

露天采石场矿山地质环境问题及治理措施研究

贾雪娇 王崇举

湖北省地质局冶金地质勘探大队

DOI:10.12238/gmsm.v7i4.1748

[摘要] 黄石市矿产资源开发历史悠久,矿业开发带来巨大经济效益的同时导致土地资源破坏、山体植被毁坏、大片岩石裸露,为恢复矿山地质环境,将传统地质环境恢复治理与景观改造相结合,通过坡面削(清)方、场地平整、挡土墙、排水沟、园林景观绿化等工程,消除了灾害隐患,恢复了生态环境,增添了旅游资源,为后续类似露天采石场治理工程设计提供了经验参考。

[关键词] 矿山地质环境治理; 景观改造; 生态环境

中图分类号: TD8 **文献标识码:** A

Research on Geological Environment Problems and Treatment Measures in Open Pit Quarries

Xuejiao Jia Chongju Wang

Yejin Geological Team of Hubei Geological Bureau

[Abstract] Huangshi City has a long history of mineral resource development, which has brought huge economic benefits. At the same time, it has led to land resource damage, mountain vegetation damage, and large areas of rock exposure. In order to restore the mining geological environment, traditional geological environment restoration and treatment are combined with landscape transformation. Through slope clearing, site leveling, retaining walls, drainage ditches, landscaping and greening projects, disaster hazards are eliminated, ecological environment is restored, and tourism resources are added. This provides experience reference for the design of similar open-pit quarry treatment projects in the future.

[Key words] Mine geological environment governance; Landscape renovation; ecological environment

引言

黄石市矿产资源丰富,矿产开发历史悠久,随着资源逐步枯竭,大批矿山相继关停,但形成的露天采石场矿山地质环境问题突出,造成无法对矿山原有山体地形、地貌开展修复^[1],严重制约了黄石市经济社会可持续发展,矿山开采活动对生态环境的破坏与恢复一直是环境科学与工程领域的重要研究课题^[2]。为改善矿区周边地质环境,黄石地区陆续启动矿山地质环境治理工程,至今取得良好社会效益。本文以大冶市还地桥镇秀山村陈打豹建材厂矿山地质环境治理为例,深入研究露天采石场矿山地质环境治理措施,为后续类似治理工程提供参考经验。

1 地质环境概况

1.1 地形地貌

研究区属丘陵地形,总体地势北高南低,地势最高处为秀山峰,最高标高145m,最低标高44m,相对高差101m。由三叠系大冶组灰岩形成的秀山构成近东西向的分水岭,分水岭以北大部分山体岩石裸露,山坡植被覆盖率较低;分水岭以南则主要由第四系残坡积粉质粘土组成,地形较为平坦,植被覆盖率较高。人类

工程活动对区内地形地貌改变很大,尤其表现为露天采石场开采对山体地形的改变,目前形成多处高陡边坡,坡度60~85°。

1.2 地层岩性

研究区出露地层由老到新分述如下:①第四系人工堆积层(Q_4^a),主要分布于陈打豹建材厂南侧斜坡及中部平台、秀山吉森石料厂坡脚一带,以废弃建筑材料、尾砂、采矿剥离废石废土为主,分布厚度1~3m。②第四系残坡积层(Q_4^{el}),分布于秀山峰坡顶,厚0.5~3m,为褐黄、土黄色粘土、粉质粘土,夹少量碎块,结构较松散。③三叠系下统大冶组(T_3d),分布于陈打豹建材厂边坡基岩出露部位,为灰色、灰白色薄层、薄层夹中厚层鲕状灰岩夹白云岩,下部为泥质灰岩。

1.3 地质构造

研究区处于还地桥~长乐山向斜之东段近核部偏南翼部位,岩层总体倾向向北,受构造影响,由治理区西部的北北西向向东逐渐变为北北东向,倾角12~30°。受构造断裂及侵入岩活动的影响,在薄层软弱岩层中形成了褶曲及岩层倾角忽大忽小的现象。

