DOI:10.16799/j.cnki.csdqyfh.2023.04.010

北京东坝车辆段上盖道路对外衔接方式研究

廖若宇,袁 蕾,王 玉
(北京市市政工程设计研究总院有限公司, 北京市 100082)

摘 要: 北京东坝车辆段位于东坝西区北边界,车辆段采用地面形式布置,二层为上盖综合开发,车辆段北侧紧邻规划快速路。根据交通分析区域内约 70%机动车对外交通需通过车辆段上盖道路进入北侧快速路系统, 其中约 45%为上盖开发内部产生,上盖道路则兼顾区域过境和上盖物业集散双重功能。因此,上盖道路与快速路系统的高效衔接为研究重点。

结合主要交通需求和周边规划路网布局分析后,明确了上盖道路的交通功能。在此基础上列举了多种上盖路与快速路系统的衔接方式,并利用交通仿真分析进行比较。最终推荐方案可同时满足区域过境和上盖物业集散与快速路衔接的交通组织特点,可最大限度提升区域交通运行效率。

关键词: 车辆段;上盖道路;衔接方式
中图分类号: U412 **文献标志码:** B **文章编号:** 1009-7716(2023)04-0036-04

0 引 言

轨道交通是解决大城市交通拥堵的重要工具。北京持续推动“站城融合”发展,围绕“站城融合”,集聚建设指标和城市功能,构建区域交通中心、活力中心。地铁车辆段上盖开发可升值土地,节约用地,提升景观。但上盖开发最需解决的一个问题就是由于上盖与地面的高差带来的交通衔接难题。因此,增强上盖与地面交通的衔接和降低由于地面车辆段阻隔造成的通道割裂为重中之重。本文从交通需求和路网条件切入, 重点考虑上盖道路复合功能后与快速路的衔接,最大限度提升交通运行效率。

1 上盖出行关键因素

1.1 主要问题

当前车辆段上盖开发项目在国内各大城市均有成功的案例,并且仍在蓬勃地建设之中,但由于上盖是将各范围置于建设场地之上二层位置, 增加了衔接高差,增加了此类工况下的组织难度,故在设计中需考虑由此衍生的对于区域路网分割及上盖地块交通集散等问题。

(1)车辆段由于范围较大且处于地面,势必会对坐落区域内路网产生阻隔。车辆段沿轨道线布置方向会对规划路网进行割裂, 打断城市规划路网中的主次干路和支路, 对片区的过境交通和集散交通路网结构造成严重破坏,降低区域路网的通达性[1]。

(2)上盖与地面道路存在高差,基本位于 9 ~ 10 m 左右位置,而上盖区域物业开发均强度较高,建筑与周边市政道路紧贴,展线衔接空间受限,安全、快捷地进行上下层交通集散出行就是需解决的另一个问题。

1.2 出行策略

上述问题是车辆段上盖开发中无法规避的问题,可针对性考虑如下策略,来弱化其不利影响,促进交通的高质高效出行:

(1)区域路网通达性角度。采取“断一还一”的原则,对于主干路和交通功能性强的次干路,应采取上跨或下穿的形式穿过车辆段, 保证交通功能不受影响[2],利用车辆段空间快速通过(见图 1[3])。

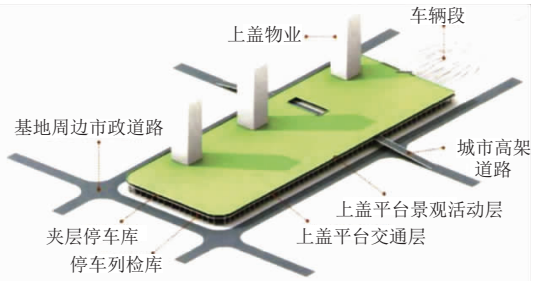


图 1 交通性道路对外衔接

(2)上盖区域出行。上盖道路与周边市政路的衔接方式主要有主线贯穿和匝道衔接两种。其中,主线贯穿方式为地面道路直接起坡与上盖路衔接,进行上层车流快速集散[3]。对于匝道衔接方式(见图 2[3]),可以采取 3 种方式,分别为间接连接式(匝道连接支路再汇入主路)、直连式(匝道直接连接主路)和混合连接式(上述两种方式的组合)[4]。

