

大变形隧道施工中的管理策略与技术挑战研究

赵建波

中国水利水电第七工程局有限公司 四川 成都 610213

摘要: 大变形隧道施工中的管理策略与技术挑战研究,旨在探讨在复杂地质条件下,如何有效应对隧道掘进过程中的大变形问题。研究分析大变形隧道施工中的技术难点,包括地质条件的不确定性、支护结构的选型与加固、监控量测的准确性等,并提出相应的管理策略和技术对策。通过实例分析,验证所提策略的有效性,为类似工程提供了技术参考和管理经验。

关键词: 大变形隧道; 施工管理; 技术挑战; 隧道工程

引言: 随着交通基础设施建设的不断推进,大变形隧道施工中的技术挑战日益凸显。地质条件复杂、围岩变形量大、施工难度大等问题,给隧道掘进带来了极大的不确定性。因此研究大变形隧道施工中的管理策略与技术挑战,对于确保施工安全、提高工程质量具有重要意义。本文将围绕这一主题展开深入探讨。

1 大变形隧道的施工难点及原因分析

大变形隧道的施工难点及原因分析如下,施工难点:在掘进过程中,围岩的大变形可能导致刀具异常损坏、刀盘损坏严重,设备振动大,导致高故障率。同时,由于围岩的强度和磨蚀性较高,刀具的消耗量也相应增大。围岩变形后握裹刀盘和护盾,可能造成卡机现象,这不仅处理难度大、风险高,而且周期长,对工程建设的各项指标都会造成较大影响。初期支护变形后,TBM(全断面硬岩隧道掘进机)后配套通过困难,同时衬砌厚度可能不足,影响隧道的整体稳定性。

原因分析:地质条件复杂。大变形隧道通常穿越地质条件复杂的区域,如高磨蚀性地层、软弱地层等。这些地层中的岩石强度和石英含量较高,磨蚀系数大,给施工带来极大困难;施工技术限制。目前TBM的施工主要基于滚刀的挤压破岩理论,这种方法在面对高磨蚀性和高强度围岩时,难以避免振动和磨蚀问题。现有的TBM掘进技术对于大变形控制的手段有限,如预留变形量的选择远不如钻爆法灵活;设备性能不足。现有的TBM设备在应对大变形隧道时,可能存在性能不足的问题。例如,刀具和刀盘的抗冲击、抗磨蚀能力有待提高,设备的故障率和维修时间也需要进一步降低。

2 大变形隧道施工中的技术挑战

2.1 围岩稳定性控制

在大变形隧道施工中,围岩稳定性控制是一项核心的技术挑战。由于隧道穿越的地层往往具有复杂的地质结构

和的物理力学性质,如断层、破碎带、软弱夹层等,这些不利因素极易导致围岩的失稳^[1]。在掘进过程中,围岩的变形和位移可能超出预期,给施工安全带来严重威胁。如何有效控制和预测围岩的稳定性,防止其发生大变形甚至坍塌,是施工过程中必须解决的关键问题。

2.2 支护技术选择与应用

支护技术选择与应用是另一个重要的技术挑战。在大变形隧道中,支护结构不仅要承受围岩的变形压力,还要确保隧道的稳定性和安全性。由于围岩的变形特性和施工环境的复杂性,支护结构的设计和施工往往面临诸多困难。例如,支护材料的选择、支护结构的类型、支护参数的确定等都需要根据具体的地质条件和施工环境进行综合考虑。支护结构的施工质量和效果也直接影响到隧道的稳定性和使用寿命。

2.3 施工设备与工艺优化

施工设备与工艺的优化也是大变形隧道施工中的一大技术挑战。由于大变形隧道的施工环境恶劣,对施工设备和工艺的要求极高。一方面,施工设备需要具备足够的强度和刚度,以应对围岩的变形和位移;另一方面,施工工艺需要高效、安全、可靠,以确保施工质量和进度。现有的施工设备和工艺往往难以完全满足这些要求,需要不断进行技术创新和优化。例如,提高掘进设备的破岩效率、降低设备故障率、优化支护施工工艺等,都是施工过程中需要不断研究和解决的问题。

3 大变形隧道施工中的管理策略

3.1 前期勘察与设计管理

在大变形隧道的施工管理中,前期勘察与设计管理扮演着至关重要的角色。这一环节不仅决定了后续施工的难易程度,还直接关系到隧道施工的安全性和经济性。在前期勘察与设计阶段,必须采取一系列科学、系统的管理策略。加强对隧道所在区域的地质勘察,通过

