

DOI:10.16799/j.cnki.csdqyfh.2021.02.004

高速出入口多路交叉口改造方案研究

唐晓辉, 吕麦霞, 潘 鑫, 赵伟忠, 李振辉
(西安市政设计研究院有限公司, 陕西 西安 710068)

摘 要: 环形交叉口在城市交通量不断增长的情况下冲突点不断增多, 针对这种缺陷对多路环形交叉口进行改造, 以提高其通行效率。以西安市曲江大道转盘交叉口改造为工程实例, 对现状交叉口道路交通条件及交叉口流量进行调查分析。研究分析了交叉口道路结构及交通运行特点, 提出交叉口道路交通改造方案, 并依据现状交叉口交通流量, 借助交通信号协调及配时设计软件 SYNCHRO, 对改造交叉口进行信号配时, 进而借助交通仿真软件 VISSIM 进行改造后效果评价。对交叉口改造之后的运行情况进行了后评价分析, 结论为: 运行效果良好。

关键词: 城市道路交通; 环形交叉口; 高速出入口; 交叉口改造

中图分类号: U412.35 文献标志码: B 文章编号: 1009-7716(2021)02-0013-05

0 引 言

由于环形交叉口交通组织相对简单, 便于塑造城市景观, 因此在城市开发初期, 或者在城市外围高速出入口附近, 在交通量不大的情况下, 采用环形交叉口交通组织形式较为多见。

随着城市的发展、路网结构的变化以及交通量的增加, 环形交叉口的一些缺陷开始显现。由于环形交叉口一般不设置交通管制, 因此往往会造成更多的冲突点。如: 三路交叉口冲突点为 3 个; 十字路口冲突点为 16 个; 五路交叉口冲突点达到 45 个, 其中交织冲突点有 15 个, 交叉冲突点有 30 个^[1]。此外, 环形交叉口除了有机动车冲突点外, 还有机动车与非机动车、机动车与行人之间的相互干扰, 导致绕城出入口通行效率低下, 且交通安全难以保证。本文对现状环形交叉口交通特性进行分析, 根据路网规划建设情况, 近期对高速出入口地面五路环形交叉口进行改造提升, 远期结合快速路建设对其进行立交改造。

1 项目背景

曲江大道转盘交叉口(以下简称“转盘交叉口”)位于西安市曲江新区中部, 是由曲江大道、曲江池北路、南三环东西方向辅路、曲江高速出入口构成的一个五路环形交叉口(见图 1), 是西安市东南方向对外交通的重要节点。现状交叉口采用双重

信号控制环形交叉口方式来进行交通组织。随着交叉口北进口上游道路快速路西延路高架桥的建成通车、转盘节点周边区域的开发成熟以及区域景点活动的增强, 本来运行不畅的交叉口变得更为拥堵。因此, 在此基础上提出改造曲江大道转盘交叉口。图 2 为项目区域节点规划示意图。

