

国外鱼雷防御问题评述(二)

水面舰艇鱼雷防御系统中鱼雷报警纵览

陈敬军^{1,2}

(1. 上海船舶电子设备研究所, 上海 201108; 2. 海军装备部驻上海地区军事代表局, 上海, 200083)

摘要: 鱼雷防御是从对来袭鱼雷的识别报警开始的, 所有鱼雷防御系统的基础是其对鱼雷的检测、分类和定位能力。为了有效地对抗鱼雷攻击, 各国海军正在努力提升其声纳的鱼雷目标检测、定位和识别性能。文章对国外鱼雷报警系统的现状和发展趋势进行了分析和评述。鱼雷报警功能可以利用专门的鱼雷报警声纳来实现, 也可以集成在一个被动拖线阵里。但通常由一个主被动联合拖曳阵声纳和舰壳声纳构成一个完整的系统, 共同完成鱼雷辐射噪声的被动检测、分类和主动回波信号的分析, 每个声纳都为鱼雷这个高速小目标的检测定位进行了优化。这样的系统由于可以采用基元数众多长线阵、更好地利用声场条件等, 可以实现对鱼雷目标的远距离识别、定位和全方位覆盖。系统部分组成通常也是反潜战能力的组成部分, 而将鱼雷检测和水声对抗结合正成为一种新的发展趋势, 一些拖曳阵可以作为软杀伤对抗措施欺骗其检测到的鱼雷目标。

关键词: 声纳; 水面舰艇; 鱼雷报警; 鱼雷防御。

中图分类号: TN911.7

文献标识码: A

文章编号: 1000-3630(2013)-03-0257-06

DOI 编码: 10.3969/j.issn1000-3630.2013.03.017

Torpedo warning survey in surface ship torpedo defence systems

CHEN Jing-jun^{1,2}

(1. Shanghai Marine Electronic Equipment Research Institute, Shanghai 201108, China;

2. Shanghai Military Representative Bureau of Navy Equipment Department, Shanghai 200083, China)

Abstract: Torpedo defence begins with the recognition and warning of incoming attack torpedo. The foundation of all torpedo defence systems is the detection, classification and localization (DCL) capability. Great efforts are being made to improve sonar performance of torpedo DCL to protect their ships from the growing underwater threats for navies worldwide. The status quo and development trend of torpedo warning system are discussed and surveyed in this paper. Torpedo alert function can be provided by dedicated intercept sonar or integrated into a passive sonar array. This usually consists of towed arrays and hull-mounted sonar to detect the propulsion and/or homing signals from the threatening torpedo, and high-tech signal processing and analysis systems to confirm the nature of the threat and determine direction of approach, each of them is designed to be appropriate to the DCL of torpedo. Such systems provide long range classification and localization capabilities and 360° coverage due to the long array with more hydrophones and the best use of sound conditions. Frequently, some parts of the DCL system also are components of a ship's ASW capabilities. Some anti-torpedo towed array sensors also serve as countermeasures to deceive the threat they detect, which shows that the combination of torpedo detection and countermeasure is a development trend.

Key words: sonar; surface ship; torpedo warning; torpedo defence.

0 概述

当水面舰艇受到鱼雷攻击时, 必须尽快和有效地利用所有可能的措施和设备去避免这个最致命的打击。能否成功对抗来袭鱼雷取决于两个重要因素: 时间和适当的对抗措施^[1]。在实施鱼雷防御时首先是从对来袭鱼雷报警开始的, 然后才是进行本舰机动规避和发射对抗器材。而本舰的规避机动方案的制定和实施有效对抗都需要利用来袭鱼雷的

距离和方位等信息, 如在来袭鱼雷和目标平台之间有效地部署助飞式对抗器材, 或是用硬杀伤手段摧毁来袭鱼雷等。因此, 所有鱼雷防御系统的基础都是对鱼雷目标的检测、分类和定位能力, 对来袭鱼雷进行远程、快速、高正确率的识别报警和准确定位是成功防御鱼雷攻击的关键^[1-9]。

