

# 基于“2-4”模型的高速公路交通事故致因分析

寇子卿<sup>1,2</sup>, 张萌萌<sup>1,2\*</sup>

1. 山东交通学院交通与物流工程学院, 山东 济南 250357; 2. 山东省智慧交通重点实验室(筹), 山东 济南 250357

**摘要:**为降低高速公路交通事故发生率,采用事故致因“2-4”模型分析广东省某高速公路3起重大交通事故及山东省某高速公路2起重大交通事故的致因。分别从个人层面的不安全动作、物态和安全能力,组织层面的安全管理体系和安全文化建立交通事故致因链。结果表明:事故的直接原因是未采取必要的减速措施控制行车速度、未与前方车辆保持合理的安全距离、长下坡导致制动性能下降、未按法规规范处理超载车辆、夜间行车视线不良、雨天路滑及缺乏路侧引导警示设备;事故的间接原因是驾驶员与管理人员缺乏相应的安全知识、安全意识;事故的根本原因是交通安全法规未有效执行、“一路三方”体系有待完善;事故的根源原因是交通安全文化不完善。

**关键词:**交通事故;事故致因分析;事故致因“2-4”模型;高速公路

**中图分类号:**U491.3

**文献标志码:**A

**文章编号:**1672-0032(2024)01-0023-06

**引用格式:**寇子卿,张萌萌.基于“2-4”模型的高速公路交通事故致因分析[J].山东交通学院学报,2024,32(1):23-28.

KOU Ziqing, ZHANG Mengmeng. Cause analysis of highway traffic accidents based on the 24Model[J]. Journal of Shandong Jiaotong University, 2024, 32(1): 23-28.

## 0 引言

高速公路具有全封闭、全立交、路网通行效率高的优势,但通行车辆的速度较大,一旦发生事故往往会造成重大人员伤亡及财产损失。因此,分析高速公路事故致因,可深入了解导致事故发生的直接因素与潜在因素,针对性地提出改善和预防措施,有效减少高速公路交通事故发生率。

交通事故致因分析方法主要有计数数据模型<sup>[1]</sup>、决策树<sup>[2]</sup>、贝叶斯网络法<sup>[3-4]</sup>及关联规则<sup>[5-6]</sup>等,分析驾驶员的行为和生心理、车辆性能、交通组成、道路线形、天气情况等人为、车辆及道路因素<sup>[7-10]</sup>。毛敏等<sup>[11]</sup>、赵震等<sup>[12]</sup>采用显性/隐性故障致因模型分析道路交通事故致因,显性/隐性故障致因模型有助于分析管理层面潜在事故致因分析。李相勇等<sup>[13]</sup>将驾驶员不良习惯作为导致事故的直接因素,但忽视了驾驶员的生心理因素,且未从管理体系、制度及文化等管理层面进行事故致因分析。王玉等<sup>[14]</sup>、郑世博等<sup>[15]</sup>基于人为因素分析系统(human factors analysis and classification system, HFACS)模型,将驾驶员的生心理状态及环境、技术等直接因素及监管、组织等间接因素归为不安全行为前提层级,但模型中层级划分不全面,仅划分驾驶员层与组织管理层,未分析其他交通参与者的不安全行为,且在管理层面仅列举影响安全的组织因素,未分析为控制这些因素而提供系统化管理方法和管理框架的安全管理体系的欠缺。综

收稿日期:2023-09-20

基金项目:全国统计科学研究项目(2021LY017);国家自然科学基金资助项目(52102412);山东省自然科学基金面上项目(ZR2021MF019);山东省自然科学基金项目(ZR2021QF110)

第一作者简介:寇子卿(1996—),男,山东淄博人,硕士研究生,主要研究方向为交通运输规划与管理、交通安全、交通大数据分析等,E-mail:kouziqing@163.com。

\*通信作者简介:张萌萌(1981—),女,山东泰安人,教授,工学博士,主要研究方向为交通规划、智能交通及大数据挖掘与分析等,E-mail:zhangmengmeng@sdjtu.edu.cn。

