

DOI:10.20035/j.issn.1671-2668.2023.03.010

# 城区主干道占道施工交通影响评价方法研究

## ——以广州地铁 13 号线洗村站占道施工为例

李进<sup>1</sup>, 丁春龙<sup>1</sup>, 凌程坤<sup>1</sup>, 邓瑞生<sup>2</sup>, 黄锐<sup>3</sup>

(1. 中铁十局集团有限公司, 山东 济南 250000; 2. 广州学塾加软件科技有限公司, 广东 广州 510650;  
3. 广州地铁集团有限公司, 广东 广州 510000)

**摘要:** 城市建成区主干道所处路网结构复杂、交通饱和, 占道施工对交通产生的影响往往较大, 且交通疏解措施的细微差别都会使其影响存在差别, 对交通影响评价方法提出了较高的要求。文中采用基于微观交通仿真技术的交通影响评价方法, 实现区域路网的现状交通研判、施工围蔽及交通疏解方案的全方位模拟和区域交通影响精细化评价, 助力占道施工疏解方案的优化及科学决策, 并以广州地铁 13 号线洗村站占道施工为例, 论证该评价方法的实用性。

**关键词:** 城市交通; 交通影响评价; 占道施工; 微观交通仿真

中图分类号: 491.234

文献标志码: A

文章编号: 1671-2668(2023)03-0047-04

随着城市更新的推进和交通系统的优化, 老城区或建成区的道路改造、市政工程、轨道交通建设等涉路施工项目日益增多, 其中部分项目需长期占用城区主干道, 且占用车道多, 导致城区交通压力增大, 严重影响区域交通运行<sup>[1-4]</sup>。开展交通影响评价, 研究占道施工的直接影响、分析疏解方案的疏解效果, 并提出相应交通改善措施, 可为施工交通组织设计与决策提供支持, 缓解占道施工引发的交通影响<sup>[5-7]</sup>。目前, 占道施工项目交通影响评价常采用宏观交通仿真或宏微观交通仿真结合的方法<sup>[8]</sup>。宏观交通仿真评价方法采用节点—弧描绘交通路网, 建立集计模型模拟现实及占道施工下宏观交通运行<sup>[9]</sup>。由于无法精确模拟施工围蔽、路口渠化及精细的交通疏解措施, 该方法精细度不足, 无法评价与城市主干道占道施工配套的精细的交通疏解措施的交通影响。宏微观交通仿真结合的评价方法引入微观交通仿真技术对施工围蔽区域、关键节点等进行模拟分析<sup>[10]</sup>, 将微观运行指标反馈到宏观交通模型中实施再分配。该方法通常需要人工迭代, 过程烦琐, 难以体现关键区段排队长度对其他区域的影响。随着计算机算力的提升, 使用微观交通仿真技术开展交通影响评价的研究逐步出现<sup>[11-13]</sup>, 尤其是在建设项目交通影响评价方面。本文分析城市建成区主干道占道施工交通影响评价特点, 以广州地铁 13 号线洗村站占道施工为例, 采用微观交通仿真技术进行占道施工交通影响评价。

### 1 城市建成区主干道占道施工评价特点

城市建成区主干道占道施工所处位置特殊, 在道路网络、交通运行、交通影响及交通疏解等方面具有与一般道路占道施工不同的特点<sup>[14-15]</sup>。

(1) 道路网络方面, 城市建成区路网密度较高、结构复杂, 主干道周边往往与其他一条或多条主干道相交或平行, 并与更多的低级别道路互通, 密度大、间距短; 路口数量多, 除包含大量信号控制路口外, 还有少量大型环岛和异形路口等; 城市建成区的公交设施多, 除公交站密度高外, 还包含公交专用道等设施, 部分公交站点为直线式公交站。

