

回声探测仪换能器

安装位置指导

本文提供一种关于回声探测仪换能器安装位置的系统描述，其中的内容仅仅只能当作是总体指导原则以及建议而已。船厂必须自行设计与制造安装适用的结构硬件，以适应具体的船型和换能器型号。

换能器安装定位

关于换能器安装定位，我们无法给出唯一的答案，答案与船舶结构非常相关。尽管如此，我们还是可以给出一些重要的指导原则。

往深处安装

在海水的上层，包含无数的小气泡，小气泡是由波浪破碎而成。巨浪海况下，可能在海水上层有 5 到 10 米都是气泡，气泡浓度最高的地方是海面。气泡会吸收与反射声能，而且在严重情况下，会完全阻隔声波传输。因此，换能器必须尽量安装在船壳深处，而且要考虑到船舶空载，以及巨浪海况下的摇摆情况。

警告

换能器永远不能离开水面。

如果换能器离开水面，不仅声波传输被阻隔，而且换能器也会因为拍击水面而导致损坏。另外一个需要往深处安装的原因是大功率换能器前方的空化现象。空化是在声压周期的某部分时段，由于局部压力成为负压而形成的小气泡。而空化的阈值随流体静态压力同相增大，也就是水越深，空化现象减轻。

船舶浮沉

沉浮是指船舶随着波浪上下浮动，它破坏了回波记录的轨迹，使得平坦的海底显示成为波浪形。而选择船舶中部作为换能器的安装位置，可以减小船舶沉浮的影响。

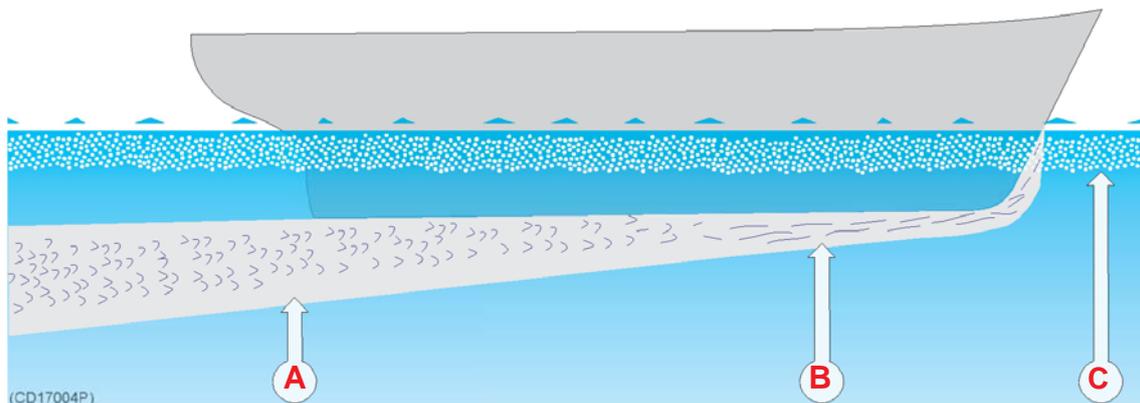
船壳突起物体造成的噪声

从船壳突出的物体，如牺牲阳极、声呐传感器甚至船舶的龙骨，产生湍流和流动噪声。另外，孔和管道插座是噪声源。他们可以作为理由在一定频率下放大流动噪声的谐振腔。不要把回声测深仪换能器在突起物体附近，尤其是紧跟在它们后面。

由于同样的原因，在换能器表面周围的船体面积要求尽可能的光滑和水平，这一点是非常重要的。即使是密封化合物的痕迹，锋利的边缘，突出的螺栓或螺栓孔没有填充化合物也会产生噪音。

分界流层

当船舶在海中行进时，船壳与海水的摩擦形成了分界流层。分界流层的厚度取决于船舶速度以及船壳的粗糙程度。突出船壳的物体以及船壳的凹陷破坏了水流，增加了分界流层的厚度。分界流层的水流也许是层流的，也许是湍流的。层流的水流是有序的平行的水流，湍流是无序的充满涡流的水流。当水流从层流变成湍流时，分界流层会变厚。下图说明了当船舶在水中行进时产生的分界流层。



分界流层:

(A) = 湍流

(B) = 层流

(C) = 水中气泡

而且，船壳下方的气泡被挤压而混入了分界流层。船艏下方的分界流层是薄的，越靠近船艉分界流层越厚。如果船壳两侧很陡峭，一些分界流层里的气泡会从船壳两侧逃离到水面。根据我们的经验，如果是宽大平坦的船底，船壳两侧的上升角度小于 13 度，容易造成换能器的空气问题。无论如何，换能器安装位置选择船壳前部，是很好的方法，能够减小分界流层的干扰影响。

