

DOI: 10.13376/j.cbls/2014016

文章编号: 1004-0374(2014)02-0100-07

整合空间信息在生物多样性丧失等研究中的重要性

陈艳雯, 王希华, 沈国春*

(华东师范大学天童森林生态系统国家野外观测研究站, 上海 200241)

摘要: 无数证据表明, 地球可能正经历着有史以来的第六次物种大灭绝。在这一背景下, 研究生物多样性丧失机制及其对生态系统功能的影响具有重要意义。从先前的相关研究中, 已逐渐清晰地认识到造成多样性丧失的几大机制, 并对这些机制发生的空间尺度有了一定了解。然而, 空间本身对多样性丧失研究的影响仍被该领域的很多研究所忽视。因为生物多样性丧失过程发生在不同空间尺度中, 所造成的多样性丧失格局也具有不同的空间尺度特征。忽略空间信息很可能会对多样性丧失等相关研究造成很大干扰, 甚至得出错误的结论, 其结果也很难正确地运用于不同空间尺度的多样性保护当中。整合空间信息已成为当前生物多样性丧失研究, 乃至整个生态学研究的前沿和热点之一。为促进这一趋势在国内的发展, 将结合多样性丧失的估计与监测、几多样性丧失机制(全球环境变化与生境片段化、生物入侵等)来阐述空间信息对当前及今后多样性丧失机制研究的重要性, 并用实例展示未充分考虑空间信息而可能造成的后果。最后探讨我国当前科技条件下进行整合空间信息的生物多样性丧失等研究的可行性。

关键词: 整合空间信息; 生物多样性; 丧失; 监测

中图分类号: Q14; X171

文献标志码: A

The importance of integration of spatial information in the study of biodiversity loss

CHEN Yan-Wen, WANG Xi-Hua, SHEN Guo-Chun*

(Tiantong National Field Observation Station for Forest Ecosystem, East China Normal University, Shanghai 200241, China)

Abstract: Evidence indicates that the sixth mass extinction might already be upon us or imminent. In this context, it is of vital importance to study mechanisms of biodiversity loss and its influence on ecosystem function. From the previous researches, we have learned several main processes causing biodiversity loss, and have some preliminary understanding of their spatial scales on biodiversity loss. However, effect of spatial *per se* on the biodiversity loss research are still neglected by many studies in this field. Because the processes of biodiversity loss occur in various spatial scales, the patterns of biodiversity loss created by these processes should have different characteristics among spatial scales. Ignoring the spatial information is likely to add bias in diversity loss and other related researches, and even draws wrong conclusions that lead improper applications at different spatial scales in the biodiversity protection. Integration of spatial information has become one of the frontiers or hot topics in the current biodiversity loss research, or even in the whole ecological researches. In order to promote domestic development of this trend, this article elaborated the importance of spatial information on contemporary and future biodiversity loss researches from the following two perspectives, estimation and monitoring of biodiversity loss, and several main mechanisms of biodiversity loss (e.g. global environmental change, habitat fragmentation and biological invasion, *et al.*). Possible problems and consequences of not fully taking into account of the spatial information in biodiversity loss researches were also illustrated by examples. Finally, feasibility and practicability of integrating spatial information into the study of biodiversity loss were discussed under current infrastructures of science and technology in China.

Key words: integration of spatial information; biodiversity; loss; monitoring

收稿日期: 2013-06-30

基金项目: 国家自然科学基金项目(31100309)

*通信作者: E-mail: gcshen@des.ecnu.edu.cn; Tel: 021-54341128

生物多样性是指生命有机体及其赖以生存的生态综合体的多样化和变异性, 以及与此相关的各种生态过程的总和^[1], 它的丧失及维持机制是近年来生态研究的热点问题^[2]。进入工业化时代以来, 人口增长、环境污染以及栖息地丧失与破碎化等问题的出现使全球生物多样性面临着前所未有的威胁, 生物多样性丧失已经成为全球环境变化的重要组成部分^[3]。很多生态学家都担心地球可能正经历着有史以来的第六次物种大灭绝^[4-5]。在这一背景下, 研究与理解生物多样性丧失机制对生物多样性保护具有重要意义。

