

基于 YAAHP 软件的河流健康诊断 ——以浑河流域沈抚段为例

马兴冠¹, 席风祥¹, 刘媛媛²

(1. 沈阳建筑大学市政与环境工程学院, 辽宁 沈阳 110168;

2. 吉林建筑大学艺术设计学院, 吉林 长春 130012)

摘要: 通过 YAAHP 软件对选取的浑河流域沈抚段上游与下游的河流进行诊断, 确定浑河流域沈抚段的河流健康状况。通过实地调查和参考相关文献, 采用层次分析法和模糊综合评价法相结合, 确定健康诊断指标体系, 并在 YAAHP 软件中进行建模研究。上游段友爱河获取较高的分数, 为 2.9438 分, 下游段杨官河只有 2.0361 分。上游河流健康状况要优于下游河流健康状况, 但是流域内整体健康状况偏差。

关键词: 健康诊断; 层次分析法; 浑河; 指标体系

中图分类号: X820

文献标识码: B

文章编号: 1007-7839 (2017) 09-0015-05

DOI:10.16310/j.cnki.jssl.2017.09.004

River health diagnosis based on YAAHP software —A case study on Shenfu section in Hunhe River Basin

MA Xingguan¹, XI Fengxiang¹, LIU Yuanyuan²

(1. School of Environmental Science, Shenyang Construction University, Shenyang 110168, Liaoning;

2. School of Art & Design, Jilin Jianzhu University, Changchun 130012, Jilin)

Abstract: In order to determine the river health conditions of Shenfu section in Hunhe River Basin, the YAAHP software was used to diagnose the upstream and downstream rivers. Through the field investigation and reference to relevant literature, the combination of AHP and fuzzy comprehensive evaluation method was used to determine the health diagnosis index system, and the modeling research was carried out in YAAHP software. The upstream section of You'ai River got a higher score of 2.9438 points, while the downstream section of Yang Guanhe only got 2.0361 points. Although the health condition of upstream river was better than the downstream river, the overall health of the river basin was in reverse condition.

Key words: health diagnosis; AHP; Hunhe River; index system

对于河流健康指标体系的研究已经有很长的历史。国外对多指标体系研究的较早 Karr 在 1981 年提出生物完整性指数 (IBI)^[1], 该指标体系侧重于水域生物群落结构和功能。1992 年 Petersen 提出了岸边与河道环境细则 (RCE)^[2], 旨在通过对

包括河岸、河床、水生动植物在内的 16 项指标进行诊断, 划分河流的等级; Raven 在 1997 年提出河流生态环境调查 (RHS)^[3] 旨在通过指标研究河流生态环境的自然特征和质量, 来诊断河流生态环境现状和自然状态下的差距。我国对河流健康的

收稿日期: 2017-05-17

作者简介: 席风祥 (1992-), 男, 硕士研究生在读, 研究方向为水污染控制理论及技术。

研究起步较晚。2005年,长江水利委员会正式提出“维护健康长江,促进人水和谐”^[4]的观点。目前,我国的河流健康指标体系尚处于研究阶段,已提出的体系尚存在不合理性和缺乏科学性,如何建立一个科学严谨的指标体系是一个不可回避的问题。

1 研究区域与研究方法

1.1 区域概况

浑河流域地处辽宁省中部,浑河流域沈抚段区域范围西至长青桥,东至和平桥,浑河沈抚段支流众多。本文选取浑河流域沈抚段上游河流友爱河和下游河流杨官河作为研究对象,通过对流域内上游支流与下游支流监测点位的研究,对浑河流域的健康状况进行评价。

友爱河位于浑河流域沈抚段上游。友爱河流域河岸周围植被种类较丰富,主要为草地和林地,70%以上的堤岸覆盖有植被。河道基本没有渠道化出现,河道维持正常模式,底质为碎石、鹅卵石、大石,细沙等沉积物,属于自然河道。堤岸基本稳定,基本无侵蚀痕迹。

河道受人干扰程度一般。汛期水量比较大,河水淹没60%左右的河道。水体相对清澈,河水静置后有少量的沉淀物质,基本为Ⅳ类水。非汛期水量较小,并未出现明显断流,最低程度保障了生态流量。栖息地类型相对丰富,有水生植被,枯枝落叶,倒木、倒凹堤岸和巨石等各种小栖境。由于水量有一定保证,但是水质污染,总体水环境一般。

友爱河流域内生物多样性相对完整,流域内3处采样点均监测到藻类和底栖动物。虽然藻类多样指数和底栖动物多样性指数均偏低,但是体现友爱河生物多样性的完整和水量基本连通。流域内未发现鱼种。包括河岸带周围主要为草地,有大部分林地,林地覆盖率接近50%。

区域内人口数量适宜,人均GDP为中等水平,部分用地转化成商业和建筑用地,城镇化进程明显。有当地特色人文景观和一定规划的公众设施。

杨官河位于浑河沈抚段下游。杨官河流域河岸周围植被种类较少,主要为草地,50%以上的堤岸覆盖有植被。河道基本没有渠道化出现,河道维持正常模式,底质为碎石和大石,其中大石头少于25%,其余为淤泥和细沙等沉积物,属于自然

河道。堤岸基本稳定,无侵蚀痕迹,堤岸基本未受到损害。

河流受人干扰,有机动车通过。水体较浑浊,水质污染,基本为Ⅳ类水。汛期水量一般,河水淹没25%河道。水面宽度很窄,大部分河床裸露。非汛期水量小,河道出现干涸甚至断流的现象,生态流量无保障。水生植被较少,有小型栖息地,底质多以淤泥为主,水环境差。

杨官河流域内藻类多样性和底栖动物多样性均不显著,藻类多样性指数偏低,并且在流域内2处采样点中,均未采集到底栖动物,流域内发现一类鱼种。杨官河水量没有基础保障,水体感官浑浊,大部分河床裸露,没有良好的栖息地环境,直接造成生物多样性下降。

区域内人口数量适宜,人均GDP为中等水平,近年有少部分面积农业用地转换成工业及建筑用地,有向城镇化发展体现。区域内有特色的人文景观和自然景观,并且规划了一定数量的公共设施。

1.2 分析方法

层次分析法是一种多层次权重分析的决策方法^[5]。基本原理就是复杂问题简单化,将目标问题拆解为若干个相互影响的问题,将其作为下一层的指标来进行计算的决策方法。层次分析法适用于既有定量指标,又或是定量指标与定性指标兼有的决策分析。河流健康诊断指标体系是一个非线性复杂体系,体系本身就具有模糊性、随机性、和层次性。河流健康诊断指标体系中既有定量的水质、水量等指标,也有定性的联通性、稳定性等指标。因此,层次分析法可以用来处理河流健康诊断分析。

模糊综合评价法(FCE)是一种根据模糊数学隶属度理论把定性评价转化为定量评价的方法^[6]。它具有结果清晰,系统性强的特点,能较好地解决模糊的、难以量化的问题,适合各种非确定性问题的解决。

实际中使用AHP-FCE时,并不是直接给出评价指标,评价指标的确定是通过分析问题并构造层次模型来完成^[6]。首先利用AHP分层的思想对问题进行分解,然后把分层后的最下一层中间层要素(准则)作为评价指标,并将评价指标改为备选方案。

2 指标体系

2.1 体系建立

参考国内外相关文献和指标, 并从实际出发, 对浑河进行实地调研, 建立了基于生态环境, 形态结构和社会服务在内的 15 个小指标。见表 1。

病态状况: 病态的系统是指系统中的一种或多种功能不能达到正常要求, 但还可能恢复到正常的状态, 整体功能并没有完全丧失。

病危状况: 指一个系统不能恢复功能的崩溃状态。此状态的河流, 无论是生态环境, 或者河流形态, 都处于崩溃的边缘。

表 1 河流健康指标体系

目标层	准则层	指标层	目标层	准则层	指标层
河流健康综合指数	水质指标	主要污染物指数	河流健康综合指数	河流形态	纵向蜿蜒度变化率
		河流水质达标率			横向连通性
		富营养化指数			河床稳定性
	水文指标	月均流量变化率		河岸状况	植物覆盖率
		生态需水量			河岸带宽度
	生物指标	底栖动物多样性	社会服务		水资源开发利用率
		藻类多样性指标			防洪工程达标率
		珍惜水生生物多样性			

2.2 健康等级划分

健康状况: 健康的系统是能够在通常情况下达到某种功能要求的系统。是一条河流最好的状态。其生态环境功能、社会服务功能都能实现预期的目标。

脆弱状况: 脆弱的系统就是虽然系统能够达到基本要求, 但是是否能够持续保持正常状态还需要看环境参数的波动。

3 工程实例

3.1 模型建立

(1) 根据指标, 在软件中建立层次模型, 以河流健康指标体系为目标层, 中间为准则层, 各个诊断指标为方案层要素。具体模型图见图 1。

(2) 在软件中对模型进行处理, 根据 1 ~ 9 标度法, 对两两指标进行相对判断, 因为判断矩

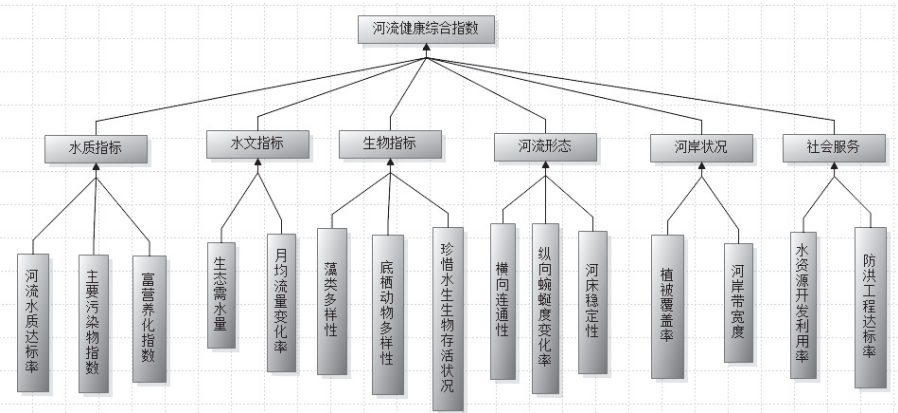


图 1 河流健康综合指数模型

阵较多,就不对矩阵进行展示,只对结果进行分析。录入完所有的数据,生成 AHP 调查问卷,向专家分发,专家填写完毕后回收调查问卷并导入 YAAHP 软件,经过计算,得到了各个指标的权重。(如表 2 所示)。

(3)生成评测表(如图 2 所示),分发到各评

测人,评测人用 Excel 打开文件并将被测对象评测数据填入表中,评测结束后,使用模糊综合评价的“导入”功能,导入所有的问卷。

3.2 结果导出与分析

导入数据后会自动打开 FCE 窗口,层次模型中的各指标的诊断值直接标记在指标的上方,友

表 2 各指标权重

指标		权重	指标		权重
1	主要污染物指数	0.1865	9	河岸带宽度	0.043
2	月均流量变化率	0.12	10	植被覆盖率	0.043
3	生态需水量	0.12	11	河床稳定性	0.0271
4	河流水质达标率	0.0932	12	纵向蜿蜒度变化率	0.0271
5	富营养化指数	0.0932	13	防洪工程达标率	0.0254
6	珍惜水生生物存活状况	0.0562	14	水资源开发利用率	0.0254
7	底栖动物多样性	0.0562			
8	藻类多样性	0.0562			

评测人	姓名	单位
评测对象	友爱河河流健康综合指数	
NO.	评测指标	评测指标说明
1	富营养化指数	富营养化指标主要包括叶绿素a、透明度(SD)、总磷(TP)、总氮(TN)、高锰酸钾指数(CODMn)
2	河流水质达标率	河流水质达标指标数占水质指标总数的百分比
3	主要污染物指数	选取影响河流健康的主要污染物,包括氨氮、化学需氧量、BOD、pH、DO等
4	月均流量变化率	该指标指各月平均流量因子的几何平均值
5	生态需水量	河流维持其正常生态系统、物质循环的平衡和稳定所需要的水量
6	藻类多样性	藻类的种类及组成,反应藻类的丰富程度
7	底栖动物多样性	底栖动物的种类及组成、反应物种的丰富程度
8	珍惜水生生物存活状况	珍惜水生生物或表征水生生物在河流中生存繁衍,物种存活质量与数量的状况
9	植被覆盖率	指植物在单位面积时间内植物的垂直投影面积所占百分比

