

ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

Acta Ecologica Sinica

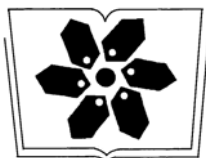
景观生态学专辑



第34卷 第12期 Vol.34 No.12 **2014**

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 34 卷 第 12 期 2014 年 6 月 (半月刊)

目 次

中国景观生态学发展历程与未来研究重点.....	陈利顶,李秀珍,傅伯杰,等 (3129)
城市景观格局演变的水环境效应研究综述.....	黄 硕,郭青海 (3142)
多功能景观研究进展.....	汤 茜,丁圣彦 (3151)
空间形态受限型城市紧凑发展研究——以厦门岛为例	黄 硕,郭青海,等 (3158)
紫金山森林公园降温效应影响因素.....	闫伟姣,孔繁花,尹海伟,等 (3169)
城市公园景观空间结构对其热环境效应的影响	冯悦怡,胡潭高,张力小 (3179)
基于 OWA 的低丘缓坡建设开发适宜性评价——以云南大理白族自治州为例	刘焱序,彭 建,韩忆楠,等 (3188)
生态安全条件下土地利用格局优化——以皇甫川流域为例	喻 锋,李晓兵,王 宏 (3198)
新疆玛纳斯河流域 2000—2010 年土地利用/覆盖变化及影响因素	刘金巍,靳甜甜,刘国华,等 (3211)
基于 GIS 和 RS 的赣江上游流域土地利用动态趋势分析	鲁燕飞,彭 芳,万 韵,等 (3224)
1954—2010 年三江平原土地利用景观格局动态变化及驱动力	刘吉平,赵丹丹,田学智,等 (3234)
基于斑块评价的三峡库区腹地坡耕地优化调控方法与案例研究.....	王永艳,李阳兵,邵景安,等 (3245)
贵州省山地-坝地系统土地利用与景观格局时空演变	李阳兵,姚原温,谢 静,等 (3257)
中国西南地区土地覆盖情景的时空模拟	李 婧,范泽孟,岳天祥 (3266)
基于移动窗口法的岷江干旱河谷景观格局梯度分析.....	张玲玲,赵永华,殷 莎,等 (3276)
基于植被覆盖度的藏羚羊栖息地时空变化研究.....	赵海迪,刘世梁,董世魁,等 (3285)
西南峡谷型喀斯特坡地土壤微生物量 C、N、P 空间变异特征	范夫静,黄国勤,宋同清,等 (3293)
峡谷型喀斯特不同生态系统的土壤微生物数量及生物量特征.....	谭秋锦,宋同清,彭晚霞,等 (3302)
长三角地区土地利用时空变化对生态系统服务价值的影响	刘桂林,张落成,张 倩 (3311)
基于视觉廊道的青藏铁路沿线旅游动态景观评价.....	张瑞英,席建超,姚予龙,等 (3320)
基于 RS 与 GIS 的农村居民点空间变化特征与景观格局影响研究	任 平,洪步庭,刘 寅,等 (3331)
生态系统保护现状及保护等级评估——以江西省为例.....	樊乃卿,张育新,吕一河,等 (3341)
崇明东滩盐沼植被变化对滩涂湿地促淤消浪功能的影响.....	任璘婧,李秀珍,杨世伦,等 (3350)
基于气候、地貌、生态系统的景观分类体系——以新疆地区为例.....	师庆东,王 智,贺龙梅,等 (3359)
黄土丘陵沟壑区景观格局演变特征——以陕西省延安市为例.....	钟莉娜,赵文武,吕一河,等 (3368)
不同干扰背景下农业景观异质性——以巩义市为例	张晓阳,梁国付,丁圣彦 (3378)
山西高原草地景观的数量分类与排序.....	张先平,李志琴,王孟本,等 (3386)

山区夏季地表温度的影响因素——以泰山为例..... 孙常峰,孔繁花,尹海伟,等 (3396)

典型岩溶洼地土壤水分的空间分布及影响因素..... 张继光,苏以荣,陈洪松,等 (3405)

基于移动窗口法的豫西山丘陵区景观异质性分析..... 李栋科,丁圣彦,梁国付,等 (3414)

桂西北喀斯特区域植被变化趋势及其对气候和地形的响应..... 童晓伟,王克林,岳跃民,等 (3425)

喀斯特与非喀斯特区域植被覆盖变化景观分析——以广西壮族自治区河池市为例.....
..... 汪明冲,王兮之,梁钊雄,等 (3435)

不同干扰背景下景观指数与物种多样性的多尺度效应——以巩义市为例.....
..... 董翠芳,梁国付,丁圣彦,等 (3444)

石栎-青冈常绿阔叶林土壤有机碳和全氮空间变异特征 杨 丹,项文化,方 晰,等 (3452)

湘中丘陵区南酸枣阔叶林群落特征及群落更新..... 易 好,邓湘雯,项文化,等 (3463)

基于 RBFN 的桂西北喀斯特区植被碳密度空间分布影响因素分析..... 张明阳,王克林,邓振华,等 (3472)

期刊基本参数:CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 352 * zh * P * ¥ 90.00 * 1510 * 36 * 2014-06



封面图说: 空间发展受限城市的厦门——在我国城市化进程中,中小城市在城镇体系建设中处于中间环节,起到了联系大城市和小城镇的作用。但是,每个城市由于发展历史、社会经济结构、自然地理形态等因素的不同,都有其发展的特性,这些问题都必须因地制宜地去把握。例如,厦门岛相对隔离,没有多余的发展空间,该城市以居住功能为主,城市功能较为单一,公共服务功能和商业服务功能比例较小。研究这样紧凑型的城市发展必须要考虑该城市结构转换的承受力,周边社会经济环境以及居民的生活习惯等。

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/stxb201405040878

陈利顶, 李秀珍, 傅伯杰, 肖笃宁, 赵文武. 中国景观生态学发展历程与未来研究重点. 生态学报, 2014, 34(12): 3129–3141.

Chen L D, Li X Z, Fu B J, Xiao D N, Zhao W W. Development history and future research priorities of landscape ecology in China. Acta Ecologica Sinica, 2014, 34(12): 3129–3141.

中国景观生态学发展历程与未来研究重点

陈利顶^{1,*}, 李秀珍², 傅伯杰¹, 肖笃宁³, 赵文武⁴

(1. 中国科学院生态环境研究中心, 北京 100085; 2. 华东师范大学河口海岸学国家重点实验室, 上海 200062;

3. 中国科学院沈阳应用生态研究所, 沈阳 110016; 4. 北京师范大学资源学院, 北京 100875)

摘要: 景观生态学从其诞生到现在, 已经历了 70 余年。中国景观生态学的发展从其引入, 到发展、壮大、逐渐成熟, 也经历了 30 余年。在这个发展过程中, 中国景观生态学在跟踪国际前沿研究基础上, 结合中国实际情况开展了大量研究, 在许多研究领域取得了重要进展。简述了国际景观生态学会成立与发展过程, 通过系统综述中国景观生态学文献, 重点分析了中国景观生态学的发展历程; 根据中国景观生态学研究特点, 将中国景观生态学发展划分为五个阶段: 摸索与酝酿阶段 (20 世纪 80 年代以前)、吸收与消化阶段 (1980—1988 年)、实践与迅速发展阶段 (1989—2000)、发展与思索阶段 (2001—2010)、思考与创新阶段 (2011—?)。在此基础上, 重点从土地利用格局与生态过程及尺度效应、城市生态用地与景观安全格局构建、景观生态规划与自然保护区网络优化、森林景观动态模拟与生态系统管理、绿洲景观演变与生态水文过程、景观破碎化与遗传多样性保护、多水塘系统与湿地景观格局设计、稻-鸭/鱼农田景观与生态系统健康、梯田文化景观与多功能维持、源汇景观格局分析与水土流失危险评价等方面系统分析了中国景观生态学研究的特点。最后从学科发展与理论研究、重点研究地区和应用实践三个方面分析了中国景观生态学未来发展的重点方向。

关键词: 中国景观生态学; 发展历史; 特点; 未来发展方向

Development history and future research priorities of landscape ecology in China

CHEN Liding^{1,*}, LI Xiuzhen², FU Bojie¹, XIAO Duning³, ZHAO Wenwu⁴

1 Research Center for Eco-Environmental Sciences, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100085, China

2 State Key Laboratory of Estuarine and Coastal Research, East China Normal University, Shanghai 200062, China

3 Institute of Applied Ecology, Chinese Academy of Sciences, Shenyang 110016, China

4 College of Resources Science and Technology, Beijing Normal University, Beijing 100875, China

Abstract: It has been more than 70 years since landscape ecology emerged as a new concept of interdisciplinary research. The development of Chinese landscape ecology also has experienced more than 30 years from the introduction to gradually mature. In this process, Chinese landscape ecologists have carried out many studies in combination with the practical situation of China and important progress has been made in many research fields at tracking the international frontier research. This paper briefly describes the establishment and development history of the International Association for Landscape Ecology (IALE), and analyzes the development of landscape ecology in China through systematic review of landscape ecology literatures. The development of Chinese landscape ecology is divided into five stages: embryonic and germination phase (before the 1980s), introduction and digestion phase (1980—1988), practice and rapid development phase (1989—2000), development and pondering phase (2001—2010), thinking and creation phase (2011—?). And the top ten key research areas of landscape ecology are delineated: the land use patterns and ecological processes and its

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (41230633; 40925003)

收稿日期: 2014-05-04; 修订日期: 2014-06-04

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

scale effect, the urban ecological land use and construction of the landscape security pattern, landscape ecological planning and nature reserve network optimization, forest landscape dynamic simulation and ecosystem management, evolution of oasis landscape and eco-hydrological processes, landscape fragmentation and the genetic diversity protection, the multiple ponds system and wetland landscape pattern design, rice-duck/fish farmland landscape and ecosystem health, terrace fields culture landscape and multi-function maintenance, source-sink landscape pattern analysis and soil-water loss evaluation. Finally, the future research priorities of landscape ecology in China are discussed from three aspects: disciplinary development and theory research, hot research regions, and practical applications.

