

ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

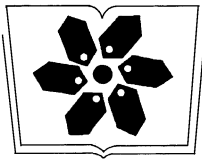
Acta Ecologica Sinica



第32卷 第18期 Vol.32 No.18 **2012**

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 32 卷 第 18 期

2012 年 9 月 (半月刊)

目 次

亚热带典型树种对模拟酸雨胁迫的高光谱响应.....	时启龙,江 洪,陈 健,等 (5621)
珠江三角洲地面风场的特征及其城市群风道的构建.....	孙 武,王义明,王越雷,等 (5630)
粤北山地常绿阔叶林自然干扰后冠层结构与林下光照动态.....	区余端,苏志尧 (5637)
四种猎物对南方小花蝽生长发育和繁殖的影响.....	张昌容,鄧军锐,莫利锋 (5646)
普洱季风常绿阔叶林次生演替中木本植物幼苗更新特征.....	李帅锋,刘万德,苏建荣,等 (5653)
喀斯特常绿落叶阔叶混交林物种多度与丰富度空间分布的尺度效应.....	张忠华,胡 刚,祝介东,等 (5663)
格氏栲天然林土壤养分空间异质性.....	苏松锦,刘金福,何中声,等 (5673)
种植香根草对铜尾矿废弃地基质化学和生物学性质的影响.....	徐德聪,詹 婧,陈 政,等 (5683)
灌溉对三种荒漠植物蒸腾耗水特性的影响.....	单立山,李 毅,张希明,等 (5692)
真盐生植物盐角草对不同氮形态的响应.....	聂玲玲,冯娟娟,吕素莲,等 (5703)
鹿泉沟自然保护区寒温性针叶林演替优势种格局动态分析.....	张钦弟,毕润成,张金屯,等 (5713)
不同水肥条件下 AM 真菌对丹参幼苗生长和营养成分的影响.....	贺学礼,马 丽,孟静静,等 (5721)
垄沟覆膜栽培冬小麦田的土壤呼吸.....	上官宇先,师日鹏,韩 坤,等 (5729)
不同方式处理牛粪对大豆生长和品质的影响.....	郭立月,刘雪梅,战丽杰,等 (5738)
基于大气沉降与径流的乌鲁木齐河源区氮素收支模拟.....	王圣杰,张明军,王飞腾,等 (5747)
基于能值理论的循环复合农业生态系统发展评价——以福建省福清星源循环农业产业示范基地为例.....	钟珍梅,翁伯琦,黄勤楼,等 (5755)
低温暴露和恢复对棘胸蛙雌性亚成体生存力及能量物质消耗的影响.....	凌 云,邵 晨,颜志刚,等 (5763)
暗期干扰对棉铃虫两个不同地理种群滞育抑制作用的比较.....	陈元生,涂小云,陈 超,等 (5770)
水土流失治理措施对小流域土壤有机碳和全氮的影响.....	张彦军,郭胜利,南雅芳,等 (5777)
不同管理主体对泸沽湖流域生态系统影响的比较分析.....	董仁才,苟亚青,李思远,等 (5786)
连江鱼类群落多样性及其与环境因子的关系.....	李 捷,李新辉,贾晓平,等 (5795)
溶氧水平对鲫鱼代谢模式的影响.....	张 伟,曹振东,付世建 (5806)
象山港人工鱼礁区的网采浮游植物群落组成及其与环境因子的关系.....	江志兵,陈全震,寿 鹿,等 (5813)
填海造地导致海湾生态系统服务损失的能值评估——以套子湾为例.....	李睿倩,孟范平 (5825)
城市滨水景观的视觉环境质量评价——以合肥市为例.....	姚玉敏,朱晓东,徐迎碧,等 (5836)
专论与综述	
生态基因组学研究进展.....	施永彬,李钧敏,金则新 (5846)
海洋酸化生态学研究进展.....	汪思茹,殷克东,蔡卫君,等 (5859)
纺锤水蚤摄食生态学研究进展.....	胡思敏,刘 胜,李 涛,等 (5870)
河口生态系统氨氧化菌生态学研究进展.....	张秋芳,徐继荣,苏建强,等 (5878)
嗜中性微好氧铁氧化菌研究进展.....	林超峰,龚 骏 (5889)
典型低纬度海区(南海、孟加拉湾)初级生产力比较.....	刘华雪,宋星宇,黄洪辉,等 (5900)
植物叶片最大羧化速率及其对环境因子响应的研究进展.....	张彦敏,周广胜 (5907)
中国大陆鸟类栖息地选择研究十年.....	蒋爱伍,周 放,覃 玥,等 (5918)
研究简报	
孵化温度对赤链蛇胚胎代谢和幼体行为的影响.....	孙文佳,俞 霄,曹梦洁,等 (5924)
不同培肥茶园土壤微生物量碳氮及相关参数的变化与敏感性分析.....	王利民,邱珊莲,林新坚,等 (5930)
施肥对两种莧菜吸收积累镉的影响.....	李凝玉,李志安,庄 萍,等 (5937)

期刊基本参数:CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 322 * zh * P * ¥70.00 * 1510 * 36 * 2012-09



封面图说: 冬天低空飞翔的丹顶鹤——丹顶鹤是鹤类中的一种,因头顶有“红肉冠”而得名。是东亚地区特有的鸟种,因体态优雅、颜色分明,在这一地区的文化中具有吉祥、忠贞、长寿的象征,是传说中的仙鹤,国家一级保护动物。丹顶鹤具备鹤类的特征,即三长——嘴长、颈长、腿长。成鸟除颈部和飞羽后端为黑色外,全身洁白,头顶皮肤裸露,呈鲜红色。丹顶鹤每年要在繁殖地和越冬地之间进行迁徙,只有在日本北海道等地是留鸟,不进行迁徙,这可能与冬季当地人有组织地投喂食物,食物来源充足有关。

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

DOI: 10.5846/stxb201108141189

董仁才, 苟亚青, 李思远, 曹慧明. 不同管理主体对泸沽湖流域生态系统影响的比较分析. 生态学报, 2012, 32(18): 5786-5794.

Dong R C, Gou Y Q, Li S Y, Cao H M. Comparative analysis of Lugu Lake watershed ecosystem function under different management authorities. Acta Ecologica Sinica, 2012, 32(18): 5786-5794.