地质勘探、钻探取样、地质雷达等手段,全面、准确地了解隧道穿越地层的岩性、构造、水文条件等信息。对于可能存在的断层、破碎带、软弱夹层等不良地质条件,要进行重点勘察和分析,为设计提供详实可靠的地质依据。设计管理要注重科学性和创新性,针对大变形隧道的特殊性,设计团队需要采用先进的设计理念和办法,如动态设计、信息化施工等,以应对隧道掘进过程中可能出现的各种复杂情况。设计过程中要充分考虑施工技术的可行性和安全性,确保设计方案既能满足工程需求,又能有效控制施工风险和成本。前期勘察与设计管理还应注重信息的整合与共享,勘察数据、设计成果等应及时、准确地传递给后续的施工和管理团队,确保施工过程中的信息传递畅通无阻。同时要加强与设计单位的沟通协调,及时解决设计过程中出现的问题,确保设计方案的合理性和可行性^[2]。

3.2 施工过程中的安全管理

在大变形隧道的施工过程中,安全管理是确保工程顺利进行和人员安全的关键。针对大变形隧道的特殊性,安全管理策略需要更加细致、全面。建立完善的安全管理体系,这包括制定详细的安全管理制度、应急预案、安全操作规程等,明确各级管理人员和作业人员的安全职责和操作流程。要加强对施工人员的安全教育和培训,提高他们的安全意识和操作技能,确保施工过程中能够严格遵守安全规定。加强施工现场的安全监控,通过安装监控摄像头、设置安全警示标志、配备专职安全员等手段,对施工现场进行全天候、全方位的监控和管理。对于可能出现的安全隐患和事故风险,要及时发现、及时报告、及时处理,确保施工现场的安全稳定。还要加强与其他相关部门的沟通协调,如与地质勘察单位、设计单位、监理单位等保持密切联系,及时沟通施工过程中的问题和困难,共同研究解决方案。要加强与当地政府和居民的沟通联系,及时通报施工进度和可能产生的影响,争取他们的理解和支持。在安全管理方面,还应注重科技的应用和创新,如采用智能监控系统、无人机巡检等手段,提高安全管理的效率和准确性。要加强对新技术、新工艺的研究和应用,以科技手段提升施工过程中的安全管理水平。

3.3 质量控制与检验管理

在大变形隧道的施工中,质量控制与检验管理是保证工程质量、确保工程安全的重要环节。针对大变形隧道的特殊性,质量控制与检验管理策略需要更加严格、细致。首先,要建立完善的质量控制体系,这包括制定详细的质量控制计划、检验标准、检验方法等,明确各

级管理人员和作业人员的质量控制职责和操作流程。同时加强对施工过程中的原材料、构配件、设备等的质量检验和验收,确保其符合设计要求和质量标准。其次,要加强对施工过程的质量监控,通过现场检查、抽样检验、质量评定等手段,对施工过程中的各个环节进行全过程、全方位的质量监控和管理。对于可能出现的质量问题或缺陷,要及时发现、及时整改、及时验收,确保施工过程中的质量稳定可控。另外,还要加强对工程质量的评估和反馈,通过定期的质量评估、质量分析会议等手段,对工程的质量状况进行全面、客观的评估和分析。对于存在的问题和不足,要及时总结经验教训,提出改进措施和建议,为后续的工程施工提供有益的参考和借鉴。在质量控制与检验管理方面,还应注重科技的应用和创新,如采用先进的检测技术、智能监控系统等手段,提高质量控制的效率和准确性。要加强对新技术、新工艺的研究和应用,以科技手段提升施工过程中的质量控制水平。

4 大变形隧道施工中的技术挑战与对策

4.1 地质预报与超前支护技术

在大变形隧道的施工过程中,地质预报与超前支护技术面临着诸多技术挑战。由于隧道穿越的地质条件复杂多变,如断层、破碎带、软弱夹层等不良地质体的存在,给隧道掘进带来了极大的不确定性。地质预报技术旨在通过地质勘探、地质雷达、超前钻探等手段,提前预测隧道前方的地质情况,为施工决策提供科学依据^[3]。在实际操作中,地质预报的准确性往往受到多种因素的制约,如地质条件的复杂性、勘探手段的局限性等,导致预报结果与实际地质情况存在一定的偏差。为了应对这一挑战,可以采取以下对策:一是加强地质勘探工作,提高勘探精度和深度,尽可能获取更多、更准确的地质信息;二是优化地质预报方法,结合多种勘探手段进行综合分析,提高预报的准确性和可靠性;三是加强超前支护技术的应用,根据地质预报结果,提前采取注浆加固、超前锚杆等措施,增强隧道前方围岩的稳定性,降低掘进过程中的安全风险。超前支护技术是大变形隧道施工中的关键环节,在掘进过程中,由于围岩的变形和位移,可能导致掘进面的失稳。超前支护技术通过提前设置支护结构,如超前锚杆、超前钢管棚等,对掘进面进行加固,确保掘进过程中的稳定性。超前支护技术的应用也面临着诸多困难,如支护结构的选型、支护参数的确定、支护效果的评估等。为了优化超前支护技术,可以采取以下对策:首先加强支护结构的研发和创新,开发适应不同地质条件的支护结构;其次建立支护参数

