

DOI :10.3880/j.issn.1006-7647.2010.05.008

面向行业的初始水权配置系统模型构建

吴 丹,吴凤平,陈艳萍

(河海大学商学院,江苏 南京 210098)

摘要 将生活、生态环境及生产等用水行业作为初始水权配置对象,在构建面向行业的初始水权配置系统、剖析初始水权配置系统内涵的基础上,根据各用水行业的发展目标,提出初始水权配置系统应遵循的基本原则,确定不同用水行业的用水优先序位,建立目标规划模型,实现不同用水行业的初始水权配置,防止不同用水行业之间的恶性竞争用水问题。结合案例分析验证模型的实效性。

关键词 初始水权 水权配置 用水行业 目标规划模型

中图分类号 :TV213 323.213 **文献标识码** :A **文章编号** :1006-7647(2010)05-0029-04

Model of industry-oriented initial water right allocation system//WU Dan, WU Feng-ping, CHEN Yan-ping (*Business School, Hohai University, Nanjing 210098, China*)

Abstract :The domestic, ecological and productive industries were taken as the initial water right allocation objects. An industry-oriented initial water right allocation system was established, and its connotation was analyzed. According to the development objectives of different water-using industries, the basic principles for the initial water right allocation system were proposed. The priority order for different water-using industries was determined, and the goal programming model was established so as to allocate the initial water right and to prevent different industries from the vicious competition of water right. The effectiveness of the proposed model was validated by case analysis.

Key words :initial water right ; water right allocation ; water-using industry ; goal programming model

流域初始水权配置涉及流域内各区域间的公平协调发展、各用水行业之间的竞争用水问题,与各区域的社会、经济及生态环境发展状况密不可分,是一个多区域、多用水户参与的半结构性多目标、多层次的复杂系统决策问题。流域初始水权配置主要可分为 2 个阶段^[1-2] ①流域初始水权总量在省、市和县三级行政区域上的分配,即流域初始水权第 1 阶段配置 ②行政区域将获得的水权分配额在其各用水部门或行业上的分配,即流域初始水权第 2 阶段配置。

目前,针对流域初始水权第 1 阶段配置,国内外学者已进行了开拓性探索。国外学者主要根据具体国家和地区的社会制度、水资源情况、文化传统,沿袭了占用优先^[3]、河岸优先^[4]、条件优先^[5]和惯例^[6]等具有各自历史合理性的分配方法,通过立法和过程模拟进行分配研究 国内学者主要通过系统地构建 1 套水权配置指标体系与模型^[1,7] 对其进行配置。

针对流域初始水权第 2 阶段配置,国内外学者主要建立目标规划模型进行分配研究。葛敏等^[2] 认

为生活用水具有绝对优先权,提出将工农业生产总值、生态环境用水及农业与工业产业结构比的目标值作为水权分配的目标约束,按照一定优先级别建立了目标规划模型,实现各用水行业的水权分配。曾勇等^[8] 提出优先保障生活用水量 and 生态用水量,对生产用水权进行分配时宜侧重公平原则,筛选出人口、耕地面积、汇水面积、产水量、现状用水量、未来需水量、国内生产总值的倒数等 6 项指标,构造了初始水权分配满意度函数,通过最优化函数确定生产用水权比例。汪中华等^[9] 认为应先留足生态系统需水量,在城市地表水、地下水和外调水可开发利用的水资源量范围内,按照一定的优先级别建立了随机相关机会多目标规划模型,分配生活、第一产业、第二产业以及第三产业的水权,并采用一种基于随机模拟的遗传算法求解模型。蒋剑勇^[10] 将生活、生态环境和其他用水量以及工农业生产总值的规划值作为目标约束,按照一定的优先级别建立了目标规划模型,并提出可根据城市发展状况调整初始水权

