

ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

Acta Ecologica Sinica



第33卷 第14期 Vol.33 No.14 **2013**

中国生态学学会
中国科学院生态环境研究中心
科学出版社

主办
出版



中国科学院科学出版基金资助出版

生态学报

(SHENGTAI XUEBAO)

第 33 卷 第 14 期 2013 年 7 月 (半月刊)

目 次

前沿理论与学科综述

石鸡属鸟类研究现状..... 宋 森,刘迺发 (4215)

个体与基础生态

不同降水及氮添加对浙江古田山 4 种树木幼苗光合生理生态特征与生物量的影响.....
..... 闫 慧,吴 茜,丁 佳,等 (4226)

低温胁迫时间对 4 种幼苗生理生化及光合特性的影响..... 邵怡若,许建新,薛 立,等 (4237)

不同施氮处理玉米根茬在土壤中矿化分解特性..... 蔡 苗,董燕婕,李佰军,等 (4248)

不同生育期花生渗透调节物质含量和抗氧化酶活性对土壤水分的响应.....
..... 张智猛,宋文武,丁 红,等 (4257)

天山中部天山云杉林土壤种子库年际变化..... 李华东,潘存德,王 兵,等 (4266)

不同作物两苗同穴互作育苗的生理生态效应..... 李伶俐,郭红霞,黄耿华,等 (4278)

镁、锰、活性炭和石灰及其交互作用对小麦镉吸收的影响..... 周相玉,冯文强,秦鱼生,等 (4289)

CO₂ 浓度升高对毛竹器官矿质离子吸收、运输和分配的影响 庄明浩,陈双林,李迎春,等 (4297)

pH 值和 Fe、Cd 处理对水稻根际及根表 Fe、Cd 吸附行为的影响 刘丹青,陈 雪,杨亚洲,等 (4306)

弱光胁迫对不同耐荫型玉米果穗发育及内源激素含量的影响..... 周卫霞,李潮海,刘天学,等 (4315)

玉米花生间作对玉米光合特性及产量形成的影响..... 焦念元,宁堂原,杨萌珂,等 (4324)

不同林龄胡杨克隆繁殖根系分布特征及其构型..... 黄晶晶,井家林,曹德昌,等 (4331)

植被年际变化对蒸散发影响的模拟研究..... 陈 浩,曾晓东 (4343)

蝇蛹金小蜂的交配行为及雄蜂交配次数对雌蜂繁殖的影响..... 孙 芳,陈中正,段毕升,等 (4354)

西藏飞蝗虫粪粗提物的成分分析及其活性测定..... 王海建,李彝利,李 庆,等 (4361)

不同水稻品种对稻纵卷叶螟生长发育、存活、生殖及飞行能力的影响..... 李 霞,徐秀秀,韩兰芝,等 (4370)

种群、群落和生态系统

基于 *mtCOII* 基因对山东省越冬代亚洲玉米螟不同种群的遗传结构分析
..... 李丽莉,于 毅,国 栋,等 (4377)

太湖湿地昆虫群落结构及多样性..... 韩争伟,马 玲,曹传旺,等 (4387)

西江下游浮游植物群落周年变化模式..... 王 超,赖子尼,李新辉,等 (4398)

环境和扩散对草地群落构建的影响..... 王 丹,王孝安,郭 华,等 (4409)

黄土高原不同侵蚀类型区生物结皮中蓝藻的多样性..... 杨丽娜,赵允格,明 姣,等 (4416)

景观、区域和全球生态

基于景观安全格局的建设用地管制分区..... 王思易,欧名豪 (4425)

黑河中游湿地景观破碎化过程及其驱动力分析..... 赵锐锋,姜朋辉,赵海莉,等 (4436)

2000—2010 年青海湖流域草地退化状况时空分析 骆成凤,许长军,游浩妍,等 (4450)

基于“源”“汇”景观指数的定西关川河流域土壤水蚀研究 李海防,卫 伟,陈 瑾,等 (4460)

农业景观格局与麦蚜密度对其初寄生蜂与重寄生蜂种群及寄生率的影响 ... 关晓庆,刘军和,赵紫华 (4468)

CO₂ 浓度和降水协同作用对短花针茅生长的影响..... 石耀辉,周广胜,蒋延玲,等 (4478)

资源与产业生态

城市土地利用的生态服务功效评价方法——以常州市为例..... 阳文锐,李 锋,王如松,等 (4486)

城市居民食物磷素消费变化及其环境负荷——以厦门市为例..... 王慧娜,赵小锋,唐立娜,等 (4495)

研究简报

间套作种植提升农田生态系统服务功能..... 苏本营,陈圣宾,李永庚,等 (4505)

矿区生态产业评价指标体系 王广成,王欢欢,谭玲玲 (4515)

期刊基本参数:CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 308 * zh * P * ¥90.00 * 1510 * 32 * 2013-07



封面图说: 古田山常绿阔叶林景观——亚热带常绿阔叶林是我国独特的植被类型,生物多样性仅次于热带雨林。古田山地处中亚热带东部,浙、赣、皖三省交界处,由于其特殊复杂的地理环境位置,分布着典型的中亚热带常绿阔叶林,是生物繁衍栖息的理想场所,生物多样性十分突出。中国科学院在这里建立了古田山森林生物多样性与气候变化研究站,主要定位于研究和探索中国亚热带森林植物群落物种共存机制,阐释生物多样性对森林生态系统功能的影响,以及监测气候变化对于亚热带森林及其碳库和碳通量的影响。

彩图及图说提供: 陈建伟教授 北京林业大学 E-mail: cites.chenjw@163.com

DOI: 10.5846/stxb201212191821

李海防, 卫伟, 陈瑾, 李旭春, 张佰林. 基于“源”“汇”景观指数的定西关川河流域土壤水蚀研究. 生态学报, 2013, 33(14): 4460-4467.

Li H F, Wei W, Chen J, Li X C, Zhang B L. Research on soil erosion based on Location-weighted landscape index (LWLI) in Guanchuanhe River basin, Dingxi, Gansu Province. Acta Ecologica Sinica, 2013, 33(14): 4460-4467.

