

# 重庆市万州区紫色土侵蚀潜在危险度的影响因素

贾俊姝<sup>1</sup>, 李文忠<sup>2</sup>, 尹忠东<sup>1</sup>, 周心澄<sup>1</sup>, 闫玉厚<sup>3</sup>

(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. 北京市水利科学研究所, 北京 100033; 3. 商洛学院, 陕西 商洛 100033)

**摘要:** 在选择典型地段野外调查的基础上, 利用 GIS 技术实现了重庆市万州区紫色土侵蚀潜在危险度的分级, 并提出土壤侵蚀潜在危险度指数 (SEPD I), 分析了 1990 年和 2005 年两个不同时期 SEPDI 值, 对该区紫色土的侵蚀潜在危险度进行了综合评价。评价结果表明, 按照水利部颁布的标准, 该区紫色土的土壤侵蚀潜在危险度分为 3 级——无险型、轻险型和危险型; 土壤侵蚀潜在危险度指数 SEPDI 值从 1990 年到 2005 年没有显著的变化, 1990 年的 SEPDI 值为 2.05, 2005 年为 2.07。分析了两个时期土地利用类型、植被盖度、土层厚度、坡度等因素对土壤侵蚀潜在危险度的影响, 综合评价了其空间分布特征, 总结出研究区造成土壤侵蚀的原因主要是自然地理因素、大规模移民搬迁和水土保持治理措施的不合理。

**关键词:** 土壤侵蚀潜在危险度; 土壤侵蚀潜在危险指数 (SEPD I); 紫色土; GIS

文献标识码: A

文章编号: 1000—288X(2009)01—0164—05

中图分类号: S157.1

## Influence Factors of Purple Soil Erosion Potential Danger in Wanzhou District of Chongqing City

JIA Jun-shu<sup>1</sup>, LI Wen-zhong<sup>2</sup>, YIN Zhong-dong<sup>1</sup>, ZHOU Xin-cheng<sup>1</sup>, YAN Yu-hou<sup>3</sup>

(1. Beijing Forestry University, Key Laboratory of Soil and Water Conservation and Desertification Combating of the Ministry of Education, Beijing 100083, China;

2. Beijing Institute of Water Conservancy, Beijing 100033, China; 3. Shanluo College, Shangluo, Shaanxi 726000, China)

**Abstract:** Based on field investigation in the typical areas, the gradation of potential soil erosion danger is carried out by using GIS technology. Compared with the index of soil erosion potential danger (SEPD I) of two different periods in 1990 and 2005, purple soil erosion potential danger in Wanzhou District, Chongqing City is analyzed. Results show that by the guideline with Ministry of Water Resources' classification standards, the potential danger of soil erosion may be divided into three grades. The SEPDI in 1990 year is 2.05 and the SEPDI in 2005 is 2.07, which indicates that the SEPDI of two different periods do not have a remarkable change. By analyzing soil erosion potential danger in the two periods under such influence factors of soil erosion as land use type, vegetation cover, gradient level, and soil thickness, the spatial distribution of soil erosion potential danger is evaluated. At last, the paper summarizes that the causes of soil erosion are the local geographical features, large scale migration, and irrational measures of soil and water conservation.

**Keywords:** soil erosion potential danger; index of soil erosion potential danger; purple soil; geographical information system

紫色土是我国特有的土壤资源, 其面积大约为  $1.60 \times 10^5 \text{ km}^2$ , 主要分布于长江中上游地区, 其中以四川盆地分布最为集中, 紫色土面积占到该区耕地总面积的 68%<sup>[1]</sup>。紫色土是一种侵蚀性的高生产力岩性土<sup>[2]</sup>, 物理风化强烈, 形成了大量胶结能力极弱的松散碎屑物, 而且紫色土分布区雨量丰富, 降雨集中, 暴雨频繁, 沟壑纵横, 坡陡土薄, 地面植被覆盖较

低<sup>[1]</sup>; 同时, 近年来受长江流域人口日趋增长和不合理土地垦殖等因子的驱动, 不仅导致土壤资源流失严重, 也为区域粮食安全和下游水体环境埋下了隐患<sup>[2]</sup>。紫色土侵蚀严重程度仅次于黄土, 但与黄土高原区相比, 紫色土侵蚀方面的研究相对较少<sup>[1]</sup>。

