

城市道路平面交叉口设计要点简述

祁浩

(天津市市政工程设计研究总院有限公司西青分公司, 天津市 300000)

摘要: 城市道路平面交叉口是城市交通系统的关键节点,其设计合理性直接影响通行效率与安全水平。结合常用规范与工程实践,对城市道路平面交叉口的设计要点进行简述,明确交通流畅与安全优先等原则,从交通组织、几何设计、竖向设计以及附属设施设计等多个方面分析了要点,还结合实际案例展示了平面交叉口设计的应用,提出了提升设计水平的策略,旨在为交叉口新建与改造提供具有实践参考价值的设计思路,帮助改善城市交通状况,推动城市交通可持续发展。

关键词: 城市道路;平面交叉口;设计要点;交通组织;几何设计

中图分类号: U412.35⁺1;TU997

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2026)06-0215-04

Brief Description of Key Design Points for Urban Road At-Grade Intersections

QI Hao

(Tianjin Municipal Engineering Design & Research Institute Co., Ltd. Xiqing Branch, Tianjin 300000, China)

Abstract: Urban road at-grade intersections are key nodes of the urban traffic system, and the rationality of their design directly impacts traffic operation efficiency and safety levels. Combining common specifications with engineering practices, this paper briefly elaborates on the key design points of urban road at-grade intersections and clarifies such principles as smooth traffic flow and safety priority. It analyzes the core design points from multiple aspects including traffic organization, geometric design, vertical design and supporting facility design, demonstrates the application of at-grade intersection design in combination with practical cases, and puts forward strategies for improving the design level. This study aims to provide design ideas with practical reference value for the new construction and reconstruction of at-grade intersections, help improve urban traffic conditions and promote the sustainable development of urban traffic.

Keywords: urban road; at-grade intersections; key design points; traffic organization; geometric design

0 引言

随着城市化进程不断加速,城市交通需求呈现出日益增长的态势,道路平面交叉口作为城市道路系统中的关键构成部分,其设计的科学性以及合理性,对于城市交通运行效率以及交通安全发挥着极为关键的作用。合理设计平面交叉口,可切实提高道路通行能力,减少交通拥堵状况以及延误情况,降低交通事故发生的概率,提升城市居民的出行体验。由此可见,深入剖析城市道路平面交叉口设计要点,有着关键的现实意义。

1 城市道路平面交叉口设计原则

1.1 交通流畅原则

平面交叉口设计的首要目标在于实现交通流

畅,于设计进程中,要全面考量不同交通流如机动车、非机动车以及行人的通行需求,借助合理的交通组织以及车道设置,降低交通冲突点,以此保证车辆和行人可安全且顺畅地经由交叉口,比如设置专用的左转车道与右转车道,防止左转车辆、右转车辆同直行车流相互产生干扰,合理规划非机动车道与人行道,达成机非分离以及人车分离的目标^[1]。

1.2 安全至上原则

交通设计之中,安全占据着核心地位,对于交叉口设计而言,需要从视距、交通标志标线以及交通岛设置等多个方面入手,旨在为驾驶员与行人提供清晰的交通信息,降低交通事故的隐患,要保证在交叉口范围内有良好的视距条件,如此一来驾驶员才能提前观察到交叉口的交通状况,设置十分突出的交通标志以及标线,引导车辆与行人依照规定的路线去通行,合理地设置交通岛,一方面为行人提供安全的驻足空间,另一方面也可以起到分隔交通流的作用^[2]。

收稿日期: 2026-01-20

作者简介: 祁浩(1991—),男,本科,高级工程师,从事道路设计工作。

1.3 智慧融合原则

在传统环境协调原则基础上,强化智慧化设施与城市数字平台的协同设计,推动交叉口向智能体转型。例如,预留5G-V2X通信模块接口,构建车一路一云数据交互链路,实现L4级自动驾驶车辆与信号控制单元的实时信令交互,为车路协同场景下路权动态分配奠定硬件基础;布设毫米波雷达与激光雷达融合感知阵列,构建全域交通流监测网络,精准捕捉行人流、非机动车流与机动车流的时空轨迹,数据直连城市交通数字孪生平台,支撑流量预测、冲突预警等智能应用,提升交通管理数字化精细度。

