

煤矿矸石山生态治理路径与综合利用模式探析

马 驰

铁法煤业（集团）有限责任公司小康煤矿，辽宁 沈阳 110500

[摘要]小康煤矿根据采矿形成的地形地貌以及当地自然条件，制定矸石山生态治理目标，科学划分修复分区，将治理区内的地质灾害进行优先处理，利用合理工程措施，对矸石山地质地貌进行恢复，开展矸石山生态修复与综合利用相结合，矿井发展与生态环境相协调，有计划地实施煤矸石综合利用，最终达到清除矸石山的目的，以绿色发展、生态惠民为己任，持续打好蓝天碧水净土保卫战，让绿色开采成为与煤伴生的长效工程，建设人与自然和谐共生的现代化矿井。

[关键词]矸石山；生态治理；综合利用

DOI: 10.33142/sca.v9i6.19813

中图分类号: X783

文献标识码: A

Exploration into the Ecological Governance Path and Comprehensive Utilization Model of Coal Mine Gangue Mountain

MA Chi

Xiaokang Coal Mine of Tiefa Coal Industry (Group) Co., Ltd., Shenyang, Liaoning, 110500, China

Abstract: Xiaokang Coal Mine has formulated ecological management goals for waste heap based on the terrain and local natural conditions formed by mining. It scientifically divides the restoration zones, prioritizes the treatment of geological disasters within the management areas, and uses reasonable engineering measures to restore the geological landforms of waste heap. It combines ecological restoration and comprehensive utilization of waste heap, coordinates mine development with ecological environment, and systematically implements comprehensive utilization of coal gangue to ultimately achieve the goal of clearing waste heap. With green development and ecological benefits for the people as its own responsibility, it continues to fight for the protection of blue sky, clear water, and clean land, making green mining a long-term project associated with coal and building a modern mine where humans and nature coexist harmoniously.

Keywords: waste heap; ecological governance; comprehensive utilization

引言

党的十九大报告将坚持人与自然和谐共生作为新时代坚持和发展中国特色社会主义的基本方略之一，将建设美丽中国作为全面建设社会主义现代化国家的重大目标，提出着力解决突出环境问题。这是以习近平同志为核心的党中央坚持以人民为中心的发展思想、贯彻新发展理念、牢牢把握中国发展的阶段性特征、牢牢把握人民对美好生活的向往而做出的重大决策部署，具有重大现实意义和深远历史意义。充分认识着力解决突出环境问题的要求：党的十八大以来，中国环境治理力度明显加大，环境状况得到改善。但总体上看，长期快速发展中累积的资源环境约束问题日益突出，生态环境保护仍然任重道远。必须着力解决突出环境问题，为人民创造良好生产生活环境。

小康煤矿制定矿区生态治理与综合利用相结合的方

案，并根据不同分区采用适宜的修复方式，有针对性地开展修复工程，逐步对矸石进行综合利用，生态治理是一个复杂的、多因素交织的综合性工程，将统筹协调自然环境、人居环境、交通环境、基础设施、产业发展等多方面因素，做到高度站位、综合考虑、科学治理，矿区及矿区周边环境是一个完整的生态环境系统，需统筹发展，整体规划、有序治理。

1 矸石山综合治理是保证煤矿高质量发展的需要

煤矸石是煤矿生产过程中产生的固体废弃物，即采煤过程和洗煤厂生产过程中排出的矸石，它作为煤炭开采和加工过程中的必然产物，是矿区环境污染和恶化的主要原因之一。目前，煤矸石山的生态环境安全问题日益凸显，地质灾害和环境污染问题呈现出逐年上升的态势，成为煤矿企业中比较突出的问题。因此，煤矿矸石山治理是一项

十分紧迫的利国利民、造福子孙的任务,也是中国煤炭工业持续发展的要求,矸石山生态治理与综合利用已经刻不容缓^[1]。

2 矸石山综合治理总体规划

小康煤矿矸石山为新旧合并的一座矸石山,征地面积 14 万 m²,实际占地 10.5 万 m²,煤矸石存量 164 万 m³,于 2022 年 5 月停止使用。小康煤矿矸石山堆排的矸石按照堆排时间可以分为两个部分,第一部分是作为矸石山台阶的矸石部分,该部分矸石的性质为洗选矸石和掘进矸石混合堆排;第二部分为矸山主体堆排部分,该部分全部由掘进矸石组成,针对两部分组成的矸石山采取边治理边综合利用,最后达到清除矸石山的目的。

