

# 基于分层 DEMATEL 算法的联合作战构想定性验证模式研究

李佳恒<sup>1,2</sup>, 王明宇<sup>1</sup>, 杨菁<sup>1</sup>, 马明辉<sup>3</sup>, 王伟<sup>4</sup>, 杨帆<sup>5</sup>

(1. 空军工程大学防空反导学院, 西安, 710051; 2. 93792 部队, 河北廊坊, 065000; 3. 31015 部队, 北京, 100096;  
4. 93111 部队, 北京, 100036; 5. 93501 部队, 北京, 100061)

**摘要** 联合作战构想作为联合作战筹划输入信息, 其科学性、合理性、可执行性应得到充分验证。基于分层 DEMATEL 算法, 融合适用于处理复杂巨系统问题的“物理-事理-人理”方法论用于联合作战构想定性验证。分析了联合作战构想的本质特征、验证需求和验证方式, 提出了基于“物理-事理-人理”三属性准则的分析架构, 构建了基于目的性、合理性、可行性、协调性、风险性 5 个维度准则的定性验证指标体系, 并进行了案例计算和结果分析, 可为联合作战构想定性验证提供新方式方法。

**关键词** 分层 DEMATEL 方法; WSR 方法论; 联合作战; 作战构想; 定性验证

**DOI** 10.3969/j.issn.2097-1915.2024.04.008

**中图分类号** TP274    **文献标志码** A    **文章编号** 2097-1915(2024)04-0049-09

## Research on the Qualitative Verification Mode of Joint Operation Conception Based on Hierarchical DEMATEL Algorithm

LI Jiaheng<sup>1,2</sup>, WANG Mingyu<sup>1</sup>, YANG Jing<sup>1</sup>, MA Minghui<sup>3</sup>, WANG Wei<sup>4</sup>, YANG Fan<sup>5</sup>

(1. Air Defense and Antimissile School, Air Force Engineering University, Xi'an, 710051, China;  
2. Unit 93792, Langfang 065000, Hebei, China; 3. Unit 31015, Beijing 100096, China;  
4. Unit 93111, Beijing 100036, China; 5. Unit 93501, Beijing 100061, China)

**Abstract** In joint operation planning, there is an input information whose scientific nature, rationality and operability of joint operation conception should be fully verified. A qualitative verification mode of joint operation conception is formed based on the hierarchical DEMATEL algorithm and combined with “Wuli-Shili-Renli” methodology suitable for dealing with complex giant system problems. The essential characteristic, verification needs and verification methods of joint operation conception are analyzed, the qualitative evaluation index system of joint operation conception is set up, the analysis framework based on the three-attributes criteria of “Wuli-Shili-Renli” is constructed, and the analysis framework based on the five-dimension criteria of purpose, rationality, feasibility, coordination and risk are built. The case calculation and result analysis are made. Finally, the method is provided for the qualitative verification mode of joint operation conception.

**Key words** hierarchical DEMATEL algorithm; WSR methodology; joint operation; operation conception; qualita-

收稿日期: 2024-03-19

基金项目: 国家自然科学基金(62201610)

作者简介: 李佳恒(1993—), 男, 江西南昌人, 博士生, 研究方向为军事装备论证与保障、作战指挥理论及应用。E-mail: zxd202301@126.com

**引用格式:** 李佳恒, 王明宇, 杨菁, 等. 基于分层 DEMATEL 算法的联合作战构想定性验证模式研究[J]. 空军工程大学学报, 2024, 25(4): 49-57. LI Jiaheng, WANG Mingyu, YANG Jing, et al. Research on the Qualitative Verification Mode of Joint Operation Conception Based on Hierarchical DEMATEL Algorithm[J]. Journal of Air Force Engineering University, 2024, 25(4): 49-57.

tive verification

联合作战构想是联合作战指挥员对战役全局的宏观谋划和整体构思,是其对当面战场典型战争样式和主要战争形态的总体把握,集中反映了指挥员的战争观和战争设计思想。联合作战构想作为作战筹划的输入环节,对筹划活动的组织实施方向起到主导性作用。因此,要求联合作战构想具备科学性、合理性、可行性和置信度。故在构想设计过程中,需对主体内容进行验证分析。根据构想内容和验证需求的差异,可以采用定性验证、定量验证和定性定量联合验证 3 种验证模式。在定性验证方面,面对无法定量计算、建模仿真和数值分析的问题,可采取领域专家主导的模式,对联合作战构想进行多属性决策和综合判定。考虑到联合作战构想具有开放性的复杂巨系统本质特征,宜选用处理复杂系统问题的方法进行研究。在具体实施过程中,可采用“物理-事理-人理”(WSR)科学哲学方法论<sup>[1-2]</sup>进行指标体系的构建,结合筹划决策与评估实验室(decision-making & trial evaluation laboratory, DEMATEL)算法<sup>[3-4]</sup>进行关键要素的识别分析,进而指导联合作战构想设计过程,辅助修订或调整构想设计重心和方向。但是,经典 DEMATEL 算法仅适用于指标较少的简单系统,在处理指标较多的复杂系统问题时工作量巨大、工作效率降低。为此,中国海洋大学的杜元伟提出了分层 DEMATEL 算法<sup>[5-6]</sup>,为多指标复杂系统研究提供了新思路。本文将“物理-事理-人理”方法论与分层 DEMATEL 算法相结合,用于联合作战构想定性验证研究。依托方法论,明确指导原则,将复杂系统进行层次分解。采用分层 DEMATEL 算法,进行解算分析,支持定性评价和辅助决策。

## 1 联合作战构想及其验证需求

### 1.1 联合作战构想的本质分析

联合作战构想具有开放的复杂巨系统<sup>[7-9]</sup>的本质特征,主要包括复杂性、开放性、层次性、巨量性和涌现性等。不同特性对指标体系的构建提出了不同要求。<sup>①</sup>“复杂性”表现为联合作战构想具有特定的指导理论,独特的设计方法,明确的实施流程和特有的工作机制。为从复杂巨系统中明确主题主线,要求在指标体系中突出“目的性”。<sup>②</sup>“开放性”体现为构想设计中必须充分掌握对手信息、己方情况、环境条件等内容。为使各方面内容平衡稳定、衔接适当,需要在指标体系中提升“协调性”。<sup>③</sup>“层次性”体现为构想设计中必须综合考虑“宏观-中观-微观、战略-

