

矿山地质灾害治理与生态环境修复

● 李 演 刘昌永 焦利民



[摘要] 随着工业化进程的加速,矿山开采活动日益频繁,由此引发的地质灾害给人们的生命财产安全带来了威胁,同时也对生态环境造成了一定程度的破坏。因此,矿山地质灾害治理与生态环境修复的研究具有深远的意义。据不完全统计,全球每年因矿山地质灾害造成的经济损失高达数百亿美元,且仍在逐年攀升。因而,深入研究矿山地质灾害的治理与生态环境修复技术不仅能够有效减少灾害损失,保障人们的生命财产安全,还能促进生态环境的可持续发展,实现人与自然和谐共生。

[关键词] 矿山地质灾害;灾害治理;生态环境修复

生态修复基本原则与理念

生态修复基本原则与理念是矿山地质灾害治理与生态环境修复工作的核心指导。这一理念强调在恢复受损生态系统时,应尽可能遵循自然规律,采用利于生态环境健康的方法,促进生态系统的自我恢复能力。具体而言,生态修复需遵循最小干预原则,即在修复过程中尽量减少人为干扰,利用生态系统的自我调节机制进行恢复。以植被恢复为例,不仅要选择适合当地气候和土壤条件的植物种类,还要考虑植物间的相互作用,构建多层次、多物种的生态系统,以提高生态系统的稳定性和抵抗力。此外,生态修复还需遵循可持续性原则,即在修复过程中不仅要解决当前问题,还要考虑长远利益,避免产生新的环境问题。例如,在水环境修复中,不仅要清除水体中的污染物,还要建立有效的水资源管理机制,确保水资源的可持续利用。

矿山地质灾害对生态环境的影响

矿山地质灾害对生态环境的破坏力不容小觑。以滑坡和泥石流为例,这两种常见的矿山地质灾害不仅直接摧毁植被,导致土壤裸露,还加剧了水土流失问题。据统计,每年因矿山地质灾害造成的水土流失面积可达数千公顷,影响了当地的生态平衡。此外,地质灾害还可能引发水体污染,如矿渣和尾矿的泄漏,这些有害物质进入水体后会破坏水生生态系统,影响水质安全。据环保部门监测,一些矿山周边地区的水质因地质灾害导致污染,已无法满足饮用水标准,对当地居民的生活造成了极大困扰。矿山地质灾害对生态环境的破坏还体现在生物多样性的丧失,地质灾害发生后,原本栖息于矿区的动植物往往难以幸免,许多珍稀物

种因此面临灭绝的风险。生物多样性的丧失,不仅破坏了生态系统的稳定性,还影响了当地生态系统的服务功能,如水源涵养、气候调节等。

地质灾害治理技术

(一)预防性治理技术:监测与预警系统

在矿山地质灾害治理中,预防性治理技术占据着举足轻重的地位,其中监测与预警系统更是关键所在。这一系统通过实时监测矿山地质环境的变化,及时预警潜在的地质灾害,为灾害的预防和治理提供了科学依据。监测与预警系统的核心在于高精度、高灵敏度的监测设备和技术。监测与预警系统的建设还需要考虑其可持续性和可扩展性。随着科技的不断发展,新的监测技术和方法不断涌现,系统需要能够不断升级和扩展以适应新的地质灾害类型和监测需求。同时,系统的建设和运行还需要与矿区的生态环境保护、资源开发利用等相结合,实现经济效益、社会效益和生态效益的协调发展。

(二)矫正性治理技术:工程治理方法

在矿山地质灾害治理中,矫正性治理技术,尤其是工程治理方法,扮演着至关重要的角色。这类方法旨在直接干预地质灾害的发生过程,通过物理手段修复受损的地质结构,从而有效减轻或消除灾害风险。工程治理方法包括但不限于边坡加固、滑坡治理、地面塌陷填充等。以边坡加固为例,采用锚杆、挡土墙等结构物,结合注浆加固技术,可以显著提升边坡的稳定性减少滑坡事故的发生。在工程治理方法的应用过程中,还需注重科学规划与合理设计,因此在实施工程治理前,需对地质灾害进行全面评估,明确治

