

引用格式:杨璐,刘付显,张涛,等.基于组合赋权 TOPSIS 法的舰艇编队空中目标威胁评估模型[J].电光与控制,2019,26(8):6-11. YANG L, LIU F X, ZHANG T, et al. An aerial target threat assessment model based on combined-weighting TOPSIS method for warship formation[J]. Electronics Optics & Control, 2019, 26(8):6-11.

基于组合赋权 TOPSIS 法的舰艇编队空中目标威胁评估模型

杨璐^{1,2}, 刘付显³, 张涛³, 朱丰^{4,5}

(1. 海军研究院,北京 100161; 2. 复杂舰船系统仿真重点实验室,北京 100161; 3. 空军工程大学,西安 710051; 4. 中国人民解放军军事科学院,北京 100091; 5. 中国人民解放军国防大学,北京 100091)

摘要:针对现有舰艇编队空中目标威胁评估的指标权重确定不合理的问题,在给定改进指标的基础上,分别运用区间层次分析法(IAHP)和熵值法得到组合权重,从而确定威胁评估的指标权重。结合舰艇编队的特点,利用改进的 TOPSIS 法构建了舰艇及舰艇编队空中目标威胁评估模型,该模型适用于协同作战环境下的舰艇编队对空中目标的威胁评估。最后,利用仿真案例进一步验证了该模型的有效性。

关键词:威胁评估; 舰艇编队; TOPSIS; 区间层次分析法; 熵

中图分类号: E273.1; U674.7 文献标志码: A doi:10.3969/j.issn.1671-637X.2019.08.002

An Aerial Target Threat Assessment Model Based on Combined-Weighting TOPSIS Method for Warship Formation

YANG Lu^{1,2}, LIU Fu-xian³, ZHANG Tao³, ZHU Feng^{4,5}

(1. Naval Research Academy, Beijing 100161, China; 2. Key Laboratory of Complex Ship System Simulation, Beijing 100161, China; 3. Air Force Engineering University, Xi'an 710051, China; 4. Academy of Military Sciences of PLA, Beijing 100091, China; 5. National Defense University of PLA, Beijing 100091, China)

Abstract: Nowadays, the methods of determining the index weights of aerial target threat assessment for warship formation are unreasonable. On the basis of designating the improved target threat assessment indicators, the combined index weights of threat assessment is determined by using IAHP and the entropy method respectively, so as to get the index weights of threat assessment. Considering the characteristics of warship formation, the aerial target threat assessment models of the warship and the warship formation are proposed based on the improved TOPSIS method. The model is suitable for warship formation to make aerial target threat assessment under cooperative combat environment. Finally, a simulation example is given to demonstrate the effectiveness of the model.

Key words: threat assessment; warship formation; TOPSIS; IAHP; entropy

0 引言

就现代海上防空作战而言,充分掌握敌方态势是在作战过程中取得主动权的关键因素。鉴于海战场复杂的战场环境,在未来海战场联合防空作战中,只有及时、准确地评估来袭目标的威胁程度,才能进行科学、合理的作战筹划和兵力部署,随着针对水面舰艇的空

中目标性能与作战样式的不断发展,海战场敌空中目标威胁的评估方法也应不断改进与创新。随着高新技术在军事领域的广泛运用,协同作战已成为舰艇编队的主要作战形式。评估目标的威胁程度是编队协同作战的基本前提,更是其在实际战斗中进行火力打击的决策依据。因此,如何更加准确、快速地评估空中来袭目标的威胁值,就成为了舰艇编队协同作战领域的一个研究热点。

目前国内外的研究人员已在空中目标威胁评估方面取得了一些成果,但针对舰艇编队协同作战领域的研究并不多见^[1]。文献[2]提出了一种针对舰艇编队的威胁评估方法,但在确定指标权重时,所用到的层次分析法(AHP)具有很强的主观性,准确性和可靠性稍

收稿日期:2018-02-11

修回日期:2018-10-08

基金项目:国家自然科学基金青年科学基金(61703412);中国博士后科学基金(2016M602996)