目前, 生态学家已认识到全球环境变化、生境片段化与生物入侵等是影响生物多样性丧失的主要因素, 但对这些因素具体如何影响生物多样性的丧失仍存在很多疑问, 如全球或区域尺度的环境变化(酸雨、氮沉降等)可直接或间接地改变生物多样性的丧失速率^[6-7], 但因环境本身及其变化在不同区域间存在较大差异, 使得无法准确评估环境变化对生物多样性的影响。虽然生境片段化过程(如原本连续的森林正被公路、铁路和水库建设等分割成不同大小的斑块)也被认为能显著影响生物多样性丧失速率, 而且能降低斑块内, 特别是远离连续生境的小斑块中的生物多样性^[8], 但片段化过程究竟如何影响不同位置、不同大小斑块内的生物多样性仍是一个未解的谜团。生态学家也已有足够的证据表明, 生物入侵对生物多样性的影响很大^[9], 但在如何利用现有生物入侵状况预测今后入侵方向来指导制定外来物种防治策略上仍存在很多困难^[10]。

为能进一步理解和解决上述问题, 我们建议在传统的生物多样性丧失研究中整合空间信息。因为绝大部分生物多样性丧失过程本身(如环境变化)就发生在不同空间尺度当中, 所造成的生物多样性丧失格局也应具有不同的空间特征, 所以只有将空间信息融入到对生物多样性丧失的研究中, 才能充分理解这些过程及其产生的格局。这里的空间信息是指基于地理对象的位置和特征的空间数据, 内容包括地理对象的空间位置、空间分布、空间形态、空间关系^[11-12]。其实在生态学发展初期(1958年), Huffaker^[13]就用实验证明了空间在生态学上有着不可忽视的地位。20世纪90年代, Peter Kareiva^[14]和 Erwin Bulte 等^[15]在《Ecology》杂志主持发表了一个专刊, 题为: 空间, 生态学最后的前沿。他们通过一系列文章向人们展示了空间在生态学研究中的重要性及必要性。这一专刊激发了后续一系列的

整合空间信息的生态学研究(例如集合群落理论(Metacommunity Theory)^[16])。因此, 在生物多样性丧失研究中整合空间信息, 也是符合生态学整体发展的一种必然趋势。

在生物多样性丧失研究中充分合理地利用空间信息, 就能更方便地监测生物多样性格局, 能更精确地监测生物多样性的变化, 进而更好地理解生物多样性丧失机制, 并为物种多样性保护提供切实可靠的策略。相反, 若忽略空间信息则可能会干扰多样性格局的监测(详见1.4节), 同时增加生物多样性丧失机制研究中的错误率(详见2.2节)。目前也不乏有一些研究已逐渐关注生物多样性丧失机制的空间尺度问题^[17-18], 但相比于其他生态学领域, 空间在生物多样性丧失研究中仍然没有引起足够的重视。

为此, 本文将从空间信息对多样性丧失的估计与监测、生物多样性丧失机制的影响两个方面论证整合空间信息对生物多样性丧失等研究的重要性, 并用实例展示未充分考虑空间信息对生物多样性监测及其丧失机制研究可能造成的后果, 最后探讨我国当前科技条件下进行生物多样性丧失等研究的可行性。

1 整合空间信息在生物多样性监测和评估中的重要性

1.1 整合空间信息能更精确地监测生物多样性的变化

在生物多样性的监测和评估中, 绝大部分群落生物多样性变化较慢, 精确地测量生物多样性及丧失现状较为困难。特别是对于个体生长慢、生命周期长的群落, 如植物群落, 在短时间内往往很难监测到物种数的较大变化^[19]; 但是运用详细的空间信息以及配合其他精确测量的数据, 就可能把这些很慢的群落结构变化监测出来, 进而用于生物多样性丧失的监测与机制研究, 如外来物种与本地种的竞争关系是导致生物多样性丧失的因素之一。在研究外来种与本地种的竞争关系时, 除了可以研究外来种与本地种在水分、土壤营养元素的耐受限度差异外^[20], 也可以通过短期的竞争来判断外来种与本地种的竞争力差异。短期的竞争不足以让竞争力弱的物种死亡(短时间内很难得出竞争结果), 但结合植物的空间信息(植物的位置、冠幅、枝桠的延伸方向), 是可以判断出物种之间的竞争力差异的。

