

李国旗, 刘思婧, 朱 炜. 高速铁路突发事件-资源关联测度方法[J]. 灾害学, 2016, 31(4): 166-170. [LI GuoQi, LIU Sijing and Zhu Wei. Association Method for High Speed Railway Emergency-Resource[J]. Journal of Catastrophology, 2016, 31(4): 166-170. doi: 10.3969/j.issn.1000-811X.2016.04.029.].

高速铁路突发事件-资源关联测度方法^{*}

李国旗^{1,2}, 刘思婧^{1,2}, 朱 炜³

(1. 西南交通大学 交通运输与物流学院, 四川 成都 610031; 2. 综合交通运输智能化国家地方联合工程实验室, 四川 成都 610031; 3. 同济大学 交通运输工程学院, 上海 201804)

摘 要: 为提高应对高速铁路突发事件的资源保障能力, 从突发事件-资源关联视角, 建立了高速铁路突发事件和应急资源的分类体系, 提出了高速铁路突发事件-资源的关联强度和关联结构测度方法。结果表明, 高速铁路突发事件-资源间的相互关系受事件类型、持续时间、波及范围、等级与强度、发生概率等影响, 可综合运用致灾因子、事件因子、救援能力承载因子进行强度测度; 相似度理论和案例推理方法有利于揭示事故类型、等级、波及范围、所在区域救援能力与资源需求量和结构间相互关系, 可用于确定不同高速铁路突发事件下不同类型的资源量和比例结构; 将既有线铁路、城市地铁的历史数据/案例推广到高速铁路, 可弥补现有突发事件样本数不足, 扩大基于案例推理/规则推理的应用范围, 提高高速铁路突发事件资源需求测度的可靠性和准确性。

关键词: 高速铁路; 突发事件; 物资; 关联强度; 相似度理论; 案例推理方法

中图分类号: X913.4; X5 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-811X(2016)04-0166-05

doi: 10.3969/j.issn.1000-811X.2016.04.029

自2008年我国首条设计时速达350 km的京津城际高速铁路通车以来, 截至2013年底, 我国高铁营业里程已达到 1.1×10^4 km, 占全国铁路营业里程的10.65%。高速铁路的快速发展在方便居民出行、缩短时空距离的同时, 对促进区域经济的融合发挥了积极作用。高速铁路以安全、高速、快捷著称, 具有良好的列车保护和自动控制技术、监测报警系统, 但运营过程中的安全问题也受到了普遍关注, 尤其是外部事件的传导效应引发的高速铁路突发事件不容忽视。例如: 法国铁路因停电导致旅客滞留、日本新干线列车因台风、暴雨、信号系统故障等延误或停运等。现有研究主要集中于城际轨道交通的应急救援能力评估^[1]、应急资源筹措与分配^[2]、应急平台设计^[3]、应急处理体系建设^[4-5]以及铁路突发事件的应急物资调度优化、预案编制、应急平台建设、应急资源保障、应急风险评估等方面^[6-9]。对高速铁路应急管理的有关研究零散分布于高速铁路安全保障系统的功能与系统构成、体系结构、保障技术的研究

中^[10-14], 卢春房就高速铁路应急救援体系构成、应急预案与应急救援演练和组织, 结合实践工作开展较全面论述^[15]。我国地震、洪水、重大公共卫生事件等突发事件的应急管理已经开始考虑事件与资源间的关系, 并在预案编制中予以体现。国外在轨道交通, 尤其是城市地铁运营的突发事件应急处置中新技术应用、自动反应、疏散策略方面积累了较为丰富的经验, 值得我国高速铁路应急管理借鉴^[16-18]。总体而言, 高速铁路应急管理研究受到广泛关注, 但现有研究侧重于宏观的系统设计、应急流程设计、预案编制以及微观的应急路径优化、资源分配与设施布局、能力评估等, 对衔接宏观和微观层面的事件-资源间关系研究稍显不足, 不利于微观和宏观工作的有机衔接。

高速铁路突发事件的诱因众多, 不同因素引发的高速铁路突发事件类型存在较大差异, 对应急资源需求类型不同。因此, 有必要深入系统探究高速铁路突发事件-资源间的相互关系, 揭示

