

北京市紫竹院路中央潮汐车道实施效果评价

陈静¹, 刘雪杰¹, 姚广铮²

(1.北京交通发展研究院城市交通运行仿真与决策支持北京市重点实验室, 北京 100073; 2.南京市城市与交通规划设计研究院股份有限公司北京分公司, 北京 100071)

摘要:潮汐车道能有效增加高峰时段道路通行能力, 缓解交通拥堵问题, 应用广泛。基于国内外文献综述, 概括潮汐车道的分类、设置位置及设置长度等发展情况。以北京市紫竹院路车道沟桥—四季青桥段潮汐车道为例, 利用浮动车系统统计数据及现场GPS跟车调查等多源数据, 对紫竹院路及周边道路在潮汐车道实施前后的交通量、速度等变化情况进行全面评价。潮汐车道开通以后, 紫竹院路早高峰进城和晚高峰出城方向车速较之前均有提升, 晚高峰速度提高更为显著, 交通量基本持平。其平行道路和相交道路的车速和交通量基本保持稳定, 上下游道路交通量也变化不大。但由于设置潮汐车道取消中间隔离护栏、改变道路交叉口交通组织后, 路段上存在一些行人与车辆的安全隐患以及道路资源利用不均衡的情况, 需要对道路交叉口的交通组织、公交专用车道设置、交通管理、交通引导及标志设置等方面进行合理调整。

关键词: 交通管理; 潮汐车道; 对比分析; 交通调查; 浮动车系统

Evaluation of the Implementation Effect of the Central Reversible Lane on Zizhuyuan Road in Beijing
Chen Jing¹, Liu Xuejie¹, Yao Guangzheng²

(1.Beijing Transport Institute, Beijing Municipality Key Laboratory of Urban Traffic Operation Simulation and Decision Support, Beijing 100073, China; 2.Beijing Branch, Nanjing Institute of City & Transport Planning Co., Ltd., Beijing 100071, China)

Abstract: Reversible lanes have been applied widely to increase road capacity and reduce traffic congestion during peak hours. Based on domestic and foreign literatures, this paper summarizes the classification, location, and length of reversible lanes. Taking the reversible lane on Zizhuyuan Road in Beijing as an example, this paper evaluates the change of the traffic flow and speed on Zizhuyuan Road and surrounding roads before and after the implementation of the reversible lane, based on multiple sources of data such as the floating vehicle data and GPS data. The evaluation results show that after the implementation of the reversible lane, the speed on Zizhuyuan Road increased in the inbound direction during morning peak hours, and increased even more significantly in the outbound direction during evening peak hours, while the traffic flow stayed about the same. The traffic flow and speed on parallel and intersecting roads were stable, and the traffic flow upstream and downstream of the studied segment did not change much. However, due to the implementation of the reversible lane, the median barriers were removed and the traffic organization at intersections were changed, which led to potential safety hazards to pedestrians and vehicles and caused the imbalance in the use of road resources. Therefore, reasonable adjustments are needed in areas such as traffic organization at intersections, implementation of bus-only lanes, traffic management, traffic guidance and the setting of signs.

Keywords: traffic management; reversible lanes; comparative analysis; traffic survey; floating vehicle system

收稿日期: 2018-02-02

作者简介: 陈静(1987—), 女, 山东临沂人, 硕士, 工程师, 主要研究方向: 交通规划与管理。

E-mail: 497177514@qq.com

0 引言

潮汐交通指由于工作地多在城市中心区, 而居住地多在城市郊区, 导致交通流呈

现早高峰进城与晚高峰出城交通量很大, 道路双向通行能力利用不均衡的现象^[1]。为缓解此类交通量时空分布不均衡给城市交通造成的压力, 提高出行效率, 北京市已于2013

年在通勤交通量较大的朝阳路段开设首条潮汐车道。紫竹院路作为北京市西北方向一条重要的进出城交通走廊，也于2014年9月29日开始利用潮汐车道解决交通拥堵问题。紫竹院路潮汐车道为中央潮汐车道，每天6:00—12:00为进城方向使用，其他时段为出城方向使用。

结合浮动车系统统计数据及现场GPS跟车调查等多源数据，本文系统评估了紫竹院路车道沟桥—四季青桥段潮汐车道开通前后道路自身交通运行的变化，以及其对周边相交和平行道路的影响等，分析潮汐车道设置存在的主要问题，并提出改善建议。