Key Words: Chinese landscape ecology; history of development; characteristic; future research priorities

景观生态学主要研究宏观尺度上景观类型的空间格局和生态过程的相互作用及其动态变化特征^[1-3]。作为生态学、地理科学和环境科学之间的一门综合交叉学科,景观生态学(Landscape Ecology)一词首先由德国的 Troll 于 1939 年提出;从其诞生到现在,已经历了 70 余年。中国景观生态学研究从基本概念引入、发展壮大,到逐渐成熟也经历了 30 余年。在这个发展历程中,中国景观生态学的发展更多时候是跟踪国际前沿研究动态,但在吸收、消化基础上也逐渐开展了具有中国特色的景观生态学研究,取得了一系列重要研究进展。本文通过综述 30 余年来中国景观生态学发展的历史,系统分析了中国在景观生态学研究方面的特点和历史演变过程,指出了未来发展方向和研究重点。

1 国际景观生态学会(IALE)成立

景观生态学最早起源于欧洲。1980 年以前,德国、捷克、荷兰等中欧一些国家开展了景观生态学探索性研究。针对土地利用与管理、自然保护区规划、城市管理中出现的问题从景观生态学角度进行了初步探讨,并先后召开了几次区域性的国际学术研讨会,直接推动了国际景观生态学发展和国际景观生态学会(International Association for Landscape Ecology, IALE)的成立。

随着欧洲一些国家对景观生态学研究的不断深入,成立一个国际组织,统领国际上景观生态学研究 and 学术交流十分必要。在荷兰 I.S. Zonneveld 教授倡议下,国际景观生态学会 1982 年于捷克正式成立。自国际景观生态学会成立以来,共举办了八届世界景观生态学大会(表 1)。

表 1 历届世界景观生态学大会
Table 1 The World Congresses of IALE

届次 Congress	时间 Time	地点 Location	大会主题 Theme
第一届 the first	1983	丹麦(Roskilde)	景观生态学研究与规划的方法论
第二届 the secend	1987	德国明斯特(Münster)	景观生态学-学科之间的桥梁
第三届 Third	1991	加拿大渥太华(Ottawa)	景观生态学-景观格局与生态过程的纽带
第四届 4 th	1995	法国图卢兹(Toulouse)	景观生态学-我们景观的未来
第五届 5 th	1999	美国(Snowmass)	景观生态学-科学与行动
第六届 6 th	2003	澳大利亚达尔文(Darwin)	景观生态学-文化、学科和方法交叉的前沿领域
第七届 7 th	2007	荷兰瓦赫宁根(Wageningen)	景观生态学 25 年-科学原理的实践与运用
第八届 8 th	2011	中国北京(Beijing)	可持续的环境、文化与景观生态学

自国际景观生态学会(IALE)成立以来,共有 8 人担任过主席,分别是:荷兰的 I. S. Zonneveld (1983—1987)、加拿大的 H. G. Merriam (1987—1991)、法国的 H. Decamps (1991—1995)、美国的 J.

A. Wiens (1995—1999)、澳大利亚的 R. J. Hobbs (1999—2003)、荷兰的 B. Bunce (2003—2007)、美国的 K. B. Jones (2007—2011), 现任 IALE 执委会主席是瑞士的 F. Kienast (2011—2015)。

在景观生态学发展中,1974 年创刊发行的《Landscape and Urban Planning》和 1987 年创刊发行的《Landscape Ecology》对学科建设和发展起到了积极的推动作用。

2 中国景观生态学发展历程与演变

2.1 中国景观生态学发展历程

在老一辈景观生态学家积极推动下,1989 年于沈阳召开了第 1 届全国景观生态学术研讨会,并在这次会议上酝酿成立领导中国景观生态学发展的组织。1992 年,中国生态学学会景观生态专业委员会正式成立,成为之后几年内领导中国景观生态研究和开展学术交流的重要学术团体。国际景观生态

学会中国分会 (IALE-China) 于 1995 年开始筹备,1996 年在北京召开的第 2 届全国景观生态学术研讨会上正式成立。从此以后,中国生态学学会景观生态专业委员会和国际景观生态学会中国分会 (IALE-China) 作为领导中国景观生态学发展的两个核心组织,在中国景观生态学的发展中起到了举足轻重的作用。自 1989 年在沈阳召开第 1 届全国景观生态学术研讨会以来,先后在国内召开了 8 次全国性的景观生态学术研讨会和 4 次国际性的景观生态学术研讨会(表 2)。这些会议的召开,不仅促进了中国景观生态学的蓬勃发展,也推动了一大批景观生态学青年科技工作者的快速成长。

表 2 中国举办的主要国内或国际景观生态学学术会议
Table 2 The Congresses of Landscape Ecology in China

时间 Time	会议 Congresse	地点 Location	大会主题 Theme
1989	第 1 届全国景观生态学术研讨会	沈阳	景观生态学:理论、方法与应用
1996	第 2 届全国景观生态学术研讨会	北京	景观生态学与生物多样性保护
1999	第 3 届全国景观生态学术研讨会	昆明	景观生态学与生态旅游
2003	第 4 届全国景观生态学术研讨会	北京	中国景观生态学:问题·机遇·发展
2005	全国城市景观生态学术研讨会	深圳	城市景观生态学:理论和实践
2007	第 5 届全国景观生态学术研讨会	北京	新形势下景观生态学发展的机遇与挑战
2009	第 6 届全国景观生态学术研讨会	成都	变化环境下的景观生态学与山区发展
2013	第 7 届全国景观生态学术研讨会	长沙	景观生态学与美丽中国建设
1998	第 1 届亚太国际景观生态学术研讨会	沈阳	景观生态学与区域持续发展
2001	第 2 届亚太国际景观生态学术研讨会	兰州	景观变化与人类活动
2006	森林景观模型国际学术研讨会	北京	森林景观模拟:方法、标准、验证与应用
2011	第八届国际景观生态学大会	北京	可持续的环境、文化与景观生态学

2.2 中国景观生态学发展阶段划分

景观生态学引入中国相对较晚。在 20 世纪 80 年代,中国老一辈地理学和生态科技工作者逐渐将景观生态学的概念和理论介绍到中国。自 20 世纪 90 年代至 21 世纪初,中国景观生态学进入了蓬勃发展阶段,并逐渐形成了独具特色的中国景观生态学研究体系。从最初的每年发表不足 10 篇论文到目前每年发表几十篇,从事景观生态研究的队伍也在不断壮大(图 1)。概括起来,可以将中国景观生态学发展划分为摸索酝酿、吸收与消化、实践与迅速发展、发展与思考、独立思考与创新等五个阶段。

2.2.1 摸索酝酿阶段:20 世纪 80 年代以前(1980 年前)

该阶段重要标志是:通过中国一大批地理学和地植物学工作者的努力,逐渐将前苏联的景观生态研究工作介绍到中国,探讨了地生物学和地生态学的研究方向,并开始探索景观生态学研究的核心、内容和方法^[4]。

这一时期的代表性人物主要包括林超、李继侗、陈昌笃、陈传康、刘慎谔、黄锡畴、王献溥、李世玠、祝廷成等。活跃的科研院所包括:中国科学院自然资源综合考察委员会、中国科学院植物研究所、中国科学院昆明植物研究所和中国科学院沈阳应用生态研究所(原林业土壤所)等;活跃的高校包括:北京大

学、中山大学、云南大学、东北师范大学、内蒙古大学

和陕西师范大学等。

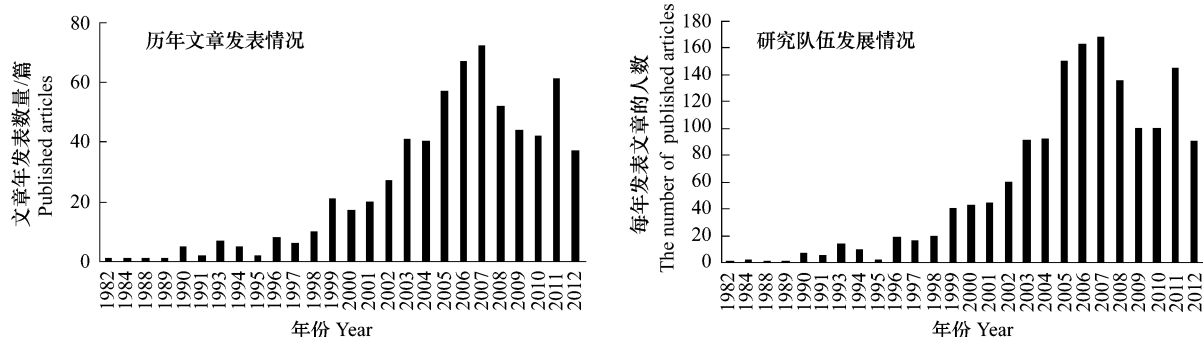


图1 中国景观生态学研究发展历程

Fig.1 The Development process of landscape ecology in China

依据中国知网全文数据库,以“景观生态”和“作者人数”作为关键词搜索近年来发表的文章,进行统计分析

2.2.2 吸收与消化阶段:20 世纪 80 年代(1980—1988 年)

该阶段重要标志是:一些从事景观生态研究的科技工作者开始在杂志上公开发表相关文章,介绍国外景观生态学研究工作,以及景观生态学的概念、特点与学科体系,并逐渐厘清了景观生态学和相关学科的区别。

这一时期,黄锡畴 1981 年在《地理科学》上发表文章介绍了德国景观生态学研究工作^[5],并于 1984 年在《地理学报》发表了第 1 篇关于中国景观生态学研究的文章^[6];刘安国于 1981 年在《地理科学》杂志上发表文章介绍捷克景观生态学研究的特点^[7];林超于 1983 年在《地理译报》上发表文章,第 1 次介绍了景观生态学的概念与特点^[8];董雅文于 1983 年在《地理学报》发表文章,介绍了东欧景观生态学的研究工作^[9];傅伯杰于 1983 年在《生态学杂志》发表文章介绍了景观生态学的学科特点^[10];陈昌笃于 1986 年在《生态学报》上发表文章论述了地生态学的研究特点和方向^[11];景贵和于 1986 年在《地理学报》上发表了“土地生态评价与土地生态设计”一文,从景观生态学角度,系统阐述了土地生态评价与土地生态设计的思想和方法^[12];李哈滨于 1988 年在《生态学进展》(现《应用生态学报》)上发表了“景观生态学-生态学的新概念构架”一文,从生态学分支学科角度,进一步阐述了景观生态学的概念框架^[13];肖笃宁于 1988 年在《生态学杂志》上发表文章论述了景观生态学的发展与应用^[14]。

这个时期在国内具有代表性的单位包括中国科学院有关单位和主要大专院校,如中国科学院的地

理所、沈阳应用生态所、植物所、南京地理研究所;北京大学、中山大学、云南大学、东北师范大学等。

2.2.3 实践与迅速发展阶段:20 世纪 90 年代(1989—1999 年)

进入 20 世纪 90 年代,景观生态学在中国得到了迅速发展,其重要标志是:第 1 届全国景观生态学学术研讨会于 1989 年在沈阳召开,第 1 个从事景观生态研究的独立实体(景观生态研究室)在中国科学院沈阳应用生态研究所成立;第 1 个与景观生态学相关的国家自然科学基金项目获得批准;第 1 次在云南大学开设《景观生态学》研究生课程;R. Foman 和 M. Godron 著的《景观生态学》由肖笃宁等翻译出版^[15],直接推动了中国景观生态学的发展;肖笃宁于 1996 年当选为 IALE 副主席。

