Open Journal of Transportation Technologies 交通技术, 2025, 14(4), 412-423
Published Online July 2025 in Hans. https://www.hanspub.org/journal/ojtt
https://doi.org/10.12677/ojtt.2025.144042

Hans汉斯

定向车道设置设计与仿真评价

高　荷，张子珺，莫天明，秦智健，沈艺梦，粟顺友，葛孝玓，李英帅*

南京工业大学交通运输工程学院，江苏　南京

收稿日期：2025年4月24日；录用日期：2025年7月7日；发布日期：2025年7月16日

摘　要

为了对交通节点上游车辆进行提前分流，降低因车辆换道所产生的路段交织冲突，对定向车道进行设置设计与仿真评价。首先，基于定向车道起点车辆分流行为特征，通过驾驶员对定向车道预告标识的认知判断，确定定向车道在交通分流区的位置；其次，基于合流区交通运行特性，建立元胞自动机合流区模型，通过分析不同车道车辆的运行状况，求出定向车道距上游合流区的合理距离；最后，通过VISSIM仿真软件对某一交织路段是否设置定向车道进行仿真，从仿真结果可以得出：与不设定向车道相比，在设置定向车道的路段上，车辆通行速度提升13%，车辆的延误降低69%，车辆停车次数降低93%。结果表明：定向车道有效避免了交织区的形成，对于提升道路交通安全性有着重要作用。

关键词

交通工程，定向车道，跟驰变道，VISSIM仿真，效果评价

Simulation and Effect Evaluation of Directional Lane Application

He Gao, Zijun Zhang, Tianming Mo, Zhijian Qin, Yimeng Shen, Shunyou Su, Xiaoyu Ge, Yingshuai Li*

School of Transportation Engineering, Nanjing Tech University, Nanjing Jiangsu

Received: Apr. 24th, 2025; accepted: Jul. 7th, 2025; published: Jul. 16th, 2025

Abstract

This study aims to design and evaluate the implementation of directional lanes to preemptively divert upstream traffic at nodes, thereby reducing weaving conflicts caused by lane changes. Initially, the characteristics of vehicle diversion behavior at the starting point of directional lanes are analyzed. By understanding drivers' cognitive judgments of directional lane signage, the optimal location

*通讯作者。

文章引用: 高荷, 张子珺, 莫天明, 秦智健, 沈艺梦, 粟顺友, 葛孝玓, 李英帅. 定向车道设置设计与仿真评价[J]. 交通技术, 2025, 14(4): 412-423. DOI: 10.12677/ojtt.2025.144042

for directional lanes within the traffic diversion area is determined. Subsequently, a cellular automaton model of the merging area is developed based on the traffic operation characteristics of the merging zone. This model is used to analyze the traffic conditions of different lanes and calculate the appropriate distance of directional lanes from the upstream merging area. Finally, VISSIM simulation software is employed to simulate whether a directional lane should be set up in a specific weaving section. The simulation results indicate that, compared to sections without directional lanes, those with directional lanes experience a 13% increase in vehicle speed, a 69% reduction in vehicle delay, and a 93% decrease in the number of vehicle stops. These findings demonstrate that directional lanes effectively prevent the formation of weaving zones and play a significant role in enhancing road traffic safety.

Keywords

Traffic Engineering, Directional Lanes, Follow the Lane Change, VISSIM Simulation, Effect Evaluation

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.
This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).
http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Open Access

1. 引言

交织区是道路的主要瓶颈路段，大量的变道，汇合行为会对驾驶安全造成严重的影响[1]，国外关于交织区交通运行影响因素相关研究如表 1 所示[2]。

Table 1. Traffic operational influences
表 1. 交通运行影响因素

作者或文献	发表时间	长度	车道数	总交通量	交织交通量	外侧交通量	车道分布
HCM	1965	√	√	√	√	√	
NCHRP159	1975	√	√				
Leish	1979	√	√	√	√		√
JHK	1984	√	√	√	√		
HCM	1985	√	√	√	√		
Fazio	1986	√	√		√		√
Roess	1987	√	√	√	√		
Cassidy	1989	√	√	√	√		
HCM	2000	√	√	√	√		
Hehsam	2005	√	√	√	√		
HCM	2010	√	√	√	√		
HCM	2016	√	√	√	√		
HCM	2022	√	√	√	√		

由表 1 可知，在传统车流交织分析中，通常会综合考虑多个影响因素，交织长度、车道数量、交织交通量及总交通量等核心要素对交织区域的交通运行效率至关重要。为减轻交织区大量变道所带来的安

全隐患，定向车道被提出。定向车道是一种专为特定行驶方向设置的专用道路，车辆一旦驶入便禁止进行车辆的换道操作。即，在定向车道范围外的其他车道的车辆不能随意变道进入定向车道，同理定向车道内的车辆也不能变道驶出。这种设计能够对关键交通节点进行提前分流，有效减少因车辆换道所产生的路段交织冲突，从而降低安全隐患。目前，国内外对于定向车道的研究较少，且定向车道仅在重庆、哈尔滨、常州、南京等地方进行试点。

