

# 重庆市渝东北地区土壤侵蚀空间分布\*

孙凡<sup>1</sup>, 刘伯云<sup>1</sup>, 游翔<sup>2</sup>, 杨松<sup>2</sup>, 李霞<sup>1</sup>, 杜洋文<sup>1</sup>

(1. 西南大学三峡库区生态环境教育部重点实验室 资源环境学院, 重庆 400715;

2. 四川省水土保持生态环境监测总站, 成都 610041)

**摘要** 渝东北地区地处重庆市东部的三峡库区地域, 位于长江上游生态屏障的最前沿, 其水土流失对三峡水利枢纽工程的安全运行和整个长江流域生态安全有着重要影响。选择降雨侵蚀力、地形起伏度、土壤质地和植被覆盖等自然因子作为水土流失敏感性的评价指标, 根据重庆市自然环境特征制定评价指标的分级标准, 在 GIS 和 RS 技术支持下, 通过多因子叠加计算得到重庆市水土流失极敏感区面积 1 159.41 km<sup>2</sup>, 占幅员面积的 3.93%; 高度敏感区面积 4 892.19 km<sup>2</sup>, 占 16.59%; 中度敏感区面积 7 014.4 km<sup>2</sup>, 占 23.79%; 轻度敏感区面积 2 882.97 km<sup>2</sup>, 占 9.78%; 一般敏感区面积 13 673.94 km<sup>2</sup>, 占 46.38%。指出了重庆市渝东地区极敏感区、高度敏感区、中度敏感区、轻度敏感区和一般敏感区等不同土壤侵蚀敏感区的空间分布。水土流失极敏感区主要分布于开县、云阳、城口; 高度敏感区主要分布于开县、云阳、巫山、奉节、梁平这一带; 轻度敏感区主要分布于巫溪、梁平一带。提出了有效控制该地区土壤侵蚀的对策建议。

**关键词** 渝东北地区 土壤侵蚀 敏感性评价 水土流失

中图分类号 S714

文献标识码 A

文章编号 1672-6693(2010)02-0026-05

水土流失敏感性是指在自然状态下发生土壤侵蚀可能性的大小<sup>[1]</sup>。对水土流失敏感性进行评价是为了识别容易造成土壤侵蚀的区域, 评价水土流失对人类活动的敏感程度、地区范围和分布规律<sup>[1]</sup>。开展水土流失敏感性评价, 可为编制生态环境保护与建设规划、维护区域生态安全、促进社会经济可持续发展提供科学依据。渝东北地区地处重庆市东部三峡库区腹地, 地理坐标界于东经 107°24' ~ 110°12', 北纬 30°03' ~ 32°12' 之间, 属亚热带湿润季风气候, 气候温和, 日照充足, 雨量充沛, 大多土壤多为紫色土, 境内山峦起伏重迭, 海拔高低悬殊<sup>[2]</sup>。该区包括 1 区 8 县, 幅员面积 29 485 km<sup>2</sup>, 库内有 106 条小流域, 森林覆盖为 36%, 草地(牧业用地)为 12.9%<sup>[3]</sup>。受复杂的自然因素和人为活动的影响, 水土流失十分严重。该区是长江上游生态屏障的最前沿, 典型的生态脆弱区<sup>[3]</sup>, 其水土流失状况不仅影响三峡水利枢纽工程的安全运行, 而且对整个长江流域生态安全起着举足轻重的作用。开展对渝东北地区水土流失敏感性评价对三峡库区的可持续发展

具有重要的现实意义。本文在 GIS 和 RS 技术支持下, 对渝东北地区水土流失敏感性进行评价, 得出渝东北地区土壤侵蚀敏感区的空间分布, 为有效控制该地区土壤侵蚀提出参考建议。

## 1 研究方法

根据土壤侵蚀通用方程(USLE), 影响土壤侵蚀的因子主要有降雨侵蚀力( $R$ )、土壤质地( $K$ )、坡长坡度( $LS$ )与地表覆盖( $C$ )和农业措施( $P$ )<sup>[4-5]</sup>。土壤侵蚀敏感性评价是在不考虑人为因素影响的前提下对容易产生侵蚀土壤进行的判别, 农业措施( $P$ )是与人类活动密切相关的因子, 与生态系统的自然敏感性关系不大, 因此在研究中不予考虑(表 1)。

