

基于 DEMATEL-ISM 的装备保障中心选址评价指标体系研究

刘 建¹, 陈桂明¹, 张雨森¹, 李炳林²

(1. 火箭军工程大学, 陕西 西安 710025;

2. 战略支援部队信息工程大学, 河南 郑州 450001)

摘 要: 基于决策实验室分析法 (Decision Making Trial and Evaluation Laboratory, DEMATEL) 和解释结构模型 (Interpretative Structural Modeling Method, ISM) 构建了装备保障中心选址问题评价指标体系。在确定的 14 种装备保障中心选址问题考虑因素中, 首先利用 DEMATEL 模型分析各评价指标间的因果关系和影响程度, 并将所有指标划分为 3 层; 再通过 ISM 法则构建多级有向拓扑图, 进一步评估了各指标之间的关系, 并得到 3 级评价体系。研究结果表明: 与已有研究相比, 本文方法可揭示各影响因素之间的内在联系与结构关系; 对于装备保障中心选址问题, 需要对其直接因素、中间因素和深层因素进行综合考虑, 其中, 气象条件、交通运输条件、信息化水平、隐蔽及伪装条件、受敌威胁程度等是所有指标中的关键因素, 应予以重点关注。

关键词: 装备保障中心; 选址问题; 决策实验室分析法; 解释结构模型; 评价指标体系

中图分类号: O221

文献标志码: A

文章编号: 2097-2741(2024)01-046-08

DEMATEL-ISM-based Evaluation Index System for Equipment Support Center Site Selection

LIU Jian¹, CHEN Guiming¹, ZHANG Yusen¹, LI Binglin²

(1. Rocket Force University of Engineering, Xi'an 710025, Shaanxi;

2. Information Engineering University of Strategic Support Force, Zhengzhou 450001, Henan)

ABSTRACT: Based on the decision making trial and evaluation laboratory (DEMATEL) and the interpretative structural modeling method (ISM) an evaluation index system for equipment support centre site selection was established. First, the DEMATEL model was used to analyze the causal relationship and the degree of influence between the 14 equipment support centre site selection considerations, and classify the evaluation indexes into three levels. Then, a multi-level directed topology map was constructed by the ISM to assess the relationship between the indicators in the system. Accordingly, a three-level evaluation system was obtained. Results indicated that the proposed method has advantages in revealing the internal relations and structural relationships between influence factors over the existed studies. For an equipment support center, it is crucial to consider direct, intermediate, and deep factors comprehensively. Furthermore, meteorological conditions, transportation conditions, informatization level, concealment and camouflage conditions, and the degree of threat from the enemy are all key factors in all indicators, which should be paid attention to.

收稿日期: 2023-09-25

第一作者: 刘建 (1988—), 男, 硕士研究生, 主要从事装备保障及资源优化研究。E-mail: 616488547@qq.com

引用格式: 刘建, 陈桂明, 张雨森, 等. 基于 DEMATEL-ISM 的装备保障中心选址评价指标体系研究[J]. 火箭军工程大学学报, 2024, 38 (1): 46-53.

logical and transportation conditions, information technology level, concealment and camouflage conditions, and the degree of threat from the enemy are key factors among all the indexes, which should be prioritized.

KEYWORDS: equipment support center; site selection; DEMATEL; ISM; evaluation index system

装备保障中心是装备保障力量的重要组成部分,通常由指挥机构、修理部门、仓储部门以及附属保障部门组成,承担着为作战部队提供装备、弹药、器材等的保障任务^[1]。现代条件下的联合作战,战斗装备类型多、型号种类杂、专业相关性强,这对于保障的要求也更高。特别是针对火箭军这一技术高度密集的军种,其装备保障具有易突发、消耗多、范围广、难度大和时效强的特点,每一个装备保障中心的选址都至关重要。因此,立足于现代高技术战争火箭军装备保障的发展方向,结合火箭军装备保障体系的运行特点,构建装备保障中心选址决策指标体系是实现部队装备保障效益最大化的一个关键问题。

选址问题属于运筹学范畴,是其中的一个经典问题。过去,研究者主要关注的是装备保障中心选址所需满足的条件及其优化方法。近年来,随着信息技术的快速发展和新兴经济的崛起,研究者开始探索如何将装备保障中心的选址与经济、环境等方面相结合,通过建立合理规范的评价指标体系,以实现多方面的利益最大化^[2-3]。装备保障中心选址问题的研究涉及多个学科领域,如多指标决策、层次分析和人工智能等。这些研究方法和模型为装备保障中心选址提供了科学的决策支持和评价方法,对于提高装备保障中心的运作效率和服务质量具有重要意义。