(2) 交通运行方面, 城市建成区主干道及周边道路运行状况基本处于饱和状态, 交通压力大, 高峰期常发生交通拥堵, 单个路段车辆排队容纳能力低, 周边路段疏散能力不足; 高峰期公交站点客流需求大、公交线路多、班车频次高, 公交车辆在途运行及停靠站等行为加剧了交通运行压力; 非机动车、行人出行需求也较其他位置大。

(3) 交通影响方面, 城市建成区主干道占道施工将侵占本就紧缺的道路资源, 线形调整、车道减少、封闭道路等施工围蔽措施使路段通行能力降低、安全风险增大, 容易发生施工路段拥堵或其他分流路段拥堵, 增加路网整体饱和度。由于路网存在路口间距短等特点, 瓶颈路口的排队极易溢出到下游路口, 局部拥堵蔓延至区域拥堵的风险增大, 将极大

地影响市民通勤和生活出行。

(4) 交通疏解方面,由于需求与供给矛盾突出,为挖掘区域交通潜力,城市建成区主干道占道施工中必须配套更加精细、智能的交通疏解方案。除路段改造、交通组织调整、路口渠化、信号控制方案优化、车辆限行禁行等常规措施外,还可采取潮汐车道、借道左转、公交优先等措施。

城市建成区主干道占道施工对交通影响评价提出了精细化的要求,包括建模精细化、评价精细化<sup>[16-17]</sup>。精细描绘道路网络、占道施工围蔽和交通疏解措施决定交通影响分析的有效性和准确度,而基于拓扑图的宏观交通模型或重要节点的微观交通仿真无法满足要求。饱和度、服务水平等评价指标难以准确描述交通影响,路段排队、停车次数、平均延误是交通影响评价的关键指标。交通管理者关心区域路网(尤其是施工及疏解路段)的排队情况以降低排队回溢上游交叉口的风险,交通参与者则更注重停车次数、平均延误等驾驶体验<sup>[18]</sup>。相对于宏观交通仿真技术,微观交通仿真技术可精确模拟道路网络、占道施工围蔽和交通疏解措施,分析车辆动态路径选择,其评价结果更精细、更客观、更贴切。

## 2 占道施工微观交通仿真评价方法

占道施工微观交通仿真评价采用微观交通仿真技术构建现状仿真模型和疏解仿真模型,模拟实际交通运行、占道围蔽和交通疏解方案,分析占道施工对区域路网交通的影响。其主要流程有交通资料搜集、现状仿真模型建立和校验、疏解仿真模型建立和交通影响评价等<sup>[19]</sup>,技术路线见图1。

