

黄土高原上的绿色奇迹：陕北地区矿山智能化与生态融合的创新实践

李 峰¹, 刘惠萍¹, 杜海波²

¹延安能源化工(集团)有限责任公司, 陕西 延安

²中煤科工杭州研究院有限公司, 浙江 杭州

收稿日期: 2025年5月7日; 录用日期: 2025年7月16日; 发布日期: 2025年8月5日

摘 要

在全球变暖、环境污染等问题日趋严重的今天, 人们的环保意识日渐加强, 各方面都在加强环保工作。采矿业是一种资源密集型行业, 在开采过程中必然会产生大量的污染, 对生态环境造成严重的危害。本文聚焦陕北地区, 深入剖析其矿山智能化与生态融合的发展状况。阐述了陕北地区丰富的矿产资源以及严峻的生态环境现状, 介绍了在矿山智能化发展、智慧矿山管理系统开发设计等方面的创新实践, 展示了在生产效率、生态效益和社会效益等方面取得的显著成效, 并提出了未来的发展策略, 旨在为资源型地区的可持续发展提供借鉴。

关键词

陕北地区, 矿山智能化, 生态融合, 创新实践

Green Miracle on Loess Plateau: Innovative Practice of Intelligent and Ecological Integration of Mines in Northern Shaanxi Province

Feng Li¹, Huiping Liu¹, Haibo Du²

¹Yan'an Energy and Chemical Industry (Group) Co., Ltd., Yan'an Shaanxi

²China Coal Technology and Engineering Hangzhou Research Institute Co., Ltd., Hangzhou Zhejiang

Received: May 7th, 2025; accepted: Jul. 16th, 2025; published: Aug. 5th, 2025

文章引用: 李峰, 刘惠萍, 杜海波. 黄土高原上的绿色奇迹: 陕北地区矿山智能化与生态融合的创新实践[J]. 可持续发展, 2025, 15(8): 46-55. DOI: 10.12677/sd.2025.158220

Abstract

In today's increasingly serious problems such as global warming and environmental pollution, people's awareness of environmental protection is increasingly strengthened, and all aspects are strengthening environmental protection work. The mining industry is a resource-intensive industry, which will inevitably produce a lot of pollution in the process of mining and cause serious harm to the ecological environment. This paper focuses on the northern Shaanxi region and deeply analyzes the development status of mine intelligence and ecological integration. This paper describes the rich mineral resources and the severe ecological environment situation in northern Shaanxi, introduces the innovative practice in the intelligent development of mines and the development and design of intelligent mine management system, demonstrates the remarkable results achieved in production efficiency, ecological benefits and social benefits, and puts forward the future development strategy, aiming at providing reference for the sustainable development of resource-based areas.

Keywords

Northern Shaanxi Region, Mine Intellectualization, Ecological Integration, Innovative Practice

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

陕北地处中国西北部，横跨陕西省和宁夏回族自治区，是黄土高原的核心区域。其独特的自然资源(如煤炭、石油等)长期以来是区域经济发展的重要支撑,但大规模矿产开采也导致生态环境问题日益凸显,包括露天矿坑引发的水土流失、植被破坏导致的扬尘污染等,影响区域生态平衡与居民生产生活。在此背景下,探索矿山智能化与生态融合的发展路径,对陕北乃至全国资源型地区的可持续发展具有重要现实意义。

2. 陕北地区矿山发展现状

2.1. 陕北地区矿产资源现状

陕北榆林、延安等地矿产丰富。榆林市:已发现八大类 48 种矿产,煤炭预测储量 2800 亿吨(占全国 1/5),石油预测储量 10 亿吨,天然气预测储量 6 万亿立方米。岩盐资源平均每平方千米地下蕴藏 1.4 亿吨,总量约占全国已知储量的 26%。2023 年煤炭产量 6.06 亿吨(占全国 13%),原油 1078.46 万吨,天然气 229.15 亿立方米。延安市:石油探明储量 13.8 亿吨(占全省 70%),煤炭 110 亿吨,天然气 3000 亿立方米。紫砂陶土储量 700 万吨,岩盐储量 1113 亿吨(占全省 25%)。2023 年原油产量 1428.35 万吨(占全省 57.4%),天然气 99.5 亿立方米。

