

探究地下轨道交通工程盾构法施工风险控制措施

李 恒 郭 江 吴亚楠

中国水利水电第十一工程局有限公司 河南 郑州 450001

摘要: 在地下轨道交通工程的壮阔画卷中, 盾构法施工犹如巧夺天工的画师, 绘制着城市的未来。然而, 风险与挑战常伴其左右。本文深入剖析了盾构施工过程中的地质变幻、机械故障及操作失误等风险要素, 并针对性地提出了一套行之有效的风险控制策略。这些精心设计的措施, 不仅显著提升了工程的安全性, 更为施工进度的稳步推进与质量的卓越保障奠定了坚实基础。

关键词: 地下轨道交通; 盾构法施工; 风险控制; 安全措施

引言

在城市发展的华丽交响曲中, 地下轨道交通工程扮演着至关重要的角色。盾构法, 作为现代隧道施工的璀璨明珠, 为城市交通体系的建设立下赫赫战功。然而, 其施工之路并非坦途, 地质的变幻莫测、设备的精密复杂、施工的高难挑战, 均如暗礁潜藏。因此, 深入探索盾构法施工的风险控制之道, 不仅关乎工程安全, 更是提升施工效率、保障城市脉搏畅通的关键所在。

1 地下轨道交通工程盾构法施工概述

盾构法, 作为一种现代化的隧道施工技术, 以其独特的优势在地下轨道交通工程中占据了举足轻重的地位。其基本原理是利用盾构机这一专用设备, 在挖掘隧道的同时, 通过盾构机的护盾支撑周围土体, 确保施工过程中的安全稳定。盾构机是盾构法施工的核心设备, 它通常由切削部分、护盾部分、推进部分和管片拼装部分组成。在施工中, 盾构机前方的切削刀具会旋转切削土体, 同时由推进部分提供动力使盾构机向前推进。护盾部分则起到支撑周围土体和防止土体坍塌的作用, 而管片拼装部分则负责在隧道内拼装预制混凝土管片, 形成隧道的永久衬砌。盾构法施工流程通常包括始发井建设、盾构机安装与调试、隧道掘进、管片拼装与注浆、盾构机接收与拆卸等步骤。在整个施工过程中, 需要严格控制盾构机的推进速度、切削参数以及注浆压力等关键参数, 确保施工质量和安全。在地下轨道交通工程中, 盾构法广泛应用于区间隧道、车站隧道以及联络通道等结构的施工。凭借其高效、安全、环保等优势, 盾构法已成为现代地下轨道交通工程建设的重要技术手段^[1]。

2 地下轨道交通工程盾构法施工风险分析

2.1 地质条件变化

地质条件是影响盾构法施工的关键因素之一。地下岩土层的分布、性质、稳定性以及地下水位等因素都可能

对施工产生重大影响。例如, 软土层、砂土层等不稳定地层可能导致盾构机掘进困难、土体坍塌等问题。此外, 地下岩石、坚硬地层的存在也可能损坏盾构机的切削刀具, 影响施工进度。在盾构法施工过程中, 地质条件的变化往往难以预测。突发的地质异常, 如断层、溶洞、地下暗河等, 可能导致严重的施工事故。因此, 对地质条件的准确勘探和实时监测是降低地质风险的关键。

2.2 盾构机设备故障

盾构机作为盾构法施工的核心设备, 其性能的稳定性和可靠性直接关系到施工的安全和效率。盾构机由众多复杂的机械、液压、电气系统组成, 任何一个部件的故障都可能影响整个设备的正常运行。常见的盾构机设备故障包括切削刀具磨损、液压系统泄漏、电气系统短路等。这些故障不仅可能导致盾构机停机维修, 影响施工进度, 还可能引发严重的安全事故。例如, 切削刀具的突然失效可能导致盾构机卡机, 甚至引发土体坍塌。

2.3 施工操作失误

盾构法施工对操作人员的技能要求较高。施工过程中的操作失误, 如推进速度过快、切削参数设置不当、注浆压力控制不稳等, 都可能对施工质量和安全产生不利影响。操作失误往往源于操作人员的经验不足、疲劳作业或沟通不畅等原因。这些失误虽然在一定程度上可以通过加强培训和管理来减少, 但完全避免却非常困难。因此, 建立严格的操作规程和应急预案, 提高操作人员的技能和素质, 是降低操作风险的有效途径。

2.4 环境因素和其他风险

除了上述主要风险因素外, 盾构法施工还可能受到环境因素和其他风险的影响。例如, 恶劣的天气条件(如暴雨、台风等)可能影响施工进度和安全; 周边建筑物或地下管线的存在可能对施工造成限制和干扰; 施工现场的噪音、振动和粉尘等污染也可能对周边环境和

