



基于事理图谱的铁路应急处置 决策优化方法

刘奕言¹, 胡恒闯^{1,2}, 秦勇^{2,3}, 王莉^{1,2}

(1. 北京交通大学 交通运输学院, 北京 100044;

2. 北京交通大学 运营主动安全保障与风险防控铁路行业重点实验室, 北京 100044;

3. 北京交通大学 先进轨道交通自主运行全国重点实验室, 北京 100044)

摘要: 铁路运输突发事件的应急处置高度依赖人工经验, 容易出现处置不规范、响应滞后等问题。文章提出一种基于事理图谱的决策优化方法, 通过构建结构化的事件演化逻辑链条, 提升应急响应效能。该决策优化方法以铁路突发事件的非结构化文本数据为基础, 采用融合因果关系与时间顺承关系的规则完成事件关系抽取, 并结合杰卡德相似度算法 (Jaccard similarity algorithm) 实现事件的泛化归类。基于此, 利用 Neo4j 数据库构建事理图谱, 进而开发应急处置决策系统。试验结果表明, 该事理图谱可有效实现事件演化路径的可视化; 所开发系统在专业问题回答方面显著优于通用大语言模型, 规范性与实用价值更高, 基于事理图谱的决策优化方法能有效揭示铁路突发事件的动态逻辑演化机制, 为应急管理提供准确、规范的智能化应急决策支持。

关键词: 铁路运输; 事理图谱; 突发事件; 关系抽取; 应急处置

中图分类号: U29; X928.02

文献标志码: A

文章编号: 1000-128X(2025)05-0198-08

0 引言

铁路是国家重要的基础设施, 承担着大量货物与人员的运输任务, 其安全高效运行对保障社会经济活动正常开展具有举足轻重的作用。有效的应急处置决策是减少铁路事故损失、确保铁路运输安全畅通的关键。传统的知识图谱聚焦静态实体的属性关系, 但铁路应急处置以突发事件为驱动, 传统知识图谱难以表征动态事件的演化特征与事件间的逻辑关联^[1]。因此, 针对铁路应急处置决策优化的核心需求, 以及传统知识图谱在处理事件动态性方面的不足, 本文以突发事件为实体节点, 构建事理图谱, 以探索事件的发展逻辑。当前, 事理图谱的研究主要集中在事件抽取、事

件融合和关系建模等3个方面。

事件抽取是事理图谱构建的基础, 目的在于从文本中识别事件相关要素。文献[2]采用 BERT-BiLSTM-Attention-CRF 架构提取地质报告文本数据中的本体信息; 文献[3]结合深度学习与规则方法, 抽取电网应急知识中的实体和属性; 文献[4]提出模板引导的联合抽取模型, 有效识别复杂事件信息。

事件融合旨在整合不同来源的相同或相关事件信息, 提升事件表示的一致性与完整性。文献[5]提出端到端的事件共指消解方法, 有效减少冗余信息、提升文本整合效率; 文献[1]通过融合多种语义特征, 增强了事件检测的精准性; 文献[6]设计综合性的事件本体相似度计算模型, 用以衡量事件间的关联程度。

事理关系建模旨在挖掘事件间的因果、时序等逻

基金项目: 中央高校基本科研业务费专项资金资助项目 (2023JBZY005); 国家重点研发计划项目 (2022YFB4300603)

通信作者: 王莉, 女, 博士, 副教授, 主要从事交通控制与安全、交通运输规划管理、交通安全测控工程等方面的研究;

E-mail: wangli@bjtu.edu.cn

引用格式: 刘奕言, 胡恒闯, 秦勇, 等. 基于事理图谱的铁路应急处置决策优化方法[J]. 机车电传动, 2025(5): 198-205. DOI:10.13890/j.issn.1000-128X.2025.05.022.

Citation: LIU Yiyang, HU Hengchuan, QIN Yong, et al. Decision-making optimization method for railway emergency responses based on event logic graphs[J]. Electric drive for locomotives, 2025(5): 198-205. DOI:10.13890/j.issn.1000-128X.2025.05.022.

辑关系。文献[7]采用多属性整合方法构建舆情事理图谱, 揭示事件发展脉络, 为应急决策提供支持; 文献[8]利用事理图谱挖掘情报领域事件间的隐含逻辑关系, 提升事件应对与管理能力; 文献[9]基于Neo4j构建金融因果事理图谱, 实现风险传播路径的可视化分析; 文献[10]提出融合知识与事理逻辑的智慧课堂交互图谱构建方法, 探索事理图谱在教育场景中的应用潜力。

现有研究表明, 事理图谱已在舆情管控、储粮安全、金融、教育等领域逐步应用, 并积累了技术基础, 但在铁路领域尚未系统开展基于事理图谱的突发事件与应急处置的内在逻辑关系研究。因此, 本研究旨在构建铁路突发事件事理图谱, 深度整合突发事件信息与应急处置知识, 揭示事件间的因果、时序等事理逻辑及其与处置策略的映射关系, 并借助事理图谱的可视化展示各节点间的关系连接, 辅助相关人员优化突发事件应急处置决策的生成。

