

# 地下通道连接工程基坑方案数值模拟研究

## Numerical Simulation Research of the Foundation Pit Scheme of Underground Channel Connection Engineering

张杰达

Jieda Zhang

中国铁路设计集团有限公司 中国·天津 300000

China Railway Design Group Co., Ltd., Tianjin, 300000, China

**摘要:** 以宁波地铁4号线附属地下通道连接工程为实例,通过有限元软件MIDAS GTS/NX软件建立三维模型,进行了明挖法基坑开挖与围护结构施作的全过程模拟,研究了基坑开挖影响范围内的建构筑物在基坑开挖过程中的变形规律及围护结构对变形的有利控制作用,指出基坑在开挖过程中会对临近建筑物产生一定的影响,围护结构需及时施作,即可控制变形,为设计施工设计提供了可靠的依据。

**Abstract:** Taking Ningbo Metro Line 4 underground passage connection project as an example, a three-dimensional model was established by using the finite element software MIDAS GTS/NX software, and the whole process of excavation and enclosure construction was simulated by open excavation method. The deformation rule of the buildings in the influence range of excavation and the beneficial control effect of enclosure structure on deformation were studied. It is concluded that the excavation of the foundation pit has a certain influence on the adjacent buildings, and the deformation can be controlled by timely construction of the enclosure structure, which provides a reliable basis for the design and construction design.

**关键词:** 有限元软件; 数值模拟; 基坑; 围护结构

**Keywords:** finite element software; numerical simulation; foundation pit; envelope structure

**DOI:** 10.12346/ctr.v5i12.8891

### 1 引言

改革开放以来,随着经济水平的提高,中国城市建设也迎来高速度发展,然而城市空间有限,基坑开挖会引起周围地层应力场的变化,产生地表沉降、周围建建筑物变形倾斜等。基坑开挖对既有地下结构的影响问题已经成为影响城市建设的首要问题。数值模拟是研究基坑开挖对临近既有车站结构的影响的最经济方便的手段。

文献<sup>[1]</sup>采用GTS/NX软件对基坑工程实例进行基坑开挖数值模拟分析,分析地下连续墙侧向位移、地下连续墙侧向弯矩、坑周沉降以及坑底隆起发展规律;文献<sup>[2]</sup>通过有限差分软件FLAC3D,考虑不同影响因素,设计25种对比方案,开展数值模拟对比研究,分析了不同工况条件下上部河道开挖对地层及隧道的扰动影响规律,建立了河道隆起

位移影响因素敏感性评价指标,分析了5类影响因素的敏感性,并结合工程实际给出了相应的工程建议措施;文献<sup>[3]</sup>通过施加水平向虚拟应力模拟基坑开挖,利用MINDLIN求解相关计算公式与等代荷载法相结合,求解异型基坑L形转角区附近受水平向卸载影响产生的各向附加应力及位移,并分析转角区域地层扰动受转角效应影响的空间分布规律;文献<sup>[4]</sup>利用ABAQUS有限元软件,建立弹塑性模型对具体圆形基坑开挖支护工程的位移和受力进行分析;文献<sup>[5]</sup>运用PLAXIS 3D有限元软件,研究了桩锚撑复合支护结构在深基坑工程中的应用,通过现场监测得到了该支护体系的相应数据,并对其进行了整理与分析,重点探讨了该体系中支护结构的变形等问题。

论文通过MIDAS GTS/NX有限元软件建立三维模型,通过软件自带的施工步骤模拟基坑土层开挖与围护结构对

【作者简介】张杰达(1997-),男,中国河北石家庄人,硕士,助理工程师,从事土木工程(岩土工程、城市地下空间、桥梁与隧道)研究。

临近既有地铁车站结构的影响。

## 2 工程概况

轨道交通 4 号线潘火路站 A 出入口地下通道连接工程位于沧海路与潘火路路口东侧，下穿潘火路。项目北侧现状为迪卡依潘火商场，南侧规划为世茂广场项目，西侧邻地铁 4 号线潘火路站，该站目前已通车运营。新建通道为地下一层，北接潘火路站 A 号出入口已建段，南接世茂地块下沉广场，通道长度 77m，下穿潘火路段采用顶管法施工，顶管段结构净宽 6.5m，结构净高 3.3m，埋深约 9m，覆土约 5.7m。总体方案设计如图 1 所示。

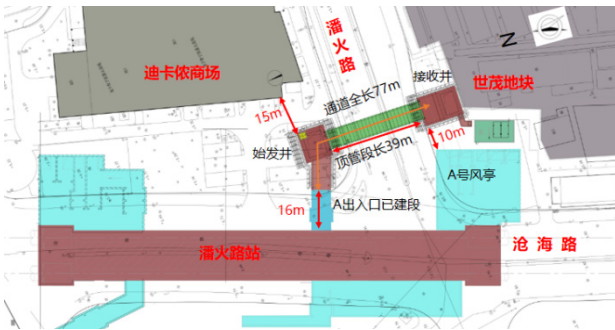


图 1 总体方案设计

顶管始发井、接收井及与既有通道连接段采用明挖法施工围护结构采用桩径  $\Phi 800@1000$  的钻孔桩 + 三轴水泥土搅拌桩止水帷幕，设三道内支撑，其中第一道支撑采用  $700 \times 800$  钢筋混凝土支撑，第二~三道支撑采用  $\Phi 609$  钢管支撑。基坑开挖施工由上向下依次进行，当开挖至设计深度时，及时架设支撑，不得超挖，直至设计基坑底部，然后进行结构底板施作，依次由下向上施作附属内部结构直至顶板及出地面结构完成，最后对结构回填覆土，恢复地面道路。