在相当长的一段时间内, 水面舰艇装备的声纳系统主要用于反潜的目的。潜艇和鱼雷相比, 潜艇是低速大目标, 辐射噪声的频率低; 而鱼雷是高速小目标, 在较高的频段依然有较强的辐射噪声。且反潜是处于主动搜索攻击的位置, 而鱼雷防御是处于被动防守的地位, 角色的不同也会反映在设计理念的差异上。主要用于探潜的声纳一般是不能直接

收稿日期: 2013-02-17; 修回日期: 2013-04-20

作者简介: 陈敬军(1971—), 男, 山东费县人, 博士, 高级工程师, 研究方向为水声信号处理和反鱼雷技术。

通讯作者: 陈敬军, E-mail: cjj_81@sina.com

用于鱼雷识别报警的。在当前鱼雷防御已经成为关注热点的大背景下,各国海军通过研制专门的鱼雷报警声纳、对现有声纳进行升级改造,或直接将鱼雷报警和潜艇探测识别进行一体化设计等方式,提升声纳对鱼雷目标的检测、分类和定位能力。本文结合鱼雷防御时对声纳的需求分析,纵览了各国海军在鱼雷报警方面的努力,并探讨了其发展趋势。

1 利用中频被动拖线阵声纳实现了远程鱼雷报警

伴随着鱼雷航程、航速以及声纳作用距离的增大,水面舰和潜艇之间极有可能在 10 km 之外发动鱼雷攻击。此时,在尽可能远的距离上对来袭鱼雷正确识别报警,并快速判断目标左右舷,能为舰艇争取更多的时间来发射对抗器材并执行规避机动,对于提高鱼雷防御成功概率至关重要。

来袭鱼雷在远距离攻击过程中,往往会充分利用声场分布特点在跃层下面采用低速策略隐蔽接敌。此时鱼雷辐射噪声低,又往往处在舰壳声纳的声影区里,难于被舰壳声纳发现。而利用反潜用的低频拖线阵声纳虽然解决了目标在舰壳声纳的声影区问题,但其工作频段低。鱼雷作为高速目标,在低频拖线阵声纳工作频段之外的较高频段上存在较多的线谱分量和较强的宽带噪声,可以用来提高对鱼雷目标的检测识别距离和报警正确率。

要实现对来袭鱼雷的远距离识别报警,必须能够充分利用海洋声场分布特点和鱼雷辐射噪声的频谱信息,解决的途径就是工作频段更宽和覆盖频率更高的拖线阵被动报警声纳。由法国汤姆逊(Thomson)-辛特拉(Sintra)公司于 90 年代研制的信天翁鱼雷报警系统^[2,3],是第一个充分考虑了鱼雷目标检测和分类问题的专用鱼雷报警声纳,虚警率低、报警距离远,首次为水面舰船提供了较强的鱼雷报警能力。基本系统包括:一个三元组拖曳短阵,一个轻便的拖曳和吊放系统,一个处理机柜和一个显控台。工作频段是 1~6 kHz,能探测到 10 km 左右的低噪声鱼雷,能在约 6 km 距离上以高于 90% 的概率完成对鱼雷的分类,利用三元组水听器阵的特殊结构自动完成目标左/右舷分辨,24 h 内允许虚警一次。

该系统包括一个固定的、全景的和完全自动的鱼雷监视功能。首先是由全景波束选择器 Sycat 利用神经网络算法进行快速鱼雷和非鱼雷初级分类评估, Sycat 能够对辐射高频线谱的舰船给予高度

关注;然后对初步判为鱼雷的目标进一步分类识别,再次区分鱼雷和虚警,并综合利用来自舰载雷达的信息来排除部分水面目标,以尽可能提高鱼雷报警正确率。当系统判为鱼雷后,发布一个预报警信息。警告操作人员威胁到来,令其在预警阶段确定的方向上控制最后的报警阶段,确认是否是真正的鱼雷信号。

信天翁鱼雷报警系统可单独装备,也可与其它反潜声纳进行组合使用。从 2005 年开始安装在澳大利亚皇家海军“Adelaide”级护卫舰上。信天翁声纳经适应性修改后,为法国-意大利 SLAT 鱼雷防御系统提供鱼雷报警功能^[2-4]。

