

doi: 10.7690/bgzdh.2015.02.013

# 模糊物元分析法和组合赋权在野营保障能力评估中的应用

高艺珊<sup>1</sup>, 何国杰<sup>1</sup>, 张康<sup>2</sup>

(1. 后勤工程学院军事工程管理系, 重庆 401311; 2. 中国人民解放军 78006 部队, 成都 610000)

**摘要:** 针对目前部队野营保障能力不足以满足基础保障需求的问题, 在分析野营保障能力影响因素的基础上, 建立评估模型, 应用组合赋权法确定权重, 结合模糊物元分析法解决野营保障能力评估问题。通过实例计算得到的评估结果客观合理, 验证了该方法能对野营保障能力进行有效评估, 为野营保障能力建设提供了依据和参考, 实现了勤务与技术的结合。

**关键词:** 模糊物元; 组合赋权; 野营保障; 评估

**中图分类号:** TJ06 **文献标志码:** A

## Application of Fuzzy Matter Element Analysis and Combination Weighting in Evaluation of Cantonment Support Capability

Gao Yishan<sup>1</sup>, He Guojie<sup>1</sup>, Zhang Kang<sup>2</sup>

(1. Department of Military Engineering Management, Logistics Engineering University, Chongqing 401311, China; 2. No. 78006 Unit of PLA, Chengdu 610000, China)

**Abstract:** As the cantonment support capability can not content with the demand of the basic support, based on analyzing the factors of cantonment support capability, it establishes evaluation model to solve the problem of cantonment support capability evaluation by application of combination weighting method to determine the weight and fuzzy matter element analysis method. Evaluation result is objective, which is obtained by calculating an example. It shows that this method can effectively evaluate the cantonment support capability, offer reference for cantonment support capability construction, and realize the combination of the service and technology.

**Keywords:** fuzzy matter element; combination weighting; cantonment support; evaluation

### 0 引言

野营保障是后勤保障的重要组成部分, 野营保障能力的水平直接关系到军队保障力的高低和战斗力的发挥, 关系到战争的成败<sup>[1]</sup>。野营保障能力评估能客观反应野营保障力量建设质量, 准确度量保障效能, 是适时调控野营保障力量建设目标与任务、合理确定资源投向投量, 提高保障力的重要手段和依据<sup>[2]</sup>。评估野营保障能力的过程是一个复杂的分析过程, 野营保障能力所涉及到的所有影响因素复杂而且大多需要决策者的经验判断。在野营保障能力评估过程中, 需要充分考虑所评判事物的模糊因素, 对评估对象作综合评价。

模糊物元分析法能很好地处理定性指标与定量指标都存在的问题, 用隶属度来转化和统一不同量纲的指标, 适用于多指标评价问题的方法。组合赋权法克服了单一方法确定权重的局限性和片面性, 科学合理地解决了评价过程中指标的权重问题<sup>[3]</sup>。将模糊物元方法和组合赋权法相结合, 可以满足野营保障能力评价体系的要求, 使评估结果准确可靠; 基于此, 笔者根据野营保障能力构成要素的特点,

既充分考虑决策者的主观意图, 又严格按照数据间的客观关系, 构建一个综合应用组合赋权法和模糊物元分析法的评价模型。

### 1 指标体系的构建

野营保障包含的范围广, 涉及的指标因素繁多, 既有定量指标又有定性指标。笔者在广泛调查研究及组织专家评估的基础上, 确定了评价指标及各指标间的相互关系, 建立了以人员、装备和物资为基础的三级野营保障能力评估体系, 如图 1<sup>[4-5]</sup>所示。

### 2 野营保障能力评估

#### 2.1 模糊物元分析法评估步骤

##### 2.1.1 确定经典域和节域<sup>[6]</sup>

经典域  $R_{oj}$  为

$$R_{oj} = \begin{bmatrix} M_{oj} \\ c_1 & x_{oj1} \\ c_2 & x_{oj2} \\ \vdots & \vdots \\ c_n & x_{ojn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} M_p \\ c_1 & (a_{oj1}, b_{oj1}) \\ c_2 & (a_{oj2}, b_{oj2}) \\ \vdots & \vdots \\ c_n & (a_{ojn}, b_{ojn}) \end{bmatrix}$$

