

# 露天煤矿闭坑治理纳入全生命周期管理的思考

敖然松<sup>1</sup> 盛世博<sup>2</sup>

1 内蒙古平庄煤业(集团)有限责任公司元宝山露天煤矿

2 中煤科工集团沈阳设计研究院有限公司

DOI:10.32629/jsse.v3i4.17865

**[摘要]** 我国露天煤矿闭坑治理虽在开采过程中已开展环境影响评估与土地复垦规划,并在生产阶段实施了边坡稳定与生态修复等工程,但治理工作多聚焦局部安全与短期目标,尚未真正实现与采矿活动的高效联动。当前仍面临治理难度大、矿权分散、土地手续制约等多重挑战,需从政策引导、技术研发和资金机制等方面系统应对。可以通过强化顶层设计,推广因地制宜的生态修复技术,完善土地与资金保障政策,以实现矿区可持续发展。

**[关键词]** 露天煤矿; 闭坑治理; 全生命周期; 煤矿管理; 土地复垦

**中图分类号:** TD82 **文献标识码:** A

## Integrating Whole-Lifecycle Management into Mine Closure Remediation of Open-Pit Coal Mines: Reflections and Approaches

Ransong Ao<sup>1</sup> Shibo Sheng<sup>2</sup>

1 Pingzhuang Coal Industry Co., Ltd., Inner Mongolia Yuanbaoshan Open-Pit Mine

2 China Coal Technology Engineering Group Shenyang Engineering Company

**[Abstract]** Although environmental impact assessments and land reclamation plans have been carried out during the mining process of open-pit coal mines in China, and engineering measures such as slope stabilization and ecological restoration have been implemented during the production phase, current remediation efforts remain largely focused on localized safety and short-term goals, lacking effective integration with mining activities. Significant challenges persist, including high remediation complexity, fragmented mining rights, and constraints related to land use procedures. Addressing these issues requires systematic approaches through policy guidance, technological innovation, and funding mechanisms. By strengthening top-level design, promoting context-specific ecological restoration technologies, and improving land and financial support policies, sustainable development in mining areas can be achieved.

**[Key words]** Open-pit coal mine; Mine closure management; Life cycle; Coal mine management; Land reclamation

### 引言

煤炭资源的开发利用具有明显的生命周期性,将露天煤矿闭坑治理纳入全生命周期管理,从而科学划分煤炭全生命周期阶段,系统的规划各阶段方案体系,是实现煤炭产业升级转型、安全生产的必要基础<sup>[1]</sup>。近年来露天煤矿产能占比逐渐增减,随之而来的便是对于大面积土地的揭盖式开发,对于生态环境的破坏是毁灭性的<sup>[2]</sup>。欧美等国家土地复垦开始的年限较早,矿山闭坑治理基本可以实现原地貌恢复<sup>[3-4]</sup>。我国随着自然资源部、生态环境部等七部门联合印发《关于进一步加强绿色矿山建设的通知》、《煤矿土地复垦与生态修复技术规范》、《矿山土地复垦与生态修复监测评价技术规范》等国家级标准的陆续发布,对于

矿山治理的政策要求不断加强<sup>[5-6]</sup>。由于露天矿地质环境的复杂性、矿区位置的特殊性、工程活动的多样性、对地质灾害发生的敏感性等均不相同,导致目前露天矿全生命周期管理一般只规划至闭坑,容易出现闭坑治理仓促、治理效果不佳,周边环境融入力度不足,影响矿山闭坑进度,甚至产生安全风险等现象<sup>[7-8]</sup>。因此将露天煤矿闭坑治理纳入全生命周期管理,站在矿区整体环境角度进行全面规划,能有效维护国家生态安全,促进生态环境良性发展。

