

重特大道路交通事故致因复杂性机理分析

曹兴举^{1,2}, 巩建强³

(1. 南京航空航天大学, 南京 210016; 2. 新疆交通职业技术学院, 乌鲁木齐 831401;
3. 交通运输部公路科学研究院, 北京 100088)

摘要:道路运输系统属于复杂系统,重特大道路交通事故的致因机理具有复杂性。首先研究了道路运输系统的复杂性;然后在中国近年来发生的重特大道路交通事故调查分析的基础上,运用 DEMATEL 算法研究了道路运输系统重特大道路交通事故的致因要素及其复杂性机理。研究表明,研究表明事故致因因素对于事故的发生有着不同的贡献度,其中部分因素是关键诱因;事故致因各因素间有递进和关联关系,底层因素为本质原因,顶层因素为直接原因。

关键词:重特大道路交通事故;道路运输系统;事故致因;复杂性机理;调查分析

中图分类号:U491.31 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-1807(2021)01-0247-06

道路运输作为公共安全的重要组成部分,其安全关系到人民群众生命财产安全、经济社会协调发展、社会和谐稳定,是重大民生问题。随着中国汽车保有量、高速公路通车里程、驾驶人员数量逐年增加,道路运输业取得了长足发展,随之而来的是道路交通事故不断发生。

道路交通事故的形成原因是多方面的,主要有驾驶人员、行人的不安全行为、机动车辆的不安全状态和负责的道路环境等因素,最主要的是对道路运输系统安全复杂性认识不足或缺失是造成事故的内在原因。

事故致因分析是在事故调查勘验的基础上,通过分析事故形成规律,剖析事故的形成机理,并由此形成事故致因理论为预防事故和遏制事故提供理论依据。目前,中外有关事故致因的理论模型主要有 ATSB、AcciMap、STAMP、FRAM 和 DRMMF,各种模型在其结构、组成、行为、组成关系、数据要求、可靠性、实用性等方面具有一定的特征差异,能够从不同的视角揭示事故的形成原因^[1]。从系统的角度来看,系统致因理论主要分为微系统论、中系统论和宏系统论^[2]。

1 道路运输系统复杂性认知

所谓系统,即由相互作用、相互依赖的若干个组成部分组合在一起,形成的具有特定功能的有机整体。每个系统又是它所从属的一个更大系统的

组成部分(子系统)。道路运输系统是由多种要素结合在一起,并构成具有运输功能的系统。因此,可以运用系统科学理论对道路运输系统进行分析。

1.1 复杂性概念

“复杂性”的提出,起源于 20 世纪初对理论生物学的研究。1928 年,奥地利生物学家贝塔朗菲(L. V. Bertalanffy)在其《生物有机体》论文中首次提出了“复杂性”的概念。20 世纪后期,在自然科学、工程技术、社会科学研究的各个领域,“复杂性”成为一种研究的新概念范式。

1.2 道路运输系统的复杂性

道路运输系统的复杂性主要表现在以下 5 个方面:

1)结构复杂性。道路运输系统涉及人员、装备、规模等众多因素,由于人员素质的参差不齐,运输装备功能的差异,企业规模、安全文化等多方面的差别,使得道路运输系统的结构具有差异性和多样性。

2)人员复杂性。道路运输系统中的人员包括驾驶员、押运员、站(场)管理人员、救援操作人员等多种类型的作业人员,由于作业类型多样、人员素质、技能水平的差异,使得道路运输系统中的人员具有一定的复杂性。

3)车辆复杂性。道路运输系统中涉及的车辆类型较多,由于各类型车辆性能、作用等存在一定的差异,因此,道路运输系统的车辆具有一定的复杂性。

收稿日期:2020-08-24

作者简介:曹兴举(1975—),男,河北衡水人,新疆交通职业技术学院,副教授,硕士研究生,研究方向:交通运输工程、道路交通安全、高等职业教育。

4)道路环境的复杂性。中国幅员广阔,环境多变,经济水平区域差异明显,道路等级、路面状况、混合交通等多因素的影响,使得道路运输系统中所涉及的道路环境具有复杂性。

5)安全管理的复杂性。道路运输系统关联的要素较多,并由此而导致所涉及的管理部门、管理机构较多,管理现状极为复杂。仅道路运输车辆所涉及的管理部门有工信部、国家质量监督检验检疫总局、公安部、交通运输部、环境保护部等,因此,中国的道路运输安全管理具有一定的复杂性。

