

# 公路交叉口渠化设计对交通流畅性的作用研究

姚腾有

武汉综合交通研究院有限公司 湖北 武汉 430000

**【摘要】**：公路交叉口是交通流转换的关键节点，它的通行效率好坏直接关系到整个路网的运行质量。渠化设计是通过合理规划车道、设置导流设施等手段改善交通组织，是提高交叉口交通流畅性的主要技术手段。本文从交通工程学的基本原理出发，阐述公路交叉口渠化设计的核心内容和设计原则，结合具体的设计要素分析渠化设计对交通流畅性的影响机理，用具体的案例来证明渠化设计的应用效果，提出相应的优化建议，为公路交叉口规划设计和改造升级提供理论依据和实践指导。

**【关键词】**：公路交叉口；渠化设计；交通流畅性；通行效率；优化策略

DOI:10.12417/2811-0722.26.02.053

## 1 引言

伴随着我国公路交通网络的不断完善，机动车保有量不断增多，公路交叉口的交通压力越来越大。交叉口是不同方向交通流交汇的地方，车辆转向、行人横穿等交通行为比较频繁，容易造成交通拥堵、车辆交织冲突等情况的发生，降低了路网通行效率，增加了交通事故发生率。我国道路交通事故60%左右在交叉口处，交通组织不合理所导致的冲突也占很大比例。在这样的背景之下，如何通过科学的设计手段来改善交叉口的交通组织、提高交通的流畅性，成为交通工程领域急需解决的重要问题。渠化设计属于一种低成本、高效益的交叉口改善技术，依靠物理隔离设施或者路面标线等手段，确定交通行驶轨迹，分离冲突点，规范车辆及行人通行秩序。近些年来，该技术在我国各级公路交叉口改造中被广泛应用，但是由于部分设计方案没有充分考虑交叉口的实际交通特征，造成优化效果不理想。因此，本文从公路交叉口渠化设计对交通流畅性的作用入手，分析设计要素与流畅性指标之间的关系，给设计方案的优化提供依据。

## 2 公路交叉口渠化设计核心内涵与设计原则

### 2.1 核心内涵

公路交叉口渠化设计就是对交通流量、交通组成等进行分析，根据道路地形情况利用分车带、分隔带、渠化岛、导向车道等来实现不同种类车辆按规定的路线通行，减少交通事故的发生，提高交通通行的效率和安全性的一种设计方法。其主要目的是通过改进交通流的运行轨迹，使交通流达到有序化、规范化的状态，减少交通流的交叉冲突，充分地使用好交叉口的空间资源。

### 2.2 设计原则

安全性原则是渠化设计的首要原则，采用分离冲突的交通流、确定通行权、减少车辆转弯的干扰等措施来减小交通事故发生的几率。效率性原则即设计方案要充分适应交通流量的特点，合理地划分车道的功能，提高交叉口单位时间内车辆的通行能力。适应性原则指的是设计方案要联系交叉口的地形地

貌、周边用地性质、交通组成等实际情况，不能生搬硬套标准设计方案。人性化原则要同时满足行人通行需要，增设适当的人行道、非机动车道、过街设施保证弱势群体安全通行。经济性原则指在达到设计目标的前提下，对工程造价、后期维护费用等进行合理控制。

## 3 公路交叉口渠化设计核心要素

公路交叉口渠化设计涵盖多个核心要素，各要素的设计合理性直接影响渠化效果。结合公路交叉口交通运行特征，核心设计要素主要包括导向车道设计、渠化岛设计、导流标线设计、分隔设施设计及非机动车与行人渠化设计。各要素的具体设计内容如下表所示。

表1 各要素的具体设计内容

设计要素	核心设计内容	设计关键点
导向车道设计	车道数量确定、车道功能划分、车道宽度设置、渐变段长度设计	结合交通流量预测结果确定车道数量；根据转向流量比例划分直左直右等功能；车道宽度按3.25-3.5m标准设置；渐变段长度适配设计车速
渠化岛设计	岛型选择、岛体尺寸确定、岛面设施布置	根据交叉口形状选择圆形、矩形或三角形岛；岛体尺寸需满足车辆转向半径要求；岛面设置绿化或标志标线，避免遮挡视线
导流标线设计	标线类型选择、标线尺寸标注、标线颜色搭配	采用白色实线明确导流轨迹；标线宽度和长度符合交通标线规范；与其他标线协调搭配，提升辨识度
分隔设施设计	设施类型选择、设施高度与长度设计	机动车道采用护栏或隔离墩分隔；非机动车道采用绿化带或标线分隔；设施高度和长度需满足安全隔离和视线通透要求
非机动车与行人渠化设计	非机动车道划分、行人过街通道设置、安全岛布置	设置独立非机动车道，避免与机动车混行；行人过街通道与车辆通行相位协调；大型交叉口设置安全岛，保障过街安全

