

面向边缘作战辅助决策的战例事件图谱构建研究

龙 晔^{1,2}, 鲁 赢¹, 林文浩¹

(1. 国防科技大学军政基础教育学院, 长沙, 410072; 2. 75841 部队, 长沙, 410000)

摘要 构建战例事件图谱是辅助提高边缘作战指挥决策能力的关键举措。在深入研究边缘作战、辅助决策和知识图谱等理论上,提出了战例事件图谱。首先描述了战例事件图谱逻辑结构,对战例事件组成要素、关联关系进行了梳理,构建了战例事件图谱知识表示模型;然后通过战例事件数据源选取、事件抽取、事件关系识别,进行了战例事件图谱构建实践,验证了模型的可行性;在此基础上,探究了战例事件图谱在情报分析、态势感知、方案拟制等阶段的应用模式和方法。

关键词 边缘作战; 边缘指挥控制; 辅助决策; 事件图谱

DOI 10.3969/j.issn.2097-1915.2024.01.009

中图分类号 TP182;E91 **文献标志码** A **文章编号** 2097-1915(2024)01-0059-06

A Construction of War Case Event Map and Its Application in Edge Combat Assisted Decision-Making

LONG Ye^{1,2}, LU Ying¹, LIN Wenhao¹

(1. School of Military and Political Basic Education, National University of Defense Technology, Changsha 410073, China; 2. Unit75841, Changsha 410000, China)

Abstract The construction of war case event map is a key measure in improving the decision-making capability of edge operations. Based on the in-depth study of edge combat, auxiliary decision-making and knowledge graph, a war case event map is presented. Firstly, the logical structure of war event graph is described, the elements and associations of war events are sorted out, and the knowledge representation model of war event graph is constructed, and then, through the case event data source selection, event extraction and event relationship identification, the practice of case event map construction is conducted to verify the feasibility of the model. On the basis of this, the application mode and methods of the war case event map in intelligence analysis, situational awareness and scheme formulation are explored. The war case event map is a great help to realizing the structured organization and effective management of combat knowledge, and making full use of the computing power and technology of the central node to improve the edge combat command ability.

Key words edge combat; edge command and control; assisted decision making; event map

现代战争条件下,指挥对抗强度正不断加剧,决策时效性、准确性对战局的影响也愈发凸显。未来战争战场环境的不确定性和偶然性将更加明显,战争规模将进一步缩小,很大程度上是边缘作战^[1]。

收稿日期: 2023-06-19

作者简介: 龙 晔(1992—),男,湖南郴州人,硕士生,研究方向为作战指挥理论与方法。E-mail:1029820606@qq.com

引用格式: 龙晔,鲁赢,林文浩. 面向边缘作战辅助决策的战例事件图谱构建研究[J]. 空军工程大学学报, 2024, 25(1): 59-64. LONG Ye, LU Ying, LIN Wenhao. A Construction of War Case Event Map and Its Application in Edge Combat Assisted Decision-Making[J]. Journal of Air Force Engineering University, 2024, 25(1): 59-64.

通过增设参谋机构、优化组织流程等提高中心节点作战决策效率的传统方法,已经难以适应现代化战争对指挥机构小型化、作战力量分散化的现实需要^[2]。因此,着眼战例事件图谱,研究边缘作战辅助决策,对于提高边缘作战指挥能力具有重要作用。

1 基础理论

1.1 边缘作战

边缘与中心是一组相对概念。就好比对于人体而言,大脑是中心,手指是边缘;对于作战而言,指挥枢纽往往是中心,单兵、武器平台则是执行作战指令的边缘。随着无人化武器装备、精确制导、信息技术等的发展,指挥对抗的强度不断升级,传统指挥链路中心节点、指挥枢纽都面临毁瘫威胁,指挥控制模式已经呈现出去中心化、分布式发展趋势^[3]。边缘作战是一种更加适应未来局部战争的新样式,具有力量边缘、结构边缘和任务环境边缘的特征^[4]。但由于作战信息不完整、状态不确定等原因,边缘作战单元难以获取瞬时最优策略,而此时如果能够快速获得对手多维信息、增强态势感知能力、借鉴相对较优的历史可行策略不失为一个好的办法。战例作为历史上作战过程的真实记录,常常包含了诸多武器装备信息以及战争对抗环境下的历史作战态势演化过程,这些信息数据可以通过构建战例事件图谱,为边缘作战辅助决策提供数据支持和思维启发。