1.4 人类工程活动

研究区周边人类工程活动强烈,主要表现为工程建设和露天采矿,工程建设主要以民房建筑、修路切坡为主。露天采矿主要以建筑用石料为主,位于研究区内的秀山村陈打豹建材厂采矿活动开挖产生的大量粉尘、排废、破坏地表植被,对当地生态环境造成较大破坏。

1.5 地质环境特征

研究区采石场由大冶市秀山村陈打豹建材厂开采矿种为建筑石料,开采方式为露天开采,大冶市秀山村陈打豹建材厂采石场形成露天开采边坡及废渣堆放边坡,其中露天采坑边坡规模不大,主要为与坡顶位置,成不连贯的多段边坡,边坡高差5~58m,平均坡度 55° ~ 65° ,局部达 80° 以上;废渣主要堆积于采石场坡顶及南侧斜坡,废渣边坡因间隔有50余个石灰窑炉而被切割为多段,堆积体长约980m,宽100~130m,平均宽120m,面积约117600m²,厚度一般为1~3m,局部废渣堆积厚度约5m,体积约352800m³,废渣堆边坡总体坡度 35° ,局部达 40° 以上。

2 矿山地质环境问题

研究区内存在的矿山地质环境问题主要有地质灾害隐患、地形地貌景观破坏、土地压占与破坏等。

2.1 地质灾害隐患

区内矿山开采引起的地质灾害隐患主要是岩质边坡崩塌、坠石以及废渣堆边坡的潜在滑坡。采石场经过多年开采,形成了不同规模大小的岩质高边坡,受构造与爆破松动、风化与溶蚀影响,边坡掌子面表层岩体破碎,多分布有活石与危岩。边坡高度一般在20~80m,最高可达120m,坡度一般 60° ~ 80° ,多呈一级陡立边坡。边坡结构主要为切向坡、局部属逆向坡、顺向坡,由于边坡高陡、坡面活石与危岩较多,雨季常发生崩塌与坠石。采石场平台、斜坡上堆积了大量的采矿剥离土石、废料等,形成大面积的废渣堆边坡,总面积约 $21.59 \times 10^4 \text{m}^2$,堆积方量约 $64.77 \times 10^4 \text{m}^3$ 。废渣堆总体坡度在 25° ~ 40° 之间,堆积物主要成分为碎块石夹少量粘土,结构较松散,边坡主要以局部坍塌为主。

2.2 地形地貌景观破坏

研究区邻近铁山城区106国道、铁贺铁路、大广高速、锦沿快速路等重要交通干线以及铁山国家矿山地质公园、东方山风景区等重点旅游景区,矿山经过多年开采,其剥离表土、采矿剥岩,挖损土地,堆放废渣等,致使山体植被毁坏殆尽,大片岩石裸露,破坏了生态系统,改变了原始地形,与周边自然植被对比鲜明,形成巨大的颜色反差,十分不协调,严重影响了市容市貌,产生负面视觉影响。

2.3 土地压占与破坏

矿山开采压占土地主要为废渣场压占土地和遗弃工业场地压占土地,造成土地资源浪费。因矿山开采堆积废渣,在降雨过后形成小型垮塌,有时形成泥石流,造成坡脚村庄道路压占、破坏,并造成沟渠堵塞、池塘淤积,影响到坡脚村庄村民正常的生产、生活。

3 矿山地质环境治理措施

3.1 设计思路

根据研究区矿山地质环境问题、边坡基本特征及分布形态,结合当地政府需求,将传统地质环境恢复治理与景观改造相结合,恢复土地功能为目标,有效地布设治理工程。通过治理工程,达到如下目标:

(1)消除岩质边坡危岩和崩塌隐患,消除废渣堆边坡滑坡隐患,保证人民群众生命财产的安全。

(2)恢复矿区土地使用功能,对压占、破坏的土地因地制宜进行治理,有效增加林地、建设用地面积,推动区域经济发展。

(3)对区内由于矿山开采破坏的道路、水沟淤塞进行恢复;同时对由于采矿活动引起地形地貌景观破坏进行恢复,利用现存矿山开采遗留窑炉,打造矿山历史文化长廊,打造矿山地质环境治理示范工程实验基地,为解决同类矿山地质环境问题积累经验。

