

中国科学院大学研究生教材系列

景观生态学

张 娜 著



科学出版社

中国科学院大学研究生教材系列

景观生态学

张 娜 著

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书结合国内外最新研究动态和成果,系统地介绍现代景观生态学的概念、理论、研究方法及其应用。核心概念主要包括景观格局、生态过程、尺度和景观异质性等;理论主要包括等级理论、岛屿生物地理学理论、复合种群理论、渗透理论和景观连接度。在原理及其应用方面,对景观斑块、廊道、网络和基质、景观镶嵌体的空间格局及其与生态过程的关系、景观干扰过程及其与空间格局的关系做重点阐述。在方法及其应用方面,对景观空间格局分析方法做重点阐述,包括尺度分析、景观指数、分形分析、空间统计学方法(如空隙度分析、空间自相关分析、半方差分析、尺度方差分析和小波分析),其他还包括景观模型。

本书可供高等院校和科研院所生态学、地理学、地球科学、环境科学、土壤学、农林科学等专业及相关应用学科的研究和教学人员学习参考,也可作为本科生和研究生的教科书或参考书。

图书在版编目(CIP)数据

景观生态学/张娜著.—北京:科学出版社,2014.5

(中国科学院大学研究生教材系列)

ISBN 978-7-03-040623-1

I. ①景… II. ①张… III. ①景观学-生态学-研究生-教材

IV. ①Q149

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第098909号

责任编辑:朱海燕 李秋艳/责任校对:郭瑞芝

责任印制:赵德静/封面设计:铭轩堂

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

中国科学院印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2014年5月第一版 开本:787×1092 1/16

2014年5月第一次印刷 印张:25

字数:590 000

定价:79.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

序

中国的景观生态学研究已走过了四分之一一个世纪的历程，从学习引进、消化吸收到发展创新，艰难跋涉，但成绩喜人，可谓是由少年期进入到壮年期。最近在长沙召开的第七届全国景观生态学大会，全面展示了近年来的研究成果，并在组织上实现了研究队伍的大团结。在这样一个金桂飘香的丰收季节，张娜老师精心编著的《景观生态学》教材问世，不失为献给热爱景观生态学的广大同行学者和学生们的厚礼。

我认识作者多年，了解她是景观生态学界的一位后起之秀，活跃在科研和教学两条战线。在中国科学院研究生院（现为中国科学院大学）主讲景观生态学及相关课程十余年的教学实践，以及主持和参与多项国家科研项目的经历，使她对学科前沿的把握和专业培训的需求有深入独到的认知，并积累了丰富的教学经验。这是编写高质量教材的成功基础，也是作者在学术园地辛勤耕耘的丰硕之果。

我曾应邀到中国科学院大学夏季小学期做过数次讲座，深深感受到同学们的学习热情：他们渴望更多了解景观生态学的前沿热点和应用途径，而我们的现有教材在这些方面多有不足，跟不上发展的需求。因而鼓励她将教材更新的重担挑起来，早日编写出一部更加系统和深入的景观生态学教科书。功夫不负有心人，经过三年多的努力，这本内容充实、条理分明的新教材终于呈现在广大读者的面前。

这本书融合了众多中外学者关于景观生态学主要理论、核心概念及发展前沿的论述，系统全面地展现了作为生态学和地学交叉学科的景观生态学理论构架及丰富内涵，深入浅出地讨论了该应用基础学科的广阔发展空间。特别是对景观空间格局研究方法，如尺度分析、分形分析、空间统计方法等以及景观模型的构建做了详细的介绍，为本领域的研究者提供了十分有用的研究思路和方法，其意义和作用显然超出了一般为初学者所用的教科书。

还应该指出的是，作者在准备本书的写作过程中，曾到美国多所著名学府进行了半年多的访问，广泛收集了解国外的同类著作，博采众长；与多位知名学者面对面交流，深入理解学科发展的脉络。她还参加了2007年与2011年分别在荷兰和北京举行的两届国际景观生态学大会，紧密跟踪本学科领域的发展动态，从而使本书的写作立足于一个更高的起点。

简而言之，本书在内容的系统性、理论的深入性和文字的严谨性等方面均较国内已出版的同类著作有显著的提升，可称得上是与时俱进的佳作。如果说还有所不足，个人以为国内的研究案例介绍较少；在章节文本的表述上还可以更加生动，区分出基本知识体系和内容扩充、工具附录等不同部分，以方便不同程度读者循序渐进地使用。

最后，祝愿本书的作者和读者们携手共进，为实现美丽中国、无限景观的美好愿景而继续进行不懈的努力。

肖笃宁

2013年10月12日

前 言

景观生态学作为一门蓬勃发展的新兴生态学分支学科，对现代生态学的影响是极其深远的。一方面，它的许多概念、原理、思想和方法已开始影响一些传统生态学领域；另一方面，它在生物保护、景观规划、生态修复和资源管理等方面已显现出其潜在价值。我们完全相信，景观生态学围绕着“格局-过程-尺度”这一主线，在概念和理论体系上一定会更加科学，在应用上会更加广泛。

撰写本书是我多年以来的最大心愿，是对我自己过去 12 年教学工作和 17 年科研工作的一个交代。本书的内容涉及景观生态学的理论和方法及其应用，书中没有单独介绍应用部分，而是将其融合在对理论和方法的阐述中。所有的内容都是基于我过去 12 年来的教学经历和经验。书中没有一处是对已有观点的照搬照抄，全部是在理解、思考、反复咀嚼和消化基础上的提炼、汇总、再加工，有些地方提出了自己的观点和见解，包括对一些概念、原理和方法进行了辨析和更正。鉴于国内已有几本景观生态学方面的教材和专著，撰写本书的困难之处在于，既要写出景观生态学的主要内容，又要写出与他人不一样的内容。前者是基本成型的骨架和主线，后者则包含了笔者自己的理解、经验和积累。本书力求在保证主线一致的情况下的个性化。

本书的参考资料包括多本已出版的中英文教材和专著、中英文文献，以及一些专家的报告。其中，已出版的中英文教材和专著是本书结构和内容的最重要依据，而中英文文献和专家报告虽缺乏系统性，但却提供了某方面研究的生动实例。对英文文章（尤其是 *Landscape Ecology* 期刊中的文章）的引用更新到 2013 年 7 月。因此，本书在介绍相对较为成熟的原理和方法的同时，也向读者尽可能地展示了最新的研究成果。尽管如此，由于时间、精力和能力所限，笔者对最新文献的总结尚很不完全，有待在本书的再版中进一步地阐述。另外，在此也提醒读者，当直接引用或参考本书所涉及的内容时，在“参考文献”中除了包括相关的文献之外，还应包括本书。此为基本的学术道德规范，望大家严格遵循。

2001 年博士研究生毕业之后，我来到中国科学院研究生院（现中国科学院大学）地球科学学院，并于 2002 年春季第一次讲授“景观生态学”课程。12 年后的今天，如果说我在景观生态学方面取得了一点成绩，那么这也是与很多老师的支持和鼓励分不开的。博士研究生毕业前夕，是赵英时教授的认可使我能够进入研究生院工作，并与“景观生态学”真正地正式结缘。早在若干年前，肖笃宁先生就不断鼓励我撰写一本适合于研究生使用的教材，既包含景观生态学的基本概念、原理、方法及其应用，又能写出自己的特色。与此同时，肖先生向我毫无保留地提供了景观生态学方面的大量资料。最近的一次是肖先生临上飞机前约我见面，拷贝给我一些写书可能会用到的国内学者的研究成果，甚为感动。本书最初是打算与肖先生合写的，希望他能够将更多的国内应用实例（特别是中国科学院沈阳应用生态研究所的研究成果）融入其中。但可惜的是，肖先生

由于身体原因，无法参加撰写工作。这也是本书的最大缺憾。在这 12 年的教学和科研生涯中，我也得到了邬建国和武昕源教授的大力支持和悉心指点，包括教学资料和文献的提供，以及在一些学术问题上的探讨。我还要感谢受邀来研究生院授课的国内外教授，包括来自国内科研院所和高校的肖笃宁、赵士洞、傅伯杰、胡远满、陈利顶、马克明、刘世梁、李晓文、李俊祥、高晓路、刘世荣等，来自北美的邬建国、武昕源、陈吉泉、潘愉德、彭长辉、李百炼、董学军、伍业钢等，以及来自北京顺天绿色边坡科技有限公司的骆祥君博士等。与他们的交流使我受益匪浅，对我的教学和研究都有非常重要的影响。

最应该感谢的是我的硕士生导师梁一民研究员和博士生导师赵士洞研究员，是他们将我带入了生态学这片广阔而深邃的天地，使我深深痴迷于生态学系统的复杂性，并为揭开这复杂系统的冰山一角而一直保持着好奇心和不懈努力的动力。同时，也要感谢我在大学时期生态学的启蒙老师——西北林学院的雷瑞德教授，以及硕士研究生期间在中国科学院研究生院讲授生态学相关课程的各研究所老师。是他们的博学和见识为我打开了一扇新奇之门，并立志将生态学研究作为我一生的事业。另外，还要感谢几位已毕业和在读的研究生，他们是王媛、李婉、张红艳、吴芳芳、陈晓燕、刘程昱、沈静、郑潇柔、李尧、王紫琦和王鲜鲜，我们一起从事了相关的研究，部分结果在书中有所体现。特别感谢在读研究生李尧帮我修改本书参考文献的格式。

感谢《中国科学院大学研究生教材系列》项目对本书出版的大力支持及对作者的鼓励。对科学出版社朱海燕和李秋艳编辑在出版期间所提供的帮助深表谢意。特别感谢肖笃宁先生为本书欣然作序。特别感谢我先生对我因全身心投入工作而忽视家庭生活的毫无怨言的支持，没有他的支持，这本书的问世不知要推迟到何时。

书中所有的文字、图表、公式和参考文献等都由本人亲自撰写或绘制，并做了一一核实和校对。尽管如此，其中仍不免会有欠妥（甚至错误）之处，在此恳请读者们不吝斧正。先谢过！

这是我独立撰写的第一本书，其中的每一个字、每一幅图都凝结着我的心血。它就像我的孩子，马上就要呱呱落地了，此时的我，既充满兴奋和期待，又异常紧张。我对这个孩子格外珍爱。希望大家也有那么一刻，能够在这个浮躁的、充满各种诱惑的、急功近利的社会里，在某个角落里，静下心来捧它、品它、爱它。

张 娜

2013 年 10 月 7 日凌晨

于北京

目 录

序

前言

第 1 章 景观与景观生态学概述	1
1.1 景观与景观生态学	1
1.1.1 景观的定义	1
1.1.2 景观生态学的定义与主要特征	3
1.2 景观生态学的发展	9
1.2.1 景观生态学的发展历史	9
1.2.2 中国的景观生态学发展	11
1.3 景观生态学的研究.....	12
1.3.1 景观生态学的研究内容	12
1.3.2 景观生态学的核心研究论题	14
第 2 章 景观生态学的核心概念	18
2.1 景观系统的整体性.....	18
2.2 景观格局.....	18
2.3 生态过程及生态流.....	19
2.4 尺度.....	20
2.5 景观异质性.....	23
2.5.1 景观生态学与景观异质性.....	23
2.5.2 景观异质性与尺度的关系.....	24
2.5.3 景观异质性的分类	25
2.5.4 景观空间异质性的表现形式	26
2.5.5 景观异质性的形成	28
第 3 章 景观生态学的主要理论	31
3.1 等级理论.....	31
3.1.1 等级理论的发展	31
3.1.2 等级理论的内容	32
3.1.3 等级理论与尺度概念	36
3.1.4 等级结构的产生	37
3.2 岛屿生物地理学理论.....	40
3.2.1 岛屿生物地理学理论的研究对象	40
3.2.2 岛屿生物地理学理论的主要内容	40

3.2.3	岛屿生物地理学理论的数学模型	43
3.2.4	岛屿生物地理学理论的验证与应用	45
3.2.5	岛屿生物地理学理论的局限性	48
3.3	复合种群理论	49
3.3.1	复合种群理论的概念	49
3.3.2	复合种群的类型	54
3.3.3	复合种群理论的重要原理	56
3.3.4	复合种群模型	57
3.3.5	复合种群理论的产生和发展	66
3.3.6	复合种群理论的应用	67
3.4	渗透理论	68
3.4.1	渗透理论的内容	68
3.4.2	渗透理论在景观生态学中的应用	72
第4章	景观连接度	74
4.1	景观连接度的定义和分类	74
4.2	影响景观连接度的因素	75
4.3	景观连接度的量度	76
4.4	景观连接度与景观连通性的关系	79
4.5	景观连接度与生物保护	80
4.6	景观连接度与景观规划和管理	82
4.6.1	农林牧业土地利用规划和管理	82
4.6.2	道路和水路建设	83
4.6.3	城市生态规划	84
第5章	斑块	85
5.1	斑块起源和类型	85
5.1.1	干扰斑块	85
5.1.2	残存斑块	86
5.1.3	环境资源斑块	87
5.1.4	引进斑块	88
5.1.5	再生斑块和短生斑块	89
5.2	斑块功能	89
5.3	斑块大小	90
5.3.1	斑块大小与物种丰富度和物种运动	90
5.3.2	斑块大小与能量流和物质流	92
5.4	斑块形状、走向和边界形状	93
5.4.1	斑块形状与生态流	93
5.4.2	斑块走向与生态流	95

5.4.3	斑块边界形状与生态流	96
5.5	斑块的空间构型和空间相关	96
第6章	廊道	98
6.1	廊道起源和类型	98
6.2	廊道功能	99
6.3	廊道结构与生态流	101
6.3.1	廊道的曲度	102
6.3.2	廊道的宽度	103
6.3.3	廊道的连接或间断	105
6.3.4	廊道内的小环境	106
6.4	河流廊道	106
第7章	网络和基质	108
7.1	网络的形成和变化	108
7.2	廊道网络	109
7.2.1	连接廊道和结点	110
7.2.2	整个廊道网络	113
7.3	基质的判定	119
第8章	景观镶嵌体	122
8.1	景观组分构型	122
8.2	景观镶嵌体中能量、物质和物种运动的机制	124
8.2.1	扩散	124
8.2.2	物质流	124
8.2.3	运动	125
8.3	景观镶嵌体中的物种运动	125
8.3.1	物种运动的形式与特征	125
8.3.2	动物运动	127
8.3.3	植物运动	128
8.3.4	景观镶嵌体的空间格局与物种运动	129
8.4	景观镶嵌体中的物质流	143
8.4.1	物质流的形式与特征	143
8.4.2	生物地球化学循环的空间模型	150
8.4.3	景观镶嵌体的空间格局与物质流	152
第9章	景观干扰过程	172
9.1	干扰与干扰体系	172
9.1.1	干扰的概念	172
9.1.2	干扰的类型	173
9.1.3	干扰体系	174

9.2	干扰与景观格局	176
9.2.1	景观位置对干扰发生的影响	176
9.2.2	景观格局对干扰扩散的影响	179
9.2.3	干扰对景观格局的影响	182
9.3	干扰与景观稳定性	184
第 10 章	景观变化与稳定性	189
10.1	景观变化	189
10.1.1	景观变量的变化	189
10.1.2	景观格局总体变化	191
10.2	景观稳定性	192
10.2.1	景观稳定性的概念	192
10.2.2	景观稳定性的尺度问题	197
10.2.3	景观稳定性的本质	198
10.3	景观变化的作用力	202
10.3.1	景观变化的作用力和机制	202
10.3.2	景观变化的作用力强度	203
10.4	景观变化的空间过程与空间模式	206
第 11 章	景观空间格局分析方法	208
11.1	尺度分析	209
11.1.1	尺度识别	209
11.1.2	尺度选择	210
11.1.3	尺度效应分析	212
11.1.4	尺度推绎	213
11.2	景观指数	217
11.2.1	景观指数的计算	219
11.2.2	景观指数的含义	224
11.2.3	景观指数的尺度效应	243
11.2.4	景观指数在识别等级结构和特征尺度上的敏感性和有效性	245
11.3	分形分析	248
11.3.1	分形的概念	248
11.3.2	分维数	253
11.3.3	分形分析在景观生态学中的应用	258
11.4	空间统计学方法	262
11.4.1	空隙度分析	263
11.4.2	空间自相关分析	267
11.4.3	半方差分析	279
11.4.4	尺度方差分析	296

11.4.5 小波分析	307
第 12 章 景观模型	321
12.1 景观模型概述	321
12.1.1 模型的定义和作用	321
12.1.2 景观模型的主要类型	322
12.1.3 生态学建模的一般过程	324
12.1.4 使用模型的警讯	327
12.2 中性景观模型	328
12.2.1 中性景观模型的生成	328
12.2.2 中性景观模型的应用	333
12.3 空间概率模型	341
12.4 元胞自动机模型	343
12.5 景观过程模型	346
12.5.1 空间生态系统模型	346
12.5.2 空间显式斑块动态模型	351
参考文献	354

第1章 景观与景观生态学概述

1.1 景观与景观生态学

1.1.1 景观的定义

我们中的大多数人对“景观”一词有一个直观的理解。说到景观，我们会想到在远处或高处观察到的较大空间幅度上地面或水域的延伸；能容易地识别自然和人工景观，以及城市、森林和农田景观等；能列出构成景观的不同组分，如农场、田野、森林、湿地、高山和湖泊等。在所有的情况下，我们直觉上的景观包括各种不同的要素，它们构成异质的景观，本身随时间变化，并且影响景观的动态（Turner et al., 2001）。这种景观反映的是内陆地形、地貌或景色，或是反映某一地理区域的综合地形特征。实际上是“风景”、“景致”和“景象”等对景观的视觉美学理解，同英文中的“scenery”（傅伯杰等，2001）。

1. 景观的地理空间概念和生态过程思想

景观生态学中的景观概念比风景和地形地貌意义上的景观概念有更深和更广的内涵和外延，并有其特殊的意义（Forman and Godron, 1986; Naveh and Lieberman, 1994），即具有地理空间概念和生态过程思想。

景观的地理空间概念来源于地理学，实际上又直接来源于对景观的直观理解。从19世纪初期德国著名地理学家 von Humboldt A. 最早提出将景观作为地理学的中心问题开始，地理学家即将景观作为“自然地域综合体”（肖笃宁等，2010）。根据“自然地域综合体”的含义，景观是由各种具有空间位置的地理要素（geofactor）组成的，包括地貌、土壤、气候、水文、植物群系、动物群系、人类及其创造物。然而，景观并不是这些要素的简单加合，而是它们的综合，以构成地理复杂体（或称地理系统 geosystem）。因此，景观的形成来源于不同的圈层：无机圈层、生物圈层和社会圈层，以及不同圈层之间的相互作用（Bastian, 2001）。

既然景观学早已成为地理学中的一个分支学科，那么为什么在生态学中还要提出“景观生态学”呢？从以上论述可见，地理学中的景观概念更多地强调空间格局，包括景观要素的组成和构型，而对景观中发生的生态过程、景观要素之间的相互作用、景观镶嵌体的功能强调不够。实际上，这也是地理学本身的缺陷。德国区域地理学家 Carl Troll 于1939年将景观的概念引入生态学，就是希望将生态学家采用的表示功能的“垂直”分析方法与地理学家采用的表示空间的“水平”分析方法结合起来。其后，景观对于生态学研究的作用被越来越多的研究者所认识和强调（Risser et al., 1984; Forman and Godron, 1986; Turner, 1989; Farina, 1998; Forman, 2006; 肖笃宁等，2010）。

几个有代表性的景观定义就是地理学中的“地理空间概念”与生态学中的“生态过

程思想”的综合。例如, Forman 和 Godron (1986) 指出, “Landscape as a heterogeneous land area composed of a cluster of interacting ecosystems that is repeated in similar form throughout” (景观是由相互作用的、具有重复性格局的生态系统镶嵌组成的异质区域)。Naveh (1987) 指出, “Landscapes dealt with in their totality as physical, ecological and geographical entities, integrating all natural and human (caused) patterns and processes …” (景观是自然、生态和地理要素的综合体, 综合了所有自然和人为引起的格局和过程)。Leser (1997) 指出, “Regards the landscape ecosystem as a spatial pattern of abiotic, biotic and anthropogenic components which form a functional entity and serve as human’s environment” (景观生态系统是由非生物、生物和人类组分构成的空间镶嵌体, 它们形成一个功能实体, 并服务于人类环境)。肖笃宁和李秀珍 (1997) 综合诸家之所长及近年的发展, 给景观以如下的定义: 景观是一个由不同土地单元镶嵌组成, 具有明显视觉特征的地理实体; 它是处于生态系统之上、大地理区域之下的中间尺度; 兼具经济、生态和文化的多重价值。

2. 狭义景观和广义景观

现代生态学通过两种途径使用“景观”这个概念, 分别对应狭义景观和广义景观。

狭义景观是我们通常所说的普遍意义上的“景观”。直觉地将景观看为基于人类观察尺度基础之上的特定区域, 即在数十千米到数百千米范围内, 由诸如林地、草地、农田、树篱和人类居住地等不同类型生态系统所组成的异质性地理单元 (Forman and Godron, 1986; Forman, 1995; 傅伯杰等, 2001; 邬建国, 2007)。这个概念说明: ①将景观限定在数十千米到数百千米这一所谓的中尺度上是基于人类的感官认知, 体现了人类的主观意志。②景观是由一系列局部的生态系统或土地利用类型相混合组成的。这时可以将景观理解为一定分类等级的尺度单位, 它比生态系统尺度高一级, 又比区域尺度低一级。③景观具有异质性。

由于狭义景观是以人类的感知为基础的, 在研究以人为中心的环境时, 用狭义景观十分有利、方便。但对于除人类之外的其他生物来说, 若仍用这种定义可能会得出错误的结论。由于不同生物体的个体大小不同, 栖息斑块不同, 观察环境的尺度也不同, 因此, 对不同生物体来说, 其景观大小也不同, 即景观的大小不是绝对的。例如, 对于人类来说, 数十米是小尺度范围, 但对于小型动物 (如蚂蚁) 来说就是中尺度景观范围了。由此, 提出了“广义景观”的概念。

广义景观根据所研究的具体物种或生态学现象来定义, 包括出现在从微观到宏观任意尺度上的、具有异质性或斑块性的空间单元 (Wiens and Milne, 1989; Wu and Levin, 1994; Pickett and Cadenasso, 1995; 邬建国, 2007), 即景观可以出现在各种不同的尺度上。与狭义景观概念相比, 广义景观概念中包含以生物体为核心的思想, 尺度范围很广, 可以小到一个单个的池塘, 也可以大到整个全球, 随研究对象、方法和目的而变化。按照这种认识, 景观是一个对任何生态系统进行空间研究的生态学尺度 (Pickett and Cadenasso, 1995)。然而, 不论是狭义景观, 还是广义景观, 或是其他的景观定义, 均认为景观是由具有异质性或斑块性的空间单元组成的, 强调景观的空间异质性和系统整体性。

广义景观概念最突出的特点是它体现了生态学系统的多尺度和等级结构的特征（图 1.1）。广义景观概念的提出，使得可以在所有尺度上运用景观生态学的原理和方法来研究问题，从而有助于多学科、多途径的研究（邬建国，2007）。例如，尽管狭义景观定义可能比广义景观定义更加直观和实际，但它在诸如野生生物种群保护和管理等的应用上却很受局限，因为保护区内有大小和活动范围各不相同的物种，它们与环境的相互作用，以及它们之间的相互作用，可能发生在各不相同的尺度上，因此，有必要进行多尺度研究，以保护和管理整个空间所有尺度上的栖息地。另外，可能有多个尺度均对某个物种非常重要，而某个物种可能对不止一个尺度产生反应。因此，不仅要考虑同一尺度上，还要考虑不同尺度上物种之间的相互作用。随着生态学中对多尺度和等级的更多关注，广义景观概念已越来越广泛地为生态学家所采用。

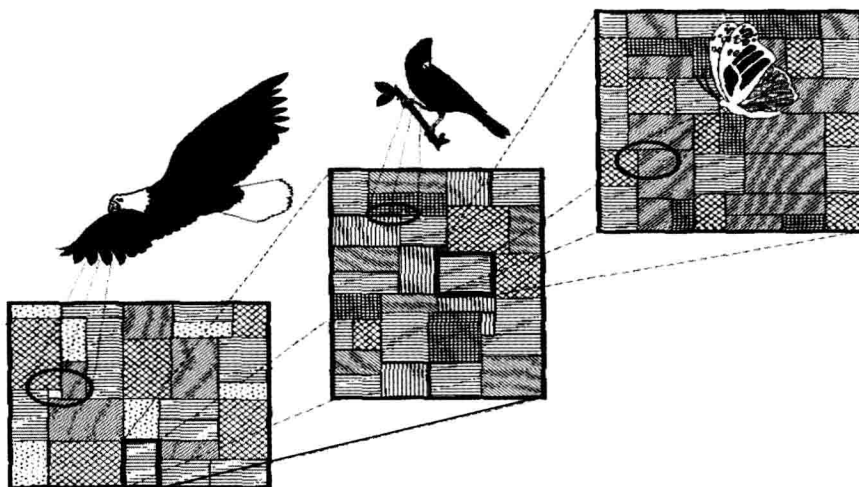


图 1.1 广义景观的相对尺度和等级特征（McGarigal and Marks, 1995；邬建国，2007）

鉴于区分“狭义”与“广义”景观容易造成歧义，Turner 等（2001）推荐了一个对尺度没有绝对要求的通用景观定义：“A landscape is an area that is spatially heterogeneous in at least one factor of interest”（一个景观是一个至少在某个方面表现出空间异质性的区域）。对该定义可做如下解释：尽管在人类尺度上，我们通常将数十千米到数百千米的范围视为景观，但同时必须认识到，景观生态学所研究的景观可以只有几十平方米大小，而不是千米级大小。一个景观不是必然地由其大小来定义的，而是由与所研究生物体或现象（即具体的生态过程）有关的斑块镶嵌体来定义的，这可以是任何尺度的。

1.1.2 景观生态学的定义与主要特征

1. 景观生态学的定义

景观生态学作为一门高度交叉的学科（interdisciplinary science）或跨学科（trans-disciplinary science），着重于理解和改进多尺度上空间格局与生态过程之间的关系，即

多尺度上空间异质性的起因、变化和效应 (Turner et al., 2001; Wu, 2013)。但不同学者对景观生态学的定义有其不同的侧重点。

(1) 从一开始, Troll (1939) 就认为:“景观生态学的概念是由两种科学思想结合而产生出来的,一种是地理学的(景观),另一种是生物学的(生态学)。景观生态学是对支配一个区域不同地域单元的自然-生物综合体的相互关系的分析”。在提出概念的同时, Troll (1939) 也认为,景观生态学不是一门新的科学或是科学的新分支,而是综合研究的特殊观点(贾宝全和杨洁泉, 1999)。

(2) Forman (1983a): “Landscape ecology ... focuses on the spatial relationships among landscape elements, or ecosystems, the flows of energy, mineral nutrients, and species among the elements, and the ecological dynamics of the landscape mosaic through time”。该定义着眼于景观生态学的研究内容。

(3) Risser 等 (1984): “Landscape ecology focuses explicitly upon spatial patterns. Specifically, landscape ecology considers the development and dynamics of spatial heterogeneity, spatial and temporal interactions and exchanges across heterogeneous landscape, influences of spatial heterogeneity on biotic and abiotic processes, and management of spatial heterogeneity”。该定义强调景观生态学的最重要概念和核心所在——空间异质性。

(4) Forman 和 Godron (1986): “Landscape ecology is the study of structure, function and change in a heterogeneous land area composed of interacting ecosystems” (景观生态学是研究由相互作用的生态系统所组成的异质系统的结构、功能和变化的学科)。该定义也着眼于景观生态学的研究内容。

(5) Urban 等 (1987): “Landscape ecology is motivated by a need to understand the development and dynamics of pattern in ecological phenomena, the role of disturbance in ecosystems, and characteristic spatial and temporal scales of ecological events”。该定义强调景观生态学的几个关键研究主题。

(6) Turner (1989): “Landscape ecology emphasizes broad spatial scales and the ecological effects of the spatial patterning of ecosystems”。该定义强调景观生态学的两个最重要特征,即大空间尺度及空间格局的生态效应。

(7) Wiens 等 (1993): “Landscape ecology deals with the effects of the spatial configuration of mosaic on a wide variety of ecological phenomena。”该定义强调景观生态学研究的核心。

(8) Naveh 和 Lieberman (1994): “Landscape ecology is a young branch of modern ecology that deals with the interrelationship between man and his open and built-up landscapes. ... The discipline of landscape ecology is ... not merely ... a spatial ramification of population, community and ecosystem ecology for the study of the ecology of landscapes, but also an innovative, dynamic and integrative field of environmental study and action in its own right, dealing with landscapes as tangible ordered wholes of natural and human systems at different scales and dimensions” (景观生态学是一门新兴的现代生态学,处理人类与其建立的景观之间的相互关系。……它不仅是为了研究景观

的生态学而建立的一个种群生态学、群落生态学和生态系统生态学的空间分支，而且是一个有其自身特征的，新颖的、动态的和综合的环境研究和实践领域，将景观看为不同尺度上有形且有序的自然和人类系统的综合体。该定义着眼于景观生态学与其他生态学分支学科的关系。

(9) Pickett 和 Cadenasso (1995): “Landscape ecology is the study of the reciprocal effects of spatial pattern on ecological processes; it promotes the development of models and theories of spatial relationships, the collection of new types of data on spatial pattern and dynamics, and the examination of spatial scales rarely addressed in ecology”。该定义强调景观生态学研究的核心和重心。

(10) Wiens (1999) 在“展望整合的景观生态学”中指出：“景观生态学即空间和区域的生态学，研究空间镶嵌的结构与动态及其生态因果；格局与过程空间联系的研究可应用于任何组织层次和尺度”。该定义着眼于景观生态学的研究内容和核心。

综合傅伯杰 (1991)、刘建国 (1992)、肖笃宁和李秀珍 (1997)、Wiens (1999)、Forman (2006)、邬建国 (2007) 及 Wu (2013) 等一些著名生态学家的论述，从以下几个方面给出“景观生态学”的概念：景观生态学是一门快速发展的现代生态学学科，是交叉学科或跨学科，主体是地理学与生态学之间的交叉；以整个景观为对象，通过物种流、物质流、能量流、信息流在异质空间中的传输和交换，通过非生物、生物、人类之间的相互作用或转化，运用生态系统原理、系统方法、格局-过程-尺度相互关系原理、复杂性科学理论和方法、空间分析方法、景观模型等，研究景观的格局、过程和动态变化，以达到景观可持续发展的最终目的。

2. 景观生态学的主要特征

1) 综合的思想与方法

不论是大的地球系统、中等的区域系统，还是较小的区域系统，均是一个整体。而传统学科的“各自为政”势必导致系统内部不同组分之间以及不同系统之间的人为割裂，这对提出和解决一些涉及较大尺度的复杂问题非常不利。在传统学科发展相对较为成熟的基础上，有必要将各个学科进行适当的融合，使其既能发挥各个学科自身的优势，又能将不同学科统领和协调起来。例如，过去我们在河流治理上往往仅依赖水利部门治水，而没有将河流作为一个生态系统来看待，致使治理后水质下降、水生生物锐减、河流生态功能退化。而水利与生态的融合在理论上有赖于将两者结合起来的统一的思想和方法。景观生态学作为一门交叉学科，在一个恰当的时机被推出，并在毫无防备的情况下被赋予了统一不同学科思想和方法的重任。正如荷兰科学家 Zonneveld (1995) 所说，景观生态学不是要与各学科（如生物学、土壤学、自然地理学等）争位，而是作为一把大伞（transdisciplinary umbrella），为各学科提供一种思想，把各个不同的学科沟通和凝聚起来。

