

# 毛乌素沙地治理的新模式<sup>\*</sup>

王仁德, 吴晓旭

(地表过程与资源生态国家重点实验室, 北京师范大学 中国沙漠研究中心, 北京 100875)

**摘要:**通过对毛乌素沙地自然环境特征深入分析, 结合前人治沙经验, 提出了一种适用于毛乌素沙地的兼具生态和经济双重效益的沙地治理新模式。该模式的构建思路是将沙地推平后通过混合黄土或者其它改良剂改善沙地的立地条件, 建设防护林或者种植植被固定沙地, 通过打井浇水保证固沙植被的成活率, 待沙地固定后进行综合利用。该模式主要适用于水资源有保障的城镇周边和道路沿线地区。随着区域经济实力的增加和土地资源的日益稀缺, 本模式具有广阔的应用前景。

**关键词:** 沙地治理; 综合利用; 新模式; 毛乌素沙地

中图分类号: X171.4

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2009)05-0176-05

## New Pattern to Control Mu Us Sandland

WANG Ren-de, WU Xiao-xu

(State Key Laboratory of Earth Surface Processes and Resource Ecology, Beijing Normal University, Beijing 100875, China; China Center of Desert Research at Beijing Normal University, Beijing 100875, China)

**Abstract:** On the basis of deeply analyzing the characteristics of natural environment and previous experience of desertification controlling in Mu Us Sandland, this paper proposes a type of new sandland harnessing pattern which both has ecological and economical benefit. The way of this pattern is firstly pushing down the sand dunes, then mixing loess or other additives in the sand in order to improve the growing condition, thirdly constructing preventing forest and planting vegetation, fourthly irrigating the sand-fixation vegetation in order to improving the living ratio, finally utilizing the field by different ways after the sand has been fixed. This pattern mainly profits for the district of having the groundwater resources, surrounding towns and along the road. With the development of regional economics and the increasing scarcity of land, this model has broad application prospects.

**Key words:** sandland controlling; integrated utilization; new pattern; Mu Us sandland

沙漠化已经成为当今世界一个重大的环境和社会经济问题, 它威胁着人类的生存与发展<sup>[1]</sup>。我国是世界上受沙漠化危害最严重的国家之一, 沙漠化的发生与发展, 给我国广大沙区的生态环境、自然资源、社会经济以及人民生活造成严重的危害<sup>[2]</sup>。毛乌素沙地位于鄂尔多斯高原东南部和陕北黄土高原以北的洼地, 是我国四大沙地之一, 沙漠化非常严重, 风沙灾害频繁发生, 不仅使当地生态环境遭到破坏, 自然环境趋于恶化, 也对该地区经济社会发展和人民的生产、生活造成严重影响。

为控制风沙危害, 改善生态环境和农牧业生产

条件, 振兴地方经济, 长期以来沙区各族人民与风沙进行了坚持不懈的斗争, 开展了轰轰烈烈的治沙造林工作, 取得了一定的成绩, 生态环境恶化趋势得到遏制, 沙区居民的生产生活环境得到改善, 国民经济可持续发展能力增强。但是, 从目前来看, 毛乌素沙地的沙漠化问题依然严重, 生态环境局部好转、整体恶化的趋势并未改变, 沙漠化防治工作任重而道远。

本人近几年在参与毛乌素地区防沙治沙工作过程中, 根据当地的自然环境特征, 结合前人的治沙经验, 总结出了一套针对流动和半流动沙地的沙漠化防治新模式, 并进行了初步推广。实践证明这一模

<sup>\*</sup> 收稿日期: 2009-03-24

基金项目: 国家“十一五”科技支撑项目(2006BAD26B03)

作者简介: 王仁德(1980-), 男, 河北黄骅人, 博士研究生, 主要从事城市风沙灾害和沙漠化防治方面的研究。E-mail: wangrende@ires.cn