分配优先级别。此外,一些学者提出建立计划配置、市场配置和定额配置模型对初始水权进行配置等^[11-12]。

鉴于国内外相关研究成果,针对流域初始水权第2阶段配置,不同用水行业之间的用水优先级别尚未达成共识,为防止社会经济用水挤占生态环境用水、工业用水挤占农业用水等恶性竞争用水问题,将生活、生态环境以及生产等用水行业作为初始水权配置对象,从系统角度构建面向行业的初始水权配置系统,在剖析面向行业的初始水权配置系统内涵、提出初始水权配置系统应遵循的基本原则基础上,结合各用水行业的发展目标以及初始水权配置系统的总体目标,确定生活、生态环境以及生产等不同用水行业的用水优先序位,建立目标规划模型,对不同用水行业的初始水权进行合理配置。

1 面向行业的初始水权配置系统构建

1.1 内涵

面向行业的初始水权配置系统是指在水资源管理制度和法律法规体系的前提保障下,充分考虑区域水资源与社会、经济以及生态环境之间相互协调与制约的关系,结合生活、生态环境以及生产等用水行业的发展目标,为防止不同用水行业之间的恶性竞争用水问题,保障水资源的可持续利用,促进社会、经济以及生态环境的可持续发展,从而以区域产业结构布局的调整与优化为核心,对各用水行业的初始水权进行合理配置的系统。

根据面向行业的初始水权配置系统内涵,面向行业的初始水权配置系统实质上是由区域的生活、生态环境以及生产等相互作用、相互影响、相互制约的不同用水行业构成的具有一定结构、目标与功能的系统。其中,生活、生态环境、第一产业、第二产业以及第三产业等用水行业既是系统不可分割的有机组成部分,又是相对独立的子系统。各用水行业的发展目标具体包括 ①生活用水行业,保障基本生活用水需求;②河道外生态环境用水行业,保障城镇绿化环境用水需求,维持生态系统良性循环;③第一产业用水行业,保障居民生存的粮食产量,加快第一产业发展,增加第一产业产值;④第二产业用水行业,加快第二产业发展,增加第二产业产值;⑤第三产业用水行业,加快第三产业发展,增加第三产业产值。结合各用水行业的发展目标,面向行业的初始水权配置系统的总体目标是统筹兼顾生活、生态环境、生产等‘三生’用水需求,对区域的产业结构布局进行调整与优化,限制高耗水产业的发展,在保障社会稳定和粮食安全的基础上,将水资源优先配给低耗水、

高效益生产用水行业,以水资源的可持续高效利用支撑经济社会的可持续发展。

1.2 初始水权配置的基本原则

国内大多数学者认为,初始水权配置过程应优先考虑人类生存和基本用水需求;保障社会稳定和粮食安全;公平与效率兼顾、公平优先;尊重用水现状,向经济发展重点行业适当倾斜,保障国民经济的可持续发展;政府预留水量,供必要时进行调节。基于此,为防止社会经济用水挤占生态环境用水、工业用水挤占农业用水等恶性竞争用水趋势,协调各用水行业的用水需求,初始水权配置系统应遵守的基本原则包括 ①总量控制原则。各用水行业配置的水权量之和必须控制在区域初始水权总量范围内。②人的基本生活用水优先原则。基本生活用水关系到人类的生存权,为了维护社会安定,应首先保证人的基本生活用水得到满足。③保障社会稳定和粮食安全原则。为保障社会稳定和粮食安全,在满足人的基本生活用水的前提条件下,优先保障农业粮食总产量的灌溉需水。④重视生态及保护环境原则。为防止社会经济用水挤占生态环境用水,必须保证一定的河道外生态环境用水需求,以维护和恢复生态系统。⑤经济效益原则。为提高水资源的利用效率与经济效益,合理保障经济效益比较高的用水行业的用水需求,使初始水权配置结果在国民经济发展中产生更大效益。⑥产业结构合理化原则。为充分体现产业结构之间的合理化,调整第一产业、第二产业以及第三产业等用水行业之间的发展规模,促进区域三大产业之间的均衡、协调发展。

2 初始水权配置系统模型构建

结合用水行业的发展目标以及初始水权配置系统的总体目标,基于初始水权配置系统应遵循的基本原则,确定不同用水行业的用水优先级别,建立目标规划模型,实现初始水权配置系统中不同用水行业的初始水权配置。