图 2 软件生成诊断表部分截图

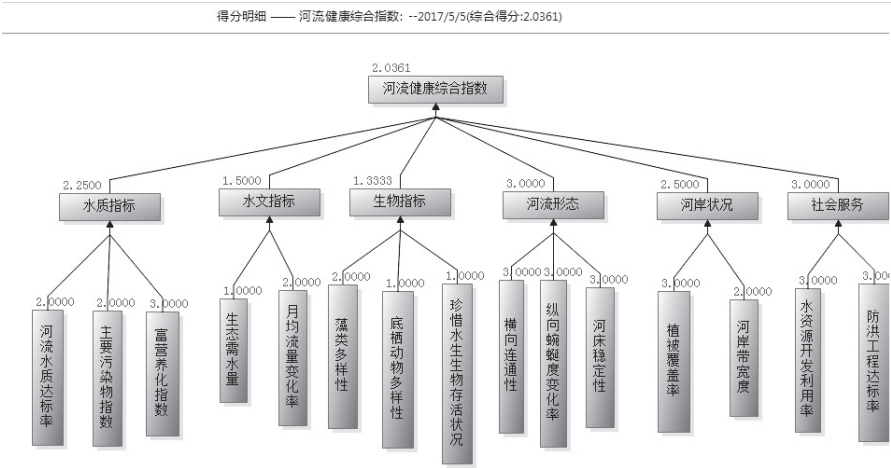


图 3 友爱河河流诊断状况

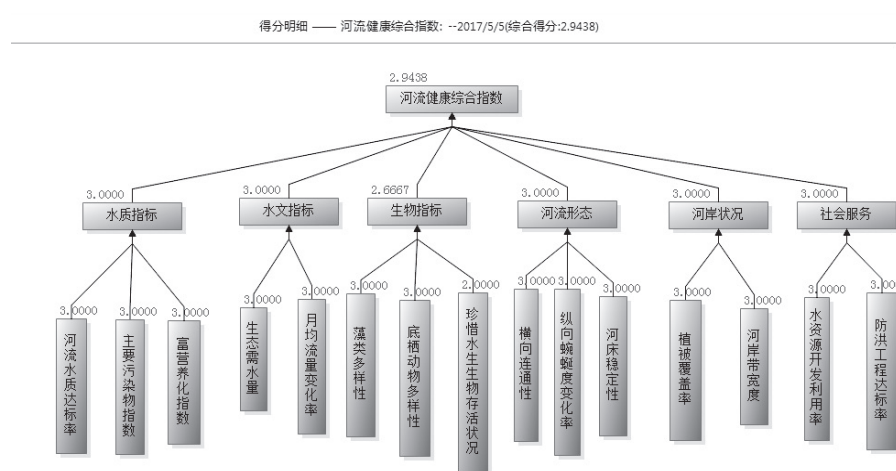


图4 杨官河河流诊断状态

爱河和杨官河的诊断数据见图3与图4。

上游段友爱河获取较高的分数,为2.9438分,下游段杨官河只有2.0361分。杨官河在水文指标和生物指标的状况都不及友爱河,尤其是生物指标,设立的采样点都未发现底栖生物。杨官河位于人口比较密集的城市,人为干扰和人口增大带来的环境污染,都加重了杨官河的健康风险。通过对友爱河与杨官河进行诊断分析,发现浑河流域沈抚段上游河流整体健康状况要优于下游河流健康状况,但是流域内整体健康状况偏差。

4 结论

(1) 本文首先建立了诊断指标,并通过层次分析法和模糊综合评价法对指标进行处理,获得各指标的权重值,以及河流健康综合指数。

(2) 河流健康受到很多指标的综合影响,每项指标也都对上层其他准则层产生不同程度的影响。通过YAAHP软件简化了AHP法中对于判断矩阵的一致性检验,同时解决了模糊综合评价法中复杂指标的权重确定问题。因此YAAHP软件

应用于河流健康诊断分析是可行的。

参考文献:

- [1] Karr J K. Assessments of biotic integrity using fish communities [J]. Fisheries (Bethesda), 1981 (6): 21-27.
- [2] Petersen R C. The RCE: a riparian, channel, and environment inventory for small streams in the agriculture landscape [J]. Freshwater Biology, 1992, 27: 295-306.
- [3] Raven P J, Holmes N T H, et al. Using river habitat survey for environmental assessment and catchment planning in the UK [J]. Hydrobiologia, 2000: 422-423.
- [4] 蔡其华. 维护健康长江, 促进人水和谐——摘自蔡其华同志 2005 年长江水利委员会工作报告人民长江 [J]. 人民长江, 2005, 36 (3): 1-3.
- [5] 吴文广, 张继红, 魏龔伟, 等. 莱州湾泥螺生态安全风险评估——基于 AHP 的 YAAHP 软件实现 [J]. 水产学报, 2014, 38 (9): 1601-1610.
- [6] 张建华. 结合层次分析法和模糊综合评价法的评价方法——利用 yaahp [EB/OL]. [2015-05-25]. <http://www.jeffzhang.cn/yaahp-fce-introduction/>.

(责任编辑: 华智睿)