

防治技术

高寒草原地区露天矿生态恢复植被筛选 及生态价值测算

王立艳¹, 陈淳², 赵艳辉²

(1. 扎赉诺尔煤业有限责任公司, 内蒙古 满洲里 021400; 2. 中国矿业大学环境与测绘学院, 江苏 徐州 221116)

摘要: 灵泉露天煤矿即将关闭转入斜井开采, 该矿位于高寒地区草原植被带, 植被生长期短。露天矿坑边坡及外排土场土壤贫瘠, 综合考虑露天矿闭坑后的防灭火及边坡稳定, 以及依据区域自然地理、生态环境及社会经济状况, 提出了“整体规划、阶段实施、因地制宜、科学高效”的总体思路, 对灵泉露天煤矿进行了近期、中期和远期生态恢复规划。其中, 将生态恢复区分为植被自然恢复区与人工生态植被恢复区。在规划设计中以当地草本植物为主, 适当配种景观植物。同时, 本文利用价值量估算法, 对规划区生态服务价值进行了测算, 灵泉露天矿每年的生态价值为 873.53 万元, 生态恢复后具有显著的生态效益, 对实现露天矿生态文明建设具有重要的意义。

关键词: 生态恢复规划; 植被筛选; 生态价值测算; 关闭露天矿

中图分类号: X826

文献标识码: A

文章编号: 1006-8759(2016)06-0015-04

THE ECOLOGICAL RESTORATION PLAN AND ECOLOGICAL VALUE ESTIMATION OF LINGQUAN OPENCAST IN CHILL GRASS REGION

WANG Li-yan¹, CHEN Chun², ZHAO Yan-hui²

(1. Zhalainuoer Coal Industry Co., Ltd., Manzhouli 021400, China; 2. School of Environment Science and Spatial Informatics, China University of Mining and Technology, Xuzhou 221116, China)

Abstract: The study aimed to develop an ecological restoration plan of Lingquan opencast, located in an alpine region with a steppe vegetation, and short vegetation growing season. By considering the open-pit mine fire prevention and control and slope stabilization of slope and outer waste dump after mine closure, we proposed for proper planning and implementation of the area in accordance with regional geography, natural conditions, ecological environment, socio-economic conditions, economy & efficiency, and the principles of technology. The general idea of Lingquan opencast mine was short, medium and long-term ecological restoration planning. That will be divided into ecological restoration of natural vegetation restoration areas and artificial vegetation restoration areas. Herbs were selected according to the preferred test results. At the same time, we use Value estimation method, the value of

ecosystem services planning area has been estimated that the annual ecological value of Lingquan surface mine was 8735300RMB. In brief the plan has significant ecological benefits and can effectively promote sustainable development and promote regional harmony in mine construction areas.

Key words: Plan of Ecological Restoration; Vegetation Selection; Ecological Value Estimation; Closed Opencast

灵泉露天煤矿位于满洲里市扎赉诺尔煤田中北部,经过 50 多年的开采,浅部煤炭资源即将开采完毕,深部煤炭资源采用斜井开采,原来的露天采坑即将关闭,关闭后露天矿的生态恢复成为迫切的问题。由于露天矿位于高寒草原植被地区,气候寒冷,植物生长期短,如何快速有效地进行生态恢复是很大的挑战。按照《中华人民共和国土地管理法》、《中华人民共和国环境保护法》、《土地复垦条例》以及《煤炭安全生产规程》等有关要求,应对灵泉露天矿进行生态恢复规划,通过自然及人工生态恢复措施,使受损生态系统可在相对较短时间内得以恢复,这对改善矿区环境、构建生态矿区具有重要的现实意义。

1 生态恢复布局规划

1.1 规划原则与目标

根据区域地理、自然条件、生态环境及社会经济状况,以《矿山生态环境保护与恢复治理技术规范》(HJ651-2013)、《土地复垦质量控制标准》(TD/T 1036-2013)、《水土保持综合治理技术规范》(GB/T16453-2008)等为依据,遵循“整体规划、阶段实施、因地制宜、科学高效”的总体思路,编制灵泉露天矿生态恢复规划,促进区域植被快速恢复,改善区域生态环境,通过近期和中期生态恢复工程建设,主要生态建设指标达到绿色矿山建设标准,实现社会经济与生态环境的和谐发展。

