

碳中和目标背景下鸡西市矿区生态修复路径选择

赵予熙^{1,2}

¹中国科学院大学, 北京

²中国科学院东北地理与农业生态研究所, 吉林 长春

收稿日期: 2022年4月25日; 录用日期: 2022年5月24日; 发布日期: 2022年5月31日

摘要

本文分析研究了“双碳”目标下黑龙江省鸡西市煤炭产业发展现状, 矿山生态环境污染状况, 对矿区自然环境、农业生产和碳中和的影响。提出通过矿山差异化路径、污染源具体路径和创新生态修复机制路径选择的理念, 进行鸡西市矿山生态修复的思路。最后阐明了鸡西市矿山生态修复对碳中和以及当地经济社会发展的积极作用。

关键词

碳中和, 鸡西市, 矿山生态修复, 路径选择

Path Selection of Ecological Restoration in Mining Area under the Background of Carbon Neutralization Goal in Jixi City of China

Yuxi Zhao^{1,2}

¹University of Chinese Academy of Sciences, Beijing

²Northeast Institute of Geography and Agroecology, Chinese Academy of Sciences, Changchun Jilin

Received: Apr. 25th, 2022; accepted: May 24th, 2022; published: May 31st, 2022

Abstract

In this paper, the development status of coal industry in Jixi City, Heilongjiang Province, and the

pollution of mine ecological environment under the goal of “double carbon” are analyzed and studied, and their influences on the natural environment, agricultural production and carbon neutrality in the mining area are also analyzed. This paper puts forward the idea of mine ecological restoration in Jixi city through the route selection of mine differentiation, specific route of pollution sources and innovative ecological restoration mechanism. Finally, the positive effect of ecological restoration of mines in Jixi city on carbon neutrality and local economic and social development is expounded.

Keywords

Carbon Neutralization, Jixi City, Mine Ecological Restoration, Path Selection

Copyright © 2022 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

党的十八大以来,我国将生态文明建设纳入“五位一体”总体布局,倡导构建人类命运共同体、建设清洁美丽世界,开展了一系列根本性、开创性工作,推动生态环境保护修复和应对气候变化工作取得了突破性进展。2020年9月,国家主席习近平在第七十五届联合国大会上宣布,我国二氧化碳排放力争2030年前达到峰值,努力争取2060年前实现碳中和[1]。习主席在2020年12月的气候雄心峰会上宣布,到2030年,中国单位国内生产总值二氧化碳排放将比2005年下降65%以上,非化石能源占一次能源消费比重将达到25%左右,森林蓄积量将比2005年增加60亿立方米,风电、太阳能发电总装机容量将达到12亿千瓦以上[2]。

实现碳中和已上升到国家战略层面,碳中和是国家提出的一个顶层目标,落实到实际的产业层面,将会给传统的高耗能企业转型和新能源及绿色产业带来巨大的发展机遇,同时从一定程度上极大地推动环境保护与生态修复。推进碳中和,对我国现代化建设、对全球气候治理、对人类命运共同体建设,都具有极其重要的理论与实践意义。

矿产资源开发导致原有耕地、林地、草地等高碳汇型用地转为矿坑、工业场地、排土场等碳源型用地,造成区域固碳能力的损失。传统采矿过程会对土壤物理、化学、生物特性有不同程度影响,致使土壤质地变化(如微生物、有机质含量变化)导致土壤碳汇降低甚至丧失;矿区“剥离-开采-运输-排弃-复垦”过程中碳排放分为直接和间接碳排放,直接碳排放包括:化石能源使用(柴油和汽油的使用)、炸药碳使用、煤层气逸散、原煤和煤矸石非受控自燃;间接碳排放指电力消耗属于其他公司拥有或控制的碳排放源。

传统煤矿开采不仅造成了地表植被破坏、土壤质地变化,而且导致碳损失,在开采与选洗过程中直接和间接的导致了碳的大量排放,而通过科学的矿山生态修复可较大程度改善土壤质地、增加植被覆盖率,提高减排增汇水平,实现“低碳源、高碳汇、高效益”的发展状态,有效助力碳中和的实现。

