

舷侧阵声纳的基阵结构和性能评估

宫继祥

早在50年代美国就已经开始研究潜装的舷侧阵声纳，曾在“飞鱼”号潜艇两侧安装了长达61米的舷侧阵。当时使用的基阵传感器元件是压电陶瓷。由于潜艇本身的自噪声太大，又没有研制出新的声学材料，使得这种舷侧阵声纳仅做了试装就销声匿迹了。时过30多年，到80年代中期，舷侧阵声纳的研究又重新受到重视，而且一举获得了成功。其主要原因是这种声纳的工作环境发生了很大变化。潜艇自噪声变得很低，一些新的有源或无源声学材料不断问世并获得了应用，使舷侧阵声纳得以长足发展。现在已研究出了适合安装各类潜艇的舷侧阵声纳。同时，在基阵结构、电子设备和安装技术等方面也采用了当前最先进的技术、方法和材料。舷侧阵声纳的出现，是水声技术史上的一次飞跃，也是对安静型潜艇的新的挑战。

关于潜艇舷侧阵声纳的一般论述，读者可参阅《现代舰船》1994年第4期刊载的“国外潜艇平面Flank阵的发展状况”一文。本文就舷侧阵的结构及性能评估作了进一步的介绍。

一、舷侧阵声纳的基阵结构

舷侧阵声纳的基阵一般长数十米。这样大的孔径要保持声纳的优良声学性能是不容易的。因此，就基阵本身而言，必须有合理的结构。通常，基阵的结构分四部分，即内层去耦器、水听器、外层声耦器和支撑结构。

内层去耦器它的含义大体上可理解为能够大部分地消除潜艇壳体振动产生的噪声和对少量流体噪声的吸收以及对声信号的反射的装置。事实上这是做不到的，内层去耦器的主要作用是指对潜艇振动噪声的屏蔽，最大程度地抑制机械噪声。

内层去耦器可以是一层水、一层释压材料、一层障板，也可以是一套减振设备，或者是其几种的综合利用。

通过研究分析，在基阵与艇壳之间放置一层去耦材料是最佳选择，对材料层的要求是能反射外来目标信号，透射系统尽可能地小，最大限度地吸收和反射壳体振动噪声。因此，必须对材料进行严格挑选并反复试验。另外，对材料厚度也有一定的要求，必须满足水听器的位置距离去耦层有效压力释放中心为 $1/4$ 波长，这样就可以使水听器的信号灵敏度提高6分贝。

除此之外，还可以适当加大去耦层的面积，或加一层阻尼材料，这样可以提高声去耦效果。

反声障板也是一种内层去耦器，它对基阵设计至关重要。目前应用的障板有：低压反声障板、空气橡胶板、顺性扁管障板和新型空管顺性障板等。

低压反声障板是由一层有空气穴的橡胶包敷一层金属厚板而成，这种障板适用于浅水。

空气橡胶障板的垫衬是塑料，内置橡胶(带气穴)，这种障板很轻，适用于中频、100米以内的浅水。

顺性扁管障板是将钢制扁管用聚氨酯或橡胶密封，依频率不同而扁管尺寸有异。

新型空管顺性障板是一种盒式结构，由内部板型元件和抗拉块组成，用尼龙包裹好。将多个板型元件两两捆在一起，按潜艇的平面或曲面排列。此种障板结构复杂，工艺要求高，但适用于深水。

外层去耦器外层去耦器主要有两个功能，一是减少湍流边界层的压力起伏对基阵的影响，二是保护水听器。通常的做法是在水听器上面加一层罩，这种罩可以是金属结构，也可以是玻璃增强塑料(GRP)或其它材料。

对外层去耦器的要求是其插入损失尽可能小，即透声性能好。理想的透声

材料，其插入损失应当为零。但是，透过100% 声能的材料是没有的。一般说来橡胶、塑料、玻璃钢比金属透声性能好。B·加尼尔等人通过湖试证明，GRP对声信号的透射能力和抗流噪声效果较好。

水听器舷侧阵的水听器（包括陶瓷和PVD两种材料的水听器）可以直接模制在聚氨酯内，且试验证明100毫米和85毫米厚的聚氨酯要比50毫米和25毫米厚的聚氨酯抑制流体噪声效果好。