基于“源”“汇”景观指数的定西关川 河流域土壤水蚀研究

李海防^{1,2}, 卫伟¹, 陈瑾³, 李旭春³, 张佰林³

(1. 中国科学院生态环境研究中心城市与区域生态国家重点实验室, 北京 100086;

2. 桂林理工大学旅游学院, 桂林 541004; 3. 定西市水土保持科学研究所, 定西 743000)

摘要: 基于“源-汇”理论, 利用“源”“汇”景观指数分析方法, 计算甘肃定西关川河流域 1995 年、2000 年、2005 年和 2010 年的“源”“汇”景观指数 (LWLI, Location-weighted landscape index), 对比分析“源”“汇”景观空间格局变化与土壤水蚀的关系。结果表明: (1) 关川河流域从 1995 年到 2010 年的 $LWLI_{\text{elevation}}$ 、 $LWLI_{\text{distance}}$ 和 $LWLI_{\text{slope}}$ 指数呈降低的趋势。在高海拔和距流域出水口较远的区域, “源”景观的贡献逐渐小于“汇”景观的贡献。林地主要分布在坡度较小的地区, 而草地主要分布在坡度较大地区。(2) “源”“汇”景观综合指数 LWLI 从 1995 年到 2005 年持续下降, 但 2010 年的 LWLI 值比 2005 年又有所提高, 说明由于地区人口的扩大和自然资源的限制, 某些地区农地扩张的压力依然很大。(3) 20 年间流域大气降水没有发生显著变化, 但河川径流量、径流系数和土壤侵蚀模数逐年减少。LWLI 与土壤侵蚀模数 ($P < 0.05$) 具有显著正相关关系。LWLI 能够较好地反映流域土壤水蚀规律, 可作为流域水土流失评价的有效方法。对深入探讨黄土高原“退耕还林还草”工程与流域水文过程的关系, 有效控制水土流失, 优化黄土高原的治理, 具有重要的理论和实践意义。

关键词: 黄土高原; 定西; 关川河流域; “源”“汇”景观; 土壤水蚀

Research on soil erosion based on Location-weighted landscape index (LWLI) in Guanchuanhe River basin, Dingxi, Gansu Province

LI Haifang^{1,2}, WEI Wei^{1,*}, CHEN Jin³, LI Xuchun³, ZHANG Bailin³

1 State Key Laboratory of Urban and Regional Ecology, Research Center for Eco-Environmental Science, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100086, China

2 College of Tourism, Guilin University of Technology, Guilin, 541004, China

3 Institute of Soil and Water Conservation, Dingxi 743000, China

Abstract: Based on source-sink landscape theory, the relationship between spatial pattern changes and soil erosion from 1995 to 2010 was studied using method of Location-Weighted Landscape Index (LWLI) in Guanchuanhe River basin, Dingxi, Gansu Province. Following results were captured. First, it showed that the values of $LWLI_{\text{elevation}}$, $LWLI_{\text{distance}}$ and $LWLI_{\text{slope}}$ decreased gradually from 1995 to 2010. In the areas with high altitude or with long distance from basin outlet, source landscape contributed less than sink landscape. Forestland was mainly distributed in low gradient region, while grassland was mainly distributed in the areas with steep slope. Second, LWLI declined continuously from 1995 to 2005, and there was a slight increase from 2005 to 2010, which indicated that the pressure of farmland expansion was still high because of population expansion and natural resource limitation. Third, in the past two decades, no significant change was

基金项目: 国家杰出青年科学基金资助项目 (40925003); 国家自然科学基金资助项目 (40801041)

收稿日期: 2012-12-19; **修订日期:** 2013-04-18

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: weiwei@rcees.ac.cn.

detected for precipitation in this region, while river runoff, runoff coefficient and soil erosion modulus all decreased in Guanchuanhe River basin. Soil erosion modulus has a positive correlation with LWLI ($P < 0.05$). Therefore, it was considered that LWLI can correctly reflect the effect of source and sink landscape on soil erosion, and LWLI can be used as a valid tool to evaluate the potential risk of soil erosion. Our study would provide scientific basis for better understanding the relationships between “Grain for Green” project and its hydrological effects in the basin, helping to control severe soil-water loss and achieving wise ecosystem management on the Loess Plateau.

Key Words: the Loess Plateau; Dingxi; Guanchuanhe River basin; source-sink landscape; soil erosion

景观格局与生态过程的相互关系是景观生态学研究的核心内容。陈利顶等^[1,2]基于大气污染研究的“源”“汇”理论,提出景观“源”“汇”的概念和理论,认为可以根据不同景观类型的生态功能,将大地景观简单划分为“源”“汇”两种景观类型,从而将景观格局融于生态过程中。“源”“汇”景观格局理论融合了景观的类型、面积、空间位置和地形特征,方法简单实用,能较好地刻画生态过程的空间异质性^[3]。在黄土高原,土壤水蚀的产生和迁移过程与地表景观的空间格局密切相关,不同类型景观的水土流失贡献具有很大差异。一些景观类型起到“源”的作用;另一些景观类型起到“汇”的作用;同时,一些景观起到了传输的作用^[4]。利用“源”“汇”景观指数^[2](LWLI),探讨景观格局与土壤水蚀的关系,是黄土高原水土保持研究的重要内容,因而,本研究以甘肃定西关川河流域为研究对象,结合实地调查的方法,解译 1995 年、2000 年、2005 年和 2010 年的 TM 影像,获得关川河流域 15a 土地利用格局演变图,运用 LWLI 表征景观空间分布格局,分析流域景观格局演变与土壤水蚀的关系。本研究对深入了解黄土高原“退耕还林还草”工程与流域水土流失过程的关系,有效控制土壤水蚀,优化黄土高原的治理,具有重要的理论和实践意义。

