

沂蒙山区土壤侵蚀敏感性评价

孙秀美¹, 孙希华², 冯军华³

(1. 淄博市环境保护局, 山东 淄博 255040; 2. 山东师范大学

人口·资源与环境学院, 山东 济南 250014; 3. 淄博市第十七中学, 山东 淄博 255031)

摘 要: 根据沂蒙山区遥感影像解译和水土流失遥感调查数据等资料, 在通用土壤侵蚀方程的基础上, 选择降雨侵蚀力、土壤可蚀性值、坡度和植被覆盖等自然因子建立土壤侵蚀敏感性评价指标体系。利用 GIS 方法对影响土壤侵蚀敏感性的单因子进行计算, 并将各因子进行栅格化。运用空间分析方法对沂蒙山区土壤侵蚀敏感性进行综合评价, 将沂蒙山区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, 并分析了不同土壤侵蚀敏感区的空间分布。

关键词: 沂蒙山区; 土壤侵蚀; 敏感性评价

文献标识码: A

文章编号: 1000—288X(2007)03—0084—04

中图分类号: S157

Sensitivity Appraisal for Soil Erosion in the Yimeng Mountainous Area

SUN Xiur mei¹, SUN Xi hua², FENG Jun hua³

(1. Zibo Environment Protection Agency, Zibo, Shandong 255040, China; 2. Department of Geography, Shandong Normal University, Ji' nan, Shandong 250014, China; 3. Zibo No. 17 High School, Zibo, Shandong 255031, China)

Abstract: The Yimeng mountainous area is the most serious area suffering from soil and water loss in the Huaihe basin. The occurrence and development of soil and water loss for a long time have formed the special erosion environment. The application of computer and GIS has brought enormous efficiency in soil erosion investigation and evaluation. Referring to remote sensing images and investigated data of soil erosion, the thesis sets up a soil erosion sensitivity appraisal system based on the universal soil loss equation (USLE). The appraisal system includes rainfall erosion, terrain factor, soil erodibility and vegetation cover, and each of the factors that influence soil erosion sensitivity is calculated using the GIS method. Then the thesis appraises the soil erosion sensitivity in the Yimeng mountainous area using the spatial method, and divides it into the extremely sensitive area, the highly sensitive area, the moderately sensitive area, the mildly sensitive area and the generally sensitive area. On this basis, the spatial distribution of soil erosion sensitivity is analyzed too.

Keywords: Yimeng mountainous area; soil erosion; sensitivity appraisal

广义的沂蒙山区位于山东省鲁中南山地和鲁东丘陵的过渡地带, 地势总体上由西北向东南倾斜, 西高东低, 东西两侧隆起, 中间低陷^[3]。山地、丘陵众多, 地貌类型齐全是该区最独特的自然地理特征, 属比较湿润的暖温带季风气候区, 具有大陆性气候特征, 动植物种类丰富。沂河与沭河是该区, 也是鲁中南区 2 条最大的河流, 两河平行南流, 流贯临沂全区^[4]。研究区域共覆盖了山东省的临沂、枣庄、济宁、日照、淄博等 5 个地级城市, 面积 $3.17 \times 10^4 \text{ km}^2$, 人口 2.36×10^7 , 这 5 个城市(淄博市主要指沂源县)经济发展水平平均处于山东省比较落后的地位。全区平均人口密度 744 人/

广义的沂蒙山区位于山东省鲁中南山地和鲁东丘陵的过渡地带, 大地构造上属泰沂蒙断块的东半部, 西接泰山, 东到郯庐断裂带^[1]。本文以山东沂沭泗河流域的山丘区为研究范围, 位于东经 $114^\circ 45' - 120^\circ 20'$, 北纬 $33^\circ 30' - 36^\circ 20'$ 之间, 主要是山东省的枣庄市, 临沂市和日照市的大部, 济宁市、淄博市和泰安市的部分, 行政区划上包括枣庄市辖区、滕州、山亭、临沂市、郯城、苍山、莒南、沂水、蒙阴、平邑、费县、沂南、临沭、曲阜、邹城、兖州、微山、泗水、东港、五莲、莒县、沂源、新泰。该区面积约 $3.17 \times 10^4 \text{ km}^2$, 占沂沭泗流域面积的 39.82%^[2], 占山东省总面积的 20.23%。