另外,随着科技的进步,道路运输系统装备的可靠性和稳定性逐步提高,运行环境逐步改善,但是操作人员对被动安全装置的依赖性不断增强、风险防范能力不足,成为系统运行中新的风险。总之,从道路运输系统的构成要素、特征和功能来看,道路运输系统具有一定的复杂特性。

2 重特大道路交通事故致因统计分析

2.1 事故调查信息

根据道路运输系统的构成要素,从道路运输系统的角度考虑,对中国近年来发生的重特大道路交通事故进行调查(共统计分析事故案例 65 起),涵盖

的主要信息有:

1)基本信息。包括事故发生的时间、地点、事故形态、肇事车辆部位、伤亡情况、事故原因、事故责任、事故描述等。

2)驾驶员信息。包括年龄、驾龄、准驾车型、本地/异地等。

3)车辆信息。包括车型、运输距离、肇事前行驶状态等。

4)道路环境信息。包括道路的行政等级、技术等级、道路形态、路面通行条件等。

5)安全管理信息。包括执法管理情况、政策落实情况、事故救援情况等。

2.2 事故致因统计分析

2.2.1 驾驶员事故致因

在调查的 65 起重特大道路交通事故中,有 62 起事故涉及驾驶员因素,占事故总数的 95.38%。驾驶员因素主要分为驾驶员不安全状态,不安全行为,应急处置不当三大类。在驾驶员因素中排名前四的是超速行驶、操作不当、紧急处置不当和超载运行,占比分别为 36.04%、20.72%、11.71% 和 9.91%,如图 1 所示。

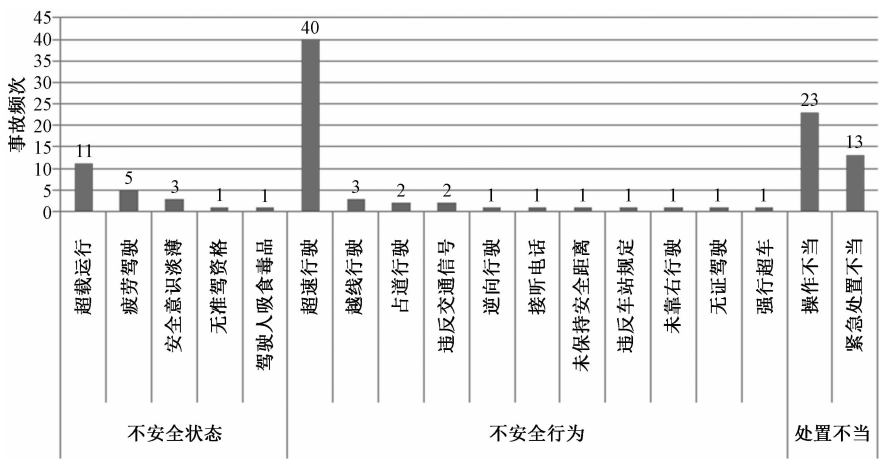


图 1 重特大道路交通事故驾驶员事故致因分布

2.2.2 车辆事故致因

在调查的重特大道路交通事故中,有 27 起事故涉及车辆故障,占事故总数的 41.54%。车辆因素分为车辆车体安全、车辆故障和维护保养不当三大类。车辆事故致因中排名前四的是制动系统故障、机件性能不符合规定、制动效能不足、车辆安全技术性能不合规,占比分别为 41.94%、16.13%、9.68%和 9.68%,如图 2 所示。

2.2.3 道路环境事故致因

道路环境往往是交通事故的诱因,在调查的重

特大道路交通事故中,有 38 起事故涉及道路环境因素,占事故总数的 58.46%。道路环境因素分为恶劣或不良道路环境、不良气候条件和防护设施不完善三大类。道路环境因素中排名前四的是雨天、施工路段、无交通标志和无照明设施,占比分别为 21.05%、12.28%、12.28%和 8.77%,如图 3 所示。

