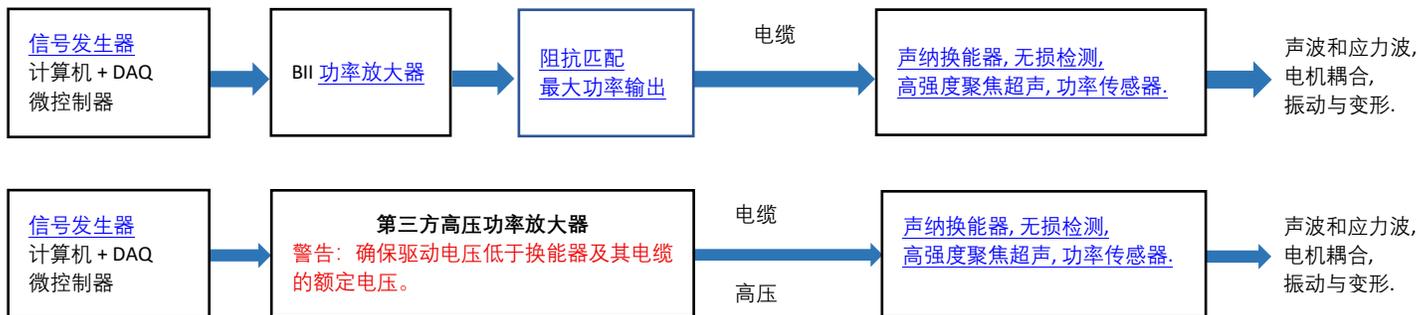


### 如何驱动换能器 (声波产生器)

#### 功率放大器和换能器之间的阻抗匹配。

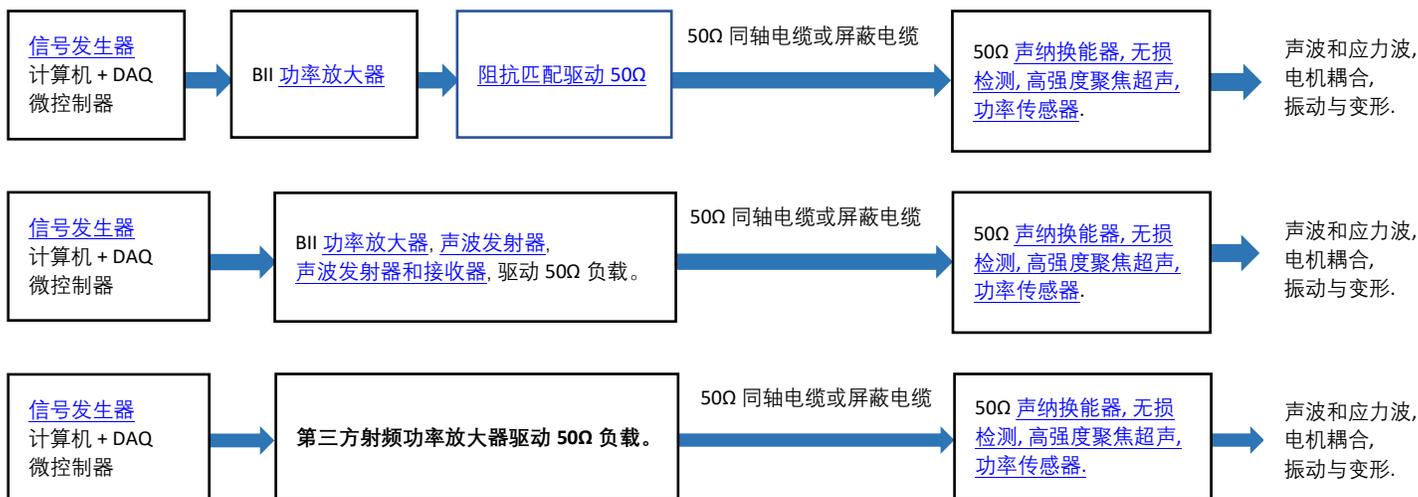
电缆在不同频率范围内的电阻, 电容和电感性能对功率放大器和换能器之间的电力传输产生不利影响。换能器本身在不同频率范围内表现为电阻, 电容或电感负载。因此, 阻抗匹配单元是功率放大器和换能器之间实现最大功率传输和最佳功率因数的必要部件。

#### (1). 无内置阻抗匹配的换能器



- 换能器的驱动电压受电缆和传感器额定电压的限制。
- 接地对于操作安全是必需的。
- 电缆和换能器之间存在阻抗不匹配。当电缆长度远小于电磁波长时, 在低频范围内可以忽略不匹配。
- 这种配置适合安装在船体或墙壁安装的换能器。换能器和电子驱动电路之间的电缆和/或电线很短。在低频范围内, “短电缆”是指其电容, 电阻和电感对电力传输的不利影响很小, 可以忽略不计。
- 设备或模块之间的互换性很差。每个换能器都需要一个定制的阻抗匹配器件来匹配功率放大器的阻抗要求。

#### (2). 50Ω 阻抗匹配



优点: 设备或模块之间互换性极好, 易于维护, 快速恢复正常运行, 成本低等。

内置阻抗匹配的 BII 换能器的产品编号中有 IM (阻抗配备为默认的 50Ω) 或 -IM50Ω (50Ω 阻抗匹配)。50Ω 是最常用的阻抗匹配, 方便和 50Ω 同轴电缆配套使用。根据客户具体的功率放大器的负载要求, 客户也可定制为其他阻值的换能器, 比如 IM2Ω, IM3Ω, IM5Ω, IM8Ω, IM16Ω, IM75Ω, IM100Ω, 等等。在电缆特征阻抗值, 换能器阻抗值和功率放大器负载要求不相同, 在功率放大器和换能器之间必须使用短电缆来防止电缆对功率传输的不利影响。



## 如何选择用于长电缆部署的元件

水声, 超声波, 振动, 应力和冲击波携带的许多信息远离操作员或记录和信号处理系统所在的地点, 或者被调查或测试的对象对人类有危险, 或者远离中央作系统。这些现场应用的特点是远程信号 (或能量) 检测, 监控, 传输和控制。随着换能器 (水听器 and 声波产生器) 与其信号处理系统之间的距离增加, 会遇到一系列特殊的仪器问题, 例如 EMI 噪声拾取, 电缆上的信号衰减, 电缆成本, “接地”之间的电压电位差等。

### 声波检测



BII 前置放大器提供灵活的定制电缆驱动解决方案, 具有电流, 单端电压或差分电压, 以驱动双绞线, 50Ω 同轴电缆, 屏蔽电缆, 带双绞线的屏蔽电缆。

**双绞线** 最适合低频范围内成本最低的布线解决方案。电流形式的信号不受电压噪声拾取的影响, 因此不需要屏蔽。导体电阻不会降低信号电流, 因此可以使用小规格电线。买方可以使用单电线为特殊应用制造双绞线, 例如拖曳阵列的外壳或导管内的布线。 [BII 差分前置放大器](#) 驱动双绞线。

**带双绞线的屏蔽电缆** 最适合长电缆传输低频电压或电流信号, 具有很好的电磁干扰抑制, 但通常它比其他电缆贵得多。BII 库存带双绞线和 PUR 或 PVC 护套的屏蔽电缆。

**多导体屏蔽电缆** 用于单端和差分电压信号传输。差分信号优于单端信号, 可消除磁感应, 电容耦合, 接地电位差或环路等产生的共模噪声电压。 [BII 前置放大器驱动](#) 屏蔽电缆长达 1 公里。

RG58, RG174, RG178 或 RG316 等同轴电缆用于高频信号传输。同轴电缆屏蔽层对高频 EMI 提供足够的抑制。 [BII104Q](#) 和 [BII109Q](#) 系列前置放大器可实现 20 MHz 带宽。

### 声音辐射



### 声音辐射和检测: 声纳和无损检测



1. 屏蔽电缆或同轴电缆接地, 这对操作安全至关重要。
2. 接地屏蔽降低导体产生的 EMI。
3. 双绞线产生的磁通量会相互抵消。
4. 除了功率放大器的额定功率外, 最大发射功率还受电缆额定电压和电流额定值的限制。
5. 在 0.1 至 10 kHz 等低频范围内, 大功率阻抗匹配元件体积庞大, 可能不适合集成到换能器外壳中。



**如何确定脉冲功率(峰值功率)的脉冲宽度, 占空比和关断时间**

本文档专门用于选择 BII 换能器和相关 BII 产品。

有关更多信息, 请参阅[主动声纳](#), [超声](#), [高强度聚焦超声\(高强度聚焦超声\)](#)和[通信的典型信号](#)。

**fs**: 串联(机械)谐振频率。通常, 换能器的 TVR 和效率  $\eta$  在  $f_s$  处达到最大值, 换能器(声波产生器)在  $f_s$  运行以产生声音。 **SL**: 声源声级, 单位为  $\text{dB } \mu\text{Pa}\cdot\text{m}$ ; **T**: 海水等负载介质的温度, 单位为  $^{\circ}\text{C}$ , [ $(^{\circ}\text{C} \times 9/5) + 32 = ^{\circ}\text{F}$ ]; **TVR**: 发射电压响应, 单位为  $\text{dB } \mu\text{Pa}\cdot\text{m}/\text{V}$ ; **Gp**: 换能器的等效并联电导, 单位: 西门子 S (或  $\Omega^{-1}$ )。  $G_p = G_{\text{max}}$  在  $f_s$ 。 **R<sub>TL</sub>**: 换能器的归一化负载电阻, 例如 50 $\Omega$  换能器, 通常具有内置阻抗抗匹配网络。 **IPP**: 驱动换能器的输入脉冲功率(峰值功率), 单位为 RMS 瓦特; **MIPP**: 传感器在  $f_s$  时的最大输入脉冲功率, 单位为 RMS 瓦特; **MCIP**: 在  $f_s$  时的最大连续输入功率, 以 RMS 瓦特为单位; **MPW**: 在 MIPP 和  $f_s$  时的最大脉冲宽度, 以秒为单位; **PW**: 脉冲宽度(或脉冲持续时间), 以秒为单位; **D**: 占空比。

注意: **MIPP**, **MCIP** 和 **MPW** 是允许在没有过热和过压的情况下驱动换能器的最大值。

1. 确定应用所需的 SL 或 RMS 驱动电压  $V_{\text{rms}}$ , 并得到现场负载介质的温度 T。

2. 计算 IPP (输入脉冲功率) :

$$10 * \log IPP = SL + 10 * \log G_p - TVR, \quad IPP = V_{\text{rms}}^2 * G_p, \quad \text{or, } IPP = \frac{V_{\text{rms}}^2}{R_{\text{TL}}}$$

如果 BII 未在线发布换能器的  $G_p$  和 TVR, 请联系 BII 获取信息。

如果 BII 公布了换能器的阻抗( $Z, \theta$ ) 或 ( $R, X$ ), 则可以从阻抗中计算出  $G_p$ 。

$$G_p = \frac{\cos \theta}{Z} = \frac{R}{R^2 + X^2}$$

通常, 换能器电缆的额定电压和电流为 600  $V_{\text{rms}}$  和 4 A 或 10 A。

如果实现 SL 所需的驱动电压大于 600  $V_{\text{rms}}$  或传感器电缆的额定电压, 则应使用内置阻抗抗匹配网络来提升驱动电压, 以实现更大的输出声功率(或 SL)。

3. 选择合适的 IPP 和 MIPP 换能器。

MIPP 大于 IPP 的换能器适用于该应用。 **警告: 如果 IPP > MIPP 在  $f_s$ , 则换能器会因过热或过压而损坏而无法修复。**

例如, 一个应用需要 500 W 的 IPP 才能达到所需的声级, 我们选择 MIPP 为 1000 瓦, MPW 为 1 秒, MCIP 为 10 瓦的 BII 换能器, 在  $f_s$  时。负载介质为海水, 其温度为 17 $^{\circ}\text{C}$ 。

$$4. PW \leq \frac{MIPP * MPW * \left(\frac{120^{\circ}\text{C} - T}{103^{\circ}\text{C}}\right)}{IPP}$$

$PW \leq 1000 * 1 * 1 / 500 = 2$  (秒)。即 500W 驱动信号在 17 $^{\circ}\text{C}$  海水下的脉冲宽度(持续时间)必须小于 2 秒。

$$5. D \leq \frac{MCIP * \left(\frac{120^{\circ}\text{C} - T}{103^{\circ}\text{C}}\right)}{IPP}$$

$D \leq 10 * 1 / 500 = 2\%$ 。即 500W 驱动信号在 17 $^{\circ}\text{C}$  海水下的占空比必须小于 2%。

6. 关断时间  $\geq$  脉冲宽度 \* (1-D)/D。

当  $PW=98$  秒时, 关断时间  $\geq 2$  (秒)。

当  $PW=1$  秒时, 关断时间  $\geq 49$  (秒)。

当  $PW=100$  毫秒时, 关断时间  $\geq 4.9$  (秒)。

当  $PW=10$  ms 时, 关断时间  $\geq 490$  (ms)。

当  $PW=1$  ms 时, 关断时间  $\geq 49$  (ms)。

等。。。

以 2W 驱动换能器 500 秒后, 换能器必须关闭并让它在 17 $^{\circ}\text{C}$  水中冷却至少 98 秒, 然后再再次驱动。

...

在以 1W 驱动换能器 500ms 后, 换能器必须关闭并让它在 17 $^{\circ}\text{C}$  水中冷却至少 49 毫秒, 然后再再次驱动。

7. 如果计算出的 PW 和 D 不符合应用要求, 请选择另一个换能器, 并通过重复上面列出的步骤 2 到步骤 6 重新评估它; 或者, 考虑使用阵列。对于 N 个元件并联安装换能器的平面阵列, 相较于单个元件的声级和波束宽度, 阵列的声级将增加  $20 * \log N$ , 并实现更窄的波束宽度。

8. 选择合适的换能器, 并完全检查 IPP, PW 和 D 后, 就可以选择[功率放大器](#)和[阻抗抗匹配网络](#)了。

a. 选择可与 IPP, PW 和 D 一起使用的功率放大器。

**请注意: 建议使用最大额定功率低于换能器 MIPP 的功率放大器。这可以减少因过功率(或过压)意外损坏传感器的可能性。**

b. 从功率放大器的规格中找出负载要求。

大多数射频功率放大器驱动 50 $\Omega$  负载, 大多数音频功率放大器驱动 2  $\Omega$  至 32 $\Omega$ 。

BII 功率放大器在 20Hz 至 3MHz 范围内驱动 2  $\Omega$  至 32 $\Omega$ , BII 的定制功率放大器在高达 10MHz 时驱动 50 $\Omega$ 。

c. BII 的 BII6000 系列在指定工作频率(通常为  $f_s$ ) 下提供传感器和功率放大器之间的阻抗匹配。有两种封装可供选择: 阻抗匹配单元内置于传感器外壳内, 或作为独立单元制造在单独的外壳内。

9. 请联系 BII 以了解更多换能器和阻抗匹配单元的信息。

换能器 (声波产生器和水听器) 的有用声学公式

单位换算

自由场电压灵敏度 FFVS:  $-180 \text{ dB V}/\mu\text{Pa} = 10^{-180/20} \text{ V}/\mu\text{Pa} = 10^{-9} \text{ V}/\mu\text{Pa} = 10^{-3} \text{ V}/\text{Pa} = 10^{-3} \text{ mV}/\text{Pa} = 10^{-3-6} \text{ V}/\mu\text{Pa} = 20 \cdot \log_{10} (10^{-9}) \text{ dB V}/\mu\text{Pa} = -180 \text{ dB V}/\mu\text{Pa}$ .  
 发射电压响应 TVR:  $1 \text{ m}$  时为  $180 \text{ dB } \mu\text{Pa}/\text{V} = 10^{180/20} \mu\text{Pa}/\text{V}@1\text{m} = 10^9 \mu\text{Pa}/\text{V}@1\text{m} = 10^3 \text{ Pa}/\text{V}@1\text{m} = 20 \cdot \log_{10} 10^3 + 6 \text{ dB } \mu\text{Pa}/\text{V}@1\text{m} = 1\text{m}$  处为  $180 \text{ dB } \mu\text{Pa}/\text{V}$ .

阻抗 Z 和导纳 Y。

$$Z = R + jX = \frac{G}{G^2 + B^2} - \frac{jB}{G^2 + B^2}; \quad Y = G + jB = \frac{R}{R^2 + X^2} + \frac{jX}{R^2 + X^2}; \quad |Z| = \frac{1}{|Y|} = \sqrt{R^2 + X^2} = \frac{1}{\sqrt{G^2 + B^2}}; \quad \text{Impedance Phase } \theta = \tan^{-1} \frac{X}{R} = -\tan^{-1} \frac{B}{G}$$

R: 电阻, X: 电抗, G: 电导, B: 电阻。

带宽或品质因数 Qe 和 Qm。

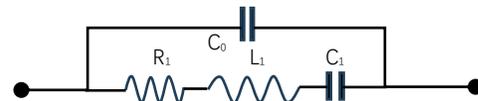
未调谐传感器: 在 fs, 电品质因数  $Q_e = \omega_s C_0 \cdot R_1 = B_0/G_{\text{max}}$ ; 机械品质因数  $Q_m = 1/(\omega_s C_1 \cdot R_1) = G_{\text{max}}/B_1$ 。

调谐换能器 (Co 被电感抵消) 在 fs, -3dB 带宽 =  $f_s/Q_m = f_s \cdot B_1/G_{\text{max}}$ 。

并联谐振频率, 在该频率  $f_p = f_s \sqrt{1 + C_1/C_0}$  下实现最大 FFVS。

fs: 达到最大 TVR 的机械谐振频率或串联谐振频率。

上述信息对于选择换能器 (水听器, 声波产生器和 T/R 换能器) 很有用。



BII 换能器围绕谐振的等效电路

宽带(低 Qm and Qe)换能器 (300kHz, Ø18mm 平面孔径) 的参数: C0 = 0.568 nF, C1 = 0.517 nF, L1 = 0.611 mH, R1 (材料损耗和发射阻抗) = 260 Ω。

有用的声学公式:

|                 |   |         |                |
|-----------------|---|---------|----------------|
| 方向性, 主瓣宽度:      | 线性换能器: $\theta_{-3\text{dB}} (^\circ) = 50.8 \cdot \lambda/L$ , $L > \lambda$ , $\lambda$ : 波长, L: 长度。<br>圆盘换能器: $\theta_{-3\text{dB}} (^\circ) = 58.9 \cdot \lambda/D$ 在 $D > \lambda$ , $\lambda$ : 波长, D: 圆盘直径。  |         |                |
| 换能器 SL (声源声级):  | SL = TVR + 20 * log (Vrms), dB re $\mu\text{Pa}$ @ 1m. TVR: 发射电压响应。Vrms: (均方根) 换能器的驱动电压。  |         |                |
| 换能器 SL (声源声级):  | SL = 10 * log(Pin) + 10 * log(h) + DI + 170.8, dB re $\mu\text{Pa}$ @ 1m.<br>Pin: 输入电源。η: 电声效率。DI: 方向性指数。   |         |                |
| 输入功率:           | $P_{in} = V_{rms}^2 \cdot G$ . G: 换能器的并 UMC 导。  |         |                |
| 换能器声学远场距离 d:    | 平面换能器: $d \geq \text{辐射面积}/\lambda$ 。<br>线 (线性) 或细圆柱体: $d \geq (\text{长度} \cdot \text{长度})/\lambda$ 和 $d \geq \text{长度}$ 。  |         |                |
| 水听器/声学传感器 Vrms: | Vrms = 声压级 + FFVS, dBV。<br>SPL: 声压级 (dB re $\mu\text{Pa}$ )。FFVS: 自由场电压灵敏度 (dB re V/ $\mu\text{Pa}$ )。dBV = 20 * log(电压)。   |         |                |
| 换能器作为高通滤波器:     | 带有并 UMC 阻器的换能器或水听器(无前置放大器)是高通滤波器: $f_{-3\text{dB}} = 1/(2\pi R_1 C_0)$ 。<br>R1: 前置放大器或 A/D 转换器的输入电阻或阻抗。C0: 换能器或水听器在 1 kHz 或 fs 下的电容。  |         |                |
| 延长线或电容器的信号丢失:   | $20 \cdot \log[\text{Ch}/(\text{Ch} + \text{Cc})]$ , dB. Ch: 水听器电容。Cc: 并联延长电缆或电容器的电容。   |         |                |
| 水声传输损失:         | 球面扩散: $TL = 20 \cdot \log R$ . R - 范围, m。<br>吸收系数 ( $\leq 50 \text{ kHz}$ ): $\alpha \text{ (dB/km)} = 1.0936 [0.1 \cdot f^2 / (1 + f^2) + 40 \cdot f^2 / (4100 + f^2)]$ . f: 频率 (kHz)。   |         |                |
| 沉积物的衰减/吸收系数:    | 大约 0.06f 到 0.6f (dB/ (m * kHz)) 。   |         |                |
| 电缆上的电力损耗:       | 电缆上的电力损耗 = $2 \cdot I_{rms}^2 \cdot R \cdot L$ 。<br>Irms: RMS 电缆电流。R: 标称导体电阻, 约 0.035 Ω/米。L: 电缆长度 (米)。  |         |                |
| 信号检测:           | $C = B \cdot \log(1 + \text{SNR})/\log 2$ 。信噪比 = SL - TL - NL - DI, 或信噪比 = SL - 2TL + TS - NL + AG。<br>C: 信道容量。B: 信道带宽。SNR: 信噪比。  |         |                |
| 常数:             | 自由介电 $\epsilon_0 = 8.842 \times 10^{-12} \text{ C/mV}$ 。<br>海水声速: $C = 1449.2 + 4.6T - 0.055T^2 + 0.00029T^3 + (1.34 - 0.010T) \cdot (S - 35) + 0.012z$ (m/s)。<br>T: 温度, °C。S: 盐度, 盐溶解重量的千分之一。z: 深度, 米。<br>淡水中的声速: $C = 1481 \text{ m/s}$ 。海水密度: 1026 kg/m³。淡水: $\rho = 998 \text{ kg/m}^3$ 。 |         |                |
| 海洋声源            | 频率范围  | 海洋声源    | 频率范围           |
| 船舶交通:           | 5 至 500 赫兹  | 钻井船:    | 10 至 20,000 赫兹 |
| 气枪(地震反射剖面):     | 5 至 1,000 赫兹  | 冰:      | 10 至 1,000 赫兹  |
| 地震:             | 高达 100 Hz   | 海洋表面:   | 1 至 50,000 赫兹  |
| 生物(海洋动物)声音:     | 几 Hz 至 150 kHz  | 湍流压力波动: | 1 至 100 赫兹     |

在 20°C (68°F), 相对湿度: 10%, 1 个大气压下吸收空气中的声音。

|           |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |
|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| 频率 (kHz)  | 30  | 40  | 50  | 70  | 100 | 120 | 150 | 200 | 250 | 300 | 500 | 1000 |
| 吸收 (dB/m) | 0.3 | 0.4 | 0.5 | 0.7 | 1.8 | 2.5 | 4.0 | 6.5 | 10  | 16  | 43  | 200  |

|                                |       |       |       |        |         |        |        |        |
|--------------------------------|-------|-------|-------|--------|---------|--------|--------|--------|
| 平面换能器:                         | 33 千赫 | 50 千赫 | 70 千赫 | 120 千赫 | 200 kHz | 300 千赫 | 420 千赫 | 600 千赫 |
| 空化阈值: 在海面, dB $\mu\text{Pa}$ . | 203   | 206   | 209   | 214    | 214     | 217.5  | 220    | 223    |

## 测试和校准

### 水声电声测量

FFVS (自由场电压响应) 或 RVR (接收电压响应), TVR (发射电压响应), 方向性指向性图案 (波束指向性图案)。

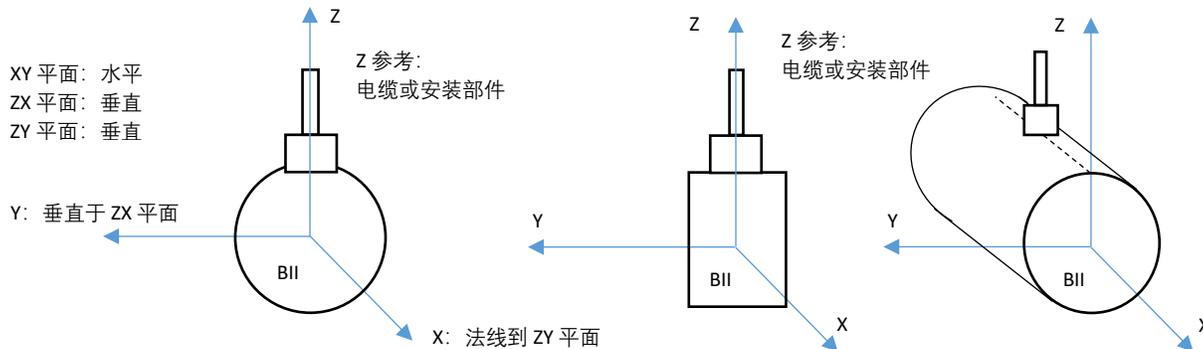
阻抗测量: Z-θ, R-X, G-B, 等效电路型号。

功率: 效率, 功率因数, 品质因数 (带宽)。

环境测试: 压力, 热 (温度), 电场 (或额定电压)。

校准方法: BII 使用 26 Hz 至 10 MHz 的自由场互易法和自由场比较法。

### 水听器和换能器 (声波产生器) 方向



### BII 的 TVR 和 FFVS 测试:

球形和圆柱形水听器/换能器: 在 XY 平面上

半球形水听器/换能器: 在垂直于半球面的声轴上。

弯曲/扇形水听器/换能器: 在垂直于弯曲面的声轴上。

圆形平面水听器/换能器: 在垂直于接收面或发射面的声轴上。

矩形平面水听器/换能器: 在垂直于接收面或发射面的声轴上。

注意: 声轴垂直于发射/接收面, 并穿过面的几何中心。

### 信号电平太弱:

如果换能器或水听器产生的信号电平远低于预期。主要原因如下:

1. 信号检测点不在最大响应的声轴上。确保检测点位于定向换能器或水听器的声轴上。
2. 小水体中的驻波或回波干扰。使用较大的水体以减少边界的反射。



### 电声测量的公差和准确性

|                        |                 |  |                   |
|------------------------|-----------------|--|-------------------|
| 环境温度:                  | 23 ± 2 °C       |  |                   |
| 换能器参数                  | 公差 <sup>1</sup> | 准确性  | 注意                |
| 水中的谐振频率:               | 名义 ±10%         | 7 ppm ±1 mHz (5 至 40 °C, 典型值) <sup>2</sup> | 装满水               |
| 水中电容:                  | 名义 ±10%         | ±0.08% (典型值 ±0.045%) <sup>2</sup>          | 在 1 kHz 的低电场下进行测试 |
| 水中的阻抗/导纳:              | 名义 ±10%         | ±0.08% (典型值 ±0.045%) <sup>2</sup>          | G-B, Z-θ 或 R-X    |
| -3 dB 波束宽度 (°):        | 标称 ±2°          | ±0.3° (典型值 ±0.1° 至 ±0.2°) <sup>2</sup>     | -3 dB 主瓣角         |
| TVR (dB μPa/V@1m):     | 标称 ±3 dB        | ±1.0 dB (典型值 ±0.5 dB) <sup>3</sup>         | 发射电压响应            |
| FFVS 或 RVR (dB V/μPa): | 标称 ±3 dB        | ±1.0 dB (典型值 ±0.5 dB) <sup>3</sup>         | 接收灵敏度             |

### 注意:

1. 公差是与数据表中规定的标称值的差异, 由制造过程的可重复性和原材料在批次之间的参数变化引起。
2. 这些精度值来自第三方测量仪器。
3. 根据第三方测量仪器的电压, 频率, 时间, 阻抗, 尺寸规格进行理论计算。使用密度的手册值。使用在 BII 测量的声速。

### 换能器 (声波产生器和水听器) 应该多久重新校准一次?

如果传感器受到高温, 高驱动电压或高声压等重大干扰 (现场参数超过数据表中规定的最大值), 则需要重新校准传感器。

BII 标准换能器 (声波产生器和水听器) 中使用的压电材料的平均老化时间为 1 至 3 年。BII 仔细管理材料库存, 以留出足够的老化时间来稳定压电材料。用于比较校准的 BII 参考水听器的灵敏度在五年内的变化  $\Delta FFVS \leq \pm 0.2$  dB, 测试频率 1 kHz。BII 没有关于重新校准这些标准/参考传感器的建议。重新校准应参考最终用户所在国家/地区的计量政策或法规。

定制新换能器的平均老化时间为一个月。建议在现场使用一年后重新校准这些换能器。

### BII 是否提供校准服务?

是的, BII 为 BII 传感器提供校准服务, 费用合理, 校准服务包不同, 以满足最终用户的不同要求。

### 经认证的水声测量

国家计量标准研究所是一个国家的国家计量机构, 负责评估标准和测量方法。其校准实验室评估服务提供校准实验室的质量体系, 技术评估服务和特定测量能力认证。

**BII 的水声测量实验室未经加拿大国家计量研究所认证。** 如果买方需要国家计量研究所的测量认证, 则买方应让 BII 的产品由经过认证的校准实验室校准, 校准费用由买方 (或最终用户) 承担。大多数国家的国家声学 and 海军实验室提供经过认证的水声校准服务。

### 铁电和压电材料的测量

#### 铁电和压电材料测试:

D-E 或 P-E 迟滞回路。低场和高场 (电场, 应力和温度) 的介电常数和损耗。压电常数: d 和 g 常数。

压电效应状态方程:  $D = dT + \epsilon^T E$  and  $S = s^E T + dE$

铁电/压电介质的热力学: 吉布斯函数  $G = U - S^*T - E^*D - H^*B - \sigma^*\theta$ 。

铁电/压电材料每个滞后回路的能量损失密度 =  $\int DdE$ 。

压电应变常数 d, 极化 P, 介电常数  $\epsilon$  和电致伸缩常数 q:  $d \approx 2q^*\epsilon^*P$ 。

介电磁化率  $\chi$ , 内场常数  $\gamma$ , 极化率  $\alpha$ , 实体密度 n:  $\chi = N^*\alpha/(\epsilon_0^*(1-N^*\alpha^*\gamma))$ 。

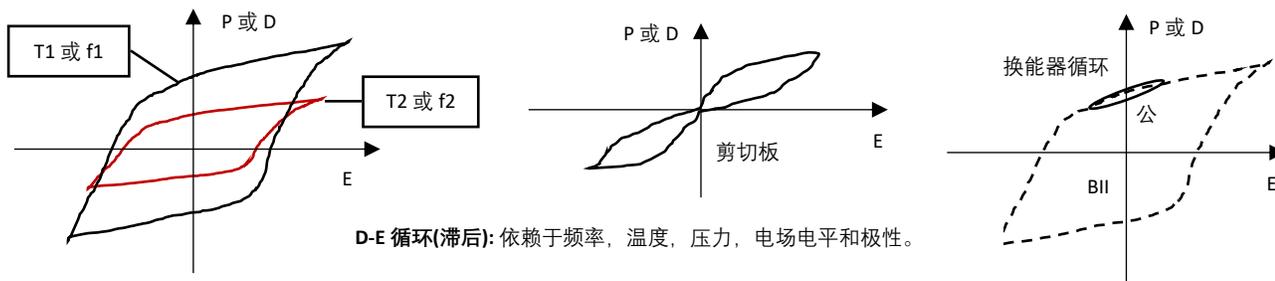
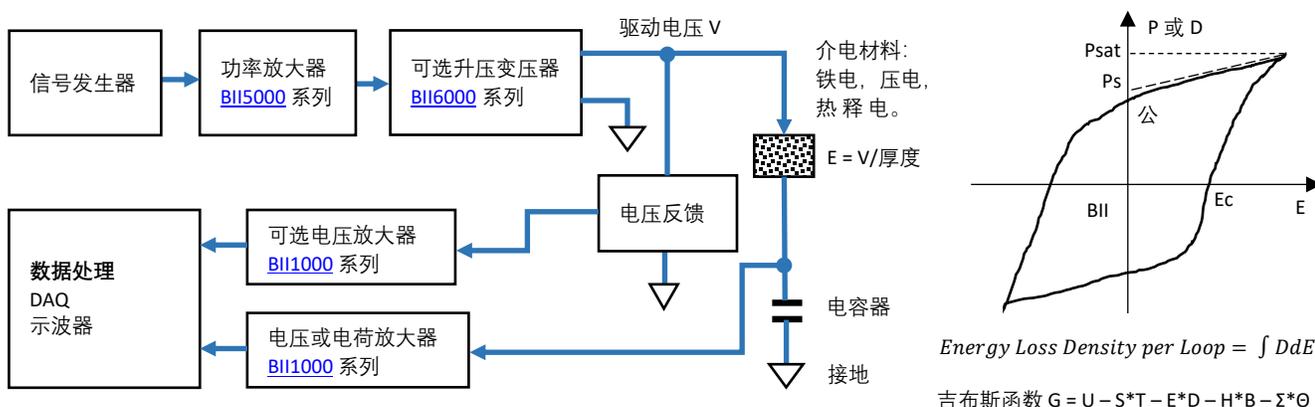
德拜方程:  $\epsilon r^* = \epsilon r^{\infty'} + (\epsilon r s^1 - \epsilon r^{\infty'}) / (1 + j\omega/\omega r)$ 。 hr: 松弛频率。

注: 1. BII 电子元件是根据特定测量系统定制的。请联系 BII 并讨论您的规格。

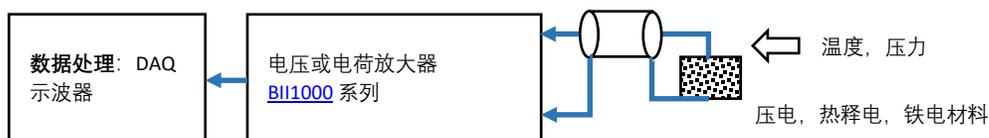
2. 框图仅供参考, 部分部件未显示, 例如直流电源。

铁电和压电材料的研究。BII 生产测量 30 Hz 至 10 MHz 电介质 (热释电, 铁电和压电材料) 性能的电子元件: 功率放大器, 升压变压器, 电荷和电压放大器。如果不使用变压器升压, BII 功率放大器可以将材料直接驱动至 1 Hz。材料的参数和性能是在工作条件下测量的。因此, 在声学换能器设计阶段使用这些材料数据对传感器的性能预测是准确的。

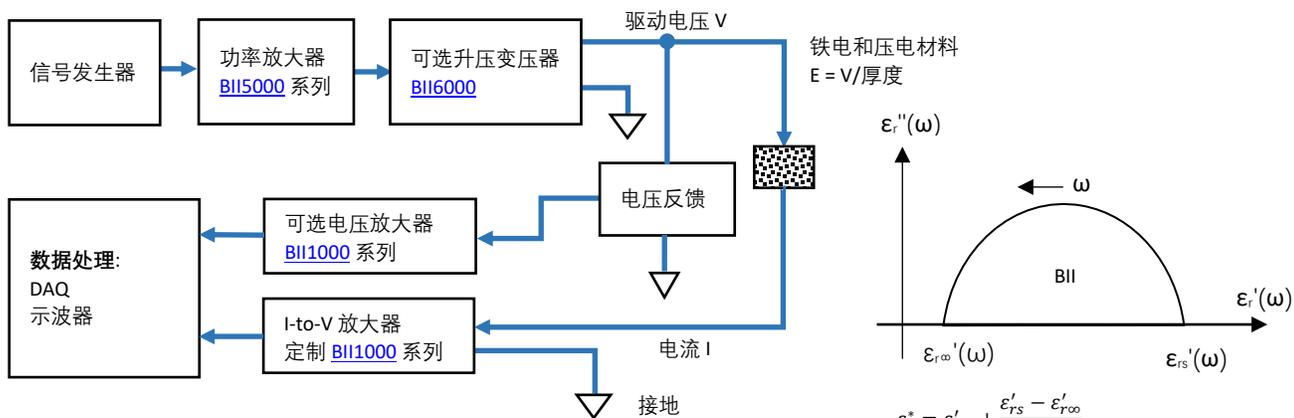
D-E 或 P-E 磁滞回路和 S-E。可以使用这些组件设置高电场和/或低电场的宽带测量系统, 以测试 P-E (或 D-E) 滞后 (Sawyer-Tower 电路), 应变电场, 介电常数, 能量损耗 (耗散因数或损耗角正切  $\tan\delta$ ) 及其对驱动场, 频率, 温度和压力 (轴向或静压) 的依赖性。



