

防空战略区域综合评价模型

刘春波¹, 申卯兴¹, 刘建仓², 苏目¹

(1. 空军工程大学导弹学院, 陕西三原 713800; 2. 空军工程大学工程学院, 陕西西安 710038)

摘要: 通过对影响防空战略区域重要性因素的分析, 在建立了战略区域综合评价指标体系的基础上, 给出了战略区域模糊综合评价模型。通过实例计算, 验证了该方法的可行性和合理性。

关键词: 防空战略区域; 综合评价; 指标体系

中图分类号: O159 文献标识码: A 文章编号: 0

对防空战略作战而言,一方面有兵力与武器装备等军事资源的限制,另一方面有防空疆域辽阔、防御方向众多等矛盾需要协调,因此对防空战略区域的重要性进行评价以确定重点防空区域成为防空战略布局规划的关键问题之一。一般来讲愈显重要的防空战略区域所面临的空中威胁程度亦愈大,相应地应在重点防空战略区域建立重点防空区。确定重点防空区域的依据应综合考虑政治、军事、经济、外交等诸多方面影响因素综合分析论证,该问题在技术上可归结为多属性决策问题,可利用多属性决策的相关手段和方法,对各防空战略区域进行综合评价,根据评价结果进行排序,从而确定重点防空区。考虑到影响重要性程度因素的不确定性特征,结合运用模糊综合评价方法进行评价。

1 防空战略区域重要性综合评价因素指标体系

评价防空战略区域重要性的综合评价指标体系,应具有全面性,还要有层次性,既全面反映被评价者整体特征,又便于对指标进行分类,具有不同层次,易于量化。经过分析研究,建立了防空战略区域重要性综合评价指标体系,如图1所示。