收稿日期: 2022-06-01
作者简介: 廖若宇(1987—), 男, 硕士, 高级工程师, 从事市政道路设计、公路设计、机场枢纽交通系统等工作。

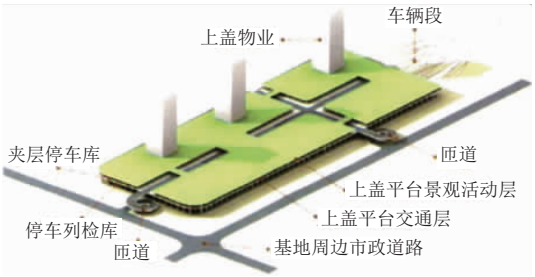


图 2　连接匝道对外衔接

2　项目情况

本文以北京东坝车辆段为例进行分析。车辆段位于东坝西区北边界，采用地面加上盖物业开发形式，东西长约 1.9 km，南北长约 0.44 km。地面为地铁停车库及检修库，二层为上盖开发车库进出口，三层（+16.3 m）及以上为上盖开发区域。

2.1　交通需求

2.1.1　东坝西区对外需求

东坝西区早高峰小时共生成机动车总量为 7 250 pcu/h。根据规划项目情况分析未来规划区域 4 个方向的机动车产生和吸引以西方向为主，即与中心城区联系，占比约 55%。车辆段北侧为规划亮马河北路快速路，可直达北京中心城区，为区域对外出行的重要通道，故需保证区域内主要道路与此路的衔接转换。

2.1.2　车辆段上盖出行需求

车辆段上盖建筑面积约 90 万 m^2，以居住为主，并配套部分教育用地。早高峰小时共生成机动车总量为 3 229 pcu/h，约占东坝西区总体交通量的 44.54%，为区域内最主要交通源，亦需满足高峰时段上盖地块与周边地面市政路网的衔接。

2.2　周边路网条件

依据规划，东坝西区分别有两条主干路和次干路可与北侧快速路衔接。由于地面车辆段阻隔，上述两条次干路穿越车辆段需通过车辆段上盖，车辆段范围内快速路系统为路基形式，无法直连。仅车辆段两侧两条主干路与快速路系统具备直连条件（见图 3）。根据交通预测，东坝西区高峰小时中心城区方向交通量为 3 999 pcu/h，故两条主干路均需在快速路设置中心城区方向进出口，方可满足出行需求。

受限于工程实施条件，车辆段西侧主干路不具备与快速路设置立体交叉的条件。而区域内衔接道路仅剩车辆段上盖两条次干路，故将此进出口置于两条次干路西侧，使两条次干路共同与此进出口衔接，利用两条上干道路作为过境通道以满足区域整体交通出行需求（见图 4）。

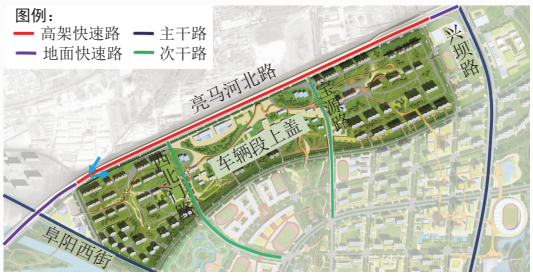


图 3　车辆段范围路网示意图

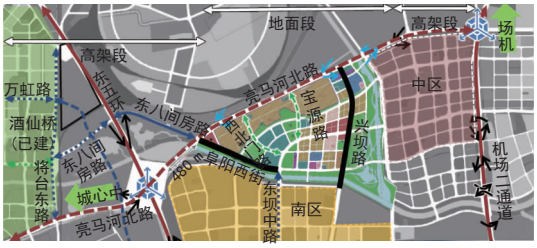


图 4　区域交通系统示意图

2.3　工作目标

结合区域出行需求和周边路网条件，车辆段北侧快速路为区域对外出行重要通道。车辆段上盖道路在承担原本上盖区域出行集散功能的基础上，叠加了区域对外出行过境功能。故如何合理融合集散和过境两种功能下的交通特性以确保上盖道路快速路系统的高效衔接为本文研究重点。

