

基于对潜防御护航编队兵力配置模型

沈治河

(海军大连舰艇学院 科研部 辽宁 大连 116018)

摘 要: 在对潜防御中,护航编队兵力配置是保护核心舰成功与否的关键,因此护航兵力配置问题的研究具有重要的军事意义。针对护航编队面临的水下威胁,提出了编队航线选择方法;针对护航编队对潜防御特点,将防潜责任区划分为近程防潜区、中程防潜区及远程防潜区等;针对各责任区的作战特点,确定了各区域兵力配置原则,运用解析法建立了兵力配置模型。本文的研究为对潜防御下护航编队兵力配置问题提供了理论依据。

关键词: 配置;护航编队;对潜防御

中图分类号: E925 文献标识码: A

文章编号: 1672-7649(2013)11-0137-04 doi: 10.3404/j.issn.1672-7649.2013.11.030

Model on the disposition of escort formation in submarine defense

SHEN Zhi-he

(Department of Scientific Research, Dalian Naval Academy, Dalian 116018, China)

Abstract: The disposition of escort formation is the key to guard core ship in submarine defense, it is important to study the disposition of escort formation. The method of choosing course line is put forward in views of submarine threats; in views of the characteristics of submarine threats, the area of submarine defense was divided into short range area, medium range area, long range area; based on the characteristics of submarine defense in different area, the principle of the disposition is determined and the mathematical model on the disposition is constructed through analytical method. The scientific reference basis is provided to the disposition of escort formation in submarine defense.

Key words: disposition; escort formation; submarine defense

0 引 言

护航编队兵力数量众多,隐蔽性较差,易受敌潜艇袭击。因此,编队在海上活动中,必须组织严密的对潜防御体系,目的是为了使整个编队的兵力行动在时间、地点、方式上步调一致,及时对敌潜艇报警;阻止敌潜艇对编队实施导弹、鱼雷武器攻击;对来袭武器及时报警,并进行有效抗击,共同防御敌潜艇的突破和攻击,把编队水下潜艇的威胁降低到最低程度。兵力配置是护航编队对潜防御的前提和基础,本文基于对潜防御来分析研究护航编队兵力配置问题。编队中的核心舰正是敌方千方百计要打击的目标,水下威胁对象主要是潜艇和从各

种作战平台发射的鱼雷。针对敌情威胁,护航编队兵力配置问题主要从航渡中编队航线的选择与防潜配置两方面来考虑。

1 航渡中编队航线的选择方法

选择航线是护航编队航渡前要做的基本工作之一,选择的的原则是:在不影响准时到达指定地点和确保航行安全的前提下,力求将航线选在己方航空兵和其他兵力能可靠掩护的范围之内,并能充分利用海区地理自然条件隐蔽行动。因此,为减少敌潜艇袭击,应选在不利于潜艇活动的海区;避开已发现敌潜艇或敌潜艇经常活动的海区;为了减少敌鱼雷艇的袭击,应尽量将航线选在敌

收稿日期: 2012-11-21; 修回日期: 2012-12-19

作者简介: 沈治河(1963-)男,博士,教授,研究方向为兵种战术学。

鱼雷艇作战半径之外,还应避开情况不明的岛屿和狭窄海域。

2 对潜防御下的兵力配置方法

针对护航编队的兵力编成和对潜防御特点,通常构成纵深、立体、多层次的兵力配置体系,充分发挥编队各种兵力、兵器的协同作战效能,力争将来袭敌潜艇消灭在使用武器之前或被保护舰船的安全距离之外。防潜责任区划分为近程防潜区、中程防潜区及远程防潜区。区域划分范围根据护航编队武器装备战术、技术性能来具体确定^[1]。为便于讨论,本文假定防潜舰的型号一致,武器装备战术、技术性能相同。

