

浅谈公路环境对公路安全的影响

彭倩坤

重庆城市科技学院 重庆 永川 402167

摘 要：公路通行安全会受到自然气象、路域地形、附属设施及动态交通等多重环境要素的综合影响，各类环境的动态变化持续衍生不同类型的通行风险。本文从公路环境基础体系、风险作用机制、现存运维短板等维度展开系统性分析，梳理不同环境要素对公路行车状态的干扰路径与影响规律。结合现阶段公路安全运维的管控漏洞与防护短板，针对性提出环境适配型防护升级、路域整治、设施改造及常态化管控优化策略，可为公路通行安全维稳与精细化运维工作提供合理的技术参考。

关键词：公路环境；通行安全；路域管控；安全防护；运维优化

引言：公路交通是综合交通运输体系的核心组成部分，通行环境的稳定有序直接决定道路行车安全与通行效率。公路系统属于开放式通行场景，全程暴露在自然与社会环境中，各类环境要素始终处于动态波动状态。不同气象条件、路域地形结构、配套设施状态及交通流变化，都会对车辆行驶稳定性、驾驶人操作判断产生不同程度的干扰。依托环境影响规律完善安全运维体系，补齐传统养护与管控模式的短板，是提升公路通行稳定性、降低道路安全事故发生率的重要途径。

1 公路环境与公路安全基础体系

1.1 公路环境的主要构成类型

公路环境由多类相互交织的要素共同组成，第一类为道路本体要素，涵盖路面铺装、路基结构、桥梁隧道构造、车道划分、边坡防护及配套附属构造物，直接承载车辆通行荷载，决定基础通行条件。第二类为沿线自然要素，包含地形地貌、地表植被、水域分布、气象条件与地质土层，山地、平原、临水临崖路段会形成差异化的通行约束，雨雪、浓雾、结冰等气象变化持续干扰车辆稳定行驶。第三类为交通设施要素，标志标线、信号灯、护栏、减速装置、照明设备、监控预警装置分布于道路全线，承担引导、隔离、警示的功能。第四类为路域人文要素，途经村镇、交叉口、施工区域、服务区、停车场，行人、非机动车、沿线出入口会持续改变路段车流状态。四类要素独立存在又互相作用，共同搭建完整公路环境载体。

1.2 公路环境的整体运行特征

公路环境具备显著的空间连续性，道路线路延伸跨度大，沿线各类要素沿线性空间持续排布，任意路段

环境变化都会顺着线路传导至相邻区段^[1]。环境状态具备动态波动性，日间车流密度、光照强度、能见度持续改变，四季更迭带来植被、路面抗滑性能、积水结冰情况的阶段性变化，临时施工、突发事故会快速打破原有通行稳态。整体存在局部差异性，同一条公路不同区段地形、设施配置、周边人流车流规模各不相同，临山弯道、平直干线、城郊岔路的环境约束强度区别明显。各类要素存在耦合关联性，单一要素出现变动会带动其余要素同步产生影响，路面破损会降低车辆制动效率，大雾天气会削弱交通标志的可视效果，多重不利条件叠加会放大通行风险。

1.3 公路安全运行的基础条件

稳定可靠的道路实体是安全运行的物理前提，完整平整的路面、稳固无滑移的路基、完好无损的防护结构能够消除车辆通行中的硬件隐患。适配路段工况的交通设施是安全运行的引导支撑，清晰完整的标线、位置合理的警示标志、防护等级匹配的护栏，可持续约束车辆行驶轨迹，提前传递路况风险信息。可控稳定的外部环境是安全运行的外部保障，边坡无坍塌隐患、排水系统通畅可规避积水滑坡问题，完善的照明与预警装置能够弥补夜间、低能见度场景的通行短板。有序可控的交通流是安全运行的动态支撑，清晰的出入口分流设计、分离式人车通行空间，减少不同交通参与者之间的轨迹冲突。多重条件协同作用，才能持续维持公路稳定安全的通行状态。

2 不同公路环境要素对公路安全的作用机制

2.1 自然气象环境对公路安全的作用机制

大气气象条件从车辆行驶介质与驾驶人感知两个维

度干预公路通行状态。降水天气会在路面形成水膜,降低轮胎与路面的摩擦系数,车辆制动距离出现明显延长,高速行驶状态下易出现水滑现象。低温环境促使路面凝结薄冰,表层硬度提升,摩擦力进一步衰减,转向操作的可控性大幅下降。浓雾、扬沙会压缩驾驶人可视范围,远距离路况预判能力下降,车辆跟车距离难以维持合理区间。强光日照形成路面反光,遮蔽标志标线细节,夜间弱光照会弱化道路轮廓辨识度。高温天气加速路面软化变形,车辆轮胎负荷上升,爆胎风险有所增加。各类气象变化直接改变路面物理属性,干扰驾驶人视觉判断,层层提升车辆失控概率,从物理载体与人为操作层面形成安全干扰路径^[2]。

