

# 煤矿生态修复与节能型矿山建设模式研究

樊红强

鄂托克前旗工业和科技发展促进中心 内蒙古 鄂尔多斯 016200

**摘要:** 本文深入分析了煤矿开采对生态环境的破坏,包括地表破坏、地下水系统受损及大气污染与废弃物排放等问题。针对这些破坏,文章探讨了煤矿生态修复技术,如边坡治理与植被恢复、水资源修复与利用以及尾矿与废弃物资源化利用。同时,研究了节能型矿山建设模式,包括低碳开采技术、能源管理系统优化及绿色矿山建设实践。通过对生态效益、经济效益和社会效益的综合评价,本文揭示了煤矿生态修复与节能型矿山建设在促进矿区可持续发展方面的重要作用。

**关键词:** 煤矿生态修复; 节能型矿山; 环境破坏; 可持续发展

## 1 煤矿开采对生态环境的破坏分析

### 1.1 地表破坏

煤矿开采活动对地表环境的破坏是直观且显著的。煤矿开采过程中,大规模的地下开采会导致地表沉陷和塌陷,这是由于矿层被采空后,上覆岩层的重力作用使得地表逐渐下沉。沉陷区域不仅影响土地的使用功能,还可能导致农田、林地和建筑物的损坏,严重时甚至威胁到人民的生命财产安全。例如,在一些矿区,由于地表沉陷,原本平坦的农田变得坑洼不平,无法继续耕种;而居民住宅也面临着倒塌的风险,迫使当地居民迁移,影响了他们的正常生活;地表破坏不仅体现在物理形态的变化上,还进一步影响了地表的水土保持能力和生态系统平衡。煤矿开采过程中,大量的土壤和植被被剥离,土壤结构遭到破坏,导致水土流失加剧。同时,植被的破坏也严重影响了生态系统的稳定,减少了生物多样性。原本栖息在矿区的动植物因环境变化而被迫迁移或死亡,生态系统的食物链和能量流动被打乱,整个生态系统陷入失衡状态<sup>[1]</sup>。另外,煤矿开采过程中的废石和尾砂等固体废弃物,如果不进行妥善处理,会大量堆积在矿区周围,占用大量土地资源。这些废弃物不仅占用宝贵的土地资源,还可能通过风化和淋溶作用释放出有害物质,对周边环境造成二次污染。废弃物的堆积还可能改变地表景观,影响当地的生态环境和人文景观。

### 1.2 地下水系统破坏

煤矿开采过程中,随着矿层的开采,地下水位会相应下降,形成地下水漏斗。这不仅导致矿井排水量增加,还可能导致周边地区的地下水位下降,影响当地居民的饮水安全和农业灌溉。在一些矿区,由于地下水位的急剧下降,居民用水变得困难,甚至出现了人畜饮水困难的情况。煤矿开采过程中还可能引发地质灾害,如

地面塌陷、滑坡和泥石流等,这些灾害会破坏地下水的补给通道和排泄条件,导致地下水系统的紊乱。地下水位的下降和系统的紊乱,会进一步影响当地生态系统的水分循环和生态平衡。一些依赖地下水的植物和动物种群可能因水分供应不足而死亡,生态系统的功能和结构受到破坏。煤矿开采过程中还可能产生大量的矿井废水;这些废水含有高浓度的悬浮物、溶解的矿物质和有害物质,如果不经处理直接排放到环境中,会对地下水系统造成严重的污染。矿井废水中的有害物质可能通过渗透作用进入地下水层,污染地下水水源,对周边地区的饮水安全和生态环境构成严重威胁。

### 1.3 大气污染与废弃物排放

煤矿开采和运输过程中,会产生大量的粉尘和废气。这些粉尘和废气中含有大量的有害物质,如颗粒物、二氧化硫、氮氧化物等,对空气质量造成严重污染。这些有害物质不仅对人体健康构成威胁,还可能通过大气沉降作用进入土壤和水体,对生态环境造成二次污染。煤矿开采过程中产生的固体废弃物,如煤矸石、煤渣等,如果堆放不当或处理不善,会产生大量的扬尘和有害气体。这些扬尘和有害气体随风飘散,不仅影响周边地区的空气质量,还可能通过呼吸道进入人体,对人体健康造成危害。同时,这些固体废弃物还可能通过雨水淋溶作用释放出有害物质,对土壤和水体造成污染。矿山机械的运行、爆破作业的进行等都会产生强烈的噪声,对周边居民的生活和工作环境造成严重影响。噪声污染不仅影响人们的身心健康,还可能干扰动植物的正常生理活动,对生态系统造成不利影响。