收稿日期: 2014-08-28; 修回日期: 2014-10-25

作者简介: 高艺珊(1988—), 女, 四川人, 在读硕士, 助理工程师, 从事营房勤务研究。

其中： $M_{oj}$  为评价指标体系中的第  $j$  个评价等级； $C_i$  为评价类别； $x_{ojn}=(a_{ojn},b_{ojn})$  为  $C_i$  所对应的数值区间。节域  $R_p$  为

$$R_p = \begin{bmatrix} M_p \\ c_1 & x_{p1} \\ c_2 & x_{p2} \\ \vdots & \vdots \\ c_n & x_{pn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} M_p \\ c_1 & (a_{p1},b_{p1}) \\ c_2 & (a_{p2},b_{p2}) \\ \vdots & \vdots \\ c_n & (a_{pn},b_{pn}) \end{bmatrix}$$

其中： $M_p$  为评价等级的全体； $x_{pi}=(a_{pi},b_{pi})$  为  $M_p$  关于  $C_i$  对应的量值范围。

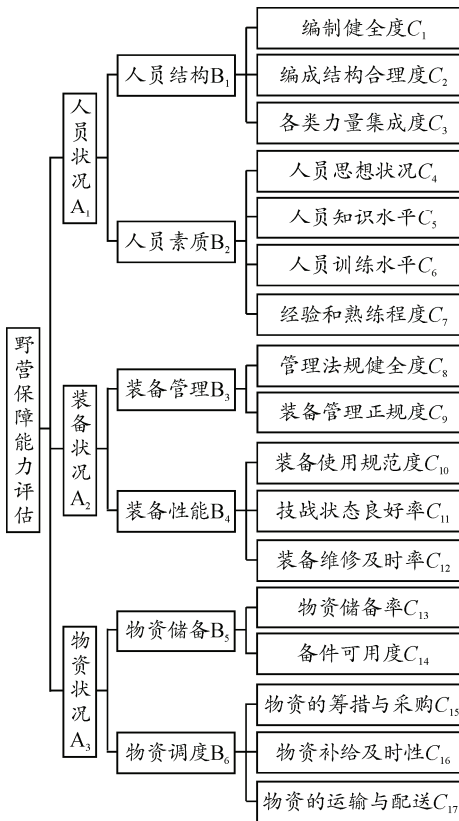


图 1 野营保障能力评估体系

2.1.2 建立模糊物元矩阵

模糊物元是表示“事物、特征、模糊量值”的有序三元组。即

$$R = \begin{bmatrix} M \\ c & \mu_x \end{bmatrix}$$

将所有指标的评价值利用设定的隶属函数转化

$$R_d = R_{wi} * R_{mn} = \begin{bmatrix} M_1 & M_2 & \dots & M_m \\ d_1 & d_{11} = \sum_{i=1}^p w_{1k} \mu_{11k} & d_{21} = \sum_{i=1}^p w_{1k} \mu_{21k} & \dots & d_{1n} = \sum_{i=1}^p w_{1k} \mu_{m1k} \\ d_2 & d_{12} = \sum_{i=1}^p w_{2k} \mu_{12k} & d_{22} = \sum_{i=1}^p w_{21k} \mu_{22k} & \dots & d_{m2} = \sum_{i=1}^p w_{2k} \mu_{m2k} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ d_n & d_{1n} = \sum_{i=1}^p w_{nk} \mu_{1nk} & d_{2n} = \sum_{i=1}^p w_{nk} \mu_{2nk} & \dots & d_{mn} = \sum_{i=1}^p w_{nk} \mu_{mnk} \end{bmatrix}$$

为隶属度，即各个评价值属于某评价等级的程度，用  $\mu(x_{ji})$  来表示，则得到  $m$  种等级的  $n$  维模糊复合物元  $R_{mn}$ <sup>[7]</sup>，即

$$R_{mn} = \begin{bmatrix} M_1 & M_2 & \dots & M_m \\ c_1 & \mu(x_{11}) & \mu(x_{21}) & \dots & \mu(x_{m1}) \\ c_2 & \mu(x_{12}) & \mu(x_{22}) & \dots & \mu(x_{m2}) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ c_n & \mu(x_{1n}) & \mu(x_{2n}) & \dots & \mu(x_{mn}) \end{bmatrix}$$

其中： $M_j$  为第  $j$  个评价等级； $C_i$  为第  $j$  个等级中的第  $i$  项因素。

2.1.3 确定隶属度

以从优原则确定隶属度，得到的从优隶属度作为模糊量值。其规范公式<sup>[8]</sup>为：

1) 越大越优型指标。

$$\mu_{ji} = \frac{x_{ji} - x_{j \min}}{x_{j \max} - x_{j \min}} \quad (j=1,2,\dots,m; i=1,2,\dots,n) \quad (1)$$