除上述三种主要部件之外，还有基阵的支撑结构。许多基阵采用支撑板或支撑架，一方面将基阵牢固地固定在艇壳上，另一方面也起声学部件作用，减少壳体振动对基阵的影响。

二、舷侧阵的安装

关于舷侧阵至今没有做过严格的定义，舷侧阵一词来自英文的Flankarray。就在潜艇上的位置而言，系指安装于潜艇两侧的被动接收阵。当前，位于潜艇两侧的基阵有两种，一种是连续数十米长的条带阵，另一种是两舷侧各三块的三点阵，前者包括水听器呈直线排列的线阵（条带很窄）或大面积平面阵（宽约两米的条带）。不管哪一种阵，它们的孔径都很大，故有大孔径之称。广义上说，舷侧阵包括了侧向和测距的条带式和三块式两种被

空气/橡胶障板（内去耦层）

动接收阵。由于条带式阵是近年来新研制的类型，因此，舷侧阵一般多指条带式被动接收阵。

三、舷侧阵声纳的改进

任何一部声纳随着技术的进步和使用实践都需要进行改进，舷侧阵声纳也不例外。第一部舷侧阵声纳如美国的AN / BQG—5，虽然在80年代中期作为一种先进的研制模型试装在“阿戈斯塔”（SSN710）潜艇上，并成功地作了海试，到90年代中期仍进行了一次改装。

鉴于经费的限制，由美国海军牵头组建了由8个成员单位参加的改型计划组（IPT），并与海军海上系统司令部签订了合同，定名为AN / BQG—5A。其中参与改型的主要厂商有雷声公司——主要利用它1985年研制的先进模型及其扩展系统；格鲁曼公司（后来的西屋海洋公司）——该公司具有成熟的基阵经验及先进的加芯障板技术；另外还选择了利顿工业公司的轻的平面阵传感器与遥测技术。

在满足或低于合同价款条件下，确定了所需经费、交货日期。另外还提出了搜索、跟踪以及定位性能方面的改进。同时，对基阵的防腐控制也提出了新的要求。

改进计划主要是舱内子系统与基阵子系统两部分。舱内子系统重点是标准化、通用性。如在AN / BSY 1潜艇作战系统过渡到AN / BSY—2作战系统中，AN / BQG 5声纳系统的“声学快速商用插件”计划中采用的商用插件（COTS）技术既能保证系统原来的性能，同时，也大大降低了成本，从而提高了系统的快速反应能力。

而它的基阵子系统采用了轻的平面阵（可能是光纤基阵）先进技术，增加了先进的探雷技术，采用了新的复合材料从而改进了基阵的密封结构。另外，还采用了新型的加芯障板，提高了基阵的声学效果。

在安装技术上也作了改进，在不改动整个艇体部件位置的基础上尽可能保留原艇壳的阀门。在工厂尽可能地预先进行声纳安装，这样可使安装复杂性降低一个数量级。

通过对AN / BQG-5的改造，在通用性、COTS技术以及遵循公共标准等方面已证明AN / BQG-5A系统是可能的，预计在1999年初交货，届时，AN / BQG-5A舷侧阵声纳在声学性能上有较大的改进，处理数据的速度有很大提高，使潜艇具有快速反应能力，同时也适合安装各种类型的潜艇。

四、舷侧阵声纳自噪声性能的评价

水下噪声级是衡量潜艇声学性能的一个主要物理量。为使舷侧阵声纳能在“安静”的背景下工作，设计者应努力在噪声源头消除或降低噪声，而剩余的噪声降低则属于舷侧阵设计者采取各种措施以求解决的问题。

舷侧阵声纳工作时，螺旋桨噪声已处于次要位置，而机械噪声和流噪声则表现为主要噪声。设计者必须采取多种措施降噪，才能使声纳正常发挥作用。如何测量与评估各种降噪措施，降噪到何种程度才是最合适的，这是一项复杂的任务。如今，英国人开了评估潜艇舷侧阵自噪声性能分析的先河，为潜艇平台和舷侧阵的设计在自噪声方面提供了一种有力的评价工具——称为SNAT。它能确定噪声和振动源对舷侧阵振动能量的传播及其对基阵波束形成响应的影响。

因此，在平台设计和基阵设计之初，若能利用该工具对整个系统进行综合考虑将是一本万利之事。

[选择本期文章题目](#)



MSEO

