

DOI: 10.5846/stxb201503110469

杨兆平, 高吉喜, 杨孟, 姚森. 区域生态恢复规划及其关键问题. 生态学报, 2016, 36(17): - .

Yang Z P, Gao J X, Yang M, Yao S. Regional ecological restoration planning and its key problems. Acta Ecologica Sinica, 2016, 36(17): - .

区域生态恢复规划及其关键问题

杨兆平¹, 高吉喜^{2,*}, 杨孟¹, 姚森³

1 南京信息工程大学环境科学与工程学院, 江苏省大气环境监测与污染控制高新技术研究重点实验室, 南京 210044

2 环境保护部南京环境科学研究所, 南京 210042

3 大自然保护协会, 北京 100600

摘要:生态恢复是一项长期的根本性生态建设措施, 需要有区域性整体规划与长期维持的具体安排。目前, 区域生态恢复规划却未受到足够的关注。本文重点讨论了区域生态恢复规划的内涵、理论基础、规划原则及关键问题, 这些问题的探讨对于提升生态恢复效率, 增强生态恢复的科学性具有重要意义。区域生态恢复规划从宏观整体性的角度对区域内所实施的生态恢复工程进行统筹规划, 对区域内实施的具体恢复规划具有指导意义。区域生态恢复以不同生态功能区的主导生态功能为恢复目标。在退化生态系统诊断的基础上, 确定在哪里恢复。通过局地恢复治理与区域调控相结合的恢复策略, 实现生态链与产业链的结合, 其本质则是实现生态建设与社会经济的协调发展。

关键词:区域生态恢复规划; 理论基础; 规划原则; 恢复目标; 恢复策略

Regional ecological restoration planning and its key problems

YANG Zhaoping¹, GAO Jixi^{2,*}, YANG Meng¹, YAO Sen³

1 *Jiangsu Key Laboratory of Atmospheric Environment Monitoring and Pollution Control, School of Environmental Science and Engineering, Nanjing University of Information Science & Technology, Nanjing 210044, China*

2 *Nanjing Institute of Environmental Sciences, Ministry of Environmental Protection, Nanjing 210042, China*

3 *The Nature Conservancy, Beijing 100600, China*

Abstract: Ecosystem function is the basis of human survival and sustainable development. Irrational socio-economic activities have caused serious ecosystem degradation in China and led to the overall degradation or even the loss of ecological functions in some region, which greatly diminishes their ability to play a role in supporting sustainable development. To remediate the deteriorating ecological environment and further the restoration and reconstruction of damaged ecosystems, our country has ratified and implemented a large number of ecological restoration projects, which play an important role in curbing the current trend towards ecological degradation, and in guaranteeing the ecological security of the region. However, the future prospects of the ecological environment of China are still not optimistic, and the overall trend of ecological degradation has not changed. The lack of regional ecological restoration planning is one of the most important factors behind the predicament of ecological restoration efforts in China. Ecological restoration, a long-term measure of basic ecological reconstruction, requires that overall planning and the long-term maintenance of specific arrangements be carried out at the regional level. However, regional ecological restoration planning has garnered little attention. This paper mainly discusses the connotations, theoretical basis, planning principles, and key problems of regional ecological restoration planning. Consideration of these factors is a key component of improving restoration efficiency and strengthening the scientific grounding of ecological restoration efforts. Based on surveys of the current status of both degraded ecosystems and restoration

基金项目: 国家环保公益性行业科研专项(201409055); 南京信息工程大学科研启动基金项目(2243141301132)

收稿日期: 2015-03-11; **网络出版日期:** 2015-00-00

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: gjx@nies.org

projects, and the identification of both key ecological problems at a regional scale and existing problems during restoration, regional ecological planning is carried out at a regional scale and centered on determining what, where, and how to restore a system. Therefore, regional ecological restoration planning produces an overall plan within which to develop specific restoration projects from the prospective of macro integrity. This guides the specific restoration projects within a region. The theoretical basis of regional ecological restoration planning comes mainly from the concepts of ecosystem services, ecological function regionalization, major function-oriented zoning, ecological carrying capacity, and restoration ecology. Regional ecological restoration planning principles include macro integrity, zoning regulation, dominant function, ecological suitability, and the combination of short-term target and long-term target. By integrating information about the nature and distribution of ecosystems, as well as ecological patterns and processes and the interrelationships of social, physical, and biological systems, regions can be classified into different zones of ecological function. The dominant ecological functions serve as the restoration goals of different ecological function zones. Generally, restoration should give priority to the relatively easy identification of ecological degradation and important ecosystem types (i. e., >25° slope-arable land, endangered species and ecosystem, important nodes and corridors in the region, ecological damage caused by resource exploitation and engineering construction, and important areas of ecological protection, such as the source areas of the water system, drinking water sources, and nature reserves). Besides these priority restoration areas, determine where to restore in different ecological function area on the basis of diagnosis upon degraded ecosystem. Through the combination of treatment strategies implemented at the local scale and regulation strategies implemented at the regional scale, the integration of ecological and industrial chains can be achieved, the essence of which is the coordination of the development of ecological construction and the social economy.

