

doi: 10.7690/bgzdh.2024.06.016

基于模糊层次评价法的油料仓库保障能力评估

吴坤, 张仁平

(陆军勤务学院油料系, 重庆 401331)

摘要: 为提升油料仓库保障能力建设水平, 科学评估当前能力发展现状, 将模糊层次评价法应用于油料保障能力评估中。基于现状分析构建保障能力指标体系, 运用模糊层次评价法建立模型, 并结合油库实例进行评估。结果表明: 该评估模型能够反映油料保障能力建设的短板弱项, 对油料仓库保障能力建设具有一定指导意义。

关键词: 模糊综合评价; 层次分析法; 油料保障能力; 评估

中图分类号: E075 **文献标志码:** A

Evaluation of Supply Support Capability of Oil Warehouse Based on Fuzzy AHP

Wu Kun, Zhang Renping

(Oil Department, Army Logistic University, Chongqing 401331, China)

Abstract: In order to improve the construction level of oil warehouse support capacity and scientifically evaluate the current development status of capacity, the fuzzy hierarchical evaluation method is applied to the evaluation of oil warehouse support capacity. Based on the analysis of the current situation, a support capability indicator system is constructed, and a model is established using the fuzzy hierarchical evaluation method. The evaluation is conducted by combining an example of an oil depot. The results indicate that the evaluation model can reflect the shortcomings and weaknesses of the construction of oil supply guarantee capacity, and has certain guiding significance for the construction of oil supply warehouse guarantee capacity.

Keywords: fuzzy comprehensive evaluation; AHP; POL support ability; evaluation

0 引言

油料仓库一直是油料保障力量的重要组成部分, 其保障能力建设和生成模式具备典型性和长期性, 在长期的油料保障实践中也积累了丰富的经验和能力建设思路, 但随着保障任务和保障对象的变化, 以现代物流理论为指导的物流体系正在加快构建, 传统的保障能力建设模式已不完全适用, 迫切需要在继承和发扬优良传统的基础上, 探索油料仓库保障能力建设发展的变化和趋势, 丰富和发展油料保障理论体系, 推动保障能力建设稳步前进^[1]。开展油料仓库保障能力建设评估工作, 对于指导其保障能力建设发展具有重要意义。

保障能力评估是基于多目标的复杂系统评价问题, 系统内部要素多元, 需要从定性和定量 2 方面进行分析研究, 适用于模糊层次评价法。模糊层次评价法是综合运用层次分析法和模糊综合评价法的一种评估方式, 具有操作简单、系统性强、结论清晰等特点, 主要通过层次分析法确定权重, 再通过模糊综合评价, 对系统内各项指标进行评估, 得出评估结论。笔者将模糊层次评价法应用于油料保障能力评估中, 目的是通过评估, 研究当前保障能力

建设各指标的重要程度, 发现能力建设存在的短板弱项^[2-5]。

1 构建油料保障能力评估指标体系

1.1 构建指标体系原则^[6-10]

1) 独立性。一方面, 评估体系应当突出仓库油料保障能力有别于其他能力的独特属性, 必须紧密结合当前油料仓库担负的使命任务、发挥的地位作用和自身现实情况, 使评估结论对保障能力建设实践具有指导作用。另一方面, 评估体系的各个指标应当相对独立, 在该评估系统内有着和其他指标显著区分的分类标准, 避免重复评估, 影响评估体系各指标权重的合理性。

2) 系统性。评估体系应当从保障能力构建这一复杂系统出发, 充分提炼系统内要素共性特征, 构建指标、准则和目标 3 层指标体系。在指标设置上, 应当力求简洁、便于衡量和评估活动的开展。

3) 科学性。评估体系的确立不能闭门造车, 必须有明确可靠的参考依据。笔者主要根据现代物流理论、现代管理理论、系统工程理论、“十四五”建设规划、油库保障能力建设需求和油料固有

收稿日期: 2024-02-23; 修回日期: 2024-03-25

第一作者: 吴坤(1991—), 男, 安徽人, 硕士。

属性，构建周密严谨、与时俱进的油库保障能力指标体系。

1.2 指标体系结构

组织评估的主要目的是为了指导油料仓库保障

能力建设，考虑到传统的油料保障能力“供、储、运、修、防”等指标虽然便于量化，但难以与当前任务需求进行可靠的比较；笔者在充分调研和广泛征求意见的基础上，基于油料保障能力建设任务需求构建指标体系，评估模型如图 1 所示。

