

# 围挡施工条件下道路交通组织仿真优化

邹俊杰<sup>1</sup>, 胡圣能<sup>2</sup>

1. 中铁七局集团电务工程有限公司, 河南 郑州 450003; 2. 华北水利水电大学, 河南 郑州 450045

**摘要:**为解决地铁围挡施工占用道路资源、影响道路交通的问题,以郑州地铁12号线经北五路站围挡施工工程为例,通过交通调查分析交通疏导范围内道路的通行能力,根据围挡施工区域的道路条件及交通量,分2期设计施工区围挡方式、交叉口渠化、信号配时及公共交通组织等交通疏导方案,选取平均排队长度与交通延误时间为评价指标,采用软件VISSIM对交通疏导方案进行仿真,依据仿真结果与道路实际情况优化交通疏导方案。结果表明:优化后的交通疏导方案可缩短平均交通延误时间,提升道路通行能力,缓解交通拥堵。

**关键词:**围挡施工; 交通组织; 交通疏导方案; 仿真优化

**中图分类号:** U491.1

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1672-0032(2023)04-0026-07

**引用格式:** 邹俊杰, 胡圣能. 围挡施工条件下道路交通组织仿真优化[J]. 山东交通学院学报, 2023, 31(4): 26-32.

ZOU Junjie, HU Shengneng. Road traffic organization simulation optimization under enclosure construction conditions[J]. Journal of Shandong Jiaotong University, 2023, 31(4): 26-32.

## 0 引言

地铁围挡施工长期占用城市道路,导致局部区域道路供应与需求不均衡、服务能力下降,易引发交通阻塞和交通事故等问题<sup>[1-2]</sup>。研究围挡施工对交通流及通行能力的影响,设计合理的交通疏导方案,尽可能减小围挡施工对道路交通的干扰,保证道路交通安全与畅通,对围挡施工交通组织与管理有重要意义,关乎城市用路者的出行质量。

为解决施工区围挡设施造成的交通拥堵问题, Richards 等<sup>[3]</sup>结合工程实例与路网施工期间对原有道路的影响程度,研究施工影响范围内的交通疏导方法与道路管理; Karim 等<sup>[4]</sup>建立基于案例的推理(case-based reasoning, CBR)模型,根据交通疏导方案与交通管理设施设置帮助相关部门制定合理的交通决策,提高施工区车辆出行安全; Tooley 等<sup>[5]</sup>制定交通自动化工作管理系统,通过统计、分析和判断相关道路信息与交通运行状况,借助广播、导航等提前发布道路交通信息,帮助驾驶员判断行驶路线,降低交通拥堵和出行时间; Olia 等<sup>[6]</sup>结合大量工程施工区采用的交通疏导方案,建立智能交通系统(intelligent traffic system, ITS),引导出行者的交通行为,缩短出行时间,提高出行舒适度; 胡毅枫等<sup>[7]</sup>结合地铁施工实际,分析地铁施工对道路交通的影响,提出城市地铁施工期间的交通组织方案; 高显鹏<sup>[8]</sup>根据地铁建设的实际情况,在交通便利化基础上,建议合理选择方便的交通方式,以解决当前地铁建设对城市交通道路的影响; 李洪昌<sup>[9]</sup>通过优化地铁建设方案,完善路网结构,确保公共交通优先等措施,制定交通疏散方案,提高交通管理效率; 周警春等<sup>[10]</sup>研究微观仿真系统在城市交通组织与管理中的应用。现有成果多基于定性分析围挡施工条件下的交通疏导与管理办法,缺少对疏导方案和管理办法评价标准的定量研究。

不同地区的地铁建设条件、交通条件和道路条件存在较大差异,需从道路属性、交通实际、地铁建设等情况出发,综合考虑各影响因素,研究和分析围挡施工条件下城市道路交通组织技术。本文对郑州市地

收稿日期: 2022-08-30

基金项目: 中铁七局集团电务工程有限公司科技项目(2022-002); 河南省高等学校重点科研项目(20A580003)

