

# 煤矿区废弃矸石山生态恢复技术研究

刘氏焱<sup>1</sup>, 刘伟<sup>2</sup>, 花金岭<sup>1</sup>, 路献品<sup>1</sup>

(1.平煤集团天成环保工程有限责任公司, 河南平顶山 467000;

2.中国矿业大学环境与测绘学院, 江苏徐州 221116)

**摘要:**煤矸石山作为矿区主要废弃地类型之一, 严重破坏了矿区生态环境。通过对平煤集团矸石山实地调查、理化特征分析, 最终提出了治理矸石山生态恢复的方法, 包括边坡整形和边坡植被重建。通过该治理方法的实施, 逐步实现了煤矿区废弃矸石山的生态恢复, 解决了煤矸石污染问题。此方案的实施, 不仅给企业带来了可观的经济效益, 同时又改善了当地的生态环境, 具有明显的经济和环境效益。

**关键词:**矸石山; 生态恢复; 边坡植被; 环境

**中图分类号:**TD824.8 **文献标识码:**B **文章编号:**1006-8759(2010)-0038-03

## RESEARCH ON ECOLOGICAL RESTORATION OF DISPOSAL HILL IN MINE AREA

LIU Shi-yi<sup>1</sup>, LIU Wei<sup>2</sup>, HUA Jin-ling<sup>1</sup>, LU Xian-pin<sup>1</sup>

(1. *Tiancheng Environmental Engineering Limited Company of Pingdingshan Coal Group, Pingdingshan 467000, China*; 2. *School of Environment and Spatial Informatics, China University of Mining and Technology, Xuzhou 221116, China*)

**Abstract:** Coal wastes pile is one of the mostly type of waste land in coal mine area, it destroys eco-environment of coal mine severely. Therefor, taking the gangue of Pingdingshan Coal Group as research object, field was investigated and physical and chemical characteristics were analysed. At last, the research proposed management approach about ecological restoration of coal wastes pile, including slope shaping and slope revegetation. Because the management methods were carried out, ecological restoration of disposal hill in mine area was realized gradually, and gangue pollution was solved. The program carried out produced enormous economic benefits, and improved the local ecological environment, it had obvious environmental and social benefits.

**Keywords:** coal wastes pile; ecological restoration; slope vegetation; environment

为防治露天堆存矸石所产生的污染危害, 对矸石山进行绿化是一种经济、有效的措施。本次研究以平煤集团煤矸石山为对象, 在全面掌握有关矸石山生态恢复的资料和了解当地矸石山的理化特征后, 利用生态恢复植被重建技术, 对矸石山进

行绿化, 建立起稳定、高效的矸石山人工植被生态系统, 为探索彻底改善生态环境的有效途径提供了依据。

### 1 平煤集团煤矸石山基本概况

平煤集团公司自 20 世纪 50 年代建矿以来, 共形成矸石山 25 座, 累计堆存总量达到 5 400 多万 t, 累计占地面积 132.6 万 m<sup>2</sup>, 且每年继续产生

约 200 万 t 左右煤矸石<sup>[6]</sup>。2005 年 5 月 15 日平煤四矿、一矿等单位矸石山发生自燃崩塌现象。

由此可以看出,平煤集团公司矸石山堆放量较大,分布较广,给周边环境带来了极大的污染,造成了局部环境的恶化,影响了所在地的经济发展。因此对矸石山的治理研究已是矿区迫切需要解决的问题。

## 2 平煤集团煤矸石山生态恢复措施

### 2.1 收集资料,实地调查

在收集矸石山基本情况、治理概况资料的基础上,对选择的矿区矸石山进行系统的环境调查,全面查明矿区矸石山存在的生态和环境问题,并对其危害性和危险性做出评价,预测未来发展趋势及可能引起的不良后果等。调研国内外矸石山环境保护、综合治理与生态恢复技术,特别是在生态保护、固体废弃物治理与综合利用、地质灾害防治等主要技术领域,掌握其中的先进、实用技术方法。

### 2.2 科学实验

开展实验室内和野外实验,对煤矸石理化指标及浸出性酸碱度进行分析。通过分析化验,查明平顶山矿区煤矸石岩性、金属元素含量、肥力、酸碱性;并进行矸石脱硫实验,实验研究微生物矸石脱硫效果。选择不同的微生物种类进行脱硫实验,最终选择合适的微生物种类。