### 1 露天煤矿闭坑治理现状及存在问题

#### 1.1 露天煤矿闭坑治理现状

我国露天煤矿的治理工作贯穿于开采全过程。在开采规划

初期,便将环境治理纳入整体考量范畴,通过开展详细的环境影响评估,系统分析开采活动对周边生态系统、水土资源及大气环境可能造成的影响,并据此制定相应的治理目标与策略<sup>[9]</sup>。特别是矿山地质环境治理与土地复垦方案,在首次编制时其服务年限原则上应覆盖至闭坑终了,旨在明确未来土地复垦方向,如恢复为耕地、林地或草地等,从而为开采布局提供依据,并为后续治理奠定基础。然而,该方案适用年限通常仅为5年,需定期修订,因而对闭坑治理仅具备宏观导向作用,缺乏具体操作层面的指导意义。

在生产阶段,不少矿山采用“生态+”模式推进一系列边坡回填压脚、疏干排水和消防火治理等治理工程,显著增强了边坡稳定性,降低了地质灾害风险<sup>[10-11]</sup>。然而,此类措施的核心目标仍集中于保障局部稳定性与安全生产,并未系统纳入远期闭坑生态效益的整体考量。我国部分露天煤矿在闭坑治理方面已取得一定成效,在闭坑阶段普遍编制了闭坑地质报告,对岩土力学特性与资源赋存状况进行全面排查,明确闭坑时期的地质条件,并在确保安全的前提下,通过回填、复垦与生态修复等工程,使局部生态环境质量得到初步改善。

### 1.2 露天煤矿闭坑治理现存问题

当前治理工作仍存在系统性不足,尚未真正将闭坑治理纳入露天煤矿的全生命周期管理中,尤其缺乏采矿与闭坑治理之间的有效联动。必须认识到,露天开采的本质是“采石头”,因此闭坑治理的核心应立足于在开采过程中构建永久稳定的地貌形态,为生态修复创造有利条件。这一目标可能要求企业在开采末期适当牺牲短期经济利益,但从全周期成本角度进行辩证分析,统筹考虑闭坑后的治理难度与长期生态效益<sup>[12]</sup>。从目前的情况分析,存在的第一个问题是顶层规划不足,开采只关注开采,极致的追求经济效益,不统筹规划分步实施。到闭坑阶段无其他经济支持及土地流转,闭坑阶段所有投入均为纯支出,形成了较差的经济循环模式,使闭坑治理完全成为企业的负担。第二个存在问题是开采过程中不重视对于远期闭坑治理的规划,很多矿山仅关注于眼前的经济性,乱堆砌、盲目开挖,边坡高度、边坡角度超限,最终导致闭坑治理难度大。第三个存在问题是开采设计很少与闭坑治理联动,一般矿山管理开采设计为生产部门,而闭坑治理等工作一般为地质或者生态部门,部门间的职责与使命不同导致其理念不同。开采不为造地提供条件,导致最终闭坑治理很多基础条件缺失,增加了较大的治理成本。

## 2 露天煤矿闭坑治理纳入全生命周期管理的优势

### 2.1 政策层面支持力度不断加强

为进一步促进社会资本参与生态建设,加快推进山水林田湖草沙一体化保护和修复,国务院办公厅发布《国务院办公厅关于鼓励和支持社会资本参与生态保护修复的意见》,鼓励和支持社会资本参与生态保护修复项目投资、设计、修复、管护等全过程,围绕生态保护修复开展生态产品开发、产业发展、科技创新、技术服务等活动,对区域生态保护修复进行全生命周期运营管护,从而为露天矿闭坑转型、生态修复提供了更多的可能与机

遇。目前,国家设置采矿权逐渐科学化、资源配置体系优化、矿山技术方案审查严格化、矿山生产经营规范化。这些举措有效提高了节约集约利用水平、加强了矿山生态环境保护、强化了矿山安全生产、保障了矿业用地用林、推进了数字化智能化监管服务。