上,研究交通事故致因时缺乏组织管理层面的分析,且层级划分有待完善,现有研究多将物的不安全状态与人的心理、生理等因素归为1个层级,不利于分析物对人的生理、心理的影响;在人的不安全行为层级上多考虑驾驶员的因素,而未考虑其他交通参与者的因素;在管理层面上影响因素分析不全面、不系统。

本文采用事故致因“2-4”模型分析广东省某高速公路发生的3起重大交通事故和山东省某高速公路发生的2起重大交通事故的致因,在个人层面,从不安全动作、不安全物态和安全能力3个层级进行分析;在组织层面,从组织管理体系、安全文化进行分析,充分挖掘事故的直接原因、间接原因、根本原因及根源原因,以期为交通安全管理提供合理的优化建议,降低高速公路交通事故发生率。

## 1 事故致因“2-4”模型概述

事故致因“2-4”模型如图1所示<sup>[16]</sup>。该模型适合于分析煤矿<sup>[17]</sup>、冶金<sup>[18]</sup>、建筑<sup>[19-20]</sup>、旅游<sup>[21]</sup>、公共卫生事件<sup>[22]</sup>、火灾事故<sup>[23]</sup>等各类组织及事件的致因,以事故致因理论为基础,以组织为分析范围,将事故原因归结并划分为2个层面和4个阶段,细致划分事故包含的各种因素,并作出明确定义,该模型中各层面和阶段原因分割清晰,事故的各种原因均在模型上可见,逻辑关系明确。

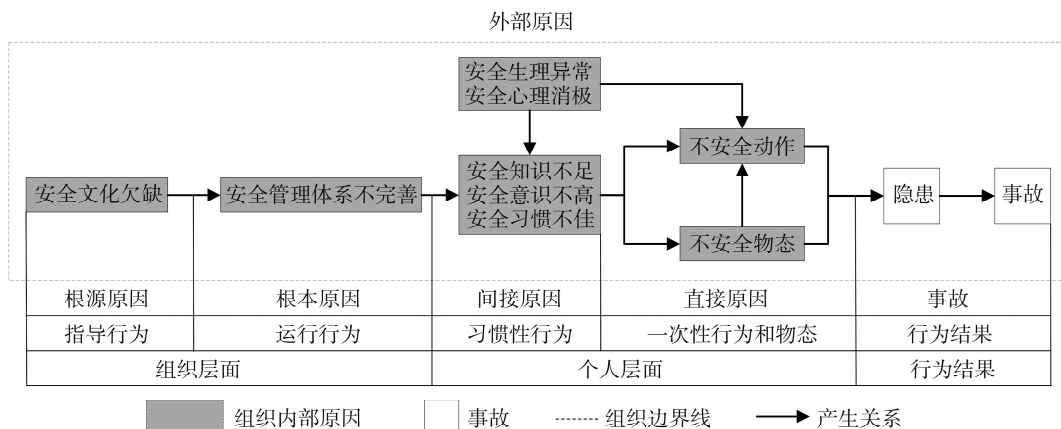


图1 事故致因“2-4”模型

事故致因“2-4”模型认为组织内部发生事故,是由组织内部原因和组织外部原因共同造成的。组织内部原因主要涉及组织内部的管理、文化、资源和操作等方面,是组织可直接控制和改善的,包括组织与个人2个层面:组织层面的原因分为组织的指导行为(安全文化)、组织的运行行为(安全管理体系);个人层面的原因分为习惯性行为和一次性行为与物态<sup>[24]</sup>。组织外部原因涉及组织外部的大环境,如法规、社会文化、经济环境、自然环境等,通常超出单个组织的控制范围。

