

线,分别明确预热、正火峰值与终冷控制节点,测点固定于轨头中心、轨底角与踏面近端三处,采用便携式红外仪逐点采样并记录峰值及平均升温斜率,若任一点偏离曲线超出容差则按工艺单调整加热功率或延长持温时间并记录处置措施。第二,喷风触发与流量规范:喷风系统采用定压定流喷嘴并设置喷风启动阈值,以踏面温度为主触发信号,喷风持续时间按终冷温度区间确定且以温降率为监控指标,喷风前需校验喷嘴流量与喷射角度以保证冷却均匀并将喷风参数写入焊缝档案。第三,分段加热与功率分配策略:实行低频预热消除温场非均匀后以高频快速正火完成峰值加热,预热时段用于降低热裂敏感性且缩短高频段时间以减小过烧风险,分段功率比与各段持续时长通过受控试验标定并形成参数表供现场调用,试验记录包括各段能量积分与对应金相硬度剖面。第四,放行温度与目测核验流程:明确放行前焊缝最低温度阈值并要求放行前由两人完成踏面色泽、焊筋形态与表面裂纹的目测核验,所有温度曲线、喷风记录及核验照片需装订进焊缝质量档案以供探伤前审查并作为后续质量追溯依据。

3.4 针对端面几何与搭接拨弯的实操规范与质量控制

为将端面几何与搭接拨弯管控落到现场,提出四项细化措施供施工执行。第一,预制环节采用经校准的切割与倒角工艺,并在切割后立即用宽座角尺、千分尺与数字读数尺对端面斜度、平整度、尖点高度与工作侧偏差逐项量测,量测超差的端面在数控打磨机上按工艺余量分步精整至 ≤ 0.6 毫米,量具每日检定记录与设备月检报告一并归入焊接质量档案并由班组长确认。第二,核验环节依据 $\Delta L_d = \Delta L_w + \Delta L_g + \Delta L_f - \Delta L$ 精算所需搭接量,核算时必须将轨区环境温度与轨材静态热膨胀系数、道床约束系数及预期放行温度纳入修正因子并计算最小与最大搭接容差,核算结果由两名工程技师独立复核并在搭接单与施工日志上签字盖章以备追溯^[5]。第三,执行环节实施分段垫块与轨距杆组合支撑并规定撬棍手与支垫布置间距与序列,采取力矩扳手统一紧固并在顶锻前30秒按程序撤除临时固定以避免回

弹影响成形,顶锻后立即用塞尺、1米直尺与数字投影仪对轨顶高差、轨头错边与局部上拱进行测量并将结果录入检测表。第四,质量闭环要求对拨弯后与顶锻后轨位开展沿线线形测量与弧垂检测,抽检比例与判定标准按工务演算法执行并对超差接头按返工或精磨流程处置,所有量测数据、影像记录、复核签字与探伤报告一并装订入焊缝档案并建立季度质量分析表以支持工艺修订与人员培训。此外,应将关键量测项纳入班前培训与半年度工艺评审,确保操作人员掌握判定标准并按流程执行。

4 结语

综上所述,铁路钢轨闪光焊质量的提升并非单一参数调整可致,而需在电能输入节律、热输入与顶锻量的优化、感应正火温度与喷风曲线控制、端面几何与搭接拨弯规范四大维度同步实施工程化控制。将关键参数程序化、实时化与存档化,并以探伤结果为反馈驱动改进,可在工程现场实现缺陷率的显著下降与焊缝性能的一致性提升。基于作业指导书的具体条目与中国研究成果的整合性实践表明,制度化的工序检查与闭环数据管理是把控闪光焊质量的实务路径。未来工作可在该框架下开展针对不同钢轨牌号的参数细化试验与统计学验证,以进一步完善标准化参数库与智能监控手段。

参考文献

- [1] 张猛.重载铁路钢轨移动闪光焊焊接工艺的优化[J].太原铁道科技, 2023(4):4-6.
- [2] 高松福,宋宏图,郭林泉,等.既有线采用闪光焊插入短轨施工技术[J].工程建设(维泽科技), 2023, 6(4):120-122.
- [3] 邓佳荣,李晓雅,王晓,等.喷风冷却工艺对U75V钢轨闪光焊接头硬度及残余应力的影响[J].热加工工艺, 2023(5).
- [4] 王朋.浅析铝热焊,闪光焊两种钢轨接头焊接方法及应用[J].现代交通与路桥建设, 2025(11).
- [5] 贾志光.营业线钢轨移动闪光焊接的优缺点分析[J].太原铁道科技, 2023(1):35-37.

