

# 公路养护作业区交通安全风险评估与优化设计

邱 果

汉中市南郑区农村公路管理站 陕西 汉中 723100

**摘要:**为提升公路养护作业区交通安全管控水平,本文先系统分析养护作业区交通流异变、空间布局约束等核心特性,再从人、车、路、管理四维度完成安全风险识别。基于科学、系统等原则,采用层次分析法、模糊综合评价法等组合方法开展风险评估,进而提出交通组织优化、安全设施升级及全流程管理优化措施。研究构建了“特性分析-风险评估-优化设计”的完整技术体系,可为养护作业区安全管控提供精准支撑,具有重要实践价值。

**关键词:**公路养护作业区;交通安全风险;评估方法;优化设计

引言:公路养护是保障道路通行能力的关键环节,但作业区空间压缩、交通流紊乱等问题易诱发安全事故,威胁养护人员与通行车辆安全。当前养护作业区安全管理多依赖经验,缺乏系统的风险评估与针对性优化方案,难以适配复杂的作业场景需求。为此,本文开展公路养护作业区交通安全风险评估与优化设计研究,旨在分析风险演化规律,构建科学的优化体系,填补现有管理短板,保障养护作业安全有序开展。

## 1 公路养护作业区交通特性

公路养护作业区交通特性是开展安全风险评估与优化设计的基础,其核心特征体现在以下四个关键维度:①交通流运行特性异变。养护作业会直接压缩通行空间,打破正常交通流的稳态平衡,导致车速离散度增大,车辆加减速频繁,形成非自由流状态;同时交通流量会出现阶段性波动,通行能力显著下降,易在作业区上游形成排队积压,且车流密度随作业区长度、车道缩减数量呈正相关变化,交通流的稳定性和连续性被破坏。②空间布局对交通特性的约束性强。作业区的分区设置(警告区、过渡区、作业区、终止区)会形成固定的交通流转换节点,不同分区的长度、间距及衔接方式直接影响车辆的通行效率与安全;作业区占用车道的数量、位置会改变车流行驶轨迹,迫使车辆偏离常规行驶路线,增加车道变换频率,进而提升冲突风险。③驾驶员行为与感知呈现特殊规律。驾驶员进入作业区范围后,会因道路环境变化产生感知负荷增加、判断反应时间延长等情况,普遍存在减速提前量不足或过度减速的现象;对作业区标识标线的识别效率、对养护作业活动的注意力分配,均会影响驾驶操作的规范性,进一步放大交通流的不稳定特性。④养护作业类型间接调控交通特性。不同作业强度、作业时长的养护活动,会对交通流产生差异化影响,连续作业易导致交通流长期处于不

稳定状态,间歇性作业则可能引发交通流的反复波动,均需结合交通特性变化规律开展针对性管控<sup>[1]</sup>。

## 2 公路养护作业区交通安全风险识别

### 2.1 人为因素风险

人为因素是核心风险源,涉及驾驶员与养护人员两类群体。驾驶员层面,因警示标识识别滞后、通行风险预判不足,易出现超速、随意变道等违规行为;疲劳驾驶、注意力不集中及不良驾驶习惯,会降低应急反应能力,提升碰撞事故概率。养护人员层面,安全意识薄弱与操作不规范问题突出,如未按规定佩戴防护装备、超出安全作业区、横穿车道未观察车流;对交通规则和作业规程不熟悉,进一步加大自身安全隐患。

### 2.2 车辆因素风险

风险由车型差异与车况优劣共同决定。车型上,大型货车、工程作业车体积大、制动距离长、视野盲区多,在作业区狭小空间内干扰性强,易引发刮擦、追尾;小型车辆虽灵活,但部分驾驶员过度自信违规超车,加剧交通冲突。车况上,制动、灯光、轮胎等关键部件性能下降,会降低车辆操控稳定性,频繁加减速场景下易故障肇事;养护作业车警示标识不清、设备摆放不规范,也会增加交通风险。

### 2.3 道路与作业环境因素风险

道路与环境是重要外部影响因素。路况方面,路面破损、平整度差、坡度或曲率过大,增加行驶难度;排水不畅导致雨天积水,降低路面附着系数,影响制动效果。天气方面,雨、雪、雾、大风等恶劣天气降低能见度、改变路面条件,提升操控难度;高温、严寒则影响养护人员作业状态。作业区布置上,警告区、过渡区长度不足,标识标线不规范,作业与通行区域隔离不到位,导致驾驶员无法准确预判路线,加剧交通冲突。