* 收稿日期: 2016-04-19 修回日期: 2016-06-06

基金项目: 四川省软科学计划项目(2014ZR0065); 成都市软科学计划项目(2015-RK00-00039-ZF)

第一作者简介: 李国旗(1984-), 男, 江西南昌人, 讲师, 工学博士、硕士生导师, 主要研究方向为应急物流系统规划与设计。

E-mail: guoqi_li@126.com

通讯作者: 刘思婧(1984-), 女, 四川成都人, 讲师, 工学博士、硕士生导师, 主要研究方向为应急物流系统规划与设计。

E-mail: liusijing666@126.com

影响两者关系的因子集合,提出相应的关联方法,实现资源配置、预案编制、资源分配、应急能力评估工作的一体化(图1),提高高速铁路应急管理的有效性和科学性。

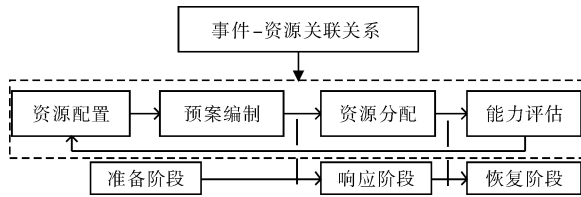


图1 基于事件-资源关联关系的应急管理一体化流程

1 高速铁路突发事件与资源分类

目前,高速铁路突发事件尚未形成明确的分类标准,现行《铁路交通事故应急救援和调查处理条例(2012年修正本)》^[19]、《安全生产应急平台信息资源分类与编码标准(试行)》^[20]、《高速铁路突发事件应急预案(试行)》^[21],将高速铁路突发事件归结为铁路交通事故、自然灾害事故和设备事故。2013年出台的《辽宁省海城市高速铁路突发事件应急救援预案》中,将高速铁路突发事件分为自然灾害、事故灾难、公共卫生事件、社会安全事件^[22]。综合来看,高速铁路突发事故由交通事故和车站事故构成。其中,交通事故主要包括列车脱轨事故、列车追尾事故、列车撞车事故、列车撞人事故、列车火灾、爆炸事故以及其他交通事故;车站事故主要包括突发大客流滞留事故、火灾、爆炸事故、恐怖袭击事故、建筑垮塌事故、有毒有害汽车泄漏以及其他车站事故。高速铁路突发事故的致灾因子包括内外两方面,内因主要是指铁路管理、操作等人为因素以及设施设备因素,外因主要是指自然灾害、公共突发事件、社会安全事件等外部因素。高速铁路突发事件的后果主要包括人员伤亡、财产损失和环境破坏,所需的救援资源包括人员、物资、车辆和设备等,具体分类体系如图2所示。

2 高速铁路突发事件-资源关联强度测度

高速铁路突发事件-资源需求强度测度是资源配置、预案编制、资源分配、应急能力评估的基础,有利于建立起突发事件与各类资源需求的量化关系。考虑突发事件-资源间的相互关系,重点引入致灾因子、事件因子、救援能力承载因子等用于评判两者间的关联强度。

致灾因子是高速铁路突发事件关键诱发因素,用 α 表示,主要属性有类型、持续时间、波及范围、等级、强度、发生概率等,用 $R_1 = \{\alpha_i, b(t), c(s), d_j, \rho\}$ 表示;事件因子是致灾因子导致的高速铁路突发事件,用 β 表示,主要属性有类型、持续时间、波及范围、等级、强度及人员、车辆和设备、物资的需求量,用 $R_2 = \{\beta_k, e(t), f(s), g_m, D(u_k, v_k, w_k)\}$ 表示,其中,用 $\rho(\alpha_i, d_j, \beta_k)$ 表示发生强度 d_j 的因素 α_i 导致 β_k 事件的概率,两者间映射关系如式(1)所示。

$$\left\{ \begin{matrix} \alpha_i \\ b(t) \\ c(s) \\ d_j \end{matrix} \right\} \xrightarrow{\rho(\alpha_i, d_j, \beta_k)} \left\{ \begin{matrix} \beta_k \\ e(t) \\ f(s) \\ g_m \end{matrix} \right\} \quad (1)$$

