

中文引用格式:郑学召,董贝贝,童鑫,等. 应急救援装备保障能力评估模型[J]. 中国安全科学学报,2025,35(1):194-201.

英文引用格式:ZHENG Xuezhao, DONG Beibei, TONG Xin, et al. Emergency rescue equipment support capability assessment model[J]. China Safety Science Journal, 2025, 35(1): 194-201.

应急救援装备保障能力评估模型*

郑学召^{1,2}教授,董贝贝^{**1,2},童鑫^{1,2,3},王一硕¹

(1 西安科技大学 安全科学与工程学院,陕西 西安 710054; 2 国家矿山救援西安研究中心,陕西 西安 710054; 3 内蒙古科技大学 安全与应急管理产业学院,内蒙古 包头 014010)

中图分类号:X928.03

文献标志码:A

DOI: 10.16265/j.cnki.issn1003-3033.2025.01.0742

基金项目:陕西省社会科学基金资助(2022R058);陕西省哲学社会科学专项项目(2023HZ1554)。

【摘要】 为确保专业应急救援队伍的装备保障体系建设能够满足救援任务需求,并逐步适应复杂多变的灾害风险,通过文本挖掘法分析应急救援装备保障能力影响因素,基于技术人员保障能力、装备资源保障能力、设备设施保障能力、信息资源保障能力、管理体系保障能力5个方面,构建应急救援装备保障能力评估指标体系;为降低模糊性、随机性及主客观偏差对评价结果的影响,采用组合赋权法确定各评估指标权重,分别运用物元可拓与综合云模型构建综合评价方法,并以专业应急救援队伍A为例开展应用,验证模型的科学性和有效性。结果表明:该指标体系能全面准确反映专业应急救援队伍应急救援装备保障能力综合水平,评价模型能够合理有效地评估应急救援装备保障能力等级,并反映当前救援队伍装备保障体系建设薄弱之处。

【关键词】 应急救援装备保障能力; 评估模型; 专业应急救援队伍; 组合赋权; 物元可拓模型; 综合云模型

Emergency rescue equipment support capability assessment model

ZHENG Xuezhao^{1,2}, DONG Beibei^{1,2}, TONG Xin^{1,2,3}, WANG Yishuo¹

(1 College of Safety Science and Engineering, Xi'an University of Science and Technology, Xi'an Shaanxi 710054, China; 2 Xi'an Research Center of National Mine Rescue, Xi'an Shaanxi 710054, China; 3 School of Safety and Emergency Management Industry, Inner Mongolia University of Science and Technology, Baotou Inner Mongolia 014010, China)

Abstract: To ensure that the equipment support system of professional emergency rescue teams could meet the requirements of rescue tasks and gradually adapt to complex and variable disaster risks, a text mining method was applied to analyze the factors influencing the equipment support capacity of emergency rescue. Based on technical personnel support capability, equipment resource support capability, equipment and facility support capability, information resource support capability and management system support capability, an assessment index system for emergency rescue equipment support capacity was developed. To reduce the impact of fuzziness, randomness, and subjective-objective bias on assessment results, a combined weighting method was adopted to determine the weights of each assessment index. A comprehensive assessment method was established using the matter-element extension model and the

integrated cloud model. Professional emergency rescue team A was selected as an example for application to verify the scientific validity and effectiveness of the model. The results show that the index system comprehensively and accurately reflects the overall level of emergency rescue equipment support capability of professional teams. The assessment model reasonably and effectively assesses the capability level and identifies weaknesses in the current equipment support system, providing improvement points and theoretical support for the development of the team's equipment support system.

