

道路交通事故黑点鉴别方法研究^{*}

刘鹏飞, 青伟, 申绍君

(长沙理工大学 交通运输工程学院, 湖南 长沙 410114)

摘要: 道路交通事故频发, 损失巨大。精准的事故黑点鉴别方法可有效降低道路交通事故率, 提高安全性。文中梳理了事故频数法、事故频率法、事故频数—事故频率矩阵法、当量总事故数法、质量控制法、累计频率法、聚类分析法、灰色分析法、粗集理论法、BP 神经网络算法、GIS(地理信息系统)等道路交通事故黑点鉴别方法的原理、优缺点、适用条件及应用, 并指明其发展趋势。

关键词: 道路交通; 交通安全; 交通事故黑点; 鉴别方法

中图分类号: U491.31

文献标志码: A

文章编号: 1671-2668(2022)06-0041-03

由于交通条件和事故数据收集难易程度、评判方法认可度不同, 道路交通事故黑点定义尚未统一。一般来说, 道路交通事故黑点(也称事故多发点)是指较长的计量时段内道路交通事故发生的数量或特征相比其他正常位置更加突出的某些位置(点、路段或区域)。快速有效地识别交通事故黑点, 分析事故成因, 提出解决措施, 是事故黑点后续排查和综合治理的基础。

1 道路交通事故黑点特征

(1) 黑点事故发生较为集中。事故黑点为交通事故数量和特征不同于一般路段的位置, 该位置在道路总里程中的占比很小, 总事故数占比却很高。

(2) 黑点受天气影响显著。天气对黑点的影响较大。据统计, 各等级道路晴天发生事故数占黑点事故数的 60%~70%, 雨天、阴天发生事故数仅占 10%~15%, 其他特殊天气发生的事故数占比较小。

(3) 黑点形成受多种因素影响。超速行驶、疲劳驾车、制动故障、爆胎、交通量大、弯道过长等因素都可能导致道路交通事故发生, 当影响因素共同作用汇集于某个点、路段或区域时, 该位置容易变成事故黑点。

2 道路交通事故黑点传统鉴别方法

道路交通事故黑点鉴别由鉴别方法及技术指标组成。传统的黑点鉴别方法主要以事故调查和统计

为基础, 基于概率统计思想, 利用交通数据统计资料, 重点分析交通事故数据资料, 若分析得出的指标结果明显高于本路段或路网所设定的标准值, 则初步将该路段定为事故黑点, 之后进行更深入的分析予以确定。不同路段路况不同, 需根据实际需要选择适宜的事故黑点鉴别方法。

(1) 事故频数法。事故频数法通过设定临界点事故次数、统计某路段事故次数, 并对统计数据与临界点进行比较, 若路段事故次数超过临界点, 则判定为事故黑点。频数法数据来源于事故统计数据, 数据清晰易收集, 计算简单方便, 数据依赖性不强。鉴定指标仅使用事故次数, 未考虑事故严重程度、道路条件、交通量等, 易导致误判。该方法仅适用于小范围路段或交叉口路段。

(2) 事故频率法。事故频率法通过统计某路段事故次数、平均每日交通量, 并将路段事故次数和平均每日交通量的比值与可接受临界值进行对比, 若比值超过可接受临界值, 则判定为事故黑点。频率法综合考虑了交通量和路段长度, 但未考虑事故严重程度、事故随机性, 易将低事故量、低交通量路段误判为事故黑点, 而将高事故量、高交通量路段误判为安全路段, 遗漏真正危险的路段。该方法仅适用于小区域路段。

(3) 事故频数—事故频率矩阵法。事故频数—事故频率矩阵法以事故频数为矩阵横轴、事故频率为矩阵纵轴, 矩阵中每个单元位置代表目标路段危险程度, 具备最高事故数和最高事故率的危险路段

^{*} 基金项目: 湖南省社会科学基金项目(17YBA003)

位于矩阵右上角,这些路段即为事故黑点。矩阵法综合事故频数法和事故频率法,根据需求确定矩阵大小,能快速鉴定事故黑点,判断目标路段安全程度。但该方法未考虑事故严重程度、道路交通状况等,且事故数多少和事故率高低的临界值确定困难,难以区分高事故数、低事故率路段和低事故数、高事故率路段。该方法仅适用于道路条件相差不大的路段。

(4) 当量总事故数法。当量总事故数法对交通不同属性(如死亡人数、受伤人数及财产损失等)赋予不同权重,比较加权值和可接受阈值,若加权值超过阈值,则判定为事故黑点。当量法考虑了事故严重程度,但未考虑交通量、交通条件、路段长度等,且交通属性权重难以确定。该方法仅适用于条件差别不大的城市道路。