定向车道的应用效果评价主要从减少路段延误来判断，在国内，最早丁建勋等[3]研究发现换道车辆比例对进口道流量有负面影响，换道行为越多，进口道流量越小。郭文莲[4]分析了城市道路车辆变道行为，建立了最小纵向安全距离模型，刘伟等[5]在此基础上明确了定向车道终点至城市干道分流点最小净距的定义，提出了不同设计速度及不同车道下的最小净距建议值。周忠耀[6]基于定向车道对瓶颈点上游路段交通运行的影响，提出了在不同应用场景下定向车道起始端设置的优化措施。此后，胡浩[7]，陈波[8]分别从定向车道设置长度、定向车道最佳设置方式对定向车道的设置进行研究。此外，肖代全[9]等利用 VISSIM 仿真对优化后的定向车道进行效果评价。敬琼利[10]还针对山区地形进行了定向车道的效用性评价。最后，曹志富[11]等人研究发现定向车道的设置在一定程度上提高了主要方向车辆的行驶速度，但是在高或低交通流密度下，提升效果并不明显，不同长度的定向车道均表现为类似效果。

近年来，国际前沿研究为定向车道设计提供了新思路。美国联邦公路管理局(FHWA, 2023)发布的《Managed Lane Design Guide》指出，动态定向车道配合实时信息标志可降低延误 19% [12]。欧盟 DIRECTION 项目(2021)通过车路协同技术验证，专用车道使换道冲突减少 37%，但需优化合流区长度(300~400 m) [13]。韩国首尔市交通局(2022)公开报告显示，基于 AI 的定向车道起点动态调整使通行速度提升 24% [14]。这些成果为本研究预告标志认知模型和合流区距离优化提供了实证支持。

在高流量路段，设置定向车道可以有效减少换道行为，从而降低交通事故的风险[15]。研究表明，当车流量较大时，定向车道内的车辆倾向于保持原车道行驶，减少了由于频繁换道引起的交通拥堵和事故风险[16]。同时，有研究表明平均车速、平均延误和停车次数等指标与交通安全具有显著相关性[17] [18]，而定向车道的起点处服务水平较低，而终点处道路服务水平较高[6]，这表明定向车道在减少交通延误和提高通行效率方面具有显著作用。另外，在交织区域内，主线车流与匝道车流的比例关系，以及定向车道设置位置，都会对交通运行状态产生深远影响[19] [20]。当交织区长度较短时，换道行为的紧迫度增加，导致交通冲突增加，行驶速度下降；而当交织区长度较长时，驾驶员拥有更多的时间和空间进行换道，交通冲突减少，通行效率提高。因此，需要对合流区长度进行合理设置。

尽管已有研究表明定向车道在减少交织区交通冲突和提高通行效率方面具有积极作用，但关于定向车道起始端设置及其预告标志的优化研究仍不够深入，对合流区长度与交通流动性之间的关系探讨也较为欠缺。基于此，本文将聚焦于定向车道起始端设置研究和合流区距离研究，特别是定向车道起始处的预告标志，以提高道路交通的安全性与通行效率。

2. 定向车道起始端设置研究

2.1. 定向车道起点车辆行为特征分析

定向车道起点是由定向车道和普通车道组成，当车辆行驶至定向车道起点时，在选择车道过程中出行目标方向与行驶车道不相符时将产生换道行为，可以看作车辆的分流现象，如图 1 所示。

车辆分流现象特指需要驶往特定方向的车辆即将到达分流点前(这里特指定向车道的起点)为了保证能顺利到达既定方向提前换道至目标车道。在分流区域内常规提前换道车辆和临时应急换道车辆实施分流会形成交通流交织状态，造成分流区域服务水平的降低。其影响程度主要取决于分流车辆的多少，也取决于分流区域的交通流量。

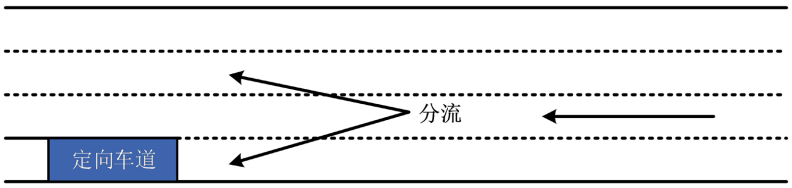

Figure 1. Directional vehicle diversion schematic
图 1. 定向车辆分流示意图

2.2. 驾驶员对定向车道预告标识的认知判断

在对定向车道起点进行控制时，通过设置预告标志、标线的方法，引导换道车辆在到达起点前完成换道。在设置预告标志时需要满足标志最小前置距离，驾驶员在接受标志信息到结束换道操作为一个完整换道过程，将驾驶员的行为划分为发现、读取、决策和换道等四个阶段，如图 2 所示(注：图中“完成点 H”表示车辆在换道过程中，车辆尾部完全离开原车道、头部进入目标车道的时空位置点，作为换道完成的标志)。

