

# 汾西县井采煤矿水土流失防治措施

姚 旭, 史国强

(山西蓝境生态科技有限公司, 山西 太原 030000)

**【摘要】**煤炭资源开采与生态环境保护之间的矛盾日益突出, 矿区水土流失问题尤为严重。以巨开元煤业有限公司矿井兼并重组整合项目为例, 采用地质调查、气候分析、遥感监测、现场调研等方法, 结合 GIS、遥感技术和水土保持模型, 系统分析了井采煤矿水土流失的成因, 并提出了工程、植物和管理措施相结合的综合防治方案, 为类似矿区的水土流失防治提供了借鉴和参考, 对促进矿区生态环境的可持续发展具有重要意义。

**【关键词】**井采煤矿; 水土流失; 防治措施; 遥感技术

**【中图分类号】** S157

**【文献标志码】** A

**【文章编号】** 1009-6159(2025)-11-0077-03

## Soil and Water Loss Prevention Measures for Underground Coal Mines in Fenxi

YAO Xu, SHI Guoqiang

(Lanjing Ecological Technology Co., Ltd., of Shanxi Province, Taiyuan, Shanxi 030000, China)

**Abstract:** The contradiction between coal resource mining and ecological environment protection is becoming increasingly prominent, and the problem of soil and water loss in mining areas is particularly serious. Taking the mine merger, reorganization and integration project of Ju Kaiyuan Coal Industry Co., Ltd. as an example, this paper systematically analyzes the causes of soil and water loss in underground coal mines, by using methods such as geological survey, climate analysis, remote sensing monitoring, and on-site investigation, combined with GIS, remote sensing technology and soil and water conservation models. It also proposes a comprehensive prevention and control plan combining engineering, plant and management measures, which provides a reference for soil and water loss prevention in similar mining areas and is of great significance for promoting the sustainable development of the ecological environment in mining areas.

**Key words:** Underground coal mine; Soil and water loss; Prevention measures; Remote sensing technology

井采煤矿在开采过程中会造成地表沉陷、植被破坏、土地利用方式改变等, 加剧了水土流失的发生。同时, 矿区建设过程中的地表扰动、弃土弃渣堆放等活动也会引发新的水土流失。如何在保证煤炭资源开发利用的同时, 有效控制水土流失, 实现矿区生态环境的可持续发展, 成为当前亟需解决的重要课题。

为了优化煤炭产业结构, 提高资源利用效率, 山西省自 2009 年开始推进煤矿企业兼并重组整合工作。根据山西省煤矿企业兼并重组整合工作领导小组办公室文件(晋煤重组办发[2009]51号), 批准由山西煤炭运销集团有限公司作为主体对汾西县部分煤矿进行重组整合。

巨开元煤业有限公司位于山西省临汾市汾西县, 是在煤炭行业兼并重组整合背景下组建的大型现代化煤矿企业。该公司由原山西煤炭运销集团作为主体, 将原山西汾西嘉阳煤业有限公司等 6 座矿井及新增资源进行重组整合而成。整合后的矿井设计生产能力为 0.9 Mt/a, 设计可采储量 2 107.2 万 t, 矿井服务年限 16.7 年, 属中型矿井。

## 1 水土流失现状与问题分析

研究区位于黄土高原西部, 地貌类型为黄土残垣沟壑区, 地形起伏较大。项目所在地汾

收稿日期: 2025-05-06

作者简介: 姚旭(1993—), 男, 工程师

西县属于黄河多沙粗沙国家级水土流失重点治理区。通过实地调查和遥感影像分析,研究区水土流失以水力侵蚀为主,平均土壤侵蚀模数为  $2\ 100\ \text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ,属轻度侵蚀。

在采矿活动影响下,部分区域水土流失加剧。主要水土流失问题包括:地处黄土高原残垣沟壑区,土壤可蚀性强,项目建设势必损坏原有地形地貌,扰动后的土壤侵蚀模数大幅度升高;项目设置有矸石周转场,用于存储基建期产生的矸石,在堆置过程中易引起水土流失;采煤引起的地表沉陷导致地表裂缝发育,加剧了水土流失;矿区建设过程中的地表扰动、弃土弃渣堆放等活动会产生新的水土流失。