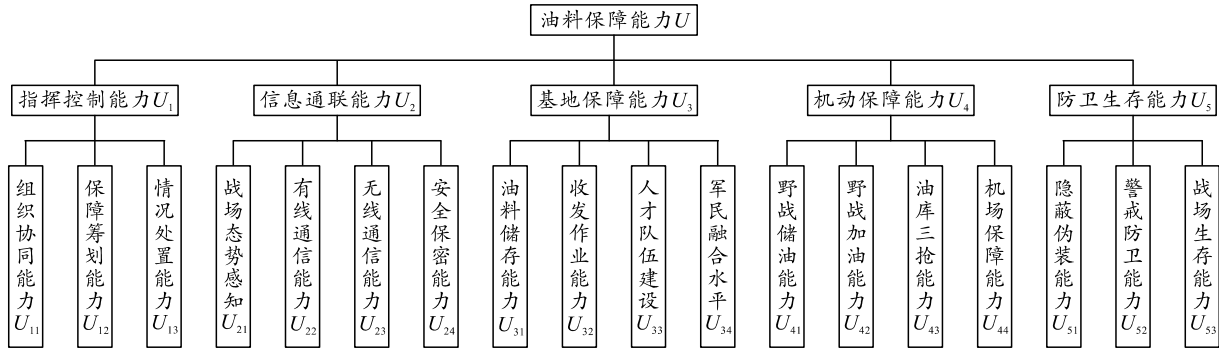


图 1 油料保障能力评估指标体系

2 构建油料保障能力评估流程

2.1 层次分析法确定指标权重

层次分析法是将定性问题定量分析的方法，可以有效将专家评估的主观思考转化为量化表述，使评估结论直观明了，流程简洁高效，保障了多指标评估过程中参评人员的思维清晰和原则一致，适合对包括油料保障能力评估在内的复杂系统问题进行研究。本文中通过内在关系分析研究，利用层次分析法把保障能力相关元素分解为目标层、准则层和指标层，各层次又由相关元素构成。而后，通过构建两两比较矩阵，综合评估人员决策判断得出各指标在系统内的权重。

2.1.1 构建层次分析法两两比较矩阵

根据图 1 建立层次分析法结构模型，可构建不同层级各因素间的隶属关系。笔者用 C_{ij} 表示隶属同一指标的 2 个同层次因素 a_i 与 a_j 相对所隶属指标 U_x 的重要程度之比，可知 $C_{ij} > 0$, $C_{ij} = 1$, $C_{ij} = 1/C_{ji}$ 。评估数据的采集阶段，笔者在广泛调研院校专家和油库官兵意见的基础上，运用 1—9 标度法进行数据处理，即定义 C_{ij} 的值域为 $[1/9, 9]$ ，数值 1, 3, 5, 7, 9 代表了 a_i 对比 a_j 的相对重要程度，分别表示相同重要、轻微重要、明显重要、特别重要、极端重要，而数值 2, 4, 6, 8 表示介于两者之间的重要程度。据此可构设油料保障能力判断矩阵 C 、 C_1 、 C_2 、 C_3 、 C_4 、 C_5 ，与油库保障能力 U 、指挥控制能力 U_1 、信息通联能力 U_2 、基地保障能力 U_3 、机动保障能力 U_4 、防卫生存能力 U_5 构成对应关系：

$$C = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1/5 & 1/7 & 1 \\ 1 & 1 & 1/4 & 1/3 & 1 \\ 5 & 4 & 1 & 1/3 & 5 \\ 7 & 3 & 3 & 1 & 3 \\ 1 & 1 & 1/5 & 1/3 & 1 \end{bmatrix}; C_1 = \begin{bmatrix} 1 & 1/2 & 3 \\ 2 & 1 & 5 \\ 1/3 & 1/5 & 1 \end{bmatrix};$$

$$C_2 = \begin{bmatrix} 1 & 1/3 & 1/5 & 1/3 \\ 3 & 1 & 1/3 & 1 \\ 5 & 3 & 1 & 3 \\ 3 & 1 & 1/3 & 1 \end{bmatrix}; C_3 = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 7 & 5 \\ 1 & 1 & 6 & 5 \\ 1/7 & 1/6 & 1 & 2 \\ 1/5 & 1/5 & 1 & 1 \end{bmatrix};$$

$$C_4 = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 5 & 7 \\ 1/2 & 1 & 3 & 4 \\ 1/5 & 1/3 & 1 & 2 \\ 1/7 & 1/4 & 1/2 & 1 \end{bmatrix}; C_5 = \begin{bmatrix} 1 & 1/3 & 1/2 \\ 3 & 1 & 1 \\ 2 & 1 & 1 \end{bmatrix}。$$