2. 鸡西市煤炭产业概况

2.1. 鸡西市煤炭开采历史

黑龙江省鸡西市鸡西矿区范围总面积1925.91 km²,西南部约26.8 km²位于牡丹江市穆棱市境内。矿

区范围行政区划分别隶属于鸡西市梨树区、麻山区、恒山区、滴道区、鸡冠区、城子河区、鸡东县、密山市，以及牡丹江市穆棱市管辖。

鸡西市煤炭资源储量十分丰富，约占黑龙江省煤炭资源的 30%，已有 115 年的开采历史。早在元代就有女真人使用煤炭的记录。1896 年勘探发现穆棱煤田，1906 年在穆棱河北岸发现煤炭后，陆续有南洋华侨、俄罗斯商人和日本商人勘探开采煤炭，1918 年成立第一座正是煤矿——密西煤矿公司，1923 年成立第一家中外合资企业——穆棱煤矿公司。日本侵略东北后，在鸡西实行掠夺性开采，对煤炭资源造成严重破坏。解放后，新中国在 1948 年成立了鸡西矿务局[3]。

2.2. 鸡西市煤炭产业概况

鸡西煤炭矿区内总计资源量为 62.68 亿吨，其中探明资源量为 8.92 亿吨、控制资源量为 18.14 亿吨、推断资源量为 35.62 亿吨。1949~1952 年期间，年产量已达到 250 万吨。1953~1957 年“一五”期间，共生产原煤 2170 万吨。1958~1978 年的 20 年间，形成了 12 个矿生产的矿区布局。20 世纪末，由于资源萎缩，部分矿井被关闭破产。

黑龙江龙煤鸡西矿业有限责任公司现有生产矿井 10 处，其中大中型矿井 7 处，小型矿井 3 处。关闭退出矿井 5 处。2019 年产量为 1180 万吨，2020 年产量 1200 万吨。鸡西市煤炭储量可以满足各个产业项目 150 年以上的使用需求。到“十四五”末，全市煤炭产能将由现在的每年 1200 万吨提高到 4000 万吨，通过机械化、自动化、信息化、智能化生产，全部转化为安全优质产能。煤炭产业产值将达到 300 亿元以上，实现税收 45 亿元以上，比“十三五”末翻两番[4]。

3. 鸡西矿区生态环境问题

3.1. 鸡西矿区污染生态环境来源

选煤厂污染。选煤厂污染来源于煤尘、噪声、药剂、煤泥水和矸石等污染。鸡西矿区国有煤矿现有选煤厂 8 座，均为矿井型炼焦煤选煤厂，年处理原煤能力 1740 万吨。鸡西矿区现有市属地方选煤厂 48 座，其中鸡冠区 3 座，城子河区 5 座，滴道区 11 座，恒山区 20 座，鸡东县 7 座，梨树区和密山市各 1 座，总设计年入洗能力 4490 万吨。

采空区沉降塌陷。鸡西矿区范围及周边矿井经过 100 多年的开采，形成地表采空区面积达 376.17 km²，每年大约新增采空区 4~5 km²，最大下沉值为 6.8 m。

沉陷区移动开裂。鸡西市采煤沉陷区共包括七个采煤沉陷区，其中有两个重点采煤沉陷区，即恒山采煤沉陷区与城子河区采煤沉陷区；四个一般采煤沉陷区，即滴道区采煤沉陷区、梨树区采煤沉陷区、鸡冠区采煤沉陷区及鸡东县采煤沉陷区；一个历史遗留沉陷区，即麻山区采煤沉陷区。涉及沉陷区共包括鸡西市现有 15 个矿区总面积共计 540.92 km²，受沉陷影响的居民 33,376 户，人口 7.8 万人，影响居民住宅建筑面积 279.42 万 m²。

采矿废石堆存。鸡西历史上煤矸石等废石堆积 1 亿吨左右，占用土地和污染环境的问题非常突出。

3.2. 鸡西矿区污染对生态环境的影响

3.2.1. 矿区污染对自然生态环境的影响

煤矸石对生态环境的影响。根据相关机构现场调查，目前鸡西矿区现有矸石山已经具有自燃现象。煤层及矸石堆自燃易造成火灾，同时散发大量二氧化硫气体，造成周边大气二氧化硫浓度增高，给大气造成严重污染，造成矿区附近生态环境恶化，对矿区周围农牧业生产带来严重影响[5]。

沉陷区对生态环境的影响。首采区地表沉陷，导致土地利用类型发生变化，耕地生产力受到一定程

度影响,林地、灌丛和草地的面积也因积水区存在面积减少。全采区地表沉陷深度增加,永久性积水区面积大幅增加,农田、林地、灌丛、草地类型转变为积水区,水域面积有所增加,积水区周围的植被的生长受到一定程度影响。采煤沉陷给生活在沉陷区的居民造成生产、生活上的不便,还有精神压力和对生命的威胁,也严重制约了当地经济社会发展。

