



珠海市蓝衡科技有限公司 前视声呐使用说明书

2025 年 8 月



版本说明

日期	版本号	更改说明
2021年5月7日	V1.0	初始版本;
2021年8月11日	V1.1	增加连接器定义;
2022年1月4日	V1.2	增加连接器定义;
2022年8月31日	V1.3	部分文字及图形的优化;
2023年7月11日	V1.4	更改部分注意事项;
2025年8月20日	V2.0	更新连接器定义; 更新显控软件使用方法; 加入声呐的使用维护说明;
2025年11月4日	V2.1	修正部分文字错误和连接器定义错误;



使用注意事项

1. **切忌暴力插入电缆连接器！**看好缺口方向再轻轻插入，如遇阻力仔细检查插针，并适当涂抹硅脂。因暴力拔插造成的损坏，本公司只提供收费维修服务；
2. 禁止在空气中启动发射功能，否则可能损坏发射换能器。声呐开机时发射功能是默认关闭的，请下水后再打开；
3. 因声呐需要通过水冷散热，因此在空气中开机时间切勿超过 10 分钟，且不能处于阳光直射状态。若需要开机进行功能测试，请务必放置于足够大的水箱中以便散热；
4. 每次下水前务必仔细检查声呐的外形和密封状态，如果出现形变和密封破坏情况则务必立即返厂维修；
5. 每次使用完成后，请务必用干净的淡水仔细冲洗声呐的每一个角落，特别是换能器密封面、接缝处以及螺丝孔。而后将声呐擦干，放入包装箱妥善保存；
6. 每次连接电缆时，务必检查连接器的插头和插座是否有损伤，若有水渍必须吹干再连接（配备湿插拔连接器的可不必吹干）。建议每次使用后，在声呐的水密连接器处涂抹少量硅脂（负载包装箱内）。每次下水前务必仔细检查水密连接器有没有连接到位；
7. 除非在订购中特别说明，本公司的声呐产品均不可长期在水下，特别是海水中工作，无论通电与否。因为海水会缓慢的渗入声呐的换能器密封胶，对声呐造成不可逆的损坏。连续浸入淡水的时间不得超过 168h，连续浸入海水的时间不得超过 48h。如果需要能够在水下长期工作的产品，请务必在订购时说明（-LT 选项），本公司会采用特殊的材料和工艺；



免责声明

本文档所列出的所有信息，除特别说明外，均只针对本型产品，与本公司其他产品无关，亦与其他公司的产品无关。

在保证设计要求能够实现的前提下，本公司保留对产品和文档进行修改、升级的权利，包括且不限于技术指标、技术方案、技术路线、外观和外形尺寸等，且本公司没有将修改、升级后的产品和文档及时告知客户的义务。与客户事先约定的产品接口，如机械接口、电气接口、通信协议等除外。

本文档所列出的技术方案及技术路线，仅为针对本型产品的综述性和原理性描述。实际产品设计和生产阶段采用的技术方案和技术路线，可能与本文档有所出入。本公司保留在能够实现设计要求的前提下，调整技术方案和路线的权利。

除非在订购中特别说明，本公司的常规声呐产品均不可长期在水下，特别是海水中工作，无论通电与否。因为海水会缓慢的渗入声呐的密封胶，对声呐造成不可逆的损坏。连续浸入淡水的时间不得超过 168h，连续浸入海水的时间不得超过 48h。如果需要能够在水下长期工作的产品，请务必在订购时说明，本公司会采用特殊的材料和工艺；

珠海市蓝衡科技有限公司



珠海市蓝衡科技有限公司

前视声呐使用说明

1. 公司简介

珠海市蓝衡科技有限公司位于南海边美丽的海滨城市广东珠海，致力于小型高性能成像声呐的研制生产及各类声呐及配套产品的定制业务。公司创始人为业内知名专家，从事相关领域工作数十年，曾主持或参与数十个海军型号项目、科技部重大专项、863、973 项目等。公司在 2020 年被认定为高新技术企业。

公司自 2018 年成立以来，以国家利益为核心，坚持自主创新和自主可控，目前已形成覆盖 100kHz 至 3MHz 的全系列成像声呐产品，包括多波束前视声呐、三维前视声呐、蛙人用手持声呐、扫描声呐、测深仪等声呐产品以及声速剖面仪，深度计、水声测量工作站等仪器产品。本公司所有产品均为本公司自行研制，具有完全自主知识产权，除注明外，均提供全国产化、100%自主可控的版本。公司同时承接声呐电子系统定制业务，可定制全频带、多通道、小体积、低功耗的包含发射、接收、处理及电源的整套声呐电子系统，体积、功耗和运算能力等多方面优于业内同类产品。

2. 产品简介

前视声呐通常安装在水面、水下载体的前端，可在清澈或浑浊水体中提供载体前方的声学视觉，实现目标探测与识别、避碰、探障等功能。本公司可以提供覆盖100kHz至3MHz的全系列多波束前视声呐产品。

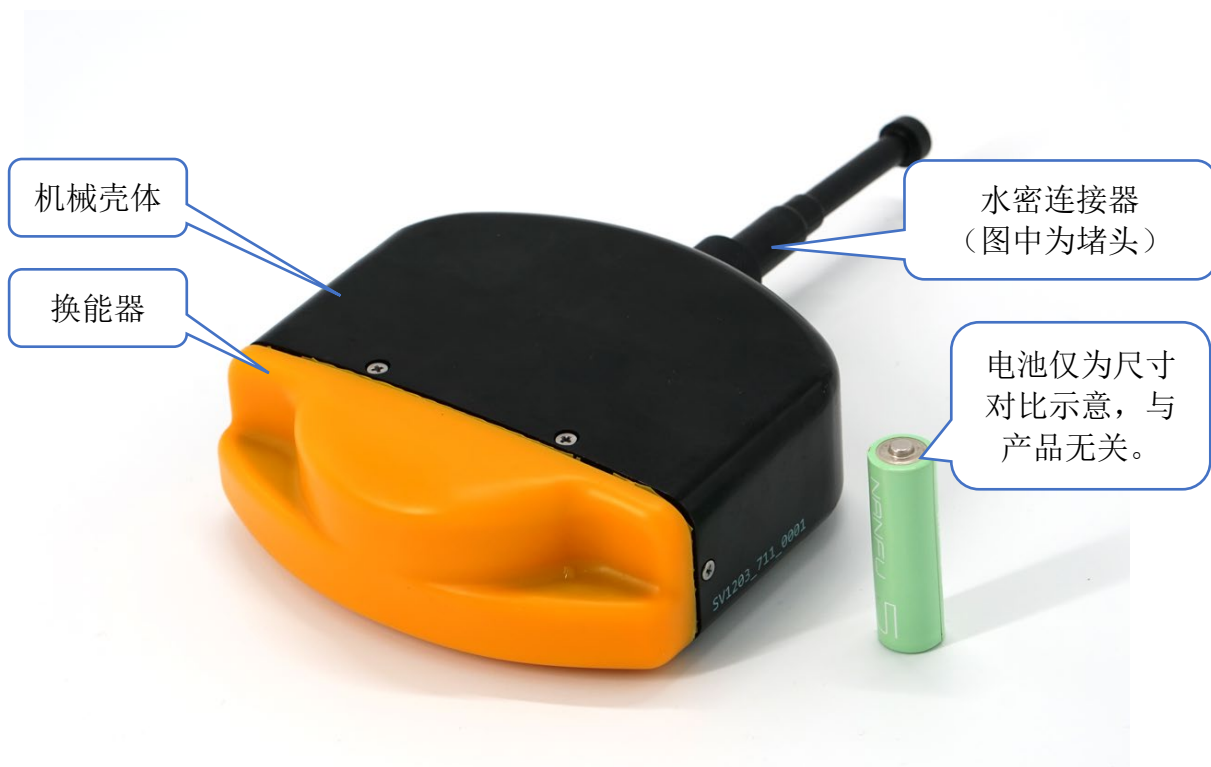
相对于国内外同类产品，本公司的产品具有极高的性能/体积功耗比和性价比。在体积类似的情况下，本公司产品的大多数性能指标均高于同类产品。同时，本公司大部分前视声呐均具有内置的温度、压力传感器和姿态传感器。用户可以选择包括专用显控软件、流媒体播放、浏览器直接访问以及 SDK 四种



