

历史遗留矿山生态修复与综合治理技术探讨

刘凯

河北省煤田地质局环境地质调查院, 河北 石家庄 050010

摘要: 为深入贯彻习近平生态文明思想, 落实好历史遗留矿山综合治理工作, 结合河北省地域特色, 以河北省太行山区一处露天历史遗留矿山综合治理项目为例, 从地质灾害、地形地貌景观的破坏、土地资源占用和破坏、水资源和水环境问题四方面综合分析其矿山生态环境问题, 提出主要技术方法与实施方案, 为类似工程提供借鉴参考。

关键词: 矿山生态修复; 综合治理; 地质环境

Exploration on Ecological Restoration and Comprehensive Management Technologies for Historic Abandoned Mines

Liu Kai

Institute of Environmental Geological Survey, Hebei Bureau of Coal Geology, Shijiazhuang, Hebei 050010

Abstract: To implement the comprehensive management of historic abandoned mines, combined with the regional characteristics of Hebei Province, taking a comprehensive management project of an open-pit historic abandoned mine in the Taihang Mountain area of Hebei Province as an example, this paper comprehensively analyzes the mine ecological environment problems from four aspects: geological disasters, damage to topographic and geomorphic landscapes, occupation and damage of land resources, and water resources and water environment problems. It also puts forward the main technical methods and implementation plans, providing reference for similar projects.

Keywords: mine ecological restoration; comprehensive management; geological environment

引言

河北省作为我国重要的矿产资源大省, 成矿地质条件优越, 拥有种类丰富、储量可观的矿产资源。早期在经济发展的迫切需求下, 对矿产资源的开发利用缺乏长远规划与科学布局, 开采方式简单粗放, 往往只注重短期经济效益, 忽视了对生态环境的保护和治理。历史遗留矿山存在严重的生态破坏问题, 这些问题不仅影响了当地的生态景观, 还破坏了生态平衡, 威胁到生物多样性。矿山生态修复不仅仅是指恢复和复垦原始的生态环境, 还需要进行整治和重建, 以满足社会发展的需求^[1]。

党的十八大以来, 历史遗留矿山生态修复问题已受到以自然资源管理与规划部门为首的社会各界的普遍关注^[2]。此背景下, 广大专家学者开始投入研究, 致力于从生态恢复、法律政策、采矿技术等方面寻求解决方案, 也提出了一系列防治矿山地质环境问题的建议^[3]。本文以河北省某历史遗留矿山为例, 对历史遗留矿山修复实施开展分析, 旨在为河北省内历史遗留矿山的生态环境治理提供科学依据和实践指导, 推动采矿业的生态友好型转型。

一、工程概述

矿区地处太行山东麓山前丘陵区, 整体地势西低东高, 地形起伏较大。该矿为群采矿山, 开采矿种为超贫磁铁矿, 露天开采, 公路运输开拓, 台阶法开采。多年来, 由于无序地开发利用矿产资源导致脆弱的地质环境遭到极大破坏。矿山开采造成山体破损、岩石裸露和废石无序堆放, 致使植被、地形地貌景观遭到严重破坏, 并浪费了大量的土地资源。目前矿区及附近矿山已全

部关停, 经济主要发展种植业、养殖业, 种植的农作物主要为玉米、花生、板栗、核桃等, 养殖业以养鸡、养猪为主。

二、环境条件

(一) 自然环境

本区地处暖温带半干旱大陆性季风气候, 四季分明。气象年变化为一峰一谷型, 年平均气温为12~13℃。雨季集中在6~9月,

受大陆季风气温和地形地貌的影响,区内降水量地域分布差异较大,自西向东逐渐递减,年平均降雨量535.5mm。矿区北侧有河流通过,所在区域属海河流域。系统内地下水补给主要来源于大气降水,其动态随大气降水而变化。地下水类型主要为基岩裂隙水,富水性较好。所在区域地貌为以变质岩为主的丘陵小区,周边多为旱地及灌木林地,土壤以褐黄色、黄褐色粉质粘土为主。

(二) 地质环境

矿区内出露地层主要为王家崇组(Wgn)片麻岩和第四系(Q),分述如下:

