

景观生态学的进展与展望

傅伯杰 吕一河

中国科学院生态环境研究中心 北京 100085

bfu@rcees.ac.cn

报告内容

- 国际景观生态学研究进展概略
 - 中国景观生态学研究的简要回顾
 - 中国景观生态学研究的主要成就
 - 中国景观生态学研究的主要问题
 - 中国景观生态学研究的趋势与重点
-

一、国际景观生态学研究进展

1. 总体态势

- 1939年，C. Troll 提出了景观生态学概念，标志着景观生态学研究在欧洲的兴起。
 - 欧洲的景观生态学研究起源于土地利用规划和设计并逐渐扩展到资源开发与管理、生物多样性保护等领域，在理论上强调景观的多功能性、综合整体性、景观与文化的协同，并提出了整体性景观生态学的概念框架。
 - 北美的景观生态学也是在欧洲的影响下，从20世纪80年代初开始发展的，并逐渐形成了自己的特色，以景观的数量化和模拟研究以及自然景观研究见长。
 - 欧洲和北美的景观生态学研究基本上引领了国际景观生态学发展的主要方向。
-

一、国际景观生态学研究进展

2. 基本特点

- 理论基础:景观生态学主要依据生态学和地理学原理,如“复合种群”、“等级理论”、“空间格局”、“尺度效应”,融合了格局与过程
 - 研究方法:景观指数方法不断发展;景观模拟模型经历了从非空间到空间的发展过程;地理信息系统和遥感技术的广泛应用;野外观测和模拟不断深入
 - 应用方向:土地评价与利用规划、生物多样性保护与自然保护区设计、生态系统保护、恢复与管理、城市规划与设计
 - 研究对象:森林一直是关注热点;草地的研究次之;湿地的研究保持低水平稳定;滨海和荒漠景观的研究则少而不稳;城市景观的研究稳定增长,而乡村景观重视不足。景观要素以动植物、水文、土壤和人类活动影响研究为主
-

一、国际景观生态学研究进展

3. 热点领域

- 景观格局与生态过程的相互关系及其尺度转换
 - LUCG机制及其生态环境效应
 - 景观生态学原理和方法论体系的构建与完善，包括景观生态学的学科性质与地位、景观格局描述的数量方法及其生态学意义、景观复杂性的分析方法、景观非线性动态模拟预测技术、景观的可持续性评价、景观的多功能调控及优化设计等
 - 景观多维监测技术及数据的精度和可靠性分析
-

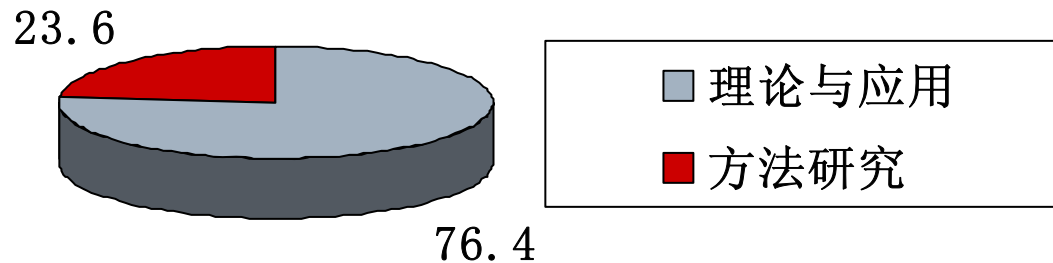
二、中国景观生态学研究的简要回顾（1）

- 中国学者注意到景观生态学并将其引入中国始于20世纪80年代，在时间上与北美景观生态学思想的引入基本同步
 - 自然地理学从一开始就成为推动中国景观生态学发展的重要基础
 - 五次国内景观生态学会议和两次国际会议在中国的召开标志着景观生态学在中国的发展轨迹（国内：沈阳，1989；北京，1996；昆明，1999；北京，2003；深圳，2005 . 国际：沈阳，1998；兰州，2001）。
-

