

层次分析法在衡水湖环境功能区划方案遴选中的应用

潘增辉¹, 刘文娟¹, 周 清², 张晓燕³

(1. 河北省水利科学研究院, 河北 石家庄 050051; 2. 中国农业大学水利与土木工程学院, 北京 100083; 3. 宁夏水利学校, 宁夏 银川 750004)

摘要 通过对环境、社会和技术经济的综合分析, 利用层次分析法对衡水湖环境功能区划备选方案进行遴选, 确定了最佳方案为: 东洼蓄当地水, 西洼蓄引江水, 不建中隔堤, 提高了评价结果的直观性和可操作性。

关键词 层次分析法; 湖泊; 功能区划; 衡水湖

中图分类号 TV213.3 **文献标识码** A **文章编号** 1004-693X(2005)01-0027-02

Application of analytical hierarchy process (AHP) method to the selection of function zoning program in the Hengshui Lake

PAN Zeng-hui¹, LIU Wen-juan¹, ZHOU Qing², ZHANG Xiao-yan³

(1. Hebei Research Institute of Water Resources, Shijiazhuang 050051, China; 2. College of Water Conservancy and Civil Engineering, China Agricultural University, Beijing 100083, China; 3. Ningxia Academy of Water Conservancy, Yinchuan 750004, China)

Abstract According to the comprehensive analysis on ecological environment, social politics and technical economy, the analytical hierarchy process (AHP) method is applied to the selection of the rational function zoning program for the Hengshui Lake. The optimal program is that water in the local region and diverted from the river are stored in the east and west part of the lake separately, without a center dyke in the lake. The visibility and operability of the evaluation results are improved using the AHP method.

Key words analytical hierarchy process; lake; function zoning; the Hengshui Lake

由于湖泊的水流速度缓慢、水体更新历时长, 其环境问题近来已经成为环境治理中的重点和难点。尽管国家已经投入大量的资金和技术力量, 但湖泊的富营养化及污染问题仍难以解决。其根本原因就在于没有对来水水质进行控制, 湖泊治理和功能区划不力, 导致湖水水质总体下降, 湖泊底质受到污染, 进一步成为内污染源。虽然部分湖泊已经进行环境功能区划, 但由于未对其区划方案进行总体评估, 在新的功能区划中出现消极影响并进一步导致环境恶化的现象也时有发生。因此, 加强对湖泊环境功能区划的研究及不同区划方案的遴选工作, 对湖泊环境的治理有较强的现实意义。

衡水湖位于衡水、冀州、武邑和枣强四市(县)之

间, 是华北平原的两大内陆淡水湖之一, 对承接上游来水、供给本地用水起着极其重要的作用, 也是长江中线引水工程的必经之路, 已经成为“引黄”和“引江”等南水北调工程的枢纽。近年来, 由于上游污水的不断汇入, 衡水湖水质急剧恶化, 已经不能适应“引黄”和“引江”南水北调工程对其功能的要求, 且对湿地环境生态破坏很大, 因此, 对其进行治理已经成为目前华北地区水环境治理中迫在眉睫的任务。为了确保衡水湖在南水北调中的调蓄水库功能和湿地功能, 必须对其库区进行环境功能区划分。

本文参考相关的研究成果, 运用层次分析法对衡水湖环境功能区划方案的遴选工作进行研究, 得出衡水湖的最优化利用方案, 在河北省南水北调工

程办公室对衡水湖综合规划决策中起到了重要的参考作用。

1 衡水湖环境功能区划备选方案

衡水湖分为东西两洼。目前东洼北部用来蓄引黄水,南部为冀州小库,主要用来蓄当地沥水,周边污水也顺河道进入冀州小库,使冀州小库水体污染十分严重。西洼自建成以来只蓄过1次水,目前没有启用。

根据当地实际情况,在征询当地水利、环保及库区管理部门意见后,确定衡水湖环境功能区划5个备选方案:①方案1:东洼蓄当地水,西洼蓄引江水,增建中隔堤。②方案2:东洼蓄当地水,西洼蓄引江水,不建造中隔堤。③方案3:西洼部分蓄引江水,东洼北部蓄引江水,东洼南部蓄当地水。④方案4:西洼全部、东洼北部蓄引江水,东洼南部蓄当地水。⑤方案5:西洼蓄当地水,东洼蓄引江水。