在个人层面,不安全动作和不安全物态是事故的直接原因,不安全动作是指引发当次事故或对当次事故的发生有重要影响的动作,不安全物态是指对当次事故有直接影响或间接影响的物的不安全状态。安全能力是指引发不安全动作和不安全物态的原因,是事故的间接原因,包括与一次性行为相关的安全知识、意识、习惯、心理、生理5个方面中的1个或多个。组织层面分安全管理体系和安全文化,安全管理体系是事故发生的根本原因,安全文化是事故发生的根源原因。安全管理体系主要包括安全方针、组织结构和程序文件,安全方针是交通运行的指导原则;组织结构是实现交通安全的结构化体系;程序文件是规范交通参与者行为的文件。组织层面的原因通过影响个人层面的原因,进而作用于事故的发生。

## 2 事故致因分析

### 2.1 事故概况

选取广东省某高速公路发生的3起重大交通事故及山东省某高速公路发生的2起重大交通事故为

分析样本。事故 1:2021-08-11T23:18(晴),高速公路路段处 1 辆摩托车先后与 1 辆货车、2 辆小型客车相撞,事故造成 1 人死亡(摩托车驾驶员),其中货车上的货物超载 6.6 t。事故 2:2021-09-30T01:16(晴),高速公路路段处发生 1 辆小型客车与 1 辆重型货车追尾,事故造成 1 人死亡(驾驶员)、1 人重伤(乘客)。事故 3:2022-01-22T10:50(雨),高速公路匝道处 1 辆水泥槽罐车侧翻,事故造成 1 人死亡(驾驶员),车辆在转弯过程中重心不稳定,导致车辆侧翻,水泥槽罐车总质量约为 50 t,运载水泥质量 30 t。事故 4:2020-06-21T01:30(晴),高速公路匝道处 1 辆重型货车先后与 2 辆重型货车相撞,事故造成 1 人死亡(驾驶员),重型货车先与同向左侧重型货车发刮碰,后与前方重型货车追尾。事故 5:2018-01-14T03:35(晴),高速公路路段处 1 辆重型货车与 1 辆小型客车追尾,事故造成 1 人死亡(乘客),2 人受伤(驾驶员)。

## 2.2 个人层面原因分析

采用事故致因“2-4”模型分析 5 起重大交通事故的不安全动作、不安全物态及安全能力。

### 2.2.1 不安全动作

在 5 起重大交通事故中,不安全动作的具体内容如表 1 所示。由表 1 结合事故概况可知:事故 1、2、3 中驾驶员未控制好车速,运营管理部门未及时发现事故,救援人员未及时发现;事故 1、2、4、5 中驾驶员在夜晚环境下未控制好与前车的车距,在事故 1 中,事故发生后驾驶员未按规定放置三角警示牌,导致发生 2 次事故;事故 3 中,驾驶员违反法规超载装货,且在降雨情况下匝道行车未控制好车速;超载货车和摩托车禁止进入高速,事故 1 中有摩托车,事故 3 中有超载车辆,因此检测站人员可能存在工作疏忽或隐瞒不报等问题。

### 2.2.2 不安全物态

在 5 起重大交通事故中,不安全物态的具体内容如表 2 所示。由表 2 结合事故概况可知:在 5 起重大事故中,车辆均存在车速过快的情况;事故 1、2、4、5 的发生时间均为夜晚,相比白天,夜晚光线不足,驾驶员视距变短,事故发生地路侧未设置有效的引导警示设备,无法为驾驶员提供预警,导致驾驶员未能及时发现前方障碍物;事故 3 发生在降雨天气下,且事故发生地为匝道,匝道路窄、弯急、坡度大,车辆超载时极易发生事故。

### 2.2.3 安全能力

在 5 起重大交通事故中,安全能力主要包括安全知识  $C_1$ 、安全意识  $C_2$ 、安全习惯  $C_3$  和安全心理  $C_4$  4 个方面。

$C_1$  指个人或组织了解和掌握的,用于预防交通事故和减少交通风险的信息和数据,包括交通法规、安全驾驶技巧、应对紧急情况的程序和如何识别和避免潜在危险的方法。具体内容包括欠缺安全驾驶的知识  $C_{11}$ 、欠缺交通法规的知识  $C_{12}$ 、欠缺交通安全管理的知识  $C_{13}$ 、欠缺面对突发情况时的驾驶技术  $C_{14}$ 、欠缺交通事故应对经验  $C_{15}$ 。