Keywords: emergency rescue equipment support capability; assessment model; professional emergency rescue team; combined weighting; matter-element extension model; integrated cloud model

0 引言

随着城市化进程加快,社会复杂程度日益升高,突发事件的频发、复杂与不可预测,为经济社会发展和人民群众生命财产安全带来极大威胁^[1]。党中央、国务院、各级政府部门高度重视防灾、减灾、救灾工作^[2]。《“十四五”应急救援力量建设规划》指出,应加快应急装备现代化建设,提升救援现场技术保障能力^[3]。应急救援作为保障人民生命安全的最后一道防线,应急救援装备体系的充分保障成为应急救援队伍建设乃至应急管理体系和能力现代化的重要组成部分。为使专业应急救援队伍在新形势下能够有效承担防范化解重大安全风险、应对处置各类灾害事故的职责,并满足“全灾种、大应急”的任务需求^[4],开展应急救援装备保障能力评估显得尤为重要。

应急救援装备保障能力评估的重点主要包含评估指标体系建设与评估模型构建2个方面。在装备评估指标体系构建方面,李岩等^[5]围绕产生费用、人力资源、技术实力、管理体制、产品质量、生命周期等方面构建装备保障资源供给能力评估指标体系;张迪等^[6]提出基于装备型号性能的装备体系作战能力评估体系;李宸等^[7]基于装备便携性、耐磨度、信号稳定性、探测距离、穿透能力、最大载荷构建指标体系;汪涛等^[8]从指挥决策能力、维修保障能力、信息交互能力构建评估指标体系。在装备评估模型构建方面,通常采用神经网络^[9]、模糊综合评价法^[10]、改进结构方程模型^[11]、主成分分析法^[12]、ADC(Availability, Dependability, Capability)法^[13]评估装备体系保障能力、作战能力以及装备体系效能。综上,国内外大多学者针对装备能力指标体系、评估方法开展的研究较多,主要面向于装备的作业能力、装备单一性能等方面开展装备保障能力评估指标体系研究,或围绕装备效能、配备能力开展评估,但围

绕专业应急救援队伍的应急救援装备体系保障能力的研究相对薄弱。

鉴于此,笔者通过界定专业应急救援队伍应急救援装备保障能力内涵,挖掘应急救援装备保障能力影响因素,构建评估指标体系,搭建应急救援装备保障能力综合评估模型,并开展实例应用,以期为提升专业救援队伍应急救援装备体系保障能力奠定理论基础。

1 应急救援装备保障能力指标体系

1.1 影响因素分析

应急救援装备保障能力是指为满足专业应急救援队伍在应对各类突发事件时,能够迅速、高效地完成应急救援任务需要,对所需应急救援装备开展一系列保障措施的统称,其涵盖人员、物资、组织管理、相关设施建设等内容。其中,人员保障是实施应急救援装备保障建设的主体;救援装备、相关备件、技术资料等物质资源保障是构成应急救援装备保障建设的核心;训练设施、维修储备场所等设施建设保障是实现应急救援装备保障建设的基础;制度台账、训练演练等组织管理保障是完善应急救援装备保障建设的手段。同时,由于救援环境的未知,救援处置对象的不确定性、多样性和复杂性,决定了专业应急救援队伍需遵循“任务牵引、快速响应、救援急需、酌情实用、储备多样、持续保障”原则完善应急救援装备保障体系建设,配备专业性强、可靠性高、稳定适用的应急救援装备以满足救援任务需求。

应急救援装备保障能力评估主要针对应急救援装备的配备使用阶段,贯穿应急管理全生命周期。在预防与应急准备阶段、事后恢复与重建阶段,应急救援装备定期检验、维护保养、技术迭代升级以及专业技术人员对应急救援装备的使用、培训、训练、演练等环节是确保救援力量随时待命、随时可用的基础;在监测与预警阶段,应急救援装备的环境参数实

配、适应复杂多变的灾害风险提供理论基础。遵循指标体系搭建准则,结合专业应急救援队伍应急救援装备体系保障能力建设现状,并对筛选出的影响因素进一步归类与分析,确定应急救援装