虽然可以装备专门的鱼雷报警声纳解决远程鱼雷报警问题,但在已经装备低频拖线阵的舰艇上,更佳的方式是将探潜和鱼雷报警合并成一部声纳。随着信号传输技术、电子器件集成化程度以及处理器计算能力的提高,允许采用基元数更多、频带更宽、兼顾鱼雷和潜艇目标检测识别的长拖线阵,来增加鱼雷报警距离,应对作战海域从深海到浅海的转变。信天翁声纳系统中工作频段选择、多级分类识别,以及利用三元组水听器阵解决常规单线阵目标左右舷模糊问题的相关技术已经被多个国家所借鉴。

2 利用主动拖曳阵声纳实现了远程鱼雷定位

使用适于鱼雷目标检测识别的被动拖线阵虽然可以解决远距离鱼雷报警问题,却只能提供来袭鱼雷的方位信息。有效防御鱼雷攻击迫切需要鱼雷目标的距离信息,而利用被动声纳在极短的时间内估计目标距离又非常困难。利用主动拖曳阵声纳系统实现对来袭鱼雷的远距离定位解决了这个问题。拖曳阵声纳和变深声纳之所以受宠,原因是:首先,当深度增加,可以允许声纳通过增加发射声源级来提高目标检测距离。其次,变深声纳(VDS)可以在跃层下工作,使其能够利用占优势的传播条件和避免由表层产生的问题。当鱼雷目标位于跃层下,处于舰壳声纳的声影区的时候,操作员可以将变深声纳置于跃层之下,因而依然可以检测到鱼雷目标^[4]。

主被动联合拖曳阵声纳(CAPTAS)是由低频发射/接收阵列组成的新一代变深声纳,近 20 多年来得到高度发展,已成为西方国家海军舰艇实施反潜战的重要传感器之一,如法国主被动联合拖曳阵声纳 CAPTAS20、UMS 4229、UMS 4249 声纳,德国

的低频主动声纳 LFAS, 英国的 2087 型声纳, 美国 980 系列声纳等^[2,3]。值得强调的是, 鱼雷作为高速小目标, 同潜艇目标的探测和识别是不同的, CAPTAS 用于鱼雷目标的远距离目标识别报警和主动探测时需要作针对性的优化。

美国 980 系列低频拖曳阵声纳系统由 EDO 公司研制, 硬件包括一个显控台、一个接收机/处理器单元、发射单元、变深声纳拖体和吊放装置、拖曳阵及其绞车。该系列声纳能在主动和被动模式下同时进行目标搜索、跟踪和分类(包括自动鱼雷检测和报警), 能在第一和第二会聚区进行远距离目标检测。使用的是 SQS-35 变深声纳的拖体(长度小于 2.5 m), 并连接了一个数字拖曳阵, 可以超过 30 kn 的速度拖曳。主动回波由 AN/SQR-18 拖曳阵接收。左右舷方位模糊通过使用指向性的发射来解决。宽带和窄带都能提供全方位覆盖, 设计的中心频率 980-1 型是 1.1 kHz, 980-2 型是 1.7 kHz。

英国主动拖曳阵声纳 ATAS V1, 可主动探测目标, 同时具有被动鱼雷报警功能。ATAS 系统包含了一个高功率低频发射机, 安放在一个高 1.3 m、宽 0.9 m、深 1.0 m 的玻璃钢拖体里。拖体前面拖缆长度达到 900 m, 拖体后面约 300 m 处连接一个接收阵。发射机(阵)由 10 个低频弯张换能器组成, 以水平全向和垂直波束 25°发射调频和连续波信号, 可工作在 3 kHz 附近的 3 个频率上。低频接收阵长 25 m, 直径 89 mm, 包含 32 组水听器和相关电子模块, 解决了目标左右舷模糊。ATAS 紧凑的设计使其可安装在超过 200 t 的船上。

