

Construction of a comprehensive model for pollution control and ecological restoration in mines

Shujuan Yue¹ Yuqiao Chen¹ Ning Chen²

1. Beijing Jingneng Geological Engineering Co., Ltd., Beijing, 102300, China

2. CGN Uranium Development Co., Ltd., Beijing, 100089, China

Abstract

Mineral resources are not only an important means of agricultural production and industrial raw materials, but also the most important primary energy, which occupies a pivotal position in the development of the national economy. Mining is a basic project for the utilization of mineral resources. With the continuous development of science and technology, China's mining industry has made great progress, and the ecological destruction phenomenon in mining areas is generally serious. Pollution control and ecological restoration can promote the reconstruction of the ecological system in mining areas and enhance the ecological service function in mining areas. Based on this, the paper first interprets the connotation and characteristics of ecological restoration, and then discusses the path of constructing the comprehensive model of pollution control and ecological restoration in mines with vegetation restoration as the core.

Keywords

pollution control; Ecological restoration; Comprehensive model

矿上污染治理与生态修复的综合模式构建

岳淑娟¹ 陈玉巧¹ 陈宁²

1. 北京京能地质工程有限公司, 中国·北京 102300

2. 中广核铀业发展有限公司, 中国·北京 100089

摘要

矿产资源既是重要的农业生产资料以及工业原料,也是最为主要的一次能源,在国民经济发展中占据着举足轻重的地位。矿山开采是矿产资源利用的基础性工程,随着科学技术的不断发展,我国矿山开采事业取得了长足的进展,矿区的生态破坏现象普遍较为严重,污染治理与生态修复能够推动矿区生态系统的重建,增强矿区的生态服务功能。文章基于此,首先解读了生态修复的内涵、特征,继而以植被恢复为核心,探讨了矿上污染治理与生态修复综合模式构建的路径。

关键词

污染治理; 生态修复; 综合模式

1 引言

植被破坏是矿山开采的首要问题,一方面,矿山开采需要大量占用土地,直接导致植被被砍伐和破坏,使得植物多样性减少,另一方面,开采过程中,表层土壤被挖掘和翻动,导致土壤结构受损、养分流失,植物生长条件恶化,影响植被的再生。同时,矿山开采也存在水资源污染、空气污染、噪音污染、土壤污染与退化、景观破坏等风险^[1]。党的二十大报告提出“人与自然和谐共处”的重要课题^[2],为新时期矿业的高质量发展指引了方向。污染治理、生态修复是破解矿山生态环境问题的两端,并且,二者有着紧密的联系。污染治理是生态修复的前提,而生态修复则能巩固、强化污

染治理的效果。因此,要探索构建污染治理与生态修复的综合模式,提高矿山生态治理水平。

2 生态修复的内涵与特征

2.1 生态修复的内涵

当前,国内外关于生态修复的研究已经较为丰富。Cairns从生态系统功能的角度出发,对生态修复做了新的定义,认为生态修复指使受损、退化以及毁坏的生态系统实现系统结构与功能的恢复,并根据系统结构与功能的恢复情况,将生态修复分为完全修复、部分修复、未修复三种结果^[1]。生态修复的方式较为多样,并且,生态修复既强调恢复结果的如初性,也着力通过生态系统的重建,破解生态环境恶化、生态系统功能消退的问题,并综合发挥生态系统的各项价值。综上,生态修复即在植被恢复的基础上,以实现生态系统的自我维持和可持续发展为目标,进一步对受损的生态系

【作者简介】岳淑娟(1973-),女,中国宁夏海原人,博士,高级工程师,从事矿山修复研究。

统进行全面的修复和重建，具体内容包括生态系统的结构、功能、生物多样性等方面的恢复与进一步发展。

2.2 生态修复的特征

生态修复的特征主要有四点：一是综合性。生态系统是一个复杂的系统，涵盖土壤、植被、动物乃至水文、气候等多个方面的内容，相应地，生态修复也具有综合性的特点，涉及生态学、生物学、土壤学、地质学等多个学科的知识和技术，需要综合考虑各种因素对生态系统的影响，采取多学科协同的方法进行修复。二是协调性。生态修复以植被恢复为首要内容，同时，又不仅关注植被恢复，也注重生态系统内部其他生物和非生物因素的恢复和协调发展，比如，土壤微生物群落的恢复、食物链的修复等。三是创新性。生态修复是生态文明建设视域的热点，而随着时代的不断发展，特别是生态理论研究的深入以及相关技术的发展，生态修复呈现出创新性的特征，许多新的修复技术，如生态工程技术等，被应用于生态修复中，并取得了良好的效果。四是广泛参与性。政府是生态修复的主体，但仅凭政府，难以有效实现生态修复的目标，其他主体，如企业、社会组织、社区居民等，同样在生态修复中发挥着重要的作用。