灵活的显控方案。另外，本公司的大部分产品均提供所有零部件全国产化版本共客户选择。

3. 结构示意图

除特殊说明外，本公司所有前视声呐均为一体化设计，外部只需连接电源和网络即可工作。以SV1203型前视声呐为例，设备由换能器、机械壳体以及水密连接器组成，请参照下图：



4. 电气接口

4.1. 连接器

本公司声呐通常采用的连接器型号和定义如下所示。

注意：由于产品种类较多，由于不同产品的体积、功耗等技术要求不同，连接器的种类也有不同。本公司的大部分设备采用以太网接口，部分设备采用

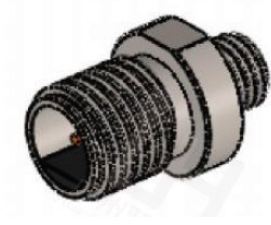



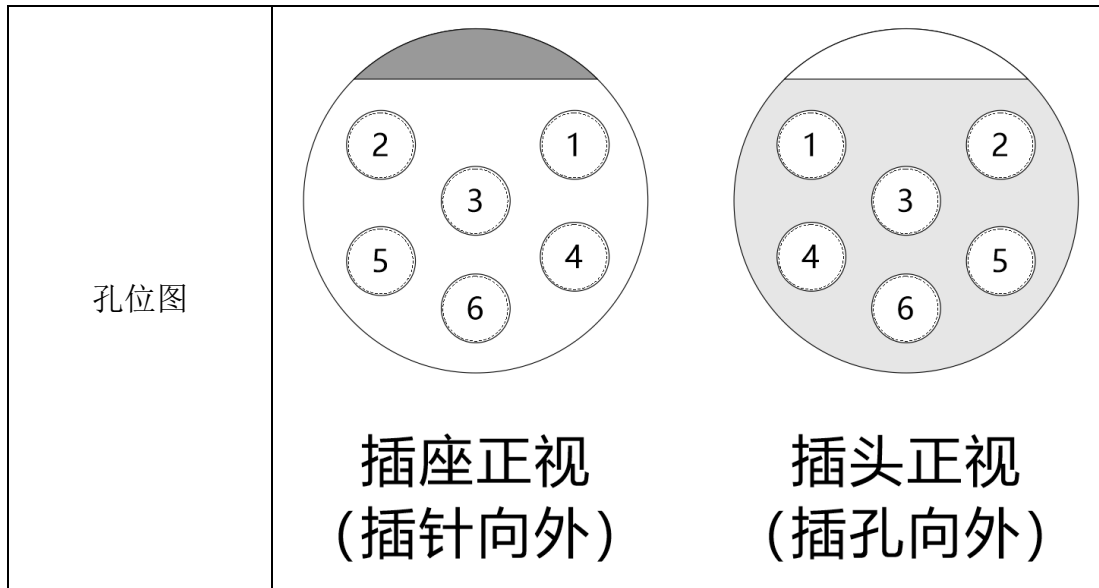
RS-232或RS-485串口。因此连接器的定义和型号请以该型产品的规格书为准。

4.1.1. IE55-12

SV1203、SV1206、SV1210、SV1006、SV1012等产品采用IE55-12型6芯水密连接器。注意，该连接器不支持水下拔插。

表1：连接器类型1外形及孔位

插座型号	IE55-1206-BCR
插头型号	IE55-1206-CCP
插座	
插头	



● 以太网接口定义（适用接口为以太网的设备）：

定义	SFCX6	电缆颜色	说明
TX+	3	绿白或蓝白	以太网 TX+
TX-	1	绿或蓝	以太网 TX-
VP	4	红	电源+
VP_RTN	6	黑	电源-
RX+	5	橙白	以太网 RX+
RX-	2	橙	以太网 RX-

● RS-232接口定义（适用接口为RS-232串口的设备）：

定义	IE55-1206	电缆颜色	说明
TX	3	绿白或蓝白	RS-232 声呐发送
RX	1	绿或蓝	RS-232 声呐接收
VP	4	红	电源+
VP_RTN	6	黑	电源- 同时为 RS-232 的公共地
NC	5	橙白	无连接
NC	2	橙	无连接

● RS-485版本（适用接口为RS-485串口的设备）：

定义	IE55-	电缆颜色	说明
----	-------	------	----

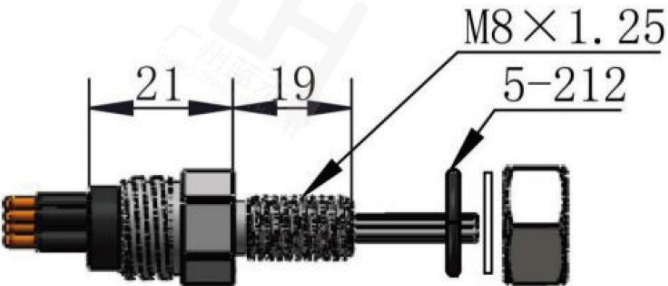


RS-485	1206		
TRX+	3	绿白或蓝白	RS-485 收发正
TRX-	1	绿或蓝	RS-485 收发负
VP	4	红	电源+
VP_RTN	6	黑	电源- 同时为 RS-485 的公共地
NC	5	橙白	无连接
NC	2	橙	无连接


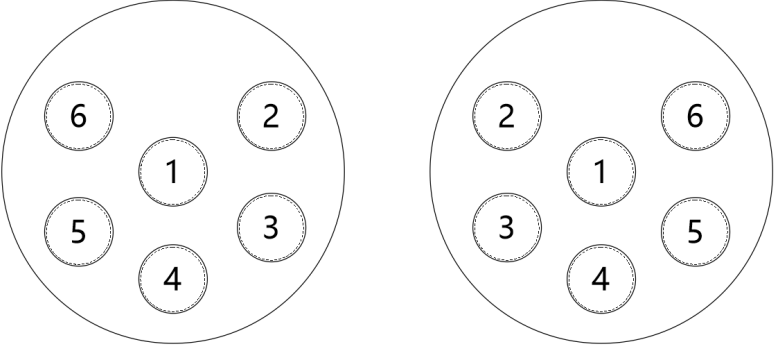
注：TRX+和TRX-之间包含120Ω端接电阻。

4.1.2. 微小橡胶水密连接器

部分型号产品，如SV1203、SV1216、SV2003等采用微小橡胶水密连接器。该连接器支持支持湿插拔，但是不推荐在水中拔插，且每次拔插时前须清除连接器上的水和污物，并且涂上硅脂再行连接。

