

城际铁路车站及区间施工对既有地下车站影响分析

康 镜

中国铁路设计集团有限公司 天津 300143

摘 要: 针对某新建城际铁路车站临近且区间密贴下穿既有地下车站情况, 本文采用三维数值分析模拟了施工各阶段既有城际车站结构变形规律。研究表明: 各阶段施工中, 盾构下穿引起的既有车站结构及轨道竖向位移值最大; 附属结构施工时, 应密切关注既有车站结构的水平位移; 施工引起的既有车站结构及轨道变形满足控制要求, 新建城际铁路车站临近且区间密贴下穿既有地下车站的施工方案可行。研究结果可为后续施工提供参考依据。

关键词: 城际铁路; 近距离施工; 密贴下穿; 数值模拟; 变形规律

引言

随着城市轨道交通网络发展日益完善, 新旧线路换乘车站空间结构日趋复杂, 邻近施工及交叉穿越难度也越来越大^[1], 交叉换乘节点的设计施工往往是控制全线路期的关键。

众多学者对于盾构下穿对既有车站的影响以及基坑开挖对临近地下车站的影响做了大量研究: 江华等^[2]以北京地铁8号线二期新建盾构区间隧道下穿北京地铁2号线既有鼓楼大街站结构工程为依托, 分析了新建双线盾构隧道近距离下穿施工过程中诱发的车站结构变形特征; Dias等^[3]通过盾构施工引起的沉降监测数据进行研究发现, 掌子面稳定性和盾尾间隙是短期沉降的主要影响因素; 郭宏博等依托新建成都地铁8号线倪家桥站换乘通道密贴下穿既有1号线车站工程, 对既有地铁车站受密贴下穿通道施工的影响范围开展研究。

本文依托某新建城际车站临近既有城际车站以及相邻区间密贴下穿既有城际车站工程, 采用数值模拟的方法, 对施工各阶段既有城际车站结构的变形规律展开研究, 以期为工程施工提空参考依据。

1 工程概况与水文地质

1.1 工程概况

1.1.1 既有城际车站工程概况

新白广城际铁路花城街站位于花都大道以北, 凤凰北路以东, 沿花都大道敷设。标准段为地下两层三柱四跨(局部两柱三跨)框架结构, 结构高15.8m, 宽32.1m; 物业段标准段为地下两层双柱三跨框架结构,

基金项目: 中国铁路设计集团有限公司引导课题, 软硬纵横共存及岩溶强发育地质条件地下车站建造关键技术研究(7218107)。

作者简介: 康镜(1990-), 男, 工程师, 硕士, E-mail:kangjing@crdc.com。

结构高15.9m, 宽23.1m。车站总长944m。车站底板埋深19.2~22.1m, 顶板覆土3.4~6.2m。

1.1.2 新建城际车站概况

花城街站为广州东至花都天贵城际为地下三层岛式站台车站。车站位于花都大道与凤凰北路交叉口以北, 沿凤凰北路南北向敷设, 与既有新白广城际花城街站换乘。车站全长740米, 标准段宽为24.5米, 车站基坑开挖深度为30.02~31.7米。车站主体小里程端头设置盾构井作为盾构接收井。

1.1.3 新建城际区间概况

马鞍山公园站~花城街站区间南起马鞍山公园站, 线路出马鞍山公园站后向北沿百寿路敷设, 至三东大道西以800半径转向西北方向敷设, 下穿三东村民房群及田心庄大街民房群, 于凤凰北路与平石东路交叉口以800半径转向北沿凤凰北路敷设, 下穿下沉式立交、新白广城际花城街站后到达花城街站, 区间总长度约2744双延米。

1.2 场地地层特性及水文地质

1.2.1 工程地质

从地形地貌上看, 工程场地范围地貌类型均为珠三角冲积平原, 总体地势较为平坦, 根据总体要求划分为Ⅱ区。

工程场地地层由上至下分别为<1-2>填土、<3-1>粉细砂、<3-2>中粗砂、<4N-2>粉质粘土、<5N-2>粉质黏土、<5C-1B>粉质黏土、<8C-1>中风化碳质灰岩、<8C-2>中风化石灰岩、<9C-1>微风化碳质灰岩、<9C-2>微风化石灰岩。区间所穿过的地层主要为: <8C-1>、<8C-2>、<9C-1>、<9C-2>。工程场地不良地质作用主要表现为岩溶, 见洞率为51.1%, 线岩溶率为13.9%, 岩溶发育等级为强发育。