压电常数的直接测量。使用标准测试砧码和 BII 放大器, 可以设置一个低成本的简单准静态绝对测量系统, 以合理的精度测量压电应变和/或电压常数: d31, d33, dh, g31, g33 和 gh。与共振法相比, 直接法对材料尺寸和形状没有限制, 并且与比较法相比不需要压电参考材料。为了保持高测量精度, 可以在需要时使用标准实验室电子仪器 (如信号发生器和示波器等) 对放大器进行校准.....由于运算放大器的高增益, 被测材料和电缆的电容对电荷测量影响不大, 或者 BII 的电荷放大器提供“短路”条件或常数 E 进行 d 常数测量。BII 的高阻抗电压放大器提供“开路”条件或常数 D 用于 g 常数测量。此外, 该放大器还可用于测量热/温度, 压力, 电场对铁电和压电材料的影响, 例如热和压力造成的极化消失。



阻抗谱。定制的阻抗测量系统可以配置 BII 的电子元件, 以研究材料对 1 Hz 至 10 MHz 外加电场的响应。材料的阻抗是在测量的 V 和 I 的频率范围内计算的。从阻抗中可以揭示能量存储, 耗散, 弛豫和极化等材料特性。



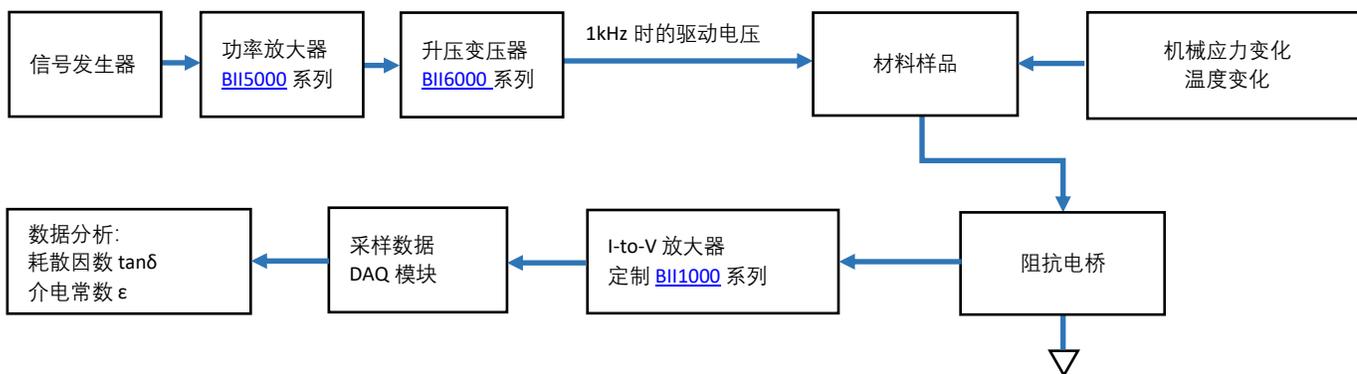
阻抗 =  $V/I = Z \cdot \cos\theta + jZ \cdot \sin\theta$ 。 耗散系数  $D = \tan\delta = \cot\theta$ 。  
 质量系数  $Q = \tan\theta$ 。  $I = (j\omega\epsilon' + \omega\epsilon'') \cdot C_0/\epsilon_0 \cdot V$ 。  $\tan\delta = \epsilon''/\epsilon'$ 。 功率因数 =  $\cos\theta$ 。

$$\epsilon_r^* = \epsilon_{r\infty}' + \frac{\epsilon_{rs}' - \epsilon_{r\infty}'}{1 + \frac{j\omega}{\omega_r}}$$

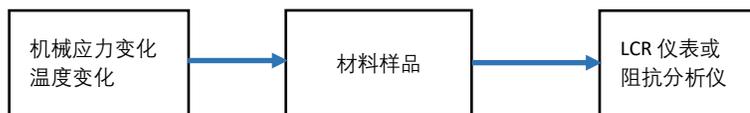
$\omega_r$ : Relaxation Frequency

**大信号压电特性。** 高驱动电场会增加压电材料的介电常数和损耗因数。压电常数  $d$  和  $k$  是介电常数的函数。 $\tan\delta$  耗散因数的增加导致温度升高, 这可能会损坏压电换能器。在等温条件下, 可以在 1kHz 的各种场级 (高达 600 Vrms/mm) 下测量用于高功率作的材料的介电常数和损耗因子。还需要测量机械应力 (压力) 和/或温度对压电性能的影响。

**高驱动电场测量:**



**低场和老化测量:**



## 电子性能测试

### 前置放大器, 功率放大器, 阻抗匹配单元和 T/R 开关的参数测量

除了增益与频率, -3dB 截止频率, 功耗等标准测试外, 订购时可根据要求提供以下高达 1.5MHz 的性能测试:

#### 1. THD+N 比和 THD+N 电平测量

$$THD + N \text{ ratio} = 20 \log_{10} \left( \frac{\text{rms value of noise and distortion}}{\text{rms value of signal, noise, and distortion}} \right)$$

#### 2. SINAD 测量

$$SINAD = 20 \log_{10} \left( \frac{\text{rms value of signal, noise, and distortion}}{\text{rms value of noise and distortion}} \right)$$

#### 3. THD 比和 THD 电平测量

$$THD \text{ ratio} = 20 \log_{10} \left( \frac{\text{rms value of distortion}}{\text{rms value of signal and distortion}} \right)$$

#### 4. SMPTE IMD 测量

SMPTE IMD 功能通过向 DUT 注入两个纯音 (音调 1 和音调 2, 其中音调 1 的频率远低于音调 2, 例如分别为 20 Hz 和 3.5 kHz) 来测量 DUT 引入的二阶和三阶互调失真。SMPTE IMD 以 dB (默认) 或百分比表示。

如果音调 1 = f1 且音调 2 = f2, 则考虑以下谐波。

- F2 - F1

- F2 + F1

- F2 - 2F1

- f2 + 2f1

SMPTE IMD 值计算为互调谐波幅度之和与上频音调幅度之比。

#### 5. DFD 测量

DFD 测量与 SMPTE IMD 类似, 不同之处在于激励信号中的两个音调幅度相等, 并且彼此之间的间隔更近 (通常为 28 kHz 和 30 kHz)。

#### 6. 信噪比测量

$$SNR = 20 \log_{10} \left( \frac{\text{rms value of signal}}{\text{rms value of noise}} \right)$$

#### 7. 相位测量

相位测量用于描述从参考波形测量的周期性波形周期 (例如正弦波形) 中的正或负时间偏移。相位以度 (°) 表示, 并随频率变化。

#### 8. 串扰测量

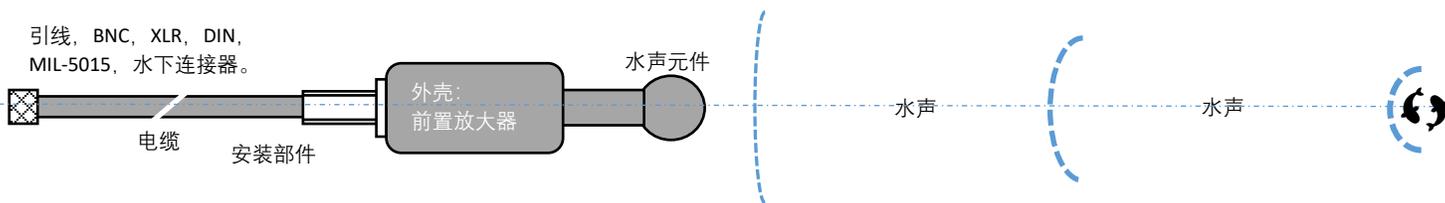
在具有多个通道的声纳系统中, 例如具有波束控制和/或旁瓣抑制的阵列, 一个通道中的信号通常以低电平出现在另一个通道的输出端。串扰是指跨通道的信号泄漏, 以 dB (默认) 或百分比表示。串扰是未使用信道中信号幅度相对于信号驱动信道的信号幅度之比的测量值。串扰主要是由于器件中通道导体之间的电容耦合, 并且通常随频率变化。串扰可以计算如下。

$$Crosstalk = 20 \log_{10} \left( \frac{\text{rms value of signal measured}}{\text{rms value of signal driven}} \right)$$

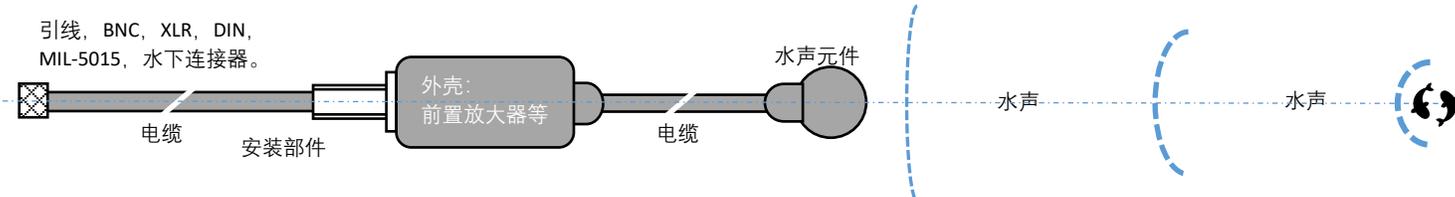
如何订购水听器, 声发射传感器, 超声波接收器和波高传感器

带有电子模块 (前置放大器, 滤波器, AGC 放大器等) 和敏感元件的换能器结构。

1. 默认换能器结构: 敏感元件灌封在电子设备的外壳中。



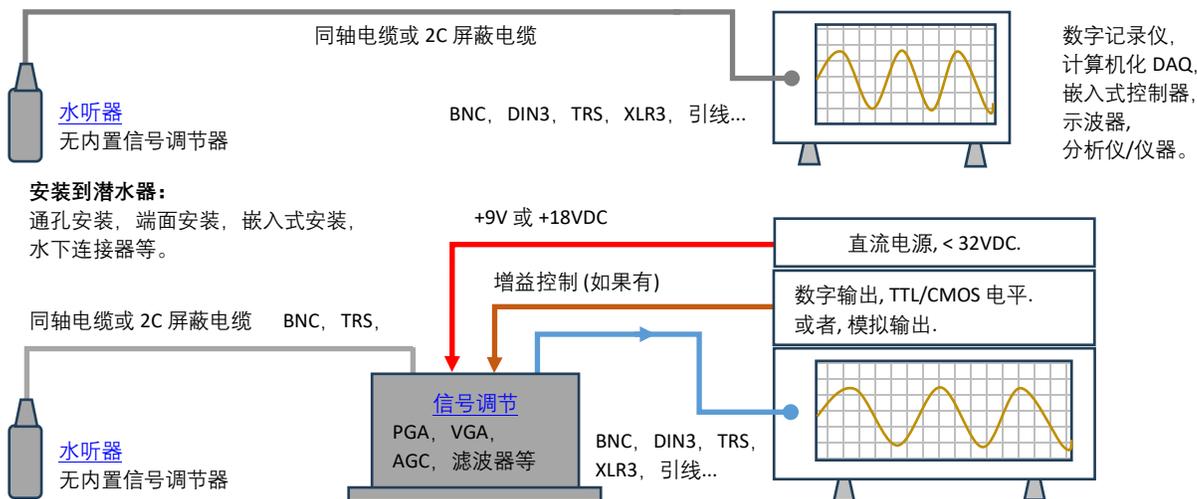
2. 定制换能器结构: 敏感元件通过定制长度的电缆与电子设备外壳分离。



如何订购没有内置前置放大器和滤波器的声波接收设备

| 水听器零件号                            | -安装   | -电缆长度       | -电缆类型 | -连接器类型 |
|-----------------------------------|---|-------------|-------|--------|
| BII7xxx                           | 安装选项。   | 以米 (m) 为单位。 | 电缆选项。 | 连接器选项。 |
| <b>例:</b>                         | <b>描述</b>   |             |       |        |
| BII7xxx-FH-6m-RG174-BNC           | BII7xxx 水听器, 自由悬挂, 6m RG174 同轴电缆, BNC 插头。   |             |       |        |
| BII7xxx-BFMP-NPT3/8"-6M-RG174-BNC | BII7xxx 水听器, 螺栓紧固安装: BFMP-NPT3/8", 6m RG174 同轴电缆, BNC 插头。                         |             |       |        |
| BII7xxxDW-THM-7/16"-0.6M-SC36-WL  | BII7xxxDW 水听器, 通孔安装 THM-7/16", 0.6m 屏蔽电缆 SC36, 引线。                                |             |       |        |
| BII7xxx-HT-FH-6m-RG178-BNC        | BII7xxx 水听器, 使用温度: -10 °C 至 120 °C (14 °F 至 248 °F), 自由悬挂, 6m RG178 同轴电缆, BNC 插头。 |             |       |        |
| BII7xxxDF-FH-0.6m-SC65-UMC3P      | BII7xxxDF 水听器, 自由悬挂, 0.6m 屏蔽电缆 SC65, 3 插针水下连接器。                                   |             |       |        |

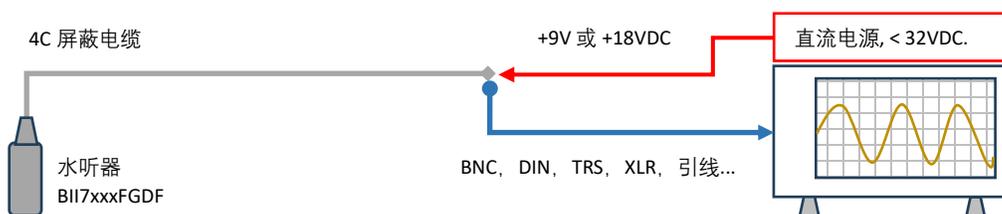
接收声波的系统配置。



如何订购具有内置前置放大器和滤波器的声波接收设备

| FG: 固定增益; PG: 可编程增益; DF: 差分输出; SE: 单端输出; BPF: 带通滤波器; HPF: 高通滤波器; LPF: 低通滤波器。 |               |                |  |                                    |                           |
|--|---------------|----------------|--|------------------------------------|---------------------------|
| 零件号  | -前置放大器增益      | -HPF 或 HPF/LPF | -安装  | -电缆长度                              | -用于信号/增益选择/直流电源的连接器       |
| BII7XXXFGDF  | 固定, 以 dB 为单位. | -3dB 滤波器频率     | 安装选项.  | 以米 (m) 为单位.<br>高达 305 米 (1000 英尺). | 用于信号, 增益选择(如果有)和直流电源的连接器. |
| BII7XXXPGDF  | 增益选项          |                |  |                                    |                           |
| 零件号示例:   |               |                | 描述   |                                    |                           |
| BII7XXXFGDF-26dB-10Hz-BFM-7/16"-100M-DIN3/BS                                 |               |                | BII7XXXFGDF 水听器, 增益: 26dB, 高通滤波器: 10Hz, 螺栓紧固安装 BFM-7/16", 100m 屏蔽电缆, 连接器: 用于信号的 3 插针 DIN 和用于 +9VDC 电池的电池扣。                         |                                    |                           |
| BII7XXXFGDF-26dB-10Hz-BFM-7/16"-100M-XLR3/BS                                 |               |                | BII7XXXFGDF 水听器, 增益: 26dB, 高通滤波器: 10Hz, 螺栓紧固安装 BFM-7/16", 100m 屏蔽电缆, 连接器: 用于信号的 3 插针 XLR 和用于 +9VDC 电池的电池扣。                         |                                    |                           |
| BII7XXXFGDF-26dB-10Hz-BFM-7/16"-100M-DIN4                                    |               |                | BII7XXXFGDF 水听器, 增益: 26dB, 高通滤波器: 10Hz, 螺栓紧固安装 BFM-7/16", 100m 屏蔽电缆, 连接器: 用于信号和直流电源的 4 插针 DIN。                                     |                                    |                           |
| BII7XXXFGDF-26dB-10Hz-FH-0.6M-UMC4P  |               |                | BII7XXXFGDF 水听器, 增益: 26dB, 高通滤波器: 10Hz, 自由悬挂, 0.6m 屏蔽电缆, 连接器: 用于信号和直流电源的 4 插针水下连接器。  |                                    |                           |
| BII7XXXPGDF-10/50dB-10Hz-BFM-7/16"-100M-DIN3/WL/BS                           |               |                | BII7XXXPGDF 水听器, 增益: 10 和 50dB, 高通滤波器: 10Hz, 螺栓紧固安装 BFM-7/16", 100m 屏蔽电缆, 连接器: 用于信号的 3 插针 DIN, 用于增益选择的引线和用于 +9VDC 电池的电池扣。          |                                    |                           |
| BII7XXXPGDF-20/50dB-10Hz/300kHz-BFM-7/16"-100M-XLR3/WL/BS                    |               |                | BII7XXXPGDF 水听器, 增益: 20 和 50dB, 带通滤波器: 10Hz 至 300kHz, 螺栓紧固安装 BFM-7/16", 100m 屏蔽电缆, 连接器: 用于信号的 3 插针 XLR, 用于增益选择的引线和用于 +9VDC 电池的电池扣。 |                                    |                           |

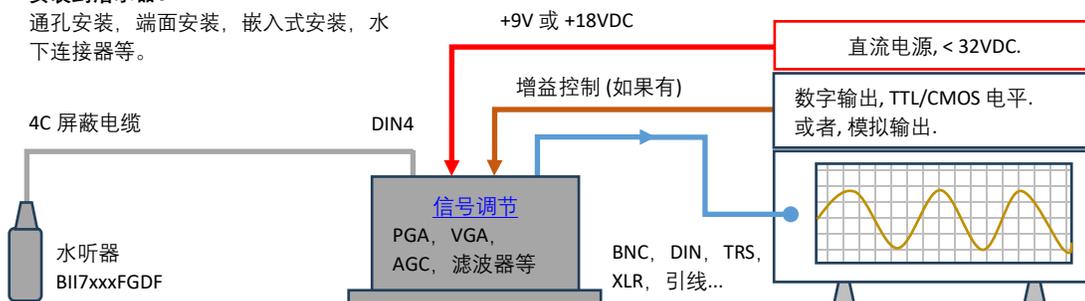
### 接收声波的系统配置。



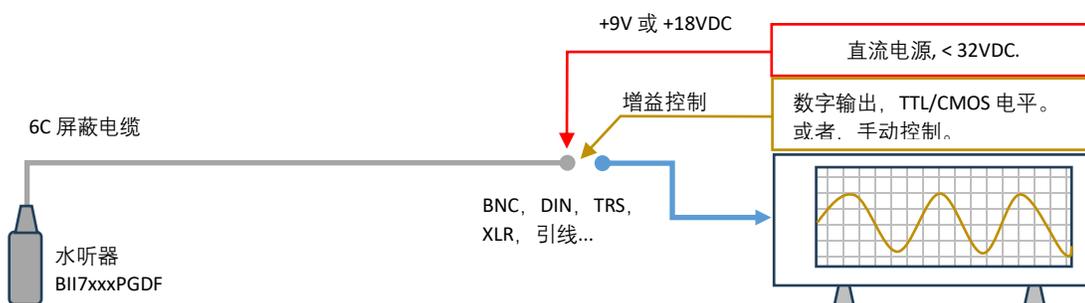
数字记录仪,  
计算机化 DAQ,  
嵌入式控制器,  
示波器  
分析仪/仪器。

### 安装到潜水器:

通孔安装, 端面安装, 嵌入式安装, 水下连接器等。



数字记录仪,  
计算机化 DAQ,  
嵌入式控制器,  
示波器,  
分析仪/仪器。



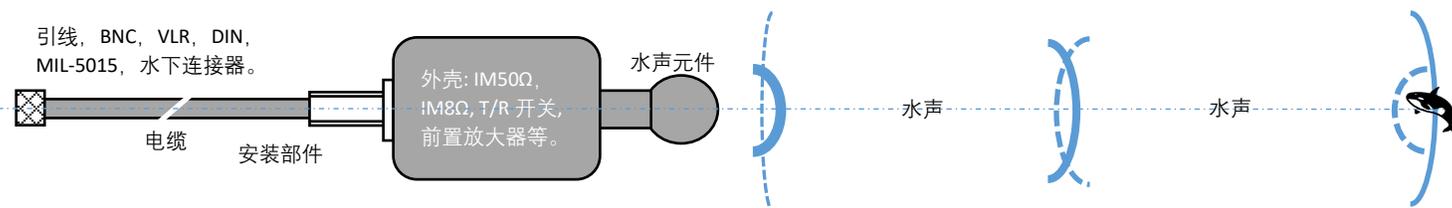
数字记录仪,  
计算机化 DAQ,  
嵌入式控制器,  
示波器,  
分析仪/仪器。

**如何订购水下换能器 (声波产生器), 高强度聚焦超声 换能器和超声波功率换能器**

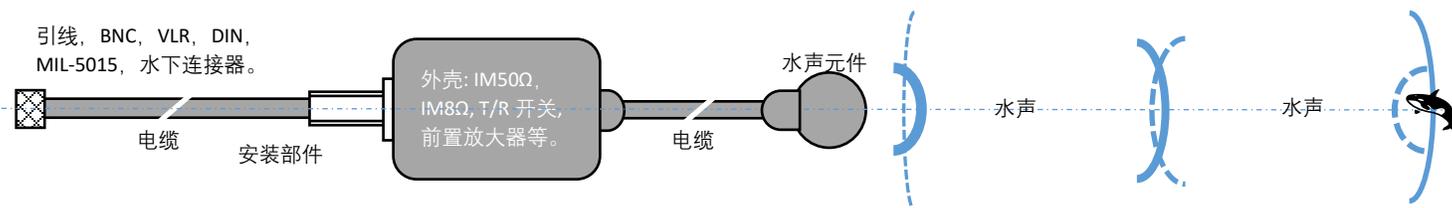
如果水听器或换能器不支持特定参数, 或者要订购规范中规定的默认参数, 请忽略该参数或使用空白。如果您的应用对物理尺寸, 海水深度, 使用温度, 特殊规定等有要求, 请联系我们获取定制产品。

带有电子模块 (阻抗抗匹配网络和发射/接收开关, 前置放大器等) 和敏感元件的换能器结构。

1. 默认换能器结构: 水声元件灌封在电子设备的外壳中。

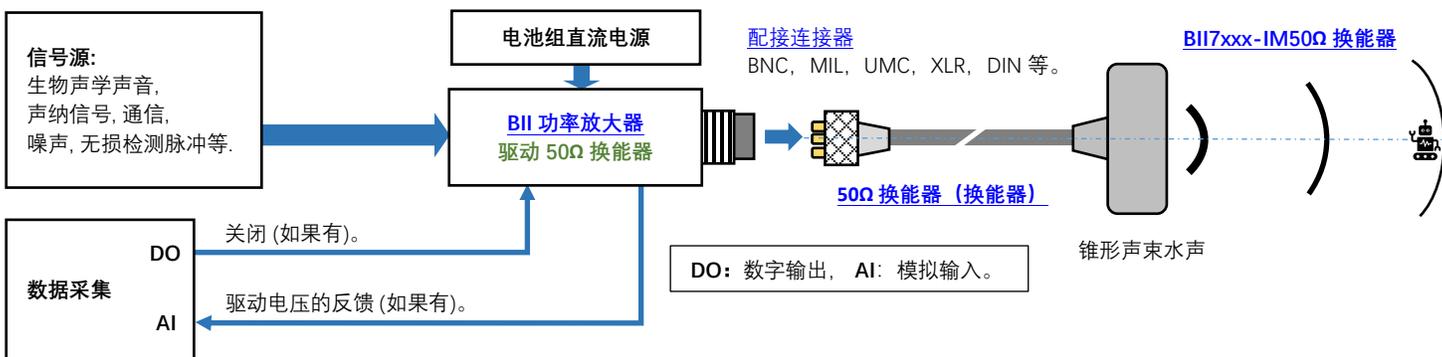
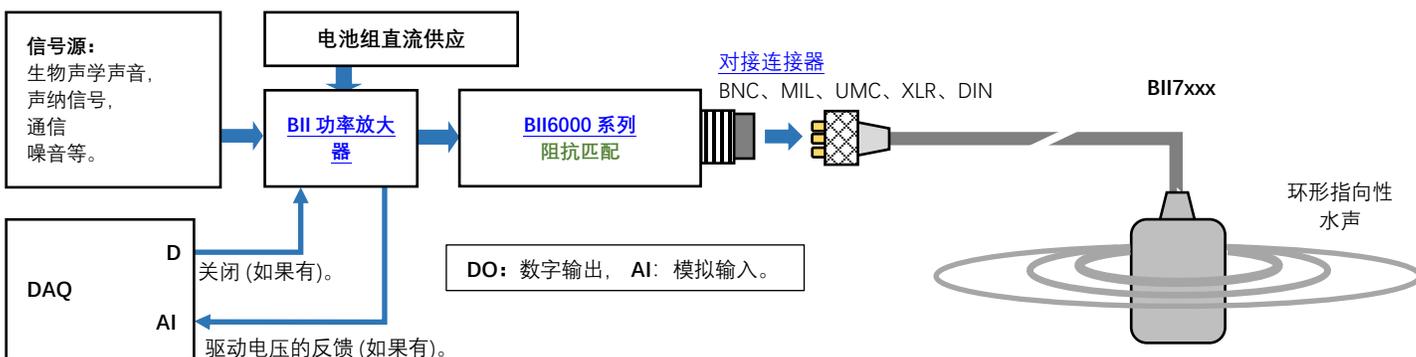


2. 定制换能器结构: 水声元件通过定制长度的电缆与电子设备外壳分离。



**发射声音的系统框图**

该配置通过将 BII 的功率放大器 (PCB 形态) 和阻抗匹配器件 (PCB 或小型外壳形态) 集成到终端用户的接地箱中, 是一种紧凑且低成本解决方案, 适用于终端用户的声学系统。

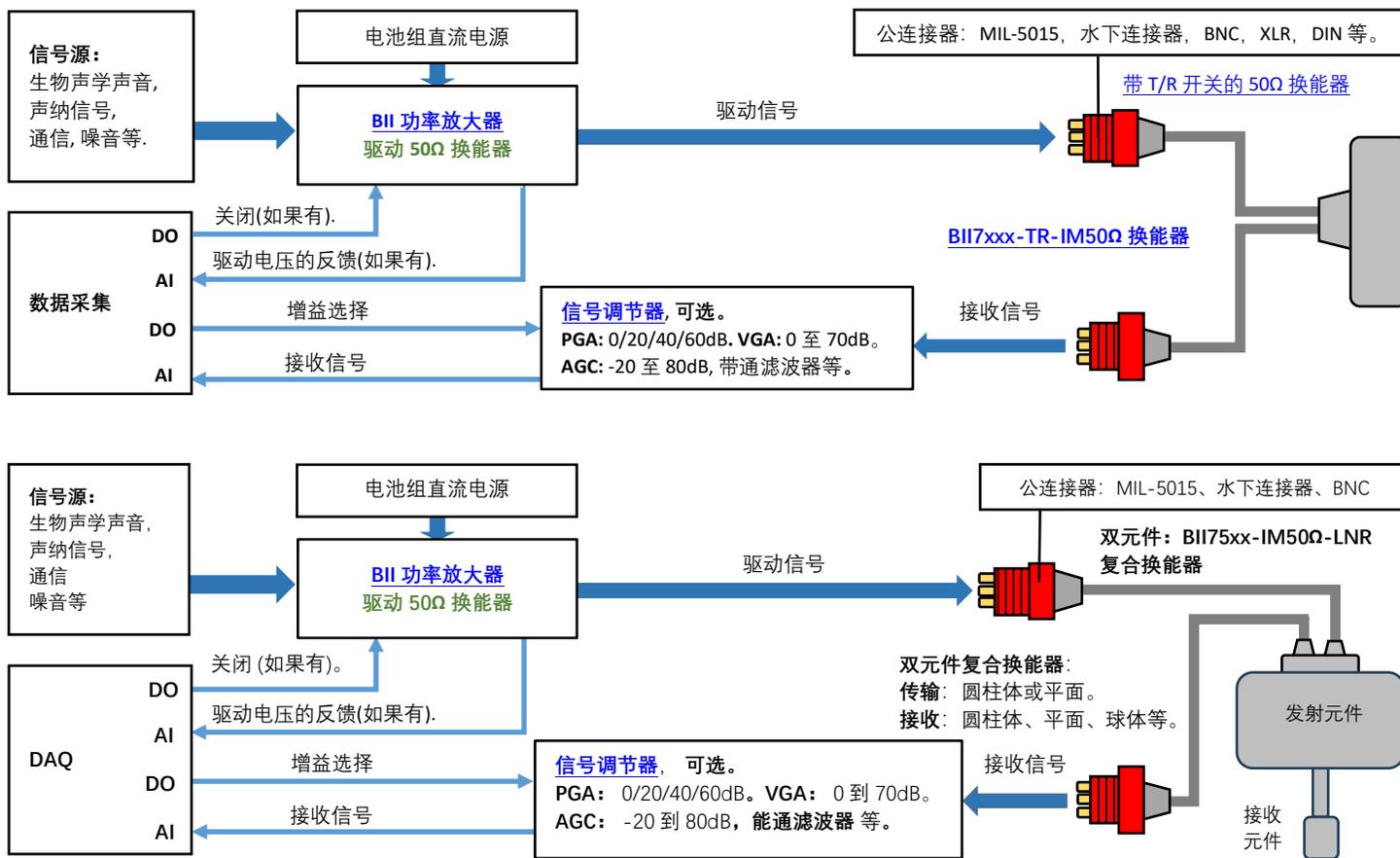


如何订购换能器发射水声。默认选项适用于定期可用的库存物料。

| FH: 自由悬挂。用于传输的 SC: 带 2 根导体的屏蔽电缆 (橡胶护套, 600V)。同轴电缆: 50 Ω 同轴电缆。WL: 引线。 |           |                                    |                    |   |                   |
|--|-----------|------------------------------------|--------------------|---|-------------------|
| 水下连接器 UMC2P 用 0.6m 非屏蔽电缆 (USC) 固定。                                   |           |                                    |                    |   |                   |
| 零件号  | -附属物      | -安装                                | -电缆长度              | -电缆类型   | -用于发射和温度传感器信号的连接器 |
| BII75xx<br>BII75xx-IM50Ω   | 默认:<br>无。 | 默认: BFM-FH-1/4",<br>或 BFM-FH-3/8"。 | 默认:<br>15m 或 0.6m。 | SC 表示低频信号。<br>USC 用于 UMC2P 连接器。<br>高频信号的同轴电缆。 | 默认值: WL。          |
| 例:   | 描述        |                                    |                    |   |                   |

|                                    |   |
|------------------------------------|---|
| BII75xx-BFM-FH-15m-SC-WL           | BII75XX 传感器, 螺栓紧固安装, 自由悬挂: BFM-FH, 15m 屏蔽电缆, 引线。                                  |
| BII75xx-BFM-FH-1/4"-0.6M-USC-UMC2P | BII75XX 传感器, 螺栓紧固安装, 自由悬挂: BFM-FH-1/4", 0.6m 非屏蔽电缆, 带锁定套管的公水下连接器: DLSA-M。         |
| BII75XX-HT-FH-6M-RG178-BNC         | BII75XX 传感器, 使用温度: -10 °C 至 120 °C, 或 14 °F 至 248 °F。自由悬挂, 6m RG178 同轴电缆, BNC 插针。 |
| BII75XX-IM50Ω-FH-20m-RG58-BNC      | BII75XX 传感器, 内置阻抗抗匹配网络, 在 fs 时为 50Ω 负载, 自由悬挂, 20m RG58 同轴电缆, 插针 BNC。              |
| BII75XX-IM8Ω-FH-15m-SC-XLR3P       | BII75XX 传感器, 内置阻抗抗匹配网络, 在 fs 时为 8Ω 负载, 自由悬挂, 15m 屏蔽电缆, XLR 插头。                    |
| BII75XX-TS-IM8Ω-FH-15m-SC-WL/TRS   | BII75XX 传感器, 内置温度传感器, 内置阻抗抗匹配网络, fs 时为 8Ω, 自由悬挂, 15m 屏蔽电缆, 发射信号引线, 温度信号 TRS。      |

## 发送和接收声音的系统设置。



## 如何订购发射接收换能器。默认选项适用于定期可用的库存物料。

**FH:** 自由悬挂。 **SC** 用于低频发射: 屏蔽电缆 (橡胶护套, 600V), 带 2 根导体。 **高频发射用同轴电缆:** 50Ω 同轴电缆。 **SC 用于低频接收:** 带 4 根导体的屏蔽电缆。 **用于高频接收的同轴电缆:** 50Ω 同轴电缆。 **WL:** 引线。 **HPF:** -3dB 高通滤波器频率。 **LPF:** -3dB 低通滤波器频率。 **温度传感器的电缆** 是双芯屏蔽电缆。如果接收电缆是同轴电缆, **直流电源电缆** 是双芯屏蔽电缆。

接收电缆固定为四芯屏蔽电缆。传输电缆可定制为同轴电缆或双芯屏蔽电缆。

默认情况下, 发射和接收电缆的长度相同。

水下连接器 UMC2P 和 UMC4P 用 0.6m 非屏蔽电缆。

| 零件号  | -前置放大器增益     | -HPF/LPF   | -安装                                    | -电缆长度        | -传输电缆                 | -用于传输信号的连接器/接收/直流电源/温度 |
|--|--------------|--|--|--------------|-----------------------|------------------------|
| BII75xx-TR-IM50Ω<br>BIIxx-IM50Ω-LNR                                  | 默认:<br>Xx dB | -3dB 接收带通频率。<br>默认值: 2kHz 至 xxxkHz   | 默认:<br>BFM-FH-1/4", 或,<br>BFM-FH-3/8". | 默认值:<br>15m。 | SC 或同轴电缆。<br>默认值: SC。 | 默认值: WL。               |
| <b>例:</b>  |              | <b>描述</b>  |  |              |                       |                        |
| BII75xx-TR-IM50Ω-xxdB-2kHz/xxxxkHz-BFM-FH-1/4"-15m-SC-WL             |              | BII75xx 传感器, 内置 T/R 开关, 内置阻抗抗匹配网络, 在 fs 时为 50Ω 负载, 接收增益: xxdB, 接收带通滤波器: 2kHz 至 xxxkHz。螺栓紧固安装, 自由悬挂: BFM-FH-1/4", 15m 电缆, 传输电缆: 屏蔽电缆, 引线。   |  |              |                       |                        |
| BII75xx-IM50Ω-LNR-xxdB-2kHz/xxxxkHz-BFM-FH-IM8-15m-SC-WL             |              | BII75xx 换能器, 内置阻抗抗匹配网络, 作为 50Ω 负载在 fs, 内置低噪声接收机, 接收增益: xxdB, 接收带通滤波器: 2kHz 至 xxxkHz。带自由悬挂的螺栓固定安装: BFM-FH-IM8, 2 根 15 米电缆, 发射电缆: 屏蔽电缆, 线缆。  |  |              |                       |                        |
| BII75xx-TR-IM50Ω-xxdB-2kHz/xxxxkHz-BFM-FH-1/4"-15m-SC-MIL3P/XLR4P/BS |              | BII75xx 传感器, 内置 T/R 开关, 内置阻抗抗匹配网络, 在 fs 时为 50Ω 负载, 接收增益: xxdB, 接收带通滤波器: 2kHz 至 xxxkHz。自由悬挂的螺栓紧固安装: BFM-FH-1/4", 15m 电缆, 发射电缆: 屏蔽电缆, 用于发射信号的 3 插针 MIL-5015 连接器, 用于接收信号的 4 插针 XLR, 用于直流电源的 9V 电池扣。 |  |              |                       |                        |

|  |  |
|--|--|
| BII75xx-TR-IM50Q-xxdB-2kHz/xxxkHz-FH-15m-RG58-BNC/BNC/BS/TRS               | BII75xx 传感器, 内置 T/R 开关, 内置阻抗抗匹配网络, 在 fs 时为 50Ω 负载, 接收增益: xxdB, 接收带通滤波器: 2kHz 至 xxxkHz。自由悬挂, 15m 电缆, 发射电缆: RG58 同轴电缆, 用于发射信号的 BNC 插针连接器, 用于接收信号的 BNC 插针, 用于直流电源的 9V 电池扣, 用于温度信号的 TRS。                                   |
| BII75xx-TS-TR-IM50Q-xxdB-5kHz/xxxkHz-BFM-FH-1/4"-15m-SC-MIL3P/XLR4P/BS/TRS | BII75xx 传感器, 内置温度传感器, 内置 T/R 开关, 内置阻抗抗匹配网络, 在 fs 时为 50Ω 负载, 接收增益: xxdB, 接收带通滤波器: 5kHz 至 xxxkHz。自由悬挂的螺栓紧固安装: BFM-FH-1/4", 15m 电缆, 发射电缆: 屏蔽电缆, 用于发射信号的 3 插针 MIL-5015 连接器, 用于接收信号的 4 插针 XLR, 用于直流电源的 9V 电池扣, 用于温度信号的 TRS。 |

