

生态建设的理论分析

吕一河,傅伯杰,陈利顶

(中国科学院生态环境研究中心城市与区域生态国家重点实验室,北京 100085)

摘要:20 世纪 80 年代以来,生态恢复逐渐成为生态学和环境科学研究的热点领域。总结了近年来有关生态恢复的众多研究成果,认为生态建设是人类理性行为参与下积极的生态恢复与重建过程,它具有复杂性、针对性、动态性和不确定性特征,受地理环境地域分异的影响,其类型多种多样。从方案运筹的角度,提出了生态建设的共性原则,包括面向区域的问题导向原则、目标的科学性原则、参与的广泛性原则和科学监测与评价原则。生态建设是一个不断试验、学习和优化的过程,具体包括问题识别、方案设计、决策、实施、监测与评价以及方案调整等重要环节。公众参与对于生态建设是一种很好的知识、信息和资源输入渠道,对活化生态建设的管理运行机制,提高生态建设决策的科学性和有效性能够发挥重要作用。以这些理论分析为依据,对中国生态建设中存在的主要问题展开深入剖析,并提出建立科学评价机制是提高生态建设有效性的核心方略。

关键词:恢复生态学;有效性评价;生态建设;人地关系;生态复杂性

文章编号:1000-0933(2006)11-3891-07 **中图分类号:**X171.4 **文献标识码:**A

Ecological rehabilitation : a theoretical analysis

LÜ Yi-He ,FU Bo-Jie ,CHEN Li-Ding (State Key Laboratory of Urban and Regional Ecology , Research Center for Eco-Environmental Sciences , Chinese Academy of Sciences , Beijing 100085 , China) . Acta Ecologica Sinica ,2006 ,26(11) :3891 ~ 3897.

Abstract: Ecological restoration has become a hot topic in ecological and environmental studies since the 1980s. This paper reviews the literature published in recent years and considers the concept of ecological rehabilitation/reclamation through positive kinds of ecological restoration processes by the intervention of rational human activities. It has characteristics of complexity, pertinence, dynamics, and uncertainty. There are various categories of ecological rehabilitation/reclamation due to the differentiation of the geographic environment. From an operational perspective, the general principles of ecological rehabilitation/reclamation are put forward, including a regional ecological problem oriented project formulation, setting scientifically sound project objectives, active stakeholder participation, as well as scientific monitoring and evaluation. Ecological rehabilitation/reclamation is a process involving continuous experimentation, learning, and optimization. Several important steps constitute this process including problem identification, project design, executable project selection, implementation, monitoring and evaluation, and adaptive management. As a passage for the input of knowledge, information and resources, public participation contributes to ecological rehabilitation/reclamation in fostering flexible management and operational mechanisms, and promoting effective decision making.

In contrast to the perspectives above, there are many problems of ecological rehabilitation/reclamation in China at present. Among them, the most critical ones are an insufficient decision analysis before project implementation and a lack of objective and systematic post-implementation evaluation on project effectiveness. Therefore, the establishment of scientific evaluation mechanisms, both pre and post implementation, is one of the core strategies in improving the effectiveness of ecological

基金项目:国家自然科学基金资助项目(40321101,30300052);国家科技攻关资助项目(2004BA606A-01)

收稿日期:2005-12-23;**修订日期:**2006-08-20

作者简介:吕一河(1974~),男,河北涞水县人,博士,副研究员,主要从事景观生态学和自然保护研究。E-mail: lyh@rcees.ac.cn

Foundation item: The project was financially supported by National Natural Science Foundation of China (No. 40321101, 30300052) and Ministry of Science and Technology (No. 2004BA606A-01)

Received date: 2005-12-23; **Accepted date:** 2006-08-20

Biography: LÜ Yi-He, Ph. D., Associate professor, mainly engaged in landscape ecology and nature conservation. E-mail: lyh@rcees.ac.cn

rehabilitation/reclamation projects in China.

