

地铁盾构施工区间下穿既有铁路的风险管控研究

康黎明

中建八局轨道交通建设有限公司 江苏 南京 210023

摘要：能过深入探讨地铁盾构施工区间下穿既有铁路时的风险管控，明确提出了以预防为核心、科学评估为基础、合理规避为策略的三大原则。详细分析地质勘察与超前预报、盾构选型与掘进参数优化、注浆加固技术等关键技术措施，并系统阐述了施工组织设计、施工监测与信息化管理、应急预案与处置机制等管理措施。这些措施的有效实施，无疑将显著提升地铁盾构施工在穿越既有铁路过程中的安全性能和工作效率，进而推动城市地铁建设向更加安全、高效的方向发展。

关键词：地铁盾构施工；下穿既有铁路；风险管控

1 地铁盾构施工概述

地铁盾构施工是现代城市地铁建设中广泛采用的一种高效、安全的隧道掘进技术。该技术以盾构机为主要施工设备，通过切削土壤、输送土碴、支护隧道壁面等连续作业过程，实现地下隧道的快速挖掘。地铁盾构施工首先进行施工现场的勘察和设计方案的确定，确保盾构机能够根据预设的隧道线路和地质条件进行准确掘进。在施工过程中，盾构机不仅负责掘进工作，还同步完成隧道壁的支护和衬砌，大大减少施工过程中的安全隐患。盾构机具有强大的适应性和灵活性，能够应对各种复杂地质条件，如软土、砂土、岩石等，确保隧道掘进的顺利进行。此外，地铁盾构施工还注重环保和节能，减少对周围环境和地面交通的影响。通过精确控制掘进速度和支护参数，地铁盾构施工能够确保隧道结构的稳定性和安全性，为城市地铁的顺利运营提供有力保障。

2 地铁盾构下穿既有铁路的风险分析

2.1 地质风险

地质风险是地铁盾构下穿既有铁路施工中首要考虑的因素之一。不同的地质条件对施工的影响具有显著差异，这些差异可能导致盾构掘进过程中的不可预见性。在软土地区，盾构机掘进时易发生土体扰动和流失，导致地层沉降和地表塌陷，直接影响既有铁路的路基稳定性。而在硬岩地区，盾构机切削岩石时可能遇到坚硬的岩层，导致盾构机磨损加剧、掘进速度减缓，甚至发生卡机等故障。高水位或高渗透性的地层可能导致盾构施工过程中发生涌水现象，进而造成地面沉降和隧道涌水，对既有铁路的轨道和路基构成严重威胁。地质断层、溶洞、暗河等地质构造也可能对盾构施工产生不利影响。这些地质构造可能导致盾构机掘进过程中遇到不稳定的地质体，进而引发地层沉降、坍塌等风险事件^[1]。

2.2 施工技术风险

施工技术风险是指在地铁盾构下穿既有铁路施工中，由于施工技术的选择和应用不当而引发的风险。这些风险主要包括盾构机选型风险、掘进参数设置风险、注浆加固技术风险等。第一，盾构机的选型是影响施工质量和安全的关键因素。选择合适的盾构机型号和配置，对于确保盾构掘进的顺利进行至关重要。若盾构机选型不当，可能导致掘进效率低下、故障频发等问题，进而影响施工进度和质量。第二，掘进参数的设置也是施工技术风险的重要方面。掘进参数包括掘进速度、刀盘扭矩、注浆压力等，这些参数的设置直接影响盾构掘进的效果和安全性。若掘进参数设置不当，可能导致盾构机切削力过大、注浆效果不佳等问题，进而引发地层沉降、地表塌陷等风险事件。第三，注浆加固技术是地铁盾构施工中不可或缺的一环。注浆加固能够填充隧道周围的空隙，提高隧道结构的稳定性和承载能力。然而，注浆加固技术的选择和应用也存在一定的风险。若注浆材料选择不当或注浆工艺不合理，可能导致注浆效果不佳、注浆层厚度不均等问题，进而影响隧道结构的稳定性和安全性。

2.3 既有铁路运营风险

地铁盾构下穿既有铁路施工时，必然会对既有铁路的运营造成一定的影响。这些影响可能表现为对铁路路基和轨道结构的扰动、对铁路通信和电力设施的干扰等。在盾构掘进过程中，由于土壤扰动和地层沉降等原因，可能导致既有铁路路基产生变形和沉降，进而影响轨道的平整度和稳定性^[2]。这不仅会影响列车的行驶安全和舒适度，还可能对铁路的正常运营造成阻碍。若不慎触碰到铁路通信和电力设施，可能导致设施损坏或信号中断等问题，进而影响铁路的正常运营和通信安全。