**水听器 and 功率传感器 (声波产生器) 信号的电缆和连接器信息。非 UL 用途。**

|                                       | 电线和电缆类型   | 额定电压, 电流或功率以及温度。   |
|---------------------------------------|---|--|
| 电缆:                                   | AWG18 线材(WR)  | 3000 Vrms, 10 Arms。  |
|                                       | 双芯非屏蔽电缆 (USC), AWG18 导体。  | 600 Vrms, 10 Arms。-40°C 至 +90°C, 或 -40°F 至 194°F。  |
|                                       | 双芯屏蔽电缆 (SC), AWG20 导体。  | 600 Vrms, 4 Arms。-50°C 至 +90°C, 或 -58°F 至 194°F。   |
|                                       | 双芯屏蔽电缆束 (2SC), AWG20 导体。  | 600 Vrms, 10 Arms。-50°C 至 +90°C, 或 -58°F 至 194°F。  |
|                                       | 两根、四根或六根屏蔽电缆 (SCxx)。AWG20、AWG24、AWG26、AWG28 导体。   | 60 至 300 Vrms, 0.2Arms 至 10A, <b>仅供水听器使用。</b><br>-40°C 至 +80°C 或 -40°F 至 176°F。          |
|                                       | 高温屏蔽电缆 (HTSC200)或(SC40)   | 600 Vrms, 4.0 Arms, 最高 +200°C 或 392°F, <b>不防水。</b>                                       |
|                                       | 高温屏蔽电缆 (HTSC200)或(SC32)   | 600 Vrms, 0.8 Arms, 最高 +200°C 或 392°F, <b>不防水。</b>                                       |
|                                       | 同轴电缆 RG58 (50Ω) (RG58)  | 1400 Vrms, 4 Arms。-40°C 至 +80°C 或 -40°F 至 176°F。   |
|                                       | 同轴电缆 RG174/U (50Ω) (RG174)  | 1100 Vrms, 1.6 Arms。-40°C 至 +75°C 或 -40°F 至 167°F。                                       |
|                                       | 同轴电缆 RG316/U (50Ω) (RG316)  | 900 Vrms, 2.0 Arms, -50°C 至 +200°C 或 -58°F 至 392°F。                                      |
|                                       | 同轴电缆 RG178B/U (50Ω) (RG178)   | 750 Vrms, 0.86 Arms, -70°C 至 +200°C 或 -94°F 至 392°F。                                     |
| 连接器:                                  | <b>连接器类型</b>  | <b>额定电压, 电流或功率以及温度。</b>  |
|                                       | 1. 引线 (WL)  | 用于电缆或电线。   |
|                                       | 2. 50Ω BNC (BNC), 卡口锁。面板安装或在线安装。<br>在线 BNC: 输入使用 Pin, 输出使用插槽。<br>面板安装 BNC: 输入和输出均使用 BNC 插孔。   | 500Vrms, 316W。<br>用于带有金属外壳或同轴电缆的接地信号。  |
|                                       | 3. MIL-5015 型连接器 (MIL), 螺栓紧固。<br>面板安装或在线安装。输入使用插针, 输出使用插槽。                                    | 500Vrms, 13 A; 高达 +125°C 或 257°F, 或<br>900Vrms, 13 A; 最高 +125°C 或 257°F。<br>用于金属外壳或屏蔽电缆。 |
|                                       | 4. 圆形连接器 DIN EN (DIN), 螺栓紧固。<br>面板安装或在线安装。输入使用引脚, 输出使用插槽。                                     | 250Vrms, 10 A; -40°C 至 +100°C 或 -40°F 至 212°F。<br>用于金属外壳或屏蔽电缆。                           |
|                                       | 5. XLR 连接器 (XLR), 插销锁。<br>面板安装或在线安装。输入使用插头, 输出使用插槽。   | 133Vrms, 15 A; -25°C 至 +75°C 或 -13°F 至 +167°F。<br>用于金属外壳或屏蔽电缆。                           |
|                                       | 6. 3.5 毫米或 1/8 英寸 TRS (TRS35), 带插孔的面板安装, 带插头的直插式, 用于模拟音频信号。                                   | 30Vrms, 0.3A; -25°C 至 +75°C 或 -13°F 至 +167°F。<br>用于金属外壳或屏蔽电缆。                            |
|                                       | 7. 水下连接器 (UMC), 螺栓紧固 DLSA-F 或 DLSA-M。<br>面板安装或在线安装。输入使用插头, 输出使用插槽。                            | 600Vrms, 10A。防水, IP68。最大直径 Φ35.5mm。<br>用于金属外壳或发声换能器。                                     |
|                                       | 8. 水下连接器 (UMC), 螺栓紧固 MCDLS-F 或 MCDLS-M。面板安装或在线安装。输入使用插头, 输出使用插槽。                              | 300Vrms, 10A。防水, IP68。最大直径 Φ22mm。<br>用于金属外壳或水听器。   |
|                                       | 9. 带鞘的香蕉杰克。面板安装或在线安装。   | <del>1000V 三类/600 伏四类, 25A。额定值 IEC61010-031。不在此设备中使用。</del>                              |
|                                       | 10. SMA(插头, 插针) (SMA)。螺栓紧固。在线。  | <del>额定电压: 335 VRMS 连续。(最大直径 Φ9.24 mm)。<br/>最高 155°C 或 311°F。</del>                      |
|                                       | 11. SMC(插头, 母插座) (SMC)。螺栓紧固。在线。   | <del>额定电压: 335 VRMS 连续。(最大直径 Φ6.4 mm)。<br/>最高 155°C 或 311°F。</del>                       |
| 12. LEMO(插头插针) (LEMO)。推拉紧固。面板安装或在线安装。 | <del>900 V (AC), 1270 V (DC), 8A, (最大直径 Φ9.5 mm, 带 3 个触点)。<br/>温度(最小/最大) 55°C / +250°C。</del> |  |

如何为 BII 设备选择电缆和连接器:  $V_{drive} (V_{rms}) = \sqrt{RMS\ Power * \frac{G}{G^2+B^2}}$

BII 列出了 fs 处的 G-B 数据和/或在线数据表中的 G-B 与频率的图表。

**案例 1.** 在 fs 时向 3 kΩ 传感器提供 1000 Wrms。注:  $G/(G^2+B^2) = 3\ k\Omega$  是传感器在负载介质中 fs 时的电阻负载。

传感器的驱动电压  $V_{drive} = 1732\ V\sqrt{1000 * 3000}_{rms}$ 。电流至 3 kΩ 传感器  $I_{驱动} = V_{drive}/RL = 1732Vrms/3000\Omega = 0.57733\ Arms$ 。

因此, AWG18 导线和导线是合适的。

**案例 2.** 以 fs 的速度向 300 Ω 传感器提供 500 Wrms。注:  $G/(G^2+B^2) = 300\ \Omega$  是传感器在负载介质中 fs 时的电阻负载。

换能器的驱动电压  $V_{drive} = 387.3\ V\sqrt{500 * 300}_{rms}$ 。300 Ω 传感器  $I_{驱动} = V_{drive}/RL = 387.3Vrms/300\Omega = 1.291\ Arms$ 。

因此, 双导体屏蔽电缆和 MIL-5015 型连接器或水下连接器 (UMC) 是合适的。

**案例 3.** 以 fs 的速度向 50 Ω 传感器提供 300 Wrms。

换能器的驱动电压  $V_{drive} = 122.5\ V\sqrt{300 * 50}_{rms}$ 。50 Ω 传感器的电流  $I_{驱动} = V_{drive}/RL = 122.5Vrms/50\Omega = 2.45Arms$ 。

因此, 50Ω RG58 同轴电缆和 BNC 是合适的。

**购缩写列表**

| <b>主要参数</b>  |             |                 |  |                     |                        |   |   |                      |           |                         |  |
|--|-------------|-----------------|--|---------------------|------------------------|---|---|----------------------|-----------|-------------------------|--|
| <b>DRx:</b> 深度等级 x 米   |             |                 | <b>SL:</b> 声源声级, 单位为 dB re $\mu\text{Pa}\cdot\text{m}$ |                     |                        |   | <b>Qm:</b> 品质因数, $-3\text{dB}$ 带宽 = $f_s/Q_m$ |                      |           |                         |  |
| <b>fs:</b> 谐振频率 (kHz)  |             |                 | <b>PW:</b> 脉冲宽度  |                     |                        |   | <b>D:</b> 占空比                                 |                      |           |                         |  |
| <b>CW:</b> 连续波 (工作)  |             |                 | <b>fm:</b> 阻抗匹配频率 (以 kHz 为单位)。默认情况下, $f_{im} = f_s$ 。  |                     |                        |   |   |                      |           |                         |  |
| 带宽: $-3\text{dB}$ 波束宽度   |             |                 | <b>SLL:</b> 旁瓣电平, 以 dB 为单位, 标称到主瓣。                     |                     |                        |   | <b>TS:</b> 内置温度传感器 (NTC 热敏电阻)                 |                      |           |                         |  |
| <b>内置阻抗匹配和 T/R 开关</b>  |             |                 |  |                     |                        |   |   |                      |           |                         |  |
| <b>IM:</b> 阻抗匹配  |             |                 | <b>TR:</b> 发送和接收开关                                     |                     |                        |   | <b>TRIM:</b> T/R 开关和阻抗匹配                      |                      |           |                         |  |
| <b>指向性图案</b>   |             |                 |  |                     |                        |   |   |                      |           |                         |  |
| <b>SPH:</b> 球形换能器产生的声束。通常, 在 fr 处的 $-3\text{dB}$ 波束宽度: XY 和 ZX 平面中的 $360^\circ \times 250^\circ$ , 与频率相关。  |             |                 |  |                     |                        |   |   |                      |           |                         |  |
| <b>HSPH:</b> 半球形换能器产生的声束。通常, 在 XY 和 ZX 平面上, fr 处的 $-3\text{dB}$ 波束宽度: $360^\circ \times 70^\circ$ , 取决于频率。   |             |                 |  |                     |                        |   |   |                      |           |                         |  |
| <b>CLD:</b> 圆柱形换能器产生的声束。通常, 在 XY 和 ZX 平面上, fr: $360^\circ \times (40^\circ \sim 80^\circ)$ 处的 $-3\text{dB}$ 波束宽度, 与频率相关。   |             |                 |  |                     |                        |   |   |                      |           |                         |  |
| <b>BW 或: <math>\Delta\theta</math></b> $-3\text{dB}$ 锥形波束宽度 $\Delta\theta$ 在 ZX 和 ZY 平面中, 以 $^\circ$ 为单位, 由圆板或凸壳换能器产生。   |             |                 |  |                     |                        |   |   |                      |           |                         |  |
| <b><math>\Delta\theta_H \times \Delta\theta_V</math>:</b> $-3\text{dB}$ 扇形波束宽度, 由具有矩形 (或方形) 孔径的换能器生成。位于 ZX 平面 (沿轨道, 沿长或水平平面) 中, 并且位于 ZY 平面 (交叉轨道, 横长或垂直平面), 例如 $-3\text{dB}$ 沿长 x 横长波束宽度 = $5^\circ \times 50^\circ$ 。 $\Delta\theta_H \Delta\theta_V$ |             |                 |  |                     |                        |   |   |                      |           |                         |  |
| <b><math>\Delta\theta_H \times \Delta\theta_V</math>:</b> $-3\text{dB}$ 扇形波束宽度, 由具有圆柱曲线孔径的换能器生成。位于 ZX 平面 (沿曲线或水平平面) 中, 位于 ZY 平面 (横曲线或垂直平面), 例如 $-3\text{dB}$ 沿曲线 x 横曲线声束宽度 = $120^\circ \times 20^\circ$ 。 $\Delta\theta_H \Delta\theta_V$             |             |                 |  |                     |                        |   |   |                      |           |                         |  |
| <b>接收信号的信号调节</b>   |             |                 |  |                     |                        |   |   |                      |           |                         |  |
| <b>SE:</b> 单端信号/不平衡  |             |                 | <b>DF:</b> 差分信号/平衡                                     |                     |                        | <b>HPF:</b> 高通滤波器   |   | <b>LPF:</b> 低通滤波器    |           | <b>BPF:</b> 带通滤波器       |  |
| <b>AGC:</b> 自动增益控制放大器  |             |                 | <b>VGA:</b> 可变增益放大器                                    |                     |                        | <b>PG:</b> 可编程增益前置放大器   |   | <b>FG:</b> 固定增益前置放大器 |           | 保留                      |  |
| <b>安装部件:</b> 参考 <a href="#">安装部件中的详细信息</a> 。   |             |                 |  |                     |                        |   |   |                      |           |                         |  |
| <b>电缆: <math>-4^\circ</math> 至 <math>140^\circ\text{F}</math> (<math>-20^\circ</math> 至 <math>60^\circ\text{C}</math>) (典型值)</b>   |             |                 |  |                     |                        |   |   |                      |           |                         |  |
| <b>WR:</b> 电线  |             |                 | <b>MiniCoax:</b> 同轴电缆 ( $FD=1.4\text{mm}$ )            |                     |                        | <b>RG178:</b> RG178B/U 50 $\Omega$ 同轴电缆, $-70^\circ\text{C}$ 至 $+200^\circ\text{C}$ |   |                      |           |                         |  |
| <b>RG316:</b> RG316/U 50 $\Omega$ 同轴电缆, $-50^\circ\text{C}$ 至 $+200^\circ\text{C}$   |             |                 | <b>RG174:</b> RG174/U 50 $\Omega$ 同轴电缆                 |                     |                        | <b>RG58:</b> RG58 50 $\Omega$ 同轴电缆 (见注 1)   |   |                      |           |                         |  |
| <b>SCB:</b> 屏蔽电缆束  |             |                 | <b>WCB:</b> 电线/电缆束                                     |                     |                        |   |   |                      |           |                         |  |
| <b>SC26:</b> 带聚氨酯护套的屏蔽电缆, $\Phi D=2.6\text{mm}$ 。温度: $-40$ 至 $70^\circ\text{C}$ , 电压: $\leq 150\text{V}$ 。   |             |                 |  |                     |                        |   |   |                      |           |                         |  |
| <b>SC32:</b> 带双绞线和聚四氟乙烯 (PTFE) 护套的屏蔽电缆, $\Phi D=3.2\text{mm}$ (SC32), 最高 $200^\circ\text{C}$ 。 <b>不防水。</b>   |             |                 |  |                     |                        |   |   |                      |           |                         |  |
| <b>SC36:</b> 带双绞线和 PVC 护套的屏蔽电缆, $\Phi D=3.6\text{mm}$ 。 $\leq 300\text{Vrms}$ , $-20$ 至 $60^\circ\text{C}$ 。   |             |                 |  |                     |                        |   |   |                      |           |                         |  |
| <b>SC47:</b> 带双绞线和聚氨酯护套的屏蔽电缆, $\Phi D=4.7\text{mm}$ 。 $\leq 300\text{Vrms}$ , $-30$ 至 $90^\circ\text{C}$ 。   |             |                 |  |                     |                        |   |   |                      |           |                         |  |
| <b>SC60:</b> 带双绞线和 PVC 护套的屏蔽电缆, $\Phi D=6.0\text{mm}$ 。 $\leq 300\text{Vrms}$ , $-20$ 至 $60^\circ\text{C}$ 。   |             |                 |  |                     |                        |   |   |                      |           |                         |  |
| <b>SC65:</b> 带橡胶护套的屏蔽电缆, $\Phi D=6.5\text{mm}$ 。 $-50^\circ\text{C}$ 至 $+90^\circ\text{C}$ , $\leq 600\text{Vrms}$ 。   |             |                 |  |                     |                        |   |   |                      |           |                         |  |
| <b>MiniSC:</b> 微型屏蔽电缆, $\Phi D=2.438\text{mm}$ 。 $-20^\circ\text{C}$ 至 $+105^\circ\text{C}$ , 或 $-4^\circ\text{F}$ 至 $221^\circ\text{F}$ 。最大工作电压: $200\text{V RMS}$ , 最大电流: $0.9$ 安培。  |             |                 |  |                     |                        |   |   |                      |           |                         |  |
| <b>SC:</b> 屏蔽电缆 ( $\Phi D=2.4$ 至 $9.7\text{mm}$ )。用途: 水深 $\leq 300$ 米; 最大工作电压: $300\text{Vrms}$ 或 $600\text{Vrms}$ 可用, 最大电流: $4\text{A}$ 。   |             |                 |  |                     |                        |   |   |                      |           |                         |  |
| <b>USC:</b> 非屏蔽电缆 ( $\Phi D=8.7$ 至 $15.3\text{mm}$ )。用途: 水深 $\leq 3000$ 米; 最大工作电压: 提供 $300\text{Vrms}$ 或 $600\text{Vrms}$ , 最大 $10\text{A}$ 。  |             |                 |  |                     |                        |   |   |                      |           |                         |  |
| <b>带双绞线的屏蔽电缆 (SCTP):</b> 推荐用于不带前置放大器的水听器 (接收器)。  |             |                 |  |                     |                        |   |   |                      |           |                         |  |
| <b>电缆护套:</b> PVC, 聚氨酯, 三元乙丙橡胶, FEP, PTFE 等...  |             |                 |  |                     |                        |   |   |                      |           |                         |  |
| <b>电缆长度:</b> 定制, 最长可达 $305\text{m}$ 或 $1000$ 英尺。   |             |                 |  |                     |                        |   |   |                      |           |                         |  |
| 1. 电缆对换能器 (声波产生器) 在高频范围内的性能有不利影响。电缆越长, 对换能器 (声波产生器) 性能的不利影响就越严重。如果项目需要长电缆 (与电磁波长相比), 则传感器 (声波产生器) 和信号源 (功率放大器) 之间需要阻抗匹配。   |             |                 |  |                     |                        |   |   |                      |           |                         |  |
| 2. 要通过长电缆传输接收信号 (接收器, 水听器), 使用差分信号传输是一个不错的选择, 并且接收器 (水听器) 和电缆之间的阻抗相匹配。   |             |                 |  |                     |                        |   |   |                      |           |                         |  |
| <b>高温电缆</b>  |             |                 |  |                     |                        |   |   |                      |           |                         |  |
| <b>RG178:</b> RG178B/U 50 $\Omega$ 同轴电缆, $750\text{Vrms}$ , $0.86\text{Arms}$ , $-70^\circ\text{C}$ 至 $+200^\circ\text{C}$ , 直径: $\Phi 1.8\text{mm}$ 。   |             |                 |  |                     |                        |   |   |                      |           |                         |  |
| <b>RG316:</b> RG316/U 50 $\Omega$ 同轴电缆, $900\text{Vrms}$ , $2.0\text{Arms}$ , $-50^\circ\text{C}$ 至 $+200^\circ\text{C}$ 或 $-58^\circ\text{F}$ 至 $392^\circ\text{F}$ 。直径: $\Phi 2.5\text{mm}$ 。  |             |                 |  |                     |                        |   |   |                      |           |                         |  |
| <b>HTWR200:</b> 高温线: $14$ 至 $392^\circ\text{F}$ ( $-10^\circ$ 至 $200^\circ\text{C}$ ), 最大 $600\text{VAC}$ 。  |             |                 |  |                     |                        |   |   |                      |           |                         |  |
| <b>HTWR449:</b> 高温电线: $-40$ 至 $840^\circ\text{F}$ ( $-40^\circ$ 至 $449^\circ\text{C}$ ), 最大 $600\text{VAC}$ 。 <b>仅用于干燥环境。</b>  |             |                 |  |                     |                        |   |   |                      |           |                         |  |
| <b>HTSC150:</b> 高温屏蔽电缆: $-94$ 至 $302^\circ\text{F}$ ( $-70^\circ$ 至 $150^\circ\text{C}$ ), 最大 $600\text{VAC}$ 。  |             |                 |  |                     |                        |   |   |                      |           |                         |  |
| <b>HTSC200:</b> 高温屏蔽电缆: $-65$ 至 $392^\circ\text{F}$ ( $-54^\circ$ 至 $200^\circ\text{C}$ ), 最大 $600\text{VAC}$ 。  |             |                 |  |                     |                        |   |   |                      |           |                         |  |
| <b>HTUSC:</b> 高温非屏蔽电缆: $-40$ 至 $840^\circ\text{F}$ ( $-40^\circ$ 至 $449^\circ\text{C}$ ), 最大 $600\text{VAC}$ 。 <b>仅用于干燥环境。</b>   |             |                 |  |                     |                        |   |   |                      |           |                         |  |
| <b>连接器 (直插式或面板安装)</b>  |             |                 |  |                     |                        |   |   |                      |           |                         |  |
| <b>WL:</b> 引线。   |             |                 | <b>BNC:</b> BNC 插针 (或插头) $50\Omega$ 。                  |                     |                        |   | <b>BNCF 或 BNCF:</b> BNC 插槽 (或插孔) $50\Omega$ 。 |                      |           |                         |  |
| <b>DIN3/4:</b> 带 3/4 公引脚的 DIN 插座。  |             |                 | <b>SBJ 或 SBP:</b> 带护套的香蕉插孔或插头。                         |                     |                        |   | <b>TRS:</b> 3.5 毫米或 1/8 英寸 TRS 插头或插孔。         |                      |           |                         |  |
| <b>LEMO:</b> 插头 3 个触点, 插座或插头。  |             |                 | <b>SMA:</b> 插头, 公引脚, $50\Omega$ 。                      |                     |                        |   | <b>SMC:</b> 插头, 母插座, $50\Omega$ 。             |                      |           |                         |  |
| <b>XLR3/4/5/6:</b> 带 3/4/5/6 公引脚的 XLR 插座。  |             |                 | <b>5015:</b> MIL-5015 型圆形连接器, 插座或插头。                   |                     |                        |   | <b>SP:</b> 焊针。                                |                      |           |                         |  |
| <b>UMC:</b> 水下连接器 (见注 2)。  |             |                 | <b>BS:</b> $+9\text{V}$ 电池扣。                           |                     |                        |   | <b>定制:</b> 定制连接器。                             |                      |           |                         |  |
| <b>水下连接器适用于水下使用, 上面列出的其他连接器和引线仅供空气中干用。</b>   |             |                 |  |                     |                        |   |   |                      |           |                         |  |
| <b>连接器的最大直径尺寸:</b> 可用于选择传感器/水听器的安装/安装部件, 单位: 毫米。   |             |                 |  |                     |                        |   |   |                      |           |                         |  |
| <b>连接器:</b>  | 插针<br>BNC   | SMA<br>(插头, 插针) | SMC<br>(插头, 母插座)                                       | LEMO<br>(插头公头 3 插针) | TRS 1/8 英寸<br>(3.5 毫米) | XLR   | DIN   | MIL-5015             | 9V<br>电池扣 | 水下连接器                   |  |
| <b>最大尺寸:</b>   | $\Phi 14.3$ | $\Phi 9.24$     | $\Phi 6.4$   | $\Phi 9.5$          | $\Phi 10.5$            | $\Phi 20.2$   | F17   | $\Phi 30$            | F13       | $\Phi 21.5$ 或 $\Phi 35$ |  |
| 注 1: 带 BNC 连接器的 RG58 同轴电缆。可用长度: $1\text{m}$ , $2\text{m}$ , $3\text{m}$ , $5\text{m}$ , $10\text{m}$ , $15\text{m}$ , $20\text{m}$ , $30\text{m}$ 。请选择远小于电磁波长 $\lambda=c/f$ 的电缆长度。c: 真空中的光速。   |             |                 |  |                     |                        |   |   |                      |           |                         |  |
| <b>警告:</b> 在将换能器 (声波产生器) 连接到信号源之前, 买方有责任确保信号源的 BNC/SMA/SMC 屏蔽层牢固接地以确保安全。 <b>带 BNC/SMA/SMC 的同轴电缆不适合在音量高于 <math>30\text{Vac}/60\text{Vdc}</math> 的电压下手持使用。</b>   |             |                 |  |                     |                        |   |   |                      |           |                         |  |

|   |  |
|---|--|
| <b>注 2: 水下连接器 (UMC)。</b> BII 使用全球水下连接器制造商的水下连接器, 其连接器和配件在全球范围内均有销售。买家可以从本地供应商或这些全球公司在买方所在国家的代销处购买水下连接器和配件, 或者从 BII 购买这些水下连接器作为 BII 产品的附件。详情请咨询 BII。 |  |
| <b>UMC2P:</b> 带 2 插针的水下连接器。   | <b>主要用途:</b> (1) 水听器/声发射传感器, 无内置前置放大器; (2) 发射换能器, 无内置 T/R 开关。  |
| <b>UMC3P:</b> 带 3 插针的水下连接器。   | <b>主要用途:</b> (1) 水听器/声发射传感器, 无内置前置放大器; (2) 发射换能器, 无内置 T/R 开关。  |
| <b>UMC4P:</b> 带 4 插针的水下连接器。   | <b>主要用途:</b> 带有内置固定增益前置放大器的水听器/声发射传感器。                         |
| <b>UMC6P:</b> 带 6 插针的水下连接器。   | <b>主要用途:</b> (1) 带有内置可编程增益前置放大器的水听器/声发射传感器。(2) 带内置 T/R 开关的换能器。 |
| <b>注 3:</b> 也提供带 2/3/4/6 插座的水下可配连接连接器。  |  |
| <b>注 4:</b> 包括必要的安装附件, 例如锁定套筒 (MCDLS-F、MCDLS-M、DLSA-F 或 DLSA-M)、螺母、垫圈、O 形圈 (如果有)。   |  |
| <b>水下连接器: 组装/处理说明</b>   |  |
| BII 备有标准圆形和微型系列水下连接器, 用于水下信号传输和供电。  |  |
| 装配两连接器前务必涂抹润滑脂。   | 断开时两连接器, 请直接拉动, 不要倾斜, 不要扭, 不要转。                                |
| 请勿拉扯电缆, 避免在电缆入口处急剧弯曲。   | 不要将螺母拧得过紧。   |
| 不要暴露在高温或阳光直射下。  | 使用前用淡水润湿。  |

**使用温度范围:**

- 默认工作温度:  $-10^{\circ}\text{C}$  至  $+60^{\circ}\text{C}$  ( $14^{\circ}\text{F}$  至  $140^{\circ}\text{F}$ ); 储存温度:  $-20^{\circ}\text{C}$  至  $+60^{\circ}\text{C}$  ( $-4^{\circ}\text{F}$  至  $140^{\circ}\text{F}$ )。
- 提供定制的高温传感器和水听器, 请参阅各自的数据表了解其使用和储存温度。
  - 使用温度:  $-10^{\circ}\text{C}$  至  $120^{\circ}\text{C}$  ( $14^{\circ}\text{F}$  至  $248^{\circ}\text{F}$ )。
  - 使用温度:  $-10^{\circ}\text{C}$  至  $200^{\circ}\text{C}$  ( $14^{\circ}\text{F}$  至  $392^{\circ}\text{F}$ )。


**换能器 (水听器和声波产生器) 内置温度传感器的特性:**

| <b>-40 °C 至 125 °C NTC 温度传感器: 电阻与温度</b> |         |         |         |         |         |         |         |
|---|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 温度 (°C)                                 | 电阻 (kΩ) | 温度 (°C) | 电阻 (kΩ) | 温度 (°C) | 电阻 (kΩ) | 温度 (°C) | 电阻 (kΩ) |
| -40                                     | 197.388 | 5       | 22.165  | 50      | 4.160   | 95      | 1.112   |
| -35                                     | 149.395 | 10      | 18.010  | 55      | 3.539   | 100     | 0.976   |
| -30                                     | 114.345 | 15      | 14.720  | 60      | 3.024   | 105     | 0.860   |
| -25                                     | 88.381  | 20      | 12.099  | 65      | 2.593   | 110     | 0.759   |
| -20                                     | 68.915  | 25      | 10.000  | 70      | 2.233   | 115     | 0.673   |
| -15                                     | 54.166  | 30      | 8.309   | 75      | 1.929   | 120     | 0.598   |
| -10                                     | 42.889  | 35      | 6.939   | 80      | 1.673   | 125     | 0.532   |
| -5                                      | 34.196  | 40      | 5.824   | 85      | 1.455   |         |         |
| 0                                       | 27.445  | 45      | 4.911   | 90      | 1.270   |         |         |

| <b>-40 °C 至 250 °C NTC 温度传感器: 电阻与温度的关系</b> |         |         |         |         |         |         |         |
|--|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 温度 (°C)                                    | 电阻 (kΩ) | 温度 (°C) | 电阻 (kΩ) | 温度 (°C) | 电阻 (kΩ) | 温度 (°C) | 电阻 (kΩ) |
| -40  | 204.7   | 35      | 6.944   | 110     | 0.7483  | 185     | 0.1439  |
| -35  | 154.4   | 40      | 5.830   | 115     | 0.6603  | 190     | 0.1313  |
| -30  | 117.6   | 45      | 4.918   | 120     | 0.5840  | 195     | 0.1202  |
| -25  | 90.44   | 50      | 4.166   | 125     | 0.5176  | 200     | 0.1103  |
| -20  | 70.15   | 55      | 3.545   | 130     | 0.4598  | 205     | 0.1015  |
| -15  | 54.87   | 60      | 3.028   | 135     | 0.4093  | 210     | 0.0937  |
| -10  | 43.27   | 65      | 2.596   | 140     | 0.3651  | 215     | 0.0868  |
| -5   | 34.39   | 70      | 2.234   | 145     | 0.3263  | 220     | 0.0807  |
| 0  | 27.53   | 75      | 1.929   | 150     | 0.2923  | 225     | 0.0754  |
| 5  | 22.2    | 80      | 1.671   | 155     | 0.2624  | 230     | 0.0706  |
| 10   | 18.02   | 85      | 1.451   | 160     | 0.2361  | 235     | 0.0665  |
| 15   | 14.72   | 90      | 1.265   | 165     | 0.2128  | 240     | 0.0628  |
| 20   | 12.10   | 95      | 1.105   | 170     | 0.1923  | 245     | 0.0597  |
| 25   | 10.00   | 100     | 0.9679  | 175     | 0.1742  | 250     | 0.0570  |
| 30   | 8.311   | 105     | 0.8500  | 180     | 0.1581  |         |         |

- 默认情况下, 温度传感器测量换能器 (声音或声波产生器) 的内部温度。

当换能器 (或声波产生器) 将声音传输到水或负载介质中时, 压电材料将部分电能转化为热量。如果换能器 (声波产生器) 长时间在水下连续产生声音, 换能器无法被周围的水或介质冷却, 换能器的材料可能会过热并损坏。BII 换能器 (声波产生器) 的最高内部温度从 120 到  $200^{\circ}\text{C}$  或 248 到  $392^{\circ}\text{F}$  不等。

每个 BII 换能器 (声波产生器) 的数据表 (说明书) 中都有一个关于 [如何确定脉冲功率 \(峰值功率\), 脉冲宽度, 占空比和关断时间](#) 的公式。按照公式操作, 换能器 (声波产生器) 内部的温度在运行过程中会低于  $120^{\circ}\text{C}$  或  $248^{\circ}\text{F}$ 。

如果您的应用中换能器 (声波产生器) 必须以高功率连续运行, 请联系 BII 定制的高温换能器。

- 温度传感器也可以内置在水听器中, 测量环境温度。

**工作静压范围:**

最大工作静压因传感器类型而异:  $\leq 9.8\text{ MPa}$ , 或 1000 m 海洋深度。1 m 水深 = 9.8 kPa。定制: 29.4 Mpa, 3000m 海洋深度。

**水声换能器 (声波产生器和水听器) 日常维护**

**警告:** 错误处理可能会损坏换能器和水听器而无法修复。

- 请勿在空气中驱水声换能器和水听器。请勿在非谐振频率范围内以高功率驱动声波产生器 (换能器)。
- 请勿使用内置前置放大器和/或信号调节放大器驱动水听器。

3. 使换能器, 水听器和电缆远离任何尖锐物品。
4. 用布去除盐水喷雾和水分。
5. 请勿在空中通过电缆移动或抬起换能器和水听器。
6. 请勿挤压或踩踏换能器, 水听器和电缆。
7. 轻柔地处理换能器和水听器, 避免撞击和碰撞。
8. 请勿使用强溶剂清洁换能器面和水听器面。
9. 请勿将换能器和水听器暴露在阳光直射或过热的环境中。
10. 使用后, 用清水冲洗换能器, 水听器和电缆, 用布擦干。
11. 请勿使用高压水, 喷砂或金属工具清洁换能器面和水听器面。

#### 空气换能器日常维护

**警告: 错误处理可能会损坏空气换能器, 无法修复。**

1. 请勿在水中使用空气换能器。
2. 如果传感器具有内置前置放大器和/或信号调节放大器, 请勿驱动换能器。
3. 使换能器和电缆远离任何尖锐物品。
4. 使用后, 用布清洁并清除换能器上的水分, 灰尘或污垢(如果有)。请勿使用强溶剂清洁换能器表面。
5. 请勿在空气中通过电缆移动或抬起换能器。
6. 请勿挤压或踩踏换能器和电缆。
7. 轻柔地处理换能器, 避免撞击和碰撞。
8. 请勿将换能器暴露在阳光直射或过热的环境中。
9. 请勿使用高压水, 喷砂或金属工具清洁换能器表面。

#### 避免损坏 BII 设备的操作技巧。

许多电气故障和损坏(过热, 过压, 过流)是由意外错误接线和直流电源功率不当引起的。遵守以下程序可以减少损坏的机会。

1. 在为设备接线和供电之前, 请仔细阅读技术指标。充分了解最大和最小额定值。
2. 为避免换能器物理损坏, 请参阅 [水声换能器\(声波产生器和水听器\)处理](#)。
3. 选择合适的直流电源。
  - a. 使用具有可调节电流和电压限制的直流电源。确保其最大值小于 BII 设备的最大额定值。这可以避免意外损坏。
  - b. 使用固定电流和电压的直流电源, 电压低于 BII 设备的最大额定值。

使用最大电源电压为已知且固定的电池, 例如 1.5V, 3V, 9V, 12V, 22V, 44V, 标准电池, 船用电池或汽车电池。

**警告: 充满电和新电池的电压高于额定值。例如, 充满电的 12V 汽车或船用电池是 12.6 到 14.4 伏直流电压。组装和接线前, 测量电池的电压, 确保电池组的电压小于设备的最大额定值。**

4. 计算适合系统设置的电功率(电流和电压)。选择适合功率(电流和电压)的附件组件。
5. 运行:
  - a. 将直流电源的电流限制设置为最低允许水平, 将直流电源的电压设置为最低工作水平。设置保护功能, 例如限流防短路等。关闭电源。
  - b. 开始在系统组件之间接线。
    - 仔细检查接线, 避免短路, 接错, 极性错等...
    - 确保接地安全牢固。
    - 任何裸线都必须用绝缘材料绝缘到电气安全水平。
    - 将系统连接到直流电源。
    - 打开电源。
  - d. 以最低功率水平运行系统。检查操作程序和系统是否正常运行。如果出现异常情况, 立即关闭电源和断开电源, 故障排除。
6. 如果运行正常, 并且在最低功率水平下接线和设置正常, 请通过调整电源的电压和电流水平逐渐提高功率水平。

**警告: 为了安全起见, 买方有责任确保所有电线和设置遵守当地电气规范。**

#### 为 BII 设备选择直流电源

1. +1.5V (AA, AAA, C 和 D), +3V (CR123A 和 CR2032), +9V, +12V (船用, 汽车和 23A), 22V 和 44V 等电池适用于低噪声和便携式应用。容量可以通过并联或系列多个电池(电池组)来增加。
- 警告: 充满电和新电池的电压高于额定值。例如, 充满电的 12V 汽车或船用电池是 12.6 到 14.4 伏直流电压。组装和接线前, 测量电池的电压, 确保电池组的电压小于设备的最大额定值。**
2. 线性直流电源适用于室内应用, 例如实验室声学系统。
3. 开关模式电源(SMPS)不建议用于低噪声应用。SMPS 因其开关频率(打开和关闭开关)而成为系统中的噪声源。EMI/RFI 是由于电流的打开和关闭而产生的。可能会产生大的峰值“浪涌”浪涌电流。如果 SMPS 在某些极端情况下发生故障, 某些类型的 SMPS 可能会输出非常高的电压以破坏系统中的其他电子设备。

#### 如何计算电池的使用寿命:

1. 计算组件的总直流电流消耗。例如, [BII1067](#) 前置放大器消耗 1.55mA 的静态电流。驱动 50m 电缆的负载电流为 0.45mArms, SINE 信号为 0.2Vpp, 200kHz。因此, 总直流电流消耗为 2mA。
2. 查看电池数据表了解电池容量。电池容量以毫安时 (mAh) 或安培时 (AH) 为单位。例如, 从 9V 电池的数据表来看, 当其电压降至 4.8V 时, 它的容量为 700mAh, 恒流消耗 10mA。通常, 数据表将指定具有不同恒流消耗的几种容量。选择接近电路电流消耗的那个。
3. 计算电池电压降至 4.8V 的使用时间。
 
$$\text{电池的使用寿命} = \text{电池容量} / \text{电路电流消耗} = 700\text{mAh} / 2\text{mA} = 350 \text{ 小时}$$
 因为 [BII1067](#) 可以在 2.7V 下工作, 所以电池的使用时间会比上面计算的会长得多。如果电池的数据表有电源电压降至 2.7V 的容量数据, 则可以计算出准确的使用时间。
4. 对于需要大电池容量的大功率声纳系统, 电池或电池组的使用时间计算也适用相同的程序。



