

准格尔旗矿山生态修复技术问题分析与对策研究

赵方莹¹, 袁志琼¹, 叶振魁¹, 苏光瑞¹, 赵蕾¹

(1.北京圣海林生态环境科技股份有限公司, 北京 100083)

摘要: 内蒙古准格尔旗是我国重要的煤炭基地, 推动高标准、高质量的矿山生态修复治理工作是落实黄河流域生态保护和高质量发展重大国家战略的要求。目前准格尔旗矿山生态修复与治理工作在防洪排水、坡体稳定、土壤改良、植被选配等方面存在着诸多误区和不足, 基于旗内矿区生态环境广泛调研分析, 针对矿区生态修复中的小流域综合治理、防洪排水、坡面防护、土壤改良、植被选配、限制性因子修复、产业发展等方面, 提出了相关对策, 以期为矿山科学生态修复与治理提供支撑, 推动社会经济的可持续发展。

关键词: 准格尔旗; 矿山生态修复; 问题分析; 技术对策

Analysis of technical problems and countermeasures for ecological restoration of mines in Jungar Banner

Abstract: Jungar Banner in Inner Mongolia is an important coal base in China. Promoting high standard and high-quality ecological restoration and management of mines is the requirement of implementing the major national strategy of ecological protection and high-quality development of the Yellow River basin. At present, there are many misunderstandings and deficiencies in flood control and drainage, slope stability, soil improvement, vegetation selection and other aspects of mine ecological restoration and control work in Jungar Banner. Based on extensive research and analysis of the ecological environment of mining areas in the Banner, relevant countermeasures are proposed for the comprehensive treatment of small watersheds, flood control and drainage, slope protection, soil improvement, vegetation selection, restoration of restrictive factors, industrial development and other aspects of ecological restoration in mining areas. In order to provide support for scientific ecological restoration and governance of mines, and promote sustainable development of society and economy.

Key words: Jungar Banner; Ecological restoration of mines; Problem analysis; Technical countermeasures

黄河是中华民族的母亲河, 党和国家高度重视黄河流域生态环境保护和修复工作, 提出黄河流域生态保护和高质量发展重大国家战略。长时期、高强度的煤矿开采不可避免会造成植被损伤、景观破碎、土地退化等一系列问题^[1-3], 黄河流域煤矿开采呈现上游生态脆弱、中游环境超载、下游煤炭耗竭日趋严峻的局面, 推动矿山生态保护和修复, 促进黄河流域高质量发展, 是黄河流域生态保护和高质量发展重大国家战略的要求^[4]。2020年, 国家发展和改革委员会、自然资源部印发了《全国重要生态系统保护和修复重大工程总体规划(2021—2035年)》, 强调黄河重点生态区要恢复矿山生态环境, 实施地形重塑、土壤重构、植被重建的综合治理。位于黄河“几”字弯区的内蒙古自治区鄂尔多斯市准格尔旗煤炭储量和质量居全国前列, 是重要的煤炭工业基地, 做好煤炭开采的生态修复工作对改善矿山生态环境、支撑煤炭产业高质量发展、实现经济社会可持续发展具有重要意义。

1 研究区概况

1.1 基本概况

准格尔旗位于内蒙古自治区鄂尔多斯市东部、毛乌素沙漠东南端, 北与包头市、东与呼和浩特市隔黄河相望, 东南、南部与山西省的偏关县与河曲县以河为界, 西南与陕西省的府谷县接壤, 西部与伊金霍洛

旗、东胜区、达拉特旗搭界，总面积 7 692km²。属中温带大陆性半干旱气候区，旗内各地气温随纬度变化呈现差异性，年平均气温 7.8℃，极端最低气温-30.9℃，极端最高气温 40.4℃。年平均降水量为 389.4 mm^[5]，降水量自东南向西北递减，全年降水量集中在 4—9 月份，易发生短时强降水、冰雹、大风等强对流天气，并诱发洪涝灾害。年平均风速 1.7 m/s，无霜期约 150 d，积雪厚度 20~150 mm，最大冻土深度约 1.5 m。属黄土丘陵沟壑区，自然环境条件差，坡梁交错，沟壑纵横，土地支离破碎，水土流失严重。因水流的向源侵蚀作用，使得地貌变得十分复杂，形成树枝状冲沟，沟谷纵横、沟深壁陡，切割为支离破碎的地形，地表为固结黄土与风积沙，区域海拔标高在 870~1366m 之间，高差 496 m。矿区主要的生境内，植物种类贫乏，植物群落结构简单，植物具有耐旱、抗风沙、抗贫瘠等特点。

