

基于 VISSIM 仿真的高架出口匝道工程措施改善程度研究

陈颖雪¹, 吴 兵²

(1. 上海工程技术大学 城市轨道交通学院, 上海 201620; 2. 同济大学 道路与交通工程教育部重点实验室, 上海 200092)

摘要: 在总结出口匝道拥挤的成因的基础上列举可能采取的各项工程措施。利用 VISSIM 仿真软件对典型出口匝道建模, 针对各工程措施进行仿真研究, 指出机非干扰是影响交通改善程度的重要因素; 通过评价模型中不同衔接段长度下的交通运行状况, 研究延长衔接段长度对交织区交通运行改善程度。为高架道路出口匝道区域工程改造实施与否以及如何实施提供理论依据。

关键词: 高架道路出口匝道; VISSIM 仿真; 改善程度; 衔接段长度; 右转车; 机非干扰

中图分类号: U121

文献标志码: A

文章编号: 1674-0696(2010)04-0609-04

Study on Engineering Measure Improvement Level of Elevated Road Out-ramp Area Based on VISSIM Simulation

CHEN Ying-xue¹, WU Bing²

(1 College of Urban Railway Transportation, Shanghai University of Engineering Science, Shanghai 201620, China)

2 Key Laboratory of the Education Ministry of Road and Traffic Engineering, Tongji University, Shanghai 200092, China)

Abstract Based on summary of the reason of traffic congestion in joint area, a list of feasible engineering measures was made in the thesis. Simulated the measures by using VISSIM software modeling a typical ramp, for example, it was indicated that the interference of bicycle and pedestrian was vital to the whole traffic system. The degree of improvement of extending the length of joint area through the evaluation on various traffic condition of different length of joint area was also studied. As a result, a theoretical basis of whether or not and how to take an engineering measure of out-ramp area in Shanghai as well as in China was provided.

Keywords elevated road out-ramp; joint area; vissim simulation; degree of improvement; length of joint area; right turn vehicle; interference of bicycle and pedestrian

在我国一些大城市, 高架道路出口匝道区域因过分拥挤无法缓解而需依靠工程措施的形势越来越严峻, 如“亚洲第一弯”(上海延安路高架外滩出口匝道), 由于“提前达到使用寿命变成外滩交通的瓶颈”而遭到拆除, 并新建外滩通道从地下分流过境交通。但是, 拆除匝道或任何工程改造都必须付出很高的工程、交通代价, 而目前国内对于高架道路与地面道路衔接段的研究主要集中在衔接段交织区交通特性、通行能力、组织方式、管控手段等方面的研究, 对于过度拥挤的高架出口匝道是否要进行工程改造, 如何进行等研究甚少, 工程改造缺乏依据。笔者定量研究了高架道路出口匝道区域实施工程措施的充分条件^[1], 并定性的提出: 工程措施实施的必

要条件是实施后交通运行改善显著, 实施工程措施的“优势”大于“劣势”。为了准确衡量其“优势”, 笔者在本文中对各项工程措施实施后的改善程度分别进行定量研究, 为了使最终实施的工程措施达到最佳改善效果, 还对各种工程措施组合后的改善效果进行准确衡量。

高架道路出口匝道区域产生拥挤的根本原因是出口匝道与地面道路衔接处交通运行存在问题^[2], 而衔接处交通流运行复杂, 单凭理论计算进行分析比较困难^[3]。VISSIM 仿真软件已被证实能较好的模拟衔接段的交织区交通运行^[4], 且利用仿真软件建模能够方便的模拟各种工程措施的实施效果: 通过在建立的模型中改变参数以模拟工程措施的实

投稿日期: 2010-02-03 修订日期: 2010-04-16

基金项目: 上海高校选拔培养优秀青年教师科研专项基金项目 (gjd09024)

作者简介: 陈颖雪 (1983-), 女, 江苏连云港人, 硕士研究生, 研究方向: 城市交通规划与管理。E-mail: chenyingxue04@163.com

©1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

施,并通过输出运行评价指标值来测定各工程措施的改善程度,从而为是否实施工程措施,实施何种工程措施提供理论依据。

1 高架道路出口匝道区域存在问题成因分析及改善措施

高架道路出口匝道与地面道路衔接区域交通运行存在问题的成因有以下几点:

- 1)出口匝道近交叉口进口道布设,交织段长度不足,交通运行交织严重,交织区服务水平低下,通行效率低下^[5]。
- 2)相应信号交叉口信号配时不合理,交叉口进口道的通行能力不足,导致进口道车流排队较长,延伸至交织段内,致使可利用的交织段变得更短。
- 3)严重的交织影响交叉口内的车辆运行,使得其流量降低,通行能力也降低,反过来又导致排队延长,恶性循环。
- 4)交叉口处非机动车和行人对机动车造成干扰、交叉口渠化等不尽合理,降低了交叉口进口道的通行能力。
- 5)出口匝道区域车道数不均衡,导致衔接处交通流运行混乱。