理目标和优先级别，制定科学合理的治理方案。同时，还需考虑治理工程的经济性、可行性和环境影响，确保治理效果并实现可持续发展。

（三）防护性治理技术：土地使用规划

在矿山地质灾害治理中，防护性治理技术占据着举足轻重的地位，其中土地使用规划更是预防地质灾害发生、减轻灾害影响的重要手段。合理的土地使用规划旨在通过科学的空间布局和土地利用方式，减少人类活动对地质环境的干扰，从而有效避免地质灾害的发生。这一策略不仅体现了人与自然和谐共生的理念，更是对“预防为主，防治结合”方针的深入实践。具体而言，土地使用规划在矿山地质灾害治理中的应用，需综合考虑地质构造、地形地貌、水文地质条件以及人类活动强度等多方面因素。例如，在地质构造复杂、断层发育的地区，应避免进行大规模的开采活动，以减少对地质结构的破坏。同时，通过合理的土地利用规划，如设置缓冲区、恢复植被等措施也可以有效降低地质灾害的风险。

（四）先进技术应用：遥感与GIS在治理中的应用

在矿山地质灾害治理中，遥感(Remote Sensing)与地理信息系统(GIS)的应用已成为不可或缺的技术手段。遥感技术通过卫星、无人机等平台搭载的高分辨率传感器，能够实现对矿山地质灾害区域的快速、大范围监测。据相关研究表明，利用遥感技术可以准确识别出地质灾害隐患点的空间分布特征。例如，在某次滑坡灾害预警中，遥感技术成功提前数周发现了滑坡体的微小位移，为当地行政机构和相关部门提供了宝贵的应急准备时间。GIS技术则进一步强化了地质灾害治理的精准性和科学性。通过将遥感数据、地质勘查数据、气象数据等多源信息进行整合分析，GIS能够构建出地质灾害风险评估模型，为治理决策提供科学依据。此外，GIS还支持空间数据的可视化表达，使得治理方案更加直观易懂，便于公众理解和参与。在具体实践中，遥感与GIS的结合应用更是展现出了强大的治理潜力。以某矿山为例，该区域长期遭受地质灾害困扰，通过遥感技术监测到多处潜在滑坡体和地面塌陷区域。随后利用GIS对这些区域进行了详细的地质灾害风险评估，并制定了针对性的治理方案。经过数年的治理实践，该区域的地质灾害发生率显著下降，生态环境也得到了有效修复。这一成功案例不仅验证了遥感与GIS技术在矿山地质灾害治理中的有效性，也为其他类似区域的治理提供了宝贵经验。

Q 生态环境修复策略

（一）矿区土壤修复技术：生物修复与化学修复

在矿山地质灾害治理与生态环境修复的过程中，矿区土壤修复技术占据着举足轻重的地位。其中，生物修复与化

学修复作为两种主要的土壤修复手段，分别具有各自独特的优势和适用场景。生物修复技术主要利用微生物、植物等生物体的代谢活动，将土壤中的污染物转化为无害或低毒物质。例如，某些特定的微生物能够降解石油烃类污染物，而某些植物则能通过根系吸收和转化重金属。据研究，生物修复技术的成本相对较低且对环境友好，但其修复周期较长，效果也受环境因素影响较大，如温度、湿度、pH值等。因此在实施生物修复前需要对矿区土壤的环境条件进行详细调查和分析，以确保生物修复技术的顺利实施。相比之下，化学修复技术是通过向土壤中添加化学试剂，如氧化剂、还原剂等，与污染物发生化学反应，从而达到去除或降低污染物毒性的目的。化学修复技术相对修复速度快、效果明显，但成本相对较高，且可能会引入二次污染。因而在选择化学试剂时需要谨慎考虑其毒性和环境影响。此外，还需要建立科学的监测和评估体系，对修复效果进行实时监测和评估，以确保修复质量。

（二）植被恢复与重建方法

在矿山地质灾害治理与生态环境修复的广阔领域中，植被恢复与重建方法占据着举足轻重的地位。这一方法不仅能够有效防止水土流失，还能逐步恢复生态系统的自我修复能力，为矿区的可持续发展奠定基础。具体而言，植被恢复与重建需遵循科学规划、因地制宜的原则，结合矿区的实际情况采取多样化的技术手段。在植被恢复的过程中，选择合适的植物种类至关重要。根据国内外的研究与实践经验，优先选择本地物种进行种植，不仅能提高成活率，也能更好地适应矿区环境，促进生态系统的快速恢复。例如，在山西某煤矿区，通过引入本地草本植物和灌木，成功构建了多层次、多结构的植被群落，有效改善了土壤质量，减少了水土流失。除了植物种类的选择，植被恢复与重建还需注重土壤改良。矿区土壤往往因长期开采而遭受严重破坏，表现为肥力下降、酸碱度失衡等问题。为此，可采用生物修复与化学修复相结合的方法，通过添加有机肥料、微生物菌剂等手段，改善土壤结构、提高土壤肥力。同时，利用化学方法调节土壤酸碱度，为植物生长创造有利条件。在植被重建方面，还需注重生态系统的整体性和稳定性。通过构建乔灌草相结合的复合生态系统，提高生态系统的抗干扰能力和自我修复能力。此外，还可借鉴生态工程学的原理，采用生态护坡、生态沟谷等工程技术手段，进一步巩固植被恢复成果。

