

# 合成旅后装保障方案决策运用模糊评价方法探讨

陈楷<sup>1</sup>, 刘燕燕<sup>2</sup>

(1. 陆军勤务学院, 重庆 400000; 2. 75842 部队, 广州 510699)

**摘要:** 为使合成旅后装保障方案的决策过程量化, 达到决策结果更加符合客观事实的目的, 通过引入模糊评价方法, 结合分析后装保障方案决策的选择影响因素, 确定了不同指标因素下对应的隶属函数, 进而建立了针对后装保障方案决策评价问题的定量分析评价模型, 最后给出该评价方法的实例运用, 结果分析可知该模型在一定程度上保证了后装保障方案决策的科学合理性。

**关键词:** 后装保障; 方案决策; 模糊评价

**DOI:** 10.7643/issn.1672-9242.2020.08.022

**中图分类号:** TJ07

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1672-9242(2020)08-0140-05

## Fuzzy Evaluation Method Applied to the Decision-making of Logistics-equipment Support Scheme of Synthetic Brigade

CHEN Kai<sup>1</sup>, LIU Yan-yan<sup>2</sup>

(1. Army Logistical University of PLA, Chongqing 400000, China; 2. 75842 of PLA, Guangzhou 510699, China)

**ABSTRACT:** The work aims to determine the membership functions corresponding to different index factors by introducing fuzzy evaluation method and analyzing the influencing factors of the decision-making of logistics-equipment support scheme, so that the decision-making process of the logistics-equipment support scheme of the synthetic brigade can be quantified and the decision-making result is more in line with the objective facts. Furthermore, a quantitative analysis and evaluation model for the decision-making evaluation of logistics-equipment scheme was established. Finally, an example of the evaluation method was given, and the result analysis showed that this model guaranteed the scientific rationality of decision-making of the logistics-equipment scheme to some extent.

**KEY WORDS:** logistics-equipment support; scheme decisions; fuzzy evaluation

当前合成旅后装保障方案决策的方法主要是由后装指挥员提出后装保障构想后, 在充分理解上级意图有关情况和听取各科室报告建议的基础上, 对保障部机关各科室提出的方案建议进行论证评估, 决策出最优的后装保障方案, 并最终向旅指挥机构提供后装保障报告建议<sup>[1]</sup>。在实际作战中, 经常需要对含有某些不确定和不便于量化因素的方案进行评估, 后装指挥员和保障机关人员多是采取定性方法进行评价, 这

难以准确地评估出决策方案的优劣性, 由于其带入过多的人为主观因素, 决策结果无法保证科学性。因此, 科学合理地后装保障方案决策进行评估就成为了问题的关键, 它直接影响到合成旅整体作战方案的制定。采用模糊评判方法, 引入适当的定量分析, 在后装保障方案决策尚未付诸实施之前, 对方案的可行性、时效性、可靠性, 采取量化的方法, 避免指挥员主观因素的局限性, 决策出最佳最优的后装保障方

收稿日期: 2019-11-15; 修订日期: 2020-04-07

Received: 2019-11-15; Revised: 2020-04-07

作者简介: 陈楷(1992—), 男, 硕士研究生, 主要研究方向为后勤保障。

Biography: CHEN Kai (1992—), Male, Master, Research focus: logistical support.

案,为后装保障报告建议、定下作战决心以及提供旅指挥员决策咨询提出客观科学的依据。

## 1 合成旅后装保障方案运用模糊评价方法的基本过程

利用模糊评价方法解决后装保障方案决策评价的基本思路是:首先针对后装保障方案决策的特点,确定评价对象集、因素集和评语集,建立评价因素的权重分配向量,通过各单因素模糊评价获得模糊评价矩阵,进行复合运算得到综合评价结果,计算每个评价对象的综合分值<sup>[2]</sup>。

