

doi: 10.7690/bgzd.2015.10.006

## 发展潜用多用途小型鱼雷的构想

张靖康, 武志东, 张亦楠  
(海军潜艇学院一系, 山东 青岛 266042)

**摘要:** 为增加潜艇防御手段、提高潜艇的生存概率, 提出发展潜用多用途小型鱼雷的构想。分析小型鱼雷发展现状, 阐述潜用多用途小型鱼雷可担负的作战任务, 并提出需解决的关键技术。结果表明: 潜用多用途小型鱼雷占用空间小, 能提高装载量, 可成为潜艇攻防的有力武器, 为提高潜艇生命力提供有力保障。

**关键词:** 小型鱼雷; 反潜; 反 UUV; 反吊放声纳; 反水雷

**中图分类号:** TJ630.1 **文献标志码:** A

## A Conception of Developing Pint-size and All-purpose Torpedo for Submarine

Zhang Jingkang, Wu Zhidong, Zhang Yi'nan  
(No. 1 Department, Navy Submarine Academy, Qingdao 266042, China)

**Abstract:** To develop new defensive measure of submarine and improve its survival probability, a conception of developing pint-size and all-purpose torpedo for submarine is proposed. The developmental actuality of pint-size torpedo is analyzed, and the combat mission that pint-size and all-purpose torpedo for submarine can shoulder is elaborated. Further, the key technique to be solved is put forward. The pint-size and all-purpose torpedo for submarine occupy more little space, and the loadage can increase. So it is expected to be a powerful weapon for submarine to attack and defense, and provide safeguard to improve submarine survival ability.

**Key words:** pint-size torpedo; anti-submarine; anti UUV; anti dipping sonar; anti mine

### 0 引言

鱼雷自 19 世纪问世以来, 由于其作战隐蔽性强、爆炸杀伤威力大和使用范围广等诸多优点, 一直是各国海军特别是潜艇的主要武器, 并随着水下和水面作战平台在战术思想和技术装备上的变化而得到长足发展和完善。潜艇是海上军事斗争的主要兵力, 鱼雷仍然是其实施攻击和防御的重要武器<sup>[1]</sup>。

鱼雷按直径大小可分为大、中、小类型: 直径为 533 mm 以上的为大型, 直径在 400~482 mm 的为中型, 直径为 324 mm 以下的为小型。目前世界各国海军潜艇都装备有大型鱼雷以担负反潜、反舰和侦察巡逻等任务, 然而随着武器装备技术的发展以及世界各国对反潜战的重视, 潜艇作战面临的形势更加严峻, 需要面对的威胁有增无减。潜艇内部空间狭小, 装载大型鱼雷数量有限, 而且潜艇为担负多元任务, 通常还需搭载反舰导弹、水雷、诱饵和潜艇模拟器等大口径武器或防御器材, 相应的各类武器的数量都受限, 从而影响潜艇作战能力。为此, 笔者提出发展一种潜用多用途小型鱼雷, 作为潜艇的备用武器, 以期提高潜艇的攻击和防御能力。

### 1 小型鱼雷发展现状

目前国内外小型鱼雷的发展体现在 2 个方向。

1) 反潜。如由意大利和法国联合研制的 MU90

鱼雷, 其直径/长度/质量分别为 324 mm/3 000 mm/275 kg, 航速可在 29~50 kn 机动切换, 航程 12 km/50 kn~25 km/29 kn, 配有新式主/被动声纳, 主要用来对付艇体敷设消声瓦、下潜深度大、反侦察能力强的常规潜艇和核动力潜艇<sup>[2]</sup>。而由意大利白头公司研制的 A200 鱼雷则是一种微型反潜鱼雷, 其直径为 123.8 mm, 舰射型的长度/质量分别为 883.4 mm/11.3 kg, 空投型的长度/质量分别为 914.4 mm/12 kg, 航速 8 kn 时航程 8 km, 装有一部适于浅水工作的宽频带主动声纳, 且装有目标识别装置。

2) 反鱼雷。如美国研制的 Smart 鱼雷, 其直径/长度分别为 160 mm/2 800 mm, 航速 30~40 kn, 航程 1 km, 配有多模式自导头, 主、被动工作方式, 可拦截直航、声自导/线导和尾流自导鱼雷, 目前处于演示验证阶段。由俄罗斯研制的 MTT 反鱼雷鱼雷, 其直径/长度分别为 324 mm/3 108 mm, 自导作用距离 300 m, 航程 1 km, 目前已装备使用<sup>[3]</sup>。此外, 部分国家在设计反鱼雷鱼雷时也考虑兼顾反潜的能力。如美国目前发展的反鱼雷鱼雷, 主要作为反鱼雷使用, 同时可以装备到无人小型潜艇和轻型直升机上, 作为反潜鱼雷使用。

