

DOI:10.16799/j.cnki.esdqyfh.2023.07.009

# 长沙市金星北路、腾飞路与地铁4号线 立交节点方案研究

吴栋,禹伟,黄佳,曹彬,门玉宝  
(湖南省交通规划勘察设计院有限公司,湖南长沙410203)

**摘要:**以长沙市望城区大泽湖片区待建的地铁4号线、金星北路、腾飞路立交节点为研究对象,根据规划、以往设计经验、部门意见和专家建议,结合实际情况,提出了金星路主路快捷化采用桥梁、隧道4个比较方案。经综合比选后采用的分幅隧道方案获得了各相关单位一致认可,为后续市政道桥梁隧道与地铁立交选型提供了参考经验。

**关键词:**方案设计;立交节点;地铁;桥梁隧道

中图分类号:U491.2+3

文献标志码:B

文章编号:1009-7716(2023)07-0038-05

## 0 引言

长沙市作为我国新型城市,近几年不断发展,城市面积不断扩张。2021年末全市常住总人口1 023.93万人,比上年增加1.83%<sup>[1]</sup>。人口增长给城市基础设施带来了较大的压力,因此,近几年长沙不断加大交通建设投入。2014年4月29日,长沙第1条地铁——长沙地铁2号线一期工程载客试运营,长沙从此迈入“地铁时代”,成为全国第18个开通地铁的城市。至2022年9月,长沙市已投入运营的地铁和在建轨道线路共7条。市政道路方面,通过这几年的集中建设,长沙市已形成万家丽+湘府路+二环线这一主城区规划的“环形+放射”式路网,过江通道香炉洲大桥、心联路过江通道、暮坪大桥等正在建设。轨道交通发展与市政道路发展过程中必然会出现轨道与市政道路共廊道问题,若能提出合理有效的解决方案,则可为后续工程同类问题提供参考依据<sup>[2]</sup>。

## 1 背景

本项目为金星北路与腾飞路交叉口这一节点的立交设计方案比选。长沙地铁4号线北延段与本项目交叉。

随着项目周边海归小镇展示中心、大泽湖水体交互工程、南塘路等项目建成投运,香炉洲大桥、地铁4号线二期工程、大泽湖生态湿地公园等11个项

目全面启动建设,一大批路网等民生工程、基础设施启动建设,国际人才公寓、国际学校、国际酒店、国际社区、国际医院和研发创新平台等产业项目正有条不紊地推进,项目周边外部环境将发生较大变化,交通引导城市建设的进程也将快速重塑。

随着相关“十四五”规划公示,地铁4号线二期工程明确于2022年底启动建设,香炉洲大桥也会以高架形式向西延伸至雷锋大道,同时,远期金星北路也存在快捷化改造的需求。在金星北路与腾飞路交叉口将有地铁4号线、腾飞路(香炉洲大桥)高架、金星北路快捷化的空间冲突问题,本次研究为解决该问题,将方案落入控规,预留远期建设条件。

## 2 节点条件

### 2.1 地铁4号线

与本项目交叉的地铁线路为4号线北延段。地铁4号线经金福路至金星北路再转入雷锋大道,沿金星北路敷设长度约7.2 km,与金星北路廊道共线,共设置5个站点。研究节点北侧约480 m为金星路东延线站,南侧约1 060 m为吴家冲路换乘站,目前处于工可编制阶段,计划2022年底开工建设。

地铁4号线沿金星北路共线,采用6 m盾构隧道,位于金星北路中分带下方,2股轨道盾构净距为7~9 m,根据长沙地铁保护办公室规定,桥梁桥墩及结构物需距盾构隧道净距6 m。

该交叉口未设置地铁站,在满足地铁4号线安全距离情况下,远期腾飞路桥梁采用1跨(60 m)跨过4号线方案具有较强的可行性,对地铁基本无影响。

地铁4号线走向图见图1,地铁4号线与金星北

收稿日期:2022-09-26

作者简介:吴栋(1992—),男,硕士,工程师,从事道路设计工作。

路空间位置图见图2。



图1 地铁4号线走向图

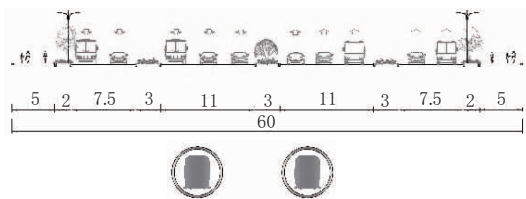


图2 地铁4号线与金星北路空间位置图(单位:m)