不同管理主体对泸沽湖流域生态系统影响的比较分析

董仁才*, 苟亚青, 李思远, 曹慧明

(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 100085)

摘要:行政边界将自然生态系统从主观上切割为可供管理的空间单元,而人类介入一个相对完整的生态系统,会从根本上影响生态系统的格局和生态学过程,这种影响对流域生态系统更为显著。以我国西南川滇两省交界处的泸沽湖流域生态系统为例,运用对比分析法,先从不同行政尺度定性比较了流域两侧生态系统管理主体在自然、社会、经济子系统方面的差异性。再采用遥感与地理信息系统变化监测技术,定量分析流域省界两侧土地利用类型、林分结构、归一化植被指数、生态系统服务功能等关键要素上的差异,形成对流域省界两侧生态系统功能的差异性的全面认识,从而对产生生态系统功能差异的驱动力进行了分析。最后,以此为基础,有针对性的提出了泸沽湖流域综合管理的对策,以实现泸沽湖流域生态系统的可持续发展。

关键词:跨界生态系统;泸沽湖;流域;环境管理

Comparative analysis of Lugu Lake watershed ecosystem function under different management authorities

DONG Rencai*, GOU Yaqing, LI Siyuan, CAO Huiming

State Key Laboratory of Urban and Regional Ecology, Research Center for Eco-Environmental Sciences, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100085, China

Abstract: Wide Participation and cooperation among scientists, social economists, public and government are critical to efficient natural resource management. Environmental management authorities in China are now facing challenges of constructing a comprehensive and integrated framework for protecting environment, conserving natural resources and improving ecosystem function, with administrative boundaries as a barrier. In this paper, we use comparative analysis approach and satellite change detection analysis to study Lugu Lake watershed ecosystem, which is a trans-boundary lake lying at the border of Sichuan and Yunnan Province, south-west China. Four factors that may greatly influence Lugu Lake watershed ecosystem are selected and compared between Sichuan and Yunnan portion of our study area at five different scales: province, city, county, town and village. These four factors are environmental management approaches, natural environment, local society and economy. To quantitatively analyze and compare the structure and function difference of Lugu Lake watershed ecosystem between Sichuan and Yunnan portion, we build an index system based on key environmental elements, including land-cover, forest stand structure, the value of ecosystem service, normalized difference vegetation index (NDVI), and calculate their values in these two portions of our study area. Driving force for Lugu Lake ecosystem function division is analyzed and countermeasures for trans-boundary watershed management are provided. Results showed that Lugu Lake watershed ecosystem was facing different degree of tourism pressure, agriculture pressure, public participation and environmental management approaches between Sichuan and Yunnan portion. Particularly, Lugu watershed ecosystem in Yunnan portion faces much more tourism pressure and public attention. The environmental

基金项目:国家科技支撑计划项目(2011BAC09B08);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自主项目(SKLURE2008-1-05)

收稿日期:2011-08-14; 修订日期:2012-03-27

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

management authorities developed more environmental-friendly regulations. The area of Lugu watershed ecosystem in Sichuan province faced more agriculture pressure. Satellite image interpretation showed that the most obvious difference in land-cover between Sichuan and Yunnan province of the study area was the forest ecosystem. In Sichuan province 71.16% of land was covered by forests, while forest covered 52.71% of land in Yunnan province. The data collected from 40 forest field plots showed that Yunnan province had more primeval forest than Sichuan province in the study area, while NDVI results showed an opposite trend in the number of areas with increasing vegetation index (28.59% in Sichuan and 25.58% in Yunnan). Although Sichuan province contributed more to the total value of Lugu Lake watershed ecosystem service in our study area (3847.05×10^5 yuan renminbi (RMB) for the Sichuan portion and 2637.52×10^5 yuan for the Yunnan portion), Yunnan exceeded Sichuan in the value per km^2 . No single factor was found driving ecosystem change on either side of the border. We concluded that different pressure of human activities, especially tourism pressure, environmental management consciousness, and management approaches of local environmental management authorities, such as the implement of the Regulations on Restoring Farmland to Forest, were the major causes of the change in watershed ecosystem along Sichuan and Yunnan border of our study area.

Key Words: trans-boundary ecosystem; Lugu Lake; watershed; environmental management

行政边界将自然生态系统从主观上切割为可供管理的空间单元,而人类介入生态系统管理,会从根本上影响生态系统的格局和生态学过程,而这种影响对流域生态系统则更为明显。因为流域是一个具有明确边界的汇水单元,它以水为纽带,将上、中、下游组成一个普遍具有在因果联系的复合生态系统^[1]。从复合生态系统管理的角度来看,流域生态系统管理是管理主体实施的具有明确且可持续目标驱动的管理活动,由政策、协议和实践活动保证实施,并通过对流域系统组成、结构和功能进行研究和监测,不断改进管理的适应性^[2-3]。这里所说的生态系统管理主体是指生态系统管理活动及其过程的认识者和实践者,包括政府、企业、社区、非政府组织(Non-Governmental Organization, NGO)等^[4]。国内外研究和管理实践表明,流域生态系统管理要求生态学家、社会经济学家和政府官员通力合作,从生态环境的整体性上去综合考虑各个因素间的相互联系,将跨部门参与方式运用到自然资源管理的计划和实施中去,以优化资源和资金配置、创新管理体制、完善运行机制^[5-6]。在我国,政府及流域管理机构是流域生态系管理的主要实施者,它通过制定相关政策和法律保障流域生态系统管理的有效实施^[7],但由于我国现行环境管理体制的特点,在时间和信息方面的交流障碍,加上实行以行政区为单元的“块块”管理体制,属于全国性和跨行政区的环境问题及造成区域环境问题常常难以有效解决^[8-11]。

由于我国流域的管理主体以政府为主,其管理的责任等级与范围与行政边界密切相关。虽然这一人为定义的行政边界本身不会影响生态系统,然而行政边界两侧不同的人口,土地利用类型及转变方式,以及管理措施等人为因素,会从根本上影响生态系统的格局和生态学过程,这一影响在行政边界两侧地区表现的尤为明显。例如,Andrés Viña 等人认为政府部门在修建道路网方面的不同措施是导致哥伦比亚和厄瓜多尔两侧森林景观格局不同的主要因素^[12]。程明以官厅水库流域的北京市延庆县和河北省怀来县为例,运用指标体系进行对比分析,得出了延庆县符合生态可持续发展模式,其生态可持续发展水平也接近或达到相关标准;而相对而言,怀来县的发展模式和发展现状距离生态可持续发展的目标差距较大;行政区划是导致北京跨界水源地境内外发展模式不同的主要原因^[13]的结论。可见,行政边界对流域的切割,会导致边界两侧生态系统在功能和结构上的差异。