备体系保障能力评估体系,包含1个一级指标,5个二级指标,25个三级指标,具体如图4所示。以装备资源保障能力为例,三级指标的具体解释见表2。

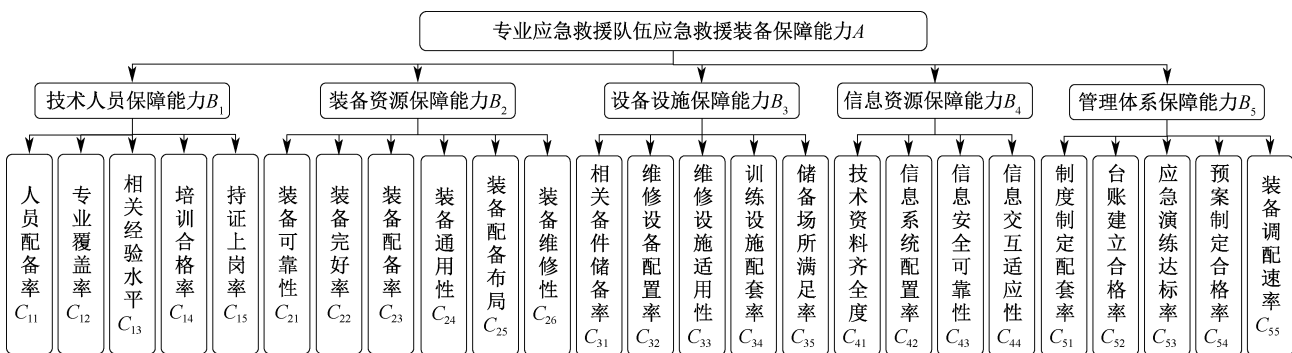


图4 应急救援装备保障能力评估指标体系

Fig. 4 Emergency rescue equipment support capacity evaluation indicators system

表2 部分指标解释说明

Table 2 Explanation of some indicators

指标名称	指标解释
装备可靠性	指应急救援装备在规定条件下和规定时间内,完成规定功能的能力,能够反映装备是否容易发生故障
装备完好率	指应急救援装备能调配参与救援任务的完好数量与现有数量比值,能够影响救援行动的效率与成功率
装备配备率	指应急救援装备的实际配备情况与所需配备要求的比率,能够反映队伍应急救援准备工作的充分程度
装备通用性	指通用型应急救援装备的配备情况,能够体现在应对多种类型突发事件时装备的适用性和灵活性
装备配备布局	指现有常规型、高精尖型应急救援装备的储备情况,能够反映装备技术先进程度与专业化水平
装备维修性	指在规定条件、规定时间,按规定的程序和方法进行装备检验、维保时,装备保持或恢复其规定状态的能力,能够反映装备维保工作质量与装备整体状态

2 应急救援装备保障能力评估模型

面向于专业应急救援队伍应急救援装备保障能力评估模型搭建步骤如图5所示。

2.1 评估指标权重确定

采用组合赋权法^[18]能够综合考虑指标的主观权重与客观权重之间重要性的相互差异程度,从而有效降低数据误差。组合赋权的步骤如下:

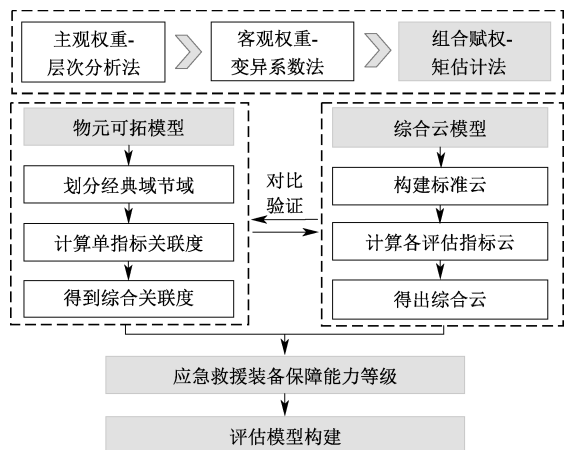


图5 评估模型搭建步骤

Fig. 5 Steps of evaluation model construction

1) 层次分析法^[19]计算主观权重。通过邀请相关领域6名专家,依据1~9比例标度理论,以问卷形式对指标重要度打分,构造判断矩阵并计算权重。

2) 变异系数法^[20]计算客观权重。该方法通过各因素包含的信息来计算权重的客观赋权法,因素变异程度越大,权重越大。

3) 运用矩估计法^[21]将主客观权重进行组合优化得到各评估指标的组组合权重。

2.2 物元可拓模型

物元可拓模型^[22]可以定量反映出被评估主体的状况和所有权程度,也可以定性地解释待评对象从量变到质变整个过程,其计算步骤为:确定待评物元、确定经典域和节域、计算单指标与综合关联度、判定各评估指标与应急救援装备保障能力等级。

