

高速公路改扩建背景下城市跨线桥拆除施工期交通组织精细化设计与多维影响评估研究

范潇莹, 范新科, 王韩麒

(宁波宁工交通工程设计咨询有限公司, 浙江 宁波 315211)

摘要: 针对高速公路改扩建背景下城市跨线桥拆除施工期的交通组织难题, 深入剖析施工特点及交通影响机制, 构建了交通组织精细化设计方案与多维影响评估体系。通过精细化划分施工三阶段, 设计分级诱导策略与信号协同方案, 并结合交通仿真技术与多维影响评估, 量化施工影响。以G15沈海高速宁波姜山至西坞段改扩建工程为实证案例, 从交通管制、诱导分流、公共交通优化等方面提出交通疏导策略优化方案, 多维评估验证了绕行成本可控、安全风险下降, 降低施工对交通的负面影响, 保障施工顺利进展的同时保证施工区及周边道路的交通有序, 为同类工程提供了从理论创新到实践应用的全链条解决方案。

关键词: 城市跨线桥; 交通组织; 精细化; 多维影响评估

中图分类号: U415

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2026)02-0285-06

Research on Fine Design of Traffic Organization and Multidimensional Impact Assessment in Demolition Construction Period of Urban Overpass under Background of Expressway Reconstruction and Expansion

FAN Xiaoying, FAN Xinke, WANG Hanqi

(Ningbo Ninggong Traffic Engineering Design and Consulting Co., Ltd., Ningbo 315211, China)

Abstract: Aiming at the challenges of traffic organization in the demolition and construction period of urban overpasses under the background of expressway reconstruction and expansion, the construction characteristics and the traffic impact mechanisms are further analyzed, and a refined design scheme of traffic organization and a multi-dimensional impact assessment system are established. By precisely dividing the construction into three stages, a hierarchical guidance strategy and a signal coordination scheme are designed. Combined with the traffic simulation technology and multi-dimensional impact evaluation, the construction impacts are quantized. Taking the G15 Shenyang-Haikou Expressway (Ningbo Jiangshan to Xiwu) Reconstruction and Expansion Project as a case study, an optimization scheme for traffic diversion strategies is proposed from aspects such as traffic control, guidance and diversion, and optimization of public transportation to multi-dimensionally evaluate and verify that the detour cost is controllable, the safety risk is reduced, and the negative impact of construction on traffic is lowered. While ensuring the smooth progress of the construction, the orderly traffic in the construction area and the surrounding roads are guaranteed, which provides a full-chain solution from theoretical innovation to practical application for similar projects.

Keywords: urban overpass; traffic organization; refined; multidimensional impact assessment

0 引言

随着交通量持续增长叠加城市群一体化发展的迫切需要, 高速公路改扩建工程日益增多。在改扩

建过程中, 城市跨线桥拆除施工因其施工环境复杂、技术难度大、安全风险高等特点, 会对周边交通系统造成显著影响。

近年来, 国内学者针对城市跨线桥拆除的交通组织与施工技术开展了多维度探索, 主要聚焦在拆除技术创新与效率提升、施工安全与风险防控方向^[1-5], 研究的施工期交通组织设计主要针对高速公路范围的保通方案及交通诱导^[6-10], 既有研究缺少对

收稿日期: 2025-07-16

作者简介: 范潇莹(1992—), 女, 本科, 工程师, 从事交通组织设计工作。

通信作者: 王韩麒(1992—), 男, 硕士, 工程师, 从事交通组织规划与设计工作。电子邮箱: 568239058@qq.com

城市跨线桥拆除施工期对城市道路的交通组织精细化设计及研究。

开展高速公路改扩建背景下城市跨线桥拆除施工期的交通组织精细化设计与多维影响评估研究,可科学构建施工期交通组织方案生成框架,显著降低施工活动对城市路网的负面效应,保障施工区及关联路网的运行稳定性;同时,通过融合交通效率、社会经济及环境成本的多维评估体系,为工程决策提供量化支撑,实现改扩建工程综合效益最优化,兼具理论创新性与工程应用价值。