为进一步探讨行政边界两侧管理主体及其管理活动对流域生态系统影响,本文通过对比分析云南、四川在泸沽湖流域生态系统功能与管理措施上的差异性,探索性的提出适应于云南、四川两省对泸沽湖流域生态环境管理的基本体制与运作机制,提出泸沽湖流域生态系统管理的组织管理架构及运作机制。

1 研究区概况与研究方法

1.1 研究区概况

泸沽湖是云南(滇)和四川(川)两省界湖,其管理也分为云南和四川两套管理机构^[14]。以湖中心的里格岛为界,分别归属于四川省盐源县和云南省宁蒗县(图1)。该区域地理坐标介于北纬 $27^{\circ}36'55''$ — $27^{\circ}47'2''$,东经 $100^{\circ}43'36''$ — $100^{\circ}54'20''$ 之间。该湖属金沙江水系,入湖河流有18条,其中云南部分11条,四川部分7条。泸沽湖湖水水质符合国家地表水Ⅰ类标准。

泸沽湖以其独特的高原湖泊湿地和摩梭文化闻名世界。随着本世纪初大量国内外游客的涌入,旅游业迅速发展,许多村民在湖边大量修建房屋、旅馆和饭店等吸纳游人^[15]。由于缺乏有效的污染控制和管理措施,粗放型的旅游发展模式导致污水、垃圾等直接排入湖中,使湖水受到污染^[16-18]。生态环境管理的缺失,引起全社会的关注,中央电视台《共同关注》栏目对泸沽湖环境管理和旅游发展中存在的有关问题进行了报道后,面对社会舆论压力以及在领导重视下,当地政府决定开展全面的环境整治,泸沽湖流域生态系统受到了社会各界广泛的关注^[19]。其中,社会普遍关注的问题也聚焦到泸沽湖流域分属云南和四川两省管辖所带来的问题上。因此,比较不同管理主体对泸沽湖流域生态系统的影响研究具有重要意义。

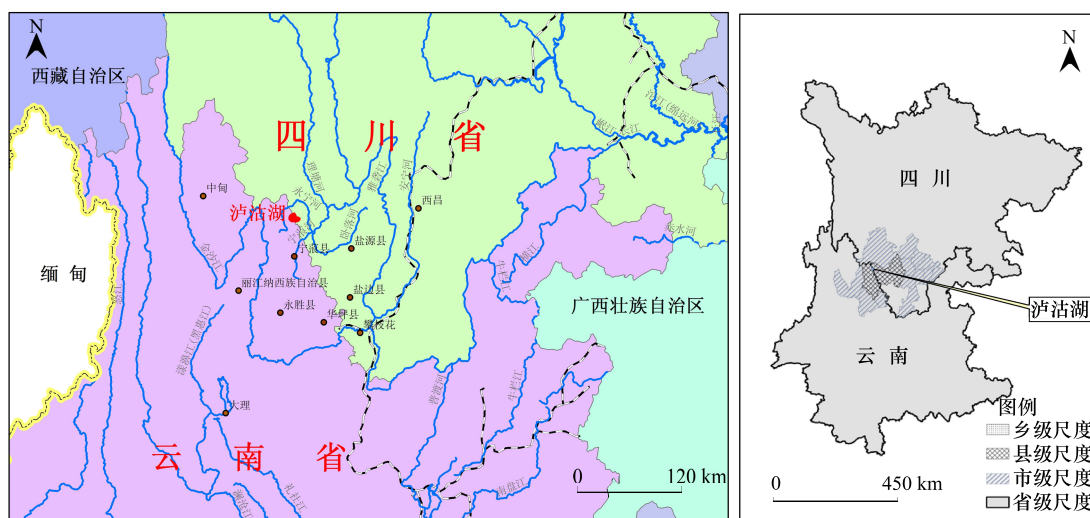


图1 研究区域所处地理位置(数据来源于 <http://www.arcgisonline.cn/>)

Fig.1 The location of study area in China(Data source is <http://www.arcgisonline.cn/>)

1.2 研究方法

根据流域生态系统管理理论,在实施管理时应充分考虑生态系统的区域特性,以个体生态系统独特的自然、人文、社会、经济条件为基础,同时考虑生态系统结构的复杂性和功能的多样性,以实现有效管理的目标。本文依据可比性原则(相同管理等级、相同时间)与数据可获得性原则,通过构建指标体系,首先对川、滇行政边界两侧管理主体在自然、社会、经济方面的差异进行比较,其次对两侧生态系统结构和功能上的差异及产生原因进行探讨。

1.2.1 生态系统管理主体能力对比分析指标

目前,泸沽湖流域生态系统管理以政府为主导。直接对泸沽湖流域进行管理的主体可分为省、市、县、乡、村5级尺度,他们因经济实力、保护压力、社会关注度、政府管理方法四个方面的差异,直接或间接的影响着泸沽湖流域生态系统。通过政策调研和分析,本研究将管理主体按如下顺序进行比对:(1)省级管理主体:云南省、四川省;(2)市级管理主体:丽江市、凉山彝族自治州;(3)县级管理主体:宁蒗彝族自治县、盐源县;(4)乡级管理主体:永宁乡、泸沽湖镇;(5)村级管理主体:落水村、木跨村(泸沽湖大部分景点、民居、交通点都较为集中的村落)。其示意图如图2,各指标如表1所示。

1.2.2 生态系统结构和功能的差异性分析指标

为对比川、滇行政边界两侧生态系统结构和功能在时空上的差异,本文首先计算了不同土地利用类型的面积及比例,对差异最大的森林生态系统进行林分结构分析,再通过归一化植被指数(normalized difference vegetation index, NDVI)比较 1990—2010 年生态系统结构在时空上的变化特征。在对生态系统功能差异性的分析上,根据泸沽湖流域生态系统特点,针对农田、森林、草地和水域生态系统分别选用有代表性的指数进行对比(表 2),并参考陈仲新等基于 Costanza 的分类方法及经济参数^[20],计算生态系统服务价值,以综合解读泸沽湖两侧生态系统差异。为满足可比性原则,将各指数转换为面积变化比例或单位面积进行比较。