3.2 治理措施

3.2.1 坡面削(清)方

对研究区内高陡边坡、废渣堆边坡等采用坡面削(清)方工程,其中岩质边坡削坡坡度不大于 45° (坡比1:1),废渣堆边坡削坡坡度不大于 30° ,原始边坡角度小于 30° 处随坡就势进行坡面整形。高陡边坡削方主要采取光面定向爆破技术,施工采用钎风钻钻孔浅眼爆破施工方法,自上而下分层剥离。削方以总体坡比不大于设计坡比,坡面起伏控制在20cm以内。对凸起岩体位于坡体下方的基岩面不允许有倒倾或垂直坡面存在。废渣堆边坡遵循“挖填平衡,减少外运”的原则,边坡削坡整形后多余废渣全部用于治理区场地平整,就近回填。

3.2.2 场地平整

陈打豹建材厂治理区形成顶部平台,标高与窑炉高程一致,场地平整回填时应分层填筑,采用碾压机进行夯实时,一般每层30cm,夯实密实度不小于90%。场地平整后需留一定排水坡度,坡降不小于5%。

3.2.3 挡土墙

沿削清方后边坡坡脚设置挡土墙,采用浆砌石挡墙和自嵌式生态挡墙,其中浆砌石挡墙高2.0m,顶宽0.8m,底宽1.55m,基础埋深0.5m,墙面向外倾斜,倾斜坡比1:0.3,墙背垂直,墙趾宽0.3m,高0.5m,墙底倾斜坡率0.1:1。沿墙走向每隔15m设置一条伸缩缝,自墙顶做到基底,缝宽20mm,缝内采用沥青麻丝或沥青杉木板填充。为排除墙后积水,在距地面高0.3m墙体上设置泄水孔,泄水孔直径75mm,水平间距3.0m,泄水管处设置 $0.3 \times 0.3 \times 0.3 \text{m}$ 厚滤水层,并采用土工布或滤网进行包扎。采用浆砌块石结构,石料抗压强度不得低于40Mpa,采用M10砂浆砌筑。自嵌式生态挡墙墙高1.8m,地面以上1.5m,墙身采用预制混凝土挡土块砌筑,尺寸为 $400 \times 305 \times 150 \text{mm}$ (长×宽×高),基础宽1.1m,埋深0.3m,压顶及基础均采用C20混凝土浇筑,每间隔10m设置一条伸缩缝,缝宽20mm,缝内采用沥青麻丝填充。在距地表0.3m、0.9m处分别设置土工格栅,向墙内侧延伸1.5m,土工格栅纵横抗拉强度大于50kN/m。为排除墙后积水,墙后设置300mm宽级配碎石

(20-40mm), 在距地面高0.3m墙体上设置一排泄水孔, 泄水孔直径75mm, 水平间距3.0m, 并采用土工布或滤网进行包扎。

3.2.4 截(排)水沟工程

在削方整形后坡脚挡土墙外侧、斜坡顶部及坡中间等部位设置截(排)水沟, 排水沟采用矩形, 排水沟尺寸为0.5×0.6m、0.3×0.4m。截(排)水沟采用钢筋混凝土结构。

3.2.5 坡面绿化工程

根据采石场现状地形及削坡整形后地形, 绿化工程主要包括陆地铠甲生态修复、高次团粒喷播、覆土绿化三种绿化方式。其中陆地铠甲生态修复用于岩质边坡绿化、高次团粒喷播用于废渣堆边坡绿化、覆土绿化用于马道封边墙及挡土墙后侧绿化。

陆地铠甲生态修复主要是利用人工制造出具有优异性能的铠甲催化保墒层(称之为“生物温床”), 主要工艺包括坡面整形-铺设生物基质垫-龙骨结构安装-专用设备改良生物基质土壤-高压筑浆催化保墒层+种子-种子配置-封边墙。