作者简介:杨璐(1985—),女,四川巴中人,硕士,助理研究员,研究方向为作战体系仿真建模。

差。为了减少主观随意性,避免发生指标权重确定不合理的问题,本文提出了一种基于组合赋权 TOPSIS 法的目标威胁评估方法。该方法分别运用区间层次分析法(Interval-based AHP, IAHP)和熵值法,从而明确评估指标的权重,并将得到的组合权重区间运用到 TOPSIS 法中,结合舰艇编队协同作战的特点,最终解算并给出目标的威胁度。

1 威胁评估指标的确定

空中目标威胁程度是来袭目标作战能力和作战意图的反映,体现了来袭目标空袭成功的概率以及可能造成的破坏程度^[3]。在复杂战场环境下,评估空中目标威胁程度需要考虑诸多因素,针对舰艇编队防空作战的特点,本文考虑将目标的类型、速度、高度、航路捷径和电子干扰能力这5个因素作为舰艇编队威胁评估的指标。

1.1 目标类型

目标的类型不同,其构成的威胁也有所差异。目前,对舰艇编队造成威胁的空中目标主要有反舰导弹(超低空、超音速和亚音速等)、攻击机、轰炸机、战斗机、侦察机、预警机和电子干扰机等。针对上述目标的特点,可量化其威胁程度并对其赋值^[4],如表1所示。

表1 目标威胁程度量化表

Table 1 Target threat level quantification

目标类型	目标特征	威胁程度
超低空及超音速反舰导弹	在低空飞行或飞行速度快,杀伤力大,突防能力强	1.0
亚音速反舰导弹	飞行速度较快,杀伤力较强	0.9
攻击机、轰炸机、战斗机	突击能力强,是敌实施空中打击的重要武器	0.8
侦察机、预警机、电子干扰机	不造成直接威胁,在中高空活动	0.7

1.2 目标飞行马赫数

空中目标的飞行马赫数直接影响到舰艇编队的火力杀伤区范围。通常情况下,目标的飞行马赫数越大,其对舰艇编队的威胁越大,反之则越小。目标飞行马赫数的隶属函数^[5]可表示为

$$\gamma(Ma) = 1 - \exp(\alpha Ma) \quad (1)$$

式中: $Ma > 0$,为飞行马赫数; $\alpha = -1.02$ 。

1.3 目标高度

为提高突防成功的概率,来袭目标针对舰艇编队多采取低空、超低空的进攻形式。目标高度为负向指标,如图1所示。

目标高度模糊隶属函数^[6]可表示为

$$\gamma(h) = \begin{cases} 1 & 0 \leq h \leq \alpha \\ \exp(-k_h(h-\alpha)^2) & h > \alpha \end{cases} \quad (2)$$

