

轨道交通与市政工程共建时序管理浅析

陈超

(重庆两江新区龙兴工业园建设投资有限公司, 重庆市 401135)

摘要: 由于城市规划、新旧城改造等问题,新修市政工程不可避免的与轨道交通建设之间密集交织。在轨道交通前期工作阶段及时发现并协同其与市政设施的建设时序问题,可有效推进城市轨道交通建设进度,减小构筑物之间的安全隐患问题。通过工程实例,根据拟建道路与轨道交通之间的相对位置关系,通过 Midas/GTS 有限元分析轨道交通与市政工程共建时序造成的不利影响,并对其安全性进行评估。

关键词: 新建道路;轨道交通;有限元分析;安全评估

中图分类号: U412.37

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2021)09-0150-03

0 引言

重庆轨道交通4号线是重庆轨道交通的在建线路,全长68 km,起于渝北区民安大道,止于渝北区石船镇,共设34座车站,是重庆轨道交通建设网络中重要的骨干线路之一。由于城市规划、新旧城改造等问题,新修市政工程不可避免的与轨道交通建设之间密集交织。新建市政工程可能会在轨道交通周边进行建设活动,不可避免对轨道交通地下结构产生一定的不利影响。因此,合理安排轨道交通与市政工程共建时序,来减小构筑物之间的安全隐患问题^[1]。

本文通过工程实例,根据拟建道路与轨道交通之间的相对位置关系,通过 Midas/GTS 有限元分析轨道交通与市政工程共建时序造成的不利影响,并对其安全性进行评估。

1 工程概况

两江大道位于龙盛片区,道路自南向北贯穿整个区域,是两江新区龙盛片区的中轴线,为城市主干道,红线宽度66 m,双向八车道。轨道4号线与两江大道平行布设,与两江大道共线段长12 km。其中,龙兴站位于黄胡路-两江大道交叉口正下方,车站轨面高程为251.256 m,两江大道现状高程为276.408 m,下穿道覆土深度为0.556~2.908 m,轨道区间覆土深度为6.109 m~16.645 m。车站为地下14 m岛式明挖车站,采用明挖顺作法施工,穿越的地层主要为填土、强风化岩层、砂质泥岩及砂岩

等。车站为三跨双层断面,净宽为21.66 m,净高为13.14 m,侧墙壁厚为0.8 m,顶底板厚为0.9 m,柱采用1300 mm×800 mm形式,见图1。

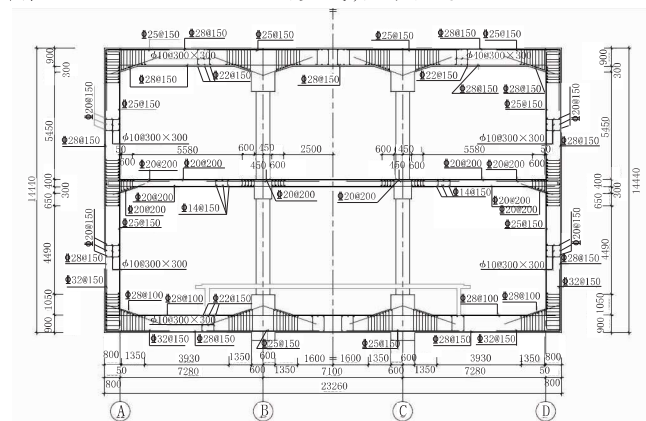


图1 轨道隧道衬砌结构图(单位:mm)

新建道路为两层菱形立交,地下通道采用双向六车道方案,其中U槽段长72 m,闭口式框架结构段长170 m,总长242 m。闭口式框架结构采用单箱双室,顶板壁厚1.0 m,边侧墙壁厚1.0 m,中墙厚0.8 m,采用C40钢筋混凝土结构。

轨道龙兴站位于两江大道地下通道闭口段正下方,道路路面标高268.603 m,车站顶面标高为266.162 m,车站顶面与路面高差为2.441 m;地下通道结构外底标高为266.603 m,距离车站顶面标高高差为0.441 m,距离较近,因此,本项目需要合理安排建设时序,并对其安全进行评估分析。轨道交通与市政工程的位置关系见图2、图3。

