

矿山区域雨水收集系统在水土保持与植被恢复中的应用效益分析

张健鄰

中煤地质集团有限公司, 北京市, 100040;

摘要: 本文分析矿山区域雨水收集系统在水土保持与植被恢复中的应用效益。矿山区域水土保持与植被恢复现状被介绍, 其在生态修复中的重要作用也被指出。雨水收集系统应用中面临的问题被探讨, 收集效率低下、储存与利用瓶颈及协同效应不足均在其中。优化雨水收集系统的策略被提出, 优化系统布局与设计、强化系统维护与管理、拓展系统功能与应用包含在内, 目标是提升其在水土保持与植被恢复中的协同效益。

关键词: 雨水收集系统; 水土保持; 植被恢复; 矿山区域; 生态效益

DOI: 10. 64216/3080-1508. 25. 11. 050

引言

矿山开采活动严重破坏生态环境, 水土流失和植被退化问题突出。雨水收集系统是有效的生态修复手段, 可为植被恢复提供稳定水源支持。矿山区域应用该系统时仍面临诸多挑战, 收集效率低、储存与利用不充分均是常见问题。本文分析这些问题, 提出优化策略, 提升雨水收集系统在水土保持与植被恢复中的效益, 为矿山区域生态修复提供科学依据和实践指导。

1 矿山区域水土保持与植被恢复现状

矿山区域内, 水土保持与植被恢复是矿山环境治理的关键环节, 二者相互依存、相互促进。水土保持为植被恢复提供稳定土壤环境, 植被恢复则是水土保持的重要手段之一。六盘水市矿山环境治理项目实施一系列植被恢复措施, 取得显著成效, 为矿山区域生态修复提供宝贵经验。水土保持领域, 植被恢复项目通过增加植被覆盖度, 有效减少水土流失。项目实施后, 土壤侵蚀速率显著降低, 土壤厚度增加, 土壤有机质含量提高。这些变化改善土壤物理性质, 还增强土壤保水能力和肥力, 为植被生长提供更好条件。植被根系网络也能固定土壤、防止水土流失, 进一步巩固水土保持成果。植被恢复工作中, 采取封山育林、人工造林和植被群落重建等多种措施。这些措施增加植物种类和数量, 还改善植被群落结构, 形成多层次植被覆盖。项目实施后, 植物种类增加 50%, 动物种类增加 80%, 微生物多样性也显著提高。这些变化提升生态系统稳定性和生物多样性, 还增强生态系统生态服务功能, 像水源涵养、气候调节等。植被恢复还为当地创造大量就业机会, 推动生态旅游等新兴产业发展, 促进区域经济转型和可持续发展^[1]。

2 矿山区域雨水收集系统在水土保持与植被恢

复应用中面临的问题

矿山区域内, 雨水收集系统在水土保持与植被恢复应用中面临诸多挑战, 这些问题在一定程度上限制其效益充分发挥, 尤其在植被恢复方面。雨水收集系统的收集效率有待提高。矿山区域地形复杂, 降雨分布不均, 这使得雨水收集设施的布局和设计需要更精细化。目前的收集系统在布局上往往未能充分考虑地形地貌和降雨特征, 导致部分区域的雨水收集效率低下。一些坡度较大的区域, 雨水快速流失, 难以有效收集, 这不仅浪费宝贵的水资源, 也影响植被恢复的水源供应。收集设施的设计也存在不足, 部分雨水收集装置在面对高强度降雨时容易出现溢流现象, 无法有效储存雨水, 进一步降低收集效率。雨水收集系统的储存与利用存在瓶颈^[2]。储存设施的容量有限, 难以满足植被恢复对水资源的长期需求。干旱季节, 储存的雨水往往很快耗尽, 无法持续为植被提供稳定的水分供应。雨水利用的方式较为单一, 主要集中在植被灌溉, 对雨水的深度处理和循环利用考虑不足。这不仅限制雨水的综合利用效率, 也未能充分发挥雨水在改善土壤结构和促进微生物活动中的潜在作用。雨水收集系统与植被恢复的协同效应尚未充分发挥。雨水收集系统为植被恢复提供水源, 但在实际应用中, 两者之间的衔接并不紧密。

3 优化矿山区域雨水收集系统以强化水土保持与植被恢复效益的策略

3.1 优化系统布局与设计, 提升协同效益

3.1.1 雨水收集系统的整体布局优化

优化矿山区域雨水收集系统的布局与设计, 是提升其在水土保持与植被恢复中协同效益的关键。为实现雨水收集系统对植被恢复的精准供水, 需科学优化系统布

局与设计。借助屋面雨水收集机构和地面雨水收集机构，能够全方位收集矿山区域不同来源的雨水。这些收集到的雨水会先经过第一过滤装置进行初步净化，之后通过地下管道输送至储水池。储水池中的雨水并非直接用于植被灌溉，而是会再次经过第二过滤装置的深度净化，随后进入清水池。在清水池环节，配备有检测装置，它能实时监测水质状况，严格确保水质符合植被灌溉的要求。当需要为植被供水时，只需打开开关阀，经过层层净化且达标的清水，便可以顺利输送至景观用水系统、园林用水系统等与植被恢复密切相关的用水系统，为植被生长提供稳定的水源支持。

