

嘉善大道公铁共线段快速化改造总体方案研究

王明炯, 彭建

[上海市城市建设设计研究总院(集团)有限公司, 上海市 200125]

摘要: 嘉善县嘉善大道总体方案设计时, 针对其与规划市域铁路共线段 3.6 km 范围内的快速化需求, 提出高架合建、隧道分建、高架分建、连续下立交等 4 种总体方案比选, 从铁路建设要求、公铁复合通道间相互影响、环境景观、线形指标、用地等多维度的系统对比分析择优确定了快速化方案, 能够满足公铁共线约束条件下的建设要求, 同时重要节点结合主线功能、匝道布设、铁路、用地条件等限制因素进行了对比取舍, 可为类似公铁共线的快速化改造道路设计提供借鉴。

关键词: 公铁共线; 快速化; 总体方案研究

中图分类号: U418.8

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2025)11-0066-05

Research on Overall Scheme for Rapidization Reconstruction of Combined Road-Rail Section of Jiashan Avenue

WANG Mingjiong, PENG Jian

[Shanghai Urban Construction Design and Research Institute (Group) Co., Ltd., Shanghai 200125, China]

Abstract: In the design of the overall scheme for Jiashan Avenue in Jiashan County, in response to the demand for rapidization within a 3.6 km range of the section shared with the planned urban railway, four overall schemes of elevated co-construction, tunnel separation, elevated separation and continuous underpass are proposed and compared. The rapidization scheme is optimized and determined through a systematic comparative analysis of multiple dimensions, such as railway construction requirements, mutual influence between rail-road composite channels, environmental landscape, alignment indicators and land use, which can meet the construction requirements under the constraints of combined rail and road lines. Meanwhile, the important nodes are compared and selected in combination with the main line function, ramp layout, railway, land use conditions and other restrictive factors, which can provide references for the design of rapidization reconstruction of similar roads of combined rail and road lines.

Keywords: combined rail- road line; rapidization; research of overall scheme

0 引言

干线公路作为国省干线中高速公路网的重要补充, 需要保证快速、大容量、安全的服务能力^[1], 通常需要采用一定的接入管理措施, 合理控制公路和周围土地接口的位置、数量、形式, 从而提高公路安全保障和服务水平^[2]。随着我国城市化进程的发展, 公路城镇段周边的城市道路网越来越发达, 交通量日益增长, 行人和非机动车交通混行严重^[3], 导致承担着过境交通功能的国省干线公路通行效率越来越低, 往往经常造成拥堵。

《城镇化地区公路工程技术标准》提出干线公路

当短途交通量较大导致出入口布设困难时应设辅道, 当非机动车、行人交通量较大时应设置非机动车道和人行道^[4], 郭星煌提出了干线公路基于交通效率、服务水平、交叉口等条件下的快速化改造临界值^[5], 采取主辅分离的快速化设计方案是公路城镇段兼顾过境和服务功能的较好选择, 但是目前公路规范体系目前还没有完全对应快速化改造公路相应的标准^[6], 同时又有显著的城市道路特征, 尤其是辅路和附属设施需引入相关城市道路规范要求^[7]。

一般公路与铁路并行在同一走廊带时, 由于建设运营存在先后顺序, 出于管理和安全上的考虑, 相关规范对于并行段间距有着较为严格的要求^[8]。但在共同建设时, 为了节约用地, 共线采取技术措施后是可行的, 尤其是城市地铁与公路的共线其实较为常见^[9], 本次研究对于设计标准和管理方式不同的

收稿日期: 2025-04-25

作者简介: 王明炯(1982—), 男, 本科, 高级工程师, 从事道路设计工作。

市域铁路与公路共线的约束条件下,在快速化改造总体方案确定时需要线路走向、敷设形式、节点方案、出入口布置等进行综合择优比选,才能达到改造目的和效果^[10],同时局部节点方案设计,在确保实现主要功能的同时,受限于建设条件,也不得已会做出一定的妥协。

1 项目背景

平湖至江苏黎里公路(以下简称“平黎公路”)南起浙江省浙北重要港口乍浦港,路线在嘉善境内由东南往西北贯穿全县,经古镇西塘后再进入吴江市与 318 国道相连,全线长约 65 km,嘉善段长约 35.3 km,见图 1。

