

景观生态学中的十大研究论题

邬建国

(美国亚利桑那州立大学生命科学院,生态、进化和环境科学部, Tempe, AZ85287, USA)

摘要: 近年来,景观生态学在理论、方法及应用诸方面均取得了长足发展。但作为一个迅速发展中的学科,景观生态学尚面临着许多新的问题和挑战。本文基于两次关于这个论题的国际研讨会,概述当今景观生态学中的十大研究论题,以促进国内该学科的全面发展。

关键词: 景观生态学, 学科特征, 优先研究领域, 关键论题和观点

Ten Key Research Topics in Landscape Ecology

WU Jianguo

(*Faculty of Ecology, Evolution, & Environmental Science, School of Life Sciences, Arizona State University, P.O. Box 874501, Tempe, AZ 85287-4501, USA*)

Abstract: Landscape ecology has made tremendous progress in recent decades, but as a rapidly developing discipline it is faced with new problems and challenges. Based on two recent symposia I organized, "Top 10 List for Landscape Ecology in the 21st Century" at the 2001 Annual Symposium of the US Association of International Association of Landscape Ecology and "Key Issues and Research Priorities in Landscape Ecology" at the 2003 International Congress on Landscape Ecology. The objective of this paper is to present an overview of the key topics and perspectives in landscape ecology.

Key words: Landscape ecology; disciplinary characteristics; research priorities; key topics and perspectives

作者简介: 邬建国, 教授, 内蒙古人, 主要从事景观生态学, 城市生态学, 和可持续性科学方面的研究。发表论文约120篇。

前言

在过去的20年来,景观生态学已从局限于中、东欧的地区性应用学科发展成为体现生态学主流并盛行于全球的综合性科学。随着最近空前的发展,景观生态在理论、方法论和应用上都得到极大的丰富和多样化。为了促进该学科的进一步发展,世界景观生态学家就景观生态学的关键问题和优先研究领域在2001年和2003年先后两次进行了专门讨论。第一次是在2001年美国景观生态学会年会上(2001年4月25-29日)的题为“21世纪景观生态学十大论题”的研讨会。十几位世界景观生态学集大成者应邀对什么是21世纪景观生态学最重要的研究论题发表了他们的看法。会后,邬建国和Richard Hobbs经反复斟酌,将与会者的观点归纳为6个学科发展要素和10个关键研究论题 [1]。第二次是在2003年世界景观生态

学大会上题为“景观生态学中的关键论题和优先研究领域”的研讨会。会上，十几位著名世界景观生态学家应邀围绕着景观生态学十大论题逐个地进行了更深入的探讨。此文拟将这两次研讨会的主要内容略加综合，与国内同行商榷，以求共识。

景观生态学中的十大研究论题

(1) 异质景观中的能量、物质和生物流过程

景观生态学的主要目的之一是理解空间格局与生态过程之间的相互作用关系，而这一目的尚远未实现。缀块动态是将空间格局与生态过程紧密相结合的一个核心概念。迄今为止，景观研究中涉及格局分析方面的内容较多，往后应该多重视过程本身，以及过程和格局的关系。种群过程与空间格局相互作用的研究进展较大，但许多复合种群模型只局限在基础研究范畴。有必要加强种群动态研究和生物多样性保护及景观可持续性结合起来。至今，我们对景观异质性和生态系统过程的相互作用关系所知甚少。比如，生态系统过程速率如何因空间和尺度而异？在受不同特征和强度人类活动影响下的各种景观中，生态系统过程速率的差异性是由什么因素决定的？在探究空间格局与生态过程之间的相互作用关系时，景观生态学须与种群生态学、群落生态学及生态系统生态学相整合[2]。总而言之，理解物流（包括有机体的迁移）、能流和信息流在景观镶嵌体中的动态机制是景观生态学最本质、最具有特色的内容之一。

