

# 河岸带生态系统管理研究概念 框架及其关键问题

郭怀成, 黄 凯, 刘 永, 郁亚娟

(北京大学环境学院环境科学系, 北京 100871)

**摘要:** 河岸带生态系统作为河流-陆地生态系统的生态过渡区, 具有一系列的环境、社会和经济功能加以考虑。加强河岸带生态系统的资源、生态、环境管理, 已成为流域生态学、生态系统生态学等学科研究的重要问题之一。在对国内外河岸带生态系统管理研究进展进行综述的基础上, 从生态系统管理的角度出发, 结合河岸带生态系统特征, 界定了河岸带生态系统管理的概念及其要素。提出了河岸带生态系统管理的概念框架, 主要从范围界定、问题诊断、目标设定、综合评价、管理策略、监测评估和反馈调整 7 个方面展开具体研究。识别出河岸带生态系统管理中的 4 个关键问题: ①研究尺度问题; ②河岸带管理宽度问题; ③协调生态价值冲突问题; ④国内河岸带生态系统管理问题, 并对其进行了详细阐述, 以期在国内开展相关研究提供参考。

**关键词:** 河岸带; 生态系统管理; 河岸带植被; 缓冲带

**文章编号:** 1000-0585(2007)04-0789-10

河岸带生态系统 (Riparian Ecosystem) 位于河流与陆地交界处的两边, 直至河水影响消失的区域, 其范围包括河流廊道的高低水位之间以及从河流高水位至被洪水影响的高地区域, 是陆地生态系统和水生生态系统的生态过渡区<sup>[1, 2]</sup>。河岸带生态系统是一类具有高地下水位的生态系统, 具有独特的植被、土壤、地形、地貌和水文特性<sup>[3]</sup>, 这些特性决定了河岸带生态系统的独特性、复杂性和动态性。相关研究表明, 河岸带生态系统具有保护河流水质、保护生物多样性、为野生动物提供栖息地以及为人类提供丰富的景观产品服务等一系列的环境、社会和经济功能<sup>[1, 4-6]</sup>。

然而, 由于其独特的地理位置和丰富的功能, 河岸带地区已成为受到人类活动干扰最为剧烈的地带之一。人类出于社会和经济目的改变河流水文特征、对河岸带地区进行直接开发利用等都对河岸带生态系统产生了不利的影响, 如: 河岸带景观均一化、地下水位降低、原始植物群落退化、生物多样性减少等<sup>[7-9]</sup>。如何加强河岸带生态系统的资源、生态、环境管理, 促进河岸带所在流域的可持续发展, 已成为流域生态学、生态系统生态学等学科研究的重要问题之一。

20 世纪后期以来, 随着河溪生态系统和流域生态学的不断发展, 河岸带生态系统受到了越来越多的关注<sup>[2-4, 10]</sup>。与此同时, 传统的单一追求生态系统持续最大产量的观点的局限性也逐渐为人们所认识。为寻求生态系统的可持续性发展, 对生态系统资源进行

收稿日期: 2007-01-04; 修订日期: 2007-05-22

基金项目: 国家重点基础研究发展计划(973)项目(2005CB724205)

作者简介: 郭怀成 (1953), 男, 教授, 博士生导师。主要从事环境规划与管理以及水环境学方面的基础理论和应用研究。

系统管理, 生态系统管理 (Ecosystem Management) 的概念得以提出。生态系统管理是在对生态系统组成、结构和功能过程充分理解的基础上, 恢复或维持生态系统整体性和可持续性<sup>[11, 12]</sup>, 是目前生态学研究中的热点问题之一。在当前我国河岸带生态系统退化严重的背景下<sup>[13]</sup>, 开展河岸带生态系统管理研究, 使河岸带生态系统可持续地为人类提供服务和产品, 同时促进其所在流域的可持续发展, 具有十分重要的理论和实践意义。

## 1 河岸带生态系统特征分析

在研究河岸带生态系统管理时, 对河岸带生态系统特征、结构及过程的系统性分析是重要的基础和依据。河岸带生态系统从自然地理特征来看, 范围包括河流高低水位之间的水交换区和洪水影响的高地两部分 (图 1)。从生态系统的观点来看, 河岸带生态系统是河流- 陆地生态系统在 3 个尺度上 (纵向、横向、垂直方向) 相互作用的产物<sup>[4]</sup>。作为一类典型的生态过渡区, 频繁的人为干扰和地貌、水文过程都能够影响河岸带生态系统的生态过程和物种演替。与大尺度生态系统如流域生态系统、景观生态系统相比, 河岸带生态系统研究范围更为特定, 土地利用强度更高, 社会经济活动更为集中频繁, 人与生态环境的矛盾也更为突出。因此, 对河岸带生态系统管理有利于协调局部和全局矛盾, 并使其服务功能及综合效益最大化。

