

doi: 10.7690/bgzdh.2016.12.013

单舰巡逻反潜战术行动方法及对潜警戒能力分析

吴福初¹, 徐寅¹, 蓝天²

(1. 海军航空工程学院指挥系, 山东 烟台 264001; 2. 海军指挥学院战役系, 南京 210016)

摘要: 针对不同战术行动方法下单舰巡逻反潜作战能力存在差异的问题, 在分析单舰巡逻反潜战术行动方法的基础上, 结合水面舰艇使用拖曳线列阵声纳对潜警戒的行动特点, 建立了单舰往返巡逻、“8”字型搜索的对潜警戒能力计算模型, 并对 2 种模型的量化结果进行对比分析。对比结果表明: 单舰巡逻反潜战术行动方法的选择主要取决于水面舰艇与潜艇的航速比。对于低速的常规动力潜艇, 单舰“8”字型搜索的对潜警戒能力具有优越性。

关键词: 巡逻反潜; 对潜警戒; 战术行动

中图分类号: TJ83 **文献标志码:** A

Research on Tactical Action Methods and Alert Ability Analysis of Single Ship Anti-submarine Patrol

Wu Fuchu¹, Xu Yin¹, Lan Tian²

(1. Department of Command, Naval Aeronautical Engineering Academy, Yantai 264001, China;

2. Department of Campaign, Naval Command College, Nanjing 210016, China)

Abstract: Aiming at the different combat capability of single ship anti-submarine patrol caused by different tactical action methods, based on analysis single ship anti-submarine patrol tactical action method, combine with ship towed linear sonar anti-submarine action feature, establish anti-submarine alert ability calculation model, models of single ship reciprocation patrol and figure 8 searching, compare and analyze quantitative results of 2 models. The comparative results show that, the single ship anti-submarine patrol tactical action methods selection main depends on speed ratio between ship and submarine. To conventional power submarines of low speed, the single-ship anti-submarine alert ability of figure 8 searching has superiority.

Keywords: anti-submarine patrol; anti-submarine alert; tactical action

0 引言

巡逻反潜是指为保障海军基地、港口、舰船编队等目标免遭敌潜艇的攻击, 或为及时发现可能经过某海区(海峡水道)及在某海区活动的敌潜艇, 由反潜兵力在基地、港口、舰船编队附近, 或在敌潜艇可能经过及活动的海区(海峡水道)所进行的反潜作战活动, 是海军兵力反潜作战的主要样式之一^[1]。笔者以单舰巡逻反潜为背景, 重点对单舰巡逻反潜的战术行动方法及其对潜警戒能力进行分析。

1 单舰巡逻反潜战术行动方法

水面舰艇具有广泛持续的对潜警戒能力和较强的防空、反舰作战能力, 是战时海军最为常用的巡逻反潜兵力之一^[2]。受巡逻反潜作战目的与水面舰艇反潜武备性能及其使用特点的限制, 水面舰艇在遂行巡逻反潜任务时, 通常采用在指定的巡逻线上使用拖曳线列阵声纳或舰壳声纳建立拦截巡逻线的方式实施对潜警戒^[3], 如图 1 所示。

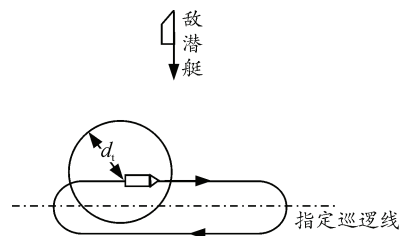


图 1 单舰巡逻反潜示意图

1.1 单舰巡逻反潜搜索方式

根据水面舰艇巡逻搜索样式的不同, 单艘水面舰艇遂行对潜巡逻警戒任务时, 通常采取往返搜索和“8”字型搜索 2 种方式^[4]。

1) 单舰往返巡逻搜索。

单舰往返巡逻搜索, 是指水面舰艇在确定的巡逻线上进行往返运动的搜索方式, 如图 2 所示。这种方法是巡逻搜索潜艇时水面舰艇反潜行动的基本方法。其主要特点是简便易行, 但易被敌潜艇查明或掌握水面舰艇搜索行动的规律^[5]。

