

地铁约束条件下城市立交差异化设计策略研究 ——以深汕路改造工程为例

张 晖, 聂新民, 余利军

(深圳市市政设计研究院有限公司, 广东 深圳 518029)

摘 要: 以深汕路改造工程为研究对象, 深入分析了城市道路与地铁并行时, 地铁结构约束对道路立交方案的影响, 提出了差异化的设计策略: 对于上跨桥梁方案, 重点控制桥梁桩基与地铁结构之间的平面位置关系, 确保最小 3 m 的横向安全净距; 对于下穿框架方案, 着重解决竖向空间协调问题, 并预留充足的市政管线空间; 针对互通立交与地铁结构的交叉情形, 需统筹考虑交通功能、景观效果、工程可行性和经济效益等关键参数, 研究成果为城市复杂环境下道路与地铁并行设计提供了系统的技术参考。

关键词: 城市道路; 立交节点; 改造设计; 既有地铁; 并行道路

中图分类号: TU984; U448.28

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2025)12-0141-04

Research on Differentiated Design Strategy of Urban Interchange under Constraints of Subway for Shenshan Road

ZHANG Hui, NIE Xinmin, YU Lijun

(Shenzhen Municipal Design and Research Institute Co., Ltd., Shenzhen 518029, China)

Abstract: Taking the Shenshan Road Reconstruction Project as the research object, the influence of subway structural constraints on the road interchange scheme when the urban road and subway are parallel are deeply analyzed. A differentiated design strategy is proposed that for the over-crossing bridge scheme, the plane position relationship between the bridge pile foundation and the subway structure be mainly controlled to ensure a minimum lateral safety clearance of 3 m. For the under-crossing frame scheme, the vertical spatial coordination problem is emphatically solved, and the sufficient municipal pipeline space is reserved. In view of the spatial intersection of interchange and subway structure, it is necessary to consider the key parameters such as traffic function, landscape effect, engineering feasibility and economic benefit. The research results provide a systematic technical reference for the parallel design of roads and subways in complex urban environments.

Keywords: urban roads; interchange node; reconstruction design; existing subway; parallel road

0 引 言

随着城市化进程的加速, 城市道路和地铁的建设规模不断扩大, 导致城市建设用地日益紧张^[1]。在城市道路规划中, 与既有地铁线路并行或交叉的情况日益普遍^[2], 因此道路设计必须充分考虑地铁带来的多方面影响^[3]。李天祥等^[4]针对高架快速路与地铁共线的项目特点, 提出了两种断面方案, 经过对比分析选择了将地铁布置在中央绿化带桥墩两侧的方案。张德豪^[5]等研究了地铁对道路立交形式的影响, 研究显示当地铁与立交线位平行时可选择桥

梁或框架结构, 当地铁与立交线位垂直时则优先选用框架结构。尚颖^[6]对涉及地铁的两个交通枢纽立交和快速路改造立交节点进行专项设计, 研究结果显示设计中应优先考虑地铁与市政设施之间的空间预留问题, 同时还需满足地铁的抗浮设计及荷载标准等关键技术要求。王犇等^[7]通过分析新建道路工程与地铁存在的水平及竖向空间关系, 提出了对应的风险控制措施。孙雪^[8]以同时受地铁和高铁影响的互通立交方案分析为例, 选择了不需要同步实施的立交主线形式和匝道方案。吴栋^[9]通过研究与地铁共线的三层立交节点, 提出了采用桥梁、隧道的 4 个比较方案, 最终采用了分幅隧道方案。金晓龙^[10]以既有地铁上方新建道路为研究背景, 提出了 EPS 等载换填、预制板梁结构等多种地铁保护方案。

收稿日期: 2025-02-18

作者简介: 张晖(1981—), 男, 本科, 高级工程师, 从事市政道路设计工作。

赵修旺^[11]研究了地铁与市政高架桥、隧道等不同形式市政工程的结合方式。全家欢^[12]以实际立交工程为案例,探讨了桥梁基础避让地铁及排水干管等地下构筑物的特殊结构设计与地基处理措施。

而对于与地铁并行的城市道路改造项目来说,受道路红线宽度限制,道路和地铁在平面上无法完全避开,需对道路和地铁在空间、结构的关系进行研究^[13-14],如何选择合适的立交方案成为研究重点。因此,本研究基于深汕路整体改造工程,分析了地铁结构约束对道路立交方案的影响,并提出了差异化的设计策略。

1 工程概况

深汕路整体改造工程西起龙岗大道,东至坪山大道,全长约7.7 km,其中龙岗段和坪山段分别为5.2 km和2.5 km,为城市主干路,主线和辅道的设计速度分别为50和40 km/h,道路红线宽60 m,龙岗段的断面布置为主线双向6车道及辅道双向4车道,坪山段的断面布置为双向8车道。深汕路沿线设置2处立交节点,分别为同心路立交和惠盐高速立交。