表1 国外潮汐车道设置与北京市的对比

Tab.1 Comparison of reversible lanes in foreign countries and Beijing

类别	国外 (英国、美国、加拿大等)	北京
设置位置	市区道路中双向交通量不均衡的地方，占60%；连接主要郊区城镇和市中心区的高架桥上	朝阳路潮汐车道：东三环京广桥与东四环慈云寺桥之间 紫竹院路潮汐车道：西北三环外车道沟桥与四季青桥之间
长度范围	90%以上<5km	朝阳路：2.5 km 紫竹院路：1.5 km
车道控制方式	路面标志控制、路侧标志(动态和静态)和高架信号控制等	路面车道指示灯加高架信号控制
车道设置方式	绝大部分都是占用反向车道来实现平衡交通量	朝阳路潮汐车道：占用进城方向1条社会车道 紫竹院路潮汐车道：不占用已有进出城车道，中间增加1条车道用于进出城使用
使用目的	通勤交通、HOV车道、周末交通和特殊事件等	主要用于早晚高峰通勤
使用时间	全天、上午或下午，使用时间从1~5 h不等	朝阳路潮汐车道：仅晚高峰17:00—20:00供出城方向使用 紫竹院路潮汐车道：每天6:00—12:00为进城方向使用，其他时段为出城方向使用

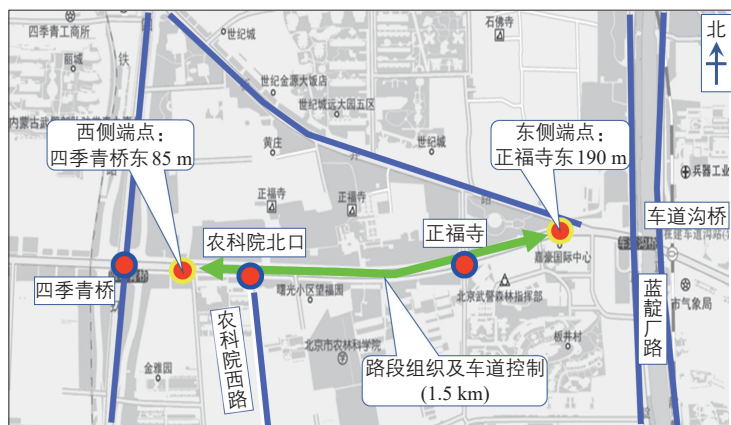


图1 潮汐车道起终点位置

Fig.1 Start and end locations of the reversible lane

1 潮汐车道概述

潮汐车道是指在不同时段变化某些车道上的行车方向或行车种类的一种交通组织方式，主要特点是早晚高峰期间道路双向通行能力不均衡^[2]。潮汐车道在世界范围内的应用已达75年之久，被认为是增加高峰时段道路通行能力最有效的方式之一，澳大利亚、加拿大、英国和美国等国家均发布了相应的潮汐车道设置标准文件，并利用潮汐车道解决交通拥堵问题^[3-5]。

中国已有许多城市使用潮汐车道，效果较好的是上海。上海市最先在外环隧道设置可变车道，通过自主设计的可变隔离护栏改变车道布置。另外，潮汐车道在深圳梅林关、大连、沈阳、杭州等城市也有应用^[6-7]，在一定程度上缓解了特定情况下潮汐交通带来的交通拥堵状况。

1.1 分类

国外大多数文献都强调了潮汐车道相关的安全问题。以安全性作为度量，潮汐车道分为无车道管制或物理分离、有车道控制无物理隔离、既有车道控制又有物理隔离三种。从车道信号控制方式来看，绝大部分潮汐车道为高架信号控制(约84%)，另外还有交通信号控制板(约8%)、高架信号控制同时显示允许通行时间(约4%)、路边信号控制同时显示允许通行时间(约2%)以及交替显示的信号标志(约2%)等^[3-4]。

1.2 设置位置及长度

潮汐车道主要设置于城市道路、桥梁和隧道。接近60%的潮汐车道设置在普通公路上，36%设置在城市主要通道的大桥上(连接主要郊区城镇和市中心桥梁通道上)，而设置在隧道里的只有约4%^[3]。

从潮汐车道设置长度分布来看，分为≤1 km，>1~2 km，>2~5 km和>5 km。其中约66%的潮汐车道长度为>1~5 km，只有约8%的潮汐车道长度超过5 km^[3]。