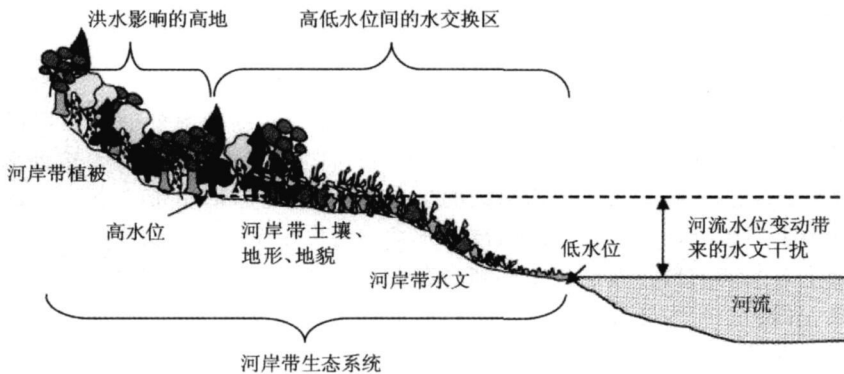


图 1 河岸带生态系统自然地理特征与组成

Fig. 1 The geographical features and components of riparian ecosystem

从生态系统管理目标出发, 河岸带生态系统的独特性、复杂性和动态性尤为需要重视。独特性是指在河岸带地区具有独特的植被、土壤、地形、地貌和水文特性, 以及由其所决定的独特的生态系统服务功能, 表现在景观廊道、多样性保护、缓冲带、社会经济功能等方面<sup>[1, 4-6]</sup>。生态系统管理目标的设定必须依据其独特的系统特征以及服务功能加以考虑。此外, 河流的频繁作用以及人为干扰决定了河岸带生态系统的复杂性和动态性, 河流水文过程使河岸带地区地形地貌和土壤结构经常发生复杂变化<sup>[14]</sup>, 人为干扰也影响着河岸带生态系统的演替与发展。因此, 在进行生态系统管理研究时, 人类需求定位、管理目标设定以及管理策略制订都需要结合其复杂性、动态性的特征, 依此提出适应性的动态调控机制。

## 2 河岸带生态系统管理研究进展

从 20 世纪 70 年代中期开始, 河岸带生态系统对河流水质及其浮游生物、水生植物和鱼类以及河岸带生物多样性保护的重要作用已被人们所发现<sup>[3]</sup>。随着人们对自然资源利用、保护和管理的认识不断发展, 合理经营和保护河岸带的重要性开始被人们所认识。1977 年 7 月在美国 Arizona 州召开的“河岸栖息地的保护、经营和重要性”学术研讨会和同年在 Georgia 州召开的“全国冲积平原湿地及其他河溪生态系统保护经营策略”讨论会中系统地总结了这一阶段的研究成果<sup>[3]</sup>, 也使得河岸带生态系统管理研究受到了学术界更多的关注。20 世纪 90 年代以来, 景观生态学、生态系统生态学等学科的研究得到进一步发展, 生态系统方法开始被应用于生态系统管理中<sup>[15]</sup>。随着河岸带湿地损失、生物多样性减少以及农业非点源污染等问题的出现, 河岸带生态系统管理的研究为解决上述问题而得到不断发展, 目前的研究多集中在美国、日本等发达国家和地区。

在美国, 政府对于河岸带生态系统的管理极为重视, 相关部门如环保局 (USEPA)、农业部自然资源保护局 (USDA-NRCS)、农业部林业局 (USDA-FS) 制定了一系列措施和标准为河岸带生态系统管理提供依据。其中, 在河岸带地区建设植被缓冲带 (Riparian Vegetable Buffer) 是进行河岸带生态系统管理时最常用的一种管理模式, 已被美国农业部推荐为控制非点源污染的最佳管理措施 (Best Management Practices, BMPs) 之一<sup>[16, 17]</sup>。河岸植被缓冲带是指滨临河流水体的两侧上坡的区域, 其上覆盖了乔木、灌木等植被, 具有保护河流水质、美化景观、保护生物多样性等一系列生态环境效益。早在 1991 年, 美国农业部林业局就已制定“河岸植被缓冲带区划标准”, 为河流水质保护、防止农业非点源污染提供规划和管理规范<sup>[18]</sup>。1997 年 4 月, 美国农业部自然资源保护局提出了《保护缓冲带行动》5 年计划, 提出在 2002 年前建立包括河岸植被缓冲带在内的 320 万 km 长的缓冲带<sup>[19]</sup>。1999 年, 自然资源保护局进一步制定了自然资源保护服务项目中的两个国家标准, 即过滤带保护标准 (NO 393) 和河岸森林缓冲带标准 (NO 391), 为缓冲带的建设和河岸带生态系统的管理提供依据<sup>[20]</sup>。此外, 美国农业部农业研究局 (USDA-ARS) 还开发了河岸带生态系统管理模型 (Riparian Ecosystem Management Model), 以模拟河岸带的水文、碳、氮、磷等营养物质的循环迁移及植被的生长过程, 为建立植物缓冲带提供决策依据<sup>[17]</sup>。

