

【引用格式】郑海峰, 邹强, 尹肖云, 等. 水下集群打击水面舰艇编队作战使用策略研究[J]. 数字海洋与水下攻防, 2024, 7(6): 623-631.

水下集群打击水面舰艇编队作战使用策略研究

郑海峰^{1,2}, 邹强^{1,*}, 尹肖云¹, 胡卫强¹

(1. 海军工程大学, 湖北 武汉 430033;
2. 中国人民解放军 91593 部队, 海南 三亚 572000)

摘要 水下集群是近年来受到世界各国广泛关注与研究的一种水下兵力装备建设及使用运用方式, 基于水下集群的典型作战过程及其反舰作战对抗模型, 得出了12组控制参数组合下的水下集群与典型水面舰艇编队对抗作战案例仿真推演计算结果。据此从攻击方向、发射距离、集群射击方式、目标排序、作战时机等方面分析了水下集群打击水面舰艇编队的作战使用特点及影响机理, 由此提出了作战使用策略要点, 可为水下集群的作战使用和后续建设发展提供参考。

关键词 水下集群; 反舰作战; 水面舰艇编队; 作战使用策略

中图分类号 TJ761.1:E925.2 文献标识码 A 文章编号 2096-5753(2024)06-0623-09

DOI 10.19838/j.issn.2096-5753.2024.06.007

Research on Combat Operational Strategies of Underwater Groups in Attacking Surface Fleet

ZHENG Haifeng^{1,2}, ZOU Qiang^{1,*}, YIN Xiaoyun¹, HU Weiqiang¹

(1. Naval University of Engineering, Wuhan 430033, China;
2. No. 91593 Unit of PLA, Sanya 572000, China)

Abstract Underwater group is researched extensively in the world as a new operational mode for underwater forces. In this paper, the typical combat procedure of underwater groups with the anti-ship combat models are studied. 12 combat cases between underwater groups and surface fleet are simulated. Then, combat operational characteristics and mechanisms such as attacking direction, launching distance, firing mode, target sequence and combat opportunity of underwater groups are analyzed according to the simulation results. Corresponding combat operational strategies of underwater groups are presented, which can provide theoretical reference for the combat operation and subsequent development of underwater group.

Key words underwater group; anti-ship operation; surface fleet; combat operational strategy

0 引言

水下作战集群可由传统的潜艇以及近年来受

到世界各国广泛关注和研究的水下潜航器、水下预置武器等水下作战兵力、装备构成, 通过在水下或上浮至水面发射鱼雷、导弹、无人机、巡飞弹等武

收稿日期: 2024-10-08

作者简介: 郑海峰 (1989-), 男, 硕士生, 主要从事系统论证与应用研究。

*通信作者: 邹强 (1977-), 男, 博士, 教授, 主要从事系统集成与运用工程研究。

器弹药攻击敌方目标^[1-7]。借助海水介质的遮蔽和海洋环境的掩护,水下集群可在水下隐蔽前出投送、长期设伏、值守待战,具有机动灵活部署、潜伏时间长、隐蔽性高、载荷多样的特点,主要用于遂行海上区域封锁、隐蔽突击、遏阻强敌等作战任务,可具有良好的作战能力和使用效果,适于对作战能力较强的敌方大型水面舰艇编队进行突袭打击、封阻遏控。

目前针对水下集群的作战使用问题研究相对较少,孙凡等^[8]采用排队论方法对水下预置集群反舰作战部署优化问题进行了研究,提出了水下集群线形部署优化模型。在如何运用、发挥水下集群的隐蔽突袭能力优势,合理选择攻击方向、发射距离、打击时机、目标排序等作战使用策略方面,目前尚未见有针对性研究。本文拟从水下集群的典型反舰作战过程出发,通过基于攻防对抗的作战仿真实验,分析得出水下集群打击典型水面舰艇编队的作战使用策略。

1 水下集群典型作战过程

水下集群(红方)提前隐蔽投送部署至作战海域进行水下值守待机,战时在水下或上浮至水面运用装载的反舰武器对水面舰艇编队目标(蓝方)实施攻击,可用于承担隐蔽突袭、拦阻拒止、海峡航道封锁、要域遏控等多域多样化作战任务,对蓝方作战力量构成突击威胁。

水下集群打击蓝方水面舰艇编队时,其作战过程主要分为3个阶段:

1) 隐蔽投送及潜伏待机阶段。

该阶段通过水下集群各种作战平台自身机动或由其他平台携行布放投送至预定海域,以一定部署方式在水下机动或停泊、锚系、坐底待命,进入潜伏待机状态。

2) 作战准备阶段。

在该阶段,首先利用侦查卫星、预警机、作战舰艇、侦查舰船以及其他C⁴ISR系统等综合发现蓝方水面舰艇编队进入水下集群作战海域,进行连续跟踪、监视;同时,指挥中心通过水下通信网络等途径,向水下集群中选定的作战平台发出战斗指令;相应的水下作战平台接收到战斗指令后,通过

