

# 市政道路交叉口精细化设计对通行效率的影响分析

孙燕强

河北加壹建筑设计有限公司 河北 石家庄 050000

**【摘要】：**本文聚焦市政道路交叉口精细化设计对通行效率的影响。首先阐述了市政道路交叉口在城市交通系统中的重要地位，分析了当前交叉口存在的诸如交通拥堵、通行秩序混乱等问题。接着详细探讨了精细化设计的各个方面，包括交通标志标线的优化、车道设置的合理规划、信号控制的精准调整等。通过实际案例分析，对比精细化设计前后的通行效率指标，如车辆平均延误时间、排队长度等。研究表明，合理的精细化设计能够显著提高市政道路交叉口的通行效率，减少交通拥堵，提升城市交通的整体运行水平。这对于缓解城市交通压力、提高居民出行质量具有重要的现实意义。

**【关键词】：**市政道路；交叉口；精细化设计；通行效率

DOI:10.12417/2811-0536.26.08.061

## 引言

随着城市化推进的速度加快，城市交通的流量不断地增多，作为城市交通网络关键节点的市政道路交叉口，它的通行效率直接对整个城市交通系统的运行情况造成影响，目前很多城市的道路交叉口有着设计不规范、交通组织混乱等问题，造成交通拥堵不断发生，大大影响了居民出行效率以及生活质量，对市政道路交叉口做精细化设计，使它的通行效率提升，成为城市交通建设与管理当中的重要课题。

## 1 市政道路交叉口现状分析

### 1.1 交通拥堵问题

在城市所拥有的交通系统中，交叉口是多维交通流交汇、变转与冲突的核心要点，它的通行效率直接决定路网整体运行的好坏，车辆于此处要进行直行、左转、右转以及停车等待等复杂行车行为，造成交通流在空间上被压缩、时间上离散、方向上交织，进而引起频繁的合流、分流和交叉方面冲突。此类冲突显著让车辆平均滞留的时间变长，进而造成车流流动放大的效果，造成饱和度阈值下降，造成交叉口吞吐能力下降，车道功能划分有偏差是影响通行效率的关键缘由：左转需求集中，可专用转向车道是缺失或者偏短的，造成左转车辆滞于直行车流当中，造成动态堵点；直行车辆跟右转车辆混在同一车道行驶，使横向干扰问题加重；非机动车和行人过街通道缺乏物理隔离以及时空的划分，进一步造成有效通行断面的压缩。进口道渠化不健全、展宽段长度有欠缺、停止线设置不合理、转弯半径和车辆轨迹不相符等设计缺陷，皆

使得交通流线紊乱杂乱、通行权不确切、运行连续性被打断，部分交叉口未依据实际交通组成的特征来做差异化设计，对大型车占比较高、公交到发密集以及慢行交通量突出的节点没有进行针对性优化，造成基础设施供给跟交通需求结构长期错位搭配，上述问题彼此叠加在一起，使交叉口由原本的交通组织枢纽变为运行的阻滞源，对城市道路网络的服务水平和韧性造成严重制约。

### 1.2 通行秩序混乱

部分路口的交通标志标线体系有系统性的缺陷，表现出来是指路信息层级不明、禁令和指示标志逻辑冲突、标线施划落后于车道功能的变动，致使驾驶人在动态行驶当中难以确切识别通行权属和路径限制，尤其是于多相位信号控制的情况当中，导向箭头缺了、可变车道标识模糊了、停止线前预导向标线不足了等问题，极大弱化驾驶员对转向意图的预判能力，诱发临近停止线的紧急制动、非预期变道及违规压实线等具有高风险的行为。非机动车通行空间没有连续性和专属性，机非混行断面一般都未设置物理隔离设施，自行车、电动自行车经常无奈借用人行道或机动车道行驶；行人过街路径受制于斑马线偏移、二次过街安全岛没有设置、无障碍缘石坡道缺少等设计漏洞，造成慢行流线跟机动车流线在空间上交汇、时间上一致。标志标线和信号灯配时、地面渠化设施之间协同设计没做好，比如左转专用相位没有配套设置相应的导向箭头，直右合用车道没有清晰的分隔标识，进一步加大了通行权争议以及操作的不确定性，此类基础设施

语义表达有误,不仅使交通规则强制效力和引导作用弱化,更在微观层面不断加大车流、人流、非机动车流相互间轨迹冲突和速度差的变动,成为秩序不稳定和事故诱因的结构方面根源。