二、中国景观生态学研究的简要回顾（2）

景观生态学研究的一般特征

- 着重理论框架分析与景观生态学的应用研究(肖笃宁和冷疏影, 2001)



- 城市及郊区景观, 寒区和旱区景观, 森林景观, 农业景观, 湿地景观, 以及流域与区域尺度景观是主要研究对象 (约 96%)

三、中国景观生态学研究的主要成就

1. 理论和方法的发展

□ 理论介绍

- 充分讨论了景观生态学的理论基础，如：耗散结构、等级理论、岛屿生物地理学理论，系统论等。
- 介绍和分析了景观斑块性、斑块动态、景观多样性、景观连通性、文化原理、范式转变，以及生态系统的干扰、生态学尺度和尺度转换，以及异质性等主要问题的理论意义和应用途径

□ 方法发展

- 景观格局演变的动态指标设计
 - 基于景观指数的尺度效应分析
 - 景观生态模拟：修正的矩阵转换方法和CA模型；城市三维景观模型；景观尺度降水再分配、沙化草地的土壤水分和植被生物量的动态变化、森林的长期演替、湿地养分的流失等生态过程和功能模型等
-

三、中国景观生态学研究的主要成就

2. 景观格局及其动态研究

景观格局分析是景观生态学中的主要研究工具，它有助于理解空间上的生态学过程，同时，也是研究景观格局潜在驱动力或识别景观水平上各种生态环境问题并进行对策设计的基础。近年来的重点可概括为以下两方面：

- 快速城市化进程中的景观格局和动态
 - 农业，干旱区，湿地及森林景观的格局与动态
-

2.1 快速城市化过程中的景观格局与动态

- 在快速城市化地区，通常应用基于样带的景观指数分析来揭示景观格局及其动态
 - 大城市地区的城市化导致了斑块密度、边缘密度及斑块和景观形状复杂性大幅增加，同时降低了斑块的最大及平均面积、农用地类型以及景观连通性。
 - 日益严重的城市化使城市景观变得组成上更加多样，几何形态上更加复杂，生态上更加破碎。这些是城市化景观效应的普遍模式。
-

- 梯度分析法常用来定量评价在快速城市化进程中建设用地的扩张
- 市中心、城乡结合部以及郊区建设用地的主要扩张形式分别为外围扩张、混合扩张以及独立扩张（曾辉等，2000）
- 在上述三种建设用地的扩张方式中，前两种占绝对优势
- 遥感数据经常被用作城市景观生态研究的数据源



2.2 农业、干旱区、湿地及森林景观的格局与动态

□ 黄土高原区农业景观

- 丘陵沟壑区破碎化程度比较严重，且平均斑块面积较小。
- 景观结构的生态持续性降低。
- 土地管理方式、土地利用政策、社会经济条件以及人类活动强度的变化是造成黄土高原地区农业景观动态变化的根本原因。

□ 西北干旱区绿洲景观

- 绿洲一般以河流为中心分布。从中心向外围，水分和温度条件逐渐发生变化，导致植被类型由乔灌混交林过渡为灌草地、盐碱草地，直至荒漠。
 - 另一种绿洲空间格局类型是冲积三角洲，农田和盐碱地交替分布。
 - 受人类活动影响强烈的景观要素带具有更高的斑块多样性，破碎化和孤立性，而受扰动较轻的景观要素通常有更高的优势度和均匀度。
 - 自然斑块比人类扰动斑块或人工斑块具有更高的稳定性。
-

□ 湿地空间格局与动态

- 将自然湿地改造为人为控制湿地的现象普遍
- 人类控制下的复合湿地是主要类型
- 它们趋向于被少而大的斑块控制
- 景观破碎化水平和优势度较高，景观多样性水平却较低

