

基于任务-能力的反水雷作战效能评估方法

张 炜

(中国人民解放军 92578 部队, 北京 100161)

摘 要 针对层次分析法中的指标体系及判断矩阵的复杂性和随机性等不足, 提出了一种便捷的反水雷装备作战效能评估方法, 构建适宜多任务分析的“任务-能力”作战效能评估指标体系。给出了效能评估模型, 并对适宜岛礁反水雷的两型装备进行了作战效能评估。通过专家打分和定性评估结合, 可便捷得到符合作战任务需求的效能评估结果, 验证了该评估方法的可行性及有效性, 对岛礁反水雷装备配置方案具有参考价值。

关键词 作战效能评估; 指标体系; 岛礁反水雷

中图分类号 E917

文献标识码 A

文章编号 2096-5753(2021)01-0053-05

DOI 10.19838/j.issn.2096-5753.2021.01.009

An Evaluation Method of MCM Operation Effectiveness Based on Mission Capability

ZHANG Wei

(Unit 92578 of PLA, Beijing 100161, China)

Abstract Aiming at the complexity and randomness of index system and judgment matrix in analytic hierarchy process (AHP), a convenient operational effectiveness evaluation method for MCM equipment is proposed. This method constructs the operational effectiveness evaluation index system of mission-capability suitable for multi-mission analysis, and gives the effectiveness evaluation model. In this paper, the operational effectivenesses of two types of equipment suitable for reef MCM are evaluated, and the effectiveness evaluation results that meet the requirements of operational tasks are obtained with combination of expert scoring and qualitative evaluation. The effectiveness and feasibility of this method are verified, which has reference value for the configuration of reef MCM equipment.

Key words effectiveness evaluation; index system; reef MCM

0 引言

反水雷装备的作战效能是指装备在规定条件下完成作战任务时所能发挥的有效作用程度, 是装备满足特定作战需求的度量^[1-4]。传统的作战效能评估方法主要包括专家评估法、解析法、仿真模拟法、试验分析法等^[5-11]。国内对反水雷装备进行系统地作战效能评估起步较晚, 有关单位结合武器装备论证、研制、试验鉴定等工作开展了一系列的作战效能评估工作。文献[12]基于层次分析法, 构建

了定型试验时遥控猎雷系统全系统作战效能评估的层次结构和指标体系, 用从定量到定性综合集成的方法, 给出了遥控猎雷系统作战效能评估模型, 但该方法构建的指标体系及判断矩阵易受环境、任务等影响, 造成结果的偏差; 文献[13]采用直觉模糊集理论实现了猎扫雷装备作战效能的综合评价, 提出了指标体系并解决了权重选取等基本问题, 但所选择的指标体系和评价方法较为复杂, 评价结果不够直观; 文献[14]-[15]基于 WSEIAC 方法及其改进方法对反水雷 UUV 等反水雷武器系统的效能进

行了分析, 但该方法对能力间相关关系缺乏规范, 当处理多任务时方法变得极为复杂; 文献[16]主要评价近海作战能力, 其研究目标侧重于近海装备的能力需求。这些评估方法考虑问题的角度和采用的处理方法各不相同, 但都能得出符合数学逻辑的结论, 目前尚无明确准则判定不同方法的优劣。另一方面, 这些通用方法在数据处理方面都提供了成熟的技术, 但在如何建立指标体系、如何获得评价数据等方面, 还必须针对具体问题加以解决。

针对层次分析法中的指标体系及判断矩阵的复杂性和随机性等不足, 本文以岛礁反水雷装备作战效能评估为研究对象, 通过岛礁反水雷典型作战任务为牵引, 构建面向多任务分析的反水雷作战效能指标评估体系。立足反映同一作战任务的多项效能评价模型对在研装备效能进行评价, 避免了原有评估的复杂性, 可便捷得到符合任务需求的效能评估结果。最后, 通过装备实例分析验证了评估有效性。