2) 单舰“8”字型巡逻搜索。

收稿日期: 2016-08-28; 修回日期: 2016-09-20

作者简介: 吴福初(1963—), 男, 江苏人, 博士, 教授, 从事兵种战术学研究。

单舰“8”字型巡逻搜索,是指水面舰艇在巡逻线上按“8”字形航线进行搜索的方式,如图 3 所示。该搜索方式的主要特点是敌潜艇难以掌握我军水面舰艇的活动规律,但水面舰艇的活动相对复杂,要求搜潜兵力具有较高的训练水平。

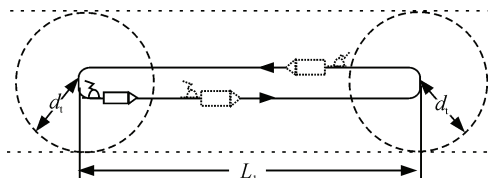


图 2 水面舰艇往返巡逻搜索示意图

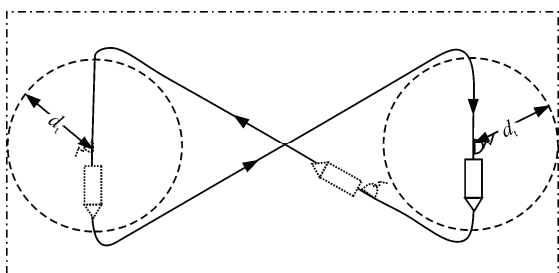


图 3 水面舰艇“8”字型巡逻搜索示意图

1.2 单舰巡逻反潜时应把握的主要问题

1) 搜潜设备使用时机的把握。

由于目前装备水面舰艇的舰壳声纳和拖曳线列阵声纳,多采用两基阵共用一套电子设备,不能同时使用,所以在到达搜索区后应首先根据水深、水文气象等因素确定使用哪种声纳。使用舰壳声纳的时机一般为狭窄海域、水深较浅且海况较好时;使用拖曳线列阵声纳的时机为较宽阔海域,海底相对平坦。水深过浅会影响拖曳线列阵声纳安全,水深通常应大于 40 m。海况较差时一般使用拖曳线列阵声纳,但海况大于 5 级时也不能使用。存在温跃层时,适合使用拖曳线列阵声纳^[6]。

2) 水声环境的影响。

在不同的作战海域进行巡逻反潜时,水声环境对水面舰艇声纳战术作用距离的影响很大。不同作战海区不同季节,水面舰艇声纳探测距离有时会相差 1~5 倍。舰壳声纳在冬、夏季的作用距离差异很大,而拖曳线列阵声纳则没有这种明显的区别。另外,近岸海域的噪声级均比远海海域的噪声级高,噪声的增加会使水面舰艇声纳的探测距离大大降低。所以,水面舰艇使用舰壳声纳或拖曳线列阵声纳进行巡逻反潜时,要根据作战海区具体的海洋地理环境与水文气象特点,合理确定水面舰艇声纳的工作状态,以提高其探测距离。

3) 舰艇机动的影晌。

巡逻反潜时,水面舰艇的机动对拖曳线列阵声纳的安全及搜索效果的影响较大。收放拖曳线列阵声纳时,水面舰艇航速通常应保持在 8~12 kn。这主要是从拖曳线列阵声纳的安全方面考虑;巡逻搜潜时,水面舰艇航速通常为 10~14 kn,一般不应超过 16 kn。速度过高不仅会由于航行噪声等因素使探测距离缩短,同时会影响拖曳线列阵声纳在水中的姿态,从而影响其工作的稳定性,增大定位误差。水面舰艇转向速度不得超过 1 (°)/s,以保证对目标的可靠跟踪。