1 研究区概况

关川河流域位于 35° 17′—36° 14′ N, 104° 11′—105° 01′ E 之间,属黄土高原丘陵沟壑区(图 1)。关川河

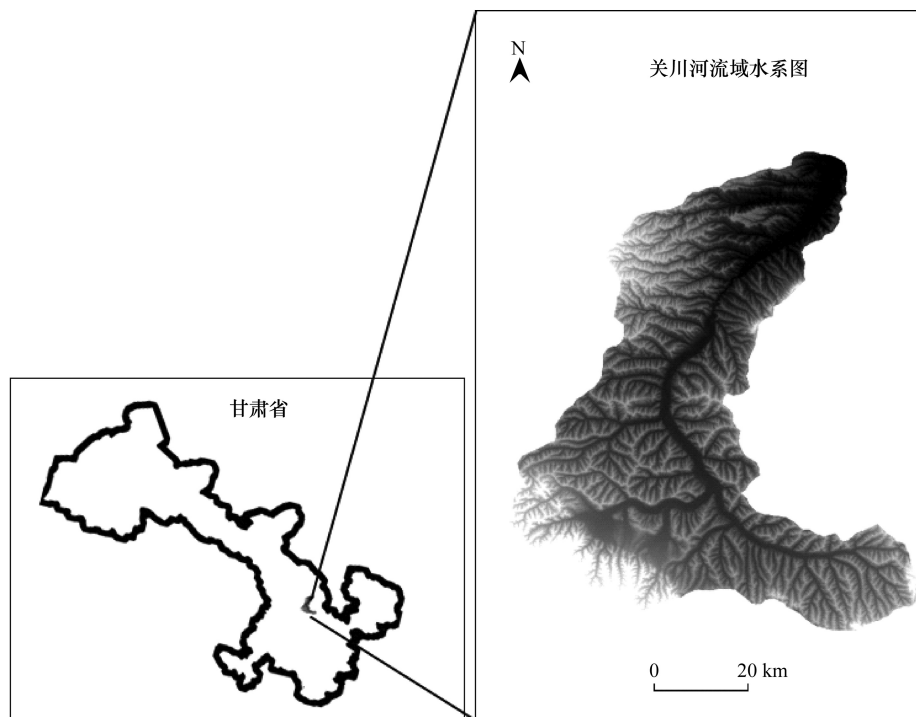


图 1 关川河流域地理位置

Fig. 1 Location of Guanchuanhe River basin

发源于甘肃省定西境内,在郭城驿汇入祖厉河,全长百余公里,流域面积3 535 km²。流域海拔在1 420—3 941 m 之间,属中温带半干旱气候。年平均气温为7.2℃,无霜期122—160d,年平均降水量370 mm,年蒸发量1400 mm 以上。长期以来,受自然、人为等多种因素的影响,这里沟壑纵横,梁峁起伏,植被稀疏,黄土裸露,水土流失严重,平均年土壤侵蚀模数为5 252.7 t/km²[5]。1999 年,关川河流域大力实施“退耕还林还草”工程,流域水土流失得到有效的控制[6-8]。

2 研究方法

2.1 “源”“汇”景观类型的划分

遥感影像采用美国陆地资源卫星(LANDSAT 5)于1995 年7 月、2000 年7 月、2005 年8 月和2010 年7 月拍摄的TM 影像,空间分辨率都为30 m。首先,对遥感影像进行几何校正和影像配准,以目视解译和外业调查的结果为辅,进行监督分类和分类结果精度评价,形成平均分类精度达到85% 以上的景观类型图(图2)。参照土地利用分类标准(GB/T 21010—2007),并根据当地实际情况及后续研究的需要,将关川河流域景观分为农地、林地、草地、建设用地、水体和裸地6 种景观类型。最后,根据“源”“汇”景观理论,依据土壤水蚀过程划分“源”“汇”景观(表1)。根据前期研究[9-14],农地是土壤水蚀的主要“源”景观,而建筑用地和裸地由于没有地表植被,容易造成水土流失,也划分为“源”景观。林地和草地由于植被覆盖良好,对地表径流有滞留作用,因而和水体一起归为“汇”景观。RUSLE 模型是研究黄土高原时应用最广泛的水蚀模型。RUSLE 模型全面考虑了影响土壤水蚀的过程因素,包括降雨侵蚀力(*R*)、土壤可蚀性(*K*)、坡度坡长(*LS*)、植被覆盖与管理因子(*C*)、水土保持措施(*P*)五大因子,其中,*C* 值能反映植被覆盖和管理变量对土壤侵蚀的综合作用。在很多前期文献中[1-3],都有用RUSLE 模型里的*C* 值来替代土壤水蚀贡献的先例。因此,本研究根据前期相关研究[1-3, 15-16],借鉴土壤侵蚀通用方程中的*C* 值,对不同景观类型的土壤水蚀贡献给予权重赋值(表1)。

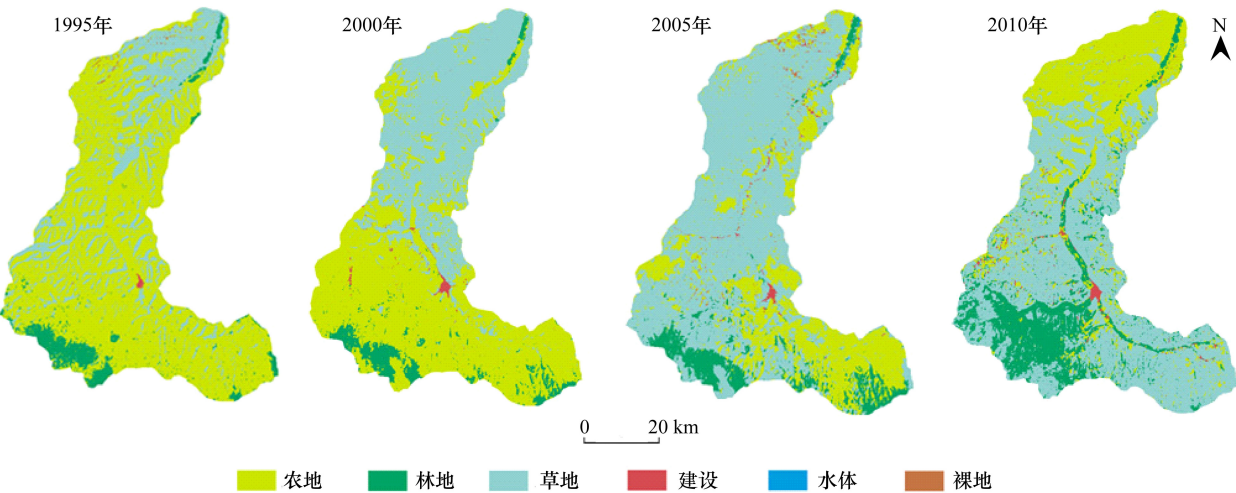


图2 关川河流域景观格局图 1995 年,2000 年,2005 年和 2010 年
Fig.2 Landscape pattern in Guanchuanhe River basin from 1995 to 2010

表 1 关川河流域“源”“汇”景观分类

Table 1 Classification of source and sink in Guanchuanhe River basin			
景观类型 Land use type		权重值 Weight	说明 Instruction
源 Source	农地 Farmland	0.30	旱地、水浇地、菜地和其他农业用地;
	建设用地 Residential area	0.20	城镇、道路、村落用地;各类工厂、矿场;
	裸地 Bareland	1.00	未利用土地;
汇 Pool	林地 Woodland	0.05	有林地、疏林地和灌木林地;种植多年生经济作物,集约程度较高的土地,如果园等
	草地 Grassland	0.15	草本植物占优势的灌丛草地和以草本植物为主,稀树、灌丛比例较小或不明显的草地
	水体 Water area	0.00	河流、水库、坑塘水面