2.3 综合云模型

由于专家综合打分所得到数据具有随机性和模糊性,运用综合云模型^[23]能够通过计算各评估指标云数字特征值,以实现应急救援装备保障能力的合理、有效评估。综合云模型的计算步骤为:依据评估等级确定评估标准云、通过指标赋值计算各指标云数字特征值、基于评估指标云确定综合云、应急救援装备保障能力等级判定。

3 评估模型应用验证

为验证应急救援装备保障能力评估模型的科学与适用性,选取某专业应急救援队伍 A 作为研究对象,开展实例验证应用。

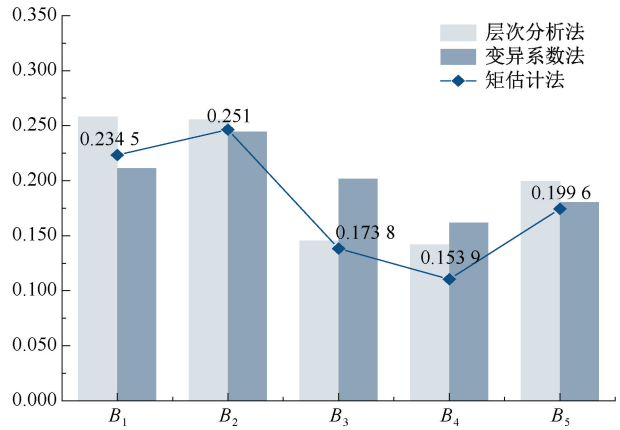
3.1 权重计算

应急救援装备保障能力评估指标权重计算结果分布情况如图 6 所示。由图 6 可知:计算得出的主观与客观权重值存在一定差异,利用组合赋权法求得的权重协调了主客观赋权带来的差异。

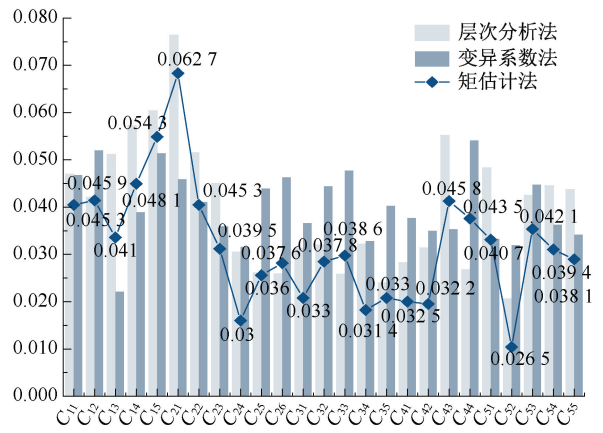
3.2 应急救援装备保障能力评估

3.2.1 基于物元可拓的应急救援装备保障能力评估

各评估指标关联度计算结果见表 3,应急救援装备保障能力综合关联度为 (0.267, -5.743, -13.011, -16.585, -18.438),该专业救援队伍应急救援装备保障能力等级属于 I 级,表明装备保障体系建设完善。



(a) 二级指标权重对比



(b) 三级指标权重对比

图 6 应急救援装备保障能力评估指标权重分布
Fig. 6 Weight distribution of evaluation indicators for emergency rescue equipment support capacity

