

水利输水隧洞施工中的位移风险管理

黄万飞

(中铁二十一局集团第六工程有限公司, 天津 300450)

摘要 水利输水隧洞施工是一个复杂的高风险工程, 其中位移风险管理至关重要。位移风险可能导致隧洞结构的不稳定, 地质灾害, 甚至工程事故, 因此需要采取一系列的措施来管理和减轻这些风险。本文探讨水利输水隧洞施工中位移风险的特点, 分析可能引发位移风险的因素, 提出有效的风险管理策略, 旨在为提高水利输水隧洞施工的安全性和可靠性提供参考, 确保工程的成功完成。

关键词 水利输水; 隧洞施工; 位移风险管理

中图分类号: TV6

文献标识码: A

文章编号: 2097-3365(2023)12-0094-03

1 水利输水隧洞施工中的位移风险的特点

1.1 地质多样性

水利输水隧洞施工中的位移风险的首要特点之一是地质多样性。不同地区的隧洞工程往往需要穿越各种不同类型的岩层, 如坚硬的花岗岩、软弱的泥岩和多孔的砂岩等。每种岩层都具有不同的力学性质和稳定性特点, 因此对施工的影响也各不相同。这种地质多样性要求工程师和施工团队必须根据具体情况采取不同的支护和固定策略, 以适应不同地质条件, 从而降低位移风险^[1]。

1.2 地下水位和渗透性

地下水位和渗透性是另一个关键的位移风险特点。在水利输水隧洞施工中, 地下水位的高低以及地下水的渗透性会对隧洞周围的岩层稳定性产生直接影响。高地下水位和高渗透性可能导致岩层饱和和水压升高, 增加了位移风险。因此, 必须采取适当的排水措施和支护方法, 以减轻地下水对隧洞工程的不利影响。

1.3 断层和地震活动

断层和地震活动也是水利输水隧洞施工中位移风险的重要组成部分。隧洞穿越地质断层带时, 断层的运动可能引发位移和变形, 从而对工程的稳定性构成威胁。此外, 部分地区处于地震活动带, 地震引发的地震位移可能导致隧洞结构破坏。因此, 在这些地区的隧洞工程中, 必须特别关注地震和断层的影响, 并采取相应的地震防护和监测措施, 以降低位移风险。

1.4 施工过程中的位移机制

在水利输水隧洞施工过程中, 位移机制也是一个重要的特点。施工工序, 如掘进、爆破和支护安装, 都可能引发局部或全局的位移。这些位移机制涉及地下应力的重新分布和岩层的变形, 因此必须谨慎规划

和监控施工过程, 以最小化潜在的位移风险。合适的施工方法和序列选择以及支护方案的设计是确保工程安全的关键因素。

2 水利输水隧洞施工中的位移风险因素分析

2.1 地质条件和地质结构

首先, 不同地区的地质条件和地质结构差异显著。某些地区可能具有坚硬的岩石层, 而其他地区则可能是软弱的土壤或泥岩。不仅如此, 地下的岩层和地质构造通常是多样性的, 可能包括褶皱、断层、岩浆岩和其他复杂的地质特征。这种多样性要求施工团队在处理不同地质条件时采取灵活的方法, 以适应不同地质特点, 降低岩层不稳定性和位移风险。

其次, 地下水位和渗透性也对地质条件产生直接影响。高地下水位和高渗透性地层可能导致岩层饱和, 增加了位移风险。水流的存在可能会改变地下岩石的强度和稳定性, 尤其是对于软弱的地质材料^[2]。因此, 在施工前需要详尽的地质勘探和水文地质调查, 以准确评估地下水位和渗透性, 为位移风险管理提供必要的信息。

2.2 施工方法和设备

首先, 施工方法的选择是一个至关重要的决策因素。不同的施工方法, 如盾构、钻孔爆破法、传统挖掘等, 对地下岩石的影响不同。例如, 盾构法在软土层中施工时可能导致地下的沉降和位移, 而传统挖掘则可能引发岩层的崩塌。因此, 在选择施工方法时必须充分考虑地质条件和工程的位移风险, 以最大程度地减少潜在的不稳定性。

其次, 施工设备的性能和适用性对位移风险也具有显著影响。使用的掘进机械、支护设备和监测工具必须能够适应具体的地质条件, 以减少潜在的位移风

险。精确控制施工设备的操作和参数是降低位移风险的关键,需要确保设备的稳定性和精度,以避免不必要的位移。

此外,施工过程中的操作序列和施工速度也是位移风险的关键因素。快速施工可能会引发地下应力的快速释放,导致位移风险增加。因此,在施工计划中必须谨慎考虑操作步骤和速度,以减轻位移风险。