此外, 一些国际组织和会议也将河岸带生态系统管理作为重要的研究领域和关注的议题, 在 2001 和 2004 年召开的《生物多样性公约》缔约国大会, 其决议中专门对生态系统方法和生态系统管理进行了阐释。2001 年 11 月 5~9 日, 在日本北海道 Kushiro 市召开了主题为农业流域河岸植被缓冲带的设计与规划的专题讨论会。同年 11 月 25~29 日, 国际生态工程学会在新西兰的 Christchurch 市召开专题研讨会, 会议将河岸带景观服务与产品的保护与管理列为重要议题。2005 年“Ecological Engineering”杂志出版专刊将以上两个会议的相关论文进行了整理出版<sup>[21]</sup>。

国内对于河岸带的研究起步较晚, 目前的研究多集中于河岸带植被特征、河岸带的功能作用以及河岸带生态恢复上, 典型的例子有国内研究者在北坡河<sup>[22]</sup>、香溪河<sup>[23]</sup>等地对河岸带植物群落植物区系以及物种丰富度进行的研究, 在安徽潜水进行的河岸带生态恢复研究<sup>[24]</sup>, 以及在二道白河基于生物多样性保护的河岸带植被管理研究<sup>[25]</sup>。20 世纪 90 年代后期生态系统管理的概念引入中国以后<sup>[26]</sup>, 目前已经涉及农业<sup>[27]</sup>、保护区<sup>[28]</sup>、湖泊<sup>[29]</sup>、

流域<sup>[30, 31]</sup>、放牧<sup>[32]</sup>、河流<sup>[33]</sup>、森林<sup>[34]</sup>、海岛与海岸带<sup>[35]</sup>等领域,而对于河岸带生态系统管理尚缺乏相关的研究。因此在对河岸带生态系统进行生态学分析的基础上开展河岸带生态系统管理综合研究,已成为解决河岸带地区复杂的科学和社会问题的重要研究领域。

### 3 河岸带生态系统管理概念界定

生态系统管理是在充分认识生态系统特征与生态过程的基本关系和作用规律的基础上,通过实施对生态系统的管理策略,来维系生态系统的整体性和服务功能的持续性<sup>[14, 15]</sup>。因此,河岸带生态系统管理的研究,需要体现系统科学和生态系统特征的内涵,同时依托生态学和生态系统方法开展。

就目前的研究而言,对于河岸带生态系统管理尚没有一个统一的或者被一致公认的定义。因此,本文基于前述研究对河岸带生态系统管理进行了概念界定<sup>[11, 12, 26, 36, 37]</sup>:在详细了解流域景观的时间和空间动力学变化特征的基础上,借助多学科交叉的研究方法,以河岸带生态系统为研究单元,对河岸带生态系统的动态发展趋势、健康和完整性、服务功能以及自然和人为干扰对河岸带生态系统的影响进行监测和评价,提出河岸带生态系统的管理模型和管理对策措施,通过方案实施、监测与评价、反馈和适应性调整来维持河岸带生态系统的健康、完整性和生物多样性,使其具有持续的生产能力和服务功能,并在流域尺度内达到河岸带生态系统与社会经济系统的协调发展,从而实现河岸带生态系统的综合效益最大化及其所在流域的社会经济可持续发展。

根据上述界定,河岸带生态系统管理应包括以下要素<sup>[1~4, 11, 12, 26, 36, 37]</sup>: ①可持续性的管理目标。确定一个明确的管理目标,要以河岸带生态系统为核心,以维系河岸带生态系统的健康、完整性、生物多样性和持续的服务功能为根本。②确定管理范围。在流域的尺度上,以河岸带生态系统为管理单元,其主要的关注对象为流域内河岸带地形、地貌、水文、植被以及动物群落的动力学变化特征。③将人类作为生态系统的一部分。人类活动能够显著地影响到河岸带生态系统,因此需要把人类及其价值取向整合到生态系统管理中。④具有明确的、可操作的管理活动实施计划,采取相应的生态系统管理对策措施,由相关政策、法律和法规保证实施,同时强调部门与个人间的合作。⑤相关性原则。河岸带生态系统是河流-陆地生态系统在3个尺度上(纵向、横向、垂直方向)互相作用的产物<sup>[4]</sup>,在进行河岸带生态系统管理时,需要把相邻生态系统纳入到考虑之中,例如可通过径流调节、洪水管理等河流水文调控措施来达到生态系统管理目标。⑥适应性原则。河岸带生态系统具有复杂性和动态性的特点,河水的频繁作用使得河岸带地区地形、地貌和土壤结构经常发生复杂变化。在进行生态系统管理时,必须适应其动态发展特点,通过生态学研究 and 生态系统监测,不断深化对河岸带生态系统的认识,并据此及时调整管理策略,进行适应性管理,以保证生态系统管理目标的实现。