2.2.4 安全管理因素

调查发现,造成重特大道路交通事故的安全管理方面的问题主要体现在执法不到位造成的驾驶员违法行为比较突出、企业对行业管理政策不落实

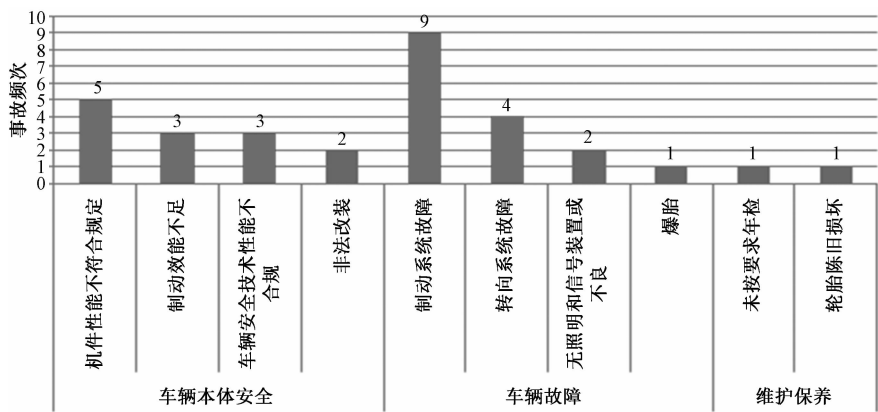


图2 重特大道路交通事故车辆事故致因分布

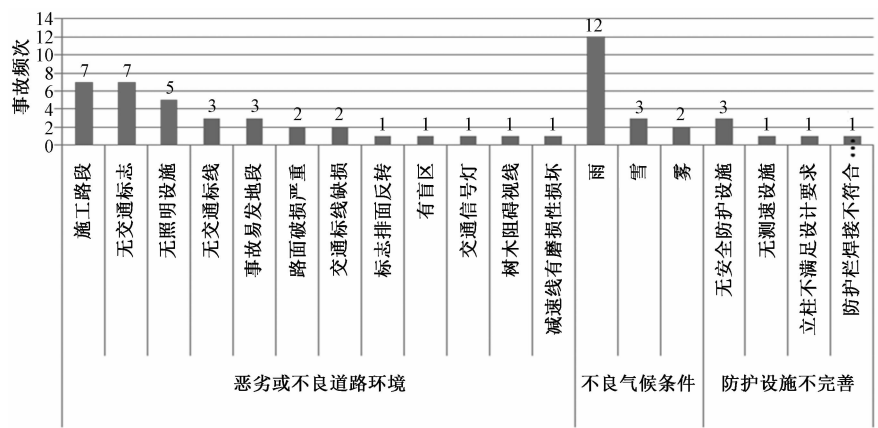


图3 重特大道路交通事故道路环境事故致因分布

以及事故发生后的救援水平偏低等。

3 事故致因的复杂性机理

3.1 DEMATEL 算法介绍

DEMATEL (decision-making and trial evaluation laboratory)算法是用于分析复杂系统的一种方法。该算法运用图论与矩阵论原理对各构成因素进行分析,通过计算因素的中心度确定因素的关键度,根据原因度可以得出因素所属的种类^[3-4]。DEMATEL 算法考虑了因素间的两两直接影响关系和所有因素之间的间接影响关系。基本步骤如下:

1)构建初始直接影响矩阵。基于相互影响关系评价标准,依托经验,获得因素间的直接影响矩阵 $B^k \{B^k = [\beta_{ij}^k]_{n \times n}\}$, β_{ij}^k 表示第 $k(k = 1, 2, \dots, m)$ 位专家给出的因素 α_i 对 β_j 的直接影响程度, m, n 分别为专家编号和致因因素编号,当 $i = j$ 时,取 $\beta_{ij}^k = 0$ 。评价数据可采用一定的数学方法进行数据处理。