概况起来,这个时期中国景观生态学的研究特点主要是对景观格局指数的分析和计算,研究典型地区不同时期景观格局演变的特征,但对于景观格局演变的生态学意义缺乏深入思考,更多研究还属于跟踪性研究^[4,16-27]。在这一期间,尽管中国学者也相继出版了一些著作,但主要是结合研究实例介绍景观生态学研究工作,在景观生态学理论和方法上缺乏系统性探讨^[28-33]。

2.2.4 发展与思索阶段:21 世纪初 10 年(2000—2010 年)

这个时期的重要标志是一系列由中国学者独立编写的景观生态学相关著作陆续出版,如《景观生态学原理及应用》、《景观生态学:格局·过程与尺度》、《实用景观生态学》、《景观生态学》^[1-3,36]。在这个时期,景观生态学作为一门本科生课程,相继在许多

大学开设,成为中国培养青年景观生态科技工作者的主要平台。与此同时,中国学者在国际期刊上发表的文章数量显著增加^[37-47]。另外一个重要标志是在继肖笃宁连续两届当选为 IALE 副主席后,傅伯杰于 1999 年当选为 IALE 副主席。

21 世纪初是中国景观生态学发展的重要时期,中国学者逐渐开展了景观格局与生态过程相互作用及尺度效应的研究,在区域尺度取得了一系列重要成果^[48-51]。在经历了前面十年的迅速发展后,景观生态学研究中的格局指数分析方法受到了质疑^[52-53]。通过 Fragstats 软件计算出来的格局指数,在量化景观格局特征同时其生态学意义到底如何?成为大家质疑的焦点。为此,一些景观生态科技工作者开始思索景观生态学的发展方向^[54-58]。

这个时期的特点主要为:在不同区域开展了大量的景观格局与生态过程的相互作用机理研究。在进行景观格局指数计算同时,开始反思这些格局指数的生态学意义^[52,59-60],并逐渐提出了一些新的理论和格局指数计算方法^[61-62];如陈利顶等提出的源汇景观概念和基于“源-汇”过程的景观空间负荷对比指数^[55,63],就是融合了景观的数量结构特征、空间结构特征和景观性质,可以用来定量评价景观格局针对某一特定过程的影响。此外,傅伯杰、赵文武等提出了多尺度土壤侵蚀评价指数^[64,65];游珍和李占斌从坡面尺度上提出了斑块顺坡连通度指数/斑块横坡连通度指数,以及斑块坡面位置的定量刻画方法^[66];这些指数均在一定程度上刻画了景观格局与生态过程之间的定量关系,推动了景观生态学的发展。

这一时期,中国学者在跟踪国际景观生态学研究的同时,紧密结合中国特色,从土地利用格局与生态过程及尺度效应、城市生态用地与景观安全格局构建、景观生态规划与自然保护区网络优化、森林景观动态模拟与生态系统管理、绿洲景观演变与生态水文平衡过程、景观破碎化与遗传多样性保护、多水塘系统与湿地景观格局设计、稻-鸭/鱼农田景观与生态系统健康、梯田文化景观与多功能维持、源汇景观格局分析与水土流失危险评价等方面开展了系统研究。

2.2.5 独立思考与创新阶段:21 世纪 10 年代(2011—?)

进入 21 世纪的第 2 个十年是中国景观生态学发展的一个新起点。中国景观生态学研究将全面进入独立思考与创新的阶段,将成为中国景观生态学发展的一个重要的历史转折点^[67]。其重要标志是由 IALE-China 在北京成功举办了第八届国际景观生态学大会(2011 年),表明中国景观生态学研究取得的成就已经获得了国际景观生态学界的认可,同时也标志着中国景观生态科技工作者已经成为国际景观生态学领域的一支重要力量。在这一时期,李秀珍于 2011 年当选为 IALE 议会主席,陈利顶于 2013 年当选为 IALE 副主席。

中国景观生态学研究在不断跟踪国际前沿的基础上,也逐渐形成了独具特色的研究领域,逐渐开拓出中国景观生态学的研究方向,如变化景观中生态服务的权衡研究等。

3 中国景观生态学研究的重点领域与特色

自景观生态学引入中国以来,中国学者结合中国国情,在跟踪国际研究前沿的同时,开展了许多具有特色的工作,其重点领域与特色主要表现为:土地利用格局与生态过程及尺度效应、城市景观演变的环境效应与景观安全格局构建、景观生态规划与自然保护区网络优化、干扰森林景观动态模拟与生态系统管理、绿洲景观演变与生态水文过程、景观破碎化与物种遗传多样性、多水塘系统与湿地景观格局设计、稻-鸭/鱼农田景观与生态系统健康、梯田文化景观与多功能景观维持、源汇景观格局分析与水土流失危险评价等十大方面。

3.1 土地利用格局与生态过程及尺度效应

景观格局与生态过程的相互作用及其尺度效应是景观生态学研究的核心。傅伯杰研究团队在黄土高原地区将尺度-格局-过程有机结合,从单一土地利用类型、复杂坡面和小流域及区域尺度,通过定位观测、景观样带调查和遥感与模型相结合,系统开展了土地利用格局与生态过程的相互作用机理研究和生态系统服务的动态变化评估。揭示了土地利用格局对土壤水分、养分和土壤侵蚀的影响机理^[49-51,68-69],提出了黄土丘陵坡地和小流域合理的土地利用结构。建立了结合景观格局-生态过程和生态系统服务的概念框架^[70],分析了变化景观下生态系统服务变化的驱动机制,提出了综合评价和区域集成的方

法^[71-72],为区域生态建设提供了科学依据。

揭示景观格局与生态过程的空间尺度特征及其尺度效应对于开展生态服务功能评价与尺度转换具有重要意义。针对黄土丘陵区景观格局变化的尺度效应,中国学者开展了大量的研究工作。已有研究发现,随着时空尺度变大,景观变化速度均在变小^[73];比例尺不同,景观指数的粒度变化效应也不相同^[74]。水土流失过程方面,随着流域面积变大,径流模数和侵蚀模数在数量和增加幅度上有变小的趋势,径流与侵蚀模数随流域面积变化所表现出的尺度效应可用对数函数 $y=a\ln(x)+b$ 来拟合^[73]。景观格局对侵蚀产沙过程的解释表现出明显的尺度依赖特征;斑块类型、景观和“嵌套景观”3个水平下,对应的景观格局对泥沙输移过程变异的解释分别为70%、66%和67%^[75];同时研究发现,黄土丘陵沟壑区景观格局是影响黄土丘陵沟壑区泥沙输移过程时空变异的主导格局,远大于地形地貌格局对水沙过程的影响^[76]。这些研究结果为控制黄土丘陵沟壑区的水土流失和植被恢复提供了重要依据。

3.2 城市景观演变的环境效应与景观安全格局构建

城市化进程突出表现在不透水地面增加、绿地和水体景观减少、景观破碎和离散化等^[77],由此引起了景观格局变化。中国学者针对城市景观格局演变及其环境效应开展了一系列研究^[78],主要集中在以下方面:(1)城市景观格局演变与空间扩展模式^[79-81];(2)城市景观格局与地表热环境的定量关系;(3)城市不透水面与城市水文过程;(4)城市景观格局演变的生态服务效应。在城市景观格局演变与城市空间扩展模式研究中,通过将两者相结合,根据城市扩展和道路、建设用地的邻接关系,可以将城市扩展归纳为填充型、外延型和独立型三种发展模式^[82]。在城市景观格局与地表热环境的定量关系研究中发现,在绿地覆盖率相当情况下,大斑块绿地降温效应明显高于小斑块绿地^[83-84],但绿地和水体对气温的调节作用往往存在一个阈值,只有在该阈值范围内的景观才能发挥出最大的气温调节功能^[85],绿地和水体斑块的形状也会影响热岛效应的强弱^[86];同时,城市景观的空间位置及其空间邻接关系也会对热岛效应产生显著影响^[87],通过定义热力景观、建立热力景观空间格局的评价体系^[88],能够为定量分析城市热环境及城市气候演变提供基

础。在城市不透水面与城市水文过程的研究中发现,城市不透水面的增加成为影响城市水文过程的重要因素,不仅能够隔离地表水下渗,还将切断城市地表水与地下水之间的水文联系;不透水表面增加的水文效应主要表现为短时间内增大降雨的径流量,长时间内增加洪水频率和径流总量^[89],由此导致城市地表渍水与洪涝灾害的发生。城市景观格局演变与生态系统服务之间存在着密切相关性^[90];城市化过程会导致生态系统服务功能下降,使得建成区成为生态系统服务功能密度的低值区^[91]。因此,城市绿地景观的演变特征及其生态服务价值,尤其是在生物多样性保护方面的作用,得到了广泛的关注^[92-96]。

在城市景观安全格局构建过程中,设置生态用地对于保障城市生态安全、约束城市空间发展具有重要作用。俞孔坚等借助景观安全格局理论和方法,从土地地表属性和空间属性两个方面,界定了生态用地的内涵,将其定义为:在不同空间尺度上,对维护关键生态过程和提供生态系统服务具有重要意义的生态系统(土地单元)及其空间部位。在此基础上,以北京市为例,通过对水文、地质灾害、生物、文化遗产和游憩过程的模拟和动态分析,判别维护上述过程安全的关键性空间格局,构建了不同安全水平的综合生态安全格局,特别是界定最低安全标准下的景观格局;并以生态安全格局为刚性框架,模拟了北京城镇格局扩张的生态环境效应,指出了北京基于“低水平生态安全格局”的城镇发展格局所需要的生态用地底线^[97-98]。此外,景观生态安全格局的设计,也需要通过构建生态廊道和生态节点等来加强生态网络的空间联系,在保障生态安全基础上优化城市合理的扩展趋势和空间布局模式^[99]。在这个过程中,构建城市绿地生态网络^[100]、合理扩展城市空间^[101]、协调城市景观功能、实施生态调控策略^[102-103],对于实现城市的生态安全具有重要意义。

3.3 景观生态规划与自然保护区网络优化

景观生态规划与生物多样性保护一直是景观生态学关注的内容^[104-105],自然保护区人类活动对景观结构的影响以及景观多样性和物种保护往往是关注的重点^[106-108]。作为保护生物多样性的重要手段,自然保护区设计固然重要,但研究发现建立独立的自然保护区有时并未能起到保护生物多样性的作用,

自然保护区的建立,反而隔断了不同种群之间的基因联系,增加了物种濒危灭绝的风险。如何通过自然保护区网络设计与格局优化,真正起到保护濒危物种的作用?对此,中国学者基于景观生态学的原理和方法,从区域物种保护角度做了许多积极的探索性研究。