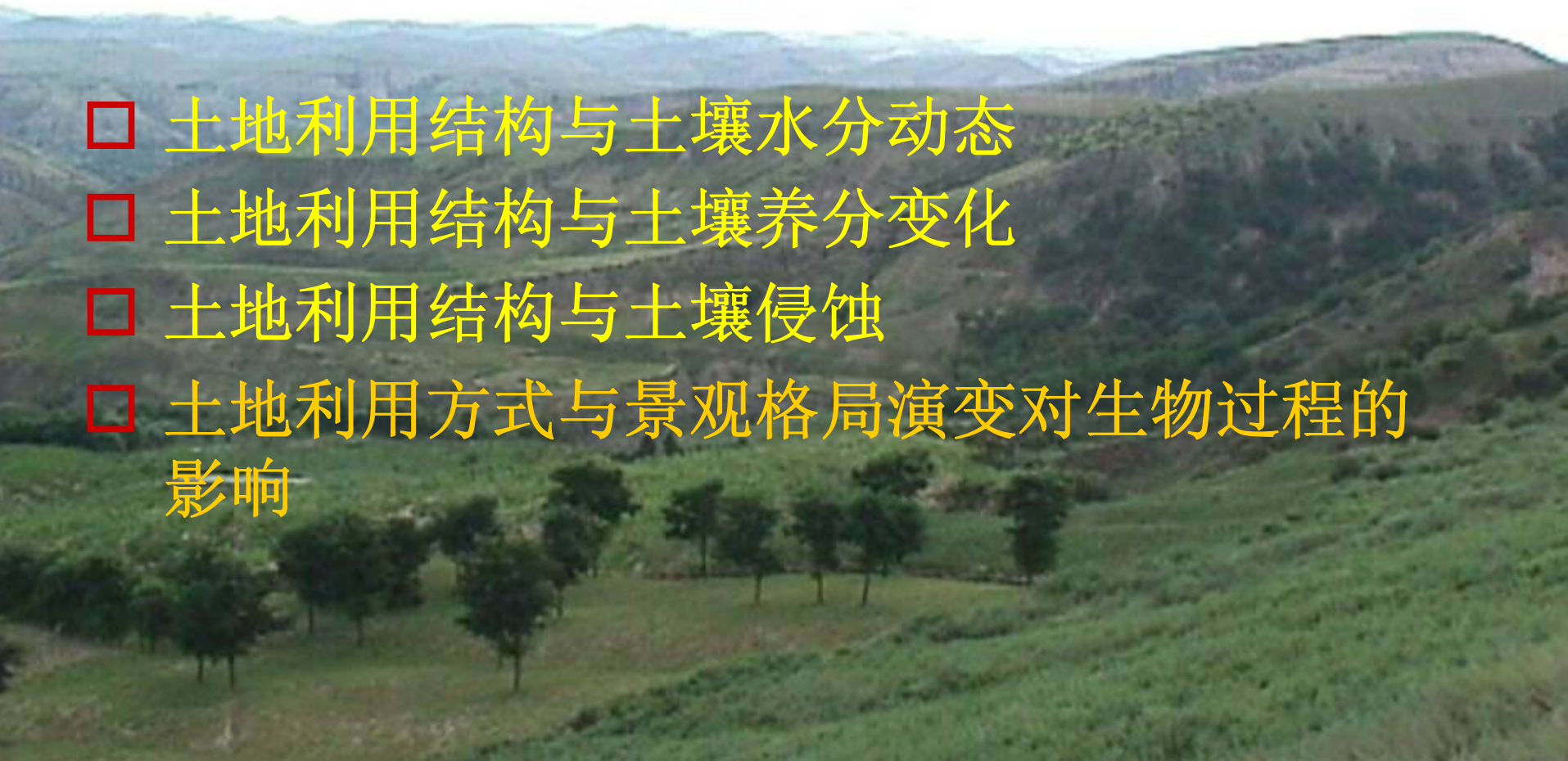
□ 森林景观研究

- 异质景观镶嵌结构与动态
 - 森林斑块的年龄、组成与空间结构
 - 森林群落的梯度分析
 - 森林群落和植物种群的空间分布格局与动态
-

三、中国景观生态学研究的主要成就

3. 土地利用结构与生态过程

- 土地利用结构与土壤水分动态
- 土地利用结构与土壤养分变化
- 土地利用结构与土壤侵蚀
- 土地利用方式与景观格局演变对生物过程的影响



研究重点

- 1) 尺度--结构--过程相互作用;
 - 2) 自然--经济--社会相互联系;
 - 3) 地貌--水文--生态过程相互耦合;
 - 4) 生态过程与资源环境效应相结合。
-