研究区位于鲁中南山地和鲁东丘陵的过渡地带, 地势总体上由西北向东南倾斜, 西高东低, 东西两侧隆起, 中间低陷^[3]。山地、丘陵众多, 地貌类型齐全是该区最独特的自然地理特征, 属比较湿润的暖温带季风气候区, 具有大陆性气候特征, 动植物种类丰富。沂河与沭河是该区, 也是鲁中南区 2 条最大的河流, 两河平行南流, 流贯临沂全区^[4]。研究区域共覆盖了山东省的临沂、枣庄、济宁、日照、淄博等 5 个地级城市, 面积 $3.17 \times 10^4 \text{ km}^2$, 人口 2.36×10^7 , 这 5 个城市(淄博市主要指沂源县)经济发展水平平均处于山东省比较落后的地位。全区平均人口密度 744 人/

km², 而人均耕地面积少, 后备土地资源不足, 土地的承载力已接近饱和, 人地矛盾十分突出^[5]。以沂蒙山区为代表的东南部地区经济落后^[6], 农业比重大。在《国家八七扶贫攻坚计划》贫困县名单中, 山东省共有 10 个县为贫困县, 其中沂蒙山区就占 6 个。

1 评价指标体系构建

在研究区土壤侵蚀敏感性评价过程中, 除参考国务院西部地区开发领导小组办公室和国家环境保护总局 2002 年 7 月 30 日联合发布的《生态功能区划技术暂行规程》外^[7], 针对沂蒙山区地域广阔, 生态系统有其独特性, 基础数据往往以点带面的特点, 在定量评价的基础上, 发挥专家整体定性的特长, 定性定量方法相结合, 系统地、全面地、科学地对沂蒙山区土壤侵蚀敏感性作出评价。在评价中利用 RS 数据、GIS 技术及空间模拟等先进方法与技术手段, 综合考虑降水、地貌、植被与土壤质地等因素, 评价土壤侵蚀敏感性并分析其空间分布特征^[8]。

1.1 评价指标的选取原则

- 1.1.1 科学性原则 指标体系应客观地、准确地反映某一地区的土壤侵蚀状况, 并应用现代化科学技术予以权衡和科学化的定量表达, 以便与研究结果的空间区域分异和时间序列动态对比^[9]。
- 1.1.2 简明实用性原则 生态环境是一个大而复杂的非线性系统, 具有空间尺度大、影响因素多等特

点^[10]。因此, 在选取评价指标时, 应遵循简洁方便、有效实用的原则, 既全面考虑, 又重点突出。

1.1.3 定量与定性结合原则 评价中要尽量采用数理统计的方法, 使评价结果更具客观性。同时, 评价中适当兼顾定性描述方法, 以便使评价结果更加直观实用。

1.2 评价因子的确定

1.2.1 评价因子和分级标准 环境敏感性既是环境系统本身固有的属性, 同时又受外界环境扰动的影响。不同环境要素在同一扰动因子作用下其敏感性表现不一样; 同一环境要素在不同扰动因子作用下其敏感性也不同。据此, 可将扰动因子定为行, 环境要素定为列, 建立交叉影响矩阵, 并提出 5 级敏感度等级计量任何已知环境参数的敏感度。

影响土壤侵蚀的因子很多, 对土壤侵蚀问题形成和影响因素的大量分析和研究工作表明^[11], 区域土壤侵蚀的敏感性主要受气候、土壤性质、地形和地表覆盖度的影响, 故可以用降雨侵蚀力、土壤可蚀性、坡度和植被覆盖 4 项因子来评价。

参考国务院西部地区开发领导小组办公室和国家环境保护总局联合发布的《生态功能区划技术暂行规程》的分级标准, 针对沂蒙山区自然环境和生态系统有其独特性, 基础数据往往以点带面的特点, 发挥专家整体定性的特长, 将沂蒙山区土壤侵蚀环境敏感性分为 5 级(表 1)。

表 1 土壤侵蚀敏感性评价因子和分级标准^①

级 别		一般敏感	轻度敏感	中度敏感	高度敏感	极敏感
降雨侵蚀力 ^②	分级	≤240	240~ 270	270~ 305	305~ 335	> 335
	得分	2	4	6	8	10
土壤可蚀性	分级	≤0.16	0.16~ 0.28	0.28~ 0.40	0.40~ 0.51	> 0.51
	得分	2	4	6	8	10
坡 度	分级	0°~ 3°	3°~ 7°	7°~ 13°	13°~ 22°	> 22°
	得分	2	4	6	8	10
植被覆盖	分级	水体、郁闭度 > 30% 的天然林和人工林、稻田	郁闭度 > 40% 的灌木林地、覆盖度 > 50% 的草地	其它林地、疏林地和覆盖度 20% ~ 50% 的草地	覆盖度在 5% ~ 20% 的草地和旱地	裸露地表或植被极其稀疏区
	得分	1	3	6	8	10