1. 王家崇组(Wgn)片麻岩

王家崇组(Wgn)片麻岩在区内广泛分布,其岩石类型为黑云斜长片麻岩,岩石呈灰色、黑灰色。副矿物种类较多,主要为磁铁矿、磷灰石、榍石、锆石,少量绿帘石、褐帘石、金红石等。

2. 第四系(Q)

第四系分布面积较小,主要由残坡积物组成,岩性为褐黄色、黄褐色粉质粘土、碎石、角砾组成,分布于山坡、沟谷及两侧,厚度0.2~0.6m不等。

三、矿山环境现状

(一) 地质灾害

该区为丘陵区,崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害不发育。根据《滑坡防治工程勘查规范》(GB/T32864-2016),采用折线滑动法,推测基岩面作为潜在的滑面,计算斜坡稳定性系数,判断斜坡的稳定性^[4]。区内露天采场边坡高陡,在降雨、风化及强震动作用下,可能发生小型崩塌掉块现象,一般规模较小,加之露天采场内一般少有人畜活动,对当地群众的危害较小。

(二) 地形地貌景观的破坏

现状条件下,矿山治理区内存在16处露天采场、45处碎石堆、1处残山、2处岩墙、2处渣坡。易发生扬尘污染,与周边环境极不协调。对地形地貌景观破坏严重。

(三) 土地资源占用和破坏

项目区范围内主要为灌木林地、果园、其它草地和旱地;矿山治理区破坏和占用土地资源的主要为露天采场、碎石堆破坏和占用土地资源总面积为14.81公顷,其中灌木林地10.83公顷,果园1.82公顷,其它草地1.75公顷,裸地0.41公顷,对土地资源破坏严重。

(四) 水资源和水环境问题

该矿区开采方式为露天开采,且开采最低标高位于当地地下水水位之上,加之目前已停采多年,对水资源和水环境的影响较小。

四、工程治理原则

治理区依据土地利用规划及土地利用现状,规划地类为基本农田保护区、一般农地区、林业用地和自然保留地,土地利用现

状为灌木林地、其他草地、果园和裸地。该区土地归村集体所有,经当地主管部门和村集体开会协商,治理区恢复为林地和其他草地。在矿山生态修复重建中,使用混合种,将草、灌、藤、乔多层配置结合起来可取得更好的效果^[5]。

根据矿山地质环境现状及特点,治理工程应采用工程措施与生物措施相结合的综合治理方法^[6-8]。对于区内不受采矿活动扰动或受采矿活动轻微扰动区划定为自然恢复区,没有人造的破坏经过一定的时间,植被总会按照自然的演替规律而慢慢恢复^[9]。已转型利用和拟转型利用的划为转型利用区,其他受采矿活动扰动严重需人工治理的划定为工程治理区。因地制宜原则。经工程治理后,边坡上的植被在视觉和环境上与周边植被融为一体,并与附近的绿化和谐统一^[10]。

五、主要技术方法

本工程主要采用边坡/平台覆土生态修复。

(一) 技术介绍

渣堆(排土场)分为多级台阶,矿山生态修复时采取在上层台阶向下覆土,分为翻斗车运输倾卸和输送带输送两种方式。

(二) 技术特点

该技术应用广泛,土壤自上而下滑下,形成自然安息角,稳定性好;不足之处在于该技术所覆土层上下薄厚差异大,常常造成上部土层1m以上、下部坡脚碎石裸露的问题,坡角一般再利用铲车、挖掘机等机械重新覆土,以保证绿化效果。

六、治理工作方案

(一) 总体施工顺序

液压锤破碎→挖掘机挖碎石→推土机推碎石→客土换土→绿化。

(二) 平整工程

本项目土石方工程主要为土石混方推、运、平整,施工中遵循以下技术要求。

施工工序:施工准备→测量→分区→机械整治→地形整治验收。

施工方法:挖方废渣按照设计就地平整,采用推土机进行场地平整。

施工技术要求

1. 挖、填方边界必须符合施工图纸要求,坡面最终轮廓均不得欠挖或超挖。

2. 开工前应制定应急预案。施工中应采取一切必要的措施,防止土质边坡局部塌方。如果发现有可能坍塌的迹象,应采取必要的应急措施。

3. 区内最短距离进行土石方调配。机械铲运渣、地势低洼处碾压回填这两部分工作具有连贯性,同时开展。施工过程中,严格按照治理工程设计进行施工测量放线和质量控制。拟采用挖掘机对碎、块土石等固体堆积物进行挖掘,装载机、推土机等配合