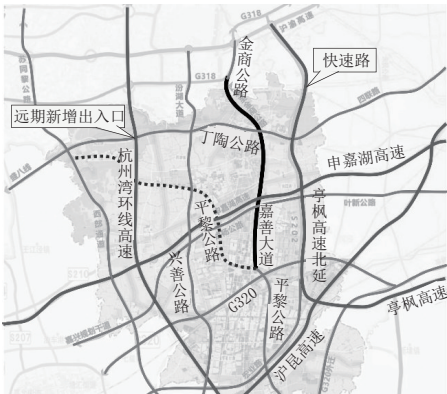


图 1 嘉善大道线位走向

随着嘉善县域 2020 国土空间总体规划提出了“一城一谷三区”的县域空间结构^[11],平黎公路从世纪大道至干窑段事实上已位于规划主城区内部,过境交通与城区内部交通干扰严重,早晚高峰拥堵加剧。为此新一轮的《嘉善县县域公路网规划》提出了县域“七横”、“五纵”的干线路网,嘉善大道作为“五纵”之一,对于改变平黎公路斜向穿城而过的现状,重新塑造县域南北向干线公路网络格局,支撑主城区对外交通以及与长三角示范区的联系具有重要作用。

2 总体方案

公路等级为一级公路(兼顾城市道路功能),路线全长约 15.66 km,主线设计速度为 80 km/h,双向 6 车道规模,包含一段 3.3 km 隧道和一处 0.4 km 下立交。辅道设计速度为 80 km/h,双向 4~6 车道规模。

主线自现状平黎高架落地点转向北与嘉善至西塘市域铁路并线,以隧道主线+地面辅道双系统的形式一路向北穿过中新产业园。隧道主线下穿过幸福河后进入路基段沿和尚塘西侧布线,以下立交形式下穿洪福西路后与市域铁路分离。继续向北至红旗

塘以高架形式连续跨越三级航道红旗塘和祥符荡科创绿谷后落地,后以地面敷设形式向北延伸,与青浦区规划金商公路相接。沿线共设置 7 对出入口。

以下主要针对公铁共线段 3.3 km 总体方案进行详细比选论证。

3 公铁共线段方案

3.1 建设条件

市域铁路自嘉善站引出后,采用盾构形式至平黎公路以北布置工作井后转为高架形式,设置中新产业园和姚庄车站后继续向北。根据规划在中新产业园城镇段共有 7 条东西向道路,分别为新湖路、中新大道、振兴路、新镇路、新嘉大道、振国路和新枫大道,平均间距为 380 m,最小间距为 330 m,见图 2。

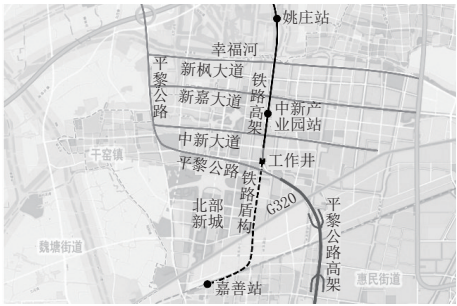


图 2 公铁共线段建设条件

本项目嘉善大道向南与已建平黎公路高架接地点相接,向北规划选线与铁路共线,主要设计难点在于公铁共线段方案以及平黎公路-嘉善大道转换节点方案的确定。

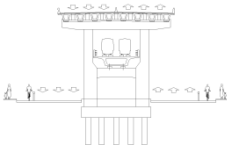
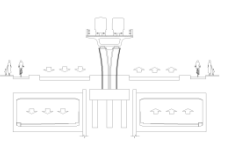
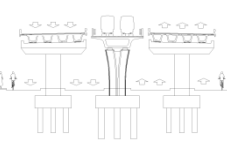
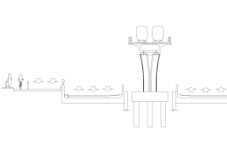
3.2 快速化方案比选

根据规范要求,一级干线公路平面交叉最小间距要求为 1 000 m,中新产业园的横向路网密度不满足与嘉善大道平面交叉的要求。同时考虑到嘉善大道与平黎公路高架相接,流量较大,且承担着分离过境交通和到发交通的功能,快速连通主城区、中新产业园、祥符荡科创绿谷等片区,故本工程考虑采用主辅分离的快速化形式。为节约用地,尽量减少对中新产业园规划的影响,同时考虑市域铁路设计速度快,线形要求高,本工程在该段与市域铁路共线并沿市域铁路两侧布线。

