

## 不良地质对地铁盾构施工的影响分析

雷宏军

南京市城市建设(控股)有限公司, 江苏 南京 210003

**[摘要]**随着我国建筑行业的不断发展以及国家对建设项目重视程度的提升, 施工技术、施工方法都得到了革新。在地铁施工中, 盾构法是较为常见的施工方法。为了能够促进盾构施工的质量、效率, 有必要对地铁盾构施工展开研究。结合我国地铁建设的实际情况不难发现, 盾构施工的复杂程度以及困难程度会受到地质环境的影响。越是复杂的地质条件, 那么盾构施工的困难程度也就越高。本篇文章将以地铁盾构施工作为研究对象, 分析不良地质对地铁盾构施工的影响, 目的在于促进我国地铁建设项目的施工水平, 为施工的可靠性、安全性提供保障。

**[关键词]**不良地质; 地铁施工; 盾构施工; 影响; 建筑行业

DOI: 10.33142/aem.v4i12.7526

中图分类号: U455.43

文献标识码: A

### Analysis of Influence of Unfavorable Geology on Metro Shield Construction

LEI Hongjun

Nanjing Urban Construction (Holding) Co., Ltd., Nanjing, Jiangsu, 210003, China

**Abstract:** With the continuous development of China's construction industry and the improvement of the national attention to construction projects, construction technology and construction methods have been innovated. In subway construction, shield method is a common construction method. In order to promote the quality and efficiency of shield construction, it is necessary to carry out research on metro shield construction. Combined with the actual situation of subway construction in China, it is not difficult to find that the complexity and difficulty of shield construction will be affected by the geological environment. The more complex the geological conditions are, the more difficult the shield construction will be. This article will take the subway shield construction as the research object, analyze the impact of adverse geology on the subway shield construction, with the purpose of promoting the construction level of China's subway construction projects, and providing guarantee for the reliability and safety of construction.

**Keywords:** adverse geology; metro construction; shield construction; influence; construction industry

### 引言

社会在近近年来得到了快速的发展, 而与此同时也对公共交通体系的建设提出了更高的要求<sup>[1]</sup>。为了能够缓解城市交通的压力, 国家开展了众多地铁建设项目工程, 力求打造多元化、基础设施齐备的现代公共交通体系。在城市轨道交通建设中, 施工技术的可靠性会在很大程度上决定建筑工程的质量。地铁施工存在着困难程度高、投资成本大以及工期较长等特点, 而在建设过程中的诸多不稳定因素都有可能带来风险事故的发生, 带来人员伤亡或者财产损失。此外, 地下往往还铺设着大量地面建筑的建筑基础、管线设备, 这就使得地铁施工的难度等级获得了进一步的提升。近些年来, 我国学者对地铁施工加大了研究力度, 并且将不良地质所带来的负面影响列为了研究重点<sup>[2]</sup>。通过对不良地质进行分析, 明确地质对施工所造成的影响, 能够更好地对施工技术加以改进, 为工程建设提供参考。因此, 本文将对不良地质为地铁盾构施工带来的影响展开进一步分析。

### 1 相关概念

#### 1.1 地铁盾构施工的概念

在二十世纪末, 我国引入了盾构机, 并且将其利用于

南方的隧道工程建设中, 取得了良好的应用效果。现如今, 随着我国建筑技术的不断发展, 盾构施工逐步得到了广泛的应用。地铁盾构施工指的是在地铁工程项目中利用盾构机实现施工的一种施工方法。盾构机是采用了最新技术所研发而成的隧道挖掘机, 其能够在一定程度上规避开挖面坍塌的风险, 保证开挖面的稳定性, 具有较大的优越性<sup>[3]</sup>。由于盾构机的自动化程度较高, 无需进行太多的人工干预, 且在挖掘速度上、挖掘质量上较高, 所以成为了地铁工程项目中普遍应用的技术。

#### 1.2 地铁盾构施工的工作原理

地铁盾构施工的自动化程度相对较高, 其能够节省施工企业的人力资源成本, 并且大幅度提升施工的效率, 难以受到气候变化的干预。同时, 盾构机的应用还能够达成对地面沉降的控制, 避免施工对周边建筑物构成太大影响。地铁盾构施工的基本工作原理为: 通过圆柱形钢组件沿着隧道轴线向前推动, 并且对沿线土壤实行挖掘工作。由于我国的国土较为广阔, 所以地质环境也呈现出不同的特点, 部分不良地质在施工过程中可能会引起不同的自然灾害, 诸如泥石流、滑坡等, 从而使得建设场地失去稳定性, 影响安全

施工。因此,应当展开对地铁盾构施工的进一步分析。

### 1.3 地铁盾构施工的主要影响因素

地铁盾构施工的主要影响因素可以被归纳为两个方面,分别是安全施工管理的不足、不良地质对地铁盾构施工的安全影响分析还不够充分。前者主要指的是在施工准备阶段,未能够依据于安全施工的需要展开相应的规划、设计,这主要是由于施工企业未能够意识到安全施工的重要性所导致。此外,在开展项目建设的过程中,某些阶段会存在固有风险,而且这些风险相互之间有关联性,若是在前期阶段未能够对这部分风险进行规避,那么就有可能导致风险事故的发生。大量的安全事故表明,我国地铁盾构施工在开展过程中还有一些问题需要得到解决。

