

# 紧邻地铁项目建设对地铁安全影响分析

孙光月

中街（北京）开发建设有限公司

**摘要：**某新建项目位于地铁保护区内。该项目建设需首先将场地内存在的若干既有建筑拆除，再开挖新建项目的基坑，建造过程十分复杂。为确保地铁运行安全，采用数值模拟手段对建造过程进行模拟，得到了建造过程引起地铁变形的控制指标。通过信息化施工，证明变形指标符合地铁保护要求，保证了地铁运营安全。

**关键词：**基坑；拆除；地铁；安全性评估

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2023.03.086

随着我国城镇化日益提速，城市用地越来越紧张，出现了越来越多的城市更新项目，即首先将场地内的旧建筑拆除，再进行新建项目开发。当这类项目位于地铁附近时，项目建设会导致地铁周边的荷载等发生变化，

进而影响地铁运营安全。因此，准确的评估拆除、基坑开挖等建造过程对地铁线路安全的影响十分重要。

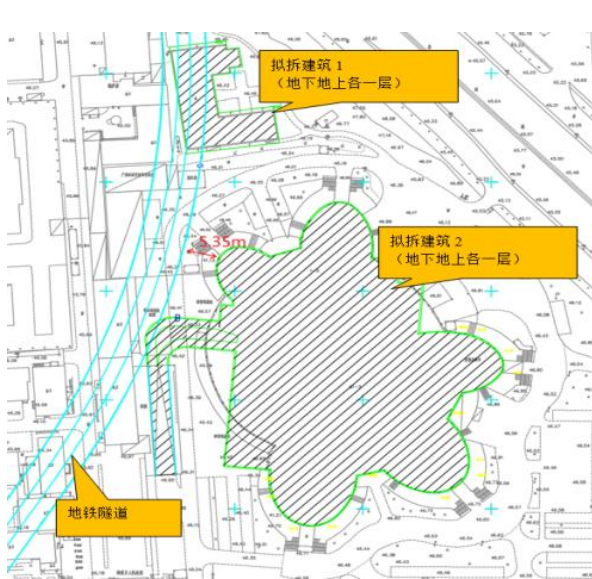
## 一、项目概况

### （一）项目周边环境

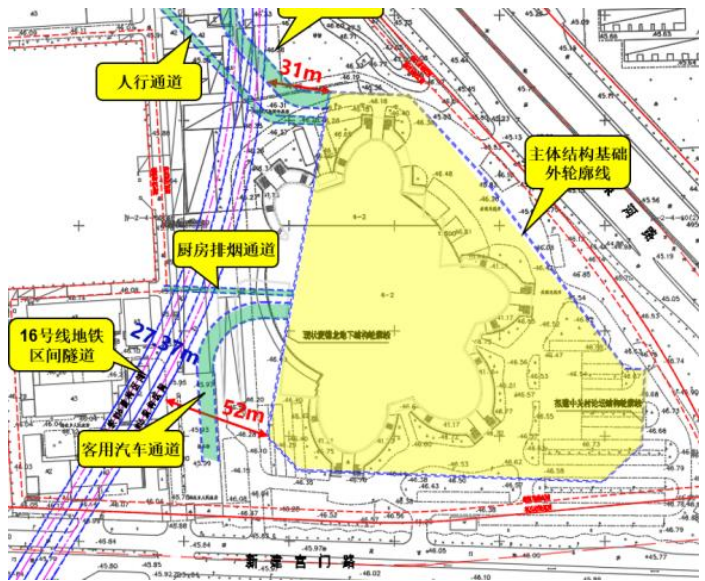
某新建项目位于北京市海淀区，为地下二层、地上一层结构，底板埋深10.95m。该项目西侧为既有地铁运营线路，地铁隧道埋深25m，距本项目最近水平距离约27.4米。场地内存在若干建筑需进行拆除，均为1~2层，部分旧建筑设1~2层地下室。场地条件如下图所示。

拆除完成后，再进行新建项目的基坑施工。基坑周长620m，深10.95m，采用地下连续墙+2道锚索支护。

### （二）地质条件



(a) 既有建筑情况



(b) 新建项目情况

图1 场地条件

本项目场地内表层为人工堆积的房渣土①层及粉质黏土素填土，以下为新近沉积的圆砾、卵石②层，再下为第四纪沉积层粉质黏土③层，粉土④层，粉质黏土⑤层，卵石⑥层，黏土⑦层，卵石⑧层。其中本项目基底位于粉质黏土③层内，地铁隧道位于卵石⑥层内。