2)计算规范化直接影响矩阵 C 。直接矩阵 $C = [c_{ij} = \beta_{ij} / \max \beta_{ij}]_{n \times n}$,其中 β_{ij} 为专家评价数据平均所得的结果, $\max \beta_{ij}$ 为直接影响矩阵中元素的最大值,对该矩阵进行规范化处理,得到规范化矩阵元

素 $c_{ij} \in [0, 1]$ 。

3)计算综合影响矩阵 T 。综合影响矩阵表示因素间直接影响和间接影响结果的综合效应,有 $T = [t_{ij}]_{n \times n}$ 。为消除因素变化所引起的波及效应^[5],需要考虑因素间的间接影响,以确定每一个因素相对于系统中最高水平的因素的最后影响,即:

$$T = C + C^2 + \dots + C^n = C \frac{I - C^{n+1}}{I - C} \tag{1}$$

4)计算致因因素的影响度 f_i 和被影响度 e_i 。对综合影响矩阵 T 中元素按行相加得到相应因素的影响度 f_i ,影响度 f_i 表示元素 i 对其他所有元素的综合影响度;对综合影响矩阵 T 中元素按列相加得到相应元素的被影响度 e_i ,被影响度 e_i 表示元素 i 受其他所有因素的综合影响度。

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

$$e_i = \sum_{j=1}^n t_{ji}, \quad (i = 1, 2, \dots, n) \tag{3}$$

5)计算中心度 M_i 和原因度 N_i 。致因因素的影响度和被影响度相加得到中心度,致因因素的影

响度减去被影响度得到其原因度。

$$M_i = f_i + e_i, \quad (i = 1, 2, \cdots, n)$$

(4)

$$N_i = f_i - e_i, \quad (i = 1, 2, \cdots, n)$$

(5)

中心度 M_i 为综合影响矩阵 T 中的第 i 行元素行和与第 i 列元素列和之和,表示致因因素 i 在所有致因因素中的重要性程度。原因度 N_i 为综合影响矩阵 T 中的第 i 行元素行和与第 i 列元素列和之差,表示致因因素 i 与其他致因因素的因果逻辑关系,若 $N_i > 0$,则表示该致因因素对其他致因因素的影响较大,称为原因因素;若 $N_i < 0$,则表示该致因因素受其他致因因素的影响较大,称为结果因素。

6)绘制原因—结果图。以致因因素中心度为横坐标,原因度为纵坐标,建立笛卡尔坐标系,标出因素在坐标系上的位置,分析因素的重要性,从而

得出因素的重要性排序。

7)计算整体影响矩阵 H 。在综合影响矩阵 T 的基础上,考虑因素自身对系统的影响,设为 I ,则综合影响矩阵为

$$H = I + T$$

(6)

8)计算可达矩阵 K 。针对整体影响矩阵,给定合适的阈值 λ ,当 $h_{ij} \geq \lambda$ 时,取 $k_{ij} = 1$;当 $h_{ij} < \lambda$ 时,取 $k_{ij} = 0$,构建可达矩阵 K 。

3.2 DEMATEL 应用分析

重特大道路交通事故的致因往往比较复杂,涉及因素较多,根据事故致因统计分析结果提取频次较高的 15 项因素指标,形成重特大道路交通事故致因因素体系,如图 4 所示。

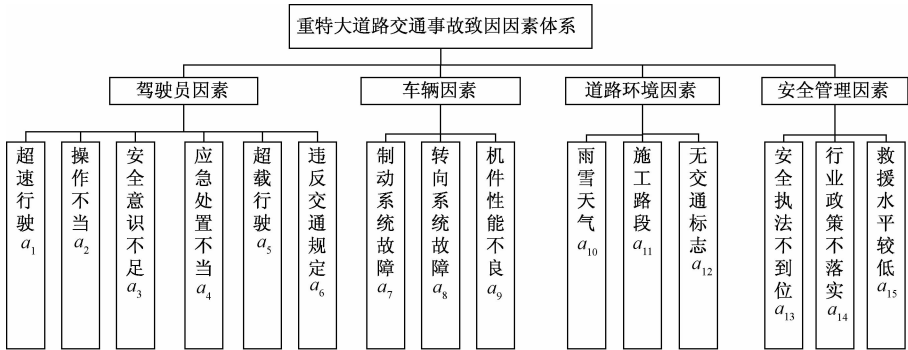


图 4 重特大道路交通事故致因因素体系

基于图 4 所示事故致因因素,运用 5 级评价方法(强、较强、一般、较弱、无),分别赋值(4,3,2,1,0),获得了 4 组道路交通事故鉴定经验专家的评价结果,得到 4 个初始直接影响矩阵 $B^1 \sim B^4$ 。

