

doi: 10.7690/bgzdh.2015.11.010

## 加权灰色局势决策在舰机协同对潜搜索中的应用

王洪胜, 郭传福, 田宇光, 王楠

(海军大连舰艇学院舰船指挥系, 辽宁 大连 116018)

**摘要:** 针对一般灰色局势决策, 忽视各个决策目标权重对最终决策结果的影响, 建立加权灰色局势决策的舰机协同对潜搜索模型。模型根据 4 种舰机协同对潜搜索方式, 采用加权灰色局势决策法进行评估。结果表明: 该方法与实际较为相符, 能克服依靠经验进行决策的不足, 提高决策的准确性和可靠性, 对舰机协同对潜搜索优选提供了一套科学、高效的辅助决策方法。

**关键词:** 加权灰色局势决策; 舰机协同; 搜索方式

**中图分类号:** TJ83 **文献标志码:** A

## Application of Weighted Grey Decision-making to Assessment of Cooperative Searching Between Warship and Airplanes

Wang Hongsheng, Guo Chuanfu, Tian Yuguang, Wang Nan

(Department of Ship Command, Dalian Naval Academy, Dalian 116018, China)

**Abstract:** For general gray situation decision, ignoring the various decision-making goal weight influence the final decision results weighted gray situation decision to establish ship aircraft cooperative submarine search models. Model based on four kinds of ship aircraft cooperative submarine search, be evaluated using the weighted gray situation decision method. The results show that this method is more consistent with the actual, rely on experience to overcome the lack of decision-making and improve the accuracy and reliability of decision-making to-ship aircraft cooperative submarine search preferably provides a scientific and efficient decision support methods.

**Keywords:** application of weighted grey decision; warship and airplanes cooperation; search way

### 0 引言

反潜作战是水面舰艇的一项传统作战使命任务。随着潜艇技术的发展, 水面舰艇单一力量对潜搜索愈发困难, 舰机协同对潜搜索成为主流的搜索模式。在舰机协同搜索中, 搜索兵力的配置、搜索器材选择都关系到搜索效果的好坏, 如何优选对潜搜索方式, 最大限度地提高反潜作战效能, 是亟需解决的现实问题之一。由于对潜搜索是敌我之间的相互作用, 部分信息具有不明确的灰色特征, 较适宜使用灰色决策理论进行评估。但是一般的灰色局势决策, 忽视各个决策目标的权重对最终决策结果的影响, 造成与实际结果存在偏差。笔者对决策目标权重进行加权处理, 得到的结果表明: 通过加权的方法, 对重要决策目标权重进行强化, 所得的评价结果更加符合客观实际<sup>[1]</sup>。

### 1 问题提出

根据海区条件、潜艇活动规律、搜潜兵力数量, 舰机协同对潜搜索队形主要包括直升机侧翼配置和

直升机前出配置 2 种<sup>[2]</sup>, 如图 1。

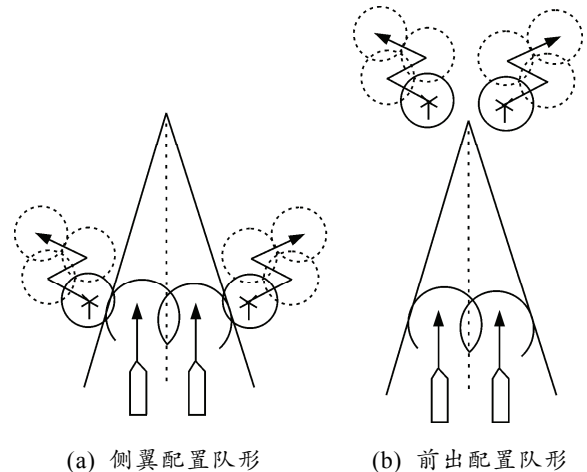


图 1 舰机协同对潜搜索队形

搜索器材主要包括舰壳声呐、拖曳线列阵声呐和声呐浮标。笔者选取在某一特定战术背景下, 对舰机协同对潜搜索可能采用的搜索队形和器材所组成的 4 种搜索方式进行优选, 4 种搜索方式如表 1<sup>[2-4]</sup>所示。

收稿日期: 2015-06-29; 修回日期: 2015-08-02

基金项目: 海军大连舰艇学院科研发展基金(DJYKYKT2015-18)

作者简介: 王洪胜(1981—), 男, 河北人, 讲师, 从事水面舰艇攻防战术研究。

表 1 舰机协同对潜搜索方式

搜索方式	队形	搜索器材
1	直升机侧翼配置	吊放声呐、拖曳线列阵声呐
2	直升机侧翼配置	吊放声呐、声呐浮标
3	直升机前出配置	吊放声呐、拖曳线列阵声呐
4	直升机前出配置	吊放声呐、声呐浮标

