

国外鱼雷现状与启示

何心怡, 卢军, 张思宇, 程善政, 陈菁
(海军研究院, 北京 100161)

摘要 介绍了国外鱼雷现状, 探究其航程、航速、作战深度等总体性能指标, 给出国外鱼雷对我国同类装备的启示: 1) 走系列化发展之路; 2) 持续提高自导性能、推进减振降噪; 3) 创新鱼雷战斗部技术; 4) 轻型鱼雷朝着多功能、多用途方向发展; 5) 根据最大射程需求选择助飞鱼雷运载系统技术途径; 6) 更高的航速、更远的航程、更大的作战深度已经不是国外鱼雷的发展重点。相关研究值得我国鱼雷装备发展借鉴。

关键词 国外鱼雷; 现状; 系列化; 自导性能; 减振降噪

中图分类号 TJ630.3

文献标识码 A

文章编号 2096-5753(2020)02-0087-07

DOI 10.19838/j.issn.2096-5753.2020.02.001

Research Status and Enlightenment of Foreign Torpedoes

HE Xinyi, LU Jun, ZHANG Siyu, CHENG Shanzheng, CHEN Jing
(Naval Research Academy, Beijing 100161, China)

Abstract In this paper, the research status of foreign torpedoes is introduced, and the overall performance indexes such as range, speed and operational depth of torpedoes are explored. The enlightenment of foreign torpedoes to similar equipment development in China is put forward, which includes: 1) Developing towards serialization; 2) Improving homing performance continuously and promoting reduction in vibration and noise; 3) Innovating torpedo warhead technology; 4) Developing lightweight torpedoes with multifunction and multipurpose; 5) Choosing appropriate technical approach of rocket-assisted torpedo delivery system according to maximum range requirement; 6) Higher speed, longer range and deeper operational application no longer being the focus of foreign torpedo development. Relevant research can provide reference for the development of torpedo equipment in China.

Key words foreign torpedoes; status; serialization; homing performance; reduction in vibration and noise

0 引言

鱼雷是在水中自主航行, 搜索、追踪和攻击舰艇、来袭鱼雷等目标的水中兵器。具有隐蔽性强、制导精度高、毁伤威力大等特点, 是各国海军主战兵器^[1]。经过多年的系列化与体系化发展, 鱼雷已从最初水面舰艇管装发射发展为潜艇管装发射、水

面舰艇管装发射、水面舰艇助飞发射和航空反潜作战平台空投使用。

为满足反舰、反潜、反鱼雷等多样化作战任务急需, 作为水下攻防体系中主要攻击武器的鱼雷, 正在不断发展中。他山之石可以攻玉, 文中通过分析国外鱼雷发展现状, 探究其航程、航速、作战深度等总体性能的发展脉络, 给出对我国鱼雷装备与

技术发展的启示。

1 国外鱼雷现状

按照直径与发射方式划分,鱼雷可分为重型鱼雷、轻型鱼雷和助飞鱼雷。

1.1 重型鱼雷

重型鱼雷一般由潜艇管装发射,通常兼具反舰与反潜功能;俄罗斯的重型鱼雷有由水面舰艇管装发射的,还有专用反舰或专用反潜的。如水面舰艇管装发射的 C Θ T-65 Θ 鱼雷,以及潜艇管装发射专

用反舰的 53-65 K Θ 鱼雷、专用反潜的 T Θ CT-71 线导鱼雷^[1]。

目前国外现役重型鱼雷大都为线导鱼雷,直径通常为 533 mm (俄罗斯还有 650 mm 直径的重型鱼雷,如 65-73 鱼雷、65-76 鱼雷等^[1-2])、长度约 7 m、重量约 1.5 t、战斗部装药量在 200 kg 以上,具有人在回路导引、航程远、隐蔽性强、制导精度高和毁伤威力大等特点。

