

# 软土地区双侧深基坑施工对邻近地铁车站及盾构隧道变形影响的分析

林轶凡

武汉市市政建设集团有限公司隧道工程公司, 湖北 武汉 430000

**[摘要]**随着城市建设的快速发展,软土地区双侧深基坑施工日益增多。本篇文章重点研究软土地区双侧深基坑施工对邻近地铁车站及盾构隧道变形的影响,通过理论分析,并结合邻近地铁车站及盾构隧道的结构特点与变形控制标准,探讨针对性的变形控制措施,为类似工程提供了重要的参考和借鉴,保障地铁的安全运营和城市地下空间开发的可持续发展。

**[关键词]**软土地区;双侧深基坑;地铁车站;盾构隧道;变形影响

DOI: 10.33142/aem.v6i9.13870

中图分类号: U231

文献标识码: A

## Analysis of the Impact of Double sided Deep Excavation Construction in Soft Soil Areas on the Deformation of Adjacent Subway Stations and Shield Tunnels

LIN Yifan

Tunnel Engineering Company of Wuhan Municipal Construction Group Co., Ltd., Wuhan, Hubei, 430000, China

**Abstract:** With the rapid development of urban construction, the construction of deep foundation pits on both sides in soft soil areas is increasing day by day. This article focuses on the impact of bilateral deep foundation pit construction in soft soil areas on the deformation of adjacent subway stations and shield tunnels. Through theoretical analysis and combined with the structural characteristics and deformation control standards of adjacent subway stations and shield tunnels, targeted deformation control measures are explored, providing important reference and inspiration for similar projects, ensuring the safe operation of subways and the sustainable development of urban underground space development.

**Keywords:** soft soil areas; bilateral deep foundation pit; subway station; shield tunnel; deformation impact

### 引言

随着城市化进程的加速,城市地下空间的开发利用愈发重要。在软土地区实施双侧深基坑施工作业时,由于软土工程性质特殊,再加上基坑施工引起的土体应力重分布,极易对邻近的地铁车站及盾构隧道产生变形影响。因此,地铁作为城市交通的重要命脉,其安全运营至关重要,通过研究软土地区双侧深基坑施工对邻近地铁结构的变形影响具有重要的现实意义。

### 1 软土地区工程特性与双侧深基坑施工特点

#### 1.1 软土地区工程特性

软土有着更高的压缩性,承载和剪切强度不够高。该类黏性土呈现出软塑或者流塑的状态。从工程角度来讲,可以将软土进一步细分,一般包括软黏性土、淤泥质土、淤泥、泥炭质土和泥炭等,并且有着较大的天然孔隙比,总体固结系数并不大,在固结时需要更长的时间。软土的灵敏度比较高,缺乏良好的透水性,容易受到扰动,土层的层状分布比较复杂<sup>[1]</sup>。

#### 1.2 双侧深基坑施工步骤

在开展双侧深基坑施工作业之前,需要对设计工作的实施展开详细研究。通过全方位做好地质环境调查,认真分析当前的施工条件,对选择的施工方案合理性做出客观合理的评估。参考工程设计要求,在土方开挖过程中,一

般可以采用机械开挖的方式来进行,其中需要用到铲斗挖掘机等设备。在开挖期间,还需要保障斜坡的稳定性,确保整个施工环节安全可靠。

基坑支护属于双侧深基坑施工作业中的关键步骤。土钉墙、拱形支撑和桩墙等属于常见的基坑支撑形式,通过分析土壤的基本特性,结合承载力方面的要求,综合考虑周围环境条件,做出合适的支护决策。在排水作业期间,需要用到管道、水泵等设备,确保水分的排除及时。随着地下连续墙施工工作的开展,若双侧深基坑对稳定性有着更高的需求时,可以运用静力压桩法、连续墙钻孔灌注桩法等常见的连续墙施工工艺。在上述操作完成之后,还需要组织开展顶梁、地板等施工作业,确保整体结构稳定,有效保障结构的安全性,同步做好环境处理工作,例如回填土方、道路修复等。