第一作者简介: 邹俊杰(1974—), 男, 河南许昌人, 工程师, 主要研究方向为工程管理与施工技术方案, E-mail: 58179263@qq.com。

铁12号线经北五路站围挡施工期间的道路交通组织方案进行设计与仿真,以交叉口服务水平为评价标准,优化道路交通组织设计方案,在保证工程顺利实施的前提下,减少地铁施工期间对交通安全和道路通行效率的影响,确保城市居民日常出行的畅通和安全。

## 1 交通调查

### 1.1 交叉口现状调查

郑州地铁12号线经北五路站工程纵向设立在南北走向的经开第三大街上,占用经北三路与经开第三大街交叉口、经北五路与经开第三大街交叉口,车站主体建设采用明挖法施工,地铁围挡施工路段如图1所示。经开第三大街规划红线宽60.0m,现状道路宽25.0m,双向6个机动车道、2个非机动车道;经北五路、经北三路规划红线宽25.0m,现状道路宽18.0m,双向4个机动车道、2个非机动车道;机动车道宽3.5m,非机动车道宽2.0m。

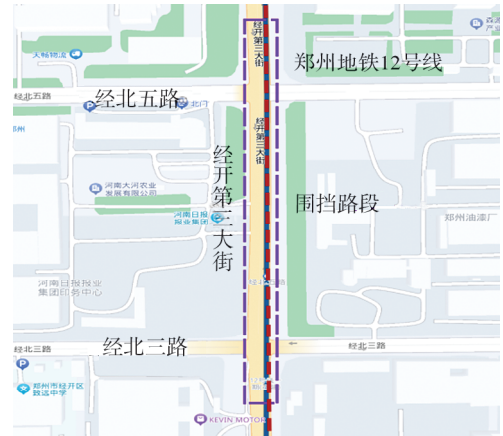


图1 地铁围挡施工路段

### 1.2 交叉口渠化与信号配时调查

采用人工调查交叉口渠化与信号配时,施工路段的2个交叉口均为十字交叉,交通渠化如图2所示,2个交叉口信号控制均为四相位,周期配时和相序如图3所示。

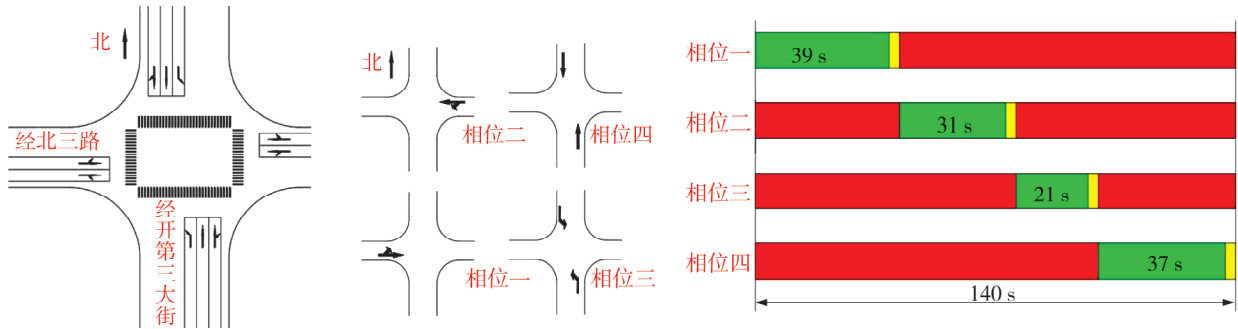


图2 交叉口交通渠化

a) 相位

b) 信号配时

图3 交叉口相位及信号配时图

### 1.3 施工路段交通服务水平调查

经北五路、经北三路设计速度为40 km/h,经开第三大街设计速度为60 km/h,施工围挡影响经北三路与经开第三大街交叉口、经北五路与经开第三大街交叉口,二者间距272.0m,绿信比为0.65。根据调查数据,参照文献[11-13]计算路段的通行能力,结果如表1所示。