释放通信浮标至水面等方式建立与卫星、后方指挥中心的通信。

3) 作战实施阶段。

当蓝方水面舰艇编队进入相应水下作战平台火力打击范围时,指挥中心通过卫星等通信链路将攻击指令和目指信息发送给相应的水下作战平台;随后,接战作战平台机动至预定深度或上浮至水面,发射反舰武器对选定的蓝方水面目标实施攻击。

2 水下集群反舰作战对抗模型

根据上述水下集群的典型作战过程,以航母编队为蓝方典型水面舰艇编队目标,通过以下水下集群对抗作战模型进行分析。典型水面舰艇编队目标的对抗作战模型采用文献[9]–[14]等中的相关研究成果,不再赘述。

2.1 水下集群多层线形优化部署

红方水下集群预先投送部署于预定海域水下值守待机;战时接收战斗指令后听令机动至预定深度或上浮至水面,发射反舰武器攻击水面目标。

红方水下集群的部署方式,一般可根据战场空间环境条件、蓝方水面舰艇编队来袭方向、攻击目标作战效能等因素确定,常用的部署方式有点状集中部署、线形部署、扇形部署、环形部署等。对处于开阔作战海域的战略航道等战场,常采用如图1所示的多层线形部署方式^[8],以面向蓝方来袭方向形成一定的防御宽度和防御纵深,从而形成对大型水面舰艇编队等进袭强敌的强大打击、封控、慑阻作战能力。

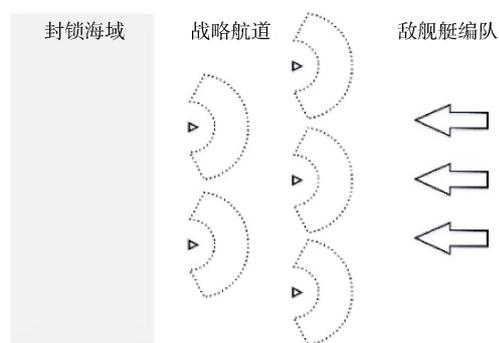


图1 水下集群多层线形部署方式
Fig. 1 Multilayer linear deployment of underwater groups

2.1.1 蓝方舰艇编队目标流

设蓝方进袭舰艇编队是舰艇数量为 m 、平均突破强度为 λ 的 Poisson (泊松) 流。蓝方舰艇编队突破红方水下集群防线时, 进入红方水下集群防线攻击范围的每一艘蓝方舰艇只遭受红方一枚反舰武器攻击一次 (红方多枚反舰武器单次集中攻击同一个目标时可视为与多枚反舰武器攻击效果相同的一枚等效反舰武器攻击), 未受红方水下集群攻击或未被红方水下集群发射的反舰武器毁伤的蓝方舰艇视为突破红方水下集群防线。

红方水下集群携带 n 枚反舰武器构成 k 层水下预设防线, 对蓝方进袭编队舰艇的攻击过程可视为的随机服务过程, 攻击准备时间为 t_s (含接收战斗指令、目标信息接收与处理、机动至发射阵位、实施攻击等主要作战过程时间) 服从负指数分布。其中, 第 i 层防线预先部署 x_i 枚反舰武器, 则该水下集群可视为 $m/m/x_i$ 损失制随机服务系统^[15-17]。

2.1.2 蓝方舰艇编队突破概率

水下集群第 1 层防线部署的反舰武器攻击蓝方舰艇编队的过程, 可视为有限等待时间的随机服务系统。根据排队论中 $m/m/c$ 损失制统计平衡下的稳态方程, 可得到蓝方舰艇编队突破红方水下集群第 1 层防线的概率 p_1 为

$$p_1 = \frac{(\lambda_1 t_s)^{x_1}}{x_1!} \left(\sum_{j=0}^{x_1} \frac{(\lambda_1 t_s)^j}{j!} \right)^{-1} \quad (1)$$

再设红方水下集群每枚反舰武器突防蓝方编队拦截防御后的毁伤概率为 p_h , 蓝方编队进入红方第 1 层防线反舰武器攻击范围的舰艇数量为 m_1 , 则在第 1 层防线被红方反舰武器毁伤的蓝方舰艇数量 q_1 为

$$q_1 = (1 - p_1) p_h m_1 \quad (2)$$

此后, 进入红方水下集群第 i 层防线攻击范围的蓝方编队舰艇数量 m_i 为

$$m_i = \frac{m_{i-1} p_{i-1} + m_{i-1} (1 - p_{i-1}) (1 - p_h)}{m_{i-1} (1 - p_h + p_{i-1})} \quad (3)$$

并可求得蓝方编队突破红方水下集群第 i 层防线的平均强度 λ_i 为

$$\lambda_i = \lambda_{i-1} (1 - p_h + p_h p_{i-1}) \quad (4)$$

以及突破概率 p_i 为

$$p_i = \frac{(\lambda_i t_s)^{x_i}}{x_i!} \left(\sum_{j=0}^{x_i} \frac{(\lambda_i t_s)^j}{j!} \right)^{-1} \quad (5)$$