插座型号	SMCBH6MSS
插头型号	SMCIL6F
插座	 <p>SMCBH6MSS</p>



插头	 <p>SMCIL6F</p>
孔位图	 <p>插座正视 (插针向外)</p> <p>插头正视 (插孔向外)</p>

- 以太网接口定义（适用接口为以太网的设备）：

定义	SMCIL6F	说明
TX+	5	以太网 TX+
TX-	6	以太网 TX-
VP	3	电源+
VP_RTN	4	电源-
RX+	1	以太网 RX+
RX-	2	以太网 RX-

4.1.3. 小型橡胶水密连接器

部分型号产品，如SV1503、SV1504等采用小型橡胶水密连接器。该连接



器支持支持湿插拔，但是不推荐在水中拔插，且每次拔插时前须清除连接器上的水和污物，并且涂上硅脂再行连接。

插座型号	MCBH8SS	
插头型号	MCIL8F	
插座	<p>MCBH8MSS</p>	
插头	<p>MCIL8F</p>	
孔位图		
	插座正视 插针向外	插头正视 插孔向外



定义	管脚	电缆颜色	说明
RX+	5	棕白	以太网 DA+ (T568B 颜色编码)
RX-	6	棕	以太网 DA- (T568B 颜色编码)
TX+	8	橙白	以太网 DB+ (T568B 颜色编码)
TX-	7	橙	以太网 DB- (T568B 颜色编码)
VP	3	蓝白	电源+
VP_RTN	4	蓝	电源-
SYNC+	1	棕	同步+ (RS-485 电平)
SYNC-	2	棕白	同步- (RS-485 电平)

4.2. 电气规范

- 工作电压：本公司绝大部分产品为宽压设计，通常为18~40VDC或18~50VDC。具体见相应产品规格书；
- 功耗和电流需求：见相应产品规格书

4.3. 电气连接

VP和VP_RTN为系统的电源输入，请连接到符合电气规范的电源适配器上。其中VP为正，VP_RTN为负。

对于支持千兆以太网的连接器，DA~DD为千兆以太网接口，用于指令和数据的传输。千兆以太网采用1000Base-T双绞铜缆，其最大传输距离约为50m。但是，过长的传输距离可能会导致丢包率的升高从而导致图像缺失。应使用屏蔽双绞线（STP）连接声呐以减小环境对传输的干扰。当工作于百兆模式时，DC及DD可不连接。

对于仅支持百兆以太网的连接器，TX/RX为百兆以太网接口，用于指令和数据的传输。百兆以太网采用100Base-T双绞铜缆，其最大传输距离约为100m。但是，过长的传输距离可能会导致丢包率的升高从而导致图像缺失。推荐使用屏蔽双绞线（STP）连接声呐以减小环境对传输的干扰。

部分声呐支持外同步功能，其中SYNC+/-为同步信号，符合RS-485规范。当设备处于内同步状态时，该信号可作为同步输出；当设备处于外同步状态



时，该信号用于输入同步信号。声呐将在该信号的上升沿进行系统同步。

4.4. 数据接口

除特殊型号外，本公司声呐均采用以太网（或IEEE 802.3）作为数据通信媒介。支持的传输介质为100Base-T双绞铜缆或1000Base-T双绞铜缆。客户也可联系本公司定制VDSL或电力线载波（PLC）通信模式。

5. 设备的使用

5.1. 数据通信

本公司绝大部分声呐使用以太网和TCP/IP协议进行传输与控制。通常，声呐采用TCP协议传输控制指令，通过UDP协议传输图像数据。

声呐支持DHCP服务用来分配动态IP地址。在系统上电时会自动向网络中广播消息寻求DHCP服务。如果网络内存在DHCP服务器，则DHCP会分配地址给声呐系统IP地址。如果没有DHCP服务器，则会在10秒后选择默认地址。默认地址可通过本公司上位机软件设置并保存在声呐内。

上位机应该和声呐系统处于同一网段内。

若客户需要完整的通信协议，或需要关闭DHCP服务。请联系本公司。

部分声呐采用串口通信。上位机软件会自行搜索声呐使用的串口并连接。

5.2. 开机与关机

给声呐系统通电后系统即立即启动。系统的启动时间约1分钟。启动完成后，可通过以太网成功连接声呐。也可通过PING指令检查声呐的启动状态。若成功启动，PING指令会返回消息。

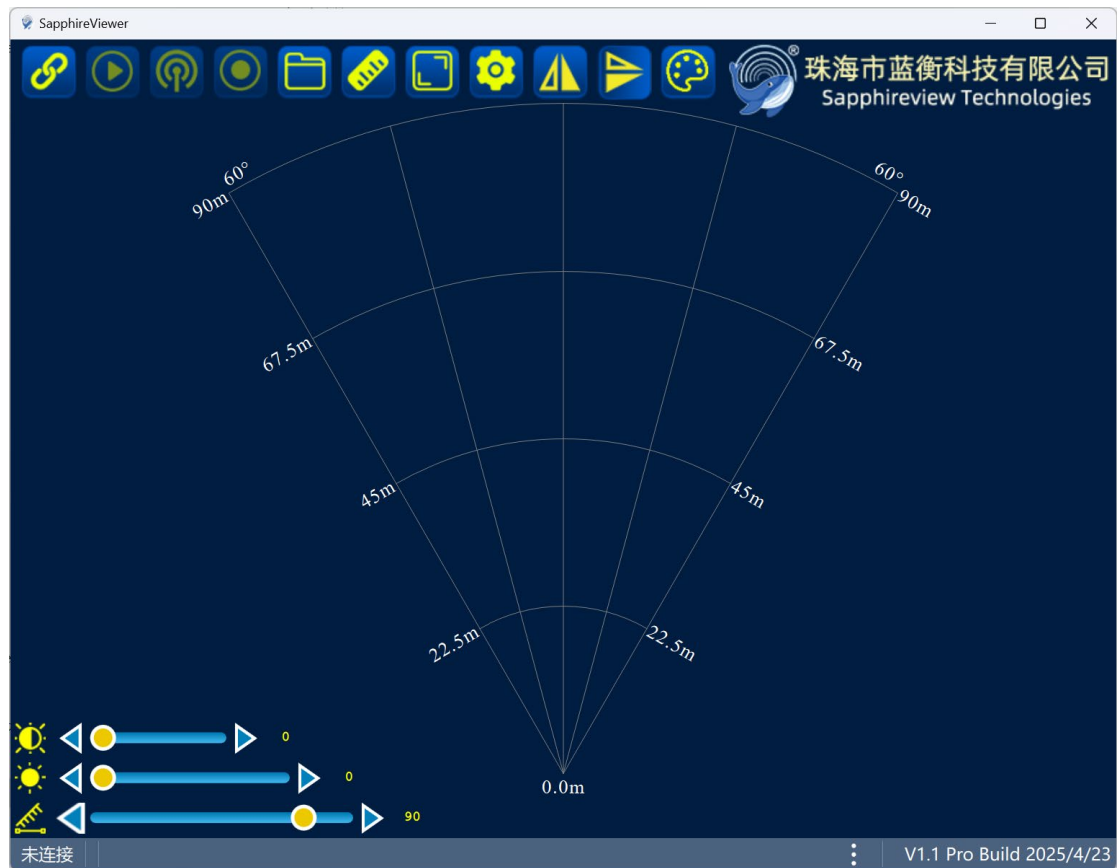
用户可在任何时刻直接断开声呐的电源实现关机。但是，推荐在停止状态下关闭电源。关闭电源后若需重新开机，需等待约10秒钟的时间以使得声呐放