**用于水听器 and 超声波, 低噪声, 低功耗, 宽带和内置滤波器的前置放大器**

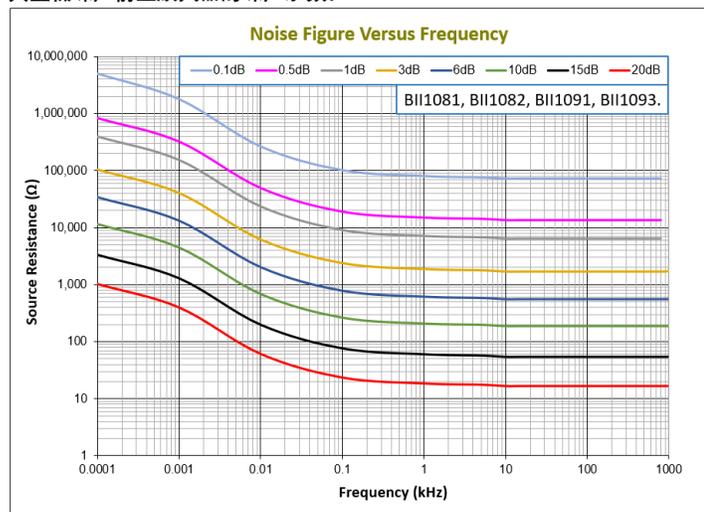
BII 的低噪声低功率前置放大器(放大器)具有内置滤波器和固定或数字可编程增益, 用于宽带(宽带)水下声纳, 超声波(无损检测, 声发射)系统和材料研究。

**典型应用**

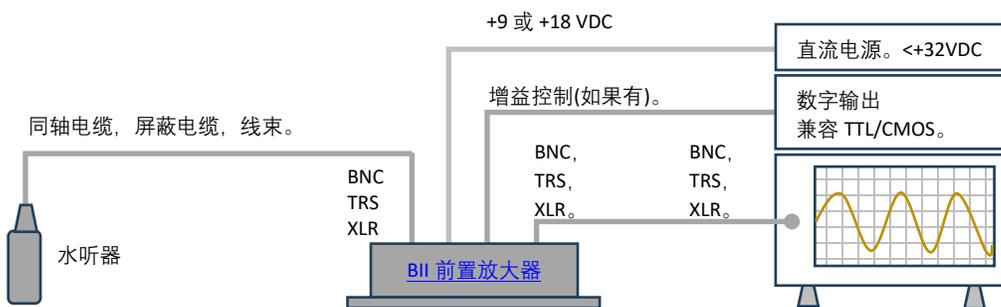
|                    |                                |
|--------------------|--------------------------------|
| 水听器, 声纳, 水声通信, 导航。 | 超声波 (超声波, 声发射, 无损检测) 检测, 材料表征。 |
|--------------------|--------------------------------|

| 前置放大器                  | 类型           | 最大电缆长度            | 特征  |
|------------------------|--------------|-------------------|---|
| » BII1030              | 可变增益电压放大器    | 1000m 或 RG58 同轴电缆 | 1.8 nV/VHz, 0.8 fA/VHz, 30 Hz 至 10 MHz, 70 dB 可变增益范围。           |
| » BII1040              | 固定电压放大器      | 200m 或 RG58 同轴电缆  | 3 nV/VHz, 4 fA/VHz, 12 Hz 至 17 MHz, 40 dB 增益。                   |
| » BII1050              | 固定电压放大器      | 305m 或 RG58 同轴电缆  | 1 nV/VHz, 0.8 fA/VHz, 0.02 Hz 至 10 MHz, 40 至 60 dB 增益。          |
| » BII1060<br>» BII1010 | 固定电压放大器      | 1000 米            | 0.1 Hz 至 800 kHz, 增益 40 dB, 电池供电系统。                             |
| » BII1080              | 固定电压放大器      | 200 米             | 5.2 nV/VHz, 3.1 fA/VHz, 20 至 60 dB 增益, 1 Hz 至 2.2 MHz。          |
| » BII1090              | 数字可编程电压放大器   | 1000m 或 RG58 同轴电缆 | 1 nV/VHz, 0.8 fA/VHz, 0.02 Hz 至 8 MHz。增益: 0, 20, 40, 60, 80 dB。 |
| » BII2000              | 自动增益 AGC 放大器 | 200 米             | -20 至 80 dB 自动增益控制, 100 Hz 至 1 MHz 带宽。                          |

**典型低噪声前置放大器的噪声系数。**

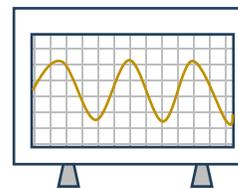


**独立前置放大器的系统接线。**



数字记录仪, 计算机化 DAQ, 嵌入式控制器, 示波器, 分析仪/仪器。

声学接收系统的典型组件。根据系统要求, 信号调节器是可选的。



数字记录仪, 计算机化 DAQ, 嵌入式控制器, 示波器, 分析仪/仪器。

**前级放大器、水听器或声学接收器配件:**
**直流供电线: DCBP24。**一根1米直流电源线, 配有红香蕉和黑色香蕉插头, 还有直流电源插头。

**直流电源端子:**

- a. 一个红色 4 毫米香蕉插头。
- b. 一个黑色 4 毫米香蕉插头。



默认为 1 米。可以定制长度。

 直流电源插头。  
致装置的直流电  
源插座。

**红香蕉插头:** +VDC。 **黑香蕉插头:** 公共地。一根1米直流电源线。线缆一端装有直流电源插头, 另一端是红香蕉插头和黑香蕉插头。

**直流供电线: DCBS18V。**一根 0.3 米 (12 英寸) 直流电源线, 配有两根 9 伏电池扣, 为放大器提供+18 伏直流电, 以及一个直流电源插头。

 两个 9V  
电池。

 直流电源插头。  
到设备的 DC 电源插孔。

**直流电源线: DCBS9V。**一根 0.3 米 (12 英寸) 直流电源线, 配有一根 9 伏电池扣, 为放大器提供+9 伏直流电, 以及一个直流电源插头。

 一个 9V  
电池。

 直流电源插头。  
接到设备的直流电源插口。

**直流供电电缆: DCWL-24。**一根 1 米直流电源线, 带线头和直流电源插头。默认为 1 米。可定制长度。

**DC 电源  
夹紧端子:**

 直流电源插头。  
接到设备的直流电源插口。

**附件 A1: BNCM-BNCM。**定制长度的RG58、RG174或RG178同轴线, BNC公头转BNC公头。默认: 0.6米。


带 BNC 插口的记录仪和分析仪。

**附件 A2: TRS-TRS。**定制长度的线缆, 配有3.5毫米TRS插头连接到3.5毫米TRS插头。默认: 1.828米。


带 TRS 插口的记录仪和分析仪。

**附件 A3: TRS-WL。**定制长度的电缆, 配有3.5毫米TRS插头线。默认: 0.9米。


Wire

带有螺丝紧固或夹紧端子的记录仪和分析仪。

**附件 A4: TRS-XLR3P。**定制长度的线缆, 配有3.5毫米TRS插头到 XLR插座, 配有3个公插脚。默认: 0.9米。

 XLR 插座,  
带有 3 个插

 前面板上带 3 个母插座的录音机和分  
析仪, 带有 XLR 插头。

**附件 A5: DIN3P-XLR3P。**定制长度的线缆, 带有 3 个公性插脚的 DIN 插座, 连接到带有 3 个公插脚的 XLR3 插孔。默认: 1 米。

**DIN, 插座,  
3 个插针。**

**XLR 插座,  
带有 3 个插脚。**

 前面板上带 3 个母插座的录音机和分  
析仪, 带有 XLR 插头。

**附件 A6: DIN3P-WL。**定制长度电缆, 配有 DIN 插座, 配有 3 根公针线。默认: 1 米。

**DIN, 插座,  
3 个插针。**


导线

 带有螺丝紧固或夹紧端子的记录仪和分  
析仪。

**附件 A7: XLR3P-WL。**定制长度电缆, 配有 XLR 插座公头针线。默认: 1 米。

**XLR 插座, 带  
有 3 个插脚。**


导线

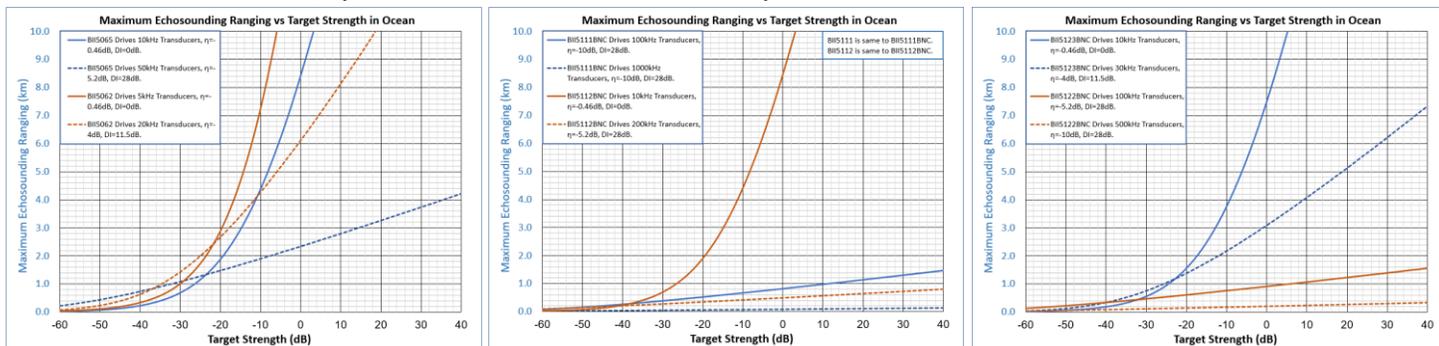
 带有螺丝紧固或夹紧端子的记录仪和分  
析仪。

**用于声纳, 无损检测, 高强度聚焦超声 和介电材料测试的功率放大器**


BII 的功率放大器设计用于驱动高达 10MHz 的水声和超声波换能器: 声纳, 无损检测, 高强度聚焦超声 和超声波功率换能器。提供线性 和 开关模式(D 类或开关功率放大器)。

**典型应用**

| 海底剖面仪, 海底测绘, 测深仪, 噪声产生。   |            |                | 超声波无损检测检测, 介电材料测试。         |                          |           |            |
|---|------------|----------------|----------------------------|--------------------------|-----------|------------|
| 速度仪, 捕鱼, 导航, 声学定位。  |            |                | 声能加工处理, 过程控制, 空化, 高强度聚焦超声。 |                          |           |            |
| 水声通信, 遥测, 声学信标, 遥控。   |            |                | 海洋动物声学, 生物声学, 播放海洋声音。      |                          |           |            |
| 功率放大器   | 输出功率       | 带宽             | 水中的发射声压                    | 静态电流                     | 类型        | 外形尺寸       |
| » BII5000   | 32瓦        | 20Hz 至 150kHz  | 185.8 + $\eta$ + DI        | 工作:100mA, 关断:10 $\mu$ A。 | 线性        | 印刷电路板      |
| » BII5020   | 86瓦        | 150Hz 至 500kHz | 190.1 + $\eta$ + DI        | 工作:36mA, 关断:16mA。        | 线性        | PCB, 金属外壳。 |
| » BII5040   | 31.3瓦      | 50kHz 至 15MHz  | 185.7 + $\eta$ + DI        | 工作:53mA, 关断:0.8mA。       | 线性, 脉冲。   | PCB, 金属外壳。 |
| » BII5060   | 208, 415瓦. | 100Hz 至 100kHz | 197/194 + $\eta$ + DI      | 工作:59mA, 关断:24mA。        | 线性        | PCB, 金属外壳。 |
| » BII5100   | 309瓦       | 1kHz 至 1MHz    | 195.8 + $\eta$ + DI        | 13毫安。                    | 开关模式 (D类) | PCB, 金属外壳。 |
| » BII5110   | 355瓦       | 1kHz 至 3MHz    | 191.0/194.1 + $\eta$ + DI  | 1mA 和 2mA。               | 开关模式 (D类) | PCB, 金属外壳。 |
| » BII5120   | 138瓦       | 20Hz 至 2MHz    | 192.0 + $\eta$ + DI        | 工作:65mA, 关断:6mA。         | 线性        | PCB, 金属外壳  |
| » BII5160   | 208瓦       | 100Hz 至 20kHz  | 194.0 + $\eta$ + DI        | 工作:59mA, 关断:24mA。        | 线性        | 便携式箱       |
| 开关模式运行: PA的输入信号为脉冲或方形信号, TTL/CMOS电平或2Vpp至5Vpp。                    |            |                |                            |                          |           |            |
| 水声声压级 (dB $\mu$ Pa*m)。DI是换能器的指向性指数, 单位为dB。 $\eta$ : 换能器效率, 单位为dB。 |            |                |                            |                          |           |            |

**典型BII功率放大器的回声探测范围 (通信范围=2 x 0dB目标强度下的回声探测范围)**

**BII6000系列阻抗匹配网络: 传感器和放大器之间的阻抗阻抗匹配**


压电换能器(声波产生器或水听器)的复阻抗是非线性的且与频率相关的。其幅度范围从数百 k $\Omega$  到几  $\Omega$ , 其相位从 -90° 到 +90° 不等。换能器是不同频率范围内的电容性, 电阻或电感负载。阻抗匹配和调谐装置是必要的, 以改变换能器在特定频率范围(通常围绕换能器的谐振频率  $f_0$ )的复阻抗, 以满足功率放大器的负载要求, 以实现从电到机械的最大和高效功率传输, 或匹配前置放大器的输入阻抗, 以实现从机械到电气的最大和高效功率传输, 或实现最佳源电阻以实现最小噪声因子 NF。通常, 具有阻抗匹配和调谐功能的换能器的-3dB 带宽大于原始换能器的带宽。此外, BII 还生产用于研究介电, 铁电和压电材料的定制升压变压器。

一般有两种声学系统: 宽带(低 Q) 和窄带(高 Q)。窄带声学系统具有品质因数高, 设备本身能量损失极低等优点。高声能, 高效率可输送到高强度聚焦超声系统, 超声波脱气/清洗/理化处理等学科。一般声音为连续声, 或脉宽大于 200mS 的突发声。宽带声学系统具有品质因数低, 带宽宽, “衰减”快, 很快达到稳定状态等优点。高声能以低效率或中等效率传递给超声波无损检测系统, 声纳回声探测, 通信, 声发射检测等对象。通常, 声音是脉冲声, 脉冲宽度为 10nS 至 10mS 的突发声或连续/突发通信信号。BII 选择适合 BII 换能器的 BII6010 部件(低 Q 宽带或高 Q 窄带)。当买方订单 BII6010 买方自己的换能器时, 买方应在订购时明确指定低 Q 或高 Q BII6010。

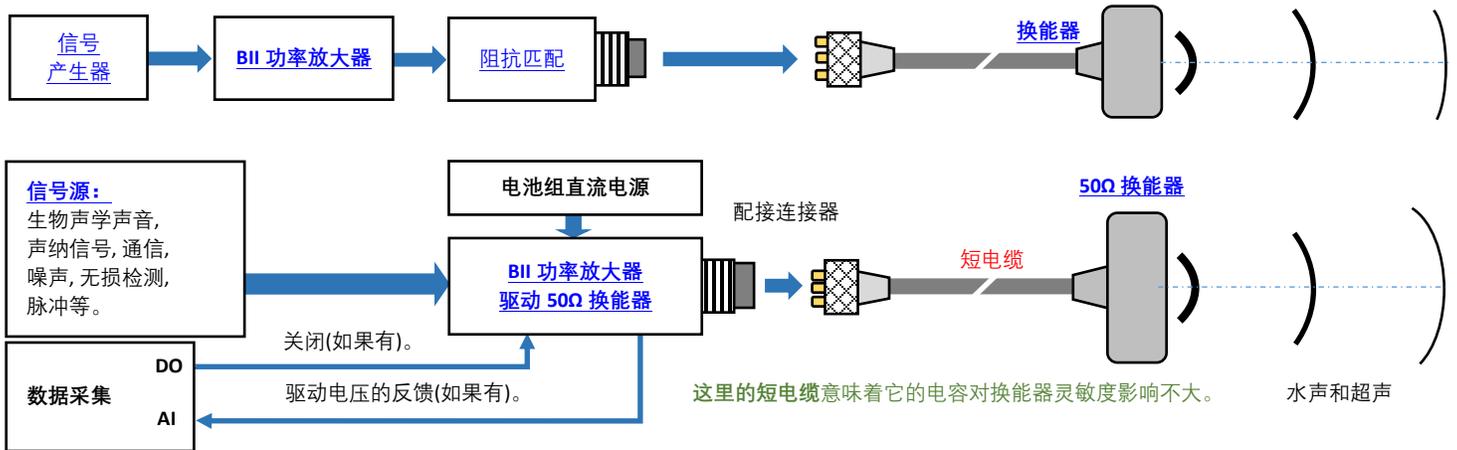
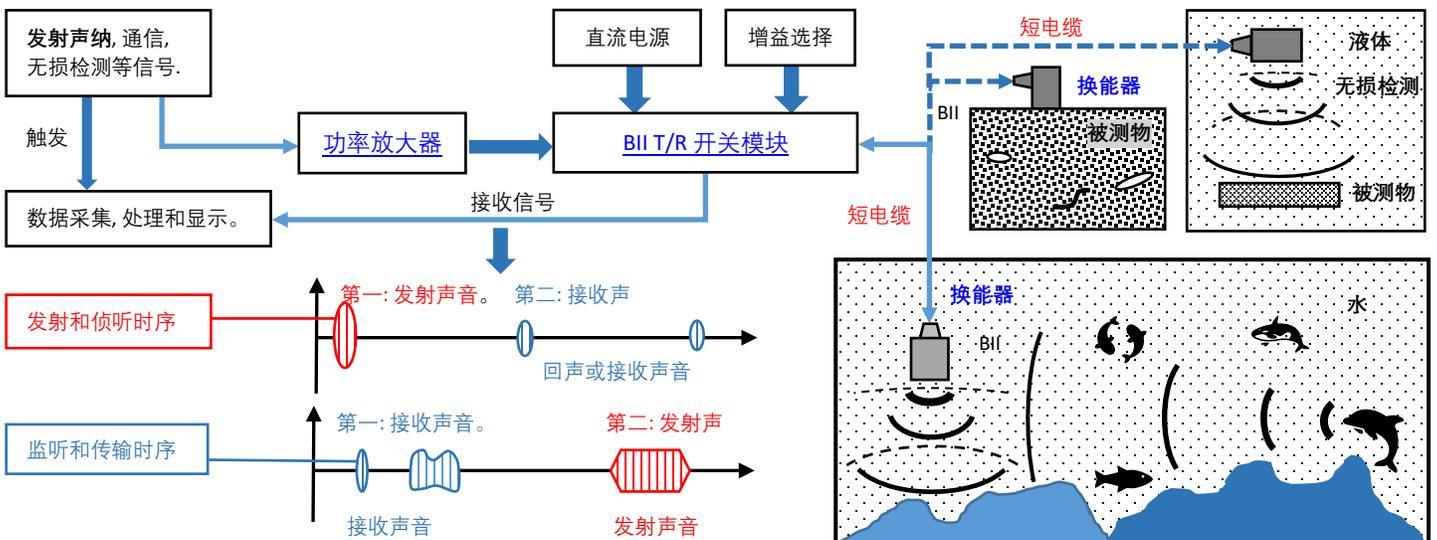
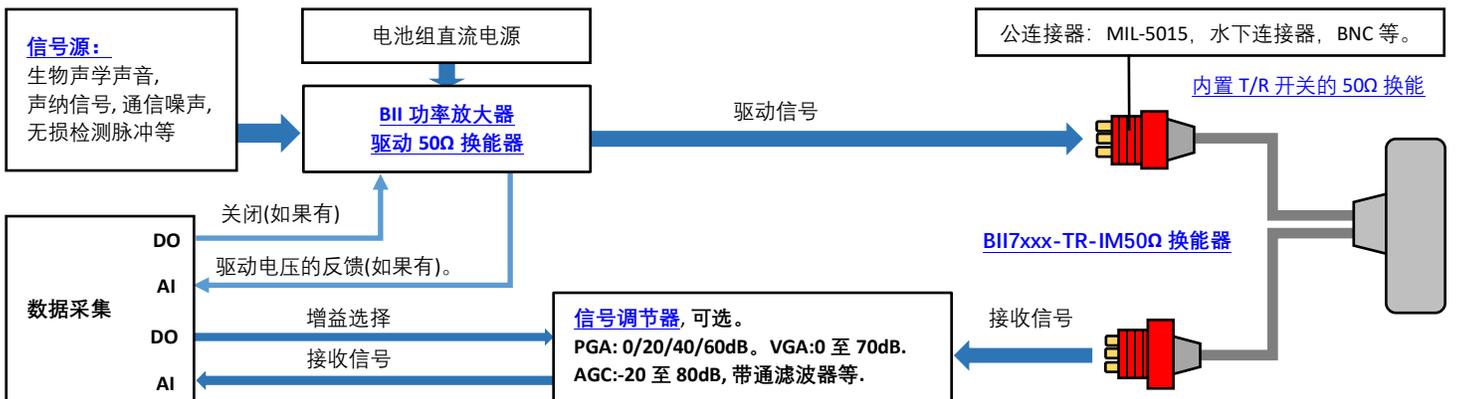
**发射和接收开关: 声纳和超声无损检测**


BII T/R 开关模块为基于发射和聆听定时技术的各种声学应用提供集成解决方案。该设备在半双工声学系统中以主动模式(发射声音)和被动模式(聆听声音)工作。它将阻抗匹配, T/R 开关, 带通滤波器和低噪声 DPGA 前置放大器(数字可编程增益放大器)集成到一个紧凑的外壳中。增益选择由两位或一位数字字(TTL/CMOS 电平兼容)实现。BII T/R 开关具有低噪声水平和大动态范围, 适用于检测短距离大信号和远距离高衰减信号。

**典型应用**

回声测深仪 (导航/避物, 深度/距离测深仪, 波高传感器), 目标强度测量, 海底剖面仪, 侧扫声纳, 渔业声纳, 应答器, 定位, 信标, 通信和遥测, 人工声学目标, 声速计 (多普勒声纳), 声速剖面仪, 海洋生物声学, 声学威慑装置, 洋流分析, 流量计, 无损检测 (无损检测), 超声诊断, 超声波检测和分析, 材料研究。

| T/R 开关模块                   | 频率范围                      | 接收增益范围            | 增益控制         | 内置阻抗匹配 |
|----------------------------|---------------------------|-------------------|--------------|--------|
| <a href="#">BII2100 系列</a> | 2 kHz 至 350 kHz 或 10 MHz。 | 20, 40, 60, 80dB。 | 数字, TTL/CMOS | 无      |
| <a href="#">BII2110 系列</a> | 2 kHz 至 1 MHz。            | -20 至 80 dB。      | 无, AGC       | 无      |
| <a href="#">BII2170 系列</a> | 2 kHz 至 10 MHz。           | 20, 40, 60, 80dB。 | 数字, TTL/CMOS | 有      |

**发射声波的声学系统配置。**

**发射和接收声波的声学系统配置。**


无损检测和声发射等高频换能器的声学接收。



### 功率放大器、换能器或声学发射和接收仪器/模块的附件:

直流供电电缆对: 零件编号 DCBP20。

直流电源端子:

- A. 一个红色 4 毫米香蕉插头。
- b. 一个黑色 4 毫米香蕉插头。



直流电源插头。  
联接装置的 DC 电源插孔。



红香蕉插头: +VDC。黑香蕉插头: 公共地。

一根 0.6 米直流电源线。线缆一端装有直流电源插头, 另一端是红香蕉插头和黑香蕉插头。

直流供电电缆对: 零件号 DCBP18。

默认是 0.6 米。可定制长度。

直流电源端子:

- 一个红色 4 毫米香蕉插头。
- 一个黑色 4 毫米香蕉插头。



带鞘香蕉插头。  
联接带鞘的香蕉插座  
功率放大器。



两根 0.6 米直流电源线。红与黑。电缆一端为线芯, 另一端为包覆香蕉插头。

### 接地电缆和端子

终端到买方接地终端:

- a. 默认: 导线。b. 一个 #10 环形终端。
- c. 一个 4 毫米香蕉插头。



#10 环形终端  
#10-24 螺母和  
#10 垫圈。

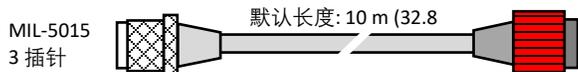


接地线, 零件号: **GWL18**, 支持多设备单点接地。

一根 0.6 米 AWG 的 18 根绿线 (或带黄色条纹的绿色线), 带 #10 环形端子和引脚。附带一个 #10 环形端子和一个 4 毫米香蕉插头 (绿色)。根据买家的接地端子类型, 买家需自行组装 #10 环形端子、4 毫米香蕉插头或其他接地线连接器, 费用由买家承担。

### 适配器配件:

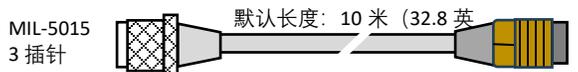
附件 A9: **MIL-UMCF3S**, MIL-5015 (3 针脚) 至 UMC3S (水下连接器, 3 个插座, 锁定套筒: DLSA-F, 尺寸:  $\Phi 35.5 \times 33.5 \text{mm}$ )



水下连接器, 3 个插座。  
引脚 2: 信号。  
引脚 1: 公共地。  
引脚 3: 屏蔽和接地。

带 3 针水下连接器和 DLSA-M 锁定套管的换能器。

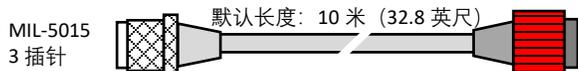
附件 A10: **MIL-SUMC3S**, MIL-5015 (3 针) 到小型 UMC3S (水下连接器, 3 个插槽, 螺纹锁死, 尺寸:  $\Phi 22 \times 28 \text{mm}$ )



水下连接器, 3 个插座。  
引脚 2: 信号。  
引脚 1: 公共地。  
引脚 3: 屏蔽和接地。

带 3 针水下连接器和 MCDLS-F 锁定套管的换能器。

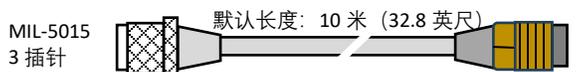
附件 A11: **MIL-UMCF2S**, MIL-5015 (3 针) 转 UMC2S (水下连接器, 2 个插座, 锁定套筒: DLSA-F, 尺寸:  $\Phi 35.5 \times 33.5 \text{mm}$ )



水下连接器, 2 个插座。  
引脚 2: 信号。  
引脚 1: 公共地。

带 2 针水下连接器和 DLSA-M 锁定套管的换能器。

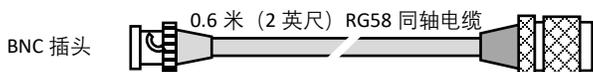
附件 A12: **MIL-SUMC2S**, MIL-5015 (3 针) 到小型 UMC2S (水下连接器, 2 个插座, 螺纹锁死, 尺寸:  $\Phi 22 \times 28 \text{mm}$ )



水下连接器, 2 个插座。  
引脚 2: 信号。  
引脚 1: 公共地。

带 2 针水下连接器和 MCDLS-F 锁定套管的换能器。

附件 A13: **BNC-MIL3S**, BNC 插头转 MIL3S (MIL-5015 型三孔连接器螺纹固定)

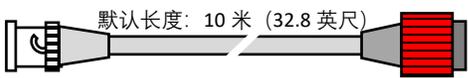


MIL-5015 连接器, 3 个插座。  
联系 C 或 G: 信号。  
联系方式 B: 公共地。  
联系 A: 屏蔽和接地。

带 3 针 MIL-5015 连接器的换能器。

[前往目录](#)

**附件 A14: BNC-UMCF3S, BNC 插头转 UMC3S (水下连接器, 3 个插座, 锁定套筒: DLSA-F, 尺寸:  $\Phi 35.5 \times 33.5 \text{mm}$ )**

BNC 插头  默认长度: 10 米 (32.8 英尺)

水下连接器, 3 个插座。  
引脚 2: 信号。  
引脚 1: 公共地。  
引脚 3: 屏蔽和接地。

带 3 插针水下连接器和 DLSA-M 锁定套管的换能器。

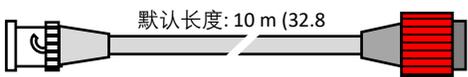
**附件 A15: BNC-SUMC3S, BNC 公头到小型 UMC3S (水下连接器, 3 个插槽, 螺纹锁紧, 尺寸:  $\Phi 22 \times 28 \text{mm}$ )**

BNC 插头  默认长度: 10 m (32.8)

水下连接器, 3 个插座。  
引脚 2: 信号。  
引脚 1: 公共地。  
引脚 3: 屏蔽和接地。

换能器, 带 3 插针水下连接器和 MCDLS-F 锁定套管。

**附件 A16: BNC-UMCF2S, BNC 插头转 UMC2S (水下连接器, 2 个插座, 锁定套筒: DLSA-F, 尺寸:  $\Phi 35.5 \times 33.5 \text{mm}$ )**

BNC 插头  默认长度: 10 m (32.8)

水下连接器, 2 个插座。  
引脚 2: 信号。  
引脚 1: 公共地。

带 2 针水下连接器和 DLSA-M 锁定套管的换能器。

**附件 A17: BNC-SUMC2S, BNC 插头到小型 UMC2S (水下连接器, 2 个插座, 螺纹锁定, 尺寸:  $\Phi 22 \times 28 \text{mm}$ )**

BNC 插头  默认长度: 10 m (32.8)

水下连接器, 2 个插座。  
引脚 2: 信号。  
引脚 1: 公共地。

带 2 针水下连接器和 MCDLS-F 锁定套管的换能器。

**50 $\Omega$  功率放大器适合驱动非 50 $\Omega$  的换能器吗?**

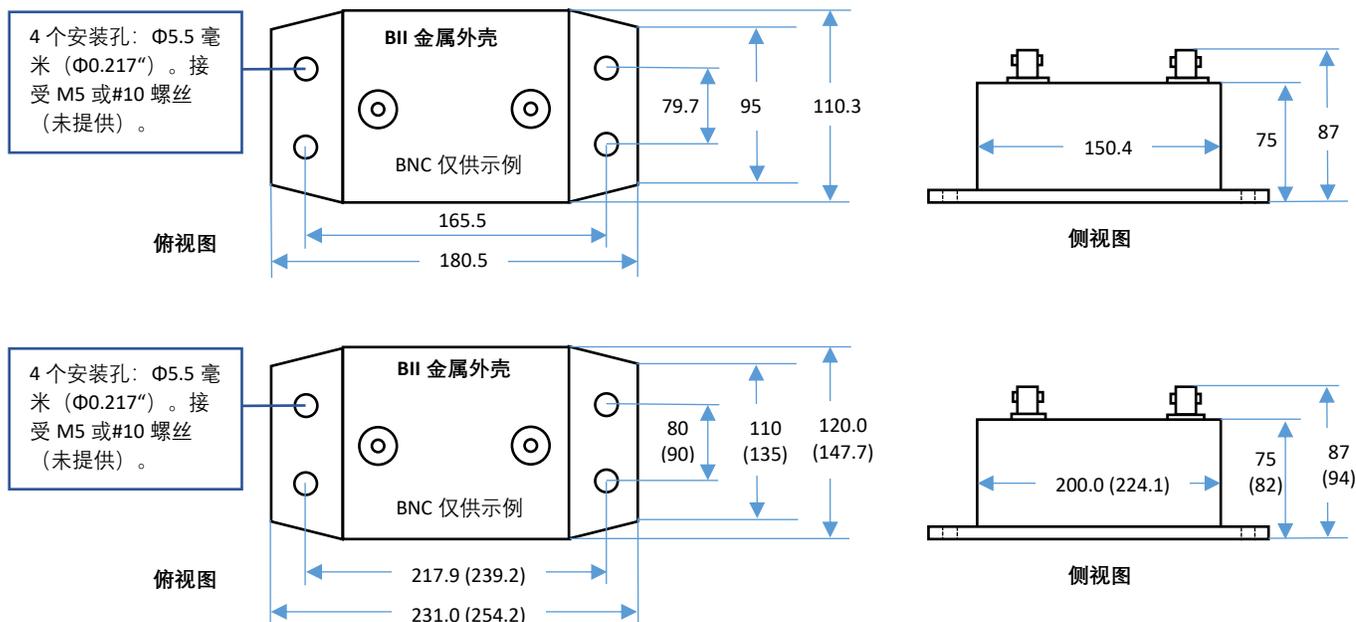
- (1) 如果换能器的阻抗在工作频率下大于 50 $\Omega$ , 50 $\Omega$  功率放大器可以驱动该非 50 $\Omega$  换能器, 但输出给非 50 $\Omega$  换能器的功率会降低。
- (2) **不建议 50 $\Omega$  功率放大器驱动阻抗小于 50 $\Omega$  的换能器。功率放大器容易因过电压、超额定功率或过热而损坏。**

**我该如何将 BII 功率放大器的线连接到我的设备?**

**警告:** 本设备输出端可能存在高电压。在电源和信号源关闭前, 请勿触碰设备及其线缆和连接器。

1. **线接方法: 焊接或压接。** 2. **适当的绝缘以保证安全:** 所有裸露的裸线、金属线、导线、焊锡和接头均采用热收缩管、全绝缘线接头等绝缘材料进行绝缘。绝缘电压必须大于器件最大电压的两倍。3. 为作安全, 将设备 (包括金属机壳和/或金属外壳、电缆屏蔽等) 牢固接地。

**金属外壳, 轮廓尺寸 (毫米), 仅示意, 比例不是 1: 1。**



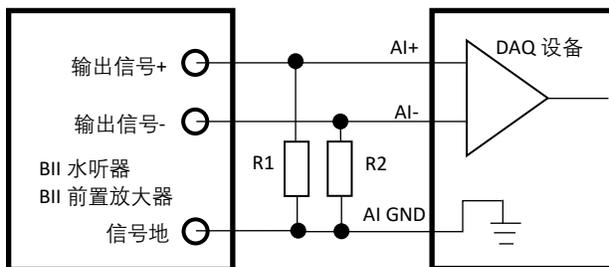
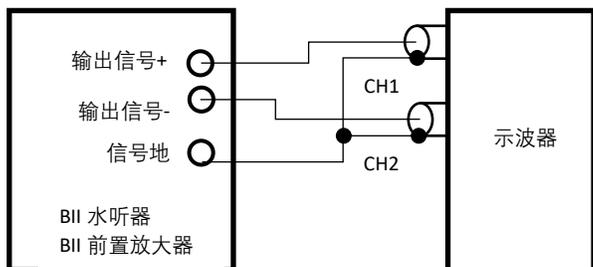
**接线信息**

BII 水听器的接线 (声波接收器, 声发射传感器, 无损检测接收器等)

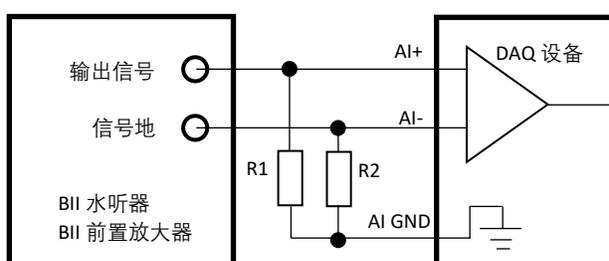
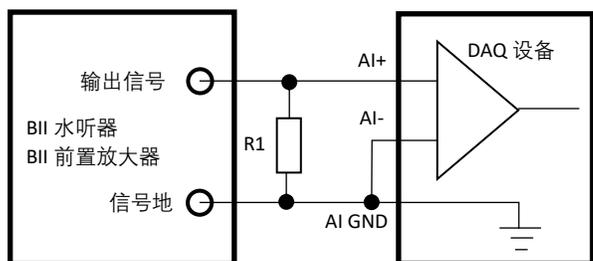
1. 前置放大器接线到 DAQ (数据采集). DAQ: 数据采集硬件; AI: 模拟输入; CH: 通道; GND: 接地。

对于大多数应用来说, R1 和 R2 电阻器不是必需的。如果发生 DAQ 饱和, 请使用  $R1 = R2 = 10k\Omega$  至  $1M\Omega$  电阻。

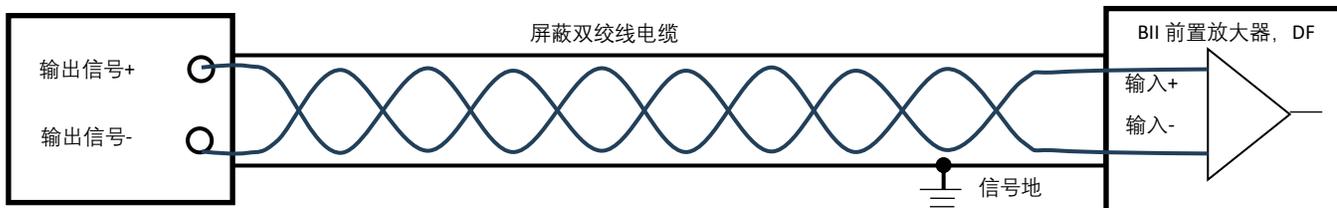
BII 的差分输出到示波器的 BNC 输入 BII 的差分输出到 DAQ 的差分输入