2.2 “源”“汇”景观指数的引入

陈利顶等^[2]利用了洛仑兹曲线公式建立了“源”“汇”景观指数,按照相对距离、相对高程和坡度统计“源”“汇”景观的面积,以相对距离、相对高度和坡度为横坐标,景观累积面积为纵坐标绘制曲线,最后,运用公式(1)和(2)计算“源”“汇”景观指数:

$$LWLI = \sum_{i=1}^m A_{sourcei} \times W_i \times AP_i / \left[\sum_{i=1}^m A_{sourcei} \times W_i \times AP_i + \sum_{j=1}^n A_{sinkj} \times W_j \times AP_j \right] \quad (1)$$

$$LWLI = LWLI_{distance} \times LWLI_{elevation} / LWLI_{slope} \quad (2)$$

式中,LWLI是“源”“汇”景观指数, $LWLI_{distance}$ 、 $LWLI_{elevation}$ 和 $LWLI_{slope}$ 表示分别以相对距离、相对高程和坡度为横坐标建立的“源”“汇”景观分指数, $A_{sourcei}$ 和 A_{sinkj} 分别指“源”景观和“汇”景观在洛仑兹曲线中的累积面积, W_i 和 W_j 指“源”景观和“汇”景观的权重, AP_i 和 AP_j 指的是“源”景观和“汇”景观在流域内的面积比例, m 和 n 为“源”景观和“汇”景观的类型数目。

2.3 土壤水蚀数据处理

土壤水蚀数据以定西水文水资源勘测局提供的1990年到2010年5—9月间关川河流域水文定点监测数据为依据,计算土壤水蚀过程的特征指标,包括河川径流量、径流系数和侵蚀模数。最后,利用SPSS统计软件进行“源”“汇”景观指数与土壤水蚀的相关分析。

3 结果与讨论

3.1 不同景观类型随相对高程、相对距离和坡度的空间分布

“源”“汇”景观指数借用洛仑兹曲线理论,将流域的“源”“汇”景观空间分布与流域出水口相比,计算不同景观类型随相对高程、相对距离和坡度的空间配置,结果见图3,利用公式(1)和(2)计算“源”“汇”景观指数(图4)。相对高程用各栅格单元高程与流域出水口的高程之差来表示,差越大,泥沙的输移比越大,向流域出水口输送的泥沙就越多^[17]。从图4可以看出,关川河流域在1995年、2000年、2005年和2010年的 $LWLI_{elevation}$ 指数分别为0.796、0.737、0.575和0.573。1995年到2010年的 $LWLI_{elevation}$ 指数呈逐年降低的趋势,说明随着高程的不断增加,“源”景观的土壤水蚀贡献逐渐小于“汇”景观的贡献。这表明自1999年施行“退耕还林还草”后,分布在高海拔的“源”景观,如农地,逐年减少,而“汇”景观,如林地和草地,面积逐渐增加(图2和图3),从而导致 $LWLI_{elevation}$ 指数下降。也就是说,“退耕还林还草”工程的实施主要集中在高海拔地区,农田向林草地的转移比率大,“源”景观的土壤水蚀作用小于“汇”景观的截流作用,导致流域土壤水蚀量逐年减少。

相对距离用流域各栅格单元到流域出水口的距离来表示。相对距离越远,泥沙运移的途径越长,发生沉积的几率越大,泥沙输移比越小,向河道输送的泥沙就越少^[17]。图4结果显示,关川河流域在1995年、2000年、2005年和2010年的 $LWLI_{distance}$ 指数分别为0.777、0.749、0.576和0.542,也呈逐年下降的趋势。这表明在相对距离这个空间要素上,离流域出水口距离较长的“源”景观面积逐渐减少,“汇”景观面积逐步增加。这也可以从图2中看出,从1995年到2010年,远离流域出水口的林地和草地景观持续增加,而农地景观持续减少,这种“源”“汇”景观空间布局有利于保持水土,抑制土壤水蚀。

土壤水蚀过程受地形坡度的影响较大,坡度越大,土壤水蚀量越大,流域产沙越多;且随着坡长的增长,坡面流累积增大,土壤水蚀随之增加^[17]。在图4中,关川河流域1995年、2000年、2005年和2010年 $LWLI_{slope}$ 指数分别为0.787、0.774、0.576和0.525,也是逐年下降。这表明“源”、“汇”景观随坡度分布的格局越来越有利于水土保持, $LWLI_{slope}$ 取值越小,水土保持效益越高。在图3中,流域不同景观类型随坡度的分布格局基本相似,但也有所差异:林地主要分布在坡度较小的地区,而草地则主要分布在坡度较大的地区。在2010年,水体景观主要集中在小坡度地区,这也从侧面反映了水资源对林草地格局的影响。

