

# 皖西丰乐河流域水土流失及防治对策

夏林益,王心源,张广胜

(安徽师范大学国土资源与旅游学院,安徽 芜湖 241000)

**摘要:**基于 2000 年 2 月 29 日 ETM 数据结合实际调查与部分统计资料,对位于安徽西部巢湖水系丰乐河流域水土流失的分布、水土流失的强度和流失量进行估测和分析,针对已有的现状,提出了相应的水土保持对策和建议。

**关键词:**丰乐河;水土流失;治理

**中图分类号:**S157

**文献标识码:**A

**文章编号:**1005-3409(2006)03-0162-03

## Research on Soil Erosion and Prevention and Controlling Measures for Fengle River Valley in West of Anhui

XIA Lin yi, WANG Xin yuan, ZHANG Guang sheng

(National Resources and Tourism College, Anhui Normal University, Wuhu 241000, China)

**Abstract:** According to ETM on February 29 in 2000, combining actual investigation and part of statistics, the distribution of soil erosion, the intensity and amount of soil erosion of Fengle River are estimated and analyzed. At the same time, the countermeasures and proposals for prevention and controlling water and soil losses are put forward for the present condition.

**Key words:** Fengle River; soil erosion; prevention and controlling measurements

丰乐河发源于安徽西部大别山,属长江水系流入巢湖长度最长流域面积最大的三大水系之一。全长 117.45 km,流域面积 2 080 km<sup>2</sup>,流经六安市的金安区、舒城县、肥西县、庐江县、下游与杭埠河汇合流入巢湖,它与杭埠河是巢湖西南岸泥沙主要来源,而且流域内水土流失引起的非点源污染,影响直接在巢湖汲水的合肥市生产生活用水。因此,控制丰乐河流域的水土流失,减轻对巢湖的泥沙淤积和改善合肥市饮用水的水质都有十分重要的意义。

### 1 丰乐河流域的土壤侵蚀的环境背景

#### 1.1 气候条件

属于北亚热带季风气候,年平均降水量在 1 200 mm 上下,雨量适中,但是降水的季节变化大,1954 年达 1 807 mm,而在 1978 年仅为 609 mm,一年中日平均气温 10 期的降水量占 80 % 左右,5 ~ 9 月汛期暴雨集中,一般占年降水量的 63 % 左右。据统计,从 1956 ~ 1980 年,25 年间出现暴雨 66 个。在 1957 年 7 月 8 日日降水量达 250 mm,造成山洪暴发,崩塌滑坡,泥沙冲压农田,水毁严重<sup>[1]</sup>。

#### 1.2 地形地质土壤条件

地形是以剥蚀丘陵、岗地为主,兼有低山、湾畈、洼地的地形地貌。上游低山为主,海拔在 100 ~ 300 m,水系下切较深。中下游受拱曲掀斜运动的影响,形成不对称阶地,水流的冲刷,形成岗冲交错,起伏不平的波状平原,入湖河口是三角洲圩区。成土母岩中主要为片麻岩、花岗岩片麻岩和花岗岩。它们的特点是晶粒粗大,矿物组成风化崩解作用极易进

行,岩石风化崩解为砾土质或粗砂土质,其中含多量的石长石颗粒,黏结力差,容易发生溜泻现象。此种粗黏母质进一步风化,长石、云母、角闪石等矿物分解成黏解时间较长,由于石英等矿物难以风化,粗粒较多,土壤黏结力不强,容易受到强烈侵蚀。本区土壤类型以山地黄棕壤和普通黄棕壤为主,土层一般较浅薄,粗砂含量高,抗侵蚀能力较弱。