1.2.2 水文地质

根据地下水的赋存条件, 沿线地下水类型可分为松

散岩类孔隙水、基岩裂隙水和碳酸盐岩岩溶水。松散岩类孔隙水赋存于第四系砂卵石层中，属孔隙潜水，由于地层渗透性的差异，局部具承压性。基岩裂隙水赋存于基岩风化裂隙和构造裂隙中。岩溶水主要赋存于石炭系灰岩中，以裂隙岩溶水、溶洞水为主。

地下水水位普遍埋藏浅，初见水位埋深0.30~7.50m（高程3.49~15.83m），稳定水位埋深0.60~9.80m（高程2.68~16.45m）。

2 变形控制标准及工程技术措施

2.1 变形控制标准

《邻近铁路营业线施工安全监测技术规程》（TB 10314-2021）中7.2.1条高速铁路运营设备设施监测预警值、报警值和控制值不得超过表1、表2限制。

表1 隧道位移变形监测限值

监测项目	预警值	报警值	控制值
隧道结构竖向位移	±3mm	±4mm	±5mm
隧道结构水平位移	±3mm	±4mm	±5mm

表2 轨道位移变形监测限值

监测项目	预警值	报警值	控制值
轨道竖向位移	±1.2mm	±1.6mm	±2mm
轨道水平位移	±1.2mm	±1.6mm	±2mm

综上所述，轨道水平、竖向位移控制值为2mm，结构水平、竖向位移控制值为5mm。

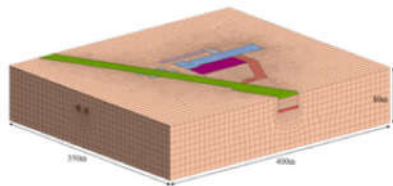


图1 三维有限元模型

2.2 工程技术措施

区间下穿保护措施如下：

1、利用车站地连墙，采用Φ1.2m咬合桩+环框梁施作明挖竖井，袖阀管注浆加固既有车站底部地层，人工凿除地连墙，回填素砼后盾构通过。

2、对既有站进行自动化监测，并加密施工监测。

3、结合地层条件，对盾构法施工掘进参数进行控制，加强同步注浆及二次注浆措施

3 邻近施工数值模拟分析

采用大型有限元程序MIDAS GTS分析广花城际花城街站及马鞍山公园~花城街区间盾构施工对新白广城际花城街站的影响。

3.1 模型概况

土层模型考虑了前期勘察揭露的场地土层埋深情况且认为各土层为各向同性材料。土体采用修正Mohr-Coulomb本构。有限元模型中，采用板单元模拟管片隧道及车站结构。为了消除模型尺寸对计算结果的影响，计算模型范围以区间的外轮廓为基准，外扩一定距离后而建立，模型深度按隧道埋深以及基坑开挖深度的约2倍建立。模型尺寸为350m（X轴）×400m（Y轴）×80m（Z轴），单元数为204603个，节点数为114925个。

有限元模型的边界条件为：模型底部设置固定约束，模型四周限制垂直于平面方向的位移。（如图1图2）

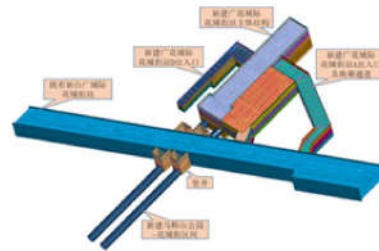


图2 位置关系

3.2 模型参数与计算工况

3.2.1 模型参数

地下连续墙、冠梁、混凝土支撑、腰梁、车站板、

侧墙、梁等尺寸和材料均按照设计说明选取。根据地勘资料，选取地层参数见表3所示。

表3 数值计算地层参数选取

岩土代号	岩土名称	岩土力学参数的建议取值			
		重度 (KN/m ³)	c (kPa)	φ (°)	压缩模量 Es (MPa)
<1>	填土	18.3	10.0	12.0	4.0
<4N-2>	可塑状粉质黏土层	18.9	20.60	12.30	6.2
<9C-2>	灰岩中风化	26.5	480.0	32.0	6000 (E)