2.1.3 水下集群线形优化部署

由式 (3)、式 (5) 可知, 红方水下集群构建的多层线形防线对蓝方编队舰艇的累计命中数量 Q 为

$$Q = \sum_{i=1}^k (1 - p_i) p_h m_i \quad (6)$$

为以最大可能阻止蓝方舰艇编队突破战略航道, 把蓝方舰艇编队拒止于封锁海域之外, 应使得红方水下集群构建的多层防线对蓝方舰艇编队的总毁伤概率达到最大, 即红方水下集群采用多层线形优化部署时, 对蓝方编队中各舰艇目标的平均毁伤概率 p_i 应满足:

$$\max p_i = Q/m \quad (7)$$

2.2 反舰武器攻击过程

战时, 红方水下集群收到战斗指令并完成作战准备后, 分配有作战任务的水下作战平台通过通信浮标等方式接收目标指示信息, 发射反舰武器攻击蓝方舰艇编队。

反舰武器发射后, 攻击目标的过程主要包括纵向攻击、侧向攻击和命中、毁伤目标。以俄罗斯某型反舰导弹^[18-19]作为红方水下集群攻击蓝方舰艇编队的典型反舰武器, 讨论其攻击过程如下。

2.2.1 反舰武器纵向攻击过程

典型反舰武器攻击目标的纵向攻击过程如图 2 所示。

反舰武器从红方水下作战平台发射后, 首先经过 AB 段加速、爬高至安全飞行速度、高度; 然后经过 BC 段降高至预定巡航高度; 再经过 CD 段以巡航速度保持稳定巡航; 飞行至满足导引头对攻击目标发现距离的较远位置 D 点后, 经 DE 段爬升至满足导引头搜索目标视距的预定飞行高度; 导引头一次开机后, 经 EF 段保持平飞对目标进行一次搜索, 发现目标后将测得的目标位置等信息用于侧向飞行调整, 导引头关机; 反舰武器经 FG 段二次降高至预定高度继续平飞; 经 GH 平飞段飞行至距离目标较近距离位置 H 点后, 导引头二次开机; 经 HI 段对目标进行二次搜索, 截获目标后保持对目标的持续跟踪; 反舰武器经 IJ 段加速至突防飞行

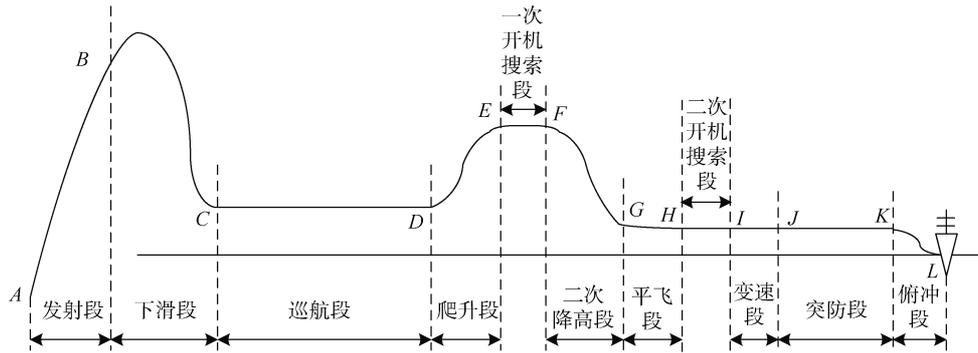


图 2 典型反舰武器纵向攻击过程示意图

Fig. 2 Schematic diagram of longitudinal attacking process of typical anti-ship weapon

速度，在 JK 段对所攻击的舰艇目标实施超低空、高速突防，并在 KL 段俯冲攻击目标。

2.2.2 反舰武器侧向攻击过程

反舰武器发射后的侧向攻击过程，如图 3 所示，主要包括自控段的航路规划（含发射后的扇面转弯）飞行过程（如图 3 中的 $A_0 \rightarrow A_1 \rightarrow A_2 \rightarrow A_3$ 段）和自导段的命中毁伤飞行过程（如图 3 中的 $A_3 \rightarrow$ TMA 段）。

导引头开机点（如图 3 中所示）； A_n 为根据战场态势、目标位置、反舰武器导引头性能等由反舰武器综合控制系统解算确定。

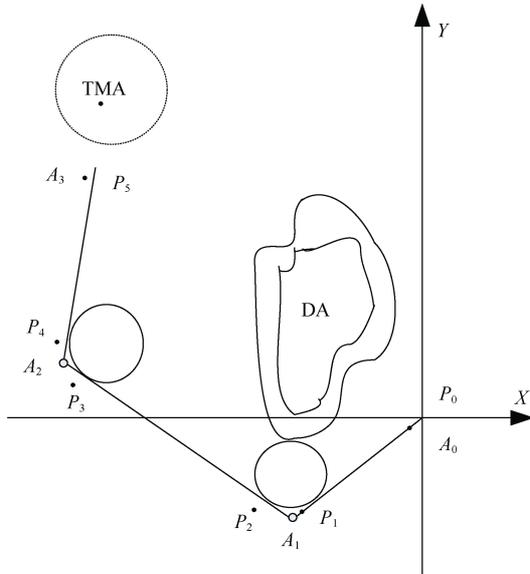


图 3 典型反舰武器侧向攻击过程示意图

Fig. 3 Schematic diagram of lateral attacking process of typical anti-ship weapon

