

马鞍山市向山地区生态环境治理问题研究

董红静, 张俊, 汤禹, 王旭, 陈敏敏

皖江工学院, 安徽 马鞍山

收稿日期: 2021年11月24日; 录用日期: 2021年12月10日; 发布日期: 2021年12月20日

摘要

素有“马钢粮仓”之称的向山镇曾是马鞍山市重要的东大门, 为马鞍山经济发展做出巨大贡献, 由于向山的过度开采, 引发了大量的生态环境问题。现部分向山矿区已停止开采活动, 进行生态环境的修复。本文就对向山矿山开采引发的矿山地质灾害、土地资源问题、空气污染等环境问题进行分析并提供理论依据, 期望本文能为向山地区矿山的可持续发展提供参考和借鉴。

关键词

矿山地质灾害, 生态环境治理, 马鞍山市

Research on the Problems of Ecological Environment Management in Xiangshan Area, Ma'anshan City

Hongjing Dong, Jun Zhang, Yu Tang, Xu Wang, Minmin Chen

Wanjiang University of Technology, Ma'anshan Anhui

Received: Nov. 24th, 2021; accepted: Dec. 10th, 2021; published: Dec. 20th, 2021

Abstract

Xiangshan town, called “Ma Steel Granary”, which made sacrifices to the development of Ma'anshan's economy, is the important east grate of Ma'anshan city at one time. Due to mining, Xiangshan town suffered the plight of ecological environment. In recent years, partial Xiangshan mines transform the restoration of ecological environment from exploitation. Through analyzing the consequences of geological hazards, land source government, air pollution and other problems resulted from the excessive exploitation, this paper provides the theoretical basis which expected to be referred to the sustainable development of Xiangshan mines.

Keywords

Mine Geological Disasters, Ecological Environment Management, Ma'anshan City

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

马鞍山是全国重要的钢铁基地之一，改革开放以来，马鞍山市作为典型的资源型城镇用生态环境为代价换取了经济的发展。大规模的开采、开采方式的不规范、开采机器落后、以及企业管理不规范等错误导致矿山生态环境薄弱，地质灾害严重，不仅留下了山体裸露、固体尾矿的堆放土地资源浪费，还有大气污染和水体污染等很多生态欠账，大量废弃的矿山、生产设备、厂房和老旧小区等严重危害了居民的生活安全且阻碍了马鞍山市的经济发展。在“长三角一体化发展”背景下，马鞍山正积极融入南京都市圈，因此，马鞍山市正抢抓机遇，坚持生态文明建设作为统筹推进“五位一体”总体布局和协调推进“四个全面”战略布局的重要内容，把马鞍山市建设为长江三角洲的重要门户。

近年来，在区委区政府的领导下，向山镇项目带动、矿镇联动，推进生态环境修复工作，治理向硫矿矿山废弃地环境问题，治理面积约 542.5 亩，拆除原向硫矿遗留厂房 7800 m³，搬迁安置住户 84 户。全力推进洋河水系整治及雨污管网改造工程，治理石马、南庄两村受南山矿总尾矿库尾砂运输管西侧受尾砂影响的土地，实现 54.2 公顷土地全面复耕，清除淤沙约 10 万方，建设农村道路 3.53 公里，沟渠 4.54 公顷，坑塘水面 2.72 公顷。落星坝头原固废堆场，设置混凝土防渗墙，修筑导、排水沟，实现雨污分流，修筑渗沥液导流沟和收集池，防止渗沥液扩散，覆土绿化等。但是，在矿山地区滑坡监测方面，没有建立起有效完备的监测系统，后续需要进一步改进。

