

水权第一层次初始分配模型

吴凤平,葛 敏

(河海大学商学院,江苏 南京 210098)

摘要 针对水权第一层次初始分配问题,探讨了应用多目标决策模型进行分配的方法.根据水权初始分配的有效性原则、公平性原则和可持续性原则,构建了水权初始分配的指标体系,建立了多层次半结构性多目标模糊优选模型.该模型在某流域第一层次水权初始分配的应用表明,模型是可行的.

关键词 水权;初始分配;半结构性多目标模糊优选

中图分类号 :DF466 **文献标识码** :A **文章编号** :1000-1980(2005)02-0216-04

水权管理的关键和难点是水权的初始配置.国外有些国家主要通过立法建立水权水市场制度.实践证明,这种制度优化配置了水资源,提高了资源的利用效率.在我国,较长一段时间一直利用计划经济手段配置水资源,水资源利用效率低下,因此,国内学者已十分关注对水权初始分配问题的探讨.葛颜祥等^[1]提出,在竞争性水权制度下,水权的分配可以采用人口分配模式、面积分配模式、混合分配模式、现状分配模式及市场分配模式.梁慧稳^[2]提出用综合权重法配置初始水权.裴源生等^[3]对黄河置换水量的分配构建了水权分配指标体系,并根据水权分配指标体系,应用层次分析和模糊决策理论相结合的方法进行了水权的分配.苏青等^[4]分析了河流取水权的特点,提出了区域水权的概念,考虑了水权分配的主要因素——现状用水量、理论用水量、投资贡献等,建立了比例型水权分配模型.本文基于水权分配应满足公平第一、效益优先的原则,探讨应用多目标决策模型对水权进行初始分配的方法.

按照所有权与使用权分离的原则,水权实质上是对一定量的水资源在一定时段内的使用权^[5].水权分配包含水权的初始分配与初始分配之后的再分配两层含义,后者属于水权转让和交易的范畴.因此,本文将水权的初始分配分为两个层次:第一层次为从流域到行政区;第二层次为从行政区到不同的用水部门.对水权第一层次的初始分配,本文拟采用半结构性多目标模糊优选的方法进行研究;水权第二层次的初始分配问题,笔者将另文探讨.

由于水权初始分配总量(记为 $W_{\text{总}}$)的计算不是本文研究的重点,所以把 $W_{\text{总}}$ 当作已知量来处理.考虑到人的基本生活用水首先要得到保障,因此,本文研究的进行水权初始分配的水资源量为

$$W'_{\text{总}} = W_{\text{总}} - \sum_{i=1}^n x_{i1}$$

式中 x_{i1} 为 i 地区的生活用水量, $i = 1, 2, \dots, n$.

1 水权第一层次初始分配方法

1.1 水权初始分配的原则

本文对水权进行的初始分配采用有效性原则、公平性原则和可持续性原则^[3].

1.2 水权初始分配指标体系的构建

首先确定水权初始分配系统的总目标为水量在各地区合理分配.根据水权理论,从实现总目标的有效性、公平性、可持续性原则出发,依据概念清楚、资料完备、便于计算、各自独立的方针,建立影响水权初始分配的指标体系,其基本结构见图 1.

收稿日期 2004-11-01
基金项目 河海大学“211”工程建设资助项目(211020806)
作者简介 吴凤平(1964—),男,江苏姜堰人,教授,博士,主要从事水利经济管理、水运规划等研究.

