

# 城市快速路出入口交通流量特征研判与路网协同规划优化

曹永臣 安娜

沈阳市规划设计研究院有限公司 辽宁 沈阳 110004

**【摘要】**：以城市快速路出入口交通运行问题为研究对象，依托2025年主城区道路监测平台实测流量数据，系统分析出入口交通流量时空分布与车型演变特征。精准梳理出入口车流供需失衡、车流交织冲突突出、路网承载匹配不足等协同运行矛盾。从流量研判、车流调控、路网升级、规划框架四方面提出精细化优化策略。研究可为快速路出入口交通治理与路网协同规划提供实操参考。

**【关键词】**：快速路出入口；交通流量特征；路网协同规划

DOI:10.12417/2811-0722.26.09.005

## 引言

城市快速路承担城市长距离机动化通行功能，出入口作为路网车流转换的核心节点，直接决定片区交通运行效率。当前城市快速路建设持续完善，但出入口高峰拥堵、车流转换不畅、路网协同性差等问题频发。现有规划多侧重主线设计，缺乏流量数据支撑的精细化优化。基于实测流量数据研判运行特征、查摆核心问题并制定优化策略，对提升路网整体通行效能具有重要现实意义。

## 1 城市快速路出入口交通流量研究基础与发展现状

国内城市快速路构成城市机动化交通的主干骨架，承担跨片区长距离通勤车流的集散输送职能，出入口作为衔接快速路主线与城市地面路网的关键转换节点，自身运行状态直接决定整条主线以及周边片区路网的整体通行效率。各大城市持续推进快速路网体系扩容建设，不同片区出入口布设疏密程度、衔接配套道路等级存在明显地域差异，早晚高峰车流集中汇聚、分流形成的交织拥堵问题常态化出现，围绕出入口流量演化规律开展专项研判，逐步成为现代交通规划领域的核心研究方向<sup>[1]</sup>。现阶段多数现有研究仅围绕单一路口静态通行能力开展测算分析，针对出入口全天连续流量变化的时空耦合分析较为匮乏，路网规划相关研究也多侧重宏观线网布局搭建，缺少依托出入口实测真实流量特征推导形成的精细化配套规划思路。城市交通规划领域长期存在主线设计优先、出入口衔接配套弱化的建设倾向，以实测流量数据为支撑的路网协同优化方案较为稀缺，行业实际规划工作亟需依托道路监测实测数据系统梳理车流运行规律，针对性补齐路网流量适配性短板。

## 2 城市快速路出入口交通流量特征与时空演变规律

研究依托城市交通管理局2025年主城区道路监测平台72小时不间断实测数据，选取3处具备典型代表性的快速路出入口作为研究样本，数据采集频次设定为5分钟每组，单日有效观测样本共计288组。早高峰7时至9时出入口驶入车流达到峰值，小时流量为1862pcu/h，同时段驶出车流仅743pcu/h，晚高峰17时至19时车流运行状态完全反转，驶出车流峰值达

2015pcu/h，驶入车流回落至691pcu/h，平峰时段路段车流保持平稳，整体维持在320至580pcu/h区间范围。居住片区周边出入口车流呈现鲜明的时段差异，早高峰驶入车流占整体流量的73%，产业园区出入口晚高峰驶出车流占比可达78%。出入口布设间距小于300米的路段，普遍存在120米长度的车流交织区域，路段实际通行能力折减26%。路网车流构成以小型客车为主，占整体通行流量的91%，货车通行集中在23时至次日5时的夜间时段，日间大型车辆的加减速操作会拉大车流行驶离散性。车流时空分布的差异化特征，直观体现出入口布局与周边土地开发、路网配置的适配缺陷，可为路网运行矛盾研判提供量化数据支撑。

## 3 城市快速路出入口与路网协同运行的矛盾研判

结合2025年主城区道路监测平台流量测算成果，搭配出入口现场车流交织观测记录，可精准归纳路网协同运行的核心症结。出入口高峰瞬时车流规模最高可达2015pcu/h，衔接地面道路单车道理论通行上限仅1100pcu/h，车流转换阶段存在明显的供需缺口，短时饱和和车流极易造成匝道排队倒灌。间距不足300米的密集出入口路段，120米交织区段内车辆变道冲突频次提升47%，频繁穿插行为大幅压缩快速路主线通行效率，加剧路段拥堵持续时长。现有路网设计体系未结合出入口早晚高峰差异化车流流向配比车道资源，居住区出入口缺少集散拓宽车道缓冲汇入车流，产业片区周边支路网密度仅3.2km/km<sup>2</sup>，支路分流能力不足，难以承载晚高峰集中驶出的分流车流<sup>[2]</sup>。城市快速路主线与地面路网规划设计相对独立，规划阶段缺少流量数据联动校核，未结合时空流量变化特征布设分级分流节点，单一出入口独自承担片区全部车流集散压力，路段长期处于饱和运行状态，多重流量适配失衡问题叠加，持续限制片区路网整体协同运行水平提升。