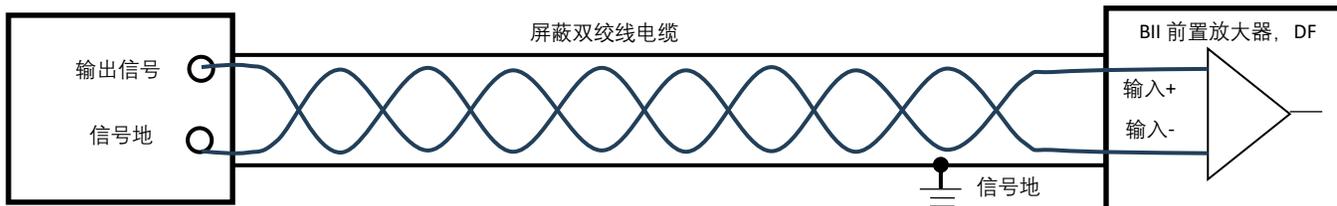
BII 的单端输出到 DAQ 的单端输入 BII 的单端输出到 DAQ 的差分输入



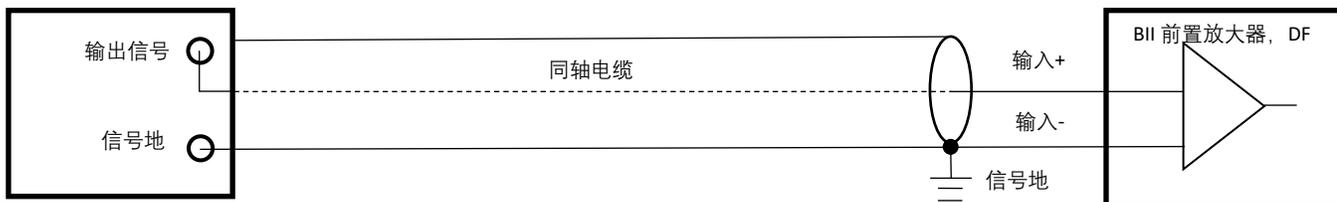
BII 的差分声波接收器到 BII 前置放大器的差分输入(信号调节器)



BII 的单端接收器转 BII 前置放大器的差分输入



BII 的单端接收器转 BII 前置放大器的差分输入



驱动 100Ω 平衡双绞线电缆/电线和 50 或 75 Ω 同轴电缆。

(1) 大多数平衡双绞线电缆/电线的阻抗为 100Ω 至 150Ω。BII 前置放大器具有 100Ω 输出阻抗或定制阻抗, 以匹配平衡双绞线电缆/线的阻抗。

(2) 大多数同轴电缆的阻抗为 50Ω 或 75Ω。BII 前置放大器具有 50Ω 输出阻抗或定制的 75Ω 阻抗, 以匹配同轴电缆的阻抗。

2. 水听器 (声波接收器, 声发射传感器, 无损检测接收器等) 没有内置前置放大器的接线。请参阅缩写列表以了解订购。

| 差分输出:        | 引线        | UMC3P  | DIN3        | TRS                | XLR3            |
|--------------|-----------|--|-------------|--------------------|-----------------|
| 信号 +         | 白色或红色     | 引脚 2   | 引脚 3        | 尖端, 正/热。           | 引脚 2, 正极/热极。    |
| 信号 -         | 黑色        | 引脚 1   | 引脚 1        | 环形, 负/冷。           | 引脚 3, 负极/冷。     |
| 信号地和屏蔽       | 屏蔽线       | 引脚 3   | 引脚 2        | 套筒, 信号地和屏蔽。        | 引脚 1, 屏蔽/接地。    |
| <b>单端输出:</b> | <b>引线</b> | <b>UMC3P</b>                                   | <b>DIN3</b> | <b>BNC/SMA/SMC</b> | <b>带导线的同轴电缆</b> |
| 信号           | 白色或红色     | 引脚 2   | 引脚 3        | 中心导体               | 中心导体            |
| 信号地          | 黑色        | 引脚 1   | 引脚 1        | 屏蔽线                | 同轴电缆屏蔽          |
| 屏蔽           | 屏蔽线       | 引脚 3   | 引脚 2        | 屏蔽线                | 同轴电缆屏蔽          |
| 非屏蔽电缆的接线:    | 引线 WL     | UMC2P (0.6m USC 电缆最初来自连接器制造商, 固定)。锁紧套: DLSA-M。 |             |                    |                 |
| 信号           | 白色        | 引脚 2   |             |                    |                 |
| 信号地          | 黑色        | 引脚 1   |             |                    |                 |

3. 水听器 (声波接收器, 声发射传感器, 无损检测接收器等) 使用内置前置放大器接线。请参阅缩写列表以了解订购。

(1) 固定增益前置放大器水听器接线信息:

| 单端输出:        | 引线         | BNC + 9V 电池扣       | UMC4P/XLR4   | DIN4                      | XLR3 + 9V 电池扣       | TRS + 9V 电池扣        |
|--------------|------------|--------------------|--------------|---------------------------|---------------------|---------------------|
| +VDC         | 红          | 母电池扣               | 引脚 3         | 引脚 4                      | 母电池扣                | 母电池扣                |
| 电源地          | 黑          | 公电池扣               | 引脚 1         | 引脚 1                      | 公电池扣                | 公电池扣                |
| 信号           | 白          | 中心导体               | 引脚 2         | 引脚 3                      | DIN 引脚 3            | TRS 尖端              |
| 信号地          | 蓝色, 绿色或黄色. | BNC 屏蔽             | 引脚 4         | 引脚 2                      | DIN 引脚 1 和 2        | TRS 环和套筒            |
| 屏蔽           | 屏蔽线        | 不适用                | 金属外壳         | 金属外壳                      | DIN 和 XLR 金属外壳      | 不适用                 |
| <b>差分输出:</b> | <b>引线</b>  | <b>UMC4P/XLR4P</b> | <b>DIN4P</b> | <b>DIN3/XLR3 + 9V 电池扣</b> | <b>BNC + 9V 电池扣</b> | <b>TRS + 9V 电池扣</b> |
| +VDC         | 红          | 引脚 3               | 引脚 4         | 母电池扣                      | 母电池扣                | 母电池扣                |
| 电源地          | 黑          | 引脚 1               | 引脚 1         | 公电池扣                      | 公电池扣                | 公电池扣                |
| 信号+          | 白          | 引脚 2               | 引脚 3         | DIN3 引脚 3                 | XLR3 引脚 2           | #1 BNC 中心           |
| 信号-          | 蓝色, 绿色或黄色. | 引脚 4               | 引脚 2         | DIN3 引脚 1                 | XLR3 引脚 3           | #2 中心导体             |
| 信号地          | 不适用        | 引脚 1               | 引脚 1         | DIN3 引脚 2                 | XLR3 引脚 1           | BNC 外壳              |
| 屏蔽           | 屏蔽线        | 金属外壳               | 金属外壳         | DIN3 和 XLR3 金属外壳          | 不适用                 | 不适用                 |

4mm 香蕉插头对: 红色插头用于 +VDC, 黑色插头用于直流电源地。

(2) 具有一位字可编程增益前置放大器的水听器接线信息:

| 单端输出:          | 引线        | UMC6P/XLR6        | DIN6        | BNC+ 9V 电池扣         | DIN3/XLR3 + 9V 电池扣            | TRS + 9V 电池扣        |
|----------------|-----------|-------------------|-------------|---------------------|-------------------------------|---------------------|
| +VDC           | 红         | 引脚 3              | 引脚 4        | 母电池扣                | 母电池扣                          | 母电池扣                |
| 电源地            | 黑         | 引脚 1              | 引脚 1        | 公电池扣                | 公电池扣,<br>DIN 引脚 2 或 XLR 引脚 1. | 公电池扣,<br>TRS 套筒。    |
| 输出信号           | 白         | 引脚 2              | 引脚 3        | 中心导体                | DIN 引脚 3                      | TRS 尖端              |
| 信号地            | 绿         | 引脚 4              | 引脚 2        | BNC 屏蔽              | DIN 引脚 1                      | TRS 环               |
| 数字 A0(FFVS 选择) | 蓝         | 引脚 6              | 引脚 5        | 蓝                   | 蓝                             | 蓝                   |
| 数字地            | 黄色或棕色     | 引脚 5              | 引脚 6        | 黄色或棕色               | 黄色或棕色                         | 黄色或棕色               |
| 屏蔽             | 屏蔽线       | 金属外壳              | 金属外壳        | 屏蔽线                 | XLR 金属外壳                      | 不适用                 |
| <b>差分输出:</b>   | <b>引线</b> | <b>UMC6P/XLR6</b> | <b>DIN6</b> | <b>BNC + 9V 电池扣</b> | <b>DIN3/XLR3 + 9V 电池扣</b>     | <b>TRS + 9V 电池扣</b> |
| +VDC           | 红         | 引脚 3              | 引脚 4        | 母电池扣                | 母电池扣                          | 母电池扣                |
| 电源地            | 黑         | 引脚 1              | 引脚 1        | 公电池扣,<br>BNC 屏蔽。    | 公电池扣,<br>DIN 引脚 2 或 XLR 引脚 1。 | 公电池扣,<br>TRS 套筒。    |
| 输出信号+          | 白         | 引脚 2              | 引脚 3        | "1" BNC 中心导体        | DIN 引脚 3                      | TRS 尖端              |
| 输出信号 -         | 绿         | 引脚 4              | 引脚 2        | "2" BNC 中心导体        | DIN 引脚 1                      | TRS 环               |
| 数字 A0          | 蓝         | 引脚 6              | 引脚 5        | 蓝                   | 蓝                             | 蓝                   |
| 数字地            | 黄色或棕色     | 引脚 5              | 引脚 6        | 黄色或棕色               | 黄色或棕色                         | 黄色或棕色               |
| 屏蔽             | 屏蔽线       | 金属外壳              | 金属外壳        | BNC 屏蔽              | 金属外壳                          | 不适用                 |

4mm 香蕉插头对: 红色插头用于 +VDC, 黑色插头用于直流电源地。

选择单位字数字可编程的灵敏度

FFVS 选择线 A0 BII7XXXPGDF 1kHz 时的灵敏度 FFVS, dB V/ $\mu$ Pa or dB 伏/微帕。

BII7XXXPGSE 1kHz 时的灵敏度 FFVS。

|           |          |          |          |          |          |          |
|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 0 (逻辑低电平) | xxx + 6  | xxx + 10 | xxx + 20 | xxx + 30 | xxx + 20 | xxx + 6  |
| 1 (逻辑高电平) | xxx + 46 | xxx + 40 | xxx + 50 | xxx + 60 | xxx + 60 | xxx + 46 |

(3) 带两位可编程增益前置放大器的水听器接线信息:

| 单端输出: | 引线    | BNC + 9V 电池扣 | UMC6P/XLR6 | DIN6 | DIN3/XLR3 + 9V 电池扣 | TRS + 9V 电池扣 |
|-------|-------|--------------|------------|------|--------------------|--------------|
| +VDC  | 红     | 母电池扣         | 引脚 3       | 引脚 4 | 母电池扣               | 母电池扣         |
| 电源地   | 黑     | 公电池扣         | 引脚 1       | 引脚 1 | 公电池扣               | 公电池扣         |
| 数字地   | 黑     | 黑            |            |      |                    |              |
| 输出信号  | 白     | 中心导体         | 引脚 2       | 引脚 3 | DIN 引脚 3           | TRS 尖端       |
| 信号地   | 绿     | BNC 屏蔽       | 引脚 4       | 引脚 2 | DIN 引脚 1 和 2       | TRS 环和套筒     |
| 数字 A1 | 黄色或棕色 | 黄色或棕色        | 引脚 5       | 引脚 6 | 黄色或棕色              | 黄色或棕色        |

|        |       |            |      |              |                               |                  |        |
|--------|-------|------------|------|--------------|-------------------------------|------------------|--------|
| 数字 A0  | 蓝     | 蓝          | 引脚 6 | 引脚 5         | 蓝                             | 蓝                |        |
| 屏蔽     | 屏蔽线   | 屏蔽线        | 金属外壳 | 金属外壳         | 金属外壳                          | 不适用              |        |
| 差分输出:  | 引线    | UMC6P/XLR6 | DIN6 | BNC + 9V 电池扣 | DIN3/XLR3 + 9V 电池扣            | TRS + 9V 电池扣     |        |
| +VDC   | 红     | 引脚 3       | 引脚 4 | 母电池扣         | 母电池扣                          | 母电池扣             |        |
| 电源地    | 黑     | 引脚 1       | 引脚 1 | 公电池扣         | 公电池扣,<br>DIN 引脚 2 或 XLR 引脚 1。 | 公电池扣,<br>TRS 套筒。 |        |
| 数字地    |       |            |      | BNC 屏蔽       | 黑                             | 黑                |        |
| 输出信号 + | 白     | 引脚 2       | 引脚 3 | "1" BNC 中心导体 | DIN 引脚 3                      | XLR 引脚 2         | TRS 尖端 |
| 输出信号 - | 绿     | 引脚 4       | 引脚 2 | "2" BNC 中心导体 | DIN 引脚 1                      | XLR 引脚 3         | TRS 环  |
| 数字 A1  | 黄色或棕色 | 引脚 5       | 引脚 6 | 黄色或棕色        | 黄色或棕色                         |                  | 黄色或棕色  |
| 数字 A0  | 蓝     | 引脚 6       | 引脚 5 | 蓝            | 蓝                             |                  | 蓝      |
| 屏蔽     | 屏蔽线   | 金属外壳       | 金属外壳 | BNC 屏蔽       | 金属外壳                          |                  | 不适用    |

4mm 香蕉插头对: 红色插头用于 +VDC, 黑色插头用于直流电源地。

选择 2 位数字可编程的灵敏度 FFVS

| FFVS 选择线 A1 | FFVS 选择线 A0 | 1kHz 时的水听器灵敏度           |
|-------------|-------------|-------------------------|
| 0 (逻辑低电平)   | 0 (逻辑低电平)   | 传感元件的 FFVS + 0 dBV/μPa  |
| 0 (逻辑低电平)   | 1 (逻辑高电平)   | 传感元件的 FFVS + 20 dBV/μPa |
| 1 (逻辑高电平)   | 0 (逻辑低电平)   | 传感元件的 FFVS + 40 dBV/μPa |
| 1 (逻辑高电平)   | 1 (逻辑高电平)   | 传感元件的 FFVS + 60 dBV/μPa |

### BII 换能器 (声波产生器) 的接线

**警告: 危险 - 高电压电线。电线应绝缘以确保安全。在行驶信号关闭之前, 请勿触摸电线。为了安全起见, 电缆屏蔽层必须牢固接地。**

对于 50Ω BNC 连接器, 在将换能器/水听器连接到信号源之前, 买方有责任确保信号源的 BNC 屏蔽层牢固接地以确保安全。带 BNC 的同轴电缆不适合在电压高于 30Vac/60Vdc 的电压下手持使用。

#### 1. 换能器的接线信息。

电缆将标有 #1, #2, #3, #4, #5 ... 用于换能器内的多个阵列。

| 换能器接线: | 屏蔽电缆  | 同轴电缆, BNC. | UMC3P, 锁紧套: DLSA-M. | MIL3P    | DIN3P | XLR3P |
|--------|-------|------------|---------------------|----------|-------|-------|
| 信号:    | 白色或红色 | 中心导体       | 引脚 2                | 引脚 C 或 G | 引脚 3  | 引脚 2  |
| 信号地:   | 黑     | 屏蔽线        | 引脚 1                | 引脚 B     | 引脚 1  | 引脚 3  |
| 屏蔽和接地  | 屏蔽线   | 屏蔽线        | 引脚 3                | 引脚 A     | 引脚 2  | 引脚 1  |

请联系我们了解差分换能器的定制接线, 例如偶极子, 四极杆, 多模环和扩展源。

| 非屏蔽电缆的接线: | 引线 WL | UMC2P (0.6m USC 电缆最初来自连接器制造商, 固定)。锁紧套: DLSA-M. |
|-----------|-------|--|
| 信号        | 白     | 引脚 2   |
| 信号地       | 黑     | 引脚 1   |

#### 温度信号的接线信息 (如果有)。

| 温度传感器接线: | 屏蔽电缆  | 同轴电缆, BNC. | 水下连接器 UMC2P, 锁紧套: DLSA-M. | DIN3S | TRS 插头 |
|----------|-------|------------|---------------------------|-------|--------|
| 信号:      | 白色或红色 | 中心导体       | 引脚 2                      | 插座 3  | TRS 尖端 |
| 信号地:     | 黑     | 屏蔽线        | 引脚 1                      | 插座 1  | TRS 环  |
| 屏蔽和接地    | 屏蔽线   | 屏蔽线        | 不适用                       | 插座 2  | TRS 套筒 |

#### 2. 带 T/R 开关的换能器发射声音的接线信息。

| 换能器接线: | 屏蔽电缆  | 同轴电缆, BNC. | UMC3P, 锁紧套: DLSA-M. | MIL3P    | DIN3P | XLR3P |
|--------|-------|------------|---------------------|----------|-------|-------|
| 信号:    | 白色或红色 | 中心导体       | 引脚 2                | 联系 C 或 G | 引脚 3  | 引脚 2  |
| 信号地:   | 黑     | 屏蔽线        | 引脚 1                | 引脚 B     | 引脚 1  | 引脚 3  |
| 屏蔽和接地  | 屏蔽线   | 屏蔽线        | 引脚 3                | 引脚 A     | 引脚 2  | 引脚 1  |

请联系我们了解差分换能器的定制接线, 例如偶极子, 四极杆, 多模环和扩展源。

| 非屏蔽电缆的接线: | 引线 WL | UMC2P (0.6m USC 电缆最初来自连接器制造商, 固定)。锁紧套: DLSA-M. |
|-----------|-------|--|
| 信号        | 白     | 引脚 2   |
| 信号地       | 黑     | 引脚 1   |

#### 带 T/R 开关的换能器接收声音的接线信息。

| 差分输出: | 引线        | UMC4P/XLR4P | DIN4P 型 | DIN3P/XLR3P + 9V 电池扣 | TRS + 9V 电池扣 |        |
|-------|-----------|-------------|---------|----------------------|--------------|--------|
| +VDC  | 红         | 引脚 3        | 引脚 4    | 母电池扣                 | 母电池扣         |        |
| 电源地   | 黑         | 引脚 1        | 引脚 1    | 公电池扣                 | 公电池扣         |        |
| 信号+   | 白         | 引脚 2        | 引脚 3    | DIN 引脚 3             | XLR 引脚 2     | TRS 尖端 |
| 信号-   | 蓝色, 绿色或黄色 | 引脚 4        | 引脚 2    | DIN 引脚 1             | XLR 引脚 3     | TRS 环  |
| 信号地   | 不适用       | 引脚 1        | 引脚 1    | DIN 引脚 2             | XLR 引脚 1     | TRS 套筒 |
| 屏蔽    | 屏蔽线       | 金属外壳        | 金属外壳    | 金属外壳                 |              | 不适用    |

可选直流电源连接器: 4mm 香蕉插头对, 红色插头用于 +VDC, 黑色插头用于直流电源地。

## 自己动手或 BII 维修和保养

以下信息是假设产品是可维修的。有些损坏是无法修复的, 例如压电材料过热, 过压和损坏。

### 自己动手维修和保养换能器的一般信息。

在您自己进行维修和保养之前, 请参阅 BII 的 [重要通知和免责声明](#)。维修人员 (买方或最终用户) 对维修和保养负责。

如果换能器有轻微损坏, 例如外壳上的凹痕, 划痕或裂纹, 以及电缆断裂, 最终用户可以通过自己动手解决这些问题。

|    | 自己动手维修和保养  | BII 维修和保养   |
|----|--|---|
| 优势 | 快速, 方便, 省钱。  | 1. 修复后重新校准。<br>2. 保修未到期免费维修和延长保修或未无效。<br>3. BII 负责 BII 销售条款中规定的维修和报价中的条件。 |
| 缺点 | 1. 熟悉材料, 工艺, 工具和设备。<br>2. 即使原始保修未到期, 保修也无效。<br>3. 从第三方公司购买修复化合物, 工具和设备。<br>4. 维修人员(买方或最终用户)对维修负责和保养。 | 1. BII 的运费, 以及 2 至 4 周的维修期。<br>2. 保修期满或失效时的维修费用。                          |

| BII 传感器  | 修复化合物  |
|--|--|
| 金属外壳   | 与船用环氧树脂, 聚氨酯和橡胶灌封胶具有出色的附着力和防水密封性。  |
| 塑料外壳   | 与船用环氧树脂, 聚氨酯和橡胶灌封胶具有出色的附着力和防水密封性。  |
| 橡胶外壳   | 与聚氨酯和其他橡胶灌封胶具有良好的附着力和防水密封性。  |
| 电缆   | 使用柔性船用环氧树脂, 聚氨酯和橡胶灌封胶具有良好的附着力和防水密封性。   |
|  | 电缆护套是 PVC, EPDM, PUR 或其他橡胶。  |
| 连接   | 与船用环氧树脂, 聚氨酯和橡胶灌封胶具有出色的附着力和防水密封性。  |
| <b>维修流程</b>  |  |
| 在维修和保养之前, 强烈建议通过将一小部分化合物涂抹在特定的小修复区域, 然后按照化合物的固化说明来测试固化化合物与 BII 产品之间的附着力。 |  |
| 表面处理:  | 1. 用锉刀或粗砂纸使表面粗糙化, 以提供最佳附着力。<br>2. 清洁表面的污垢, 油脂, 油或松散碎屑。使用洗涤剂或脱脂剂 (如异丙醇) 清洁表面, 以达到最佳附着力。<br>3. 一些灌封胶可能需要底漆才能在橡胶外壳和电缆上实现更好的附着力。                   |
| 称重和混合:   | 遵循灌封胶的说明。  |
| 固化:  | 遵循灌封胶的固化说明。<br>1. 强烈建议在温度 $\leq 60^{\circ}\text{C}$ 或 $140^{\circ}\text{F}$ 的情况下固化混合化合物。<br>2. 保证足够的固化时间。<br>3. 关闭烤箱后, 将设备放在烤箱中, 并确保设备自行冷却至室温。 |

### 电子产品或仪器的维修和保养。

BII 不建议最终用户自己动手维修电子产品或仪器。

1. 联系 BII 获取 RMA 编号。BII 将提供技术支持并确定货物是否可维修。

如果货物是可维修的, BII 将发出 RMA 编号, 如果保修期无效时, BII 同时向买家发送维修报价。

2. 接收 RMA 编号后, 将电子产品或仪器送回 BII。

### 换能器的 BII 维修和保养。

1. 联系 BII 获取 RMA 编号。BII 将提供技术支持并确定换能器是否可维修。

如果换能器是可维修的, BII 将发出 RMA 编号, 如果保修期无效时, BII 同时向买家发送维修报价。

2. 接收 RMA 编号后, 将换能器送回 BII。

**声学换能器安装/安装**

1. 安装部件说明中列出的最大深度是安装/安装部件的额定值, 而不是换能器和水听器的最大额定深度。请参阅相应传感器/水听器的技术指标, 了解其在水下的最大深度。
2. 建议使用**螺纹锁固剂**, 以防止螺纹紧固件因冲击和振动而松动。BII 不提供螺纹锁固剂。
3. 此表中列出的最大直径是安装零件的尺寸, 而不是换能器(水听器和声波产生器)的尺寸。
4. 如果电缆端的连接器大于安装孔, 则 **BII 不会将连接器组装到电缆端, BII 将其运送给买方。买方有责任将连接器组装到电缆端, 费用由买方承担。**

**电缆选项**

电缆类型: 电线, 同轴电缆, 屏蔽多芯电缆, 双绞线屏蔽电缆, 非屏蔽电缆。

电缆护套: PVC, 聚氨酯, 三元乙丙橡胶, FEP, PTFE 等...

 电缆直径范围:  $\Phi D = \Phi 1.4$  至  $\Phi 15.3$  mm

额定电压和电流: 高达 600 Vrms, 10A。

 使用温度范围: 高达  $-40^{\circ}$  F 或  $-40^{\circ}$  至  $449^{\circ}$  C。

**连接器**

|                           |                               |                                |                              |
|---------------------------|-------------------------------|--------------------------------|------------------------------|
| WL: 引线                    | BNC: BNC 插针(或插头), 50 $\Omega$ | BNCF: BNC 插槽(或插孔), 50 $\Omega$ | SMA: 插头, 插针, 50 $\Omega$     |
| SMC: 插头, 母插座, 50 $\Omega$ | LEMO: 插头公头 3 插针。              | TRS: TRS 插头                    | TRS35: 3.5 毫米或 1/8 英寸 TRS 插头 |
| XLR: XLR 插头               | 5015: MIL-C-5015 样式, 引脚。      | SP: 焊针                         | BS: +9V 电池扣                  |
| UMC: 水下连接器                | Custom: 定制连接器                 |                                |                              |

**请注意: 水下连接器适用于水下使用, 上面列出的其他连接器和引线仅供空气中干燥使用。**

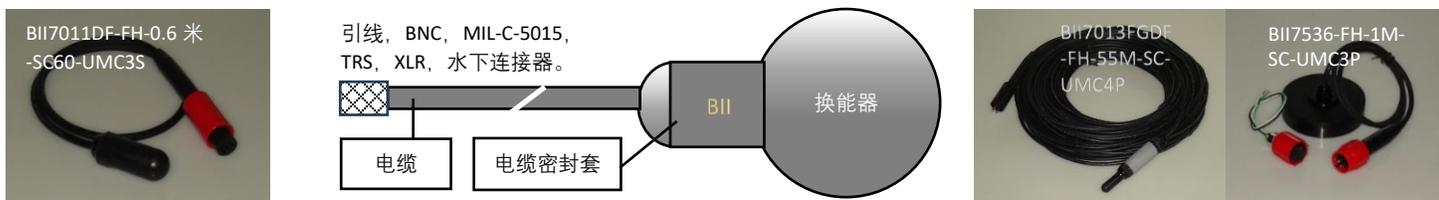
连接器的最大直径尺寸: 可用于选择传感器/水听器的安装/安装部件, 单位: 毫米。

| 连接器:  | BNC 插针 | SMA 插头, 插针. | SMC 插头, 母插座. | LEMO 插头, 3 插针. | TRS 1/8 英寸 (3.5 毫米). | XLR 插头      | MIL-C-5015 | 9V 电池扣    | 水下连接器                   |
|-------|--------|-------------|--------------|----------------|----------------------|-------------|------------|-----------|-------------------------|
| 最大尺寸: | F14.3  | $\Phi 9.24$ | $\Phi 6.4$   | $\Phi 9.5$     | $\Phi 10.5$          | $\Phi 20.2$ | $\Phi 30$  | $\Phi 13$ | $\Phi 21.5$ 或 $\Phi 35$ |

**带电缆密封套的自由悬挂 (FH)**

最大深度: 塑料 300 米; 不锈钢 2000 米。

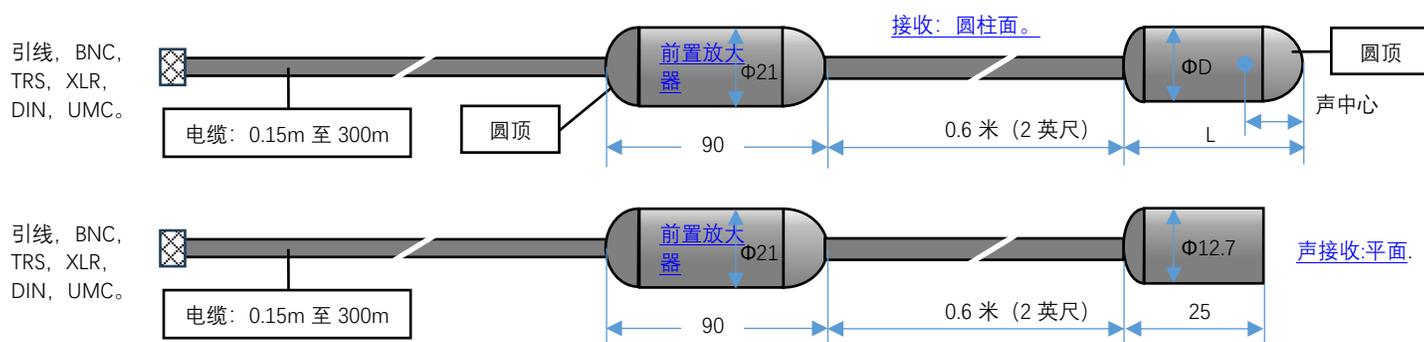
电缆输出: 默认情况下, 电缆从端面从设备引出. 为了节省空间并缩短设备, 电缆可以从换能器的侧壁引出. 订购时指定此自定义。

 典型自由悬挂安装件的最大直径(mm): 1. 塑料  $\Phi 16$ ,  $\Phi 21$ ,  $\Phi 25$ ,  $\Phi 37$ ..., 2. 不锈钢  $\Phi 22$ 。


流线型的半球形圆顶最大限度地减少了由运动中的水听器或流过水听器的水流引起的阻力和流体动力噪声。

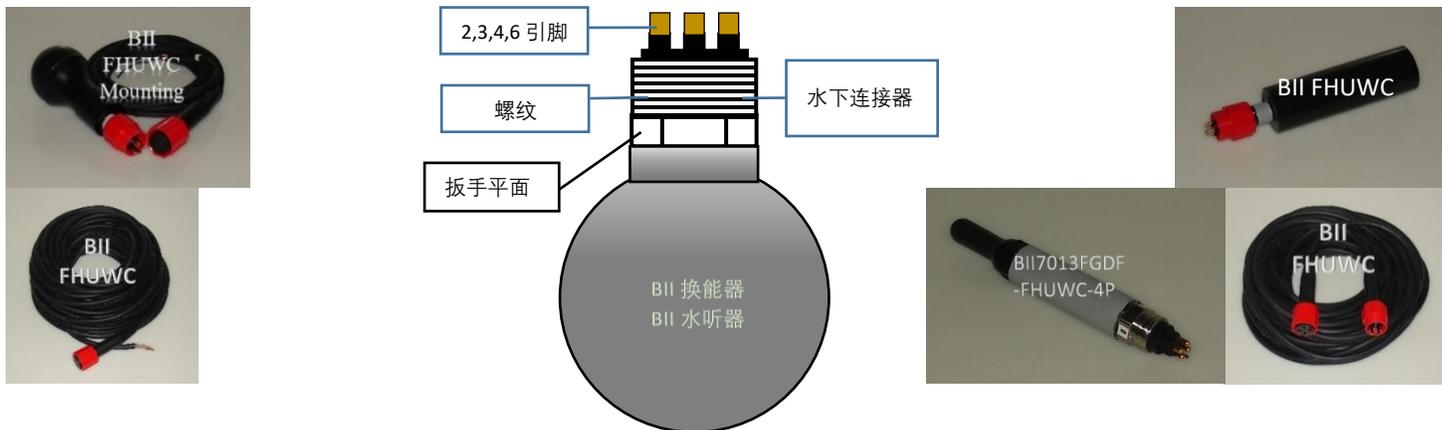
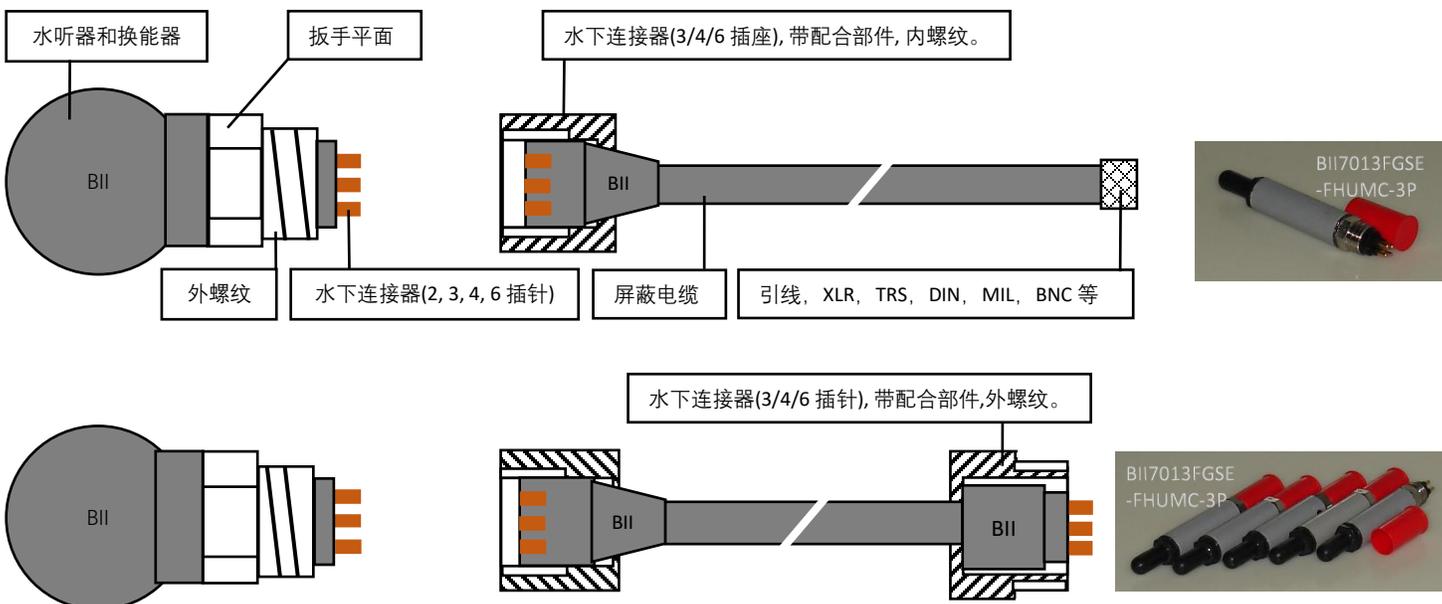
**BII7011/BII7012 水听器:** 默认自由悬挂, 带有光滑的圆顶。

**BII7011/BII7012 水听器:** 自由悬挂, 长度短。

**水听器作为阵列元件:** 自由悬挂, 带有光滑的圆顶, 用于线性/平面/共形离散阵列。仅供参考, 尺寸比例不是 1:1。


**带水下连接器 (FHUWC) 的自由悬挂 (插针)**

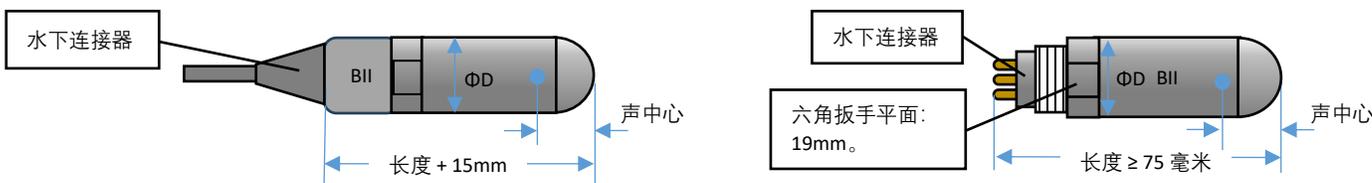
最大深度: 2000 米。带水下连接器的换能器/水听器: 3 针, 4 针和 6 针。电缆接头的外螺纹。


**带水下连接器 (FHUWC) 和附件的自由悬挂**


| 水下连接器和附件: 连接到数据采集系统, 电缆延长线等。 |  |
|------------------------------|--|
| 产品编号:                        | 描述 (P: 插针, S: 插座或插槽。)  |
| FHUWC-2P                     | 水下连接器(2 插针, 外螺纹)封装在传感器/水听器上。   |
| FHUWC-3P                     | 水下连接器(3 插针, 外螺纹)封装在传感器/水听器上。   |
| FHUWC-4P                     | 水下连接器(4 插针, 外螺纹)封装在传感器/水听器上。   |
| FHUWC-6P                     | 水下连接器(6 插针, 外螺纹)封装在传感器/水听器上。   |
| 配套连接器和电缆                     | <b>UWC 电缆长度连接器:</b> 带插座插件和内螺纹配合部件的水下连接器, 定制长度的屏蔽电缆, 与 DAQ 设备或数字记录仪的连接器(WL, XLR, TRS, DIN, MIL, UMC 等)。   |
|                              | 如何订购带有配套水下连接器的电缆? 例如:<br><b>UMC4S-20m-WL:</b> 20 m 电缆, 一端带有水下连接器 4 个插座 (UMC4S), 另一端带有引线 (WL)。<br><b>UMC4S-20m-XLR3/BS:</b> 20 m 电缆, 一端带有水下连接器 4 个插座 (UMC4S), 另一端带有 3 个插针(XLR3)和两个 +9V 电池扣的 XLR 插座。 |

