

ISSN 1000-0933  
CN 11-2031/Q

# 生态学报

## Acta Ecologica Sinica



第34卷 第7期 Vol.34 No.7 **2014**

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 34 卷 第 7 期

2014 年 4 月 (半月刊)

## 目次

### 前沿理论与学科综述

- 青藏高原东北部 5000 年来气候变化与若尔盖湿地历史生态学研究进展 ..... 何奕忻, 吴宁, 朱求安, 等 (1615)
- 天山云杉森林土壤有机碳沿海拔的分布规律及其影响因素 ..... 阿米娜木·艾力, 常顺利, 张毓涛, 等 (1626)

### 个体与基础生态

- 小兴安岭红松日径向变化及其对气象因子的响应 ..... 李兴欢, 刘瑞鹏, 毛子军, 等 (1635)
- 采伐剩余物对林地表层土壤生化特性和酶活性的影响 ..... 吴波波, 郭剑芬, 吴君君, 等 (1645)
- 庞泉沟自然保护区典型森林土壤大团聚体特征 ..... 白秀梅, 韩有志, 郭汉清 (1654)
- 思茅松天然林树冠结构模型 ..... 欧光龙, 肖义发, 王俊峰, 等 (1663)
- 镁缺乏和过量胁迫对纽荷尔脐橙叶绿素荧光特性的影响 ..... 凌丽俐, 黄翼, 彭良志, 等 (1672)
- 斑块生境中食果鸟类对南方红豆杉种子的取食和传播 ..... 李宁, 王征, 鲁长虎, 等 (1681)
- 重金属铅与两种淡水藻的相互作用 ..... 刘璐, 闫浩, 李诚, 等 (1690)
- 刺参养殖池塘初级生产力及其粒级结构周年变化 ..... 姜森颖, 周一兵, 唐伯平, 等 (1698)
- 控(微囊)藻鲢、鳙排泄物光能与生长活性 ..... 王银平, 谷孝鸿, 曾庆飞, 等 (1707)
- 五爪金龙中香豆素类物质含量及其对福寿螺、水稻和稗草的影响 ..... 犹昌艳, 杨宇, 胡飞, 等 (1716)

### 种群、群落和生态系统

- 西双版纳国家级自然保护区勐腊子保护区亚洲象种群和栖息地评价 ..... 林柳, 金延飞, 陈德坤, 等 (1725)
- 莱州湾鱼类群落同功能种团的季节变化 ..... 李凡, 徐炳庆, 马元庆, 等 (1736)
- 长期不同施肥方式对麦田杂草群落的影响 ..... 蒋敏, 沈明星, 沈新平, 等 (1746)
- 极端干旱条件下燕麦垄沟覆盖系统水生态过程 ..... 周宏, 张恒嘉, 莫非, 等 (1757)

### 景观、区域和全球生态

- 流域景观格局变化对洪枯径流影响的 SWAT 模型模拟分析 ..... 林炳青, 陈兴伟, 陈莹, 等 (1772)
- 近 20 年青藏高原东北部禾本科牧草生育期变化特征 ..... 徐维新, 辛元春, 张娟, 等 (1781)
- 丽江城市不同区域景观美学 ..... 郭先华, 赵千钧, 崔胜辉, 等 (1794)
- 珠三角河网水域栅藻的时空分布特征 ..... 王超, 李新辉, 赖子尼, 等 (1800)
- 博斯腾湖细菌丰度时空分布及其与环境因子的关系 ..... 王博雯, 汤祥明, 高光, 等 (1812)
- 遗传算法支持下土地利用空间分形特征尺度域的识别 ..... 吴浩, 李岩, 史文中, 等 (1822)
- 川西亚高山不同海拔岷江冷杉树轮碳稳定同位素对气候的响应 ..... 靳翔, 徐庆, 刘世荣, 等 (1831)

基于 ESDA 的西北太平洋柔鱼资源空间热点区域及其变动研究 ..... 冯永玖,陈新军,杨铭霞,等 (1841)

城乡与社会生态

基于居民生态认知的非使用价值支付意愿空间分异研究——以三江平原湿地为例.....

..... 高 琴,敖长林,陈红光,等 (1851)

浑河河水及其沿岸地下水污染特征 ..... 崔 健,都基众,王晓光 (1860)

社会生态系统及脆弱性驱动机制分析 ..... 余中元,李 波,张新时 (1870)

研究简报

等渗 NaCl 和 Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>胁迫对黄瓜幼苗生长和生理特性的影响 ..... 周 珩,郭世荣,邵慧娟,等 (1880)

专家观点

关于“生态保护和建设”名称和内涵的探讨 ..... 沈国舫 (1891)

期刊基本参数:CN 11-2031/Q \* 1981 \* m \* 16 \* 282 \* zh \* P \* ¥90.00 \* 1510 \* 29 \* 2014-04



**封面图说:** 红豆杉人工林——红豆杉为常绿针叶乔木,树高可达 25m,属国家一级保护植物。红豆杉中含有的紫杉醇,具有独特的抗癌机制和较高的抗癌活性,能阻止癌细胞的繁殖、抑制肿瘤细胞的迁移,是世界公认的抗癌药。红豆杉在我国共有 4 个种和 1 个变种,即云南红豆杉、西藏红豆杉、东北红豆杉、中国红豆杉和南方红豆杉(变种)。由于天然红豆杉稀缺,国家严禁采伐利用,因而我国南方很多地方都采取人工种植的方法生产利用。人工种植的南方红豆杉在南方山区多呈斑块状分布,斑块生境中鸟类对红豆杉种子的传播有重要的影响。

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/stxb201210231472

余中元, 李波, 张新时. 社会生态系统及脆弱性驱动机制分析. 生态学报, 2014, 34(7): 1870-1879.

Yu Z Y, Li B, Zhang X S. Social ecological system and vulnerability driving mechanism analysis. Acta Ecologica Sinica, 2014, 34(7): 1870-1879.

## 社会生态系统及脆弱性驱动机制分析

余中元<sup>1,2</sup>, 李 波<sup>2,\*</sup>, 张新时<sup>2,3</sup>

(1. 海南师范大学地理与旅游学院, 海口 571158; 2. 北京师范大学资源学院/地表过程与资源生态国家重点实验室, 北京 100875;  
3. 中国科学院植物研究所植被数量生态学开放研究实验室, 北京 100093)

**摘要:** 生态系统与社会经济要素的相互渗透和相互作用形成了社会生态系统复合结构。“社会生态系统”(SES)理念是当今世界生态系统分析的新思路,它立足于社会生态经济综合指标,突出社会生态经济系统的整体性,以人地和谐、综合的思想,分析和解决生态和社会经济问题。社会生态系统脆弱性驱动机制分析和综合研究已成为脆弱性研究的趋势。综述了“社会生态系统”概念、结构、特征和属性,分析了社会生态系统脆弱性内涵,结合“压力-状态-响应”模型(PSR)和“暴露度-敏感性-恢复力”模型,从社会-经济-生态复合系统角度,从风险(压力)、敏感性、应对能力三方面对社会生态系统脆弱性驱动机制进行分析,最后文章对相关问题进行了讨论,并指出了脆弱性驱动机制分析的局限性,提出未来研究的展望。