1 基于 AHP 的多任务作战效能评估方法

层次分析法 (AHP) 主要思想是根据研究对象的性质将要求达到的目标分解为多个组成因素, 并按照因素间的隶属关系, 将其层次化, 组成一个层次结构模型, 然后按层分析。最终获得最低层次因素对于最高层次因素的重要性权值, 或进行优劣性排序。该方法重点在于利用形成的 AHP 判断矩阵, 合理地确定定性指标的权重, 再通过模糊综合评判、灰色理论等方法, 达到解决问题的目的^[17-20]。

在 AHP 法中, 递阶层次思想占据核心地位, 通过分析建立一个有效合理地递阶层次结构对于能否成功解决问题具有决定性意义。

由于反水雷装备的多样性, 如何在南沙岛礁反水雷作战需求的基础上, 合理确定和选择出符合实际和效益最佳的配置方案, 需要开展全面、科学的评估工作。反水雷装备的完成作战任务能力是衡量其装备优劣的综合性指标, 因此构建多任务的作战效能评估指标体系至关重要。

根据 AHP 法的基本方法, 将岛礁反水雷装备作战效能评估分为 3 层, 即任务层、效能层、指标层; 采用“能力需求分析”的方法构建从“任务-

能力”的作战效能指标逐阶层次关系; 采用专家打分法, 依据各型装备性能指标参数对其进行评估; 最后根据给定的任务权重分配, 对岛礁反水雷装备配置方案给出评价建议。

2 作战效能评估指标体系构建方法

作战效能指标体系, 是指反映装备作战能力各个要素指标所构成的有机整体和集合。构建一个从各方面反映装备作战效能的指标体系, 是正确评估装备作战能力的基础和先决条件, 其选取是否合适, 直接影响到对装备作战能力综合评估的结论。

从上述构建原则可以看出, 作战效能指标体系应满足军事需求牵引的要求, 立足装备作战能力需求, 梳理装备的使命任务, 选取合适的、合理的指标。因此, 尽管作战效能指标的产生与装备本身的结构、搭载平台、作战使用环境等密不可分, 但最终是要体现在装备综合作战效能上的, 因此作战效能指标体系应紧紧围绕作战能力进行设计和分解。

基于作战任务需求分析的作战效能指标体系构建方法正是这一要求的体现, 它以军事需求为牵引提出装备作战任务需求, 紧贴装备作战使命, 明确作战任务要求, 细化典型任务, 采用层次分析法逐级构建各项技术指标。该方法的指标构建逻辑模型如图 1 所示。

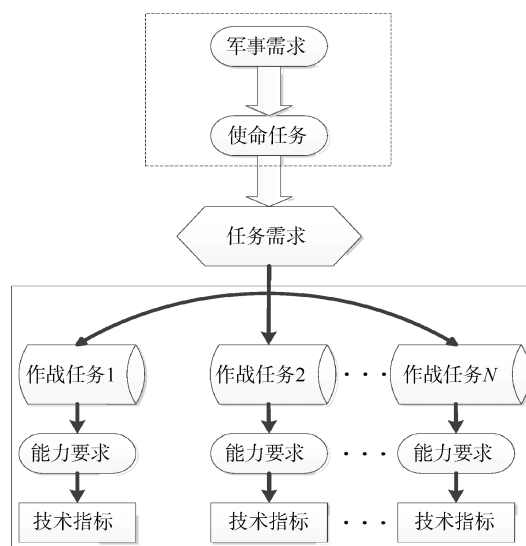


图 1 基于作战任务的作战效能指标体系
Fig. 1 Operation effectiveness index system based on mission capability