2.1 矸石山治理规划布局

2.1.1 规划目标

通过对矸石山的综合治理,全面修复矸石山对生态环境造成的破坏,构建山水林田湖草沙生态系统和保障矿山绿色生态处置,优化周围人居环境,开展矸石山生态修复与综合利用相结合,本着分区治理的理念,有计划地实施煤矸石综合利用。

2.1.2 规划原则

将治理区内的地质灾害进行优先处理,利用合理工程措施,对矿区内的地质地貌进行恢复,形成治理区内的基础生态环境,为后续生物多样性的构建、产业的介入夯实基础。根据采矿形成的地形地貌以及当地自然条件,制定合理的修复目标,科学划分修复分区,并根据不同修复分区采用适宜的修复工艺与材料,有针对性地开展修复工程。

2.1.3 治理的规划布局

根据矸石堆放情况划分 6 个区(A、B、C、D、E、F),按照功能和利用情况分为 3 个区:绿化植被区(A 区和 B 区)、防尘网覆盖区(C 区、D 区和 E 区)和转运综合利用区(F 区),采用分区治理的思路,三区域同步实施治理(图 1)。

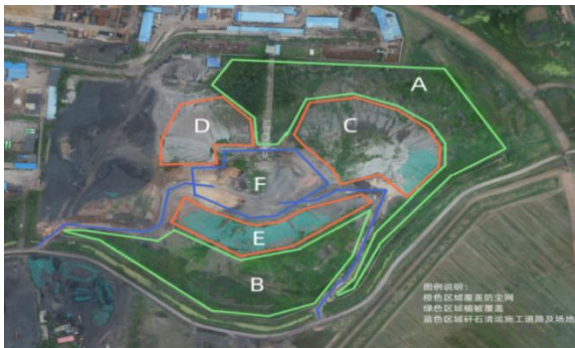


图 1 分区治理

2.1.4 治理的技术流程

山体整形→植被覆盖→防尘覆盖→综合利用,上述四个阶段既有时序上的先后,也有在实施过程中的相互联系、相互补充。

2.2 矸石山整形方案

2.2.1 矸石山整形的目的

小康煤矿矸石山整形目的是将矿区采矿堆存的煤矸石转移、回填利用或者整形覆土恢复其自然生态系统,保护水土流失及其生物群落的多样性,改善小康煤矿周边区域环境污染的现状。

立足于城市整体规划,达到城市、矿区、矸石山的和谐与共存,为矿区的和谐发展提供良好的生态和景观空间。通过整形工程的实施,为植被修复打下基础,为后续治理措施和产业对接提供先决条件。

2.2.2 矸石山整形技术方案

小康煤矿矸石山包括洗选矸石、掘进矸石、过火矸石及建筑垃圾和炉灰渣。洗选矸石来自矿井生产,掘进矸石来自矿井掘进,过火矸石为自然后剩余物。需依据各矸石特性评估其剩余价值,施工时需因地制宜,就地取材,统筹管理可再利用矸石,降低成本,节约资源。

小康煤矿只有一座孤立较高矸石山,其整形方法应从上至下进行,以轨道为施工便道,履带式挖掘机可爬至矸石山顶,从山顶开始进行整形施工。将山体坡度降到 15% 以下,山体高度下降至合适高度,沿坡面一定垂直距离设置平台,预留出截排水沟位置。

2.2.3 整形工程实施

矸石山边坡削坡整形,推移土方 32042m³。控制边坡精度通过测量放样、坡度尺与水平尺校核。机械操作手控制平整度。施工流程:测量人员放设计开口线,施工人员打桩、拉线,反铲开挖。临近边坡时,用水平尺和坡度尺校核坡比,测量队定期检查是否符合设计要求。

将紧邻河道的矸石山堆体向后撤移 10m,砌筑挡墙,阻止矸石进入河道污染水质,清晰隔离矸石山与周边环境界限,采取保护措施,边沟排水,种植绿化,土方运至矸石山两山中间及西侧堆放场地。

通过降低矸石山高度,减少大风天气因矸石山高度过高产生大量扬尘,对周围环境造成污染。2020 年矸石山高度降低 25m,2022 年在矸石山上进行整形工作,把山顶转换为平台,平整场地 14700m²,减少大风天气的扬尘污染。通过整形工程的实施,将矿区采矿堆存的煤矸石整形恢复其自然生态系统,保护水土流失及其生物群落的多样性,改善小康煤矿周边区域环境(图 2)。



