

盾构隧道下穿既有车站施工控制措施及安全性分析

姚任行¹ 黄毅² 刘海智³ 郑云辉³

1. 宁波市轨道交通集团有限公司 浙江宁波 315010

2. 宁波市轨道交通集团有限公司建设分公司 浙江宁波 315000

3. 浙江数智交院科技股份有限公司 浙江宁波 310006

摘要: 本文以宁波轨道交通8号线下穿既有3号线车站为研究对象,采用数值分析的方法对软土地层盾构下穿既有运营车站影响规律进行分析。结果表明:(1)8号线车站主体结构开挖及结构施工期间,邻近3号线既有车站主体已产生初始位移。(2)8号线盾构隧道穿越施工期间造成3号线既有车站位移的进一步增加。(3)8号线隧道贯通后,隧道上方换乘通道基坑开挖期间,贯通隧道表现为隆起位移,此时,3号线既有车站位移达到最大值。(4)根据数值分析结果,本项目盾构施工引起既有车站位移变形能够控制在轨道交通结构安全指标范围内,相关的施工控制措施可为类似工程提供借鉴。

关键词: 盾构隧道;软土地层;数值分析;变形

引言

近年来,随着我国地铁隧道的建设和发展,隧道施工对周边环境造成了较大的影响,因此,加强对其影响因素的研究,并提出相应的解决方案,是当前地铁建设中亟待解决的重要问题^[1]。陈郁等^[2]基于弹性理论,旨在计算相邻新建隧道对既有结构的影响。综合考虑了新建隧道开挖及施工卸荷,以及相邻结构的作用这两个主要因素。计算过程包括确定新建隧道开挖引起的附加应力和位移场,将其叠加到既有结构上计算变形值。何川等^[3]进行了室内模型试验,探究了新建地铁隧道穿越既有隧道时对垂直方向的影响。盾构隧道穿越既有隧道时,导致既有隧道顶部和底部出现了先隆起后沉降的变形规律。

本文以宁波市轨道交通8号线下穿地铁3号线为研究对象,采用数值模拟的方法,对该工程区盾构隧道施工结构响应规律进行分析,为类似工程施工提供经验。

一、工程概况

1.1 区间概况

新建南部商务区站是宁波轨道交通8号线第4个车站,建成后与既有3号线南部商务区站通道换乘。8号线

新建车站位于鄞州区天童南路和泰康中路十字路口西侧,沿泰康中路东西向布置;既有3号线车站沿天童南路南北向布置。

8号线南部商务区站为地下三层13m岛式站,双柱三跨钢筋混凝土框架结构,采用明挖顺作法施工,车站中心里程覆土埋深约为3.50m。车站总长162.200m,标准段宽22.3m,盾构井段宽26.8m。车站两端均为盾构法区间隧道,东西端盾构双接收,区间概况如图1所示。

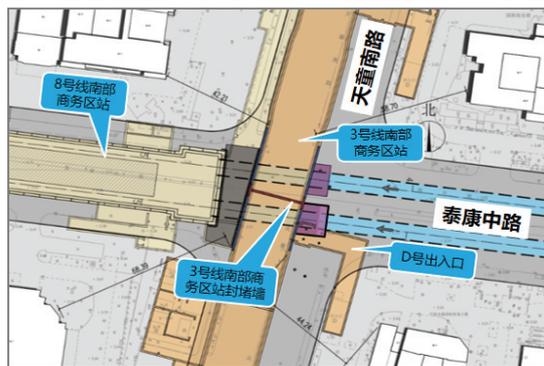


图1 区间概况

鄞州高教园站~南部商务区站区间工程下穿3号线南部商务区站,工程区域位于轨道交通既有运营线路保护区范围内,外部建设(作业)行为将不可避免地对邻近轨道交通设施产生影响,并可能影响到轨道交通设施的结构安全、正常运营和作为百年工程的耐久性