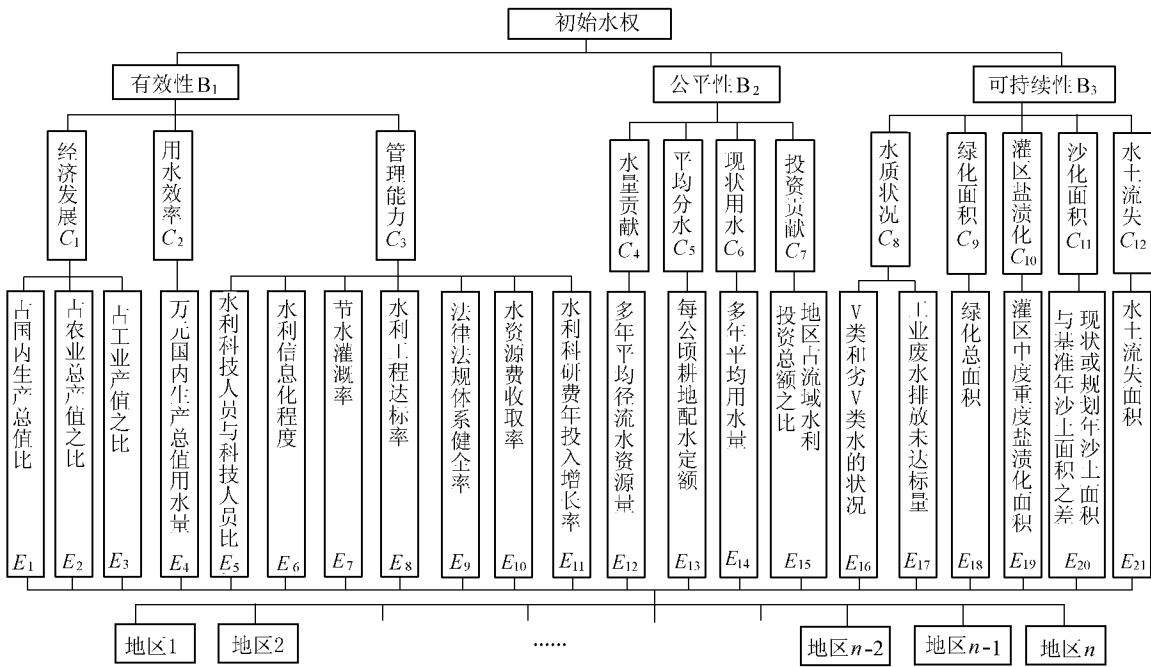


图 1 水权初始分配指标体系

Fig.1 Index system for water rights initial allocation

a. 有效性原则指标.(a) 经济发展指标.用地区在流域内的国内生产总值/流域的国内生产总值、地区在流域内的农业总产值/流域的农业总产值、地区在流域内的工业产值/流域的工业产值 3 个比值表示国民经济发展在流域内的重要程度,体现各地区在全流域所占的地位.(b)用水效益指标.根据用水效益优先的原则,采用万元国内生产总值用水量($\text{m}^3/\text{万元}$)表示.(c)管理能力指标.根据能力优先的原则,采用水利科技人员占科技人员比、水利信息化程度、水利科研费年投入增长率、节水灌溉率、水利工程达标率、法律法规体系健全率、水资源费收取率表示.

b. 公平性原则指标.(a) 水量贡献^[4].根据水源地优先的原则,即水量贡献较多的地区拥有较多的取水权.水量的计算,按照水文统计确定,主要指该地区多年平均径流水资源量(亿 m^3).(b) 平均分水量指标.用人均和每公顷耕地配水定额反映用水的公平性,但本文在水权分配时已减去生活用水量,因此,平均分水量指标只用每公顷耕地配水定额(m^3)来反映.(c) 现状用水量指标.根据现状用水优先原则,用各地区在流域内多年平均用水量(亿 m^3)表示.(d) 投资贡献指标.考虑历史上各地区对河流的各种投入,主要是水利工程的投入、水库淹没损失、节水设施的投入和污水处理工程的投入等,可以采用历史累计投资额指标表示.一般而言,只有增加河流有效可利用水量的投资才能考虑,但由于本文的水量分配针对的是河流的多年来水量,因此投资可以是所有针对河流的投入,但必须分清投资受益对象,受益人为非区域本身其投资才能计入投资贡献.但为了资料的易得,本文用各地区属于该流域部分的水利投资总额与流域水利投资总额之比表示.

c. 可持续性原则指标.(a) 水质状况指标.用 V 类和劣 V 类水的状况^[6]、各地区在流域内工业废水排放未达标量(万 t)来反映.(b) 绿化面积指标.用各地区在流域内的绿化总面积(hm^2)表示.(c) 灌区盐渍化指标.用各地区在流域内灌区中度和重度盐渍化面积(hm^2)表示.(d) 沙化面积指标.用现状或规划年沙土面积与基准年沙土面积之差(hm^2)表示.(e) 水土流失指标.用各地区在流域内水土流失面积(hm^2)表示.

需要说明的是,由于行政区划与流域区划不完全重合,因此,上述指标值应是行政区划中属于该流域部分的指标值.

1.3 水权第一层次初始分配的多层次半结构性多目标模糊优选模型

1.3.1 单元系统模糊优选模型的建立

由图 1 可知,水权初始分配系统可以分解成 1 个 4 层模糊优选系统,又可看成是由有效、公平、可持续 3 个子系统组成.先将 3 个子系统分解为 3 个 3 层模糊优选系统,再分别对 3 个子系统建立多层系统模糊优选模型.即对于子系统,首先建立单元系统模糊优选模型,再建立多层系统模糊优选模型.对于单元系统模糊优选模型^[7],其建模的一般步骤为:

设决策集 $D = (d_1, d_2, \dots, d_n) = (\text{地区 } 1, \text{地区 } 2, \dots, \text{地区 } n)$

- a. 根据人的经验知识量化原理^[7]确定目标权重及定性目标的相对优属度.
- b. 对于定量目标, 越大越优型的相对优属度公式为

$$\gamma_{ij} = \frac{p_{ij}}{p_{imax}} \tag{1}$$

越小越优型的相对优属度公式为

$$\gamma_{ij} = \frac{p_{imin}}{p_{ij}} \quad p_{imin} \neq 0 \tag{2}$$

式中: p_{ij} —— j 决策 i 目标特征值; γ_{ij} —— j 决策 i 目标的相对优属度.