$$B^1 = \begin{bmatrix} 0 & 2 & 0 & 3 & 2 & 1 & 2 & 2 & 2 & 3 & 0 & 2 & 1 & 1 & 2 \\ 3 & 0 & 0 & 2 & 2 & 2 & 1 & 1 & 2 & 1 & 2 & 2 & 2 & 2 & 2 \\ 0 & 2 & 0 & 1 & 1 & 2 & 0 & 0 & 1 & 2 & 2 & 2 & 2 & 2 & 0 \\ 3 & 2 & 0 & 0 & 4 & 3 & 2 & 2 & 2 & 1 & 1 & 1 & 1 & 3 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 4 & 0 & 2 & 3 & 3 & 3 & 3 & 1 & 1 & 1 & 2 & 2 \\ 3 & 1 & 0 & 2 & 2 & 0 & 1 & 1 & 2 & 1 & 2 & 1 & 1 & 3 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 2 & 0 & 3 & 3 & 2 & 2 & 2 & 2 & 2 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 2 & 0 & 1 & 0 & 0 & 2 & 2 & 1 & 2 \\ 0 & 2 & 2 & 2 & 2 & 3 & 1 & 1 & 0 & 2 & 3 & 3 & 3 & 4 & 0 \\ 1 & 2 & 3 & 1 & 1 & 1 & 2 & 2 & 2 & 0 & 3 & 2 & 2 & 3 & 1 \\ 1 & 2 & 4 & 2 & 2 & 2 & 1 & 1 & 1 & 2 & 0 & 2 & 2 & 2 & 0 \\ 0 & 3 & 1 & 1 & 2 & 2 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 3 & 0 \\ 3 & 4 & 2 & 3 & 3 & 3 & 2 & 2 & 2 & 3 & 2 & 3 & 3 & 3 & 1 \\ 2 & 2 & 0 & 2 & 3 & 2 & 1 & 1 & 1 & 2 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 4 & 0 & 0 & 2 & 2 & 2 & 0 \end{bmatrix}$$