## 2.2 现状及规划用地

根据用地规划,东南象限规划为住宅用地,西南象限为工业用地和商业用地,节点改造不宜影响居住及商业建设与品质。

## 2.3 规划路网分析

金星北路:结构性主干道,高星组团至岳麓片区主流通道,约占总流量的37%(长沙市交通年报2018),存在重要交通节点快捷化改造需求。

腾飞路:结构性主干道,湘江两岸组团联系通道,对外联系通道,望城环线干道。腾飞路现状只建设了金星北路以西段,金星北路以东段目前处于在建状态,东段衔接香炉洲大桥,该桥是长沙北部服务客运、货运交通的过湘江通道。现状金星北路与腾飞路交叉口为T型信控交叉,2024年香炉洲大桥及腾飞路东段通车运营后,该交叉口将变成十字信控路口。腾飞路是建设协调长沙市北部区域公路网建设,完善望城区的对外交通路网,望城区对外交通的便捷通道;是加强望城区与湘阴、宁乡之间的交通联系,促进与湘阴互补发展,促进湘江新区内部融合发展,加强高星组团和金霞组团与河西副中心进行联系,促进一江两岸深度融合发展的重要通道。到2038年,腾飞路路面使用寿命将达到设计年限,香炉洲大桥将西延至雷锋大道。

区域路网及交通服务水平图见图3。

## 2.4 电力控制条件

在腾飞路北侧50m左右位置有2条高压电力

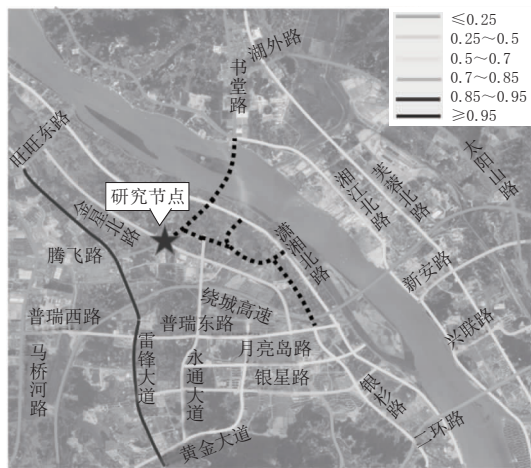


图3 区域路网及交通服务水平图

走廊,走廊带在交叉口以东与腾飞路近似平行,以交叉口西北象限为拐点,在交叉口转向西南,因此与金星北路、腾飞路均有交叉。其中500kV高压线与金星北路交叉处垂高34m,与腾飞路交叉口处垂高22m;220kV高压线与金星北路交叉处垂高约55m,与腾飞路交叉口处垂高40m。以上数据为2022年3月份测量,夏季时垂高会略小于以上数据。

## 3 交通量预测与分析

对项目交通需求预测采用目前较为成熟的“四阶段模型”进行。使用TransCAD软件平台,按照四阶段法的交通生成、方式划分、交通分布、交通分配的流程,预测未来年路段的交通量。根据《城市道路工程设计规范》(CJJ 37—2012(2016年版))和规划、工程建设情况,确定交通预测特征年为近期2027年,中期2037年,远期2042年,见表1。

表1 交叉口交通流量表 单位:pcu/h

进口道	方向	2027年	2037年	2042年
腾飞路(东)	左转		225	290
	直行		2 051	2 515
	右转		305	392
腾飞路(西)	左转	462	289	361
	直行		2 190	2 678
金星北路(南)	左转	321	375	416
	直行	1 658	2 923	3 243
金星北路(北)	直行		450	499
	右转		399	443
金星北路(北)	直行	1 725	2 659	2 950
	右转	487	266	295
合计		5 163	12 378	14 406

由表1可见:

中期(2037年)时,在金星北路与腾飞路交叉口,

金星北路、腾飞路的直行车流较大,总交通流量达到 12 378 pcu/h,负荷度为 0.87,服务水平三级。该交叉口渠化多条进出车道,通行能力较大,近中期能满足交通需求。

远期(2042年)时,在金星北路与腾飞路交叉口,总交通流量为 14 406 pcu/h,负荷度为 1.01,服务水平为四级。若将腾飞路和金星北路主线剥离,则该交叉口能满足交通需求(饱和度 0.61,二级),因此金星北路在该交叉口有立交化的需求。