2.2 道路路域环境对公路安全的作用机制

路域环境指代道路两侧原生地形、植被与地质构造,通过空间约束持续影响行车轨迹。山区路段高差起伏大,连续陡坡改变车辆重力分配,长下坡持续损耗制动系统,临崖路段缺少缓冲空间,轻微操作失误即可引发严重事故。陡峭边坡土体松散时易发生落石、滑坡,落物直接侵占行车道,迫使车辆紧急避让。沿线高大乔木密集生长会遮挡弯道视线,交叉路口、转弯处视野盲区扩大,无法提前识别对向车流。临河路段排水设施失效后,雨水冲刷路基,路面沉降、坑槽逐步出现,车辆行驶颠簸加剧操控难度。路域环境自带的空间限制与地质隐患,持续压缩安全通行缓冲空间,构建长效安全风险来源。

2.3 沿线附属环境对公路安全的作用机制

沿线附属环境包含道路配套构筑物、便民场地与施工点位,依靠空间占用与视线干扰改变车流运行节奏。公路服务区、村镇出入口直接新增车流汇入点,直行车辆与转向车辆交汇,行驶速度出现剧烈落差。路边临时堆放物料、占道施工围挡侵占有效车道宽度,车流被迫压缩至单一通道,车辆间横向安全距离持续缩减。护栏、防眩板、减速带等防护设施出现破损缺失时,失去隔离缓冲功能,车辆偏离车道后缺少阻挡结构。隧道出入口光线明暗急剧切换,驾驶人视觉需要适应周期,标志缺失、照明不足会延长适应时长。各类附属设施与配套场地打破车流匀速行驶状态,削弱道路固有防护能力,持续制造路段冲突节点。

2.4 动态交通环境对公路安全的作用机制

动态交通环境以车流、非机动车、行人等移动主体为核心,依靠速度差与轨迹交叉制造通行冲突。大型货车自重偏大,制动响应速度慢,小型车辆近距离穿插

会形成速度差风险。非机动车、行人随意横穿公路,移动轨迹存在不可预判性,驾驶人缺少充足反应时间。车流密度上升时,车辆间距持续缩小,前车突发减速会引发连锁制动,极易诱发追尾事故。车辆违规占道、低速慢行会打乱整体车流节奏,后方车辆频繁变道超车,增加侧向刮擦概率。不同类型交通参与者速度、制动性能存在明显差异,无规律的移动行为持续破坏路段通行秩序,各类冲突点位随车流变化动态生成,持续冲击公路稳定运行状态。

3 公路环境影响下公路安全运维的现存问题

3.1 环境要素动态变化带来的运维难点

公路沿线各类环境条件始终处于持续变动状态,运维工作难以形成固定处置标准。气象条件随季节、昼夜持续更迭,汛期强降雨、冬季路面结冰、秋冬大雾会交替制造路面病害与通行隐患,病害出现时段、分布范围不存在固定规律。沿线地质、植被状态长期缓慢演变,边坡土体含水率、树木遮挡程度逐月改变,隐患具备隐蔽、渐进发展的特征。车流规模、施工点位、村镇出入口车流汇入量每日存在明显起伏,同一类防护设施在不同时段承受的损耗强度区别显著。静态化的定期养护计划无法匹配环境动态演变节奏,隐患出现与养护作业之间存在时间差,各类风险无法得到及时处置^[3]。

3.2 路域环境管控体系存在的漏洞

路域范围权责划分存在边界模糊问题,道路本体、沿线山体、村镇临街区域分属不同管理主体,单一部门难以完成全域统筹管控。沿线商户、村民占道堆放杂物、私设道口、随意栽种高杆植物等行为缺少常态化约束手段,违规行为反复出现。边坡、沟渠、临水区域的日常巡查频次不足,细小土体裂缝、排水淤堵等初期隐患无法第一时间识别。现有管控手段多依靠人工现场巡检,缺少长效约束机制,人为破坏路域防护设施、遮挡交通标志的行为得不到持续遏制。多主体管理分割造成管控链条断裂,路域不良环境问题反复滋生,持续给公路安全运行施加压力。

3.3 环境适配性安全防护体系的短板

现有防护设施多按照常规平直路段工况统一布设,缺少针对差异化环境的定制化设计。山区临崖、长下坡、临水弯道等特殊路段防护结构防护等级不足,抗冲击、缓冲能力无法匹配路段风险等级。浓雾、结冰多发路段缺少长效除冰、主动预警装置,仅依靠临时人工处置应对恶劣气象。隧道、交叉口等光线突变区域照明、防眩设施配置标准偏低,视觉缓冲配套装置存在缺失。