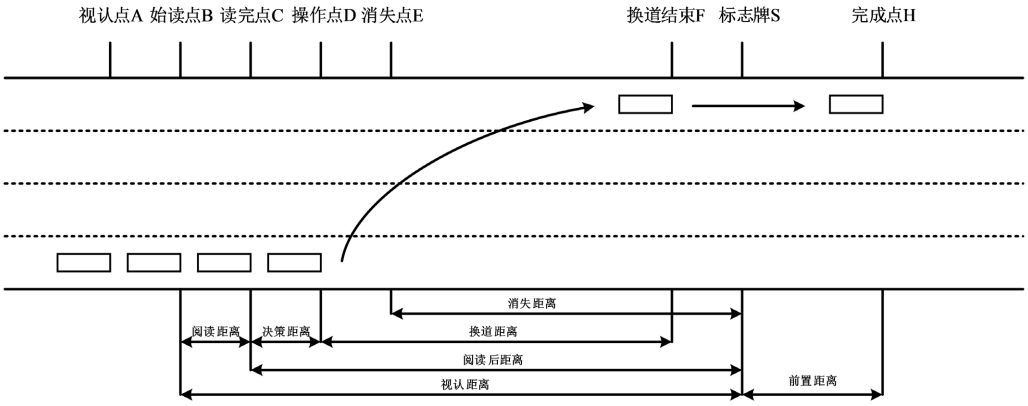

Figure 2. Traffic signs visual recognition and operation chart for drivers
图 2. 驾驶员交通标志视认及操作图

驾驶员从刚开始看到标志(A)到预告标志的距离叫做视认距离。设置预告标志的视认距离应该满足下列条件：

$$D_q + S_q \geq r_q + k_q + L_q \tag{1}$$

$$k_q \geq m_q \tag{2}$$

式中：D_q 为前置距离，m；S_q 为视认距离，m；r_q 为阅读距离，m；j_q 为决策距离，m；L_q 为换道距离，即车辆从开始换道至完成换道的距离，m；k_q 为阅读标志后至标志点的距离，m；m_q 为消失距离，即为预告标志开始消失在视野中至预告标志所在断面的距离，m。

由式 1、式 2 可得，定向车道起点前置距离需满足的不等式如下式：

$$D_q \geq r_q + j_q + L_q - S_q \tag{3}$$

其中阅读距离：

$$r_q = \frac{v_{q0}}{3.6} t_{q1} \tag{4}$$

式中：v_{q0} 为阅读预告标志信息时的车速，此处取值为设计车速，km/h；t_{q1} 为阅读预告标志信息所需时间，一般取值为 2，s；

决策距离：

$$j_q = v_{q0}t_{q2} \tag{5}$$

式中：t_{q2} 为决策时间，一般取 2，s；

视认距离：

$$S_q = -272.33h_q^2 + 408.31h_q - 25.72 + \varepsilon_q \tag{6}$$

式中：h_q 为文字高度，m；ε_q 为文字复杂程度修正系数(见表 2)，当文字复杂时取负值，反之取正值。

Table 2. Table of correction factors for textual complexity
表 2. 文字复杂程度修正系数表

笔画数量	字体数量	参考值 ε_q
$14 < m_q < 16$	上下、左右	(−15, −20)
	上中下、左中右	(−20, −25)
$10 < m_q < 14$	上下、左右	(−5, 10)
	上中下、左中右	(−10, −15)
$6 < m_q < 10$	差异较小	(10, 20)
$m_q \le 6$	差异较小	(20, 30)

换道距离

$$L_q = \frac{\sum_1^{e_q-1} t_{qdi}v_{qi}}{3.6} + (e_q - 1)l_{qh} \tag{7}$$

式中：t_{qdi} 为第 i 个驾驶员寻找可插入间隙的时间，s；v_{qi} 为第 i 个车道的车辆平均速度，km/h；e_q 为单向车道数，个；l_{qh} 为变换一个车道的行驶距离，可取 40 m，m；

以单向 3 车道、设计速度 60 km/h 时设置定向车道预告标志为例，阅读时间为 2 s；单项车道数为 3；决策时间为 2 s；汉字高度为 0.5 m；初始速度为 60 km/h；

由式 5、6、7 可得预告距离为 287.7 m。其他情况计算结果如表 3 所示。

Table 3. Forecast distance table
表 3. 前置预告距离表

设计车速(km/h)	不同车道数条件下前置距离(m)	
	单向 3 车道	单向 4 车道
60	287.7	436.6
80	372	567.8

3. 定向车道距合流区距离研究

当定向车道的起始端被设定在合流点的下游时，上游入口匝道上的车辆为了顺利驶入定向车道，必须在合流区内进行连续且多次的变道。这种变道行为需要在有限的距离内跨越多个车道，会对合流区的正常车流造成显著冲击，如图 3。