3 矿上污染治理与生态修复的综合模式的构建路径

3.1 以植被恢复为核心

植被恢复是矿上污染治理与生态修复的核心环节，植被恢复的效果，直接关系到矿上污染治理与生态修复的基础。当前，植被恢复主要以人工造林的方式开展，具体要求包括以下三点：

1. 选育树种。树种选育是造林的第一步，优良树种，不仅可以提高造林效果，对绿色发展理念下植被资源生态效益、经济效益的充分实现也具有积极价值。实验筛选法是树种选育中的常用方法，具体而言，便是将具有潜力的树种，种植于特定的环境中，并观察、监测树木生长情况，围绕优良树种的要求，对其进行评估，确定其是否满足造林需要。现代生物技术，特别是基因技术的发展，为树种选育提供了有力的支持。理想状态下，优良树种需要具备生长迅速、抗逆能力强、产量高、经济价值大等特点。应从遗传学的角度，对林木基因进行研究，提炼关键性状，如生长速度、抗病虫害能力等，并通过基因编辑、分子育种等手段，促进种苗的定向改良，实现优良树种选育的目标。

2. 选择造林方法。造林方法是造林技术的核心，当前，主流的造林方法有播种造林、植苗造林、分殖造林三种。播种造林是最简便的造林方法，仅需将林木种子播撒于种植区域内则可，流程少，成本低。但播种造林对土壤要求较高，且需要林木生长环境具有一定稳定性。植苗造林是一种以根系完整的苗木作为造林材料，通过育苗种植来造林的方法。植苗造林对树种以及林木生存环境的要求不高，因此，基于

植苗造林的林木，多具有很强的环境适应性，但植苗造林涉及到苗木移植的问题，开挖、运输、移种等环节，均存在一定的风险。分殖造林以林木的根系、枝干作为育苗造林的基础材料，通过林木分殖实现造林目标。分殖造林具有多重优势，不仅能将母本优势存留于苗木中，且操作简单、投入低、见效快。需要注意的是，分殖造林对种植环境有一定的要求，如土壤土质、含水量等。可见，三种造林方法均有一定的优势和不足，应根据实际情况，选择最为适宜的造林方法。

3. 调控林木生长。林木生长调控作为植被恢复技术的有机组成部分，主要以人工调控的方式来调节林木的生长，在优化植被结构、保持植被生态系统健康以及充分发挥植被生态系统的生态功能、经济效益中发挥着至关重要的作用。林木生长调控技术主要包括疏林、修剪两种，疏林是调节林木密度的有效手段，能够通过减少部分林木的方式，为其他林木提供更为优越的生长环境，不仅降低林木病虫害传播风险，也能增加林下生物的多样性。疏林时，要把握好幅度，幅度过小，难以发挥疏林的作用，幅度过大，则易导致林木生长不稳。修剪是一种以人工裁剪林木、枝条、树冠的林木生长调控技术，既能起到优化林木结构与形态的作用，也能加强林木间的通风、透光，助力林木更好生长，提高林木的产量与质量。修剪时，要结合林木的树种以及当地的气候条件、季节等，科学制定修剪方案。现代科学技术的发展，为林木修剪提供了有力的支持，比如，可以利用无人机辅助修剪，提高修剪的精确性。

4. 注重植被的气候调节功能。碳中和是低碳理念的重要内容，而矿上污染治理与生态修复则在碳中和中发挥着独特的作用。对此，在矿上污染治理与生态修复中，要利用各类绿植的固碳能力，发挥好绿植的生态调节功能。首先，优化树种的选择。不同的树种，固碳能力有一定的差异。乔木中，白榆、银新杨、新疆杨、沙枣、胡杨、俄罗斯杨等树种的固碳能力较强，其中，白榆树一年能够吸收二氧化碳 8 公斤，银新杨等树种，一年也能够吸收二氧化碳 4-5 公斤。灌木中，紫穗槐、红柳等树种的固碳能力较强，如紫穗槐，一年能吸收二氧化碳 5.2 公斤。在树种的选择中，要将固碳能力高的树种作为首选对象，同时，结合地区的实际情况，尽可能选择本土树种。其次，做好树种搭配。研究表明，树种多样性越高，层次越多，组织越复杂，其整体的固碳能力越好。要做好树种的搭配，协同发挥好各类树种的固碳作用。

3.2 多维深化污染治理与生态修复的效果

后期深化工作对于矿区污染治理与生态修复同样极为重要，是确保植被恢复修复效果以及实现生态修复可持续效益的关键。

1. 加强养护管理。比如，针对不同类型的植物采用不同的灌溉方式。部分树种吸收水强，对水的需求量很大，如榕树、红树、水松、水曲柳等，也有部分树种吸收性差，耐旱性强，如冬樱花、旱柳、胡杨、合欢、栓皮栎等。要结合