如在大熊猫自然保护区设计方面,学者们在深入研究大熊猫生境利用模式基础上^[109-110],以秦岭山系为研究区域,以生境评价与通达性分析为主要方法,探讨了自然保护区群的空间合理布局与功能优化。研究发现,秦岭山系现有和在建大熊猫自然保护区达到了 17 个,初步形成了一个保护区体系,但适宜大熊猫生存的核心区却被隔离为 20 个部分,直接影响了大熊猫的保护效果。在自然保护区管理中,应当从区域景观生态安全格局角度出发,通过在不同自然保护区之间修建生境廊道,从而实现区域自然保护区网络的构建,达到自然保护区空间布局的整体优化^[111]。

3.4 干扰、森林景观动态模拟与生态系统管理

干扰与森林景观动态一直是景观生态学研究的重点。在中国,基于空间直观景观模型,针对森林景观动态及其带来的生态环境效应开展了大量的模拟研究^[112],主要表现为以下几个方面:(1)火干扰与植被恢复;(2)森林景观动态模拟;(3)森林生态系统服务与管理。其中,林地火烧迹地与林地植被恢复动态是火干扰与植被恢复重点研究内容^[113-115],这方面的研究主要使用了 LANDIS 模型,结合中国东北地区森林火灾火烧迹地的空间分布特征、面积大小,探讨了植被恢复过程中土壤有机质、结构的恢复和对植被群落的影响。森林景观动态模拟往往是探讨人类活动或不同气候变化情景下,森林生态系统的时空动态演变特征^[116]。如 Chang 等通过设计 2 种情景预案(灭火和自然火),利用 LANDIS 模型模拟了大兴安岭呼中林区森林景观动态演替,发现现有灭火策略将使樟子松林的演替提前约 100 年,使云杉林演替提前约 110 年,使白桦林演替提前约 80 年;不同火情景预案下,火烧面积、强度及火烧斑块的空间结构组成存在明显差异^[117]。森林生态系统服务与管理研究的涵盖范围较广,如森林生态系统服务功能情景模拟、森林采伐管理^[118]、林下可燃物处理^[119]、全球气候变化对森林树种的情景模拟^[116]、

森林景观破碎化和生物多样性保护等^[120-123]。

3.5 绿洲景观演变与生态水文过程

绿洲景观格局演变对区域生态环境、生态水文过程的影响一直是研究的热点问题^[124-125]。在中国西北干旱地区,绿洲景观成为支撑中国广大西北地区国民经济和生态系统稳定的关键,但由于受到水资源供给限制,直接制约了绿洲生态系统的持续发展。针对该科学问题,景观生态科技工作者开展了有针对性的研究。

(1)绿洲廊道与景观格局演变 研究发现绿洲廊道对绿洲景观格局和变化起着重要的影响和塑造作用^[126-127]。绿洲廊道维系着绿洲的形成与发展,连接着干旱区的绿洲网络体系,在绿洲景观中发挥着决定性的作用。在绿洲廊道与景观格局演变研究中,可以通过分析渠系、道路和河流廊道的分布格局及其与不同土地利用的关系^[128],进而识别河流廊道对干旱区景观格局的影响和辐射效应^[129]。

(2)绿洲景观格局变化的生态水文效应 近几年,研究绿洲景观格局与绿洲生态水文效应越来越受到重视,不论是在研究方法还是科学理论上都进行了较好的探索。一方面,基于不同时期土地利用变化数据,分析土地利用和径流过程各参量之间的定量关系,能够建立基于降水和土地利用因素的径流过程统计模拟模型^[130];另一方面,运用地统计学方法分析石羊河下游、三工河流域和黑河中游等不同流域绿洲的地下水特征时空变异规律及其与土地利用变化的关系,通过地下水特征的空间插值图和同期土地利用图的空间叠加,可以实现了地下水特征格局与土地利用在空间上的耦合^[131-134]。

(3)绿洲景观格局与绿洲稳定性 有关绿洲稳定性的分析与评价,一直是干旱区研究的热点问题。绿洲稳定性与绿洲水资源利用和绿洲面积之间往往有一定的统计关系^[135],但是,从斑块尺度到景观尺度、区域尺度,景观格局与绿洲稳定性的关系将发生变化,人工绿洲的稳定需要绿洲景观多样性逐渐降低和景观廊道复杂性增加^[136-137]。在绿洲稳定性评价分析中,通过构建绿洲发育度等绿洲结构指标,能够有效评价不同流域绿洲的稳定性^[138];也可以通过将景观连接度指数与荒漠化过程相关联,探讨绿洲景观格局与区域生态安全的关系^[139]。

3.6 景观破碎化与物种遗传多样性

景观碎裂化是生物多样性丧失的主要原因之

一,其对物种遗传多样性的威胁主要包括三方面:(1)减少生境总面积,降低遗传多样性的整体规模;(2)分隔种群,增大局部种群受随机干扰而灭绝的风险;(3)限制或阻断种群间的基因流,导致了局部种群的遗传多样性丧失^[140-141]。目前,大多研究关注人为或自然成因的景观碎裂化的遗传结果,探讨异质或碎裂化景观中,隔离种群的遗传多样性水平和种群间的遗传分化格局,并结合 N_m 等指标间接推断种群间的基因流强度^[142]。一些研究也将种群遗传变异水平与土壤养分、海拔梯度和生境干扰强度等环境因子相结合,探讨了种群遗传多样性对景观环境变化的响应^[143-145],针对异质景观中具有碎裂化种群的资源物种^[146]、病害物种^[147]、濒危珍稀物种或入侵物种^[148],通过物种遗传分化的空间特征,还原物种的谱系分化历史和种群扩散格局。

针对景观碎裂化过程的遗传效应的研究目前还为数不多。已有研究表明,景观碎裂化对基因流具有阻隔作用^[149],恢复种群的遗传结构存在一定的瓶颈,生态恢复与遗传多样性恢复之间具有不同步性^[150];景观碎裂化和种群基因流共同决定隔离种群之间的遗传结构变化,因此需要对物种繁殖策略的观测分析,来反映和解释基因流对景观碎裂化的响应^[151]。景观生态学对尺度和空间结构的强调,及其提供的空间信息与分析手段,都将有助于这一领域的发展,而这一领域的发展也将丰富景观生态学的理论与方法^[152-153]。

3.7 多水塘系统与湿地景观格局设计

历史上中国许多地区均有水塘分布,特别是在村庄及其周边地区,水塘成为人们必不可少的景观之一。在中国南方,由于水资源丰富,流域内常常分布有一系列水塘,与河流水系共同组成了多水塘系统。多水塘系统具有很高的生态服务价值,在雨季可以收集雨水、生活及农业污水,开展渔业养殖;干旱季节可以作为水源用于农田灌溉,使得养分在农田生态系统中循环利用;与此同时,水塘底泥(沉积物)可以作为有机肥料,用于农业生产,使营养物质回归到农田,进行多次循环利用。

关于多水塘景观的生态价值中国学者已经做了较多研究,尤其以尹澄清团队所做的工作最为突出^[154]。根据相关研究结果,多水塘系统可以有效地截留农田中流失的养分,起到保护流域下游地表水

体的作用^[155-157]。这些研究将生态学中的源、汇概念运用到景观空间配置与养分截留方面,拓展了源汇景观生态学的应用领域。但对于多水塘系统的管理仍然存在许多待研究的问题,如水塘大小和结构,植物种植与收获,水塘清淤处理,特别是多水塘景观的空间布局,既可以发挥水塘的生态服务功能,也可以极大地提高土地的使用效率,但这一方面的研究相对较少。湿地景观的合理开发和利用一直是中国景观生态学关注的热点^[158],除了多水塘景观外,中国学者在湿地景观的破碎化与驱动机制^[159]、湿地景观与养分截留及水文调节^[160-164]、湿地景观与生物多样性保护^[165-168]、湿地景观与区域生态安全^[169-170]等方面也开展了大量研究工作,取得了积极进展。

3.8 稻-鸭/鱼农田景观与生态系统健康

稻-鸭-鱼农田景观是中国南方地区多年来探索出来的提高农田生产服务价值,促进农田系统良性循环的重要模式,目前已经成为中国重要的物质文化遗产。该模式一般实行垄(厢)稻-沟鱼/鸭,配合鱼沟鱼凼建设。这样的农田景观具有多方面功能^[171-173]:(1)提高了土地的时间利用效率,稻-鸭-鱼模式可由单纯利用冬水田种稻的 140 天左右增加到 350 天左右循环利用,增加土地的生产服务价值;(2)提高了土地的空间利用效率,将过去水稻一层利用生产模式改变为稻-鸭-鱼综合立体利用模式,可以获得土地、水体、水面等要素的多层利用,充分利用有限的土地空间;(3)提高物质的利用效率,将水稻种植、鱼鸭养殖综合在一起,可以起到一次投入、多级利用、鱼鸭过腹还田之功效。研究稻-鸭/鱼农田景观系统的健康与可持续利用为探讨基于功能的景观格局设计提供了良好应用实例。

关于稻-鸭-鱼农田景观管理,仍然存在许多问题需要进一步去研究和探索,如土地整理技术、稻/鸭/鱼时空搭配、养分投入和合理利用频率、农田轮作与生态系统健康维持等。

3.9 梯田文化景观与多功能景观维持

哈尼梯田景观是中国西南哈尼族地区非常特殊的一个景观类型,它由森林、村寨和梯田 3 个系统组成,在空间上形成森林-村寨-农田沿不同等高线分布的景观格局^[174]。这种景观格局不仅具有保持水土、涵养水源的功能,而且还具有提供农产品、维持系统稳定性等生态服务功能。

森林-村寨-水田在不同高度上错落分布,山顶森林景观的水源涵养功能,起到了水塔作用,可以满足人们日常生活用水的需求;村寨分布于系统中部,其所排放的生活污水可以用来灌溉下方的梯田,这样通过梯田的净化作用,可以有效地利用生产生活污水、垃圾粪便中的养分,既提高了农田肥力,还减少了生活污水对下游水体的影响。对于哈尼梯田的生态服务功能,已经开展了较多的研究^[175],但对于哈尼梯田的管理、保护与可持续利用尚未引起足够重视。随着人口增长与资源持续开发,该区水资源利用与水量平衡将直接决定该区的人口承载力,也决定了系统的物质能量的输入输出平衡,如何设计一个合理优化的景观格局,将是景观生态科技工作者需要的关注的问题^[176]。哈尼梯田景观成为不同功能景观协调利用和科学布局的一个典型案例,为探讨多功能景观的综合利用提供了科学基础。

3.10 源汇景观格局分析与水土流失危险评价

源汇景观格局分析是陈利顶等于 2003 年提出并逐渐发展起来的^[63]。其关键是:基于各景观类型的生态功能特点,从“源”“汇”的角度,重新定义了景观类型的性质;根据景观对某一生态过程的作用和功能,将之分为源景观和汇景观^[55]。在此基础上,构建了基于源-汇过程的景观空间负荷比指数。该指数已经得到了初步的验证,可以用来比较同一时期,不同流域景观格局在控制水土流失和养分流失方面的优劣,也可以比较同一流域不同时期景观格局变化对水土流失和养分流失的影响^[177]。目前,源汇景观概念和相应的评价方法已经被应用到森林格局的水资源涵养评价、水土流失评价、热岛效应等领域。