### 1.1 降雨侵蚀力因子( $R$ )的计算

降雨主要是由雨滴降落时所具有的动能对土粒产生冲击而引发的土壤冲蚀。实际研究中, 常采用综合的参数  $R$ ——降水冲蚀潜力来反映降雨对土壤侵蚀的影响<sup>[6]</sup>。本研究采用文献[7]中的降水冲蚀潜力计算方法<sup>[6-7]</sup>对渝东北地区降雨侵蚀力因子  $R$  值

\* 收稿日期 2009-06-26 修回日期 2009-08-26

资助项目 国家 863 计划项目( No. 20060110Z4047 )、国家科技支撑计划课题( No. 2008BAD98B01 )

作者简介 孙凡, 男, 教授, 博士, 研究方向为生态学、水土保持及可持续发展。

表 1 各因子对土壤侵蚀敏感性影响及分级赋值标准<sup>[5]</sup>Tab. 1 Various factors to soil erosion sensitivity influence and graduation evaluation standard<sup>[5]</sup>

分级	$R/(J \cdot cm \cdot m^{-2} \cdot h^{-1})$	$K$	$LS$	$C$	分级赋值
不敏感	< 25	石砾、沙	0 ~ 20	水体、草本沼泽、稻田	1
轻度敏感	25 ~ 100	粗沙、细砂土、黏土	20 ~ 50	阔叶林、针叶林、草甸、灌丛、萌生矮林	3
中度敏感	100 ~ 400	面砂土、壤土	51 ~ 100	灌丛、萌生矮林、草原、稀疏灌木草原、一年二熟粮作、一年水旱两熟	5
高度敏感	400 ~ 600	砂壤土、粉黏土、壤黏土	101 ~ 300	荒漠、一年一熟粮作	7
极敏感	> 600	砂粉土、粉土	> 300	无植被	9

进行估算。其计算式为

$$R = \sum_{i=1}^{12} (-2.6398 + 0.3046P_i) \quad (1)$$

式中  $R$  为降雨侵蚀力,单位为  $J \cdot cm \cdot m^{-2} \cdot h^{-1}$ ;  $P_i$  为月降雨量,单位为 mm。

根据(1)式,利用渝东9个区县1994—2003年的降雨资料,计算出各区域各气象台站的  $R$  值,采用 ArcGIS 系统 3D analyst 模块插值生成全区  $R$  值栅格分布图(100 m × 100 m),用来评价降雨因子对土壤侵蚀的敏感性。结果表明,全区降雨侵蚀力因子  $R$  值在 220.6835 ~ 464.6072  $J \cdot cm \cdot m^{-2} \cdot h^{-1}$  之间。

### 1.2 地形因子( $K$ )的计算

地形因子对土壤侵蚀的影响可通过坡度( $S$ )与坡长( $L$ )的乘积进行量化。但是,对于大尺度的分析来说,坡长坡度因子( $LS$ )很难计算。地形起伏度是指地面一定距离范围内最大的高程差,它反映了坡度、坡长等地形因子对土壤侵蚀的综合影响<sup>[8]</sup>。本研究中地形起伏度的计算方法是:在 ArcGIS 的 GRID 模块支持下,利用 1:250 000 数字地形图生成数字高程模型(DEM, 100 m × 100 m),采用 Focal 函数分别计算 3 × 3 窗口的最大高程值和最小高程值,再将最大高程值和最小高程值进行差值运算,即得地形起伏度因子的分布图。

### 1.3 土壤因子( $C$ )的计算

土壤质地对风化过程、风化产物、土壤类型及其抗侵蚀能力都有着重要的影响。渝东地区的土壤主要有紫色土、水稻土、黄壤等<sup>[9]</sup>。以 1:500 000 土壤类型图为基础底图,将其扫描数字化后,根据渝东北土壤侵蚀敏感性影响因子的分级赋值标准进行分级,生成 100 m × 100 m 土壤类型的侵蚀敏感性分布图。

### 1.4 植被覆盖因子( $C$ )的计算

植被防止土壤侵蚀的作用主要包括对雨滴能量的削减、对降雨的拦截和调蓄以及抗侵蚀 3 方面<sup>[10]</sup>。采用 MODIS 波段 1-2 数据(分辨率为 250 m)的夏季

