

DOI: 10.16799/j.cnki.esdqyfh.250662

多岔路口交通秩序管理优化对策

葛刚磊

(华昕设计集团有限公司, 江苏 无锡 214072)

摘 要: 随着城市路网体系的发展变化及交通流量的快速增长, 遗留的多岔路口易成为城市交通管理的堵点、乱点。为改善多岔路口的交通秩序、提高通行能力, 基于驾驶员行车状态下的视角范围, 分别提出了交安设施的优化方法、化繁为简的工程改造对策。近期不具备土建改造条件的多岔路口, 可以通过增设地面文字标记、优化标志版面设计、调整信号管控模式等方式提升路径指引服务; 具备调整为常规路口条件的节点, 可以通过削减相交道路数量、弱化相交道路功能、调整相交道路线型、精细化路口设计的方式, 实现交通组织问题的优化与根治。

关键词: 多岔路口; 化繁为简; 文字标记; 精细化

中图分类号: U412.35; TU997 **文献标志码:** B **文章编号:** 1009-7716(2026)01-0153-06

Optimization Countermeasures for Traffic Order Management at Multi-fork Intersections

GE Ganglei

(Huaxin Design Group Co., Ltd., Wuxi 214072, China)

Abstract: With the development and change of the urban road network system and the rapid growth of traffic flow, the remained multi-fork intersections are easy to become the congestion and chaos points of urban traffic management. In order to improve the traffic order and improve the traffic capacity of multi-fork intersection, the optimization method of traffic safety facilities and the engineering reconstruction countermeasure to simplify the complexity are put forward respectively based on the driver's field of view in the driving state. For multi-fork intersections that do not have the conditions for civil engineering reconstruction recently, the path guidance service can be improved by adding ground text marks, optimizing the design of the sign layout, and adjusting the signal control mode. Nodes that meet the conditions to be adjusted to regular intersections can achieve the optimization and radical solution of traffic organization problems by reducing the number of intersecting roads, weakening the functions of intersecting roads, adjusting the alignment of intersecting roads, and refining the design of intersections.

Keywords: multi-fork intersection; simplify the complexity; text markers; refining

0 引 言

交叉口是城市交通路网稳定性、可靠性、连通性的关键节点, 我国交通建设的早期阶段, 路网密度低、道路车流量少、无需信号控制, 多路交叉口组织是节省道路建设成本、提高路网通达性的有效方式^[1], 较好解决了前期交通规划不足背景下的路网联通度问题。随着城市建设的不断加快, 城市框架、路网体系、道路流量都发生了翻天覆地的变化, 多岔路口开始呈现通行能力不足、交通组织复杂、交通管

理困难等问题, 诸如环岛、多相位信号控制的方法均在一定阶段呈现出通行能力短缺的窘境, 彻底解决好多岔路口交通问题对顺畅道路通行环境、提升关键节点秩序、统筹协调车流分布、提升路网韧性具有重要意义^[2-4]。

1 多岔路口的问题分析

1.1 车道导向分布不明确

多岔路口在设计时难以准确划分车道功能, 直行车道可能带有明显的右转轨迹, 左转方向的对应出口车道可能不止一条, 上述单个或组合式导向箭头均难以有效指引具体的某个分岔方向, 易引起驾驶员误解, 即便采用数字序号、方向注明等辅助标

收稿日期: 2025-06-30
作者简介: 葛刚磊(1985—), 男, 硕士, 高级工程师, 从事道路交通咨询及设计工作。

识,不熟悉路况的驾驶员仍极易走错路、行错道,甚至部分车辆察觉错道后停滞在路口内,影响后方其他车辆通行^[5]。

1.2 指路信息表达不实用

交叉口的指路标志系统包括预告、告知、确认三类标志,其中一般城市道路交叉口仅设置告知、确认标志牌,即日常所指的指路标志(告知)、路名牌(确认)。由于多岔路口相交道路过多、路名过杂、标志牌尺寸及版面内容受限,多岔路口的指路告知标志牌难以形象、完整地表达指路系统信息,存在信息过载、关键信息不足等设计难点与现实问题,实用性偏差^[6]。