注: ① 分级标准依据生态功能区划技术暂行规程; ② 多年平均降雨侵蚀力单位为: 百英尺·吨·英寸/(英亩·小时·年)

1.2.2 降雨侵蚀力因子 首先计算、绘制多年降雨侵蚀力 R 值分布图。采用 ArcGIS 中的 Spline 内插法, 得到该流域降雨侵蚀力 R 值栅格分布图。根据表 1 中对降雨侵蚀力因子的分级标准, 可得到土壤侵蚀对降雨侵蚀力影响的分布图。

1.2.3 土壤可蚀性因子 我们在本次研究中, 土壤可蚀性的数值是利用查图表法计算而得到的, 在 ArcGIS 中经数字化得到土壤可蚀性值矢量图, 再利用 Polygrid 命令转成栅格形式的土壤可蚀性图(图 1), 按照表 1 中分级标准进行赋值。

3 评价结果分析

根据相关规定及国内外对土壤侵蚀敏感性评价的研究成果,将该流域土壤侵蚀敏感性等级分为 5 级(表 2)。

表 2 土壤侵蚀敏感性综合指数分级

敏感性等级	敏感性评价	敏感性综合指数	面积/km ²	占总面积/%
1	一般敏感	< 3.5	2 164.49	6.83
2	轻度敏感	3.5~4.5	7 706.39	24.31
3	中度敏感	4.5~5.5	16 836.39	53.12
4	高度敏感	5.5~6.5	3 733.32	11.78
5	极敏感	> 6.5	1 254.56	3.96
合计		平均 4.86	31 695.15	100.00

该流域轻度及轻度敏感以上面积占总面积的 93.17%,存在不同程度的土壤侵蚀敏感性。中度及中度敏感以上的面积为 21 824.27 km²,占研究区总面积的 68.86%。其中,中度敏感性面积最大,为 16 836.39 km²,占研究区总面积的 53.12%,其次为轻度敏感、高度敏感、一般敏感和极敏感程度。

绘制沂蒙山区土壤侵蚀敏感性综合指数分布图(图 2),并利用 ArcView 的 Tabulate Area 命令得到各县市不同土壤侵蚀敏感性程度面积。结果表明,中度敏感程度是该流域土壤侵蚀面积最大的类型,主要分布在地丘陵地区,如蒙山、尼山、五莲山等山地区,即临沂市、莒南县、苍山县、东港区、费县、沂南县和临沭县等县市。轻度敏感程度是该流域第二大敏感类型,主要分布在枣庄市辖区、沂水县、郯城县和滕州市等县市。高度敏感性面积为 3 733.32 km²,占研究区面积的 11.78%,主要分布在蒙山、尼山、五莲山等坡度较大的地区,面积比较大的县市有蒙阴县、沂水县、沂源县、沂南县、费县、平邑县、东港区等。该流域土壤侵蚀一般敏感程度面积主要分布在莒县、沂南县、沂水县和微山县。极敏感面积主要分布在费县、蒙阴县、山亭区等县市。

利用土壤侵蚀敏感性图,在软件 ArcGIS 中利用窗口分析法(主要是 Summarize zones)可得到各县市土壤侵蚀敏感性综合指数的平均值。该研究区各县市土壤侵蚀敏感性综合指数平均值介于 3.69~5.25 之间,全区平均值为 4.86,土壤侵蚀敏感性较高,平均值大于 4.86 的县市有 12 个,主要是地貌类型为中低山丘陵区的县市,其中山亭区平均值最高,为 5.25,新泰市和费县次之,为 5.22。土壤侵蚀敏感性较低分县市有 11 个,平均值小于等于 4.86,主要是地貌