1.2 整合空间信息能更方便地监测生物多样性格局

任何生物多样性保护的前提是要对保护对象的

度扩大3倍, 得到图2b。蓝色的物种数是3, 绿色的物种数是4, 黄色的物种数是5。从图2可以看出当样格尺寸改变后, 原本物种数多的地区可能会变少, 原本物种数小的会变大。比如图2a黄色区域是物种数最多的, 本应优先保护, 但改变划分尺度后, 这块区域变成了图2b中的蓝色区域, 物种数并不高。这种现象我们称之为生物多样性带来的空间非加和性。所以, 在全球区域划分生物多样性热点地区时, 考虑到空间非加和性, 不同尺度下得出的生物多样性热点地区是有差异的。

2.1 空间是几大生物多样性丧失机制的内在特性

2.1.1 全球环境变化

全球或区域环境发生变化(温度升高、酸雨、氮沉降等)直接或间接地影响着生物多样性丧失速率。环境变化对生物多样性丧失速率的影响在不同的空间区域内是有差异的。这种差异可能是地理位置、植被分布类型、土壤类型等原因共同造成的。

酸雨对生物多样性丧失速率有着显著的影响, 它会对树叶造成损害以及加速土壤中营养物质的流失^[31]。不同的物种在同一空间尺度和同种物种在不同的空间尺度上, 酸雨对物种生物多样性的影响是存在差异的^[32]。通过整合空间信息(物种的空间位置分布、群落的空间景观图), 结合其他精确的测

量数据(土壤pH值、土壤营养元素含量等)可以更好地理解酸雨对物种生物多样性丧失的影响, 如天目山的优势种柳杉受酸雨危害严重, 枝桠大面积的枯死, 渐而形成林窗^[33]。从空间角度分析, 可以判断出哪些区域的柳杉受酸雨危害更大。由此可见, 整合空间信息在评估生物多样性丧失等方面有不可忽视的作用, 并且可以更好地指导实际的生物多样性保护。

2.1.2 生境片段化

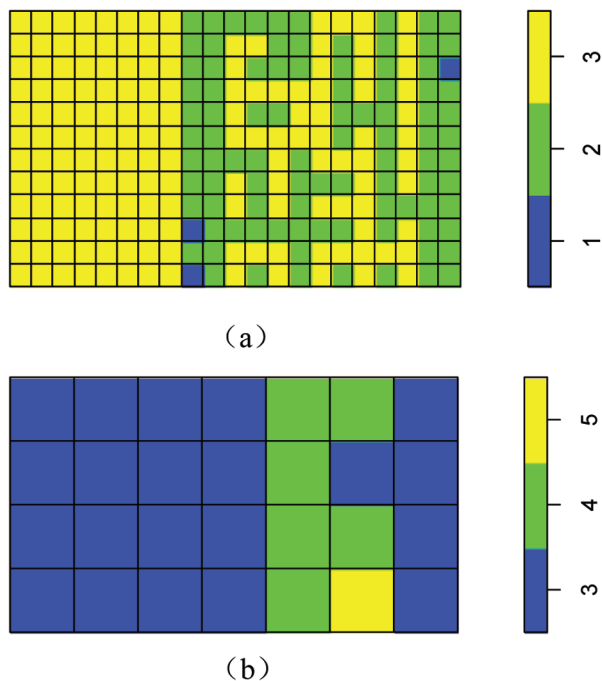
生境片段化是指在自然和人为的干扰下, 原来连续成片的生境被分割、破碎, 形成分散、孤立的岛状生境或生境碎片的现象^[34]。在生境片段化的影响下, 生态系统功能和结构会严重退化, 使许多物种濒危灭绝。

生境片段化会降低生物多样性, 特别是远离连续生境的小斑块中的生物多样性, 但生境片段化究竟如何影响不同位置、不同大小的斑块内的生物多样性仍需进一步研究。生境岛屿化是生境片段化的一种, 大多都是因为人类修建大型水库形成的^[35-36]。朱丽等^[37]对千岛湖岛屿群(新安江水电站蓄水形成的岛屿群, 面积大于2 500 m²的岛屿就有1 078个)进行了生物多样性与岛屿距离相关性的研究, 对10个岛屿上的物种数和物种的空间分布进行了调查, 并结合10个岛屿的空间分布图, 发现距离对岛屿的生物多样性有显著的影响, 一般距离大岛(连续生境)近的岛屿具有较高的生物多样性。