2.2. 陕北地区主要矿山发展情况

陕北矿产丰富,尤其延安宝塔区南川等地。1907 年,我国延安市延长县成功开发出中国第一个陆上石油井,这一具有历史意义的成果,而且为国家的经济发展打下了良好的基础,因而被誉为“功臣油矿”。据最近 2022 年数据显示,延安地区有 1325.50 平方公里的油气地质储量达 13.80 亿吨,已探明的油气资

源量达 1.93 亿吨。另外,延安市煤田面积达 7110 平方公里,已探明面积 2306 平方公里,预计面积 4804 平方公里。在产油区,也伴随着天然气,现已探明的三十多平方公里的天然气面积,33 亿立方米的储量。

陕西榆林,作为全国知名的煤炭资源大市,近三年来煤炭资源开发与利用取得了显著进展。截至 2024 年,榆林市煤炭远景储量仍稳定在 8600 亿吨,已探明储量达 1660 亿吨,占全国总量的约 22%,稳居全国前列。榆林煤以其特低灰、特低硫、特低磷及中高热值的优质特性,广受市场欢迎,需求持续旺盛。近年来,榆林市加快煤炭资源开发与转化,煤炭产业不断升级。神府煤田作为重要基地,煤炭产能稳步提升,为“西煤东输”战略提供了坚实支撑。同时,榆林市还积极推动煤炭清洁高效利用,发展煤制油、煤制气等煤化工产业,实现了煤炭资源的多元化利用。

据预测,榆林地区岩盐资源总量约为六千亿吨,约为全国已知储量的 26%。另外,该区已有近十亿吨的石油储备,是陕甘宁地区重要的油气资源。该地区集中了我国各种稀有的煤炭、天然气、石油、岩盐等资源,其丰富程度在全国绝无仅有,在世界上也是绝无仅有的。所以,榆林地区的矿产资源在全国经济社会发展中占有举足轻重的位置。

3. 陕北地区生态修复的现状

3.1. 陕北地区生态环境现状

3.1.1. 生态系统失衡

矿山开采叠加其他人类活动,导致原生植被退化、生物多样性减少、生态系统服务功能衰退。受能源开发(煤炭、油气开采)、过度垦殖放牧等人类活动叠加影响,陕北地区原生植被群落严重退化。据《陕西省生态环境公报》显示,2023 年陕北天然草地面积较 2000 年下降 18.7%,沙蒿、柠条等耐旱灌木成为优势物种,辽东栎、油松等地带性植被分布范围缩减 32%。生物多样性监测数据表明,区域内脊椎动物种类较上世纪 80 年代减少 12 种,子午岭林区华北豹、原麝等珍稀动物栖息地碎片化率达 65%。生态系统服务功能持续衰退,水源涵养能力较 2000 年下降 23%,土壤保持量减少 19.6%,生态系统自我调节能力趋近阈值临界状态。

3.1.2. 水土流失严重

黄土高原的脆弱生态加上集中降雨,导致水土流失面积大、强度高,治理难度大。作为黄土高原生态脆弱核心区,陕北水土流失呈现“点上治理、面上流失”的特征。区域年均降水量 400~550 mm,且 65% 集中于 7~9 月,暴雨侵蚀模数达 1.5 万~3.0 万吨/平方公里·年。第三次全国水土流失调查显示,截至 2020 年,陕北水土流失面积仍达 6.8 万平方公里,占区域总面积的 41.2%,其中强度以上侵蚀面积 2.3 万平方公里。延河流域、无定河流域年均输沙量分别为 1.2 亿吨和 1.8 亿吨,占黄河中游输沙总量的 35%。虽然通过淤地坝建设、退耕还林等措施,近十年入黄泥沙量较上世纪 90 年代减少 28%,但重力侵蚀(崩塌、滑坡)占比上升至 45%,治理难度显著增加。

3.1.3. 土地沙漠化快速发展

尽管有治沙造林措施,但气候变暖和人类活动导致沙化土地逆向演替风险依然存在。毛乌素沙地南缘的榆林市是陕北沙漠化防治核心区,尽管经过 70 年治沙造林,植被覆盖度从 1950 年的 18% 提升至 2023 年的 45%,但沙化土地逆向演替风险依然存在。2022 年国家林草局荒漠化监测显示,陕北沙化土地面积 1.2 万平方公里,其中流动沙地 0.18 万平方公里,半固定沙地 0.45 万平方公里。受全球气候变暖影响,区域年蒸发量较上世纪 80 年代增加 120 mm,干旱发生频率上升 30%,导致已治理区出现“林退沙进”现象,2015~2022 年榆林市边缘区植被退化面积达 230 平方公里。能源化工基地建设产生的弃土弃渣,每年新增沙化隐患点 120~150 处,形成人为沙源扩散风险。