## 2 水土流失成因分析

### 2.1 地质条件

研究区地质构造复杂,断层、褶皱发育。出露地层主要为二叠系上统上石盒子组、下石盒子组和山西组,以及石炭系上统太原组。岩性以砂岩、泥岩为主,夹有煤层。这种地质条件下,岩层破碎,抗侵蚀能力较弱,易发生水土流失。特别是在采煤活动影响下,地层结构遭到破坏,岩体完整性降低,进一步增加了水土流失的风险。通过地质钻探资料分析,采煤影响区岩层裂隙发育,渗透性增强,加剧了雨水下渗和地表径流,导致水土流失加重。

### 2.2 气候因素

研究区属暖温带大陆性季风气候,降水集中且强度大。通过对近 30 年气象资料的分析,历年平均降雨量为  $519.5\ \text{mm}$ ,发现该地区降水主要集中在 6-9 月,占全年降水量的 60% 以上。夏季多暴雨天气,最大日降水量可达  $100\ \text{mm}$  以上。这种降水特征使得土壤侵蚀风险增大。同时,研究区冬春季节风速较大,多年平均风速  $2.8\ \text{m}/\text{s}$ ,最大风速可达  $29\ \text{m}/\text{s}$ 。大风天气易造成地表裸露区域的风蚀。因此,气候因素是导致该区水土流失的重要原因之一。

### 2.3 人为活动影响

人为活动是加剧研究区水土流失的主要因素。主要表现在以下几个方面:1)采煤引起地表沉陷。通过 InSAR 技术监测发现,研究区最大累计沉陷量达  $1.5\ \text{m}$ ,造成地表裂缝发育,加剧了水

土流失。2)地表扰动。项目建设过程中的场地平整、道路修筑等活动破坏了原有地貌和植被,使土壤结构松散,抗蚀能力下降。3)弃土弃渣堆放。项目设置有矸石周转场,用于堆放基建期产生的矸石。堆体松散,易被雨水冲刷造成水土流失。4)植被破坏。项目建设占用了部分林地和草地,使植被覆盖率下降,削弱了植被的水土保持功能。

### 2.4 其他因素

土壤性质、地形地貌等因素也影响着研究区的水土流失。研究区土壤以淋溶褐土为主,质地疏松,易被侵蚀。地形起伏大,沟壑发育,坡度较陡,加剧了水土流失。通过 GIS 空间分析,发现研究区  $15^\circ$  以上坡度区域占总面积的 65%,这些陡坡区域是水土流失的重点区域。同时,沟谷密度大,沟道侵蚀严重,是水土流失的主要来源地。

研究区水土流失是自然因素和人为因素共同作用的结果。其中,人为活动特别是采煤引起的地表变形是加剧水土流失的关键因素。因此,在制定防治措施时,应重点考虑采煤活动的影响,采取综合防治措施。

## 3 井采煤矿水土流失防治措施设计

### 3.1 防治原则与目标

根据研究区水土流失特点,遵循“预防为主、保护优先、因地制宜、综合治理”的原则,制定水土流失防治措施。具体防治目标为:水土流失治理度 93%,土壤流失控制比 1.0,渣土防护率 94%,表土保护率 90%,林草植被恢复率 95%,林草覆盖率 24%。

### 3.2 工程措施

1)排水系统设计。根据矿区地形地貌、降雨特征等,合理规划排水沟渠、沉淀池、截排水沟等排水设施的位置、规模和走向,确保排水系统畅通,及时排除地表径流,减少水流对地表的冲刷。一是采用生态型排水沟渠:采用生态砌块、植生混凝土等生态型材料建设排水沟渠,提高排水沟渠的透水性和植被覆盖率,减少水流对沟渠的冲刷,净化水质,美化环境。二是设置雨水收集利用设施:在矿区建设雨水收集利用设施,将收集的雨水用于矿区绿化、道路洒水等,节约水资源,减少地表径流。

采用 GIS 水文分析模块,结合数字高程模型

(DEM)对研究区进行水文分析,确定汇水区域和径流路径,据此设计排水系统。主要包括:工业场地排水是在场地周边修建截水沟,长 1 750 m;场内修建排水明沟,总长 2 000 m;硬化场地下方敷设排水管,长 580 m。进场道路和排矸道路内侧修建排水沟,长度分别为 325 m 和 580 m。矸石周转场排水利用周边修建截水沟,长 411 m;堆体平台内侧修建排水沟,长 740 m。