Key words: restoration ecology; effectiveness evaluation; ecological rehabilitation/reclamation; human-nature relationship; ecological complexity

在人口增长、社会经济发展及全球变化的影响下,生态退化和环境破坏已达到前所未有的程度,危及到人类自身的福利和可持续发展,从而引起全世界的普遍关注。为遏制生态退化和环境破坏,推进区域可持续发展战略的实施,生态建设越来越受到广泛重视。

改革开放以来,随着国民经济的快速增长,在自然和人为因素的双重胁迫下,生态环境问题日益显现,引起了中国政府的高度重视。国务院积极推进《中国 21 世纪议程》的实施,做出《关于环境保护若干问题的决定》,批准并实施《全国生态环境建设规划》和《全国生态环境保护纲要》,从国家层面,已经把生态建设和环境保护作为国民经济和社会发展五年计划的重点专项规划之一。国家在生态建设和环境保护上的投入规模空前:“九五”期间,中央财政安排用于生态建设的基本建设投资达 3400 亿元,比“八五”期间增长了 8 倍多;1998 到 2002 年间,中国在环境保护和生态建设方面的投入共达 5800 亿元。经全社会的共同努力,生态建设取得明显进展。然而,中国西部生态恶化趋势未得到扭转;中东部生态退化的实质没有改变,趋势在加剧,生态问题更加复杂化^[1]。

生态建设作为一种人类适应和改造自然的实践活动在中国已有几千年的历史^[2],然而,有关生态建设的科学研究直到 20 世纪 50 年代末期才开始起步^[3],恢复生态学作为生态学中一门应用性很强的分支学科从发起到现在也只不过 20a 左右的时间^[4,5],其理论、方法和技术体系还远未成熟。

面对目前中国生态建设的严峻形势,本文基于近年来恢复生态学领域的众多研究成果,系统总结了生态建设的概念及特征,提出了生态建设的共性原则和基本流程,并以这些理论分析为根据,对中国生态建设中存在的一些主要问题展开深入剖析并提出了相应对策,主要目的在于:(1)明确生态建设领域的一些重要理论问题;(2)引起对生态建设有效性及其实现途径的广泛关注。

1 生态建设的概念

生态建设是中国生态学家于 20 世纪 80 年代末提出来的一种科学学说^[6],其理论和方法体系仍在不断探索之中。虽然“生态建设”一词在学术界、政府文件、领导讲话和大众传媒中已经广泛应用,但到底什么是生态建设,一直缺乏规范的界定,从而导致具体应用中的混乱。纵观近年来国内有关生态建设的研究文献,可以发现以下情形:(1)生态建设与生态环境建设的混用,在具体语境中所指代的内容并无显著差异^[7],但是理论上讲,“生态”中已经渗透了“环境”的含意^[8],所以用生态建设更为妥当;(2)生态建设作为修饰语,强调的是主体建设内容的生态化^[9-12];(3)生态建设作为一定区域背景下,为解决生态退化和环境破坏问题而采取的一系列人为干预活动的统称,含有生态恢复与重建的意思^[13-15],具有一定的综合性。而在西方生态学文献中,很难找到与生态建设直接对应的词汇(ecological construction),即便偶见应用,也已经成为一个建筑学的术语。从语义上与生态建设相近的有一系列英文生态学词汇^[16],应用较为广泛的包括 ecological restoration, ecological rehabilitation, ecological reclamation 和 ecological re-creation。这些词汇都有生态恢复和建设的涵义,但在强调的恢复和建设过程所能达到的目标状态上,从促进受损生态系统恢复原状到建立全新的生态系统而有所区别。

综合国内外相关文献,认为生态建设是人类理性行为参与下积极的生态恢复与重建过程。生态恢复和重建可以通过积极的抑或是消极的方式去实现^[17]。所谓消极方式是指当引起生态退化和环境破坏的因素得到控制或消除以后,依靠纯自然力的修复过程;而积极方式是在自然力无法实现修复或者需要加速修复过程的情形下,以积极的人为参与和调控为主要特征的生态恢复和重建过程,即生态建设。生态建设的直接目标是修复受损生态系统和景观的结构、功能和过程并使之达到健康的状态^[18,19],因此生态建设的参照系未必是原生的生态系统和景观。恢复或重建的系统能够长期持续地自我维持,是生态建设的最终目标。生态建设的特点包括:(1)复杂性。生态建设不可能超越一定历史、社会、经济、文化等多种因素的影响和制约,所以不单纯

是技术问题^[20],相反具有相当的复杂性。因此,生态建设中的非技术因素,特别是人文社会因素也必须引起足够重视^[16,21]。(2) 针对性。必须针对具体区域的生态环境问题进行规划、设计和实施,即所谓因地制宜。(3) 动态性和不确定性。生态建设的动态性源于生态系统本身组成、结构、过程和功能的动态性,而且,生态系统的动态演替或灾变更多地表现为复杂的非线性,导致实践中生态建设作用下生态系统和景观演变方向的不确定性,也就意味着,生态建设不可避免地存在风险。因此,开展相关评价工作就成为生态建设过程中的重要环节。