- c. 将定性目标与定量目标相对优属度矩阵组合在一起, 得到半结构性决策系统目标相对优属度矩阵.
- d. 用单元系统模糊优选理论模型得到方案 j 的相对优属度 μ_j 值.

$$\mu_j = \frac{1}{1 + \left(\frac{d_{jg}}{d_{jb}}\right)^2} \tag{3}$$

式中: μ_j ——方案 j 的相对优属度; d_{jg} ——方案 j 与优等方案的距离; d_{jb} ——方案 j 与劣等方案的距离.

1.3.2 多层系统模糊优选模型的建立

由图 1 可知, 在水权初始分配指标体系有效性子系统中, E_6, E_7, E_9 为定性指标, 其余为定量指标.

- a. 确定经济发展指标 C_1 下 E_1, E_2, E_3 的权重, 得出目标之间二元对比的标度矩阵式(4).

$$E_1 \quad E_2 \quad E_3$$
$$E_{C_1} = \begin{bmatrix} 1e_{11} & 1e_{12} & 1e_{13} \\ 1e_{21} & 1e_{22} & 1e_{23} \\ 1e_{31} & 1e_{32} & 1e_{33} \end{bmatrix} \tag{4}$$

检验矩阵的一致性, 对 E_{C_1} 各行元素之和由大到小进行重要性排序, 以序号 1 的目标为标准, 与序号 2、3 的目标逐一进行重要性对比, 得到 E_1, E_2, E_3 对于 C_1 的非归一化权重, 将权重归一化得

$${}_1\omega^1 = (\omega_{11}, \omega_{12}, \omega_{13}) \tag{5}$$

- b. 经济发展指标 C_1 下有 E_1, E_2, E_3 3 个越大越优定量指标, 利用式(1)得 3 个越大越优定量指标的相对优属度矩阵

$${}_1R^1 = \begin{bmatrix} {}_1\gamma_{11} & \cdots & {}_1\gamma_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ {}_1\gamma_{31} & \cdots & {}_1\gamma_{3n} \end{bmatrix} = ({}_1\gamma_{ij}) \quad (i = 1, 2, 3; j = 1, 2, \dots, n)$$

- c. 利用式(3)得到 C_1 关于方案 $d_1, d_2, \dots, d_n$ 对于优的相对隶属度向量.

采用单元系统模糊优选模型建模的一般步骤, 类似经济发展指标 C_1 的做法, 可得到 C_2, C_3 关于方案 $d_1, d_2, \dots, d_n$ 对于优的相对隶属度向量. 将这 3 个向量作为有效性 B_1 的输入, 再利用单元系统模糊优选模型得到有效性子系统的输出, 即 B_1 关于方案 $d_1, d_2, \dots, d_n$ 对于优的相对隶属度向量.

公平性子系统和可持续子系统的做法类似于有效性子系统. 最后将最高层关于方案 $d_1, d_2, \dots, d_n$ 对于优的相对隶属度向量归一化, 得到水权初始分配到各地区的权重, 再用水权初始分配的总量与各地区的权重相乘, 即为各地区分配到的初始水权量 $y_1, y_2, \dots, y_n$.

2 水权第一层次初始分配应用示例

已知某流域 A 进行水权初始分配的水资源量 $W_{\text{总}}$ 为 136 亿 m^3 . 流域涉及 3 个地区, 现对 3 个地区进行水权的第一层次初始分配.

决策集 $D = (d_1, d_2, d_3) = (\text{地区 } 1, \text{地区 } 2, \text{地区 } 3)$. 经调查或咨询有关专家, 运算后得到模型中的目标权重、特征值与相对优属度值, 见表 1. 由表 1, 根据水权第一层次初始分配的多层次半结构性多目标模糊优选模型计算可得, 最高层关于 3 个地区 d_1, d_2, d_3 对于优的相对优属度向量为 (0.997, 0.869, 0.985). 将最高层关于 3 个地区 d_1, d_2, d_3 对于优的相对优属度向量归一化, 得到 3 个地区水权分配的权重为 (0.350, 0.305, 0.345). 因此, 最终 d_1 地区分配的水量为 136 亿 $\text{m}^3 \times 0.350 = 47.6$ 亿 m^3 , d_2 地区分配的水量为 136 亿 $\text{m}^3 \times$

0.305 = 41.48 亿 m³ ,d₃ 地区分配的水量为 136 亿 m³ × 0.345 = 46.92 亿 m³ .

