

doi: 10.3969/j.issn.1006-1576.2012.08.010

基于修正熵权 TOPSIS 的应急军事物流效益评估

王天虹, 宋业新, 戴明强
(海军工程大学理学院, 武汉 430033)

摘要: 针对现有的应急物流效益评估存在的问题, 建立了一种应急军事物流效益评估模型。该模型从应急性的需求出发, 提取较有针对性的指标, 利用原始数据产生的信息熵权进行客观赋权, 并引入专家因素对权重进行主观修正, 利用逼近理想解排序方法进行运算, 结合应急军事物流效益评估指标体系, 采用修正的信息熵权对 TOPSIS 法进行改进。实例计算与分析表明: 该评估方法简便易行, 结论合理, 有效降低了指挥员决策的主观随意性。

关键词: 应急军事物流; 效益评估; 熵权; TOPSIS 法

中图分类号: TJ03 **文献标志码:** A

Emergency Military Logistics' Efficiency Evaluation Based on Ameliorated Entropy Weight TOPSIS Method

Wang Tianhong, Song Yexin, Dai Mingqiang
(College of Science, Naval University of Engineering, Wuhan 430033, China)

Abstract: In view of the current emergency military logistics' efficiency evaluation problem, the emergency military logistics' efficiency evaluation model is established. To begin with, the representative index system is put forward according to the emergency requirement. Then, the entropy weight that originated from original data was ameliorated by the experts' factor, and an evaluation method of technique for order preference by similarity to ideal solution is constructed. Finally, the calculation and analysis of an example indicate that this method is easy in calculation, the outcome is reasonable, the subjectivity and randomness in the commander's decision process are decreased.

Key words: emergency military logistics; efficiency evaluation; entropy weight; TOPSIS

0 引言

军队在抢险救灾、处突维稳、紧急救援、区域安保、海上护航和国际维和等行动中发挥着关键作用, 是应对和处理各种危机的主要力量。应急军事物流活动往往是在突发状态下发生的, 基本上是在准备不足或者没有准备的情况下受领保障任务, 时间紧、任务重、要求严、标准高、难度大。近年来几场局部战争以及接连不断的突发事件、自然灾害的后勤保障, 充分说明应急军事物流能够真正实现“战时应战, 急时应急”。研究突发危机状态下的应急军事物流, 对于积极推进现代军事物流建设向纵深发展, 具有十分重要的理论和现实意义。

目前, 国内外学者关于应急物流效益评估的相关研究主要集中在评估指标体系和评估方法这 2 个方面。M N Qureshi 等^[1]认为选择第三方应急物流供应商应考虑服务质量、固定资产规模、管理质量、信息技术能力等因素; 尹志红等^[2]采用信息熵确定物流供应商评价指标的客观性权重; 陈傲等^[3]采用了 DEA 法对第三方物流供应商进行了选择评价; 刘廷龙等^[4]建立了基于 Fuzzy 方法的军事物流效益

评估模型。但这些指标都是基于长期合作基础上的全面考量, 并不完全适用于应急军事物流效益的评估。因此, 笔者从应急性的需求出发, 提取较有针对性的指标, 并采用快速简便的评价方法, 建立了应急军事物流效益评估模型。

1 应急军事物流效益评估指标体系的建立

表 1 应急军事物流效益评估指标体系

一级指标	二级指标	指标单位
快速响应能力 u_1	供应时间 u_{11}	h
	信息反馈及时率 u_{12}	%
	故障修复及时率 u_{13}	%
	异常需求满足率 u_{14}	%
服务质量 u_2	库存准确率 u_{21}	%
	产品破损/遗失率 u_{22}	%
	准时交货率 u_{23}	%
	信息准确率 u_{24}	%
配置能力 u_3	物流中心的规模和位置 u_{31}	10 分制
	运输设备的数量与性能 u_{32}	10 分制
	人员结构与配置 u_{33}	10 分制
	技术革新 u_{34}	10 分制
成本控制能力 u_4	仓储成本 u_{41}	元/(月 × m ³)
	包装成本 u_{42}	元/t
	运输成本 u_{43}	元/t

