

探讨地铁盾构施工风险管理

石少春

无锡地铁建设责任有限公司 江苏 无锡 214000

摘要：本文探讨地铁盾构施工风险管理。首先概述地铁盾构施工，包括依靠盾构机作业及施工特点和主要步骤。接着分析常见风险，如隧道沉降风险、水文地质环境灾害风险及其他作业风险。然后阐述安全风险管控措施，包括做好施工前隐患排查、建立信息系统、控制刀具磨损、预防地面沉降、保护盾构、避免隧道不稳定和采取盾构工程施工安全措施等。旨在提高地铁盾构施工的安全性，降低风险，确保施工顺利进行及周边环境稳定。

关键词：地铁盾构；施工风险；管理

引言：随着城市发展，地铁建设需求日益增长，地铁盾构施工技术广泛应用。然而，地铁盾构施工面临诸多风险，如隧道沉降、水文地质灾害及其他作业风险等。这些风险不仅影响施工进度与质量，还可能对周边环境和人员安全造成严重威胁。因此，探讨地铁盾构施工风险管理至关重要。本文将深入分析地铁盾构施工常见风险，并提出相应的安全风险管控措施，以提高地铁盾构施工的安全性和可靠性，为地铁建设的顺利进行提供有力保障。

1 地铁盾构施工概述

地铁盾构施工是一种先进的地下隧道挖掘技术，在现代地铁建设中得到广泛应用。盾构施工法主要依靠盾构机进行作业。盾构机是一个大型的圆柱形机械设备，由盾壳、推进系统、出土系统、拼装系统等部分组成。在施工过程中，盾构机前端的刀盘旋转切削土体，切削下来的土体通过出土系统输送到地面。在盾构机的尾部，工作人员将预制好的管片逐块拼装起来，形成隧道的衬砌结构^[1]。地铁盾构施工具有诸多显著特点。（1）对地面交通和周边环境的影响较小。由于施工主要在地下进行，无需大面积开挖地面，因此不会像传统明挖法那样严重干扰地面交通和破坏周边建筑物。（2）施工速度相对较快。盾构机可以连续作业，不受天气等外部因素的影响，能够高效地推进隧道挖掘工作。（3）施工精度较高。通过先进的控制系统，盾构机能够准确地按照设计轴线进行掘进，保证隧道的位置和尺寸精度。另外，盾构施工还能适应多种不同的地质条件，通过选择合适类型的盾构机，可以在软土、硬岩等不同地质环境中进行施工。地铁盾构施工一般包括施工准备、盾构始发、盾构掘进、盾构接收和隧道后期处理等主要步骤。施工准备阶段包括场地平整、盾构机选型、管片生产等工作。盾构始发是在始发井内安装盾构机并进行调试，

为正式掘进做好准备。盾构掘进阶段，盾构机按照预定路线持续推进，同时进行出土、管片拼装等作业。盾构接收则是在隧道终点的接收井内安全地将盾构机吊出。最后，还需要对隧道进行清理、防水处理和轨道铺设等后期处理工作。

2 地铁盾构施工常见风险分析

2.1 隧道沉降风险

在地铁盾构隧道施工期间，常常会出现场地周围地面下沉和松动的情况，进而直观地表现为地表下沉或隆起现象。这种隧道沉降风险给周边环境带来了极大的不良影响。具体而言，在盾构施工过程中，周围地表的沉降可能会导致附近建筑物出现坡度变化、产生裂缝，地下管道也可能出现裂缝甚至发生滑坡等情况，严重威胁着附近建筑物和地下管道的安全^[2]。从本质上来说，隧道沉降风险的存在主要是由于在地下盾构施工过程中，未能实现地质土壤的连续切割。若施工过程不连续，会使土体的稳定性受到破坏，从而引发沉降。此外，盾构机在推进过程中，若对土体的压力控制不当，也可能导致土体变形，进而引发沉降风险。这种风险不仅影响工程进度，还可能带来巨大的经济损失和安全隐患。所以，在地铁盾构施工中，必须高度重视隧道沉降风险，采取有效的预防和控制措施，如优化施工工艺、加强监测等，以确保施工安全和周边环境的稳定。

2.2 水文地质环境灾害工程

地铁区间盾构施工具有施工范围广的特点，涉及多种工程地质、水文地质和环境类型，岩土结构、矿物结构及成分复杂多样，这使得盾构设备的选型难度大大增加，施工也充满了不确定性。（1）必须充分了解施工场地的地质条件，包括土层的性质、地下水的分布等；（2）要确定地下是否存在障碍物，以避免施工受阻。但是，在实际的地质调查过程中，面临诸多困难，尤其是