1 事理图谱规则定义

本文所构建的事理图谱, 核心在于将突发事件及其演化逻辑进行结构化表达。事理图谱构建需重点关注数据预处理、事件抽取与事件融合等3个关键技术环节。

1.1 数据预处理

大量原始数据以非结构化文本形式存在, 如事故报告、调度记录等, 需通过自然语言处理流程进行预处理。预处理主要包括中文分词、词性标注和依存句法分析, 为后续事件抽取与关系建模奠定基础。

1.1.1 中文分词

中文分词是将连续汉字序列切分为独立语义单元的过程, 是中文信息处理的基础环节^[11]。由于中文缺乏显式词语边界标识, 其分词难度高于英文。本文采用正向最大匹配算法对文档数据进行分词处理, 该算法原理清晰、实现简单, 并且对铁路领域常见固定术语的分割准确度较高。其流程为: ①从文本左端开始, 依次截取最大词长的子串进行词典匹配; ②匹配成功则完成切分, 否则缩短截取长度, 直至匹配成功或切出单字词, 重复该过程直至文本处理完毕。正向最大匹配算法流程如图1所示。

1.1.2 词性标注

词性标注旨在为文本中的每个词语赋予对应的语法类别(如名词、动词、形容词等), 有助于揭示句子的语法结构, 为后续句法分析与语义理解提供支持^[12]。本文借助哈尔滨工程大学语言技术平台(language technology platform, LTP)对文本进行词性标注^[13], 该平台的标注体系兼容性强, 能有效识别铁路专业术语的词性。

1.1.3 依存句法分析

依存句法分析是自然语言处理中揭示句子内部词语语法依赖关系的重要手段。该方法通过构建词语间的支配与被支配关系, 形成有向无环图, 从而清晰呈现句子的语法结构^[14]。依存句法分析不仅有助于理解句子的深层语义, 也为后续信息抽取与事件建模提供了结构化依据。

上述预处理步骤实现了句子中关键事件要素与语义角色的结构化提取, 为事件识别与事理图谱构建奠定了数据基础。

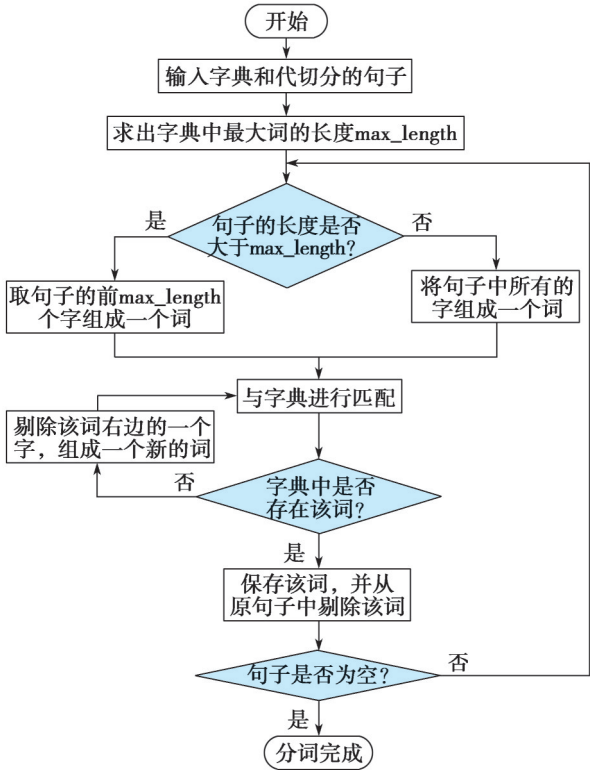


图1 正向最大匹配算法流程

Fig. 1 Forward maximum matching algorithm process

1.2 事件抽取

事件是事理图谱的核心节点。本研究将事件定义为主谓宾结构, 其中谓语动词表示动作或状态变化, 主语和宾语分别对应事件的主体与客体。因此, 通过依存句法分析提取句子中的主谓关系和动宾关系, 可实现对文本中潜在事件的有效识别。该方法能够从非结构化文本中自动识别出具有明确语义结构的事件信息, 为后续事理图谱构建提供基础数据支撑。事件关系抽取流程如图2所示。

1.3 事件融合

数据来源的多样性与中文表达的灵活性导致事件信息存在冗余。若相似事件作为独立节点存在, 会增加图谱复杂度; 同时, 在非结构化文本的事件和关系抽取过程中, 几乎不存在2个事件描述完全一致的情