准格尔旗地处黄河“几”字弯区域，2020 年全旗地区生产总值达 751.91 亿元，居全市首位，其中第一、二、三产业占比分别为 1.7%、66.1%、32.2%，煤炭及其延伸产业是准格尔旗的经济产业支柱。

1.2 矿山情况

准格尔旗境内矿产资源丰富，已发现各类矿种 13 种，其中具有工业利用价值的有 8 种，包括高岭土、石灰石、铝矾土、白云岩、石英砂、煤层气等资源，尤其是煤炭资源储量和质量在全国位居前列，已探明煤炭储量 544 亿 t，远景储量 1 000 亿 t。目前，准格尔旗有井工煤矿 56 座，总设计生产能力 17906 万 t/a，井田面积总计 868.25 km²，可采储量约 98.8 亿 t；露天煤矿 65 座，露天煤矿总设计生产能力 17420 万 t/a，井田面积总计 608.62 km²，可采储量约 57.9 亿 t。煤矿主要分布在西部的准格尔召镇，西南部的那日松镇、沙圪堵镇以及东部的薛家湾镇、龙口镇等。

2 矿山生态保护和修复存在的问题

由于矿区立地条件多样，矿山生态保护和修复技术水平有限，当前准格尔旗矿山生态保护和修复整体质量不高，矿区的生态环境未得到有效保护和改善，甚至出现退化现象。

2.1 缺少必要的行洪通道和完善的截排水系统

准格尔旗属干旱少雨地区，水土保持管理部门、水土保持方案编制技术人员、矿企业主的防洪意识淡薄，矿区建设时缺少完善的、符合设计标准的行洪通道，排土场缺少必要的防洪通道，高陡边坡缺少完善的截排水系统，当遇到短历时强降水时极易发生灾害事故，危害人民生命财产安全。在 2022 年的雨季，已发生多起相关事故。

2.2 排土场坡体的稳定防护措施不到位

煤矿的露天开采形成了大面积的排土场。为了减少排土场的占地面积、规避不规范排弃作业，排土场的边坡坡度不统一，大多数没有达到自然安息角（36°左右），更没有达到地方规范要求标准（25°）。排土场边坡没有进行合理的削坡分级，也没有设置坡脚控制性拦挡；沙柳网格是当地通常使用的坡面防护措施和植被恢复措施，然而矿山生态保护和修复中的沙柳网格规格不标准，无法起到有效的坡面防护作用，造成坡面不稳定、水土流失隐患大。

2.3 未因地制宜采用技术措施，未构建完善的生态修复措施体系

当前矿山生态保护和修复技术没有针对矿山开采创面和损毁区域立地类型的不同开展针对性的措施，没有针对矸石山自燃、矸石淋洗水对地下水的污染采取有效的防治措施；没有针对排土场地形变化和地面沉降开展合理的治理措施；缺少雨洪集蓄利用的相关设计；单项技术措施之间没有形成体系，缺乏统筹协调，生态修复的有效性没有体现；部分矿山生态保护修复技术方案不适宜实际情况，施工技术不到位。

2.4 土壤改良技术有限

在土地复垦和生态保护修复中对整地要求理解不到位，土壤改良技术不规范，不能根据土地利用方式不同合理进行土地综合整治和土壤改良；为了翻耕等机械化作业，对砾石含量要求过严；一味追求土壤肥力，而忽视最基础的土壤物理结构，错把土壤营养当作土壤肥力；为了提高土地生产能力，忽视了区域的土地承载力等问题，造成了土地综合整治的投资浪费和生态修复的过早退化。