植被指数最大值合成影像与土地利用现状数据,综合确定植被覆盖因子对土壤侵蚀的敏感性,并对不同级别的植被指数进行分级赋值。

### 1.5 土壤侵蚀敏感性综合评价

根据渝东北的自然环境特征,确定主要影响因子评价指标的敏感性等级,根据各因子的敏感性分级标准,运用 GIS 编制渝东降雨侵蚀力对土壤侵蚀敏感性分布图、地形起伏度对土壤侵蚀敏感性分布图、土壤质地对土壤侵蚀敏感性分布图、植被类型对土壤侵蚀敏感性分布图,然后利用 GIS 空间叠加分析功能和几何平均数法计算土壤侵蚀敏感性综合指数<sup>[11]</sup>,计算公式为

$$SS_j = \sqrt[4]{\prod_{i=1}^4 C_i} \quad (2)$$

式中  $SS_j$  为  $j$  空间单元土壤侵蚀敏感性指数;  $C_i$  为  $i$  因素侵蚀敏感性等级值。

在此基础上,运用自然分界法和定性分析相结合的方法,将土壤侵蚀敏感性综合指数划分为一般敏感、轻度敏感、中度敏感、高度敏感和极敏感 5 个级别(表 2)。将行政区划图与土壤侵蚀敏感性综合评价图进行叠加处理,得到渝东北土壤侵蚀敏感性分布图,并得到如表 3 所示的渝东各市不同土壤侵蚀敏感程度的面积。

表 2 土壤侵蚀敏感性分级标准<sup>[12]</sup>Tab. 2 Soil erosion sensitivity graduation standard<sup>[12]</sup>

分级	一般敏感	轻度敏感	中度敏感	高度敏感	极敏感
敏感指数	1.0 ~ 2.0	2.1 ~ 4.0	4.1 ~ 6.0	6.1 ~ 8.0	> 8.0

## 2 结果与分析

### 2.1 土壤侵蚀现状评价

根据上述评价,以及 2005 年渝东地区的水土流失资料,并结合实地抽样调查与水土流失观测资料,得出渝东北地区得水土流失现状(表 3),并将该地区的土壤侵蚀敏感性分为极敏感区、高度敏感区、中度敏感区、轻度敏感区和一般敏感区 5 个等级区域

(表 4)。其中:极敏感区面积 1 159.41 km<sup>2</sup>,占幅员面积的 3.93%;高度敏感区面积 4 892.19 km<sup>2</sup>,占 16.59%;中度敏感区面积 7 014.4 km<sup>2</sup>,占 23.79%;轻度敏感区面积 2 882.97 km<sup>2</sup>,占 9.78%;一般敏感区面积 13 673.94 km<sup>2</sup>,占 46.38%。中度和无敏感级别面积占幅地面积的 70.17%。不同土壤侵蚀敏感区的空间分布如下。

表 3 渝东北地区的水土流失现状

Tab.3 Yudongbei area soil erosion present situation

区县	幅员面积 / km <sup>2</sup>	年平均		平均侵蚀模数 / (t · km <sup>-2</sup> · a <sup>-1</sup> )	
		水土流失面积			
		面积合计 / km <sup>2</sup>	占幅员面积 / %		
梁平	1 890	673.27	35.62	227.35	3 376.83
忠县	2 184	1 158.58	53.05	402.94	3 477.91
开县	3 959	2 305.48	58.23	1 304.68	5 659.03
云阳	3 634	2 103.06	57.87	1 219.19	5 797.2
巫山	2 958	1 670.04	56.46	620.8	3 717.26
城口	3 286	1 443.65	43.93	795.52	5 510.49
巫溪	4 030	2 174.7	53.96	581.89	2 675.75
奉节	4 087	2 290.65	56.05	1 036.85	4 526.43
万州	3 457	1 991.63	57.61	673.15	3 379.9
合计	29 485	15 811.06	53.62	6 862.37	4 340.23

表 4 渝东北地区土壤侵蚀敏感性评价

Tab.4 Yudongbei area soil erosion sensitivity appraisal

侵蚀强度	面积 / km <sup>2</sup>	占幅员面积 / %	占流失面积 / %
一般敏感	13 673.94	46.38	46.16
轻度敏感	2 882.97	9.78	9.73
中度敏感	7 014.4	23.79	23.68
高度敏感	4 892.19	16.59	16.51
极敏感	1 159.41	3.93	3.24