1.4 低碳可持续原则

构建全生命周期碳排放管控体系,将绿色理念贯穿交叉口规划、建设、运维环节。采用透水铺装与光伏照明集成设计:多孔沥青铺装可将地表径流系数降至0.3以下,配合地下雨水调蓄模块实现海绵城市功能,同时降低水泥制品生产能耗;柔性薄膜太阳能板与LED照明系统一体化布置,满足夜间30 lx均匀照度要求,降低电网能耗35%以上。通过AI信号配时算法(如基于LSTM神经网络的流量预测模型)优化车辆怠速时长,结合再生沥青(RAP掺量 $\geq 30\%$)等低碳建材应用,可使交叉口全生命周期碳排放量降低18%~22%,实现资源循环与低碳交通协同发展^[3]。

2 城市道路平面交叉口设计要点分析

2.1 交通组织设计

2.1.1 车道功能划分

依据交叉口各个方向的交通流量以及流向情况,科学合理地划分车道功能,针对那些交通流量比较大的交叉口而言,需要设置左转专用车道、右转专用车道以及直行车道,让不同行驶方向的车辆可分开在各自车道行驶,减少交通冲突。当设置左转专用车道的时候,可以运用展宽进口道的办法,增加左转车道的数量。对于右转交通量较大的交叉口,可设置右转专用车道,并且根据实际需要设置右转渠化岛,引导右转车辆顺利通行。

2.1.2 信号控制设计

信号控制属于优化交叉口交通流的关键方式,依据交叉口的交通流量、流向以及交通特性等情况,合理地设置信号灯相位与配时,运用多相位信号控制,把相互冲突的交通流与时间方面进行分离,以此提升交叉口的通行能力,针对交通流量变化幅度较大的交叉口,可采用智能信号控制技术,依据实时交

通流量动态调整信号灯相位与配时,达成交通信号的优化控制。

2.1.3 行人与非机动车交通组织

应重视行人与非机动车的交通组织工作,以此保障其通行安全及便捷的特性,设置连续且合理的非机动车道,使其与机动车道实现有效隔离,隔离方式可采用物理隔离手段或者标线隔离,对行人过街设施展开合理规划,如设置人行横道、人行天桥或者地下通道,同时设置清晰的行人过街信号灯以及指示标志^[4]。针对大型交叉口或者行人流量较大的交叉口,可设置二次过街安全岛,方便行人分阶段完成过街。

2.2 几何设计

2.2.1 交叉口形式选择

依据相交道路的等级、交通流量以及地形条件等诸多因素来挑选适宜的交叉口形式,常见的交叉口形式包含十字形、T形、X形、环形等几种,十字形交叉口形式较为简单,交通组织起来比较方便,适用于多数情形;T形交叉口适用于主干道和次干道相交的状况,X形交叉口在锐角较小的时候对交通会产生不利影响,应当尽量给予避免;环形交叉口适用于交通流量较大、转弯车辆较多的多路交叉口,不过其占地面积较大,车速相对较低^[5]。

2.2.2 交叉口转角设计

交叉口转角的设计需要符合车辆转弯半径的要求,依据不同车型所对应的转弯半径,科学合理地确定转角处的缘石半径,要是缘石半径过大,车辆行驶轨迹会变得不明确,增加交通冲突;倘若缘石半径过小,车辆转弯会出现困难,对通行效率产生影响,一般主干道交叉口的缘石半径应当适当增大,以此来契合大型车辆的转弯需求。

2.2.3 进出口道设计

进口道的设计需要依据交通流量以及车道功能等情况,合理地明确车道数量和宽度,进口道的车道数应当比上游路段的车道数更多,这样才可以契合车辆排队等候时的需求,出口道的设计要保证车辆可顺利地驶出交叉口,出口道的车道数不应该少于进口道同一信号相位流入的最大进口车道数。另外进出口道还应当设置适当的渐变段,让车辆可平稳地变换车道。

2.3 竖向设计

2.3.1 设计目标

竖向设计的目的在于保证交叉口范围内路面排

水可顺利通畅,契合行车舒适性与安全性方面的要求,进行设计工作时,需要全面综合考量相交道路的纵坡、横坡以及地形状况等因素,合理地明确交叉口的竖向标高^[6]。

2.3.2 设计方法

竖向设计运用多种方法,如等高线法、方格网法等,等高线法要绘制交叉口范围内的设计等高线,借此直观呈现路面的排水状况以及竖向坡度,方格网法则是把交叉口划分成若干个方格,计算每个方格点的设计标高,以此来确定路面的竖向形状。实际设计的时候,依据交叉口的复杂程度以及设计精度要求,挑选适宜的设计方法。

