

卫星岛式内嵌双环形交叉口概念设计

郑元勋, 李 桐

(郑州大学 水利与环境学院交通系, 河南 郑州 450001)

摘 要: 为了消除环形交叉口的冲突点、减少交织区车流量和左转与调头车辆行驶距离,在现有卫星岛式环形交叉口的基础上提出:将单一环形交叉改为内外双环形交叉;改变卫星岛式环形交叉口的分流方式. 据此进行了卫星岛式内嵌双环形交叉口概念设计,且基于两者对比及模拟分析发现:在造价和用地相当的情况下,卫星岛式内嵌双环形交叉口不但可以保留卫星岛式环形交叉口带来的优势,且能消除其在车辆由卫星岛驶入中心岛时产生的冲突点,同时通过不同的分流方式避免了交织段车流量集中、车辆绕中心岛顺时针行驶(与常规驾驶习惯不符)以及部分路段对向行驶的问题,从而提高路段通行能力.

关键词: 卫星岛;内嵌;双环形;交织量;交叉口设计

中图分类号: U412.35 **文献标志码:** A **doi:**10.3969/j.issn.1671-6833.201504053

0 引言

在我国道路交通建设中,环形交叉口的运用较为广泛. 环形交叉口通过采用渠化交通的方法,避免了交叉路口因红绿灯造成的周期性阻滞,同时将冲突点转变为交织点增加行车的安全性. 但由于采用环形交叉设计车辆只能沿同一个方向行驶,使得交织区车流量大大增加,进而使得车辆右转、左转通行量下降,同时也造成调头与左转车辆绕行距离远^[1-2]. 针对这种情况,诸多学者提出相应的解决方案,其中较为成熟的为张超、郑元勋提出的卫星岛式环形交叉口设计^[3],但是也存在明显弊端:①车辆由卫星岛驶入中心岛时存在危害大的冲突点;②减少交织区车流量不明显,且对于调头和左转车辆较多的路口,造成交织段集中、交织段短等问题;③车辆绕中心岛顺时针行驶不符合驾驶习惯,同时车辆在部分路段会与右转车辆对向行驶,不安全性增加. 因此,笔者以卫星岛式环形交叉为基础提出卫星岛式内嵌双环形交叉设计理念,并进行构型设计,分析其交通组织方式及环道的交通流线.

1 卫星岛式环形交叉口的运行特征

1.1 卫星岛式环形交叉口的提出与概念

卫星岛式环形交叉通过在道路末端、环形交

叉口前增设卫星岛和分离右转车道的措施将回头车辆、左转车辆与右转车辆分开,同时在卫星岛中部再通过中心岛将回头车辆与左转车辆分离,从而达到减少交织区车流量以及缩短左转车辆绕行距离的目的^[4].

1.2 卫星岛式环形交叉口的独特优势

卫星岛式环形交叉口的构成及交通流线如图1所示(以三岔口为例). 以甲处的车辆为例:车流在道路末端进行第一次分流,将右转车辆与左转车辆和调头车辆分开. 右转车辆沿独立的右转车道直接右转,不与其他方向车流产生任何交织.

左转车辆和调头车辆从车流中分离出去后,进入卫星岛B的环道行驶. 在环道中部的交织区段车流进行第二次分流,将左转车辆和调头车辆分开. 调头车辆与中心岛驶出的车辆进行第一次汇流后继续沿卫星岛B的环道行驶,最后在甲-1段与丙处的右转车辆进行第二次汇流,至此调头车辆调头结束.

左转车辆在卫星岛环道中部与调头车辆分流后,通过变换车道进入中心岛环道. 左转车辆进入中心岛环道后按顺时针行驶,当行驶到左侧路口时再通过交织区变化车道进入丙的卫星岛环道,并与丙的调头车辆进行汇流行驶. 最后在丙-5段与乙处驶来的右转车辆进行汇流,至此左转车

收稿日期:2015-04-22;修订日期:2015-08-23

基金项目:河南省交通运输厅科技攻关项目(2013-2-12);河南省交通运输厅科技项目(2014K37-2)

作者简介:郑元勋(1978—),男,河南驻马店人,郑州大学副教授,博士,博士后,主要从事结构耐久性、结构监控、检测及加固等研究, E-mail: yxzheng@zzu.edu.cn.

引用本文:郑元勋,李桐. 卫星岛式内嵌双环形交叉口概念设计[J]. 郑州大学学报(工学版),2016,37(2):87-91.

辆行驶结束.

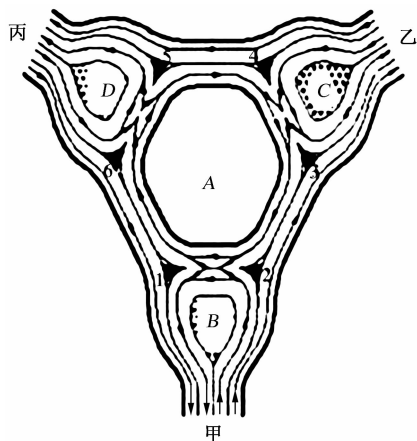


图1 三岔口卫星环岛式环形交叉口的交通流线

Fig.1 Divergence satellite island style Roundabout traffic flow lines

卫星岛式环形交叉与传统环形交叉相比,在不增加分合流次数的情况下缩短了左转车辆和调头车辆的行驶距离,并且在一定程度上减少了参与交织的车辆,且左转车辆直接左转.

1.3 卫星岛式环形交叉口的限制

卫星岛式环形交叉口虽然在一定程度上提高了交叉口的通行能力,但从卫星岛驶入中心岛的车辆与中心岛驶出的车辆会产生冲突点,同时较短的交织段内造成密集的交织量和分流汇流点,而且为追求缩短左转车辆行驶路程,使车辆绕中心岛顺时针行驶与常规的驾驶习惯不符以及在部分车道会出现对向行驶的现象,增加了行车的不安全性,降低了通行能力,从而不能很好改善传统交叉口车流速度慢,通行能力低的问题^[5].

2 卫星岛式内嵌双环形交叉口概念设计

2.1 设计目标

针对当前平面交叉设计中的运行缺陷和普遍存在的问题,确定设计目标和设计准则.

(1)消除车辆由卫星岛驶入中心岛时产生的冲突点,减小中心岛与卫星岛交界处车辆交织量^[6].

冲突点是当前对交通干扰最严重的因素,通过改变设计方法来消除产生的对交通干扰非常大的冲突点,将会进一步提升交叉口的通行效率.同时,若能通过采用不同的分流方式减少在交织段的交织量,也会进一步提高车辆的通行能力^[7].

(2)避免车辆绕中心岛顺时针行驶和在部分车道出现对向行驶的现象.司机的驾驶习惯以及

心理因素也会对车辆的行驶造成一定的影响,如果能够使设计符合常规行驶习惯,就会给司机营造较为良好的驾驶环境,提高驾驶的安全性^[8].

2.2 构型设计

基于上述目标,对卫星岛式环形交叉口做出以下改进:(1)将中心岛由单一环形交叉变为双环形交叉;(2)改变现有的分流方式;(3)对内环形进行进出口的分离^[9].针对改进的地方,较以三岔口为例加以介绍,如图2所示.

2.3 交通流的分析

图2是三岔路口卫星岛式内嵌双环形交叉口的交通流线图,现以甲处驶入的车流为例进行分析.

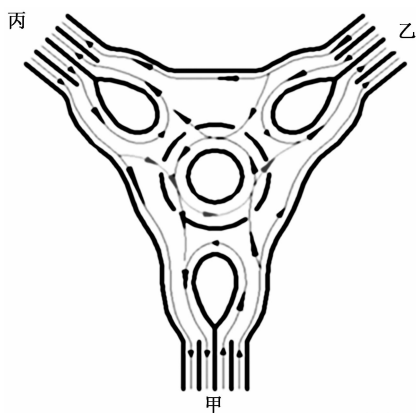


图2 卫星岛式内嵌双环形交叉口的交通流线图

Fig.2 Satellite Island embedded double roundabout traffic flow chart

车流在道路末端进行第一次分流,将调头车辆分离出去.调头车辆绕卫星岛行驶,绕行一周后实现调头.调头车辆行驶中不存在任何分流点,只在卫星岛末端与其他方向驶来的右转车辆和由内环出来的左转车辆进行一次合流,不存在交织段.与卫星岛式环形交叉相比之下,通过改变分流方式,在不增加调头车辆行程的前提,避免调头车辆与其他方向车辆的交织,消灭了交织段产生的冲突点,增加了行车的安全性确保了调头车辆的快速安全行驶.

