维普资讯 http://www.cqvip.com

第17卷第5期 生 态 学 报 Vol. 17, No. 5
1997年9月 ACTA ECOLOGICA SINICA Sep., 1997

生态空间理论与景观异质性*

肖笃宁 布仁仓 李秀珍
(中国科学院沈阳应用生态研究所,沈阳,110015)

摘要 概述生态空间理论的若干主要方面:尺度、空间格局、景观异质性、镶嵌与生态交错带以及干扰与景观动态等。生态空间理论是景观评价、管理和生态规划的重要基础,对于区域可持续发展和生物多样性保护等方面的研究都具有重要的指导意义。

关键词:景观生态学,生态空间理论,景观异质性。

SPATIAL ECOLOGY AND LANDSCAPE HETEROGENEITY

Xiao Duning Brencang Li Xiuzhen
(*Institute of Applied Ecology, Academia Sinica, Shenyang, 110015, China*)

Abstract In Landscape Ecology, landscape means a cluster of interacting ecosystems which appear as spatial land mosaics. Therefore, the main point of Landscape Ecology is to study the spatial relationship of ecosystems, as well as the retention of landscape heterogeneity. The theory of Spatial Ecology is presented just for this purpose. This article expounded the main points of this theory: scale, spatial pattern, landscape heterogeneity, mosaics and ecotone, disturbance and landscape dynamics, etc. The Theory of Spatial Ecology can be an imoprtant basis for landscape evaluation, management and ecological designing. It will also contribute to the reginal sustainable development and biodiversity conservation.

Key words: Theory of Spatial Ecology, Landscape Ecology, landscape heterogeneity.

生态空间理论(theory of spatial ecology)是对生态系统空间关系进行研究的一种理论,主要包括尺度、空间格局和镶嵌动态等。该理论代表着一种强调自然界异质性,等级结构性,局部随机性和结构、功能、动态尺度依赖性的新生态学范式,体现了当代生态学研究从微观走向宏观,从定性走向定量,从应用线性科学研究方法到应用非线科学方法的进展趋势。地球系统是一个复杂的巨系统,非平衡性、非线性、多尺度性、突变性、自组织性、自相似性、有序性和随机性等是其最本质的属性。无疑,宏观生态学的研究需要运用新的理论武器。全球生态,区域生态和景观生态是宏观生态研究中的不同层次,景观生态学集中关注于对生态系统空间关系的研究,它把景观视为空间上镶嵌出现和紧密联系的生态系统组合,景观可视为异质性的热力系统,因而景观生态学的理论核心也可以说就是生态空间理论,聚焦为研究景观空间异质性的保持

* 国家自然科学基金(49631040)资助项目。
收稿日期:1996-12-12,修改稿收到日期:1997-04-28。

维普资讯 http://www.cqvip.com

和发展。

1 尺度(scale)

通常尺度一词系指观察或研究对象(物体或过程)的空间分辨度和时间单位,它标志着对所研究对象细节了解的水平。在生态学中,尺度是指所研究生态系统的面积大小(空间尺度)或其动态变化的时间间隔(时间尺度)。其表示方法与制图学不同,空间分辨率的单位称为粒子(grain)或象元(pixel),每一象元(图象单元)视为同质,而象元之间视为异质。至于绘图比例尺是表示对空间距离的缩减程度,与尺度的概念正好相反。绝对尺度是指真实的距离、方向和外形,而相对尺度是根据生物的功能联系用作两点间的相对描述。关于研究区的大小和需要考虑的时间长短称之为研究范围,对于所得出的研究结果有时需要进行外推,即根据已知值进行推测,把信息从一个尺度转移到另一尺度,或从一个系统转到另一个系统。此时将系统在性质、属性或现象上产生突然变化的点称为临界阈值(critical threshold)。关于不同时空尺度的生态学研究参见图1。