3.1.4. 自然灾害频发

干旱、暴雨洪涝、风雹、地质灾害等自然灾害频发，加剧生态退化，形成恶性循环。陕北地处季风气候与干旱气候过渡带，自然灾害呈现类型多、频率高、损失重的特征。近十年灾害统计数据显示(见表 1)：

Table 1. Disaster statistics from 2015 to 2024

表 1. 2015~2024 年灾害统计数据

灾害类型	年均发生次数	影响范围(县/次)	年均经济损失(亿元)	典型案例
干旱	2.3	8~10	25~30	2021 年陕北伏旱导致农作物减产 40%
暴雨洪涝	1.8	6~8	15~20	2022 年绥德“7·26”暴雨引发重大山洪灾害
风雹	3.5	5~7	8~12	2020 年榆林强冰雹造成直接损失 11.2 亿元
地质灾害	2	4~6	10~15	2019 年神木山体滑坡造成重大人员伤亡

2023 年《陕西省自然灾害综合风险普查报告》指出，陕北地区灾害综合风险等级居全省首位，其中干旱灾害风险等级为极高，暴雨诱发的滑坡、泥石流灾害隐患点达 1356 处，威胁 12 万人口安全。自然灾害不仅直接破坏生态治理成果(如 2022 年暴雨冲毁淤地坝 32 座、林地 2.1 万亩)，更通过侵蚀土壤、破坏植被群落加剧生态退化，形成“灾害 - 退化”恶性循环。

3.2. 陕北地区生态环境问题的成因

3.2.1. 自然成因

陕北地区地处胡焕庸线西北侧，年均降水量不足 400 毫米，属于典型的游牧与草原经济区域，部分毛乌素沙漠分布于此，环境敏感脆弱。自唐朝以来，气候干旱，影响植被和草原生态可持续发展。降水减少使植被稀疏，风流速度加快，水分流失，植被生长困难，生态恶化加剧。降水季节性分配不均，常以暴雨形式出现在 6~9 月。陕北多沙地、黄土，沟壑密度大，暴雨冲刷黄土坡致水土流失严重。该地属黄河中上游流域，泥沙被黄河支流携带入黄河，成为主要泥沙来源。因生态脆弱和干旱，生态系统的稳定性维护面临严峻挑战，人类活动的过度干预可能导致不可逆转的破坏性后果。由于人类行为的过度扩张，生态系统的功能已显著退化，毛乌素沙漠从原本的自然沙漠状态转变为人为因素主导的沙漠化现象。

3.2.2. 社会成因

陕北经济长期依赖煤炭资源，形成“资源 - 开采 - 销售”的单一产业链。地方政府财政收入超 60% 来自矿业，导致环境保护投入不足。企业为追求短期利润，往往忽视生态修复责任，形成“开采 - 破坏 - 污染 - 治理滞后”的恶性循环。当地民众长期受“靠山吃山”观念影响，对矿山开采的生态代价认识不足。部分矿区居民甚至认为“挖矿来钱快”，支持企业超负荷生产。同时，环保监管存在“运动式治理”特点，日常监督薄弱，违法开采行为屡禁不止。早期矿产资源法规重开发轻保护，环境成本核算缺失。如 1986 年《矿产资源法》虽要求“谁破坏谁治理”，但缺乏强制约束和资金保障。直到 2010 年后，随着生态文明理念深化，才逐步建立矿山地质环境治理恢复基金制度。

4. 陕北地区矿山智能化与生态融合的创新实践

4.1. 矿山智能化发展分析

4.1.1. 数字智慧转型

陕西北部矿山积极开展信息化矿山数字矿山建设。积极探索应用物联网、大数据、人工智能等现代信息技术，对矿山生产各个环节相关的数据信息进行及时有效的采集、传递和分析，如通过各类传感器对矿山生产设备状态、生产环境信息等进行动态采集，实时分析向数据中心传递以作为矿山生产的科学

决策依据；通过大数据技术对矿山各类地质信息、历史生产信息等进行科学地分析和比对，制定合理的生产开采方式，提升资源利用率。

4.1.2. 智能矿山建设分析

智能化矿区是陕北地区智能矿山建设的主要方向。智能化矿区建设过程中综合运用自动化技术、智能化技术，实现采掘、运输、通风等各环节智能化控制[1]。运用自动化采矿设备进行采矿，例如无人采矿台车、智能凿岩机器人等，提升采矿效率与开采安全；应用智能运输系统对矿石运输自动化调度与无人驾驶，降低运输成本与运输安全风险；构建智能通风系统，根据不同井下空气状况与人员分布状况智能调节通风量，确保井下环境安全。