左转与右转车辆在进入外环后进行分流,右转车辆在外环直接右转,左转车辆进入内环行驶.右转车辆的行驶与卫星环岛式交通基本一致.左转与右转车辆分离后进入内环沿逆时针行驶.在不增加分流、汇流点的情况下,将进行汇流、分流的车量由左转+调头变为只有左转,这样就减少了交织区的行车压力,从而增加环形交叉口的通行能力.同时通过控制内环的进出点,也避免了卫

星岛环形交叉在进入中心岛时产生的较为集中的交织区及冲突点,从而进一步提高通行能力.

该设计不足之处在于延长了部分左转车辆的行程.通过内环行驶的左转车辆相比传统交叉口,其行程还是有较显著缩短,且不与右转车辆发生交织.在分流车辆、减小交织段的交织量等方面,卫星岛式内嵌双环形交叉口设计均占优.

图 3 为十字路口的交通流线图.观察易得,该方案实现了调头、右转和左转车辆三者分离.显然对于解决左转、调头车辆绕行距离远,中心岛交织段车流量大等问题更加有利.

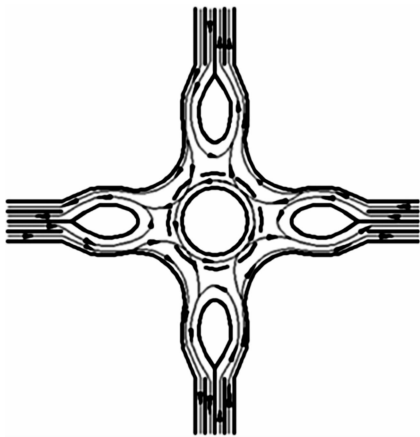


图 3 四路交叉路口的交通流线图

Fig. 3 Traffic flow chart four intersections

3 基于 PTV-VISSIM 的仿真分析

3.1 仿真模型-VISSIM

VISSIM 是常用的一种微观的、基于时间间隔和驾驶行为的仿真建模工具.它可以用以分析各种交通条件下,城市交通和公共交通的运行情况.笔者选用 VIISIM5.0 版本进行仿真,仿真流程图如图 4 所示.

为了对比分析,通过设置监测断面来输出系统车辆行程时间、排队长度和平均延误等指标.

3.2 内嵌式双环形交叉口仿真优化

根据图 4 所示仿真优化方法及图 2 的基本模型对三岔口内嵌式双环形交叉口进行模型建立,

并进行如下假设和参数输入.假设 1:所有车辆在驶入交叉口前,均已变换到规定车道;假设 2:所有车辆按文中所规定交通行驶规则行驶;假设 3:该环交不考虑交通信号控制、行人以及非机动车辆的行驶;假设 4:车辆组成、车辆类型以及期望行驶速度等都根据现有环形交叉口状况进行拟定.

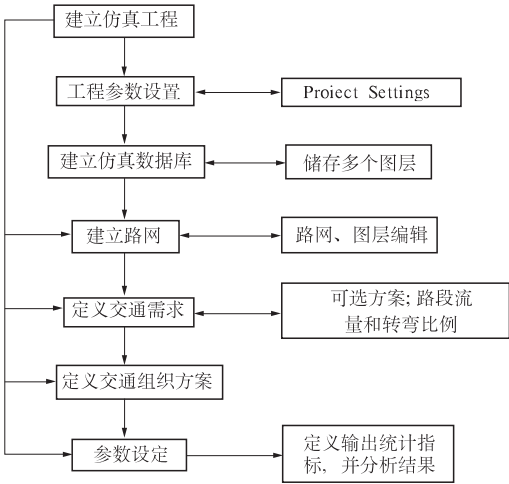


图 4 VISSIM 交通仿真流程图

Fig. 4 Flowchart of Transportation Simulation Based on VISSIM

交叉口输入流量状况如表 1 所示.根据我国现有环形交叉口现状,规定该路段平均车速 $V=30\text{ km/h}$.仿真运行输出结果如表 2~表 4 所示.

