

毛乌素沙地生态修复现状、问题与对策

牛兰兰¹, 张天勇², 匡栋¹

(1. 北京林业大学, 教育部水土保持与荒漠化防治重点实验室, 北京 100083; 2. 宁夏盐池县环境保护与林业局)

摘要: 风沙危害是毛乌素沙地面临的最为严重的生态环境问题之一, 搞好本区的生态修复工作具有重要的意义。系统分析了本区风沙化土地生态修复的制约因素以及生态修复现状中存在的问题, 提出了本区今后生态修复的 4 条对策: 一是遵循自然规律; 二是学习、总结并推广治沙经验; 三是采用高科技, 提高生态环境建设的科技含量; 四是加强法制建设。

关键词: 生态修复; 现状; 对策; 毛乌素沙地
中图分类号: X171.1 文献标识码: A 文章编号: 1005-3409(2006)06-0239-04

Actuality and Countermeasure of Ecological Rehabilitation in Maowusu Sandy Land

NIU Lan-lan¹, ZHANG Tian-yong², DING Guo-dong³

(1. Beijing Forestry University, Key Laboratory of Soil and Water Conservation and Desertification Combating, Ministry of Education, Beijing 100083, China;
2. Environmental Protection and Forestry Administration of Yanchi County)

Abstract: Sand damage is one of the most serious eco-environment problems in Maowusu sandy land. So, it has great meaning to do well in ecological rehabilitation engineering. According to the restricted factors of eco-environment construction in Maowusu sandy land and problems in it, four countermeasures of ecological rehabilitation are brought out: first is to follow the order of nature; the second is to summarize and popularize experience of preventing and controlling sands; the three is to depend on science and technology, enhance technical content of ecological rehabilitation; the last one is to strengthen legal system construction.

Key words: ecological rehabilitation; actuality; countermeasure; Maowusu sandy land

毛乌素沙地是一个脆弱的自然、经济、社会的复合生态系统^[1]。长期以来, 由于生态保护意识的落后, 盲目追求眼前利益, 陷入了“人口增长-生活水平低下-过度开发-生态恶化-生产力低下-过度开发”的恶性循环中, 出现生态环境越脆弱, 环境敏感性越强, 生态环境承载力越低, 自然灾害越频繁, 经济发展越缓慢的势态。加快本区生态修复进度, 是解决这一矛盾的必由之路。

1 毛乌素沙地概况

1.1 毛乌素沙地概况

毛乌素沙区是我国 12 大沙区之一, 位于我国沙漠地区的东南端, 处北纬 37°27.5′~39°22.5′东经 107°20′~111°30′。包括内蒙古自治区伊克昭盟的南部(伊金霍洛旗南部, 乌审旗全部, 鄂托克旗东南部), 陕西榆林地区的北部(神木、榆林、横山、靖边、定边五个县的一部分和佳县西北一小部分)以及宁夏回族自治区盐池县的东北部。全沙区总面积为 39 835 km², 约占我国沙漠总面积的 3.6%(表 1)。

毛乌素沙地四周的界线大致如下: 北界是敖伦淖尔-毫庆召-木肯淖尔-苏贝淖尔-巴汗淖尔一线; 东北界是巴汗淖尔-通

岗浪沟-红碱淖尔一线东南和南面大致以长城为界, 即从神木到榆林, 然后沿榆溪河南下, 直至鱼河堡, 再向西沿无定河到芦河口, 折向西南沿芦河至高家沟公社, 再沿小毛乌素沙带南缘向西至定边孟家沙窝-北大池-三段地东部再向东北。

表 1 毛乌素沙地面积 km²

省、区	沙区面积	旗、县	沙区面积	毛乌素沙区总面积
陕西(北部)	14431	神木	3402	39835
		榆林	5874	
		横山	1283	
		靖边	1955	
		定边	1843	
		佳县	74	
内蒙古 (伊克昭盟)	25016	伊金霍洛旗	954	
		乌审旗	11805	
		鄂托克旗	12257	
宁夏	388	盐池县	388	

