

轨道交通建设对既有交通影响及解决措施

阎爽

(中国市政工程华北设计研究总院有限公司, 天津市 300000)

摘要: 随着多条线路引入社会资本参与建设,天津市轨道交通建设已经进入全面加速时期。目前,在建的几条线路均为穿越城市中心区的放射线路,沿线途经城市交通干道引起道路路段以及路口的通行能力降低。因此有必要深入研究地铁建设施工期间影响城市交通的具体表现,分析不同施工工法,不同疏解方式对机动车、非机动车、行人、周边环境的影响,结合现场调研和软件仿真模拟,对交通组织方案进行科学评价,及时发现不足并有针对性地进行交通组织优化,从而更好地解决地铁建设所带来的城市道路交通问题。

关键词: 交叉口交通组织设计;路段交通组织设计;交通流特性;通行能力

中图分类号: U491

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2022)05-0061-04

1 工程概况

2021年天津市中心城区共有7条地铁线路、124座车站同时建设,其中103座车站需进行交通疏解。按天津市行政区域统计,市内六区共有59座车站实施交通疏解,河西区最多,有25座车站。根据已往实施地铁工程建设的城市经验,由于地铁线路走向通常与城市主干路一致,其工程施工不可避免地要占用机动车道和慢行空间。对此,在地铁建设过程中,确保地铁建设的顺利进行,同时尽量减少对城市交通的影响显得尤为重要。

目前关于城市轨道交通施工期间的交通组织优化研究已经较为深入。2013年,徐云清^[1]结合深圳市车公庙枢纽交通疏解工作的经验,提出地铁枢纽施工期间交通导行的思路和方法,并有针对性地提出一些具体措施,包括区域交通疏解方案、片区交通疏解方案和工点交通疏解方案。2016年,易强^[2]以芦淞路石宋路交叉口为例,从城市交叉口的交通流组成和交叉口占道施工的道路类型入手,对城市交叉口的通行能力进行分析计算。

从已有的研究来看,在城轨施工影响的评价方面,研究学者主要进行了对单个节点施工服务水平影响程度的判定,缺乏对多条线路同期施工影响程度的评价研究。

2 地铁建设环境评价

2.1 中心城区主干路交通量趋于饱和

根据早晚高峰现场调查情况,快速路围合范围

中现有城市主干道路段和主要交叉口在交通早晚高峰期大多处于流量饱和,服务水平较低,中心城区面临着颇为严重的交通压力。

2.2 城市路网结构不合理、老城区道路拓宽难

城区道路网基本成型,南北向贯穿的道路仅有卫津路、友谊路、解放南路等道路,路网中缺少可绕行、能分担交通量的道路,一旦占用车行道施工作业,会导致城区的主动脉阻塞。并且在和平区的核心地段,街道开发较早,扩宽的空间非常有限。

2.3 机动车抢占慢行交通空间,交通流混杂

天津市区自行车出行分担率占比33%,非机动车交通在出行中更易与公共交通无缝衔接,但路网中部分支路车行道宽度有限,不足以分隔慢行交通,既降低了机动车流量、流速和道路利用率,导致通行效率大大降低,同时也增加了道路交通安全隐患。

2.4 公共交通线路分布不均衡,部分站场、站点设置不合理

全市共有公交线路763条,运营车辆12699台,日均客流409.6万人次。线路往往集中在城市中心区,而环城区域、郊区则线路少,难以提高行车速度、缩短行车时间。停车场的布局 and 分布超过了区域容量限制,大量公交车只能在路边停放,导致交通组织困难,部分点位交通拥堵严重。

3 交通疏解设计原则

3.1 以人为本,保障施工影响区内企事业单位和社区居民的正常出行

要充分调查分析地铁施工影响区域内企事业单位和社区居民的出行情况,科学组织交通,对片区单位出入口和交通疏解接口合理连接。

收稿日期: 2021-08-23

作者简介: 阎爽(1984—),女,学士,高级工程师,从事交通工程设计工作。

3.2 动静态交通组织相结合

优化交通组织设计,提高通行效率。根据道路交叉口交通组织方案和路段组织方案对相应的交通管理设施进行完善。

地铁经常穿过重要的客流通道,并通过沿线的繁华商业区,也是客流集中、沿线公交线路密集的区域。在建设期间,对居民出行和车辆交通有很大的影响。按照“点、线、面”三个层次分别进行交通组织优化调整,以控制交通需求总量、保证交通供给能力、建立交通量平衡的路网作为总体原则,以减少地铁施工对城市交通的影响。