### 4 河岸带生态系统管理研究概念框架

从景观生态学的角度分析,河岸带生态系统是流域景观中的组成部分,也是水陆生态系统之间的生态过渡区。在实施河岸带生态系统管理时,会涉及到流域内众多部门和团体,也需对多个目标进行综合分析和决策,并体现出生态、环境、社会和经济目标的综合与集成。结合河岸带生态系统特征分析,可从范围界定、问题诊断、目标设定、综合评价、管理策略、监测评估和反馈调整7个方面展开具体研究(图2)。

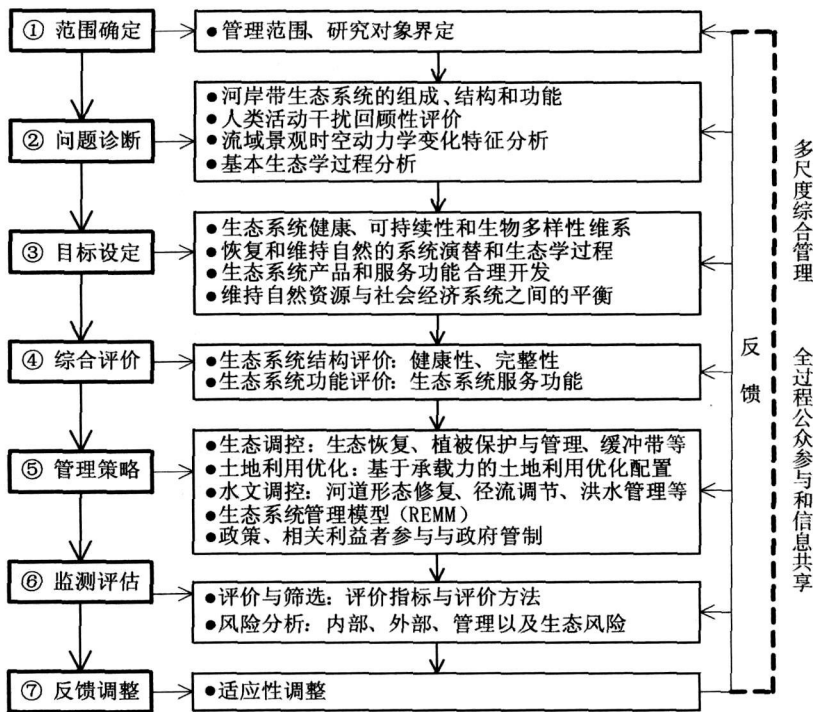


图 2 河岸带生态系统管理研究概念框架

Fig. 2 A conceptual framework of the riparian ecosystem management

(1) 范围界定。对河岸带生态系统管理的管理范围、研究对象进行界定。以流域尺度的河岸带生态系统为核心层次，并识别出不同层次的利益主体，分析管理区域与不同尺度上区域背景的关系。

(2) 问题诊断。在详细了解河岸带生态系统的组成、结构和功能的基础上，对河岸带生态系统在不同空间尺度上的功能特征进行分析，同时对流域尺度上的人类活动干扰进行回顾性评价。基于对流域景观的时间和空间动力学变化特征（如：河流连接度和功能，河岸带和陆地生态组成等）的辨析，识别影响河岸带生态系统的生物和物理作用过程，以及导致其退化的干扰因子。其中，正确识别自然影响和人为干扰所造成的河岸带功能和特性的改变最为关键。

(3) 目标设定。在问题诊断的基础上，根据对河岸带生态系统管理的定义与要素的分析，确定管理目标。①恢复和维持河岸带生态系统的健康、可持续性和生物多样性，进而保护相邻水生态系统的水环境和水生态。②恢复和维持自然的系统演替和生态学过程，如：洪水扰动、河流水文过程等。③合理地开发河岸带生态系统产品和服务功能，以满足人类发展对资源开发的需要。④维持自然资源与社会经济系统之间的平衡，从而实现河岸带生态系统所在流域的长期可持续性。

(4) 综合评价。依据生态系统管理的目标和原则，对生态系统管理有至关重要作用的研究内容进行综合评价，主要包括：①生态系统的结构评价，选用生态系统健康和生态系统完整性为评价指标；②生态系统的功能评价，选择生态系统服务功能为度量指标。