表 3 单指标关联度计算结果
Table 3 Correlation calculations for single indicator

指标	关联度					等级	指标	关联度					等级
	I 级	II 级	III 级	IV 级	V 级			I 级	II 级	III 级	IV 级	V 级	
C ₁₁	0.490	-0.490	-0.745	-0.830	-0.872	I	C ₃₃	-0.250	0.500	-0.250	-0.500	-0.625	II
C ₁₂	-0.242	0.470	-0.265	-0.510	-0.632	II	C ₃₄	-0.159	0.233	-0.384	-0.589	-0.692	II
C ₁₃	-0.298	0.260	-0.130	-0.420	-0.565	II	C ₃₅	-0.181	0.283	-0.358	-0.572	-0.679	II
C ₁₄	-0.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	I	C ₄₁	-0.394	-0.231	0.143	-0.048	-0.286	III
C ₁₅	-0.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	I	C ₄₂	-0.222	0.400	-0.300	-0.533	-0.650	II
C ₂₁	0.056	-0.944	-0.972	-0.981	-0.986	I	C ₄₃	-0.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	I
C ₂₂	0.270	-0.730	-0.865	-0.910	-0.933	I	C ₄₄	0.083	-0.083	-0.541	-0.694	-0.771	I
C ₂₃	-0.361	-0.117	0.304	-0.232	-0.424	III	C ₅₁	-0.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	I
C ₂₄	-0.167	0.250	-0.375	-0.583	-0.688	II	C ₅₂	0.433	-0.433	-0.717	-0.811	-0.858	I
C ₂₅	0.250	-0.250	-0.625	-0.750	-0.813	I	C ₅₃	0.383	-0.617	-0.809	-0.872	-0.904	I
C ₂₆	-0.243	0.472	-0.264	-0.509	-0.632	II	C ₅₄	-0.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	I
C ₃₁	-0.181	0.283	-0.358	-0.572	-0.679	II	C ₅₅	-0.000	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	I
C ₃₂	0.000	0.000	-0.500	-0.667	-0.750	I	A	0.267	-5.743	-13.011	-16.585	-18.438	I

3.2.2 基于综合云模型应急救援装备保障能力评估

计算得出标准云数字特征参数为 I 级 = (95, 1.667, 0.5)、II 级 = (85, 1.667, 0.5)、III 级 = (75, 1.667, 0.5)、IV 级 = (65, 1.667, 0.5)、V 级 = (30, 10, 0.5); 部分评估指标云数字特征参数见表 4。基于评估指标云得出应急救援装备保障能力综合云数字特征值为 (91.423, 1.779, 1.037), 属于 I 级, 表明该专业应急救援队伍装备保障体系建设完善。各二级指标与综合等级云图如图 7 所示。

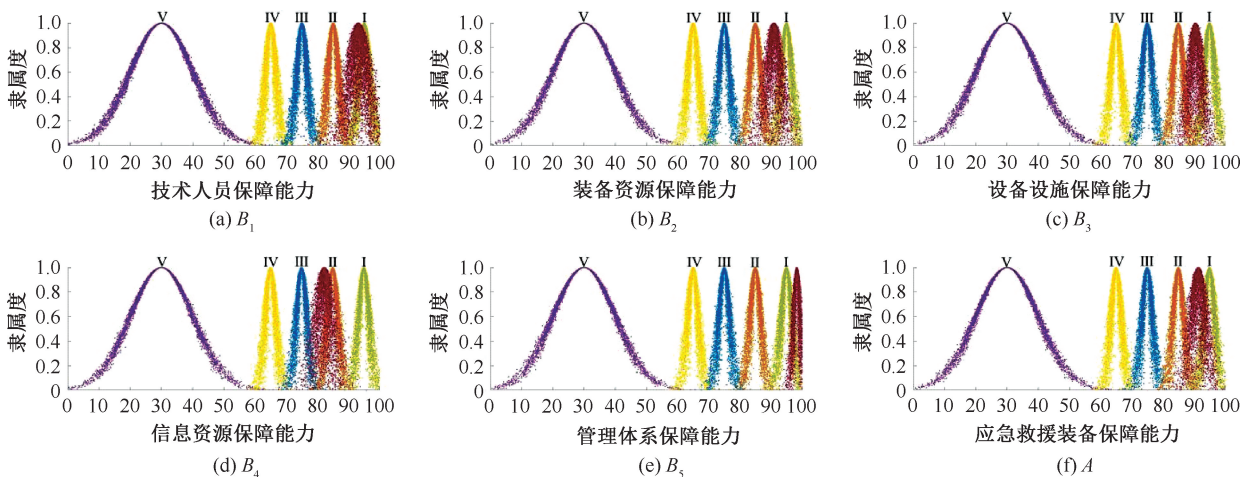


图 7 应急救援装备保障能力评估云图

Fig. 7 Cloud diagram for emergency rescue equipment support capability evaluation

