

深基坑工程临近既有地铁车站结构施工影响分析

杨党超

中铁第一勘察设计院集团有限公司 陕西西安

【摘要】在工程建设中，开挖扰动、地层损失、固结沉陷等都会使地层发生位移和变形，从而使已有的地铁结构发生位变形。本文通过对临近地铁工程施工的安全影响的研究，根据地质水文条件，通过运用 MidasGTS 三维软件对其进行了计算分析，对其可能造成的危害进行了预测，提出了设计、施工方案以针对性的对施工中存在的危险进行预防。

【关键词】基坑；城市地铁交通；施工过程；结构设计

Analysis of the impact of deep foundation pit project near existing metro station structure construction

Dangchao Yang

China Railway First Survey and Design Institute Group Limited, Xi'an, Shaanxi

【Abstract】In the engineering construction, excavation disturbance, stratum loss, consolidation and subsidence will cause stratum displacement and deformation, so that the existing subway structure deformation. In this paper, through the study of the safety influence of the adjacent subway construction, according to the geological and hydrological conditions, through the use of MidasGTS three-dimensional software for calculation and analysis, the possible harm is predicted, and the design and construction scheme is put forward to prevent the danger in the construction.

【Keywords】Foundation pits; urban metro traffic; construction process; structural design

随着我国城市建设的迅速发展，地铁、地上建筑基础及地下商场等地下工程呈现出“大、紧、近、深”的特征。大量的工程项目和复杂的环境，使得项目建设的不确定性和对周边建筑空间的正常利用产生了影响。许多学者就上述问题做过大量的研究。根据地区的大量工程资料，通过对基坑开挖引起的临近地铁附近的附加变形进行了分析。基于已有的研究结果，建立对建筑周边基坑工程影响程度的评价体系。应用 PLAXIS3D 仿真软件对上海某基坑进行了全面的分析，结果表明：分段式开挖能有效地发挥基坑的空间和时间效应，并能有效地控制基坑的变形。利用 ABAQUS 软件分析了隧道内土与衬砌之间的相互作用，并对临近的地铁隧道进行了开挖。通过对临近地铁交通的影响分析，提出了 TRD 工法在环境敏感地区的应用。

1 深基坑工程临近既有地铁车站结构施工的重要性

由于临近已建的地铁交通基础工程，在进行基

坑开挖时，会产生围护结构的位移和周边环境的沉降，应充分重视周边环境复杂、围护工程工作量大、地质条件差等问题，科学的挖掘方法和支护结构，采用好现代先进技术，确保工程质量。对工程施工中的变形进行控制，要建立严格，科学的监控计划，做到动态评估和反馈。

2 分析紧邻既有建筑深基坑环境

在临近现有地铁附近的深基坑开挖时，周边环境比较复杂，对其进行了多项分析：

第一，要支持临近地区的深基坑，首先要对管线的数量、类型、规格、材料、形状、深度等进行全面的认识，若在临近现有地铁附近的深基坑支护中出现的问题，应及时处理，避免因管线失效而造成的严重后果。

第二，要对深基坑的支护结构有足够的了解。在工程建设中，若采用锚固、土钉等形式，将会产生大量的土钉锚固，从而影响工程的正常进行。

第三，围绕基坑的绿化。若在临近现有地铁附

近的深基坑内存在大量的草坪及绿地，则应引起有关部门的注意。由于在城市地区，一般都会对草坪进行灌溉，若土壤回填方和草坪的道路太短，则水分会渗透到土壤中，造成边坡的变形和破坏。

3 工程概况及水文地质条件

3.1 工程概况

某房地产项目 A1 区的基坑（后简称 A1），坐落在市区的中央，结构型式为框架式剪力墙结构，住宅楼为 21 层，为筏板基础；项目裙楼为三层，地基为天然地基。场地地势平坦，基坑开挖深度为 15.05~15.25 米，总体南北走向 205m，东西向 75m。A1 段基坑施工北端距地铁 2 号风亭 6.71 米，距 B 出口 16.02m。

