

历史遗留废弃矿山生态修复技术措施探析

刘洋

中化地质矿山总局内蒙古地质勘查院

DOI:10.12238/eep.v8i4.2656

[摘要] 项目区位于内蒙古自治区呼和浩特市,是“黄河重点生态区”和“北方防沙带”的核心区域。项目区内历史遗留废弃矿山图斑467处,存在七大生态问题,针对生态问题,本项目采用干旱半干旱地区基于自然的生态修复模式,采取地质安全隐患消除、地貌重塑、土壤重构及植被重建等技术措施,树立了可借鉴、可复制、可推广的同类型的矿山生态修复典范,为筑牢北方防沙生态屏障及黄河流域生态保护和高质量发展提供了技术借鉴价值。

[关键词] 历史遗留废弃矿山; 生态问题; 干旱半干旱地区; 生态修复技术措施

中图分类号: Q132.6 **文献标识码:** A

Study on ecological restoration technical measures of abandoned mines left by history

Yang Liu

China National Chemical Geological and Mining Administration Inner Mongolia Geological Exploration Institute

[Abstract] The project area, located in Hohhot City, Inner Mongolia Autonomous Region, is a core part of the 'Key Ecological Area of the Yellow River' and the 'Northern Sand Prevention Belt.' It contains 467 historical abandoned mine sites, facing seven major ecological challenges. To address these issues, the project employs a nature-based ecological restoration model for arid and semi-arid regions, implementing measures such as eliminating geological safety hazards, reshaping the landscape, reconstructing soil, and restoring vegetation. This approach sets a replicable and scalable example of mine ecological restoration, providing valuable technical insights for strengthening the northern sand prevention ecological barrier and promoting the ecological protection and high-quality development of the Yellow River Basin.

[Key words] abandoned mines left by history; ecological problems; arid and semi-arid areas; ecological restoration technical measures

引言

项目区地处祖国正北方,是我国北方重要生态安全屏障战略定位的重要城市,是黄河流域生态保护和高质量发展先行的示范区^[1]。实施历史遗留废弃矿山生态修复是自治区实施“强首府”工程的重要内容之一,是筑牢北方安全生态屏障、推进黄河流域生态保护和高质量发展战略的重要举措,是保障国家生态安全的必要行动。

项目区矿产资源丰富,在经济社会发展中作出了突出贡献,但在矿产资源的开发利用过程中也造成了一系列突出的生态问题,主要表现为:地质环境安全隐患、地形地貌景观破坏、土地资源损毁、植被资源损毁、土地风蚀沙化、水土流失及野生动植物生境受胁等。针对矿山类型及诊断的生态问题,结合本区域干旱半干旱自然气候条件,拟实施地质安全隐患消除、地貌重塑、土壤重构、植被重建等生态修复技术措施,使损毁的土地得到复垦利用、使退化、受损的生态系统逐步恢复稳定并进入良性循环^[2]。

1 项目概况

项目区位于呼和浩特市,共包含历史遗留废弃矿山图斑467个,总面积2767.405hm²。以项目区的河流水系、山体脉络等相对完整的自然地理单元为基础,结合所在区域的生态功能定位、自然地理环境和地质环境条件^[3],分析各历史遗留废弃矿山图斑空间分布特征及生态环境问题,将项目区划分为15个子项目,255个治理区,实施生态修复工程。

2 主要生态问题

项目区矿产资源开发历史悠久,规模较大,开采方式以露天为主。矿山生产活动引发的主要生态问题表现为:形成的高陡边坡极易诱发地质安全隐患;形成的大量山体缺口与周边地形地貌景观极不协调;露天开采损毁了地表土壤,破坏了地表土壤的结构和完整性,遗留下的裸露土地,在风蚀和雨蚀的作用下,造成了严重的水土流失及土地沙化,对土地及植被资源的损毁,使得生产力较高的土地资源沦为难以利用或无法利用的荒地。