**关键词:** 社会生态系统; 研究进展; 脆弱性; 驱动机制

## Social ecological system and vulnerability driving mechanism analysis

YU Zhongyuan<sup>1,2</sup>, LI Bo<sup>2,\*</sup>, ZHANG Xinshi<sup>2,3</sup>

1 College of Tourism & Geography, Hainan Normal University, Haikou 571158, China

2 State Key Laboratory of Earth Surface Processes and Resource Ecology, College of Resource Science and Technology, Beijing Normal University, Beijing 100875, China

3 Laboratory of Quantitative Vegetation Ecology, Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100093, China

**Abstract:** The mutual infiltration and interaction between ecological and social economic elements makes the compound structure of social ecological system (SES). SES concept is a new way of thinking in ecological system analysis, which, based on the social-ecological-economic composite indicators, from the perspective of harmonious human-earth relationship and system integration methodology, analyzes and solves ecological and social economic problems, highlighting the integrity of ecological, social and economic system. And driving mechanism analysis of and comprehensive research on SES vulnerability has become the trend of vulnerability research. This paper (1) elaborates the variability and variability of the threshold value, instability of succession and multiple balance states of SES, the initiative of political, economic and cultural elements, and the driving role of human activities in SES, and analyzes the attributes of SES, including resilience, adaptability, transformation, adaptive cycle and pathological dilemma, cross-scale interaction and panarchy phenomenon. (2) explores the driving mechanism of SES vulnerability, holding that SES vulnerability mainly includes three factors: risk (pressure), sensitivity and adaptability, of which, risk (pressure) is the power driving the system, constitute the SES vulnerability. (3) combining the Pressure-State-Response model (P-S-R) and Exposure-Sensitivity-Adaptability model, builds driving mechanism analysis model of SES vulnerability, where the system pressure, sensitivity and adaptability are

**基金项目:** 海南师范大学博士科研启动基金; 海南省高校科研项目 (Hjkj2013-26); 海南省自然科学基金 (高铁背景下海南旅游用地生态安全格局演变及调控机制研究); 海南省应用技术与开发专项 (海南旅游用地生态效应评价及生态监管关键技术与开发); 国家自然科学基金项目 (41161091)

收稿日期: 2012-10-23; 修订日期: 2013-03-04

\* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: lib@bnu.edu.cn

respectively droven by lower-level driving factors: (1) Natural risk, planning goals and human disturbance compose risk (pressure) factors of SES vulnerability, which may be generated by disturbance from internal as well as external system, from the social economy as well as natural elements and maybe also from other different time-space scale system, representing the pressure the system exposes to, (2) The natural environment, economic structure, resources utilization, cultural awareness and historical vulnerability determine the sensitivity of SES, reflecting the inherent response characteristics when facing risks. (3) Environmental management and ecological efficiency, science&technology&education, happiness index and community organization affect SES's adaptability to disasters. At last the author discusses the related problems and points out the limitation of the analysis of driving mechanism of SES vulnerability, and puts forward the prospect of future research.

**Key Words:** social ecological system(SES); research review; vulnerability; driving mechanism

近年来,随着全球变化影响研究的深入以及社会经济的发展、土地资源的不合理利用给生态环境带来的压力的增强,生态脆弱性、脆弱生态区、脆弱性评估已受到越来越多的关注。20 世纪 60 年代的国际生物学计划( IBP)、70 年代的人与生物圈计划( MAB) 以及 80 年代开始的地圈、生物圈计划( IGBP) 都把生态脆弱性作为重要的研究领域<sup>[1]</sup>。目前,脆弱性的概念逐渐演变成包含风险、敏感性、适应性、恢复力等概念的集合。涉及领域也逐渐由自然生态系统扩大到生态经济系统、社会生态经济复合系统。脆弱性研究由最初只关注自然环境系统的脆弱性逐渐扩展到探讨人文系统脆弱性<sup>[2-4]</sup>、人-环境耦合系统脆弱性<sup>[5-6]</sup>的研究,覆盖经济、社会、环境、制度等多维度领域<sup>[7]</sup>。

随着人类活动的增强,自然系统与社会经济系统已相互渗透,纯自然的生态系统已被自然-社会-经济耦合的社会生态系统所取代。社会、政策、文化、历史、意识、社区组织、跨尺度联系等因素对系统脆弱性的影响已日益明显,系统各要素之间存在着复杂的因果关系,仅从自然生态系统来研究其脆弱性已不适合脆弱性形成机制的实际,脆弱性研究需要跨学科研究、综合研究和系统研究。以湖泊流域为例,我国湖泊流域的治理多是从工程治理、生态治理出发,以迅速恢复水环境为直接目的,为治理而治理。湖泊流域是多种因素相互作用相互制约、多尺度相互影响的社会生态系统,弄清湖泊流域生态系统脆弱性机制是进行湖泊流域可持续治理的关键。鉴于此,本文梳理社会生态系统的结构特征,将“压力-状态-响应”模型( PSR) 和“暴露度-敏感性-应对能力”模型结合,研究社会生态系统脆弱性的驱动机

理,构建脆弱性分析框架,以期为社会生态系统脆弱性研究提供借鉴。

## 1 社会生态系统概念、结构、特征和属性

### 1.1 社会生态系统的提出

20 世纪下半页,随着科学技术的发展,人类活动的加剧,出现一系列的环境问题,人类开始对工业文明进程进行反思。人类活动对环境的干扰的影响研究在全球人口-资源-环境问题研究中成为焦点所在。同时在环境问题研究中系统方法、生态学方法的应用和人类以及社会因素对环境问题的驱动作用的分析越来越受到重视。生态学的学科视野与理论方法扩散到多门社会科学之中,而这一趋势被苏联学者归纳为“科学的未来是生态学的综合”<sup>[8]</sup>。人类对生态系统研究领域逐渐由自然生态系统扩大到人类活动主导的社会生态系统领域。马世骏<sup>[9]</sup>、赵景柱<sup>[10]</sup>等提出“社会-经济-自然复合生态系统”的概念,表达了将人类社会经济系统与自然生态系统整合的观点。在国外, Gumming 等学者<sup>[11]</sup>提出了“社会-生态系统( SESs) ”的概念。2009 年,奥斯特罗姆( Elinor Ostrom) 在《科学》杂志上发表了《社会生态系统可持续发展总体分析框架》一文,为解决长期困扰学界的生态系统治理问题提出了理论指导,并为这个问题的最终解决带来了曙光,引起了对社会生态系统理论与实践探索的高度关注<sup>[12]</sup>。

### 1.2 社会生态系统的概念

Gumming<sup>[11]</sup>认为社会-生态系统是人与自然紧密联系的复杂适应系统,具有不可预期、自组织、多稳态、阈值效应、历史依赖等多种特征。国内学者叶俊认为“社会生态系统是人类智慧圈的基本功能单

元<sup>[13]</sup>,是人类社会系统及其环境系统在特定时空的有机结合,是社会因素和自然因素纵横交错、相互作用、相互制约形成的<sup>[13-15]</sup>。

本文认为社会生态系统是人、自然、社会组成的复杂巨系统,是社会系统和生态系统的耦合,是自然环境、经济、政治、历史、文化、治理、意识复合的巨系统,在这个系统里,任何一个要素的变化都会引起其他要素的连锁反应。人类活动是系统变化的主要驱动因素。人类作为社会生态系统的主体要素,所从事的一切活动既要遵从自然发展的规律,也要遵从人类社会的发展规律,由此促进其客体要素即自然与社会的和谐进化与协同发展。社会生态系统具有地域性、政治性、历史性、文化性、演替性、范围的广域性等多种特性。社会生态系统理论的研究为人类解决社会问题及生态问题提供了全新的视角。