4.2. 矿山智能化与生态融合的矿山管理系统开发思路

本研究借鉴山东总队“智慧矿山系统”，提出创新管理思路，集成物联网、大数据等技术，推动新型矿山管理，实现智能化绿色目标。通过重塑生态、环境和社会关系，建立矿山全生命周期管理体系，并在生态、绿色、环保等新理念的指导下，构建新型绿色智慧矿山系统[2]。结合绿色智慧矿山建设及相关技术创新，系统采用模块化设计，支持企业定制，开发集成一体化智慧平台，充分发挥技术优势，从时空维度进行绿色智慧矿山的构建与规划。

4.3. 智慧矿山管理系统开发设计

4.3.1. 系统总体架构

本文研究的智慧矿山管理系统由底层设备、自动化系统、环形网络、智能平台和云平台等几个部分构成，总体架构如图 1 所示。根据煤矿企业的实际情况和矿区的实际情况，提出了“绿色智慧矿山”的具体实施方案。明确了实施的范围、内容和计划，加强对矿山地质资料、安全监控、采选生产等方面的管理，保证生产过程、设备和安全体系的监控和控制。通过可视化的数据收集和分析，使企业能够更好地了解矿井的生产状况，从而更好地了解矿井的安全、经济和环境效益。

4.3.2. 系统功能维度

(一) 底层设备

在智慧矿井的管理系统中，底层设备是一个由 PLC、访问控制、环境监控、视频监控等组成的数据采集单元。模块化的设计实现用户可增减设备，通过接口进入系统，根据指令进行相应数据的采集，并支持分析，做出决策。

(二) 电气自动化

为了提升矿井的自动化水平，电力自动化系统主要由地测采子系统、生产自动化和安全信息三个子系统组成。通过电气自动化技术，可以对设备进行控制，把它与智能装置和矿井管理结合起来，从而达到智能化的控制。通过其技术升级与改造，实现对矿山生产全流程的自动化生产，提高生产的工作效率，将相关配套系统融合起来，增加了设备的运行稳定性和维修效率，降低了人力的投入。以边坡监测为例，通过在无人值班状态下对传感器进行实时追踪探测，并对其早期预警进行监控，从而达到与有关监管机构的互联互通，从而提升其监控效果。

(三) 网络与数据库

实施矿山转型升级的另一个要求是要建设对应的网络及数据库系统，整个系统以覆盖整个矿山的局域网为基础，能够实现数据的传输，形成统一结构，分层分区布局。建设基于 5G 数据网络、大数据技术集数据功能于一身的数据中心，创建数据大数据库，综合利用数据资源，打造数据信息资源，为建设及管理矿山提供基础。