2.1.3 生物入侵

生物入侵是指入侵种经自然或人为的途径, 从原生地传播到入侵地, 并损害入侵地的生物多样性、生态系统甚至危及人类健康, 从而造成经济损失及生存灾难的过程^[38]。由于外来入侵种在入侵地没有天敌, 而且一般情况下, 它的竞争能力和扩散能力都是强于当地物种的, 所以会严重降低当地生态系统的生物多样性。

水葫芦现象是典型的生物入侵的例子。中国大部分地区(华东、华中、华南)的水域都受到水葫芦的入侵, 导致很多水域生态系统中水生植物的大量死亡^[39]。目前对水葫芦现象的研究集中在分析入侵原因以及防治对策上, 通过整合空间信息, 可以更加深入地理解入侵过程和入侵方向预测。在不同的空间尺度下(湖泊、河流、水塘、水库等), 水葫芦对水生植物的影响是有差异的, 因为不同空间尺度的环境条件是不同的(水流流速、富营养化程度等)。针对水葫芦现象, 对湖泊、河流、水塘、



注: 图中每个样方(小格)中不同颜色代表样方内的物种多度
图2 (a)小尺度划分的物种多度分布图; (b)取样尺度扩大3倍后的物种多度分布图

水库等空间尺度进行水葫芦入侵评估和生物多样性丧失评估,可以对水葫芦入侵方向进行预测,并了解不同空间尺度下水生生物对水葫芦入侵的敏感性。

2.2 空间自相关对生物多样性丧失机制研究的影响

任何机制性研究都需要做相关性分析,用于推断某一机制是否真是产生某一格局的原因之一。生物多样性丧失机制研究也不例外。人们常常对不同区域环境特征与这些区域的生物多样性丧失速率做简单的相关性分析,借此判断这些环境因子是否影响了生物多样性丧失速率^[40]。假设我们观察到土壤 pH 值大小(x轴)与土壤微生物多样性(y轴)相关性很高(图 3b),则往往会推断土壤 pH 值能够影响土壤微生物多样性。然而,这样的统计推断是建立在经典统计的独立取样假设之下,即不同土壤 pH 值的样本间、不同土壤微生物多样性间是相互独立的。可惜的是,这一假设在实际生物多样性维持机制研究中往往是不能成立的。

正如上一节所论述的一样,几大生物多样性的丧失机制在空间上往往是相互关联的。空间上越相近的区域,往往其环境特征等也会更加相似^[41],如图 3b 中的样本均来自图 3a 中实心点所示的区域,可以看出红色取样点间、黑色取样点间存在较大的空间自相关。这样的取样设计严重违反了相关性分析中取样独立的假设。从统计学上讲,这 100 个取样点所包含的有用信息很少,实际样本量远小于 100。通过有效样本量矫正法^[42],实际有效样本量可能只如图 3c。在这一情况下,无论我们测量的土壤 pH 值和土壤微生物多样性间是否存在因果关系,都可以形成一条明显的直线,即在相关性分析中表现出极强的相关性。因此,在生物多样性丧失机制的研究中,要注意空间自相关对相关性等统计分析带来的影响。

3 空间信息在生物多样性丧失研究中的可行性

3.1 空间数据收集的可行性

随着科技的发展,收集空间数据变得越来越容易,在已有实验中加入空间信息也是切实可行的,如多光谱遥感技术可以高速、高效地测绘空间全貌^[43]。地理信息系统(GIS)具有高效处理大量的空间数据的优点,对空间构成进行描述和分析,以达到获取、描述和认知空间数据和对空间过程的模拟和预测^[44]。

