

多车道两相位交叉口专用导向车道仿真研究^{*}

李美玲, 张筱, 张亚倩

(山东建筑大学 山东高校重点实验室道路与交通工程实验室, 山东 济南 250101)

摘要:以两相位交叉口为研究对象,通过实地调查获取典型交叉口的流量、流向和其他运行数据,利用 VISSIM 仿真软件构建三导向车道两相位交叉口仿真模型,以交叉口平均延误和排队长度为优化指标进行不同渠化方案对比仿真研究。仿真分析结果表明现有专用导向车道设置依据不完全适用于两相位交叉口,尤其是左转导向车道存在较大偏差;当左转流量比例大于或等于直行时,宜设置专用左转导向车道;当右转流量占比大于 15% 且小于 25% 时,是否设置右转车道对交叉口通行效率的影响不大;当右转流量占比大于 25% 时,宜设置专用右转导向车道。

关键词:城市交通;两相位交叉口;专用导向车道;仿真分析

中图分类号:U491.2

文献标志码:A

文章编号:1671-2668(2017)02-0031-04

交叉口是城市交通网络中的重要组成部分,也是城市道路交通的瓶颈部位,其中车道功能划分直接影响交叉口甚至整个路网承载能力的发挥。在交叉口处,导向车道功能划分主要包括车道数和车道功能划分两项,通常根据交叉口几何条件设置车道数,在进口道车道数一定的情况下,再通过交叉口交通条件、道路条件、信号控制条件及上游交通条件的分析,对交叉口车道功能进行合理划分。

两相位信号控制在中国城市交叉口信号控制中占有很大比重,在现实中由于相交道路等级不高,交叉口总体流量不大,进口道的导向车道数大部分为 1~3 条,导向车道功能通常包含专左、直左、直行、直右、专右、直左右 6 种之中的组合。该文在分析现有两相位信号控制交叉口划分依据所存在的问题的基础上,根据影响因素设计仿真试验,研究两相位信号交叉口专用导向车道的功能划分依据。

1 现有车道功能划分依据适用性分析

国外对于左转车道设置的研究最初是针对无信号交叉口,广泛应用的依据是 M. Harmelik 关于无信号交叉口左转车道设置的研究成果。对于信号控制交叉口左转导向车道的设置,HCM 2000 中规定当高峰小时内总车流量达到 300 pcu/h 或左转流量达到 100 pcu/h 时应设置左转专用车道;随着研究的不断发展,目前国外研究一般认为当高峰小时内左转流量大于总流量的 20% 或左转流量达到 100

pcu/h 时应设置左转专用车道。信号控制交叉口右转专用车道设置方法与左转专用车道类似,需根据经验与实际情况综合分析,考虑道路类型、车速、大车率、红灯时是否允许右转、行人冲突、事故历史等诸多因素,基于高峰小时内右转流量所占比例进行确定,NCHRP 279 给出了一些通用情况下右转专用车道设置参考依据。

国内对车道功能划分依据的研究较少,目前没有专门针对两相位交叉口专用导向车道设置的依据,能查阅到的交叉口专用导向车道设置依据有《城市规划管理与法规》、《城市道路交叉口规划》及《道路交通组织优化》等,普遍采用的设置依据为:当高峰小时一个信号周期内进入交叉口的左转车辆大于三四辆或左转流量大于该进口道总流量的 15% 时应设置左转专用车道;路口线形宽度允许条件下一般应施划右转专用车道或当高峰小时一个周期内进入交叉口的右转车辆多于 4 辆时应设置右转专用车道。然而调查发现,按现有设置依据设计的两相位交叉口经常出现图 1 所示某些车道空闲、其他车道拥堵的状况,造成交叉口空间资源的极大浪费。因此,需对现有车道功能划分依据进行重新审视,检验其是否存在问题。

调查中还发现,当进口道只有 1 条导向车道时,该车道的功能为直、左、右,不存在因功能设置不当而造成的资源浪费问题,只有进口道有多条车道时才会出现该问题。

^{*} 基金项目:国家自然科学基金资助项目(71171124)



图1 左转和直行车道车流量相差悬殊

2 仿真分析方案

为判定现有专用导向车道设置依据对两相位交叉口的适用性及存在的问题,采集典型交叉口数据,利用 VISSIM 仿真软件,针对不同渠化方案,以交叉口平均延误和排队长度为指标进行仿真分析对比。