战役-战术、威慑-相持-对抗”等问题<sup>[10]</sup>,按照特定原则有区别地进行层次分析,需要突出“合理性”。<sup>④</sup>“巨量性”体现为构想设计中需要综合考虑条令条例、作战大纲、联合作战力量编成、装备性能等诸多信息,需要突出“可行性”。<sup>⑤</sup>“涌现性”体现为构想设计人员在随机-定向式、启发-质疑式、批判-反驳式协同机制的推动下涌现出群体智慧,而基于领域专家的差异化思维,应充分考虑作战构想可能面临的“风险性”。

### 1.2 联合作战构想的验证需求

在联合作战构想设计过程中,需要对构想结论及主体内容等进行验证,一般包括制胜机理、作战回路验证,以及作战目标与关键结果验证。<sup>①</sup>制胜机理及作战回路验证可以细化为对关键作战链路或作战环节的验证。可依据“WSR”方法论,结合当面战场的物理基础、事理特征和人理机制设定不同层级的制胜机理。具体表现为充分构设对手情况下的核心杀伤链或典型作战回路。其验证内容主要包括基于兵力兵器和力量部署的构想可行性验证、可靠性验证以及效能效果验证。<sup>②</sup>作战目标与关键结果验证需要结合具体的构想设计方法进行分析。将目标与关键结果工作法(objectives & key results, OKR)<sup>[11-12]</sup>作为联合作战构想的设计方法,借鉴其精细化设计理念量化作战行动,并以行动为路径,设定关键结果。以各域关键结果的达成情况评判作战构想的实现可能,重点验证时间、位置、质量、数量等定量指标。

### 1.3 联合作战构想的验证方式

在联合作战构想的验证环节<sup>[13-14]</sup>,可以采用定性验证、定量验证以及定性定量联合验证 3 种模式。<sup>①</sup>定性验证模式。在对联合作战构想进行宏观判断或综合评定的过程中,可以采用领域专家主导的方法,对方案整体及要素的科学性、合理性、可行性和置信度进行判断决策,典型的方法包括筹划决策与评估实验室方法、专家组组合赋权法、层次分析法、多属性价值理论法等。<sup>②</sup>定量验证模式。可采用战术计算、建模仿真、作战仿真、兵棋推演等方法进行验证。战术计算侧重兵力需求计算、战场容量等宏观问题。兵棋推演侧重兵力部署、排兵布阵等问题。作战仿真侧重方案验证、辅助决策等职能。<sup>③</sup>定性定量联合验证模式。在多领域专家群体与多系统平台工具大跨度协同的背景下,采用综合集成研讨厅方法论<sup>[15]</sup>,孕育无人机混合多智能体协同求解机制,将定性验证方法与定量验证手段相结合,发挥系统

的综合效能和整体优势。

## 2 基于“WSR”的判定因素分析

### 2.1 “WSR”方法论应用模式

“WSR”系统方法论被国际系统科学学会列为“整合系统方法论”,可作为解决“开放的复杂巨系统问题”的方法工具。将该方法论应用于联合作战构想研究的可行性表现在以下3个方面。①二者具有可匹配的逻辑框架。联合作战构想需要考虑敌我实力情况,敌我意图意志,战场空间情况等多方面因素。各因素可以映射至物理-事理-人理的逻辑框架,并在框架内分析相互关系和互动模式。②二者具有可匹配的思维模式。该方法论的思维模式可以简单概括为“整体认识-分层研究-综合处理”。在联

合作战构想设计过程中可以借鉴并细化该思维模式,尤其是分层思想,可以有效降解复杂系统问题。

③二者具有可匹配的描述手段。联合作战构想的开放性与巨量性特征要求必须考虑多种多样因素、指标、条件。而此类内容均可划分为自然(物质)、系统(组织)、人文(社会)类别,并分别采用自然科学或工程技术、系统科学或管理科学,以及社会科学方法进行描述或研究。

### 2.2 联合作战构想评价指标

将“WSR”方法论与联合作战构想相结合,形成基本框架;再以此为基础,向“目的性、合理性、可行性、协调性、风险性”5个维度进行映射,最终形成基于该方法论的联合作战构想定性验证指标体系,共33项主要指标,其指标分布、属性分析和内容描述如表1所示。