2004 年建立的中国森林生物多样性监测网络(简称 CForBio)为生物多样性丧失等研究提供了很

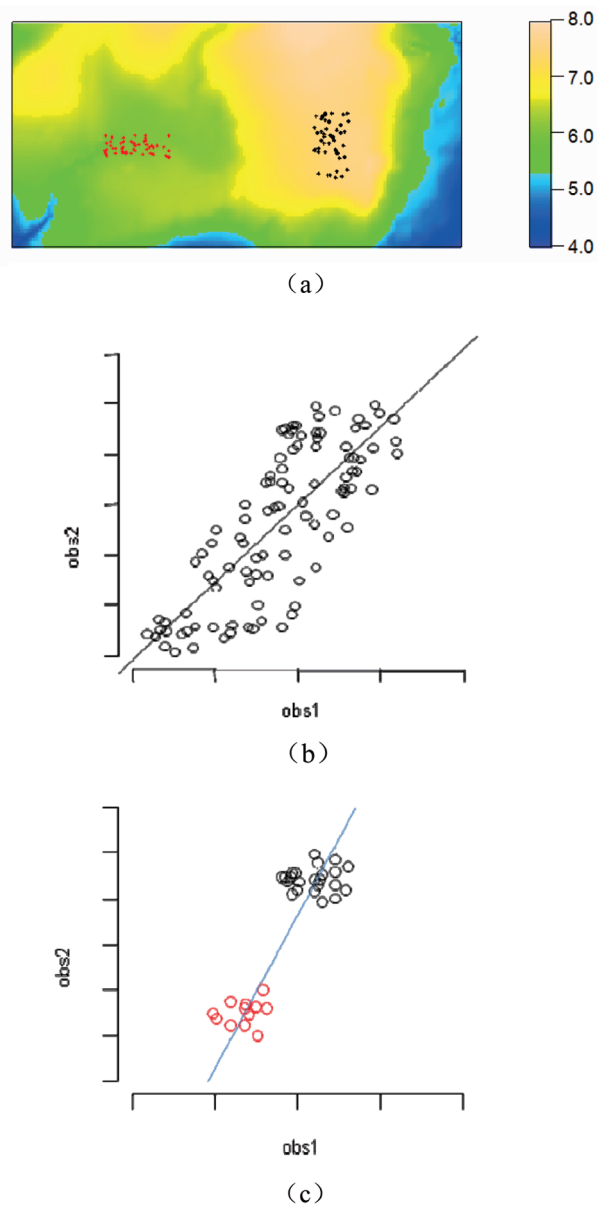


图3 (a)取样分布点图; (b) pH和土壤微生物丧失量关系图; (c)去除空间自相关的影响后的pH和土壤微生物丧失量关系图

好的数据收集示范平台。CForBio 是中国森林生物多样性变化的监测基地之一,覆盖了不同纬度带的森林类型(针阔混交林、落叶阔叶林、常绿落叶阔叶混交林、常绿阔叶林以及热带雨林)。现在已有 12 个大型监测样地,空间尺度在 9~25 hm² 之间,每个样地都建立了样地图库(包括群落动态图、样地卫星图等),且对样地的每一个个体都进行了空间位置定位,以便进行与空间相关的研究和定时定位监测植物动态。

3.2 数据分析的可行性

现代空间统计学、拓扑学以及计算几何学的发

展也为空间分析提供了数据分析的理论框架。现代统计学已不完全依赖于取样独立的假设^[45], 甚至可以利用空间自相关信息来更好地统计推断^[46]。

基于GIS和遥感技术可通过空间显式景观过程模型来模拟空间格局。它结合景观过程模型、遥感技术、GIS手段以及地面实测数据, 构造了一个时空耦合的框架, 包括不同时间景观空间数据的输入, 景观空间单元上的模型参数估计以及模型的运用和输出, 从而实现由斑块尺度到景观尺度上某个过程的时空推译^[47]。此外, 空间信息处理的一些专用分析软件发展也很快, 如GISLIB、SIM、PPA、Fragstats等。

总之, 在生物多样性监测和评估、生物多样性机制研究中, 整合空间信息是当前生态学发展的方向之一。如果忽略了空间信息, 很可能对生物多样性丧失研究带来干扰, 甚至可能得出错误结论。相反, 整合空间信息可以更好地解决生物多样性维持及丧失机制等方面的问题。同时, 现代科学技术与理论的发展已为我们在生物多样性丧失研究中整合空间信息搭建了良好的平台。希望今后会有更多的力量加入到这一研究领域, 为实际生物多样性丧失的防治、生物多样性的保护贡献一份新的力量。

[参 考 文 献]