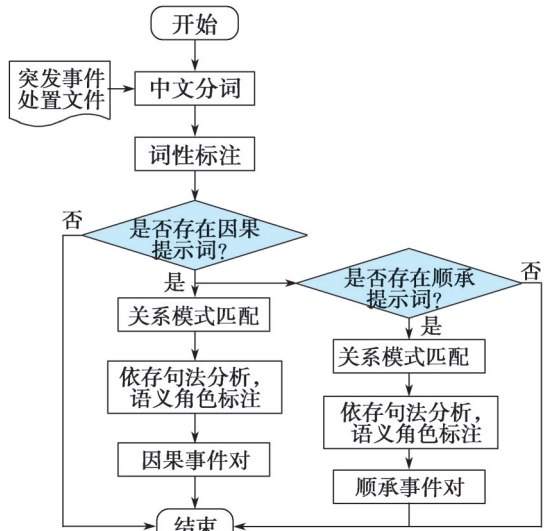


图2 事件关系抽取流程

Fig. 2 Event relation extraction process

况，这种表述差异可能削弱图谱中事件间的关联性，进而影响图谱的全面性与准确性。因此，为提升事理图谱的质量与实用性，需对提取的事件信息进行融合处理。

事件融合旨在识别、整合语义相似，但表达形式不同的事件，将其统一为更具代表性的通用事件节点，是事理图谱构建中不可或缺的重要环节。为实现高效准确的事件融合，本文采用杰卡德相似度作为衡量事件语义相似程度的基础方法。杰卡德相似度是衡量2个集合相似性的经典指标^[15]，广泛应用于文本相似性计算领域，本研究将其用于比较事件间的词语组成相似性。

设2个事件分别为词集合 x 和 y ，则杰卡德相似度的表达式为

$$D_{\text{Jaccard}}(E_i, E_j) = \frac{x \cap y}{x \cup y} \quad (1)$$

式中： E_i 、 E_j 为待比较的独立事件； $x \cap y$ 为交集的词语数量； $x \cup y$ 为并集的词语数量； $D_{\text{Jaccard}}(A, B) \in [0, 1]$ ，杰卡德相似度的值越大，词语层面的相似性越高。

在Jaccard相似度基础上，本文提出融合词项重叠与语义嵌入的双视角相似度计算方法，以提升事件语义表征的准确性，其表达式为

$$S_{\text{im}}(E_i, E_j) = \frac{1}{2} \left[\cos(\vec{V}_i, \vec{V}_j) + D_{\text{Jaccard}}(W_i, W_j) \right] \quad (2)$$

式中： $\cos(\vec{V}_i, \vec{V}_j)$ 为余弦相似度； $\vec{V}_i$ 、 $\vec{V}_j$ 为事件语义向量； W_i 、 W_j 为事件分词集合。

完成事件相似性计算后，需要根据相似性阈值和事件数量设定相应的融合规则，以确保融合结果的合理性与专业性。具体规则如下：①若事件间的相似性小于0.6，或满足该相似度条件的事件数量小于4，则认为事件间缺乏足够的共性，不进行泛化处理；②若事件间的相似性不小于0.6，且满足该条件的事件数量不小于4，则进一步提取这些事件中的共同语义元素，

结合相关专业知识进行归纳融合，形成泛化后的通用事件。

通过上述融合策略，可在不依赖深度学习模型的前提下，有效识别并合并语义相近的事件信息，进而提升事理图谱的结构完整性与逻辑一致性，为后续事件推理与决策支持奠定坚实基础。

2 铁路突发事件事理图谱构建

2.1 数据源与预处理

本研究数据来源于调研获取的突发事件处置记录和《铁路技术管理规程》文本，均为非结构化数据。需通过自然语言处理流程实现结构化转化，核心步骤包括中文分词、词性标注和依存句法分析。

2.1.1 中文分词

以如下示例语句为例：[A站至B站间下行线处接触网挂有一气球]，设定词典为：[A站，至，之间，B站，上行线，下行线，接触网，受电弓，挂有，气球，塑料袋]，其中最长词汇长度为4字。通过正向最大匹配算法处理后，最终得到的分词结果为：[A站，至，B站，下行线，接触网，挂有，气球]。

2.1.2 词性标注

以前述分词结果[A站，至，B站，下行线，接触网，挂有，气球]为例，LTP标注的词性序列为：[nl（位置名词），p（介词），nl（位置名词），nd（方位名词），n（普通名词），v（动词），n（普通名词）]。

2.1.3 依存句法分析

对文本“A站至B站下行线接触网挂有气球”进行依存句法分析，可揭示句子各元素间的支配关系。依存句法分析如图3所示，依存关系标注分析如表1所示。

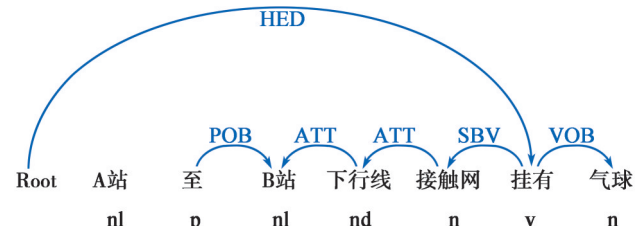


图3 依存句法分析图

Fig. 3 Dependency syntax analysis diagram

表1 依存关系标注分析

Table 1 Annotation and analysis of dependency relations

关系类型	符号	起始节点→指向节点	语言功能
核心关系	HED	Root→挂有	标识全句核心谓语动词
主谓关系	SBV	挂有→接触网	建立动作主体联系
动宾关系	VOB	挂有→气球	建立动作对象联系
定中关系	ATT	接触网→下行线	限定设备位置属性
介宾关系	POB	至→B站	连接空间终点