表1 基于“WSR”方法论的联合作战构想指标分析表

维度	指标	属性	描述
物理 (W)	$f_1$	方案完备性	联合作战构想中主案、备案的完备性,越完备越好
	$f_2$	主责域选配科学性	承担主要作战责任的行动域,其科学性、合理性,越科学合理越好
	$f_3$	力量编成多元性	作战力量选择的联合性、多元性,越合理越好
	$f_4$	指挥手段及方式可行性	选择的指挥手段及指挥方式,越合理越好
	$f_5$	兵力资源可满足性	可调配的作战力量能否满足联合作战构想的实现需求,越完备越好
	$f_6$	情报保障需求可满足性	满足联合作战构想需要的情报保障需求,越满足越好
	$f_7$	装备保障需求可满足性	满足联合作战构想需要的装备保障需求,越满足越好
	$f_8$	物资保障需求可满足性	满足联合作战构想需要的物资保障需求,越满足越好
	$f_9$	作战时间空间可行性	满足联合作战构想的战场空间及作战时间需求,越可行越好
	$f_{10}$	作战效费比	作战效费比在可承受的范围内,越高越好
	$f_{11}$	战争物质代价可承受性	战争所带来的物质层面的代价及未来影响可承受性,越合理越好
事理 (S)	$f_{12}$	对手意志设定合理性	对对手战争意志的充分考虑、充分设定,越充分越好
	$f_{13}$	对手行动预想合理性	对对手行动构想的充分考虑、充分设定,越充分越好
	$f_{14}$	战场环境判断合理性	对气象、水文、地理等战场环境的充分考虑,越充分越好
	$f_{15}$	关键结果可验证性	联合作战构想的关键结果能否验证,验证手段越丰富,置信度越高越好
	$f_{16}$	情况构想全面性	联合作战构想的情况分析、突发事件分析、可能的外部干预分析,越全面越好
	$f_{17}$	方案设计科学性	联合作战构想方案的科学性、合理性,实事求是,越科学越好
	$f_{18}$	指挥及协同关系明确性	设定的指挥体制、指挥体系、指挥关系、协同关系,越合理越好
	$f_{19}$	阶段内行动构想协调性	在作战构想设定的不同战役阶段内,力量及行动的衔接匹配,越紧密越好
	$f_{20}$	方案转换灵活性	根据内外部条件,在同一阶段及不同阶段中方案转换灵活性,设置越周密越好
	$f_{21}$	战争范围可控性	战争可能波及的范围,主要预想对手的变化,越合理越好
	$f_{22}$	战争烈度可控性	战争可能迸发的烈度,包括使用武器类型的上限,越准确越好
人理 (R)	$f_{23}$	战役目标匹配度	战役目标匹配战略目标的程度,越匹配越好
	$f_{24}$	战役目标可达性	作战构想设定目标的合理性,是否能够利用现有力量达成目标,越合理越好
	$f_{25}$	关键结果合理性	能否根据现有力量达成联合作战构想的关键结果,越合理越好
	$f_{26}$	关键结果匹配度	达成作战构想中的关键结果能否支撑作战目标的实现,关键结果越匹配越好
	$f_{27}$	认知斗争判断合理性	是否考虑舆论、心理、法律等认知域斗争活动,越周密越好
	$f_{28}$	战役阶段划分合理性	战役阶段的划分是否合理,转折性事件的把握是否准确,越合理越准确越好
	$f_{29}$	阶段目标设定合理性	各阶段作战目标的设定是否合理,越科学合理越好
	$f_{30}$	阶段转换时机明确性	作战阶段转换的时机是否合理,越明确越好
	$f_{31}$	不同阶段力量明确性	不同作战阶段的主责力量与配合力量是否合理,越明确越好
	$f_{32}$	战争走向可把握性	能否主导、把握、掌控战争走向,把握能力越强越好
	$f_{33}$	政治、外交、舆论斗争代价可承受性	与战争紧密相关的政治、外交、舆论等斗争的准确情况,在一定程度上受到损失,但可以支撑战争行动的继续推进,承受能力越强越好

### 3 分层 DEMATEL 算法的构建与应用

DEMATEL 算法是日内瓦中心乔治大学 Battelle 协会提出一种复杂系统因素分析方法。该方法基于图论与矩阵工具,通过分析复杂系统中因素之间的相互影响,得出系统的内在因果关系,并识别关键因素。为有效融合联合作战构想定性评价人员的差异化决策思维,挖掘大规模群体决策中的深层次信息,得到更可靠的定性评价结论,可选用并适应性改进该方法。经典的 DEMATEL 方法需要评价人员对指标体系内的每个指标进行两两对比评价。当系统有  $n$  个指标时,需要进行  $n(n-1)$  次对比。在指标较少的简单系统中尚且适用。但当复杂系统具有大量指标元素时,需要大量的对比工作,难以保证足够的质量与效率。因此,可利用复杂系统的层次性,对其进行水平分解和垂直分解。一方面,结合应用领域的特定原则要求进行水平分解,将复杂系统降解为多个简单系统;另一方面,结合具体规则再向下划分出多级子系统。分层 DEMATEL 算法的步骤如下:

**步骤 1** 将复杂系统进行层次分解。首先进行水平分解,将具有  $N$  个因素的系统  $F$  分解为  $Q$  个子因素集  $F_1 \sim F_Q$ , 子因素集内的因素具有共同属性。随后,按照子因素集内的具体规则进行垂直分解,将  $F_Q$  分解为  $f_1^q \sim f_{N_q}^q$ 。

**步骤 2** 获得子因素集直接影响矩阵。由领域专家按照李克特五级量表对所有子因素集的所有因素进行评价,得到各自的直接影响矩阵。例如,对具有  $n$  个因素的子因素集进行评价,得到直接影响矩阵  $\mathbf{X}$ 。

$$\mathbf{X} = (x_{ij})_{n \times n} = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ x_{n1} & x_{n2} & \cdots & x_{nn} \end{bmatrix} \quad (1)$$

式中:  $x_{ij}$  ( $i, j \in n$ ) 表示领域专家就指标  $i$  影响因素  $j$  的程度进行打分。

**步骤 3** 计算系统整体的综合影响矩阵。子因素集评价完成后,计算各子因素集相互间的影响矩阵  $\bar{\mathbf{X}}_{ij}$  ( $i, j \in Q$ ), 共  $Q \times Q$  个。此类矩阵中各元素

的计算式为:

$$\bar{x}_{ij}^{qq'} = \begin{cases} \frac{x_{qj'}}{\sum_i \sum_j x_{ij}^{qj}}, q = q' \\ \frac{z_i^q z_j^{q'}}{\sum_i \sum_j z_i^q z_j^{q'}}, q \neq q' \end{cases} \quad (2)$$

for  $i = 1, 2, \dots, N_q, j = 1, 2, \dots, N_{q'}$

当  $q = q'$  时, 即子系统相同, 此时,  $x_{ij}^{qq'} = x_{ij}^q$ , 元素值由专家评价矩阵直接提供。当  $q \neq q'$  时, 即子系统不同,  $x_{qq'}$  代表子系统  $F_q$  对子系统  $F_{q'}$  的直接影响程度。 $z_i^q$  代表因素  $f_i^q$  在子系统  $F_q$  中的中心度, 计算式由步骤 6 提出。