流域内出露的岩石主要是酸性花岗岩和片麻岩,矿物成分主要含量钾长石占 40 % ~ 45 %,长石 20 % ~ 25 %,石英 25 % ~ 30 %,黑云母 3 % ~ 5 % 另有硝石、磷灰石、磁铁矿等,矿物粒度在 1 ~ 3 mm<sup>[3]</sup>。地表多发育着黄壤土,其孔径粒径小,结构松散,表土易结皮,因而入渗和抗冲抗蚀性能差。丰乐河流域内的土壤因长期以来天然植被的破坏和人为的耕作,已经改变了原始土壤的性状。凡植被破坏、水土流失严重的山丘、岗地区,表土冲刷、心土裸露,成为肥力贫瘠的石质土和沙质土。在低岗、冲畈和平原区则分布着水稻土,在河流沿岸分布着冲击性沙土和沙壤土。

#### 1.3 植被类型

自然植被属常绿阔叶林和落叶阔叶林植被区,但是常绿阔叶树种不多,主要是女贞、棕榈、油桐、油茶、茶叶等代表树种,且人工栽培。山地的上部多为马尾松和杉木等针叶林为主。在林地的边缘尚分布着部分疏林草地。解放前,在上游植被覆盖还达到 70 % 以上,现在平均只有 38 % 左右。

#### 1.4 人类活动

##### 1.4.1 不合理的农业生产建设

随着人口增加,人均耕地减少,乱开荒,顺坡耕种造成荒

收稿日期:2005-07-29

基金项目:国家自然科学基金(40571162);安徽省自然科学基金项目(04045406);安徽省教育厅自然科学基金重点项目(2004kj165zd);安徽师范大学自然地理校级重点学科经费资助

作者简介:夏林益(1971-),男,安徽庐江人,硕士研究生,主要研究方向为遥感与地理信息系统应用

坡地成片出现。全流域人口密度为 406 人/km<sup>2</sup>,山丘区也在 300 人以上,人均耕地 560 m<sup>2</sup>,但人均开荒地则达 466.7 m<sup>2</sup>,山上除少数地面能长些杂树外,大部分岩石裸露,粗砂盖地,不能垦殖。1954 年水灾后,粮食大副度减产,为了生产自救,缓解粮荒,一冬春在全流域开荒近 3 300 hm<sup>2</sup> 种植农作物。1979 年丰乐河中游舒城张家洼陡坡地开荒 2.67 hm<sup>2</sup> 种芝麻,6 月 25 日大雨冲光芝麻地所有的土壤。目前在上游还有陡坡地近 700 hm<sup>2</sup>,80 年代采用全垦的造林方式约 3 500 hm<sup>2</sup>[21]。1981 年山丘区划定责任山、自留地,群众自发砍树烧荒,烧垦过后的是剧烈的土壤冲刷,肥沃的腐殖质层三年即可冲刷殆尽,其结果是“一年肥,二年瘦,三年剩下瘦骨头(裸岩)”。一年多茬种植农作物,频繁的松土、锄草、翻地,造成大量土石进入丰乐河的河道[3]。

1.4.2 林草植被人为破坏严重

50 年代大办钢铁,成材林基本被破坏。1970 年农业学大寨高潮中,安徽省省委要求短期内实行粮食自给,提出向河滩要粮,向山上要粮,开荒不止,随即又发生三次大面积松毛虫害。80 年代林木供应紧张,偷盗之风严重。现在林粮争地,大量破坏次生植被人为造成了现在的大面积童山秃岭,森林覆盖率大幅度下降。

2 丰乐河流域水土流失的现状

由于流域内面积大,有一半以上地处山区,地形复杂,交通不便。因此,采用卫星遥感数据表现出明显的技术和经济优势。特别是研究水土流失时,ETM 或 TM 影像数据能客观地反应研究区水土流失的程度,直观地展现水流流失的分布现状。

采用的 ETM 影像数据的成像时间是 2000 年 2 月 29 日,轨道号为 121/38。采用 543 波段假彩色合成,由于该图像已经经过几何矫正,首先对 ETM 影像进行辐射校正、图像拉伸、彩色合成增强处理,使之最大程度地有利于目视解译。根据丰乐河流域的研究目的和土地利用特征,确定了丰乐河流域的地物类型主要分为五类:水体、耕地、林地、建设用地和未利用地。参照实行 1997 年国家水利部颁发的《土壤类型侵蚀分级标准》和根据《应用遥感技术编制全国土壤侵蚀图技术规则》,结合该区域的植被、地形、地貌将区域内的水土流失程度分为 6 个等级,对应着不同的侵蚀模数(见表 1)。

