

高速公路交通事件应急管理数字化转型探索

戴振宇, 李志晟, 于维欣, 王 伟

[上海城建城市运营(集团)有限公司, 上海市 200023]

摘 要: 针对高速公路突发交通事件应急响应滞后、救援处置效率不高、救援资源错配、预警信息发布实时性和精准度不够、跨部门协作性不强的问题,从突发事件的感知监测、自动识别、影响评估、预案生成与管理、资源调度与优化配置、预警信息发布与跨部门联合救援等多维度多层次进行全面系统的研究,建立新型高速公路突发交通事件应急管理模式,实现高速公路突发事件处置全过程提质增效。

关键词: 高速公路;突发事件;应急管理;管理创新

中图分类号: U492.8

文献标志码: A

文章编号: 1009-7716(2022)06-0151-05

0 引 言

新一代的物联网、5G、大数据等信息化技术的迭代升级,传统行业数字化转型需求越来越迫切,高速公路运行管理智慧化作为“交通强国”重大发展规划的重要支撑也引起了行业内外的高度重视。如何进一步提升高速公路突发交通事件应急处置水平,是高速公路数字化、智慧化的迫切需求,也是高速公路突发事件应急管理体系的广泛内涵要求。因此,本文依据交通强国和智慧交通建设要求,及上海市道路运输管理局编制的《上海市智慧高速公路技术导则》,结合G15(嘉浏段)前期调研成果和智慧高速总体建设技术方案,引入大数据分析、人工智能等技术,构建新型高速公路突发交通事件应急管理模式,并以此为依托同步开发软件应用平台,实现高速公路突发事件主动感知、自动预警、实时监控及资源智慧调度与配置优化。

1 高速公路突发事件应急管理现状及其内涵分析

1.1 高速公路突发事件应急管理现状

美国、德国、日本等发达国家都早已开展高速公路突发交通事件应急管理模式的应用研究。1930年,美国交通工程师协会(Institute of Transportation Engineers, ITE)成立,主要负责道路交通事故的理论和应用研究。1995年,美国成立了国家公路交通安全管理局(National Highway Traffic Safety Ad-

ministration, NHSTA)并同步建立了交通事故死亡分析报告系统和国家事故案例管理系统,依托先进的信息化技术和专业的救援力量聚焦道路突发事件的自动识别和快速处置的研究^[1,2],德国借助广泛的社会化救援力量提高现场救援水平和处置流程的协调优化提高现场救援保障水平,日本则非常注重专业救援队伍的建设 and 跨部门协作研究^[3]。

从2018年我国正式组建应急管理部作为我国有效应对与处置突发应急事件责任部门以来,现阶段我国高速公路应急管理已初步形成切实有效的管理模式^[4,5],但是与部分发达国家动态管控、精准调度相比,我国高速公路突发事件应急管理模式仍以静态预案编制^[6]为主,处置灵活性、管理精细度和专业化水平都有待进一步提升。目前道路突发交通事件整体处置流程大致可分为事件发生-事件发现、事件发现-事件上报、事件上报-事件处置和事件处置-交通恢复四个阶段^[7]。其中,事件发生到事件发现阶段主要以视频监控和人工巡查为主,以交通管理部门提示和司乘人员报警为辅,事件上报到事件处置阶段主要依靠道路运管人员结合多年运营管理经验对事件影响程度和持续时间进行判断,然后指挥调度事故现场附近救援资源进场施救。而事件上报到事件处置阶段是影响突发事件处置效率的重要瓶颈之一,特别是在多起事件同时发生的情况下,资源有效匹配与精准调度不仅需要强大的后备救援资源支持,也需要专业的管理人员和决策机制对资源进行分配和调度。基于此,美国、欧洲、澳大利亚以及东南亚地区依靠汽车俱乐部对道路突发事件进行辅助应急救援,如美国汽车协会作为美国交通事故救援重要力量之一,以会员