3.2 工程水文地质概况

经调查发现，该区最大勘探深度为 55.0m，以杂填土、黄土、粉质粘土和沙质粘土为主。土体参数见表 1。

表 1 土体参数

土性	密度 kN/m ³	粘聚力 kPa	内摩擦角 O	压缩模量 MPa
杂填土	15.0*	0	0	0
黄土状粉土	19.0	11.0	21.4	8.1
粉质粘土①	19.3	20.7	18.5	7.9
粉质粘土②	19.4	18.9	16.5	12.2
粉质粘土③	19.5	30.7	15.2	13.1
粉质粘土④	19.5	27.7	15.2	13.6
粉质粘土⑤	19.6	27.4	16.2	13.3
中粗砂	*18	*0	*30	*20
粗砂	*20	*0	*35	*30

3.3 开挖及围护结构方案

在深 15.05 米至 15.25 米的基础上，共设置 3 个支护断面，在北边的隧道边为 3 根钢筋砼支撑，在东侧为桩锚支护，在南边和西边为土钉法。在靠近地铁交通一侧的基础上，采用了 15.05m 的垂直支撑系统，采用了钢管桩和桩桩，采用了 800mm 的桩身，间隔 1.2 米，桩身长度 24.0m；垂直设置 3 根钢筋砼桁架，1 根冠梁，2 根砼腰柱。

3.4 施工步序

临近隧道一侧的基坑开挖顺序为分层分层支撑，挖入地基，按次序施工，在建筑物强度满足后，

由下往上逐步拆掉支撑。

4 变形控制标准

现有地铁交通的安全运行控制指标与规范均以结构变形、建筑限界等因素为基础，而变形控制是其主要的控制指标。参照我国同类项目的施工实践，并结合《城市地铁交通工程监测技术规范》（GB50911-2013）及《城市地铁交通结构安全保护技术规范》（CJJ/T202-2013），并对其进行了理论计算与分析，现制定本工程变形控制指标及标准如表 2。

表 2 工程变形控制指标及标准

控制项目	累计值	报警值	变化速率
	mm	mm	mm/d
车站附属结构沉降	10.0	5.0	0.5
车站附属结构水平位移	10.0	5.0	0.5
车站附属结构差异沉降	4.0mm/10m	2.0mm/10m	0.5
附属侧墙水平差异位移	2.5mm/10m	1.25mm/10m	
出入口扶梯位移差	3	1.5	—
出入口人防门位移差	2	1	—

5 数值模拟计算与分析

5.1 计算模型

利用有限元软件对其进行了数值模拟，并对其进行了数值模拟。为了消除模型的边界影响，A1 地块的 X 轴为 X 轴，Y 轴为纵向，Z 轴为垂直 Z 轴。X 轴为 300 米，Y 轴为 350 米，Z 轴为 70 米。根据有关的图纸资料，模型的具体几何关系、空间位置等，本文暂不具体描述。未考虑地下水的影响；土体的变形采用了改进的摩尔库伦模型，而其它的混凝土结构则是线性的。模型的边界条件：模型上表面是自由的，没有任何限制；模型的四边仅有正向约束，其他方向是自由的。

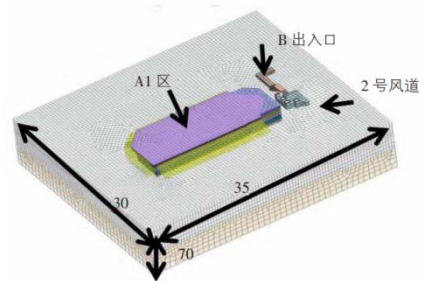


图 1 计算模型示意图

5.2 分析步骤设置

第一步，地应力均衡；

第二步,进行基坑支护和柱桩的建设;

第三步:第一层开挖,进行冠梁、第一道混凝土内撑、放坡段喷射混凝土;

第四步,挖掘二次土体,进行二次腰梁及内撑,放坡段注入混凝土+土钉,锚索段的冠梁+一次锚索;

第五步,开挖三段土体,进行第三段和内撑,放坡段注入混凝土+土钉,锚索段的第二段腰段+第二段锚索;

第六步:开挖四层土体,在放坡段喷入水泥+土钉,锚索段的第三段腰段+第三段锚索;

第七步,进行主体结构的底板、侧墙、中板的施工,并拆下三根支柱;

第八步,进行主体结构侧墙、中板的施工,拆除二次支架;

第九步,进行主体结构的边墙施工,拆除首个支架;第十步,进行顶板和回填。

6 计算结构分析

6.1 靠近地铁侧围护桩位移分析

当基坑开挖完毕时,地基的卸荷达到最大,在开挖期出现最大变形;在 X 向上,最大水平位移为 14.08mm,其位置为朝向基坑。在 Y 向的基础上,最大水平位移为 11.7mm,并直接位于基坑内部。第九个步骤:构造回填施工边墙,在拆掉一根后,边坡的变形最大;在 X 向上,最大水平位移为 14.16mm,其位置为朝向基坑。在 Y 向的基础上,最大水平位移为 12.07mm,并指向基坑内部。