2. 区域概况

向山镇是我市硫、铁、绿松石等矿产资源富集区，矿石储量大、埋藏浅、品位高，是马钢南山矿业公司最主要的矿场。向山镇位于马鞍山市东郊，东与江苏省江宁县接壤，南与当涂县相邻，西接马鞍山市区，北邻霍里和濮塘，地理情况比较复杂。向山镇雨量充沛，气候湿润，四季分明。年平均气温 15.97℃，年降水量 1011.4 mm。以六、七两个月降雨最多。全年无霜期约 240 天。自然条件十分优越，宜于发展农业生产。向山地区是高低起伏的丘陵。矿区由于大规模机械化露天开采，原有地貌、地形已发生较大改变。向山周围岗峦起伏，附近的大黄山海拔 221 m，其余山岗均在 200 m 以下。向山镇街道地区属一类用地，地质条件好，镇域范围内，除了开采区、隐伏区(地下有矿藏)和洋河两岸地质条件较差外，其它地区地质条件均较好。向山镇域内，洋河、采石河从境内穿流而过，由东向西流向长江。地下水较为丰富，水位随季节的变化而变化，变动幅度约在 0.2~0.5m 之间，其总体流向是由地势高的东部流向地势低的西部。向山地区的主要矿产资源为铁矿，铁矿主要为磁、赤铁矿，矿床品位为 20%~50%左右，少数达 60%，凹山铁矿在全国八大露天矿中精矿品位居前 3 名。

3. 马鞍山矿山地质环境现状

主要采用遥感解析法。本次遥感解译工作以地理空间技术云 Landsat 8 OLI_TIR 影像数据，经 RGB432

真色彩合成的雨山区遥感影像(图 1), 对合成影像采取室内目视解译源(图 2), 并对初步解译资料进行野外调查和现场验证, 再进行详细解译, 以此来补充和修正初步解译成果, 最终形成遥感解译成果图(图 3)。

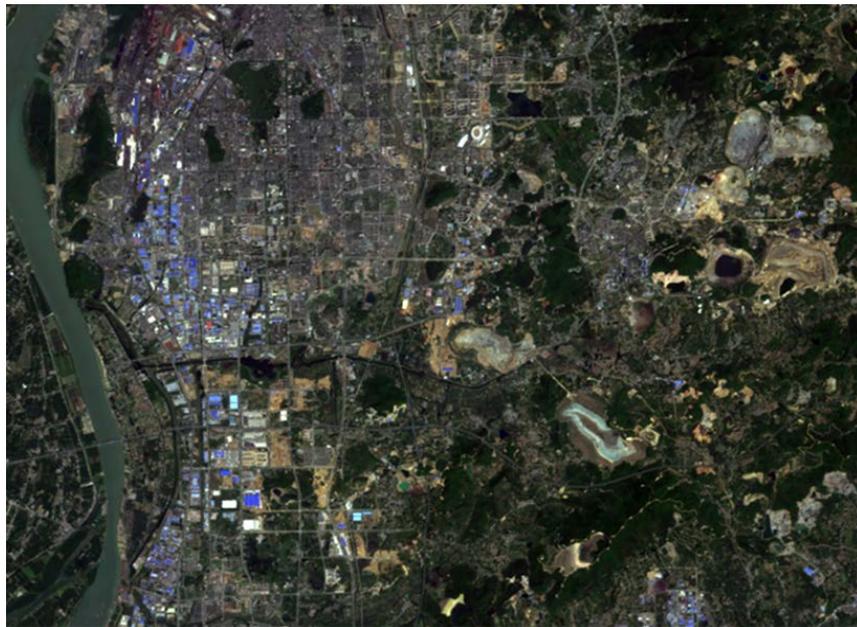


Figure 1. Landsat8 remote sensing image of Yushan District synthesized by RGB432 true color (photographed time 2018-04-19)

图 1. RGB432 彩色合成的雨山区 Landsat8 遥感影像(拍摄时间 2018-04-19)