2) 越小越优型指标。

$$\mu_{ji} = \frac{x_{j \max} - x_{ji}}{x_{j \max} - x_{j \min}} \quad (j=1,2,\dots,m; i=1,2,\dots,n) \quad (2)$$

3) 越接近某个常数越优型指标。

$$\mu_{ji} = \frac{x_{j \min}}{x_{j \max}} \quad (j=1,2,\dots,m; i=1,2,\dots,n) \quad (3)$$

其中： $x_{j \max}$  为第  $i$  个评估对象的第  $j$  项指标的最大值； $x_{j \min}$  为第  $i$  个评估对象的第  $j$  项指标的最小值； $\mu_j$  为第  $i$  个评估对象的第  $j$  项指标的规范化数值即隶属度。

2.1.4 建立评价指标的权重复合物元

$$R_{wi} = \begin{bmatrix} C_1 & C_2 & \dots & C_n \\ w_i & w_1 & w_2 & \dots & w_n \end{bmatrix}$$

其中  $w_i$  为权重值。

2.1.5 建立集中模糊复合物元

其中：“\*”为运算符号，采用的是  $M(\bullet,+)$  模式； $d_{ji}$  表示通过加权平均集中处理的第  $j$  个等级的第  $i$  项因素的隶属度值。

2.1.6 综合评价

1) 确定各个单项评价指标的模糊复合物元  $R_x$ ，即

$$R_x = \begin{bmatrix} M_1 & M_2 & \dots & M_m \\ x_1 & x_{11} = w_1 d_{11} & x_{21} = w_1 d_{21} & \dots & x_{m1} = w_1 d_{m1} \\ x_2 & x_{12} = w_2 d_{12} & x_{22} = w_2 d_{22} & \dots & x_{m2} = w_2 d_{m2} \\ \vdots & \vdots & \vdots & & \vdots \\ x_n & x_{1n} = w_n d_{1n} & x_{2n} = w_n d_{2n} & \dots & x_{mn} = w_n d_{mn} \end{bmatrix}$$

2) 建立综合评价模糊复合物元。

为了克服评价的片面性，可以将各个指标对应权重下的模糊量的平均值  $f_{j1}$ 、最大值  $f_{j2}$  和最小值  $f_{j3}$  一起来作为评价指标，则有

$$\begin{cases} f_{j1} = (x_{j1} + x_{j2} + \dots + x_{jn}) / n \\ f_{j2} = \max(x_{j1}, x_{j2}, \dots, x_{jn}) \\ f_{j3} = \min(x_{j1}, x_{j2}, \dots, x_{jn}) \end{cases}$$

其中  $j=1, 2, \dots, m$ 。

则模糊复合物元  $R_f$  为

$$R_f = \begin{bmatrix} M_1 & M_2 & \dots & M_m \\ f_{j1} & f_{11} & f_{21} & \dots & f_{m1} \\ f_{j2} & f_{12} & f_{22} & \dots & f_{m2} \\ f_{j3} & f_{13} & f_{23} & \dots & f_{m3} \end{bmatrix}$$

综合评价模糊物元  $R_F$  为

$$R_F = \begin{bmatrix} M_1 & M_2 & \dots & M_m \\ f_j & f_1 & f_2 & \dots & f_m \end{bmatrix}$$

$f_j$  表示第  $j$  种评价等级的综合评价价值，即

$$f_j = \frac{1}{3} \sum_{i=1}^3 f_{ji} \quad (j=1, 2, \dots, m)$$

评价对象所属的等级即评估结果为  $f_j$  的最大值  $f_{max}$ 。

2.2 指标权重的组合赋权

能力评估过程中，确定指标权重的方法分为主观赋权法和客观赋权法 2 种。为了在评估过程中既考虑到决策者的主观评价，又兼顾到指标本质物理属性的客观反映，应用组合赋权法将指标本身在决策中的作用和指标价值的可靠程度以及决策者对指标的重视程度综合起来，从而对主观赋权法和客观赋权法扬长避短，让效能评估的结果更科学<sup>[9-10]</sup>。