2 地域复杂性与生态建设类型多样性

自然地理环境存在多尺度分异,而且这种分异在自然和人为因素的综合作用下也表现出一定的动态演化特征。针对地域复杂性的研究在中国历史悠久^[22,23],而且仍在不断发展深化之中。特别是 20 世纪 50 年代以来,通过综合自然地理区划、农业区划和生态区划等工作,形成了具有中国特色的地域复杂性研究方法论和能够满足从认识地域复杂性规律到工农业生产和生态建设等不同需求的区划方案^[24]。其中,与生态建设关系最为紧密的是生态地域划分^[25,26]及生态区划^[27]的研究。尽管这两项研究在具体分区的处理上存在差异,但是都从一定程度上客观反映了自然环境、生态系统和人类活动影响等大尺度地域复杂性分异格局特征。并且,孙鸿烈等^[28]研究了中国生态环境建设地带性的原理与实践,Fu 等^[29]依据在全国尺度上生态系统地域复杂性的宏观分异格局,探讨了不同类型生态系统的可持续管理。与这种客观存在的自然生态系统和人类社会经济活动的地域复杂性相适应,生态建设从总体方略到项目的设计实施都必须遵循具体生态区域的特定需求,以确保生态建设实践的有效性和可持续性。同时,即使在同一生态区,生态建设对象和目标的差异决定着采取的建设途径和技术手段也必然有所不同。总之,地域复杂性决定了生态建设的类型多样性。从对象上看,有森林、草原、河流、湿地等生态建设类型^[30-33],而对于特定对象的生态建设,如森林和草原生态建设,在不同的水平和垂直自然带及具体的生态单元,其建设目标的设置、植被恢复和重建的物种选择等环节也会有不同的要求。尽管如此,生态建设从方案运筹的角度,仍然具有普遍性的原则和步骤可循。

3 生态建设的原则和流程

3.1 共性原则

3.1.1 面向区域的问题导向原则 所谓问题导向,就是生态建设项目和方案的规划设计要以具体的生态环境问题为基本依据;而面向区域,就是要充分考虑具体区域的特点以及生态系统和环境演变的规律性。生态退化和环境污染等问题的类型和特点多种多样,其驱动因子包括自然的和人文的,并在一定程度上相互交织,表现出相当的复杂性。同时,任何生态环境问题的产生都离不开具体区域的自然和社会经济发展的背景条件。因此,对生态环境问题的把握不能超越特定区域的内在需求。面向特定区域的具体生态环境问题是生态建设的基本要求。不仅如此,成功的生态建设还要考虑项目区内多种因素之间的相互作用以及区外因素对项目区的影响^[34]。

3.1.2 建设目标的科学性原则 生态建设必须首先确立科学的目标,在比较简单的情形下是单目标的,但更多的是由多种目标构成的目标体系。生态建设目标科学性的要求具体表现在以下几个方面:(1) 明确、量化(或基本量化);(2) 技术可行,要求有足够关于基本生态过程和可靠方法的知识来有效支撑生态恢复和重建任务;(3) 尺度适宜性,即生态建设目标与相应的空间和时间尺度相适应;(4) 社会经济合理性,即社会作为一个整体是否愿意以足够的资源在一定期限内推动生态建设项目的开展。总之,生态建设的成败在相当程度上取决于其目标的科学性^[35]。

3.1.3 参与的广泛性原则 社会资本是生态建设成功的必要条件之一^[36,37]。这里的社会资本不仅仅指资金,还包括可投入生态建设的潜在人力、物力资源数量以及社会各界对生态建设的认同度和投入意愿。广泛参与是保障生态建设社会资本最优化的关键途径。因此,推进广泛参与已经超越了自然科学的范畴,成为一个具有相当复杂性的社会经济问题^[38,39]。长远上,维持人与自然的和谐关系是生态建设的内在要求,而广泛参与对于维持这种和谐关系非常重要。使社会各界投身于保护和恢复自然系统行动中的最好方式是将生态

建设与其各自的利益或需求建立密切联系^[35]。也就是说,推进生态建设过程中的社会广泛参与有赖于合理的激励机制(包括经济、政策、法律、文化和政治的多个方面)的建立和应用。

除了上述激励机制,生态伦理和生态教育的发展对于生态建设中的公众参与也具有重要意义。生态伦理是人类面对自然界进行是非判断的重要内在依据,能够回答人类为什么开展生态建设的问题^[40]。生态伦理包括环境实用主义(environmental pragmatism)、人本主义(anthropocentrism)、生物中心主义(biocentrism)和生态中心主义(ecocentrism)等伦理学范畴^[41]。生态伦理原则的深入人心和实践运用离不开生态教育环节^[42]。通过多样化的生态教育模式,不断强化生态建设的伦理基础,从而培育和激发生态建设的深层动因,达到推进公众参与和提高生态建设效益之目的。

