

接坝山地土壤水蚀、风蚀预报模型及强度分级研究

——以丰宁满族自治县小坝子乡为例

郭宏忠, 赵廷宁, 李孝广, 李 卫

(北京林业大学水土保持学院, 北京 100083)

摘 要: 以丰宁满族自治县小坝子乡为研究对象, 在全面调查, 获取资料, 建立土地利用现状属性数据库的基础上, 运用通用土壤流失方程 USLE 和打分评价相对模型分别建立了小坝子乡土壤水蚀、风蚀预报模型; 并通过建立分级指标体系, 对小坝子乡土壤侵蚀强度进行了分级研究。旨在探求接坝山地土壤侵蚀的特点和侵蚀程度, 为该区域水土保持和防沙治沙提供科学依据。

关键词: 接坝山地; 小坝子乡; USLE; 风蚀; 强度分级

中图分类号: S157.1

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2004)03-0066-04

Study on Prediction Model and Intensity Classification of Soil Erosion in Jieba Mountain

——A Case Study of Xiaobazi Country

GUO Hong-zhong, ZHAO Ting-ning, LI Xiao-guang, LI Wei

(College of Soil and Water Conservation, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China)

Abstract: Takes Xiaobazi country, which locates in Fengning Manchu autonomous county, Hebei Province, as a study project, through comprehensive investigation, we set up the database by means of RS, GIS. Then, according to USLE, and location conditions, the prediction model of the soil's water erosion in Xiaobazi was discussed and established. At the same time, the prediction model of wind erosion of soil was set up, by the way of relative appraisal. Lastly, with the standard and index of soil erosion, the intensity classification of both water erosion and wind erosion were carried out. The goal is to analyze and conclude the characteristics of soil erosion in Jieba mountain, and to provide some scientific foundation for regional eco-environment conservation.

Key words: Jieba mountain; Xiaobazi country; USLE; wind erosion; prediction model; intensity classification

接坝山地位于冀北高原外缘沿线, 地处半干旱农牧交错带, 生态环境脆弱, 既是距离京津地区最近的沙化土地分布带之一, 又是京津上游重要的水源地, 生态位势极其重要。丰宁满族自治县小坝子乡是接坝山地土地沙化最严重的地区。长期以来, 生存与发展对土地和自然资源的过度依赖, 导致植被遭受严重破坏, 土壤水蚀、风蚀交错发生。冬春季节, 经由内蒙古高原的西伯利亚寒流携带大量沙尘经宜肯坝沿小坝子河谷顺流而下, 出喇嘛山口直驱京城, 从而使小坝子乡成为距离首都北京最近的风沙源之一, 距北京市区直线距离仅 110 km。

1 研究区概况

丰宁满族自治县小坝子乡位于冀北接坝山区, 地理坐标

北纬 41°22'8" ~ 41°34'6", 东经 116°12'49" ~ 116°29'30", 土地总面积 31 002 hm²。大陆性季风型半干旱气候, 年平均降水量 478 mm, 年均无霜期 105 d, 年平均气温为 4℃左右, 年 4 级以上风日数 210 d 左右, 其中 8 级以上大风的日数最高可达 65 d。地带性植被为温带落叶阔叶林, 现有植被主要为原始森林破坏后经过封育或天然更新发展起来的次生林, 辅以人工林和经济林。土壤以棕壤为主, 褐土、潮土为辅, 以北梁为中心到小坝子村以及河谷滩地, 分布有风沙土。

小坝子乡共有 6 个行政村, 总人口为 4 824 人, 主要经济来源为牧业, 人均收入 618 元(2001 年), 经济发展滞后, 人民生活水平低下, 经济发展对土地过度依赖, 是导致生态退化、土地沙化的重要因素。

收稿日期: 2004-03-03

基金项目: 科技部首都圈防沙治沙应急技术示范与研究——燕山丘陵山地(河北丰宁)防沙治沙技术示范区项目(FS2000-004)资助
作者简介: 郭宏忠(1979-), 男, 硕士, 北京林业大学水土保持学院, 从事水土保持荒漠化研究。