此外,中国许多学者还从农田景观设计与生态规划^[178-179]及非点源污染控制^[180-181]、农业景观与美丽乡村建设^[182]、农业景观与生物多样性保护^[183-184]、景观格局与生态功能^[185-187]等方面开展了许多有特色的研究,拓展了景观生态学的研究领域。在可持续发展背景下,景观可持续性景观可持续性科学也开始进入了研究者的视野^[188-189]。

4 中国景观生态学未来发展重点

中国景观生态学发展已经走上影响和引领国际景观生态学发展的前沿舞台。在新形势下,如何紧密结合国民经济发展中出现的新问题,开展独创性

的研究,是目前需要亟待解决的问题。

(1) 在学科建设和理论研究方面,应紧密结合景观生态学国际发展动向,从以下方面开展研究:①景观生态学学科领域的拓展,如研究景观格局对基因遗传多样性影响的景观遗传学;探讨城市景观格局对人居环境健康影响的宜居景观生态学;探讨景观格局与可持续发展关系的可持续景观生态学;研究景观不同功能协调与综合利用的功能景观生态学;②格局-过程的定量识别与研究方法;③基于格局-过程耦合的生态服务评价模型;④探讨和建立具有生态学意义的景观格局指数,为此需要结合具体的生态学过程,揭示不同景观类型对特定生态过程的影响,发展景观格局指数。

(2) 在研究地区选择上,尤其需要重视以下地区的景观生态学问题研究:①人口高度集中的城市化地区;②存在高度不确定性的城乡过渡带;③传统文化长期影响下的文化遗产景观区;④农业发展与乡村景观地区;⑤自然背景下形成的生态脆弱地区;⑥具有高度生态服务价值的重要生态功能区。

(3) 在实践应用方面,需要紧密结合中国生态环境面临的实际问题,以及国家发展中的重大需求,重点关注以下几个方面研究:①生物多样性保护与国家生态安全格局的关系;②快速城镇化过程对区域生态服务功能及其生态安全的影响;③城市生态用地流失对城市生态安全的影响;④城市生态服务效应与人居环境健康之间的定量关系;⑤景观服务/生态系统服务权衡与景观可持续性。

景观生态学的发展经历了萌芽、形成、快速发展的时期,作为一门应用性较强的学科,如何更好地将景观生态理论和方法应用到解决实际问题中,目前仍然是广大科技工作者十分困惑的问题。尽管中国景观生态学发展取得了突出的成绩,但在服务于国民经济发展和国土生态安全方面仍然缺乏有效实用的手段,这正是今后需要努力的方向。

参考文献:

- [1] 傅伯杰, 陈利顶, 王仰麟, 马克明. 景观生态学原理及应用. 北京: 科学出版社, 2001.
- [2] 郭建国. 景观生态学: 格局、过程、尺度与等级. 北京: 高等教育出版社, 2001.
- [3] 肖笃宁, 李秀珍, 高俊, 常禹, 李团胜. 景观生态学. 北京: 科学出版社, 2003.
- [4] 肖笃宁. 景观生态学理论、方法及应用. 北京: 中国林业出版社, 1991.
- [5] 黄锡畴. 德意志联邦共和国生态环境现状及其保护. 地理科

- 学, 1981, 1(2): 181-182.
- [6] 黄锡畴, 李崇稿. 长白山高山苔原的景观生态分析. 地理学报, 1984, 39(3): 285-297.
- [7] 刘安国. 捷克斯洛伐克的景观生态研究. 地理科学, 1981, 1(2): 183-184.
- [8] C.特罗勒(林超译). 景观生态学. 地理译报, 1983.1:1-7.
- [9] 董雅文. 苏联、捷克斯洛伐克等国的现代地理学. 地理学报, 1983, 38(1): 90-95.
- [10] 傅伯杰. 地理学的新领域: 景观生态学. 生态学杂志, 1983, 2(4): 60, 7.
- [11] 陈昌笃. 论地生态学. 生态学报, 1986, 6(4): 289-294.
- [12] 景贵和. 土地生态评价与土地生态设计. 地理学报, 1986, 41(1): 1-7.
- [13] 陈昌笃. 十年来的我国景观生态学和全球生态学. 生态学杂志, 1992, 11(1): 15-16.
- [14] 肖笃宁, 苏文贵, 贺红士. 景观生态学的发展和应用. 生态学杂志, 1988, 7(6): 43-48.
- [15] R.Foman and M.Godron 著//肖笃宁等译. 景观生态学. 北京: 科学出版社, 1990.
- [16] 陈利顶, 傅伯杰. 1996. 黄河三角洲地区人类活动对景观结构的影响分析. 生态学报, 16(4): 337-344.
- [17] 傅伯杰. 黄土区农业景观空间格局分析. 生态学报, 1995, 15(2): 113-120.
- [18] 傅伯杰, 陈利顶. 景观多样性的类型及其生态意义. 地理学报, 1996, 51(5): 454-462.
- [19] 傅伯杰, 陈利顶. 土地可持续利用评价的指标体系与方法. 自然资源学报, 1997, 12(2): 112-119.
- [20] 傅伯杰, 马克明, 周华峰, 陈利顶. 黄土丘陵区土地利用结构对土壤养分分布的影响. 科学通报, 1998, 43(22): 244-247.
- [21] 王宪礼, 布仁仓, 胡远满, 肖笃宁. 辽河三角洲湿地的景观破碎化分析. 应用生态学报, 1996, 7(3): 299-304.
- [22] 郭晋平, 阳含熙, 张芸香. 关帝山林区景观要素空间分布及其动态研究. 生态学报, 1999, 19(4): 468-473.
- [23] 马克明, 傅伯杰. 北京东灵山区景观类型空间邻接与分布规律, 2000, 20(5): 748-752.
- [24] 肖笃宁, 孙中伟. 城市景观空间格局变化的研究方法和实例. 城市环境与城市生态, 1990, 3(1): 12-16.
- [25] 肖笃宁, 赵界, 孙中伟, 张国枢. 沈阳西郊景观格局变化的研究. 应用生态学报, 1990, 1(1): 75-84.
- [26] 景贵和. 我国东北地区某些荒芜土地的景观生态建设. 地理学报, 1991, 46(1): 8-15.
- [27] 常禹, 苏文贵, 高瑞平. 沈阳市东部土地利用格局变化. 应用生态学报, 1997, 8(4): 421-425.
- [28] 景贵和. 景观生态学的发展及其前景. 地理科学, 1990, 10(4): 293-302.
- [29] 董雅文. 城市景观生态. 上海: 商务出版社, 1993.
- [30] 宗跃光. 城市景观规划的理论和方法. 北京: 中国科学技术出版社, 1993
- [31] 许慧. 景观生态学的理论与应用. 北京: 中国环境科学出版社, 1993.
- [32] 徐化成. 景观生态学. 北京: 中国林业出版社, 1996.
- [33] 俞孔坚. 景观: 生态、文化与感知. 科学出版社, 1998.
- [34] 肖笃宁. 景观生态学研究进展. 湖南长沙: 湖南科学技术出版社, 1999.
- [35] 景贵和. 吉林省中西部沙化地景观生态建设. 上海: 华东师范大学出版社, 1990.
- [36] 赵羿, 李月辉. 实用景观生态学. 北京: 科学出版社, 2001.
- [37] Chen J, Da M H, Masae S, Yoshimichi H, Yasuo Y, Yiruhan. Spatial heterogeneity and diversity of vegetation at the landscape level in Inner Mongolia, China, with special reference to water resources. Landscape and Urban Planning, 2007, 82: 222-232.
- [38] Gao Q, Li J D, Zheng H Y. A dynamic landscape simulation model for the alkaline grasslands on Songnen Plain in northeast China. Landscape Ecology, 1996, 11(6): 339-349.
- [39] Gao Q, Yang X S. A relationship between spatial processes and a partial patchiness index in a grassland landscape. Landscape Ecology, 1997, 12: 321-330.
- [40] Gao Q, Yu M, Yang X S, Wu J G. Scaling simulation models for spatially heterogeneous ecosystems with diffusive transportation. Landscape Ecology, 2001, 16: 289-300.
- [41] Li X Z, Hong S H, Wang X G, Bu R C, Hu Y M, Chang Y. Evaluating the effectiveness of neutral landscape models to represent a real landscape. Landscape and Urban Planning, 2004, 69: 137-148
- [42] Kou X J, William L B. A landscape model quantifies error in reconstructing fire history from scars. Landscape Ecology, 2006, 21: 735-745.
- [43] Wang G X, Guo X Y, Shen Y P, Cheng G D. Evolving landscapes in the headwaters area of the Yellow River (China) and their ecological implications. Landscape Ecology, 2003, 18: 363-375.
- [44] Wang G X, Yao J Z, Luo L, Qian J. Soil C and N Content under evolving landscapes in an arid inland river basin of Northwest China. Landscape Ecology, 2004, 19: 621-629.
- [45] Yu K J. Security patterns and surface model in landscape ecological planning. Landscape and Urban Planning, 1996, 36: 1-17.
- [46] Zhang N, Yu Z L, Yu G R, Wu J G. Scaling up ecosystem productivity from patch to landscape: a case study of Changbai Mountain Nature Reserve, China. Landscape Ecology, 2007, 22: 303-315
- [47] Chen L D, Wang J P, Wei W, Fu B J, Wu D P. Effects of Landscape Restoration on Soil Water Storage and Water Use in the Loess Plateau Region, China. Forest Ecology and Management, 2010, 259(7): 1291-1298.
- [48] Chen L D, Fu B J, Zhang S R, Qiu J, Guo X D, Yang F L. A comparative study on nitrogen-concentration dynamics in surface water in a heterogeneous landscape. Environmental Geology, 2002, 42: 424-432
- [49] Fu B J, Chen L D, Ma K M, Zhou H F, Wang J. The relationships between land use and soil conditions in the hilly area of the loess plateau in northern Shaanxi, China. Catena, 2000, 39: 69-78
- [50] Fu B J, Wang J, Chen L D, Qiu Y. The effect of Land use on soil moisture variation in the Danangou Catchment, the Loess Plateau of China. Catena, 2003, 54(1): 197-214.
- [51] Fu B J, Wang Y F, Lv Y H, He C S, Chen L D, Song C J. The effects of land use combination on soil erosion — case study in Loess Plateau of China. Progress in Physical Geography, 2009, 33(6): 793-804.
- [52] 李秀珍, 布仁仓, 常禹, 胡远满, 问青春, 王绪高, 徐崇刚, 李月辉, 贺红仕. 景观格局指标对不同景观格局的反应. 生态学报, 2004, 24(1): 123-134.
- [53] 彭建, 王仰麟, 张源, 叶敏婷, 吴健生. 土地利用分类对景观格局指数的影响. 地理学报, 2006, 61(2): 157-168.
- [54] 肖笃宁, 李秀珍. 景观生态学的学科前沿与发展战略. 生态学报, 2003, 23(8): 1615-1621.
- [55] 陈利顶, 傅伯杰, 赵文武. “源”汇”景观理论及其生态学意义, 生态学报, 2006, 26(5): 1444-1449.
- [56] 陈利顶, 刘洋, 吕一河, 冯晓明, 傅伯杰. 景观生态学中的格