防护设施更新、修复流程滞后,破损构件长期搁置,不同环境场景下的防护配置标准没有细化区分,防护装置难以抵消特殊环境带来的安全负面影响。

3.4 环境隐患排查管控模式的不足

当前隐患排查多采用固定周期人工巡检模式,工作开展依托固定时段,难以捕捉突发环境风险。暴雨、大风过后易出现落石、路基冲刷等瞬时隐患,常规巡检周期无法覆盖突发险情。隐患记录、分级处置流程标准化程度偏低,不同巡检人员对同类病害判定尺度不统一,轻微隐患容易被忽略。隐患整改完成后缺少持续跟踪复核环节,边坡修复、路面修补完成后,环境持续作用下病害复发概率偏高。整体排查模式偏向事后发现处置,缺少前置预判分析能力,环境诱发的安全隐患难以实现源头提前化解。

4 基于公路环境的公路安全保障优化路径

4.1 自然环境适配的安全防护升级

结合路段长期气象监测数据与地质勘察结果定制防护改造方案。多雨区域拓宽路基边沟,增设路面浅层排水通道,减少雨水在轮胎接触面形成水膜。低温结冰高发路段更换高摩擦系数铺装材料,沿线布设固定式融雪物资存放点,缩短冰雪处置响应周期。常年多雾路段布设能见度采集设备,搭配主动发光警示标牌,向驾驶人传递前方路况变化信息。山地路段对风化边坡铺设主动防护网,配合锚杆加固松散土层,阻断落石侵入行车通道。日照强烈的平直路段增设分段式防眩板,削弱强光直射造成的视觉短暂失效。改造措施针对性抵消降水、低温、雾气、地质风化带来的行车干扰,从物理层面降低自然环境诱发失控事故的概率^[4]。

4.2 路域环境规范化整治优化

厘清路政、村镇、养护单位各自管辖边界,填补交界区域管理空白。定期修剪弯道、平交路口周边高大乔木,拓宽驾驶人可视范围,清除视野遮挡源。联合沿线村落划定户外物料堆放专属区域,制止杂物长期占用路肩与行车边缘。对零散私设道口统一合并改建,配套渐变减速区段与警示标识,平缓处理不同流向车流交汇冲突。定期清理边坡表层浮土、疏通纵向排水渠,阻断雨水持续冲刷路基形成沉降坑槽。落实周期性路域巡查机制,及时处置遮挡标志、损毁防护构造等违规行为,长期维持道路两侧整洁通透的通行空间。

4.3 沿线附属设施环境适配改造

按照路段风险等级重新调整附属设施布设标准。隧道出入口布置渐变式照明系统,缓解进出洞口明暗切换

带来的视觉适应压力。服务区、村镇岔路口延长减速渐变车道,分层布设警示标牌,平缓降低驶入车流行驶速度。临崖、临水路段替换老旧护栏,升级高防撞等级缓冲结构,预留车辆偏移后的缓冲空间。占道施工点位配套标准化反光围挡、夜间照明装置,压缩施工对正常车流的干扰范围。重新规划视线诱导标、减速装置分布点位,补齐山区低能见度路段的预警设备,让附属设施匹配所处路段的环境风险等级。

4.4 公路环境常态化安全管控体系搭建

调整原有固定周期巡检模式,增加暴雨、大风、暴雪等极端天气后的专项排查工序,快速识别边坡垮塌、路面冲刷等突发隐患。统一制定隐患分级判定细则,规范病害登记、上报、整改全流程操作要求,减少人工主观判断带来的标准偏差。增设整改完成后的跟踪复核环节,对边坡加固、路面修补点位持续观察,延缓同类病害重复出现。整合气象监测、路面状态、车流统计多类数据建立信息汇总渠道,依靠数据变化预判环境风险演变趋势。灵活调整全年养护作业计划,跟随季节环境变化调整养护侧重点,实现环境隐患前置干预,长久维持公路通行环境稳定可控^[5]。

结束语

公路安全运行与各类路域环境要素深度关联,环境动态变化、管控体系漏洞、防护适配性不足及隐患排查模式滞后,都是诱发道路安全隐患的重要原因。通过适配自然环境升级防护设施、规范化整治路域通行空间、优化沿线附属设施配置、搭建动态常态化管控机制,能够有效化解各类环境衍生的通行风险。全方位完善公路环境治理与安全运维体系,可以持续规范道路通行秩序,夯实公路交通安全的运行基础。

重庆市教委科学技术项目资助(编号: KJQN202602504)

参考文献

- [1] 祁立婷.公路设计中影响交通安全的因素与对策研究[J].大众标准化,2023,(17):69-71.
- [2] 高温硕.公路设计因素对交通安全的影响研究[J].交通世界,2022,(34):5-7.
- [3] 关英红.公路路线设计中交通安全影响因素及改善对策[J].交通建设与管理,2021,(04):100-101.
- [4] 何维维.关于公路排水系统的设计及应用[J].交通科技与管理,2023,4(18):35-37.
- [5] 宋桂平.公路隧道排水设计与隧道路基病害防治[J].散装水泥,2021(01):59-61.