式中: $\alpha = 0.05 \text{ km}$; $k_h = 2 \times 10^{-2}$ 。

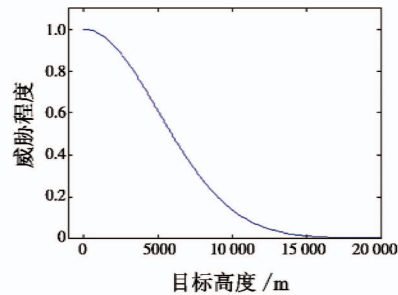


图1 目标高度隶属函数图

Fig. 1 Target height membership function

1.4 航路捷径

空中目标的航路捷径越小,舰艇编队受到的威胁越大,如图2所示。

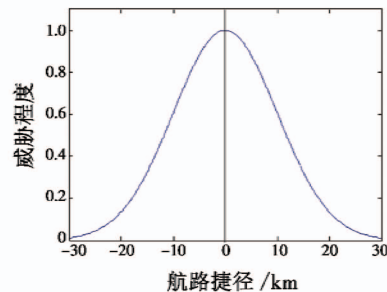


图2 航路捷径隶属函数图

Fig. 2 Membership function of air route shortcut

由于空中来袭目标的航路捷径属性与正态分布函数形式相一致,因此,其隶属函数^[7]可选取为

$$U(p) = e^{-kp^2} \quad -30 \leq p \leq 30 \quad (3)$$

式中: $k = 5 \times 10^{-3}$; $p \leq P$, P 为水面舰艇编队防空武器可攻击的最大航路捷径。

1.5 电子干扰能力

空中目标的电子干扰能力将直接影响舰艇编队火控雷达及舰载电子设备的效能,并在一定程度上提高突防成功的概率^[8]。根据先验数据,可将电子干扰能力分为很弱、弱、一般、强、很强5档,并对其在 $[0, 1]$ 范围内进行赋值,如表2所示。

表2 目标电子干扰能力

Table 2 Electronic interference capability of the target

电子干扰能力	量化值	电子干扰能力	量化值
很弱	0.2	强	0.8
弱	0.4	很强	1
一般	0.6		

2 威胁评估指标权重的确定

利用 IAHP 法和熵值法分别确定威胁评估指标的主观和客观权重,再把两者结合,从而获得组合权重区间。

2.1 利用IAHP法确定评估指标的主观权重

IAHP法可以弥补传统的AHP法在解决模糊决策问题上的不足,它是在AHP法的基础上形成的,是AHP法在区间数上的扩展^[9]。设 $\tilde{A} = (\tilde{a}_{ij})_{n \times n}$ 为区间数矩阵,即元素 $\tilde{a}_{ij} = [a_{ij}^L, a_{ij}^U]$ 。记 $\tilde{A} = [A^L, A^U]$, $A^L = (a_{ij}^L)_{n \times n}$, $A^U = (a_{ij}^U)_{n \times n}$ 。区间数向量 $\tilde{x} = (x_1, x_2, \dots, x_n)^T$, 即 $\tilde{x}_i = [x_i^L, x_i^U]$ 。根据专家意见给定区间数矩阵 $\tilde{A} = [A^L, A^U]$, 可利用IAHP法明确指标权重的主观权重,具体步骤如下。

1) 分别求出区间数矩阵 $\tilde{A} = [A^L, A^U]$ 中 A^L, A^U 的归一化特征向量 x^L, x^U 。

2) 由 $A^L = (a_{ij}^L)_{n \times n}, A^U = (a_{ij}^U)_{n \times n}$, 计算 α 和 β 分别为

$$\begin{cases} \alpha = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n \frac{1}{\sum_{i=1}^n a_{ij}^U}}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{\sum_{j=1}^n a_{ij}^U}}} \\ \beta = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n \frac{1}{\sum_{i=1}^n a_{ij}^L}}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{\sum_{j=1}^n a_{ij}^L}}} \end{cases} \quad (4)$$

3) 评估指标的主观权重向量 $\tilde{\omega}_1 = [\alpha x^L, \beta x^U]$ 。

2.2 利用熵值法确定评估指标的客观权重

熵值法可以用来确定威胁评估指标的离散程度,可根据指标数据的不确定性,利用熵值法求得评估指标的客观权重^[10],具体步骤如下。

1) 建立决策矩阵 $H = (h_{ij})_{m \times n}$, h_{ij} 表示第 i 个目标的第 j 个指标。

2) 将决策矩阵规范化处理:对于正向指标,取 $h_j^* = \max_{1 \leq i \leq m} h_{ij} \neq 0$, 令 $b_{ij} = \frac{h_{ij}}{h_j^*}$;对于负向指标,取 $h_j^* = \min_{1 \leq i \leq m} h_{ij} \neq 0$, 令 $b_{ij} = \frac{h_{ij}^*}{h_{ij}}$;从而得到规范化矩阵 $B = (b_{ij})_{m \times n}$ 。

3) 将矩阵 B 归一化处理,得到矩阵 $C = (c_{ij})_{m \times n}$,其中 $c_{ij} = \frac{b_{ij}}{\sum_{i=1}^m b_{ij}}$ 。