收稿日期: 2022-03-07

作者简介: 戴振宇(1975—),男,硕士,高级工程师,从事城市基础设施运营管理工作。

制的形式为会员提供出行、保险、汽车救援等服务,在信息共享与传输和资源调用方面较为先进,德国汽车俱乐部通过建设高质量的救援网络,同步提供空中救援、联合通讯、汽车救援等服务,并对接专业救援资源、交通管制部门等,在救援与处置一体化管理方面专业化效能凸显。

然而,与国外较为集中的管理方式相比较,目前我国高速公路突发事件救援体制较为松散,处置方案标准不一,处置过程精细化程度不高,道路管理信息化水平有待完善,预案管理场景化分割不具体,且存在对救援设备的研制和救援队伍建设的重视程度不够等现象,容易导致部分交通事件发现不及时、应急处置方案不灵活、处置方法不得当、资源调用不匹配,从而极易引发交通大面积堵塞,甚至导致二次事故诱发率显著增加。此外,大量依靠道路运管人员多年累积的经验判断,不仅费时费力,而且存在一定的风险,容易造成救援队伍伤亡。

1.2 高速公路突发事件应急管理内涵分析

突发事件应急管理机制,是指针对突发事件而建立的国家统一领导、综合协调、分类管理、分级负责、属地为主的应急管理体制,是一套集预防与应急准备、监测与预警、应急处置与救援等于一体的应急体系和工作机制,它包括信息披露机制、应急决策机制、处理协调机制、善后处理机制等^[8]。高速公路突发事件应急管理首要目标为高效处置突发事件,最大程度降低事故所造成的损失,同时兼顾维护道路畅通,具有较高的时效性、动态性要求。

传统的高速公路突发事件处置流程侧重应急预案的编制与执行,工作重心和考核重点聚焦事件快速处置环节,但是长期受制于道路运行养护行业的信息化程度不高,管理精细度和业务颗粒度等管理、作业单元的划分不明晰,缺乏对突发事件的主动发现^[9,10]和及时预警的关注,在道路突发事件及时发现和主动预防方面手段单一,且存在薄弱环节。

鉴于国外高速公路应急管理较为成熟的管理流程和处置应对模式,以及我国各级政府企事业单位和行业数字化转型的内涵需求,本文结合 G15(嘉浏段)流量大、事故多、交织多、客货比失衡、路况复杂等特点,以 G15(嘉浏段)改扩建一体化工程项目为主要依托,探索大流量、大交通、大物流属性下的传统高速公路突发事件应急管理数字化转型方案,尝试同步解决饱和和流量下突发事件频发、主动发现及时性不足、应急响应与协同处置效率不高,及资

源调度不匹配和资源分布不均衡的问题。

基于此,本文从管理流程优化和监测手段多元化智慧化、资源调度智能化等多角度多方位出发,建立了高速公路突发事件一网统管平台,作为我国高速公路交通事件应急管理数字化转型的初步探索研究,见图 1。

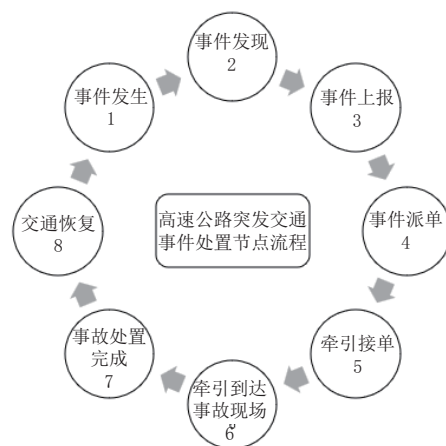


图1 新型高速公路突发交通事件处置节点流程

2 高速突发事件应急管理模式分析及其系统框架构建

本文依托 G15(嘉浏段)改扩建并同步建设智慧高速工程项目,采用“事前预防-事中管控-事后分析”的分析框架,结合智慧高速数字化、智慧化转型要求,重塑智慧高速突发事件应急管理模式,设计智慧高速突发交通事件一网统管平台(见图 2),从而实现传统业务数字化、智慧化转型,即管理模式从“事后管理”向“事前监控”转型,从“问题解决”向“风险管控”转型,从“被动处置”向“主动预警”转型^[11]。