基于文献梳理和国内外城市设置潮汐车道的经验分析，北京市已有潮汐车道的设置情况与大多数国家的设置情况基本一致，如表1所示。

从实施效果评价方面来看，国外城市对潮汐车道的评估尤其关注安全和执法两方面，并强调需认真研究潮汐车道设置前的车

道分配、禁止左转、禁止停车以及紧急使用模式等安全问题。一些研究表明,随着可变车道的实施时间越长,事故发生率越低,尽管如此,约80%的交通事故仍是由于在可变车道内违法左转造成的,还有一些事故是由于潮汐车道信号控制标志混乱等造成的^[8-10]。

2 紫竹院路潮汐车道设置概况及调查方案

2.1 概况

紫竹院路潮汐车道位于车道沟桥—四季青桥段,长度约1.5 km(见图1)。紫竹院主路双向6车道、24 m宽,通过渠化调整,设置7条车道,中间4 m车道设为潮汐车道,根据潮汐交通流变化,主路设置4条进城或4条出城直行车道,道路交叉口左右转向通过辅路实现。中央潮汐车道每天6:00—12:00为进城方向使用,其他时段为出城方向使用。

2.2 交通调查方案

紫竹院路潮汐车道开通前后总计进行3次交通调查:开通前2次(2014年2月20日和2014年9月3日);开通后1次(2014年10月15日)。调查时间为工作日早晚高峰。调查包括断面和节点两个部分,如图2所示,调查断面包括紫竹院路紫竹桥至杏石口路段,选取4个断面,潮汐车道内断面3和6,潮汐车道上下游断面1和7,远大路断面8、板井路断面9和玲珑路断面10。调查节点包括4个,西四环与紫竹院路交叉口2、紫竹院路与农科院西路交叉口4、紫竹院路与正福寺路交叉口5以及潮汐车道下游路段节点7。

调查内容包括交通量、社会车速度以及违法情况。社会车速度的调查采用现场GPS跟车调查和浮动车系统数据相结合的方式,浮动车系统数据的选取时间为2014年9月1日—10月31日的工作日。

3 实施效果评价

3.1 潮汐车道段运行效果分析

3.1.1 速度

紫竹院路中央潮汐车道开通后,早高峰进城和晚高峰出城方向速度较之前均有提升(10%~20%),其中晚高峰速度提升更为显著。如表2所示,潮汐车道段早高峰进城方向速度较开通前提高10.38%,通行时间较之



图2 交通调查范围

Fig.2 Range of traffic survey

表2 潮汐车道开通前后紫竹院路交通情况对比

Tab.2 Comparison of the traffic condition before and after the implementation of the reversible lane on Zizhuyuan Road

项目	早高峰进城方向		晚高峰出城方向	
	开通前	开通后	开通前	开通后
潮汐车道段速度/(km·h ⁻¹)	25.05	27.65	18.72	22.22
变化率/%		10.38		18.7
潮汐车道段通行时间/min	3.6	3.2	4.8	4.1
四季青桥—紫竹桥路段速度/(km·h ⁻¹)	23.56	25.23	17.47	18.92
变化率/%		7.09		8.92
四季青桥—紫竹桥路段通行时间/min	7.6	7	10.3	9.5

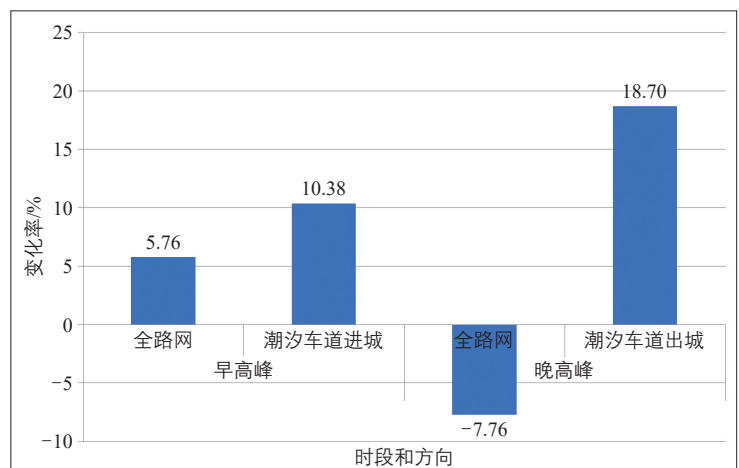


图3 潮汐车道开通前后其速度变化与全路网速度变化对比

Fig.3 Comparison of the speed change in the reversible lane and the entire road network before and after the implementation of the reversible lane

