

试验研究

# 神东亿吨能源矿区露天矿林农土地复垦试验

包金刚<sup>1</sup>,魏慧芳<sup>1</sup>,迟明霞<sup>1</sup>,辛静<sup>2</sup>,杨勇刚<sup>1</sup>,李治龙<sup>1</sup>

(1.内蒙古鄂尔多斯市林业规划设计院,内蒙古康巴什 017010;2.内蒙古鄂尔多斯市林业国际合作援助项目办公室,内蒙古康巴什 017010)

**摘要:**2006~2007 年在中国神华集团公司神东现代化亿吨煤炭矿区马家塔露天矿采煤坑回填土地,实施 13.33 hm<sup>2</sup>造林种草、种植农作物二种土地复垦方式试验;结果表明:乔灌造林成活保存率是 89%~98%、种草出苗率 100%,采取造林种草土地复垦技术不但治理和改善了地处黄河中游乌兰木伦河一级阶地煤炭露天开采坑的生态环境,有效预防和避免了因开发而新增水土流失的危害,并且具有土地复垦投资少、改良复垦区土壤效果显著的优点。采取农业种植土地复垦方式,不但投资较大、管理科目繁多,而且在短期内收益甚小。

**关键词:**神东亿吨矿区;露天坑土地复垦;乔灌造林种草;农作物种植;试验

中图分类号:X171.4

文献标识码:A

文章编号:1006-8759(2014)06-0019-03

神东亿吨能源基地位居黄河中游黄土丘陵沟壑水土流失与毛乌素沙地沙漠化的风水复合侵蚀最严重区域,该区域自然植被稀少,本底自然环境生态系统极其脆弱。矿区现代化开发能源与生态环境治理、保护是建设亿吨能源基地客观面临和必须解决的技术课题。马家塔露天矿是神东矿区第一个建成投产的煤矿,已探明煤炭地质储量 2622 万 t,可开采高热量的优质动力精煤储量是 2433 万 t。设计露采生产规模:第一、二年分别为 100 万 t/a,第三年为 180 万 t/a,第四年以后平均为 200 万 t/a。

地处黄河中游乌兰木伦河一级阶地的马家塔露天矿井田,其能源开发工程不可避免地要破坏原阶地的地貌稳定性和自然植被,降低开发区的植物覆盖率,从而极易造成新的水土流失泥沙量,加剧原本脆弱生态环境的恶劣程度。为此,对马家塔露天矿井田采煤坑 13.33 hm<sup>2</sup>回填土地实施林农土地复垦技术方式试验,其目的就是探讨和实践神东亿吨现代化矿区可持续发展、绿色开发能源的技术模式。

## 1 马家塔露天矿土地复垦试验区概况

### 1.1 自然环境条件

马家塔露天矿露采坑造林种草土地复垦试验

区位于内蒙古鄂尔多斯市伊金霍洛旗乌兰木伦镇境内,地处毛乌素沙地沙漠化与黄土高原沟壑水土流失复合交错区域,风蚀与水蚀构成的风水复合侵蚀是这个区域的自然条件特征。其地理坐标是 E110007'35"至 E110010'56",N39018'42"至 N39020'40";该地区属于我国典型的大陆型半干旱气候,冬长夏短,冬季寒冷、夏季炎热,年均降水量 357 mm,其中 7、8、9 月的降水量占全年的 70%,春季 80%保证率的降水量仅为 12 mm;年均蒸发量 2554 mm,是年降水量的 7.15 倍;年均风速 3.6 m/s,年内最大风速 24 m/s,年均大风日数 42.2 d,沙暴日数 26.7 d;年均气温 6.20℃,≥10℃积温为 30 000℃,无霜期 140 d,全年日照时数为 2 740~3 000 h。该地区的自然特点主要是植被稀少、干旱、风沙和水土流失严重,热量资源较丰富,温差大且变化剧烈,沙地广布,松散堆积物丰富,降水量虽少但强度大,冬春季在西北风作用下,以沙漠化风蚀沙埋危害为主,夏秋季以水土流失的水力侵蚀危害为主,矿区生态环境系统极其脆弱。

### 1.2 马家塔露天矿井田采煤坑状况

马家塔露采井田位于黄河中游的乌兰木伦河一级河滩阶地,呈不规则梯形状,走向与乌兰木伦河平行,南北长 9.87 km 东西宽 0.48~0.88 km,面积 4.94 km<sup>2</sup>。已探明煤炭地质储量 2622 万 t,可开采储量 2433 万 t;煤质属特低灰、特低磷、特低硫、

不粘、高热量的优质动力精煤。马家塔矿煤炭露采开采为采坑内排剥离物、采坑外设置临时排土场方式,采剥出的煤炭在采端工作面或侧工作面装车,铺设采坑至集装站汽运专路,直接把煤运至集装站经粉碎、分级筛选加工后装火车外运。