### 1.1 确定评价因素集和评价等级

评价因素集是影响评价对象能力的各种指标,一般用  $U=\{u_1, u_2, u_3 \dots u_n\}$  表示。从评价的过程看,这一步是要建立评价指标体系。通常需要在深入调查研究的基础上,经过分析论证,对被评价的指标进行逐层分解,从而形成一个递阶层次结构。评价等级,即评语集,是判断评价对象可能水平的用语,用  $V=\{v_1, v_2, v_3 \dots v_n\}$  表示,这一步是模糊评价方法所特有的,评价等级使得模糊评价结果为一个模糊评价向量。被评价指标对评价等级的隶属度通过这个模糊向量表示出来,从而体现出评价的模糊性。

### 1.2 通过对单因素模糊评价得出模糊关系矩阵

首先对评价因素集  $U$  中的单因素  $u_i (i=1,2, \dots, n)$  作出模糊评价,确定因素  $u_i$  对应的评价等级  $v_j (j=1,2, \dots, n)$  的隶属度  $r_{ij}$ 。这样各因素的评价集就构造出一个总的评价矩阵:

$$R = \begin{bmatrix} r_{11} & \dots & r_{1n} \\ r_{n1} & \dots & r_{nm} \end{bmatrix} \quad (1)$$

### 1.3 明确各类评价因素的相对权重向量

权重向量是反映评价主体对各类评价指标因素相对重要程度的认识,模糊评价中权重向量的确定与其他评价方法相同,可直接由人判断或采用层次分析法一类的方法得到,表示为:

$$A = [a_1, a_2, \dots, a_n] \quad (2)$$

式中:  $a_i (i=1,2, \dots, n)$  为各因素的权重系数。

### 1.4 计算综合评价向量

在求得因素集中诸因素相应的模糊判断矩阵  $R=(r_{ij})_{n \times n}$  以及因素集的权向量  $A=[a_1, a_2, \dots, a_n]$  后,根据模糊集理论中的综合计算方法,得出综合评价的评价向量。

$$B = A \cdot R =$$

$$[a_1, a_2, \dots, a_n] \cdot \begin{bmatrix} r_{11} & \dots & r_{1n} \\ r_{n1} & \dots & r_{nm} \end{bmatrix} = [b_1, b_2, \dots, b_n] \quad (3)$$

其中“ $\cdot$ ”为模糊合成算子,采用的算子为矩阵乘法“ $\times$ ”合成算子。

## 2 合成旅后装保障方案模糊评价模型

### 2.1 后装保障方案决策的影响要素

在后装保障过程中,后装保障方案的选择对于后装保障资源的调配、整体作战方案的形成、后装保障行动的调控起着至关重要的作用。对于后装保障方案的选择要考虑很多因素,不熟悉保障任务的特性、保障资源的分布、保障力量的编成及保障行动的要求,就无法选择最优的保障方案。保障部机关相关人员在进后装保障方案的选择时,应主要考虑下列影响要素:

#### 2.1.1 任务情况分析要素

拟制的后装保障方案中(敌人作战企图、后装保障重点等)情况判断的准确性、相关资料准备的完整性、分析情况数据的及时性、正确性以及是否符合上级意图和决心。

#### 2.1.2 资源筹措要素

资源筹措一般包括生活保障资源筹措(军需、野营等物资准备)、装备保障资源筹措(弹药、维修器材等物资准备)、技术保障资源筹措(人力技术准备)。后装保障方案中应考虑对各类资源筹划准备是否到位。

#### 2.1.3 持续保障要素

持续保障能力是后装保障单元在利用现有资源(人员、装备、战技术手段等)和战场客观条件下对作战的可能保障程度<sup>[3]</sup>。后装保障方案中消耗物资储备量、装备占有量、交通运输能力等后装现状在整个作战时间内是否达标。

#### 2.1.4 控制协调要素

对于指挥控制协调,方案中规定的指挥保障关系顺畅、与友邻及地方力量协调方式明确,并保证其情报及时、准确、全面,通信保障迅速、保密、可靠,文书拟制迅速、准确、清楚,命令上传下达及时、准确、清楚,应急处置迅速、准确、完整,符合战场实际、作战原则<sup>[4]</sup>。

#### 2.1.5 再生能力要素

再生能力主要包括对人员的抢救能力和对装备的抢修能力。战场抢救主要是对伤病人员进行救护、治疗和后送,维护战斗人员的生命健康,巩固部队战斗力;装备抢修是采用有效的技术措施,最大限度地修复破坏的武器装备,提高装备再生率,充分