3.1 “源”“汇”景观指数综合分析

图4为关川河流域1995年到2010年“源”“汇”景观综合指数变化,可以看出,“源”“汇”景观综合指数

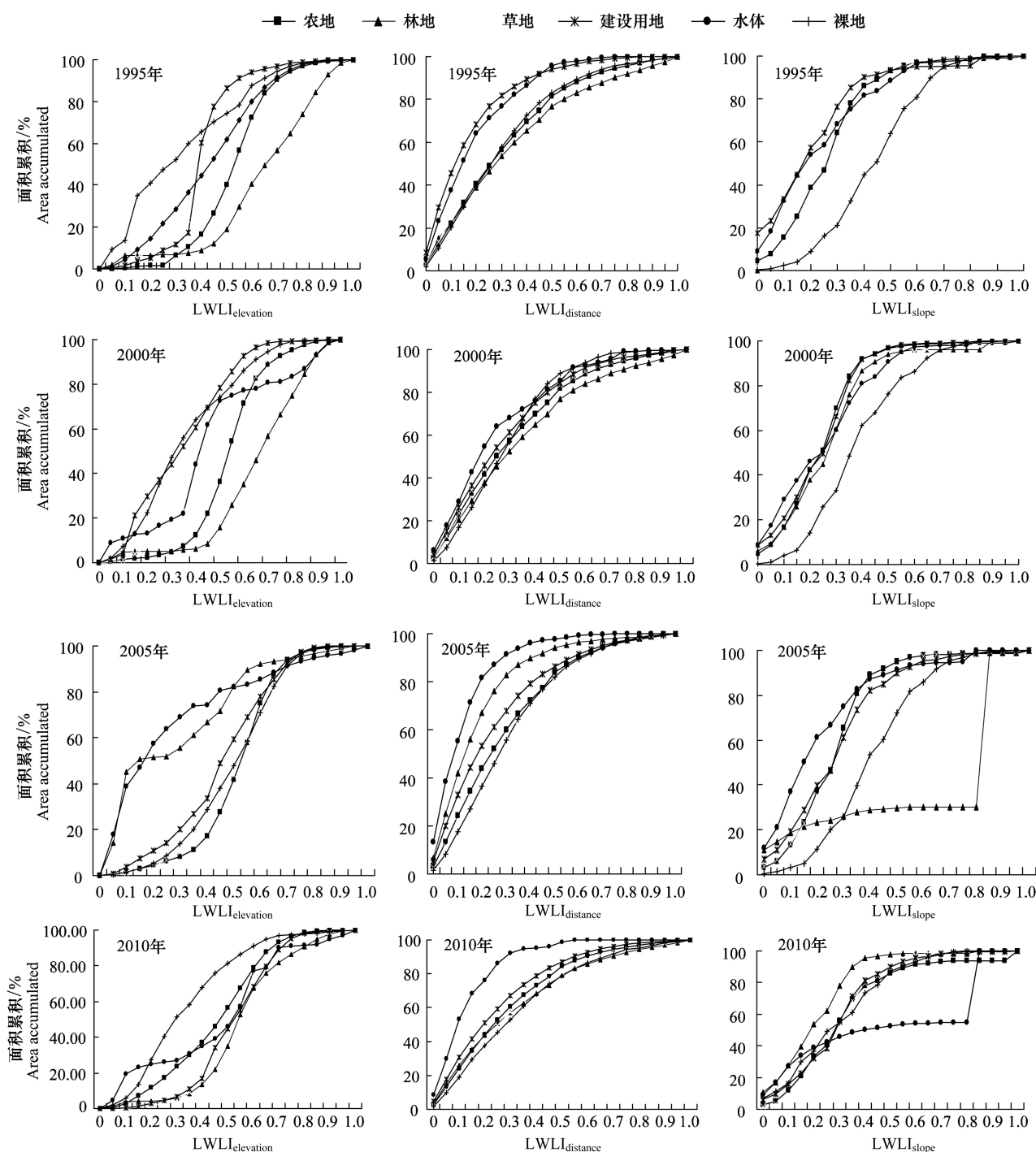


图3 1995年到2010年关川河流域不同景观类型随 $LWLI_{elevation}$ 、 $LWLI_{distance}$ 和 $LWLI_{slope}$ 的空间分布

Fig.3 Spatial distribution of different landscape types related to elevation, distance and slope in Guanchuanhe River basin from 1995 to 2010

LWLI 从 1995 年的 0.786, 下降到 2000 年的 0.713, 最后下降到 2005 年的 0.573, 但 2010 年的 LWLI 值比 2005 年又有所提高, 为 0.593。这说明“退耕还林还草”工程实施后, 流域土地利用结构急剧变化, 25°以上的陡坡农地“源”景观显著减少, 林草地“汇”景观显著增加, 但在 2010 年, 距离出水口较近的山区农地面积又有所回升(图 2 和图 3)。这就说明尽管关川河流域在努力推行“退耕还林还草”工程, 但由于地区人口的扩张和自然资源的限制, 局部地区农地扩张的压力依然很大。

3.2 “退耕还林还草”前后水土流失演变

利用关川河流域出水口水文定位站和气象站的监测数据,统计1990年到2010年20a间河川径流量、径流系数和土壤侵蚀模数年际变化,代表关川河流域土壤水蚀演变情况。结果表明(图5),从1990年到2010年,流域20a大气降水并没有发生显著变化,年平均降雨量方差分析不显著($P>0.05$)。但从流域出水口的河川径流量、径流系数及5—9月的侵蚀模数来看,关川河流域出水口的河川径流量和径流系数呈持续减少的趋势,土壤侵蚀模数也在逐年减少。河川径流量和土壤侵蚀模数在1995年达到最大值,分别为 $6.56 \text{ m}^3/\text{s}$ 和 $4589.30 \text{ t}/\text{km}^2$,最低值分别是2001年的 $1.11 \text{ m}^3/\text{s}$ 和2010年的 $225.15 \text{ t}/\text{km}^2$ 。这表明“退耕还林还草”工程实施后,水土流失有所缓解,流域景观格局朝良性方向发展。

3.4 景观格局演变与水土流失的关系

从表2的“源”“汇”景观综合指数对土壤水蚀指标的响应关系来看,流域侵蚀模数随“源”“汇”景观指数的降低而降低,具有显著的正相关关系($R^2=0.920$, $P<0.05$)。由此可见,“源”“汇”景观空间上的分布格局对流域的河川径流、径流系数和土壤侵蚀模数都具有显著的响应关系,景观空间分布格局对流域水土流失具有重要的影响,对水土流失的年际变化作用明显。同时,本研究也说明LWLI指数能够较好地反映流域土壤水蚀规律,“源”“汇”景观指数可作为流域水体流失评价的有效方法之一。

4 结论

(1)关川河流域1995年、2000年、2005年和2010年的 $\text{LWLI}_{\text{elevation}}$ 、 $\text{LWLI}_{\text{distance}}$ 和 $\text{LWLI}_{\text{slope}}$ 指数都呈逐年降低的趋势。在高海拔和距离流域出水口较远的地区,“源”景观的贡献逐渐小于“汇”景观的贡献。林地主要分布在坡度较小的地区,而草地主要分布在坡度较大的地区。