## 3 有限元模拟分析

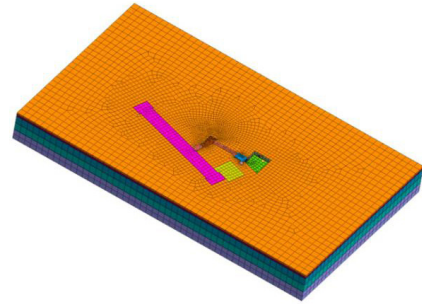
有限元影响分析采用地层—结构法进行计算，主要包含以下内容：

4 号线既有车站主体结构、附属结构风亭、附属结构出入口、附近世贸地块，地下通道连接工程始发井基坑及其围护、接收井基坑及其围护、顶管段、外部土体。模型的计算范围为  $500\text{m} \times 400\text{m} \times 50\text{m}$ 。本次建模单元数 110682 个，节点数 58257 个。

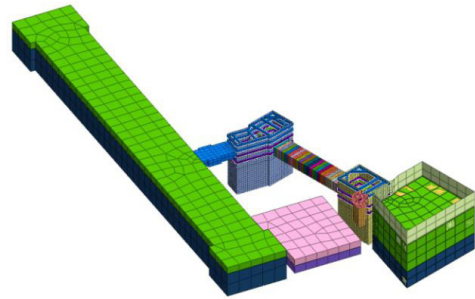
为研究各构件的荷载和变形效应，以便指导设计和评估影响，经综合考虑，各构件模拟情况如下：

区间结构、车站板、侧墙、围护墙等采用板单元模拟；梁、柱、支撑、桩基等采用梁单元模拟；土体模型采用三维块体单元模拟，本构模型采用摩尔库伦模型。有限元模型如图 2 所示。

进行初始地应力平衡后，逐层开挖基坑土层，并施作支护，本次计算主要考虑基坑开挖对既有运营车站的影响，提取施工过程中既有潘火路站结构变形最大结果如图 3 所示。

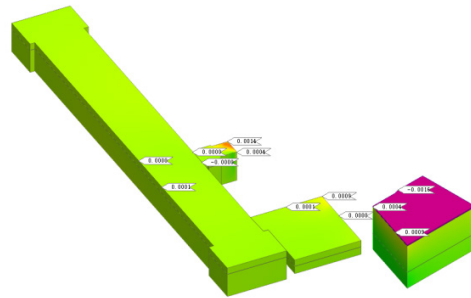


(a) 整体模型图

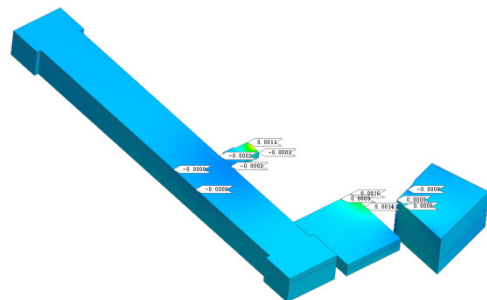


(b) 本工程与既有车站及结构图

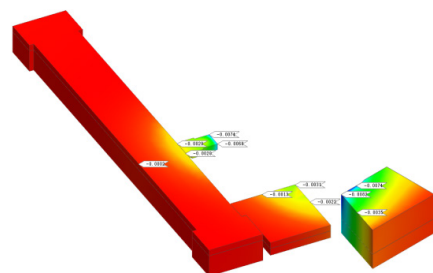
图 2 有限元模型



(a) 既有结构 X 向位移



(b) 既有结构 Y 向位移



(c) 既有结构 Z 向位移

图 3 有限元计算结果

## 4 结果分析

基坑开挖中,利用MIDAS软件对既有车站及附属的最大位移进行监测,结果如表1所示。

表1 既有结最大位移表

结构	位移	变形结果
既有车站主体	竖向位移	2.0
	水平位移	0.1
附属结构 A 风亭	竖向位移	3.1
	水平位移	0.9
附属结构 A 出入口	竖向位移	7.4
	水平位移	1.4

属根据以上计算,周围既有结构最大竖向位移为 $7.4\text{mm} \leq 10\text{mm}$ ,既有结构最大水平位移为 $1.4\text{mm} \leq 10\text{mm}$ 。均满足轨道交通结构保护要求。

## 5 结语

深基坑工程是十分复杂的,这些年来城市发展迅速,土地资源日益紧张,未来的发展趋势会逐渐从“横向”向“纵向”

发展,这也意味着深基坑与既有结构的矛盾会越来越突出。论文通过使用有限元软件MIDASGTS/NX对深基坑开挖和支护的模拟研究了深基坑施工对既有地下车站的变形影响,取得了一些成果:①随着基坑开挖,开挖深度越大,既有结构变形越大。②当基坑开挖到同一标高,既有结构距离基坑越近变形越大。③及时施作围护结构与支护体系可以有效控制周围既有结构的变形。

## 参考文献

- [1] 林志成.深基坑地下连续墙支护方案优化数值模拟分析[D].吉林:东北电力大学,2023.
- [2] 李建华.上部河道开挖对既有地铁隧道的扰动影响规律及控制研究[D].济南:山东建筑大学,2023.
- [3] 李青原.异型基坑L形转角区空间效应影响研究[D].济南:山东建筑大学,2023.
- [4] 王恺枫.圆形基坑挡墙受力变形的理论计算及其稳定性分析[D].兰州:兰州大学,2023.
- [5] 毛可.桩锚撑复合支护结构在基坑工程中的变形特性研究[D].兰州:兰州理工大学,2023.