### 2.4 管理因素风险

管理风险贯穿全流程，集中在交通组织与安全监管环节。交通组织上，作业前分流方案不科学易引发拥堵；作业中引导人员不足、手势不规范影响通行秩序；高峰时段开展大规模作业，进一步放大风险。安全监管上，资质审核不严易滋生违规作业；巡查不到位无法及时纠正不安全行为；应急体系不完善、预案不健全、响应不及时，会扩大事故损失<sup>[2]</sup>。

### 3 公路养护作业区交通安全风险评估的原则与方法

#### 3.1 公路养护作业区交通安全风险评估原则

风险评估要遵循以下科学规范的原则以保障结果可靠：①科学性原则，需基于交通工程理论与统计分析方法，结合作业区交通特性与风险演化规律，确保评估指标选取、模型构建符合客观实际。②系统性原则，全面覆盖人为、车辆、道路环境、管理等多维度风险源，兼顾各风险因素间的关联性耦合效应，避免片面评估。③可操作性原则，选取的评估指标需易于量化采集，评估方法需适配养护作业现场实际条件，便于基层管理部门应用实施。④动态性原则，充分考虑养护作业时序变化、交通流波动及天气突变等动态因素，确保评估结果能实时反映作业区安全状态。

#### 3.2 公路养护作业区交通安全风险评估方法

实践中常用多种评估方法协同应用，核心方法包括：①层次分析法，通过构建“目标层-准则层-指标层”的层级结构，结合一线养护管理人员、交通工程专家的实践经验与区域内养护作业区历史安全数据确定各风险指标权重，实现对人为、车辆、环境、管理等多维度风险的系统性整合。该方法适配作业区风险因素复杂多样的特点，能有效梳理各因素的影响优先级，为后续针对性优化提供明确方向，尤其适用于大规模、多类型养护作业的综合风险评估。②模糊综合评价法，针对作业区风险等级划分的模糊性，通过建立隶属函数将“驾驶员操作规范性”“设施防护效果”等定性评价与交通流量、车速波动等定量数据有机结合，对风险水平进行综合判定。其优势在于能精准应对能见度不足、路面湿滑等不确定环境下的风险评估，可有效规避单一数据评估的局限性，贴合作业区动态环境的实际特征。③风险矩阵法，以风险发生概率和损失程度为二维坐标轴，结合养护作业类型（如路面修补、桥梁养护）的风险特性划分风险等级矩阵，直观判定各风险因素的危险程度。该方法操作简便、效率高，无需复杂数据处理，便于现场管理人员快速识别高优先级风险并优先处置，能满足日常养护作业中快速风险筛查的实际需求。④熵权法，基于指标数据的信息熵计算客观权重，可有效弥补层次分

析法中专家主观判断的偏差，增强评估结果的客观性与可信度。在实际应用中，常与层次分析法结合使用形成组合权重模型，既兼顾专家实践经验，又依托历史数据保障权重科学性，尤其适用于数据积累较为完善的养护作业区域评估。这些方法各有侧重，实际应用中需根据作业区规模大小、数据可获得性、评估时效要求等现场实际条件组合选用<sup>[3]</sup>。

### 4 公路养护作业区安全优化设计

#### 4.1 基于风险评估的公路养护作业区交通组织优化设计

基于风险评估结果的交通组织优化，核心在于通过精准调控车流运行状态、科学规划作业时序，降低交通冲突概率。具体优化方向包括：①车道布置精细化调整，结合风险评估识别的车流冲突高发区域，合理确定临时通行车道的数量、宽度及间距，确保车道划分适配不同车型的通行动力学需求，减少车辆横向偏移引发的刮擦风险；优化车道缩减过渡段的线型设计，采用平缓渐变方式引导车流有序切换，避免形成硬性交通瓶颈。②交通流引导体系完善，构建“远端预警-中端分流-近端管控”的多级引导机制，根据风险等级划分引导范围，优化引导标识的布设密度与信息传递逻辑，确保驾驶员能提前预判通行路线；针对高流量路段，制定差异化分流方案，均衡作业区周边路网的交通压力。③作业时序动态调控，依据风险评估得出的时段性风险差异，避开早晚交通高峰开展大规模、高扰动养护作业；对连续作业项目，合理拆分作业单元，控制单次作业时长，减少交通流长期处于不稳定状态的时长；建立实时动态调整机制，结合实时交通流量、天气变化等动态风险因素，灵活调整作业计划。④特殊路段交通组织强化，针对桥梁、隧道、急弯等风险等级较高的路段，进一步优化作业区空间布局，预留充足的会车与避让空间；优化进出口区域的交通引导，避免车流交汇冲突；对视线受限路段，增设临时减速设施与辅助警示装置，提升车流运行的稳定性。⑤建立交通组织优化方案的现场巡查与动态评估机制，及时发现并修正优化过程中出现的问题，确保各项措施落地见效，全面提升作业区交通运行的安全性与高效性。