掉内部电容的能量，从而建立正确的上电时序。

5.3. 显控软件

客户可通过本公司提供的显控软件进行操作。显控软件主界面简洁，操作容易，具有Windows，Linux，Android等多个平台的版本。软件界面由工具栏、主窗口、以及各种控件组成，如下图所示。



5.3.1. 工具栏

工具栏在软件上方，如下图所示：





- **连接设备**

该按钮用于连接设备。点击后将查找并连接声呐设备，连接状态时点击将断开连接；

- **启动停止：**

连接设备后，点击启动按钮将启动声呐，再次点击停止工作；

- **发射开关：**

声呐上电时默认发射是关闭的。启动声呐后必须点击该按钮启动发射。注意，请确保声呐位于水下再打开发射，否则可能会损坏声呐的换能器和发射系统。

- **保存：**

声呐运行时，点击该按钮将保存当前数据到上位机中。保存时点击该按钮将停止保存；

- **回放：**

点击该按钮将回放之前保存的声呐数据；

- **测量：**

点击该按钮，可用鼠标在屏幕上拉出直线，测量两点间的距离；

- **截屏：**

该按钮用于保存当前屏幕的截图到上位机文件中；

- **设置：**

该按钮将打开设置面板，进行声呐的高级设置；

- **水平翻转：**

该按钮用来水平翻转声呐图像以适应声呐的安装角度。若声呐需要倒置安装，声呐的图像和姿态将左右上下反向。按下该按钮将纠正图像和姿态信息的方向；

- **垂直翻转：**

该按钮用来垂直翻转声呐的图像以适应用户习惯；

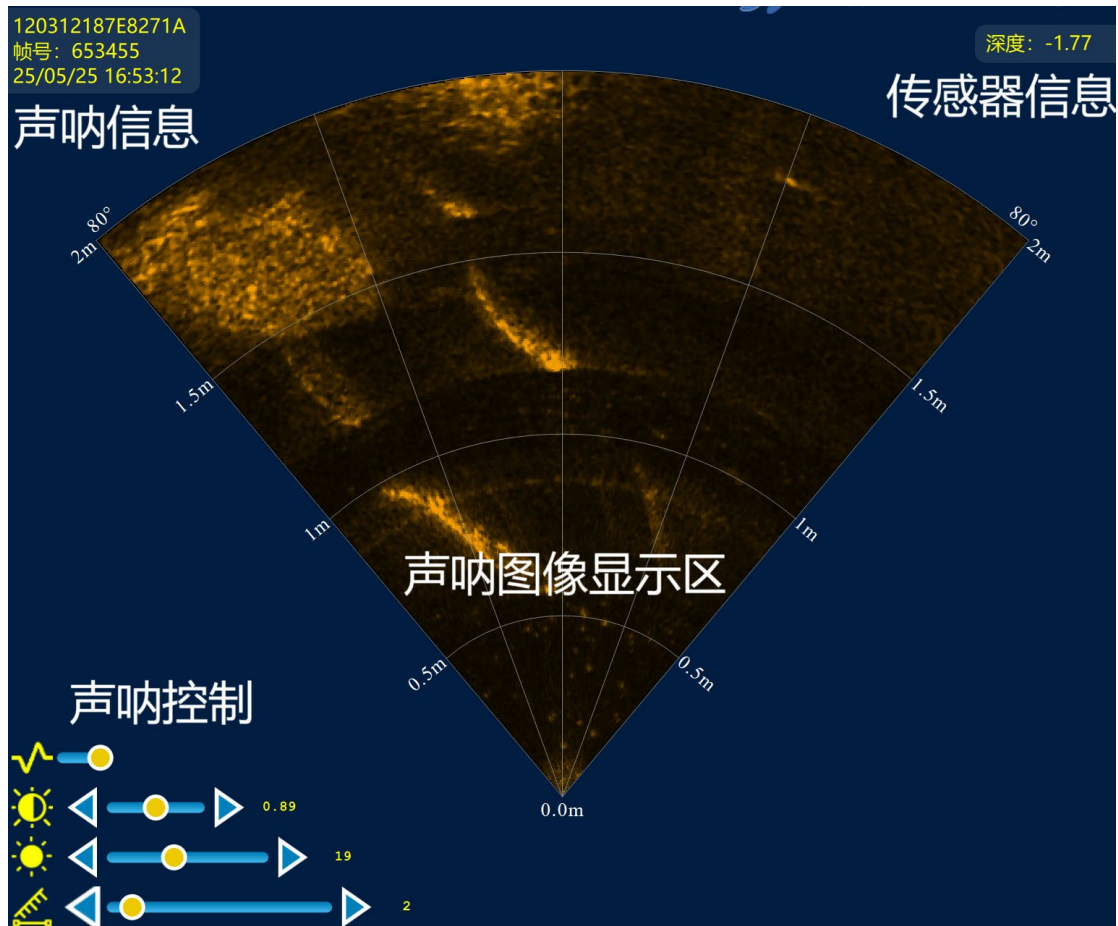
- **色板：**

点击该按钮可选择声呐显示所使用的伪彩色调色板；



5.3.2. 主界面

声呐的主界面由扇形区域的图像显示区，左上角的声呐信息显示区，左下角的声呐控制区、右上角的传感器信息区组成。



- 图像显示

声呐连接并运行后，图像显示区显示当前成像结果。扇形的角度和标尺将根据声呐的工作状态自动确定。图像区的颜色配置可由工具栏中的色板设置。

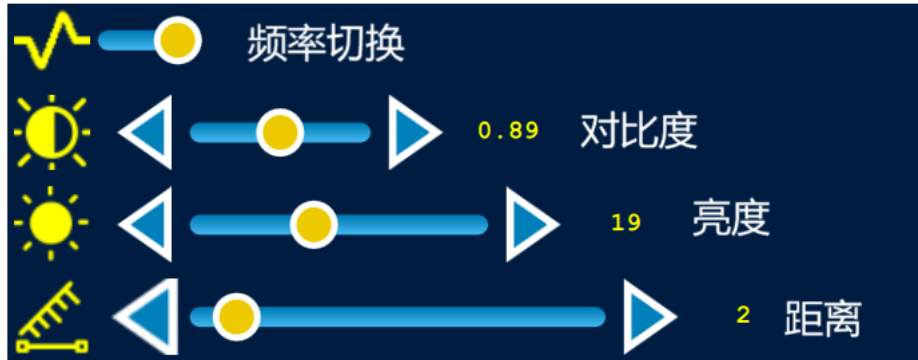
- 声呐信息显示

声呐连接后，声呐信息显示区显示声呐的基本信息和运行状态，包括声呐型号、帧号、时间等；

- 声呐控制



声呐控制区用来设置声呐的工作状态，分别为频率切换（单频声呐没有此控制）、对比度设置、亮度设置和探测距离。



● 传感器信息

对于配置了传感器的声呐，该区域显示声呐的附带传感器信息，如水深、温度、姿态等。

5.3.3. 状态栏

状态栏位于软件的最下方，从左到右分别显示声呐的连接状态、声呐的操作日志以及显控软件的版本号。点击中间偏右的三个小点，可显示最近的操作日志。



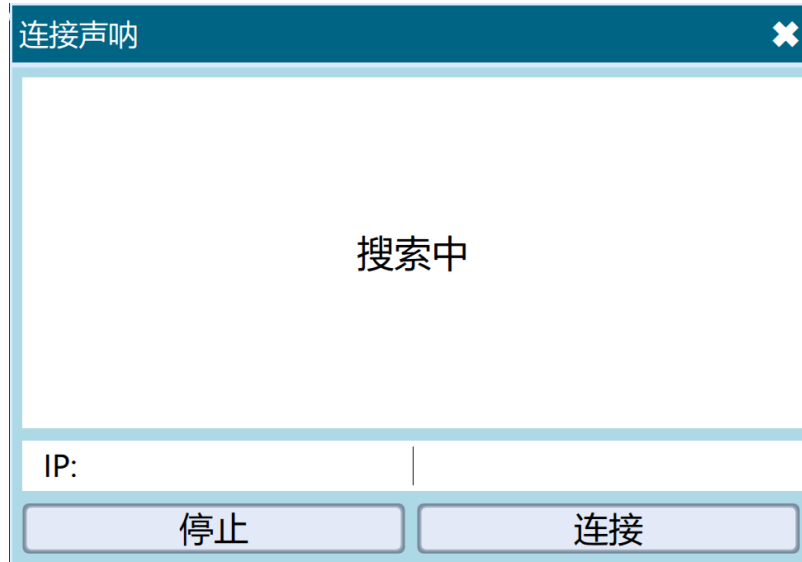
5.4. 使用步骤