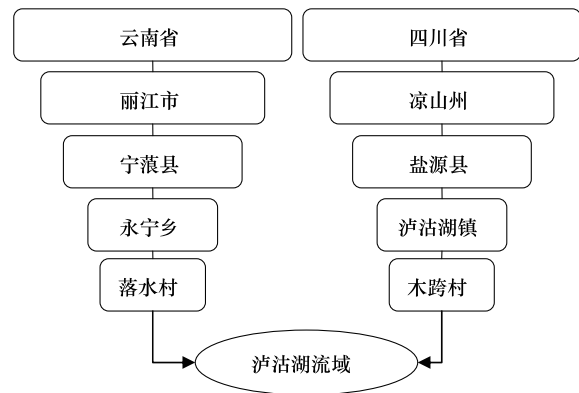


图 2 泸沽湖各级管理主体示意图

Fig. 2 Five levels of management authorities of Lugu Lake watershed ecosystem in Sichuan and Yunnan province

表 1 泸沽湖流域生态系统管理主体差异的特征指标

Table 1 The assessment indicator system of management authorities of study area

比较目标 Target	比较 指标 Indexes system		
	一级指标 First grade indexes		二级指标 Second grade indexes
经济实力 Economic strength	经济实力		全国经济实力排名,全国可持续发展能力排名 生产总值
保护压力 Conservation pressure	经济,社会压力		人口密度,城镇居民人均可支配收入,农民人均纯收入,是否为国家级贫困县
	环境保护压力		自然保护区面积,有无世界文化遗产
	旅游压力		接待游客数量,旅游综合收入,旅游接待设施数量(宾馆,家庭旅社等)
	农业压力		农用化肥使用量(t),农药使用量(t)
管理方法 Management method	管理意识	经济投入	地方财政支出中的环境保护部分(万元)
		管理理念	有无直接管理机构,环境宣传
	管理措施	制度,手段的更新	有无泸沽湖管理政策,制度,有无现代化技术的引入
社会支持度 Social support	群众参与	群众环保意识	能否自觉遵守涉及环保的各类制度,能否自觉回收旅游垃圾
	协调性		当地民族文化与旅游发展策略的契合度

表 2 泸沽湖流域生态系统结构和功能的差异性指标

Table 2 The index system of ecosystem structure and function

比较目标 Target	一级指标 First grade indexes		二级指标 Second grade indexes
生态系统结构 Ecosystem structure	各生态系统类型结构特征	土地利用类型面积及比例,NDVI	
	森林生态系统群落结构特征	林分结构	
生态系统功能 Ecosystem functioning	各子系统比较指标	农田生态系统	农作物种类,农(副)产品生产量
		森林生态系统	水土流失强度
		草地生态系统	大牲畜年末实有头数,草地承载力
		水域生态系统	泥沙含量
	总体功能比较指标	生态系统服务价值	陈仲新,张新时基于 Costanza 的分类方法及经济参数 ^[20]

1.2.3 数据整理与加工

比较分析所需要的数据主要来源于社会经济统计数据、环境监测数据、研究小组实地调查和遥感影像解译数据 4 个方面。数据整理与加工具体内容包括:(1)通过对丽江市和盐源县涉及泸沽湖流域各生态系统管

理主体 2003—2009 年社会、经济统计数据资料分析,结合已有环境监测数据,收集泸沽湖流域生态系统类型、特征。(2)通过 2003—2008 年间的实地调查,获取了研究区域内 40 多个森林、草地植被群落特征数据。(3)在空间数据处理方面,首先应用 ArcGIS 9.3 软件及其 SWAT 模型(Soil & Water Assessment Tool),使用 1:5 万数字地面模型,进行泸沽湖流域边界的界定;然后,利用 ERDAS 9.3 软件,对 1990,1995,2000,2005,2010 年遥感影像进行生态系统类型解译;采用 ArcGIS 9.3 软件,对空间数据进行分类、统计、以提取泸沽湖流域生态系统面积信息、变化率以及计算植被指数,并通过地面固定样地进行精读验证后成图。

2 结果与讨论

2.1 生态系统管理主体差异性比较结果

根据 2003—2009 年社会、经济统计数据及实地调查数据,云南省从经济发展力度来看不如四川省,前者 2008 年全国排名 23 位,四川省第 9 位,但由于管理对象在全省中的地位不同,与其经济实力没有直接关系。从川滇两省泸沽湖管理部门的管理体制、方法和管理意识上看,对泸沽湖旅游区环境保护问题重视程度有所不同。云南侧泸沽湖管理层,无论从社会经济发展的角度和生态环境保护的角度,都对泸沽湖具有更高的关注度。一方面与云南省的少数民族地区、边疆地区有关,另一方面,与地方政府对发展民族文化、生态旅游的理念有关。调查发现保持同样走婚习惯的泸沽湖周边居民,在云南侧属于纳西族摩梭人,而在四川侧被称为蒙古族,这一不同点给两侧开发以摩梭人文化为主题的生态旅游带来的差异性很大。

从市级生态系统管理主体的特点进行对比,泸沽湖云南侧归属丽江市管辖,四川侧归属凉山彝族自治州管辖。从云南省直接成立以丽江市直管的“云南省泸沽湖管理委员会”来看,云南省对泸沽湖的重视程度远大于四川省,尤其是滇西北生物多样性保护项目正在和将要泸沽湖区域产生深远影响,同时,云南侧也依托“国家 863 计划”项目开展了典型高原湖泊初期污染控制技术与示范,这是一种环境管理意识提高的表现。作为管理主体丽江市对泸沽湖生态环境产生影响的潜在指标明显优于凉山州,例如,自然保护区数量、人口压力等对生态环境保护都具有积极作用。同时丽江的国际影响力与外国游客数量要高于凉山州,体现出了游客压力较大等问题。

从村级尺度来看,永宁乡在劳动人口数量高于泸沽湖镇,面临相对较大的人类活动压力。群众参与生态系统管理的积极性也有所不同。据熊晓波等人调查,泸沽湖两侧具备相同摩梭人习惯村民,其环境保护意识明显不同。主要表现在,云南侧泸沽湖群众的生活水平提高后,开始关注自己赖以生存泸沽湖环境问题及其可持续发展能力。所以云南侧开展环境管理时,对固体废弃物处理、水质保护、家庭旅馆的管理等方面均有较强的环保意识。群众生态环境保护的积极性还表现在,对自觉回收旅游垃圾、卫生保洁等日常生活中。