本研究在对四川盆地川东谷岭区的重庆万州紫色土调查样区的土地利用、植被盖度、土壤类型和有

效土层厚度等土壤侵蚀因子进行野外调查的基础上,研究了不同侵蚀因素影响下土壤侵蚀潜在危险度的空间特征,并进一步探讨了紫色土土壤侵蚀潜在危险度指数。研究结果对评估和预测土壤侵蚀动态变化以及防治土壤侵蚀的发生、发展,具有积极作用。也可为该区土地资源及环境系统的保护以及水土保持规划的制定和治理措施的选择提供理论依据。

## 1 区域概况

重庆市万州区位于渝东平行岭谷区,地处三峡库区腹心,动态移民 25 万人,占三峡库区的 1/5。土壤以紫色土为主;气候属中亚热带湿润季风气候,年均气温为 14 ~ 19,年均降水量为 1 000 ~ 1 350 mm,年均日照时数 1 300 ~ 1 600 h;境内地质地貌十分复杂,沟壑纵横,坡陡土薄,植被稀少,地带性植被为常绿阔叶林,自然灾害频繁,水土流失严重。20 世纪 80 年代末,全区水土流失面积 2 405 km<sup>2</sup>,占全区面积的 69.6%,年水土流失量达 7.33 × 10<sup>7</sup> t,是三峡库区水土流失最为严重的地区之一。经过十几年的努力,全区治理水土流失面积为 643.6 km<sup>2</sup>,占水土流失总面积的 27%;森林覆盖率由治理前的 20% 提高到 25.8%。水土保持项目治理区农民人均基本农田由 0.031 hm<sup>2</sup> 增加到 0.059 hm<sup>2</sup><sup>[3]</sup>。

## 2 研究方法

### 2.1 野外调查布设

本次研究在综合考察的基础上,以“能够反映所在

区域地质、地貌、土壤、植被、水土流失等基本特征,且没有开展重点治理的地段作为调查样区,样区大小为一个 1 : 10 000 地形图的标准图幅所覆盖的范围”为原则。故选择的重庆万州紫色土野外调查区域,是在容易产生水土流失且没有开展大规模重点治理、人为影响相对较小、能够代表当地地形地貌的典型地段选取调查单元,调查单元大小为一幅 1 : 10 000 地形图的标准图幅所覆盖的范围,野外实地调查获取土地利用、植被盖度、有效土层厚度和土壤容重等影响土壤侵蚀的指标因子。

### 2.2 获取土地利用/覆被数据

按照土地利用分类系统,编制土地利用图来获取的。2005 年以 1 : 10 000 地形图为基础底图通过实地调查野外调绘,1990 年使用土地详查成果图,按照全国土壤侵蚀调查所用土地利用分类系统,将两年度土地利用/覆被成果图数字矢量化,然后利用 Region Manager 5.5 软件进行矢量转绘赋值得到研究样区土地利用/覆被数据(表 1)。

### 2.3 获取土壤侵蚀强度数据

本研究主要使用 R2V 对 1 : 10 000 地形图进行数字矢量化,使用 RegionManager 5.5 基于地形图矢量数据进行内插生成 DEM,采用了 DEM 数据及空间分析功能自动提取坡度数据,实现了不同土地利用现状、不同植被盖度下坡度分级数据的获取;遵照水利技术标准《土壤侵蚀分类分级标准》(SL196-96)规定的水力侵蚀分级标准<sup>[9]</sup>,利用 GIS 软件将土地利用类型、植被盖度、地面坡度等水土流失因子数据进行空间叠加,获取了研究样区的土壤侵蚀强度数据(表 2)。