仿真试验分两部分,仿真流程见图2。1) 现有设置依据的适用性仿真。根据现有设置依据设置流量条件,进行专用车道原始方案设置,同时设置非专用车道对比方案进行仿真,通过原始方案 and 对比方案对比分析原始方案是否最优。若不是,则证明现有设置依据需重新审视和研究;如果原始方案始终是最优,则证明现有设置依据适用于多车道两相位交叉口。2) 基于进口流量流向比例的导向车道设置方案仿真。当根据现有设置依据设计的方案不是最优方案,需重新研究时进行这部分仿真。影响车道功能设置的最根本要素是各流向的流量,因此后续研究将基于各流向的流量比例关系。分别对左、右转专用车道进行仿真,不断变化左、直、右的流量比例,并对比设置专用车道方案和设置混合车道方案,以交叉口平均延误时间和排队长度为最优目标得出左、右转专用车道

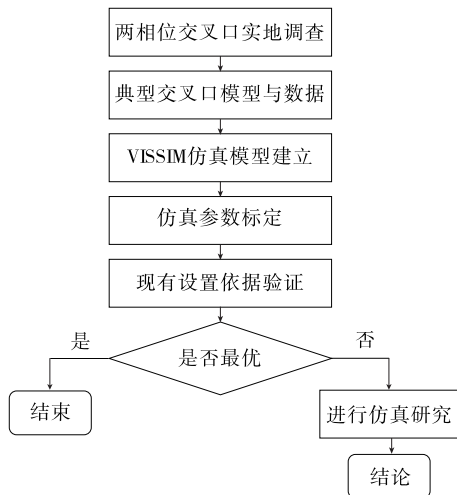


图2 多车道两相位交叉口专用导向车道仿真分析流程

设置与流量比例的关系。

3 典型交叉口调查和仿真交叉口标定

2015年6月在济南东部城区实地考察了20多个两相位交叉口,发现当交叉口进口道为三车道时,有多个不同导向车道功能划分组合,同时出现了最多的车道闲置问题,说明进口道为三车道的两相位交叉口是最突出的矛盾地点,故选取三车道进口道的两相位交叉口作为研究对象。

选择济南凤鸣路—世纪大道交叉口、新泺大街—崇华路交叉口两典型交叉口构建 VISSIM 仿真模型(见图3)。软件中所需数值根据实际情况标定如下:路段为二车道,车道宽度3.5 m;进口道为三车道,车道宽度3 m;展宽段60 m,渐变段25 m;大车率3%;大型车、小汽车、货车行驶速度分别为40、60、50 km/h。

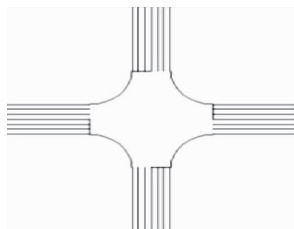


图3 VISSIM 交叉口仿真模型

信号配时按照相应饱和流量采用 HCM 法求得。为便于研究,假定该交叉口4个进口道流量、各转向占比及进口道车道分配方式均相同。直行车道基本饱和流量取平均值1650 pcu/h,直行车道饱和流量取1400 pcu/h,左转及直左车道饱和流量取1200 pcu/h,直右车道饱和流量取1200 pcu/h。设定各进口道总流量为1200 pcu/h。

4 仿真分析

4.1 现有设置依据适用性仿真检验

根据现有车道功能划分依据,当进口道总流量为1200 pcu/h时,按照 HCM 法进行配时设计,信号周期为40~60 s,根据每周期的左右转数量换算成左右转流量所占比例,当左转车流量所占比例大于或等于30%时应设置左转专用车道,当右转车流量所占比例大于20%时应设置右转专用车道。

4.1.1 专用左转车道仿真分析

在仿真软件中设置左转流量比例为40%,满足左转大于或等于30%的规定,根据现有设置依据设

置原始方案为左、直、右,对比方案将左转改为直左、其他不变。仿真结果见表 1。

由表 1 可看出:当左转流量达到 40%时,根据车辆延误时间及排队长度数据,不设左转专用车道的对比方案更优。

4.1.2 专用右转车道仿真分析

在仿真软件中设置右转流量比例分别为 30%、40%,满足右转大于 20%的规定,根据现有设置依据设置原始方案为直左、直、右,对比方案将右转改为直右、其他不变。仿真结果见表 2。