沙地位于我国季风区的西陲^[2], 是我国水热条件相对较好的沙漠化地区^[3]。该区气候处于干旱、半干旱过渡地

* 收稿日期: 2005-11-16
基金项目: 国家科技攻关计划课题(2005BA517A05); 干旱半干旱沙地疏林配置结构与固沙机理的研究(30360089)
作者简介: 牛兰兰(1981-), 女, 山西人, 在读硕士研究生, 主要方向水土保持与荒漠化防治; 匡栋, 内蒙古人, 北京林业大学副教授, 研究方向为水土保持与荒漠化防治。

带^[4],但大部分地区属温带半干旱区,年平均温度 6.0~9.0℃,夏季白天炎热,晚上凉爽;冬季较为寒冷,昼夜温差大,年较差也很大。降雨量小,且集中于 7~9 月,年平均降水量东南部为 440 mm,向西递减至 250 mm^[2,3],且风多、风大,日照多。

1.2 毛乌素沙地荒漠化现状

该区人类活动历史悠久,曾是广泽清流、水草丰美、牛羊繁茂的草地,但由于历史上的长期战乱破坏,不合理的垦荒与樵采,尤其是不合理农垦和过度放牧引起了严重的草地退化、土地沙化与荒漠化过程,光裸的流动沙丘与严重碱化的滩地成为优势的景观。据陆地卫星像解释,从 50 年代后期到 90 年代中期的 30 多年间,毛乌素沙地扩大 47.2%,林地减少了 76.4%。沙漠化过程导致耕地和草场普遍风蚀粗化或为流沙所侵占,居民点、交通、水利工程及其他农牧业设施遭受风沙危害,土地生物产量降低,土地生产潜力衰退,最终导致可利用土地资源的丧失。这些都对该地区的经济发展和人民生活造成严重后果,同时也使生态平衡遭受破坏,自然环境趋于恶化。

自 70 年代以来,由于地方政府重视植被造林建设,积极种草造林,使部分沙化土地得以控制恢复,农、林、牧业得到改善,据 2004 年第三次全国荒漠化和沙化监测工作,与 1999 年第二次全国荒漠化和沙化监测结果相比,毛乌素沙地属于全国荒漠化和沙化动态变化的四种类型中的“上次就已好转本次继续好转的区域”,但是由于存在着发展农牧业、工矿业、能源、交通、通讯等事业与保护沙地脆弱生态系统之间,人口增长与自然资源利用之间,农、林、牧发展过程中相互协调出现的矛盾,使得毛乌素的荒漠化趋势仍未得到彻底控制,例如,从 20 世纪 80 年代中后期到 2000 年,伊金霍洛旗沙地面积新增 17 820 hm²^[5]。

可见,毛乌素沙地虽然取得了显著的成绩,但是形势不容乐观,还有较大面积的裸露沙地有待治理,而且有些治理过的沙地还存在再次沙漠化的潜在威胁,因此,沙漠化治理、生态恢复任务仍然十分艰巨。

2 毛乌素沙地生态修复现状与问题

2.1 生态修复措施

毛乌素沙区曾先后被纳入到天然林保护、退耕还林、三北防护林体系建设等国家级重点工程中来。毛乌素沙区在国家级重点工程的基础上,结合“谁绿化谁所有、谁投资谁受益、谁经营谁得利”的政策,给予非公有经济与公有资金同等的待遇,鼓励外商和非公有制企业通过收购、兼并、控股等形式参与生态修复,极大的鼓励和促进了防治沙治沙工作的进行、生态环境的修复。在多年的生态修复实践中,毛乌素沙地人民探索出了一套行之有效的经验、措施,坚持以生物措施为主,生物措施和工程措施相结合,防治用相结合,宜农则农、宜林则林、宜牧则牧,实行沙水田林路综合治理。

(1) 沙地人工造林。人工造林更应该做到顺应自然、尊重科学。提高人工造林成活率及成林保存率和林分质量的关键在于科学解决适地适树这一问题。适地适树是通过选树适地和选地适树来实现的。由于毛乌素沙地特殊的自然条件,因此,选择的首要条件和基本条件是适应性强,即抗旱、抗风蚀沙埋能力强,耐沙割,成活率高,生长发育正常,在较长时间内,对各种有利、不利条件,具有较好的稳定性。在选择乡土树种的同时,积极引进、推广抗病虫及耐干旱的良种,培育壮苗。毛乌素试验过多种植物,其中乡土植物沙柳、沙蒿、杨柴、酸刺以及相邻地带引进的花棒等效果很好,樟子

