

文章编号: 1007-4929(2007)07-0050-02

集雨节灌区生态经济系统规划方法研究

郝志斌¹, 徐建新¹, 杨静², 商崇菊²

(1. 华北水利水电学院, 河南 郑州 450011; 2. 贵州省水利科学研究院, 贵州 贵阳 550002)

摘要: 针对集雨节灌区生态经济系统优化发展问题, 运用层次分析法, 构建了集雨节灌区生态经济系统规划模型, 对设定的各种方案进行优劣性评价, 以指导实际应用。实例证明该方法合理有效, 适应性较强, 可为解决集雨节灌区复杂的生态经济系统发展规划提供一种手段; 将为充分发挥区域自然优势、经济优势、改善生态环境的工程决策等提供帮助。

关键词: 集雨节灌区; 生态经济系统; 规划方法; 层次分析法

中图分类号: F323.1 文献标识码: A

Research on the Planning Method of Eco-Economic System in Rainwater Harvesting and Water-Saving Irrigation District

HAO Zhi-bin¹, XU Jian-xin¹, YANG Jing², SHANG Chong-ju²

(1. North China Institute of Water Conservancy and Hydroelectric Power, Zhengzhou 450011, China;

2. Guizhou Provincial Water Resources Research Institute, Guiyang 550002, China)

Abstract: Aiming at the optimizing development problems of eco-economic system structure in the rainwater harvesting and water-saving irrigation district, the paper establishes the planning model of eco-economic system in rainwater harvesting and water-saving irrigation district by using the analytic hierarchy process, evaluate the superiority and inferiority of all the given schemes. The example shows that the process was reasonable, effective and adaptive. It provides an effective means for the complicated eco-economic system development planning in the rainwater harvesting and water-saving irrigation district. It provides some helps to take full advantage of the nature, economy and improve the project decision of ecological environment.

Key words: rainwater harvesting and water-saving irrigation district; eco-economic system; planning method; analytic hierarchy process

0 引言

雨水资源化就是在雨水、雨水资源和雨水资源化的内涵中赋予一定的空间属性, 而集雨节灌则是雨水资源化途径的一个重要方面^[1,2]。世界上许多国家和地区, 在集雨节灌方面进行了很多研究, 并取得了显著的成效, 比如说: 为农村产业结构调整、农民增收和山区经济发展、保持水土、改善生态环境等发挥了重要作用; 但从另一方面来讲, 集雨节灌虽然有众多的优越性, 它毕竟是对正常水文循环的一种人工干预, 从而对区域水环境、生态环境和局域气候会造成一定的负面影响^[2~4]。

区域生态系统是由区域生态系统和区域经济系统相互交织而成的复合的、能够优化利用区域内各种资源, 形成生态经济合力, 产生生态经济功能和效益的开放系统^[3,4]。由于内在、外在的各种因素影响, 区域生态经济系统处于不断运动、变化和发展之中, 其平衡也是一种相对的、动态的平衡。笔者通过对集雨节灌区生态经济系统的综合研究分析发现, 雨水的集蓄利用将会引起不同程度的区域环境影响, 包括对区域水环境的影响、区域生态环境的影响等^[5~8]。因此, 对集雨节灌区的开发, 应该从实际出发, 充分考虑雨水资源利用所引起的生态经济系统的一系列变化。

收稿日期: 2007-05-08

基金项目: 国家“863”高科技计划项目(2002AA2Z4291)。

作者简介: 郝志斌(1979-), 男, 硕士研究生。

1 理论方法和技术模型

1.1 理论方法

层次分析法(Analytic Hierarchy Process, 简写 AHP)又称多层次权重分析法,是国外 70 年代末提出的一种新的定性分析与定量分析相结合的系统分析方法,适用于结构较为复杂、决策准则较多而且不易量化的决策问题,其思路简单明了,尤其是紧密地和决策者的主观判断和推理联系起来,使决策者对复杂问题的决策思维过程系统化、模型化、数字化,从而可以有效避免决策者在结构复杂和方案较多时逻辑推理上的失误,对系统问题的规划起到优化作用^[9]。运用该方法解决问题的基本思路如下:

(1)第 1 步:明确问题,提出总目标。

(2)第 2 步:建立层次结构,把问题分解成若干层次。第一层为总目标;中间层可根据问题的性质分成目标层(准则层)、部门层、约束层等;最低层一般为方案层或措施层。

(3)第 3 步:求同一层次上的权系数(从高层到低层)。假设当前层次上的因素为 A_1, A_2, \dots, A_n , 相关的上一层因素为 C (可以不止一个),则可针对因素 C , 对所有因素 A_1, A_2, \dots, A_n 进行两两比较,得到数值 a_{ij} , 其定义和解释见表 1。记 $A = (a_{ij})_{n \times n}$, 则 A 为因素 A_1, A_2, \dots, A_n 相应于上一层因素 C 的判断矩阵。记 A 的最大特征根为 λ_{\max} , 属于 λ_{\max} 的标准化的特征向量为 W , 则 W_1, W_2, \dots, W_n 给出了因素 A_1, A_2, \dots, A_n 相应于因素 C 按重要(或偏好)程度的一个排序。

表 1 指标重要程度说明表

相对重要程度	定义	解释
1	同等重要	目标 i 和 j 同样重要
3	略微重要	目标 i 比 j 略微重要
5	相当重要	目标 i 比 j 重要
7	明显重要	目标 i 比 j 明显重要
9	绝对重要	目标 i 比 j 绝对重要
2, 4, 6, 8	介于两相邻重要程度间	

(4)第 4 步:求同一层次上的组合权系数。设当前层次上的因素为 A_1, A_2, \dots, A_n , 相关的上一层因素为 C_1, C_2, \dots, C_m , 则对每个 C_i , 根据第 3 步的讨论可求得一个权向量 $W_i = (W_{i1}, W_{i2}, \dots, W_{in})$ 。如果已知上一层 m 个因素的权重分别为 a_1, a_2, \dots, a_m , 则当前层每个因素的组合权系数为:

$$\sum_{i=1}^m a_i W_i^1, \sum_{i=1}^m a_i W_i^2, \dots, \sum_{i=1}^m a_i W_i^n \quad (1)$$

如此一层层自上而下求下去,一直到最低层所有因素的权系数(组合权系数)都求出来为止,根据最低层权系数的分布即可给出一个关于各方案优先程度的排序。

由(1)式可知,若记 B_k 为第 k 层次上所有因素相对于上一层有关因素的权向量按列组成的矩阵,则第 k 层次上的组合权系数向量 W_k 满足:

$$W_k = B_k \cdot (B_k - 1) \cdots B_2 \cdot B_1 \quad \text{其中 } B_1 = (1) \quad (2)$$

(5)第 5 步:一致性检验。在得到判断矩阵 A 时,有时会出现判断上的不一致性。还需利用一致性指标进行检验,即要求一致性指标 $CI \leq 0.1$, 随机一致性比率 $CR \leq 0.1$, 其中:

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}; \quad CR = \frac{CI}{RI} \quad (3)$$

式中: RI 为平均随机一致性指标,其值可以通过查表 2 求得。

表 2 3~9 阶矩阵 RI 值

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9
RI	0	0	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45

对多层次判断矩阵的一致性检验,其计算道理一样。对于判断矩阵的最大特征根和相应的特征向量,可利用和积法计算。

1.2 技术模型

本文根据典型集雨节灌区的调研分析,将其生态经济系统结构分为 3 个层次,确立了如图 1 所示的以经济繁荣、人民富裕、生态平衡和社会进步为生态经济系统规划目标,以有利因素、制约因素和潜力因素整体考虑、统筹兼顾为规划思路,充分考虑集雨节灌对生态经济系统所引起的一系列变化的技术模型,旨在科学地制定出集雨节灌区的宏观发展战略。