作者简介: 姚任行(1984-),男,汉族,浙江宁波人,硕士,高级工程师,从事城市轨道交通研究。

然情况；

工况二：激活既有3号线地铁结构和盾构下穿处加固；

工况三：8号线车站开挖施工：8号线车站地墙施工、加固施工；依次开挖土体，并架设支撑，直至开挖至坑底，如图3所示；

工况四：8号线盾构区间施工，如图4所示；

工况五：换乘通道开挖施工：换乘通道围护桩施工、加固施工；依次开挖土体，并架设支撑，直至开挖至坑底，如图5所示。

3.3 模型计算结果分析

根据车站工程筹划，8号线车站工筹顺序如下：8号线主体施工→8号线区间下穿3号线→换乘通道开挖。由于3号线车站周边连续动土施工反复扰动，故考虑全施工过程数值模拟，计算各工况条件下3号线车站累计变形情况。

工况三（8号线主体车站开挖对3号线影响）。

8号线主体车站开挖对3号线影响：根据数值分析结果，本工况条件下，3号线车站最大水平位移为-3.7mm、最大竖向位移为-5.6mm，3号线车站结构水平向位移及竖向位移云图如图3（a）、（b）所示。

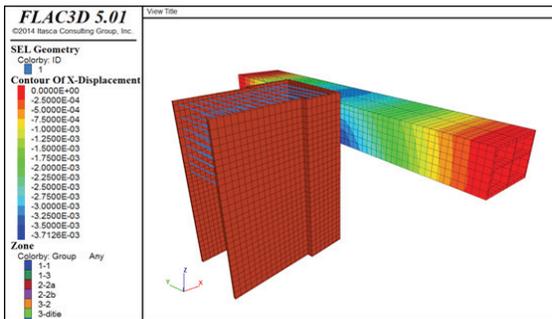


图3（a） 工况三 3号线车站结构水平向位移云图

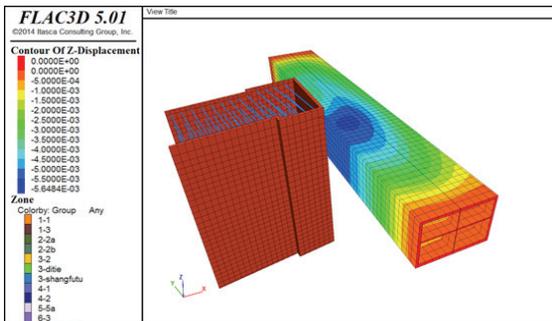


图3（b） 工况三 3号线车站结构竖向位移云图

工况四（8号线区间下穿对3号线影响），如图4所示。

8号线区间下穿对3号线影响：根据数值分析结

果，累计至本工况条件下，3号线车站最大竖向位移为-6.1mm（其中工况三8号线车站主体施工引起的最大竖向位移为-5.6mm，因而盾构穿越施工影响竖向最大位移为-0.5mm），D号口最大竖向位移为-1.04mm。