国外先进重型鱼雷,主要型号如下所述,主要指标见表 1。

表 1 国外先进重型鱼雷主要型号及指标
Table 1 Main index of foreign advanced heavyweight torpedoes

指标	MK48 Mod 7	“黑鲨”	DM2A444	Futlyar	“旗鱼”
直径/mm	533	533	533	533	533
长度/m	5.85	6.30	6.62	—	6
重量/kg	1 636	1 650	1 370	—	1 850
最高航速/kn	55	50	50	60	70
航程	46 km/55 kn	50 km (混合航程)	20 km/50 kn	60 km (混合航程)	40 km/70 kn (浅水) 40 km/55 kn (深水)
最大作战深度/m	914	400 (或 600)	400	500	900
制导方式	线导+ 主被动声自导	线导+ 尾流/主被动声自导	线导+ 主被动声自导	线导+ 尾流/主被动声自导	线导+ 主被动声自导
水声对抗能力	强	强	强	强	强
装药量/kg	295	250	260	300	300
推进装置	泵喷推进器	对转螺旋桨	对转螺旋桨	泵喷推进器	泵喷推进器

1) 美国装备的重型鱼雷主要是 MK48 系列热动力鱼雷^[3-9]。目前现役最新型号为 MK48 Mod 7 鱼雷。该型鱼雷是在 MK48 Mod 6 鱼雷的低噪声雷型上,采用通用宽频带先进声自导技术 (Common Broadband Advanced Sonar System, CBASS),有效提升了浅海自导性能并提高真假目标识别能力^[3,5,6]。

2) 俄海军现役最新型主战重型鱼雷为 Futlyar 热动力鱼雷^[10]。该型鱼雷是在 Fizik-1 鱼雷^[1] (直径 533 mm、长度 7.2 m、重量 2.2 t、装药量 300 kg、航速 30~55 kn、航程 40~50 km) 基础上升级而来,适度提高了最大航速、拓展了鱼雷航程,采用线导+尾流/声自导模式,自导作用距离远且具有尺度识别能力。

3) 欧洲国家装备的重型鱼雷主要有英国的“旗鱼”鱼雷^[1]、意大利的“黑鲨”鱼雷^[1,4,9,11]、德国的 DM2A4 鱼雷^[1,4,9]等,其中:英国的“旗鱼”鱼雷为热动力鱼雷,航速、航程可达 40 km/70 kn (浅水)或 40 km/55 kn (深水),最大作战深度超过 900 m。代表电动力重型鱼雷最高水平的意大利“黑鲨”鱼雷,最高航速 50 kn、混合航程 50 km、最大作战深度 400 m (也有报道说是 600 m);与其前身 A184-3 鱼雷相比,“黑鲨”鱼雷自导工作频段下限拓展至 10 kHz,据称其声自导最远探测距离超过 7 km,在 NATO 国家鱼雷中少有地采用了尾流自导,螺旋桨由 7+6 叶铝合金对转螺旋桨改为 11+6 叶复合碳纤维对转螺旋桨,线导导线由铜导线改为光纤导线,并采用了激光惯导。德国 DM2A4 电动

力鱼雷是世界上唯一采用共型阵的鱼雷, 具有更大的搜索扇面; 与其前身 DM2A3 鱼雷相比, 线导导线也由铜导线改为光纤导线, 由电陀螺改为光纤陀螺; 同时, 该型鱼雷还是一型模块化、自成家族的电动力重型鱼雷 (包括 DM2A444、DM2A43、DM2A42、DM2A41、DM2A4-LC-尾流自导、DM2A4-UUV 等), 在标准型 DM2A444 鱼雷基础上对其电池组、自导等进行个性化、模块化订制, 可满足不同用户对鱼雷航速、航程、自导方式的个性化需求。