(5) 质量控制法。质量控制法认为交通事故发生是小概率事件,路段事故次数遵循泊松分布,比较目标路段事故率与相似路段平均事故率,依据显著性水平确定平均事故率阈值,若目标路段事故率高于阈值,则为事故黑点。质量控制法综合考虑了交通流量和事故随机性,但未考虑事故严重程度。采用该方法鉴别道路交通环境相似路段较精准。

(6) 累计频率法。累计频率法常将路段划分为1 km的单位长度,以事故次数为纵坐标、大于某事故次数的累计频率为横坐标,利用累计频率散点图拟合曲线,分析拟合曲线突变点,突变点即为事故黑点。累计频率法以统计学为基础,统计目标路段事故数频率,并将其排序计算累计频率,累计频率不高但事故率很高的位置即为事故黑点。该方法对数据要求较高,未考虑事故严重性,仅适用于道路交通、事故情况相差不大的路段。

综上,道路交通事故黑点传统鉴别方法基于概率统计思想,数据处理相对简单,鉴别精度不高,适用范围有限,应结合实际情况选择适合的方法。

3 道路交通事故黑点现代鉴别方法

随着计算机网络技术嵌入道路交通事故黑点问题研究的不断深入,事故黑点鉴别方法不断优化。现代化的事故黑点鉴别方法以系统思想综合分析交通各影响因素的权重,评价各路段危险综合值,确定道路交通事故黑点所在位置。

(1) 聚类分析法。聚类分析法根据数据特征,将特征相似数据分至同一类别,将全部数据分成多

类别,从大量杂乱无序数据中挖掘获取关键信息。交通事故黑点本质上是易发生交通事故的路段,即发生事故次数的密度大。聚类分析法根据交通事故密度,若交通事故发生地点某半径范围内发生的交通事故次数(即其邻域内密度)不小于给定阈值,则该事故地点判定为事故黑点。聚类分析分为事故数据读取、数据筛选、事故黑点判断、黑点展示4个步骤,其中:事故数据读取须输入事故地点领域内所有路段交通事故数据;数据筛选依据核心字段过滤无用字段;事故黑点判断须检查所有未检路段,判断周围事故密度是否不小于阈值,若达到阈值则输出该路段为事故黑点,若未达到阈值则继续循环,直到处理完所有路段,输出事故黑点位置最小值为起点,位置最大值为终点;黑点展示通过GIS(地理信息系统)展示。聚类分析法能从复杂无规律的交通事故数据中挖掘隐含信息,剖析事故时间分布和空间分布特性,揭露事故发生潜在规律。但海量数据处理计算量大,对服务器的要求高,且参数选取对聚类效果影响大,权重选取主观随意性强。该方法适用于所有路段的事故黑点鉴别,应用广泛。

(2) 灰色关联法。灰色理论认为系统行为模糊朦胧,数据杂乱无章,但存在潜在必然规律,可运用累加(减)法降低数据随机性,将杂乱无序的数据整理为有规律的数据。灰色关联法依据每个元素的序列曲线与总序列曲线的几何形状相似程度判断单个元素和集合是否关联紧密。利用灰色理论非唯一性原理,选定交通事故指标(事故数、受伤人数、财产损失和道路长度),精简、加工、延展事故数据,依据灰色关联法分析每个事故点数据,绘制单个事故点的序列曲线和总序列曲线,以曲线几何形状相似程度判断事故点间是否联系紧密,判断道路安全水平所处灰域,灰域即事故黑点,并依据分级标准对事故点安全性进行分级。灰色关联法以人、车、路、环境为子系统,以事故数、受伤人数、财产损失、道路长度为事故统计指标,可有效降低主观偏好的影响,能运用少量信息评价道路安全性,鉴别事故黑点,算法清晰,计算相对简单。但不同道路交通条件、交通特性区别较大,事故数据较少时鉴别精度偏低。该方法应用广泛,适用于所有路段。

(3) 粗集理论。粗集理论利用数据集合本身形成决策规则,无需提供集合外先验信息,可解决不确定性问题。其核心思想是信息系统分类能力恒定情形下优化输入信息并导出问题决策规则。其原理是

去除某条件属性,观察决策属性变化,若决策属性变化较大,则该条件属性较重要,反之该条件属性不重要。粗集理论在有限的道路交通事故数据的基础上构建事故数据的知识表达系统,分析各事故成因的权重,补齐决策表,决策离散化,计算各属性影响强度,判断其重要性,判断影响事故黑点的主(次)要因素,结合其他理论鉴别事故黑点。粗集理论不依赖先验知识,可处理随机性和波动性数据,能分析和推理有限数据,发现潜在规律,可区分事故黑点的主(次)因素,且与其他数据挖掘理论互补性强。但决策离散化数据补齐算法复杂,计算困难。该方法应用广泛,适用于所有路段。

