

面向行业的初始水权配置系统优化

吴 丹, 吴凤平

(河海大学商学院, 江苏 南京 210098)

摘要 将流域各区域的生活、生态环境以及生产等用水行业作为初始水权配置对象, 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与特征的基础上, 提出初始水权配置系统优化思想。结合各用水行业的发展目标构建初始水权配置系统诊断指标体系, 建立改进的理想解模型, 对流域内各系统中不同用水行业的初始水权配置结果进行诊断。根据诊断结果, 结合不同用水行业的发展目标, 基于交互式决策理论, 将目标规划模型与逐步折衷法相结合, 建立初始水权配置系统优化模型, 对流域内各系统中不同用水行业的初始水权进行同步调整, 使不同行业的初始水权配置结果通过系统诊断。以大凌河流域为例分析验证了模型的实效性。

关键词 初始水权; 水权配置; 行业配水量; 配水量优化模型; 大凌河流域

中图分类号 :TV213.4 **文献标志码** :A **文章编号** :1006-7647(2012)01-0039-06

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

Abstract :The water consumption industries such as domestic, eco-environmental and productive industries in various districts in a basin are regarded as the allocation objects of the initial water right. An industry-oriented initial water right allocation system is established, and its connotation and characteristics are analyzed. On such a basis, the optimal ideas of the initial water right allocation system are put forward. The diagnosis index system for the system is established based on the development objectives of various water consumption industries, and an modified ideal model is developed to evaluate the results of the initial water right allocation among different industries in various systems in the basin. According to the diagnosis results, the goal programming model is combined with the interactive step tradeoff method based on the development objectives of different industries and the theory of interactive decision. Accordingly, an optimal model for the initial water right allocation system is proposed to synchronously adjust the initial water right among different industries in various systems in the basin so as to ensure the results of the initial water right of different industries to satisfy the system diagnosis. The effectiveness of the proposed model is validated by case study of the Daling River Basin.

Key words :initial water right; water right allocation; industrial water allocation; optimization model for water allocation; Daling River Basin

流域初始水权配置主要包括 2 个层次^[1-2]: 第 1 层次, 即流域初始水权在各区域(涉及流域内省、市和县 3 级行政区域)之间的配置; 第 2 层次, 即区域初始水权在各用水部门(涉及区域内用水行业或产业和最终用水户)之间的配置。目前, 针对流域初始水权第 1 层次的配置, 国内外学者已进行了系统性的探索研究, 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, 沿袭了具有各自历史合理性的配置方法^[3-9], 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一套水权配置指标体系, 建立综合指标评价模型^[1, 10-11]对其进行分配研究。

针对流域初始水权第 2 层次的配置, 国内外学者研究的焦点主要集中于水权配置应遵循的原则与优先序位规则, 通过构建目标规划模型^[12-16]进行分配研究。其中, 学者们均认为水权配置遵循的原则包括人的基本生活用水优先原则、保障社会稳定和粮食安全原则、重视生态及保护环境原则、经济效益原则、产业结构合理原则。针对不同用水行业初始水权配置结果是否合理, 不同行业能否接受配置结果, 鲜见学者进行系统探讨。吴凤平等^[17]提出了一种对水权配置方案进行和谐性判别的方法, 并在和谐性判别的基础上研究了一种能有效调整不同地区、不同行业初始水权配置结果的分配方法。但构

建的各行业判别指标过于单一,未充分体现行业的水权配置结果与其发展目标之间是否存在一定的匹配关系。

鉴于国内外相关文献,为保障不同用水行业初始水权配置结果的合理性,满足不同行业水权配置结果与其发展目标之间的匹配关系,将流域内各区域的生活、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,在剖析初始水权配置系统内涵与特征的基础上,提出初始水权配置系统优化思想,结合系统中各用水行业的发展目标构建初始水权配置系统诊断指标体系,建立改进的理想解模型,对流域内各系统中不同用水行业的初始水权配置结果进行诊断,并根据诊断结果结合不同用水行业的发展目标,基于交互式决策理论,将目标规划模型与逐步折衷法相结合,建立初始水权配置系统优化模型,对流域内各系统中不同用水行业的初始水权进行同步调整,以充分体现流域内各系统中不同行业的水权配置结果与其发展目标之间保持一定的匹配关系,保障流域内各系统中不同行业的水权配置结果合理。