(5) 管理策略。河岸带生态系统管理策略包括：①生态系统调控。主要关注于河岸

带生态恢复、河岸带植被的保护与管理、河岸植被缓冲带建设、河岸带景观格局优化等,其中河岸带植被的保护与管理是河岸带生态系统管理的核心问题。②土地利用优化。在承载力的约束下,对河岸带土地资源的可持续利用进行优化配置。③水文调控。通过河道形态修复、径流调节、洪水管理等措施,对河流水文进行调控,在恰当的时间和空间分布上恢复河岸带水体和沉积物的充分流动,恢复河流的自然水文过程及其对河岸带的适度洪水冲刷。④生态系统管理模型。通过对河岸带水文过程与污染物排放、营养物质循环过程的分析和模拟,建立河岸带生态系统管理模型(REMM),以定量预测水文、地形、土壤、植被变化对河岸带生态系统的影响,为生态系统管理提供决策依据。⑤政策与管制。以生态系统管理边界为基础设置管理体制、机构、制度,采用法规、行政、经济刺激、公众切实参与等手段。

(6) 监测评估。为了寻求与所研究河岸带最适宜的管理策略,还需要对管理策略中不同方案进行评价。①评价与筛选。从经济性、可实施性以及可控制性等需求出发,对不同管理对策的成本效益关系以及河岸带生态系统与社会经济系统的协调发展能力等进行评价。评估的内容涵盖管理模型的有效性评价、管理策略的正负面影响、预期效果与可行性以及必需的先行条件和配套措施等。计算和对比不同的建议方案,具体可采用多目标和多属性决策以及费用效益分析方法。②风险分析。分析生态系统管理的内部风险、外部风险、管理风险以及生态风险,并提出降低风险对策。

(7) 反馈调整。适应性管理是被广泛倡导的生态系统管理方式。河岸带生态系统事件的发生具有不确定性和突发性,适应性管理依赖于管理者对于生态系统临时的和不完整的理解来进行,允许管理者对不确定性过程的管理保持灵活性和适应性。在监测与评估的基础上,根据对目标实现程度的评估,通过新信息的收集,提出适应性调整方案,并反馈修正整个管理流程和对策。

## 5 河岸带生态系统管理研究的关键问题

根据上述分析,结合近年来有关学者对生态系统管理研究热点问题的认识,依据河岸带生态系统的特征,在进行河岸带生态系统管理研究时,存在以下4个关键问题:(1)研究尺度问题;(2)河岸带管理宽度问题;(3)协调生态价值冲突问题;(4)国内河岸带生态系统管理问题。

### 5.1 研究尺度问题

尺度是景观生态学或群落生态学的一个重要概念,也是生态学研究的核心问题。尺度也是实现生态系统管理的有效手段<sup>[38]</sup>,深刻理解与把握生态学尺度对顺利开展生态系统管理研究,保证其科学性与实效性具有重要意义。因此,在进行河岸带生态系统管理研究时,确定合适的研究尺度和相应的研究内容与方法达到管理目标的必要保证。从多个尺度上识别河岸带地形、水文和植被关系以及影响河岸带生态系统的生态过程,在此基础上进行多尺度综合管理,更易取得理想效果。按照河岸带景观研究尺度的相对大小不同,可以从流域、河流廊道、生态区3个不同的尺度上开展研究。

在流域尺度上,利用3S技术及现代数学方法研究河岸带景观特征及其时空动态变化,分析河岸带地区水和沉积物的传输规律,识别影响河岸带生态系统的生物和物理过程,特别是应对河岸带土地利用变化格局进行重点研究,以识别流域尺度上的人为干扰过程。通过综合全面考虑社会、经济与生态的协调程度,制定相应的管理对策措施以实现河岸带及

其所在流域的持续发展。

基于生态系统观点的河岸带三维结构特征认为河岸带生态系统是河流-陆地生态系统在纵向、横向、垂直方向互相作用的产物,不同时间和空间尺度上的水文和地貌过程都能够影响河岸带的生态过程和物种演替<sup>[4]</sup>。因此,在河流廊道尺度上,需要加强河岸带纵向、横向与垂直方向的联系。通过河道自然形态恢复、河流水文调控等措施,在纵向上恢复和维持河岸带廊道的生态连续性,在横向上恢复和维持河流的横向迁移以及适度洪水干扰,在垂直方向加强河岸带与地下潜水的相互作用,以维系河岸带水文和景观异质性、河岸带生态系统完整性和生物多样性。

生态区是由河岸带植被形成具有一定宽度的廊道。相对河流廊道而言,生态区的系统等级更低,具有统一的功能特点与均质的特征。在生态区的尺度上进行生态系统管理,需要注重管理行为的针对性和可操作性,研究的内容可包括:河岸带植被恢复与重建、河岸带物种种源保护、河岸带种群动态调控、河岸带坡面工程建设、河岸带土壤恢复、河岸带水土流失控制等<sup>[39]</sup>。