救援能力承载因子是高速铁路突发事件波及区域实施救援的承载能力,用 x 表示,主要属性有交通条件、生态环境以及救援人员、车辆和设备、物资储备条件,用 $R_3 = \{o_x, q_{x,s}(u_x, v_x, w_x)\}$ 表示,其中,事件因子中的 $D(u_k, v_k, w_k)$ 与救援能力承载因子的关联关系如式(2)所示。

$$D \left\{ \begin{matrix} u_k \\ v_k \\ k_k \end{matrix} \right\} \rightarrow \left\{ \begin{matrix} u_x \\ v_x \\ k_x \end{matrix} \right\} \quad (2)$$

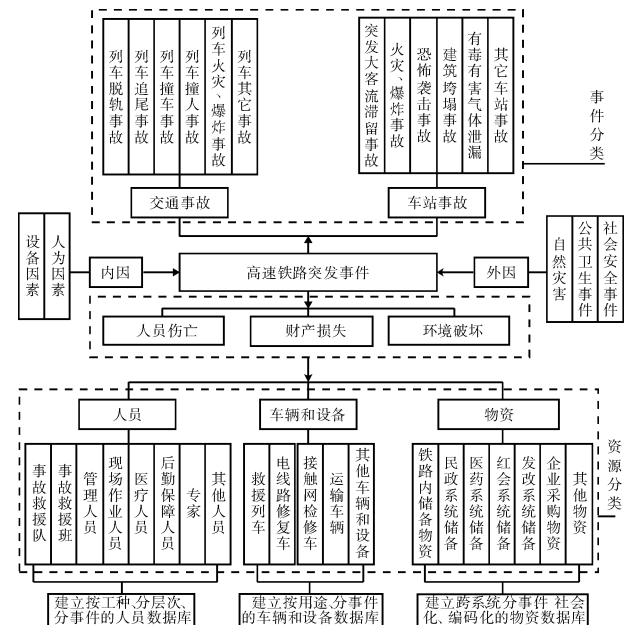


图2 高速铁路突发事件与资源分类体系

突发事件-资源关联强度存在绝对强度和相对强度之分,分别用 $\psi(\beta_k, D(u_k, v_k, w_k))$ 、 $\psi(\beta_k, D(u_k, v_k, w_k) - S_k(u_x, v_x, w_x))$ 表示,后者扣除了所在区域能够及时提供的资源供给。依据致灾因子和高速铁路突发事件关联关系不同,可分为单一致灾因子、多致灾因子导致的高速铁

路突发事件。以单一致灾因子为例,说明突发事件-资源关联强度的计算步骤:

(1)在致灾因子和事件因子类型、持续时间、波及范围、等级\强度映射关系的基础上,建立两者的函数关系式,用 $F(B_k)$ 表示致灾因子对事件因子的作用强度,取值范围为 $[0-1]$,计算式为:

$$F(B_k) = \rho(\alpha_i, d_j, \beta_k) \times \left(\varepsilon_1 \frac{f(t)}{b(t)} + \varepsilon_2 \frac{h(s)}{c(s)} + \varepsilon_3 \frac{d_j}{e_m} \right) \quad (3)$$

式中: ε 为转化因子,可用于类型、持续时间、波及范围、等级\强度之间的转变,具体取值通过调查或专家经验给出。

(2)建立 $F(B_k)$ 和各类资源需求 $D(u_k, v_k, w_k)$ 之间关系,计算式为:

$$D(u_k, v_k, w_k) = \begin{bmatrix} \eta_1 F(b_k) u_k(Q_1) \\ \eta_2 F(b_k) v_k(Q_2) \\ \eta_3 F(b_k) w_k(Q_3) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \overline{u_k}(Q_1) \\ \overline{v_k}(Q_2) \\ \overline{w_k}(Q_3) \end{bmatrix} \quad (4)$$

η 为调整因子,用以建立不同强度事件对人员、车辆和设备、物资需求量之间的关系, $u_k(Q_1)$ 、 $v_k(Q_2)$ 、 $w_k(Q_3)$ 表示最大强度时人员、车辆和设备、物资需求量最大需求量。