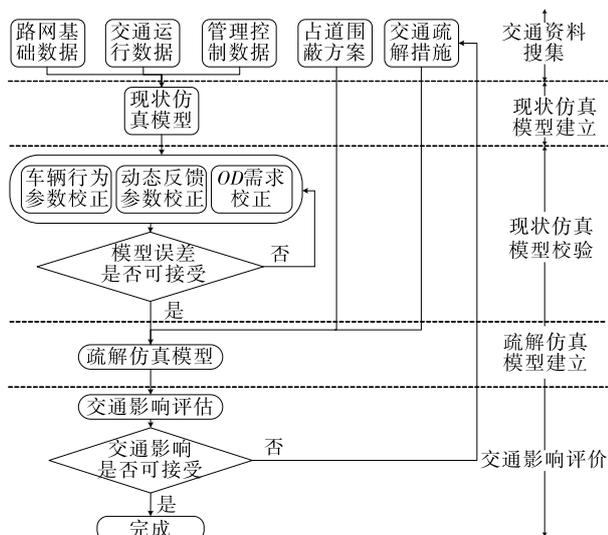


图1 微观交通仿真评价的技术路线

(1) 现状仿真模型建立和校验。根据前期搜集的路网基础数据、交通运行数据、管控方案数据构建与道路网络匹配、管控方案准确、出行需求精确、车辆行为符合的现状仿真模型,还原路网现状交通运行。其中:路网基础数据主要为区域路网平面图和交通设施数据;交通运行数据包括路段流量数据、交叉口转向流量数据、公交运行数据,是微观交通仿真的重要基础;管控方案数据主要包括交叉口信号配时方案、路段速度限制、限行禁行等。仿真模型校验通过标定模型参数使仿真模型与实际路网运行趋于一致,关系到仿真模型的置信度和仿真结果的准确性,具体包括模型校准和模型验证。待标定的模型参数分为车辆行为参数、动态反馈参数、OD需求参数三类。仿真模型校验利用卡方统计检验仿真模型的可信度<sup>[20]</sup>,校准目标的实际观测数据和仿真运行数据的卡方值小于4,则检验合格,而90%的校准目标符合检验要求才可通过模型校准。校准数据采用路段流量、转向流量,验证数据采用行程时间。

(2) 疏解仿真模型建立和交通影响评价。通过对占道施工围蔽和交通疏解方案的精细化模拟,客观评价交通影响、分析存在的问题。在已校验的现状仿真模型的基础上,根据疏解方案数量构建一个或多个疏解仿真模型。运行疏解仿真模型,获取整体路网、主要路段、主要路口、公交运行的仿真数据,对比评价交通影响,筛选最优疏解方案,并提出改善建议。

## 3 实例分析

采用基于微观交通仿真技术的占道施工交通影响评价方法对广州地铁13号线洗村站占道施工交通影响进行评价。广州地铁13号线洗村站施工需占用黄埔大道南侧辅道(西往东洗村路至猎德大道)3条机动车道,保留1条机动车道通行,有2种备选交通疏解方案:方案1,将黄埔大道北侧辅道从西行四车道改造为西行三车道、东行两车道,结合南侧保留的1条机动车道形成双向六车道,并配套改造体育东路、珠江东路等相关路段及交叉口;方案2,保持黄埔大道北侧辅道现状,南侧辅道保留的机动车道改造为公交专用车道,通过区域分流疏解西向东的车流,并拓宽洗村路增加1条北往南车道及改造黄埔大道—洗村路、洗村路—金穗路交叉口。

根据交通影响评价范围要求,选取“三横四纵”的道路网络,采用Quadstone Paramics交通仿真软

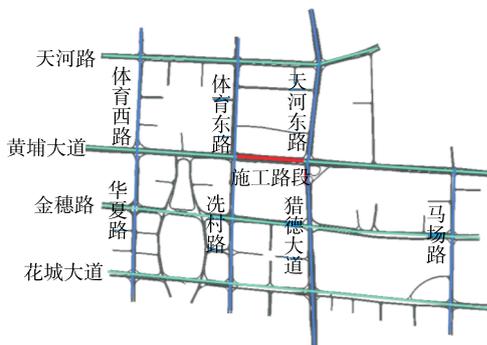


图 2 路网范围示意图



图 3 局部交叉口仿真示意图

件建立微观交通仿真模型(见图 2、图 3)。仿真模型校验选取路段流量数据作为校准指标,经校验,主要路段的调查数据和校准后仿真数据的卡方值小于 4,满足校准要求(见表 1)。仿真模型验证选取 7 条主干道的双向行程时间为验证目标,经验证,93%的验证目标符合检验要求。交通调查时间为 2019 年 12 月 26 日 18:00。