2.3.3 排水设计

完善的排水设计属于竖向设计里的关键部分,于交叉口的最低点处设置雨水口,以此来保证雨水可以及时排出,要合理地排水坡度展开设计,让路面的雨水可较快地汇集至雨水口,一般情况下,排水坡度一般不应当小于0.3%,目的在于保障排水的效果,还需要留意排水管道的布置以及管径的选择,以契合排水流量的相关要求。

2.4 附属设施设计

2.4.1 交通标志标线

交通标志标线作为引导交通流以及规范交通行为的关键设施,发挥着关键作用,于交叉口处设置清晰且准确的各类交通标志,如指示标志、禁令标志、警告标志等,能为驾驶员给予明确的行驶信息。合理绘制交通标线,其中覆盖车道分界线、停止线、人行横道线等,可引导车辆与行人依照规定路线通行。交通标志标线的设置需符合相关标准规范的要求。

2.4.2 交通岛

交通岛包含多种类型,如导流岛、安全岛等,导流岛的作用是引导车辆的行驶方向,以此减少交通冲突情况的发生,安全岛则是为行人提供安全的驻足空间。交通岛的形状以及尺寸需要依据交通流量以及流向来开展设计,从而保障其在运行中的实际效能,交通岛的边缘应当设置明显醒目的警示标志,用来提醒驾驶员留意避让。

2.4.3 照明设施

优质的照明设施可提升交叉口于夜间或者低能见度状况下的可视程度,保障交通安全,要合理地布置照明灯具,以此保证在交叉口范围内有充足且均匀的照明亮度。照明灯具的安装高度、角度以及间距需要依据交叉口的大小与形状来开展设计,防止

眩光对驾驶员视线造成影响^[7]。

3 城市道路平面交叉口设计案例分析

3.1 十字形交叉口设计案例

某城市的主干道与主干道相互交叉,形成了十字形的交叉口,此交叉口的交通流量颇为可观,在早晚高峰时段,交通拥堵的情况较为严重,故在设计过程当中,采取了一系列措施。

(1)交通组织优化:在进口道设置了左转专用车道以及右转专用车道,借助信号灯实施控制,让左转、右转车辆和直行车流在时间上实现分离,以此减少交通冲突,如图1所示。对信号灯相位和配时给予优化,依据不同时段交通流量动态调整信号周期,提高了交叉口的通行能力。

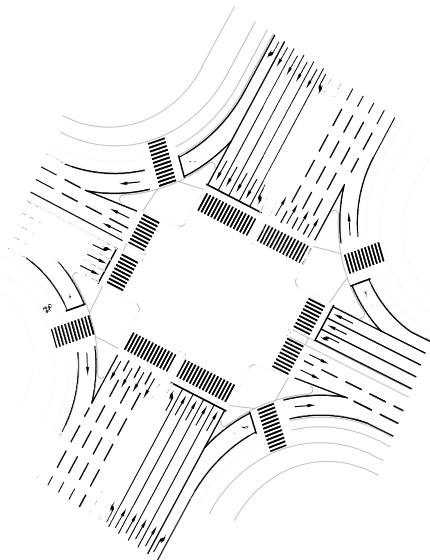


图1 交通组织优化图

(2)几何设计改进:适度增大了交叉口转角处的缘石半径,以此契合大型车辆的转弯需求,对进出口道进行展宽设计,进口道车道数从原本的3条增加至4条,出口道车道数维持不变,保障了车辆顺畅进出。

(3)竖向设计完善:运用等高线法开展竖向设计,合理调整交叉口范围内的路面标高,保证排水顺利,在交叉口最低点设置了充足数量的雨水口,有效排除雨水,如图2所示。

(4)附属设施增设:完善交通标志标线,设置清晰的指示标志、禁令标志以及标线,引导车辆和行人有序通行,增设交通岛,作为导流岛和安全岛,提升交通安全性。加强照明设施建设,安装高杆路灯,保证交叉口夜间照明亮度足够。