表 6 渝东土壤侵蚀敏感性评价结果

Tab.6 Yudong soil erosion sensitivity appraisal result

区县	一般敏感		轻度敏感		中度敏感		高度敏感		极敏感	
	面积 / km <sup>2</sup>	占总面积 / %	面积 / km <sup>2</sup>	占流失面积 / %	面积 / km <sup>2</sup>	占流失面积 / %	面积 / km <sup>2</sup>	占流失面积 / %	面积 / km <sup>2</sup>	占流失面积 / %
忠县	1 025.42	46.95	98.67	8.52	839.35	72.45	219.81	18.97	0.75	0.06
开县	1 653.52	41.77	297.78	12.92	735.97	31.92	857.85	37.21	413.88	17.95
云阳	1 530.94	42.13	119.71	5.69	634.31	30.16	1 082.01	51.45	267.03	12.69
巫山	1 287.96	43.54	350.51	20.99	783.61	46.92	520.45	31.16	15.47	0.92
城口	1 842.35	56.07	348.39	24.13	433.83	30.05	297.99	20.64	363.44	25.17
巫溪	1 855.3	46.04	861.81	39.63	1 049.51	48.26	203.37	9.35	60.01	2.76
奉节	1 796.35	43.95	151.57	6.62	1 065.95	46.53	1 056.81	46.14	16.32	0.71
万州	1 465.37	42.39	363.41	18.25	1 180.75	59.29	445.84	22.39	1.63	0.08
梁平	1 216.73	64.38	291.12	43.24	291.12	22.76	208.06	30.9	20.88	3.1
合计	13 673.94	46.38	2 882.97	18.23	7 014.4	44.36	4 892.19	30.94	1 159.41	7.33

## 2.2 水土流失趋势

渝东北地区水土流失面积有逐渐扩大的趋势<sup>[13-14]</sup>,水土流失变化历史对比见表 5。据 1999 年遥感调查,渝东北地区水土流失面积大约为 29 178.54 km<sup>2</sup>,占国土总面积的 99.6%,而 2005 年调查结果,水土流失面积合计 15 811.06 km<sup>2</sup>,所占国土面积的比例减少至 53.62%,比 1999 年减少 45.98%,平均侵蚀模数为 2 327.41 t · km<sup>-2</sup> · a<sup>-1</sup>。但高度侵蚀区面积却略有增加,1999 年面积为 5 681.94 km<sup>2</sup>,而 2005 年为 6 051.6 km<sup>2</sup>,增加了 369.66 km<sup>2</sup>。

表 5 土壤侵蚀变化对比

Tab.5 Soil erosion change contrast

侵蚀强度 分级	1999 年		2005 年	
	面积 / km <sup>2</sup>	占流失面积 / %	面积 / km <sup>2</sup>	占流失面积 / %
一般侵蚀	235.52	0.80	13 673.94	46.38
轻度侵蚀	8 791.04	29.89	2 882.97	9.38
中度侵蚀	14 554.19	49.98	7 014.4	23.72
高度侵蚀	5 681.94	19.33	6 051.6	20.52

## 2.3 渝东地区的水土流失敏感性空间分布

依据表 1 的对比结果(对渝东北地区影响水土流失的各种影响因子  $R, K, LS, C$  进行敏感性评价),并通过多因子叠加计算得到渝东地区土壤侵蚀敏感性评价的结果(表 6)。结果表明,万州、奉节、巫溪、巫山、忠县、梁平土壤侵蚀强度总体上来说属于中度,其中奉节侵蚀比较严重、巫溪侵蚀相对来说比较轻,开县、云阳、城口的侵蚀强度明显比较严重,属于强度。

极敏感区主要分布于开县、云阳、城口,其次梁平和巫溪也有少量的分布,这些地方属于四川盆地外缘,地形起伏大,坡度陡,属于亚热带季风气候区,充沛的降雨(年降雨量 900~1 300 mm)和季节性的暴雨,以及抗风化、抗蚀性差的紫色砂岩及其发育的紫色土和极易产流的石灰岩山地,地表植被覆盖的不合理,为土壤侵蚀的形成和发展提供了有利的外动力条件和物质基础。