2.1.2 计算权重向量

在构建完成判断矩阵以后，为使评估结论直观可操作，需根据判断矩阵计算权重向量 A ，常用的计算方式包括特征根法、最小二乘法、方根法和求和法，其中特征根法使用较为广泛。本文中判断矩阵 C_k 为正矩阵，该矩阵唯一且必定存在最大特征根 λ_k ，对应权重向量 W_j 满足公式 $C_k W_j = \lambda_k W_j$ 。归一化处理 W_j ，可分别得到指标层各因素相对所属准则层的权重和准则层各因素相对目标层的权重。

通过 Matlab 软件运算，矩阵 C 、 C_1 、 C_2 、 C_3 、 C_4 、 C_5 对应的最大特征根分别为 $\lambda_0=5.274 4$ 、 $\lambda_1=3.006 4$ 、 $\lambda_2=4.043 8$ 、 $\lambda_3=4.010 8$ 、 $\lambda_4=4.021 6$ 、 $\lambda_5=3.018 4$ 。对应的权重向量为：

$W=(0.073\ 4, 0.093\ 4, 0.311\ 7, 0.430\ 3, 0.091\ 2)$;

$W_1=(0.309\ 2, 0.581\ 2, 0.109\ 5)$;

$W_2=(0.078\ 9, 0.200\ 9, 0.519\ 4, 0.200\ 8)$;

$W_3=(0.433\ 3, 0.416\ 4, 0.070\ 4, 0.080\ 0)$;

$W_4=(0.531\ 7, 0.288\ 0, 0.112\ 4, 0.067\ 8)$;

$W_5=(0.169\ 8, 0.442\ 9, 0.387\ 3)$ 。

2.1.3 一致性检验

为检验矩阵分析结论可靠性，即在油料仓库保障能力评估过程中搜集的专家和官兵意见有无明显分歧，需进行一致性检验。设 CI 为一致性指标， CR 为一致性比例，分别通过公式 $CI=(\lambda_{\max}-n)/(n-1)$ ， $CR=CI/RI$ 进行计算，当一致性比例 $CR<0.1$ 时，认为矩阵一致性可接受；当 $CR\geq 0.1$ 时，则表示一致性指标差异过大，需重新搜集数据进行评估。其中， RI 指代对应阶数矩阵的平均随机一致性指标，如表 1 所示。

表 1 判断矩阵的平均随机一致性指标 RI

矩阵阶数	1	2	3	4	5	6	7	8	9
RI	0	0	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45

经计算， CR 、 CR_1 、 CR_2 、 CR_3 、 CR_4 、 CR_5 均小于 0.1，具备满意一致性。

2.2 模糊综合评价法评估保障能力

模糊综合评价法是一种可将定性指标定量化分析的方法，根据评估结论计算各指标综合得分，从而能够较为准确的对多层次多因素影响结果进行综合评判。

2.2.1 建立因素集与评价集

根据图 1，设油料仓库保障能力准则层影响因素集为 U ， $U=\{u_1, u_2, \dots, u_m\}$ ， m 代表准则层影响因素数；同理可设 $u_1=\{u_{11}, u_{12}, \dots, u_{1k}\}$ ，代表指标层隶属于 u_1 的影响因素数。设评判集为 V ， $V=\{v_1, v_2, \dots, v_n\}$ ， n 为评判等级个数。为便于评价操作，将评价结论设置为优秀、良好、合格、差 4 个等级，即 $V=\{\text{优秀, 良好, 一般, 差}\}$ ，分别赋值 $\{90, 75, 60, 30\}$ 。则可以得出评价指标因素集，详见表 2 所示。

2.2.2 建立单因素模糊评判矩阵

按照由低到高的顺序，逐一构建单因素模糊评判矩阵。参照结论集 V 的评分标准对各因素 u_i 进行评分，设 r_{ij} 代表因素 u_i 被评为 v_j 的次数与专家总数之比，则 r_{ij} 为该指标对应隶属度，由 r_{ij} 可构建单因素模糊关系矩阵 R_i 。笔者邀请 10 名院校专家与油