4) 计算第 j 项指标的熵 $e_j = -\frac{1}{\ln m} \sum_{i=1}^m c_{ij} \ln c_{ij}$,其中 $\frac{1}{\ln m} > 0, e_j \geq 0$ 。

5) 计算第 j 项指标的差异系数 $g_j = 1 - e_j, 1 \leq j \leq n$ 。

6) 第 j 项指标的权重为 $\omega_j = \frac{g_j}{\sum_{j=1}^n g_j}$,即指标的客观

权重 $\tilde{\omega}_2 = (\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n)$ 。

2.3 主客观评估指标权重的结合

将IAHP法与熵值法分别确定的主观和客观权重进行组合,从而获得组合权重区间^[11],即

$$\tilde{\omega} = \eta \tilde{\omega}_1 + \mu \tilde{\omega}_2 \quad (5)$$

式中, η 和 μ 分别为威胁评估指标主观与客观权重的影响因子,且 $\eta + \mu = 1$ 。可根据对评估专家的信任程度、舰载传感器得到情报的全面性和准确性,以及作战仿真和推演等来给定威胁评估指标权重的影响因子。由于对组合权重的确定同时考虑了主观和客观因素,此组合权重可以较为科学、准确地体现评估指标的重要程度。

3 基于组合赋权TOPSIS法的空中目标威胁评估模型

3.1 水面舰艇空中目标的威胁评估模型

1) 建立威胁评估决策矩阵。

针对单舰的空中目标威胁评估,可利用上述所选取的5个指标及其隶属函数建立决策矩阵,即

$$F = \begin{bmatrix} f_{11} & f_{12} & \dots & f_{1n} \\ f_{21} & f_{22} & \dots & f_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ f_{m1} & f_{m2} & \dots & f_{mn} \end{bmatrix} = (f_{ij})_{m \times n} \quad (6)$$

式中, f_{ij} 表示某舰艇对第 i ($i = 1, 2, 3, \dots, m$)批空中目标的第 j ($j = 1, 2, 3, \dots, n$)个指标的威胁评估值, $n = 5$ 。

2) 标准化决策矩阵。

由于各指标的量纲各有不同,决策矩阵可采用以下公式标准化得到 $Q = (q_{ij})_{m \times n}$,即

$$q_{ij} = \frac{f_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m (f_{ij})^2}} \quad i = 1, 2, \dots, m, j = 1, 2, \dots, n \quad (7)$$

3) 构建加权标准化决策矩阵。

根据式(5)、式(7)可以求得加权标准化决策矩阵为

$$Z = [\tilde{\omega}_j \cdot q_{ij}] = (z_{ij}^L, z_{ij}^U)_{m \times n} \quad (8)$$

4) 确定正负理想解。

正理想解为

$$X^+ = \{[\max(z_{i1}^L), \max(z_{i1}^U)], \dots, [\max(z_{im}^L), \max(z_{im}^U)]\} \quad (9)$$

负理想解为

$$X^- = \{[\min(z_{i1}^L), \min(z_{i1}^U)], \dots, [\min(z_{im}^L), \min(z_{im}^U)]\} \quad (10)$$

5) 计算空中目标相对贴近度。

空中目标 x_i 到正负理想解 X^+, X^- 的距离 D_i^+, D_i^- ^[12]分别为

$$\begin{cases} D_i^+ = D(x_i, X^+) \sqrt{\sum_{j=1}^n (D_{ij}^+)^2} \\ D_i^- = D(x_i, X^-) \sqrt{\sum_{j=1}^n (D_{ij}^-)^2} \end{cases} \quad (11)$$

式中:

$$D_{ij}^+ = |z_{ij}^L - \max(z_{ij}^L)| + |z_{ij}^U - \max(z_{ij}^U)| \quad (12)$$

$$D_{ij}^- = |z_{ij}^L - \min(z_{ij}^L)| + |z_{ij}^U - \min(z_{ij}^U)| \quad (13)$$