2.1 用水优先序位的确定

根据初始水权配置应遵循的基本原则,可将不同用水行业初始水权配置的一般优先序位界定为: ①人的基本生活用水优先原则。人的基本生活用水需求必须优先得到满足。②保障社会稳定和粮食安全原则。在配置基本生活用水的前提条件下,必须优先保障粮食生产用水需求。③重视生态及保护环境原则。在优先配置基本生活用水与粮食生产用水的前提条件下,保障河道外生态环境的用水需求。④经济效益原则。在保障粮食安全的前提下,为提高整体的国民经济效益,按照第二产业、第三产业以

及第一产业的用水序位,合理保障 3 大产业的用水需求。⑤产业结构合理原则。确定第一产业与第二产业之间的产业结构比例,以及第二产业与第三产业之间的产业结构比例,以促进三大产业之间的协调发展。

根据不同用水行业之间初始水权配置的优先序位,确定初始水权配置系统中各用水行业的用水优先级别。

第 1 优先级别 P_1 生活用水量不低于相应的目标值。第 2 优先级别 P_2 粮食总产量不低于相应的目标值。第 3 优先级别 P_3 河道外生态环境用水量不低于相应的目标值。第 4 优先级别 P_4 第二产业总产值不低于相应的目标值 第三产业总产值不低于相应的目标值 第一产业总产值不低于相应的目标值。第 5 优先级别 P_5 第一产业与第二产业的产业结构比等于相应的目标值。第 6 优先级别 P_6 第二产业与第三产业的产业结构比等于相应的目标值。

各用水行业的目标值可根据流域社会经济综合发展规划,通过专家咨询予以确定。第 4 优先级别包括第一产业、第二产业与第三产业总产值 3 个目标,由于第二产业与第三产业生产经济效益比第一产业生产经济效益高,因此,在保障第一产业粮食生产用水需求的前提下,取第二产业与第三产业的权系数为 3,取第一产业的权系数为 1。

2.2 目标规划模型的建立

根据初始水权配置系统中不同用水行业的用水优先级别,确定不同行业初始水权配置的约束条件,建立目标规划模型,按照用水优先级别对各用水行业的初始水权进行配置,实现初始水权配置系统的总体目标。

$$\begin{aligned} \min Z_j = & P_1 d_{j1}^- + P_2 d_{j2}^- + P_3 d_{j3}^- + \\ & P_4 (3d_{j4}^- + 3d_{j5}^- + d_{j6}^-) + P_5 (d_{j7}^- + d_{j7}^+) + \\ & P_6 (d_{j8}^- + d_{j8}^+) \end{aligned} \tag{1}$$

约束条件如下：

$$\begin{aligned} \sum_{l=1}^5 W_{jl} &= W_j \\ W_{j1} + d_{j1}^- - d_{j1}^+ &= Z_{j1} \\ W_{j3} a_j + d_{j2}^- - d_{j2}^+ &= Z_{j2} \\ W_{j2} + d_{j3}^- - d_{j3}^+ &= Z_{j3} \\ W_{j4} b_j + d_{j4}^- - d_{j4}^+ &= Z_{j4} \\ W_{j5} c_j + d_{j5}^- - d_{j5}^+ &= Z_{j5} \\ W_{j3} e_j + d_{j6}^- - d_{j6}^+ &= Z_{j6} \\ W_{j3} e_j + d_{j7}^- - d_{j7}^+ &= Z_{j7} W_{j4} b_j \\ W_{j4} b_j + d_{j8}^- - d_{j8}^+ &= Z_{j8} W_{j5} c_j \\ W_{jl} &\geq 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d_{jk}^+ &\geq 0 \quad d_{jk}^- \geq 0 \quad d_{jk}^+ d_{jk}^- = 0 \\ (j &= 1, 2, \cdots, n; l = 1, 2, \cdots, 5; k = 1, 2, \cdots, 8) \end{aligned}$$