## 4 渠化设计对交通流畅性的作用机制分析

交通流畅性主要用通行能力、平均车速、交通延误、排队长度等指标来度量。渠化设计通过优化各个核心要素，从减少交通冲突、提高空间利用率、规范交通流运行等多方面来提高交通流畅性，具体作用机制如下。

### 4.1 减少交通冲突点，降低通行干扰

未渠化的交叉口，不同方向的直行、左转、右转车辆和行人、非机动车混杂在一起，产生大量的冲突点，是造成交通拥堵和事故的主要原因。通过渠化设计可以实现交通流的物理或者虚拟分离，设置渠化岛和分隔设施来分离直行和转向车辆，减少车辆交叉冲突，划分专用导向车道，使不同转向的车辆有序排队，避免加塞和抢道，设置专用非机动车道和人行道，分离机动车、非机动车、行人，减少混行干扰。数据显示，合理的渠化设计可以减少交叉口冲突点 30%到 50%，大大减小交通干扰。

### 4.2 优化车道资源配置，提升通行能力

渠化设计是根据交叉口各个方向的交通流量、转向比例来合理划分导向车道数量、功能，从而达到提高车道资源利用率的目的。对于转向流量较大的方向可以设置专用转向车道，防止单一车道承担多种转向功能造成通行瓶颈；对于潮汐式交通流量特征明显的交叉口可以设置可变导向车道，根据不同时段交通流量变化调整车道功能，提高车道利用率。同时优化车道渐变段设计，减少车辆变道干扰，提高车辆通行效率。实践证明经过渠化的交叉口通行能力可提高 20%到 40%，能缓解交通拥堵。

### 4.3 规范交通流运行轨迹，减少交通延误

没有进行渠化的交叉口，车辆行驶轨迹混乱，随意变道、转向的现象普遍存在，车辆减速、停车频率大大提高，交通延误严重。渠化设计通过设置导流标线、导向箭头等装置来明确车辆行驶路线，使车辆按预定线路行驶；渠化岛可以改善车辆的转向半径，让转向车辆平稳行驶；渠化后可以提高信号配时的合理性，减少车辆在交叉口的等待时间。根据有关测试数据，渠化改造以后，交通口的车辆平均延误可降低 25%至 35%，排队长度缩短超过 30%。

### 4.4 保障弱势群体通行，提升整体通行秩序

行人和非机动车属于交通弱势群体，它们的通行安全及效率同交叉口整体的交通流畅程度存在关联。渠化设计通过设置专用人行道、非机动车道、过街斑马线和安全岛等方式来规定行人和非机动车的通行空间，使行人和非机动车的行驶不干扰到机动车；在大型交叉口处设置安全岛可以保证行人分阶段过街，减小行人过街时间和风险；优化信号相位来合理分配机动车与行人、非机动车的通行权利，既保证弱势群体的通行安全，又提高整体通行秩序。

## 5 案例分析

### 5.1 案例概况

选取某城市近郊公路交叉口作为研究对象，该交叉口为十字路口，连接城市主干道与郊区公路，主要服务机动车、非机动车和行人交通。改造前，该交叉口未进行系统渠化设计，车道功能划分不明确，机动车、非机动车混行严重，早晚高峰期间交通拥堵明显，车辆平均延误时间较长，交通事故发生率较高。通过现场调研，改造前交叉口主要交通运行指标如下表所示。

表 2 改造前交叉口主要交通运行指标

评价指标	数值
高峰小时通行能力 (pcu/h)	1850
车辆平均车速 (km/h)	12.3
车辆平均延误 (s/辆)	78.5
高峰小时排队长度 (m)	120
月均交通事故数 (起)	8

### 5.2 渠化改造方案

结合该交叉口交通运行特征，制定如下渠化改造方案：一是优化导向车道设计，根据各方向交通流量比例，将东西向主干道车道划分为 2 条直行车道、1 条左转车道和 1 条右转车道，南北向公路车道划分为 1 条直行车道、1 条左转车道和 1 条右转车道，增设车道渐变段，长度设置为 50m；二是设置渠化岛，在交叉口中心设置圆形渠化岛，引导车辆转向，在四角设置三角形渠化岛，分离行人与机动车；三是完善导流标线和导向箭头，明确车辆行驶轨迹，增设非机动车道标线，划分专用非机动车通行空间；四是优化行人过街设施，设置斑马线和安全岛，保障行人过街安全。

### 5.3 改造效果分析

渠化改造完成后，对交叉口交通运行指标进行再次调研，结果如下表所示。对比改造前后数据可知，渠化改造后，交叉口高峰小时通行能力提升至 2680pcu/h，提升幅度达 44.9%；车辆平均车速提升至 18.7km/h，提升 52.0%；车辆平均延误降至 46.2s/辆，下降 41.1%；高峰小时排队长度缩短至 70m，下降 41.7%；月均交通事故数降至 3 起，下降 62.5%。改造后，交叉口交通拥堵现象得到显著缓解，交通流畅性和安全性大幅提升，验证了渠化设计对提升交通流畅性的显著作用。