（三）水环境修复与水资源管理

在水环境修复与水资源管理方面，矿山地质灾害治理与生态环境修复工作显得尤为重要。矿山开采活动往往导致地表水体污染、地下水水位下降及水质恶化等一些问题，对周边居民的生产生活及生态系统健康构成威胁。因此，实

施有效的水环境修复策略，不仅关乎着生态平衡的恢复，也是保障社会经济可持续发展的关键。针对矿山开采引发的水体污染，尤其是重金属污染，采用先进的生物修复技术成为重要手段。例如，通过种植特定植物，如向日葵、苜蓿等，这些植物能吸收并积累土壤及水体中的重金属，有效降低污染浓度。同时，结合化学修复技术，如使用沉淀剂、氧化还原剂等，可以进一步加速污染物的去除过程，确保水质达标排放。水资源管理方面，则需建立科学的监测与评估体系，以实现矿区水资源的有效保护和合理利用。利用遥感技术和GIS系统，可以实时监测地下水动态变化，包括水位、水质等关键指标，为水资源管理提供精准数据支持。此外，引入水资源循环利用机制，如雨水收集系统、废水处理回用系统等，不仅能减少水资源浪费，还能有效缓解矿区水资源短缺问题。

未来研究方向

在未来研究方向上，矿山地质灾害治理与生态环境修复领域仍有诸多挑战与机遇。随着科技的进步，尤其是大数据、人工智能和物联网技术的快速发展，地质灾害的监测与预警系统将更加智能化和精准化。例如，通过集成传感器网络和机器学习算法，可以实现对矿山地质灾害的实时监测和早期预警，减少灾害发生的风险。在治理技术方面，未来的研究将更加注重绿色、可持续的治理方法，更加注重生物修复技术，通过培育特定的微生物或植物，有效降解矿山污染物质并恢复土壤生态功能。据国内外多个成功案例显示，生物修复技术成本低廉且对环境友好，具有广阔的应用前景。此外，随着遥感与GIS技术的不断进步，其在矿山地质灾害治理中的应用将更加广泛，为灾害评估、治理方案设计和效果监测提供强有力的技术支持。在生态环境修复策略上，未来的研究将更加注重生态系统的整体性和多样性。植被恢复与重建不仅要考虑植物的种类和数量，还要关注植物群落的结构和功能、与土壤、水分等环境因素的相

互作用。同时，水环境修复与水资源管理也是未来研究的重点之一。因此，在未来矿山地质灾害治理与生态环境修复的研究中必须秉持可持续发展的理念，不断探索和创新治理技术和修复策略，为子孙后代留下一个更加美好、宜居的地球。

结束语

矿山地质灾害治理及生态环境修复是矿山企业的重要社会责任和法定义务。通过采取一系列治理和修复措施，可以消除地质灾害隐患，恢复矿区生态环境，促进矿业绿色转型和高质量发展。未来，应继续加强矿山生态修复工作并推动法律层面明确地方管理部门监督管理的责任和矿山企业修复治理的主体责任，促进矿区生态环境的持续改善。

参考文献

- [1]井艳芳.矿山地质灾害区生态环境治理方法[J].工程建设与设计,2022(17):150-152.
- [2]陈像,杨毅.矿山地质灾害治理及生态环境修复探讨[J].中国井矿盐,2022,53(02):28-30.
- [3]李亚丽.矿山地质灾害治理及生态环境修复措施[J].有色金属设计,2021,48(04):72-73,77.
- [4]李春梅.关于矿山地质灾害治理及生态环境修复的策略思考[J].世界有色金属,2022(19):145-147.
- [5]陶明荣.矿山地质灾害治理及生态环境修复措施研究[J].城市建设理论研究(电子版),2023(11):125-127.

作者简介:

李演(1969—),男,汉族,山西晋中人,本科,高级工程师,山西冶金岩土工程勘察有限公司,研究方向:岩土施工技术。

刘昌永(1969—),男,汉族,宁夏固原人,本科,高级工程师,中国冶金地质总局三局,研究方向:岩土施工管理,施工技术。

焦利民(1970—),男,汉族,山西大同人,本科,工程师,天津市南洋建设集团有限公司,研究方向:工程施工管理、造价管理。