发挥武器装备的战斗效能<sup>[5]</sup>。后装保障方案应考虑对战损预计是否准确、抢救抢修力量编成、组织方式是否合理。

### 2.1.6 后方防卫要素

后装保障方案中对后方配置地域的机动路线、预警机制以及伪装工程防护保障是否安全可靠；部署形式和后装保障力量范围是否匹配；防卫组织的指挥关系、协同关系是否明确；消除敌袭击后果的消防、抢救、抢修和洗消等措施是否到位等<sup>[6]</sup>。

### 2.1.7 环境影响要素

环境影响要素主要包含自然环境和敌情威胁。自然环境包括地形、气候、水文、气象、民情、社情、电磁环境等。所以在保障方案选择时，应充分考虑恶劣自然环境的补给线路是否通行、重要目标是否规避风险等。敌情方面，现代高技术战争所使用的先进武器具有威力大、射程远、精准度高等特点，使后勤补给受到严重的考验<sup>[7]</sup>。后装保障方案要充分考虑环境影响，尤其是特殊条件下的战斗保障，在恶劣的条件下，后装保障的好坏，有时将成为决定战斗胜负的主要因素。

## 2.2 后装保障方案决策的评价模型

### 2.2.1 建立因素集

后装保障方案决策的因素集合为： $U = \{ \text{任务情况分析要素 } u_1, \text{资源筹措要素 } u_2, \text{持续保障要素 } u_3, \text{控制协调要素 } u_4, \text{再生能力要素 } u_5, \text{后方防卫要素 } u_6, \text{环境影响要素 } u_7 \}$

### 2.2.2 建立评价集

后装保障方案决策的评价集合为： $V = \{ \text{优良 } v_1, \text{中等 } v_2, \text{较差 } v_3 \}$

### 2.2.3 后装保障方案决策因素值的隶属函数

后装保障方案决策的因素值，是通过相关机构人员或专家采用百分制进行评判，处理并汇总结果形成因素值  $X$ ，其论域为  $X \{0, 100\}$ 。采用模糊统计法建立因素值的隶属函数如下：

$$A(x_1) = \begin{cases} 0 & , 0 \leq x_1 < 80 \\ \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \sin \frac{\pi(x-85)}{10} & , 80 \leq x_1 < 90 \\ 1 & , 90 \leq x_1 < 100 \end{cases} \quad (4)$$

$$B(x_2) = \begin{cases} 0, & 0 \leq x_2 < 60 \\ \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \sin \frac{\pi(x-65)}{10}, & 60 \leq x_2 < 70 \\ 1, & 70 \leq x_2 < 80 \\ \frac{1}{2} - \frac{1}{2} \sin \frac{\pi(x-85)}{10}, & 80 \leq x_2 < 90 \\ 0, & 90 \leq x_2 < 100 \end{cases} \quad (5)$$

$$C(x_3) = \begin{cases} 1 & , 0 \leq x_3 < 60 \\ \frac{1}{2} - \frac{1}{2} \sin \frac{\pi(x-65)}{10} & , 60 \leq x_3 < 70 \\ 0 & , 70 \leq x_3 < 100 \end{cases} \quad (6)$$

## 3 合成旅后装保障方案运用模糊评价方法实例

某合成旅在演习过程中，保障部机关提出  $Y_1$ 、 $Y_2$ 、 $Y_3$ 、 $Y_4$ 、 $Y_5$  共 5 套后装保障方案，相关专业人员初步评判，经处理并汇总结果，各方案评分见表 1，依据该数据对后装保障方案进行评估，决策最优方案。