在典型反舰武器航路规划飞行过程中，DA 为反舰武器航路飞行规避区域， A_0 为反舰武器发射点，为水下作战平台部署方案确定的已知位置点； A_n ($n=1, \dots, m$; m 为正整数) 为航路转弯点 ($n=1$ 为扇面转弯点)；以 $m=3$ 为例，则 A_3 为反舰武器

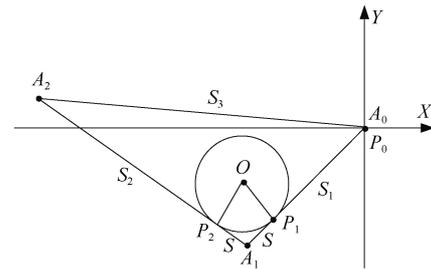


图 4 航路点转弯示意图

Fig. 4 Schematic diagram of route-turning flight

在实际飞行中，反舰武器在航路点 A_i ($i=1, \dots, m-1$) 的转弯一般采用最小转弯半径弧线飞行，如图 4 所示，对于航路点 A_1 (扇面转弯点)，其转弯起始点 P_1 、结束点 P_2 位置可根据 $\triangle A_0 A_1 A_2$ 确定如下。首先求出 $\triangle A_0 A_1 A_2$ 各边长：

$$\begin{cases} S_1 = \overline{A_0 A_1} = \sqrt{(A_{0x} - A_{1x})^2 + (A_{0y} - A_{1y})^2} \\ S_2 = \overline{A_1 A_2} = \sqrt{(A_{1x} - A_{2x})^2 + (A_{1y} - A_{2y})^2} \\ S_3 = \overline{A_0 A_2} = \sqrt{(A_{0x} - A_{2x})^2 + (A_{0y} - A_{2y})^2} \end{cases} \quad (8)$$

然后，据此计算出夹角 α ：

$$\alpha = \angle A_0 A_1 A_2 = \arccos \left(\frac{S_1^2 + S_2^2 - S_3^2}{2S_1 S_2} \right) \quad (9)$$

式中，航路点转弯半径 $OP_1=OP_2$ 为反舰武器弹最小转弯飞行半径 R_{\min} 。则直线段 $S=P_1 A_1=A_1 P_2$ 的长度为

$$S = \overline{P_1 A_1} = \overline{A_1 P_2} = R_{\min} \cot(\alpha/2) \quad (10)$$

反舰武器航路转弯飞行需满足 $S_1 \geq S$ 且 $S_2 \geq S$ ，

由反舰武器综合控制系统解算保证。以上条件下, 可得航路转弯起始点 P_1 的坐标为

$$\begin{cases} P_{1x} = A_{1x} - (A_{1x} - A_{0x}) \cdot S / S_1 \\ P_{1y} = A_{1y} - (A_{1y} - A_{0y}) \cdot S / S_1 \end{cases} \quad (11)$$

结束点 P_2 的坐标为

$$\begin{cases} P_{2x} = A_{1x} - (A_{1x} - A_{2x}) \cdot S / S_2 \\ P_{2y} = A_{1y} - (A_{1y} - A_{2y}) \cdot S / S_2 \end{cases} \quad (12)$$

据此可得反舰武器从发射点 A_0 (即 P_0) 到 P_1 的直线段飞行距离 L_0 为

$$L_0 = \overline{P_0P_1} = \sqrt{(P_{0x} - P_{1x})^2 + (P_{0y} - P_{1y})^2} \quad (13)$$

及圆弧段转弯飞行距离 L_1 为

$$L_1 = \widehat{P_1P_2} = (\pi - \alpha) \cdot R_{\min} \quad (14)$$

同理可求出其它航路点 A_i 对应的转弯起始点 P_{2i-1} 、结束点 P_{2i} 的坐标, 以及相应的直线段飞行距离 L_{2i-2} 、圆弧段转弯飞行距离 L_{2i-1} , 而自控段航路规划的最后一个飞行阶段为从 A_{m-1} 到 A_m 的直线段飞行距离 L_{2m-2} 为

$$L_{2m-2} = \overline{P_{2m-2}A_m} = \sqrt{(P_{(2m-2)x} - A_{mx})^2 + (P_{(2m-2)y} - A_{my})^2} \quad (15)$$