应急军事物流活动按照“注重效率、保障为先”的原则, 必须要在相对较短的时限内, 以最准的流向、最短的流程、最快的流速、最便捷的方式、最

收稿日期: 2012-03-06; 修回日期: 2012-04-16

基金项目: 国家自然科学基金资助(60774029, 71171198)

作者简介: 王天虹(1974—), 女, 湖北人, 讲师, 硕士, 从事运筹、优化与决策研究。

佳的效益和最优的服务满足军队的需求，从而保证军队在应对各种危机的过程中发挥更好的作用。根据现代战略管理理论和供应链管理思想，结合前人的研究成果，笔者建立了应急军事物流效益评估指标体系，包括快速响应能力、服务质量、配置能力和成本控制能力这 4 个一级指标，并选取了各一级指标下具有代表性的二级指标，如表 1^[5]所示。

2 评估模型

2.1 基于信息熵的权重确定

指标权重值作为各评价指标对于评价方案影响程度的反映，是应急军事物流效益评估中非常重要的内容。目前，确定权重的方法主要有主观赋权法和客观赋权法。主观赋权法是指利用专家或个人的知识或经验确定权重的方法，包括专家咨询法、层次分析法等。而客观赋权法是将各评价指标综合考虑，统筹兼顾，从指标的统计性质出发，由评价指标数据本身决定权重。信息熵方法是一种重要的客观赋权法，利用信息熵确定各指标权重，减少人为因素对评价结果的影响，增强评价的科学性、有效性。下面介绍基于信息熵确定权重的计算步骤。

1) 确定指标决策矩阵。m 个评价对象 $A_i (1 \leq i \leq m)$ ，n 个评价指标的评估问题按照定性与定量相结合的原则确定指标决策矩阵 **D** 为：

$$D = \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ \vdots \\ A_m \end{matrix} \begin{bmatrix} \tilde{r}_{11} & \tilde{r}_{12} & \cdots & \tilde{r}_{1n} \\ \tilde{r}_{21} & \tilde{r}_{22} & \cdots & \tilde{r}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \tilde{r}_{m1} & \tilde{r}_{m2} & \cdots & \tilde{r}_{mn} \end{bmatrix}$$

2) 将 **D** 标准化后得到矩阵 $R = (r_{ij})_{m \times n}$ ， r_{ij} 称为第 i 个评价对象关于第 j 个指标的值。

3) 将 r_{ij} 做正向化处理，计算在第 j 个指标下第 i 个评价对象数值所占比重：

$$p_{ij} = \frac{r_{ij}}{\sum_{i=1}^m r_{ij}} \quad (1 \leq i \leq m; 1 \leq j \leq n) \quad (1)$$

4) 计算第 j 个指标的熵值

$$e_j = -k \sum_{i=1}^m p_{ij} \ln p_{ij} \quad (j=1,2,\dots,n) \quad (2)$$

式中 $k = 1/\ln m$ 是一个常量，表示决策的不确定程度，保证 $0 \leq e_j \leq 1$ ；并假定，当 $p_{ij} = 0$ 时， $p_{ij} \ln p_{ij} = 0$ 。

5) 第 j 个指标的评价数据的分散程度 d_j 可表示为

$$d_j = 1 - e_j \quad (j=1,2,\dots,n) \quad (3)$$

第 j 个指标的 $r_{ij} (i=1,2,\dots,m)$ 值越分散，相应的 d_j 值越大，表明第 j 个指标的重要程度越高。相反，如果第 j 个指标的 $r_{ij} (i=1,2,\dots,m)$ 值分布相对集中，该指标的重要性越低。

6) 计算第 j 个评价指标的熵权 w_j 为

$$w_j = \frac{d_j}{\sum_{j=1}^n d_j} = \frac{1 - e_j}{\sum_{j=1}^n (1 - e_j)} \quad (j=1,2,\dots,n) \quad (4)$$