1 城市跨线桥施工特点及交通影响分析

1.1 施工特点

1.1.1 施工环境复杂

城市跨线桥区别于野外的桥梁,多位于交通枢纽区,受限于周边建筑密集、地下管线复杂及交通流集中,拆除施工不仅要考虑桥梁自身结构安全,还需避免对周边建筑物、管线造成破坏,同时保障施工期间交通出行需求和人员安全,并达到环保要求,施工协调难度极大。

1.1.2 施工技术要求高

跨线桥结构形式多样,针对预应力混凝土、钢混组合梁等不同桥梁结构,需适配针对性拆除工艺,涉及现场机械破碎法、满堂支架分块切割法、架桥机悬臂节段拆除法、定向爆破法及整体顶推法等^[1]。不同类型的拆除方法,对施工技术、设备和人员专业水平要求极高,主要体现在结构异质性驱动的工艺适配性要求与风险控制精度上,主要涵盖力学控制精准性、工艺参数容差、人机协同专业性这三方面。

1.1.3 施工周期长

受限于施工环境及施工技术的难度,城市跨线桥拆除施工工序繁琐,包括前期准备、主体拆除施工、后期回复等多个阶段,导致施工周期较长。长时间的施工对城市交通的持续影响不容忽视,需要制定科学合理的交通组织方案。

1.2 交通影响分析

1.2.1 道路通行能力下降

施工期桥梁拆除区域道路封闭或车道缩减,直接导致道路通行能力大幅降低,车辆行驶速度明显减缓,交通拥堵程度加剧。

1.2.2 交通流分布改变

施工区域交通拥堵促使车辆大量绕行,显著改变了周边路网的交通流分布。部分原本交通流量较

小的道路因车辆分流而出现拥堵,而施工区域周边道路则承受更大的交通压力,导致区域交通系统失衡。

1.2.3 交通安全隐患增加

施工区域道路封闭或者道路线形发生变化,施工机械及车辆与社会车辆混行,加之施工围挡、交通安全设施不足或维护不及时,极易引发交通事故。同时,驾驶员因施工造成的道路线型变化或者交通拥堵产生焦虑情绪,进一步增加了交通事故发生的概率。

1.2.4 社会经济影响

施工期交通拥堵触发多维社会经济负外部性,通行效率下降导致时间价值损耗与物流成本增加,抑制商业活力的同时也扰动了产业供应链,严重影响城市商业活动与居民生活质量。此外,施工期交通不畅还可能对周边房地产价值、企业经济效益产生负面影响,制约城市经济发展。

2 交通组织精细化设计

2.1 施工阶段划分

根据城市跨线桥拆除施工流程及特点,将施工期科学划分为前期准备阶段、拆除施工阶段和后期恢复阶段。前期准备阶段主要包括施工场地清理、临时交通设施搭建、交通标志标线设置等工作;拆除施工阶段是跨线桥拆除的核心阶段,该过程需根据桥梁结构综合评估不同拆除方法,合理选择合适的拆除方法,对桥梁多阶段拆除并废料清运;后期恢复阶段则进行借地范围内场地平整、管线回迁、道路修复、交通设施及其他基础设施恢复等工作^[11-13]。

2.2 精细化交通组织方案

2.2.1 前期准备阶段

在施工区域周边合理设置施工围挡,在确保施工安全的同时,尽量减少对道路通行的影响。优化调整交通标志标线,设置清晰明确的施工提示标志、绕行引导标志,引导车辆提前规划行驶路线。对施工区域周边道路进行全面的路况排查与修复,保障车辆行驶安全^[14-15]。

2.2.2 拆除施工阶段

根据桥梁拆除进度和交通流量变化,动态调整交通组织方案。采用分阶段、分区域封闭施工的方式,合理安排施工时间,尽量避开交通高峰时段。在施工区域周边设置临时交通信号灯,优化信号灯配时方案,提高道路通行效率。同时,加强交通疏导人

员配置,在关键路口指挥交通,引导车辆有序通行。

2.2.3 后期恢复阶段

加快道路修复与交通设施恢复进度,确保施工结束后道路尽快恢复正常通行。在道路恢复初期,设置临时交通标志标线,提醒驾驶员注意路况变化,方便驾驶员适应熟悉恢复后的交通状态。并对恢复后的道路交通持续监测,及时发现并调整交通组织方案。