### 2 潜用多用途小型鱼雷可遂行的作战任务

#### 2.1 反潜

目前潜艇装备的鱼雷通常有攻击最小航程的要

收稿日期: 2015-05-26; 修回日期: 2015-07-14

作者简介: 张靖康(1980—), 男, 山西人, 硕士, 讲师, 从事潜艇武器系统运用研究。

求。所谓“鱼雷攻击最小航程”是指鱼雷发射出管后，鱼雷完成安全距离航行、自导自适应、自导确认目标、引信保险解除等工作后处于战斗状态所需的最小航程。当目标与本艇距离较近，本艇对其攻击时的鱼雷航程小于鱼雷最小航程要求时，鱼雷越过目标后才处于战斗状态，故此情况下即使发射鱼雷也不会对目标造成太大威胁。

随着各国潜艇技术的发展，潜艇自噪声不断降低，隐蔽性不断提高，并且潜艇目标与本艇处于相同的水声环境中，因而在未来海战中，潜艇与潜艇遭遇时距离往往可能很小。反潜作战要求必须先敌攻击，反应速度往往决定了生死。而大型反潜鱼雷由于攻击最小航程的限制，在近距离发现潜艇目标时，不能立即进行发射，往往还需要进行战术机动以增大本艇与目标距离，从而延误战机，并可能置本艇于危险境地。而小型鱼雷航程较短，其攻击最小航程也较大型鱼雷小，因此使用小型鱼雷进行应急反潜是一种很好的选择。虽然小型鱼雷航程近，装药量少，爆炸威力小，不能完全替代现有大型反潜鱼雷，但对近距离的潜艇目标，可给潜艇指挥员多提供一种攻击武器，达到先敌攻击的目的，并可对敌潜艇造成一定的毁伤。

## 2.2 反 UUV

进入 21 世纪以后，无人水下航行器 (unmanned underwater vehicle, UUV) 的装备和技术得到了迅猛的发展，至今大约有 1 000 余艘各种用途的 UUV 已在军用和民用领域得到应用。军用 UUV 是以军用作战为目的的无人潜航器，通过携带多种传感器和作战模块，执行警戒、侦察、监视、跟踪、灭雷以及中继通信等多种作战任务，是自主航行和智能作业的无人智能化武器平台。美国计划到 2030 年，组建一支有 2 000 艘 UUV 的水下无人部队投入海军使用。未来美海军的大部分反潜跟踪任务可由新型的自主长航时反潜无人艇来完成，这种无人艇可部署于对方军事港口外围或航道上及兵力展开航路上，监视潜艇兵力行动；结合卫星、飞机、水声站等探测信息，对海上部署潜艇实施搜索跟踪<sup>[4]</sup>。尽管目前反潜无人艇只定位于反潜探测、发现和跟踪，但不排除将来搭载攻击武器对潜艇实施攻击的可能。

可以预见，未来海战中 UUV 将是一种有效的反潜武器，是潜艇必须面对的一个威胁，必须有行之有效的武器进行对抗。当然，潜载大型鱼雷通常可担负对抗 UUV 的任务，但考虑到反潜 UUV 通常尺寸较小、航速较低，潜艇发现时一般距离较近，

因而使用小型鱼雷实施反击则更为经济和有效。

## 2.3 反吊放声纳

由于缺乏有效的防空武器，潜艇在与反潜直升机的对抗中一直处于劣势。最主要的防御方法就是避免被敌反潜直升机发现。而一旦被吊放声纳发现跟踪，潜艇则只能采取机动规避进行摆脱，同时综合使用本艇携带的水声对抗器材对吊放声纳进行干扰、诱骗。目前潜艇使用的水声对抗器材如气幕弹、干扰器和声诱饵等多属软杀伤性器材，其原理一是使用背景噪声干扰，压制和降低声纳对目标的检测性能；二是使用信号干扰，以模拟目标信号形式诱骗声纳系统，降低其检测识别真目标的概率，使其产生误判、误跟踪诱骗的假目标<sup>[5]</sup>。