1.2 作战辅助决策

作战辅助决策是指借助决策者之外的智慧或工具,通过科学决策方法,辅助和支持决策者完成作战指挥决策的过程,其目的是提高指挥决策科学性与效率^[5]。作战辅助决策的主要方法有:定量模型方法、专家系统和人工智能辅助决策^[6],这些方法的单独运用都难以适用于边缘作战。因为定量模型方法难以应对不确定性问题求解,很难在不断变化的边缘作战环境下构建出普适的精确数学模型,方法适应性较差;专家系统需要构建专家知识库,但边缘作战样式多样、力量多元,领域专家较少,难以获取全面的专家知识;人工智能辅助决策方法存在数据积累难、可解释性差、计算强度大等问题^[7]。因此需要针对边缘作战的特点,在挖掘历史经验信息的基础上,充分发挥多种方法的融合效用,积极探索适用于边缘作战辅助决策的新方法。通过构建战例事件图谱,可以将历史战例信息进行标准化、格式化处理,有助于军事数据积累和指挥艺术分析,可以为边缘

作战行动提供辅助决策和灵感启发,提高边缘作战单元的自主决策能力,从而加快“OODA 链路”循环,提高指挥控制能力。

1.3 战例事件图谱

战例,是关于历史作战实践的真实记录和描述。每一个经典战例,都印刻着指挥员超凡的谋战本领、过人的指挥艺术^[8]。回顾历史,发生在我国境内外与中华民族有关的超过 12 800 次^[9];放眼全球,有历史记载的战例超过了 17 000 起^[10]。虽然边缘作战的概念提出比较晚,但是在世界战争史上早已经有相应体现。比如:我军抗日战争时期的游击战术和抗美援朝战争时期的“零敲牛皮糖”战术^[11];日军“伊-168”号潜艇击沉美军“约克城”号航母^[12];以及南联盟防空导弹连击落世界第一款隐身战斗机“夜鹰”F-117^[13]等。

事件是人类社会的核心概念之一^[14]。事件图谱是知识图谱的发展进阶,是与知识图谱并行的一种全新的知识库^[15]。战例事件图谱是以历史战例信息为基础,以战例事件为核心,以战例事件演化关系为边,所构建的知识库。通过构建事件图谱,可以不断扩充、存储战例知识信息,可以为边缘作战单元提供更加全面、便捷、快速的历史经验信息,能够为作战辅助决策智能化发展积累决策数据。

2 战例事件图谱构建研究

边缘作战单元处于指挥链路边缘,其通信往往是静默甚至是中断的,掌握的信息常常是碎片化、不连续的。如何利用好信息碎片科学决策,借鉴战例知识是一种可行方法。战例事件图谱构建可以组织和管理历史战例知识,从而借助计算机人工智能技术进行智能检索、分析和推荐,进而实现情报融合分析、战场态势感知和决策思维启发。

2.1 战例事件图谱整体逻辑结构

战例事件图谱整体结构包含两大部分:模式层和数据层。模式层是事件图谱的知识表示模型,负责提供语法约束^[16];数据层则是由具体战例事件、事件要素及其关系等数据组成,从历史战例中解析得来。如图 1 所示,图谱整体结构的描述模型为 $BCEM = \{BCEC, KC, PC, BCES, RS, KS, PS\}$ 。其中, $BCEC$ 、 KC 、 PC 分别表示战例事件类、要素类和属性类; $BCES$ 、 RS 、 KS 、 PS 分别表示战例事件实例集合、关系集合、要素集合和属性集合。相关概念定义如下。

