

非煤废弃矿山生态环境治理研究

——以咸宁市崇阳县废弃矿山修复为例

吴亚洲

中节能大地<杭州>环境修复有限公司 浙江杭州 310000

摘要:为响应国家长江大保护号召,改善长江周边生态环境,也为了进一步规范咸宁市全市废弃矿山开采秩序,全面推进地质生态环境综合治理,加快创建资源节约型、开采环保型、绿色生态型矿山,提出了崇阳县三座非煤废弃矿山生态环境修复治理工程方案。针对崇阳县三座废弃矿山存在的不同地质环境问题,采用危岩清理、浆砌石挡土墙、CBS植被混凝土护坡、柔性植生袋、主动防护网等措施,对其进行生态修复。工程的实施恢复和改善了矿区地质环境和生态环境,消除了矿山地质灾害隐患,保证了当地群众的生命财产安全,为长江大保护的生态修复发挥了良好的示范作用。

关键词:长江大保护;废弃矿山;生态修复

引言

长江流域是我国社会经济发展的重点区域,又是国家生态文明建设的示范区域。习近平总书记在重庆召开的推动长江经济带发展座谈会上,明确指出推动长江经济带发展必须走生态优先、绿色发展之路。同时,强调指出“当前和今后相当长一个时期,要把修复长江生态环境摆在压倒性位置”,确定了长江经济带发展坚持“共抓大保护,不搞大开发”的战略定位^[1]。

咸宁是长江中游水源涵养地,拥有长江岸线128km,是“武汉上游最后一道生态屏障”^[2]。崇阳县因各种原因有许多历史遗留的非煤废弃矿山,这些废弃矿山不仅占用了大量的土地、破坏了生态环境,而且有损当地的县容县貌,甚至可能会引发次生地质灾害,威胁当地居民的财产和生命安全,在一定程度上制约了当地的经济的发展。

本研究基于目前废弃矿山生态修复技术,运用无人机进行空中三角形测量、ContextCapture 三维实景建模、南方CASS等软件分析,以崇阳县三座非煤废弃矿山生态环境修复治理为例,论述了非煤废弃矿山治理的方法和措施,保证矿山经过治理后降低地质灾害发生的概率,促进生态系统多样性的建设,为全国其他地区非煤废弃矿山治理修复提供技术基础^[3]。

1 废弃矿山生态修复概述

截至2018年底,全国废弃矿山约9.9万座^[4]。这些

废弃矿山不仅损毁和压占了大量的土地,导致土地经济和生态效益严重下降,而且极易引发崩塌、滑坡、地面塌陷等次生地质灾害,给周边的生态环境造成严重破坏,甚至威胁人员生命安全。

近几年,全国实施了大量废弃矿山修复治理项目,这些项目主要分布于重要交通干线(高速、国道、省道)沿线、长江干支流10km范围内、黄河流域重点地区、京津冀地区及汾渭平原等主城区周边20km范围内^[5]。目前国内的修复技术主要由以下四种:削方减载技术、工程治理技术、生态复绿技术和生物修复技术^[3]。近些年来,国内的许多专家也对矿山生态修复的技术开展了研究,刘民生、张丰述^[6]等主要主张以地质灾害和生态修复为主,于宗孝、高源^[7]等提出了分区设计制定修复方案,主张以生态复绿技术为主。聂守智^[8]主张采用无土混合纤维喷播复绿技术对废弃矿山进行复绿。

近些年来,通过许多专家学者对废弃矿山修复技术的研究和全国各地废弃矿山的修复治理实践证明,废弃矿山修复治理的关键是对开采面的治理和加固,增加边坡的稳定性和抗风化性,然后对开采面的雨水进行导流,修筑工程加强坡脚的稳固性,再进行覆土复绿,才能最终实现既消除地质灾害隐患、又对矿山进行复绿的最终目标^[9]。

2 工程概况

2.1 地形地貌特征

三座废弃矿山分布于崇阳县三个不同乡镇,治理区

附近有杭瑞高速G56、省道S246和S319，交通便利。中心地理坐标：东经114° 02'58.34"，北纬29° 32'29.03"。见图2-1。

治理区属于亚热带季风气候，年平均降水量1508mm，年平均气温16.2 ~ 16.9℃。地貌类型属构造剥蚀低山丘陵区，最高山顶海拔标高+219m，最低海拔标高+106m，最大相对高差约113m。地形坡度30 ~ 75°，局部80 ~ 90°。植被大部分为灌木和荆棘杂草。