在穿越建筑物时,地质条件难以准确预测。由于地质调查的难度较大,其包容性、真实性和可靠性往往无法得到充分保证。在这种情况下,盾构隧道的建设不仅可能面临各种障碍物,还存在不可预测的地质风险。例如,可能遇到不良地质体,如软弱土层、溶洞等,导致盾构机下沉、偏移甚至卡机。施工过程中一旦出现问题,极有可能发生安全事故,造成难以想象的后果,如地面塌陷、周边建筑物受损、地下管线破裂等,不仅会影响施工进度,还会给人民生命财产安全带来严重威胁。因此,在地铁盾构施工中,必须高度重视水文地质环境灾害风险,加强地质调查的精度和深度,制定科学合理的施工方案,以降低风险发生的概率。

2.3 其他作业风险

在地铁盾构隧道施工过程中,除了常见的隧道沉降风险和水文地质环境灾害风险外,还存在着一系列其他作业风险。像盾构吊装风险,在盾构机的吊装作业中,若操作不当或设备故障,可能导致盾构机掉落,造成严重的安全事故。盾构始发与接收风险也不容忽视,这两个阶段对施工精度和技术要求较高,稍有不慎就可能出现盾构机偏离轴线、洞口密封不严等问题。换刀作业风险同样突出,由于地下施工环境复杂,换刀作业难度大,存在坍塌、涌水等危险。隧道内运输作业风险主要体现在运输过程中可能发生碰撞、翻车等事故,影响施工进度和人员安全^[3]。联络通道施工风险则涉及到与主隧道的连接部位,施工难度较大,容易出现涌水、坍塌等情况。无论是哪种风险的存在,都无疑会给盾构法施工带来安全质量隐患。一旦风险转化为安全事故,后果不堪设想。而且,地铁盾构法的施工位置在地下,空间相对封闭,一旦发生故障,救援难度大,造成的影响极为严重。不仅会延误工期,增加施工成本,还可能对施工人员的生命安全构成威胁,对周边环境造成破坏。因此,在地铁盾构施工中,必须高度重视这些其他作业风险,采取有效的预防和控制措施,确保施工安全顺利进行。

3 地铁盾构施工的安全风险管理措施

3.1 做好施工前隐患排查工作

目前地铁盾构法施工中的风险因素很多,任何一个风险因素对施工安全产生较大的影响。良好的风险管理需要识别危害,及时发现和避免,然后有效避免或减少其对施工的影响。(1)要加强地铁盾构隧道施工风险评估,打破现有单一的风险评估方法,多维度联合评估盾构隧道施工风险,建立健全风险评价体系保证了评价过程合规,发现施工潜在风险因素,全面提高了风险评价的合理性和科学性。然后进行实证数据分析、实验

证、咨询专家等方法,识别地铁盾构施工过程中存在的风险因素并采取有效应对措施。例如,有与盾构方法施工相关的地下水条件、地质条件、周边建筑物、地下管线穿过等特殊因素,还必须考虑辅助加固等特殊因素。

(2)在实施盾构工法时,完善规范化工法、施工方法、盾构选型、施工管理等条件,有针对性地建立风险规避和应对预案。此外,在风险识别过程中,要综合考虑地质条件、盾构类型的选择、隧道施工工艺、水文条件、施工关键重难点、施工工艺等。并列出具体的施工风险清单。通过对评价对施工风险清单进行明确和结构化,有效提高施工风险管理的有效性。

3.2 建立信息系统

在地铁盾构施工风险管理中,建立信息系统至关重要。(1)应建立适当的预警机制。为消除施工中的安全隐患,需构建风险应对机制,强化防范措施的制定,以实现有效的风险控制与规避。预警和应急系统要确保能够及时获取相关安全风险信息,做到及时主动响应,并且明确责任分工。当风险出现端倪时,能够迅速采取行动,将风险的影响降至最低。(2)建立信息安全管理体系统。通过这一体系,可以对相关施工方法和施工过程参数进行远程控制、监控和确认。这样能够实时掌握施工动态,避免因施工过程实施不当而带来的安全风险,确保施工过程的科学性和规范性,为地铁盾构施工的安全、高效进行提供有力的信息保障。

3.3 有效控制刀具磨损

在地铁盾构施工中,刀具磨损是一个需要重点关注的问题。为避免施工过程中刀具过度磨损,可从多方面采取措施。(1)应选用硬度高、抗剪强度高的刀片。优质的刀片能够更好地应对复杂的地质条件,减少磨损的可能性。(2)在施工时要合理布置所有工具,对刀具的使用进行合理控制。可以通过增加刀具数量的方式,提高施工效率,同时降低单个刀具的工作强度。(3)当遇到不断变化的岩石地质情况时,需要相应地改变刀盘设置,制定刀具更换方案。提前规划好不同地质条件下的刀具更换策略,有效控制刀具的标准磨损。只有这样,才能确保盾构施工的顺利进行,减少因刀具磨损带来的施工风险和成本增加。