若各被评价对象关于第 j 个指标的 $r_{ij} (i=1,2,\dots,m)$ 值均相等，则该指标熵值 e_j 达到最大值 1，熵权 w_j 为 0，即该指标向评估者未提供任何有用信息，可以考虑被取消。当各被评价对象的某指标值相差较大、熵值较小、熵权较大时，说明该指标向评估者提供了有用的信息。指标的熵值 e_j 越大，分散程度 d_j 越小，熵权 w_j 越小，指标越不重要，而且满足

$$0 \leq w_i \leq 1, \quad \sum_{i=1}^m w_i = 1$$

熵权具有特殊意义，它并不是评估问题中某指标的实际意义上的重要性系数，而是表示各指标在竞争意义上的相对激烈程度系数。

2.2 评估步骤

1) 确定待评估的方案有 m 个，每个评估方案的评价指标有 n 个，构造指标决策矩阵 $D = (\tilde{r}_{ij})_{m \times n}$ 。

2) 将指标决策矩阵 **D** 按指标的属性标准化后得到矩阵 $R = (r_{ij})_{m \times n}$ ，标准化计算公式^[6-7]如下：

$$r_{ij} = \frac{\tilde{r}_{ij} - \min_i \tilde{r}_{ij}}{\max_i \tilde{r}_{ij} - \min_i \tilde{r}_{ij}}, \quad j \in J_1 \quad (J_1 \text{ 为效益型指标集合})$$

$$r_{ij} = \frac{\max_i \tilde{r}_{ij} - \tilde{r}_{ij}}{\max_i \tilde{r}_{ij} - \min_i \tilde{r}_{ij}}, \quad j \in J_2 \quad (J_2 \text{ 为成本型指标集合})$$

$$r_{ij} = 1 - \frac{|\tilde{r}_{ij} - r_j|}{\max_i |\tilde{r}_{ij} - r_j|}, \quad j \in J_3 \quad (J_3 \text{ 为固定型指标集合, 越接近某一定值 } r_j \text{ 越好的指标})$$

3) 按照式 (1) 将 r_{ij} 做正向化处理。

4) 按照式 (2)~(4) 计算各评价指标的熵权 w_j 。

5) 由于决策者对指标集偏好不同，给出的主观权重系数为 $\lambda_j (1 \leq j \leq n)$ ，可对熵权 w_j 进一步修正^[8]，得到比较准确衡量各评价指标的熵权 w_j^0 。

$$w_j^0 = \frac{\lambda_j \omega_j}{\sum_{j=1}^n \lambda_j \omega_j} \quad (5)$$

6) 建立加权标准化决策矩阵 V 。

$$V = \begin{bmatrix} v_{11} & v_{12} & \cdots & v_{1n} \\ v_{21} & v_{22} & \cdots & v_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ v_{m1} & v_{m2} & \cdots & v_{mn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} w_1^0 p_{11} & w_2^0 p_{12} & \cdots & w_n^0 p_{1n} \\ w_1^0 p_{21} & w_2^0 p_{22} & \cdots & w_n^0 p_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ w_1^0 p_{m1} & w_2^0 p_{m2} & \cdots & w_n^0 p_{mn} \end{bmatrix} \quad (6)$$

7) 确定正理想方案 A^+ 和负理想方案 A^- 。

$$A^+ = \left\{ \max_i v_{ij} \mid j=1, 2, \dots, n \right\} = (v_1^+, v_2^+, \dots, v_n^+)$$

$$A^- = \left\{ \min_i v_{ij} \mid j=1, 2, \dots, n \right\} = (v_1^-, v_2^-, \dots, v_n^-)$$

8) 计算与理想方案的距离。

与正理想方案的距离

$$S_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^+)^2} \quad (i=1, 2, \dots, m)$$

与负理想方案的距离

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2} \quad (i=1, 2, \dots, m)$$

9) 计算评价方案 A_i 与正理想方案的相对接近度 C_{i+} 。

$$C_{i+} = \frac{S_i^-}{S_i^+ + S_i^-} \quad (0 < C_{i+} < 1; 1 \leq i \leq m)$$

上式中, 如果 $A_i = A^+$, 则 $C_{i+} = 1$; 如果 $A_i = A^-$, 则 $C_{i+} = 0$ 。当 C_{i+} 趋近于 1 时, 计划 A_i 接近于正理想方案 A^+ 。

10) 根据相对接近度 C_{i+} 的大小, 对各评价方案

进行偏好排序。

3 算例

下面以算例的形式, 运用基于修正熵权 TOPSIS 方法对 3 个备选的应急军事物流方案 A, B, C 进行评价。先对指标体系赋初始值(见表 2), 其中定量指标的值可通过公式计算得出, 定性指标可通过专家组打分给出评价分数。