2 道路与地铁位置关系及安全要求

2.1 位置关系

深汕路沿线与现状3条地铁线路存在相互影响,其中深汕路起点与地铁3号线双龙站交叉;终点与地铁14号线坪山围站交叉;地铁16号线沿深汕路以盾构形式敷设,盾构隧道横断面外径6.2 m,沿线共设置5个站点,盾构区间埋深在10~30 m,已于2022年12月开通运营。此外,在建的地铁16号线共建管廊也沿深汕路以盾构形式敷设,盾构隧道横断面外径6.7 m,沿线共设置5个综合井,正在施工中。深汕路平面线位按照与地铁16号线及其共建管廊的并行形式分三段,其中第一段地铁和管廊均并行段长4 km和第二段非并行段2.8 km,第三段仅地铁并行段0.9 km,如图1所示。

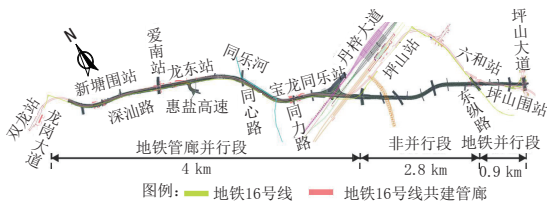


图1 道路与地铁位置关系平面图

2.2 地铁结构安全距离要求

按照《城市轨道交通结构安全保护技术规范》

(CJJT 202—2013),在外部作业中,工程桩和围护桩与地铁结构的水平净距应分别不少于3 m和5 m^[15]。

依据深圳市地铁集团有限公司发布的《轨道交通运营安全保护区和建设规划控制区工程管理办法》(2023年版),地铁运营安全保护区的设计技术要求如下:管线、构筑物、其他设施需跨越、横穿或涉及轨道交通设施的,与轨道交通设施的垂直净距离原则上不应小于3 m;基坑或边坡支护的锚杆、锚索、土钉等支护至轨道交通工程设施的各方向净距离不应小于3 m。

因此,当城市桥梁桩基与地铁结构之间保持不少于3 m的横向净距时,该桩基布置方案通常可满足基本安全要求^[16]。

3 地铁对道路节点改造方案的影响

3.1 同心路立交节点

深汕路与同心路节点现状为地面灯控平交方案,同心路现状为双向4车道的城市次干路,该节点北侧有现状同乐河支流,且存在一条埋深约0.5 m的过路雨水箱涵(尺寸4.5 m×3.5 m)。根据最新规划调整,同心路提升为城市主干路,同心路功能逐步增强,需强化同心路与深汕路转换功能,结合交通需求,该节点改造为菱形立交型式,保证深汕路与同心路转换功能,以及深汕路通行效率。

(1)方案一

若深汕路主线采用框架结构下穿同心路,地面辅道与同心路灯控平交的菱形立交形式,如图2所示。此方案与现状雨水箱涵冲突,箱涵承担片区的排水出路,无迁改路由,若考虑框架结构下穿现状雨水箱涵,则框架结构距离地铁距离将小于2 m,建设条件极差,故不推荐此方案。

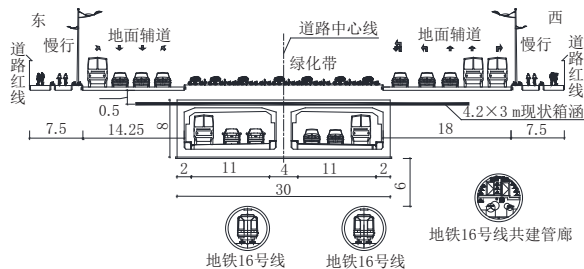


图2 同心路节点方案一横断面图(单位:m)

(2)方案二

若深汕路主线采用桥梁结构上跨同心路,地面辅道与同心路灯控平交的菱形立交形式,如图3所示。深汕路桥桩距离地铁盾构隧道最小间距为3 m,

距离管廊盾构隧道最小间距为2 m,各间距可满足实施条件,故推荐采用该方案。

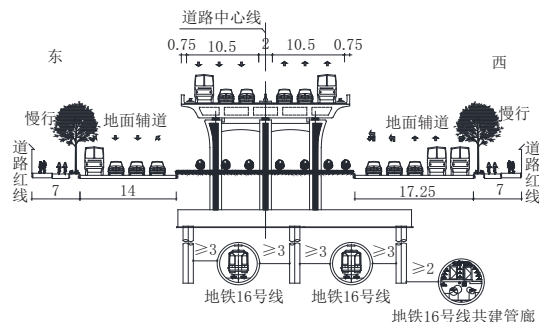


图3 同心路节点方案二横断面图(单位:m)

