

流域初始二维水权耦合配置系统评价

吴 丹

(北方工业大学经济管理学院, 北京 100144)

摘要:结合流域内各区域及其生活、生产与生态环境等不同行业对初始取水权和排污权的配置结果,将各区域视为各自独立的系统单元,将经济、社会与生态环境视为各区域系统单元中的 3 个子系统单元,构建流域初始二维水权耦合配置系统,设计耦合配置系统评价指标体系,确立耦合配置系统评价准则,用于评价各区域系统单元中经济、社会与生态环境各子系统之间的耦合协同效度以及各区域系统单元之间关于经济、社会与生态环境以及整体之间的趋同发展效度。以辽宁省大凌河流域水权配置方案为例,对模型进行验证,计算结果表明模型具有一定的可操作性。

关键词:流域;二维水权;耦合配置系统;评价指标体系;耦合协同;趋同发展

中图分类号:TV213.9 **文献标志码:**A **文章编号:**1006-7647(2013)04-0036-05

The evaluation of initial two-dimensional water rights coupling allocation system for basins//WU Dan (College of Economics and Management North China University of Technology, Beijing 100144, China)

Abstract: Regional and domestic ecological and productive industries were taken as initial allocation objects of two-dimension water rights in basins. An initial two-dimension water rights coupling allocation system for basins was established. The system takes each region as one system unit, and takes economy, society, and environment as subsystem unit of each region system unit. The evaluation index system and evaluation criterion of the coupling allocation system were proposed to evaluate the coupling cooperative validity and the cooperative development validity of the subsystem units of each region system unit, and to evaluate the cooperative development validity of the region system units. The case analysis results of Daling River Basin in Liaoning show that the coupling allocation system is effective.

Key words: basin; two-dimensional water rights; coupling allocation system; evaluation index system; coupling cooperation; identical development

自 20 世纪末以来,水资源短缺、水环境恶化及水生态退化等在世界各地普遍出现的水问题已成为制约经济社会发展的瓶颈。明晰水权已成为中国深化水利改革、提高水资源利用效率、实现水资源优化配置的必要前提,而明晰水权的关键和难点是水权的初始配置,即以水资源承载能力和水环境承载能力为约束,基于水量与水质相统一的基本属性,对初始取水权与排污权进行配置。目前,国内外学者主要针对流域单元的初始取水权与排污权分别进行分配研究。针对流域初始取水权配置,国外学者主要结合社会制度、水资源情况、文化传统等重要因素,通过立法和过程模拟进行分配研究^[1-7];国内学者主要结合社会经济发展目标,提出水权分配原则,设计一套水权分配指标体系,确定用水优先序位规则,构建综合指标评价模型^[8-14]和目标规划模型^[15-22]进行分配研究。2010 年,王宗志等^[23]首次进行流域初始二维水权配置的开拓性探索研究,实现了初始水量权与排污权分配的统一,但缺乏对配置结果进行验证的评价方法;吴凤平等^[24-28]仅提出了验证初始取水权配置结果的判别准则,而针对二维水权配置结果的综合评价仍有待进一步完善。

在上述研究基础上,本文根据流域初始取水权与排污权分配理论,结合流域内各区域及其生活、生产与生态环境等不同行业对初始取水权和排污权的配置结果,将各区域视为一个个独立的系统单元,将经济、社会与生态环境视为各区域系统单元中的 3 个子系统单元,构建流域初始二维水权耦合配置系统,对耦合配置系统评价的概念进行界定。从经济、社会与生态环境的角度,设计耦合配置系统评价指标体系,构造耦合配置系统评价准则,为进一步强