3 地铁盾构施工区间下穿既有铁路的风险管控原则

3.1 预防为主原则

预防为主的风险管控原则强调在地铁盾构施工区间下穿既有铁路项目中,应该将风险的预防作为首要任务。预防为主的原则要求在项目规划阶段就充分考虑风险因素,制定针对性的预防措施。在规划阶段,需要对地质条件、施工技术、既有铁路运营状况等进行全面的调查和评估,识别可能存在的风险源和风险点。针对这些风险源和风险点,制定相应的预防措施,如选择合适的盾构机型号、优化掘进参数、加强注浆加固等。预防为主的原则要求在施工过程中严格执行各项预防措施;这包括对施工人员的培训和管理、对施工设备的维护和保养、对施工环境的监测和预警等。只有确保预防措施得到有效执行,才能最大程度地降低风险发生的可能性。预防为主的原则还要求在风险发生后能够及时有效地进行应急处理;通过建立完善的应急处理机制,明确应急处理流程 and 责任人,确保在风险发生后能够迅速启动应急预案,将损失控制在最小范围内。

3.2 科学评估原则

科学评估的风险管控原则要求在地铁盾构施工区间下穿既有铁路项目中,对风险进行全面、客观、准确的评估。通过科学的评估方法和技术手段,分析风险的性质、程度和影响范围,为制定风险管控措施提供科学依据。在评估过程中,需要对地质条件、施工技术、既有铁路运营状况等多方面的风险因素进行综合考虑,确保评估结果的准确性和全面性。需要避免主观臆断和偏见的影响,采用客观、公正的评估标准和方法,确保评估结果的真实性和可信度。通过采用先进的评估技术和手段,如数值模拟、模型试验等,对风险因素进行定量分析和预测,提高评估结果的准确性和可靠性。在科学评估的基础上,可以制定更加合理、有效的风险管控措施。例如,根据地质条件的评估结果,选择合适的盾构机型号和掘进参数;根据既有铁路运营状况的评估结果,优化施工方案和作业时间等。这些措施能够更有针对性地降低风险发生的可能性,提高施工的安全性和效率。

3.3 合理规避原则

合理规避的风险管控原则要求在地铁盾构施工区间下穿既有铁路项目中,对于无法完全消除的风险,应通过合理规避的方式来降低其影响。通过制定合理的规避策略,减少风险事件的发生概率和影响程度,确保项目的顺利进行。(1)合理规避原则要求对施工过程中的风险因素进行识别和分析。在识别和分析的基础上,确定哪些风险可以通过技术手段和管理措施来消除或降低

其影响;哪些风险由于技术限制或成本考虑无法完全消除,需要采取规避措施^[3]。(2)合理规避原则要求制定具体的规避策略。针对无法完全消除的风险因素,制定相应的规避策略,如调整施工方案、优化作业时间、加强监测和预警等。这些策略应该具有可行性、针对性和有效性,能够在不影响项目正常进行的前提下降低风险的影响。(3)合理规避原则要求在实施规避策略的过程中进行动态管理和调整。由于施工过程中的不确定性和变化性,可能需要对规避策略进行调整和优化。因此,在实施规避策略的过程中需要建立动态管理机制,对风险变化进行实时监控和预警,并根据实际情况对规避策略进行调整和优化。

4 地铁盾构施工区间下穿既有铁路的风险管控技术措施

4.1 地质勘察与超前预报

在地铁盾构施工区间下穿既有铁路的工程中,地质勘察与超前预报是风险管控的首要措施。地质勘察通过对施工区域进行详细的地质勘探,了解地质结构、地层岩性、地下水状况等信息,为盾构施工提供必要的地质依据。而超前预报则是在盾构机掘进前,利用先进的地质探测设备和技术,对施工前方可能遇到的不良地质体或风险因素进行预测,以指导施工调整和应对措施制定。这不仅能够有效规避地质灾害的风险,还能够减少工程的不确定性和不可控因素。在实施过程中,地质勘察需要综合运用钻探、物探等多种技术手段,确保数据的准确性和完整性。同时,超前预报技术也需要不断更新和完善,以适应复杂多变的地质条件。只有这样,才能够最大程度地确保地铁盾构施工下穿既有铁路的安全性和可靠性。

4.2 盾构选型与掘进参数优化

在地铁盾构施工下穿既有铁路的工程中,盾构机的选型和掘进参数的优化对保证施工质量和控制风险具有重要意义。盾构机的选型需要根据地质勘察结果、隧道设计参数和工程实际情况等因素综合考虑,选择具有足够穿越能力和良好稳定性的盾构机型号。同时,掘进参数的优化也是确保盾构机高效、稳定掘进的关键。

在盾构选型时,应充分考虑盾构机的掘进速度、掘进力、密封性能等指标,以及与工程地质的匹配程度。而在掘进参数的优化中,应综合考虑地质条件、盾构机性能、工期要求等因素,合理设置刀盘转速、推进速度、注浆压力等参数,以实现高效、安全的盾构施工。