Wiens (1999) 认为，“尽管许多交叉学科仍然是披着新衣的传统学科，但景观生态学确实是一门交叉学科”。景观作为一个复杂的综合体，其本身由非生物、生物和社会经济等多种因素构成，这决定了景观生态学必定是自然科学与社会科学之间的交叉与融合、理论研究与应用实践之间的综合、科学研究与技术应用之间的结合，如可能融合

理论生态学、自然地理学、人文地理学、景观规划、动物行为、社会学、资源管理、摄影测量、遥感、农业政策、恢复生态学、环境伦理学等中的部分观点（图 1.2）。可以说，是综合思想造就了现代景观生态学，而现代景观生态学又突出体现了综合思想。

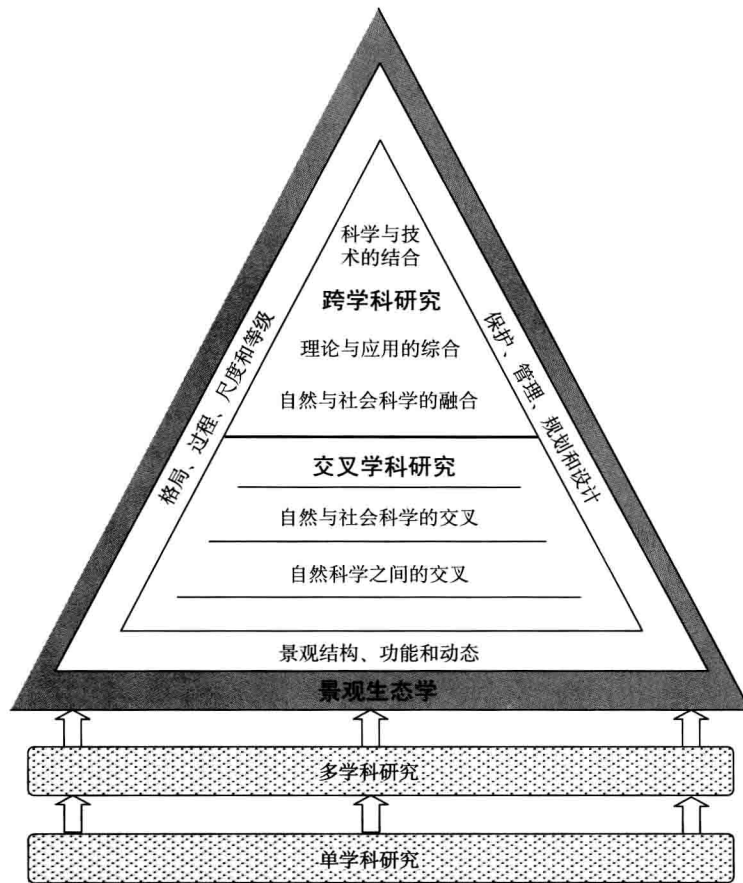


图 1.2 景观生态学作为交叉学科或跨学科的研究框架 [根据 Wu (2006) 改绘]

这里的综合不是将各个学科、各个学派简单地相加，而是有机地组合、高度地集成，其结果是带来一些新观点，产生一些创新。景观生态学的理论优势在于运用综合整体的思维，实现学科的交叉和创新（肖笃宁和李秀珍，1997）。“航天飞机”是举世公认的高科技产物，它开创了人类自由往返太空的先河。但是，美国国家航空航天局负责人的一番解释却使世人回味无穷。他说，“阿波罗”航天飞机的技术实际上没有一项是新的突破，相反，全部都是已经发明的现有技术。关键是我们能够恰如其分地将其有机地组合，并且实行“系统管理”（摘自《读者》2002年第23期第43页）。可以说，景观生态学就是这样一个对不同学科进行系统管理的学科。纵观不同的学科，无论是地理学、生态学、环境科学、土壤学、气象学，还是社会科学和信息科学，从来没有哪一门学科像景观生态学这样将这么多不同的学科融合在一起进行管理。但与“阿波罗”航天飞机不同的是，当前的景观生态学还远未实现对不同学科的“有机地组合”和“系统管理”，它仍在实现的艰苦过程中。到目前为止，景观生态学的学科地位和发展前景仍然