并且随着时间的推移,历史遗留矿山图斑影响范围将不断扩大,生态问题也将随之逐渐加剧。

3 生态修复技术措施

本次历史遗留废弃矿山生态修复坚持尊重自然、顺应自然,保护自然的原则,综合考虑本地区干旱半干旱的气候特点,针对存在的生态问题,采取基于自然的生态修复模式,对矿山生产活动造成的生态破坏进行生态修复与综合治理^[4]。拟采取地质安全隐患消除、地形地貌重塑、土壤重构、植被重建等措施,改善流域水土保持功能、提升区域防风固沙能力、增强生态系统服务功能,实现生态修复的可持续发展,具体工程技术措施叙述如下:

3.1 地质安全隐患消除

清理危岩体工程:采取人工、机械、解离、静态爆破等方法,按照自上而下顺序、分区跳段方式对高陡岩质边坡上存在的风化严重的并且有裂缝存在的危岩体、浮石块、松散体等进行清理,以消除地质灾害隐患^[5]。清除危岩体的同时对坡面转角及坡顶棱角进行修整,使坡面平整顺滑,与周围坡面相协调。清理下来的碎石就近分层堆至坡脚用于蓄坡工程,或回填至本治理区采坑内。

3.2 地貌重塑

3.2.1 表土剥离工程。由于地表以下0~30cm的表层土壤富含有机质,利于植被生长,故在实施削坡工程前,对削坡区域表层土进行表土剥离并收集^[6],作为后续治理区覆土来源之一,剥离厚度为0.30~1.00m。剥离下的表层土集中堆放至指定的临时表土存放场,表土堆放场高度小于5m,坡度小于30°,做好临时防护措施及播种草本植物措施,防止水土流失、土壤污染及土壤风化。

3.2.2 削坡工程。为防止边坡岩土体运动,保证边坡稳定性并为后续植被恢复奠定基础,对项目区内高陡的土质边坡和软质岩石边坡优先采取削坡工程。

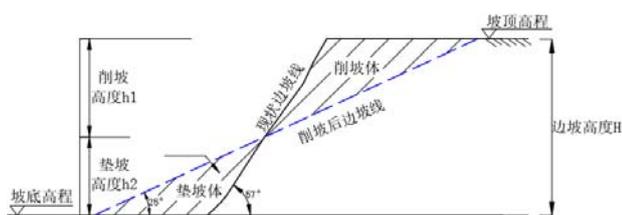


图1 直线型削坡示意图

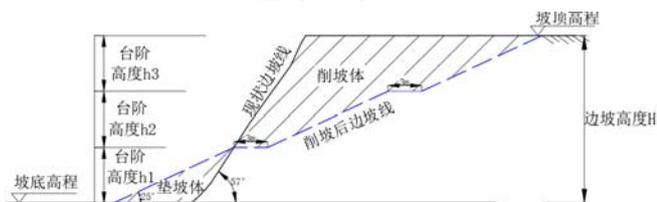


图2 阶梯型削坡示意图

本次削坡工程根据削皮后边坡形状分为直线型削坡和阶梯型削坡。对边坡高度小于8m的土质边坡或软质岩石边坡采用直线型削坡。坡面从上到下为同一坡度,对上半部分边坡进行削坡

时,削坡下来的岩土体直接堆至坡脚并分层压实。对边坡高度超过8m的土质边坡或软质岩石边坡采用阶梯型削坡。

3.2.3 坡脚蓄坡工程。对边坡后缘削坡受限或边坡上部削坡产生的土(石)方量较少,垫至坡脚后仍无法满足边坡角度要求,实施坡脚处分层回填渣(石)土蓄坡工程,分为一级蓄坡和分级蓄坡。

3.2.4 回填工程。对于治理区内存在的“凹陷式”采坑^[7],利用废弃土石渣采取分层、压实方法回填。根据回填土(石)方量多少的情况,分为全部回填和部分回填。

当治理区内有充足土(石)方物料来源时,将采坑全部回填,回填至近地表高程,根据土地利用方向,预留覆盖表土厚度,覆土后达到原地表标高。当治理区内土(石)方物料不足时,只能回填部分采坑,回填坑底后结合削坡及蓄坡工程,使回填后的采坑边坡角小于25°,坡面顺滑稳定,采坑整体呈缓坡“锅底状”,与周边地形相协调。