3.3 优先保证公共交通的道路使用权

充分利用道路空间,优先考虑公交设施。在地铁施工的过程中,不可避免的会进行占用道路,会减少原有路面的空间资源,在疏解交通时,要重点保证常规公交的正常运营,必要时可以适当迁移站点或调整线路。

3.4 慢行系统应遵循安全性原则

应优先考虑行人和自行车使用者的安全,在满足安全要求的前提下兼顾连续性、便捷性和舒适性的要求。不得随意侵占人行道和自行车道,扩大机动车道范围,从而增加安全隐患。

4 交通疏解设计方法

交通疏解设计中通常要从宏观和微观分别进行研究。

宏观交通疏解,是要从时间和空间上,对区域路网的整体需求进行调控。除了政策、经济因素,区域的交通组织尤为重要,根据各区域交通吸引、发生的特点可采用不同的管理措施和交通组织方案。区域交通组织过程中,确保均衡分布交通流、保障交通通行需求与路网通行能力协调一致为目标,通过合理的方式,引导区域内交通有序流动。按照“快出慢进”的原则,引导出城交通流快捷、顺畅地进入干线公路,引导进城交通流分散、缓速进入城市主干路网。

微观交通疏解,包括交叉口交通组织设计和路段交通组织设计。具体内容一般包括:机动车导向车道及交叉口的通行方式设计;信号控制交叉口设计;交通管理和安全设施设置设计;行人、非机动车交通组织设计;公交专用车道设计;单向交通组织设计等。

具体的设计方法有道路改造、单行、微循环、区域限行、改善停车设施、慢行系统调整等。

4.1 优化周边道路

包括将现有的平面交叉调整为立体交叉;利用现状道路的绿化带改造为机动车道;新建周边路网中的规划道路,以实现交通分流的目的;打通断头路等。

4.2 机动车单向交通组织

(1)交通流全天交通流向比大于1.5的次干路或支路,宜设置单向交通。

(2)单向交通的道路应选择至少一条相邻且平行的道路,用以通行反向交通流,建议道路间距不超过450 m。

(3)行人和非机动车宜双向通行,公共交通可根据现状道路条件规定单向或双向通行。

4.3 微循环方案

立足作业区影响区域的整体交通组织,以主次干道交通网络为基础,充分利用现有低等级的支路和小区路,对重点区域和各主要交通节点进行交通组织,合理增设单行道、做好停车位管理,利用交通资源,设置施工提示标志、绕行提示等交通标志,从而形成以次干道和支路为主的路网微循环系统。

4.4 改善停车设施

在地铁施工期间,为保证分流路网的通行能力可以取消一些路侧停车位。亦可利用周边学校、企事业单位、居住区等有条件的范围设置限时停车位、免费停车位。

4.5 慢行系统设计

施工作业区周边应优先保障步行和自行车交通使用者的安全性,保证慢行交通通行空间,并通过各种措施与机动车道隔离,不得在人行道及自行车道上施划机动车停车泊位。

5 地铁施工及交通疏解设计(以地铁11号线水上公园西路站为例)

5.1 水上公园西路站概况

水上公园西路站为11号线与规划13号线换乘车站,施工工艺为明挖顺做。车站位于津河南侧,复康路与水上公园西路交口东侧,车站主体沿复康路呈东西向设置,为地下两层岛式车站。车站长约528.5 m,标准段宽22.7 m,车站设置三个出入口及三组风亭。车站总体平面见图1。