表1 施工路段的道路通行能力

道路	路段区间	慢行交通系数	车道宽度系数	交叉口系数	车道系数	通行能力/(pcu·h <sup>-1</sup> )
经北五路	经开第二大街至经开第四大街	1.00	0.75	1.00	3.74	4 628
经北三路	经开第二大街至经开第四大街	1.00	0.75	1.00	3.74	4 628
经开第三大街	经北二路至经北六路	1.00	0.75	0.71	5.30	5 080

调查交通疏导范围内道路的高峰交通流量,根据表1的路段通行能力,参照文献[14-17]计算高峰时各道路的交通饱和度,结果如表2所示。我国根据饱和度将路段服务水平划分为A~F6个等级,对应的饱和度分别为:0~0.40、>0.40~0.60、>0.60~0.75、>0.75~0.90、>0.90~1.00、>1.00。

表2 施工区域内主要道路的交通饱和度

道路	路段区间	交通量/(辆·h <sup>-1</sup> )	通行能力/(pcu·h <sup>-1</sup> )	交通饱和度
经北五路	经开第二大街至经开第四大街	2 019	4 628	0.44
经北三路	经开第二大街至经开第四大街	1 950	4 628	0.42
经开第三大街	经北二路至经北六路	3 396	5 080	0.67

由表2可知:经北五路、经北三路受围挡施工影响,交通量减少,交通饱和度小于0.60,服务水平为B级,道路条件能适应目前交通量,道路服务水平较好;经开第三大街是区域主干路,交通饱和度为0.67,服务水平为C级,说明道路在高峰期交通量较大,易出现堵车现象。

## 2 施工期间交通疏导方案设计

### 2.1 交通疏导方案

结合工程进度、施工场地需求和道路红线等情况,按占一还一的原则分2期设计交通疏导方案。

一期施工主要占用经开第三大街主路及东侧辅道,交通疏导采用绕行改道行驶,导改后经北五路与经开第三大街交叉口、经北三路与经开第三大街交叉口的东西进口交通量均右转,车辆沿经开第三大街围挡两侧通行,导改路段围挡两侧为双向2个机动车道和1个非机动车道布置,机动车道宽3.25 m,非机动车道宽4.00 m,通行交通的道路宽21.00 m,围挡施工期间,经北三路、经北五路的车辆可绕行经北二路、经北六路通行。

二期施工内容主要为经北五路地铁站西侧的附属设施建设,不占用经开第三大街原有机动车道,基本对交通流无影响,经开第三大街恢复原交通通行状态,道路资源恢复原态。一、二期施工区围挡示意图如图4所示。

### 2.2 其他相关设计

根据施工区围挡方案、道路条件和交通量调查结果,一期工程施工期间,经北三路与经开第三大街交叉口、经北五路与经开第三大街交叉口的渠化设计如图5所示。所有车辆均为直行或右转,交通流行驶方向不冲突,无需设定信号灯控制交通流。

通过现场交通调查,工程施工影响区域的公交线路均布设在经开第三大街,一期施工期间,在经开第三大街两侧设置临时公交站,保证公共交通正常出行,对在施工区交叉口左转的公交线路进行导改,借用周边道路(经开第二大街、经开第四大街、经北二路、经北六路)绕行,保证乘客的正常通行,尽量减少工程施工对出行需求的影响。二期工程期间,工程施工基本不占用道路资源,可恢复原有公交站点。