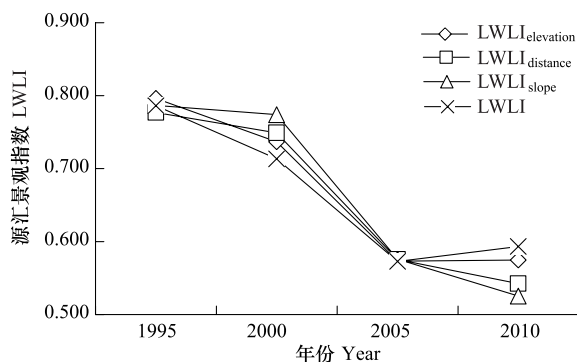


图4 关川河流域1995年到2010年“源”“汇”景观指数

Fig. 4 LWLI of Guanchuanhe River basin from 1995 to 2010

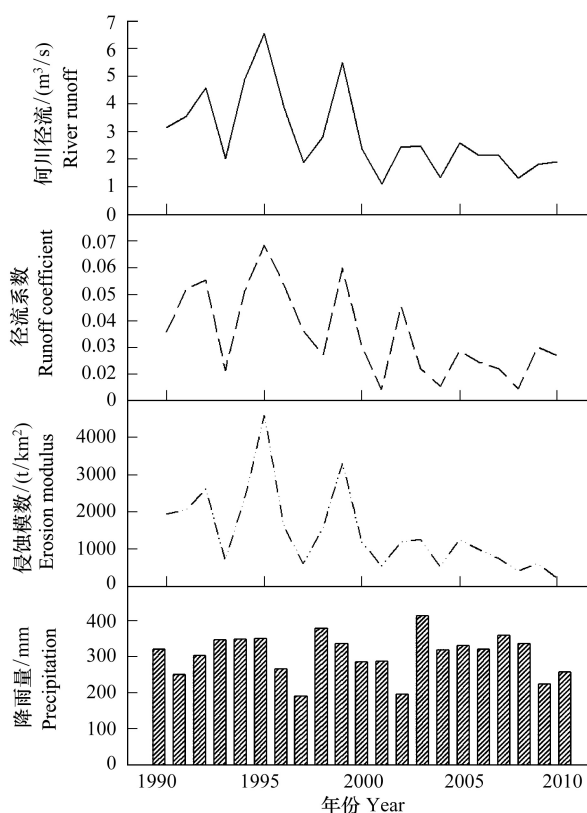


图5 关川河流域1990年到2010年水土流失演变

Fig. 5 Changes of soil and water losses in Guanchuanhe River basin from 1990 to 2010

表2 “源”“汇”景观指数对水土流失指标的响应

Table 2 Soil and water losses response to LWLI

指标 Index	1995 年	2000 年	2005 年	2010 年	与 LWLI 的相关性
LWLI	0.79	0.71	0.57	0.59	
河川径流量 River runoff/(m^3/s)	4.33	3.29	2.00	1.87	—
河川径流系数 Runoff coefficient	4.97	4.14	2.52	2.35	—
土壤侵蚀模数 Erosion modulus/(t/km^2)	675.11	454.10	263.32	165.45	$R^2=0.920$ $P<0.05$

(2) 关川河流域“源”“汇”景观综合指数自 1995 年到 2000 年持续下降,但 2010 年的 LWLI 值比 2005 年又有所提高,这说明尽管关川河流域在努力推行“退耕还林还草”工程,但由于地区人口的扩张和自然环境的限制,某些地区农地扩张的压力依然很大。

(3) 1990 年到 2010 年 20 年间流域大气降水没有发生明显变化,但河川径流量、径流系数和土壤侵蚀模数逐年减少。“源”“汇”景观指数与土壤侵蚀模数都具有显著正相关关系。LWLI 指数能较好地反映流域土壤侵蚀规律,可作为流域水体流失评价的有效方法之一。

References:

- [1] Chen L D, Fu B J, Zhao W W. Source-sink landscape theory and its ecological significance. *Acta Ecologica Sinica*, 2006, 26(5): 1444-1449.
- [2] Chen L D, Tian H Y, Fu B J, Zhao X F. Development of a new index for integrating landscape patterns with ecological processes at watershed scale. *Chinese Geographical Science*, 2009, 19(1): 37-45.
- [3] Sun R H, Chen L D, Wang W, Wang Z P. Correlating landscape pattern with total Nitrogen concentration using a Location-weighted Sink-source Landscape Index in the Haihe River basin. *China Environmental Science*, 2012, 33(6): 1784-1787.
- [4] Suo A N, Wang T M, Wang H, Yu B, Ge J P. Empirical study on non-point sources pollution based on landscape pattern & ecological processes theory: a case of soil water loss on the Loess Plateau in China. *Environmental Science*, 2006, 27(12): 2415-2420.
- [5] Wan T C. Efficiency and experience on construction of sediment-trapping dam in Dingxi Municipality. *Bulletin of Soil and Water Conservation*, 2005, 25(6): 89-90.
- [6] Zhang J X, Zhang B, Zhang H, Zhang D Y, Dai S P, Ma Z H. Landscape pattern change and soil erosion research-take Malian River basin in Loess Plateau as an example. *Journal of Natural Resources*, 2011, 26(9): 1513-1525.
- [7] Hu C X, Fu B J, Chen L D. Impacts of “Grain for Green Project” on agriculture and rural economics development in the Loess Hilly and Gully Area — a case study in Ansai County. *Journal of Arid Land Resources and Environment*, 2006, 20(4): 67-72.
- [8] Li M, Yang J F, Hou J C. Analysis on the benefit of silt dams for the environment in Wangmaogou Catchment. *Research of Soil and Water*, 2006, 13(5): 145-147.
- [9] Wang X L, Xiao D N, Bu R C, Hu Y M. Analysis on landscape patterns of Liaohe delta wetland. *Acta Ecologica Sinica*, 1997, 17(3): 317-323.
- [10] Lu A G, Zhang L, Suo A N. Method of landscape pattern analysis based on soil and water loss process. *Ecology and Environmental Sciences*, 2010, 19(7): 1599-1604.
- [11] Ma J H. The Modeling of Temporal-Spatial Pattern of Soil Erosion in Luoyugou Watershed, Tianshui, China [D]. Lanzhou: Lanzhou University, 2007.
- [12] Wang Y, Zhang J F, Chen G C, Xu Y H, Chen Y, Liu Y Q. Spatiotemporal characteristics of water quality in Taihu Lake watershed based on source-sink landscape change. *Chinese Journal of Ecology*, 2012, 31(2): 399-405.
- [13] Liu F, Shen Z Y, Liu R M. The agricultural non-point sources pollution in the upper reaches of the Yangtze River based on source-sink ecological process. *Ecologica Sinica*, 2009, 29(6): 3271-3277.
- [14] Xu S L, Zhou H. The landscape dynamics of Source and Sink and its quantification method. *Research of Soil and Water Conservation*, 2008, 15(6): 64-71.
- [15] Lin B. A Study on Soil Erosion Factors Extraction and Quantitative Evaluation on Erosion Intensity Based on RS and GIS in Anding District in Dingxi City [D]. Gansu: Gansu Agricultural University, 2011.
- [16] Yue J, Wang Y L, Li G C, Wu J S, Xie M M. The influence of landscape spatial difference on water quality at differing scales: A case study of Xili reservoir watershed in Shenzhen city. *Acta Ecologica Sinica*, 2007, 27(12): 5271-5281.
- [17] Yang M, Li X Z, Yang Z P, Hu Y M, Wen Q C. Effects of sub-watershed landscape patterns at the upper reaches of Minjiang River on soil erosion. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2007, 18(11): 2512-2519.