式中： $i=1,2,\dots,m,j=1,2,\dots,n$ ；则空中目标 x_i 的相对贴近度 D_i^* 为

$$D_i^* = \frac{D_i^-}{(D_i^- + D_i^+)} \quad (14)$$

根据式(14)得出各批目标 x_i 的相对贴近度 D_i^* ， D_i^* 值越大，水面舰艇受到的威胁越大。

3.2 水面舰艇编队空中目标的威胁评估模型

就现代海战而言，水面舰艇编队中的每艘舰艇对于整个编队的重要程度是不同的，如对整个水面舰艇编队作战任务进行指挥的编队指挥舰，其重要程度必然要高于其他舰艇。针对水面舰艇编队的目标威胁评估问题，就是先解算出各艘舰艇目标威胁评估值，再结合其对于整个编队的重要程度，最终得出各批目标对水面舰艇编队的威胁排序^[13]。

设某水面舰艇编队由 q 艘舰艇编成，空中目标序号为 m ，令 $Q = \{1,2,\dots,q\}$ ， $M = \{1,2,\dots,m\}$ 。设舰艇

$k, k \in Q$ 的重要度为 $c(k)$ ， $\sum_{k=1}^q c(k) = 1$ 。每艘舰艇按照

3.1 节所提的步骤评估各批目标 $A = \{a_1, a_2, \dots, a_m\}$ 的威胁程度，其中，第 k 艘舰艇得到的目标 $a_i, i \in M$ 的相对贴近度为 α_i ，记为 $(\alpha_i(k))_{q \times m}$ 。

来袭目标 $a_i, i \in M$ 对水面舰艇编队的威胁度 F_i 为

$$F_i = \sum_{k=1}^q c(k) \alpha_i(k) \quad i \in M \quad (15)$$

根据式(15)可得出所有目标对水面舰艇编队的综合威胁度 F_i ， F_i 越大，其构成的威胁就越大，反之则越小。由此，水面舰艇编队的作战指挥部门可根据评估后的综合威胁度进行决策并下达指令，各舰艇在接到该指令后，就可根据水面舰艇空中目标威胁的评估结果实施火力打击。

依据上述步骤，基于组合赋权 TOPSIS 法的水面舰艇编队空中目标威胁评估模型的流程如图 3 所示。需要说明的是，图 3 中的虚线表示已经考虑到，但在本文中还未开展的研究工作，这些工作将后续逐步开展。