高次团粒喷播主要采用经特殊生产工艺制成的客土材料, 加入植物的种子, 并添加许多必要的其他材料, 通过喷播、机械或人工作业的方式制成最适于植物生长的土壤培养基。主要工艺包括坡面整形-铺网、钉网-喷射基质及种子-养护管理-封边墙。

覆土绿化主要沿边坡削方预留马道以及各挡土墙内侧进行布置, 马道上布设一道封边墙, 高0.5m, 宽0.15m, 采用C20混凝土浇筑, 其内设置钢筋网, 纵筋为HRB335Φ16, 间距500, 横筋为Φ8, 设置一排, 纵筋插入完整基岩深度不小于0.4m。封边墙外边线距离边坡1.8m。适应性植物物种选择是植物辅助修复技术的基础, 选择能够适应废弃矿山土壤条件的植物, 如耐盐碱、耐酸碱、耐干旱等特性^[3]。按照当地生物生长习性栽植常绿灌木、藤类植物及草本植物, 灌木以高杆女贞、红叶石楠为主, 藤本植物沿封边墙外侧栽植常春藤(多年生), 株距0.5m, 台阶内侧栽植爬山虎(多年生), 株距0.5m。草本植物主要播撒狗牙根、百喜草、金鸡菊等。

3.2.6 园林绿化工程

对陈打豹建材厂进行削(清)方、坡面整形、场地平整, 设置挡土墙和截(排)水沟, 并进行坡面绿化后, 在采矿遗留窑炉的基

础上建设矿山历史文化走廊, 景观区内各平台均进行覆土绿化, 覆土厚度不小于1m。绿化植物选择乔木、灌木和草本植物, 在树种、草种选择上综合考虑观赏性和积极性, 并适宜当地生长。园区顶部平台设置一条青石板主干路和多条支路, 主干路宽5m, 支路宽2m, 互相通联。园区北侧边坡设置六条“之”字型上山步道, 采用人工凿岩方式施工, 步道外侧设置混凝土仿生栏杆。窑炉外侧修建护栏, 护栏采用青砖砌筑, 高1.1m; 园区顶部平台外侧(南北两侧)设置汉白玉栏杆, 高1.1m。对破损窑炉进行修补, 修补按照窑炉原材料、规格进行修复。结合地方规划, 设置停车场及公厕。

3.2.7 监测工程

为了确保施工期间安全和检验治理效果, 在施工期以及治理工作施工完工后若干年内对治理工程区岩土体的变形及其相关因素进行监测是必要的。

效果监测对象主要是对治理后的边坡(包括岩质边坡、废渣堆边坡)稳定性、挡土墙等结构稳定性以及窑炉稳定性进行监测。主要采用大地形变人工监测、视频监控、无人机航拍监测、宏观巡视监测方法, 监测周期为竣工初验后一个水文年。

4 结论

根据研究区内地质环境背景条件及存在的地质环境问题, 将矿山生态修复与景观文化建设有机结合, 采用了边坡治理工程、园林景观绿化工程、监测预警工程等综合治理措施消除或减轻主要地质灾害隐患, 恢复了生态环境, 增添了旅游资源, 社会效益、生态效益显著。

[参考文献]

- [1]徐冬冬, 吴华, 刘安富. 废弃砂石矿山生态修复治理措施[J]. 有色冶金节能, 2022, 38(6): 59-62.
- [2]李万增. 浅谈废弃矿山生态修复项目设计中需要注意的几个问题[J]. 河北地质大学学报, 2023, 46(3): 34-38.
- [3]杨黎明. 废弃露天矿山生态修复技术的实践应用[J]. 世界有色金属, 2022, (13): 202-204.

作者简介:

贾雪娇(1990--), 女, 汉族, 湖北荆门人, 硕士研究生, 工程师, 研究方向: 水工环地质。