

# 蔷薇河生态系统健康状况评价研究

吴晓东<sup>1</sup>, 徐晓峰<sup>2</sup>, 刘炜伟<sup>1</sup>

(1. 江苏省水文水资源勘测局连云港分局, 江苏 连云港 222004;

2. 赣榆县水政监察大队, 江苏 连云港 222100)

**摘要:** 本文采用多指标评价法对蔷薇河进行生态系统健康评价, 并将评价结果分为“病态、不健康、亚健康、健康、很健康”5个等级, 构建了单一目标层、5个准则层和16个具体指标的健康河流评价体系, 并借助于层次分析法建立评价模型得出研究成果。结果表明, 蔷薇河生态系统健康评价综合指数为3.02, 即蔷薇河处于健康状态, 但已接近亚健康状态。此评价方法可为同类其它河流开展生态系统健康评价提供参考。

**关键词:** 蔷薇河; 生态健康; 评价方法; 指标研究

**中图分类号:** TV213+X522 **文献标识码:** B **文章编号:** 1007-7839(2016)01-0048-04

## Assessment of Ecosystem Health of Qiangwei River

WU Xiaodong, XU Xiaofeng, LIU Weiwei

(1. Lianyungang Hydrology and Water Resources Survey Bureau of Jiangsu Province, Lianyungang 222004, Jiangsu; 2. Ganyu Water Administration Inspection Team, Lianyungang 222100, Jiangsu)

**Abstract:** In order to fully understand ecosystem health of Qiangwei River, which is the only drinking water resource in Lianyungang, according to the concept of river ecosystem health, and consider the pros and cons of different evaluation methods, finally uses the multi-index evaluation method, and puts the evaluation results into five levles, sick, unhealth, sub-health, health and good health, constructs the river health evaluation system for a single target layer, five layers and sixteen indexes, and gets research results based on AHP. The results show that the ecosystem health score of qiangwei river is 3.02, in state of health, but very close to the state of sub-health. The evaluation method of this article can use on other similar rivers to develop ecosystem health assessment.

**Key words:** qiangwei river; ecosystem health; evaluation method; indexes discussion

## 1 概况

蔷薇河发源于马陵山系的踢球山和宋山西麓, 汇汾水沙河和后沭河于吴场, 经临洪闸排放入海, 途经新沂、沭阳及连云港市的东海与市区, 全长97 km, 连云港市境内河道全长约59 km。河流现状为河底宽25~100 m, 河底高程(废黄河高程, 下同)-0.5~-3.0 m, 堤顶高程7.2~8.5 m。防洪

标准为市区段不足20年一遇、郊区段不足10年一遇, 排涝标准不足5年一遇。蔷薇河是连云港市重要的防洪、排涝、灌溉河道, 更是市区生活用水的唯一水源地, 承担着城区生活、生产与生态用水等供给任务, 在城市社会经济发展中占有重要地位。

## 2 河流生态健康内涵

收稿日期: 2015-11-26

作者简介: 吴晓东(1984-), 男, 工程师, 硕士研究生, 主要从事水文水资源相关工作。

十八大报告提出“尊重自然、顺应自然、保护自然的生态文明理念”,提出要把生态文明建设融入经济建设、政治建设、文化建设、社会建设各方面和全过程,组成“五位一体”,全新诠释了生态文明的内涵。为了贯彻落实党的十八大精神,水利部提出把生态文明理念融入到水资源开发、利用、治理、配置、节约、保护的各方面和水利规划、建设、管理的各环节,加快推进水生态文明建设。

河流生态健康是水生态文明建设的重要内容,一般指在人工系统状态下,河流在水循环的基础上满足其正常的物质和能量循环以及合理的结构和健全的功能,对自然干扰的长期效应具有抵抗力和恢复力,并发挥其正常各项功能和效益<sup>[1]</sup>。它可通过生物、物理和化学等手段判断河流在水文水资源、水环境、物理形态、生态特征、社会环境等方面是否处于健康状态。

河流生态健康评价不仅仅是对河流本身进行评价,还对河流周围及人类的需求是否得到满足进行综合评价。它可以描述和反映任何一个时段内河流的健康水平和整体状况,获取河流健康状况的综合评价,还可以反映河流某个方面(如水质、河岸带等)的健康状况以及评估和监测一定时期内河流健康状况的发展趋势。

### 3 评价方法

近年来,河流健康状况评价的方法不断发展,就评价原理而言,可大致将这些评价方法分为预测模型法和多指标评价法<sup>[2]</sup>。

预测模型法主要基于以下思路:将假设河流在无人为干扰条件时理论上应该存在的物种组成与河流实际的生物组成进行比较,从而评价河流的健康状况。该方法存在一个较大的缺陷是主要通过单一物种对河流健康状况进行比较评价(例如 RIVPACS、AUSRIVAS 都以底栖无脊椎动物作为监测对象),并且假设河流任何变化都会反映在这一物种变化上。因此,一旦出现虽然河流健康状况受到破坏,但并未反映在所选物种变化上的情况,这一方法就无法反映河流真实状况,具有一定的局限性。