2.2 生态系统结构和功能差异比较结果

2.2.1 土地覆盖类型与林分结构差异

通过对研究区域遥感影像生态系统类型的解译,根据土地利用/覆盖现状分类标准,分别计算得到泸沽湖川滇两侧不同土地利用类型的面积及所占比例(表 3)。

表 3 泸沽湖川滇两侧土地利用结构比较

Table 3 Area and percentage of each land-cover in Sichuan and Yunnan portion of the study area

土地利用类型 Land-cover	四川 Sichuan Province		云南 Yunnan Province		比例差值/% $P_2 - P_1$
	面积/km ²	比例/% / Percentage (P_1)	面积/km ²	比例/% / Percentage (P_1)	
	Area	Percentage (P_1)	Area	Percentage (P_1)	
耕地 Farmland	19.47	6.43	29.74	14.43	8
园地 Garden plot	11.16	3.69	19.29	9.36	5.67
林地 Forestland	215.35	71.16	107.5	52.17	-18.99
草地 Grassland	21.69	7.17	17.81	8.64	1.47
建设用地 Construction land	0.93	0.31	2.59	1.26	0.95
水域 Water	33.98	11.23	29.13	14.14	2.91
总计 Total	302.58	100	206.06	100	

川滇两省的林地面积比例表现为四川大于云南,前者为 71.16%,后者 52.71%。但在相同森林类型下的不同林分结构上,具有一定差异性。根据对研究区域 40 多个森林群落实地调查数据,泸沽湖川滇两侧森林生态系统具有一定差异性,如原始森林类型(如云冷杉林,云南松近熟林)表现为云南多四川少的趋势。

川滇两省的草地面积比例表现为云南大于四川,前者为 8.51%,后者 7.16%。在泸沽湖地区,草地生态系统承载的压力主要来自于畜牧业发展,草地生态系统的变化一定程度上可从“大牲畜年末实有头数”统计数据中反应。四川落水村和云南木跨村两个典型村庄的大牲畜期末存栏总头数表现为四川多于云南。在 20 世纪 80 年代,草地生态系统承载牲畜的压力极大;近年来,相对较为稳定,并随着旅游经济的发展,土地利用结构的相对稳定,草地面积增加的潜力将逐步缩小。这种趋势有可能在云南侧要比四川侧表现的更为突出。

川滇两省泸沽湖区域的农田生态系统功能在粮食作物种植结构、单产等方面没有明显差异,但也是个别指标有所不同。如云南侧永宁坝区的水稻田是目前种植水稻区海拔最高的区域,被誉为“世界水稻种植最高地区”。云南侧永宁坝区水稻种植区为省泸沽湖的农业增产增收奠定了基础,为缓解生态环境压力提供了保证。

2.2.2 生态系统服务价值比较

根据陈仲新、张新时基于 Costanza 的分类方法及经济参数对中国生态系统效益价值的评估^[18],以人民币(Renminbi, RMB)为单位对泸沽湖川滇两侧的生态系统服务功能进行了计算和比较。具体计算方法是:将每一类生态系统类型的单位价值,分别乘以四川、云南两侧相应生态系统类型的面积,即为其生态系统服务价值,结果如表 4 所示。

表 4 泸沽湖川滇两侧生态系统服务价值比较

Table 4 The value of ecosystem service in Sichuan and Yunnan portion

生态系统类型 Types of ecosystem	单位价值 RMB /(km ² /a) Value per km per year	四川		云南	
		价值(10 ⁵ 元) Value	贡献率/% Contribution ratio	价值(10 ⁵ 元) Value	贡献率/% Contribution ratio
农田 Cropland	59871	18.34	0.47%	29.35	1.11%
森林 Forest	902618	1943.79	50.17%	970.31	36.79%
草地 Grassland	150979	32.75	0.85%	26.89	1.02%
水域 Water	5530243	1879.18	48.51%	1610.96	61.08%
总价值 Total value		3847.05	100%	2637.52	100%
单位面积价值 Value per square meter/(10 ⁵ 元/km ²)		12.84		12.96	

单位价值数据来源于参考文献,美元与人民币间汇率按照:1 美元 = 6.5077 人民币元计算

泸沽湖总生态系统服务功能为 6909.66×10⁵ 元,其中四川侧对总价值的贡献较大,但每平方千米土地上生态系统服务价值云南侧稍大于四川侧。川滇两侧生态系统服务功能价值差别最大的是森林生态系统,水域生态系统、草地生态系统和农田生态系统差异较小。泸沽湖四川侧生态系统服务功能价值中,贡献最大的是森林生态系统。而泸沽湖云南侧生态系统服务功能价值中,贡献最大的是水域生态系统,森林生态系统服务功能价值远小于四川侧,受制于水域生态系统空间位置分部的不均匀性,森林生态系统服务功能有较大的提升潜力。

2.2.3 流域两侧两省植被指数的变化比较

植被指数通常与绿色植被的丰度有关,是用定量化的手段描述植被的覆盖度的有效方法,而 NDVI 对土地覆盖变化又具有很好的相关性。由于泸沽湖植被覆盖相对较好,采用 NDVI 能够对植被的空间特征进行有效监测。从图 3 所示泸沽湖川滇省界两侧 NDVI 变化的空间分布,以及表 5 所示 NDVI 的时间变化特征可以看出,两省的生态系统功能有所不同。其中,四川省的植被指数增加的区域高于云南省,前者 28.59%,后者 25.58%,从一个侧面表现出泸沽湖周边四川的退耕还林建设工作比云南成效显著。