## 5.2 河岸带管理宽度问题

河岸带宽度对于河岸带生态系统服务功能的实现具有重要影响。具有宽而浓密植被的河岸带廊道能很好地减少来自周围景观基质溶解物的污染,为物种提供足够的生境和通道。河岸带物种多样性、平衡性以及河岸带缓冲过滤泥沙和养分的效果通常与河岸带宽度密切相关。因此,在进行生态系统管理研究时,确定河岸带管理宽度就显得尤为重要。

在确定河岸带管理宽度时,需要考虑的因素包括:河流的形态及水文特征、地下水和洪水的水文特征、河岸带地形地貌、河岸带植被的结构特性、河岸带过程与生境的侧向影响范围以及河岸带与周围景观的差异度等<sup>[40]</sup>。任何一条河流的河岸带都是独一无二的,其管理宽度应该是管理目标、河岸带条件以及河流特征的函数。因此,在详细了解特定河岸带地区的植被、土壤、地形、地貌和水文特性的基础上来确定可变的河岸带管理宽度,更易于为河岸带生态系统提供景观水平的保护,也更符合生态系统管理的适应性原则。就确定河岸带管理宽度的方法而言,Gregory<sup>[40]</sup>认为可通过立地潜在树高来确定河岸带宽度,这种方法建立在河岸带植被、溪流过程和微气候相互作用的基础上,直接与生态功能相联系,并可适用于不同的植被类型和地理位置。

此外,可将生态学模型引入到河岸带管理宽度确定中,如:采用河岸带生态系统管理模型(REMM),在河岸带植被组成类型、坡度大小及土壤类型相对固定的前提下,通过REMM模型的模拟分析,可以找到最佳的河岸带管理宽度<sup>[17]</sup>。

## 5.3 协调生态价值冲突问题

在河岸带生态系统管理中,存在两类价值冲突问题:①人与自然之间的价值冲突。人类需求与河岸带生态需求之间通常存在矛盾,如:经济社会发展要求对河岸带地区进行开发利用,水利发展要求筑坝、修建水库、引水分洪、河道渠化等。②不同利益者(stakeholder)之间的价值冲突。不同区域和不同部门的管理者和决策者由于出发点不同而产生利益冲突,不同学科和领域的学者对河岸带生态系统管理往往存在不同的理解。协调这两类冲突问题的前提是依据河岸带生态系统完整性、健康性和服务功能的评价,识别影响河岸带生态系统的生物和物理作用过程,对人类需求进行修正,同时与不同利益者协商。

## 5.4 国内河岸带生态系统管理问题

国内河岸带生态系统与其他国家相比具有明显的特色。以美国为例,美国河岸带分布

范围广且人口密度小,大部分处于自然状态和存在少量的保护性工程,且有专门的政府机构管理,并制订有相关的体制政策。而我国的河岸带地区人口相对集中,往往依赖于流域内河岸湖区境内的农作生存。河岸带地区往往经济较为发达,土地利用强度大。随着经济社会的发展,人与水争地的矛盾日益尖锐。因此,对国内河岸带生态系统进行管理,在借鉴国际经验的同时,需要探索适合我国河岸带生态系统特色的管理模式和方法。其管理策略主要可从以下几个方面考虑:①制订全国性的河岸带可持续发展战略,完善相关法律法规;②重点抓好大江大河(如长江、黄河)的河岸带管理;③对河岸带土地利用格局的调整与优化是我国河岸带生态系统管理与可持续发展的核心。

## 6 结语

在我国目前河岸带湿地退化严重、非点源污染加重、生物多样性急剧减少的背景下,开展河岸带生态系统管理相关研究有着十分重要的意义。基于河岸带生态系统特征分析,结合国际河岸带生态系统管理研究进展,本文对河岸带生态系统的概念进行了界定,提出了一套河岸带生态系统管理研究的框架,以期为我国河岸带生态系统管理及其所在流域的可持续发展提供理论基础和技术支持。其研究内容包括范围界定、问题诊断、目标设定、综合评价、管理策略、监测评估和反馈调整 7 个方面,研究尺度问题、河岸带管理宽度问题、协调生态价值冲突问题和国内河岸带生态系统管理问题则是河岸带生态系统管理中的 4 个关键问题。