图2-1 各治理区地理位置图

2.2 治理区现状

风顺治理区：石灰岩矿山，形状近似正方形。损毁面积40.66亩。岩质边坡，坡高5 ~ 40m，坡角30 ~ 75°。治理区的位置偏僻，边坡高差小、坡面缓，有一个天然水池。

鲢鱼山治理区：石灰岩矿山，形状近似椭圆形，损毁面积201.9亩。岩质边坡，坡高35 ~ 150m，坡角50 ~ 75°，局部80 ~ 90°。治理区紧邻S319省道，坡面整体较陡。

昌盛治理区：石灰岩矿山，形状近似不规则三角形，损毁面积168亩。岩质边坡，坡高50 ~ 113m，坡角40 ~ 60°。治理区紧邻S319省道，坡面整体较陡，有二级开采平台。



风顺现状图



鲢鱼山现状图



昌盛现状图

图2-2 各治理区现状图

3 修复措施

3.1 危岩清理

三座废弃矿山由于开采活动，矿山边坡表面及开采平台残留有大量松动的块石、活石，砾径大小不一。在振动、雨水冲刷等作用下，其发生崩落的可能性大，威胁下方人员安全。为了防止发生掉块、滚石的现象，对该开采面进行了坡面清理。清理工作采用由上而下、人工凿岩或机械清除方式，不能对坡面及周围环境产生新破坏。三座废弃矿山共清理危岩约15万m³。

3.2 削坡开平台

对于开采面面积较大、坡度相对较缓（50°左右）的岩质边坡，采用削坡开平台的方式对其进行削坡减载，最后在平台上覆土绿化。昌盛治理区的开采面顶底高差50 ~ 113m，坡度40 ~ 60°。在达到削坡减载的同时，同时保证较好的绿化效果，对开采面设置13级台阶，每级台阶平均高8.3m，宽度3 ~ 4m。见图3-1。



图3-1 昌盛削坡开平台效果图

3.3 浆砌石挡土墙

为防止雨水冲刷坡面后再次发生次生灾害，在坡脚修筑浆砌石混凝土挡土墙，该工程在鲢鱼山和昌盛两个治理区实施。两个治理区的浆砌石挡土墙长度共415m，通过Rocfall计算结果，挡土墙高2.5m，顶宽1.2m，底宽1.5m，基础埋深0.5m，墙后底部采用粘土夯实，中上部

采用粘土+碎石充填,碎石直径为1~5cm不等。挡土墙中设置泄水孔,孔间距为2.0m,孔坡度为5%,向墙外倾斜,孔眼直径75mm,其进水侧应设置反滤层,厚度0.1m。挡土墙每隔15m设置伸缩缝,防止其因热胀冷缩而导致墙体开裂。见图3-2。

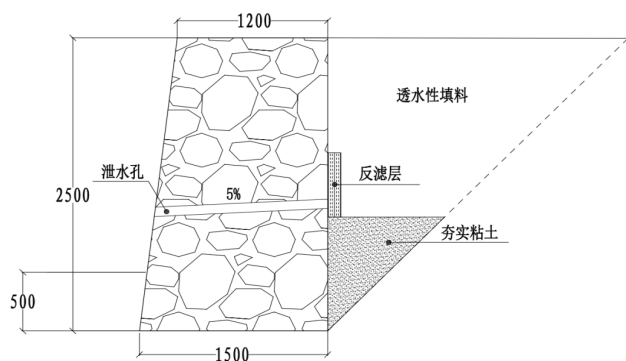


图3-2 浆砌石挡土墙断面图(单位:mm)

3.4 CBS植被混凝土护坡

对治理区坡度小于25°的边坡采用CBS植被混凝土喷播的方式进行护坡,主要是将由土壤、粘结材料、腐殖质、保水剂、复合缓释肥、酸碱平衡调节剂、植物种子及水按一定比例组成的植被混凝土基材喷射到岩质边坡坡面,形成一层结构类似于自然土壤且能够贮存植物生长所需水分和养分的基层,从而解决了植物无法存活的问题并提高了边坡浅表层的稳定性。该工程主要在鲶鱼山治理区实施。