表 1 丰乐河流域土壤侵蚀分级指标体系

侵蚀强度	侵蚀模数/ (t·km <sup>-2</sup> ·a <sup>-1</sup> )	侵蚀深度/ (mm·a <sup>-1</sup> )	坡度/°	植被覆盖 度/%
微度侵蚀	小于 500	小于 0.8	小于 3	大于 90
轻度侵蚀	500~2500	0.8~2	3~5	70~90
中度侵蚀	2500~5000	2~4	5~8	50~70
强度侵蚀	5000~8000	4~6	8~15	30~50
极强度侵蚀	8000~15000	6~12	15~25	10~30
剧烈侵蚀	大于 15000	大于 12	大于 25	小于 10

根据土壤侵蚀分级指标体系,将遥感图像分成 5 个等级,生成丰乐河流域植被覆盖图。结合利用 GIS 空间分析功能,得到土壤侵蚀强度图,统计每个图斑象元数得到每种侵蚀的面积,再根据对应侵蚀模数计算出上和中下游侵蚀面积及年侵蚀量。以龙咀为界及该流域内上游中下游区域内水土流失差异明显由于上游和中下游侵蚀的自然条件的不同,以龙咀为界及该流域内上游中下游区域内水土流失差异明显,所以上游和中下游分表 2、表 3 列出,以便于对比研究。

表 2 丰乐河上游水土流失状况

侵蚀程度	流失面积	侵蚀模数及其中		年侵蚀量/t
	/km <sup>2</sup>	值/(t·km <sup>-2</sup> ·a <sup>-1</sup> )		
微度侵蚀	240.46	350~650	500	120230
轻度侵蚀	174.2	650~1350	1000	174200
中度侵蚀	79.66	1350~4050	2700	215082
强度侵蚀				
及极强度侵蚀	12.1	4050~6750	5400	65340

表 3 丰乐河中游水土流失状况

侵蚀程度	流失面积	侵蚀模数及其中		年侵蚀量/t
	/km <sup>2</sup>	值/(t·km <sup>-2</sup> ·a <sup>-1</sup> )		
微度侵蚀	396.1	50~650	500	1980540
轻度侵蚀	234.8	650~1350	1000	234800
中度侵蚀	74.73	1350~4050	2700	201771
强度侵蚀	8.40	4050~5750	4900	41136

比较表 2 和表 3 再结合土壤侵蚀分布,从年侵蚀总量来看丰乐河上游中度侵蚀年侵蚀量最大和中下游水土流失以轻度侵蚀流失量为最大,这与上游地势比较陡峭,山高谷深,沟蚀和重力侵蚀强,特别三大支流思古潭河、陈家河、张母桥河,而在张母桥河的低山区以及和舒城交界的丘陵区因人口密度大,人均耕地少,陡坡开荒比较严重,是极强度流失的主要分布区。从流失面积来看,上游水土流失的面积为 504.6 km<sup>2</sup>,占上游流域总面积的 51.69%,下游水土上游流失总面积占流域面积流失面积为 714 km<sup>2</sup>,占下游流域总面积的 64.6%。中下游流失总面积虽然是上游接近 1.5 倍,但以轻度和微度侵蚀为主,基本没有极强度侵蚀。与下游地势低平,支流多,水流平缓,面蚀强,流域接水面大致相吻合。

3 治理对策

丰乐河流域目前普遍存在着重治轻防、边治理边破坏的现象,不但成已经治理过的水土流失范围内有近一半的面积仍产生中、强度以上的水土流失,而以往保下来的次生林也不断遭到滥砍盗伐,面积逐年减少。特别是上游水土流失高危区一旦遭到破坏,恢复十分困难。而且在治理过程中注重人为干预,忽视生态修复;注重短期利益,忽略了社会利益、整体利益和长期利益,从而致使水土流失加剧的趋势,所以开展综合治理是刻不容缓。