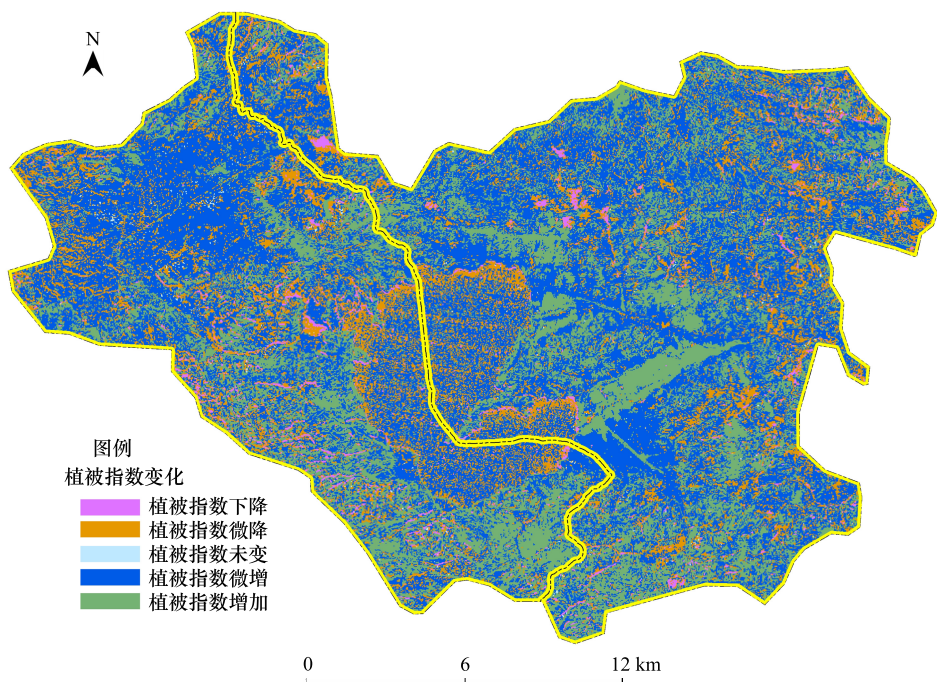


图 3 泸沽湖省界两侧植被指数变化图

Fig. 3 NDVI change in Yunnan and Sichuan portion of our study area

表 5 泸沽湖省界两侧植被指数变化面积比例 %

Table 5 Percentage change of NDVI in Yunnan and Sichuan portion

变化类型 Types of Change	云南侧面变化比例/% Change in Yunnan portion		四川侧面变化比例/% Change in Sichuan portion	
	1990—2005	2005—2010	1990—2005	2005—2010
植被指数增加 NDVI increase greatly	25.58	2.70	28.59	8.78
植被指数微增 NDVI increase slightly	52.16	44.21	52.88	53.47
植被指数未变 NDVI unchanged	0.34	2.16	0.20	2.04
植被指数微降 NDVI decrease slightly	19.26	48.16	16.32	33.21
植被指数下降 NDVI decrease greatly	2.65	2.78	2.01	2.51

2.3 生态系统差异性与管理对策响应机理分析

以上分析表明,川滇两省生态系统功能的差异性主要表现在以植被覆盖为表征的森林生态系统功能的差异上。泸沽湖川滇两省生态系统面临的压力的差异,管理者在对待土地利用、水质保护、退耕还林草措施上的不同,是造成其生态系统功能产生局部差异的主要原因。

泸沽湖省界两侧的生态环境压力有所不同,主要表现在旅游人口、旅游开发强度等几个方面。川滇两省的旅游开发强度不同,从景区旅游发展现状及游客数量可以看出云南侧泸沽湖开发较早,知名度较高,居民收入较高,当然生态系统承受的压力较大,尤其是落水村、里格村的湖水水质曾一度遭到严重污染。生活污水未加处理,直接排入湖中。而四川侧泸沽湖开发较晚,生态系统承受的压力较小。

此外,由于两省对泸沽湖环境问题重视程度不同,导致生态环境恢复程度与进展也有所不同。如云南侧泸沽湖云南侧管理部门自成立省级旅游区以来,非常重视生态保护与旅游业发展,先后编制了多项总体规划及专项规划,较早建立省级自然保护区,加强环境保护,并促进农村扶贫。这从云南松幼龄林在云南侧的许多林分内林下植被盖度多于四川侧,相应地其水土流失强度也较轻(云南侧表现为轻度,四川侧表现为中度)中可以体现。但因旅游开发对生态环境造成的巨大压力,其森林生态系统功能的减少仍非常明显。故相关管理

部门应加大退耕还林草的力度。同时,结合上文对川滇两侧土地利用类型差异分析的结果,云南侧草地面积增加的潜力小于四川侧并将逐步缩小。故云南侧管理部门对泸沽湖生态系统的保护和恢复应着重与森林生态系统的恢复,落实退耕还林政策。

泸沽湖四川侧虽生态系统功能优于云南侧,但较大程度上是因为其面临的旅游压力较小,在一定程度上反应出当地居民和政府通过发展旅游业所获得的收益较小。同时,泸沽湖四川侧管理者对泸沽湖生态系统保护意识有待加强,特别是在面源污染方面。如云南侧在农业生态系统服务功能价值高于四川侧的基础上,前者化肥使用量(8t)明显小于后者(45t);落水和木跨两个典型村庄的大牲畜期末存栏总头数则表现为四川多于云南,这些指标对泸沽湖面源污染的潜在影响是显而易见的。

目前,川滇两省的综合规划均是以本省立场上开展的规划与设计,不能全面考虑自然生态系统的完整性特点,所以在实际执行过程中,忽视了跨界生态系统服务功能保护。

3 结论与建议

本研究表明,在具有相同地质地貌和生态地理区划的区域内,由于行政管理主体的不同,可以导致同一生态系统在结构和功能上产生一定差别,这是生态系统对人类管理活动的一种差别化响应。本文中川滇不同层次管理者在对待土地利用、湖泊保护、退耕还林草措施上的不同,是造成其生态系统功能产生局部差异的直接和主要原因。如果继续扩大这种差异性,将不利于泸沽湖流域生态系统的完整性及区域协调可持续发展。

为保障泸沽湖流域生态系统的可持续性,建议充分协调云南省和四川省、宁蒗县和盐源县、永宁乡和泸沽湖镇之间的关系,避免行政分割给生态系统管理带来障碍。首先,应充分利用统一的文化基础,将泸沽湖区域生态系统管理与摩梭文化保护有机结合起来,吸引具有相同习俗的群众参与到生态环境保护工作中来,构建参与式生态系统管理模式。摩梭人与摩梭社区没有行政分界概念,跨省走婚的家庭很多,应该发挥这一优势,让有相同生活习性的人管理同一类型生态系统。其次,要以共赢的理念科学开发泸沽湖旅游资源,构建跨省合作的生态系统管理平台,实现自然-社会-经济复合生态系统的区域联动、资源整合、优势互补。如川、滇双方管委会应确定统一的旅游品牌定位;建立统一的市场准入原则;统一的环境质量标准;建立统一的市场准入原则;监理公开、及时的信息交流系统,避免资源浪费,最大限度地减少由于信息交流不畅而导致的合作风险。再次,可尝试在不同行政等级上实施跨行政边界的生态补偿机制。

总之,针对我国跨界的流域生态系统应该创立一种跨部门、跨行业、跨区域的综合管理框架,确保生态系统的生产力、生态系统的健康和人类对生态系统的可持续利用,以达到创造和实现多元惠益的目的。