由表 1 可知, 国外先进重型鱼雷既有热动力鱼雷又有电动力鱼雷, 均为线导鱼雷并采用泵喷或对转螺旋桨推进技术, 以多速制或无级变速航行, 最高航速均超过了 50 kn, 混合航程均超过了 50 km, 自导工作频段可低至 10 kHz, 采用大当量高能战

斗部、毁伤威力大, 具有目标尺度识别能力与较强的水声对抗能力, 以及浅海和深海作战能力。

1.2 轻型鱼雷

轻型鱼雷既可由水面舰艇管装发射, 及固定翼反潜巡逻飞机或反潜直升机前飞或悬停空投使用, 也可作为助飞鱼雷战斗载荷使用, 主要执行反潜及反鱼雷作战任务。

目前, 国外现役轻型鱼雷直径通常为 324 mm (部分俄罗斯轻型鱼雷直径为 350 mm, 如 A П П-3 鱼雷^[1]; 部分美国在研反鱼雷鱼雷直径小于 324 mm, 如在研的 Smart 反鱼雷鱼雷直径为 160 mm、长度约 2.8 m^[1]), 长度约 3 m, 重量约 300 kg, 战斗部装药量约 50 kg。

国外先进轻型鱼雷主要型号如下所述, 主要指标见表 2。

表 2 国外先进轻型鱼雷主要战术技术指标
Table 2 Main index of foreign advanced lightweight torpedoes

指标	MU90	MK50	MK54	MTT
直径/mm	324	324	324	324
长度/m	3	2.89	2.71	3.2
重量/kg	300	363	275	390
航程	12 km/50 kn, 25 km/29 kn	12 km/55 kn	15 km (混合航程)	10 km
航速/kn	29~50	55	28/36/45	35/58
最大作战深度/m	1 000	750~800	450	600
自导方式	主被动声自导	主被动声自导	主被动声自导	主被动声自导
水声对抗能力	强	强	强	较强
垂直命中	具备	具备	—	—
装药量/kg	50 (聚能装药战斗部)	45 (聚能装药战斗部)	45	60
推进装置	泵喷推进器	泵喷推进器	对转螺旋桨	泵喷推进器

1) 美国装备的轻型鱼雷主要有 MK46 系列、MK50、MK54 热动力鱼雷^[1,3,9,12], 其中: MK46 系列鱼雷自 20 世纪 60 年代列装部队开始, 在保持总体、动力等基本不变前提下, 不断对自导、控制等性能进行升级, 至今仍是国际上装备数量最大的轻型鱼雷, 先后交付世界各国 2 万多条。MK50 鱼雷主要针对前苏联大潜深核潜艇, 采用先进兰金循环的闭式循环热动力推进系统, 最大作战深度可达 750~800 m、全高速航程达到了 12 km, 自导性能、水声对抗能力、浅海作战能力均比 MK46 鱼雷有明

显提高; 采用了捷联惯导, 但因价格昂贵, 美国仅采购了 1 000 余条。MK54 鱼雷是为解决 MK50 鱼雷价格过高的问题, 采用组合化研发模式, 集成 MK46、MK50、MK48 等鱼雷先进技术研制而成, 是典型的组合鱼雷, 具有良好的性价比, 后续将以组部件替换形式逐步完成对美国库存的 MK46 Mod 1、MK46 Mod 5 鱼雷的升级换代。

2) 俄罗斯新型轻型鱼雷 MTT 鱼雷采用 35 kn/58 kn 双速制, 直径 324 mm、长度 3.2 m, 具有较好的多平台适装性^[1]。

3) 欧洲国家的先进轻型鱼雷代表是法、意联合研制的 MU90 电力鱼雷^[1,4,9,12-14]。该型鱼雷是在充分继承法国“海鳗”鱼雷和意大利 A290 鱼雷基础上研制而成,采用铝氧化银电池、无级变速、聚能装药战斗部以及垂直命中技术,并且在水面舰艇管装发射时采用了入水稳定器,具有良好的浅海作战能力及水声对抗能力。