堆积物占地对生态环境的影响。煤炭和废石等堆积物涉及平整场地、开挖地表,直接完全破坏施工区域内地表植被和一定程度破坏施工区域一定范围内植被;施工机械、材料运输、施工人员践踏、临时占地、弃土、弃渣等也造成一定区域内的植被破坏和水土流失。

矿区开采对植被的影响。露天煤矿开采形成的地表挖损、排土场占地、地表沉陷对植被的影响具有长期性;采煤沉陷造成地下水水位抬升,沉陷区土壤水分发生变化,进而导致沉陷区植被类型发生变化,其发展趋势是农田植被向沼泽湿地植被过渡;塌陷区边缘局部地带植被,因土壤水分流失会有所衰退;矿区开采场、工业场地、道路等永久占地改变了区域景观结构,由单纯的自然农业生态景观转变为工业厂房、道路等人工景观,对植被造成不可逆的影响[6]。

矿区开采对野生动物的影响。矿区的开发对野生动物的影响主要表现改变土地利用方式,占用了野生动物的栖息生境,减少了原有野生动物的栖息与活动范围,迫使部分野生动物向外围迁徙。

3.2.2. 矿区污染对农业生产条件的影响

掘进开采发生的地面塌陷,引起近地面小气候、水、热、气等因素变化,对农业生产造成多方面的影响。一是常年性积水,耕地丧失生产能力;或季节性积水,严重影响种植;或地表耕地呈马鞍型起伏,影响耕作和无法灌溉。二是塌陷导致熟土层流失,可溶性物质及比较细小的土粒被带走,造成土层瘠薄,土壤肥力下降,抗旱耐涝特性降低,土地生产率降低。三是塌陷治理区域耕地质量下降,煤矸石、粉煤灰充填塌陷区,解决了占压土地问题,但也扩大了污染面,治理区耕地明涝暗渍,容易干旱,土壤瘠薄,缺磷少氮,耕性僵硬[7]。

3.2.3. 矿区污染对碳中和的影响

能源碳排放。矿产资源从开采、加工、运输和利用整个过程都会伴随能源消耗,消耗的能源种类包括电能以及汽油、柴油等化石燃料,这些能源在燃烧过程中都会产生大量的碳排放。此外,在煤矿开采过程中,煤和煤矸石在与空气接触时,会发生氧化自燃现象,燃烧过程亦会造成碳排放。

采掘工业碳排放。在以碳酸盐(如方解石矿石、碳酸钙等)为原材料的采掘工业产品利用过程中,煅烧和酸化过程会造成碳排放。例如:水泥、石灰、玻璃等的生产过程中,需要对碳酸盐原料进行煅烧,从而造成碳排放;在用硫酸对磷酸盐矿石进行酸化过程中,含有少量比例碳酸盐的矿石会产生碳排放[8]。

土地利用碳排放。矿产开采活动改变了矿区内的土地利用类型,由原来的耕地、林地、草地转变为矿坑、尾矿库、排土场等工业用地。对于耕地、林地、草地均含有丰富的生物量碳库、死有机物质碳库和土壤碳库。矿产开采活动破坏了土地原有的覆被,使矿区丧失生物量固碳能力,并且加速死有机物质和土壤碳库的分解速率,产生碳排放[9]。

温室气体散发排放。对于煤矿开采活动中,还存在煤层气溢散现象,煤层气中的 CH_4 是重要的温室气体,其温室效应是二氧化碳的25倍,对臭氧的破坏程度是二氧化碳的7倍,亦不容忽视[10]。

4. 碳中和背景下鸡西矿区生态修复路径

4.1. 按矿山寿命周期进行差异化路径选择

4.1.1. 关闭的矿山

一般情况下,关闭的矿山经营主体已经缺失,政府要牵头开展矿山生态环境治理工作,首先梳理关

闭矿山的数量、种类、生态危机程度，登记造册；其次因地制宜开展矿山生态环境综合治理工作，解决生态修复主体和资金渠道问题，可采取“谁治理、谁受益”原则，积极吸引民间投资进行治理，条件成熟的可申请国家和省矿山环境恢复治理项目资金。

4.1.2. 经营中的矿山

对生产经营中的矿山，通过缴存矿山生态环境恢复治理保障基金的方式，坚持“谁破坏、谁治理”“谁修复、谁受益”原则，按照“企业所有，政府监管，专款专用”原则，督促矿山企业按照规定缴存矿山环境恢复治理保障基金，按照要求编制矿山地质环境保护和综合治理方案，加大矿山生态环境恢复治理力度，促使矿山企业边生产、边保护、边恢复、边治理，最终实现矿区环境显著改善。