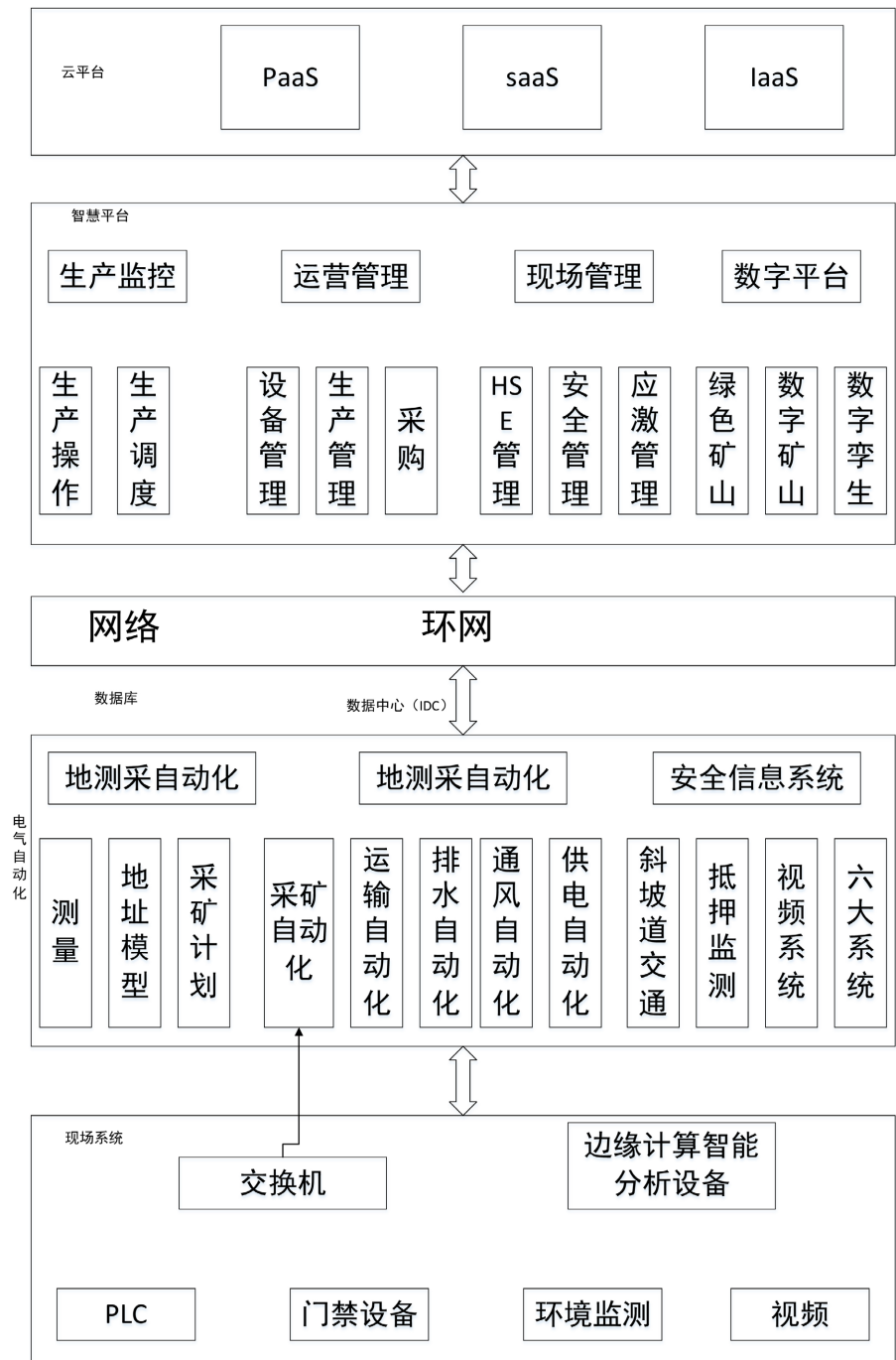


Figure 1. Overall architecture of intelligent mine management system
图 1. 智慧矿山管理系统总体架构

(四) 智慧平台

智慧平台含生产监控、运营管理、安全环保、三维可视化等子平台，属智慧矿山管理系统功能维度：

1) 运营管理子平台：运营管理子平台实时监控矿山生产，确保安全优化效率，整合三维建模、视频监控及无人机巡检技术，构建数字化矿山模型，实现数据管理标准化，提升技术管理，支持采矿设计与实施。

2) 生产监控子平台：该系统由硬件与软件两大部分构成，其核心控制中心的大屏幕能够即时呈现生产过程中的各类数据及现场视频画面，从而实现对生产流程的全面监控与远程调度操作。该系统具备对矿区作业状况的实时掌握能力，通过数据的采集、处理、分析、存储与发布等一系列操作，集成了管理、展示、监控及通信等多项功能，有效确保了生产活动的安全性。

3) 安全环保子平台：在物联网、大数据及 5G 等先进技术的推动下，绿色智慧矿山的安全保障体系得以显著增强，实现了对生产与环境的高效管控，从而全面提升全流程的安全水平。通过采用 3DGIS 和 VR 等前沿技术，合理部署传感器与监控设备，并在机器视觉技术的辅助下，能够迅速识别潜在的不安全因素与行为，及时检测隐患，提供实时的监测、预警及决策支持服务。

4) 三维可视化电子平台：通过无人机配备五镜头相机进行航空拍摄，构建三维立体模型，实时获取生产现场信息，动态呈现矿区电子围栏，提升监管效率。基于数据参数，实时生成矿体三维模型，支持切割操作，生成断面、剖面图，如图 2。

