

数字化城市过江通道选线研究及重要节点分析

魏文鼎,梁茂平,胡智敏

(广东省建筑设计研究院有限公司,广东 广州 500010)

摘要: 基于规划开发及设施供给上位规划,从省域、同城化、市域三个层面对过江通道的交通流量进行预测,城际间跨江通道的建设代价较大,首先需要考虑交通功能。过江通道一般位于城市区域,建筑密度大,利用BIM和无人机倾斜摄影技术进行现状分析可以为选线提供更为直观的数据分析,从而为线位的选择提供数据支撑。对于多岔路交叉的重要节点,应简化立交形式,着重便利主流交通,通过多个节点互补的形式解决交通问题,尽量不要集中一点解决,避免形成交通拥堵黑点。

关键词: 过江通道;交通量预测;线位比选;无人机倾斜摄影技术;多岔路交叉

中图分类号: U491.1+4

文献标志码: A

文章编号: 1009-7716(2024)08-0001-05

1 项目背景

随着粤港澳大湾区上升为国家战略地区,区域一体化步伐不断加快,广佛同城化进程明显提速。金沙洲地区作为广州与佛山之间的核心连接区域,是广佛同城的重要枢纽和广佛都市圈的居住新城,将会建成广州市最具规模和自然特色且管理完善的现代生活居住区。近年来,金沙洲地区居住人口急剧增加,作为广佛联系区域,该地区的主要交通通道也承担了一定的广佛间联系交通需求,特别是南海里水地区与广州西北部地区的联系需求,这进一步加剧了该地区交通拥堵状况。目前金沙洲大桥、北环白坭河大桥的交通量已饱和,急需新增过江通道,缓解金沙洲交通拥堵问题,改善市民出行体验。

沉香大桥作为广佛两市的交通过江通道,向西通过金峰大道与佛山一环连接,向东通过白云一线联系广州新建白云火车站、白云新城等重要区域。项目的建设不仅可缓解该地区的交通拥堵问题,加强金沙洲地区的交通疏散能力,而且可有效支撑白云火车站的交通需求,进一步提升白云火车站的辐射及服务能力,实现广州城市总体规划“南拓、北优、东进、西联、中调”发展战略中的“西联”,拓展城市空间,推进广佛同城化进程。项目工程位置如图1所示。



图1 工程项目位置图

2 交通量预测

2.1 区域交通需求与流量分配

结合广州市、佛山市及过江通道影响范围内人口规模与就业岗位等数据,根据广州市交通模型情况,广佛莞范围内共含交通小区5145个,其中广州范围有3989个交通小区,重点研究范围内有138个交通小区。

远期年,重点研究范围内主要交通源有金沙洲地区与白云新城西延区等开发地块。经预测,至远期年金沙洲地区晚高峰小时产生机动车交通量约为2600pcu,吸引机动车交通量为5800pcu;对白云新城西延区而言,晚高峰小时产生机动车交通量 2.2×10^4 pcu,吸引机动车交通量 2.3×10^4 pcu。

经预测,未来虽然金沙洲地区和白云新城西延区将逐步开发成熟,但在重点研究范围内机动车的交通交换仍然呈现向心交通趋势,以各区与广州中心方向的交通交换量最大,其次为白云新城及西延区与北部地区的机动车交换量。

收稿日期: 2023-09-02

作者简介: 魏文鼎(1987—),男,工学硕士,高级工程师,从事市政路桥设计工作。

2.2 沉香大桥工程流量预测结果

从区域路网格局来看,珠江西岸与广州市中心的交换车流无论是利用金沙洲大桥还是沉香大桥,大部分需经拥挤的增槎路来转换,由于金沙洲大桥区位优势明显,该部分需求更愿意利用金沙洲大桥出行。通过模型测试,提取沉香大桥自身承担流量的OD(Origin-Destination)分布来,统计分析发现沉香大桥更多是以承担珠江西岸的金沙洲、里水及佛山地区与东侧的白云新城及西延区、北部地区的出行为主,而所承担的广州中心区的出行需求较少。过江通道交通量模拟如图2所示。