2.3 交通组织方案优化

按照供需平衡原则,方案实施前利用 VISSIM 交通仿真软件对交通组织方案进行模拟分析,评估方案的可行性与有效性,实施中根据交通运行情况,合理调整交叉口车道布置、优化分流交叉口的信号灯配时方案,从空间和时间上不断优化交通组织方案,提高道路通行能力,减少交通拥堵状况。

3 案例分析

3.1 工程概况

G15 沈海高速宁波姜山至西坞段改扩建工程是浙江省“千项万亿”工程和宁波市交通基础设施建设的重点项目之一,也是G15沈海高速公路的重要组成部分和浙江省综合立体交通网规划的重要一环。该项目起自宁波市鄞州区姜山北枢纽,向南经鄞州区、奉化区,终于奉化西坞街道西南侧,与G15沈海高速公路宁波西坞至麻岙岭段相接,全长14.089 km。项目的建设将有效缓解目前甬台温高速交通流量饱和压力,进一步优化国家沿海综合运输大通道。未来,它将与甬莞高速一起,组成宁波南下台州、温州及福建地区的重要交通大动脉,对于进一步提升宁波与东部沿海经济带的联系、充分发挥宁波高速路网规模效益具有重大意义。

施工范围内待拆除跨线桥梁共4座,其中姜丽路跨线桥所处区域路网规划尚未最终确定,无法按照拆除后改建跨线桥的方式进行交通组织,基于桥梁拆除工艺安全性要求,机械作业面需全幅封闭,因此本案例采用中断姜丽路地方交通的交通组织方案。

3.2 现状交通调查与分析

3.2.1 姜丽路现状情况

姜丽路即姜横线姜山段,是连接宁波姜山镇和横溪镇的重要通道,位于宁波市鄞州区姜山镇,北起天童南路,南至丽白路。道路全长3.843 km,路基宽9.5 m,设计速度30 km/h。沿线经过姜山镇陈家团村、新旺村、南林村、蔡郎桥村等。施工段为南北向

支路,断面形式不一,桥梁部分为双向两车道,机非混行,其他部分主要为两机两非机动车道,道路断面为一块板结构。

3.2.2 路网情况

施工周边道路网主要由天童南路、明山路、华山路、鄞城大道、姜茅线、环镇路等道路组成(见图1、图2)。周边道路状况总体较好,主次干道分布较为合理,但施工沿线存在部分无名称道路或村内道路,且在村口设置有道闸,对停车进行管理。



图1 路网示意图



图2 现状道路照片

3.2.3 公交线路

姜丽路(天童南路—规划四路)施工路段内经过的公交车为606路、618路、657-1路、657-2路、657路、666路、683路、686路,共计8条线路,涉及到的站点为陈家团站。

3.2.4 交通流量情况

(1) 非机动车流量

姜丽路南向北非机动车晚高峰流量约为320辆/h,北向南流量350辆/h,非机动车流量较大;平峰时段非机动车流量较少,均在100辆/h以下。姜丽路封闭施工后,该区域非机动车可通过明山路和华山路进行绕行。

(2) 机动车流量

a. 路段流量

根据现场流量调查结果,天童南路路段及鄞城

大道路段流量均在700~1 000 pcu/h之间,高峰期车流量较大,但路段饱和度较低,交通运行较为流畅。姜丽路(天童南路—规划四路)现状双向机动车流量为416~602 pcu/h,其中公交车流量较小,约为40~50 pcu/h,平峰期间交通运行状况良好,高峰期间南往北车流量增加较多,蓝牌、黄牌货车在平峰期和高峰期流量均较小。

b. 交叉口流量

姜丽路沿线信号交叉口交通状况差异较大,饱和度分布在0.3(V/C比)~0.9(V/C比)之间。其中,姜丽路与姜茅路交叉口的饱和度达到0.75(V/C比),路口通行状况拥堵,排队时间较长;姜丽路与天童南路、姜丽路与石汪线交叉口流量饱和度在0.5(V/C比)~0.75(V/C比)之间,通行较为拥堵;其余交叉口的运行状况较为良好,饱和度处于0.34(V/C比)~0.48(V/C比)之间,交叉口具体流量及饱和度见表1。