1.3 路口交通秩序偏差

交叉口内冲突点数随着相交道路的增加呈几何级数增长(见表1),常见的交通组织模式主要包括环岛、多相位信号灯两种^[7]。其中,环岛组织的多岔路口通行能力较低,环岛内车流多次交织,外环车流极易堵塞内环欲向右驶出的车流^[8]。

表1 交叉口冲突点数量				
交叉口形式	交叉点	合流点	分流点	合计
T形路口	3	3	3	9
十字路口	16	8	8	32
五岔路口	50	15	15	80
六岔路口	124	24	24	172

信号灯控制的多岔路口无论是交通秩序性、顺畅性还是慢行友好程度,较环岛均有一定的提升,交通管理的可用手段也更加丰富,但仍存在易堵、易乱的问题^[9-10]。具体表现为:一是道路指示标志、指引系统的不明确,影响驾驶员的分流方向判别,导致路口车流停滞;二是路口渠化率不足、行车速度低于一般路口、路口整体集散效率降低,导致路口拥堵;三是多岔路口事故频发、事故处理不及时,形成路口黑点,甚至导致路口瘫痪。

1.4 行人过街不便捷

多岔路口对慢行交通的影响十分明显,一方面是过街安全难以保障,多岔路口信号相位较多,各进口道绿信比本身不足的情况下,行人与相邻进口道右转车流、其他进口道直行及左转车流均有冲突,过街安全难以保障^[11-12];另一方面是过街效率降低,在国内交叉口鲜有X形行人过街的情况下,随着路口相交道路数的增加,行人最大过街次数、行人与路口右转车流的冲突点均增加,过街时长呈倍数增长(见表2)。

表2 多岔路口行人最大过街次数							
交叉口路数	3	4	5	6	7	2n	2n+1
过街次数	1	2	2	3	3	n	n

1.5 车辆转向不平稳

汽车的转弯半径 $R=L/2(\sin\psi)$,其中 L 、 ψ 分别为车长、车辆方向最大转角。随着行车速度越高,车辆方向最大转角 ψ 的最大值减小,汽车轨迹转弯半径增加,一般小汽车静止启动状态下的最小转弯半径 $R_{\min}=5\sim6\text{ m}$,路口行车状态下最小转弯半径基本在 $R_{\min}=10\text{ m}$ 。多岔路口包含多条小角度相交道路,允许车辆的转弯半径值较小,车辆转弯较急,部分窄路岔口甚至需二次转向。

2 多岔路口的优化对策

2.1 工程改造对策

(1)削减路口相交道路。完善区域路网结构,在保留主通道交通功能的基础上,通过取消某相交道路或将某相交道路调整为步行道,将原来的多岔路口调整为相对规整的十字交叉口,优化多岔路口秩序^[13](见图1)。



图1 削减路口路数示意

(2)削弱进口道功能。多岔路口堵点、乱点主要症结在于进口道车流难以管理,可削弱或取消部分道路的进口功能,如可结合路网条件将某一相交支路调整为单行道(单向出口通道);或限制某相交道路的转向功能,如某相交道路进口道仅能右转,以简化路口交通组织(见图2、图3)。

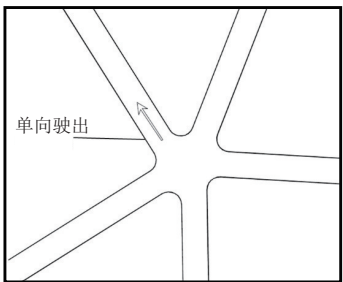


图2 削减为单向驶出

(3)调整为两个路口。针对空间较大的多岔路口,局部调整相交道路线型,使多岔路口调整为两个

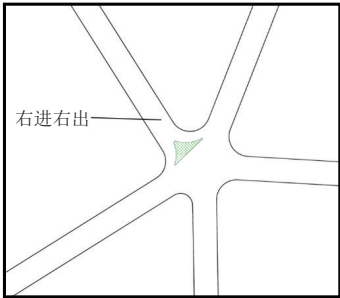


图3 削减为右进右出

简易交叉口的组合^[14],如五岔路口可以简化为十字交叉口+T形交叉口,六岔路口可以简化为十字交叉口+十字交叉口(见图4、图5),T形交叉口按右进右出组织,相邻交叉口间应采用信号联控。