## 2 不良地质对地铁盾构施工的影响及其安全管理策略

### 2.1 砂卵石地质对地铁盾构施工造成的影响及其安全管理策略

在开展地铁施工时,卵石土可能会对施工构成一定的影响。从广义的角度上对卵石土进行理解,其是一种土石混合物。若是地铁盾构施工在这种地质上开展,那么砂卵石含量可能会使得盾构机的作业难以开展,主要表现为环境条件较差、地面沉降问题严重等。在这种情况下,盾构机可能会偏离预期的行进路线,无法完成作业。若是砂卵石含量较高的地层具有较高的完整性,那么在这种情况下利用盾构法进行施工,在挖掘后,土体可能会形成空洞,进而导致地表沉降问题的出现;若是砂卵石含量较高的地层破碎、松散问题较为严重,再加上孔隙率的增加,那么土体在这种情况下可能会由于开挖而导致孔隙率进一步扩大,施工企业就难以实现对土仓压力的控制。

以北京某地铁项目为例,施工企业在作业时就发现了砂卵石地质,而这一地质的存在就对施工造成了影响。盾构机在经过砂卵石地层时,施工企业利用了加泥的手段达成对切削土地流动性的调整,但这种手段未能够取得理想的效果,施工进度仍旧出现了一定的停滞。同时,砂卵石地质还会使得盾构出现堵塞,使得挖掘的效率大幅度下降,施工企业也为此付出了较多的施工成本,不利于其利润空间的上升。根据施工企业的实际建设情况,提出相应的安全管理策略。首先,施工企业应当在开展施工之前对施工区域的地质展开全方位、专业化的地质检测,并且将检测结果整理成相应的报告,以供决策,尽量减少在施工过程中遭遇卵石层地质的可能性。如若实在无法避免,那么施工企业就应当制定好前期规划,根据砂卵石层的分布、特点,提前安排好相应的处理措施。施工企业还应当将地质测评资料交付给一线工作人员,由施工人员实现对建设区域地质情况的了解,从而让施工环境被施工团队深刻铭记在心中,以便实现对施工问题的解决,减少不良地质对地铁盾构施工的影响。

### 2.2 软土层对地铁盾构施工造成的影响及其安全管理策略

软土层也是地铁盾构施工过程中较为常见的地质,其存在含水量高、孔隙大以及透水性差等多种特征。软土层的固有特征为地铁盾构施工造成了一定的阻碍,所以在勘察过程中发现这一地质时,会将其视作不良地质来进行处理。由于软土层的性质较软,所以在这种地质条件下利用盾构机,可能会导致土体发生变形,进而导致地表沉降问题的出现。一般而言,地表沉降问题可以划分为以下五个阶段:首先,在盾构机进入作业区域之前,超孔隙水压力的产生和有效压力的降低会使得土地的应力状态出现变化,地表不会出现沉降,反而会略微抬升;随后,当盾构机到达作业区域之后,开挖面的平衡土压力就会出现变化;盾构机通过后,摩擦剪切力出现变化;再然后,盾构机在通过特定区域,离开盾尾之后,那么结汇出现建设差距,而建设差距可能会导致地表沉降问题;最后,盾构机在挖掘过程中会扰动地表,使得土地发生不同程度的固结。盾构机的施工时间越长、扰动越打,那么固结也就会越打。在这种情况下,若是沉降、倒塌问题发生,那么将会为地铁盾构带来巨大的损失。在对我国相关案例进行搜集、整理后,不难发现许多地铁工程项目在实践过程中都是在软土层地质之下所完成的。

以宁波市为例,宁波市是我国较为知名的软土层地区,其软土层的分布范围十分广泛,且平均厚度达到了十米以上。宁波市的软土层不仅压缩性高,而且透水性也相对较低。宁波市某地铁工程项目采用了盾构法实现施工,并且在施工中穿越了粉土、粉砂等典型软土层。在该项目中,施工企业所面临的地质条件十分恶劣,为施工带来了很大的阻碍,而这就需要对盾构施工加以精心设计,以并且引入全新的施工设备、施工工艺,以保障地基的稳定性和可靠性。软土层地质较为特殊,施工企业在工作中常常需要采取特定的加固措施来实现对安全施工的保障。一般情况下,加固措施可以被分为地表加固以及隧道加固两种。前者多是采用高压喷射灌浆的形式完成;后者则多是采用注浆加固的方式完成。结合宁波市地铁工程项目的实际情况来看,其根据开凿路线可以划分为闹市区的加固方法、非闹市区的加固方法两种。在穿越繁华的闹市区时,施工企业采用了冻结法达成隧道的内部加固。虽然冻结法的成本相对较高,而且工期更长,但是却无需进行交通管制,有利于城市交通体系的正常运行,所以采用了这一技术。通过对宁波市地铁工程项目进行分析,能够为我国施工企业替工参考,从而应对不良地质所带来的负面影响。通过上述内容可以知晓,在面对软土层地质时,可以采用冻结法实现对地基的加固,这一技术不仅能够满足挖掘的需求,而且还相对成熟,导致安全事故的可能性较小。施工企业若是想要降低软土层地质的不良影响,那么就应当在施工