表 3 改造效果

评价指标	改造后数值	变化幅度
高峰小时通行能力 (pcu/h)	2680	+44.9%

评价指标	改造后数值	变化幅度
车辆平均车速 (km/h)	18.7	+52.0%
车辆平均延误 (s/辆)	46.2	-41.1%
高峰小时排队长度 (m)	70	-41.7%
月均交通事故数 (起)	3	-62.5%

## 6 公路交叉口渠化设计优化策略

### 6.1 强化前期交通调研, 精准适配交通特征

前期交通调研为渠化设计打下了基础, 要全面收集交叉口的交通流量、转向比例、交通组成、高峰时段分布等数据, 结合周边用地性质以及未来交通发展规划来精准把握交通特征。对于交通流量较大的交叉口, 用动态监测技术实时采集、分析数据。为此给出车道功能划分、渠化设施布置等的依据, 防止因设计与实际交通需求不符而造成损失。

### 6.2 结合信号配时优化, 提升协同效果

渠化设计与信号配时息息相关, 两者相辅相成才能最大限度提高交叉口的通行能力。渠化设计中要充分考虑信号相位的划分, 按导向车道的功能设置适当的相位, 防止因车道功能与信号相位不相适应而造成的拥堵。对设有专用左转、右转车道的交叉口来说, 可以改善信号配时方案、配置专用相位以提高转向车辆的通行效率, 引进智能信号配时系统根据实际的交通流量动态改变信号时长, 和渠化设计之间产生协同效应。

### 6.3 兼顾全交通参与者, 完善人性化设计

渠化设计要考虑机动车、非机动车和行人通行的需要, 做好人性化设计。对非机动车流量大的交叉口设置物理隔离的专用非机动车道, 与机动车混行; 行人流量大的地方优化过街通

道布局, 增设斑马线、行人信号灯、安全岛, 缩短行人过街距离和等待时间; 对老年人、儿童等弱势群体加宽人行道、安全岛, 设置减速带等设施, 提高通行安全性、舒适性。

### 6.4 加强后期维护管理, 保障设计效果持续发挥

渠化设计的效果要靠后期的维护管理来持续发挥。需要定时对渠化设施进行检查和维修, 及时修补损坏的导流标线、分隔设施、渠化岛; 加强交通执法管理, 对压线、不按导向车道行驶等违法行为进行查处, 规范交通流运行秩序; 根据交通流量变化和周边路网的调整, 及时对渠化设计方案进行优化, 保证其始终适应交通运行的需求。

## 7 结论

公路交叉口渠化设计通过优化导向车道、设置渠化岛、完善导流设施等方式可以减少交通冲突点、提高车道资源利用率、规范交通流运行轨迹, 从而提高通行能力、减少延误、改善交通秩序, 对提升交通流畅性起到关键作用。本文经由理论剖析与实例证实得知, 合理的渠化设计能使交叉口的通行能力提升 20%-40%, 车辆的平均延误缩减 25%-35%, 通行安全也得到明显改善。渠化设计时要遵照安全性、效率性、适应性、人性化、经济性原则, 联系前期交通调研、信号配时改良以及后期养护管理, 保证设计成果充分发挥。随着智能交通技术的发展, 未来公路交叉口渠化设计可以利用大数据、物联网、人工智能等技术来完成智能化升级。利用智能监测设备对交通流数据进行实时采集, 通过大数据分析实现渠化设计方案的精准优化; 结合自动驾驶技术的发展, 设计出适应自动驾驶车辆运行需求的渠化方案, 提高交通流运行的智能化水平; 同时可以将渠化设计同周边路网整体规划结合起来, 达到交叉口与路网协同优化的目的, 从而提高整个路网运行质量。

## 参考文献:

- [1] 刘广勋.公路平面交叉道设计研究[J].河南科技,2020,39(28):105-107.
- [2] 刘冠毛.农村公路与集散一级公路平面交叉口安全优化设计研究[C]//江西省工程师联合会.第二届智能工程与经济建设学术研讨会论文集(二).海南省交通规划勘察设计研究院有限公司;,2025:414-418.
- [3] 徐开银.BIM技术在公路平面交叉设计中的应用[J].智能城市,2024,10(05):105-107.
- [4] 许天丰,李海龙.高等级公路的交叉口设计方法与过程[J].黑龙江交通科技,2022,45(06):42-44.
- [5] 李劲夫,胡少帅,向健.多路畸形交叉口交通组织渠化设计研究[J].公路与汽运,2019,(06):30-33.