针对装备保障问题,文献[2]通过分析装备保障中心的特点以及装备保障的对象与内涵,依据相关保障要求,从装备保障的发展定位、力量体系建设和模式变革等方面为装备保障中心选址提供参考;文献[3]提出一种基于“云保障”系统的区域保障方案,为现代保障条件下的装备保障中心选址提出了新范例,解决了传统装备保障过程中存在的成本过高等问题,提升了装备保障过程中的工作效率;文献[4]则以新形势下所构建的装备保障体系为研究对象,探索了整个保障体系运行的过程,以大规模联合作战装备保障为典型案例,为装备保障中心建设提供了可参考的选址原则与要求;文献[5]针对战区陆军装备保障体系,

分析了其相关特征,并提出战区陆军装备保障体系的发展策略,在一定程度上可以对火箭军装备保障中心发展建设提供启发。但上述文献只是从整体原则上为装备保障中心选址问题提供依据,并没有很好地建立一个针对选址问题的评价指标体系,在考虑具体问题时无法进行定量比较。

而针对具体的实际问题,文献[6-7]利用K-means聚类算法和遗传算法以及粒子群算法等智能算法构建了相应的选址模型,虽然有效,但可操作性并不强;文献[8]则是采用混合整数规划的方法对选址问题进行研究,但该研究必须基于大量现有数据,才能得到科学合理的结果;文献[9]结合德尔菲法和层次分析法,从规划的角度解决中心选址问题,虽然能够建立一套完整的评价体系,但由于方法的限制,其受主观因素影响较大。

最近,基于决策实验室分析法(Decision Making Trial and Evaluation Laboratory, DEMATEL)和解释结构模型(Interpretative Structural Modeling Method, ISM)两种方法来对相关问题的影响因素进行分析,被应用于各类问题^[10-14]。通过构建影响因素之间的DEMATEL-ISM模型,能够清晰、直观地确定影响问题的关键因素以及各因素之间的层级关系和关联度。因此,本文集成DEMATEL和ISM,建立了较为系统的评价指标体系。

1 DEMATEL-ISM分析方法

DEMATEL模型利用矩阵运算求出因素间的因果关系和影响强度,通过可视化因素间的因果关系揭示复杂问题中的关键影响因素及其影响程度。然而,该方法无法有效识别系统中因素的层级结构^[14-15]。ISM法则通过分析构成系统的各子系统之间的直接二元相关关系,利用布尔代数运算等构造多级有向拓扑图,但无法确定要素对系统的影响程度^[16]。因此,将DEMATEL模型和ISM法则结合起来,在利用DEMATEL模型来分析因素间的因果关系和影响强度的基础上,通过ISM

法则来构建多级递阶有向拓扑图,能够进一步理解系统中各要素之间的关系^[10, 13],还可以更全面地分析系统中的关键要素及其影响程度,为决策提供更准确的依据^[11-12]。DEMATEL-ISM 分析方法的具体步骤如下。

Step1 直接影响矩阵计算。根据问题研究的目的,确定整个系统所需要分析的要素 $S_1, S_2, \dots, S_n$,再利用两两比较的方法确定 S_i 和 S_j 要素间的二元关系并对关系强弱进行量化,可得直接影响矩阵 A 为

$$A = \begin{bmatrix} 0 & s_{12} & \cdots & s_{1n} \\ s_{21} & 0 & \cdots & s_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ s_{n1} & s_{n2} & \cdots & 0 \end{bmatrix}$$

式中: s_{ij} ($i, j = 1, 2, \dots, n; i \neq j$) 表示因素 S_i 对 S_j 的直接影响程度,其值越大表示影响程度越大。在矩阵 A 中,对角线元素均为 0,是由于各因素与自身比较时,不存在影响关系。

Step2 规范化直接影响矩阵计算。对原始关系矩阵进行归一化,一般采用行和的最大值进行,所求的规范化直接影响矩阵 B 为

$$B = \frac{s_{ij}}{\max(\sum_{i=1}^n s_{ij})}, j = 1, 2, \dots, n$$

Step3 综合影响矩阵计算。对 Step2 所求得的规范化直接影响矩阵进行自乘,表示要素之间增加的间接影响,趋于极限时,所有矩阵的元素值会趋近于 0,即 $\lim_{k \rightarrow \infty} B^k = 0$ 。综合影响矩阵 T 将体现整个系统中各个元素之间影响的综合效应,计算式为