3.1.4 科学监测与评价原则 生态建设,从具体项目的确立到整个实施过程都离不开科学监测,并且项目完成后在一定的时间内监测工作仍然非常必要,可以为生态建设效益的后评估提供数据支撑。

按照时序,生态建设评价可以划分为前期评价、中期评价和后期评价。前期评价解决什么地方需要生态建设、如何进行生态建设的问题。也就是说,前期评价中需要在一定的资源约束下完成生态建设优先区域的选择^[43]以及不同类型优先区域适宜的建设方式和技术分析^[44,45]等问题。中期评价,即生态建设实施过程中的监理及其相关评价,主要解决生态建设工程是否严格按照规划设计标准和技术规范执行的问题^[46]。生态建设后评价,即生态建设效益评价,至少可以明确有关生态建设工程的这些问题^[20]:(1)是否达到了预期的目标?(2)所采用的技术和方法还有没有改进的空间?(3)通过什么方式可以改进投入-产出效果?因此,通过生态建设效益评价能够回答生态建设工程相对于其初始目标而言是否取得成功,或在多大程度上取得了成功的问题。对于生态建设的适应性管理和改进生态建设工程的成功率及综合效益发挥着关键作用。

3.2 基本流程

生态建设是一个不断试验、学习和优化的过程,具体包括问题识别、方案设计、决策、实施、监测与评价以及方案调整等重要环节(图 1)。问题辨识阶段是在充分收集和分析区域已有数据资料并结合野外实地勘查和走访的基础上,结合相关科技文献的查阅,对区域存在的生态环境问题做出全面评价,包括问题的性质、严重程度、成因、影响以及可能的解决途径等。方案设计阶段进一步确定生态建设的空间范围和时间跨度,根据资金、资源、技术和环境条件开展适宜性评价,完成生态建设备选方案的整体设计。决策阶段,充分考虑与生态建设相关的各利益群体的意见,按照生态适宜性、技术可行性和社会经济合理性相统一的要求对备选方案的相对优劣进行排序,确定最优可执行方案。实施阶段,按照最优方案的内容和技术要求启动并完成生态建设任务。在生态建设任务执行过程中和生态建设任务完成后的一定期限内,都需要进行一定强度的监测,为生态建设的中评估和后评估提供数据支持。根据中评估

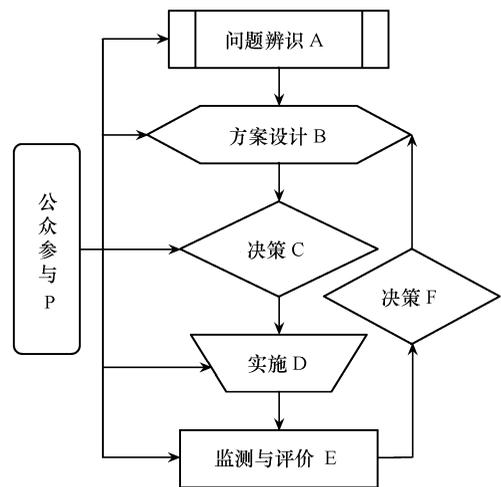


图 1 生态建设流程

Fig. 1 Flowchart of ecological rehabilitation

A: problem identification; B: planning; C: decision making; D: implementation; E: monitoring & evaluation; F: adaptation; P: participation

和后评估的结果对生态建设方案进行适应性调整以提高其综合有效性。值得一提的是,在问题辨识阶段由于数据资料的不足,也经常需要一定的监测。在生态建设的各个环节,公众参与都是一种很好的知识、信息和资源输入渠道,对活化生态建设的管理运行机制,提高生态建设决策的科学化和民主化能够发挥重要作用。

生态建设从决策到实施的整个过程需要强调五大方面^[47]:第一,确定目标要考虑适宜的生态系统结构、功能和空间尺度;第二,重视科学假设、生态模型和关键生态要素的作用;第三,在方案设计中明确考虑建设区

的各种不确定因素;第四,项目设计和可行性分析导则及试验的运用;第五,项目完成后的监测和适应性管理。然而,目前来看,科学文献中的理论分析与生态建设实践仍然存在比较大的差距^[48]。一些重要的原则和环节事实上不能得到有效地贯彻执行^[49]。这是生态建设领域相对普遍的现象,中国的情况也不例外。

