

国外鱼雷防御问题评述(六)

# 国外水面舰艇鱼雷防御系统的构建问题探析

陈敬军<sup>1,2</sup>

(1. 上海船舶电子设备研究所, 上海 201128; 2. 海军装备部驻上海地区军事代表局, 上海 200083)

**摘要:** 鱼雷是水面舰艇面临的主要威胁之一, 目前多国海军正在努力研制经济高效的鱼雷防御系统来对抗鱼雷攻击。成功防御现代鱼雷的攻击需要一个全自动、集成化、多层次的防御系统。在鱼雷种类繁多的情况下, 一个有效的鱼雷防御系统必须能够在不同的环境下成功对抗各种类型的鱼雷攻击。文章对鱼雷防御系统的作战需求、基本组成, 鱼雷报警、对抗手段选择、系统集成等与系统设计相关的问题进行了探析。

**关键词:** 水面舰艇; 鱼雷防御系统; 系统设计; 电子战

中图分类号: TN911.7

文献标识码: A

文章编号: 1000-3630(2014)-01-0079-06

DOI 编码: 10.3969/j.issn1000-3630.2014.01.017

## Discussion on the problems about how to design an effective surface ship torpedo defence system abroad

CHEN Jing-jun<sup>1,2</sup>

(1. Shanghai Marine Electronic Equipment Research Institute, Shanghai 201128, China;

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

**Abstract:** Torpedo is one of the main threats for surface ships. Great efforts are being made to develop effective torpedo defence systems to protect their vulnerable surface ships from the growing underwater threat for navies worldwide. Successful defence against modern torpedoes' attack requires an automated, fully integrated, layered defence system. With the proliferation of weapons and the accompanying diversity of capability, defensive capabilities have needed to become robust against a wide range of weapons within the diverse operational environments. The naval requirements, basic system components, torpedo warning, countermeasure options, layered torpedo engagement et al. are discussed, which are closely related to how to design an effective surface ship torpedo defence system.

**Key words:** surface ship; torpedo defence system; system design; electronic warfare

统组成、实现途径等问题。

## 0 引言

如果没有装备鱼雷防御系统, 一艘装备精良的大型舰艇也完全可能被一艘旧式的柴电潜艇使用过时的鱼雷击沉。自从二次世界大战以后, 在拥有潜艇的国家越来越多的同时, 新型鱼雷向着高航速、远航程、大深度、低噪音、强杀伤力和智能化方向不断发展, 水声探测和鱼雷攻击的距离不断增大, 鱼雷已经成为水面舰艇必须应对的主要威胁。在此背景下, 各海军强国在研制和装备鱼雷防御系统及设备方面付出了巨大努力。文献[1-5]从鱼雷防御系统的作战对象(即反舰鱼雷)、报警声呐、软硬杀伤手段和典型的鱼雷防御系统等方面对水面舰艇鱼雷防御问题进行了回顾和分析。本文探析构建一个高效的鱼雷防御系统的需求、面临的挑战、系

## 1 需求分析

鱼雷防御系统的作战对象和作战环境是复杂多变的, 一个理想的鱼雷防御系统必须能在各种情况下有效对抗各种类型的鱼雷攻击。

### 1.1 能对抗多种鱼雷的攻击

水面舰艇可能面临的鱼雷威胁是各式各样的。世界上第一代直航雷依然在服役, 并且依然有效(尤其是在齐射的情况下)。鱼雷的动力推进系统是不同的, 可分为热动力和电动力两大类型, 还有不同类型的推进器。鱼雷动力推进系统的千差万别直接导致鱼雷辐射噪声、航程、航速、再攻击能力等相应变化, 必然引起对其检测识别的距离和反鱼雷系统反应时间的不同。另外, 制导鱼雷有主/被动声自导、尾流自导和线导等多种制导方式。对不同制导方式鱼雷的对抗方法是不同的, 这在使用软杀伤手段对抗鱼雷攻击时会更加明显。即使在鱼雷制导方式相

