

拟建地块与规划轨道交通的影响分析

储德华

上海市隧道工程轨道交通设计研究院, 上海 200235

DOI: 10.61369/ME.2024070009

摘要： 随着城市化进程加速，轨道交通周边地块开发日益密集，由此产生的施工扰动、荷载增加、水文环境变化以及风险传导等问题对轨道交通建设及运营安全构成潜在威胁。随着城市轨道交通工程迅速发展，临近轨道交通的沿线建筑工程随之增加，但轨道交通工程的建设与相关地块建筑工程建设往往并不同步，为解决地块与轨道交通不同步问题，减少地块与轨道交通建设的相互影响，对地块与轨道交通的模型影响分析研究，为地块及轨道交通建设方案的可行性及安全性提供参考，以确保在地块建设的同时后期轨道交通建设依然能顺利进行。

关键词： 地块；规划轨道交通；影响分析

Analysis of the Impact of Proposed Land Parcel and Planned Rail Transit

Chu Dehua

Shanghai Tunnel Engineering and Rail Transit Design Institute, Shanghai 200235

Abstract： With the acceleration of urbanization, the development of plots around rail transit has become increasingly intensive. The resulting construction disturbances, increased loads, changes in hydrological environments, and risk transmission pose potential threats to the safety of rail transit construction and operation. As urban rail transit projects rapidly develop, the number of construction projects along the routes has also increased. However, the construction of rail transit projects often does not align with the construction of related plots. To address the issue of misalignment between plots and rail transit, and to minimize the mutual impact between plot construction and rail transit development, this study focuses on the analysis of model impacts between plots and rail transit. This research aims to provide references for the feasibility and safety of plot and rail transit construction plans, ensuring that rail transit construction can proceed smoothly while the plots are being developed.

Keywords： plot; planning rail transit; impact analysis

引言

由于轨道交通的建设与城市建设的速度不同步，且大多数地块的建设先于轨道交通的建设。为节省轨道交通后期建设的投资，并减小后期轨道交通建设时对地块建筑的影响，在地块建设前期，就对拟建地块与规划轨道交通相对位置关系进行建模，并对模型进行有限元分析，通过影响分析的结果，对拟建地块与规划轨道交通的方案进行分析，研究二者在施工过程中的相互影响，对拟建地块及规划轨道交通的方案可行性提供参考。

本文以规划轨道交通线路与拟建地块的相对位置关系为例，通过建立三维有限元模型对车站及区间施工引起的拟建地块建筑物的变形进行数值模拟分析，对地表沉降、围护变形及拟建地块建筑物结构变形进行了预测。

一、工程概况

拟建地块中有B1#楼、B2#楼及S3#楼在规划轨道交通规划车站的影响区范围内，其中B1#楼、B2#楼及S3#楼与规划车站站附属结构边的最近距离分别约为32.6m、20.3m

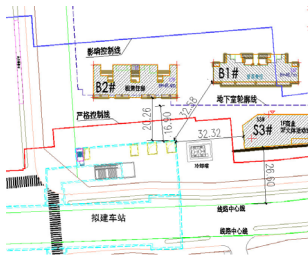


图1: 拟建建筑与规划轨道交通的位置关系图

和32.3m，S3#楼距离规划轨道交通的区间线路中心线最近距离约26.6m。

二、工程地质及水文条件

(一) 地质条件

拟建场地第四纪地貌类型属江淮丘陵岗地微地貌单元。原始地貌已破坏，场地总体较平坦，局部堆土较高，依勘探孔孔口

高程计，一般为24.57~29.51m，最大高差4.96m。为吴淞高程系统。

综合分析钻探、原位测试及室内的土工试验成果，拟建场地的地层层序自上而下可分为：①层杂填土(Qml)、②层粉质粘土(粘土)(Q3al+pl)、③层粘土(Q3al+pl)、④层粉质粘土夹粉土(Q3al+pl)、⑤层残积层(Q3al+pl)、⑥层强风化泥质砂岩(K)。