2.5 未科学合理进行植物选配

矿区土地复垦选择的植被种类单一，没有做到因地制宜选择植被品种，生态系统脆弱；过于追求短期生物量增加，无法实现秸秆就地还田提高土壤有机质含量，也无法实现种植豆科绿肥改良土壤；过于追求视觉景观效果，选择的苗木规格偏大，忽视植被生长的土壤、水分需求，造成植被退化现象。

2.6 无法实现对黄河的有效保护

准格尔旗位于黄河主河道沿岸，其径流直接汇入黄河的一级支流或毗邻黄河。矿区排土场、排矸场在没有拦挡和临时排水系统的情况下进行排土排矸作业，造成严重水土流失，影响入黄泥沙量；矿区下游沟道未设置有效拦挡措施，没有对采空塌陷区、排土场、排矸场的径流进行拦截净化，导致入黄径流的水质无法保证，影响黄河水质。

3 技术对策

3.1 采用小流域综合治理模式，加大入黄防护力度

在采空塌陷区填平裂缝、设置安全围栏等常态化治理基础上，开展以小流域为单元的水土保持综合治理，结合实际情况，在保护原有水系和植被的基础上，进行矿区土地综合整治，提高土地产出率，在沟道下游设置淤地坝、谷坊等控制性拦挡，防止泥沙直接进入河道。加强对黄河水源水质及沿岸生态环境的保护，对黄河沿岸 5 km 范围内和汇水直接进入黄河一级支流的矿区，在矿区下游设置淤地坝、谷坊等控制性拦挡，避免未处理的径流直接进入黄河。

3.2 按照防洪标准，疏通行洪通道，设置完善的截、排、蓄水系统

按照防洪影响评价的要求，不得无序占压河道，疏通行洪通道，保证行洪安全；构建矿区场地和坡面排水系统，尤其是边坡的完善的截、排、蓄水设施，从根本上解决边坡侵蚀的问题，结合排土场的沉陷变形，截、排水沟优先采用柔性材质，断面尺寸需满足行洪设计标准；建设地表径流蓄集和节水利用设施，增强抗旱节水意识，提高水资源利用效率。

3.3 完善坡脚拦挡与坡面防护技术措施体系

对于已完成排土过程的排土场因地制宜设定标高，避免大规模平整工作；对于已经形成的历史坡面，按照自然安息角设置坡比，充分保护和利用原有坡面的植被和防护措施；对于新建排土场或堆放场地，设置边坡规范坡度为 25° ，对不规范坡度的坡体进行削坡、放坡等处理，通过水平沟整地、反向水平条整地、鱼鳞坑整地等方式，提高坡面的抗蚀保水性能，加强坡面稳定性。

排土场、排矸场应按照“先挡后弃”的原则进行排弃，对边坡进行有效防护。对于已经建成的未设置坡脚拦挡和排水沟的排土场、排矸场，依据坡面防护现状和植被覆盖情况，研究并论证补充设置边坡防护措施的可行性；对于新建排土场、排矸场，在坡脚和有需求的坡面设置浆砌石或干砌石挡墙、铅丝石笼、生态袋等拦挡措施，在坡面设置预制框格、土工格室、三维网、沙柳网格等，并进行挂网喷播、水平条或鱼鳞坑栽植等方式进行生态防护，确保坡体稳定，有效控制水土流失，实现生态修复。其中，沙柳网格是当地坡面植被恢复的常用形式，干枝沙柳网格主要是作为临时防护措施，在其他植被未长成之前起到防风固沙和拦截坡面径流的作用，活体沙柳网格主要是作为植被措施，起到防风固沙和水土保持的作用[6]。明

确干枝和活体沙柳网格的功能差异,才能采取针对性的措施,不能简单地认为布设了沙柳网格就完成了生态修复任务。此外,沙柳网格的边线夹角应为 90° 直角,避免随意做成顺坡的菱形,否则会降低沙柳网格拦截径流的作用,反而成为引导径流的通道,形成明显的细沟侵蚀,加剧水土流失。

