

矿山恢复治理中水文地质条件的影响分析

王 美

山西省地质工程勘察院有限公司 山西 太原 030024

摘要: 矿山开采对水文地质条件产生深远影响,包括地下水位下降、水质恶化及地表水系破坏。水文地质条件变化进而影响岩土体稳定性,引发地质灾害,并制约植被恢复。为此,需建立水文地质监测系统,实施地下水污染治理,控制岩土体稳定性,并合理利用地表水促进植被恢复。这些措施对矿山生态环境保护与可持续发展至关重要。

关键词: 矿山恢复治理;水文地质条件;影响分析

引言: 矿山开采活动对自然环境,尤其是水文地质条件的影响深远而复杂,涉及地下水位的显著变化、水质恶化、地表水系破坏及岩土体稳定性受损等一系列问题。这些问题不仅威胁着矿区的生态安全,还严重影响着周边地区的居民生活与可持续发展。因此,深入探讨水文地质条件的变化对矿山环境及生态恢复的影响,提出基于水文地质条件的矿山恢复治理措施,对于保障矿山开采活动的环境安全性、促进生态恢复与可持续发展具有重要意义。本文旨在综合分析这些影响,并提出相应的治理策略,以为矿山环境治理提供科学依据与实践指导。

1 矿山开采对水文地质条件的改变

矿山开采活动,作为人类获取自然资源的重要途径,其对自然环境,尤其是水文地质条件的影响,是一个复杂且深远的议题。在矿山开采过程中,一系列的工程活动,如地下开采、露天开采以及伴随产生的废渣、废水等,都会对原有的水文地质条件产生显著且持久的影响。(1) 地下开采活动对水文地质条件的改变尤为显著。大规模的地下开采,通过挖掘巷道、开采矿体等过程,直接干扰了地下水的天然赋存和流动状态。随着开采深度的增加,地下水被大量抽取,导致地下水位显著下降,形成所谓的“降落漏斗”。这种水位变化不仅破坏了地下水系统的自然平衡,还可能引发一系列地质环境问题,如地面沉降、地裂缝等。此外,地下开采还可能导致含水层的破坏,使得地下水补给能力下降,水质恶化,进而影响周边地区的生态安全和居民生活用水。(2) 露天开采活动对地表水系的影响也不容忽视。露天开采往往伴随着大规模的土地开挖和废渣堆积,这些活动直接破坏了原有的地形地貌,导致地表水流向改变,径流路径被切断或重定向。地表水系的破坏不仅影响区域水资源的分配和利用,还可能加剧水土流失,破坏生态平衡。此外,露天开采过程中产生的粉尘和废水还可

能通过雨水径流等途径进入地表水体,造成水质污染,进一步威胁人类健康和生态环境。(3) 矿山开采过程中产生的废渣、废水等污染物,往往含有重金属、有毒有害物质等,这些污染物在未经妥善处理的情况下,可能渗入地下,污染地下水,改变地下水的水质。地下水作为重要的淡水资源,一旦被污染,将对周边地区的生态环境和居民生活造成长期且难以逆转的影响。此外,废渣的堆积还可能形成潜在的污染源,通过雨水淋滤、渗滤等方式,持续向地下水系统释放污染物^[1]。

2 水文地质条件对岩土体稳定性的影响

在地质学与工程学的交叉领域中,水文地质条件对岩土体稳定性的影响是一个复杂且关键的研究课题。岩土体的稳定性直接关系到矿山开采的安全、生态环境的恢复以及地质灾害的预防。地下水作为水文地质条件的核心要素,其水位变化、水质状况以及流动特性均对岩土体的稳定性产生深远影响。

2.1 地下水水位变化的影响

地下水水位的升降是地质环境中一个常见的自然现象,然而,这一过程对岩土体的稳定性却具有显著的影响。当地下水位下降时,岩土体中的孔隙水压力随之减小,导致有效应力增大。这种应力状态的改变可能引发岩土体的压缩变形,严重时甚至会导致地面沉降等地质灾害。地面沉降不仅影响矿区的地表形态,还可能对周边建筑物的安全构成威胁。(1) 当地下水位上升时,岩土体的饱和度增加,抗剪强度随之降低。这种变化使得岩土体在重力或其他外力作用下更容易发生滑动,从而增加滑坡、泥石流等地质灾害的风险。特别是在雨季或地质构造复杂的地区,地下水位上升对岩土体稳定性的影响尤为显著。(2) 针对地下水水位变化对岩土体稳定性的影响,矿山恢复治理中应采取以下措施:一是加强地下水位监测与预警,及时发现并应对水位异常变化;二是通过人工补水或排水工程,合理调控地下水位,保

