

# 水权第二层次初始分配模型

葛 敏,吴凤平

(河海大学商学院,江苏 南京 210098)

**摘要** 采用目标规划模型进行水权第二层次初始分配,将某地区在第一层次分配中获得的水权分配给环境、农业、工业等不同用水部门,建立了绝对约束、目标约束以及相应的目标函数,并将该模型应用于某地区水权第二层次的初始分配之中.

**关键词** 水权 初始分配 目标规划

中图分类号 DF466

文献标识码 A

文章编号 1000-1980(2005)05-0592-03

国内学者十分关注对水权初始分配问题的探讨<sup>[1~4]</sup>.水权的初始分配分为两个层次.第一层次为从流域分配到行政区,笔者已在文献[5]中进行了探讨.第二层次为从行政区分配到不同的用水部门,本文将应用目标规划模型方法对其进行探讨.

## 1 水权初始分配的目标规划模型

目标规划模型处理带有优先级别的多目标决策问题十分有效<sup>[6]</sup>.而水权第二层次的初始分配是根据水功能的不同来进行分配的,因此在分配中需考虑它们的先后次序.基于此,本文应用目标规划模型对水权第二层次的初始分配进行研究.

设经过水权第一层次的初始分配, $i$ 地区已获得用水量 $y_i$ .由于生活用水需要较高的保证率,根据文献[5], $y_i$ 已扣除 $i$ 地区的生活用水量 $\sum_{i=1}^n x_{i1}$ .所以在进行水权第二层次初始分配的时候,只考虑分配给 $i$ 地区的生态环境用水量、农业用水量和工业用水量.

### 1.1 设置决策变量和正负偏差变量

选取决策变量,即 $i$ 地区的生态环境用水量 $x_{i2}$ ,农业用水量 $x_{i3}$ ,工业用水量 $x_{i4}$ , $i=1,\cdots,n$ .

设置正负偏差量为 $d_k^+$ 和 $d_k^-$ , $d_k^+$ 表示第 $k$ 个目标约束的超额量, $d_k^-$ 表示第 $k$ 个目标约束的不足量,则有 $d_k^+ \times d_k^- = 0$ .

### 1.2 优先因子的确定

在考虑优先级别的时候,对不同地区应结合国民经济与社会发展计划及流域综合规划中与水有关的专项规划情况,设定该地区的优先级别.考虑到本文第2部分示例中 $d_3$ 地区为工业省市,城市化率较高,故对 $d_3$ 地区建立优先级别,即第一优先级别 $P_1$ 为 $d_3$ 地区(指 $d_3$ 地区在流域中的部分,下同)工业生产总产值不低于相应的目标值.第二优先级别 $P_2$ 为 $d_3$ 地区河道外生态环境用水不低于相应的目标值.第三优先级别 $P_3$ 为 $d_3$ 地区农业生产总产值不低于相应的目标值.第四优先级别 $P_4$ 指 $d_3$ 地区农业与工业产业结构比等于相应的目标值.

### 1.3 约束条件的确定

#### 1.3.1 绝对约束

绝对约束是指地区农业、工业、生态环境用水量要等于地区在水权第一层次分配中获得的用水量,即

$$\sum_{j=2}^4 x_{ij} = y_i \quad (i = 1, 2, \cdots, n) \quad (1)$$

式中 $y_i$ 为 $i$ 地区在水权第一层次分配中获得的用水量.

1.3.2 第一目标约束

第一目标约束是指地区工业生产总产值不低于相应的目标值,则有

$$x_{i4}b_i + d_1^- - d_1^+ = g_i \quad (i = 1,2,\cdots,n) \tag{2}$$

式中: $b_i$ —— $i$  地区每立方米水的工业产值; $g_i$ —— $i$  地区工业生产总产值的目标值; $d_1^-$ ——工业生产总产值未达到  $g_i$  的负偏差量; $d_1^+$ ——工业生产总产值超过  $g_i$  的正偏差量.

根据目标需求,则目标函数中应有  $\min(d_1^-)$ .

1.3.3 第二目标约束

第二目标约束是指地区农业生产总产值不低于相应的目标值,则有

$$x_{i3}a_i + d_2^- - d_2^+ = n_i \quad (i = 1,2,\cdots,n) \tag{3}$$

式中: $a_i$ —— $i$  地区每立方米水的农业产值; $n_i$ —— $i$  地区农业生产总产值的目标值; $d_2^-$ ——农业生产总产值未达到  $n_i$  的负偏差量; $d_2^+$ ——农业生产总产值超过  $n_i$  的正偏差量.

根据目标需求,则目标函数中应有  $\min(d_2^-)$ .

1.3.4 第三目标约束

第三目标约束是指地区河道外生态环境用水不低于相应的目标值,则有

$$x_{i2} + d_3^- - d_3^+ = h_i \quad (i = 1,2,\cdots,n) \tag{4}$$

式中: $h_i$ —— $i$  地区河道外生态环境用水的目标值; $d_3^-$ ——河道外生态环境用水未达到  $h_i$  的负偏差量; $d_3^+$ ——河道外生态环境用水超过  $h_i$  的正偏差量.

为尽可能达到预定的目标值,所以目标函数中应有  $\min(d_3^-)$ .