Design Safety Performance Analysis of Interchange of Urban Expressway

Liang Zhao

Wuhan Municipal Engineering Design and Research Institute Co., Ltd. Sichuan Branch, Chengdu, Sichuan, 610000, China

Abstract

With the acceleration of urbanization, the design and construction of urban expressway interchanges have received increasing attention. As an important component of urban road traffic networks, interchanges play a crucial role in traffic flow, while also facing complex issues such as traffic volume and section safety. Based on the safety performance analysis of urban expressway interchanges, this paper explores key design points and safety evaluation methods. By analyzing factors affecting the safety of interchanges, such as traffic volume, road design, and environmental conditions, the paper proposes safety improvement strategies, including design optimization, the application of intelligent traffic systems, and enhanced traffic management.

Keywords

urban expressway; interchange; safety performance; design optimization; traffic management

城市快速路互通立交设计安全性能分析

赵亮

武汉市政工程设计研究院有限责任公司四川分公司, 中国·四川成都 610000

摘要

随着城市化进程的加快,城市快速路互通立交的设计与建设愈加受到重视。互通立交作为城市道路交通网络的重要组成部分,承担着重要的交通流动功能,同时也面临着复杂的交通流量、路段安全等问题。本文基于城市快速路互通立交的安全性能分析,探讨了其设计要点与安全性评估方法。通过分析影响互通立交安全性的因素,如交通流量、道路设计和环境条件,提出了优化设计、智能交通系统应用及加强交通管理的安全性改进策略。

关键词

城市快速路; 互通立交; 安全性能; 设计优化; 交通管理

1 引言

随着城市人口的不断增长和交通需求的增加,城市快速路成为了缓解城市交通拥堵、提高交通效率的重要手段。互通立交作为城市快速路系统中的关键节点,不仅承担着交通流量分流、通行能力提升的功能,还对交通安全、通行效率以及环境影响等方面具有重要意义。然而,由于其设计复杂性和建设难度,互通立交在实际运行过程中常常面临着交通事故多发、流量过载等安全隐患。因此,如何提高互通立交的安全性,成为了城市快速路设计中的一个重要课题,深入探讨提升其安全性能的有效途径,能够为未来的城市交通系统设计提供参考和指导。

2 城市快速路互通立交设计概述

2.1 城市快速路互通立交的定义与功能

城市快速路互通立交是指通过立交桥、匝道等结构形式,实现在城市交通网络中不同道路之间的平面或立体交叉转换。其功能是分流过境交通和城市内部交通,缓解交通拥堵,提升道路通行能力。通过合理设计,互通立交可以有效提高交通流动性,减少交通瓶颈,并为各类交通方式提供便捷的转接通道。此外,立交的设计也考虑到了对环境的影响,合理的排水、照明、标识等设施设置,可以进一步提升立交的综合功能和安全性^[1]。

2.2 城市快速路互通立交的设计要求与标准

城市快速路互通立交的设计要求必须遵循国家及地方交通规划与建设标准,综合考虑交通流量、交通密度、车速及地形等多方面因素。在设计时,需严格按设计规范要求选择适合的立交形式与结构类型,确保能够满足不同道路交汇处的流量需求。车道宽度、车道数、匝道角度等设计参数要

作者简介: 赵亮(1982-),男,中国四川乐山人,硕士,高级工程师,从事市政工程道路、交通设计研究。

根据道路的通行能力和交通需求来合理安排。除了交通流量的计算外,设计者还应关注各类交通标识、信号设置、桥梁承载能力等方面,以确保交通安全。

2.3 城市快速路互通立交的安全性能指标

城市快速路互通立交的安全性能指标是衡量其设计效果与运行安全性的重要依据,通常包括交通事故率、通行能力、设计合理性、设施完备性等多个维度。交通事故率是最直观的安全性指标,较低的事故率说明立交设计具有较好的安全性。通行能力则通过衡量交通流量、平均车速、车道数量等数据来评估,合理的通行能力能够有效分流交通,缓解拥堵问题。设计合理性包括立交桥梁的结构安全性、各匝道的布局是否合理、交通标识的清晰度等,决定了驾驶员在行驶过程中的便捷性与安全性。