3.1 开展以造林绿化植被保护为主的综合治理

森林对蓄水保土、保护水利设施、防灾减灾等作用,是其他任何措施所不可替代的。森林保持土壤的作用主要通过植物根系固结土壤和枯枝落叶层改良土壤。粗细各异的林草根系密集成网,网络、牵拉、固结土壤的作用很大,并且大量的枯枝落叶改良了土壤,增加了土壤水稳定性团粒,提高了土壤的抗蚀性能。国内外的研究结果表明:森林表土因地表径流引起的侵蚀深度只有 0.05 mm 左右,而无林地则为 5 mm,相差达 100 倍;有林地每年每公顷的泥沙流失量为 0.05 t,而无林地则为 2.22 吨 t,相差 44 倍[5]。由于丰乐河流域森林覆盖率低,且质量差,郁闭度小,致使水土流失面积达 1 218 km<sup>2</sup>,占全流域总面积的一半以上。在六安、舒城、肥西、一般山区和丘陵地带,缺乏水土保持林,使裸露地段山石泥土被雨水冲击直接滑入山下河道中;在平原圩区,多以粮棉为主,农田林网不健全;加上薪炭林、经济林及防护林的比重小。在中上游山丘面积大,平地少,大部分坡耕地皆分布在山麓坡脚地带,而此处恰是水土流失严重的区域,侵蚀沟密布,把大块的坡耕地切割得支离破碎,不但耕作困难,有的耕地甚至无法耕种,造成耕地不断减少。

(1) 在上游做好水土保持林和涵养水源林的规划与治理工作。为了给退耕还林创造条件,解决农业生产发展的需要,在人均耕地不足  $0.07 \text{ hm}^2$ ,口粮不能自给建设一定面积旱保收的基本农田已属当务之急。同时各地应继续立足于合理利用坡度  $< 25^\circ$  的现有耕地,通过提高单产,并辟农业人口就业新途径,积极稳妥地进行退耕还林。

(2) 建立坡面防护体系工程:对上游  $25^\circ$  以上的陡坡地实行穴状、鱼鳞状整地,同时栽植适宜性强、根系发达、生长快、郁闭早的杉树、松树等树种。上游原有的残次疏林采取封山育林,并实行苗木补空。对坡度在  $15^\circ \sim 25^\circ$  的坡地可采用抽槽整地,并修建水平阶地或反梯地。坡度在  $15^\circ$  以下用地应有计划,分步骤修成水平梯田,或者采取林粮兼种或林药兼种的措施。

(3) 造林技术上,是否整地应视造林地的立地条件而定,土层厚且坡度小的丘陵地,需要提前一个雨季整地,必要时结合工程或客土整地;在土层薄、坡度大水土流失危险程度高的地方及时培育根系发达的草类或灌木。

### 3.2 开展工程措施与生物措施相结合的综合治理

丰乐河流域多低山丘陵且流域面积大,支流密布,水土流失形式多样。由于以往的工程治水措施,未能同生物治水措施有机结合起来,致使工程措施未能发挥其应有的防护效益,有的很快就丧失了防护功能。国家从 50 年代至今,对巢湖流域的主要河流均进行过多次拓宽挖深,裁弯取直,堤岸加高培厚,但因无生物措施作保障,总体效果不尽人意。如 1977 ~ 1978 暴雨多年,水利部门治理丰乐河和杭埠河,改变入湖口门,一年不到又被泥沙淤塞断航;1979 年又人工疏浚,挖土  $1.5 \text{ 万 m}^3$ ,1980 年再行机械疏浚,结果当年底又几乎淤复原状。因此,首先要统筹规划,遵循线面结合、沟坡兼治和工程措施与生物措施相结合的原则,实行山、水、路的综合治理。其次按着以小流域为单元,先坡后沟,先上游后下游的治理原则因地制宜采取相应的措施:在毛沟内修建拦沙谷坊,具体可采用干砌石铺底,以拦截泥沙,进而控制 V 形沟的发育。在集水面大、泥沙来源少的沟道可以建立蓄水谷坊,以拦截地面径流。采取修建拦沙坝与山塘,建排水沟,筑平台梯地等措施,有效地将泥沙拦截于流域的中上游,也可缓解下游水库、灌渠的压力,延长其使用年限;沿湖加固护堤,减少堤岸崩塌和入湖泥沙量,可大大减缓湖底泥沙的淤积速度。