(1) 铁矿开采区



(2) 固体废弃物



(3) 废弃采坑



(4) 排土场



(5) 尾矿库



(6) 非金属开采面

Figure 2. Interpretation of typical features in mining area

图 2. 矿区典型地物解译

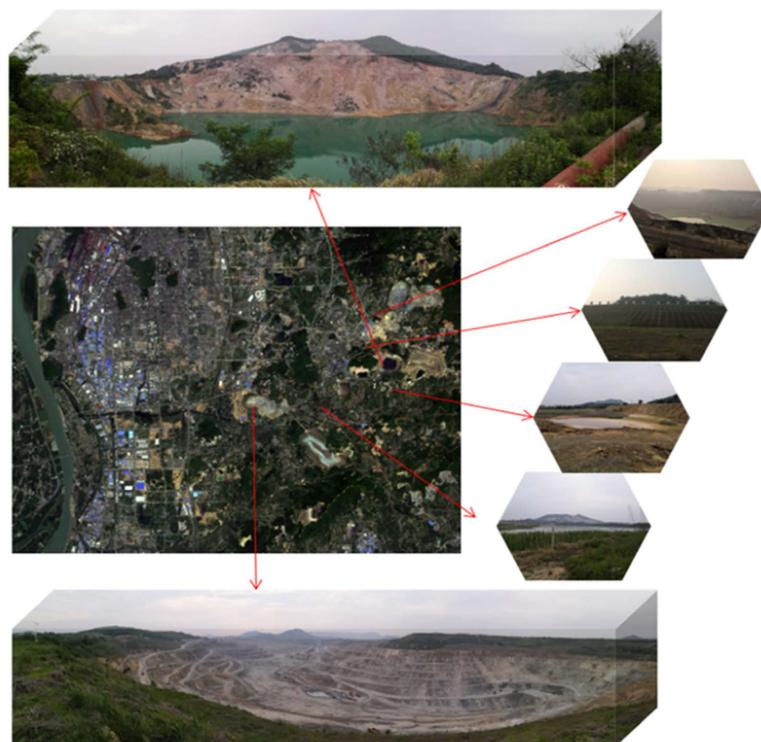


Figure 3. Remote sensing interpretation results in Xiangshan area
图 3. 向山地区遥感解译成果

4. 向山地区生态环境存在的问题

向山地区与全国大多数矿区相似，向山地区由于矿山前期开采机器简陋、生产力落后、可持续发展意识淡薄、企业管理不规范、村民私自开采等因素，导致向山的矿多为露天矿，铁矿的开采使大面积的植被受到破坏，现在采矿的工艺对洋河水体的污染，对大气的污染都很严重，一些小型企业遗留的闭坑矿山没有及时按照现行标准进行生态修复，给生态环境遗留下一定的危害。

4.1. 矿山地质灾害

矿山地质灾害是指由于自然地质作用和人为地质作用使矿山生态地质环境恶化，并造成人类生命财产损失或人类赖以生存的资源、环境严重破坏的灾害事件。过度地开采和不规范的管理制度，导致向山地区的地质环境遭遇严重破坏。通过调研，向山地区主要的矿山地质灾害及隐患主要有冒顶片帮、矿震、地面塌陷、矿井突水、崩塌、滑坡、泥石流等。

4.1.1. 冒顶片帮

冒顶片帮是地下开采空间顶板和边帮岩石冒落、崩塌，是矿山开采导致的最直接的地质灾害。冒顶片帮常常无明显前兆特征，具突发性，发生频度高，难以防范，是矿山生产安全的主要危害[1]。

4.1.2. 矿震

矿震是开采矿山直接诱发的地震现象，矿震的震源浅，危害大，小震级的地震就会导致地表的严重破坏。大的矿震灾害对矿山来说可能是毁灭性的，甚至会诱发区域性地震。

4.1.3. 采空区地面塌陷与地裂缝

露天开采过程中存在严重的地面变形、地面沉降等问题，容易引起较为严重后果[2]。侯恩科[3]认为

采煤诱发的地裂缝是露天矿区最为常见的一种土地破坏形式，也是矿区土地复垦、生态环境修复所直面的一种常见地质灾害类型，地裂缝的产生往往引起煤矿附近农田和居民住宅的损坏，从而引发各种社会矛盾，因此应该重点考虑[4]。地裂缝如图4所示，是一个十分复杂的物理、力学变化过程。煤层开采后，有的采空区立即放顶冒落，有的采空区主要依靠煤柱和支撑柱维持围岩稳定。但由于在岩体内部形成一个空洞，使其天然应力平衡状态受到破坏，产生局部的应力集中。当采空区面积较大、围岩强度不足以抵抗上覆岩土体重力时，顶板岩层内部形成的拉张力超过岩层抗拉强度极限时产生向下的弯曲和移动，进而发生断裂、破碎并相继冒落，随着采掘工作面的向前推进，受影响的岩层范围不断扩大，采空区顶板在应力作用下不断发生变形、断裂、位移和冒落，自下而上出现冒落带、裂隙带和下沉带，导致在地表形成塌陷盆地[5]。