高度敏感区主要分布于开县、云阳、巫山、奉节、梁平这一带,城口、忠县、万州也分布有一些。这些地方是低山、高丘、谷地或盆地的外缘,地形起伏相对和缓,土壤为易被侵蚀的石灰土、紫色土等,植被覆盖相对比较合理。

中度敏感区主要分布在巫山、忠县、巫溪、奉节、万州、梁平、城口、云阳、开县这些地方分布较少。这里多为丘陵区,地形起伏大多和缓,土壤以石灰土、紫色土为主,植被覆盖受人为因素的影响很大,土地基本上已被垦殖为耕地,梯田较多,利用比较合理。这里地形起伏比较大,降雨冲蚀力强,但植被覆盖较好,一定程度上阻止了水土流失。

轻度敏感区主要分布于巫溪、梁平一带,巫山、城口、万州这一带也有一定的分布,其它地方相对分布较少。地貌多以缓坡丘陵、低山和台地为主,地形起伏平缓,土壤以紫色土、水稻土为主,植被覆盖比较合理。

一般敏感区在梁平和城口所占比例较大,其它地方分布面积也均占土地总面积的 40% 以上,主要分布于地势相对平坦或者梯田多和植被覆盖好且合理的地区。

#### 2.4 土壤侵蚀原因分析

渝东北土壤侵蚀主要受特殊的自然条件(地质地貌、土壤、植被、降雨等)和强烈的人类活动影响。该区域属于四川盆地外缘,地形起伏大,坡度多,属于亚热带季风气候区,充沛的降雨和频繁的暴雨,以及抗风化、抗蚀性差的紫色砂岩及其发育的紫色土山地,地表植被覆盖的不合理,为土壤侵蚀的形成和发展提供了有利的外动力条件和物质基础,因此自然条件是造成土壤侵蚀严重的内因,再加上近年来的库区基础设施建设的加快,人为影响加重,植被破坏严重,耕地不足导致陡坡种植,以及城镇和道路建设等强烈的人类活动,加重了水土流失,直接导致极敏感区域略有增加。但是,近年来,国家在这一地区实施了一系列的生态工程,如退耕还林、长江上游生

态林的建设、“长治”工程等,使水土流失面积大大减小,使库区的生态环境得到了较大的改善,轻度侵蚀所占幅员面积从 1999 年的 29.89% 减少到 9.78%,中度侵蚀所占幅员面积从 1999 年的 49.48% 减少到 23.79%。

### 3 渝东北地区水土流失防治对策建议

渝东北地区地处三峡库区的腹心,虽然水土流失总体上有所减缓,但形势依然严峻,对长江三峡库区的危害大。本文认为应采取以下 5 点措施控制水土流失:

1) 坚持以水土保持为目的,以生态效益为中心,兼顾经济和社会效益,积极调整农业产业结构;加强生态自然修复,有效控制坡面侵蚀,将水土保持建设与生态恢复、山区综合开发、建设社会主义新农村等有机地结合起来。

2) 应科学地制定水土保持规划,突出对土壤侵蚀敏感性高的重点地区水土保持工程安排,加强三峡库区坡耕地土壤侵蚀控制与高敏感性地区的退耕还林和坡改梯。

3) 加强水保监督执法,严禁乱砍滥伐、毁林开荒,有效保护现有植被。

4) 切实做好工程建设项目的水土流失预防和治理,将工程建设对环境的影响降低到最小程度,减少由建设造成的新的水土流失。

5) 加强对开发建设项目水土保持科学研究。随着西部大开发、库区建设和新农村建设的展开,人类活动影响比原来有所加强,但目前对开发建设项目土壤侵蚀防治的研究极为薄弱。建议立项加强该区开发建设项目土壤侵蚀的系统研究,进一步加强水土保持的试验示范,预测流域侵蚀与河流泥沙变化趋势,为水土保持生态环境建设、防洪、水利水电等重大工程建设项目的决策和规划提供科学依据。