(2) 土地利用和覆盖变化的起因、过程和效应

土地利用和土地覆盖变化是影响景观结构、功能及动态的最普遍的主导因素之一，同时也是景观生态学和全球生态学中极重要和颇具挑战性的研究领域之一。土地利用和覆盖变化的主要驱动力是社会和经济过程，因此，经济地理学（研究经济活动的空间分布规律）和资源经济学（研究如何合理而高效地利用资源）在景观生态学中的应用尚有待于发展。对于土地利用和覆盖变化的过程及生态学效应（如对种群动态，生物多样性和生态系统过程的影响）还需要进行更深入的研究。此外，有关区域及全球气候变化和土地利用/覆盖历史对景观结构和功能影响的研究甚少，亟待加强。

(3) 非线性科学和复杂性科学在景观生态学中的应用

景观是空间上广阔而又异质的复杂系统。聚现特征（emergent properties）、相变（phase transitions）以及域值（或临界）行为（threshold behavior）是各类景观作为空间异质非线性系统所具有的普遍特性。故而有必要发展和检验能够阐释这些复杂系统特征的复杂性科学（science of complexity）和非线性科学，使其在研究景观复杂性问题发挥重要作用。近几年，一些复杂性科学的概念和方法已在景观生态学中得到广泛应用（如分形理论、细胞自动机），但自组织理论（self-organization）、自组织临界态理论（self-organized criticality）、复杂适应系统（complex adaptive systems，简称CAS）理论、相变理论和多稳态理论（metastability）等在研究景观复杂性和可持续性方面的理论和实践意义还需全面深入地探讨。

(4) 尺度推绎

尺度推绎（scaling）通常是指把信息从一个尺度转译到另一个尺度上。多数与会者认为尺

度推绎是景观生态学理论研究与实践中最为重要的一个内容。景观生态学对尺度的概念已有了比较广泛的认识，但一些重要研究问题仍有待解决。如，研究格局与过程相互作用时如何确定合适尺度？如何在异质景观中进行尺度上推（scaling up）或下推（scaling down）？小尺度实验结果如何外推到真实景观世界？景观生态学研究中的数据聚合（data aggregation）和分解（disaggregating）的理论基础与操作原则是什么？近几十年来，尺度推绎问题在许多学科都引起了广泛兴趣，文献颇多[3]。但是，有关景观格局与过程尺度推绎的原理和方法还需进一步发展和检验。复杂性科学可能有助于景观生态学中尺度推绎理论基础和策略的探索，而综合野外观测、控制实验、遥感、地理信息系统和模型模拟为一体的途径必有利于推动尺度学（science of scale）的发展。

(5) 景观生态学方法论的创新

很多景观生态学问题都需以空间显式（spatially explicit）的方式在大尺度和多尺度上进行分析，而许多传统的生态学和统计学方法不宜用于研究空间异质性和景观复杂性。因此，景观生态学在方法论方面必须要有所创新。例如，在大的景观尺度上通常是很难找到重复的，这会引入所谓的假重复问题（pseudoreplication）。显然，这对运用传统实验方法造成巨大的障碍。空间自相关在景观中普遍存在，它不符合传统统计分析和取样方法所要求的基本假设，因此景观生态学家在应用传统统计学方法进行实验设计和数据分析时应谨慎和具有创造性。同时，应更多关注景观生态学研究中的空间统计学（包括地统计学）方法应用的合理性、有效性及其生态学涵义。不管使用何种技术或手段，都应以生态学问题为前提或目标，避免拿着时髦的“武器”去盲目地寻找“靶子”。