化各区域内经济、社会与生态环境之间的耦合协调,加强各区域之间的交互协调与趋同发展,实现流域人水和谐提供决策依据。

1 流域初始二维水权耦合配置系统评价指标体系

1.1 评价内容

流域初始二维水权耦合配置系统是基于流域水资源、水环境承载力,严格控制流域初始取水权与排污权总量,对流域内各区域及其生活、生产与生态环境等不同行业的取水权与排污权进行耦合配置的复合系统。流域初始二维水权耦合配置系统包含两层含义:首先,流域内各区域是耦合配置系统中的一个独立的系统单元,各区域系统单元之间相互制约、相互影响、相互作用,必须保持趋同发展态势,从而缩小各区域系统单元之间的发展差距;其次,各区域系统单元内部涉及经济、社会与生态环境 3 个子系统单元,它们之间必须保持耦合协同发展,从而优化各区域系统内部的综合效益。因此,必须保障二维水权在各区域系统单元及其内部各子系统之间循环耦合配置结果的合理性,优化流域的社会、经济与生态环境的综合效益。

流域初始二维水权耦合配置系统评价是根据流域的社会经济发展综合规划、水资源综合规划以及水污染防治规划,一方面评价各区域系统单元内部经济、社会与生态环境各子系统之间是否处于良好的耦合协同发展态势;另一方面评价各区域系统单元之间是否处于良好的趋同发展态势,消除不同区

域之间取用水、排污的冲突与矛盾,实现各区域之间关于经济、社会与生态环境的协同发展以及整体的趋同发展。

流域初始二维水权耦合配置系统的评价内容有:①评价各区域系统单元内部经济、社会与生态环境各子系统之间的耦合协同度;②评价各区域系统单元之间关于经济、社会与生态环境的趋同发展效率;③评价各区域系统单元整体之间的趋同发展效率。

1.2 评价指标

流域初始二维水权耦合配置系统评价指标的合理筛选与体系的构建必须有利于表征和度量各区域系统内部耦合协同度与各区域系统之间趋同发展效率;一方面,必须全面体现水资源利用对各区域系统内部经济、社会与生态环境发展的承载能力;另一方面,必须全面体现水资源利用对各区域系统之间趋同发展的激励作用。因此,在全面深入调研流域并与流域内各区域利益相关者访谈的基础上,征求流域管理机构和水资源、水环境领域专家的意见,参考相关文献中的水资源综合评价指标体系,运用文献阅读法、频度分析法、成果借鉴法、理论分析法、专家咨询法等方法,从经济、社会与生态环境的角度,建立流域初始二维水权耦合配置系统评价指标体系,见表 1。

2 评价模型

2.1 区域系统内部耦合协同度评价模型

根据表 1,建立基于空间变异和距离的耦合协调性测度模型,对流域各区域系统内部经济、社会与生态环境各子系统之间的耦合协同度进行评价,耦合协同度评价模型为

表 1 流域初始二维水权耦合配置系统评价指标体系

流域区域系统评价指标	经济子系统指标 C_1	单位农业产值配水量 C_{11} (表征区域农业生产的配水效率)
		单位工业产值配水量 C_{12} (表征区域工业生产的配水效率)
		单位第三产业产值配水量 C_{13} (表征区域第三产业生产的配水效率)
		单位 GDP 配水量 C_{14} (表征区域经济发展的配水效率)
		单位工业产值配污量 C_{15} (表征区域工业生产的排污效率)
		单位 GDP 配污量 C_{16} (表征区域经济发展的排污效率)
	社会子系统指标 C_2	区域配水满意度 C_{21} (表征区域需水的满足程度)
		区域污径比 C_{22} (表征区域排污量与对应径流量的比值)
		农业配水比例 C_{23} (表征区域农业用水水平)
		人均生活配水量 C_{24} (表征区域生活的配水效率)
		人均生活配污量 C_{25} (表征区域生活的排污效率)
		单位耕地面积配水量 C_{26} (表征区域耕地的配水效率)
		单位灌溉面积配水量 C_{27} (表征区域农业灌溉的配水效率)
		生活配水满意度 C_{28} (表征区域生活需水的满足程度)
		农业配水满意度 C_{29} (表征区域农业需水的满足程度)
		工业配水满意度 C_{210} (表征区域工业需水的满足程度)
第三产业配水满意度 C_{211} (表征区域第三产业需水的满足程度)		
生态环境子系统指标 C_3	生态环境配水比例 C_{31} (表征区域生态环境用水占用水总量比例)	
	单位绿地面积配水量 C_{32} (表征区域河道外绿化的配水效率)	
	生态环境配水满意度 C_{33} (表征区域河道外生态需水的满足程度)	