道路快速化常规主要有三种建设方案:高架、地下和地面道路快速化。高架快速路最为常见,主要矛盾在于环境景观影响较大;地下快速路造价及运营成本高,多用于环境敏感地区;地面快速化在城区以外交叉口较少、用地限制不大较为适用^[12]。考虑

到铁路为高架形式,嘉善大道快速化敷设形式比选方案主要为双层高架的公铁合建方案以及公铁分建的隧道+地面辅道、高架+地面辅道和连续下立交,见表2。

表2 公铁共线段敷设形式比选

方案	公铁合建		公铁分建	
	公铁双层高架+地面辅道	公路长隧道+地面辅道	铁路两侧高架+地面辅道	公路连续下立交+地面辅道
断面				
高架或隧道长度/km	3.6 km 高架	3.3 km 隧道	3.4 km 高架	3处下立交2.1 km
环境和景观影响	较差	较好,风塔有一定影响	差	基本无影响
建管养过程中与铁路协调难度	高	小	小	小
对产业园路网影响	小	小	小	4条横向道路割裂需右进右出,需增设人非天桥或隧道
主线纵断面变坡点个数	12	13	12	20
主线最大纵坡/%	1.5	4	3	4
通行时间/min	4	4	4	5.5
建安费/亿元	9.58	32.68	12.6	12.2
扣除铁路用地后公路征地/亩	171.3	154.5	188.8	230.5

从规划建设时序来看,嘉善大道方案研究时市域铁路可行性研究已经批复,公铁合建变更方案和投资的建设时效已过,同时考虑到公铁双层高架方案和铁路两侧高架+地面辅道方案对中新产业园片区环境景观影响较大,本工程不做推荐。连续下立交+地面辅道方案中,由于横向道路交叉口间距较紧,有4条横向道路被割裂需要右进右出,对中新产业园东西向交通影响太大,且纵断面变坡点最多,坡度大,行车舒适性最差。而公路隧道+地面辅道方案对中新产业园的环境景观影响较小,保障交通需求的同时,对中新产业园地块开发的影响最小,新增征地也最小。因此本工程推荐嘉善大道在中新产业园与市域铁路共线段采用公路隧道+地面辅道敷设方案。

3.3 公路隧道与铁路共建方案

从设计方案看,公路隧道采用明挖基坑支护设计方案,分左线和右线隧道基坑。围护结构与铁路桥桩基础净距按不小于3.5 m(2.5倍桩径)控制,一般路段隧道结构与铁路桥桩基础净距大于6倍桩径要求,介于7.5~20.2 m之间。设计单位委托了第三方浙江大学建立分析模型进行了仿真验算,理论计算表明在合理的间距和施工条件下隧道基坑开挖对桥梁桩基的影响是可控和安全的。

从施工措施来看,为尽量减小公路建设对铁路

的影响,先行施工公路隧道,后施工铁路桥梁^[13];场地条件允许时,铁路桥桩基也可与公路隧道分段同步施工;不得在隧道基坑回填完成前施工桥梁上部结构;施工期间加强对隧道之间土体变形的动态观测,评估其对铁路桥梁的影响,并对桥梁基础设计进行动态调整。

从建设管理组织看,考虑到市域铁路与嘉善大道施工时间的一致性、工程结构和施工组织的复杂性,为更好推进两工程建设,建议嘉善大道与市域铁路并行段建设管理工作由市域铁路建设方进行代建管理^[14]。

4 与平黎高架衔接节点方案

4.1 平黎公路改建情况

目前平黎公路的嘉善城区段(世纪大道~木业大道)已经快速化改造完毕,采用了高架双6+地面双4的断面形式,在木业大道交叉口以东接地,同时市域铁路采用盾构下穿平黎公路后由地下转高架形式,本项目与平黎高架考虑铁路影响因素后的连续流衔接方案是本项目设计重难点之一。

4.2 方案一:木雕城东侧绕行方案

为实现平黎公路城区段改线后方格网形态的规划构想,主线与平黎公路高架接地点相接后向北延伸,新建北侧辅道桥上跨嘉善大道主线,保证平黎公

路辅道东西向连通。该方案的主要实施难点在于木雕城东北侧有一处水闸,拆除选址重建的难度较大,主线地道下穿铁路敞开段需要与铁路共建,对于建设协调和管养来说也有很大的挑战。

同时由于过分强调了南北向主线功能,高架主线落地向西北方向拐头后就没有条件设置服务于西向与平黎公路沟通的匝道,该方向近期的交通需求较强,相当长一段时间内车辆绕行及对 G320 国道环岛节点的交通压力较大。方案一线位走向见图 3。