3.2 惠盐高速立交节点

深汕路与现状惠盐高速出入口匝道为T形灯控平交路口,该节点是片区与深圳市中心区方向联系的主要交通转换节点,现状平交路口难以承接大量转换交通需求,高峰期拥堵严重,节点交通压力过大。随着惠盐高速的改造,收费站的扩容,极大的解决了进出收费站的流速问题,但出入口与深汕路的节点也亟需改造。在该节点段,深汕路与地铁16号线、16号线共建管廊存在平面交叉,地铁结构与管廊结构之间间距约27.7 m,能够布置桥隧的空间有限。

(1)方案一

将惠盐高速匝道与深汕路节点改造成为菱形立交,深汕路主线下穿惠盐高速匝道,辅道形成灯控交叉口,如图4所示。因该节点北侧为现状龙东地铁站,南侧为14号线共建管廊,该方案的下穿框架结构离地铁仅1 m,离管廊仅0.66 m净距,该方案建设条件极差,故不推荐此方案。

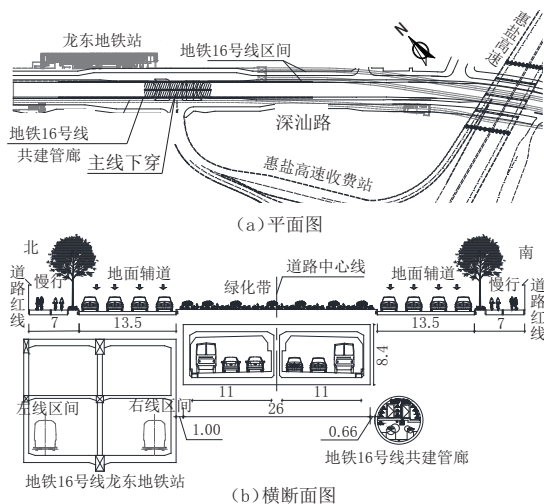


图4 惠盐高速节点方案一(单位:m)

(2)方案二

考虑片区上下高速的快速通达,并结合地铁、管廊平面条件,将惠盐高速节点改造为左幅上跨+右幅

下穿+左转半定向匝道的立交方案,如图5所示。为保证下穿框架结构的施工条件,左幅下穿框架结构边线需要距离管廊4.06 m,由于地铁与管廊之间预留的地下空间有限,故桥梁桩基距离地铁站台结构仅2.05 m,实施难度非常大。

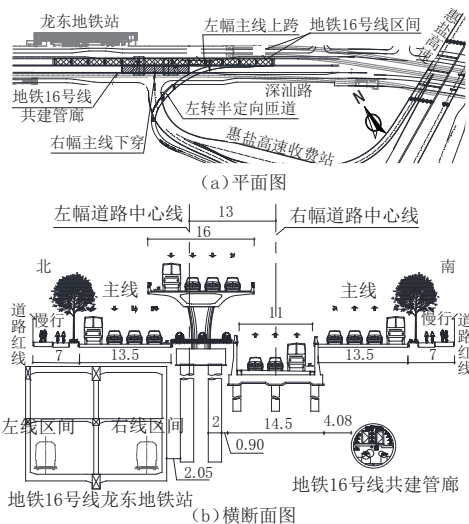


图5 惠盐高速节点方案二(单位:m)

(4)方案三

结合方案二,采用双左转互通立交形式,C匝道采用桥梁形式,上跨深汕路主线,顺接高速入口,B匝道采用框架结构形式,下穿深汕路主线,如图6所示。该方案B匝道框架结构与地铁横向净距为4.05 m,C匝道桥桩与地铁横向净距为8.52 m,2条匝道与综合管廊的横向净距均大于10 m,可实施性较好。

(5)方案对比

通过以上方案分析,对比了各方案的优缺点,如表1所示。经过多方论证,综合各方面意见,可看出方案三可实现该节点在高速出入口的快速转换,提升了高速出入口的周边配套服务能力,且投资较小,对周边环境影响小,可实施性更强,故推荐采用方案三。