高速公路突发交通事件一网通管平台集成了交通态势短时研判、交通事件自动发现、主动上报、智慧处置、救援资源智能调度与资源配置优化多个子系统,其中各系统主要功能如下:

(1)全域全要素感知监测系统主要通过摄像头与雷达点云成像技术等实现交通事件自动判别分析与实时交通流参数(包括救援资源分布情况)捕捉与稳定传输。

(2)交通态势分析与短期预测系统结合历史交通流信息和交通流实时参数对道路交通态势进行短时预测,及交通事件影响程度、影响时间和影响范围的评价。

(3)应急资源优化调度系统运用运筹优化、智能调度算法对当前事件所需资源和施救路径、资源配置等进行优化,实现突发事件与应急资源的最优在

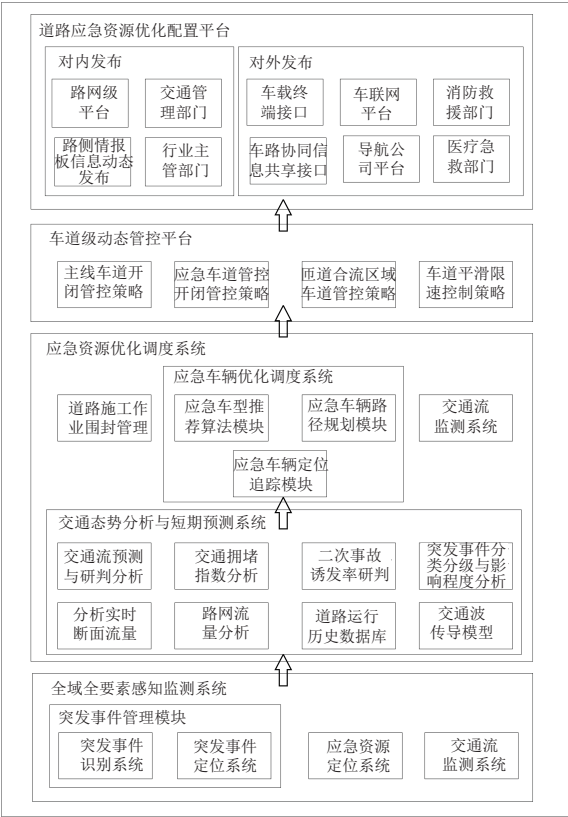


图2 高速公路突发交通事件一网统管平台

线配置。

(4)车道级动态管控系统通过控制路侧端的情报发布板和车道指示灯来进行车道级的限速、车道功能变换、行驶路线建议与出行规划等。

(5)动态信息发布与在线预警管理系统除通过内网系统进行突发事件处置全过程信息发布与路段预警外,还可通过云端流媒体平台资源进行道路相关信息的精准伴随式发布,具备人-车-路协同交互的功能。

3 高速突发事件应急管理模式体系构建

3.1 全域全要素感知监测系统

现阶段高速公路突发事件的识别手段大多以道路监控管理人员通过视频监控发现上报为主,存在较多的视觉盲区,但是完全依赖视频识别、雷达监测等自动化手段的事件检测方式对大流量、场景复杂的路段存在较大困难,特别是受制于雨雾天气影响,检测设备的精度衰减较大,因此综合考虑以上受限条件,采取人机结合模式,即通过机器自主检测与人工核验辅助判断相结合的方式对事件高效的判别。

