

# 河岸带生态系统综合评价指标体系研究

夏继红, 严忠民, 蒋传丰

(河海大学水利水电工程学院, 江苏 南京 210098)

**摘要:** 河岸带是水陆交错带, 其生态状况对河流生态系统有着很大的影响。河岸带生态系统综合评价包括: 结构稳定性评价、景观适宜性评价、生态健康评价、生态安全性评价等。建立合理有效的河岸带生态系统综合评价指标体系是河岸带生态系统综合评价的基础。河岸带生态系统综合评价指标体系分为4个层次: 总目标层、子目标层、准则层和指标层。

**关键词:** 河岸带; 生态系统; 综合评价; 指标体系

**中图分类号:** X171.1      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1001-6791(2005)03-0345-04

河岸带是指高低水位之间的河床及高水位之上直至河水影响完全消失为止的地带<sup>[1~3]</sup>。河岸带生态系统将河流生态系统与陆地生态系统紧密地联系起来, 是两者间进行物质、能量、信息交换的生态过渡带, 它具有明显的边缘效应。目前有关河岸带生态系统的研究主要集中在定性方面(这些定性的结论可操作性较差, 很难将其用于实际生产管理中), 而定量方面的研究几乎没有, 这就导致了河岸带生态系统的建设、保护和管理呈片面性和盲目性。河岸带生态系统综合评价是从定量的角度分析河岸带的生态状况的, 它可以为河岸带的生态建设提供一定的依据。评价指标体系的建立可以为合理评价河岸带的生态状况提供一定的参考。本文在总结河岸带生态系统特征的基础上, 根据指标选择原则, 讨论河岸带生态综合评价指标体系的建立。

## 1 河岸带生态系统的特征及综合评价的内容

在满足防洪排涝和结构稳定的基础上, 河岸带生态系统是动态的开放性水陆交错带的生态系统。它与周围生态环境相互协调, 协同发展, 具有自我调节能力, 能够抵抗外界干扰和胁迫。它具有独特的生态特性和力学特性。

(1) 结构稳定性 首先河岸带生态系统在结构上是稳定的。只有在保持河岸带的结构稳定性的基础上, 河岸带生态系统才能维持其正常的生态功能。所以结构稳定性是河岸带生态系统的基础特征;

(2) 景观适宜性 河岸带生态系统的景观环境是适宜的, 它能为人们提供与水和谐共处的景观过渡平台, 为人们提供休闲娱乐的高效、安全、健康、舒适、优美的生态景观环境;

(3) 生态健康性 河岸带生态系统自身是健康的, 处于非疾病状态, 即系统内部的物质、能量、信息流动始终处于稳定的动态平衡状态;

(4) 生态安全性 河岸带生态系统自身是安全的, 它具有一定自我调节和抵抗能力, 能够抵抗外界干扰和胁迫, 从而保证了系统的安全性。同时它对其它系统也不构成干扰和胁迫。

河岸带生态系统是一个非常复杂的生态系统, 它在空间结构上具有很强的三维特性, 在横向上, 它是水陆交错地带, 上部受到陆地生态系统的影响, 下缘受到河流生态系统的影响(如水流的冲刷); 在纵向上, 它受上下游的影响; 在垂向上, 它又是地表水与地下水交换的媒介<sup>[3,4]</sup>。针对河岸带生态系统的特征, 河岸带生态系统综合评价主要包括结构稳定性评价、景观适宜性评价、生态健康性评价和生态安全性评价等4个方面的内

收稿日期: 2004-02-23; 修订日期: 2004-07-01

基金项目: 教育部博士点基金资助项目(200302940001); 江苏省研究生创新计划项目(xm04-41)

作者简介: 夏继红(1970-), 男, 江苏如皋人, 河海大学博士研究生, 主要从事生态水力学研究。E-mail: syjhxia@sohu.com

容。它以基础信息(如种群数量、水文、地质、经济、服务等)为基础,从定性的角度分析研究影响河岸带的结构稳定、景观适宜、生态安全、生态健康的因素,根据评价指标选择原则,建立河岸带生态系统综合评价指标,利用模糊聚类分析、综合评判等方法建立综合评价模型,从定量角度对获得信息进行定量化分析,分析河岸带生态系统现况和发展趋势,为河岸带管理提供依据。

## 2 评价指标选择原则

评价指标的确定是河岸带生态系统综合评价的基础,应该遵循以下原则:

- (1) 目的性 评价指标应与评价目标保持一致,评价结果能够反映河岸带生态状况;
- (2) 重点性 河岸带生态系统是一个复杂的开放性生态系统,其生态状况受很多因素的影响。在研究和评价过程中,应遵循生态学、水力学、土力学以及系统论原理,针对生产现状和发展趋势,重点选择能反映河岸带生态系统基本特征的指标;
- (3) 可行性 指标的物理意义必须明确,数据易采集,并且具有各自独立的内涵。采用便于理解和应用的方法表示,尽量使其量化。其优劣程度应具有明显的可度量性,并具有可比性,方便技术人员操作;
- (4) 兼容性 指标的选择应兼顾河岸带的尺度,既能满足大尺度河岸带评价的要求,又能满足中小尺度评价的要求;
- (5) 综合性 河岸带生态系统的影响因子很多,应该从不同的角度加以分类综合,使指标既具有唯一性,又能综合反映河岸带的生态状况。

## 3 河岸带生态系统综合评价指标的建立

由于影响河岸带生态系统的众多因素具有明显的层次性,河岸带生态系统综合评价指标体系可以按以下4个层次来建立,即:目标层、子目标层、准则层、指标层。以河岸带生态系统综合评价为目标层,以河岸带结构稳定性评价、景观适宜性评价、生态健康性评价和生态安全性评价为子目标层。以各子目标层的分类特性和特征为准则层和指标层。

(1) 结构稳定性评价指标 影响河岸带结构稳定性的因素在纵向上,有上下游尺度因素;在横向上,有水面、水流条件以及植被等因素;在垂向上,有土质、地质、地形以及地下水等因素;另外,还有水文、气象等因素。这些影响因素可以概括为土壤因素、岸坡结构因素、水文气象因素以及植被因素。以这些因素为基础,从土壤特性、岸坡结构特性、水文气象特性、植被特性以及自然特性等方面建立相应的评价指标。具体指标见表1。

表1 河岸带结构稳定性评价指标

Table 1 Index of structural stability of riparian zone

准则层	子目标层		部分指标含义
	指标层		
土壤特性	土壤类别,土壤粒径,土壤层厚度,土壤孔隙率,土壤粘结力,透水系数,内摩擦角,滑动方向;		土壤孔隙率指孔隙体积占土壤总体积的比率; 透水系数指单位时间内水渗的距离;
岸坡结构特性	结构类型,坡向,坡角,坡高;		水土流失强度为岸坡单位面积上每年的水土流失量;
水文气象特性	最大流量,最高水位,降水量,水土流失强度,水边浸润长度;		水边浸润长度指河水向岸边土地浸润的最大长度;
植被情况	植被类型,植被覆盖度。		植被覆盖度为植被覆盖面积占总面积的比例。

(2) 景观适宜性评价指标 河岸带景观是河岸带区域内不同类型景观单元镶嵌而成的景观群体,景观类型通常包括稀疏植被景观、森林景观、经济作物景观、人文建筑景观(名胜古迹、水利建筑、休闲娱乐设施等)等<sup>[5]</sup>。各种景观单元的大小、形状、位置均具有较大的空间异质性。景观适宜性评价就是评价这些景观属性对人类生活的适宜性和环境的协调性。评价准则、评价指标和各指标的含义见表2。

表 2 河岸带景观适宜性评价指标<sup>[5-7]</sup>

Table 2 Index of landscape suitability of riparian zone

准则层	子目标层		指标含义
	指标层	指标层	
异质性	面积、周长、单元个数	景观分维数	景观单元的基本要素 分维数可利用周长和面积的相关关系求得 <sup>[5]</sup>
稳定性	景观多样性	聚集度	多样性反映景观类型的数量及其所占比例
	分离度	破碎度	某景观类型中不同元素个体分布的团聚程度
	均匀度	均匀度	某景观类型中不同元素个体分布的分离程度
自然性	植被覆盖度	耕地占用率	景观被分割的破碎程度
	水边植物的淹没度	水边植物的淹没度	景观中各组分的分配均匀程度
优美性	名胜古迹丰富度	名胜古迹人文价值	植被覆盖面积占总面积的比例
	周边建筑的美学价值	地形地貌奇特性	河岸带被用作耕地的面积占总面积的比例
服务性	水利建筑的功效	休闲娱乐设施的丰富度	水边植物淹于水下的平均深度
			水利建筑的主要功能
			供人们休闲娱乐的设施有多少程度

(3) 健康性评价指标 河岸带生态系统健康评价及其评价指标的选择是以评价河岸带的健康状态为目标来进行的。生态系统健康评价涉及到群落水平、种群水平、个体水平等种群因素，还涉及到 pH 值、有机质含量等物化因素，以及自身功能因素<sup>[8]</sup>。同样，河岸带生态系统健康评价指标也包括种群特性指标、物化特性指标和功能特性指标。其中物化因素应包括土壤物化因素和生物物化因素，但是生物物化因素已在种群特性指标上得到部分反映，同时考虑指标的易获得性，所以物化特性指标仅选择土壤物化特性指标。具体指标见表 3。