多指标评价法是使用评价标准对河流的生物、化学以及形态特征指标进行打分,将各项得分累计后的总分作为评价河流健康状况的依据。此法在美国及澳大利亚得到广泛应用,其中 IBI 多指

标方法已经被应用于藻类、浮游生物、无脊椎动物等相关研究中;RCE 涵盖了河岸带完整性、河道沉积物、河岸结构、水生植被、鱼类等 16 个指标;ISC 则构建了基于河流水文学、形态特征、河岸带状况、水质及水生生物 5 个方面,共计 19 项指标评价体系。多指标评价法考虑的河流表征因子远多于预测模型法,可结合河流实际情况选择所需的表征因子,能够较为全面客观地反映水生态状况。

本文选取多指标评价法进行河流生态健康评价。

## 4 河流健康评价指标体系

### 4.1 指标体系建立

遵循科学性、系统性、层次性、独立性、指标定量性与可操作性等原则<sup>[3]</sup>,结合蔷薇河生态环境实际状态,从水文水资源、水环境、物理形态、生态特征、社会环境 5 个方面概化蔷薇河生态问题,具体指标<sup>[4]</sup>见表 1。

### 4.2 指标评价标准

根据目前蔷薇河生态环境现状,以可持续发展为目的,把河流生态系统健康各指标分为“病态、不健康、亚健康、健康、很健康”5 个级别,对难以准确定量表达的定性指标,分别以分值“<1、1~2、2~3、3~4、4~5”代表 5 个级别的标准,河流生态系统健康评价标准见表 2。

## 5 评价模型建立

本文从水文水资源、水环境状况、物理形态、生态特征以及社会服务功能 5 个方面对蔷薇河生态健康进行评价,并借助于层次分析法建立评价模型,得出研究成果。分析步骤如下:

(1)建立评价指标因素集  $I = \{u_1, u_2, \dots, u_{16}\}$ , 其中  $u$  分别表示水资源开发利用程度、生态需水满足程度、地下水开采率等 16 个具体评价指标。

(2)评价指标的无量纲化。目的是对各评价指标不同的量纲进行无量纲化处理,将评价指标的原始值转化为评价值,借助于隶属函数的转化方法,得出评价指标的评价值集  $R = \{r_1, r_2, \dots, r_{16}\}$ , 其中  $r$  分别表示 16 个不同评价指标的评价值。本文利用河流生态系统健康评价标准,采用差值法,得出蔷薇河各评价指标的评价值集:

$$R = \{2.55, 3.5, 4.2, 2.5, 1.58, 4.28, 3.5, 3.4, 3.6, 4.3, 2.4, 3\}$$

表 1 蔷薇河生态系统健康评价指标

序号	准则层	指标名称	指标的说明
1	水文水资源	水资源开发利用程度	流域内各类生产与生活用水及河道外生态用水的总量占流域内生态安全可开发利用水资源量的比例关系
2		生态需水满足程度	是否满足基本的生态水位或生态流量需求
3		地下水开采率	年均地下水实际开采量与年均地下水可开采量之比
4	水环境状况	水功能区水质达标率	水功能区水质达到其水质目标的数量（河长、面积）占水功能区总数（总河长、总面积）的比例
5		饮用水水质安全状况指数	包括一般污染物指数、有毒污染物指数、富营养化指数等
6	物理形态	纵向连通性	在河流系统内生态元素在空间结构上的纵向联系
7		横向连通性	具有连通性的水面面积或滨岸带长度占评价水体的比值
8		河岸稳定性	表征河岸抗冲击程度和人类活动对河岸环境的影响
9		河床稳定性	表征是否存在明显退化或河床淤积严重等问题
10	生态特征	岸坡植被结构完整性	河岸水陆交错带植被结构完整性状态
11		鱼类生物损失指数	鱼类种数现状与历史参考系鱼类种数的差异状况,反映流域开发后河流生态系统中顶级物种受损失状况
12		河道内生态需水量保证率	河道内生态用水量占河道内生态需水量的比例
13		河岸植被覆盖率	河岸植被与河流所在流域总面积之比
14	社会服务功能	公众满意度	指公众对评价河流景观、美学价值及其他综合服务满意程度
15		防洪工程状况	河流达标堤防长度占河流堤防总长度的比例
16		景观保护程度	定性评价各类涉水景观保护程度