声呐的操作步骤如下所示：

1. 如果设备和上位机通过网络直连，则上位机无需设置 IP、网关等。如果设备和主机通过带有 DHCP 的交换机、路由器等连接，请确保 DHCP 将声呐和上位机分配到同一个网段；
2. **确保声呐设备位于水下**，给声呐上电。上电前须确保电源能否满足声呐的供电需求；



3. 等待约 1 分钟后，点击工具栏中的“连接”按钮；
4. 此时软件会自动查找声呐设备，如下图所示：



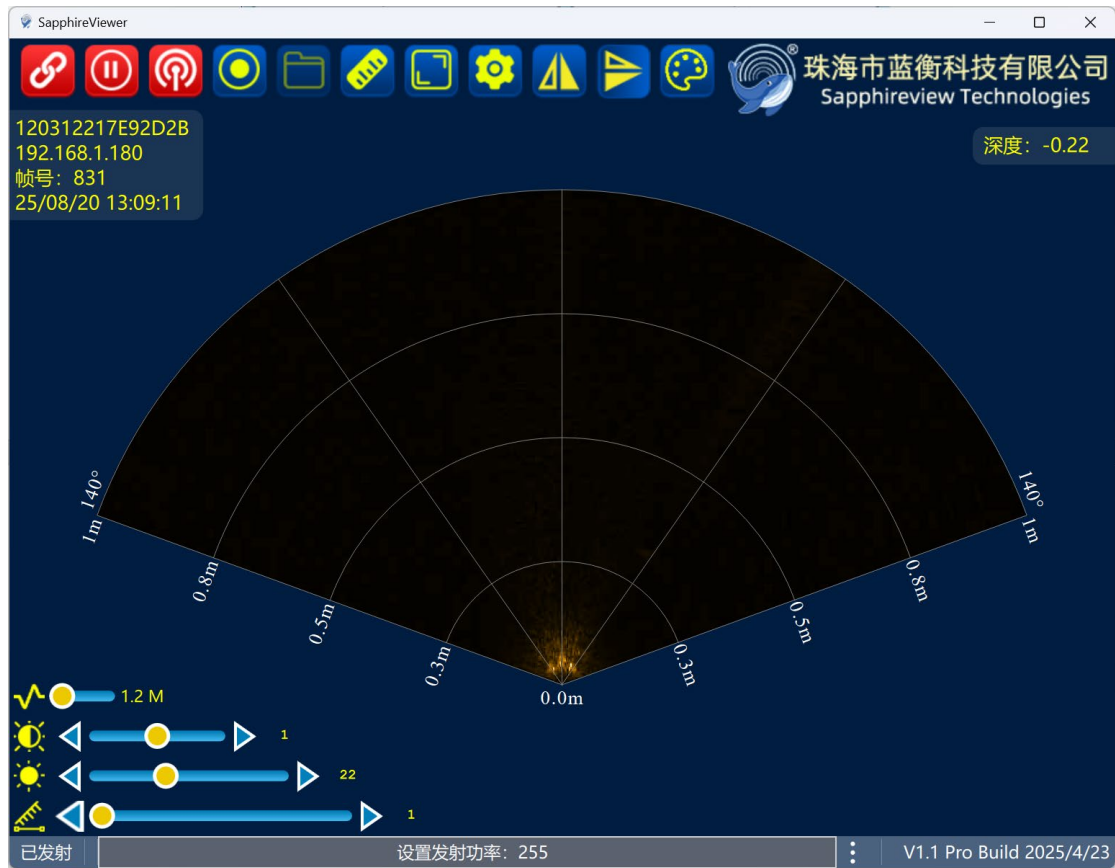
5. 搜索到设备后，点击设备名称，然后点击“连接”即可。如果网络中存在其他声呐设备，请根据序列号选择正确的设备进行连接；



6. 若无法找到设备，请等待几秒再次查找，或检查设备和主机的网络状态，防火墙设置，并可尝试PING声呐的设备名称或IP号；
7. 如声呐使用固定IP或声呐型号不支持设备查找，可在IP栏中直接输入声呐的IP地址进行连接；



8. 连接成功后，点击运行按钮，再点击发射按钮，声呐将启动工作，如下图所示：



9. 此时可根据需要，调整声呐的作用距离、亮度和对比度，使得被探测目标位于显示区域内，并具有合适的亮度和对比度。注意，对于二维前视声呐，声呐和目标的相对角度至关重要。请参阅附文：前视声呐的工作原理；
10. 声呐使用完成后，可点击“连接”按钮断开连接，或直接接关闭软件。然后断开声呐的电源。



6. 设备的维护

6.1. 关于长期在水下使用的说明

任何材料都有有限的寿命、耐水性和抗腐蚀性。通常情况下，海水会缓慢的渗入声呐的换能器密封胶、密封圈、塑料组件等，并且会导致金属组件的腐蚀生锈，对声呐造成不可逆的损坏。

因此，若无特殊说明，本公司的常规声呐产品并不能长期在水下工作。连续浸入淡水的时间不得超过 168h，连续浸入海水的时间不得超过 48h。使用完成后，必须将声呐从水中取出，用清洁的淡水彻底冲洗，并擦干。检查声呐附加的牺牲阳极材料（如有）有无严重锈蚀，检查连接器的插芯是否干净无污渍。然后在连接器处涂抹少量硅脂（附在包装箱中），存放在包装箱内。

如果用户需要能够长期在水下工作的产品，必须在订购时说明，**添加-LT 选项**并支付少量定制费用。我们会使用特殊材料和工艺，如钛合金、陶瓷、特殊涂层以及复合疏水材料等。带有-LT 选项的产品可以连续数月浸没在淡水或海水中工作而不会损坏。

除此以外，部分标明免维护的型号，如 SV1005、SV1216 等，由于使用了特殊的设计和工艺，本身就支持持续数周的水下长期使用。这些型号的产品无需特殊订购说明。

即便如此，在长期水下工作时需要注意以下几点：

- 1，定期检查设备表面有无水生生物附着，如牡蛎、藤壶等。声呐传感器附着水生生物后会造成探测效果严重变差，甚至损坏设备；若有请小心除去。若除去时表面涂层有损坏，则必须返厂维修；