### 2.3 改良土壤

土壤作为植物生长的介质,在生态环境恢复与重建的过程中是非常重要的。矸石山土壤瘠薄,蓄水保水能力差,在栽植前得进行土壤改良。因此,土壤坡面基质层要做到有足够的厚度、足够的养分、足够的保水保肥能力,满足坡面植被生长需要,同时经得起自然降雨的冲刷而不脱落。基质的研究包含植壤土、泥炭土、植物秸秆粉碎物、有机肥、缓释化肥等微生物肥料。通常借助客土喷播机或空压机将植生基质喷射到挂钉好网的坡面上并使之良好地附着,而不会流失。

### 2.4 确定矸石山整形方案

#### 2.4.1 矸石山边坡整形方案

如何根据具体条件采用合适的工程手段达到既满足边坡稳定需要和植被生长需要,又省工省钱的技术方法。由于矸石山固结性能不好,很容易受到风、水和空气的侵蚀,表明出现蚀沟、裂痕,还

存在浅层滑坡、局部滑塌甚至有局部崩塌的危险,对整个山体进行工程防护很有必要。本研究采取的具体措施为:首先进行坡面整理,尽量使坡度控制在 $42^{\circ}$ 以内,然后在坡面上分级设置马道,分级马道之间垂直高度一般为 $8\text{ m} \sim 10\text{ m}$ ;在山体坡脚处修建重力式挡土墙,修建盘山路,山顶设蓄水池,完善给、排水设施。

#### 2.4.2 边坡植被重建方案

研究各种有效的施工工艺及技术集成,包括现代工艺与传统绿化技术的有机结合。现代工艺以机械喷播绿化为主要特征,主要包括液压喷播、客土吹附、厚层基材、TBS、喷混植生、植被混凝土、高次团粒等。

结合矿区矸石山实际情况,对于现代工艺边坡植被技术,本研究选用厚层基材喷播绿化技术对治理区域进行绿化;对于传统绿化技术,主要包括优势树种的确定、绿化植物物种的配置、植物栽培和栽后管理等。

## 3 边坡植被技术的实施

### 3.1 传统边坡植被技术的实施

#### 3.1.1 确定优势树种

矸石山绿化植物的选择应满足以下要求:适应当地气候,抗旱性强;根系发达、扩展性强;耐瘠薄、耐粗放管理;种子来源丰富,发芽力强;抗病虫害能力强等。根据以上原则,结合矿区的自然条件和矸石山的理化性质,本研究筛选出以下植物供栽植用:常绿乔木 7 种(马尾松、油松、桧柏、龙柏、侧柏、广玉兰、女贞);落叶乔灌木 39 种,如刺槐、臭椿、国槐等;常绿灌木 13 种,如扶芳藤、铺地柏、大叶黄杨等;藤本及地被植物 15 种,如络石、五叶地锦、爬山虎、凌霄等;草本地被植物可选用白三叶、紫花苜蓿等。

#### 3.1.2 绿化植物物种的配置

根据植物的生态习性和应具有长期稳定的美化环境、改善环境及经济生产三方面的功能,因地制宜地采用了以下几种配置方式:孤植、丛植、群植、林植等。如道路交叉点、道路转折点、缓坡等处,独植油松、桧柏、侧柏、臭椿、国槐、广玉兰、樱花、山楂等。在大面积片状种植中,根据群体的生态关系以及养护上的要求,采用针阔混交,乔、灌、草混植,力求达到立体绿化的效果。

#### 3.1.3 栽培与栽后管理

栽植前,对矸石山采用环状水平阶整地,并在整好的水平阶及矸石山坡面均匀覆以 0.3m 厚的客土。选择主干粗壮通直(藤本除外),根系发达而完整,主侧枝分布均匀,无病虫害和机械损伤的优质苗木。根据树种根系特点(或土球大小)、土壤情况来决定挖穴(或绿篱沟)的规格。挖穴时将矸石与上覆客土分开放置。栽植技术依苗木类型不同而异。主要有以下 3 种:裸根苗栽植、带土球苗的栽种、筐植的栽植方法等。本项目采用带土球苗的栽种与筐植的栽植方法想结合的方法进行苗木栽种。

苗木定植后,及时灌水。此外,对边缘树种、越冬困难的树种以及幼年树木等浇防冻水。一般已达花龄的乔木,灌水量大多以基本渗透到整个根系分布范围为止。灌水方式以滴灌、渗灌或喷灌为主。每年进行 2~3 次松土除草。松土深度大苗 6~9 cm,小苗 3 cm。在苗木生长季土温较高时进行树盘覆盖,覆盖厚度 3~6 cm,覆盖材料以就地取材、经济实用为原则。合理施肥。肥料种类以有机肥为主,同时适当施用化学肥料。施肥方式以基肥为主,基肥与追肥兼施。做好冻害、干梢以及各种病虫害的防治,定期进行整形与修剪。