4.3 注浆加固技术

注浆加固技术在地铁盾构施工下穿既有铁路的风险

管控中扮演着重要角色。通过注浆加固,可以改善地层的物理力学性质,提高地层的承载力和稳定性,从而减少地面沉降、保护既有铁路的运行安全。注浆加固技术主要包括注浆材料的选择、注浆孔的布置、注浆压力和注浆量的控制等方面。在注浆材料的选择上,应根据地层条件和加固要求选择合适的注浆材料,如水泥浆、化学浆液等。在注浆孔的布置上,应根据地层条件和加固范围合理确定注浆孔的数量和位置。在注浆压力和注浆量的控制上,应严格控制注浆压力和注浆量,避免过量注浆导致的地层变形或地面沉降等问题。同时,还需要对注浆效果进行监测和评估,确保注浆加固达到预期效果。

5 地铁盾构施工区间下穿既有铁路的风险管控管理措施

5.1 施工组织设计

在地铁盾构施工区间下穿既有铁路的工程中,施工组织设计是风险管控的首要管理措施。一个合理的施工组织设计不仅能够确保施工活动的有序进行,还能降低施工风险。首先,需要组织专业团队对施工区域进行详尽的调查和分析,明确工程的地质条件、技术要求及难点。根据工程特点和施工要求,制定详细的施工方案,包括盾构机的选型、掘进参数的优化、注浆加固技术等。还需对施工人员的任务分配、工作流程以及安全防护措施进行详细规划,确保每一个施工环节都能得到有效控制^[4]。在施工组织设计中,还需要特别关注施工进度安排。要充分考虑既有铁路的运营需求,合理安排施工进度,避免对既有铁路的运营造成干扰。对于可能出现的不确定因素和风险点,要提前进行预测和评估,制定相应的应对措施,确保施工过程的顺利进行。

5.2 施工监测与信息化管理

施工监测与信息化管理是风险管控的关键环节。通过对施工过程的实时监测和数据收集,可以及时发现潜在的风险和问题,为风险管控提供有力的支持。在施工过程中,需要设置专门的监测站点,对施工区域的沉降、变形等指标进行实时监测。利用信息化技术对施工数据进行收集、分析和处理,建立施工数据库和预警系统。通过信息化管理,可以实现对施工过程的全方位掌控。一方面,可以及时获取施工现场的实时数据,为决策提供支持;另一方面,可以通过数据分析发现施工中

的问题和风险点,及时采取相应的措施进行解决。此外,信息化管理还可以提高施工效率和管理水平,降低施工成本。

5.3 应急预案与处置机制

在地铁盾构施工区间下穿既有铁路的工程中,应急预案与处置机制是风险管控的重要保障。一旦出现紧急情况或事故,应急预案能够提供有效的应对措施和处置方案,最大程度地降低事故损失和影响。在制定应急预案时,需要充分考虑可能发生的各种风险和事故类型,如盾构机故障、地层坍塌、地面沉降等。针对不同类型的事故,制定相应的应对措施和处置流程,并明确责任人和联系方式。同时,还需要进行应急演练和培训,确保应急预案的可行性和有效性。在处置机制方面,需要建立快速响应机制和联动机制。一旦发生事故或紧急情况,能够快速启动应急预案和处置流程,调动相关资源和力量进行应对。还需要加强与相关部门的联动和协作,确保事故处置的及时性和有效性。总之,通过合理的施工组织设计、施工监测与信息化管理以及应急预案与处置机制等风险管控管理措施的实施,可以确保地铁盾构施工区间下穿既有铁路工程的安全、高效进行。

结束语

地铁盾构施工区间下穿既有铁路是一项复杂而艰巨的任务,风险管控至关重要。通过本文对风险管控技术和管理措施的综合研究,可以更好地理解和掌握施工过程中的风险因素,并采取相应的措施进行预防和应对。未来,随着技术的不断进步和管理水平的不断提高,相信我们能够更加安全、高效地完成地铁盾构施工区间下穿既有铁路的任务,为城市地铁建设贡献更大的力量。

参考文献

- [1]李纤.地铁施工中盾构法应用技术探析[J].中华建设,2021(04):140-141.
- [2]李昊勇,张武荣,洪源.地铁区间下穿既有铁路盾构法施工技术[J].安徽建筑,2015,22(01):110-112.
- [3]侯越生.地铁盾构下穿既有隧道沉降控制技术[J].技术与创新管理,2022,43(05):550-559.
- [4]何明华.地铁盾构隧道近距离下穿既有铁路隧道安全性分析[J].低温建筑技术,2019,41(08):111-114.