2 单舰巡逻反潜对潜警戒能力分析

与舰壳声纳相比,低频、大孔径拖曳线列阵声纳,具有可选择最佳工作深度、探测发现目标距离更远等优势;所以,使用拖曳线列阵声纳已成为现代水面舰艇对潜远程探测的主要手段^[7]。由于水面舰艇遂行巡逻反潜任务过程中,通常采取建立拦截巡逻线的方式实施对潜警戒,水面舰艇的对潜警戒能力,可由上级要求拦截概率条件下,水面舰艇能够提供的拦截巡逻线最大有效长度来表征^[8]。

2.1 单舰往返搜索最大有效长度计算模型

设一定时刻水面舰艇沿指定的直线段 AB 作往返运动,敌潜艇采用定速直线运动方式进行突破,且突破航向与水面舰艇搜索巡逻线垂直,在不进入舰艇拖曳线列阵声纳探测距离圆的条件下,由 C₂ 点穿越到 C₁ 点,如图 4 所示。记水面舰艇巡逻搜索航速为 v_j,一定发现概率条件下,拖曳线列阵声纳战术作用距离为 d_t,敌潜艇突破航速为 v_q。

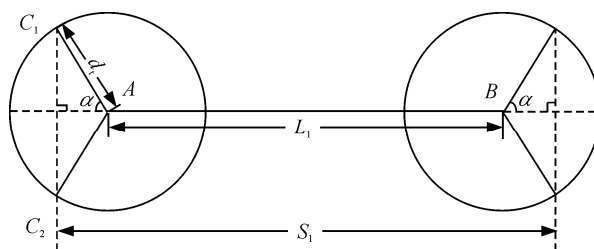


图 4 单舰往返搜索最大有效长度示意图

由图 4 可知,单舰往返搜索的拦截巡逻线有效长度 S₁ 计算公式为:

$$S_1 = L_1 + 2d_t \cos \alpha \quad (1)$$

式中: L₁ 为水面舰艇往返搜索单程航行的距离; α 为敌潜艇穿越到 C₁ 点时相对于水面舰艇的方位角。

为保证水面舰艇对潜警戒的有效性,要求水面舰艇必须在敌潜艇穿越航程 C₂C₁ 之前返回初始探测

点 A ，即应满足以下条件^[4]：

$$\frac{2L_1}{v_j} = \frac{C_2 C_1}{v_q} = \frac{2d_t \sin \alpha}{v_q} \quad (2)$$

综合式(1)、式(2)，可得单舰往返搜索的拦截巡逻线有效长度 S_1 为：

$$S_1 = f(\alpha) = d_t \left(\frac{v_j}{v_q} \right) \sin \alpha + 2d_t \cos \alpha \quad (3)$$

由式(3)可知：函数 $f(\alpha)$ 存在唯一驻点 $\alpha = \arctan \left(\frac{v_j}{2v_q} \right)$ ，且拦截巡逻线有效长度 S_1 达到最大。由于存在下列等式：

$$\arctan \left(\frac{v_j}{2v_q} \right) = \arccos \left(\frac{1}{\sqrt{1 + (v_j/2v_q)^2}} \right) = \arcsin \left(\frac{v_j}{2v_q \sqrt{1 + (v_j/2v_q)^2}} \right) \quad (4)$$

综上所述，单舰往返搜索的拦截巡逻线最大有效长度 S_1 为：

$$S_1 = \frac{d_t v_j^2}{2v_q^2 \sqrt{1 + (v_j/2v_q)^2}} + \frac{2d_t}{\sqrt{1 + (v_j/2v_q)^2}} \quad (5)$$