(3)计算突发事件-资源关联强度,公式为:

$$\psi(\beta_k, D(u_k, v_k, w_k)) = \begin{bmatrix} \frac{\overline{u_k}(Q_1)}{u_k(Q_1)} \\ \frac{\overline{v_k}(Q_2)}{v_k(Q_2)} \\ \frac{\overline{w_k}(Q_3)}{w_k(Q_3)} \end{bmatrix};$$

或

$$\psi(\beta_k, D(u_k, v_k, w_k) - S_k(u_x, v_x, w_x)) = \begin{bmatrix} \frac{\overline{u_k}(Q_1) - u_x}{u_k(Q_1)} \\ \frac{\overline{v_k}(Q_2) - v_x}{v_k(Q_2)} \\ \frac{\overline{w_k}(Q_3) - w_x}{w_k(Q_3)} \end{bmatrix} \quad (5)$$

步骤(1)中,需对各指标进行归一化处理。由于人员、设备和车辆、物资的计量单位、统计方式均存在差异,不需要将突发事件-资源关联强度系数转化为单一数值。强度指标可用于初步判断不同致灾因子导致的不同事故在不同地区的资源强度情况。对具体资源配置而言,需结合关联结构测度方法,以确定不同类型的资源需求量及结构。

3 高速铁路突发事件-资源关联结构测度

在突发事件-资源关联强度确定基础上,结合图2的高速铁路突发事件与资源分类体系,将 $\overline{u_k}(Q_1)$ 、 $\overline{v_k}(Q_2)$ 、 $\overline{w_k}(Q_3)$ 按照比例关系细分,得到各种类型的物资需求结构。

$$\overline{u_k}(Q_1) = (\gamma_1, \gamma_1, \dots, \gamma_m) Q_1 = \theta_1 + \theta_2 + \dots + \theta_m; \quad (6)$$

$$\overline{v_k}(Q_2) = (\kappa_1, \kappa_1, \dots, \kappa_n) Q_2 = \omega_1 + \omega_2 + \dots + \omega_n; \quad (7)$$

$$\overline{w_k}(Q_3) = (\lambda_1, \lambda_1, \dots, \lambda_l) Q_3 = \xi_1 + \xi_2 + \dots + \xi_l; \quad (8)$$

考虑到高速铁路突发事件的唯一性和偶发性,式(6)~式(8)中不同事件中同一大类资源下不同小类资源的比例关系难以通过严格的理论推导计算得到。但其与既有线铁路、地铁的突发事件存在一定共性规律,可将影响因素细化并找出相似属性。以已有案例、数据和经验积累为重要来源,利用相似度理论和案例推理方法,构建高速铁路突发事件-资源关联结构测度方法。

3.1 基于相似度的高速铁路突发事件-资源关联结构测度

相似理论最早由我国学者周美立提出,广泛运用于机械工程、信息科学、管理科学中^[23]。考虑到具备相同类型、等级/强度、持续时间、波及范围、发生区域的突发事件,在救援的人员结构及数量、所需的车辆和设备的类型及数量、所需的物资种类方面具有显著的相似关系。多数不同类型突发事件也具有部分相同的人员、车辆和设备、物资需求。因此,可将相似度理论用于高速铁路突发事件-资源关联结构测度,具体步骤如下所示。

(1)高速铁路突发事件的资源划分。将 $\overline{u_k}(Q_1)$ 、 $\overline{v_k}(Q_2)$ 、 $\overline{w_k}(Q_3)$ 中不同类型的资源细分为两类,一类是严格依赖于具体突发事件的,例如:不同的专家、设备对应于不同的突发事件;另一类是不依赖于具体突发事件的,例如:现场作业人员、后勤保障人员、运输车辆、食品类物资对应所有的突发事件。对于前一类的物资需求种类,用 $U = [\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_i]$ 、 $V = [\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_j]$ 、 $W = [\chi_1, \chi_2, \dots, \chi_k]$ 和 $U' = [a_1, a_2, \dots, a_r]$ 、 $V' = [b_1, b_2, \dots, b_s]$ 、 $W' = [c_1, c_2, \dots, c_l]$,其中: $i+k=m$ 、 $j+r=n$ 、 $k+t=l$ 。