前节省0.4 min(该路段约1.5 km); 四季青桥—紫竹桥路段进城方向速度提高7.09%, 通行时间较之前节省0.6 min(该路段约3 km)。

晚高峰出城方向速度由18.72 km·h⁻¹提

高至22.22 km·h⁻¹, 提高18.7%。潮汐车道段通行时间较之前节省0.7 min(该路段约1.5 km); 紫竹桥至四季青桥路段出城方向速度由17.47 km·h⁻¹提高至18.92 km·h⁻¹, 提高8.29%, 通行时间较之前节省0.8 min(该路段约3 km)。在全路网晚高峰速度降低7.8%的趋势下, 紫竹院路潮汐车道出城方向呈逆势上涨趋势(见图3)。

3.1.2 交通量

紫竹院路潮汐车道开通后, 早晚高峰各方向交通量总体上与之前基本持平。

从潮汐车道路段交通量来看, 潮汐车道开通前后基本保持稳定。早高峰进城方向交通量约为2 600 pcu·h⁻¹, 晚高峰出城方向交通量约为2 000 pcu·h⁻¹(见图4)。从节点转向交通量来看, 潮汐车道开通前后也变化不大。早高峰进城方向右转交通量最大, 约1 300 pcu·h⁻¹; 其次为直行和左转; 晚高峰出城方向左转交通量最大, 约1 100 pcu·h⁻¹, 其次为直行和右转(见图5)。

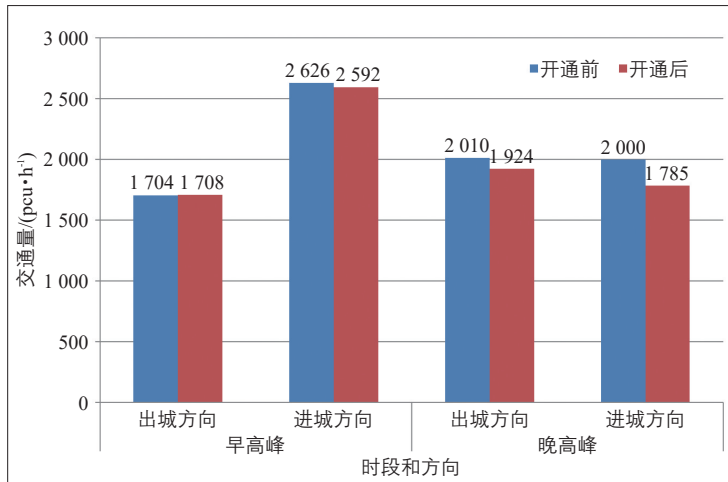
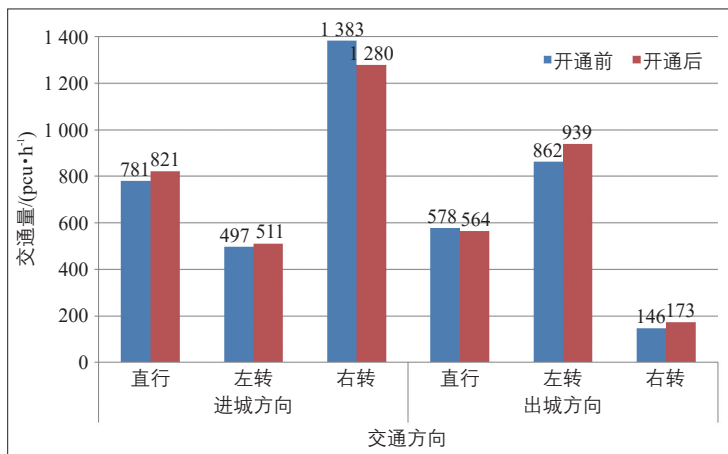
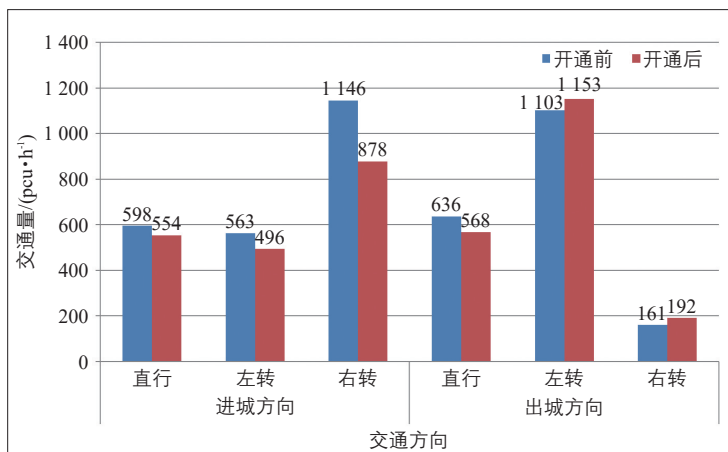