采用软杀伤器材对抗吊放声纳跟踪的缺点可能是需要潜艇与敌进行多次对抗，并且随着声纳探测性能的提升和目标识别技术的发展，很难保证每次对抗均能成功；因此，潜艇仅靠软杀伤器材已不能适应未来海战中对抗直升机吊放声纳跟踪、进而避免被鱼雷攻击的要求。为此，各海军强国研究开发的潜艇防御系统中已考虑采用硬杀伤手段对抗反潜直升机，如潜对空导弹。潜艇使用小型鱼雷对抗直升机吊放声纳也是一种硬杀伤对抗手段。

当潜艇发现敌反潜直升机使用吊放声纳对本艇实施跟踪，并以主动方式进行探测时，即可组织发射小型鱼雷进行对抗。发射前需要判明吊放声纳方位并估计其工作深度。鱼雷发射后转向至吊放声纳方位航向航行，并变深至估测工作深度。当鱼雷航行一定管制距离后，被动自导装置开始工作，接收吊放声纳主动搜索脉冲信号，并导引鱼雷向目标接近。鱼雷与吊放声纳接近至一定距离时，雷上主导自导装置开机，导引鱼雷命中目标(或接近至目标附近)。随后引爆鱼雷装药，依靠爆炸冲击波破坏吊放声纳，从而使直升机被迫停止跟踪。

## 2.4 反鱼雷

鱼雷武器是潜艇面临的主要威胁，世界各主要国家海军都非常重视潜艇对抗鱼雷技术的发展，相继研制出气幕弹、声干扰器和声诱饵等软杀伤器材。然而，随着科学技术的发展，鱼雷武器的性能和智能化程度得到不断提升。现代鱼雷中组合制导方式、多频制和目标识别技术等反对抗措施的运用，使得鱼雷抗干扰和识别真假目标的能力显著增强，导致利用软杀伤手段对抗来袭鱼雷的有效性相对降低。而鱼雷大的续航力和再攻击能力的提高使得即使软杀伤措施有效，潜艇对抗鱼雷攻击的时间也很长。

为了提高防御鱼雷成功概率,各国海军开始更多地关注能够消除威胁的硬杀伤系统<sup>[6]</sup>,而反鱼雷鱼雷就是一种拦截来袭鱼雷的主动硬杀伤武器。它能在既定弹道的配合下,依靠高效的自导、控制系统在较大范围内拦截来袭鱼雷。目前国外在研和在论证的反鱼雷鱼雷中已有采用小型鱼雷的先例,如前面提到的美国 Smart 反鱼雷鱼雷,此外还有德国研制的“海蜘蛛”反鱼雷鱼雷,其直径/长度分别为 210 mm/2 260 mm,航速小于 50 kn,航程 1 km。

### 2.5 反水雷

水雷是海战中一种传统的既经济又有效的武器,战争的实践表明,水雷武器不仅可用于对付水面舰船,而且已成为反潜作战的重要武器。在未来海上作战中,敌对双方为封锁对方潜艇活动,通常在对方潜艇基地驻泊点附近海域、必经海峡水道、以及己方基地港口附近和沿海某些重要防御地段布设雷区障碍;因此,与水雷作斗争是潜艇防御的一项重要行动内容<sup>[7]</sup>。

目前潜艇克服水雷障碍的基本措施有:1) 绕过水雷障碍区航行;2) 在无法绕过时利用雷区通道通过;3) 在无雷区通道可利用时,选择障碍薄弱处突破。潜艇突破雷区需借助探雷声纳探测确定水雷稀疏区域,并通过潜艇机动完成。由于探雷声纳难以发现沉底水雷,因而不能在布设沉底水雷和混合水雷障碍的地段突破。潜艇突破雷区的方法虽然可行,但危险性极大,并且一旦深入雷区而又发现无较大雷区间隙时,则将陷入进退两难的境地。

潜艇使用小型鱼雷反水雷时,首先利用探雷声纳对水雷进行定位,然后发射小型鱼雷。鱼雷按照预先设定的水雷方位和深度进行变向变深,随后鱼雷主动自导装置开机,导引鱼雷向水雷接近并命中目标,依靠鱼雷装药引爆水雷,从而扫除潜艇前进障碍。考虑到探雷声纳及鱼雷自导装置难以发现沉底水雷,此方法同样不能在布设沉底水雷和混合水雷障碍的区域使用。