图2 交通量模拟

从各断面的流量分布来看,随着未来槎神大道的接入,断面流量分布将呈现西低东高的趋势。流量最大断面出现在增槎路以东即白云一线段,具体如表1所示。

表1 沉香大桥主要断面晚高峰流量表

断面位置	流量/(pcu·h ⁻¹)		
	东向西	西向东	合计
跨西海副航道	4 135	3 863	7 998
跨西海主航道	4 156	3 881	8 037
增槎路—石潭路	4 110	4 501	8 611

根据交通量预测结果,在沉香大桥按照双向8车道设计的情况下,交通饱和度在0.54~0.78之间,其中彩滨北路以西段饱和度相对较低,为0.54左右,服务水平B级,运作相对顺畅;过江段则达到0.7左右,服务水平C级,运作稳定;增城路以东段饱和度在0.7~0.8之间,服务水平C至D级,运作稳定。因此,主线设计为双向8车道与需求基本匹配。

3 线位比选方法

倾斜摄影技术是“机载多角度倾斜摄影测量技术”的简称,其主要内容包括倾斜影像数据获取技术和倾斜影像数据处理技术^[1-2]。无人机倾斜摄影系统设备将向着模块化、智能化、高精度方向发展,将无人机倾斜摄影技术与其他相关技术集成应用^[3],例如

与BIM技术的集成应用是本次研究的重要内容。

基于BIM和无人机倾斜摄影的城市道路选线三维比选方法,具体步骤为资料收集、图纸定线、无人机实地测绘、建立数字城市环境模型、BIM模型道路建造和基于BIM进行线路比选和数据决策线路方案。首先,基于规划资料,确定建造范围。在建造范围内应用无人机进行测绘,建立包括地理信息、地形数据与环境数据等的数字化城市环境模型。再利用BIM技术在环境模型场景下,快速建立与方案相对应的BIM道路模型,形成数字孪生建造场景。基于BIM模型与环境模型之间的关系及交通模拟等数据,作为路线方案进行比选时的数据支撑,同时方便工作人员在讨论选线的过程中对施工时间和施工造价进行测算。选线步骤如图3所示。

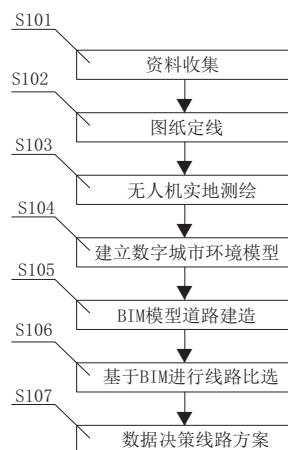


图3 基于BIM和无人机倾斜摄影的城市道路选线步骤

4 线位比选设计

4.1 南北线比选

沉香岛范围内,西岸沿线已建有多多个小区楼盘,由南至北分别有保利西海岸、金名都、中海金沙里和恒大御景半岛等楼盘,能作为过江通道的位置仅有西海岸与金名都之间的空隙,即规划南线;另有中海金沙里与恒大御景半岛之间的空隙,即南海区规划金峰大道线位—北线。现状卫星图如图4所示,基于BIM+GIS的模型场景如图5所示。



图4 南北线线位比选图



图5 基于BIM+GIS方案比选模型场景

针对南线和北线的比选,借助三维可视化模拟,主要针对交通功能、征地条件和沿线影响几个方面对南北向线进行比选分析。

(1)交通功能

利用BIM可视化及交通流量模拟对南线和北线进行分析,如图5所示。南线道路起点北侧为里水镇用地,南侧为广州市白云区用地,仅能满足主线双向4车道设置条件;同时与里广路T形交叉,交通转换能力低,易造成堵车,且需要绕行里广路,会增加里广路交通压力,导致广佛同城效应差。

(2)征拆条件

南线在珠江东岸槎头段,途经渔民新村、劳教管理所及戒毒局医院等,涉及拆迁量较大,约 $1.4 \times 10^5 \text{ m}^2$ 。北线佛山段拆迁以厂房为主,广州段拆迁主要是货运场、沿线住宅及商铺,约 $1.3 \times 10^5 \text{ m}^2$ 。征拆环境对比如图6所示。