3.4 科学进行地块整理和土壤改良措施

依据排土场立地条件和土地利用方向,进行地形整理。对于复耕地块,适度放大地块方格规格尺寸,避免地块过于破碎化,以便于机械化、规模化作业。结合前期土壤化验结果,科学进行土壤改良,首先需要调整达到合理的土壤物理结构,再采取绿肥植物改良或施肥等土壤营养改良措施,实现土壤肥力的有效提升。在复垦为耕地、人工牧草地的区域采用全面整地的方式进行整地,以人工栽植方式恢复为林地的地块,避免全面整地,宜采用局部整地方式。

3.5 因地制宜,适地适树

明确生态修复的植被类型,按照“宜树则树、宜草则草、宜荒则荒”的原则,生态修复选择的植被类型以抗旱节水、防风固土的乡土植物优先,按照植物的生物学特征进行群落配置,避免物种单一,采用多物种组合配置,保证生物多样性和生物群落的稳定性。此外,注意植物配置的季相景观,尤其是冬季常绿树的配置,实现坡面四季见绿;设置合理的植物配置密度,保证植株个体的生长空间,重点考虑生物耗水量,避免植被群落提前退化。

3.6 瞄准生态修复限制性因子,采取针对性措施

针对排土场地面沉降大、遇连续强降雨时易出现管涌和坍塌的特点,防护、排水工程宜采用柔性材料,适应一定程度的变形破坏,实现防护功能。煤矸石处理要做到自燃防控、污染防治和生态修复并重[7-8]。对于历史形成的堆矸场,严控密封,避免由于措施不当或场地变形,造成漏气漏水,导致矸石复燃。做好坡体削坡分级、稳定拦挡以及截排水系统,对淋洗水进行拦截、蓄集处理,避免污染下游水体和地下水,在此基础上进行植被生态修复。

3.7 基于水资源承载力和土地承载力合理规划产业发展

依据矿区及其周边水资源量,明确生产和复垦生态用水的供水方案,配置滴灌等节水灌溉供水系统;依据水资源承载力科学布局产业规划,以水定产,结合乡镇产业规划,制定合理科学的复耕、复绿方案,配套发展种植、养殖项目。

4 结语

准格尔旗煤矿数量众多,矿山开采强度大、面积广、历史久,造成的生态破坏严重,生态修复任务重,环境问题严峻。准格尔旗矿山生态修复应以山水林田湖草沙一体化治理为指导思想,制定地方性的技术规范与标准以及后续监测、验收规程,从技术层面有效地指导地方进行矿山生态修复治理,做到高标准、高质量的生态修复治理设计、施工、监测与验收;针对限制性因素,科学引导、合理规划,科学治理、合理开发,统筹协调相关单位共同参与、通力合作,推动准格尔旗矿山科学生态修复工作,实现经济社会可持续发展,支撑黄河流域生态保护和高质量发展。

参 考 文 献

- 鲍丽萍. 准格尔旗乡村产业发展的调查与思考[J]. 北方经济, 2022(6):49-52.
- 高景晖. 高质量发展背景下黄土高原水土保持科学试验发展探索[J]. 中国水土保持, 2022(9):58-61.
- 郭伟, 赵仁鑫, 孙文惠, 等. 草原煤矸石堆放的生态环境问题及其治理措施综述[J]. 安全与环境学报, 2012, 12(3):71-76.
- 金凤君, 马丽, 许堞. 黄河流域产业发展对生态环境的胁迫诊断与优化路径识别[J]. 资源科学, 2020, 42(1):127-136.
- 秦越强, 王志民, 周业泽, 等. 准格尔旗煤炭矿集区生态环境问题与修复措施[J]. 现代矿业, 2021, 37(6):169-174.
- 申艳军, 杨博涵, 王双明, 等. 黄河几字弯区煤炭基地地质灾害与生态环境典型特征[J]. 煤田地质与勘探, 2022, 50(6):104-117.
- 王成龙, 王颖, 孔令东, 等. 浅议我国矿山生态系统修复[J]. 采矿技术, 2020, 20(3):90-92.
- 姚逸, 邓秋婷, 李艺, 等. 煤矸石的综合治理及其开发利用现状[J]. 中国资源综合利用, 2019, 37(12):83-85.