$$B^2 = \begin{bmatrix} 0 & 3 & 0 & 2 & 3 & 2 & 1 & 1 & 2 & 1 & 0 & 3 & 1 & 1 & 1 \\ 2 & 0 & 1 & 3 & 1 & 2 & 3 & 2 & 2 & 3 & 4 & 1 & 3 & 2 & 1 \\ 1 & 3 & 0 & 1 & 2 & 1 & 0 & 1 & 1 & 3 & 2 & 1 & 2 & 3 & 0 \\ 4 & 1 & 1 & 0 & 3 & 2 & 2 & 1 & 2 & 4 & 1 & 2 & 1 & 2 & 2 \\ 2 & 1 & 0 & 3 & 0 & 3 & 3 & 2 & 3 & 2 & 3 & 1 & 2 & 3 & 2 \\ 4 & 1 & 1 & 2 & 2 & 0 & 1 & 2 & 3 & 1 & 1 & 1 & 2 & 3 & 1 \\ 0 & 1 & 2 & 1 & 1 & 2 & 0 & 3 & 4 & 2 & 1 & 2 & 1 & 3 & 0 \\ 1 & 2 & 0 & 0 & 1 & 1 & 2 & 0 & 1 & 0 & 0 & 2 & 1 & 1 & 2 \\ 0 & 2 & 3 & 1 & 2 & 3 & 1 & 1 & 0 & 2 & 2 & 3 & 3 & 2 & 0 \\ 2 & 2 & 4 & 1 & 1 & 2 & 2 & 2 & 2 & 4 & 4 & 2 & 1 & 2 & 2 \\ 1 & 2 & 3 & 2 & 2 & 2 & 2 & 1 & 1 & 0 & 0 & 4 & 1 & 3 & 1 \\ 1 & 2 & 1 & 2 & 2 & 3 & 1 & 2 & 1 & 1 & 1 & 0 & 4 & 3 & 0 \\ 2 & 4 & 2 & 4 & 3 & 3 & 1 & 2 & 2 & 2 & 2 & 3 & 0 & 4 & 1 \\ 1 & 2 & 0 & 2 & 1 & 2 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 2 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 2 & 1 & 2 & 1 & 0 & 0 & 3 & 0 & 0 & 2 & 1 & 2 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{B}^3 = \begin{bmatrix} 0 & 2 & 1 & 2 & 4 & 2 & 2 & 2 & 2 & 1 & 1 & 4 & 1 & 2 & 1 \\ 1 & 0 & 2 & 3 & 1 & 1 & 2 & 2 & 3 & 3 & 3 & 1 & 2 & 2 & 1 \\ 1 & 4 & 0 & 1 & 2 & 2 & 0 & 1 & 2 & 3 & 2 & 2 & 2 & 4 & 1 \\ 3 & 1 & 2 & 0 & 3 & 2 & 1 & 1 & 3 & 3 & 2 & 2 & 1 & 1 & 2 \\ 1 & 1 & 1 & 4 & 0 & 3 & 4 & 2 & 1 & 2 & 2 & 1 & 1 & 4 & 2 \\ 2 & 1 & 1 & 3 & 2 & 0 & 4 & 2 & 2 & 1 & 2 & 2 & 2 & 3 & 1 \\ 1 & 1 & 3 & 1 & 2 & 2 & 0 & 3 & 3 & 2 & 0 & 2 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 3 & 1 & 2 & 1 & 2 & 2 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 2 & 2 & 1 & 2 & 3 & 1 & 2 & 0 & 2 & 1 & 3 & 2 & 2 & 0 \\ 2 & 2 & 3 & 1 & 1 & 3 & 2 & 3 & 1 & 0 & 3 & 2 & 1 & 2 & 2 \\ 2 & 2 & 4 & 2 & 3 & 2 & 2 & 1 & 1 & 3 & 0 & 2 & 1 & 4 & 1 \\ 1 & 2 & 1 & 3 & 2 & 2 & 1 & 1 & 1 & 2 & 1 & 0 & 2 & 3 & 0 \\ 2 & 3 & 2 & 2 & 3 & 4 & 1 & 2 & 2 & 2 & 2 & 3 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 2 & 1 & 3 & 1 & 3 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 2 & 2 & 0 & 1 \\ 2 & 1 & 2 & 1 & 2 & 3 & 0 & 0 & 2 & 0 & 0 & 2 & 1 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{B}^4 = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 2 & 2 & 3 & 1 & 2 & 1 & 2 & 1 & 2 & 2 & 1 & 2 & 1 \\ 1 & 0 & 3 & 3 & 1 & 2 & 2 & 2 & 4 & 3 & 3 & 2 & 2 & 1 & 1 \\ 2 & 2 & 0 & 1 & 3 & 2 & 0 & 1 & 3 & 3 & 2 & 1 & 2 & 2 & 1 \\ 2 & 1 & 2 & 0 & 3 & 2 & 1 & 0 & 3 & 2 & 2 & 2 & 1 & 0 & 2 \\ 1 & 2 & 1 & 3 & 0 & 3 & 1 & 2 & 1 & 3 & 2 & 1 & 1 & 3 & 1 \\ 2 & 2 & 1 & 1 & 2 & 0 & 2 & 2 & 3 & 1 & 2 & 1 & 2 & 2 & 1 \\ 1 & 3 & 2 & 1 & 1 & 2 & 0 & 4 & 3 & 3 & 1 & 2 & 2 & 1 & 0 \\ 1 & 3 & 1 & 1 & 1 & 2 & 2 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 2 & 1 & 1 & 2 & 2 & 2 & 2 & 0 & 1 & 1 & 4 & 2 & 2 & 0 \\ 2 & 3 & 3 & 3 & 1 & 3 & 2 & 4 & 2 & 0 & 3 & 2 & 1 & 3 & 1 \\ 2 & 2 & 4 & 2 & 3 & 3 & 2 & 2 & 1 & 4 & 0 & 1 & 1 & 2 & 1 \\ 1 & 2 & 1 & 2 & 2 & 3 & 1 & 2 & 1 & 2 & 1 & 0 & 2 & 3 & 0 \\ 3 & 3 & 2 & 3 & 3 & 2 & 1 & 3 & 2 & 2 & 2 & 3 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 2 & 3 & 1 & 1 & 1 & 2 & 1 & 1 & 2 & 2 & 3 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 2 & 1 & 1 & 3 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 2 & 2 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