图4 潮汐车道开通前后早晚高峰各方向交通量变化

Fig.4 Traffic flow in each direction during morning and evening peak hours before and after the implementation of the reversible lane



a 早高峰



b 晚高峰

图5 潮汐车道开通前后四季青桥下各方向交通量变化

Fig.5 Traffic flow in each direction under Sijiqing Bridge before and after the implementation of the reversible lane

3.2 周边道路运行效果分析

3.2.1 平行道路交通量和速度

1) 交通量。

潮汐车道开通后, 其平行道路运行情况基本保持稳定。平行道路早高峰各方向交通量较之前基本持平, 进城方向板井路交通量约为590 pcu·h⁻¹, 远大路约为2 500 pcu·h⁻¹, 玲珑路约为2 100 pcu·h⁻¹; 晚高峰远大路(1 990 pcu·h⁻¹至2 147 pcu·h⁻¹)、玲珑路(1 218 pcu·h⁻¹至1 286 pcu·h⁻¹)出城方向交通量较之前略有提高, 板井路出城方向交通量较之前略有降低(874 pcu·h⁻¹至791 pcu·h⁻¹)。

2) 速度。

潮汐车道开通后, 从其平行道路速度变化来看, 早晚高峰远大路、板井路进城方向速度较之前持平, 略有降低。早高峰远大路进城方向速度约为21 km·h⁻¹, 板井路速度约为31 km·h⁻¹, 玲珑路速度约为26 km·h⁻¹; 晚高峰远大路出城方向速度约为17 km·h⁻¹, 板井路速度约为23 km·h⁻¹, 玲珑路速度约为30 km·h⁻¹。

3.2.2 上下游道路交通量

潮汐车道开通后, 上下游道路交通量与之前相比变化不大, 基本持平。杏石口路早高峰进城方向交通量较之前增加218 pcu·h⁻¹, 晚高峰出城方向交通量较之前增加132 pcu·h⁻¹; 车道沟桥东早高峰进城方向交通量较之前持

平, 稳定为 $5\ 100\ \text{pcu}\cdot\text{h}^{-1}$, 晚高峰出城方向交通量较之前增加 $108\ \text{pcu}\cdot\text{h}^{-1}$, 其他方向与之前基本持平。

3.3 存在问题

3.3.1 撤销中间分隔护栏带来的安全隐患

1) 道路交叉口行人过街安全性下降。现状紫竹院路—正福寺路交叉口南北向左转与行人使用同一相位, 而交通调查发现该道路交叉口左转相位交通量较大, 放行期间长期占用道路交叉口东南南北向人行横道, 紧接着就是东西向直行相位, 行人有被困在东西向直行车流中间的风险。潮汐车道设置前, 路中隔离带可以对行人有所保护, 但取消路中隔离护栏给过街的行人带来极大的安全隐患。建议重新调配信号配时, 在南北向机动车信号之后延长南北向行人通行时间, 或设置南北向人行天桥。

2) 行人违法穿越主路。四季青桥至车道沟桥之间设有两个公共汽车站。潮汐车道设置前, 行人去往对面公共汽车站须通过人行天桥或道路交叉口。而取消中间分隔护栏后, 不少行人为图方便, 直接乱穿道路主路, 给机动车通行及行人自身都带来很大的安全隐患。建议加强疏导, 引导行人从人行横道或人行天桥过街。

3.3.2 道路交叉口交通组织调整导致的行驶混乱

潮汐车道开通后, 对沿线两个道路交叉口的交通组织进行了调整。如图 6a 所示, 紫竹院路—正福寺路交叉口东进口的左转车道调整至辅路, 并将东进口主路外侧车道设置为左转待掉头车道; 西进口左转车道调整至主路最外侧车道, 右转车道设置在辅路(主

