

ISSN 1000-0933  
CN 11-2031/Q

# 生态学报

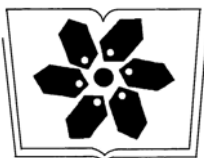
## Acta Ecologica Sinica



第 33 卷 第 22 期 Vol.33 No.22 **2013**

中国生态学会  
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 22 期 2013 年 11 月 (半月刊)

## 目次

### 前沿理论与学科综述

- 利用分布有/无数据预测物种空间分布的研究方法综述 ..... 刘芳,李晟,李迪强 (7047)
- 景观服务研究进展 ..... 刘文平,宇振荣 (7058)
- 土壤呼吸组分分离技术研究进展 ..... 陈敏鹏,夏旭,李银坤,等 (7067)

### 个体与基础生态

- 平茬高度对四合木生长及生理特性的影响 ..... 王震,张利文,虞毅,等 (7078)
- 不同水分梯度下珍稀植物四数木的光合特性及对变化光强的响应 ..... 邓云,陈辉,杨小飞,等 (7088)
- 水稻主茎节位分蘖及生产力补偿能力 ..... 隗溟,李冬霞 (7098)
- 基于辐热积法模拟烤烟叶面积与烟叶干物质产量 ..... 张明达,李蒙,胡雪琼,等 (7108)
- 耕作方式和秸秆还田对华北地区农田土壤水稳性团聚体分布及稳定性的影响 ..... 田慎重,王瑜,李娜,等 (7116)
- 不同光照强度下兴安落叶松对舞毒蛾幼虫生长发育及防御酶的影响 ..... 鲁艺芳,严俊鑫,李霜雯,等 (7125)
- 南方小花蝽在不同空间及笼罩条件下对西花蓟马的控制作用 ..... 莫利锋,鄧军锐,田甜 (7132)
- 浮游植物对溶解态 AI 的清除作用实验研究 ..... 王召伟,任景玲,闫丽,等 (7140)
- 卧龙巴郎山川滇高山栎群落植物叶特性海拔梯度特征 ..... 刘兴良,何飞,樊华,等 (7148)
- 春夏季闽江口和兴化湾虾类数量特征 ..... 徐兆礼,孙岳 (7157)
- 啃食性端足类强壮藻钩虾对贫营养湖三种大型海藻的摄食选择性 ..... 郑新庆,黄凌风,李元超,等 (7166)

### 种群、群落和生态系统

- 4 种农业措施对三化螟种群动态的控制作用 ..... 张振飞,黄炳超,肖汉祥,等 (7173)
- 黄土高原沟壑区森林带不同植物群落土壤氮素含量及其转化 ..... 邢肖毅,黄懿梅,安韶山,等 (7181)
- 基于诊断学的生态系统健康评价 ..... 蔡霞,徐颂军,陈善浩,等 (7190)
- 稻田生态系统中植硅体的产生与积累——以嘉兴稻田为例 ..... 李自民,宋照亮,姜培坤 (7197)
- 自由搜索算法的投影寻踪模型在湿地芦苇调查中的应用 ..... 李新虎,赵成义 (7204)
- 贺兰山不同海拔典型植被带土壤微生物多样性 ..... 刘秉儒,张秀珍,胡天华,等 (7211)
- 内蒙古典型草原灌丛化对生物量和生物多样性的影响 ..... 彭海英,李小雁,童绍玉 (7221)
- 黄土丘陵沟壑区 80 种植物繁殖体形态特征及其物种分布 ..... 王东丽,张小彦,焦菊英,等 (7230)
- 基于 MAXENT 模型的贺兰山岩羊生境适宜性评价 ..... 刘振生,高惠,滕丽微,等 (7243)
- 太湖湖岸带浮游植物初级生产力特征及影响因素 ..... 蔡琳琳,朱广伟,李向阳 (7250)

## 景观、区域和全球生态

- 艾比湖地区土壤呼吸对季节性冻土厚度变化的响应…………… 秦 璐,吕光辉,何学敏,等 (7259)
- 田间条件下黑垆土基础呼吸的季节和年际变化特征…………… 张彦军,郭胜利,刘庆芳,等 (7270)

## 资源与产业生态

- 光核桃遗传资源的经济价值评估与保护 …………… 张丽荣,孟 锐,路国彬 (7277)
- 棉花节水灌溉气象等级指标…………… 肖晶晶,霍治国,姚益平,等 (7288)

## 研究简报

- 云南红豆杉人工林萌枝特性…………… 苏 磊,苏建荣,刘万德,等 (7300)
- 赣中亚热带森林转换对土壤氮素矿化及有效性的影响…………… 宋庆妮,杨清培,余定坤,等 (7309)

## 学术信息与动态

- 2013 年 European Geosciences Union 国际会议述评 …………… 钟莉娜,赵文武 (7319)

期刊基本参数:CN 11-2031/Q \* 1981 \* m \* 16 \* 276 \* zh \* P \* ¥ 90.00 \* 1510 \* 30 \* 2013-11



**封面图说:** 山坡岩羊图——岩羊属国家二级保护动物,因喜攀登岩峰而得名,又名石羊。贺兰山岩羊主要分布于海拔 1500—2300m 的山势陡峭地带,羊群多以 2—10 只小群为主。生境适宜区主要为贺兰山东坡(宁夏贺兰山国家级自然保护区)的西南部,而贺兰山西坡(内蒙古贺兰山国家级自然保护区)也有少量分布。贺兰山建立国家级自然保护区以来,随着保护区环境的不断改善,这里岩羊的数量也开始急剧增长,每平方公里的分布数量现居世界之首,岩羊的活动范围也相应扩大到低山 900 米处的河谷。贺兰山岩羊生境选择的主要影响因子为海拔、坡度及植被。

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/stxb201207100975

刘文平, 宇振荣. 景观服务研究进展. 生态学报, 2013, 33(22): 7058-7066.

Liu W P, Yu Z R. A research review of landscape service. Acta Ecologica Sinica, 2013, 33(22): 7058-7066.