### 1.3 马家塔露采坑回填土处理方法

在马家塔露天矿采煤剥离生产过程即把土地复垦机理融贯其中,按照重造土壤耕作层的原理对深7~18 m采坑进行回填,把>15 cm块径矸岩石按大、中、小块和原地表剥离土,依序机械回填在采坑底层、中层、上层和表层,再机械平整形成人工待复垦土地。经均匀布点取待复垦土壤35 cm深土壤剖面18个土样品,分析得到以下土质状况数据:

(1)土壤耕作层机械组成平均为:块径>10 cm矸岩石占10%~15%,块径1~10 cm矸岩石占68%,粒径<1 cm矸岩石占16%~22%;土质呈无结构、无层次状。

(2)土壤耕作层平均有机质含量0.0154~0.4615 mg/kg, N、P、K含量分别是40 mg/kg、0.05 mg/kg、13.667~16.46 mg/kg, pH值为7.5以上。

总之,马家塔露天采坑待复垦区土质特征总体呈现结构松散、持水保水力差,有机质含量低,土壤养分元素N、P、K严重不足,土壤偏碱性,属于生产力低下的耕作土地。

## 2 马家塔露采坑林农土地复垦试验设计与实施内容

### 2.1 林草、农作物土地复垦设计试验用地面积

对13.33 hm<sup>2</sup>马家塔露采坑已回填的待复垦土地,设计造林种草与农作物种植二种土地复垦试验方式,林草、农作物种植地和非种植地道路等3类用地规划面积是:

①林草土地复垦规划面积11.89 hm<sup>2</sup>,其中:常绿针叶乔木6.67 hm<sup>2</sup>,阔叶乔木1.8 hm<sup>2</sup>,灌木1.89 hm<sup>2</sup>,豆科、禾本科牧草1.53 hm<sup>2</sup>;

②农作物土地复垦规划面积0.74 hm<sup>2</sup>,其中:大田农作物0.67 hm<sup>2</sup>,加温温室0.07 hm<sup>2</sup>;

③非种植规划用地面积(田间路等其他非种植占用土地面积)0.71 hm<sup>2</sup>。

### 2.2 林草、农作物土地复垦试验技术措施

(1)林草造林地整理:对乔、灌、草复垦种植地基本上没有采取任何施肥改土措施,只实施了对

造林种草地的全面整理,即把种植地深20~35 cm回填土中块径>1 cm矸石块、树枝等杂物全部清理出,经人工平整、修垄后栽种乔、灌、草。

(2)大田农作物种植地:对大田农作物种植地设计和实施的改土施肥措施是,平均垫铺厚25~35 cm沙土,再平均施入腐熟羊粪、鸡粪60 505 kg/hm<sup>2</sup>,然后机械耕翻、人工平整和修田埂地垄;按照当地种植农作物的常规做法,对复垦农作物进行日常的浇水、追肥和喷洒药剂等管理。

(3)加温温室蔬菜种植地:首先对其耕作层35 cm人工深翻土2次,并清理出≥0.5 cm矸石块等杂物,随后施入腐熟羊粪15 kg/m<sup>2</sup>,并进行浇水、追肥和喷洒药剂等管理,追施尿素化肥间隔15~25 d 1次、20 g/次,计4次。复垦温室设计和构造为钢架、基砖结构,设置8个火暖加温的塑料日光型温室;温室内保护地蔬菜种植面积是496 m<sup>2</sup>。

### 2.3 设计与实施林草、农作物土地复垦试验品种

在对马家塔露天采坑回填地进行全面的造林种草整地措施后,按照选“壮苗”、“良种”的标准选用林草种苗、种源,规范实施“三埋两踩一提苗”、“严格抚育管理”等造林种草技术规程,林草土地复垦试验分为乔木、灌木和牧草3类项目进行实施。

(1)乔木:常绿针叶乔木是油松,苗木规格为3年生实生苗,造林密度2×2 m;阔叶乔木是杂交杨,苗木规格为胸径2 cm裸根苗,造林密度2×3 m。

(2)灌木:是本地具有抗旱力、萌孽力和固结土壤能力强的沙柳灌木。采用粗五指枝条进行扦插方式造林,条长70 cm,穴行距1×2 m、2根/穴。

## 3 马家塔露天采坑林农土地复垦试验结果

### 3.1 乔灌造林土地复垦试验结果

于2006年春季造林后的8月中旬,乔木成活率为:油松89%、杂交杨99%;灌木沙柳成活率97%。

### 3.2 农作物种植土地复垦试验结果

对马家塔露采坑试验实施的露地大田复垦种植农作物,依据设计规定的内容和程序进行常规性的浇水、除草及喷洒药物等田间管理措施,当年各自的单位面积产量粮豆作物:糜子1388、荞麦128、玉米1028、豇豆848、葵花323 kg/hm<sup>2</sup>;蔬菜作物:白菜72750、马铃薯8888、豆角3750 kg/hm<sup>2</sup>。