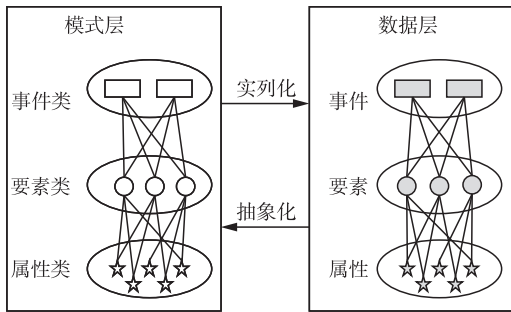


图 1 战例事件图谱整体结构

定义 1 战例事件 BCE(battle case event)。结合赵颜利^[15]、刘宗田^[16]、孙鸿儒^[17]等学者的研究,给出战例事件如下定义:是指在交战时,在战场环境下,由参战部队表现出进攻、防御、机动等动作特征,引发死亡、毁坏等状态特征的活动过程。

定义 2 战例事件图谱(battle case event graph, BCEG)。表示为一个有向标签图, $FEG = (N, L)$ 。其中, N 表示战例事件图谱中的顶点,包括事件、要素以及属性值; L 表示战例事件图谱中的边, L 定义为 $(n_1, n_2, label)$, 表示 2 个顶点 n_1 和 n_2 之间具有 label 的关系。

2.2 战例事件的要素组成

战例事件是历史上实实在在的人物运动和时局变化过程,我们可以从背景、时间、环境、对象等 8 个要素进行描述,表示为 $bce = (b, t, v, o, a, r, c, l)$ 。表 1 给出了各要素的说明。

表 1 战例事件 8 要素的说明

要素	说明
b (背景)	战例事件发生的背景因素,如社会背景、历史背景、政治背景、科技背景、经济背景、时代背景、主要起因等
t (时间)	战例事件发生的时间段,包括开始时间、持续时间、结束时间等
v (环境)	战例事件发生的场所及其特征,如沙漠、城市、海面、空中等
o (对象)	对象指参与事件的作战单元,包括单兵、武器平台或参战部队等
a (行为)	参战对象的行为,如潜水、追击、发射、躲避、侦查、攻击等
r (结果)	参战对象行为产生的作战效果,如杀伤、毁坏、干扰、失能等
c (评价)	关于战例事件某行为的综合评价,包括主要影响、主要经验、主要教训、主要启示等
l (语言表现)	主要包括核心词集合和核心词的搭配

2.3 战例事件之间的关系

战例事件通常不是独立的,事件之间一般存在多种关联关系,如因果关系、伴随关系、协同关系等。

通过对大量战例的研究分析,我们定义了以下 4 种主要事件关系。

1) 因果关系(cause): $bce_1 \rightarrow bce_2$, 事件 1 导致事件 2 的发生。如“日军‘伊-168’号发射鱼雷(攻击事件)并成功击沉(毁伤事件)美军受伤航母‘约克城’号”^[12]。进攻事件的发生导致毁伤事件的发生,二者具有因果关系。

2) 跟随关系(follow): $bce_1 \triangleright bce_2$, 事件 1 发生后事件 2 发生。如:“当美军战机起飞时,南联盟间谍将相关情报传回(侦察事件)国内,而国内地面观察员则会不断接力持续跟踪(侦察事件)并将相关情况报告防空部队”^[13]。2 次侦察事件是跟随关系,大多数因果关系也是跟随关系。

3) 包含关系(include): $bce_1 \supseteq bce_2$, 事件 1 包含事件 2。正如一次战役中包含多次战斗,日军“伊-168”号击沉美军航母“约克城”号事件中^[12],包含了进攻事件和毁伤事件。