作为一个新兴的研究领域,河岸带生态系统管理研究仍存在许多亟待解决的问题,今后一定时期内其研究的前沿问题应包括:(1)对河岸带生态系统的定义、要素、原则、管理目标、管理策略、监测评估以及不确定性和适应性管理等理论方面进行深入研究;(2)在河岸带生态系统管理中引入生态学模型,以使得管理更为量化和更具有预测性;(3)加强 3S 技术及现代数学方法在分析河岸带地形、水文、植被特征及其时空动力学变化特征时的应用;(4)采用多学科交叉的研究方法,充分考虑河岸带生态系统与相邻生态系统及社会经济系统之间的关联,借鉴生态系统管理相关学科的研究进展进行河岸带生态系统管理研究;(5)国内河岸带生态系统的定量研究目前基本为空白,结合国内具体的河岸带生态系统进行案例研究,也是今后研究的重点。

## 参考文献:

- [1] Naiman R J, Decamps H. The ecology of interface: Riparian zones. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 1997, 28: 621~ 658.
- [2] Naiman R J, Decamps H, Pollock M. The role of riparian corridors in maintaining regional biodiversity. *Ecological Applications*, 1993, 3(2): 209~ 212.
- [3] 陈吉泉. 河岸植被特征及其在生态系统和景观中的作用. *应用生态学报*, 1996, 7(4): 439~ 448.
- [4] Gregory S V, Swanson F J, McKee A, Cummins K W. An ecosystem perspective of riparian zones: Focus on links between land and water. *Bioscience*, 1991, 41(8): 540~ 551.
- [5] Dawson T E, Ehleringer J R. Streamside trees that do not use stream water. *Nature*, 1991, 350: 335~ 337.
- [6] Naiman R J, Decamps H, Pastor J, Johnston C A. The potential importance of boundaries to fluvial ecosystems. *Journal of the North American Benthological Society*, 1988, 7(4): 289~ 306.
- [7] Nakamura F, Yamada H. Effects of pasture development on the ecological functions of riparian forests in Hokkaido in northern Japan. *Ecological Engineering*, 2005, 24: 539~ 550.



- [ 8 ] Nilsson C, Berggren K. Alterations of riparian ecosystems caused by river regulation. *BioScience*, 2000, 50(9): 783~ 792.
- [ 9 ] Belsky A J, Matzke A, Uselman S. Survey of livestock influences on stream and riparian ecosystems in the western United States. *Journal of Soil and Water Conservation*, 1999, 54(1): 419~ 431.
- [ 10 ] Malanson G P. *Riparian Landscapes*. New York: Cambridge University Press, 1993.
- [ 11 ] Edward Maltby. *Ecosystem Management Questions for Science and Society*. Beijing: Science Press, 2003.
- [ 12 ] Vogt K, John G, John W. *Ecosystems: Balancing Science with Management*. New York: Springer Verlag Press, 1997.
- [ 13 ] 郭笃发. 黄河对沿岸缓冲带土地利用格局的影响——以近代黄河三角洲段为例. *农业环境科学学报*, 2005, 24(4): 757~ 760.
- [ 14 ] 王成, 徐化成, 郑均宝. 河谷土地利用格局与洪水干扰的关系. *地理研究*, 1999, 18(3): 327~ 335.
- [ 15 ] Slocombe D S. Implementing ecosystem based management. *Bioscience*, 1993, 43(9): 612~ 622.
- [ 16 ] Lee P, Smyth C, Boutin S. Quantitative review of riparian buffer width guidelines from Canada and the United States. *Journal of Environmental Management*, 2004, 70(2): 165~ 180.
- [ 17 ] Lowrance R, Altier L S, Williams R G, *et al.* REMM: The Riparian Ecosystem Management Model. *Journal of Soil and Water Conservation*, 2000, 55(1): 27~ 34.
- [ 18 ] 邓红兵, 王青春, 王庆礼, 等. 河岸植被缓冲带与河岸带管理. *应用生态学报*, 2001, 12(6): 951~ 954.
- [ 19 ] 秦明周. 美国土地利用的生物环境保护工程措施——缓冲带. *水土保持学报*, 2001, 15(1): 119~ 121.
- [ 20 ] Lee K H, Isenhardt T M, Schultz R C. Sediment and nutrient removal in an established multispecies riparian buffer. *Journal of Soil and Water Conservation*, 2003, 58(1): 1~ 8.
- [ 21 ] Hayakawa Yoshihiko. Purification processes, ecological functions, planning and design of riparian buffer zones in agricultural watersheds. *Ecological Engineering*, 2005, 24: 421~ 432.
- [ 22 ] 邓红兵, 王青春, 代力民, 等. 长白山北坡河岸带群落植物区系分析. *应用生态学报*, 2003, 14(9): 1405~ 1410.
- [ 23 ] 江明喜, 邓红兵, 唐涛, 等. 香溪河流域河岸带植物群落物种丰富度格局. *生态学报*, 2002, 22(5): 629~ 635.
- [ 24 ] 张建春, 彭补拙. 河岸带及其生态重建研究. *地理研究*, 2002, 21(3): 373~ 383.
- [ 25 ] 王青春, 邓红兵, 王庆礼. 基于生物多样性保护的河岸带植被管理对策. *生态学杂志*, 2006, 25(6): 682~ 685.
- [ 26 ] 赵士洞, 汪业勤. 生态系统管理的基本问题. *生态学杂志*, 1997, 16(4): 35~ 38.
- [ 27 ] 王兆骞. *农业生态系统管理*. 北京: 中国农业出版社, 1997.
- [ 28 ] 韩念勇, 蒋高明, 李文军. 锡林郭勒生物圈保护区退化生态系统管理. 北京: 清华大学出版社, 2002.
- [ 29 ] 林联盛, 任盛明, 林瑛. 改善鄱阳湖湿地生态系统管理的对策刍议. *江西水利科技*, 2003, 29(3): 150~ 153.
- [ 30 ] 赵云龙, 唐海萍, 陈海. 生态系统管理的内涵与应用. *地理与地理信息科学*, 2004, 20(6): 94~ 98.
- [ 31 ] 邓红兵, 王庆礼, 蔡庆华. 流域生态系统管理研究. *中国人口·资源与环境*, 2002, 12(6): 18~ 20.
- [ 32 ] 汪诗平. *放牧生态系统管理*. 北京: 科学出版社, 2003.
- [ 33 ] 唐涛, 渠晓东, 蔡庆华, 等. 河流生态系统管理研究——以香溪河为例. *长江流域资源与环境*, 2004, 13(6): 594~ 598.
- [ 34 ] 杨学民, 姜志林. 森林生态系统管理及其与传统森林经营的关系. *南京林业大学学报(自然科学版)*, 2003, 27(4): 91~ 94.
- [ 35 ] 任海. *海岛与海岸带生态系统恢复与生态系统管理*. 北京: 科学出版社, 2004.
- [ 36 ] 于贵瑞, 谢高地, 于振良, 等. 我国区域尺度生态系统管理中的几个重要生态学命题. *应用生态学报*, 2002, 13(7): 885~ 891.
- [ 37 ] 任海, 邬建国, 彭少麟, 等. 生态系统管理的概念及其要素. *应用生态学报*, 2000, 11(3): 455~ 458.
- [ 38 ] 肖笃宁, 布仁仓, 李秀珍. 生态空间理论与景观异质性. *生态学报*, 1997, 17(5): 453~ 461.
- [ 39 ] 张建春. 河岸带功能及其管理. *水土保持学报*, 2001, 15(6): 143~ 146.
- [ 40 ] Gregory S V. *Riparian management in the 21st century* in Kohm K A, Franklin J F(eds). *Creating a Forestry for the 21st Century: The Science of Ecosystem Management*. Washington D. C.: Island Press, 1997.