居民造成不良影响。这些环境因素和其他风险虽然难以完全控制，但可以通过合理的施工规划和管理措施来降低其影响。例如，合理安排施工时间以避免恶劣天气；加强与周边建筑物和地下管线所有者的沟通和协调；采取有效的环保措施减少施工污染等^[2]。

3 地下轨道交通工程盾构法施工风险控制措施

3.1 加强地质勘探和预测

在地下轨道交通工程中，盾构法施工所面临的地质条件风险是极为复杂且难以预测的。首先，地质勘探的详尽性是确保盾构施工安全的基础。在施工前，必须进行全面、细致的地质勘探工作。这包括通过钻探、取样、测试等手段，深入查明沿线地层的分布、岩性、厚度、强度以及地下水位、水质等关键信息。这些信息不仅为盾构机的选型、刀具配置和掘进参数设定提供了重要依据，还为后续的施工方案设计和风险评估提供了宝贵的数据支持。其次，实时监测和预测是应对地质条件变化的关键。在施工过程中，地质条件可能会因掘进扰动、地下水变化等因素而发生动态变化。因此，需要利用地质雷达、超声波探测等先进技术手段，对地层进行实时监测和预测。这些技术手段能够及时发现地层中的空洞、软弱夹层、断裂带等不良地质情况，从而为施工决策提供及时、准确的地质信息。在地质条件复杂或变化较大的区域，如断层破碎带、岩溶发育区等，应进一步增加勘探点的密度和深度，以提高勘探精度。同时，还应采用多种勘探手段相结合的方法，如地质钻探与地球物理勘探相结合，以获取更全面、更准确的地质信息。此外，建立地质信息共享平台是实现多部门协同应对地质风险的重要举措。通过将地质勘探、实时监测和预测等各环节所获取的信息进行整合和共享，可以实现各部门之间的信息实时更新和共享。这不仅有助于提高施工决策的效率和准确性，还有助于及时应对地质条件变化所带来的风险挑战。最后，值得一提的是，加强地质勘探和预测不仅需要在技术层面进行提升和创新，还需要在管理体系和人才培养等方面进行全面加强。只有建立起完善的地质风险管理体系，培养出一支具备高度专业素养和实战经验的地质勘探队伍，才能为盾构法施工提供坚实的地质安全保障^[3]。

3.2 提高盾构机设备的可靠性和智能化水平

首先，盾构机设备的可靠性对于地下轨道交通工程施工至关重要。盾构机作为一种大型、复杂的机械设备，在恶劣的地下环境中长时间运行，其可靠性直接关系到工程的顺利进行和施工人员的安全。因此，在选购盾构机时，首要考虑的就是其性能的稳定性和质量的可靠

性。选择性能稳定、质量可靠的盾构机，可以有效降低设备故障的概率，减少因设备故障导致的施工中断和安全事故。这样的盾构机在设计、制造和材料选用上都经过严格的把控和测试，能够在各种复杂的地质条件和施工环境下稳定运行，为工程的顺利进行提供有力的保障。同时，为了进一步提高盾构机的可靠性，还需要配备完善的故障诊断和预警系统。这套系统能够实时监测盾构机的运行状态和性能参数，一旦发现异常情况，就能够及时发出预警，提醒施工人员进行处理。这样不仅可以避免小问题引发大故障，还可以确保盾构机始终保持在最佳的工作状态。其次，提高盾构机设备的智能化水平也是降低施工风险的重要手段。随着科技的不断发展，智能化已经成为现代机械设备的发展趋势。通过引入人工智能、物联网等先进技术，可以实现盾构机的自动化和远程控制，大大提高施工效率和安全性。智能化技术的应用，可以使得盾构机在施工过程中更加精准、高效。例如，利用物联网技术，可以实现盾构机各个部件和系统的实时数据传输和共享，施工人员可以通过远程操控系统对盾构机进行精确控制，减少人为操作失误的风险。同时，智能化技术还可以对盾构机的运行状态和性能参数进行实时监测和分析，及时发现并处理潜在的设备故障，确保盾构机始终保持在最佳的工作状态。此外，提高盾构机设备的智能化水平还可以带来诸多其他好处。比如，通过智能优化算法，可以对盾构机的掘进参数进行自动调整和优化，提高掘进效率和施工质量。