$C_2$  指个人或集体对潜在交通危险的认知和理解,包括对安全重要性的认识、对风险的警觉性,及在日常生活和工作中主动采取安全措施倾向。具体内容包括法律意识淡薄  $C_{21}$ 、缺乏交通事故的风险防范意识  $C_{22}$ 、缺乏责任意识  $C_{23}$ 。

$C_3$  指个人或集体长期形成并坚持的,旨在减少交通事故和交通伤害风险的行为模式,通常是通过教育、训练和持续的实践建立的,如系安全带、遵守交通规则、定期检查设备安全性等。具体内容包括超载

表 1 不安全动作的具体内容

编号	具体内容
A <sub>1</sub>	未控制车距
A <sub>2</sub>	夜间行车未控制好车速
A <sub>3</sub>	降雨环境下未控制好车速
A <sub>4</sub>	未按法规载重标准装载货物
A <sub>5</sub>	未按法规禁止不合格车辆驶入高速
A <sub>6</sub>	未按规定放置三角警示牌
A <sub>7</sub>	未能及时发现事故
A <sub>8</sub>	救援人员到达不及时

表 2 不安全物态的具体内容

编号	具体内容
B <sub>1</sub>	车速过快
B <sub>2</sub>	车距过小
B <sub>3</sub>	车辆超载
B <sub>4</sub>	长下坡路段长时间制动导致车辆制动性能下降
B <sub>5</sub>	雨天道路湿滑
B <sub>6</sub>	夜晚视线不良
B <sub>7</sub>	路侧无诱导警示设备,仅依靠驾驶员自身观测前方车辆状况

驾驶  $C_{31}$ 、近距离跟车行驶  $C_{32}$ 、对超载行为习以为常  $C_{33}$ 。

$C_4$  指个体在安全领域内的心理状态、态度、感知和动机,包括个人如何感知交通风险、对交通安全规则的态度、遵守交通安全规程的动机,及在潜在交通危险面前的应对行为,具体内容包括侥幸心理  $C_{41}$ 、焦虑心理  $C_{42}$  和漠视心理  $C_{43}$ 。 $C_{41}$  是指认为不会因偶然因素导致事故发生,如:驾驶员在较熟悉的路段上或在道路平直且车辆较少的路段上,易产生麻痹和侥幸心理,检查人员对放行的超载车辆是否会发生事故存在侥幸心理; $C_{42}$  往往出现在行车途中,驾驶员时间紧急的情况,如:运输任务过重,难以按时完成,因天色渐黑或大雨将至,想提前赶到目的地等,这些情况会影响驾驶员平稳驾驶的心理,导致超速行驶; $C_{43}$  主要指对超载行为视而不见。

结合事故概况可知: $C_{11}$ 、 $C_{14}$ 、 $C_{15}$ 、 $C_{21}$ 、 $C_{22}$ 、 $C_{32}$ 、 $C_{41}$ 、 $C_{43}$  导致不安全动作  $A_1$ 、 $A_2$ 、 $A_3$ ; $C_{11}$ 、 $C_{12}$ 、 $C_{15}$ 、 $C_{21}$ 、 $C_{22}$ 、 $C_{23}$ 、 $C_{31}$ 、 $C_{42}$  导致不安全动作  $A_3$ 、 $A_4$ 、 $A_5$ ; $C_{12}$ 、 $C_{13}$ 、 $C_{21}$ 、 $C_{22}$ 、 $C_{23}$ 、 $C_{33}$ 、 $C_{41}$ 、 $C_{43}$  导致不安全动作  $A_5$ 。