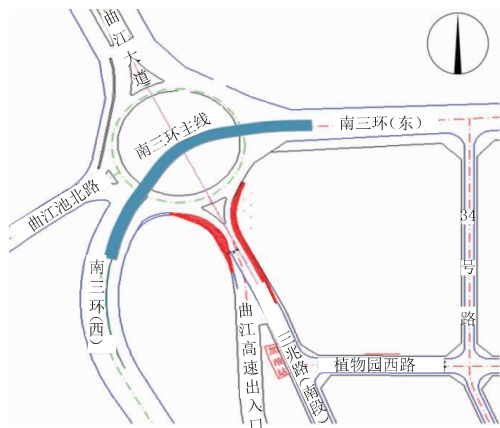


图 1 现状交叉口路网图



图 2 项目区域节点规划示意图

收稿日期: 2020-08-03
作者简介: 唐晓辉(1985—), 男, 硕士, 工程师, 主要从事城市道路交通咨询、规划及设计研究工作。

2 现状调查与分析

2.1 转盘交叉口道路设施及周边用地现状

该转盘交叉口为不规则五路交叉口,其转盘半径为 75 m,交织段长度为 90~120 m,交织段宽度为 13~20 m。曲江大道为城市路基段快速路,红线宽 80 m,双向 6 车道,与西延路高架相连接,为西安市快速路二环与三环连接线。南三环为城市快速路,红线宽度 70 m,主路双向 4 车道,上跨曲江大道转盘交叉口,地面辅路为双向 6 车道。曲江池北路为城市次干路,红线宽 30 m,双向 5 车道。三兆路为城市次干路,红线宽 30 m,双向 4 车道,与曲江高速出入口共同组成交叉口南进口。道路最小夹角由曲江池北路与南三环构成,为 30.9°;最大夹角由曲江大道与南三环构成,为 112°。

转盘十字周边用地种类较多,有大型住宅、商铺、幼儿园、武警仓储、市政设施以及规划绿地等多类用地。

2.2 流量调查与分析

转盘交叉口改造前,对现状最不利情况晚高峰交通流量进行了调查(见表 1)。

表 1 交叉口晚高峰交通流量调查统计表 单位:pcu/h

转盘交叉口道路	进口道	出口道	总计
曲江大道	2 240	2 296	4 536
曲江高速出入口	2 501	2 202	4 703
南三环(东)	2 786	2 344	5 130
曲江池北路	1 848	1 235	3 083
南三环(西)	1 232	2 436	3 668
总计	10 607	10 513	—

(1)转盘交叉口进口道晚高峰总交通流量为 10 607 pcu/h,根据信号控制环形交叉口设计通行能力分析^[2],计算转盘交叉口最大通行能力为 9 600 pcu/h,晚高峰小时饱和度为 1.10,晚高峰交叉口拥堵,南、北进口排队长度在 1 km 以上。

(2)平面环形交叉口的通行能力较低,一般不适用快速路和主干路的交叉口。当进入交叉口的混行交通流量超过 2 700 pcu/h,或者交叉口任何一个交织路段的交通流量超过 1 400 pcu/h 时,不易采用平面环形交叉^[3]。进入现状转盘交叉口的混行交通流量和各交织路段交通流量远远超过 2 700 pcu/h 及 1 400 pcu/h,现有的信号灯只是为了在高峰时间段不让交织流“锁死”该节点。

(3)转盘交叉口进口道晚高峰总交通流量为 10 607 pcu/h,其中:直行交通流量为 5 430 pcu/h,占

总交通流量的 51.20%;左转交通流量为 3 180 pcu/h,占总交通流量的 29.98%。主流交通方向为南北向直行和东进口、北进口左转方向。

(4)转盘交叉口所处的城市高速出入口位置,货车比例相对较高,占总交通流量的 11%。

(5)转盘交叉口行人过街和非机动车交通需求量相对较小,高峰小时最大截面交通流量在北进口曲江大道人行横道,最大量为 206 人次/h。但是,由于转盘半径较大,且人行横道靠近转盘,因此部分人行横道处于转盘车辆交织区域,行人过街距离长,不利于交通安全。

(6)转盘交叉口周边共有公交停靠站点 4 个,停靠站点全部为直线式,有 3 条公交线路,公交换乘需求较小。

综上,北进口曲江大道连接线西延路高架的修建完成以及南进口高速出入口 ECT(电子不停车收费系统)的改造提升,导致南北进口车流量激增,使得原本运行效率不高的转盘交叉口交通压力更大(见图 3、图 4)。



图 3 转盘交叉口改造之前交通流量图(单位:pcu/h)



图 4 转盘交叉口改造之前交通拥堵图

3 交通改善思路

根据路网节点规划,节点规划为一处互通式立交。由于转盘交叉口连接高速出入口,并且目前附近

再无高速出入口,若仓促进行互通式立交建设,进出城交通难以分流,势必加剧该节点交通拥堵,进而由节点拥堵发展为区域性路网拥堵。因此,在节点改造时,采取近、远期相结合的方式:近期,将转盘交叉口改造为信号灯十字路口,提高其通行能力,同时规划修建节点东侧 2 km 处的金花南路高速出入口;远期,在金花南路高速出入口修建完成后,可以对高速出入口交通流量进行分流时,再进行该节点互通式立交升级改造。