故反舰武器自控段的总飞行距离 L_{ZK} 为

$$L_{ZK} = \sum_{i=0}^{2m-2} L_i \quad (16)$$

一般情况下, 反舰武器在自控段的平均飞行速度 V_d 为已知 (或可根据反舰武器技术方案求得), 则反舰武器的自控飞行时间 T_{ZK} 为

$$T_{ZK} = L_{ZK} / V_d \quad (17)$$

反舰武器飞行至自控终点后, 导引头开机搜索、截获、跟踪目标, 并按导引规律控制反舰武器飞向目标。

2.2.3 反舰武器对目标的命中与毁伤

当反舰武器在目标舰艇靶平面内的末端轨迹点坐标 (y_{md}, z_{md}) 满足:

$$\begin{cases} y_i \leq y_{md} \leq y_x \\ z_i \leq z_{md} \leq z_x \end{cases} \quad (18)$$

即认为命中目标。上式中 y_i 、 y_x 、 z_i 、 z_x 分别为目标舰艇在靶平面内的有效结构等效边界值。

反舰武器命中目标后, 通常根据反舰武器战斗部的破坏威力和目标舱室的分布情况, 舰艇目标各个部位的易损性不同, 将目标划分成几个不同的易损部位, 反舰武器命中不同部位, 使目标受到不同的损伤。一般采用舰艇目标不同命中部位、不同毁伤等级的平均必须命中数 ω 描述按照毁伤标准毁伤目标所需命中弹数的数学期望, 反舰武器击沉、重伤、轻伤某一舰艇目标的平均必需命中数 ω_{jc} 、 ω_{zs} 、 ω_{qs} 通常根据实战、试验数据进行统计分析得到。

3 作战仿真实验及使用策略分析

3.1 作战仿真实验参数设计与仿真计算结果

参考世界范围内水下作战平台、反舰武器当前发展情况, 针对水下集群采用典型反舰武器打击典型水面舰艇编队目标问题, 以水下集群反舰武器对目标发射距离、水下集群反舰武器对目标攻击方向、水下集群反舰武器射击方式、水下集群反舰武器打击不同重要目标排序、蓝方舰艇编队战备状态 (预警机是否升空战斗巡逻) 等为控制参数, 结合红方水下作战平台、蓝方舰艇编队装备及作战运用中的代表性状态, 设计水下集群采用反舰武器打击典型水面舰艇编队的作战仿真实验参数如表 1 所示。

表 1 水下集群采用反舰武器打击水面舰艇编队作战仿真实验参数表

Table 1 Combat simulation parameters for underwater groups in attacking surface fleet

对抗方	性能	仿真实验参数	取值 1	取值 2	取值 3	取值 4	备注
红方	作战使用策略	单平台装载能力/枚	4	—	—	—	反舰武器数量
		集群平台数量/套	8	12	—	—	水下平台数量
		发射距离/km	70	250	400	—	
		攻击方向	背面攻击	正面攻击	背面、正面同时攻击	—	
		齐射时机	同时发射	同时到达	—	—	
		重要目标排序	同时打击哨舰和航母	直接打击航母	—	—	
蓝方	—	战备状态	预警机升空战巡	预警机未升空	—	—	

针对水下集群打击水面舰艇编队的主要关注问题,面向国际上当前水下作战平台、反舰武器及典型水面舰艇编队的主流装备战术技术性能和作战运用方式现状,通过双方典型武器装备战术技术性能、装备配置和兵力部署、作战样式和使用方式、

计算结果代表性等分析,筛选形成 12 组典型参数组合,采用上述作战对抗模型在某信息化武器装备体系仿真平台上进行双方对抗作战仿真推演计算,分别得到各组参数组合下的仿真计算结果如表 2 所示。

表 2 典型参数组合下对抗仿真推演计算结果
Table 2 Simulation results of typical parameter combinations for mutual combat

序号	单平台 载弹量 /枚	平台 数量 /套	发射 距离 /km	攻击方向	射击方式	目标排序	蓝方战 备状态	武器突 防概率	命中航 母弹数	毁伤航 母概率	航母毁 伤状态
1	4	8	70	正面	同时到达	直打航母	预警机 升空战巡	0.27	6.6	0.59	轻伤
2	4	8	250	正面	同时到达	直打航母	预警机 升空战巡	0.26	6.4	0.57	轻伤
3	4	8	400	正面	同时到达	直打航母	预警机 升空战巡	0.10	2.4	0.27	轻伤
4	4	8	70	背面	同时到达	直打航母	预警机 升空战巡	0.42	9.5	0.72	重伤
5	4	8	250	背面	同时到达	直打航母	预警机 升空战巡	0.41	9.2	0.71	重伤
6	4	8	400	背面	同时到达	直打航母	预警机 升空战巡	0.43	10.3	0.75	重伤
7	4	8	250	正面	同时到达	直打航母	预警机 未升空	0.28	5.8	0.54	轻伤
8	4	8	250	正面	同时发射	直打航母	预警机 未升空	0	0	0	完好
9	4	12	400	正面	同时发射	哨舰 32 枚 航母 16 枚	预警机 未升空	0.26	2.4	0.27	轻伤
10	4	12	400	正面	同时发射	哨舰 24 枚 航母 24 枚	预警机 未升空	0.31	3.7	0.39	轻伤
11	4	12	400	正面	同时发射	直打航母	预警机 未升空	0.04	0.7	0.09	轻伤
12	4	12	400	正面	同时发射	哨舰 32 枚 航母 16 枚	预警机 升空战巡	0.18	1.1	0.14	轻伤