$$T = B + B^2 + \cdots + B^k = \sum_{k=1}^{\infty} B^k = B(I - B)^{-1}$$

式中: I 为单位矩阵。

Step4 影响度、被影响度、中心度与原因度计算。影响度 D_i 、被影响度 C_i 、中心度 M_i 和原因度 R_i 的计算式分别为

$$D_i = \sum_{j=1}^n x_{ij}, i = 1, 2, \dots, n$$

$$C_i = \sum_{j=1}^n x_{ji}, i = 1, 2, \dots, n$$

$$M_i = D_i + C_i$$

$$R_i = D_i - C_i$$

Step5 绘制原因-结果状态图。在该图中,将中心度作为横坐标、原因度作为纵坐标,此图可直接体现因果关系。

Step6 确定整体影响矩阵。由矩阵 T 与单位矩阵 I 相加,可得整体影响矩阵 E ($E = [e_{ij}]_{n \times n}$)。

Step7 确定可达矩阵。通过引入一个阈值 λ 以剔除因素之间影响程度微弱的关系,进而划分各因素之间的层级结构。阈值大小一般根据各因素之间的节点度衰减图得出。对矩阵 E 进行处理可得可达矩阵 F ($F = [f_{ij}]_{n \times n}$):

$$f_{ij} = \begin{cases} 1, & e_{ij} \geq \lambda \\ 0, & e_{ij} < \lambda \end{cases}$$

式中: $i, j = 1, 2, \dots, n$ 。

Step8 可达矩阵分解。首先进行区域分解,再进行级间分解,以划分出同一区域的各级因素。

Step9 多级阶梯结构模型构建。由按级顺序排列的可达矩阵去掉单位矩阵与越级关系后,便能清晰直观地看出各影响因素之间的层级关系。

2 装备保障中心选址评价指标

装备保障中心通常由多个保障部门组成,其部署必须方便集散或转运物资,以便于开展修理保障活动,同时还应具有一定的防护能力。因此,装备保障中心的选址问题应符合适应性原则、便利性原则、生存性原则、集约性原则、效益性原则和可扩展性原则。而在实际建设过程中,装备保障中心的选址一般有便于实施、利于安全以及经济性好等具体要求^[1]。

结合火箭军装备保障的特点,根据装备保障中心选址的原则及要求,通过对不同装备保障中心的调查,初步筛选出装备保障中心选址建设时需要考虑的因素;然后,采用德尔菲方法实现因素描述的准确性、独立性,并基于简化指标,在保证指标含义尽量不重复的前提下,最终形成 14 种装备保障中心选址的影响因素,分别为:区域战略规划 S_1 、外部环境 S_2 、基础设施条件 S_3 、安全水平 S_4 、与后方基地的距离 S_5 、与前方部队的距离 S_6 、气象条件 S_7 、地质条件 S_8 、地形条件 S_9 、交通运输条件 S_{10} 、信息化水平 S_{11} 、警戒及防卫条件 S_{12} 、隐蔽与伪装条件 S_{13} 和受敌威胁程度 S_{14} 。

3 模型构建及分析

3.1 DEMATEL-ISM 模型构建

为力求客观,本文把装备保障中心的选址问

题指标体系建立看作一个多目标、多准则决策问题, 通过考虑多个指标带来的不同程度影响以及各指标之间的相互影响构建评价指标体系。

在构建完整的指标评价体系时, 重点关注各个指标的独立影响以及它们之间的相互关联。基于此, 本文利用DEMATEL-ISM建立网状指标体系结构, 图1为基于DEMATEL-ISM模型的装备保障中心选址问题指标体系分析流程。

根据上文确定的指标 $S_1 \sim S_{14}$, 采用德尔菲法, 通过两两因素之间的比较, 来确定影响因素之间的相互影响程度, 进而得到直接影响矩阵。对因素之间相互的影响程度强弱采用5级标度法进行划分, 通过取0到4之间的整数值来分别代表: 没有影响、较小影响、一般影响、较大影响和非常影响。在此阶段, 各因素不需要与自身进行比较, 因此, 直接影响矩阵中的对角线元素均为0。对上述装备保障中心选址问题评价指标进行分析, 可得到直接影响矩阵 A (式 (1))。

同时, 运用“行和最大值归一化”的方法对直接影响矩阵进行计算, 可得规范化直接影响矩阵 B , 进而得到装备保障中心选址指标的综合影响矩阵 T (式 (2))。

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 2 & 0 & 0 \\ 0 & 3 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 3 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 2 & 0 \\ 0 & 3 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad (1)$$