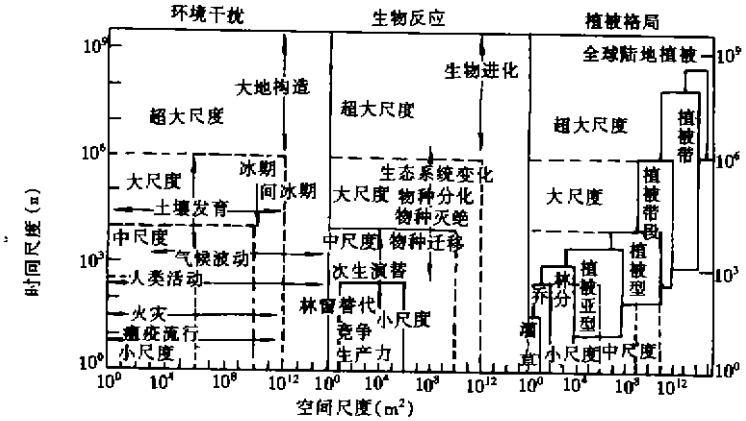

图1 不同时空尺度的生态学研究

Fig. 1 Different time and spatial scales of ecology study

从环境干扰,生物反应与植被格局3个层面上均可看到,以不同尺度研究时,内容也不相同。生态系统是有一定大小范围的功能单元,通常在研究陆地生态系统的生产力,生物地球化学上的元素循环和脆弱性等问题时,把生态系统作为一个小尺度(10~100m)的均质体来考虑。景观生态学的研究基本上是对应着中尺度的范围,从几平方公里到几百平方公里,从几年到几百年;而区域生态学的研究则往往进入大尺度的范畴。

在生态研究中应十分注意时空尺度的对应性、协调性和规律性,如生态平衡就是自然界在动荡中表现出的某种与尺度相关的协调性。生态系统在小尺度上常表现出非平衡特征,或"瞬变态特征",但在大尺度上仍可体现出与平衡模型相似的结果。生态系统与其所属的大尺度系统之间的关系常常可以克服局部生物反馈的不稳定性。生态系统发展中的持续性问题也与其尺度有关。达到持续的可能性在细尺度上减小,个别生态系统中存在激烈波动是正常的,而大尺度的自然调节过程可提供较大的稳定性。为实现区域的可持续发展,景观是最适于进行规划和管理的空间尺度,因为景观有比较明显的边界和共同的生态过程[1]。

生态管理的中心问题之一乃是尺度问题,一个"单元"(unit)可认为是分布格局中的一种组分(如不同的生物或生境类型),构成时空异质性镶嵌的各单元可被视为独立的单位。这一思路对于有相互关系的区域尺度上的管理活动,如可更新自然资源的开发是很有用的。一些国外学者在生态模型的研究中取得如下经验:计算模型后反映具有较大影响的大尺度上的变化,模型与方法的分辨率也应与变化的尺度相一致。

维普资讯 http://www.cqvip.com

B. T. Mirce 等研究了景观边界的多尺度复杂性,发现在复杂地形景观中,斑块(patch)的几何形状随着由梯度大小所决定的尺度系列而变化;可以通过土地利用方式等小尺度因素的调控,使得人类活动对景观变化的影响保持在适当的强度。美国景观生态学家对空间尺度所进行的研究要比对时间尺度的研究来得细致深入,关于跨尺度研究、尺度转换,尺度模型参数的选择以及渗透理论(percolation theory)等热点都有众多的研究文章[2~7]。

2 空间格局(spatial pattern)

空间格局是生态系统或系统属性空间变异程度的具体表现,它包括空间异质性、空间相关性和空间规律性等内容。空间格局决定着资源地理环境的分布形成和组分,制约着各种生态过程、与干扰能力、恢复能力系统稳定性和生物多样性有着密切的关系。

基本生态过程包括生物生产力、生物地球化学循环、生态控制以及生态系统间的相互关系等方面。生态控制包括稳定性(阻抗、回复)和干扰(多样性、再生演替趋势和生态系统的新陈代谢);生态系统间的相互关系包括过程输入和过程输出,前者有人类与动物活动的季节性变化,偶然干扰和干扰循环以及敏感性;后者有迁移、竞争、群落密度、关键种构成、病虫害和多样性等。影响基本生态过程的空间格局参数如下:

(1)斑块大小:影响单位面积的生物量、生产力、养分储存、物种多样性,以及内部种的移动和外来种的数量。大的自然植被斑块在景观中可以发挥多种生态功能,起着关键作用。

(2)斑块形状:影响生物种的发育、扩展、收缩和迁移。与几种关键功能相适应,一个生态上理想的斑块形状通常是具有一个大的核心和某些曲线边界及狭窄的回廊。其方向角与周围的"流"有关。

(3)斑块密度:影响通过景观的"流"的速率。

(4)斑块的分布构型:影响干扰的传播和扩散。R. T. Forman 按结构特征划分出4种景观类型,即斑块散布的景观、网络状景观、指状景观和棋盘状景观(图2),其关键空间特征在散布景观中为:基质的相当面积、斑块大小、斑块间距离、斑块分散度(聚集、规则或随机);在网络状景观中为:廊道密度、连接度、网络路径、网眼大小以及结点的大小和分布;在指状景观中为:各组分的相对面积"半岛形"组分的丰度和方向性,其长和宽;在棋盘状景观中为:景观的粒度(斑块平均面积或直径),网络的规则性或完整性以及总边界长度。

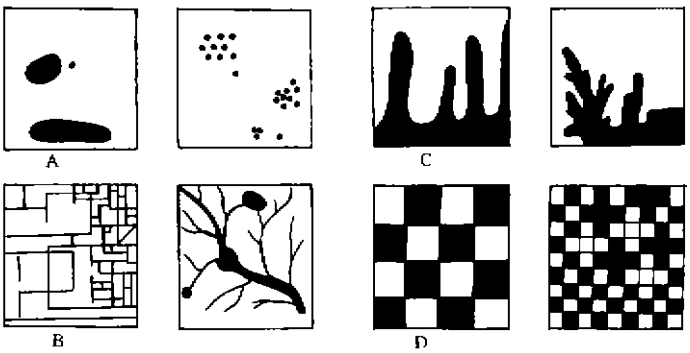

图2 按结构特征划分的基本景观类型

Fig. 2 Landscape classification on stucture character

A. 斑块散布型 Scattered B. 网络型 Webbed C. 指状型 Fingerlike D. 棋盘型 Chessbordlike

注:在每一景观中仅包括两种组分(生态系统或土地利用类型),由黑色和白色表示。树枝状例子则兼有网络和散布的两种景观类型的特征。

众所周知,封闭系统中只有同一性,由于能量输入和保持阻抗所演化成的开放系统中就出现了梯度异质性和镶嵌异质性。生态系统中同一性的动力来自于自然界,趋向于建立呈对数型的生物量垂直分布,而其阻抗则包括自然界中原已存在的异质性以及自然干扰和人类活动。空间异质性通常包括空间组成和空

维普资讯 http://www.cqvip.com

间构型两个方面，前者是指景观组分（生态系统）的类型种类、数量和面积比例，后者是指生态系统的空间分布、斑块形状、大小和景观对比度、景观连接度。空间相关性是指斑块异质性与参数的空间相互作用，以及空间关联程度；空间规律性是指空间梯度和趋势，如城乡梯度的定量化研究等。人们熟知的空间格局有均匀分布、聚集布局、线状布局、平行布局和共轭布局。

景观系统不仅包括异质区域及其界线，而且包括各种内部的网络，如水系、交通运输和动物迁移路线等。沿网络线运动的流，不仅与相应的位势有关，而且与交换的功能距离有关。各种等级层次上的空间区域界线，对水平流穿越的难易程度不同，如流域界线对地表水的运动是一种限制，但动物却容易穿过；政治界线对污染物的转移是开放的，但对于贸易和人口迁移却是封闭的。边界不仅起障碍作用，也能起吸引作用，例如海岸线常集中了社会的经济、文化活动，而森林和草原的界线则以生物的多样性为特征。

3 异质性的产生机制和景观异质性指数（heterogeneity：origin and indices）

在开放系统中，能量由一种状态流向另一种状态，伴随着新结构的建立而增加了异质性。景观异质性的产生机制正是基于这种热力学原理，即从太阳辐射能转化成的各种能量流中产生。形成目前地球系统无比复杂的空间异质性的太阳能来自几个时期：地壳形成期，古代植物繁盛期和现代生物圈发育期。外动力因子对景观形成的自然干扰，生态系统的演替以及人为活动的影响都是产生景观异质性的重要原因。特别是当代人类活动对生态环境的影响日益增大，对于某些地区景观的变化更是起到了控制性的作用。