1) 指标规范化处理。

由于指标之间普遍存在无公度性，变换范围不同以及对抗性不同等问题，必须对指标集进行规范化处理，消除其量纲，才能进一步进行组合赋权。

2) 分别用主客观方法确定权重。

$$\theta_i = \sum_{k=1}^p \alpha_k \mu_{kj} \tag{4}$$

其中： $\alpha_k$  表示权系数； $\mu_{kj}$  表示用第  $k$  种主观赋权法确定的权重 ( $k=1, 2, \dots, p$ )。

$$\lambda_i = \sum_{k=1}^q \beta_k \nu_{kj} \tag{5}$$

其中： $\beta_k$  表示权系数； $\nu_{kj}$  表示用第  $k$  种客观赋权法确定的权重 ( $k=1, 2, \dots, q$ )。

3) 组合赋权确定权重。

$$w_i = \mu \theta_i + (1 - \mu) \lambda_i \tag{6}$$

其中： $\mu$  和  $1-\mu$  分别表示对主观权重和客观权重的偏好程度； $\theta_i$  表示主观赋权法确定的权重； $\lambda_i$  表示客观赋权法确定的权重<sup>[11]</sup>。

3 实例分析

在野营保障能力评估体系中，综合了定性指标和定量指标。

表 1 各指标量化值

评价指标	量值	量化方式	节域	经典域			
				优秀	良好	一般	不合格
C <sub>1</sub>	75.600	定量指标	(0, 100)	[85, 100]	[70, 85]	[60, 70]	(0, 60)
C <sub>2</sub>	72.300	定性指标	(0, 100)	[85, 100]	[70, 85]	[60, 70]	(0, 60)
C <sub>3</sub>	68.500	定性指标	(0, 100)	[85, 100]	[70, 85]	[60, 70]	(0, 60)
C <sub>4</sub>	88.900	定性指标	(0, 100)	[85, 100]	[70, 85]	[60, 70]	(0, 60)
C <sub>5</sub>	84.100	定性指标	(0, 100)	[85, 100]	[70, 85]	[60, 70]	(0, 60)
C <sub>6</sub>	85.300	定性指标	(0, 100)	[85, 100]	[70, 85]	[60, 70]	(0, 60)
C <sub>7</sub>	81.500	定性指标	(0, 100)	[85, 100]	[70, 85]	[60, 70]	(0, 60)
C <sub>8</sub>	88.700	定性指标	(0, 100)	[85, 100]	[70, 85]	[60, 70]	(0, 60)
C <sub>9</sub>	84.200	定性指标	(0, 100)	[85, 100]	[70, 85]	[60, 70]	(0, 60)
C <sub>10</sub>	82.200	定性指标	(0, 100)	[85, 100]	[70, 85]	[60, 70]	(0, 60)
C <sub>11</sub>	0.810	定性指标	(0, 1)	[0.8, 1]	[0.7, 0.8]	[0.6, 0.7]	(0, 0.6)
C <sub>12</sub>	0.690	定性指标	(0, 1)	[0.8, 1]	[0.7, 0.8]	[0.6, 0.7]	(0, 0.6)
C <sub>13</sub>	0.780	定量指标	(0, 1)	[0.85, 1]	[0.7, 0.85]	[0.6, 0.7]	(0, 0.6)
C <sub>14</sub>	0.804	定性指标	(0, 1)	[0.85, 1]	[0.7, 0.85]	[0.6, 0.7]	(0, 0.6)
C <sub>15</sub>	65.300	定性指标	(0, 100)	[85, 100]	[70, 85]	[60, 70]	(0, 60)
C <sub>16</sub>	72.700	定性指标	(0, 100)	[85, 100]	[70, 85]	[60, 70]	(0, 60)
C <sub>17</sub>	79.500	定性指标	(0, 100)	[85, 100]	[70, 85]	[60, 70]	(0, 60)

定性指标可以通过专家定性评判然后量化的方法获得,定量指标则可以通过参考标准、试验统计、实地测量和报告分析等方法获得。为了便于评价,将评价等级分为优秀、良好、一般和不合格 4 个等级,分别为优秀[85, 100]、良好[70, 85]、一般[60, 70]、不合格(0,60)。各评价指标的量值、经典域、节域见表 1<sup>[12]</sup>。

