

城市快速路与常规道路衔接段空间优化设计

吕圣华

(西南交通大学 交通运输学院, 四川 成都 610031)

摘要: 针对由于快速路和城市常规道路不合理衔接造成的城市道路拥堵问题, 通过研究交织区拥堵机理, 提出了“以时间换空间”和“以空间换时间”2种理念, 并以此提出了4种优化交通流的思路 and 9种改善方法和措施, 尤其是在衔接段设置动态或静态交通信号的方法, 对快速路和常规道路衔接段的优化组织方案集是一个有力的补充。最后通过案例对各方案和方案组合进行应用, 利用VISSIM仿真得出评价结果, 说明其可行性和效果。

关键词: 快速路; 常规道路; 交织区; 优化; 信号控制; VISSIM 仿真

中图分类号: U491 文献标志码: A 文章编号: 1674-0696(2010)05-0750-04

Space Optimization for Link Segment of Urban Expressway and Conventional Ways

LV Sheng-hua

(School of Traffic & Transportation, Southwest Jiaotong University, Chengdu 610031, Sichuan, China)

Abstract Aiming at the congestion problems caused by the irrational link segments of urban expressways and urban conventional ways, two philosophies that is “time for space” and “space for time”, are proposed. Meanwhile, four kinds of ideas for the traffic flow optimization and nine kinds of improving methods and measures are also proposed. Furthermore, setting dynamic or static signal control at the link segment is an effective supplement to the set of optimization programs for link segments of expressways and conventional ways. At last, using the evaluation results of VISSIM simulation, each method and their combination are applied to case studies to illustrate the feasibility and effect.

Key words expressway; conventional ways; weaving section; optimization; signal control; VISSIM simulation

近年来,城市快速路与常规道路衔接段的交织区出现的交通拥堵愈发严重,而国内外此类型交织区的研究大多集中于高速公路系统中的交织问题^[1-4]。其中关于交织区运行组织研究较少,张海军等侧重于对通行能力和组织方式的研究,模型非常复杂,可操作性很低^[5-7]。另外,目前的方法多以定性描述为主^[8],缺乏客观准确的定量分析和交通控制方面的研究,缺乏计算机模拟如VISSIM仿真的方法来分析优化方案的优化效果,对拥堵交织区优化方案的研究还很不完善。

笔者研究快速路与常规道路衔接段的交通问题,首先在理论上对交织区的优化设计进行有力补充,为现实生活中存在的快速路出口匝道与常规道路的衔接段提供适应性强的方法手册;其次,提出的优化控制方法对改善现状,充分发挥城市道路交通系统功能和城市道路的优化建设等方面都有积极的重要作用。

1 交织区概述

1.1 定义

交织 (interlace): 行驶方向大致相同的两股或多股车流,沿着相当长的路段,不借助于交通控制设施进行交叉运行。在一个或多个进口紧接着一个或多个出口的路段上易形成交织区,如图1。

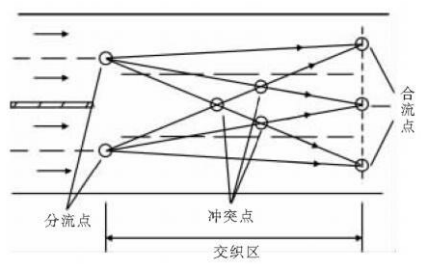


图1 交织区
Fig. 1 Map of weaving sections

1.2 交织区拥堵机理分析

1.2.1 交织区的交通流状态变化过程

由于流量一般呈现出“较小→较大→高峰→较大→较小→……”的周期性变化。

1.2.2 间断流设施交织区拥堵临界点

交织区在拥堵过程中存在 2 个临界点: 第 1 临界点, 上游交织流量对交织区的需求长度等于实际交织区长度时; 第 2 临界点, 当交织流量在第 1 临界点的基础之上继续增加, 极限情况为交织区已完全被排队段挤占, 交织区长度为 0 此时正好为交织区拥堵的第 2 临界点。

1.2.3 交织区拥堵影响因素分析

融合段道路条件主要包括快速路出口匝道与常规道路衔接方式, 融合段长度、宽度、车道数、车道功能划分情况及前方交叉口信号配时等因素, 影响融合段道路条件的因素主要包括: ①交织流量及交织

率; ②交织段长度; ③交织车流速度; ④常规道路的通行能力。其中, 除交织流量及交织率与交织区通行能力呈负相关关系外, 其它 3 个因素均呈正相关关系。

2 交织区优化控制方法

基于以上问题, 本文根据“以时间换空间”和“以空间换时间”的理念, 提出了 4 种交织区优化控制思路、9 种具体实施方法, 并对每种控制方法进行分析评价, 希望能得到一套比较完整的科学的交织区优化控制方法 (图 2)。

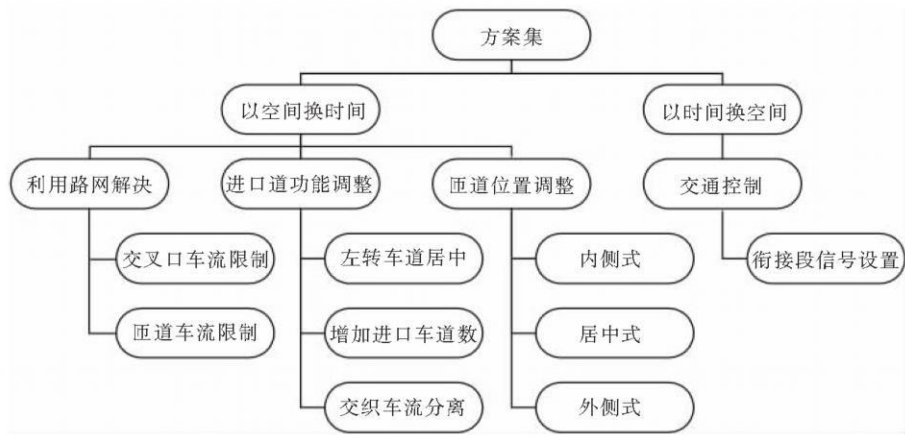


Fig 2 Set of coordinate optimization control programs of weaving sections

2.1 以空间换时间

以空间换时间, 即在空间上对道路设置或者交通路径进行调整, 以达到减少延误、节约总通行时间的目的。

2.1.1 充分利用路网解决拥堵

对驶入拥堵段的交通流进行管制, 诱导其绕道而行, 从而可以在解决该区段拥堵的同时使整个交通流在路网上的分布趋于均衡, 提高整个路网的交通效益。基于这种思路, 优化方案主要有 2 大类:

1) 交叉口流向限制, 禁止直行或禁止右转。一般在交叉口禁左之后, 会“远引左转”(图 3)或“化左转为右转”(图 4)的方式解决左转车流的流向问题。

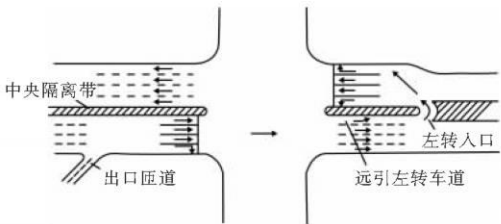


图 3 “远引左转”布局

Fig 3 Map of citation far left

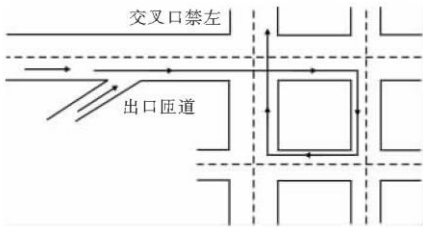


图 4 化左转为右转

Fig 4 Map of left to right

优点: 消除交叉口左转与直行车流的冲突, 交织区的冲突点减少; 信号相位简化, 车辆通过交叉口的延误降低; 平均排队段长度会明显下降, 交织区长度增加, 车辆交织变道容易。

缺点: 仅适用于左转或直行流量较小的情况, 必须依赖于问题区段具有完整的路网。

2) 匝道车流限行, 使其绕道而行避免在交织区拥堵, 从而达到交通流在整个路网的时空上均匀分布。以成都金府路交织区为例予以说明, 如图 5。

优点: 使交织流量减少, 交织区通行能力提高, 车辆交织容易。

缺点: 大大增加驾驶人的行车时间及距离; 费用提高; 有可能会激起公众的强烈反对; 追尾事故的可

能性增加。

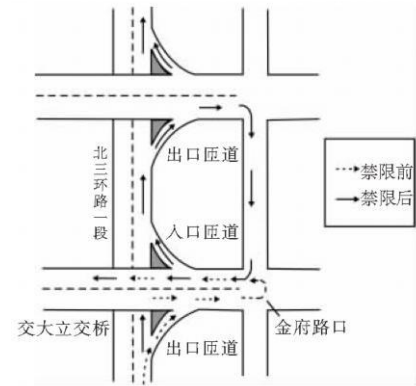


图 5 金府路口交通流绕行示意

Fig 5 Map of traffic flow detour at jinfu Road

2 1 2 进口道功能调整

由于匝道及普通道路车辆的交织与进口车道数量及功能有很大关系,因此,可以通过进口道功能调整来改变车辆交织状况,提高交织区通行能力。有以下调整方案:

1)在匝道与辅路车流的融合段设置栅栏,使匝道和普通道路车辆各行其道,车流交织完全消除,如图 6。

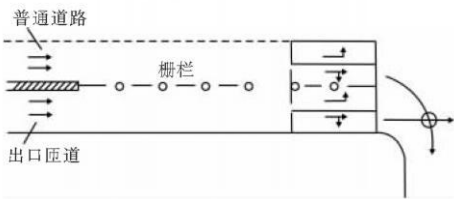


图 6 放置栅栏示意

Fig 6 Map of Setting Fence

优点: 融合段通行能力几乎和路段通行能力相等,车流在融合段交织顺畅。

缺点: 在未设置右转专用相位时,若右转及直行车流受同一信号控制,存在辅路右转与匝道直行车流的冲突。

2)左转弯道居中,这是一种反常规的车道设计方案,即左转弯道居中,两侧为直行及右转车道,如图 7。

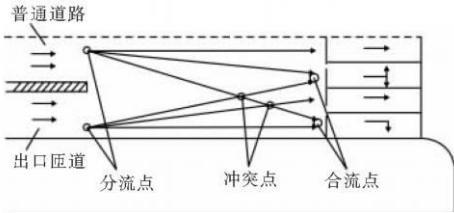


图 7 左转弯道居中示意

Fig 7 Map of centering left turn lane

优点: 增加左转车辆的转弯半径,方便左转车辆通行;匝道与辅路车流冲突点由为调整时的 3 个减少为左转弯道居中时的 2 个。

缺点: 本方案适用于辅路直行车流较大的情况。

3)交织区方向的进口道内侧拓宽一个车道,即占用一个出口车道,如图 8。

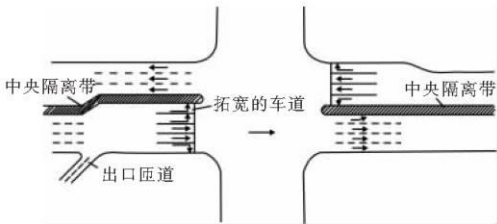


图 8 拓宽车道示意

Fig 8 Map of widening Lane

优点: 增加了排队段和交织段的宽度,缓解长度不足的问题。

缺点: 对于车流量较大的情况,效果不是特别显著。

2 1 3 匝道衔接位置调整

间断流设施交织区匝道与常规道路的 3 种衔接方式:

1)如图 9 快速路驶出匝道落地点设置于常规道路外侧右转或直行车道上,这种设计方式在实际中最为普遍,但这种方式中驶出匝道左转车流与普通道路右转,直行车流存在严重的交织问题,交织区能力成为一个重要的限制瓶颈。

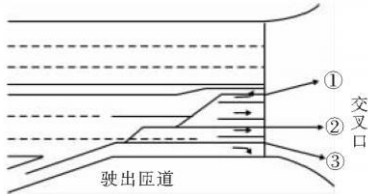


图 9 驶出匝道设置于普通道路外侧

Fig 9 Exit ramp on the road's offside

2)如图 10 快速路驶出匝道落地点设置于常规道路中央,与下游交叉口直行道正对。这种设计方式适用于出匝道车流中直行车较多的情况。存在问题为驶出匝道左转及右转车流与普通道路直行车流的交织。

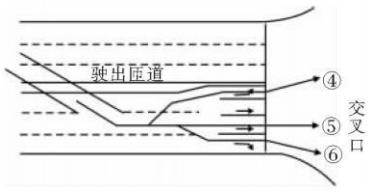


图 10 驶出匝道设置于普通道路中央

Fig 10 Exit ramp on the road's center

3)如图 11 快速路驶出匝道落地点设置于常规道路内侧左转弯道上。当匝道驶出车流中,左转流量明显多于直行,右转流量时,此方式较好。但仍然存在驶出匝道右转车流与普通道路左转,直行车流

的交织的问题。

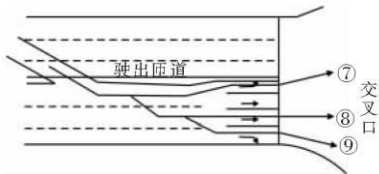


图 11 驶出匝道设于普通道路内侧

Fig 11 Exit ramp on the road's inner side

2 2 以时间换空间

将快速路匝道与常规道路衔接段看成是一个虚拟的交叉口, 设置两相位的信号控制, 将辅路及匝道口驶出的连续车辆流在信号的交替控制下转变成间断且互补的车辆流, 从而由时间上本质的消除了它们的交织。

首先在流量未确定之前, 从定性的角度说, 这种控制方式主要有 3 种控制模式: ①当流量小于第 1 个临界点的流量值时, 无信号控制; ②当流量介于第 1 个临界点与第 2 个临界点的流量之间时, 信号交

替控制; ③当流量大于第 2 个临界点的流量值时, 交织区饱和, 区段控制信号关闭。

3 案例——以成都市金府路口为例

根据每种方案的优缺点和适用性, 对成都市金府路口和交大立交的个案进行调查、分析和应用, 提出 6 种适合于金府路口和交大立交交通现状的优化措施如下:

- 1)拓宽进口道, 增加一个直行车道;
- 2)高峰小时匝道流量限制;
- 3)分离段路段信号优先控制;
- 4)左转车道居中;
- 5)拓宽进口道与分离段信号优先控制相结合;
- 6)拓宽进口道与出口匝道流量限制相结合。

利用 VISSIM 仿真软件对各种优化方案进行仿真对比和评价, 得出使得路段运行效果, 将评价指标文件输出, 统计如表 1。

表 1 各种措施下的评价指标对比

Tab 1 Comparison of evaluation indexes under a variety of measures

状态	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
延误 /s	399.1	252.2	56.3	286.0	228.2	139.4	58.4
平均排队 /m	414	389	82	404	395	120	69
停车次数 /次	6.85	4.06	0.81	6.85	4.00	3.57	0.83

注: ①未采取措施; ②拓宽进口道; ③匝道流量限制; ④信号控制; ⑤左转居中; ⑥拓宽进口道 + 信号控制; ⑦拓宽进口道 + 匝道流量限制。

通过观察分析以上图表和数据, 可以得出效益最大的方案有 2 个:

1)采用匝道流量限制措施无论是在延误、平均排队长度, 还是停车次数上, 对匝道流量进行限制可以显著提高路段的服务水平。但是, 采用此种方案会增加出口匝道前的事故数量, 容易造成群众的强烈反对, 而且对整个路网的效率有负效益, 所以采取慎重考虑态度。

2)信号控制和拓宽进口道结合时, 产生的效果比采用二者中任何一种都要好, 集合了二者的优点。对于减少车辆延误效果明显, 能够有效提高城市快速路与平面交叉口的衔接段的通行能力, 应予以阶段性 (即高峰小时) 采用。

4 结 论

通过对衔接段交通组织方式及常规道路组织管理措施的分析, 对快速路出口匝道与相邻道路衔接段的道路规划、交通组织和控制提出了多种解决方案。需要指出的是, 每一个出口匝道及邻近交叉口均有其特殊的情况和问题, 应具体问题具体分析, 本文仅提供一些基本思路和方法, 供类似工程借鉴、参

考。

参考文献:

[1] 龙科军, 杨晓光, 余进修, 等. 城市高架道路下匝道地面交织区通行能力 [J]. 上海公路, 2005 (4): 57-61.

[2] Marc A B, Jerilyn C W. NCHRP Synthesis 332: Access Management on Crossroads in the Vicinity of Interchanges [R]. Washington, D. C.: Transportation Research Board, 2004.

[3] Takamasa A, Yasuda K. Practical Application of Diversion System for Urban Expressway Networks [J]. Road Transport Information and Control Conference Publication IEEE 2000 (472): 116-120.

[4] 高奖, 过秀成. 城市高架道路匝道与平面交叉口衔接空间优化设计 [J]. 道路与安全, 2006, 6(10): 4-7.

[5] 张海军, 杨晓光, 赵建新. 城市快速路交通衔接组织研究 [J]. 城市交通, 2005 3(1): 51-54.

[6] 陈恺, 张宁, 黄卫. 出入口管理技术改善立交与地面道路的交通衔接 [J]. 公路, 2006, 10(10): 111-115.

[7] 孙明正, 杨晓光, 张扬. 城市高架道路匝道与平面交叉口衔接交通问题及改善方法研究 [J]. 公路交通科技, 2003, 20(5): 95-99.

[8] 陆化普. 交通规划理论与方法 [M]. 北京: 清华大学出版社, 1998: 157-165.