Key Words: regional ecological restoration planning; theoretical basis; planning principles; restoration goal; restoration strategy

生态系统功能是人类生存和可持续发展的基础^[1],不合理的社会经济活动导致我国生态系统退化严重,部分区域生态功能整体退化甚至丧失,大大削弱了其对可持续发展的支撑作用^[2-4]。恢复和重建受损生态系统是改善生态环境、实现区域社会经济可持续发展的关键,已经成为各国面临的共同课题。为了整治日趋恶化的生态环境,恢复和重建受损的生态系统,我国已经批准和实施了一大批生态恢复工程^[5],在遏制生态退化趋势上取得了一定的成效,对保障区域生态安全和可持续发展发挥了重要作用。但是,我国生态环境状况仍不容乐观,早期生态环境问题有所好转,新的生态问题接踵而来,局部地区生态退化的现象虽有所缓和,但生态退化的实质没有改变^[6-10]。

生态恢复是一项长期的根本性生态建设措施,需要有区域性整体规划与长期维持的具体安排^[5]。区域生态恢复规划和相应决策机制的缺乏是导致当前我国生态恢复效益低下的主要原因之一。以退耕还林为例,作为我国有史以来规模最大的生态建设工程,预计 1999—2021 年间投资 4311.4 亿元。然而,在实际工作中由于前期缺乏充分的科学论证,工程实施后都一直没有出台一个科学、有序的总体规划^[11-13],其结果是不仅制约了区域生态功能的提升,也造成了恢复资源的巨大浪费。在这样的背景下,区域生态恢复规划显得尤为必要。

我国生态恢复工程通常是由林业、农业、水利、环保等不同部门依据自身情况提出并分别规划实施的,缺乏整体上统筹规划^[5]。由于受到部门特点、利益等因素的限制,使得同一生态建设区的生态工程之间及不同生态建设区间的生态工程之间缺乏有机结合,严重削弱了生态工程建设的整体效益^[5]。另外,区域中所实施的大部分生态恢复项目都不可避免的与其他项目存在着相互作用,单个恢复措施和局地恢复措施是否会影响到区域生态系统的恢复,在缺少大尺度协调努力的情况下,仍然是一个重要的和知之甚少的问题^[14]。区域生态恢复规划将从宏观整体性的角度对区域内所实施的生态恢复工程进行统筹规划,这对于提升区域生态恢复效

率、增强恢复的科学性具有重要意义,也为探讨区域内不同恢复计划间的关系及它们对于区域生态功能的整体影响提供了可能。本文重点讨论了区域生态恢复规划的内涵、理论基础、规划原则及关键问题,这些问题的探讨能够为区域生态建设提供理论支撑。

1 区域生态恢复规划的内涵

生态恢复已经成为应用生态学领域的热点。目前,无论是科学研究还是恢复实践所关注的焦点均集中在局地尺度上的恢复治理^[15-18],包括恢复理论的创新与应用、恢复技术的研发与示范。当前,一些关于恢复规划的报告,也多集中在以下三个方面:特定恢复工程的规划,例如矿山复垦规划^[19];针对特定退化生态系统的恢复规划,例如湿地的恢复规划^[20-21];针对具体生态问题的恢复规划,例如生境恢复规划^[21]。区域尺度上的生态恢复实践涉及森林、草地、湿地、河流、农田、城市等区域内的主要生态系统;关注的生态问题多样,例如荒漠化,土地沙化,草地退化等;涉及到多个恢复工程,例如风沙源治理工程、禁牧工程、保护区建设工程等。区域生态恢复规划是在区域尺度上,在对区域退化生态系统及恢复现状调研的基础上,识别出区域关键生态问题及目前恢复过程中所存在的问题,在此基础上围绕恢复什么,哪里恢复,如何恢复等关键问题进行规划的过程。与目前存在的生态恢复规划相比,区域生态恢复规划是统领区域内特定恢复规划的规划,对于具体恢复规划具有指导意义。

1.1 强调自然恢复为主、人工措施为辅

退化生态系统的恢复是一项长期、复杂的任务,需要大量的资金、物质、人力等恢复资源的支撑,在区域尺度上开展这项工作将更加艰巨。因此,区域生态恢复与保护应在自然条件下,以自然恢复为主,辅以科学合理的人工辅助措施;加大生态环境监管,避免新的生态破坏产生;主要通过封育措施,重点加强封山封滩育林育草,划定和建设维护水源涵养林、水土保持林和防护林,开展禁牧、轮牧等措施,巩固和提高区域的主要生态功能。对于部分生境严酷的地区例如采矿废弃地、排土场,仅依靠天然恢复时间过于漫长,应主要采取人工促进恢复的措施。