3.1 计算隶属度, 建立模糊物元矩阵

利用式 (1)~式 (3) 计算出隶属度,从而得到指标的模糊物元矩阵<sup>[13]</sup>, 即

$$R = \begin{bmatrix} & M_1 & M_2 & M_3 & M_4 \\ C_1 & 0 & 0.3733 & 0.6267 & 0 \\ C_2 & 0 & 0.1533 & 0.8467 & 0 \\ C_3 & 0 & 0 & 0.85 & 0.15 \\ C_4 & 0.26 & 0.74 & 0 & 0 \\ C_5 & 0 & 0.94 & 0.06 & 0 \\ C_6 & 0.02 & 0.98 & 0 & 0 \\ C_7 & 0 & 0.7667 & 0.2333 & 0 \\ C_8 & 0.2467 & 0.7533 & 0 & 0 \\ C_9 & 0 & 0.9467 & 0.0533 & 0 \\ C_{10} & 0 & 0.8133 & 0.1867 & 0 \\ C_{11} & 0.05 & 0.95 & 0 & 0 \\ C_{12} & 0 & 0 & 0.9 & 0.1 \\ C_{13} & 0 & 0.5333 & 0.4667 & 0 \\ C_{14} & 0 & 0.6933 & 0.3067 & 0 \\ C_{15} & 0 & 0 & 0.53 & 0.47 \\ C_{16} & 0 & 0.18 & 0.82 & 0 \\ C_{17} & 0 & 0.6333 & 0.3667 & 0 \end{bmatrix}$$

3.2 利用组合赋权法得到权重复合物元

主观赋权法选取了 AHP 分析法和环比系数法,客观赋权法选取了熵权法和离差最大化法。利用式 (4)~(6) 计算出权重,见表 2。利用组合赋权法求得的权重均通过了一致性检验,得到权重物元矩阵。

表 2 权重值

权重	$W_1$	$W_2$	$W_3$	$W_4$	$W_5$	$W_6$
$W$	0.2922	0.3122	0.3956	0.1846	0.1623	0.3144
权重	$W_7$	$W_8$	$W_9$	$W_{10}$	$W_{11}$	$W_{12}$
$W$	0.3387	0.4729	0.5271	0.2897	0.3755	0.3348
权重	$W_{13}$	$W_{14}$	$W_{15}$	$W_{16}$	$W_{17}$	
$W$	0.4176	0.5824	0.3241	0.3648	0.3111	

3.3 综合评价

根据上述评价指标的模糊复合物元和相应的权重物元,可以先建立集中评价模糊复合物元<sup>[14]</sup>为

$$R_d = \begin{bmatrix} R_1 \\ R_2 \\ R_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} M_1 & M_2 & M_3 & M_4 \\ 0.0291 & 0.5326 & 0.4108 & 0.0275 \\ 0.0564 & 0.6693 & 0.2297 & 0.0206 \\ 0 & 0.4584 & 0.4713 & 0.0703 \end{bmatrix}$$

单项评价模糊复合物元, 即

$$R_x = \begin{bmatrix} M_1 & M_2 & M_3 & M_4 \\ x_1 & 0.0101 & 0.1848 & 0.1425 & 0.0095 \\ x_2 & 0.0189 & 0.2243 & 0.0770 & 0.0069 \\ x_3 & 0 & 0.1458 & 0.1499 & 0.0224 \end{bmatrix}$$

综合评价模糊复合物元, 即

$$R_F = \begin{bmatrix} M_1 & M_2 & M_3 & M_4 \\ f & 0.0095 & 0.1850 & 0.1167 & 0.0141 \end{bmatrix}$$

由此得知:  $f_{\max}=f_2$ , 所以野营保障能力评价等级为良好。

4 结束语

笔者提出了模糊物元和组合赋权相结合的评估新方法,并对野营保障能力体系进行了评估,验证了该方法的有效性。评估结果真实可信,客观反映了目前野营保障力量建设状况,对野营保障的宏观决策有一定的参考价值,为下一步如何提高保障效能提供了理论依据和数据支持。同时,该方法可用于多支队伍野营保障能力对比排序。由于野营保障体系是一个复杂而庞大的系统,而且在不断地发展,改进和完善指标体系是一个长期的过程,这也是以后不懈努力的目标。

参考文献:

- [1] 梅全亭. 战时基建营房勤务[M]. 北京: 解放军出版社, 2009: 265-295.
- [2] 王东明. 军队后勤建设学[M]. 北京: 解放军出版社, 2011: 328-333.
- [3] 张杰, 唐宏, 苏凯, 等. 效能评估方法研究[M]. 北京: 国防工业出版社, 2009: 52-60.
- [4] 贾明, 蔡忠春, 张晓杰. 基于模糊物元理论的飞行团机务保障能力评估[J]. 装备制造技术, 2013(9): 188-190.
- [5] 彭建亮, 高岁利, 房启胜. 基于模糊多属性决策的机务保障机动能力评估[J]. 四川兵工学报, 2012, 33(10): 61-64.
- [6] 胡绍华, 梅全亭, 王超民, 等. 基于综合分析法的战时野营保障效果评价评比物[J]. 物流技术, 2011(4): 141-146.
- [7] 黄乾, 彭世彰, 田守岗, 等. 模糊物元模型在区域水安全评价中的应用[J]. 河海大学学报, 2007, 35(4): 379-383.