3　方案研究

本项目体量较大，受限于篇幅，本文仅对部分重点问题进行探讨。

3.1　方案梳理

对于上盖次干路与快速路系统的衔接，从服务过境交通角度，应与北侧快速路主路直连，以满足快速进出区域；从服务地块出行角度，车辆段周边仅此一条服务区域组团出行的通道，故又需与其辅路系统衔接，方可满足地块集散。相关研究证明，过境贯穿出行可采用高架形式直连并贯穿上盖平台，与地面道路直接衔接保障快捷集散[3]；对于上盖出行，应主要衔接周边主次干路[1]，且当衔接主干道时，应禁止左转并保证主要道路具备港湾式车道[5]。综合相关研究，本文所研究工况下道路衔接应同时满足快速进入主路系统并与辅路相连的双重要求。故本项目创造性地提出上盖道路利用高架辅路转换落地与快速路辅路系统进行分合流衔接辅路系统（见图 5）。同时，在分合流点最小交织距离后设置快速路主辅路进出口，使过境交通最短距离借助地面辅路后直接快速进出主路而不对辅路系统产生干扰。上述构型

可同时满足区域过境和上盖开发交通集散双重需求，同时主辅路进出口亦可为周边其他地块提供高效服务。针对上述构型，上盖两条道路与快速路系统的衔接方案共包含 6 种（见表 1）。

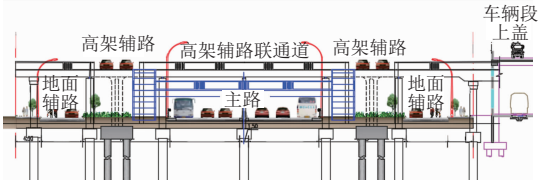
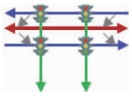
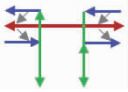
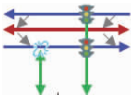
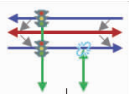
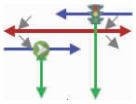
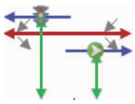


图 5　衔接位置横断面示意图

表 1　衔接方案

编号	衔接形式	路口形式	交通组织	图例
1	两条次干路与辅路均连接	高架全转向灯控	常规组织，无绕行	
2	西侧次干路与辅路西向连接，东侧次干路与辅路东向连接	无灯控，连续交通流	部分交通需绕行 1.5 km	
3–1	西侧次干路断头，东侧次干路与辅路连接	东侧高架全转向灯控	部分交通需绕行约 1.5 km	
3–2	东侧次干路断头，西侧次干路与辅路连接	西侧高架全转向灯控	部分交通需绕行约 1.5 km	
4–1	西侧次干路与南辅路连接，东侧次干路与北辅路连接	西侧右进右出，东侧与北辅路灯控	部分交通需绕行约 1.5 km	
4–2	东侧次干路与南辅路连接，西侧次干路与北辅路连接	东侧右进右出，西侧与北辅路灯控	部分交通需绕行约 1.5 km	

3.2　方案初拟

上节所列为构型所有衔接方案。梳理后，上述方案可归为 4 类，每类中选出一个最优解后进行定量分析。上文所述进出中心城区方向为主要流向，大量交通通过高架辅路落地后与地面辅路合流共同汇入主路，易形成交通瓶颈。基于上述情况，方案 3–2 和方案 4–2 相较于方案 3–1（下文简称“方案 3”）和方案 4–1（下文简称“方案 4”），上盖灯控路口放行后，由于距快速路入口较近，路段排队和缓冲作用小，大量交通冲击下可能会造成拥堵甚至反溢至上盖道路而影响通行效率。方案 3 和方案 4 高架辅路落地位置相较则在东侧约 800 m，利于排队缓冲。故选择方案 1、方案 2、方案 3 和方案 4 进行评价。

