

城乡结合部道路交通安全设施优化设计研究

张晨阳 郭昭 潘俊燕*

天津市政工程设计研究总院有限公司, 天津 300392

[摘要]在我国新型城镇化建设持续深化的大背景下,城乡结合部是连接城市与乡村道路、承接城乡物资运输、保障城乡居民日常通勤的核心过渡地带。该区域交通构成复杂、道路路况参差不齐、车辆和行人通行秩序混乱的问题十分突出。目前,城乡结合部的道路交通安全设施存在明显的结构性问题,既有城乡设施建设标准不统一、新旧设施样式混杂混用的情况,也有设施与实际通行场景不匹配、适配度低等突出短板,导致该区域道路交通事故占比逐年上升。文章全面梳理分析了城乡结合部路网布局特点、混合交通流的运行规律,深入探究各类交通安全隐患的形成机制,从交通标志标线、道路安全防护等六大核心维度,开展全方位、精细化的设施优化升级方案设计,能够为城乡结合部道路安全隐患整改、交通安全设施标准化建设、交通风险源头防控治理提供扎实的理论支撑和可落地的工程实践参考。

[关键词]城乡结合部; 道路交通; 安全设施; 优化设计; 混合交通; 风险防控

DOI: 10.33142/sca.v9i9.20348

中图分类号:

文献标识码: A

Research on Optimization Design of Road Traffic Safety Facilities in Urban Rural Areas

ZHANG Chenyang, GUO Zhao, PAN Junyan*

Tianjin Municipal Engineering Design & Research Institute Co., Ltd., Tianjin, 300392, China

Abstract: Against the backdrop of the continuous deepening of China's new urbanization construction, the urban-rural fringe is the core transitional zone that connects urban and rural roads, undertakes urban and rural material transportation, and ensures daily commuting for urban and rural residents. The problem of complex traffic composition, uneven road conditions, and chaotic traffic order for vehicles and pedestrians in this area is very prominent. At present, there are obvious structural problems with the road traffic safety facilities in the urban-rural fringe, including inconsistent construction standards for urban and rural facilities, mixed use of new and old facility styles, as well as prominent shortcomings such as mismatched facilities with actual traffic scenarios and low adaptability, resulting in an increasing proportion of road traffic accidents in the area year by year. The article comprehensively analyzes the characteristics of road network layout in urban-rural fringe areas, the operating rules of mixed traffic flow, and deeply explores the formation mechanism of various traffic safety hazards. From the six core dimensions of traffic signs and markings, road safety protection, etc., a comprehensive and refined facility optimization and upgrading plan design is carried out, which can provide solid theoretical support and practical reference for the rectification of road safety hazards, standardized construction of traffic safety facilities, and prevention and control of traffic risk sources in urban-rural fringe areas.

Keywords: urban-rural fringe; road traffic; safety facilities; optimization design; mixed traffic; risk prevention and control

引言

当前我国城镇化发展已经迈入提质增效的关键时期,城乡结合部道路的功能属性也发生了根本性转变^[1]。以往这类道路仅作为乡村居民日常通勤的简易通道,如今已然成为兼顾城市短途上下班通行、城乡货物运输周转、农用作业车辆通行,以及非机动车、行人出行的复合型交通廊道。目前城乡结合部道路普遍呈现三大典型特征:道路功能高度复合、通行交通主体类型多样、交通通行场景复杂

多变。根据 2024—2025 年全国道路交通事故专项统计数据显示:城乡结合部公路里程仅占全国公路总里程的 19.2%,但各类混合交通引发的交通事故占比高达 43.7%,造成人员重大伤亡的事故占比更是达到 46.2%^[2]。其中,因交通安全设施缺失、设施选型不合理、配套硬件不完善等硬件问题导致的交通事故,占比突破 40.1%。基于此,文章聚焦该类道路系统化、精细化、差异化的安全设施优化设计,严格按照工程应用逻辑搭建完整的优化体系,能