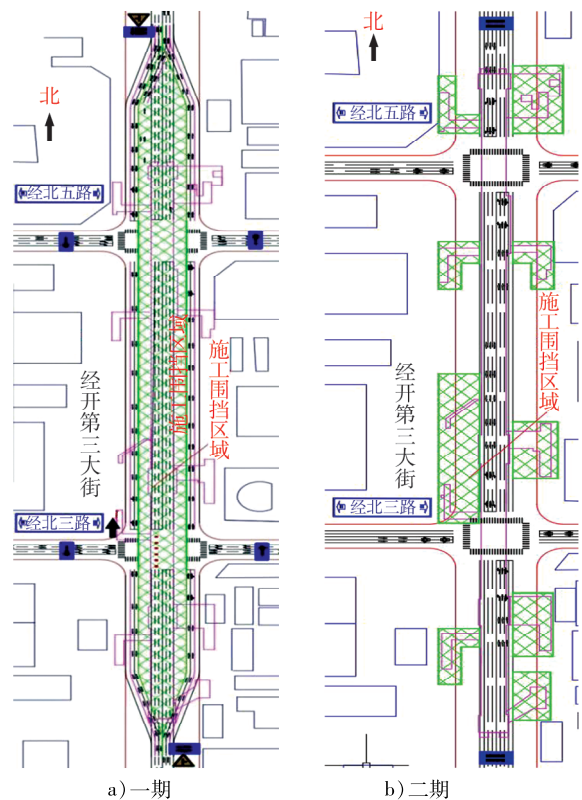


图4 一、二期施工区围挡示意图

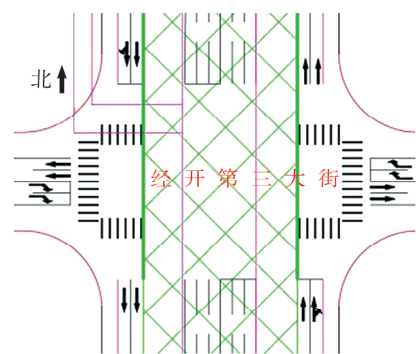


图5 一期工程期间交叉口渠化设计图

施工围挡设施影响驾驶人员的视线,产生视野盲区,带来交通安全隐患<sup>[18]</sup>。为保证行人和非机动车的通行和安全,采用以下措施:1)在施工区范围的各进口前方设置警示标志,提醒行人及驾驶人员前方出现的障碍,以提前做好规避,并注意交通安全;2)设置隔离设施将机动车与非机动车、行人分离,设置警告标志做好引导信息;3)非机动车与行人混行,拓宽该部分道路宽度至4.00 m,阻断部分人行道,减少周边的横向干扰。

### 3 评价指标及评价标准

#### 3.1 评价指标

分析地铁施工期间对交通安全和道路通行效率的影响,选取平均排队长度、交通延误时间2个指标评价交通疏导方案的优劣。

以1个信号周期内交叉口各车道的平均最大排队长度作为平均排队长度 $\bar{L}$ ,公式为:

$$\bar{L} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n l_i,$$

式中: $n$ 为车道数; $l_i$ 为第*i*个流向的进口道排队长度,可通过视频监控或路口调查获取,具体操作时,采用仿真软件VISSIM建模分析各进口道的排队长度。

以文献[19]中饱和流率模型为基础,计算车道以s为单位的交通延误时间*t*的数值

$$\{t\} = 0.38\{T_c\} \frac{(1 - \{g\}/\{T_c\})^2}{1 - (\{g\}/\{T_c\})X} + 173X^2(X - 1) + \sqrt{(X - 1)^2 + 16X/\{C\}},$$

式中: $\{T_c\}$ 为以s为单位的交叉口的信号周期 $T_c$ 的数值, $X$ 为车道饱和度, $\{C\}$ 为以pcv/h为单位的车道通行能力*C*的数值, $\{g\}$ 为以pcv/h为单位的车道交通量*g*的数值。

#### 3.2 评价标准

评价标准是衡量交叉口服务水平的重要尺度,依据我国城市道路交通实际情况,参照文献[20]选取交叉口服务水平评价指标的建议值,如表3所示。

表3 交叉口服务水平评价标准

服务水平等级	交通延误时间/s	平均排队长度/m	服务水平等级	交通延误时间/s	平均排队长度/m
一级	≤5	≤30	四级	>30~50	>50~60
二级	>5~15	>30~40	五级	>50~80	>60~70
三级	>15~30	>40~50	六级	>80	>70

