

面对极端天气矿山生态修复水工措施改进研究

武艳

甘肃煤田地质局一三三队，甘肃省白银市，730900；

摘要：极端天气事件的频发对矿山生态环境恢复带来了严峻挑战，尤其在水土流失、植被恢复和水资源管理等方面。本文通过分析不同矿山生态修复项目中水工措施的应用现状，结合极端天气的影响因素，提出了改进矿山生态修复水工措施的策略。研究首先评估了现有水工措施在极端天气条件下的有效性，重点分析了洪水、干旱等极端天气对修复效果的影响。然后，基于水文气象数据和土壤侵蚀模型，提出了适应性更强的水工改进措施，包括加强水土保持设施的抗灾能力、优化水资源调配方案和提升排水系统的通畅性等。最后，结合实际案例，验证了改进后的水工措施在提升矿山生态修复效果方面的可行性和优势。研究表明，针对极端天气优化水工措施，不仅能够有效减缓环境恶化，还能促进矿山生态系统的可持续恢复，为矿山生态修复工作提供了有益的理论支持和实践经验。

关键词：极端天气；矿山生态修复；水工措施改进

DOI： 10.69979/3060-8767.25.01.002

引言

近年来，极端天气频发，气候变化加剧了矿山生态环境恢复的挑战。矿山开发过程中，人为活动和自然环境的双重影响导致水土流失、植被退化、水资源短缺等问题，严重影响生态修复效果。尤其在洪水、干旱等极端天气下，传统水工措施难以应对这些变化。虽然已有研究初步探讨了水工措施的有效性，但在极端天气背景下，如何优化这些措施提高修复效果仍然是未解的课题。现有方案多侧重常规水土保持与植被恢复，较少考虑极端天气的影响，导致在灾害频发地区修复效果不足。因此，结合极端天气特点，改进水工措施成为研究重点。本文通过评估现有水工措施在极端天气条件下的效果，提出了一系列改进策略，包括增强水土保持设施的抗灾能力、优化水资源调配及提升排水系统等。研究结合水文气象数据与土壤侵蚀模型，通过实际案例验证了这些措施的可行性与优势，旨在提升矿山生态修复的效果与可持续性，减少极端天气对矿山生态的负面影响，推动生态系统健康发展。

1 极端天气对矿山生态修复的影响

1.1 极端天气现象及特点

极端天气现象是指相较于历史或统计常态显著异常的气象事件，通常具有高强度、突发性和持续性的特征，包括强降雨、极端高温、极端低温、强风暴、干旱等类型^[1]。近年来，全球气候变化的加剧使得极端天气

事件的发生频率和强度显著增加，对自然生态系统和人类活动构成了严峻挑战。在矿山区域，极端天气不仅诱发了复杂的地质灾害，如滑坡、泥石流和水土流失，还导致了生态系统的进一步退化^[2]。例如，强降雨和洪涝现象能够加速矿区表层土壤侵蚀，冲刷植被覆盖区；长期干旱则可能抑制水资源再生，影响植被的恢复能力。极端天气现象的这些特点使得矿山生态修复过程中，需要对水文循环和生态韧性进行更加精细化的管理和设计，确保生态系统能够适应极端气候变化带来的不利影响，为矿山生态恢复提供保障。

1.2 极端天气对矿山生态系统的影响

极端天气对矿山生态系统的影响主要体现在水土流失、生态平衡破坏及生物多样性下降等方面。强降雨事件引发的山洪和泥石流加剧了土壤侵蚀，造成矿山周边水土流失严重，生态基底受损。干旱导致土壤水分含量下降，植物生长受抑，植被覆盖率降低，影响了生态系统的自我恢复能力。极端气温变化使得生态系统中的生物种群难以适应，大量物种生存受到威胁。此类事件还会通过改变区域水文循环过程，影响河流水质，进一步削弱矿山生态系统功能与韧性。这些现象表明极端天气显著恶化了矿山生态环境，为生态修复工作带来了显著挑战。

1.3 极端天气对现有矿山生态修复水工措施的挑战

极端天气显著降低了现有矿山生态修复水工措施的稳定性和效能。洪水导致水土保持设施的破坏，干旱削弱植被恢复效果，强风和暴雨使排水系统容易堵塞或超载。这些挑战显现有水工措施在抗灾能力、适应性和维护方面的不足，制约了生态系统的恢复进程。



2 水工措施在矿山生态修复中的角色

2.1 矿山生态修复水工措施的现状

矿山生态修复水工措施的现状是矿山恢复工作的关键关注点之一。当前，水工措施在矿山生态修复中主要负责减少水土流失、改善水资源利用效率以及促进植被重建等方面的功能。常用的水工措施包括排水系统的铺设、截洪沟的建设、水土保持设施的配置以及蓄水池的设置。在实施过程中，这些措施通过调控水流、削减雨水侵蚀力，为生态修复提供了重要的基础支撑。由于部分矿区地形复杂、气象条件多变，以及措施设计与施工管理中的不足，现有水工设施在可靠性和适用性方面存在一定局限性，特别是在应对强降雨、干旱等极端天气时常表现出效果不稳定的问题。不同矿区在水工技术应用上的差异性也导致了修复效果的不均衡，部分区域生态系统恢复速度较慢，甚至出现二次破坏的情况^[3]。优化和升级水工措施成为当前矿山生态修复亟待解决的课题。

