

# 毛乌素沙地治理新思路\*

董雯<sup>1,2</sup>

(1. 渭南师范学院 环境与生命科学系, 陕西 渭南 714000; 2. 陕西师范大学 旅游与环境学院, 西安 710062)

**摘要:**毛乌素沙地形成的时间已有几十万年, 年降水量 350~500 mm, 是以森林草原和草原为主的地带。根据毛乌素沙地形成的特殊成因分析, 提出了治理毛乌素沙地的新思路, 即除植树种草之外, 更要注意利用该区以南丰富的黄土物质改良沙地, 这能够阻止大气降水通过沙层向深部的快速渗透, 能有效增加土壤的持水性, 改善土壤水分条件, 有利于植物生长和植物固沙, 能够加速植被的恢复, 而且还能够平坦的地区发展良田, 能从根本上治理和利用这一沙地。由于该区紧邻黄土高原, 土壤物质丰富, 采取以土盖沙的改良方式对解决该区沙漠化问题应当是现实而有效的。

**关键词:**毛乌素沙地; 特殊成因; 治理措施; 覆土盖沙

中图分类号: X171.1

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2009)01-0102-05

## The New Way to Harness Mu Us Desert

DONG Wen<sup>1,2</sup>

(1. The Department of Environment and Life Science of Weinan Teacher's University, Weinan, Shaanxi 714000, China; 2. Shanxi Normal University, Xi'an 710062, China)

**Abstract:** Mao Mu Us desert has been formed for thousands years. It occupies the area whose precipitation is 350~500 mm. It is the forest prairie and the prairie primarily region. According to the analysis of the special cause of formation of Mu Us desert, a new thinking is brought forward to harness Mu Us desert, that is besides planting trees and grass, but also paying more attention to use the rich loess matter in the south of this area to improve sand, which can prevent the atmospheric precipitation from filtering to the depth portion through the sand, and can effectively increase the soil's water retention property, improving soil moisture condition. It is advantageous to the plant growth and fixation of sand. It also can accelerate vegetation's restoration. Moreover, in the smooth local, it can develop the fertile farmland, be able to govern and to use this sand fundamentally. This area's close neighbor Loess Plateau has the richest soil matter. As a result, to solve this area's desert problem by using the soil to cover the sand is a practical and effective way.

**Key words:** Mu Us desert; the special cause of formation; harness measure; cover the sand with the soil

### 1 引言

沙漠化是当前人类面临的一个重大环境与经济问题, 它严重的威胁着人类的生存和发展。我国是世界上受沙漠化影响最严重的国家之一。全国沙漠、戈壁、沙漠化土地约为 165 万 km<sup>2</sup>。沙漠化土地主要分布在北方干旱、半干旱和部分半湿润地区。

从东北经华北到西北, 土地沙漠化速度呈直线上升的趋势。20 世纪 60-70 年代为 1 560 km<sup>2</sup>/a, 80 年代为 2 100 km<sup>2</sup>/a, 90 年代为 2 460 km<sup>2</sup>/a<sup>[1]</sup>。

毛乌素沙地是我国沙漠化的严重地区。它处于干旱-半干旱气候区, 水热条件较之我国其他沙漠地区优越。历史上的毛乌素沙地大部分都是水草丰美的地区。但是现在也出现了大范围的流动沙丘,

\* 收稿日期: 2008-10-26

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(40571004); 教育部重大招标项目(05JJD770014); 中科院黄土与第四纪地质国家重点实验室项目(SKLLQG0504); 渭南师范学院研究生专项基金项目(08YKZ022)

作者简介: 董雯(1980-), 女, 陕西眉县人, 讲师, 研究方向: 环境污染评价与治理。E-mail: dongwenabc@126.com

沙漠化过程十分活跃。沙漠化过程导致了耕地和草场普遍风蚀粗化, 或者被流沙所侵占。居民点、交通、水利工程以及其他农牧业工程设施遭受到风沙危害, 土地生产量下降, 生产潜力衰退, 最终导致了可利用土地资源的丧失。这些不仅对该地区的经济发展和人民生活造成了严重后果, 同时也使生态平衡遭到破坏, 自然环境趋于恶化。