结构与过程

- 结构是指不同生态系统和景观单元的空间关系。如：大小、形状、数量、类型及空间组合；
 - 过程：自然过程（元素和水分的分布与迁移、物种的分布与迁徙、径流与侵蚀、能量的交换与转化……）；社会文化过程（交通、人口、文化的传播……）
 - 结构影响过程，过程改变结构。
-

时间尺度

年份		研究尺度	物理变更现象	生物现象
10^5	十万年	古生态学 古湖沼学	☐ 大陆冰河期	● 生物进化
10^4	万年			● 湿地演替
10^3	千年		☐ 气候变化	● 森林群落迁移
10^2	世纪	长期生态研究 (LTER)	☐ 森林火灾	● 物种入侵
10^1	十年		☐ CO ₂ 导致全球变暖	● 森林演替
10^0	年		☐ 太阳黑子	● 文明兴起
10^{-1}	月		☐ 厄尔尼诺	● 野兔种群
			☐ 草原火灾	● 草原演替
			☐ 湖水更替	● 一年生植物
10^{-2}	天	大部分生态研究	☐ 洋流更替	● 浮游动物演替
10^{-3}	小时		☐ 风暴	● 藻类爆发
			☐ 昼夜循环	● 夜行动物
			☐ 潮汐	

空间尺度



3.1 土地利用结构与土壤水分动态

- 不同土地利用结构下，沿坡面及土壤剖面上的土壤水分分布格局及时间变化具有显著差异
- 基于监测数据，建立了关于坡度和时间动态的土壤水分分布模型，并对其进行了评价
- 土壤水分模拟的结果可用来支撑坡面尺度上的土地利用决策



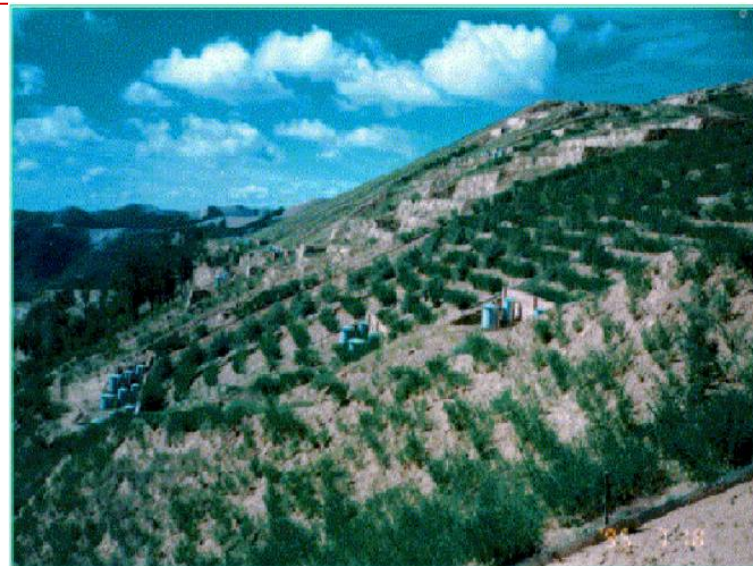
3.2 土地利用结构与土壤养分变化

- 进行了不同土地利用下坡面和小流域景观的土壤养分含量测定和分析，主要包括全N，全P，有效N，有效P以及有机质等。
- 不同土地利用类型下的土壤有机质、全氮及有效氮存在显著性差异。相对于休闲地和农业用地来说，林地，灌丛和草地有较高的养分含量。
- 基于土壤退化指数的研究表明，果园用地属于中度退化，休闲地、农田为严重退化，而灌丛和草地则无土壤退化现象。