## 4 仿真优化

#### 4.1 仿真分析

根据围挡施工路段的交通疏导方案,采用软件VISSIM建立仿真路网。通过标定车辆构成、交通量和路径,构建经北三路与经开第三大街交叉口(交叉口1)、经北五路与经开第三大街交叉口(交叉口2)的仿真模型<sup>[21]</sup>,仿真时间为1100 s,前100 s为路网交通量初始化阶段,后1000 s为收集评价指标参数时间,以500 s为1个时间间隔输出交叉口各进口道的 $\bar{L}$ 、*t*等。一、二期围挡工程交通疏导方案仿真数据及交通量分别如表4、5所示。

由表4、5可知:在一期围挡工程中,由于经北三路、经北五路的交通流分散到周围道路中,2个交叉口的交通情况较好,平均交通延误时间较短,排队长度较短,基本不会发生交通阻塞现象;二期围挡工程不占用道路资源,交通量恢复,交叉口东西方向的交通量显著增大,常发生严重交通拥堵,且安全隐患较大。

表4 一、二期围挡工程交通疏导方案仿真数据

车道	一期围挡工程						二期围挡工程					
	$\bar{L}/m$		最大排队长度/m		t/s		$\bar{L}/m$		最大排队长度/m		t/s	
	交叉 口1	交叉 口2	交叉 口1	交叉 口2	交叉 口1	交叉 口2	交叉 口1	交叉 口2	交叉 口1	交叉 口2	交叉 口1	交叉 口2
东进口车道	0	0	0	0	0.02	0.07	35.73	40.24	44.57	32.54	58.48	68.45
西进口车道	0	0	0	0	0.02	0.09	3.99	38.77	23.16	50.42	13.41	18.39
南进口车道	0	0.59	0	11.21	0.21	2.31	32.26	43.95	104.90	77.05	48.40	70.32
北进口车道	0	0	0	0	0.10	1.44	35.99	40.82	67.57	109.39	69.97	49.30
平均	0	0.15	0	2.80	0.09	0.98	24.24	40.95	60.06	67.35	47.50	51.62

#### 4.2 方案优化

根据2个交叉口的交通仿真结果,优化交叉口交通组织方案,重点优化设计二期方案中交叉口东进口车道、南进口车道。东进口车道的右转、直行交通量较大,由原来2车道变为直左、直行和右转3车道,车道宽由3.5 m调整为3.0 m。南进口车道的直行交通量较大,由原来3车道变为左转、直行、直行、右转4车道,车道宽由3.5 m调整为3.0 m,交叉口渠化设计如图6所示,信号配时同围挡前,保持不变。

采用软件VISSIM仿真模拟二期经北五路与经开第三大街交叉口的交通状况,得到优化前、后的平均交通延误时间如表6所示。由表6可知:优化前交叉口东进口道的服务水平为六级,为不稳定车流,拥挤且延误不能忍受,交叉口南进口道的服务水平为四级,为接近不稳定车流,为能忍受的延误;优化后交叉口东进口道和南进口道的平均交通延误时间明显缩短,服务水平显著提高;交叉口西进口道和北进口道的平均交通延误时间均不同程度减少。优化后的交通疏导方案提高了交叉口的道路服务水平,缓解了交通阻塞问题。

表5 一、二期围挡工程交通疏导方案交通量

车道	一期交通量/(辆·h <sup>-1</sup> )		二期交通量/(辆·h <sup>-1</sup> )	
	交叉口1	交叉口2	交叉口1	交叉口2
东进口车道	194	252	230	273
西进口车道	86	57	540	374
南进口车道	850	929	965	886
北进口车道	713	734	504	886
总计	2 239	2 419	2 239	2 419

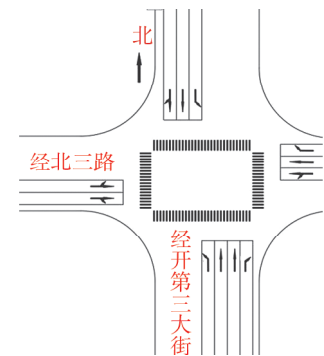


图6 优化后交叉口渠化设计

表6 优化前、后二期经北五路与经开第三大街交叉口的平均交通延误时间

项目	平均交通延误时间/s											
	南左转	南直行	南右转	北左转	北直行	北右转	东左转	东直行	东右转	西左转	西直行	西右转
优化前	41.32	52.63	51.32	52.22	43.10	45.21	77.11	97.38	98.16	94.27	71.58	39.50
优化后	13.45	31.83	13.45	51.04	38.90	41.08	68.84	56.57	15.89	90.15	71.50	35.10

