

矿山生态修复后期管护机制与成效可持续性研究

陈 昊

神东煤炭集团补连塔煤矿 内蒙古鄂尔多斯 伊金霍洛旗 017209

【摘要】：矿山生态修复后期的管护机制对修复成效的长期可持续性至关重要。本文探讨了矿山生态修复后期管护的现状与问题，分析了其面临的主要挑战，提出了优化策略，包括加强长期生态监测、完善政策法规、推动社会参与等。结合先进技术手段，如信息化技术和生态恢复技术，能够提高管护效果和修复效率。文章还提出了修复效果的评估方法和可持续性评估体系，为后期管护提供了理论支持。最终，针对后期管护的成效提出了长期观察与反馈机制的建立，以确保修复成效的稳定与持续。

【关键词】：矿山生态修复；后期管护；管理机制；可持续性；环境监测

DOI:10.12417/2811-0722.26.06.042

引言

矿山资源的开采常常带来严重的生态破坏，矿山生态修复工程通过系统性修复措施为恢复生态平衡提供了解决方案。尽管前期修复工作至关重要，但后期管理和维护机制却常被忽视。矿山生态修复的后期管护不仅决定了修复成效的持续性，也影响着生态环境能否真正恢复。在生态修复的过程中，许多修复项目由于管理体系不完善、技术支持不足或政策执行不到位，导致修复效果短期内有所回升，但长远来看生态系统的稳定性和健康性无法持续。因此，矿山生态修复后期的有效管护机制对保障修复成效、推动可持续发展至关重要。本研究聚焦于矿山生态修复后期管护机制及其可持续性，通过分析当前存在的主要问题，提出解决方案，旨在为生态修复提供更为长效的管理模式。

1 矿山生态修复后期管护的现状与问题

1.1 管护机制的现有体系

当前矿山生态修复后的管护机制普遍采用政府主导、企业协作以及社会参与的综合模式。政府制定相关法规和政策，推动矿山企业实施修复后的长期管护，而企业则承担具体的修复责任和资金投入。社会组织 and 科研机构则通过提供技术支持和监测手段，参与修复效果的评估与管理。在实际操作中，管护机制的实施力度和协调性存在较大差异，导致部分地区修复效果未能持久。

1.2 面临的主要挑战

矿山生态修复后期管护面临着资金不足、管理体系不完善以及技术支持不稳定等问题。资金的持续投入是后期管护的根本保障，但由于修复周期长，部分项目难以获得稳定的资金支持。部分地区的管理机制缺乏长效性，造成对生态修复项目的监督不到位^[1]。技术支持方面，监测设备的技术更新滞后，无法及时提供准确的数据分析，影响了修复效果的及时调整和改进。

1.3 影响可持续性的因素

影响矿山生态修复后期可持续性的主要因素包括生态恢

复的初期效果、土壤和水源的质量问题、以及生物多样性的恢复程度。生态修复工作往往集中于初期修复阶段，但长期的生态监测和管理滞后使得修复效果无法稳定维持。土壤质量和水源的持续污染，影响了植物和动物的生存环境，进而削弱了生态系统的自我恢复能力。生物多样性的恢复需要时间，但在短期内无法有效恢复的情况下，修复后的生态环境容易受到外部因素的干扰。

2 矿山生态修复后期管护机制的优化策略

2.1 加强长期生态监测与评估

矿山生态修复的后期管护必须依赖于长期生态监测与评估机制的支持，以确保修复效果的持续性和稳定性。有效的生态监测体系应当包括土壤质量、水质、生物多样性等多个维度，运用现代化的遥感技术和信息化管理平台对生态环境进行全方位的实时监测。这种监测不仅限于修复初期的短期效果评估，还要覆盖修复后的多年跟踪，能够动态调整修复策略，及时发现并解决存在的问题。生物多样性的恢复进程、土壤侵蚀与水资源污染状况、植物种群和动物栖息地的恢复等方面，都需要通过精确的监测数据来进行评估。生态评估不仅要关注修复项目的生态效益，也应结合经济效益、社会效益进行综合分析，以科学、合理的评估方法为后期管护提供数据支持，帮助决策者做出更加精准的政策调整。

2.2 完善政策和法规体系

现有的政策和法规体系对矿山生态修复后的管护工作缺乏强有力的支撑。随着修复工作的推进，政策支持力度不足，特别是在长期管护的资金保障、技术指导以及法律责任的落实等方面，尚未形成全面而系统的法规体系^[2]。为了实现矿山生态修复的可持续性，必须构建完善的法规体系，明确修复后的管护责任。应当制定相应的法律法规，对矿山修复项目的后期管护工作进行严格的法律约束，同时强化地方政府、企业和社会的责任分担。政策层面应加大对修复项目后期管护的资金支持力度，并通过政策激励措施鼓励企业和社会组织参与后期管护工作。政府可以通过税收减免、补贴等手段，激励企业持续

