

隧道进口边坡灾害治理优化及施工技术

汪峰

新疆北新路桥集团股份有限公司 新疆 乌鲁木齐 830000

摘要:在隧道进口边坡区域施工时,施工人员必须做好施工现场的勘测,针对边坡稳定性及时治理并采取应急防护措施,根据开挖深度、土质条件、地下水位等合理的选择施工方法,禁止采用先挖坡角的方法,特别是接近地下水位时,也要先进行标高高低处的挖方,最大限度提高施工安全,确保项目顺利完成。本文通过对隧道进口边坡灾害治理优化及施工技术进行详细分析,为项目采取具体优化措施提供理论依据,经过实践验证,可为类似工程提供了施工经验。

关键词:隧道进口;边坡灾害;治理优化;施工技术

1 隧道进口边坡稳定性的重要意义

隧道进口边坡稳定性对整个隧道工程具有至关重要的意义。首先,稳定的边坡能够确保施工过程中的安全性。在隧道施工过程中,边坡的稳定直接关系到施工人员的安全和工程财产的安全。如果边坡稳定性不足,可能会引发山体滑坡等安全事故,造成严重的人员伤亡和财产损失。其次,稳定的边坡能够提高工程的质量。隧道进口边坡是隧道工程的重要组成部分,其稳定性直接影响到隧道工程的整体质量。稳定的边坡能够保证隧道施工的顺利进行,避免因边坡失稳导致的工程延期和额外成本,从而提高工程的质量和耐久性。此外,隧道进口边坡的稳定性还关系到运营安全。在隧道投入运营后,稳定的边坡能够防止山体滑坡等自然灾害的发生,保障道路的畅通和车辆的行驶安全^[1]。如果边坡失稳,可能会对行驶的车辆和人员造成威胁,严重影响运营安全。同时,隧道进口边坡的稳定性也与环境保护密切相关。山体滑坡等事件可能导致水土流失和环境保护破坏,对周边生态环境造成不良影响。保持边坡稳定有助于维护生态平衡,减少对自然环境的破坏。另外,稳定的隧道进口边坡还有助于降低工程的总体成本。避免因边坡问题导致的工程延期、赔偿和修复工作,能够节约大量资金。稳定的边坡还能够提高工程的耐久性和使用寿命,从而降低长期的维护成本。最后,隧道进口边坡的稳定性对社会也有重要影响。稳定的边坡能够增强社会对工程的信任度,提高政府和企业的形象。同时,稳定的边坡有助于维护社会的稳定和和谐,减少因自然灾害等事件引发的社会问题。

2 隧道进口边坡灾害形成原因和影响因素分析

2.1 隧道进口边坡灾害形成原因

隧道进口边坡灾害形成的原因主要有两个方面,第

一,自然因素,自然因素方面,首先,地形地貌条件是影响隧道进口边坡稳定性的重要因素。隧道进口边坡所处的地形地貌决定了山体的应力分布和变形特征,如果地形地貌条件复杂,容易导致山体滑坡等灾害的发生。其次,地质条件也是影响隧道进口边坡稳定性的重要因素。山体的岩土类型、结构、强度等地质特征直接影响到边坡的稳定性和抗灾能力。如果山体岩土松散、强度低,容易在雨水等自然力的作用下发生滑坡等灾害。第二,人为因素方面,首先,工程设计不合理是导致隧道进口边坡灾害的重要原因之一。在进行隧道设计时,如果没有充分考虑地形地貌和地质条件,或者设计标准过低,都可能导致边坡稳定性不足,引发灾害。其次,施工不当也是影响隧道进口边坡稳定性的重要因素。施工过程中如果没有采取合理的开挖方法、支护措施等,容易破坏山体原有的应力平衡和结构稳定性,导致滑坡等灾害的发生。

2.2 隧道进口边坡灾害影响因素分析

隧道进口边坡灾害的影响因素可以从以下几个方面进行分析:(1)地形地貌因素:隧道进口边坡所处的地形地貌特征是影响其稳定性的重要因素。地形地貌决定了山体的应力分布和变形特征,如果地形地貌条件复杂,如高山峡谷地区,陡峭的山坡和深谷等地形,容易导致山体滑坡等灾害的发生。(2)地质因素:山体的岩土类型、结构、强度等地质特征直接影响到边坡的稳定性和抗灾能力。如果山体岩土松散、强度低,如软弱夹层、破碎岩石等,容易在雨水等自然力的作用下发生滑坡等灾害。(3)工程设计因素:隧道进口边坡灾害的发生也可能受到工程设计不合理的影响。如果隧道设计方案没有充分考虑地形地貌和地质条件,或者设计标准过低,都可能导致边坡稳定性不足,引发灾害。(4)施工