在中下游的舒城、肥西低山丘陵地带在农业收获季节,全区内绝大部分地域处于裸露状态,使降水直接冲刷地面,造成大量水土流失,特别是山区和丘陵地区的大量泥土通过主河道源源不断地将远处的泥沙挟裹带入湖区。因此,该区域要保护好现有天然次生林,提高森林覆盖率;退耕还林、还草;减少人为产生下山泥石流;加大造林力度,在造林中要保护好原生植被水保带;特别是在沿河两侧,不仅要重视用材经济林的营造,而且还要重视水土保持林和水源涵养林为建设重点,适当发展防护用材林和经济林,建立多林种的防护结构体系,把泥沙阻滞在山上、源头,减缓下游拦截水土流失的压力。

### 3.3 开展水土保持与提高当地物质文化生活水平相结合的综合治理

水土流失和贫困是一对孪生的姐妹。如果水土流失地区不能摆脱贫困,这些地区的人口将保持旧的生育、生产和消费方式,仍然会加重对环境的压力,水土流失就不能得到真正的治理。因此,水土流失治理必须在统一机构的领导下,进行科学规划,将治水与治穷结合起来。丰乐河上游地区是安徽省经济落后地区,只有广大群众生产生活条件逐步得到改善,各项治理措施才能得到广大群众的支持和拥护。

人口增加压力下,为了基本的生活保障,开荒种粮已是事实。所以,治理水土流失应与治理贫困相结合。采取的相应的措施有以下四个方面:

第一、国家应加强财政支持,加快当地交通、能源、通讯等基础的建设,发展当地特色农业、生态农业,促进当地生态旅游、森林旅游,促使农民脱贫致富。

第二、提高科技文化素质。长期以来,农民已经习惯了广种薄收、粗放经营的耕作方式,农民不愿意在土地上进行大规模的劳动投入。因而必须进一步宣传和教育农民,提高农民搞好水土保持工作的自觉性,引导农民积极参与水土保持工程是水土保持和生态环境保护的重要一环,要认真贯彻《安徽省实施〈水土保持法〉办法》,建立水土保持职能机构,树立这类组织的执法权威。要坚决贯彻“谁开发、谁保、谁破坏、谁治理”的政策,对破坏生态环境造成严重水土流失者,要依法追究其经济及法律责任。

第三、改革投资体制,建立水土保持基金制度。当前急待建立水土保持基金制度,把竞争等市场机制引入水土保持实践中,变无偿投资为有偿投资,提高水土保持效果。水土保持投资体系应由水土保持基金、国家投资、乡村群众自筹三个层次组成,前者为主体,中间为重点,后者为辅助,尽快完善投资体制。

第四、加快现有水利工程管理体制的改革。对乡以下的电灌站、小型水库和“当家塘”等水利设施采取拍卖、承包、租赁、股份合作等形式加快产权制度改革,明确产权,开放建设权,运用市场化经营机制,通过产权出让来筹集资金,用于水利工程建设。对于骨干水利灌溉工程,应按照现代企业制度,改革用水制度,逐步向商品化、产业化方向转变,促进水利建设持续发展。对于地方型小型水利工程,可以以资产为纽带,确立法人经营水利产业。针对目前土地家庭分散承包状况,可以在农户自愿的基础上,发展多种形式的适度规模经营,把土地经营权逐步向种田能手集中,妥善解决好“塘口经济”与抗旱之间的矛盾<sup>[4]</sup>。