收稿日期: 2013-03-20; 修回日期: 2013-05-30

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

通讯作者: 陈敬军, E-mail: cjj\_81@sina.com

同的情况下,由于不同鱼雷的反对抗能力、自导距离等存在差异,在采用相同的对抗手段时,对抗的结果也不同。

鱼雷动力推进系统、制导方式及其反对抗能力都与鱼雷对抗效果紧密相关。在对来袭鱼雷相关信息已知的情况下,采取针对性的对抗措施,容易实现经济高效的目标。然而,有关鱼雷的信息往往都属于绝对保密的内容,获取不易。而鱼雷控制和数据处理呈现出软件化的趋势,结果是每一个鱼雷很容易被终端用户定制,更难得到鱼雷的真实信息。值得庆幸的是,尽管鱼雷防御系统的防御对象千差万别,但对于智能化程度越低、性能越差的鱼雷对抗起来越容易。如果一个鱼雷防御系统能够防御高智能化的现代鱼雷,用其防御性能较差的鱼雷时未必是最经济的,但一般都会是有效的。从过去十几年的潜艇和重型鱼雷交易情况也可以看出:拥有浅海工作区域的海军更关注装备最新被动声呐和先进重型鱼雷的现代、安静柴电潜艇的反舰能力<sup>[6-11]</sup>。高效的鱼雷防御系统应该重点关注如何防御现代智能鱼雷的攻击。

### 1.2 适应不同的工作环境

鱼雷防御系统的工作环境也是复杂多变的。工作环境可能是深海,也可能是浅海。不同海域的环境噪声、混响级、海底底质等是不同的。即使是在同一区域,由于海水温度、盐度等情况的不同,声波传播是不同的。这些差异直接导致声呐对来袭鱼雷检测、定位和识别能力的差异,和软硬杀伤对抗器材对抗效果的差异<sup>[10-15]</sup>。

使情况变得更加复杂的是发射平台也是千差万别的,如图 1 所示,发动鱼雷攻击的距离也是不一样的<sup>[8,9]</sup>。潜艇、鱼雷快艇、飞机等都可是鱼雷的发射平台。当潜艇攻击水面舰艇时,还可利用其强大的声呐系统通过线导方式对鱼雷进行控制,提高其反对抗能力。当潜艇突破防线,在近距离上对水面舰艇突然发动攻击时,留给系统的反应时间则更短。

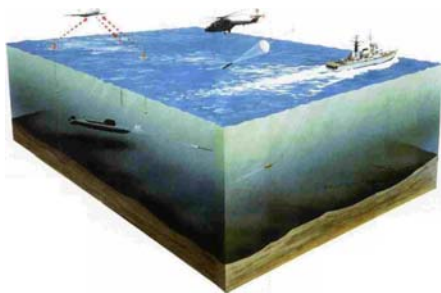


图1 发射鱼雷攻击水面舰艇和潜艇的平台示意图

Fig.1 Illustration of the platforms capable of launching torpedoes against surface ships and submarines.

## 2 系统组成

潜艇的自噪声比水面舰艇通常要小很多,因此可以在较远距离上检测、定位和识别水面舰艇。而水面舰艇探测潜艇要困难得多,尤其是在浅海环境下。现代鱼雷具备高速、大航程等特点,发射艇根据测得的目标运动要素,设定鱼雷的发射航向、深度等参数,可远在 10~30km 范围内的任何舷角采用单雷和多雷齐射攻击目标。鱼雷根据预先设定的航速、深度等参数航行,到达事先设定的距离后进入自导。线导鱼雷通常在发射后低速航行,潜艇通过线导将鱼雷遥控导引至距目标约 3000~4000 m 处时,鱼雷自导开机,制导方式从线导切换到声自导,速度也由低速变为高速,鱼雷进入搜索弹道阶段。鱼雷发现目标后,转入追踪弹道阶段,通常有尾追法、平行接近法、提前角导引法、比例导引法等几种导引方法,无论采用哪种导引方法,鱼雷在末端弹道对目标均呈尾追态势。对于线导加尾流自导鱼雷来说,线导过程同线导加声自导鱼雷,进入尾流自导的瞄准点通常在水面舰艇有效尾流长度的 1/2 处,入射范围一般在舰艏部 $\pm 60^\circ$ 范围<sup>[12-14]</sup>。

舰艇要对来袭鱼雷进行对抗,需要完成三个阶段的任务:一是报警阶段,这时对来袭鱼雷实现检测、识别并发出报警信号,这是实现对鱼雷对抗的关键步骤。二是对鱼雷信息的反应阶段,这里包括把环境信息、战术信息和鱼雷的动态位置信息进行综合,作出本舰规避和发射何种对抗器材的规划等。三是对抗阶段,这时一方面要在本舰机动过程中占领有利发射阵位发射对抗器材,另一方面因为鱼雷具有丢失目标后的再搜索能力,所以需继续监视鱼雷的运动<sup>[15]</sup>。

显然,要实现对来袭鱼雷的对抗,首先需要解决如何及时地发现已受到鱼雷的攻击,然后才是采取哪些有效措施来对抗鱼雷的攻击。从鱼雷发射到击中目标往往只有几分钟的时间,所以当水面舰艇判断受到鱼雷攻击时,只有一个最主要的任务要执行:尽可能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。如果主要通过鱼雷辐射噪声来判断鱼雷攻击迫在眉睫,两个因素将决定所有对抗措施的成功和生存机会:时间和合适的对抗措施。鱼雷报警越早、系统反应时间越短、对抗器材性能越高、对抗措施越合理,成功防御鱼雷攻击的概率越高<sup>[15]</sup>。

在鱼雷防御系统构建方面,美国 QinetiQ 公司

已经进行了多年的研究，研制出了 QDIN 系统，并给出了一种建模功能，允许对水下战场空间以及鱼雷和对抗措施之间的相互作用进行更好的理解<sup>[8,9]</sup>。QDIN 系统和 QinetiQ 公司多年的经验已经表明，有效地对抗现代鱼雷需要全自动、高度集成、层次化防御系统。在当前各国研制的反鱼雷防御系统中，一般由鱼雷报警子系统、反应决策子系统、对抗实施子系统三部分组成<sup>[15-20]</sup>，图 2 给出了一个鱼雷防御系统的示例<sup>[8,9]</sup>。鱼雷报警子系统能自动探测发现来袭鱼雷，并对鱼雷目标进行识别和定位。反应决策子系统依据侦察报警子系统的鱼雷报警信息及敌我态势、对抗器材等信息，快速制定对抗方案，指挥控制本舰执行规避鱼雷的优化航路，适时发射和布放对抗器材，对鱼雷实施软硬杀伤。对抗实施子系统其功能是干扰、诱骗、拦截鱼雷，并实施舰艇的机动规避，使本舰摆脱鱼雷的追击或鱼雷航程耗尽而自沉，或者毁伤来袭鱼雷，达到保存本舰的目的。

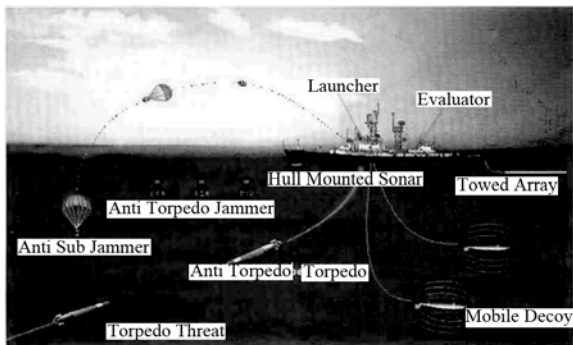


图 2 鱼雷防御系统组成示例

Fig. 2 Example of Torpedo Defence System components

在系统组成中，对抗实施子系统反映了系统对抗鱼雷的主要手段，包括软硬杀伤两种手段。硬杀伤手段又称主动式对抗技术，主要使用引爆式声诱饵、反鱼雷鱼雷、火箭深水炸弹及拦截网等措施。软杀伤手段又称半主动式对抗技术，主要使用各类声干扰器、声诱饵、气幕弹、假目标(模拟器)等措施。

### 3 鱼雷目标检测、分类和定位

鱼雷防御是从对来袭鱼雷的识别报警开始的。对鱼雷的识别报警是进行鱼雷防御的前提，所有鱼雷防御系统的基础是检测、分类和定位能力。为了提高对来袭鱼雷的防御成功概率，要求鱼雷报警子系统满足以下要求：(1) 为给系统对抗鱼雷攻击提供更多的反应时间，应在尽可能远的距离上对来袭鱼雷进行快速、高正确率、全自动识别报警；(2) 要有效地实施对抗，需要知道来袭鱼雷的位置信息，

如果要在来袭鱼雷和目标平台之间有效地部署助飞式对抗器材，精确的定位是基本的。(3) 由于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。

在尽可能远的距离上实现对来袭鱼雷的识别报警和主动定位，无疑可为系统防御提供更多的反应时间和信息。鱼雷报警主要是利用鱼雷航行时的辐射噪声来进行被动声呐目标识别。现代鱼雷往往拥有相对安静的推进系统，能够选择适当的工作深度和合适的速度策略，采取降低其辐射噪声和充分利用声场环境等措施，尽可能缩短敌方声呐的检测和识别距离。而鱼雷作为高速小目标，目标强度小，主动探测距离近。随着作战环境从深海向浅海转变，情况变得更加恶劣。在浅海，声传播经常是不利的，并且背景噪声高、混响大，声呐目标探测和识别定位更加困难。鱼雷报警子系统在设计时不得不面对的现实是：(1) 声场条件和声呐越差，留下的反应时间越短；(2) 报警系统的灵敏度越高，虚警率越高。

要实现对来袭鱼雷的远距离识别报警和定位，必须能够充分利用海洋声场分布特点和鱼雷自身特点，从声呐设计和系统配置两个方面采取综合措施。鱼雷作为高速小目标，同潜艇相比存在一定的差异。对被动检测识别而言，鱼雷比潜艇的辐射噪声高，在低频拖线阵声呐工作频带之外的较高频段上依然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。从主动探测的角度分析，鱼雷同潜艇相比，目标强度小，多普勒效应明显。从声呐设计角度考虑，必须通过对高速小目标的主动探测和被动识别进行优化，来达到对鱼雷目标远距离检测、定位和识别报警的要求。另外，在强调对鱼雷目标自动识别报警的同时，不应忽视人工干预的重要作用；法国信天翁专用鱼雷报警声呐就是在鱼雷报警后由操作人员最后确认是否为鱼雷目标<sup>[6,7]</sup>。

从系统配置的角度考虑，利用主被动联合拖曳阵声呐和舰壳声呐合并成一个完整的系统是最理想的解决方案，并应把对鱼雷和潜艇等目标的探测、识别和定位进行统筹考虑。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，且往往处在舰壳声呐的声影区里，难于被舰壳声呐发现。采用主被动联合拖曳阵声呐(CAPTAS)不仅能够充分利用声场条件，而且可以降低本舰噪声的影响和克服平台尺寸限制，通过采用基元数目众多的长线阵，实现远距离目标探测识别。为了解

决常规拖线阵声呐左右舷模糊的问题,用于鱼雷报警的拖线阵多采用三元组水听器阵的特殊结构。德国采用的是采用拖曳双线阵的方案。采用主被动联合拖曳阵声呐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。充分利用具有鱼雷目标检测和识别功能艏部的舰壳声呐,并和主被动联合拖曳阵声呐系统组成一个套装,以实现鱼雷监视的全方位覆盖;典型的有法国 UMS4610 反潜战系统,集成德国 ASO 90 系列声呐和 LFTAS 系统的反潜战系统等<sup>[6,7]</sup>。

## 4 对抗手段选择

采用何种对抗手段防御鱼雷攻击取决于多个因素:(1) 来袭鱼雷的性能。不同类型的鱼雷对抗方法是不同的。对于直航雷,若能实现远距离报警,只需要及时地规避机动就可以成功防御。而采用干扰和诱骗等对抗来袭鱼雷时,能否成功对抗依赖于鱼雷的反对抗能力、制导方式,以及水面舰艇、鱼雷和对抗器材三者之间的相对态势等因素。(2) 鱼雷目标的识别和定位能力。不同对抗器材的反应时间及其有效性,对鱼雷目标的报警距离和定位精度的依赖程度是不同的。(3) 系统性能要求、价格、技术实现的可能性等。综合来看,各国海军在对抗手段选择上面临软杀伤器材的对抗效果相对低和发展高性能的硬杀伤器材难度大等难题。