将各方案的评分代入对应的隶属函数中，得到每种因素在不同方案中的隶属度  $r_{ij}$ 。其模糊关系矩阵为：

$$R_1 = \begin{bmatrix} 0.5 & 0.5 & 0 \\ 0 & 0.5 & 0.5 \\ 0 & 0.933 & 0.067 \\ 0.933 & 0.067 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0.853 & 0.147 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad R_2 = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0.75 & 0.25 & 0 \\ 0 & 0.5 & 0.5 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0.853 & 0.147 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

$$R_3 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0.853 & 0.147 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0.933 & 0.067 \\ 0 & 0.853 & 0.147 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \quad R_4 = \begin{bmatrix} 0 & 0.853 & 0.147 \\ 0 & 0.5 & 0.5 \\ 0.933 & 0.067 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0.933 & 0.067 \\ 0.5 & 0.5 & 0 \end{bmatrix}$$

$$R_5 = \begin{bmatrix} 0.5 & 0.5 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0.75 & 0.25 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0.933 & 0.067 & 0 \\ 0 & 0.853 & 0.147 \end{bmatrix}$$

任务情况分析、资源筹措、控制协调等要素是影响后装保障方案优劣的主要因素，但是作战发展以及上级确定的行动意图和决策目标，都会使各要素在处置方案优劣评价中所起影响作用的相对重要程度不同。如下为依据经验数据，采取的其中一种权重向量： $A = (0.2, 0.2, 0.1, 0.2, 0.1, 0.1, 0.1)$ ，便可根据式 (7) 得出对评价对象的综合评价向量  $B$  (见表 2)：

$$B_n = A \times R_n \quad (7)$$

不同的作战对象、作战环境、作战样式等状态都会导致后装指挥员把握的重点不同，因此要因敌、因情对后装保障方案进行评估决策，常见的有如下 5 种准则，可供指挥员在不同境遇下把握决策<sup>[8]</sup>。

表 1 后装保障方案的分析数据  
Tab.1 Analysis data for the logistics-equipment support scheme

方案	情况分析要素	资源筹措要素	持续保障要素	控制协调要素	再生能力要素	后方防卫要素	环境影响要素
Y <sub>1</sub>	85.0	65.0	68.3	88.3	75.0	67.5	59.0
Y <sub>2</sub>	75.0	86.6	65.0	92.0	56.0	87.5	73.0
Y <sub>3</sub>	90.0	87.5	55.0	68.3	67.5	78.0	71.0
Y <sub>4</sub>	67.5	65.0	88.3	77.2	58.5	68.3	85.0
Y <sub>5</sub>	85.0	79.8	58	86.6	55.9	88.3	67.5

表 2 后装保障方案的综合评价向量  
Tab.2 Comprehensive evaluation vector for the logistics-equipment support scheme

方案评价向量	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>4</sub>	B <sub>5</sub>
λ <sub>1</sub>	0.2866	0.1153	0.3706	0.1433	0.3433
λ <sub>2</sub>	0.4020	0.4147	0.5013	0.6206	0.4420
λ <sub>3</sub>	0.2214	0.1500	0.1281	0.2361	0.2147

### 3.1 最大最小准则

最大最小准则，又称小中取大准则或悲观准则。这种方法反映出决策者的基本态度是悲观与保守的。其基本思想是找出最不利情况下的最大收益。首先找出每种方案在各种状态下的最小收益值，然后，选择其中收益值最大的那个方案做为决策方案，可见，它是从最坏处着眼，带有保守性的决策准则，反映了决策者的悲观估计。

通过寻找每种方案在不同状态下的最小收益，各方案的最小收益如下：

- 方案 Y<sub>1</sub> 的最小收益为 0.2214；
- 方案 Y<sub>2</sub> 的最小收益为 0.1153；
- 方案 Y<sub>3</sub> 的最小收益为 0.1281；
- 方案 Y<sub>4</sub> 的最小收益为 0.1433；
- 方案 Y<sub>5</sub> 的最小收益为 0.2147。

由此，按照最大最小准则，指挥员应该选择收益值 0.2214（收益值最大）的方案，即方案 Y<sub>1</sub> 为最优方案。

### 3.2 最大最大准则

最大最大准则，又称大中取大准则或乐观准则。这种方法反映出决策者的基本态度是乐观与冒险的。其基本思想是找出最有利情况下的最大收益。首先找出每种方案在各种状态下的最大收益值，然后，选择其中收益值最大的那个方案做为决策方案，可见，它是从最有利处着眼，带有冒险性的决策准则，反映了决策者的乐观估计。