3 岛礁反水雷的装备作战效能评估

3.1 岛礁反水雷典型作战任务

随着南沙 3 大礁扩建工程的建设完成, 标志着我军南海前沿保障基地初步形成, 但由于敌近我远、各方势力犬牙交错、战略纵深依托受限, 南沙岛礁反封锁作战形势严峻。特别是南沙各岛礁补给依赖船运, 一旦遭遇敌对势力水雷封锁, 对我方作战指挥、士气及持续作战能力影响极大, 将极大地影响我军的作战效果。因此, 如何配置岛礁反水雷防御兵力, 最大限度发挥出反水雷装备的优势, 支撑南沙岛礁实现其防御、维权、控制、保障等功能, 具有极大的军事价值。

根据南沙岛礁环境和敌情分析, 主要涉及越南、菲律宾、马来西亚、美国、日本等国家, 其中可能对我岛礁实施布雷封锁的主要是越南和美国。其布雷封锁区域是我南沙岛礁港口及附近航道, 目的是迟滞和阻滞南沙岛礁为我水面舰艇部队南海作战提供保障、支援的能力。据此, 岛礁反水雷装备面临上述水雷封锁威胁时, 首要目标是快速开辟封锁海域安全通道, 保障我舰艇兵力可依托岛礁停泊保障等, 应对上述目标, 明确岛礁反水雷的典型作战任务需求:

1) 清除水雷障碍。

岛礁基地驻泊的舰艇或南沙巡防舰艇进出港口补给、维修时, 若敌对我港口实施了布雷封锁, 需反水雷兵力实施清除水雷作战, 彻底清除水雷威胁, 保障我兵力进出港口安全。

2) 导航反水雷。

南沙巡防舰艇或其他水面舰船需通过疑似敌布雷航线或港口水道时, 需反水雷兵力实施导航反水雷, 降低舰艇的触雷率。

3) 预先检查反水雷。

南沙岛礁面临的敌情复杂, 涉及南海主权利益, 可能遭遇零星水雷袭扰, 需反水雷兵力实施定期预先检查反水雷, 探查主要港口水道和重要航线。一旦发现疑似目标, 根据平时或战时等不同条件, 转入清除水雷或导航反水雷。

3.2 作战效能指标体系分析

根据岛礁反水雷装备典型作战任务需求, 明确岛礁反水雷装备作战效能可分解为雷区侦察有效性、雷区规避有效性、雷障清除有效性 3 个二级指标。

上述二级指标项, 主要可细分为探测水雷能力、识别能力、灭除水雷能力、机动能力、数据传输能力等三级能力指标。

在上述基于“任务-能力”分析的指标体系基础上, 对于装备的综合作战效能评估还应包含作战适用性指标。该指标是指反水雷装备在作战使用过程中能够保持可用的程度, 主要可分解为平台适装能力、使用适应能力、环境适应性等指标来进行评价^[1]。

3.3 典型装备的作战效能评估模型

根据岛礁反水雷作战任务分析, 在南沙岛礁冲突中, 敌方可能在我方控制的岛礁的港口及附近海域, 采取预先或机动布设水雷障碍的方式, 实施水雷封锁。因此, 我反水雷主要目标是判明敌布水雷危险区位置及范围, 寻找无水雷威胁的作战区域。据此, 通过现役及在研反水雷装备分析, 认为前置式猎雷系统、遥控猎雷系统两型装备适宜岛礁反水雷作战。为对比分析上述两型装备对岛礁反水雷任务的满足程度, 提出合理的装备配置方案, 对其作战效能评估如下。

1) 前置式猎雷系统作战效能评估模型。

根据前置式猎雷系统在岛礁反水雷中担负的任务分析, 其主要作战效能体现在对舰船提供伴随水雷防御和对水雷清除。水雷防御的效能主要体现在探测水雷距离和机动性, 清除的效能主要体现在猎除水雷的概率。由此可得该猎雷系统的作战效能评估模型为

$$X_{\text{前置式猎雷装备}} = F_{\text{水雷防御效能}} + Q_{\text{水雷清除效能}}$$

式中: $F_{\text{水雷防御效能}} = T_{\text{探测效能}} + D_{\text{机动效能}}$; $Q_{\text{水雷清除效能}} = T_{\text{探测效能}} + M_{\text{猎雷效能}}$ 。 $D_{\text{机动效能}}$ 由机动能力评估, $M_{\text{猎雷效能}}$ 由猎除水雷的概率评估。