### 2 双侧深基坑开挖变形机理和主要原因

通过对基坑变形的分类,主要包括三种,即支护结构变形、坑底隆起和基坑周围地层移动。在双侧深基坑工程变形控制设计中,首要考虑的是基坑周围的地层移动问题,需要掌握地层的移动机理,明确支护结构变形以及坑底隆起产生的机理。随着开挖作业地开展,当出现卸荷的情况时,很容易出现坑底土体位移的情况,一般会朝着上方转移。与此同时,基于两侧的压力差作用,围护墙也会产生水平位移

的现象,因此会造成基坑周围的地层产生移动。所以,坑底土体隆起和围护墙的位移是造成周围地层移动的主要原因。

### 3 邻近地铁车站及盾构隧道的结构特点与变形控制标准

#### 3.1 结构类型及其特点

##### 3.1.1 挖掘法隧道

在人力操作或者机械手段的作用下,从地面开始朝着上下两个方向,在中间位置掏出,然后再实施挖削,逐步完成隧道挖掘工作。在软土和岩石等地层区域中,若施工条件良好,则适用于挖掘法隧道。例如京沪高速公路、改建后的京津高速公路等。

##### 3.1.2 盾构法隧道

在起点和终点两个位置,运用巨型圆盾安装隧道的外壳钢筋混凝土管片,使其到达原有的位置。在排除泥土或者杂质时,使其能够处于隧道的外围区域。在机器不断推进的过程中,使其能够逐步地向前挖掘,从而形成隧道。在软质泥土中,该种隧道具有良好的适用性。比如,深圳地铁<sup>[2]</sup>。

#### 3.2 变形控制标准

随着地铁施工工作的开展,对于地铁变形控制标准的设计涵盖多方面的控制要求,例如新旧隧道、地面建筑物、地下结构、周围环境变形等等。为确保地铁工程的顺利推进,维护周边环境的安全性,需要设计完善的变形控制标准。

以隧道变形为例,在建立新型隧道的过程中,通过加强对施工变形的控制,使其处于合适的范围之内。在一般情况下,隧道的镜像变形控制标准为 $\pm 10\text{mm}$ ,纵向变形控制标准为 $\pm 5\text{mm}$ 。在穿越既有隧道的过程中,若施工距离比较近,应确保隧道变形控制标准的严格性,其目的在于保障隧道能够正常投入使用。

为有效控制地下结构变形问题,随着地铁施工工作的开展,需要明确合适的设计范围,加大对地下结构变形的控制力度,维护地下结构的稳定性与安全性。在地下结构变形控制标准中,包含的变形性质主要有地下连续墙、地道以及装机等结构。

对于地面建筑物而言,一般会受到地铁施工作业的影响,需要将该类影响因素控制在一定的范围之内,确保建筑物持续处于安全的使用范畴之内。建筑物的倾斜、裂缝、沉降等方面的限制,均可作为重点考虑内容,将其纳入地面建筑物变形控制标准中。

随着地铁施工作业的持续开展,对于周围环境产生的变化需要引起密切关注,例如绿化、道路、地下管线等变形问题。结合实际情况,严格按照相关规范要求确定合适的周围环境变形控制标准。

为有效保障地铁施工安全,需要将施工工艺规范性作为安全控制标准中的重点内容,尽可能地降低事故的发生概率。同时,还需要加大对施工现场的管理力度,完善对监测系统的建立。随着变形监测工作的开展,在变形监测

系统的支持下,针对多个方面的变形做好实时监测,如地下结构、隧道、地面建筑物、周围环境等等,从而提高施工安全系数。

#### 3.3 构造变形对地铁隧道稳定性的影响

地面沉降。在地铁建造作业逐步推进的过程中,通常需要涉及挖掘工作,从而导致地下结构产生改变,容易引起地面沉降问题,所以不利于保障隧道的水平稳定性和垂直稳定性,此时的隧道变形逐渐加大,产生了更大的纵向位移情况,不利于保障地铁列车在运行时的安全性。