3.2 作战仿真实验结果分析

1) 攻击方向分析。

对水下作战平台反舰武器 3 种不同典型发射距离下采用正面攻击、背面攻击(其他作战条件相同)的仿真结果如表 2 中序号 1-6 所示。可见,反舰武器在各种典型发射距离下背面攻击蓝方编队时对航母目标的突防概率、命中武器数量、毁伤航母概率、毁伤航母效果均明显好于正面攻击,主要原因是背面攻击方式的反舰武器避开了蓝方前出的防御哨舰、舰载预警机、舰载战斗机及编队超视距舰空导弹等中远距离防御体系探测和拦截,主要由蓝方编队掩护幕舰、航母内层防御体系进行近距

离探测拦截,且处于蓝方编队掩护幕舰的防御薄弱方向,使得反舰武器被蓝方发现的空间范围减小、受蓝方拦截的武器种类和次数减少,所以可获得更好的作战效果。

水下集群的主要特点是作战平台在水下隐蔽潜伏值守,在发起攻击前不易被蓝方探测和监视,可有效达成对蓝方的隐蔽突击,从而可以避免蓝方编队的防御主轴方向、压缩蓝方的拦截防御空间和时间。因此,在作战使用中,水下集群应在作战时间上选取蓝方前出兵力及其编队越过部署阵位后的时机发射反舰武器,或在战场空间上选取部署于蓝方前出兵力及其编队后方位置的红方水下作战

平台发射反舰武器,从而充分发挥自身的水下隐蔽突击能力优势,采用背面攻击方式避开蓝方编队的防御主轴覆盖范围,以提高对蓝方核心目标即航母的打击效果。

红方在有己方其他海空配合兵力时,可根据水下集群部署阵位情况适当安排海上、空中兵力进行佯动,引诱蓝方前出兵力及其编队运动至其前出防御主轴区域越过水下集群部署阵位,或由处于正面迎敌阵位的红方水下平台发射反舰武器实施正面佯攻、消耗蓝方防御拦截武器通道数量,主动塑造、快速构成水下集群对蓝方舰艇编队实施背面攻击或背面主攻的有利作战态势,可取得更好的作战效果。

2) 发射距离分析。

由表2中序号1-3仿真结果可见,当红方水下集群对蓝方编队实施正面攻击时,在中近距离上发射反舰武器的突防概率、命中弹数、毁伤航母概率要好于远距离发射,主要原因是正面攻击时发射的红方反舰武器处于蓝方编队远距离探测拦截能力较强的前出防御主轴方向,远距离发射的红方反舰武器一旦发射即可被蓝方编队在防御主轴方向前出的防御哨舰、舰载预警机等兵力发现并组织舰载战斗机、哨舰中远程防御武器、编队超视距防御武器等武器进行外层多次拦截,红方反舰武器作战全程均会受到蓝方编队的外、中、内多层防御,被拦截击落的红方反舰武器数量较多;而中近距离发射的红方反舰武器在发射前难以被蓝方前出兵力探测发现,发射后仅主要受到蓝方编队掩护幕舰、航母防御系统的内层防御拦截,被拦截掉的红方反舰武器数量较少。进一步对比表2中序号2和7仿真结果,在仅有蓝方舰载预警机升空战巡、未升空区别,其它条件相同时,两组仿真实验结果差别不大,也反映了主要由前出舰载预警机和受其指挥的舰载战斗机以及防御哨舰形成的蓝方编队防御主轴,对水下集群正面迎敌时在中近距离上发射的反舰武器基本不具备探测、拦截能力。

而由表2中序号4-6仿真结果可见,当红方水下集群对蓝方编队实施背面攻击时,从各种发射距离发射的红方反舰武器均可具有较好的作战效果、差别不大,主要原因仍为红方水下集群采用背面攻

击可避开蓝方编队前出防御兵力构成的外层探测拦截覆盖范围,从不同距离上发射的红方反舰武器均仅主要遭受蓝方编队的内层防御体系拦截。

因此,在红方反舰武器的发射时机方面,正面迎敌的水下集群需适当控制、把握所装载反舰武器的有利发射时机,当部署阵位处于蓝方编队防御主轴覆盖范围的编队外层防御区域内时,应充分发挥水下集群的隐蔽能力优势实施水下隐蔽待战,待处于蓝方编队的中、内层防御区域内时再发射反舰武器实施攻击。而背面追击的水下集群当判明构成对蓝方编队处于背面攻击的有利态势时,只要打击目标处于红方反舰武器有效射程范围内即可实施发射迅速进行攻击。

3) 集群射击方式分析。

由表2中序号7-8仿真结果可见,当其它条件相同时,采用同时到达齐射方式的多枚反舰武器的作战效果要显著优于采用同时发射方式,这是由于同时到达方式具有饱和蓝方编队防御通道的可能性,而同时发射方式的红方反舰武器因发射阵位、运动轨迹、规划航路、目标位置及运动状态等差异,齐射的多枚红方反舰武器到达目标的时间及空间容易出现明显的差异,难以形成饱和和攻击态势。这与从水面舰艇等其它平台发射反舰武器时基本相同。