1.3.5 第四目标约束

第四目标约束是指地区农业与工业产业结构比等于相应的目标值,则有

$$\frac{x_{i3}a_i}{x_{i4}b_i} + d_4^- - d_4^+ = c_i \quad (i = 1,2,\cdots,n) \tag{5}$$

式中: $c_i$ —— $i$  地区农业与工业产业结构比的目标值; $d_4^-$ ——农业与工业产业结构比未达到  $c_i$  的负偏差量; $d_4^+$ ——农业与工业产业结构比超过  $c_i$  的正偏差量.

为了计算方便,将式(5)变形为

$$x_{i3}a_i + d_4^- - d_4^+ = x_{i4}b_ic_i \tag{6}$$

根据目标需求,则目标函数中应有  $\min(d_4^+ + d_4^-)$ .

1.4 水权第二层次初始分配的目标规划模型

对第  $i$  个地区的水权按水功能进行第二层次分配,得第  $i$  个地区水权分配的目标规划模型为

$$\begin{aligned} \min Z_i = & P_1d_1^- + P_2d_2^- + P_3d_3^- + P_4(d_4^+ + d_4^-) \\ & \left\{ \begin{aligned} & \sum_{j=2}^4 x_{ij} = y_i \\ & x_{i4}b_i + d_1^- - d_1^+ = g_i \\ & x_{i2} + d_2^- - d_2^+ = h_i \\ & x_{i3}a_i + d_3^- - d_3^+ = n_i \\ & x_{i3}a_i + d_4^- - d_4^+ = x_{i4}b_ic_i \\ & x_{ij} \geq 0 \quad j = 2,3,4 \\ & d_k^-, d_k^+ \geq 0 \quad k = 1,2,3,4 \\ & d_k^- \times d_k^+ = 0 \quad k = 1,2,3,4 \end{aligned} \right. \tag{7} \end{aligned}$$

模型(7)可利用 GLPS 目标规划软件包求解.

其他地区第二层次水权分配的结果可用类似方法建立模型并求解,最终可得到所有地区第二层次水权分配的结果.

2 应用示例

某流域 A 有  $d_1, d_2, d_3$  3 个地区,以  $d_3$  地区为例.已知  $d_3$  地区在水权第一层次初始分配中获得的用水量  $y_3 = 47.0$  亿  $m^3$ . 现对  $d_3$  地区的水权进行第二层次的初始分配.

对于模型(7)中的有关参数,经有关部门预测得: $a_3 = 20$  元/ $m^3$ ,  $n_3 = 260$  亿元,  $h_3 = 10$  亿  $m^3$ ,  $b_3 = 130$  元/ $m^3$ ,  $g_3 = 2800$  亿元,  $c_3 = 0.09$ ,从而可得到  $d_3$  地区的水权分配目标规划模型

$$\min Z_3 = P_1 d_1^- + P_2 d_2^- + P_3 d_3^- + P_4 (d_4^+ + d_4^-)$$
$$\begin{cases} \sum_{j=2}^4 x_{3j} = 4.7 \times 10^9 \\ 130x_{34} + d_1^- - d_1^+ = 2.8 \times 10^{11} \\ x_{32} + d_2^- - d_2^+ = 10^9 \\ 20x_{33} + d_3^- - d_3^+ = 2.6 \times 10^{10} \\ 20x_{33} + d_4^- - d_4^+ = 130 \times 0.09x_{34} \\ x_{3j} \geq 0 \quad (j = 2,3,4) \\ d_k^-, d_k^+ \geq 0 \quad (k = 1,2,3,4) \\ d_k^- \times d_k^+ = 0 \quad (k = 1,2,3,4) \end{cases} \tag{8}$$

利用 GLPS 目标规划软件包对目标规划模型(8)进行求解,可以得到该模型的满意解

$$x_{32} = 11.2 \times 10^8 \quad x_{33} = 13.9 \times 10^8 \quad x_{34} = 21.9 \times 10^8$$

即  $d_3$  地区水权第二层次分配量环境用水量为 11.2 亿  $m^3$ ,农业用水量为 13.9 亿  $m^3$ ,工业用水量为 21.9 亿  $m^3$ . 需要说明的是,对  $d_1, d_2$  地区水权第二层次的分配可用类似方法解决.

3 结 语

建议在考虑优先级别的时候,应结合不同地区国民经济、社会发展计划以及流域综合规划中有关专项规划的要求,设定该地区的优先级别.本文应用示例说明,只要能够获得相对比较完备的数据资料,运用目标规划模型对水权进行第二层次初始分配是可行的.

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) 31—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] 吴凤平,葛敏.水权第一层次初始分配模型[J].河海大学学报(自然科学版),2005,33(2) 216—219.

[6] 吴凤平.运筹学方法与应用[M].南京:河海大学出版社,2003.110—133.

Initial allocation model for water rights of the second hierarchy

GE Min, WU Feng-ping

(Business School, Hohai University, Nanjing 210098, China)

**Abstract** A model based on goal programming was developed for initial allocation of water rights of the second hierarchy. The water rights of an area obtained from the first hierarchy allocation were assigned to different water consumption departments, including environment, agriculture, and industry. The absolute restraints and relative restraints were determined, and the objective functions corresponding to different restraints were derived. The feasibility of the model was demonstrated by its application to initial allocation of water rights of the second hierarchy in this area.

**Key words** water right; initial allocation; goal programming