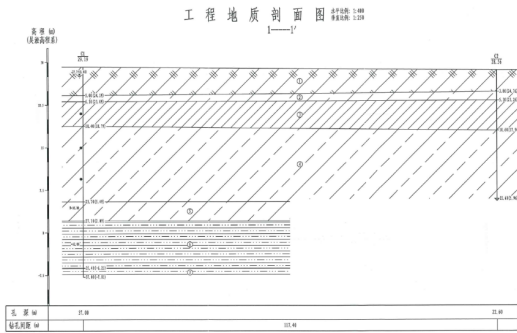


图2：区域典型地质剖面图

表1：土层材料属性

编号	土层	压缩模量 (kN/m ²)	容重 (kN/m ³)	粘聚力 C (kPa)	摩擦角 Φ (°)
①	杂填土	6600	18.5	5	8
②	粉质粘土	8640	18.9	32.2	15
③	粘土	16260	19.2	85.5	12.6
④	粉质粘土夹粉土	8470	18.9	31.4	13.4
⑤	残积层	9500	20.4	32	18
⑥	强风化泥质砂岩	25000	20.9	90	24
⑦	中风化泥质砂岩	30000	21.5	180	28

(二) 水文条件

根据现阶段钻探揭露，拟建场地①层杂填土中埋藏有上层滞水，一般无稳定的自由水面，主要受大气降水和地表水渗入补给；中部土层为粘性土，渗透性相对较小；下部土层中的粉土及风化岩层中埋藏有承压性孔隙及裂隙地下水，其水量较丰富。

现阶段勘察期间进行水位观测，测得钻孔内地下水的混合静止水位埋深1.2~3.0m，其静止水位标高为25.63~28.29m。地下水位年变幅为3~5m。

三、计算软件与计算模型

本次分析采用岩土、隧道结构专用有限元分析软件 MIDAS/GTS 进行计算。该软件是具有强大的后处理功能，能够输出结果等值线、彩色云图、等值面及矢量分布图，能够输出结构单元的内力，能够直接输出实体单元内力，能够输出各阶段孔压变化，能够在输出视图上添加注释，能够绘制监测点变化曲线（曲线管理器），能够自动生成计算结果报告和动画，在计算过程中能够预览计算结果以便于及时检查和修正模型^[1]。

MIDAS/GTS 的施工阶段分析采用的是累加模型，即每个施工阶段都继承了上一个施工阶段的分析结果，并累加了本施工阶段的分析结果。也就是说上一个施工阶段中结构体系与荷载的变化会影响到后续阶段的分析结果^[2]。

为了研究施工过程中各结构构件的荷载效应，以便指导设计，本次分析土体材料本构模型取用德鲁克 - 普拉格 (Drucker - Prager) 弹塑性模型。车站和房屋结构按线弹性考虑^[3]。

表2：结构材料属性表

主要构件	混凝土等级 / 钢	弹性模量 (kN/m ²)	泊松比	重量密度 (kN/m ³)
车站结构	C35混凝土	31500000	0.2	25
区间管片	C50混凝土	35500000	0.2	25
钢支撑	Q235	200000000	0.2	78

四、地块建筑与轨道交通模型分析

(一) 模型的建立

本次有限元影响分析采用土层结构法进行计算，主要包含以下内容：

地块 B2#、S3# 楼、规划轨道交通线路区间隧道、土层，模型的计算范围长宽根据区间隧道边线外放30m，地块地下室边线外放30m 确定；深度范围根据区间隧道底下放10m 确定。根据以上原则，本次计算模型范围为250m × 133 × 35m。施工场地地基模型按照勘察报告资料选取，根据工程地质资料及地形状况，进行场地有限元模型的建立。由于有限元单元规模限制，单元网格尺寸限制在2~4m，针对复杂地层土分布，尽可能模拟真实的地层土的分布规律和力学特征，当单元尺寸限制将局部小区域土层材料归一化处理时，考虑数值分析的偏于安全的要求，土层选用力学性能低的材料。地基土的非线性本构与屈服力学特性层采用修正摩尔库伦模型描述，土层材料摩擦角、粘聚力等参数按照地质勘察报告推荐的力学参数选取^[4]。整体结构模型如下图所示：