## 2 煤矿生态修复技术研究

### 2.1 边坡治理与植被恢复

边坡治理的首要任务是稳定坡体,防止水土流失和

滑坡等地质灾害的发生。这通常涉及到工程措施,如修建挡土墙、设置排水系统、采用锚固技术等,以增强边坡的稳定性和抗滑能力。在边坡稳定的基础上,植被恢复是生态修复的关键步骤。植被不仅能够减缓水流速度,减少水土流失,还能改善土壤结构,增加土壤有机质含量,为微生物和动物提供栖息地,促进生态系统的恢复。植被恢复需要选择适应性强、生长迅速、根系发达的本土植物种类,以确保植物能够在恶劣的边坡环境中存活并生长。在种植过程中,可以采用客土喷播、挂网喷播等技术,将含有种子、肥料、保水剂的混合基质均匀地喷洒在边坡上,为植物的生长提供良好的基质环境。另外,为了促进植被的快速生长和生态系统的全面恢复,还可以采用生态袋、植被网等辅助措施。生态袋内填充适宜的植物生长基质,并种植植物,能够增加边坡的植被覆盖度和稳定性。植被网则通过网片的固定作用,防止土壤流失,同时网片上的植物能够逐渐覆盖整个边坡,形成稳定的生态系统。

## 2.2 水资源修复与利用

修复地下水系统的关键在于恢复地下水的补给通道和排泄条件,减少矿井废水的排放,并处理受污染的水体。一方面,可以通过修建渗水池、雨水收集系统等措施,增加地下水的补给量。这些设施能够收集雨水、地表径流等水源,经过简单处理后注入地下水层,补充地下水资源<sup>[2]</sup>。另一方面,需要加强对矿井废水的处理,确保废水在排放前达到环保标准。这通常涉及到物理、化学和生物等多种处理技术的综合运用,如沉淀、过滤、氧化、生物降解等。在水资源利用方面,可以探索矿井废水的资源化途径。经过适当处理的矿井废水可以用于农业灌溉、工业生产、城市绿化等领域,实现水资源的再利用。还可以利用矿井水的低温特性,开发低温制冷、发电等新型能源利用方式,提高矿井水的综合利用价值。

## 2.3 尾矿与废弃物资源化利用

在尾矿资源化利用方面,一个显著的应用领域是生产建材。尾矿可以作为生产水泥、混凝土、砖块等建材的原料或配料。例如,尾矿颗粒可以直接作为混凝土的粗细骨料使用,不仅能够有效提高混凝土的强度和耐久性,还能减少对传统砂石资源的依赖。此外,尾矿还可以用来生产微晶玻璃、泡沫微晶玻璃等高档建筑装饰材,这些材料具有高强、耐磨、光泽度高等优点,广泛应用于建筑和装饰行业。除了建材领域,尾矿在环保领域也发挥着重要作用。尾矿中的某些成分具有吸附重金属离子的能力,因此可以用作污水处理材料。将尾矿泥

加入城市污水中,可以形成沉淀物从水中分离出重金属离子,从而实现污水的净化。另外,尾矿还可以用作物理法和化学法处理污水的滤料,以及曝气生物滤池(BAF)的滤料,为污水处理提供了新的解决方案。在矿业领域,尾矿资源化利用同样具有重要意义。通过重选、磁选、浮选等物理处理技术,可以从尾矿中回收有价金属,如铜、铅、锌、铁等稀有元素及金、银等贵金属。这些金属的回收利用不仅有助于缓解资源短缺问题,还能减少对新矿产资源的开采,降低对环境的破坏。尾矿与废弃物的资源化利用还涉及多个方面,如生产农肥和土壤改良、筑路筑坝与回填、生产碳酸钙等。许多工业固体废物含有较高的硅、钙以及各种微量元素,改性后可作为农肥使用,有助于改善土壤结构和提高农作物产量。同时,尾矿还可以用来回填地下采空区,防止地面沉降塌陷与开裂,减少地质灾害的发生。

## 3 节能型矿山建设模式研究

### 3.1 低碳开采技术

近年来,随着智能化、自动化技术的快速发展,低碳开采技术取得了显著进展。第一,智能化采矿装备的应用大大减少了人力需求,提高了作业效率,同时降低了因人为操作不当造成的能源浪费和碳排放。例如,无人驾驶矿车、智能凿岩机器人等设备,能够根据地质条件自动调整作业参数,实现精准开采,减少了对周围环境的破坏。第二,采用充填采矿法也是实现低碳开采的有效途径之一。该方法通过将尾砂、废石等固体废弃物加工成充填材料,回填至采空区,不仅能有效控制地压,防止地面塌陷,还能减少废弃物排放,降低采矿过程中的碳排放量。此外,充填采矿还能提高矿石回收率,增加资源利用率<sup>[3]</sup>。第三,推广使用清洁能源也是低碳开采的重要组成部分。在矿山作业区域安装太阳能发电系统、风力发电装置等,可以为矿山提供绿色、可持续的能源供应,减少对化石燃料的依赖,从而显著降低碳足迹。