在人类活动对生物圈的持续性作用中，景观碎片化（fragmentation）与土地形态的改变是其重要表现。按照人类对景观的影响程度进行分类，可以区分为自然景观、管理景观与人类文明景观3大类。如果说人为活动对于自然景观的影响可称之为干扰（disturbance），那么对于管理景观的影响则应称之为改造（reform），而对于人工景观的影响更是决定性的，可称之为构建（build）。

如所周知，熵的大小是无序度（大量的各种各样的可能性）的一种量度，而负熵流是指在边界处于能量与物质交换过程而使系统熵减少的熵流。对于地球系统而言，太阳能的输入引起正熵流，热能辐射到外部空间引起负熵流；生物的进化从无序到有序，从简单到复杂，正是意味着负熵的增长。多年来负熵和信息在生态学中的应用主要是表示动、植物区系的多样性，最近 O. Neill、M. Godron 等人则应用 Shannon-Wiener 指数来分析景观结构。他们运用断面取样法和栅格法进行景观的信息计量，从而对整个景观的异质性、景观构成和景观动态提供了一种连续、定量的评定。对景观生态学而言，信息论最有价值的应用之一就是确定"最佳界限"，在观察被相等线段分割的断面上的景观要素（植物斑块、农田、道路、河流等）时，沿断面的"最佳界线"点给予断面两部分差异最大的信息值，其单位为比农（Binon）。最佳界限点据此而得以客观判定，这对于景观边界、生态交错带、梯度分析等方面的研究有着特殊的作用。

关于景观异质性的指数有多种表述，使用较多的有以下几种。

3.1 多样性指数

丰富度（richness）：景观中各组分的总数

$$R = (T/T_{max}) \times 100\%$$

均匀度（evenness）：景观中各组分的分配均匀程度。

$$E = (H/H_{max}) \times 100\%$$

优势度（dominance）：景观中主要成分的控制程度。

$$RD = 100 - (D/D_{max}) \times 100\%$$

后二者以信息理论中的 Shannon 公式为计算基础，二者呈负相关。

3.2 镶嵌度指数

镶嵌度（patchness）：景观中全部组分的对比程度。

$$PT = \frac{1}{N_b}\sum_{i=1}^{r}\sum_{j=1}^{r} EE_{ij} \times DD_{ij}$$

N_b——边界总长、EE——共同边界、DD——两组分间的相异度。

聚集度（contagion）：景观中不同组分的团聚程度

维普资讯 http://www.cqvip.com

$$R_c = 1 - C/C_{max}$$

$$C = \sum_{i=1}^{r}\sum_{j=1}^{r} P_{ij}\log P_{ij}$$

$$C_{max} = 2\log(T)$$

当 C 值为零时属于完全团聚分布,C 值为1时属随机分布,C 值为2时属完全规则分布。

3.3 距离指数

最小相邻指数(nearest neighbor index):

$$NN = MNND/ENND$$

$MNND$——同类最近斑块间的平均最小距离

$ENND$——随机分布时的期望值,$=1/2\sqrt{d}$

d——斑块密度

联结度指数(proximity index):景观中同类斑块的联系程度,其值从0~1。

$$P_x = \sum_{i=1}^{n}[Ai/NNDi)/(\sum_{j=1}^{n}[Ai/NNDi)]^2$$

4 镶嵌(mosaic)与生态交错带(ecotone)

自然界普遍存在着镶嵌性,即一个系统的组分在空间结构上互相拼接而成为一个整体,通常可分为生物镶嵌性和非生物镶嵌性,后者即环境镶嵌性。生物镶嵌性又包括干扰、生物相互作用、植被空间格局、反应-扩散过程、疾病等类型。土地的镶嵌[2,3]是景观和区域的生态学的基本特征,土地转换的镶嵌系列模式有以下几种:边缘式、廊道式、单核式、散布式等,其中第一种模式是生态上比较理想的土地转换模式。