图6 线位范围内的征拆环境对比

(3)沿线影响

项目佛山段存在多个楼盘,道路选线时应尽量考虑减少对周边居民的影响。通过楼盘与线位的位置关系(见图4)可知,南线道路与金名都楼盘最小距离36.5 m、与保利西海岸楼盘最小距离40.1 m,对居民影响较大,有邻避风险。北线道路距离中海金沙里楼盘则大于50 m,对居民影响较小。

综上,从沉香岛西岸建设条件及珠江水源保护区情况,从广佛两地路网衔接、金沙洲出行便利性、节点建设条件以及对沿线的影响等方面综合考虑,推荐采用北线方案。

4.2 北线东岸接线方案

北线根据东岸路网规划,具有三个接入路由,分别为规划白云二线、规划棠槎路和现状白云一线(即西槎路)。总体路由如图7所示。

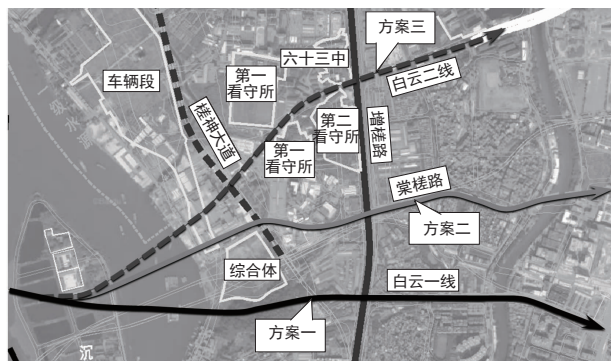


图7 北岸衔接方案比选图

(1)北线东岸接线方案一

结合现场条件分析,北线东岸接线方案一穿越现状山体,不占用规划建筑用地,不穿越已出让的地铁12号线槎头车辆段。另外,从路网关系分析,白云一线规划为东西向快速通过,向东可直达白云新城,并与机场路及白云大道连接。本项目在增槎路处立交设置双车道转向匝道连接槎神大道,进而衔接白云白二线和棠槎路。交通往东抵达白云一线后,可通过现状较为发达的南北向路网疏散。通过无人机技术可知方案一拆迁量约 $2.59 \times 10^4 \text{ m}^2$ 。

(2)北线东岸接线方案二

方案二从地铁综合体北侧跨越,往西跨过槎神大道后落地,再往东跨越增槎路,同时下穿广清高速,再衔接棠槎路。采用匝道形式衔接白云一线,间接衔接白云二线。方案二西往南通过槎神大道衔接白云一线匝道,与地铁13号线地铁站冲突,目前该地铁站结构主体部分已建设完成,右转匝道不具备落地接槎神大道条件。方案二平面如图8所示。



图8 北线东岸接线方案二总体平面图

通过无人机技术可知,棠槎路从槎神大道往东,经过市井片区、新市片区和民航小区,这几个片区的房屋相当密集,从增槎路往东至白云大道段路线长

约 5.7 km,道路红线面积约 $2.3 \times 10^5 \text{ m}^2$,拆迁总面积约 $6.8 \times 10^5 \text{ m}^2$ 。方案二的拆迁量大,工程投资大,实施难度大,易形成断头路,从而影响整体交通功能。

跨槎神大道以及增槎路桥梁之间,地面交织段长度仅为 150 m,该位置交通量大,交织段短,大概率形成严重拥堵以及事故路段。交织段的拥堵势必会降低整个棠槎路的服务水平,甚至会造成环形左转弯匝道拥堵,进而引起增槎路的拥堵,形成片区交通黑点。