式中： W_j 为初始水权配置系统 d_j 的初始水权总量； W_{jl} 为系统 d_j 第 l 用水行业的配水量； $W_{j1}, W_{j2}, W_{j3}, W_{j4}$ 和 W_{j5} 分别为系统 d_j 生活、河道外生态环境、第一产业、第二产业以及第三产业的配水量； Z_{jm} 为用水行业的目标值,其中 $m = 1, 2, \cdots, 8$,可根据流域社会经济发展综合规划,通过专家咨询予以确定； Z_{j1} 为系统 d_j 生活用水的目标值； Z_{j2} 为系统 d_j 粮食总产量的目标值； Z_{j3} 为系统 d_j 河道外生态环境用水的目标值； Z_{j4} 为系统 d_j 第二产业生产总值的目标值； Z_{j5} 为系统 d_j 第三产业生产总值的目标值； Z_{j6} 为系统 d_j 第一产业生产总值的目标值； Z_{j7} 为系统 d_j 第一产业与第二产业产业结构比的目标值； Z_{j8} 为系统 d_j 第二产业与第三产业产业结构比的目标值； a_j 为系统 d_j 每立方米水的粮食产量； b_j 为系统 d_j 每立方米水的第二产业增加值； c_j 为系统 d_j 每立方米水的第三产业增加值； e_j 为系统 d_j 每立方米水的第一产业增加值； d_{jm}^- 为系统 d_j 第 m 个目标未达到 Z_{jm} 目标值的负偏差量； d_{jm}^+ 为系统 d_j 第 m 个目标超过 Z_{jm} 目标值的正偏差量。

目标规划模型可利用 GLPS 目标规划软件包求解。根据构建的目标规划模型,可得到初始水权配置系统 d_j 内生活、河道外生态环境、第一产业、第二产业以及第三产业等不同用水行业的配水量。

3 案例分析

以大凌河流域为例,在确定规划年(2030 年)大凌河流域各区域初始水权的基础上,利用建立的目标规划模型,确定各区域内不同用水行业的初始水权。大凌河流域是内蒙古自治区、辽宁省、河北省 3 个省级行政区域的跨省流域,包括辽宁省的锦州市、阜新市、朝阳市、盘锦市、葫芦岛市 5 个地级市 13 个县(市、区)及内蒙古自治区通辽市、赤峰市和

表 1 大凌河流域各地级市的社会经济发展指标参数值

地级市	每立方米水的粮食产量/t	每立方米水的农业增加值/元	每立方米水的工业增加值/元	每立方米水的第三产业增加值/元
赤峰	0.005 8	15.403		2 661.41
通辽	0.001 1	8.797	197.52	2 293.66
锦州	0.002 7	20.982	324.67	2 266.03
阜新	0.014 8	3.717	208.48	2 740.87
朝阳	0.006 2	12.050	155.94	3 221.31
葫芦岛	0.007 2	3.356	142.50	3 567.27
承德	0.001 7	7.407	150.04	3 045.52

注 大凌河流域赤峰市未发展工业,不包括工业用水 盘锦市以养鱼为主,经济结构单一,主要指苇田灌溉用水。

表 2 大凌河流域各地级市不同行业的目标值

地级市	生活用水/ 万 m ³	粮食 总产量/ 万 t	河道外生态 环境用水/ 万 m ³	农业 生产总值/ 万元	工业 生产总值/ 万元	第三产业 生产总值/ 万元	农业与 工业 结构比	工业与 第三产业 结构比
赤峰	1091.50	14.036	56.70	52 182		258 263		
通辽	180.00	2.364	6.50	27 838	25 871	89 315	1.08	0.29
锦州	2 152.00	23.668	267.37	388 946	1 751 438	999 000	0.22	1.75
阜新	6 400.00	50.928	996.61	38 837	1 868 173	4 162 645	0.02	0.45
朝阳	9 610.00	95.532	1 224.95	348 849	2 592 169	5 098 826	0.13	0.51
葫芦岛	867.00	9.912	85.66	14 145	93 098	426 895	0.15	0.22
承德	181.97	2.268	3.20	14 524	19 544	38 739	0.74	0.50

表 3 大凌河流域各地级市不同行业的初始水权

地级市	生活 水权	河道外 生态水权	农业 水权	工业 水权	建筑及 第三产业水权	总 计
赤峰	1 091.5	56.70	2 536.16		97.04	3 781.4
通辽	180.0	6.50	2 528.08	130.98	38.94	2 884.5
锦州	2 152.0	267.37	17 522.25	5 394.52	440.86	25 777.0
阜新	6 400.0	996.61	7 306.74	8 960.92	1 518.73	25 183.0
朝阳	9 610.0	1 224.95	22 179.35	16 622.86	1 582.84	51 220.0
盘锦			9 000.00			
葫芦岛	867.0	85.66	3 520.35	653.32	119.67	5 246.0
承德	181.9	3.20	1 520.22	130.26	12.72	1 848.3

河北省承德市等部分地区。规划年大凌河流域各地级市的社会经济发展指标参数值(表 1)可通过《中国水利年鉴》、《大凌河水资源公报》、《流域初始水权分配理论与实践》^[13]、《水权制度建设试点经验总结:大凌河流域初始水权制度建设资料汇编》^[14]以及调研等方式得到。大凌河流域各地级市不同行业的发展目标值见表 2。

大凌河流域多年平均可分配水资源总量为 12.494 亿 m³,各地级市可分配的初始水权分别为:赤峰市 3 781.4 万 m³,通辽市 2 884.5 万 m³,锦州市 25 777 万 m³,阜新市 25 183 万 m³,朝阳市 51 220 万 m³,盘锦市 9 000 万 m³,葫芦岛市 5 246 万 m³,承德市 1 848.3 万 m³。结合大凌河流域各地级市的用水行业发展目标,通过建立各地级市初始水权配置的目标规划模型,应用 GLPS 目标规划软件包对模型进行求解,得到各地级市不同用水行业配置的初始水权,见表 3。

4 结 语

构建了面向行业的初始水权配置系统,剖析了初始水权配置系统的内涵,根据初始水权配置系统各用水行业的发展目标以及初始水权配置系统的总体目标,提出了初始水权配置系统应遵循的基本原则,确定了不同用水行业的用水优先级别,建立了初始水权配置系统的目标规划模型,实现初始水权配置系统中各用水行业的初始水权分配。通过大凌河流域案例分析表明,模型对不同行业之间的初始水权配置具有一定的实效性。

参考文献:

[1] 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.

[2] 葛敏,吴凤平.水权第二层次初始分配模型[J].河海大学学报:自然科学版,2005,33(5):592-594.

[3] GOPALAKRISHNAN C. The doctrine of prior appropriation and its impact on water development: a critical survey [J]. American Journal of Economics & Society,1973:32.

[4] WILLIAM G. Water law[M]. Second edition. Michigan: Lewis Publishers, Inc,1988.

[5] JOHN R. Teerink and masahiro nakashima[M]. 刘斌,等,译.天津:天津科学技术出版社,2000.

[6] MATHER J. Water resources [M]. New York: John Wiley & Sons, Inc,1984.

[7] 佟金萍,王慧敏,牛文娟.流域水权初始分配系统模型[J].系统工程,2007,25(3):105-110.

[8] 曾勇,杨志峰,刘静玲.一种区域水资源初始产权配置模型[J].资源科学,2005,27(2):28-32.

[9] 汪中华,林洪孝,贾和增.水权与水权配置机会相关模型研究[J].山东农业大学学报:自然科学版,2005,36(3):382-386.

[10] 蒋剑勇.地区水权初始分配模型探讨:以慈溪市为例[J].价值工程,2006(12):10-12.

[11] 李永根.区域地下水多层次水权分配方法与应用[J].中国水利,2006(19):25-27.

[12] 周念来,纪昌明.区域水权初始配置模型研究[J].水电能源科学,2007,25(3):6-8.

[13] 王浩,党连文,谢新民,等.流域初始水权分配理论与实践[M].北京:中国水利水电出版社,2008.

[14] 高而坤,党连文.水权制度建设试点经验总结:大凌河流域初始水权制度建设资料汇编[G].北京:中国水利水电出版社,2008.

(收稿日期 2010-03-05 编辑 方宇彤)