4 中国生态建设面临的主要问题及应对方略

4.1 生态建设中的主要症结

生态建设决策前期的方案运筹不到位。中国无论在自然环境条件、文化习俗还是社会经济发展程度上都存在显著的地域差异。尽管总体布局上,《全国生态环境建设规划》中已明确了生态建设的八大重点区域,但线条比较粗犷,许多关乎生态建设成效的具体问题亟待解决:(1)生态建设空间布局的细化。生态建设应从具体的生态环境问题着手,大到区域、小到个体的城市和乡村,只要存在突出的生态问题,就需要开展有针对性的生态建设。(2)生态建设目标和指标的明确和系统化。生态建设是一项以生态功能恢复为基础的复杂系统工程。因此,需要考虑生态的、社会经济的和文化的多种因素。所以,生态建设的目标必须明确并具有多重性,即能够体现包括自然生态在内的多方面利益或效益。相应地,衡量生态建设进展程度和成功与否的指标也应该具体、系统而完善。不仅要有“量”的反映,更要有“质”的追求。(3)生态建设社会参与程度的提高。生态建设涉及到中央和各级地方政府、投资者、建设者、受益者等多种利益群体,这些群体在生态建设中的责、权、利必须有客观、公平和明晰的界定,并通过制度化、规范化的形式予以保障。更多地依靠科技、借助市场、政府协调和引导。只有这样,才能真正充分调动各方参与生态建设的主动性和积极性。

生态建设完成后缺乏客观系统的评价。生态建设在实践层面表现为“自下而上”,以众多具体的项目为依托、规模巨大的综合性工程系统。一个区域生态建设的成败,直接依赖于该区域内生态建设工程的有效性。生态建设项目完成后是否达到了各方面的预期目标、存在哪些问题、有没有改进的空间、如何改进等一系列重要问题必须找到答案。这就依赖于对生态建设工程客观系统的评价。然而,目前的情形通常是强调搞了多少生态建设项目(量),对多少生态建设项目是否真正有效、程度如何(质)却关注不够,特别是对生态建设中的问题和失误很少提及,严重制约了生态建设的健康发展。

4.2 建立科学的评价机制是提高生态建设有效性的核心方略之一

首先,强化生态建设领域的科学研究。生态建设涉及包括生态学、地理学、经济学、社会学、工程技术科学等众多学科,所以必须加强多学科的联合攻关和交叉综合,在生态建设的基础研究和实用技术开发集成等方面力求有大的进展,从而为生态建设提供可靠的理论和技术支撑。重点解决的问题包括:(1)对既有生态建设工程项目广泛深入的系统分析与总结;(2)研究建立生态建设的监测规范和数据共享机制;(3)集中精力在制约生态建设的关键理论和实用技术上开展研发和创新;(4)生态建设的社会、经济和人文机制的研究和制度创新。比如,生态建设过程中的政府职能界定、投融资模式、市场和计划手段的运用、各相关主体间社会经济关系及其调控、新形势下农民在生态建设中的地位和作用、生态建设中各种责任的认定和追究等。

其次,建立和强化生态建设前期的论证和综合决策机制。生态建设不仅仅是政府、某些部门或个人的事情。同时,中国地域类型复杂、发展程度各不相同。因此,在生态建设的前期论证阶段就必须坚持因地制宜、广泛参与,力求充分体现不同地域和不同社会利益群体的客观需求。重点解决的问题包括:(1)生态适宜性评价。将已有的各类生态区划、经济区划等成果进行综合,制订以生态建设为导向的专门区划,对各级各类区域生态建设的适宜性做深入细致的全面评价。依据适宜性评价成果,针对不同级别和类型区拟定生态建设导则,明确生态建设的方向、范围等重要问题,为生态建设的可持续性奠定基础。(2)建立生态建设项目方案的审查和评价标准。从生态问题的重要程度、项目的目标、指标、实施步骤、投入、效益、成本分担、效益分享等方面建立完备的评价标准,对方案的科学性、可行性、社会经济合理性等方面做综合评估,作为最终立项的直接依据。

第三,建立和强化生态建设的后评估制度。后评估制度的重要作用表现在:通过经验教训的总结,推动生态建设相关理论、技术、运作模式的进步和创新;为政府的生态建设管理提供可靠的决策支持。重点解决的问

题包括:(1)与生态建设项目相配套,设置独立的生态建设监测和后评估方案,提供足够的资金保障。承担后评估任务的主体与实施生态建设的主体应该相对独立,以确保评估结果的客观、公正。(2)生态建设项目的经济审计。(3)评估成果的公开发布。无论评估结果好坏,评估主体有义务如实公开发布,其他单位和个人不应干涉。发布形式可以是评估报告、公开出版的研究论文、专著、公共媒体等。