表 2 二级指标初始值

指标	方案			指标	方案		
	A	B	C		A	B	C
u_{11}/h	24	22.5	23.5	u_{31}	6	6	5
$u_{12}/\%$	89.50	91.30	87.30	u_{32}	7	8	6
$u_{13}/\%$	88.40	90.80	86.90	u_{33}	7	8	8
$u_{14}/\%$	93.50	90.90	91.20	u_{34}	6	8	7
$u_{21}/\%$	96.20	97.60	94.00	$u_{41}/(元/(月 \times m^3))$	17	18	16
$u_{22}/\%$	5.40	5.70	5.20	$u_{42}/(元/t)$	23	23	22
$u_{23}/\%$	92.40	93.80	89.30	$u_{43}/(元/t)$	214.45	232.56	246.89
$u_{24}/\%$	95.00	93.40	94.30				

1) 分别确定二级指标的修正熵权。

由于各指标量纲不同, 首先需要对评价指标作无量纲处理, 运用式 (1)~(4) 得到二级指标的客观权重, 结合二级指标的主观权重, 利用式 (5) 分别计算二级指标的修正熵权, 结果见表 3。

2) 确定一级指标值与权重。

将各方案的每个二级指标值依据式 (1) 正向标准化处理后, 通过计算出的二级指标的修正熵权, 进行加权求和, 确定各个一级指标值, 接着计算一级指标修正熵权和指标修正值, 结果如表 4 所示。

表 3 二级指标的修正熵权

二级指标	无量纲化处理			二级指标权重			正向标准化的二级指标值		
	方案 A	方案 B	方案 C	主观权重	客观权重	修正熵权	方案 A	方案 B	方案 C
u_{11}	0	1	0.333 3	0.45	0.237 5	0.430 7	0	0.75	0.25
u_{12}	0.550 0	1	0	0.20	0.198 5	0.160 0	0.354 8	0.645 2	0
u_{13}	0.384 6	1	0	0.15	0.224 9	0.135 9	0.277 8	0.722 2	0
u_{14}	1	0	0.115 4	0.20	0.339 2	0.273 4	0.896 5	0	0.103 5
u_{21}	0.6111	1	0	0.15	0.250 0	0.151 3	0.379 3	0.620 7	0
u_{22}	0.6	0	1	0.15	0.251 2	0.152 1	0.375 0	0	0.625 0
u_{23}	0.688 9	1	0	0.50	0.242 9	0.490 1	0.348 3	0.651 7	0
u_{24}	1	0	0.562 5	0.20	0.255 9	0.206 5	0.640 0	0	0.360 0
u_{31}	1	1	0	0.30	0.233 7	0.282 3	0.500 0	0.500 0	0
u_{32}	0.5	1	0	0.25	0.266 3	0.268 1	0.333 3	0.666 7	0
u_{33}	0	1	1	0.25	0.233 7	0.235 2	0	1	0
u_{34}	0	1	0.5	0.20	0.266 3	0.214 5	0	0.666 7	0.333 3
u_{41}	0.5	0	1	0.30	0.226 2	0.231 2	0.333 3	0	0.666 7
u_{42}	0	0	1	0.20	0.537 7	0.366 5	0	0	1
u_{43}	1	0.441 7	0	0.50	0.236 1	0.402 3	0.693 6	0.306 4	0

表 4 一级指标值与权重

一级指标	一级指标值			一级权重			一级指标修正值		
	方案 A	方案 B	方案 C	主观权重	客观权重	修正熵权	方案 A	方案 B	方案 C
u_1	0.339 6	0.524 4	0.136 0	0.48	0.268 2	0.503 3	0.170 9	0.263 9	0.068 4
u_2	0.446 5	0.384 1	0.169 4	0.17	0.154 5	0.102 7	0.045 9	0.039 4	0.017 4
u_3	0.230 5	0.580 5	0.189 1	0.21	0.285 0	0.234 0	0.053 9	0.135 8	0.044 3
u_4	0.356 1	0.123 3	0.520 6	0.14	0.292 3	0.160 0	0.057 0	0.019 7	0.083 3