1 面向行业的初始水权配置系统优化思想

1.1 初始水权配置系统的内涵与特征

面向行业的初始水权配置系统是由流域内各区域的生活、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,是在水资源管理制度和法律法规体系的前提保障下,充分考虑流域内各区域的水资源与社会、经济以及生态环境之间相互协调与制约关系,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,以区域产业结构布局的调整与优化为核心,对各用水行业初始水权进行配置的系统。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。

面向行业的初始水权配置系统既要统筹兼顾生活、生态环境、生产的用水需求,又要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,将水资源配给低耗水、高效益的生产用水行业,最终实现区域产业结构布局的调整与优化,提高区域的社会经济综合效益,以水资源的可持续高效利用支撑区域经济社会的可持续发展。

1.2 初始水权配置系统优化的总体思想

面向行业的初始水权配置系统优化,是在确定流域内各系统中不同行业初始水权配置结果的基础

上,通过对流域内各系统中不同行业的水权配置结果与其发展目标之间的匹配关系的诊断,以验证不同用水行业初始水权配置结果的合理性。若配置结果不合理,则根据诊断结果,结合不同用水行业的发展目标,通过流域内各系统中不同行业之间的多轮交互协商,对不同行业的初始水权进行同步调整,以保障流域内各系统中不同行业的水权配置结果与其发展目标之间保持一定的匹配关系,实现不同用水行业初始水权的优化配置。

面向行业的初始水权配置系统优化过程分为2个阶段,第1阶段为初始水权配置系统诊断过程,第2阶段即初始水权配置系统优化过程。第1阶段是在确定流域内各系统中不同行业初始水权配置结果的基础上,构建初始水权配置系统诊断指标体系,建立初始水权配置系统诊断模型,对流域内各系统中不同行业的水权配置结果与其发展目标之间的匹配关系进行诊断,以验证不同用水行业水权配置结果的合理性。第2阶段是基于不同用水行业在不同发展时期的用水需求常常处于不断调整、修正、演化的状态,根据诊断结果,结合不同用水行业的发展目标建立初始水权配置系统优化模型,通过对流域内各系统中不同用水行业的水权配置结果进行同步调整,充分体现流域内各系统中不同行业的水权配置结果与其发展目标之间的匹配关系。

2 面向行业的初始水权配置系统诊断

2.1 初始水权配置系统诊断指标体系

面向行业的初始水权配置系统诊断是对流域内各系统中不同用水行业初始水权配置结果的合理性进行的诊断,主要体现流域内各系统中不同行业的水权配置结果与其发展目标之间的匹配关系。目前,学者们主要针对水资源承载力评价指标体系、水资源配置系统协调发展评价指标体系、水资源配置系统可持续发展评价指标体系以及水资源配置系统协同度评价指标体系等水资源综合评价指标体系进行研究探讨。基于此,根据各区域不同用水行业的初始水权配置结果,结合流域内各系统中不同用水行业的发展目标,借鉴水资源综合评价指标体系,采用文献研究法、频度统计法、主成分分析法以及专家咨询法等理论分析方法,在全面深入各区域调研、与各区域利益相关者访谈、征求流域各区域管理机构和水权配置领域专家意见的基础上,确定影响流域内各系统中生活、生态环境、农业、工业以及第三产业水权配置的诊断指标,构建面向行业的初始水权配置系统诊断指标体系,见图1。