## 2 精细化设计的主要内容

### 2.1 交通标志标线优化

合乎要求的交通标志标线是道路空间语义表达的核心载体,它的设计要严格按照通行权逻辑、驾驶认知规律和动态运行需求的三重限制来做,在交叉口所在区域,标志和标线要构建起空间连贯、信息相符、时序配合的引导体系:指路标志要预先放置到减速区起始段,层级递进表达路径选择信息;车道指示标志要跟地面导向箭头、文字标记以及上游预告标线准确对接,使驾驶员在3秒反应时间内完成路径的决策;禁令与指示类标志不可以有语义冲突或者执行条件的重叠现象,尤其要防止左转待转区标线和禁止左转标志并存、可变车道标识与固定箭头标线混用等类似的典型矛盾。标线施划要适应车道功能的进化,同步将渠化岛边缘线、停止线前预导向箭头和非机动车专用通道边界线予以更新,防止因功能调整滞后让标线失去作用,所有标志要采用高逆反射材料,把立柱高度、倾斜角度与背景对比度结合做优化,保障夜间和雨雾天气这种情况下的有效识别距离;标线要同时兼顾耐磨和反光的特点,防止磨损造成导向信息弱化。标志标线的布局稠密度、尺寸比例和信息颗粒度,要依据设计车速、视距条件和交通组成开展差异化安排,确保在不同运行状态下都可支撑驾驶员稳定、准确、低负荷地做好轨迹判断与操作反馈,以此系统性降低误判的比例、抑制无序的变道操作、缩小冲突的时空跨度,最终实现交通流在空间上有序组织起来,在时间上高效衔接起来。

### 2.2 车道设置规划

车道设置规划得以交通流时空分布特征为根本的凭据,一并考虑设计小时流量、转向比例、车型构成及运行速度等核心指标,开展具备功能、差异、动态特性的车道配置,左转车道布设需结合进口道饱和度以及排队消散能力,通过增设单独的左转专用车道或对左转待行区的空间布局加以优化,有力压缩转向延误并遏制溢出风险;右转车道要在保障非机动车及行人通行安全的情形当中,采用展宽式渠化以及隔离式右转专用道形式,消除右转车辆跟直行交通交织引发的冲突。就高峰时段方向性流量显著失衡的交叉口而言,要引入可变导向车道系统,凭借可变信息标志跟

地面动态标线协同响应车流变化,加大车道资源利用的弹性,公交优先通行需求十分突出的路段,要在进口道前端设置以物理或标线进行隔离的公交专用进口道,并与信号优先策略做好对接,保障公共交通运行在可靠性和准点率方面达标。以货车、大型客车为主的重型车辆比例高的交叉口,要结合它们制动距离长、转弯半径大等情况,专门开辟重型车辆导向车道,并且配套强化视距保障以及转弯路径的引导,所有车道的划分都要跟上路网功能定位相配合,防止局部车道的增减引发节点和路段通行能力的不相称。车道功能边界要凭借连续、清晰、无歧义的标线体系进行固化,防止虚实线不当混用、箭头指向含混不清、渠化过渡段不足等功能性问题,保证驾驶员在典型反应时间内完成车道归属识别以及路径锁定,以此保证交叉口整体运行秩序的稳定与可把控。

### 2.3 信号控制调整

精确的信号操纵是增强交叉口通行能力的主要手段,其本质是打造动态响应交通流时空分布特点的闭环调控模式,信号配时优化要以多源交通数据融合作为依托,综合纳入路口几何结构、转向流量构成、车辆到达离散特性以及上下游协调需求,科学明确周期长度、相位次序、绿信比分配以及起始绿灯时间等关键参数。固定配时只可用于流量稳定且方向一致的低动态场景,而现代城市的交叉口一般呈现出强时段性、强方向性以及强随机性,要依靠地磁、视频、雷达及浮动车等感知设备达成全息流量的采集,并依靠边缘计算单元开展实时流量分类、排队状态的识别以及饱和度的判别。在这样的基础上,运用自适应控制方法,动态对各相位有效绿灯时间进行调节,降低过饱和状态下排队蔓延、溢出的风险;针对有显著主次流差别的相位,执行绿波带宽优化以及搭接相位设计,加大干线协调的连贯程度;针对公交、应急的车辆,植入优先通行逻辑,利用相位延长或者早启的机制来保障其通行权。信号控制要跟车道功能划分深度融合,规避由于相位放行逻辑与实际车道导向不一致导致的路径冲突和误行行为,所有控制策略在生成和执行当中,需遵循一致性、可解释性与鲁棒性原则,确保在设备出异常、通信有延迟或流量突变等干扰条件下,仍可维持基本通行秩序和安全底线。