此外,该方案因为衔接道路比较多,白云一线、增槎路、棠槎路、白云二线及槎神大道五条路通往佛山方向的交通,都将在地铁综合体北侧汇流,大概率会形成汇流交通拥堵。

(3)北线东岸接线方案三

方案三经过沉香岛,折向东北,穿过石井水泥厂用地,再沿广州看守所之间缝隙向东,对接白云二线,与广清高速联络线、增槎路交叉设置互通立交。方案三平面如图 9 所示。

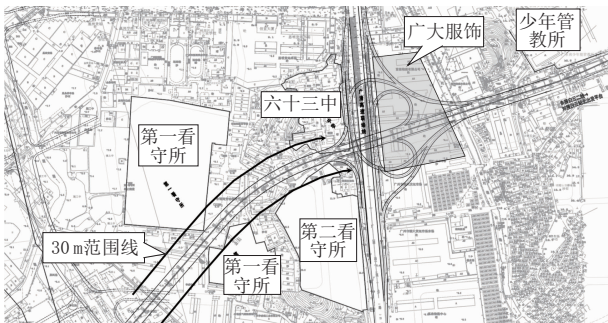


图 9 北线东岸接线方案三总体平面图

因增槎路西侧为学校 and 广州看守所,立交匝道设置主要利用东侧商业及货运场所。

方案三路线经过第一、第二看守所。根据规定,道路距离看守所距离需大于 30 m,因此如果采用方案三,需迁建看守所面积为 $1.66 \times 10^5 \text{ m}^2$,实施难度比较大。与广清高速之间的互通立交,则需部分拆除六十三中,距离学校近,不利于教育事业。此外,互通立交还需要拆除广大服饰中心。方案三总的拆迁量约为 $2.4 \times 10^5 \text{ m}^2$,不含看守所迁建面积。

综上所述,从建设条件以及交通功能角度考虑,建议选用方案一,即主线衔接白云一线,通过转向匝道及槎神大道间接衔接白云二线、棠槎路。

5 增槎路交叉节点

5.1 增槎路区域现状及规划概述

增槎路西侧以货运场为主,有少量居民住宅区;东侧现状西槎路宽 32 m,路边紧靠商铺商铺及住宅

表 2 北线东岸线位比较表

比选项目	方案一 (接现状白云一线)	方案二 (接规划棠槎路)	方案三 (接规划白云二线)
工程规模	主线长度 3.86 km, 立交匝道 3.5 km	主线长度 4.3 km, 立交匝道 3.7 km	主线长度 3.85 km, 立交匝道 6.4 km
交通功能	与白云一线东西向直接对接,通过槎神大道衔接棠槎路与白云二线。	两处跨线桥落地交织段短,极易严重拥堵。东往西五路汇流,易形成交通拥堵。	与广清高速联络线处设置一座全互通立交,各向交通转换便捷。
征地拆迁规模	拆迁量较小	拆迁量很大	拆迁量非常大
对地铁影响	与地铁 12、13 号线平面交叉	地铁 13 号线地铁站冲突	与地铁 13 号线平面交叉
可实施性	难度一般	难度非常大	难度非常大
推荐意见	推荐		

楼,本工程需向北侧拓宽,拆迁部分建筑。

增槎路现状标高约 15 m,道路中央为广清高速连接线高架桥墩,桥面标高约 31.5 m。增槎路西侧地势较高,标高 19~42 m。

早期罗冲围片区控规已预留设置立交的用地,仅在西侧现状山体为防护绿地,将结合目前罗冲围控规修编同步修正。

5.2 增槎路节点交通流量预测

高峰总流量 $2.62 \times 10^4 \text{ pcu/h}$ 。主要流向如下。

(1)大于 2 000 pcu/h:增槎路高架直行。

(2)1 000~2 000 pcu/h:增槎路地面直行,沉香大桥—白云一线东西直行。

(3)600~1 000 pcu/h(右转除外,宜建匝道):增槎路高架(南)右转白云一线、增槎路高架(南)左转进入沉香大桥、白云一线右转增槎路地面北行、增槎路高架(北)左转白云一线、槎神大道转入增槎路面南行、沉香大桥转入增槎路高架南行。

各向流量预测如图 10 所示。

5.3 增槎路节点设计方案

增槎路、槎神大道及白云一线(西槎路)均为城市主干路,增槎路上方为广清高速连接线高架桥,三条道路承担着广州西北部的主要交通流,沉香大桥向东接入白云一线。

本节点平面为五个方向交汇,考虑高架层,实为有七个方向的交通需要进行相互转换,交通状况较为复杂。宏观上考虑,该立交设计主要有两种思路:一是高接低(简单型),以主要交通转换为原则,即沉香大桥主线对接白云一线,兼顾与增槎路、槎神大道地面一部分交通的转换,不与广清高速连接;二是高