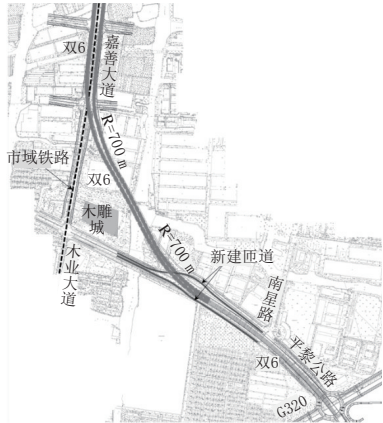


图3 方案一线位走向

4.3 方案二:木雕城西侧绕行方案

考虑到方案一存在的实施难点和近期交通问题,将连接平黎公路高架和嘉善大道的通道降低为 60 km/h 的匝道设计标准,采用双向 4 车道规模在木雕城西侧布线。该方案匝道采用大跨径连续钢箱梁方案上跨铁路隧道,见图 4。

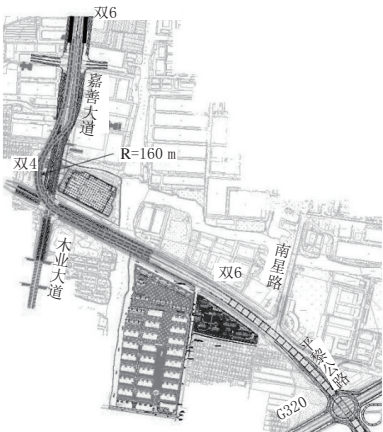


图4 方案二线位走向

4.4 方案比选

在北部新城尚未开发的相当长一段时间内,原平黎公路东西向的交通功能仍比较强,且方案一拆除重建水闸难度大,与铁路共建段实施协调难度较大,尽管方案二主线功能较弱,对于现阶段项目功能来说仍是可以接受的折中选择。线位比选见表 1。

推荐方案效果见图 5。

表 1 与平黎高架衔接线位比选

方案	方案一	方案二
主线交通功能	符合远期规划意图	南北向主线功能较弱,匝道布置密集也影响主线功能
到发交通功能	近期服务相对较差	通过增加 1 对匝道增强了近期服务功能
主线指标	全线按 6 车道标准,线形较好,80 km/h	主线为 4 车道 60 km/h 匝道标准
对铁路影响	主线地道下穿铁路敞开段需要共建	匝道桥梁和铁路完全分离
规划用地完整性	规划用地完整性较差	规划用地完整性较好,木雕城北部及东部片区可完整释放用地约 316 亩
总用地/亩	275	266
拆迁面积/m ²	90 260	52 780
对水闸影响	需拆除重建	没有影响
建安费	8.34 亿元	8.35 亿元
总投资	15.51 亿元	13.65 亿元

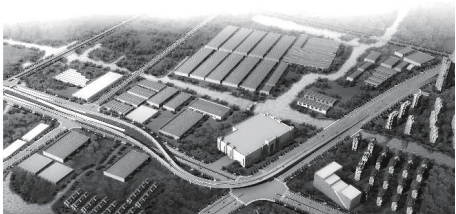


图5 推荐方案效果图

4.5 节点与铁路共建方案

推荐方案在平黎公路交叉口采用 62 m+104 m+63 m 连续钢箱梁上跨市域铁路盾构隧道,并采用 2×82.5 m 钢箱梁跨越铁路敞开段,对于上跨铁路明挖段基坑开挖对影响范围内嘉善大道公路匝道桥梁桩基础的影响同样也进行了建模仿真分析。施工方案建议先施工市域铁路隧道,完工后进行隧道周边土体回填,监测隧道即周边土体变形,待隧道即土体变形稳定后方可进行桥梁桩基施工,同时在铁路隧道敞开段增设安全防护棚,防止抛物进入铁路影响运营安全。

5 结 语

首先,对公路城镇段进行快速化改造是提升交通功能、分离过境与城区交通、缓解拥堵较为有效的措施之一^[15],涉及到公铁共线的复合通道既有公铁合建与分建的选择,也有高架、地道不同敷设形式的选择,需针对铁路建设情况和公铁复合通道相互影响下的设计施工等技术要求,通过环境景观、线形、用地、造价等多维度的系统对比分析系统确定总体方案。