## 3 实证分析

### 3.1 案例选择

把某城市核心功能区跟主干路系统交汇的一处典型四臂信号控制交叉口当作研究对象,该交叉口处于

商业集聚带跟居住组团通勤走廊的叠加之处，早高峰期间，东向西直行以及南向北左转流量高度集中，晚高峰呈现出西向东直行和北向南左转都饱和的特点；各进口道转向流量的构成出现明显的不均衡，左转比例一般超过三成，但目前的渠化方案没有设置独立左转专用相位，造成通行能力在结构上有不足。受周边地块出入口频繁交织和非机动车混行所产生干扰的影响，车辆到达的进程呈现强离散性和高度变异性，固定周期配时很难与实际交通流时空演变的规律匹配，历史建设当中统筹协调没做好，上下游交叉口的间距太短，相位差不相匹配，让车流在本路口的积聚与回溢情况恶化。现状下信号控制按人工经验来设置，缺乏实时流量感知以及动态响应能力，各相位绿信比长时间是固定的，不能符合早晚高峰、平峰以及特殊事件期间多模态交通需求的变化，地面的标线老化变模糊，车道功能的指示不精准，部分进口道上直行和左转车辆产生空间冲突，进一步造成路口运行效率和安全水平的降低。

### 3.2 精细化设计方案实施

对这个交叉口开展系统性精细化设计，囊括了交通组织、空间渠化和控制策略三个方面，在交通组织层面来讲，按照各进口道转向流量构成的特征以及冲突点分布的规律，再次安排车辆通行路径，减小交织区的长度，分隔开机非混行的流线，强化行人过街安全方面的保障。在空间渠化相关事宜上，结合道路断面条件以及用地约束，即时变动车道功能设置：东进口增设单独的左转专用车道，辅以展宽段，南进口做左转待行区前置的设计实施，西进口对直行和右转的分隔结构做优化，北进口建造物理隔离的右转专用车道；一同对全要素交通标志体系予以更新，运用高反光、具备良好耐久性的材料施划地面标线，使箭头尺寸跟导向逻辑相统一，保障视认的连续不间断性和指令的唯一清晰性。在信号控制所涉及层面，投放多源融合的感知装置，集成地磁、视频与雷达的相关数据，建成实时交通流状态识别模型；导入具有自适应特点的配时算法，支持相位启停做动态反应、绿信比执行滚动优化及周期开展柔性调控，做到对早高峰东向西

直行以及南向北左转双高需求、晚高峰西向东直行和北向南左转叠加饱和等典型工况的精准适应；同时嵌入上下游协作机制，依照路段运行所实测的车头时距和行程时间，即时校准相位差，阻挡车流回溜，加大区域协同效能。

### 3.3 效果评估

在精细化设计方案应用前后时期，采用连续七日工作日全时段视频轨迹追踪跟浮动车实测相结合的做法，对该交叉口的各进口道以及关键转向流开展多方面运行状态监测，着重对车辆平均延误时间、最大排队长度、单位周期停车次数、饱和度均值和通行能力利用率等核心效率指标开展评估。监测结果呈现出，方案开展之后，全进口道车辆加权平均的延误有明显下降，高峰小时的延误降幅十分突出；各方向的最大排队长度均有结构性的缩短情况，尤其南进口左转和东进口直行的交织处，排队深度降幅明显，消除了经常溢出的风险；车辆平均停车次数有了大幅的降低，启停频次降低体现出车流运行连续性得到了提升；进口道整体饱和度朝着均衡发展，不再出现单点一直过饱和的现象，通行能力利用效率由非均衡分布情况转向协同提升情况。再进一步观察发现，行人过街等待时间一起缩短，非机动车通行路径的清晰度跟通行安全感有显著的增强，机非冲突点的数量有明显的减少，信号配时应应对交通流时空变异性的本领大幅提高，相位切换的顺畅性有所提升，绿灯有效利用的效率提高，无效空放及绿损现象获有效抑制。上下游配合控制成效有所体现，路段平均行程时间稳定性得到了增强，车流的波动幅度收小，回溢现象大体上消除。

## 4 结语

开展市政道路交叉口的精细化设计，能提高通行效率，借优化交通标志标线、合理规划车道的设定和精准调节信号控制等措施，可切实减少交通拥堵的发生，使交通流的有序性和安全性得到提高，在实际应用的情况中，要依据不同交叉口的特点及交通需求，搞出个性化的精细化设计方案，并不断开展优化完善工作，还应进一步加强对交通参与者的宣传教育，提高其遵循交通规则的意识，一同创建良好的交通环境。

### 参考文献：

- [1] 王文金.市政道路交叉口渠化设计对通行效率的提升作用[J].数码设计(电子版),2022,(7):0472-0474.
- [2] 李佳.畸形交叉口交通精细化设计及案例分析[J].中国水运,2026,(6):144-146.
- [3] 刘珉洋,李健.公路交叉口设计对区域交通通行效率的影响分析[J].人民公交,2025,(16):144-146.