表1 交叉口交通流量及饱和度汇总表

序号	交叉口名称	交通流量/ (pcu·h ⁻¹)	通行能力/ (pcu·h ⁻¹)	饱和度 (V/C比)
1	姜丽路- 天童南路交叉口	2 792	4 495	0.62
2	姜丽路- 规划四路交叉口	1 067	2 202	0.48
3	明山路- 鄞城大道交叉口	1 400	4 084	0.34
4	姜丽路- 鄞城大道交叉口	2 376	5 030	0.47
5	姜丽路- 姜茅路交叉口	3 838	5 120	0.75
6	姜丽路- 石汪线交叉口	1 310	1 900	0.6
7	天童南路- 华山路	1 438	2 800	0.51
8	明山路桥洞南侧 交叉口	288	1 110	0.25
9	明山路- 天童南路交叉口	3 334	4 495	0.74

3.3 工程筹划及交通组织方案

3.3.1 施工段交通组织方案

为满足此次施工需求,同时考虑跨线桥北侧小区的进出,对姜丽路(天童南路—明山路)全线实施封道施工。全封闭施工期间,除进出小区车辆,禁止一切机动车、非机动车及行人通行,对相应交叉口处设置交通标志,做好过往车辆及行人提醒工作(见图3)。

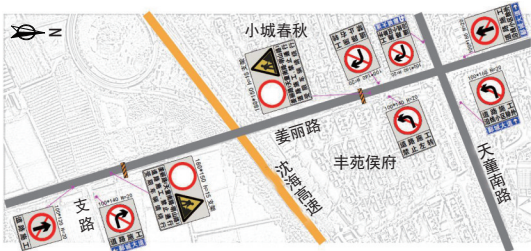


图3 路段封闭交通设施示意图

3.3.2 外围分流方案

姜丽路封闭施工期间,非机动车及行人主要绕行鄞城大道、明山路、华山路;机动车主要通过鄞城大道、明山路和华山路进行绕行,但考虑到明山路和华山路道路状况较差,且下穿沈海高速桥涵高度较低(分别为限高2.8 m和2.2 m),故明山路和华山路不作为绕行指引道路。

3.3.3 外围标志牌及协管方案

为确保分流目标的实现,在各个关键节点处共设置7块标志牌(见图4)。同时,为保证工程施工期间周边道路的通畅,有效管控周边道路的车流量,在合理设置标志牌引导社会车辆绕行的基础上,另在区域内各交叉口配备一定数量的交通协管员,以应对各类突发事件,协调交通秩序。

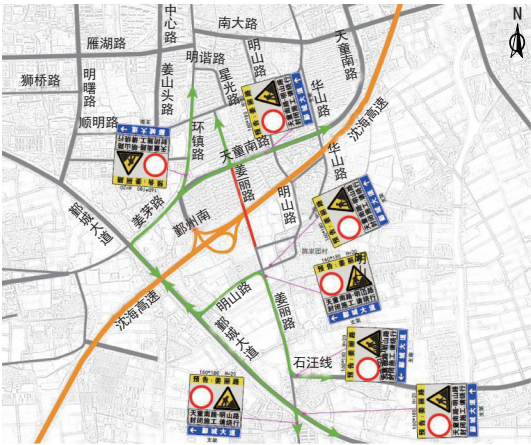


图4 外围绕行标志牌方案

3.3.4 公交改线方案

(1)线路方案

方案建议618路、657-1路、657-2路、657路、666路、683路、686路从姜丽路—明山路—鄞城大道—姜茅路—天童南路或姜丽路—明山路—鄞城大道—顺明路—环镇路—天童南路进行绕行;606路从姜丽路—鄞城大道—姜茅路—天童南路进行绕行。