表 3 河岸带生态系统健康评价指标

Table 3 Index of ecosystem health of riparian zone

准则层	子目标层		部分指标含义
	指标层	指标层	
种群特性	种群生物量，种群复杂度，种群年龄结构，种群体型结构，种群地理分布结构，种群出生率，种群死亡率，关键种群，外来种群占比例		种群复杂度是食物链的复杂程度； 纳污强度是河岸带截污量； 根系固土强度是根系增加的抗剪强度；
物化特性	土壤结构，土壤有机质含量，pH 值		阻水强度是有植被的河岸糙率；
功能特性	纳污强度，根系固土强度，阻水强度，调节微气候强度		微气候变化强度是温度、湿度的变化大小。

(4) 安全性评价指标 河岸带生态系统安全评价是评价周围生态系统对河岸带的干扰和胁迫程度，主要分析其外部环境对河岸带的作用。河岸带生态系统安全主要受到外来物种入侵、陆地污染(点源污染和面源污染)、水质状况、自然灾害、人为干扰以及周边社会经济状况等外部环境因素的影响。所以河岸带生态系统安全评价指标主要包括入侵物种特性、污染特性、水质状况、自然灾害特性、人为干扰状况、社会经济状况等方面的指标。具体指标见表 4。

表 4 河岸带生态系统安全性评价指标

Table 4 Index of ecosystem safety of riparian zone

准则层	子目标层		部分指标含义
	指标层	指标层	
入侵物种特性	入侵物种类别，入侵频率，入侵物种的捕食对象；		点源污染度是点源污染排放量；
污染特性	污染类型，点源污染度，面源污染度；		面源污染度是流经河岸带的面源污染量；
水质状况	富营养化，BOD 含量，COD 含量；		洪灾程度是洪灾的破坏程度；
自然灾害特性	地震频度，地震级别，洪灾频度，洪灾程度；		河岸利用程度是耕地占用比例；
人为干扰状况	河岸利用程度，退化程度；		退化程度是表面裸露程度和水土流失程度。
社会经济状况	人口，社会产值。		

## 4 结 论

河岸带生态系统综合评价是在各类数据信息的基础上,分析各种影响因素,建立评价指标,利用一定的评价模型对河岸带的生态系统状况进行综合评价。其评价内容主要包括结构稳定性评价、景观适宜性评价、生态系统健康性评价及生态系统安全性评价。依据指标选择原则,河岸带生态系统综合评价指标体系是一种层次体系,主要包括总目标层、子目标层、准则层和指标层。河岸带生态系统综合评价指标体系的初步建立为提高综合评价的合理性提供了有益的参考。

### 参考文献:

- [1] Nilsson Christer, Berggren Kajsa. Alterations of Riparian Ecosystems Caused by River Regulation[J]. *Bioscience*, 2000, 50(9):783 - 793.
- [2] Robert J. Naiman and Henri Decamps. The Ecology of Interfaces: Riparian Zones[J]. *Annu Rev Ecol Syst*, 1997, 28:621 - 658.
- [3] 张建春. 河岸带功能及管理[J]. *水土保持学报*, 2001, 15(6):143 - 146.
- [4] 翟金良, 邓伟, 何岩. 洪泛区湿地生态环境功能及管理对策[J]. *水科学进展*, 2003, 14(2):203 - 208.
- [5] 阎传海. 淮河下游地区景观生态评价[J]. *生态科学*, 1999, 18(2):46 - 52.
- [6] 王仰麟, 赵一斌, 韩荡. 景观生态系统的空间结构:概念、指标与案例[J]. *地球科学进展*, 1999, 14(3):235 - 241.
- [7] 丰华丽, 王超, 朱光灿. 土地利用变化对流域生态需水的影响分析[J]. *水科学进展*, 2002, 13(6):757 - 762.
- [8] Rapport D J. Dimensions of ecosystem health[A]. Rapport D J, Costanza R, Epstein P R, *et al.* Ecosystem health[C]. Malden and Oxford: Blackwell Science, 1998. 34 - 40.

## Comprehensive assessment index system of ecosystem riparian zone<sup>\*</sup>

XIA Ji-hong, YAN Zhong-min, JIANG Chuan-feng

(College of Water Conservancy and Hydropower Engineering, Hohai University, Nanjing 210098, China)

**Abstract:** The riparian zone is the interface between stream and land. And its ecological status greatly affects the ecosystem status of the stream. The comprehensive assessment of the ecosystem riparian zone includes the structural stability assessment, landscape assessment, ecological health assessment, and ecosystem safety assessment. In order to give a reasonable assessment of riparian zone, it is necessary to establish a comprehensive assessment index system which has four layers: object layer, sub-object layer, rule layer and factor layer.

**Key words:** riparian zone; ecosystem; comprehensive assessment; index system

---

\* The study is financially supported by the Ph. D. Programs Foundation of Ministry of Education of China (No. 200302940001).