图4 调整为两个路口(一)

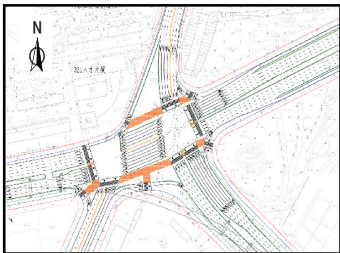


图5 调整为两个路口(二)

(4)精细化标志标线设计。在上述改造的基础上,完善路口导流线、待行区、右转警示区、二次过街安全区等精细化设计;在非机动车量较大的城市区域,应减少渠化实体岛的使用,缘石半径过大可采用标线岛予以替代,结合右转警示区设置非机动车前置待行区,提高慢行交通的舒适性、便捷性,不断提升道路交叉口稳静化、秩序化管理水平。

2.2 多样化交通杆件布置

结合《汽车驾驶员前方视野要求及测量方法》(GB 11562—2014),驾驶状态下的垂直视角基本在7°左右,按照交通设施4.5 m的净空、1.5 m的标志版面宽度、驾驶员视点1.5 m垂直高度,驾驶员需要在标志牌上游37 m前完成信息获取,通过调整驾驶坐姿、仰头等方式也一般需要在标志牌上游10 m前完成信息获取,驾驶员获取标志牌的有效时间较短,大约为3 s。

城市道路的指路标志、导向车道标志一般布置

于车道右侧设施带,受杆件挑臂长度不足、设施带绿化遮挡等因素影响,靠左侧车道车辆难以有效视认标志信息,面对多岔路口等复杂交通路况时更加容易行驶方向错误。因此,交通设施维护更新时应增长挑臂长度、及时清理市政绿化,可采用反挑臂、门架等杆件形式替换,并利用驾驶员的向下视角增设地面指示。

2.3 交通指示设施优化

在维持多岔路口总体交通组织的基础上,基于驾驶员动态视野,可通过车道指示优化、放行管理措施调整来保障路口分流秩序,包括增加车道文字标记、指路告知标志简易图形化、信号控制方式多样化等具体手段^[15]。

2.3.1 增设地面文字标记

文字标记在快速路、高速公路上的应用已颇多,在车道指示、限速控制等方面均起到了较好的作用,但文字标记在普通道路上的指示应用仍然较少。

多岔路口相交道路若涉及城市干路,则会出现进口道渠化车道数多、展宽段长,通过设文字标记强化路径指引具有良好的效果;文字标记同样可用于相交支路,辅助道路限行管理。

(1)文字施画位置。文字标记的位置宜从渠化段开始布置,如渐变交织段过短,则可从路口展宽段起点开始布置;考虑到前方缓冲车辆会遮挡地面文字标记,交叉路口文字标记宜按照由近及远顺序排列(见图6);可根据展宽段长度重复施画,部分方向性已较为明确的车道可不施画。

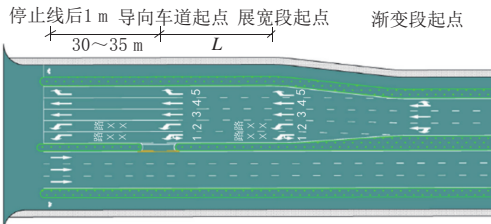


图6 文字标记施画位置示意图

(2)文字内容。文字内容可以选择路名指引、关键地点指引,必要时可将其组合(见图7),地面文字标记应与车道行驶方向标志内容相互一致,避免产生冲突。文字内容应尽量简练易识,如关键地点名称可采用简称。此外,可对车道进行编号,车道行驶方向标志宜采用分离式布置于车道正上方(便于驾驶员视认),结合商业地图的车道划分播报及导航功能可较好辅助驾驶员驶入正确道路。