### 2.2 技术层面可靠性不断提高

当前,我国各矿区已基于其自然条件与生产特点,从生态系统结构与功能的整体性出发,逐步建立起一套成熟且“因地制宜”的生态配置模式规划体系。将露天矿闭坑治理纳入全生命周期管理,已成为推动能源清洁高效利用、促进企业产业结构转型升级的重要基础与发展趋势。国内已有诸多成功案例表明,露天煤矿排土场生态修复成效显著,部分区域生态状况甚至优于周边自然水平,并初步形成了可持续发展的生态循环产业。以准能集团为例,该企业依据土层重构原理,通过工艺流程设计与物流系统优化,系统推进土地再造、水源涵养、水土保持与生态重建工作。其生产过程中科学实施有序排土与精细化覆土,依据采矿进度分阶段制定生态建设方案,实现生态修复与采矿作业的协同推进。

### 2.3 实现生态效益和经济效益双赢

将露天煤矿闭坑治理纳入全生命周期管理体系,有助于系统推进地质环境修复、水土保持工程、生态恢复与重建、资源综合利用及环境监测与评估等一系列规划的制定与实施。依据明确的时间节点有序执行治理措施,不仅能够显著改善矿区局部气候条件,促进生态系统良性循环,还可增强区域抗自然灾害能力,对防风固沙、水土保持、生态重建、大气净化、地方小气候调节以及生物多样性保护等方面均具有重要的积极意义。在全生命周期管理框架下推进闭坑治理,能够有效避免闭坑后生态恢复工作的“空窗期”,推动生态效益向经济效益转化。通过科学的产业规划,可分阶段实施畜牧养殖、文化旅游、景观公园等生态产业项目,实现矿区经济—生态系统的无缝转型与协同发展。

## 3 露天煤矿闭坑治理纳入全生命周期管理存在的挑战

### 3.1 露天煤矿采矿治理难度大

露天煤矿闭坑后由于各露天矿地质环境的复杂性、矿区位置的特殊性、工程活动的多样性、对地质灾害发生的敏感性等均不相同,无法给出一个统一的矿山治理模板,需要“一矿一策”单独制定矿山闭坑治理方案,许多矿山临近闭坑才着手规划,导致闭坑治理仓促、治理效果不佳,影响矿山闭坑进度,甚至产生安全风险。基于采矿设计角度,采矿工作面以安全高效的开采为目的,其工作面角度多以岩土自然安息角进行设计;而从土地复垦和水土保持的角度考虑,一般要求边坡角度小于25°。因此造成最终遗留的尾坑形成的边坡难以满足土地复垦及水土保持的要求。

### 3.2 矿权划定等因素决定矿山难以统筹规划

在我国部分矿区,尤其是资源分布集中、开发历史较长的区

域,同一矿区内常存在多个煤矿,且这些煤矿的矿权人不同,导致治理责任主体分散、修复标准难以统一。这种矿权碎片化现象严重制约了闭坑治理工作的整体性与连续性,尤其在生态修复阶段,容易因标准不一、措施不同而形成治理效果参差不齐的局面。此外,各煤矿因资源储量、开采进度与生产规模存在差异,闭坑时间往往不一致。若仅从单一矿山角度出发制定治理方案,而未从区域尺度进行系统考量,则已治理区域很可能受到周边矿山后续开采或闭坑活动的干扰,水系破坏、边坡失稳、粉尘二次扩散等,进而引发新的环境问题。因此,当前亟须从政策层面加强引导,推动跨矿权、跨矿山的协同治理机制建设。