螺旋桨噪声

螺旋桨噪声是多数探鱼船、科研船、商船、游艇的主要噪声源。此噪声通过海水传播，因此换能器必须安装在远离螺旋桨的地方，也就是船壳的前部。最好安装在远离螺旋桨视线的地方。船舶长度较短的小船，建议将换能器安装在螺旋桨叶片向上运动的龙骨那一侧，因为在叶片向下运动的一侧，螺旋桨造成的空化现象很厉害。当水流运动与叶片运动方向相同时，空化现象容易产生，那就是指叶片向下的一侧。

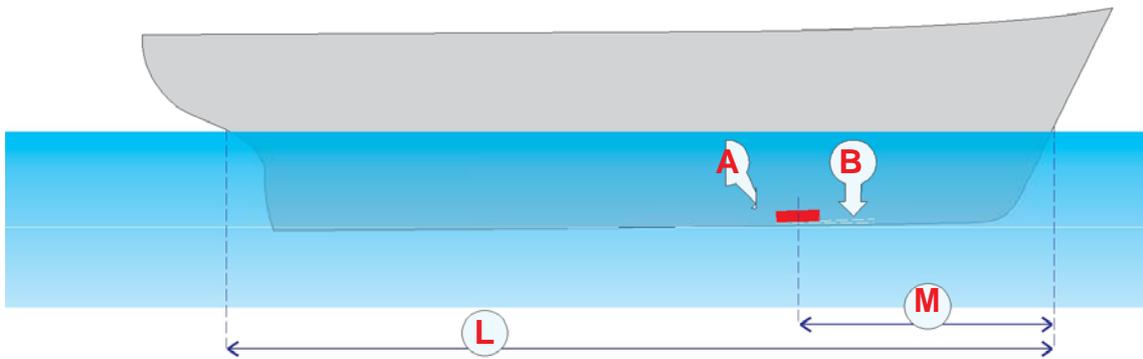
船艏推进器螺旋桨噪声非常大，当它工作时，其螺旋桨噪声与空化现象使得回声探测器无效，无论换能器安装在哪里。当船艏推进器停止工作时，它造成的水流隧道产生了湍流，而且如果船舶在俯仰，在靠上层的位置，水流隧道会被气泡或饱含气泡的水流填充，在靠下层的位置，水流隧道会被释放。所以，一个回声探测器的换能器必须远离船艏推进器。

换能器表面倾斜

理想化来说，在正常情况下，换能器表面应该平行于海平面，这样能够提供最准确的回波信息。但是，要想测量准确，一个很重要的前提是保证换能器下的水流是层流。为了得到层流，换能器表面应该稍微向来水方向倾斜，这就能够让水流直接接触换能器表面，并且保证层流。要细心地选择倾斜角度，当换能器束射角小的时候，倾斜角度也要小。大概来说，让安装束射角小于7度的换能器时，倾斜角度采用最小值。总之，束射角越小，倾斜角度也越小。注意倾斜角度千万不能为负数，否则造成湍流，影响了换能器性能。

综述与通用原则

上述的指南中，有些描述是相冲突的，每个具体安装事件都应该独立对待，以找到最佳折衷方案。总体来说，螺旋桨噪声是最主要的因素，建议换能器安装位置是在船壳的前部，离船艏距离最多不能超过吃水区船壳长度的三分之一。



换能器安装位置的通用原则:

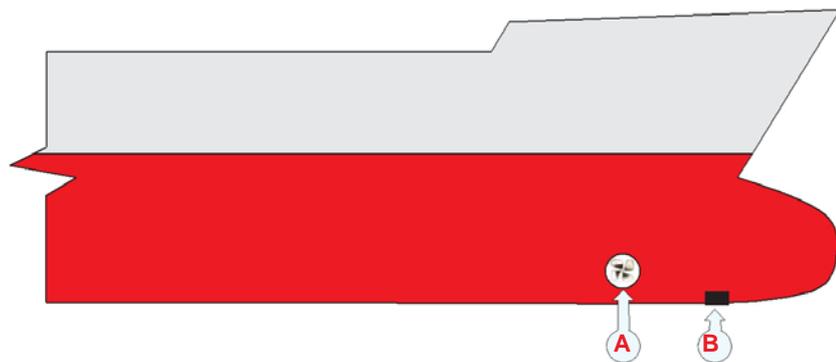
(A) = 换能器

(B) = 倾斜角度

(L) = 吃水线处的船壳长度

(M) = 最大允许长度是吃水线处的船壳长度的 $1/3$ (L)

如果船舶拥有球鼻艏，倒是一个好的安装位置，但是必须考虑含气泡水流的流动形态。通常情况下靠近球鼻艏的位置是优选位置。



拥有球鼻艏船舶的换能器建议安装位置:

(A) = 推进器

(B) = 换能器位置