投入到矿山生态修复后的监测与管理工作中,为其提供必要的政策保障和资金支持,推动矿山生态修复后期的长期可持续性。

2.3 推动社会参与与合作

矿山生态修复的后期管护不仅仅是政府和企业的责任,社会的广泛参与也至关重要。社会组织、科研机构和公众的积极参与,能够有效推动生态修复后期的管理与监测工作。尤其是环境保护 NGO 组织,可以通过独立的第三方评估机制,对修复项目的实际效果进行监督和反馈,提高管护工作的透明度和公众参与度。学术界和科研机构应发挥技术创新的优势,为修复项目提供科学依据,推动新的生态修复技术和管理模式的应用。同时,公众的环保意识也需要在矿山生态修复过程中不断提升,形成社会各界共同关心和支持的氛围。通过加强社会各方的合作与互动,不仅能够提升管护工作的效率,还能增强公众对矿山生态修复成果的认同感和参与感,促进矿山生态修复项目的可持续发展。

3 矿山生态修复后期管理中的技术支持与创新

3.1 信息化技术在监测中的应用

信息化技术的引入对矿山生态修复后期的管理与监测起到了重要的支持作用。通过运用遥感技术、无人机监测、物联网 (IoT) 以及大数据分析,能够实时获取矿山生态系统的各种环境数据。这些数据可以帮助科学家和管理人员准确判断修复进展以及潜在的环境风险。遥感影像可用于分析土壤变化、植被覆盖度、水资源状况等,提供更为直观和高效的监测手段。无人机技术能够在矿山深度或危险区域执行空中巡查,采集地形、植被和水域变化数据,避免人工巡查可能带来的安全隐患。物联网技术可以通过传感器实时监测气候变化、土壤湿度和污染物浓度等指标,形成一个实时的监测网络,为后期修复效果评估提供数据支持。通过信息化手段的应用,能够大幅提升矿山生态修复后期管理的精准性、及时性和效率。

3.2 先进生态恢复技术的引入

技术的进步,越来越多的先进生态恢复技术得以应用于矿山生态修复中,尤其是在后期管理阶段。这些技术的应用不仅能够提高修复效率,还能提升修复效果的可持续性。生态工程技术如人工湿地修复、植物种植与土壤改良技术已成为矿山生态恢复的重要工具。人工湿地在水质净化、调节生态环境方面具有显著效果,尤其适用于水源受污染的矿区。植物修复技术则通过选用适应性强的植物,帮助恢复植被覆盖,增强土壤稳定性,防止水土流失^[3]。生物技术也在矿山生态修复后期得到广泛应用,如微生物修复技术用于土壤污染治理,通过微生物的降解作用降低土壤中的有害物质浓度,进一步改善土壤质量。这些先进的技术不仅能够帮助矿山生态修复项目达到更高的生态修复目标,也为长效管理提供了可靠的技术保障。

3.3 多样化技术手段的结合与发展

矿山生态修复后期管理的技术手段需要根据具体的生态环境和修复需求进行多样化的组合与创新。单一的技术手段往往无法全面应对矿山生态环境的复杂性和多变性,采用多种技术手段的综合治理方案成为一种趋势。水土保持技术与植被恢复技术的结合,可以实现矿山区域的水土流失防控与植被覆盖的双重修复效果。生物修复技术与物理化学修复技术的融合,可以有效降低矿山土壤中的重金属污染,恢复生态环境的健康性。随着技术的不断发展,智能化的修复管理系统将逐步替代传统的人工管理模式,结合大数据与人工智能,实现自动化监测和动态管理,进一步提高修复效果和管理效率。这些技术手段的结合与创新,不仅能够增强矿山生态修复的效果,也为后期管护的可持续性提供了坚实的技术支持。

4 矿山生态修复后期管护的政策与管理模式

4.1 地方政府在修复后期的责任

地方政府在矿山生态修复后期扮演着至关重要的角色,主要体现在政策引导、监督执行和资源配置方面。地方政府应当根据国家和地方的生态环境保护法律法规,制定和完善矿山生态修复后的长期管护政策。通过建立健全的法律责任追究机制,政府能有效确保修复工作得到持续监控,并对修复效果进行评估。政府还需推动多方参与的生态保护平台,促进企业、科研机构和公众共同参与修复后的管理。地方政府负责协调资金来源与资金的合理配置,为修复项目提供必要的财政支持。修复后的矿山可能会对地方经济和社会生活产生深远影响,因此,政府还需在修复过程中做好宣传教育与公众参与的工作,确保修复后的生态环境能得到长期保护与可持续利用。