地层内自上而下依次分布潜水、层间水和承压水，对本工程影响较大的为潜水层，水位位于地面以下4.0m。

## 二、项目建设对地铁影响安全评估

本项目建设包含2大部分，一是现状建筑的拆除，二是新建建筑基坑的开挖。以上施工作业均会造成地铁上方荷载的变化，进而对地铁安全运营产生影响。因此，现状建筑拆除、地下拆除维护对既有地铁线路结构的安全性影响是本项目的评估重点。通过收集、整理和分析各种地质、设计和现状调查、检测资料，运用数值分析、工程类比和专家评议等多种方法，预测施工引起

既有地铁区间结构的变形，在此基础上评价既有结构的安全性，判断区间结构是否满足运营要求。

### (一) 安全评估方法

本次计算选用FLAC3D软件，对现状建筑拆除、地下拆除维护项目采用地层结构模型模拟，分析其引起的既有地铁区间结构的变形，评估区间结构的安全性，并根据行车安全的要求，综合各种影响因素，提出本项目基坑开挖与建筑建造施工时，既有地铁区间结构的变形控制标准和施工方案。

### (二) 安全评估步骤

地铁安全评估步骤如下：

(1) 建立三维计算模型，模拟现状建筑拆除、新建基坑施工对既有地铁区间的影响，提供既有线路区间结构的变形分析结果。

(2) 根据计算结果，分析现状建筑拆除、基坑支护施工对既有地铁区间结构的安全性影响。

(3) 对既有地铁区间保护方案和现状建筑拆除、基坑支护步序、工艺等提出建议，给出现状建筑拆除、地下拆除维护阶段既有地铁区间结构变形控制指标。

### (三) 计算模型

在不影响结构类型及受力特点的前提下，综合考虑现状建筑与既有地铁结构的相对空间位置关系，对既有隧道结构进行了适当简化。数值分析采用FLAC3D软件建立计算模型，采用莫尔-库仑(M-C)准则进行计算。

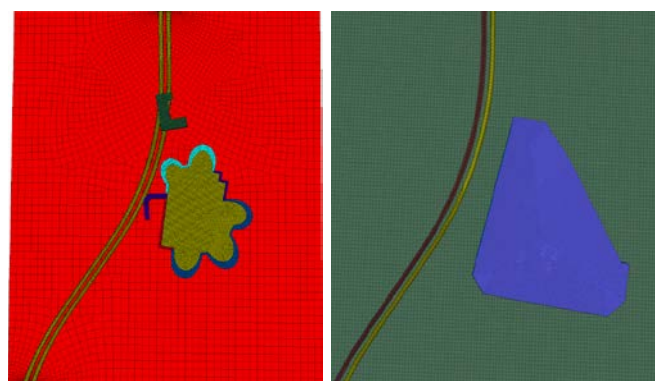
综合考虑边界效应选定模型尺寸为(长×宽×高)440m×490m×50m，并对强影响区的网格进行加密处理，地层等均采用三维实体单元进行模拟。

边界条件除顶面为自由边界，其他面均采取法向约束。土层采用摩尔-库仑模型，对于混凝土材料采用线弹性模型。

各地层参数按照地勘报告给出的数据选取如表1所示，三维模型如图2所示。

表1 地层计算参数表

编号	名称	内聚力 (kPa)	容重 (kg/m <sup>3</sup> )	弹性模量 (Mpa)	泊松比	内摩擦角 (°)
1	房渣土	0	1800.00	10.00	0.32	10.00
2	圆砾-卵石	0	2000.00	27.40	0.28	36.00
3	粉质黏土	31.00	1990.00	7.00	0.32	16.50
4	黏质粉土	22.00	2040.00	15.50	0.3	26.90
5	重粉质黏土	39.00	2000.00	8.90	0.32	12.10
6	卵石	0	2100.00	46.90	0.28	40.00
7	重粉质黏土	57.00	1930.00	10.70	0.32	12.70
8	卵石	0	2150.00	62.60	0.28	42.00
9	混凝土	/	2500.00	3.25×10 <sup>4</sup>	0.25	/