的优化模型,根据地质条件、掘进速度等因素,动态调整支护参数;最后加强支护效果的监测和评估,通过现场观测、数据分析等手段,对支护效果进行实时评估,及时调整支护方案。

4.2 支护与加固技术

大变形隧道的支护与加固技术同样面临着诸多挑战。由于隧道掘进过程中围岩的变形和位移,可能导致支护结构的失效或破坏。支护结构的选型、支护参数的确定以及支护材料的选用等,都直接影响到支护效果的好坏。为了应对这一挑战,加强支护结构的设计和优化,根据地质条件、隧道断面等因素,合理选择支护结构类型和参数;选用高性能的支护材料,如高强度锚杆、高性能混凝土等,提高支护结构的承载能力和耐久性;加强支护结构的施工质量控制,确保支护结构的施工质量和效果。对于已经发生变形的支护结构,需要采取加固措施进行修复。加固技术主要包括注浆加固、锚杆加固、钢支撑加固等。在选择加固措施时,需要根据变形情况、地质条件等因素进行综合考虑,确保加固效果的有效性。

4.3 监控量测与变形控制

在大变形隧道的施工过程中,监控量测与变形控制是确保施工安全和质量的重要手段。然而,由于隧道掘进过程中围岩的变形和位移具有不确定性和复杂性,监控量测与变形控制面临着诸多挑战^[4]。为了应对这一挑战,可以采取以下对策:(1)建立完善的监控量测体系,包括设置合理的监测点、选用先进的监测设备等,确保监测数据的准确性和可靠性;(2)加强数据分析与预警,通过实时监测、数据分析等手段,及时发现围岩变形的趋势和规律,为施工决策提供科学依据;(3)采取有效的变形控制措施,如调整掘进参数、加强支护结构等,确保隧道掘进过程中的稳定性。同时还需要加强对监控量测人员的培训和管理,提高他们的专业技能和责任心,确保监控量测工作的顺利进行。

4.4 地下水控制与防渗漏技术

在大变形隧道的施工过程中,地下水控制与防渗漏技术同样至关重要。由于隧道穿越的地质条件复杂多变,地下水位的变化往往对隧道施工造成严重影响。地下水位的升高可能导致隧道掘进面的涌水、突泥等安全隐患,同时也会影响支护结构的稳定性和隧道的使用寿命。为了应对这一挑战,加强地下水位的监测和预测,通过地质勘探、水位观测等手段,提前了解地下水位的变化情况;采取有效的地下水控制措施,如注浆堵水、排水降压等,降低地下水位对施工的影响;加强防渗漏技术的应用,选用高性能的防水材料、设置合理的防水层等,确保隧道的防渗漏效果。还需要加强对地下水控制与防渗漏技术的研究和创新,开发适应不同地质条件和施工需求的地下水控制与防渗漏技术,为隧道施工提供更加可靠的技术保障。

结束语

通过对大变形隧道施工中的管理策略与技术挑战的系统研究,我们不仅深刻认识到该领域面临的复杂性和艰巨性,也探索出了一系列切实可行的解决方案。未来,随着科技的进步和工程实践的深入,期待能够不断突破技术瓶颈,优化管理策略,为大变形隧道的施工安全、质量和效率提供更加坚实的保障。同时也希望本研究能够为相关领域的研究者和实践者提供有益的参考和启示。

参考文献

- [1]谭光辉.隧道软岩大变形施工技术研究[J].运输经理世界,2023,(35):111-113.
- [2]赵明富.基于软岩大变形隧道的施工技术研究[J].交通世界,2023,(24):139-141.
- [3]李茂有.山岭隧道软岩大变形分级与控制技术措施研究[J].市政技术,2021,39(2):63-66.
- [4]韩常领.张天.徐晨.等.大断面软岩隧道变形特征及多层初支控制研究[J].公路,2021,66(1):335-339.