2 研究方法与路线

2.1 土壤水蚀预报模型与强度分级

依据通用土壤侵蚀方程USLE及国内众多学者提出的修正意见和参数测定规范, 结合研究区的实际情况及野外调查数据, 将方程中各因子的算法进行本地化处理, 建立小坝子乡土壤水蚀模型, 并根据侵蚀强度分级标准, 对小坝子乡的土壤水蚀强度进行分级。研究路线见图1。

2.2 土壤风蚀预报模型与强度分级

目前国外的主要风蚀模型方程有风蚀方程WEQ (Woodruff, Siddoway, 1965)、帕萨克模型(Pasak, 1973)、波查罗夫模型(Bocharov, 1981)、德克萨斯侵蚀分析模型(Team) (Gregory, 1988)、风蚀预报系统(WEPS) (美国农业部, 1991)、修正风蚀方程(RWEQ) (Buerkert, Allison, 1994)、风蚀评价模型(WEAM) (Yaping Shao, 1996)等。但这些模型多数是针对农田风蚀而建立的, 计算复杂, 在实际中的可操作性和可利用性较差。

基于这些原因, 本文采用了相对土壤侵蚀预报模型。即筛选出影响土壤风蚀的主要因子, 根据每个因子对土壤风蚀影响的程度, 确定其权重; 然后在每个因子内部, 根据对风蚀影响程度的不同, 进行等级划分并赋值(数值大小在1~5之间); 最后将各因子级别分值加权相乘得出每一地块单元的风蚀危险值。公式如下:

$$W = \sum T \cdot F \tag{1}$$

式中: W —— 风蚀危险值; T —— 根据属性的专家打分值; F —— 该属性所占权重。

3 基础数据库的建立

小坝子乡土地利用数据库的建立采用卫片判读和野外实地调查相结合的方法进行的。首先利用2002年5月22日的LandState7的ETM+遥感影像进行初步判读, 然后以1:50000地形图进行典型地块单元的调查、图斑勾绘, 并建立卫片解译标志, 以此为基础对遥感图像进行二次判读。最后根据卫片解译结果并结合实地调查数据, 构建小坝子乡土地利用数据库(属性数据库和空间数据库)。

4 土壤水蚀预报模型

4.1 各因子具体计算方法

根据USLE方程 $A = R \times K \times L \times S \times C \times P$ (Wischmeier, Smith, 1965)中各因子的意义和常用计算方法, 结合研究区的实际情况, 确定各因子计算方法, 并进行本地化赋值。

4.1.1 降雨侵蚀力因子(R)

雨滴击溅作用和因降雨产生的径流, 是最主要的土壤侵蚀动力。降雨侵蚀力就反映了降雨的这种作用, 它是指降雨引起土壤侵蚀的潜在能力, 是降雨特性的函数。(Hudson, 1971)

降雨侵蚀力的经典计算方法:

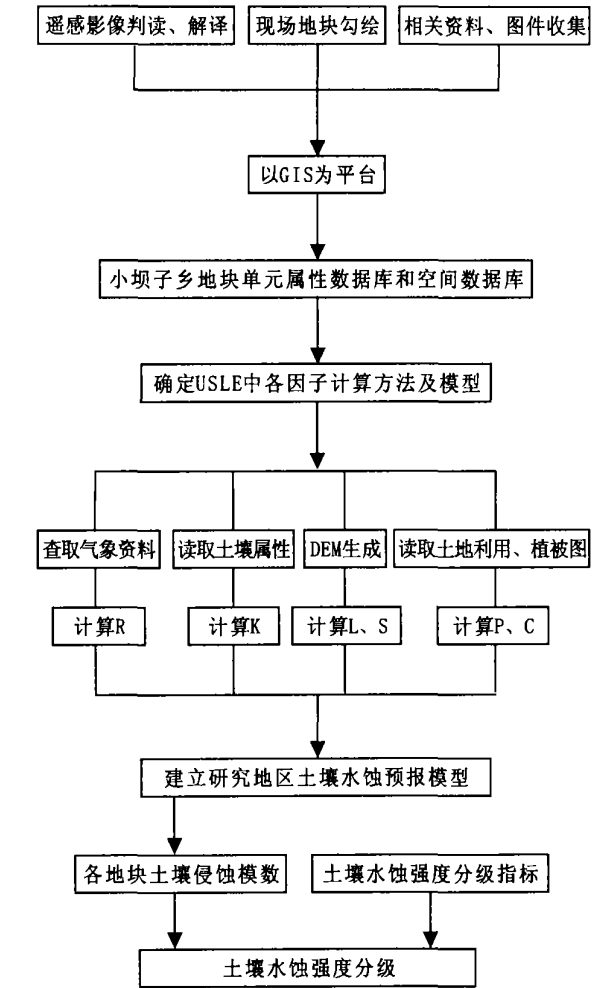


图1 研究路线图

(1) 单位降雨动能 e_m 计算。降雨动能用自记雨量计资料计算: 按降雨强度变化, 将一次暴雨过程分为若干个连续的、段内雨强相对一致的时段, 每一时段的雨强称为断点雨强 i_m , 则

$$e_m = 0.29[1 - 0.72\exp(-0.05i_m)] \tag{2}$$

式中: e_m 单位是 $\text{MJ}/(\text{hm}^2 \cdot \text{mm})$; i_m 单位是 mm/h 。

(2) 一次降雨总动能 E 计算

$$E = \sum_{r=1}^n (e_r \cdot P_r) \tag{3}$$

式中: E —— 一次降雨总动能 MJ/hm^2 ; e_r —— 某时段单位降雨动能; P_r —— 对应时段雨量(mm)。 $r = 1, 2, \dots, n$ —— 一次降雨过程按强度分段。

(3) 降雨侵蚀力 EI_{30} 计算

次降雨侵蚀力

$$R = E \cdot I_{30} \tag{4}$$

式中: R —— 次降雨侵蚀力, 单位 $\text{MJ} \cdot \text{mm}/(\text{hm}^2 \cdot \text{h})$; I_{30} —— 最大30min雨强(mm/h)。

年降雨侵蚀力

$$R = \sum_{k=1}^m (EI_{30})_k \tag{5}$$

式中: R —— 年降雨侵蚀力, 单位 $\text{MJ} \cdot \text{mm}/(\text{hm}^2 \cdot \text{h})$, $k = 1, 2, \dots$ —— 一年内侵蚀性降雨次数。

多年平均降雨侵蚀力

$$\bar{R} = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N \left[\sum_{k=1}^m (E I_{30})_k \right] \quad (6)$$

式中: \bar{R} ——多年平均年降雨侵蚀力, 单位 $\text{MJ} \cdot \text{mm} / (\text{hm}^2 \cdot \text{h})$; $j=1, 2, \dots$ 是计算平均值使用的年数。

降雨侵蚀力 R 的简易计算方法:

$$R = 0.009 P^{0.564} \bar{I}_{60}^{1.155} \bar{I}_{1440}^{0.560} \quad (7)$$

(王万忠、焦菊英, 1996)。

式中: \bar{R} ——一个地区的多年平均值 $[\text{m} \cdot \text{t} \cdot \text{cm} / (\text{hm}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{a})]$; P ——年平均雨量 (mm); \bar{I}_{60} \bar{I}_{1440} ——平均年最大 60、1 440 mm 时段雨量 (mm)。

本文 R 的取值即采用这种简便方法进行计算, 经分析, 计算确定研究区的各因子取值如下:

$$P = 409.3 \text{ mm} \quad \bar{I}_{60} = 22 \text{ mm} \quad \bar{I}_{1440} = 69 \text{ mm}$$

将以上数据带入公式, 算得研究区多年平均 R 值 = $101.8 \text{ m} \cdot \text{t} \cdot \text{cm} / (\text{hm}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{a}) = 10.18 \text{ MJ} \cdot \text{mm} / (\text{hm}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{a})$ 。

4.1.2 土壤可蚀性因子 (K)