库工作人员对油料仓库保障能力进行评估，评价结果如表 3 所示。

表 2 油料保障能力评价指标因素集

一级指标	权重系数	二级指标	权重系数	评估结论
指挥控制能力	W_1	组织协同能力	W_{11}	优秀, 良好, 一般, 差
		保障筹划能力	W_{12}	优秀, 良好, 一般, 差
		情况处置能力	W_{13}	优秀, 良好, 一般, 差
信息通联能力	W_2	战场态势感知	W_{21}	优秀, 良好, 一般, 差
		有线通信能力	W_{22}	优秀, 良好, 一般, 差
		无线通信能力	W_{23}	优秀, 良好, 一般, 差
		安全保密能力	W_{24}	优秀, 良好, 一般, 差
基地保障能力	W_3	油料储存能力	W_{31}	优秀, 良好, 一般, 差
		收发作业能力	W_{32}	优秀, 良好, 一般, 差
		人才队伍建设	W_{33}	优秀, 良好, 一般, 差
		军民融合水平	W_{34}	优秀, 良好, 一般, 差
机动保障能力	W_4	野战储油能力	W_{41}	优秀, 良好, 一般, 差
		野战加油能力	W_{42}	优秀, 良好, 一般, 差
		油库三抢能力	W_{43}	优秀, 良好, 一般, 差
		机场油料保障	W_{44}	优秀, 良好, 一般, 差
防卫生存能力	W_5	隐蔽伪装能力	W_{51}	优秀, 良好, 一般, 差
		警戒防卫能力	W_{52}	优秀, 良好, 一般, 差
		战场生存能力	W_{53}	优秀, 良好, 一般, 差

表 3 油料保障能力评价结果隶属度

r_{ij}	优秀	良好	一般	差
u_{11}	0	0.3	0.6	0.1
u_{12}	0.6	0.3	0.1	0
u_{13}	0.7	0.3	0	0
u_{21}	0.1	0.3	0.5	0.1
u_{22}	0.4	0.3	0.3	0
u_{23}	0.5	0.4	0.1	0
u_{24}	0.7	0.3	0	0
u_{31}	0.3	0.3	0.4	0
u_{32}	0.4	0.4	0.2	0
u_{33}	0	0.3	0.6	0.1
u_{34}	0	0.3	0.6	0.1
u_{41}	0.5	0.3	0.2	0
u_{42}	0.4	0.4	0.2	0
u_{43}	0.4	0.3	0.3	0
u_{44}	0.3	0.5	0.2	0
u_{51}	0.6	0.4	0	0
u_{52}	0.4	0.3	0.3	0
u_{53}	0.3	0.4	0.3	0

由上表可得各因素模糊关系矩阵：

$$R_1 = \begin{bmatrix} 0 & 0.3 & 0.6 & 0.1 \\ 0.6 & 0.3 & 0.1 & 0 \\ 0.7 & 0.3 & 0 & 0 \end{bmatrix}; R_2 = \begin{bmatrix} 0.1 & 0.3 & 0.5 & 0.1 \\ 0.4 & 0.3 & 0.3 & 0 \\ 0.5 & 0.4 & 0.1 & 0 \\ 0.7 & 0.3 & 0 & 0 \end{bmatrix};$$

$$R_3 = \begin{bmatrix} 0.3 & 0.3 & 0.4 & 0 \\ 0.4 & 0.4 & 0.2 & 0 \\ 0 & 0.3 & 0.6 & 0.1 \\ 0 & 0.3 & 0.6 & 0.1 \end{bmatrix}; R_4 = \begin{bmatrix} 0.5 & 0.3 & 0.2 & 0 \\ 0.4 & 0.4 & 0.2 & 0 \\ 0.4 & 0.3 & 0.3 & 0 \\ 0.3 & 0.5 & 0.2 & 0 \end{bmatrix};$$

$$R_5 = \begin{bmatrix} 0.6 & 0.4 & 0 & 0 \\ 0.4 & 0.3 & 0.3 & 0 \\ 0.3 & 0.4 & 0.3 & 0 \end{bmatrix}。$$