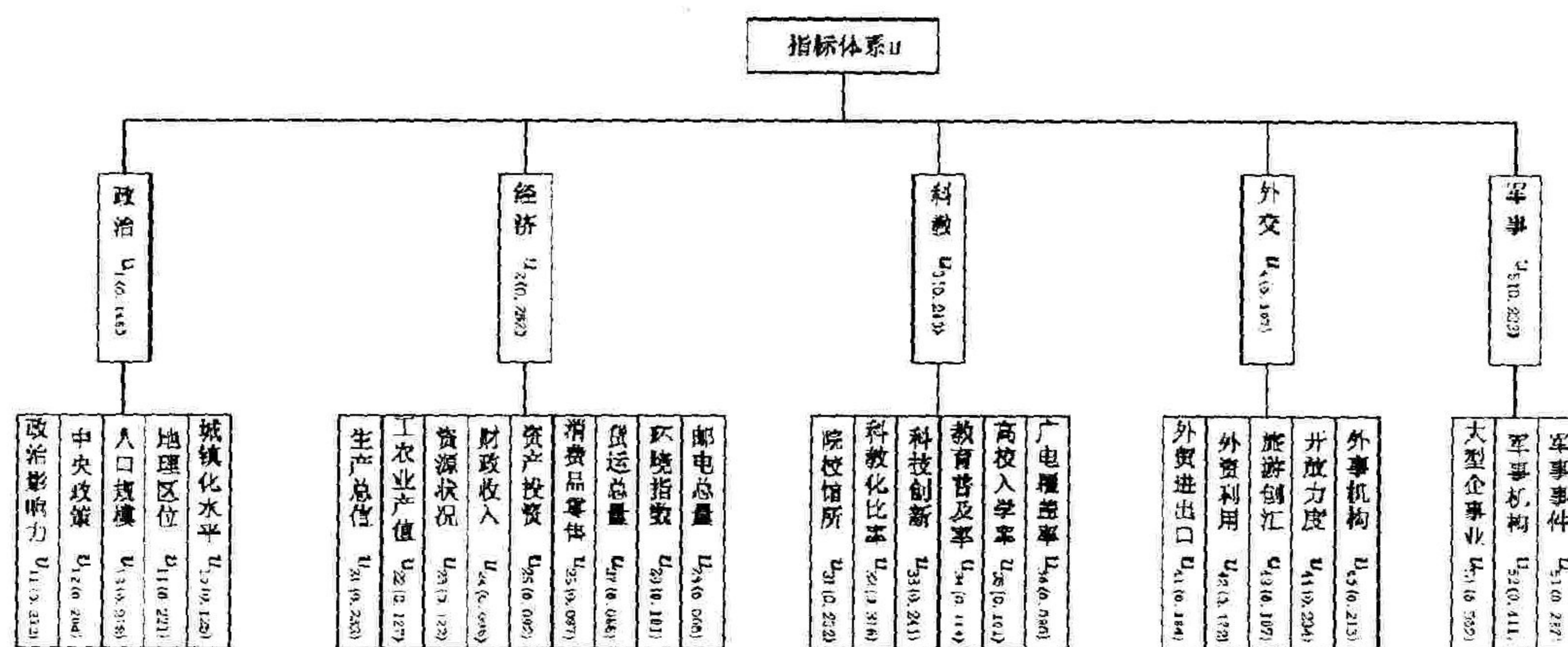


图1 防空战略区域重要性综合评价指标体系

收稿日期:2004-09-28

基金项目:国家高等学校骨干教师计划资助项目(CG-110-90039-1004)

作者简介:刘春波(1966-),男,陕西富平人,讲师,硕士,主要从事防空作战优化理论和方法研究;

申卯兴(1961-),男,陕西合阳人,教授,主要从事防空作战决策分析及其优化理论与方法研究。

其中 u_i 为各因素重要性指标(分指标), 构成指标集 $u = \{u_i\}$, u_{ik} 为具体指标(子指标), 构成分指标集 $u_i = \{u_{ik}\}$, 其中有定性指标和定量指标, $i = 1, 2, \dots, 5$, $k = 1, 2, \dots, K_i$, K_i 与 i 有关。这些数据为由 AHP 和 Delphi 相结合所得到的指标权系数。

2 防空战略区域重要性综合评价模型

2.1 评价指标的处理

由于指标体系中有定性指标和定量指标, 而且一般具有不同的量纲, 又属于不同的类型, 因此首先需要对各指标进行模糊化处理。

2.1.1 定量指标的处理

有些指标都有具体的数据可供查询即定量指标, 可按照以下公式进行换算。

对越大越优指标:

$$r_{ik} = \frac{x_{ik} - \min\{x_{ik}\}}{\max\{x_{ik}\} - \min\{x_{ik}\}} \quad (1)$$

对越小越优指标:

$$r_{ik} = \frac{\max\{x_{ik}\} - x_{ik}}{\max\{x_{ik}\} - \min\{x_{ik}\}} \quad (2)$$

其中: x_{ik} 是防空战略区域 u_{ik} 指标具体的数据(指标值); r_{ik} 是防空战略区域 u_{ik} 指标值的模糊隶属度值, 简称模糊值; $\max\{x_{ik}\}$, $\min\{x_{ik}\}$ 分别是同类指标值中的最大值和最小值, $i = 1, 2, \dots, 5$, $k = 1, 2, \dots, K_i$, K_i 与 i 有关。

2.1.2 定性指标的处理

对另一些不具备具体数据的指标即定性指标, 可采用专家评分法确定其值。可设计评价集为{非常重要、较重要、一般重要}, 其对应分值为 $W = \{w_1, w_2, w_3\}$, 专家根据实际情况对某个指标打分, 对结果归一化为 $V = \{v_1, v_2, v_3\}$, 则该指标的模糊处理结果即模糊值为

$$r_{ik} = V(W)^T \quad (3)$$

这里 $v_j = \frac{\text{认为某指标为评分等级 } j \text{ 的人数}}{\text{参加评价的总人数}}$, $i = 1, 2, \dots, 5$, $k = 1, 2, \dots, K_i$, $j = 1, 2, 3$ 。

2.2 评价指标权系数的确定^[4-6]