土壤可蚀性因子 (K) 在 USLE 中的定义为: 标准小区上单位降雨侵蚀力引起的土壤流失率。它是指在长时段内, 土壤及土壤剖面对降雨侵蚀力抗蚀程度的平均反映。

Wischmeier 等 (1969) 用 5 年的时间分析计算了 55 种土壤的理化性质指标与可蚀性因子 K 值的关系, 得出了包含土壤性质指标 (土壤中沙分、黏分的含量, 有机质含量, 土壤 pH 值, 土壤结构, 土壤容重, 孔隙度, 土壤残留物, 团聚体含量及其组合) 和相应的地形条件等指标等 24 个变量的模型方程, 解决了无小区观测资料地区的 K 值计算问题。Wischmeier 等 (1971) 又将该方程概括、简化成包括土壤中粉砂和细砂含量、大于 1 mm 的砂粒含量、有机质含量、土壤结构系数和土壤剖面渗透性等 5 个变量的关系式。同时还把这一关系式绘制成有名的土壤可蚀性因子诺谟图 (Nomograph), 根据土壤各因子指标值, 查表可直接得出该土壤的 K 值。

根据诺谟图, 我国学者总结出主要土壤类型的 K 值, 见表 1, (吕喜玺, 1992)。本文根据小坝子乡土地利用基础数据库中的土壤属性 (质地和有机质含量), 以及表 1, 依次查得各地块的 K 值。

4.1.3 坡长因子 (L)

USLE 中 L 的经典计算公式为:

$$L = (\lambda/22.1)^m \quad (8)$$

(Wischmeier 和 Smith, 1978)

式中 22.1 是 USLE 采用的标准小区坡长 (m), m 是可变的坡长指数, λ 是水平投影坡长, 而不是坡面长度。坡长指数 m 与细沟侵蚀 (由水流引起) 和细沟间侵蚀 (主要由雨滴打击引起) 的比值有关, 由下式计算:

$$m = \beta / (1 + \beta) \quad (9)$$

(Foster 等, 1977)

当土壤对细沟侵蚀和细沟间侵蚀的敏感性相同时, 细沟侵蚀与细沟间侵蚀的比值 β 由下式计算

$$\beta = (\sin \theta / 0.0896) \div [3.0 (\sin \theta / 0.8 + 0.56)] \quad (10)$$

(McCool 等, 1989)

式中: θ ——坡度。

本文将基础数据库中各地块的坡长和坡度属性, 利用上述经典算法计算各地块的 L 值。

表 1 不同土壤类型的 K 值

土壤质地	土壤有机质含量/%		
	0.5	2	4
沙	0.11	0.07	0.04
细沙	0.36	0.31	0.22
极细沙	0.94	0.81	0.63
壤土沙土	0.27	0.22	0.18
壤质细沙土	0.54	0.45	0.36
壤质极细沙土	0.99	0.85	0.67
水沙质壤土	0.6	0.54	0.43
细沙质壤土	0.78	0.67	0.54
极细沙质壤土	1.05	0.92	0.74
壤土	0.85	0.76	0.65
粉沙质壤土	1.08	0.94	0.74
粉土	1.34	1.16	0.94
沙质黏壤土	0.6	0.56	0.47
黏壤土	0.63	0.56	0.47
粉质黏壤土	0.83	0.72	0.58
沙质黏土	0.31	0.29	0.27
粉质黏土	0.56	0.52	0.43
黏土	0.65	0.47	0.29

4.1.4 坡度因子 (S)

土壤侵蚀随坡度的增加而增加, 且增加速率加快。McCool 等人 1987 年提出坡度因子 S 的计算公式:

$$S = 10.8 \sin \theta + 0.03 \quad \theta < 14^\circ \quad (11)$$

$$S = 16.8 \sin \theta - 0.50 \quad \theta \leq 14^\circ \quad (12)$$

以上公式基于这样的假设: 径流量与坡度无关。且该公式不适用于坡长小于 5 m 的短坡, 短坡公式为:

$$S = 3.0 (\sin \theta / 0.8 + 0.56) \quad (13)$$

本文将根据基础数据库中各地块的坡度属性, 运用上述公式计算 S 值。

4.1.5 作物与管理因子 (C)——植被覆盖度因子

USLE 中的 C 是指一定条件下, 耕作农地上土壤流失量与同等条件下适时翻耕的连续休闲地上的土壤流失量之比, 它是一个无量纲数, 其值变化于 0~1 之间。它评价的是所有与覆盖和管理因子有关的变量对土壤侵蚀的综合作用。