由表 2 可知,国外先进轻型鱼雷大多采用泵喷推进技术,应用了多速制甚至无级变速技术,采用主被动声自导,具有较强的水声对抗能力,多采用聚能装药战斗部与垂直命中技术。可确保小当量战斗部对双壳体潜艇的有效毁伤。

1.3 助飞鱼雷

为满足水面舰艇中程快速反潜作战急需,自 20 世纪 60 年代起,美、俄、法等海军强国开始研制并陆续装备助飞鱼雷。在国外,助飞鱼雷常被称为反潜导弹,通过运载系统将战斗载荷(通常为轻型鱼雷,也有的为深水炸弹)投送至目标上方附近,再由轻型鱼雷入水搜索、追踪、攻击潜艇^[1,15-23]。

国外典型助飞鱼雷指标见表 3。其中:

1) 美国海军 20 世纪 60 年代研制装备了倾斜发射的 RUM-5A“阿斯洛克”助飞鱼雷;20 世纪 90 年代后,研制装备了垂直发射的 RUM-139A“阿斯洛克”助飞鱼雷,以适应 MK41 通用垂直发射系统的装载与发射要求^[15-19]。上述两型助飞鱼雷目前仍是北约国家最主要的助飞鱼雷,仅 RUM-5A“阿斯洛克”助飞鱼雷迄今为止共生产了 2 万枚以上^[17]。

2) 俄罗斯和法-意也分别研制了“螻蛄”(西方代号 SSN-N-29)、“石英”(西方代号 SS-N-14)、“米拉斯”助飞鱼雷^[15-22];2009 年,韩国以美国 RUM-139A“阿斯洛克”助飞鱼雷为基础,研制成功适装 MK41 通用垂直发射系统、以韩国“蓝鲨”轻型鱼雷为战斗载荷的“红鲨”助飞鱼雷^[19, 23]。

由表 3 可知,国外助飞鱼雷均采用先进的轻型鱼雷作为战斗载荷,运载系统包括弹道式和飞航式两种,根据装备平台的装载与发射要求采用垂直或倾斜发射,最大射程以 20 km 左右居多。

表 3 国外典型助飞鱼雷主要指标
Table 3 Main index of foreign typical rocket-assisted torpedoes

指标	倾斜发射“阿斯洛克” (RUM-5A)	垂直发射“阿斯洛克” (RUM-139A)	“螻蛄”	“石英”	“米拉斯”	“红鲨”
直径/mm	325	358	400	550	460	380
长度/m	4.6	5.08	5.5	7.6	6	5.7
重量/kg	435	635 (战斗载荷为 MK46 Mod 5 鱼雷) 675.5 (战斗载荷为 MK50 鱼雷)	800	3 700	800	820
最大飞行速度/ (km·h ⁻¹)	1 225	1 225	—	1 163.8	1 102.5	—
射程/km	1.6~10	1.6~20	1.3~23	5~50	5~55	~20
发射方式	倾斜	垂直	倾斜	倾斜	倾斜	垂直
飞行方式	弹道式	弹道式	弹道式	飞航式	飞航式	弹道式
动力	固体火箭发动机	固体火箭发动机	固体火箭发动机	涡喷发动机	涡喷发动机	固体火箭发动机
战斗载荷	MK44/MK46 系列 鱼雷	MK46 Mod 5/MK50 鱼雷	轻型鱼雷	轻型鱼雷	MK46 Mod 5/MU90 鱼雷	“蓝鲨”鱼雷

2 国外鱼雷总体性能分析

武器装备发展必须满足未来战场的作战需求, 鱼雷最主要的作战任务仍是反舰和反潜。随着技术进步, 国外常规动力潜艇普遍采用了 AIP 技术, 水下续航力大幅提升; 减振降噪与消声瓦技术的广泛应用进一步降低了潜艇辐射噪声、减小了潜艇目标强度、增强了隐蔽性; 同时, 鱼雷防御作战和反 UUV 作战需求也日益迫切。因此, 面对作战对象的快速发展, 鱼雷必须提高自身的综合性能, 才能更好地满足水下攻防作战急需。