令 $n = \frac{v_j}{v_q}$ ，简化可得：

$$S_1 = d_t \sqrt{4 + n^2} \quad (6)$$

2.2 单舰“8”字型搜索最大有效长度计算模型

设一定时刻水面舰艇沿指定的“8”字形航线进行反潜搜索，敌潜艇采用定速直线运动方式进行突破^[9]，且突破航向与水面舰艇搜索边界线 EF 垂直，如图5所示。

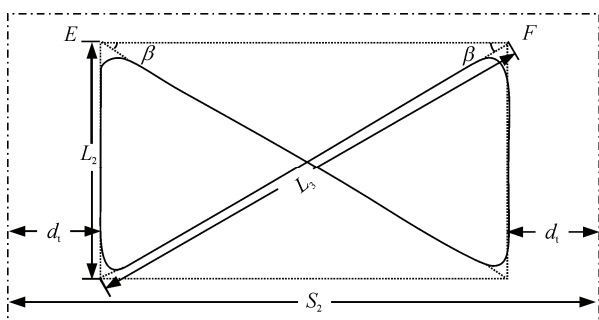


图5 单舰“8”字型搜索最大有效长度示意图

此时，水面舰艇的交叉航向应保证其拖曳线列阵声纳的探测距离圆与敌潜艇接触^[4]，即水面舰艇

航线与边界线的夹角等于相遇临界角 β ，其计算公式为：

$$\beta = \arcsin \left(\frac{v_q}{v_j} \right) \quad (7)$$

由图5可知，单舰“8”字型搜索的拦截巡逻线最大有效长度 S_2 计算公式为：

$$S_2 = L_3 \cos \beta + 2d_t \quad (8)$$

式中 L_3 为单舰“8”字型搜索长单程航行的距离，其计算公式为：

$$L_3 = \frac{L_2}{\sin \beta} \quad (9)$$

式中 L_2 为单舰“8”字型搜索短单程航行的距离。水面舰艇在短单程上运动的时间应等于敌潜艇在2倍拖曳线列阵声纳战术作用距离上的相对运动时间，即满足下列条件：

$$\frac{L_2}{v_j} = \frac{2d_t}{v_j + v_q} \quad (10)$$

综合式(7)~式(10)可得，单舰“8”字型搜索的拦截巡逻线最大有效长度 S_2 为：

$$S_2 = \frac{2d_t v_j \sqrt{v_j^2 - v_q^2}}{v_j v_q + v_q^2} + 2d_t \quad (11)$$

令 $n = \frac{v_j}{v_q}$ ，简化可得：

$$S_2 = 2 \left(\frac{n\sqrt{n^2 - 1}}{n + 1} + 1 \right) d_t \quad (12)$$

2.3 单舰巡逻反潜对潜警戒能力计算

根据水面舰艇拦截巡逻线的最大有效长度计算模型，结合量化分析的条件，笔者计算得出水面舰艇使用拖曳线列阵声纳所能构建的拦截巡逻线的最大有效长度，如表1所示。

表1 水面舰艇巡逻警戒线最大有效长度

v_q/kn	搜索方式/km		n	计算条件
	S_1	S_2		
4	101	180	3.5	1) 一定发现概率条件下，拖曳线列阵声纳的战术作用距离 d_t : 25 km; 2) 水面舰艇反潜巡逻搜索的航速 v_j : 14 kn。
6	77	124	2.3	
8	66	96	1.8	
10	61	79	1.4	
12	58	66	1.2	
14	56	50	1.0	
16	55	—	0.9	
18	54	—	0.8	

由表1可以看出：1) 当 $n > 1$ 时，单艘水面舰艇采用“8”字型搜索方式进行对潜警戒具有优越性；

2) 当 $n < 1$ 时, 单舰“8”字型搜索最大有效长度计算模型已不适用, 而单舰往返搜索的计算模型仍然适用; 3) 当 $n = 1$ 时, 水面舰艇应优先采用单舰往返搜索的方式进行对潜警戒。从整体上判断可以得出, 若敌潜艇为低速常规动力潜艇, 水面舰艇航速大于敌潜艇最大航速时, 通常应采用单舰“8”字型搜索方式进行对潜警戒; 若敌潜艇为高速核动力潜艇, 水面舰艇航速小于敌潜艇最大航速时, 通常应采用单舰往返搜索方式进行对潜警戒。