但需要注意的是,部署于同一阵位的红方水下集群一旦发射反舰武器后,部署于该阵位的水下作战平台即容易暴露并被蓝方发现、清扫、抗击,红方后续反舰武器发射的隐蔽性、突然性丧失,因此同一部署阵位的水下集群不宜以过长的时间间隔发射所装载的反舰武器,应尽量在被蓝方发现之前发射完毕,即同一发射阵位的红方水下集群采用同时发射的策略有利于达成作战突然性。同时到达的射击方式应尽量采用部署于不同发射阵位的水下作战平台协同实施。

4) 目标排序分析。

航母及舰载机具有全面的综合作战能力,是典型大型水面舰艇编队的核心兵力和装备,毁伤航母目标是打击此类舰艇编队作战行动的最终目的,护卫航母也是此类舰艇编队其它属舰的根本任务。在实际作战中,对此类舰艇编队中不同具体目标的攻

击顺序、重要程度等不同排序,取得的作战效果也有差异。以蓝方编队的前出哨舰作为其编队属舰的典型代表,针对不同具体目标排序情况的仿真结果如表2中序号9-11所示。可见,采取远距离正面攻击(其它条件相同)时,水下集群发射的反舰武器同时攻击蓝方哨舰和航母的作战效果,要明显好于全部反舰武器全部用于直接集中攻击航母的作战效果,这一方面体现了蓝方哨舰前出防御对于护卫其航母安全的效果,也反映了红方水下集群在远距离正面攻击时分配火力攻击蓝方哨舰的必要性。

需要进一步注意的是,对比表2中序号9和10仿真结果可见,在红方水下集群发射的反舰武器数量一定(48枚)的条件下,用于攻击蓝方哨舰的反舰武器数量具有饱和性,当分配用于攻击蓝方哨舰的反舰武器超过一定数量(24枚)时,剩余用于攻击蓝方航母的反舰武器作战效果下降,其原因是蓝方航母自身及其掩护幕舰也具有较强的来袭反舰武器中末段防御能力。因此在水下集群打击蓝方编队的作战使用中,需要对用于攻击蓝方编队的反舰武器进行合理的目标和火力分配。

5) 作战时机分析。

对比分析表2中序号9和1仿真结果可见,在其它条件相同情况下,红方水下集群远距离攻击蓝方编队时,在蓝方舰载预警机未升空条件下的作战效果要好于蓝方舰载预警机升空战备巡逻的作战效果,这验证了航母舰载预警机作为航母编队外层防御体系远距离探测信息节点时在其防御主轴上的作用,也说明红方水下集群远距离攻击典型水面舰艇编队时,应充分利用自身隐蔽性优势尽可能寻找蓝方舰载预警机未升空战巡的有利时机发射反舰武器实施攻击以获得更好的作战效果。

但是,对比分析表2中序号2和7仿真结果可知,红方水下集群在中近距离上攻击舰载预警机未升空的蓝方编队作战效果与攻击舰载预警机升空战巡的蓝方编队作战效果差别不大,其原因仍是蓝方舰载预警机升空主要是前出防御主轴实施战备巡逻,对编队中、内层防御体系的中近距离拦截影响不大的原因。

3.3 基于仿真结果的作战使用策略要点分析

根据上述作战仿真实验结果及分析,按照水下

集群的典型作战过程,可总结得到水下集群打击典型水面舰艇编队的作战使用策略要点如下。

1) 投送部署及潜伏待机阶段。确保水下集群投送、部署的隐蔽性,以达成后续作战的突然性;水下集群部署阵位尽可能位于蓝方编队的进袭方向上,便于后续达成背向攻击方式以提高作战效果;尽可能在蓝方编队进袭方向和运动海域内沿其运动方向形成多点、多线序贯串联的水下集群阵列、阵列部署方式,以便后续作战过程中灵活选取有利于提高作战效果的攻击阵位;水下集群在潜伏待战过程中应全力保持隐蔽性,各种指令、信息只收不发。

2) 作战准备阶段。充分运用各种侦察预警监视兵力、手段及时掌握战场态势,判明蓝方舰艇编队的队形配置、编队运动、兵力动用运用等动态,准确确定其编队防御主轴方向、实时战备状态等情况,以利于后续把握水下集群作战时机;根据水下集群部署方案与实时战场态势,灵活安排、调动配合兵力进行佯动,诱导蓝方舰艇编队的兵力运动,主动塑势形成有利于水下集群把握作战时机、攻击方向的作战态势;在同一阵位呈点状集中部署的全部水下作战平台和搭载反舰武器同步完成作战准备,以在后续作战中实施集中齐射(同时发射)达成攻击突然性;针对蓝方舰艇编队的兵力装备配置部署与动用运用情况合理进行作战筹划,规划好配合兵力、装备的佯动、佯攻方案,根据水下集群的空间部署情况合理进行目标、火力分配和反舰武器航路规划。