5.2 水上公园西路站现状交通情况

水上公园西路站位于复康路及水上公园路交口东侧,本次交通疏解涉及道路主要有复康路、水上公

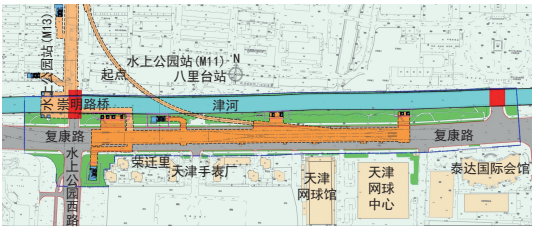


图 1 车站总体平面图

园西路、水上公园北道、庆丰路。

复康路为天津市中环线的组成部分道路等级为主干路,红线宽度 50 m,双向 8 车道。水上公园西路、水上公园北道、庆丰路道路等级均为次干路,双向 4 车道。

5.3 地铁施工期间交通疏解方案

本站交通疏解共分为四期,合计占路时间约 42 个月。

一期明挖施工车站联络线盖板及北侧地连墙,工期 8 个月。施工期间在复康路原位修筑一条宽 18 m 的导行路单向 4 车道,供由东向西机动车行驶;由西向东行驶的机动车经水上公园西路、水上公园北道和庆丰路绕行至复康路。水上公园西路和庆丰路由原双向 4 车道改为单向 4 车道行驶,水上公园北道由原双向 4 车道改为单向 5 车道,将交通组织调整为 24 h 逆时针单向环形。一期交通疏解示意图 2。



图 2 一期交通疏解示意图

二期施工车站剩余地连墙及主体结构,工期 22 个月。施工期间占用复康路北侧绿地修筑 18 m 宽导行路,供由东向西车辆行驶;由西向东行驶的车辆经水上公园西路、水上公园北道和庆丰路绕行至复康路,交通组织方式维持 24 h 逆时针单向环形。二期交通疏解示意图 3。

三期施工车站北侧附属结构,工期 6 个月,施工期间在复康路原位修建一条宽 36 m 的导行路恢复双向通行,水上公园西路、水上公园北道、庆丰路原状恢复。三期交通疏解示意图 4。

四期施工车站南侧附属结构,工期 6 个月,施工期间在复康路原位和其绿化带上修筑一条宽 38 m 的导行路,维持双向通行。四期交通疏解示意图 5。



图 3 二期交通疏解示意图

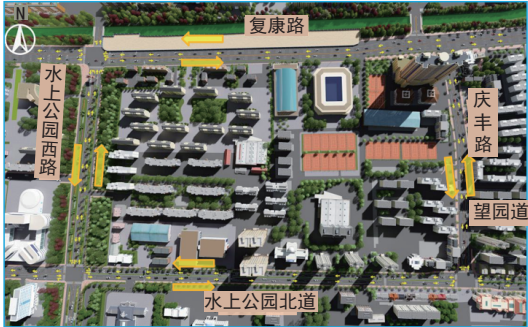


图 4 三期交通疏解示意图



图 5 四期交通疏解示意图

6 地铁导行交通影响评估

水上公园西路站开工后,主要影响 4 个路口的 20 个方向流量,其中对 4 个转向产生显著影响,服务水平达到 E、F 级;其余方向的流量均处在可接受范围内。

6.1 复康路 - 水上公园西路路口

主要对 7 个转向产生影响,其中复康路西进口的右转影响显著,见表 1 (饱和度由 0.24 上升到 0.95),车道出现拥堵;复康路东进口道的直行、左转影响较为显著 (饱和度分别由 0.88 上升到 0.91、0.81 上升至 0.93),但在可接受的程度内。水上公园西路南进口由于调整为单向,进口道均变为出口道;北进口由于处在天大教师村内部,现状交通量较小,施工期间的转影响不显著。由于受制于水上公园西道现状路宽的限制,不能进一步增加复康路西进口道右转车道数,建议增加右转相位时长,增加单位时间的通过能力,调整后区域路网处在可接受范围内。

表1 复康路-水上公园西路路口交通量表

交叉 口名 称	进口道 方向	转向	现状			复康路由东向西单行		
			交通 量	饱和 度	服务 水平	交通 量	饱和 度	服务 水平
复康路-水上公园西路	复康路东进口道	直	1 416	0.88	C	1 953	0.91	D
		左	868	0.81	B	997	0.93	D
		右	24	0.02	A	47	0.09	A
	复康路西进口道	直	1 766	0.82	B	-	-	-
		左	95	0.18	A	95	0.18	A
		右	273	0.24	A	2 039	0.95	E
	水上公园西路南进口道	直	16	0.02	A	-	-	-
		左	1 007	0.91	E	-	-	-
		右	708	0.92	E	-	-	-
	水上公园西路北进口道	直	5	0.01	A	5	0.01	A
		左	6	0.02	A	6	0.02	A
		右	23	0.03	A	23	0.03	A