# 景观服务研究进展

刘文平, 宇振荣

(中国农业大学资源与环境学院, 北京 100193)

**摘要:** 生态系统服务强调了生态组成要素对人类福祉贡献的服务功能特性, 近年来逐渐成为生态研究的热点。然而, 如何从生态组成要素的综合格局——景观的服务角度阐述生态系统服务, 仍然是当前研究的巨大挑战。详细介绍了景观服务的概念、分类和应用尺度, 并从制图方法和评价指标两方面阐述了景观服务的量化方法, 在此基础上探讨了景观服务在规划设计中的应用问题。最后, 提出了新的研究展望, 即要进一步完善景观服务概念及分类体系, 探讨景观服务的多尺度相互影响机理, 寻求有效的景观服务空间量化制图方法, 评价景观服务未来发展变化, 探索多项景观服务间的相互影响机理以及系统的景观服务规划方法, 以期今后景观服务的应用研究提供方向性参考意见。

**关键词:** 生态系统服务; 景观服务; 量化制图; 服务评价; 景观规划

## A research review of landscape service

LIU Wenping, YU Zhenrong

College of Resources and Environmental Sciences, China Agriculture University, Beijing 100193, China

**Abstract:** The ecosystem service emphasizes that the ecological elements contribute to human welfare, and it has become one of the most important research focuses in the ecological field during the past few years. However, it is still challenge to clarify the connotation of ecosystem service from the perspective of landscape pattern. This paper introduced the definition, classification and scale of ecosystem service associated with landscape, and proposed the index for landscape service evaluation and quantitative methods for ecosystem service mapping. Then the problems of concept of ecosystem service when it was applied in landscape planning and design were discussed. Finally we propose few future research directions to improve the understanding on the landscape services, including to refine the definition of landscape service and classification system, to understand the multi-scale interaction mechanism of landscape service, to develop effective quantitative methods of landscape service mapping, to predict the change of landscape service in the future, to explore interaction mechanisms among different landscape services, and to explore a systematic method of landscape planning and design with the consideration of landscape service.

**Key Words:** ecosystem service; landscape service; quantitative mapping; ecological service evaluation; landscape planning

生态系统服务是加强生态系统和人类福祉联系的有效途径<sup>[1]</sup>, 已成为当前国际生态研究的热点。目前, 生态系统服务在生态系统结构、功能、过程与人类活动相结合方面取得了较大进展, 包括生物多样性与生态系统服务的关系<sup>[2-3]</sup>、气候和土地利用变化对生态系统服务的影响机制<sup>[4-5]</sup>等方面, 特别是生态系统服务价

基金项目: 国家科技支撑计划课题资助项目 (2012BAJ24B05)

收稿日期: 2012-07-10; 修订日期: 2013-07-24

\* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: yuzhr@cau.edu.cn

值化得到了充分发展<sup>[6]</sup>。然而,由于生态系统服务主要关注各生态组成要素的服务功能或价值<sup>[7]</sup>(如农田生态服务功能、林地生态服务功能),忽略了生态组成要素的综合格局和服务(如田园景观服务功能),因而其相关研究难以应用到景观研究上,特别是景观规划和设计上。景观科学主要研究空间格局和尺度<sup>[8]</sup>,所以从综合格局的景观服务角度研究生态系统能够有效阐释人类活动空间分布怎样影响生态组成要素的综合格局和过程<sup>[9]</sup>。如何将生态系统服务的概念转化到景观上,使其能够关联到景观格局与过程、功能与价值中,并与人类需求相关,是当前生态系统服务在景观中应用面临的首要问题。另外,生态系统服务功能或价值的量化特性使其能够很容易落实到空间尺度上<sup>[10]</sup>,因而可以为景观研究提供量化基础。但目前景观服务量化研究尚不深入,如何利用现有知识量化、可视化和评价这种服务,以及将这种服务应用在景观规划与设计中的也是需要解决的问题。为了理清生态系统服务的景观应用现状,探索景观服务的相关研究理论和方法,本文对生态系统服务在景观中的概念转化、服务分类、应用尺度、量化制图和评价以及规划设计应用几个方面进行了详细阐述,并探讨了未来景观服务的发展趋势和研究重点,以期为后续相关研究提供方向性的参考意见。

## 1 景观服务概念及分类

### 1.1 景观服务

尽管生态系统服务的相关研究得到了广泛重视和发展,但当前仍然没有对其统一的概念定义。基于功能角度的研究认为对人类生存和生活质量有贡献的生态系统功能即是生态系统服务<sup>[11]</sup>;而基于利益角度的定义则认为生态系统服务是人类从生态系统中直接或间接获得的利益<sup>[1, 12]</sup>。即使是基于同一研究角度,生态系统服务也有不同的定义内涵,如基于结构和过程角度的研究,Daily<sup>[13]</sup>认为生态系统服务是生态系统结构与过程所维持的人类赖以生存的自然环境条件与效用,而Boyd<sup>[14]</sup>则认为是能够获得人类福祉而直接消费的生态组成。无论生态系统服务是基于何种角度的定义,现有研究都一致认为生态系统服务不是同质的、静态的,其结构、过程和服务是非常复杂的<sup>[15]</sup>。同时,生态系统服务的发挥最终是要在生态景观要素上实现,并依赖于景观斑块和人类元素之间的相互影响<sup>[16]</sup>。但现有生态系统服务概念强调的是生态组成的功能关系,割裂了景观元素的空间结构与格局的综合关系。为了强调景观结构和功能、价值及利益的相互关系,de Groot等<sup>[17]</sup>提出了景观服务的概念,认为景观服务是一种特殊的生态系统服务,是被人类利用的景观功能,其服务的提供依赖于景观格局的综合作用结果,同时也强调了景观特征格局、功能到景观服务的供给与需求之间的联系。

与生态系统服务概念相比,景观服务的概念强调了空间格局的重要性、各服务功能的综合作用结果以及服务使用者与服务提供的空间位置关系。由于景观服务关注空间格局和尺度的关系,因而其概念能够有助于理解人类活动的空间分布对景观结构与过程的影响,在当地实践者和科学家之间都更容易接受和理解<sup>[16]</sup>,同时也使生态系统服务应用从单纯的生态保护转向积极的景观引导规划。另外,景观服务概念的空间特性,使服务需求与服务供给的空间位置密切相关,强调了服务供给与需求的空间格局的重要性。但景观服务并不是生态系统服务概念的替代者,而是生态系统服务的一个特殊方面。无论景观服务还是生态系统服务,这两个概念都强调了生态系统和人类价值之间的联系,均关注于生态系统的人类维度。

### 1.2 景观服务分类

生态系统过程的动态复杂性以及生态系统服务兼顾公共-私人利益的产品特点决定了多种不同的分类方法<sup>[15]</sup>。MEA将生态系统服务分为供给服务、调节服务、文化服务、支持服务4种类型,并认为支持服务是其他3种服务的基础<sup>[1]</sup>。但这个分类混淆了生态系统服务的过程及利益,如供给服务中食物生产并不是对生态系统服务的分类,而是对达到服务的过程的分类<sup>[18]</sup>。为了清楚体现人类需求对生态系统服务的驱动关系,Costanza<sup>[12]</sup>基于一些公开的研究和一部分原始计算,通过当前经济价值评价,划分了17种生物群落生态系统服务(如食物供给、水供应、大气调节等)。但该分类主要关注功能性分类,不包括那些不可再生的生态系统服务,如不可再生燃料、矿物、大气等。而Daily<sup>[19]</sup>为了支持生态系统服务可持续管理,发展了一个评价生态系统服务及权衡各服务关系的概念框架,将生态系统服务分为服务产品、再生过程、稳定化过程、令人满意的