因 C 值的经典算法非常复杂, 且对于非农田使用不便等原因, 国内许多学者在求 C 因子过程中大都采用植被覆盖度单因子求解 C 值, 并已取得一定成果。

本文将采用国内学者的 C 值计算方法, (蔡崇法等, 1999)。

$$\begin{aligned} C &= 1 & c &= 0 \\ C &= 0.6805 - 0.3436 \lg c & 0 < c < 78.3\% & (14) \\ C &= 0 & c > 78.3\% & \end{aligned}$$

4.1.6 土壤保持措施因子 (P)

USLE 中土壤保持措施因子 P 是指特定水土保持措施下的土壤流失量与相应未实施水土保持措施的顺坡耕作地块的土壤流失量之比。

总的 P 值应等于各种措施 P 因子值之积, 因为大多数情况下, 土壤保持措施是几种措施结合实施。各种措施 P 值的计算方法为: 在某一记录时段内, 某种耕作措施下, 实施该措施体系时的土壤流失量与相同耕作措施下, 实施顺坡耕作时产生的土壤流失量之比。(刘宝元, 2001)

本文根据研究区的地理位置, 以华北地区不同农耕措施

P 值的研究结果(王万忠等, 1996) 为依据, 对于研究地区的农田根据采取的不同耕作措施和地块坡度确定其 P 值, 而对于非农田则赋 P 为 1, 见表 2。

表 2 华北地区不同措施 P 值			
坡度/ $^{\circ}$	< 5	5~ 10	> 10
等高带状耕作	0.3	0.5	0.6
草田带状间作	0.1	0.1	0.2
水平梯田	—	0.03	—
水平沟	0.01	0.05	0.1
等高垄作	0.1	0.1	0.3

引刘宝元《北京山区小流域土壤侵蚀模型》。

4.2 各因子本地化赋值

根据 USLE 各因子计算方法, 结合研究区土地利用属性数据库, 算出各地块各因子的本地值, 并代入 USLE: $A = R \times K \times L \times S \times C \times P$ 中, 得出小坝子乡各个地块土壤侵蚀模数, 见表 3。

表 3 小坝子乡土壤水蚀模数									
村名	地块号	R	K	L	S	C	$PA/(t \cdot hm^{-2} \cdot a^{-1})$		
1	100	10.18	0.71	1.610845	2.992916	0.124476422	1	4	337520301
1	101	10.18	0.71	1.854791	2.992916	0.581460217	1	23	33005701
1	103	10.18	0.76	2.214328	1.401814	0.283448624	1	6	807193982
.....									
2	229	10.18	0.78	0.435344	0.312711	0.236482965	1	0	25563346
2	232	10.18	0.73	1.495747	0.312711	0.236482965	0.3	0	246600067
2	233	10.18	0.73	1.411581	0.312711	0.236482965	0.3	0	232723712
.....									
6	7	10.18	1.06	2.374657	2.992916	0.236482965	0.6	10	88178533
6	8	10.18	1.06	3.000365	5.245938	0.236482965	0.6	24	09916587
6	9	10.18	0.76	1.170503	7.9	0.157998918	1	11	30355703
.....									