式能够实现生态效益与经济效益的有机结合, 具有较好的防沙治沙效果和一定的推广、应用价值。

1 区域概况

1.1 自然环境特征

毛乌素沙地位于 37° 30′ - 39° 20′ N, 107° 20′ - 111° 30′ E, 海拔 1 200 ~ 1 500 m, 面积 73 344 km<sup>2</sup><sup>[3]</sup>。黄河从西、北、东三面环抱, 东南背倚黄土高原, 西北向库布齐沙漠、腾格里沙漠敞开, 处在戈壁向黄土高原的过渡地带。包括内蒙古伊克昭盟、陕北榆林和宁夏东北部。毛乌素沙地具有中温带气候, 属荒漠草原- 干草原- 森林草原过渡地带, 年均温度 6. 0~ 8. 5℃, 1 月平均气温- 9. 5~ - 12℃, 7 月平均气温 22~ 24℃, 年 ≥10℃ 的积温 3 000℃。年均降水量东南部为 440 mm, 向西减至 250 mm; 干燥度 1. 0~ 2. 5; 大于 5 m/s 的起沙风平均每年有 220~ 580 次。地形自西北向东南倾斜, 西北部为从鄂尔多斯中西部高地向东南延伸出来的一些梁地, 向东南为倾斜的平行湖积冲积平原, 形成台地和滩地。在台地和滩地上大部分覆盖着不同流动或固定程度的沙丘与沙地, 沙丘高度一般在 5~ 10 m 以下。滩地有埋藏深度不等的地下水, 或在盆谷底部形成碱淖(湖), 故称为“毛乌素”, 为劣质水之意<sup>[4]</sup>。

1.2 沙害治理现状及存在问题

在毛乌素沙地腹地的乌审旗境内, 2005 年荒漠化土地总面积 11 328. 58 km<sup>2</sup>, 其中轻度荒漠化土地面积 3 400. 42 km<sup>2</sup>, 占总面积的 29. 44%; 中度荒漠化土地面积 6 001. 66 km<sup>2</sup>, 占总面积的 51. 96%; 重度荒漠化土地面积 1 925. 37 km<sup>2</sup>, 占总土地面积 16. 67%; 极重度荒漠化土地面积 11. 29 km<sup>2</sup>, 占总土地面积 0. 01%。全旗未利用地面积 1 842. 96 km<sup>2</sup>, 全部为荒漠化未利用地, 其中重度荒漠化未利用地面积 1 841. 84 km<sup>2</sup>, 占总未利用地面积的 99. 94%; 极重度荒漠化未利用地面积 1. 13 km<sup>2</sup>, 占总未利用地面积的 0. 06%<sup>[5]</sup>。

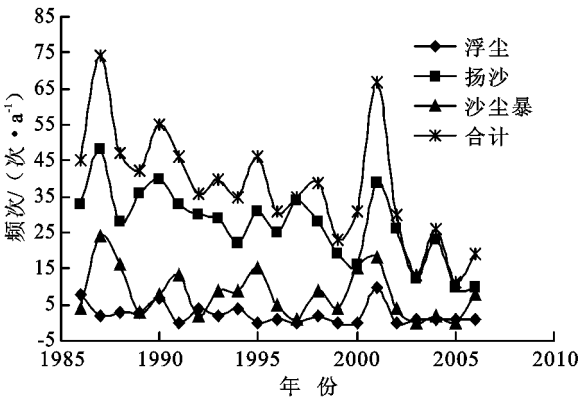


图 1 1986- 2006 年毛乌素沙地沙尘天气年际变化

表 1 乌审旗沙漠化土地变化

年份	沙地		流动沙地		半流动沙地	
	面积/hm <sup>2</sup>	占全旗面积比/%	面积/hm <sup>2</sup>	占全旗面积比/%	面积/hm <sup>2</sup>	占全旗面积比/%
1986	726573. 27	79. 15	349282. 37	48. 07	37156. 36	5. 11
1991	613722. 05	55. 55	289394. 91	47. 15	62517. 65	10. 19
1996	686413. 67	59. 23	287935. 88	41. 95	154916. 15	22. 57
2000	607873. 59	54. 43	300177. 91	49. 38	54271. 09	8. 93
2005	628516. 10	54. 25	267390. 71	42. 54	48621. 52	7. 74

从沙漠化土地面积变化来看, 毛乌素沙地荒漠化发展势头趋于好转。根据遥感影像解译结果(表 1), 乌审旗沙漠化土地面积由 1986 年占全旗的总土地面积的 79. 15% 下降为 2005 年的 54. 25%, 流动沙丘占沙漠化土地面积的比例也从 1986 年的 48. 07% 下降为 2005 年的 42. 54%, 全旗林草覆盖率达到 65% 以上<sup>[6-7]</sup>, 这得益于国家和地方政府大规模的投入及三北防护林工程、京津风沙源治理工程等一系列防沙治沙工程措施的实施。但是, 目前毛乌素沙地防沙治沙所面临的形势依然严峻。2005 年乌审旗还有流动和半流动沙丘面积 31. 5 万 hm<sup>2</sup>, 占到全旗荒漠化土地面积的一半以上, 风沙灾害发生频次和强度还很高(图 1), 防沙治沙工作, 尤其是流动和半流动沙地治理任务依然艰巨。