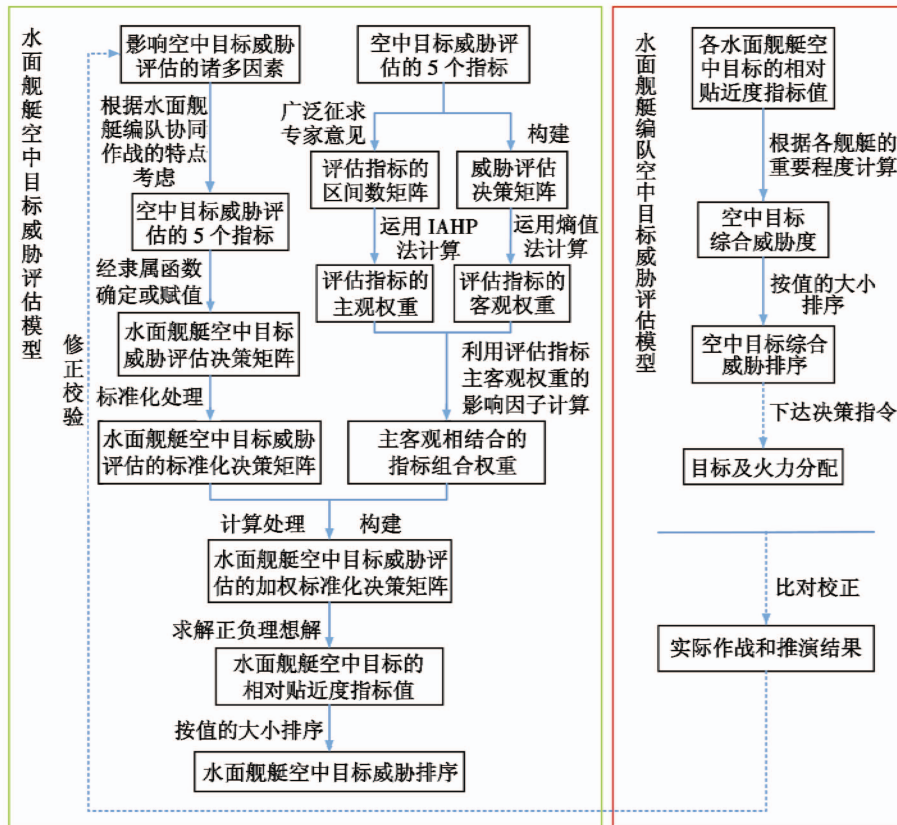


图 3 基于组合赋权 TOPSIS 法的舰艇编队空中目标威胁评估模型流程框图

Fig. 3 Aerial target threat assessment model based on combined-weighting TOPSIS method for ship formation

4 仿真实验

现有某舰艇编队由 5 艘舰艇组成，其重要度分别为 $c(1) = 0.1, c(2) = 0.25, c(3) = 0.15, c(4) = 0.35,$

$c(5) = 0.15$ ；空中目标有 5 批， $A = \{a_1, a_2, a_3, a_4, a_5\} = \{攻击机, 攻击机, 预警机, 亚音速反舰导弹, 超音速反舰导弹\}$ ；威胁评价指标有 5 个， $U = \{u_1, u_2, u_3, u_4, u_5\} = \{类型, 速度, 高度, 航路捷径, 电子干扰能力\}$ ，经过广泛

咨询专家意见,构建了5个威胁评估指标的区间数判断矩阵,见表3。在舰艇编队航渡中的某时刻,某单舰对5批来袭目标测得的指标值如表4所示。

表3 区间数判断矩阵

Table 3 Interval number judgment matrix

威胁度	目标类型	目标速度	目标高度	航路捷径	电子干扰能力
目标类型	[1,1]	[3,4]	[4,6]	[1,2]	[1,2]
目标速度	[1/4,1/3]	[1,1]	[1,2]	[1,2]	[1/2,1]
目标高度	[1/6,1/4]	[1/2,1]	[1,1]	[1/2,1]	[1/6,1/3]
航路捷径	[1/2,1]	[1/2,1]	[1,2]	[1,1]	[1/2,1]
电子干扰能力	[1/2,1]	[1,2]	[3,6]	[1,2]	[1,1]

表4 各批次空中目标的指标值

Table 4 Attribute value of each batch of aerial targets

批次	目标类型	飞行Ma数	高度/m	航路捷径	电子干扰能力
1	攻击机	1.0	3000	0.55	一般
2	攻击机	1.2	1800	0.50	一般
3	预警机	0.6	13000	0.55	很强
4	亚音速反舰导弹	0.9	800	0.2	一般
5	超音速反舰导弹	2.0	500	0.4	一般

根据表3,可求出 $\alpha=0.8726, \beta=1.1038, x^L=(0.3791$

$0.1466 \ 0.0824 \ 0.1519 \ 0.2400)^T, x^U=(0.3427 \ 0.1517 \ 0.0850 \ 0.1616 \ 0.2590)^T$, 评估指标的主观权重 $\tilde{\omega}_1=([0.3308 \ 0.3783], [0.1279 \ 0.1674], [0.0719 \ 0.0938], [0.1325 \ 0.1784], [0.2094 \ 0.2859])^T$ 。

根据2.2节中步骤1)~3),对决策矩阵规范化、归一化处理,即

$$C = \begin{bmatrix} 0.1905 & 0.1754 & 0.0791 & 0.1384 & 0.1765 \\ 0.1905 & 0.2105 & 0.1318 & 0.1522 & 0.1765 \\ 0.1667 & 0.1053 & 0.0182 & 0.1384 & 0.2941 \\ 0.2143 & 0.1579 & 0.2965 & 0.3806 & 0.1765 \\ 0.2381 & 0.3509 & 0.4744 & 0.1903 & 0.1765 \end{bmatrix}。$$