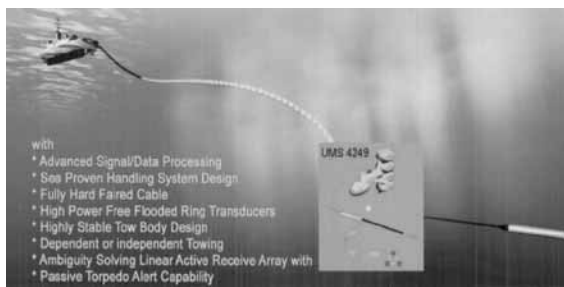


图 1. 法国 UMS4200 系列主被动联合拖曳阵声纳

Fig.1 The THALES Underwater Systems' UMS 4200 series of Combined Active and Passive towed Array Sonar (CAPTAS)

法国 UMS4249 是英国 2087 型声纳的派生产品, 如图 1 所示。同 CAPTAS 声纳家族的其它成员一样, UMS4249 的特点是功率高、带宽大、低频换能器和瞬时的左右舷模糊分辨。UMS4249 的接收阵独立拖曳, 用于主动反潜战和被动反鱼雷功能的接收阵使用了 128 个三元组水听器阵(与 UMS4229 相同, CAPTAS20 声阵使用了 32 个三元组水听器阵)。主动工作时频率在 2 kHz 以下, 同时嵌入了被

动鱼雷报警。

德国“低频拖曳阵列声纳”(LFTAS, 出口型产品称为 ACTAS)由阿特拉斯电子公司(Atlas Elektronik)研制, 如图 2 所示, 其主要特色是用拖体后拖曳双线接收阵列来解决目标左右舷模糊问题。在主动工作模式下, ACTAS 发射频率约 2 kHz(带宽 400 Hz)的调频和连续波信号, 进行远程探测与全景监视。被动接收部分采用独特的双线阵列, 每个阵列包括 128 个基元, 可提供出众的左/右舷分辨能力, 并抑制目标噪声和干扰噪声; 它的频率覆盖范围为 50 Hz~2.5 kHz, 可选择带宽为 1300 Hz。在系统软件中包含声纳性能预测功能。被动模式允许全景监视, 能进行宽带、窄带处理和鱼雷识别报警。



图 2 德国“低频拖曳阵列声纳”系统

Fig.2 Low frequency towed array sonar (LFTAS or ACTAS) system

对于主被动联合拖曳阵声纳而言, 当主动发射所需的换能器等置于刚性拖体内时, 往往需要复杂的吊放系统, 操作使用非常不便。法国 CAPTAS Nano(UMS 4320)是最新一代低频主动变深声纳, 很好地解决了这个问题。该系统使用一个单筒绞车一起拖曳水平发射阵列和线性三元组阵列, 仅需很少的人工干预, 就能够自动布放和回收, 安全性强, 尤其更适于安装在浅海工作的小型舰船(大于 500 t)上。其核心设计方法是采用 20 世纪 90 年代后期澳大利亚“先进水面舰艇拖曳式阵列声纳系统”(ASSTASS)计划所开发的水平发射阵列技术、取自泰利斯公司现有低频变深声纳中已经验证的处理算法以及普遍使用的三元组接收阵列。主动发射的声功率由 32 个木桶板发射器产生, 可以全向发射, 也能指向性发射。一个新研发的发射波束形成算法可以实现既可在水平又可在垂直平面全向发射。主动工作频率范围在 1~2 kHz, 发射脉冲能够长达 8 s, 利用一个 64 m 长的三元组水听器阵接收回波信号。鱼雷报警功能可选, 当采用被动鱼雷报警功能时, 其工作频带为 0.9~4 kHz(主动不工作时)或 2.4~4 kHz(主动工作时)。

3 利用舰壳声纳实现了鱼雷来袭方位全覆盖

对水面舰船而言, 来袭鱼雷可能来自各个方向, 要求鱼雷报警子系统具有 360°全方位监视报警能力。采用主被动联合拖曳阵声纳较好地解决了鱼雷的远程报警和定位问题, 但舰艏方向会存在一定的盲区。为了提高舰艏方向来袭鱼雷的检测和识别能力, 各国海军高度重视提升舰壳声纳的鱼雷检测及报警能力, 除了在设计新型声纳时就考虑鱼雷探测、识别外, 还对现有装备进行改进^[2,3]。英国就对其 2050 型主动搜索声纳进行了改进, 通过加入一个附属的宽带阵和新的信号处理技术来提高鱼雷报警能力。2005 年, 加拿大对其中频主动声纳 AN/SQS-510 完成了改进, 提高了其主动检测鱼雷的能力。