# A conceptual framework of riparian ecosystem management and its key problems

GUO Huai cheng, HUANG Kai, LIU Yong, YU Ya juan  
(College of Environmental Sciences, Peking University, Beijing 100871, China)

**Abstract:** As the ecotone of the aquatic ecosystem and terrestrial ecosystem, riparian ecosystem has unique vegetation, soil, topography, geomorphology and hydrology features and a series of environmental, social and economic functions. Hence to improve the management of resources, ecology and environment of the riparian ecosystem for sustainable development of watershed has become a significant issue in the watershed ecology and ecosystem ecology.

The characteristics of the riparian ecosystem were analyzed. The riparian ecosystem was the result of three-dimensional interaction between terrestrial ecosystem and aquatic ecosystem. As a typical ecotone, the frequent anthropogenic disturbances, geomorphological process and hydrological process could influence the riparian ecosystem in the ecological process and species succession. According to the aim of ecosystem management, the uniqueness, complexity and dynamics of the riparian ecosystem should be taken into account.

After introduction of the progress in the riparian ecosystem management, the concept and elements of the riparian ecosystem management were defined. A practical process for riparian ecosystem management was given in this paper, which consisted of seven steps. The first one is scoping of object, area, stakeholders, etc., then comes to the problem diagnosis. The third step is goal setting, including broad and operational goals. After the above processes, the riparian ecosystem was integratively assessed, in which ecosystem health and integrity were taken as indicators for assessing ecosystem structure, and ecosystem service was valued to reflect ecosystem function. The management policy and its implementation was the sixth step, which was the most important one in this process, and feedback and adaptive adjustment was the last step in the process. Four key problems were identified for riparian ecosystem management, including the research scales, the riparian width of management, the coordination of ecological values and local riparian ecosystem management.

According to the developments and present studies on the riparian ecosystem management, the theory of the riparian ecosystem management, induction of ecological model, application of the interdisciplinary approaches, application of the 3S technologies and modern mathematics method as well as quantitative case study should be the front problems for further studies of the riparian ecosystem management.

**Key words:** riparian; ecosystem management; riparian vegetation; buffer