### 3.2 现代工艺边坡植被技术

厚层基材喷播绿化技术是利用空气压缩动力装置将预先配置并搅拌均匀的植物生长基质材料连同绿化种子按设计要求喷射到挂网后的坡面上实现快速强制绿化的一种边坡绿化新技术。工艺流程如图 1 所示。

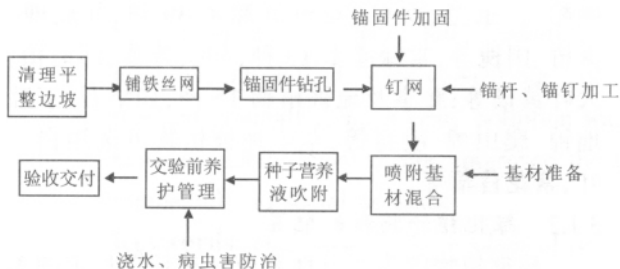


图 1 工艺流程示意图

#### 3.2.1 厚层基材护坡材料的特点

厚层基材护坡材料主要有植生基质、锚杆(钉)、铁丝网三部分组成。其特点有:①护坡效果好,防雨水冲刷能力强;②适用高陡边坡;③有利植物生长;④施工容易,价格合理。

#### 3.2.2 技术工艺实施步骤

(1)先对矸石山的坡面进行清理平整,修建马道、挡土墙,完善给、排水系统,然后铺设网孔为 50 mm × 50 mm 的 14 号镀锌铁丝网(铁丝直径 2 mm),将铁丝网自上而下铺满整个坡面,并用锚杆和锚钉(木桩)固定。锚杆长度为 150~180 cm,锚杆端部弯折成 90 度,弯折长度为 10 cm,露出坡面长度为 10 cm。锚杆密度 2 m × 2 m,梅花状布置,锚杆打在已有的浇灌的混凝土硬壳上。锚杆和网的搭接详见图 2 所示。

(2)再把厚层基材原料搅拌后由喷播机械设备喷射到坡面上,形成 ≥ 10 cm 厚度的厚层基材。喷射完毕后,覆盖一层无纺布防晒保墒,厚层基材形成具有一定强度的防护层。经过一段时间洒水养护,青草就会覆盖坡面,一个月后揭去无纺布,使茂密的青草自然生长。植物根系深入矸石山体,盘根错节,可形成具有良好保护性能的庞大根系系统。它与铁丝网、锚杆一起作用达到保护坡面稳定的目的。

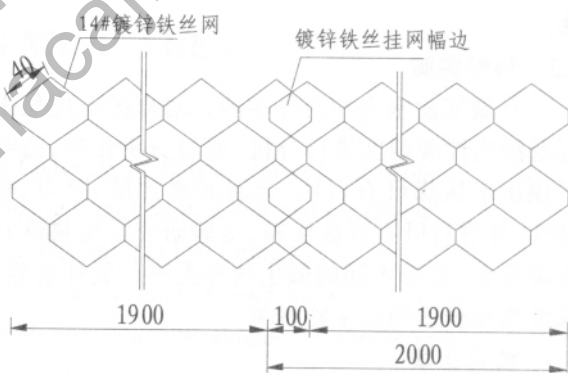


图 2 锚杆和网的搭接图

### 3.3 工艺实施周期

#### (1)近期目标(1年后)

营造能在坡面生长并有较强固土护坡效果的草灌结合型且物种丰富度高的过渡性植物群落。

#### (2)中期目标(3~5年后)

营造有较强固土护坡效果和较好景观效果雏形的以灌木为主、草坪地被植物为辅、适当点缀花卉且其基本上能达到免养护或简养护状态的植物群落。

#### (3)远期目标(15~20年后)

营造有较强固土护坡效果和较好景观效果的以灌木为主体、草和地被植物大面积覆盖、小乔木局部点缀且能自然协调生长和演替的植物群落。

成浆液而提供给吸收塔的,一般来说,石灰石浆液颗粒粒度越小,在浆液体系中与液相接触的比表面积越大,它在液相中的溶解及反应将更快、更充分,吸收剂利用率和脱硫效率将更高。通常要求的吸收剂纯度在 90%以上,粒度控制在 300~400 目。