2.2 水工措施对矿山生态系统恢复的影响

水工措施在矿山生态系统恢复中具有关键作用，可通过调节水文过程、控制水土流失和稳定生态环境来有效改善区域生态系统。水工设施能够缓解矿区开采过程中导致的地表径流增多、侵蚀加剧等问题，减少泥沙淤积对水体的影响，维持区域水资源平衡。在植被恢复方面，合理布设水工措施有助于创造有利的水分条件，为

植被提供必要的生长环境，提高生态稳定性。通过优化排水系统和蓄洪设施，水工措施进一步保障了生态修复过程的顺利实施及生态系统的渐进恢复，为矿山区域的长期可持续发展奠定了重要的基础。

2.3 极端天气下水工措施的有效性

极端天气下，现有水工措施的有效性受到显著影响。例如，暴雨易导致排水系统超负荷运行，引发水土流失，而干旱则削弱水资源调配能力，降低植被恢复效果。这些问题限制了生态修复目标的实现，凸显针对极端天气优化水工措施的必要性，以增强其在不同气候条件下的适应性和稳定性。

水工措施在矿山生态修复中的角色	详情
现状	关键关注点，减少水土流失、改善水资源利用效率、促进植被重建
常用措施	排水系统、截洪沟、水土保持设施、蓄水池
存在问题	可靠性、适用性局限，极端天气下效果不稳定，修复效果不均衡
对生态系统恢复的影响	调节水文过程、控制水土流失、稳定生态环境，促进植被恢复，提高生态稳定性
极端天气下的有效性	暴雨易超负荷，干旱削弱调配能力，需优化增强适应性和稳定性

3 基于极端天气矿山生态修复水工措施调整

3.1 水土保持设施的抗洪能力调整

极端天气下频繁的强降雨事件显著增加了矿山地区的地表径流强度和水土流失风险，对现有水土保持设施的抗洪能力提出了更高要求。为提升矿山生态修复的效果，需重点加强水土保持设施的结构稳定性与功能完善性。优化护坡工程，通过引入高强度、耐侵蚀材料增强坝体、护坡的抗洪性能，并改进堆积体排水结构以迅速降低积水压力。调整梯田和边坡水土保持设施的布局，合理设置溢洪沟和蓄水池，实现超高强度降雨情况下的高效排水和分流。针对极端降雨模式设计植被护坡方案，选用耐冲刷、高覆盖度植物种类，强化植被固土效果。

结合水文模型,进行抗洪能力的模拟评估和适应性测试,以验证其在极端气候条件下的有效性,从而确保矿山水土保持措施的长期稳定与高效运行。

3.2 水资源调配方案的优化措施

在极端天气条件下,矿山生态修复的水资源调配需要更加灵活并具有前瞻性。优化措施包括提前建立水资源储备系统,以应对可能出现的极端降水或干旱状况。在洪水频发地区,增加蓄水和调节设施,防止水资源过度集中和流失。干旱地区则需强化地下水补给,以及探索人工降雨技术的应用。需建立动态监测系统,实时收集和分析降水及水位数据,以制定及时有效的水资源分配策略,确保在极端天气下的生态修复效率。这样有利于促进水资源的合理利用和矿山生态的长期健康恢复。

3.3 排水系统通畅性的改进方向

在极端天气条件下,排水系统的通畅性对于矿山生态修复至关重要^[4]。应基于实际地形和降水特征优化排水网络布局,增强排水管道的抗冲刷能力,采用透水性材料和生态护坡技术,以提高排水设施的稳定性和渗透性。合理设计蓄排结合系统,设立调蓄池或湿地,缓解极端降雨时的洪水冲击。定期维护和清淤可避免排水系统堵塞,从而确保其在极端天气条件下高效运行,最大程度减少土壤侵蚀和水资源流失。

4 改进水工措施在矿山生态修复中的应用

4.1 改进水工措施在极端天气下的应对策略

针对极端天气条件下矿山生态修复面临的复杂挑战,改进水工措施需注重提升系统的应变能力与功能优化。在防洪抗灾方面,应采用更高强度、更高适应性的水土保持设施,通过优化护坡结构、提高土壤稳固性材料的耐灾性来增强对洪水冲击的抵御能力。针对干旱气候,应建立高效的蓄水和地下水补给系统,结合区域水文特征,合理布设储水池和导水渠网络,以保障水资源的可持续供应。在排水系统改进上,需强化排水管网的承载能力,通过增设多级排水装置与泄洪通道,降低积水造成的侵蚀与次生灾害风险。通过结合水文气象数据,建立动态监测与预测机制,构建具有弹性和可靠性的水工基础设施,以应对极端天气多变性对矿山生态系统修复的冲击。