3.3 土地利用结构与土壤侵蚀

- 在小区和小流域尺度上监测了土地利用结构对土壤侵蚀的影响。这些小区包括不同坡度上的林地、灌丛以及农业用地等不同的土地利用类型。
- 通过对径流及泥沙的分析揭示土地利用对土壤侵蚀的影响
- 分析了在径流—沉积过程中土壤养分（主要包括**N**，**P**，**K**）的流失状况



3.4 土地利用对生物过程的影响

在一些典型生态系统类型和区域开展了如下研究

- 植被覆盖动态包括物种多样性，地上生物量或初级生产力，以及在演替过程中优势种的改变
 - 地下生物群系动态，包括土壤微生物数量和土壤酶的活性
 - 对研究区进行实地调查和长期生物监测
-

3.5 土地利用与生态过程:小结

- 土壤水分在植物生长和植被恢复过程中起重要作用并具有高度时空异质性。土壤水分的时空变异包括从生态系统、样带、集水区（或流域）以及大流域的多尺度研究。土壤水分的空间分布特征很大程度上由土地利用类型、地貌部位以及土壤结构决定。
 - 景观的异质镶嵌影响了土壤养分的空间分布和运移。通常，不同的土地利用类型会造成不同的养分和径流损失。丘陵区土地利用类型的组合造成了土壤养分格局和动态的复杂性。
 - 土壤流失的主要原因在于土地的不合理利用。土壤侵蚀模型可以预测土地利用对土壤侵蚀的影响。然而，各要素对水分及土壤流失的影响机制至今尚不清楚。此外，这种影响机制随空间尺度的变化而变化。因此，有待进一步研究。
 - 土地利用与景观格局演变会引起植被覆盖与地下生物群系的变化。因此，土地利用管理对生态系统完整性至关重要。
-

三、中国景观生态学研究的主要成就

4. 景观生态学的应用

□ 城市及农村景观规划与设计

- 发展了基于人类活动、干扰和稳定性的景观分类方法
- 城市绿色空间的规划和设计
- 农村景观规划
- 城市扩展的生态效应

□ 环境影响评价与生物多样性保护

- 区域开发与建设项目（如公路，水坝等）的环境影响评价
 - 生境适宜性评价及生境恢复
 - 自然保护区规划
-

4.1 城市景观规划与设计

- 提出了都市区新的二级景观生态分类方案(韩荡, 2003)：第一级的分类依据是景观的内在属性(自然、半自然、人工)；第二级分类依据为主要景观功能(居住、交通、农田等)。
 - 城市绿地空间的规划与设计在城市景观研究中起重要作用。在许多大城市(如北京、南京、西安等)都已充分讨论了从物种水平上的古树名木到整个城市绿地空间的评价、规划与设计问题。
-

4.2 农村景观规划与设计

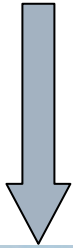
- 农村景观规划与设计中有各种各样的模式：从南方丘陵山区的多水塘系统到黄土高原区农田-草地-林地复合景观的空间布局。
 - 规划和设计中充分考虑了质量、敏感性、可达性、兼容性和宜居性等问题
 - 空间布局的整合，如“聚散结合（**aggregate- with -outliers**）”、“生态网络”、“自上而下”以及“自下而上”等是农村景观设计的主要方法。
 - 区域生态安全格局设计的原理与方法
-

典型的农村景观

Multipond Systems: A Sustainable Way to Control Diffuse Phosphorus Pollution



黄土高原丘陵
沟壑区



中国西南湿润区的
坡地景观



4.3 环境影响评价

- 通过对沿环境梯度（如干扰源和海拔）上的人类干扰分布或景观网络效率进行分析，评价人类发展如旅游业的环境影响



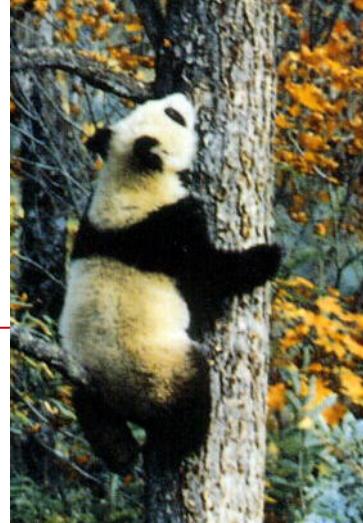
- 对一些建设项目如公路、水坝等建设前后的区域景观格局和土地利用结构进行比较是环境影响评价的重要组成部分。景观指数和其它指标如土地综合利用和土地利用的动态变化水平等被广泛应用。