Figure 4. Ground fissures developed on the west side of Nanshan mine stope
图4. 南山矿采场西侧山体发育的地裂缝

4.1.4. 边坡稳定性问题

边坡失稳的最典型方式是滑坡，露采场边坡的滑动力大于岩土体的抗滑力时就会导致滑坡的发生，边坡岩土体的抗剪强度决定了抗滑力的大小[6]。滑坡是发生频率最高，对露天矿山安全影响最大的灾害。边坡角的合理选择，对采矿安全和经济效益具有重要意义。影响边坡稳定性因素主要有地质构造，岩土体物理力学性质，水文，地形地貌，气候，风化和凿岩爆破方式有关。由于各个矿山边坡条件不一，在顾及经济合理的情况下，所选用的边坡角未必能符合地质实际。据研究某大型边坡矿山角差一度，废面剥离量相差约 2000 万 m^3 ，总费用相差约 1.2 亿元。

4.2. 大气污染

向山地区的铁矿采用露天开采，采用钻机和爆破的方式使得大量的岩体粉尘进入大气环境，使得 $\text{PM}_{2.5}$ 增多，可见度低。以及在矿石运输过程中，矿石暴露于空气中，发生氧化反应，释放的二氧化硫气体[7]等有害气体进入大气，对区域的大气环境造成严重污染。

4.3. 水资源破坏

为了保证矿山开采，必须对进入井巷内的地下水或威胁井巷的含水层的地下水进行疏干排水，从而使矿区附近的浅层地下水被疏干，附近的地表水也因排水或河流的人工改道而被疏干。不仅造成大量地下水的浪费还造成区域地下水水位下降，引发地面沉降[8]，使矿区水文地质环境遭到破坏。

4.4. 土地资源破坏

向山开发占用了大量的土地资源，开山整地、构筑交通网、工业民用厂房等，向山地区露天采矿剥离地表覆盖层，同时还有大量的废矿石排放，这也是采矿业普遍存在的现象。向山的土地破坏在一定程度上影响了矿区的生态平衡，植物、土壤及其中微生物也都更着被消灭，地表丧失了稳定性[9]，会导致严重的水土流失，乃至造成泥石流和滑坡事故。

5. 向山地区矿山生态环境治理研究

为切实加强向山地区生态环境治理，必须坚决贯彻落实习近平生态文明思想，坚持科学发展观，绿色科学地统筹规划，将向山地区向绿色地区发展。加快绿色可持续矿山建设，重点治理污染问题和地质灾害，根据因地制宜合理规划土地资源。

5.1. 自然历史分析法

在矿山地质勘探阶段应查明矿区环境地质条件，作出现状评价，预测开发过程中和开发后可能产生的环境问题，提出防治对策建议，为矿山环境做定性评价、矿山地质灾害评估、编制建设项目可行性研究报告与设计提供基础资料和科学依据。

5.2. 数学力学分析法

在自然历史分析法基础上，对向山矿山的动力地质现象，根据所确定的边界条件和计算参数，对地质条件适当简化，建立对应地质模型，概化为力学、数学模型，将边界条件带入进行定量计算。例如李巧玲[10]认为通过理论分析研究边坡稳定性，根据分析结果对边坡角进行优化可以有效的计算出边坡处于极限平衡时的应力值，从而为预防边坡失稳提供可靠的依据。

5.3. 模型模拟试验法

可以利用模型模拟试验法揭示矿山地质灾害的形成机制和发展演化，以便我对矿山地质灾害做出确切的评价。例如：利用地表水和地下水的渗流试验模型，模拟地区的降落漏斗[5]。

5.4. 矿山治理类比法

为进一步归纳总结资源型城市生态环境治理经验，在向山矿区生态环境治理中借鉴与向山生态环境大致相同的已经成功转型的矿区治理评价经验(表 1)。

Table 1. Comparative analysis of eco-environmental governance of typical resource-based cities at home and abroad