References:

- [1] Gutrich J, Donovan D, Finucane M, Focht W, Hitzhusen F, Manopimoke S, McCauley D, Norton B, Sabatier P, Salzman J, Sasmitawidjaja V. Science in the public process of ecosystem management: lessons from Hawaii, Southeast Asia, Africa and the US Mainland. *Journal of Environmental Management*, 2005, 76(3): 197-209.
- [2] Deng H B, Wang Q L, Cai Q H. Watershed ecosystem management and sustainable development. *China Population, Resources and Environment*, 2002, 12(6): 18-20.
- [3] Qi H H, Altinakar M S. A conceptual framework of agricultural land use planning with BMP for integrated watershed management. *Journal of Environmental Management*, 2011, 92(1): 149-155.
- [4] Mei Y. The entities of natural reserve ecotourism development on the perspective of public management. *Ecological Economy*, 2010, (8): 158-161.
- [5] Fleeger W E, Becker M L. Creating and sustaining community capacity for ecosystem-based management: Is local government the key?. *Journal of Environmental Management*, 2008, 88(4): 1396-1405.
- [6] Espinosa-Romero M J, Chan K M A, McDaniels T, Dalmer D M. Structuring decision-making for ecosystem-based management. *Marine Policy*, 2011, 35(5): 575-583.
- [7] Yu G R. A conceptual framework and the ecological basis for ecosystem management. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2001, 12(5): 787-794.
- [8] Wan W, Zhang S Q, Zou W B. Study on regional environmental management mechanism in china. *Acta Scientiarum Naturalium Universitatis*

- Pekinensis, 2010, 46(3): 449-456.
- [9] Yu F L, Lu L, Cao W B, Zhu T X. A study on tourism effect of adjustment of administrative demarcation- giving consideration to comparison of the tourism effect of adjustment of administrative demarcation between Huangshan City and Jinggangshan City. *Scientia Geographica Sinica*, 2006, 26(1): 20-25.
- [10] Jiang Z H. *Integrated Ecosystem Management*. Beijing: China Forestry Publishing House, 2009: 100-118.
- [11] Deng H B, Chen S B, Dong R C. Designing a framework for dynamic monitoring of ecosystem changes in the Lugu Lake Region. *International Journal of Sustainable Development and World Ecology*, 2008, 15(1): 56-61.
- [12] Viña A, Echavarria F R, Rundquist D C. Satellite change detection analysis of deforestation rates and patterns along the Colombia - Ecuador border. *Ambio*, 2004, 33(3): 118-125.
- [13] Cheng M. Comparative studies on ecological sustainable development model of the cross-border water source area of Beijing City. *Journal of Beijing Vocational College*, 2009, 23(3): 18-24.
- [14] Wang W Y, Lin J P, Shen Q. A study on the symbiotic integrative mechanism of key stakeholders in the transboundary ethnic cultural scenic spot: A case of the scenic spots in Lugu Lake area of Yunnan Province. *Geographical Research*, 2007, 26(4): 673-684.
- [15] Dong R C, Yu L J, Liu G H. Impact of tourism development on land-cover change in a matriarchal community in the Lugu Lake area. *International Journal of Sustainable Development and World Ecology*, 2008, 15(1): 28-35.
- [16] Kong D P, Chen X Y, Yang J X. Fish Fauna Status in the Lugu Lake with Preliminary Analysis on Cause and Effect of Human Impacts. *Zoological Research*, 2006, 27(1): 94-97.
- [17] Wu G, Zhang Q X, Zheng X X, Mu L F, Dai L M. Water quality of Lugu Lake: Changes, causes and measurements. *International Journal of Sustainable Development and World Ecology*, 2008, 15(1): 10-17.
- [18] Xiong X B, Ding D, Deng H B, Zhang S P. Preliminary study on effects of tourism on Mosuo Matriarchal Culture. *International Journal of Sustainable Development and World Ecology*, 2008, 15(1): 42-47.
- [19] Li C M, Sun X Z, Dong R C, Zhao J Z. Decision-making mechanism and effectiveness analysis for environmental management: A case study at Lige Village near Lugu Lake. *Environmental Science and Technology*, 2010, 33(8): 196-199.
- [20] Chen Z X, Zhang X S. The value of ecosystem of China. *Chinese Science Bulletin*, 2000, 45(1): 17-22.

参考文献:

- [2] 邓红兵, 王庆礼, 蔡庆华. 流域生态系统管理研究. *中国人口·资源与环境*, 2002, 12(6): 18-20.
- [4] 梅燕. 基于公共管理视角的自然保护区生态旅游开发主体研究. *生态经济*, 2010, (8): 158-161.
- [7] 于贵瑞. 生态系统管理学的概念框架及其生态学基础. *应用生态学报*, 2001, 12(5): 787-794.
- [8] 万薇, 张世秋, 邹文博. 中国区域环境管理机制探讨. *北京大学学报: 自然科学版*, 2010, 46(3): 449-456.
- [9] 余凤龙, 陆林, 操文斌, 朱桃杏. 行政区划调整的旅游效应研究——兼论江西井冈山与安徽黄山市的比较. *地理科学*, 2006, 26(1): 20-25.
- [10] 江泽慧. *综合生态系统管理理论与实践*. 北京: 中国林业出版社, 2009: 100-118.
- [13] 程明. 北京跨界水源地生态可持续发展模式比较研究——以官厅水库流域延庆怀柔两县为例. *北京农业职业学院学报*, 2009, 23(3): 18-24.
- [14] 王维艳, 林锦屏, 沈琼. 跨界民族文化景区核心利益相关者的共生整合机制——以泸沽湖景区为例. *地理研究*, 2007, 26(4): 673-684.
- [19] 李春明, 孙晓泽, 董仁才, 赵景柱. 泸沽湖里格生态环境管理决策机制与成效分析. *环境科学与技术*, 2010, 33(8): 196-199.
- [20] 陈仲新, 张新时. 中国生态系统效益的价值. *科学通报*, 2000, 45(1): 17-22.