树种类型、特征,采用差异化的灌溉方式,提高水资源的利用效率。又如,加强枝条、落叶的利用。修剪下来的枝条以及树木的落叶等,含有大量的营养物质,能够用于绿植的养护。要将其处理为养护肥料,推动资源的循环利用。此外,在除草以及病虫害防治中,要尽可能采用人工方式,或借助物理方法来实现,减少化学药品的使用,保护园林环境。缺素是植被种植中的常见问题,受根据损坏等因素的影响,种植植被易出现营养缺失的情况,尤其是在夏季高温时,植被铁、氮等元素的缺失更为严重,乃至出现叶片黄化、根茎生长受抑制的现象。应采用各类微量元素肥、腐殖酸肥等,改善植被缺素问题。松土、除草同样是种植植被养护管理的重要内容。雨季时期,种植植被根部易出现土壤板结的现象,不利于植被根部呼吸,也使得植被难以获得营养成分。应及时做好松土工作,为植被创造良好的呼吸环境,改善植被的营养吸收情况。植被周围的杂草,会抢夺植被的营养。应通过物理措施、化学措施除草。

2. 加强监测工作。随着信息技术的不断发展,人类社会已经进入万物互联的时代,而物联网则是万物互联的形式。在构成物联网的诸多要素中,各种类型的传感器扮演着重要的角色。对环境监测而言,诸如一氧化碳传感器、二氧化硫传感器、土壤重金属污染监测传感器等,在环境监测中发挥着不可或缺的作用。因此,要树立物联网思维,从网格化监测的角度出发,科学、合理地划分监测区域,并结合监测指标,做好传感器的布局工作,为环境监测的开展奠定坚实的基础。环境监测综合平台的开发要点包括功能齐全和系统稳定。作为生态环境保护的基础性工作,环境监测肩负着多重任务,相应的,环境监测综合平台也需要具备多维的功能,如数据搜集功能、信息整合功能、分析研判功能、智能处理功能等。环境监测综合平台本质上也是一种信息系统,存在一般信息系统常见的问题。要注重系统稳定建设,对重要数据资料要做好备份工作,同时,也要增强系统的拓展性,为后续系统的优化与完善创造条件。生态环境保护离不开每个人的参与,营造良好的生态环境保护氛围也是切实提升生态环境保护效果的内在要求。要将环境监测综合平台作为生态环境保护宣传教育的重要载体,推动环境保护监测平台与各种类型新媒体的对接。

3. 推动生态资源的经济开发。生态经济论以发掘生态资源的经济价值为主要内容。对此,要做好生态资源的经济开发,比如,大力发展矿区旅游。矿区旅游是以矿区为旅游空间,以矿区自然环境、民俗文化等为旅游资源的旅游活动的统称,而丰富多样的矿区旅游产品则是矿区旅游发展以及矿区旅游助力生态文明建设的关键。根据旅游目的、旅游对象、旅游体验等的差别,矿区旅游可以分为多种不同的类型,

如休闲度假型、时尚运动型、健康疗养型、田园观光型、生产体验型等。矿区旅游是新时期破解发展不均衡问题,提高经济发展水平与发展成果共享性的重要举措。一方面要以生态文明建设来为矿区旅游创造良好的条件,如植树造林,使荒山变得绿意盎然,又如,河道清淤,使溪流变得清澈见底,另一方面也要以矿区旅游来实现矿区生态资源的经济价值,真正做到“绿水青山就是金山银山”。以邯郸紫山矿区为例,矿区引入成活率高、观赏性强的榉树、国槐、栾树、水杉等树种,聘请专家级生态园林公司对树木进行移植、管护,并在下层配以灌、草、藤的复层结构,开展微景观设计,既保证了树木的成活率,也取得了良好的生态效益。



图一:紫山矿区修复前后图

4 结语

生态修复是基于环境恢复理论的生态治理措施,即通过人工的手段,使受损或退化的生态得到修复和改善,使其重新恢复到一定的生态功能和生物多样性水平。污染治理与生态修复有着紧密的联系,应探索构建污染治理与生态修复综合模式,提升矿区生态修复效果。

参考文献

- [1] 雷少刚,夏嘉南,卞正富,等.论露天矿区近自然生态修复[J].煤炭学报,2024(04):2021-2030.
- [2] 包维斌,叶红刚.陇东黄土高原矿山地质环境影响评价及修复技术:以蒲河流域A废弃平硐采砂矿山为例[J].能源与节能,2023(12):92-96.
- [3] 胡咏君,吴剑,胡瑞山.生态文明建设“两山”理论的内在逻辑与发展路径[J].中国工程科学,2019(05):55-58.