改善思路如下:

- (1)合理组织交通流线,简化相交道路数,五路相交变四路相交,转盘交叉口变十字路口,采用信号灯控制以减少交通冲突点,按照匹配原则合理确定车道数。
- (2)设置导流岛,缩短交叉口通行距离,提升通行效率,同时保障行人及非机动车通行安全。

4 交通改善设计

4.1 方案设计

设计方案将转盘交叉口改为十字平交,原五路交叉优化调整为四路交叉,弱化南三环西侧地面辅路功能。十字交叉主体为:南北向——曲江大道—曲江高速出入口;东西向——曲江池北路—南三环(东)。南三环西出口地面辅路出口取消,进入南三环的西向车流需要经过片区路网绕行;曲江池北路进口道车辆进入交叉口时,右转车辆采用信号灯控制进入收费站,左转车辆与南三环西辅路进口道左转车辆一起采用信号灯控制。

对十字路口进行导流岛渠化设计,右转车辆提前分流。交叉口进口道总车道数为 44 个,出口道总车道数为 26 个(见表 2)。转盘交叉口交通组织改造为十字信号灯控制,其交通组织变化较大,并且进口车道数较多,考虑到以上因素,在进行交通安全设施设计上,标志、标线都设计为三级诱导信息提醒。图 5、图 6 分别为改造完成之后的效果图和部分交通设施图。

表 2 改造后交叉口进、出口车道数统计表 单位:条

道路名称	进口道			出口道
	左车道数	直行车道数	右车道数	
曲江大道(北)	3	6	2	7
高速出入口(南)	3	5	1	6
南三环(东)	4	5	1	7
曲江池北路(西)	4	3	2	6
南三环(西)	4	0	1	0



图 5 改造完成后效果图



图 6 改造后部分交通设施图

4.2 微观交通仿真

根据现状交通调查情况,结合道路交通设计方案,特别是交叉口进口道设计,采用交通信号协调及配时设计软件 SYNCHRO 对信号灯进行配时。交叉口信号配时采用 4 个相位:第 1 相位为南北直行,时长 60 s;第 2 相位为南北左转,时长 30 s;第 3 相位为东西直行,时长 35 s;第 4 相位为东西左转,时长 35 s。周期共 160 s,以南北向为主流向。

采用交通仿真软件 VISSIM 对改造后的交叉口进行仿真分析(见图 7),模型采用车辆换道模型。交叉口北进口车辆通行最大延误由 300 s 缩短为 120 s,最大排队长度由 1 000 m 缩短为 110 m。交叉口西进口、东进口、南进口服务水平为 F 级,北进口为 E 级。改造后,交叉口各进口道通行能力有所提高,相比转盘交叉口交通运行情况大有改善,并且交通组织井然有序。

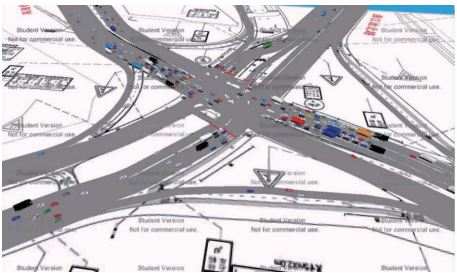


图 7 VISSIM 交通仿真软件截图

5 项目后评价

5.1 改造后交叉口流量

改造完成之后,对交叉口晚高峰交通量进行交

通流量统计(见表3)。统计结果:交叉口晚高峰交通流量为13 005 pcu/h,比改造之前的10 607 pcu/h提高了22.6%。

表3 改造后晚高峰交通流量统计 单位:pcu/h						
转向	东进口	西1进口 (曲江池北路)	西2进口 (南三环)	南进口	北进口	总计
左转	765	630	765	1 035	600	3 795
直行	1 125	1 005	—	1 380	525	4 035
右转	1 425	585	1 125	825	1 215	5 175
进口总计	3 315	2 220	1 890	3 240	2 340	13 005

