

自航水雷抗扫能力分析*

鲍鸿飞,高洪林

(海军潜艇学院 研究生3队,山东 青岛 266071)

摘要:从实战出发,介绍了运用概率论计算水雷抗扫能力的方法.进行了计算机仿真,得出了自航水雷定次与抗扫能力及敌扫雷次数之间的关系,为设定水雷定次参数提供科学依据.

关键词:抗扫能力;布雷;触雷概率;水雷定次

中图分类号:U610

文献标识码:A

文章编号:1006-0707(2009)02-0072-02

水雷的抗扫能力是水雷障碍效能分析评估的一个重要指标.定性分析抗扫能力已不能满足需要,如何量化水雷的抗扫能力是本文中要解决的一个重要问题,对基于一定条件水雷障碍的抗扫能力作分析研究,最后举例说明如何基于已定定次方案的水雷障碍进行抗扫能力评估.

及扫雷舰自身的扫雷能力,因此 $P_{\text{扫}} = P$,设想使用同一类型的扫雷舰,其工作的方式和扫雷的强度、宽度不变,当水雷定次变为0时, $P_{\text{扫}} = P$.对于水雷障碍中任意一枚水雷动作概率有: $P_i = B_i / S \cdot P_{\text{扫}}$.

对于随即散布的水雷障碍,如自航水雷,水雷位置误差呈正态分布,具体分布如图1.

1 自航水雷的动作概率和雷障抗扫能力计算^[1]

1.1 水雷动作须满足的条件

- 1) 目标舰船通过可以引发水雷动作的危险水域.
- 2) 水雷引信接收到目标信号,经分析处理,并引起水雷爆炸.

通常计算水雷动作概率方法是:先求出舰船穿过水雷障碍的概率 P_{ZA} ,再求出舰船穿过水雷障碍时引发水雷动作的概率 P_{SL} ,根据概率的乘法定律,便可得到舰船引发水雷障碍的动作概率 $P = P_{\text{ZA}} \cdot P_{\text{SL}}$.

对一线等间距布雷样式的雷障,属于等概率事件,即 P_{ZA} 的计算方法为:

设航道宽为 S ,舰船等可能通过,且航线平行于航道中心线;雷障危险带正面宽度为 B ;则 $P_{\text{ZA}} = B/S$.

1.2 水雷抗扫能力计算

雷障抗扫能力不但与水雷性能及敌扫雷舰性能密切相关,还与水文条件息息相关,为实现量化计算,给部队提供可操作性强的理论依据,本文中对水文条件的影响因素暂不予考虑.

雷障抗扫能力主要体现在雷障持续时间上,也就是水雷从布放到被全部扫除的时间,扫雷舰引爆水雷的效力则直接反映到雷障持续时间上,此时间与扫雷次数成正比,比例系数为单次扫雷用的时间.因涉及水雷定次问题,以

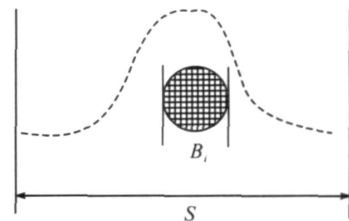


图1 水雷位置误差呈正态分布图

但由于误差较大,水雷有布设在航道以外的可能.

水雷中心预定与航道中心相重合.

由于情况对于航道中线是对称的,把一侧的情况搞清楚就可以了.

从图2中可以看出:

当 $x \left[\frac{S - B_i}{2} \right]$ 时,水雷全部在航道内,此时舰船穿过水雷的概率为 $P_{\text{ZA}} = B_i / S$;

当 $(S - B_i) / 2 < x < (S + B_i) / 2$ 时,部分障碍在航道内,舰船穿越水雷的概率为 $P_{\text{ZA}} = \left[\frac{(S + B_i) / 2 - x}{S} \right]$;当 $x > (S + B_i) / 2$ 时,概率为0.

由于水雷位置误差属于正态分布,设其均方差为 σ ,则其概率密度函数为 $\phi(x) = (\sqrt{2\pi}\sigma)^{-1} \times e^{-x^2/2\sigma^2}$.舰船穿过水雷障碍的概率与障碍宽度中心的横坐标有关,它是 x 的函数,可写成 $P_{\text{ZA}}(x)$;而在不同 x 点时的概率密度函数为 $\phi(x)$,按照概率论中的定义, P_{ZA} 的期望(即平均值)为:

* 收稿日期:2008-09-04

作者简介:鲍鸿飞(1982—),男,河北武邑人,硕士研究生,助理工程师,主要从事军事装备学研究.

$$E(P_{iZA}) = \int_0^+ P_{iZA}(x) \phi(x) dx.$$

为了方便,将 $E(P_{iZA})$ 写成 P_{iZA} , 舰船等可能通过航道,则:

$$P_{iZA}(x) = (B_i + 2B_r) / S$$

其中: B_r 为艇宽.