4.1.3. 改、扩、新建矿山

对改建、扩建、新建矿山，对矿山设立，在符合资源开发和利用规划的前提下，必须做好对每个新设矿山环境影响评价，编制矿山地质环境恢复治理方案，编制土地复垦方案，编制水土保持方案。要根据绿色矿山建设标准和条件严格矿山准入管理，要充分论证其对生态环境和地质环境的影响，采取有效的环境保护措施，避免和减轻矿山开采对大气、水资源、耕地、草原、森林等生态系统的不利影响和破坏程度。

4.2. 按生态环境污染源头进行具体路径选择

4.2.1. 矿山地表生态修复

表层剥离土处置及再利用。表层剥离土应存放在临时堆土场，并做好水土流失防护，用于矿山生态修复的复垦和植被恢复。

梯级开采的边坡保护与整治。根据地质环境评价结果进行表破稳定与加固，清除松动岩体、削减陡坡、系统锚固。

勘察表土壤和生态环境条件，确定植被种类和种植方法；提高土壤活性，增加土壤有机质，修复土壤微生物和土壤动物，促进植物营养循环。

土地恢复和植被生态修复。通过工程技术措施修复矿山开发导致被破坏和退化的土地，达到复垦、造田和造林的目标。

4.2.2. 矿山灾害和废弃物生态处置

矿渣、矸石、围岩杂石处置及再利用。矿区各煤矿对开采煤层及矸石堆置实施洒水、覆土、分层堆置、压实的措施，隔绝空气，以防止煤层及矸石堆自燃污染大气环境。煤矸石等废弃石料综合利用可采取因地制宜的原则，煤矸石可用作发电、制作空心砖、装饰瓦及水泥等建材品或者复垦回填、铺路、充填井下等。

尾矿渣、矿泥等尾矿废弃物生态利用。按绿色矿山标准集中利用尾矿渣、废石等废弃物，利用浮选法等新技术回收钴镍铜等金属材料，湿式磁选法提取钙、镁、硅等氧化物用作土壤改良剂，还可以生产陶瓷地板、墙壁瓷砖等建筑材料。

已发生和潜在地质灾害的防治。采空区造成的地面塌陷和裂缝可采取回填矿渣、灌注尾矿浆等方式，难以治理的大面积地面塌陷可划定矿山地质灾害监测研究区，对沉陷裂缝和水土流失严重的区域进行土地平整、水土流失防护、恢复植被。

4.2.3. 矿山水资源环境生态修复

地下水均衡保护与治理。矿山地下水污染途径主要是尾矿、废石、选矿排放污水和矿坑水，应建立

健全矿山地下水环境监测体系，加强地下水污染防治调查评估、污染预防、风险管控；建立矿山地下水污染信息档案，构建矿山地下水环境监测信息平台，加强矿山地下水污染源头预防和风险管控；推动地下水污染防治分区管理，落实尾矿库等防渗措施，强化地下水型饮用水水源补给区保护。

矿山工业废水处理及再利用。矿山工业废水一般含有较多岩粒、煤粉，呈酸性和高矿化度的特点。处理原则是采用国际或国内清洁生产工艺，强化矿区废水的综合使用效率，减少排水量，改善矿区水资源短缺及污染的状况。对矿井水进行有效处理后，可以作为周边企业用水，防止地下水过度开采。

4.3. 创新矿山生态修复机制路径选择

4.3.1. 以土地使用权激励生态修复

以土地使用权激励投资主体参与矿山生态修复。在符合国土空间规划要求前提下，以公开竞争方式将土地使用权一次性赋予矿山修复主体，由该主体负责前期生态修复和后期土地开发利用；也可由政府主导前期的矿山生态修复，通过公开竞争确定后期土地开发利用主体，赋予土地使用权。对农业用地，可采取赋予修复主体承包使用权的方式，修复后从事农林牧渔业生产活动。对修复的集体建设用地，可允许土地所有权人出让、租赁修复的土地，用于工业、商业等经营性活动。

4.3.2. 促进矿山存量建设用地指标流转

矿山废弃建设用地修复后作为耕地的，腾退的建设用地指标可在省内流转使用；废弃建设用地修复为其他农用地的，腾退的建设用地指标可用于修复主体在省内占用同类农用地；矿山企业自我修复的建设用地，可用于发展第三产业等经营性活动。