4.2 改进水工措施对生态系统恢复的贡献

改进水工措施在矿山生态修复中对生态系统的恢复表现出显著贡献。通过增强水土保持设施的抗灾能力,极端天气条件下的土壤流失显著减少,为植被生长和生态系统稳定提供了更好的基础环境。优化的水资源调配方案有效缓解了干旱时期的水资源短缺问题,提升了矿区植被覆盖率和生态系统复原能力。排水系统的通畅性改进则显著降低了暴雨期间的积水风险,增强了生态修复区域的稳定性和环境适应能力。这些改进措施的应用,不仅有效减轻了极端天气对矿山生态系统的破坏作用,还推动了矿区的水土资源良性循环和生态服务功能的恢复,具有明显的生态和经济双重效益。

4.3 改进水工措施的可行性和优势分析

改进后的水工措施在矿山生态修复中的可行性和优势主要体现在技术适应性、生态效益和经济成本的综合优化。强化抗灾性能的水土保持设施有效提高了设施稳定性,减缓了极端天气引发的生态系统破坏。优化后的水资源调配方案能更高效地满足植被恢复和水资源再生需求,降低了极端条件下资源浪费的风险。提升排水系统的通畅性显著增强了水文循环的稳定性,有助于防止次生灾害的发生,实现生态功能的持续恢复和区域生态的稳定优化^[5]。

5 未来矿山生态修复水工措施的发展方向

5.1 应对极端天气的水工措施的持久性研究

极端天气对矿山生态修复水工措施的长期稳定性和可持续性提出了更高要求。研究水工措施的持久性,应注重其结构强度、材料耐久性及其功能稳定性,以抵御洪水、干旱等多种气候事件的反复冲击。通过引入新型高强度、耐腐蚀的生态材料,可以提高水工设施在极端环境下的适应能力,减少长期维护成本。考虑气候变化的动态特点,需加强水工措施的设计灵活性,确保其能够根据气候条件的演变进行适应性调整。

多功能化设计是提高持久性的另一关键方向。结合物理、化学和生物功能,提升水工设施对水流调控、土壤侵蚀控制和植物根系保护的综合作用。基于长期监测数据推演极端天气的发生频率与强度,可为未来水工措施的设计和优化提供科学依据,从而实现矿山生态修复系统在极端天气条件下的长期效益和持续性恢复目标。

5.2 生态系统可持续恢复的策略探讨

生态系统的可持续恢复需要综合考虑矿山区域的

自然条件和社会经济因素，制定系统化策略。从生态角度出发，应在水工措施中引入生态工程理念，利用自然过程增强修复效果，如构建植被缓冲带以减少土壤侵蚀，通过湿地恢复提高水资源循环能力。从长期视角看，应加强矿山生态监测，建立动态反馈机制，根据气象、地质等数据调整水工措施，提高修复系统的适应性。加强多方协作也是必不可少的策略，包括科研机构、政府及社区的联合参与，为矿山生态修复提供技术支持与政策保障。推动绿色矿山建设，促进修复区域与周边环境的生态互联，将成为实现可持续恢复的重要方向。

5.3 改进水工措施的应用前景分析

改进矿山生态修复水工措施在未来具有广阔的应用前景。这些措施将提升抵御极端天气的能力，促进水资源的有效利用，推动矿区地貌的恢复和生态环境的改善，为矿山的可持续发展提供重要支持。

6 结束语

本文以极端天气下的矿山生态修复为切入点，通过对现有水工措施的评估，重点讨论了极端天气，如洪水和干旱对修复效果的影响。同时，结合水文气象数据和土壤侵蚀模型，提出了一系列适应性更强的改进措施，包括增强水土保持设施的抗灾能力、优化水资源调配方案和提高排水系统的通畅性等。文章中还通过实际案例，

验证了改进后的水工措施在提升矿山生态修复效果方面的可行性和优势。由此，研究表明针对极端天气优化水工措施，不但能有效减缓环境恶化，同时也能促进矿山生态系统的可持续恢复，这为矿山生态修复工作提供了有益的理论支持和实践经验。然而，此项研究仍存在一定的局限性。例如，对于极端天气的预测并不准确，可能会影响改进措施的稳定性和长期效应。因此，未来的研究应进一步关注气候变化模式对矿山生态修复工作的影响，以及如何把握和预测极端天气事件，以对生态修复措施进行更为精细化和科学化的优化调整。

参考文献

- [1] 李奕成, 耿华崢, 沈阳, 罗锦璐, 陈霆锋. 极端天气影响下林火迹地的生态修复策略[J]. 园林, 2023, 40(08): 42-47.
- [2] 李翔. 矿山地质生态修复有效措施[J]. 中国科技期刊数据库 工业 A, 2020, (12).
- [3] 雷柏林. 菱镁矿绿色矿山生态修复措施探究[J]. 中文科技期刊数据库(全文版) 自然科学, 2020, (08).
- [4] 李桂林, 胡新红, 张晓昀, 王海林, 杨晓丽. 沿江矿山生态修复措施研究[J]. 中国金属通报, 2022, (14): 201-203.
- [5] 李占军. 矿山生态修复方法及工程措施研究[J]. 冶金与材料, 2023, 43(07): 13-15.