经计算得:

$$P_{iZA} = (S + B_i + 2B_r) / (2S) \times \phi(\frac{x - (S - B_i - 2B_r)}{\sqrt{2}S}) - (S - B_i - 2B_r) / (2S) \times \phi(\frac{x - (S - B_i - 2B_r)}{\sqrt{2}S}) - \sqrt{2} / S \times (e^{-x^2/2} - e^{-x^2/2})$$

式中: $\mu = (S + B_i + 2B_r) / (2)$, $\sigma = (S - B_i - 2B_r) / (2)$.

则任意一枚水雷动作概率为:

$$P_i = P_{iZA} P_{SL}$$

设第 i 枚水雷定次为 n , 清扫次数为 m .

则此水雷被扫除概率为:

$$P_{iYB} = 1 - \prod_{l=0}^{n-1} [C_m^l P_i^l (1 - P_i)^{(m-l)}]$$

雷障被全部扫除概率为:

$$P_{YB} = \prod_{i=1}^x P_{iYB}$$

雷障抗扫能力即雷障持续时间,它与清扫次数成正比,从而便可计算出雷障的抗扫能力.

如果是扫雷艇,那么只需将 B_r 换为扫雷宽度 B_s 即可,其他均不变.

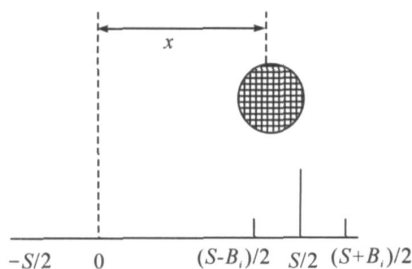


图2 舰船穿过水雷的概率示意图

2 仿真与检验

实例仿真:假设,航道宽 500 m,潜艇布放自航水雷 10 枚,单雷危险带宽 50 m,扫雷舰扫雷宽度 50 m,潜布自航水雷服从正态分布,布雷误差 20 m,舰船经过危险带水雷动作概率为 1.水雷定次方案 1(1,1,1,2,2,2,3,3,3,4),定次方案 2(1,1,1,1,1,1,1,1,1,1),定次方案 3(1,2,3,4,4,4,4,4,4,4);运用 Matlab^[21] 软件分别进行仿真,结果分别如图 3~5 所示.

下图表示水雷障碍爆炸概率与扫雷次数的关系,表明随着扫雷次数的增加,水雷爆炸概率也随之增加,水雷定次增加,在相同的爆炸概率下需要的清扫次数明显增加,也就是抗扫能力明显增强,为兼顾雷障抗扫性与爆炸概率,就要合理定次,运用此仿真程序就能直观地反应雷障效果.

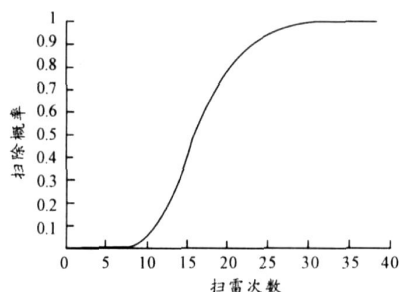


图3 定次方案1的水雷障碍爆炸概率与扫雷次数的关系

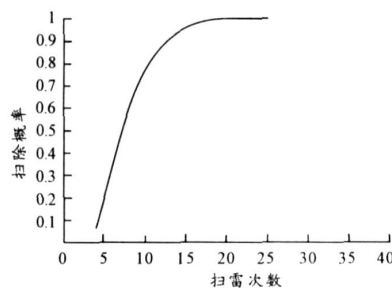


图4 定次方案2的水雷障碍爆炸概率与扫雷次数的关系

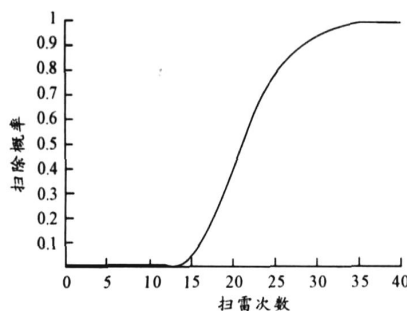


图5 定次方案3的水雷障碍爆炸概率与扫雷次数的关系

3 结束语

通过计算仿真能够有效地实现水雷定次、水雷爆炸概率、敌扫雷次数之间的关系,这样就可以根据实际情况设定水雷定次,使定次趋于科学化.

运用概率论计算出了雷障被清除的概率,从而得出敌需扫雷次数,也就是说可以从侧面了解一个雷障能够持续的时间即雷障抗扫能力,对布雷作战意义重大.

参考文献:

- [1] 盛骤,谢式千,潘承毅. 概率论与数理统计[M]. 北京:高等教育出版社,2002.
- [2] 郑阿奇,曹弋,赵阳. MATLAB 实用教程[M]. 北京:电子工业出版社,2004.