持其在安全范围内波动；三是采用加固措施，如注浆加固、抗滑桩等，提高岩土体的抗变形和抗滑能力。

2.2 地下水水质的影响

地下水的水质状况同样对岩土体的稳定性具有重要影响。污染的地下水，特别是酸性地下水，会与岩土体中的矿物质发生化学反应，导致岩土体结构的破坏和强度的降低。这种化学侵蚀作用不仅影响岩土体的物理力学性质，还可能改变其渗透性和抗剪强度，从而加剧地质灾害的风险。（1）地下水中的有害物质在岩土体中的积累还可能对植被的生长产生负面影响，进一步影响矿山的生态恢复。植被作为生态系统的重要组成部分，其生长状况直接关系到生态恢复的效果和速度。（2）在矿山恢复治理中，改善地下水水质至关重要。一方面，应加强地下水污染的源头治理，严格控制矿山废水、废渣的排放，防止有害物质进入地下水系统；另一方面，可采用地下水处理与回用技术，如生物处理、膜分离等，去除地下水中的污染物，恢复其水质。同时，还应加强地下水水质的监测与评估，确保治理效果。

2.3 地下水流动的影响

地下水的流动对岩土体稳定性的影响主要体现在渗透力方面。在地下水流动速度较大的区域，渗透力可能导致岩土体颗粒的迁移和流失，从而降低岩土体的密实度和稳定性。此外，地下水的流动还可能携带污染物，将其扩散到更大的范围，增加环境治理的难度。针对地下水流动对岩土体稳定性的影响，矿山恢复治理中应采取以下控制方法：一是通过修建防渗墙、注浆帷幕等工程措施，阻断或减缓地下水的流动；二是采用人工抽水或注水的方式，改变地下水的流动方向和速度；三是加强地下水流动的监测与模拟，科学预测其对岩土体稳定性的影响，为治理决策提供科学依据。

3 水文地质条件对植被恢复的影响

在矿山生态恢复与治理的广阔议题中，水文地质条件作为影响植被恢复的关键因素，其重要性不容忽视。植被作为生态系统的基础，其恢复状况直接关系到矿山区域的生态重建与可持续发展^[2]。

3.1 地下水水位与植被生长的关系

地下水作为植被根系水分的主要来源之一，其水位高低直接影响着植被的生长状况。不同植被种类对地下水水位的需求存在显著差异。一些喜湿植物，如芦苇、香蒲等，适宜在较高地下水水位的环境中生长，其根系能在湿润土壤中充分吸收水分和养分。然而，对于多数旱生或中生植物而言，过高的地下水水位可能导致根系缺氧，影响呼吸作用和养分吸收，进而抑制植被生长。相

反，地下水水位过低则可能导致植被因缺水而枯萎死亡，特别是在干旱或半干旱地区，地下水的补给尤为关键。因此，在矿山恢复治理中，合理调控地下水水位成为促进植被恢复的重要策略。这包括通过水文地质调查，明确矿区地下水位的自然状态及变化趋势，结合植被生长需求，采取工程措施（如修建排水沟、渗井等）或生态措施（如种植耐水植物、构建湿地生态系统等）来调节地下水水位。同时，应建立地下水位的长期监测机制，确保调控措施的有效性，为植被恢复提供适宜的水分条件。

3.2 地下水水质对植被的影响

地下水水质是制约植被恢复的另一关键因素。污染的地下水，特别是含有重金属、有机污染物等有害物质的地下水，会对植被产生直接的毒害作用。这些有害物质被植被吸收后，会干扰其正常的生理功能，如光合作用、呼吸作用及营养吸收，导致植被生长迟缓、叶片黄化、生物量减少甚至死亡。此外，污染的地下水还可能改变土壤酸碱度，影响土壤微生物群落结构，间接影响植被的生长环境。针对地下水水质对植被恢复的影响，改善水质成为当务之急。这要求从源头上控制矿山废水、废渣的排放，采用先进的废水处理技术，如混凝沉淀、生物降解、膜分离等，确保废水达标排放。同时，应加强地下水污染的监测与评估，及时发现并处理潜在的污染源。在植被恢复过程中，可优先考虑种植对污染物具有一定耐受性或净化能力的植物，如某些湿地植物，以减轻水质污染对植被生长的不利影响。

3.3 地表水与植被恢复的关系

地表水作为植被生长的另一重要水源，其数量、质量及分布直接影响着植被的恢复效果。在矿山恢复治理中，合理利用地表水，如雨水、溪流、湖泊等，可以为植被提供稳定且充足的水分来源。地表水的流动还能促进土壤中养分的循环与分布，提高土壤肥力，有利于植被的生长与繁衍。为此，应采取一系列措施来保护和合理利用地表水。（1）应加强地表水资源的保护，防止矿山活动对地表水体的污染与破坏。（2）可通过修建蓄水池、灌溉系统等工程设施，收集并利用雨水资源，为植被恢复提供稳定的水源。同时，应合理规划矿区植被布局，优先选择适应当地气候与水文条件的植物种类，以提高植被对地表水资源的利用效率。（3）还可利用生态工程手段，如构建植被缓冲带、湿地生态系统等，增强地表水的净化与滞留能力，为植被恢复创造良好的生态环境。