3) 作战实施阶段。正确选择、把握有利作战时机,充分利用、发挥水下集群隐蔽性,选取能有效构成背面攻击、正面中近距离攻击、反舰武器同时到达、攻敌不备等有利时机实施攻击;在同一阵位呈点状集中部署的全部水下作战平台尽可能在最短时间内完成所有装载反舰武器的集中发射,避免部署阵位暴露后遭受敌方跟监、清扫、抗击而丧失作战隐蔽性、突然性;同一阵位未能完成集中发射的剩余反舰武器,后续应优先考虑作为佯攻兵力使用;直接攻击航母目标的反舰武器,当水下作战平台处于敌编队外层防御区域内实施正向攻击时,应尽可能抵近发射;当水下作战平台处于背

向攻击或在敌舰艇编队中、内层防御区域内实施正向攻击时,可尽早发射或根据其它条件适时发射;充分发挥水下集群的隐蔽性优势,尽可能选取蓝方舰载预警机未升空及其编队防御能力薄弱的时机实施突击。

4 结束语

水下集群作为当代海洋方向作战的一种水下兵力、装备建设发展和使用运用新方式,其战术技术特点特别是在待战隐蔽性、作战突然性等方面的优点,使得未来海上作战样式出现了新发展、新变化,很有可能成为一种海上非对称作战的新手段。本文通过基于攻防对抗的作战仿真实验初步探讨了水下集群打击水面舰艇编队的使用策略问题,一方面验证了水下集群作战所具有的优势性,同时也揭示了水下集群作战使用复杂性、灵活性、动态性等特性的冰山一角,对于水下集群在作战使用上的其他任务、其他领域和具体组织实施等问题,还需要开展更加广泛和更加深入的研究。

参考文献

- [1] 张鑫明,韩明磊,余益锐,等. 潜艇与UUV协同作战发展现状及关键技术[J]. 水下无人系统学报, 2021, 29(5): 497-508.
- [2] 于洋,孙思卿,张立川,等. 自主试下航行器集群组网技术发展及展望[J]. 水下无人系统学报, 2024, 32(2): 194-207.
- [3] 徐伟,刘锋,普俊韬,等. 水下无人航行器集群仿真试验系统设计与研究[J]. 舰船科学技术, 2023, 45(11): 115-118.
- [4] 闫中秋,尤岳,陈科,等. 水下无人集群协同态势感知技术要点初探[J]. 数字海洋与水下攻防, 2023, 6(2): 209-214.
- [5] 许彩,邓林. 潜射无人机发展历程与作战样式分析[J]. 舰船电子工程, 2023, 43(4): 15-18.
- [6] 李智生,张强. 预置武器系统发展现状及关键技术[J]. 舰船电子工程, 2020, 40(2): 1-3.
- [7] 刘箴,吴馨远,许洁心. 国外巡飞弹发展现状及趋势分析[J]. 弹箭与制导学报, 2024, 44(2): 2-50.
- [8] 孙凡,邹强,彭英武. 基于排队论的水下预置反舰导弹部署优化[J]. 数字海洋与水下攻防, 2020, 3(5): 393-396.
- [9] 崔强,李敬辉,吴晶. 航母编队防空队形配置方法研究进展[J]. 舰船电子工程, 2017, 37(8): 1-10.
- [10] 韩宇,马政伟,吉泽. 防空作战中航母编队预警机阵位配置[J]. 舰船电子工程, 2019, 39(7): 18-22.
- [11] 于括,谭乐祖. 航母编队航渡阶段中程防空哨舰前出距离模型[J]. 火力与指挥控制, 2019, 44(5): 157-160.
- [12] 吉泽,王义涛,韩宇. 航母编队中程防空舰艇掩护扇面分析[J]. 指挥控制与仿真, 2019, 41(6): 24-29.
- [13] 崔强,李敬辉,吴晶. 航母编队近程防空舰艇阵位配置方法[J]. 指挥控制与仿真, 2018, 40(2): 33-37.
- [14] 王泓臻,郑保华. 空中待战舰载机对反舰导弹最大拦截距离计算方法[C]//2023届中国系统仿真与虚拟现实技术高层论坛论文集,北京:中国自动化学会, 2023.
- [15] 唐应辉. 排队论[M]. 北京:科学出版社, 2006.
- [16] 朱宇光,张兴有. 智能化反舰导弹突击群协同作战方法及效率[J]. 兵工自动化, 2022, 41(8): 1-4, 19.
- [17] 刘钢,徐清华,周智超,等. 基于排队论的反舰导弹突防概率研究[J]. 火力与指挥控制, 2008, 33(12): 102-105, 108.
- [18] 魏毅寅. 世界导弹大全[M]. 3版. 北京:军事科学出版社, 2011.
- [19] 隋先辉,全达勇,孙松涛. 俄罗斯的超声速导弹发展[J]. 飞航导弹, 2012(6): 13-16.

(责任编辑:张曼莉)