### 4.1 存在困难

#### 4.1.1 现有软杀伤器材的对抗效果在降低

随着鱼雷智能化程度的提高和航程的增加,利用软杀伤手段对抗鱼雷攻击将越来越困难。一是现代先进鱼雷都具有目标识别和电子反对抗的能力,可以通过目标识别、弹道逻辑、捕获逻辑等区分人工干扰目标和真实目标。具有线导功能的反舰鱼雷还可以利用潜艇上强大的声呐系统来识别真假目标,进一步提高反对抗能力。二是鱼雷航程增大,并具有丢失目标后的再搜索能力,鱼雷航程耗尽需要较长的时间,并可能重新攻击真实目标。三是现代鱼雷往往具有多种制导方式,可以组合使用。对于对抗声制导鱼雷的干扰器和声诱饵等软对抗器材无法对抗尾流制导鱼雷;受到对抗器材尺寸等限制,部分基于电声转换的声呐干扰器工作频率较高,无法有效干扰敌潜艇声呐<sup>[1]</sup>。

#### 4.1.2 发展高性能的硬杀伤器材难度大

采用火箭深弹、拦截弹和反鱼雷鱼雷等硬杀伤

手段可以对抗所有类型的鱼雷。但火箭深弹和拦截弹单枚对抗器材的杀伤概率低,必须发射多枚器材才能保证对来袭鱼雷一定的成功拦截概率。使用反鱼雷鱼雷可以保证高的成功拦截概率,但反鱼雷鱼雷的研制难度非常大,目前只有俄罗斯成功研制出反鱼雷鱼雷。主要原因是声音在水中传播的速度慢,只有 1500 m/s,获得目标位置信息时的数据较少,加上水的粘滞力,反鱼雷鱼雷的机动性能受到影响。反鱼雷鱼雷在拦截来袭鱼雷时,希望具有大的搜索扇面和好的机动性能,尺寸一般较小,但要在很小的空间内完成所有功能难度很大。美国曾在上世纪末因信号处理能力不足而一度终止了反鱼雷鱼雷的研制<sup>[3]</sup>。

### 4.2 解决措施

#### 4.2.1 持续改进软杀伤对抗器材

软杀伤对抗器材是在与鱼雷的不断抗衡过程中发展的。软杀伤鱼雷对智能程度不高的声制导鱼雷有非常好的对抗效果,对智能化程度高的鱼雷也有一定的对抗效果。目前情况下,水面舰艇可能会受到各种各样的鱼雷攻击,加上软杀伤对抗器材同硬杀伤器材相比成本低,研制容易,在现在和将来一段时间内,软杀伤对抗器材依然是主要的对抗器材。

为了提高软杀伤器材的对抗效果,可从几个方面入手:一是对已有软杀伤对抗器材持续改进。例如,随着鱼雷工作频率不断移向低频,干扰器和声诱饵的工作频率也应该移向低频;更加逼真地模拟舰艇的辐射噪声特征、回波特征,以及谱的结构,尺度、亮点、机动特征等等。二是研制新型软杀伤对抗器材。如为了对抗尾流自导鱼雷,研制尾流自导干扰器(美国计划为其 SLQ-25A 拖曳式声诱饵增加尾流自导干扰功能)、尾流模拟器;为了提高对鱼雷引导声呐的干扰效果,研制爆炸式低频声干扰器等。三是增加软杀伤器材的功能。在可能的情况下,不但应将鱼雷和声呐的干扰及诱骗功能集成在一个器材里,还应该将器材的软杀伤能力和目标探测功能结合起来,并增加器材的通信功能,可以在对抗鱼雷攻击时形成一个网络,根据鱼雷、器材、水面舰艇之间态势的变化,合理改变软杀伤器材的工作模式,增强软杀伤效果<sup>[3]</sup>。

#### 4.2.2 重视发展硬杀伤对抗器材

随着鱼雷智能化程度的提高和航程的增加,只利用软杀伤手段配合本舰机动规避对抗鱼雷攻击将越来越困难。若水面舰采用硬杀伤系统去对抗各种鱼雷的攻击,不受鱼雷的种类和续航能力的影