(3)文字规格。文字尺寸与间距应结合车流

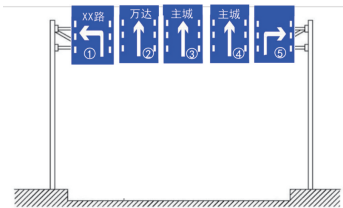


图7 车道行驶标志布置案例

速度来定,《城市道路交通标志和标线设置规范》(GB 51038—2022)中仅给出了路段文字规格的区间范围(见表3)。考虑到路口的平均时速有所降低,可按照时段设计时速的70%折减后参照规范标准实施(见表4)。结合车辆驾驶习惯及既有实施效果(见图8),本文给出文字规格的具体建议值见表4。

表3 GB 51038中路段的路面文字标记规格 单位:cm

设计速度/ (km·h ⁻¹)	字高		字宽		字间距		
	汉字	字母、数字	汉字	字母、数字	纵向	汉字(横向)	字母、数字(横向)
50、60、80	300~400	280	100~150	50	150~200	20	10
40、30、20	150~200	140	50~70	25	100~150	20	8

表4 交叉口渠化段路面文字标记规格建议值 单位:cm

设计速度/(km·h ⁻¹)	字高		字宽		字间距		
	汉字	字母、数字	汉字	字母、数字	纵向	汉字(横向)	字母、数字(横向)
40	180	140	80	25	120	20	8
60	200	140	80	25	150	20	8
80	350	280	120	50	300	20	10

(4)文字颜色及材料。文字指引地点标识宜采用白色,地面车道序号标识可采用白色或黄色;标线材料可与导向箭头一致,考虑到文字内容更改的便捷性,文字可采用热熔材料施画,序号标识可使用成品粘贴式标记(见图8)。



图8 文字标记施画案例

2.3.2 指路标志简易图形式

市政道路的指路标志信息量较大,干路指路标志一般包含相交道路、相邻道路、前方相交道路等近、远多重信息,非交通行业人员鲜有明白标志牌全部含义,多数驾驶员仅可从标志牌获悉相交道路及前方相交道路情况。针对多岔路口本身导向混乱的实际,指路告知标志可采用驾驶员视角的简易图形式(非抽象式),舍弃近远相邻道路信息及外文文字,按照驾驶员当前视角标注驾驶员当前位置、相交道路情况(见图9),必要时可配置辅助标志牌为特定的交通组织管理加以说明。

2.3.3 采用多样信号控制方式

(1)单口轮放。相交道路流量差异较为明显时,可采用某进口道左、直、右同时放行的模式,信号配

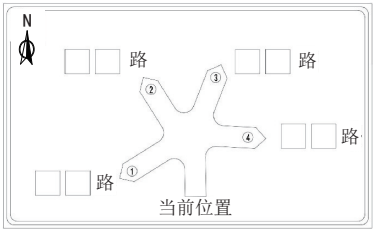


图9 驾驶员视角的多岔路口指路标志样式

时根据流量分布配置,大流量路口多配,小流量路口少配,以实现绿信比合理、通行效率与路口流量协调匹配。

(2)增设多组箭头灯。根据多岔路口的道路相交角度定制道路箭头标记及信号灯组,如某两条相交道路角度小于45°,则可通过增设右向掉头、掉头等信号灯组控制转向交通(见图10),减少路口机动车冲突、机动车与行人冲突^[16]。

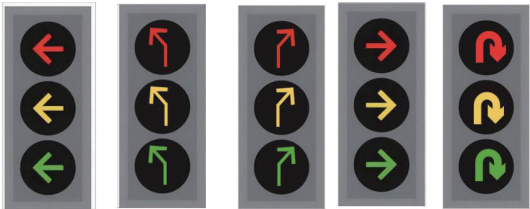


图10 多岔路口信号灯组样式

3 案例简析

3.1 项目概述

案例路口(天元东路-龙眠大道-泉东路-城东路交叉口)为五岔路口,是连接2个组团的交通枢纽节点,交通量主要分布在天元东路、龙眠大道上,城

东路交通量虽少,但其作为客运站进出关键通道长期存在并影响着路口运行,该路口成为片区最为拥堵的1处多岔路口(见图11、图12)。信号方案调整、车道压缩展宽等优化措施尝试后,节点交通拥堵有所缓解,但总体效果甚微(见图13、图14)。



图 11 节点改造前(一)