3.3 评估结果分析

通过采用组合赋权-物元可拓与组合赋权-综合云模型的应急救援装备保障能力评估模型计算得出的结果显示,专业应急救援队伍 A 的应急救援装备保障能力等级均为 I 级,表明现阶段该队伍的装备保障能力处于优秀水平,与队伍实际建设情况相符,同时结合单指标关联度与各指标云数字特征值可以看出大多数指标要素处于 I 级,而三级指标 C_{12} 、 C_{13} 、 C_{23} 、 C_{24} 、 C_{26} 、 C_{31} 、 C_{33} 、 C_{34} 、 C_{35} 、 C_{41} 、 C_{42} 的达成度还有所欠缺,需采取系列措施加强改进。

基于以上评估结果,为推进该专业应急救援队伍应急救援装备保障体系建设,进一步提升应急救援装备保障能力,提出以下改进意见:

1) 提升装备配备数量,完善装备性能保障。以国家和行业技术标准为支撑,以应急救援任务需求为牵引,立足队伍建设实际与规模能力,不断提升应急救援装备配备种类与数量;通过完善运维保养工作机制、返厂维护检修等举措,及时发现并解决潜在隐患,提升装备维修性,延长装备使用寿命。

2) 增强专业技术水平,提升保障工作能力。从人员选拔、业务培训、日常实践、救援演练、绩效评估

表 4 部分评估指标云数字特征参数

Table 4 Cloud digital eigenvalues for partial evaluation indicators

指标	Ex	En	He
C_{11}	94.900	2.047	1.339
C_{12}	85.300	3.425	2.980
C_{13}	82.600	3.216	2.742
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
B_5	98.331	1.011	0.407

等环节,涵盖应急救援装备维护、修理、测试等内容,完善装备保障工作流程,明确装备保障工作任务与要点,并不断组合优化应急救援装备管理队伍,以逐步提升应急救援装备保障工作能力。

3) 完善相关设施建设,优化信息资源配置。根据不同种类救援装备储备条件与专业应急救援队伍日常训练、模拟演练需要,不断完善相关技术资料、装备储备场所与训练设施配置;同时,推动各专业救援队伍信息系统建设利用,以推动技术升级与迭代更新,逐步实现队伍救援能力转型升级。

4 结论

1) 结合相关政策文件与文献资料,采用文本挖掘法,较为完备的确定出专业救援队伍应急救援装备保障能力影响因素;构建包含 5 个二级指标和 25 个三级指标的评估指标体系,能够科学、客观、可行地评估专业救援队伍应急救援装备保障能力。

2) 根据应急救援装备保障能力评估的特点,依据多专家打分结果,综合运用层次分析法和变异系数法确定评估指标主客权重,同时采用矩估计法得出组合权重;构建基于组合赋权-物元可拓模型与

组合赋权-综合云模型的应急救援装备保障能力综合评估方法。

3) 以专业应急救援队伍 A 为例,分别开展基于物元可拓与综合云模型的应急救援装备保障能力评估模型应用,计算得出综合关联度为(0.267,

-5.743, -13.011, -16.585, -18.438),综合云为(91.423,1.779,1.037),表明该队伍应急救援装备保障能力为 I 级,装备保障体系结构处于完善水平,与实际情况相符,验证了评估模型的合理性与适用性。