#### 4 方案设计

针对该节点的立交设计,设计组提出了整幅桥梁、分幅桥梁、整幅隧道、分幅隧道 4 种方案。

首先是桥梁方案,即腾飞路主路和金星北路主路均采用桥梁形式敷设。该方案在主路桥梁竖向空间上又存在 2 个方案:(1)腾飞路主路上跨金星北路主路;(2)腾飞路主路下穿金星北路主路。

腾飞路主路与金星北路主路同时采用桥梁敷设,若金星北路主路桥梁上跨腾飞路桥梁,500 kV 高压线距金星北路主路和腾飞路主路桥梁垂高分别约 16 m、22 m(冬季现场测量数据),满足施工及运营要求;若腾飞路主路桥梁上跨金星北路桥梁,则 500 kV 高压线距金星北路主路和腾飞路主路桥梁垂高分别约 24 m、8 m(冬季现场测量数据),无法满足施工及运营要求,项目实施时,需要改迁 500 kV 高压线,成本和影响较大。

金星北路与腾飞路交叉口高压线分布图见图 4。

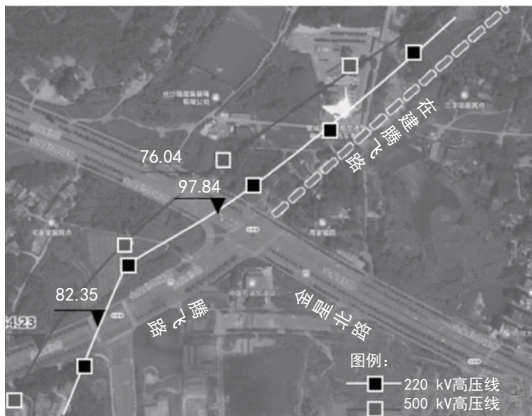


图 4 金星北路与腾飞路交叉口高压线分布图

根据安排,本项目实施计划先于金星北路节点改造。综合考虑后期施工难度,对交通、电力的影响,桥梁方案中推荐金星北路主路桥梁上跨腾飞路主路桥梁方案,以下桥梁方案均以此为基础比较。

另外,金星北路交叉口周边地块规划为以住宅、商业、工业用地为主。前期提出桥梁方案后,即与望

城区相关单位和 大泽湖开发单位沟通,但管理方认为双层桥梁设计高度已经达到 16 m,会影响城市景观,与大泽湖“长沙城市新客厅”及生态文明发展理念不符。因此,根据相关单位和专家的意见,本次方案设计又提出 2 个隧道方案,即整幅隧道方案和分幅隧道方案,隧道方案较桥梁方案更符合大泽湖片区发展理念。

#### 4.1 方案一:分幅桥梁方案

方案一横断面图见图 5。

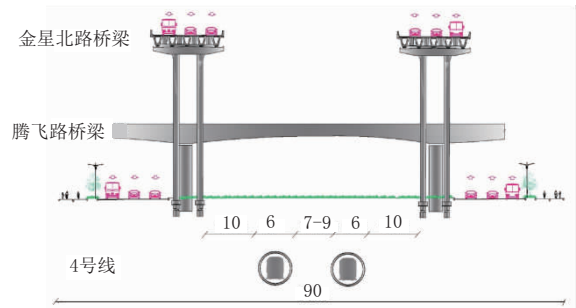


图 5 方案一横断面图(单位:m)

金星北路主路桥梁桩基础及桥墩布设在距地铁 4 号线盾构边缘 6 m 净距外,桥梁采用 4% 纵坡设计,金星北路主路为双向 6 车道,辅路为双向 4 车道,交叉口渠化加宽。分幅方案主要考虑地铁 4 号线先于金星北路主线实施,现状金星北路廊道已被地铁 4 号线占用,地铁上方不宜增加外部荷载。将桥梁布置在两侧一定距离外,能有效减少桥梁施工对已运营的地铁 4 号线的影响。

方案一金星北路道路红线为 90 m,单侧最大新增宽度约 18 m,占用道路两侧绿地,同时对两厢地块建设和品质影响较大,且超过现状金星北路道路红线,需再次征地。北侧桥台距地铁站站体 40 m,南侧桥台距地铁站站体 730 m,均在影响范围外;北侧桥台挡墙段进入站体范围,需进行特殊处理(如:使用轻质泡沫混凝土,代替挡土墙和常规土方填土),以减少站体和地铁上方堆载。

