

Research on Risk Analysis and Control Measures in Expressway Operation Control Zones

Tingting Li¹ Qiuxia Yang^{2*}

1. School of Public Safety and Emergency Management, Kunming University of Science and Technology, Kunming, Yunnan, 650093, China

2. Xiangyun Brigade, Comprehensive Administrative Law Enforcement Detachment of Transportation, Dali Bai Autonomous Prefecture, Xiangyun, Yunnan, 672100, China

Abstract

Highways play a pivotal role in promoting economic development, and their maintenance and construction operations are crucial means of maintaining highway traffic conditions and ensuring the safe operation of the road network. However, traffic accidents and production safety accidents may occur during maintenance and construction operations. To reduce risks and hidden dangers and minimize safety accidents, it is necessary to conduct a risk analysis of the maintenance and construction operation control zones and propose control measures. This article analyzes the basic characteristics, traffic characteristics (drivers, vehicles, roads), external risks, and internal risks (people, machinery and equipment, environment, management) of the maintenance and construction operation control zones. It proposes targeted risk control measures from three aspects: safety management, length setting of the operation control zones, and intelligent technology application, aiming to provide scientific guidance for effectively reducing the risks associated with highway maintenance and construction operations.

Keywords

expressway; maintenance construction; operation control zone; risk; management control

高速公路作业控制区风险分析与管控措施研究

李婷婷¹ 杨秋霞^{2*}

1. 昆明理工大学公共安全与应急管理学院, 中国·云南昆明 650093

2. 大理白族自治州交通运输综合行政执法支队祥云大队, 中国·云南祥云 672100

摘要

高速公路在促进经济发展方面具有举足轻重的作用,其养护施工作业是维持高速公路通行条件、保证路网安全运行的重要手段。但在进行养护施工作业时会发生交通事故、生产安全事故等问题,为降低风险隐患、减少安全事故,有必要对养护施工作业控制区进行风险分析,并提出管控措施。本文通过对养护施工作业控制区进行基础特征分析、交通特征(驾驶员、车辆、道路)分析,外部风险分析、内部风险(人、机械设备、环境、管理)分析,有针对性地从事安全管理、作业控制区长度设置、智慧化科技化三个方面提出风险管控措施,以期在有效降低高速公路养护施工作业风险提供科学指导。

关键词

高速公路; 养护施工; 作业控制区; 风险; 管控

1 引言

高速公路是现代交通重要载体,具有行车速度快、运输能力强等特点,在缩小地区差距、建立统一市场经济体系、提高物流效率等方面作用重大。随着里程增加,新建、改建、扩建工程增多,新老高速公路养护施工作业成为保障道路运

输平稳顺畅的关键。然而,养护施工作业时,作业控制区内交通事故、生产事故易发。因此,对作业控制区进行风险分析并研究管控措施意义重大。高速公路养护作业除日常保洁,还有路面维修、设施改造、隧道机电维护等,后者常需占道施工,如何分析风险并提出管控措施是亟待解决的问题。传统理论分析和借助模型方法进行安全评价是重要研究途径,如朱林等提出安全管理措施,韩保勤从人员防护等方面提出安全对策,高红平提出防范措施,张军华利用模型找到薄弱环节并制定防范措施。

总之,开展作业区风险分析、做好现场风险管控,是确保养护施工顺利平稳进行的重要一环。本文通过分析高速公路养护施工作业控制区基础特征、风险,提出管控措施,

【作者简介】李婷婷(1998-),女,中国云南大理人,硕士,从事交通安全管理研究。

【通讯作者】杨秋霞(1985-),女,中国云南大理人,博士,从事安全管理研究。

旨在为减少养护施工风险提供有益指导。

2 养护施工作业控制区特征分析

2.1 基础特征分析

高速公路养护施工作业控制区是公路养护维修作业所设置的交通管理区域,按道路封闭方式可分为封闭车道养护作业控制区和封闭路肩养护作业控制区,一般由警告区、上游过渡区、缓冲区、工作区、下游过渡区及终止区构成。

警告区是指从养护施工作业控制区起点设置施工标志开始到上游过渡区起点间的区域,主要警告路上车辆已经进入控制区内。上游过渡区是指从警告区终点到缓冲区起点间的区域,主要保证车辆平稳过渡到缓冲区侧面的非封闭路段。缓冲区是指上游过渡区终点到工作区起点间的区域,主要用于进一步保障驾驶员行车安全。工作区是指缓冲区终点到下游过渡区起点间的区域,作业人员在此区域进行养护施工。下游过渡区是指从工作区终点到终止区起点间的区域,保证车辆行驶至正常车道。终止区设置于车辆从下游过渡区行驶至正常车道的区域。