4.4 生物多样性保护

A 重要物种的生境适宜性评价

- 评价中考虑的自然因子包括野生动植物生境的数量、质量、位置、时间变化等。生境的质量决定于目标物种（如大熊猫、金丝猴）的生物和非生物需求，如食物来源、庇护场所等。
- 人类对生境适宜性有重要的积极和消极影响。这些因子包括政策、人口数量、经济或生计活动，态度和感知等。
- 适宜的生境至少可以反映景观水平上生物多样性保护的效果
- 因此，野生动植物的生境适宜性评价是基于行为生态学、人类生态学和景观生态学的理论和方法的综合



栖息地



影响

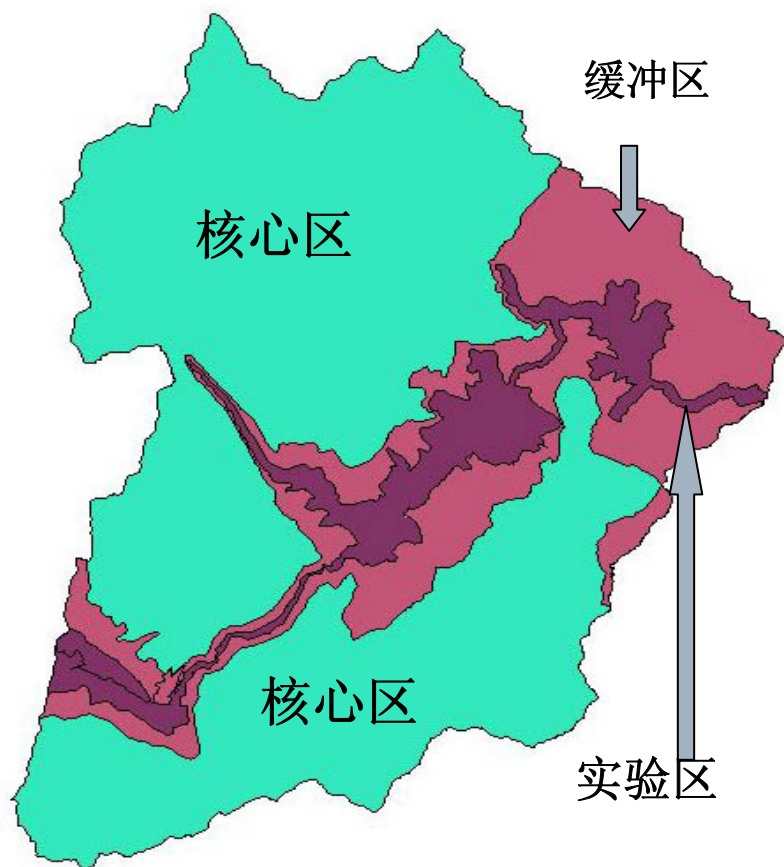


4.4 生物多样性保护

B 自然保护区规划与设计

- 自然保护区景观设计：核心区、缓冲区、实验区及生境廊道设计
- 为保护特殊物种如大熊猫、丹顶鹤等而开展的自然保护区网络体系设计
- 地区及国家级保护区的区域设计
- **GAP**分析、模糊数学、最优化方法、**GIS**技术等被广泛应用