对初始影响矩阵 $\mathbf{B}^1 \sim \mathbf{B}^4$ 运用 DEMATEL 算法进行处理,计算结果见表 1。

表 1 $\mathbf{B}^1 \sim \mathbf{B}^4$ 运用 DEMATEL 计算结果

致因因素	影响度	被影响度	中心度	原因度	中心度排序
a_1	87.302	83.530	170.832	3.772	2
a_2	88.185	82.203	170.388	5.982	3
a_3	102.714	77.313	180.027	25.401	1
a_4	75.929	93.714	169.643	-17.785	4
a_5	74.153	77.285	151.438	-3.132	10
a_6	84.531	83.397	167.928	1.134	5
a_7	84.150	83.030	167.180	1.120	6
a_8	66.984	73.843	140.827	-6.859	11
a_9	79.602	83.005	162.607	-3.403	7
a_{10}	90.407	66.355	156.762	24.025	8
a_{11}	49.605	73.096	122.701	-23.491	14
a_{12}	66.674	73.707	140.381	-7.077	12
a_{13}	85.658	70.835	156.493	14.823	9
a_{14}	65.718	71.408	137.126	-5.690	13
a_{15}	51.049	46.492	97.541	4.557	15

表 1 中心度较大的 6 个关键因素为安全意识不足、超速行驶、操作不当、应急处置不当、违反交通规定、制动系统故障。这些要素是影响该运输安全的关键因素,也是事故预防的重点。

基于表 1 计算数据,可绘制如图 5 所示致因因素原因—结果图,其中处于图形上方区域的因素为原因因素,处于图形下方区域的因素为结果因素,关键因素分布于图形的右段,那么分布于图形右上角区域的致因因素则为中心度较大的致因因素,通常为事故的本质根源。

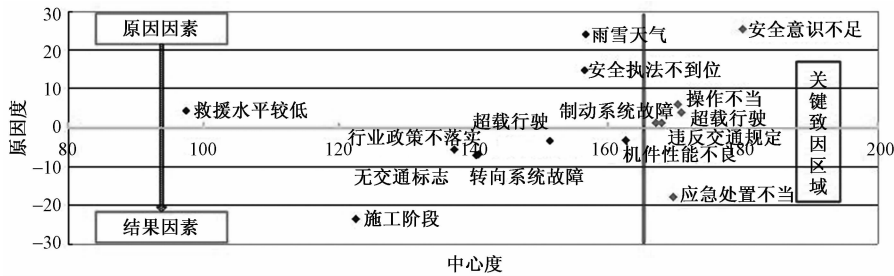


图 5 致因因素原因—结果图

通过计算整体影响矩阵, λ 的可取范围为 $\lambda = 4, 5, 6, 7$ 。经计算, $\lambda = 6$ 为可达矩阵 $\mathbf{K}$ 最有效的阈值。当 $\lambda = 6$ 时,可计算得出顺序可达矩阵 $\mathbf{K}'$, 根据致因因素的驱动力排序,可得如图 6 所示事故致