生活功能、选择保留 5 类。除此之外,为避免任何潜在的重复计算问题,生态系统服务也被划分为中间服务和最后服务两类<sup>[20]</sup>。总体来看,基于不同视角的每一种分类都可以传递出不同的服务特征,但当前分类传递出的服务特征大多是生态组成的服务过程及功能的传递,对各组成元素的景观空间格局服务特性的分类较少。为了使生态系统服务更容易与景观相联系,de Groot<sup>[17]</sup>从景观的角度提供了一个有所区别的分类:供给服务、调节服务、生境服务、文化服务。然而,该分类仅仅是基于景观角度分类的初步探索,其是否能够有效联系人类需求与景观服务,以及是否能够有效避免重复计算仍然需要深入探讨。因此,寻求一个有效的景观服务分类势在必行。而一个有效的景观服务分类必须能够考虑景观格局的特征化,并能表达出服务传递过程的特殊性,且能够联系到人类价值并应用到决策中<sup>[18]</sup>。为了能够有效帮助自然资源决策的制定,包括各景观服务间的相互权衡和避免重复计算,景观服务分类必须要清楚地区分服务过程与结果。同时,也应该从人类的景观需求角度建立能够联系人类价值到生态过程和生态条件的景观服务分类。

## 2 景观服务尺度

生态系统服务被许多科学文献所关注,然而很少有人关注生态系统服务在何种时间和空间尺度上被提供。生态系统服务只有在特定的时空尺度上才能充分表达其主导作用和效应,它可以在所有生态尺度上产生<sup>[21]</sup>,包括生境水平上的个体植物的竞争,到中间尺度上的过程(如火、病虫害爆发),以及在更大的空间和时间尺度上的气候和地貌过程<sup>[22]</sup>。当生态系统服务应用到景观中时,常常由于人们对某一尺度景观服务的过度强调,导致其他尺度功能的丧失或退化<sup>[23]</sup>。因而,在关注生态系统内部服务的提供及功能相互关系的同时,探讨景观服务尺度也是解释生态系统服务机制的一个重要方面。

景观服务的尺度和利益相关者息息相关,从长期的、全球景观的尺度到短期的、场地景观尺度都有不同的景观表现<sup>[17]</sup>。以调节服务和文化服务为例,全球、国家尺度( $>1000000\text{km}^2$ )的景观服务,调节服务表现为气候调节,温度和降雨格局的调节<sup>[24]</sup>,文化服务表现为区域国家文化格局的提供;区域省市的景观服务尺度( $10000-1000000\text{km}^2$ ),调节服务表现为区域河流洪水调节、河流和地下水的即时和累积调节,物种生产调节等<sup>[25]</sup>,文化服务表现为河流积淀的历史文化传承;区县尺度( $1-10000\text{km}^2$ )的景观服务,调节服务表现为河流的洪水调节、过量营养物的污染和分解、授粉、害虫调节等<sup>[26]</sup>,文化服务表现为地域文化景观遗产的提供<sup>[27]</sup>;而场地尺度( $<1\text{km}^2$ )的景观服务,调节服务表现为噪音和灰尘的防护、生物固氮等,文化服务表现为当地居民及不同文化背景相关者对场地的不同文化感知。因而,为了将景观服务更好的应用到规划设计及政策决策中,有必要考虑景观服务尺度的不同服务表现,通过考虑利益相关者定义相关的景观服务尺度,这需要进行景观尺度和利益相关者的分析研究。

为了揭示不同尺度间景观服务的复杂关系,一方面需要通过尺度转换全面认识景观服务在不同景观尺度上的关联关系<sup>[28]</sup>。如傅伯杰等人在不同尺度上开展了景观格局与水土流失的相互关系与尺度特征的研究,在分析景观格局的时空异质性、水土流失的影响因子与尺度效应的基础上,发展了尺度转换方法和景观格局-水土流失过程耦合模型<sup>[29]</sup>。另一方面,需要通过尺度关联与区域平衡,在考虑主导服务的基础上,协调不同尺度上的服务功能,满足不同群体对不同服务的需求<sup>[21]</sup>。然而,即使是在同一个尺度内,不同生态系统的景观功能也是不一致的。对于特定景观服务,到底需要多大的自然范围才能支持其功能的发挥,目前研究都了解得很少<sup>[30]</sup>。但可以肯定的是,不同尺度上的服务表现虽然有所侧重,但是相互关联的<sup>[23]</sup>。大尺度的、长期的现象约束着小尺度、短时间的现象<sup>[31]</sup>。而大尺度的过程则可能由小尺度的联合作用驱动<sup>[23, 31]</sup>。另外,在某一特定生态景观尺度上产生的服务能够提供给一个制度尺度上的利益相关者,而一个制度尺度上的利益相关者能够接受一个生态景观尺度上产生的景观服务<sup>[21]</sup>。但这对不同的利益相关者可能是不同的,如木材提供是在市级尺度上提供给利益相关者的,而大多数木材则在当地被利益相关者所使用。

## 3 景观服务定量化制图和评价

### 3.1 景观服务定量化制图和评价方法

将景观服务落实到景观空间上,其总服务定量化必定需要通过单位面积生态系统的服务价值测算而得,



因而其对地域空间具有很强的解释性,这种解释能力为景观规划和设计提供了一个定量化的标准。同时,景观服务量化空间制图可以显示出景观服务的空间分布水平,为决策制定者提供直观形象的参考依据<sup>[32-33]</sup>。目前,景观服务量化制图存在的挑战仍然是寻找适当的制图方法。基于文献或模型的景观服务制图最大程度地利用了当前知识和理论。如 Benjamin<sup>[34]</sup>利用了 29 种生态系统景观服务( $x$  轴)和 44 种不同的土地景观覆盖类型( $y$  轴)建立了评价矩阵。不同土地景观覆盖类型提供特殊服务的容量被定性在一个尺度上评价。但这些方法常常是基于一个一般的理论假设,而不是具体空间中特定的定量关系。即这种评价反映的是景观服务供给与需求的一种相对容量,并不是绝对值,只能反映出服务供给与需求的空间分布大小,并不能反映出真实的供需状况。相对来说,基于数据可用性和评价的时间和空间尺度的定量化和制图方法更容易反映出生态系统和景观服务的供需状况<sup>[33]</sup>。如 Willemen 将景观功能与土地覆盖联系起来,结合实验模型和空间指标评价,从 8 个景观功能(居住、密集牲畜、饮用水、文化遗产、旅游、植物生境、耕地产品和休闲循环功能)绘制和量化了景观服务<sup>[35]</sup>。但该方法依赖于空间信息的可用性,且景观功能/服务的量化还要求除了土地覆盖以外的其他数据来进行评价,如休闲功能不仅仅是通过特殊位置的土地覆盖定义,还依赖于可进入属性和周围景观特征。但这在多数案例中由于数据可用性仅仅是在当地和区域尺度上能够实现。