3.3 优化施工操作流程

在地下轨道交通工程盾构法施工中，优化施工操作流程是降低风险、提升安全性的核心策略。施工操作流程的优化不仅涉及施工计划的精心制定，还包括现场管理的加强、应急预案的建立以及危机管理机制的完善。首先，制定详尽且切实可行的施工计划和操作规程是优化流程的基础。这些计划和规程应明确每个施工阶段的具体任务、操作方法、安全要求以及质量标准。通过细化每个步骤，可以确保施工过程中的每一个环节都有明确的指导，从而减少操作失误和事故的发生。同时，施工计划和操作规程的制定还需要充分考虑地质条件、设备性能、人员配置等实际情况，以确保其针对性和可操作性。其次，加强现场管理和监督是优化施工操作流程的关键。在施工过程中，应设立专门的安全管理团队，负责监督操作人员的行为是否符合规程要求，设备是否正常运行，以及施工环境是否安全。对于发现的违规行为或安全隐患，应立即进行纠正和处理。此外，还应定期对施工现场进行安全检查和评估，以及时发现

和解决潜在的安全问题。在人员配置方面,对操作人员进行专业培训和考核是提升施工安全性和效率的重要保障。通过培训,可以使操作人员熟练掌握盾构机的操作技能和安全知识,提高他们的风险意识和应对能力。同时,通过考核可以筛选出具备必要技能和素质的人员,确保他们能够在施工过程中胜任各自的工作。最后,建立应急预案和危机管理机制是优化施工操作流程的必要补充。盾构法施工过程中可能会遇到各种不可预见的风险事件,如地质突变、设备故障、自然灾害等。为了应对这些风险事件,应提前制定详细的应急预案,明确应对措施和责任分工。同时,还应建立危机管理机制,确保在风险事件发生时能够迅速启动应急预案,组织有效的救援和抢险工作,最大限度地减少损失和影响^[4]。

3.4 加强环境保护和监测

首先,环境保护和监测在地下轨道交通工程盾构法施工中具有不可忽视的地位。盾构施工是一个复杂且对环境影响较大的过程,其中产生的噪音、振动和粉尘等污染,若不加以有效控制,将对周边环境和居民生活造成严重影响。因此,加强环境保护和监测不仅是施工企业的社会责任,也是确保工程顺利进行、维护社会和谐稳定的重要措施。在施工前进行环境影响评估是至关重要的第一步。通过评估,可以明确施工活动对周边环境的具体影响程度和范围,为后续的环保措施制定提供科学依据。评估过程中,应充分考虑施工区域的生态环境、气候条件、居民分布等因素,确保评估结果的全面性和准确性。基于环境影响评估的结果,制定针对性的环保方案是接下来的关键环节。环保方案应包括具体的降噪、减振、除尘等措施,以及这些措施的实施时间表和预期效果。在制定方案时,应注重措施的可行性和有效性,确保能够在实际施工中发挥作用。同时,环保方案的执行必须严格,任何违反方案的行为都应受到相应的处罚,以确保环保措施的真正落实。除了制定和执行环保方案外,建立环境监测系统也是加强环境保护和监

测的重要手段。通过实时监测施工现场及周边环境的质量状况,可以及时发现和处理环境污染问题,防止污染扩散和加剧。监测系统应包括噪音、振动、粉尘等污染物的监测设备,以及数据收集、传输和处理系统。监测数据的分析可以为环保措施的优化提供科学依据,促进施工活动的持续改进。最后,加强与周边居民和相关部门的沟通和协调也是环境保护和监测工作的重要组成部分。施工活动对周边环境的影响往往直接关系到居民的切身利益,因此与居民的沟通和协调至关重要。施工企业应定期向居民通报施工进度和环保措施实施情况,听取居民的意见和建议,并积极解决居民反映的问题。同时,与环保、城管等相关部门的沟通和协调也是必不可少的,以确保施工活动符合相关法规和政策要求,共同维护良好的施工环境。

结语

在地下轨道交通工程的探索之旅中,本文为盾构法施工的风险控制点亮了明灯。通过深刻剖析风险之根源,我们精心构建了一套行之有效的风险控制体系。这一体系不仅为盾构施工的安全护航,更为工程的进度与质量提供了坚实保障。展望未来,技术的革新与实践的积淀将持续推动风险控制措施的进化,为地下轨道交通工程的蓬勃发展构筑起坚不可摧的屏障。

参考文献

- [1]徐杏华,李朝,丛敏,刘健.地铁工程盾构法施工风险分析与规避措施[J].常州工学院学报,2020,25(01):40-43.
- [2]贾小龙.地铁工程施工的安全管控方法及措施研究[J].工程建设与设计,2020,(06):233-234.
- [3]王宜峰.软弱地层地区地铁盾构下穿既有高铁线路施工技术分析[J].住宅与房地产,2020, No.584(23):179+184.
- [4]高益健,程兴,王少卿.某市轨道交通4号线盾构区间近距离下穿既有隧道案例分析[J].价值工程,2020, 039(002):132-137.