1.2 生态恢复布局规划

灵泉露天煤矿生态恢复范围包括外排土场、内排土场以及露天采坑等三类不同的土地利用类型。为避免生态恢复工程的重复建设和提高生态恢复的效果,首先对矿区生态恢复范围开展整体景观规划,再分不同的土地利用类型开展生态恢复工程设计,按时序实施。

灵泉露天矿排土场复垦区地形整治完工以后,应快速恢复植被,从而有效控制水土流失,改善矿山的生态环境^[1]。按照生态恢复区地理位置、

地形地貌、气候条件及土地利用特征,生态恢复区分为人工生态植被恢复区和植被自然恢复区两部分。

植被自然恢复区位于东排土场、南排土场以及东沿帮排土场。该区域受深部煤炭资源井工开采影响地表不稳定、排土场周边产生大面积积水,排土场高程降低,潜水位有利于植被自然恢复^[2]。人工生态植被恢复区域分布在西沿帮排土场靠采坑边坡部分、采坑北帮火区治理及采坑内排土场部分,总面积为 228.89 公顷,按时序分为五个阶段实施:2014 年度、2015 年度、2016 年度、2017 年度和 2018~2020 年。规划分区具体分布如图 1 所示。



图 1 灵泉露天矿生态恢复规划区分布

如图 1 所示,2014 年度生态恢复区位于采坑西帮北部,治理面积为 17.77 公顷,2015 年度生态恢复区位于采坑西帮中部,治理面积为 12.29 公顷,均采用草种播种、点缀种植乔木和灌木的措施。2016 年度生态恢复区位于采坑西帮中部,治理面积为 12.91 公顷,分两个设计高程对土地平整,临近采坑片区栽种灌木、远离采坑片区结合南部杨树林栽种杨树。

2017 年度生态恢复区分为两部分:一部分位于 2014 年度生态恢复区东部,治理面积为 24.12 公顷,区域分为五个设计高程平整,播种草种、点缀栽种灌木;另一部分位于采坑北边帮,治理面积

为 27.21 公顷,采取"边坡控制—火点治理—生态恢复"一体化治理技术,治理时间为 2015~2017 年。在火区治理与边坡控制基础上,播种草种,适当栽种灌木。

2018~2020 年生态恢复区为采坑下部,治理面积为 134.59 公顷。按照采坑地表现状,分五个设计高程对土地平整,再播种草种、点种灌木。外排土场(远期生态恢复区)在斜坡整治、稳定安全基础上,以自然草地植被恢复为主。

2 植被物种筛选与配置

植被恢复是露天矿排土场重新利用的主要形式,生态特性以及气候变化对物种分布产生很大影响^[3],灵泉露天矿处于草原气候带,植被类型主要为草本植物。但考虑到物种多样性、生态系统的稳定性等因素,在进行矿区生态恢复时,采用乔、灌、草结合的植被种植方案。具体植被配置与种植数量如表 1 所示。

表 1 规划区植被配置与种植数量统计表

	草本植物		乔木		灌木	
	播种数 (kg)	播种面 积(hm ²)	种植数 量(株)	种植面 积(hm ²)	种植数 量(丛)	种植面 积(hm ²)
人工恢复区	2895	192.61	11040	12.91	59860	47.88
自然恢复区	1980	132	-	-	-	-

如表 1 所示,人工恢复区乔木配置杨树、榆树,灌木配置大果沙棘,其中,乔木栽种 11 040 株,栽种面积 12.91 公顷;大果沙棘栽种 59 860 丛,栽种面积 47.88 公顷;草本播种 2 895 kg,播种面积 192.61 公顷。乔木树种选择主干通直、树冠匀称、根系发达,选用已切根、移植过、无病虫害、机械损伤的苗木。大果沙棘栽植时,雌雄合理配比,一般 8 株雌株配植 1 株雄株。自然恢复区主要播种草本植物,包括紫花苜蓿、披碱草、冰草、无芒雀麦等,播种面积 132 公顷,播种草种 1 980 kg。草本植物每年播种一次,播种时间为 5~6 月。草种播种前要拌种,地下害虫较多地区必须用种子量 0.2% 杀虫剂拌种。