图 12 节点改造前(二)

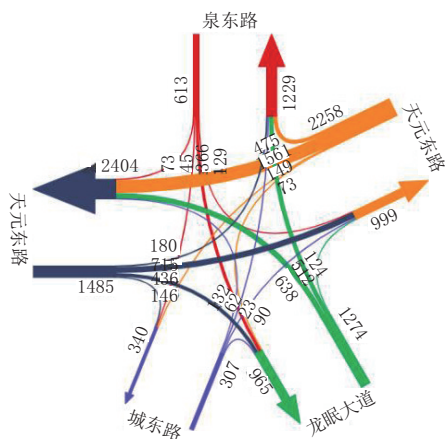


图 13 节点车流分布

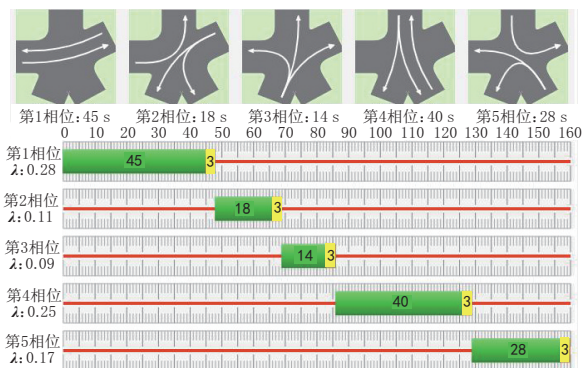


图 14 信号控制方案

3.2 节点改造方案

3.2.1 总体思路

综合周边用地条件、路网结构、节点交通流量分布、途经公交线路及客运班线分布等现状及规划情况,通过削弱城东路进出功能,将城东路连接至天元路-龙眠大道右转道,简化天元东路-龙眠大道-泉东路-城东路交叉口为常规十字交叉口(见图15),调整后城东路仅能从天元西路驶入、仅能右转驶出至龙眠大道,客运班线需局部绕行。

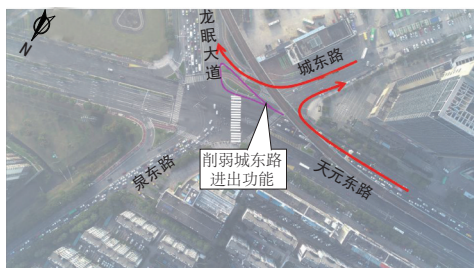


图 15 节点改造思路示意

3.2.2 具体改造内容

(1)通过削弱城东路功能,五岔口调整为十字交叉口组织,城东路仅能从天元西路驶入,仅能右转驶出至龙眼大道。

(2)展宽路口渠化,确保路口车道渠化数量满足蓄车空间需求。

(3)实体岛改标线岛,涉及地下管线予以迁改,非机动车于停止线上游等待红绿灯。

(4)天元西路右转至龙眠大道(西向南)取消右
转箭头灯,十字路口内右转不受控。

(5)完善精细化设计,路口停止线适当后退,设置待转区及导流线,并确保交叉口空间充裕、车辆转弯半径充足,设置行人二次过街安全区(见图16)。

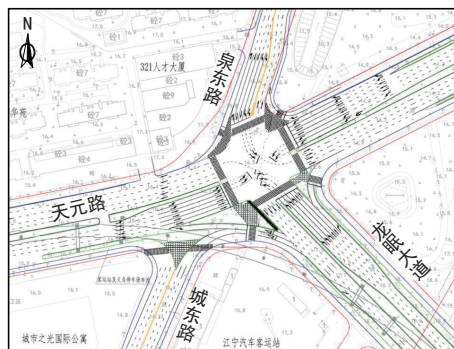


图 16 节点优化方案

3.3 改善效果仿真评价

根据 VISSIM 交通仿真运行数据(见图 17、图 18),该路口通行效率及通行秩序明显提升,其中泉东路(北进口)左转通行能力提升约 15%、直行提升

35%,天元路(西进口)直行通行能力提升约30%。改善后该处节点不再成为路网交通疏堵保畅的瓶颈。

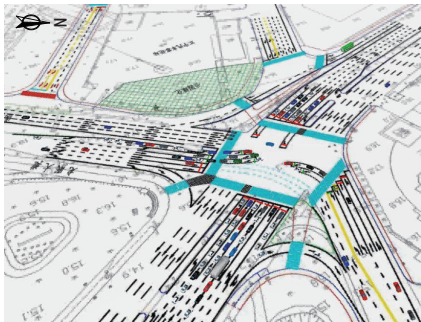


图 17 VISSIM 仿真界面(一)