在利用层次分析法求得权重向量 W_i 的基础上，通过单因素模糊评价向量公式 $A_i=W_i \times R_i$ ，可求得各指标单因素模糊评价向量：

$$\begin{aligned}
 A_1 &= W_1 \times R_1 = (0.425\ 4, 0.300\ 0, 0.243\ 6, 0.030\ 9); \\
 A_2 &= W_2 \times R_2 = (0.488\ 5, 0.351\ 9, 0.151\ 7, 0.007\ 9); \\
 A_3 &= W_3 \times R_3 = (0.296\ 6, 0.341\ 7, 0.346\ 8, 0.015\ 0); \\
 A_4 &= W_4 \times R_4 = (0.446\ 4, 0.342\ 3, 0.211\ 2, 0); \\
 A_5 &= W_5 \times R_5 = (0.395\ 2, 0.355\ 7, 0.249\ 0, 0).
 \end{aligned}$$

基于单因素模糊评价进行综合模糊评判，可得综合模糊评判矩阵：

$$R = \begin{bmatrix} 0.425\ 4 & 0.300\ 0 & 0.243\ 6 & 0.030\ 9 \\ 0.488\ 5 & 0.351\ 9 & 0.151\ 7 & 0.007\ 9 \\ 0.296\ 6 & 0.341\ 7 & 0.346\ 8 & 0.015\ 0 \\ 0.446\ 4 & 0.342\ 3 & 0.211\ 2 & 0 \\ 0.395\ 2 & 0.355\ 7 & 0.249\ 1 & 0 \end{bmatrix}.$$

计算模糊综合评价向量，归一化处理结果，可得：

$$A = W \times R = (0.397\ 4, 0.341\ 1, 0.253\ 8, 0.007\ 7).$$

根据评价集赋值进行量化处理，可得模糊综合评价结果 $S=A \times V=76.8$ 。

3 结果分析

评分介于良好和优秀之间，略高于良好，反映当前油料仓库保障能力整体建设形势较好，但还有很大提升空间。评估建模过程中，基地保障能力和机动保障能力在评估中所占权重比例最大(74.2%)，说明参评专家和油库官兵一致认为基地和机动保障能力是油料保障能力建设的重点环节。在指标层各要素中，组织协同能力、战场态势感知、油料储存能力、人才队伍建设和军民融合水平评分普遍较低，拉低了整体分数，体现了当前能力建设的短板弱项。

4 结束语

油料仓库保障能力作为一种立体多元的复合体

系，具备多种任务目标、多样能力内涵、多种保障方式，适用于模糊层次评价法。笔者通过构建体系指标、建立数学模型、进行实例验证的流程对当前油料保障能力进行了评估，对能力建设的重点和短板进行了分析。事实证明，运用模糊层次分析法有助于指导油料仓库保障能力建设。需要特别明确的是，油料仓库保障能力作为复合体系，其最终能力由体系内各要素共同构成，应当用唯物辩证的观点看待体系内各个指标，不能单纯因为权重不高就认为该指标不重要。同时，随着形势发展变化，要结合调查研究及时调整体系内各指标权重，确保评估结论科学、客观、准确。

参考文献：

- [1] 龚杰, 雍歧东, 于力, 等. 基于云模型和层次分析法的油料保障能力评估[J]. 兵工自动化, 2018, 37(1): 66-69.
- [2] 马亚龙, 邵秋峰, 孙明, 等. 评估理论和方法及其军事应用[M]. 北京: 国防工业出版社, 2013: 45-103.
- [3] 陈松辉, 邱宏理. 基于 AHP 和模糊综合评判法的登陆作战效能分析[J]. 舰船电子工程, 2013, 33(2): 91-93.
- [4] 侯晓燕. 基于模糊层次分析法的装备技术保障能力评估[J]. 湖北航天科技, 2008(7): 18-22.
- [5] 王劲松, 阳名喜, 张童. 指挥机构指挥能力评估模型研究[J]. 指挥控制与仿真, 2016, 38(2): 72-75.
- [6] 雷宁, 曹继平, 王赛, 等. 基于 AHP 和模糊综合评价法的装备维修保障效能评估[J]. 兵工自动化, 2019, 38(10): 76.
- [7] 连云峰, 代冬升, 连光耀, 等. 基于 DoDAF 的装备维修保障能力评估[J]. 兵工自动化, 2020, 39(6): 49-52.
- [8] 宋欢, 舒健生. 基于模糊层次分析的导弹输送伴随保障能力评估[J]. 兵工自动化, 2023, 42(4): 66-69.
- [9] 汪涛, 张世伟, 路向远. 基于 AHP 方法的军队油料供应能力评价[J]. 后勤工程学院学报, 2014, 16(5): 15-18.
- [10] 舒先胜, 丁泽中. 基于主成分分析法油料保障能力评估[J]. 四川兵工学报, 2014(3): 76-79.