4) 协同关系(cooperate): $bce_1 \oplus bce_2$, 事件 1 和事件 2 目的一致,相互配合。在南联盟防空导弹部队击落“夜鹰”F-117 事件中^[13],侦察事件和攻击事件的目的都是为了击落 F-117 的,因此具有协同关系。

2.4 战例事件图谱知识表示

在图谱整体逻辑结构基础上,确定了战例事件要素和战例事件之间的关系,就可以进一步细化战例知识单元,形成战例事件的知识表示模型,如图 2 所示。战例事件图谱对于战例事件的知识表示主要包含 2 层逻辑:一是通过“事件-要素-属性”关系图揭示战例事件所关联的各类要素、属性及其关系,实现战例事件的规范化表示,便于大量战例事件知识的组织和管理;二是通过构建战例事件之间的演化关系和脉络,明晰战场局势变化及发展趋势。

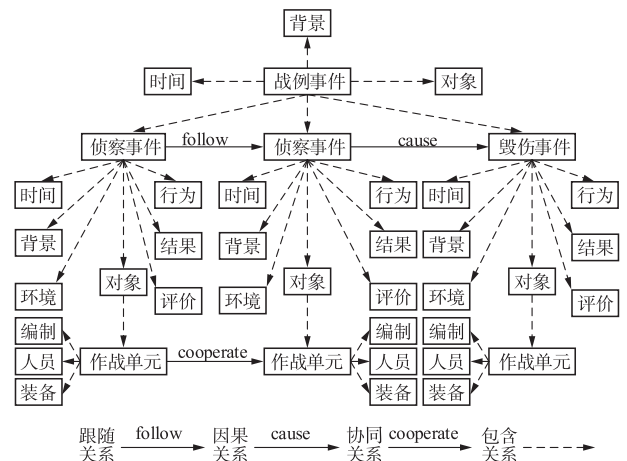


图 2 战例事件图谱知识表示模型

3 战例事件图谱构建实践

3.1 战例事件数据源选取

高质量的知识资源是事件图谱构建的基础,由于目前没有公开的大型军事语料库,因此需要通过战例书籍、文本和互联网资源构建军事语料库。《中国人民解放军军语》对常见的战例事件和参与作战的主要对象做了明确的定义,是进行战例事件知识标注和抽取的主要依据;《中国战典》《现代经典战例》《拨开迷雾:信息化局部战争美军典型战例研究》等书籍对战例进行了详细的记录和深入的分析,可以作为战例事件知识抽取的主要对象;学习强军APP“经典战例”板块、“百度百科”、微信公众号“战例译注”等刊载了大量的我军和外军的战例研究资料,也可以作为战例事件的数据源。

3.2 战例事件抽取

战例事件抽取是从给定的文本或数据中抽取事件要素,战例事件的前7个要素是对事件的客观描述,而语言表现是表达事件的词语或词语搭配,又称为事件触发词或触发词搭配,如“侦察”“发射”“击落”“击沉…战舰”“阵亡”等。触发词是识别事件表达的最重要的标志性词汇,无论是人工标注还是机器阅读,都需要建立触发词表。表2给出了“进攻类事件”“防守类事件”“准备类事件”的语言表现词典。通过建立语言表现词典,能够从大量的战例文本中快速识别战例事件。

表2 事件类语言表现词典(部分)

事件类	事件类型	语言表现(部分)
进攻类事件	攻击	袭击、突击、突破、炮击
	分割切断	割裂、分割、切断
	围歼	围堵、迂回、包抄
防守类事件	防御	抵抗、防御、修筑、抗击
	突围	突围、分散突围、集中突围
	掩护	掩护、护送、阻击、牵制
	撤退	撤退、退却、转移
准备类事件	肃清	扫荡、扫清、扫除、肃清、消灭
	侦察	监听、勘察
	支援	支援、增援、出援
	集结	驻扎、派遣、集结、空降