鱼雷总体性能可用航程、航速、作战深度三大指标表征, 是鱼雷最凸显的性能。有鉴于此, 通过分析国外鱼雷的航程、航速、作战深度指标, 可探究其鱼雷装备发展脉络。

2.1 航程 (射程)

鱼雷攻击流程与步兵打靶类似, 包括搜寻靶、瞄准靶、射击 3 个环节: 搜寻靶要求作战平台能可靠感知到目标; 瞄准靶要求作战平台武器系统能根据测量到的目标距离、目标方位等目标数据, 快速解算出目标的航向、航速以及鱼雷的射击参数; 射击是装订好射击参数发射鱼雷对目标展开攻击。

为最大化地发挥鱼雷武器的打击威力, 重型鱼雷作为潜艇的主战武器, 其打击范围应与潜艇对目标的感知距离相匹配; 同理, 轻型鱼雷、助飞鱼雷的航程 (射程) 需求也与重型鱼雷类似。

目前, 国外重型鱼雷航程已超出发射舰艇声呐的感知范围, 进一步提高重型鱼雷的航程已不是重点。美国重型鱼雷的发展有力证明了这点: MK48 系列重型鱼雷在保持其总体、动力等性能基本不变前提下, 重点开展自导、控制、减振降噪等方面的性能提升^[4-5], 沿着系列化道路不断前行。

同样, 助飞鱼雷作为驱护舰中程快速对潜打击武器, 受限于本舰声呐的感知范围, 进一步提高其射程也不是发展重点。因为在水面舰艇与潜艇的攻防对抗中, 水面舰艇因巡航速度快、辐射噪声大的固有特性决定其处于易被发现的劣势, 绝大多数情况下, 水面舰艇都是近程发现潜艇或

遭受敌鱼雷攻击后才被动发现潜艇; 此时发射助飞鱼雷, 讲究的是攻击的快速性与时效性, 以期通过助飞鱼雷的快速入水攻击, 扰乱敌线导鱼雷的线导导引、掩护我舰的机动规避, 实现以战术的攻击行动达到对潜防御的目的。美国“阿斯洛克”助飞鱼雷始终贯彻此军事理念: 20 km 的最大航程主要用于与本舰声呐探测距离相匹配, 而以美国固体火箭推进动力技术能力, 大幅提高助飞鱼雷的射程是轻而易举之事。

2.2 航速

打击舰艇目标时, 要求鱼雷最大航速应达到舰艇最大航速的 1.5 倍以上, 因此, 国外新型轻型鱼雷的最大航速均在 50 kn 左右, 已能满足攻击潜艇目标需求。除美国濒海战斗舰 (其最大航速达到 45 kn) 外, 世界各国水面战斗舰艇的最大航速通常不超过 35 kn, 重型鱼雷以 50 kn 最大航速能够满足作战需求; 同时, 当鱼雷航速增大至 70 kn 以上, 鱼雷雷头将出现空化现象, 严重影响声波发射与传播, 将导致声学基阵丧失功能, 此时自导鱼雷将退化成为直航鱼雷, 极大降低了鱼雷的作战效能。综合上述因素, 70 kn 最高航速的英国“旗鱼”鱼雷已成为当今世界最高航速的自导鱼雷。

硬杀伤、摧毁来袭鱼雷时, 承担反鱼雷作战的轻型鱼雷 (国外现役与研发中的反鱼雷鱼雷均为轻型鱼雷, 下文简称反鱼雷鱼雷) 均为迎击态势, 要求反鱼雷鱼雷应具备对来袭鱼雷可靠的探测能力与良好的机动能力, 而不要求反鱼雷鱼雷具有远高于来袭鱼雷的航速。