进行就近回填碾压。

4. 场地平整区域面应随地势平整，以便雨水排放。

(三) 渣堆整治

1. 施工顺序

施工准备→测量放线→土石方开挖、回填、碾压→分项工程竣工。

2. 回填施工技术要求

(1) 回填料采用治理区内边坡台阶状削方废渣及渣堆碎石土，边平整边碾压，分层回填；

(2) 回填顺序自下而上，分层回填，每层厚度为1.0m，分层碾压、夯实。气候干燥时，碾压前要适当洒水，遇到阴雨等天气，采取翻晒及挖取深层土料进行混合等措施处理，以充分压实；

(3) 回填施工时，应按照碎石在下，尾矿砂在上的顺序回填，其中碎石粒径不得大于50cm。

3. 平整技术要求

(1) 开工前用配备的施工机械和选定的填料进行试验段的回填，确定一层回填厚度、设备、组合方式、走行速度、最佳含水量等施工参数，经监理确认后，制定出标准化施工工艺；

(2) 平整：回填到设计高程后，应对整个平台进行平整，要求平整后平台坡度小于3‰，且外缘按5‰坡度略向内倾。

(四) 覆土工程

本次施工用土均为购置客土覆土。

1. 施工工序

运土→覆土

2. 覆土厚度

本次治理工程覆土厚度要求为：平台、边坡种树绿化区采用坑内换土种树。不具备挖坑区域覆土50cm后种树。

3. 覆土技术要求

(1) 客土选择土质必须达到种植要求，土壤要求疏松、透气、排水性能好；

(2) 本工程土方主要用自卸汽车运至覆土处或堆土场，自卸汽车运输不便的区域可辅以小型农用车和手推车进行二次倒运；

(3) 覆土后要经常进行松土，保持土壤的通气性，防止植物移植后“闭气”死亡。

(4) 覆土施工作业方法：

1) 自卸汽车为成堆卸土，须配以推土机推土、摊平。

2) 填土可利用汽车行驶作部分压实工作，行车路线须均匀分布于填土层上。

3) 汽车不能在虚土上行驶，卸土推平和压实工作须采取分段交叉进行。

(五) 生态景观恢复工程

1. 施工顺序：

施工准备→测量放线→挖乔木树坑→栽植乔木→养护→分项工程竣工。

2. 种植技术要求：

(1) 树坑为穴状坑，呈圆形，直径0.5m，深0.4m；树坑呈

“品”字形布置，株距为2.0m，行距为3.0m。要求成活率不低于90%，保存率不低于85%。

(2) 栽植时间：

本项目采用春季造林方式，苗木栽植时间一般秋季落叶后霜冻前。

(3) 种植方法：

平面处松树采用普通栽植方式种植，坡面处松树采用“郝景香”模式种植。

苗木栽植前应进行苗木根系修剪，宜将劈裂根、病虫害根、过长根剪除，并对树冠进行修剪，保持地上地下平衡。

树苗置入坑穴前，应先检查坑穴大小及深度，不符合根系要求时，应修整栽植穴。填土时应先填表土、湿土，后填生土干土。在墒情不好时，要浇灌透水，以利保墒。栽植时应将树苗扶直，栽正，根系舒展，深浅适宜。树苗栽植后应在略大于植穴的周围，筑成高10~15cm的灌水土堰，堰应筑实不得漏水。

苗木入坑前，先将表土（营养土）填入坑穴至一个小土包，以便树苗放入树穴后根系自然伸展。苗木栽植前必须将包装物全部清除坑外，避免日后气温升高，包装材料腐烂发热，影响根系正常生长。

种植步骤：树木种植遵循“挖坑—回填（换土掺肥）至地平—清水踏坑—苗木浸泡与修剪—一定植（根系舒展、根茎与地面平，根土密接，树干直立）—浇水—修剪—过一周再浇水—一次松土—半月后再浇水一次”的操作程序。要求成活率不低于90%，保存率不低于85%。

