

区域生态修复的空间规划方法探讨

李 果,王百田

(北京林业大学 水土保持与荒漠化防治教育部重点实验室,北京 100083)

**摘 要:** 针对当前我国区域生态修复方法缺失,不能有效解决大规模生态系统退化、生态过程被中断等自然生态问题的状况,提出利用空间规划的方法进行区域生态修复,探讨了区域生态修复规划的原则、内容及流程,认为自然生态空间结构设计是该方法的核心。  
**关键词:** 区域尺度; 自然生态修复; 空间规划; 方法; 结构  
**中图分类号:** X171.4      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1005-3409(2007)06-0284-05

Discussion of a Method on Spatial Planning of  
Regional Ecological Restoration

LI Guo, WANG Bai tian

(Beijing Forestry University, Key Laboratory of Soil & Water Conservation and Desertification  
Combating, Ministry of Education, Beijing 100083, China)

**Abstract:** In the face of lacking an effective way to ravel out the crisis of natural ecology in our country, such as degraded ecosystem or unsuccessed ecological course in large aera, this paper puts porward a spatial planning method using regional ecological restoration, discusses the principles, contents and approachs of this method, thinks that eco-spatial configuration design is the key.  
**Key words:** regional scale; natural ecology restoration; spatial planning

1 引 言

在我国,伴随着高强度的开发建设,生态环境危机日益突显。其中,自然生态系统退化越来越呈现出大规模、连锁性、成片蔓延的特点,迫切需要在区域的尺度层次上解决因人类干扰等原因引起的生态完整性受破坏、生态过程被中断等自然生态问题。而目前各类与生态环境相关的专业规划和综合规划所实施的地理范围和对象、关注重点、技术措施和目标等各不相同或过于宽泛;生态修复的理论及实践多是讨论对单一地点(如矿山废弃地)或单一生态系统(如水域生态系统)所采取的工程措施<sup>[1-18]</sup>,这些方法均不能有针对性的解决区域尺度的自然生态问题。另一方面,特定受损自然生态系统的修复是与具体空间相联系的,须从生态系统与人类对空间利用的关系角度及空间的具体特征去考虑生态修复的实施方案。鉴于此,本文提出,试将空间规划这一方法应用于区域生态修复以解决生态修复随尺度增大而浮现出的新问题,并探讨区域生态修复规划的原则和内容,初步建立一套区域生态修复规划的流程框架,可为区域尺度的生态修复实践提供参考。

2 区域生态修复概念的界定及内涵

2.1 区 域

区域是一个尺度概念,用区域的眼光思考并解决问题,目的是强调事物之间尤其是横向的关联性、整体性和协同集约性。本文所说区域生态修复所包含的空间尺度,可依研究对象不同合理确定(如数十或数百平方公里的县、镇域范围),

但应注意:<sup>1</sup> 避免因尺度过大而使修复措施流于空泛的政策制定以致不利实施;④应突破自然地理边界和行政边界的束缚,真正从自然的区域生态、景观生态、生态系统这三者本身的结构、功能、过程出发,圈定区域生态修复的范围。

2.2 生 态

一般地,生态概念包含 3 个层次<sup>[20]</sup>:<sup>1</sup> 自然生态,指动植物及其生境间的关系。④复合生态,指自然演替和人为开拓共同作用下,自然、社会、经济之间的关系。(四)哲学生态,代表了事物之间和谐共生、永续发展的理念。

本文所说生态是指:综合考虑自然、社会、经济等因素对自然生态系统的影响,针对退化的自然生态系统制定生态修复方案并实施。即,区域生态修复的对象、核心和落脚点都是自然生态系统。

2.3 区域生态修复

2.3.1 生态修复的概念

国际生态修复学会(Society for Ecological Restoration, 1995)将生态修复定义为“是帮助研究修复和管理原生生态系统的完整性(ecological integrity)的过程,这种生态整体性包括生物多样性的临界变化范围、生态系统结构和过程、区域和历史内容以及可持续的社会实践等”<sup>[18]</sup>。可以看出,只有当生态修复的尺度被一步步放大时,该定义所提到的“结构与过程”、“区域”、“历史”、“可持续”等内容才能真正显露并得到切实考虑;生态修复的内涵才能被全面理解和落实。

\*收稿日期: 2007-01-09  
作者简介: 李果(1982-),女,在读硕士,主要从事城市规划与生态环境建设研究。

2.3.2 区域生态修复的内涵

区域生态修复区别于具体的生态修复工程措施所具有的内涵,也即生态修复随尺度增大而浮现出的新问题,主要包括:

① 经济、社会、政治、人文等因素对自然生态的影响增大。前期现状调查及分析阶段,需定性定量地找出这些影响的类型、强度、优劣性,并提出对策,包括对其他决策部门的建议(如建议政府作经济政策调整,建议土地利用规划对自然生态维护做出让步),以及与其他各方利益协调后,生态修复方案应该怎样制定(如采用不同的修复方式、力度和费用会带来不同的环境、经济效益和公众利益)。

④生态安全格局成为区域自然生态健康的基础。(景观)生态安全格局理论<sup>[9-14,22]</sup>认为:区域中存在的关键性的点(如:断裂生境的断裂点)、局部(如:退化生境、延续生境,或某物种通过的踏脚石)、及位置关系(如:异质景观或生态系统的位置排列不同,可能阻隔或协助某生态过程的进行)构成了潜在的生态安全格局,它们对控制水平生态过程起着至关重要的作用;这些具有战略意义的点、局部和关系是区域生态修复的重点环节,只有对这些重点环节进行处理,才能高效地补充被抑制或中断的生态过程,恢复生态系统的完整性。

④大规模干扰成为影响区域自然生态的最主要因素。干扰<sup>[7-8,18]</sup>(包括自然的和人为的)一般指显著改善系统自然格局的事件,不同规模的干扰会对区域、景观、生态系统、种群等产生不同影响,导致各类资源的改变和生态空间结构的重组。区域尺度生态修复着重考虑大规模干扰(如城市化、大型基础工程实施、封山育林等)类型、成因及其对修复区生态环境的影响。利用有利干扰,排除不利干扰,使干扰过程与自然生态系统的时空演替相适应。

④结构优化成为衡量区域自然生态健康的重要标准。指生态空间结构的优化。结构可以影响功能,并能改变生态演替的进程和方向。

④生态单元制图<sup>[2-3]</sup>必然成为贯穿区域生态修复全过程的基础性内容。区域生态修复涵盖的地理范围广,自然和非自然本底要素的横向差异和纵向层次较为繁杂,需借助生态单元制图的方式,随其变化而对其进行动态的记录备案(如:包括经济、社会、人文指标等的汇总及信息综合)。也可以说,生态单元制图工作贯穿了区域生态修复的现状调查、问题分析、修复分区分级、修复规划、预案研究、建设实施、反馈校验及运营管理的全过程。

④战略性生态单元<sup>[2]</sup>受到关注。区域中某些生态单元为现存的或潜在的生态资源库,显然是修复与保护的重点;而某些生态单元看似没有修复与保护的价值,或其价值看似甚小,但却对区域全局尤其是自然生态格局与过程有重要的战略意义,这类生态单元往往不是某具体生态修复工程实施的对象,但在区域生态修复中应给予特别关注。

⑧生态修复工作本身的层次性增强。区域生态修复的工作内容和考虑因素纷繁复杂,可以通过层次分析对其全过程有一个提纲挈领的系统性控制(层次分析是系统工程中对非定量事件进行定量分析的一种简便方法,也是对人们的主观判断作客观描述的一种有效方法<sup>[6]</sup>)。

3 空间规划:新方法的引入

3.1 空间规划的由来

“空间规划”这一方法来源于城市规划,是城市规划的核心<sup>[20]</sup>。其本质可以认为:通过安排三维空间的结构和布局,使城市中的物质实体、信息、能量、社会经济政策、人类行为等达到合理配置,促进城市巨系统的良性发展。

3.2 空间规划的内涵

空间是各项物质资源存在和各种行为发生的载体。规划是“为了达到预定目标而编制的行动层次和顺序,它通常包含两个含义:一是指要实现或达到的目标或任务,二是达到目标的途径与手段”<sup>[17]</sup>。

“空间”和“规划”都包含了“静态”和“动态”两层涵义。静态空间,反映的是事物具体的空间位置,由明确的二维地理边界和竖向空间边界限定;静态规划,欠缺对事物发展变化的考虑和控制。动态空间表达了事物的发展变化引起及其空间形态的变化过程;动态规划,一方面,更加关注其作用对象的动态性,关注“过程”;另一方面,规划自身的目标是动态的,规划是一个不断校验、反馈、补充、调整的动态循环过程。

对有意义的空间进行设计是规划的措施或环节之一。如:某一生态过程的发生、蔓延是要占据一定空间范围的,或者说,是要为之提供空间通道的;那么,对某个现存生态过程所需的空间通道进行人为设计,则会改变这一生态过程,因此,空间处理就成为了生态维护的一项措施。而用空间的方法和空间的思维进行规划,对规划本身有着重大意义,如:同一空间,被赋予不同的内容和要素,或各要素间的配置不同时,空间的利用效率和功能效益亦不同(可参看生态位<sup>[5]</sup>、生态活度位理论<sup>[4,16]</sup>)。

3.3 空间规划在区域生态修复中的应用

根据前文对区域生态修复和空间规划的概念和内涵的阐述,可以判知:空间和区域自然生态的内涵都对应于“联系”、“分布”、“格局”、“结构”、“过程”、“功能”等概念或特征;规划和生态修复的内涵都对应于“目标”、“任务”、“途径”、“手段”、“层次”、“顺序”等概念和特征;若将空间的思维、空间的方法以及规划的手段,作为发现并解决问题的工具,那么,所研究对象的尺度越大,对象内部及内部与外部之间的矛盾和联系越纷繁复杂,此工具所独有的优势和专长越能得到充分施展;而区域生态修复所针对的范畴,无论是尺度大小,还是内容的深、广度方面,都具备了以上所说研究对象所具备的特征;区域自然生态和空间规划都拥有“静态”、“动态”这两个重要的内涵(对区域自然生态而言,静态指生态资源的现状空间分布,动态指生态过程和生态格局的动态变化),该内涵是一个共通的平台,它成为空间规划可以作用于区域自然生态的又一条件。因此,空间规划与区域生态修复相结合,是方法与对象相得益彰的结合,区域生态修复惟有通过空间规划的途径才能得以全面实现。

物理空间是事物存在、发生、发展的基础,对存在于三维空间并受时间维度影响的事物而言,都可以用空间的思维和方法去研究,自然生态亦不例外。自然生态落实到物理空间后便形成自然生态空间。

与物理空间相比,自然生态空间研究的重点是生物与其生境的关系,强调“有机”、“生命”、“机制”、“机能”的意义,它

除了具有普通物理空间所具有的一般规律外,还有其自身的性质和特征,如自然生态系统的空间形态、空间分布、空间功能、空间格局、空间尺度、空间结构、空间过程等。

自然生态空间提供了生物要素与环境要素相互作用的场所,表现为一定的空间特征,可用空间斑块、空间廊道、基底、格局与过程的概念描述。用空间斑块数量、空间斑块密度、空间斑块二维投影的周长、空间斑块形状(如:延伸率、形状指数、分维分析)、空间连接度、空间连通性、多样性指数、镶嵌性指数、距离指数、破碎化指数等数理指数来衡量<sup>[21, 23-24]</sup>。

#### 4 区域生态修复空间规划的内涵、原则及内容

##### 4.1 区域生态修复空间规划的内涵

区域生态修复空间规划除了要具备基本的恢复生态学、基础生态学(包括:限制因子原理、生态系统结构理论、生态适宜性原理和生态位理论、生物群落演替理论、生物多样性理论等)、景观生态学的相关原理和内容外<sup>[18]</sup>,还应在规划的全过程,尤其是生态修复空间规划这一阶段,发挥空间规划方法的核心作用。

空间的理念和方法渗透并贯穿于区域生态修复规划的各项原则和内容之中。生态学的不同内容之间,生态学和其它交叉学科(如地理学、经济学)之间不易衔接、不易进行语言转译<sup>[48]</sup>的矛盾,也亦通过“空间”得到解决。(如:各项内容要素及其关系都可以抽象为空间分布、空间区划、空间过程分析、空间结构设计、空间容量控制、空间生产力预测、空间管理、空间落实等等)。

区域生态修复空间规划的原则和内容,融合了生态的原理和空间的方法。

##### 4.2 区域生态修复空间规划的原则

区域生态修复的空间规划是以生态学理论为基础,在不同尺度水平上,结合空间规划理论对特定空间的生物与非生物要素进行协调,得出生态修复的空间结构和空间布局,实现生态修复的既定目标。因此,区域生态修复空间规划的原则应全面体现“生态”、“空间”和“规划”等概念的特征及优势,因此要求:

① 综合性原则。强调对生态与空间的各项现状要素、影响因子、研究方法、目标任务、手段措施、行动的层次顺序等,进行综合分析和统筹规划。

④ 整体性原则。指区域范围内自然生态整体协调,生态过程及生态系统完整。

④ 自组织原则。生态系统有相当强的自我调控及自我平衡能力,生态修复就是要通过研究生态稳态和生态阈值,确定修复生态系统的类型、区域、难易程度和时间周期,并制定合理的修复指标,使被干扰的生态系统由逆向演替转为正向演替,依靠生态系统的自组织能力维持自身良性循环。

⑤ 结构优化原则。指生态空间结构的优化,结构可以影响功能,并能改变生态演替的进程和方向。

⑥ 资源性与战略性并重原则。区域内价值明显的资源性生态单元,以及对区域全局尤其是生态格局与过程有重大意义的战略性生态单元,都应受到充分重视。

⑦ 分级分区原则。分级分区是为了对不同区域、地块自身的生态问题及其对整体生态环境的影响,采取有针对性的

生态修复对策,达到局部治理到位,整体生态环境最优的生态修复目的。

⑧ 层次性原则。因规划牵涉的内容庞杂、成果众多,注重层次性可保证全过程思路清晰、重点突出。

##### 4.3 区域生态修复空间规划的内容

区域生态修复规划是一个经由现状调查、问题分析,到修复规划、预案研究、方案确定,最后到规划实施、运营管理、反馈校验以及适时监测的循环过程,其中,现状调查、问题分析、空间规划、规划实施及反馈校验是重点,这四大部分内容构成了区域生态修复规划的方法框架。

###### 4.3.1 现状调查

现状调查是区域生态修复空间规划的基础,含有不同的调查手段、层次及内容(如图 1)。这一阶段的工作成果既可为生态单元制图奠定基础,又可为自然生态问题分析提供基础资料。调查层次可借鉴德国人文聚落区现状生态单元调查的层次<sup>[2]</sup>,调查内容应合理全面,考虑到社会、经济等各方面因素对自然生态的影响。

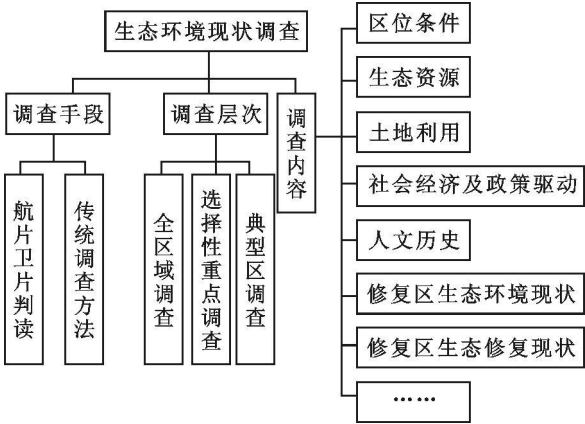


图 1 现状调查的手段、层次及内容

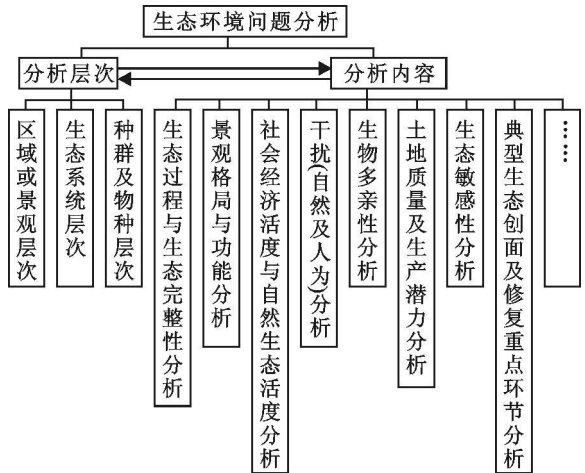


图 2 生态问题分析的层次及内容

###### 4.3.2 问题分析

自然生态问题分析是区域生态修复空间规划的重要部分,是对现有生态危机的发现、归纳和解决过程,尤其可对重要矛盾和典型问题进行深入研究,作出专题报告、绘制专题图,为规划提供决策支持。这一阶段的工作亦包含不同的分析层次和分析内容(如图 2),值得注意的是该阶段的研究除了关注生态现状外,还应对未来优化的生态安全格局及措施

适度作出预警研究, 并提出相应的对策。

4.3.3 生态修复空间规划

这一阶段的工作是整个规划的核心, 包括修复的分级与

分区、生态空间安全格局预测、生态修复区划、生态修复时序 4 个层次(如图 3)。工作重点是确定生态空间结构和生态空间布局。

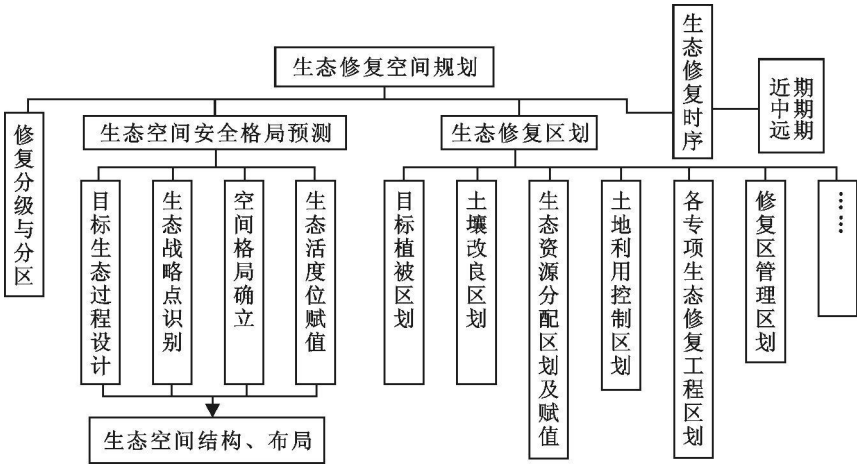


图 3 生态修复空间规划内容示意图

生态空间结构的设计模式可以为圈层式、点轴式以及这 2 种方式的叠加(如图 4)。

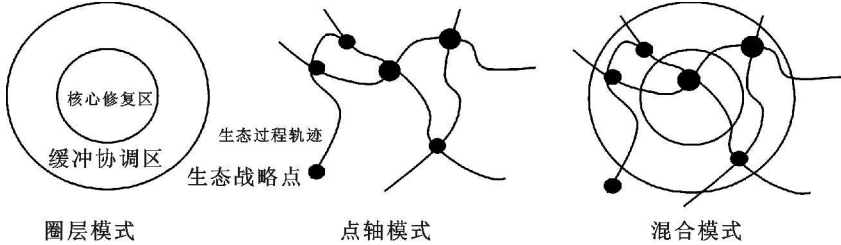


图 4 生态修复空间结构的 3 种模式

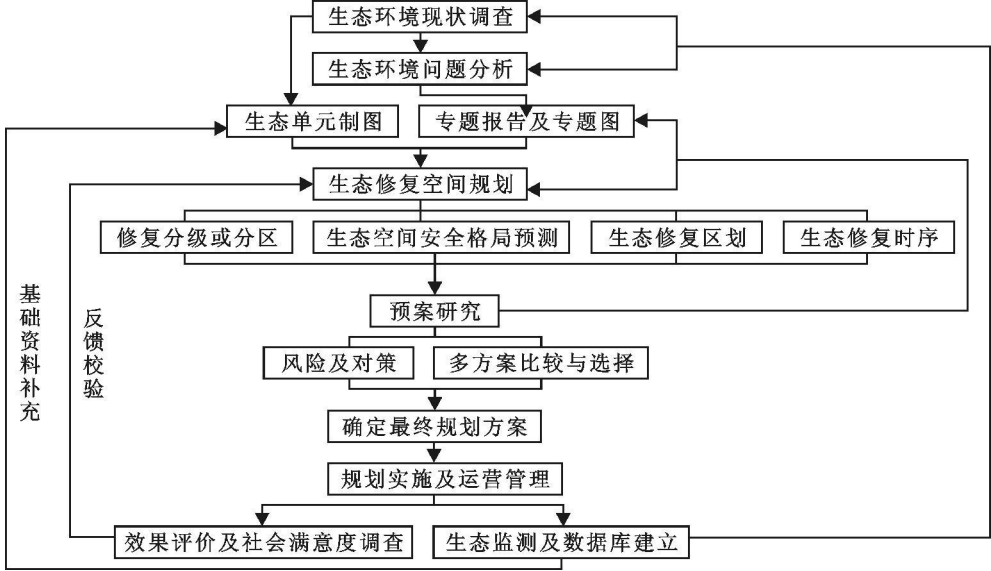


图 5 区域生态修复规划流程示意图

在圈层模式中, 核心修复区内自然生态系统较脆弱或生态敏感性较高, 应实施重点修复, 其外围的缓冲协调区是核心修复区和外界人工斑块的过渡区, 起到了生态安全设防的作用。

在点轴模式中, 生态战略点指的是对区域自然生态格局起重要作用的点(如生态过程的瓶颈处或到达某一尺度阈值时某生态过程性质的突变点), 是生态修复的重点环节; 生态过程轨迹是指具有完整生态连通性(connectedness)<sup>[21, 23]</sup>的空间廊道, 它是区域内各生态要素在功能上和生态过程上的联系, 但不一定是空间分布上的联系, 如一段带状林地是

某鸟类迁徙的廊道, 若该林地在空间分布上出现断裂, 而该鸟类在不进行暂歇的情况下可以一次性跨越断裂距离, 则认为该断裂林带仍有较好的生态连通性。在生态空间结构设计中, 应着重考虑生态空间的连通性, 当两种或两种以上重要的生态过程交叉时, 要设计“立体交叉”, 保证各生态过程不受阻断(如青藏铁路某些路段修建高架桥, 可以保证珍贵濒危动物种从桥下通过)。

混合模式是将圈层模式和点轴模式叠加而成, 适用于生态要素更多样、生态关系更复杂的修复区域。

生态空间结构是对生态过程的深刻反映,但它是抽象的、隐性的,是研究阶段的成果,并不能直接依此来实施修复。从空间结构设计到修复的实施还需经过一个语言转译的过程,即生态空间的布局。生态空间布局是指在生态空间结构设计的基础上安排实体自然生态要素(如风景林地、自然保护区)或人工要素(如村民聚落、旅游服务设施)的空间分布,生态空间布局是具象的、显性的,可以依此进行生态修复的实施。生态空间结构不一定与生态空间布局重合,但生态空间布局应能满足生态空间结构的要求。

4.3.4 预案研究及其它

预案研究的主要工作是对规划实施后的生态安全水平进行预测,并制定应对方案或应急措施,采用的方法可以有决策支持系统、预测模型、空间模拟技术等。通过多方案比较选择,确定最终成果。

5 区域生态修复规划流程

通过对区域生态修复规划的内涵、方法、原则和内容的介绍,现将区域生态修复规划的流程总结如下(如图 5):

6 结 语

综观全篇,该文阐明了针对受损的自然生态,从区域尺度进行生态修复的必要性和迫切性;在对“空间”、“规划”、“区域”、“生态修复”的内涵进行辨析后,认为将空间规划这一方法应用于区域生态修复,具有可行性和优越性;进而提出并论述了区域生态修复规划的概念、原则、内容以及流程,强调并论证了空间的理念、思维及方法应该且如何贯穿于区域生态修复的全过程和各方面,认为自然生态空间结构设计是区域生态修复的核心。

该文初步提出将空间规划这一方法用于区域尺度的生态修复,无论是理论建构还是实践检验都有待深入加强(利用本方法对长江三峡水利枢纽工程管理区进行了生态修复规划设计,另文论述)。在今后的科学研究和生产实践中,一方面,须着力攻克区域生态修复的重点、难点环节(同时也是与空间紧密相关的环节,如:生态空间的结构分析与设计);另一方面,希望空间规划这一方法能起到抛砖引玉的作用,丰富区域生态修复的研究范畴,为区域尺度的生态修复实践贡献微薄之力。

参考文献:

[1] 王治国. 关于生态修复若干概念与问题的讨论[J]. 中国水土保持, 2003(10): 4- 5.