从图1可知,影响流域内各系统中不同行业水

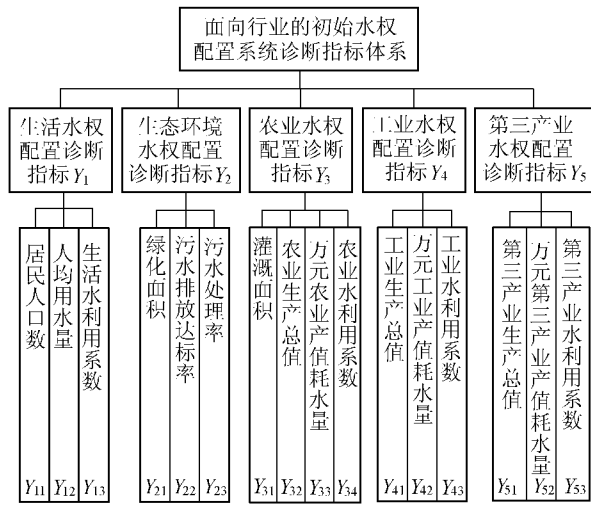


图1 面向行业的初始水权配置系统诊断指标体系

权配置的诊断指标主要是结合生活、生态环境、农业、工业以及第三产业等不同用水行业的发展目标,以体现流域内各系统中不同行业的水权配置结果与其发展目标之间的匹配关系。基于初始水权配置系统诊断指标体系,分别以生活、生态环境、农业、工业以及第三产业等用水行业水权配置结果为研究对象,通过构建诊断模型,可进一步验证流域内各系统中不同用水行业水权配置结果的合理性。

2.2 初始水权配置系统诊断模型

结合初始水权配置系统中生活、生态环境、农业、工业以及第三产业等用水行业的诊断指标,采用改进的理想解模型,对流域内各系统中不同用水行业水权配置结果的合理性进行诊断。改进的理想解模型构建的具体步骤如下:

步骤1 分别以生活、生态环境、农业、工业以及第三产业等用水行业为研究对象,结合面向行业的初始水权配置系统诊断指标体系,确定流域内各系统中不同用水行业水权配置结果的诊断指标。

设系统 d_i (即流域内第 i 区域水权配置系统, $i = 1, 2, \dots, n$) 第 j ($j = 1, 2, \dots, 5$) 用水行业水权配置结果的诊断指标体系可表示为 $Y_i = \{Y_{i1}, \dots, Y_{i5}\}$, 其中, 生活诊断指标 $Y_{i1} = \{y_{i11}, y_{i12}, y_{i13}\}$, 生态环境诊断指标 $Y_{i2} = \{y_{i21}, y_{i22}, y_{i23}\}$, 农业诊断指标 $Y_{i3} = \{y_{i31}, y_{i32}, y_{i33}, y_{i34}\}$, 工业诊断指标 $Y_{i4} = \{y_{i41}, y_{i42}, y_{i43}\}$, 第三产业诊断指标 $Y_{i5} = \{y_{i51}, y_{i52}, y_{i53}\}$ 。针对流域内各系统中同一用水行业水权配置结果的诊断指标进行指标规范化处理,构造加权指标值。即

$$x_{ijk} = w_{ijk} Z_{ijk} = w_{ijk} \frac{y_{ijk}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n y_{ijk}^2}} \quad (1)$$

式中: x_{ijk} 为系统 d_i 第 j 用水行业水权配置结果的第 k 项加权指标值; y_{ijk} 为影响系统 d_i 第 j 用水行业水

权配置结果的第 k 项诊断指标值; Z_{ijk} 表示对流域内各系统中同一用水行业的诊断指标进行归一化处理后的指标值; w_{ijk} 为 y_{ijk} 的权重,可充分利用规范化评价的先验信息以及专家咨询法等相结合的综合赋权法予以确定; $k = 1, \dots, L$, 其中 L 为系统 d_i 第 j 用水行业的指标总个数 ($j = 1, 2, 4, 5$ 时 $L = 3$; $j = 3$ 时 $L = 4$)。