(4) BP神经网络算法。BP神经网络(误差回传神经网络)是按照误差逆向传播算法训练的多层神经网络,由输入层、输出层和隐含层组成。信息由输入层经过隐含层处理后传给输出层,比较输出值和期望值,若误差超过阈值,逆向传播误差至各层所有单元,不断调整迭代参数,直至达到预期后停止。道路交通事故黑点鉴别属于识别问题,依据函数求解结果判断是否为事故黑点,而道路交通事故的发生随机性大,涉及因素多,难以用清晰的函数表达式和约束条件求解判别。BP神经网络自身具有较好的容错能力、混乱数据处理和训练学习能力,可解决非线性结构复杂问题,擅长处理事故黑点判别问题。输入路段事故关联因素数据,如交通量、车道宽度、车道数、通行速度等,输出路段安全类型,如事故黑点、正常路段和安全路段,设定隐含层传递函数、各层权值矩阵和偏置向量及误差精度,不断训练迭代,直至所有路段安全程度鉴定完毕。BP神经网络算法的非线性拟合能力、鲁棒性和自主训练学习能力强,学习规则简单,但学习过程收敛速度较慢,网络权值易现局部极值导致训练失败,与遗传算法、灰色理论等结合更完善,处理复杂无序交通事故数据适用性强。

(5) GIS。GIS对地理信息进行数据处理,结合属性信息和空间数据可视化信息,为决策者提供技术支持。道路交通事故数据复杂且数据模型抽象,GIS融合道路交通事故的属性信息和空间数据预处理交通事故数据,除去或填充数据空值,以事故点为圆心、严重程度为半径建立缓冲区对数据进行缓冲区分析,确定事故路段影响范围,重叠所有图层缓冲区,形成事故分析综合图层,合理利用当量总事故法、累计频率法判断路段安全水平,鉴别事故黑点,

并以图形化方式展示识别结果。GIS以可视化直观形式展示事故数据,便于计算和判别,但数据量大且质量要求高,定位精度影响GIS鉴别效果。城市道路、高速公路数据来源清晰、定位精准,适合采用GIS方法鉴别事故黑点。

综上,道路交通事故黑点现代鉴别方法基于系统工程思想,综合考虑多因素,数据处理较复杂,鉴别精度较高,适用范围较广。

4 道路交通事故黑点鉴别方法发展趋势

道路交通事故黑点现代鉴别方法相比传统鉴别方法更精准,但仍存在缺陷。未来道路交通事故黑点鉴别将与大数据技术、前沿信息技术、物联网、云平台、数据挖掘、启发式算法等深度融合,提升道路交通事故黑点鉴别精度,从而减少交通事故,提高道路交通安全性。

参考文献:

- [1] 管满泉.交通事故多发点鉴别方法的比较研究[J].公路,2009(4):191-195.
- [2] 过秀成,盛玉刚,潘昭宇,等.公路交通事故黑点总体特征分析[J].东南大学学报(自然科学版),2007,37(5):930-933.
- [3] 谢华为.沈海高速公路泉州段事故黑点鉴别与改善对策[J].福建警察学院学报,2014,28(1):42-46.
- [4] 路峰,姜文龙,马社强.交通事故多发点段排查方法[J].长安大学学报(自然科学版),2003,23(1):87-90.
- [5] 刘晓辉.道路交通事故黑点鉴别方法研究概述[J].科学之友,2011(8):132-133.
- [6] 邵祖峰,蔡建湖.交通事故黑点的鉴别方法集成创新[J].湖北警官学院学报,2009,22(2):83-87.
- [7] 肖慎,过秀成,宋俊敏.公路交通事故黑点鉴别方法研究[J].公路交通技术,2003(2):70-73.
- [8] 应成亮,李江,成卫,等.道路交通事故危险点鉴别的研究[J].昆明理工大学学报(理工版),2006,31(1):93-97.
- [9] 朱兴琳,陆秉堃.道路交通事故多发点(段)的鉴别方法[J].新疆农业大学学报,2002,25(1):63-66.
- [10] 王利杰,支永光.道路事故多发地点的鉴别与整治[J].广东交通职业技术学院学报,2006,5(4):26-29.
- [11] 张芳花.累计频率法在道路交通事故黑点鉴别中的应用研究[J].大众标准化,2019(13):55-56.
- [12] 沈大吉,陈永光,李洋.信号交叉口事故多发点的鉴定及成因分析[J].公路与汽运,2010(1):58-60.