路提前有出口)。如图 6b 所示, 紫竹院路—农科院西路东进口左转车道调整至辅路(主路提前有出口, 辅路设置有 1 左 1 直两条车道)。同时, 两个道路交叉口东西方向主路内侧车道禁止左转。

中央潮汐车道开通后, 违法通行的车辆数也大大增加。主要的违法形式有以下两种: 1) 最内侧直行车道左转, 主要表现在紫竹院路—正福寺路交叉口东进口, 其最内侧左转车道改为直行车道, 左转车道移至辅路, 部分驾驶人由于不熟悉车道变换情况, 仍然从直行车道左转(见图 7a); 2) 潮汐车道内掉头, 在潮汐车道起点车道沟桥西处, 早高峰进城方向不少车辆在潮汐车道内掉头, 违反交通规则(见图 7b)。

违法导致的问题主要有两方面。1) 安全隐患。误驶入最内侧车道的左转车辆一般会跟随左转相位通行, 与左转相位掉头的车辆在行驶轨迹上有交叉, 存在冲突的风险; 另外, 由于左转车辆在直行期间无法通过道路交叉口而在车道内等待, 后车会变道与相邻车道在有速度差的情况下合流, 增加了冲突风险。2) 效率降低。以紫竹院路—正福寺路交叉口为例, 基本每个周期都会出现左转车辆误入直行车道的情况, 左转车在等待通过的时间内, 这条车道就无法使用, 导致道路交叉口直行车道效率降低。

建议在到达交叉口前的合适位置提前设置禁令和指引标识, 在道路交叉口设置违法监控设备, 杜绝在道路内侧进行左转的行为。

3.3.3 道路资源利用不均衡, 没考虑道路交叉口公共汽车交通优先

随着中央潮汐车道的开通, 道路交叉口的通行空间增大、资源增多, 但并没有向公

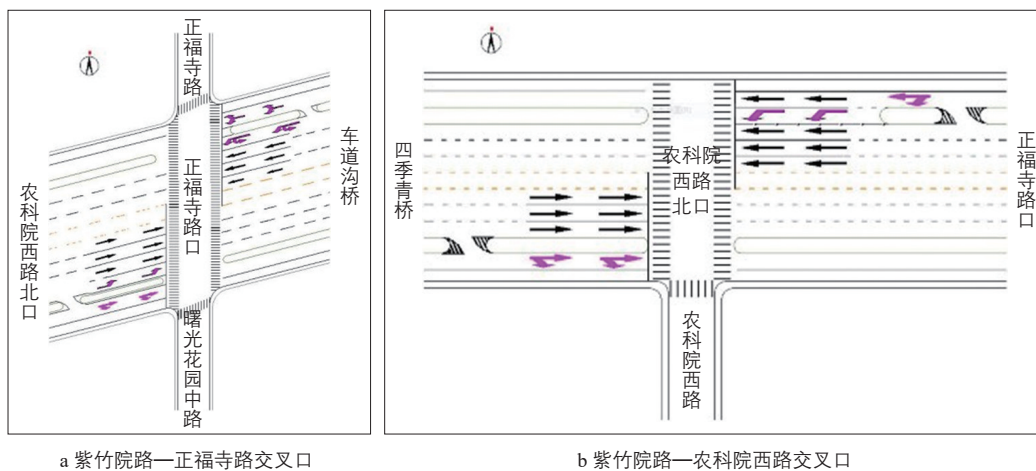


图 6 道路交叉口交通组织变化情况

Fig.6 Change of traffic organization at intersections

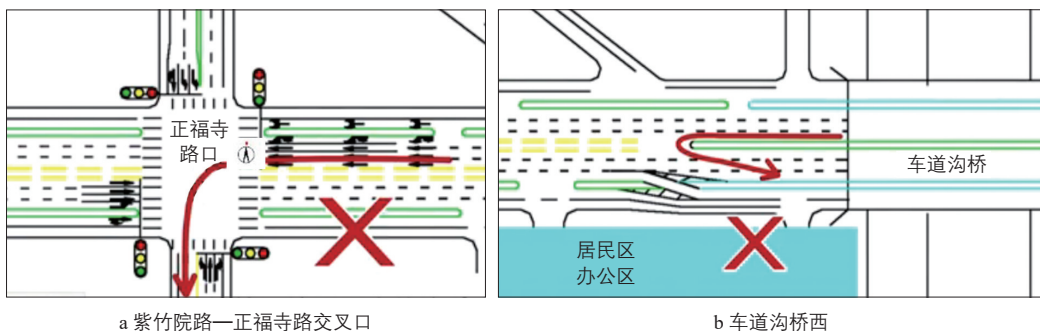


图7 潮汐车道路段车辆违法通行示意

Fig.7 Schematic diagrams of traffic violations in the reversible lane

共汽车交通倾斜，公交专用车道在道路交叉口仍然被断开，不连续。建议潮汐车道段将公交专用车道延伸至道路交叉口，提升公共汽车交通优先力度。

3.3.4 四季青桥西铁路道口影响潮汐车道路段整体通行效率

通过调查四季青桥西进口、南进口和北进口的车头时距发现，西进口平均车头时距约为3.55 s，饱和流率仅为1 000 pcu·h⁻¹（低于一般道路交叉口1 600 pcu·h⁻¹）。实地调查也发现，由于铁路道口路面破损影响，绿灯放行期间，西进口所有车辆都要经过起步—减速—加速的过程，通行效率低，而这一点是杏石口路至紫竹院路通道上的瓶颈点，该点在一定程度上也限制了潮汐车道路段的整体效益发挥。建议修葺铁路道口路面，进而提高潮汐车道全路段通行效率。

4 结语

紫竹院路车道沟桥—四季青桥段潮汐车道取得了一定效果，开通后潮汐车道段早高峰进城方向和晚高峰出城方向速度较之前有显著提高，但相对于出行全程来说，时间节省效果并不显著。与此同时，取消中间分隔护栏、改变道路交叉口交通组织等也给行人和机动车交通带来了一定的安全隐患。

针对上述问题，提出如下建议：

1) 密切关注潮汐车道设置带来的安全隐患，及时调整交通管理措施。包括在适当的位置增设交通标志，加强宣传，在禁止转向的位置增设监控探头等。

2) 在潮汐车道设置的同时，充分考虑公共汽车交通优先。可将公交专用车道延伸至道路交叉口，提升公共汽车交通优先力度。

3) 统筹考虑潮汐车道上下游交通，消除潮汐车道以外的瓶颈路段，使潮汐车道发挥最大效益。

参考文献：

References:

- [1] 苑敬雅, 周彤梅, 朱茵. 潮汐车道交通管理与控制方法研究[J]. 交通企业管理, 2015, 30(12): 41-43.
- [2] 张国华. 关于城市道路潮汐车道的设置研究[J]. 交通科技, 2012(3): 116-119.
Zhang Guohua. Study on the Setting of Reversible Lane in Urban Road Engineering[J]. Transportation Science & Technology, 2012 (3): 116-119.
- [3] Raj K. Reversible Lanes: State of Implementation on a Global Level[EB/OL]. 2011[2018-01-18]. http://filebox.vt.edu/users/rkishore/pdf/paper_ates_raj.pdf.
- [4] Wolshon B, Lambert L. Reversible Lane Systems: Synthesis of Practice[J]. Journal of Transportation Engineering, 2006, 132(12): 933-944.
- [5] 代磊磊, 顾金刚, 俞春俊, 等. 潮汐车道交通流特性与设置方案仿真研究[J]. 交通信息与安全, 2012, 30(1): 15-19.
Dai Leilei, Gu Jingang, Yu Chunjun, et al. Traffic Flow Characteristics on Reversible Lane and Its Operational Plan Based on Simulation[J]. Journal of Transport Information and Safety, 2012, 30(1): 15-19.
- [6] 贾贵宾, 袁振洲. 适应于潮汐交通的可变车道转换系统研究[J]. 公路与汽运, 2013, 11(6): 55-57.
- [7] 梁伯栋, 罗怡文, 向怀坤. 深圳二线关潮汐车道设置的方案论证: 以梅林关和布吉关为例[J]. 深圳职业技术学院学报, 2013, 12(3): 51-54.
Liang Bodong, Luo Yiwen, Xiang Huaikun. On Setting Reversible Lane at Gate of Meilin and Buji in Shenzhen[J]. Journal of Shenzhen Polytechnic, 2013, 12(3): 51-54.

(下转第48页)