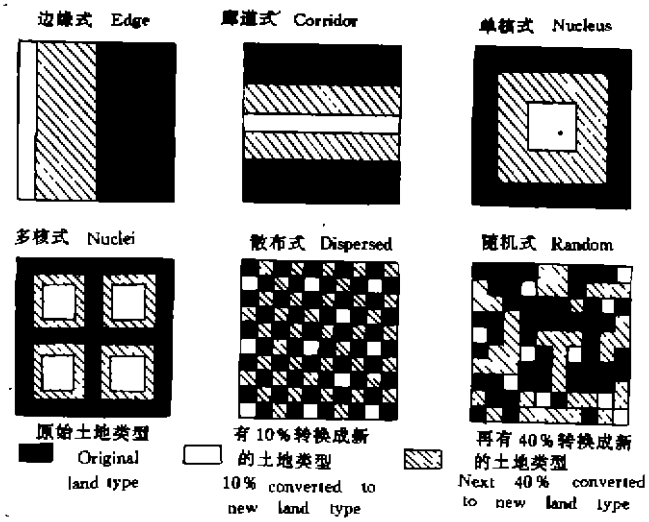

图3 土地转换的镶嵌模式

Fig. 3 Mosaic types of landscape change

生态交错带(ecotone 与 landscape boudary)的原义为两个不同生态系统交接处的过渡带,1985年SCOPE/MAB工作组依据斑块动态理论和等级结构理论,将此概念扩充为:"在生态系统内,不同物质能量体系,结构、功能体系之间形成的界面"。1986年 Forman 等又将景观交错带定义为:存在于相邻的不同均质景观单元之间的异质性景观,它控制着生物和非生物要素的运移。总之,从广义上讲,生态交错带是指特定尺度下生态实体之间的过渡带。它最主要的空间特性就是异质性,表现为界面上的突变性(sharpness)和对比度(contrast)。相邻生态系统或景观通过交错带相互渗透、连接、区分,其内部的环境因子和生物因子发生梯度上的突变,对比度也增大。交错带内通常生境等值线密度高,生态位分化程度也高,物种多样化显

维普资讯 http://www.cqvip.com

著，往往有它自己的特有组分——边缘种。种间关系复杂，食物链也比较长，体现出有利于多个生态系统共存的多宜性[8]。

生态交错带具有等级结构。其内不同类型和等级的功能单元并存。某一空间尺度的交错带可以看成是比它低一级尺度的斑块集合体，同时也是比它高一级尺度的交错带的组成部分。高一级尺度的交错带一般面积较大，行为和变化较慢，包含和制约着低一级尺度的交错带。

生态交错带在水平结构上展现出如下空间格局：直线状格局，锯齿格局、碎片化格局。当其处于景观演替的相对稳定阶段时，来自界面两边的作用力相等，处于直线状格局；而受到外界干扰后，由于来自相邻生态系统或景观的作用力方向、强度不等，边界从线状格局变为锯齿状格局；其后当两侧的作用力逐步恢复平衡，交错带也就从锯齿变为碎片化格局；最后经过较长演化，各类斑块消失，又重新进入直线状格局。

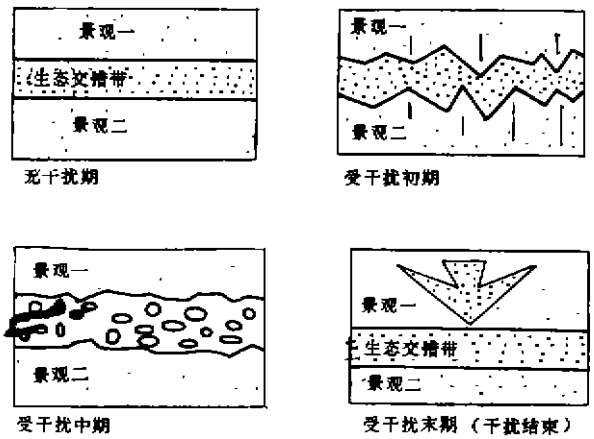

图4 生态交错带的水平结构与演化

Fig. 4 Horizontal structure and change of ecotone

生态交错带的结构要素包括以下内容：

属于交错带的尺度有：交错带对比度——过渡带两侧的水平差异；内部异质性——跨过渡带方向变化率的方差；交错带的宽度——过渡带空间宽度或形成时间长短；交错带形状——过渡带边界的曲面格局，镶嵌体大小——交错带之间的镶嵌体的直径或面积。