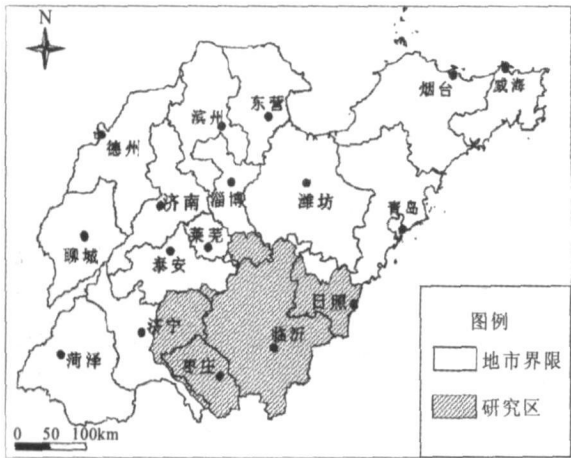


图 1 沂蒙山区土壤可蚀性 K 值分布图

- 1.2.4 坡度因子 坡度信息从 1:25 万 DEM 中提取得到,采用 Spline 样条内插法,按照表 1 中分级标准赋值得到土壤侵蚀对坡度的敏感性栅格分布图。
- 1.2.5 植被覆盖因子 利用该研究区 2000 年遥感影像经解译可以得到土地利用类型图,按照表 1 中对覆盖因子的分级标准进行赋值,可以得到土壤侵蚀对植被覆盖因子的敏感性栅格分布图。

2 评价方法

为了保证不同专题要素图层间运算时具有良好的空间重合性,需在 ArcGIS 支持下对各个土壤侵蚀敏感性评价因子图进行坐标系和投影系统的统一,投影系统采用等面积双纬线割圆锥投影,全国统一的中央经线为 105°E,双标准纬线分别为 25°N 和 47°N,使用 KRASOVSKY 椭球体,起算点为赤道 0°。利用 ArcGIS 中的 Arcedit 模块建立降雨侵蚀力、坡度、土壤可蚀性、植被覆盖等因子的图形库和属性库,通过 Polygrid, Spline 等命令将矢量图转换为 Grid 格式(Cell 大小为 30 m×30 m)进行各种代数和逻辑运算。

为了客观评价各因子的影响,可利用 ArcGIS 的空间模拟和数学运算功能,将选定的因子进行分级和量化处理,并进行矢量数据向栅格数据的转换,转换后的数据值越大,此因子对生态环境敏感性的作用越大。土壤侵蚀敏感性是受降雨侵蚀力、土壤可蚀性、坡度和植被覆盖等多个要素综合影响的,故采用土壤侵蚀敏感性综合指数 S_j 进行评价。

$$S_j = \sqrt[4]{\prod_{i=1}^4 P_{ij}}$$

式中: S_j —— 土壤侵蚀敏感性指数; P_{ij} —— 评价因子; j —— 评价单元; i —— 第 i 个评价因子。

类型为平原盆地和丘陵区的县市, 其中微山县平均值最低, 为 3.69, 莒县次之, 为 4.39。

通过 ArcView 的交叉分类(Tabulate Area) 命令将 2000 年土壤侵蚀强度图与土壤侵蚀敏感性图进行交叉计算, 可以发现土壤侵蚀敏感性与当前土壤侵蚀强度具有一定的一致性^[12]。一般而言, 土壤侵蚀敏感性高的地区, 发生土壤侵蚀的概率大; 土壤侵蚀敏感性低的地区, 发生土壤侵蚀的概率相对就小。以研究区不同敏感程度发生中度及中度以上土壤侵蚀为例, 土壤侵蚀敏感性程度为极敏感的地区发生极强度

及剧烈土壤侵蚀强度的面积为 14.99%, 是土壤侵蚀敏感性分类中发生概率最高的, 其次为高度敏感、中度敏感、轻度敏感和一般敏感, 面积比例依次为 6.14%, 2.01%, 1.53%, 1.02%。但土壤侵蚀敏感性与土壤侵蚀现状又不完全一致, 土壤侵蚀敏感性反映的是一个区域土壤侵蚀发生概率的大小, 表示的是土壤侵蚀发生的潜在可能性, 而土壤侵蚀强度反映的是当前土壤侵蚀的现状, 是该地土壤侵蚀敏感性因子和人为的不利影响超过生态环境的承载能力所表现出来的结果。