响,并能够在近距离内实施对抗,不需要舰艇规避,直接摧毁来袭鱼雷,这必然是未来水声对抗器材的发展方向。目前已研制成功和正在研制的硬杀伤器材主要有:反鱼雷鱼雷、引爆式声诱饵、拦截网、深水炸弹、拦截弹等,其中前三种硬杀伤器材呈现出比较好的应用前景。反鱼雷鱼雷可主动迎击来袭的各种鱼雷,成功拦截来袭鱼雷的概率高,俄罗斯已经研制成功并装备部队,美国、德国等正在进行研制。引爆式声诱饵将软杀伤器材的诱骗功能和硬杀伤器材的摧毁功能结合在一起,可将声制导鱼雷诱骗过来摧毁,解决了纯软杀伤器材即使成功诱骗了鱼雷,依然还需要解决鱼雷丢失目标后的再搜索攻击的问题。拦截网在水面舰船尾部布放,因为尾流自导鱼雷就是利用水面舰艇形成的尾流跟踪而至,来袭方位非常明确,可以利用拦截网防御尾流自导鱼雷的攻击<sup>[4]</sup>。

## 5 多层次防御

由于各种新型鱼雷具有高航速、远航程、大深度、低噪音、强杀伤力和智能化等特点,加上海洋信道的复杂性,仅靠一种对抗方式难以保证高的成功概率。为了提高对抗鱼雷的成功概率,客观上要求采用多层次防御。鱼雷防御系统采取适当的对抗措施并不是一件容易的事情。首先是鱼雷目标信息不全。在远距离对来袭鱼雷识别报警时一般不会知道鱼雷的制导方式、航速、距离、反对抗能力等信息,而这些信息又是实施高效鱼雷防御所需的内容。在无法确定来袭鱼雷特点时,应假定交战对手使用的是先进鱼雷。其次,国外目前已经研究出的多种水面舰艇反鱼雷装备与器材的对抗功能比较单一。对来袭鱼雷实施软硬结合的层次化防御系统主要面临的是同区域、同频带、同时间、同环境的问题,要更强调体系防御、协同工作,相互兼容、互不影响的原则,需要解决声兼容、发射时机、组合使用方法等多个问题,并考虑本舰机动的限制等。三是对抗器材的数量有限,对抗一枚鱼雷攻击往往需要消耗多枚对抗器材,另外还要防备发射平台的再次鱼雷发射等。

在水面舰艇防御鱼雷攻击的过程中,水面舰艇的生存能力依赖于对水下作战空间的把控能力。水面舰艇鱼雷防御的突出优势是可以使用助推火箭把一些对抗器材发射到离本舰不同距离上,并同拖曳式对抗器材一起对来袭鱼雷实施软硬结合的多层次防御。图 3 给出了与鱼雷交战的不同阶段的示

意图,在对抗鱼雷攻击的过程中,可以把作战空间划分为远、中、近三个区域。在与鱼雷交战的第一阶段,即在最远的区域上实际是要和潜艇这个鱼雷的发射平台对抗。这可以通过降低舰艇辐射噪声等手段,影响潜艇目标探测和定位,阻止敌潜艇发动鱼雷攻击。在鱼雷攻击水面舰艇的过程中,也可以发射声呐干扰器,对敌潜艇声呐进行干扰,干扰敌潜艇声呐对鱼雷进行线导。在与鱼雷交战的第二阶段,即在中等距离上,主要使用软杀伤对抗器材对敌鱼雷进行干扰和诱骗。而在与鱼雷交战的最后一个阶段,此时鱼雷距离水面舰艇很近,则主要使用硬杀伤手段直接摧毁来袭鱼雷。当然,在此阶段依然可以采用软杀伤手段对抗来袭鱼雷,如使用拖曳式声诱饵等。在目前的国外水面舰艇鱼雷防御系统中,有相当一部分是把拖曳式声诱饵作为对抗来袭鱼雷攻击的最后一层的防御手段。