从路网交通运行、公交运行、主要道路、主要交

表 1 现状仿真模型流量数据校准结果

| 路段   | 方向  | 测量流量/<br>(pcu · h <sup>-1</sup> ) | 仿真流量/<br>(pcu · h <sup>-1</sup> ) | 卡方值  |
|------|-----|-----------------------------------|-----------------------------------|------|
| 黄埔大道 | 东往西 | 6 783                             | 6 871                             | 0.75 |
|      | 西往东 | 6 427                             | 6 511                             | 0.74 |
| 金穗路  | 东往西 | 1 220                             | 1 311                             | 1.81 |
|      | 西往东 | 1 231                             | 1 165                             | 1.35 |
| 花城大道 | 东往西 | 2 057                             | 2 241                             | 2.81 |
|      | 西往东 | 2 144                             | 1 989                             | 2.41 |
| 华夏路  | 南往北 | 861                               | 835                               | 0.63 |
|      | 北往南 | 981                               | 1 130                             | 3.24 |
| 洗村路  | 南往北 | 80                                | 112                               | 2.31 |
|      | 北往南 | 823                               | 875                               | 1.26 |
| 猎德大道 | 南往北 | 4 775                             | 4 789                             | 0.14 |
|      | 北往南 | 4 831                             | 4 798                             | 0.34 |
| 马场路  | 南往北 | 1 325                             | 1 531                             | 3.85 |
|      | 北往南 | 1 219                             | 1 087                             | 2.75 |

叉口 4 个维度评价占道施工对交通的影响。其中:公交运行选取经停洗村公交站的未取消线路,主要道路为黄埔大道,主要交叉口为黄埔大道—洗村路交叉口。评价指标上,选取路网延误时间指数评价路网的交通运行,选取公交线路平均延误评价公交车的运行,选取路段平均延误评价主要道路的交通运行,选取平均延误、停车次数和平均排队长度评价主要交叉口的交通运行。对比数据见表 2、表 3。

表 2 路网、公交、路段评价指标对比

| 仿真模型   | 路网延误时间指数对比   |                 | 公交线路平均延误对比     |                 | 路段平均延误对比     |                 |
|--------|--------------|-----------------|----------------|-----------------|--------------|-----------------|
|        | 路网延误<br>时间指数 | 增幅(与现状<br>对比)/% | 公交线路平均<br>延误/s | 增幅(与现状<br>对比)/% | 路段平均<br>延误/s | 增幅(与现状<br>对比)/% |
| 现状     | 0.71         | —               | 90             | —               | 61           | —               |
| 疏解方案 1 | 0.81         | 14.1            | 141            | 56.7            | 131          | 114.8           |
| 疏解方案 2 | 0.79         | 11.3            | 133            | 47.8            | 116          | 90.2            |

表 3 黄埔大道—洗村路交叉口评价指标对比

| 仿真模型   | 平均延误对比 |             | 停车次数对比 |             | 排队长度对比 |             |
|--------|--------|-------------|--------|-------------|--------|-------------|
|        | 平均延误/s | 增幅(与现状对比)/% | 停车次数/次 | 增幅(与现状对比)/% | 排队长度/m | 增幅(与现状对比)/% |
| 现状     | 33     | —           | 0.59   | —           | 97     | —           |
| 疏解方案 1 | 41     | 24.2        | 0.68   | 15.3        | 144    | 48.5        |
| 疏解方案 2 | 38     | 15.2        | 0.67   | 13.6        | 131    | 35.1        |

由表 2、表 3 可知:1) 路网交通运行方面,采用方案 1,路网的延误时间指数比现状增加 14.1%;采

用方案 2,路网的延误时间指数仅增加 11.3%。2) 公交运行方面,采用方案 1,公交线路的平均延

误为 141 s,比现状增加 51 s,比方案 2 多 8 s。3) 主要路段交通运行方面,采用方案 1,黄埔大道的平均延误比现状增加 114.8%;采用方案 2,平均延误增加 90.2%。4) 主要交叉口交通运行方面,采用方案 1,黄埔大道—洗村路交叉口的平均延误、停车次数、排队长度比现状分别增加 24.2%、15.3%、48.5%;采用方案 2,三项指标分别增加 15.2%、13.6%、35.1%,其中排队长度比采用方案 1 时小 13 m,各连接路段排队溢出的风险减小。