除此之外,利用指标进行生态景观服务量化制图和评价的方法也很多,如价值货币化、能值评估、生态足迹分析以及当量量化等<sup>[36-37]</sup>方法。然而,这些方法都或多或少的存在着缺陷<sup>[38]</sup>,仍难以将结果很好地应用到环境、景观规划以及决策实践中。如价值量化法(如 AC, FI, CV 等)<sup>[39]</sup>评价所得到的结果由于与人类对生态系统服务的支付意愿密切相关,因而存在主观性和不确定性,且市场价值仅仅是人们用来支付服务功能的贡献,并不是生态系统服务本身的量化。有时候,市场价值与量化的生态系统服务是相反的。当环境产品稀少(生态服务小)时,市场价值却是高的。因而,利用经济价值化定量的生态系统服务是不真实的。而中世纪后期兴起的能量评价法虽然计算出的服务价值在景观保护中足够令人印象深刻,但它忽视了各能量的不同功能属性<sup>[40]</sup>,且能值反映的是物质生产过程中消耗的太阳能,不能反映人类对生态景观系统所提供的服务的需求性,也不能反映景观服务的稀缺性。除此之外,一些非经济技术评价方法<sup>[41]</sup>,如咨询方法、参与式方法、综合回顾等方法,虽然为景观服务评价提供了另一种参考思路,但至今尚未形成统一、规范、完善的量化标准,这主要是因为生态系统的景观产品和服务的公益性以及不能储存和移动的特点。而目前国内景观服务评价研究大多是套用现成的生态服务公式来计算<sup>[42-43]</sup>,还没有一个真正合理可行的方法来量化其功能和价值。其中,生态系统服务的景观需求量化是关键难题之一,将服务提供单元、服务功能以及服务需求单元与不同情景联系起来的相关指标仍然未解决。

### 3.2 景观服务评价指标

从现有研究来看,随着生态系统服务评价方法的多样化发展,服务评价指标也由于不同的评价目标而呈现出多样的指标类型,但各服务的评价指标发展却差异较大。供给服务的指标数量远远大于其他服务的指标数量<sup>[44]</sup>,这可能是由于长期测量供给服务得到大量的测量基础导致的结果。供给服务与人类利益直接相联系,其服务价值能够直接通过它们的市场价值和其他货币化价值所表达,容易量化。而其他服务(如调节服务、文化服务等)属于间接服务,不能直接转化成人们容易理解的货币化价值,与人类的利益关系是抽象的,因而较少被关注<sup>[30]</sup>。除此之外,政策决策者也常常偏好于容易理解的供给服务,因而在各级政府服务部门积累了大量的供给服务数据<sup>[46]</sup>,如国家统计局中心的粮食产量数据等。相对而言,现有研究对文化服务的指标发展较少<sup>[30]</sup>,这可能是由于大多数文化服务并不能像供给服务一样被人们直接感知和量化。同时,文化服务的量化需要针对不同的特殊背景而定义<sup>[45]</sup>,因而准确描述和量化文化服务是困难的,要将文化服务指标联系到生态和社会科学是不容易的。另外,同样由于无形的服务不能直接被人们感知而评价指标数量研究较少的还有调节服务(如疾病和害虫调节指标等)。但在不同的研究区域,各服务评价指标的数量又是不一致的。在大多数亚洲地区的研究中,由于环境问题的凸显,调节服务的指标要多于欧洲和其他地方的研究<sup>[46]</sup>。各生态系统服务常用评价指标详见表 1<sup>[47-49]</sup>。

表 1 生态系统服务常见评价指标<sup>[47-49]</sup>

Table 1 Common indicators of ecosystem service

| 生态系统服务<br>一级分类<br>First-level subcategories<br>of ecosystem service | 生态系统服务<br>二级分类<br>Second-level subcategories<br>of ecosystem service | 评价指标<br>Indicators                         | 指标来源<br>Source                                                          |
|---------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| 供给服务                                                                | 医药供给                                                                 | 从自然资源中获得的可利用的化合物;用于医药的植物百分比                | Chile (Atacama) Assessment                                              |
|                                                                     | 原材料                                                                  | 每公顷森林木材供给的净年增量;用于销售或工业产品的森林树木;森林树木产品的年生物量; | Portugal 千年生态系统评估 (MEA); Norway (MEA); Global MEA, 生态系统与生物多样性经济学 (TEEB) |
|                                                                     | 生物燃料                                                                 | 生物对总能源需求的贡献                                | Lake Kyoga Pilot Assessment                                             |
|                                                                     | 食物                                                                   | 总粮食产量;主要碳水化合物产量;有效耕地面积;牛羊数量                | China 生态系统服务与扶贫 (ESPA); Southern Africa (MEA);                          |
|                                                                     | 淡水                                                                   | 地下水资源年再生量;可用水数量                            | Lake Kyoga Pilot Assessment, TEEB                                       |
|                                                                     | 基因资源                                                                 | 用于主要投资的物种数量                                | Global MEA, 生物多样性公约 (CBD)                                               |
| 调节服务                                                                | 侵蚀调节                                                                 | 被侵蚀的面积;森林覆盖的密度                             | China-Western (MEA), CBD                                                |
|                                                                     | 自然危险调节                                                               | 干旱频率;洪水频率;防护森林的面积;海岸线红树林面积百分比;             | Lake Kyoga Pilot Assessment                                             |
|                                                                     | 空气调节                                                                 | 大气清洁容量;二氧化碳净吸收量;植被和土壤碳储存量                  | Southern Africa (MEA); Global MEA                                       |
|                                                                     | 水质调节                                                                 | 生态系统处理废水的数量;容纳废弃物处理的容量                     | Philippines (MEA); Gariep Basin (MEA)                                   |
|                                                                     | 水量调节                                                                 | 平均年降水量;土壤水渗透;土壤水储存;水资源径流                   | Gariep Basin (MEA), China (MEA)                                         |
| 文化服务                                                                | 美学价值                                                                 | 提高当地水体水质的支付意愿;自然旅游的花费;接近美景的房地产的比较价值        | Global MEA, Portugal (MEA), TEEB                                        |
|                                                                     | 历史价值                                                                 | 历史文化遗产数量                                   | Portugal (MEA), TEEB, CBD                                               |
|                                                                     | 休闲和旅游                                                                | 自然旅游花费;岸上旅游设施;总旅游价值;游客数量                   | Global MEA, India-Urban (MEA),                                          |
|                                                                     | 精神和宗教                                                                | 文化景观完整性;不能取代的价值;文化服务的减少                    | Global MEA, Portugal (MEA)                                              |
|                                                                     | 地方感                                                                  | 场地和物种数量;高度关注出生地的人群的数量                      | Global MEA, TEEB                                                        |

