

城市景观生态

董雅文 编著

商务印书馆

1993年·北京

城市景观生态

董雅文 编著

商务印书馆

1993年·北京

目 录

绪论	1
一、景观生态研究的由来与发展	1
二、城市景观生态的研究	8
第一章 城市景观生态的基础	15
一、城市自然景观的变异	15
二、人文景观	19
三、景观建筑	22
四、城市景观要素的联系	24
第二章 城市景观的地质生态	30
一、人文地质圈	30
二、地下水资源的开发利用和保护	32
三、地质灾害	33
四、建设用地的工程地质类型	44
第三章 地形与城市景观建设的联系	49
一、城市发展与地形的联系	49
二、城市景观建设中的地貌条件	55
三、城市空间布局与地貌的联系	61
四、城市地貌景观的合理利用	65
五、地貌景观处理的效益	71
第四章 城市景观的气候特征	74
一、城市对太阳辐射的影响	74
二、下垫面结构的气候效应	80
三、城市热岛效应	85
四、城市对云量的影响	95
五、城市对降水的影响	98
第五章 城市大气污染的生态效应	105
一、城市大气污染的特点	105

二、大气污染的生态效应	115
三、工业布局与气象条件的关系	122
第六章 城市水文作用与生态效应	131
一、城市化对流域的影响	131
二、城市水量平衡	136
三、城市过境水	142
四、城市水域的开发和利用	148
第七章 城市化地区的土壤和植被	154
一、城市工业对土壤的影响	154
二、城市化对植被的影响	159
三、树木年轮元素的环境效应	163
四、绿地的功能	168
五、绿地定额的相关要素	179
六、景观美感评价	184
第八章 城市动物	191
一、城市居民对野生动物的选择	191
二、城市动物的生境及其与城市生活的关系	197
三、城市野生动物的管理	202
第九章 区域开发与城市景观生态的协调	208
一、区域与城市开发的整体效应	208
二、生态纲要	215
三、发展与保护	218
第十章 城市景观生态的调控	222
一、人与环境关系的调控	222
二、城市容量与发展模型	231
三、政策仿真模型	237
四、景观生态评价及其在城市开发中的应用	247
第十一章 城市景观生态的遥感应用	261
一、遥感与城市景观生态调查	261
二、城市遥感的主要类别和物理基础	264
三、城市景观遥感图像解译	266

四、应用实例	271
参考文献	276
后记	280

绪 论

一、景观生态研究的由来与发展

景观生态学是由著名地理学家林超教授最先于1983年介绍给我国地理学界的。嗣后,生态学与地理学界的有关同行积极撰写文章,介绍与评论国外景观生态学的由来、现状与发展趋势,国家自然科学基金委员会对申请的景观生态研究项目也给予了支持。笔者于1987年7月19日至25日作为唯一的中国学者参加了在联邦德国明斯特召开的第六届景观生态国际讨论会——景观生态中的连接度问题;肖笃宁先生参加了1988年10月在捷克斯洛伐克召开的第七届景观生态国际讨论会,这次会议的主题是景观生态研究中空间与功能的关系和景观利用的生态学原理。从1988年起,地理学界与生态学界希望在我国进一步推动景观生态学的发展,尽快成立相应的学术组织,以便与国际景观生态协会(IALE)建立联系的呼声越来越高。在中国生态学会、中国地理学会以及辽宁省生态学会的支持下,于1989年10月在沈阳召开的景观生态与国土整治研讨会上,决定成立中国景观生态研究会筹备组。

世界上许多国家的生态学家、地理学家、规划与管理方面的专业工作者对景观生态有浓厚的兴趣,然而对景观生态的概念以及研究内容、范畴和方法等一些基本问题的认识仍然有些模糊。要搞清这些问题,首先需要了解景观生态的产生、发展及其性质。

最早的景观生态概念是由德国地理学家C. 特罗尔(Carl

Troll) 于 1939 年提出的。此前,英国生态学家 A. G. 坦斯利 (Sir Arthur George Tansley) 于 1935 年对生态系统作出定义, 标志着一个生态学新时期的到来。几年后特罗尔在用航片判读方法研究中欧景观时, 提出了“景观生态”这个词, 用以表示支配一个区域中不同地域单位的自然—生物综合体的相互关系。以后特罗尔又对其作了进一步解释, 即景观生态系指景观某一地段上生物群落与环境间的主要的、综合的、因果关系的研究。这一定义的前一部分与坦斯利的生态系统的定义相似, 而后一部分体现出地理学的特点, 可称为两种观点相结合的产物。特罗尔还认为景观生态研究包含“水平”(horizontal) 和“垂直”(vertical) 两个方向。水平方向研究自然—生物综合体的区域差异性和空间的相互作用, 属于地理学范畴; 而垂直方向研究的是组成自然—生物综合体的各自然现象功能的相互关系, 即把生境内各自然现象作为生态系统来研究。需要指出的是, 特罗尔所定义的景观是一个广义的“人类生存空间的‘空间和视觉总体’, 包括地圈、生物圈和智能圈(noosphere) 的人工产物”。特罗尔在提出景观生态概念的同时也指出, 景观生态并不是一门新的学科, 甚至也不是一门新的学科分支, 只是一种综合研究的特殊观点。

80 年代里, 关于景观生态的概念及其内涵出现了许多提法。

原民主德国著名自然地理学家 G. 哈塞(G. Haase) 主张用“地生态学”代替“景观生态学”, 原因之一是英美方言不易理解景观生态的确切涵义; 原因之二是该领域较多地采用地理学手段来研究涉及较大面积空间的生态学问题, 即除了生物学与生态学的方法外, 还较多地采用宏观的地学方法; 原因之三是环境污染与环境保护问题在地学领域中占有一定的地位。地理环境的研究不能不考虑人类社会的发展、人群的身体与健康与良好的生活环境。

景观生态概念由欧洲传到美国, 哈佛大学的福曼 (R.T.T.

Forman)教授和佐治亚大学的夏珀 (David M. Sharpe)教授开展了中小尺度区域的景观生态研究,认为景观的结构、功能和发展是景观生态研究的对象,其核心问题是揭示景观元素 (landscape element)的相互作用关系。所谓景观元素,是指在景观中被划分出来的最小单位。福曼的景观元素比特罗尔的生境或小生态区 (Ecotope)的概念更广泛,因为它包含着空间尺度和等级序列因素在内。福曼等学者给景观的概念赋予了更多的生态学内涵,即:景观是一个具有数平方公里范围的区域,其内一系列相互作用着的植物群丛或生态系统以相似的形式重复出现。景观由地貌过程和个别植物群丛的演替、干扰所形成。

联邦德国慕尼黑大学的 W. 哈勃 (W. Haber)所做的研究与福曼的研究比较近似,但是更加重视生物过程。明斯特大学景观生态研究所所长 K.F.施莱勃 (K.F.Schreiber) 尽管对景观生态的概念并不关心,但和助手一起在联邦德国西南部进行了长达 5 年的森林草地生态系统干扰—演替的观测研究。

由于传统景观学中的景观制图在 80 年代仍具有很大的发展潜力,苏联的景观生态研究开展较晚。面对资源、环境问题引起的生态冲击,众多有影响的地理学家提出要重新认识人与自然的相互作用的反馈机制。A. Г. 伊萨琴科 (A. Г. Исаченко) 认为,现代生态学理论可以作为解决人与生物圈生物背景问题的依据。1988 年 9 月,在白俄罗斯首都明斯克召开了全苏景观生态讨论会,会上的 130 余篇论文中,只有 3~4 篇论述作为地理系统景观的结构、功能与动态特征。对于景观生态(或称地生态)的概念与提法虽较混乱,但是在学科侧重上,则比较一致地认为景观生态是研究地理系统内的生态系统问题或生态学问题,而地理系统又可分为自然亚系统与技术亚系统(相当于人文系统),这样的地理系统就是通常所说的人地系统。生态系统仅仅研究与生命物质有关的联系与过

程,即营养环境的共性,而非生命物质在生态系统研究中只是从与生命有机体的联系方面加以注意。人地系统则更多的考虑自然与技术两个亚系统的相互作用机制及其调控的途径。

另外还有一些国家或科学研究单位建立了景观生态研究所。例如捷克斯洛伐克科学院于 70 年代中期创办了景观生态研究所,研究该国国土整治、生态纲要编制、城市化地区生态稳定带规划等区域性生态与环境问题。该所制订的建设覆盖全国的生态稳定构架为基础的 1980~1985 年的“生态纲要”,较好地解决了生态脆弱的钢铁工业污染区与外围地区自然生态系统保护的协调问题。同时用蓝色空间(水域)与绿色土地(林木、草地、农田)的有机组成,与人口密集的城市、居民点以及工业群体镶嵌,形成了良性的区域生态平衡。

世界各国学者对于景观、景观生态的定义、研究对象与内容虽有所不同,但其共同的观点是,把现代生态学,特别是生态系统的有关理论与方法引入景观或不同尺度区域的研究之中。

有些学者,如原民主德国的 E. 尼夫(E. Neef)、以色列的 Z. 纳沃(Z. Naveh)、荷兰的 A. P. A. 芬克(A. P. A. Vink)都致力于把景观生态学作为一门学科或地理学的一个分支,抑或生态学、环境科学的一个方向。中国的陈昌笃认为景观生态学相当于区域生态学。肖笃宁提出景观生态是一种综合整体思想的发展,具备综合学科的特征。

笔者认为,景观生态是地理学、生态学、规划设计、工程技术以及一些人文学科相结合的产物。它的研究对象是不同尺度人地系统的生态系统结构、功能联系以及系统稳定的对策。景观生态的理论框架由景观元素相互作用、景观的生态稳定性与调控两大部分组成。

1. 景观元素相互作用

从空间构成来看,景观是由斑块(patch)、廊带(corridor)和衬质(matrix)镶嵌而成。这三部分构成了景观的空间格局,也可以把它们统称为镶嵌体(tessera)。斑块具有相对的匀质性(homogeneity),它可以是动物群落或植物群落,也可以是岩石、土壤、道路、建筑物和构筑物等。衬质又称基质或模地,是景观中最广泛连通的部分。廊带(或廊道)与其两侧的衬质不同,呈狭长带状,如河流、林带、公路、篱带。廊道有4种类型及不同的功能:①线状廊道,可为其边缘的物种提供迁移通道和栖息地;②带状廊道,由于比较宽,为其内部的物种沿着廊道中间迁移和栖息提供内部环境;③景观网络,由线状或带状廊道相互交织而成,其内构成许多环,为动物迁移、躲避捕食者和觅食提供多种可供选择的通道;④河流廊道,以水流线为边界,有助于控制养分的流失、侵蚀、沉积、洪水泛滥以及有利于排入河流的污染物质的稀释扩散。虽然这些廊道的结构特性以及功能作用不同,却都是景观的主要组分,廊道连接斑块体,同时又把斑块体同模地贯穿起来。

2. 景观要素的相互作用

景观要素(或称景观结构组分)是由各种类型的斑块体、廊道和模地组成的。景观的功能则是这些要素之间的相互作用。景观要素通过广泛的各种“流”对另外的景观要素施加影响。通过一种景观的流有3种,即能量流、养分流和物种流。能量包括热能和生物量中的卡路里;养分包括无机物离子、水、有机质和其他物质;物种包括任何等级的种类及其遗传基因。能量物质可以作为干扰因素影响景观的生态系统。例如,突然增加能量会导致景观中重要群落或生态系统的变化。所以,导致景观要素相互作用的主要因素是:风、水(包括降水、冰、潮汐、地表径流、河流、洪水等)、土壤、

植物、飞行动物、陆地动物和人。景观要素相互作用通过能量流、养分流以及物种流来实现。各种相互作用流的干扰水平很可能不相同,因此,对景观要素乃至景观生态系统性质的影响亦不同。两个毗邻景观要素,如森林与林中空地,农田与田间林地,都具有各自的边缘效应。研究边缘效应所得到的景观要素或区域单元之间的过渡性和变化性规律,有利于土地与环境的规划与管理。

3. 景观的生态稳定性与调控

从宏观上看,景观的生态稳定性是在人与自然、自然与社会的相互作用中形成的某种协调机制。本世纪中以来科技的迅猛发展,大大推动了自然演化的速度,也深深影响着自然演化的方向。这个过程的最大特征就是自然环境的人文化和城市化。人类的生产与生存活动对自然景观的作用形式大体可分 4 种: ①对其中的某一个景观要素施加影响和控制; ②破坏景观生态系统的功能链,导致景观要素垂直—水平方向上相互联系的破坏,甚至景观生态系统整体功能的失调; ③景观生态系统对来自外界的各种干扰具有一定的抗性,亦即具有一定的生态稳定门槛,这个门槛能维持系统功能的有效发挥; ④人与自然关系协调的整体性,强调人对景观生态系统整体的建设与保护,而不仅仅是追求系统中的一个景观要素(如一种岩体或矿物、一种植物)的保护。

小尺度的景观生态系统结构简单,不太稳定,易受人类影响,甚至完全被新的景观要素或景观所替代,如兴建水库、砍伐森林都会导致景观新生体或者新的景观生态系统出现。中尺度景观生态系统相对来说比较稳定,能够较好保存景观固有的自然属性(地质构造、地貌类型、气候地带性)。大尺度的景观生态系统如全球系统是最复杂和最稳定的系统,它能承担多种外界干扰。

在人类经济活动地区,景观生态稳定的恢复一方面要靠自然

界的演化机制进行系统的自我调控，另一方面要求人类自觉地按自然规律办事，制定的开发与发展的方针、政策要符合维护区域生态平衡的需要，在社会对自然的需求与自然的供给和承受能力方面形成一种动态平衡，使索取与补偿、破坏与修复、整治有机地结合起来。因此，对景观生态系统的调控旨在维护系统的生态稳定，而维护系统的生态稳定是制定开发的生态经济对策的主要依据。

景观生态的理论目前尚不成熟，但在1987年第六届景观生态国际讨论会之后，理论研究越来越受到重视，主要涉及的方面有：

(1) 自然景观中生态综合体的轮廓、形态，自然景观连接的标志，景观连接度概念，景观系统与地理系统的关系，与景观结构相适应的景观功能模型，景观生物地球化学的作用和范围，岛屿生物地理理论及其生境多样性在景观生态中的作用，景观的有序化及其失调的机制。

(2) 农村景观的联系(生境网概念，生境规模的标志，组成要素的隔离与联系及农村景观连接物的自然模拟)，城市景观的联系(城市化地区生境网的结构联系，“生态城市”新概念的探讨)，区域景观生态(如英国景观类型，中国西南地区生境网络，法国某省的景观结构及其发展研究，爱沙尼亚共和国生态基础设施补偿的地区网络，南朝鲜的景观生态，美国佐治亚州土地利用变化的分析和模拟)，等等。

(3) 景观生态规划、设计与管理。如：农业地区自然保护规划与管理策略；区域规划中生态基础的设计和实施；“生物调节潜力”和“生物资源衰减”的确定；区域尺度生境网络规划与设计原理；第三世界区域发展纲要中生境网的保护与整治；基础设施规划中的生境网规划；景观要素的管理、保护及改善生境网络的对策；利用群落的整体性保护生境生态资源的合理管理。

上述研究提供了一些有价值的成果。如在水体景观生态方面有:荷兰洪水平原水体的相互作用、功能及其发展中的联系性;莱茵河流域低地溪流和谷地不同尺度的连结与分隔背景;荷兰西部景观沟渠沿岸的生态联系。在生物方面有:文化景观的变化及其对植物、动物的影响;与农业景观相适应的林地种群联系的模式;残余林地的分隔及其对农业景观的影响;作为特殊种群的分散与小块林地;休闲草地种群多样性的后果;小面积低地水体中石泥鳅的迁移模型;哺乳动物对农村景观的脆弱性影响;作为景观联系物的随季节迁移的牲畜;河岸绿地走廊饲养鱼类的生态学问题;农村铺设道路作为节肢动物栖息背景的意义;农业景观中的小动物,等等。在农村景观方面有:比利时中部农村景观线状要素(沉没道路与填高的阶地)的功能、相互作用、联系;农村景观的联系性及土地利用;泰国 2000 年的农业景观;农村景观中已消失的生物群落对人类、动物、植物条件的影响。在城市景观生态方面有:比利时根特市古城的生态结构;城市水网的生态联系及其设计;鹿特丹市景观规划和生态基础设施、中国城市景观生态及其协调对策研究;埃及城市化效应及环境保护;柏林西部城市规划中的生态问题及城市景观生态图集。

景观生态研究在世界各国方兴未艾,不但有这方面的协会,而且 1988 年在美国创办了学术刊物《景观生态学》,系统介绍由生物、非生物、人文为背景的生物地理、土地利用、规划、自然资源管理、全球变化以及环境保护等综合研究成果。国际著名的 18 位景观生态学家参加编纂工作。

二、城市景观生态的研究

目前,应用景观生态学理论和方法研究区域开发或国土整治

问题已有大量的文献报道。对城市化地区的资源、环境与生态的协调发展研究方面,偏重于景观生态单要素的研究较多,综合的则较少。但是,城市化进程中出现的环境与生态问题都从不同的角度联系着城市的人口发展和经济活动。人与自然、人与环境的复杂关系密不可分,只有通过综合与分解才能揭示其相互联系或相互作用的规律。

研究城市化地区的生态问题可以从两个方面入手。通常是运用生态学与生态系统原理,研究城市能流、物流的输入输出关系,并在系统运行中寻求平衡。对香港城市生态系统的研究,还反映出居民由于紧张生活引起的城市病。“六五”期间,北京、天津、上海、苏州、石河子等城市都开展了生态研究。“天津市生态系统及污染防治综合研究”和“北京市生态系统特征及其环境规划研究”都采用系统分析方法与遥感航测技术,建立模型,提出城市发展的经济、人口与环境污染预测、环境—经济协调发展对策以及控制污染的措施。由于类似的研究在应用上主要侧重于城市环境污染的综合防治,对满足城市规划、经济、土地、水利、园林、环境保护等管理部门的实际需要尚有一定的距离。因此,笔者认为可以应用景观生态的原理和方法来研究城市化地区的生态问题,作为我国城市景观生态研究的初步尝试,开拓与发展这个研究领域。

本书的研究对象为城市化地区的景观生态系统。任何一个城市,包括其建成区和外围的规划区都是本书的研究范围,这个空间范围就是城市景观。在城市景观中,人与环境的相互作用关系是核心,所以,城市景观是由两个类型的生态系统所组成。一类是以自然景观要素为主体的自然生态系统,如空气、水体、土壤、植物;另一类是以人为主体的人文生态系统,类似于城市生态系统中的社会—经济亚系统。在自然生态系统中,人与自然的关​​系自然是主体,人是客体;而在人文生态系统中则相反,人是主体,自然是客

体,人的主动作用或调控能力要比自然强得多。两个系统中人与自然的相互作用都存在着相互作用的链环关系。处于链环上的某两要素 A 与 B,当 A 作用于 B,使 B 产生感应并又反过来作用于 A 时,就会产生两种反馈机制。一种是 B 的反馈使 A 的作用进一步加强,称为正反馈;另一种是 B 的反馈使 A 的作用削弱,称为负反馈。城市景观中两类型生态系统的相互联系以及系统内各种景观要素的特征,相互作用导致的生态变化以及调控的对策是城市景观生态研究的重点,也是贯穿本书的主线。

在城市景观生态系统中可以作为研究对象的景观生态要素很多,但由于资料和研究程度的限制,本书主要围绕 3 个方面进行论述:①城市景观生态系统组成要素:地质、地貌、气候、大气环境、水文过程、土壤、植被、动物的人为改变及其适应特征;②城市化地区城乡协调发展的生态学机制;③城市景观生态的调控。

随着城市化的进展及其所带来的问题日益突出,城市或城市化地区成为本世纪备受青睐的研究领域。研究城市的学科既有自然科学的,也有社会科学与技术科学的。目前仅在名称中包含“城市”二字的学科就有数十种之多。本书以城市景观生态定名,有两层含义,第一层含义是指把城市作为地域实体来研究;第二层含义是指把城市作为由自然生态系统与人为生态系统组成的复合系统,揭示系统之间和系统内部自然要素之间以及自然要素与人类活动相互作用的规律及系统和谐运转,维护生态平衡的机制。

当代的城市改造、城市规划、城市环境管理及城市建筑中的景观设计等领域,已经普遍考虑遵循城市化地区自然规律的重要性。这一方面的思想产生于 60 年代末和 70 年代初的两篇经典作品,即 N. 费尔布拉瑟(N. Fairbrather)的《新生活,新景观》(1970)和 I. 迈克哈格(I. McHarg)的《设计与自然》(1969)。1968 年在华盛顿召开的“城市中的人与自然”会议将与城市自然环境有关的各学科

专家首次汇集到一起,详细讨论了城市生态、城市绿地规划以及人类与自然相联系的多种需求问题。城市化地区的生态学问题是1980年第二届欧洲生态学会议的主题,寻求城市规划的生态学基础则成为当时最热门的话题。所谓生态学基础是指:城市系统的特征、人类活动对城市生境和生物群落的影响以及土地管理的生态准则。当时的观点比较侧重于个体生态学或生物生境,而用综合的观点和方法把城市环境作为一个生态系统来研究的为数不多。这方面比较典型的例子如:在为柏林长远规划提供生态学基础的研究中,清楚地证实了柏林的气候、土壤和植被带之间的相互关系,柏林的生物生活型比周围生物地理区域的生物生活型更具有嗜热性。再如:发现曼彻斯特的工业废弃场产生的特殊生境,是由于那里粉碎了的煤渣和碱性废弃物堆上形成了适于含钙的植物群落(通常以兰属为主),说明运用生态学知识,可以通过最大限度地利用工业区的潜能,创造新的生态环境。

城市化地区的生态系统、生物群落的存在和发展应该促进生物圈的功能联系,而不应引起它的破坏。城市化地区和工业化地区应该通过政策、对策的调控,使生态系统和生物群落具有最大的生产力,并使系统内的生物组分和非生物组分维持平衡状态。此外生态系统的生物净化可以加快进入生物循环中物质和能量的交换,对改善城市环境质量有积极的作用。因此,运用生态学观点和生物学的理论及方法研究城市化地区自然环境与城市社会经济发展的相互作用特征,最有意义的就是对生态系统、生物群落及其种群构成的研究。

生态系统理论适用于城市景观生态的有:①负反馈作用规律:人类对自然环境的作用引起的负效应,可作为调控人类—环境关系的依据;②适应效应:生态系统中经人类破坏了的以及自然再生的景观要素或单元,比未经开发的景观要素更为稳定;③边缘效