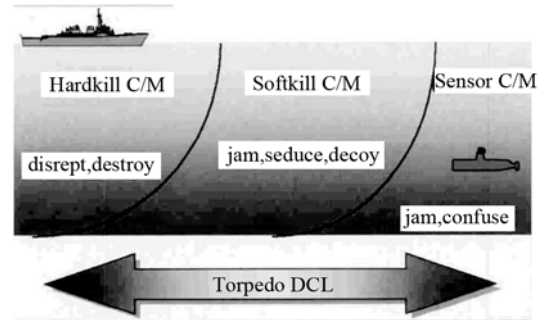


图 3 对抗鱼雷攻击的不同阶段  
Fig.3 Stages of Torpedo engagement

对于线导加尾流自导的鱼雷来说,当鱼雷进入尾流自导阶段后,水声对抗设备已不起作用,依靠舰艇机动也无法摆脱鱼雷跟踪。如果对该类型鱼雷实施水声对抗,则需要鱼雷线导阶段,对敌潜艇上的引导声呐进行噪声干扰。如果采用硬杀伤武器,则可对鱼雷进行远、中、近多层次的拦截,但最好选择在鱼雷进入尾流之前的中、远距离进行拦截。对于线导加声自导的鱼雷来说,当鱼雷自导系统发现并锁定水面舰艇后,各种声诱饵将很难诱骗鱼雷,因此声诱饵的使用要求鱼雷自导系统开机搜索后首先发现诱饵而不是水面舰艇。对该型鱼雷的噪声干扰,可在鱼雷自导阶段采用高频干扰器干扰鱼雷声自导头,也可在线导阶段采用低频干扰器干扰敌潜艇上的引导声呐。如果采用硬杀伤武器,则可对鱼雷进行远、中、近多层次的拦截。

水面舰艇对来袭鱼雷实施多层次防御过程中,为了提高对抗效果,必须做好以下几个方面:一是加强顶层设计、统筹考虑,提高系统的声兼容性,避免各种器材间的相互影响。解决声兼容性的措施

有分频、分时、增加敌我识别编码、采用不同的信号形式等。例如为了不影响对反舰鱼雷的干扰和诱骗,美国和德国正在研制的反鱼雷鱼雷采取了高频声自导系统。二是做好各种器材和措施的组合使用。例如声干扰器和声诱饵可以配合使用,进行本舰机动配合鱼雷防御;把声诱饵和拦截弹配合使用,将诱骗和硬杀伤结合提高拦截概率等。三是对鱼雷目标进行保持跟踪和定位,根据鱼雷、器材、水面舰艇之间态势的变化,合理改变软杀伤器材的工作模式,增强软杀伤效果。四是必须考虑对敌发射平台的攻击问题,做到攻防一体。由于敌潜艇在遭受鱼雷攻击时必须采取一切措施对抗鱼雷攻击,水面舰艇采用反潜武器以最大射程攻击潜艇是反鱼雷防御的较好手段。在舰艇武器的威胁下,潜艇不得不规避、放弃遥控,这必然影响鱼雷攻击效果。如果摧毁敌潜艇,则避免了再次受到攻击。

## 6 结束语

要成功地阻止现代鱼雷的攻击,必须设计一个全自动、高集成度、层次化的高效鱼雷防御系统,其重要环节有以下几点:(1)高性能的鱼雷报警子系统是前提;(2)具有快速反应、协调一致的综合反应子系统是关键;(3)多功能的软硬杀伤手段是重点。近年来,随着鱼雷技术的发展,尤其是鱼雷隐身降噪水平和对抗能力的提高,加上作战海域正在从深海向浅海区域转变,导致原有鱼雷防御系统威胁探测识别能力和对抗能力的相对下降。高效的鱼雷防御系统需要采用更长的线阵和新信号处理技术等措施提高鱼雷目标的识别定位能力,持续增强软杀伤对抗器材的对抗效果,研制高性能的硬杀伤对抗手段,并将鱼雷防御和对潜攻击所有的功能集成在一起,构成一个软硬结合、多层防御、攻防一体、反应快速的全自动系统。