根据综合影响矩阵, 计算各评价指标的中心度和原因度, 结果见表1。

将计算所得到的综合影响矩阵 T 加上单位矩阵 I , 可得到整体影响矩阵 E 。在此基础上, 引入一个阈值 λ , 以消除影响程度较小的关联性。将阈值 λ 分别取0.1、0.15、0.2、0.3、0.4以及0.5, 得到不同阈值下的装备保障中心选址问题评价指标的节点度衰减散点图, 如图2所示。可以看出, 对于装备保障中心选址问题的评价指标, 阈值 λ 取0.2~0.3较为合适。

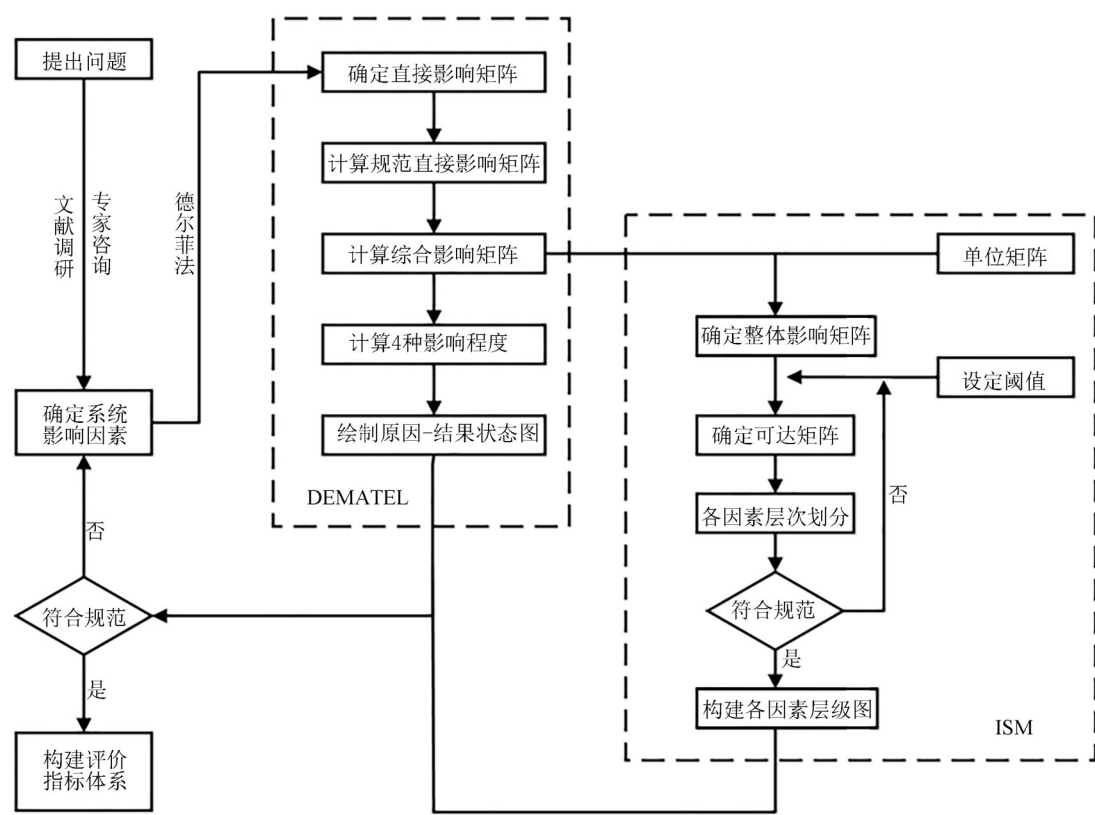


图1 基于DEMATEL-ISM模型的装备保障中心选址评价指标体系构建流程

Fig. 1 Construction process of equipment support center site selection index system based on DEMATEL-ISM model

$$T = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0.16 & 0 & 0 & 0.05 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.16 & 0 & 0 \\ 0.16 & 0 & 0 & 0.11 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.33 & 0 & 0 \\ 0 & 0.50 & 0 & 0.16 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.53 & 0.03 & 0.11 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.16 & 0 & 0 & 0.33 & 0 \\ 0 & 0.50 & 0 & 0.22 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.16 & 0 \\ 0 & 0.16 & 0.16 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0.33 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0.33 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0.33 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0.22 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.16 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad (2)$$

表 1 装备保障中心选址指标之间的中心度与原因度

Tab. 1 Centre degree and cause degree of equipment support center site selection indicators