步骤2 确定系统 d_i 第 j 用水行业水权配置的第 k 项诊断指标的理想值和负理想值。

$$\begin{cases} x_{jk}^* = \{\max_i x_{ijk} \mid k \in K, \min_i x_{ijk} \mid k \in K'\} = \\ \{x_{j1}^*, x_{j2}^*, \dots, x_{jk}^*\} \\ x_{jk}^- = \{\min_i x_{ijk} \mid k \in K, \max_i x_{ijk} \mid k \in K'\} = \\ \{x_{j1}^-, x_{j2}^-, \dots, x_{jk}^-\} \end{cases} \quad (2)$$

式中: K 为效益型指标的下标组成的集合; K' 为成本型指标的下标组成的集合。

步骤3 计算系统 d_i 第 j 用水行业水权配置结果的诊断指标到指标理想值的距离。

$$\begin{cases} S_{ij}^* = \sqrt{\sum_{k=1}^K (x_{ijk} - x_{jk}^*)^2} \\ S_{ij}^- = \sqrt{\sum_{k=1}^K (x_{ijk} - x_{jk}^-)^2} \end{cases} \quad (3)$$

式中: S_{ij}^* 为系统 d_i 第 j 用水行业水权配置结果的诊断指标到其理想值的距离; S_{ij}^- 为系统 d_i 第 j 用水行业水权配置结果的诊断指标到其负理想值的距离。

步骤4 计算系统 d_i 第 j 用水行业水权配置结果的诊断指标对其指标理想值的相对接近度。

$$\begin{cases} C_{ij} = \frac{\alpha S_{ij}^-}{\alpha S_{ij}^- + \beta S_{ij}^*} \\ \alpha + \beta = 1 \end{cases} \quad (4)$$

式中: C_{ij} 为系统 d_i 第 j 用水行业水权配置结果的诊断指标对其指标理想值的相对接近度, $0 \leq C_{ij} \leq 1$; α 为决策者对诊断指标到其理想值距离的偏好权重; β 为决策者对诊断指标到其负理想值距离的偏好权重,通常取 $\alpha = \beta = 0.5$ 。

步骤5 检验系统 d_i 第 j 用水行业水权配置结果与其发展目标之间的匹配关系。可用公式表示为

$$C_{ij} \geq C_{i'j} \Rightarrow W_{ij} \geq W_{i'j} \quad (5)$$

$$\text{s.t.} \begin{cases} W_{ij} \leq W_{Dij} \\ |E_{ij} - E_{i'j}| \leq \eta_j \\ E_{i1} = \frac{W_{i1}}{P_i} \quad E_{i2} = \frac{W_{i2}}{S_i} \quad E_{i3} = \frac{W_{i3}}{T_{Ai}} \\ E_{i4} = \frac{W_{i4}}{T_{Li}} \quad E_{i5} = \frac{W_{i5}}{T_{Si}} \\ (i = 1, 2, \dots, n; i' = 1, 2, \dots, n; i' \neq i) \end{cases} \quad (6)$$

式中: W_{ij} 为系统 S_i 第 j 用水行业的配水量($W_{i1}, W_{i2}, W_{i3}, W_{i4}, W_{i5}$ 分别为系统 S_i 的生活、生态环境、农业、工业以及第三产业的配水量); W_{Dij} 为系统 S_i 第 j 用水行业的需水量; E_{ij} 为系统 d_i 第 j 用水行业的水权配置效率($E_{i1}, E_{i2}, E_{i3}, E_{i4}, E_{i5}$ 分别为系统 d_i 的人均生活配水量单位绿地面积配水量、单位灌溉面积配水量、单位第二产业产值配水量、单位第三产业产值配水量); $P_i, S_i, T_{Ai}, T_{Li}, T_{Si}$ 分别为系统 d_i 的人口总数、绿地面积、灌溉面积、工业产值、第三产业产值; η_j 为流域内各系统中第 j 用水行业(S_{ij}, S_{ij})的配水效率差异阈值, 可根据现状年国内外典型流域的配水方案, 依据流域内各系统不同行业的特点, 分析不同系统同一行业的配水效率差值, 通过专家咨询的方法取其平均值予以确定。 $|E_{ij} - E_{ij'}| \leq \eta_j$ 充分体现了流域内各系统中不同用水行业配水效率差异的合理性。

