

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¹,魏慧芳¹,迟明霞¹,辛静²,杨勇刚¹,李治龙¹

(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 hm²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 hm²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 km²。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、

不粘結、高發熱量的優質動力精煤。馬家塔礦煤炭露采開采為采坑內排剝離物、采坑外設置臨時排土場方式，采剝出的煤炭在采端工作面或側工作面裝車，鋪設采坑至集裝站汽運專路，直接把煤運至集裝站經粉碎、分級篩選加工後裝火車外運。

1.3 馬家塔露采坑回填土處理方法

在馬家塔露天礦采煤剝離生產過程即把土地復墾機理融貫其中，按照重造土壤耕作層的原理對深 7~18 m 采坑進行回填，把 > 15 cm 塊徑矸岩石按大、中、小塊和原地表剝離土，依序機械回填在采坑底層、中層、上層和表層，再機械平整形成人工待復墾土地。經均勻布點取待復墾土壤 35cm 深土壤剖面 18 個土樣品，分析得到以下土質狀況數據：

(1) 土壤耕作層機械組成平均為：塊徑 > 10 cm 矸岩石占 10%~15%，塊徑 1~10 cm 矸岩石占 68%，粒徑 < 1cm 矸岩石占 16%~22%；土質呈無結構、無層次狀。

(2) 土壤耕作層平均有機質含量 0.0154~0.4615 mg/kg，N、P、K 含量分別是 40 mg/kg、0.05 mg/kg、13.667~16.46 mg/kg，pH 值為 7.5 以上。

總之，馬家塔露天采坑待復墾區土質特征總體呈現結構松散、持水保水力差，有機質含量低，土壤養分元素 N、P、K 嚴重不足，土壤偏鹼性，屬於生產力低下的耕作土地。

2 馬家塔露采坑林農土地復墾試驗設計與實施內容

2.1 林草、農作物土地復墾設計試驗用地面積

對 13.33 hm² 馬家塔露采坑已回填的待復墾土地，設計造林種草與農作物種植二種土地復墾試驗方式，林草、農作物種植地和非種植地道路等 3 類用地規劃面積是：

① 林草土地復墾規劃面積 11.89 hm²，其中：常綠針葉喬木 6.67 hm²，闊葉喬木 1.8 hm²，灌木 1.89 hm²，豆科、禾本科牧草 1.53 hm²；

② 農作物土地復墾規劃面積 0.74 hm²，其中：大田農作物 0.67 hm²，加溫溫室 0.07 hm²；

③ 非種植規劃用地面積（田間路等其他非種植占用土地面積）0.71 hm²。

2.2 林草、農作物土地復墾試驗技術措施

(1) 林草造林地整理：對喬、灌、草復墾種植地基本上沒有採取任何施肥改土措施，只實施了對

造林種草地的全面整理，即把種植地深 20~35 cm 回填土中塊徑 > 1 cm 矸石塊、樹枝等雜物全部清理出，經人工平整、修壟後栽種喬、灌、草。

(2) 大田農作物種植地：對大田農作物種植地設計和實施的改土施肥措施是，平均墊鋪厚 25~35 cm 沙土，再平均施入腐熟羊糞、雞糞 60 505 kg/hm²，然後機械耕翻、人工平整和修田壟地壟；按照當地種植農作物的常規做法，對復墾農作物進行日常的澆水、追肥和噴灑藥劑等管理。

(3) 加溫溫室蔬菜種植地：首先對其耕作層 35 cm 人工深翻土 2 次，並清理出 ≥ 0.5 cm 矸石塊等雜物，隨後施入腐熟羊糞 15 kg/m²，並進行澆水、追肥和噴灑藥劑等管理，追施尿素化肥間隔 15~25 d 1 次、20g/次，計 4 次。復墾溫室設計和構造為鋼架、基磚結構，設置 8 個火暖加溫的塑料日光型溫室；溫室內保護地蔬菜種植面積是 496 m²。

2.3 設計與實施林草、農作物土地復墾試驗品種

在對馬家塔露天采坑回填地進行全面的造林種草整地措施後，按照選“壯苗”、“良種”的標準選用林草種苗、種源，規範實施“三埋兩踩一提苗”、“嚴格撫育管理”等造林種草技術規程，林草土地復墾試驗分為喬木、灌木和牧草 3 類項目進行實施。

(1) 喬木：常綠針葉喬木是油松，苗木規格為 3 年生實生苗，造林密度 2×2 m；闊葉喬木是雜交楊，苗木規格為胸徑 2 cm 裸根苗，造林密度 2×3 m。

(2) 灌木：是本地具有抗旱力、萌蘗力和固結土壤能力強的沙柳灌木。採用粗五指枝條進行扦插方式造林，條長 70 cm，穴行距 1×2 m、2 根/穴。

3 馬家塔露天采坑林農土地復墾試驗結果

3.1 喬灌造林土地復墾試驗結果

於 2006 年春季造林後的 8 月中旬，喬木成活率為：油松 89%、雜交楊 99%；灌木沙柳成活率 97%。

3.2 農作物種植土地復墾試驗結果

對馬家塔露采坑試驗實施的露地大田復墾種植農作物，依據設計規定的內容和程序進行常規性的澆水、除草及噴灑藥物等田間管理措施，當年各自的單位面積產量糧豆作物：糜子 1388、蕎麥 128、玉米 1028、豇豆 848、葵花 323 kg/hm²；蔬菜作物：白菜 72750、馬鈴薯 8888、豆角 3750 kg/hm²。

經對附近 10 km 當地大田農作物當年產量調查對比，馬家塔露采坑大田農作物土地復墾地產

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/hm²,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/hm²、种草复垦 16394 元/hm²、大田农作物复垦 108230 元/hm²、温室蔬菜复垦 288610 元/hm²,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/hm²、198420 元/hm²,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 hm²(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.