目前具有鱼雷目标检测和报警功能的舰壳声纳有: 法国 UMS4131、4132 和 4110 声纳, 德国 ASO 90 系列声纳、英国 184/G750 声纳, 美国 AN/SQS-56、DE1160、DE1167 和 21HS 系列声纳等^[2,3]。充分利用具有鱼雷目标检测和识别功能的艏部舰壳声纳, 由其和主被动联合拖曳阵声纳系统组成一个套装, 实现了鱼雷监视的全方位覆盖。典型的有法国 UMS4610 反潜战系统, 德国由 ASO 90 系统声纳和 LFTAS 系统组成的反潜战系统等^[2,3]。

UMS4610 是一个高性能的水面舰船反潜战系统套装, 是为安装在法国-意大利“FREMM”级驱逐舰上设计的。该系统包括一个中频球鼻艏声纳 UMS4110 和一个低频主动变深声纳 UMS4249, 在显示和数据级集成一个操作灵活的声纳套装。系统功能包括被动鱼雷报警功能, 通过增加水声对抗措施, 使该系统具备完整的鱼雷防御功能。

UMS4110 是一个水面舰艇舰壳中频主动搜索和攻击声纳, 有一个 48 条发射换能器组成的圆柱阵, 发射频率在 4.5kHz 左右, 最大发射脉冲是 4s。其特点是在进行低频、远距离主动反潜监视的同时, 保持被动的连续监视, 并具有有效的鱼雷报警能力。UMS4110 和 CAPTAS2 或 CAPTAS4 (UMS4229、UMS4249 或在英国称为 2087 声纳) 联合, 组成一个综合性的声纳套装, 能够利用声会聚区和海底反射传播获得远距离检测能力。它具备多基地工作能力, 它的一个重要的工作模式选项就是和其它平台约定合作追击反潜战目标。

ASO 90 (DSQS-21 Mod, DSQS-23, DSQS-24)

系列是舰壳声纳系统, 其圆柱型发射和接收阵如图 3 所示^[7]。该系列声纳利用了最新的空间和时间处理技术, 使其即使在恶劣水文条件下依然能够保证潜艇等目标回波的检测。ASO 90 系列被设计成在整个 360°方位上计算机辅助的检测、定位和分类。系统的模块化设计可以保证系统在需要时提供: 水下电话; 自动目标跟踪、分类; 射线跟踪; 侦听; 鱼雷报警; 避雷; 垂直稳定; 模拟; 火力控制界面; ACTAS 系统的界面等。ASO90 系列声纳可以很容易地与 LFAS 声纳系统联合, 组成完全集成的反潜战系统。



图 3 水面舰艇舰壳声纳阵: 球鼻艏声纳阵
Fig.3 Surface ship HMS: Bow Sonar Array (Photo: STN ATLAS Elektronik)

新研制的联合主被动拖曳阵声纳, 在设计时就考虑了鱼雷作为高速小目标的主动探测和被动识别问题。对于在设计时未考虑的变深声纳, 往往通过改进升级来提高鱼雷目标的检测和识别能力。法国泰利斯(Thales)水下系统公司生产的中频变深声纳 DUBV 43B/C 包含一个流线型的内有声纳换能器的拖体, 拖鱼水下部分重约 8t, 拖曳速度允许在 4~30 kn, 检测距离可达 20 km^[2,3]。该声纳通常和 DUBV 23 连在一起使用。为了增加该声纳的鱼雷报警能力, 曾对该声纳进行了改进, 改进了信号处理器, 并增加了一个 URDT 鱼雷报警接收机。