## 4 基于流量特征研判的路网协同规划优化策略

### 4.1 构建快速路出入口交通流量多维度精准研判体系

依托主城区现有道路监测采集设备，搭建涵盖时间、空间、车型三类核心维度的一体化流量研判体系，新增毫米波雷达采

集点位补齐传统视频监控的视觉盲区,数据采集频次由原有5分钟每组优化至1分钟每组,精准捕捉高峰时段车流突变细节。传统监测设备仅可统计路段断面整体车流规模,无法实现车型分类统计,新增雷达设备可同步识别各类车型通行数据,填补研判体系细分车型数据空白,为货车分时段管控、车道资源精细化分配提供数据支撑。体系划分基础数据存储、流量特征识别、拥堵风险预警三大功能模块,录入全域快速路出入口地理信息与周边用地属性数据后,系统可自主提取早晚高峰峰值流量、车流流向占比、交织区冲突频次等核心运行指标,依托1862pcu/h、2015pcu/h两类典型峰值阈值划分三级拥堵预警标准。针对300米以内密集出入口片区增设专属研判子模块,精准测算120米交织区段通行能力折减系数,留存72小时连续原始监测数据用于规划方案校核,摆脱传统单日短时采样的粗放研判模式,实现出入口流量动态变化全过程量化追踪<sup>[3]</sup>。

系统搭载历史数据比对功能,调取近12个月同时段车流数据完成同比、环比分析,精准捕捉片区车流增长趋势,预判未来1至3年出入口流量增量,为路网扩容改造预留充足建设周期。研判数据可同步对接城市交通数字化规划平台,实现数据分析成果与工程设计环节的无缝衔接,规避流量研究与路网改造脱节问题,开放的数据导出接口可直接适配规划设计软件,消除人工二次录入产生的误差与时间损耗。体系可适配恶劣天气、节假日等特殊出行场景开展专项流量分析,突破传统静态统计的局限性,精准捕捉极端工况下的车流波动规律,让路网优化方案兼顾日常通勤与特殊时段交通保障需求,提升整体研判工作的全面性与实用性。系统还可结合片区土地开发进度、通勤出行结构变化等外围因素,辅助判别车流波动的核心诱因,让数据研判不再局限于路面交通参数,进一步提升研判结果的针对性与参考价值。

## 4.2 优化出入口与衔接道路流量转换调控机制

结合流量研判体系输出的高峰车流差异化特征调整出入口管控模式,居住区出入口早高峰驶入车流占比偏高的路段,在驶入匝道前端设置80米渐变式集散车道,双车道拓宽设计可提升主线车流汇入容纳能力。产业园区出入口晚高峰驶出车流集中,地面衔接道路布设智能预信号管控装置,提前60秒放行快速路驶出车流,疏解主线瞬时饱和和车流压力。预信号系统联动平台实时流量数据动态调整配时时长,驶出流量短时突破1500pcu/h时自动延长放行时长至90秒,平峰时段恢复基础配时标准,兼顾路段通行效率与路口通行秩序。存在120米交织区段、车辆冲突频次偏高的近距离出入口路段,实施分时段分级限流管控,早高峰管控地面驶入主线瞬时流量,晚高峰约束主线驶出分流流量,搭配动态可变车道标识灵活切换车道功能,适配平峰双向通行与高峰单向车流集中的运行特征。

严格落实大型车辆分时通行规则,保留夜间专属通行时段,日间通过匝道隔离护栏实现大小车型物理分隔,削弱大型

车辆加减速操作引发的车流离散现象。匝道汇流点位布设智能声光预警设备,提醒后方小型车辆避让低速汇入的大型车辆,减少紧急制动、随意变道引发的追尾碰撞隐患,从车流转全流程缩减主次道路衔接冲突点位,改善流量转换供需失衡问题。三级拥堵预警触发后安排专人定点值守疏导,及时处置匝道车辆排队溢出现象,阻断拥堵向主线上下游蔓延。出入口车流管控可联动城市智慧交通平台,实现周边路口信号配时协同调控,构建片区信号联动管控体系,规避单点优化引发的上下游车流淤积问题,全面强化车流转换过程的平稳性。依托智慧交通终端实现管控策略自适应迭代,根据每日车流运行状态微调管控细节,贴合片区交通出行的动态变化规律。

## 4.3 提升出入口周边路网承载能力与流量匹配度

以3.2km/km<sup>2</sup>的片区支路网密度为改造基准,针对产业园区、大型居住区两类车流集中片区完善支路微循环体系,新增7米宽单向分流支路分摊出入口集散压力,打散单一出入口的车流集聚态势<sup>[4]</sup>。新建支路同步配套人行过街设施,杜绝行人、非机动车横穿机动车道干扰机动车流,避免路段通行能力额外损耗。衔接地面道路单车道通行上限偏低的短板路段,结合高峰1800pcu/h以上的车流规模拓宽为三车道,配套建设可容纳60辆以上车辆的临时蓄车区域,阻断车流排队倒灌影响快速路主线通行。出入口密集布设片区新增平行分流支路,串联相邻出入口实现车流均衡分流,降低单点峰值车流负荷。