2 共建时序管理

由于本项目中结构需与轨道交通4号线共建,存在两部分结构交叉建设,故需从设计、施工和管理方

收稿日期: 2021-03-25

作者简介: 陈超(1978—),男,硕士,高级工程师,从事园区开发项目管理研究、智能化技术研究与应用工作。

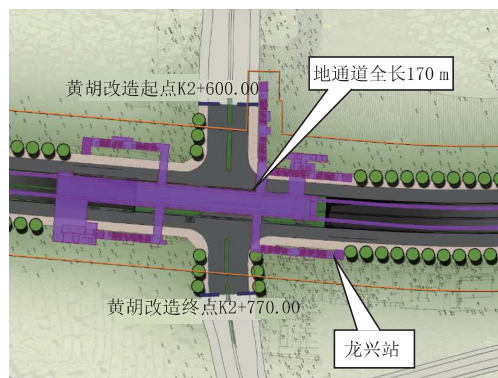


图2 新建道路与轨道交通的平面位置关系

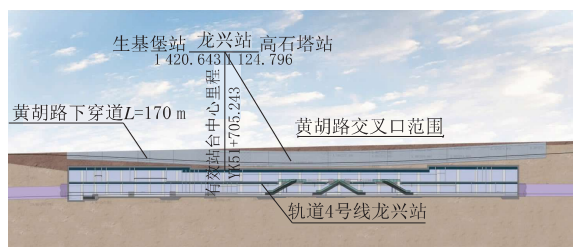


图3 新建道路与轨道交通的立面位置关系

面提供保障。项目按照共(代)建方式,遵循同步设计、同步建设、同步验收的原则。合理安排轨道交通与市政工程共建时序是控制构筑物之间的安全隐患问题的重点^[2]。本项目中,共建段主要包括市政“U”型槽段和地下通道闭口段。邀请参加多方共同讨论沟通,区分项目中的重点和难点,充分考虑各种不利和有利因素,以及本工程的造价、工期等问题,对共建时序进行多方案比较设计后,确定了最终方案。

市政“U”型槽段,见图4:

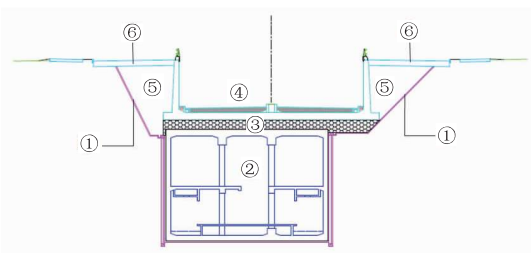


图4 市政“U”型槽段与轨道地下区间建设时序图

轨道实施基坑开挖及支护,基坑宽度满足市政下穿道施工需要;

轨道实施龙兴站主体结构和防水保护层;待区间TBS出井后,移交施工作业面给市政施工。

市政实施两江大道下穿道底板与轨道车站顶板之间的轻质混凝土垫层;

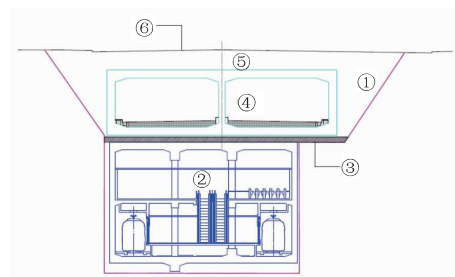
市政实施两江大道下穿道结构;

市政实施下穿道两侧基坑回填;

市政实施路面及地上附属设施。

地下通道闭口段,见图5:

轨道实施基坑开挖及支护,基坑宽度满足市政

图5 下穿道闭口段(共建段)与轨道车站施工流程图
下穿道施工需要;

轨道实施龙兴站主体结构和防水保护层;移交施工作业面给市政施工。

市政实施两江大道下穿道底板与轨道车站顶板之间的轻质混凝土垫层;

市政实施两江大道下穿道结构;

市政实施下穿道两侧及顶面处基坑回填;

市政实施路面及地上附属设施。

3 安全评估

地下通道施工对轨道交通安全影响评估涉及到岩土与结构相互作用的分析,其研究方法大致分为两类:数理力学方法和经验类比方法。其中,数理力学方法主要为现场实测研究、模型实验研究和理论分析研究^[3]。而理论分析研究又分纯理论解析分析和数值解析分析,由于岩土工程的复杂性及差异性,经验法与解析法往往缺乏通用性,其结果的准确性很难得到保证。数值模拟分析方法可以考虑地层条件、空间效应、辅助工法等影响因素,可以较真实的模拟边坡的受力行为,在对工程的前后安全评估中得到广泛应用^[4]。

评估思路为:根据工程技术资料及评估对象实际空间位置关系及地质条件对共建的施工过程中的风险进行分析。针对风险源,运用MIDAS/GTS有限元分析软件进行仿真数值模拟计算,分析共建过程中对轨道结构的安全影响。综合以上分析计算,做出轨道结构安全影响的评价,并提出建议。

采用MIDAS/GTS有限元软件建模时,岩土视为各向同性的理想弹性-塑性材料,并采用摩尔-库伦屈服准则(见图6)。材料模型可用于模拟岩土等粒状材料,中风化泥岩粘聚力 c 取244 kPa,内摩擦角 φ 取24.9°,中风化砂质泥岩 c 取811 kPa,内摩擦角 φ 取28.1°。模型边界条件:模型底面采用固定约束,侧面采用对称约束,地表为自由边界。荷载包括岩土结构自重,即有限元软件根据输入的岩土及结构的材料容重自动计算;以及外部荷载,即车行道荷载和