- [1] 李博, 杨持, 林鹏. 生态学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2005: 338-43
- [2] 李慧蓉. 生物多样性和生态系统功能研究综述. 生态学报, 2004, 23(3): 109-14
- [3] Vitousek PM, Mooney HA, Lubchenco J, et al. Human domination of earth's ecosystems. *Science*, 1997, 277(5325): 494-9
- [4] 郑笑梅. 物种大灭绝. 国外科技动态, 2000, 5: 6-8
- [5] 刘会玉, 林振山, 孙燕, 等. 破碎栖息地中物种灭绝机制. 生态学报, 2008, 28(8): 3668-74
- [6] 唐伯平, 朱荀. 酸雨对生物多样性的破坏及其防治. 生物学教学, 1999, 24(2): 41-3
- [7] 鲁显楷, 莫江明, 董少峰. 氮沉降对森林生物多样性的影响. 生态学报, 2008, 28(11): 5533-41
- [8] James FQ, Susan PH. Effects of habitat fragmentation and isolation on species richness: evidence from biogeographic patterns. *Oecologia*, 1988, 1: 132-40
- [9] 吴虹玥, 包维楷, 王安. 外来种入侵对乡土生物多样性的影响机制. 长江流域资源与环境, 2004, 13(1): 40-5
- [10] 谢宗强, 陈志强, 樊大勇, 等. 生物入侵的危害与防治对策. 应用生态学报, 2003, 14(10): 1795-8
- [11] 江洪, 张艳丽, Stritholt JR. 干扰与生态系统演替的空间分析. 生态学报, 2003, 23(9): 1862-76
- [12] 江洪, 马克平, 张艳丽, 等. 基于空间分析的保护生物学研究. 植物生态学报, 2004, 28(4): 562-78
- [13] Hffaker CB. Experimental studies on predation: Dispersion factors and predator-prey oscillations. *Hilgardia*, 1958, 27(14): 795-834
- [14] Kareiva P. Space: the final frontier for ecology theory. *Ecology*, 1994, 75(1): 1-2
- [15] Bulte E, Damania R, Lindsey G, et al. Space: the final frontier for economists and elephants. *Science*, 2004, 306(10): 420-1
- [16] Mihajevic JR. Linking metacommunity theory and symbiont evolutionary ecology. *Trends Ecol Evol*, 2012, 27(6): 323-9
- [17] 张增祥, 彭旭龙, 陈晓峰, 等. 生态环境综合评价与动态监测的空间信息定量分析方法及应用. 环境科学, 1999, 20(1): 69-72
- [18] Abdo AS, Rawi CSM, Ahmad AH. Biodiversity of stream insects in the Malaysian Peninsula: spatial patterns and environmental constraints. *Ecol Entomol*, 2013, 38(3): 238-49
- [19] Ludwig D, Hilborn R, Walters C. Uncertainty, resource exploitation, and conservation: Lessons from history. *Science*, 1993, 260(5014): 17-36
- [20] 时培建, 戈峰, 王建国, 等. 外来物种入侵后的多物种竞争共存的集合种群模型. 生态学报, 2009, 29(3): 1242-9
- [21] 李明辉, 何风华, 刘云. 林分空间格局的研究方法. 生态科学, 2003, 22(1): 77-81
- [22] Engeman RM, Sugihara RT, Pank LF, et al. A comparison of plotless density estimators using Monte Carlo simulation. *Ecology*, 1994, 75(6): 1769-79
- [23] Gaston KJ, Borges PAV, He F, et al. Abundance, spatial variance, and occupancy: species distribution in the Azores. *J Anim Ecol*, 2006, 75(3): 646-56
- [24] Fortin M, Drapeau P, Legendre P. Spatial autocorrelation and sampling design in plant ecology. *Vegetatio*, 1989, 83(2): 209-22
- [25] Jenkins GM, Wu J. The modifiable areal unit problem and implications for landscape ecology. *Landscape Ecol*, 1996, 19(3): 129-40
- [26] Bradshaw GA, Fortin MJ. Landscape heterogeneity effects on scaling and monitoring large areas using remote sensing data. *Geograph Inform Sci*, 2000, 6(1): 61-8
- [27] Chase JM, Knight TM. Scale-dependent effect sizes of ecological drivers on biodiversity: why standardized sampling is not enough. *Ecol Lett*, 2013, 16(1): 17-26
- [28] Myers N. Threatened biotas: "hot spots" in tropical forests. *Environmentalist*, 1988, 8(3): 187-208
- [29] Myers N. The biodiversity challenge: expended hotspots analysis. *Environmentalist*, 1990, 10(4): 243-56
- [30] Myers N. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 2000, 403(6772): 853-8
- [31] 郭大本. 加拿大魁北克省的区域环境和生物多样性探讨. 黑龙江水专学报, 2001, 28(3): 9-12
- [32] 杨胜天, 盛浩然, 宋文龙, 等. 土壤酸化空间信息模型构建及其在贵州龙里实验区的应用. 环境科学学报, 2010, 30(1): 24-33
- [33] 张昕, 张立钦, 王记祥, 等. 天目山柳杉瘿瘤病原菌观察. 浙江林业科技, 2008, 28(2): 55-7
- [34] Petrovskii SV, Malchow H. Wave of chaos: new