表 1 系统目标权重、特征值与相对优属度

Table 1 Objective weight , characteristic value and relative membership of system												
总目标	子系统	子系统 层权重	分系统	分系统层 权重	目标	目标 权重	目标特征值			相对优属度		
							d_1	d_2	d_3	d_1	d_2	d_3
最 高 层	B ₁	0.371	C ₁	0.563	E_1	0.456	0.387	0.208	0.405	0.956	0.514	1.000
					E_2	0.311	0.482	0.312	0.206	1.000	0.647	0.427
					E_3	0.224	0.445	0.195	0.361	1.000	0.438	0.809
			C ₂	0.338	E_4	1.000	490	307	215	0.439	0.700	1.000
					E_5	0.183	0.18	0.12	0.15	1.000	0.667	0.833
					E_6	0.183	定性	定性	定性	0.667	0.818	1.000
					E_7	0.099	定性	定性	定性	0.739	1.000	0.905
			C ₃	0.099	E_8	0.150	0.90	0.92	0.95	0.947	0.968	1.000
					E_9	0.183	定性	定性	定性	0.600	0.818	1.000
					E_{10}	0.079	0.91	0.94	0.96	0.948	0.979	1.000
					E_{11}	0.123	0.10	0.18	0.15	0.556	1.000	0.833
	B ₂	0.409	C ₄	0.294	E_{12}	0.294	100	176	46	0.568	1.000	0.261
			C ₅	0.189	E_{13}	0.189	520	473	319	1.000	0.909	0.614
			C ₆	0.440	E_{14}	0.440	130	79	106	1.000	0.608	0.815
			C ₇	0.077	E_{15}	0.077	0.38	0.21	0.41	0.926	0.512	1.000
			B ₃	0.220	C ₈	0.525	E_{16}	0.525	定性	定性	定性	0.538
	E_{17}	0.475			4500	2500	8970	0.502	0.279	1.000		
	C ₉	0.475			E_{18}	1.000	18064	12000	14771	1.000	0.664	0.818

注 (a)由于流域 A 的灌区盐渍化、沙化、水土流失问题不太严重 ,为简化计算 ,只选取水质状况指标和绿化面积指标 (b)表中有关单位见 1.2 中指标体系的描述 (c)定性指标的目标特征值依据专家咨询等方法得到 .

3 结 语

 对水权第一层次的初始分配 ,本文建立了详细的指标体系 ,在实际运用中 ,可以根据流域的实际情况对指标进行删减或归并 .本文应用示例的运算说明 ,只要能够获得准确的数据资料 ,运用半结构性多目标模糊优选模型对水权第一层次进行初始分配是可行的 .

参考文献 :

[1] 葛颜祥 ,胡继连 ,解秀兰 .水权的分配模式与黄河水权的分配研究 [J].山东社会科学 ,2002 (4) 35—39 .
[2] 梁慧稳 .流域水务一体化管理下水权配置与定价 [J].东北水利水电 ,2002 (5) :1—5 .
[3] 裴源生 ,李云玲 ,于福亮 .黄河置换水量的水权分配方法探讨 [J].资源科学 ,2003 (3) 32—37 .
[4] 苏青 ,施国庆 ,吴湘婷 .流域内区域间取水权初始分配模型初探 [J].河海大学学报(自然科学版) ,2003 ,31(3) 347—350 .
[5] 石玉波 .关于水权与水市场的几点认识 [J].中国水利 ,2001 (2) 31—32 .
[6] GB 3838—2002 地表水环境质量标准 [S] .
[7] 陈守煜 .工程水文水资源系统模糊集分析理论与实践 [M] .大连 :大连理工大学出版社 ,1998 .126—150 .

Initial allocation model for water right of the first hierarchy

WU Feng-ping , GE Min

(Business School , Hohai Univ. , Nanjing 210098 , China)

Abstract :The multi-objective decision-making model was discussed for initial allocation of water right of the first hierarchy. Based on the principle of validity , the principle of impartiality , and the principle of sustainability for the initial allocation of water right , an index system was constructed , and a semi-structural and multi-objective fuzzy optimal selection model was also developed. The feasibility of the model was verified by its application to a river basin for initial allocation of water right of the first hierarchy .

Key words :water right ; initial allocation ; semi-structural and multi-objective fuzzy optimal selection