当然, 若能保证鱼雷自导功能不弱化, 提高鱼雷的航速对于提高鱼雷攻击的时效性与作战效能具有积极意义。

2.3 作战深度

鱼雷的最大作战深度应与被打击舰艇 (或来袭鱼雷) 的最大航深匹配。

对于反潜鱼雷 (无论是兼具反舰与反潜功能的重型鱼雷, 还是承担反潜作战任务的轻型反潜鱼雷), 应与作战对象或潜在作战对象潜艇的最大潜深匹配。纵观国外潜艇, 潜深最大的是美国“海狼”级核潜艇 (最大潜深为 610 m, 而且只有 2 艘),

新型核动力潜艇与常规动力潜艇的最大潜深均不超过 500 m, 如美国“弗吉尼亚”级核潜艇最大潜深为 488 m、日本“苍龙”级常规动力潜艇最大潜深为 500 m、德国 214 级常规动力潜艇最大潜深为 400 m、俄罗斯“拉达”级常规动力潜艇最大潜深为 300 m, 因此, 国外均未将提高新型鱼雷最大作战深度作为发展重点。

由于来袭鱼雷在发现被攻击舰艇目标后, 均会调整鱼雷航深至目标航深, 因此, 反鱼雷鱼雷的最大作战深度与装备平台的最大潜深匹配即可满足需求。

3 国外鱼雷发展的启示

在未来海战场, 鱼雷仍将是水下主战武器, 通过分析国外鱼雷, 能获得如下启示。

3.1 高度重视标准化、模块化、组合化, 走系列化发展之路

美国的鱼雷研发之路是优秀的典范。MK48 鱼雷研制成功后, 美国以 20 世纪 80 年代初大批量装备的 MK48 Mod 4 鱼雷为基本型进行持续改进升级^[5-8], 现今最新型为 MK48 Mod 7 鱼雷, 并计划从 2017 年起对 MK48 Mod 7 鱼雷动力系统进行升级研究^[3]; 作为轻型鱼雷主流型号的 MK46 鱼雷, 更是历经 50 多年以 MK46 Mod 2 鱼雷为基本型进行系列化发展; MK54 鱼雷是典型的混合鱼雷, 结合了 MK46 鱼雷的战斗部与动力系统、MK50 鱼雷的自导系统与控制系统、MK48 鱼雷的速度控制阀与战术软件研制而成^[1,3]。

欧洲亦如此, 法、意正以联合研制的 MU90 鱼雷为基础, 研发 MU90-HK 反鱼雷鱼雷^[24-25]。

通过系列化发展, 既短、平、快地实现了鱼雷装备的性能提升, 又降低了研发费用、缩短了研制周期。

3.2 持续提高自导性能、推进减振降噪, 是国外鱼雷的发展重点

自导作用距离取决于目标声学特性、自导工作频段、声学基阵孔径与自导信号处理算法。目前, 国外鱼雷大都基于雷顶阵探测目标, 受限于鱼雷雷顶平面尺度制约, 实现自导作用距离质的飞跃已不

是国外鱼雷的追求重点。国外鱼雷重点提高以水声对抗能力为核心的自导性能, 适应未来充斥有大量水声对抗装备的复杂水下攻防对抗环境, 确保鱼雷使命任务的达成^[1,3,9,13]。

同时, 水下攻防对抗是体系与体系的对抗, 提高自身隐蔽性是保证鱼雷作战效能的重要因素, 因此, 减振降噪是国外鱼雷发展的重要方向^[3-8,26]。如: 美国的 MK48 系列鱼雷, MK48 Mod 4M 鱼雷是为验证、突破鱼雷减振降噪技术瓶颈的过渡型号; MK48 Mod 6 AT 鱼雷是在 MK48 Mod 4 鱼雷基础上, 重点提高隐身性与自导性能^[5]。