3.2.2 计算工况

根据广花城际花城街站及马花区间实际施工方案,并考虑适当简化,模型数值计算过程包括以下几个步骤:

- (1) 初始地应力场平衡;
- (2) 激活既有新白广城际花城街站主体结构,清零位移场;
- (3) 新建广花城际花城街站主体基坑施工;
- (4) 新建广花城际花城街站主体结构施工;
- (5) 竖井施工,既有新白广城际花城街站部分地连墙凿除;
- (6) 竖井回填;
- (7) 马鞍山公园~花城街区间施工;
- (8) 新建广花城际花城街站附属基坑施工;
- (9) 新建广花城际花城街站附属结构主体施工。

3.2.3 车站底板位移分析

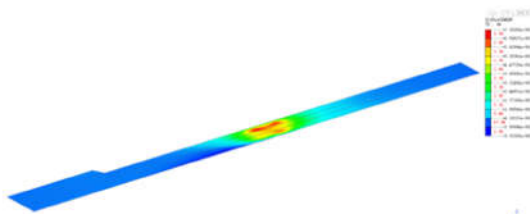


图3 车站底板最终竖向位移云图(Z轴)

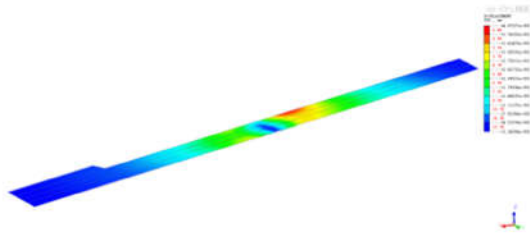


图4 车站底板最终水平位移云图(XY平面)

既有车站底板位移能反映新白广城际轨道变形情况。车站底板最终竖向位移云图见图3、图4所示。

表4 施工过程中车站底板位移统计表(mm)

施工阶段	最大水平位移	最大竖向位移
车站主体结构施工	0.063	-0.310
竖井开挖及破除地连墙	0.073	0.718
区间下穿施工	0.525	-0.968
附属结构施工	0.407	-0.718

由计算结果可知,盾构下穿阶段引起的轨道竖向位移值最大。竖井施工时,由于开挖卸载作用,轨道将发生隆起变形。基坑开挖及盾构施工引起的既有轨道最大竖向位移为-0.968mm,最大水平位移为0.525mm。施工各阶段轨道竖向位移、水平位移均满足控制要求。

结语

盾构施工、基坑开挖不可避免将会对周围地层产生扰动,从而对周围既有结构造成影响。本文通过三维数值模拟,对新建车站及区间下穿施工对既有车站的影响进行了研究,主要结论与建议如下:

(1) 基坑开挖及盾构施工引起的既有车站结构最大竖向位移为-1.899mm,最大水平位移为1.589mm;既有轨道最大竖向位移为-0.968mm,最大水平位移为0.525mm,均满足控制要求,方案可行。

(2) 附属结构施工时,应密切关注既有车站结构的水平位移,施工过程中加强监测,必要时采取加固措施。

(3) 施工各阶段中,盾构下穿阶段引起的主体结构及轨道竖向位移值最大。在盾构穿越施工过程中加强掘进参数控制,主要做好以下措施:严格控制与切口土压力有关的施工参数,保持土压力平衡;均衡匀速推进、连续性施工、杜绝盾构机停滞,尽量不纠偏直接通过;减少拼装时间,缩短盾构机停推时间做好土体改良,增加渣土和易性。

参考文献

- [1] 许有俊,孟贞,李志成,银英姿,葛绍英.盾构隧道近距离下穿既有地铁车站沉降控制措施研究[J].山东农业大学学报(自然科学版),2018,49(06):1044-1050.
- [2] 江华,张晋勋,江玉生,凌立静,孙正阳.新建盾构隧道近距离下穿既有车站诱发结构变形特征研究[J].现代隧道技术,2016,53(01):159-164+172.DOI:10.13807/j.cnki.mtt.2016.01.024.
- [3] Dias D, Kastner R. Movements caused by the excavation of tunnels using face pressurized shields — Analysis of monitoring and numerical modeling results[J]. Engineering Geology, 2013, 152(1):17-25.