3.3 战例事件关系识别

事件间关系识别是抽取事件三元组的重要步骤,事件间关系识别的任务可以描述为:对于给定的战例文本以及文本中的2个战例事件 bce_1 和 bce_2 ,判断2个事件 bce_1 与 bce_2 是否存在关系以及

存在何种关系。例如,给定的战例文本“日军‘伊-168’号潜艇发射鱼雷(攻击事件)并成功击沉(毁伤事件)美军受伤航母‘约克城’号”,需要判别攻击事件和毁伤事件之间的关系。文献[17]对事件关系抽取的方法进行了深入研究,对战例事件关系的抽取有很大启发,目前对于战例事件关系的识别主要通过构建关系抽取模式,表3给出了事件因果关系的常见模式和语言描述。

表3 因果关系抽取模式和语言描述

模式	语言描述
原因触发词+原因内容+结果触发词+结果内容	“因为…,所以/致使/以至于…”
原因内容+目的动词+结果内容	“…导致/促使/引发/推进/引起/击沉/击毁/击落…”
原因触发词+原因内容+结果内容	“为了/由于/因为…”
结果触发词+结果内容+原因触发词+原因内容	“之所以…,是因为/是由于…”
结果内容+原因内容+目的动词	“是/由…引起/导致/造成…”

3.4 “夜鹰”坠落事件实例

根据战例事件图谱知识表示模型以及战例文件,我们可以构建战例事件图谱。比如针对“夜鹰”坠落事件^[13],通过对战例所涉及的组织编制、作战编成、装备运用、作战地域等数据进行采集、提取、融合,最终实现战例事件图谱构建,图3为战例事件图谱部分展示。

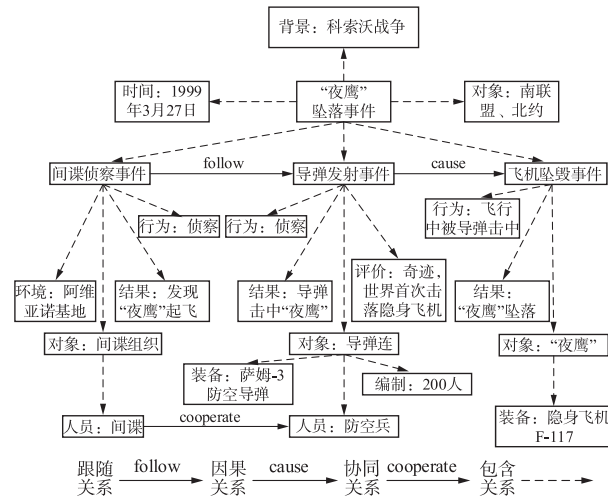


图3 “夜鹰”坠落事件实例(部分)

4 基于战例事件图谱的边缘作战辅助决策实现路径

战例事件图谱作为一个军事知识库,可以为作

战指挥活动提供辅助决策支撑。包括为指挥员提供更加便捷的战例知识服务,帮助其学习历史经验知识,从中汲取作战营养;通过图谱化的历史战例事件,帮助指挥员更加清晰地掌握历史重大战例的作战指挥决策过程,从中获取作战指挥决策经验启发;通过本体化的战例事件表达,可以帮助生成作战决策树,在历史与现实的态势比对中寻求决策方案的优选。边缘作战单元借助手持终端、依托本地数据或者较少的通信资源就可以开展辅助决策,因此战例事件图谱非常适用于边缘作战单元。基于战例事件图谱的边缘作战辅助决策主要功能和实现途径主要包括:情报融合分析、战场态势感知、决策思维启发。

4.1 基于语义关联的情报融合分析

“知彼知己,百战不殆”。对于作战辅助决策而言,首要的任务就是准确分析战场情报,关键在于对战场情报信息的处理。信息化时代,万事万物都存在关联性,如果不能正确认识和对待事物的关联性,那么就会丢失很多信息。战例事件图谱是采用节点和边的形式将以往战例知识进行相互关联,其中就包含有大量的历史环境、对手情报等信息,通过现有战场情报的匹配关联,可以实现综合战场情报信息的挖掘融合,从而辅助指挥员更好地了解现时战场态势,有助于作出科学指挥决策,其过程如图 4 所示。