CONTENTS

Hyperspectral characteristics of typical subtropical trees at different levels of simulated acid rain	SHI Qilong, JIANG Hong, CHEN Jian, et al (5621)
Wind fields and the development of wind corridors in the urban metropolis of the Pearl River Delta	SUN Wu, WANG Yiming, WANG Yuelei, et al (5630)
Dynamics of canopy structure and understory light in montane evergreen broadleaved forest following a natural disturbance in North Guangdong	OU Yudian, SU Zhiyao (5637)
The influence of 4 species of preys on the development and fecundity of <i>Orius similis</i> Zheng	ZHANG Changrong, ZHI Junrui, MO Lifeng (5646)
Woody seedling regeneration in secondary succession of monsoon broad-leaved evergreen forest in Puer, Yunnan, Southwest China	LI Shuaifeng, LIU Wande, SU Jianrong, et al (5653)
Scale-dependent spatial variation of species abundance and richness in two mixed evergreen-deciduous broad-leaved karst forests, Southwest China	ZHANG Zhonghua, HU Gang, ZHU Jiedong, et al (5663)
The spatial heterogeneity of soil nutrients in a mid-subtropical <i>Castanopsis kawakamii</i> natural forest	SU Songjin, LIU Jinfu, HE Zhongsheng, et al (5673)
Effects of <i>Vetiveria zizanioides</i> L. growth on chemical and biological properties of copper mine tailing wastelands	XU Decong, ZHAN Jing, CHEN Zheng, et al (5683)
Effects of different irrigation regimes on characteristics of transpiring water-consumption of three desert species	SHAN Lishan, LI Yi, ZHANG Ximing, et al (5692)
The response of euhalophyte <i>Salicornia europaea</i> L. to different nitrogen forms	NIE Lingling, FENG Juanjuan, LÜ Sulian, et al (5703)
Dynamic analysis on spatial pattern of dominant tree species of cold-temperate coniferous forest in the succession process in the Pangquangou Nature Reserve	ZHANG Qindi, BI Runcheng, ZHANG Jintun, et al (5713)
Effects of AM fungi on the growth and nutrients of <i>Salvia miltiorrhiza</i> Bge. under different soil water and fertilizer conditions	HE Xueli, MA Li, MENG Jingjing, et al (5721)
The dynamics of soil respiration in a winter wheat field with plastic mulched-ridges and unmulched furrows	SHANGGUAN Yuxian, SHI Ripeng, HAN Kun, et al (5729)
Cattle dung composted by different methods had different effects on the growth and quality of soybean	GUO Liyue, LIU XueMei, ZHAN Lijie, et al (5738)
Nitrogen budget modelling at the headwaters of Urumqi River Based on the atmospheric deposition and runoff	WANG Shengjie, ZHANG Mingjun, WANG Feiteng, et al (5747)
Evaluating the ecosystem sustainability of circular agriculture based on the energy theory: a case study of the Xingyuan circular agriculture demonstration site in Fuqing City, Fujian	ZHONG Zhenmei, WENG Boqi, HUANG Qinlou, et al (5755)
Effects of cold exposure and recovery on viability and energy consumption in the sub-adult female giant spiny frogs (<i>Paa spinosa</i>)	LING Yun, SHAO Chen, XIE Zhigang, et al (5763)
A comparison of night-interruption on diapause-averting among two populations of the cotton bollworm, <i>Helicoverpa armigera</i>	CHEN Yuansheng, TU Xiaoyun, CHEN Chao, et al (5770)
Effects of soil erosion control measures on soil organic carbon and total nitrogen in a small watershed	ZHANG Yanjun, GUO Shengli, NAN Yafang, et al (5777)
Comparative analysis of Lugu Lake watershed ecosystem function under different management authorities	DONG Rencai, GOU Yaqing, LI Siyuan, et al (5786)
Relationship between fish community diversity and environmental factors in the Lianjiang River, Guangdong, China	LI Jie, LI Xinhui, JIA Xiaoping, et al (5795)
Effect of dissolved oxygen level on metabolic mode in juvenile crucian carp	ZHANG Wei, CAO Zhendong, FU Shijian (5806)
Community composition of net-phytoplankton and its relationship with the environmental factors at artificial reef area in Xiangshan Bay	JIANG Zhibing, CHEN Quanzhen, SHOU Lu, et al (5813)
Emergency appraisal on the loss of ecosystem service caused by marine reclamation: a case study in the Taozi Bay	LI Ruiqian, MENG Fanping (5825)
Assessing the visual quality of urban waterfront landscapes: the case of Hefei, China	YAO Yumin, ZHU Xiaodong, XU Yingbi, et al (5836)
Review and Monograph	
Advances in ecological genomics	SHI Yongbin, LI Junmin, JIN Zexin (5846)
Advances in studies of ecological effects of ocean acidification	WANG Siru, YIN Kedong, CAI Weijun, et al (5859)
Advances in feeding ecology of <i>Acartia</i>	HU Simin, LIU Sheng, LI Tao, et al (5870)
Research progress on ammonia-oxidizing microorganisms in estuarine ecosystem	ZHANG Qiufang, XU Jirong, SU Jianqiang, et al (5878)
Recent progress in research on neutrophilic, microaerophilic iron(II)-oxidizing bacteria	LIN Chaofeng, GONG Jun (5889)
A comparison study on primary production in typical low-latitude seas (South China Sea and Bay of Bengal)	LIU Huaxue, SONG Xingyu, HUANG Honghui, et al (5900)
Advances in leaf maximum carboxylation rate and its response to environmental factors	ZHANG Yanmin, ZHOU Guangsheng (5907)
10-years of bird habitat selection studies in mainland China: a review	JIANG Aiwu, ZHOU Fang, QIN Yue, et al (5918)
Scientific Note	
The effects of incubation temperature on embryonic metabolism and hatchling behavior in the Red-banded Snake, <i>Dinodon rufonotatum</i>	SUN Wenjia, YU Xiao, CAO Mengjie, et al (5924)
Sensitivity analysis and dynamics of soil microbial biomass carbon, nitrogen and related parameters in red-yellow soil of tea garden with different fertilization practices	WANG Limin, QIU Shanlian, LIN Xinjian, et al (5930)
Effect of fertilizers on Cd uptake of two edible amaranthus herbs	LI Ningyu, LI Zhian, ZHUANG Ping, et al (5937)

《生态学报》2013 年征订启事

《生态学报》是中国生态学学会主办的生态学专业性高级学术期刊,创刊于 1981 年。主要报道生态学研究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;新书评介和学术、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

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 32 卷 第 18 期 (2012 年 9 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA

(Semimonthly, Started in 1981)

Vol. 32 No. 18 (September, 2012)

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	冯宗炜	Editor-in-chief	FENG Zong-Wei
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:1000717	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 70.00 元