### 1.3 社会生态系统的特征

#### 1.3.1 阈值的复合性和可变性

生态学中的“球-盆模型”<sup>[16]</sup>可以用来解释社会生态系统如何在受到干扰时跨越阈值,从一个平衡进入另一个平衡中去。当系统与系统之间转换的焦点-阈值一旦被突破,就像球突破盆的边缘会滚入另一个盆里一样,社会生态系统将会从一种稳态进入另外一个稳态。

社会生态系统的结构和功能远比自然生态系统复杂,作用范围更加广泛。社会生态系统阈值包含多种相互作用的因素,使得“阈值”具有复合性和复杂性。异质性强烈的社会较容易自下而上地促进社会和谐,各种社会不安定因素难以产生,即便产生也较为容易被多元文化的社会所吸纳与溶解,因而具有较宽泛的阈值。社会生态系统比自然生态系统复杂并不等同于社会生态系统比自然生态系统的结构更加稳定。因为有人的能动性与文化因素在内,阈值很容易被突破<sup>[14]</sup>和被人类所更改。

#### 1.3.2 社会生态系统中政治、经济和文化因素的能动性

社会生态系统的主要因素是人与其生存的环境,社会环境中的政治、经济、社会文化因素是社会生态系统区别于自然生态系统的重要因素。社会生态系统中人类系统与生态系统不断耦合,相互作用,在人类意识作用下,社会生态系统内的耦合作用方向具有不确定性,政治、经济和文化因素在很大程度

上左右了这种耦合作用的方向。

#### 1.3.3 人类活动的驱动性

社会制度、政策、人类活动以及人所创造的文化是社会生态系统结构和功能演替的重要驱动因素。人类活动如果违背自然规律,导致系统结构功能的破坏,系统便会遭到严重的毁灭性打击或向另一种不适合于人类利益的稳态演替。受人类干扰较小的自然生态系统具有高度自组织性,有一套良好的自我调节与循环机制。社会生态系统是复杂的自适应系统,以没有系统级的意图或集中控制的自组织为特征的。人类的独特之处在于具有预见的能力和深思熟虑的行动,复杂的社会生态系统的自组织相比于生态或物理系统因而有些不同<sup>[17-18]</sup>。而随着人类活动强度、效率和范围的扩展,人类活动的驱动作用愈来愈明显。

#### 1.3.4 系统演替的不稳定性和多稳态性

人与自然紧密联系、相互作用使社会生态系统具有不可预期、自组织、非线性、阈值效应、历史依赖和多稳态机制等特征<sup>[19-20]</sup>。由于人类活动对自然生态系统的反馈机制使得社会生态系统不确定性大为提高。外来干扰和系统内部活动的不断进行使得社会生态系统总是处在不停的变化当中。由于阈值的复合性,突发事件容易打断社会生态系统的平稳变化而使其转入另一个稳态之中,即发生稳态的转变<sup>[21]</sup>。

### 1.4 社会生态系统的结构

徐飞亮<sup>[15]</sup>认为社会生态系统包括三大基本结构要素:人类群体、人类生存所依赖的自然环境和社会环境。马世骏认为“无论是区域生态(城市、乡村、城乡复合体等)还是全球生态(生物圈或生态圈),都有其自然性、经济性和社会性”<sup>[22]</sup>,并将社会生态系统结构划分为社会子系统、经济子系统和自然子系统。奥斯特罗姆<sup>[12]</sup>认为,社会生态系统可以分成不同的子系统,而这些子系统又可以进一步分解成不同的层级,其中资源系统(如特定的森林管理区)、资源单位(如管理区内的树木以及其它植物、野生动物的类型等)、管理系统(如管理区政府或其它组织、管理区的规则和规则的制定等)、用户(如管理区内以各种方式、出于不同目的使用资源的个人)是核心子系统,直接影响社会生态系统最终的互动结果,同时也受此互动结果的反作用。



## 1.5 社会生态系统的属性

### 1.5.1 恢复力或弹性

Gunderson 和 Holling<sup>[23]</sup>将恢复力正式引入社会生态系统;Holling<sup>[24]</sup>认为恢复力是系统经受干扰并可维持其功能和控制的能力,即系统可以承受并可维持其功能的干扰大小或“生态系统吸收变化并能继续维持的能力量度”,并对生态系统吸收改变量而保持能力大小或对生态系统受外界干扰后的自身动态平衡能力进行了研究。Carpenter 和 Walker 等认为恢复力是在社会生态系统进入到一个由其它过程集合控制的稳态之前系统可以承受干扰的大小<sup>[25]</sup>,是系统能够承受且可以保持系统的结构、功能、特性以及对结构、功能的反馈在本质上不发生改变干扰强度。恢复力研究在社会科学及环境变化领域中,在政府部门的日常运作、区域发展、经济管理乃至恐怖袭击的预警措施中都有涉及<sup>[26]</sup>,出现了生态学、经济学、人类学、管理学、社会学等多学科研究的局面<sup>[27]</sup>。

### 1.5.2 适应力

适应力是指参与系统的行为者管理系统弹性的能力。一般来说,自组织是复杂适应性系统的主要特点。人类行为主导着社会生态系统,社会生态系统的适应力是人类管理自身行为的主要途径。人类行为的过程和产生的结果影响社会生态系统的恢复力<sup>[28]</sup>。人类有目的性的管理社会生态系统的恢复力决定了他们是否能成功的跨越不理想的系统稳态或者是否能成功的进入一个理想的系统稳态。

### 1.5.3 变革力或转化力

变革能力是当现有的系统是不再适宜现有状态时,创建一个全新系统的能力。社会生态系统有时会陷入一个具有恢复力但是不理想的稳态,这种情形下采取适应力策略并不是最佳选择。摆脱这样的稳态可能会需要大的外部干预或者内部变革带来的变化<sup>[18]</sup>,即需要借助转化力策略。转化一个社会生态系统可以是资源危机引发的,或者由社会价值观的变化驱动的对过去的失败政策和行动的认知的一种回应<sup>[29]</sup>。

### 1.5.4 适应性循环与病态困境

#### (1) 适应性循环

以 Holling<sup>[30]</sup>为首的著名国际性学术组织“恢复力联盟(Resilience Alliance)”运用适应性循环理论

对社会生态系统的动态机制进行描述和分析,提出社会生态系统将依次经过开发( $r$ )、保护( $K$ )、释放( $\Omega$ )和更新( $\alpha$ )4个阶段,构成一个适应性循环。适应性循环可被用来解释或描述自然、经济或社会系统的行为,具有普适性<sup>[18,31]</sup>。

$r$ 阶段具有资源的可用性,结构的累积性和系统的高韧性;系统结构和系统组件之间的联系增加,需要更多的资源和能源进行维护。 $K$ 阶段,系统增长放缓,相互关联日益紧密,变得不灵活以及更多易受外部干扰。从 $r$ 到 $K$ 将生产和积累最大化,稳定增长;潜力增大、连通度增加,恢复力降低,系统变得更加脆弱。释放阶段( $\Omega$ ),系统的僵硬程度逐渐趋于临界水平,在干扰的作用下系统随时可能崩溃。由于系统的低恢复力,以前微不足道的干扰,此刻可能导致巨大的危机和转变,导致“创造性毁灭”,被束缚的资源得以释放,累积的结构受到坍塌,最终导致另一个新周期阶段 $\alpha$ 的到来,一个新奇的事物得以产生,潜力和恢复力逐渐增强,此时各要素间连通度依然较低。 $\Omega$ 到 $\alpha$ 的过程系统以外的联系的格局和构成至关重要的,资源和联系如信任,自我决策制度、社会网络、物质资本,或金融资源在这些阶段将发挥重要作用<sup>[32]</sup>,更新阶段具有巨大的不确定性,前一过程积累的变化、创新、资本等在本阶段中将进行分类和重组,同时系统中出现了无秩序的状态。在这样期间管理者需要考虑多种途径,维护关键资源和管理跨尺度联系增加期望的结果出现的概率。