3.4 地面沉降预防措施

在城市地铁盾构施工过程中,由于施工活动容易对土壤产生干扰,必然会导致前方土壤出现隆起或下沉现象,进而对周围的建筑物和地下管道造成影响。为有效预防地面沉降,主要可采取以下措施。(1)在盾构开挖前,要对周边建筑物和管道进行全面深入的调查研

究,根据实际情况制定相应的保护方案。(2)调整隧道施工参数至关重要,充分考虑施工荷载设置合理的土层压力,以保证盾构顺利推进。设置中间推力,并尽量减小成比例的紧固密度,必要时随施工进度调整砂量和稠度,防止泥浆凝固后出现收缩或膨胀现象。(3)要合理控制二次注浆,当达到设定压力值时,及时停止灌注,确保施工过程的稳定性和安全性,最大程度地减少地面沉降带来的不良影响。

3.5 盾构的保护措施

在地铁盾构施工中,对盾构的保护至关重要。(1)在清拆洞门时,为清除泥沙喷发的危险,应尽快将盾构运至隧道内,并灌注双浆液体进行直接固结等措施。这样可以有效防止泥沙喷发对施工造成的危害,确保施工安全。(2)考虑到盾构入口处土壤流失的风险,需采取一系列应对措施。提高入口处土壤固结效率,保证入口处土壤具有足够的强度和均匀性,同时在入口处正确安装密封圈,避免出现切割现象。在盾构掘进过程中,应设计并使用刀具包围的圆周,并在该位置安装可调结构,以保证密封性。通过这些措施,可以有效减少土壤流失的风险,保护盾构设备的正常运行,提高地铁盾构施工的安全性和可靠性。

3.6 避免盾构隧道不稳定的风险

在地铁盾构施工中,当遇到地质条件不利的情况,如淤泥层、软土等时,若事先未做好充分准备,很容易出现问题,所以必须采取有效措施以保证施工质量^[4]。(1)在进行挖掘前,要对土质进行全面有效的分析,根据实际情况选取合理的土压参数,同时充分考虑水资源的局限性,避免因水的影响而导致施工问题。(2)对渣土进行改良至关重要。在当前施工情况下,如果过滤系统过高,极有可能影响地层的稳定性,所以需要对其进行改进和合理控制。主要通过添加膨润土、泡沫等添加剂的方式,改善渣土的性能,提高其稳定性,从而降低盾构隧道不稳定的风险,确保地铁盾构施工能够安全、顺利地进行。

3.7 盾构工程施工中的安全措施

在地铁盾构工程施工中,需采取一系列安全措施以

确保施工顺利进行。盾构机选型要严格按照要求进行选配,同时成立专门的设备维修队,对设备进行整体维修保养,并建立易损零件专用仓库,确保设备在出现故障时能及时更换零件。施工前要制定完善的应急方案、施工方案以及设备安全操作规程,并对施工人员和技术人员进行良好的培训,提高他们的安全意识和操作技能。启动盾构后,将前100环作为试验段,根据现场运行条件优化工作变量。依据监测数据,总结管材位移和基岩变形规律,严格控制盾构驱动参数、同步注浆参数和二次注浆参数,分析盾构施工对环境可能产生的影响,以便及时调整施工策略。为确保对不同环节的运作作出规范、协调和管控,制订有关的运作程序。在施工过程中,要加强对建筑物及地表的监测,如有需要,可增加监测频率及监测点数目,以便根据实际情况及时采取措施,保证施工安全。

结束语

地铁盾构施工在现代地铁建设中意义重大,但也面临诸多风险。从隧道沉降风险到水文地质灾害,再到其他作业风险,都可能对施工安全和周边环境造成严重影响。为有效管理风险,需做好施工前隐患排查,建立信息系统,控制刀具磨损,预防地面沉降,保护盾构,避免隧道不稳定,并采取一系列安全措施。通过多维度评估风险、完善风险应对预案、实时监控施工过程等手段,可提高施工的安全性和可靠性。在未来的地铁盾构施工中,应不断总结经验,创新风险管理方法,提高风险防控能力,确保地铁建设顺利进行,为城市交通发展和居民生活提供更加安全、便捷的基础设施。

参考文献

- [1]尤福伟.地铁隧道盾构施工风险管理探讨[J].装饰天地,2017(9):215-230.
- [2]周彬.地铁隧道盾构施工风险管理探讨[J].建筑·建材·装饰,2015(17):4-5.
- [3]杨通武.探讨地铁盾构施工的安全与风险管理[J].城市建设理论研究(电子版),2014(19):648-649.
- [4]陈韦钦.地铁盾构施工的安全风险管理探讨[J].居业,2020(9):121-122.