

# 淮南煤矿区矸石山生态恢复调查研究

苗婷婷<sup>1</sup> 陈 维<sup>1</sup> 刘俊龙<sup>1</sup> 吴中能<sup>1</sup> 戴晓薇<sup>2</sup> 何声富<sup>2</sup> 刘德胜<sup>1</sup>

(1. 安徽省林业科学研究院, 安徽 合肥 230031; 2. 淮南市林业局, 安徽 淮南 232000)

**摘 要:** 本文以淮南矿业集团潘一矿为例, 对该矿矸石山覆土造林模式的治理情况进行了调查研究, 简要介绍了矸石山生态恢复的实施过程和方法, 并对存在的问题提出了对策, 以期今后矸石山的治理提供参考。

**关键词:** 矸石山; 潘一矿; 生态恢复

中图分类号: S718.5 文献标识码: A 文章编号: 1003-5508(2013)03-0050-03

## Research on Ecological Restoration of Gangue Hills in Huainan Coal Mining Area

MIAO Ting-ting<sup>1</sup> CHEN Wei<sup>1</sup> LIU Jun-long<sup>1</sup> WU Zhong-neng<sup>1</sup>

DAI Xiao-wei<sup>2</sup> HE Sheng-fu<sup>2</sup> LIU De-sheng<sup>1</sup>

(1. Anhui Academy of Forestry, Hefei 230031, China; 2. Forestry Bureau of Huainan City, Huainan 232000, China)

**Abstract:** In this paper, taking Panyi No. 1 coal mine as an example, studies are made of the treatment status of soil-sealing afforestation mode of gangue hills, and a brief description is given of the ecological restoration process and implementation methods. In addition, some solving measures are put forward for existing problems, aiming to provide reference for control of gangue hills in the future.

**Key words:** Gangue hill, Panyi No. 1 coal mine, Ecological restoration

煤矸石是煤炭工业在采煤和洗选加工过程中产生的主要固体废弃物,是矿区主要的污染源之一。自20世纪以来,我国大部分矿区都将煤矸石直接露天堆放在空地上,随着采掘机械化的发展和煤层开采条件的逐渐恶化,排出的矸石堆积如山。其排放量约占原煤产量的15%~20%,是我国目前年排放量和累计存量最大的工业废弃物之一。矸石山长期露天堆放,不仅占用大量的土地,还严重污染周围环境。由于降雨、淋滤、风化和自燃等作用,会发生一系列物理和化学变化,产生大量的污染物并向外排放,对空气、土壤和地下水水质都有很大影响。此外,矸石山常年的堆积过程中,其边坡滑动容易造成矸石山的失稳,也是潜在的危害。

淮南市地处安徽省中部、淮河中游,是一座“缘矿而建、因煤而兴”的典型资源型城市。它开采历

史悠久,为国家能源工业的发展做出了重要贡献,但在开采过程中带来的地表塌陷和煤矸石堆积等问题也日趋突出,已成为矿区的主要环境问题。据统计,淮南市现有煤矸石山34处,堆体占地面积已达6.21 km<sup>2</sup>,占淮南固体废弃物堆积总面积的46.7%。至2005年4月份,淮南矿业集团的岩矸存量为1 088万 m<sup>3</sup>,约1 850万 t。2010年淮南市煤炭产量在8 100万 t,煤矸石的产量则有2 000万 t左右。因此,矸石山的治理对改善采煤塌陷区生态环境具有重要的意义。其中,对煤矸石山实施林业复垦,进行造林绿化,恢复植被,建立起稳定的人工植物群落是煤矸石山治理根本途径和煤矿区生态重建的前提与核心<sup>[1-2]</sup>。本文以淮南矿业集团潘一矿为例,对该矿矸石山覆土造林模式的治理情况进行了调查研究,简要介绍了矸石山生态恢复的实施过程和方法,

收稿日期: 2012-12-28

作者简介: 苗婷婷(1983-),女,硕士,主要从事水土保持、森林生态研究。

通讯作者: 吴中能(1964-),男,研究员,主要从事杨树育种栽培、竹林培育、森林生态等研究。

并对存在的问题提出了对策, 以期为今后矸石山的治理提供参考。

## 1 基本概况

潘一矿位于淮南市潘集区境内的潘集煤田中部, 是淮南矿区第一个大型现代化矿井, 也是全国首批 15 个现代化样板化矿井之一。井田东西走向长 14.6 km, 南北倾斜宽 4 km, 面积 58.4 km<sup>2</sup>, 截至 2009 年末, 矿井剩余煤炭储量 9.06 亿 t, 可采储量 4.89 亿 t。目前年产煤量约 600 万 t, 矿井矸石堆放量 136 万 m<sup>3</sup>, 年产矸石 40 万 m<sup>3</sup>, 沉陷区总面积已达 1 323.1 hm<sup>2</sup>, 常年积水面积达 278.7 hm<sup>2</sup>。