表 1 专用左转车道现有设置依据与对比方案仿真结果

方案	渠化方案	流量比例/%			延误时间/s					排队长度/辆				
		左转	直行	右转	东	西	南	北	平均	东	西	南	北	平均
原始方案	左、直、右	40	50	10	14.8	12.4	22.0	13.9	15.8	17	13	33	16	19.8
对比方案	直左、直、右	40	50	10	14.4	13.6	15.2	13.6	14.2	17	13	17	16	15.8

注:信号周期时长为 60 s,其中绿灯时长为 25 s。

表 2 专用右转车道现有设置依据与对比方案仿真结果

方案	渠化方案	流量比例/%			平均延误时间/s	平均排队长度/辆	比较
		右转	直行	左转			
原始方案	直左、直、右	30	60	10	8.475	7.00	优
对比方案	直左、直、直右				10.450	7.50	—
原始方案	直左、直、右	30	40	30	9.275	8.75	优
对比方案	直左、直、直右				11.125	9.75	—
原始方案	直左、直、右	40	50	10	6.650	5.50	优
对比方案	直左、直、直右				10.950	9.00	—
原始方案	直左、直、右	40	30	30	6.650	6.50	优
对比方案	直左、直、直右				11.425	9.75	—

注:信号周期时长为 40 s,其中绿灯时长为 15 s。

由表 2 可看出:当右转流量达到 30%及以上时,单独设置右转专用车道具有明显优势,与现行规范给出的依据相吻合。

综上,两相位交叉口左转专用车道的划分不能单纯按照现有依据来进行,按现行依据划分的车道功能并不是最优方案,有必要通过更细致的仿真来分析两相位交叉口设置左、右转专用车道的依据。

4.2 基于进口流量流向比例的专用导向车道设置方案仿真

4.2.1 专用左转导向车道仿真分析

固定设置右转专用车道和中间直行车道,不断调整各转向车流量所占比例,以左转车流量为基准流量,固定占比变化幅度为 10%,使左转流量由 10%开始增加,直行流量与右转流量占比同样以 10%变化幅度取遍所有组合,对设置左转专用车道与不设单独左转车道两种渠化方案所产生的延误时间和排队长度进行仿真,结果见图 4、图 5。为直观

展示数据变化趋势,为相应数值固定增加相应步长;S 代表直行,L 代表左转,R 代表右转。

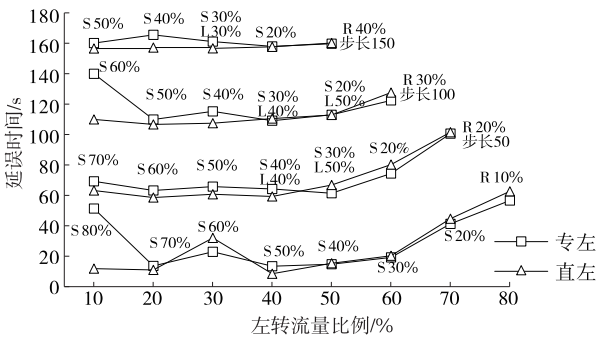


图 4 左转专用车道设置与否对延误时间的影响对比

由图 4、图 5 可知:采用 10%的流量占比变化幅度能很好地显示左转专用车道的影响状况,当左转流量与直行流量不断接近直至左转流量明显大于直行流量时,两者之间的差别明显减小。说明左转流量比例大于直行流量比例或两者相当时考虑设置左