5 结语

生态建设作为一类置身于现实世界中的实验,与传统实验室中进行的实验存在显著区别^[50]。这种区别突出表现在生态建设没有实验室内实验那样良好的可操控性。相反,从生态学和环境科学的发展水平看,人类还不具备准确把握和预测自然环境动态演变过程及人与自然互动关系的能力,甚至在相当长的历史时期内也无法完全做到。同时,生态建设还不可避免地受社会政治和经济环境以及价值取向的影响^[51,52]。因此,在生态建设过程中,对自然界仍然需要保持一种谨慎的敬畏,不仅不能盲目乐观、过分夸大人的主观能动作用,而且要预防任何急功近利的做法和急躁情绪。实践证明,面对复杂的自然和社会经济因素的制约,试图在生态建设中达到一劳永逸的成效往往不现实。所以,中国的生态建设必须以我们自己的客观国情为基本出发点,以相关基础研究、应用基础研究和技术创新为依托,把握并遵循生态建设的客观规律,有所为、有所不为,实现生态建设实践的稳步推进,并在此过程中不断总结和提高,发展和完善中国的恢复生态学。

References:

- [1] SEPAC. Investigation report of eco-environmental situation in China. *Environmental Protection*, 2004, (5): 13 ~ 18.
- [2] Liu G B. Soil conservation and sustainable agriculture on the Loess Plateau: challenges and prospects. *Ambio*, 1999, 28(8): 663 ~ 668.
- [3] Ren H, Peng S. The practice of ecological restoration in China: a brief history and conference report. *Ecological Restoration*, 2003, 21(2): 122 ~ 125.
- [4] Zhao X. The first symposium on restoration ecology held in Guangzhou, China. *Ecological Restoration*, 2001, 19(2): 72 ~ 73.
- [5] Peng S L, Lu H F. Some key points of restoration ecology. *Acta Ecologica Sinica*, 2003, 23(7): 1249 ~ 1257.
- [6] Chen G. On ecological construction. *China Environmental Science*, 1993, 13(3): 219 ~ 223.
- [7] Jia J D, Wu Y Q, Zhang D S, *et al.* Environmental changes and spatial distribution of ecological conservation in Qinghai Province. *Resources Science*, 2004, 26(3): 9 ~ 16.
- [8] Li Z J. On the concepts of ecological and environmental rehabilitation. *Forestry Economics*, 2003, 24(2): 46 ~ 48.
- [9] Liu H G, Li D P, Lu J H, *et al.* A test study of ecological construction of artificial Oasis in Ejin Banner, Inner Mongolia. *Journal of Desert Research*, 1999, 19(2): 160 ~ 164.
- [10] Li C J, Xu J H, Wang Z C, *et al.* Optimum mode design of soil and water conservation and environment construction in small watershed of outskirts. *Bulletin of Soil and Water Conservation*, 2002, 22(2): 19 ~ 23.
- [11] Xie X L, Wang K R. Evaluation of agri-ecological construction in the area around Dongting Lake by water equilibrium. *Resources and Environment the Yangtze Basin*, 2003, 12(2): 113 ~ 117.
- [12] Shi P J, Li X B, Zhang W S, *et al.* The "earth health-human being health model" of biological resources development and ecological construction. *Resources Science*, 2004, 26(3): 2 ~ 8.
- [13] Li W. Flood of Yangtze River and ecological restoration. *Journal of Natural Resources*, 1999, 14(1): 1 ~ 8.
- [14] Cheng G D, Zhang Z Q, Li R. On some issues of the ecological construction of west China and proposals for policy. *Scientia Geographica Sinica*, 2000, 20(6): 503 ~ 510.
- [15] Yang C. Preliminary discussion on evaluation of eco-environment construction in arid area of northwest China. *Chinese Journal of Ecology*, 2001, 20(6): 71 ~ 74.
- [16] Sweeney S. Different means, shared ends: environmental restoration and restoration ecology. *Biologica*, 2000, 38: 129 ~ 136.
- [17] Lake P S. On the maturing of restoration: linking ecological research and restoration. *Ecological Management & Restoration*, 2001, 2(2): 110 ~ 115.
- [18] Society for Ecological Restoration. Minutes of the annual meeting of the board of the directors. Society for Ecological Restoration, Madison, Wisconsin, 1995.
- [19] Bradshaw A D. Underlying principles of restoration. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 1996, 53(Supplement 1): 3 ~ 9.
- [20] Higgs E S. What is good ecological restoration? *Conservation Biology*, 1997, 11(2): 338 ~ 348.
- [21] Geist C, Galatowitsch S M. Reciprocal model for meeting ecological and human needs in restoration projects. *Conservation Biology*, 1999, 13(5): 970 ~ 979.
- [22] Zhao S Q. Comprehensive physical geography (including soil geography and biogeography) in China. In: The Geographical Society of China. *Geography in China*. Beijing: Science Press, 1984.
- [23] Ju J W. The history of geography in China. Nanjing: Jiangsu Provincial Education Press, 1987.
- [24] Liu C. A new methodology for comprehensive physical geographical regionalization of China supported by EOS in the moderate scale. *Progress in Geography*, 2004, 23(6): 1 ~ 9.
- [25] Zheng D. A study on the Eco-geographic regional system of China. *FAO Global Ecological Zoning Workshop*, Cambridge, UK, July 28 ~ 30, 1999. 12.
- [26] Yang Q Y, Li S C. Some themes on eco-regionalization of China. *Acta Ecologica Sinica*, 1999, 19(5): 576 ~ 601.
- [27] Fu B J, Liu G H, Chen L D, *et al.* Scheme of ecological regionalization in China. *Acta Ecologica Sinica*, 2001, 21(1): 1 ~ 6.