5 土壤风蚀预报模型

5.1 土壤风蚀影响因子的选择

根据研究区土壤风蚀情况及实验条件, 本文选择了以下 5 个指标作为土壤风蚀影响因子。

5.1.1 土壤质地

土壤质地反映了土壤颗粒的大小与组合, 团聚体凝结的松散程度和硬度等, 而这些因子都是影响风蚀的最根本因素, 即内在因素。

5.1.2 植被覆盖度

植物通过根系固定、枝叶遮蔽, 以及有效改良土壤的作用成为影响土壤风蚀最重要的外在因素。

5.1.3 坡长

坡长因子也是影响土壤风蚀的重要因素, 随着坡长的增加土壤风蚀逐渐增强。

5.1.4 坡度

同等条件下坡度陡的地方更容易于发生风蚀。

5.1.5 坡向

坡向因子通过对植被和水分的影响间接影响着土壤风蚀。

5.2 各因子权重的确定

根据研究区土壤风蚀的特点拟订各因子在模型中的权重, 见表 4。

表 4 风蚀各影响因子权重					
指标	坡度	坡长	植被覆盖度	土壤质地	坡向
权重	0.1	0.1	0.3	0.3	0.2

5.3 指标划分与赋值

根据各因子驱动力大小及其属性特点, 对各指标值进行划分并赋值。打分时采用 5 分值, 分值越大, 代表越有利于发生土壤风蚀, 见表 5。

表 5 指标划分与赋值					
土壤质地	中壤土	轻壤土	砂壤土	砂土	砾石土
覆盖度/%	> 70	50~ 70	30~ 50	10~ 30	< 10
坡长/m	< 40	40~ 70	70~ 100	100~ 150	> 150
坡度/ $^{\circ}$	< 5	5~ 15	15~ 25	25~ 35	> 35
坡向	阴坡	半阴坡	平坡	半阳坡	阳坡
分值	1	2	3	4	5

5.4 模型建立

根据基本数据库中地块属性的描述, 确定每一地块的 T 值, 并带入公式, 计算每一地块的相对风蚀危险值, 建立风蚀危险值数据库。见表 6。

表 6 小坝子乡土壤风蚀危险度							
村名	地块号	土壤因子分值	植被覆盖度分值	坡长分值	坡度分值	坡向分值	风蚀危险值
1	100	3	2	2	2	2	2.3
1	101	3	4	2	2	4	3.3
1	102	3	3	2	2	2	2.6
.....							
2	181	1	3	4	1	3	2.3
2	182	3	3	2	3	3	2.9
.....							
3	114	2	3	4	3	2	2.6
3	115	2	2	3	3	2	2.2
.....							
6	100	5	3	5	3	2	3.6
6	101	2	3	3	3	2	2.5
6	102	2	4	4	2	2	2.8
.....							

6 土壤侵蚀强度分级

6.1 土壤水蚀强度分级

根据水利部颁布的土壤侵蚀强度分级规范, 将各地块的土壤侵蚀模数进行分级统计, 见表 7。

由表 7 可以看出, 小坝子乡水力侵蚀以微度和轻度侵蚀为主, 二者占到所有水力侵蚀面积的 57%。

6.2 土壤风蚀强度分级

根据风蚀危险值范围拟定风蚀强度分级指标, 见表 8, 依托基础数据库, 分级统计各地块的风蚀强度。结果见表 9。

(下转第 119 页)

仅因为山区地域的广阔和自然资源的多样性, 而是因为山地生态环境恶化易导致严重的自然灾害, 不解决山区生态环境问题, 区域生态就不可能从根本上得以改善。因此, 山地农业的水土保持生态建设不仅仅是山区农业实现可持续发展的重要条件, 而且是解决我省环境与发展问题, 实现全省经济的持续发展的重要举措和根本保证。

参考文献:

[1] 福建师范大学地理系编写组 福建自然地理[M] 福州: 福建人民出版社, 1987. 56- 57.
[2] 朱鹤健 我国山丘红壤土地利用现状和发展方向—以福建省为例[M] 福州: 福建科学技术出版社, 1991. 40- 50
[3] 赵召炳 福建山地的自然特点及其开发利用的初步研究[J] 地理学报, 1984, 39(4): 16- 17.
[4] 何文博 关于实施生态省建设的思考[J] 中国环境管理, 1999, (6): 7- 10
[5] 查轩, 黄少燕 南方山地果园开发中的水土保持问题[J] 水土保持研究, 1999, 6(2): 72- 75
[6] 阮伏水 花岗岩不同土地利用类型坡地水土流失特征[J] 地理研究, 1995, (6): 63- 71.