2) 遥控猎雷系统作战效能评估模型。

根据遥控猎雷系统在岛礁反水雷中担负的任

务分析,其主要作战效能体现在对水雷的侦察及处理。侦察的效能主要体现在遥控艇探测识别水雷的效率,处理的效能主要体现在投弹及一次性灭雷的概率。由此可得该猎雷系统的作战效能评估模型为

$$X_{\text{遥控猎雷系统}} = T_{\text{遥控探测效能}} + M_{\text{灭雷效能}}$$

式中: $T_{\text{遥控探测效能}}$ 由遥控艇的探测能力、识别能力、遥控能力、数据传输能力、机动能力等综合评估; $M_{\text{灭雷效能}}$ 由投弹及一次性灭除水雷能力综合评估。

3.4 典型装备的作战效能评估分析

考虑到问题简化和评估需求,各性能指标评估采用专家打分的定性方法确定^[21]。满足要求的程度分4级,3★最佳,×为无此能力。据此,得到下面的打分结果,如表1所示。

表1 装备性能指标打分表

Table 1 Scoring table of equipment performance index

能力指标	战技指标	前置式猎雷系统	遥控猎雷系统
探测水雷能力	最大探测距离	★★	★★
	探测作业速度	★★★	★★☆
	合计	★★☆	★★
识别能力	识别概率	★★	★★
	识别定位误差	★★	★☆
	合计	★★	★☆
灭除水雷能力	灭雷最大水深	★★★	★★
	灭雷概率	★★	★★
	合计	★★☆	★★
机动能力	操控性	★★	★★
	最大航速	★☆	★★
	合计	★☆	★★
数据传输能力	传输距离	★☆	★★★★
	传输速率	★★☆	★★
	合计	★★	★★☆
适应能力	平台适装性	★★☆	★
	使用适应性	★★☆	★★★★
	环境适应性	★★	★☆
	合计	★★	★☆

在等权重、定性分级的条件下,对每种能力的

各项指标按星号数量比例取值,并归一化处理,得到每型装备对应能力项的星值^[21]。然后根据作战任务需求,结合作战效能评估指标,分解得到装备在各项任务中的效能。综合效能的评估值则根据表中的任务评估值分别乘上关键项的评估值,得到各型装备的综合作战效能评估值,如表2所示。

表2 装备作战效能评估表

Table 2 Evaluation table of equipment operation effectiveness

任务	效能指标	能力要求	前置式猎雷系统	遥控猎雷系统
清除水雷障碍	雷障清除有效性	探测水雷能力	★★☆	★★
		识别能力	★★	★☆
		机动能力	★☆	★★
		灭除水雷能力	★★☆	★★
		合计	★★☆	★★
导航反水雷	雷区规避有效性	探测水雷能力	★★☆	★★
		识别能力	★★	★☆
		机动能力	★☆	★★
		数据传输能力	★★	★★☆
		合计	★★	★★
预先检查反水雷	雷区侦察有效性	探测水雷能力	★★☆	★★
		识别能力	★★	★☆
		机动能力	★☆	★★
		遥控能力	×	★★
		合计	★☆	★★
关键项	作战适用性	适应能力	★★	★☆
综合作战效能			★★★★	★★★

综上所述,基于适宜配置于南沙岛礁的反水雷装备分析,前置式猎雷系统在各项作战任务中的综合效能评价最高,遥控猎雷系统的综合效能评价较低。建议岛礁水雷防御中以配置前置式猎雷系统为主,辅以少量遥控猎雷系统,可较好地满足岛礁反水雷封锁任务。