URDT-1A 宽带鱼雷报警声纳, 由法国的萨法尔(Safare)-克鲁泽(Crouzet)公司于 90 年代开发生产, 装备于水面舰艇, 用于被动探测鱼雷的辐射噪声, 工作频率为 1~10 kHz, 作用距离约 10 km, 换能器基阵由 24、或 36 或 48 条基元构成^[2]。声纳员可采用彩色画面进行全景监视, 黑白画面目标分类, 利用音频装置对辐射噪声监听, 以确定鱼雷的噪声级和频谱。当声纳探测到一个新的噪声源时, 报警系统会自动报警。

4 鱼雷报警定位能力和鱼雷软对抗能力呈现集成化新趋势

由于装舰要素的约束，加上期望提高本舰机动性能，希望鱼雷报警能力尽量和反潜战、水声对抗结合起来。英国超电子声纳和通讯系统公司的声纳 2170 是一个反应型的软杀伤鱼雷防御系统^[2,3]。该系统把用于鱼雷检测的被动拖线阵和包含在一个软拖体里的声对抗器材合在一起拖曳。被动拖线阵由一个多倍频程鱼雷检测短阵、其前后的振动隔离模块、用于稳定的尾绳组成。软拖体(FTB)包含了一个多模式对抗设备，该设备支持数个工作模式，可以支持缺省设定，也可以全部由操作员设定。在软拖体和声阵之间有一个阵拖缆提供隔离，软拖体前面是一个光纤拖缆，连接在绞车上。拖线阵和软拖体都是从同一个舰部的绞车上放出。不同于拖曳的刚性对抗系统，软拖体的柔软性允许系统在回收时不需要将声拖体断开。

声纳 2170 是将被动鱼雷报警和拖曳式水声对抗功能集成在一起，而以色列的鱼雷防御系统 ATDS 则进一步提供了鱼雷目标的近程主动探测能力。该系统把一个鱼雷检测拖线阵(TDTA)和拖曳式声诱饵 ATC-2 一前一后用缆拖着。TDTA 用于远距离的鱼雷目标检测识别，阵长为 8m，有 32 个水听器，工作频率为 10~3000Hz，对鱼雷的检测和分类距离大于 5km。ATC-2 声诱饵能够同时发射声信号，并提供近距离鱼雷定位。能够提供鱼雷近程距离信息的还有美国的 SLQ-25A 拖曳式声诱饵的改进型。美国曾经对 SLQ-25A 进行改进以增加近距离鱼雷检测定位功能^[2,3]。随着网络中心战的深入开展，在一些消耗性的对抗器材上增加鱼雷近程探测功能，并将相关信息传给舰船平台也存在一定的可能。

5 技术发展为提高鱼雷报警定位能力提供了新机遇

对鱼雷目标的检测、分类和定位是借鉴反潜战的相关技术实现的。鱼雷和潜艇目标的探测、分类和识别通常需要通盘考虑，尽可能集成在一个系统里。在鱼雷识别报警方面，值得重点说明的工作还包括美国 AN/SKL-1 型多传感器鱼雷识别报警处理器(MSTRAP)和德国黄金鱼水面舰艇威胁/鱼雷检测系统^[2,3]。

美国为水面舰艇和潜艇专门设计的多传感器

鱼雷识别报警处理器(MSTRAP)可对来袭鱼雷提供报警。此多功能系统提供了检测、定位和识别鱼雷威胁所需的信息、信号处理与控制。它也提供了战斗和控制功能、目标运动分析、威胁评估和战术建议。对鱼雷威胁自动的听觉/视觉检测与识别允许有足够的作出战术决策、布放有效的对抗措施及实施合适的规避机动。数据可以从现存的反潜战舰壳声纳、拖线阵声纳或声纳浮标接收。MSTRAP 开放的体系结构保证了其易于安装、软硬件升级和进一步改进提高。第一套 MSTRAP 在 1995 年交付，安装在 Arleigh Burke Flight IIA 级驱逐舰上。