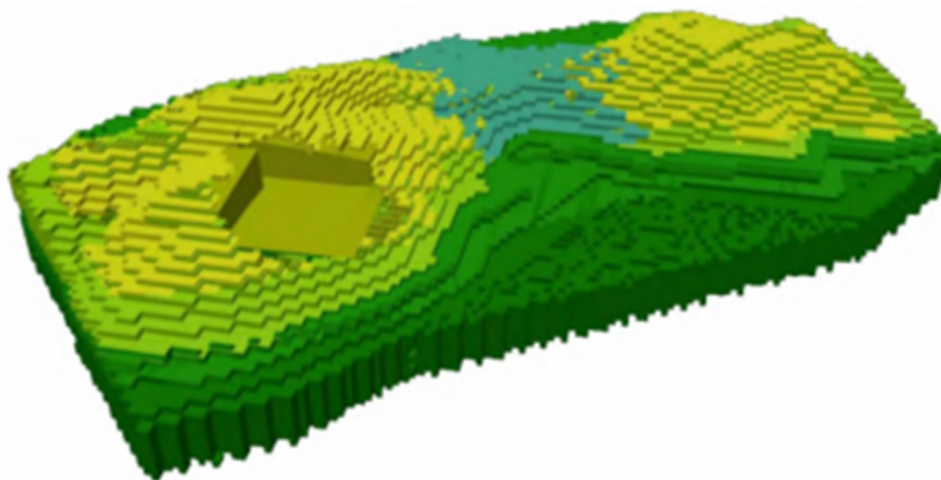


Figure 2. Schematic diagram of 3D geological model cutting
图 2. 三维地质模型切割示意图

4.4. 矿山智能化与生态融合建设措施

4.4.1. 矿山数字化建设

陕北地区积极实施物联网、大数据、人工智能等现代信息技术，对矿山生产各个环节的数据信息进行采集、传递和分析[3]。通过在矿山部署大量传感器，动态采集矿山生产设备状态和生产环境信息，并将这些信息实时传递至数据中心进行分析和处理。利用大数据技术，对地质信息和历史生产信息进行深入挖掘和分析，为矿山生产提供科学依据和决策支持。

4.4.2. 矿山智能化建设

陕北地区综合运用自动化技术和智能化技术，实现了采掘、运输、通风等各环节的智能化控制。引进无人采矿台车、智能凿岩机器人等自动化采矿设备，显著提高了采矿效率和开采安全性。应用智能运输系统，对矿石进行自动化调度和无人驾驶运输，降低了运输成本和安全风险。构建智能通风系统，根据井下空气状况和人员分布情况，智能调节通风量，确保井下空气质量。

4.4.3. 低碳绿色化建设

陕北地区开发了智慧矿山管理系统，该系统由底层设备、自动化系统、环形网络、智能平台和云平

台等部分构成。底层设备包括 PLC、访问控制、环境监测、视频监控等数据采集单元，实现了对矿山生产过程的全面监控。电气自动化系统由地测采子系统、生产自动化和安全信息三个子系统组成，实现了对矿山生产过程的自动化控制和管理。建设覆盖矿山的局域网和 5G 数据网络，创建数据中心和大数据资源，为智慧矿山管理系统提供了强有力的数据支持。智慧平台包括生产监控、运营管理、安全环保、三维可视化等子平台，实现了对矿山生产过程的全面优化和管理。

5. 陕北地区矿山智能化与生态融合的成效

5.1. 生产效率的提升

由于智能化技术在陕北地区矿山应用的广泛性，矿山生产效率得到了质的提升，在采矿方面大量使用自动化设备与智能控制系统来减少人员的用工强度，降低人员的劳动强度，有效提高采矿速度与精确度，在生产效率层面，智能化矿山较传统模式实现跨越式提升[4]。依托自动化设备与智能系统，陕北地区智能化矿山日采矿量达 8000 吨以上，较传统人工/半机械化作业的 5000 吨/日提升 60%；运输环节通过无人驾驶车辆 24 小时连续作业，效率从传统模式的 200 吨/小时提升至 300 吨/小时，增幅达 50%。人力成本方面，单班作业人数从 30~50 人锐减至 5~8 人，降幅达 80%~90%，生产周期从 12~18 个月缩短至 6~9 个月，效率提升 50%。数据表明，智能化改造通过技术赋能，实现了“人力做减法、效率做乘法”的双重突破，显著提升矿山企业的产能输出与运营效能(如表 2，图 3)。