- [28] Sun H L, Zhang R Z. Principles and applications of zonal ecological and environmental rehabilitation in China. Beijing: Science Press, 2004.
- [29] Fu B J, Liu G H, Lu Y H, *et al.* Ecoregions and ecosystem management in China. *The International Journal of Sustainable Development and World Ecology*, 2004, 11: 397 ~ 409.
- [30] Bain M B, Harig A L, Loucks D P, *et al.* Aquatic ecosystem protection and restoration: advances in methods for assessment and evaluation. *Environmental Science & Policy*, 2000, 3: S89 ~ S98.
- [31] Harrington C A. Forests planted for ecosystem restoration or conservation. *New Forests*, 1999, 17: 175 ~ 190.
- [32] Pedrolí B, de Blust G, van Looy K, *et al.* Setting targets in strategies for river restoration. *Landscape Ecology*, 2002, 17 (Suppl. 1): 5 ~ 18.
- [33] Li W. Degradation and restoration of forest ecosystems in China. *Forest Ecology and Management*, 2004, 201: 33 ~ 41.
- [34] Ziemer R R. Temporal and spatial scales. In: Williams J E, Wood C A, Dombeck M, eds. *Watershed restoration: principles and practices*. American Fisheries Society, Bethesda, MD, 1997. 80 ~ 95.
- [35] Cairns J Jr. Setting ecological restoration goals for technical feasibility and scientific validity. *Ecological Engineering*, 2000, 15: 171 ~ 180.
- [36] Miles I, Sullivan W C, Kuo F E. Ecological restoration volunteers: the benefits of participation. *Urban Ecosystems*, 1998, 2: 27 ~ 41.
- [37] Turner R E. On the cusp of restoration: science and society. *Restoration Ecology*, 2005, 13(1): 165 ~ 173.
- [38] Alario M. Science, democracy, and the politics of urban ecosystem management: ecosystem restoration as green urbanizing policy. *International Journal of Contemporary Sociology*, 2005, 37(1): 51 ~ 65.
- [39] Kettler S K. A dependence on people: examples of ecological restoration and land-based economies from three countries. *Ecological Restoration*, 2001, 19(1): 27 ~ 32.
- [40] Swart J A A, van der Windt H J, Keulartz J. Valuation of nature in conservation and restoration. *Restoration Ecology*, 2001, 9(2): 230 ~ 238.
- [41] Minter B A, Collins J P. Ecological ethnics: building a new tool kit for ecologists and biodiversity managers. *Conservation Biology*, 2005, 19(6): 1803 ~ 1812.
- [42] Gold W, Ewing K, Banks J, *et al.* collaborative ecological restoration. *Science*, 2006, 312: 1880 ~ 1881.
- [43] Hyman J B, Leibowitz S G. A general framework for prioritizing land units for ecological protection and restoration. *Environmental Management*, 2000, 25(1): 23 ~ 35.
- [44] Fu B J, Liu G H, Meng Q H. Eco-regionalization of west China and its regional development countermeasures. *Arid Land Geography*, 2000, 23(4): 289 ~ 297.
- [45] Wu S H, Zheng D, Yang Q Y. A preliminary study on eco-geographical system and ecological construction in west China. *Progress in Geography*, 2001, 20(1): 10 ~ 20.
- [46] Jiang D W, Ru Z P, Zhao Y J. Quality evaluation of ecological rehabilitation projects. *Soil and Water Conservation in China*, 2003, 23(6): 3 ~ 6.
- [47] Pastorok R T, MacDonald A, Sampson J R, *et al.* An ecological decision framework for environmental restoration projects. *Ecological Engineering*, 1997, 9: 989 ~ 107.
- [48] Quon S P, Martin L R G, Murphy S D. Effective planning and implementation of ecological rehabilitation projects: a case study of the regional municipality of Waterloo (Ontario, Canada). *Environmental Management*, 2001, 27(3): 421 ~ 433.
- [49] Kremen C, Merenlender A M, Murphy D D. Ecological monitoring: a vital need for integrated conservation and development programs in the tropics. *Conservation Biology*, 1994, 8(2): 388 ~ 397.
- [50] Gross M, Hoffmann-Riem H. Ecological restoration as a real-world experiment: designing robust implementation strategies in an urban environment. *Public Understanding of Science*, 2005, 14: 269 ~ 284.
- [51] Light A, Higgs E S. The politics of ecological restoration. *Environmental Ethics*, 1996, 18: 227 ~ 247.
- [52] Cairns J Jr. Ethical issues in ecological restoration. *Ethics in Science and Environmental Politics*, 2003, 3: 50 ~ 61.