表 1 交叉口交通量

Tab.1 Traffic volume of the intersection veh/h

甲		乙		丙	
右转	383	右转	383	右转	383
左转	192	左转	192	左转	192
调头	200	调头	170	调头	170
总计	775	总计	745	总计	745

3.3 传统环形交叉口仿真优化

传统三岔口环形交叉的基本假定与参数输入保持与三岔口内嵌式双环形交叉口相一致.传统三岔口环形交叉的仿真输出数据如表 5~7 所示.

表 2 行程时间

Tab.2 Traffic travel time s

时间	行程时间	车辆数	行程时间	车辆数	行程时间	车辆数	行程时间	车辆数	行程时间	车辆数	行程时间	车辆数
编号	1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6
100	12.6	4	14.1	6	12.8	1	8.0	2	7.9	3	9.3	2
200	14.2	6	13.2	6	13.2	6	8.4	8	9.2	4	9.1	5
300	16.6	8	15.3	5	15.3	10	8.1	2	9.9	5	9.6	10

续表 2 行程时间
Tab.2 Traffic travel time

时间	行程 时间	车辆数	行程 时间	车辆数	行程 时间	车辆数	行程 时间	车辆数	行程 时间	车辆数	行程 时间	车辆数
400	13.8	5	12.7	9	12.7	3	11.1	7	7.4	1	8.9	6
500	14.9	5	13.6	6	13.6	4	9.4	5	8.0	2	10.9	2
600	16.6	7	14.2	8	14.2	5	9.4	4	8.0	7	8.8	4

注:行程时间为车辆通过检测区段的起点至离开终点的时间间隔;车辆数为在时间间隔内驶过所选断面的车辆数量;编号为所选检测断面;该试验记录车辆类型均为全部;时间为每 100 s 检测输出一次.

表 3 排队长度
Tab.3 Queue Length

时间	平均	最大	停车	平均	最大	停车	平均	最大	停车
编号	1	1	1	2	2	2	3	3	3
100	0	0	0	0	6	2	0	0	0
200	0	7	2	0	0	0	0	0	0
300	1	13	3	0	5	3	0	0	0
400	0	0	0	0	0	0	0	0	0
500	0	7	2	0	6	1	0	0	0
600	1	12	3	0	6	3	0	6	1

注:“平均”为在时间间隔中的平均排队长度;“最大”为在时间间隔中最大排队长度;“停车”为排队车辆的停车次数.

表 4 延误时间

Tab.4 Delay

时间	平均延误时间
编号	1
100	0.7
200	0.5
300	1.8
400	0.2
500	1.1
600	2.2
全部	1.2

3.4 数据对比分析

通过上述输出数据的对比分析,可以看出,在同样的交通组成和交通状况下,采用内嵌式双环形交叉口设计时,车辆通过交叉口的行程时间有较明显的缩短,同时相同时间内通过的车辆数也得到提升,此外车辆行驶在交叉口时的平均排队长度和平均延误都有了明显的改善.综合上述分析,可以看出内嵌式双环形交叉口比传统环形交叉口具有明显优势,提高了交叉口的通行效率.

表 5 传统三岔口环形交叉行程时间

Tab.5 Traditional roundabout of divergence traffic travel time

时间	行程 时间	车辆数	行程 时间	车辆数	行程 时间	车辆数	行程 时间	车辆数	行程 时间	车辆数	行程 时间	车辆数
编号	1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6
100	19.6	3	21.2	6	20.1	1	24.9	1	25.7	3	23.7	2
200	20.4	7	31.6	6	104.5	1	26.5	7	24.8	2	24.3	4
300	24.4	8	27.9	5	148.2	1	39.9	3	36.3	6	28.8	9
400	27.6	5	25.8	8	124.3	4	31.1	8	38.8	2	27.0	7
500	21.8	5	21.8	7	66.0	9	29.7	3	27.7	2	27.9	3
600	21.6	7	25.8	8	42.3	3	30.6	5	34.5	5	27.5	3

注:行程时间为车辆通过检测区段的起点至离开终点的时间间隔;车辆数为在时间间隔内驶过所选断面的车辆数量;编号 1、2 等为所选检测断面;该试验记录车辆类型均为全部;时间 100、200 等为每 100 s 检测输出一次.