表 1 土地利用类型及面积

土地利用类型			1990 年		2005 年		
一级	二级	三级	面积/hm <sup>2</sup>	比例 %	面积/hm <sup>2</sup>	比例 %	
1 农用地	11 耕地	111 灌溉水田	441.5	15.99	336.5	12.19	
		112 坡旱地	560.7	20.31	520.7	18.86	
		113 旱梯田	725.3	26.27	761.3	27.58	
	12 园地	524.0	18.98	484.2	17.54		
		13 林地	131 有林地	259.8	9.41	200.4	7.26
			132 灌木林地	22.5	0.81	206.9	7.49
			133 疏林地	38.2	1.38	43.1	1.56
	134 未成林地		10.7	0.39			
		14 其它农用地	9.2	0.33	6.6	0.24	
	2 建设用地	21 工矿仓储用地	3.0	0.11	3.5	0.13	
22 住宅用地		45.9	1.66	77.9	2.82		
23 交通运输用地		4.6	0.17	5.5	0.20		
24 水利设施用地		3.2	0.12	8.6	0.31		
3 未利用地	31 未林用土地	112.3	4.07	105.6	3.82		
总计			2 760.7	100	2 760.7	100	

表 2 研究区土壤侵蚀强度分级及面积

侵蚀强度	1990 年		2005 年	
	面积/ hm <sup>2</sup>	比例/ %	面积/ hm <sup>2</sup>	比例/ %
微度	483.24	17.50	470.21	17.03
轻度	846.07	30.65	1 011.54	36.64
中度	999.72	36.21	952.21	34.49
强度	329.92	11.95	248.86	9.01
极强度	93.20	3.38	74.01	2.68
剧烈	8.47	0.31	3.91	0.14

## 2.4 获取土壤侵蚀潜在危险度数据

土壤侵蚀潜在危险度是指地面侵蚀强度现状的发展能够出现的土壤侵蚀危险程度。从狭义上理解,主要指有效土层厚度完全被侵蚀掉所需时间的危险程度的分级,即以侵蚀地区有效土层厚度(mm)除以年侵蚀深度(mm/a),得出抗蚀年限(侵蚀深度取决于侵蚀强度与土壤容重),然后对临界土层的抗蚀年限进行分级,分析出水土流失危险度分级状况,有效土层越薄,抗蚀年限越短,土壤潜在危险度越大<sup>[8,10-11]</sup>。土壤侵蚀潜在危险度的研究方法主要是根据土壤侵蚀潜在危险度的定义来进行的,利用 GIS 技术,选取地貌类型、坡度、植被覆盖率、土地利用、土壤类型等作为评价因子,分析土壤侵蚀强度、有效土层厚度数据的基础上,计算调查样区的抗蚀年限来获得(表 3)。

表 3 土壤侵蚀潜在危险度分级及面积

侵蚀危险度	1990 年		2005 年	
	面积/ hm <sup>2</sup>	比例/ %	面积/ hm <sup>2</sup>	比例/ %
无险型	292.66	10.60	278.29	10.08
轻险型	2 025.57	73.37	2 022.45	73.27
危险型	442.36	16.02	459.69	16.65

## 2.5 土壤侵蚀潜在危险度指数

土壤侵蚀潜在危险指数是为了表明某一地区或地类土壤侵蚀潜在危险性的程度,根据该地区或地类土壤侵蚀潜在危险度不同等级面积的加权法进行综合评价(表 4)。其计算公式为:

$$SEPDI = (M_1 + 2M_2 + 3M_3 + 6M_4 + 9M_5) / (M_1 + M_2 + M_3 + M_4 + M_5)$$

式中:  $M_1$  ——无险型面积;  $M_2$  ——轻险型面积;  $M_3$  ——危险型面积;  $M_4$  ——极险型面积;  $M_5$  ——毁坏型面积。SEPDI 值为 1~9, 值越大表明该区域或地类土壤侵蚀潜在危险度越大<sup>[4-7]</sup>。

## 3 土壤侵蚀潜在危险度结果分析

### 3.1 不同土地利用类型土壤侵蚀潜在危险度分析

从表 4 可以看出,1990 年不同土地利用类型的

SEPDI 值疏林地最高 2.75, 因为研究区沟多坡陡, 降雨集中, 暴雨频繁, 而疏林地植被盖度低, 地表缺乏有效的植被保护, 容易形成水土流失, 造成比较强烈的坡面冲刷。有林地、未成林地的 SEPDI 值也高达 2.22 和 2.26, 这是因为未成林造林地还未形成一定的郁闭度, 降雨依然能够直接冲刷到坡面, 形成水土流失; 同时研究区内的有林地多分布在坡度比较陡的地段, 又加上人为活动的影响, 如樵采、放牧等造成水土流失比较严重。