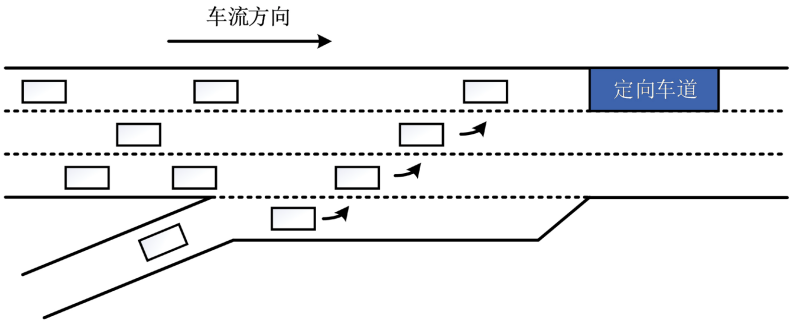

Figure 3. Directional lanes are set downstream of the river zone
图 3. 定向车道设置在合流区下游

特别是在交通高峰时段，这种冲击将导致合流区内各车道车辆的平均运行速度显著降低，同时大幅增加行驶延误。

3.1. 合流区交通运行特性

在合流匝道车流的作用下，主线最外侧车道的车流相较于内侧车道受到的交通干扰更为严重。这种干扰在交通量较大时尤为明显，此时最外侧车道的车辆会倾向于提前变道至左侧相邻车道，这不仅会对内侧车道造成额外的交通干扰，还会对整个路段的交通运行状况产生影响。

当匝道车流量也较大时，问题变得更为复杂。若匝道汇入车辆在短时间内无法找到合适的汇入间隙，这些车辆可能会采取强制性加塞的方式并入主线最外侧车道，甚至不惜停车等待变道的机会。这种行为会严重干扰最外侧车道和匝道车流的正常运行，导致合流影响区内的车流平均运行速度大幅下降。

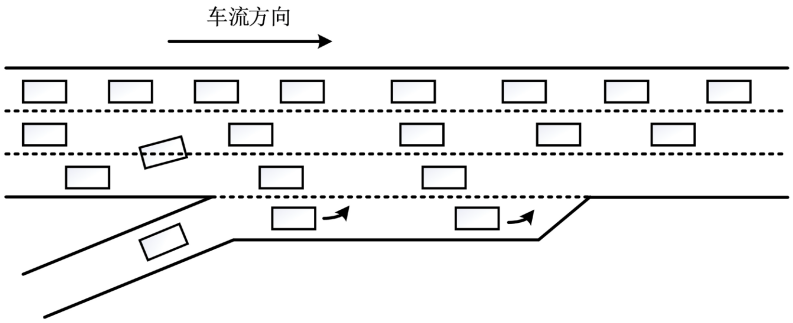

Figure 4. Schematic diagram of vehicle operation in the merging area
图 4. 合流区车辆运行情况示意图

此外，交通流状态也会变得极不稳定，极易引发交通拥堵，其影响范围甚至会波及到合流区的上下游路段[21]。此时车流运行示意如图 4 所示。

3.2. 距合流区距离优化分析

根据上文分析可知，交织区长度是影响合流区交通的重要因素之一，由于受到定向车道的影响，区域内的车流运行状况紊乱，紧迫度加大，通行能力明显降低，且在极端的情况下驾驶员会采取强制手段，存在较大的安全隐患。因此，当定向车道设置在合流区下游时，为了优化合流区交通运行状态，在其他影响因素保持不变的情况下，需要研究合理的合流区长度，这不仅能有效提升合流区的通行能力，还能最大化地发挥定向车道的潜在优势，从而实现交通流畅和安全。

基于元胞自动机模型建立合流区仿真模型，其模型简图如图 5 所示。其中车道 1 至车道 4 为 500 个元胞，车道 5 为 300 个元胞，定向车道从车道 1 第 301 个元胞开始，车道 4、5 前 100 个元胞不可换道至车道 3，车道 1、2、3 前 100 个元胞不可换道至车道 4。

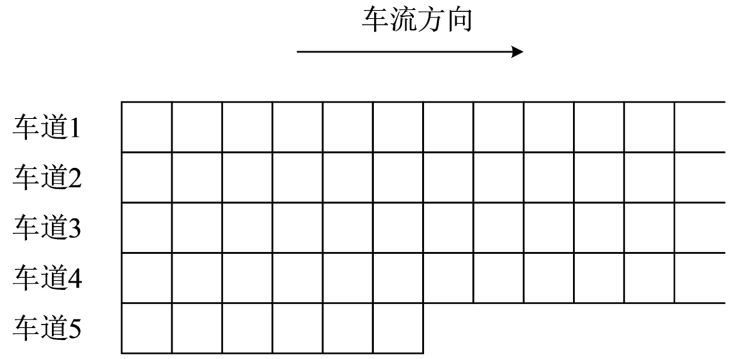

Figure 5. Sketch of the merging zone model
图 5. 合流区模型简图

根据传统的 NS 模型，模型中的元胞分为占用和放空两种状态，车辆类型为快车和慢车，其中，快车速度为 $0,1,\cdots,v_{\max 1}$ 慢车速度为 $0,1,\cdots,v_{\max 2}$。