路网改造全程贴合实测时空流量特征,驶入车流集中片区优先完善驶入匝道配套道路,驶出车流集中片区重点优化分流支路与停车接驳通道,打通片区断头路疏通路网通行断点,全面提升路网车流承载上限,实现路网通行能力与出入口峰值车流的精准适配。片区静态交通配套同步升级,出入口周边闲置地块改造为公共停车场,新增200个以上小型机动车泊位,减少道路临时停靠引发的车流阻滞,从动静交通双重维度提升路网整体承载性能。改造过程遵循精细化交通设计理念,优化路口渠化布局,精简无效通行空间,增设专用转向车道压缩车流交叉冲突概率,深度挖掘现有路网通行潜力,以经济高效的改造方式最大化释放路网通行能力。改造施工采用分区分段落地模式,避开早晚高峰出行时段,最大限度降低工程施工对片区日常交通运行的干扰,保障改造期间路网通行的基本稳定性。

## 4.4 建立流量导向的路网协同规划系统优化框架

本文搭建完整闭环优化实施流程,整体逻辑如下图所示。

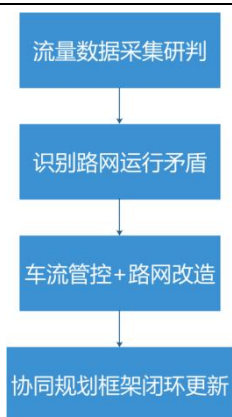


图 1 路网协同规划优化流程

搭建分层级路网协同规划优化框架，底层接入多维度流量研判体系的实时监测数据，中层涵盖匝道设计优化、地面道路改造、支路网完善三大规划调整模块，顶层输出快速路与地面路网一体化优化方案，打破主次道路分开规划的传统设计模式。框架内置流量匹配校核标准，规划方案成型后自动测算路网单车道通行能力、支路网密度、交织区长度等核心参数，对照实测峰值流量数据开展适配校验，通行折减系数超标时自动生成路网微调建议。以快速路出入口为核心划定 1 公里协同规划范围，片区内土地开发、道路新建、交通设施升级均参照出入口历史流量数据开展设计，新建居住、商业地块同步匹配对应规模的分流支路，从源头管控新增车流增量。大型商业综合体、交通枢纽等高强度开发地块，依托框架内置流量增量测算模型，结合地块容积率预判远期车流规模，提前预留分流道路

建设空间，规避后期车流过载引发的通行瓶颈。

框架搭载长效动态更新机制，以季度为单位更新 72 小时连续流量监测数据，结合车流变化迭代优化规划方案，形成数据监测、规律分析、方案调整、成效复盘的闭环优化模式，保障出入口与全域路网长期动态适配。路网改造工程竣工后持续采集 30 天通行数据，对比改造前后峰值流量、通行折减系数、拥堵时长等核心参数，量化评估优化成效，相关数据录入框架数据库，为同类片区路网规划积累实操案例，持续完善流量驱动的协同规划技术体系。整套框架改变传统路网规划依赖经验、碎片化推进的模式，流量研判数据贯穿交通规划、工程建设、日常运维、动态迭代全流程，构建数据赋能、动态适配、全域联动的现代化路网规划体系，有效解决出入口与周边路网适配性弱、运行效率偏低、拥堵常态化等核心问题。框架还可对接城市国土空间规划体系，将交通路网优化要求融入城市空间开发管控，实现交通建设与城市发展的同步适配，为城市交通长效健康发展提供体系支撑<sup>[5]</sup>。

## 5 结语

本文通过实测交通流量数据，梳理城市快速路出入口车流时空分布特征，归纳出入口与周边路网协同运行的核心短板，搭建一套落地性强的多维度路网协同优化体系。车流精准研判、动态化交通调控、路网承载力升级等系列优化手段，可有效缓解出入口拥堵现状，改善车流供需错配问题，为城市快速路精细化交通治理、路网运维规划提供科学完善的技术参考。

## 参考文献:

- [1] 牟振华,王永明,泮江珊,郑元玺.分心驾驶对城市快速路交通流影响研究[J].重庆交通大学学报(自然科学版),2025,44(12):62-71.
- [2] 蔡亮华.基于 VISSIM 仿真的城市快速路出入口间距适应性分析[J].福建交通科技,2023(7):15-19.
- [3] 马蕴一,许明,金海波.多通道自适应特征融合的城市路网交通流量预测[J].计算机工程与应用,2025,61(7):334-341.
- [4] 董春肖,张立涛,孙洪运,张军,张昕冉.固定交通检测器布设对快速路交通流量预测影响的实证研究[J].铁道科学与工程学报,2022,19(2):359-366.
- [5] 楼文辉.基于多元 LSTM 的短期交通流量预测方法研究[J].交通企业管理,2025,40(4):97-99.