(2)站点方案

606路取消陈家团站和明佳站,其他站点陈家团站南移。

3.3.5 信号灯配时方案

道路封闭后,绕行道路流量增加,为应对不同路口的流量变化,对部分重要路口的信号灯配时方案做相应调整,重要交叉口的信号配时优化方案见表2~表4。

表2 天童南路与姜丽线交叉口平峰信号灯配时优化表

阶段	时段	东西直行/s	东西左转/s	南北混行/s	周期/s
优化前	6:00-6:45	54	30	36	120
	9:15-11:00	52	28	40	120
	11:00-15:00	52	28	40	120
	15:00-16:30	52	28	40	120
	19:30-23:00	52	30	38	120
优化后	6:00-6:45	60	30	30	120
	9:15-11:00	60	30	30	120
	11:00-15:00	60	30	30	120
	15:00-16:30	60	30	30	120
	19:30-23:00	60	30	30	120

表3 天童南路与宁西线交叉口晚高峰信号灯配时优化表

阶段	时段	东西直行/s	东西左转/s	南北直行/s	南北左转/s	周期/s
优化前	16:30-19:30	51	37	27	45	160
优化后	16:30-19:30	61	44	27	38	170

表4 鄞城大道与姜茅线交叉口晚高峰信号灯配时优化表

阶段	时段	东西直行/s	东西左转/s	南北直行/s	南北左转/s	周期
优化前	6:45-9:15	21	26	62	51	160
	16:30-19:30	21	29	72	38	160
优化后	6:45-9:15	21	26	67	56	170
	16:30-19:30	21	29	77	43	170

3.4 交通影响分析

3.4.1 分流预测分析

根据姜丽路周边的路网条件,考虑到明山路及华山路道路通行条件有限,且均为下穿沈海高速,高度受限,无法作为主要的分流通道,仅能作为非机动车及行人的分流通道。结合项目实际情况,建议姜丽路封闭施工期间,受影响的车辆主要通过外围主要道路进行绕行,其中北往南车辆往天童南路—鄞城大道方向绕行,南往北车辆往鄞城大道—天童南路方向绕行,以降低受限车辆在区域绕行而引发的交通拥堵现象。

具体分流比例如下:

(1)北往南方向:北往南车辆主要分为2股车流,第1股为天童南路左转往姜丽路方向的车辆,其中约1/20的车辆往明山路、华山路分流,剩余18/20的车辆往天童南路—鄞城大道分流;第2股为姜丽路右转往天童南路方向的车辆,全部右转往天童南

路—鄞城大道方向分流。

(2)南往北方向:南往北车辆主要分为2股车流,第1股为姜丽路方向车辆,其中约3/20的车辆往明山路、华山路分流,剩余17/20的车辆往鄞城大道—天童南路分流;第2股为鄞城大道方向的车辆,全部直行往鄞城大道—天童南路方向分流。

3.4.2 分流后交通影响分析

(1)路段运行情况

通过对姜丽路分流的交通量在影响评价范围内路网上进行分配,并与现状交通量叠加,得到分流交通量叠加前后相关路段的饱和度情况(见图5)。分析表明,姜丽路封闭施工后,原本通过姜丽路通行的车辆需通过其余道路分流,姜丽路上的交通流量明显下降,而作为外围主要分流道路的鄞城大道、天童南路将承担部分车流。由于鄞城大道及天童南路道路通行条件良好,且现状交通运行饱和度较低,因此分流车辆叠加后,尽管路段饱和度有较明显上升,但对道路整体运行影响不大。



图5 分流交通量叠加前后的路段饱和度示意图

此外,分流车辆转移至外围主要道路,会间接增加主要节点处的转向流量,需重点关注鄞城大道—姜茅路交叉口、鄞城大道—姜丽路交叉口等主要节点。

(2)交叉口运行情况

由于分流车辆转移至外围主要道路,导致主要节点处的转向流量增加,需重点关注鄞城大道—姜茅路交叉口、鄞城大道—姜丽路交叉口等主要节点。根据绕行交通量分配,各交叉口转向流量变化主要集中在鄞城大道—姜茅路交叉口东进口左转及南进口右转、鄞城大道—规划四路交叉口北进口左转、鄞城大道—姜丽路交叉口西进口左转等,具体数据见表5。