表 4 土壤侵蚀潜在危险度指数

年份	无险型/ hm <sup>2</sup>	轻险型/ hm <sup>2</sup>	危险型/ hm <sup>2</sup>	SEPDI
1990	292.66	2 025.57	442.36	2.05
2005	278.29	2 022.45	459.69	2.07

比较 1990 年和 2005 年不同土地利用类型的土壤侵蚀潜在危险度(表 5), 2005 年旱梯田、园地、有林地、灌木林地、建设用地以及未利用地的 SEPDI 值比 1990 年呈现出增加的势头, 研究区地处三峡腹地, 近年来受三峡库区移民, 人口日趋增长等因素致使开发建设项目增加, 建设用地以及未利用地的工程建设致使水土流失加剧; 另外, 人们习惯性认为旱梯田、园地、有林地、灌木林地这些地类不易产生水土流失, 从而忽略了对这几种地类采取必要水土保持治理措施, 人为的加速了水土流失的形成, 导致土壤资源不可逆转的丧失, 土壤侵蚀日趋严重。

### 3.2 不同植被盖度土壤侵蚀潜在危险度分析

从表 6 中可以看出 2005 年研究区植被盖度比 1990 年的植被盖度有所提高, 除了植被盖度 30% 的荒山秃岭土地面积减少外, 其它植被盖度的土地面积都是增加的, 尤其植被盖度达到 45%~60% 的土地面积增加最多, 这是退耕还林植树种草逐渐增加的结果。

然而从表 6 中 SEPDI 值还能看出, 1990 年期间随着植被盖度的增加土壤侵蚀潜在危险度是呈现减弱的趋势; 植被盖度 30% 的土壤侵蚀潜在危险度指数 SEPDI 值 2005 年与 1990 年相比基本没有变化, 但是植被盖度增加的同时 2005 年 SEPDI 值比 1990 年相同植被盖度状况的 SEPDI 值是增大的, 这是因为人们虽然开始认识到植树造林种草水土保持的重要性, 但是由于当地农民采取的植物措施配置不适当, 乔灌木比例不合理, 只注重发展重经济林不注重营造水保林草, 只注重种植不注重管护, 再加之大规模移民迁入等人为活动的干扰, 致使这些年来虽然研究区植被盖度增加而水土流失状况依然严重。

表 5 不同土地利用类型的土壤侵蚀潜在危险度指数

土地利用类型	1990 年				2005 年			
	SEPDI	无险型/hm <sup>2</sup>	轻险型/hm <sup>2</sup>	危险型/hm <sup>2</sup>	SEPDI	无险型/hm <sup>2</sup>	轻险型/hm <sup>2</sup>	危险型/hm <sup>2</sup>
灌溉水田	1.87	77.42	341.97	22.08	1.78	86.24	237.26	13.00
坡旱地	2.15	39.15	398.05	123.46	2.13	30.64	391.36	98.71
旱梯田	1.98	71.77	597.32	56.25	2.03	62.24	616.92	82.17
园地	2.10	50.42	369.80	103.76	2.17	23.47	355.70	105.02
有林地	2.22	3.62	196.25	59.88	2.31	8.18	121.78	70.40
灌木林地	1.97	0.81	21.52	0.16	2.06	3.72	187.85	15.29
疏林地	2.75	—	9.65	28.51	2.41	—	25.41	17.69
未成林地	2.26	1.43	5.07	4.22	—	—	—	—
其他农用地	2.36	—	64.63	44.18	1.57	2.81	3.80	—
建设用地	1.27	41.21	15.46	—	1.38	55.87	34.03	—
未利用土地	2.36	3.46	64.63	44.18	2.47	5.12	48.34	57.39