跟驰规则如下：

(1) 加速行为：$v_{(i,j)} \to \min\left(v_{(i,j)}+1, v_{\max}\right)$。

(2) 减速行为：$v_{(i,j)} \to \min\left(v_{(i,j)}+1, d_n\right)$。

(3) 随机减速行为，减速概率为 p_s，$v_{(i,j)} \to \max(v_{(i,j)}-1, 0)$。

(4) 位置更新：

$$x_{(i,j)} \to \begin{cases} x_{(i,j)}+v_{(i,j)} & x_{(i,j)}+v_{(i,j)} \le L \\ L-x_{(i,j)}+v_{(i,j)} & x_{(i,j)}+v_{(i,j)} > L \end{cases}。$$

式中：$x_{(i,j)}$ 为车辆在第 i 行第 j 列；$v_{(i,j)}$ 为第 i 行第 j 列的车辆速度，km/h；d_n 为车辆与原车道相邻的前车间隔元胞数；p_s 为车辆随机慢化率；L 为道路长度，m。

车道 5 在第 300 个元胞处为强制换道点，其位置更新将在上文基础上设置，车辆在位于车道 5 的 1~300 元胞中 $t \to t+1$ 车辆为头车 x_{lead} 其位置更新：$x_{(i,j)} \to 300$，$v_{(i,j)} \to 0$ 其他情况如 NS 模型一致；车道 1 的第 301 个元胞也为强制换道点，需进一步设置，当强制变道车辆在车道 2、3、4、5 的 1~300 元胞内时，$t \to t+1$ 中，$x_{(i,j)}+v_{(i,j)} > 300$ 其位置为 $x_{(i,j)} \to 300$ 更新。

考虑车辆变道的紧迫程度，其变道规则如下。

(1) 产生换道需求 $d_{nt} \to \min\left(v_{nt}+1, v_{\max}\right)$。

(2) 换道条件判断

慢车：

$$\begin{cases} d_{nt}^{lead} > d_{nt}, v_{nt}^{lead} - v_{nt} + d_{nt}^{lead} \ge 3 \\ d_{nt}^{lag} > 3 \end{cases} \tag{8}$$

快车：

$$\begin{cases} d_{nt}^{lag} + \left(v_{nt} - v_{nt}^{lag}\right) > 0 \\ d_{nt}^{lead} + v_{nt}^{lead} - v_{nt} > d_{nt} \end{cases} \tag{9}$$

(3) 换道抉择

$$\begin{cases} k=1, rand(\ ) \le p_{n,ch} \\ k=0, rand(\ ) > p_{n,ch} \end{cases} \tag{10}$$

式中：d_{nt}^{lead} 为 t 时刻变道车辆 n 与相邻车道前车的间隔元胞数；d_{nt}^{lag} 为 t 时刻变道车辆 n 与相邻车道后车的间隔元胞数；v_{nt} 为车辆 n 在 t 时刻的车速，km/h；v_{nt}^{lead} 为车辆 n 的邻道前车在 t 时刻的车速，km/h；v_{nt}^{lag} 为车辆 n 的邻道后车在 t 时刻的车速 km/h；$p_{n,ch}$ 为换道概率。

$rand()$ 取值范围为(0, 1)，$k=1$ 表示成功换道，$k=0$ 表示车辆在原车道继续行驶。

合流区变道概率分为双车道换道、三车道换道和特殊换道。

1) 车道 1、3、4、5 的 1~300 元胞范围内及车道 2、4 的 301~500 元胞范围内使用双车道换道模型，其换道概率计算公式如下：

$$\begin{cases} p_0 = \dfrac{\left[d_{nt}^{lead} + \gamma \left(v_{nt}^{lead} - v_{nt} \right) \right]}{5} \\ p_{n,ch} = \min\left(p_0, 0.8 \right) \end{cases} \tag{11}$$

式中：p_0 为换道概率；γ 为车辆运行速度的影响因子。

2) 三车道换道，当车辆处于中间车道即车道 2 的 1~300 元胞范围内及车道 3 的 301~500 元胞范围内，变道车辆需根据相邻车道的交通运行状况选择换道方向，在实际交通中，车辆多向左换道，其向左换道概率计算公式加入权重因子 $L_c = 0.15$。

$$\begin{cases} p_l = \dfrac{\left[d_{nt}^{lead} + \gamma \left(v_{nt}^{lead} - v_{nt} \right) \right]}{5} + L_c \\ p_r = \dfrac{\left[d_{nt}^{lead} + \gamma \left(v_{nt}^{lead} - v_{nt} \right) \right]}{5} \\ p_0 = \max\left(p_l, p_r \right) \\ p_{n,ch} = \min\left(p_0, 0.8 \right) \end{cases} \tag{12}$$