解决出口匝道交通拥堵,应该首先从交通管控方面入手,如做好信号交叉口配时、交叉口渠化、匝道控制管理、交通诱导等,只有在管控手段已经无法缓解拥堵时,才考虑工程措施,对照上述高架道路衔接区域存在的问题,提出工程措施的改造方向如下:

- 1)拆除出口匝道,但该方法容易将交通拥堵转移至临近匝道。
- 2)将出口匝道远离交叉口进口道布设。
- 3)于出口匝道前方交叉口处设置地下、高架通道,减少地面交通干扰。
- 4)路段部分实施机非物理分隔;在交叉口处增设导流岛等,引导和限制机动车和非机动车的行驶路径,减少机非路径冲突;配合以交通管理。
- 5)拓宽出口匝道落地点处的道路,使得出口匝道落地点处车道数与地面道路车道数达到均衡。
- 6)拓宽前方交叉口进口道,增加交叉口通行能力,减少排队。

对应于以上各种工程措施,采用 VISSIM 软件建模分析其改善效果。

2 模型建立及有效性检验

在利用 VISSIM 软件建模时,不仅要考虑尽可能真实地模拟出口匝道的实际交通运行状况,而且要注意预留参数修改的空间,以确保在模型中改变参数来模拟工程措施的实施时,不会改变整个模型

的有效性。

2.1 出口匝道的选择

出口匝道的选择应具有典型性,并利于模型的建立和相关数据的获取。笔者选择上海市四平路上的近四平路与中山北二路交叉口的出口匝道为建模对象。

需注意的是,该出口匝道落地点处的车道数与地面道路车道数已达到均衡,而前方交叉口由于用地限制,无法实现进口道拓宽,故该模型仿真试验中不涉及到以上 2 种工程措施。

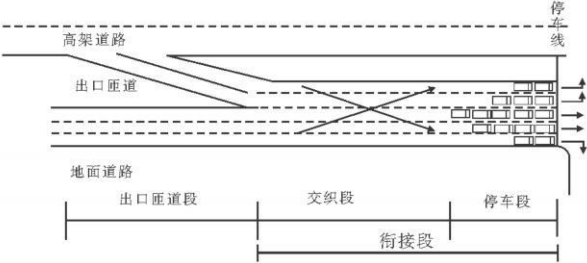


图 1 研究区域的几何特征

Fig 1 Geometric features of area studied

2.2 参数标定及模型有效性检验

依据调查工作对模型参数进行标定,包括各几何参数、控制参数、交通参数,以及 WIEDEMANN (1974) 的生理-心理跟车模型中的参数等^[1]。

另外,在建模时充分关注该出口匝道区域存在的问题。现场调查中发现,衔接段长度 230 m(衔接段是出口匝道落地点到交叉口进口道停车线的距离,即图 1 中的交织段与停车段构成),在早晚高峰期间,车流量大,交叉口进口道车辆排队长度较长,交织段长度不足。调查中还发现,交叉口区域非机动车及行人对右转机动车流干扰严重,因此,建模时在交口内相应进口道右转车路径上设置机动车行车减速带,减速带的速度值设定为 7.9 km/h,由现场调查获得。

在模型投入使用之前,对模型进行有效性检验^[6]。笔者对衔接段实际和仿真情况下的 2 组车速数据进行 T 检验。结果表明,在显著水平 $\alpha = 0.05$ 下,可以认为标定后的模型比较符合实际情况^[1],适用于本研究。

3 工程措施改善程度

3.1 实施工程措施的目标

不同等级道路对交织区服务水平要求不同,陈俊等^[7]推荐了不同交织区服务水平对应的行车速度;杨晓光等^[8]提出交织区的服务水平不宜低于 C 级,由此计算出的平均最小车速应达到 26.8 km/h。笔者研究的是出口匝道落地点与前方交叉口的衔接段,不仅包括交织段还包括停车段,且仿真的衔接段

中存在较高比例的公交车、大型货车, 速度值很难达到 26.8 km/h。因此, 选择工程措施的实施是否会导致平均车速明显上升为工程改造的目标和评价标准。

3.2 模型仿真

衔接段由交织段和停车段构成。假定信号灯配时方案不变, 研究的衔接段长度应该为实验中交织段长度和相应流量下的排队所需的停车段长度之和。

利用模型进行仿真试验, 逐步增加衔接段的长度 (交织段长度分别为 100、150、200、250、300、350 m), 分别进行仿真试验。

在每个交织段长度下变化匝道和地面上游交通量, 为减少工作量, 取匝道和地面上游交通的左直右转向比为 1:1:1, 匝道和地面上游交通量相同, 依次取: 2 000、1 750、1 500、1 250、1 000、750 veh/h, 当交织区交通运行状态变化明显时可根据需要适当增加数据, 如增加交通量 1 400、1 300、1 200、1 100 veh/h 等。