表 6 不同植被盖度的土壤侵蚀潜在危险度指数

植被盖度/ %	1990 年				2005 年			
	无险型	轻险型	危险型	SEPDI	无险型	轻险型	危险型	SEPDI
30	285.26	1 876.48	428.88	2.06	261.81	1 636.16	389.52	2.06
30~45	5.29	107.59	13.48	2.06	11.59	152.77	54.68	2.20
45~60	2.11	41.50	—	1.95	4.88	224.98	15.48	2.04
60~75	—	—	—	—	8.54	—	—	2.00

### 3.3 不同土层厚度土壤侵蚀潜在危险度分析

从表 7 中可以看出在同一时期土层厚度越薄, SEPDI 值越大, 土壤侵蚀潜在危险度越大, 这和土壤侵蚀潜在危险度的概念相一致的。比较不同时期不同土层厚度的 SEPDI 的值, 2005 年土层厚度在 15 cm 和 15—30 cm 两个区域的 SEPDI 的值和 1990 年相比增大了, 以土层厚度 15 cm 的 SEPDI 值增加最显著, 由 1990 年的 2.00 增加到 2005 年的 2.64; 土层厚度在 >30 cm 以上的几个区域的 SEPDI 值 2005 年与 1990 年相比都呈现出减少的态势; 这因为研究区内沟壑纵横, 在坡陡土薄地段, 植被稀少, 随着暴雨的冲刷、滑坡等自然灾害的发生, 导致土层越来越薄, 水土流失也越来越严重。

### 3.4 不同坡度土壤侵蚀潜在危险度分析

从表 8 土壤侵蚀潜在危险度指数 SEPDI 看, 随着坡度增大各坡度带上的 SEPDI 值是逐渐增大的, SEPDI 与坡度呈正相关关系, 这是由于在坡度较小

的地段, 农业活动较为频繁, 坡度越大, 坡耕地面积所占比例也越大, 另外这也是研究区自身的自然地理条件、复杂的地形地貌加之乱砍乱伐过度开垦造成的。比较 2005 年和 1990 年的 SEPDI 值, 可以得到在 0°~5°, 5°~8° 坡度小的地段多分布有灌溉水田等保障人们生产生活的基本用地, 但可以供人们继续开发、利用的范围有限, 所以在 0°~5°, 5°~8° 坡度带上 SEPDI 值相对比较稳定; 坡耕地主要集中的陡坡带, 随着近些年当地群众水土保持意识的增强, 在高陡边坡的坡耕地已经采取了一定的治理措施, 所以 2005 年坡度在 15° 以上的地段 SEPDI 值与 1990 年相同坡陡带的 SEPDI 值相比减小了, 土壤侵蚀潜在危险度减弱了。

### 3.5 不同侵蚀强度土壤侵蚀潜在危险度分析

从表 9 中可以看出, 在相同时期随侵蚀强度级别增大, SEPDI 值呈明显增大趋势, 说明侵蚀剧烈地区往往也是土壤侵蚀潜在危险度最严重的地区。

表 7 不同土层厚度的土壤侵蚀潜在危险度指数

土层厚度/cm	1990 年				2005 年			
	无险型	轻险型	危险型	SEPDI	无险型	轻险型	危险型	SEPDI
15	—	2.52	—	2.00	—	4.63	8.28	2.64
15—30	—	209.35	161.87	2.44	—	307.49	254.65	2.45
30—50	136.68	1 064.72	223.53	2.06	115.56	1 055.42	180.78	2.05
50—100	126.04	575.24	56.81	1.91	128.25	520.08	15.98	1.83
>100	29.94	173.74	0.31	1.85	34.47	134.82	—	1.80

表 8 不同坡度的土壤侵蚀潜在危险度指数

坡度/(°)	1990 年				2005 年			
	无险型	轻险型	危险型	SEPMI	无险型	轻险型	危险型	SEPMI
0~5	251.72	188.91	—	1.43	229.65	177.09	—	1.44
5~8	34.10	1 070.00	23.79	1.99	43.05	1 077.25	32.70	1.99
8~15	6.35	622.51	108.36	2.14	4.34	594.81	148.35	2.19
15~25	0.49	120.88	228.48	2.65	1.02	145.78	214.80	2.59
25~35	0.00	22.91	73.66	2.76	0.23	27.53	59.93	2.68
35~90	—	—	8.59	3.00	—	—	3.91	3.00