### 参 考 文 献

- [1] 陈敬军. 国外反舰鱼雷的现状和发展趋势[J]. 声学技术, 2013, 32(2): 164-170.  
CHEN Jingjun. The status quo and development trend of overseas anti-surface ship torpedo[J]. Technical Acoustics, 2013, 32(2): 164-170.
- [2] 陈敬军. 水面舰艇鱼雷防御系统中鱼雷报警纵览[J]. 声学技术, 2013, 32(3): 257-262.  
CHEN Jingjun. Survey on the foreign surface ship torpedo defence systems[J]. Technical Acoustics, 2013, 32(3): 257-262.
- [3] 陈敬军. 鱼雷防御系统中软杀伤器材的现状及其发展趋势[J]. 声学技术, 2013, 32(4): 342-348.  
CHEN Jingjun. The status quo and development trend of soft-kill effectors in torpedo defence Systems[J]. Technical Acoustics, 2013, 32(4): 342-348.
- [4] 陈敬军. 鱼雷防御系统中不断出现的硬杀伤能力[J]. 声学技术, 2013, 32(5): 439-444.  
CHEN Jingjun. Emerging hard kill capabilities in torpedo defence systems[J]. Technical Acoustics, 2013, 32(5): 439-444.
- [5] 陈敬军. 国外水面舰艇鱼雷防御系统纵览[J]. 声学技术, 2013, 32(6): 528-533.  
CHEN Jingjun. Survey on the foreign surface ship torpedo defence systems[J]. Technical Acoustics, 2013, 32(6): 528-533.
- [6] JANE'S Underwater Warfare Systems 208-2009[M/OL]. MPG Books Group.website:juws.janes.com.
- [7] JANE'S Underwater Warfare Systems 2011-2012[M/OL]. MPG Books Group.website:juws.janes.com.
- [8] Otto Kreisher. Torpedo defence against state of the art torpedoes[J]. Naval Forces, 2009(4): 84-88.
- [9] Hartmut Manseck. Anti torpedo systems survey sensors and effectors[J]. Naval Forces, 2007(4): 92-98.
- [10] ANGELA SHERMAN, STEVE HOWICK. Torpedo threat & torpedo defence-what are the chances? [J]. Naval Forces, 2003(5): 33-36
- [11] ANGELA SHERMAN, STEVE HOWICK. Torpedo threat: what are the chances?[J] Naval Forces, 2004(6): 88-90
- [12] 李哲, 邓建辉. 水面舰艇鱼雷防御系统发展需求[J]. 论证与研究, 2008(6): 13-15.  
LI Zhe, Deng Jianhui. Requirement of Surface Ship Torpedo Defense Systems[J]. Demonstration and research, 2008(6): 13-15.
- [13] 夏志军, 章新华, 肖继刚, 等. 舰艇编队水声对抗系统需求分析[J]. 舰船科学技术, 2007, 29(6): 66-69.  
XIA Zhijun, ZHANG Xinhua, XIAO Jigang, et al. Requirements analysis for the underwater acoustic warfare system based on the formation of ship[J]. Ship Science and technology, 2007, 29(6): 66-69.
- [14] 何心怡, 钱东, 王光宇, 等. 水文条件对鱼雷声自导作用距离的影响[J]. 鱼雷技术, 2007, 15(5): 33-36.  
HE Xinyi, QIAN Dong, WANG Gunngyu, et al. Influence of water conditions on torpedo acoustic homing[J]. Torpedo Technology, 2007, 15(5): 33-36.
- [15] 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.
- [16] 陈春玉. 反鱼雷技术[M]. 北京: 国防工业出版社, 2006.  
CHEN Chunyu. Anti-torpedo technology[M]. Beijing: National Defense industry Press. 2006.
- [17] 李凝, 杨旸. 法国海军潜艇反鱼雷对抗系统[J]. 鱼雷技术, 2008, 16(5): 15-19.  
LI Ning, YANG Biao. Anti-torpedo countermeasure system for submarine of france navy[J]. Torpedo Technology, 2008, 16(5): 15-19.
- [18] 卢万, 李钊. 国外反鱼雷水声对抗技术与发展趋势[J]. 舰船电子对抗, 2008, 31(2): 50-53.  
LU Wan, LI Zhao. Foreign anti-torpedo hydro-acoustic electronic warfare technology and its development trend[J]. Shipboard Electronic Countermeasure, 2008, 31(2): 50-53.
- [19] 沈芝坤, 田恒斗, 金宁. 舰船尾流自导鱼雷防御技术发展现状[J]. 舰船科学技术, 2007, 29(4): 27-29.  
SHEN Yikun, TIAN Hengdou, JIN Ning. The present situation of defense technologies against wake-guided torpedo[J]. Ship Science and Technology, 2007, 29(4): 27-29.
- [20] 张义胜, 孙振新. 水面舰艇的防御技术[J]. 指挥控制与仿真, 2006, 28(2): 105-110.  
ZHANG Yisheng, SUN Zhenxin. Torpedo defense techniques for surface naval ship[J]. Command Control & Simulation, 2006, 28(2): 105-110.