值偏大,均超过 15%,深夜的交通流量较为离散,故在进行短时交通量预测时,应尽量采用较短的时间步长。

为比较 GM(1,1)与传统交通量预测方法的拟合精度,采用相同数据和线性回归模型进行短时交通量预测,并对其平均误差率进行对比,(见表 5 和图 5)。在第一、第二和第三个时间段内,线性回归模型的平均误差率均大于 GM(1,1)模型的误差,其中第三个时间段的误差率相差较大,为 38.248%,另外两个时间段的误差率亦超过 20%,存在较大的偏差。

表 5 不同模型的平均误差对比

时间范围	平均相对误差率	
	GM(1,1)模型	线性回归模型
第一时间段	13.316%	27.125%
第二时间段	11.413%	32.393%
第三时间段	24.653%	62.901%
平均值	16.461%	40.806%

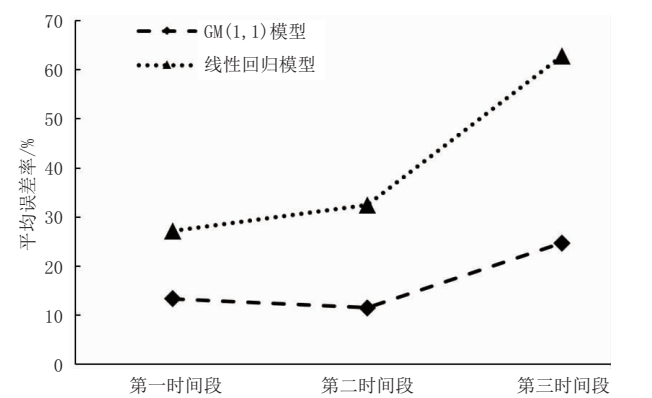


图 5 不同时间段的平均相对误差率

通过对预测模型的分析,运用 GM(1,1)模型对广园快速路短时交通量进行预测,能够使预测值更接近于实际。

3 结 论

本文基于灰色 GM(1,1)模型对交通量数据的模糊性、离散性进行弱化,挖掘潜在达到规律,建立适合广园快速路短时交通量灰色预估模型,并通过对不同时间段内 5、10、15 min 等时间步长进行模型预测精度分析,可知时间步长越短,交通量预测越准确的规律,在第一和第二时间段内的短时预测较为准确。同时与传统的线性回归模型的预测结果进行误差率分析,得出该模型具有一定的精确性和可行性,能基本满足工程实践中对交通量的短时预测要求,为城市快速路的运营管理提供决策依据。同时,可进一步对第三时间段的模型进行调整,改进单纯的数据分析带来的误差缺陷,提高模型的适用性。

参考文献:

[1] 陈丹钊.GL 高速公路交通预测及技术经济分析[D].广州:华南理工大学,2018.

[2] 胡梦飞.福银高速礼泉收费站改扩建工程可行性研究[D].西安:西安科技大学,2017.

[3] 魏丹.基于机器学习的交通状态判别与预测方法[D].长春:吉林大学,2020.

[4] 王鹏,何荷.灰色理论在交通量预测中的应用[J].公路交通科技(应用技术版),2014,10(7):325-327.

[5] 南爱强,王锋宪.经典灰色理论和马尔科夫链的交通量预测模型构建[J].微型电脑应用,2018,34(7):3-6.

[6] 刘宗明,贾志绚,李兴莉.基于灰色马尔科夫链模型的交通量预测[J].华东交通大学学报,2012,29(1):30-34.

(上接第 5 页)

参考文献:

[1] 曲林,张淑娟,冯洋,等.倾斜摄影测量高中低空解决方案研究[J].测绘与空间地理信息,2016,39(1):19-23.

[2] 李祎峰,宫晋平,杨新海,等.机载倾斜摄影数据在三维建模及单斜片测量中的应用[J].遥感信息,2013,28(3):102-106.

[3] 孙杰,谢文寒,白瑞杰.无人机倾斜摄影技术研究与应用[J].测绘科学,2019,44(6):145-150.