5.2 早晚高峰通行情况分析

根据西安交警大数据路况平台道路通行数据,对转盘交叉口改造前后各方向路口拥堵指数进行分析,选取改造前10天和改造后10天进行对比。拥堵指数是综合反映道路网畅通或拥堵的概念性指数值。拥堵指数取值范围为0~10,分为5个级别,即“畅通”“基本畅通”“轻度拥堵”“中度拥堵”“严重拥堵”,数值越高表明交通拥堵状况越严重。以下主要选取交叉口上游路段指标进行分析。

(1)北进口曲江大道方向,上游路段3.0 km范围(见表4)。

表4 北进口上游路段交通改善对比表					
改造前早高峰		改造后早高峰		变化率/%	
拥堵指数	速度/(km·h ⁻¹)	拥堵指数	速度/(km·h ⁻¹)	指数环比	速度环比
1.74	38.09	0.81	45.57	-53.56	19.62
改造前晚高峰		改造后晚高峰		变化率/%	
拥堵指数	速度/(km·h ⁻¹)	拥堵指数	速度/(km·h ⁻¹)	指数环比	速度环比
4.07	24.05	1.44	41.94	-64.64	74.41

(2)南进口绕城高速出入口方向,上游路段0.35 km范围(见表5)。

表5 南进口上游路段交通改善对比表					
改造前早高峰		改造后早高峰		变化率/%	
拥堵指数	速度/(km·h ⁻¹)	拥堵指数	速度/(km·h ⁻¹)	指数环比	速度环比
0.23	49.74	0.16	49.96	-33.95	0.42
改造前晚高峰		改造后晚高峰		变化率/%	
拥堵指数	速度/(km·h ⁻¹)	拥堵指数	速度/(km·h ⁻¹)	指数环比	速度环比
0.94	43.37	0.24	49.20	-75.00	13.44

(3)西北口进口曲江池北路方向,上游路段0.6 km范围(见表6)。

(4)东进口南三环辅路方向,上游路段2.2 km范围(见表7)。

表6 西北口进口上游路段交通改善对比表					
改造前早高峰		改造后早高峰		变化率/%	
拥堵指数	速度/(km·h ⁻¹)	拥堵指数	速度/(km·h ⁻¹)	指数环比	速度环比
4.92	21.20	2.40	31.91	-51.11	50.49
改造前晚高峰		改造后晚高峰		变化率/%	
拥堵指数	速度/(km·h ⁻¹)	拥堵指数	速度/(km·h ⁻¹)	指数环比	速度环比
5.31	19.54	3.99	25.09	-24.78	28.37

表7 东进口上游路段交通改善对比表					
改造前早高峰		改造后早高峰		变化率/%	
拥堵指数	速度/(km·h ⁻¹)	拥堵指数	速度/(km·h ⁻¹)	指数环比	速度环比
1.60	37.21	1.58	37.62	-1.21	1.11
改造前晚高峰		改造后晚高峰		变化率/%	
拥堵指数	速度/(km·h ⁻¹)	拥堵指数	速度/(km·h ⁻¹)	指数环比	速度环比
2.64	31.58	2.38	32.43	-9.72	2.68

(5)西南进口南三环辅路方向,上游路段0.6 km范围(见表8)。

表8 西南进口上游路段交通改善对比表					
改造前早高峰		改造后早高峰		变化率/%	
拥堵指数	速度/(km·h ⁻¹)	拥堵指数	速度/(km·h ⁻¹)	指数环比	速度环比
3.39	29.94	1.22	46.98	-64.19	56.94
改造前晚高峰		改造后晚高峰		变化率/%	
拥堵指数	速度/(km·h ⁻¹)	拥堵指数	速度/(km·h ⁻¹)	指数环比	速度环比
5.53	17.94	2.30	38.87	-58.49	53.85