本研究将在层次分析法原则下对以上5个备选方案进行综合评比,并确定最优方案。

2 层次分析法在环境功能区划中的应用

2.1 层次结构模型

水环境功能区划涉及的专业学科多,研究范围广,是一个复杂的系统工程。在广泛、深入搜集文献资料的基础上,科学地设计出能正确反映水环境功能的各种指标体系,并据此建立起多层次结构模型(图1)。

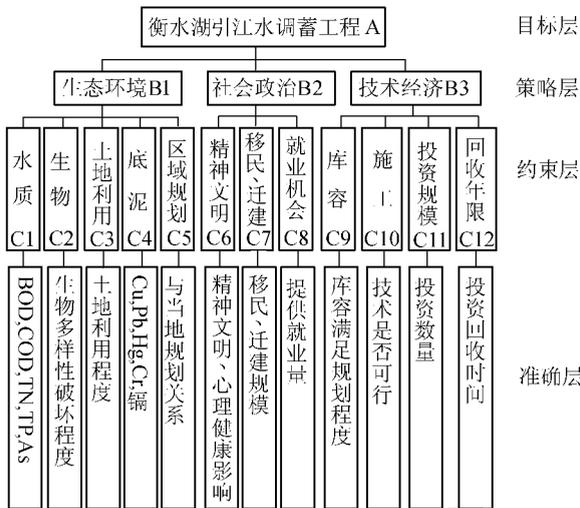


图1 层次分析结构模型

2.2 A-B层次排序

根据生态环境、社会政治、技术经济对目标层重要的程度,得A-B判断矩阵(表1)。

根据平均近似法(方根法),计算判断矩阵的特征向量近似值即各因素权重,得到A-B层次排序(表2)。

表1 A-B判断矩阵

A	B1	B2	B3
B1	1	2	1/2
B2	1/2	1	1/3
B3	2	3	1

表2 A-B层次排序

因素	权重	权重排序
B1	0.30	2
B2	0.16	3
B3	0.54	1

矩阵 $n = 3$, 最大特征值 $\lambda_{\max} = 3.01$, $CI = (\lambda_{\max} - n) / (n - 1) = 0.0046$, $RI = 0.58$, $CR = CI / RI = 0.0079 < 0.1$, 所以该矩阵有较好的一致性。

2.3 B-C层次排序

依据同样的规则,确定B-C层次判断矩阵并计算其特征向量(以B1-C判断矩阵为例)。

表3 B1-C层次排序

B1	C1	C2	C3	C4	C5	权重	排序
C1	1	3	5	2	7	0.41	1
C2	1/3	1	3	1/3	5	0.16	3
C3	1/5	1/3	1	1/6	3	0.07	4
C4	1/2	3	6	1	6	0.32	2
C5	1/7	1/5	1/3	1/6	1	0.04	5

$n = 5$, $\lambda_{\max} = 5.24$, $CI = 0.059$, $RI = 1.12$, $CR = 0.053 < 0.1$, 该矩阵有较好的一致性。

B2-C层次排序、B3-C层次排序与B1-C层次排序同样进行。

2.4 A-B-C矩阵总排序

对A-B-C矩阵进行总排序, C_w 为A-B矩阵和B-C矩阵之积,即最终权重。计算结果如表4所示。

表4 A-B-C矩阵总排序

A	B1 (0.30)	B2 (0.16)	B3 (0.54)	C_w
C1	0.41			0.1240
C2	0.16			0.0480
C3	0.07			0.0210
C4	0.32			0.0960
C5	0.04			0.0120
C6		0.06		0.0096
C7		0.70		0.1120
C8		0.24		0.0384
C9			0.27	0.1458
C10			0.03	0.0162
C11			0.57	0.3064
C12			0.13	0.0702

由表4可见,投资规模(C11)在方案评比中占有最重要的地位,其权重为30.64%。此外,库容是否满足引江水的要求(C9)及水质是否(下转第44页)

势十分严峻,水环境恶化的范围在扩大,程度在加剧,危害在加重。

北支的水质劣于南支、北港和南港;主江右江(南岸)的水质劣于左江(北岸);城市江段的水质劣于非城市江段,低平潮期水质劣于高平潮期,浅水区水质劣于深泓区,水流速度小的水体的水质劣于水流速度大的,下游水质劣于上游。

长江口河段水污染指标主要有 TN、COD_{Mn}和总铅、氯离子和石油类等。

长江口河段的水污染如任其发展下去,水体的富营养化程度将越来越严重。

影响长江口河段水质的污染指标既有无机物又

有有机物,污染源既有生活污染源又有工业污染源;既有固定源又有流动源,既有点源又有面源,既有随径流流入的又有随潮流带入的。

参考文献:

[1] 钟成华,邓春光,廖建华,等.三峡库区1997年平水期水质同步监测的W值法评价[J].环境导报,1997(5):20~22.