地震影响。随着地震问题的出现,容易导致地质构造产生巨大的变形。当地下结构遭到破坏或者存在严重的位移现象,地铁隧道一般建设在地下区域当中,所以会遭到剧烈的地震冲击。在地震的持续震动作用下,会直接影响隧道结构的稳定性,有可能引发隧道倒塌问题,形成人员伤亡或者财产损失。

地表隆起。在产生构造活动时,出现的地表升高现象,称之为地表隆起。若地铁隧道建立在容易出现地表隆起的位置,不仅会影响地铁隧道的稳定性,还会在地表隆起发生频率逐渐增加的基础上,降低隧道的覆土压力,从而引发结构变形、位移等问题,对地铁的安全运行造成了严重威胁<sup>[3]</sup>。

#### 3.4 变形控制标准与限值

地铁车站的竖向位移最大值一般保持在几毫米到十几毫米之间。以某地铁工程为例,车站中的竖向位移最大值为 $6.8\text{mm}$ ,且水平位移最大值为 $7.6\text{mm}$ 。另外,盾构隧道的水平位移最大值可能仅有几毫米。如,某盾构隧道X向水平位移最大值为 $4.7\text{mm}$ 。其中,沉降最大值通常需要控制在几毫米以内。如,某盾构隧道沉降最大值为 $3.8\text{mm}$ 。

### 4 变形控制措施与建议

#### 4.1 确定施工工序

将科学设计要求作为参考依据,随着双侧深基坑施工工作的开展,若处于软土地区,需要对工程所处地质条件进行综合考虑,在不同的土层之间,还需要对土壤性质之间的差异进行分析,明确工程的具体目标设计。

在正式开展施工作业时,为保障施工过程设计合理,需要在明确不同土壤条件的基础上,对土壤之间产生的相互作用和机理予以明确。尽可能地缩减实际的开发长度,避免总体挖掘深度过大。

在后一阶段开挖施工作业开展期间,需要尽可能地缩减对土壤的扰动范围,加大对深基坑施工变形问题的控制力度。为避免土壤扰动支撑时间过长,需要遵循时间效应原理,一旦遭到干扰,需要对土壤的剪切强度进行修改,最大程度减少损失,有效控制基坑变形问题。

#### 4.2 围护方案

在软土地区临近地铁深基坑施工作业建设过程中,为实现安全性、稳定性等基本目标,需要从基坑的内部着手,分析实际所产生的空间效应,详细分析双侧深基坑施工作

业的工期分工情况,指导施工建设作业有序展开。在内部位置,需要提前将基坑进一步划分,主要有两个区域组成,可以将其命名为一区块和二区块。

沿着盾隧道的边缘部分,随着施工作业逐步开展,确保基坑的长边能够不超过 100m。部分围护结构靠近地铁隧道,可以采用连续墙施工的方式。在围护结构的外侧区域,需要将隔离桩设置完善。与此同时,还需要对深基坑外部的主动区域进行加固,且基坑内部的被动区域也属于需要加固的范畴。在其他三侧围护结构的处理过程中,为有效处理挡土问题,可以运用钻孔灌注桩。

在一区块当中,所设置的混凝土支撑至少有三道。第二道钢筋混凝土支撑的下方位置,属于实施开发工作的关键区域,确保预留的反压土能够与分块施工需求相对应。在第二个区块中,黏土支撑作用于第一道和第二道施工范畴,在第三道和第四道施工区域支撑时,可以采用内力钢,发挥其调节作用。

### 4.3 做好排水消除隐患

在双侧深基坑开挖过程中,为避免基坑外层产生变形问题,考虑到地下水方面的影响,在处理地下水的过程中,可以采用隔离方法,有效降低水位。例如在软土地区双侧深基坑施工作业中,可能产生的地下水损害,主要是以坑壁的侧流砂为主,造成该现象的原因在于缺乏有效的节水措施。基于水动力压力的作用,通过对地下水位的不断降低,加强对坑壁的保护,减少水土损失。