3.2.5 截排水工程。为防止雨季雨水冲刷坡面,使坡面碎石土顺坡流入沟底,造成水土流失,破坏坡面稳定性,形成侵蚀沟,对于坡面较长,降雨量大的区域在坡顶、坡面、坡脚及水平台阶布置截排水工程,将水流引离边坡。边坡、台阶高差较大时,坡面上设置纵向排水沟、急流槽,防止水流方向的改变,上下相邻台阶间一级一排,逐级排水,切忌越级排水。截排水沟截面采用倒梯形^[8]。

3.2.6 挡墙工程。对位于冲沟内的高陡边坡,为防止雨季上游的流水冲刷边坡坡脚而造成边坡失稳,在坡脚设置挡墙,起到导流,防止冲刷坡脚,提高边坡稳定性的作用,同时减少水土流失,拦挡坡面碎石土进入沟底,避免造成沟道堵塞。挡墙形式采用重力式浆砌块石结构^[9]。

3.2.7 石笼护坡工程。为防止河道两岸受水流冲刷和侵蚀,减缓水流流速、降低水流对岸坡的冲击力度,提高坡面的稳定性,防止土壤侵蚀,同时为植物和土壤提供附着和生长的空间,对受损河道边坡进行石笼护坡工程^[10]。石笼采用铅丝格宾石笼。

3.3 土壤重构

3.3.1 废渣清运工程。针对治理区内存在的废渣堆,首先综合考虑渣石(土)资源化再利用^[11],将废渣清运至废弃采坑用于采坑回填及坡脚蓄坡等工程。

3.3.2 废弃建筑拆除工程。对治理区内遗留的废弃建筑物及破碎、筛选设备进行拆除,产生的废弃建筑物就近清运至集中垃圾处理站进行统一处理。

3.3.3 平整工程。根据各治理区地形坡度要素,采取整体式或阶梯方式平整场地。

3.3.4 坡面整形工程。治理区内对于边坡坡度较小(小于25°)或者削坡受限无法进行削坡工程的土质或者软质岩石边坡,对其凹凸不平、局部岩土破碎不稳定的坡面进行整形工程,整形使其达到坡面顺滑、边坡稳定。

3.3.5 土地翻耕工程。对治理区内土层板结、泥结场地采取土地翻耕工程措施,对地表土壤进行松土以满足植物重建的立地要求^[12]。

3.3.6覆土工程。为满足后续植被重建需求,为植被生长提供良好的立地条件,在恢复植被前,对植被重建区域进行表土覆盖工程。

充分利用治理区剥离的地表土,当剥离的表土资源短缺时,收集治理区内的岩缝土、经过筛分、改良后的弃渣土或是外购表土,覆盖于各修复治理单元,为后续植被重建创造条件。

3.3.7土壤培肥工程。(1)有机肥土壤改良工程。为保障树木成活率,增加植物生长必需的矿物元素,需要对修复后的耕地土壤结构采取施加有机肥进行土壤改良^[13],根据土壤监测数据结果,在拟定耕地范围内,每公顷施加有机肥35~50t以保障耕作层的后期肥力。(2)微生物工程。微生物修复工程以土壤重构及植被恢复为核心,主要目的为削减土壤机理障碍,增加有机质,配合微生物菌剂的扩繁,在土壤中心定殖后形成优势微生物菌群,提升作物对干旱、低温和高盐分的抵抗能力。本项目是以人工复合微生物配合有机质方式,以物理翻耕和液体喷洒作为辅助措施。根据治理区内原有土地类型和具体情况,分别按照复垦为耕地、林地和草地标准实施微生物修复。

3.4植被重建

在地貌重塑、土壤重构基础上,根据参照生态系统,按照植被适宜性,结构布局合理性、物种多样性进行植被重建。植被选用适应当地生长的乡土植物,考虑乔、灌、草、固氮与非固氮、深根性与浅根性、经济林与生态林相结合的多种方式种植。最终达到植被适于自然生长、生态稳定性强并与周边环境相协调。