2.1 近程防潜兵力配置方法

核心舰是对潜防御中重点保护的對象,近程防潜舰在核心舰周围成环形配置。近程防潜舰的配置需要综合考虑航海安全、通信、导航和对潜警戒等因素。

从航海安全角度考虑,编队中任意 2 艘舰之间的距离必须大于二者的战术直径之和^[2]。

从通信角度考虑,近程防潜舰与核心舰之间的距离应在超短波通信范围之内^[3]。

从导航角度考虑,近程防潜舰与核心舰之间的距离应在各自舰载导航雷达作用距离之内。

从对潜警戒角度考虑,近程防潜舰相对于核心舰前出距离确定的原则是:在敌潜艇占领鱼雷发射阵位对核心舰实施攻击之前,近程防潜舰能对敌潜艇及时发现、识别并实施攻击。近程防潜舰必须发现敌潜艇的界线称为近程防潜警戒线^[4],警戒线到核心舰的距离为警戒线距离用 D_{JJ} 表示。

$$t_Z = t_1 + t_2 + t_3, \quad (1)$$

$$D_{JJ} = (V_{QT} + V_{BD}) \times t_Z + D_{DYL}. \quad (2)$$

式中: t_1 为防潜舰对目标识别、确认并上报编队指挥员所持续的时间; t_2 为指挥员进行判断、确定作战方案、下达攻击命令所持续的时间; t_3 为反潜兵力机动到目标区,完成搜索、跟踪、攻击,整个过程所持续的时间; V_{QT} 为敌潜艇突破航速; D_{DYL} 为敌潜艇鱼雷最大有效射程; V_{BD} 为编队航速; D_{TC} 为近程防潜舰对目标的探测距离。

近程防潜舰提供的警戒距离应大于 D_{JJ} 。如果 $D_{JJ} < D_{TC}$, 近程防潜舰与核心舰之间的距离 D_{H-J} 满足航海安全要求、通信导航要求即可; 如果 $D_{JJ} > D_{TC}$, 要求 $D_{H-J} \geq D_{JJ} - D_{TC}$ 。近程防潜舰的前出距

离 D_{H-J} 、声呐探测距离 D_{TC} 、提供的警戒距离 D 和警戒扇面角度 φ 构成了图 1 所示的三角函数关系。存在关系式为:

$$\varphi = 2\arccos\left(\frac{D^2 + D_{H-J}^2 - D_{TC}^2}{2DD_{H-J}}\right), \quad (3)$$

$$\Delta O_i O_j = 2D_{H-J}\sin\left(\frac{\varphi}{2}\right), \quad (4)$$

$$D > D_{JJ}.$$

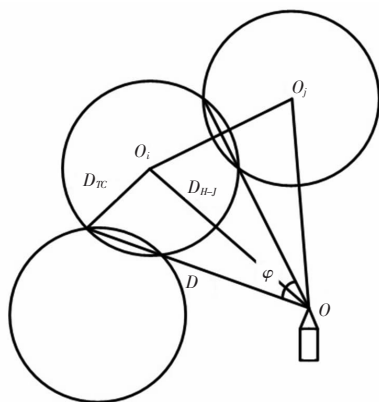


图 1 近程防潜舰配置示意图

Fig. 1 Disposition of short-range guard vessels based on anti-submarine

当近程防潜舰的前出距离和提供的警戒距离确定后,单舰提供的警戒扇面角度也随之确定,警戒扇面角度即是相邻防潜舰方位间隔。近程防潜舰声呐探测盲区可以利用反潜直升机来弥补。

2.2 中程防潜兵力配置方法

在中程防潜区域,编队主要反潜兵力是防潜舰和固定翼反潜巡逻机等。受到编队所属兵力的限制,应将中程防潜兵力部署至敌潜艇的主要威胁方向,通常应位于编队航向的前方。中程反潜兵力的任务是及时发现、识别、消灭已突破编队远程防潜区域的敌潜艇,阻止其占领中近程反舰导弹或远程鱼雷射击阵位攻击核心舰^[5]。

中程防潜舰相对核心舰前出距离确定的原则是:在敌潜艇占领中近程反舰导弹或远程鱼雷发射阵位之前,保证对其及时发现、识别并实施攻击。防潜兵力必须发现敌潜艇的界线称为中程防潜警戒线,警戒线到核心舰的距离称为中程防潜警戒线距离。有以下关系式

$$t_Z = t_1 + t_2 + t_3, \quad (5)$$

$$D_{JJ} = (V_{QT} + V_{BD}) \times t_Z + D_{DWQ}. \quad (6)$$

式中: t_1, t_2, t_3 的定义同上; D_{JJ} 为中程防潜警戒线距离; D_{DWQ} 在敌潜艇中近程反舰导弹射程或远程鱼

雷射程之间取较大值。

因此, 中程防潜舰提供的防潜警戒距离 D 应大于 D_{JJ} , 前出距离 D_{QC} 、防潜警戒距离与警戒扇面角度 β 构成了类似图 1 所示的三角函数关系。