仿真结果显示, 交织段长度在 [100, 350 m] 范围内, 当交通量大于 1 500 veh/h 时, 交织区车辆的平均行程速度都维持在 5~6 km/h; 当输入交通量小于 900 veh/h 时, 行程车速增长幅度缓慢, 大概维持在 28 km/h 左右。因此选择交通量输入在 900~1 500 veh/h 进行详细分析 (图 2)。

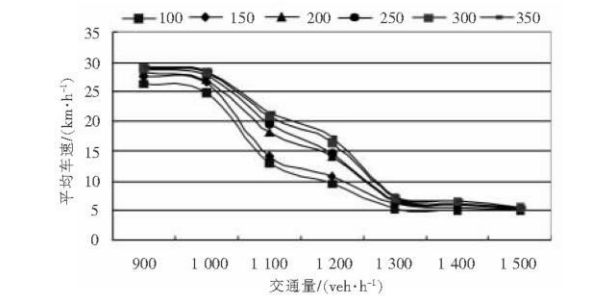


图 2 右转弯受干扰时 (减速带车速值为 7.9 km/h) 交织段车速情况

Fig 2 Traffic speed of weaving area when the right turn vehicle was interfered (speed reducing area valued at 7.9km/h)

3.3 工程改造中的机非冲突

分析仿真结果, 发现与单独的交织区运行比较, 衔接段内平均车速随交织段长度的增长幅度相对较小, 观察模型运行, 发现右转弯车速低是问题所在。

仿真交叉口由于右转弯中存在较多公交车, 且受非机动车和行人干扰 (下文简称受干扰) 严重, 车速仅为 7.9 km/h (在模型中体现为右转减速带的标定速度是 7.9 km/h), 此时交织段平均速度情况见图 3(b); 假设右转弯不受干扰, 速度为 18.3 km/h (该交叉口左转弯速度, 由于这里只是说明右转弯

速度对整个交织段运行的影响, 不必要非常准确的数据) 时, 交织段的平均车速情况见图 3(a)。

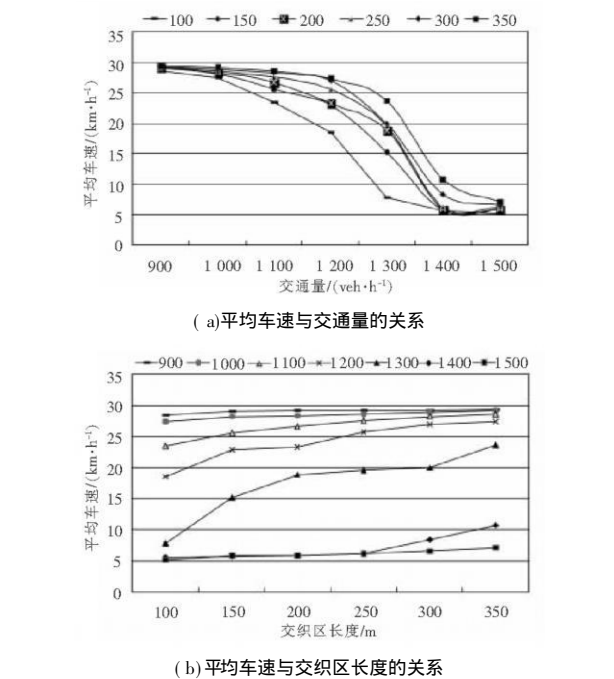


图 3 右转弯不受干扰时 (减速带车速值为 18.3 km/h) 交织段车速情况

Fig 3 Traffic speed of weaving area when the right turn vehicle was undisturbed (speed reducing area valued at 18.3km/h)

综上, 在出口匝道流量和地面上游流量分别均取 1 400、1 300、1 200、1 100、1 000、900 veh/h 时, 分出口匝道落地点前方交叉口右转弯是否受到非机动车和行人干扰两种情况, 不同交织段长度下的交织段车辆平均运行速度如表 1。

表 1 不同情况下交织区平均车速
Tab 1 Traffic speed of weaving area under different conditions
/(km · h⁻¹)