尽管生态系统服务评价指标研究发展快速,但目前对这些指标在追踪生态系统服务指标变化的有效性上,特别是景观服务变化的有效性上还不明确。从目前的生态系统服务评价研究来看,无论是千年生态系统评估(MEA)、生物多样性公约(CBD)、生态系统与生物多样性经济学(TEEB),还是其他机构所使用的指标都很少与生态系统服务相关联,大多数指标不能监测到真正的服务传递。什么样的指标能够用来指示服务状况,并关联到供给、需求与人类福祉以及生态系统的长期可持续性上是需要深入探讨的问题。当对景观服务进行评价时,其指标怎样联系到景观尺度,怎样整合到景观规划中是当前景观服务评价的关键问题,而如何将景观服务指标与景观规划相关联目前还没有有效的研究成果。

4 景观服务在规划与设计中的应用

景观规划改变了土地,改变了生物生境、生态系统过程,进而改变了生态系统服务。因而,有必要从景观角度阐明生态系统服务的景观规划与设计应用。当前,景观生态服务在大尺度上多应用在土地利用优化<sup>[50]</sup>、生物多样性保护<sup>[51]</sup>以及应对气候变化<sup>[52]</sup>的景观规划中,如尹锴<sup>[53]</sup>尝试将城市森林生态服务功能的研究成果应用于景观规划领域,为景观规划的定量化提供数据基础 and 科学依据。而 Schaich<sup>[27]</sup>将地方感的服务概



念整合到景观规划实践中。肖燚<sup>[54]</sup>则从生物多样性分布、水源涵养、水资源保护、土壤保护和海岸带防护等5个方面分析了海南岛生态系统服务的空间格局,探索了利用生态系统服务空间格局进行区域自然保护区规划的方法。但这些应用大多是基于生态系统服务的供给潜力进行的规划,并没有详细考虑人类的景观服务需求。而小尺度上,则多体现在满足居民休闲的文化景观服务应用上,如社区花园设计<sup>[55]</sup>、公园设计<sup>[56]</sup>等。这些设计在实践上更多地考虑的是景观设计元素的人文空间的组合和搭配,生境功能、生产功能以及其他调节功能考虑得较少,且大多由于生态系统服务流在当地景观尺度上很难被特征化和量化<sup>[51]</sup>而难以进行科学的定量设计,导致设计的生态景观系统中物质和能量流动的失调。

虽然近年来有关景观服务方面的研究取得了巨大进展,但对这些服务的供给与需求定量应用方法还不明确,系统的景观生态服务规划和设计方法还未深入探讨。当前将景观服务应用到景观规划中的关键问题是景观服务的概念怎样被应用在空间规划的过程中,以及怎样鉴定和权衡各景观功能和服务之间的相互关系。基于景观服务的规划应通过生态系统的属性、过程、结构与功能去辨识系统的时间动态、空间格局、物质能量代谢过程、服务相互影响关系以及生态持续能力,为景观规划设计的生态管理和生态设计提供科学的理论依据。虽然目前景观规划中的景观服务的相关定量化指标还不明确,但不可否认的是,在定量分析生态系统服务的基础上进行景观规划设计是今后景观服务应用的重要发展方向。

## 5 研究展望

近年来,随着生态环境问题的越来越被关注,生态系统服务的理论研究取得了巨大进展,然而,如何将这些理论研究转化到景观应用上,进行景观服务的研究和应用,将是未来生态系统服务研究的重要领域。就现有研究来看,在以下方面仍需进一步深入探讨。

### (1) 完善景观服务概念及分类体系

尽管现有研究已对景观服务的概念和分类作了初步探讨,但仍不是很成熟。未来景观服务的内涵和分类发展应融入更多学科的理论和方法,如人类需求理论,以使其更能真实反映出景观所传递的服务特性以及人类福祉之间的内在关系。另外,当前景观服务分类中仍然存在着重复计算的可能,因而如何避免重复计算也是景观服务分类要深入探讨的问题。

### (2) 探讨景观服务的多尺度相互影响机理

由于景观服务的提供依赖于景观元素数量组成和空间结构,因而不同空间尺度上传递的景观服务是不同的。如何将一种尺度上的景观服务外推到另一种尺度中,需要研究多尺度间的相互影响。现有景观服务研究大多局限于大、中尺度的宏观分析,较少涉及小尺度的景观应用,而对不同尺度间景观服务的相互影响关系的研究更是少之又少。另外,不同时间尺度上,同一景观服务是否快速发生或缓慢发生也是不同的。因而,多尺度间景观服务的空间和时间传递机理是今后研究需要深入探讨的问题。

### (3) 寻求有效的景观服务空间定量化制图方法

当前景观服务的定量化方法大多是参考生态服务功能/价值量化模型,并不能有效传递出景观服务的空间关系,而基于实验数据的定量化方法还没有得到充分发展,因此景观服务空间定量化标准依然缺失。因而,如何定量化景观和生态系统特征以及他们的功能与相关产品和服务之间的关系,并可视化其空间分布也是今后研究的难点。

### (4) 评价景观服务未来发展变化

目前生态系统服务以及景观服务的评价研究仅仅是在当前特殊政策和经济背景下对当前状态的评价,对未来发展的预测研究甚少。景观是动态变化的,因而其景观服务的提供也是动态发展的,如何识别其动态变化的条件效应(时间和空间)以及确定其可能的关键阈值,并预测未来发展变化也是今后研究的难点。

### (5) 探索多项景观服务间的相互影响机理

当前研究在评价生态系统服务时还仅仅是对各项服务的单独评估,很少对多项服务间的相互影响机理进行研究。而即使是涉及服务间相互影响的研究,仍多是两项服务之间变化与响应的案例研究,多项服务间影

响关系的空间格局的识别和量化研究仍然比较薄弱。另外,多项服务相互作用可以提供不同的效应,包括积极的和消极的效应,目前现有研究大多是对积极影响的研究,一些负面影响却鲜有提及。如何利用多项服务的影响关系使整体服务最大化,且能避免不利影响是今后研究的难点。

#### (6)探索系统的景观服务规划方法

当前景观规划大多缺乏整体性考虑,割裂了景观格局与生态过程的联系,同时难以量化地划分景观功能,进而影响了景观服务的正常发挥。如何将景观服务考虑在景观规划和设计中,并有效权衡景观服务在景观空间和时间上的利用,形成一套系统的景观规划方法或导则是今后景观服务规划研究的重点。

#### (7)坚持景观结构-功能-服务的长期监测和机理研究

当前,景观服务研究刚刚起步,对景观结构、功能和服务之间相互关系和作用机理的深入研究需要建立在长期的实验监测基础上。如何确立适宜的动态监测技术和监测指标,研究不同景观服务功能的形成和调控机制,分析各功能之间的依存关系和影响机理,并建立景观服务功能评估数据库是今后景观服务研究的重要基础。