(6) 将景观指数与生态过程相结合，并发展能反映生态和社会经济过程的综合景观指数

格局指数已在景观生态学中广泛应用，但它们本身对不同景观特征和分析尺度的反应及其生态学意义尚不是很清楚。如何把景观指数与生态学过程联系在一起这一基本问题在很大程度上尚未解答。尺度（幅度和粒度）变化对景观指数的影响往往是很显著的。最近的一些研究表明，某些景观指数表现出不随景观类型变化的普遍性尺度推绎规律，而大多数则变化多端[4, 5]。如何确定景观指数值变化的统计学或生态学显著性？是否应该或如何去制定一系列标准以提高景观指数选择和用其进行环境变化监测的规范化？如何发展一些能反映社会、文化、生态多样性及异质性的整合型指数？对上述问题的回答需要理论与经验途径相结合。要使景观指数成为真正反映景观格局与过程相互关系的指数，我们必须透过指数的数字外表而理解其生态学内涵。这就需要对格局与过程间的内在关系及机理做更深入的研究。

(7) 把人类和人类活动整合到景观生态学中

许多景观生态学研究是在大尺度上进行的，而大尺度生态学系统往往不可避免地受到人类活动的影响。多数与会者认为社会、经济过程驱动土地利用/覆盖变化，而土地利用/覆盖变化反过来也会影响景观结构、功能与动态。因此，人类自身及其活动在许多景观生态学研究中是不可忽略的。这种重视人类活动在景观中作用的认识在北美景观生态学中也日趋明显。另外，景观生态学的观点已在融入景观规划和设计的有关理念中。运用景观生态学原理指导规划与设计可减少或避免不合理的土地和资源利用状况。欧洲的景观生态学一直把人类及其活动视作景观整体的一部分。近年来，“整体论景观生态学”（holistic landscape ecology）再度得以提倡[6]。这一观点强调用系统学的观点把人文系统与自然系统联系起来。要把人类感知、价值观、文化传统及社会经济活动结合到景观生态学研究中需

要多学科交叉，需要基础研究与应用实践的结合。这种结合必须付诸实施，而不仅仅是一种时髦的空谈。然而，尽管现在有一些理论和方法，把人类和人类活动整合到景观生态学中将是生态学家和其他相关领域的科学家在新世纪的最大挑战之一[7]。

(8) 景观格局的优化

景观生态学的一个最基本假设是空间格局对过程（物流、能流和信息流）具有重要影响，而过程也会创造、改变和维持空间格局。因此，景观格局的优化问题在理论和实际上都有重要意义。这里所说的格局优化可以指土地利用格局的优化、景观管理、景观规划与设计的优化。与此相关的科学问题有如：如何优化景观中缀块组成、空间配置以及基底特征，从而最有利于生物多样性保护、生态系统管理和景观的可持续发展？是否存在可以把自然与文化最合理地交织为一体的最佳景观格局？基于生态学过程来研究景观格局的优化问题可能是一个新的、颇有前景的研究方向。传统的运筹学方法对开展这类研究可能远远不够，其他方面的理论与方法有必要发展，不同领域科学家与实践者需要参与[8]。

(9) 景观水平的生物多样性保护和可持续性发展

景观系统的生物多样性保护和可持续性景观生态学的终极目标之一。大多数与会者认为景观生态学原理对生物多样性保护和景观可持续发展非常重要。但是，能够用来指导生物多样性保护实践的景观生态学具体原则尚有待于进一步发展。与此相关，我们需要发展一个全面的、可操作性强的景观可持续性概念。这个概念应该涵概景观的物理、生态、社会经济和文化成分，并且明确考虑时空尺度。生态学家在考虑可持续性问题时主要是基于物种和生态系统的，但人类如何看待和衡量景观的价值对景观可持续发展实践亦有极重要的影响。

(10) 景观数据的获得和准确度评价

景观生态学家常常采用多种遥感技术以获取大尺度和多尺度上的地理、生态、人文等一系列资料。地理信息系统和全球定位系统的使用在景观生态学中已是司空见惯。这些技术大大地促进了空间数据的存贮、整理及分析。但是，技术终究不能取代科学。景观数据的获得和准确度评价方面尚有许多问题。要深入理解景观结构与功能的关系，就必须要有详尽而准确的生物个体、种群、群落和生态系统方面的数据。这些生物学数据往往需要通过野外实地考察才能获得。没有准确的数据就不会有可信的结论；但迄今为止，对景观数据的误差和不确定性分析或准确性评价方面的研究甚少。数据质量及元数据直接决定着景观生态学家能否正确地识别格局并将其与生态学过程相联系的能力及有效性。误差和不确定性分析及数据质量评价是景观生态学中一个极其重要并富于挑战性的研究方向[9]。