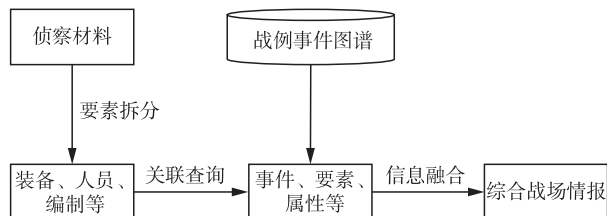


图 4 基于语义关联的情报融合分析

4.2 基于机器学习的战场态势感知

态势感知,是评估战场复杂形势从而做出预测行动的过程^[18-19]。在“平时”构建出战例事件图谱并训练预测模型,在“战时”一旦新事件发生,就可以进行相关事件趋势的推演和概率预测。预测模型训练阶段采用图嵌入网络学习战例事件图谱的向量化表示,进而基于深度神经网络建立分类网络模型来预测事件是否发生^[20];实时预测阶段将实时事件数据构建的事件图谱输入事件预测模型,通过挖掘事件隐藏特征信息和事件数据的深度语义信息,将对手意图转化成一系列事件发生和不发生的二分类问题,将事件及其发生概率作为预测结果以助于提升边缘作战单元态势感知能力,其过程如图 5 所示。

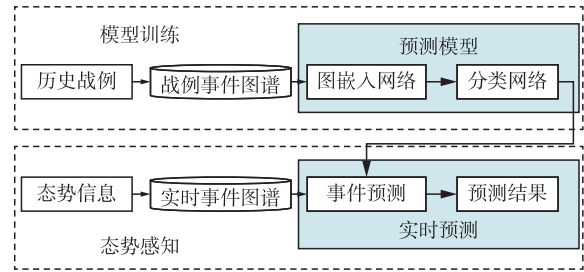


图 5 基于机器学习的战场态势感知

4.3 基于案例推理的决策思维启发

案例推理技术是人工智能领域中一种利用历史案例对新问题进行求解的推理技术,其求解过程遵循人的经验思维、类比思维^[21]。在军事领域,指挥员的智慧及指挥艺术都体现在作战活动中,对这些作战活动进行规范化描述就形成了战例事件,进而构建战例事件图谱。通过案例推理技术可以检索相似的历史战例事件,借鉴过去的经验知识来辅助解决新的作战问题^[22],其过程如图 6 所示,即将需要解决的问题描述成新的案例,通过相似性度量从事件图谱中检索到相关战例事件,从而得到决策启发。边缘作战单元通过对战例事件知识的学习,可以帮助了解相关情况的处置、相应问题的解决办法和需要注意的相关问题,进而提高解决相似作战问题的针对性。

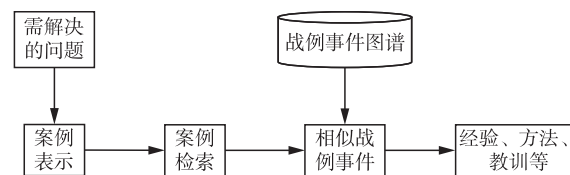


图 6 基于案例推理的决策思维启发

5 结语

战例事件包含了大量的布局控势、施计用谋、时局演化、因果推理等过程性知识,是指挥员辅助决策的重要素材。在平时,可以依托中心节点的人力、算力,借助计算机人工智能技术建设、维护、管理战例事件图谱;在战时,边缘作战单元只需要通过本地数据或少量通信资源就可以实现情报信息增值、辅助理解态势、启发决策思维等,从而提高指挥决策效能。本文以未来作战样式为牵引,以边缘作战辅助决策为对象,提出了战例事件图谱的构建方法,对战例事件数据源选取、要素组成等进行了研究探讨,结合历史战例数据开展了战例事件图谱构建实践。总体来看,战例知识的关联挖掘是实现信息融合、态势感知和决策启发的重要基础,开展战例事件图谱构