得出关系式

$$\beta = 2\arccos\left(\frac{D^2 + D_{QC}^2 - D_{TC}^2}{2DD_{QC}}\right)。(7)$$

当中程警戒舰的前出距离和提供的预警距离确定后, 单舰提供的预警扇面角度也随之确定。中程警戒舰拖曳线列声呐探测盲区可以利用反潜直升机来弥补。

反潜巡逻机前出距离确定原则与中程防潜舰相似。但反潜巡逻机前出后不可能固定在某一阵位上, 而是在一定的空域里 (或巡逻线上) 巡逻飞行。如图 2 所示, 设直线 MN 为巡逻线, 垂直于威胁轴, 图中 2 个圆分别是反潜巡逻机在巡逻线 2 个端点 M 和 N 的探测范围, 这样扇面 HAB 则是反潜巡逻机的警戒扇面。

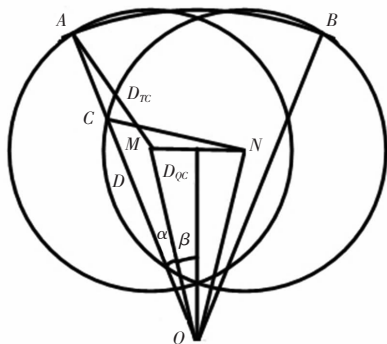


图 2 反潜巡逻机配置示意图

Fig. 2 Disposition of antisubmarine patrol aircraft

反潜巡逻机的前出距离、巡逻线长度与提供的防潜警戒距离、掩护扇面角度存在关系式:

$$\beta = \arcsin\left(\frac{0.5 \times D_{MN}}{D_{QC}}\right), (8)$$

$$\alpha = \arccos\left(\frac{D^2 + D_{QC}^2 + D_{TC}^2}{2DD_{QC}}\right), (9)$$

$$\varphi = 2 \times (\alpha + \beta)。 (10)$$

式中: D 为反潜巡逻机在威胁方向上提供的对潜警戒距离; φ 为反潜巡逻机提供的警戒扇面角度, 以基准点为圆心, 以 D 为半径; D_{QC} 为反潜巡逻机巡航时阵位相对于基准点水平距离的最大值; D_{TC} 为反潜巡逻机对敌潜艇的探测距离, 由使用的探测器材决定; D_{MN} 为巡逻线 MN 的长度。

反潜巡逻机的前出距离约束了反潜巡逻机在威胁轴上能提供的防潜纵深, 防潜纵深和与编队的协

同因素又约束了巡逻线的长度, 而前出距离、防潜纵深和巡逻线长度决定了掩护扇面角度。由此可知, 反潜巡逻机的巡逻空域配置实质上是在反潜巡逻机的前出距离、防潜纵深、掩护扇面角度与巡逻线长度之间进行平衡。

2.3 远程防潜兵力配置方法

远程防潜区域中, 编队反潜兵力主要是编队伴随护航的攻击型潜艇和反潜巡逻机, 对重点威胁方向进行反潜搜索、监视并消灭敌潜艇。远程反潜兵力的任务是: 为编队提供早期防潜预警, 搜索和攻击企图占领远程反舰导弹射击阵位的敌潜艇; 在护航编队进入某一航渡区之前, 攻击型潜艇对航渡区实施严密的反潜清扫, 当确认无敌潜艇后, 编队方可高速进入。远程反潜兵力相对核心舰前出距离确定的原则是: 在敌潜艇占领远程反舰导弹发射阵位之前, 保证对其及时发现、识别并实施攻击; 由于反潜巡逻机和攻击型潜艇等反潜兵力本身基本不具备防空能力, 而且机动能力有限, 因此, 前出的距离需要在编队歼击机的有效掩护范围内; 在编队进入航渡区之前, 攻击型潜艇有充足的时间对航渡区实施严密的反潜清扫。针对携带有远程反舰导弹敌潜艇的警戒, 反潜巡逻机配置方法与上节讨论类似, 只不过针对敌潜艇远程反舰导弹威胁, 前出距离需要增大。下面对攻击型潜艇的配置进行讨论。