表 1. 国内外典型资源型城市生态环境治理对比分析

城市	转型(治理)方向	主要接替产业	治理成效	历时
法国 Biville	生态退化严重的工业场地新景观结构场地	新兴工业；工业旅游产业	保留原始自然状态	10 余年
美国休斯敦	石油之城→太空城	航空、医疗等高新技术产业；金融和商业等高端服务业	环保评比第一	近 20 年
江苏徐州	“基本农田再造、采煤塌陷地复垦，生态环境修复，湿地景观建设”四位一体综合整治	煤电、高端装备与智能制造、新能源、集成电路与 ICT、生物医药和大健康等	“一城煤灰半城土”→“一城青山半城湖	10 余年
安徽铜陵	矿山环境治理向源头延伸	铜、化工、电子信息、先进装备、新材料、节能环保等	废弃矿山“变身”城市公园	10 余年

6. 矿山地质生态环境治理建议

矿产开发成本的提高,反过来可促进矿山环保技术的革新和科技进步,这不仅有利于矿山地质环境的恢复,还可使发展环保技术的矿山盈利。矿山地质环境恢复治理的程度,是衡量一个地区发达程度的标志。只有把矿山地质环境问题作为经济要素来实施,矿业才是地区经济可持续发展的表征,才有益于社会获益于人民监测的主要内容包括地面变形检测、地下水监测和斜坡稳定性监测等[2]。

6.1. 加强地质环境的监测

建立矿山生态环境监测及预警系统。加强对采矿活动引起的环境污染和地质灾害的监测及预报,及时采取有效防范措施。研究结果显示经过 Landsat8 遥感系统可分析出目标地区 NDVI,该遥感指标能较好区分矿山恢复治理区与正常耕作区作物及其生长状态差异。整体表现为,正常耕作区像元遥感指标值振幅区间相对收敛,而恢复治理区作物像元各遥感指标值振幅区间则比较发散能较好地识别恢复治理区植被及其生长状况,与前人得出的 NDVI 能可靠评估植被健康的结论一致[11]。

6.1.1. 地下水监测

在工矿企业较集中地段和人口密集的区域对地表水造成的污染相对比较大。虽然第四系的冲积地层上有一层粘土覆盖,可是随着城市的发展和地下水开采利用的进一步发展,当地表水的污染物渗入下部的砂砾卵石含水层时,其污染的后果就比较严重,治理也很困难。为了保障重要城市应对自然灾害、水环境污染等突发事件下的水源危机,防患未然,急需做好地下水污染防治和应急水源地的勘查评价工作。因此建立完善地下水跟踪监测计划。在矿山闭矿阶段建立完善的地下水跟踪监测计划,明确监测项目、监测点位、监测频次等,以便于关闭后及时掌握地下水环境动态信息[12]。

6.1.2. 斜坡稳定性监测

许多已经关闭的露天采矿场,经过长期开采形成规模不一的边坡,由于开采技术、条件等使裸露的岩石裂隙发育,遭受风化剥蚀,岩体破碎严重,发生动力变质作用;并且长期受长江三角洲梅雨季节的雨水冲刷,斜坡稳定性较差,不及时治理会发生严重滑坡灾害造成重大经济损失。所以建立斜坡预警系统是必要的,预警系统主要包括:固定式自动监测测斜仪、传感器、GPS 自动监测系统、电缆、终端接收系统等[13],建立 GPS 实时在线监测系统,对露天边坡实现监测数据全天候、实时传输,采用 GPS 卫星自动化监测模式,通过对 GPS 实时监测数据分析,提前预警预报边坡变形发展过程,为预测边坡滑移和避免地质灾害发生提供了参考决策依据[14]。

6.2. 注重矿山“三废”的综合利用

逐步实行尾矿、矸石及矿坑排水纳入水资源管理系统,向山可以通过改变排水方式,改井下集中卧泵排水为地面井直接排水,把矿坑疏干排水与解决供水资源结合起来。这样既减少了污染,又解决了供水水源;还应努力提高选矿厂用水的复用率,尽量减少排放量;对洗选后的尾矿,应进一步提取有用矿物和元素加以利用,提高经济效益。对矿山矸石应作为巷道、露天采场的充填物利用,或用来制作建筑材料,以尽量减少地面堆放,避免污染环境[15]。