4 基于水文地质条件的矿山恢复治理措施

矿山开采活动往往对当地的水文地质条件造成显著

影响,进而引发一系列环境问题,如地下水污染、岩土体失稳等。为了有效应对这些问题,基于水文地质条件的矿山恢复治理措施显得尤为重要。

4.1 水文地质条件监测

建立完善的水文地质条件监测系统,是矿山恢复治理的首要任务。这一系统应涵盖地下水水位、水质、水流速度及方向等关键参数的实时监测。通过高精度传感器、遥感技术以及地理信息系统(GIS)的综合应用,可以实现对水文地质条件的动态、连续监测。(1)监测数据的收集与分析是科学指导治理的关键。通过对地下水水位变化的长期跟踪,可以预测潜在的地面沉降、滑坡等地质灾害风险。水质监测则能及时发现地下水中的污染物种类与浓度,为污染治理提供精准靶向。此外,水流数据的分析有助于理解地下水系统的动态平衡,为合理调配水资源、防止水污染扩散提供科学依据。(2)值得注意的是,监测系统的建立与维护需考虑经济性与可持续性。在选择监测设备与技术时,应兼顾精度与成本,确保监测工作的长期稳定运行。同时,应加强与科研机构、高校的合作,引入先进的水文地质监测技术与方法,不断提升监测系统的效能^[3]。

4.2 地下水污染治理

地下水污染是矿山开采带来的主要环境问题之一。针对受污染的地下水,采取有效的治理措施至关重要。这包括物理、化学、生物等多种方法的应用。(1)物理方法如抽水-处理-回灌技术,通过抽取受污染地下水,经过净化处理后回灌至含水层,实现污染物的原地去除。化学方法则利用化学反应原理,如氧化、还原、沉淀等,降低地下水中的污染物浓度。生物方法则依赖于微生物的代谢作用,将有机污染物分解为无害物质。(2)在实施污染治理措施时,应注重源头控制与过程管理相结合。一方面,应严格控制矿山废水、废渣的排放,防止新的污染产生;另一方面,应加强对污染治理过程的监管,确保治理效果达到预期目标。此外,应积极探索低成本、高效益的污染治理技术,降低治理成本,提高治理效率。

4.3 岩土体稳定性控制

矿山开采活动往往导致岩土体结构的破坏与失稳,进而引发滑坡、泥石流等地质灾害。因此,根据水文地质条件的变化,采取相应的岩土体稳定性控制措施显得尤为重要。(1)排水系统是控制岩土体稳定性的有效手段之一。通过设置合理的排水设施,如排水沟、渗井等,可以有效降低地下水位,减轻岩土体的水压力,增强其稳定性。同时,应加强对排水系统的维护与保养,确保其正常运行,防止因堵塞、损坏等原因导致的排水失效。(2)工程措施也是保障岩土体稳定性的重要手段。如采用护坡、挡土墙等结构物,可以有效防止岩土体的滑移与坍塌。在选择工程措施时,应充分考虑地质条件、环境因素以及工程造价等因素,确保措施的经济性、可行性与有效性。(3)应加强对岩土体稳定性的监测与预警。通过布置测斜仪、应力计等监测设备,实时掌握岩土体的变形与应力状态,及时发现并预警潜在的地质灾害风险。同时,应建立完善的应急预案与响应机制,确保在灾害发生时能够迅速、有效地采取应对措施,减轻灾害损失。

结束语

综上所述,矿山开采对水文地质条件的改变及其对岩土体稳定性和植被恢复的影响是复杂且深远的。基于这些影响,实施科学有效的矿山恢复治理措施至关重要。通过加强水文地质条件监测、地下水污染治理以及岩土体稳定性控制,我们可以逐步修复受损的生态环境,促进矿山区域的可持续发展。未来,随着科技的进步和治理经验的积累,我们将不断探索更加高效、经济的治理方法,为矿山生态恢复与治理贡献更多智慧与力量。

参考文献

- [1]柳凯明.矿山地质环境评价与治理恢复[J].世界有色金属,2019,27(11):144-145.
- [2]刘淳.矿山地质灾害防治与地质环境利用问题研究[J].科技创新,2019(28):49-50.
- [3]薛志斌.矿山地质灾害防治与地质环境保护策略[J].世界有色金属,2019(15):120-121.