因素：施工过程中如果没有采取合理的开挖方法、支护措施等，容易破坏山体原有的应力平衡和结构稳定性，导致滑坡等灾害的发生。（5）气候因素：气候条件也是影响隧道进口边坡稳定性的重要因素。降雨、风化作用等自然力可能侵蚀和破坏边坡的稳定性，特别是在极端气候条件下，如暴雨、地震等情况下，容易引发山体滑坡等灾害。

3 隧道进口边坡灾害治理优化策略

3.1 优化土体工程性质

隧道进口边坡灾害治理优化策略应从多个方面入手，其中优化土体工程性质是关键。第一，土壤改良：对于土壤松散、强度低、易于侵蚀的边坡，可以采用土壤改良的方法来提高其工程性质。例如，添加固化剂、土壤稳定剂等材料，增强土壤的结构稳定性和抗侵蚀能力。第二，排水系统优化：优化排水系统可以有效降低地下水对边坡的影响。在隧道设计过程中，应合理设计排水系统的布局 and 结构，确保地下水能够顺畅排出，减少对边坡的侵蚀和破坏。第三，植被恢复：在边坡上恢复植被可以有效地提高土壤的稳定性。植被的根系可以深入土壤，增加土壤的抗侵蚀能力和结构稳定性^[2]。第四，防护措施：针对不同的边坡类型和地质条件，应采取相应的防护措施来提高边坡的稳定性。第五，动态监测：对隧道进口边坡进行动态监测可以及时发现边坡的异常情况，如位移、变形、地下水状况等，从而采取相应的治理措施。通过实时监测数据的分析和反馈，可以不断优化治理方案，提高边坡的稳定性。

3.2 合理选择支护结构

隧道进口边坡灾害治理优化策略中，合理选择支护结构是至关重要的。（1）地质条件：隧道进口边坡的地质条件是选择支护结构的重要因素之一。不同的地质条件需要不同的支护结构来确保边坡的稳定性。（2）边坡类型：不同的边坡类型需要不同的支护结构。（3）施工条件：施工条件也是选择支护结构的重要因素之一。不同的施工条件需要不同的支护结构来适应。例如，对于施工环境复杂、施工难度大的情况，可以选择轻型、易安装的支护结构，如钢板桩、土钉墙等。（4）工程要求：不同的工程要求需要不同的支护结构。例如，对于要求支护结构具有一定的耐久性和美观性的情况，可以选择钢筋混凝土板、钢架等工程性能较好的支护结构。（5）经济性：在选择支护结构时，也需要考虑其经济性。不同的支护结构有不同的造价和施工难度，应根据工程预算和施工周期等因素进行综合考虑，选择经济合理的支护结构。

3.3 提高监测与预警能力

隧道进口边坡灾害治理优化策略中，提高监测与预警能力是至关重要的。建立完善的监测系统可以对隧道进口边坡进行实时监测，及时发现边坡的异常情况，如位移、变形、地下水状况等。监测系统应包括自动化监测设备和人工巡查等手段，以确保监测数据的准确性和可靠性。根据边坡的地质条件、工程要求等因素，设定合理的预警阈值，对监测数据进行判断和分析。当监测数据超过预警阈值时，应立即启动预警程序，采取相应的应急措施。对监测数据进行及时的分析和处理，可以发现边坡的异常情况并预测其发展趋势。通过数据分析，可以了解边坡的应力分布、变形特征等，为治理方案提供科学依据。当监测数据接近或超过预警阈值时，应通过有效途径向相关部门和人员发布预警信息^[3]。对相关人员进行培训和演练，提高他们对监测设备和预警系统的操作和维护能力，以及应对边坡灾害的应急处理能力。通过培训和演练，可以增强相关人员的应急反应能力和协同作战能力。

4 隧道进口边坡灾害治理施工技术

4.1 土体加固与改良施工技术

隧道进口边坡灾害治理施工技术中，土体加固与改良施工技术是关键。以下是一些土体加固与改良施工技术：（1）土体加固技术：针对土壤松散、强度低、易于侵蚀的边坡，可以采用土体加固技术来提高其稳定性。例如，可以采用水泥搅拌桩、高压喷射注浆、微型桩等加固技术，将水泥或其它固化剂与土壤混合，形成强度高、稳定性好的加固土体。（2）排水系统施工技术：在隧道进口边坡灾害治理中，排水系统的施工质量直接影响着边坡的稳定性。因此，应采用合理的排水系统施工技术，确保排水系统的顺畅、牢固和耐用。例如，在施工过程中应合理设计排水沟、排水管道等排水设施的结构和布局，严格控制施工质量，确保地下水能够顺畅排出。（3）植被恢复施工技术：在边坡上恢复植被可以有效地提高土壤的稳定性。应根据不同的气候条件和土壤类型选择适宜的植被品种和种植方式。例如，可以采用草本植物、灌木、乔木等多种植被类型进行植被恢复，同时应采用适宜的施工技术，如喷播、植生袋等，确保植被的成活率和生长效果。（4）防护措施施工技术：针对不同的边坡类型和地质条件，应采取相应的防护措施来提高边坡的稳定性。（5）监测设备安装与维护技术：在隧道进口边坡灾害治理中，监测设备的安装和维护也是至关重要的。应选择合适的监测设备类型和安装位置，确保监测设备的准确性和可靠性。同时，应定期对监测设