图2 整形工程



图3 植被恢复

2.3 矸石山植被修复方案

小康煤矿地处康平，全县有 7 个土类，12 个亚类，24 个土属，38 个土种，主要土类为棕壤土、草甸土、风沙土、水稻土，全县土壤有机质含量低，缺磷少氮。棕壤土主要分布在西部、西南、东南和中部地处低丘漫岗地区。

2.3.1 土壤重构

通过表土重建尽量恢复矸石山表面的绿化功能，使重建后的土壤具备一定肥力和土壤微生物群落，加快其自然恢复速度，建立稳固的生态系统。最佳的植物生长介质材料是土壤，覆盖至少 30cm 的土壤用于草灌植物，70cm 土壤用于乔木。采用适宜的矸石、风化煤、土壤等混合材料作为植物生长介质。

2.3.2 植被恢复

矸石山种植物种原则：适应性强，抗逆性好，耐盐、耐寒、耐旱、耐贫瘠，抗病虫害、冻害、烧伤，抗风力强，生长快，寿命长，经济价值高。根系发达，促进排水固土；枝叶茂密，防风防水，提高土壤保水保肥能力。有固氮能力，增肥地力。播种栽植易，成活率高。

结合小康煤矿的区域环境特点和立地条件，草本植物以紫花苜蓿、猪毛菜等混播为主，灌木以欧李、紫穗槐、刺槐等混合栽植为主。此外，也可根据景观需求选用符合上述条件的其他类型乡土物种作为植物种的选择^[2]。

2.3.3 植被恢复数据统计

在矸石山斜坡上铺设 4600m 的喷淋管路，主管路 4 寸管，分管路 2 寸管，间隔 16m 安装 1 个喷头，共安装 80 个喷头，喷淋面积覆盖整个矸石山，对二平台绿化区域完成覆土面积 12000m²、栽种波斯菊、紫花苜蓿、油菜籽共 461kg、植树 1300 棵、挖梯田 1635m；在北侧绿化区域种植灌木形成有效的绿化隔离带，种植小叶丁香和柳树 5436 棵，对矸石山山下进行平整场地 19800m²，对平整后的场地进行覆土后种植大果山丁子树 1300 棵(图 3)。

2.4 矸石山裸露区域覆盖

2.4.1 温度异常区覆盖碾压

在温度异常区(可能的自燃区域)采用表面覆盖隔离层技术，覆盖粘土或壤土，并碾压；粘土覆盖厚度 15~20cm，壤土覆盖厚度为 40~50cm；松铺厚度达到标准时，可使用机械设备或人工反复碾压，增加覆盖材料的压实度，提高表面覆盖措施的效果；储备一定量的覆盖材料，发现复燃点或自燃特征点，及时覆盖。

2.4.2 裸露区域覆盖防尘网

为防止扬尘污染给周边居民的生活、学习、工作、生产造成一定的影响，采用防尘网对覆盖区域进行全方位覆盖。绿色无纺布可使扬尘污染大大降低，美化了周边地区的景观效果，可以使原来污染严重的堆料场变成非常美观的绿色环保堆料场，从而达到治理扬尘污染的目的。治理过程中发现防尘网破损现象，及时修补，累计对矸石山裸露区域进行覆网 82760m²。

2.5 矸石山煤矸石综合利用

多年来，小康煤矿坚持边开展矸石山生态修复，边积极寻找煤矸石综合利用途径，煤矸石综合利用是一项长期的技术经济政策，煤矸石是目前中国堆存量最大的工业固体废弃物之一，煤矸石长期堆存，占用大量土地，同时造成自燃，污染大气和地下水。但它又是可利用的资源，其综合利用是资源综合利用的重要组成部分。“九五”以来煤矸石综合利用研究有了较大的发展，利用途径不断扩大。但中国煤矸石综合利用技术装备水平还比较落后，产品的技术含量不高，综合利用发展也不平衡，造成煤矸石堆存，大力开展煤矸石综合利用渠道既可以增加企业的经济效益，又能改善煤矿生产结构，减少土地压占，改善环境质量^[3]。

2.5.1 煤矸石综合利用途径

共完成矸石山 154.5 万 m³ 的煤矸石综合利用，其中 125.3 万 m³ 煤矸石用于 5 家砖厂制砖综合利用、14.2 万 m³ 煤矸石用于沉陷区道路修复、15 万 m³ 煤矸石用于矿区修复。

