

文章编号:1001-5485(2009)12-0026-03

AHP 在省界缓冲区水资源保护方案评价中的应用

曹永强^{1,2,3}, 游海林¹, 罗 麟², 伊吉美¹, 邢晓森¹

(1. 辽宁师范大学 城环学院, 大连 116029; 2. 四川大学 水力学与山区河流开发保护国家重点实验室, 成都 610065;
3. 河海大学 水文水资源与水利工程科学国家重点实验室, 南京 210098)

摘要:首先给出省界缓冲区的定义,然后基于层次分析的基本原理,构建省界缓冲区水资源保护方案的指标体系,运用 AHP(层次分析法)确定各个评价指标的权重,对我国省界缓冲区水资源保护方案进行综合评价。分析结果显示污染者付费实施方案力度最为到位,水质污染后修复实施方案最不到位。

关键词:省界缓冲区;AHP;水资源保护

中图分类号:X32 **文献标识码:**A

随着社会经济的飞速发展,省界缓冲区水质日益恶化,跨省污染严重,省际水事纠纷时有发生^[1],已成为流域经济社会持续发展的重要制约因素^[1]。省界缓冲区水资源保护涉及跨省、自治区、直辖市行政区域界河水行政管理,在处理上下游、左右岸水事纠纷问题上关系复杂,流域机构内部对省界缓冲区水资源保护目标、内容、原则和方式方法等认识和实践不一,严重影响了省界缓冲区工作全面、深入地开展。因此,制定科学、合理、可操作性强的省界缓冲区水资源保护规范,以全面规范和加强省界缓冲区水资源保护监督管理工作,真正促进流域水资源保护整体水平的提高,显得尤为必要。

通过加强省界缓冲区的水资源保护工作,不但可以分清跨省区污染责任,对落实国家“节能减排政策”,促进上游省(区)加强水污染防治和水资源保护力度,实现省(自治区)际间用水关系的协调具有重要的意义;而且可以规范各方行为,使省界缓冲区水资源保护进入良性循环的轨道。对促进“生态文明社会建设”、“保障人民饮用水安全”也具有重要意义。本文尝试将层次分析法(AHP)应用于省界缓冲区水资源保护方案评价中,提出可操作性强的实施方案,为我国省界缓冲区水资源保护提供重要的决策依据。

1 省界缓冲区的内涵和功能分析

省界缓冲区是水功能区的一种特殊形式,指为协调省(区)际间用水关系,控制上游对下游或相邻

省份水污染而划定的特定水域,是将跨省、自治区行政区域河流、湖泊的边界附近水域,省(区)际边界河流、湖泊的边界附近水域,以及用水矛盾突出的地区之间的水域,单独划出,重点保护的水域。省界缓冲区监督管理是水行政管理的重要组成部分,是国家实现流域管理的主要形式之一。

省界缓冲区是水功能区的一种形式,水资源保护和管理涉及水量和水质2个方面的统一。省界缓冲区水质方面涉及的内容有:水质目标、入河污染物总量、水域纳污能力、水生态系统等。对应的考核指标:水质控制指标,污染物入河浓度指标和总量控制指标;保护工作考核指标,保护目标实现情况考核指标;水生态系统保护与修复考核指标。

2 基于 AHP 的省界缓冲区水资源保护方案评价

2.1 AHP 基本原理

AHP^[2]是对一些较为复杂、较为模糊的问题做出判定的简易方法,特别适用于那些难于完全定量分析的问题。该方法最初由美国运筹学家 T. L. Saaty 教授于 20 世纪 70 年代初期提出,它是将半定性、半定量问题转化为定量问题的有效途径,将各种因素层次化,并逐层比较多种关联因素,为分析和预测事物的发展提供可定量依据。AHP 主要用于确定综合评价的权重系数,所用数学工具主要是矩阵

收稿日期:2008-12-29; 修回日期:2009-02-27

基金项目:四川大学水力学与山区河流开发保护国家重点实验室 2007 年开放基金(0705);河海大学水文水资源与水利工程科学国家重点实验室 2008 年对外开放基金(2008491111);重庆交通大学省部共建水利水运工程教育部重点实验室 2007 年开放基金资助项目(SLK2007B04)

作者简介:曹永强(1973-),男,内蒙丰镇人,副教授,主要从事水文水资源方面的研究,(电话)13079816104(电子信箱)caoyongqiang@tsinghua.org.cn。

运算,已在各项工作中得到广泛应用。

2.2 运用 AHP 评价的方法及步骤

2.2.1 明确问题并建立层次模型

省界缓冲区水资源保护方案评价涉及范围广泛,为了使评价的结果能最大程度地反映客观实际,需要考虑的指标较多,同时考虑到数据资料的取得相对容易,指标要容易量化等问题。因此,在确定指标体系过程中要尽量使指标体系成为一个有机整体,如实反映客观情况,最后建立指标体系和层次结构模型。在借鉴已有研究成果^[3-6]的基础上,对省界缓冲区的防治及治理,本文提出采用 3 级评判标准对省界缓冲区水资源保护方案进行评价。层次结构模型如图 1 所示。