$$I(C_{1,j}, C_{2,j}, C_{3,j}) = 1 - \left\{ \alpha_1 [I(C_{1,j}) - I(C_j)]^2 + \alpha_2 [I(C_{2,j}) - I(C_j)]^2 + \alpha_3 [I(C_{3,j}) - I(C_j)]^2 \right\}^{\frac{1}{2}} \quad (j = 1, 2, \dots, n) \quad (1)$$

其中 $I(C_j) = [I(C_{1,j}) + I(C_{2,j}) + I(C_{3,j})] / 3$

$$\begin{aligned} I(C_{1,j}) &= \sum_{i=1}^{m_1} a_i C_{1i,j} & \sum_{i=1}^{m_1} a_i &= 1 \\ I(C_{2,j}) &= \sum_{i=1}^{m_2} b_i C_{2i,j} & \sum_{i=1}^{m_2} b_i &= 1 \\ I(C_{3,j}) &= \sum_{i=1}^{m_3} e_i C_{3i,j} & \sum_{i=1}^{m_3} e_i &= 1 \end{aligned}$$

式中: $I(C_{1,j}, C_{2,j}, C_{3,j})$ 为第 j 个区域系统内部经济、社会与生态环境 3 个子系统之间的耦合协同效率; $I(C_j)$ 为第 j 个区域系统的发展效率; $I(C_{1,j})$ 、 $I(C_{2,j})$ 、 $I(C_{3,j})$ 分别为第 j 个区域系统内部的经济、社会与生态环境 3 个子系统的发展效率; α_1 、 α_2 、 α_3 分别为 3 个子系统的相应权重, 此处取 $\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = 1/3$; $C_{1i,j}$ 、 $C_{2i,j}$ 、 $C_{3i,j}$ 分别为第 j 个区域系统内部经济、社会与生态环境 3 个子系统第 i 个指标的归一化指标值; a_i 、 b_i 、 e_i 分别为 3 个子系统第 i 个发展指标权重, 此处取各发展指标权重均等; n 为流域所辖区域的总数; m_1 、 m_2 、 m_3 分别为 3 个子系统的指标数。

由式(1)得到第 j 个区域系统内部 3 个子系统之间的耦合协同效率 $I(C_{1,j}, C_{2,j}, C_{3,j})$, 为保障各区域系统内部 3 个子系统之间保持耦合协同发展态势, 可令 $I(C_{1,j}, C_{2,j}, C_{3,j}) \geq 0.85$, 即各区域系统内部 3 个子系统之间的耦合协同效率大于 0.85 时, 说明各区域系统内部 3 个子系统之间处于耦合协同发展态势。

2.2 区域系统之间趋同发展效率评价

根据式(1), 结合协调度评价模型, 建立区域系统之间关于经济、社会与生态环境趋同发展效率评价模型:

$$M(C_l) = \frac{\prod_{j=1}^n I(C_{lj})}{\left[\frac{\sum_{j=1}^n I(C_{lj})}{n} \right]^n} \quad (l = 1, 2, 3) \quad (2)$$

式中: $M(C_l)$ 为各区域系统之间关于第 l 个子系统的趋同发展效率。

由式(2)得到各区域系统之间关于同一子系统的趋同发展效率 $M(C_l)$, 为保障各区域系统之间关于同一子系统保持趋同发展态势, 令 $M(C_l) \geq 0.85$, 即各区域系统之间关于同一子系统的趋同发展效率大于 0.85 时, 说明各区域系统之间关于同一子系统处于趋同发展态势。

