

地层盾构下穿建筑物风险分析与控制技术研究

祝文伟

上饶市康诚建筑装饰有限公司 江西上饶 334099

摘要: 本文主要研究了在无水砂卵石地层盾构施工下穿建(构)筑物的风险及相应控制措施。首先介绍了地下掘进技术的发展和盾构法在城市地铁隧道施工中的应用。然后分析了地铁隧道施工对邻近建筑物的影响,特别是在无水砂卵石地层的情况下,建筑物开裂、变形的风险更大。接着介绍了盾构施工下穿建(构)筑物的风险控制措施,包括前期调查、监测预警、加固措施和施工技术措施等。

关键词: 盾构施工; 建设设计; 风险控制

Research on Risk Analysis and Control Technology of Underpassing Buildings by Stratigraphic Shield

Abstract: This paper focuses on the risks and corresponding control measures of shield construction through buildings (structures) in anhydrous sand and cobble strata. Firstly, the development of underground boring technology and the application of shield method in urban metro tunnel construction are introduced. Then the impact of subway tunnel construction on adjacent buildings is analyzed, especially in the case of anhydrous sand and cobble strata, where the risk of building cracking and deformation is greater. Then the risk control measures for shield construction through buildings (structures) are introduced, including pre-investigation, monitoring and early warning, reinforcement measures and construction technology measures.

Keywords: shield construction; construction design; risk control

1. 引言

随着城市地铁建设的不断推进,无水砂卵石地层盾构施工已成为一种常见的地铁隧道建设方式。然而,由于该种土体的自身稳定性差,盾构施工过程中容易引起地层破坏和地表变形等问题,进而对邻近建筑物造成损害。因此,在无水砂卵石地层盾构施工中,风险管控显得尤为重要。本文以某城市地铁一号线为例,对无水砂卵石地层盾构施工的风险进行了分析,并提出了相应的风险控制措施。这些措施对于保障邻近建筑物安全、提高施工质量和保证工期等方面具有重要作用。未来的研究应该进一步完善无水砂卵石地层盾构施工的风险控制措施,以提高施工效率和质量,减少对邻近建筑物的影响。

2. 盾构施工下穿建(构)筑物风险分析与控制

本节从总体概念上阐述无水砂卵石地层盾构施工过程中的施工风险,并对施工过程对建筑物的影响以及产生的风险进行分析,并提出对应的控制措施。

2.1. 盾构施工下穿建(构)筑物风险分析

隧道开挖必然会引起的地层的变形,地层变形的程度与其距开挖位置的距离成反比。

盾构推进过程中会影响周围土体,土体受到干扰产生的风险主要有以下:

- 1) 包裹地下管线的回填土发生松动,管线无法得到足够的支撑保护;
- 2) 盾构施工范围内存在河流时,河水对土体的渗透作用可能影响水囊的稳定性,土体下沉引发河水倒灌、涌水涌沙等现象;
- 3) 盾构施工引起的地表下沉会对既有结构的地基产生影响,带来安全问题。

2.2. 盾构施工下穿建(构)筑物风险控制措施

盾构施工风险控制措施需要将风险预测与地表沉降的原因相结合。地面措施的处理效果可分为两种,一种是达到完全抵抗地

层变形带来的影响,另一种是在可承受的变形影响范围内进行控制、补偿。传统的地面措施一般有加固既有建筑、隔断两者地基、改良地基性质三个方面。选取地面措施时应考虑施工范围内建筑物密度、具体现场条件等。

袖阀管地面注浆法是通过打设注浆孔压注水泥浆液来起到隔离效果。

托换基础法是通过设置支撑柱,以托换建筑物的基础,可抑制建筑物的变形,但工程量较大。

3. 轨道交通一号线盾构施工下穿建(构)筑物风险分析与控制

本节利用数值模拟得到地铁一号线盾构施工过程对中国石油东方地球物理公司框架结构的影响,分析施工工程中的风险问题并提出相应控制措施。

3.1. 工程概况

盾构施工范围内建(构)筑物调查是施工准备阶段的必要环节,重点调查对象是四层以上的建筑物。

某公司为5层钢筋混凝土框架结构。隧道施工线路与该建筑的位置关系如图1所示。

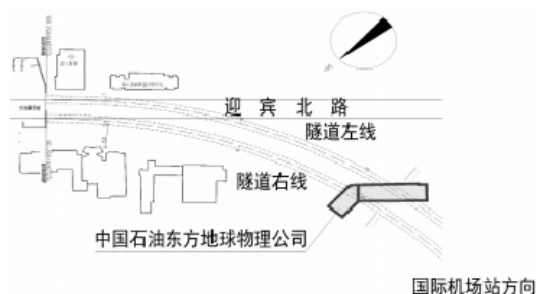


Figure 1. Plan of the company's frame structure in relation to the Metro

Line 1

图 1. 公司框架结构与地铁一号线平面位置关系图

3.2. 基于数值模拟的盾构施工风险分析

(1) 本构模型的选取

由于岩土是各向异性材料,具有非常复杂的力学特性,在本构模型的选择问题上要着重考虑影响其变形的特性,以本构模型反映应力应变关系的能力为原则来判断本构模型的合理性。摩尔-库仑模型在岩土工程研究中的应用非常广泛,具有准则原理简单,操作应用方便的优点,在反映岩土体的强度特性方面较为全面。Mohr-Coulomb 强度准则将土体的受力条件与强度条件结合,可作为判别岩土体破坏情况的依据,该准则使用方便、原理简单,且在反应岩土体强度特性方面较为全面。

