

Chengshi Lvdi Shengtai Guocheng

yu

Guihua Sheji

城市绿地生态过程 与规划设计

石铁矛 高畅 周媛 著

Shitiemao Gaochang Zhouyuan Zhu

中国建筑工业出版社

U

Chengshi Lvdi Shengtai Guocheng

yu

Guihua Sheji

城市绿地生态过程 与规划设计

石铁矛 高畅 周媛 著

Shitiemao Gaochang Zhouyuan Zhu

图书在版编目(CIP)数据

城市绿地生态过程与规划设计 / 石铁矛, 高畅, 周媛著. — 北京: 中国建筑工业出版社, 2015.12

ISBN 978-7-112-19014-0

I. ①城… II. ①石…②高…③周… III. ①城市规划—绿化规划—系统规划—研究 IV. ①TU985.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 010406 号

责任编辑: 杨 虹 尤凯曦

书籍设计: 康 羽

责任校对: 焦 乐

城市绿地生态过程与规划设计

石铁矛 高 畅 周 媛 著

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京海淀三里河路9号)

各地新华书店、建筑书店经销

北京雅盈中佳图文设计公司制版

天津图文方嘉印刷有限公司印刷

*

开本: 787×1092毫米 1/16 印张: 22 字数: 462千字

2018年3月第一版 2018年3月第一次印刷

定价: 98.00元

ISBN 978-7-112-19014-0

(28277)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

序 言

新近读到石铁矛教授所领导的沈阳建筑大学科研团队著的关于城市绿地生态效应、过程与设计的专著，深为该书内容科学性与实践性的深度融合所折服。让我不禁回想起十余年前我们共同探索景观生态学在城市规划和设计中的应用途径，聚焦于城市建筑、城市绿地和生态景观研究的跨学科征程。在国家自然科学基金和辽宁省自然科学基金的资助下，团队中高畅、李绥等一批青年教师和科技骨干迅速成长，他们熟练掌握了景观生态学的空间格局分析与计算流体力学模型的应用，将研究尺度与边界条件逐步拓展，将模拟同实证、分析与设计紧密结合，从而取得有充分科学依据和应用前景的系列成果。

本书所展示的丰富案例从宏观、中观和微观三个尺度上对城市绿地生态效应场（包括温度、湿度、释氧、 SO_2 扩散以及 $\text{PM}_{2.5}$ 等效应场），在各种参数条件下的动态变化进行了详尽地模拟。从而提出了优化空间布局的适宜规划设计，在城市化过程中尽力提升城市绿地的数量与生态效益，服务于建立人地和谐、生态可持续的新型城市的伟大目标。

相信本书的出版必将有力地推进城市建筑规划设计界与生态景观研究界的交流和合作；学科交叉是创新的重要途径，研以致用是我们有关科研和教学活动的基石。

也希望本书的作者们继续努力，不久的将来有更加成熟的、高水平的科技成果产出，录此预祝。

肖笃宁

2018年5月1日

前 言

城市绿地与城市蔓延

本书的写作目的，主要在于讨论在城市蔓延进程中绿地的量、空间结构与其生态效应问题，就像我们景观格局研究从阻止气候变化演进到适应气候变化，我们阻止不了城市蔓延对绿地空间的挤压，但应该最大限度地提升绿地的量与效应。这就是本书出版的初衷。纵观全球，近年来城市的发展与规划的理论方向推陈出新，从生态城市到可持续发展城市、低碳城市、健康城市等，以及在此过程中温室气体排放问题和 PM2.5 的困扰，使得我们必须不断地思考人、城市与自然的关系，进而达到平衡与良性循环。本书从绿地的效应与过程入手，探讨作为城市中自然要素的绿地与城市、人的关系。

城市绿地生态效应场与景观格局

要解决目前自然和人类的不和谐发展问题，需构建一个满足城市居民和城市生态环境需求、可持续的绿地系统。城市绿地与环境交互作用产生的三维生态效应空间称为生态效应场，包括温度效应场、湿度效应场、气体效应场等。本书涉及的生态效应场包括温度效应场、湿度效应场、释氧效应场、SO₂ 扩散效应场、PM2.5 等。城市绿地景观格局不仅需要适应气候环境，同时还需要通过合理的空间分布来缓解因城市化引起的环境问题，加强城市绿地景观格局的优化研究，改善城市生态环境质量，用规划的手段提高绿地的效率，模拟其过程，导向更适宜的设计。

城市绿地效应、过程与设计的跨界手法

(1) 利用“3S”技术，解译 QuickBird 遥感影像，提取城市绿地的分布信息；测定主要树种光合固碳释氧能力，结合实地样方调查，计算城市绿地固碳释氧量；利用计算流体力学 FLUENT 软件对绿地释氧功能进行动态模拟，结合 GIS 空间分析功能，揭示城市绿地释氧效应场的空间变化特征及其分布规律，构建基于动态释氧效应场的城市绿地空间优化布局；构建基于定量分析的城市绿地适宜空间布局。

(2) 运用遥感 (RS) 与地理信息系统 (GIS) 空间分析技术, 结合计算流体力学模型 (Computational Fluid Dynamics, 简称 CFD) 以及多目标区位配置模型 (Multi-Objective Location Allocation, 简称 MOLA) 基于不同季节城市大气环境效应对绿地景观格局进行优化分析。

(3) 在城市气象条件的影响下, 研究商业街区空间形态、建筑空间布局形式、街区建筑下垫面物理特性、污染源特性及强度等因素能够对可吸入颗粒物的扩散效应产生重要的影响。结合 CAD 和 SketchUp 建模软件, 建立研究区域的基本模型, 利用 FLUENT 软件对街区可吸入颗粒扩散的水平及垂直格局进行动态模拟, 揭示在城市气候特征下可吸入颗粒的扩散范围、空间变化特征及分布规律, 提出基于可吸入颗粒物扩散控制的城市商业街区空间布局优化方法。

本书研究的尺度与结构

尺度: 以城市尺度为宏观尺度, 分别在宏观 (城市尺度)、中观 (公园尺度)、微观 (居住小区、街道、庭院尺度) 三个尺度上对各效应场在各种参数条件下详尽模拟, 分析优化, 提出适宜的规划设计。

结构:

- (1) 释氧效应场与城市绿地空间布局;
- (2) 大气环境效应场与城市绿地格局优化;
- (3) 滞尘效应场与居住小区空间布局;
- (4) 最后介绍城市绿地生态效应、过程与设计的案例, 结合理论及实践设计, 亦从宏观、中观和微观三个尺度论证其理论方法的可操作性与经验反思。

目 录

第 1 章 城市绿地生态规划设计	001
1.1 生态学源起与发展	002
1.2 景观生态学理论与发展	005
1.3 景观生态规划理论	013
1.4 城市绿地的景观生态规划	018
第 2 章 城市绿地生态效应与生态过程	033
2.1 绿地固碳释氧效应	035
2.2 绿地大气环境效应	037
2.3 绿地滞尘效应	043
2.4 绿地效应、过程与格局的数字化研究方法	045
第 3 章 释氧效应场与城市绿地空间布局——以沈阳市三环以内为例	057
3.1 影像与数据处理	058
3.2 植物的光合作用与固碳释氧量	064
3.3 绿地固碳释氧效应与空间分布	066
3.4 绿地释氧效应场 CFD 动态模拟	073
3.5 GIS 适宜性分析与绿地空间布局优化	109

第 4 章	大气环境效应场与城市绿地格局优化	127
4.1	城市绿地大气环境效应模拟分析	128
4.2	基于大气环境效应的城市绿地适宜性分析	144
4.3	不同绿地景观格局的大气环境效应	149
4.4	基于大气环境效应的城市绿地景观格局优化	203
第 5 章	滞尘效应场与居住小区空间布局——以沈阳市城建东逸花园为例	219
5.1	研究对象概况与分析	220
5.2	沈阳市城建东逸花园 PM10 浓度与扩散	225
5.3	基于滞尘效应场的居住空间布局	234
第 6 章	案例与实践：绿地生态效应介入绿地生态设计	263
6.1	辽阳市绿地生态规划	264
6.2	湘潭市城市绿地生态网络规划研究	274
6.3	沈阳建筑大学庭院生态功能改造	281
6.4	城市商业街区可吸入颗粒物扩散模拟与街区空间布局优化研究	295
6.5	我国东北地区屋顶绿化生态功能探讨	318
参考文献		325
后 记		342

第 1 章

城市绿地生态规划设计

1.1 生态学源起与发展

生态的定义最早是由德国动物学家恩斯特·赫克尔(Ernst Haeckel)于1869年提出,并于1886年创立生态学,生态学才被公认为生物学中的一个独立领域,他认为“我们可以把生态理解为关于生物有机体与其外部世界,亦即广义的生存条件间相互关系的科学”。当时的生态学一般仅限于对动物的研究。1889年,他又进一步指出:“生态学是一门自然经济学,它涉及所有生物有机体关系的变化。”按其发展历程,可把生态学的发展概括为三个阶段:萌芽期、成长期和现代生态学的发展期。

1.1.1 公元前2000年到文艺复兴的萌芽期

生态学的萌芽期大约由公元前2000年到公元14~16世纪欧洲文艺复兴时期。这一时期以古代思想家、农学家对生物与环境相互关系的描述为主,以朴素的整体观为其特点,如亚里士多德对动物栖息地的描述与按主要栖息地对动物类群的划分;安比杜列斯(Empedocles)对植物营养与环境关系的关注等。从公元15世纪到20世纪40年代,可以说是生态学的成长期,在这一阶段奠定了生态学许多基本概念、理论和研究方法。例如玻意耳(Boyle)(1627—1691)的低压对动物效应的研究;Humboldt(1769—1859)结合气候与地理因素的影响,而对物种分布规律的描述;托马斯·罗伯特·马尔萨斯(Thomas Robert Malthus)于1798年发表的《人口原理》等。这一时期可以说是生态学建立、理论形成、生物种群和群落由定性向定量描述、生态学实验方法发展的辉煌时期。

1.1.2 工业革命与生态环境意识

工业革命以前,人类数千年主要是农业生产,手工业很少,原始的手工业对环境的污染很小,而在农业生产中主要是靠天吃饭,使用农家肥,不使用农药、化肥,因而对环境没有什么影响,或者说对环境的影响能被环境的自我净化作用消除掉。随着社会的发展,

工业在国民生产中所占比重越来越大,机器、能源大量使用,为了提高农作物产量,农业生产大量使用化肥、农药。在工业生产创造巨大财富的同时,产生了大量废液、废气、废渣;在农作物产量剧增的同时,引起了农作物含农药残留量高、土壤土质恶化、益虫灭绝等问题。这些都使生态平衡受到破坏,产生了日益严重的环境污染,严重威胁着人类的生存与发展。自20世纪50~60年代起,西方国家相继出现了伦敦烟雾、洛杉矶光化学烟雾、水俣病、骨痛病等一系列公害事件。

20世纪60年代末到70年代初,由于环境、资源、人口、粮食等问题的日益严峻,人类开始重新审视自己既定的观念和发展模式,在《增长的极限——罗马俱乐部关于人类困境的报告》一书中,科学家建立了世界发展的原始数学模型,通过系统分析和计算机技术进行处理,探索全球关切的五种主要趋势:加速工业化、快速的人口增长、普遍的营养不良、不可再生资源的耗尽以及恶化的环境。他们得到了如下结论:如果在世界人口、工业化、污染、粮食生产和资源消耗方面现在的趋势继续下去,这个行星上增长的极限有朝一日将在今后100年中发生。最可能的结果将是人口和工业生产力双方有相当突然的 and 不可控制的衰退。

巴里·康芒纳(Barry Commoner)的《封闭的循环——自然、人和技术》也是一部很有影响的专著。该书对于人、自然和技术的关系进行了深刻的阐述,并试图找出环境危机的真正含义。康芒纳发现,“在生物圈中的人的生活出了第一个大错。我们破坏了生命的循环,把它的没有终点的圆圈变成了人工的直线性的过程,石油是从地下取来裂解成燃料的,然后在引擎中燃烧,最后变为有毒难闻的烟气,这些烟气又散发到空气里,这条线的终点是烟。其他因为有毒的化学品、污水、垃圾堆而出现的各种对生物圈循环的破坏,都是我们强行毁坏了生态结构的罪证,而这个生态结构在几百万年里一直维持着这个行星上的生命”。康芒纳想通过书中的分析,发现人类的哪些活动破坏了生命的循环,以及为什么破坏了它。环境危机在生态圈中的各种明显的表现,追溯它们所反映的生态上的压力以及在生产技术上和在科学的基础上造成这些压力的错误,最后追溯到各种驱使我们走向自我毁灭的各种经济的、社会的和政治的力量。“一旦懂得了环境危机的根源,我们就可以开始管理这项巨大的使环境延存的事业。”

1.1.3 从《人类环境宣言》到《二十一世纪议程》

面对这样的忧患,促使人们去改变过去一味追求技术,追求产品增长,忽视生存环境的发展模式,开始注重人与自然的协调关系,可持续发展的理论逐渐成为整个国际社会,包括各国政府都认可的发展方向。

1972年,联合国第一次人类环境会议在瑞典斯德哥尔摩召开,通过了著名的《人类环境宣言》(简称《宣言》),《宣言》指出:“保护和改善人类环境是关系到世界各国人民的幸福和经济发展的重大问题,也是世界各国人民的迫切希望和各国政府的责

任”。“为了这一代和将来世世代代的利益，地球上的自然资源，其中包括空气、水、土地、植物和动物，特别是自然生态类中具有代表性的标本，必须通过周密计划或适当管理加以保护。”

1992年6月，联合国“环境与发展”全世界首脑会议在里约热内卢召开，会议通过了《里约环境与发展宣言》和《二十一世纪议程》等重要文件，与会各国一致承诺把走环境保护、可持续发展的道路作为未来长期的、共同的发展战略。世界各国都相继制订了各种环境保护政策与法规。《里约环境与发展宣言》再次重申：“为了实现可持续的发展，使所有人都享有较高的生活素质，各国应当减少和消除非持续性的生产和消费方式，减少和消除不合理的自然资源开发与利用方式。”

在这样的背景下，生态学家重新审视自己的学科，比较有代表性的是奥德姆（E.P.Odum）在《生态学——科学与社会之间的桥梁》（1997）中提到的“起源于生物学的生态学越来越成为一门研究生物、环境及人类社会相互关系的独立于生物学之外的基础学科，一门研究个体与整体关系的科学”。自20世纪70年代以来，以Odum的《生态学基础》为标志，生态学获得了前所未有的迅速发展，如今，生态学已成为一个在同其他学科相互渗透与相互交叉的过程中不断扩大自己学科内容和学科边界的综合性学科，其分支学科不下一百门。这一阶段也成为现代生态学的发展期。在这一阶段，生态学不断地吸收相关学科，如物理、数学、化学、工程等的研究成果，逐渐向精确方向前进，并形成了自己的理论体系。这一阶段生态学发展具有以下特点：一是整体观的发展，二是研究对象的多层次性更加明显，三是生态学研究的国际性，四是生态学在理论、应用和研究方法各个方面获得了全面的发展。

1.1.4 综合化、交叉化的发展趋势

目前，生态学的发展正朝着综合化、交叉化方向，可以发现，现在的生态学除了保留其是研究生物有机体与其生存环境间相互关系的核心命题外，还在以下的方面扩展内涵。

（1）把研究生物体与环境间的相互关系扩展到研究生命系统与环境间的相互关系。

（2）人类是生命系统中最重要的一部分，也是许多生态系统的结构成分。现代生物学更加着重研究人与环境间的相互关系。

（3）在研究人与环境的相互关系时，涉及社会和经济的层面。

（4）不仅要研究和阐释生物与环境间的一般相互关系，更要揭示之间相互作用的基本规律及其原理。要用生态学原理解决人类面临的生存和发展问题。

总之，生态学的发展及其研究领域、研究范围的扩展深刻反映了人类对环境持续关注、重视的过程。生态学将朝着人与自然普遍的相互作用问题的研究层次发展，将影响人类认识世界的理论视野和发展方向。正是在这样的生态学大背景下，揭开了本书——《城市绿地生态过程与规划设计》的序幕。

1.2 景观生态学理论与发展

1.2.1 景观生态学发展概况

景观生态学从19世纪末开始,经历了萌芽阶段(19世纪80年代至20世纪30年代)和形成阶段(20世纪40~70年代),20世纪80年代初,以1982年国际景观生态学会(International Association for landscape Ecology,IALE)的成立为标志进入其发展阶段(林超,1991;陈昌笃,1992)。

1. 起源

德国特罗尔(C.Troll)于1939首先提出景观生态学的概念,并发展了一系列的相关概念,Troll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)。景观生态学表示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”(Troll 1983),但是直到20世纪80年代,它才开始发展成为一门相对独立、渐为国际学术界公认的生态学分支学科。其标志性的著作是Zev Naveh和Arthur S. Lieberman的《景观生态学:理论与应用》(*Landscape Ecology: Theory and Application*),其中提出,景观生态学是基于系统论、控制论和生态系统学之上的跨学科的生态地理科学,是整体人类生态系统科学的一个分支。直到现在,有关景观和景观生态学概念还是存在诸多争议,我们一般可以认为,生态学意义上的景观,比风景和地貌意义上的景观概念有更广而深的内涵和外延,它是指多个生态系统或土地利用方式的镶嵌体,景观生态学则是研究景观格局和景观过程及其变化的科学。

2. 景观生态学在欧洲的发展

在20世纪80年代以前,景观生态学主要在欧洲发展,而德国、荷兰和捷克斯洛伐克又是景观生态学的研究中心。欧洲景观生态学的一个重要特点是强调整体论和生物控制论观点,并以人类活动频繁的景观系统为主要研究对象,注重实际应用,与规划、管理和政府有着密切而明确的关系,同时发展一系列新的研究方法。如I.S.Zonneveld利用航片、卫片解译方法,从事景观生态学研究,C.G.Leeuwen等人发展了自然保护区和景观生态学管理的理论基础和实践准则,而Ruzicka倡导的“景观生态规划”(LANDEP),形成了自己的一套完整方法体系,在区域经济规划和国土规划中发挥了巨大作用。

3. 景观生态学在北美的发展

在北美,景观生态学从20世纪80年代初开始逐渐兴起,并通过先进的技术手段和创新性的研究方法获得迅速发展,与欧洲景观生态学的地理学起源不同,北美景观生态学明确强调空间异质性的重要性,与“格局—过程”学说和后来由此发展起来的“斑块动态”理论有密切的联系。相比于欧洲,北美景观生态学更大的兴趣在于景观格局和功能等基本问题上,并不是都结合到具体的应用方面。其次,欧洲学派主要侧重于人类占优势的景观;而北美学派同时对研究原始状态的景观也有着浓厚的兴趣。景观生态学在北美兴起,在很大程度上促

进了整个生态学科在理论、方法和应用诸方面的长足发展。景观生态学进入真正的繁荣时期。

早期的景观生态学和植被科学十分密切,主要是利用航片、各种照片和地图资料来研究景观的结构和动态,以区域地理和植被调查方法为特点。随着科学和技术的迅速发展,尤其是遥感技术和地理信息系统(GIS)的发展,现代景观生态学在研究宏观尺度上景观结构、功能和动态诸方面的方法也发生了显著变化。而北美景观生态学的蓬勃兴起,不但使该领域在概念和理论上焕然一新,而且还发展了一系列以空间格局分析和动态模拟模型为特点的景观生态学数量方法。对于任何学科来讲,其研究内容决定其研究方法的类型和发展方向;研究方法上的成熟和创新不但充实和完善已存在的研究内容,而且往往能够提出先前未能考虑到或不能解决的新问题,从而拓宽和深化研究领域。景观生态学方法的发展正是体现了这样一种关系。由于相关技术的发展,从根本上拓展了景观生态学的研究广度和深度。

4. 相关著作和理论

在 Naveh 和 Lieberman 的《景观生态学:理论与应用》之后,理查德·福曼(R.T.T. Forman)和哥德隆(M. Godron)于1986年出版了《景观生态学》一书,该书的出版对于景观生态学理论与景观生态学知识的普及作出了极大的贡献。进入20世纪90年代以后,景观生态学研究更是进入了一个蓬勃发展的时期。其中影响较大的有 M.G. Turner 和 R.H. Gardner 的《景观生态学的定量方法》(1990)和 Forman 的《土地镶嵌—景观与区域的生态学》(1995)。《景观生态学的定量方法》一书对景观生态学的研究的进一步量化起了很大的促进作用;而《土地镶嵌—景观与区域的生态学》一书,一方面更系统、全面、详尽地总结了景观生态学的最新研究进展,另一方面还就土地规划与管理的景观生态应用研究进行了阐述,同时,作者结合持续发展的观点,从景观尺度讨论了创造可持续环境等前沿性问题。

近年来,等级理论、分形理论、渗透理论、尺度观点以及一系列空间格局分析方法和动态模拟途径在景观生态学中的应用,为该学科增添了新的内容和特点。同时景观生态学经济观念与生态学研究相互融合,生态学家越来越重视经济因素在自然保护中的作用,自然生态价值的经济学量化也正引起人们的重视。景观文化的研究也日渐深入。现在,景观生态学已成为现代生态学最丰富,发展最快、影响最广的学科之一。它不只是一门新兴学科,而且代表了集多方位现代生态学理论和实践为一体的、突出格局—过程—尺度—等级观点的一个新的生态学范式。

1.2.2 景观生态学中的基本概念

1. 景观

景观:在生态学中,广义的景观包括从微观到宏观不同尺度上的,具有异质性或斑块性的空间单元,我们通常所指的景观,尤其是应用到景观设计中的景观概念,主要是指狭义景观,其表示从几十千米到几百千米范围内,由不同生态系统组成的,具有重复性格局的异质性地理单元。而反映气候、地理、生物、经济、社会和文化综合特征的景观复合体

相应的称为区域。狭义景观和区域即人们通常所说的宏观景观。

2. 景观生态学

景观生态学：景观生态学是研究景观单元的类型组成、空间配置及其与生态学过程相互作用的综合性学科。强调格局、过程、尺度间的相互关系是景观生态学的核心。用较为通俗的话讲，相比于群落生态学或生态系统生态学，景观生态学是在较大尺度上研究不同生态系统的空间格局和相互关系的学科。

景观生态学的研究内容主要有三个部分：景观结构、景观功能、景观动态。

景观结构指景观组成单元的类型、多样性及其空间关系。比如一个景观系统中各组分（生态系统或土地类型）的面积、形状、丰富度、他们的空间格局及其中能量、物质、物种的空间分布等。

景观功能是指景观结构和生态学过程之间的相互关系，也可以理解为在一定景观结构下各景观结构单元之间及其内部能量、物质、生物体等生态元素的运动过程。

景观动态是指景观结构和景观功能随时间的变化，景观动态的内容包括景观结构单元的组成成分、多样性、形状和空间格局的变化，以及由此导致的能量、物质和生物在分布与运动方面的差异。

3. 格局、过程、尺度

景观生态学中的格局，往往是指空间格局，即斑块和其他组成单元的类型、数目以及空间分布与配置等。空间格局可粗略地描述为随机型、规则型和聚集型。与格局不同，过程则强调事件或现象发生、发展的程序和动态特征。与格局相关的还有空间异质性和斑块性的概念，空间异质性（Spatial Heterogeneity）是指生态学过程和格局在空间分布上的不均匀性及其复杂性。这一名词在生态学领域应用广泛，其涵义和用法亦有多种。具体讲，空间异质性一般可理解为是空间斑块性（Patchiness）和梯度（Gradient）的总和。而斑块性则主要强调斑块的种类组成特征及其空间分布与配置关系，比异质性在概念上更为具体化。

尺度一般是指对某一研究对象或现象在空间上或时间上的量度，分别称为空间尺度和时间尺度，此外，组织尺度（Organizational Scale）的概念，即在由生态学组织观中最小可辨识单元所代表的特征长度、面积或体积：在景观生态学中，尺度往往以粒度（Grain）和幅度（Extent）来表达。

4. 斑块—廊道—基质模式

斑块—廊道—基质概念由 Forman 和 Gordon 于 1986 年提出，Forman 的著作《土地镶嵌—景观与区域的生态学》较全面地介绍了斑块、廊道和基底模式，Forman 和 Godron 认为，组成景观的结构单元不外有三种：斑块、廊道和基底。斑块泛指与周围环境在外貌或性质上不同，但又具有一定内部均质性的空间部分。具体地讲，斑块包括植物群落、湖泊、草原、农田、居民区等。因而其大小、类型、形状、边界以及内部均质程度都会显现出很大的不同。廊道是指景观中与相邻两边环境不同的线性或带状结构。常见的廊道包括农田间的防风林带、河流、道路、峡谷和输电线路等。廊道类型的多样性，导致了其结构和功能

方法的多样化。其重要结构特征包括：宽度、组成内容、内部环境、形状、连续性以及与周围斑块或基底的作用关系。廊道常常相互交叉形成网络，使廊道与斑块和基底的相互作用复杂化。基底是指景观中分布最广、连续性也最大的背景结构，常见的有森林基底、草原基底、农田基底、城市用地基底等。在许多景观中，其总体动态常常受基底所支配。近年来以斑块、廊道和基底为核心的一系列概念、理论和方法逐渐形成了现代景观生态学的一个重要方面。Forman 称之为景观生态学的“斑块—廊道—基底模式”。这一模式为我们提供了一种描述生态学系统的“空间语言”，使得对景观结构、功能和动态的表述更为具体、形象。而且，斑块—廊道—基底模式还有利于考虑景观结构与功能之间的相互关系，比较它们在时间上的变化。

1.2.3 景观生态学的主要理论

1. 等级理论和景观复杂性

等级理论（Hierarchy Theory）是 20 世纪 60 年代以来逐渐发展形成的、关于复杂系统的结构、功能和动态的系统理论。它的发展是基于一般系统论、信息论、非平衡态热力学、数学以及现代哲学的有关理论。等级理论最根本的作用在于简化复杂系统，以便达到对其结构、功能和行为的理解和预测。许多复杂系统，包括景观系统在内，大多可视为等级结构。将这些系统中繁多相互作用的组分按照某一标准进行组合，赋之于层次结构，是等级理论的关键一步。某一复杂系统是否能够被由此而化简或其化简的合理程度常称为系统的“可分解性”。近年来，等级系统理论对景观生态学的兴起和发展起了重大作用。其最为突出的贡献在于，它大大增强了生态学家的“尺度感”，为深入认识和理解尺度的重要性以及发展多尺度景观研究方法起了显著的促进作用。

2. 种、面积关系和岛屿生物地理学理论

景观中斑块面积的大小、形状以及数目，对生物多样性和各种生态学过程都会有影响。例如，物种数量（ S ）与生境面积（ A ）之间的关系常表达为：

$$S = cA^z \quad (1-1)$$

式中 c 和 z 为常数。应用上述关系式时，须注意两个重要前提：①所研究生境中物种迁移（Immigration）与绝灭（Extinction）过程之间达到生态平衡态；②除面积之外，所研究生境的其他环境因素都相似。尽管在生境斑块研究中常常难以同时满足这两条要求，但种—面积关系已被广泛地应用于岛屿生物地理学、群落生态学以及正在迅速发展的景观生态学中。考虑到景观斑块的不同特征，种与面积的一般关系可表达为：

$$\text{物种丰富度（或种数）} = f(\text{生境多样性、干扰、斑块面积、演替阶段、基底特征斑块隔离程度}) \quad (1-2)$$

一般而言，斑块数量的增加常伴随着物种的增加。岛屿生物地理学理论将生境斑块的

面积和隔离程度与物种多样性联系在一起,成为许多早期北美景观生态学研究的理论基础。因此,可以认为,它对斑块动态理论以及景观生态学的发展起了重要的启发作用。岛屿生物地理学理论的一般数学表达式为:

$$dS/dt=I-E \quad (1-3)$$

式中的 S 为物种数, t 为时间, I 为迁居速率(是种源与斑块间距离 D 的函数), E 为绝灭速率(是斑块面积 A 的函数)。岛屿生物地理学理论的最大贡献之一,就是把斑块的空间特征与物种数量巧妙地用一个理论公式联系在一起,为此后的许多生态学概念和理论奠定了基础。

岛屿为自然选择、物种形成和进化及生物地理学和生态学诸领域地理论和假定的发展和检验提供了一个重要的自然实验室,虽然岛屿生物地理学的研究对象是海洋岛和陆桥岛,但其理论被广泛应用到岛屿状生境中,因此岛屿生物地理学的应用极为广泛,其影响之大,争议之多,都是其他生态学理论难以比拟的。

3. 复合种群理论

美国生态学家理查德·莱文思(Richard Levins)在1970年创造了复合种群(Metapopulation)一词,并将其定义为“由经常局部性绝灭,但又重新定居而再生的种群所组成的种群”。换言之,复合种群是由空间上相互隔离但又有功能联系(繁殖体或生物个体的交流)的两个或两个以上的亚种群(Subpopulations)组成的种群斑块系统。亚种群生存在生境斑块中,而复合种群的生存环境则对应于景观镶嵌体。“复合”一词正是强调这种空间复合体特征。关于种群的空间异质性及其遗传学效应,早在20世纪40和50年代期间就已有研究,这些早期研究为复合种群理论的发展奠定了重要的基础。然而,需要指出的是所有种群都生存在空间异质性大小程度不同的生境中,但它们不全是复合种群。复合种群理论有两个基本要点:一是亚种群频繁地从生境斑块中消失(斑块水平的局部性绝灭);二是亚种群之间存在生物繁殖体或个体的交流(斑块间和区域性定居过程),从而使复合种群在景观水平上表现出复合稳定性。因此,复合种群动态往往涉及三个空间尺度,即①亚种群尺度或斑块尺度(Subpopulation or Patch Scale)。在这一尺度上,生物个体通过日常采食和繁殖活动发生非常频繁的相互作用,从而形成局部范围内的亚种群单元。②复合种群和景观尺度。在这一尺度上,不同亚种群之间通过植物种子和其他繁殖体传播,或动物运动发生较频繁的交换作用。这种经常靠外来繁殖体或个体维持生存的亚种群所在的斑块称为“汇斑块”,而提供给汇斑块生物繁殖体和个体的称为“源斑块”。③地理区域尺度。这一尺度代表了所研究物种的整个地理分布范围,即生物个体或种群的生长和繁殖活动不可能超越这一空间范围。在这一区域内,可能有若干个复合种群存在,但一般来说它们很少相互作用。但在考虑很大的时间尺度时(如进化或地质过程),地理区域范围内的一些偶发作用也会对复合种群的结构和功能特征有显著影响。在复合种群动态的研究中,数学模型一直起着主导作用。Levins 发展了最早也最有代表性的复合种群动态模型(斑块占有