3 生态价值测算

3.1 生态价值测算方法

生态价值评估方法大多来源于生态经济学、资源经济学和环境经济学。1997 年,Costanza 等^[7]对全球主要类型的生态系统服务价值进行了评

估,2003 年谢高地等^[8-9]根据中国实际情况,在 Costanza 等提出的评价模型基础上,对国内 200 多位生态学学者问卷调查,制定了中国陆地生态系统单位面积生态服务价值当量因子(表 2)。该方法定义 1 hm² 全国平均产量的农田每年自然粮食产量的经济价值为 1,其余生态系统服务功能价值当量因子是指生态系统产生该生态服务相对于农田食物生产服务贡献的大小。

表 2 中国陆地生态系统单位面积生态服务功能价值的当量因子

	森林	草地	农田	湿地	水域	荒漠
气体调节	3.8	0.8	0.5	1.8	0	0
气候调节	2.7	0.9	0.89	17.1	0.46	0
水源涵养	3.2	0.8	0.6	15.5	20.38	0.03
土壤保育	3.9	1.95	1.46	1.71	0.01	0.02
废物处理	1.31	1.31	1.64	18.18	18.18	0.01
生物多样性	3.26	1.09	0.71	2.5	2.49	0.34
食物生产	0.1	0.3	1	0.07	0.1	0.01
原材料供给	2.6	0.05	0.1	0.07	0.01	0
娱乐文化	1.28	0.04	0.01	5.55	4.34	0.01
合计	21.85	7.24	6.91	62.71	45.97	0.42

农田食物生产生态服务功能价值单价为 1 hm² 平均产量的农田每年自然粮食产量的经济价值:

$$V_{crop} = \frac{1}{7} \sum_{i=1}^n \frac{m_i P_i q_i}{M}$$

式中: V_{crop} 为单位农田生态系统提供食物生产服务功能的经济价值,元/hm²·a; n 为生态恢复区作物种类; i 为第 i 种粮食作物; P_i 为 i 种粮食作物平均价格,元/kg; q_i 为 i 种粮食作物单产,kg/hm²; m_i 为 i 种粮食作物种植面积,hm²; M 为生态恢复区粮食作物总面积,hm²。

森林、草地、水域、湿地等其他各类生态系统生态服务功能价值依据农田粮食生产服务价值乘以生态价值系数。

生态价值估算公式如下:

$$ESV_i = \sum_{j=1}^n A_i \times (V_{crop} \times f_{ij})$$

式中, ESV_i 为第 i 种土地利用类型的生态服务功能价值,元/a; i 为土地利用类型; j 为生态系统服务功能类型; V_{crop} 为单位农田生态系统提供食物生产服务功能的经济价值,元/hm²·a; f_{ij} 为第 i 种土地利用类型第 j 种生态服务功能价值的当量因子; A_i 为 i 种土地利用类型的面积,hm²。

3.2 生态服务功能价值测算

灵泉露天煤矿土地利用类型主要为林地、灌丛和草地，本文中灌丛面积按林地统计。估算以2011年粮食作物产量及价格为基础数据。单位面积农田每年粮食产量通过《内蒙古经济社会调查年鉴2012》获得^[10]，粮食作物单位面积产量约为4293 kg/hm²；粮食单价为3.77元/kg；规划区规划林地面积为65.35 hm²；草地面积为324.61 hm²。对照表2中国陆地生态系统单位面积生态服务功能价值的当量因子，估算出灵泉露天煤矿生态恢复区每年生态服务价值为873.53万元(表3)，其中，林地生态系统服务功能价值为330.14万元，草地生态系统服务功能价值为543.38万元。

表3 灵泉露天矿生态恢复区生态系统服务功能价值(单位:万元)