计算完成后, 组合所有的子因素集间影响矩阵  $\bar{\mathbf{X}}_{ij}$ , 形成整个复杂系统总的影响矩阵  $\bar{\mathbf{X}}$  为:

$$\bar{\mathbf{X}} = [\bar{x}_{ij}]_{N \times N} = \begin{bmatrix} \bar{\mathbf{X}}_{11} & \cdots & \bar{\mathbf{X}}_{1Q} \\ \vdots & & \vdots \\ \bar{\mathbf{X}}_{Q1} & \cdots & \bar{\mathbf{X}}_{QQ} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \begin{bmatrix} \bar{x}_{11}^{11} & \cdots & \bar{x}_{1N_1}^{11} \\ \vdots & & \vdots \\ \bar{x}_{N_1 1}^{11} & \cdots & \bar{x}_{N_1 N_1}^{11} \end{bmatrix} & \cdots & \begin{bmatrix} \bar{x}_{11}^{1Q} & \cdots & \bar{x}_{1N_Q}^{1Q} \\ \vdots & & \vdots \\ \bar{x}_{N_1 1}^{1Q} & \cdots & \bar{x}_{N_1 N_Q}^{1Q} \end{bmatrix} \\ \vdots & & \vdots \\ \begin{bmatrix} \bar{x}_{11}^{Q1} & \cdots & \bar{x}_{1N_1}^{Q1} \\ \vdots & & \vdots \\ \bar{x}_{N_Q 1}^{Q1} & \cdots & \bar{x}_{N_Q N_1}^{Q1} \end{bmatrix} & \cdots & \begin{bmatrix} \bar{x}_{11}^{QQ} & \cdots & \bar{x}_{1N_Q}^{QQ} \\ \vdots & & \vdots \\ \bar{x}_{N_Q 1}^{QQ} & \cdots & \bar{x}_{N_Q N_Q}^{QQ} \end{bmatrix} \end{bmatrix} \quad (3)$$

**步骤 4** 将复杂系统总的影响矩阵  $\bar{\mathbf{X}}$  代入经典 DEMATEL 方法。首先, 将直接影响矩阵规范化为矩阵  $\mathbf{M}$ :

$$\mathbf{M} = \bar{\mathbf{X}} / \max_i \sum_{j=1}^n \bar{x}_{ij} \quad (4)$$

**步骤 5** 构造综合影响矩阵  $\mathbf{T}$ 。

$$\mathbf{T} = (t_{ij})_{N \times N} = \lim_{t \rightarrow \infty} (\mathbf{M}^1 + \mathbf{M}^2 + \cdots + \mathbf{M}^t) = \mathbf{M}(\mathbf{I} - \mathbf{M})^{-1} \quad (5)$$

**步骤 6** 基于综合影响矩阵, 计算各因素的中心度和原因度, 并进行重要程度和相互关系分析。

$$r_i = \sum_{j=1}^n t_{ij}, i = 1, 2, \dots, n \quad (6)$$

$$d_j = \sum_{i=1}^n t_{ji}, j = 1, 2, \dots, n \quad (7)$$

式中: $r_i$  为矩阵  $\mathbf{T}$  中第  $i$  行元素的总和,即因素  $i$  对其他因素的影响程度; $d_j$  为矩阵  $\mathbf{T}$  中第  $j$  列因素的综合,即其他影响因素对该因素的影响程度;当  $i=j$  时,因素  $i$  的中心度为  $r_i+d_j$ ,反映该因素在整个系统中的相对重要程度,原因度  $r_i-d_j$  反映该因素与系统内其它因素的因果关系。结合原因因素分析与结果因素分析结论,明确提升联合作战构想的效率。结合中心度分析结论,明确联合作战构想设计过程中,设计人员需要重点关注的内容。

## 4 联合作战构想验证分析

### 4.1 “WSR”准则架构分析

联合作战构想“WSR”模型中的各要素之间相互联系,不可分割。对其建模的过程必须考虑到体

系的完整性,并凸显联合作战构想这一研究对象的特点。因此,以物理、事理、人理为三维坐标,向外延伸拓展,部署指标要素,形成包络结构。指标之间则可在包络上组织关系、发生联系。其中,物理维的指标集中在可行性与协调性,事理维侧重合理性、可行性与协调性,人理维关注目的性与合理性。具体的指标分布如表 2 所示。