属于景观的尺度有：

交错带密度——单位面积景观内的交错带长度；交错带分维——交错带形状的复杂性；镶嵌体多样性——镶嵌体类型的丰度和均匀度。

交错带的功能要素则包括：

孔隙度——交错带引起的生态流变化的程度；稳定性——抗干扰能力；回复性——遭破坏后恢复原状态的速率；环境变化时的行为——环境变化时交错带变化的性质；如线性、混沌、阵发等。

5 干扰与景观动态(disturbance and dynamics)

景观的生态稳定性取决于其空间结构的多样性总生物量或潜在能量，恢复与再生能力以及抗干扰水平，可见干扰对于景观演变具有决定性的意义。

干扰的特征因子有4：①干扰频率，或反之曰，干扰演替之间的时间间隔；②恢复速率，或反之，从受干扰状况中恢复所需的时间长短；③干扰事件影响的空间范围；④景观范围大小。由此可得出两个基本参数。

5.1 时间参数 T 等于干扰间隔时间/恢复时间，意味着从干扰状况恢复到一个成熟植被阶段所需的时间。若 T 值>1，表示干扰间隔长于恢复时间，即系统能在干扰再次发生前得到恢复；若 T 值<1，表示干扰间隔短于恢复时间，即系统在它充分恢复前再次受到干扰。

维普资讯 http://www.cqvip.com

5.2 空间参数 S 等于干扰影响范围/某景观范围。当 S 值≤1时,表示干扰影响范围小于景观面积,景观动态可预测;当 $S>1$,表示干扰影响范围超过景观面积,景观动态不能预测。

根据这两个基本参数构筑了一个模拟模型[9],并计算出成熟植被的标准差(SD 值),在以 T 为纵轴和 S 为横轴的对数坐标图上,划分出6种类型,其中A,B和D类属于轻度干扰,系统可迅速恢复;C与E类属于中度和经常性干扰,系统可以中等速率恢复;F类为潜在不稳定系统,处于强度和经常性干扰状况,恢复缓慢(见图5)。

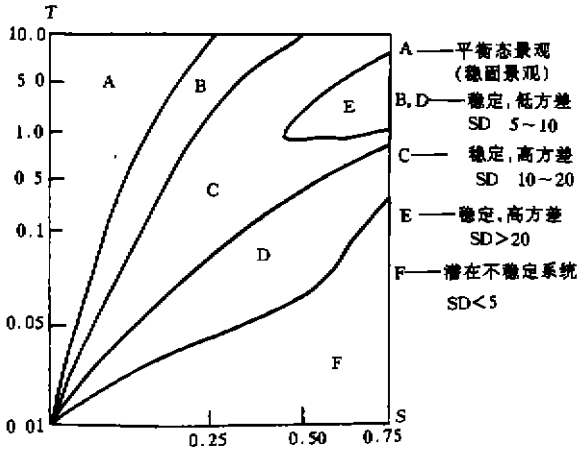

图5 根据时间参数 T 和空间参数 S 构筑的景观模型

Fig.5 Landscape model according to time(T) and spatial(S) refferences

景观的变化取决于斑块动态(patch dynamics),即斑块的出现、持续与消失,而以景观破碎化过程(fragmentation)最为典型。该过程是指景观变化增加了斑块数量,从而减少了生物物种内部生境的面积,相应增加了开放边缘的容量,或者说增加了景观中残余斑块的隔离度。