式中：p_l 为变道车辆向左变道的概率；p_r 变道车辆向右变道的概率。

3) 特殊换道，车道 1、5 的第 300 个元胞为强制换道点，车辆到达强制换道点且满足条件时便会进行换道其换道概率为 1，其规则如下。

$$\begin{cases} p_0 = \dfrac{\left[d_{nt}^{lead} + \gamma \left(v_{nt}^{lead} - v_{nt} \right) \right]}{5} \\ \delta = \dfrac{1}{301 - x_{lead}} \\ p_{n,ch} = \min\left(p_0 + \delta, 1 \right) \end{cases} \tag{13}$$

式中：x_{lead} 为头车所在元胞位置；δ 为强制换道点影响因子。

4. 实例分析

选取了南京浦口大道与南京应天大街长江隧道路段作为研究对象，进行交通调查在分析现状数据的基础上对该路段进行改造，通过上文对定向车道的研究将其应用，得以缓解现有路段的拥堵情况。

4.1. 路段概况

该路段位于浦口区去往南京市中心的隧道入口处，起点处路侧为地铁十号线临江·青奥体育公园站出入口及临江公交站，起点上游有高校、商场及居民区，人口较为集中，故该路段过江车辆较多。研究路段为西向东方向卫星图像如图 6 所示。该方向浦口大道为 4 车道中间绿化带分割，其中第三车道 7~9 点为公交车专用道，第四车道为浦滨路汇入车辆；南京应天大街隧道为 3 车道中间有绿化带进行分割且目前车道为白实线不可跨越车道，其中内侧两车道为小客车专用道右侧为大型车辆专用道。南进口横江大道连接隧道，路面仅有双向两车道，对研究路段的影响较小。但由于隧道入口三车道区分了小客车及大型车辆的专用道，车辆会在进入隧道前进行换道，从而在隧道入口处形成交织区，易形成拥堵。

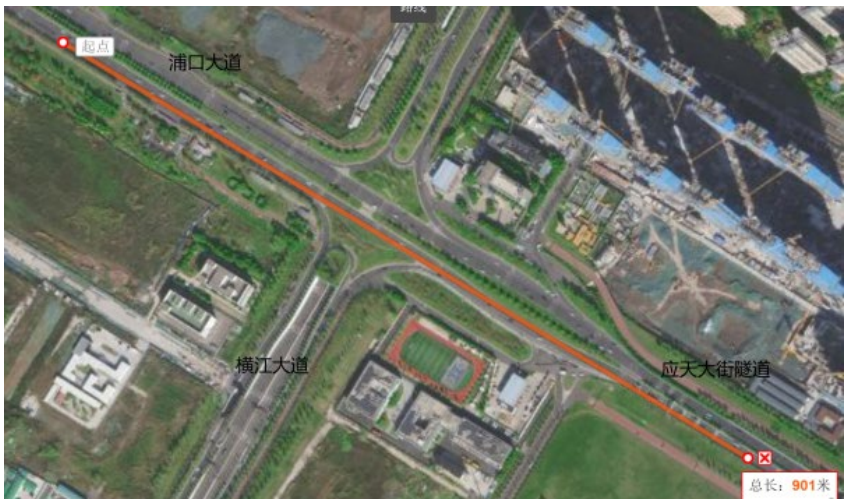

Figure 6. Satellite picture of Pukou Avenue-Nanjing Yingtian Street Tunnel
图 6. 浦口大道－南京应天大街隧道卫星图

4.2. 仿真方案设计

4.2.1. 仿真环境与参数设定

本次方案主要是通过 VISSIM 建立实际的路网模型，对现实中存在的交织区车辆变道进行详细设置，输入现状交通流量等道路数据后，进行仿真，得出不同车道的行驶速度及车辆延误。

根据路网情况分析，该研究路段方向存在 1 个分流区及 1 个交汇区。其中分流区位于临江公交车站后 33 m 处，交汇区 1 处位于横江大道汇入浦口大道处，1 处位于进入隧道前 4 车道变为 3 车道且隧道 3 车道分车辆类型行驶。

仿真所用交通数据来源于实地调查。调查时间为 2024 年 10 月 20 日早晚高峰时段，调查地点为南京市中山南路与应天大街交叉口南进口路段。调查方法为人工定点数车。数据记录后进行整理和小时化处理，用于计算各车道的交通量输入值，并为仿真场景参数设定提供依据。虽然方法较为基础，但能够较准确地反映研究路段的典型流量特征。经实地交通数据调查，研究路段起点位置总交通量为 2460 veh/h，其中直行交通量为 1884 veh/h，右转交通量为 576 veh/h，南进口右转交通量为 306 veh/h，左转掉头交通量为 60 veh/h。