2)边坡防护工程。根据边坡坡度、高度、岩土性质等选择适宜的生态护坡技术,如植生袋护坡、土工格室护坡、喷播植草护坡等,恢复边坡植被,提高边坡稳定性,减少水土流失。针对开挖和填筑形成的人工边坡,采取以下防护措施:工业场地边坡采用浆砌片石护坡+挡土墙形式,护坡面积 8 500 m<sup>2</sup>,挡土墙 5 175 m<sup>3</sup>。道路边坡采用浆砌石挡土墙防护,填方边坡坡比 1:1.5,底部设挡土墙。矸石周转场边坡修建浆砌石拦矸坝,长 25.8 m,总高 8 m。

3)土壤改良与复垦工程。对矿区受损土壤进行改良,通过客土回填、深翻改土、增施有机肥等措施,改善土壤理化性质,提高土壤肥力,增强土壤抗蚀能力。对矿区废弃地进行土地复垦,根据复垦土地的用途采取不同的复垦措施,如平整土地、改良土壤、修建灌溉设施等,恢复土地生产力。对可剥离区域进行表土剥离,总剥离量 1.73 万 m<sup>3</sup>,用于后期复垦。对废弃场地等区域进行全面整地,面积 3.362 5 hm<sup>2</sup>。对输电线路等临时占地进行土地整治,面积 3.294 3 hm<sup>2</sup>。

4)矸石周转场防护。工程在平台边缘设置排洪沟,矸石周转场两侧修建截水沟,边坡平台内侧修建排水沟,截水沟汇入拦矸坝下游消力池,排矸结束后恢复植被。

### 3.3 植物措施

1)植被恢复与保护。工业场地绿化采用园林式绿化,绿化面积 1.06 hm<sup>2</sup>,绿化率 13.0%。道路绿化采用在路肩栽植乔木,边坡植草,绿化面积 0.163 5 hm<sup>2</sup>。矸石周转场植被恢复采用乔灌草结合方式,恢复面积 2.09 hm<sup>2</sup>。输电线路植被恢复采用乔灌草结合方式,恢复面积 3.294 3 hm<sup>2</sup>。废弃场地植被恢复采用灌草结合方式,恢复面积 1.582 3 hm<sup>2</sup>。

2)植被配置与管理。根据立地条件,选择适宜的植物种类。乔木选择油松、刺槐等;灌木选择

紫穗槐、连翘等;草种选择披碱草、紫花苜蓿等。采用带状混交、块状混交等方式进行植被配置,提高植被的稳定性和生态功能。加强植被管理,定期进行浇水、施肥、修剪等抚育管理,确保植被正常生长,充分发挥水土保持功能。

### 3.4 管理措施

1)监测与预警系统。建立水土流失监测与预警系统,采用遥感技术、无人机监测等手段,实时监测矿区水土流失情况,及时发现问题并采取相应措施。

2)管理制度与政策支持。制定并实施矿区水土保持管理制度,明确各级管理人员的职责和任务,确保水土保持措施的落实。同时,争取政府政策支持,获得必要的资金和技术援助。

3)社区参与与公众教育,加强社区参与和公众教育,提升矿区居民的水土保持意识,鼓励公众积极参与水土保持工作,共同维护矿区生态环境。

## 4 结论与展望

通过对巨开元煤业有限公司矿井兼并重组整合项目的水土流失成因进行系统分析,结合GIS、遥感技术和水土保持模型,提出了工程、植物和管理措施相结合的综合防治方案。研究表明,科学合理的水土保持措施能够有效控制矿区水土流失,促进生态环境的可持续发展。未来研究应进一步完善水土保持技术手段,探索更加高效、经济的防治措施。同时,加强对不同类型矿区的水土流失防治研究,为煤炭行业的绿色发展提供更多的理论和实践支持。

### 参考文献

- [1] 王礼先,焦菊英.中国煤矿区土地复垦与生态重建[M].北京:科学出版社,2014.
- [2] 彭苏萍,雷少刚,李小勇,等.煤矿区水土流失现状、成因及防治对策[J].中国煤炭,2017,43(1):1-6.
- [3] 吴普特,傅伯杰,陈利顶,等.基于“源-汇”景观格局的区域水土流失防治:原理、方法与应用[J].地理学报,2019,74(1):3-15.
- [4] 蔡强,刘宝元,张科利,等.遥感技术在水土保持中的应用进展[J].水土保持通报,2018,38(1):1-8.
- [5] 李锐,王兆礼,程积民,等.GIS支持下的区域水土流失定量评价研究[J].水土保持学报,2004,18(1):13-16.

(责任编辑 张玉燕)