目前, 在毛乌素沙地所采用的防治治沙措施有

多种, 其中针对流动和半流动沙地的主要有两种: 一是前挡后拉, 在沙丘迎风坡下部种植灌木, 固定迎风坡下部坡角, 背风坡角至丘间低地种植沙柳、乌柳等高灌木, 利用自然风力消平沙丘上部, 使整个沙丘平缓、固定<sup>[8]</sup>; 二是非生物与生物措施相结合, 先采用沙柳枝条、作物秸秆在沙丘表面建设半隐蔽立式沙障以固定沙面, 再种植沙柳或沙蒿, 以达到永久性固定流沙的目的。这两种模式均具有技术简单, 可以就地取材, 投资少, 后期管理费用低等优点, 因此在大规模的生态建设工程中被广泛采用。但是由于以上两种模式都是单纯的以治沙为目的, 而没有兼顾沙地固定后的利用问题, 因此采用以上措施治理后的沙地利用价值不高, 很难吸引社会资金投入到沙地治理工作中来, 从而限制了以上治沙模式的推广使用。因此, 有必要探索出一种既能达到治沙目的,

又能取得一定经济收益,以个人和企业为投资主体的新的治沙模式,以实现生态环境建设投资主体的多元化,解决长期以来困扰防沙治沙工作的资金不足难题。

### 3 新模式的体系构成及具体措施

#### 3.1 新模式体系构成

本文所提出的沙地治理模式以治沙为主要技术手段,以沙地利用为最终目的,兼具防沙治沙和综合利用的双重功能,因此可称之为沙地治理及综合利用新模式。该模式不是一种单一模式,而是一套模式体系,根据综合利用目的的不同,可分为林业利用模式、初级农业利用模式、深度农业利用模式和其它利用模式等(图 2)。各种具体模式在技术内容上存在一些差异,但总体构建思路是一致的,都是将项目区的沙丘推平后通过混合黄土或者其它方式改善沙地的立地条件,通过打井浇水保证固沙植被的成活率,待沙面固定后进行综合利用,可归纳为沙丘推平—沙地改良—打井灌溉—植被固沙—综合利用这 5 个主要环节。初步实践证明,该模式在毛乌素沙地是可行的,流沙得到全面控制,定期浇水后的植被成活率在 90% 以上,既具有较好的治沙效果,又产生一定的经济效益,真正实现了二者的有机统一。

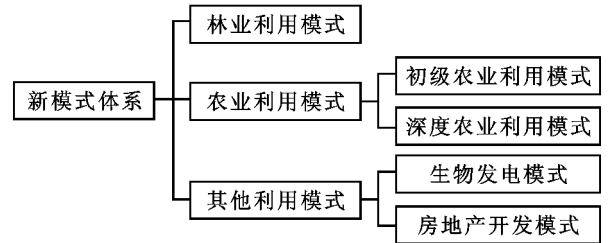


图 2 新治沙模式的体系构成

#### 3.2 模式应用的环境条件分析

任何治沙模式都有一定的适用条件和适用范围。本文提出的沙地治理与综合利用模式能够在毛乌素沙地取得成功并得到初步推广是和这里的自然条件密不可分的。通过对毛乌素沙地的自然环境分析可知,本地区具有一些其它沙区所不具备的自然环境优势,为本模式的实施提供了重要保障。

(1) 地下水丰富,并且埋藏较浅。以往的研究和实践已经证明,在毛乌素沙地的流沙地上直接进行植被成活率不高。为了保证成活率,在植被种植的头几年必须及时进行浇水。本模式中将沙丘推平后种植植被也必须浇水才能保证较高成活率,因此打井灌溉是本模式成功实施的重要一环。本区具有丰富的地下水资源,并且埋藏较浅,水质良好,这就为打井进行植被灌溉提供了重要的水源保障。

(2) 黄土广布。沙土由于颗粒较粗,保水保肥能

力差,容易产生干旱,因此,在进行深度综合利用时需要进行一定的改良。黄土颗粒细,粘性大,保水保肥能力强,与沙土性质互补,是其较理想的改良剂。试验证明,将沙土与黄土按照一定配比混合后,土壤理化性质明显改善,适宜多种作物生长。本区紧临南部黄土高原,在本区的中南部分布有相当面积的黄土梁地,这为大面积改良沙地提供了可能。