3.4.1乔木种植工程。乔木栽种选择油松、樟子松、新疆杨、旱柳、家榆、柠条、沙棘、沙柳^[20]等。栽植乔木的行距株间距为3×3m。回填土时对穴坑进行换填土,栽种时对乔木进行支撑。

3.4.2灌木种植工程。灌木种植选用柠条、锦鸡儿、黄刺梅等^[14]。设计栽植规格:种植间距1.00m×1.00m,采用穴植栽种,每穴2株。

3.4.3播撒草籽工程。播撒草籽种类有羊草、赖草、紫花苜蓿、草木犀、披碱草、沙打旺、针茅、隐子草等^[20],本工程采用多种草籽混播的形式进行播种,播种草籽密度80kg/hm²。

3.4.4沙障工程。对于角度较大(25~45°)的土质边坡,采用沙柳沙障达到稳固边坡土体的目的。

4 结论

本工程项目的实施完成矿山生态修复面积2767.405hm²。修复历史遗留废弃矿山图斑数量为467个,消除地质灾害隐患点270处,新增林地面积219.66hm²,新增草地面积866.95hm²,土地沙化面积减少率85%,水土流失面积减少率为90%。通过项目实施提高了区域防风固沙能力,水土保持能力,提升了生态系统的可持续性,维护了周边地区的生态安全,助力提升了祖国北疆重要生态安全屏障。探索出的干旱半干旱地区基于自然的生态修复

模式为类似区域提供了借鉴。

[资助项目]

内蒙古北方防沙带-黄河重点生态区(呼和浩特市)历史遗留废弃矿山生态修复示范工程设计。

[参考文献]

[1]国家发展改革委、自然资源部.全国重要生态系统保护和修复重大工程总体规划(2021-2035年)[S/OL].(2020-06)[2024-05-31].

[2]李云鹏,孔胃,楚储.矿区生态系统演变与修复模式研究[J].中国矿业,2023,32(1):60-6.

[3]陈安,杨晓东,徐晨昱.长江三峡地区露天矿山生态修复治理对策—以湖北省宜昌市为例[J].环境保护科学,2023,49(6):128-33.

[4]杨剑锋.矿山生态修复工程及技术措施探讨[J].世界有色金属,2022,(23):178-80.

[5]中华人民共和国自然资源部.矿山生态修复技术规范第4部分:建材矿山TD/T1070.4-2022[S/OL].(2022-07-22)[2024-05-31].

[6]杨路明,王文轩.生产建设项目弃渣场表土保护有关问题探讨[J].海河水利,2024(04)28-31.

[7]亢云涛.石咀子玄武岩矿矿山地质环境保护与恢复治理[J].西部探矿工程,2023,35(06):65-67.

[8]中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局、中国国家标准化管理委员会.水土保持综合治理技术规范小型蓄排引水工程GB/T16453.4-2008[S/OL].(2022-07-22)[2008-11-14].

[9]国家市场监督管理总局、国家标准化管理委员会.滑坡防治设计规范GB/T38509[S/OL].(2020-03-06)[2024-05-31].

[10]刘磊,李文思.关于格宾石笼工程施工的要点[J].石材,2024(05):140-143.

[11]李继良,刘海卫,郝红泽,等.因地制宜创新举措多元化推进矿山地质环境恢复治理新模式—唐县冀东水泥白合灰岩矿恢复治理实践[J].中国水泥,2022(09):48-52.

[12]付俊杰.矿山生态修复绿化技术与绿化配置研究[J].西部资源,2022(03):79-82.

[13]孙西安.瑞昌市上坂石灰石矿废弃矿山地质环境问题及恢复治理措施[J].现代盐化工,2022,49(6):95-97.

[14]乔文光.内蒙古自治区矿山生态修复模式[M].内蒙古:内蒙古大学出版社,2023:88-90.

作者简介:

刘洋(1986—),女,汉族,山东人,本科、水工环工程师,研究方向:矿山生态修复。