土地类型	气体调节	气候调节	水源涵养	土壤保育	废物处理	生物多样性	食物生产	原材料供给	娱乐文化	合计
林地	52.88	40.80	48.35	58.93	19.79	49.26	1.51	39.28	19.34	330.14
草地	60.04	67.55	60.04	146.35	98.31	81.81	22.52	3.75	3.00	543.38

法对灵泉露天煤矿生态恢复区进行了生态服务价值功能测算，每年生态功能总价值为873.53万元，灵泉露天煤矿生态恢复规划具有显著的生态效益，能够有效地促进矿区环境保护与生态文明建设。

参考文献

[1] 刘宝勇.海州露天矿排土场植被重建技术研究[J].能源技术与管理,2007,2:53-55.
 [2] 李思清.高潜水位平原矿区土地复垦及生态恢复措施探讨[J].矿山测量,2013,3:21-22,59.

[3] Filippo Bussotti, Francesco Ferrini, Martina Pollastrini, et al. The challenge of Mediterranean sclerophyllous vegetation under climate change: From acclimation to adaptation [J]. Environmental and Experimental Botany, 2014, 103:80-98.

金属框架共计9.51吨满足清洁解控条件,2016年5月向国家核安全局上报了解控申请,目前正在评审。

6 结语

放射性废物管理优化是一个不断交流不断改进的过程,应用同行成熟、先进的经验,并结合自身情况加强优化管理、从源头控制、采用再循环再利用等手段,实现放射性固体废物的安全管理,实现废物最小化的目标。

截至目前我国大陆运行核电机组总装机容量达2831万千瓦,在建机组总装机容量达2672万

4 结论

灵泉露天煤矿生态恢复规划按照“整体规划、阶段实施、因地制宜、科学高效”的总体思路,分别进行了近期(2014~2017)、中期(2018~2020)、远期(2020年后)规划,生态恢复区分为植被自然恢复区与人工生态植被恢复区。灵泉露天煤矿生态恢复规划充分考虑了前期物种筛选试验成果,在规划设计中以草本植物自然恢复和人工恢复为主,同时,为了增加生物多样性和景观效果,采用优选试验中效果较好的本地物种(杨树、榆树)、引进物种(大果沙棘)以及草本物种。利用价值量估算方

perimental Botany, 2014, 103:80-98.
 [4] 许付仁.种植苜蓿草的生态环境效益和经济效益分析-苜蓿草在台安县洪家农牧场种植实验 [J]. 环境科学与管理, 2007, 32(1): 142-146.
 [5] 潘智刚,赵莹,李宁.内蒙古地区俄罗斯大果沙棘的引种试验[J].内蒙古水利, 2009, 5:119-120.
 [6] 郭树平等.高寒地区低碳树种基地建设可行性研究报告[R].哈尔滨:哈尔滨市林业干部培训学校, 2012.
 [7] 谢高地,鲁春霞,冷允法,等.青藏高原生态资产的价值评估[J].自然资源学报, 2003, 18(2):189-195.
 [8] Costanza R, Arge R, et al. The value of the world's ecosystem and natural capital[J]. Nature, 1997, 386:253-260.
 [9] 蔡邦成, 陆根法, 陈小骏.生态系统服务价值评估在南京市土地利用评价中的运用[J].环境保护科学, 2007, 33(4):104-106.
 [10] 国家统计局内蒙古调查总队.内蒙古经济社会调查年鉴 2012 [Z].内蒙古:中国统计出版社, 2013.

千瓦,随之每年核电站放射性废物产生量将逐年上升,势必造成放射性废物暂存和最终处置的困难。仍需在不断优化、改进最小化措施的基础上,尽快启动处置场的建设,才能从根本上解决问题。

参考文献

[1] 田湾核电站液态放射性废物固化容器改造 2012
 [2] 田湾核电站新增固体放射性废物暂存库项目 2012
 [3] 关于田湾核电站废树脂申请清洁解控的报告 2013
 [4] 关于田湾核电站废树脂申请清洁解控的报告 2014
 [5] 应用 OREX 可降解防护用品及设置后处理设施改造项目 2013
 [6] 关于田湾核电站报废空气过滤器金属框架申请清洁解控的报告 2016