参考文献

- [1] 房玉东,王文,张志,等.安全韧性城市防灾减灾发展策略研究[J].中国工程科学,2023,25(1):1-9.
FANG Yudong, WANG Wen, ZHANG Zhi, et al. Strategies for disaster prevention and mitigation in safety and resilient cities [J]. Strategic Study of CAE, 2023, 25(1):1-9.
- [2] 戴雨轩.我国多元化巨灾保险模式初探[J].防灾减灾工程学报,2024,44(3):745-750.
DAI Yuxuan. A preliminary study on China's diversified catastrophe insurance model [J]. Journal of Disaster Prevention and Mitigation Engineering, 2024, 44(3):745-750.
- [3] 中华人民共和国应急管理部.关于印发《“十四五”应急救援力量建设规划》的通知[EB/OL].(2022-06-30).
https://www.mem.gov.cn/gk/zfxxgkpt/fdzdgnr/202206/t20220630_417326.shtml.
- [4] 郭建华,陈健,金浩,等.高原高寒地区灾害现场生存保障装备体系构建[J].中国安全科学学报,2019,29(12):129-136.
GUO Jianhua, CHEN Jian, JIN Hao, et al. Construction of living and safety support equipment system of systems at disaster sites in alpine and cold regions [J]. China Safety Science Journal, 2019, 29(12):129-136.
- [5] 李岩,陈云翔,罗承昆,等.基于 FA-ER 的装备保障资源供给能力评估方法[J].系统工程与电子技术,2020,42(3):630-637.
LI Yan, CHEN Yunxiang, LUO Chengkun, et al. Evaluation method for the supply capability of equipment support resources based on FA-ER [J]. Systems Engineering and Electronics, 2020, 42(3):630-637.
- [6] 张迪,郭齐胜,李智国,等.基于型号性能指标的武器装备体系作战能力评估方法[J].火力与指挥控制,2015,40(5):12-16,20.
ZHANG Di, GUO Qisheng, LI Zhiguo, et al. Evaluation method for weapon equipment system of operation capability based on performance index of type [J]. Fire Control & Command Control, 2015, 40(5):12-16, 20.
- [7] 李宸,彭维仕,王念胜,等.基于效用函数法的抗震救灾装备性能评估[J].消防科学与技术,2021,40(6):892-897.
LI Chen, PENG Weishi, WANG Niansheng, et al. Performance evaluation of earthquake relief equipment based on the utility function [J]. Fire Science and Technology, 2021, 40(6):892-897.
- [8] 汪涛,周文雅,郭继唐,等.改进高斯云模型及其在装备保障体系能力评估中的应用[J].系统工程与电子技术,2024,46(5):1673-1681.
WANG Tao, ZHOU Wenya, GUO Jitang, et al. Improved Gaussian cloud model and its application in equipment support system capability evaluation [J]. Systems Engineering and Electronics, 2024, 46(5):1673-1681.
- [9] 赵师,屈洋.基于 Delphi-BP 神经网络的装备保障能力评估[J].火力与指挥控制,2017,42(2):130-133,138.
ZHAO Shi, QU Yang. Evaluation of equipment supporting capacity based on Delphi-BP neural network [J]. Fire Science and Technology, 2017, 42(2):130-133,138.
- [10] 张南,牛腾冉,徐建华,等.基于模糊综合评价法的某型布雷装备系统效能评估[J].兵器装备工程学报,2017,38(8):25-31.
ZHANG Nan, NIU Tengran, XU Jianhua, et al. System effectiveness evaluation of a type mining equipment based on the fuzzy comprehensive evaluation method [J]. Journal of Ordnance Equipment Engineering, 2017, 38(8):25-31.
- [11] 沈丙振,缪建明,李晓菲,等.基于改进结构方程模型的陆军武器装备体系作战能力评估模型[J].兵工学报,2021,42(11):2503-2512.
SHEN Bingzhen, MIAO Jianming, LI Xiaofei, et al. Evaluation model of land force weapon equipment system combat capability based on improved SEM [J]. Acta Armamentarii, 2021, 42(11):2503-2512.
- [12] 李海君,徐廷学.基于主成分分析的区域装备保障能力评估方法[J].火力与指挥控制,2022,47(3):35-39.
LI Haijun, XU Tingxue. Evaluation method of regional equipment support capability based on principal component