采用 AHP 和 Delphi 相结合的方法, 由多位专家同时确定两指标间的相对重要性。假设有 m 位专家, 对分指标集 $u_i = \{u_{ik}\}$ 的子指标, 第 h 位专家认为子指标 u_{ik} 比 u_{il} 重要的标度为 d_{kl}^h , 则

$$c_{kl} = \left(\prod_{h=1}^m d_{kl}^h \right)^{\frac{1}{m}} \quad (i = 1, 2, \dots, 5; l = 1, 2, \dots, K_i; k = 1, 2, \dots, K_i) \quad (4)$$

反映了 m 位专家认为子指标 u_{ik} 比 u_{il} 重要程度的倾向性意见, 于是得 u_i 的子指标两两比较的判断矩阵

$$C_i = (c_{kl})_{K_i \times K_i}, \quad (i = 1, 2, \dots, 5, k = 1, 2, \dots, K_i)$$

同样的方法对指标集 $u = \{u_i\}$, 可得 u_i 两两比较的判断矩阵

$$C = (c_{ij})_{5 \times 5}, \quad (i, j = 1, 2, \dots, 5)$$

并由此确定指标权系数。

2.3 综合评价方法

设有 n 个战略区域需要进行评价。考虑到各指标信息的均衡作用, 故可采用加权平均型综合评价方法, 分两级进行。首先对分指标集 $u_i = \{u_{ik}\}$, 由模糊值 r_{ik} 构成模糊关系矩阵

$$R_i = (r_{ik})_{n \times K_i}, \quad (i = 1, 2, \dots, 5, k = 1, 2, \dots, K_i)$$

其中: r_{ik} 是防空战略区域 u_{ik} 指标值的模糊值(隶属度); $u_i = \{u_{ik}\}$ 上的子指标权系数 $A_i = (a_{ik})$, $k = 1, 2, \dots, K_i$, 从而得

$$b_i = A_i \times R_i^T (b_{i1}, b_{i2}, \dots, b_{iK_i}) \quad (5)$$

记 b_i 为指标集 $U = \{u_i\}$ 中 u_i 的模糊值(隶属度), 构成模糊关系矩阵

$$R = (b_i^T)_{n \times 5}, \quad (i = 1, 2, \dots, 5)$$

$u = \{u_i\}$ 上的分指标权系数 $A = (a_1, a_2, a_3, a_4, a_5)$, 从而得

$$E = A \times R^T = (E_1, E_2, \dots, E_n) \quad (6)$$

即为防空战略区域的综合定量评价值向量。

为了进一步确定防空战略区域的评价等级,由 $W = \{w_1, w_2, w_3\}$ 计算防空战略区域评价值 E_l 对各评价等级的隶属度为

$$G = \{g_{lj}\}, (j=1,2,3)$$

其中

$$g_{lj} = \frac{1 - |E_l - w_j|}{\sum_{j=1}^3 [1 - |E_l - w_j|]} \quad (j=1,2,3; l=1,2,\dots,n.) \quad (7)$$

依据最大隶属度原则,以对应各评价等级的隶属度中最大值的评语为防空战略区域的定性评价。

2.4 重点防空区域的排序

对需要进行综合评价的若干个防空战略区域,可由式(6)计算其综合定量评价值,并由此进行排序;也可由式(7)计算各防空战略区域评价值 E 对各评价等级的隶属度,依据最大隶属度原则对防空战略区域作定性评价,从而确定重点防空区。

3 算例

对某3个防空战略区域进行重要性综合评价并排序。评价集为{非常重要、较重要、一般重要},其对应分值为 $W = \{w_1, w_2, w_3\} = \{1, 0.8, 0.6\}$ 。采用 AHP 和 Delphi 相结合的方法,由式(4)分别建立子指标、分指标重要程度两两比较的判断矩阵,从而求得权重系数(见图1);由式(1)、(2)、(3)分别求得 u_{ik} 模糊值构成模糊关系矩阵

$$R_1 = \begin{pmatrix} 0.92 & 0.94 & 0.86 & 0.96 & 0.90 \\ 0.86 & 0.92 & 0.76 & 0.88 & 0.84 \\ 0.80 & 0.90 & 0.84 & 0.90 & 0.86 \end{pmatrix}$$