水听器: 自由悬挂, 带水下连接器 (FHUWC), 3 插针(无前置放大器), 4 插针(固定灵敏度)和 6 插针(可编程灵敏度)。

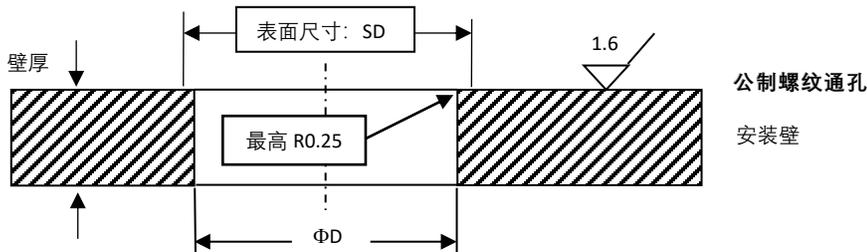
带水下连接器 FHUWC-4P 自由悬挂, 4 插针(固定灵敏度); FHUWC-6P, 6 插针(可编程灵敏度)。



通孔安装 (公制螺纹), 带单 O 形圈密封 (尺寸单位: mm)

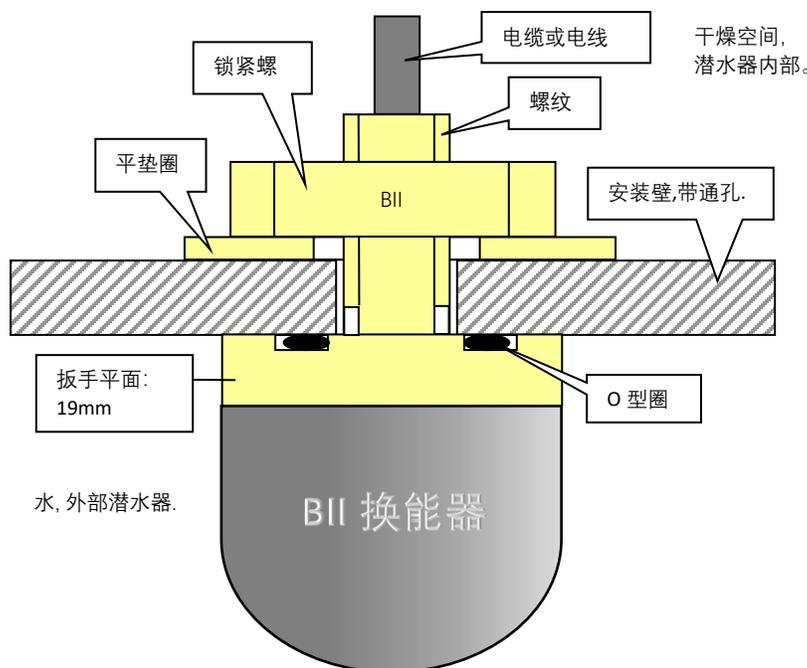
| 产品编号:  | 不适用  | THM-M10x22                            | THM-M10x15                            |
|--|--|---------------------------------------|---------------------------------------|
| 螺纹尺寸:  | 螺纹: M5x0.8x15 (右手)   | 螺纹: M10x1.5x22 (右手)                   | 螺纹: M10x1.5x15 (右手)                   |
| 水听器或声波产生器:   | 仅单端信号  | 单端或差分                                 | 单端或差分                                 |
| 安装孔尺寸 $\Phi D$ :   | $\Phi 5.21$ 毫米 $\pm 0.1$   | $\Phi 10.26$ 毫米 $\pm 0.1$             | $\Phi 10.26$ 毫米 $\pm 0.1$             |
| 安装壁厚度:   | $\leq 9$ 毫米, 带标准螺母。  | $\leq 12$ 毫米, 带标准螺母。                  | $\leq 5$ 毫米, 带标准螺母。                   |
| 最大直径:  | $\Phi 11.5$  | $\Phi 21$                             | $\Phi 21$                             |
| 表面尺寸 $\Phi SD$ :   | $\Phi 12.5$  | F23 型                                 | F23 型                                 |
| 包括 O 形圈:   | 内径 x 外径 = $\Phi 6.1 \times \Phi 9.3$ 毫米  | 内径 x 外径 = $\Phi 12 \times \Phi 16$ 毫米 | 内径 x 外径 = $\Phi 12 \times \Phi 16$ 毫米 |
| 四个扳手平面:  | 没有   | 19 毫米                                 | 19 毫米                                 |
| 紧固扭矩:  | $\leq 2$ 牛顿*米  | $\leq 10$ 牛顿*米                        | $\leq 10$ 牛顿*米                        |
| 身体材料:  | 不锈钢  | 不锈钢                                   | 不锈钢                                   |
| 配件包括:  | 螺母和平垫圈。  | 螺母和平垫圈。                               | 螺母和平垫圈。                               |
| 使用温度:  | 1. 默认值: $-40$ 至 $140^\circ\text{F}$ 或 $-40$ 至 $60^\circ\text{C}$ 。定制: $-40$ 至 $250^\circ\text{F}$ 或 $-40$ 至 $121^\circ\text{C}$ 。定制: $-40$ 至 $400^\circ\text{F}$ 或 $-40$ 至 $204.4^\circ\text{C}$ 。 |                                       |                                       |
| 最大深度:  | 2500 米   |                                       |                                       |
| 带有通孔安装的换能器/水听器也可以安装在墙壁的螺纹孔中。买方有责任和义务采取措施, 费用由买方承担, 以防止安装松动或脱落。           |  |                                       |                                       |
| 建议使用螺纹锁固剂, 以防止螺纹紧固件因冲击和振动而松动。非由 BII 提供。                                  |  |                                       |                                       |
| 如果电缆端的连接器大于安装孔, BII 不会将连接器组装到电缆端, BII 会将其运送给买方。买方有责任将连接器组装到电缆端, 费用由买方承担。 |  |                                       |                                       |

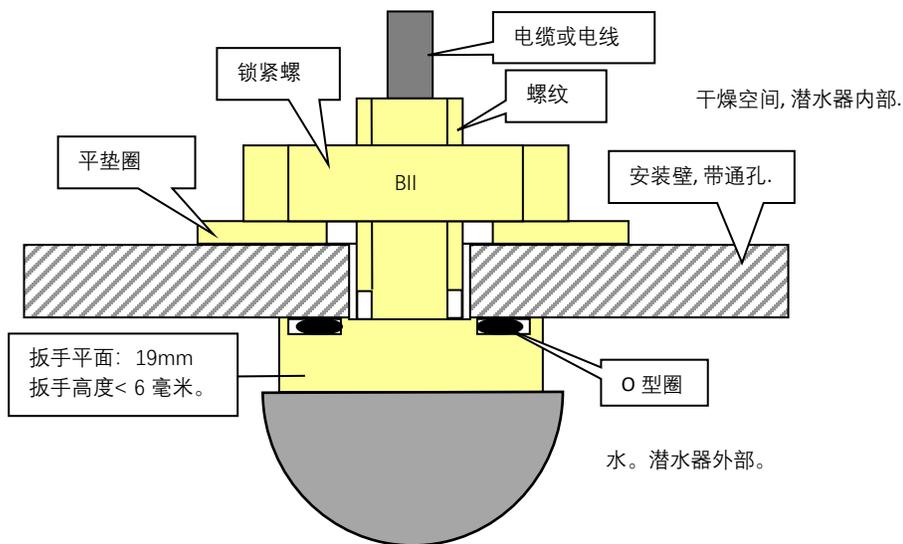
公制螺纹右手推荐安装孔 (单 O 形圈)



带螺母和垫圈的公制通孔安装

买方有责任和义务采取措施 (如螺纹锁固器等), 费用由买方承担, 以防止安装松动或脱落。

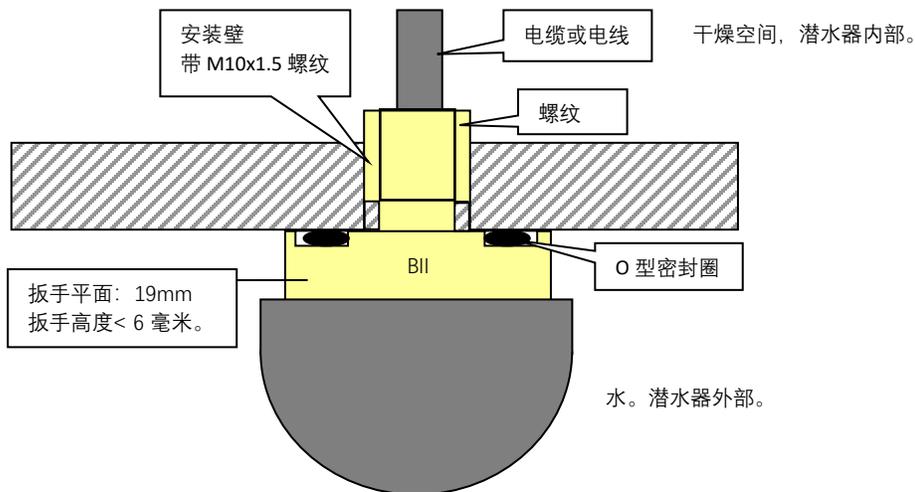
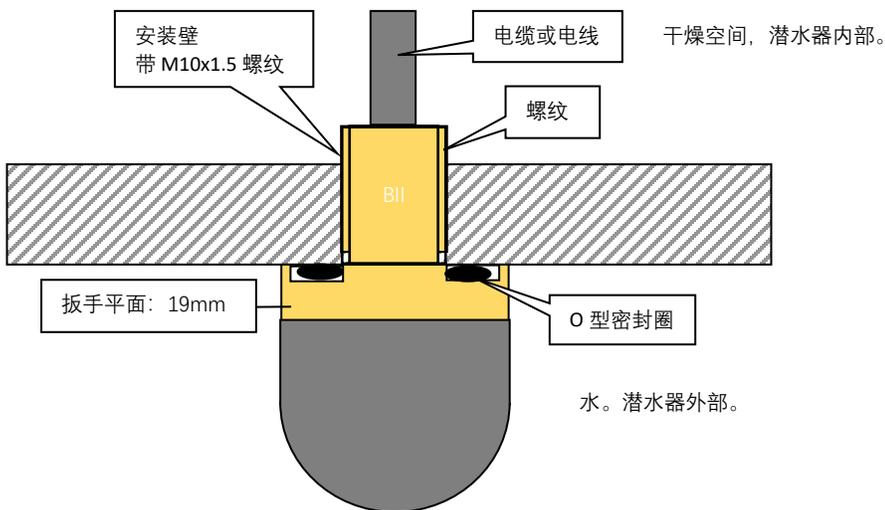




**公制螺纹安装, 不带螺母和垫圈**

请参阅 [螺纹密封提示](#)。

买方有责任和义务采取措施 (例如螺纹锁固剂等), 费用由买方承担, 以防止安装松动或脱落。

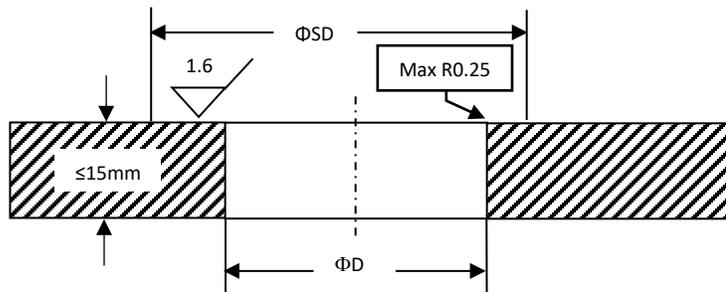




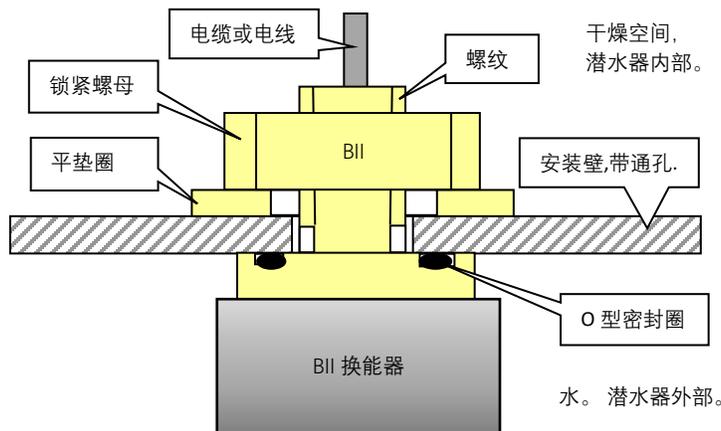
通孔安装 (英制螺纹), 带单 O 形圈密封 (尺寸单位: mm, 毫米)。螺纹带有字母“是英寸或英制螺纹”。

| 产品编号:  | THM-7/16"   | THM-1/2"            | THM-5/8"            | THM-1"              |
|--|---|---------------------|---------------------|---------------------|
| 螺纹 (右手):   | 7/16"-20x22 UNF-2A  | 1/2"-13x22 UNC-2A   | 5/8"-18x27 UNF-2A   | 1" 14x25.4 UNS-2A   |
| 应用:  | 声波产生器或水听器   |                     |                     |                     |
| 材料:  | 不锈钢   | 阳极氧化铝               | 不锈钢                 | 不锈钢                 |
| O 形圈(ΦID x C/S):   | O14 (Φ12.42 x 1.78)   | 113 (Φ13.94 x 2.62) | O17 (Φ17.17 x 1.78) | 122 (Φ28.24 x 2.62) |
| 平垫圈和螺母:  | 包括  |                     |                     |                     |
| 最大直径:  | Φ22 毫米  | Φ24 毫米              | Φ27 毫米              | Φ38 毫米              |
| 紧固扭矩:  | ≤30 牛顿*米  | ≤30 牛顿*米            | ≤50 牛顿*米            | ≤60 牛顿*米            |
| 安装壁厚度:   | ≤10 毫米, 带螺母。  | ≤9mm, 带螺母。          | ≤12mm, 带螺母。         | ≤10mm, 带螺母。         |
| 薄螺母高度:   | 1/4 英寸或 6.35 毫米   | 不适用                 | 3/8 英寸或 9.525 毫米    | 35/64 英寸或 13.89 毫米  |
| 标准螺母高度:  | 3/8 英寸或 9.525 毫米  | 7/16 英寸或 10.94 毫米   | 35/64 英寸或 13.89 毫米  | 未使用。                |
| 表面尺寸 ΦSD:  | Φ23.0 毫米  | Φ23.0 毫米            | Φ28.0 毫米            | Φ39.0 毫米            |
| 安装孔尺寸 ΦD:  | Φ11.3 mm ± 0.1  | Φ12.8 毫米 ± 0.1      | Φ16.0 mm ± 0.1      | Φ26 毫米 ± 0.1        |
| 使用温度:  | 1. 默认值: -40 至 140 °F 或 -40 至 60 °C。定制: -40 至 250 °F 或 -40 至 121 °C。定制: -40 至 400 °F 或 -40 至 204.4 °C。 |                     |                     |                     |
| 最大深度:  | 2500 米, 取决于直径间隙。  |                     |                     |                     |
| 如果电缆端的连接器大于安装孔, BII 不会将连接器组装到电缆端, BII 会将其运送给买方。买方有责任将连接器组装到电缆端, 费用由买方承担。 |   |                     |                     |                     |
| 建议使用螺纹锁固剂, 以防止螺纹紧固件因冲击和振动而松动。非由 BII 提供。                                  |   |                     |                     |                     |

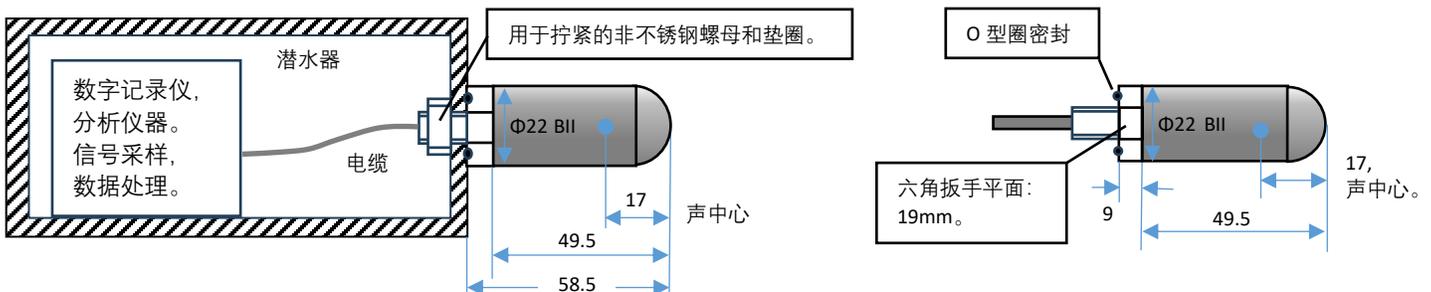
### 推荐安装孔尺寸



### 换能器/水听器安装:



通孔安装 (英制螺纹), 带单 O 形圈密封 THM-7/16" (7/16"-20x22 UNF-2A)。

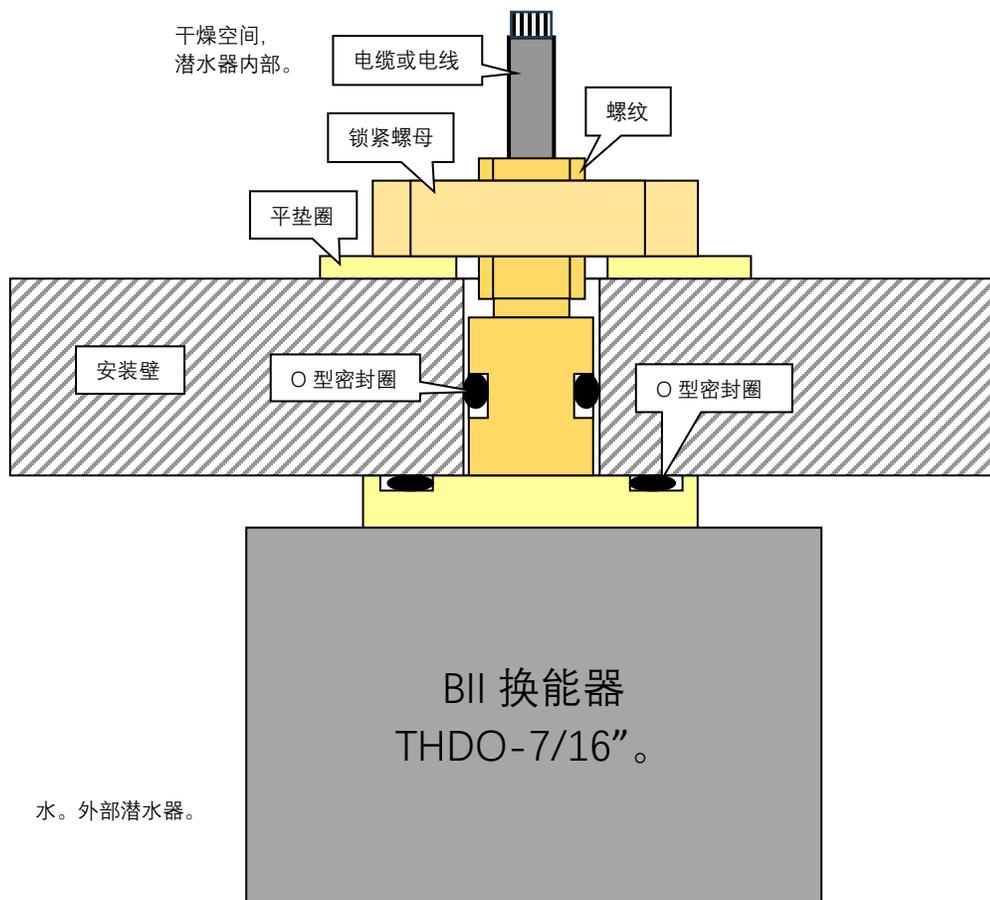
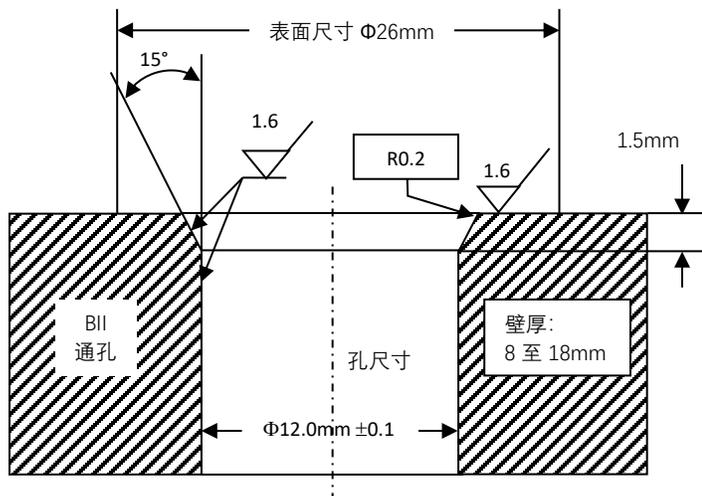


通孔安装 (英制螺纹), 带双 O 形圈密封 (尺寸单位: mm)

产品编号: THDO-7/16"。

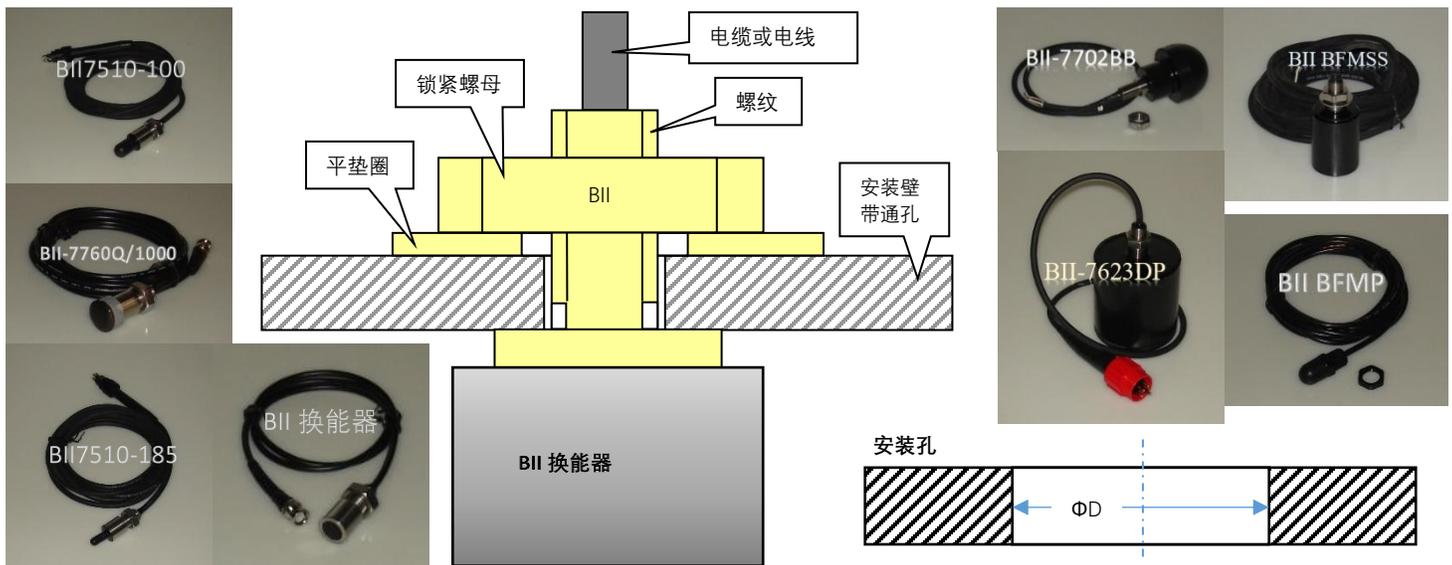
|  |   |                    |                     |
|--|---|--------------------|---------------------|
| 最大深度: 2500 米。  | 螺纹: 7/16"-20x25 UNF-2A (右手)。  | 最大直径: $\Phi 25$ mm | 紧固扭矩: $\leq 30$ Nm。 |
| 包括 O 形圈 (O12 和 O15), 平垫圈和螺母。   |   | 安装壁厚度: 8 至 18 毫米。  |                     |
| 使用温度:  | 1. 默认值: -40 至 140 °F 或 -40 至 60 °C。定制: -40 至 250 °F 或 -40 至 121 °C。定制: -40 至 400 °F 或 -40 至 204.4 °C。 |                    |                     |
| 如果电缆端的连接器大于安装孔, BII 不会将连接器组装到电缆端, BII 会将其运送给买方。买方有责任将连接器组装到电缆端, 费用由买方承担。 |   |                    |                     |
| 建议使用螺纹锁固剂, 以防止螺纹紧固件因冲击和振动而松动。非由 BII 提供。                                  |   |                    |                     |

推荐安装孔 (双 O 形圈)

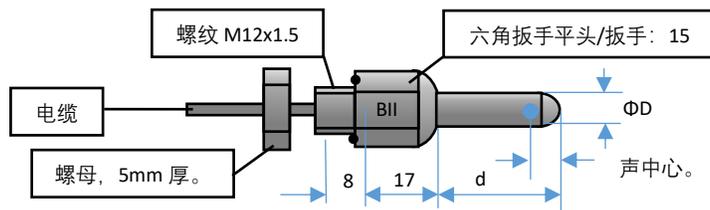


**螺栓紧固安装座 (尺寸单位: mm)**

| 零件号   | BFM-M6  | BFM-7/1"        | BFM-5/8"       | BFM-FH                           | BFMP-M12                      | BFMP-NPT3/8"                  |
|---|---|-----------------|----------------|----------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| 应用:<br>(便携式设备)  | 小型设备,<br>阵列元素。  | 单设备,<br>阵列元素。   | 单设备,<br>阵列元素。  | 便携式设备                            | 小轻装置,<br>阵列元素。                | 小轻装置,<br>阵列元素。                |
| 材料:   | 不锈钢   | 不锈钢             | 不锈钢            | 不锈钢                              | 塑料                            | 塑料                            |
| 螺纹 (右手):  | M6x1x16 毫米  | 7/16"-20x22 UNF | 5/8"-18x22 UNF | 3/8"-16 x 1.0"<br>1/4"-20 x 0.8" | M12x1.5x8 毫米                  | NPT3/8"x15 毫米                 |
| 最大直径:   | Φ9.25   | Φ22             | Φ27            | Φ18<br>Φ14                       | Φ20.5                         | Φ24                           |
| 最大深度:   | 2000 米  | 2000 米          | 2000 米         | 500 米                            | 300 米                         | 300 米                         |
| 附件:   | 平垫圈和螺母<br>平垫圈: 仅适用于重型换能器 (重量 > 5 公斤)。   |                 |                | 六角螺母                             | 锁紧螺母<br>高度: 5mm               | 锁紧螺母<br>高度: 5mm               |
| 紧固扭矩:   | ≤ 3 牛顿*米  | ≤ 30 牛顿*米       | ≤ 50 牛顿*米      | ≤ 10 牛顿*米                        | ≤ 1.5 牛顿*米                    | ≤ 2.5 牛顿*米                    |
| 安装壁厚度:  | ≤ 9   | ≤ 10            | ≤ 10           | ≤ 10                             | ≤ 3                           | ≤ 8                           |
| 安装孔尺寸 ΦD:   | Φ6.25 ± 0.1   | Φ11.3 ± 0.1     | Φ16.0 ± 0.1    | Φ9.7 ± 0.15<br>Φ6.8 ± 0.15       | Φ12.1 至 Φ13.0                 | Φ17.0 ± 0.1                   |
| 使用温度:   | 1. 默认值: -40 至 140 °F 或 -40 至 60 °C。<br>2. 定制: -40 至 250 °F 或 -40 至 121 °C。<br>3. 定制: -40 至 400 °F 或 -40 至 204.4 °C。 |                 |                |                                  | -4 至 176 °F 或<br>-20 至 80 °C。 | -4 至 176 °F 或<br>-20 至 80 °C。 |
| 如果电缆端的连接器大于安装孔, 则必须在安装设备上切槽才能通过电缆。<br>建议使用螺纹锁固剂, 以防止螺栓紧固件因冲击和振动而松动。非由 BII 提供。 |   |                 |                |                                  |                               |                               |

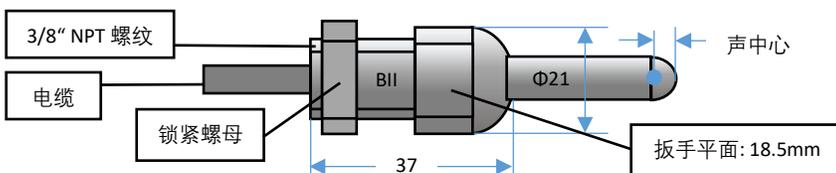
**螺栓紧固安装**


螺栓紧固安装(塑料) BFMP-M12 (300m 深度或 3MPa 额定值) 或 螺纹安装到潜水外壳中(IP68, 用 O 形圈拧紧)。



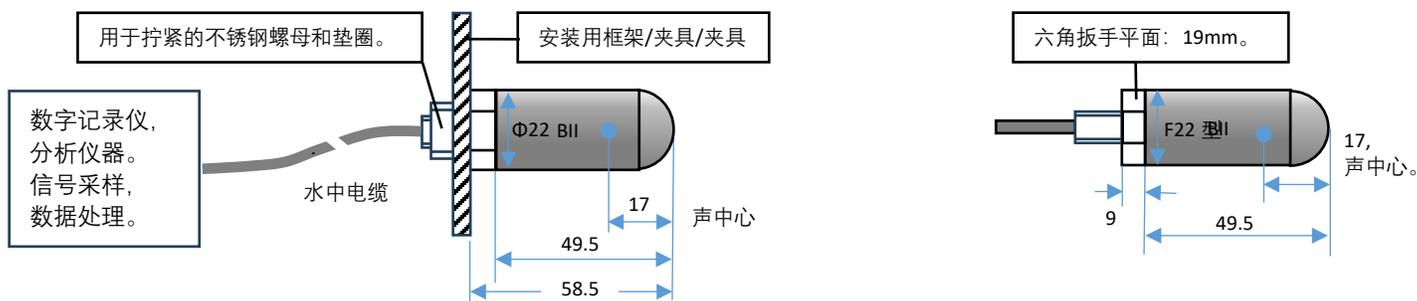
螺栓紧固支架(塑料) (BFMP-M12x1.5)  
 螺纹: M12x1.5, 锁紧螺母: 包括。  
 最大深度: 300 m。  
 安装孔: Φ12.1 至 Φ13.0 mm。  
 紧固扭矩: ≤ 1.5 Nm。  
 安装壁厚: ≤ 3 毫米。

物理尺寸 (尺寸单位: mm), 带 BFMP-NPT3/8" 安装部分:



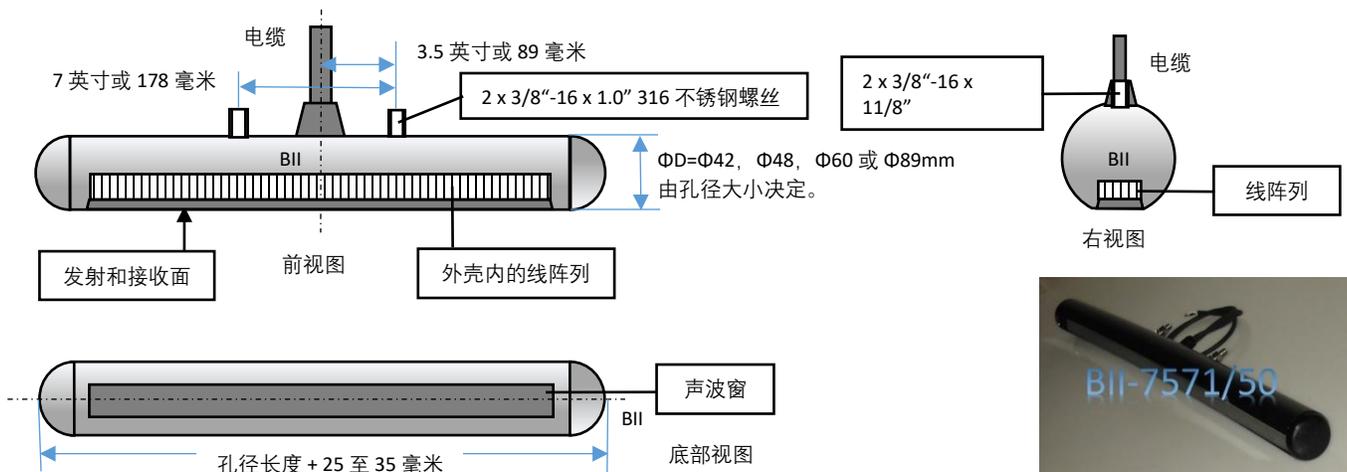
螺栓紧固安装座(塑料) (BFMP-NPT3/8")  
 螺纹: NPT-3/8", 锁紧螺母: 包括。  
 最大深度: 300 m。  
 安装孔: Φ17.0±0.1 mm。  
 紧固扭矩: ≤ 2.5 Nm。  
 安装壁厚: ≤ 10 毫米。

**螺栓紧固安装 BFM-7/16" (7/16"-20x22 UNF-2A)。**

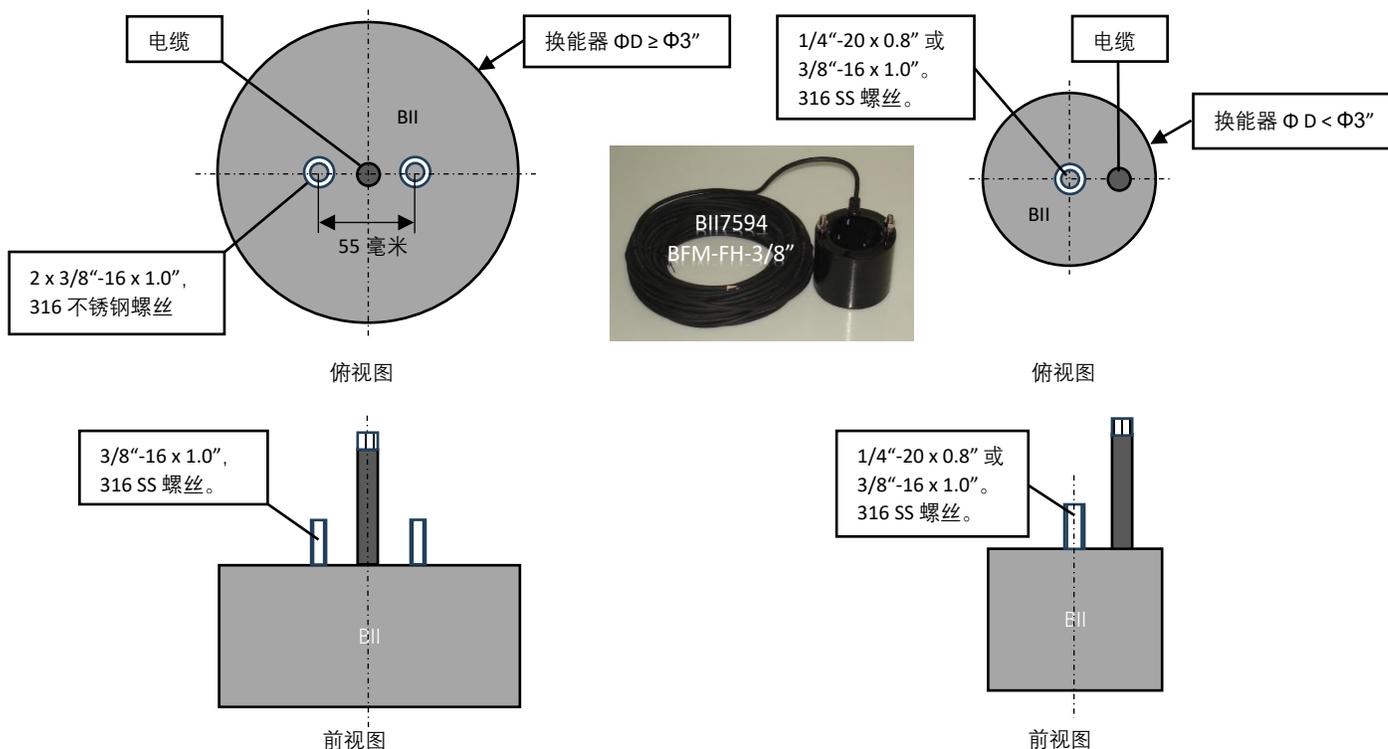


**带自由悬挂的螺栓紧固安装 BFM-FH**

(1) BFM-FH-3/8" 用于线 (矩形) 阵列。外形尺寸 (尺寸单位: mm)。以下换能器结构仅供参考。

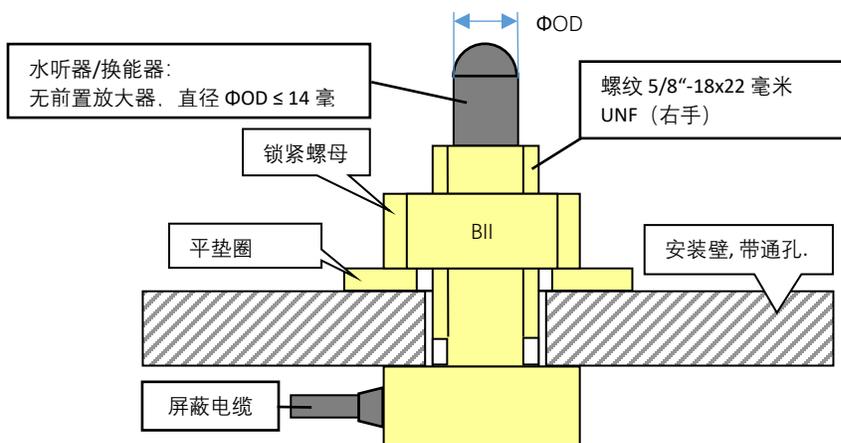


(2) BFM-FH-1/4", BFM-FH-3/8" 用于球面, 半球形, 圆柱形和平面换能器。可用螺纹: 1/4"-20 x 0.8" 和 3/8"-16 x 1.0"。