松、油蒿亦有很大潜力;荒漠地带引进的梭梭、沙拐枣、霸王、沙冬青等很少成活。

栽植过程中,调查设计、苗木筹集、苗木运输、整地、栽植、浇水、查补苗、病虫害防治、管护、档案,十大环节每个环节都必不可少,要环环紧扣,尤其是在种植方面,使用根宝浸泡、生根粉喷根、泥浆蘸根等多种方法提高成活率,同时做到“四不栽”——栽植穴不达标不栽、不是壮苗不栽、不修枝不栽、苗木不检疫不栽。各种技术活动都是建立在一定的经济基础之上的,只有那些功能愈大成本愈低的技术措施,才更有推广价值,更能发挥更大作用。

(2) 飞播造林种草。充分利用沙区地下水位高、水分条件好、自然覆沙能力强的有利条件,将人工难以治理的“远沙大沙”全面封闭,利用飞机播种造林种草,雨季促苗,封育保苗,增加植被。毛乌素沙地采用飞播手段营造免灌防风固沙饲料林,飞播时使种子丸粒化,即以保水剂和防野生动物食用的药剂将种子包裹住,同时选择降雨时进行飞播。目前所飞播的 200 hm² 防风固沙饲料林当年的成活率均超过 95%,保存率达到 90%,生长良好,杨柴当年高生长量达到 60 cm,冠幅 60~80 cm。

(3) 封沙育林育草。封沙育林育草要抓好三个结合,实行三个并重。即封、造、管结合,开发、保护、管理并重。“封”即抓封禁,对封育区严禁采伐树木,严禁放牧,严禁毁林开垦,严禁捕猎野生动物;造“即抓造林,封山之后,加大人工造林力度,同时开发利用野生资源,提高封沙育林育草的经济效益”;管“即抓管护,各有关部门密切配合,上下联动,联合护林”。各地普遍建立起县、乡、村、护林员四级护林网络,有效地巩固了绿化成果,使封育区内造林成活率有了明显提高。

对毛乌素退化草场首先封禁,促进其自然更新,同时人工整地,播种产草量高、适口性好的豆科牧草,在地下水位较高的地区打汲水井进行移动式喷灌,配合施加复合肥,采取鼠兔害防治措施,能够有效地解决过牧等不合理草场利用方式造成的草场退化。

(4) 退耕还林还草。退耕还林(草)的终极目标是用乔灌木将退耕地全部覆盖下来,还大地以绿色,遏制土地风蚀沙化和水土流失。毛乌素沙地退耕还林还草,一定要本着宜乔则乔,宜灌则灌,宜草则草,乔灌木结合的原则,统筹规划,科学布局,选择“易造成水土流失的坡耕地和易造成土地沙化的耕地”,突出重点,因害设防,集中治理,逐步推进,并将荒地造林、退耕还林还草等生态工程与之配套,与草柳工艺制品加工、绿色饲料加工及舍饲养殖业有机结合起来,做到生态效益与经济效益并重,远期效益与近期效益结合,人与自然环境和谐发展。

(5) 四旁植树。除了大面积造林外,还要进行以宅旁、村旁、路旁、水旁为地盘的零散栽树——四旁植树。从林种说,四旁植树包含经济林、用材林、防护林、风景林等多林种。整地是植树前的准备,一般在植树前一季度或前一年整好、挖好,好的土壤条件也可随植树随整地、挖穴。行道树、庭院树和坚实土地上植树,都要挖穴。穴一般为圆形,径和深由苗木大小和根系发育状况及是否带土块决定,一般以宽松大穴为好。树种选择注意乡土性,积极引进良种壮苗,植树方法一般采用植苗和分殖,栽植时要注意时令、舒根、填土和镇压。

(6) 建设完善绿洲防护体系。发展以绿洲为中心的生态环境建设。依据绿洲由内到外生态条件有较大差异的特点,分别营造乔、灌、草,不同层次不同功能的防风阻沙林带,形

成综合防护体系,从而保护沙漠绿洲。

¹ 绿洲外围封沙育林育草带。是在有残存植物的沙地上,采取封禁和人工培育的方法,依靠自然力,进行天然下种或根系萌发,辅以人工移植、补种、抚育、管护等措施,达到恢复植被的一种育林营林方式。