表 6 传统三岔口环形交叉排队长度

Tab.6 Traditional roundabout of divergence queue Length

时间	平均	最大	停车	平均	最大	停车	平均	最大	停车
编号	1	1	1	2	2	2	3	3	3
100	1	11	2	0	0	0	1	15	2
200	1	11	2	0	0	0	7	22	4
300	2	17	4	8	27	3	3	21	4
400	3	31	2	2	21	1	3	17	5
500	1	11	2	1	21	1	1	15	3
600	1	11	2	6	35	7	3	21	3

表 7 传统三岔口环形交叉延误时间

Tab.7 Traditional roundabout of divergence delay s	
时间	平均延误时间
编号	1
100	1.1
200	11.9
300	14.7
400	29.5
500	20.9
600	7.4
全部	15.5

4 结论

卫星岛式内嵌双环形交叉口概念设计通过增设内环形、改变卫星岛式环形交叉的分流方式以及对进出内外环形进行调控的方法,在不进行立体交叉设计的前提下达到了解决传统交叉口左转和调头车辆绕行距离远、交织区车流量大的难题.同时也规避了卫星岛式环形交叉设计中出现的冲突点、车辆沿中心岛顺时针行驶以及中心岛交织段集中和车流量大行车速度慢的问题,为现代化交叉口平面设计提供了新的设计理念.

参考文献:

[1] 王昊,王伟,陈峻.非信号控制交叉口通行能力及延误特性[J].华中科技大学学报(自然科学版),2007,35(1):114-117.

[2] 郑晨,郑长江.公交车车速诱导研究与应用[J].郑州大学学报(工学版),2013,34(1):19-22.

[3] 张超,郑元勋.卫星岛式环形交叉口的概念设计[J].公路,2013,9(9):51-54.

[4] 张金水.道路勘测与设计[M].上海:同济大学出版社,2009.

[5] 郭瑞军,林柏梁.环形交叉口交织区车流运行特性的研究[J].交通运输系统工程与信息,2010,10(3):29-34.

[6] 杨锦冬,杨晓光,彭国雄.环形交叉口交通控制模式研究[J].公路交通科技,2000,17(6):47-51.

[7] 李小帅.城市大型平面交叉口交通组织优化研究[D].北京:北京交通大学交通运输学院,2009.

[8] 杨静,景国勋.驾驶员的心理因素对其可靠性的影响分析[J].交通标准化,2009,198(6):86-88.

[9] 顾九春.平面交叉口左转交通组织革新设计的进展及启示[J].中外公路,2006,4(8):224-227.

The Conceptual Design of Satellite Island Type Embedded Double Circular Intersection

ZHENG Yuanxun, LI Tong

(School of Water Conservancy and Environment, Zhengzhou University, Zhengzhou 450001, China)

Abstract: In order to eliminate the conflict of circular intersections, reduce the traffic flow of weaving areas and the travel distance of the vehicles turning left or back, some improvement ideas are put forward based on the analysis of the advantages and disadvantages of the existing satellite island type circular intersection; such as changing the single circular intersection into the internal and external double loop type; altering the shunt way of circular intersection of satellite island type. Comparing the conceptual design of satellite island type embedded double circular intersection with the satellite island type circular intersection, it can be seen that, in the case of similar costs and occupied area, satellite island type embedded double circular intersection can not only maintain the advantages of the original one but also eliminate the conflict which arising from the vehicles' travels from the satellite island to central island. Meanwhile, the conceptual design avoids the excessive traffic flow in the weaving areas, the situations that vehicles drive around the satellite island type circular intersection clockwise(not in accordance with the conventional driving habits) and vehicles' driving in opposite direction, as result, the road traffic capacity is improved.

Key words: satellite island; embedded; double ring; mixed amount; intersection design