人行道荷载。整个计算采用 4 种工况对施工过程进行模拟,见表 1。

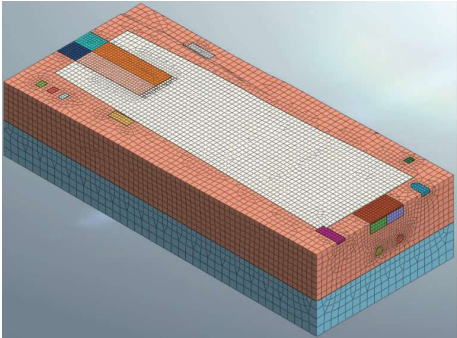


图 6 三维有限元模型

表 1 工况一览表

序号	工况
工况 1	初始状态下地层应力场计算
工况 2	轨道交通 4 号线基坑开挖
工况 3	轨道交通 4 号线主体结构及附属结构修建
工况 4	地下通道修建及回填
工况 5	整体运营阶段

对轨道车站衬砌结构进行位移分析。轨道车站衬砌结构最大位移主要出现在运营阶段,位移云图及位移量见图 7~图 11 和表 2。

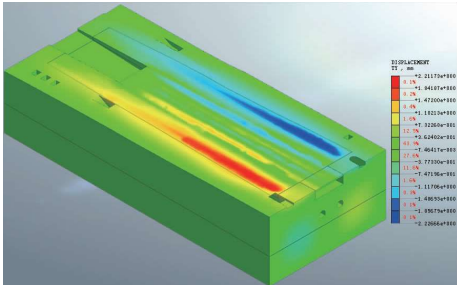


图 7 运营阶段围岩地层水平位移

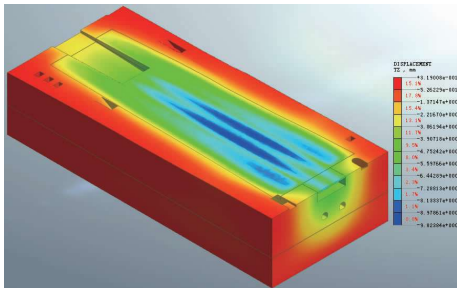


图 8 运营阶段围岩地层竖向位移

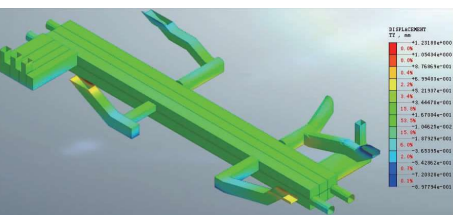


图 9 运营阶段轨道衬砌结构水平位移

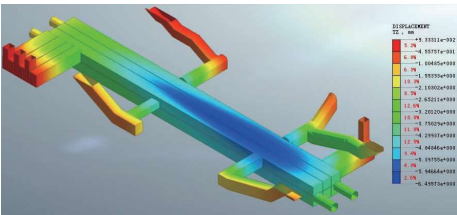


图 10 运营阶段轨道衬砌结构竖向位移

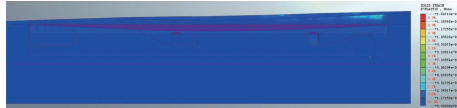


图 11 整体运营后轨道围岩塑性区云图

表 2 新建道路建设后桥墩变形分析表

部件位置	步骤		
	初设工况	地下通道修建	运营阶段
轨道车站最大水平位移 /mm	0.00	0.59	0.64
轨道车站最大竖向位移 /mm	0.00	-5.92	-6.50

根据三维有限元模型计算结果,两江大道下穿(黄胡路)地下通道修建引起的轨道车站主体结构最大竖向沉降 6.5 mm,最大水平变形 0.64 mm,均小于 10 mm,周边围岩基本处在弹性状态,两江大道下穿(黄胡路)地下通道修建引起的轨道 4 号线隧道区间段衬砌结构变形量较小,地下通道修建及运营不会对其造成显著影响。

4 项目施工管理

- (1)作为项目管理方,合理安排轨道交通与市政工程共建是控制构筑物之间的安全隐患问题的重点。共建项目应遵循不利工况应先期或同步实施,轨道交通与市政工程同步设计、同步建设、同步验收原则。
- (2)施工过程中应对轨道交通已建部分采用相应的保护措施,同时,应做好与轨道站同步建设的协调工作,及时更新轨道资料,并作为本项目的控制条件。
- (3)施工前应 与轨道相关部门协调落实轨道结构与地下通道施工工作界面。
- (4)为保证回填材料具有满足承载力要求,且减少对轨道车站的施工碾压荷载,选用优质填料回填,必要时采用较好的轻质混凝土材料回填,控制填筑质量,避免后期对轨道衬砌结构产生不利影响。
- (5)施工期间严格控制基坑底部的超挖,特别是杜绝向轨道附属结构一侧的超挖,尽量减少对轨道附属结构周边土体的扰动。轨道保护范围线内,严禁爆破施工。
- (6)地下通道施工时应加强基坑排水措施,在结