### 3.4 开展预防为主与各部门协调一致全流域的综合治理

水土流失治理应以防止新的流失发生为重点,将预防新流失和治理老流失结合起来,从水系源头开始,全流域的综合治理。水土流失治理必须是成一定规模的,否则一级治理,多处破坏,不能达到治理水土流失的目的。同时水土保持工程是造福子孙后代的事业,而群众大多只顾眼前利益。水土保持涉及到行政、水利、农业、财政、商业、国土、环保、能源、林业、铁路、交通等部门,需要协调多种行业,目前的水保机构级别低,部门只抓归部门的工作,行政管理条块分割。致使植树造林不见林,生态效益难以得到社会的认可和补偿。多年来,林业建设的重点主要是造林绿化和消灭荒山,森林培育和利用脱节问题严重,低山和高岗区虽经多次绿化,但质量不高,由于缺少统一协调,在中下游是舒城、六安、肥西的界河三县的群众由于争水、争地致使河道束窄、抗冲防洪能力下降<sup>[6]</sup>。

针对以上的现状,水土保持应由各级政府党政一把手负总责,当地水保部门应隶属于上一级的水保部门的垂直管理。要从治理支流河道小流域治理区域,做到全面规划,解决丰乐河上下游、左右岸、小流域与区域经济发展需求矛盾,集中有限物力、人力进行全流域的综合治理。生态环境项目应该由水保、环保、林业等部门共同实施,制定可行的,达到各业治理,相互配合,既抓好植树,又确保成活率,既抓治理,又抓预防保护。

(下转第 168 页)

以上分析结果显示,将 WARMF 应用于巢湖杭埠 - 丰乐河流域 4 号子流域及河段应注意:

#### (1) 水文参数:

降水权重因子、土层厚度、土壤饱和湿度、土壤导水率、蒸发系数主要影响河段径流均值,拟合径流均值需要特别注意这些参数。田间持水量、蒸发系数偏移、河流曼宁系数主要影响最小值模拟,如进行干旱风险分析需特别注意这部分参数。对拟合最大值影响最大的是河流曼宁系数,进行暴雨及非点源风险预测需要特别注意河流曼宁系数的校准。

#### (2) 泥沙参数:

影响悬浮物模拟均值及最大值的主要因素为河床植被因素和河床稳定因素,二者对拟合结果的影响具有等价性,这说明植被增加可以提升河床稳定性,增加植被覆盖是减少泥沙的有效方法。

影响总悬浮物最小值拟合的主要参数是剥蚀速度指数和初始沉积深度。初始沉积深度超过 0.5 以后灵敏度为零,说明不需要对大于 0.5 的参数取值进行调试。剥蚀速度指数大于 1.4 后对模拟结果最小值的影响力剧增,调参时应进行微调。

#### (3) 水质参数:

水质参数大多对总氮模拟的最小值非常敏感。除河流反硝化作用率外,其他水质敏感参数的影响方向呈波动式变

化,调参时应尽量获取实地资料,在此基础上进行微调。

水文参数可以影响径流、泥沙及水质模拟;泥沙参数可以影响水质模拟,尤其是一些以吸附态运移为主的污染物。因此,参数灵敏度分析和调参要有顺序性。

以上灵敏参数也是制定该流域管理方案时应当考虑的主控因子或不确定性来源。

## 4 结 论

灵敏度分析可以帮助识别影响模拟结果的主要因子,可以为调参工作提供指导。对作为决策支持系统的流域管理模型而言,参数灵敏度分析还有助于决策者在管理方案制定和选择时对主控因子的选择和控制风险的识别。

本文以巢湖杭埠 - 丰乐和流域 4 号子流域及其所含河段为例,采用局部灵敏度分析方法,分析汇流区参数、河流参数、系统参数对河段径流量、总悬浮物、总氮模拟结果的影响。通过分析,筛选出 7 个水文参数、4 个泥沙参数、6 个水质参数为敏感参数。并分析、总结这些参数的影响特征。

结合实地资料和其他地区调参经验,根据参数灵敏度分析结果对参数进行校准,径流、悬浮物、总氮的拟合结果均达到模型研究要求精度。说明参数分析结果指导参数校准有效,该模型可以在该地区进一步应用。