- analysis [J]. Fire Control & Command Control, 2022, 47(3):35-39.
- [13] 宋星, 贾红丽, 赵汝东, 等. 基于 ADC 和模糊综合评判法的合成旅装备保障效能评估[J]. 兵器装备工程学报, 2019, 40(8):126-129.
SONG Xing, JIA Hongli, ZHAO Rudong, et al. Effectiveness evaluation of synthetic brigade equipment support based on ADC and fuzzy comprehensive evaluation method [J]. Journal of Ordnance Equipment Engineering, 2019, 40(8):126-129.
- [14] 张耀龙, 阮拥军, 赵陆昊. 基于物元可拓模型的合成旅装备保障能力评估研究[J]. 火力与指挥控制, 2023, 48(4):78-83, 89.
ZHANG Yaolong, RUAN Yongjun, ZHAO Luhao. Research on synthetic brigade equipment support capability evaluation based on matter-element extension model [J]. Fire Control & Command Control, 2023, 48(4):78-83, 89.
- [15] 国务院安委会办公室. 关于进一步加强国家安全生产应急救援队伍建设的指导意见[EB/OL]. (2022-12-19).
https://www.mem.gov.cn/gk/zfxxgkpt/fdzdgnr/202212/t20221229_437772.shtml.
- [16] DB11/T 1908—2021, 专业应急救援队伍能力建设规范 危险化学品[S].
DB11/T 1908—2021, Specification for capability construction of professional emergency rescue team: hazardous chemicals [S].
- [17] 严承希, 王军, 李晓杰. 基于优化随机游走模型的文本热点主题探测研究[J]. 情报科学, 2018, 36(1):118-123.
YAN Chengxi, WANG Jun, LI Xiaojie. Research on text-oriented hot topics detection based on an optimized model of random walk [J]. Information Science, 2018, 36(1):118-123.
- [18] 朱常安, 胡文华, 薛东方, 等. 基于组合赋权-灰色云模型的雷达质量评估[J]. 兵器装备工程学报, 2023, 44(5):133-141.
ZHU Chang'an, HU Wenhua, XUE Dongfang, et al. Radar system quality evaluation based on a combination weighting-gray cloud model [J]. Journal of Ordnance Equipment Engineering, 2023, 44(5):133-141.
- [19] 李凤, 张来斌, 董绍华, 等. 基于 EWM-AHP-云模型的站场法兰系统密封失效风险评估[J]. 中国安全科学学报, 2023, 33(9):150-156.
LI Feng, ZHANG Laibin, DONG Shaohua, et al. Research on sealing failure risk assessment of station flange system based on EWM-AHP-cloud mode [J]. China Safety Science Journal, 2023, 33(9):150-156.
- [20] 范中洲, 李申川, 赵明. 基于变异系数-云物元模型的船舶进出港航路设计[J]. 安全与环境学报, 2023, 23(2):326-332.
FAN Zhongzhou, LI Shenchuan, ZHAO Ming. Research on ship entry and exit route design based on the coefficient of variation cloud matter-element model [J]. Journal of Safety and Environment, 2023, 23(2):326-332.
- [21] 凡奥奇, 王万禄, 李树建, 等. 基于优化组合赋权的可拓学磷矿山岩体质量评价[J]. 黄金科学技术, 2024, 32(1):132-143.
FAN Aoqi, WANG Wanlu, LI Shujian, et al. Evaluation of rock mass quality of phosphorite mines by topology based on optimal combination weight [J]. Gold Science and Technology, 2024, 32(1):132-143.
- [22] 程方明, 王琛琛, 袁晓芳. 安全发展视角下城市应急管理能力的评估[J]. 中国安全科学学报, 2023, 33(5):158-167.
CHENG Fangming, WANG Chenchen, YUAN Xiaofang. Evaluation of urban emergency management capabilities from perspective of safe development [J]. China Safety Science Journal, 2023, 33(5):158-167.
- [23] 蒋琳, 王双川, 刘莹, 等. 基于熵权-云模型的航空弹药保障能力评估[J]. 兵器装备工程学报, 2019, 40(7):180-184.
JIANG Lin, WANG Shuangchuan, LIU Ying, et al. Evaluation for aviation ammunition support capability based on entropy weight and cloud model [J]. Journal of Ordnance Equipment Engineering, 2019, 40(7):180-184.

作者简介: 郑学召 (1977—), 男, 新疆焉耆人, 博士, 教授, 主要从事应急技术与管理、灾害应急救援等方面的研究。E-mail: zhengxuezhao@xust.edu.cn。