(3) 沙丘高度低,丘间地面积大。本区绝少见到高度超过 15 m,前后紧密相连的流沙地。根据我们的测量结果,绝大多数流动沙丘的高度在 10 m 以下,并且沙丘间有大面积的丘间草地,二者的面积比一般小于 1:1。推平后的平沙地高度一般不超过 2 m,这就为后面其它措施的实施提供了便利。如果沙丘高度过大,不仅会大大增加推平沙丘的难度和工程量,而且后期利用也比较困难,得不偿失。

#### 3.3 模式具体措施

组成本模式的各种具体模式因治沙目的不同,具体的技术措施也存在一定差异,这主要体现在建设思路、技术要点和配套措施及效益 3 个方面:

##### 3.3.1 林业利用模式

(1) 建设思路。先使用工程机械将沙丘推平,再将外运的黄土或红胶泥土平铺在沙地表面,深耕使沙土与黄土充分混合,然后穴状整地栽植树木幼苗,及时浇水,加强抚育管理,最终建成兼具防沙、用材与旅游三重功能的乔木林地。

(2) 技术要点与配套措施。①沙地改良:改良土壤选择保水保肥能力较强的黄土或者红胶泥土。将外运来的土壤均匀覆盖在经过平整的沙地上,覆土厚度以 15~20 cm 为宜。深耕表层土 2 次以保证沙土与黄土充分混合,耕层深度控制在 45~50 cm 为宜。稍平整后即可进行苗木栽植。②苗木栽植:树种优先选择樟子松,苗木选择 1~2 a 生的健壮苗。苗木规格地径 0.6~1.2 cm,苗高 30~50 cm,具 3~5 枝。株距 0.9 m,行距 1.5 m,6 600 株/hm<sup>2</sup>。穴状整地,穴为圆形,穴径 40 cm,深 30 cm。苗木覆土后用脚踩实踏平,其表面离穴沿 10 cm 左右,及时浇水。③打井浇水:按照 145 m 的间距打井,单井覆盖范围为 2 hm<sup>2</sup>。旱季浇水周期为 5 天 1 次。④移栽:抚育管理 3 a 后隔株移栽,5 a 后隔行移栽,最终形成株行距为 1.8 m×3 m 的乔木林地。

(3) 效益评价。采用本模式苗木成活率在 90% 以上,3 a 后流沙得到全面控制,通过出售苗木和木材及发展旅游等能获取可观的经济效益。

3.3.2 农业利用模式 较典型的农业利用模式有两种,一种是将流沙推平后种植玉米。该模式技术相对简单,综合利用的水平较低,我们称之为初级农业利用模式;另一种是将沙地推平后种植大棚蔬菜,

该模式对技术水平要求较高,综合利用的水平也相对较高,我们称之为深度农业利用模式。

初级农业利用模式:(1)建设思路。以农户为单位将沙丘推平后,按照一定规格建设农田防护林网,先期通过种植沙蒿、油蒿、牧草等先锋植物固定沙面并培肥地力,打井灌溉保证植被成活率,3 a后翻耕种植玉米等农作物。(2)技术要点与配套措施。①防护林建设:建设具有疏透结构的小网格农田防护林网。主林带间距120~150 m,副林带间距200 m,林带疏透度控制在0.35~0.55,主林带种植两行乔木和两行灌木,副林带种植一行乔木和一行灌木或者两行乔木和一行灌木,乔木使用新疆杨、旱柳等,灌木使用沙柳。②培肥地力:推平后的平沙地矿物营养元素十分贫乏,不宜直接种植农作物,需培肥地力。方法是在沙地上种植沙蒿、油蒿、草苜蓿、沙打旺等耐贫瘠、耐干旱的先锋植物,3 a内不翻耕,不允许人畜破坏,发挥其固定沙地和提高土壤肥力的作用。有研究表明,植物固沙作用可显著提高土壤肥力<sup>[9]</sup>。③农作物种植:将经过3 a改良的沙地翻耕、平整后种植农作物。当地主要农作物是玉米。耕种时应增施有机肥以进一步改善土壤养分条件,并及时浇水。普遍采用保护性耕作技术,实行粮草轮作或者粮草间作。(3)效益评价。农田防护林、固沙植物与保护性耕作措施相配合可有效控制农田风蚀。种植农作物能够产生稳定的经济收益,并且随着农田生产条件的改善,这种收益还会逐步增加。