参考文献:

- [1] 国家环境保护总局. 全国生态环境现状调查报告. *环境保护*, 2004, (5): 13 ~ 18.
- [5] 彭少麟, 陆宏芳. 恢复生态学焦点问题. *生态学报*, 2003, 23(7): 1249 ~ 1257.
- [6] 陈国阶. 论生态建设. *中国环境科学*, 1993, 13(3): 219 ~ 223.
- [7] 贾敬敦, 伍永秋, 张登山, 等. 青海生态环境变化与生态建设的空间布局. *资源科学*, 2004, 26(3): 9 ~ 16.
- [8] 黎祖交. 关于“生态环境建设”的提法之我见. *林业经济*, 2003, 24(2): 46 ~ 48.
- [9] 刘洪贵, 李德平, 吕金虎, 等. 额济纳旗人工绿洲生态建设试验研究. *中国沙漠*, 1999, 19(2): 160 ~ 164.
- [10] 李成杰, 许靖华, 王占臣, 等. 城郊型小流域水土保持生态环境建设优化模式设计初探. *水土保持通报*, 2002, 22(2): 19 ~ 23.
- [11] 谢小立, 王凯荣. 从水量平衡看洞庭湖周边丘岗区农业生态建设. *长江流域资源与环境*, 2003, 12(2): 113 ~ 117.
- [12] 史培军, 李晓兵, 张文生, 等. 论生物资源开发与生态建设的“双健康模型”. *资源科学*, 2004, 26(3): 2 ~ 8.
- [13] 李文华. 长江洪水与生态建设. *自然资源学报*, 1999, 14(1): 1 ~ 8.
- [14] 程国栋, 张志强, 李锐. 西部地区生态环境建设的若干问题与政策建议. *地理科学*, 2000, 20(6): 503 ~ 510.
- [15] 杨传平. 西北干旱区生态环境建设评价初探. *生态学杂志*, 2001, 20(6): 71 ~ 74.
- [23] 鞠继武. *中国地理学发展史*. 南京: 江苏教育出版社, 1987.
- [24] 刘闯. 中尺度对地观测系统支持下中国综合自然地理区划新方法研究. *地理科学进展*, 2004, 23(6): 1 ~ 9.
- [26] 杨勤业, 李双成. 中国生态地域划分的若干问题. *生态学报*, 1999, 19(5): 576 ~ 601.
- [27] 傅伯杰, 刘国华. 中国生态区划方案. *生态学报*, 2001, 21(1): 1 ~ 6.
- [28] 孙鸿烈, 张荣祖. *中国生态环境建设地带性原理与实践*. 北京: 科学出版社, 2004.
- [44] 傅伯杰, 刘国华, 孟庆华. 中国西部生态区划及其区域发展对策. *干旱区地理*, 2000, 23(4): 289 ~ 297.
- [45] 吴绍洪, 郑度, 杨勤业. 中国西部地区生态地理区域系统与生态建设战略初步研究. *地理科学进展*, 2001, 20(1): 10 ~ 20.
- [46] 姜德文, 茹智萍, 赵永军. 生态建设工程质量评定. *中国水土保持*, 2003, 23(6): 3 ~ 6.