## 2 自然地理条件

毛乌素沙地是我国 12 大沙漠和沙区之一。位于北纬  $37^{\circ}30' - 39^{\circ}20'$ , 东经  $107^{\circ}20' - 111^{\circ}30'$ , 面积  $73\,344\text{ km}^2$ 。其中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  $6.0 \sim 8.5^{\circ}\text{C}$ , 年均降水东南部为  $440\text{ mm}$ , 向西减至  $250\text{ mm}$ ; 干燥度  $1.0 \sim 2.5$ ; 具有固定、半固定沙丘向黄土丘陵过渡的地貌特征, 兼具风蚀和水土流失的特点。该区主要的气象灾害有干旱、霜冻、冰雹、大风和暴雨。毛乌素沙地现代风沙活动主要与温度下降导致的冬春季西伯利亚—蒙古高压增强, 亚洲冬季风由北向南的入侵有关。反之在夏秋季节增温

引起的夏季风作用增强, 给该区带来一定的降水, 流动沙丘得以生草固定<sup>[2]</sup>。

## 3 毛乌素沙地的形成

### 3.1 毛乌素沙地形成的特殊物质条件

关于毛乌素沙地的起源与变迁问题的研究, 始于 20 世纪 50 年代, 迄今大体上存在 3 种不尽一致的认识, 一是地质时期成沙说, 二是人类历史时期形成说, 三是地质时期沉积的沙质地层, 经历史时期人类活动的作用导致的沙质土壤裸露, 受强烈西北风吹蚀而活化成沙漠。

但是, 就近些年来的研究表明, 它的形成条件就是有着丰富的沙源以及当地特有的气候条件。广泛分布的砂岩, 在干旱的气候条件下, 经大风吹蚀, 风化形成丰富的沙物质, 这是毛乌素沙地形成的决定性因素。

### 3.2 气候与动力条件

从自然条件及地理位置可以看出, 毛乌素沙地处荒漠草原向森林草原的过渡地带, 主要以草原为主。该区多大风, 且频繁出现的起沙风(风速大于  $5\text{ m/s}$ )与干旱季节同步, 无疑为风沙活动和运移创造了动力条件。

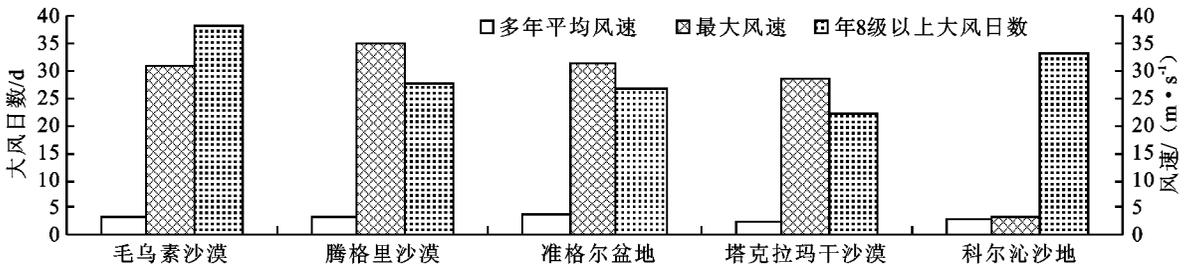


图 1 毛乌素沙地与新疆内蒙等几个沙漠的风速比较

从图 1 中可以看出, 毛乌素沙地的多年平均风速与其它几个沙漠相比较, 而且, 其年 8 级以上大风日数最多, 为  $38\text{ d}$ 。所以风在毛乌素沙地的形成上起了很大的作用。

毛乌素沙地周围是黄土地区和非沙地地区, 如甘肃兰州、靖远等地主要是黄土分布区。在这些地区年降水量  $300\text{ mm}$  左右(图 2), 大风和沙尘暴灾害也较重, 但都没有沙漠和沙地的出现。