根据西安交警大数据路况平台道路通行数据,主要对交叉口上游路段的拥堵指数和速度进行整体分析。虽然交叉口进口道饱和度及信控延误数据与相关规范所采用的数值有所不同,但仍然可以看出交叉口节点通行能力的提升对上游路段运行效率的影响,北进口的早高峰和南进口的晚高峰拥堵指数环比下降64.64%以上。

6 交叉口改造提升总结

(1)对现状交通进行详细调查并分析。不管是交通设计还是后续仿真,都是在清楚地掌握了现状交通数据的基础上进行的。如果缺少现状交通数据分析,仅凭设计人员的定性分析,很难进行细化设计,项目后评价也无从谈起。

(2)利用城市智能化设施,提前做好交通疏导公告。转盘交叉口改造,使此处的交通组织变化较大,交叉口五路交叉变为四路交叉,南三环西进口与曲江池北路西进口合并,并且封住了南三环西出口,较大的交通组织变更需要提前告知出行者。

(3)做好施工期的交通组织,合理安排工期。在城市进出口、区域关节点进行改造时,施工区域的占道以及施工车辆的进出,在很大程度上影响了原交通通行能力,因此应提前考虑施工期交通组织,避免因施工而造成交通拥堵。

(4)交通安全设施精细化设计。由于交叉口进口道车道较多,且部分交叉口进口右转方向内置,因此需要通过交通标志、标线进行诱导、指引,最大化消除改造完成初期交叉口通行者驾驶行为障碍问题。

(5)根据交叉口流量特性分析进行信号灯配时设计。由于改造交叉口靠近高速出入口,连接快速路,潮汐现象明显,特别是在周末及假日,因此交叉口信号配时应根据全天交通流量变化进行多时段信号配时。

7 结 语

五路环形交叉口改造为信号灯控制十字相交的

研究及案例分析已经相当成熟,但是在实际设计中,每个交叉口所处的位置、应对的交通问题、区域交通发展时态以及道路条件不尽相同,需要在理论知识的基础上,结合交叉口实际情况进行优化提升。同时也要认识到,交通组织优化提升是一个持续改进的过程,需要系统地考虑点、线、面之间的动态发展交通关系,只有在静态道路基础设施稳定的情况下,根据交通需求的变化,实时调整交通组织,才能设计出高效安全的交叉口。

参考文献:

[1] 赵强,赵永.五路环形交叉口交通改善方法与案例分析[J].城市道桥与防洪,2017(4):1-6.
[2] 文国伟.城市交通与道路系统规划(2013 版)[M].北京:清华大学出版社,2013.
[3] 郑柯.信号控制环形交叉口设计通行能力分析[J].中南公路工程,2020,25(2): 82-84.

(上接第 8 页)

表 2 场平工程土方量估算表

竖向分区	占地面积 /hm ²	挖方量 /万 m ³	填方量 /万 m ³	土方平衡 /万 m ³
A	116.60	375.08	316.05	59.03
B	80.30	494.17	170.70	323.47
C	90.60	212.77	209.53	3.24
D	102.60	102.54	213.66	-111.12
E	66.30	242.83	167.14	75.69
F	124.30	255.93	201.35	54.58
G	73.08	137.33	187.78	-50.45
H	77.50	10.24	298.32	-288.08
合计	731.28	1830.89	1764.53	66.36

满足土方总体平衡,工程建设经济合理,实现总体竖向规划设计方案的合理可行。

参考文献:

[1] 武汉市政工程设计研究院有限责任公司.荆门高铁片区交通规划专题研究[R].武汉:武汉市政工程设计研究院有限责任公司,2020.
[2] 郑越之,蔡叶红,赵赞.城市竖向规划若干问题研究——以奉化市中心城竖向规划为例[J].城市道桥与防洪,2016(9):161-163.
[3] 王志军.复杂地形化工园区控制性详细规划中路网及竖向规划研究[J].化学工业,2019,37(2):49-54.
[4] 雷明.场地竖向设计[M].北京:中国建筑工业出版社,2017.