2.2 事件抽取与融合

2.2.1 因果关系抽取规则

通过标注分析大量铁路应急处置记录, 总结因果标识词和句法结构特征, 结合文本语言特点与已有事件关系抽取研究^[16], 构建铁路突发事件因果句法规则模板体系。

在因果句法规则模板设计中, 采用以“<cue>[reason][result]”为基础的正则表达式模式, 结合句法依存结构定义具体规则; 同时, 引入句子匹配优先级机制, 避免低优先级模板覆盖高优先级模板所导致的误识别问题。

模板1与模板2可能包含相同的因果提示词, 但模板2对句法结构要求更高、条件更严格, 因此赋予其更高识别优先级。最终设定的因果关系模板及其优先级如表2所示。

表2 因果关系模板及其优先级

Table 2 Causal relationship template and its priority		
因果句类型	规则表达式	优先级
模板1: 由因到果前缀式	$\omega_i \in \text{cue1} \cap \text{pog}_i = \text{conj}$	5
模板2: 由因到果匹配式	$\omega_i \in \text{cue2} \cap \text{pog}_i = \text{conj}$	4
模板3: 由因到果中间式	$\omega_i \in \text{cue4} \cap \text{pog}_i = \text{verb}$	6
模板4: 由因到果中间匹配式	$\omega_i \in \text{cue5} \cap \text{pog}_i = \text{conj}$	1
模板5: 由果到因中间式	$\omega_i \in \text{cue7} \cap \text{pog}_i = \text{conj}$	3
模板6: 由果到因匹配式	$\omega_i \in \text{cue8} \cap \text{pog}_i = \text{conj}$	2

2.2.2 顺承关系抽取规则

除因果关系外, 铁路突发事件处置文本还普遍存在顺承关系, 即事件按时间顺序依次发生且相互关联。例如, 在句子“大风天气影响下接触网上挂有树枝, 要求相关工作人员上道处理”中, “大风天气”为起始原因, “接触网上挂有树枝”为结果事件, “要求工作人员上道处理”为后续响应行为, 体现了典型顺承关系。通过深入分析与标注铁路应急处置文本, 归纳出两类主要的顺承句法规则模板。

与因果关系类似, 本文也对顺承模板设置了识别优先级(如表3所示)。当2个模板共用相同提示词时, 优先识别结构更复杂、匹配条件更严格的模板, 避免识别结果重叠或遗漏。例如, “要求”作为常见顺承提示词, 在模板2中用于复杂句式匹配, 其识别优先级高于模板1, 故将模板2设为优先级1, 将模板1设为优先级2。

通过上述因果关系与顺承关系抽取规则体系的构建, 本文实现了对铁路突发事件处置文本中事件间复杂逻辑关系的系统识别与结构化建模, 为后续事理图谱构建提供了坚实基础。例如“接触网挂塑料”“接触网挂塑料袋”“接触网挂塑料膜”等事件虽在表述上存在差异, 但其核心语义均为“异物悬挂于接触网”, 应

归为同一类型事件。类似地, “接触网挂树枝”“接触网挂气球”等也可统一泛化为“接触网挂异物”。

表3 顺承关系模板及其优先级

Table 3 Temporal sequential relationship template and its priority		
顺承句类型	规则表达式	优先级
模板1: 动词引导式	$\omega_i \in \text{s1} \cap \text{pog}_i = \text{verb}$	2
模板2: 组合式	$\omega_i \in \text{s2} \cap \text{pog}_i = \text{verb}$	1
	$\omega_i \in \text{s3} \cap \text{pog}_i = \text{conj}$	

2.3 事理图谱绘制

基于Python与Neo4j框架, 本文构建了铁路突发事件事理图谱, 通过图形化的方式呈现突发事件及其处置关键要素, 以支撑应急决策。图谱设计涵盖6类节点与5种关系, 如图4所示。

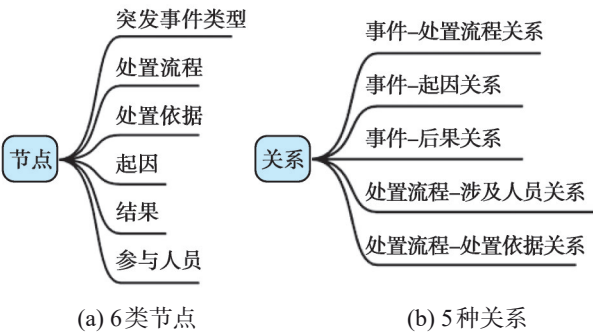


图4 图谱节点和节点关系

Fig. 4 Graph nodes and node relationships

事理图谱(如图5所示)展示了10种突发事件的类型, 包括接触网挂异物、受电弓挂异物、运行途中自动降弓、自动过分相地面设备故障、GSM-R故障、异物侵限灾害报警、车站FAS故障、列车碰撞异物、接触网停电、接触网跳闸重合。图5中不同类型的节点代表不同类别, 按照其在突发事件处置流程中的角色进行组织:

- ①突发事件类型节点。标识具体的突发事件, 如“接触网挂异物”。
- ②处置流程节点。详细列出某一突发事件的具体处置步骤, 确保对每个突发事件都有清晰的操作指南。
- ③事件起因节点。描述引发突发事件的原因。
- ④事件后果节点。记录突发事件造成的各类后果。
- ⑤参与人员节点。明确指出在处置过程中需参与的人员类型。
- ⑥处置依据节点。提供处置流程所依据的相关规定或标准文档。

特别地, 在处置流程节点时, 按处置步骤顺序进行排列, 可确保清晰追踪特定突发事件的处理流程。各节点之间通过预定义关系相互连接, 构成完整的突发事件事理图谱。这不仅有助于理解突发事件的发展脉络, 而且为后续节点检索和分析奠定了基础。

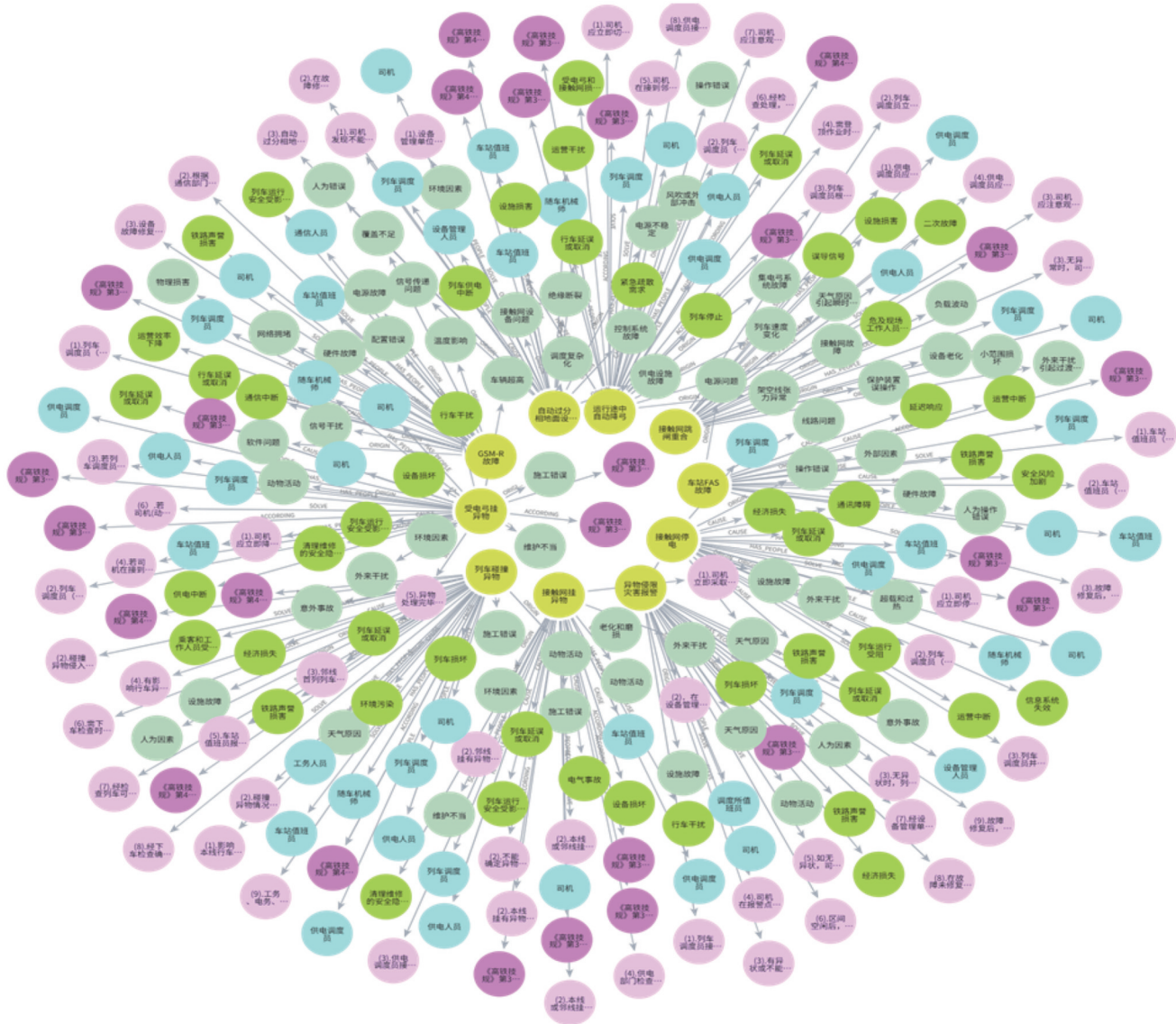


图5 事理图谱可视化展示
Fig. 5 Visualization based on event logic graph

3 基于事理图谱的应急处置决策系统

为提升铁路突发事件应急处置的效率与准确性，本文提出一种结合事理图谱与问答系统的应急处置决策系统。该系统不仅能基于传统规则提供处置决策支持，还能利用Neo4j图谱数据库中的数据，通过Cypher查询语言实现精准问答服务。当某一类型的突发事件发生时，系统能根据事件的具体情况，从图谱数据库中检索相关信息，为用户提供具有针对性的应急处置建议。