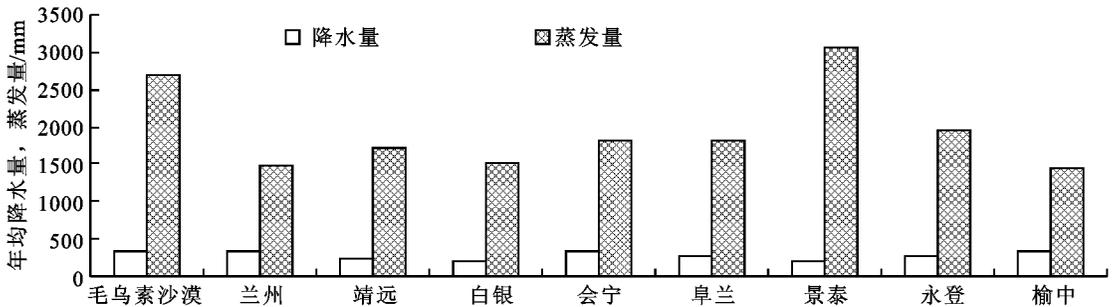


图 2 毛乌素沙地与甘肃几个地区的年均降水量和蒸发量的比较

由图 2 可以看出, 毛乌素沙地的年均降水量与甘肃省这几个地区基本相同, 而蒸发量相对较大, 年均风速和最大风速都超过了靖远、白银、会宁、皋兰

等地区。这说明有黄土覆盖地区有利于植被的发育, 能够阻碍地表物质的风蚀和由此引起的物质移动。在永登地区, 最大风速超过了毛乌素沙地。然

而由于永登地区地表是黄土覆盖的,所以没有沙地出现,而且可成为发展农业的地区。原因应当是黄土覆盖区土壤持水性强,土壤含水量高,有利于植被的发育和生长。

通过对毛乌素沙地的靖边统万城附近沙柳下沙地打 2 个钻孔进行研究,据 68 个沙土样品测定(图 3):a 孔 0-420 cm 沙土层含水量非常低,变化在 2.1%~4.3% 之间,平均含水量为 2.8%。由图 3 还可以看出,沙柳下土壤含水量波动变化呈现由低到高再到低的变化,在地下 160-300 cm 深处含水

量最高。b 孔含水也很低,与 a 孔基本相同。为进行对比,我们在靖边县城北侧杨树林下黄土层上也进行了打钻研究,41 个样品的测定结果表明土层含水量呈现由高到低再到高的变化,0-600 cm 范围内土层含水量变化在 5.2%~12.4% 之间,平均含水量为 7.1%;200-400 cm 含水量最低,这与这一层段树木根系密集有关。上述测定显示,黄土层平均含水量显著高于沙土层,前者比后者多 4.3%。这表明利用黄土治理沙地能显著提高土层含水量,非常有利于植被的恢复。

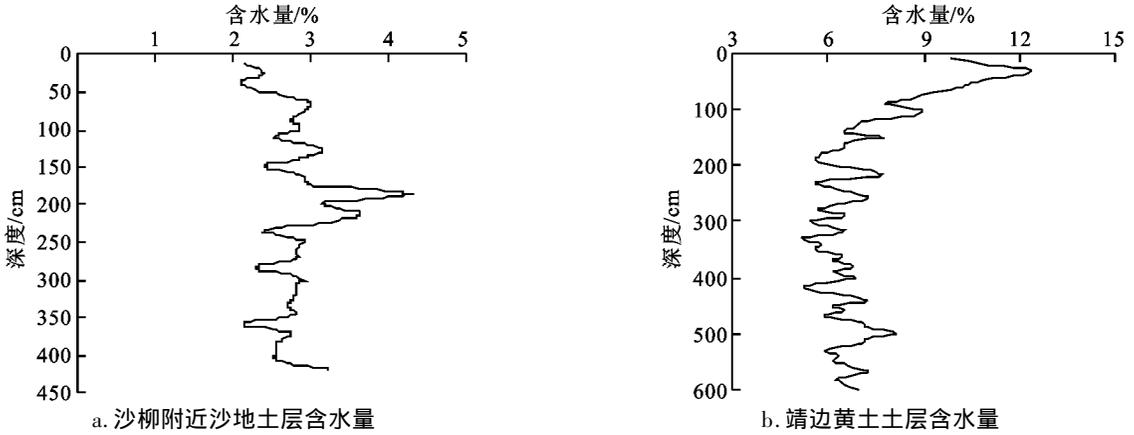


图 3 靖边附近沙地和黄土土层含水量变化

### 3.3 人为活动的影响

毛乌素地区具备沙源和特定的动力条件,近几千年来的人类活动极大促进了沙地的扩大。随着人口的过度增长,人口与当地土地承载力的矛盾也就越来越不协调,人口的增长加大了土地利用的压力,草场的面积不断减少,而牲畜的数量又在同期增加,这就使得草场过度放牧严重,沙漠化速度加快。如乌审旗牲畜超载率有一段时间甚至达到了 200%。