(2) 盾构下穿公司办公楼模拟构建

采用 ANSYS 软件进行数值建模,自底向上建立模型,基础单元采用 SOLID45 六面体单元,通过 VSWEPT 对模型进行网格划分,在 FLAC3D 有限差分软件中进行盾构隧道下穿工况的数值模拟通过 VSBW 将模型切分为 1221 个个体,再进行每个个体的网格划分,有限元模型网格划分情况如图 2。

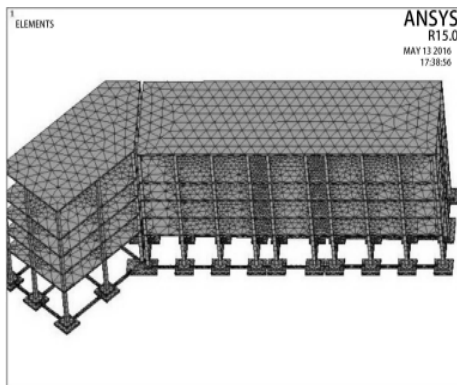


Figure 2. Grid division of company office buildings

图 2. 公司办公楼网格划分

本次盾构隧道掘进开挖过程使用 null 模型模拟,掘进距离为 1.2 米,模型中的盾构隧道采用六面体实体单元建模,隧道外部直径 6.2 米,内部直径 5.5 米。

3) 施工模拟分析

盾构施工时相应范围地面的沉降等值线图如图 3 所示。产生沉降的地面范围大致是以隧道中线为中心的 25 m 以内,通过有限元模拟计算得出地面的最大沉降值为 3.6 mm,并不位于隧道正上方位置。

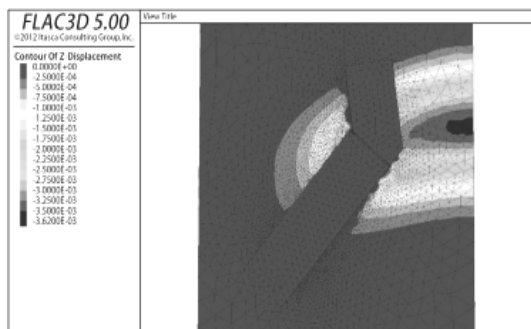


Figure 3. Contour map of ground settlement/m

图 3. 地面沉降等值线图/m

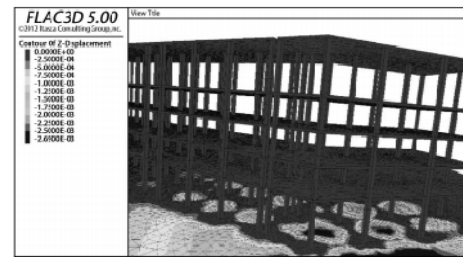


Figure 4. Foundation settlement value/m

图 4. 基础沉降值/m

公司办公楼基础的沉降情况如图 4 所示,通过有限元模拟计算得出公司办公楼基础的最大沉降值为 2.8 mm。

根据构建的本构模型以及相关计算,得到盾构掘进过程中沿线建筑物的沉降变形计算值,其中局部倾斜值为 0.00039,《建筑地基基础设计规范》中,对于该公司办公楼结构的变形控制要求为局部倾斜值 < 0.0011 ,可知该工程沿线建筑基础沉降在安全范围之内。

3.3. 下穿建筑物盾构施工风险控制措施

为降低盾构隧道穿越民建房屋的施工风险,需要通过一定的措施来控制地面沉降,以保证建(构)筑物不发生因掘进而引起的结构破坏。

下穿建筑物盾构施工是无水砂卵石地层盾构施工中的一种特殊情况,其风险更加显著。为了保证邻近建筑物的安全,需要采取以下措施:

(1) 前期调查:在施工前,需要对下穿建筑物的情况进行详细的调查,包括建筑物的结构、基础、地质情况等,以便制定相应的施工方案和风险控制措施。

(2) 监测预警:在施工过程中,需要对下穿建筑物进行实时监测,包括建筑物的沉降、变形、裂缝等情况,以及地下水位、地下管线等情况。一旦发现异常情况,需要及时采取措施进行处理。

(3) 加固措施:对于下穿建筑物的基础和结构,需要采取加固措施,以提高其抗震能力和承载能力。具体措施包括加固桩、加固墙、加固梁等。

(4) 施工技术措施:在施工过程中,需要采用合适的施工技术措施,以减小对下穿建筑物的影响。具体措施包括控制盾构机的推进速度、控制刀盘的转速、采用合适的刀盘类型等。

4. 结束语

盾构穿越建(构)筑物是地铁施工的主要风险来源之一,对施工过程的监控十分必要。本文首先分析了盾构施工对建(构)筑物的影响,给出了无水砂卵石地层地铁盾构施工下穿建筑物的风险,之后列举施工过程中常用的施工风险控制措施,然后以某市地铁一号线为案例,识别了盾构施工穿越中国石油东方地球物理公司的风险,分析了相适应的施工风险控制措施。

参考文献:

- [1]霍军帅,王炳龙,周顺华.地铁盾构隧道下穿城际铁路地基加固方案安全性分析[J].中国铁道科学,2011,32(5):71-77.
- [2]张庭华.土压平衡盾构土舱压力控制技术[J].铁道标准设计,2005(8):83-85.