## 2 运用灰色局势决策法优选搜潜方式

灰色局势决策是指利用灰色系统理论计算各项评价指标，从中选出最优对策，以应对某事件发生的决策过程。其包含 4 个基本要素：事件、对策、效果样本和目标，原理是通过一定的指标来测评对策的效果，从中选出最优对策<sup>[5]</sup>。

### 2.1 确定事件集、对策集、局势集和目标集

令  $m_i$  为被决策事件，在本例中只有一个事件，记“对潜搜索方式选择”为事件  $m_1$ 。上述事件存在 4 种不同的对策，构成对策集  $(n_j)=(n_1, n_2, n_3, n_4)$ ，其

表 2 舰机协同对潜搜索方式决策目标、样本和极性

序号	目标	极性	搜索方式 1	搜索方式 2	搜索方式 3	搜索方式 4
1	搜索宽度	极大值	20	17	15	10
2	搜索概率	极大值	0.81	0.71	0.73	0.69
3	搜索时间	极小值	200	160	120	100
4	协同难度	适中值	0.4	0.3	0.6	0.5
5	防御能力	极大值	0.48	0.4	0.6	0.67
6	保持队形能力	适中值	0.5	0.46	0.7	0.66
7	指挥难度	极小值	7	6.5	5.5	5

根据表 2 的数据，得效果样本矩阵为

$$U = (u_{ij}^p) \begin{bmatrix} 20 & 0.81 & 200 & 0.4 & 0.48 & 0.50 & 7.0 \\ 17 & 0.71 & 160 & 0.3 & 0.4 & 0.46 & 6.5 \\ 15 & 0.73 & 120 & 0.6 & 0.6 & 0.70 & 5.5 \\ 10 & 0.69 & 100 & 0.5 & 0.67 & 0.66 & 5.0 \end{bmatrix}.$$

### 2.3 统一效果测度

效果测度就是对各个局势所产生的效果样本统一量纲后的量度。通常包括上限效果测度、下限效果测度和适中效果测度。

1) 上限效果测度，适用于目标极性为极大值，表达式<sup>[2]</sup>为

$$v_{ij}^{(p)} = \frac{u_{ij}^p}{\max_i \max_j u_{ij}^p},$$

$$i = 1, 2, \dots, x; j = 1, 2, \dots, y; p = 1, 2, \dots, d.$$

2) 下限效果测度，适用于目标极性为极小值，表达式<sup>[2]</sup>为

$$v_{ij}^{(p)} = \frac{\min_i \min_j u_{ij}^{(p)}}{u_{ij}^{(p)}},$$

$$i = 1, 2, \dots, x; j = 1, 2, \dots, y; p = 1, 2, \dots, d.$$

中： $n_1$ =搜索方式 1； $n_2$ =搜索方式 2； $n_3$ =搜索方式 3； $n_4$ =搜索方式 4。事件与对策的二元组合称为局势，记为  $(q_{ij}) = \{(m_1, n_1), (m_1, n_2), (m_1, n_3), (m_1, n_4)\}$ 。由参加评价的 7 个指标构成目标集  $P = \{P_1, P_2, P_3, P_4, P_5, P_6, P_7\} = \{\text{搜索宽度, 搜索概率, 搜索时间, 协同难度, 防御能力, 保持队形能力, 指挥难度}\}$ 。

### 2.2 确定决策目标样本、极性及效果样本矩阵

在一定目标下局势的数值表现称为效果样本，记为  $u_{ij}^p$ ，通过计算和专家打分，可以得出 4 种搜索方式的目标效果样本数据：如果目标值越大越好，那么该目标取极大值极性；如果目标值越小越好，那么该目标取极小值极性；如果目标值既不太大，也不太小，则取适中值极性，具体各目标样本数据及目标极性取值如表 2。

3) 适中效果测度，适用于目标极性为适中值，表达式<sup>[2]</sup>为

$$v_{ij}^{(k)} = \frac{\min(u_{ij}^{(p)}, u_0^p)}{\max\{u_{ij}^{(p)}, u_0^p\}},$$

$$i = 1, 2, \dots, x; j = 1, 2, \dots, y; p = 1, 2, \dots, d.$$

其中

$$u_0^{(p)} = \frac{1}{n} \sum_i \sum_j u_{ij}^{(p)}.$$

根据目标极性，对舰机协同 4 种搜潜方式样本进行统一效果测度，结果如表 3。

表 3 舰机协同搜索 4 种方式样本统一效果测度

目标	搜索方式 1	搜索方式 2	搜索方式 3	搜索方式 4
1	1	0.85	0.75	0.5
2	1	0.876 5	0.901 2	0.851 9
3	0.5	0.625	0.833	1
4	0.888 9	0.666 7	0.75	0.9
5	0.716 4	0.597 0	0.895 6	1
6	0.862	0.793 1	0.828 5	0.878 8
7	0.714 2	0.769 2	0.909 1	1