以森林景观为例,这种碎片化过程意味着:"林岛"数的增加;"林岛"形状的不规则化;森林内部生境区的退缩;森林廊道被破坏和森林斑块的孤立。

H.K.Timothy 为评估美国西南部地区森林生境总的连接度,以渗透理论为基础提出了一种新的景观分析方法,即选取相互之间距离逐步增大的一系列林块作为实验地,模拟林地的碎片化过程,发现随着扩散距离的增大,在45km 的尺度上,景观连接度有一个突然的增大。因为渗透阈限(percolation threshold)取决于单个斑块的大小、位置和形状,故可以通过去掉个别林块,然后测定景观连接度的方法,来对上述模拟结论进行灵敏度检验。这一研究成果可供破碎景观中优化选择保护区位置时参考。一般而言,景观碎片化的定量指标包括以下内容[4]:

斑块数目或密度

斑块形状:区域加权形状指标(AWS)

$$AWS=\sum_{i=1}^{t}A_i\cdot SI_i/A$$

$$SI_i=0.25P_i/(A_i)^{\frac{1}{2}}$$

A_i——斑块 i 的面积,SI_i——斑块形状指标,P_i——斑块周长,A——森林斑块总面积,t——森林斑块总数目。

AWS 值高表明森林景观中不规则形状的采伐单元(伐区)占优势。

内部生境面积 IAF(interior area fragmentation index)

维普资讯 http://www.cqvip.com

$$IAF = 1 - (A_{im}/A)$$

A_{im}——森林内部面积。设边缘作用尺度为1个象元，减去所有的边缘象元。

IAF 值为0～1，1意味着景观完全碎片化。

斑块的隔离或连接度：多用距离测定

景观镶嵌的对比度，如相对斑块指数 RPI(relative patchness index)

$$RPI = 100\sum_{i=1}^{r}\sum_{j=1}^{r}E_{ij}D_{ij}/N_b$$

E_{ij}——斑块 i 和 j 之间的边界单元数(在象元单位中的边缘长度)，D_{ij}——斑块 i 和 j 之间的不相似值(专家打分或不相似性测定方法)，N_b——边界单元的总数目。

边缘长度：单位面积内的边缘长度(m/hm^2)

景观多样性，如丰度和多样性

6 结语

景观生态学以中尺度的景观结构和生态过程关系研究而别具特色。它十分重视生态系统空间属性的研究，认为斑块(生态系统)空间分布的景观格局就是若干生态过程和非生态过程长期作用的产物，反之景观格局又对这些过程产生直接影响，如干扰的扩散和能量的转移。景观可视为异质性的热力系统，异质性是景观基本的属性，决定着空间格局的多样性，因而景观生态学的重点就是研究空间异质性的维护和发展。空间异质性通常包括空间组成、空间构型和空间相关(空间梯度和趋势度)，其来源有干扰、环境变异和植被内源演替，而以干扰为主，以上便是生态空间理论的主要内容。

在景观的管理和规划中，生态空间理论得到广泛的运用，比如在生物多样性保护中就需要经常考虑以下原则：a. 保护对象栖息核心的扩展；b. 建立缓冲带以减小与周围景观的冲突；c. 用廊道连接栖息地；d. 增加景观异质性；e. 有利于生境恢复。

R. T. T. Forman 新近提出了一种集中和分散相结合的景观规划模型(aggregate with outliers)[2,3]，基于管理景观中存在着多种组分(农田斑块、建筑斑块和自然植被斑块)，通过景观空间结构的调整使得各类斑块大集中、小分散，而实现生物多样性的保持与高度的视觉多样性。这也是通过生态空间的镶嵌稳定性来寻求持续发展中的稳定性，建立生态持续景观。

关于景观的评价，功效性、独特性与宜人性是3个最重要的方面，其中都离不开空间结构与生态过程的相互依存与统一。生态空间理论应成为景观评价、管理的基础手段之一，对区域可持续发展研究，也具有重要的指导意义。