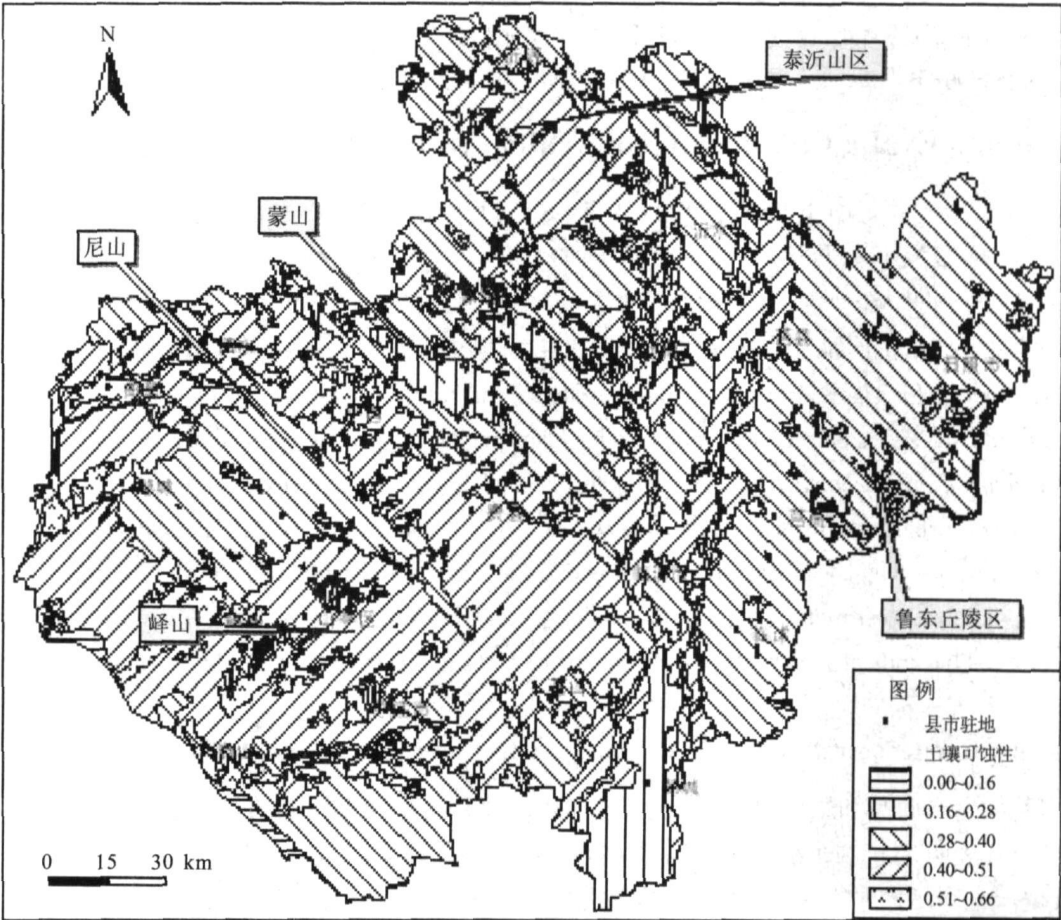


图 2 沂蒙山区土壤侵蚀敏感性综合指数分布图

4 结论

影响土壤侵蚀的因子很多, 对土壤侵蚀问题形成和影响因素的大量分析和研究表明, 区域土壤侵蚀敏感性主要受气候、土壤性质、地形和地表覆盖度的影响, 故可以用降雨侵蚀力、土壤可蚀性值、坡度和植被覆盖等 4 项因子来评价。

沂蒙山区是淮河流域水土流失最严重的地区, 存在不同程度的土壤侵蚀敏感性, 其中轻度敏感以上各类侵蚀面积占总面积的 93.17%, 中度敏感程度是该

流域土壤侵蚀面积最大的类型, 土壤侵蚀敏感性与当前土壤侵蚀强度具有一定的一致性。长期以来水土流失的发生和发展, 形成了沂蒙山区特殊的侵蚀环境, 加剧了人口、资源、环境和发展的矛盾^[13], 水土流失及其诱发的各种环境问题严重制约了沂蒙山区的经济增长、社会进步和可持续发展。

[参 考 文 献]

[1] 高文, 王文房, 李广军. 沂蒙山区野生蔬菜资源及其开发利用初探[J]. 临沂师专学报, 1999(6): 12—15.

(下转第 92 页)

[参 考 文 献]