深度农业利用模式:(1)建设思路:通过工程机械将沙地推平后,在沙地四周建设一定宽度的防风林带,中间建设多座具有较好保温性能的蔬菜大棚及相应的供水、供电等配套设施,对沙地进行改良后种植大棚蔬菜。(2)技术要点与配套措施:①防风林带建设:风沙大是阻碍本区发展大棚蔬菜的重要因素。因此在推平后的沙地四周必须建设相当宽度的防风林带以抑制风沙对蔬菜大棚的破坏。上风向林带宽20 m,下风向林带宽10 m,均采用乔灌木单行株间混交方式,即一行乔木,一行灌木,乔灌木行间距离1.0~1.5 m,乔木株距1.5~2.0 m,灌木株距0.5 m。乔木选择旱柳,灌木选择沙柳,及时浇水保证成活率。②蔬菜大棚建设:冬季温度低也是限制本区发展大棚蔬菜的重要因素,因此建设的蔬菜大棚必须具有良好的保温性能。③沙地改良:使用黄土或者其它土壤改良剂对沙地进行改良后种植大棚蔬菜。(3)效益评价:防风林带有效降低了项目区内的风速,蔬菜大棚使风与沙完全阻隔,因此不会发生明显的起沙起尘现象。种植大棚蔬菜能够产生可观的经济效益,结束目前乌审旗商品蔬菜全部依靠外运的历史,并为当地农业发展探索出一条新的道路。

3.3.3 其它利用模式 主要包括生物发电模式、房地产开发模式。

生物发电模式:(1)建设思路:将沙地推平后种植沙柳,开始几年定期浇水以保证其成活率,以3~5 a为周期,将沙柳平茬更新用于发电。(2)技术要点与配套措施:①沙柳扦插造林:选取2 a生,直径在0.6 cm以上的枝条,截成长60 cm的插条。采用机械扦插造林技术,开沟、栽植、覆土、镇压一次完成,确保苗条深埋浅露,上端与地面平或微露2~3 cm以抗风蚀。株距1 m,行距4~5 m,每穴2~3根。②沙柳抚育更新:造林的前两年定期浇水以保证成活率,待沙柳成活后可停止浇水。沙柳生长3 a后逐渐衰退,需平茬复壮。为兼顾防风固沙效益,以3~5 a为周期,采取隔丛或隔带进行轮换平茬更新。③沙柳发电:沙柳在更新初期生长较快,4 a生沙柳可割条45 000 kg/hm<sup>2</sup>,它所含的热量和煤差不多,可发展成每三至六年砍一次的绿色沙煤田<sup>[7]</sup>。(3)效益评价:本模式中沙柳林能够发挥很好的防风固沙效益,并能通过平茬更新提供大批量沙柳用于生物发电。本模式在资源能源供应日益紧张的今天具有广阔的应用前景。

房地产开发模式:(1)建设思路:将城镇四周流动及半流动沙地推平后进行兼具防风固沙与景观美化功能的防护体系建设,完善水、电、通讯等基础设施,开发房地产。(2)技术要点与配套措施:①防护体系建设:采用前挡后拉或者机械沙障等措施固定环城路外1 km距离内的所有流动沙丘。以环城路为中心,两侧各建设100 m宽的防护林带。环城路内进行大规模兼具美化与防沙功能的绿地建设,绿地面积应占到项目区面积的60%以上才能保证地面不起沙。②建筑物朝向:本区冬春季节主导风向为西北风。为了减少风沙对居民生活的影响,建筑物朝向以东南方向为宜。(3)效益评价:通过防护体系的建设可使流沙得到彻底治理,并能起到美化环境,改善小气候的作用,房地产开发则能产生可观的经济效益。

#### 4 模式适用范围与应用前景

与传统治沙模式相比,本模式的最大特点是实现了生态效益与经济效益的有机结合。通过本模式的实施不仅能使流沙得到治理,还能获得可观的经济收益,因此能够充分调动个人与企业的治沙积极性,有利于本模式的推广应用。但通过上面对模式应用的自然条件分析和各具体模式的技术步骤介绍可知,本模式应用受一定的自然和社会经济条件限制,并不是所有地区都能推广应用本模式。下面就这一模式的适用范围及应用前景等进行初步分析。