④防风阻沙林带。首先在流动沙丘上设置沙障,最常用的沙障材料为麦草,将麦草从中间用铁锹插入沙地内15 cm,地上露出15~20 cm,草厚5~6 cm。规格一般为1 m×1 m或1 m×2 m(垂直主风方向为1 m,顺主风方向为2 m),沙丘迎风面和沙丘顶部一般不要造林,待风力逐步削平丘顶后再进行造林,同时沙丘背风面要留出掩埋预留地,以免栽植后树木被沙子掩埋。一般3 m以下小沙丘留6~7 m预留地,3~7 m的中型沙丘留3~4 m的预留地。

④绿洲内部农田林网。因地制宜,根据风沙危害状况,选择疏透结构、通风结构等农田林网结构。主林带与主风方向垂直或基本垂直,副林带则与主林带直交,乔木或乔灌混交。农田林网的布局一般与农业总体规划相协调,林、田、渠、路统一规划,配套设置。乔灌木树种主要选择适应性强,容易繁殖的树种。

2.2 生态修复现状

近几十年以来,毛乌素沙地人民,在政策引导下,加大了治理风沙的力度,取得了显著成效,积累了宝贵经验,涌现出了李玉芬、牛玉琴和殷玉珍等一批治沙劳模。经过50年来的艰苦努力,毛乌素沙地沙漠化治理取得了良好的生态效益与经济效益:植被盖度得到了提高,生态环境得到了改善,水土流失区得到了初步治理,沙化土地得到了治理改造。陕西毛乌素沙地,沙区林地面积由1950年的4万hm²变成93.7万hm²,其中灌木80万hm²,占82%,林草覆盖率由1.8%上升到36.9%;在沙漠腹地营造长城、北缘、环山、灵榆4和大型防风固沙林带总长1500 km,造林面积11.7万hm²;风沙滩地区营造万亩以上成片固沙林165块,同时杨树良种的成功引进,以及樟子松的引种成功,使滩、川、塬、润地区受风沙危害的9.3万hm²农田基本实现了林网化,恢复和改良天然草场15.3余万hm²。固定和半固定流沙40多万hm²,治沙造田10万hm²。

在全国沙漠化土地年增长1.39%的情况,陕西省榆林沙区沙漠化发生逆转,1977~1986年2088.61 km²的沙漠化土地得到治理,主要在榆阳区北部和神木、府谷,逆转速率为1.62%,受到了联合国世界环境组织的关注。

根据“八五”期间吴波等在毛乌素沙地所进行的研究,其沙漠化面积从1987~1993年由32585.6 km²(占监测区总面积48761.9 km²的67.5%)下降到30650 km²,(占总面积的63.5%),总体是处于沙漠化的逆转过程中,平均每年使276.6 km²的沙漠化土地得到了治理。

2004年,由国家林业局组织,农业、水利、气象和中科院等部门的有关单位和专家参与,共同完成了第三次全国荒漠化和沙化监测工作。与1999年第二次全国荒漠化和沙化监测结果相比,毛乌素沙地属于全国荒漠化和沙化动态变化的四种类型中的“上次就已好转本次继续好转的区域”,表现为毛乌素沙地南缘等地区,沙化面积逐渐减少,植被盖度增加,生态状况进一步好转。毛乌素沙地通过各种人工措施造林种草达20万hm²。有6万多hm²半固定沙地转为固定沙地。

2.3 生态修复存在的问题

2.3.1 植物种类单一,植被覆盖度低

毛乌素沙地由于其特殊的生态背景,其生物多样性非常

丰富。由于长期以来破坏严重,许多植物(如沙冬青、沙柳、柠条和杨村等)林木虫害、病害十分严重。甚至一些植物随环境的恶化,逐渐成为濒危稀有种,如沙冬青、四合木(*Tetraena mongolica*)、锦刺(*Potania mongolica*)和半日花(*Helianthemum songaricum*)等。几十年前成片大面积分布的沙地柏、黄刺玫和柳叶鼠李(*Rhamnus erythroxylon*)等灌木,今天只有少量的局部残存。加之,毛乌素沙地人工栽植乔灌木种较单一,主要为:柠条(*Caragana intermedia*)、沙柳(*Salix cheilophila*)、紫穗槐(*Amorpha fraticosa*)、沙棘(*Hippophae rhamnoides*)、沙地柏(*Sabina vulgaris*)、羊柴(*Hedysarum laeve*)、籽蒿(*Artemisia ordosica*)和花棒(*Hedysarum scoparium*)等。尤其在风沙区,植物种类单一,灌木和乡土树种较少,植被覆盖度低且大部分地区植被都遭到了不同程度的破坏,极易引起风沙灾害。