1) 挖树坑：挖坑整地秋季落叶后霜冻前；种植前，挖好坑后浇水。

2) 栽植：苗木运到后，先在水中把苗干整株浸泡1天，使之充分吸水后再取出种植。栽植时，应将太长的侧根剪短，以防止窝根，将伤根、断根。栽种时先将坑内填满虚土，浇满水后晾置至锹不粘泥时，再挖稍小的坑放入苗木，培土，踏实，常规操作为“三埋两踩一提苗”。培土的土质要求肥、土混匀。

3) 苗木地灌水3~5天后及时进行松土，以增加透气性，防止土板结。

3. 绿化养护技术要求：

(1) 浇水

植被恢复工程施工过程中及施工结束后，应及时进行浇灌，浇水时应注意以下几方面：

1) 让植被尽量处在相对干旱的条件下。

2) 养护期根据不同季节，调整浇灌时间。

3) 新植树木应在当日浇透第一遍水，以后应视情况及时补水。

①12月上冻前，应浇一遍冻水，应浇足浇透。

②上冻后至次年2月底，地面封冻，植被处于休眠期，基本无生长，需水量小，但要加强巡视，观察植被的生长情况和土壤的干湿度，及时浇水。

③2月底或3月初，视气温及土地苗木缺少情况及时浇水；本次浇水应浇足浇透，促使植被提前复绿，满足植物生长。在

这之后,可少浇水,如果出现干旱,宜在中午浇水。

④3月初至6月中旬,降水较少,应加强巡视,及时浇水;一般浇水频率为2次/月;当遇到高温酷暑的干旱天气时,应加密浇水一次。

⑤6月中旬至8月中旬雨季时,应加强巡视,及时浇水,一般浇水频率为1次/月;当遇连续降雨天气,土壤水分充足时,可视具体情况适当降低浇水频率。

⑥8月下旬至上冻前,应加强巡视,及时浇水,一般浇水频率为2次/月。

(2) 夏季高温,地面蒸发及植被蒸腾量都大,植被需水量大,应及时浇水。夏季以上午浇水为好。

(3) 种植后发现有无萎或生长情形不良者,予以去除,进行

补植。

七、结语

科学合理的技术应用是修复成功的关键。根据矿山的自然条件和土壤特点,选择适合当地生长的乡土植物品种,这些植物适应性强、抗逆性好,能够在恶劣的矿山环境中快速扎根生长。针对不同的地形和土壤条件,因地制宜地进行植被种植,提高了植被的成活率和覆盖率。该废弃矿山生态修复项目实施过程中积累了丰富的成功经验,这些经验对于其他类似矿山的生态修复具有重要的借鉴意义。

参考文献

- [1] 邓小芳. 中国典型矿区生态修复研究综述 [J]. 林业经济, 2015, 37(7): 14-19.
- [2] 张星星, 宋旭东, 冯德俊, 等. 长江经济带矿山生态修复的对策及建议探讨: 以成都市废弃露天矿为例 [J]. 资源与人居环境, 2023(1): 67-71.
- [3] 周聪, 张冲, 赵天尧, 等. 迁安市钰善露天白云石矿矿地质环境问题与综合治理技术研究 [J]. 内蒙古煤炭经济, 2022(21): 169-171.
- [4] 高海峰, 刘浩东, 李晚楠. 矿地质环境问题研究及治理对策分析 [J]. 西部资源, 2023, (4): 36-37+49.
- [5] 刘英. 半干旱煤矿区受损植被引导型恢复研究 [D]. 徐州: 中国矿业大学, 2020.
- [6] 任岐山, 高召奎, 杨德根, 等. 废弃采石矿地质环境问题及治理对策 [J]. 能源与环保, 2022, 44(2): 73-79.
- [7] 周兵, 左全虎, 张国祥. 浅析冕宁县大顶山铁矿矿地质环境治理 [J]. 四川有色金属, 2023, (2): 66-69.
- [8] 王鹏辉. 黄河流域青石岭废弃矿地质环境问题及恢复治理研究 [J]. 中国锰业, 2023, 41(4): 49-54+60.
- [9] 周进生, 石森. 矿区生态恢复理论综述 [J]. 中国矿业, 2004, 13(3): 10-12.
- [10] 申书楷, 杨溢, 徐世光. 某废弃矿区生态环境治理工程研究 [J]. 安全与环保, 2015, (9): 77-79.