开始之前对地质展开详细的分析,若是在分析过程中发现建设区域存在软土层,那么就应当及时制定处理方案。同时,施工企业还应当实现对技术人员的培训,确保技术人员面对软土层问题能够采取相应的处理。在培训过程中,不仅要关注施工人员的理论知识储备,而且还要关注施工人员的实践技能。管理人员也应当积极参与专业培训,凭借自身的管理技能、专业技能达成对施工现场的有效把控。施工企业在开展地铁盾构施工时,还应当对施工参数加以优化,降低施工对地层造成的扰动。例如,时间对出土量、注浆压力以及土仓压力的控制。此外,施工企业还应当关注监管体系的构建。完善的监管体系能够进一步为施工的有效性、可靠性以及安全性提供保障。监管体系的重点应当放在施工进度、施工质量以及是否严格按照图纸展开施工等几个方面,确保施工人员能够严格按照施工标准展开作业。文明施工也是施工企业需要重视的内容,在施工过程里,要注意废料的堆积、现场的清理等工作,减少对周边环境的影响。

### 2.3 第四系砂土层富水对地铁盾构施工造成的影响及其安全管理策略

施工企业在开展地铁盾构施工时,还可能遇见第四系砂土层富水的地质。在这种地质之下,孔隙率大、涌水涌砂的产生是其较为常见的特点。若是在实践过程中遭遇这一地质,那么施工企业就应当及时展开相应的处理措施。孔隙水压力的地下水往往会使得岩体难以发挥出原本的力学性能,进而对地铁盾构施工造成影响。同时,第四系砂土层往往会存在于富水较多的环境下,涌水涌砂的原因也十分多样化。在开展地铁盾构施工之后,原本地层内部应力系统的平衡状态可能会被破坏殆尽。一般情况下,项目初期不会遇到涌砂、涌水的现象,可若一旦出水,那么砂粒就会在底层内出现流动,进而导致涌砂。为了避免这种现象,施工企业应当加强对地质的关注,并且采取相应的措施,而工程初支就是一个较好的途径。工程初支能够实现对外水情况的控制,将不良地质所带来的效果降到最低。以青岛地区的地质构造作为案例,展开分析。

青岛地区位于我国的东部,属于林海地区,而青岛地铁工程项目在建设期间就遭遇了这一地质。在途径第四系砂土涌水地质时,施工企业所采用的盾构施工方法遭遇了技术上的难题,主要体现在溃砂现象的发生。溃砂现象使

得涌水、涌砂现象十分严重,且该路段正处于车流量大、交通拥堵的繁华路段,所以还需要考虑如何减少对地面交通的影响。施工企业为了避免地表出现塌陷或者裂缝,采取了预注浆治理的手段。然而即使采用了这种手段,施工企业也未能够很好地实现对地质问题的处理,这是由于该路段的涌水段流量庞大,较容易导致跑浆问题的出现。由此可见,第四系砂土涌水地质会对地铁盾构施工造成较大的影响。根据青岛地铁工程项目的实际情况,提出安全管理策略。青岛地铁工程项目采用了注浆工艺实现地质问题的改善。具体而言,应当落实好以下几个环节的内容:首先,施工企业应当对围岩的特性展开调查、分析,并且在采取注浆技术之前,将注浆目的、注浆部位等信息进行明确;其次,施工企业还应当在整个注浆过程中倡导文明施工,并且在施工过程中设置专门的护栏,减少沉降的影响;最后,施工企业还应当严格确认盾构机的管片质量,保证其质量合乎标准,减少对工期的影响。

### 3 结束语

铁盾盾构技术在我国建筑领域得到了广泛的应用与发展,然而不良地质会对这一技术的应用产生负面影响。本文首先对相关概念进行了论述,包括地铁盾构施工的概念、工作原理以及主要影响因素。随后,又针对不同不良地质所构成的影响进行了分析,并且提出了相应的安全管理策略,所涉及到的不良地质主要包括砂卵石地质、软土层以及第四系砂土层富水等。通过研究,得知我国的地铁盾构施工技术还存在一定的上升空间。因此,我国施工企业应当立足于实际,不断完善自身的施工技术,加强对地质的前期检测。

#### [参考文献]

- [1]刘文. 地铁盾构施工全过程安全风险变化规律及事故演化机理研究[D]. 湖北: 华中科技大学, 2018.
  - [2]牛国强,王帅. 地铁盾构机穿越复杂地质施工技术[J]. 建筑技术开发, 2022, 49(1): 39-41.
  - [3]陈伟,胡耀越,叶万敏,等. 基于 SA-LS-SVM 的特殊地质条件下影响地铁盾构施工效率的地层参数分析[J]. 土木工程与管理学报, 2021, 38(5): 16-22.
- 作者简介: 雷宏军, 男, 合肥工业大学, 道路与桥梁, 南京市城市建设(控股)有限公司, 项目管理部中级主管, 工程师。