- 局分析:现状、困境与未来.生态学报,2008,28(11):5521-5531.
- [57] 吕一河,陈利顶,傅伯杰.景观格局与生态过程的耦合途径分析.地理科学进展,2007,26(3):1-10.
- [58] 傅伯杰,吕一河,陈利顶,苏常红,姚雪玲,刘宇.国际景观生态学研究新进展.生态学报,2008,28(2):798-807.
- [59] 程好好,曾辉,汪自书,简霞.城市绿地类型及格局特征与地表温度的关系——以深圳特区为例.北京大学学报(自然科学版),2009,45(3):495-501.
- [60] 张绪良,张朝晖,徐宗军,谷东起,郑伟.莱州湾南岸滨海湿地的景观格局变化及累积环境效应.生态学报,2009,28(12):2437-2443.
- [61] 陈利顶,徐建英,傅伯杰,吕一河.斑块边缘效应的定量评价及其生态学意义.生态学报,2004,24(9):1827-1832.
- [62] 武鹏飞,周德民,宫辉力.一种新的景观扩张指数的定义与实现.生态学报,2012,32(13):4270-4277.
- [63] 陈利顶,傅伯杰,徐建英,巩杰.基于“源-汇”生态过程的景观格局识别方法:景观空间负荷对比指数.生态学报,2003,23(11):2406-2413.
- [64] Fu Bojie, Zhao Wenwu, Chen Liding, Lü Yihe and Wang De. A multiscale soil loss evaluation index. Chinese Science Bulletin, 2006, 51(4):448-456.
- [65] 赵文武,傅伯杰,郭旭东.多尺度土壤侵蚀评价指数的技术与方法.地理科学进展,2008,27(2):47-52.
- [66] 游珍,李占斌.黄土高原小流域景观格局对土壤侵蚀的影响.中国科学院研究生院学报,2005,22(4):447-453.
- [67] Fu B J, K. Bruce Jones. Landscape Ecology for Sustainable Environment and Culture, Springer, 2013.
- [68] 傅伯杰,赵文武,张秋菊,刘宇.黄土高原景观格局变化与土壤侵蚀.北京:科学出版社,2014.
- [69] 傅伯杰.黄土丘陵沟壑区土地利用结构与生态过程.上海:商务出版社,2002.
- [70] Fu B J, Wang S, Su C H, Forsius M. Linking ecosystem processes and ecosystem services. Current Opinion in Environmental Sustainability, 2013, 5:4-10.
- [71] Lv Y H, Fu B J, Feng X M, Zeng Y, Liu Y, Chang R Y, Sun G, Wu B F. A policy-driven large scale ecological restoration: quantifying ecosystem services changes in the Loess Plateau of China. PLoS ONE, 2012,7(2):31782.
- [72] Feng X M, Fu B J. How ecological restoration alters ecosystem services: an analysis of carbon sequestration in China's Loess Plateau. Scientific Reports, 2013, 3.
- [73] 陈利顶,吕昌河.黄土丘陵区土地利用与水土流失尺度效应研究.北京:科学出版社,2012.
- [74] 赵文武,傅伯杰,陈利顶.景观指数的粒度效应.第四纪研究,2003,23(3):326-333.
- [75] 王计平,杨磊,卫伟,陈利顶.黄土丘陵沟壑区景观格局对流域侵蚀产沙过程的影响(1):斑块类型水平.生态学报,2011,31(19):5739-5748.
- [76] 王计平,杨磊,卫伟,陈利顶,黄志霖.黄土丘陵沟壑区景观格局对流域侵蚀产沙过程的影响——斑块类型水平.生态学报,2011,31(19):5739-5748.
- [77] 陈利顶,孙然好,刘海莲.城市景观格局演变的生态环境效应研究:现状、问题与展望.生态学报,2013,33(4):1042-1050.
- [78] Yu X J, Cho N N. Spatial and temporal dynamics of urban sprawl along two urban-rural transects: A case study of Guangzhou, China. Landscape and Urban Planning, 2007, 79:96-109.
- [79] 吴晓青,胡远满,贺红士,布仁仓,郝凤明.沈阳市城市扩展与土地利用变化多情景模拟.地理研究,2009,28(15):1264-1275.
- [80] He C Y, Norio O, Zhang Q F, Shi P J, Li J G. Modelling dynamic urban expansion processes incorporating a potential model with cellular automata. Landscape and Urban Planning, 2008, 86:79-91.
- [81] Zhu M, Xu J G, Jiang N, Li J L, Fan Y M. Impacts of road corridors on urban landscape pattern: a gradient analysis with changing grain size in Shanghai, China. Landscape Ecology, 2006, 21:723-734.
- [82] 刘珍环,李猷,彭建.城市不透水表面的水环境效应研究进展.地理科学进展,2011,30(3):275-281.
- [83] 谢苗苗,王仰麟,付梅臣.城市地表温度热岛影响因素研究进展.地理科学进展,2011,30(1):35-41.
- [84] 陈辉,古琳,黎燕琼,慕长龙.成都市城市森林格局与热岛效应的关系.生态学报,2009,29(9):4865-4874.
- [85] 朱春阳,李树华,纪鹏,任斌斌,李晓艳.城市带状绿地宽度与温湿效益的关系.生态学报,2011,31(2):383-394.
- [86] Sun R H, Chen L D. How can urban water bodies be designed for climate adaptation?. Landscape & Urban Planning, 2012, 105:27-33.
- [87] Sun R H, Chen A L, Chen L D, Lü Y H. Cooling effects of wetlands in urban region: the case of Beijing. Ecological Indicators, 2012, 20:57-64.
- [88] 陈云浩,李晓兵,史培军,何春阳.上海城市热环境的空间格局分析.地理科学,2002,22(3):317-323.
- [89] 刘珍环,王仰麟,彭建,谢苗苗,李猷.基于不透水表面指数的城市地表覆被格局特征——以深圳市为例.地理学报,2011,66(7):961-971.
- [90] 李锋,叶亚平,宋博文,王如松.城市生态用地的空间结构及其生态系统服务动态演变——以常州市为例.生态学报,2011,31(19):5623-5631.
- [91] 周忠学,仇立慧.城市化对生态系统服务功能影响的实证研究——以西安市南郊为例.干旱区研究,2011,28(6):674-679.
- [92] Wang Y G, Meng D P, Zhu Y, Zhang F. Impacts of regional urbanization development on plant diversity within boundary of built-up areas of different settlement categories in Jinzhong Basin, China. Landscape and Urban Planning, 2009, 91:212-218.
- [93] Chen B, Ochieng A. Adimo, Zhiyi B. Assessment of aesthetic quality and multiple functions of urban green space from the users' perspective: The case of Hangzhou Flower Garden, China. Landscape and Urban Planning, 2009, 93:76-82.
- [94] Kong F, Nobukazu N. Spatial-temporal gradient analysis of urban green spaces in Jinan, China. Landscape and Urban Planning, 2006, 78:147-164.
- [95] Kong F, Yin H W, Nobukazu N. Using GIS and landscape metrics in the hedonic price modeling of the amenity value of urban green space: A case study in Jinan City, China. Landscape and Urban Planning, 2007, 79:240-252.
- [96] 孔繁花,尹海伟,刘金勇,闫伟姣,孙常峰.城市绿地降温效应研究进展与展望.自然资源学报,2013,28(1):171-180.
- [97] 俞孔坚,乔青,李迪华,袁弘,王思思.基于景观安全格局分析的生态用地研究——以北京市东三乡为例.应用生态学报,2009,20(8):1932-1939.
- [98] 俞孔坚,王思思,李迪华,李春波.北京市生态安全格局及城市增长前景.生态学报,2009,29(3):1189-1204.
- [99] 李绥,石铁矛,付士磊,周乐,刘淼,王伟.南充城市扩展中的景观生态安全格局.应用生态学报,2011,22(3):734-740.
- [100] 孔繁花,尹海伟.济南城市绿地生态网络构建.生态学报,2008,28(4):1711-1719.