### 2.4 计算综合测度

由公式  $R_{ij} = \frac{1}{d} \sum_{p=1}^d u_{ij}^{(p)} = \frac{1}{7} \sum_{p=1}^7 u_{ij}^{(p)}$ ，进行综合计算，则各局势的综合测度为  $R_{11} = 0.8116$ ，

$$R_{v_{12}} = 0.7396, R_{v_{13}} = 0.8382, R_{v_{14}} = 0.8758。$$

所以局势优劣排序为

$$q_{14} > q_{13} > q_{11} > q_{12}。$$

## 2.5 结果分析

从综合测度分析可知，为满意局势，即第 4 种舰机协同搜索方式为最优搜索方法。但决策结果与人们的直观思维差距较大，4 种搜索方式在搜索效果各项指标上各有优缺点，搜索方式 1、搜索方式 2 在搜索宽度、搜索效率 2 个目标样本数据上具有优势，而其他目标样本数据则不占优势，但搜索宽度、搜索效率 2 个目标在舰机协同搜潜中权重最重，如果按照等权灰色局势决策进行分析，得出的评判结果是不符合实际的，容易对指挥决策造成误判。因为在指挥决策中  $p$  个目标的作用权重是不同的，平均处理的结果会将主要矛盾掩盖；因此，笔者对  $p$  个目标的作用权重进行加权处理，使决策结果更加符合实际。

## 3 运用加权灰色局势决策法优选搜潜方式

本研究针对等权灰色局势决策存在的目标权重平均处理问题，采用美国运筹学家 A. L. Saaty 教授提出的 1~9 标度法对不同目标进行两两比较，得评判矩阵

$$S = \begin{bmatrix} 1 & 2/3 & 2 & 4 & 3 & 4 & 2 \\ 3/2 & 1 & 3 & 5 & 4 & 5 & 3 \\ 1/2 & 1/3 & 1 & 3/2 & 2 & 2 & 3/2 \\ 1/4 & 1/5 & 1/2 & 1 & 1/2 & 1 & 2/3 \\ 1/3 & 1/4 & 2/3 & 2 & 1 & 2 & 2 \\ 1/4 & 1/5 & 1/2 & 1 & 1/2 & 1 & 1/2 \\ 1/2 & 1/3 & 2/3 & 3/2 & 1/2 & 2 & 1 \end{bmatrix}。$$

计算求得特征向量为

$$W = (0.2112, 0.2324, 0.1345, 0.0920, 0.1136, 0.1092, 0.1071)。$$

特征根为  $\lambda_{\max} = 4.003$ ，随机一致性比例

$CR = 0.0087 < 0.1$ ，具有随机一致性。采用标度法对各目标权重进行评估量化后，则 4 种搜索方式的综合测度计算公式为

$$R_{v_{ij}} = \frac{1}{d} \sum_{k=1}^d u_{1j}^{(p)} w_p = \frac{1}{7} \sum_{k=1}^7 u_{1j}^{(p)} w_p，$$

则各局势的综合测度为  $R_{v_{11}} = 0.12067$ ， $R_{v_{12}} = 0.11109$ ， $R_{v_{13}} = 0.12001$ ， $R_{v_{14}} = 0.11954$ 。各局势优劣排序为：

$$q_{11} > q_{13} > q_{14} > q_{12}。$$

比较上述局势排列顺序，使用第 1 种搜索方式，即直升机侧翼配置，使用机载吊放声呐和拖曳线列阵声呐在文中设定的战术背景下为最优选择，较为符合人们的直观思维。可以看出，采用加权灰色局势决策结果更加准确、合理。

## 4 结论

舰机协同对潜搜索方式选择需要考虑多方面的因素，是指挥员作战决策面临的重要难题之一。与传统方法相比，灰色局势决策在解决舰机协同对潜搜索方式选择问题时，不仅考虑各种局势的要求，而且克服了依靠经验进行决策的不足。另外，笔者根据实际情况，将目标权重加入到决策中去，提高了决策的准确性和可靠性，为决策方案优选提供了一种实用的方法。

## 参考文献：

- [1] 樊庆铎, 郭威, 孟宪林. 加权灰色局势决策法在环境空气质量评价中的应用[J]. 环境保护科学, 1999, 5(25): 45.
- [2] 王义涛, 门金柱, 周明. 模糊 AHP 的舰机协同对潜搜索方式优选[J]. 火力与指挥控制, 2010, 4(35): 167-168.
- [3] 李云峰, 王建政. 基于排序的 AHP 权重确定方法[J]. 兵工自动化, 2014, 33(11): 42-44.
- [4] 夏昱, 滕克难, 高飞. 舰艇编队协同反导网络关键边评估[J]. 兵工自动化, 2014, 33(7): 52-54.
- [5] 邵成. 基于灰色局势决策挖掘理论的物流企业营销策略选择[J]. 技术与方法, 2013, 11(32): 423.