2.2 交通特征分析

2.2.1 驾驶员

驾驶员行驶车辆至高速公路上时,会经历“知觉感官感受周边信息”、“思考做出决策”等一系列过程。知觉阶段,驾驶员利用视觉、听觉等器官感受周边环境、交通标志与标线、安全设施等信息。在思考决策阶段,驾驶员感受到周边信息经过思考后相应地做出决策,如果交通标线不清晰、交通安全设备破损或者缺失等导致信息过少,会引导驾驶员做出错误判断,增加事故发生的概率。

2.2.2 车辆

高速公路上车辆的运行状态分为自由行驶、跟车行驶与变换车道行驶。自由行驶主要与车道限速管控情况有关。跟车行驶主要与路段流量和前方车辆行驶速度有关,车辆运行速度主要受控于前方车辆。变换车道行驶主要与车道宽度有关,养护施工作业时需封闭部分路段,运行车辆安全驶出作业控制区需多次变道。

2.2.3 道路

在高速公路上布设养护施工作业控制区的路段,往往具有如下特征:

1) 路面状况较差。作业控制区内大型机械设备和养护施工车辆的进出导致路面出现缺陷或者损坏,影响行车安全。

2) 车道状况不佳。占道施工作业时,车道数量减少、车道宽度降低,迫使社会车辆驾驶员改变行车轨迹,增加交通冲突发生概率。

3) 道路线形复杂多变。作业控制区内道路线形会发生多次改变,路域环境复杂,导致驾驶员产生视觉疲劳,影响行车安全。

3 养护施工作业控制区风险分析

3.1 风险因素分析

高速公路养护施工作业控制区风险主要来源于外部风险和内部风险。其中,内部风险主要包括人、机、环、管四个内容,本文重点从上述几个方面展开阐述。

3.1.1 外部风险分析

作业控制区外部风险主要与高速公路上行驶的车辆有关。高速公路上车辆速度较快、疲劳驾驶、酒驾等一系列不安全行为时,作业控制区极易发生交通事故。

3.1.2 内部风险分析

1) 人为因素风险

养护施工作业控制区人为因素风险主要包括以下三个方面:

①安全意识淡薄。作业人员岗前安全培训、安全技术交底时不够重视,心存侥幸,对施工过程中重要部位、关键环节的防护措施落实不到位,为事故埋下隐患。

②专业能力不足。作业人员对流程不熟悉、对技术掌握不够,很难发现施工过程中存在的风险隐患,很大程度上增加事故发生的概率。

③未进行规范化施工。施工方案、公路养护安全作业规程等是保障养护施工安全的重要依据,但作业人员未严格按照规程规范施工。

2) 机械设备因素风险

一方面,工作人员未按要求对机械设备进行定期检查、维修保养等,机械设备自身零件严重损坏,不能满足施工要求。另一方面,机械设备的使用年限已超过规定年限,机械条件与施工作业环境不相适应。

3) 环境因素风险

一方面,除雨雪、冰冻等极端天气外,五一、国庆等重要节假日,春运春节等重要时段期间人流车流物流的大幅增长,显著增加施工作业风险。另一方面,作业控制区内部环境也会给施工作业造成一定程度的风险隐患。

4) 管理因素风险

一方面,养护施工作业单位如果不重视安全管理以及不重视“三违”行为等,大大增加现场作业风险。另一方面,高速公路运营管理单位对养护作业单位监管上的缺失也是造成作业现场存在安全风险隐患的又一重要原因。

3.2 典型风险事件分析

高速公路养护施工作业控制区存在人、机、环、管四个方面的风险,可能导致相应风险事件发生。本文结合施工现场工作实际,列举几类典型的典型风险事件,具体见表1。

4 风险管控措施研究

4.1 加强施工作业控制区的安全管理

预防控制事故首先要在管理上下功夫,从控制间接因素入手,从而控制人的不安全行为和物的不安全状态。施工

作业现场的安全管理可以从作业人员、机械设施设备、环境三个方面入手。

(1) 作业人员。第一，加强宣传引导，强化作业人员的安全生产意识，改变其工作思维。第二，开展安全技能培训切实提升作业人员施工水平。第三，督促作业人员严格按照相关规程施工，正确布设安全设施，确保流程符合规定。