在区域发展和经济管理的案例中,适应性循环的属性也已经用来解释生态系统、人类社会应对危机时的各种反应<sup>[33]</sup>。适应性循环是基于生态系统演替的传统观点之上,并对其加以补充和延伸。

#### (2) 病态困境

适应性循环中系统由于多种原因,偏离了适应性循环称为进入了病态的困境,可包括贫困困境、僵化困境、锁定困境和未知困境<sup>[34]</sup>。Holling 等<sup>[18]</sup>对贫穷困境和僵化困境进行了辨识,认为贫穷困境中,系统的潜力、恢复力、适应力的特征处于低值,形成了一个不可持续的枯竭系统。若对某一自然资源过分依赖,如对土地潜能过分开发,超过自身可承受能力时,同时缺乏适应性创新机制,则社会生态系统容易进入贫穷困境,并导致系统的最终瓦解。在我国的矿业枯竭型城市中体现较为明显。在僵化困境中

系统组织成员之间和其机构变得高度连接、僵化和无弹性。锁定困境中系统具有低潜能、高连通度和高恢复力。

### 1.5.5 跨尺度联系或扰沌(Panarchy)现象

Holling<sup>[31]</sup>在层次结构<sup>[35]</sup>的基础上,提出了扰沌概念,认为扰沌是描述复杂适应性系统进化本质的术语,是复杂适应系统嵌套在适应性循环中的“层次”<sup>[31]</sup>,是跨尺度的联结模式,其结构是通过演化而产生的。系统内不同尺度,不同等级的循环通过“记忆”或“反抗”相互作用。记忆是通过利用在较大尺度、较缓慢循环中积累和储存的潜力进行更新。即当某一层次发生灾变后的重生过程中,其处于K阶段的上一层次会对其起很大影响作用。“反抗”是用来描述源于更小的尺度变化,但穿越尺度到更广泛的空间尺度上或更长时间尺度,是低层次的相互作用在一定时候会产生高层次的适应性循环。“反抗”会在一个循环中引发关键性的变化,使系统运行到一个更大尺度、更缓慢循环的脆弱阶段。

扰沌模型既体现了创造性又体现了保守性,进一步阐明了可持续发展的意义。社会生态系统扰沌轨迹取决于自顶向下和自底向上的跨尺度联系。尺度之间的等级联系提供了机会使高尺度的记忆和学习影响更新低尺度系统或促进或抑制低尺度系统中新轨迹的产生。同时不可忽略低尺度的由下而上的扰动以及各种扰动因素的协同作用导致整个社会生态系统的不稳定。扰沌是一套具有普适性的理论,已成为构建恢复力不可或缺的重要基础,在社会生态系统振兴和修复中具有重要意义。

## 2 社会生态系统脆弱性驱动机制分析

### 2.1 社会生态系统脆弱性概念内涵

脆弱性的概念起始于生态系统脆弱性的概念。生态系统脆弱性常用来描述相关系统及其组成要素易于受到影响和破坏,并缺乏抗拒干扰和恢复初始状态(自身结构和功能)的能力<sup>[36]</sup>。IPCC第三次评估报告<sup>[37]</sup>认为气候变化研究中生态系统的脆弱性指系统容易遭受或没有能力对付气候变化(包括气候变率和极端气候事件)不利影响的程度,是某一系统气候的变率特征、幅度、变化速率及其敏感性和适应能力的函数。生态系统脆弱性包括生态系统的敏感性和生态恢复力<sup>[38]</sup>。

类似的定义社会生态系统的脆弱性指面临风险(压力)情况下社会生态系统的敏感程度和应对能力,是其演替阶段所具有的功能结构的综合反映,是系统所受压力和自身敏感性的相互作用的结果。社会生态系统压力源于其所处的风险威胁和内部的演替机制,在压力面前系统所具有的弹性决定于其对威胁的敏感程度,在风险面前能否迅速作出反应规避风险或从灾难中恢复及其所采用的方式决定于社会生态系统所具备的应对能力。风险、应对能力和敏感性之间的相互作用决定整个社会生态系统的脆弱性。风险增大,系统敏感性增强和应对能力减弱都会使系统脆弱性增强。当脆弱性达到一定程度和具有相当的风险时,系统会发生变革,走向另一循环阶段或进入另一种稳态。

社会生态系统的脆弱性是在不断演替变化的,不同的演替阶段具有不同的功能特征和跨尺度联系。系统与其上级或更大尺度或相同尺度的其他系统,与过去的脆弱状态和未来的发展趋势之间存在着时空的相互作用,给系统带来压力或影响其敏感性和应对能力。

### 2.2 社会生态系统脆弱性驱动机制模型建立

脆弱性驱动因素是脆弱性评价的依据和脆弱性调控的对象。脆弱性评价的目的是反映系统面对风险的敏感性程度和应对能力,反映脆弱性的形成机制,为脆弱性调控提供方向。目前的脆弱性评价多是针对生态系统的评价,针对社会生态系统的评价还较为少见,也没有见到完整的评价指标体系的建立。

根据社会生态系统脆弱性概念的界定、社会生态系统结构特征和属性、各要素之间的因果关系,本文认为社会生态系统的脆弱性主要表现在:(1)系统所经受的风险(压力);(2)系统的敏感性;(3)系统的应对能力。系统所经受的风险(压力)是系统的动力系统,是产生系统脆弱性的驱动因素和原动力;敏感性是系统自身在应对外来和内部干扰表现出来的特质,是脆弱性形成的物质基础;应对力是系统面临风险时表现出来的反应。系统所经受的风险(压力)、敏感性、应对能力三者之间相互依存,相互联系共同构成社会生态系统的脆弱性体系。

压力-状态-响应(P-S-R)结构模型是评估资源利用和持续发展的模型之一。其中压力指标用以表



征造成发展不可持续的人类活动和消费模式或经济系统,状态指标用以表征可持续发展过程中的系统状态,反应指标用以表征人类为促进可持续发展进程所采取的对策。本文将压力-状态-响应(P-S-R)模型和暴露度-敏感性-应对能力模型结合起来,构建社会生态系统的脆弱性的驱动机制模型。在模型中,系统压力、敏感性和应对能力又分别由次一级的驱动因素驱动。自然风险、规划目标和人为干扰对社会生态系统形成对社会生态系统的风险(压力)因

素,也反应了系统承受的来自系统内部和外部、来自社会经济和自然的以及不同时空尺度要素对系统的干扰所产生的压力;自然环境、经济结构、资源利用、文化意识、历史脆弱性决定社会生态系统的敏感性,反应了系统面对风险时所固有的反应特质,即所处的状态;环境管理、生态效率、科技教育、幸福指数、社区组织影响系统的应对能力,即系统所作出响应和应变的能力。