- [1] Joel Herr and Laura Weintraub, and Carl W. Chen, User's Guide to WARMF[R]. Systech Engineering, Inc., 3180 Crow Canyon Pl., Suite 260 San Ramon, CA 94583, 2001.
- [2] 陈欣,郭新波. 采用 AGNPS 模型预测小流域磷素流失的分析[J]. 农业工程学报, 2000, 16(5): 44 - 47.
- [3] 罗定贵,王学军,孙莉宁. 水质模型研究进展与流域管理模型 WARMF 评述[J]. 水科学进展, 2005, 16(2): 289 - 294.
- [4] Chen, C. W., J. Herr, and L. H. Z. Weintraub, Watershed Analysis Risk Management Framework: Update One: A Decision Support System for Watershed Analysis and Total Maximum Daily Load Calculation, Allocation and Implementation[R]. Palo Alto, CA: EPRI, 2001.
- [5] T. Lenhart, K. Eckhardt, N. Fohrer, H. - G. Frede, Comparison of two different approaches of sensitivity analysis[J]. Physics and Chemistry of the Earth, 2002, 17: 645 - 654.
- [6] J. A. Huisman, L. Breuer, H. - G. Frede, Sensitivity of simulated hydrological fluxes towards changes in soil properties in response to land use change[J]. Physics and Chemistry of the Earth, 2004, 29: 749 - 758.
- [7] Mamillapalli S, Srinivasan R, Arnold J G, et al, Effect of spatial variability on basin scale modeling [M]. Third International Conference/Work shop on Integrating GIS and Environmental Modeling, Santa Fe, New Mexico, January 21 - 26, 1996. National Center for Geographic Information and Analysis, Santa Barbara, CA, USA. <http://www.ncgia.ucsb.edu/conf/SANTA-FE-CD-ROM/main.Htm>.
- [8] 徐崇刚,胡远满,常禹,姜艳. 生态模型的灵敏度分析[J]. 应用生态学报, 2004, 15(6): 1056 - 1062.
- [9] Morris MD. Factorial sampling plans for preliminary computational experiments[J]. Technometrics, 1991, 33: 161 - 174.
- [10] Cukier RI, Levine HB, Shuler KE. Nonlinear sensitivity analysis of multiparameter model systems[J]. Compute Phys, 1978, 26: 1 - 42.
- [11] Saltelli A. Probability and statistics series[M]. In: Chan K, Scott EM, editors. New York: Wiley, 2000.
- [12] Helton JC. Uncertainty and sensitivity analysis techniques for use in performance assessment for radioactive waste disposal[J]. Reliab Engng Syst Safety, 1993, 42: 327 - 67.
- [13] 窦明,谢平,李重荣,王陶. 综合水质模型参数识别研究[J]. 重庆环境科学研究, 2002, 24(6): 70 - 73.
- [14] 王建平,程声通,贾海峰. 水质模型参数优化的遗传算法实现及控制参数分析[J]. 环境科学, 2005, 26(3): 61 - 65.

(上接第 164 页)

## 4 结 语

面对丰乐河流域水土流失,我们只有从流域综合治理的角度

出发,总结当地多年水土保持的经验,统一领导,协调规划,遵循流域生态系统规律,以取得经济效益与社会效益的统一,从而促进流域生态系统的良性循环,为整个巢湖流域治理提供典范。

#### 参考文献:

- [1] 李秉龙,等. 六安市水利志[M]. 安徽省六安市, 1999. 167.
- [2] 李少白,舒城县水利志[M]. 安徽省水电局, 1992. 196 - 199.
- [3] 陈斌. 巢湖流域水土流失现状、成因和综合治理对策[J]. 华东森林经理, 2000, (4): 1 - 4.
- [4] 辜胜阻,侯伟丽. 治理长江上游水土流失的对策[J]. 长江流域资源与环境, 2000, (2): 260 - 264.
- [5] 孔凡文. 安徽省六安市(1998 - 2010)水土保持规划[Z]. 六安市水电局, 1998. 206 - 210.
- [6] 杨则东,等. 巢湖水患的地质问题[J]. 灾害学, 2002, (9): 64 - 66.