表 2 河流生态系统健康评价标准表

指标	病态	不健康	亚健康	健康	很健康
水资源开发利用程度（%）	>150	120~150	80~120	50~80	<50
生态需水满足程度（%）	<50	50~60	60~80	80~100	100
地下水开采率（%）	>130	100~130	90~100	80~90	<80
水功能区水质达标率（%）	<40	40~60	60~70	70~90	>90
饮用水水质安全状况指数	5	4	3	2	1
纵向连通性（个/100 km）	>1.2	0.8~1.2	0.5~0.8	0.3~0.5	<0.3
横向连通性（%）	<40	40~60	60~80	80~90	90~100
河岸稳定性	绝大部分侵蚀	重度侵蚀	中度侵蚀	少量侵蚀	无明显侵蚀
河床稳定性	明显冲淤，河床不稳定	中等程度淤泥，河床较稳定			河床稳定
岸坡植被结构完整性	无植被	一个层次	二个层次	三个层次	多种植物
鱼类生物损失指数	<0.25	0.25~0.45	0.45~0.65	0.65~0.85	>0.85
河道内生态需水量保证率（%）	<50	50~65	65~80	80~90	90~100
河岸植被覆盖率（%）	<0.001	0.001~0.03	0.03~0.07	0.07~0.1	>0.1
公众满意度	非常不满意	不满意	基本满意	满意	很满意
防洪工程状况（%）	<65	65~75	75~85	85~95	95~100
景观保护程度	非常不好	不好	一般	好	很好

(3) 指标权重的确定。通过专家咨询和打分结合经验判断,按层次结构关系进行判别比较,分别构造判断矩阵,确定各层指标权重及层次排序总权重,计算结果见表 3。

的生态健康则是水利行业实施生态文明建设的重要体现,为此建立一套适用于河流生态系统健康评价的方法,对开展水生态文明建设起到积极作用。本文根据蔷薇河实际情况,采取多指标评

表 3 指标权重计算结果表

准则层	权重	具体指标	权重	总权重 <i>W</i>
水文水资源	0.100	水资源开发利用率	0.4000	0.0400
		生态需水满足程度	0.3000	0.0300
		地下水开采率	0.3000	0.0300
水环境状况	0.294	水功能区水质达标率	0.4000	0.1176
		饮用水水质安全状况指数	0.6000	0.1764
物理形态	0.109	纵向连通性	0.2000	0.0218
		横向连通性	0.2000	0.0218
		河岸稳定性	0.3000	0.0327
		河床稳定性	0.3000	0.0327
生态特征	0.179	岸坡植被结构完整性	0.2000	0.0358
		鱼类生物损失指数	0.3000	0.0537
		河道内生态需水量保证率	0.3000	0.0537
		河岸植被覆盖率	0.2000	0.0358
社会服务功能	0.318	公众满意度	0.3000	0.0954
		防洪工程状况	0.5000	0.1590
		景观保护程度	0.2000	0.0636

(4) 综合评价。蔷薇河生态系统健康评价综合指数 *P* 值为:

$$P = R \cdot W = r_1w_1 + r_2w_2 + \dots + r_{16}w_{16} = 3.02$$

通过对蔷薇河生态系统健康评价综合指数计算成果可知,蔷薇河暂处于健康状态,但极接近亚健康状态,该评价结果与蔷薇河实际情况较为符合。通过对各指标权重分析,对蔷薇河生态系统健康产生不利影响的主要因素包括蔷薇河水环境问题不乐观,公众满意度不高,河流纵向连通性不好等。这些原因归根到底主要是受人类活动影响造成的。因此,需进一步加大对蔷薇河保护力度,重点放在改善水环境以及提高公众满意度等方面,以保证蔷薇河生态健康。

6 结论

随着十八大将生态文明建设纳入“五位一体”中,生态文明理念已深深融入水利行业中,而河流

价法,选取了 5 大类总计 16 项指标对河流生态系统健康状况进行评价,评价结果基本与蔷薇河实际情况相吻合,该方法可行,对同类其它河流开展生态系统健康评价有较好参考价值。但本文中还存在一定问题,如一些评价指标只是定性描述,评价结果受人的主观判断影响较大,还需逐步完善。

参考文献:

[1] 耿雷华,刘恒,等. 健康河流的评价指标和评价标准[J]. 水利学报, 2006, 37(3):253-258.

[2] 杨凯,吴阿娜,车越,等. 河流健康状况的表征及其评价[J]. 水科学进展, 2005, 16(4):602-608.

[3] 孙雪岚,胡春宏. 河流健康评价指标体系初探[J]. 泥沙研究, 2007, (4):21-27.

[4] 熊文,黄思平,杨轩. 河流生态系统健康评价关键指标研究[J]. 人民长江, 2010, 41(12):8-12.

(责任编辑:徐丽娜)