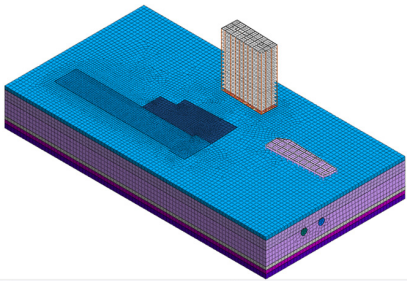


图3：结构模型图

(二) 模型的分析

本次有限元影响分析采用土层结构法进行计算，主要包含以下内容：

根据线路纵断面方案，区间隧道埋深约17.8~24.7m。通过建立三维模型对地铁车站、区间及附属的施工过程进行模拟，车站及区间隧道实施对本工程 S3# 楼、B2# 楼的影响分析结果如下：

a. 车站主体基坑开挖到底

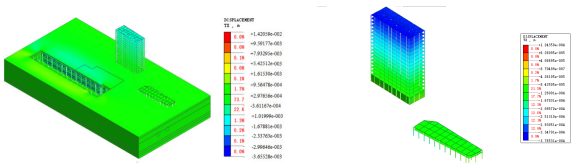


图4：车站主体基坑开挖水平位移结果

如图4，此工况下，基坑最大水平位移约为14.25mm，

S3#楼最大水平位移约为0.2mm、B2#楼的最大水平位移约为0.38mm。

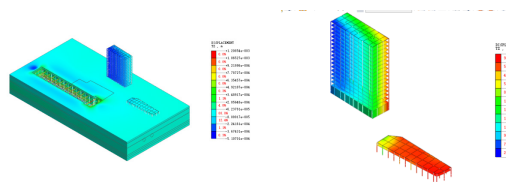


图5: 车站主体基坑开挖竖向位移结果

如图5计算结果, 此工况下, S3#楼的最大竖向位移为0.28mm, B2#楼的最大竖向位移为0.46mm, 变形数值较小, 远小于规范要求。

b. 车站主体结构回填到顶

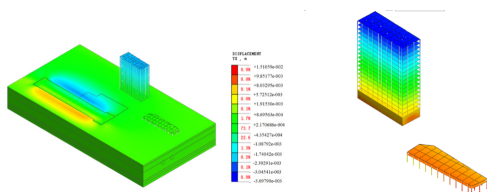


图6: 车站主体结构回填到顶水平位移结果

如图6, 此工况下, 基坑最大水平位移约为15.10mm, S3#楼最大水平位移约为0.25mm, B2#楼的最大水平位移约为0.88mm。

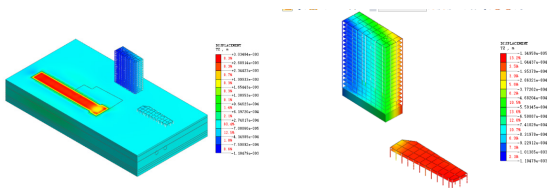


图7: 车站主体结构回填到顶竖向位移结果

如图7计算结果, 此工况下, S3#楼的最大竖向位移为0.29mm, B2#楼的最大竖向位移为1.10mm, 变形数值较小, 远小于规范要求。

c. 区间隧道施工

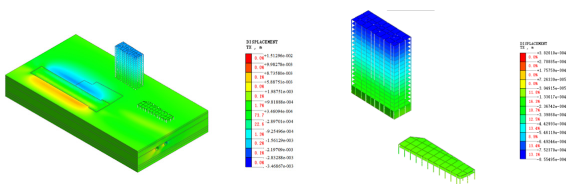


图8: 区间隧道施工水平位移结果

如图8, 此工况下, 区间隧道最大水平位移为4.16mm, S3#楼的最大水平位移为0.34mm、B2#楼及地下室的最大水平位移为0.86mm。

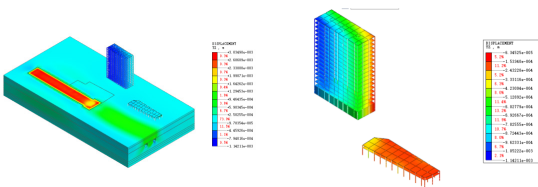


图9: 区间隧道施工竖向位移结果

如图9, 此工况下, 区间隧道的最大竖向位移为3.03mm, S3#楼最大竖向位移约为0.33mm, B2#楼及地下室的最大竖向位