4 结束语

南沙岛礁不具备对水雷封锁的反封锁能力,为尽快实现南沙岛礁区域保障基地的各项功能,急需部署适用于岛礁环境的反水雷装备。本文利用层次分析法的思想,构建了“任务-效能-指标”的作战效能评估指标体系,简化了权重指数的计算,应用于岛礁反水雷装备作战效能评估,提出了岛礁反水雷防御体系配置建议,可为实际应用提供参考。

参考文献

- [1] 张炜, 吴小兵. 基于作战能力需求的反水雷装备作战效能指标体系研究[J]. 论证与研究, 2018, 34(3): 12-15.
- [2] 杜红梅, 柯宏发. 装备作战能力与作战效能之内涵分析[J]. 兵工自动化, 2015, 34(4): 23-27.
- [3] 李传方, 许瑞明, 麦群伟. 作战能力分析研究方法综述[J]. 军事运筹与系统工程, 2009, 23(3): 72-77.
- [4] 张博孜, 张国忠, 常华耀. 武器装备体系贡献度评估问题研究[J]. 计算机仿真, 2018, 35(2): 397-401.
- [5] 程恺, 张宏军, 柳亚婷, 等. 作战效能及其评估方法研究综述[J]. 系统科学学报, 2014, 22(1): 88-92.
- [6] 石福丽, 杨峰, 许永平, 等. 基于 ANP 和仿真的武器装备作战能力幂指数评估方法[J]. 系统工程理论与实践, 2011, 31(6): 1086-1094.
- [7] 杨娟, 朱延雷, 何榕. 面向装备体系作战效能评估的 SEM 建模与评估方法[J]. 指挥控制与仿真, 2016, 38(2): 33-36.
- [8] 尹纯, 黄炎炎, 王建宇, 等. 武器装备作战效能评估指标体系指导模式[J]. 南京理工大学学报: 自然科学版, 2009, 33(6): 779-784.
- [9] 王满玉, 蒯美青, 高玉良. 基于算子的武器装备作战效能评估柔性建模方法与应用[M]. 北京: 国防工业出版社, 2012.
- [10] 杨晨光, 贾贞, 刘志. 基于联合使命线程的装备作战效能度量指标构建[J]. 指挥控制与仿真, 2019, 41(4): 85-90.
- [11] 董彦非, 王曦. 多种方法结合的作战效能评估研究[J]. 火力与指挥控制, 2018, 43(7): 10-13.
- [12] 许海昀, 谢君红. 遥控猎雷系统作战效能评估方法研究[J]. 计算机与数字工程, 2017, 45(10): 1955-1959.
- [13] 周洪光. 猎扫雷武器系统作战效能评估研究[D]. 大连: 海军大连舰艇学院, 2012.
- [14] 滕兆新, 张旭, 徐红丽. 反水雷 UUV 的作战效能模型分析[J]. 计算机仿真, 2008, 25(3): 37-40.
- [15] 周洪光, 周玺, 夏朗. 反水雷武器系统作战效能评估方法初探[J]. 水雷战与舰船防护, 2010, 18(4): 32-36.
- [16] 汪海澄. 反水雷舰艇近海作战能力评价方法研究[D]. 大连: 海军大连舰艇学院, 2010.
- [17] 刘翔宇, 赵洪利, 杨海涛. 作战方案评估方法综述[J]. 兵器装备工程学报, 2018, 39(8): 79-84.
- [18] 马庆跃. 武器装备体系作战效能综合评估技术研究[D]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学, 2015.
- [19] 杨明, 焦松, 李伟. 武器作战效能参数化仿真评估技术研究[J]. 北京理工大学学报, 2013, 33(12): 1269-1273.
- [20] 李志猛, 徐培德, 冉承新, 等. 武器系统效能评估理论及应用[M]. 北京: 国防工业出版社, 2013.
- [21] 马爱民. 猎扫雷作战效果评估与控制[M]. 北京: 国防工业出版社, 2000.

(责任编辑: 曹晓霖)