(1) 锚网结构设计

植被混凝土护坡体系中的锚杆与网主要作用是固定植被混凝土基材,使基材能稳定附着于坡面之上,为植被提供稳定的生长环境。锚网结构埋设于基材之中。

植被混凝土护坡体系中的锚杆主要是为了固定金属网,适当提高坡面表层的稳定性,因此锚杆实际受力并不大,选用的钢筋型号为Φ18,长度100cm。为防止锚杆腐蚀,应对其进行防腐处理,本工程采用沥青防腐。见图3-3。

(2) 基材配比设计

植被混凝土基材的主要成分为土壤、硅酸盐水泥、腐殖物、复合肥、绿化添加剂等,各组分材料的选择要求如下:

土壤:应选择无污染的耕植土表土,取土半径为2m内,颗粒最大直径<5mm,土壤中砂粒含量≤5%,含水量≤20%,晒干后湿度<30%,干容重≤1.3g/cm³,PH值应为6.0~7.0。水泥:采用P32.5普通硅酸盐水泥。

(3) 基材喷射厚度

基材喷射厚度需要综合考虑边坡类型、年平均降雨量、边坡坡度等因素。根据鲶鱼山废石场实际情况,确定基材喷射厚度为10cm。其中,基材基层厚8cm,面层2cm。

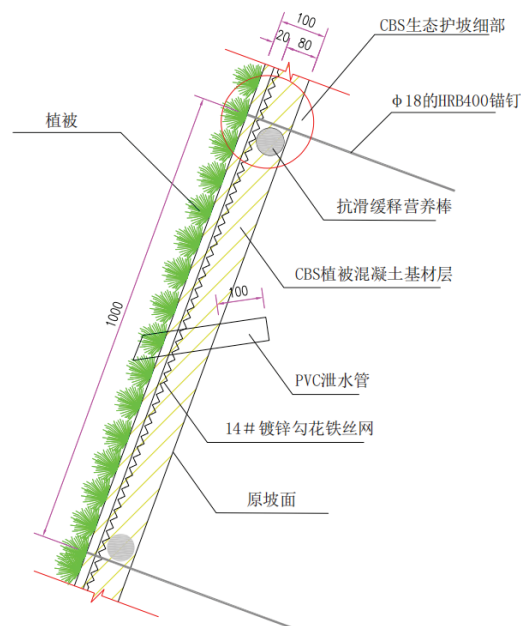


图3-3 CBS护坡结构图

(4) 护坡植物的选择

岩石喷射的植被混凝土基材层厚度只有10cm,植物生长环境受到限制。因此植被混凝土选用的护坡植物应具有以下特性:适合本地区气候的特征;根系发达,扩展性强;耐贫瘠、抗逆性强,能实现粗放管理;抗旱性强,能长期抵御干旱;多年生且绿化期长,互补性好;草籽来源广泛且草种发芽出苗快。

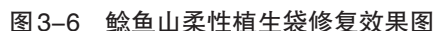
本工程植被混凝土边坡常用的护坡植物有狗牙根、高羊茅、白三叶、紫花苜蓿、多花木兰、胡枝子、刺槐、紫穗槐等。

3.5 柔性植生袋

对治理区坡度大于25°同时小于90°的边坡采用柔性植生袋进行绿化,植生袋主要由秘制钢渣铅渣石墨粉碳黑纤维制成,是一种具有高强抗紫外线抗冻融耐酸碱的生态合成材料。这种修复技术的主要优点是:针对坡度较陡的岩质边坡,能够在短时间内达到较好的绿化效果,在养护条件较好的情况下,能够保持30年以上的绿化效果。该工程主要在鲶鱼山治理区实施。

施工工艺:首先将石笼网铺在修复山体的边坡上,把长型生态袋铺设在石笼网上,长型生态袋的两端分

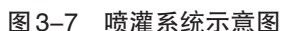
植物插播配置：植生袋填充料（植生土）就地取材，使用基本适合植物生长的植生混合土料，加入保水剂、基肥等掺合料。植生土中掺如山基土和牲畜家禽粪便等有机肥料，用以改善土壤的透水和透气性，避免土体因板结而影响植物生长。为保证各类植物混合生长的效果，在生态袋适合位置间隔两米插播一株勒杜鹃，紫穗槐，根据银合欢生长习性，布置在生态袋中部偏下位置。在草本植物中间，蟛蜞菊，点缀勒杜鹃藤，紫花苜蓿，以自然型布置。见图3-6。