转专用车道比较合适。

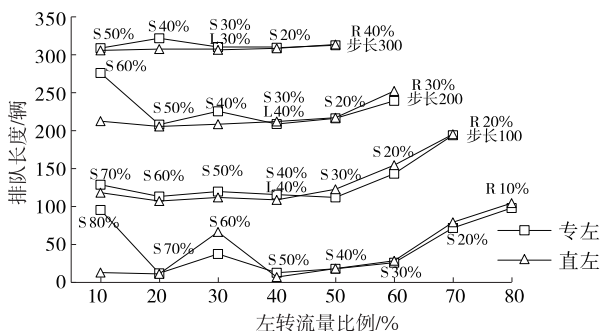


图5 左转专用车道设置与否对排队长度的影响对比

4.2.2 专用右转导向车道仿真分析

对专右与直右两种车道划分方式进行比较。为便于研究,固定设置直左车道和中间直行车道,不断调整各转向流量所占比例,对比设置右转专用车道与不设置右转专用车道时延误时间和排队长度的变化。在针对右转专用道的仿真研究中发现以10%为占比变化幅度,在右转占比为10%~40%时不能明显看出两者的差别,当右转占比大于40%时设置右转专用车道具有明显优势。因此,在右转导向车道仿真分析中采用5%的变化幅度,使右转流量由10%逐步增加至40%,同时直行流量与左转流量以10%的变化幅度取遍所有组合,对相同流量占比情况下不同渠化方式所产生的延误时间和排队长度进行仿真,结果见图6、图7。

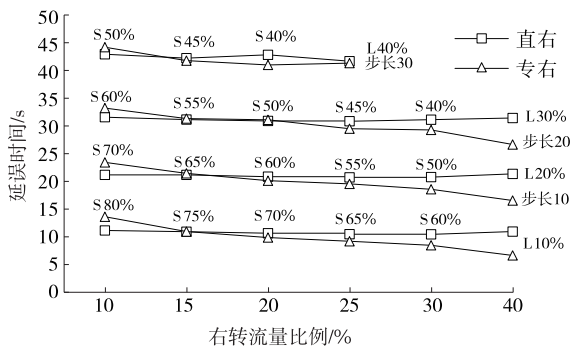


图6 右转专用车道设置与否对延误时间的影响对比

由图6、图7可知:在右转流量占比低于10%时,不设置右转专用车道,在延误时间和排队长度上有明显优势;当右转流量占比分别达到15%及25%时,设置右转专用车道有微略优势;当右转流量占比大于25%,如30%及以上时,设置右转专用车道可降低延误时间、减小排队长度,即设置右转专用车道可有效缓解交叉口的拥堵程度,与现行规范给出的依据相符。

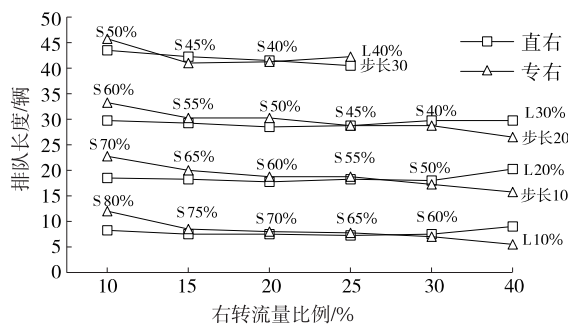


图7 右转专用车道设置与否对排队长度的影响对比

4.2.3 仿真分析结论

根据以上仿真分析结果,现有设置依据对于左、右转专用车道的描述对两相位交叉口并不完全适用,不能根据某个周期的绝对数值来考虑是否设置专用车道,而应按照流向流量比例大小来设置(见表3、表4)。

表3 专用左转向车道设置参考依据

流量比例情况	建议方案
直行流量>左转流量	不设专用左转向车道
直行流量≤左转流量	设置专用左转向车道

表4 专用右转向车道设置参考依据

流量占比情况	建议方案
右转流量<15%	不设专用右转向车道
15%≤右转流量≤25%	可设置或不设置,综合其他因素考虑
右转流量>25%	设置专用右转向车道

5 结论

(1) 现有专用导向车道设置依据不能很好地指导导向车道功能划分。

(2) 当左转流量比例小于直行时,建议不设置专用左转向车道;当左转流量比例大于或等于直行时,建议设置专用左转向车道。

(3) 当右转流量占比小于15%时,不宜设置专用右转向车道;当右转流量占比大于15%且小于25%时,是否设置右转车道对交叉口通行效率的影响不大,可综合考虑其他因素确定;当右转流量占比大于25%时,建议设置专用右转向车道。

该文没有研究导向车道为2条及大于3条的两相位交叉口的情况,且仿真过程中4个进口道采用相同的流量及车道分配方式,得到的是初步设置依据,还需不断完善,得到完整的两相位导向车道功能

(下转第48页)

