

公路平面交叉设计探析

杨 谨

安徽省港新建设工程有限公司 安徽 合肥 230000

摘 要：公路平面交叉作为路网重要节点，其设计质量直接影响交通效率与安全。几何设计通过合理规划交叉形式、车道宽度等要素，保障车辆顺畅通行；交通组织设计优化交通流线，提升通行能力；安全设施设计降低事故风险。基于交通流量预测动态调整设计，运用智能化技术、综合改善措施并融入环保景观理念，可显著优化设计方案，为公路平面交叉设计提供科学依据与实践指导。

关键词：公路平面；交叉设计；要素；策略

引言

随着交通需求持续增长，公路平面交叉处交通拥堵、事故频发等问题日益突出，严重制约公路服务水平提升。科学合理的平面交叉设计对保障交通顺畅、减少交通事故意义重大。本文从几何设计、交通组织设计、安全设施设计等关键要素出发，探讨基于流量预测的动态设计、智能化管理等优化策略，旨在为公路平面交叉设计提供创新思路与技术方法，推动公路交通高质量发展。

1 公路平面交叉设计概述

公路平面交叉作为路网节点，是不同方向车流汇聚、分流及转换的关键部位，其设计质量直接影响道路通行能力与交通安全。平面交叉处因车辆行驶轨迹的交织与冲突，易形成交通瓶颈，若设计不当，会导致车辆延误增加、事故风险上升，制约路网整体运行效率。合理的平面交叉设计需综合考虑交通流量、流向分布、车速特征、道路等级及用地条件等因素，以实现交通流的高效组织与顺畅运行。在设计过程中，平面交叉的几何构造设计是核心内容。交叉角度决定了车辆冲突区域大小与转向难度，通常正交设计能使冲突点最少、行车视距良好，但受地形或既有道路走向限制时，也会采用斜交形式，此时需对转角处进行特殊处理以保障行车安全。交叉范围的确定则需考虑转弯半径、渐变段长度及渠化岛设置，合适的转弯半径能减少车辆减速与加速过程，降低能耗与排放；合理的渐变段长度可引导车辆平稳换道；渠化岛的设置能有效分隔不同流向车流，规范行车轨迹，减少冲突点。交通组织设计也是平面交叉设计的重要组成部分。通过车道功能划分，如设置左转、直行、右转专用车道，可减少车辆间的相互干扰，提升通行能力。交通标志标线的合理布设为驾驶员提供明确指引，清晰的车道分界线、导向箭头及停车线等，能规范车辆行驶秩序。交通信号控制的引入，根据不同时段

交通流量变化，科学分配各流向通行时间，可有效缓解交通拥堵，平衡各方向交通需求，保障平面交叉处交通运行的有序性与安全性。这些设计要点相互关联、彼此影响，共同构建起科学合理的公路平面交叉系统。

2 公路平面交叉设计的关键要素

2.1 几何设计

公路平面交叉几何设计旨在通过科学规划交叉区域的空间形态与尺寸参数，构建高效、安全的交通运行环境。交叉角度的精确控制是首要考量，正交形式下车辆交汇时轨迹清晰、冲突区域最小，能有效降低碰撞风险，当受地形或路网布局限制无法实现正交时，锐角交叉角度不得小于 45° ，以确保驾驶员拥有充足的视野与反应时间。交叉区域的间距设计同样关键，相邻交叉口间距需依据道路等级与交通流量计算确定，避免因间距过近导致车辆频繁加减速，引发交通拥堵与事故，公路的间距，一级干线公路最小间距为1000m，一级集散公路最小间距为500m，保障车流的连续性与稳定性。转弯半径设计直接影响车辆转向的流畅性与安全性，小型车辆与大型货车对转弯半径需求差异显著，需针对不同车型制定差异化标准。根据公路路线设计规范中条文说明，在行驶时速5~15km/h时，小型客车右转弯半径为5~9m，大型车右转弯半径则为9~15m，确保车辆在转向过程中不侵占对向车道，减少刮蹭碰撞风险，故规定最小转弯半径为15m。对于小型车辆专用车道右转时，可按5m设置转弯半径。渠化岛的合理设置可对交通流进行物理分隔，通过导流岛、分隔岛引导车辆按预设路径行驶，明确路权归属，提升通行秩序。岛头与岛尾的线形过渡需平滑顺畅，避免急弯或突变，保障车辆行驶安全。交叉口路面横坡设计兼顾排水与行车舒适，坡度控制在1.5%-2.5%。交叉区域路面结构强化设计，采用高强耐磨材料与结构，保障车辆全天候安全通行^[1]。