### 2.3 组织层面原因分析

#### 2.3.1 安全管理体系的欠缺

安全管理体系的具体内容包括安全方针  $D_1$ 、组织结构  $D_2$  和程序文件  $D_3$ 。

$D_1$  指未有效执行交通安全方针,驾驶员存在违章行为,超限检测人员存在违规行为。 $D_2$  指“一路三方”中各部门的调度指挥、联勤联动、协同协作存在缺陷。 $D_3$  指未按《道路交通安全法》《超限检测站联合执法工作流程》等对货运车辆进行检查及处理。

分析5起事故的安全管理体系,发现相关管理部门未能有效执行“遵守秩序,不失预防”的方针,“一路三方”中各部门协作存在缺陷,未有效执行相关法规及规范是导致不安全动作和安全能力不足的根本原因。

#### 2.3.2 安全文化的欠缺

导致事故的根源原因是驾驶员及管理人员对32个安全文化元素的理解和贯彻存在缺陷。分析不安全动作、不安全物态、安全能力及安全管理体系欠缺的内容,可知安全文化在9个方面存在较大的缺陷。

安全重要度  $E_1$  指对安全的重视程度。安全意识  $E_2$  指发现和处理事故的能力。安全的主体责任  $E_3$  指将安全当作自己的事情来做,对待交通安全工作的积极性和负责程度。安全法规的作用  $E_4$  指是实现安全的必要条件,须不折不扣地遵守和执行。安全价值观  $E_5$  指交通参与者对安全问题的一致性看法。安全部门的作用  $E_6$  指交通安全、管理部门在交通安全工作上的顾问、协调、组织和咨询作用。安全培训的需求  $E_7$  指交通安全培训、训练在个人层面提高安全能力、减少不安全动作的有效性。安全管理体系  $E_8$  指通过安全方针、安全目标、程序文件系统地进行交通安全管理工作。交通应急能力  $E_9$  指建立协调同一的应急指挥体系,明确统一指挥下,各职能部门相互配合。

通过事故致因“2-4”模型构建交通事故致因链,如表3所示。

表3 事故致因链

层面	行为发展	原因分类	事故致因链
组织层面	指导行为	根源原因	$E_1$ 、 $E_2$ 、 $E_3$ 、 $E_4$ 、 $E_5$ 、 $E_6$ 、 $E_7$ 、 $E_8$ 、 $E_9$
	运行行为	根本原因	$D_1$ 、 $D_2$ 、 $D_3$
个人层面	习惯行为	间接原因	$C_{11}$ 、 $C_{12}$ 、 $C_{13}$ 、 $C_{14}$ 、 $C_{15}$ 、 $C_{21}$ 、 $C_{22}$ 、 $C_{23}$ 、 $C_{31}$ 、 $C_{32}$ 、 $C_{33}$ 、 $C_{34}$ 、 $C_{41}$ 、 $C_{42}$ 、 $C_{43}$
	单次行为	直接原因	$A_1$ 、 $A_2$ 、 $A_3$ 、 $A_4$ 、 $A_5$ 、 $A_6$ 、 $A_7$ 、 $A_8$ 、 $B_1$ 、 $B_2$ 、 $B_3$ 、 $B_4$ 、 $B_5$ 、 $B_6$ 、 $B_7$

## 3 预防对策与建议

交通事故是多方因素综合作用的结果,主要包括交通参与者、车辆、道路、组织机构、规章制度、法律法规、交通环境等方面,结合事故致因“2-4”模型从个人层面与组织层面提出预防对策与建议。

### 3.1 个人层面

加强安全知识与安全教育宣传。驾驶员需认真学习交通法规、安全驾驶知识及应急处置知识,确保驾驶员能遵守交通法规,在不同交通环境下均须有效控制安全车距和车速,面对突发事故时可快速采取应急处置措施;管理人员应加强学习法律法规和工作规范,严格管理超速、超限车辆,加大交通安全法规的教育宣传力度,采用视频回放、虚拟现实技术模拟交通事故等多种形式,使驾驶员和交通管理人员充分了解交通事故的严重性,强化驾驶员和交通站管理人员的安全意识、责任意识 and 风险防范意识,使驾驶员和管理人员了解不健康心理的危害,对侥幸心理、麻痹心理和焦虑心理进行积极干预。