因因素递阶层次结构图。

从图 6 可以看出,安全意识不足和超速行驶是重特大道路交通事故的根本性问题,即本质原因;操作不当、应急处置不当、违反交通规定、制动系统故障是

关联本质原因,与本质原因直接相关,通常是事故的直接原因;诱发致因通常为事故的间接原因。

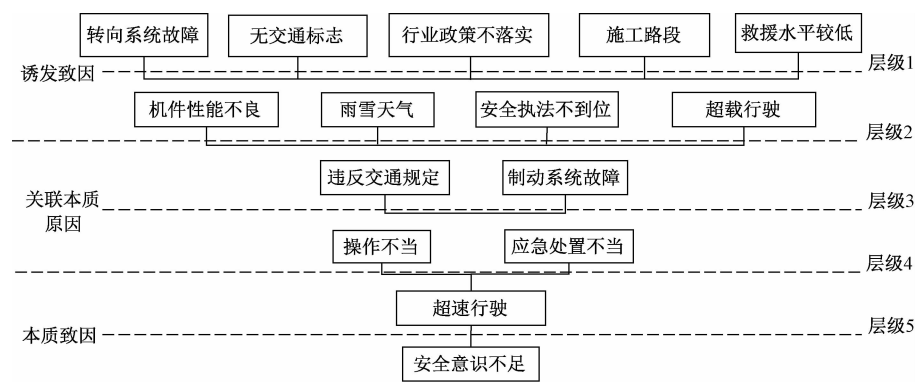


图 6 事故致因因素递阶层次结构图

4 结论

1)根据道路运输系统的构成要素,对道路运输系统的复杂特性进行了分析。

2)以中国近年来发生的 65 起重特大道路交通事故现场勘验、调研和统计数据为依托,提取出 15 项事故致因的关键因素。

3)运用 DEMATEL 分析方法,研究表明事故致因因素对于事故的发生有着不同的贡献度,其中部分因素是关键诱因;事故致因各因素间有递进和关联关系,底层因素为本质原因,顶层因素为直接原因。

参考文献

[1] 魏晓阳,汪洋,严新平,等.事故建模方法研究进展[J].中国安全科学学报,2016,26(3):46—52.

[2] 黄浪,吴超.事故致因模型体系及建模一般方法与发展趋势[J].中国安全科学学报,2017,13(2):10—16.

[3] BUNDERSON J S. Normal injustices and morality in com-

plex organizations[J]. Journal of Business Ethics, 2001, 33 (3):181—190.

[4] COOKE D L. Learning from Incidents[C]//Proceedings of the 21st International Conference of the System Dynamics Society. New York:2003.

[5] 孙宝财,刘孝军.道路运输安全生产管理[J].黑龙江科技信息,2009,5(34):87.

[6] PARK BYUNG J, LORD DOMINIQUE. Bias properties of bayesian statistics in finite mixture of negative binomial regression models in crash data analysis[J]. Accident Analysis and Prevention, 2010,42(2):741—749.

[7] MOHAGHEGH Z, KAZEMI R, MOSLEH A. Incorporating organizational factors into Probabilistic Risk Assessment (PRA) of complex socio-technical systems; a hybrid technique formalization[J]. Reliability Engineering & System Safety, 2009,94(5):1000—1018.

[8] 吴红梅.复杂系统脆性理论及在道路运输事故系统中的应用[D].哈尔滨:哈尔滨工程大学,2009.

[9] 蔡天富,张景林.对安全系统运行机制的探讨——安全度与安全熵[J].中国安全科学学报,2006,16(3):4—7.

Major Road Traffic Accidents Cause Complexity Theory Analysis

CAO Xing-Ju^{1,2}, GONG Jian-Qiang³

(1. Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, Nanjing 210016, China; 2. Xinjiang Vocational & Technical College of Communications, Urumqi 831401, China; 3. Research Institute of Highway Ministry of Transport, Beijing, 100088, China)

Abstract: Road transport system is complex and the causes behind major and severe road traffic accidents are also complicated. Firstly, the complexity of road transport system was researched, and then, the cause factors and their complexity theory with DEMATEL algorithm on the basis of investigation and analysis to recent years' major road traffic accidents in China were researched. The result indicates that the causes make different differences to accidents, and the key inducement is partial factor, which makes major contribution. There exist progressive hierarchical structure and complicated association among causes factors, and the essential reason to accident is ground factor, the direct reason is top factor.

Key words: major road traffic accidents; road transport system; accidents cause; complexity theory; investigation and analysis