2.3 自然和人为因素

水利输水隧洞施工中的位移风险因素涉及自然和人为因素的综合影响。自然因素包括水文气象条件,如雨量、气温和气象事件,这些因素可能引发地下水位升高和加速地表侵蚀,导致位移风险上升。地质条件如地下岩层的多样性和地震活动也是自然因素的重要组成部分,因为它们对岩层的稳定性和隧洞结构的完整性构成潜在威胁。与此同时,人为因素如设计标准和监管政策,以及施工操作和监测的质量,对位移风险产生直接影响。施工方法和序列的选择,支护和固定措施的实施,以及地下水的管理都属于人为因素,需要精心策划和执行,以降低潜在的位移风险。

3 水利输水隧洞施工中位移风险管理策略

3.1 预测和评估

3.1.1 地质勘探和调查

地质勘探和调查在这个过程中扮演着关键的角色,为位移风险的准确评估提供了必要的数据和信息。地质勘探和调查的目的是深入了解隧洞施工区域的地质条件和地质结构。这包括对不同岩层的类型、强度和分布的详尽了解,地下水位和渗透性的测定,以及地质断层和地震活动的可能性评估^[3]。通过系统性的勘探和调查,工程团队可以识别潜在的位移风险因素,了解地下岩石的特性,以及确定可能的地质挑战。

这一信息的准确性对于制定有效的位移风险管理策略至关重要。具有详细地质数据的工程团队可以更准确地预测潜在的位移风险,并采取相应的措施来减轻这些风险。地质勘探和调查还有助于确定适当的施工方法和支护方案,以适应具体地质条件,降低岩层不稳定性的可能性。

3.1.2 数值模拟和分析

数值模拟和分析为工程团队提供了一种有力的工具,可以更准确地评估位移风险,模拟不同施工情境下的地下岩石响应,并为采取相应措施提供科学依据。

数值模拟是通过使用地质和工程参数,如地层性质、地下水位、施工方法等,来创建数学模型来模拟地下岩石的行为。这些模型可以通过模拟施工过程中可能的位移机制,预测潜在的位移和变形情况。通过

数值模拟,工程团队可以确定哪些地点可能会受到影响,以及位移的幅度,从而为采取针对性的风险管理措施提供指导。

数值分析则是在数值模拟的基础上,使用计算工具和技术来解释和分析模型的输出结果。这种分析能够为工程团队提供深入的理解,帮助他们评估位移风险的程度,并确定可能的控制措施。通过数值分析,工程团队可以识别潜在的问题,如地下水的升降、岩石的裂缝和应力分布不均等,从而采取更精确的措施来降低位移风险。

3.2 风险减轻措施

3.2.1 施工方法和序列优化

通过精心规划施工流程和操作序列,可以有效减轻位移风险,提高工程的安全性和可靠性。举例来说,假设一项隧洞工程需要穿越具有高度不均匀性的地下岩层,包括坚硬的花岗岩、软弱的泥岩和多孔的砂岩。在这种情况下,施工方法和序列的优化将至关重要。工程团队可以选择合适的掘进机械和钻探工具,以适应不同岩层的特性。例如,对于坚硬的花岗岩,可以采用机械挖掘或钻爆法,而对于软弱的泥岩,可能需要采取盾构法或其他支护措施。通过选择适当的施工方法,可以减少岩层不稳定性及位移风险。

此外,施工序列的优化也可以帮助降低位移风险。工程团队可以安排施工顺序,以最小化施工对周围地质环境的干扰。在前述的岩层多样性情况下,可以首先处理坚硬的岩石,然后再处理软弱的岩石,以防止周围岩层的不稳定性,这种施工顺序的优化可以降低位移风险,减少对周围地质环境的影响。

3.2.2 支护和固定方案改进

在水利输水隧洞施工中,有效的位移风险管理策略包括改进支护和固定方案,以减轻潜在的风险。支护和固定方案的优化在提高隧洞工程的稳定性和安全性方面发挥着重要作用。

例如,一个隧洞工程穿越了一个地质结构复杂的地区,其中存在多个断层和岩石类型。在这种情况下,传统的支护方案可能不足以应对潜在的位移风险。通过改进支护方案,工程团队可以采用更强大、更灵活的支护材料,以适应不同类型的岩石,并增加隧洞的整体稳定性。这可以包括使用钢筋混凝土衬砌、锚杆支护和地下墙等高级支护技术,以应对不同地质条件的挑战。

此外,固定方案的改进也可以显著减轻位移风险。通过使用先进的监测技术,如位移传感器和地下水监测,工程团队可以实时监控隧洞的变形情况。如果出现异常位移或应力分布,即可采取即时的补救