3.1 系统架构设计

系统由图谱数据层、问答处理层与前端回复层构成，模块关系如图6所示。

①图谱数据层。存储突发事件类型、处置流程、起因、后果、参与人员、处置依据等信息，以节点和

边的形式将这些信息组织于Neo4j数据库中。

②问答处理层。承担问句处理任务，包括问句分类、解析和答案检索。该层先识别问句中的关键元素，再将其转化为Cypher查询语句，在图谱数据库中查找答案。

③前端回复层。用于用户与系统间的交互，接收用户的提问并展示系统的回答，可保障用户体验的友好性和交互的便捷性。

3.2 应急处置决策系统的主要流程

首先，基于事理图谱导出的节点数据库和预设的问句疑问词构建词典，采用Aho-Corasick算法对输入问句进行快速模式匹配，识别问句中是否包含词典中特定词语，进而判断问句类型，为准确理解用户需求、支撑后续步骤奠定基础。

针对不同类型的问句，分析其涉及的事件节点及其关系。例如，对于询问特定突发事件处置流程的问

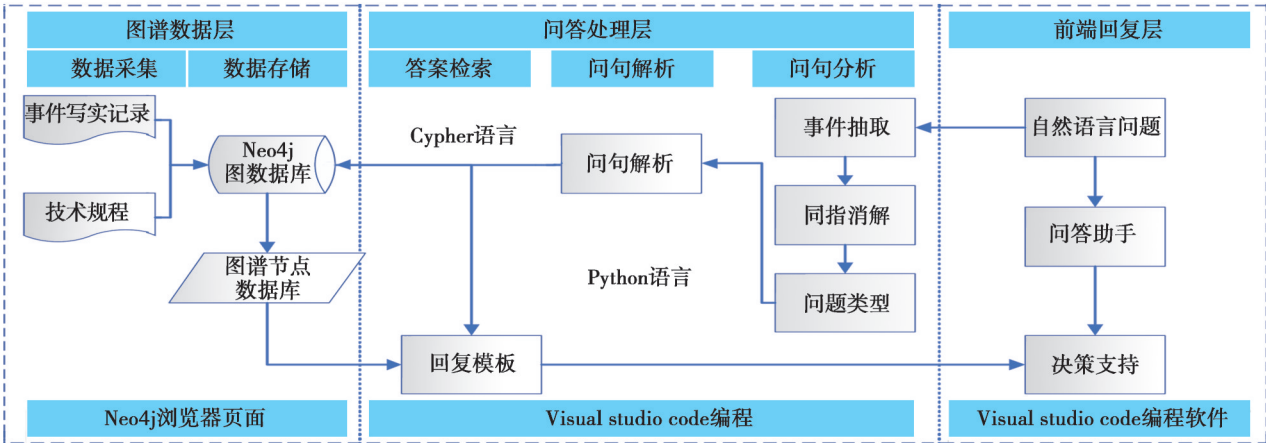


图 6 系统技术架构图

Fig. 6 Technical architecture diagram of developed system

题, 系统需识别相关突发事件类型节点, 并追踪与其相连的处置流程节点, 随后将问题转化为 Cypher 查询语句, 以便在 Neo4j 数据库中执行精确查询。

通过上一步生成的 Cypher 查询语句, 在 Neo4j 图谱数据库中执行查询操作。当查询结果返回后, 系统调用相应回复模板, 生成最终回答并反馈给用户。该方式既提升了答案准确性, 又增强了系统响应速度与服务质量。

3.3 应急处置决策系统测试

依托系统构建的事理图谱信息, 工作人员可更精准地开展后续应急处置决策。以列车运行过程中突发接触网挂异物事件为例, 工作人员输入“接触网挂异

物的起因和后果有哪些?”, 系统自动生成标准化答案。反馈结果显示, 接触网挂异物的潜在原因包括施工错误、环境因素、维护不当、动物活动、外来干扰; 可能引发的后果涵盖清理维修安全隐患、行车干扰、列车延误或取消、列车运行安全风险、设备损坏、电气事故。

近年来, 随着深度学习和自然语言处理技术的发展, 以 ChatGPT 为代表的大语言模型在智能问答领域展现出强大的能力。在国内, 华为的盘古大模型、阿里的通义千问、百度的文心一言等相继推出。本文选取阿里的 QWen3 作为对比模型, 测试其在生成铁路突发事件应急处置策略方面的表现。应急处置决策系统与大语言模型处置策略对比如表 4 所示。