综上,采用方案 1 和方案 2,均会对路网交通运行产生较大影响。方案 1 能实现黄埔大道辅道通行能力最大挖潜,产生的分流需求及周边路段影响较小,但对公共交通影响较显著,整体交通影响较大;方案 2 能保障黄埔大道西行需求,对公共交通影响较小,但对周边路段和路口会产生较大影响,整体交通影响较小。因此,推荐采用方案 2。

#### 4 结语

针对城市建成区主干道占道施工,本文提出基于微观交通仿真技术的交通影响评价方法,并结合广州市轨道交通 13 号线洗村站占道施工交通影响评价开展实证研究。结果表明,该方法可精细模拟施工围蔽及交通疏解措施,对交通影响程度进行定量分析,能使城市占道施工交通管理决策更理性、更科学,有助于提升交通管理水平,实现精细化管理。

#### 参考文献:

- [1] 毛慧,谢志明.大城市地铁施工期间道路交通组织的方法探讨[J].重庆交通学院学报,2001,20(2):54—57.
- [2] YU C.Study on traffic organization strategy for occupying-road construction of Qingkou interchange on Shenhai expressway [C]//IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Volume 820, 2021 International Conference on Mechanics and Civil, Hydraulic Engineering, 4—6 June 2021, Kunming, China. IOP Publishing Ltd, 2021:012017.
- [3] 钟磊.城市道路施工期间交通安全分析[J].科技创新与应用,2019(13):89—90.
- [4] 吴宇晟,马永磊,李孟晖.危险驾驶环境下高速公路施工区交通冲突研究[J].公路与汽运,2022(4):29—32.
- [5] 高子翔.十车道高速公路改扩建交通组织方案研究[J].公路与汽运,2021(5):45—48.
- [6] 谭小灵,杨葛飏.道路施工对城市交通影响的分析和对策研究[J].城市道桥与防洪,2005(3):110—113.
- [7] BHUTANI R, RAM S, RAVINDER K. Impact of metro rail construction work zone on traffic environment[J]. Transportation Research Procedia, 2016, 17: 586—595.
- [8] 王凤群,苏跃江,王晓原,等.仿真技术在交通影响分析中的应用[J].山东理工大学学报(自然科学版),2010, 24(2):31—37.
- [9] 张声荣,干宏程,杨珍珍.基于宏观交通仿真的快速路施工组织评价方法[J].施工技术,2011,40(23):33—36.
- [10] 王丽,刘小明,任福田,等.交通仿真在交通影响分析中的应用[J].交通运输系统工程与信息,2004,4(3):70—73.
- [11] 王书灵,王方,邱荣华.基于微观交通仿真的交通影响评价研究[J].交通运输系统工程与信息,2009,9(6):81—86.
- [12] QIN H, YANG X, ZHENG F. Traffic characteristics analysis and simulation of road work zone [C]// American Society of Civil Engineers, 17th COTA International Conference of Transportation Professionals. American Society of Civil Engineers, 2018: 1093—1104.
- [13] 李钦.占道施工区的微观交通仿真研究[D].武汉:华中科技大学,2018.
- [14] 李悦.地铁占道施工对城市交通的影响及优化研究[D].徐州:中国矿业大学,2019.
- [15] 吕健.哈尔滨市南岗区供热管线施工交通影响评价研究[D].南昌:华东交通大学,2019.
- [16] 储峰,饶志鹏,陈巧巧.重庆大庆村立交的交通拥堵分析与改善[J].公路与汽运,2020(4):32—37.
- [17] 林祥.旧城区道路节点交通拥堵治理方案的探析:以湛江市赤坎立交改造为例[J].交通与运输,2021, 34(增刊1):23—26.
- [18] 陈群,刘嘉晖.区域交通微循环支线网络交叉口无冲突交通流组织优化[J].公路与汽运,2020(6):19—23.
- [19] 秦晨洋.基于代理模型的微观交通仿真模型标定对比研究[D].长沙:湖南大学,2020.
- [20] 张蕊.微观交通仿真实践指南[M].北京:人民交通出版社,2014.

收稿日期:2022—06—21