德国 Atlas Elektronik UK 公司目前正在研制黄金鱼水面舰艇威胁/鱼雷检测系统。该系统包含一个布置在复合拖体内的创新性的声纳阵。声纳信号处理和显示系统可以安放在一个机柜里，有被动声纳和主动侦听两种工作方式。被动声纳利用了对接收的声纳波阵面响应的统计窄带技术。同常规窄带信号处理相比，对短周期事件的响应是独一无二的。利用统计窄带技术据称可允许黄金鱼系统尽早地检测和跟踪感兴趣的目标。主动侦听模式由在阵的带宽内的主动发射触发，通常工作在监视模式。主动侦听处理器已经采取措施减小虚警，并通过全方位覆盖能自动提取信号的参数和发射方位。

鱼雷目标的检测分类和定位除了要对其高速小目标的特点进行专门优化外，在采用成熟技术的同时，也注重尝试声纳信号处理的最新技术。在鱼雷报警方面的其它努力还包括：加拿大正在研制一个名为 SHARPSHIN 的新的声纳处理子系统，已经利用约 20 条次 Mk 48 和 Mk 24 鱼雷进行了测试，其目标检测、分类和定位利用了鱼雷辐射噪声数据库。Materials 系统公司研制了一个组合宽带发生换能器，据称其采用了独特的解决方案，可在 10~100 kHz 的宽频带范围内以控制的模式发射高频信号。在孔径受约束的系统里，将矢量传感器阵用于鱼雷报警，已经可以有望显著提高检测距离或者降低虚警概率^[5-8]。

6 结束语

要保证一个鱼雷防御系统有效地工作，最小的基础是只有一个舰壳声纳，更好的是能利用一个拖曳阵声纳，最佳的方案是将上述声纳合并，构成一个完整的系统共同完成鱼雷目标检测、分类和定位。在过去 20 年左右的时间里，新陶瓷、计算能力和信号处理的发展已经促使声纳取得了巨大的

进步。由于鱼雷防御受到各国海军的高度重视,各国均在采取措施不断提高单部声纳和整个声纳系统的鱼雷目标检测、分类和识别能力。通过把鱼雷和潜艇目标的检测、分类报警和定位进行一体化设计,将反潜战和鱼雷报警较好地结合在一起。现在还期望把鱼雷防御系统嵌入进来。鱼雷检测识别和声对抗结合也是目前发展的一种新趋势。当前,作战海域正在从深海逐渐向浅海转移,鱼雷主被动探测的声场条件更加恶劣;与此同时鱼雷推进系统在不断发展,目标特征也随之发生变化,辐射噪声声源级越来越低。鱼雷目标的检测、分类和定位将更加困难。为了成功防御来袭鱼雷,不断采用科学技术的最新成果来提高鱼雷目标的检测、分类和定位能力的工作将持续。

参 考 文 献

- [1] Hartmut Manseck. Anti torpedo systems survey sensors and effectors[J]. Naval Forces IV/2007: 92-98.
- [2] JANE'S UNDERWATER WARFARE SYSTEMS 208-2009[M/OL]. MPG Books Group.website:juws.janes.com.
- [3] JANE'S UNDERWATER WARFARE SYSTEMS 2011-2012[M/OL]. MPG Books Group.website:juws.janes.com.
- [4] Otto Kreisher. Torpedo defence against state of the art torpedoes[J]. Naval Forces IV/2009: 84-88.
- [5] Norman Friedman. Sonar Technology Review[J]. Military Technology, 2007, (5): 59-65.
- [6] Stefan Nitschke. Underwater detection system for surface ships, submarines and air crafts[J]. Naval Forces, 2007(III): 78-86.
- [7] Stefan Nitschke. Modern sonar technology: which sonar for which task?[J]. Naval Forces, 2003(3): 59-64.
- [8] 丁玉薇. 被动声纳目标识别技术的现状与发展[J]. 声学技术, 2004, 30(4): 253-257.
DING Yuwei. Review on passive sonar target recognition[J]. Technical Acoustics, 2004, 30(4): 253-257.
- [9] 陈敬军. 鱼雷目标检测和识别技术研究[D]. 南京: 东南大学博士学位论文.
CHEN Jingjun. The Research on the techniques about detection and recognition of torpedo[D]. Nanjing: Southeast University, 2004.
- [1] Hartmut Manseck. Anti torpedo systems survey sensors and effectors