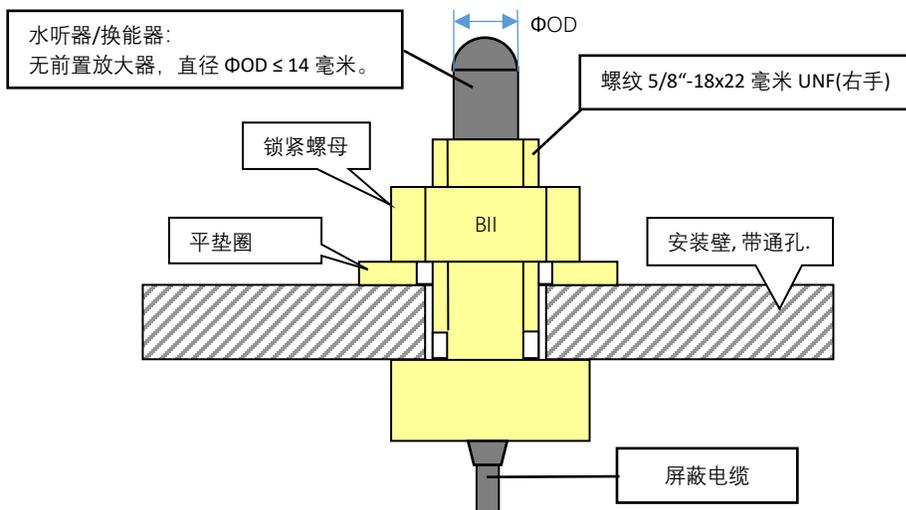


**螺栓紧固前安装 (尺寸单位: mm)**

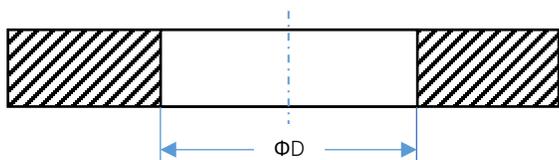
|   |   |                  |
|---|---|------------------|
| 产品编号:                                   | <b>BFFMRA</b>   | <b>BFFMSA</b>    |
| 描述:                                     | 螺栓紧固前安装, 90°直角。   | 螺栓紧固前安装, 180°直角。 |
| 材料:                                     | 不锈钢   |                  |
| 螺纹 (右手):                                | 5/8"-18x22 UNF  |                  |
| 应用:                                     | 便携式设备, 单设备阵列元件, 水听器 (接收器) 系泊部署。<br>水听器或换能器的传感 (有源) 元件的直径应小于 14 毫米。                                    |                  |
| 最大直径:                                   | Φ27 型   |                  |
| 最大深度:                                   | 500 米   |                  |
| 附件:                                     | 平垫圈和螺母  |                  |
| 紧固扭矩:                                   | ≤ 20 牛顿*米   |                  |
| 安装壁厚度:                                  | ≤ 8 毫米  |                  |
| 安装孔尺寸 ΦD:                               | Φ16.0 mm ± 0.1  |                  |
| 使用温度:                                   | 1. 默认值: -40 至 140 °F 或 -40 至 60 °C。定制: -40 至 250 °F 或 -40 至 121 °C。定制: -40 至 400 °F 或 -40 至 204.4 °C。 |                  |
| 如果电缆端的连接器大于安装孔, 则必须在安装设备上切一个合适的槽才能通过电缆。 |   |                  |
| 建议使用螺纹锁固剂, 以防止螺纹紧固件因冲击和振动而松动。非由 BII 提供。 |   |                  |

**螺栓紧固前安装, 90° 直角 (BFFMRA)**


敏感元件 ≤ Φ 14mm。  
 安装孔: Φ16.0±0.1mm。  
 紧固扭矩: ≤30Nm。  
 安装厚度: ≤12.7mm。

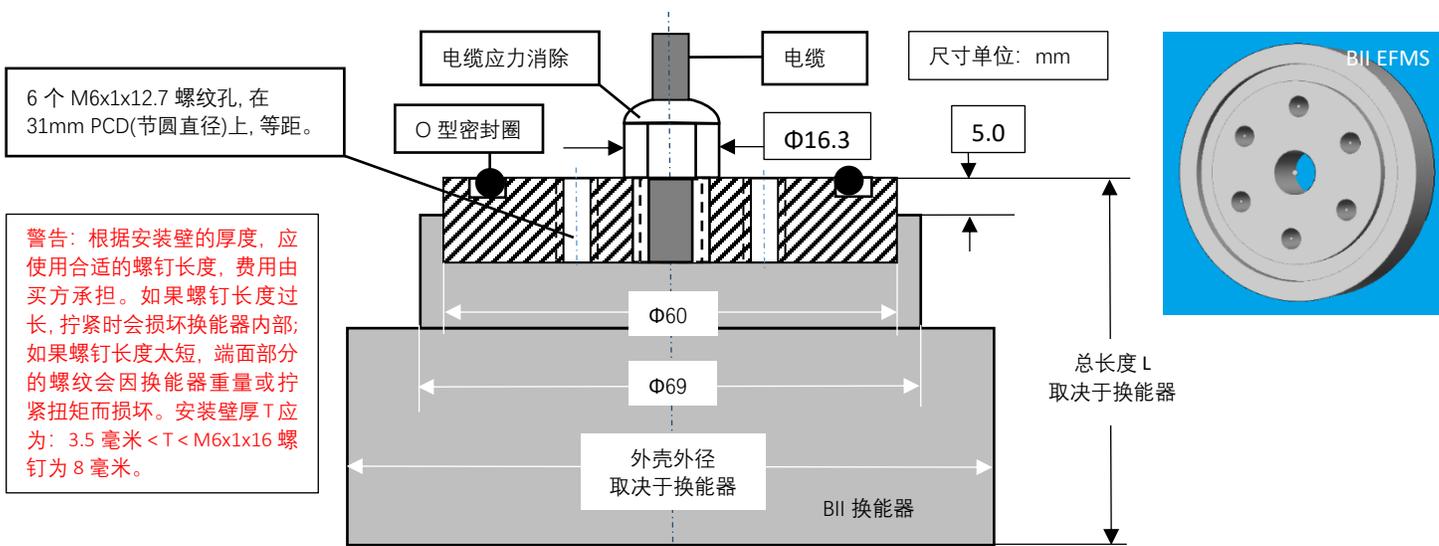
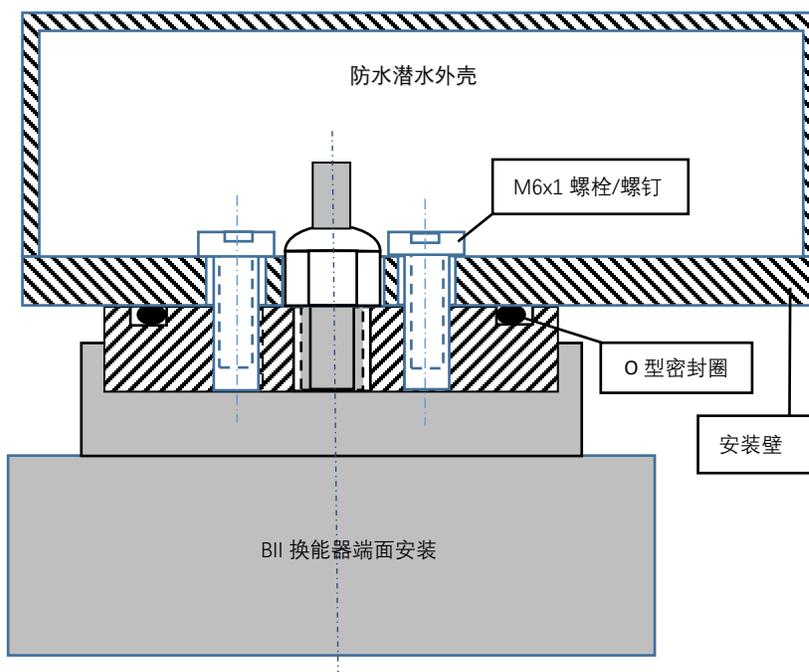
**螺栓紧固前安装, 180°直角 (BFFMSA)**


敏感元件 ≤ Φ 14mm。  
 安装孔: Φ16.0±0.1mm。  
 紧固扭矩: ≤30Nm。  
 安装厚度: ≤12.7mm。

**安装孔**


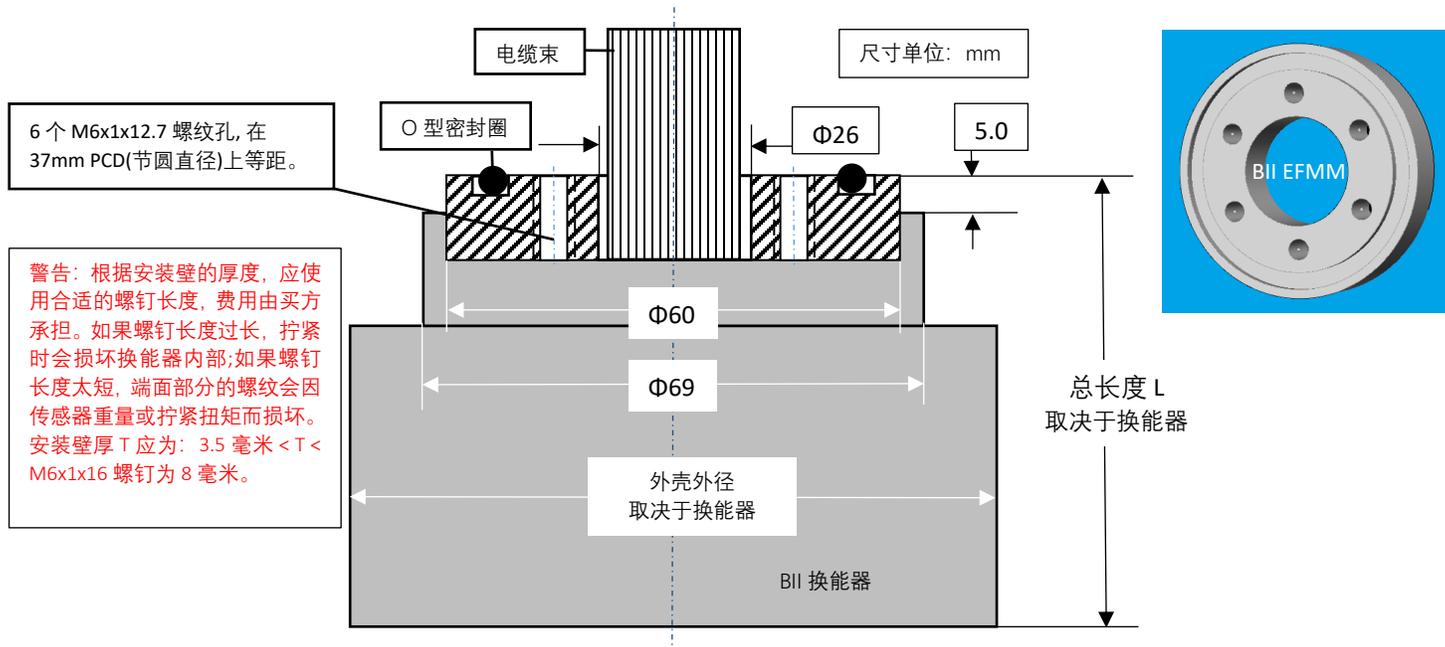
**带 O 形圈密封的端面安装 (尺寸单位: mm)**

| 产品编号:                                   | EFMS 的  | EFMM 的  |
|---|---|---|
| 描述                                      | 端面安装, O 形圈密封。   | 端面安装, O 形圈密封。                                       |
| 材料:                                     | 阳极氧化铝   | 阳极氧化铝   |
| 应用:                                     | 单换能器或水听器  | 阵列, 用于多电缆 (电缆束)                                     |
| 外径:                                     | OD = $\Phi 60$ mm, 最大值。   |   |
| 中心孔径:                                   | ID = $\Phi 10.5$ mm, 用于电缆穿过。  | ID = $\Phi 26.0$ mm, 用于电缆束穿过。                       |
| 带头安装孔:                                  | 6 个 M6x1x12.7 螺纹孔, 在 31mm PCD 上等距。  | 6 个 M6x1x12.7 螺纹孔, 在 37mm PCD 上等距。                  |
|   | 1. PCD: 节圆直径。2. <b>螺纹啮合长度范围: 8 至 12.5 毫米。</b><br><b>警告: 根据安装壁的厚度, 应使用合适的螺钉长度, 费用由买方承担。如果螺钉长度过长 (螺纹啮合长度 &gt; 12.5mm), 则在拧紧过程中会损坏传感器的内部; 如果螺钉长度过短 (螺纹啮合长度 &lt; 8mm), 则会因传感器重量或拧紧扭矩而损坏端面部分的螺纹。</b> |   |
| 附件:                                     | 6 个 M6x1x16 螺钉和 O 形圈 ID x CS = $\Phi 43 \times 3$ 。   | 6 个 M6x1x16 螺钉, O 形圈 ID x CS = $\Phi 48 \times 3$ 。 |
| 安装壁厚 T:                                 | 安装壁厚 T 应为: 3.5 毫米 < T < 8 毫米 M6x1x16 螺钉。请参阅 <b>警告</b> 。   |   |
|   | 选择合适的螺钉长度, 已知壁厚度 T: $8\text{mm} + T < \text{螺钉长度} < 12.5\text{mm} + T$ 。  |   |
| 紧固扭矩:                                   | $\leq 1$ 牛顿*米   |   |
| 使用温度:                                   | 1. 默认值: -40 至 140 °F 或 -40 至 60 °C。定制: -40 至 250 °F 或 -40 至 121 °C。定制: -40 至 400 °F 或 -40 至 204.4 °C。   |   |
| 最大深度:                                   | 1000 米  |   |
| 建议使用螺纹锁固剂, 以防止螺纹紧固件因冲击和振动而松动。非由 BII 提供。 |   |   |

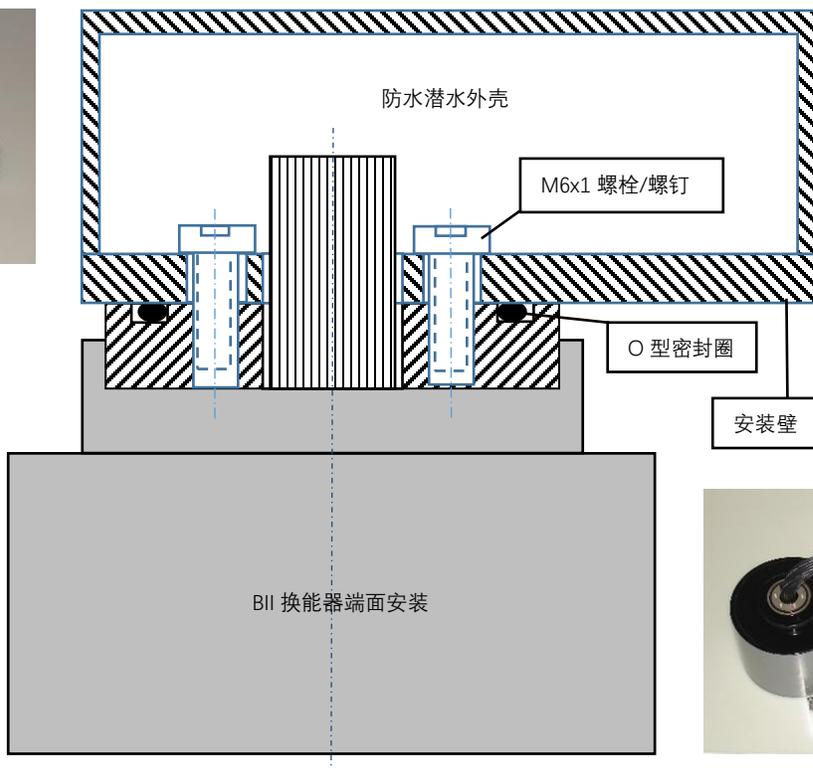
**单通道传感器或水听器的端面安装 (O 形圈密封) (EFMS)**

**在潜水器上安装**


**多通道阵列传感器 (EFMM) 电缆束的端面安装, 带 O 形圈密封 (尺寸单位: mm)**

材质: 阳极氧化铝。

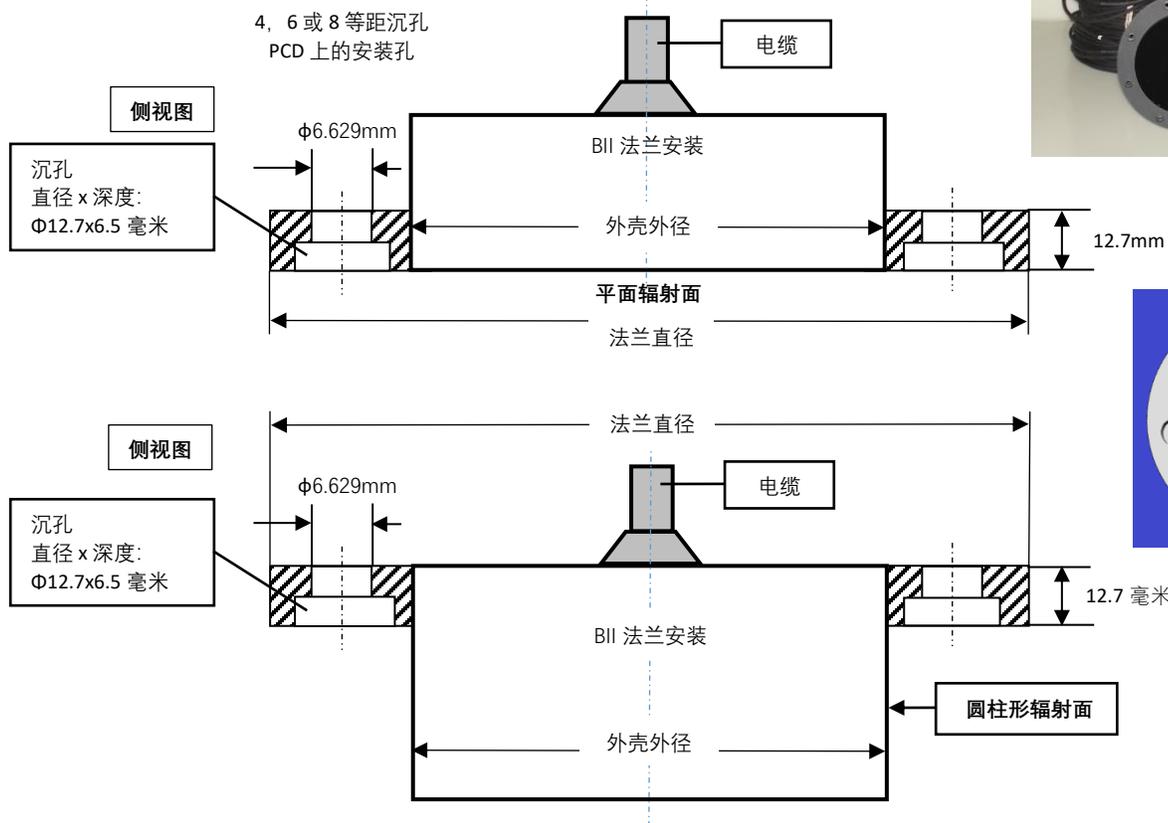
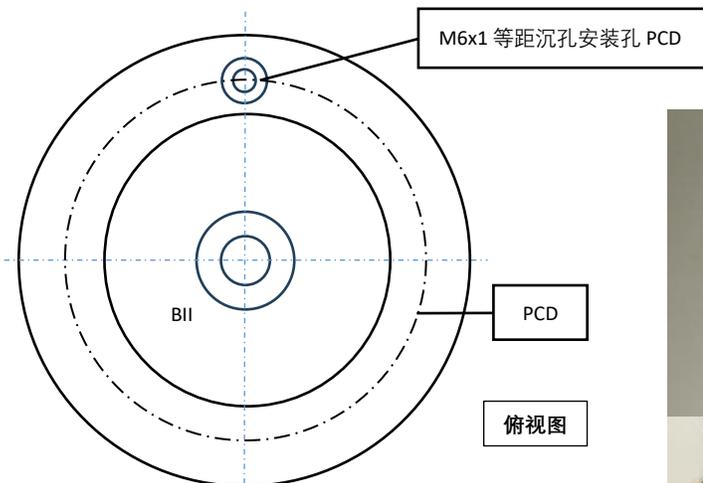


**在潜水上安装**



**法兰安装 (船用密封胶) (FGM) (尺寸单位: 毫米, mm)**

|                                       |                             |                    |               |
|---------------------------------------|-----------------------------|--------------------|---------------|
| 最大深度: 100 m                           | 材质: 塑料。                     | M6x1 螺钉和螺母: 不包括在内。 | 船用密封胶: 不包括在内。 |
| 使用温度:                                 | -40 至 140 °F 或 -40 至 60 °C。 |                    |               |
| M6X1 的沉孔安装孔, PCD 上等距。PCD: 节圆直径。       |                             |                    |               |
| 建议使用螺纹锁固剂, 以防止螺纹紧固件因冲击和振动而松动。BII 不提供。 |                             |                    |               |

**法兰安装**


| 零件号             | 法兰直径 (毫米)  | 节圆直径 PCD (毫米) | 外壳外径 (毫米)  | PCD 上的 M6x1 安装孔数 | 法兰厚度 (毫米) |
|-----------------|------------|---------------|------------|------------------|-----------|
| FGM- $\Phi 220$ | $\Phi 220$ | $\Phi 195$    | $\Phi 168$ | 8                | 12.7      |
| FGM- $\Phi 190$ | $\Phi 190$ | $\Phi 165$    | $\Phi 141$ | 8                | 12.7      |
| FGM- $\Phi 165$ | $\Phi 165$ | $\Phi 140$    | $\Phi 114$ | 6                | 12.7      |
| FGM- $\Phi 140$ | $\Phi 140$ | $\Phi 115$    | $\Phi 89$  | 6                | 12.7      |
| FGM- $\Phi 110$ | $\Phi 110$ | $\Phi 85$     | $\Phi 60$  | 6                | 12.7      |
| FGM- $\Phi 80$  | $\Phi 80$  | $\Phi 58$     | $\Phi 33$  | 4                | 12.7      |

**齐平安装 (船用密封胶或垫圈) (FSM) (尺寸单位: 毫米, mm)**

| 零件号     | 声孔径      | 材料    | 螺纹      | 外壳长度 L         | 法兰直径 ΦD | 安装壁厚     | 紧固扭矩      |
|---------|----------|-------|---------|----------------|---------|----------|-----------|
| FSM-M10 | ≤ Φ5 毫米  | 不锈钢   | M10x1.5 | 24.75          | Φ18     | ≤ (L-14) | ≤ 20 牛顿*米 |
| FSM-M14 | ≤ Φ10 毫米 | 阳极氧化铝 | M14x1.5 | 26.75          | Φ22     | ≤ (L-16) | ≤ 10 牛顿*米 |
| FSM-M35 | ≤ Φ27 毫米 | 阳极氧化铝 | M35x1.5 | 29.75, 50, 80. | Φ59     | ≤ (L-13) | ≤ 20 牛顿*米 |
| FSM-M36 | ≤ Φ27 毫米 | 阳极氧化铝 | M36x4   | 29.75, 50, 80. | Φ59     | ≤ (L-13) | ≤ 20 牛顿*米 |
| FSM-M56 | ≤ Φ47 毫米 | 阳极氧化铝 | M55x5.5 | 29.75, 50.     | Φ70     | ≤ (L-13) | ≤ 30 牛顿*米 |
| FSM-M72 | ≤ Φ62 毫米 | 阳极氧化铝 | M72x4   | 29.75, 50.     | Φ85     | ≤ (L-13) | ≤ 40 牛顿*米 |

六角螺母: 包括, 仅供干燥用。材质: 钢。如有必要, 建议使用防潮润滑脂来防潮以防止腐蚀。

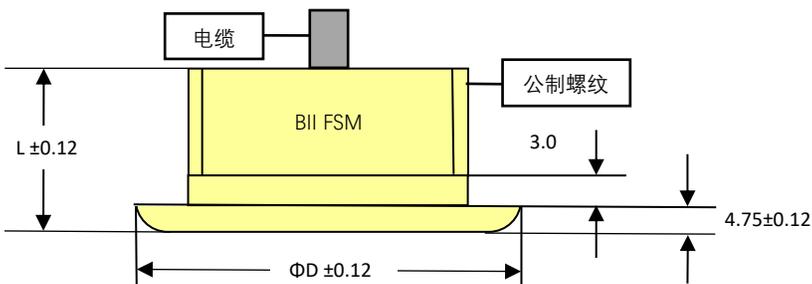
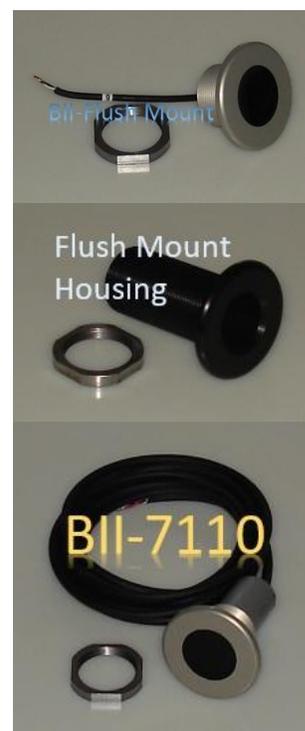
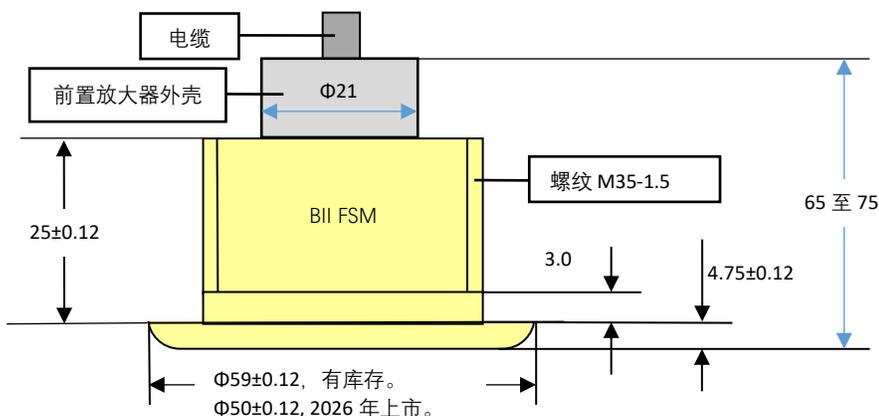
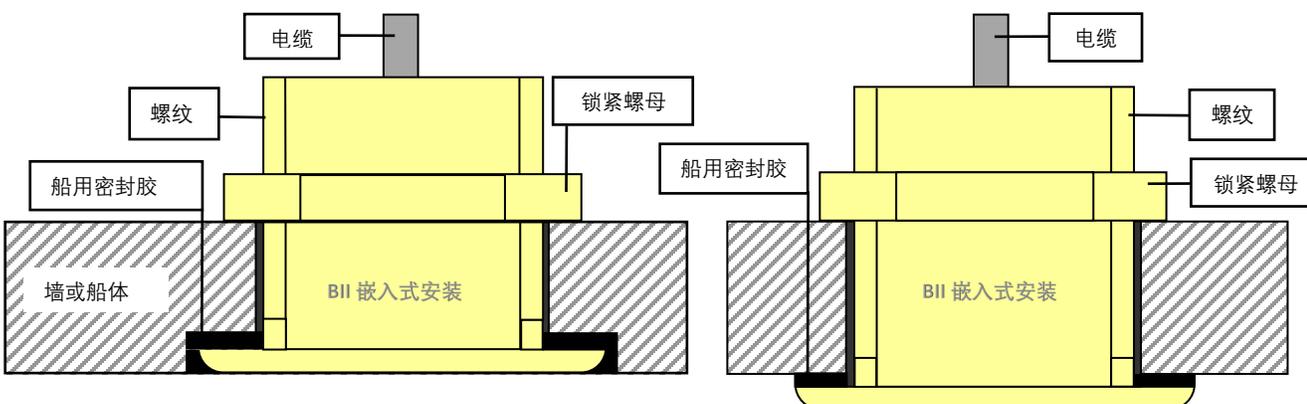
BII 不提供船用密封胶和垫圈等密封材料。买方可以从买方当地的粘合剂, 船只, 汽车和行业供应商商店购买这些材料。

法兰对安装壁的表面光洁度: 50.8 微米 Ra, 线性公差 +/-0.12 毫米。沉孔安装孔是最好的。

使用温度: 1. 默认值: -40 至 140 °F 或 -40 至 60 °C。定制: -40 至 250 °F 或 -40 至 121 °C。定制: -40 至 400 °F 或 -40 至 204.4 °C。

最大作深度: 100 m 至 300 m, 受密封材料性能限制。对于更深的水下部署 (最大 300m), 一种选择是在安装壁上切割 O 形圈凹槽, 并在船用密封胶或铸造密封剂之外使用 O 形圈。

建议使用螺纹锁固剂, 以防止螺纹紧固件因冲击和振动而松动。非由 BII 提供。

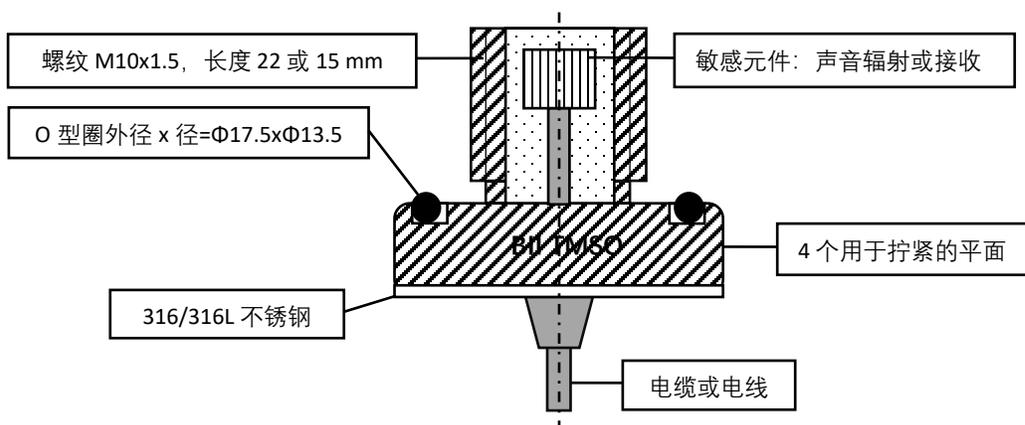
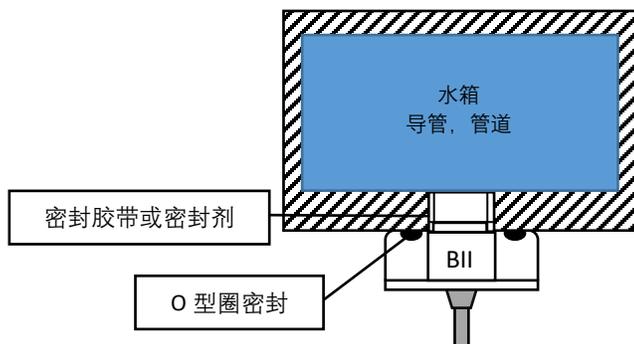
**换能器/声波产生器和水听器的齐平安装部件 (无内置前置放大器), 物理尺寸 (尺寸单位: 毫米, mm) :**

**内置前置放大器的水听器嵌入式安装部件, 物理尺寸 (尺寸单位: mm) :**

**安装/安装**
**齐平安装, 带沉孔。**
**薄型嵌入式安装**


**带单 O 形圈 (TMSO) 的螺纹安装 (尺寸单位: 毫米, mm)**

|   |   |                         |
|---|---|-------------------------|
| 产品编号:   | <b>TMSO-M10x22</b>  | <b>TMSO-M10x15</b>      |
| TMSO 选项:  | 螺纹: M10x1.5, 长度=22 (右手)   | 螺纹: M10x1.5, 长度=15 (右手) |
|   | 公制螺纹: M 型螺纹, 即联合螺纹 (UTS)。   |                         |
| 水听器或声波产生器:  | 单端或差分   | 单端或差分                   |
|   | 水听器的适用频率: 0.1 Hz 至 10 MHz。<br>声波产生器的适用频率: 50 kHz 至 10 MHz。  |                         |
| 保护密封:   | 1. 带 BII 提供的 O 形圈: 70 PSI, 5 Bar 或 0.5 MPa。<br>2. 使用适当的密封胶带或密封剂: 最大 1450 PSI 或 10 MPa, 螺纹全啮合长度。         |                         |
| 安装壁厚度:  | <b>警告: 安装壁的厚度会影响螺纹的啮合长度。如果螺纹的啮合长度太短, 螺纹会因压力而损坏。</b>   |                         |
| 最大主体直径:   | Φ21   |                         |
| 附件:   | 1. 包括 O 形圈: 内径 x 外径 = Φ13.5 x Φ17.5 毫米。硬度计 70 A。<br>2. 订购时可根据要求提供螺纹密封胶带。根据您的应用指定密封胶带类型。                 |                         |
| 四个扳手平面:   | 平面 x 高 = 19x10 毫米   | 平面 x 高 = 19x5 毫米        |
| 紧固扭矩:   | ≤10 牛顿*米  |                         |
| 身体材料:   | 不锈钢 316/316L  |                         |
| 使用温度:   | 1. 默认值: -40 至 140 °F 或 -40 至 60 °C。定制: -40 至 250 °F 或 -40 至 121 °C。定制: -15 至 400 °F 或 -26.1 至 204.4 °C。 |                         |
| 建议使用螺纹锁固剂, 以防止螺纹紧固件因冲击和振动而松动。非由 BII 提供。买方有责任和义务采取措施, 费用由买方承担, 以防止安装松动或脱落。 |   |                         |

**螺纹密封尖端。(以下: 默认情况下, BII 不提供密封剂和密封胶带。其中一些可在订购时根据要求提供。)**

- 高密度螺纹密封胶带:** 该胶带密度高, 螺纹之间密封性更好。它由 PTFE 制成, 具有光滑的表面, 可防止螺纹粘住, 使零件易于组装。
- 不锈钢螺纹密封胶带:** 该胶带含有镍, 可防止与不锈钢螺纹连接相关的卡住和磨损。它也适合与其他金属一起使用。这种胶带具有高密度, 可更好地密封螺纹。它由 PTFE 制成, 具有光滑的表面, 可防止螺纹粘住, 使零件易于组装。
- 水用密封胶:** 船用级, 耐水, 盐雾腐蚀, 霉菌和紫外线。
- 结构水用密封胶:** 最强的水用密封胶, 结合了粘合剂的机械强度, 优异的密封性能和高柔韧性。它们是海洋级的, 因此它们经得起水, 盐雾腐蚀, 霉菌和紫外线的侵蚀。
- 原位固化密封件, 原位成型密封件和垫片。** 如果这些密封胶是最终用户特定应用所必需的, BII 建议最终用户从最终用户所在国家/地区的当地工业供应商处购买这些密封胶。BII 不提供固化密封胶。