1.2 局地恢复与区域调控相结合,提升区域整体生态功能

当前,生态恢复主要集中在生态系统层次,针对局地生态退化开展恢复实践。由于区域尺度上生态退化类型多样,生态系统退化范围广,生态退化问题复杂,局地尺度的恢复治理措施难以整体提升区域的生态功能。目前,我国所实施的一系列重大生态恢复工程,基本以关注局地退化的恢复治理及示范为主,其结果导致生态恢复效益低下。因此,区域生态恢复与保护应在关注局地退化治理的同时,对于区域上不合理的自然-社会-经济关系进行调控。在局地尺度针对退化的关键点通过工程措施开展恢复治理,在区域尺度上以调控为主,从而提升区域整体生态功能。

1.3 注重生态功能提升与区域经济发展相结合

生态系统退化的主要驱动因素是不合理的社会经济活动。生态保护与经济发展之间的突出矛盾,使得生态恢复工作任务复杂而艰巨。通常,生态退化严重的区域大多是经济欠发达的地区,在这样的地区实施生态恢复工程,如果不考虑与区域经济发展相结合,生态恢复的最终目标将难以真正实现^[22]。目前的生态恢复主要集中在生态系统结构、过程的恢复上,忽视了与区域社会经济发展、脱贫等现实问题的有机整合。区域生态恢复与保护应根据区域社会经济和自然特点,建立即满足区域生态保护需求又促进区域可持续发展的生态恢复模式,实现生态链与产业链的有机结合。

2 区域生态恢复规划的理论基础

2.1 生态系统服务功能

生态系统服务功能是指自然生态系统及其物种所提供的能够满足和维持人类生活需要的条件和过程^[23]。生态系统服务是人类社会存在与发展的基础,维护生态系统服务功能是当今世界普遍关注的问

题^[24]。然而,随着人口的急剧增加、资源的过度消耗和环境污染的日益加剧,自然生态系统遭到了人类活动的巨大冲击与破坏,自然生态系统的服务功能迅速衰退。大部分生态环境问题的本质与生态服务功能的退化有关,区域生态恢复规划需在正确认识区域社会经济活动和生态系统服务之间关系的基础上,探求恢复和提高受损生态系统服务功能的途径。

2.2 生态功能区划

由于受气候、地形等自然条件的影响,生态系统类型多种多样,其服务功能在种类、数量和重要性上存在很大的空间异质性^[25]。生态功能区划是依据区域生态系统类型、生态系统受胁迫过程与效应、生态环境敏感性、生态服务功能重要性等特征的空间分异性而进行的地理空间分区^[26]。生态功能区划在区域尺度上将生态系统服务功能进行整合与分异,为确定区域生态恢复目标、各功能区生态环境保护与建设方向提供基础和前提。

2.3 主体功能区划

主体功能区划是根据资源环境承载能力、现有开发密度和发展潜力,统筹考虑未来人口分布、经济布局、国土利用和城镇化格局,将国土空间划分为优化开发、重点开发、限制开发和禁止开发四类主体功能区,并按照主体功能定位调整完善区域政策和绩效评价,规范空间开发秩序,形成合理的空间开发结构的过程^[27]。主体功能区划是构筑有序区域发展格局的依据,区域生态恢复规划划定的空间单元与主体功能区划进行空间叠加,其结果对于制定区域生态恢复的保护与恢复策略具有支撑作用。

2.4 生态承载力

生态承载力是生态系统的自我维持、自我调节能力,资源与环境子系统的供容能力及其可维育的社会经济活动强度和具有一定生活水平的人口数量,资源承载力是生态承载力的基础条件,环境承载力是生态承载力的约束条件,生态弹性力是生态承载力的支持条件^[28-29]。对于特定区域,生态承载力强调的是系统的承载功能,即在确保资源的合理开发利用和生态环境两性循环发展的条件下,可持续承载人口数量、经济强度及社会总量的能力^[29-30]。生态承载力的分析结果,为区域生态恢复中诸如生态移民、产业结构和布局调整等恢复策略的制定提供了理论支撑。

2.5 恢复生态学理论

恢复生态学是一门相对年轻的学科,尚不存在属于自己的理论体系,除自组织理论外,其大部分理论均来自于生态学的各分支学科。这些理论涉及群落到景观不同组织层次,主要包括限制性因子理论、演替理论、生态位理论、生态适应性理论、生态退化诊断理论、生物多样性理论、景观异质性等^[31]。这些理论对于区域生态恢复规划具有基础支撑作用,其中演替理论和生态系统退化诊断理论具有非常重要的作用,基于它们判定区域中生态退化的程度和局地尺度生态退化的恢复治理措施。

3 区域生态恢复规划原则

3.1 宏观整体性原则

由于物质循环、能量流动等因素,区域中局地尺度上的生态退化与恢复往往需要考虑其他与之相关的生态系统,例如河流源头区的恢复与保护就需要对其周围的生态系统给予足够的关注。因此,区域生态恢复规划需要用宏观整体性的视角看待区域中的自然生态系统。区域是生态-社会-经济的综合体,生态退化与社会、经济发展密切关联,区域生态恢复规划需强调宏观的整体效益,追求的生态、社会与经济的协调统一与同步发展,而不是哪个方面效益的提升,因此,具有明显的整体性。

3.2 分区调控原则

地形、地貌、水分和热量条件的差异使得生态系统的分布及对干扰强度的抗性具有明显的区域分异性。区域生态恢复规划应当充分考虑这种分异性,同时考虑人类社会经济活动强度及经济发展趋势,制定不同分区的生态恢复、资源利用与保护对策。

3.3 主导功能原则

区域中特定地域可能具有多种生态功能,区域生态恢复规划需遵循主导功能原则即在明确区域生态特征、生态系统服务功能与生态敏感性空间分异规律的基础上,确定不同地域单元的主导生态功能,并将其作为该地域单元生态恢复与保护的目标,这也是产业结构和布局调整、特色产业政策制定的基础。

3.4 生态适宜性原则

在大的区域尺度上,根据热量、水分条件和生态区划确定恢复的植被类型和产业结构,遵从“宜林则林、宜灌则灌、宜草则草、宜荒则荒”的适地原则。在小尺度以自然恢复为主,人工恢复为辅,根据生态系统退化程度、立地条件确定植被的配置结构。

3.5 近远期结合原则

为遏制生态退化,我国实施了退耕还林、京津冀风沙源治理等工程,这些工程的经验表明,区域生态恢复是一件长期而艰巨的任务,短期的恢复投入未必能够导致区域生态功能的持续提升。黄土高原水土流失治理过程中,因短视行为而违背自然规律导致造林成活率低、小老头树的现象比比皆是。因此,区域生态恢复规划必须近远期相结合,制定相应的阶段目标。

4 区域生态恢复规划的关键问题

4.1 区域生态恢复的目标是什么?

恢复目标是恢复生态学和生态恢复实践中的一个最基本的命题^[32-33],决定了生态恢复努力的方向,因此在区域尺度上该恢复什么,是区域生态恢复规划面临的首要关键问题。一直以来,生态恢复目标受到了生态恢复领域科学家的广泛讨论。恢复目标应该是在生态和社会经济维度上均能够接受的形式^[33-35]。不同组织层次上的生态恢复目标在生态目标和社会经济目标的追求上是有所差异的,随着组织层次的增加,恢复对于社会经济目标的关注度亦增加(图 1)。在个体层次上,以物种及其生境为目标的生态恢复主要来自于保护生物学家们的努力,其目的意在拯救珍稀濒危物种,保护物种多样性^[36]。在群落尺度上,恢复注重群落结构或是整个群落的重建。通常对社会经济发展的支撑作用更多的是来自于生态系统及以上层次,因此在生态系统及以上层次,生态恢复在追求生态目标的同时寻求生态资源与社会经济发展的平衡(图 1)。比如在景观及区域尺度,有些地方追求社会经济目标的最大化,如重要生态功能区中的农产品供给区;除此之外,在对局地退化生态系统恢复的同时给予社会经济发展充分的考虑。

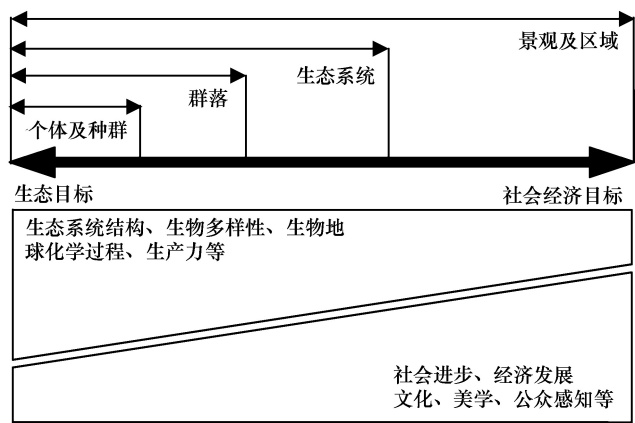


图 1 区域生态恢复目标
Fig.1 Goal of regional ecological restoration

个群落的重建。通常对社会经济发展的支撑作用更多的是来自于生态系统及以上层次,因此在生态系统及以上层次,生态恢复在追求生态目标的同时寻求生态资源与社会经济发展的平衡(图 1)。比如在景观及区域尺度,有些地方追求社会经济目标的最大化,如重要生态功能区中的农产品供给区;除此之外,在对局地退化生态系统恢复的同时给予社会经济发展充分的考虑。

无论在哪个组织层次,生态恢复的生态目标主要停留在对干扰前生态系统状态的重建^[37],努力达到最大化的生态保真度。干扰前的状态作为恢复目标在实践中具有很大的限制,由于大多数干扰事件之前并没有详尽的生态调查,对于特定区域而言干扰前的状态是不清楚的。对于很多生态系统而言,很难发现任何干扰前的生态系统。如果一个生态恢复功能仅仅是重建了生态系统结构和组成而没有恢复生态系统功能,则不能认为其是成功的恢复^[33,38]。生态恢复的最终目标就是重新建立一个完整的功能性生态系统,生态恢复应该是恢复生态系统的功能,而不是基于参考信息的一些不明确的自然状态。因此,我们建议以生态功能提升作为区域生态恢复的目标和方向。

生态系统具水源涵养、土壤保持、防风固沙、生物多样性保护、洪水调蓄、产品提供及人居保障等多种功能^[1]。受气候、地形等自然条件的影响,生态系统类型多样,其服务功能在种类、数量和重要性上存在很大的

空间异质性。因此,在生态恢复实践中,必须明确恢复区域中哪些生态功能是需要重点考虑的。基于区域生态系统特征、受胁迫过程与效应、生态服务功能重要性及生态环境敏感性等分异规律,将区域划分为不同生态功能的单元,每个划分的空间单元具有一定的主导生态功能^[25-26]。将各空间单元所确定的主导生态功能,作为生态恢复的目标,即体现了生态功能的分异规律同时也使得恢复具有针对性。

在区域生态恢复中有些地方应以追求生态目标的最大化,尽可能的重建原生生态系统,例如自然保护区;有些地方则追求社会经济目标的最大化,例如区域中的重点开发区;除此之外,区域生态恢复应该兼顾生态目标与社会经济目标的平衡,例如在陕西吴起县为治理水土流失,大量种植了沙棘,既控制了水土流失又兼顾了当地农户的经济发展。因此,区域生态恢复以区域生态功能提升为目标,本质则是在生态恢复中寻求生态建设与经济发展间的契合点,理顺两者之间的关系。

4.2 在哪里恢复?

将区域划分为具有不同主导生态功能的单元后,接下来需要考虑的问题则是在哪里进行恢复,即确定区域中生态系统退化的位置、范围和程度,这是确定如何恢复的基础和前提。通常,区域中有一些相对容易识别的生态退化及重要的生态系统类型,在规划过程中需要优先考虑。类似的情形如下:

- (a) 25°以上坡耕地;
- (b) 濒危物种与生态系统;
- (c) 资源开发,工程建设等造成的生态破坏;
- (d) 区域中的重要节点,廊道;
- (e) 重要的生态保护地如水系源头区,饮用水源地、自然保护区等;

除上述需优先考虑的情形之外,对区域中该在哪里恢复的判定,并不是一件容易的事情,尤其是判定其退化程度。这个过程中,退化的参考系统及选择那些指标来度量退化是需要重点考虑的问题。由于退化生态系统通常是相对未退化或退化前的原生状态而言的^[33],退化前的状态会被习惯性的优先考虑为退化诊断的参考系统。但是,由于大多数干扰事件之前没有详细的生态调查,原生生态系统的具体细节,包括详细的物种组成、系统结构以及生态功能的各个方面,很难完全搞清楚^[39],因此将干扰前原生生态系统作为参考是存在困难的。这种情况下,可以选择邻近区域中相似的、保存较好的生态系统作为参考。根据空间和时间的一致性,参考系统可以有以下几种情况即同一空间,不同时间,如将不同时期生态系统相对较好的状态确定为参考系统;同一空间,同一时间,即可以选择同一空间范围中受干扰较少,保存相对完好的生态系统作为参考;不同空间,同一时间,如果区域中不存在可以作为参考的生态系统,而在相邻区域中存在这样的系统,则可以选择相邻区域中的生态系统作为参考。除了自然生态系统,一些环境质量标准如土壤环境质量标准、地表水环境质量标准等也可以作为生态系统特定指标退化的诊断参考。

量化生态系统的退化程度则需要建立相应的指标体系。区域中生态退化可发生在物种至景观的各个层次,其结果是导致相应层次上表征组成、结构和过程等属性参数的变化。因此,可以根据退化发生的层次及表征组成、结构和过程的参数建立生态退化诊断指标体系(表1)。根据所选择的指标进行参考系统与退化系统之间的比较,确定生态退化的位置、范围和程度。

4.3 如何恢复?

生态学家倾向于将生态系统视为综合生物系统,并用有机体健康的隐喻描述生态系统的状态^[40]。因此,恢复实践之于退化生态系统就好比临床实践之于病人。要使人体生理机能保持正常需要针对病痛对症下药,另外可以通过加强锻炼提高身体对于疾病的免疫力。同理,区域生态恢复一方面需要针对局地退化开展有针对性的恢复治理,另一方面可以在区域尺度上进行调控以增强生态系统对于干扰的抵抗力(图2)。尽管我国重大生态恢复工程实施的空间范围很大,但在具体的工作中通常关注于局地退化的恢复治理及示范,大多数恢复工程未能在区域尺度将生态恢复与区域经济发展进行有机整合,通过实施局地恢复与区域调控相结合的恢复策略,实现生态链与产业链的有机结合,从而理顺生态保护与经济发展的关系(图2)。

表 1 生态退化的诊断指标体系

Table 1 Diagnosis index system of ecological degradation

组织层次 Organizational level	组成 Composition	结构 Structure	过程 Process
景观-区域 Landscape-region	景观类型、分布,斑块密度,适宜生境的比率等	异质性,连通性,破碎化等	养分循环速率,水文过程,干扰范围,频率、强度等
群落-生态系统 Community-ecosystem	生态系统类型,物种的丰富度、频度、均匀度等	土壤组成、空气质量、水体环境、植被盖度、垂直结构、水平结构,叶面积指数等	生产力,分解速率,斑块动态,养分循环速率等
物种-种群 Species-population	物种相对丰富度,盖度,频度,重要值,密度等	分布范围,种群结构,性比,年龄结构等	死亡率,存活率,繁殖,生活史,种群波动,复合种群动态等

在对区域生态退化识别的基础上,针对局地尺度上的退化,开展恢复治理。根据干扰性质和退化程度治理措施可以分为恢复、修复、替代和重建。恢复强调的重点是生态系统的结构、功能、多样性和动态回到初始环境。通过修复建立起来的系统通常结构和功能都要比原生生态系统简单。当生态系统严重退化,就需要考虑原生生态系统的替代途径,通常替代生态系统结构复杂性与生产力都要比原生生态系统低的多。对于退化较严重的生态系统,尤其是自然植被已不复存在或土壤条件也发生根本改变的地区,应该采取重建的途径,例如草原露天煤矿的采坑。

调控策略则需要在明确区域各空间单元的主导生态功能的基础上,结合区域主体功能区划和经济发展规划,根据生态资源的承载能力,开展区域社会经济调控(表 2)。如果某一区域在主体功能区上属于禁止开发区,如自然保护区、风景名胜区,则在调控层面需要禁止一切开发活动。如果某一区域在空间上隶属于限制开发区如防风固沙重要功能区,在调控层面上则需要发展利于其生态功能提升的产业。

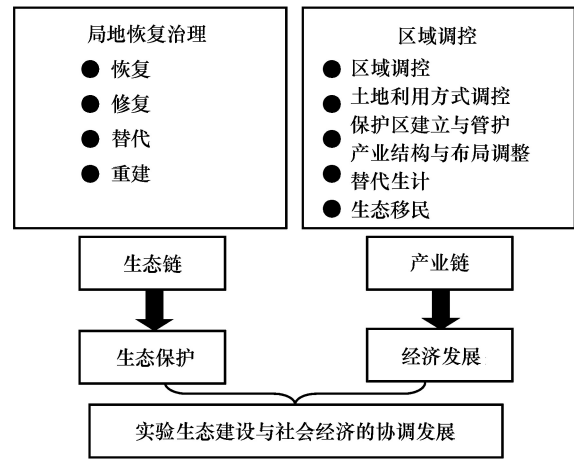


图 2 区域生态恢复的策略

Fig.2 Strategy of regional ecological restoration

表 2 生态功能区的调控方向

Table 2 Regulation direction of ecological function area

生态功能区类型 Type of ecological function area	调控方向 Regulation direction
土壤保持功能区 Soil conservation function area	发展农村新能源 严禁陡坡垦殖和过度放牧 加快农业人口的转移,降低人口对土地的压力 严格资源开发和建设项目的生态监管,控制新的人为土壤侵蚀 调整产业结构 发展特色产业,协调农村经济发展与生态保护的关系
防风固沙功能区 Sand-fixing function area	建立生态功能保护区,加强沙漠化极敏感区和高度敏感区植被恢复和保护 严格控制放牧,控制放养对草地生态系统的损害 调整产业结构,禁止在干旱和半干旱区发展高耗水产业,禁止开垦草原 调整传统的畜牧业生产方式,加快规模化圈养牧业的发展 土地利用调整,退耕还草、退牧还草

续表

生态功能区类型 Type of ecological function area	调控方向 Regulation direction
生物多样性保育功能区 Biodiversity conservation function area	加强自然保护区建设 禁止对野生动植物进行滥捕、乱采、乱猎 禁止在自然保护区内开发建设,不得改变自然保护区的土地用途 产业结构调整,发展特色产业 改变生计模式,发展农村新能源
水源涵养功能区 Water conservation function area	建立生态功能保护区,加强对水源涵养区的保护与管理,严格保护具有重要水源涵养功能的自然植被 限制或禁止各种不利于保护生态系统水源涵养功能的经济社会活动和生产方式,如过度放牧、无序采矿、毁林开荒、开垦草地等 禁止导致水体污染的产业发展 改良畜种,鼓励围栏和舍饲 开展生态产业示范,培育替代产业
洪水调蓄功能区 Flood regulation function area	保护湖泊、湿地生态系统 退田还湖,平垸行洪,严禁围垦湖泊湿地 控制水污染 发展避洪经济,处理好蓄洪与经济发展之间的矛盾
农林产品供给区 Agricultural and forestry product supply function area	严格保护基本农田 发展无公害农林产品、绿色食品和有机食品 调整农业产业和农村经济结构,合理组织农业生产和农村经济活动 加强速生丰产林区的建设与管理,协调木材生产与生态功能保护的关系 改善农村能源结构,减少对林地的压力 科学确定载畜量,实行季节畜牧业,实施大范围轮封轮牧制度
人居保障功能区 Human settlement protection function area	合理布局城市功能组团 大力调整产业结构,控制城市污染 推进循环经济和循环社会的建设,提高资源利用效率

5 促进区域生态恢复规划的建议

(1) 建议改革和完善目前的生态管理体制,建立能够统一领导和调度的生态建设与恢复机构,建立在此机构领导下的各部门联合开展生态恢复的工作机制。在该机构的领导下,制订并负责实施国家层面上生态保护、恢复和建设的战略规划。

(2) 科学性是生态恢复能够成功的基础,建议加强区域生态恢复规划的科学论证。以政府部门为主导,恢复生态学、社会学、经济学等科学家及生态恢复区各级利益相关者共同参与论证过程,确保恢复目标正确,局地恢复治理位置明确,恢复策略得当。

(3) 生态恢复区的各级利益相关者是区域生态恢复规划的执行主体,同时具体的恢复措施对他们的影响也相对较大。因此,各级利益相关者的态度和意见对于规划的实施效果具有决定性作用。建议在区域生态恢复规划制定和实施过程中需要充分听取生态恢复区各级利益相关者的意见,尤其是在事关区域经济发展的恢复模式的确定过程中更应如此。

(4) 区域生态恢复是一项长期的生态建设措施,为了确保生态恢复的效果,需加强对区域生态恢复规划实施的过程控制。对规划实施过程中的问题及时反馈,并据此对区域生态恢复规划做出相应的调整。

参考文献 (References):

- [1] MA (Millennium Ecosystem Assessment). Ecosystems and Human Well-Being. Washington D C, USA: Island Press, 2005: 1-53.
- [2] Shen J F. Population growth, ecological degradation and construction in the western region of China. Journal of Contemporary China, 2004, 13 (41): 637-661.
- [3] Liu J G, Diamond J. China's environment in a globalizing world. Nature, 2005, 435(7046): 1179-1186.
- [4] 中华人民共和国环境保护部(MEP). 全国生态现状调查与评估. 北京: 中国环境科学出版社, 2005.

- [5] 高吉喜, 杨兆平. 生态功能恢复: 中国生态恢复的目标与方向. 生态与农村环境学报, 2015, 31(1): 1-6.
- [6] 中华人民共和国国家林业局. 中国森林资源报告: 第七次全国森林资源清查. 北京: 中华人民共和国国家林业局, 2008.
- [7] 中华人民共和国国家林业局. 中国荒漠化和沙化状况公报. 北京: 中华人民共和国国家林业局, 2011.
- [8] 中华人民共和国农业部. 全国草原监测报告. 北京: 中华人民共和国农业部, 2010.
- [9] 鄂竟平. 中国水土流失与生态安全综合科学考察总结报告. 中国水土保持, 2008, (12): 3-6.
- [10] 郑姚闽, 张海英, 牛振国, 宫鹏. 中国国家级湿地自然保护区保护成效初步评估. 科学通报, 2012, 57(4): 207-230.
- [11] 徐志刚, 马瑞, 于秀波, 姜鲁光, 王毅. 成本效益, 政策机制与生态恢复建设的可持续发展. 中国软科学, 2010, (2): 5-14.
- [12] 董晖. 中国林业生态工程管理问题探讨. 绿色中国, 2004, (2): 36-40.
- [13] 郭军权, 张广军. 黄土高原生态恢复重建中存在的问题和建议. 陕西农业科学, 2008, (2): 111-114.
- [14] Alexander G G, David Allan J. Ecological success in stream restoration: Case studies from the Midwestern United States. Environmental Management, 2007, 40(2): 245-255.
- [15] Badejo M A. Agroecological restoration of savanna ecosystems. Ecological Engineering, 1998, 10(2): 209-219.
- [16] Camill P, McKone M J, Sturges S T, Ellis E, Limmer J, Martin C B, Navratil R T, Purdie A J, Sandel B S, Talukder S, Trout A. Community- and ecosystem-level changes in a species-rich tallgrass prairie restoration. Ecological Applications, 2004, 14(6): 1680-1694.
- [17] Li X P, Zhang L Q, Zhang Z. Soil bioengineering and the ecological restoration of riverbanks at the Airport Town, Shanghai, China. Ecological Engineering, 2006, 26(3): 304-314.
- [18] Liu J L, Ma M Y, Zhang F L, Yang Z F, Domagalski J. The ecohealth assessment and ecological restoration division of urban water system in Beijing. Ecotoxicology, 2009, 18(6): 759-767.
- [19] 白中科, 左寻, 郭青霞, 王改玲, 张前进, 魏忠义. 大型露天煤矿土地复垦规划案例研究. 水土保持学报, 2001, 15(4): 118-121.
- [20] 陈芳清, Hartman J M. 退化湿地生态系统的生态恢复与管理—以美国 Hackensack 湿地保护区为例. 自然资源学报, 2004, 19(2): 217-223.
- [21] 张杰, 赵振坤, 李晓文. 湿地恢复与生境改造的规划设计—以武汉市郊涨渡湖为例. 资源科学, 2005, 27(4): 133-139.
- [22] 包维楷, 刘照光, 刘庆. 生态恢复重建研究与发展现状及存在的主要问题. 世界科技研究与发展, 2001, 23(1): 44-48.
- [23] Daily G C. Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems. Washington DC, USA: Island Press, 1997: 3-6.
- [24] 陈仲新, 张新时. 中国生态系统效益的价值. 科学通报, 2000, 45(1): 17-23.
- [25] 蔡佳亮, 殷贺, 黄艺. 生态功能区划理论研究进展. 生态学报, 2010, 30(11): 3018-3027.
- [26] 贾良清, 欧阳志云, 赵同谦, 王效科, 肖焱, 肖荣波, 郑华. 安徽省生态功能区划研究. 生态学报, 2005, 25(2): 254-260.
- [27] 樊杰. 我国主体功能区划的科学基础. 地理学报, 2007, 62(4): 339-350.
- [28] 高吉喜. 区域可持续发展的生态承载力研究[D]. 北京: 中国科学院, 1999.
- [29] 高鹭, 张宏业. 生态承载力的国内外研究进展. 中国人口·资源与环境, 2007, 17(2): 19-26.
- [30] 黄青, 任志远. 论生态承载力与生态安全. 干旱区资源与环境, 2004, 18(2): 11-17.
- [31] 任海, 彭少麟, 陆宏芳. 退化生态系统恢复与恢复生态学. 生态学报, 2004, 24(8): 1756-1764.
- [32] Stanturf J A, Schoenholtz S H, Schweitzer C J, Shepard J P. Achieving restoration success: myths in bottomland hardwood forests. Restoration Ecology, 2001, 9(2): 189-200.
- [33] Hobbs R J, Norton D A. Towards a conceptual framework for restoration ecology. Restoration Ecology, 1996, 4(2): 93-110.
- [34] Hobbs R J. Ecological management and restoration: assessment, setting goals and measuring success. Ecological Management and Restoration, 2003, 4(S1): S2-S3.
- [35] Higgs E S. What is good ecological restoration? Conservation Biology, 1997, 11(2): 338-348.
- [36] 张正旺. 保护生物学——生物学的新分支. 生物学通报, 1995, 30(8): 7-9.
- [37] Perrow M R, Davy A J. Handbook of Ecological Restoration: Volume 1-Principles of Restoration. Cambridge. UK: Cambridge University Press, 2000.
- [38] Reay S D, Norton D A. Assessing the success of restoration plantings in a temperate New Zealand forest. Restoration Ecology, 1999, 7(3): 298-308.
- [39] Lake P S. On the maturing of restoration: linking ecological research and restoration. Ecological Management & Restoration, 2001, 2(2): 110-115.
- [40] Chazdon R L. Beyond deforestation: restoring forests and ecosystem services on degraded lands. Science, 2008, 320(5882): 1458-1460.