根据矩阵C及2.2节中的步骤4)~6),求出5个威胁评估指标的熵值为 $e_1=0.9954, e_2=0.9502, e_3=0.7798, e_4=0.9428, e_5=0.9844$, 进而得出评估值的客观权重 $\omega_2=(0.0131, 0.1434, 0.6340, 0.1646, 0.0449)$ 。

由式(5)可以求出评估指标的组合权重。根据实际情况,利用不同取值下的影响因子,求得某单舰的威胁评估结果如表5所示。

表5 不同影响因子下的空中目标威胁评估结果

Table 5 Aerial target threat assessment results under different impact factors

组合	影响因子 η, μ	组合权重 $\tilde{\omega}$	方案贴近度 D_i^*	威胁排序 X_n
1	$\eta=0, \mu=1$	$([0.0131, 0.0131], [0.1434, 0.1434], [0.6340, 0.6340], [0.1646, 0.1646], [0.0449, 0.0449])^T$	$(0.8239, 0.9188, 0.0341, 0.9187, 0.9659)$	$X_5 > X_2 > X_4 > X_1 > X_3$
2	$\eta=0.3, \mu=0.7$	$([0.1084, 0.1227], [0.1387, 0.1506], [0.4654, 0.4720], [0.1550, 0.1688], [0.09424, 0.1172])^T$	$(0.7893, 0.8615, 0.1003, 0.8618, 0.8997)$	$X_5 > X_4 > X_2 > X_1 > X_3$
3	$\eta=0.5, \mu=0.5$	$([0.1720, 0.1957], [0.1357, 0.1554], [0.3530, 0.3639], [0.1486, 0.1715], [0.1272, 0.1654])^T$	$(0.7330, 0.7897, 0.1653, 0.7963, 0.8347)$	$X_5 > X_4 > X_2 > X_1 > X_3$
4	$\eta=0.7, \mu=0.3$	$([0.2355, 0.2688], [0.1326, 0.1602], [0.2405, 0.2559], [0.1422, 0.1743], [0.1601, 0.2136])^T$	$(0.6333, 0.6801, 0.2566, 0.6964, 0.7434)$	$X_5 > X_4 > X_2 > X_1 > X_3$
5	$\eta=1, \mu=0$	$([0.3308, 0.3783], [0.1279, 0.1674], [0.0719, 0.0938], [0.1325, 0.1784], [0.2094, 0.2859])^T$	$(0.3616, 0.4001, 0.4384, 0.4484, 0.5616)$	$X_5 > X_4 > X_3 > X_2 > X_1$

由表5可以看出,组合1是熵值法明确指标权重的客观评价方法,组合5是IAHP法明确指标权重的主观评价方法,这两个组合获得的威胁排序是不同的。由此可知,在实际案例中,主观与客观评估是存在差异的,仅单独使用一种方法不能保证评估结果的准确性和可靠性。因此,运用主客观结合起来的权重进行评估是十分必要的。组合2,3,4的影响因子给出了不同的取值,得到的结果均为 $X_5 > X_4 > X_2 > X_1 > X_3$,这说明运用主客观相结合的组合权重可以保证威胁排序结果的正确性和稳定性。一般情况下,目标的威胁评估常常采用组合3,当客观信息较为完备、数据准确度高

且较易获得时,应取 $\eta < \mu$;反之,应取 $\eta > \mu$ 。

现以影响因子 $\eta=0.5, \mu=0.5$ 的情况为例,假设按上述计算求出各艘舰艇的各批来袭目标相对贴近度为 $(\alpha_i(k))_{5 \times 5} = |0.7363 \ 0.7728 \ 0.1243 \ 0.8003 \ 0.8218|$, 根据式(15)可求出所有批次的空中目标对水面舰艇编队的综合威胁度为 $F_1=0.7736, F_2=0.8170, F_3=0.8107, F_4=0.8309, F_5=0.8656$ 。按威胁度的大小排序,可最终确定各批次目标对水面舰艇编队的威胁排序为 $X_5 > X_4 > X_2 > X_1 > X_3$ 。由此可知,利用上述模型得出的威胁评估结果与定性分析的结论是一致的,并且符合直观逻辑,这表明该模型是有效、合理的。