2.2 交通组织设计

公路平面交叉交通组织设计聚焦于优化交通流运行秩序,通过合理分配路权、规范车辆行人通行规则,实现交通资源的高效利用。交通信号控制是提升复杂交叉路口通行效率的核心手段,根据交通流量的时空分布特性,采用定时控制、感应控制或自适应控制策略。多相位信号配时方案可精细划分不同方向车流与行人的通行权,减少冲突点数量,例如在大型十字交叉口设置左转专用相位,避免左转车辆与直行车辆的交织冲突,提升整体通行能力。车道功能划分需紧密结合交通需求特征,依据各方向交通流量大小与组成结构,设置直行车道、左转车道、右转车道与公交专用道。在高峰时段交通流量大的方向,通过压缩车道宽度、增设展宽段等方式增加车道数量,缓解拥堵。设置待行区与借道左转等创新组织方式,充分利用交叉口空间资源,提高单位时间内的车辆通过量。随着中国城市化的不断推进,非机动车与行人交通组织同样重要,通过设置非机动车道、行人过街横道与二次过街安全岛,保障弱势群体的通行安全与便捷性。交通标志标线作为无声的交通指挥者,需具备清晰、醒目、易识别的特性。导向箭头、车道分界线、停止线等标线需采用高反光材料,确保夜间与恶劣天气条件下仍能清晰可见。交通标志的设置位置、高度与角度需经过精确计算,保证驾驶员在合理视距范围内获取有效信息,提前做出正确的驾驶决策。通过设置可变车道标志、潮汐车道指示等动态交通标志,灵活应对交通流量的时空变化,提升交通组织的适应性与灵活性。

2.3 安全设施设计

公路平面交叉安全设施设计以降低事故风险、减轻事故后果为目标,通过各类设施的协同作用,构建全方位的安全防护体系。防撞设施在减少碰撞事故损失方面发挥关键作用,交叉口范围内的路侧护栏、中央分隔带护栏需采用符合碰撞等级要求的结构形式,吸收碰撞能量,防止车辆冲出道路或闯入对向车道。渠化岛边缘、桥墩等刚性结构物需设置防撞垫或柔性防护设施,降低车辆碰撞时的冲击力,保护驾乘人员安全。设置减速丘、振荡标线等速度控制设施,强制车辆在进入交叉口前减速慢行,提高行车安全性。视线诱导设施通过引导驾驶员视线,明确道路走向与边界,增强行车安全感。轮廓标、突起路标等设施沿道路边缘与中心线布设,在夜间与低能见度条件下反射光线,勾勒道路线形轮廓。反光道钉与线形诱导标结合使用,可有效引导车辆在复杂弯道与交叉区域保持正确行驶轨迹。通过设置防眩设施,如防眩板、防眩网,阻挡对向车辆灯光直射,减少

眩光干扰,提升夜间行车舒适性与安全性,降低因视线不良引发的事故风险。照明设施是保障夜间交通安全的基础要素,合理布置路灯或高杆灯,确保交叉区域具有充足且均匀的照度,消除照明盲区,使驾驶员能够清晰识别道路线形、交通标志与其他交通参与者。灯具的安装高度、间距与仰角需根据道路等级与周边环境精确计算,避免产生眩光影响驾驶员视线,同时采用节能型LED光源,降低能耗与维护成本^[2]。

3 公路平面交叉设计的优化策略

3.1 基于交通流量预测的动态设计

(1) 公路平面交叉处的交通流量存在显著的时空变化特性,利用历史交通数据与实时监测数据,结合先进的机器学习算法构建交通流量预测模型,可精准预估不同时段、不同方向的车流量变化趋势。通过分析高峰与低谷时期的流量差异,为交叉路口的车道数量规划、车道功能划分提供数据支撑,确保车道资源与交通流量需求相匹配,避免车道闲置或拥堵。(2) 动态交通流量预测能够为信号灯配时方案的制定与调整提供依据。根据预测的交通流量变化,合理设置信号灯周期时长、各方向绿灯时长,实现信号灯的动态调控。在交通流量较大时,延长主要方向的绿灯时间,提高车辆通过效率;在交通流量较小时,缩短信号灯周期,减少车辆等待时间,提升整体通行能力。(3) 将交通流量预测与交通仿真技术相结合,对不同设计方案进行模拟分析。通过构建虚拟的交通场景,观察车辆在不同设计下的运行状态,评估交通拥堵程度、车辆延误时间等指标,从而对平面交叉设计进行优化调整,确保设计方案在实际运行中具有良好的交通适应性与通行效率。