表 2 联合作战构想指标分布表

指标	目的性	合理性	可行性	协调性	风险性
物理	1	2	4	3	1
事理	0	3	3	3	2
人理	4	3	0	2	2

联合作战构想“WSR”准则指标形态示意图如图 1 所示。

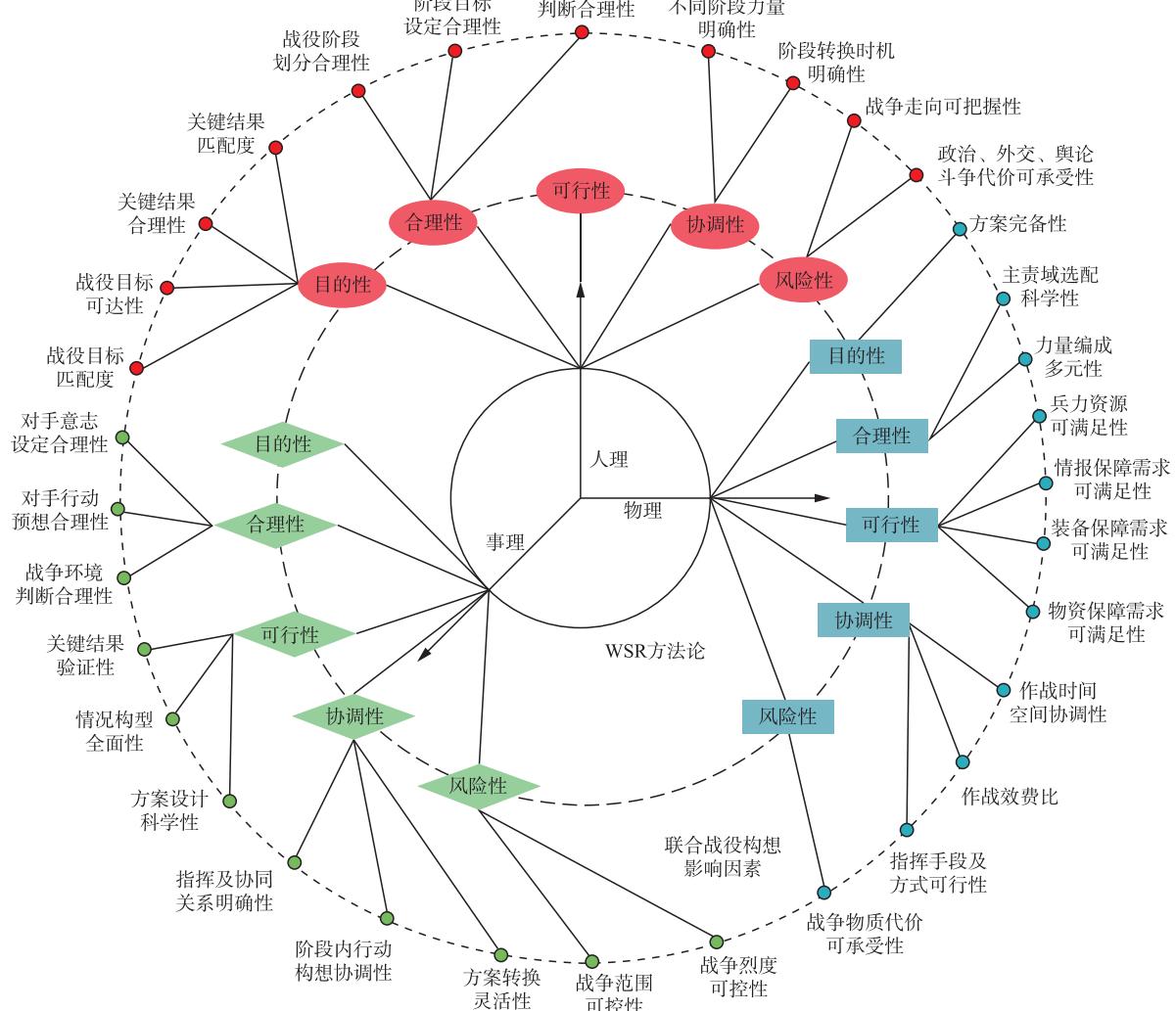


图 1 联合作战构想“WSR”指标形态

以“WSR”三属性准则为复杂系统划分原则,将联合作战构想划定性评价指标体系划分为物理、事理、人理 3 个子系统。组织领域专家对指标体系进行打分,生成直接影响矩阵。基于三属性准则的子

系统划分及评价矩阵如图 2 所示。结合分层 DEMATEL 算法进行数值计算,求得中心度、原因度,并按照中心度生成指标重要性排序。基于三属性准则的指标分析如表 3 所示。

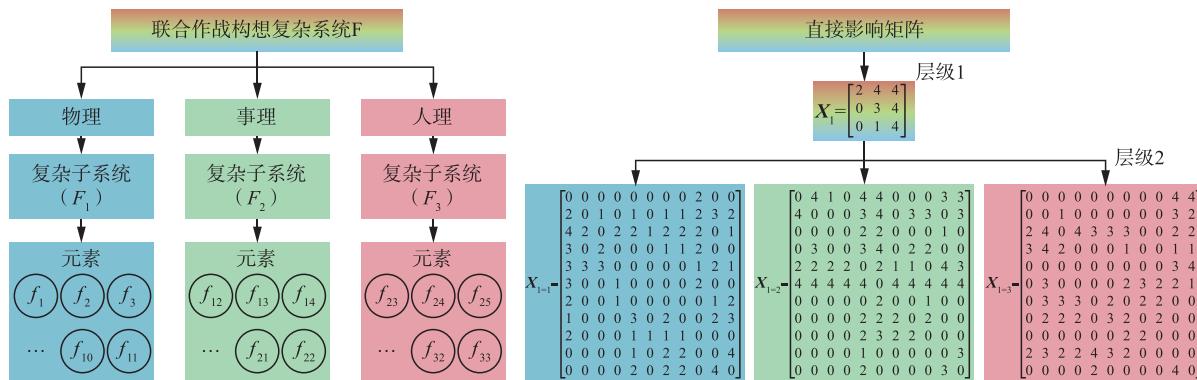


图 2 基于“WSR”三属性准则的子系统划分及评价矩阵示意图

表 3 基于“WSR”三属性准则的指标分析表

指标	中心度	原因度	排序	指标	中心度	原因度	排序	指标	中心度	原因度	排序
$f_1$	0.910 1	0.373 4	26	$f_{12}$	1.476 8	0.110 2	9	$f_{23}$	1.035 4	-0.428 4	22
$f_2$	0.930 0	0.792 7	25	$f_{13}$	1.681 9	0.092 2	6	$f_{24}$	1.728 6	-1.127 5	5
$f_3$	1.166 1	1.003 8	16	$f_{14}$	0.688 1	-0.083 3	28	$f_{25}$	1.853 2	-0.278 8	4
$f_4$	0.529 6	0.422 7	32	$f_{15}$	1.137 9	0.143 7	17	$f_{26}$	1.421 9	-0.536 8	10
$f_5$	1.204 5	0.927 3	12	$f_{16}$	1.918 2	-0.161 7	3	$f_{27}$	1.187 5	-0.632 9	15
$f_6$	0.339 2	0.284 9	33	$f_{17}$	2.795 4	0.219 7	1	$f_{28}$	1.641 7	-0.702 2	7
$f_7$	0.810 8	0.506 6	27	$f_{18}$	0.666 9	-0.162 6	31	$f_{29}$	1.577 5	-0.473 8	8
$f_8$	1.041 4	0.792 5	21	$f_{19}$	1.022 4	-0.141 0	23	$f_{30}$	1.190 3	-0.264 0	14
$f_9$	0.686 0	0.439 0	30	$f_{20}$	1.076 8	-0.103 5	19	$f_{31}$	0.687 8	-0.359 9	29
$f_{10}$	1.096 6	0.761 5	18	$f_{21}$	0.958 5	-0.323 5	24	$f_{32}$	2.193 3	-0.849 3	2
$f_{11}$	1.193 6	0.831 6	13	$f_{22}$	1.052 6	-0.327 2	20	$f_{33}$	1.291 6	-0.745 4	11

1) 原因因素是原因度大于 0 的指标,对其他指标产生影响。由表 3 可知,力量编成多元性( $f_3$ )、兵力资源可满足性( $f_5$ )、战争物质代价可承受性( $f_{11}$ )、物资保障需求可满足性( $f_8$ )、主责域选配科学性( $f_2$ )是影响联合作战构想价值、作用、效力的主要原因因素。从指标分布情况看,高原因度的指标集中在“物理”维度,体现了物质条件对战争的支撑性作用。联合作战构想的设计绝不能纸上谈兵,只有符合当下的敌情、我情、战场环境要求,在物力允许的情况下,才能进行科学合理的联合作战构想。