- 2，定期检查设备表面涂层有无龟裂，有无溶胀或变色现象。若存在，必须返厂维修；



6.2. 日常保养

声呐设备是一个密封的整体，皮实耐用，平时无需特殊的保养过程。以下几点请注意：

- 1，避免日晒和紫外线。因为将声呐放置于阳光下或紫外线下将大大加快声呐密封胶和塑料件的老化速度，因此请务必避光保存或妥善存放在包装箱内；
- 2，千万不要用有机溶剂，如酒精、丙酮、苯系物等擦拭声呐表面。因为声呐的表面抗有机溶剂能力很差。如需清洁表面，可使用洗洁精或肥皂水；
- 3，切勿拆解设备。声呐设备的拆解和安装需要遵循一定的顺序，否则极易破坏密封性、损坏内部连接线；若设备有损坏，请交给生产商处理。

6.3. 现场服务和质保

声呐在使用过程中如遇到问题，请联系本公司的售后及现场支持工程师进行线上支持。如果设备损坏或线上无法解决的问题，可通过邮寄的方法将设备送回我公司进行维修服务。本公司设备体积小、功能单一、拆装方便，因此**本公司通常不提供现场技术支持**。如果因特殊情况需要现场支持，请与本公司联系。

通常情况下，本公司的产品提供一年有限保修服务。质保期内设备损坏请寄回公司进行免费维修或更换新设备。但是，**若有如下情况发生，本公司仅提供收费维修服务：**

- 1，因机械碰撞造成的外形破损或严重刮蹭。此时的维修费用视情况而定，从重新喷涂到更换设备均有可能；
- 2，因接线错误或电压过高造成的损坏，如将电源接入网络接口，或使用了超过规格书上要求的最大工作电压.此情况公司将视电路损坏情况收取人工和材料费，通常为 1000~2000 元左右；
- 3，因暴力拔插造成的连接器损坏，或因没有清理连接器上残留的水渍、涂抹硅脂，造成连接器插针烧毁。此情况公司将收取连接器的人工和材料费，通常为 1000~2000 元左右；



4, 没有选择 LT 选项, 但是将设备长期放置于海水中, 造成严重腐蚀。此时的维修费用视情况而定, 从重新喷涂到更换设备均有可能;

5, 将设备放置于超过规定最大深度的水压下, 造成设备变形。此时的维修费用视情况而定, 从重新喷涂到更换设备均有可能;

以下服务在质保期内为免费提供:

- 1, 带有 LT 选项的设备, 使用过程中有涂层脱落的, 需要重新喷涂;
- 2, 牺牲阳极腐蚀严重需要更换。此时请与公司联系, 我们会免费寄送新的镁块;

7. 其他信息

若想获得更多关于设备的选型、使用、维护、原理等信息, 请参阅我们的网站:

<http://www.sapphireview.cn>

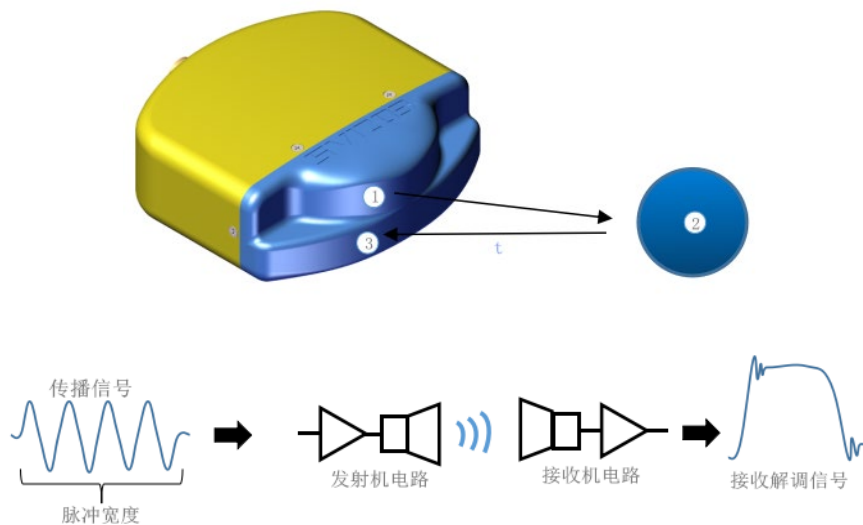


附：前视声呐的工作原理

1. 主动声呐的工作方式

前视声呐在成像操作时均工作在主动方式，可用来探测水下目标，并测定其距离、方位等要素。下面以SV1203系列二维前视声呐为例介绍主动声呐的工作原理和基本操作。

主动声呐主要由换能器基阵、发射机、接收机、显示器、控制器等几部分组成，通过发射机①向水中发射某种形式的声信号，利用接收机③接收信号在水下传播途中的目标②反射的回波进行探测。具体的说可以通过回波信号与发射信号间的时延推算目标的距离；由回波波前法线方向可推知目标的方向；此外，由回波的幅度、相位及变化规律可识别出目标的外形、大小、性质和运动状态。



通过已知水中声速值 c ，接收回声时间为 t ，就可以计算出声音传播距离 d ：

$$d = c * t$$

由于声音必须从声呐传输到目标对象，然后再返回，所以声呐和目标之间的范围 r 是传输总距离的一半：

$$r = \frac{1}{2} * c * t$$

通常，水中的声速约为1500m/s，但这可能会根据水温、水盐度和声呐操作深度而变化。因此为得到最佳成像结果，以及准确的测量距离，声呐需要知

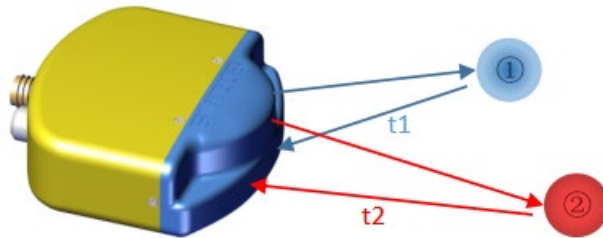


道当前的精确声速。获取声速有如下两种方法：

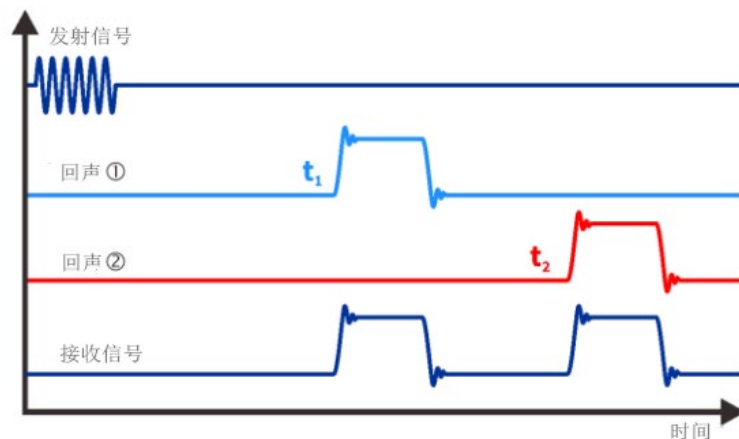
1. 通过本公司或第三方的独立的声速测量仪器，如SVP、CTD等测量当前声速，然后在显控软件中下发给声呐；
2. 本公司大部分前视声呐产品都配有深度和水温度的传感器，客户在软件中设置所处环境的盐度，声呐会自动计算出当前声速。