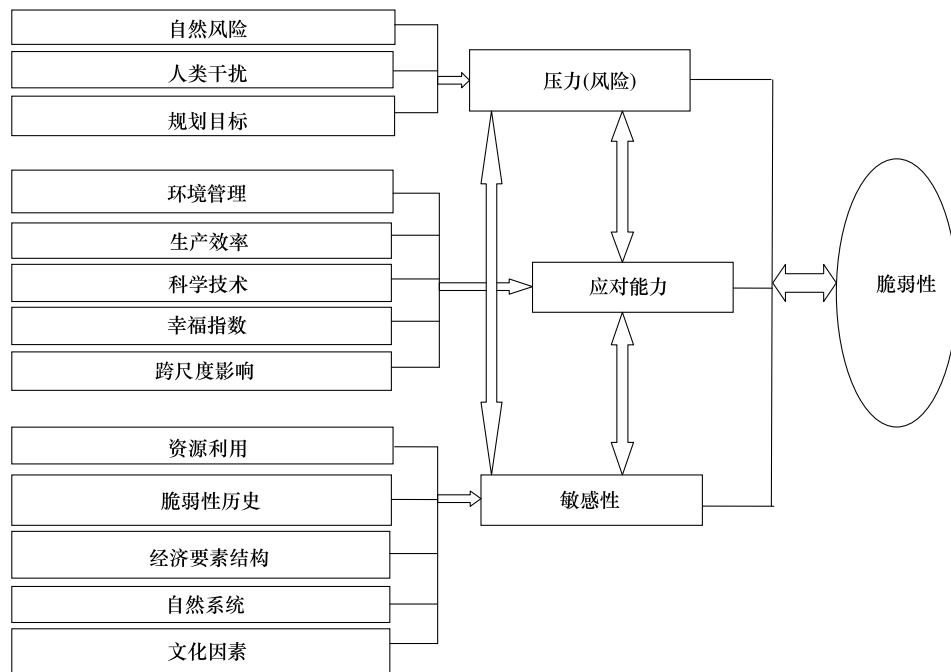


图1 社会生态系统脆弱性机制示意图

Fig.1 Social ecological system vulnerability driving mechanism

## 2.3 社会生态系统脆弱性驱动因素分析

### 2.3.1 风险(压力)驱动因素

#### (1) 自然风险

来自自然的压力或风险是诱发社会生态系统的脆弱性的重要因素,如气候的变化、地质灾害、生态风险等。近年来气候变化加剧,降水变率增大,暴雨导致农田大量的水土和营养物质的流失、污染物冲刷、农作物的减产,甚至诱发泥石流和滑坡等自然灾害。频发的地震、滑坡、泥石流等自然灾害的发生,可能导致环境的破坏、疾病的流行、供给排放系统、物质信息传输系统、交通系统的不畅和生命财产的损失。气候异常、降水减少、生态破坏可能导致物种基因突变、种群结构的变化、外来物质侵入、病虫害的发生和生产力的变化。

#### (2) 人为干扰

人类活动如生产活动、环境污染、人口增长、交通运输、规划目标都会对社会生态系统形成巨大压力,是社会生态系统主导的驱动因素,尤其是近年来表现十分明显。城-镇-村用地扩张和土地利用变化导致景观破碎,导致生态过程和生态格局的改变;陡坡种植、网箱养殖、毁林开荒、围湖垦殖、化肥农药的过量施用、菜地农膜的大量施用导致水土流失和土壤营养物质的流失,形成农村面源污染;河滩采砂,开山取石、采矿导致了景观的破碎和水土流失、湖泊、河流营养物质富集和生物生境的破坏。

#### (3) 规划目标

超过生态承载力和过于超前的城市或区域规划导致人口急剧增加、产业结构的巨大调整、城市建设

用地的大量增加、资源的过量耗费、城-镇-村城市化土地利用加强、过境交通的增加,对区域生态环境和资源形成巨大压力,给社会经济系统带来巨大的影响。大的发展规划和对 GDP 的疯狂追求给社会生态系统带来巨大的压力,对生态环境产生负面影响。

### 2.3.2 敏感性驱动因素

#### (1) 自然环境

土地和生态环境及其所提供的生态服务功能是人类生存和发展的支撑因素和限制因素。森林使土壤免受降水冲刷,提供生活栖息地和种子资源库,调节区域小气候;土壤坡度、植被覆盖、土壤保护措施、土地利用方式影响土地可蚀性,地层结构的稳定性和土壤基底岩层影响城市抗震抗灾能力、泥石流、滑坡等灾害的发生率、土壤的发育、理化性质的改变、水土流失和径流特征的改变和环境污染的发生。当自然环境要素及其相互作用能够支持系统较大的承载力和较优质的生态服务功能,系统应对压力的能力就会增强,其系统敏感性就会减弱;相反,系统将具有固有的敏感性。如自然环境所导致地方病、水土流失的发生和恶劣的生存环境以及不利的社会发展条件等导致社会生态系统脆弱性增强。

#### (2) 经济要素结构

工业发展尤其是传统工业容易引起环境污染、土地占用、资源和能源的耗费,第三产业则提高了产品的技术含量和城市服务功能,提升市民的文化生活水平,具有较好的生态效益和社会效益。低收入导致农民农业生产积极性降低或农业持续投入减少,甚至弃耕;导致城市贫民窟的出现、犯罪率的上升、消费需求下降、家庭教育投资、健身投资减弱。建设用地挤占生活和生态用地,导致城市用于生活娱乐、生态建设用地的减少,生产和生活环境的恶化;农村居民点过于分散不利于土地的节约集约利用和农村基础设施的建设和废物的集中处理,不利于农村地方归属感的形成、社区文化和邻里关系的发展。距离城区远近影响农民的经济决策,近郊区农民会减少对土地的依赖和投入,等待被占用;或选择建设出租房或小产权房供出租和出卖赚钱,或经营养殖业或菜地增加收入。交通通达性增强与外界的物质和信息交流,但在一定程度上引进了城区的污染、交通等人类干扰也会增加对附近农村生态的压力。经济要素结构是社会生态系统敏感性形成的

重要因素,产业结构的升级及高端化、经济要素的优质化及其恰当组合和空间布局能减少社会生态系统敏感性。

#### (3) 资源利用

水资源直接影响着农业、渔业及其他各业的生产、人们生活和人类福祉,水资源短缺导致生产力下降、生物多样性降低、环境的恶化和污染和对大自然进行广种薄收式的掠夺。化石能源的过度使用导致碳排放、空气污染,废弃固体污染、破坏生态环境。资源进口在一定程度上弥补了本地资源的承载力缺乏,增强了社会生态系统的应对能力,另一方面过分依赖外来资源,在灾害来临时容易引起经济链条的中断和社会的恐慌。资源的丰富程度、水资源、能源等资源的供应状况及利用情况及消耗情况影响区域系统自适应的能力和面对灾害的应对能力。

#### (4) 文化意识

生态环境意识使人们在日常生活和工作中会自觉维护自然环境、节约利用自然资源,利于人与自然的和谐相处。宗教信仰对大自然的敬畏可以减轻对金钱的追求,减少人类无止境的欲望,减少对大自然的破坏,体现天人合一的思想。地方归属感、邻里和谐、彼此信任的社区文化萌发企业家精神和创新意识。强烈的生态环境意识、虔诚的宗教信仰和深厚的地方归属感使人们能精诚团结地应对灾难,保护自然。