5 结论

传统的水面舰艇编队空中目标威胁评估没有考虑主观评价与客观分析存在的差异对威胁评估的影响,采用的威胁评估模型也忽略了不同评估指标权重的不确定性,这会导致最终的威胁评估缺乏准确性。为了更加全面、准确地评估水面舰艇编队空中目标的威胁程度,本文综合运用 IAHP 法和熵值法来确定评估指标的权重,并运用 TOPSIS 法对单舰的空中目标威胁程度进行排序,最后,结合各艘舰艇对水面舰艇编队的重要程度求得最终的综合威胁排序,其结果准确、客观。通过仿真验证证明,该模型可操作性较强,得到的评估结果科学合理。下一步将对水面舰艇编队目标及火力分配、与实际作战和推演结果比对校正、修正校验威胁评估指标等问题做深入研究,为水面舰艇编队协同作战领域的研究提供新的方法和思路。

参考文献

- [1] 赵晓哲,王永春,许迟. 舰艇编队协同防空武器组织的研究现状与展望[J]. 火力与指挥控制,2016,41(1):1-6.
- [2] 王玮,史红权,王磊,等. 舰艇编队协同作战的空中目标威胁评估研究[J]. 现代防御技术,2014,42(6):79-83.
- [3] 宋元,王永春. 海上防空作战态势估计理论及应用[M]. 北京:国防工业出版社,2014.
- [4] 孙春生,齐新战,鲁军. 水面舰艇编队防空目标威胁评估[J]. 系统仿真技术,2016,12(2):130-133.
- [5] 李冬雷,姜礼平. 基于核主成分分析方法的水面舰艇空中目标威胁评估[J]. 指挥控制与仿真,2016,38(4):32-35.
- [6] 陈维义,王少蕾,周菲. 基于加权核主成分 TOPSIS 方法的舰艇防空威胁评估[J]. 海军工程大学学报,2014,26(1):87-91.
- [7] 徐长江,王乐群. 基于不确定多属性决策的空中目标威胁评估技术[J]. 现代防御技术,2009,37(2):5-9.
- [8] 闵绍荣,陈卫伟,朱忍胜,等. 基于变权 TOPSIS 法的舰艇对空防御威胁评估模型[J]. 中国舰船研究,2015,10(4):100-105.
- [9] 谷向东,童中翔,柴世杰,等. 基于 IAHP 和离差最大化 TOPSIS 法目标威胁评估[J]. 空军工程大学学报:自然科学版,2011,12(2):27-31.
- [10] 张堃,周德云. 熵权与群组 AHP 相结合的 TOPSIS 法多目标威胁评估[J]. 系统仿真学报,2008,20(7):1661-1664.
- [11] 杨荣,李长军,龚华军. 一种适用于四代机的多目标威胁评估算法[J]. 电光与控制,2014,21(10):5-9.
- [12] 武从猛,王公宝. 大型水面舰艇编队空中来袭目标威胁值评估[J]. 军事运筹与系统工程,2013,27(3):24-27.
- [13] 王玮,史红权,周爱军,等. 不确定条件下编队协同作战空中目标威胁评估[J]. 指挥控制与仿真,2014,36(4):12-15.

下 期 要 目

基于 CNN 的不平衡 SAR 图像舰船目标识别
一种基于势能场知识的 Q 学习路径规划方法
基于信噪比的北斗观测量随机模型实时估计
基于 PXI 总线的塔康信号模拟器
基于制导误差的地空导弹接力制导决策研究

基于遗传算法的光电搜跟系统摩擦建模与控制
基于云模型和贝叶斯网络的导弹状态评估
动态贝叶斯网络的立体视觉疲劳概率评估
针对 FADS 的可在应用编程数据解算卡设计
剥离饱和区域的高效显式模型预测控制算法