全域全要素感知平台集成了突发事件管理系统(包括突发事件识别模块和突发事件定位模块)、应

急资源定位系统和交通流监测系统。

3.1.1 突发事件上报管理系统

突发事件上报管理系统融合了视频和雷达的自动检测数据、道路监管信息、第三方数据接入,实现全路段突发事件及时发现与快速响应。

道路运管人员通过中控室监控视频、日常道路巡检、道路清扫保洁养护作业以及道路安保人员的布点监控进行道路突发事件的实时监控与上报,同时作为视觉补盲作用的自动检测模块通过毫米波雷达、激光雷达和监控摄像等设备基于图像识别、目标检测等方式对突发事件信息(如事件类型、涉事车型、涉事车辆占道情况、事件位置等)进行提取、识别、上报等。

为了进一步优化利用道路资源,充分调动和利用广大交通参与人员的主观能动性,鼓励交通参与人员在有条件的情况下通过智慧高速突发事件管理平台对外的突发事件一网通报接口实现一键报警,如导航软件一键报警功能将涉事车辆位置信息实时推送至道路运管平台。

针对“两客一危”、大型运输车辆等易发事故或事故影响较大的重点车辆,也可通过第三方数据接入模块进行实时监控,捕捉并分析其驾驶行为和车辆行驶轨迹,达到事故主动预警的目的。综上,重构后的高速公路突发事件上报流程见图3。

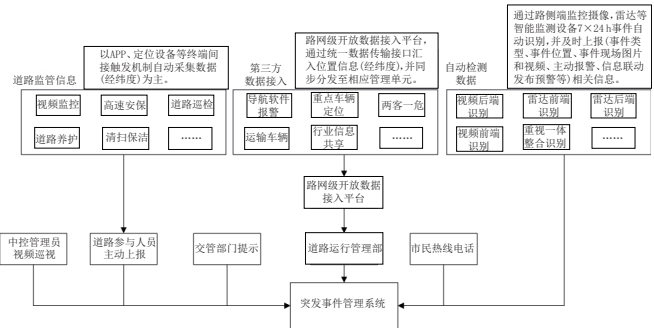


图3 突发事件上报管理系统业务流程

3.1.2 应急资源定位管理系统

为了更快速处置道路交通事故等突发事件,道路运管人员通常分析交通事故黑点,就近在道路两侧布设应急物资仓库或者牵引处置车辆的停车待命点(见图4),从而实现应急物资的就近调度,达到及时处置的目的。因此为了实现应急资源实时在线调度的需求,对应急物资的在线定位管理的必要性也就更为突出。

3.1.3 交通流监测管理系统

高速公路作为一个复杂封闭系统,某一点或某

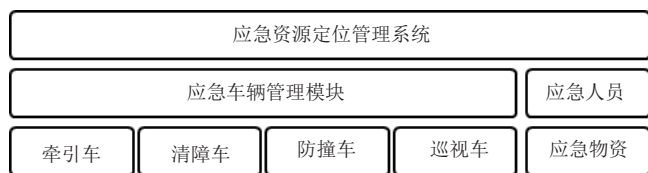


图4 应急资源调度系统组成模块

一段存在道路突发事件对当前路段及所属路网都会产生不同程度的影响,实时监测事故发生前、中、后期的交通态势的演化情况并对其影响程度、影响范围、持续时间和下阶段的道路通行状况进行有效评估,可进一步为道路救援提供有效信息保障和处置预案设计优化。

3.2 应急资源优化调度系统

根据突发事件管理系统上报的突发事件类型、涉事车型、发生位置、占用车道、天气情况、路产损失情况和实时道路交通流(平均速度、断面车流量、断面不同车型占比、两客一危等重点车辆路段通行情况)监测数据及其演化趋势预判,结合交通波传导理论建立突发事件影响程度和传导范围的抽象预测模型,对突发事件进行分级分类管理,并进一步分析该突发事件对道路交通的影响程度和拥堵指数,以及诱发二次事故的类型与位置的可能性判断,对当前道路突发事件持续时间、影响情况等进行持续风险预警和交通态势短期预测。

道路突发事件的影响评估主要在数据融合层通过突发事件上报信息、实时交通流监测数据和道路养护围封作业情况等数据建立模型进行突发事件持续影响时间、持续影响范围和诱发二次事故可能性的预判。