(a) 既有建筑拆除阶段 (b) 新建项目基坑阶段

图2 计算模型

### (四) 施工工序模拟

根据施工组织顺序，既有建筑拆除阶段共划分为四个步骤：

#### (1) 拆除地上结构

主要为拆除建筑1及建筑2地上一层装修及结构材

料，并将建筑垃圾外运。

#### (2) 降水

由于建筑2基底位于潜水层以下，为便于拆除地下结构施工，需先进行降水作业，共施工28口降水井，对该区域进行降水施工。

#### (3) 拆除地下结构

按照1: 0.5进行放坡开挖，露出建筑物1及2的地下结构外墙，进行拆除。

#### (4) 土方回填

建筑物1拆除完成后回填土方，建筑物2拆除后在西北侧回填土方，以保证后期地连墙施工。

为了尽量减小拆除对地铁的影响，施工过程按照分步分片施工的原则，细化为12个子步序，以尽量减少荷载变化对地铁的影响。

新建基坑阶段，施工工序划分为五步：

#### (1) 地连墙施工

施工基坑周围地下连续墙，并挖土至1.8m，完成冠梁施工。

(2) 第一道锚索施工

挖土至地面以下3.6m，施作第一道锚索。

(3) 第二道锚索施工

继续向下开挖基坑，开挖至第二道锚索下0.5m后，即地面以下8.6m，施作第二道锚索。

(4) 挖至基底

继续向下开挖基坑，开挖至基坑底，即挖土至10.95m。

(5) 抗浮桩施工

基底抗浮桩共设计2300余根，在设计标高施工全部抗拔桩。

(五) 计算结果

(1) 既有结构拆出阶段

按上述模型进行计算，既有结构拆除施工使得地铁隧道竖向变形最大值为0.97mm，方向向上，即表现为结构上浮。水平向变形最大值为0.98mm，位于靠近拆出施工的一侧。

(2) 新建建筑阶段

新建项目基坑开挖及抗拔桩施工阶段，地铁隧道的竖向变形最大值为1.30mm，为结构上浮；水平向变形最大值为1.63mm，方向为向基坑施工一侧。

由于施工步序严格按照分段、分片施工，荷载变化幅度较小，总体看无论是竖向位移还是水平位移，地铁隧道的变形均较小，地铁运营安全可以得到保证。

三、地铁保护建议

(1) 监测控制指标

综合考虑预测变形值和结构容许变形值的基础上，确定本项目运营隧道结构的变形控制指标如下表所示。

表2 地铁隧道变形控制指标

控制指标	预警值	报警值	控制值
竖向变形	1.4	1.6	2.0
水平变形	1.75	2.0	2.5
变形速率	0.5mm/天		

(2) 既有结构拆除施工

本次拆除工程，局部结构分布在地铁保护区范围内，对于邻近地铁的边坡和外墙等须考虑静力切割设备，避免拆除施工过程中的振动对运营地铁的影响。

(3) 施工过程中应避免在地铁侧进行堆载与放置大型机械，确保既有地铁结构的安全。

(4) 根据评估结果，本项目施工对地铁隧道竖向变形影响主要为上浮变形。因此施工期间应加强地下水分层水位观测。

四、结论

(1) 地铁保护区范围内进行新建项目施工，需进行安全性评估工作，以确保地铁运营安全。数值模拟是安全性评估的必要手段，通过影响范围分析、施工步序模拟等可以得到建造过程对地铁结构的影响。

(2) 拆除、基坑开挖施工引起的地铁隧道周边的荷载变化是地铁隧道结构发生变形的原因。通过细化施工步骤、分段分片施工，分层开挖土方等手段，尽量减少地铁附近荷载变化的幅度、范围，可以有效保护地铁安全。

(3) 信息化施工是保证地铁安全的必要手段。

参考文献

[1] 姚国鹏, 吴超. 临近地铁深基坑双排桩+支撑、锚杆支护设计[J]. 土工基础, 2023, (01): 14-17.

[2] 蔡宗洋. 深基坑工程临近既有地铁车站结构施工的影响分析[J]. 工程建设与设计, 2023, (02): 40-42.

[3] 武永康, 张磊, 熊梓彤, 张铨, 张铎, 谢忠. 深基坑开挖对周围土体与地铁隧道变形影响分析[J]. 建筑结构, 2022, (S2): 2304-2308.

[4] 孟鹏. 基坑开挖对临近地铁影响的数值模拟研究[J]. 低温建筑技术, 2022, (10): 80-84.

[5] 郑刚, 王若展, 程雪松, 雷亚伟, 李溪源, 周强. 多道锚杆基坑局部锚杆失效引发连续破坏的机理与控制[J]. 岩土工程学报: 1-10.

[6] 何文辉. 基坑应急加固支护的处理措施[J]. 四川建筑, 2022, (01): 187-189.

[7] 王海成, 王卫, 张龙. 某基坑工程局部失效分析及处理方案[J]. 土工基础, 2022, (01): 9-11+20.

[8] 焦莉莉, 郝勇. 深基坑临近既有地铁安全保护措施[J]. 科学技术创新, 2022, (01): 153-156.

[9] 刘阳, 张丽华. 基于Midas/GTS深基坑开挖对临近地铁安全影响分析[J]. 华北科技学院学报, 2021, (04): 74-79.

[10] 闫磊, 王敦显, 李乾坤, 王黛丝. 基坑施工对临近地铁出入口的影响分析[J]. 工程质量, 2021, (07): 87-90.

[11] 汤恺. 临近地铁隧道深基坑工程安全评估分析[J]. 工程技术研究, 2021, (07): 189-190.