2) 结果因素是原因度小于 0 的指标,受到其他指标的影响。由表 3 可知,战役目标可达性( $f_{24}$ )、战争走向可把握性( $f_{32}$ )、政治、外交、舆论斗争代价可承受性( $f_{33}$ )、战役阶段划分合理性( $f_{28}$ )、认知斗

争判断合理性( $f_{27}$ )等指标容易受到其他指标的影响。从指标分布情况看,主要的结果因素都集中在“人理”维度。可见,人的因素是受到客观物质世界影响和制约的。在联合作战构想设计过程中,发扬人的主观能动性不能脱离物质现实,应避免盲目冒进或急功近利的情况。

3) 中心度反映指标的主动与被动影响度之和,其值越大说明该指标与其他指标之间的关系越紧密。专家评议认为方案设计科学性( $f_{17}$ )、战争走向可把握性( $f_{32}$ )、情况构想全面性( $f_{16}$ )、关键结果合理性( $f_{25}$ )、战役目标可达性( $f_{24}$ )具有较高的中心度。这些指标反映专家群体对联合作战构想主要内涵的关注倾向。因此,在构想设计过程中要重点关注、刻意强化。图 3 为基于 WSR 准则的指标体系原因-结果示意图。

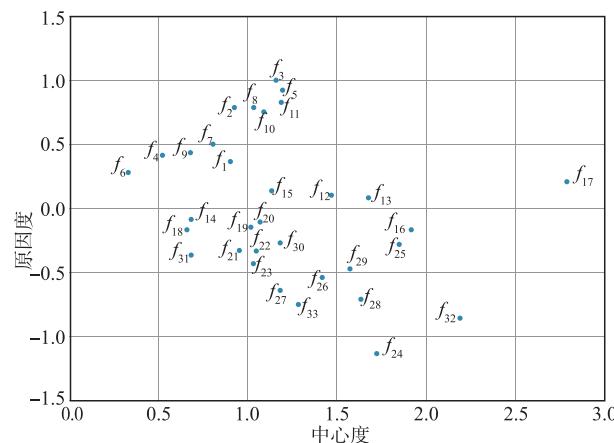


图3 基于“WSR”三属性准则的指标体系原因-结果

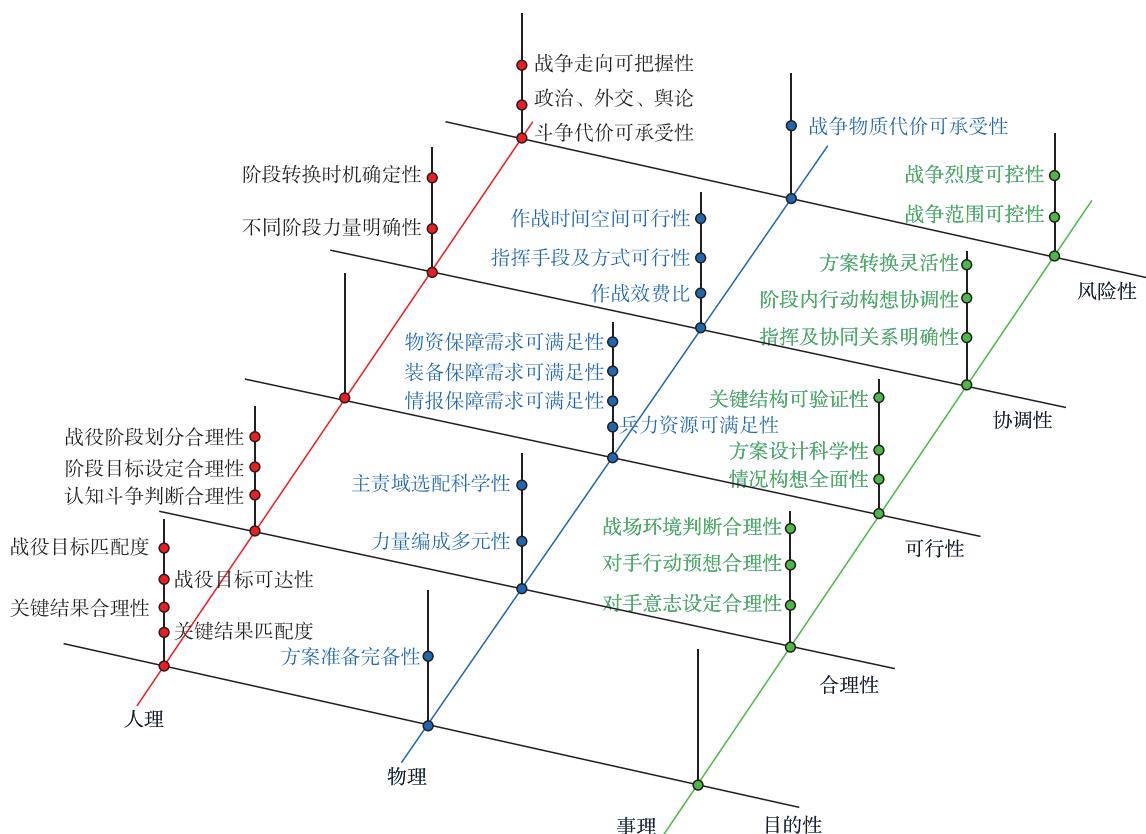


图4 联合作战构想五维度准则指标形态示意图

以五维度准则为复杂系统划分原则,将联合作战构想定性评价指标体系划分为目的性、合理性、可行性、协调性、风险性5个子系统。组织领域专家进行打分,生成直接影响矩阵。图5为基于五维度准则的子系统划分及评价矩阵示意图。结合分层 DEMATEL 算法进行数值计算,求得中心度、原因度,并生成指标重要性排序。

1)原因因素分析。由表4可知,在五维度框架

#### 4.2 五维属性架构分析

以目的性、合理性、可行性、协调性、风险性5个维度为框架,建立指标模型,并标识物理、事理、人理要素,进行逻辑分析。各指标可在框架内组织相互联合,产生功能效果。其中,目的性反映联合作战构想的设计意图能否达成;合理性反映其能否指导合乎理性的思考和行动;可行性反映现有资源和条件能否确保构想的执行和实现;协调性反映构想涉及的各方面力量能否协调配合、紧密衔接,体现联合作战的本质属性;风险性体现作战构想的目标与可能达成的成果之间的不确定性。图4为五维度准则下的子系统划分示意图。