检查车辆安全。行车前检查车辆外观、制动系统、转向系统、灯光信号系统、轮胎悬挂系统等,确保车辆各系统性能良好。

完善道路安全设施。长下坡路段应设置应急避险车道;增设可变信息牌,针对不同恶劣天气进行预警并调整限速;路侧增设道路轮廓强化、行车诱导、防追尾警示、事故现场警示、碰撞事故检测等诱导设备。

### 3.2 组织层面

相关部门加强协作,严格按照法规处罚驾驶员违章行为、管理人员违规操作行为等;针对夜晚及恶劣天气等特殊交通环境,加强巡逻力度,及时发现道路事故,同时各部门加强协作,完善“一路三方”协同指挥平台,确保发现事故后可及时传递信息并派应急人员到达现场;建立完善的应急培训及演练基地,结合实际组织开展有针对性的培训和演练,完善应急物资准备,提升应急处置和救援能力;从学校、企业、社会等方面全方位加强安全宣传和教育,提高全民安全素养。

## 4 结论

本文采用事故致因“2-4”模型,从不安全动作、不安全物态、安全能力、安全管理体系、安全文化5个层级分析5起重大交通事故的致因,从个人层面与组织层面提出预防对策与建议。

1)事故的直接原因是未采取必要的减速措施控制行车速度、未与前方车辆保持合理的安全距离、长下坡导致制动性能下降等;事故的间接原因是驾驶员与管理人员缺乏相应的安全知识、安全意识等;事故的根本原因是未有效执行安全管理体系中的交通安全方针、“一路三方”体系存在缺陷、未有效执行交通法规;事故的根源原因是9种交通安全文化不完善。

2)通过宣传安全知识与安全教育、检查车辆安全、完善道路安全设施及加强处罚违法违规行为力度、完善“一路三方”协同指挥平台、建立健全应急培训体系等方法,提高交通参与者的安全素养,减小交通事故发生率。

事故致因分析模型缺少对驾驶员生理、车辆状况及道路线形的分析,未分析不同层面因素的相关性,下一步可通过更具体的事故信息完善事故致因模型,研究不同层面间因素的相关性。

### 参考文献:

- [1] POCH M, MANNERING F. Negative binomial analysis of intersection-accident frequencies[J]. Journal of Transportation Engineering, 1996, 122(2): 105-113.
- [2] KUHNERT P M, DO K A, MCCLURE R. Combining non-parametric models with logistic regression: an application to motor vehicle injury data[J]. Computational Statistics & Data Analysis, 2000, 34(3): 371-386.
- [3] 龙科军,刘勇. 基于贝叶斯网的交通事故机理分析[J]. 安全与环境学报, 2010, 10(1): 150-154.
- [4] 彭志鹏,潘恒彦,王永岗. 基于贝叶斯网络的网约车交通事故致因机理分析[J]. 东北大学学报(自然科学版), 2023, 44(1): 145-152.
- [5] 袁振洲,娄晨,杨洋. 时间差异条件下的高速公路交通事故致因分析[J]. 北京交通大学学报, 2021, 45(3): 1-7.
- [6] 吴彪,王星予,刘拓,等. 基于关联分析的城乡结合部交通事故致因识别[J]. 武汉理工大学学报(交通科学与工程版), 2022, 46(6): 948-952.