## 5 结论

大型市政工程围挡施工占用部分道路资源,影响城市交通秩序,以郑州地铁12号线经北五路站围挡施工工程为例,进行交通组织设计与优化,为城市围挡条件下交通组织和管理提供方法和思路。

1) 由于围挡施工工程的进度和占用道路资源不同,按占一还一的原则分2期进行交通疏解,动态调

整交通组织方案。通过交通调查,分析疏导范围内道路的通行能力,结合具体实际,设计施工期间交通疏导方案。

2)采用软件 VISSIM 仿真交通疏导方案,根据平均排队长度和交通延误时间 2 个指标进一步优化交通组织方案。研究方法可为大型市政围挡施工期的道路保畅提供方法参考,为交通组织方案设计和技术监督提供思路。

#### 参考文献:

- [1] 谢思琪,李文勇.基于交通影响分析的地铁施工期间临时交通组织策略研究[J].黑龙江交通科技,2020,43(10):146-147.  
XIE Siqi, LI Wenyong. Research on temporary traffic organisation strategies during metro construction based on traffic impact analysis[J]. Communications Science and Technology Heilongjiang, 2020,43(10):146-147.
- [2] 吕丁,胡桂戎,杨飞.城市占道施工区域交通组织及安全保障研究[J].内蒙古公路与运输,2021(2):48-54.
- [3] RICHARDS S H, DUDEK C L. Field evaluation of traffic management strategies for maintenance operations in freeway middle lanes[J]. Transportation Research Record, 1979,703:31-36.
- [4] KARIM A, ADELI H. CBR model for freeway work zone traffic management[J]. Journal of Transportation Engineering, 2003,129(2):134-145.
- [5] TOOLEY M S, GATTIS J L, JANARTHANAN J, et al. Evaluation of automated work zone information systems[J]. Transportation Research Record, 2004(1877):69-76.
- [6] OLIA A, LZADPANA P, RAZAVI S N. Construction work zone traffic management using connected vehicle systems [C]//Annual Conference of the Canadian Society for Civil Engineering 2012: Leadership in Sustainable Infrastructure. Edmonton, Alberta:CSCE,2012:1787-1796.
- [7] 胡毅枫,马晓旦,夏晓梅.基于 AHP 法的地铁施工区域周围交通仿真及组织[J].物流技术,2021,40(2):79-83.  
HU Yifeng, MA Xiaodan, XIA Xiaomei. Traffic simulation and organization surrounding subway construction areas based on AHP[J]. Logistics Technology, 2021,40(2):79-83.
- [8] 高显鹏.地铁站占道施工区交通组织对策研究[J].江苏交通科技,2020(6):28-31.  
GAO Xianpeng. Study on countermeasures for traffic organization in construction zones occupied by metro stations[J]. Jiangsu Traffic Science and Technology, 2020(6):28-31.
- [9] 李洪昌.地铁工程轨行区行车组织管理办法要点分析[J].城市轨道交通研究,2019,22(9):152-155.  
LI Hongchang. Key points in traffic organization and management of rail areas in metro construction[J]. Urban Mass Transit, 2019,22(9):152-155.
- [10] 周警春,陈麒畅,曲大义,等.基于 TransCAD 的地铁施工作业区交通组织优化与评价[J].青岛理工大学学报,2018,39(6):91-96.  
ZHOU Jingchun, CHEN Qichang, QU Dayi, et al. Optimization and evaluation of traffic organization in subway construction area based on TransCAD[J]. Journal of Qingdao University of Technology,2018,39(6):91-96.
- [11] 王建军,马超群.交通调查与分析[M].3版.北京:人民交通出版社,2019.
- [12] 王伟,陈峻,过秀成.交通工程学[M].3版.南京:东南大学出版社,2019.
- [13] 美国交通研究委员会.道路通行能力手册[M].任福田,刘小明,荣建,等,译.北京:人民交通出版社,2007.
- [14] SUDARSANA D K, SULISTIO H, WICAKSONO A, et al. The analysis of speed degree of saturation traffic flow model on the road reconstruction project[J]. Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 2014,8(9):201-212.
- [15] 杨庆祥.施工作业对城市道路通行能力的影响分析[J].西部交通科技,2008(5):105-108.  
YANG Qingxiang. Analysis on the impact of passing capacity of the urban road in construction period[J]. Western China Communication Science & Technology, 2008(5):105-108.
- [16] 赵李萍.石家庄地铁人民广场站施工期间道路交通组织研究[D].石家庄:石家庄铁道大学,2014.  
ZHAO Liping. Research on the road traffic organization during metro construction of Shijiazhuang People's Square Station [D]. Shijiazhuang:Shijiazhuang Railway University, 2014.
- [17] 王世彬.城市轨道交通施工期间交通组织关键技术研究[D].南昌:华东交通大学,2011.  
WANG Shibin. The research of key technologies of traffic management during the construction of urban subway[D].