## 2 煤矸石的构成

不同地区的煤矸石成分和热值差别较大, 化学组成复杂。主要矿物组成有高岭石、石英、钠长石、白云石、硫铁矿等。主要化学成分有 SiO<sub>2</sub>、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、CaO 等。潘一矿煤矸石的主要构成详见表 1。从表 1 可看出, 煤矸石中有效的养分元素极其缺乏, 不利于植物的正常生长。

表 1 煤矸石化学成分

化学成分	氧化硅	氧化铁	氧化钙	氧化镁	氧化钠	氧化铝	硫份	烧失量
含量(%)	57.79	6.33	1.45	0.80	0.50	15.85	0.24	13.42

## 3 工程措施

根据国家、省、市有关矿山地质环境治理要求, 遵循“因地制宜、综合治理、整体规划、分布实施、合理布局、加快建设”的方针, 采用科学合理、切实可行的治理方案, 实现变害为利的目的, 以期达到环境和经济双重效益。考虑到矸石山多数为锥形堆放, 结构性差, 孔隙大, 持水能力弱, 养分贫瘠, 易发生自燃导致高温并释放大量有毒有害气体的特殊立地类型<sup>[3,4]</sup>, 不利于植物的生长, 在造林前首先必须对矸石山表面进行处理, 然后再覆土造林。具体工程措施如下: 首先将装满煤矸石的塑料编织袋按 2.5 m × 3.0 m 或 3.0 m × 3.0 m 网格在矸石山表面编织成网, 以固定覆土、防止山体滑坡及水土流失, 然后将运来的客土自上而下对山体进行覆盖, 厚度大约 50 cm 左右, 再整平压实, 最后顺山坡进行挖穴整地, 采取乔、灌、草相结合的办法来进行植被恢复。以乡土树种为主, 其中乔木选用的是蜀桧, 灌木有石

楠、瓜子黄杨等, 草本则以鸢尾、爬根草为主。

## 4 治理效果调查

淮南潘一矿煤矸石山于 2008 年 3 月完成绿化项目, 经过几年的治理, 矿区绿意盎然, 生态修复成果初见。2011 年 8 月, 我们对矸石山的生态环境恢复状况进行了样点调查, 主要针对地面温度、植物适应性两个内容展开, 同时也对矸石山周边的大气、土壤和水质进行了布点监测, 长期有效地记录观测结果。

### 4.1 地面温度

地面温度是大气与地表结合部的温度状况, 地面表层土壤的温度称为地面温度, 2011 年 8 月 18 日, 测定了距地面 5cm 处不同地类的地温, 结果如表 2。

表 2 不同地类地温比较

坡向	西		西北		山顶			
	有草皮覆盖	无草皮覆盖	矸石	矸石覆土	矸石覆土植草	矸石覆土	矸石覆土植草	
温度(°C)	32	37	41.9	39	36.5	51.1	47	43.7

从表 2 可以看出, 煤矸石山顶部, 地面温度由大到小依次为: 矸石 > 煤矸石覆土 > 矸石覆土植草; 在西北坡, 地面温度由大到小依次为: 矸石 > 矸石覆土 > 矸石覆土植草。由此说明裸露的矸石山地面温度较高, 覆土后地面温度有所降低, 植草后地面温度下降明显。在矸石山山顶, 覆土植草相比较裸露的煤矸石, 地面温度降幅高达 7.4°C, 降温效果明显。说明其能有效地调节空气和土壤温、湿度, 缓解了矸石山的恶劣生态环境, 为其进一步的生态恢复奠定了基础。

### 4.2 植物生长情况

从表 3 看出, 选择的植物整体生长情况还是良好的, 特别是蜀桧、鸢尾很能适应矸石山的恶劣环境, 两者组合在一起, 形成乔 + 草的搭配。石楠的成活率为 78%, 平均树高 0.85 m, 但是枯枝率高达 30%, 生长情况中等偏下; 瓜子黄杨的成活率为 55%, 枯枝率达 50%, 生长情况相对较差。而且调

表 3 植物适应性调查

树种	植物类型	成活率(%)	枯枝率(%)	长势
蜀桧	乔木	100	5	好
石楠	灌木	78	30	中等偏下
瓜子黄杨	灌木	55	50	长势差
鸢尾	草本	100	100	良好