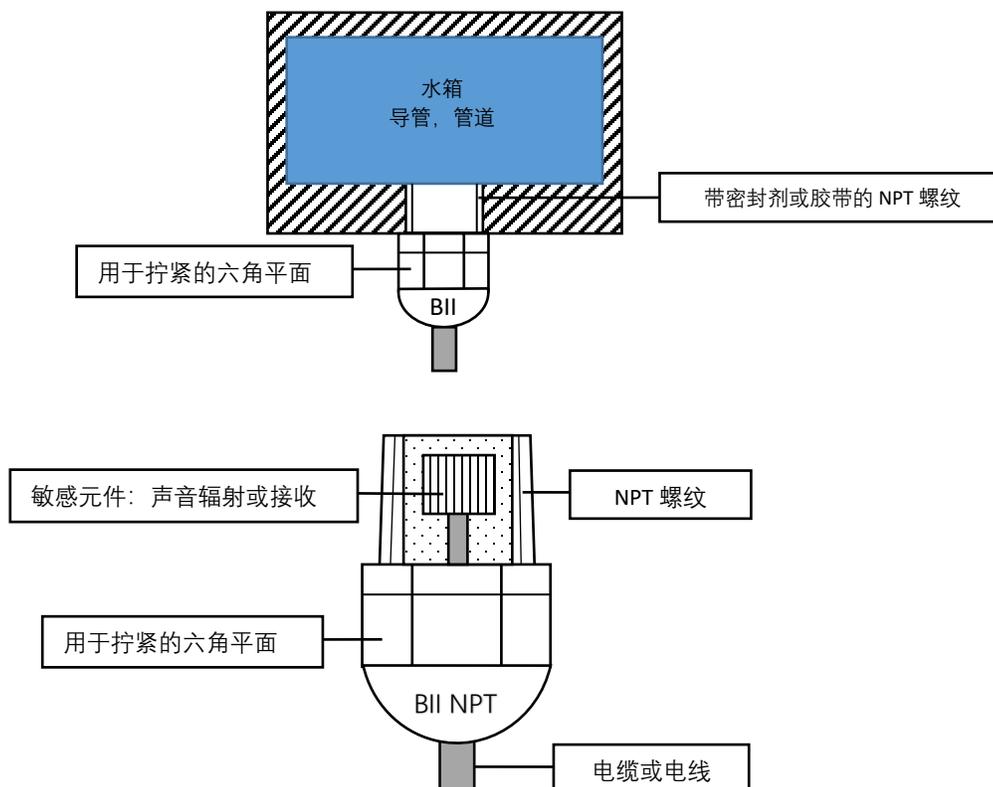


**NPT 螺纹安装 (NPT) (单位尺寸: mm)**

|   |   |   |
|---|---|---|
| 产品编号:   | NPT-3/8"P;NPT-1/2"P;NPT-3/4"P;...   | NPT-3/8"SS;NPT-1/2"不锈钢;NPT-3/4"SS, NPT-1"SS |
| NPT 螺纹选项:   | 螺纹: 3/8", 1/2", 3/4", 1", 1-1/4", 1-1/2", 2"。<br>美国国家锥形管螺纹 (NPT)。               | 螺纹: 3/8", 1/2", 3/4", 1"。                   |
| 水听器或声波产生器:  | 单端或差分<br>水听器的适用频率: 0.1 Hz 至 10 MHz。<br>适合声波产生器的频率: 40 kHz 至 10 MHz。             | 单端或差分                                       |
| 身体材料:   | 塑料  | 不锈钢   |
| 保护密封:   | 70 PSI, 5 Bar 或 0.5 MPa。  | 1450 PSI 或 10 MPa                           |
| 安装壁厚度:  | 警告: 安装壁的厚度会影响螺纹的啮合长度。如果螺纹的啮合长度太短, 螺纹会因压力而损坏。为了达到最大压力等级, 请使用螺纹的全啮合长度。            |   |
| 最大主体直径:   | 取决于螺纹选项。  |   |
| 扳手平面:   | 十六进制  |   |
| 紧固扭矩:   | ≤1 牛顿*米   | ≤10 牛顿*米                                    |
| 密封剂:  | 密封应使用密封剂 (胶带或糊状物)。<br>1, 默认: BII 不提供密封胶。<br>2, 订购时可根据要求提供螺纹密封胶带。根据您的应用指定密封胶带类型。 |   |
| 使用温度:   | -40 至 176 °F 或 -40 至 80 °C。   | -40 至 250 °F 或 -40 至 121 °C。                |
| 建议使用螺纹锁固剂, 以防止螺纹紧固件因冲击和振动而松动。非由 BII 提供。买方有责任和义务采取措施, 费用由买方承担, 以防止安装松动或脱落。 |   |   |

**螺纹密封尖端。** (以下: 默认情况下, BII 不提供密封胶和密封胶带。其中一些可在订购时根据要求提供。)

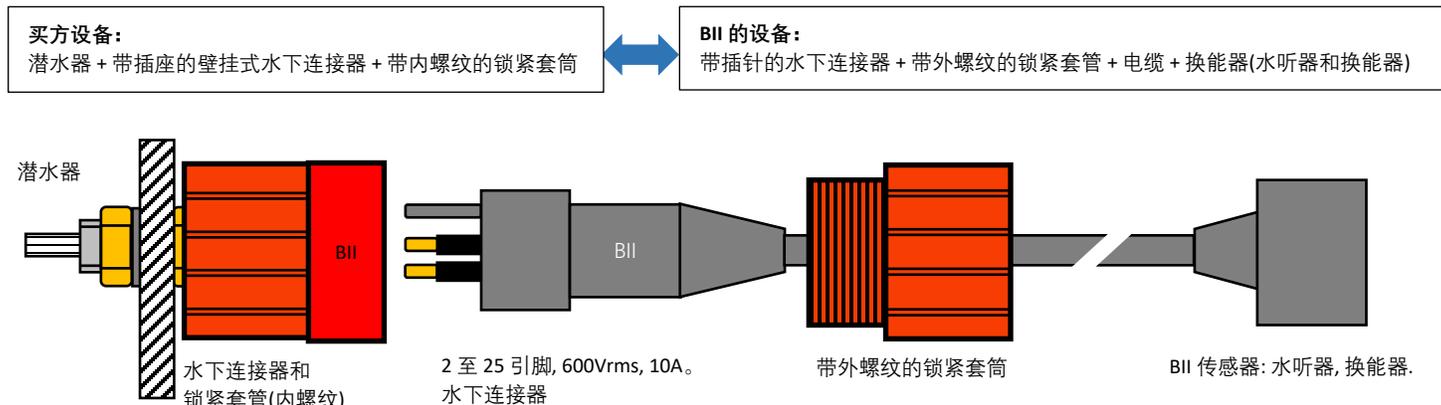
- 高密度螺纹密封胶带:** 该胶带密度高, 螺纹之间密封性更好。它由 PTFE 制成, 具有光滑的表面, 可防止螺纹粘住, 使零件易于组装。
- 不锈钢螺纹密封胶带:** 该胶带含有镍, 可防止与不锈钢螺纹连接相关的卡住和磨损。它也适合与其他金属一起使用。这种胶带具有高密度, 可更好地密封螺纹。它由 PTFE 制成, 具有光滑的表面, 可防止螺纹粘住, 使零件易于组装。
- 水用密封胶:** 船用级, 耐水, 盐雾腐蚀, 霉菌和紫外线。
- 结构水用密封胶:** 最强的水用密封胶, 结合了粘合剂的机械强度, 优异的密封性能和高柔韧性。它们是海洋级的, 因此它们经得起水, 盐雾腐蚀, 霉菌和紫外线的侵蚀。
- 原位固化密封件, 原位成型密封件和垫片。** 如果这些密封胶是最终用户特定应用所必需的, BII 建议最终用户从最终用户所在国家/地区的当地工业供应商处购买这些密封胶。BII 不提供固化密封胶。

**螺纹 (NPT) 安装**


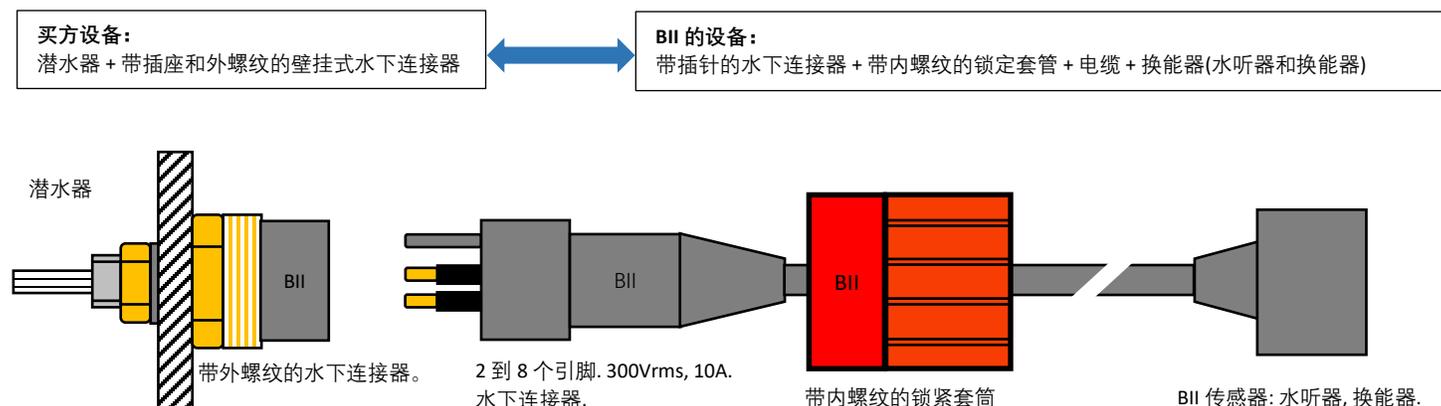
**水下连接器组件**

BII 从国际水下连接器制造商处采购水下连接器, 这些制造商可能在买家所在国家设有销售分支机构。买方可以直接从制造商处购买配接连接器, 也可以从 BII 处购买配接连接器, 作为 BII 传感器 (水听器 and 传感器) 的组成部分。请联系 BII 了解更多连接器信息, 如制造商名称, 零件号等...

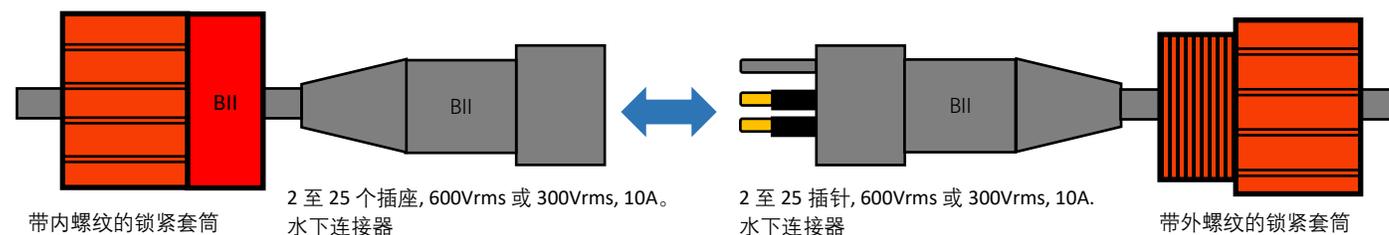
**1. 标准圆形系列水下连接器**



**2. 微型圆形系列水下连接器**



**3. 水下连接器的在线配接**



**出口, 进口, HS 编码, 出口合规性, 最终用途声明, 运输和交付**

| BII (Benthowave Instrument Inc.) 的产品 HS 编码 |          |   |          |
|--|----------|---|----------|
| BII 产品说明                                   | HS 编码    | BII 产品说明  | HS 编码    |
| 水听器作为水下(海洋学)声学仪器的零件和配件                     | 90159000 | 功率放大器作为声学仪器的零部件和配件  | 85184000 |
| 水声换能器作为水下(海洋学)声学仪器的零部件                     | 90159000 | 电子前置放大器作为声学仪器的零件和配件   | 85185000 |
| 高强度聚焦超声换能器作为声学仪器的零件和配件                     | 90279000 | 电子放大器 (发射/接收开关, 时变增益, 自动增益控制, 带通滤波器, 包络检测, 阵列波束成形) 作为声学仪器的零件和附件 | 85185000 |
| 无损检测换能器作为声学测量仪器的零部件                        | 90279000 | 脉冲信号发生器作为声学测量仪器的零件和配件   | 85432000 |
| 声发射传感器作为声学测量仪器的零部件和配件                      | 90279000 | 信号脉冲发生器和接收器作为声学测量仪器的零部件和附件                                      | 85432000 |
| 超声波空气换能器作为声学仪器的零件和配件                       | 90279000 | 用于测量和分析水声的水声录音机   | 90278900 |
| 阻抗匹配变压器作为声学仪器的零部件和配件                       | 85043100 | 科学回声测深仪作为海洋学中的测距仪   | 90151000 |

**销售和技术支持 (BII: Benthowave Instrument Inc.)**

选择产品, 请求报价和技术支持 (沟通语言: 英语, 纯文本或 PDF): [info@benthowave.com](mailto:info@benthowave.com)

如果您在 1 周内没有接收 BII 的回复, 请检查您的所有电子邮件文件夹和/或检查您的电子邮件服务器的设置, 并确保您的电子邮件服务器可以接收来自我们公司的电子邮件。

接收邮件服务器基本设置: 1. 登录邮件服务器。2. 查看设置: 邮件过滤器、阻止发件人、安全发件人、安全设置、阻止图像等。注意可疑垃圾邮件和病毒的默认处理。某些企业电子邮件可能会被视为垃圾邮件或病毒, 并被电子邮件服务器自动删除。

商业信息: 请勿通过电子邮件或向 BII 发送任何机密信息, 例如商业秘密和知识产权。BII 不生产利用收货人知识产权的定制 (bepsoke) 产品。

“收货人”地址格式: 联系人姓名, 公司/组织名称 (以及分支机构或部门, 如果有), 街道号码和街道名称, 城市, 省份, 邮政编码, 国家/地区, 电话号码和电子邮件地址, 增值税 (增值税识别号), EORI 号码 (欧盟, 北爱尔兰, 挪威和瑞士)。EIN (美国公司雇主识别号)。请使用“,”或“;”明确分隔地址信息, 并尽可能保持地址紧凑和简短。

收货人和最终用户: 在大多数情况下, 收货人和最终用户是同一个人, 公司, 研究中心或实体。如果最终用户有代表或收货人向 BII 购买货物, 则代表或收货人应在最终用户所在国家/地区。

销售: Benthowave 直接向世界各地的收货人, 买家和最终用户销售和运送产品。

付款: 买家应在买家付款后通知 BII。

**运输和交付**

发货日期: 1 月 5 日至 12 月 15 日。12 月 16 日至次年 1 月 4 日不发货。

运输更新: BII 请求承运人的电子邮件通知服务以获取运输更新。一旦 BII 创建运单标签, BII 就会将跟踪号通过电子邮件发送给买方/收货人。快递网站的新在线更新将在大约 5 至 24 小时后提供。

运输包装: 纸箱, 最大重量: 每个纸箱包装 30 公斤。

运输条款: BII 准备商业发票, 原产地证书, 买方所在国家与加拿大的自由贸易协定 (如果有), 提交出口报关单 (加拿大边境服务局 CBSA)。

1. DAP, 使用 BII 的快递账户发货。BII 强烈建议买家/收货人选择此选项, 以实现快速, 无故障的运输。
2. EXW-Ex Works, 买方的货运代理在 BII 提货。买方/收货人安排在 BII 取件。

**根据国际贸易术语解释通则, 买方 (收货人) 和 BII (Benthowave Instrument Inc.) 的责任分配。**

| DAP: 可保风险适用于 Benthowave 的运输账户, 例如 DHL, UPS, FedEx 或 CanadaPost。<br>EXW-Ex 和 FOB: 可保风险均针对收货人的运输账户。 |                                    |   |  |        |
|---|------------------------------------|---|--|--------|
| 国际贸易术语  | 1. 出口报关单。<br>2. 在 BII 将货物装载到快递卡车上。 | 1. 保险(货运保护)。<br>2. 运输到出口港。<br>3. 出口港卡车卸货。<br>4. 在出口港装上飞机。<br>5. 运输(空运)至进口港。<br>6. 进口港卸货。<br>7. 在进口港用卡车装载。<br>8. 运输至目的地。 | 1. 进口清关。<br>收货人/买方提供必要信息给货运公司做进口清关, 或, 收货人/买方用自己的报关公司做进口清关。<br><br>2. 进口关税和税费。 | 目的地卸货  |
| DAP   | BII (Benthowave)                   | BII (Benthowave)  | 收货人或买方   | 收货人或买方 |
| EXW-Ex  | BII (Benthowave)                   | 收货人或买方  | 收货人或买方   | 收货人或买方 |
| FOB   | BII (Benthowave)                   | 收货人或买方  | 收货人或买方   | 收货人或买方 |
| DDP 的   | BII (Benthowave)                   | BII (Benthowave)  | BII (Benthowave)   | 收货人或买方 |

问题: 为什么 BII 不使用买方/收货人的快递账户来发货?

BII 不会使用买方/收货人快递账户发货, 因为这可能会因各种原因引发问题。

如果 BII 通过买方/收货人的快递账户发货, 根据承运人的条款, 承运人可能仍有权向 BII (发货人) 收费, 如果承运人认为自己未收到买家/收货人付款。

BII 遇到的最糟糕情况是四个月后收到一家承运人的意外账单, BII 花了大约一年时间, 通过无数次电话和邮件在 BII、买方/收货人和承运人之间解决了这个问题。

**销售税和报关服务**

对国际客户不征收加拿大销售税。GST 或 HST 仅适用于加拿大客户。

对于国际客户: 收货人负责进口清关, 并支付进口关税, 经纪费, 收货人所在国征收的其他税费以及与运输相关的其他费用。

1. 收货人使用承运人的经纪服务进行清关。收货人/买方提供必要信息给承运人(货运公司), 承运人代为缴纳进口税。收货人应在交货前向承运人支付所有相关费用包括进口税和经纪费(如有)。收货人可以联系承运人的当地客服, 了解如何向承运人提供信息和付款。

2. 收货人用自己的报关公司进行进口清关。在 BII 通过电子邮件向收货人发送货运信息后, 收货人应立即通知相应的报关公司处理货物进口清关。

致欧盟, 北爱尔兰, 挪威和瑞士的收货人/买家: EORI 编号(增值税注册企业的经济经营者注册和识别号)。在挪威, 它被称为“组织编号”, 而在瑞士, 它被称为“唯一标识(UID)编号”。欧盟国家包括奥地利, 比利时, 保加利亚, 克罗地亚, 塞浦路斯, 捷克语, 丹麦, 爱沙尼亚, 芬兰, 法国, 德国, 希腊, 匈牙利, 爱尔兰, 意大利, 拉脱维亚, 立陶宛, 卢森堡, 马耳他, 荷兰, 波兰, 葡萄牙, 罗马尼亚, 斯洛伐克, 斯洛文尼亚, 西班牙和瑞典。

致美国收货人/买家: 对于货物价值 ≥ 2500 美元, 美国海关要求提供收货人的税号(TIN), 可以是社会安全号码(SSN)或雇主识别号(EIN)。

**销售条款和条件:** 销售条款和条件包含在 BII 官方报价中。收货人可参阅 [www.exportcontrols.gc.ca](http://www.exportcontrols.gc.ca), 了解有关区域管制清单, 出口禁令和制裁的更多信息。

### 营业时间

周一至周五上午 9:00 AM 至下午 5:00 PM。

加拿大周六, 周日和**公共假期**休息。

请注意, BII 可能会在恶劣天气期间关闭, 例如夏季暴风雨和冬季暴风雪。一般来说, 我们地区在 12 月, 1 月和 2 月有很多恶劣天气。

**Benthowave Instrument Inc.**  
**89 Kells Crescent,**  
**Collingwood, Ontario, L9Y 0B4**  
**Canada**  
 Phone: +1 705 444 0187

### 订购, 制造和运输流程

BII 直接向世界各地的买家/收货人销售产品, BII 将产品直接运送给世界各地的买家/收货人。除加拿大外, BII 在任何其他国家/地区均没有任何分支机构和/或销售代表。

- 首先, 买方/收货人参考**产品规格文件**中的<如何订购>, 详细指定产品参数。通过电子邮件发送收货人的完整地址给 BII, 包括邮政编码和电话号码, 以及付款方式(美国和加拿大: 支票, 银行汇票或电汇; 其他国家: 通过银行电汇)。BII 不接受信用卡付款。
- BII 向买方发出正式报价, 其中包含 BII 的销售条款和条件。买方/收货人仔细检查报价和产品描述。如有任何问题和更新, 请联系 BII。
- 买家通过电子邮件确认或采购订单下单。
- BII 向买方开具形式发票, 其中包含 BII 的银行信息。买方开始向 BII 付款, BII 准备制造买方订单。
- BII 制造, 测试和校准产品。
- BII 准备出口文件并完成向加拿大海关的出口报关单。
- BII 通过 DHL, UPS, FedEx, Canada Post 或买方货运代理将货物运送给买方, 并将运单/运单和/或商业发票通知买方。
- 买方在承运人的网站上在线跟踪货物, 在买方/收货人所在国家/地区完成进口清关, 并支付买方/收货人所在国家/地区征收的税款和/或关税(如果有)。
  - 一般(对于大多数买家来说), 快递公司会代表买家/收货人进行清关, 买家/收货人只需在送货前向快递公司提供必要的信息并支付税款和相关费用。
  - 如果买方/收货人有自己的报关公司, 买方/收货人应在 BII 通过电子邮件将运输信息发送给买方/收货人后立即通知报关公司进行进口清关。
- 买方/收货人接收货物。

### 报价的预计处理时间和定制产品的大致制造时间。

**处理时间:** 买方向 BII 发布完整准确的定制信息后, BII 完成相应的设计、模拟、制造工艺以及估计或模拟技术指标规格所需的时间。

| 产品                          | 定制参数和/或零件                  | 报价处理时间    | 大约制造时间 <sup>(1)</sup>                     |
|-----------------------------|----------------------------|-----------|---|
| 水听器,<br>AE 传感器,<br>无损检测传感器。 | 较短的电缆、连接器等与标准化水听器相同。       | 1-5 天     | BII 检查库存。<br>有货: 2 至 3 天。<br>缺货: 3 至 6 周。 |
|                             | 较长的电缆、连接器等与标准化水听器相同。       | 1-5 天     | 3 到 6 周。                                  |
|                             | 输出类型、安装、电缆类型、电缆长度和/或连接器。   | 1-5 天     | 4 到 7 周。                                  |
|                             | -3dB 截止频率的高通、低通或带通滤波器。     | 3 天到 2 周。 | 4 到 7 周。                                  |
|                             | 带前置放大器的接收器的低功耗             | 3 天到 2 周。 | 4 到 10 周。                                 |
|                             | 自由电压灵敏度 (FFVS) 和/或压力噪声密度。  | 2 至 4 周   | 6 到 10 周。                                 |
|                             | -3dB 波束角、方向性响应和/或旁瓣电平。     | 2 至 4 周   | 6 到 10 周。                                 |
|                             | 线性阵列: FFVS、-3dB 豆角和/或旁瓣电平。 | 2 至 4 周   | 7 到 10 周。                                 |
|                             | 海洋、湖泊或河流水中的深度等级。           | 2 至 4 周   | 浅水区: 3 至 6 周。<br>深水: 8 至 12 周。            |
| 液体、空气或固体表面的使用温度。            | 2 至 4 周                    | 4 到 10 周。 |   |
| 声音发射器                       | 较短的电缆、连接器, 其他与标准化换能器相同。    | 1-5 天     | BII 检查库存。<br>有货: 2 至 3 天。<br>缺货: 3 至 6 周。 |
|                             | 较长的电缆、连接器等与标准化换能器相同。       | 1-5 天     | 3 到 6 周。                                  |
|                             | 安装、电缆类型、电缆长度和/或连接器。        | 1-5 天     | 4 到 7 周。                                  |
|                             | 阻抗匹配至非 50Ω                 | 1-5 天     | 6 到 9 周。                                  |
|                             | 发射电压响应 (TVR)、额定功率。         | 不适用       | 不适用                                       |
|                             | -3dB 波束角、方向性响应和/或旁瓣电平。     | 2 至 4 周   | 6 到 10 周。                                 |
|                             | 线性列: FFVS、-3dB 豆角和/或旁瓣电平。  | 2 至 4 周   | 7 到 10 周。                                 |
|                             | 海洋、湖泊或河流水中的深度等级。           | 2 至 4 周   | 浅水区: 3 至 6 周。<br>深水: 8 至 12 周。            |
| 液体、空气或固体表面的使用温度。            | 2 至 4 周                    | 4 到 12 周。 |   |
| 换能器 (发送和接收)                 | 较短的电缆、连接器等与标准化换能器相同。       | 1-5 天     | BII 检查库存。<br>有货: 2 至 3 天。<br>缺货: 6 至 9 周。 |

|                              |         |                                |
|------------------------------|---------|--------------------------------|
| 较长的电缆、连接器等与标准化换能器相同.         | 1-5 天   | 6 到 9 周。                       |
| 安装、电缆类型、电缆长度和/或连接器.          | 1-5 天   | 6 到 9 周。                       |
| 阻抗匹配至非 50Ω                   | 1-5 天   | 6 到 9 周。                       |
| 发射电压响应 (TVR)、额定功率.           | 不适用     | 不适用                            |
| 自由电压灵敏度 (FFVS) 和/或压力噪声密度.    | 2 至 4 周 | 6 到 12 周。                      |
| -3dB 波束角、方向性响应和/或旁瓣电平.       | 2 至 4 周 | 6 到 10 周。                      |
| 线性/线阵列: FFVS、-3dB 豆角和/或旁瓣电平. | 2 至 4 周 | 6 到 10 周。                      |
| 海洋、湖泊或河流水中的深度等级 .            | 2 至 4 周 | 浅水区: 6 至 9 周。<br>深水: 8 至 12 周。 |
| 液体、空气或固体表面的使用温度 .            | 2 至 4 周 | 6 到 12 周。                      |

注<sup>(4)</sup>: 大致制造时间取决于各种换能器的复杂程度。如果定制换能器是新的和/或 BII 和/或我们的供应商的某些零件缺货, 则制造时间会更长。

**免责声明:**

BII 不保证定制的生产时间, 当买方无法再接受延迟时, 买方可以在制造过程中取消延迟订单。

1. 对于因 BII 货物延迟交付而给买方造成的任何损失, BII 不承担任何责任。
2. 对于因 BII 制造货物失败而给买方造成的任何损失, BII 不承担任何责任。
3. 买家取消延迟订单后, BII 的唯一责任是将买家支付给 BII 的购买金额退还买家。

**出口和制裁法律及合规性。** BII 产品受加拿大外交, 贸易和发展部 (www.exportcontrols.gc.ca) 出口管制司管理的《进出口法》的监管。如果没有加拿大政府根据加拿大《进出口法》颁发的出口许可证, 产品不得出口或再出口到任何国家, 区域管制清单 (ACL) 或 加拿大政府实施的出口禁令和制裁清单中的任何个人或实体, 以及出口管制清单 (ECL) 上的产品不得出口给客户。客户同意将遵守所有适用国家/地区的出口法律, 贸易禁令和制裁, 并且不会在未经所需授权 (包括加拿大当局颁发的出口或再出口许可证) 的情况下出口, 再出口或转让从 BII 购买的产品, 或出口到任何禁止的目的地或禁止的最终用途。产品在退回 BII 之前还可能适用当局颁发的出口许可证, 并且维修后的产品可能还需要出口许可证才能将其退回给客户。

BII 发出报价单, 销售订单确认 (形式发票) 或 RMA (退货授权) 不构成出口授权。如果 BII 认为任何出口管制可能受到违反, BII 保留拒绝和/或取消任何订单的权利。如果客户购买出口管制清单上的产品, BII 应要求客户提供最终用户声明以申请出口许可证或许可证。需要出口许可证的订单在接收相关管理机构批准的出口许可证之前无法确认。许可证通常需要 2-3 周才能获得。

**出口管制货物的最终用途声明。** 如果产品在加拿大出口管制清单上, 非加拿大买家应通过电子邮件向 BII 发送最终用途声明(大多数 BII 产品不在加拿大出口管制清单上.)。出口管制信息附在官方报价中。最终用途声明必须注明日期(最好在提交出口许可证申请后 6 个月内), 并以英文或法文用公司信笺书写, 并且应:

1. 确定出口许可证申请的项目, 包括数量。
2. 确定最终用户和物品的交付地点。
3. 确定参与加拿大出口的任何收货人, 代理商或其他实体。
4. 说明产品的目的和最终用途, 包括说明物品的预期最终用途是民用 (商业) 还是军用。
5. 说明货物或技术是否打算转售, 再转让或再出口给另一方或多方, 如果是, 请说明情况;或声明不会转售, 再转让或再出口货物或技术。
6. 声明货物和技术是否将用于与化学, 生物或核武器或其运载系统 (如导弹) 的开发或生产相关的任何目的。
7. 声明货物或技术不会被转运到其他目的地或以其他方式偏离先前描述的内容;和
8. 确定签署最终用途声明的人的姓名和头衔, 他/她的地址, 电话号码, 传真号码, 电子邮件地址和公司网站。

请参阅 [最终用途声明模板](#)。

**重要通知和免责声明**

BII 按“原样”和包含所有错误的方式提供技术和可靠性数据 (包括产品规格文件)、设计资源 (包括参考设计)、应用或其他设计建议、安全信息和其他资源, 并且不承担任何明示或暗示的保证, 包括但不限于任何关于适销性、特定用途适用性或不侵犯第三方知识产权的暗示保证。

这些资源适用于使用 BII 产品进行设计的熟练开发人员。您全权负责 (1) 为您的应用选择合适的 BII 产品, (2) 设计, 验证和测试您的应用, 以及 (3) 确保您的应用符合适用标准以及任何其他安全, 安保或其他要求。这些资源如有更改, 恕不另行通知。BII 授予您仅将这些资源用于开发使用资源中描述的 BII 产品的应用的权限。禁止以其他方式复制和展示这些资源。不授予任何其他 BII 知识产权或任何第三方知识产权的许可。对于因您使用这些资源而产生的任何索赔, 损害, 成本, 损失和责任, BII 不承担任何责任, 您也将全额赔偿 BII 及其代表。

BII 的产品和服务受正式报价书中包括的 BII 销售条款和条件的约束。

## BII的职业发展

声学是文明不可或缺的元素，它帮助我们理解世界，改善生活。Benthowave 员工致力于制造声学元件和仪器，为声学造福人类做出应有的贡献。

在 BII 工作期间，我们每天都面临挑战，满足并超越各类客户的需求，并通过数学、物理、化学、声学、力学和电子学的经验和教材，解决设计、制造、校准和质量保证中的挑战，并因卓越的表现获得奖励。

BII 引以为豪的传统是强调个性、尊重、成长和创造力。BII 是一个让员工能够学习、贡献、创新并获得回报的工作场所，而不仅仅是一份工作，并将员工视为成功的最重要因素。

我们相信公平的报酬，反映团队成员的辛勤工作和专业知识；我们致力于提供发展机会；我们相信，工资、生产能力、质量和价格之间的最佳匹配，是全球客户与我们业务之间成功合作的桥梁。

以下知识和经验是我们日常工作中的伙伴：

|             |       |         |            |             |         |
|-------------|-------|---------|------------|-------------|---------|
| 电声学、超声学、水声学 | 电气与电子 | 制造/机械工程 | 材料、固体化学与物理 | 陶瓷、聚合物、复合材料 | 船舶/海洋工程 |
|-------------|-------|---------|------------|-------------|---------|

如果您能在 BII 胜任以下职位，Benthowave 将非常感谢您的帮助。

| NOC 2021   | 职位名称与职责   | 工作类型 | 职位空缺                                    | 联系方式              |
|--|---|------|---|-------------------|
| 94201  | 1. 电子组装工、制造工、检查员和测试员。<br>2. Benthowave 提供的必要培训。 | 全职   | 请参考：<br><a href="#">Careers at BII.</a> | hr@benthowave.com |
| 22310  | 电子工程技术员   | 全职   |   |                   |
| 22301  | 机械工程技术人员  | 全职   |   |                   |
| 12200  | 会计技术人员与记帐员                                      | 全职   |   |                   |
| 21301  | 声学（电声学）工程师（机电一体化工程）                             | 全职   |   |                   |
| 21322  | 材料工程师   | 全职   |   |                   |
| 90010  | 制造经理（机电工程）                                      | 全职   |   |                   |
| 注意：请提交简历（优先 PDF 格式）以申请该职位。   |   |      |   |                   |
| 1. 工作时间，含 30 分钟用餐休息：上午 9:00 至下午 5:30，无班次，周一至周五。<br>2. 按小时计酬，每半年奖金。 |   |      |   |                   |

## BII 的职业培训

BII 为员工提供必要的培训，使其能够适应声学部件和系统的任务。

**2025 年消息：** 200 平方米设施的新扩建提升了 BII 的生产能力和传感器室内校准能力。

**END-USER STATEMENT - REQUEST AND REQUIREMENTS:**

Please note that this document must be completed by the final user of the goods, in English or French, and be completed on company letterhead. This document cannot be completed by the exporter, an intermediate consignee, a broker/freight forwarder or their agents.

\*\*\*\*\*

Date: Day-Month-Year

Canada Border Services Agency  
Export Control Unit

END-USER STATEMENT (Sample)

We hereby declare that:

- Name of End-User (Individual/Company)

Are purchasing/acquiring:

- Complete list of the goods contained in the shipment.
- Location where the goods will be used.
- Identify any consignees (both intermediary and final), agents, or other entities involved in the export from Canada.
- State the purpose and end-use of the products, including a statement of whether the intended end-use of the items is civilian (commercial) or military.
- State whether or not the goods or technology are intended for re-sale, re-transfer or re-export to another party or parties and, if so, describe the circumstances; or state that the goods or technology will not be resold, re-transferred or re-exported.
- Declare whether or not the goods and technology will be used for any purpose associated with the development or production of chemical, biological or nuclear weapons, or their delivery systems (such as missiles).
- State that the goods or technology will not be transhipped to other destinations or otherwise diverted from what has been previously described/declared.

Signature/Authority:

- Name and title of the person signing the End-Use Statement.
- Complete address, telephone number and fax number.
- e-mail address and corporate website.

**DÉCLARATION D'UTILISATEUR FINAL - DEMANDE ET CONDITIONS :**

Veillez noter que ce document doit être complété par l'utilisateur final des marchandises, en français ou en anglais, et doit être complété sur papier à en-tête de l'entreprise. Ce document ne peut être complété par l'exportateur, un destinataire intermédiaire, un courtier/transitaire ou leurs agents.

\*\*\*\*\*

Date : jour-mois-année

Agence des services frontaliers du Canada  
Section des contrôles à l'exportation

DÉCLARATION D'UTILISATEUR FINAL (Échantillon)

Nous déclarons par la présente :

- Nom de l'utilisateur final (Individu/Entreprise)

Nous achetons/acquérons :

- Liste complète des marchandises contenues dans la cargaison.
- Endroit où les marchandises seront utilisées.
- Désigner les destinataires (intermédiaires et finaux), les agents ou toute autre entité intervenant au cours du processus d'exportation au départ du Canada.
- Décrire la fin et l'utilisation finale des produits et déclarer si l'utilisation finale prévue des articles est civile (commerciale) ou militaire.
- Indiquer si les marchandises ou la technologie sont destinées ou non à être revendues, retransférées ou réexportées à une ou plusieurs autres parties et, le cas échéant, décrire les circonstances de ces opérations; ou déclarer que les marchandises ou la technologie ne seront pas revendues, retransférées ou réexportées.
- Déclarer si les marchandises et les technologies seront utilisées ou non à des fins associées au développement ou à la production d'armes chimiques, biologiques ou nucléaires ou de leurs vecteurs (comme des missiles).
- Déclarer que les marchandises ou la technologie ne seront pas réexpédiées vers d'autres destinations ou autrement détournées de ce qui a été précédemment décrit.

Signature/autorisation :

- Nom et titre de la personne qui signe la déclaration d'utilisation finale.
- Adresse, numéro de téléphone et numéro de télécopieur.
- Adresse courriel et adresse du site Web de l'entreprise.

**MANUFACTURER'S AUTHORIZATION**

<End-User Address Here>

**BENTHOWAVE INSTRUMENT INC. (BII)** is an official manufacturer of acoustic products (Underwater, Air, AE, NDT, and HIFU) at < **BII Official Address**>. (www.benthowave.com. Contact: info@benthowave.com.)

<Buyer's company name and address here> will directly purchase <Product Part Number Here> from BII.

BII (BENTHOWAVE INSTRUMENT INC.) will provide full warranty and technical support to the end user of BII products during the warranty period based on BII sales terms and conditions. After Warranty expired, BII will continue to provide technical support to end users of BII products. Information of **original buyer's name, BII's quote number (or invoice number), and BII product number** are necessary during technical support. Without this information, postponed and delayed support is expected, and BII might refuse to provide technical support.

This Authorization consist of one Pages, including all attachments.

|  |  |                                      |
|--|--|--------------------------------------|
| <b>This Authorization is valid till &lt;input a date here&gt;.</b> Validity of one year ONLY starting from the issue date of this authorization. |  |                                      |
| <b>Authorization Signature:</b>  | <b>Company:</b><br><b>Benthowave Instrument Inc.</b> |                                      |
| <b>Name:</b>   | <b>Title:</b><br>Sales Manager                       |                                      |
| <b>Date:</b>   | <b>Telephone:</b><br>BII Phone Number                | <b>Email:</b><br>info@benthowave.com |