参考文献:

- [1] 陈利顶, 傅伯杰, 赵文武. “源”“汇”景观理论及其生态学意义. *生态学报*, 2006, 26(5): 1444-1449.
- [3] 孙然好, 陈利顶, 王伟, 王赵明. 基于“源”“汇”景观格局指数的海河流域总氮流失评价. *环境科学*, 2012, 33(6): 1784-1787.
- [4] 索安宁, 王天明, 王辉, 于波, 葛剑平. 基于格局-过程理论的非点源污染实证研究: 以黄土丘陵沟壑区水土流失为例. *环境科学*, 2006, 27(12): 2415-2420.
- [5] 万廷朝. 定西市淤地坝建设成效与经验. *水土保持通报*, 2005, 25(6): 89-90.

- [6] 张建香, 张勃, 张华, 张多勇, 戴声佩, 马中华. 黄土高原的景观格局变化与水土流失研究——以黄土高原马莲河流域为例. 自然资源学报, 2011, 26(9): 1513-1525.
- [7] 虎陈霞, 傅伯杰, 陈利顶. 浅析退耕还林还草对黄土丘陵沟壑区农业与农村经济发展的影响——以安塞县为例. 干旱区资源与环境, 2006, 20(4): 67-72.
- [8] 李勉, 杨剑锋, 侯建才. 王茂沟淤地坝系建设的生态环境效益分析. 水土保持研究, 2006, 13(5): 145-147.
- [9] 王宪礼, 肖笃宁, 布仁仓, 胡远满. 辽河三角洲湿地的景观格局分析. 生态学报, 1997, 17(3): 317-323.
- [10] 卢爱刚, 张镭, 索安宁. 基于水土流失的景观格局分析方法. 生态环境学报, 2010, 19(7): 1599-1604.
- [11] 马金辉. 天水罗裕沟流域土壤侵蚀时空格局模拟研究 [D]. 兰州: 兰州大学, 2007.
- [12] 王瑛, 张建锋, 陈光才, 徐永辉, 陈云, 刘永庆. 基于“源-汇”景观的太湖宜兴段入湖港口水质时空变化. 生态学杂志, 2012, 31(2): 399-405.
- [13] 刘芳, 沈珍瑶, 刘瑞民. 基于“源-汇”生态过程的长江上游农业非点源污染. 生态学报, 2009, 29(6): 3271-3277.
- [14] 许申来, 周昊. 景观“源-汇”的动态特性及其量化方法. 水土保持研究, 2008, 15(6): 64-71.
- [15] 林斌. 基于 RS 与 GIS 的定西市安定区土壤侵蚀因子提取与侵蚀强度定量评价研究 [D]. 甘肃: 甘肃农业大学, 2011.
- [16] 岳隽, 王仰麟, 李贵才, 吴健生, 谢苗苗. 不同尺度景观空间分异特征对水体质量的影响: 以深圳市西丽水库流域为例. 生态学报, 2007, 27(12): 5271-5281.
- [17] 杨孟, 李秀珍, 杨兆平, 胡远满, 问青春. 岷江上游小流域景观格局对土壤侵蚀过程的影响. 应用生态学报, 2007, 18(11): 2512-2519.

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol. 33, No. 14 Jul. ,2013 (Semimonthly)

CONTENTS

Frontiers and Comprehensive Review

A review of the researches on *Alectoris* partridge SONG Sen, LIU Naifa (4215)

Autecology & Fundamentals

Effects of precipitation and nitrogen addition on photosynthetically eco-physiological characteristics and biomass of four tree seedlings in Gutian Mountain, Zhejiang Province, China YAN Hui, WU Qian, DING Jia, et al (4226)

Effects of low temperature stress on physiological-biochemical indexes and photosynthetic characteristics of seedlings of four plant species SHAO Yiruo, XU Jianxin, XUE Li, et al (4237)

Decomposition characteristics of maize roots derived from different nitrogen fertilization fields under laboratory soil incubation conditions CAI Miao, DONG Yanjie, LI Baijun, et al (4248)

The responses of leaf osmoregulation substance and protective enzyme activity of different peanut cultivars to non-sufficient irrigation ZHANG Zhimeng, SONG Wenwu, DING Hong, et al (4257)

Interannual variation of soil seed bank in *Picea schrenkiana* forest in the central part of the Tianshan Mountains LI Huadong, PAN Cunde, WANG Bing, et al (4266)

Physiological & ecological effects of companion-planted grow seedlings of two crops in the same hole LI Lingli, GUO Hongxia, HUANG Genghua, et al (4278)

Effects of magnesium, manganese, activated carbon and lime and their interactions on cadmium uptake by wheat ZHOU Xiangyu, FENG Wenqiang, QIN Yusheng, et al (4289)

Effects of increased concentrations of gas CO₂ on mineral ion uptake, transportation and distribution in *Phyllostachys edulis* ZHUANG Minghao, CHEN Shuanglin, LI Yingchun, et al (4297)

Effects of pH, Fe and Cd concentrations on the Fe and Cd adsorption in the rhizosphere and on the root surfaces of rice LIU Danqing, CHEN Xue, YANG Yazhou, et al (4306)

Effects of low-light stress on maize ear development and endogenous hormones content of two maize hybrids (*Zea mays* L.) with different shade-tolerance ZHOU Weixia, LI Chaohai, LIU Tianxue, et al (4315)

Effects of maize || peanut intercropping on photosynthetic characters and yield forming of intercropped maize JIAO Nianyuan, NING Tangyuan, YANG Mengke, et al (4324)

Cloning root system distribution and architecture of different forest age *Populus euphratica* in Ejina Oasis HUANG Jingjing, JING Jialin, CAO Dechang, et al (4331)