攻击型潜艇搜索和攻击敌潜艇的作战过程可以描述为: O 点为参考基准点, 攻击型潜艇前出配置在 B 点, 探测到不明潜艇在 E 点, BE 之间的距离为攻击型潜艇的探测距离, OE 之间的距离为远程防潜警戒线距离。经过识别确认是敌潜艇后, 指挥员定下决心、确定作战方案, 这个过程持续时间为 t_1 。攻击型潜艇机动到 C 点占领鱼雷射击阵位, 这个过程持续时间为 t_2 。在鱼雷最大有效射程上发射, 在 D 点鱼雷与敌潜艇相遇, 这个过程持续时间为 t_3 。经过 $(t_1 + t_2 + t_3)$ 后, 核心舰航行到 A 点, AD 之间的距离应大于敌潜艇反舰导弹最大射程, 即在敌潜艇占领导弹射击阵位前, 攻击型潜艇对其至少完成一次攻击, 如图 3 所示。

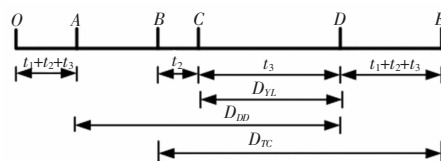


图 3 远程反潜作战过程图

Fig. 3 The process of antisubmarine operation in long range area

关系式为:

$$t_Z = t_1 + t_2 + t_3, \quad (11)$$

$$D_{TC} = V_{WQ}t_2 + V_{DQ} \times t_Z + D_{YL}, \quad (12)$$

$$D_{DD} = V_{WQ}t_2 + D_{YL} + D_{OB} - V_H t_Z, \quad (13)$$

$$t_3 = D_{YL}/V_{YL}, \quad (14)$$

$$D_{OB} = D_{DD} - D_{TC} + (V_H + V_{DQ}) \times t_Z, \quad (15)$$

$$D_{OE} = D_{OB} + D_{TC}. \quad (16)$$

式中: D_{TC} 为攻击型潜艇对敌潜艇探测距离; V_{WQ} 为攻击型潜艇巡航速度; V_{DQ} 为敌潜艇巡航速度; D_{YL} 为攻击型潜艇鱼雷最大有效射程; D_{DD} 为敌潜艇反舰导弹最大有效射程; D_{OB} 为 O 与 B 两点之间的距离; V_H 为核心舰航速; V_{YL} 为鱼雷航速。

从作战过程描述可以看出, 攻击型潜艇提供防潜纵深应该大于远程防潜警戒线距离 D_{OE} , 即前出距离应该大于 D_{OB} 。

在众多的反潜平台中, 能在短时间内迅速对攻击型潜艇构成威胁当属反潜飞机, 而防空作战恰恰是攻击型潜艇的短板。从系统的角度看, 编队是一个作战大系统, 应该为系统中的组分攻击型潜艇提供空中掩护。

空中掩护过程可以描述为: O 点为参考基准点, 预警机前出配置在 A 点, 歼击机前出配置在 B 点, 攻击型潜艇前出配置在 D 点。预警机发现敌反潜飞机在 F 点, AF 之间的距离为预警机的探测距离。经过识别确认是敌机后, 向编队发出警报, 这个过程持续时间为 t_1 。指挥引导歼击机前出迎敌, 占领攻击阵位 C 点, 这个过程持续时间为 t_2 。在空空导弹最大有效射程上发射, 在 E 点导弹与敌机相遇, DE 之间的距离应大于敌反潜飞机对攻击型潜艇的攻击距离, 即在敌机对攻击型潜艇使用武器之前, 歼击机对敌反潜飞机至少完成一次攻击, 如图 4 所示。