- [1] Allan J A. Virtual water: A long term solution for water short Middle Eastern economies[R]. The 1997 British Association Festival of Science, University of Leeds, 1997.
- [2] Turton A R, Moodley S, Glodblatt M, et al. An analysis of the role of virtual water in southern Africa in meeting water scarcity : An applied research and capacity building project [R]. Group for Environmental Monitoring (GEM) and IUCN. Johannesburg, 2000. 2—8.
- [3] Willians E D, Ayres R U, Heller M. The 1.7 Kilogram microchip: Energy and material use in the production of semiconductor devices [J]. Environmental Science and Technology, 2002, 36(24) : 5501—5510.
- [4] 龙爱华, 徐中民, 张志强. 虚拟水理论方法与西北 4 省(区)虚拟水实证研究[J]. 地球科学进展, 2004, 19(4) : 577—583.
- [5] 陈亚宁, 崔旺诚, 李卫红, 等. 塔里木河的水资源利用与生态保护[J]. 地理学报, 2003, 58(2) : 215—222.
- [6] 宋郁东, 樊自立, 雷志栋, 等. 中国塔里木河水资源与生态问题研究[M]. 乌鲁木齐: 新疆人民出版社, 2000. 385—410.
- [7] 徐海量, 叶茂, 宋郁东, 等. 塔里木河流域水资源变化的特点与趋势[J]. 地理学报, 2005, 60(3) : 487—494.
- [8] 中国统计局. 新疆统计年鉴 2004[M]. 北京: 中国统计出版社, 2004.
- [9] 中国统计局. 新疆兵团统计年鉴 2004[M]. 北京: 中国统计出版社, 2004.
- [10] Chapagain A K, Hoekstra A Y. Virtual Water Trade: A quantification of virtual water flows between nations in relation to international trade of livestock and livestock produces[A]. In: Hoekstra A Y ed. Virtual Water Trade: P proceedings of the International Expert Meeting on Virtual Water Trade [C]. Value of Water Research Report Series No 12. IHE Delft, 2003. 49—76.
- [11] 徐中民, 龙爱华, 张志强. 虚拟水的理论方法及在甘肃省的应用[J]. 地理学报, 2003, 58(6) : 861—869.
- [12] 张志强, 徐中民, 程国栋, 等. 中国西部 12 省(区市)的生态足迹[J]. 地理学报, 2001, 56(5) : 599—610.
- [13] Renaul D. Value of Virtual Water in food: principles and virtues. In Hoekstra A Y ed. Virtual Water Trade : P proceedings of the International Expert Meeting on Virtual Water Trade [C]. Value of Water Research Report Series No12. IHE Delft. February, 2003. 77—91.
- [14] 信乃谏. 农业气象学[M]. 重庆: 重庆出版社, 2001. 76—77.
- [15] Hoekstra A Y. Virtual Water Trade: an introduction [R]. In Hoekstra A Y ed. Virtual Water Trade: Value of Water Research Report Series (No. 12). IHE Delft, 2003. 13—23.
- [16] Allan J A. Virtual Water eliminates water wars[R]. In Hoekstra A Y ed. Virtual Water Trade: Value of Water Research Report Series (No. 12). IHE Delft, 2003. 137—145.
- [17] 沈怡芳. 试论白酒工业的调整[J]. 酿酒, 1999(4) : 13—15.
- [18] 王彦, 罗志忠. 啤酒生产用水量的简化研究[J]. 酿酒, 1999(4) : 27.
- (上接第 87 页)
- [2] 朱国仁. 淮河流域降水特征分析[J]. 水文, 1998(1) : 53—57.
- [3] 王有邦. 山东地理[M]. 济南: 山东省地图出版社, 2000. 150—170.
- [4] 魏维宽. 淮河流域异常洪涝及防灾减灾思考[J]. 中国减灾, 1997(3) : 23—25.
- [5] 张道军, 朱麦云, 张昭, 等. 流域生态环境可持续发展论 [M]. 郑州: 黄河水利出版社, 2001.
- [6] 周虹. 对淮河流域水土保持生态建设的几点认识与思考 [J]. 中国水土保持, 2003(2) : 5—6.
- [7] 国务院西部地区开发领导小组办公室, 国家环境保护总局. 生态功能区划暂行规程[S]. 2002.
- [8] 王万忠. 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.
- [9] 任建兰. 区域可持续发展理论与方法[M]. 济南: 山东省地图出版社, 1998.
- [10] 彭少麟. 恢复生态学与退化生态系统的恢复[J]. 中国科学院院刊, 2000(3) : 189—193.
- [11] 李锐, 徐传早. 美国水土流失预测预报与动态监测——赴美水土保持新技术考察报告摘录[J]. 水土保持研究, 1998, 5(2) : 119—123.
- [12] 杨广斌, 李亦秋, 安裕伦. 基于网格数据的贵州土壤侵蚀敏感性评价及其空间分异[J]. 中国岩溶, 2006, 25(1) : 73—78.
- [13] 前川孝昭, 宋豫秦, 程必定. 淮河流域可持续发展研究的重点问题[J]. 中国人口·资源与环境, 2002(4) : 77—80.