够为城乡结合部道路安全设施的标准化升级改造、落地施工提供可靠的技术参考与支撑。

1 城乡结合部道路交通特征与安全现状

城乡结合部道路多依托原有乡村低等级路网改扩建而成，因前期缺乏系统性、整体性建设规划，路网整体呈现出道路等级混杂、线形规整度不足、道路衔接无序、沿线出入口杂乱的结构性特征。同一通行廊道内叠加分布城市次干路、城郊支路、乡道、村道等多等级道路，路面宽度区间为4m~24m，各路段建设标准与技术规范不统一。道路原生线形缺陷保留较为完整，普遍存在小半径弯道、大纵坡、行车视距受限等问题。历次改扩建工程多仅实施路面拓宽作业，未同步优化道路线形核心技术指标，致使原有道路安全隐患未得到根治。此外，区域内不规则交叉口占比超70%，道路沿线随意增设出入口，严重破坏道路通行连续性，显著降低路网通行效率。依据2024—2025年交通运输部城郊路网动态监测数据，该区域交通流具备显著的混杂性、强波动性特征，对交通安全设施的适配性要求显著高于常规道路。区域通行车型种类繁多，各类车辆动力性能、行驶速度差异较大，监测数据显示，路段车速标准差达19.3km/h，远高于城市道路6.5km/h的常规水平。

该区域交通流时空分布无固定规律，通行状态波动剧烈。同时，道路普遍缺失机非隔离设施，慢行交通通行秩序混乱。多重不利因素叠加，持续放大路段整体通行风险，导致区域道路交通安全隐患突出^[3]。依托全国道路交通事故抽样统计数据，对比城市、城乡结合部、农村公路安全运行指标，结合表1精准剖析城乡结合部道路设施缺陷致险规律。

表1 2024—2025年全国不同类型道路交通安全风险对比

道路类型	里程占比/%	事故总量占比/%	伤亡事故占比/%	设施缺陷致险占比/%	万车事故率
城市主城区道路	32.4	28.7	26.3	12.5	4.26
城乡结合部道路	19.2	43.7	46.2	40.1	10.24
乡村公路	48.4	27.6	27.5	26.7	6.05

由表1显示，城乡结合部道路占比最低，各项事故指标最高；2024—2025年高频事故均源于交通设施缺陷，设施系统化优化是降险关键。

2 城乡结合部交通安全设施核心缺陷分析

目前，城乡结合部的道路交通安全设施体系存在整体性、系统性的漏洞，整体的交通引导、秩序管控和安全防护能力大幅偏弱，无法满足实际通行安全需求。在交通标

志标线方面，城市道路和乡村道路的建设标准混杂混用，各类标志的尺寸规格、反光性能等级、安装布设规则没有统一规范，乱象突出。多数危险路段没有提前设置警示标志，无法提前提醒驾驶人规避风险；同时路面交通标线普遍存在磨损掉色、脱落模糊等问题，辨识度极差。临水、临崖、高路基等事故高发的危险路段，安全防护设施覆盖比例不足50%。设施建设大多直接套用通用标准，且设施布设零散、不连贯，存在大量断点、错位问题，无法形成闭环、连续的安全防护屏障。交通诱导和警示设施缺口大、失效问题突出，主动预警类设施配置严重不足。道路交叉口的安全配套问题尤为突出，绝大多数路口没有做车流渠化设计，未设置减速、警示设施，路口通行风险极高。除此之外，设施管护机制存在明显漏洞。道路管护权责分散在多个部门，部门职责边界模糊、交叉重叠，形成了大量管护盲区^[4]。

3 城乡结合部交通安全设施优化设计原则

针对城乡结合部交通车流混杂、路况复杂多变、道路管护条件薄弱的突出特点，明确四项专属优化设计原则。一是坚持风险分级、精准防控，依托交通事故数据分析梳理隐患点位，优先对事故高发、风险突出路段开展硬件升级，从设施源头降低道路交通安全风险。二是遵循适配混行、按需设计的原则，摒弃统一固化的建设标准，结合路段实际车流量、通行车型、道路线形条件，差异化选型、精细化布设交通设施，贴合现场通行需求^[5]。三是落实全域统筹、连续贯通的原则，打通城乡道路设施衔接断点，实现各类交通设施配套联动、无缝衔接。四是践行经济实用、长效运维的原则，优先选用耐磨耐用、性价比高、易管护的交通设施，贴合基层养护人力、物力条件。