3.6 配套养护工程

治理区内地形平缓处植物的养护采用人工洒水养护。高陡边坡植被养护采用喷灌方式进行养护。绿化养护(喷灌)系统主要由喷头、管网、首部和水源4部分组成。

养护喷灌系统主要由以下5部分组成：水源工程、水泵及动力机、输配水管道、喷头以及附属设备、附属建筑物。其中，管道系统分为干管和支管两部分，并且二者都能承受一定压力和通过一定流量，在养护区的最高处布设一泵站，泵站布置有蓄水池一座，除泵机外，还安装有控制闸阀、逆止阀、水表、压力表等设备。为



便于对喷灌系统法人管理和维护,排水阀设置于干管最低处,每一支管首部装设闸阀,干管最高处设置空气阀,在总干的最低处设置安全阀。在干管起始点和转弯处设置镇墩,干管每隔50~60m设置一个支墩。见图3-7。

4 工程效益

三座废弃矿山经过治理后,基本消除了开采面的地质灾害隐患,减少了落石对山底牲畜和人员的伤害。裸露的山体重新被绿化后,极大改善了治理区的生态环境,山水林田湖草综合体生态效益得以充分发挥。治理区的土地被覆土恢复后,用于种植农作物,增加了耕地面积,提高了土地的利用率。同时,开采区经过治理后改善了当地的投资环境,丰富了旅游休闲业条件,提高了崇阳县生态承载力、绿色增长力和可持续发展力,实现了效益多元化,为长江大保护树立了良好的典范。

结论与建议

对于不同的废弃非煤矿山,宜根据其自身的特点、损毁程度“量身定做”进行治理修复。这样既消除了矿山的地质灾害隐患,又对矿山进行了复绿,而且省了修复资金,以达到经济效益和生态效益的最大化。为了更好地推进非煤废弃矿山的生态修复工作,现提出以下四点建议。

(1) 长江流域废弃矿山生态修复工作要坚持山水林田湖草是一个生命共同体理念,重点围绕生态系统严重受损退化、生态功能失调和生态产品供给能力不足的废弃矿山,全面加强矿山生态系统病症、病因和病理调查,不断完善和提升长江流域地区废弃矿山生态系统结构和功能。

(2) 矿山生态修复只是初级目标,最终要实现景观重塑,使矿山废弃地与周围环境相适应,同时应能创造部分经济效益、生态效益和社会效益。

(3) 历史遗留的废弃矿山生态修复要创新社会资本参与矿山生态保护和修复工作新模式,积极鼓励和引进社会资本参与的积极性,围绕构建“谁修复、谁受益”的生态保护修复市场机制,推动实现生态效益和经济社会效益相统一。

参考文献

- [1] 姜月华,倪化勇,周权平,等.长江经济带生态修复示范关键技术及其应用[J].中国地质,2021,(5):7922.
- [2] 周雷.中国节能:争当长江大保护排头兵[N].经济日报,2019-06-24(08).
- [3] 穆嘉琳,赵健,高琦.京张高铁昌平段废弃石灰矿矿山生态修复治理[J].现代矿业,2021,(2):162.
- [4] 张进德,郝富瑞.我国废弃矿山生态修复研究[J].中国生态学报,2020,(11):1307.
- [5] 刘慧芳,王志高,谢金亮,等.历史遗留废弃矿山生态修复与综合利用模式探讨[J].有色冶金节能,2021,(2):5.
- [6] 张丰述,钟东,等.四川钙芒硝矿山地质环境保护与治理恢复建议[J].四川地质学报,2015,35(1):95-98.
- [7] 赵学宏,于宗孝,高源.内蒙古典型露天煤矿矿山地质环境治理模式研究[J].江西科学,2019,37(6):948-952.
- [8] 聂守智.矿山边坡的生态修复浅析[J].山西建筑,2019,45(19):58-59.
- [9] 何会平.矿山生态修复措施及合理的植物配置分析[J].中国农业文摘-农业工程,2020,32(4):14-15,22.
- [10] 李若鹏,程琳等.岩质高边坡生态袋护坡施工技术研究[J].中国水土保持,2021,(8):30.