## 4 毛乌素沙地的治理

### 4.1 沙漠化防治中出现的问题

尽管经过半个世纪的不懈努力,防沙治沙取得了一定的成绩,局部出现沙漠化逆转,但是由于该区治理速度赶不上破坏速度,土地沙化“局部好转,整体扩大”的趋势仍未改变。尤其是近年来沙尘暴频繁发生,范围广,强度大,进一步证明生态环境之恶劣,土地沙化之严重。人们对沙漠化逆转往往估计得比较充分,对沙漠化的扩展却重视不足。毛乌素沙地植被属温带干旱草原型,植被种群单一,适宜种植的植物种较少。由于干旱和风沙,造林成活率极低。据 2001 年靖边县的沙漠化防治总结报告,丰雨年树木的成活率大于 70%,而平均成活率只有 25%~30%,现有的防护林多为 20 世纪 50-60 年代所营

造,树木老化、退化现象严重。

在治沙资金投入上,国家没有设立专门的治沙资金,而将治沙同退耕还林等工程同时兼顾,对治沙投入相对较少,地方投资也是十分有限,因此,治沙工作发展缓慢。生态效益与经济效益难以结合是治沙中出现的问题之一。毛乌素沙地的治理,以植树造林为主,林业也是纯属生态林,社会效益不明显,经济效益也很差,从而形成造林越多,负债越重的局面。再加上该区土地条件较差,农业落后且效益差,缺乏经济效益的驱动。因此,群众参与治理的积极性不高,甚至会导致新的破坏。随着经济的发展和投资力度的加大,环境建设与经济建设之间的矛盾日益突出。主要表现为沙区灌溉面积的扩大导致地下水位迅速下降。据调查,由于农田的开发利用,沙区的地下水位平均下降了 0.4~1.5 m。导致部分浅根植物枯死,植被减少,沙化加剧,煤炭、甘草等资源的开发对环境也造成了很大的破坏;开发区域的人口密度急剧增加,环境承载力超负荷<sup>[6]</sup>。

### 4.2 沙漠治理原则

防沙、治沙是一项长期的、复杂的系统工程。沙漠化防治必须遵循自然规律和经济规律,要紧紧抓住西部大开发这一历史机遇,制定整体的治理方案,在方案中,应将保护、治理、科技、政策等有机结合起

来, 提出新思路, 建立新机制来推动沙漠治理工作。

我国沙漠化防治的指导方针是: 保护优先, 重点治理, 合理利用, 协调发展。沙漠防治原则: 一是“以防为主, 防治并举, 突出重点, 先易后难”的原则, 对现有林草植被加以保护, 充分利用生态系统自我调节的功能, 防止造成新的破坏和沙漠化土地的蔓延, 应该吸取以往的教训, 采取有力措施杜绝滥垦、滥伐、滥牧、乱挖等破坏现象, 全面保护好现有植被, 同时加强治理的力度, 切实使治理工作在妥善保护的基础上扎扎实实得以发展。二是“因地制宜, 扬长避短, 统筹规划, 综合治理”的原则。对各个具体地区, 区别对待, 要针对主要问题, 确定主攻方向, 有的放矢的采取治理措施。不搞一刀切, 不搞同一模式。三是“沙漠化防治与脱贫致富相结合”的原则。四是“宣传教育政策引导与农民自愿相结合”的原则。

#### 4.3 具体措施

就沙漠化土地整治的具体措施而言。可以采取天然或人工封育, 调整不合理的土地利用方式, 增大牧业、林业用地比重, 建立人工草场与饲料基地, 推广舍饲制度等。但是对毛乌素沙地, 应重点考虑以下措施:

(1) 建立以“带、片、网”相结合为主的防风沙体系, 采取丘间营造片林与沙丘表面设置沙障, 障内栽植固沙植物的方法固定流沙; 同时加强对固定、半固定沙丘的封育和天然植被的保护。榆林城北红石峡以西的沙丘的治理就是这种模式的一个好例子。

(2) 建立以窄林带小网格为主的护田林网, 与滩地边缘固定、半固定沙丘的封育、草灌结合等固定流沙的措施, 组成一个农田防护体系。榆林芹河乡的莽坑、前湾的治理便是一例。