#### 4.1 适用范围分析

(1) 地下水有保障的地区。构成本模式的各种具体综合利用模式虽然在技术内容上存在诸多差异,但为了保证植被的成活率,无一例外都需要打井灌溉,因此必须建在有地下水保障的地区。

(2) 城镇周边地区。不同于单纯的治沙模式,本模式能生产具有经济价值的产品,如前面提到的蔬菜、粮食、林材等。为了方便这些产品的运输与销售,模式区一般会选在城镇周边。尤其像深度农业利用模式、房地产开发模式等以城镇居民为直接服务对象的,更是必须紧靠城镇。

(3) 交通便利地区。为了方便施工机械的进出,物资及产品的运输和人员的往来,模式区要求具有便利的交通条件,因此一般建于公路两侧。

(4) 经济较发达地区。本模式的推广应用需要大量资金,其投资主体主要为有实力的公司、企业或者个人。因此本模式多见于经济较发达的地区。

#### 4.2 应用前景分析

通过以上分析可知,由于受到自然和社会经济条件的限制,本模式并不能在所有的沙区推广应用。由于投资较大,技术水平要求较高,目前能够应用本模式的投资主体并不多,这些都限制了本模式的推广应用。但随着区域经济实力的增加和土地资源的日益稀缺,希望采用本模式获取土地资源和经济收益的企业和个人会越来越多,具备开发实力的企业和个人也会越来越多,因此,本模式的应用环境将不断成熟。近几年这一模式在毛乌素沙地不断涌现已经说明了这一点。因此,本模式还是具有广阔的应用前景的,尤其对于城市周边和道路沿线地区,非常适合本模式的推广使用。

### 5 结论

毛乌素沙地既是我国土地沙漠化最严重的地区之一,也是我国经济最落后的地区之一,“治沙”与“治穷”长期以来都是当地面临的两大主要任务,因此,探索具有生态与经济双重效益的治沙模式具有特别重要的意义。本文中所探讨的沙地治理与综合利用模式是在对毛乌素沙地的自然环境特征进行深

入分析,对前人的治沙进行经验全面总结的基础上提出来的,其最大特征是把防沙治沙与开发结合起来,实现了二者的双赢。

本模式的总体建设思路是将沙区的沙丘推平后通过混合黄土或者其它方式改善沙地的立地条件,通过种植防护林或者植被固定沙地,通过打井浇水保证固沙植被的成活率,待沙面固定后进行综合利用。根据综合利用目的不同,本模式又可细分林业利用模式、初级农业利用模式、深度农业利用模式、生物发电模式和房地产开发模式等。这些模式虽然在具体的技术步骤上存在诸多差异,但基本上都能概括为沙丘推平—沙地改良—打井灌溉—植被固沙—综合利用这5个主要环节。并不是所有的沙区都能推广应用本模式,由于自然和社会经济条件的限制,本模式主要适用于水资源有保障的城镇周边和道路沿线地区。这些地区虽然在整个沙区所占的面积不大,但却是人口最密集、经济最发展、环境最敏感的地区,是最需要保护的地区,因此,本模式依然具有重要的应用价值和广阔的应用前景。

#### 参考文献:

- [1] 聂浩刚,岳乐平,杨文,等. 呼伦贝尔草原沙漠化现状、发展态势与成因分析[J]. 中国沙漠, 2005, 25(6): 635-639.
- [2] 陈平平,丁国栋,王贤,浅谈浑善达克沙地综合治理模式[J]. 水土保持学报, 2003, 17(5): 74-76.
- [3] 董雯. 毛乌素沙地治理新思路[J]. 水土保持研究, 2009, 16(1): 102-106.
- [4] 杨永梅. 毛乌素沙地沙漠化驱动因素的研究[D]. 陕西杨陵: 西北农林科技大学, 2007.
- [5] 成丽萍,康江,谢文梅,等. 乌审旗荒漠化工地的现状、存在问题及治理对策[J]. 防护林科技, 2007(1): 58-60.
- [6] 吴晓旭,邹学勇,王仁德,等. 内蒙古乌审旗土地沙漠化退化过程研究[J]. 水土保持研究, 2009, 16(1): 136-140.
- [7] 潘迎珍,刘冰,李俊. 毛乌素沙地“十一五”综合治理研究[J]. 林业经济, 2006(7): 15-17.
- [8] 吴正. 风沙地貌与治沙工程学[M]. 北京: 科学出版社, 2003.
- [9] 张强,赵雪,赵哈林. 中国沙区草地[M]. 北京: 气象出版社, 1998.