## 3 潜用多用途小型鱼雷需解决的关键技术

### 3.1 发射装置通用化

潜艇为布置小型鱼雷发射装置,需要在耐压壳体上设置发射管口,而设置孔洞越多,潜艇的水动力噪声也会增加,同时也将影响壳体的耐压强度。另外武器发射装置也会占用潜艇舱室空间,使本就狭小的空间更加拥挤;因此,从保持潜艇隐蔽性和壳体耐压强度以及减小空间占用的角度考虑,潜艇

不适宜再增加额外的小型鱼雷发射装置,为此小型鱼雷的研制应与声诱饵和噪声干扰器等水声对抗器材统筹考虑,统一武器尺寸、参数设定接口等,以便使用相同的发射装置和控制仪器。

### 3.2 开发多任务鱼雷弹道

多用途小型鱼雷需担负多种作战任务,不同的作战对象将会产生不同的作战态势,而如果使用一种固定的鱼雷弹道来对付不同的攻击目标,将会影响鱼雷的作战效果,进而达不到预定的对抗目的。为此,必须针对不同的作战对象,开发与之相适应的鱼雷弹道。鱼雷发射前,潜艇指挥员可根据作战对象进行选择 and 设定,以使鱼雷发挥最大作战效能。

### 3.3 改进动力系统

鱼雷航速和航程与其动力系统性能直接相关,在鱼雷尺寸受限的情况下,鱼雷携带的能源、动力装置的输出功率都会受到限制,从而影响鱼雷作战能力的发挥;因此,多用途小型鱼雷需采用高性能动力装置和新型能源,提高发动机输出功率,以增大航速和航程,提高鱼雷机动性和作战距离。同时,鱼雷还要改进推进器,在不影响航速的条件下,尽量减小推进噪声。

### 3.4 提高精确制导能力

多用途小型鱼雷主要对抗潜艇及其他小型目标,并且采用主、被动声自导导引,因而对鱼雷自导系统提出了增大微弱信号探测能力和作用距离,提高目标参量估计精度,实现精确导引的要求<sup>[8]</sup>。小型鱼雷由于声基阵尺寸小,不利于对目标的探测,为此必须研究更为先进的声传感器技术,克服声基阵尺寸对微弱信号检测能力的限制。此外,提高信号处理能力、增强目标识别能力、降低鱼雷航行自噪声等也会提高声自导装置性能。

### 3.5 增大装药爆炸威力

战斗部作为鱼雷的有效载荷,如何提高战斗部的毁伤能力是鱼雷武器研制的主要目标之一。为了打击目标,总是希望鱼雷的装药量越多越好。由于小型鱼雷尺寸较小,装药量不大,必然会大大降低对目标的毁伤效果。为此必须采用新型高能装药和新的爆破技术以改进战斗部,充分利用炸药能量,提高鱼雷爆炸威力。

## 4 结束语

未来海战中,潜艇面临的威胁将更加复杂多样,必须装备有效的武器进行应对。潜用多用途小型鱼

雷通过改变机动弹道,可协助潜艇对抗多种目标威胁,而且由于采用硬杀伤手段,能够提高对抗效果,增加潜艇生存概率。同时由于鱼雷尺寸小,因而在潜艇空间有限的情况下,可适当增加装载量,为提高潜艇生命力提供有力保障。

### 参考文献:

- [1] 李本昌,海宽. 潜射鱼雷的发展及需要着重顾及的问题[J]. 军事运筹与系统工程, 2004, 18(3): 77-80.
- [2] 卢军,陈立强,崔和. 先进的多任务轻型鱼雷 MU90[J]. 鱼雷技术, 2006, 14(1): 57-60.

\*\*\*\*\*

(上接第3页)

通过仿真可知:预警机预警探测距离对空中巡逻战斗机前出接敌距离和飞行时间影响是显著的;因此,可通过提高预警机预警探测距离来显著提升空中巡逻战斗机前出接敌距离,从而增大了编队防空拦截作战的空域,使编队有足够的预警时间来组织兵力兵器拦截来袭目标,以提升航母编队整体防空作战能力。

### 4 结束语

鉴于预警机在航母编队防空作战中的重要地位,笔者提供了航母编队防空作战中预警机预警探测分析模型,并依据这些模型分析航母编队防空作战中预警机预警探测距离对编队空中巡逻战斗机前出接敌距离和时间的影响,可为航母编队防空作战提供参考。

\*\*\*\*\*

(上接第14页)