其次,基于审慎原则,公铁约束条件下的铁路保护要求可以采取铁路部门意见征询、第三方安全评估、建模仿真计算分析、专家咨询论证等多种方式,核实隧道和桥梁桩基的相互影响,提出建设期和运营期安全影响的针对性技术措施。类似项目尽可能地在前期规划阶段即需与铁路部门协调建设方案,在建设时序、环境景观、运营养护等条件允许的前提下,共建方案一般才是用地较小,节约投资的最佳方案。

再次,涉及到具体节点方案,往往会受到各项建设条件的制约,在确保主线快速化连续流通畅的前提下,适当弱化主线功能、降低设计标准也是迫不得已的选择,但需加强交通引导和限速等安全管理措施。本案的优势在于降低标准的路段恰好位于高架-地面-地道的转换位置,对于行驶车辆感知运行状态的变化能起到正向提示作用,并在后期标志标线系统设计时按照双主线分合流形式进行指引,有利于交通安全。

参考文献:

[1] JTG B01—2014,公路工程技术标准[S].

[2] JTG D20—2017,公路路线设计规范[S].

[3] 马迎芳.国道城区段快速化改造研究[J].西部交通科技,2022(9):172-174.

[4] JTG 2112—2021,城镇化地区公路工程技术标准[S].

[5] 郭星煌.干线公路快速化改造临界值设计分析[J].中国公路,2021(3):94-95.

[6] 潘春喜.国省道快速化改造关键性技术研究[J].运输经理世界,2023(10):29-31.

[7] CJJ 129—2009,城市快速路设计规程[S].

[8] JT/T 1116—2017,公路铁路并行路段设计技术规范[S].

[9] 华夏.公铁共线相互关系处理的探讨[J].工程技术研究,2020,5(9):12-13.

[10] 叶长发.一级公路快速化改造设计节点改造方案浅析[J].交通科技与管理,2023,4(5):51-53.

[11] 嘉善县人民政府.嘉善县国土空间总体规划(2021-2035年)[Z].嘉兴:嘉善县人民政府,2024.

[12] 储小宇.城镇化地区公路快速化改造方案研究[J].西部交通科技,2024(12):50-51.

[13] 张宋霜.公铁共廊道合建时序调整研究[J].铁道建筑技术,2025(4):228-232.

[14] 中国国际工程咨询有限公司.关于嘉善大道与嘉善至西塘市域铁路并行段设计方案的咨询论证报告(咨交通[2023]1003号)[Z].北京:中国国际工程咨询有限公司,2023.

[15] 马超.一级公路快速化改造关键性技术分析[J].黑龙江交通科技,2021,44(3):81-83.

(上接第33页)

原因。在边坡治理上,对地下水处理综合采用截、挡和排水的措施。选择加固方案应综合考虑高速公路长期运营的安全考虑,综合考虑清方卸载和桩锚杆支护结合的系统方案。

参考文献:

[1] 韩仲,谢云涛,邹维列,等.膨胀土路堑边坡格栅加筋层水力-力学响应的现场监测与数值模拟[J/OL].岩土工程学报,2025,14(5):1-10.

[2] 齐永正,姜朋明,刘欣怡,等.土体在水中的崩解对边坡稳定性的影响[J].岩土工程学报,2020,42(增刊2):214-218.

[3] 孙书伟,刘流,郑明新,等.抚顺西露天矿区边坡灾害多源监测预警系统及工程应用[J].岩石力学与工程学报,2024,43(5):1124-

1138.

[4] 孙闯,樊佳康,金淳哲,等.渗流作用下高陡边坡时效变形特性及演化规律研究[J/OL].采矿与安全工程学报,2024,26(11):1-13.

[5] 江中勇,蒋德辉,郭正伟.城市车辆段高填方边坡稳定性分析及控制措施[J/OL].路基工程,2024,26(11):1-5.

[6] 杜国梁,刘俊江,丛璐,等.数值模拟交通荷载作用下黄土边坡动力响应研究[J].中国地质灾害与防治学报,2024,35(5):59-66.

[7] 张森,周爱红,袁颖,等.基于强度折减法探究地下水作用下边坡形态对露天矿山稳定性的影响[J].河北地质大学学报,2024,47(5):59-69.

[8] 蓝小美,聂闻,谷潇,等.考虑时间滞后的贝叶斯优化长短期记忆网络滑坡土压力预测模型:以福建省南平市公路边坡为例[J].科学技术与工程,2024,24(29):12468-12478.