4 城乡结合部交通安全设施系统化优化设计方案

4.1 交通标志标线精细化优化设计

针对城乡结合部普遍存在的交通标志样式杂乱、破损失效，道路标线模糊消退、无法正常引导通行，路口渠化设施缺失、车流分流不规范，整体交通引导混乱无序等突出问题。在交通标志改造优化方面，对辖区内所有非标准、破损老旧的交通标志全部拆除更换，统一采用国标IV类高反光膜标志，适配城乡结合部车流复杂、昼夜通行环境多变的道路工况。同时按照道路等级实行分级限速管控：主干路限速60km/h、次干路限速40km/h、支路限速30km/h。对事故高发、视线较差的高危路段，设置多层次递进式预警标识；村镇人口密集路段，加密慢行、注意行人等警示标志；在城乡道路衔接、道路等级切换的关键节点，增设路况等级转换预告标志，补齐交通信息提示短板，彻底消

除通行信息断层问题。在交通标线升级完善方面,全面清理路面褪色、磨损、模糊不清的老旧标线,统一施划高耐磨热熔反光标线。通过施划道路中心虚实线、车道边缘实线,明确各车道通行边界,规范各类车流行驶轨迹;在主干路全线施划机非分隔标线,杜绝机动车与非机动车混行抢道;对辖区所有交叉口完成标准化渠化标线施划,规范路口通行秩序;在学校、村镇出入口、事故多发等重点路段,加密振荡减速标线,有效遏制车辆超速行为,减少道路通行冲突,从源头降低道路交通安全风险。

4.2 道路安全防护设施差异化优化设计

围绕盲区清零、连续贯通、车型适配、分级防护四大目标,重新搭建城乡结合部道路防护设施整套体系。对临水、临崖、高路基、陡坡、急弯外侧这类高风险路段逐一开展排查,补上缺少的防护设施,把防护盲区全部消除。路基高度大于 3m、临水深大于 2m 的极高风险路段,加装加强型防护结构,避免重型车辆冲出路面。城郊主干路货车、重载车辆通行量大,优先选用二波、三波加强型波形护栏,抗撞击能力强,后期维护也方便;次要道路以小型车、非机动车和行人通行为主,搭配绳索护栏、轻型护栏,在保障安全防护的同时不遮挡道路视野;靠近居民区的狭窄道路设置低矮隔离设施,既能防止车辆冲到人行道上,又不会遮挡行车视线。拆除并换掉错位、断开、破损生锈的护栏,保证护栏整条线路平顺连续;在护栏端头、道路分叉位置加装防撞缓冲装置,降低车辆撞击带来的人员伤亡,提升整套防护系统的完整度和安全容错能力。

4.3 视线诱导与主动警示设施系统化优化设计

针对城乡结合部道路缺少市政路灯、路线曲折、夜间事故高发、行车视距不够等问题,搭建被动诱导、主动警示一体化全天候道路诱导警示系统,集中治理夜间道路高风险隐患。被动诱导方面,整条道路安装高亮反光轮廓标、反光道钉,按照路段差别调整布设密度。直线段每 15m 布置一处;小半径弯道、道路渐变段、坡顶坡底、岔路口位置加密,间隔缩短到 8m;护栏、隔离设施端头额外加装反光标识。设施全部采用耐老化性能强的反光材料,做好定期巡检维护、及时更换破损件,保证雨夜、雾天的夜间也能清楚看清道路边线。主动警示方面,在村镇出入口、学校、集市这类行人经常横穿马路的位置,加装太阳能爆闪灯和声光提示标牌;山体弯道、视线被遮挡的路口增设广角凸面镜,解决视距不足的盲区问题;货车、农用车通行量大的路段,设置车辆类型警示标识,提醒驾驶人留意低速车辆突然穿插,减少机动车与非机动车混行带来的碰撞风险。