### 3.3 土地手续限制产业转型的资金投入

矿山开采活动结束后,往往面临土地权属与使用手续衔接不畅的突出问题,这在很大程度上增加了后续产业转型的不确定性,进而抑制了企业对该领域的高强度资金投入。由于采矿用地在闭坑后其土地性质、使用权属以及规划用途等方面常存在不确定性,很多土地属于集体和乡镇,闭坑后土地能否继续划转给矿山使用存在疑问。企业在推进生态修复与产业重构过程中,面临较高的制度性风险。部分工矿用地在复垦后拟转为农业、旅游或建设用途时,仍存在审批流程不明确、转换标准不统一等现实障碍。这种不确定性显著降低了企业对于中长期产业转型项目的投资意愿。很多矿山企业因此对需要大规模资金支持的转型方式持保守态度,更倾向于选择短期、低成本的修复模式,而难以实现真正意义上的系统化生态-经济协同发展,因此更多的露天开采遗留的是伤疤。为实现闭坑矿山的可持续转型,有必要从政策层面进一步完善采矿用地后续利用的管理制度,明确不同用地类型的转换机制与审批路径,建立支持产业创新的土地政策试点,并通过配套财政与金融手段降低企业前期投入风险,从而激励更多社会资本参与闭坑矿山的生态修复与产业开发。

## 4 结论与建议

将露天煤矿闭坑治理全面纳入全生命周期管理体系中,是实现矿区可持续转型与高质量发展的关键路径。应高标准编制综合治理与资源整合利用实施方案,统筹考虑周边产业布局、社会经济条件、区域区位优势及历史文化背景等多维度因素,系统制定包括地质环境修复、水土保持、生态重建、资源综合利用以及长期环境监测与评估在内的专项规划。实施过程中应坚持因地制宜原则,明确阶段目标与时间节点,确保治理工作有序推进。

建议加强闭坑治理关键技术研发与推广应用,提升治理工

作的科技含量与实施效率。同时,应建立闭坑治理资金超前提取与专项保障机制,确保治理资金的持续性与充足性。开采过程中须同步推进地质环境治理工程,采取削坡整形、采坑回填与压角等工程技术措施,为后续生态修复奠定基础。通过优化生产工序,合理利用内排土进行地形重塑,并加强闭坑阶段地质储量管理与边坡稳定性分析,构建边坡地质环境动态监测体系,实现地质灾害的实时预警与防控。建议政府相关部门统筹考虑整个矿区的闭坑治理工作,充分考虑多个煤矿闭坑的先后关系,形成一套完整系统的闭坑治理方案或相应标准体系,避免发生安全环保相关问题。

### [参考文献]

- [1]白润才,付恩三,马力,等.露天煤矿安全-绿色-高效-低碳协同开采技术体系[J].煤炭学报,2024,49(01):298-308.
- [2]王崇霖.露天煤矿开采环境问题及其应对方案探讨[J].内蒙古煤炭经济,2021,(14):132-133.
- [3]张洪,蔡忠超,刘英璐,等.我国露天矿闭坑机制的思考和建议[J].煤炭工程,2024,56(09):26-30.
- [4]倪坤,刘闯,张潇卓.加拿大露天煤矿开采与生态环境保护研究[J].中国煤炭,2023,49(12):125-133.
- [5]白中科,赵中秋,冯宇.煤矿土地复垦与生态修复技术规范要点分析[J].中国土地,2025,(06):10-13.
- [6]田硕夫.矿山生态修复政策演变及其在地方矿山治理中的应用研究[J].生态与资源,2025,(04):109-111.
- [7]张洪,陈毓.当前露天煤矿发展过程中存在的问题及解决措施[J].露天采矿技术,2023,38(06):8-10.
- [8]辛建宝,周国驰.胜利西三矿全生命周期生态治理规划探索[J].露天采矿技术,2023,38(04):70-73+77.
- [9]孙文武,白中科,官炎俊,等.露天矿区生态修复的实践逻辑与响应策略[J].中国土地,2025,(05):38-41.
- [10]孙川江.闭坑矿山地灾治理及生态修复新思路探讨[J].世界有色金属,2023,(11):202-204.
- [11]赵志伟.闭坑矿山地地质灾害治理研究[J].世界有色金属,2022,(07):178-180.
- [12]张洪.煤炭露天开采用地模式改革探讨[J].煤炭工程,2023,55(01):23-26.

### 作者简介:

敖然松(1989--),男,内蒙古呼伦贝尔市莫力达瓦达斡尔族自治旗人,大学学士学位,工程师,研究方向:露天煤矿开采及管理,从事露天煤矿开采管理工作。