$$R_2 = \begin{pmatrix} 0.6 & 0.7 & 0.82 & 0.8 & 1 & 0 & 0 & 0.5 & 1 \\ 1 & 1 & 0.8 & 1 & 0.5 & 0.5 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0.96 & 0 & 0 & 1 & 0.5 & 0 & 0.6 \end{pmatrix}$$

$$R_3 = \begin{pmatrix} 1 & 0.5 & 0.6 & 0.8 & 1 & 0.8 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 \\ 0.5 & 1 & 0 & 0 & 0.6 & 0 \end{pmatrix}$$

$$R_4 = \begin{pmatrix} 0.5 & 1 & 0.6 & 0.92 & 1 \\ 1 & 0.4 & 0 & 0.86 & 0.5 \\ 0 & 0 & 1 & 0.94 & 0 \end{pmatrix}$$

$$R_5 = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 0.5 \\ 0 & 0.7 & 1 \\ 0.5 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

由式(5)计算 u_i 的模糊值构成模糊关系矩阵

$$R = \begin{pmatrix} 0.917 & 0.540 & 0.753 & 0.810 & 0.856 \\ 0.852 & 0.666 & 0.451 & 0.563 & 0.574 \\ 0.859 & 0.288 & 0.393 & 0.317 & 0.151 \end{pmatrix}$$

由式(6)计算综合定量评价值向量并排序: $E = (0.745, 0.609, 0.369)$.

由式(7)计算评价值对各评价等级的隶属度据最大隶属度原则作定性评价: $(0.30, 0.37, 0.33)$, $(0.25, 0.34, 0.41)$, $(0.22, 0.33, 0.45)$, 3个防空战略区域分别评定为较重要、一般重要和一般重要。

4 结束语

本文通过对影响重点防空战略区域重要性的因素进行了系统分析,建立了对防空战略区域进行重要性综合评价的指标体系,给出了防空战略区域的模糊综合评价模型,此模型提供了一种定量方法,可作为一种辅助决策形式。对防空战略区域重要性综合评价的指标体系及评价指标权系数的确定,由于具有一定的主观性和复杂性,还有待进一步探讨。

参考文献:

- [1] 申卯兴. 基于概率度量的兵力部署理论[J]. 军事运筹与系统工程, 2002, (61): 10-13.
- [2] 刘春波. 防空战略兵力部署概率模型研究[D]. 西安:空军工程大学导弹学院, 2004.
- [3] 申卯兴, 李为民, 陈永革. 防空战略作战的势战模型研究[J]. 空军工程大学学报(自然科学版), 2001, 2(3): 55-58.
- [4] 王 丰. 军事后勤装备模糊综合评判[J]. 系统工程理论与实践, 1999, 19(11): 65-70.
- [5] 刘芷方. 防空导弹武器生存能力的综合量化评估[J]. 现代防御技术, 2002, 30(3): 21-23.
- [6] 周前祥. 工程系统多目标多层次模糊决策模型及其应用[J]. 系统工程与电子技术, 2000, 22(2): 32-34.
- [7] 张 跃, 邹寿平, 宿 芬. 模糊数学方法及其应用[M]. 北京:煤炭工业出版社, 1992.
- [8] 陈 铤. 决策分析[M]. 北京:科学出版社, 1987.

(编辑:田新华)

Model of Comprehensive Evaluation of Air Defense District

LIU Chun - bo¹, SHEN Mao - xing¹, LIU Jian - cang², SU Ri¹

(1. The Missile Institute, Air Force Engineering University, Sanyuan, Shaanxi 713800, China; 2. The Engineering Institute, Air Force Engineering University, Xi'an, Shaanxi 710038, China)

Abstract: According to the analysis of the importance of air defense area, an index system for the evaluation of air defense area is set up in this paper, and the fuzzy synthetic evaluating model is presented, the evaluating and sorting of the air defense areas can be done on this model.

Key words: air defense district; synthetic evaluation; index system