3.3 创新战斗部技术, 提高毁伤威力

传统鱼雷战斗部均为爆破型战斗部, 已不完全满足作战需求。

受限于物理尺度与装药空间, 为有效毁伤双壳体潜艇, 小直径聚能装药战斗部是轻型鱼雷战斗部的主方向, 为此, 轻型鱼雷还将同步匹配发展精确自导与控制技术, 实现对潜艇目标的垂直命中^[1,27-29]。

由于大型水面舰艇水密隔舱多、防护隔舱多、抗沉性强, 受装药空间的限制, 重型鱼雷已无法通过不断加大战斗部装药量实现对大型水面舰艇毁伤效果的显著提升, 因此, 创新战斗部结构, 已成为国外重型鱼雷战斗部的重要发展方向^[1,27]。

为高效毁伤小物理尺度的来袭鱼雷, 反鱼雷鱼雷应采用异于毁伤舰艇目标的战斗部装药、战斗部结构与引战配合体系^[27,29]。

3.4 轻型鱼雷朝着多功能、多用途方向发展

随着鱼雷性能不断提升, 舰艇面临着愈发严峻的鱼雷威胁, 国外轻型鱼雷在专注反潜的同时, 将逐步兼顾鱼雷防御作战任务; 同时, 随着各类 UUV 的不断列装, 国外轻型鱼雷可能还将担负反 UUV 的使命任务。因此, 从单一反潜向多功能、多用途方向发展, 是国外轻型鱼雷重要发展方向^[24,25,30,31], 美国与西欧均开展了类似工作, 美国曾以 MK46 鱼雷为母型研发反鱼雷鱼雷^[31]。

3.5 助飞鱼雷运载系统的最佳技术途径取决于最大射程需求

深入分析国外典型助飞鱼雷, 能发现助飞鱼雷

运载系统的最佳技术途径取决于最大射程需求: 当追求更远的最大射程时, 助飞鱼雷运载系统通常采用飞航式, 此时助飞鱼雷不受高空风场影响, 落点精度高、命中概率高, 如俄罗斯的 SS-N-14 “石英” 助飞鱼雷^[20-22]、法、意联合研制的“米拉斯” 助飞鱼雷^[15,19]; 当最大射程要求不高时, 助飞鱼雷运载系统通常采用弹道式, 此时不但较低的弹道高点保证了弹道式助飞鱼雷不受高空风场影响, 而且还具有价格相对低廉的优点, 如美国“阿斯洛克” 助飞鱼雷^[15,19]、韩国“红鲨” 助飞鱼雷^[23]。

3.6 更高的航速、更远的航程、更大的作战深度已不是国外鱼雷的发展重点

为保证良好的通用性, 世界各国都严格在发射装置物理尺度约束条件下开展鱼雷设计, 保证一型作战平台可携带多型同口径鱼雷。因此, 在总体性能满足作战需求前提下, 国外海军强国均将鱼雷宝贵的内部空间资源用于实现更优的自导性能、更佳的隐蔽性、更大的毁伤威力。

综上分析, 随着作战需求发展与技术进步, 鱼雷研制应紧扣作战任务需求, 走高费效比的标准化、系列化和组化化发展之路, 朝着多用途、高隐蔽性、智能化和大威力方向发展。