3 结束语

水面舰艇具有广泛持续的对潜警戒能力和较强的防空、反舰作战能力, 是战时海军最为常用的巡逻反潜兵力之一^[10]。笔者在分析单舰巡逻反潜战术行动方法的基础上, 采用定量与定性分析相结合、战术与技术相结合的方法, 重点对水面舰艇使用拖曳线列阵声纳对潜警戒能力进行了深入的研究。所得结论对于正确评估水面舰艇对潜警戒作战能力, 以及合理运用水面舰艇对潜警戒兵力均具有较为重要的意义。

(上接第 40 页)

参考文献:

[1] 王铃, 朱松柏, 李博, 等. 一种基于 Tilcon 的 VxWorks 图形界面开发方法[J]. 兵工自动化, 2014, 33(10): 89-91.

[2] 齐舒创作室. Visual C++ 6.0 用户界面制作技术与应用实例[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 1999: 54-156.

[3] 谢敏, 许丽星, 林文凤, 等. 软件可靠性测试平台研究[J]. 兵工自动化, 2015, 34(11): 62-65.

[4] 陈建春. Visual C++高级编程技术——开发实例剖析[M]. 北京: 电子工业出版社, 1999: 324-368.

[5] Vic Broquard. MFC 应用开发教程[M]. 北京: 清华大学出版社, 1999: 12-78.

参考文献:

[1] 罗翔, 郭万海, 姜志勇. 水面舰艇编队巡逻搜索时的组织与战术计算[J]. 指挥控制与仿真, 2007, 29(4): 52-55.

[2] 刘云海, 郑杰, 汪伟. 潜艇突破水面舰艇反潜巡逻线方法研究[J]. 潜艇学术研究, 2012, 30(3): 8-10.

[3] 张会, 吴鹏, 李长军. 单兵力线式巡逻有效封锁宽度分析模型[J]. 舰船科学技术, 2013, 35(4): 84-86.

[4] 阿勃楚克, 苏兹达尔. 搜索目标法[M]. 北京: 中国系统工程学会军事系统委员会, 1982: 253-256.

[5] 刘生学, 王公宝. 同时面临防空和防潜的水面舰艇编队队形评估研究[J]. 兵工自动化, 2015, 34(7): 79-82.

[6] 吴杰, 孙明太, 刘海光, 等. 水下固定反潜平台发展探讨[J]. 兵工自动化, 2015, 34(2): 56-58.

[7] 吴福初, 吴杰, 刘卫东. 单舰反潜作战能力评估研究[J]. 微型电脑应用, 2013, 30(5): 7-8.

[8] 吴福初, 徐辉, 王向阳, 等. 近程反潜警戒舰最小前出距离计算模型的建立[J]. 火力与指挥控制, 2014, 39(3): 120-122.

[9] 顾鸿, 赵晓东, 陈红江. 舰艇编队对抗效能评估[J]. 兵工自动化, 2014, 33(10): 7-10.

[10] 高永琪, 张毅. 基于微分进化-蚁群优化算法的潜航器航路规划[J]. 四川兵工学报, 2015, 36(1): 99-101.

[6] 高洁, 张化, 陈涛, 等. 千兆以太网信息平台嵌入式图形界面设计[J]. 兵工自动化, 2014, 33(11): 94-96.

[7] 李博轩. Visual C++图形用户界面开发指南[M]. 北京: 清华大学出版社, 2000: 102-127.

[8] 王军华, 王少明, 张龙飞, 等. 小型船用核动力装置运行支持系统人机界面设计研究[J]. 四川兵工学报, 2015, 36(10): 43-46.

[9] Charles Petzold. Windows 程序设计[M]. 5 版. 北京: 北京大学出版社, 2001: 68-91.

[10] Jeff Prosise. MFC Windows 程序设计[M]. 2 版. 北京: 清华大学出版社, 2001: 33-89.

[11] 黄晓瑜, 田婧. 从零开始 Flash CS6 中文版基础培训教程[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2015: 28-46.