- mechanism of pattern formation in spatial and temporal population dynamics. *Theor Popul Biol*, 2001, 59: 157-74
- [35] Lienert J. Habitat fragmentation effects on fitness of plant populations. *J Nat Conserv*, 2004, 12(1): 53-72
- [36] 孙雀, 卢剑波, 邬建国, 等. 千岛湖库区岛屿面积对植物分布的影响及植物物种多样性保护研究. *生物多样性*, 2008, 16 (1): 1-7
- [37] 朱丽, 卢剑波, 余林, 等. 千岛湖库区岛屿面积及距离对其植物物种多样性的影响. *浙江大学学报*, 2010, 36(6): 691-8
- [38] 徐承远, 张文驹, 卢宝荣, 等. 生物入侵机制研究进展. *生物多样性*, 2001, 9(4): 430-8
- [39] 江洪涛, 张红梅. 国内外水葫芦防治研究综述. *中国农业科技导报*, 2003, 5(3): 72-5
- [40] Cajo JF, Ter B. The analysis of vegetation-environment relationships by canonical correspondence analysis. *Vegetatio*, 1987, 69(1): 69-77
- [41] 张朝生, 章申, 何建邦, 等. 长江水系沉积物重金属含量空间分布特征研究: 空间自相关与分形方法. *地理学报*, 1998, 53(1): 87-94
- [42] Clifford P, Richardson S, Hemon D. Assessing the significance of the correlation between two spatial processes. *Biometrics*, 1989, 45: 123-34
- [43] Haining RR. *Spatial data analysis: theory and practice*[M]. Cambridge: Cambridge University, 2003: 76-123
- [44] Wittich KP, Hansing O. Area-averaged vegetative cover fraction estimated from satellite data. *Int J Biometeorol*, 1995, 38(3): 209-15
- [45] Møller J, Waagepetersen RP. *Statistical inference and simulation for spatial point processes*. Boca Raton Florida: Chapman Hall, 2003: 25-123
- [46] Wu J, Qi Y. Dealing with scale in landscape analysis: an overview. *Geograph Inform Sci*, 2000, 6(3): 1-5
- [47] 赵勇, 王岩松. 空间分析研究进展. *地理与地理信息科学*, 2011, 27(5): 1-6

会议通知

第十届自然计算和第十一届模糊系统与知识发现国际学术会议 (ICNC-FSKD 2014) 应多位作者要求, 特将投稿截止日延长至 3 月 10 日。会议将于 2014 年 8 月 19 至 21 日在美丽的厦门召开。和多年来一样, 本会议收入会议论文集的文章全部提交 EI Compendex、ISTP、IEEE Xplore 同时收录, 部分最好文章扩展后在 SCI 收录的期刊 Knowledge-Based Systems (影响因子 4.104) 和 Neural Processing Letters (影响因子 1.240) 上发表。

厦门风景秀丽, 四季如春, 是著名的海滨旅游城市, 被公认为中国最适宜生活的城市之一。名胜风景点包括鼓浪屿 (“海上花园”, 国家级重点风景区)、胡里山炮台 (世界吉尼斯记录: 拥有当今世界最大和最小的两门古炮)、南普陀寺等, 周边还有被联合国列为世界文化遗产的福建土楼。

请在会议网站 <http://icnc-fskd.xmu.edu.cn/> 在线投稿 (只限英文稿件, 请在会议网站下载论文模板)。注册、版面等信息也请浏览会议网站。

欢迎大家投稿! 如果您可以将会议通知转发给贵院的老师和学生, 把会议网页链接加入贵院网站, 我们不胜感激。

会议组委会
icnc-fskd@xmu.edu.cn