### References:

- [ 1 ] M E A. Ecosystems and Human Well-being: Synthesis. Washington, D.C: Island Press, 2005.
- [ 2 ] Hooper D U, Chapin F S, Ewel J J, Hector A, Inchausti P, Lavorel S, Lawton J H, Lodge D M, Loreau M, Naeem S, Schmid B, Setälä H, Symstad A J, Vandermeer J, Wardle D A. Effects of biodiversity on ecosystem functioning: A consensus of current knowledge. *Ecological Monographs*, 2005, 75(1): 3-35.
- [ 3 ] Bai Y, Zhuang C, Ouyang Z, Zheng H, Jiang B. Spatial characteristics between biodiversity and ecosystem services in a human-dominated watershed. *Ecological Complexity*, 2011, 8(2SI): 177-183.
- [ 4 ] Shaw M R, Pendleton L, Cameron D R, Morris B, Bachelet D, Klausmeyer K, MacKenzie J, Conklin D R, Bratman G N, Lenihan J, Haunreiter E, Daly C, Roehrdanz P R. The impact of climate change on California's ecosystem services. *Climatic Change*, 2011, 109(1): 465-484.
- [ 5 ] Lautenbach S, Kugel C, Lausch A, Seppelt R. Analysis of historic changes in regional ecosystem service provisioning using land use data. *Ecological Indicators*, 2011, 11(2): 676-687.
- [ 6 ] Warren-Rhodes K, Schwarz A, Boyle L N, Albert, Joelle, Agalo S S, Warren R, Bana A, Paul C, Kodosiku R, Bosma W, Yee D, Ronnback P, Crona B, Duke N, Zander K K, Garnett S T, Straton A. Mangrove ecosystem services and the potential for carbon revenue programmes in Solomon Islands; Trade-offs between development, culture and conservation-Willingness to pay for tropical river management among urban Australians. *Environmental Conservation: Journal of Environmental management*, 2011, 38; 91(4; 12): 485-2519.
- [ 7 ] Chiabai A, Traversi C M, Markandya A, Ding H, Nunes P A L D. Economic Assessment of Forest Ecosystem Services Losses: Cost of Policy Inaction. *Environmental & Resource Economics*, 2011, 50(3): 405-445.
- [ 8 ] Gustafson E J. Quantifying landscape spatial pattern: What is the state of the art?. *Ecosystems*, 1998, 1(2): 143-156.
- [ 9 ] Hermann A, Schleifer S, Wróka T. The concept of ecosystem services regarding landscape research: a review. *Living Reviews in Landscape Research*, 2011, 5(1): 1-37.
- [ 10 ] Chen N, Li H, Wang L. A GIS-based approach for mapping direct use value of ecosystem services at a county scale: Management implications. *Ecological Economics*, 2009, 68(11): 2768-2776.
- [ 11 ] Cairns J. Sustainability, ecosystem services, and health. *International Journal of Sustainable Development and World Ecology*, 1997, 4(3): 153-165.
- [ 12 ] Costanza R, Darge R, Degroot R, Farber S, Grasso M, Hannon B, Limburg K, Naeem S, O'Neill R V, Paruelo J, Raskin R G, Sutton P, VandenBelt M. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 1997, 387(6630): 253-260.
- [ 13 ] Daily G C, Matson P A. Ecosystem services: From theory to implementation. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2008, 105(28): 9455-9456.
- [ 14 ] Boyd J, Banzhaf S. What are ecosystem services? The need for standardized environmental accounting units. *Ecological Economics*, 2007, 63(2/3): 616-626.
- [ 15 ] Fisher B, Turner R K, Morling P. Defining and classifying ecosystem services for decision making. *Ecological Economics*, 2009, 68(3): 643-653.
- [ 16 ] Termorshuizen J W, Opdam P. Landscape services as a bridge between landscape ecology and sustainable development. *Landscape Ecology*. 2009, 24(8): 1037-1052.

- [17] de Groot R S, Alkemade R, Braat L, Hein L Willems L. Challenges in integrating the concept of ecosystem services and values in landscape planning, management and decision making. *Ecological Complexity*, 2010, 7(3SI): 260-272.
- [18] Wallace K J. Classification of ecosystem services: Problems and solutions. *Biological Conservation*, 2007, 139(3/4): 235-246.
- [19] Daily G C. Developing a scientific basis for managing Earth's life support systems. *Conservation Ecology*, 1999, 3(2): 14.
- [20] Fisher B, Turner R K. Ecosystem services: Classification for valuation. *Biological Conservation*, 2008, 141(5): 1167-1169.
- [21] Hein L, van Koppen K, de Groot R S, van Ierland E C. Spatial scales, stakeholders and the valuation of ecosystem services. *Ecological Economics*, 2006, 57(2): 209-228.
- [22] Ouyang Z Y, Zheng H. Ecological mechanisms of ecosystem services. *Acta Ecologica Sinica*, 2009, 29(11): 6183-6188.
- [23] Zhang H F, Ouyang Z Y, Zheng H. Spatial scale characteristics of ecosystem services. *Chinese Journal of Ecology*, 2007, 26(09): 1432-1437.
- [24] Doherty R M, Sith S, Smith B, Lewis S L, Thornton P K. Implications of future climate and atmospheric CO<sub>2</sub> content for regional biogeochemistry, biogeography and ecosystem services across East Africa. *Global Change Biology*, 2010, 16(2): 617-640.
- [25] Jenerette G D, Harlan S L, Stefanov W L, Martin C A. Ecosystem services and urban heat riskscape moderation: water, green spaces, and social inequality in Phoenix, USA. *Ecological applications*, 2011, 21(7): 2637-2651.
- [26] De Marco P, Coelho F M. Services performed by the ecosystem: forest remnants influence agricultural cultures' pollination and production. *Biodiversity and Conservation*, 2004, 13(7): 1245-1255.
- [27] Schaich H, Bieling C, Plieninger T. Linking Ecosystem Services with Cultural Landscape Research. *Gaia-Ecological Perspectives for Science and Society*, 2010, 19(4): 269-277.
- [28] Aertsen W, Kint V, Muys B, Van O J. Effects of scale and scaling in predictive modelling of forest site productivity. *Environmental Modelling & Software*, 2012, 31: 19-27.
- [29] Fu B J, Xu Y D, Lv Y H. Scale characteristics and coupled research of landscape pattern and soil and water loss. *Advances in Earth Science*, 2010, 25(7): 673-681.
- [30] Kremen C, Williams N M, Bugg R L, Fay J P, Thorp R W. The area requirements of an ecosystem service: crop pollination by native bee communities in California. *Ecology Letters*, 2004, 7(11): 1109-1119.
- [31] Limburg K E, O'Neill R V, Costanza R, Farber S. Complex systems and valuation. *Ecological Economics*, 2002, 41(PII S0921-8009(02)00090-33): 409-420.
- [32] Ferraro P J, Lawlor K, Mullan K L, Pattanayak S K. Forest Figures: Ecosystem Services Valuation and Policy Evaluation in Developing Countries. *Review of Environmental Economics and Policy*, 2012, 6(1): 20.
- [33] Egoh B, Reyers B, Rouget M, Richardson D M, Le Maitre D C, van Jaarsveld A S. Mapping ecosystem services for planning and management. *Agriculture Ecosystems & Environment*, 2008, 127(1/2): 135-140.
- [34] Burkhard B, Kroll F, Nedkov S, Müller F. Mapping ecosystem service supply, demand and budgets. *Ecological Indicators*, 2012, 21(10): 17-29.
- [35] Willems L, Verburg P H, Hein L, van Mensvoort M E F. Spatial characterization of landscape functions. *Landscape and Urban Planning*, 2008, 88(1): 34-43.
- [36] Farber S C, Costanza R, Wilson M A. Economic and ecological concepts for valuing ecosystem services. *Ecological Economics*, 2002, 41(PII S0921-8009(02)00088-53): 375-392.
- [37] Odum H T, Odum E P. The energetic basis for valuation of ecosystem services. *Ecosystems*, 2000, 3(1): 21-23.
- [38] Madani S, Ahmadian M, Khaliliaraghi M, Rahbar F. Estimating Total Economic Value of Coral Reefs of Kish Island (Persian Gulf). *International Journal of Environmental Research*, 2012, 6(1): 51-60.
- [39] Liu Y F, Ming D P, Yang J Y. Optimization of land use structure based on ecological green equivalent. *Geomatics and Information Science of Wuhan University*, 2002, 27(05): 493-498.
- [40] Costanza R. Ecosystem services: Multiple classification systems are needed. *Biological Conservation*, 2008, 141(2): 350-352.
- [41] Kenter J O, Hyde T, Christie M, Fazey I. The importance of deliberation in valuing ecosystem services in developing countries-Evidence from the Solomon Islands. *Global Environmental Change-human and Policy Dimensions*, 2011, 21(2SI): 505-521.
- [42] Yu X X, Qin Y S, Chen L H, Liu S. The forest ecosystem services and their valuation of Beijing mountain areas. *Acta Ecologica Sinica*, 2002, 22(05): 783-786.
- [43] He H, Pan Y Z, Shen K J, Zhu W Q, Li Y Z, Zhang J S. Evaluation on the wetland ecosystem service in Beijing city. *Resources Science*, 2012, 34(5): 844-854.
- [44] Unep-Wcmc. Ecosystem Service Indicators: Gaps, Opportunities, and Next Steps[R]. Cambridge, 2009.
- [45] Gee K, Burkhard B. Cultural ecosystem services in the context of offshore wind farming: A case study from the west coast of Schleswig-Holstein. *Ecological Complexity*, 2010, 7(3SI): 349-358.