2.3.2 生态效益与经济效益没有很好地结合

随着可持续发展思想的引入,生态学进一步完善为人类经济活动经济效益、社会效益、生态效益统一的指导思想。大规模实施生态修复工程,必须充分考虑当地群众经济发展要求。退耕还林还草政策优越,群众得到了实惠,但有些地方毁林、放牧时有发生,究其原因,还是经济问题,单一的纯林见效慢,连“三料”问题都不能解决,群众不能很快地接受,无怪乎有人担心“退得下”已实现,可“稳得住、不反弹”的目标还有待于继续努力。如靖边县的林业纯属生态林业,社会效益不明显,经济效益差,以林养林养不住,从而形成造林越多,负债越重的局面^[6]。可见本区人工林生态效益与经济效益水平的低下。造林质量低、效益不高,成为本区生态建设的突出问题。

2.3.3 生态修复科技含量低

毛乌素沙地自然条件差,风沙大,降水少,蒸发强烈,严重地制约生态建设的效果和土地生产力的提高。过去,生态恢复过程中,在不同立地条件下,树种的选择、栽植方法、配置方式等方面,由于缺少科学依据,营造的各种防护林和固沙林存在着许多问题。例如,毛乌素沙地鄂托克前旗1996年在沙地上营造的以小叶杨(*Populus simonit Carr.*)、旱柳(*Salix matsudana Koidz*)为主的树库伦,开始生长旺盛,但后期因林木耗水引起地下水下降,造成林木生长停滞,或趋于死亡^[7]。

2.3.4 农牧民、政府、科学家之间缺乏有效的交流合作

一方面,农牧民合理的生存和发展需求应该得到各级政府和环境科学家们的尊重和支持;另一方面,政府和科学家能够给当地生态恢复以强大的物资和技术支持,最终受益的是当地农牧民;此外,政府和环境科学家们通过教育和舆论宣传的可持续发展思想和方法,也应该得到农牧民的理解和支持,并贯彻到现实的生态恢复中去。只有这样,才能充分调动广大农牧民参与生态建设和环境保护的积极性和主动性,并长久地维护生态建设的成效。

3 生态修复制约因素

本区是我国生态环境恶劣地区之一,毛乌素沙地地理位置的特殊性、严重的自然灾害和人为破坏,是制约本区生态修复的直接原因,具体包括以下几个方面。

3.1 土壤贫瘠

由于所处地理位置的特殊性,使其成为一个农、林、牧交错出现的生态脆弱带。毛乌素沙地土壤相当贫瘠且基质不稳定。地面覆盖度低,裸露面积越大,径流量也越大,径流带走的养分也越多,同时,风蚀造成土壤表层粗化,细物质减

少,有机质和养分含量减少。流动沙丘植被覆盖率小于 5%,基质尚在流动中,土壤无发育,粒径在 1~0.25 mm 的沙粒约占 75%,0.25~0.05 mm 的约占 20%。土壤粒径按流沙地、半固定、固定沙地的顺序依次减小。沙土比其它土壤保水性差,水分的深层损失量大,有效利用率很低。这些都给当地造林成活和植被稳定带来极大的困难。

3.2 干旱的气候

干旱是毛乌素沙地主要的灾害性天气之一。毛乌素沙地位于鄂尔多斯高原的南部,海拔高度多在 1 100~1 300 m 之间,鄂尔多斯高原对东南季风前进的阻挡和高原迎东南季风坡的动力抬升致雨作用,使本区降水自东南向西北显著地减少。年均降水量东南部为 440 mm,向西递减至 250 mm,全年蒸发量达 1 800~2 500 mm,比降水量大 4~10 倍,大旱现象频繁发生。据乌兰镇气象站资料(1971~1986),多年平均降水量 262.7 mm,多年平均蒸发量 2 665.7 mm,多年平均风速 2.9 m/s,最大风速 31.0 m/s,多年平均大风日数 38 d。可见,干旱出现频率的增加,潜水位下降,造成植被长势衰退、死亡,土地沙漠化加剧。