3.1.2 多级净化与水质监测

考虑到可能存在雨水收集不足的情况，系统还设置了自来水补充通道。自来水系统的水会经过第三过滤装置处理后，补充到清水池当中，从而有效保障植被供水的稳定性，避免因雨水短缺而影响植被恢复进程。这种布局与设计，一方面高效收集并充分利用了雨水资源，另一方面通过多级过滤和实时检测，为植被提供了优质的水源，有力地助力植被恢复，进而提升矿山区域的水土保持效果，推动矿山生态修复工作更好地开展。见图 1

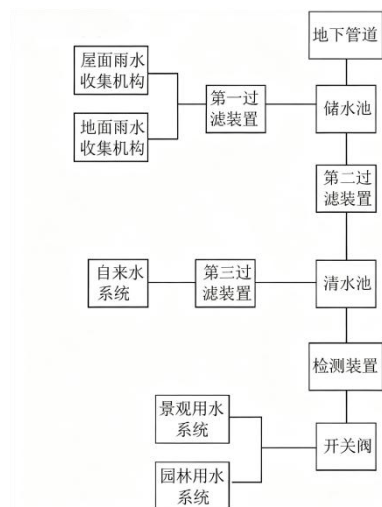


图 1：矿山区域雨水收集与利用系统流程图

3.1.3 雨水收集与植被恢复的协同设计

为进一步提升雨水收集系统与植被恢复的协同效益，需将雨水收集系统与矿山区域的生态修复工程相结合。植被恢复项目中同步建设雨水收集设施，使雨水收集与植被灌溉、土壤改良等措施相互促进。植被恢复区域设置雨水喷灌系统，根据植被的需水特征和生长阶段，合理控制灌溉量和灌溉频率，确保植被获得充足的水分供应。利用雨水收集系统储存的雨水进行土壤改良，如添加有机肥料和微生物菌剂，提高土壤的肥力和保水能力，为植被生长创造更好的土壤条件。具体实施时，雨

水收集池中可加入适量的有机肥料，通过雨水的稀释和输送，将肥料均匀施加到植被种植区域，提高土壤的有机质含量，增强土壤的保水和保肥能力。实际操作中还需考虑雨水收集系统的自动化和智能化设计^[3]。安装自动灌溉系统，依据土壤湿度传感器和气象数据，自动控制灌溉时间和灌溉量，确保植被在不同生长阶段都能获得适量水分。这种自动化灌溉系统能提高灌溉效率，还能减少人工干预，降低管理成本。通过智能化的监测和控制系统，可实时监测雨水收集池的水位、水质等参数，及时发现和解决问题，确保系统稳定运行。

3.2 强化系统维护与管理，保障长期效益

3.2.1 建立完善的维护机制

强化雨水收集系统的维护与管理，是保障其长期有效运行、实现水土保持与植被恢复长期效益的重要措施。建立完善的维护机制，制定详细的维护计划，定期对雨水收集设施进行检查、清理和维修。定期清理雨水收集池中的杂物和沉积物，确保雨水顺利流入和储存；检查雨水管道的密封性和完整性，防止雨水在输送过程中泄漏。具体实施时，可设立专门的维护团队，负责定期检查和维修雨水收集系统。维护团队定期对收集池进行清理，去除池底的淤泥和杂物，确保雨水的清洁和储存能力。定期检查雨水管道的连接处，及时修复破损和泄漏的部分，确保雨水顺利输送。

3.2.2 提高管理技术水平

运用信息化手段对雨水收集系统进行实时监测和管理。安装水位传感器和流量传感器，实时监测雨水收集池的水位和雨水的流入流出情况；通过远程监控系统，管理人员及时掌握雨水收集系统的运行状态，根据实际情况调整管理措施。具体实施时，可在雨水收集池中安装水位传感器，通过无线传输技术将数据实时发送到监控中心。监控中心的管理人员通过电脑或手机应用程序随时查看水位数据，水位过高或过低时，系统自动发出警报，提醒管理人员采取相应措施。通过流量传感器监测雨水的流入和流出量，可评估雨水收集系统的运行效率，为优化系统设计和提供科学依据^[4]。

3.2.3 公众参与和监督

加强对矿山区域居民和工作人员的宣传教育，提高他们对雨水收集系统重要性的认识，鼓励公众积极参与系统的维护和管理。具体实施时，可通过组织社区活动和培训课程，向居民和工作人员介绍雨水收集系统的工作原理和维护方法，提高他们的参与意识和能力。定期组织志愿者活动，清理雨水收集设施周围的垃圾和杂物，确保设施的正常运行。建立监督机制，鼓励公众对雨水收集系统的运行情况进行监督，及时反馈问题。通过公

众参与和监督,可形成全社会共同维护雨水收集系统的良好氛围,确保系统的长期有效运行。

3.2.4 建立完善的管理规范和操作流程

实际操作中,还需建立一套完善的管理规范和操作流程。制定雨水收集系统的操作手册,明确维护人员的职责和操作步骤,确保维护工作的标准化和规范化。定期对维护人员进行培训,提高他们的专业技能和管理水平。通过这些措施,可确保雨水收集系统的长期稳定运行,为矿山区域的水土保持和植被恢复提供持续的水源支持。