指标	中心度 M	原因度 R
S_1	0.33	-1.33
S_2	1.69	-1.69
S_3	0.52	-0.52
S_4	1.55	-1.55
S_5	0.38	0.38
S_6	0.61	0.61
S_7	0.66	0.66
S_8	1.16	1.16
S_9	0.88	0.88
S_{10}	0.50	0.16
S_{11}	0.33	0.33
S_{12}	1.00	-1.33
S_{13}	0.83	-0.16
S_{14}	0.38	0.38

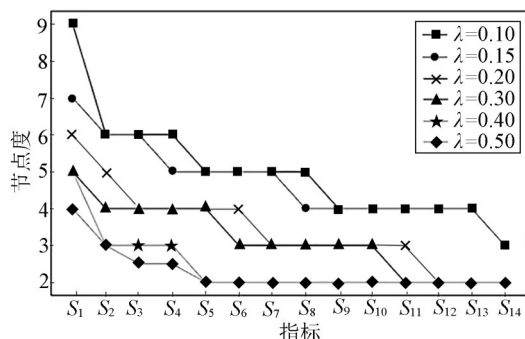


图 2 各评价指标的节点度衰减曲线

Fig. 2 Attenuation curve of node degree of site selection indicators

当阈值 λ 取 0.2 时, 结合整体影响矩阵, 可得

到可达矩阵 F 为

$$F = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

最后, 将上述得到的可达矩阵进行层级间的划分, 按照式 (3) 和式 (4) 进行计算, 求解得到可达集合 P_i 及前因集合 Q_i 。

$$P_i = \{a_j | a_j \in A, k_{ij} \neq 0\} \quad (3)$$

$$Q_i = \{a_j | a_j \in A, k_{ji} \neq 0\} \quad (4)$$

式中: $i = 1, 2, \dots, n$ 。

此外, 还可利用式 (5)

$$P_i = P_i \cap Q_i \quad (5)$$

对求解得到的可达集合和前因集合进行验证。最终得到的可达集合和前因集合见表 2。

表 2 装备保障中心选址指标的可达集合和前因集合

Tab. 2 Reachable set and antecedent set of equipment support center site selection indicators

序号	可达集	前因集	交集
1	$\{S_1\}$	$\{S_1, S_5, S_6\}$	$\{S_1\}$
2	$\{S_2\}$	$\{S_2, S_7, S_8, S_9, S_{10}\}$	$\{S_2\}$
3	$\{S_3\}$	$\{S_3, S_8, S_{10}, S_{11}\}$	$\{S_3\}$
4	$\{S_4\}$	$\{S_4, S_5, S_6, S_7, S_8, S_9, S_{12}, S_{13}, S_{14}\}$	$\{S_4\}$
5	$\{S_1, S_4, S_5, S_{12}\}$	$\{S_5\}$	$\{S_5\}$
6	$\{S_1, S_4, S_6, S_{12}\}$	$\{S_6\}$	$\{S_6\}$
7	$\{S_2, S_4, S_7\}$	$\{S_7\}$	$\{S_7\}$
8	$\{S_2, S_3, S_4, S_8, S_{10}, S_{13}\}$	$\{S_8\}$	$\{S_8\}$
9	$\{S_2, S_4, S_9, S_{13}\}$	$\{S_9\}$	$\{S_9\}$
10	$\{S_2, S_3, S_{10}\}$	$\{S_8, S_{10}\}$	$\{S_{10}\}$
11	$\{S_3, S_{11}\}$	$\{S_{11}\}$	$\{S_{11}\}$
12	$\{S_4, S_{12}\}$	$\{S_5, S_6, S_{12}, S_{14}\}$	$\{S_{12}\}$
13	$\{S_4, S_{13}\}$	$\{S_8, S_9, S_{13}\}$	$\{S_{13}\}$
14	$\{S_4, S_{12}, S_{14}\}$	$\{S_{14}\}$	$\{S_{14}\}$

验证表明, 当 i 取 1、2、3、4 时, 满足式

(5), 即装备保障中心选址问题的评价指标中, 区域战略规划 S_1 、外部环境 S_2 、基础设施条件 S_3 、安全水平 S_4 为第 1 层影响因子。在矩阵中去掉上述因子后, 重复上述验证步骤可得第 2 层影响因子为: 气象条件 S_7 、交通运输条件 S_{10} 、信息化水平 S_{11} 、隐蔽与伪装条件 S_{13} 、受敌威胁程度 S_{14} 。同理, 第 3 层影响因子为: 与后方基地的距离 S_5 、与前方部队的距离 S_6 、地质条件 S_8 、地形条件 S_9 、警戒及防卫条件 S_{12} 。