3.3　方案评价

评价中综合考虑通行功能、节点衔接、运行效率等多因素进行对比。方案 1 功能最全，但造价较高。方案 2 造价较低，交通无灯控，但通道平衡性差，交通压力均汇集于西侧道路。方案 3 造价较低，但区域进出点仅为 1 处，整体交通压力较大。方案 4 造价较低，多点进出，灯控减少，但每点功能均有所缺失。

上述 4 个方案的主要差别在于，上盖道路与快速路辅路的交通衔接方式。从整体看，方案的选择对区域通行效率有较大影响。故选择以下 6 处关键点位进行分析，分别为：中心城区方向主辅进出口（A）、兴坝路立交中心城区方向进出口（B）、西侧路口（C）、东侧路口（D）、西北门路路段（E）、宝源路路段（F）（见图 6）。

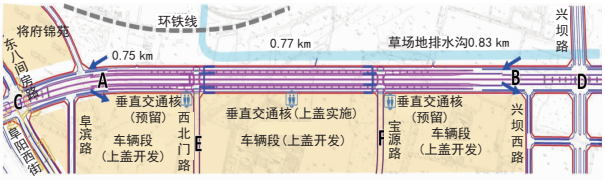


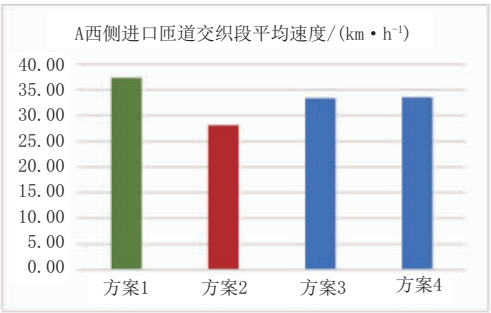
图 6　评价点位示意图

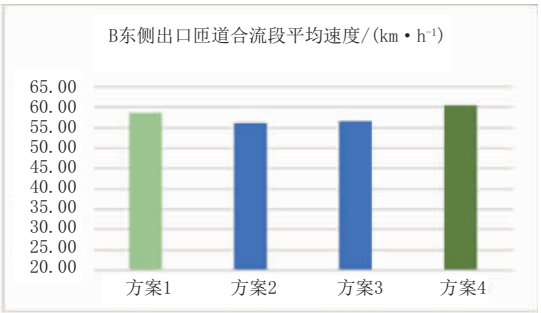
针对上述点位，选取具有代表性指标进行仿真分析。进出口选用交织段运行速度、路段选用运行速度，交叉口选用服务水平和延误。具体仿真结果如图 7 所示。

由上述评价指标直观可知，方案 1 为最优，但与方案 4 差距不大。为确保准确性，针对上述结果采用专家打分法进行印证。上述方案每个因素中排名第一得 4 分，第二得 3 分，第三得 2 分，第 4 得 1 分。对于评价要素权重的选取，本次共结合了 5 位专家的意见进行平均后获取权重（3 位参与本项目，2 位未参与）。最终各个方案得分见表 2。从中可知，方案 1 最优，方案 3 最差。

3.4　方案确定

通过分析，方案 1 从各细节指标和综合排名上均大幅领先，可以兼顾东坝西区区域过境交通和车辆段上盖上下快速集散的双重需求，从技术角度讲为最佳方案。但方案 1 工程规模较大，投资较高。相较其他方案，方案 1 会增加两条上盖次干路的高架辅路衔接，涉及工程投资增加约 8 000 万元。但从使用功能角度，对外交通组织中主要衔接道路上应减少车辆调头和车流交织，减缓进出车流对主要道路车流的干扰[5]。方案 4 相较方案 1，在部分路口和标准段，通行效率和运行速度均有较大恶化。最终，方案 1 作为推荐方案（见图 8）。目前，上述方案已与项目整体获取北京市规划和自然资源委员会方案技术复函，基本完成项目建议书评审工作，并即将获批。