2.5.2 煤矸石综合利用转运保障措施

聘请监理公司,对矸石清运期间环保防治措施、运输过程、综合利用企业接收情况进行监理,完善矸石清理、运输、接收、处置整个流程工作档案,同时成立矸石清运监管工作小组,负责执行矸石山转运规划及相关规定,维持矸石山清运现场秩序;对环保设施进行监管,确保矸石山清运过程中抑尘措施的有效执行并制定了清运过程防尘措施(图4):

- ①对运矸道路及矸石山行车路面进行定期浇水,保持表面湿润,风大时应适当增加浇水次数。
- ②雾炮车要在下风向迎着灰尘喷雾。
- ③雾炮车作业点位合理分配,着重针对火矸,扬尘大的集中降尘。
- ④雾炮车采取错峰加水,要始终保持4台雾炮作业。
- ⑤对接续取火矸地方挖沟充分注水浸湿。
- ⑥针对存在高度落差的地点,调整定点雾炮喷淋,以有效减少扬尘产生。
- ⑦风大时,综合利用企业选取扬尘小的地点取矸作业。
- ⑧固定式喷雾炮设立在周边居民区方向,形成第二道降尘屏障。



图4 清运过程抑尘措施

2.6 原矸石山贮存场地修复治理

总体治理目标为保护和改善矿山地质环境,最大限度减少矿业活动对矿山地质环境的破坏和对人民群众生产、生活的负面影响,使矿山潜在的地质灾害隐患得到有效的控制,矿业开发与矿山地质环境保护协调发展,人类和环境和谐相处、社会经济可持续发展,总计治理面积为97796.23m²(约合146.69亩),治理的主要方式有:场地平整、覆土工程、植被恢复工程、后期管护。

2.6.1 场地平整

主要针对原矸石堆场面进行平整,场地平整采用挖掘机、推土机、翻斗车和人工进行场地平整,工期施工45天,机械设施累计产生188台班,使之达到恢复治理要求,总平整面积为9.781hm²。

2.6.2 覆土工程

结合现场实际条件,采用机械和人工结合的方式进行

覆土作业。治理区域覆盖30cm厚的腐殖土,覆土量约为29,338.87m³。选择覆土土源为矿山生产建设过程中剥离出的表土,土壤质地及有机质含量较好,较为适宜植被生长,能满足矿山恢复质量要求。

2.6.3 植被恢复工程

治理区治理前是一处矸石堆场,原有土地破坏方式是压占。原有土层已被剥离,因此需要覆土后再进行种植。选取黑麦草、高羊茅、紫花苜蓿、狗牙根、百喜草、波斯菊作为恢复植被草种。以紫花苜蓿为主,波斯菊为辅。覆土后撒播紫花苜蓿草籽,部分水气足的区域撒播波斯菊,累计种植100kg(图5)。



图5 矸石山场地修复治理

2.6.4 后期管护

栽植工程后期需要对植被进行养护,养护管理包括浇水、施肥、病虫害防治、培土、补植等,保证植物成活,由于栽植面积大需提前对栽植区域建设喷淋灌溉系统,确保栽植当年,种草成活率大于85%,共接设喷淋管路1368m,后期管护面积9.781hm²(估算面积),管护期三年,为2024年至2026年。

3 结论

通过对矸石山的生态治理与综合利用,最终达到消灭矸石山,减少矿业活动对地质环境的破坏,消除地质灾害隐患,改善周边生态环境,修复地貌景观,减少对附近及下水体体的污染,能够全面消除矸石山对周围环境的不利影响,提高当地居民的生活环境,促进地方社会经济发展。

[参考文献]

- [1]王小云,牛艳霞.煤矸石研究综述:分类、危害及综合利用[J].化工矿物与加工,2023,52(11):18-25.
 - [2]范晓平,刘京,康哲,等.煤矸石综合利用与矿山生态修复的战略思考[J].环境卫生工程,2023,31(1):8-15.
 - [3]张明亮,王海霞.煤矿区矸石山周边土壤重金属污染特征与规律[J].水土保持学报,2007,21(4):189-192.
- 作者简介:马驰(1990—),男,毕业于辽宁工程技术大学矿井通风与安全专业,中级工程师,现就职于铁法煤业(集团)有限责任公司小康煤矿。