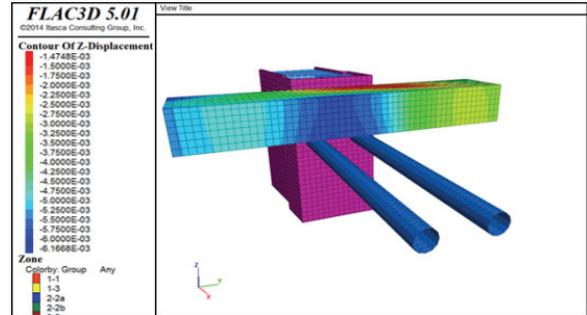


图4（a） 工况四 3号线车站结构竖向位移云图

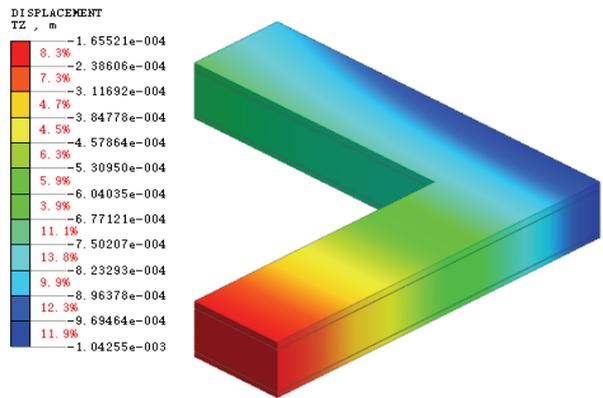


图4（b） 工况四 D号口竖向位移云图

工况五（换乘通道开挖对3号线影响）

8号线换乘通道开挖对3号线影响：根据数值分析结果，累计至本工况条件下，3号线车站最大水平位移为-5.75mm、最大竖向位移为-7.3mm，3号线车站结构水平向位移及竖向位移云图如图5（a）、（b）所示。规定的车站最大水平位移和最大竖向位移允许值为10mm，相关计算结果满足规定的既有车站变形控制标准的保护要求（见表1）。

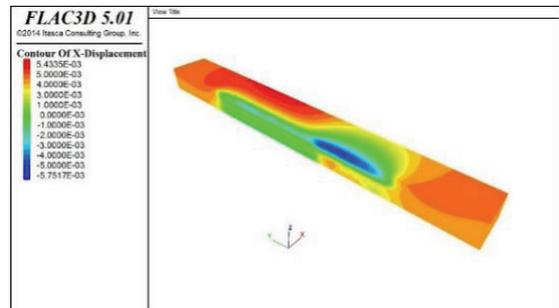


图5（a） 工况五 3号线车站结构水平方向位移云图

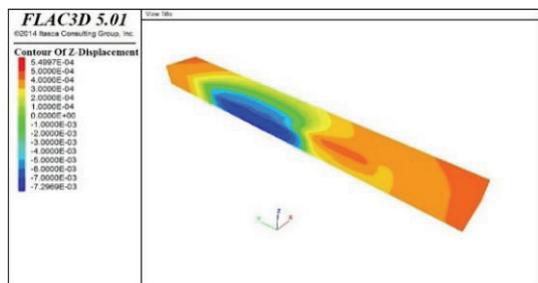


图5 (b) 工况五 3号线车站结构竖向位移云图

表1 计算结果汇总

	计算值	允许值	是否满足
3号线车站水平变形 (mm)	5.75	10	满足
3号线车站底板沉降 (mm)	7.3	10	满足

通过以上分析结果表明：(1) 8号线车站主体结构开挖及结构施工期间，邻近3号线既有车站主体已产生初始位移。(2) 8号线盾构隧道穿越施工期间造成3号线既有车站位移的进一步增加。(3) 8号线隧道贯通后，隧道上方换乘通道基坑开挖期间，贯通隧道表现为隆起位移，此时，3号线既有车站位移达到最大值。(4) 根据数值分析结果，本项目盾构施工引起既有车站位移变形能够控制在轨道交通结构安全指标范围内，相关的施工控制措施可为类似工程提供借鉴。

结论

(1) 在明挖车站、盾构隧道及换乘通道施工综合作用下，3号线既有运营车站最大水平位移为 -5.75mm 、最大竖向位移为 -7.3mm ，均满足规定的既有车站变形控制标准的保护要求。

(2) 临近车站施工和临近换乘通道施工导致既有车站结构变形既有水平位移也有竖直位移；盾构隧道下穿施工导致既有车站结构变形主要表现为竖直沉降变形，水平位移可忽略。

(3) 本工程中既有车站为后期盾构穿越施工预留措施能满足盾构施工及对既有运营车站的变形控制要求，相关施工预留措施可为类似工程提供借鉴。

参考文献

- [1] 王超, 朱春洲, 邹金锋等. 盾构隧道近接斜交侧穿桥梁桩基变形计算方法[J]. 浙江大学学报(工学版), 2024, 58(03): 557-569.
- [2] 陈郁. 基坑开挖引起下卧隧道隆起的研究分析[D]. 上海: 同济大学, 2005.
- [3] 何川, 苏宗贤. 南京长江隧道原型管片结构破坏试验研究[J]. 西南交通大学学报, 2011(8): 564-571.