7. 结语

对于向山地区生态环境,需要从根源上彻底改善向山地质环境和人类活动的矛盾。建议如下:

- 1) 加强新建矿山审批管理制度,防止产生新的生态破坏和环境污染。
- 2) 加强新建矿山审批管理制度。对不符合建设条件和对生态环境破坏严重,又无条件采取有效防治措施的拟建矿山,建议实行“环保一票否决制”;限制在地质灾害易发区开采矿产资源,禁止在地质灾

害危险区、自然保护区等区域开采矿产资源；限制改扩建含硫量大于 1.5% 的煤矿，禁止新建含硫量大于 3% 的煤矿。

3) 加强矿山地质灾害评估和环境影响评价制度，制定生态环境恢复治理方案。新建、改扩建矿山应严格执行矿山建设用地地质灾害危险性评估和环境影响评价制度。开发利用方案中必须有水土保持、环境治理达标、矿山生态恢复和重建的实施措施。

综上所述，矿产资源是工业化发展的命脉，所以矿山的可持续发展尤为重要。绿色生态不仅是矿山可持续发展的基础，也是人们美好生活需要。矿山生态的修复需要各方面综合治理，要坚持以人为本、可持续发展的理念。在矿山地质灾害的治理上，还要注意生态环境的监测。

基金项目

安徽省高校学科(专业)拔尖人才学术资助项目(编号 gxbjZD2020100)、安徽省高校优秀人才支持计划项目(编号 gxyq2019151)、安徽省大学生创新创业训练计划项目(编号 202014203098)。

参考文献

- [1] 潘懋, 李铁峰. 环境地质学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2003.
- [2] 陈循, 祝愿. 浅谈马鞍山市主要环境地质问题及防治措施[J]. 广东科技, 2012, 21(17): 146-147.
- [3] 侯恩科, 谢晓深, 等. 羊场湾煤矿采动地裂缝发育特征及规律研究[J]. 采矿与岩层控制工程学报, 2020, 2(3): 1-8.
- [4] 刘恒材, 黄河, 帅博文, 等. 露天煤矿地质灾害防治研究进展[J]. 矿山工程, 2020, 8(3): 311-316
- [5] 楚波, 郭倩. 谈地下水模型[J]. 环境与发展, 2016, 28(1): 102-103.
- [6] 杨清. 海州露天矿地质灾害隐患监测研究[D]: [硕士学位论文]. 阜新: 辽宁工程技术大学, 2012.
- [7] 周勇. 矿山开采环境污染因素及其治理措施研究[J]. 中国金属通报, 2018(12): 192-193.
- [8] 司志远. 矿山开采对地下水环境污染的影响分析[J]. 世界有色金属, 2020(11): 205-206.
- [9] 叶立新. 大型矿山土地污染生态系统修复策略及资源化利用研究[J]. 世界有色金属, 2019(24): 248, 250.
- [10] 李巧玲, 夏冬. 白砾滩露天煤矿东帮顺层边坡稳定性分析与边坡角优化[J]. 采矿技术, 2020, 20(1): 83-86.
- [11] Yang, J., Weisberg, P.J. and Bristow, N.A. (2012) Landsat Remote Sensing Approaches for Monitoring Long-Term Tree Cover Dynamics in Semi-Arid Woodlands: Comparison of Vegetation Indices and Spectral Mixture Analysis. *Remote Sensing of Environment*, **119**, 62-71.
- [12] 原杰辉. 山西省废弃矿山地下水污染影响与防治[J]. 山西冶金, 2018, 41(4): 68-70.
- [13] 王相人. IBIS-M 边坡监测预警系统在哈尔乌素露天煤矿的应用[J]. 露天采矿技术, 2018, 33(4): 71-74.
- [14] 李爱陈, 池恩安, 马建军, 钟冬望. GPS 实时监测系统在露天边坡变形监测中的应用[J]. 采矿技术, 2020, 20(1): 140-144.
- [15] 刘小龙. 我国矿山尾矿资源综合利用现状及对策[J]. 科技创新导报, 2019, 16(30): 100, 102.