4 结 语

本研究通过深汕路改造工程的实践分析,系统揭示了市政道路与地铁并行设计时,地铁结构约束对道路立交方案的影响,并提出了差异化的设计策略,主要结论如下。

(1)对于上跨桥梁方案,需重点控制桥墩与地铁结构的平面空间关系。工程实践表明,当桥梁桩基与地铁结构保持3 m以上的横向净距时,可满足结构安全标准要求。

(2)针对下穿框架方案,应着重解决竖向空间协

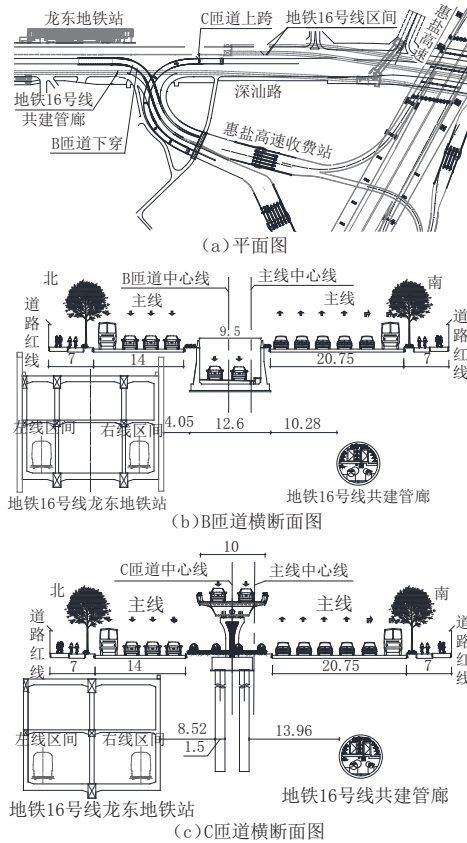


图6 惠盐高速节点方案三(单位:m)

表1 惠盐高速节点方案比选表

评价指标	方案一	方案二	方案三
方案描述	主线下穿 菱形立交	左幅上跨+右幅下 穿+半定向左转匝道	主线地面+双左半定 向匝道+右转专用道
通行能力	通行能力较差, 主线快速通过	通行能力一般,驶离 收费站需灯控等候	通行能力较好,无 灯控
景观影响	影响小	影响较小	影响较小
可实施性	条件极差	条件差	条件较好
投资	投资最大	投资较大	投资较小

调问题,合理预留施工空间,同时确保市政管线的敷设要求。

(3)在互通立交与地铁结构交叉区域,统筹考虑交通功能、景观效果、工程可行性和经济效益等要素,合理规避地铁附属设施的空间冲突,确保与地铁结构的标高协调,最终实现技术可行、经济合理的立交方案。

参考文献:

- [1] 梅继洲,冯超.市政道路与地铁共线设计解决方案[J].交通世界,2020(9):22-23;31.
- [2] 廖若宇,张子健.市政道路与轨道新建项目共线段设计关键点浅析[J].工程建设与设计,2024(3):89-92.
- [3] 周基钊.浅谈与地铁站点交叉条件下的城市立交方案设计[J].城市建设理论研究(电子版),2018(2):78-79.
- [4] 李天祥,汪托.武汉市友谊大道北段高架与地铁共线段方案设计[J].城市道桥与防洪,2022(1):9-12;26.
- [5] 张德豪,黄鹏.浅谈合肥地区地铁建设对城市下穿桥结构选型的影响[J].工程与建设,2017,31(1):53-55.
- [6] 尚颖.城市道路复杂交通节点改扩建设计思路探讨[J].市政技术,2021,39(9):37-44.
- [7] 王桦,汪岩.涉铁市政工程设计方案研究及风险控制[J].现代城市轨道交通,2024,(11):98-103.
- [8] 孙雪.受高铁、地铁影响互通式立交方案研究——以郑州华夏大道互通式立交方案为例[J].城市道桥与防洪,2022(4):9-12.
- [9] 吴栋,禹伟,黄佳,等.长沙市金星北路、腾飞路与地铁4号线立交节点方案研究[J].城市道桥与防洪,2023(7):38-42.
- [10] 金晓龙.既有运营地铁线位新建道路设计方案研究[J].城市道桥与防洪,2024(7):44-46;58.
- [11] 赵修旺.城市轨道交通和市政桥隧工程结合形式研究[J].中国高新科技,2021(11):106-108;110.
- [12] 全家欢.复杂地下空间环境下城市桥梁基础设计研究[J].城市道桥与防洪,2024(8):89-92.
- [13] 任碧能.一种地铁地下线路与市政桥梁长距离共路由整合分建的线路设计方法[J].隧道建设(中英文),2024,44(11):2251-2256.
- [14] 于森.浅谈轨道交通工程与市政道路的相互关系[J].城市道桥与防洪,2018(9):108-110.
- [15] CJJ/T 202—2013,城市轨道交通结构安全保护技术规范[S].
- [16] 谢涛,王天翔.与地铁盾构(车站)相关的城市桥梁方案设计[J].城市道桥与防洪,2022(5):104-107.