4.2.2. 仿真模型搭建

通过上文研究对定向车道起始端距离演技及合流区研究，该研究路段定向车道应该设置于车道内侧，采取内侧式定向车道，结合现实路网情况，定向车道起始位置设置于临江公交站后。重新设置路网后，

将现状数据再次输入仿真，得到改进后的数据。将两组数据对比，对定向车道的应用进行效果评价。路网模型如图 7~10 所示。

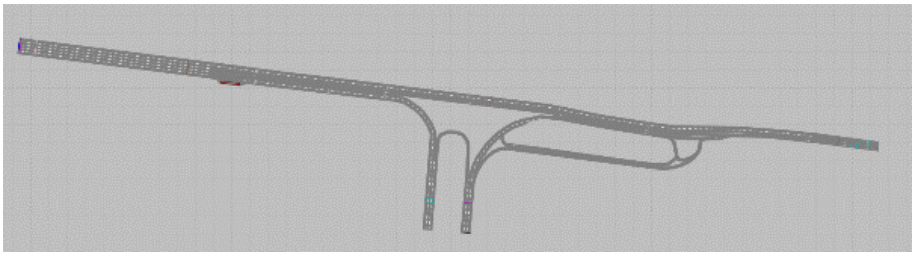

Figure 7. Existing road network modelling diagram
图 7. 现状路网模型图

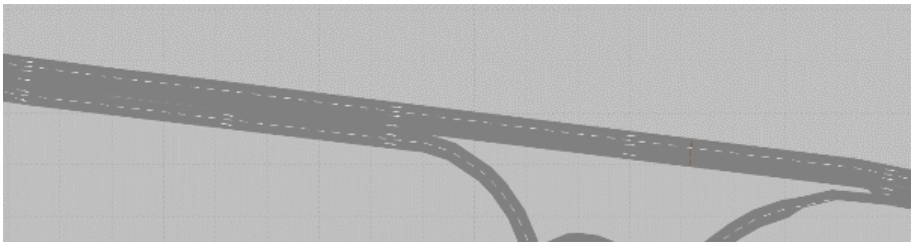

Figure 8. Partial view before modification
图 8. 改造前局部图

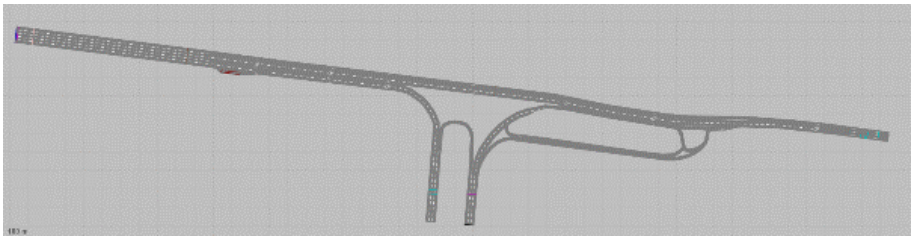

Figure 9. Modelled diagram of the upgraded road network
图 9. 改造后路网模型图

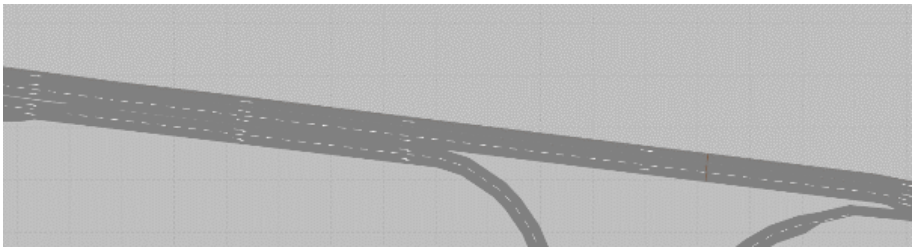

Figure 10. Partial view of modified layout
图 10. 改造后布设局部图

4.3. 结果分析与效果评价

本次仿真针对浦口大道－南京应天大街隧道实际运行状况进行仿真，得到路段仿真结果如表 4 所示。

根据仿真后评价指标的结果，我们可以发现对于此路段，定向车道与传统车道在车辆通行速度方面提升 13%，车辆的延误降低 69%，车辆停车次数降低 93%。结合此三项指标对于交通安全的影响，可得出定向车道对于提升道路交通安全性有着重要作用。

Table 4. Comparison of simulation effects before and after directional lanes on road sections
表 4. 路段定向车道前后仿真效果对比