- [46] Jim C Y, Chen W Y. Ecosystem services and valuation of urban forests in China. *CITIES*, 2009, 26(4): 187-194.
- [47] Ecosystem Service Indicators Database.[2012-08-27]. <http://www.esindicators.org/>.
- [48] The CBD Ecosystem Services Indicators Report.[2012-08-27]. <http://www.medwetlands-obs.org/en/content/cbd-ecosystem-services-indicators-report>.
- [49] The Economics of Ecosystems and Biodiversity.[2012-08-27]. <http://www.teebweb.org/>.
- [50] Aytursun S, Jin X, Wang Q, Dou H Q, Zhou Y K, Jin X B, Wang Q, Dou H Q, Zhou Y K. Analysis of ecosystem service value and its use in the land planning — a case study of Korla City. *Xinjiang Agricultural Sciences*, 2011, 48(10): 1948-1953.
- [51] Chan K M A, Shaw M R, Cameron D R, Underwood E C, Daily G C. Conservation planning for ecosystem services. *Plos Biology*, 2006, 4(e37911): 2138-2152.
- [52] Nkem J, Santoso H, Murdiyarso D, Brockhaus M, Kanninen M. Using tropical forest ecosystem goods and services for planning climate change adaptation with implications for food security and poverty reduction. *Journal of SAT Agricultural Research*, 2007, 4(1): 1-23.
- [53] Yin K, Zhao Q J, Zhao Y. Reflection of the application of urban forest ecological service to landscape planning. *Advances in Earth Science*, 2010, 25(04): 444-450.
- [54] Xiao Y, Chen S B, Zhang L, Yue P, Ouyang Z Y, Liu X C. Designing nature reserve systems based on ecosystem services in Hainan Island. *Acta Ecologica Sinica*, 2011, 31(24): 7357-7369.
- [55] Nassauer J I, Wang Z, Dayrell E. What will the neighbors think? Cultural norms and ecological design. *Landscape and Urban Planning*, 2009, 92(3/4): 282-292.
- [56] Rounsevell M D A, Dawson T P, Harrison P A. A conceptual framework to assess the effects of environmental change on ecosystem services. *Biodiversity and Conservation*, 2010, 19(10): 2823-2842.

#### 参考文献:

- [22] 欧阳志云,郑华. 生态系统服务的生态学机制研究进展. *生态学报*, 2009, 29(11): 6183-6188.
- [23] 张宏锋,欧阳志云,郑华. 生态系统服务功能的尺度特征. *生态学杂志*, 2007, 26(09): 1432-1437.
- [29] 傅伯杰,徐延达,吕一河. 景观格局与水土流失的尺度特征与耦合方法. *地球科学进展*, 2010, 25(7): 673-681.
- [39] 刘艳芳,明冬萍,杨建宇. 基于生态绿当量的土地利用结构优化. *武汉大学学报(信息科学版)*, 2002, 27(05): 493-498.
- [42] 余新晓,秦永胜,陈丽华,刘松. 北京山地森林生态系统服务功能及其价值初步研究. *生态学报*, 2002, 22(05): 783-786.
- [43] 何浩,潘耀忠,申克建,朱文泉,李宜展,张锦水. 北京市湿地生态系统服务功能价值评估研究. *资源科学*, 2012, 34(5): 844-854.
- [53] 尹锴,赵千钧,赵煜. 城市森林生态服务功能在城市景观规划中应用的思考. *地球科学进展*, 2010, 25(04): 444-450.
- [54] 肖霖,陈圣宾,张路,岳平,欧阳志云,刘贤词. 基于生态系统服务的海南岛自然保护区体系规划. *生态学报*, 2011, 31(24): 7357-7369.