对于流域内各系统中的生活、生态环境、农业、工业以及第三产业等用水行业的水权配置结果, 如果均满足式(5), 则认为流域内各系统中不同用水行业的水权配置结果合理, 反之, 则需要对流域内各系统中不同用水行业的水权配置结果进行调整。

3 面向行业的初始水权配置系统优化

根据初始水权配置系统的诊断结果, 若流域内各系统中不同用水行业的水权配置结果未通过系统诊断, 则必须通过各系统中不同用水行业之间的交互协商对初始水权配置系统进行优化。基于此, 按照初始水权配置系统中不同用水行业初始水权配置的优先序位, 在构建不同用水行业初始水权配置的目标规划模型基础上, 基于交互式决策理论, 将交互式决策方法中的逐步折衷法^[18]与目标规划模型相结合, 建立初始水权配置系统优化的交互式目标逐步折衷耦合模型, 通过多轮交互式迭代过程对流域内各系统中不同用水行业的初始水权进行适用性调整, 以保障流域内各系统中不同用水行业的水权配置结果通过系统诊断。初始水权配置系统中不同用水行业初始水权配置的优先序位如下: ①优先满足人的基本生活用水需求; ②优先保障粮食生产用水需求; ③保障河道外生态环境的用水需求; ④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, 合理保障三次产业的用水需求; ⑤确定三次产业结构比例, 以促进三次产业之间的协调发展。

交互式目标逐步折衷耦合模型是逐步折衷法与目标规划模型相结合的耦合模型, 其将流域内各系

统中不同用水行业的发展目标细分为3个子集, 即: ①必须加以改进现有水平的目标集; ②至少应保持现有水平的目标集; ③可适当减少现有水平的目标集。通过多轮交互迭代过程, 不断调整流域内各系统中不同用水行业的目标值与约束条件, 然后建立新的目标规划函数, 以修正各系统不同用水行业的配水量, 从而获得较满意的水权配置结果。

交互式目标逐步折衷耦合模型有2个核心思想: 第一, 充分考虑到决策者的偏好, 用 Δq_{ij} 修正约束条件; 第二, 为避免新模型与旧模型的解重复, 用新的约束条件替代旧模型的约束条件, 同时, 不改变用水行业水权配置的优先级别。根据交互式目标逐步折衷耦合模型的思想, 通过流域内各系统中不同用水行业之间的交互协商, 假定用水行业的目标调整规则为: ①系统 S_i 的生活用水行业、生态环境用水行业的发展规划目标至少应保持不变; ②系统 S_i 的农业用水行业在保障粮食总产量的基础上, 其配水量 W_{i3} 可适度降低, 降低的量为 Δq_{i3} (流域内其他系统的行业配水量若需调整, 则可类似考虑), 建立系统优化的交互式目标逐步折衷耦合模型, 即

$$\begin{aligned} \min Z_i &= P_1 d_{i1}^- + P_2 d_{i2}^- + P_3 d_{i3}^- + \\ &P_4 (3 d_{i4}^- + 3 d_{i5}^- + d_{i6}^-) + \\ &P_5 (d_{i7}^- + d_{i7}^+) + P_6 (d_{i8}^- + d_{i8}^+) \quad (7) \end{aligned}$$

$$\text{s.t.} \begin{cases} \sum_{j=1}^5 W'_{ij} = W_i \\ W'_{i1} + d_{i1}^- - d_{i1}^+ = Z_{i1} \\ W'_{i3} a_i + d_{i2}^- - d_{i2}^+ = Z_{i2} \\ W'_{i2} + d_{i3}^- - d_{i3}^+ = Z_{i3} \\ W'_{i4} + d_{i4}^- - d_{i4}^+ = W_{i4} + \Delta q_{i4} \\ W'_{i5} c_i + d_{i5}^- - d_{i5}^+ = Z_{i5} \\ W'_{i3} + d_{i6}^- - d_{i6}^+ = W_{i3} - \Delta q_{i3} \\ W'_{i3} e_i + d_{i7}^- - d_{i7}^+ = Z_{i7} W_{i4} b_i \\ W'_{i4} b_i + d_{i8}^- - d_{i8}^+ = Z_{i8} W_{i5} c_i \\ W'_{ij} \geq 0 \\ d_{im}^+, d_{im}^- \geq 0 \quad d_{im}^+ d_{im}^- = 0 \\ (m = 1, 2, \dots, 8) \end{cases} \quad (8)$$