查发现对比已种植草皮的样地,未栽植草皮的样地侵蚀沟和水土流失现象比较严重。

## 5 存在的问题

生态治理矸石山的主要步骤归纳起来有:山形加固、土壤改良、植物优选和后期管理等4个方面。

### 5.1 山形加固

对矸石山进行加固整形,是治理的基础条件。由于矸石山常年处于自然堆积状态,存在边坡失稳的隐患,对工程施工有一定威胁性,而且也会影响到后期植被种植的效果,更严重的是会造成坍塌、滑坡、泥石流等自然灾害。因此对陡坡或堆积过高的区域,要适当整修压实。在回填客土时,应采取一定的措施防止水土流失,例如,沿等高线整地栽植、三角形配置、及时铺设草皮等,同时还要注意建好排灌系统,本次调查中就发现有侵蚀沟和水土流失现象,这对植物生长和生态恢复是极为不利的。

### 5.2 土壤改良

土壤是植物生长的基本介质,在生态环境恢复与重建的过程中是必须的。矸石山土壤贫瘠,蓄水保水能力弱,一般都需要在栽植前进行土壤基质改良。主要方法有客土法改良、城市污泥改良和生物改良等。客土中含有大量的N、P、K元素,有利于植物的正常生长。同时加以灌溉和施肥,可以一定程度上改善立地条件,促进植物生长;而城市污泥作为污水处理厂的废弃产物,含有很高的养分元素,如能代替一般表土覆盖矸石山,既能达到良好的治理效果,又能变废为宝,解决了污泥最终处理的难题,是一举多得的好方法;而利用适应性很强的植物,金属富集植物,固氮微生物或菌根真菌等也可有效改良土壤的理化性质。

### 5.3 植物优选

植被恢复是以人工手段促进植被在短期内得以恢复,达到植被重建的目的,在矸石山生态恢复中,它是最重要也是最关键的。所选的植物树种应具有速生、适应性强、抗逆性好、耐贫瘠的特性;主要应以矸石山乡土植物为主,也可考虑能有效改良土壤性质的固氮类植物作为先锋植物或引进外来速生植物;同时还要注意针阔混交,乔、灌、草有机结合,树木的网状根系和草本植物的须根系都能起到良好地保持水土的效果,同时还满足了绿化、美化的要

求<sup>[5]</sup>。

### 5.4 后期管理

一般植被种植后的前两年是栽培管理的关键时期,为确保高成活率,应适当加大管理强度,随后的几年,则根据植被生长状况,逐渐减少人为干预,形成稳定自然的生态环境。苗木定植后要及时灌水,合理施肥,基于矸石山的特殊松散结构,可少量多次的施肥,以便更好的吸收,除此之外,还要做好病虫害防治等工作。由于煤矸石山对环境的负面影响很大,即使生态复垦后,仍需要密切关注其对环境的影响,对矸石山的各种生态因子进行动态监测,例如大气温度、矸石山地表温度、土壤成分、周围水质、林木生长等,一方面可以进行环境预警,另一方面可以时时掌握其变化情况或发现问题,及时采取补救措施,巩固生态恢复成果。

## 6 对策和建议

矸石山的生态恢复是一项长期而复杂的过程。为重新建立高效、稳定的人工植被生态系统,必须认真分析矸石山的立地条件,充分了解植被成活和生长的规律,采取合理的方案进行基质改良,科学优选适宜的植物,充分完善后期管理制度。结合该矿矸石山生态治理现状,建议如下:

### 6.1 加大科技支撑,开展矸石山生态恢复技术研究

近年来,矸石山生态恢复技术研究的重点大体分为4类:土壤重构与改良技术,合理优选的植物树种,人工林营造技术和后续管理研究,复垦后土壤、植被及环境影响效益评价等。主要侧重于工程整治、土壤化学及植物筛选、指标检测等方面研究。煤矿业应加大与林矿业等高校和科研院所合作,争取国家和相关部门给予课题支撑,有针对性地开展矸石山生态恢复重点技术研究。

### 6.2 总结并推广成功的矸石山生态恢复模式

目前,有关矸石山生态恢复的理论研究已全面展开,也取得了一定进展,但是实际应用方面却并不理想。究其原因,主要是因为不同地区的煤矸石特性和周围环境差异性较大,有些生态复垦方法不适用于不同立地条件的矸石山。因此需要有针对性地开展具体地区的矸石山生态环境特点和相应的植被恢复技术,同时进行总结并推广,对该区域的矸石山整治工作有事半功倍的效果,对促进矿山经济开发与环境保护协调发展有重要的意义。

(下转第60页)

的方式,定期将苯线磷 10% 颗粒剂等可用药剂施在根部附近的土壤中进行防治。

### 3.4 科学开展种植,提高防病意识

经营菊花叶枯线虫可寄生植物的企业和个人应提高防病意识,种植的种苗应尽量选取抗病品种,并在种植前,对种苗进行严格筛选,此外,还可尽量利用菊花叶枯线虫不侵害茎部顶芽的特性,切取茎顶芽做繁殖材料的方式,减少该病发生的机率。

### 参考文献:

- [1] 尹淦镠. 菊花叶枯线虫病. 植物检疫, 1988, 2(4): 297~299.
- [2] 谢辉. 植物线虫分类学. 安徽科学技术出版社, 2000: 183~186.
- [3] 李笃肇. 菊花叶枯线虫病的发生与防治. 西南园艺, 2001, 29(3): 43.
- [4] 张洪春. 菊花叶枯线虫病的防治技术. 植物保护, 2001: 30~31.
- [5] 林业部野生动物和森林植物保护司. 林业部森林病虫害防治总站. 中国森林植物检疫对象. 北京: 中国林业出版社, 1996, 80~86.