4.3.3. 灵活处理矿产资源

矿山生产和生态修复产生的废弃土石料可无偿用于生态修复工程，剩余的可由生态修复主体出售，取得的销售收入用于生态修复工程。

5. 结论

5.1. 鸡西市矿区生态修复的碳中和作用

鸡西市矿山生态修复对实现碳中和发挥着重要作用，修复后的耕地、林地、草地等生态系统结构和功能较之前相对完整，在固碳释氧、缓冲气候变化影响等方面能够发挥积极作用，可缓解已破坏的生态系统；矿山生态修复过程中，通过土地整治等工程能够有效提高修复区土壤质量，增加储碳潜力；将废弃的释放碳源的厂区等建筑物造成的建筑废弃地复垦利用，增加植被覆盖率，实现碳源向碳汇转换；将矸石山特别是易自燃矸石山进行生态治理后综合利用，不仅可直接减少碳排放、降低对环境的污染，而且还避免了土地资源的浪费[11]。

5.2. 矿区生态修复对经济社会发展的影响

鸡西市矿区生态修复可有效促进产业升级转型，对当地经济社会发展产生积极影响。首先可加快周边地区城市化进程，生态矿区的创新和增长能力，必然吸引各类人才和周边农业人口脱离种植业，加入工矿企业及其关联产业；其次，拉动金融、房地产、旅游、餐饮等第三产业的发展，创造大量就业机会，解决矿山员工重新就业；第三，生态修复促进的经济增长，增加了当地税收，从而促进地方城市基础设施建设和教育水平提高，最终增强区域经济发展竞争力[12][13]。

参考文献

[1] 人民网. 习近平在第七十五届联合国大会一般性辩论上发表重要讲话[EB/OL].

- <http://gs.people.com.cn/n2/2020/0923/c183342-34310714.html>, 2020-09-23.
- [2] 新华网. 提振全球气候治理雄心的中国担当[EB/OL]. http://www.xinhuanet.com/world/2020-12/12/c_1126853620.htm, 2020-12-12.
- [3] 鸡西炼煤的早期发展[EB/OL]. <https://jixi.dbw.cn/system/2021/04/17/058629363.shtml>, 2021-04-17.
- [4] 鸡西探明煤炭储量超 60 亿吨 “十四五”末产能将达 4000 万吨[EB/OL]. <http://www.ctctc.cn/info/56589.jsp>, 2021-06-10.
- [5] 卞正富, 于昊辰, 韩晓彤. 碳中和目标背景下矿山生态修复的路径选择[J]. 煤炭学报, 2022, 47(1): 449-459. <https://doi.org/10.13225/j.cnki.jccs.yg21.1671>
- [6] 田占良. 碳中和视角下露天废弃矿山生态修复技术优化[J]. 能源与环保, 2022, 44(2): 29-34. <https://doi.org/10.19389/j.cnki.1003-0506.2022.02.006>
- [7] 尹岩, 郝凤明, 王娇月, 邴龙飞, 胡琴琴. “碳中和”背景下我国矿山生态环境修复研究现状及发展趋势[J/OL]. 化工矿物与加工: 1-8. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/32.1492.TQ.20211229.2112.004.html>, 2022-05-05.
- [8] 李树志, 李学良, 尹大伟. 碳中和背景下煤炭矿山生态修复的几个基本问题[J]. 煤炭科学技术, 2022, 50(1): 286-292. <https://doi.org/10.13199/j.cnki.cst.MTQY21-120>
- [9] 郭冬艳, 杨繁, 高兵, 强海洋. 矿山生态修复助力碳中和的政策建议[J]. 中国国土资源经济, 2021, 34(10): 50-54. <https://doi.org/10.19676/j.cnki.1672-6995.000656>
- [10] 赵洁, 王蜜. 煤矿企业碳达峰碳中和方案——以陕西陕煤澄合矿业有限公司为例[J]. 皮革制作与环保科技, 2021, 2(20): 146-148.
- [11] 杨博宇, 白中科. 碳中和背景下煤矿区土地生态系统碳源/汇研究进展及其减排对策[J]. 中国矿业, 2021, 30(5): 1-9.
- [12] 刘祥宏, 阎永军, 刘伟, 黄占斌. 碳中和战略下煤矿区生态碳汇体系构建及功能提升展望[J]. 环境科学, 2022, 43(4): 2237-2240+2242-2250. <https://doi.org/10.13227/j.hjlx.202108170>
- [13] 柴青宇. 黑龙江省农村产业融合发展水平评价及其路径选择研究[D]: [博士学位论文]. 哈尔滨: 东北林业大学, 2021.