(下转第 159 页)

3.2 引入保险和担保制度

目前的工程建设相关险种不足以满足工程总承包模式下的保险需求,需要针对设计单位等轻资产行业,专门设计能隔离联合体内部风险的“防火墙”保险产品和担保制度,作为履约保函、质保金保函制度的补充,不但能保障建设单位合法权益,还能分担设计单位的连带责任风险,避免其因联合体而承受“灭顶之灾”。

3.3 前期充分论证并采用总价合同

工程前期对工程造价的控制尤为关键,工程总承包模式下建设周期优化,是以前期充分论证为基础,通过设计、采购和施工更高效的内部协调,来达到加快工程建设进度的目标,对实践中以工程总承包方式来达到早日开工目的的行为,应在制度上予以约束。在推行工程总承包初期,建设单位、代建单位和工程管理咨询机构的观念、能力和资料的积累等方面,与工程总承包的要求存在一定差距。为有效避免投标单位设计文件和工程量清单文件“两张皮”的情形,不但应采用总价合同方式,主管部门还应从有效压实主体责任的角度,对上述“两张皮”情形提出有针对性的解决方案。

3.4 加强工程总承包人才队伍建设

工程总承包模式是时下工程领域普遍采用的一种承包模式,为进一步促进工程总承包模式的提升发展,企业要转变思路,主动培养一支具备工程总承包业务能力的复合型、创新型人才队伍。行业主管部门也要鼓励设计、施工企业资质互通,相互兼并,为

工程总承包行业发展保驾护航^[3]。

4 结 语

通过实践,工程总承包模式所具有的独特优势正在逐步显现,但距离预期目标还有一定差距,为此提出以下建议:

一是行业管理单位要充分认识工程总承包模式的优势,总结试点项目经验,避免不愿担负项目监管风险责任、不敢试、不敢拼、推诿塞责的现象,工作上应形成合力,政府性投资项目应率先实行工程总承包。

二是工程总承包单位要进一步推动企业转型,优化管理体系,提高设计企业和施工企业的项目管理和工程设计水平,推动设计施工深度协同融合,推动行业产业链延伸和总量提升,强化综合型人才培养,不断提高行业从业人员的岗位职业素质和技能。

三是相关部门应不断深化工程总承包制度改革,最大程度给予建设方自主决定权,着力优化工程总承包计价规则,对当前建设项目预算价、招标控制价、投标价的编制规则实施革新,确定工程总承包项目的合同价款形式以及工程决算价确认原则等。

参考文献:

- [1] 浙江省住房和城乡建设厅.关于工程总承包试点工作情况的通报[Z].杭州:浙江省住房和城乡建设厅,2018.
- [2] 住房和城乡建设部,国家发展改革委.关于印发房屋建筑和市政基础设施项目工程总承包管理办法的通知[Z].北京:住房和城乡建设部,国家发展改革委,2019.
- [3] 高慧文.对EPC工程总承包企业人才队伍建设的若干建议[J].中国勘察设计,2019(4):80-82.

(上接第152页)

构施工后,尽快封闭基坑。

(7)地下通道施工及回填采用信息法施工、动态设计,加强监控量测,对周围建(构)筑物进行位移及沉降等监测,信息反馈指导现场施工。委托专业监测单位加强对轨道结构在相关道路施工过程中及运营阶段的变形和关键断面的监控量测,确保隧道结构的安全。一旦发现异常立即停止作业。

5 结 语

在轨道隧道结构上部进行基坑开挖及地下通道结构施作是能够实现的,只要通过合适的共建时序

管理,有效的结构措施是能确保施工和结构安全的。同样,两江大道节点工程(一期)施工对轨道4号线隧道的安全影响也是可控的。

参考文献:

- [1] 钟恒,熊桂开,刘益豪.基于钢筋混凝土护筒保护的既有上跨桥安全影响分析[J].公路与汽运,2018(4):123-125.
- [2] 许乃星.城市轨道交通与沿线市政设施协同建设时序研究[J].公路与汽运,2019(4):43-46.
- [3] 刘自明.桥梁结构模型试验研究[J].长沙交通学院学报,2000,16(3):37-41.
- [4] 王磊.基于有限元分析的环境敏感区近接隧道施工时序关系研究及工筹应用[J].工程技术研究,2018(14):17-21.