- Nanchang: East China Jiaotong University, 2011.
- [18] BHUTANI R, RAM S, RAVINDER K. Impact of metro rail construction work zone on traffic environment [J]. Transportation Research Procedia, 2016, 17: 586-595.
- [19] 王炜. 道路平面交叉口通行能力的延误分析法[J]. 中国公路学报, 1998, 11(增刊1): 62-67.  
WANG Wei. Analysis method for capacity of road junctions based on the delay-curve[J]. China Journal of Highway and Engineering, 1998, 11(Suppl. 1): 62-67.
- [20] 曹瑾鑫, 高志军. 城市道路交叉口机动车与非机动车冲突和仿真研究[J]. 中国安全科学学报, 2015, 25(6): 29-34.  
CAO Jinxin, GAO Zhijun. Research on conflicts between motor and non-motor vehicles at city road intersection and simulation of improvement measures[J]. China Safety Science Journal, 2015, 25(6): 29-34.
- [21] 张诚, 季文倩, 谢衍. 基于 VISSIM 仿真的交叉口信号优化配时综合评价[J]. 物流工程与管理, 2019, 41(9): 127-130.  
ZHANG Cheng, JI Wenqian, XIE Yan. Comprehensive evaluation of optimal signal timing at intersections based on VISSIM simulation[J]. Logistics Engineering and Management, 2019, 41(9): 127-130.

## Road traffic organization simulation optimization under enclosure construction conditions

ZOU Junjie<sup>1</sup>, HU Shengneng<sup>2</sup>

1. China Railway Seventh Bureau Group Electrical Engineering Co., Ltd., Zhengzhou 450003, China;

2. North China University of Water Resources and Electric Power, Zhengzhou 450045, China

**Abstract:** In order to solve the problem of road resource occupation and traffic impact caused by subway enclosure construction, takes the enclosure construction project at Jingbeiwulu Station of Zhengzhou Metro Line 12 as an example. The traffic capacity of the roads within the traffic diversion range is analyzed through traffic investigation. Based on the road conditions and traffic volume in the enclosure construction area, traffic diversion schemes such as enclosure methods, intersection channelization, signal timing, and public transportation organization are designed and implemented in two phases. The average queue length and traffic delay time are selected as evaluation indicators, the software VISSIM is used to simulate the traffic diversion schemes, and the traffic diversion schemes are optimized based on the simulation results and actual road conditions. The results show that the optimized traffic diversion scheme can reduce the average traffic delay time, improve road capacity and reduce traffic congestion.

**Keywords:** enclosure construction; traffic organization; traffic diversion scheme; simulation optimization

(责任编辑:赵玉真)