式中: W'_{ij} 为系统 S_i 第 j 用水行业经水权调整后得到的解; $Z_{i1}, Z_{i2}, Z_{i3}, Z_{i5}, Z_{i7}, Z_{i8}$ 分别为系统 S_i 生活用水的目标值、粮食总产量的目标值、河道外生态环境用水的目标值、第三产业发展总值的目标值、第一产业与第二产业产业结构比的目标值、第二产业与第三产业产业结构比的目标值; a_i, b_i, c_i, e_i 分别为系统 S_i 每立方米水的粮食产量、第二产业增加值、

第三产业增加值、第一产业增加值 ; d_{im}^{+}, d_{im}^{-} 分别为系统 S_i 第 m 个目标超过 Z_{im} 目标值的正偏差量 ,以及未达到 Z_{im} 目标值的负偏差量。

采用 GLPS 目标规划软件 ,对式(7)进行求解 ,对于流域内各系统的不同用水行业可获得系统 S_i 不同用水行业的新的水权配置结果 W'_{ij} 。通过多轮交互迭代 ,最终保障流域内各系统中不同用水行业的水权配置结果通过系统诊断。

4 实例分析

以大凌河流域为例 ,在确定规划年 2030 年该流域各区域的初始水权配置方案的基础上 ,对各区域不同行业的配水量进行诊断与优化。大凌河是一条独流入海的河流 ,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、赤峰市和河北省承德市等部分地区。规划年 2030 年大凌河流域各地级市的社会经济发展指标值可通过大凌河流域各地市的水资源公报及《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》^[19]以及调研等方式予以得到。大凌河流域多年平均可分配水资源总量为 12.494 亿 m^3 ,流域内各区域的水权初始配置方案见表 1。

表 1 大凌河流域各区域的水权初始配置方案 万 m^3

省(区)	地级市	生活用水	生态用水	农业用水	工业用水	建筑及第三产业用水总计	用水总计
河 北	承 德	181.90	3.20	1832.92	130.26	12.72	2161
内 蒙 古	赤 峰	1091.50	56.70	3387.76		97.04	4633
	通 辽	180.00	6.50	2816.58	130.98	38.94	3173
	锦 州	2152.00	267.37	12722.25	5394.52	440.86	20977
辽 宁	阜 新	6400.00	996.61	6111.74	8960.92	1518.73	23988
	朝 阳	9610.00	1224.95	26033.35	16622.86	1582.84	55074
	盘 锦			8998.00			8998
	葫芦岛	867.00	85.66	4209.35	653.32	119.67	5935

注 :大凌河流域赤峰市未发展工业 ,所以其配水不包括工业用水 ,盘锦市以养鱼为主 ,其配水主要指苇田灌溉用水。

根据表 1 ,以生活、生态环境、农业、工业以及第三产业等用水行业为研究对象 ,结合改进理想解模型 ,对大凌河流域各区域不同用水行业的水权配置结果进行诊断 ,依据区域用水行业的特点 ,确定生活、生态环境、农业、工业以及第三产业配水效率的差值阈值 $\eta_1 = 20 m^3 / 人$, $\eta_2 = 0.15$ 万 m^3 / hm^2 , $\eta_3 = 0.45$ 万 m^3 / hm^2 , $\eta_4 = 0.004 m^3 / 元$, $\eta_5 = 0.0002 m^3 / 元$ 。大凌河流域各区域不同用水行业的诊断指标特征值见文献 [20]。

根据式(1)~(4)得到流域各区域中同一用水行业发展目标的相对贴适度 ,见表 2。

表 2 大凌河流域各区域同一用水行业发展目标的相对贴适度

省(区)	地级市	生活	生态	农业	工业	第三产业
河 北	承 德	0.0768	0.0247	0.0148	0.0117	0.0057
内 蒙 古	赤 峰	0.1630	0.0415	0.0555	0.0423	0.0573
	通 辽	0.0096	0.0022	0.0981	0.0341	0.0967
辽 宁	锦 州	0.2292	0.2221	0.4177	0.6762	0.1987
	阜 新	0.3895	0.7895	0.2181	0.7187	0.8070
	朝 阳	0.9894	0.9471	0.8052	0.9456	0.9622
	葫芦岛	0.1264	0.1107	0.2461	0.0368	0.1138

经诊断可知 ,行业水权配置结果存在不合理性。结合优化模型式(7) ,优化大凌河流域各区域不同用水行业的配水量 ,使流域各区域的用水行业水权配置结果与其发展目标之间保持一定的匹配关系。大凌河流域各区域的水权优化配置方案见表 3。

表 3 大凌河流域各区域的水权优化配置方案 万 m^3

省(区)	地级市	生活用水	生态用水	农业用水	工业用水	第三产业用水	用水总计
河 北	承 德	181.90	3.20	1842.79	120.39	12.72	2161
内 蒙 古	赤 峰	1091.50	56.70	3387.76		97.04	4633
	通 辽	180.00	6.50	2816.58	130.98	38.94	3173
辽 宁	锦 州	2152.00	267.37	12722.25	5394.52	440.86	20977
	阜 新	6400.00	996.61	6481.90	8680.76	1428.73	23988
	朝 阳	9610.00	1224.95	26033.35	16622.86	1582.84	55074
	盘 锦			8998.00			8998
	葫芦岛	867.00	85.66	4209.35	653.32	119.67	5935

表 3 中 ,赤峰和通辽第三产业水权配置结果虽未满足式(5) ,但其已达到第三产业需水量 ,因此可认为其第三产业的水权配置结果合理 ,即流域各区域的用水行业水权配置结果与其发展目标之间保持一定的匹配关系 ,流域各区域不同用水行业的水权配置结果合理。

5 结 语

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及其特征的基础上 ,提出了面向行业的初始水权配置系统优化的思想 ,建立了初始水权配置系统诊断指标体系与模型 ,通过系统优化的交互式目标逐步折衷耦合模型 ,实现了流域各区域的不同用水行业水权合理配置。基于大凌河流域各区域不同行业的水权配置方案 ,进一步验证了模型的合理性。

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 and Sociology ,1973 ,32(1) : 61-72.

[4] HOWE C W ,SCHURMEIER D R ,SHAW W D. Innovative approaches to water allocation :the potential for water markets [J]. Water Resources Research ,1986 ,22(4) :439-445.

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

[6] WILLIAM G. Water law[M].2nd ed. Michigan : Lewis Publishers ,Inc. ,1988.

[7] KELMAN J ,KELMAN R. Water allocation for economic production in a semi-arid region[J]. Water Resources Development ,2002 , 18(3) :391-407.

[8] TEERINK J R ,MASAHIRO N. 美国日本水权水价水分配 [M]. 刘斌 ,高建恩 ,王仰仁 ,译. 天津 :天津科学技术出版社 ,2000.

[9] ROBERT B , EDWYNA H. Efficiency gains from water markets :empirical analysis of water move in Australia[J]. Agricultural Water Management ,2008 ,95 :391-399.

[10] 陈艳萍 ,吴凤平 ,吴丹. 基于模糊优选和 TOPSIS 法的流域初始水权分配模型[J]. 河海大学学报 :自然科学版 , 2009 ,37(4) :467-471.

[11] 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.

[12] 王治. 关于建立水权与水市场制度的思考[N]. 中国水利报 ,2001-12-25(4).

[13] 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.