道路条件	平均车速(km/h)	平均延误(s)	停车次数
不设定向车道	67.49	20.07	0.82
设置定向车道	76.19	6.16	0.06

5. 结论

在设置定向车道预告标志的路段上，驾驶员驾驶行为可分为四个阶段，即发现、读取、决策、换道。设计车速为 60 km/h 路段的预告距离，单向 3 车道为 287.7 m，单向 4 车道为 436.6 m；设计车速为 80 km/h 路段的预告距离，单向 3 车道为 372 m，单向 4 车道为 567.8 m。车辆分流比例在 30%以上的路段宜设置定向车道。

根据合流区交通运行特性分析，交织长度对交通流动性有显著影响。具体而言，当交织长度较短时，换道的紧迫度增加，导致交通冲突增加，运行速度降低；反之，交织长度较长时，换道空间充裕，冲突减少。通过模型计算，建议在特定流量条件下，定向车道合流区的合理距离应控制在 300 米至 500 米之间。

然而，目前的研究主要依赖于仿真模型，缺乏实际道路上的验证。为确保定向车道设置的科学性和有效性，建议在代表性场景中进行实地测试，以收集真实数据。通过实地评估，可以更准确地反映定向车道的实际应用效果，为后续研究和优化提供数据支持。

基金项目

南京工业大学青年教师科研启动基金项目(3827400205)。

参考文献

[1] 李根, 翟伟, 朱兴贝, 等. 侧向碰撞风险对交织区汇合行为的影响[J]. 交通运输系统工程与信息, 2021, 21(4): 204-210.

[2] 贾显超. 快速路设置公交专用道的交织区通行能力研究[D]: [硕士学位论文]. 北京: 北京交通大学, 2015.

[3] 丁建勋, 郑杨边牧, 张梦婷, 等. 临近交叉口的车辆跟驰换道行为研究[J]. 交通运输系统工程与信息, 2017, 17(3): 60-66.

[4] 郭文莲. 城市道路车辆变道安全距离模型研究[D]: [硕士学位论文]. 长沙: 长沙理工大学, 2009.

[5] 刘伟, 袁伯龙, 刘川. 定向车道终点至城市干道分流点的最小净距[J]. 中国科技论文, 2021, 16(2): 199-204.

[6] 周忠耀. 定向车道起始端设置优化研究——以鹅公岩大桥为例[D]: [博士学位论文]. 重庆: 重庆交通大学, 2020.

[7] 胡浩. 城市干道定向车道延误分析及设置条件研究[D]: [硕士学位论文]. 重庆: 重庆交通大学, 2021.

[8] 陈波. 重庆市城市主干道定向车道设置参数研究[D]: [硕士学位论文]. 重庆: 重庆交通大学, 2021.

[9] 肖代全, 钱程, 王泽宇, 等. 基于 VISSIM 的城市快速路定向车道和潮汐车道设置研究[J]. 综合运输, 2021, 43(10): 60-67.

[10] 敬琼利. 山地城市路网干道定向车道通行效率提升方法研究[D]: [硕士学位论文]. 重庆: 重庆交通大学, 2023.

[11] 曹志富, 姚红云, 曹梦颖. 基于元胞自动机的定向车道服务水平分析模型[J]. 电子设计工程, 2023, 31(2): 6-10.

[12] National Cooperative Highway Research Program (2022) NCHRP Report 956: Dynamic Lane Management for Urban Corridors. Transportation Research Board.

[13] Kerner, B.S., Klenov, S.L. and Schreckenberg, M. (2023) Phase Transitions in Traffic Flow on Multilane Roads. *Transportation Research Part C*: *Emerging Technologies*, **136**, Article 103551.

[14] Kim, S. and Park, J. (2021) AI-Driven Lane Allocation for Urban Tunnels: A Case Study of Seoul. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, **23**, 4129-4141.

[15] 魏中华, 李志, 周晨静, 等. 城市快速路合流区汇入角度对合流区通行能力的影响[J]. 公路交通科技, 2017,

34(5): 116-121.

[16] 陈亮, 何志超, 李巧茹, 等. 多车道城市快速路交织区拥堵形成机制[J]. 中国安全科学学报, 2018, 28(6): 73-78.

[17] 林彦涛, 韩凤春. 城市快速路车辆换道影响仿真分析及策略研究[J]. 中国人民公安大学学报(自然科学版), 2022, 28(2): 51-57.

[18] 徐慧智, 程国柱, 裴玉龙. 车道变换行为对交通流运行速度影响的研究[J]. 中国科技论文在线, 2010, 5(10): 754-762.

[19] 祝涛. 基于交通冲突的城市道路近距离交叉口交通安全分析及改善方法研究[D]: [硕士学位论文]. 重庆: 重庆交通大学, 2020.

[20] 李萍. 城市复杂路网瓶颈路段路径优化问题研究[D]: [硕士学位论文]. 兰州: 兰州交通大学, 2019.

[21] 李秀文, 荣建, 刘小明, 等. 快速路分、合流影响区交通特性及通行能力研究[J]. 公路交通科技, 2006(1): 101-104.