(下转第59页)

样强度为 5.0 MPa,满足要求。磷石膏基道路稳定基层材料能满足各等级公路路面底基层的技术要求。

施工注意事项:1)在拌和机械选用时,考虑到再生磷石膏掺配比例很高,按照 4~6 个料仓配置。因再生磷石膏为 45~150 μm 的粉料,对料仓进行密封和除尘。拌和用水量根据现场温度在最佳含水率上增加 0.5%~1.0%。2)由于磷石膏基道路复合稳定基层材料的密度较小,松铺系数较大,铺筑厚度受限,最大设计厚度为 25 cm。3)考虑到磷石膏基道路稳定基层材料较细,碾压后表面较光滑,不利于下层的黏结,先用羊足碾压路机进行静压,再用钢筒式压路机进行复压,最后用轮胎压路机收面。

6 结论

(1) 高温煅烧后磷石膏中氟、磷等有害污染物能达到相关标准要求,使用时采用防水剂对其进行固化,将其应用于道路工程不会对环境造成二次污染。

(2) 再生磷石膏基道路稳定基层材料具有良好的耐候性、高稳定性、资源节约性、环保节能性,符合公路基层设计和施工技术要求。

(3) 将再生磷石膏应用于公路建设,既能减少磷石膏的库存量,又能减小公路建设对砂石料的依赖,节约自然资源,促进绿色公路建设。

参考文献:

- [1] 茹晓红.磷石膏基胶凝材料的制备理论及应用技术研究[D].武汉:武汉理工大学,2013.

- [2] 余军,王磊,贺华明,等.湖北省磷石膏综合利用与对策[J].资源环境与工程,2018,32(1):150—154.
- [3] 贺晓燕,吕飞,贺光照.我国工业固体废弃物磷石膏预处理及综合利用[J].资源节约与环保,2021(3):114—115.
- [4] 河南建筑材料研究设计院有限责任公司,中国磷复肥工业协会,四川宏达股份有限公司,等.磷石膏:GB/T 23456—2018[S].北京:中国标准出版社,2018.
- [5] 河南建筑材料研究设计院有限责任公司,瓮福(集团)有限责任公司,云南云天化国际化工股份有限公司.建筑石膏:GB/T 9776—2008[S].北京:中国标准出版社,2008.
- [6] 交通运输部公路科学研究院.公路土工试验规程:JTG 3430—2020[S].北京:人民交通出版社股份有限公司,2020.
- [7] 交通部公路科学研究院.公路工程无机结合料稳定材料试验规程:JTG E51—2009[S].北京:人民交通出版社,2009.
- [8] 邱聪.磷石膏缓凝剂的研究[J].新型建筑材料,2014(1):76—79.
- [9] 邓志拓.磷石膏煅烧条件的研究[J].河北化工,2003(6):49—50.
- [10] 谭明洋,相利学,李国龙.磷石膏在道路工程应用的研究现状[J].广州化工,2016,44(8):37—38.
- [11] 克高果,夏正求,罗辉,等.煅烧磷石膏改性磷石膏废料的路用性能[J].土木工程与管理学报,2018,35(4):58—64.
- [12] 刘晶,段悦.水泥生产 CO_2 减排技术及案例分析[J].山西建筑,2014,40(28):211—212+245.

收稿日期:2022-01-12

(上接第 43 页)

- [13] 林丽,张永强,高敏杰.道路交通事故黑点成因鉴别与改善对策[J].南京林业大学学报(自然科学版),2010,34(6):157—160.
- [14] 王海,李瑞敏.改进的聚类法在事故多发点成因分析中的应用[J].公路工程,2017,42(5):106—110.
- [15] 牛志鹏,祁首铭,吴东玲,等.考虑系统聚类的公路交通事故多发点鉴别研究[J].中国安全科学学报,2018,28(11):104—109.
- [16] 王洪德,赵婷.道路交通事故的灰色预测与黑点分析[J].大连交通大学学报,2014,35(1):37—40.
- [17] 江山,宋柯,谢维成,等.基于灰色关联与 Apriori 算法的道路交通事故数据分析[J].公路工程,2019,44(4):67—73.
- [18] 孙连超,邵毅明,颜雪丽,等.基于 TCT 的公路交通事故黑点鉴别方法研究[J].重庆交通大学学报(自然科学版),2012,31(1):63—67.

- [19] 张朝旭.基于灰色理论的交通事故多发点段评价模型[J].广东公安科技,2020,28(1):45—49.
- [20] 贾嘉,张健.公路交通事故影响因素的粗糙集评价[J].公路,2014(8):91—95.
- [21] 姚磊.基于 RST 的事故黑点成因实例分析[J].交通运输工程与信息学报,2014,12(1):104—108.
- [22] 李亚军.基于粗糙集属性理论和差分进化算法的交通事故黑点成因分析[J].现代交通技术,2014,11(2):68—71.
- [23] 李玉祺,王广民,徐猛.随机 OD 需求下城市道路网络设计问题的 BP 神经网络算法研究[J].系统工程理论与实践,2021,41(11):3009—3019.
- [24] 陈海龙,彭伟.改进 BP 神经网络在交通事故预测中的研究[J].华东师范大学学报(自然科学版),2017(2):61—68.

收稿日期:2022-06-22