(3) 对面积较广, 高大起伏密集的流动沙丘地区, 采取飞播固沙植物和人工封育相结合的方法固定流沙, 并使其逐步改良成草场。

(4) 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。

(5) 采用高科技, 提高生态环境建设的科技含量, 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。

(6) 对草场沙化、退化地区实行“轮封轮牧, 半饲半牧, 补粮增效”的办法, 通过围封轮牧、舍饲圈养、定期休牧和草场改良等措施调整畜牧结构, 恢复草场生产力。

(7) 要彻底改变沙漠化地区的贫困面貌, 必须结

合当地的降水和气候特点, 根据不同的立地条件, 划分不同的土地利用类型, 因地制宜的建立防治和利用模式, 固定流沙, 充分利用沙地的水、土、热等资源<sup>[7]</sup>, 发展沙产业。沙产业就是利用现代生物科学技术, 再加上水利工程、材料技术、计算机自动控制等前沿高新技术, 在沙漠、戈壁开发出新的、历史上从未有过的大农业, 即“农工贸一体化”的生产基地。沙产业是一种“以沙养沙”的治理方式, 它以治理带开发, 以开发促治理, 立足于控制沙化面积, 改善生态环境, 着眼于沙区资源开发, 促进经济发展, 增加农民收入。对于地下水位下降的问题, 应推广节水灌溉等新技术来加以解决。生态建设只有与农民致富结合起来, 才能使社会经济得到持续发展。比如说, 发展以畜牧业为主的沙产业, 以杂粮为主的沙产业, 以沙生植物资源为基础的加工型沙产业和以沙地旅游景观为主的沙产业等。

#### 4.4 沙漠治理的新思路

过去毛乌素地区治沙存在的关键问题是树木成活低, 这显然是土壤含水量低造成的。土壤含水量低是造成树木成活后难以成林或生长到中期阶段就出现生长不良, 甚至死亡的关键原因。土壤中水分的多少以及水分运动的快慢将直接影响到植物的吸收利用<sup>[8]</sup>。陕北靖边一带年均降水量与毛乌素沙地基本相同, 但是那里却并非沙漠。因为靖边一带有着发育良好的黄土, 黄土的持水性要比沙子好得多, 这就是对植被发育有利的长处, 有了土就有了水。

针对过去治理存在的关键问题, 在这里提出: 用改变物质的方法来治理毛乌素沙地, 即在一定的范围内用覆土盖沙增加土壤持水性与含水量的措施治理沙地的方法。由于这种方法能提高土壤的含水量, 解决植被发育生长最需要的水分问题, 能从根本上治理沙地问题。毛乌素沙地南边紧靠黄土高原, 是土壤资源最丰富的地方, 所以黄土就是最好的改良物质。利用这一资源治理沙地, 沙地渗透水分能力特别强, 沙子含水量很低, 易被风吹扬。如果有黄土覆盖, 由于土层含水量得到了显著提高, 植被自然就能较快的恢复。地表有了植被的保护, 风蚀停止或大大减少了。而且黄土的渗透力较沙子要小得多。如果将黄土高原的红土与黄土混合, 那么渗透力将会更小, 这样对于沙漠地区植被的恢复更为有利。有了黄土的覆盖无疑会显著提高土壤含水量, 这不仅非常有利于植被的恢复和减少风沙危害, 而且较高的土壤含水量还有利于农业的发展。由于毛乌素沙地多年平均降水量为 345 mm, 所以可以将其变为生态经济区, 或使其变为良田。

## 5 结语

通过以上对毛乌素沙地的成因以及以往对该区的治理情况分析,毛乌素沙地的治理需要通过各种途径的试验,找出最合理最有效的措施。除了建立防风沙体系,采用镶边式治沙以及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;对草场沙化、退化地区实行“轮封轮牧,半饲半牧,补粮增效”的办法,恢复草场生产力等措施之外,在这里提出治理毛乌素沙地的新思路:通过“覆土盖砂”的方法来治理毛乌素沙地,这种方法不仅可以提高土壤含水量,有利于植被的生长发育,减少风沙危害,而且可以使其变为生态经济区或者良田,从根本上解决沙地的治理问题。

参考文献:

- [1] 任苍玉. 毛乌素沙地沙漠化原因探讨[J]. 地质灾害与环境保护, 2002, 6(2): 30-31.
- [2] 刘保生, 靳鹤龄, 吕海燕, 等. 150 ka 以来毛乌素沙漠的堆积与变迁过程[J]. 中国科学, 1982, 2(1): 89-90.
- [3] 高国雄. 毛乌素沙地能源开发对植被与环境的影响[J]. 水土保持通报, 2005, 4(2): 106-107.
- [4] 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, 6(2): 166-167.
- [5] 朱震达, 陈广庭, 王涛, 等. 中国土地沙质沙漠化[M]. 北京: 科学出版社, 1994: 188-198.
- [6] 郝高建, 赵先贵, 赵昕. 毛乌素沙地南缘地区沙漠化防治中的新思路[J]. 宁夏大学学报: 自然科学版, 2004, 3(1): 76-78.
- [7] 赵延宁, 丁国栋, 王秀茹, 等. 中国防沙治沙主要模式[J]. 水土保持研究, 2003, 9(3): 118.
- [8] 张强, 孙向阳, 王涵, 等. 毛乌素沙地土壤的持水性研究[J]. 林业科学研究, 2004, 17(增刊): 63-65.
- [9] 罗俊宝, 孙保平. 腾格里沙漠月亮湖公路沿线退化白刺沙堆封育及其防沙效益[J]. 干旱区资源与环境, 2005, 19(4): 207-210.
- [10] 王哲, 张国盛, 王林和, 等. 毛乌素沙地天然臭柏群落种子产量、种子库及幼苗更新[J]. 干旱区资源与环境, 2005, 19(3): 195-200.
- [11] Rose C W, Williams J R, Sander G C, et al. A mathematical model of soil erosion and deposition processes: I. Theory for a plane land element [J]. Soil Science Society of America Journal, 1983, 47(5): 991-995.
- [12] 白清俊. 流域土壤侵蚀预报模型的回顾与展望[J]. 人民黄河, 1999, 21(4): 18-21.
- [13] 蔡强国, 陆兆熊. 黄土丘陵沟壑区典型小流域侵蚀产沙过程模型[J]. 地理学报, 1996, 51(2): 108-117.
- [14] 谢树楠, 王孟楼, 张仁. 黄河中游黄土沟壑区暴雨产沙模型的研究[M]. 北京: 清华大学出版社, 1990.
- [15] 汤立群, 陈国祥, 蔡名扬. 黄土丘陵区小流域产沙数学模型[J]. 河海大学学报, 1990, 18(6): 10-16.
- [16] Renard K D, Forste G D, Weesies G A. Prediction rainfall erosion by water: a guild to conservation planning with the revised universal soil loss equation (RUSLE) [M]. Washington D C: Agric. Handb. 703. U. S. Gov. Print. Office, 1997.
- [17] Liu Baoyuan, Zhang Keli, Xie Yun. An Empirical Soil Loss Equation [C]// Proceedings 12th International Soil Conservation Organization Conference, Vol. II: Process of Soil Erosion and Its Environment Effect. Beijing: Tsinghua University Press, 2002: 21-25.
- [18] 尹国康. 黄河中游多沙粗沙区水沙变化原因分析[J]. 地理学报, 1998, 51(2): 108-116.
- [19] Jondt Clausen T. Systeme Hydrologique Eurppeen: a short description [C]// Danish Hydraulics Institute. SHE Report 1. Denmark: Horsholm, 1979.
- [20] Beven K J, Warren R, Zaoui J. SHE: towards a methodology for Physically based distributed forecasting in hydrology [C]// Hydrological Forecasting. IAHS Publication, 1980: 133-137.
- [21] Renschler C S. Designing geo-spatial interfaces to scale process models: the GeoWEPP approach [J]. Hydrological Processes, 2003, 17: 1005-1017.
- [22] Renschler C S, Flanagan D C, Engel B A, et al. Geo WEPP- The Geo-spatial interface for the Water Erosion Prediction Project [C]. ASAE meeting paper No. 022171, St. Joseph, Michigan, 2002.
- [23] Arnold J G, Srinivasan R, Muttiah R S, et al. Large area hydro logic modeling and assessment, Part I: model development [J]. Journal of the American Water Resources Association, 1988, 34(1): 73-89.

(上接第 101 页)