[2] 解振华.努力开创“十五”自然生态保护新局面[J].环境保护,2000(4):3~6.

[3] 谢红彬.对太湖流域水环境保护对策的思考[J].环境保护,2000(4):25~26.

(收稿日期 2003-10-22 编辑:傅伟群)

(上接第28页)能够达到规定标准(C1)也比较重要,权重分别为14.58%和12.4%。

3 结论

综合考虑准确层各因素的影响,邀请专家团对约束层各因子打分,得到约束层各因子的最终得分。结合其权重 C_w 可得各方案的综合分值(表5),根据该分值对各个方案进行排序。

表5 各方案综合得分

方案	方案1	方案2	方案3	方案4	方案5
综合得分	0.5888	0.6152	0.5442	0.5668	0.3938

在方案综合评比中,方案2由于分值最高被确定为最优方案。该方案通过工程建设,将西库内17个村庄全部迁出,西湖作为衡水、冀州市饮用水源地,东库蓄当地水。由于未修建中隔堤,其库容较大,总库容达到南水北调衡水湖调蓄水库库容规划要求。西库内的居民全部迁出后,洼内无居民居住,水质基本上不受人活动影响,水体水质可以得到较好保护,其水质在5个方案中最优。同时人类活动程度的降低,可以减少对野生动物的惊扰以及对野生植物的破坏,更加有利于恢复和保护生物多样性。洼内村民完全搬迁出规划核心区,方案规划与《河北衡水湖自然保护区总体规划》完全一致。此方案移民数量多,移民投资大,但就业机会也增加许多。

4 讨论

湖泊的水体环境功能区划涉及到社会、经济、政治、环境、生物和工程等多个学科,相对数据信息量少且定量与定性数据并存。在湖泊水体环境功能区划方案选择中采用层次分析法,可在现有的数据量和数据结构下,通过合理的权重分配和对定性指标作量化处理,使主观判断变为客观描述,既增强了项

目和目标评估的科学性和可靠性,又提高了评估结果的直观性和可操作性。

要想获得科学、理想的评估结果,在湖泊水环境功能区划中使用层次分析法应注意:①针对评估对象设计出能体现评估目的并符合评估对象基本特征的合理评估指标体系。若指标体系缺乏系统性和完整性,或者所列指标缺乏层次性和逻辑性,则无法建立严密的层次结构模型,评估结果亦难以达到科学、可信。②专家调查是一种由专家群对评估或预测目标进行判断和评价的群体作业,因此专家的选择十分重要。如果接受咨询的专家对评估和预测对象缺乏广泛的背景知识和专深的学科知识,就难以作出较客观的正确判断。

参考文献:

[1] 赵藏书,米同清,杨建峰.衡水湖水环境调查及防治对策[J].河北环境科学,2001(1):42~44.

[2] 江宝生.衡水湖东湖底质检测调查[J].河北环境科学,2001(4):19~21.

[3] 温淑瑶,马占青,周之豪,等.层次分析法在区域湖泊水资源可持续发展评价中的应用[J].长江流域资源与环境,2000(2):196~201.

[4] 王好芳,董增川.区域水资源可持续开发评价的层次分析法[J].水力发电,2000(7):12~14.

[5] 苏德林,武斌,沈晋.水环境质量评价中的层次分析法[J].哈尔滨工业大学学报,1997,29(5):105~107.

[6] 慕金波.层次分析法在评定最优环境工程方案中的应用[J].环境科学进展,1997,5(4):33~40.

[7] 刘璇.关于草海国家级自然保护区功能区划最优方案的探讨[J].贵州师范大学学报,1999,17(3):69~73.

[8] 陆建明.平原河网地区地表水环境保护功能区划分的研究[J].环境导报,2000(2):35~36.

[9] 洪继华,宋依兰.层次分析法在水环境规划中的应用[J].环境科学与技术,2000(1):32~39.

(收稿日期 2003-11-04 编辑:傅伟群)