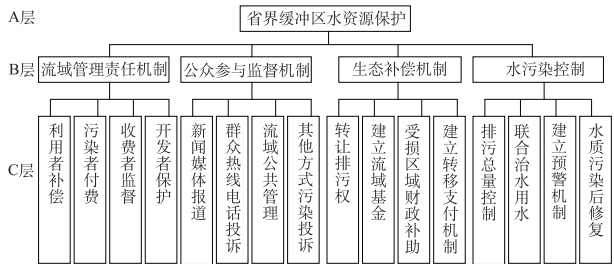


图 1 省界缓冲区的水资源保护方案评价的层次结构图

Fig. 1 The stratum structure of water resources protection program assessment of provincial boundary buffering area

2.2.2 构造判断矩阵及层次单排序

判断矩阵及各层次的单排序结果如表 1 至表 5 所示。(A 代表层次模型结构第一层(总目标层),B 代表层次结构模型第二层(准则层),C 代表第三层(措施层))。

表 1 省界缓冲区污染的防治判断矩阵 A-B					
Table 1 Judgment matrix A-B					
省界缓冲区污染的防治	流域管理责任机制	公众参与监督机制	生态补偿机制	水污染控制	特征向量
流域管理责任机制	1	4	3	2	0.331 9
公众参与监督机制	1/4	1	1	3	0.233 9
生态补偿机制	1/3	1	1	1/2	0.211 7
水污染控制	1/2	1/3	2	1	0.222 5

注:判断矩阵一致性比例 0.013 2; 对总目标的权重 1.000 0。

表 2 流域管理责任机制判断矩阵 B1-C					
Table 2 Judgment matrix B1-C					
流域管理责任机制	利用者补偿	污染者付费	收费者监督	开发者保护	特征向量
利用者补偿	1	1/3	2	1/3	0.210 5
污染者付费	3	1	3	4	0.347 0
收费者监督	1/2	1/3	1	2	0.221 3
开发者保护	3	1/4	1/2	1	0.221 3

注:判断矩阵一致性比例 0.024 5; 对总目标的权重 0.331 9

表 3 公众参与监督机制判断矩阵 B2-C					
Table 3 Judgment matrix B2-C					
公众参与监督机制	新闻媒体报道	群众热线电话投诉	流域公共管理	其他方式污染投诉	特征向量
新闻媒体报道	1	3	1/3	3	0.262 9
群众热线电话投诉	1/3	1	1/4	3	0.204 7
流域公共管理	3	4	1	5	0.373 0
其他方式污染投诉	1/3	1/3	1/5	1	0.159 4

注:判断矩阵一致性比例 0.005 6; 对总目标的权重 0.222 5。

表 4 生态补偿机制判断矩阵 B3-C					
Table 4 Judgment matrix B3-C					
生态补偿机制	转让排污权	建立流域基金	受损区域财政补助	建立转移支付机制	特征向量
转让排污权	1	5	3	2	0.346 8
建立流域基金	1/5	1	1/2	3	0.210 4
受损区域财政补助	1/3	2	1	1/3	0.210 4
建立转移支付机制	1/2	1/3	3	1	0.232 5

注:判断矩阵一致性比例 0.049 3; 对总目标的权重 0.233 9

表 5 水污染控制判断矩阵 B4-C					
Table 5 Judgment matrix B4-C					
水污染控制	排污总量控制	联合治水用水	建立预警机制	水质污染后修复	特征向量
排污总量控制	1	3	1/2	4	0.300 3
联合治水用水	1/3	1	2	2	0.245 9
建立预警机制	2	1/2	1	3	0.271 7
水质污染后修复	1/4	1/2	1/3	1	0.182 1

注:判断矩阵一致性比例 0.022 6; 对总目标的权重 0.211 7

2.2.3 层次总排序及一致性检验

计算同一层次所有因素对于最高层(总目标)相对重要性的权值,称为层次总排序。这一过程是最高层次到最低层次进行的。若上一层次 A 包含 m 个因素, A_1, A_2, \dots, A_m , 下一层次 B 包含 B_1, B_2, \dots, B_n 。它们对因素 A_j 的层次单排序权值分别为 $b_{1j}, b_{2j}, \dots, b_{nj}$ (当 B_k 与 A_j 无联系时, $b_{kj} = 0$) ,则 B 层次总排序权值 $w_j = \sum_{j=1}^m a_j b_{mj}$, ($j = 1, 2, \dots, m$) ,本文层次 C 对层次 A 的总排序结果如表 6。如果 B 层次某些因素对于 A_j 的层次单排序一致性指标为 C_{ij} , 相应的平均随机一致性指标为 R_{ij} , 则 B 层次总排序随机一致性比率为

$$CR = \frac{\sum_{j=1}^m a_j C_{ij}}{\sum_{j=1}^m a_j R_{ij}} \quad。$$

当 $CR < 0.10$ 时,层次总排序具有满意的一致性,否则则需要重新调整判断矩阵的元素取值。本文中的 $CR = 0.053\ 2 < 0.10$, 所以层次总排序具有