如果没有条件知道准确声速，可能会对测试距离的精度产生影响。对成像结果的影响不大。

在真实的使用环境中，声呐探视前方不止是一个目标，每个目标都会反射发射的声波，声呐接收部分将会在工作时间内记录所有的回波（工作时间为最大作用距离两倍所对应的时间）。



接收到的回波会被组合成一个接收信号，其中它们的时间位置与目标位置距离直接相关，而每个回波的强度取决于目标的反射程度。

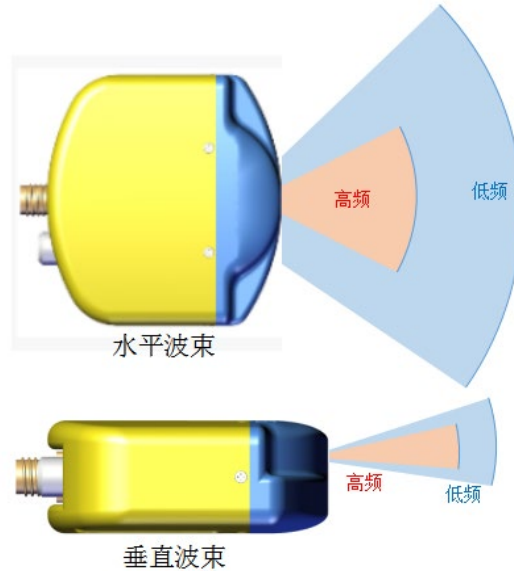


2. 声呐的探测覆盖范围

当考虑声呐如何工作时，不妨把声呐想象成在黑暗的房间中使用的手电筒，手电筒的光束是有范围的，只有被手电筒照亮的部分可以被使用者看到，如果手电筒的光束狭窄，则使用者视野缩小。



同样地，声呐声波束也有一个固定的宽度和高度区域，被称为水平波束宽度和垂直波束宽度（或成为波束开角），如图所示。



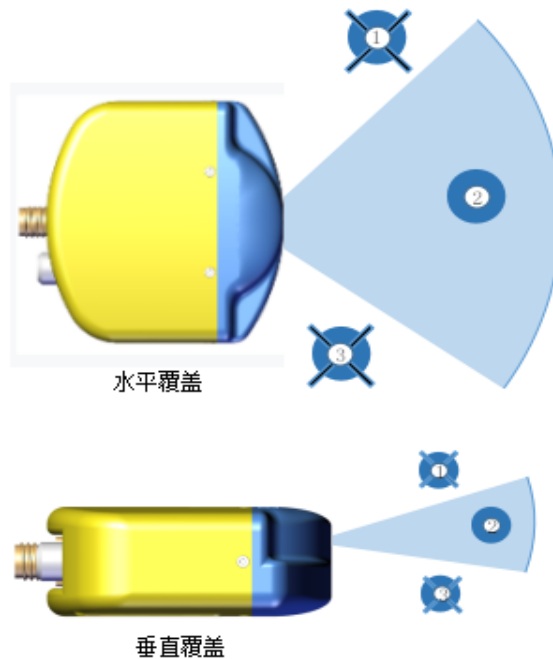
从使用的角度看，我们往往希望声呐具有最广阔的覆盖范围，这样就可以在一幅图中探测尽量大的面积。但是事实上，二维前视声呐从原理上就会存在垂直方向目标重叠的问题（这个将在3中进行描述），如果垂直方向开角太大，声音会打到水面或水底，从而干扰水体中目标。因此，本公司的二维前视声呐都设计为较大的水平波束开角（SV1203通常为140度）和适中的垂直波束开角（SV1203通常为20度）。

对于具有多个工作频率的声呐（如SV1203），通常频率越高，开角越小。而开角越小，往往分辨率越高。

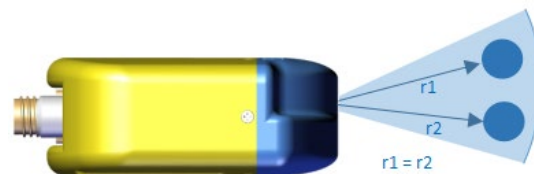
3. 声呐目标可见性和垂直向重叠问题

位于声呐覆盖范围内的物体（或目标）将被声学“照亮”，接收部分可以通过接收回声来判断目标，而在此之外的物体（或目标）可能不会出现在声呐显示屏上，如下图所示。

尽管图上显示了声呐波束的边界，但在垂直方向，这实际上代表了声波的“半功率”范围。如果在该区域之外有很强的目标仍然有可能在显示器上看到，只是随着它们远离波束范围，它们的回波强度会迅速下降。水平方向上，超出设备波束范围内的目标将不会被显示。



二维前视声呐从原理上就无法分辨在同一水平角度下同一距离上的两个垂直角度的不同目标（三维前视声呐没有这个问题），因此如果声呐前方有两个只在垂直角度上不同的目标，如下图所示，声呐图像会显示一个结果，这个结果的强度是由这两个目标共同组成的。



这一点导致了垂直方向同角度、同距离所有目标的重叠。举例说明：假如水体中有一个潜水员，潜水员下方水底有个较强的目标（如山石等），潜水员的反射会和水底目标重叠，声呐无法将其分开。

因此，除非特定的应用，在使用二维前视声呐的时候声呐都应该水平放置，或向上或向下微微俯仰。这样就可以探测到尽量大的水底和水体范围。

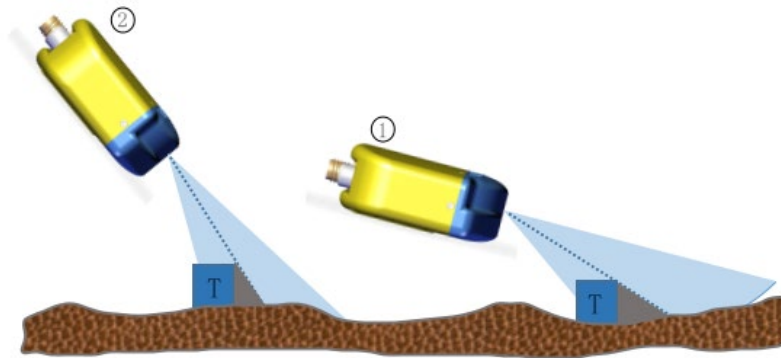


4. 前视声呐的应用场景

1) 声影

正如前面章节所讨论的，声呐可以被认为是一个手电筒，有水平宽垂直窄的照明波束，按照这个类比，操作员显示的声呐图像可以被视为是照明区域范围内的视图。

声呐与手电筒另一个类似之处在于影子，因为声呐的“照射”能够产生声学阴影，如下图所示，这对操作员确定声呐前方目标的高度、形状和方向有很大的帮助。



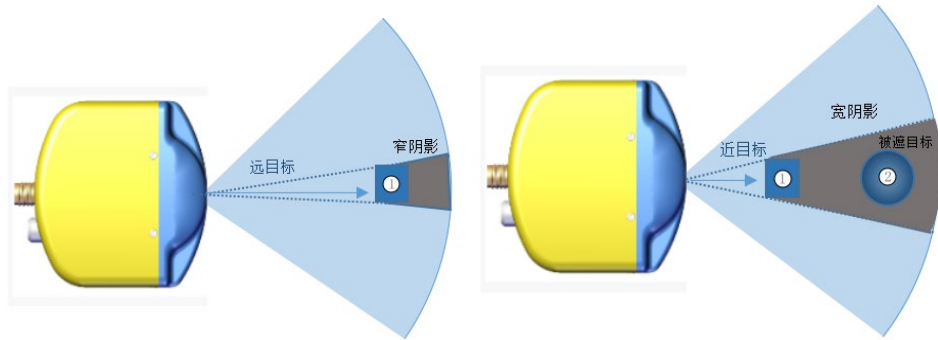
(1) 角度对声影的影响

- 如果声呐靠近水底，并且有一个较小的向下倾斜角，如上图①，目标投射的声学阴影将会很长，类似于傍晚太阳很低时的参照物影子。
- 当声呐位于水底上方，并且有一个很大的向下倾斜角，如上图②，那么声学阴影就会很短，就像中午太阳在天空时参照物的影子。在这种情况下，较难判断目标的高度和形状。