### 4 结论

笔者在跃升俯冲攻击弹道模型的基础上,在过载系数未知时,应用自适应模型集交互式多模型算法实现了对跃升俯冲机动过程的有效跟踪。仿真算例结果表明,该算法可有效调整模型参数,跟踪性能优于固定模型集合多模型算法。该算法同样可应用到其他未知系统参数的目标跟踪过程中,改善其跟踪性能。其中提高模型集合向真实模型集合的收敛速度可作为下一步的工作内容。

### 参考文献:

- [1] 高文春,张岩,龙腾,等. 舰载反导跟踪算法与模型分析[J]. 系统工程与电子技术, 2000, 22(8): 48-51.
- [2] 李新国,方群. 有翼导弹飞行动力学[M]. 西安:西北工业大学出版社, 2004: 66.
- [3] X Rong Li, Jilkov V P. A survey of maneuvering target tracking part I: Dynamic models[J]. IEEE Trans. Aerospace and Electronic Systems, 2003, 39(4):

- [3] 崔贵平. 国外反鱼雷鱼雷技术发展及趋势[J]. 舰船科学技术, 2013, 35(3): 138-141.
- [4] 李本江,高孟,罗向前. 美反潜无人艇作战使用分析[J]. 舰船电子工程, 2012, 32(8): 3-4.
- [5] 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(1): 50-53.
- [6] 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.
- [7] 肖锋,朱清浩,刘庆龄,等. 潜艇规避锚雷安全距离选择问题[J]. 四川兵工学报, 2009, 30(1): 84-85.
- [8] 钱建平,杨芸. 国外鱼雷及自导技术现状与发展趋势[J]. 船舶工程, 2003, 25(4): 10-16.

### 参考文献:

- [1] 本杰明·朗伯斯. 新世纪初叶美国航母空中作战力量[M]. 北京: 海军装备研究院综合所, 2006: 4-6.
  - [2] 李怀周. 美国海军航母战斗群作战研究[D]. 北京: 国防大学, 2001.
  - [3] 邓中卫. 预警机的现状和发展趋势[J]. 国防, 2005(3): 41-44.
  - [4] 刘海鹰. 航空母舰编队的作战能力与战术使用[J]. 现代舰船, 2009(1): 14-17.
  - [5] 刘中文,刘振华,李军政. 预警机作战使用问题研究[J]. 空军第二飞行学院院刊, 2005(1): 9-14.
  - [6] 纪峰波,向凡夫,管莹莹. 航母编队区域防空部署研究[J]. 舰船电子工程, 2012, 32(11): 1-3.
  - [7] 徐圣良,吴晓峰,王振波. 航母编队进入综合作战区后预警机阵位研究[J]. 舰船电子工程, 2008(1): 41-44.
  - [8] 徐圣良,吴晓峰,赵小龙. 航母编队航渡过程中预警机阵位确定方法研究[J]. 指挥控制与仿真, 2007(1): 56-60.
- \*\*\*\*\*
- [4] X Rong Li, Jilkov V P. A survey of maneuvering target tracking part II: Ballistic target models[C]//Proc. 2001 SPIE Conf. on Signal and Data Processing of Small Targets, San Diego, CA, USA, 2001, 4473: 559-581.
  - [5] 张丕旭,石章松,刘忠. 一种基于弹道模型的机动目标跟踪算法[J]. 弹箭与制导学报, 2009, 9(4): 55-62.
  - [6] Mazor E, Averbuch A, Bar-Shalom Y, et al. Interacting multiple model methods in target tracking: a survey[J]. IEEE Trans on Aerospace and Electronic Systems, 1998, 34(1): 103-123.
  - [7] X Rong Li, Bar-Shalom Y. Multiple-model estimation with variable structure[J]. IEEE Trans on Automatic Control, 1996, 41(4): 478-493.
  - [8] 刘建书,李人厚,张贞耀,等. 交互式多模型算法的模型集设计[J]. 控制与决策, 2007, 22(3): 326-333.
  - [9] Jilkov V P, Angelova D S, Semerdjiev T A. Design and comparison of model-set adaptive IMM algorithm for maneuvering target tracking[J]. IEEE Trans on Aerospace and Electronic Systems, 1999, 35(1): 343-350.
  - [10] 刘扬,国强,吴钦章. 基于期望模式修正方法的混合网格多模型估计[J]. 哈尔滨工程大学学报, 2012, 33(2): 234-239.