通过寻找每种方案在不同状态下的最大收益，各方案的最大收益如下：

- 方案 Y<sub>1</sub> 的最大收益为 0.402；
- 方案 Y<sub>2</sub> 的最大收益为 0.4147；
- 方案 Y<sub>3</sub> 的最大收益为 0.5013；

方案 Y<sub>4</sub> 的最大收益为 0.6206；

方案 Y<sub>5</sub> 的最大收益为 0.442。

由此，按照最大最大准则，指挥员应该选择收益值为 0.6206（收益值最大）的方案，即方案 Y<sub>4</sub> 为最优方案。

### 3.3 折中准则

折中准则，也称赫威兹准则。这种方法反映出决策者的基本态度是介于乐观与悲观之间的。其基本思想是通过给乐观系数确定一个适当值，并以此作为决策者的决策依据。首先给定反映决策者乐观程度的“乐观系数”，用 α 表示，0 ≤ α ≤ 1；然后，对每一种方案 Y 计算对应的收益值 U(B)，使 U(B) 达到最大值的方案就是此准则下的最优方案，可见，当 α=1 时，是乐观情况，α=0 时，是悲观情况。

U(B) 值的计算公式为：

$$U(B) = \alpha \max[u(\theta, B)] + (1 - \alpha) \min[u(\theta, B)] \quad (8)$$

假设当 α=0.6 时，经计算，各 U(B) 值如下：

$$U(B_1) = 0.32976; U(B_2) = 0.29494; U(B_3) = 0.35202; U(B_4) = 0.42968; U(B_5) = 0.35108。$$

因此按照折中准则，指挥员应该选择收益值为 0.42968 的方案，即方案 Y<sub>4</sub> 为最优方案。

### 3.4 等概率准则

等概率准则，也称拉普拉斯准则。该准则有一个基本前提假设：既然不知道每一种状态的概率，那么就认为它们的概率相同。也就是说，如果决策的可能状态能列举出 m 种，那么每种状态出现的概率为 1/m。然后按照这种规则求解每个方案的期望收益值。

计算公式为：

$$U(B) = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m u(\theta_i, B) \quad (9)$$

式中 u(θ, B) 为每个方案对应不同状态下的收益值。最后根据计算结果选择收益值最大的方案为决策方案。

$$经计算：U(B_1) = 0.3033; U(B_2) = 0.2266; U(B_3) = 0.3334; U(B_4) = 0.3667; U(B_5) = 0.3334。$$

因此按照等概率准则，指挥员应该选择收益值为 0.3667 的方案，即方案 Y<sub>4</sub> 为最优方案。

### 3.5 最小遗憾准则

最小遗憾准则,也称后悔值准则。遗憾值,又称机会损失值和后悔值。在决策矩阵中,每一个遗憾值是相应的收益值与该状态下最大收益值之差。这意味着,遗憾值是指某一状态发生时,由于决策者没有选用收益值最大的方案而形成的损失。某一方案在不同状态下遗憾值中的最大值叫该方案的最大遗憾值,最小遗憾准则的具体规则是首先找出每种方案的最大遗憾值;然后,比较最大遗憾值,从中选取最大遗憾值为最小的那个方案为决策方案。可见,最小遗憾准则也是从最不利的情况着眼,带有保守性的准则。它与最大最小准则的不同之处在于它不是从收益考虑,而是从损失考虑。

经计算,不同因素下各方案对应的遗憾值如下:

$$S_{ij} = \begin{bmatrix} 0.084 & 0.2533 & 0 & 0.2273 & 0.0273 \\ 0.2186 & 0.2059 & 0.1193 & 0 & 0.1786 \\ 0.0147 & 0.0861 & 0.108 & 0 & 0.0214 \end{bmatrix}$$

每种方案的最大遗憾值为:

$$S_{1\max}=0.2186; S_{2\max}=0.2533; S_{3\max}=0.1193; S_{4\max}=0.2273; S_{5\max}=0.1786。$$