(2)类比对象的选取、相似要素以及相似元的确定。重点选取既有铁路突发事件作为类比对象,计为 E^ψ ,其中: $\psi = (1, 2, \dots, \tau)$,属性特征用 $(e_1^\psi, e_2^\psi, \dots, e_k^\psi)$ 表示;待求解对象用 F 表示,属性特征用 $(f_1, f_2, \dots, f_\zeta)$ 。 F 和 E^ψ 中所有要素的集合

用 S 表示, $S = F \cup E^\psi$ 。以 $\psi = 1$ 为例, 说明相似要素、相似元和相似度的确定过程。在相似系统中, 将具有相同属性或特征的要素两两对应组成的要素称为相似要素, 用 G 表示, 若事件之间有 y 个相似元素的集合, 则 $G = [g_1, g_2, \dots, g_y]$ 。

(3) 相似度的计算。显然, F 中的元素数量为 ζ , E^1 中的元素数量为 k , U 中的元素数量为 y , S 中的元素数量为 $\zeta + k - y$, 在 F 和 E^1 中元素数量一定的情况下, 相似元素多少决定着由元素数量所决定的相似程度, 即为 Ω_y^1 , 计算式为:

$$\Omega_y^1 = \frac{y}{\zeta + k - y} \quad (9)$$

(4) 计算物资种类及结构关系。按照上述步骤, 分别计算出 Ω_y^ψ , 类比对象 E^ψ 对人员、设备和车辆、物资的需求量及结构关系, 分别用 $U^\psi = [\alpha_1^\psi, \alpha_2^\psi, \dots, \alpha_i^\psi]$ 、 $V^\psi = [\beta_1^\psi, \beta_2^\psi, \dots, \beta_j^\psi]$ 、 $W = [\chi_1^\psi, \chi_2^\psi, \dots, \chi_k^\psi]$ 表示, 取平均值后, 可得到求解对象 F 中的物资比例及数量结构:

$$U(F) = \frac{\sum_{i=1}^y \Omega_y^\psi [\alpha_1^\psi, \alpha_2^\psi, \dots, \alpha_i^\psi]}{\psi}; \quad (10)$$

$$V(F) = \frac{\sum_{j=1}^\psi \Omega_y^\psi [\beta_1^\psi, \beta_2^\psi, \dots, \beta_j^\psi]}{\psi}; \quad (11)$$

$$W(F) = \frac{\sum_{k=1}^\psi \Omega_y^\psi [\chi_1^\psi, \chi_2^\psi, \dots, \chi_k^\psi]}{\psi} \quad (12)$$

不依赖于具体突发事件的 $U' = [a_1, a_2, \dots, a_r]$ 、 $V' = [b_1, b_2, \dots, b_s]$ 、 $W' = [c_1, c_2, \dots, c_t]$ 可利用同样方法进行计算。

3.2 基于案例推理(CBR)的高速铁路突发事件-资源关联结构测度

案例推理(case based reasoning, CBR)最早由 Roger Schank 在著作《Dynamic Memory》中提出, 是一种从旧案例到新问题的类比推理方法。有学者将其应用于赈灾物资的投放预测中。本文据此提出基于案例推理(CBR)的高速铁路突发事件-资源关联结构测度, 主要步骤如下所示^[24]。

(1) 高速铁路突发事件-资源关联案例的表达。主要包括事件致灾的因素、事件造成的后果、事件救援的详细过程、事件救援中各类资源投放等内容信息, 每类信息可用特征属性进行描述, 通过关系数据库的形式, 进行内容及结构关系的构建。