6.2 地铁结构位移分析

在 A1 区,在基坑开挖过程中,由于地基的卸荷作用,在开挖过程中出现了最大的变形。B 方向的最大横向位移分别为 0.82 毫米、3.24 毫米和 0.48 毫米。第七步,在拆除三个支座的过程中,出现了一个最大的回筑期位移;B 方向的最大横向位移分别为 0.68 毫米、2.98 毫米和 0.43 毫米。当主体结构进入基坑底部时,在开挖到底部的时候,由于地基的卸荷,在开挖过程中出现了最大的变形;在 X 方向上,横向最大位移分别为 0.95 毫米、3.87 毫米和 0.49 毫米,在拆除三个支座的过程中,出现了最大水平位移,X 向水平位移 0.80 毫米,Y 向水平位移 3.59 毫米,Z 向垂直方向 0.46 毫米。。

6.3 地铁结构应力分析

在基坑开挖到底部时,由于地基的卸荷,在开

挖过程中会出现最大的应力;B 出口的最大应力为 5.438MPa,最小应力为-5.765MPa,在拆除三个支架后,出现了最大应力,最大应力为 5.438MPa,最小应力为-5.761MPa。施工期间 B 出口最大应力和最小应力的维修,按技术规范进行。

6.4 作业安全性分析

选择 B 出口和 B 出口底板位置的单位,计算出入口和出口的垂直位移;在基坑开挖阶段,当第三根支撑被拆除时,电梯间的沉降差为 0.13mm;所有的变形控制都达到 2 毫米。选择车站出入口的人防门位置,抽取人防门左侧的垂直位移,在基坑开挖到底部时,其差值为 0.077mm;在开挖过程中,基坑开挖后,开挖后的沉降差为 0.051mm;变形控制的要求都在 3 毫米以内,根据不同的防护目标,采取了不同级别的监测和测量方法,变形指数累计变形控制基本满足控制要求。

7 结论

①采用改进的摩尔库伦本构模型进行仿真,仿真结果与实测数据较为吻合,对实际工程具有一定的指导意义。

②选择邻近地铁侧基坑的支护桩+桁架支撑,通过仿真计算结果表明,有关的变形值都在控制范围之内,对类似区域的施工有一定的借鉴意义。

③该基坑与地铁车站附属设施的最小水平净间距为 6.71 米,处于 0.7 H 的区间,属于较强的影响区。基坑工程对位同站的辅助结构有一定的危险性。根据基坑开挖卸载后,周围地层的应力损失和应力再分配,使位同车站附属结构产生少量水平和竖向位移。

分析结果表明:在基坑开挖期,采用围护结构,三根钢筋混凝土桁架支撑的支护措施和主体结构的加固设计,能够满足既有地铁结构和运营安全。

参考文献

- [1] 汪小兵,贾坚.深基坑开挖对既有地铁隧道的影响分析及控制措施[J].城市轨道交通研究,2019(5):52-57.
- [2] 刘占民.基坑突发事件的应急处理对临近地铁隧道的影响[J].城市轨道交通研究,2019(11):77-81.
- [3] 王罡.基坑开挖施工对临近运营地铁隧道变形影响分析[J].施工技术,2019,45(20):86-90.
- [4] 戴鹏祥,孙华圣.基坑开挖卸荷对既有隧道变形影响的三

维有限元分析[J].施工技术, 2018, 45(5): 125-128.

- [5] 吴志坚.地铁新线车站穿越既有车站地铁结构安全影响分析[J].铁道勘察, 2019, 38(6): 68-73

收稿日期: 2022年10月12日

出刊日期: 2022年11月16日

引用本文: 杨党超, 深基坑工程临近既有地铁车站结构施工影响分析[J]. 工程学研究, 2022, 1(5): 35-38

DOI: 10.12208/j.jer.20220159

检索信息: RCCSE 权威核心学术期刊数据库、中国知网 (CNKI Scholar)、万方数据 (WANFANG DATA)、Google Scholar 等数据库收录期刊

版权声明: ©2022 作者与开放获取期刊研究中心 (OAJRC) 所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS