



许 慧 玉家骥 编著

# 景观生态学的 理论与应用



中国环境科学出版社

# 景观生态学的理论与应用

许 慧 王家骥 编著

中国环境科学出版社

1993

(京)新登字 089 号

## 内 容 简 介

景观在自然等级系统中是一个比生态系统高一级的层次。景观生态学是以整个景观为研究对象,是由生态学、地学、野生生物管理学和景观规划等多学科衍生出来的一门新兴学科。本书介绍了景观生态学的产生和发展趋势,详细阐述了景观生态学有关景观结构、功能、变化的理论和原理,列举了景观生态学在环境与资源的规划与管理方面的应用成果。本书重点介绍了景观中自然资源的异质性,强调空间异质性的维持与发展、景观元素间的相互作用和交流以及人类对景观及其组分的影响等,其观点新颖,立论坚实,测试手段简便先进。

本书适于作为生态学、地学、生物保护、环境资源管理等方面的专业人员和高等院校师生的基础理论读物和应用技术参考书,是林、农、土、水、环境保护、城乡规划等部门的管理和技术人员的业务参考用书。

## 景观生态学的理论与应用

许 慧 王家骥 编著

责任编辑 朱丹琪

中国环境科学出版社出版

北京崇文区北岗子街8号

大厂兴源印刷厂印刷

新华书店总店科技发行所发行 各地新华书店经售

1993年8月第 一 版 开本 787×1092 1/32

1993年8月第一次印刷 印张 9 1/8

印数 1—1,500 字数 213千字

ISBN 7-80093-392-X/X·726

定价: 8.00元

整个地球的生态完整性都将取决于  
我们对景观的结构、功能和变化的理解  
和尊重。

R·福尔曼      M·戈德伦

## 前 言

景观生态学起源于中欧。1939年德国著名的地植物学家C·特罗尔在利用航片研究东非土地利用问题之后，创造了“景观生态学”这一术语，此后的很长时间内这个概念未能引起人们的重视。70年代以来，人类面临着人口、资源、环境的严重挑战，由于景观生态学所具有的“整体观”，适应了新时代科学研究发展的要求，从而获得了蓬勃的发展。进入80年代，景观生态学的基本理论和实际应用在美国得到重要进展。在系统论、控制论、信息论等新兴理论和遥感、计算机等现代技术的支持下，景观生态学显示了前沿学科所具有的强大生命力，成为异常活跃的科学领域。

C·特罗尔在60年代指出：“景观生态学这个词包含两个概念，无论是单词或是两词合并，都是由于科学家在我们这个科学专门化的时代，重新鼓励或者使人更注意自然现象的综合观点的努力而产生的。”“景观生态学的概念是由两种科学的观点结合产生的，一种是地理学的（景观），另一种是生物学的（生态学的）。”景观的概念引入生态学带来了许多新鲜思想，新的概念框架正在形成，一个新的研究领域由此而展开，正发展成为一个由生态学、地理学、森林学、野生生物管理、城市规划等等众多学科交叉的综合性学科，它的重要价值在于为环境保护和自然资源管理提供了新的基础理论和方法，从而使我们对自然的认识更加深刻了。

我国景观生态学的研究起步较晚，但发展迅速。近年来，随着改革开放形势的深入发展，我国的经济建设出现了

前所未有的好趋势，城市化在扩大，农村集镇的规模也在发展，到处都在兴办工业。然而，人们也在担心，如果没有合理尺度的宏观指导，没有一个科学的规划，我国的资源和环境将蒙受巨大的损失。正是基于这一点，我们编写了本书，把景观生态学的理论和方法介绍给广大的朋友，期望在发展的同时，调整好人与自然的关系，维护好炎黄子孙们的发祥地。

本书的编著过程参阅了大量国内外资料，但主体结构来自两本书，即R.Forman和M.Godron在1986年合著的《景观生态学》(Landscape Ecology)以及S.Zonnereld和R.Forman在1990年主编的《变化着的景观——生态学透视》(Changing Landscapes: An Ecological Perspectives)，插图也主要选自这两部专著。

由于我们的水平所限，编著中难免发生谬误。但我们极愿为让更多的人了解这门学科尽菲薄之力，算是抛砖引玉吧，希望读者朋友批评指正，并和我们一起投入到这个领域的研究和探索中去。

编著者

1992. 11. 北京

# 目 录

## 第一部分 景观生态学基础研究

|                 |         |
|-----------------|---------|
| 第一章 景观结构        | ( 4 )   |
| 第一节 拼块          | ( 4 )   |
| 第二节 廊道          | ( 16 )  |
| 第三节 模地          | ( 26 )  |
| 第四节 景观的整体结构     | ( 36 )  |
| 第二章 景观的功能       | ( 44 )  |
| 第一节 景观间流的运动机制   | ( 44 )  |
| 第二节 空气流和土壤流     | ( 46 )  |
| 第三节 物种流         | ( 53 )  |
| 第四节 景观元素的相互作用   | ( 64 )  |
| 第五节 景观的功能       | ( 72 )  |
| 第三章 景观变化        | ( 85 )  |
| 第一节 影响景观变化的自然过程 | ( 85 )  |
| 第二节 人类对景观变化的影响  | ( 95 )  |
| 第三节 景观变化的特征及模式  | ( 105 ) |
| 第四节 小结          | ( 119 ) |
| 第四章 景观生态学原理     | ( 123 ) |

## 第二部分 景观生态学应用研究

|                       |         |
|-----------------------|---------|
| 第五章 景观异质性与景观类型        | ( 129 ) |
| 第一节 异质性是景观生态学研究的基本出发点 | ( 129 ) |

|      |                                       |       |
|------|---------------------------------------|-------|
| 第二节  | 异质性产生的机理 .....                        | (132) |
| 第三节  | 景观类型的研究 .....                         | (136) |
| 第六章  | 景观的空间格局及功能分析 .....                    | (148) |
| 第一节  | 空间结构对流的影响 .....                       | (149) |
| 第二节  | 网络结构及其流 .....                         | (151) |
| 第三节  | 景观空间格局研究与规划 .....                     | (160) |
| 第四节  | 空间格局与不同时空尺度的生态过程 .....                | (169) |
| 第七章  | 景观变化研究和大尺度景观监测系统 .....                | (177) |
| 第一节  | 人与自然共同作用下的景观变化 .....                  | (177) |
| 第二节  | 以人类干扰为主的景观变化 .....                    | (195) |
| 第三节  | 景观动态研究的几点讨论 .....                     | (203) |
| 第四节  | 景观的生态监测 .....                         | (209) |
| 第八章  | 景观规划与管理 .....                         | (221) |
| 第一节  | 规划管理中的生态学方法及建模 .....                  | (221) |
| 第二节  | 规划管理中的等级组织理论和GIS .....                | (226) |
| 第三节  | 以国土最优化发展为目的的景观生态<br>规划方法 .....        | (234) |
| 第九章  | 生态学意义上的持续景观——人与<br>自然共生 .....         | (251) |
| 第一节  | 景观是对持续发展的环境进行规划和管<br>理的最适宜的空间尺度 ..... | (252) |
| 第二节  | 人类与自然的生物控制共生理论 .....                  | (260) |
| 第三节  | 欧洲农业景观发展变化的研究 .....                   | (274) |
| 参考文献 | .....                                 | (281) |



# 第一部分 景观生态学 基础研究

一场大雨过后，院子角落里一只被丢弃的瓦盆里盛满了清水。几天以后清水变混浊了，又过了几天，泛出气泡，再后来由于藻类滋生而变绿，细小的浮游生物出现了，盆底也沉积了薄薄的泥沙……。如果这不是瓦盆而是池塘，那么底部的泥沙就可能为其它生物创造了生存条件。上述现象反映了自然界一个普遍的事实，无论是动物个体、结构严密的生命系统或者经济系统都存在三个共同的基本特征：结构、功能和变化。过去的功能产生现在的结构，现在的结构决定现在的功能，现在的功能产生未来的结构，形成一个无穷无尽的反馈圈。对景观的研究也必须从结构、功能和变化入手。

景观这个名词最初来自德语“Landschaft”，在法语中是“Paysage”，英语中的“Landscape”有风景、景色的意义，它可以代表一幅风景画，某一区域的地形或者从某一角度看到的地面景色。不同专业的人赋予景观以不同含义的概念。在地理学上景观曾是一个“土地”的空间概念，19世纪后赋予它更加综合的含义，景观是总体环境的空间可见整体。以后不断有人对景观这个词做了不同的解释，主要集中在(1)自然地域或地文学区域之间的动态关系；(2)人类文化群落之间的动态关系。地理学家J·B·杰克逊说：“……我仍然摸不透这个概念。也许原因之一是我一直把它看作是一个在历史进程中不断变化的政治或文化实体……我不再试图去寻找景观

之间的差别，而是努力发现景观之间的相似性，……这种相似性可能与隐藏在多样性后面的普遍性有很大关系。”

观察农业景观，无论选择什么地点，都会遇见种植几种不同作物的农田、乡村小路、防护林带、农舍、灌木丛以及牛、马、羊、鸡、鸭等畜禽。观察城市景观我们会反复看到楼房、街道、商店、学校以及车辆、猫狗等等。而山地峡谷景观，则只见荒地、密林和灌草丛等等。但是，这乏味的观察中有三个重要特点：一是景观中所有的点均处在相同的气候条件影响之下，二是景观中大多数点有相似的地貌特征，三是景观中各点受到相似的干扰作用。相同的气候和土壤条件形成了相同的生物群落。干扰是在生态系统或者景观中能使正常格局引起足够大的变化的事件。经过几天、几年甚至几个世纪以后，这些干扰就造成了另一种景观。干扰作用既可以是自然现象，如火灾、飓风、病害，也可以是人为现象，如垦荒、砍伐等等。

综上所述，我们把景观定义为：一个空间异质性的区域，由相互作用的拼块（Patch）或生态系统组成，以相似的形式重复出现。由定义可知，景观是高于生态系统的自然系统，是生态系统的载体。生态系统是相对同质的系统，而景观是异质性的。异质性（Heterogeneity）是一个重要概念，后面的章节将着重给予讨论。

可见，景观是一个清晰的和可度量的单位，有明显的边界，范围可大可小，它具有可辨别性和空间上的可重复性，其边界由相互作用的生态系统、地貌和干扰状况（Disturbance regime）所决定。

景观生态学着重研究景观的三个特征：

结构 具体生态系统或存在“元素”的空间关系——主要指与生态系统的大小、形状、数量、类型及构形相关的能

量、物质和物种的分布。

功能 指空间元素之间的相互作用，即物质、能量、物种在生态系统间的流动。

变化 生态镶嵌体的结构与功能随时间的变化。

# 第一章 景观结构

景观是由景观元素 (Landscape element) 组成, 景观元素 (或称景观结构组分) 是地面上相对同质的生态要素或单元, 包括自然因素或人文因素。从生态学角度看, 景观元素可以看成是生态系统。景观元素一般能在航空照片上辨认出来, 宽度一般在10m到1km或者更大。

如果我们把一个村落看成是农业景观中的一个元素, 就会发现它是由房屋、院落、粮仓、树篱等成分组成, 所以景观元素仍然可以看成是异质的, 我们把景观元素中最同质的部分称为镶嵌物 (Tessera), 它就象拼花石子地面上的石子, 是景观空间范围中最小可见的同质单元。

景观元素有三种类型, 拼块、廊道 (Corridor) 和模地 (Matrix)。

## 第一节 拼 块

拼块是一个在外观上与周围环境明显不同的非线性地表区域。它的大小、形状、类型、异质性、边缘等重要性状有很大差别, 它象天空中的一朵云, 或嵌花路面上的石子一样嵌在模地之中, 与周围地区有不同的物种结构和成份。一般来说, 拼块是物种的集聚地, 可以是生物群落, 但也有一些拼块是没有生物群落或主要含有微生物的拼块。

## 一、起源与类型

一场大火以后，我们从飞机上往下看，会发现这块被大火肆虐的地方呈现出斑斑块块的景象。当我们实地勘察时，发现火烧过的多数地带动、植物已荡然无存，但有几块地方却由于种种原因被大火漏掉了，原有的植被被保留下来；再往前走，会遇到一片沼泽，它们的土壤被水浸泡着，保留有与刚才见到的生物群落极不相同的拼块。最后我们来到一片被开垦的农田，看到的是玉米、谷子或者水稻田。在这个调查中，我们起码看到了四种不同类型的拼块，每一种拼块都有不同的产生原因（或机理），如果我们对它们连续观察，会发现它们都有明显的动态变化。

被火烧过的地方属于干扰拼块 (Disturbance Patches)，是由于局部干扰而产生的。例如 飓风、冰雹、雪崩、泥石流、虫害、哺乳动物的践踏、食草动物的取食等等都会造成干扰拼块，人类的活动如对森林砍伐、垦荒、围田、采矿等等也可以造成干扰拼块。干扰是引起生态系统格局显著偏离其常态的事件。干扰可以是来源于内在因素，例如森林拼块中树木枯死倒下而产生的局部干扰（开林窗）；也可以是外部因素引起的干扰，例如强烈的火灾或风灾。外部干扰有时与内部干扰共同起作用，例如风刮倒了衰弱或枯死的树木。外部干扰还显著地影响生物个体、种群、生态系统，甚至景观的各种各样过程，是造成景观异质性的原因之一。

一个地区受干扰后发生了什么样的变化？这是最重要的生态学问题之一。首先是一些生物个体受危害而死亡，种群数量迅速下降，有的种群在该拼块中灭绝了，有的残存着很少数量，还有的以种子、卵、孢子的形式进入休眠状态；接踵而来的第二个反应是幸存种群大小发生了变化，有些残存

种的数量急剧上升，比原来拼块中的个体数量更多，而有些残存种则趋向消亡；第三个反应是拼块中迁入了一些原来没有的种群。干扰拼块是一种消失最快的拼块，它们的平均年龄最短，或者说有最高的周转速率(Turnover rates)。干扰拼块经过一段时间的演替，可能变得与周围模地难以区别而消失。但这类拼块也可以在反复出现的长期干扰(Chronic disturbance)下形成，如长期经受空气污染，长年放牧的草场等，这种情况下受干扰发生的演替过程反复受到阻碍而重新开始，结果拼块内保持一定的稳定性。这类拼块可以保持较长时间。长期干扰拼块多是人为干扰形成，也有自然原因的干扰，如有规律的洪水、干旱等等，拼块中的生物物种适应了这种干扰，产生了有独特环境或资源的拼块，它与周围模地不同，而又与其保持平衡状态。

残存拼块 (Remnant patch) 是由包围着一小块未受干扰地区的大范围干扰造成的。被大火漏过的植被地段就是一个例子。也有动物残存拼块，例如足以使周围鸟类灭绝的寒冷气候条件下幸存的在暖坡筑巢的鸟类群落。残存拼块某些特征与干扰拼块类似，它们都是由于人为和自然干扰产生，最初生物种群数量发生变化，接着发生演替，最终与模地融合，具有较高的周转速率等等。但残存拼块也有自己的特点，例如洪水包围的小岛，一旦岛屿形成，某些种群灭绝速率升高，这段时期被称做“松弛期”(Relaxation period)，灭绝的种群往往是数量小或者需要较大领地的生物种。然后进入调整期(Adjustment period)，特点是种群变动速率升高。模地受干扰后，一些物种迁入残存拼块，模地在演替中也经历着种群的迅速变化过程。松弛期之后先是迁入超过灭绝(已消灭的种重新涌入)，后来是灭绝超过迁入(最初的侵入种消失了)，这样交替下去，最后拼块与模地融合。这种

情况提醒我们注意，由于在松弛期消失了一些物种，所以残存拼块与模地融合形成的新的生态系统，只是一个物种贫乏的原来生态系统的仿制品。

残存拼块也可以由长期干扰产生，比如大片农田中保留下一块原生林地。长期残存拼块有更长的松弛期和更多的物种消失，它与模地汇合后形成的新景观与干扰前的景观可能完全不同。

环境资源拼块 (Environmental resource patch) 是由于环境资源的空间异质性或镶嵌分布而引起的。前述的沼泽即是一例。再如冰川活动留下的泥炭地，沙漠中的绿洲等等。它们都是由于环境条件或拼块资源不同，拼块中的生物也不同于周围模地。由于资源的分布时期较长，拼块的寿命也较长，周转速率很低，种群数量波动小，不存在松弛期与调整期。与前两类拼块不同，使拼块和模地分开的群落交错区 (Ecotone) 或重叠区往往不分明，可能很宽，形成一个逐步变化的梯度。

引进拼块 (Introduced patch)，当人类将生物引进一个地区，就产生了引进拼块。它有点类似于干扰产生的小面积拼块 (林窗上出现新的群落)，新引进的物种，包括动植物和人，都对拼块不断施加着重要影响。这类拼块是地球上存在最为广泛的拼块。最常见的引进拼块有下面两种：

1. 种植拼块 (Planted patch)，是由人引进植物的拼块，如小麦田、水稻田、人工林等。种植拼块中物种的动态主要取决于人类的维护管理。如果不进行管理，模地的物种将侵入，并发生演替，最终拼块消失。农业和林业管理人员进行的防止演替发生的维护活动包括除草、灭虫、翻土、施肥、浇水等项。在亚洲、非洲和拉丁美洲的热带潮湿地区，农民经常在森林里开垦一片土地，种植两三年后废弃，再到

其它地点重复这一过程。这种种植拼块是短期的，翻转迅速。而世界上大多数地区的种植拼块则维持数十年，甚至几个世纪。种植拼块的动态变化包括一个伴随着干扰和种植而发生的显著变化的短暂的初级阶段，和一个在维护活动期间相对稳定的较长阶段，然后是被废弃和演替期间的有重大变化的短暂阶段，最终拼块与模地融合。

引进的动物拼块也会发生上述相同过程。

2. 聚居地 (Habitation)，是受人干扰的景观中最显著并无处不在的景观成分之一，包括房子、院落、农用建筑和毗邻的周围环境。在人为干扰下，一个地方的局部或全部自然生态系统消失。替代自然生态系统的生物种类首先是人，其次是人为了装饰庭院、公共场所以及消费需要引进的动、植物新种类，如月季、蔷薇、牡丹、果树、家猫、狗、金丝雀等等。同时一些有害动植物也被引进，如老鼠、跳蚤、蚊蝇、杂草、病毒等等。聚居地是人造的拼块，它的存在取决于人的维护程度和持续时间，聚居地生态系统典型的不稳定性反映了这一点。

聚居地和种植拼块都属于引进拼块，类似于在旷野上建立了一个动物园，动物园中聚集着来自不同地方的互不相容的物种，它们的存在是由于人类的大量引进和努力维护，当动物园资金枯竭时，荒野就吞没了动物园。引进拼块的存在和归宿就是这样的。

以上我们分析了四种拼块，它们的持久性与稳定性显著不同（图1-2），在整个景观中，它们就好象城镇夜空中的点点灯光，闪烁不定。



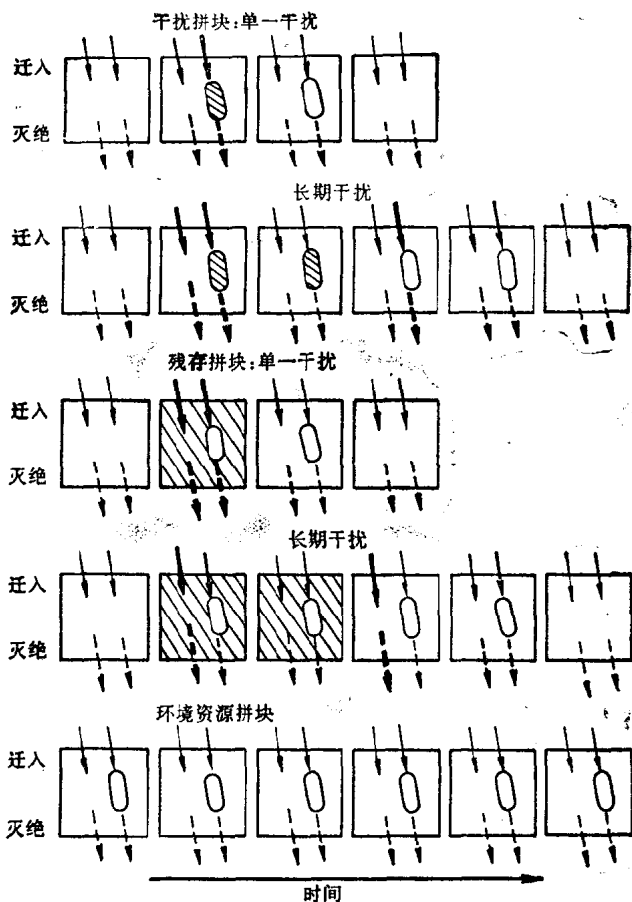


图 1-1 不同起源的拼块中物种的迁入和灭绝

方块是含有椭圆拼块的模地地区。阴影表示受干扰地区。实线是迁入，虚线是迁出。线的粗细与迁入或灭绝速率成比例。

(引自 R. Forman, M. Godron, 1986)