参考文献

- [1] 李宗吉, 高永琪, 王树宗, 等. 现代鱼雷——水下导弹[M]. 北京: 兵器工业出版社, 2016.
- [2] 杨应孚. 试论前苏联大口径反航母鱼雷[J]. 鱼雷技术, 2000, 8(1): 44-45.
- [3] 张萌, 谭思炜, 张林森. 美海军三型鱼雷最新研发进展及技术途径[J]. 水下无人系统学报, 2019, 27(1): 10-13.
- [4] 吕汝信. 从欧洲水下防御展看鱼雷发展趋势[J]. 鱼雷技术, 2007, 15(2): 8-11.
- [5] 钱东, 崔立. 从 MK48 系列新型鱼雷看美海军的研发方针和策略[J]. 鱼雷技术, 2006, 14(2): 1-6.
- [6] 吴晓海. 美国 MK48 系列鱼雷发展历程带给我们的启示[J]. 鱼雷技术, 2006, 14(3): 7-9.
- [7] 陈中杰. 重型鱼雷的佼佼者——美国海军的 MK48Mod6AT 鱼雷[J]. 现代军事, 2006(7): 50-52.
- [8] 北上. 巨鲨之齿——美国 MK-48 重型鱼雷发展史[J]. 现代兵器, 2008(10): 52-55.
- [9] 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.
- [10] 俄拟于年内完成新型鱼雷测试[J]. 防务摘要, 2013, 34(3): 13.
- [11] 杨应孚. 来自罗马的黑鲨鱼雷——意大利白头公司研制的重型鱼雷[J]. 国际展望, 2003(23): 73-75.
- [12] 王岚, 曹小娟. 轻型鱼雷发展趋势和关键技术研究[J]. 鱼雷技术, 2003, 11(2): 1-3.
- [13] 崔贵平, 刘晓春. 国外先进鱼雷自导技术发展趋势[J]. 舰船科学技术, 2014, 36(12): 202-209.
- [14] 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.
- [15] 梁良, 贾跃, 任磊. 国外舰载助飞鱼雷发展综述[J]. 鱼雷技术, 2014, 22(2): 157-160.
- [16] 张冬青. 世界反潜导弹发展综述[J]. 飞航导弹, 2001(2): 4-6.
- [17] 曲东才. 反潜导弹现状和发展[J]. 中国航天, 2001(9): 36-40.
- [18] 关世义, 冯致仲. 国外飞航式反潜导弹浅析[J]. 飞航导弹, 2004(10): 1-6.
- [19] 林宗祥, 孙永侃, 熊正祥. 国外反潜导弹武器系统综述[J]. 飞航导弹, 2011(2): 50-54.
- [20] 刘桐林. 揭开俄罗斯反潜导弹的神秘面纱(上)[J]. 现代兵器, 2003(8): 26-30.
- [21] 刘桐林. 揭开俄罗斯反潜导弹的神秘面纱(下)[J]. 现代兵器, 2003(9): 20-25.
- [22] 时进发, 李善高, 李文哲. 俄罗斯海军反潜导弹武器系统及发展趋势[J]. 舰船电子工程, 2006, 26(5): 27-30.
- [23] 陈光文. 垂直攻潜——浅析韩国新型“红鲨鱼”反潜导弹[J]. 现代兵器, 2010(3): 19-22.
- [24] 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.
- [25] 钱东, 崔立, 顾险峰. MU90 HK 反鱼雷鱼雷的作战效能[J]. 鱼雷技术, 2004, 12(4): 5-8.
- [26] 张弛, 张志民. 国外鱼雷声隐身技术现状及发展综述[J]. 鱼雷技术, 2014, 22(6): 415-419.
- [27] 鲁忠宝, 黎勤, 马军利, 等. 鱼雷战斗部装药特点与发展[J]. 水下无人系统学报, 2018, 26(1): 10-15.
- [28] 张振华, 牟金磊, 陈崧, 等. 大型水面舰艇在重型鱼雷水下近距爆炸作用下的毁伤效应[J]. 海军工程大学学报, 2013, 25(1): 48-53.
- [29] 卢熹, 王树山, 王新颖. 水中爆炸对鱼雷壳体的毁伤准则和判据研究[J]. 兵工学报, 2016, 37(8): 1469-1475.
- [30] 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.
- [31] 石秀华, 许晖, 韩鹏, 等. 水下武器系统概论[M]. 西安: 西北工业大学出版社, 2014.

(责任编辑: 李嫣)