### 3.2 能源管理系统优化

一个高效的能源管理系统,能够实时监测并分析矿山各环节的能耗情况,精准识别能耗高点,提出并实施节能措施,实现能源的最大化利用。通过在关键设备和工艺流程安装智能电表、流量计等计量仪器,实时采集能耗数据,为能源管理提供准确、可靠的信息支持;利用大数据、云计算等技术手段,构建能源管理信息平台,实现能耗数据的集中管理、智能分析与远程监控。该平台能够自动识别异常能耗模式,预警潜在的能源浪费问题,指导管理人员及时采取措施进行调整,提升能

源使用效率；通过与专业的能源服务公司合作，矿山可以获得节能诊断、设计、融资、改造及运行管理等一揽子服务，无需承担初期的高额投资，即可享受节能带来的长期经济效益。

### 3.3 绿色矿山建设实践

绿色矿山建设实践是将低碳开采技术与能源管理系统优化成果具体落实的过程，它涵盖了生态修复、循环经济建设、社区和谐等多个维度。在生态修复方面，矿山企业应制定详细的生态恢复计划，对开采过程中破坏的土地进行植被恢复、水土保持等治理措施，确保矿山闭坑后能够迅速恢复自然生态，减少生态足迹。循环经济建设则强调资源的循环利用和废弃物的无害化处理；通过建立内部循环产业链，将矿山产生的废弃物转化为其他生产环节的原料或能源，如尾矿综合利用、废水回用等，实现资源的高效循环利用；社区和谐是绿色矿山不可或缺的一环。矿山企业应与周边社区建立良好的沟通机制，积极参与社区建设，解决因采矿活动带来的社会问题，如提供就业机会、改善基础设施、开展环保教育等，增强社区的获得感和满意度，构建和谐的矿地关系。

## 4 煤矿生态修复与节能型矿山建设的综合评价

### 4.1 生态效益评价

生态效益是评价煤矿生态修复与节能型矿山建设成效的首要标准。通过生态修复，可以显著改善矿区生态环境，恢复受损土地的使用功能，保护生物多样性。例如，采取植被恢复、水土保持等措施，能够有效减少水土流失，提高土壤肥力，为植物生长提供良好的生态环境。同时，节能型矿山建设强调低碳开采和清洁能源使用，显著降低矿区碳排放量，减轻温室效应对全球气候的影响<sup>[4]</sup>。通过尾矿综合利用、废水处理等循环经济手段，减少对自然资源的过度开采和废弃物的排放，有助于维护生态平衡，实现人与自然和谐共生。生态效益的提升，不仅增强了矿区的环境承载力，也为周边地区的生态环境改善作出了积极贡献。

### 4.2 经济效益评价

经济效益是衡量煤矿生态修复与节能型矿山建设成功与否的关键指标。虽然短期内，生态修复和节能改造可能增加企业的运营成本，但从长远来看，这些投入将带来显著的经济效益。一方面，通过提高资源利用效

率，减少能源浪费和废弃物排放，企业能够降低生产成本，提升竞争力。例如，采用充填采矿法不仅可以减少尾矿排放，还能回收有价值的矿物资源，增加企业收入。另一方面，生态修复改善了矿区环境，提升了土地价值，为矿区转型发展和多元化经营提供了可能。绿色矿山建设有助于树立良好的企业形象，增强投资者和消费者的信心，为企业带来更多的市场机遇。

### 4.3 社会效益评价

社会效益是评价煤矿生态修复与节能型矿山建设综合影响的重要方面。首先，生态修复改善了矿区及周边地区的生态环境，提升居民的生活质量。清新的空气、优美的景观、丰富的生物多样性，为居民提供更加宜居的生活环境。其次，节能型矿山建设促进了矿区经济结构的优化升级，为当地创造更多的就业机会，提高居民的收入水平。同时，企业积极参与社区建设，如资助教育、医疗卫生、文化体育等公益事业，增强社区凝聚力，促进社会和谐。绿色矿山建设还有助于提升公众环保意识，推动社会形成节约资源和保护环境的良好风尚。

### 结束语

综上所述，煤矿生态修复与节能型矿山建设是实现矿区可持续发展的重要途径。通过综合运用生态修复技术和节能技术，不仅可以有效改善矿区生态环境，提升资源利用效率，还能促进矿区经济结构的优化升级，提高居民生活质量。未来，应进一步加强煤矿生态修复与节能型矿山建设的研究与实践，推动矿区向绿色、低碳、循环发展方向转型，为构建人与自然和谐共生的美好家园贡献力量。

### 参考文献

- [1]尚红霞. 矿山周围生态环境修复与治理研究[J]. 能源与环保, 2022, 44(02): 7-12.
- [2]张华, 于海成. 矿山地质环境问题分析评价与生态修复治理对策——以劳武煤矿为例[J]. 中国井矿盐, 2024, 55(02): 35-37.
- [3]李晓东, 郭海桥, 马立博, 等. 菌根真菌对煤矿区生态修复作用的研究进展[J]. 甘肃科技纵横, 2024, 53(01): 71-76.
- [4]姜杉钰, 张凤仪, 莫楠. 矿山生态修复治理模式研究与对策建议——以北京市为例[J]. 中国非金属矿工业导刊, 2022(5): 59-62.