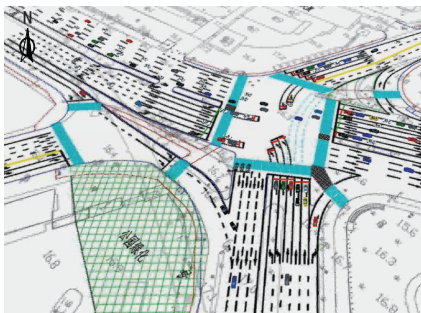


图 18 VISSIM 仿真界面(二)

表 5 仿真数据对比

项目	交叉口各方向	停车次数/次	通行能力/(pcu·h ⁻¹)
原方案	泉东路	1.32	1 442
	天元路东	1.56	2 865
	龙眠大道	1.44	2 430
	城东路	0.85	1 136
	天元路西	1.23	2 132
改善方案	泉东路	1.13	1 758
	天元路东	1.42	2 955
	龙眠大道	1.36	2 610
	城东路	0.81	1 280
	天元路西	0.97	2 648

4 结 语

交叉口是路网稳定性、可靠性的关键,多岔路口冲突点过多、秩序混乱,传统的环岛方案已难以满足

交通组织需求。基于驾驶员实际行车视角,本文建议采用化繁为简的方式将多岔路口调整为十字路口组织,实现交通组织复杂问题的简化与根治;短期内无法实施改造的情况下,可先通过增设地面文字标记、优化标志版面设计、调整信号管控模式予以缓解。

参考文献:

[1] 张震山.城市多路交叉口设计方法和应用实例[J].中国市政工程,2008(增刊1):11-13;81.

[2] 王玮,过秀成.交通工程学[M].南京:东南大学出版社,2011.

[3] 马庆禄,王琪,乔娅.城市多路汇入交叉口交通组织优化方法[J].科学技术与工程,2018(24):157-264.

[4] 黄懿海.城市多路交叉口改善方法研究与实例分析[J].西部交通科技,2016(3):91-95.

[5] 李尚辉,张正雄,潘瑞春,等.多路交叉口改善设计方法研究[J].西部交通科技,2015(8):1-6.

[6] 李胜利.道路不规则交叉口渠化设计方法[J].北方交通,2013(1):30-32.

[7] 常向征,李佩.五路灯控交叉口交通组织优化方法研究[J].市政技术,2019(1):20-23.

[8] 张卫华,王召阳,张胜凯.五路交叉口交通改善方法及其应用[J].交通科技,2011(1):93-99.

[9] 陈柯.多路交叉口交通组织及控制研究[D].西安:长安大学,2015.

[10] 李尚辉.城市道路畸形交叉口改造优化设计与评价研究[D].福州:福建农林大学,2015.

[11] 叶亮.城市多路交叉路口的交通治理措施研究[J].城市道桥与防洪,2006(4):60-63.

[12] 曲昭伟,段宇洲,宋现敏,等.环形交叉口通行能力研究综述及展望[J].交通运输系统工程与信息,2014(5):15-22.

[13] 侯培国,洪嘉阳,余焊威,等.驾驶员视角和后视效应对交通流稳定性的影响分析[J].北京交通大学学报,2018,42(4):85-91.

[14] 曹更立,朱先艳,肖程文.城市多路交叉口交通组织优化设计策略[C]//城市发展与规划论文集.北京:中国城市科学研究会,2019:545-550.

[15] 杨伟,马传继.城市多路交叉口交通组织优化设计[J].交通科技与经济,2013(6):70-72;83.

[16] 何春光,刘小勇,孙亮,等.城市道路错位交叉口信号协调控制方法研究[J].重庆交通大学学报(自然科学版),2013(6):1224-1227.