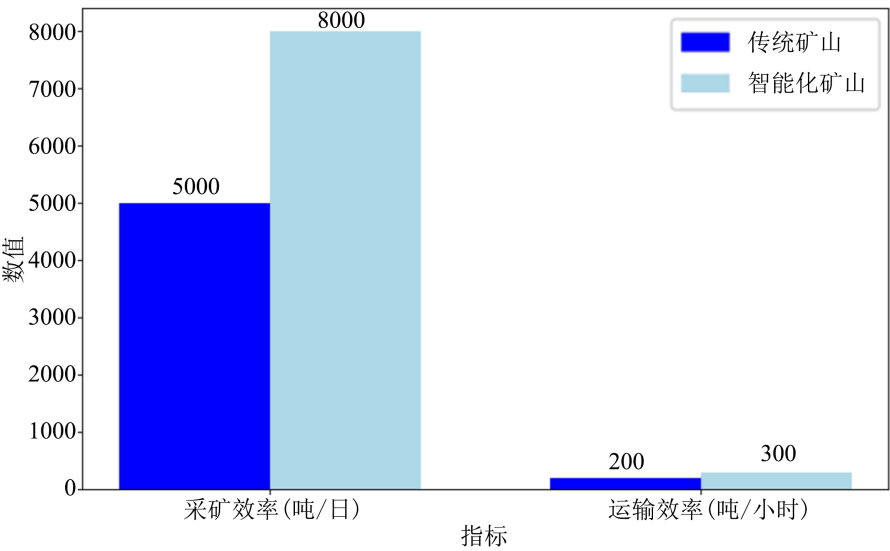


Figure 3. Mining and transportation efficiency comparison bar chart
图 3. 采矿与运输效率对比条形图

Table 2. Comparison of production efficiency between intelligent mines and traditional mines
表 2. 智能化矿山与传统矿山生产效率对比

指标	传统矿山	智能化矿山(陕北案例)	提升幅度
采矿效率(吨/日)	≤5000	≥8000	+60%
运输效率(吨/小时)	200	300	+50%
单班作业人数(人)	30~50	5~8	-80%~90%
生产周期(月/项目)	12~18	6~9	-50%

5.2. 生态效益的提升

在生态修复中,利用信息化监测系统,实时掌握矿山生态环境变化,及时发现水土流失、植被破坏等问题,及时定位问题区域。通过对历史监测数据进行分析,从而对矿山生态环境变化趋势做出预测,为矿山采取科学合理的生态修复措施奠定了基础。智能化灌溉及植被养护系统根据不同地区土壤水分、植被生长等情况,自动调控灌溉水量及施肥量,提高了水资源和肥料的利用率,促进植被生长、植被恢复。对一些矿山废弃地进行生态修复后,植被覆盖率由原先的不足 10%提高到了 40%以上,避免了水土流失及土地沙漠化的发生[5]。

其次,对矿山固体废物开展分类处置、循环利用,如尾矿生产建筑材料、废石用作矿山回填等,减少了固体废物排放,减少了污染。陕北部分矿山经智能化改造后尾矿利用率大于 70%,大大减轻了周边的生态环境压力[6]。智能化的粉尘监测抑尘系统,实时检测矿区粉尘浓度,当超过预设的阈值后,自动启动喷雾降尘设备,实现粉尘抑制。加之矿山车辆尾气排放的智能化管控,倒逼企业推行清洁能源车辆或改造传统车辆的尾气净化装置,使得矿区及周边空气质量得到明显改善。

5.3. 社会效益的提升

就业结构优化升级,尽管矿山智能化与生态融合过程减少了大量传统体力劳动,同时也产生了大量智能化相关的新兴就业岗位。民众生活质量因矿山智能化与生态融合显著提升,矿山生产对民众生活的影响大幅减少。噪声与粉尘污染显著下降,使民众生活更加舒适。生态环境的改善,包括空气质量提升、植被覆盖率增加,为民众提供了更加宜居的生存环境,从而大幅提高了居民的生活质量[7]。在促进区域经济发展方面,矿山智能化与生态融合模式促进矿山企业可持续发展能力强、经济效益稳定性好,保障了区域经济的稳步发展。矿山企业发展带动了上下游产业发展,设备加工、运输、生态修复等,带动相关产业发展,实现了全产业链发展,创造了更多的经济价值和更多就业机会,区域经济获得新的发展机会。

6. 陕北地区矿山智能化与生态融合发展策略

6.1. 坚持问题导向,综合推进生态修复

科学把握陕北地区矿山生态环境中存在的主要问题,制定合理的生态恢复技术措施,因矿施策,通过工程措施结合生物措施对水土流失较为严重的矿山实施修复。修建挡土墙和护坡等拦土工程设施,阻止水土流失进一步扩大,并种植根系发达、固土能力强的柠条、沙棘等进行修复。通过智能化监测技术实时监测土地荒漠化动态变化情况,精确识别土地荒漠化治理区域,通过种植耐旱植物、搭建沙障等方式,固定沙丘,控制土地荒漠化面积的进一步扩大。通过土地改造、灌溉设施等,种植经济作物,提升土地开发价值。