表 9 不同侵蚀强度的土壤侵蚀潜在危险度指数

侵蚀强度	1990 年				2005 年			
	无险型	轻险型	危险型	SEPMI	无险型	轻险型	危险型	SEPMI
微度	280.51	202.73	—	1.42	266.68	201.39	—	1.43
轻度	12.15	833.92	—	1.99	11.61	1 000.26	—	1.99
中度	—	865.02	134.70	2.13	—	736.00	217.53	2.23
强度	—	103.13	226.80	2.69	—	66.93	182.09	2.73
极强度	—	20.42	72.78	2.78	—	17.88	56.14	2.76
剧烈	—	—	8.59	3.00	—	—	3.91	3.00

比较 2005 年和 1990 年不同时期的土壤侵蚀潜在危险度指数 SEPDI,2005 年中度侵蚀和强度侵蚀的面积比 1990 年减少但 SEPDI 比 1990 年的增加了,微度侵蚀、轻度侵蚀、极强度侵蚀、剧烈侵蚀的土壤侵蚀潜在危险度指数 SEPDI 均没有明显的变化,说明研究区只注重水土保持综合治理面积的加大而忽视了水土保持措施的效果。

#### 4 结论

总体上看,研究区土壤侵蚀潜在危险度指数 SEPDI 值从 1990 年到 2005 年没有显著的变化,1990 年的 SEPDI 值为 2.05,2005 年 SEPDI 值为 2.07;通过分析不同侵蚀影响因素,1990 年和 2005 年不同时期土壤侵蚀潜在危险度指数 SEPDI 变化情况,可以得出以下结论。(1) 自然地理条件——地形地貌复杂,暴雨集中、频繁是影响紫色土地区水土保持综合治理措施效果不显著的基本原因;(2) 近年大规模移民搬迁导致人口增加、粮食需求加大,同时研究区三峡移民迁建工程产生大量弃土、弃渣等人为因素的影响是导致上述分析结果的重要原因;(3) 另外一个不容忽视原因就是这些年研究区内采取水土保持综合治理措施力度不大,措施实施不合理,例如植物措施配置不适当,乔灌草比例不合理,往往重工程轻林草,重经济林轻水保林草等,坡耕地治理任务仍相当繁重。

#### [ 参 考 文 献 ]

- [1] 刘力,郑粉莉.紫色土土壤侵蚀研究进程[J].安徽农业科学,2006,34(12):2084-2085.
- [2] 韩建刚,李占斌.紫色土区小流域泥沙输出过程对雨型和空间尺度的响应[J].水利学报,2006,37(1):58-62.
- [3] 重庆市万州区人民政府.探索水保新机制开辟水保新路子 加快建设三峡库区生态经济强区[EB/OL]. [2007-11-03]. <http://www.cjw.com.cn/>.
- [4] 史志华,蔡崇法. GIS 支持下土壤侵蚀潜在危险度的分级研究[J].长江流域资源与环境,2002,11(2):190-193.
- [5] 韩富伟,张柏.长春市土壤侵蚀潜在危险度分级及侵蚀背景的空间分析[J].水土保持学报,2007,21(1):39-43.
- [6] 孙希华,闰业超.济南市土壤侵蚀潜在危险度分级及侵蚀背景的空间分析[J].水土保持研究,2003,10(4):80-83.
- [7] 闵婕,杨华. GIS 支持下的土壤侵蚀潜在危险度分级方法研究及应用[J].水土保持通报,2005,25(4):61-64.
- [8] 傅伯杰,陈顶利.小流域土壤侵蚀危险评价研究[J].水土保持学报,1993,7(2):16-19.
- [9] 中华人民共和国水利部标准.侵蚀分类分级标准(SL190-96)[S].中华人民共和国水利部.北京:水利电力出版社,2007.
- [10] 孙希华,闰福江.青岛市土壤侵蚀潜在危险度评价研究[J].中国水土保持,2004(3):9-11.
- [11] 罗志东.基于 GIS 的全国典型水蚀区侵蚀后果危险度评价研究[D].北京:北京林业大学,2006.