3.2 智能化交通管理技术应用

(1) 在公路平面交叉处部署智能感知设备,如高清摄像头、毫米波雷达、激光雷达等,实现对车辆、行人等交通参与者的实时、精准监测。这些感知设备能够获取交通流量、车速、车辆间距、行人轨迹等多维度交通信息,为交通管理与控制提供丰富的数据基础。(2) 利用智能交通信号控制系统,基于实时交通数据,通过优化算法自动调整信号灯配时方案。该系统能够根据路口交通状况的变化,动态分配各方向的通行时间,减少车辆在路口的等待时间,提高路口的通行效率。智能交通信号控制系统还可与相邻路口的信号系统进行联动控制,实现区域交通信号的协调优化,缓解交通拥堵。(3) 引入车路协同技术,通过车与路侧设备、车与车之间的信息交互,实现车辆与道路基础设施的协同运作。在平面交叉处,路侧设备可将信号灯状态、路口交通状

况等信息实时发送给车辆,车辆据此调整行驶速度与驾驶策略,避免在路口急刹、抢行等危险行为,提高行车安全性与通行效率。车路协同技术还可辅助自动驾驶车辆在交叉路口安全、高效地通行^[3]。

3.3 综合考虑交口改善措施

(1) 随着我国高速发展,许多高等级公路也在进行升级改造,在城间区域,公路两侧有着大量村道开口,为保证主线道路通行效率,可对其村道进行整合归并,减少交叉数量,同时可结合现状,将归并后的平交口改造为立交,并设置简易匝道,并通过右进右出的形式实现交通流转换,间接增大交口间距,保证主线交通流畅。(2) 在城郊区域,公路两侧分布较为密集的村落、小区、门面房等,行人和机动车随意穿行,影响主交通流,有着较大安全隐患。可考虑设置辅道形式,对其主线两侧道路交通流进行归并,辅道与主线可通过采用护栏、绿化带等进行硬隔离。一方面保证主交通流的行驶安全,另一方面保证临近居民通过辅道出行。(3) 可设置服务道路,在主线道路两侧设置平行于主线的次要道路,用于疏散村落、小区等内部交通,可通过服务道路将主线两侧交通流引入现有与主线衔接的道路或直接将服务道路在合适位置与主线道路衔接。主线两侧交通流形成微循环,避免两侧交通流无序接入主线,减少主线交通压力,保证行车安全。

3.4 加强环保与景观设计

(1) 在公路平面交叉设计中,积极采用环保型路面材料,诸如透水沥青路面、降噪路面等创新型铺装方案。透水沥青路面凭借其独特的孔隙结构,能够使雨水迅速渗透到地下,有效补充地下水,大幅减少地表径流,从而降低城市内涝风险;降噪路面则通过特殊材质与结构设计,可有效降低车辆行驶产生的噪音,减少对

周边环境的噪声污染,显著改善居民生活环境质量。

(2) 注重平面交叉区域的绿化设计,在交叉口通视三角区内,种植低矮灌木,保证行车视线不受影响。绿化不仅能够美化环境,还具有净化空气、吸附粉尘、调节气候等重要生态功能。合理规划绿化带的位置与宽度,在满足交通功能需求的前提下,充分发挥绿化的生态效益与景观效果。(3) 将公路平面交叉的景观设计与周边环境、人文景观相融合,打造具有地域特色的交通节点。通过采用特色的建筑风格、景观小品、文化标识等元素,展现当地的历史文化与风土人情,提升公路平面交叉的文化内涵与艺术品位。景观设计应遵循以人为本的原则,为行人和驾乘人员提供舒适、美观的出行环境^[4]。

结语

综上所述,公路平面交叉设计需综合考量几何、交通组织、安全设施等多方面要素。通过动态设计、智能化技术应用、综合改善及环保景观设计等优化策略,可有效提升交叉路口的通行效率与安全性。未来,随着交通需求变化和技术进步,公路平面交叉设计应持续创新,深度融合新技术,不断适应复杂交通环境,为构建高效、安全、绿色的公路交通体系奠定坚实基础。

参考文献

- [1] 杨乐恒.公路平面交叉设计方法与应用分析[J].安徽建筑,2024,31(5):145-146.
- [2] 纪成森.公路平面交叉设计探讨[J].智能城市,2020,6(5):38-39.
- [3] 林浩.公路平面交叉设计研究[J].建筑·建材·装饰 2021(15):62-63.
- [4] 包瑞佳.公路平面交叉设计探讨[J].建筑工程技术与设计,2020(13):2216.