模型算法层主要通过结合当前道路施工、养护、保洁等作业计划和实际执行情况以及当前道路突发事件历史处置数据特征库、突发事件应急处置预案策略库等,利用深度学习、运筹优化等技术手段、方法理论,考虑最短路径、最短时间、最佳路线等多目标处置要求,进行救援车辆车型的指派、车辆路径的规划调度和实时定位追踪与检测,实现道路突发事件快速响应与高效处置。

业务应用层实现数据流、算法流与业务流的深度对接,突发事件处置一线作业人员使用应急资源优化调度平台配套 APP 接收牵引任务指派,平台实时采集突发事件处置任务接收、救援力量到达现场、突发事件处置完毕等各个不同处置时段的详细信息,进一步对突发事件进行精细化管理。

3.3 车道动态管控系统

车道动态管控系统主要集成了车道级速度协调、车道开闭管控、应急车道临时开放和匝道合流区管控等复杂场景交通疏导策略,其中车道级速度协调策略主要通过控制路侧情报板、门架等梯级发布道路限速限流信息,例如在通行速度为 100 km/h 的高速公路某处 1# 车道发生交通事件,在距交通事件发生点位 1 km 处显示“前方发生事故,1# 车道围封,其他车道车辆请注意避让”,在距交通事件点发生点位 3 km 处显示“前方 1# 车道发生事故,建议司乘人员换其他车道行驶”,同时其他车道进行平滑限速策略,在距事件发生点位 5 km 处显示“前方发生事故,建议降低速度或换道行驶”,如果此时突发事件造成了道路拥堵,可开放应急车道作为临时通行车道使用。

使用交通流监测系统实时监测路段交通态势,通过车道速差、客货比、车头时距、“两客一危”车辆等监测参数,分析道路拥堵指数及趋势,结合路网级交通运行态势分析情况和历史交通流量,自动匹配预设的道路管控预案,由道路运行管理人员根据事件现场的实际发生情况对道路临时交通组织预案进行二次核查与确认,从而达到配合应急资源优化调度策略进行突发事件快速处置与交通管控的目的。

3.4 动态信息发布与在线预警管理系统

动态信息发布机制除控制路侧情报板进行道路突发事件预警和突发事件处置情况持续通报外,还兼有道路管理方、司乘方、行业主管单位、交通管理部门、消防和医疗急救等单位的联合通信和信息互通的功能,见图 5。

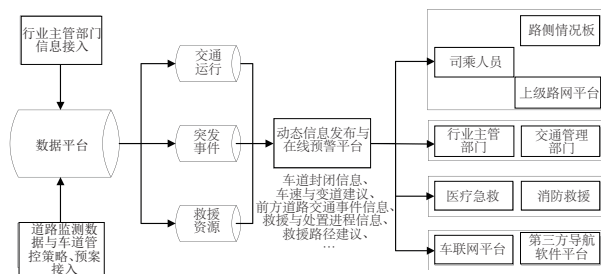


图5 动态信息发布与在线预警平台

动态信息发布机制可同步进行道路突发交通事故的多方通报和交通流分类引导与精准分流,特别是在发生重特大交通事故,且造成大量人员伤亡和财产损失,有可能进一步导致交通拥堵,诱发二次事故的可能性陡增的情况下,启用道路应急管理预案,通过动态信息发布平台进行车道级动态信息发布,

对当前道路通行车辆及时梯次预警,实时通报前方道路通行情况、车道开闭情况和突发事件基本信息及事件处置进程详细信息,针对其他路段的车辆使用云端平台进行道路突发事件通报,必要时提供建议规避路线,实现道路交通流量的合理分流和流量再平衡。

同时,通过信息发布平台进行道路车辆分流后同步对车道诱导清空,为相关救援单位打通绿色通道,为救援车辆提供车道级路线规划和救援设备需求建议,提高外部关联急救资源救援响应时间,缩短资源到位的时间,力争在黄金救援时间内对伤者进行有效救助。