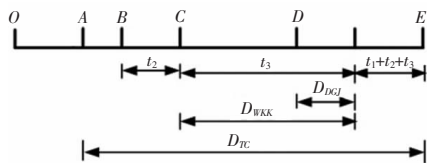


图 4 空中掩护攻击型潜艇作战过程图

Fig. 4 The process of covering attack submarine provided by fighter through airborne alert

得出以下关系式:

$$t_Z = t_1 + t_2 + t_3, \quad (17)$$

$$D_{TC} = D_{AB} + V_{WJ}t_2 + V_{DJ} \times t_Z + D_{WKK}, \quad (18)$$

$$D_{TC} + D_{OA} = D_{OD} + D_{DCJ} + V_{DJ} \times t_Z, \quad (19)$$

$$D_{BC} = V_{JJ}t_2, \quad (20)$$

$$D_{OD} = D_{AB} + V_{WJ}t_2 + D_{WKK} + D_{OA} - D_{DJJ}. \quad (19)$$

式中: D_{BC} 为歼击机前出迎敌距离; D_{TC} 为预警机对敌反潜巡逻机的探测距离; D_{WKK} 为我空空导弹最大有效射程; D_{DJJ} 为敌反潜巡逻机对潜艇的最大攻击距离; V_{JJ} 为歼击机的航速; V_{DJ} 为敌反潜巡逻机的航速。

为得到有效的空中掩护, 攻击型潜艇的前出距离不能大于 D_{OD} 。

当护航编队在某一航渡区存在敌潜艇威胁时, 攻击型潜艇根据指挥所的指挥, 预先适时配置在航渡区内, 对该区域进行先期反潜清扫。当攻击型潜艇在航渡区内以指定概率搜索时, 潜艇的搜索时间一般与搜索面积、敌我双方潜艇声呐探测距离及敌我双方潜艇的航速有关^[6]。关系式为:

$$T = KS \frac{\tan\left(\frac{1-P}{d_w}\right)}{d_w}, \quad (21)$$

$$K = \frac{-2.3d_d}{2(D_{GB} \sqrt{V_{WQ}^2 - V_{DQ}^2} - V_{DQ} \sqrt{d_d^2 - D_{GB}^2})}. \quad (22)$$

式中: T 为攻击型潜艇以指定概率对航渡区内敌潜艇的搜索时间; P 为上级指定攻击型潜艇在航渡区内对敌潜艇的搜索概率; S 为航渡区面积; d_w 为攻击型潜艇声呐作用距离; d_d 为敌潜艇声呐作用距离; D_{GB} 为敌潜艇规避距离, 一般取值为 $0.6 \sim 0.8 d_d$; V_{WQ} 为攻击型潜艇航速; V_{DQ} 为敌潜艇航速。

攻击型潜艇需要比护航编队其他兵力提前 T , 进入航渡区入口开始实施反潜清扫。

3 结 语

本文从对潜防御的角度对护航兵力配置问题展开研究。首先提出了编队航线选择的原则, 根据对潜防御特点, 将防潜责任区划分为近程防潜区、中程防潜区及远程防潜区, 运用解析法建立了各区域防潜兵力的配置模型, 为护航编队基于对潜防御兵力配置问题提供了理论依据。下一步的工作是在此基础上, 运用合理的想定进行仿真验证。

参考文献:

- [1] 沈治河. 舰艇警戒幕防空队形的最佳配置[J]. 海军大连舰艇学院学报, 1993, 16(3): 9-12.
- [2] 陆德儒. 舰船操纵与避碰[M]. 北京: 海潮出版社, 1993.
- [3] 谭安胜, 邱延鹏, 汪德虎. 新型驱护航编队防空队形配置[J]. 火力与指挥控制, 2003, 28(6): 5-9.
- [4] 贺扬清, 沈治河. 大型水面舰艇编队航渡中直接反潜警戒阵位仿真研究[J]. 指挥控制与仿真, 2010, 32(4): 38-41.
- [5] 赵小龙, 吴晓峰. 航母编队反潜声纳阵位确定方法研究[J]. 指挥控制与仿真, 2007, 29(3): 45-48.
- [6] 李瑛诺, 吉春生, 王继兵. 潜艇为编队阵地入口实施反潜警戒的配置研究[J]. 科技创新导报, 2009, 3(2): 20.