增强服务意识,用优质的服务满足乘客在出行中的服务需求。

5 结语

该文根据网约车服务的特点,构建了网约车服务质量评价指标体系及评价模型,对重庆市网约车服务质量进行评价,评价结果较为准确地反映了重庆市网约车服务现状,具有较高的科学性和可信度。该评价方法为网约车平台公司提供了服务质量改进依据,管理者可根据评价结果采取针对性的改善措施,便于对服务质量进行监督和管理;也可将评价结果与网约车行业内优秀平台公司的评价结果进行比较,发现彼此的差距并进行弥补,对于促进网约车行业更好发展具有一定的借鉴意义。

乘客对网约车服务质量的评价是一个多因素综合作用的结果,这些因素会随着行业和市场的发展不断发生变化,乘客的评价标准也会有所改变。因此,在利用该评价方法对网约车服务质量进行评价时,一定要结合各地实际情况对评价指标及其权重进行适当调整,保证评价结果科学、准确。

参考文献:

- [1] 姚志刚,袁球明.出租汽车客运服务质量管理理论与实践[M].北京:中国经济出版社,2012.
- [2] 程龙生.服务质量评价理论与方法[M].北京:中国标准出版社,2011.
- [3] 汪寅.基于游客感知的旅行社服务质量评价研究[D].

(上接第34页)

划分依据。

参考文献:

- [1] 廖晓强.城市道路平面交叉口交通组织与渠化设计研究[D].南京:南京林业大学,2013.
- [2] 宋现敏,孙锋,王殿海.两相位交叉口车辆冲突延误模型[J].吉林大学学报:工学版,2009,39(2).
- [3] 王京元,庄焰.信号交叉口左转车道设置研究[J].深圳大学学报:理工版,2007,24(1).
- [4] National Highway Institute (NHI) Course No.133078, Access management, location, and design[S].
- [5] Federal Highway Administration. Safety effectiveness of intersection left-and right-turn lanes [R]. Federal Highway Administration, 2002.
- [6] 全国城市规划执业制度管理委员会.城市规划管理与

南昌:江西财经大学,2009.

- [4] 王海湘.基于 SERVQUAL 的铁路客运服务质量评价[J].铁道运输与经济,2006,28(8).
- [5] 皋琴,李卫军,饶培伦,等.北京地铁服务质量评价[J].城市轨道交通研究,2011,14(2).
- [6] 吴伟,吴承明.基于 SERVQUAL 的出租车客运服务质量评价研究[J].交通与运输:学术版,2007(2).
- [7] 武慧荣,崔淑华,张海松.基于乘客感知的城市公交服务质量评价研究[J].重庆交通大学学报:自然科学版,2012,31(5).
- [8] 王荣辉,王东华.航空服务质量评价研究[J].经济研究导刊,2013(17).
- [9] 岳伟.铁路客运服务质量评价研究[D].大连:大连交通大学,2007.
- [10] 韦福祥.服务质量评价与管理[M].北京:人民邮电出版社,2005.
- [11] 张丽花,张好智,杨小宝.基于乘客出行链的公共交通服务质量评价研究[J].公路与汽运,2011(4).
- [12] 张海波.城市公交车辆客运服务质量评价分析[J].上海工程技术大学学报,2007,21(2).
- [13] 姚志刚.因子载荷加权 SERVQUAL 评价出租汽车乘客感知服务质量[J].武汉理工大学学报:社会科学版,2010,23(1).
- [14] 姚志刚,裴爱红,袁球明,等.城市出租汽车客运服务质量的乘客感知特性分析[J].长安大学学报:社会科学版,2011,13(2).

收稿日期:2016-11-28

法规[M].北京:中国计划出版社,2011.

- [7] GB 50647-2011,城市道路交叉口规划规范[S].
- [8] 翟忠民,任福田.道路交通组织优化[M].北京:人民交通出版社,2004.
- [9] 秦丽辉,徐亮.两相位信号交叉口专用左转车道车辆运行特性研究[J].长春工程学院学报:自然科学版,2004,5(2).
- [10] 李淑庆,谢晓忠,郭贵冬.城市道路两相位交叉口左转车道通行能力研究[J].重庆交通大学学报:自然科学版,2010,29(5).
- [11] 刘斌,王建蓉.基于 VISSIM 的城市道路平面交叉口仿真研究[J].甘肃科学学报,2012,24(4).
- [12] 刁爱霞,齐博,孙莉.基于 VISSIM 的平面交叉口交通仿真与改善研究[J].西部交通科技,2012(10).

收稿日期:2016-11-21