4.4 交叉口标准化渠化与配套设施优化设计

全面整治各类不规范路口路况,重点整改不规则 T 型路口、路口错位、多股车流无序汇流等问题。对主干道大型交叉口进行标准化升级,增设交通导流岛、道路分隔带,施划规范的路口渠化标线,清晰划分机动车直行、左转、右转专用车道,明确各类车辆通行路权。对于小型支路交叉口,简化冗余渠化设施,科学设置支路让行区域,明确支路车辆礼让主干道车辆先行的通行规则,杜绝支路车辆随意穿插、抢行变道的乱象。在路口路段设置阶梯式、递进式减速设施,层层管控车辆通行速度。在距离路口 50m 位置施划振荡减速标线,提前提醒驾驶员减速预判;在距离路口 30m 位置安装硬质减速带,强制车辆降速,严格将路口通行车速控制在 30km/h 以内,大幅降低高速通行引发的碰撞事故风险。优化升级交通信号管控模式,采用动态智能信号配时方案,精准匹配早晚高峰潮汐车流变化特点,有效缓解路口车流拥堵、通行效率低等问题。针对车流量小、闲置利用率低的路口,撤除长期空置、无实际管控作用的信号灯设备,替换安装让行警示标志,简化路口通行管控模式,适配低车流通行场景。同步补齐完善路口各类交通警示、指示、禁令标识,全方位规范机动车、非机动车和行人通行行为,系统性排查并消除路口车速过快、抢行加塞、通行无序等各类事故诱因,全面提升城乡结合部路口通行安全性与规范性。

4.5 慢行交通设施优化设计

针对城乡结合部人车混行、缺少慢行道路、行人出行风险大这类问题,搭建一套规范统一的慢行安全保障方案。行人多的路段,利用道路两侧空地新建人行道和非机动车道,加装简易护栏把机动车和非机动车分开;路面宽度不够的窄路,直接画上慢行交通标线、装上警示标牌,优先保障行人和非机动车通行。统一整治厂区、村口、沿街商铺的出入口,严格控制出入口之间的距离和开口角度,所有规范后的出入口配套施划人行横道、减速标线。学校、集市这类行人频繁横穿马路的位置,增设过街标线、警示灯和减速区域,提醒机动车减速礼让行人。同时增设针对三轮车、电动车的警示和禁令标牌,规范非机动车通行习惯,减少慢行交通相关交通事故。

4.6 长效运维管护体系优化设计

为保障设施长效稳定运行,构建权责明晰、巡检常态化、隐患整改闭环的运维管理体系。厘清交通、城管、乡镇管护职责边界,消除管理盲区。严格落实月度巡检、季度排查、年度大修三级运维机制,重点开展道路安全设施核查工作。建立隐患台账并实施分级处置,形成隐患发现、

登记、整改、复核全流程闭环管理。针对城郊路段重载车辆通行量大、设施受侵蚀损耗突出的工况特点,提高标线、护栏等安防设施养护频次,持续保障设施安全防护效能。

5 结论

结合城郊道路的安全特征,确定四项优化原则,从交通标志标线、安全防护设施、交叉口渠化、慢行交通以及后期运维方面做精细化设计,打造从方案设计、落地施工到效果评估的完整闭环,能够从源头消除硬件上的安全隐患,减少车辆之间的冲突,控制车辆行驶速度,改善夜间通行条件,提升城乡衔接路段的行车安全和通行秩序。

[参考文献]

- [1]陈蓉.城乡结合部道路交通安全设计的要点[J].交通建设与管理,2021(2):68-69.
[2]刘坤,周玉田,尹海军.2020 年中国城市交通规划年会论

文集[C].北京:中国建筑工业出版社,2020.

[3]江一凡.城乡结合部道路交通安全设施设置研究[D].北京:中国人民公安大学,2020.

[4]张小雨,邵春福.城乡结合部道路交叉口多目标信号配时优化模型[J].系统仿真学报,2020,32(4):709-717.

[5]张晋伟.城乡结合部道路交通安全设计的要点探索[J].黑龙江交通科技,2019,42(9):45-46.

作者简介:张晨阳(1993—),男,辽宁人,汉族,硕士研究生,工程师,就职于天津市政工程设计研究总院有限公司,从事道路设计、咨询等工作;郭昭(1994—),男,河北人,汉族,硕士研究生,工程师,就职于天津市政工程设计研究总院有限公司,从事道路设计,咨询等工作;
*通讯作者:潘俊燕(1996—),女,天津人,汉族,硕士研究生,工程师,就职于天津市政工程设计研究总院有限公司,从事道路设计、咨询等工作。