3.3 降水时空分布不均匀,多暴雨

全区最大降水量集中于 7~9 月,占全年降水量的 60%~70%,尤以 8 月最多。但降水强度大,常集中于几天至十几天,且多以暴雨形式出现,强度大,降低了水分就地入渗率,形成的地表径流强度冲刷,破坏了原地表结构,携带大量泥沙直接输入干流。

3.4 风沙灾害严重

毛乌素沙区风速一般较大,多年平均风速 2.4~3.3 m/s。本区不仅平均风速较大,而且大风(8 级或 8 级以上)多而风力强。一年中以春季风速最大,如乌旗 4、5 月平均风速分别为 4.2 m/s、4.1 m/s,冬季次之,是风蚀的动力。大风多再加上气温高、降雨少,冬春两季地表植被枯萎、稀疏,裸露的地表土壤颗粒结构松散,导致季裸露的沙质农田和荒地产生严重的风沙危害,风力侵蚀成为主要的土壤侵蚀形式之一。

3.5 人口猛增,土地压力大

随着人口的迅速增长,形成人口与当地土地承载力不相协调的矛盾,人口的增加加大了土地资源利用的压力,造成了过度的农业开垦。随之,草场面积逐渐减少,但同期牲畜数量在增加,使得 20 世纪 60~70 年代草场过牧严重,如乌审旗牲畜超载率有一段时期甚至达到 200%。由于存在着干旱多风和地表裸露、具有疏松砂物质等沙漠化潜在因素,在这些潜在的自然因素的基础上,任何人为的经济活动都会导致沙漠化的发生和发展。

4 生态修复思路

国内大多数学者认为,生态系统受到人为干扰或自然干扰后,会从一个相对稳定的生态状态发生演替,而这种演替,大多数是逆序演替。生态修复是在遵循自然规律的前提下,通过人为辅助措施,促进脆弱的生态系统恢复生物种类和自我维持能力,再构建一个要素多样、结构稳定、功能协调和具有一定抗干扰能力的生态系统。

位于我国北方农牧交错带的毛乌素沙地,是一个生态脆弱区。毛乌素沙区大部分属鄂尔多斯高平原向陕北黄土高原的过渡区,构成环境的光、热、气、水、植被、土地等自然要素呈地带性变化。生态修复应遵循分区修复对策,因地制宜,依据大自然规律和生态学、环境学等理论,采用技术上、经济上可行的措施,使脆弱生态系统恢复到相对稳定生态系

统、相对稳定生态系统达到稳定生态系统状态。生态修复是一项系统的、长期的工程,修复工程不仅要实现再建一个良性循环的生态系统,而且也要与当地群众经济发展联系起来,逐步实现人与大自然和谐共处的目标。

5 生态修复对策

生态修复是一项复杂的系统工程,需要诸多行政部门的协调和配合、多门学科的参与和支持,不是一个学科与部门能解决的问题^[8]。修复中要协同系统工程学、景观生态学、恢复生态学、生态经济学、荒漠化防治学、自然资源学、植物群落学、地理学、环境科学等多学科综合研究。同时生态环境保护又是一项长期而艰巨的任务。生态修复只有与发展区域经济和改善人民生活紧密联系起来,才能把工作搞好。同时,要树立人与自然和谐相处的理念,因势利导,以预防为主,控制人类活动对自然的过度干扰和侵害,充分利用生态自我恢复能力,实施生态自然修复。

基于毛乌素沙地生态修复的制约因素以及目前生态修复现状及其存在的问题,根据生态修复理论提出今后生态修复的对策。

5.1 遵循自然法则,根据沙地生态类型选择适生树(草)种

毛乌素沙地生态类型多种多样,它要求不同经营措施,具有不同生物成分,因此在生产布局中,必须根据不同景观生态类型的特点,采用不同的设计方法。即使在同一类型的立地条件下,也应考虑不同种类的搭配组合,不同层次的组合。以发挥综合的生态效益和经济效益。毛乌素沙地的地理地带位置,沙的优势覆盖度与水分特点确定了这里的优势生活型是耐风沙与干旱的灌木,而不是草原禾草或中生森林乔木。因此在毛乌素沙地沙漠化治理与植被建设时,应特别强调采用各种灌木种类。