6.2 水上公园北道-水上公园西路路口

主要对6个转向产生影响,其中水上公园西路南进口的右转影响显著,见表2(饱和度由0.73上升到1.00),车道出现拥堵;水上公园西路北进口道的左转影响较为显著(饱和度由0.91上升到0.95),但在可接受的程度内。水上公园北道东进口由于调整为单向,进口道均变为出口道;西进口各方向交通量变化不大,影响不显著。

表2 水上公园北道-水上公园西路路口交通量表

交叉 口名 称	进口道 方向	转向	现状			水上公园北道由西向东单行		
			交通 量	饱和 度	服务 水平	交通 量	饱和 度	服务 水平
水上公园北道-水上公园西路	水上公园北道东进口道	直左	387	0.72	A	-	-	-
		直右	418	0.78	A	-	-	-
	水上公园北道西进口道	直	191	0.18	A	438	0.81	B
		左	247	0.46	A	-	-	-
		右	77	0.07	A	269	0.50	A
	水上公园西路南进口道	直左	348	0.65	A	174	0.32	A
		直右	364	0.73	A	538	1.00	F
	水上公园西路北进口道	直左	489	0.91	D	2 039	0.95	E
		直右	406	0.56	A	422	0.78	A

建议调整水上公园西路南进口道右转相位时长,增加一个周期的通过规模,调整后该方向饱和度降至0.8左右,调整后区域拥堵程度降低。

6.3 水上公园北道-庆丰路路口

主要对5个转向产生影响,其中水上公园北道东进口的右转影响显著,见表3(饱和度由0.96上升到1.02),车道出现拥堵;水上公园北道西进口的左转影响较为显著(饱和度由0.86上升到0.90),但在可接受的程度内。庆丰路北进口调整为单向,进口道均变为出口道影响不显著。

表3 水上公园北道-庆丰路路口交通量表

交叉 口名 称	进口道 方向	转向	现状			庆丰路由南向北单行		
			交通 量	饱和 度	服务 水平	交通 量	饱和 度	服务 水平
水上公园北道-庆丰路	水上公园北道东进口道	直	1 053	0.98	E	-	-	-
		直右	518	0.96	E	1 571	1.02	F
	水上公园北道西进口道	直左	463	0.86	C	2 771	0.90	D
		直	662	0.62	A	662	0.43	A
	庆丰路北进口道	左	89	0.24	A	-	-	-
		右	112	0.15	A	-	-	-

建议调整水上公园北道东进口右转相位时长,增加一个周期的通过规模,调整后该方向饱和度降至0.83左右,调整后区域拥堵程度降低。

6.4 复康路-庆丰路路口

主要对2个转向产生影响,其中庆丰路南进口的右转影响显著,见表4(饱和度由0.39上升到0.81),车道并未出现拥堵。庆丰路南进口调整为单向,进口道均变为出口道影响不显著。区域调整后整体路网处在可接受范围内。

表4 复康路-庆丰路路口交通量表

交叉 口名 称	进口道 方向	转向	现状			庆丰路由南向北单行		
			交通 量	饱和 度	服务 水平	交通 量	饱和 度	服务 水平
复康路-庆丰路	复康路西进口道	右	11	0.14	A	-	-	-
		右	302	0.39	A	1 873	0.81	B

7 结论和建议

(1) 结论

以地铁11号线水上公园西路站为例,结合此站地理位置、环境特点、施工工艺等已有条件,分析地铁车站施工区域交通特性,确定施工影响范围,以系统理论为基础,研究轨道交通建设区域交通流组织方法,从区域交通疏解、完善交通设施多方面进行全方面、多角度考虑,使之形成一个合理、科学、适用的城市轨道交通建设期交通组织的方案。本项目基于工程实例进行研究,研究结论和成果可为轨道交通建设期间城市路网交通组织提供理论依据,同时研究方法可推广应用于同类工程项目。

(2)多条地铁线路同期施工期间,为降低对周边道路产生的影响,建议采取以下措施缓解片区的交通压力:

a. 贯彻“公交优先”理念,保障公共交通路权优

(下转第68页)

表5 方案比选表

方案	优点	缺点	承台位移 $\Delta_{\text{桩顶}}/\text{mm}$	墩柱相对位移 $\Delta_{\text{墩}}/\text{mm}$
一	处理效果好、 施工简单	征地困难	2.39	-1.73
二	实施难度小、 减少预压工程量	泡沫混凝土 与宕渣搭接处 裂缝反射	1.62	-7.61
三	效果一般	造价较高	3.87	-8.65