(上接第 69 页)

表 7 小坝子乡土壤水蚀强度分级

级别	平均侵蚀模数/(t·hm ⁻² ·a ⁻¹)	面积/hm ²	百分比/%
I 微度侵蚀	< 5	9380	30.26
II 轻度侵蚀	5~ 25	8300	26.77
III 中度侵蚀	25~ 50	6190	19.97
IV 强度侵蚀	50~ 80	4542	14.65
V 极强度侵蚀	80~ 150	2590	8.35
VI 剧烈侵蚀	> 150		
总计		31002	100

表 8 风蚀强度分级指标

风蚀危险值W	1	W	2	2<W	3	3<W	4	4<W	5
风蚀强度等级	轻度侵蚀		中度侵蚀		强度侵蚀		剧烈侵蚀		

表 9 小坝子乡风蚀强度分级

侵蚀级别	面积/hm ²	百分数/%
轻度侵蚀	4295	13.85
中度侵蚀	9703	31.30
强度侵蚀	14970	48.29
剧烈侵蚀	2034	6.56
总计	31002	100

参考文献:

[1] 刘宝元, 等 土壤侵蚀预报模型[M] 北京: 中国科学技术出版社, 2001.
[2] 吴正 风沙地貌学[M] 北京: 科学出版社, 1987.
[3] [美]R. 拉尔 土壤侵蚀研究方法[M] 黄河水利委员会宣传中心译 北京: 科学出版社, 1991.
[4] 符素华, 张卫国, 刘宝元, 等 北京山区小流域土壤侵蚀模型[J] 水土保持研究, 2001, 8(4): 114- 120
[5] 王万忠, 焦菊英 中国的土壤侵蚀因子定量评价研究[J] 水土保持通报, 1996, 16(5): 1- 20
[6] 王书霞, 等 基于地理信息系统的土壤侵蚀研究[J] 水土保持通报, 2001, 21(3): 21- 23
[7] J.Schmidt, Berlin 降雨侵蚀数学仿真模型[J] 水土保持科技情报, 1997, (3): 38- 41.
[8] 刘松林 通用公式(U.S.L.E)中降雨侵蚀因子(R)的推求[J] 南昌水专学报, 1995, (2): 14- 17.
[9] 李玉宝 宁夏土壤风蚀研究[D] 北京: 北京林业大学 2001.
[10] 董治宝, 高尚玉, 董光荣 土壤风蚀预报研究述评[J] 中国沙漠, 1999, (4): 312- 317.
[11] 张国平, 张增祥, 刘纪远 中国土壤风力侵蚀空间格局及驱动因子分析[J] 地理学报, 2001, (2): 146- 158
[12] 马蔼乃 中国水土流失灾害的分类分级和危险度评价方法研究[M] 北京: 中国科学技术出版社, 1993.

将小坝子乡土壤水蚀、风蚀强度进行综合比较, 见图 2。

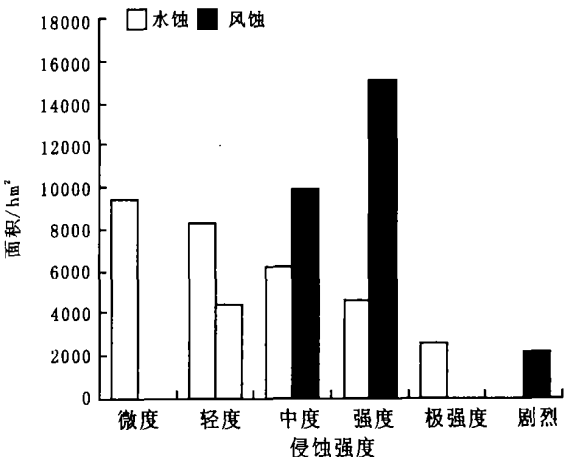


图 2 小坝子乡土壤水蚀、风蚀特征

7 小 结

- (1) 小坝子乡是以风蚀为主, 风蚀、水蚀复合侵蚀危害区。
- (2) 小坝子乡 2002 年平均土壤水蚀模数为 39.27 t/(hm²·a), 属中度侵蚀。全乡土壤水蚀强度以微度和轻度为主, 分别占土壤水蚀面积 30.26% 和 26.77%, 强度和极强度侵蚀占 23%。
- (3) 小坝子乡土壤风蚀以强度为主, 占风蚀面积的 48.29%, 中度侵蚀占 31.3%。