卧龙自然保护区功能区设计



四、中国景观生态学研究中存在的主要问题

- 关于概念和理论的分析探讨占绝大部分。
 - 基于景观指数的格局分析连篇累牍，但是生态学意义经常被忽视。
 - 已经认识到格局、过程与尺度三者之间关系的重要性，然而，这些关系的研究仍处于初级阶段，令人振奋的成果不多。
 - **RS** 和 **GIS** 被广泛应用于空间数据的处理，然而这种数据处理的可靠性与准确性却重视不够。
 - 方法的创新仍有所欠缺。
 - 总体看，尽管景观生态学在中国的起步在时间上不晚于北美，但在发展过程中更多地是理论、方法的引入和应用，基本处于模仿和跟踪状态，原创性不足。
-

五、中国景观生态学研究的未来趋势与重点

5.1 总体战略

- 制定学科发展策略：关注受人类干扰的和人为主导的景观，进行多学科整体分析，协调区域发展与生态保护之间的冲突。
 - 加强景观生态学的长期监测和实验研究，为格局、过程和尺度等核心问题的求解提供坚实可靠的依据。
 - 提高景观规划与设计、保护和管理水平。
 - 发起并推动有中国特色的综合整体性景观生态学的发展：研究领域的综合，多学科的综合，尺度的综合，自然与人文的综合。
-

五、中国景观生态学研究的未来趋势与重点

5.2 重点内容

- 景观生态过程研究：生态水文过程、生物地球化学循环过程、人地相互作用过程、物种迁徙过程.....
 - 景观变化的驱动力、过程和效应：自然和社会经济驱动，时空变化过程，资源、环境、生态和灾害效应
 - 区域的综合和区域内的异质性研究：多学科的区域综合实验研究，区域综合的方法与模型；区域内景观多样性、景观格局与生态过程研究
 - 尺度推绎与转换：种群、群落、生态系统、景观、区域、全球
-

五、中国景观生态学研究的未来趋势与重点

5.2 重点内容

- 模型的发展：非线性科学和复杂性科学在景观生态研究中的应用；景观生态过程模型的发展，模型的有效性检验与验证
 - 景观生态学的应用：环境变化与规划、土地利用变化与规划、城市化与区域可持续发展、气候变化及其效应、生态系统恢复与生物多样性保护、土地退化过程与治理、人与自然和谐发展
-

几点建议

- 加强观测、实验、调查与模拟
 - 加强遥感与野外观测的结合
 - 加强基础和应用基础研究
 - 加强区域综合和全球研究
 - 加强学科交叉，特别是一级学科的交叉
 - 加强国际合作与交流
-

主要参考文献

- 傅伯杰, 陈利顶, 王军, 孟庆华, 赵文武. 2003. 土地利用结构与生态过程. *第四纪研究*.2003,23(3): 247-255
 - 郭晋平. 2003. 景观生态学的学科整合与中国景观生态学展望. *地理科学*, 23 (3) : 277-281.
 - 郭晋平, 张芸香. 2003. 中国森林景观生态研究的进展与展望. *世界林业研究*, 16 (5) : 46-49.
 - 冷文芳, 肖笃宁, 李月辉, 胡远满, 贺红士. 2004. 通过《Landscape Ecology》杂志看国际景观生态学研究动向. *生态学杂志*, ,23(5): 140-144
 - 肖笃宁, 冷疏影. 2001. 国家自然科学基金与中国的景观生态学. *中国科学基金*, (6) : 346-349.
 - 曾辉, 江子瀛. 2000. 深圳市龙华地区快速城市化过程中的景观结构研究. *应用生态学报*, 11(4): 567-572
 - Fry G.L.A. 2001. Multifunctional landscapes-towards transdisciplinary research. *Landscape and Urban Planning*, 57(3): 159-168.
 - Naveh, Z. 2000. What is holistic landscape ecology? A conceptual introduction. *Landscape and Urban Planning*, 50(1-3): 7-26
 - Turner, M.G. 2005. Landscape ecology in North America: past, present, and future. *Ecology*, 86(8):1967-1974
 - Wu, J. and Hobbs, R. 2002. Key issues and research priorities in landscape ecology: an idiosyncratic synthesis. *Landscape Ecology*, 17: 355-365.
-



谢谢!

2004 8 4