- [6] 国家林业局. 中国森林植物检疫对象检疫技术操作办法. 沈阳: 辽宁科学技术出版社, 2001: 209~214.
- [7] 国家林业局植树造林司. 国家林业局森林病虫害防治总站. 全国森林植物检疫对象发生分布情况统计(1999~2001). 2001.
- [8] 马爱国. 中国林业有害生物概况[M]. 北京: 中国林业出版社, 2008.
- [9] 刘丽君, 谢晓珍, 禹晓琼. 菊花叶枯线虫病对菊花不同品种的危害分析. 中国森林病虫, 2001, (3): 11~12.
- [10] 戴思兰, 王文奎, 黄家平. 菊属系统学及菊花起源的研究进展[J]. 北京林业大学学报, 2002, 24(5): 230~234.
- [11] 国家林业局. 国家林业局公告: 全国林业检疫性和危险性有害生物名单(2013 第 4 号). 2013.
- [12] 陈克, 范晓虹, 李尉民. 有害生物的定性与定量风险分析[J]. 植物检疫, 2002, 16(5): 257~261.
- [13] 孙楠, 黄冠胜, 林伟, 等. 主要贸易国家有害生物风险分析研究方法比较[J]. 植物检疫, 2007, 21(2): 87~91.
- [14] 赵宇翔, 宋玉双, 董燕, 等. 外来有害生物枣实蝇检疫管理对策研究[J]. 中国森林病虫, 2009, 28(6): 45~47.
- [15] 万方浩, 郭建项, 张峰, 等. 中国生物入侵研究[M]. 北京: 科学出版社, 2009.
- [16] 张星耀, 吕全, 冯益明, 等. 中国松材线虫病危险性评估及对策研究[M]. 北京: 科学出版社, 2011.

(上接第 52 页)

### 6.3 建立矸石山生态恢复效益的评价体系

矸石山的生态恢复周期长而且容易反弹,因此如何科学的进行评价是一个重要的研究问题。矸石山复垦后需要对其建立系统、连续、动态的定量监测,既可以及时了解恢复效果,又能及时发现问题并改进。如能建立一套涵盖生态、经济和社会效益的综合评价体系,即可有效的指导建设项目生态修复的进一步完善。

### 6.4 积极探索建立生态、资源补偿机制,给予政策支持

煤矿开采给当地农民的生产、生活带来了毁灭性的影响,生态环境也遭到严重破坏,而开展煤矿区环境综合治理耗资巨大,资金来源是治理的关键问题之一,积极探索建立生态、资源补偿机制,能更有效地解决对失地农民的搬迁安置、就业和社会保障等问题。一方面,国家可以根据市场经济规律制定相关政策,将治理费用摊入采煤成本,采取“先补偿、后开采”的办法筹集资金;另一方面,通过鼓励个人投资调动集体和农民的积极性,将土地补偿费

集中使用,推行“谁垦复、谁受益”的制度。目前,淮南市政府正在考虑按照“资源有偿使用”的原则,从每吨煤中提取 15 元~20 元用于煤矿区综合治理,同时督促地方政府财政设立专门账户,确保专款专用,以地方政府为主体来统一组织实施环境恢复与生态补偿以及失地农民的补偿等问题。

### 参考文献:

- [1] LI W Y (李文银) Zhang Z G(张治国) ,Cai J Q (蔡继清) ed. Soil and water conservation of mining areas ( in Chinese) . Bei Jing: Science Press ,1996: 145~160.
- [2] Peng S L (彭少麟) . Restoration ecology and vegetation reconstruction. Ecologic science ( in Chinese) (生态科学) ,1996, 15(2): 26~31.
- [3] 高建钰,白中科,焦志芳. 煤矸石山立地条件与林业复垦研究——以山西统配煤矿为例[J]. 山西林业科技, 1999, (3): 18~21.
- [4] 胡振琪. 半干旱地区煤矸石山绿化技术研究[J]. 煤炭学报, 1995 (6): 322~327.
- [5] 周树里. 矿山废地复垦与绿化[M]. 北京: 中国林业出版社, 1995: 1.