#### 4.2 方案二:整幅桥梁方案

方案二横断面图见图 6。

针对方案一占地大,对地块影响较大的缺点改进提出方案二,即金星北路主路采用整幅桥梁敷设,纵坡设计为 4%,桥梁下部结构采用门式墩或扩大式承台来减小对地铁 4 号线的影响,辅路布设在中间以集约用地。

北侧桥台距地铁站站体 38 m,南侧桥台距地铁站站体 725 m,均在影响范围外;桥梁桥墩、桥台、桩基都需要进行特殊处理;北侧桥台挡墙段进入站体

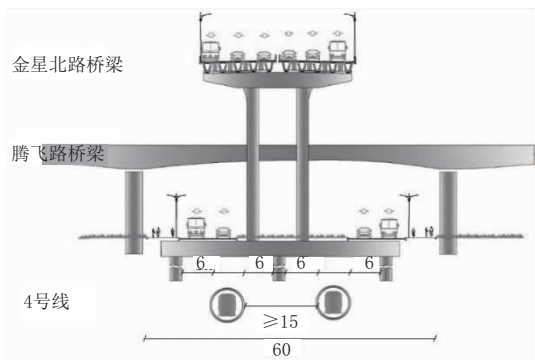


图6 方案二横断面图(单位:m)

范围,需进行特殊处理(如:使用轻质泡沫混凝土,代替挡土墙和常规土方填土),以减少站体和地铁上方堆载。方案二后于地铁实施,对地铁影响较大,需要进行特殊处理,如加长桩基长度,采用端承桩,减少地铁上方堆载以避免引起隧道上浮和开裂等病害,同时对地层进行加固。考虑到桥梁中间桥墩位于轨道之间,需增加轨道间距,按不小于15m进行预留,需要在地铁未建时协调轨道单位,预留间距。设计实施时,需加强与地铁方面沟通,并征求地铁部门意见。国内有相关案例,但是审批上会有一定难度。该方案可以采用与地铁4号线同步实施桥梁承台中间排桥梁桩基,其他部分待项目启动后再建设,预留桥梁走廊。方案二相比方案一对周边地块影响小。

### 4.3 方案三:整幅隧道方案

方案三横断面图见图7。

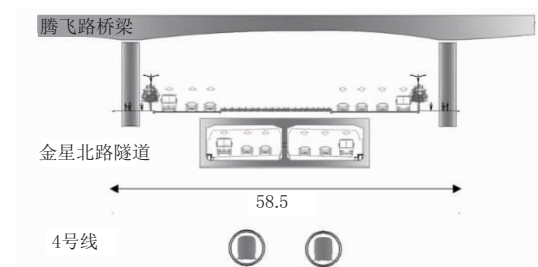


图7 方案三横断面图(单位:m)

整幅隧道推荐采用双向6车道明挖双孔单层短隧道,隧道采用城市道路标准机动车道净高(4.5m),隧道结构宽28.6m,高8.1m,覆土2~3m。

隧道布设在地铁4号线上方,与地铁基本共线,位于金星北路中央分隔带下,地面辅道分布在隧道两侧,采用双向6车道规模。

隧道全长720m,隧道暗埋段180m,敞开段(U槽段)全长540m,暗埋段埋深最深处距现状金星北路路面10m,距地铁站边缘74m。

本项目后于地铁4号线实施,金星北路主路隧道实施时,需在地铁4号线上方开挖深度约12m的基坑(不含隧道结构桩基),金星北路主路隧道结构

边缘距地铁4号线边缘约4.2m。地铁4号线盾构隧道会有上浮的情况,因此需要对地铁盾构周边地层进行加固处理,而加固费用和要求远大于桥梁方案,并且可能会对运营中的4号线造成其他不确定性的影响。该方案具有一定可行性,但是目前工程中一般基坑开挖都会距盾构隧道边缘大于1倍盾径,以减少盾构周围土压力变动,因此若该方案能先于地铁实施的话,可行性较大,后于地铁实施则会对地铁产生较大的影响,在审批时,可能存在较大的难度。

### 4.4 方案四:分幅隧道方案

方案四横断面图见图8。

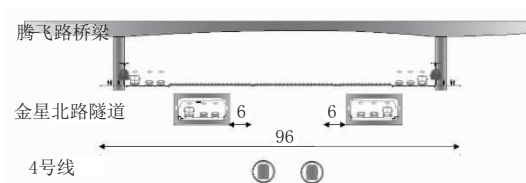


图8 方案四横断面图(单位:m)