#### (5) 脆弱性历史

社会生态系统性状是过去的延续和未来的基础。过去的灾难会引起人们对灾难的过度恐慌及过多的防范,过多的灾害又会使人们失去对灾害的警惕,引起人们对灾害的过激应对,影响社会生态系统的应对阈值,不恰当地耗费财力、物力和精力,引起社会和生活的不安定现象的产生。

### 2.3.3 应对能力驱动因素

#### (1) 生产效率

单位 GDP 能耗低体现了循环经济、可持续发展的思想、充分利用自然能,以最低的消耗获得最好的效益。单位面积产值高表明土地集约利用程度高,资源利用的减量化、生产高效化,减轻对大自然的破坏和对资源的消耗。低 GDP 能耗和高单位面积产值和高社会效益会使社会生态系统具有更强的应对灾害的能力。

## (2) 环境管理

随着土地生产力和人们生活水平提高,人类对生态服务的需求增强。生态村和自然保护区体现了土地利用的理念和结构的变化。废物处理率 and 环境投资、环境保护的力度和效果、环境管理的民主性和群众参与性体现了相关部门环境保护的能力、决心、理念和方式。优质和有效的环境管理能提高系统应对风险的能力,减少系统的不确定性。

## (3) 科技教育

生态系统的思想、生态化的理念可用于人类的社会、经济、生产、生活、娱乐的管理之中。生态技术是生产生活生态化的技术保障。科技活动能提升人们思想和行为的素质,营造生态保护的氛围,提升生产能力。教育使人们对环境道德、生态道德和可持续发展思想有更深刻的理解,对新技术的掌握和应用更加到位,对灾害的认识和防灾知识和技能的掌握更加准确和科学。良好的教育和较高的科学技术水平可以减少灾害损失,提高抗灾效益,增强对环保政策的理解和执行能力,减少对灾害的恐慌,危护社会稳定。重视教育和发展科学技术是减小社会生态系统脆弱性的重要途径。

## (4) 幸福指数

随着人类身体健康、心理素质、生活境界、思想境界达到一定水平、人类福祉观念的提升,人类对环境的重视程度会大大提高,对环境保护的意愿也更加强烈。为了谋生不择手段地利用生态环境和社会资源,会出现很多生态和社会问题。社会福利水平高,人们生活得到保障,可以降低犯罪率、降低对自然和社会资源的掠夺,增强社会生态系统的稳定性。彼此相互信任、和谐相处,社区邻里和睦、社会安定团结、社会风气积极向上,社会生态系统稳定繁荣,脆弱性降低。

## (5) 跨尺度影响

社会生态系统是一个多尺度的系统。一个特定的社会生态系统从属于其上的系统,同时包含更小的系统,系统内部各要素之间及系统与上下生态系统、同级社会生态系统之间存在着相互影响和相互制约的关系。正是这种跨尺度影响使社会生态系统具有高度的不确定性和阈值的复合性,同时也给人类对社会生态系统脆弱性调控提供了多种机会和模式。

# 3 讨论

**3.1 理清脆弱性分析思路,开展脆弱性评价。**脆弱性机制分析揭示区域社会生态系统脆弱性的形成过程、影响因素、演变趋势,为脆弱性评价的指标选取和脆弱性评价结果的分析应用提供框架。在分析实践中可以根据不同区域的地理特征和社会经济发展和研究的需要设定相应的指标体系和权重做定量评价分析,以适应区域和系统的差异,同时兼顾可比性。

**3.2 改变区域发展的理念,提升综合效益。**将社会生态系统脆弱性的分析机制常规化、区域化、行政化和定量化,并作为政绩考核的重要指标,将对区域发展起到评价、预警、监督、管理、导向等重要作用。社会生态系统理念下的区域发展兼顾社会经济发展和环境生态的需要,不主张牺牲环境发展经济和牺牲经济发展和社会进步保护生态环境。社会生态系统理念的脆弱性分析强调社会政治、民主法律、宗教、文化、意识等非物质因素的驱动作用,有利于生态系统的社会治理;有利于将脆弱性治理与和谐社会发展、新农村建设、生态村建设、区域政策联系和整合起来,关注人的生活和社会发展,推进社会进步和民主法治建设,提高社会福利水平。通过生态建设产业化和产业发展生态化,建立适应自然的生态生产范式<sup>[39]</sup>,既保护自然生态环境,又谋求社会经济的发展 and 人类福利的提升。

**3.3 关注人的发展和管理,强调自下而上的治理。**社会生态系统脆弱性分析关注人的发展和自下而上的环境治理和跨尺度的影响力,可以提高工程和技术在生态治理中的效益;有利于从源头上治理和防范脆弱性的发生。社会生态系统治理中要多关注社会生态系统中人的生存途径、生存生活方式、福利水平,关注地方知识的获取和传承,培育社区组织、民间组织,人际信任,领导力,增强社会资本,提高民众参与环境治理和资源利用的参与度和积极性,建设自组织的开放的社会生态系统,充分利用跨尺度的影响,提高社会生态系统抗拒风险的能力。

**3.4 建立新型的人地关系,实现人地双向适应。**人类在自然面前既不能妄自尊大,也不是无能为力,一方面人类需要根据资源生态承载力调适人类活动,使其不至于跨越阈值,另一方面人类需要对自然生



态系统进行调适,以适应人类的发展。人类可利用社会生态系统中人类活动的驱动性、主体性和系统的多稳态特性和系统的不稳定性和高度不确定性,通过脆弱性方向和程度的调控,合理调整社会生态系统演进的速度、节律、甚至方向。或顺应或修复或变革,使其摆脱不良的稳态而进入人类所需要的稳态中。

**3.5 研究的局限性和未来展望。**传统的生态系统脆弱性分析重视统计数据的调查或野外采集数据。本研究中社会生态系统脆弱性分析更多地要依赖市民调查和文献阅读,需要与群众进行面对面的交流,从社会经济角度寻找系统脆弱性的驱动因素。分析中可能存在不确定的因素,对指标的设置存在个人偏好,在调查数据采集和整理中也存在一些主观因素,驱动因素存在地方差异,影响分析结果的可比性,同时耗费较大。加之社会生态系统各要素之间,不同尺度系统之间、系统内外、人类、社会、生态之间存在复杂的相互作用和跨尺度影响,社会生态系统脆弱性量化评价还存在相当的难度。

脆弱性驱动机制分析为社会生态系统脆弱性评价提供了分析框架,今后可以针对不同的生态系统或者局域设计脆弱性评价指标(替代性指标)体系进行量化研究,根据脆弱性驱动机制建立一个适应性管理框架,同时可以考虑情景设定与分析在脆弱性机制和脆弱性调控分析中的应用。