3.2 结果分析

根据表 1 所给出的装备保障中心选址指标之间的中心度与原因度, 绘制了装备保障中心选址问题评价指标的原因-结果状态图, 如图 3 所示。

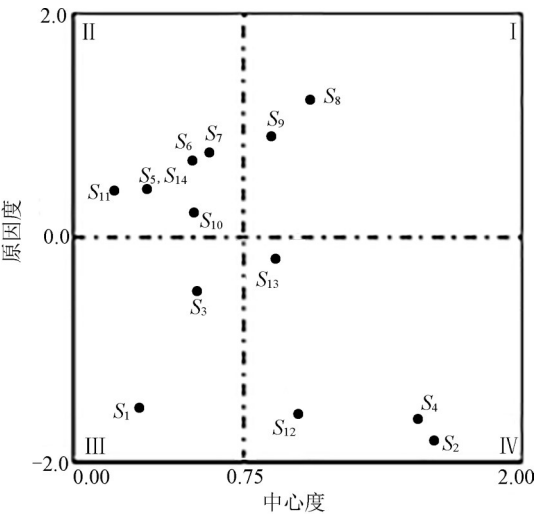


图 3 装备保障中心选址影响因素的原因-结果关系
Fig. 3 Cause-result of factors influencing the site selection of equipment support center

结合原因-结果状态图分析可得, 对于一个装备保障中心的选址问题, 其影响因素可分为 4 类: 第 1 类为对装备保障中心选址具有显著影响的强原因集 (第 I 区), 这类影响因素会对其他结果型影响因素造成较大影响; 第 2 类为对装备保障中心的选址具有次要影响的弱原因集 (第 II 区), 这类影响因素对其他结果型影响因素也会有一定影响; 而第 3 类和第 4 类则是由原因型影响因素综合作用下而形成的结果集。其中: 第 3 类为弱结果集 (第 III 区), 它将对装备保障中心的选址造成较弱的影响, 由一些在特殊情况下可以进行忽略的因素组成; 第 4 类为强结果集 (第 IV 区), 这类影响因素虽然是结果, 但对于装备保障中心的选址会有显著影响, 是在进行选址时所必须考虑的因素。

由 DEMATEL 方法计算所得到的影响因素中心度越大, 其对于装备保障中心选址会有更大的影响。而在原因-结果图中, 往往是第 I 区和第 IV 区中的因素会产生较大的中心度。因此, 按照计算所得到的中心度, 在考虑装备保障中心选址问题时, 需要重点评估第 I 区强原因集和第 IV 区强结果集中的影响因素, 即: 外部环境 S_2 、安全水平 S_4 、地质条件 S_8 、警戒及防卫条件 S_{12} 、地形条件 S_9 、隐蔽与伪装条件 S_{13} 。

结合表 2 所给出的装备保障中心选址指标的可达集合和前因集合, 可构建装备保障中心选址问题评价指标体系如图 4 所示。

由图 4 可以看出, 装备保障中心选址问题评价指标大致可以分为 2 层: 第 1 层指标包括区域规划

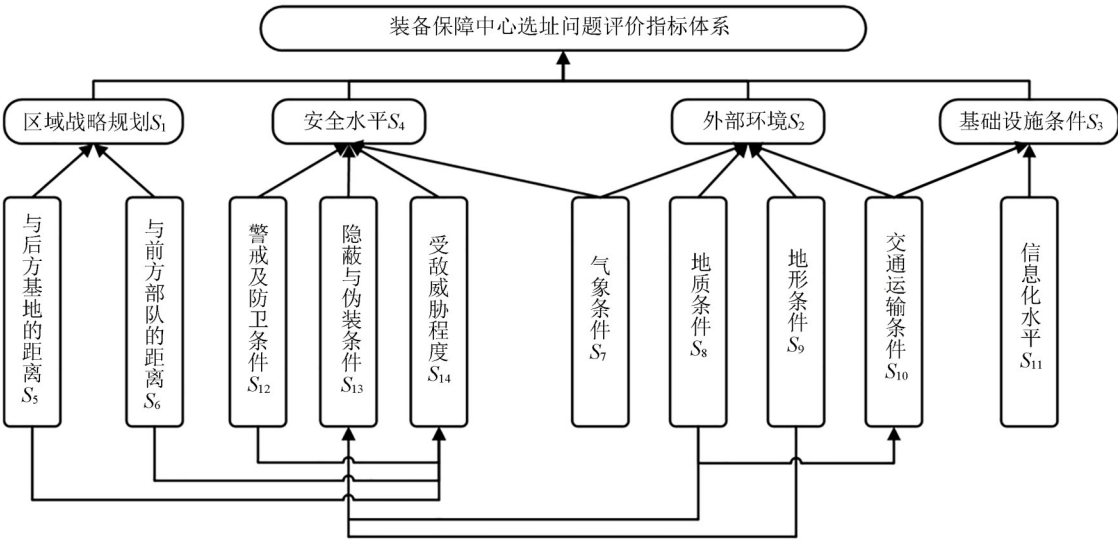


图 4 装备保障中心选址评价指标体系
Fig. 4 Evaluation index system for equipment support center site selection