3.5 道路应急资源优化配置管理系统

道路突发交通事件的主动感知、快速识别、多方通报、高效处置和资源优化配置贯穿了道路突发事件处置的全流程,而为了实现突发事件的高效处置,在合适的地方配置匹配的资源的重要性越来越明显,见图6。

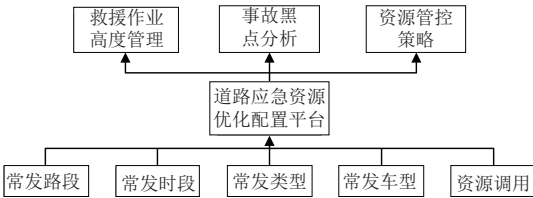


图6 道路应急资源优化配置平台

通过分析路段交通事件常发路段、常发类型、常发时段和应急资源调用情况形成道路事故黑点分析框架及应急资源配置方案与管理办法,充分建立资源调度与资源有效匹配的联系,从而实现道路突发事件预判和应急救援资源前置。

4 结 语

本文通过多系统、跨部门协作,采用实时监测与短时预测相结合,应急资源精确匹配和救援力量高效调度高度融合的方法,打破了突发事件救援各环节、部门信息孤岛,同时充分发挥信息化、数字化系

统的优势,让所有的道路交通参与人员和救援力量都能够实时获取道路交通事件处置全过程信息,并及时采取相应措施,而且也可进一步调动路网级应急资源进行道路车辆的分流与中短期流量再平衡,取得交通运行影响最低和交通事件处置最高效的平衡。

通过“事前”主动感知监测,“事中”跨部门协作的高效处置和“事后”资源的优化配置与资源协调统筹优化,在以应急预案为主,静态特征明显的传统管理模式基础上增加动态化、数字化和智慧化的联合精准管控手段,构建了新型高速公路突发交通事件应急管理模式,并同步在G15(嘉浏段)改扩建运行一体化工程施工过程中投入应用,截至目前G15(嘉浏段)道路试验段的突发交通事件救援响应与处置效率较历史处置平均水平均有显著提升。

参考文献:

[1] 吕婷婷,钱勇生,曾俊伟.中国和美国道路交通事故数据对比研究[J].城市道桥与防洪,2015(10):157-160,191.
[2] 郭太生.美国公共安全危机事件应急管理研究[J].中国人民公安大学学报,2003(6):16-25.
[3] 田子强.日本如何进行道路交通安全管理[J].汽车与安全,2014(9):85-90.
[4] 姜宁.基于我国现状的交通安全风险耦合分析[J].理论月刊,2011(6):102-106.
[5] 尹冰艳,刘卫红.我国高速铁路应急救援机制的完善[J].中国安全科学学报,2018,28(S2):180-184.
[6] 杨雪,全凤鸣,宋爱峰,等.高速公路突发事件应急管理能力评价研究[J].公路,2019,64(7):184-192.
[7] 陈玲玲,王建平,张媛媛.高速公路突发事件安全应急响应能力评价模型[J].华北科技学院学报,2020,17(01):56-62.
[8] 计雷等.突发事件应急管理[M].北京:高等教育出版社,2006.
[9] 马兆有,高岩,俞春俊.高速公路突发事件快速响应与决策平台构建[J].综合运输,2021,43(1):33-37.
[10] 李旭辉.智慧高速公路运行监控及应急管理平台的构建[J].公路,2019,64(11):187-191.
[11] Steenbruggen J, Nijkamp P, Vlist M. An actor - network approach in information technology use in urban Europe [J]. Technological Forecasting and Social Change, 2013(89):245-261.

《城市道桥与防洪》杂志

是您合作的伙伴,为您提供平台,携手共同发展!

欢迎新老读者订阅期刊 欢迎新老客户刊登广告

投稿网站: <http://www.csdqyfh.com> 电话:021-55008850 联系邮箱: cdq@smedi.com