6.2. 统筹生态修复与生产发展政策,全面构建绿色发展机制

政府要承担牵头作用,制定统一的生态修复与生产发展规划,明确部门职责、加强部门间的协调配合。建立健全绿色矿山建设的指标、标准及考核评价办法,将矿山的生态修复指标作为矿山企业绩效考核的重要内容,并对达到标准的给予政策、资金支持和奖励,对达不到标准的进行整改或处理。制定税收优惠、财政补贴等政策,促进矿山企业增加智能化技术的开发、应用及相关生态修复资金投入。对于实行先进智能化的生产设备和技术、生态友好型的工艺企业减税,对积极推进生态修复工作的企业给予相应的财政补贴或专项基金支持。通过生态补偿的方式,促使矿山企业在开采生产的同时对生态环境进

行保护的同时，对生态环境的修复进行资金上的保证。

6.3. 促进生态修复主体多元化，实现政府推动与民间力量耦合

政府层面，加大生态修复资金的投入。建立生态修复专项资金，用来矿山生态治理和环境保护，同时，加大对生态修复项目的监督力度，确保项目资金的合理和有效使用。鼓励矿山企业参与到生态修复工作之中，把生态修复纳入企业发展战略之中，建立企业生态修复责任制度。引导社会团体以及广大群众参与到矿山生态修复工作之中，开展广泛的宣传教育工作，提高广大民众的生态环境意识，激发广大志愿者对植树造林、环保监测工作的热情。支持社会力量组织开展生态修复的公益性项目，建立民众参与生态修复的奖励机制，不断调动广大民众参与生态修复活动的积极性。构建政府、企业、社会团体以及民众的交流协作平台，对生态修复规划、举措进行充分商讨，从而推动政府、企业和社会组织以及民众多方参与、共同合作。建立多元化的生态修复主体，形成强大的生态修复合力。

6.4. 坚持“重点论”与“两点论”的统一，建设生产发展、生态良好的新陕北

改革开放初期，陕北存在着贫困和生态环境恶化的现象，二者相互交织，形成棘手困境。在以改善生态环境为重点的同时兼顾群众的经济利益，退耕还林还草中，确保粮钱物到户，专款专用，防止挪用，促进群众安心参与。不用担心群众生活，解决了生态环境利益和人民群众经济利益同构的问题，群众在利益增长的同时感受到了生态环境好转带来的一系列利益。对于陕北地区而言，目前正处于发展的特殊阶段，新的“重点论”与“两点论”的统一也是陕北发展形势所提出的新的课题，就是要坚持以“既要绿水青山，也要金山银山”的可持续发展之路。

7. 结语

陕北资源型地区的智慧矿山生态融合发展是资源型地区转型发展探索的典型，即通过对生态环境被破坏的局面进行突围，在发展生产中提高生产效率，使资源得到高效率的利用；在生态层面修复环境、减少污染，提高生态系统的服务能力，同时创造新的就业岗位，优化产业结构，促使区域经济的发展，让人民受益。

参考文献

- [1] 吉学文. 新矿山智能化建设问题探讨[J]. 中国矿山工程, 2015, 44(2): 60-64.
- [2] 范济安, 潘睿, 王竑达. 智能化矿山数据融合与应用研究[J]. 中国煤炭, 2023, 49(10): 11-17.
- [3] 刘娜. 上榆泉煤矿科技赋能打造智能化矿山新局面[J]. 西部大开发, 2023(10): 109-111.
- [4] 吴国庆, 贺红军. 露天煤矿智能化开采技术与绿色生态修复协同发展研究[J]. 矿山工程, 2024, 12(4): 671-675.
- [5] 王祥峰. 基于人工智能技术的绿色矿山智能化建设发展策略研究[J]. 世界有色金属, 2023(15): 196-198.
- [6] 刘鹏. 矿山设备智能化技术研究现状及展望[J]. 越野世界, 2023(9): 301-303.
- [7] 常钰卿. 黄土高原丘陵区典型区域土壤水分与植被的权衡效益研究[D]: [硕士学位论文]. 西安: 长安大学, 2023.