战略、安全水平、外部环境、基础设施水平（即可达集合与前因集合中的第 1 层影响因子），这些指标属于装备保障中心选址时考虑的表层因素，对装备保障中心选址产生直接影响，同时也受下层指标的影响；第 2 层指标包括与后方基地的距离、与前方部队的距离、地形条件、地质条件、气象条件、警戒及防卫条件、隐蔽伪装条件、受敌威胁程度、交通运输条件及信息化水平，这些属于选址时需要考虑的深层因素，即影响装备保障中心选址的根源性因素。在这些根源性因素中：首先应该考虑的是气象条件、交通运输条件、信息化水平、隐蔽及伪装条件、受敌威胁程度（即上述第 2 层影响因子），这些因素属于所有根源因素中的首要考虑因素，会受到其他因素的综合影响；其次考虑与后方基地的距离、与前方部队的距离、地质条件、地形条件、警戒及方位条件（即上述第 3 层影响因子），这些因素形成了上述第 2 层中部分影响因素的基础影响条件。

4 结论

本文对装备保障中心选址问题的原则和要求进行了具体分析，给出了装备保障中心在选址时所需考虑的基本原则与具体要求。在枚举一系列评价指标后，利用 DEMATEL-ISM 构建了装备保障中心选址问题的评价指标体系。根据求解结果，认为装备保障中心选址问题评价指标大致可分为表层与深层共 14 种指标。并且在考虑 4 种表层因素后，需要重点对装备保障中心与后方基地的距离、与前方部队的距离、地形条件、地质条件、气象条件、警戒及防卫条件、隐蔽伪装条件、受敌威胁程度、交通运输条件及信息化水平等 10 种影响装备保障中心选址的根源性因素进行重点考查。目前，我军的物资保障体系主要依托后方仓库，但这种体系难以满足未来高技术局部战争对物资保障的新要求。本文所研究的装备保障中心选址问题，对于提高后勤与装备保障的军事效益和经济效益具有重要现实意义。

参考文献：

- [1] 麦涌涌. 军队通用装备区域保障中心建设研究[D]. 长沙: 国防科技大学, 2017: 21-22.
MAI Y Y. Research on the construction of military general equipment regional security center[D]. Changsha: National University of Defense Technol-
- gy, 2017: 21-22.
- [2] 伊洪冰, 张爱民, 刘亚东. 面向智能化战争的装备保障[J]. 军事交通学报, 2022, 1(2): 29-32.
YI H B, ZHANG A M, LIU Y D. Equipment support for intelligent war[J]. Journal of Military Transportation, 2022, 1(2): 29-32.
- [3] 宋大东, 汪琳, 刘旭阳, 等. 新体制下陆军装备维修器材“云保障”系统及区域保障模式研究[J]. 科技与创新, 2023(4): 63-68.
SONG D D, WANG L, LIU X Y, et al. Cloud-support system and regional support pattern of the army's equipment maintenance supply in the new system [J]. Science and Technology & Innovation, 2023 (4): 63-68.
- [4] 刘文开, 王晖, 马雅丽, 等. 装备保障体系 AODA 环运行概念模型[J]. 火力与指挥控制, 2022, 47 (1): 162-166.
LIU W K, WANG H, MA Y L, et al. Operational conceptual model of AODA loop for equipment support system[J]. Fire Control & Command Control, 2022, 47(1): 162-166.
- [5] 刘文开, 马雅丽, 王宾, 等. 战区陆军装备保障体系复杂适应性研究[J]. 军事交通学院学报, 2021, 23 (5): 28-32.
LIU W K, MA Y L, WANG B, et al. Complex adaptability of theater army equipment support system[J]. Journal of Military Transportation University, 2021, 23(5): 28-32.
- [6] 李众元, 郭建华, 陶翰达, 等. 基于改进粒子群算法的指挥所选址优化[J]. 火力与指挥控制, 2023, 48 (6): 124-130, 137.
LI Z Y, WU J H, TAO H D, et al. Optimization of site selection for command post based on improved particle swarm algorithm[J]. Fire Control & Command Control, 2023, 48(6): 124-130, 137.
- [7] 程元栋, 汪建伟, 韩佰庆. 基于预测需求量的物流仓储中心选址研究[J]. 湖北民族大学学报(自然科学版), 2023, 41(4): 538-544.
CHENG Y D, WANG J W, HAN B Q. Research on the location of logistics warehousing center based on demand forecast[J]. Journal of Hubei Minzu University (Natural Science Edition), 2023, 41(4): 538-544.
- [8] 陈刚, 贾晓朋. 生鲜农产品无人机集货中心鲁棒选址问题研究[J]. 科学技术与工程, 2023, 23(28): 12316-12323.
CHEN G, JIA X P. Robust location problem of drone collection center for fresh agricultural products[J].