分幅隧道推荐采用双向6车道明挖双孔单层短隧道,隧道采用城市道路标准机动车道净高(4.5m),单孔隧道结构宽14.9m,高8.1m,覆土2~3m<sup>[3]</sup>。

隧道布设在地铁4号线上方,与地铁线位错位布设,隧道结构内边线距地铁4号线盾构外边线净距6m,地面辅道分布在隧道两侧,采用双向4车道规模,交叉口渠化加宽,道路红线宽96m,需要增加道路两侧征地。

方案四相比方案三对地铁的影响较低,后期实施时具有较大的可行性,但需要加大腾飞路主路交叉口跨跨度,以便后期在实施时,预留出足够的建设空间。

### 4.5 方案比选结论

4种方案比选表见表2。

金星北路远期采取高架或隧道方案技术上均可行,考虑城市景观、两侧用地以及对地铁影响最小,结合方案评审会专家建议,最终按照分幅隧道方案预留建设条件。

## 5 结语

腾飞路和金星北路是望城区重要的交通要道,同时也是长沙市主快速路网的重要组成部分,其涉及地铁4号线的立交节点方案又是远期建设体系的重中之重,方案的优劣将直接影响远期建设的可行性和整个骨干路网的服务水平。本文对该立交节点的近远期交通量进行预测和分析,证明该节点有快捷化的必要性,通过对4个建设方案进行比选,结合部门单位、专家意见得出了适合该节点的立交方案,

表2 方案比选表

方案名称	交通影响	与地铁相互影响	对周边用地影响	景观	对高压电塔影响	建安费	推荐
方案一	桥梁分幅 满足交通需求	对地铁影响较小,涉铁审批难度小	对两侧居住、商业品质存在较大影响	景观差	满足净高要求	1.25亿元	
方案二	桥梁整幅 满足交通需求	桥梁桥墩、桥台、桩基都需要特殊处理,需要在地铁4号线北延段建设前协调,增大2股盾构隧道间距,影响大	对两侧居住、商业品质影响大	景观较差	满足净高要求	1.16亿元	
方案三	隧道整幅 满足交通需求	需在地铁4号线上方明挖隧道,即使采取措施,以目前的技术水平,仍会对地铁造成影响,影响较大	对两侧居住、商业品质影响较小	基本无影响	基本无影响	1.64亿元	
方案四	隧道分幅 满足交通需求	能满足距地铁隧道6m要求,后期明挖隧道对地铁采取措施后对地铁影响可控,影响较小	对两侧居住、商业品质影响小	基本无影响	基本无影响	2.09亿元	推荐

可为同类工程立交选型提供借鉴。

参考文献:

[1] 长沙市人民政府 2022 年政府工作报告[N].长沙晚报,2022-01-10.

[2] 赵一成.郑州市东四环快速路互通立交节点方案研究[J].城市道路与防洪,2018(5):24-29.

[3] CJJ 221—2015,城市地下道路工程设计规范[S].

(上接第 29 页)

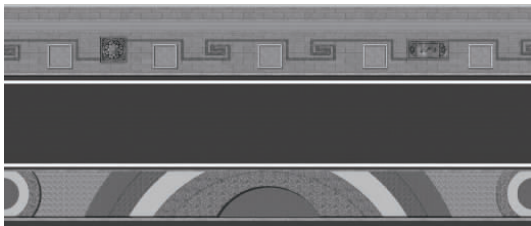


图 17 第四篇章平面示意图

4 结 语

城市道路设计时,往往受到两侧用地性质,现状道路、河流等的影响,导致道路设计时平面及纵断面受到严格限制,近年来,随着人民生活水平的不断提高,道路设计时对人文及景观提出了更高的要求,花雨路在设计时,结合各种限制因素,通过各种工程措

施解决了道路高程受限时道路与周边地块的衔接问题,同时将项目所在地的文化融入到实际工程中,能够提高城市的整体风貌,可为类似项目提供部分工程经验供道路设计者借鉴使用。

参考文献:

[1] 韩旭,张晗寒,刘语笙.限高区域道路竖向设计研究——以沈阳恒大文化旅游城为例[J].城市道桥与防洪,2021(10):60-62.

[2] 蒙卓磷.浅谈城市道路总体设计——以南宁市蓉茉大道北延长线工程为例[J].工程技术,2016(6):237-238.

[3] 郑卫国,蔡晓萌,黎明.城市道路景观设计要素分析[J].城市道桥与防洪,2014(7):6-10.

[4] 周婕.城市道路景观的概念及设计理论[J].城市道桥与防洪,2015(11):19-21.