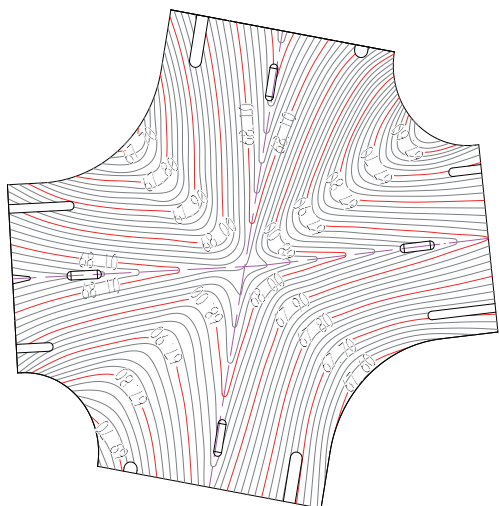


图2 路口竖向设计图

经过上述这些设计改进,该十字形交叉口的交通拥堵状况得到明显改善,通行能力大幅提升,交通事故发生率大大降低^[8]。

3.2 案例分析与后评价

为进一步提升设计方案的实践参考价值,交叉口新建或改造宜在方案阶段完成通行能力、几何、安全与排水等分析,并在建成后开展后评价工作,其要点如下。

(1)通行能力:基于高峰小时交通调查,计算关键进口道饱和度(v/c),宜优先控制关键进口道饱和度 ≤ 0.90 ,交叉口控制延误 ≤ 60 s/veh,车道蓄车长度一般不小于80 m。

(2)关键几何参数:机动车道宽度宜3.25~3.75 m,非机动车道一般不小于2.5 m;转角缘石半径应按设计车辆外轮迹计算,主干道交叉口可取15~25 m。进出口道渐变段长度应与设计速度匹配,减少并道冲突。

(3)交通安全审查:在施工图阶段开展交通安全审查,重点核查交叉口视距、行人过街连续性、右转渠化与让行关系、二次过街安全岛及无障碍设施设置,并针对主要冲突点提出优化措施。

(4)后评价指标:交叉口投入运行后,应对高峰平均延误、排队长度、事故及冲突次数进行对比评价,建议以平均延误降低 $\geq 10\%$ 、排队长度降低 $\geq 15\%$ 作为达标参考,并检查雨天积水点、照明与标志标线完好情况。

通过对交叉口设计全流程的科学把控与闭环管理,可有效保障方案落地成效,提升设计成果的实践参考价值与可复制性,为城市道路交叉口的规划建设与改造升级提供标准化技术指引。

4 提升城市道路平面交叉口设计水平的策略

4.1 加强交通流量调查与分析

精确的交通流量调查以及分析乃是平面交叉口设计的根基所在,于设计工作开展之前,需要运用如视频监控、感应线圈检测这类先进的交通调查技术,全方位收集交叉口各个方向以及各个时段的交通流量、流向方面的数据,并且借助交通分析软件展开分析工作,借助交通流量预测,把握交叉口未来的交通发展趋向,为合理的设计方案给予科学依据。

4.2 引入先进的设计理念和技术

积极引进先进的交通设计理念以及技术,如智能交通系统、绿色交通设计理念等,于交叉口设计中运用ITS(intelligent transportation system)技术,实现交通信号的智能控制、交通流量的实时监测以及交通诱导信息的发布,提升交通管理效率以及交通运行安全性。落实绿色交通设计理念,鼓励人们步行、骑自行车出行,优化公共交通设施布局,减少机动车出行需求,降低交通能耗以及环境污染。

4.3 构建数字孪生设计平台

基于Unity与UE引擎搭建交叉口数字孪生系统,接入微波检测器、RFID终端实时数据,实现设计方案三维动态推演。平台支持“预演—评估—优化”闭环设计,如北京城市副中心某交叉口改造中,通过数字孪生体仿真不同信号配时方案的车流延误,通行效率提升12%。配套开发参数化设计工具,输入交通流量、用地属性等数据后,自动生成多方案比选报告,涵盖通行能力、碳排放等12项指标,为设计决策提供量化支撑。

4.4 跨学科协同设计机制优化

建立多学科联动设计机制:引入交通行为学专家开展驾驶模拟实验,借助眼动追踪技术分析标志标线识别效率,优化视认距离与信息层级。某大学城交叉口改造中,通过行人过街决策实验,将警示标志可视角度从 30° 拓展至 60° ,闯红灯行为减少27%。联合城市规划团队构建“交叉口设计—土地开发”联动模型,基于交通需求反推用地开发强度,如商业综合体周边设专用右转车道时,同步控制地块出入口间距 ≥ 150 m,规避车流交织冲突。

5 结 语

城市道路平面交叉口的设计属于复杂且系统的工程范畴,其中囊括多个方面的要点内容,需依据交

(下转第239页)