#### References:

- [ 1 ] Zhang Z S, Sun W, Zhou Y Z. Quantitatively assessment of eco-environmental vulnerability in tropic coastal arid area: a case study of Leizhou peninsula. *Journal of Desert Research*, 2008, 28 (1): 125-130.
- [ 2 ] Adrianto L, Matsuda Y. Developing economic vulnerability indices of environmental disasters in small island regions. *Environmental Impact Assessment Review*, 2002, 22(4): 393-414.
- [ 3 ] Cutter S L, Boruff B J, Shirley W L. Social vulnerability to environmental hazards. *Social Science Quarterly*, 2003, 84(2): 242-261.
- [ 4 ] Eakin H, Luers A L. Assessing the vulnerability of social-environmental systems. *Annual Review of Environment and Resources*, 2006, 31(1): 365-394.
- [ 5 ] Turner B L II, Kasperson R E, Matson P A, McCarthy J J, Corell R W, Christensen L, Eckley N, Kasperson J X, Luers A, Martello M L, Polsky C, Pulsipher A, Schiller A. A framework for vulnerability analysis in sustainability science. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2003, 100(14): 8074-8079.
- [ 6 ] Turner B L II, Matson P A, McCarthy J J, McCarthy J J, Corell R W, Christensen L, Eckley N, Hovelsrud-Broda G K, Kasperson J X, Kasperson R E, Luers A, Martello M L, Mathiesen S, Naylor R, Polsky C, Pulsipher A, Schiller A, Selin H, Tyler N. Illustrating the coupled human-environment system for vulnerability analysis: Three case studies. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2003, 100(14): 8080-8085.
- [ 7 ] Birkmann J. *Measuring Vulnerability to Natural Hazards*. Tokyo: United Nations University Press, 2006: 16-18.
- [ 8 ] Ye J. From natural ecology to social ecology. *Journal of Xi'an Jiaotong University: Social Sciences*, 2006, 26(3): 49-54.
- [ 9 ] Ma S J, Wang S R. The social-economic-natural complex ecosystem. *Acta Ecologica Sinica*, 1984, 4(1): 1-9.
- [ 10 ] Zhao J Z, Ouyang Z Y, Wu G. *Research on Sustainable Development of a Social-Economic-Natural Compound System*. Beijing: China Environmental Science Press, 1999.
- [ 11 ] Cumming G S, Barnes G, Perz S, Schmink M, Sieving K E, Southworth J, Binford M, Holt R D, Stickler C, Van Holt T. An exploratory framework for the empirical measurement of resilience. *Ecosystems*, 2005, 8(8): 975-987.
- [ 12 ] Ostrom E. A general framework for analyzing sustainability of social-ecological systems. *Science*, 2009, 325(5939): 419-422.
- [ 13 ] Ye J. Form the perspective of huaman-earth relationship: The philosophy of human science and social ecology. *Journal of Yantai University: Philosophy and Social Science Edition* 1997, (4): 9-14.
- [ 14 ] Ma D M, Li H Q. The similarities and differences between social ecological system and natural ecological system. *Dongyue Tribune*, 2011, 32(11): 131-134.
- [ 15 ] Xu F L. Study on low carbon economy form the perspective of social ecosystem theory. *Bridge of Century*, 2011, (5): 72-73.
- [ 16 ] Van Nes E H, Scheffer M. Large species shifts triggered by small forces. *The American Naturalist*, 2004, 164(2): 255-266.
- [ 17 ] Walker B, Gunderson L H, Kinzig A, Folke C, Carpenter S, Schultz L. A handful of heuristics and some propositions for understanding resilience in social-ecological systems. *Ecology and Society*, 2006, 11(1): 13.
- [ 18 ] Gunderson L H, Holling C S. *Panarchy: Understanding Transformations in Human and Natural Systems*. Washington: Island Press, 2002.
- [ 19 ] Beisner B E, Haydon D T, Cuddington K. Alternative stable states in ecology. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 2003, 1(7): 376-382.
- [ 20 ] Walker B, Holling C S, Carpenter S R, Kinzig A. Resilience, adaptability and transformability in social-ecological systems. *Ecology and Society*, 2004, 9(2): 5-6.

- [21] Scheffer M, Carpenter S R, Foley J A, Folke C, Walker B. Catastrophic shifts in ecosystems. *Nature*, 2001, 413 ( 6856 ): 591-596.
- [22] Ma S J, Wang R S. Complexity research. Beijing: Science Press, 1993.
- [23] Holling C S. Understanding the complexity of economic, ecological, and social systems. *Ecosystems*, 2001, 4 ( 5 ): 390-405.
- [24] Holling C S. Resilience and stability of ecological systems. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 1973, 4(1): 1-23.
- [25] Adger W N. Social and ecological resilience: Are they related? *Progress in Human Geography*, 2000, 24(3): 347-364.
- [26] Sun J, Wang J, Yang X J. An overview on the resilience of social-ecological systems. *Acta Ecologica Sinica*, 2007, 27 ( 12 ): 5371-5381.
- [27] Chen Y L, Yang X Y. Tourism social-ecological systems and resilience research. *Journal of Arid Land Resources and Environment*, 2011, 25(11): 205-211.
- [28] Berkes F, Colding J, Folke C. Navigating Social-Ecological Systems: Building Resilience for Complexity and Change. Cambridge: Cambridge University Press, 2003.
- [29] Gunderson L H, Holling C S, Light S S. Barriers and Bridges to the Renewal of Ecosystems and Institutions. Cambridge: Columbia University Press, 1995.
- [30] Holling C S. The resilience of terrestrial ecosystems: local surprise and global change. *Sustainable Development of the Biosphere*. Cambridge: Cambridge University Press, 1986: 292-317.
- [31] Walker B, Holling C S, Carpenter S R, Kinzig A. Resilience, adaptability and transformability in social-ecological system. *Ecology and Society*, 2004, 9(2): 5-13.
- [32] Adger W N, Hughes T P, Folke C, Carpenter S R, Rockström J. Social-ecological resilience to coastal disasters. *Science*, 2005, 309(5737): 1036-1039.
- [33] Folke C, Carpenter S, Elmqvist, Gunderson L, Holling C S, Walker B. Resilience and sustainable development: Building adaptive capacity in a world of transformations. *Ambio*, 2002, 31 ( 5 ): 437-440.
- [34] Allison H E, Hobbs R J. Resilience, adaptive capacity, and the lock-in trap of the Western Australian agricultural region. *Ecology and Society*, 2004, 9(1): 3-27.
- [35] Simon H A. The Organization of Complex Systems. *Hierarchy Theory: the Challenge of Complex Systems*. New York: Braziller, 1974: 3-27.
- [36] Shang Y R. Vulnerability study-the new development of synthesized study on natural disasters. *Areal Research and Development*, 2000, 19(2): 73-77.
- [37] IPCC. Climate change 2001: impacts, adaptation, and vulnerability: contribution of Working Group II to the third assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, 2001: 75-103.
- [38] Zhang Y N, Wang K L, Zhang W, Chen H S, He X Y. The quantitative assessment of eco-environment vulnerability in karst regions of Northwest Guangxi. *Acta Ecologica Sinica*, 2009, 29 ( 2 ): 749-757.
- [39] Zhang X S, Shi P J. Theory and practice of marginal ecosystem management-establishment of optimized eco-productive paradigm of grassland and farming-pastoral zone of North China. *Acta Botanica Sinica*, 2003, 45(10): 1137-1138.