通过一些练习，操作员可以利用阴影估计目标的高度和形状。

(2) 距离对声影的影响

声呐与目标的距离不同，也会对图像产生显著的影响。由于声波是逐渐扩展的，远处的目标投射的阴影会比较窄，但随着目标向声呐靠近，阴影宽度将会增加，如下图所示，在这些情况下，操作员应该注意到，这些阴影可能会遮盖其他目标，因为这些目标被藏在了阴影里。

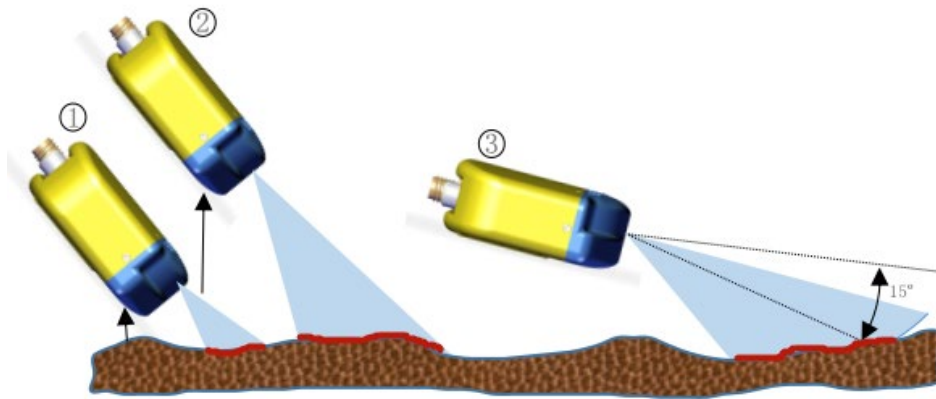


当产生很大的阴影导致大范围被遮盖时，可以提高声呐距海底的距离以及减小向下倾斜角来减小目标产生的阴影。

2) 查看水底目标

如果声呐靠近海床并向下倾斜角度比较大，如下图①，则声呐波束在垂直向上只能覆盖很窄的一部分，如果提高声呐到水底的距离，如下图②，则可覆盖较大的区域。对于需要进行水底搜索的情况，最佳的使用方法是平衡声呐距水底高度以及声呐向下倾斜角，从而使最大范围的海底被覆盖到，如下图③。

一般来说，如果声呐有 15° 的向下倾斜角和在作用距离10%的离水底高度，它可以实现最佳的水底覆盖范围。在作用距离为20米时，声呐应放置在距水底2米以上，而在80米作用距离时，则高度应增加到8米左右。

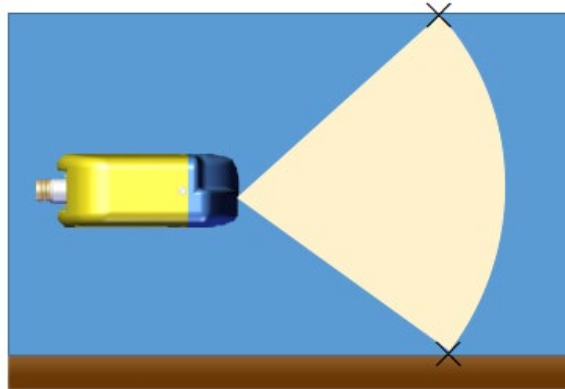


3) 查看水体目标

若想查看水体中的目标，一般声呐应水平安装，这样可以尽量避免水面和水底的干扰。但是，由于声呐具有一定的垂直波束开角，当距离足够远时，水



面和水底还是会形成干扰，如下图所示。



该距离由垂直开角以及声呐距离水面和水底的高度算出：

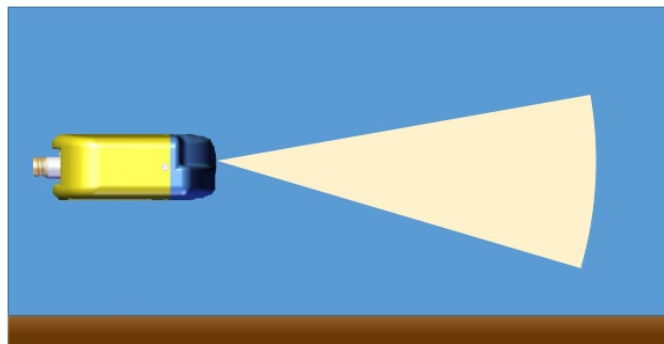
$$R = \frac{h}{\tan(\theta_V/2)}$$

其中， h 为声呐距离水面或水底的高度， θ_V 为声呐的垂直开角。对于本公司绝大部分前视声呐， $\theta_V = 20^\circ$ ，但是，该角度只是垂直方向的半功率角，在此角度外，如果水面或水底具有较强的反射目标，仍然可能看到。

因此，为达到较好的水体目标探测效果，通常要求声呐尽量在水体中间水平安装，或和待探测目标处于同一高度水平安装。也可通过反射强度区分水体目标和水面或水底干扰。另外需要注意的是，由于水体中没有漫反射背景，水体目标是没有阴影的。

4) 避碰

若想前视声呐做避碰使用，更要求减小水面和水底的干扰，一般声呐应水平放置以及尽量在水位中间，垂直开角尽量小，如下图所示。



对于通常的避碰应用，理想的声呐垂直开角在5~8度左右。若用户需要将



本公司的声呐用作避碰使用，我们可以为用户提供减小声呐垂直开角的定制服务。

5. 声呐操作总结

- 声呐图像显示是从目标前缘接收到的回声；
- 只能看到由声呐波束照亮范围内的目标；
- 对于二维前视声呐，由于没有垂直信息，声呐波束中垂直对齐或重叠的目标将重叠显示，需要注意区分；
- 固体或气体的目标在显示器上显得最亮，而泥和淤泥会显得非常暗淡；
- 目标会投射出声学阴影，这可能会掩盖它们后面的全部或部分目标，特别是当声呐接近它们时。
- 改变声呐距海床的高度，以及改变目标的照射角度，以及它们投射的阴影的长度，这有助于分析声呐图像的特征。
- 使用增益控制可在高杂乱（岩石/巨石）环境中增强模糊目标或减少背景噪声反射。
- 如果可能，根据要求的范围和分辨率级别，使用不同的频率模式：
 - ① 低频模式视角大，作用距离远，分辨率低。
 - ② 高频模式视角小，作用距离近，分辨率高。
- 在测量海床时，水平安装声呐，略微向前倾斜（ 10° - 15° ）。
- 在获得使用声呐的经验的同时，最佳海底覆盖的良好经验法则是保持声呐距海底高度在作用距离的10%左右。