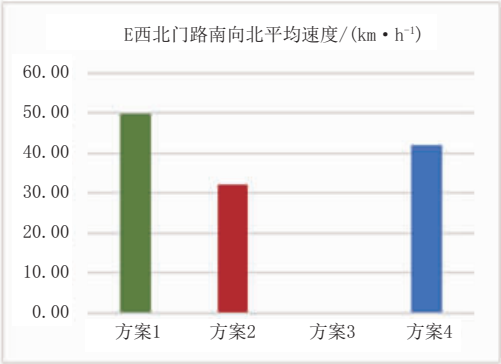


C阜阳西街路口

	服务水平值	车辆平均延误
方案1	三级	57.53
方案2	三级	58.49
方案3	三级	60.55
方案4	三级	67.23

D兴坝路路口

	服务水平值	车辆平均延误
方案1	四级	80.11
方案2	四级	88.07
方案3	四级	82.54
方案4	四级	81.96



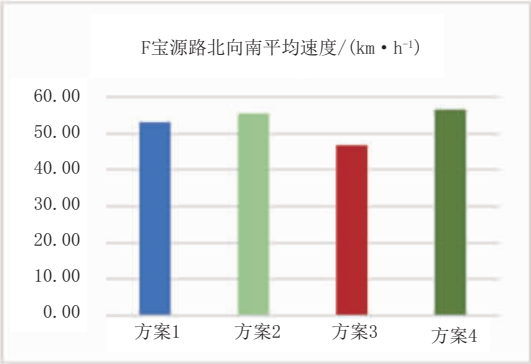


图 7　评价指标一览

表 2　各方案加权平均分值

项目	A	B	C	D	E	F	得分
权重	0.19	0.19	0.165	0.165	0.145	0.145	
方案 1	4	3	4	4	4	2	3.52
方案 2	1	1	3	1	2	4	1.91
方案 3	2	2	2	2	1	1	1.71
方案 4	3	4	1	3	3	3	2.86

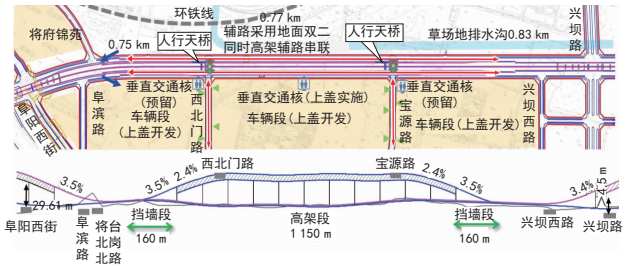


图 8　推荐方案示意图

4　结　语

随着城市高质量的发展，城市建设逐渐精细化和综合化。未来城市内将有大量以地铁车辆段为核心的“轨道微中心”蓬勃开展，并随着地上车辆段的出现带来上盖道路对外衔接的各类复合需求。地上车辆段虽然对市政道路衔接提出了挑战，但是其构型可减少大量车辆段自身地下土建工程，从整体角度看，可极大地节约投资。本文主要从区域整体服务效率出发，对车辆段上盖道路与快速路系统衔接方式进行分析，并提出了兼顾多种功能的高效衔接方案。希望本文为日后类似项目提供一些经验和借鉴，不断拓宽思路，提升工程质量。

参考文献：

[1] 刘尔辉，陈海伟，李远安，等.车辆段上盖综合体交通规划与城市设计一体化研究——以广州地铁 12 号线槎头车辆段为例[J]. 交通与港航，2021(1):45-52.

[2] 易磊. 地铁车辆段上盖开发项目交通影响及改善措施研究[J]. 城市建筑，2019，16(341)：89-90.

[3] 齐莹菲. 轨道交通车辆段上盖开发内外交通衔接模式[J].都市快轨交通，2015，28(1):41-46.

[4] 缪江华.轨道交通车辆段综合开发的交通规划策略探讨[J].交通科技，2014(3)：183-185.

[5] 姜红宇，林翰，苟广源.地铁车辆段上盖物业交通影响评价问题研究[J].交通科技与经济，2016，18(2):1-7.