#### 参考文献:

- [ 1 ] 张争胜, 孙武, 周永章. 热带滨海干旱地区生态环境脆弱性定量评价——以雷州半岛为例. *中国沙漠*, 2008, 28 ( 1 ): 125-130.
- [ 8 ] 叶峻. 从自然生态学到社会生态. *西安交通大学学报: 社会科学版*, 2006, 26(3): 49-54.
- [ 9 ] 马世骏, 王如松. 社会-经济-自然复合生态系统. *生态学报*, 1984, 4(1): 1-9.
- [ 10 ] 赵景柱, 欧阳志云, 吴钢. 社会-经济-自然复合系统可持续发展研究. 北京: 中国环境科学出版社, 1999.
- [ 13 ] 叶俊. 人天观: 人体科学和社会生态学的哲学: 哲学社会科学版. *烟台大学学报*, 1997, ( 4 ): 9-14.
- [ 14 ] 马道明, 李海强. 社会生态系统与自然生态系统的相似性与差异性探析. *东岳论丛*, 2011, 32(11): 131-134.
- [ 15 ] 徐飞亮. 社会生态系统理论视域下的低碳经济探微. *世纪桥*, 2011, ( 5 ): 72-73.
- [ 22 ] 叶峻. 社会生态学的基本概念和基本范畴. *烟台大学学报: 哲学社会科学版*, 2001, 14(3): 250-258.
- [ 26 ] 孙晶, 王俊, 杨新军. 社会-生态系统恢复力研究综述. *生态学报*, 2007, 27(12): 5371-5381.
- [ 27 ] 陈娅玲, 杨新军. 旅游社会-生态系统及其恢复力研究. *干旱区资源与环境*, 2011, 25(11): 205-211.
- [ 36 ] 商彦蕊. 自然灾害综合研究的新进展——脆弱性研究. *地域研究与开发*, 2000, 19(2): 73-77.
- [ 38 ] 张笑楠, 王克林, 张伟, 陈洪松, 何寻阳. 桂西北喀斯特区域生态环境脆弱性. *生态学报*, 2009, 29(2): 749-757.
- [ 39 ] 张新时, 史培军. 边际生态系统管理的理论与实践——我国北方草原与农牧交错带“优化生态-生产范式”构建. *植物学报*, 2003, 45(10): 1137-1138.

# ACTA ECOLOGICA SINICA Vol.34, No.7 Apr., 2014 (Semimonthly)

## CONTENTS

### Frontiers and Comprehensive Review

- The 5000-year climate change of northeastern Qinghai-Tibetan Plateau and historical ecology of Zoige wetlands ..... HE Yixin, WU Ning, ZHU Qiu'an, et al (1615)
- Altitudinal distribution rule of *Picea schrenkiana* forest's soil organic carbon and its influencing factors ..... Aminem ELI, CHANG Shunli, ZHANG Yutao, et al (1626)

### Autecology & Fundamentals

- Daily stem radial variation of *Pinus koraiensis* and its response to meteorological parameters in Xiaoxing'an mountain ..... LI Xinghuan, LIU Ruipeng, MAO Zijun, et al (1635)
- Effects of logging residues on surface soil biochemical properties and enzymatic activity ..... WU Bobo, GUO Jianfen, WU Junjun, et al (1645)
- Characteristics of soil macroaggregates under typical forests in Pangquangou Nature Reserve ..... BAI Xiumei, HAN Youzhi, GUO Hanqing (1654)
- Modeling tree crown structure of Simao pine (*Pinus kesiya* var. *langbianensis*) natural forest ..... OU Guanglong, XIAO Yifa, WANG Junfeng, et al (1663)
- Influence of magnesium deficiency and excess on chlorophyll fluorescence characteristics of Newhall navel orange leaves ..... LING Lili, HUANG Yi, PENG Liangzhi, et al (1672)
- Seed foraging and dispersal of Chinese yew (*Taxus chinensis* var. *mairei*) by frugivorous birds within patchy habitats ..... LI Ning, WANG Zheng, LU Changhu, et al (1681)
- Interactions between heavy metal lead and two freshwater algae ..... LIU Lu, YAN Hao, LI Cheng, et al (1690)
- Annual variations of the primary productivity and its size-fractionated structure in culture ponds of *Apostichopus japonicus* Selenka ..... JIANG Senhao, ZHOU Yibing, TANG Boping, et al (1698)
- Growth and photosynthetic activity of *Microcystis* colonies after gut passage through silver carp and bighead carp ..... WANG Yinping, GU Xiaohong, ZENG Qingfei, et al (1707)
- Contents of two coumarins in *Ipomoea cairica* and their effects on *Pomacea canaliculata*, *Orzya sativa*, and *Echinochloa crusgalli* ..... YOU Changyan, YANG Yu, HU Fei, et al (1716)

### Population, Community and Ecosystem

- Population and habitat status of Asian elephants (*Elephas maximus*) in Mengla Sub-reserve of Xishuangbanna National Nature Reserve, Yunnan of China ..... LIN Liu, JIN Yanfei, CHEN Dekun, et al (1725)
- Seasonal changes of functional guilds of fish community in Laizhou Bay, East China ..... LI Fan, XU Bingqing, MA Yuanqing, et al (1736)
- Effect of long-term fertilization pattern on weed community diversity in wheat field ..... JIANG Min, SHEN Mingxing, SHEN Xinpeng, et al (1746)
- Ecological process of water transformation in furrow and ridge mulching system in oat field under extreme drought scenario ..... ZHOU Hong, ZHANG Hengjia, MO Fei, et al (1757)

### Landscape, Regional and Global Ecology

- Simulations and analysis on the effects of landscape pattern change on flood and low flow based on SWAT model ..... LIN Bingqing, CHEN Xingwei, CHEN Ying, et al (1772)
- Phenological variation of alpine grasses (Gramineae) in the northeastern Qinghai-Tibetan Plateau, China during the last 20 years ..... XU Weixin, XIN Yuanchun, ZHANG Juan, et al (1781)
- Landscape aesthetics in different areas of Lijiang City ..... GUO Xianhua, ZHAO Qianjun, CUI Shenghui, et al (1794)
- Temporal and spatial pattern of *Scenedesmus* in the river web of the Pearl River Delta, China ..... WANG Chao, LI Xinhui, LAI Zini, et al (1800)



- Spatiotemporal dynamics of bacterial abundance and related environmental parameters in Lake Bosten ..... WANG Bowen, TANG Xiangming, GAO Guang, et al (1812)
- Scale domain recognition for land use spatial fractal feature based on genetic algorithm ..... WU Hao, LI Yan, SHI Wenzhong, et al (1822)
- Relationships of stable carbon isotope of *Abies faxoniana* tree-rings to climate in sub-alpine forest in Western Sichuan ..... JIN Xiang, XU Qing, LIU Shirong, et al (1831)
- An exploratory spatial data analysis-based investigation of the hot spots and variability of *Ommastrephes bartramii* fishery resources in the northwestern Pacific Ocean ..... FENG Yongjiu, CHEN Xinjun, YANG Mingxia, et al (1841)
- Urban, Rural and Social Ecology**
- Spatial differentiation research of non-use value WTP based on the residents' ecological cognition: taking the sanjiang plain as a case ..... GAO Qin, AO Changlin, CHEN Hongguang, et al (1851)
- Contamination characteristics in surface water and coastal groundwater of Hunhe River ..... CUI Jian, DU Jizhong, WANG Xiaoguang (1860)
- Social ecological system and vulnerability driving mechanism analysis ..... YU Zhongyuan, LI Bo, ZHANG Xinshi (1870)
- Research Notes**
- Effects of iso-osmotic  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  and NaCl stress on growth and physiological characteristics of cucumber seedlings ..... ZHOU Heng, GUO Shirong, SHAO Huijuan, et al (1880)
- View Point**
- The discussion about the designation and content of ecological conservation and construction ..... SHEN Guofang (1891)

# 《生态学报》2014 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,280 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 魏辅文

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 34 卷 第 7 期 (2014 年 4 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA

(Semimonthly, Started in 1981)

Vol. 34 No. 7 (April, 2014)

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

国内外公开发刊

国内邮发代号 82-7

国外发行代号 M670

定价 90.00 元