建研究,有助于提升边缘作战指挥决策能力。同时,事物的发展是不断变化的,战例事件图谱作为一种作战辅助决策方法还需要不断发展,吸收新的作战实践事例,以期为边缘作战单元提供更多维、更高效、更全面的辅助决策。

参考文献

- [1] 黄松平,闫晶晶,张维明,等. 从重心到边缘:指挥控制的历史及进程[J]. 指挥与控制学报, 2020, 6(4): 341-348.
- [2] 李思远. 面向智能军事决策的深度强化学习算法研究[D]. 太原:中北大学, 2022.
- [3] 朱晓敏,张雄涛,王吉,等. 面向分布式作战的智能模型持续演化方法[J]. 指挥与控制学报, 2021, 7(4): 374-382.
- [4] 张维明,黄松平,朱承,等. 指挥控制的新范式:边缘指挥控制[J]. 指挥信息系统与技术, 2021, 12(1): 1-7.
- [5] 秦晓周. 联合作战辅助决策方法研究[M]. 北京:国防大学出版社, 2019.
- [6] 张晓海,操新文. 基于深度学习的军事辅助决策研究[J]. 火力与指挥控制, 2020, 45(3): 1-6.
- [7] 胡晓峰,荣明. 作战决策辅助向何处去——“深绿”计划的启示与思考[J]. 指挥与控制学报, 2016, 2(1): 22-25.
- [8] 季文凯,徐汉卿. 让设计战争走在战争打响之前[N]. 解放军报, 2022-05-21(2).
- [9] 中国人民革命军事博物馆. 中国战典(上)[M]. 北京:解放军出版社, 2008.
- [10] 鲁赢,寇红超,林文浩,等. 大力开展基于智能技术的数字化战例库建设[J]. 国防科技, 2021, 42(6): 89-92.
- [11] 杨鲁. 抗美援朝战争中的“零敲牛皮糖”[J]. 国防, 2021(2): 85-88.
- [12] 王义山. 阴差阳错的对决——“伊-168”VS“约克城”[J]. 军事文摘, 2010(1): 79.
- [13] 俞坤. “夜鹰”折戟巴尔干——科索沃战争中南联盟的反击之光[J]. 军事文摘, 2017(7): 58-60.
- [14] 李忠阳. 面向文本事件预测的事理图谱构建及应用方法研究[D]. 哈尔滨:哈尔滨工业大学, 2021.
- [15] 汪怡敏. 跨语言新闻事件图谱融合设计与实现[D]. 成都:电子科技大学, 2022.
- [16] 李纲,王施运,毛进,等. 面向态势感知的国家安全事件图谱构建研究[J]. 情报学报, 2021, 40(11): 1164-1175.
- [17] 胡伟. 基于深度学习的事件关系抽取研究[D]. 乌鲁木齐:新疆大学, 2019.
- [18] 段玉先,刘昌云,魏文凤. 战场态势感知关键技术研究[J]. 火力与指挥控制, 2021, 46(11): 1-11, 19.
- [19] 张海涛,周红磊,李佳玮,等. 信息不完全状态下重大突发事件态势感知研究[J]. 情报学报, 2021, 40(9): 903-913.
- [20] 潘磊,代翔,崔莹,等. 事件知识图谱预测群体性事件的方法:中国,CN112328801B[P]. 2022-06-14.
- [21] 邢清华,范海雄. 反导任务规划技术——基于案例推理[M]. 北京:科学出版社, 2019: 248.
- [22] 刘启琛,宋文静,商长安,等. 面向 CBR 的末段高层反导部署案例库构建与使用[J]. 空军工程大学学报, 2023, 24(5): 72-79.

(编辑:刘勇)