3 城市快速路互通立交的安全性分析方法

3.1 安全性能评估方法概述

城市快速路互通立交的安全性评估方法主要分为定性评估和定量评估两大类。定性评估方法通常基于专家经验,通过对立交设计方案的评审,识别出潜在的安全隐患和改进空间。定性分析往往关注设计过程中的主观因素,例如交通标识是否清晰、匝道设计是否合理等。定量评估则主要依靠交通流量、事故数据等客观数据,通过构建模型进行分析。常用的评估工具包括交通流模型、事故率统计分析、风险分析模型等。交通流模型通过模拟不同交通条件下立交的车速、排队长度、延误时间等数据,为安全性分析提供依据。事故数据分析通过回顾历史事故的发生规律,评估设计方案中可能的事故隐患。

3.2 安全风险识别与分析

安全风险识别与分析是评估城市快速路互通立交安全性能的关键环节,涉及到对可能影响安全的所有因素进行系统识别和深入分析。设计方面的风险主要包括匝道设计不合理、车道宽度不足、标识标线设置不清晰等,这些问题会增加交通事故的发生概率。交通流量方面的风险主要体现在高峰时段流量过大,导致车辆拥堵、交通事故频发。环境因素则包括天气、光照、道路状况等,特别是在雨雪天气情况下,道路的抓地力和驾驶员的判断能力都会受到影响,增加事故风险。通过对历史事故数据的统计分析,可以识别出常见的事故类型与发生地点,为改进设计方案提供指导。

3.3 安全性评估模型的应用

安全性评估模型是城市快速路互通立交设计中不可或缺的分析工具。常见的安全性评估模型包括交通流量模型、事故风险模型和综合安全评估模型。交通流量模型通过模拟不同流量下的交通情况,能够评估立交的通行能力、排队时间、车速变化等指标,进而衡量设计的安全性和流畅度。事故风险模型则通过结合历史事故数据与交通流量数据,计算不同设计方案下的事故发生概率,为设计者提供风险预测和

优化建议。综合安全评估模型通常结合多种评估方法,从多个维度对互通立交的安全性进行综合分析。

4 城市快速路互通立交的安全性改进策略

4.1 优化设计方案以提升安全性

优化城市快速路互通立交的设计方案是提升其安全性的基础。设计方案的优化应基于详细的交通流量分析和事故数据统计,通过对现有立交的弱点进行针对性改进。首先,匝道的的设计角度与宽度必须根据交通流量和道路功能进行调整,避免急弯和狭窄的车道,减少转弯过程中可能发生的碰撞事故。其次,交叉口的流线设计应与交通流向和车速相匹配,保证各条道路的衔接顺畅,避免因交通瓶颈而引发的交通事故。在优化设计中,应充分考虑交通标志的清晰度和道路设施的完备性,采用高亮度、耐用的标线、标识,确保驾驶员在各种条件下能够及时获取道路信息。设计过程中还应关注车道数的合理配置,依据流量数据优化车道数量,确保车辆在高流量时段的通行效率^[2]。此外,使用仿真技术模拟不同设计方案下的交通流,并根据模拟结果调整设计,能够大幅提升设计的安全性。

4.2 智能交通系统在安全性提升中的作用

智能交通系统(ITS)在提升城市快速路互通立交安全性方面发挥着重要作用。通过集成先进的传感器、摄像头、交通信号控制系统以及交通管理平台,ITS能够实时监控交通流、识别交通事故并进行动态调度,及时缓解拥堵和提高通行效率。在城市快速路互通立交中,ITS能够自动调整信号灯的配时,根据实时交通流量进行动态调整,避免出现高峰时段的交通堵塞。同时,ITS还可以对交通异常情况进行监测,并通过车载导航系统向驾驶员发出提示,提前预警可能的危险路段或事故区域,减少因突发事件引发的交通事故。进一步地,ITS系统可以收集交通流量数据,并对道路设计进行反馈,提供科学依据供后续设计优化使用。这些智能技术的应用不仅提升了道路的通行能力,还能大大减少由人为判断失误或交通不畅造成的安全隐患^[3]。

4.3 加强交通管理与维护措施

加强交通管理与维护是提高城市快速路互通立交安全性的另一重要策略。通过合理的交通管理措施,能够有效引导和规范驾驶员的行为,降低事故发生率。交通管控措施应包括对车速的控制、交通标志的清晰设置和交通行为的监督。例如,安装车速监控系统,对超速行为进行实时检测并采取警示或处罚措施,能够有效降低高速行驶引发的交通事故风险。此外,维护工作必须确保道路设施的完好,包括定期检查道路标线、标识、信号灯等设施,确保其有效性和可视性,防止因设施老化或损坏导致的交通安全问题^[4]。特别是在恶劣天气或突发事件发生时,应通过应急预案迅速疏导交通,及时清理事故现场,确保道路畅通无阻。通过加强日常的交通管理和设施维护,结合动态调整交通策略,可以显