[14] 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.

[15] 董增川. 水资源规划与管理[M]. 北京 :中国水利水电出版社 ,2008.

[16] 吴丹 ,吴凤平 ,陈艳萍. 面向行业的初始水权配置系统模型构建[J]. 水利水电科技进展 ,2010 ,30(5) :29-32.

[17] 吴凤平 ,葛敏. 基于和谐性判断的交互式水权初始分配方法[J]. 河海大学学报 :自然科学版 ,2006 ,34(1) :104-107.

[18] 汪敏 ,王丽铮 ,朱美琪. 一种交互式船型优化方法的探讨及应用[J]. 武汉理工大学学报 :交通科学与工程版 , 2002 ,26(1) :99-102.

[19] 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.

[20] 吴凤平 ,吴丹 ,陈艳萍. 流域初始水权配置系统方案诊断模型[J]. 系统工程 ,2010 ,28(4) :24-29.

(收稿日期 :2011-04-07 编辑 :高建群)

(上接第 29 页)

下数据自动处理、成果图绘制、邓肯-张非线性材料模型参数计算等功能 ,与以往采用 Excel 进行三轴试验数据后处理相比 ,效率大幅度提高 ,且降低了由于操作失误而造成参数计算错误的可能性。

4 结 语

邓肯-张非线性材料模型是应用最广的土石料本构模型 ,而目前规程关于模型参数的计算方法还不尽完善。土石料种类繁多 ,目前还没有哪种本构模型能够完全适用于任何类型的土石料 ,同理 ,任何一种拟合方案都不可能做到尽善尽美。本文以规程方法为主要依据 ,提出了一种参数优化计算方法 ,该方法将 5 种方案的拟合结果进行综合分析 ,得到的优选参数是试验数据的充分体现 ,与规程方法相比 ,更具代表性。

拟合直线上的点均可作为优选参数 ,建议最终参数取直线的中点。该点一般位于最优点附近 ,这也可以作为评价试验数据是否有效的依据之一。

三轴试验在各种土工试验中周期较长、数据量较大、后处理工作量大 ,将现代计算机技术与常规土工试验相结合 ,开发相应的后处理软件 ,可以大大提高效率和降低错误发生的可能性 ,让工程技术人员

从繁琐的数据后处理中解脱出来 ,有更多的时间和精力进行试验成果的分析和总结。

参考文献 :

[1] 汝乃华 ,牛运光. 大坝事故与安全 :土石坝[M]. 北京 :中国水利水电出版社 ,2001.

[2] 宿辉 ,党承华 ,崔佳佳. 邓肯-张非线性模型研究及其在 ANSYS 中的实现[J]. 中国农村水利水电 ,2010(6) :76-79.

[3] 曹琳 ,赵继伟. ADINA 软件的二次开发[J]. 人民黄河 , 2009 ,31(7) :96-97.

[4] 陈育民 ,刘汉龙. 邓肯-张本构模型在 FLAC^{3D} 中的开发与实现[J]. 岩土力学 ,2007 ,28(10) :2123-2126.

[5] 冷先伦 ,盛谦 ,朱泽奇 ,等. 邓肯-张模型在 FLAC^{3D} 中的实现及工程应用[J]. 建筑科学 ,2009 ,25(1) :100-105.

[6] 王军 ,丁光亚 ,潘林有 ,等. 静三轴试验中水泥土力学特性及本构模型研究[J]. 岩土力学 ,2010 ,31(5) :1407-1412.

[7] 杜学玲 ,张铁成 ,张喜发. 粉煤灰邓肯-张模型参数试验研究[J]. 路基工程 ,2006(3) :79-80.

[8] SL237—1999 土工试验规程[S].

[9] DL/T5355—2006 水电水利工程土工试验规程[S].

[10] 丁磊 ,张林洪 ,代彦芹. 邓肯-张模型参数中 K 与 n 值的计算方法研究[J]. 西北水电 ,2010(1) :19-22.

(收稿日期 :2011-06-20 编辑 :熊水斌)