(2) 机械设施设备。上路施工前做好机械设施设备的安全检查、维修保养等工作，确保车况良好，满足施工要求。施工过程中时刻关注设备运行状况，发现问题及时解决。

(3) 环境。一方面，根据天气、重要节假日、重要时段情况相应地调整施工计划，确保正常的施工进度。另一方面，

加强规范堆放施工材料、及时清理施工垃圾等，保证现场良好的施工环境。

4.2 规范施工作业控制区长度设置

依法依规设置警告区、上游过渡区、缓冲区、下游过渡区及终止区长度是减少施工安全风险的有效途径。本文以双向四车道高速公路为例，设置其控制区长度。其中，设计时速为 100 km/h、交通量为 1500 pcu/(h·ln)、下坡坡度 > 3%，作业方式为封闭硬路肩养护作业。根据《公路养护安全作业规程》(JTGH30-2015)中规定，警告区、上游过渡区、缓冲区、下游过渡区及终止区长度可分别设置为 1800 m、100 m、150 m、30 m、30 m。

表 1 高速公路施工作业控制区典型风险事件汇总

序号	典型风险事件	风险因素			
		人为因素	机械设备因素	环境因素	管理因素
1	交通事故	①社会车辆驾驶员疲劳驾驶、违反交通规则。②作业人员未穿反光背心，并在施工区域随意休息、走动。③施工垃圾未及时清理等。	养护施工车辆突发故障，停在作业控制区，社会车辆行驶时与养护车辆发生碰撞事故。	①雨雪、大雾天气能见度低，驾驶员视线减弱，不能及时发现警示标志标牌。②路面湿滑。③施工垃圾掉入行车道等。	①作业前未编制施工方案和保通方案。②方案未经审核、审批。③未对作业人员进行安全教育培训和安全技术交底等。
2	火灾	①驾驶员疲劳驾驶、违反交通规则。②施工人员乱扔烟头等。	①车辆故障、自燃。②施工区域消防器材配备不足或损坏等。	①在电焊施工过程中产生大量电火花。②存在运输可燃物车辆通过等。	①对运输可燃物车辆检查、监督不足。②未对消防设施设备进行日常巡查等。
3	高处坠落	①个人安全意识不强。②违规操作等。	①作业平台、通道设置不规范。②爬梯扶手设置不标准等。	大风、大雾等极端恶劣天气。	未开展安全教育培训等。
4	物体打击	①违规操作。②安全意识不强，向下扔施工垃圾等。	工具、零件、施工垃圾固定不牢固等。	①大风、暴雨等恶劣天气。②施工现场材料堆放不规整等。	①未开展安全教育培训。②现场管理混乱。
5	机械伤害	①违反操作规程，违章指挥。②作业人员安全意识不足。	机械故障。	施工净空不足。	未开展安全教育培训和安全技术交底等。

4.3 提升养护施工智慧化、科技化水平

借助科技手段是减少交通事故、降低施工风险的重要保障。信息发布上，用高速公路电子显示屏等向司乘人员发布路况信息，提醒风险隐患；养护作业时，依现场实际设智能报警联动系统，施工现场有异样即提醒作业人员反应，保障其人身安全。

5 结语

由以上分析可知，养护施工作业控制区风险因素多，涵盖外部与内部，风险分析是复杂系统工程，需从人、机、环等多方面，结合现场综合考量风险因素，熟悉管控措施。降低风险不仅要加强人员与机械的安全管理，更需养护和运

营单位共同努力，强化责任，提升管控，遏制事故。

参考文献

[1] 黎毓秋. 高速公路日常养护作业安全风险及防控措施研究[J]. 西部交通科技, 2022, (10): 206-208.

[2] 朱林, 尚太昊, 王崇崇, 等. 高速公路养护施工安全事故特征分析[J]. 交通科技与管理, 2024,5(24): 173-176.

[3] 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.

[4] 高红平. 高速公路养护施工作业区安全现状及治理方法研究[J]. 运输经理世界, 2024,(26): 113-115.

[5] 张军华. 基于FAHP-BP神经网络的高速公路养护作业占道施工风险管理研究[J]. 科技创新导报, 2021,18(19): 23-27+31.