移约为1.14mm。

d. 车站附属基坑开挖到底

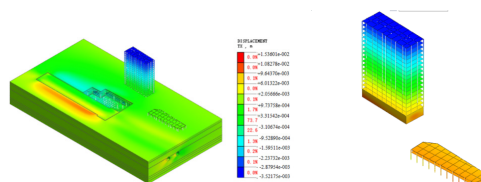


图10: 车站附属基坑开挖水平位移结果

如图10, 此工况下, 附属基坑最大水平位移约为6.12mm, S3#楼最大水平位移约为0.36mm、B2#楼的最大水平位移约为1.37mm。

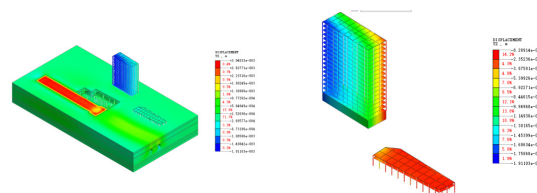


图11: 车站附属结构基坑开挖竖向位移结果

如图11计算结果, 此工况下, S3#楼最大竖向位移约0.38mm, B2#楼的最大竖向位移为1.91mm。

五、结论与建议

(1) 通过对规划车站主体、附属及区间施工进行模拟, 地铁施工引起的拟建 S3#楼最大水平位移约 0.36mm, 最大竖向位移约 0.38mm; 对拟建 B2#楼及地下室最大水平位移约 1.37mm, 最大竖向位移约 1.91mm, 发生在附属结构施工完成后。变形数值较小, 均满足规范要求。

(2) 根据规划轨道交通的施工对拟建地块的影响分析结果, 地铁施工时对地块内建筑物有一定的影响, 建议地块位于轨道交通影响控制区范围内的建筑物尽可能采用桩基、筏板等整体性较好的基础, 如采用天然地基, 应适当加大基础刚度, 以进一步减小建筑物受轨道交通施工的影响。

(3) 轨道施工会引起周边土体位移, 对混凝土结构产生不利变形, 对桩身产生附加弯矩、应力和位移; 因此地块建筑设计中应提高结构强度, 对地下室底板、侧墙及桩基刚度、桩顶竖向和水平承载力等要求进一步提高, 从而提高建筑结构的性能。

参考文献

- [1] 廖宇颢; 肖杨; 王晓枫; 靳鹏; 张永超. 既有地铁隧道旁侧基坑开挖影响分析 [J]. 科技通报. 2021, 37(11): 91-97.
- [2] 黄筱淇; 胡盛亮; 李达宏. 基坑开挖对邻近地铁结构影响的数值模拟研究 [J]. 河南科技. 2023, 42 (22): 67-73.
- [3] 黎大鹏; 胡军然; 贾伟. 地铁车站上方防洪箱涵分层开挖施工可行性研究 [J]. 城市住宅. 2019, 26 (04): 125-127.
- [4] 侯俊. 深入探讨地块开发输入对地铁车站建设的影响 [J]. 建筑工程技术与设计. 2022, 10(6): 109-111.