- [7] 李连进,任佩雅,陈红,等.基于贝叶斯网络的重特大交通事故关键因素分析[J/OL].安全与环境学报.(2023-10-07)[2023-10-12].<https://doi.org/10.13637/j.issn.1009-6094.2023.0535>.
- [8] 高铁男,巩建强.我国道路交通事故特征及致因分析[J].安全与环境学报,2023,23(11):4013-4023.
- [9] 罗友梅.成都市道路交通事故致因分析及对策研究[D].成都:西南交通大学,2022.
- [10] 李兴兵.基于文本挖掘的道路交通事故风险因素分析[J].智能城市,2023,9(8):14-16.
- [11] 毛敏,喻翔.道路交通事故致因分析[J].公路交通科技,2002(5):125-127.
- [12] 赵震,谢宏伟,刘建,等.北京市道路交通安全现状分析及控制策略研究[J].中国安全科学学报,2010,20(1):19-24.
- [13] 李相勇,张南,张学尽,等.高速公路交通事故致因的人机工程学分析[J].公路,2003(增刊1):108-112.
- [14] 王玉,王超,庄洁,等.基于改进HFACS的危化品罐车公路运输事故致因分析[J].物流技术,2019,38(9):68-73.
- [15] 郑世博,樊运晓,李振明.基于HFACS的货车交通事故致因研究[J].安全与环境工程,2020,27(6):133-139.
- [16] 傅贵,陆柏,陈秀珍.基于行为科学的组织安全管理方案模型[J].中国安全科学学报,2005(9):21-27.
- [17] 樊占文,姜福川,单宇轩.事故致因“2-4”模型在煤矿安全投入指标体系构建中的应用[J].煤矿安全,2023,54(4):239-243.
- [18] 郝鑫瑞,孙世梅.基于“2-4模型”的化工生产事故原因分析[J].工业安全与环保,2022,48(2):11-13.
- [19] 孙世梅,姚文利,管中铭,等.建筑起重伤害事故高频不安全动作研究[J].工业安全与环保,2020,46(10):43-47.
- [20] 张洪,宫运华,傅贵.基于“2-4”模型的建筑施工高处坠落事故原因分类与统计分析[J].中国安全生产科学技术,2017,13(9):169-174.
- [21] 杨志林.基于行为安全2-4模型的大众滑雪事故行为原因分析[J].吉林化工学院学报,2021,38(10):91-96.
- [22] 吴大明,傅贵.基于事故致因24Model的新冠疫情事件分析及应用[J].安全与环境学报,2022,22(5):2685-2695.
- [23] 宋炜,傅贵.电动车火灾事故原因及预防措施分析[J].安全,2022,43(3):39-45.
- [24] 傅贵,陈奕燃,许素睿,等.事故致因“2-4”模型的内涵解析及第6版的研究[J].中国安全科学学报,2022,32(1):12-19.

## Cause analysis of highway traffic accidents based on the 24Model

KOU Ziqing<sup>1,2</sup>, ZHANG Mengmeng<sup>1,2\*</sup>

1. School of Transportation and Logistics Engineering, Shandong Jiaotong University, Jinan 250357, China;

2. Shandong Key Laboratory of Smart Transportation(Preparation), Jinan 250357, China

**Abstract:** In order to reduce the occurrence rate of highway traffic accidents, the causation of three major traffic accidents on a highway in Guangdong Province and two major traffic accidents on a highway in Shandong Province are analyzed using the 24Model. The causation chain of traffic accidents is established from the perspectives of unsafe actions, physical and safety capabilities at the individual level, and the safety management system and safety culture at the organizational level. The results show that the direct causes of the accidents include failure to take necessary deceleration measures to control the speed, failure to maintain a reasonable distance from the preceding vehicle, failure to control vehicle speed due to long downhill sections, failure to handle overloaded vehicles in accordance with regulations, poor visibility during night driving, slippery roads in rainy weather, and lack of road-side guiding warning devices. The indirect causes of the accidents include a lack of safety knowledge and awareness among drivers and management personnel. The root causes of the accidents include ineffective enforcement of traffic safety regulations and the need for improvement in the “one road, three parties” system. The fundamental cause of the accidents is the lack of a perfect traffic safety culture.

**Keywords:** traffic accident; accident causation analysis; the 24Model; highway

(责任编辑:赵玉真)