表 4 应急处置决策系统与大语言模型处置策略对比

Table 4 Comparison of response strategies between proposed decision-making system and large language models

项目	本文所提应急处置决策系统	大语言模型 (Qwen3)
发现与报告	司机立即采取措施并向列车调度员 (车站值班员) 汇报异物情况和故障地点……	工作人员在铁路巡视和维护过程中发现接触网上有异物时, 应立即向上级报告……
调度响应	列车调度员及时通知供电部门检查处理, 在《行车设备检查登记簿》内登记……	无详细描述
邻线限速处理	不能确定是否影响邻线时, 限速 80 km/h 运行……	无详细描述
降弓通过处理	司机按降弓方式通过, 后续列车限速 160 km/h 降弓通过……	无详细描述
停车处理	本线不能降弓通过时, 司机应立即停车并报告, 列车调度员通知后续列车停车……	无详细描述
供电部门介入	供电调度员接到报告后, 组织供电人员登乘列车巡视检查并处理……	应急响应人员到达现场后确认异物具体情况……, 供电部门配合处置 (停电处理) ……
恢复行车	供电部门检查处理后, 列车调度员按登记的行车限制条件组织行车, 故障处理完毕后恢复正常……	异物清除后检查线路, 恢复安全措施, 向行车调度员报告恢复正常运行……

实际测试发现, 对于接触网挂异物的处置流程, 千问大模型虽然能给出相关回复, 然而, 相较于基于事理图谱构建的系统, 其回复更通俗易懂, 却在规范性与准确性方面有所欠缺, 无法完全契合实际工作中的标准规程。

尽管大语言模型在自然语言理解与流畅文本生成

方面具有优势, 但由于缺乏特定垂直领域的针对性训练, 面对专业领域问题时其表现欠佳。此外, 大语言模型的训练与部署对硬件性能要求较高, 这会增加成本与技术难度。因此, 在铁路这类专业领域, 基于事理图谱的突发事件应急处置决策系统, 相比于依赖大语言模型的问答系统更具优势。

4 结束语

本文针对铁路突发事件处置文本的特点构建事理图谱,在研究视角、理论技术与应用层面取得了以下创新:①从因果顺承关系角度研究铁路突发事件,结合专业知识扩充事件关系模板,并引入杰卡德相似度实现事件泛化,构建科学合理的事理图谱;②基于该图谱开发应急处置决策系统,首次将事理图谱应用于铁路应急处置场景,有效提升了决策效率与规范性。相较于大语言模型在铁路运输突发事件应急处置这一垂直领域的不足,该系统以结构化知识为基础,实现了更准确、更可靠的应急问答与决策支持,有助于快速定位事件原因、预判危害程度,并生成针对性应对措施,为突发事件的有效预防与处置提供支撑。

参考文献:

- [1] 魏建香,梁帅,朱云霞,等.事理图谱研究进展[J].情报资料工作,2023,44(6):35-43.
WEI Jianxiang, LIANG Shuai, ZHU Yunxia, et al. Progress in the study of event evolution graph[J]. Information and documentation services, 2023, 44(6): 35-43.
- [2] 邱芹军,吴亮,马凯,等.面向灾害应急响应的地质灾害链知识图谱构建方法[J].地球科学,2023,48(5):1875-1891.
QIU Qinjun, WU Liang, MA Kai, et al. A knowledge graph construction method for geohazard chain for disaster emergency response[J]. Earth science, 2023, 48(5): 1875-1891.
- [3] 周义棋,刘畅,龙增,等.电网应急预案知识图谱构建方法与应用[J].中国安全生产科学技术,2023,19(1):5-13.
ZHOU Yiqi, LIU Chang, LONG Zeng, et al. Construction method and application of knowledge graph in emergency plans for power grid[J]. Journal of safety science and technology, 2023, 19(1): 5-13.
- [4] 陈诺,李旭晖.一种基于模板提示学习的事件抽取方法[J].数据分析与知识发现,2023,7(6):86-98.
CHEN Nuo, LI Xuhui. An event extraction method based on template prompt learning[J]. Data analysis and knowledge discovery, 2023, 7(6): 86-98.
- [5] 环志刚,蒋国权,周泽云,等.基于事件共指消解的多源情报融合方法[J].计算机工程与设计,2023,44(10):3124-3131.
HUAN Zhigang, JIANG Guoquan, ZHOU Zeyun, et al. Multi-source information fusion method based on event coreference resolution[J]. Computer engineering and design, 2023, 44(10): 3124-3131.
- [6] 朱文跃,刘炜,刘宗田.一种综合事件本体相似度计算方法[J].计算机应用研究,2019,36(8):2332-2337.
ZHU Wenyue, LIU Wei, LIU Zongtian. Comprehensive approach for event ontology similarity computation[J]. Application research of computers, 2019, 36(8): 2332-2337.
- [7] 曾子明,李青青,孙守强,等.面向突发公共卫生事件网络舆情的事理图谱构建及演化分析[J].情报理论与实践,2023,46(8):147-155.
ZENG Ziming, LI Qingqing, SUN Shouqiang, et al. Construction of the event evolution graph and analysis of evolutionary situation of network public opinion for public health emergencies[J]. Information studies: theory & application, 2023, 46(8): 147-155.
- [8] 肖乐,陈啸林,单昕.面向储粮害虫的事理图谱构建研究[J].中国粮油学报,2023,38(10):185-195.
XIAO Le, CHEN Xiaolin, DAN Xin. Construction of stored grain pest event evolutionary graph[J]. Journal of the Chinese cereals and oils association, 2023, 38(10): 185-195.
- [9] 杨纪星,杨波,朱剑林,等.金融领域事件因果关系发现及事理图谱构建与应用[J].中文信息学报,2023,37(7):131-142.
YANG Jixing, YANG Bo, ZHU Jianlin, et al. Event causality extraction, eventic graph construction and application in financial domain[J]. Journal of Chinese information processing, 2023, 37(7): 131-142.
- [10] 詹泽慧,李通德,邹萱萱,等.智慧课堂教学交互事理图谱的构建与实证:融合知识与事理逻辑[J].电化教育研究,2023,44(9):77-85.
ZHAN Zehui, LI Tongde, ZOU Xuanxuan, et al. Construction and empirical study of event graph for interaction teaching in smart classroom: integrating knowledge and event logic[J]. E-education research, 2023, 44(9): 77-85.
- [11] 李淑英.中文分词技术[J].科技信息(科学教研),2007(36):95.
LI Shuying. Chinese word segmentation technology[J]. Scientific and technological information (scientific research and teaching), 2007(36): 95.
- [12] 牛雅娴,刘丙丽,万红雅,等.从句法分析看词性标注[J].现代语文(语言研究),2009(12):76-78.
NIU Yaxian, LIU Bingli, WAN Hongya, et al. On part-of-speech tagging from syntactic analysis[J]. Modern Chinese, 2009(12): 76-78.
- [13] 景悦诚.基于丰富语言特征的中文社交媒体事件发掘[D].上海:上海交通大学,2015.
JING Yuecheng. Abundant language feature for event detection from Chinese microblog[D]. Shanghai: Shanghai Jiao Tong University, 2015.
- [14] 许思遥,曾健骏,张维彦,等.基于大小语言模型协同增强的中文电子病历依存句法分析[J].计算机科学,2025,52(2):253-260.
XU Siyao, ZENG Jianjun, ZHANG Weiyan, et al. Dependency parsing for Chinese electronic medical record enhanced by dual-scale collaboration of large and small language models[J]. Computer science, 2025, 52(2): 253-260.
- [15] 范九伦,张雷,刘颖,等.融合巴氏系数和杰卡德系数的图像相似度算法[J].西安邮电大学学报,2020,25(5):39-44.

FAN Jiulun, ZHANG Lei, LIU Ying, et al. Integrating Bhat-tacharyya coefficient and Jaccard coefficient for image similarity measure[J]. Journal of Xi'an university of posts and telecommunications, 2020, 25(5): 39-44.

[16] 曾金, 江长江, 李新来, 等. 突发事件抽取与演化关系研究: 以“应急服务网”为例[J]. 情报学报, 2024, 43(11): 1334-1348.

ZENG Jin, JIANG Changjiang, LI Xinlai, et al. Research on the relationship between emergent event extraction and evolution: the case of the emergency services platform[J]. Journal of the China society for scientific and technical information, 2024, 43(11): 1334-1348.

Decision-making optimization method for railway emergency responses
based on event logic graphs

LIU Yiyan¹, HU Hengchuang^{1,2}, QIN Yong^{2,3}, WANG Li^{1,2}

(1. School of Traffic and Transportation, Beijing Jiaotong University, Beijing 100044, China; 2. Key Laboratory of Railway Industry for Operational Active Safety Assurance and Risk Prevention and Control, Beijing Jiaotong University, Beijing 100044, China; 3. State Key Laboratory of Advanced Rail Autonomous Operation, Beijing Jiaotong University, Beijing 100044, China)

Abstract: Emergency responses to sudden events in railway transport heavily rely on operators' experience, causing frequent occurrence of issues such as non-standardized and delayed actions. This paper proposes a decision optimization method based on event logic graphs to enhance emergency response efficiency by constructing structured logic chains that represent event evolution. Using unstructured textual data on railway emergencies, this method employed rule templates that integrate causal relationships and temporal sequential relationships to extract event relations, and incorporated the Jaccard similarity algorithm to generalize and categorize events. From the processed event data, event logic graphs were built using the Neo4j graph database, forming the basis of an emergency response decision-making system. Experimental results show that the constructed event logic graphs effectively visualize event evolution paths; that the developed system significantly outperforms general large language models on specialized-domain queries, offering greater standardization and practical utility. The decision optimization method based on event logic graphs effectively reveals dynamic logic evolution mechanisms in railway emergencies and provides accurate and standardized intelligent decision support for emergency management.

Keywords: railway transport; event logic graph; sudden events; relation extraction; emergency response