国家“七五”攻关专题《毛乌素沙地榆林沙区立地分类评价和适地适树研究》通过对 6 个乔木树种、8 个灌木树种的经济效益调查后,认为,在半干旱干旱草原—荒漠草原地区,由于水分条件差和养分的不足,成片的灌木林存在,成片的乔木林为“小老树”,所以成片的灌木林效益比成片的乔木林效益高,零星乔木树比成片灌木林效益好。

5.2 学习、总结并推广治沙经验

经过长期奋斗,防沙治沙事业取得了显著成就,各地防沙治沙的新经验不断涌现出来。要加强对外交流合作,积极引进国外资金、技术和先进治沙经验。通过多年的治理,本区人民群众不断总结,也掌握了一定的治沙先进经验,这些经验更加适合本区治理,值得大力推广,同时本区要继续加强防沙治沙的科学研究和技术总结。

这些经验总结起来有:全面规划,综合治理;除害与兴利相结合,改造与利用相结合;因地制宜,因害设防,植物措施、工程措施、农业措施相结合,大量造林种草与保护现有植被相结合。根据不同的立地条件,因地制宜建立综合防治及开发利用模式,在沙漠戈壁及活化沙丘的边缘,尽快建立起以灌木为主的防风防沙生物隔离带,在风力和流沙活动剧烈地段,通过建立草方格、防沙栅栏、生物沙障固沙,并通过人工种植等措施恢复以灌木为主的灌草植被,形成生物屏障,遏制沙化扩展。先固定流沙,然后综合进行农业利用与开发,充分利用沙地光、热、水、沙自然资源,组合各种技术,配置为可操作的技术进行沙地的治理与开发。

5.3 采用高科技,提高生态环境建设的科技含量

生态修复中如何提高造林、种草成活率,科学技术是关
(下转第 246 页)

相邻区域之间的流动必然会对实际 TSP 分布造成影响, 本模型在小风静风的情况下能够有更好的模拟结果^[12, 13], 其次是因为真实的 TSP 分布图本身是使用插值生成的, 因原始采样点较少, 本身也不是很精确。

图 5 所示模拟值比实际值高的区域, 是因为厦门岛三面环海其 TSP 分布受到海洋气候的影响, TSP 浓度高的陆地空气和 TSP 浓度低的海洋空气, 使得同样地表环境的情况下沿海地区的实际 TSP 密度值低于理论的 TSP 密度。

图 6 所示的模拟值低于实际值的区域, 是因为在大面积的其他类型用地中出现了一片水域。而实验中用到的 TSP 分布数据是从比较稀疏的 6 个点数据插值生成的, 不能很好的表现细部。因此在非连续的和某大块连续的土地类型之间出现其他类型的用地类型时, 模拟值与原始值会有差别较大。

参考文献:

- [1] 马蔼乃. 遥感信息模型[M]. 北京: 北京大学出版社, 1997. 15– 21.
- [2] 雷孝恩, 张美根, 韩志伟, 等. 大气污染数值预报基础和模式[M]. 北京: 气象出版社, 1998. 1– 13, 29– 33.
- [3] 厦门市环境保护局. 1999 年厦门市环境状况报告[R]. 2000.
- [4] 厦门市环境保护局. 2000 年厦门市环境状况报告[R]. 2001.
- [5] 厦门市环境保护局. 2001 年厦门市环境状况报告[R]. 2002.
- [6] 厦门市环境保护局. 2002 年厦门市环境状况报告[R]. 2003.
- [7] 马蔼乃. 地理遥感信息模型[J]. 地理学报, 1996, 5(3): 266– 271.
- [8] 马蔼乃. 遥感信息模型与地理数学[J]. 北京大学学报, 2001, 7(2): 10– 15.
- [9] 马蔼乃, 邬伦, 陈秀万, 等. 论地理信息科学的发展[J]. 地理学与国土研究, 2002, 2(1): 1– 5.
- [10] 马蔼乃. 论地理科学[J]. 地理与地理信息科学, 2003, 1(1): 1– 4.
- [11] 栗志峰. 不同绿地类型在城市中的滞尘作用研究[J]. 干旱环境监测, 2002, 9(3): 162– 163.
- [12] 张仁泉. 小风和静风状态下 TSP 大气扩散模式的理论推导[J]. 中国环境科学, 1997, 2(1): 34– 36.
- [13] 邵天一. 宜昌城区绿地景观格局与大气污染的关系[J]. 应用生态学报, 2004, 4(4): 691– 696.