(2) 模拟推理和结果计算。考虑到属性具有模糊特征, 可将模糊推理与 CBR 结合。首先, 进行案例库模糊化, 得到特征向量集和隶属度; 其次, 计算贴进度, 贴进度衡量的是两个模糊集的接近程度, 可以度量预测方案与已有案例的相似度, 设模糊集为 \tilde{A} 、 \tilde{B} 、 $\tilde{C} = \tilde{\psi}(X)$, 贴进度为映射 N 。

$$N: \tilde{\psi}(X) \times \tilde{\psi}(X) \rightarrow [0, 1] \quad (13)$$

通过一系列转换后, 可得到:

$$N(\tilde{A}, \tilde{B}) = \frac{\sum_{j=1}^m \psi_j(\tilde{u}_A(x_j) \wedge \tilde{u}_B(x_j))}{\sum_{j=1}^m \psi_j(\tilde{u}_A(x_j) \vee \tilde{u}_B(x_j))} \quad (14)$$

(3) 计算特征因素权重 ω_j :

$$\omega_j = \frac{\delta(f_j)}{\sum_{j=1}^m \delta(f_j)}, \quad j = 1, 2, \dots, m. \quad (15)$$

其中: $\delta(f_j) = \left[\frac{\sum_{i=1}^n (u_{e_i}(f_j) - \bar{u}(f_j))^2}{n} \right]^{\frac{1}{2}}$, 案例在特征因素为 f 时的取值是 $u(f)$ 。

(4) 进行案例的相似性判断, 计算式为:

$$N(\tilde{T}, \tilde{C}_i) = \frac{\sum_{j=1}^m \psi_j(\tilde{u}_T(f_j) \wedge \tilde{u}_C(f_j))}{\sum_{j=1}^m \psi_j(\tilde{u}_T(f_j) \vee \tilde{u}_C(f_j))} \quad (16)$$

最后, 以最相似案例中的事件救援中各类资源的投放数量和结构为依据, 得到待求解案例中事件救援中各类资源的投放数量和结构, 进行修正和调整, 作为应急资源配置的依据以及能力评估的标准。

4 结论

(1) 从高速铁路突发事件-资源关联的角度, 将高速铁路突发事件的范围由线路拓展到车站, 建立覆盖交通事故、车站事故的事故分类体系, 将应急资源由物资、车辆与设备拓展到人员, 建立了覆盖应急救援全过程的资源分类体系。

(2) 在引入致灾因子、事件因子、救援能力承载因子概念及属性指标的基础上, 建立了事件与诱发因素、事件与发生区域间的相互关系, 提出突发事件-资源关联强度测度方法, 能够有效解决不同致灾因子导致不同突发事件发生在不同区域的应急救援差异, 实现应急资源配置的科学化和合理化。

(3) 为实现高速铁路突发事件导致的各种资源结构与数量的计算, 引入相似度理论和案例推理方法, 给出具体计算过程, 能够科学揭示事故类型、事故等级、强度、事故波及范围以及所在区域的救援能力与资源需求及结构间的相互关系, 也进一步阐明了作为复杂应急运作系统, 已有案例库的建设及模拟对于指导未来应急资源配置及分配的重要价值。但是, 历史上的案例及数据存在模糊、不精确性, 如何对历史案例进行预处理, 提取出符合要求的案例及数据, 是相似度理论和案例推理方法能够发挥作用的重要前提。

(4) 既有线铁路、城市地铁与高速铁路突发事件既有关联, 也存在差异, 如何将历史数据/案例推广到城市轨道交通、普铁、城际等轨道交通领

域,以弥补高速铁路突发事件样本资源的不足,扩大基于案例推理/规则推理的应用范围,以提高高速铁路突发事件-资源关联的科学性、准确性,值得进一步研究。

参考文献:

- [1] 张铭,徐瑞华,李献忠.城市轨道交通应急救援能力的评价[J].都市快轨通,2007,20(1):30-33.
- [2] 孙晓临.城市轨道交通网络应急救援站设置与资源配置优化研究[D].北京:北京交通大学,2012.
- [3] 张铭,王富章,李平.城市轨道交通网络化运营辅助决策与应急平台[J].中国铁道科学,2012,33(1):113-120.
- [4] 秦勇,王卓,贾利民.轨道交通应急管理系统体系框架及应用研究[J].中国安全科学学报,2007,17(1):57-65.
- [5] 周捷.城市轨道交通运营突发事件应急处置体系的思考[J].地下工程与隧道,2012(1):31-33.
- [6] 王富章.铁路突发事件应急管理[M].北京:中国铁道出版社,2010.
- [7] 王艳辉,贾利民,秦勇,等.铁路应急管理理论与方法[M].北京:中国铁道出版社,2011.
- [8] 贾利民,秦勇,程晓卿,等.现代铁路应急管理[M].北京:科学出版社,2011.
- [9] 唐士晟,李小平.铁路交通事故应急救援体系脆弱性评价方法研究[J].铁道学报,2013,35(7):14-20.
- [10] 赵鹏.我国高速铁路安全保障系统研究[J].铁道学报,1996,18(4):114-117.
- [11] 崔丽红,刘鑫,魏庆朝.高速铁路安全系统的研究[J].中国安全科学学报,2001,11(4):7-10.
- [12] 武旭,胡思继,崔艳萍,等.高速铁路安全保障信息系统的研究[J].中国安全科学学报,2005,15(4):80-83.
- [13] 耿志修.中国高速铁路安全技术体系[J].中国铁路,2010,(12):12-16.
- [14] 程晓卿,贾利民,秦勇,等.铁路应急管理研究[J].铁道学报,2012,34(3):7-13.
- [15] 卢春房.中国高速铁路[M].北京:中国铁道出版社,2013.
- [16] Hathaway W T, Flores A L. Identification of the Fire Threat in Urban Transit Vehicles[M]. Transportation Systems Center, Cambridge, MA, 1980.
- [17] Hathaway W T, Heimann D I, Hammar P K. Development of a Graphics Based Automated Emergency Response System for Rail Transit System[R]. Report No. DOT-TSC-UMTA-89-1, 1989.
- [18] Hathaway W T, Markos S H, Balog J N. Recommended Emergency Preparedness Guidelines for Elderly and Disabled Rail Transit Passengers [C] //Urban Mass Transportation Administration, Washington, DC. Office of Technical Assistance and Safety. Report No. FTA-MA-06-0186-89-1, 1992.
- [19] 中华人民共和国国务院令 第628号.铁路交通事故应急救援和调查处理条例(2012年修订)[Z].2012.
- [20] 国家安全生产应急救援指挥中心.(应指技装[2012]24号附件1)安全生产应急平台信息资源分类与编码标准(试行)[S].2012.
- [21] 铁道部.(铁运[2012]33号)高速铁路突发事件应急预案(试行)[Z].2012.
- [22] 海城市人民政府办公室.(海政办发[2013]2号)海城市高速铁路突发事件应急救援预案[Z].2013.
- [23] 李国旗,张锦.一种基于相似度的物流设施数量确定方法[J].公路交通科技,2009,26(12):148-153.
- [24] 龚卫国.筹集、储备、调度和投送:应对灾害事件的赈灾物资物流管理[D].长沙:中南大学,2010.

Association Method for High Speed Railway Emergency-Resource

LI Guoqi^{1,2}, LIU Sijing^{1,2} and ZHU Wei³

- (1. School of Transportation & Logistics, Southwest Jiaotong University, Chengdu 610031, China;
2. National United Engineering Laboratory of Integrated and Intelligent Transportation, Chengdu 610031, China;
3. School of Transportation Engineering, Tongji University, Shanghai 201804, China)

Abstract: In order to strengthen the guarantee capacity of resources for responding to High-speed railway emergency incidents, this paper tries to establish the classification system of high speed railway emergency and emergency resource and put forward the association method for high speed railway emergency-resource. It shows that the relationship between high speed railway emergency-resource is influenced by incident type, duration, sweeping scale, grade or strength, probability of occurrence which can measure based on causal factor, event factor and assistance bearing ability factor. By using the similarity theory and case-based reasoning method, the relationship between the type, grade, strength, scope of emergency accidents and rescue capabilities can be scientifically revealed; the amount and proportion of resources of all kinds of high-speed railway emergency accidents can be calculated. If the historical data/case of existing line and urban mass transit railway can promoted to high speed railway, the lack of limit samples can be compensated. If the range of applications based on case-based reasoning/rules can enlarge, the scientific and the accuracy of high-speed railway emergency-resources association can be improved.

Key words: high speed railway; emergency; material; strength of association; similarity theory; case-based reasoning