因此,按照最小遗憾准则,指挥员应该选择最大遗憾值为0.2533(最小遗憾)所对应的方案,即方案 $Y_2$ 为最优方案。

## 4 结果及展望

本评价方法有效解决了当前后装保障方案决策中“重主观轻客观”的问题,建立数学定量模型准确地为后装保障方案决策提供了科学的指导依据。但后装保障方案决策涉及的因素指标较多,是一项非常复杂的工作,随着作战任务、作战环境或保障模式的改变,各因素指标权重也会相应发生变化,本文提供的评价方法基于单层次的评价指标体系,各因素指标权重的确定主要来源于经验数据,虽然能在一定程度上避免非主要因素指标所占权重过大,但需要持续更新保障数据库,实时掌握不同情况下的保障偏差。其次,虽然理论上评价指标体系划分得越细,评价结果越可靠也更准确,但在实践过程中会非常繁琐,尤其是对于旅一级单位,每多分一级因素指标,就会增加一级模糊评判,同时每个层次各因素指标权重的确定也需要更多的保障数据,工作量的剧增和人力资源有限之间的矛盾将更加突出,且评价结果不一定理想。为避免造成因评价指标体系划分过多使评价对象无法入手,下一阶段完善模型时应选择适当层次的评价指标体系。目前,将模糊评价方法和AHP法综合运用于定量模型比较广泛,可以考虑对现有指标进一步细分为两个层次,利用AHP法确定各层次因素指标权

重,从低层次往高层次逐层评价,得出总目标层的综合评价结果。需要注意的是,即便将指标体系细分为两个层次,和基于单层次评价指标体系的评价方法相比,其计算的复杂程度也差距甚大,因此,基于多层次评价指标体系的评价方法适用于战斗节奏较慢的后装保障方案决策过程中。

### 参考文献:

- [1] 王源麟.合成旅基本指挥所各部门协调优化的对策[J].装甲兵学术,2017(6):28.  
WANG Yuan-lin. The Countermeasures for the Coordination and Optimization of Each Department in the Basic Command Post of Synthetic Brigade[J]. Armored Force Science, 2017(6): 28.
- [2] 沈继红.模糊综合评估模型的改进[J].模糊系统与数学,2011,25:127-133.  
SEHN Ji-hong. Improvement of Fuzzy Comprehensive Evaluation Model[J]. Fuzzy Systems and Mathematics, 2011, 25: 127-133.
- [3] 李明军.模糊综合评判在军队指挥效能评估中的应用[J].火力与指挥控制,2011(5):51.  
LI Ming-jun. Application of Fuzzy Comprehensive Evaluation in Military Command Effectiveness Evaluation[J]. Fire Control & Command Control, 2011(5): 51.
- [4] 李建华.应急指挥决策方案的模糊综合评价研究[J].武警学院学报,2010(10):30.  
LI Jian-hua. Research on Fuzzy Comprehensive Evaluation of Emergency Command Decision Scheme[J]. Journal of Chinese People's Armed Police Force Academy, 2010(10): 30.
- [5] 刘建友.基于模糊综合评价方法的装备维修训练效果评价[J].四川兵工学报,2014(1):59.  
LIU Jian-you. Evaluation of Equipment Maintenance Training Effect Based on Fuzzy Comprehensive Evaluation Method[J]. Journal of Sichuan Military Engineering, 2014(1): 59.
- [6] 陈智.军队后勤指挥学教程[M].北京:蓝天出版社,2015:135.  
CHEN Zhi. Military Logistics Command Course[M]. Beijing: Blue Sky Press, 2015: 135.
- [7] 刘海军.基于模糊评价的补给策略优选研究[J].舰艇电子工程,2012(1):92.  
LIU Hai-jun. Optimization of Replenishment Strategy Based on Fuzzy Evaluation[J]. Ship Electronics Engineering, 2012(1): 92.
- [8] 中国人民解放军学位委员会办公室.军事定量分析方法[M].北京:国防工业出版社,2017.  
Academic Degree Committee Office of PLA. Military Quantitative Analysis Methods[M]. Beijing: National Defense Industry Press, 2017.