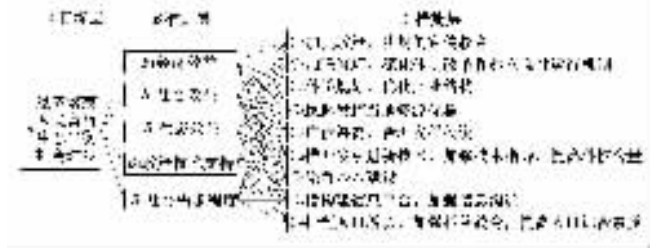


图 1 集雨节灌区生态经济系统结构图

2 应用及结果分析

砂锅窑示范区属土石丘陵区。由于人们对自然资源的特点、潜力、适应性以及农、林、牧三者的相互依赖、相互促进的关系缺乏深刻认识,致使土地利用极不合理,农、林、牧矛盾突出,土壤瘠薄,植被稀疏,水土流失严重,生态环境日益恶化。要扭转生态经济的恶性循环,不但涉及到生态系统能量、物质的转换平衡,而且涉及到生产力的布局和生产关系的调整等问题。因此,该区域的生态经济系统规划必须结合目前的具体情况。

采用所述理论方法和技术模型,求得砂锅窑示范区生态经济系统规划各指标权重为 $W_3 = B_3 \cdot B_2 = (0.073, 0.0511, 0.1919, 0.1021, 0.1124, 0.1570, 0.1152, 0.1067, 0.0907)^T$ 。可见,针对该集雨节灌区生态经济系统发展规划问题,在以上所列的 9 条措施中,根据总权重值排序应按以下顺序优化规划:①科学规划、优化产业结构(总权重值为 0.1919);②开发引进新技术,加强技术指导,提高科技含量(总权重值为 0.157);③完善基本建设(总权重值为 0.1152);④广泛筹资、合理安排投资(总权重值为 0.1124);⑤构建信息平台,加强信息沟通(总权重值为 0.1067);⑥挖掘发挥当地资源优势(总权重值为 0.1021);⑦控制人口增长,加强科普教育,提高人口综合素质(总权重值为 0.0907);⑧加强政策、法规的宣传教育(总权重值为 0.073);⑨加强管理、深化体制改革和建立良性运行机制(总权重值为 0.0511)。

3 结论

层次分析法应用在集雨节灌区生态经济 (下转第 54 页)

供水,提高渠系水的利用率;加强再生水利用工程建设,制定《再生水利用规划》,重点建设污水处理厂,铺设再生水供给网络;加强雨水利用工程建设,采取“截、蓄、调”等技术措施收集、存贮、控制并高效利用雨水;加强生态保护和建设,保证生态用水,营造良好的生态环境。同时加强量取用水监测、计量设施的建设,为节水型社会建设提供科技支持。

3.3 调整经济结构,优化配置水资源

建立与水资源承载力相适应的经济结构体系是建设节水型社会的关键,调整经济结构就是调整用水结构,最终是提高水资源的承载力。大力发展高新技术产业,提高高新技术产业的比重,可大幅度降低水耗和提高经济增长;农业重点调整种植结构,开发培养节水高产品种,提高农田整体水分利用效率。同时,缺水地区要适当控制城镇化建设的规模,禁止建设高耗水景观,关闭自备井,实现统一供水。

3.4 节水型社会建设离不开防污型社会建设

水资源未用先污,至使清洁水源降低使用价值甚至丧失,这是水资源的巨大浪费,因此,少排、少污和污水治理是一种节水,同样,回用再生水和循环利用水,也是一种节水。加强水污染治理,严格污染物排放标准,限制污水排放量,客观上会提高用水成本,促进用户减少用水,提高循环用水,从而促进节水,另一方面排放量也会减少,水环境必然会改善和提高。污水的治理回用,是防治污染的关键所在,也是节水的重要手段,因此,建设节水型社会防污型社会建设应先行。