表5 分流交通量叠加前后的交叉口饱和度及评价

序号	交叉口	方向	交通量/ ($\text{pcu} \cdot \text{h}^{-1}$)	分流量/ ($\text{pcu} \cdot \text{h}^{-1}$)	叠加后/ ($\text{pcu} \cdot \text{h}^{-1}$)
1	鄞城大道-姜茅路	东口左转	120	+332	452
		南口右转	204	+361	565
2	鄞城大道-规划四路	北口左转	19	+35	54
3	鄞城大道-姜丽路	西口左转	140	+337	477

分析发现,部分交叉口的车道数量无法承担叠加后的交通量,需根据现场实际情况,对各进口道的车道进行调整,以保证交叉口正常运行,避免发生拥堵。

3.5 实施效果

本工程实施后,周边道路未发生严重的交通拥堵问题,沿线交叉口在早晚高峰期间运行较为平稳,验证了交通组织精细化设计与多维影响评估方法的有效性。实施后道路情况见图6。



图6 实施照片

4 结 语

本研究针对高速公路改扩建中城市跨线桥拆除施工的交通组织难题,提出并验证了"阶段化动态管控+多维评估"的方法论框架。通过G15沈海高速宁波姜山至西坞段改扩建工程实证表明:基于三阶段精细化交通组织,结合分级诱导策略与信号配时优化,施工区高峰延误降低32%、路网饱和度稳定在0.75阈值内;所构建的“交通效率-安全-社会经济”

三维评估体系进一步量化了绕行成本、安全增益及社会满意度。为交通组织设计与影响评估提供了理论基础和实践参考。未来需进一步加强智能化技术在交通组织设计与影响评估中的应用,提高交通组织的智能化水平与评估的准确性,以更好地应对复杂的工程场景。

参考文献:

- [1] 何延松.高速公路改扩建工程跨线桥拆除方案简述[J].黑龙江科技信息,2014(29):240.
- [2] 吴健,杨勇,陈建军,等.不间断交通高速公路拓宽跨线桥拆除施工技术[J].城市道桥与防洪,2018(1):88-91.
- [3] 王国俊.沈山高速公路改扩建工程保通状态下跨线桥拆除关键技术研究[J].北方交通,2013(3):61-64.
- [4] 唐彬.城市繁忙干道复杂环境拆除跨线桥施工安全风险防控研究[J].科技与创新,2022(8):52-56.
- [5] 黄明峰,林金华,赖泉昌,等.城市主干道跨线桥机械法拆除方案设计与施工关键技术[C]//2023年全国土木工程施工技术交流会论文集(中册),2023.
- [6] 任龙江,杨慧军.浅谈高速公路改扩建期间的交通组织方案优化[J].内蒙古公路与运输,2023(5):56-62.
- [7] 陈雪.高速公路改扩建施工作业安全管理重要性与方法研究[J].汽车周刊,2025(6):187-189.
- [8] 陈建军,江锋,李嘉,等.不间断交通高速公路拓宽跨线桥拆除交通组织[J].交通世界,2018(12):150-151.
- [9] 张峻伟,胡军飞,万瑞.局部交通导改在高速公路改扩建中的应用[J].公路,2021(2):383-388.
- [10] 包伟鹏.智能网联环境下高速公路改扩建施工期的交通诱导方法[D].南京:东南大学,2023.
- [11] 宋丽英,张文义.城市道路施工期间道路交通组织研究[J].交通运输系统工程与信息,2012(2):162-167.
- [12] 钟鼎文,王学勤,邵敏华.城市道路半封闭施工交通组织方法探讨[J].城市道桥与防洪,2014(5):153-158.
- [13] 梅子俊,刘唐志,唐伯明.二级公路全封闭施工交通组织优化方法研究[J].重庆交通大学学报(自然科学版),2013(3):455-458.
- [14] 杨仁法,张水潮,郭璘,等.重大工程占道施工下的城市交通精细化组织与智能化管控技术及应用[J].中国科技成果,2020(23):51-54.
- [15] 张水潮,季彦婕,施斌峰,等.交通组织设计[M].北京:人民交通出版社,2016.