### 4.4 地铁保护措施

#### 4.4.1 强化垫层

在底板开挖作业完成后,确保土方后传力的及时性。随着软土地区双侧深基坑施工作业的开展,在临近地铁结构侧部位的范围之内,需要对所运用的垫层进行强化。采用规格为 200mm 的钢筋网片,适当增加其厚度到 300mm 左右即可,采用强度为 C25 的混凝土,维持地铁的正常运转状态<sup>[4]</sup>。

#### 4.4.2 支撑换撑以及拆除

在一般情况下,盾构隧道处于软土地区双侧深基坑施工的第一区块当中,在拆除三道和第四道支撑时,容易对围护结构的应力造成影响。因此,在第一区块中,沿着盾构隧道的一侧部位,可以通过设置斜向换撑,将其中的一端作为底板位置的支撑,在第四道钢筋混凝土的位置上,需要设置另一端的支撑。当第二区块底板施工作业完成之后,要保留原本第四道钢的支撑。

通过对第一区块中斜向换撑强度的检测,在达到预期要求的情况下,或者在块当中保留第四道钢支撑的,可以将第三道支撑拆除。在盾构隧道的中间位置,主要有第四道钢支撑和斜向换撑,所以还需要将其进行保留。对于斜向换撑的设置,需要从盾构隧道和围护结构着手,加强对

水平位移的有效控制,提高拆除作业的安全性。在双侧深基坑围护结构中,随着地下连续墙施工作业的开展,需要将二强合一,地下室的外墙以围护结构为主。随着 H 型钢的保留,可以避免地下室施工作业难度较大。

#### 4.4.3 隔离桩以及加固措施

在第一区块中,沿着盾构隧道的一侧的长度通常会超过 60m,基坑整体面积相对较大,可以采取双排围护结构的形式。在地下连续墙的位置,随着大直径钻孔灌注桩的加设,能够加强对围护结构变形的控制,使其具有足够的刚度。被动区域加固措施设置在坑内,在这一侧的钢筋混凝土支撑顶面范围之内,需要确保对应的钢筋混凝土板设置完善,减少围护结构侧向位移问题的发生,最大程度增强支撑的刚度。

### 4.5 相邻过程互不干扰,实现信息化施工

为减少相邻施工的干扰,避免双侧深基坑施工作业的开展出现附近地面过载的现象,需要保障施工工序安排的合理性,加强对施工机械和材料的科学控制,尽可能地减少表面负荷,降低变形、坍塌等风险发生概率。针对不同的施工阶段,用信息化作业的形式,在加强监测的同时,对可能出现的施工质量问题,采取有针对性的处理对策。当地表发生沉降或者出现结构位移的现象时,若能够提前监测,则可以及时有效地对变形问题加以控制。

### 5 结束语

软土地区双侧深基坑施工对邻近地铁车站及盾构隧道的变形影响显著且复杂,通过明确施工过程中的变形规律和主要影响因素,提出可行、有效的变形控制措施,有利于加强对软土地区基坑施工与地铁的保护。通过加强监测,提高监测精度,全面分析相关数据标准,实现对变形影响的精准控制,确保风险防范的有效性,保障城市建设与地铁运营的协调发展,创造安全、便捷和舒适的城市生活环境。

#### [参考文献]

- [1]吕高乐,易领兵,杜明芳,等.软土地区双侧深基坑施工对邻近地铁车站及盾构隧道变形影响的分析[J].地质力学学报,2022(5):10-11.
- [2]刘传林.软土地区双侧深基坑开挖对中间地铁隧道变形影响[J].桂林理工大学学报,2023(4):631-638.
- [3]冯婷.软土地区两侧深基坑对称开挖引起的地铁隧道竖向变形研究[D].安徽:安徽理工大学,2024.
- [4]邹文豪.软土地区深基坑预应力钢筋混凝土支撑对邻近地铁隧道变形影响分析[J].地基处理,2023(2):152-158.

作者简介:林轶凡(1994.2—),男,毕业院校:辽宁大学,专业:测控技术与仪器,当前就职单位:武汉市市政建设集团有限公司隧道工程公司,职务:施工员,职称:助理工程师。