交通量 / (veh · h ⁻¹)		交织段长度 /m					
		100	150	200	250	300	350
900	A	26.3	27.7	28.3	28.6	28.9	29.1
	B	28.5	29.0	29.1	29.1	29.2	29.3
1 000	A	24.9	26.5	26.9	27.8	28.2	28.4
	B	27.4	28.1	28.3	28.6	28.8	29.1
1 100	A	13.1	14.2	18.2	19.7	20.9	21.6
	B	23.4	25.5	26.7	27.5	28.2	28.6
1 200	A	9.4	10.8	14.1	14.6	16.5	17.2
	B	18.5	22.9	23.3	25.6	26.9	27.3
1 300	A	5.3	6.2	6.5	6.8	7.1	7.3
	B	7.8	15.2	18.8	19.5	20	23.6
1 400	A	5.1	5.4	5.8	6.1	6.5	6.8
	B	5.6	5.7	5.9	6.2	8.3	10.7
1 500	A	5.0	5.2	5.3	5.4	5.5	5.5
	B	5.2	5.8	5.9	6.2	6.6	7.1

注: 表中 A 表示右转弯受到非机动车和行人干扰的情况, B 表示右转弯不受干扰的情况。

从图 3 及表 1 可以看出, 当交通量值在 1 000~

1 400 veh/h 时,右转车受干扰的交织段的平均车速明显要低。对比 2 个模型中的交通运行情况,发现受干扰的右转车造成后续右转车辆排队,延伸到交织段从而导致交织中的右转车插入困难,而无法顺利插入的右转车在旁边车道上等待,又影响后面其他车辆的行驶和转向,最终导致整个交织区的运行速度低下。

由此可以看出,要改善我国出口匝道与地面道路衔接段的交通运行,减小交叉口区域右转机动车受到的干扰是一个关键因素,相应的手段有:路段部分实施机非物理分隔;在交叉口处增设导流岛等,引导和限制机动车和非机动车的行驶路径,减少机非路径冲突;配合以交通管理。

3.4 合理的衔接段长度

假设右转车不受干扰,即在模型中设置的右转车减速带车速值为 18.3 km/h,在此基础上分析交织段长度与平均车速之间的关系。以交织段长度为自变量将图 3(a)转换为图 3(b)。

对于研究的出口匝道区域,当远期预测交通量为 1 400 veh/h 左右时,要改善交织区的运行条件,必须将交织区长度延长至 350 m 以上才能有较为显著的效果。如果受某种因素限制不能将交织段延长至 350 m 以上,则不必要采用工程措施延长交织段长度;当交通运行过于拥挤,达到工程措施实施的边界条件时,可以考虑拆除该出口匝道,但必须充分分析该措施对整个高架道路系统、邻近出口匝道以及相关车辆的影响,论证其实施可行性。

当远期预测交通量在 1 200~1 400 veh/h 时,由图 3(b)可以看出,随着交织区长度的增加,衔接段交通运行改善程度明显,此时增加交织区长度将获得明显的改善效果,在管控方法不能有效改善交织区运行的情况下,可以考虑实施工程改造。具体的措施有:将出口匝道远离交叉口进口道布设;于出口匝道前方交叉口处设置地下、高架通道,减少地面交通干扰等。

当远期预测交通量小于 1 200 veh/h 时,交织区

本身运行状态较好,而增加交织区长度并不会带来明显的改善,从节省工程量角度出发,不需进行工程改造,衔接段中交织区长度定为 100~150 m 足矣。

4 结 语

笔者利用 VISSIM 仿真软件建模,针对目前国内高架道路出口匝道区域工程改造缺乏理论依据的现状,定量评价各工程措施实施后交织区交通运行改善程度,给工程措施是否实施以及如何实施提供理论依据,并特别指出要达到较好的改善效果,需要减少非机动车和行人对接衔接段前方交叉口右转车的干扰。

由于仿真模型的原型是实际的出口匝道,不可能具有绝对普遍性,因此,本文没有涉及如均衡匝道落地点车道数与地面道路车道数、拓宽前方交叉口进口道等工程措施,所提出的合理的衔接段长度值也仅是针对与模型中相似的出口匝道区域而言,当匝道车道数、交叉口进口车道数、交叉口信号灯配时变化时,需要改变模型中的相关参数,重新运行软件获得结论。

参考文献:

- [1] 陈颖雪,吴兵.高架道路出口匝道工程措施实施边界条件[J].重庆交通大学学报:自然科学版,2010,29(1):118-121
- [2] 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):111-115
- [3] 孟祥燕.高等级道路交织区通行能力研究[D].南京:东南大学,2006
- [4] 陈小鸿,肖海峰.交织区交通特性的微观仿真研究[J].中国公路学报,2001,14(增1):88-91
- [5] 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
- [6] 邹智军.城市道路交通仿真研究[D].上海:同济大学,2000
- [7] 陈峻,於昊,王炜,等.城市高架道路下匝道地面联结段交通分析与评价[J].中国公路学报,2000,13(3):69-72
- [8] 杨晓光,狄珊.城市高架道路出口匝道衔接路段交通组织方法研究[J].交通运输工程与信息学报,2003,1(2):49-53