- [101] 李月辉, 胡志斌, 高琼, 肖笃宁, 胡远满, 穆阳, 关竹心, 张小云. 沈阳市城市空间扩展的生态安全格局. 生态学报, 2005, 25(6): 875-881.
- [102] 彭建, 王仰麟, 景娟, 宋治清, 韩荡. 城市景观功能的区域协调规划——以深圳市为例. 生态学报, 2005, 25(7): 1714-1719.
- [103] 李卫锋, 王仰麟, 蒋依依, 李贵才. 城市地域生态调控的空间途径——以深圳市为例. 生态学报, 2003, 23(9): 1823-1831.
- [104] 陈利顶, 傅伯杰, 刘雪华. 卧龙自然保护区大熊猫生境破碎化研究. 生态学报, 1999, 19(3): 291-297.
- [105] 陈利顶, 傅伯杰, 刘雪华. 自然保护区景观结构与物种保护. 自然资源学报, 2000, 15(2): 164-169.
- [106] 曾辉, 孔宁宁, 李书娟. 卧龙自然保护区人为活动对景观结构的影响. 生态学报, 2000, 21(12): 1994-2001.
- [107] 曾辉, 张磊, 孔宁宁, 李书娟. 卧龙自然保护区景观多样性时空分异特征研究. 北京大学学报(自然科学版), 2003, 39(4): 454-461.
- [108] 吴兆录, 彭明春, 杨正彬, 刘林云. 西双版纳勐养自然保护区生境格局研究. 应用生态学报, 1997, 8(增刊): 1-7.
- [109] 欧阳志云, 李振新, 刘建国, 安力, 张和民, 谭迎春, 周世强. 卧龙自然保护区大熊猫生境恢复过程研究. 生态学报, 2002, 22(11): 1840-1849.
- [110] 刘雪华, 金学林. 秦岭南坡两个大熊猫活动密集区的生境特征及大熊猫对生境的选择. 生态学报, 2008, 27(12): 2123-2128.
- [111] 徐卫华, 罗翀, 欧阳志云, 张路. 区域自然保护区群规划——以秦岭山系为例. 生态学报, 2010, 30(6): 1648-1654.
- [112] 胡远满, 舒莹, 李秀珍, 王凌, 李玉祥, 杨玉成. 辽宁双台河口自然保护区丹顶鹤繁殖生境变化及其繁殖容量分析. 生态学报, 2004, 23(5): 7-12.
- [113] 孔繁花, 李秀珍, 尹海伟. 大兴安岭北坡林火迹地森林景观格局的变化. 南京林业大学学报(自然科学版), 2005, 29(2): 33-37.
- [114] Wang X G, Hong H S, Li X Z, Chang Y, Hu Y M, Xu C G, Bu R C, Xie F J. Simulating the effects of reforestation on a large catastrophic fire burned landscape in Northeastern China. *Forest Ecology and Management*, 2006, 225: 82-93.
- [115] Wang X G, Hong H S, Li X Z. The long-term effects of fire suppression and reforestation on a forest landscape in Northeastern China after a catastrophic wildfire. *Landscape and Urban Planning*, 2007, 79: 84-95.
- [116] Bu R C, He H S, Hu Y M, Chang Y, Larsen D R. Using the LANDIS model to evaluate forest harvesting and planting strategies under possible warming climates in Northeastern China. *Forest Ecology and Management*, 2008, 254: 407-419.
- [117] Chang Y, He H S, Bishop I, Hu Y, Bu R, Xu C, Li X. Long-term forest landscape responses to fire exclusion in the Great Xing'an Mountains, China. *International Journal of Wildland Fire*, 2007, 16: 34-44.
- [118] 公霞, 常禹, 布仁仓, 李秀珍, 徐崇刚, 于庆和. 呼中林业局森林采伐方式对森林景观格局的长期影响. 生态学报, 2006, 25(7): 805-812.
- [119] 刘志华, 常禹, 陈宏伟, 周锐, 荆国志, 张红新, 张长蒙. 大兴安岭呼中林区地表死可燃物载荷量空间格局. 应用生态学报, 2008, 19(30): 487-493.
- [120] 管东生, 钟晓燕, 郑淑颖. 广州地区森林景观多样性分析. 生态学报, 2001, 20(4): 9-12.
- [121] 马克明, 傅伯杰, 周华锋. 北京东灵山地区森林的物种多样性和景观格局多样性研究. 生态学报, 1999, 19(1): 1-7.
- [122] 马克明, 傅伯杰. 北京东灵山地区景观格局及破碎化评价. 植物生态学报, 2000, 24(3): 320-326.
- [123] 曾辉, 孔宁宁, 李书娟. 基于边界特征的山地森林景观破碎化研究. 生态学报, 2002, 22(11): 1803-1890.
- [124] 王根绪, 程国栋. 干旱荒漠绿洲景观空间格局及其受水资源条件的影响分析. 生态学报, 2000, 21(3): 363-368.
- [125] 贾宝全, 慈龙骏. 绿洲景观生态研究. 北京: 科学出版社, 2003.
- [126] 程国栋, 肖笃宁, 王根绪. 论干旱区景观生态特征与景观生态建设. 地球科学进展, 1999, 14(1): 11-15.
- [127] 肖笃宁, 王根绪, 王让会. 中国干旱区景观生态学研究进展. 乌鲁木齐: 新疆人民出版社, 2003.
- [128] 马明国, 曹宇, 程国栋. 干旱区绿洲廊道景观研究——以金塔绿洲为例. 应用生态学报, 2002, 13(12): 1624-1628.
- [129] 周华荣, 肖笃宁, 周可发. 干旱区景观格局空间过程变化的廊道效应——以塔里木河中下游河流廊道区域为例. 科学通报, 2006, 51(Z1): 66-72.
- [130] 王根绪, 张钰, 刘桂民, 陈玲. 玛营河流域 1967-2000 年土地利用变化对河流径流的影响. 中国科学(D 辑), 2005, 35(7): 671-681.
- [131] 肖笃宁, 李小玉, 宋冬梅, 杨国靖. 民勤绿洲地下水开采时空动态模拟. 中国科学, D 辑, 2006, 36(6): 567-578.
- [132] 马兴旺, 朱靖蓉, 李保国. 绿洲土地利用对地下水矿化度时空变化影响的定量评估. 自然资源学报, 2009, 24(13): 466-475.
- [133] 闫金凤, 陈曦, 罗格平, 郭全军. 干旱区绿洲地下水水位时空变异性对土地覆被变化的响应. 科学通报, 2006, 51(Z1): 42-48.
- [134] 周剑, 李新, 王根绪, 赵洁. 黑河流域中游地下水时空变异性分析及其对土地利用变化的响应. 自然资源学报, 2009, 24(3): 498-506.
- [135] 王忠静, 王海峰, 雷志栋. 干旱内陆河区绿洲稳定性分析. 水利学报, 2002, 5: 26-30.
- [136] 罗格平, 陈嘻, 周可法, 叶民权. 三工河流域绿洲时空变异及其稳定性研究. 中国科学(D 辑: 地球科学), 2002, 32(6): 521-528.
- [137] 罗格平, 周成虎, 陈曦. 干旱区绿洲景观斑块稳定性研究: 以三工河流域为例. 科学通报, 2006, 51(Z1): 73-80.
- [138] 李小玉, 肖笃宁, 何兴元, 陈玮, 角媛梅, 宋冬梅, 胡志斌. 中国内陆河流域绿洲发育度的综合评价. 地理学报, 2006, 61(8): 855-864.
- [139] Sun D F, Richard D, Li H, Wei R, Li B G. A landscape connectivity index for assessing desertification: a case study of Minqin County, China. *Landscape Ecology*, 2007, 22: 531-543.
- [140] 陈小勇. 生境片断化对植物种群遗传结构的影响及植物遗传多样性保护. 生态学报, 2000, 20(5): 884-892.
- [141] 李静, 叶万辉, 葛学军. 生境片断化对植物的遗传影响. 中山大学学报(自然科学版), 2005, 44(Z2): 193-199.
- [142] 何敬胜, 李作洲, 黄宏文. 濒危物种巴东木莲的等位酶遗传多样性及其保护策略. 生物多样性, 2005, 13(1): 27-35.
- [143] 郭水良, 张东旭, 曹同. 浙江产车前(*Plantago asiatica*)种群遗传分化的主坐标分析. 应用生态学报, 2002, 13(10): 1283-1286.
- [144] 谢一青, 李志真, 黄儒珠, 肖祥希, 黄勇武. 夷山不同海拔光皮桦种群遗传多样性及其与生态因子的相关性. 林业科学, 2008, 44(3): 50-55.
- [145] 张颖娟, 王玉山. 濒危灌木长叶红砂遗传多样性的 RAPD 分析. 生态学报, 2008, 27(2): 157-161.
- [146] 吴常文, 许逸天, 吕振明, 张建设. 基于 D-LOOP 基因的中国沿海鳊鱼(*Ilisha elongata*)种群遗传结构研究. 海洋与湖