措施,例如调整支护结构或增加支撑。这种实时反馈和调整可以最大限度地减少位移风险,确保工程的安全性和可靠性。

3.3 监测和实时数据分析

3.3.1 位移监测系统

位移监测系统的设计和运用可以极大地提高隧洞工程的安全性,通过实时数据分析,工程团队能够迅速识别位移风险,采取及时的应对措施。

位移监测系统包括各种传感器和仪器,用于测量隧洞结构的位移、变形和应力分布。这些监测设备可以安装在关键位置,如隧洞墙壁、顶部、地下支撑结构等,以全面了解隧洞的状态。通过监测隧洞的实时位移数据,工程团队能够密切关注隧洞内部的变化,包括地下岩石的变形、水位的波动以及其他关键参数。

以一个示例情景来说明,假设隧洞施工区域位于地震活跃区域,地质条件复杂,存在断层带。在这种情况下,位移监测系统可以实时监测隧洞结构的变形情况。如果发生地震或断层活动,监测系统可以立即检测到位移或变形的异常情况,并将数据传输至中央监控中心。工程团队可以通过分析这些数据,快速做出反应,例如立即中止施工,以确保工程人员的安全。这种实时数据分析和应急响应有助于最大程度地降低潜在的位移风险,减少人员伤亡和财产损失^[4]。

此外,位移监测系统还可以为隧洞工程提供宝贵的历史数据,用于长期的风险评估和工程改进。通过分析历史位移数据,工程团队可以更好地了解隧洞结构的变化趋势,为今后的工程提供重要的经验教训和改进方向。

3.3.2 预警系统的建立

预警系统通常基于位移监测系统的数据和实时数据分析结果。一旦监测数据显示出异常的变化,如位移速度的加快、地下水位的显著升高或地震活动的增加,系统会自动触发警报。这些警报可以通过各种方式传达给工程团队,包括声音警报、短信通知、电子邮件或手机应用程序,确保相关人员能够及时获得信息。

例如,一个隧洞工程位于山区,地下岩层多种多样,存在地震活动的可能性。在这种情况下,预警系统可以设定警戒阈值,一旦地震监测设备检测到地震活动,系统将自动触发警报。工程团队将迅速收到警报通知,并能够立即采取措施,如中止施工或疏散工程人员,以确保他们的安全。这种实时的预警系统有助于最大限度地减少潜在的风险,减少人员伤亡和财产损失。

3.4 应急响应计划

3.4.1 突发事件处理

在应急响应计划中,突发事件处理是一个至关重

要的方面。这涉及工程团队在发生突发事件时采取的措施,以最小化潜在风险和危害。举例来说,如果发生地震,应急响应计划可以包括工程人员迅速疏散到安全地点,暂停施工活动,检查隧洞结构的状况,并评估可能的损害。此外,预警系统可以在地震发生时自动触发,提供及时警报,以确保人员的安全。

应急响应计划还应考虑其他突发事件,如大雨引发的水涌或泥石流。在这些情况下,工程团队需要有应急措施,如设立防洪设施、实施紧急排水措施,以防止水涌或泥石流对隧洞结构造成损害。这些措施的迅速实施可以减轻潜在的位移风险,并确保工程的可靠性。

3.4.2 人员撤离和安全措施

人员撤离是应急响应计划的关键组成部分,特别是在发生地震、泥石流或其他自然灾害时。工程团队必须制定清晰的撤离程序,包括撤离路径、安全集结点和通信方式。在突发事件发生时,工程人员必须迅速撤离危险区域,以避免受到潜在的风险和危害。这可能需要定期进行撤离演练,以确保所有人员了解并能够执行撤离程序^[5]。

安全措施也是应急响应计划的一部分,用于保护工程人员的安全。这包括提供适当的个人防护装备,如头盔、安全带和呼吸器,以减少潜在的伤害。此外,安全措施还包括为工程人员提供培训,使他们了解如何应对不同类型的突发事件,以及如何使用应急设备,如灭火器和急救包。这种培训可以提高工程人员的自我保护能力,并减少潜在伤害的风险。

4 结论

水利输水隧洞施工中位移风险管理至关重要。结合地质勘探、数值模拟、支护固定、预警系统和应急响应计划,能够最大程度地降低风险,确保工程的顺利进行和安全完成。位移风险的管理策略需要综合考虑自然和人为因素,以应对多样的地质条件和突发事件,以保障工程的成功实施。

参考文献:

- [1] 闫川. 输水隧洞施工引起的周边围岩变形研究 [J]. 江西建材, 2023(03):109-111.
- [2] 赵玉龙. 输水隧洞施工的支护参数优化分析 [J]. 河南水利与南水北调, 2022,51(05):75-76,101.
- [3] 王勇. 水利施工中输水隧洞施工措施 [J]. 农业科技与信息, 2017(16):102-103.
- [4] 阙凤斌. 水利施工中输水隧洞施工措施 [J]. 科技创新与应用, 2014(20):173.
- [5] 谢玉轩. 水利工程输水隧洞施工安全管理分析 [J]. 建材发展导向, 2022,20(16):102-104.