- Science Technology and Engineering, 2023, 23(28): 12316-12323.
- [9] 王令华, 黄国平. 基于AHP法的湖南省应急物资储备调运中心选址分析[J]. 价值工程, 2023, 42(16): 61-63.
- WANG L H, HUANG G P. Analysis of location selection of emergency supplies reserve and transportation center in Hunan province based on AHP method [J]. Value Engineering, 2023, 42(16): 61-63.
- [10] 陈骏君, 付中南, 郭强, 等. 基于DEMATEL-ISM的校园网施工影响因素分析[J]. 福州大学学报(自然科学版), 2023, 51(5): 717-722.
- CHEN J J, FU Z N, GUO Q, et al. Analysis of influencing factors of campus network construction based on DEMATEL-ISM[J]. Journal of Fuzhou University (Natural Science Edition), 2023, 51(5): 717-722.
- [11] 万子欣, 邓小鹏, 徐向华, 等. 基于DEMATEL-ISM的建筑企业表见代理风险因素分析[J]. 工程管理学报, 2023, 37(5): 147-152.
- WAN Z X, DENG X P, XU X H, et al. Analysis of risk factors of agency by estoppel in construction enterprises based on DEMATEL-ISM[J]. Journal of Engineering Management, 2023, 37(5): 147-152.
- [12] 潘讯速, 刘文昌. 基于DEMATEL-ISM模型的装配式建筑成本影响因素研究[J]. 辽宁工业大学学报(社会科学版), 2023, 25(4): 37-43.
- PAN X S, LIU W C. Study on influence factors of prefabricated building cost based on DEMATEL-ISM[J]. Journal of Liaoning University of Technology (Social Science Edition), 2023, 25(4): 37-43.
- [13] 李广利, 严一知, 刘文琦, 等. 基于DEMATEL-ISM的矿工不安全情绪形成因子研究[J]. 中国安全科学学报, 2021, 31(7): 30-37.
- LI G L, YAN Y Z, LIU W Q, et al. Research on formation factors of miners' unsafe emotions based on DEMATEL-ISM[J]. China Safety Science Journal, 2021, 31(7): 30-37.
- [14] 黄建文, 熊鑫, 陈瑞, 等. 基于DEMATEL-ISM的高拱坝混凝土初期浇筑阶段施工进度风险分析[J]. 水力发电, 2020, 46(2): 61-65, 108.
- HUANG J W, XIONG X, CHEN R, et al. DEMATEL-ISM based risk analysis of high arch dam concrete construction schedule in initial pouring stage[J]. Water Power, 2020, 46(2): 61-65, 108.
- [15] YAZDI M, KHAN F, ABBASSI R, et al. Improved DEMATEL methodology for effective safety management decision-making[J]. Safety Science, 2020, 127: 104705.
- [16] 孟超, 李晓萌, 孙玉岭, 等. 基于ISM和信息熵的铁路隧道塌方风险分析[J]. 中国安全科学学报, 2018, 28(S1): 64-70.
- MENG C, LI X M, SUN Y L, et al. Risk analysis of railway tunnel collapse based on ISM and entropy-weighted method[J]. China Safety Science Journal, 2018, 28(S1): 64-70.

本刊被互联网数据库收录的公告

为适应新时代信息传播的规律和特点,促进学术研究成果在更广范围内交融渗透,学报从2024年第1期开始,正式被中国知网(CNKI CAJD)、万方中国学术期刊(Wanfang CSPD)、中国科技论文与引文(CSTPCD)、维普中文期刊(VIP CJD)、超星期刊(CXJD)、长江文库等互联网数据库收录。

为提升学报刊登论文的专业性、权威性、实践性,诚邀您或您的团队撰写学术论文。本刊针对热点前沿问题开设专题,相关文章将以专栏或专刊形式刊发,稿酬优厚,并可为作者及其研究团队研究成果进行宣传和推广。

《火箭军工程大学学报》编辑部

2024年2月