3.3 拓展系统功能与应用,提升综合效益

3.3.1 拓展雨水利用的途径

拓展雨水收集系统的功能与应用,是提升其在矿山区域水土保持与植被恢复中综合效益的重要途径。拓展雨水利用的途径,除用于植被灌溉和水土保持外,还可探索雨水在矿山其他领域的应用。将雨水用于矿山机械设备的冷却和道路喷洒降尘,减少对地下水和地表水的依赖,同时降低矿山生产过程中的粉尘污染。具体实施时,可在矿山机械设备附近设置小型雨水储存池,通过管道将雨水输送到冷却系统中,用于设备的冷却。在矿山道路两侧设置喷洒装置,利用雨水进行道路喷洒降尘,减少粉尘对环境的污染。

3.3.2 结合生态修复技术提升生态效益

可进一步提升雨水收集系统的生态效益。在雨水收集池周边构建人工湿地,通过湿地植物的净化作用,提高雨水的水质,减少对土壤和植被的污染。具体实施时,可在雨水收集池周边种植芦苇、香蒲等湿地植物,这些植物通过根系吸收和分解雨水中的污染物,提高雨水的水质。人工湿地可为鸟类、昆虫等生物提供栖息地,增加矿山区域的生物多样性^[5]。将雨水收集系统与土壤改良措施相结合,如利用雨水收集池储存的雨水进行土壤冲刷,去除土壤中的重金属和污染物,提高土壤质量,为植被恢复创造更好的条件。具体实施时,可通过管道将雨水输送到土壤改良区域,利用雨水的冲刷作用去除土壤中的污染物,同时添加有机肥料和微生物菌剂,进一步改善土壤质量。

3.3.3 推动生态循环发展

推动矿山区域的生态循环发展,是提升雨水收集系统综合效益的重要方向。以雨水收集系统为核心,结合污水处理、土壤改良等措施,构建完整的生态循环系统。具体实施时,可将雨水收集系统与污水处理设施相结合,处理后的雨水用于矿山区域的植被灌溉和土壤改良。利用植被恢复过程中产生的有机废弃物进行堆肥,产生的有机肥料用于土壤改良,进一步提高土壤肥力。通过这

种生态循环模式,可实现资源的循环利用,减少对自然资源的依赖,为矿山区域的生态修复和可持续发展提供有力支持。在矿山区域设置堆肥设施,将植被恢复过程中产生的枯枝落叶等有机废弃物进行堆肥处理,产生的有机肥料用于土壤改良,提高土壤的有机质含量和肥力。

3.3.4 雨水收集系统的多功能设计

实际操作中,还需考虑雨水收集系统的多功能设计。设计雨水收集池时,可考虑其在洪水调节和生态景观方面的功能。洪水季节,雨水收集池可作为临时的洪水调节设施,减少洪水对矿山区域的冲击。通过合理设计雨水收集池的形状和周边环境,可将其打造成生态景观的一部分,为矿山区域增添生态美感。具体实施时,可在雨水收集池周边设置步行道和观景平台,种植观赏植物,将其打造成生态公园,供居民和游客休闲娱乐。通过优化系统布局与设计、强化系统维护与管理以及拓展系统功能与应用,可有效提升矿山区域雨水收集系统在水土保持与植被恢复中的效益。这不仅有助于改善矿山区域的生态环境,还为区域经济的可持续发展提供重要保障。实际操作中,需综合考虑矿山区域的地形地貌、降雨特征、植被恢复需求等因素,科学规划和设计雨水收集系统,确保系统的高效运行和长期稳定。通过公众参与和监督,形成全社会共同维护雨水收集系统的良好氛围,为矿山区域的生态修复和可持续发展提供持续的水源支持。

4 结语

本文分析矿山区域雨水收集系统在水土保持与植被恢复中的应用效益,提出优化策略。这些策略实施能有效提升雨水收集系统的协同效益,改善矿山区域的生态环境。未来,需进一步加强雨水收集系统的科学规划与管理,推动其多功能应用,形成全社会共同参与的良好氛围,为矿山区域的生态修复和可持续发展提供持续的水源支持,促进区域经济与生态的协调发展。

参考文献

- [1] 刘羽佳,孙立民. 矿山生态环境恢复与综合治理策略研究[J]. 世界有色金属, 2024, (24): 105-107.
- [2] 沈庆波. 六盘水市矿山环境治理中植被恢复的生态效益评估[J]. 黑龙江国土资源, 2025, 23(4): 21-28
- [3] 任永彪,庞涛. 矿山生态修复中植被修复技术的应用与效果评估[J]. 中国金属通报, 2025(8): 240-242
- [4] 张东东. 湖南省废弃矿山植被恢复研究[J]. 中国资源综合利用, 2024, 42(2): 143-145
- [5] 周文亮,白俞. 矿山生态环境修复方法探究[J]. 世界有色金属, 2019, (21): 220-221.