下,指挥手段及方式可行性( $f_4$ )、兵力资源可满足性( $f_5$ )、方案设计科学性( $f_{17}$ )、对手行动预想合理性( $f_{13}$ )、关键结果可验证性( $f_{15}$ )表现为主要原因因素。从指标分布情况看,高原因度的指标集中在“可行性”维度。这说明在此指导原则下,专家群体将优先考虑构想是否可行、能否实施、或有效果。如果作战构想超出了执行能力,将严重影响后续作战筹划的可行性。

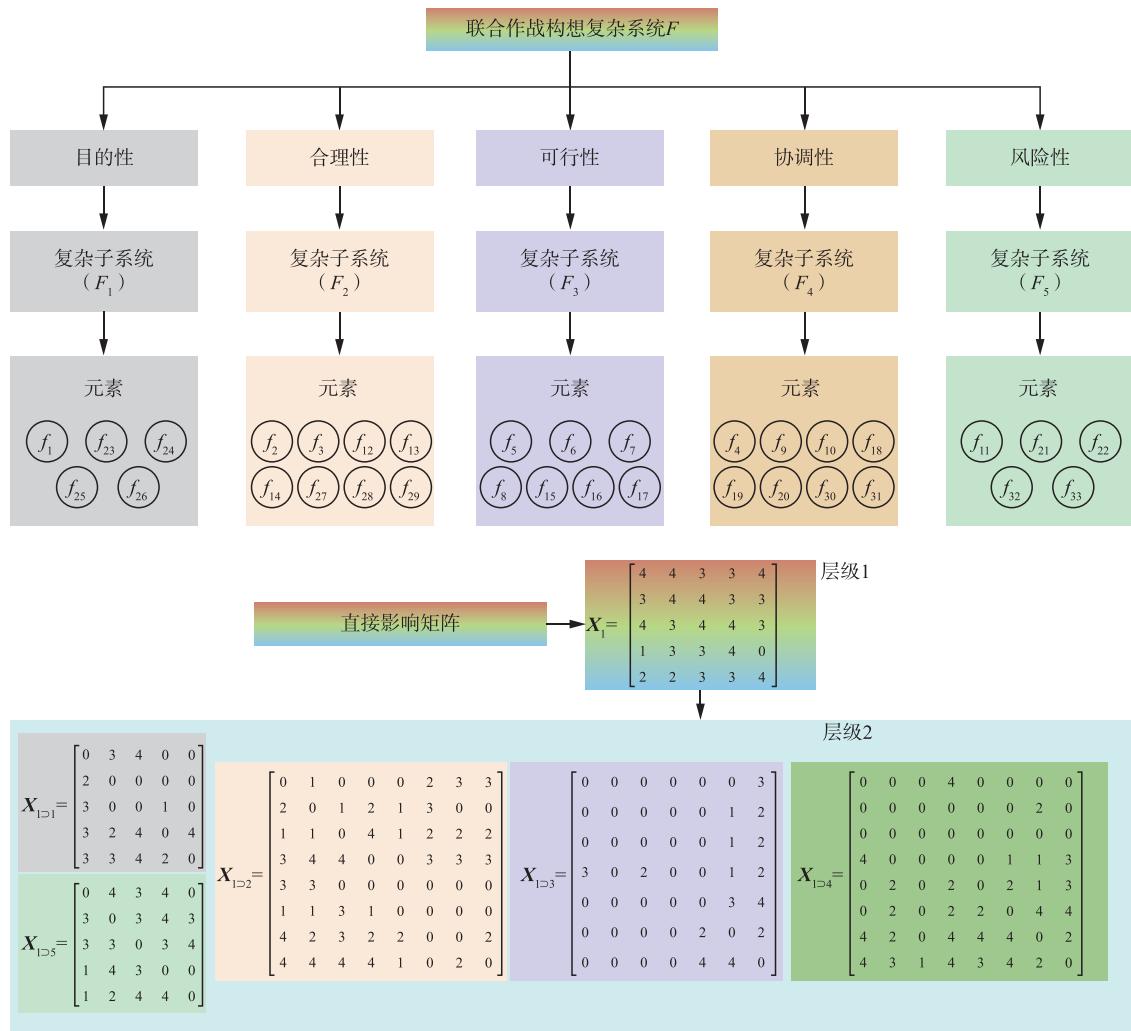


图 5 基于五维度准则的子系统划分及评价矩阵示意图

表 4 基于五维度准则的指标分析表

指标	中心度	原因度	排序	指标	中心度	原因度	排序	指标	中心度	原因度	排序
$f_1$	3.720 3	0.176 7	4	$f_{12}$	2.251 6	0.163 3	20	$f_{23}$	0.096 9	-0.047 2	33
$f_2$	2.200 5	-0.081 8	22	$f_{13}$	2.629 6	0.260 6	13	$f_{24}$	2.237 0	-0.697 8	21
$f_3$	3.576 0	-0.016 3	6	$f_{14}$	1.144 7	0.166 9	28	$f_{25}$	1.742 8	-0.415 6	24
$f_4$	3.667 9	1.018 3	5	$f_{15}$	0.823 8	0.256 8	32	$f_{26}$	2.339 4	-0.512 9	18
$f_5$	3.336 6	0.852 3	7	$f_{16}$	0.981 5	0.186 5	30	$f_{27}$	2.513 5	-0.423 4	15
$f_6$	2.296 3	-0.066 9	19	$f_{17}$	1.620 7	0.472 3	25	$f_{28}$	2.729 2	-0.517 4	12
$f_7$	2.033 8	-0.054 4	23	$f_{18}$	4.281 0	0.193 3	2	$f_{29}$	2.550 5	0.095 4	14
$f_8$	2.495 2	0.060 4	16	$f_{19}$	4.092 2	-0.197 5	3	$f_{30}$	3.293 5	-0.023 6	8
$f_9$	2.868 5	0.229 2	11	$f_{20}$	4.985 2	-0.006 6	1	$f_{31}$	3.257 4	-0.017 0	9
$f_{10}$	0.885 6	0.045 4	31	$f_{21}$	1.483 8	-0.552 7	27	$f_{32}$	2.962 4	-0.245 9	10
$f_{11}$	1.507 6	-0.020 8	26	$f_{22}$	1.034 4	-0.402 3	29	$f_{33}$	2.424 2	0.123 0	17