3.5 量质定价,实现节约用水和水资源的合理配置

根据不同用水对象和对水质的要求,分质按分量级实行“阶梯式”水价,保证基本用水合理定价,多耗水随着量的增加逐步提高水价,以此促进节水。

4 结 语

节水型社会建设离不开政府和领导的重视、财力投入、部门协作和水务一体化建设,通过全社会共同努力综合节水,实现“三个转变”,即:把水作为一般性资源向战略性资源认识转变;由粗放经营方式向集约型经营方式转变;由依靠增量解决水资源短缺向重视节水、防污、重复利用转变。以此实现水资源增殖和生态环境友好,支撑经济社会可持续发展,保障人民生活生产,最终构建和谐和谐社会建设具有重大意义。因此,全社会建设节水型社会是社会经济可持续发展的必然选择和必由之路,其建设意义超过南水北调工程。 □

参考文献:

- [1] 周宏春. 节约型社会的工作重点和制度保障[A]. 中国水利学会 2006 学术年会会刊.
- [2] 贺国庆,永 韶,何 丹,等. 对建设广东省节水型社会的对策研究[C]. 水文,2006,26(5),76—79.
- [3] 陈红翔,高继红,李 琼. 宁夏水资源问题研究[C]. 水文,2006,26(5),64—67.

(上接第 49 页)

表 8 城市规划区水资源供需平衡成果表 万 m³

分项	供水量				平衡余水	
	保证率	净水量	污水回用	雨洪径流	需水量	供河湖生态
多年平均		34 443	3 300	450	29 548	8 645
2010 年	一般年份(50%)	32 018	3 300	450	29 548	6 220
	干旱年(75%)	29 000	3 300	450	29 548	3 202
	特别干旱(95%)	27 815	3 300	0	29 548	
多年平均		53 663	5 000	725	39 113	13 275
2020 年	一般年份(50%)	51 238	5 000	725	39 113	10 850
	干旱年(75%)	46 675	5 000	725	39 113	6 467
	特别干旱(95%)	46 620	5 000	0	39 113	5 687

进行多水源供需平衡。平衡余水量为可供河湖生态用水量,南水北调通水后,根据 2010~2020 年需水预测增长,预留 7 000 万 m³ 水做为 2020~2030 年城市经济发展用水。见表 8。

供需平衡结果,在南水北调通水之前,一般年份供河湖生态用水量 6 220 万 m³,基本满足城市水系建设环境生态用水;南水北调通水后,在预留 2020~2030 年城市经济发展用水 7 000 万 m³ 后,一般年份供河湖生态用水量 10 850 万 m³,完全满足城市水系建设环境生态用水。 □

(上接第 51 页)

系统发展规划中,原理清晰,操作简单,其分析结果有助于我们从质和量两方面出发,对解决复杂问题的各种措施进行优劣性评价,从而更加合理有效地利用宝贵的雨水资源,发挥当地自然优势和经济优势,改善生态环境,为实现生态经济的可持续发展提供科学的决策依据。

目前,我国的集雨节灌工程即将全面展开,该研究成果将更好的指导实际集雨节灌区的工作。这对于普及、推广集雨节灌,缓解日益突出的水资源紧张局面、推动农业生产发展和实现我国农业的可持续性发展,具有一定的实际应用价值。 □

参考文献:

- [1] 徐建新. 国家“863”高科技计划——集雨、多水源优化配置与节灌综合技术研究及示范[R]. 华北水利水电学院,河南省农业科学院,河南省辉县市科技局,2005.
- [2] 陈克森,倪化秋,何晓科,等. 山丘区集雨灌溉高效用水模式及灌水技术研究[J]. 节水灌溉,2005(4):40—42.
- [3] 黄占斌,程积民,赵世伟,等. 半干旱地区集雨利用模式及其评价[J]. 农业工程学报,2004,20(2):301—304.
- [4] 吴光红,郑洪起. 农业生态经济系统结构优化方法研究[J]. 灌溉排水学报,2003,22(2):74—77.
- [5] 姜启源. 数学模型[M]. 北京:高等教育出版社,1996.
- [6] 徐建新,商崇菊,曹玉升,等. 集雨节灌工程综合效益评价方法研究[J]. 灌溉排水学报,2006,25(4):24—27.