#### 4.2 公路养护作业区安全设施优化设计

安全设施优化需围绕风险预警、物理防护、通行引导三大核心功能，结合风险评估结果针对性提升设施防护效能。具体优化措施包括：①警示预警设施升级，优化警告标志、禁令标志的布设位置与高度，确保标志在不同光照、天气条件下的醒目度；根据作业区风险等

级,合理增加标志的布设密度,补充临时警示标识,强化对驾驶员的风险提示;引入智能预警设施,通过可变信息板实时发布作业区状态、车流密度等信息,提升预警的精准性与时效性。②物理防护设施强化,针对作业区与通行区的隔离需求,选用高强度、高可见度的隔离设施,合理设置隔离间距,避免车辆闯入作业区域;优化缓冲区设计,增设防撞护栏、防撞桶等缓冲设施,降低碰撞事故的损伤程度;对作业区域内的养护设备、材料堆放区域,增设防护围挡,提升作业人员安全防护水平。③通行引导设施完善,优化作业区内的标线设置,采用高反光、耐磨的标线材料,清晰划分通行区域与作业区域;补充临时导向箭头、车道边缘线等标线,引导车流有序通行,减少车道变换冲突;在视线较差的路段,增设轮廓标、诱导灯等设施,强化道路线形引导,提升夜间通行安全性。④设施维护与管理优化,建立作业区安全设施定期检查与维护机制,及时修复损坏、老化的设施,确保设施功能持续有效;根据作业进度动态调整设施布设,作业结束后及时清理临时设施,避免对正常交通造成干扰<sup>[4]</sup>。

#### 5 公路养护作业区交通安全管理优化措施

①强化养护人员安全管控。构建全流程安全防护体系,抓实岗前安全培训,系统讲解交通法规、作业安全细则、风险识别及应急处置方法,确保人员掌握规范操作与自我防护技能;建立考核准入制度,合格后方可上岗,严禁未培训或不合格人员参与作业。②规范个人防护装备管理。根据作业类型和风险等级,统一配备高可见度反光服、安全帽等防护用品,明确佩戴要求与检查标准;定期查验更换破损失效装备,加强现场巡查,杜绝违规不佩戴行为。作业车辆安全管理聚焦车况与警示防护,一方面落实常态化检修机制,定期全面检查制动、灯光、轮胎等关键部件,作业前专项核查,确保安全性能达标,禁止故障车辆作业;另一方面统一加装高亮度警示灯和反光标识,明确安装标准,作业期间全程

开启警示装置,停放严格遵守安全间距。③搭建动态风险监测预警体系。整合视频监控、交通流量检测、气象传感等设备,构建多维度监测网络,对作业区及周边交通、天气、人员车辆动态全方位实时监测,搭建数据共享平台实现信息汇总研判;结合风险评估标准设定分级预警阈值,制定差异化处置措施,通过可变信息板、车载终端等渠道及时发布预警,提前规避风险。④完善应急处置预案体系。健全事故快速响应机制,明确应急指挥机构、人员职责与启动流程,简化响应程序;加强应急队伍建设,配齐救援设备物资,定期组织演练提升实战能力。优化交通恢复方案,结合作业区交通特点制定差异化策略,明确临时车道启用、车流引导等操作规范;建立多部门协同联动机制,确保事故处置与交通疏导同步开展,最大限度缩短交通中断时间,快速恢复正常通行秩序。

结束语:本文围绕公路养护作业区交通安全核心诉求,完成了特性分析、风险识别、评估及优化设计全链条研究,形成了涵盖交通组织、设施配置、管理机制的综合优化方案。该方案贴合实际作业场景,可有效降低作业区安全风险。后续可结合具体养护工程实践,进一步验证优化方案的有效性,持续完善风险评估模型,推动养护作业区安全管理向精准化、智能化方向升级。

#### 参考文献

- [1]韩保勤.高速公路养护作业区交通事故分析及安全对策[J].工程建设与设计,2024(23):104-106.
- [2]王定德.高速公路养护维修作业区行车速度控制[J].城市建设理论研究(电子版),2023,(34):175-177.
- [3]詹俊垚,万谦.高速公路夜间养护的作业区安全控制研究[J].交通科技与管理,2023,4(18):57-59.
- [4]李大鹏,陈龙庭,金坚定.高速公路养护工程安全变道控制距离研究[J].城市道桥与防洪,2024,(01):224-225+229+23-24.