2) 结果因素分析。战役目标可达性( $f_{24}$ )、战争范围可控性( $f_{21}$ )、战役阶段划分合理性( $f_{28}$ )、关键结果匹配度( $f_{26}$ )、认知斗争判断合理性( $f_{27}$ )等指标容易受到其它指标的影响。从指标分布情况看,主要的结果因素在“目的性”维度。这说明联合作战构想定性评价最终要归结至能否实现目标、达到目的、达成效果。

3) 中心度分析。方案转换灵活性( $f_{20}$ )、指挥

及协同关系明确性( $f_{18}$ )、阶段内行动构想协调性( $f_{19}$ )、方案完备性( $f_1$ )、指挥手段及方式可行性( $f_4$ )具有较高的中心度。这些指标反映专家群体在五维度原则的影响下,对联合作战构想相关内容新的关注倾向。在构想设计时,若是以此 5 个维度为标注要求,应重点考虑此类指标的达成度。图 6 为基于五维度准则的指标体系原因-结果示意图。

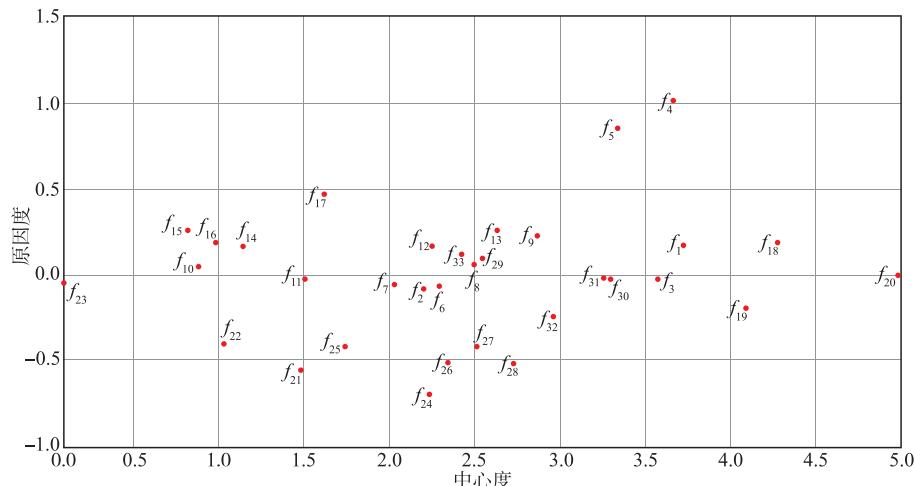


图 6 基于五维度准则的指标体系原因-结果示意图

## 5 结语

本文选用了适配于处理复杂巨系统问题的“WSR”方法论与分层 DEMATEL 算法,形成了联合作战构想定性验证模式。该模式可以紧密融合领域专家的差异化决策思维,充分考虑专家群体的结构特征和关联性因素,避免在联合作战构想设计过程中简单粗放运用量化思维和线性思维的问题。同时,本文分析了联合作战构想的本质特征、验证需求和验证方式,构建了联合作战构想定性评价指标体系。分别探索了基于三属性准则(物理、事理、人理)与五维度准则(目的性、合理性、可行性、协调性、风险性)的联合作战构想定性分析架构。需要注意的是,当选择不同的准则或规范时,专家在客观评价时会有不同的价值倾向,因此导致就同一指标体系产生不同的评价结果。这反映了评价结果与分层原则之间的必然联系,是合理的。这也要求构想设计人员充分聚焦当前战局、当面战场的现实要求与客观需求,不能简单搬运、机械套用既有的构想方案。

## 参考文献

- [1] 杨洋洋,谢雪梅.基于 WSR 方法论的政府舆情治理评价研究[J].东北大学学报(社会科学版),2021,23(3):62-70.
- [2] 梁晶,龚奕境,陈伟.基于 WSR 方法论的俄乌冲突对我国航运业影响分析[J].重庆交通大学学报(社会科学版),2023,23(1):51-59.
- [3] SATHYAN R, PARTHIBAN P, DHANALAKSHMI R, et al. An Integrated Fuzzy MCDM Approach for Modelling and Prioritising the Enablers of Responsiveness in Automotive Supply Chain Using Fuzzy DEMATEL, Fuzzy AHP and Fuzzy TOPSIS[J]. Soft Computing, 2023, 27(1):257-277.
- [4] AMIRGHODSI S, NAEINI A B, MAKUI A. An Integrated Delphi-DEMATEL-ELECTRE Method on Gray Numbers to Rank Technology Providers[J]. IEEE Transactions on Engineering Management, 2022,69(4):1348-1364.
- [5] DU Y W, LI X X. Hierarchical DEMATEL Method for Complex Systems[J]. Expert Systems with Applications, 2021,167:113871.
- [6] DU Y W, SHEN X L. Group Hierarchical DEMATEL Method for Reaching Consensus[J]. Computers & Industrial Engineering, 2023,175:108842.
- [7] 王勇,王蒲生.论突现与开放复杂巨系统[J].系统科学学报,2014,22(2):16-19.
- [8] 于景元.创建系统学:开创复杂巨系统的科学与技术[J].上海理工大学学报,2011,33(6):548-561.
- [9] 钱学森.系统思想、系统科学和系统论[M].上海:上海交通大学出版社,2007.
- [10] 李佳恒,雷云,赵小茹,等.作战逻辑模型及其运作模式[J].国防科技,2024,45(1):120-127.
- [11] 柳雯.A公司基于 OKR 的目标管理模式研究[D].北京:北京邮电大学,2019.
- [12] 刘用翔.OKR 系统的目标与组织管理功能的设计与实现[D].南京:南京大学,2020.
- [13] 高璞,刘瑞,顾灏冰,等.基于体系推演的作战概念建模与验证方法[J].火力与指挥控制,2023,48(10):49-54.
- [14] 包战,徐会法.联合作战规划系统军事需求概念演示验证研究[J].军事运筹与评估,2023,38(4):77-80.
- [15] 薛惠峰,周少鹏,侯俊杰,等.综合集成方法论的新进展:综合提升方法论及其研讨厅的系统分析与实践[J].科学决策,2019(8):1-19.

(编辑:刘勇)