经对附近10 km当地大田农作物当年产量调查对比,马家塔露采坑大田农作物土地复垦地产

量均低于当地同类农作物产量,如荞麦仅是当地产量的 30.36%,玉米仅是当地产量的 25.75%,马铃薯仅是当地产量的 48.45%。

温室蕃茄单位面积平均产量为 18 000 kg/hm<sup>2</sup>,不及当地的 1/2。

#### 4 林农土地复垦方式改良土壤养分与投资分析

##### 4.1 林农土地复垦方式改良土壤养分分析

对马家塔露天采坑设计与采取造林种草和种植农作物二种土地复垦试验方式,经过 2006 年 3 月~2007 年 10 月林草、农作物植物的生长发育观察,于 2007 年 11 月上旬对林草、农作物 4 种复垦土地耕作层 1~35 cm 土壤,以及露天采坑回填待复垦土地 1~35 cm 层,5 cm 取土样 1 个计取 28 个土样,经分析化验、统计,结果表明马家塔露天采坑复垦土地的土壤养分状况发生了明显变化,见表 1:

表 1 马家塔露天采坑林农土地复垦地土壤养分测定

土壤养分测定类型	有机质/%	速 N/ppm	纯 P/ppm	纯 K/ppm
乔灌造林复垦林地	0.5435	3.78	0.68	41
种草复垦地	0.2834	2.5	0.4	18.32
大田农作物复垦地	0.3906	15.9	2.84	54.35
温室蔬菜复垦地	0.7168	36.35	14.4	83.7
露天采坑回填待复垦对照地	0.1376	1.9	0.275	14.975

##### 4.2 林农土地复垦方式投资费用分析

马家塔露天采坑林农土地复垦投资费用计算原则是,对露天采坑回填和整体推平的机械作业划入马家塔露天矿剥离开采生产中,林农土地复垦按种植类型的不同分别计付投资费用,林农四种土

地复垦类型的单位面积平均投资费用分别是:乔灌造林复垦 18916 元/hm<sup>2</sup>、种草复垦 16394 元/hm<sup>2</sup>、大田农作物复垦 108230 元/hm<sup>2</sup>、温室蔬菜复垦 288610 元/hm<sup>2</sup>,按造林种草和农作物种植二类型土地复垦方式计算,则造林种草和农作物种植土地复垦平均投资费用分别是 17655 元/hm<sup>2</sup>、198420 元/hm<sup>2</sup>,造林种草土地复垦投资费用仅是农作物种植土地复垦种植的 8.9%。

#### 5 结论

(1)通过 2006~2007 年对马家塔露天采坑 13.33 hm<sup>2</sup>(200 亩)林农土地复垦方式试验,不但行之有效地治理和改善了地处黄河中游乌兰木伦河一级阶地煤炭露天开采坑局部的生态环境,而且初步摸索出神东亿吨现代化能源基地露天采坑造林种草土地复垦技术措施,为我国地处半干旱风水复合侵蚀生态恶劣地区,创新和创建“开发与治理同步”、“国土再造”和可持续发展的绿色能源开发模式,提供了详实、可靠的技术实践依据。

(2)对马家塔露天采坑采取造林种草土地复垦方式,有效地治理和改善亿吨现代化能源基地的生态系统环境,起到科学预防新增沙漠化和水土流失的生态危害,而且造林种草土地复垦投资仅是农作物土地复垦种植的 8.9%,并且改良露天采坑回填地土壤土质的效果显著,1~35 cm 土地复垦耕作层内有机质、速 N、纯 P、纯 K 分别比待复垦对照地提高 0.1458%~0.5792%、0.6~34.45 ppm、0.125~14.125 ppm、3.345 ppm,可谓是一项投资少、土地复垦管理程序简便但生态防护效益高的有效、实用、适用的土地复垦技术。

(上接第 33 页)

of the SHARON process for treatment of rejection water of digested sludge dewatering [J]. Water Science and Technology. 2001, 44(1): 145-152.

[4]Munch E V, Lant P, Keller J. Simultaneous nitrification and denitrification in bench-scale sequencing batch reactors [J]. Water Research. 1996, 30(2): 277-284.

[5]Mulder A, Van De Graaf A A, Robertson L A, et al. Anarobic ammonium oxidation discovered in a denitrifying fluidized bed reactor [J]. FEMS Microbiology Ecology. 1995, 16(3): 177-183.

[6]康志伟. 废水生物脱氮新技术及研究进展[J]. 科协论坛. 2012, 1(下): 124-125.

[7]李礼, 杨平. 废水生物脱氮的研究进展 [J]. 四川化工. 2007, 10(4): 43-48.

[8]赵贤广, 李武, 王金龙等. 高浓度氨氮废水处理与氨资源化新技术[J]. 工业水处理. 2011, 31(12): 31-34.

[9]邵敏, 程焕龙, 李定龙等. 高浓度氨氮有机废水的吹脱实验研究 [J]. 能源环境保护. 2010, 24(6): 20-22.

[10]环境保护部. HJ 535-2009, 水质 氨氮的测定 纳氏试剂分光光度法[S]. 北京, 2009.

[11]COD 测定的新方法——微波消解法 [J]. 理化检验—化学分册. 1997, 33(3): 135-136.

[12]周明罗, 黄飞. 吹脱法处理高浓度氨氮废水的研究[J]. 工业安全与环保. 2008, 34(11): 14-16.