结语

自“景观生态学”一词在1939年诞生以来，这一学科在理论、方法和应用上已有长足发展。与此同时，新问题和新的挑战也层出不穷。对于景观生态学中关键研究论题的讨论正是为了鉴别和认识这些新问题和新的挑战，从而促进该学科的健康发展。Wu和Hobbs(2002)指出，景观生态学的六个学科发展要素是：（1）突出交叉学科性和跨学科性，（2）基础研究和实际应用的整合，（3）发展和完善概念及理论体系，（4）加强教育和培训，

（5）加强国际学术交流与合作，（6）加强与公众和决策者的交流及协作。中国地大物博，景观多样，人才济济，广布四方，环境问题复杂，人与自然间的作用密切而久远，在

发展景观生态学方面可谓“天时、地利、人和”。实际上，中国已经逐步成为一个景观生态学大国，2003年12月召开的第四届全国景观生态学大会的盛况就是一个很好的见证。然而，使中国从一个景观生态学“大”国成为一个景观生态学“强”国尚需多学科同仁以国际科学界为舞台，以中国的各类景观为主角，深入钻研，广泛交流。我深信这个目标不但能够实现，而且已为期不远。

致谢

我感谢第四届全国景观生态学大会组委会邀请我出席这次盛会。我在国内进行的生态学研究 and 学术活动受到了国家自然科学基金委员会海外青年学者合作研究基金（项目30028002）的资助，特此鸣谢。此外，感谢申卫军博士帮助校正本文初稿。

参考文献

- [1] Wu J, Hobbs R. Key issues and research priorities in landscape ecology: An idiosyncratic synthesis. *Landscape Ecology*, 2002, 17:355-365.
- [2] Turner M G. Spatial Heterogeneity and Ecosystem Processes. In: Wu J and Hobbs R, editors. *Key Topics and Perspectives in Landscape Ecology*. Cambridge University Press, Cambridge. 2004.
- [3] Wu J, Jones B, Li H, Loucks O L, editors. *Spatial Scaling and Uncertainty Analysis in Ecology: Methods and Applications*. Columbia University Press, New York. 2004.
- [4] Wu J. Effects of changing scale on landscape pattern analysis: Scaling relations. *Landscape Ecology*, 2004, in press.
- [5] McGarigal K. The Evolving Science and Application of Landscape Pattern Analysis. In: Wu J and Hobbs R, editors. *Key Topics and Perspectives in Landscape Ecology*. Cambridge University Press, Cambridge. 2004.
- [6] Naveh Z. What is holistic landscape ecology? A conceptual introduction. *Landscape and Urban Planning*, 2000, 50:7-26.
- [7] Kates R W, Clark W C, Corell R, Hall J M, Jaeger C C, Lowe I, McCarthy J J, Schellnhuber H J, Bolin B, Dickson N M, Faucheux S, Gallopin G C, Grubler A, Huntley B, Jager J, Jodha N S, Kasperson R E, Mabogunje A, Matson P, Mooney H, Moore III B, O'Riordan T, Svedin U. Sustainability Science. *Science*, 2001, 292:641-642.
- [8] Hof J, Flather C. Optimization of Landscape Pattern. In: Wu J and Hobbs R, editors. *Key Topics and Perspectives in Landscape Ecology*. Cambridge University Press, Cambridge. 2004.
- [9] Iverson L. Adequate Data of Known Accuracy Are Critical to Advancing the Field of Landscape Ecology. In: Wu J and Hobbs R, editors. *Key Topics and Perspectives in Landscape Ecology*. Cambridge University Press, Cambridge. 2004.