墩柱相对位移 $\Delta_{\text{墩}} < H/1000 = 10 \text{ mm}$ 的要求,三种方案计算结论均可满足要求。

综合三种方案优缺点,在临时征地难度大的前提下,方案二具有实施难度小、处理效果好的特点,通过技术措施也可以减轻泡沫混凝土与宕渣路基搭接处的裂缝反射问题,推荐采用方案二。

4 施工期监测

除常规的路基沉降和稳定观测外,同时需对路侧辅墩水平位移和墩柱垂直度进行监测。

(1) 辅墩水平位移

辅墩墩顶水平位移通过辅墩顶部设置的观测点进行观测,同时在辅墩承台前后1m断面分别设置为位移边桩和测斜管。辅墩路段增加观测断面,每2个辅墩需设置1个观测断面。

(2) 墩柱垂直度监测

路基施工期间,同步对辅墩垂直度进行观测,观测断面布置间距同辅墩位移观测,在各测量墩墩顶标示固定点,按照测量周期测量坐标、高程及垂直度。测点布设时可采用十字花标记。

(3) 道路监测指标

路基填筑期间,沉降速率应不大于 $10 \text{ mm}/24 \text{ h}$,

路基水平位移应不大于 $5 \text{ mm}/24 \text{ h}$;当路侧存在辅助桥墩路段,路基水平位移应不大于 $3.9 \text{ mm}/48 \text{ h}$,墩柱垂直度满足 $H/1000$ 要求(H 为墩柱高度),当观测数据超出以上范围时,应停止路基填筑,待稳定后再进行填筑。

5 结 语

该文采用Midas Civil对辅墩承台顶横桥向的控制位移进行分析,以桩基裂缝宽度 0.15 mm 为控制指标,并考虑结构设计使用年限内结构正常运营可能产生的结构效应,对道路填筑工况辅墩承台顶横桥向的控制位移进行分析,得出以下结论:

(1)本项目土层对辅墩基础约束较大,结构对承台顶的侧移较敏感。

(2)当观测到承台顶横桥向位移大到 3.9 mm 时应停止路基施工并采取有效措施。

针对地面道路施工特点及高架结构自身情况,建立三维有限元数值模型,分析不同施工阶段、方案对高架桩基、桥墩变形的影响,并提出计算结果结论,为类似利用高架桥建设地面道路工程的路基填筑施工方案选择提供了参考。

参考文献:

- [1] 聂如松,冷伍明,杨奇.不同软土厚度下路基填土对单桩的影响研究[C]//第二届全国环境岩土工程与土工合成材料学术大会,2008.
- [2] 李仁平,陈云敏,陈仁朋.软基中桥头路基对邻近桩基的影响分析[J].中国公路学报,2001(3):73-77.
- [3] 聂如松,冷伍明,律文田.软基台后路基填土对桥台桩基侧向影响的试验研究[J].岩土工程学报,2005(12):1487-1490.
- [4] 陈福金,杨敏.地面堆载作用下邻近桩基性状的数值分析[J].岩土工程学报,2005,27(11):1286-1290.
- [5] JTG F80-1—2017,公路工程质量检验评定标准[S].

(上接第64页)

先,提升公共交通服务水平,加强宣传,提倡公共交通出行,减少小汽车出行,降低道路拥堵。

b. 与百度、高德等导航单位建立沟通协调机制,通过导航平台、交通广播等手段,提前宣传交通疏解的方案及引导方案,引导车辆躲避拥堵路段。

c. 建议在适当位置增设绕行提示牌,引导过境车辆提前绕行。

d. 结合交通评估结果,根据疏解方案优化调整路口配时;细化道路渠化、优化路口流线引导;对围

挡的转角、转弯车道等进行细部调整,充分考虑大型车辆转弯半径,提高车辆通行能力。

e. 加强既有运营线路的地铁接驳,提升地铁吸引力,减少小汽车出行,特别是本次评价范围内的地铁接驳设施。

参考文献:

- [1] 徐云清,苟广源.大型地铁枢纽施工期间交通疏解问题研究[J].都市快轨交通,2013,26(5):21.
- [2] 易强.城市交叉口占道施工区交通流特性及通行能力研究[D].长沙:长沙理工大学,2016.