4.2 企业的管护义务与社会责任

企业在矿山生态修复后期的管护责任不仅体现在履行法律义务上,还需要从社会责任的角度出发,主动参与修复后的长效管理。企业应根据生态修复的要求,设立专门的管护部门,持续投入必要的资金和技术力量,确保修复后的生态环境得到长期的维护与监管^[4]。企业还应当承担起修复后的环境责任,特别是在矿山闭坑后,确保不会因运营活动对环境造成新的负面影响。为了增强企业的管护意识,可以通过建立绿色企业评价体系,评估企业在生态修复中的表现。社会责任也要求企业积极支持当地社区的可持续发展,利用修复后的生态资源为地方经济增添活力,通过合理的生态补偿机制,促进社会与生态环境的和谐发展。

4.3 资金保障与经济激励措施

矿山生态修复的后期管护需要大量的资金支持,尤其是长周期的环境监测和生态恢复工作。资金保障和经济激励措施是确保修复后期管护有效进行的重要保障。政府可以通过设立专项生态修复基金,为企业和社会组织提供资金补助,降低企业

长期管护的经济压力。与此同时,针对企业在矿山生态修复后的责任履行,可以通过税收优惠、补贴政策以及绿色债券等形式,激励企业持续投入资金与技术,推动矿山生态修复向可持续发展方向。还可以通过生态补偿机制,建立修复区域与受损区域之间的经济平衡,确保受影响社区的生活水平不因修复项目而下降。通过完善的资金支持和激励措施,能够有效促进矿山生态修复后期的长期管护工作,推动生态环境的持续恢复。

5 矿山生态修复后期成效的评估与展望

5.1 修复效果的评估方法

矿山生态修复效果的评估方法应综合考虑生态恢复的各个层面。通过生态监测数据、土壤质量、水质和植被恢复状况,进行定量与定性的评估。采用多种评估工具,如遥感技术和地面监测相结合,定期检查生态环境变化。评估不仅关注恢复的生态功能,还应考虑生态系统服务功能的恢复情况,如水源涵养、土壤保持及生物栖息地的重建。通过这些多维度的评估方法,能够全面了解修复后的效果和存在的问题,从而为后期管理提供数据支持和决策依据。

5.2 可持续性评估指标体系

建立矿山生态修复的可持续性评估指标体系,需要从生态、社会和经济三个维度综合考虑。生态维度包括生物多样性

恢复、土壤质量、水资源管理和污染控制等;社会维度关注社区参与、居民生活质量和生态教育等;经济维度则涉及修复项目的成本效益、资源利用效率和生态产品的经济价值^[5]。通过量化这些指标,可以全面评估修复项目的长期可持续性,发现潜在风险,并采取有效的管理对策。

5.3 后期管护成效的长期观察与反馈

后期管护的成效需要通过长期观察和反馈机制来确保。定期对矿山生态环境进行监测,特别是关键生态指标的变化,能够及时发现修复过程中出现的问题。通过建立长期的数据采集和反馈系统,修复项目的成效可以实时得到评估,确保所有修复措施的有效性与长效性。多方参与的反馈机制,包括企业、政府和社会组织,可以提供多角度的修复效果评价,促进矿山生态修复的持续改进和优化。

6 结语

矿山生态修复的后期管护是确保生态恢复成效长期有效的关键。加强后期管护机制、优化政策支持、推动社会各界参与等多方面措施的结合,将为矿山生态环境的可持续发展提供有力保障。未来,持续完善技术手段和管理模式,推动矿山生态修复后期的科学化和高效化,必将为生态文明建设贡献更多力量。

参考文献:

- [1] 刘瑞平,董高峰,兰建梅,陈华清,焦建刚,亢文婷,张怡冰,杨鹏飞,龚慧山,汪硕森,陈向阳.露天矿山生态修复监测指标体系构建及若干关键问题探讨[J].西北地质,2026,59(1):288-302.
- [2] 李学良,郭孝理,任慧君,赵晗博,王麒麟.基于 NbS 的历史遗留废弃矿山生态修复技术体系与实践路径[J].矿业安全与环保,2025,52(6):133-141.
- [3] 张瑞,鲁明星,刁振杨,杨彦威.基于布迪厄实践理论的矿山生态修复工程预算问题及措施[J].有色矿冶,2025,41(3):62-66.
- [4] 张落毅.基于遥感的历史遗留矿山生态修复技术方法研究[J].世界有色金属,2025(5):151-153.
- [5] 任凤林.那曲市某金属矿历史遗留废弃矿山生态修复实践[J].湖南有色金属,2025,41(1):85-89.