满意一致性结果。

表 6 层次总排序结果

Table 6 The weights of every evaluation factor

层次 C	层次 B				层次总排序
	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	
	0.3319	0.2339	0.2117	0.2225	
C ₁	0.210 5				0.069 9
C ₂	0.347 0				0.115 2
C ₃	0.221 3				0.073 4
C ₄	0.221 3				0.073 4
C ₅		0.262 9			0.081 1
C ₆		0.204 7			0.049 2
C ₇		0.373 0			0.049 2
C ₈		0.159 4			0.054 4
C ₉			0.346 8		0.063 6
C ₁₀			0.210 4		0.052 0
C ₁₁			0.210 4		0.057 5
C ₁₂			0.232 5		0.038 5
C ₁₃				0.300 3	0.058 5
C ₁₄				0.245 9	0.045 5
C ₁₅				0.271 7	0.083 0
C ₁₆				0.182 1	0.035 5

根据归一化后各指标权重值排序结果,可以把 16 个指标划分为重要指标(≥0.1)、次要指标(0.6~0.1)和一般指标(≤0.6)三类^[7],结果见图 2。

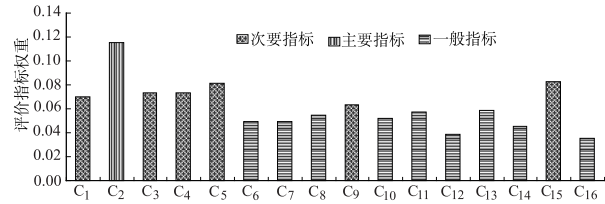


图 2 省界缓冲区水资源保护评价因子指标划分图
Fig 2 The division of factors for water resources protection program assessment of provincial boundary buffering area

3 结果分析

(1) 省界缓冲区污染防治 16 项措施中,只有方案 C₂(污染者付费)为重要指标;方案 C₁,C₃,C₄,C₅,C₉,C₁₅为次要指标,共计 6 项措施;C₆,C₇,C₈,C₁₀,C₁₁,C₁₂,C₁₃,C₁₄,C₁₆为一般指标,共计 9 项措施。

(2) 重要指标 C₂(权重极大值)与一般指标中权重最低的指标 C₁₆(权重极小值)二者之间的权重相差比较悬殊,差值达到 0.797。说明我国在 16 项措施污染防治中,比较注重污染者付费这个方案措施,本着“谁污染、谁负责”的原则,这一做法符合我国的基本国情。然而,指标 C₁₆的权重只有 0.035 5,在全部的 16 项措施,位居最后一位,说明我国在省界缓冲区的防治中,对污染后的省界缓冲区水质的修复没有引起相关部门的足够重视,投入力度还有待进一步加强。因为指标 C₁₆在省界缓冲区的治理中,具有十分重要的作用,是省界缓冲区污染防治效果好坏的直接体现。

(3) 显示结果中,一般指标和次要指标中的某些方案的实施力度不是十分到位,很多指标的实施投入力度都有待进一步加强。相关部门应积极主动,调动一切能调动的资源,综合考虑各方面的因素,加大实施力度。

参考文献:

[1] 蒋英姿,江 溢,成 新.太湖流域省际边界地区水资源保护问题与对策[J].水资源保护,2006,22(3):88-90.
[2] 徐建华.计量地理学[M].北京:高等教育出版社,2006:226-232.
[3] 俞玲玲.浙江省水污染物排放权交易制度构建研究[D].浙江:浙江工商大学,2007:42-44.
[4] 王东辉,王 禹,林志华.松花江水环境污染特征及防治措施[J].环境科学管理,2007,6(32):67-69.
[5] 韩 宇.跨行政区域水污染纠纷处理机制研究[D].吉林:吉林大学,2007:3-7.
[6] 秦丽杰,邱 红.松辽流域水资源区域补偿对策研究[J].自然学报,2005,(1):14-19.
[7] 戴 新,丁希楼,陈英杰.基于 AHP 法的黄河三角洲湿地生态环境质量评价[J].资源环境与工程,2007,21(2):135-139.

(编辑:曾小汉)

Application of AHP in Water Resources Protection Program Assessment of Provincial Boundary Buffering Area

CAO Yong-qiang^{1,2,3},YOU Hai-lin¹,LUO Lin²,YI Ji-mei¹,XING Xiao-sen¹

(1. School of Urban Planning and Environmental Science, Liaoning Normal University, Dalian 116029, China;
2. State Key Laboratory of Hydraulics and Mountain River Engineering, Sichuan University, Chen Du 610065, China; 3. State Key Laboratory of Hydrology-Water Resources and Hydraulic Engineering, Hohai University, Nanjing 210098, China)

Abstract: First of all, this paper gives the definition of a provincial boundary buffering area, then according to the (下转第 49 页)