[2] Wolfgang Schulte, Herbert S. 李建新. 德国人文聚落区生态单元制图国家项目[J]. 生态学报, 2003, 23(3): 588- 597.

[3] 孟伟庆, 李洪远, 祝玉敏, 等. 生态单元制图及其在西部生态环境保护中的应用[J]. 世界科技研究与发展, 2006, 28(4): 86- 89.

[4] 毛显强, 鱼京善, 郭秀锐, 等. 生态活度生态位: 理论、方法及其应用[J]. 中国人口·资源与环境, 2005(5): 121- 125.

[5] 欧阳志云, 王如松, 符贵南. 生态位适宜度模型及其在

土地利用适宜性评价中的应用[J]. 生态学报, 1996, 16(4): 113- 119.

[6] 毕君平, 杨仁斌. 层次分析法在生态示范区主要建设领域和重点建设项目规划决策中的应用[J]. 湖南农业大学学报: 自然科学版, 2004, 30(4): 378- 381.

[7] 江洪, 张艳丽, James R Strittholt. 干扰与生态系统演替的空间分析[J]. 生态学报, 2003, 23(9): 1861- 1876.

[8] 周道玮, 钟秀丽. 干扰生态理论的基本概念和扰动生态学理论框架[J]. 东北师大学报: 自然科学版, 1996, 28(1): 90- 96.

[9] 黎晓亚, 马克明, 傅伯杰, 等. 区域生态安全格局: 设计原则与方法[J]. 生态学报, 2004, 24(5): 1055- 1062

[10] 俞孔坚. 生物保护的景观生态安全格局[J]. 生态学报, 1999, 19(1): 8- 15.

[11] 俞孔坚. 景观、文化、生态与感知[M]. 北京: 科学出版社, 2005.

[12] 俞孔坚, 李迪华, 李伟. 论大运河区域生态基础设施战略和实施途径[J]. 地理科学进展, 2004, 23(1): 1- 12.

[13] 俞孔坚, 李迪华, 段铁武. 敏感地段的景观安全格局设计及地理信息系统应用: 以北京香山滑雪场为例[J]. 中国园林, 2001, 17(1): 11- 16.

[14] 俞孔坚, 叶正, 李迪华, 等. 论城市景观生态过程与格局的连续性: 以中山市为例[J]. 城市规划, 1998(4): 14- 17.

[15] 张宇星. 城镇生态空间理论初探[J]. 城市规划, 1995(2): 17- 19.

[16] 杨志峰, 何孟尝, 毛显强, 等. 城市生态可持续发展规划[M]. 北京: 科学出版社, 2004.

[17] 欧阳志云, 王如松. 区域生态规划理论与方法[M]. 北京: 化学工业出版社, 环境科学与工程出版中心, 2005.

[18] 李洪远, 鞠美庭. 生态恢复的原理与实践[M]. 北京: 化学工业出版社, 环境科学与工程出版中心, 2005.

[19] 王家骥, 李京荣, 张惠远, 等. 区域生态规划理论、方法与实践[M]. 北京: 新华出版社, 2004.

[20] 杨培峰. 城乡空间生态规划理论与方法研究[M]. 北京: 科学出版社, 2005.

[21] 余新晓, 牛健植, 关文彬, 等. 景观生态学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2006.

[22] Yu K J. Security patterns and surface model in landscape planning[J]. Landscape and Urban Planning, 1996, 36: 1- 17.

[23] Forman R T T. Land mosaics: the ecology of landscapes and regions[M]. Cambridge: Cambridge University Press, 1997.

[24] Forman R T T, Godron M. Landscape ecology[M]. New York: John Wiley & Sons, 1986.