(上接第 242 页)

键。增加科技资金投入, 运用先进技术, 推广实用技术, 重点突破西部地区生态环境建设中的关键技术: 如抗旱节水、保水保墒林木等, 提高科技含量和生态建设的效益。科学技术是第一生产力, 只有依靠科学进步、技术创新, 才能在发展生产和经济的同时, 做到资源合理利用, 环境有效保护, 协调三者之间的关系。

5.4 加强法制建设

土地沙化后很难治理, 在保护的基础上防治沙漠化, 建立和健全各种法规体系并严格执法是防治土地沙漠化并使其逐步改善的一个重要保证。《防治沙法》、《草原法》、《水土保持法》等已经形成了较为配套的防治风沙法规体系, 在此基础上进一步完善相应的法律法规, 规范治理与开发行为。同时, 应加强法制宣传教育, 普及环境保护知识, 营造沙

参考文献:

- [1] 吴波, 慈龙骏. 50 年代以来毛乌素沙地荒漠化扩展及其原因[J]. 第四纪研究, 1998(2): 165– 166.
- [2] 刘爱民, 刘玉平, 慈龙骏. 毛乌素沙区的气候变化及人为活动特征分析[J]. 干旱区资源与环境, 1996, 10(4): 8– 14.
- [3] 吴薇. 近 50 年来毛乌素沙地的沙漠化过程研究[J]. 中国沙漠, 2001, 21(2): 164.
- [4] 王林和, 姚洪林. 沙地治理与利用的现实途径——毛乌素沙地中日合作研究综述[J]. 内蒙古林学院学报(自然科学版), 1995, 17(4): 1.
- [5] 王雪军, 杨建新, 孙玉军. 晋陕蒙接壤地区沙地空间分布及其变化研究[J]. 干旱地区农业研究, 2003, 21(1): 100.
- [6] 郝高建, 赵先贵, 赵昕. 毛乌素沙地南缘土地沙漠化防治中的新思路——以靖边县为例[J]. 宁夏大学学报(自然科学版), 2004, 3(1): 77– 80.
- [7] 高尚武, 等. 治沙造林学[M]. 北京: 中国林业出版社, 1984.
- [8] 王治国. 关于生态修复若干概念与问题的讨论[J]. 中国水土保持, 2003, (10): 4– 5.

5 结 语

以往对于空气总悬浮颗粒物的研究以往总是集中在使用空气运动的方法, 并由此提出了统计理论, 相似理论, 湍流扩散或 K 理论等理论方法来^[2]。而本文在分析空气总悬浮颗粒物来源的基础上, 利用遥感信息模型的理论和方法, 提出了一种新的空气总悬浮颗粒物的预测模型。本文希望能够从环境地理方面入手来研究和预测空气总悬浮颗粒物的分布和密度情况, 并根据理论推导出了预测模型的基本公式, 而且有较好的拟和效果。但由于原始测量数据的不足, 导致模型中的地理常数因子不能精确的确定, 故根据模型所得到模拟分布图与实际分布图还不能完美的拟合。下一步通过更精确的数据测量和更大规模的试验应用应该能够得到更完善的模型和更好的模拟结果。

漠化防治的良好法律氛围, 使造林、护林变成群众的自觉行为。

6 结 语

毛乌素沙地是我国北方农牧交错地带, 经过历史的发展, 逐步由生态良好区退化为现在的生态脆弱区。研究本区的生态修复制约因素、建设现状与问题, 提出合理的修复对策, 对于本区乃至其他沙区, 都具有现实推广意义。本文通过分析, 提出本区生态修复建设的 4 条对策: 一是生态修复必须符合自然规律, 我们所设计的生态修复系统, 最终验收者是大自然, 而不是人类; 二是学习、总结并推广治沙经验; 三是采用高科技, 提高生态环境建设的科技含量; 四是加强法制建设。