参 考 文 献

1 Turnered M G. *Quantitative methods in landscape ecology*. Springer-verlag. New York. 1991

2 Forman R T T. *Land mosaics. The ecology of landscape and regions*. Cambridge University Press. 1995

3 Forman R T T. Some general principles of landscape and regional ecology. *Landscape Ecology*, 1995, **10**(3): 133～142

4 Li. Developing alternative forest cutting patterns: assimilation approach. *Landscape Ecology*, 1993, **8**(1): 63～75

5 O' Neill R V *et al*. Indices of landscape pattern. *Landscape Ecology*, 1988 **1**: 153～162

6 Wiens J A *et al*. Ecological mechanisms and landscape ecology. *Oiks*, 1993, **66**: 369～380

7 Zonneveld I S. *Changing landscape: An ecological perspective*. Springer-verlag. New York. 1990

8 Hansen ed A J. *Landscape boundaries: consequences for biotic diversity and ecological flows*. Springer-verlag. New York. 1992

9 Turner M G *et al*. A revised concept of landscape equilibrium: Disturbance and stabilily on scaled. landscapes *Landscape Ecology*. 1993. **8**(3): 213～217

10 Gutzwiller K J. Interception of moving organisms: influences of patch shape, size, and orientation on community structure. *Landscape Ecology*, 1992, **6**: 293～303

维普资讯 http://www.cqvip.com

11 O' Neill R V *et al*. Multiple landscape scales: An intersite comparison. *Landscape Ecology*, 1991, **5**(3): 137～144
12 Opdam P. Metapopulation theory and habitat fragmentation. *Landscape Ecology*, 1991, **5**: 93～106
13 Turner M G. *Landscape heterogeneity and disturbance*. Spring-verlag. New York, 1987
14 Wiens J A. On the use of "grain" and grain size in ecology. *Functional Ecology*, 1990, **4**: 720
15 赵景柱. 景观生态空间格局动态度量指标体系. 生态学报, 1990, **10**(2): 182～186
16 李哈滨, 任业钢. 景观生态学的数量研究方法. 见: 刘建国主编. 当代生态学博论. 北京: 中国科学技术出版社, 1992. 209～233
17 李百炼等. 斑块性和斑块动态: 1. 描述与分析. 生态学杂志, 1992, **11**(5): 28～37
18 傅伯杰. 景观多样性分析及其制图研究. 生态学报, 1995, **15**(4): 345～350
19 李秀珍. 美国景观生态学尺度研究的新动向. 资源生态环境网络研究动态. 1995, **6**(3): 34～36
20 张宇星, 城镇生态空间理论初探. 城市规划, 1995, (2): 17～19

欢迎订阅《兽类学报》

《兽类学报》是中国科学院西北高原生物研究所和中国兽类学会主办的兽类学综合性的学报级学术刊物(季刊)。主要报道兽类的分类、区系、形态、生态、行为、繁殖、生理、生化、解剖、遗传以及有益、濒危兽类的利用与保护、有害兽类的防治等方面的研究成果,辟有研究报告、研究简报、资料、书刊评介、学术动态等栏目。旨在促进国内外学术交流、推动人才培养,发展我国的兽类学。

《兽类学报》是我国从事兽类学研究的科研单位、大专院校及科技情报所、图书馆必备的科技刊物。本刊国内外发行,各地邮局均可订阅。16开本,80页,每期定价8.8元。自1996年(第16卷)第1期起改由西宁市邮政局向国内总发行,邮发代号56—11。订阅时请注意在青海省期刊栏内查阅。如有漏订,请与本刊编辑部联系。

编辑部地址:810001青海省西宁市西关大街59号

欢迎订阅《农村生态环境》

《农村生态环境》是国家环境保护局南京环境科学研究所主办、中国环境科学出版社出版的学术类期刊,系全国环境科学类中文核心期刊、江苏省优秀科技期刊。本刊及时报道我国生态环境保护和自然资源开发两大领域研究的动态与方向、理论与方法、科研成果与进展等学术论文、研究简报、专论与综述、学术动态。从事生态环境保护的科研人员、各级环境保护部门的决策管理人员、城乡建设部门的规划设计人员、从事农林与自然资源开发等相关专业的高等院校师生可从本刊获得有益的信息。本刊为季刊,16开,64页,每期定价4元,全年16元,公开发行,邮发代号28—114。欢迎您到当地邮局订阅本刊,如漏订,可向编辑部补订。

编辑部地址:南京市蒋王庙街8号,邮编:210042,电话:(025)5412926