- 泊, 2009, 40(3): 330-337.
- [147] 袁一杨, 高宝嘉, 李明, 袁胜亮, 周国娜. 不同林分类型下油松毛虫(*Dendrolimus tabulaeformis* Tsai et Liu)种群遗传多样性. 生态学报, 2008, 28(5): 2100-2106.
- [148] 桂富荣, 郭建英, 万方浩. 我国不同地理梯度下紫茎泽兰种群遗传多样性的变化. 华北农学报, 2006, 21(5): 72-78.
- [149] 王峰峰, 高三红, 田胜尼, 傅声雷, 任海, 彭少麟. 南亚热带森林片断化对厚壳桂种群遗传结构的影响. 生物多样性, 2005, 13(4): 324-331.
- [150] 简耘, 石磊, 李丹, 张纯淳, 石苗苗, 王嵘, 陈小勇. 森林砍伐对苦楮种群遗传结构的影响. 生态学报, 2008, 28(12): 6228-6234.
- [151] 张金菊, 叶其刚, 姚小洪, 张胜菊, 黄宏文. 片断化生境中濒危植物黄梅秤锤树的开花生物学、繁育系统与生殖成功的因素. 植物生态学报, 2008, 32(4): 743-750.
- [152] 沈泽昊, 吉成均. 景观遗传学原理及其在生境片断化遗传效应研究中的应用. 生态学报, 2010, 30(18): 5066-5076.
- [153] 沈泽昊, 赵俊. 基于植物-地形关系的物种丰富度空间格局预测——GAMs 途径的一种应用. 生态学报, 2007, 27(3): 953-963.
- [154] Yin C, Zhao M, Jin W, Lan Z. A multipond system as a protective zone for the management of lakes in China. *Hydrobiologia*, 1993, 251: 321-329.
- [155] 毛战坡, 彭文启, 尹澄清, 李贵宝, 周怀东. 非点源污染物在多水塘系统中的流失特征研究. 农业环境科学学报, 2004, 23(3): 530-535.
- [156] 毛战坡, 尹澄清, 单保庆, 彭文启. 农业非点源污染物在水塘景观系统中的空间变异性研究. 水利学报, 2006, 37(6): 727-733.
- [157] 王夏晖, 尹澄清, 单保庆. 农业流域“汇”型景观结构对径流调控及磷污染物截留作用的研究. 环境科学学报, 2005, 25(3): 293-299.
- [158] 刘红玉, 李玉凤, 曹晓, 郝敬峰, 胡俊纳, 郑囡. 我国湿地景观研究现状、存在的问题与发展方向. 地理学报, 2009, 64(11): 1394-1401.
- [159] 刘红玉, 李兆富, 李晓民. 湿地景观破碎化对东方白鹤栖息地的影响——以三江平原东北部区域为例. 自然资源学报, 2007, 22(5): 817-823.
- [160] Li X Z, Rob H G J, Xiao D N, Harms W B, Bregt A K. The effect of spatial pattern on nutrient removal of a wetland landscape. *Landscape and Urban Planning*, 2002, 60: 27-41.
- [161] Li X Z, Rob H G J, Hu Y M, Bu R C, Harms B, Bregt A K, He H S. Relationship between landscape structure metrics and wetland nutrient retention function: A case study of Liaohe Delta, China. *Ecological Indicators*, 2005, 5: 339-349.
- [162] 李秀珍, 肖笃宁, 胡远满, 王宪礼. 湿地养分截留功能的空间模拟 I. 模型的概念和方法. 生态学报, 2002, 22(3): 300-310.
- [163] 李秀珍, 肖笃宁, 胡远满, 王宪礼. 湿地养分截留功能的空间模拟 II. 模型的完善和应用. 生态学报, 2002, 22(4): 486-495.
- [164] 刘娜, 王克林, 段亚锋. 洞庭湖景观格局变化及其对水文调蓄功能的影响. 生态学报, 2012, 32(15): 4641-4650.
- [165] 胡远满, 徐崇刚, 常禹, 李秀珍, 布仁仓, 贺红土, 冷文芳. 空间直观景观模型 LANDIS 在大兴安岭呼中林区的应用. 生态学报, 2004, 24(9): 1846-1856.
- [166] 刘红玉, 李兆富. 基于景观斑块谱特征分析的湿地景观变化对丹顶鹤栖息地影响研究. 自然资源学报, 2009, 24(4): 602-611.
- [167] 刘红玉, 杨青, 李兆富, 咚守正, 张世奎. 湿地景观变化对水禽生境影响研究进展. 湿地科学, 2003, 1(2): 115-121.
- [168] 刘红玉, 吕宪国, 张世奎, 杨青. 三江平原流域湿地景观破碎化过程研究. 应用生态学报, 2005, 16(2): 289-295.
- [169] 丁圣彦, 梁国付. 近 20 年来河南沿黄湿地景观格局演化. 地理学报, 2004, 59(5): 654-661.
- [170] 王克林. 洞庭湖湿地景观结构与生态工程模式. 生态学杂志, 1998, 17(6): 28-32.
- [171] 章家恩, 陆敬雄, 张光辉, 骆世明. 鸭稻共作生态农业模式的功能与效益分析. 生态科学, 2002, 21(1): 6-10.
- [172] 章家恩, 许荣宝, 全国明, 陈瑞. 鸭稻共作对水稻生理特性的影响. 应用生态学报, 2007, 18(9): 1959-1964.
- [173] 秦钟, 章家恩, 骆世明, 徐华勤, 张锦. 稻鸭共作系统生态服务功能价值的评估研究. 资源科学, 2010, 32(5): 864-872.
- [174] 冯金朝, 石莎, 何松杰. 云南哈尼梯田生态系统研究. 中央民族大学学报(自然科学版), 2008, 17(增刊): 146-152.
- [175] 角媛梅, 程国栋, 肖笃宁. 哈尼梯田文化景观及其保护研究. 地理研究, 2002, 21(6): 733-741.
- [176] Jiao Y M, Li X Z, Liang L H, Kazuhiko T, Toshiya O, Zhang D D, Sun L F. Indigenous ecological knowledge and natural resource management in the cultural landscape of China's Hani Terraces. *Ecological Research*, 2012, 27: 247-263.
- [177] Chen L D, Tian H Y, Fu B J, Zhao X F. Development of a New Index for Integrating Landscape Patterns with Ecological Processes at a Watershed Scale. *Chinese Geographical Sciences*, 2009, 19(1): 37-45.
- [178] 王仰麟, 韩荡. 农业景观的生态规划与设计. 应用生态学报, 2000, 11(2): 265-269.
- [179] 滕明君, 周志翔, 王鹏程, 徐永荣, 吴昌广. 景观中心度及其在生态网络规划与管理中的应用. 应用生态学报, 2010, 21(4): 863-872.
- [180] 李秀珍, 肖笃宁, 胡远满, 王宪礼. 辽河三角洲湿地景观格局对养分去除功能影响的模拟. 地理学报, 2001, 56(1): 32-43.
- [181] 王瑛, 张建锋, 陈光才, 单奇华, 李泽波, 徐永辉, 陈云. 太湖流域典型入湖港口景观格局对河流水质的影响. 生态学报, 2012, 32(20): 6422-6430.
- [182] Wu J X, Cheng X, Xiao H S, Wang H Q, Yang L Z, Erle C E. Agricultural landscape change in China's Yangtze Delta, 1942-2002: A case study. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 2009, 129: 523-533.
- [183] Liu Y H, Yu Z R, Gu W B, Jan C A. Diversity of carabids (Coleoptera, Carabidae) in the desalinized agricultural landscape of Quzhou county, China. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 2006, 113: 45-50.
- [184] 宇振荣, 谷卫彬, 胡敦孝. 江汉平原农业景观格局及生物多样性研究——以两个村为例. 资源科学, 2000, 22(2): 19-23.
- [185] 王根绪, 郭晓寅, 程国栋. 黄河源区景观格局与生态功能的动态变化. 生态学报, 2002, 22(10): 1587-1598.
- [186] 吴志峰, 胡伟平, 程炯, 匡耀求. 珠江三角洲典型区景观生态聚类分析. 生态环境, 2005, 14(1): 63-66.
- [187] 宇振荣, 胡敦孝, 王建武. 试论农田边界的景观生态功能. 生态学杂志, 1998, 17(3): 53-58.
- [188] 郭建国, 郭晓川, 杨劼, 钱桂霞, 牛建明, 梁存柱, 张庆. 什么是可持续性科学?. 应用生态学报, 2014, 25(1): 1-11.
- [189] 赵文武, 房学宁. 景观可持续性研究. 生态学报, 2014, 10. <http://dx.doi.org/10.5846/stxb201312042884>

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol.34, No.12 June, 2014 (Semimonthly)

CONTENTS

Development history and future research priorities of landscape ecology in China	CHEN Liding, LI Xiuzhen, FU Bojie, et al (3129)
Research review on effects of urban landscape pattern changes on water environment	HUANG Shuo, GUO Qinghai (3142)
A review of multifunctional landscape	TANG Qian, DING Shengyan (3151)
Compact development of space-limited city: a case study of Xiamen Island	HUANG Shuo, GUO Qinghai, TANG Lina (3158)
Analysis of factors contributing to the cooling effects of Purple Mountain Forest Park	YAN Weijiao, KONG Fanhua, YIN Haiwei, et al (3169)
Impacts of structure characteristics on the thermal environment effect of city parks	FENG Yueyi, HU Tangao, ZHANG Lixiao (3179)
Suitability assessment for building land consolidation on gentle hillside based on OWA operator: a case in Dali Bai Nationality Borough in Yunnan, China	LIU Yanxu, PENG Jian, HAN Yinan, et al (3188)
Optimization of land use pattern based on eco-security: a case study in the Huangfuchuan watershed	YU Feng, LI Xiaobing, WANG Hong (3198)
Analysis of land use/cover change from 2000 to 2010 and its driving forces in Manas River Basin, Xinjiang	LIU Jinwei, JIN Tiantian, LIU Guohua, et al (3211)
Dynamic trend analysis of land use change in the Ganjiang upstream watershed by using RS and GIS techniques	LU Yanfei, PENG Fang, WAN Yun, et al (3224)
Landscape pattern dynamics and driving forces analysis in the Sanjiang Plain from 1954 to 2010	LIU Jiping, ZHAO Dandan, TIAN Xuezhi, et al (3234)
Optimizing theory and case studies of cultivated slope land in the center of three gorges reservoir area based on patch-scale land evaluation	WANG Yongyan, LI Yangbing, SHAO Jingan, et al (3245)
Spatial-temporal evolution of land use and landscape pattern of the mountain-basin system in Guizhou Province	LI Yangbing, YAO Yuanwen, XIE Jing, et al (3257)
Spatio-temporal simulation of land cover scenarios in southwestern of China	LI Jing, FAN Zemeng, YUE Tianxiang (3266)
Gradient analysis of dry valley of Minjiang River landscape pattern, based on moving window method	ZHANG Lingling, ZHAO Yonghua, YIN Sha, et al (3276)
Study on spatio-temporal change of Tibetan Antelope's habitat based on vegetation coverage	ZHAO Haidi, LIU Shiliang, DONG Shikui, et al (3285)
Spatial heterogeneity of soil microbial biomass carbon, nitrogen, and phosphorus in sloping field in a grove Karst region, Southwest China	FAN Fujing, HUANG Guoqin, SONG Tongqing, et al (3293)
Characteristics of soil microbial populations and biomass under different ecosystems in a canyon karst region	TAN Qiujin, SONG Tongqing, PENG Wanxia, et al (3302)
Spatial and temporal dynamics of land use and its influence on ecosystem service value in Yangtze River Delta	LIU Guilin, ZHANG Luocheng, ZHANG Qian (3311)
Evaluation of tourism dynamic landscape along Qinghai-Tibet railway based on the visual corridor	ZHANG Ruiying, XI Jianchao, YAO Yulong, et al (3320)
A study of spatial evolution characteristics of rural settlements and influences of landscape patterns on their distribution using GIS and RS	REN Ping, HONG Buting, LIU Yin, et al (3331)

- Assessing the ecosystem conservation status and priority: a case study from Jiangxi Province, China FAN Naiqing, ZHANG Yuxin, LÜ Yihe, et al (3341)
- The impact of salt marsh change on sediment accumulation and wave attenuation at the East Chongming Island REN Linjing, LI Xiuzhen, YANG Shilun, et al (3350)
- Landscape classification system based on climate, landform, ecosystem: a case study of Xinjiang area SHI Qingdong, WANG Zhi, HE Longmei, et al (3359)
- Analysis of landscape pattern evolution characteristic in the hilly and gully area of loess plateau: a case study in Yan'an City, Shaanxi Province ZHONG Lina, ZHAO Wenwu, LV Yihe, et al (3368)
- Analysis of the characteristics of agro-landscape heterogeneity under the different disturbances: a case study of Gongyi City ZHANG Xiaoyang, LIANG Guofu, DING Shengyan (3378)
- Classification and ordination of grassland landscape in the Shanxi Plateau ZHANG Xianping, LI Zhiqin, WANG Mengben, et al (3386)
- Analysis of factors affecting mountainous land surface temperature in the summer: a case study over Mount Tai SUN Changfeng, KONG Fanhua, YIN Haiwei, et al (3396)
- Research on spatial distribution and influencing factor of soil moisture in typical depression area of karst region ZHANG Jiguang, SU Yirong, CHEN Hongsong, et al (3405)
- Landscape heterogeneity of mountainous and hilly area in the western Henan Province based on moving window method LI Dongke, DING Shengyan, LIANG Guofu, et al (3414)
- Trends in vegetation and their responses to climate and topography in northwest Guangxi TONG Xiaowei, WANG Kelin, YUE Yuemin, et al (3425)
- Landscape pattern analysis on change of fractional vegetation cover between karst and no-karst areas: a case study in Hechi District, Guangxi Zhuang Autonomous Region WANG Mingchong, WANG Xizhi, LIANG Zhaoxiong, et al (3435)
- Multi-scale effects for landscape metrics and species diversity under the different disturbance: a case study of Gongyi City DONG Cuifang, LIANG Guofu, DING Shengyan, et al (3444)
- Spatial heterogeneity of soil organic carbon and total nitrogen concentrations in a *Lithocarpus glaber-Cyclobalanopsis glauca* evergreen broadleaved forest YANG Dan, XIANG Wenhua, FANG Xi, et al (3452)
- The characteristics and regeneration of the *Choerospondias axillaries* broad-leaved community in the hilly region of central Hunan Province, China YI Hao, DENG Xiangwen, XIANG Wenhua, et al (3463)
- Factors influencing the spatial distribution of vegetation carbon density in karst landscapes of Northwest Guangxi: a case study based on radial basis function network model ZHANG Mingyang, WANG Kelin, DENG Zhenhua, et al (3472)

《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

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 12 期 (2014 年 6 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA
(Semimonthly, Started in 1981)
Vol. 34 No. 12 (June, 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