# ACTA ECOLOGICA SINICA Vol.33, No.22 Nov., 2013 (Semimonthly)

## CONTENTS

### Frontiers and Comprehensive Review

- The review of methods for mapping species spatial distribution using presence/absence data ..... LIU Fang, LI Sheng, LI Diqiang (7047)
- A research review of landscape service ..... LIU Wenping, YU Zhenrong (7058)
- Progress on techniques for partitioning soil respiration components and their application in cropland ecosystem ..... CHEN Minpeng, XIA Xu, LI Yinkun, MEI Xurong (7067)

### Autecology & Fundamentals

- Effect of different stubble height treatments on the annual growth index and physiological characteristics of *Tetraena mongolica* in two growing seasons ..... WANG Zhen, ZHANG Liwen, YU Yi, et al (7078)
- Photosynthetic characteristics of an endangered species *Tetrameles nudiflora* under different light and water conditions ..... DENG Yun, CHEN Hui, YANG Xiaofei, et al (7088)
- The compensation capacity of tillering and production of main stem nodes in rice ..... WEI Ming, LI Dongxia (7098)
- Simulation of leaf area and dry matter production of tobacco leaves based on product of thermal effectiveness and photosynthetically active radiation ..... ZHANG Mingda, LI Meng, HU Xueqiong, et al (7108)
- Effects of different tillage and straw systems on soil water-stable aggregate distribution and stability in the North China Plain ..... TIAN Shenzhong, WANG Yu, LI Na, et al (7116)
- Effects of the *Larix gmelinii* grown under different light intensities on the development and defensive enzyme activities of *Lymantria dispar* larvae ..... LU Yifang, YAN Junxin, LI Shuangwen, et al (7125)
- Biological control efficiency of *Orius similis* Zheng (Hemiptera: Anthocoridae) on *Frankliniella occidentalis* (Pergande) under different spatial and caged conditions ..... MO Lifeng, ZHI Junrui, TIAN Tian (7132)
- Preliminary study on scavenging mechanism of dissolved aluminum by phytoplankton ..... WANG Zhaowei, REN Jingling, YAN Li, et al (7140)
- Leaf-form characteristics of plants in *Quercus aquifolioides* community along an elevational gradient on the Balang Mountain in Wolong Nature Reserve, Sichuan, China ..... LIU Xingliang, HE Fei, FAN Hua, et al (7148)
- Comparison of shrimp density between the Minjiang estuary and Xinhua bay during spring and summer ..... XU Zhaoli, SUN Yue (7157)
- The feeding selectivity of an herbivorous amphipod *Ampithoe valida* on three dominant macroalgal species of Yundang Lagoon ..... ZHENG Xinqing, HUANG Lingfeng, LI Yuanchao, et al (7166)

### Population, Community and Ecosystem

- Effects of four different agricultural prevention and control measures on rice yellow stem borer *Tryporyza incertulas* (Walker) (Lepidoptera: Pyralidae) ..... ZHANG Zhenfei, HUANG Bingchao, XIAO Hanxiang, et al (7173)
- Soil nitrogen concentrations and transformations under different vegetation types in forested zones of the Loess Gully Region ..... XING Xiaoyi, HUANG Yimei, AN Shaoshan, et al (7181)
- Ecosystem health assessment based on diagnosis ..... CAI Xia, XU Songjun, CHEN Shanhao, et al (7190)
- The production and accumulation of phytoliths in rice ecosystems: a case study to Jiaxing Paddy Field ..... LI Zimin, SONG Zhaoliang, JIANG Peikun (7197)
- Application of a free search-based projection pursuit model in investigating reed in wetlands ..... LI Xinhua, ZHAO Chengyi (7204)

- Soil microbial diversity under typical vegetation zones along an elevation gradient in Helan Mountains .....  
..... LIU Bingru, ZHANG Xiuzhen, HU Tianhua, et al (7211)
- Effects of shrub encroachment on biomass and biodiversity in the typical steppe of Inner Mongolia .....  
..... PENG Haiying, LI Xiaoyan, TONG Shaoyu (7221)
- Research on diaspore morphology and species distribution of 80 plants in the hill-gully Loess Plateau .....  
..... WANG Dongli, ZHANG Xiaoyan, JIAO Juying, et al (7230)
- Habitat suitability assessment of blue sheep in Helan Mountain based on MAXENT modeling .....  
..... LIU Zhensheng, GAO Hui, TENG Liwei, et al (7243)
- Characteristic of phytoplankton primary productivity and influencing factors in littoral zone of Lake Taihu .....  
..... CAI Linlin, ZHU Guangwei, LI Xiangyang (7250)
- Landscape, Regional and Global Ecology**
- Responses of soil respiration to changes in depth of seasonal frozen soil in Ebinur Lake area, arid area of Northwest China .....  
..... QIN Lu, LV Guanghui, HE Xuemin, et al (7259)
- Seasonal and annual variation characteristic in basal soil respiration of black loam under the condition of farmland field .....  
..... ZHANG Yanjun, GUO Shengli, LIU Qingfang, et al (7270)
- Resource and Industrial Ecology**
- Economic evaluation and protection of *Amygdalus mira* genetic resource ..... ZHANG Lirong, MENG Rui, LU Guobin (7277)
- Meteorological grading indexes of water-saving irrigation for cotton ..... XIAO Jingjing, HUO Zhiguo, YAO Yiping, et al (7288)
- Research Notes**
- Sprouts characteristic structure of *Taxus yunnanensis* plantation ..... SU Lei, SU Jianrong, LIU Wande, et al (7300)
- The effects of forest conversion on soil N mineralization and its availability in central jiangxi subtropical region .....  
..... SONG Qingni, YANG Qingpei, YU Dingkun, et al (7309)



# 《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 杨志峰

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 22 期 (2013 年 11 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA

(Semimonthly, Started in 1981)

Vol. 33 No. 22 (November, 2013)

|               |                                                                                                                    |                 |                                                                                                                                                                                   |
|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 编 辑           | 《生态学报》编辑部<br>地址:北京海淀区双清路 18 号<br>邮政编码:100085<br>电话:(010)62941099<br>www.ecologica.cn<br>shengtaixuebao@rcees.ac.cn | Edited by       | Editorial board of<br>ACTA ECOLOGICA SINICA<br>Add: 18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China<br>Tel: (010)62941099<br>www.ecologica.cn<br>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<br>中国科学院生态环境研究中心<br>地址:北京海淀区双清路 18 号<br>邮政编码:100085                                                        | Sponsored by    | Ecological Society of China<br>Research Center for Eco-environmental Sciences, CAS<br>Add: 18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China                                  |
| 出 版           | 科 学 出 版 社<br>地址:北京东黄城根北街 16 号<br>邮政编码:100717                                                                       | Published by    | Science Press<br>Add: 16 Donghuangchenggen North Street,<br>Beijing 100717, China                                                                                                 |
| 印 刷           | 北京北林印刷厂                                                                                                            | Printed by      | Beijing Bei Lin Printing House,<br>Beijing 100083, China                                                                                                                          |
| 发 行           | 科 学 出 版 社<br>地址:东黄城根北街 16 号<br>邮政编码:100717<br>电话:(010)64034563<br>E-mail: journal@ cspg. net                       | Distributed by  | Science Press<br>Add: 16 Donghuangchenggen North<br>Street, Beijing 100717, China<br>Tel: (010)64034563<br>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<br>地址:北京 399 信箱<br>邮政编码:100044                                                                         | Foreign         | China International Book Trading<br>Corporation<br>Add: P.O.Box 399 Beijing 100044, China                                                                                         |
| 广告经营<br>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