#### 4 结束语

通过对石灰石-石膏湿法烟气脱硫工艺主要影响因素的分析得出:SO<sub>2</sub>吸收反应过程受参与反应的各个因素影响,既有物理因素也有化学因素。整个过程反应主要由气体和液体的扩散以及伴随的化学反应来决定。液气比、浆液 pH 值、钙硫比、浆液密度、浆液停留时间等是脱硫系统运行的关键工艺控制参数,不但影响脱硫性能,与经

\*\*\*\*\*

(上接第 40 页)

#### 3.4 研究工艺成果

该工艺实施后植物生长一段时间,绿化面积上植被覆盖率 87%,病虫害发生率 22%,颜色(绿)77%,降雨基本能满足植被生长,根系发育,互相缠绕,少量根系扎入岩层裂隙,因此,此工艺达到了预期效果,取得了良好成效。

#### 4 生态恢复综合效益分析 (以平煤四矿矸石山为例)

本工艺在平煤四矿得到了很好的应用,自 2006 年 10 月治理完成以来,从根本上解决了矿区因矸石山自然堆放而造成的危害,创造了不可估算的环境效益;并且矸石山环境综合整治后进行绿化,每年可为企业创造可观的经济效益。

##### 4.1 经济效益

- ①节约生产矿缴纳排污费支出 130 万元/a;
- ②消除矸石山污染源,减少环境污染损失费(二氧化硫、硫化氢和一氧化碳)4.4 万元/a;
- ③绿化后可获得树木的经济价值 21 万元/a;
- ④矸石山绿化后,可节约能源费 10 万元/a;
- ⑤污染物排放量减少可以增加农作物增产及农业养殖增加效益,并且矸石山景观美化可以促使周围地价(土地利用价值)的上升,因此可以带来约 50 万元/a 的经济效益;

归纳起来,1 座矸石山环境综合整治后进行绿化,每年可以减损和增 215.4 万元/a。

##### 4.2 环境效益

济性的关系也非常密切。通过脱硫调试和运行实践,总结出主要运行参数与脱硫性能、经济性的关系见前表 1。在目前国内脱硫项目迅速发展的情况下,努力做好系统的优化设计及运行经验的总结,对今后脱硫装置的安全稳定运行具有重要意义。

#### 参考文献

- [1] 周祖飞. 燃煤电厂烟气脱硫系统的运行优化 [J]. 浙江电力, 2008, (8):39~42.
- [2] 郭金狮,林朝扶. 石灰石-石膏湿法烟气脱硫系统的运行与控制 [J]. 广西电力, 2009, (2) :61~66.
- [3] 卢 飏. 浅析电厂烟气湿法脱硫技术问题及脱硫效率 [J]. 中国电力教育, 2008 年研究综述与技术论坛专刊:96~98.

通过对矸石山进行综合有效治理,在环境方面也取得了有效成绩。①解决了矸石山自燃、山体滑坡坍塌等安全问题;②经过绿化的矸石山,可以防止扬尘、有害气体的产生,减少甚至彻底杜绝矸石山对空气的污染;③经过治理的矸石山,减少了煤矸石淋溶水对土壤和地下水的污染。

#### 5 结论

通过对矸石山环境整治后进行绿化,不仅能够保证周边居民、厂区的安全,实现安全生产目标,给企业带来了巨大的经济效益,同时又有效地解决了矸石山由于自然堆放而产生的生态问题,具有良好的环境效益。因此,对煤矿区废弃矸石山进行生态恢复研究,具有广阔的应用前景和推广价值。

#### 参考文献

- [1] 史永红,等. 安徽淮南矿区煤矸石中环境意义微量元素研究 [J]. 矿业科学技术, 2004(1):34~39.
- [2] 谢安全,张光灿. 煤矸石山对生态环境的影响及治理对策. 北京工业职业技术学院学报, 2002.1(3):27~30,62.
- [3] 刘薇. 对矸石山自燃污染绿色生态环境的研究. 东北煤炭技术, 1999(1):62~64.
- [4] 姜振泉,李雷. 煤矸石的环境问题及其资源化利用. 环境科学研究, 1998.11(3):57~59.
- [5] 江洪清. 煤矸石对环境的危害及其综合治理与利用. 煤炭加工与综合利用, 2003(3):43~46.
- [6] 何青林,吕武昌. 绿化矸石山改善矿区生态. 煤矿环境保护, 2001(6):59~60.