Impact of vegetation interannual variability on evapotranspiration CHEN Hao, ZENG Xiaodong (4343)

Mating behavior of *Pachycrepoides vindemmiae* and the effects of male mating times on the production of females SUN Fang, CHEN Zhongzheng, DUAN Bisheng, et al (4354)

Component analysis and bioactivity determination of fecal extract of *Locusta migratoria tibetensis* (Chen) WANG Haijian, LI Yili, LI Qing, et al (4361)

Effects of different rice varieties on larval development, survival, adult reproduction, and flight capacity of *Cnaphalocrocis medinalis* (Guenée) LI Xia, XU Xiuxiu, HAN Lanzhi, et al (4370)

Population, Community and Ecosystem

Genetic structure of the overwintering Asian corn borer, *Ostrinia furnacalis* (Guenée) collections in Shandong of China based on *mtCOII* gene sequences LI Lili, YU Yi, GUO Dong, TAO Yunli, et al (4377)

The structure and diversity of insect community in Taihu Wetland HAN Zhengwei, MA Ling, CAO Chuanwang, et al (4387)

Annual variation pattern of phytoplankton community at the downstream of Xijiang River WANG Chao, LAI Zini, LI Xinhui, et al (4398)

Effect of species dispersal and environmental factors on species assemblages in grassland communities WANG Dan, WANG Xiao'an, GUO Hua, et al (4409)

- Cyanobacteria diversity in biological soil crusts from different erosion regions on the Loess Plateau: a preliminary result YANG Lina, ZHAO Yunge, MING Jiao, et al (4416)
- Landscape, Regional and Global Ecology**
- Zoning for regulating of construction land based on landscape security pattern WANG Siyi, OU Minghao (4425)
- Fragmentation process of wetlands landscape in the middle reaches of the Heihe River and its driving forces analysis ZHAO Ruifeng, JIANG Penghui, ZHAO Haili, et al (4436)
- Analysis on grassland degradation in Qinghai Lake Basin during 2000—2010 LUO Chengfeng, XU Changjun, YOU Haoyan, et al (4450)
- Research on soil erosion based on Location-weighted landscape index (LWLI) in Guanchuanhe River basin, Dingxi, Gansu Province LI Haifang, WEI Wei, CHEN Jin, et al (4460)
- Effects of host density on parasitoids and hyper-parasitoids of cereal aphids in different agricultural landscapes GUAN Xiaoqing, LIU Junhe, ZHAO Zihua (4468)
- Effects of interactive CO₂ concentration and precipitation on growth characteristics of *Stipa breviflora* SHI Yaohui, ZHOU Guangsheng, JIANG Yanling, et al (4478)
- Resource and Industrial Ecology**
- Eco-service efficiency assessment method of urban land use: a case study of Changzhou City, China YANG Wenrui, LI Feng, WANG Rusong, et al (4486)
- Changes in phosphorus consumption and its environmental loads from food by residents in Xiamen City WANG Huina, ZHAO Xiaofeng, TANG Lina, et al (4495)
- Research Notes**
- Intercropping enhances the farmland ecosystem services SU Benying, CHEN Shengbin, LI Yonggeng, et al (4505)
- Assessment indicator system of eco-industry in mining area WANG Guangcheng, WANG Huanhuan, TAN Lingling (4515)

《生态学报》2013 年征订启事

《生态学报》是由中国科学技术协会主管,中国生态学学会、中国科学院生态环境研究中心主办的生态学高级专业学术期刊,创刊于 1981 年,报道生态学领域前沿理论和原始创新性研究成果。坚持“百花齐放,百家争鸣”的方针,依靠和团结广大生态学科工作者,探索生态学奥秘,为生态学基础理论研究搭建交流平台,促进生态学研究深入发展,为我国培养和造就生态学科人才和知识创新服务、为国民经济建设和发展服务。

《生态学报》主要报道生态学及各分支学科的重要基础理论和应用研究的原始创新性科研成果。特别欢迎能反映现代生态学发展方向的优秀综述性文章;研究简报;生态学新理论、新方法、新技术介绍;新书评价和学术、科研动态及开放实验室介绍等。

《生态学报》为半月刊,大 16 开本,300 页,国内定价 90 元/册,全年定价 2160 元。

国内邮发代号:82-7,国外邮发代号:M670

标准刊号:ISSN 1000-0933 CN 11-2031/Q

全国各地邮局均可订阅,也可直接与编辑部联系购买。欢迎广大科技工作者、科研单位、高等院校、图书馆等订阅。

通讯地址:100085 北京海淀区双清路 18 号 电 话:(010)62941099; 62843362

E-mail: shengtaixuebao@rcees.ac.cn 网 址: www.ecologica.cn

本期责任副主编 骆世明

编辑部主任 孔红梅

执行编辑 刘天星 段 靖

生 态 学 报

(SHENGTAI XUEBAO)

(半月刊 1981 年 3 月创刊)

第 33 卷 第 14 期 (2013 年 7 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA

(Semimonthly, Started in 1981)

Vol. 33 No. 14 (July, 2013)

编 辑	《生态学报》编辑部 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085 电话:(010)62941099 www.ecologica.cn shengtaixuebao@rcees.ac.cn	Edited by	Editorial board of ACTA ECOLOGICA SINICA Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China Tel:(010)62941099 www.ecologica.cn shengtaixuebao@rcees.ac.cn
主 编	王如松	Editor-in-chief	WANG Rusong
主 管	中国科学技术协会	Supervised by	China Association for Science and Technology
主 办	中国生态学学会 中国科学院生态环境研究中心 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085	Sponsored by	Ecological Society of China Research Center for Eco-environmental Sciences, CAS Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China
出 版	科 学 出 版 社 地址:北京东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717	Published by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China
印 刷	北京北林印刷厂	Printed by	Beijing Bei Lin Printing House, Beijing 100083, China
发 行	科 学 出 版 社 地址:东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717 电话:(010)64034563 E-mail:journal@cspg.net	Distributed by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China Tel:(010)64034563 E-mail:journal@cspg.net
订 购	全国各地邮局	Domestic	All Local Post Offices in China
国外发行	中国国际图书贸易总公司 地址:北京 399 信箱 邮政编码:100044	Foreign	China International Book Trading Corporation Add:P. O. Box 399 Beijing 100044, China
广告经营 许 可 证	京海工商广字第 8013 号		



ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

国内外公开发行

国内邮发代号 82-7

国外发行代号 M670

定价 90.00 元