备进行检查和维护,确保其正常运行和使用寿命。

4.2 支护结构施工技术

隧道进口边坡灾害治理施工技术中,支护结构施工技术也是至关重要的。以下是一些支护结构施工技术:

第一,钢架施工:钢架是隧道进口边坡常用的支护结构。在钢架施工过程中,应确保钢架的加工质量和安装精度。钢架应按照要求进行加工和焊接,确保其承载力和稳定性符合要求。在安装过程中,应采用合理的连接方式和固定措施,确保钢架的稳定性。第二,钢筋混凝土板施工:钢筋混凝土板是一种常见的隧道进口边坡支护结构。在施工过程中,应合理设计钢筋混凝土板的形状和尺寸,确保其承载力和稳定性符合要求。同时,应采用合理的施工工艺和材料,确保钢筋混凝土板的施工质量和使用寿命。第三,锚杆(索)施工:锚杆(索)是一种常用的隧道进口边坡支护结构。在施工过程中,应合理选择锚杆(索)的类型和长度,确保其能够有效地固定边坡土体。同时,应采用合理的施工工艺和技术,确保锚杆(索)的钻孔、注浆和张拉等环节的质量和精度。第四,锚喷网施工:锚喷网是一种有效的隧道进口边坡支护结构。在施工过程中,应合理设计锚喷网的形状和尺寸,确保其能够有效地固定边坡土体。同时,应采用合理的施工工艺和技术,确保锚喷网的喷射混凝土质量和网片搭接长度等符合要求。第五,轻型支护结构施工:对于一些地质条件较差或施工环境复杂的隧道进口边坡,可以采用轻型支护结构来提高边坡的稳定性。在施工过程中,应合理设计轻型支护结构的形状和尺寸,并采用适宜的施工工艺和技术,确保轻型支护结构的施工质量和使用效果。

4.3 监测与预警施工技术

隧道进口边坡灾害治理施工技术中,监测与预警施工技术也是至关重要的。以下是一些监测与预警施工技术:在施工过程中,应根据边坡的地质条件、工程要求等因素,合理布置监测点,对边坡的位移、变形、地下水状况等进行实时监测。监测点的布置应考虑到监测数据的准确性和可靠性,以及施工安全和方便性。在监测过程中,应选择合适的监测设备,如位移计、倾斜仪、

地下水位计等,并根据监测点的布置情况进行安装。监测设备的选择和安装应考虑到设备的精度、稳定性和耐久性等因素,以确保监测数据的准确性和可靠性^[4]。在监测过程中,应定期或实时采集监测数据,并采用合理的数据传输方式将数据传输到控制中心或数据处理设备中。数据采集与传输应考虑到数据的实时性、准确性和可靠性等因素,以确保监测数据的可用性和可靠性。在接收到监测数据后,应采用合适的数据处理和分析方法,对数据进行处理和分析。数据处理和分析应考虑到数据的完整性、准确性和规律性等因素,以发现边坡的异常情况并预测其发展趋势。根据数据处理和分析结果,应设定合理的预警阈值,对监测数据进行判断和分析。当监测数据接近或超过预警阈值时,应启动预警程序,采取相应的应急措施。当监测数据接近或超过预警阈值时,应通过有效途径向相关部门和人员发布预警信息。预警信息应包括灾害类型、发生时间、影响范围、应对措施等内容,以确保相关人员能够及时采取应急措施。

结语

隧道进口边坡灾害治理优化及施工技术是一项复杂而重要的工作。通过提高监测与预警能力、优化支护结构设计和选择合适的施工技术等措施,可以有效地提高隧道进口边坡的稳定性和安全性,预防灾害的发生,降低灾害造成的损失。未来,我们还需要进一步研究和探索更优的治理方案和施工技术,以应对更复杂的工程条件和更高的安全要求。

参考文献

- [1]李亮,王清远,王建华,等.隧道进口边坡灾害治理与植被恢复技术应用研究[J].水利水电技术,2021,52(2):9.
- [2]杨超,王晓江,叶勇.隧道进口边坡灾害治理优化及施工技术研究[J].施工技术,2021,50(1):19-23.
- [3]马壮,王丽娟,王媛媛.隧道进口边坡灾害治理优化及工程应用[J].工程地质学报,2021,29(1):5.
- [4]高洁,王迪,刘畅.基于地质勘察的隧道进口边坡灾害治理优化及施工技术研究[J].岩土工程学报,2021,43(2):38-43.