#### 参考文献:

- [1] 胡良军,李锐,杨勤科. 基于 GIS 的区域水土流失评价研究[J]. 土壤学报, 2001, 38(2): 167-175.
- [2] 万县市油桐科研协作组. 万县市油桐产区区划及立地类型划分研究[J]. 经济林研究, 1996, 14(1): 56.
- [3] 万县市人民政府. 狠抓“长治”工程,建设库区生态农业[J]. 中国水土保持, 1997(10): 37.
- [4] 王效科,欧阳志云,肖寒,等. 中国水土流失敏感性分布规律及其区划研究[J]. 生态学报, 2001, 21(1): 14-19.
- [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 ] 周伏建 ,陈明华 ,林福兴 ,等. 福建省降雨侵蚀力指标 R 值 [ J ]. 水土保持学报 ,1995 ,9( 1 ) :13-18.
- [ 7 ] 樊振辉 ,庞少静. 试论矿山环评中的生态恢复评价问题 [ J ]. 城市环境与城市生态 ,2000 ,3( 3 ) :15.
- [ 8 ] 刘新华 ,杨勤科 ,汤国安. 中国地形起伏度的提取及在水土流失定量评价中的应用 [ J ]. 水土保持通报 ,2001 ,21( 1 ) :57-62.
- [ 9 ] 重庆市农业局. 重庆市优势农产品发展布局规划 [ Z ]. 2005.
- [ 10 ] 马超飞 ,马建文 ,布和敖斯尔. USLE 模型中植被覆盖因子的遥感数据定量估算 [ J ]. 水土保持通报 ,2001 ,21( 4 ) :6-9.
- [ 11 ] 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.
- [ 12 ] SL190-96. 土壤侵蚀分类分级标准 [ R ].
- [ 13 ] 孙凡 ,李天云 ,黄轲 ,等. 重庆市生态安全评价与监测预警研究 [ J ]. 西南农业大学学报 ,2005 ,27( 6 ) :757-762.
- [ 14 ] 高成凤 ,张素兰 ,王昌全. 四川省土地资源系统辨识及可持续利用对策研究 [ J ]. 西南农业大学学报 ,2005 ,27( 5 ) :922-925.

## Resources , Environment and Ecology in Three Gorges Area

### Soil Erosion Factor and Sensitivity Evaluation of Northeastern Area of Chongqing

SUN Fan<sup>1</sup> , LIU Bai-yun<sup>1</sup> , YOU Xiang<sup>2</sup> , YANG Song<sup>2</sup> , LI Xia<sup>1</sup> , DU Yang-wen<sup>1</sup>

( 1. Key Laboratory of Eco-environments in Three Gorges Reservoir Region( Ministry of Education ) ,  
College of Resources and Environment , Southwest University , Chongqing 400715 ;

2. Sichuan Province Soil and Water Conservation and Ecological Environment Monitor Central Station , Chengdu 610041 , China )

**Abstract :** Northeastern area is located in the Three Gorges Reservoir Region of Chongqing eastern and forward position of the upper reaches ecological protective screen of the Yangtze River. The eco-environment of the Yangtze River and Three Gorges Reservoir Region is severely impacted by serious soil erosion in that region. Take the Universal Soil Loss Equation( USLE ) as the foundation , and the choice of the rains etching power , the terrain fluctuation degree , the soil texture and the vegetation cover and so on , the natural factor is as the soil erosion sensitive appraisal target. According to target graduation standard of the Chongqing natural environment characteristic formulation appraisal , we utilize GIS and RS technology , and obtain that the extremely sensitive area of Chongqing is 1 159.41 km<sup>2</sup> , the highly sensitive area is 4 892.19 km<sup>2</sup> , the moderate sensitive area is 7 014.4 km<sup>2</sup> , the mild sensitive area is 2 882.97 km<sup>2</sup> , and the general sensitive area is 13 673.94 km<sup>2</sup> , It accounts for 3.93% , 16.59% , 23.79% , 9.78% and 46.38% respectively in Chongqing. Through the multi-factors superimposition computation result , we have pointed out the Chongqing Northeastern area extremely sensitive area is in Kaixian , Yunyang and Chengkou county mostly , the highly sensitive area is in Kaixian , Yunyang , Wushan , Fengjie and Liangping county mostly , the mild sensitive area is in Wuqi and Liangping county mostly. We have put forward the countermeasure to control this area soil erosion.

**Key words :** Northeastern area ; soil erosion ; sensitivity evaluation ; soil loss

( 责任编辑 欧红叶 )