根据表 1, 应用灰关联分析法、投影寻踪模型与

协调度评价法, 对流域各区域系统之间的趋同发展效率进行测量, 具体步骤如下:

步骤 1 基于灰关联分析法, 计算第 j 个区域系统指标与指标理想集的灰关联系数 r_{ij} , 即

$$r_{ij} = \frac{\min_j \left\{ \min_i \left[|y_{ij} - \max(y_{ij})| \right] \right\} + \rho \max_j \left\{ \max_i \left[|y_{ij} - \max(y_{ij})| \right] \right\}}{|y_{ij} - \max(y_{ij})| + \rho \max_j \left\{ \max_i \left[|y_{ij} - \max(y_{ij})| \right] \right\}} \quad (i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n) \quad (3)$$

其中 $y_{ij} = \frac{w_i C_{ij}}{\sqrt{\sum_{j=1}^n C_{ij}^2}} \quad \sum_{i=1}^m w_i = 1$

式中: y_{ij} 为第 j 个区域系统第 i 个指标经归一化处理后的加权指标值; $\max(y_{ij})$ 为第 j 个区域系统第 i 个指标的理想值; C_{ij} 为第 j 个区域第 i 个指标值; m 为指标总数, $m = m_1 + m_2 + m_3$; w_i 为第 i 个指标的权重; ρ 为分辨系数, 通常取 0.5。

步骤 2 以 $\theta = (w_1, w_2, \dots, w_m)$ 为投影方向, 确定第 j 个区域系统的投影值 R_j , 即第 j 个区域系统指标相对于指标理想集的综合指数为

$$R_j = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m r_{ij} \quad (4)$$

步骤 3 构造投影指标函数, 求解最佳投影值 R_j^* 以及最佳投影方向 $\theta^* = (w_1^*, w_2^*, \dots, w_m^*)$, 即

$$\max f(\theta) = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (R_j - \bar{R}_j)^2}{n-1}} \quad (5)$$

式中: $\bar{R}_j$ 为 R_j 的均值。

求解最佳投影值 R_j^* 时, 先采用随机搜索算法确定初始点, 再利用乘子法即可求得最佳投影方向 $\theta^* = (w_1^*, w_2^*, \dots, w_m^*)$, θ^* 可利用 MATLAB 编程求出最优解。将 θ^* 代入式(4), 可得到第 j 个区域系统的最佳投影值 R_j^* 。

步骤 4 基于协调度评价法, 确定流域各区域系统之间的趋同发展效率 D_{jk} , 即

$$D_{jk} = \sqrt{C_{jk} T_{jk}} \quad (j, k = 1, 2, \dots, n; j \neq k) \quad (6)$$

其中 $C_{jk} = \left[\frac{R_j R_k}{\left(\frac{R_j + R_k}{2} \right)^2} \right]^t$

$$T_{jk} = w_j R_j + w_k R_k$$

$$w_j + w_k = 1$$

式中: D_{jk} 为第 j 个和第 k 个区域系统之间的趋同发展效率; C_{jk} 为两区域系统之间的协调度; t 为调节系数, $t \geq 2$, 一般情况下, 取 $t = 2$; T_{jk} 为两区域系统之间的趋同发展指数; w_j 和 w_k 分别表示第 j 个和第 k 个区域系统指标综合值的权重, 体现系统发展的重要性, 由于各区域系统之间必须保持同步发展, 因此,

取 $w_j=w_k=1/2$ 。

由式(6)得到第 j 个和第 k 个区域系统之间的趋同发展效率 D_{jk} ,为保障各区域系统之间保持趋同发展态势,令 $D_{jk} \geq 0.85$,即两区域系统之间的趋同发展效率大于 0.85 时,说明各区域系统之间处于趋同发展态势。

当流域各区域系统内部经济、社会与生态环境各子系统之间处于良好的耦合协同发展态势,同时各区域系统之间处于良好的趋同发展态势时,则流域各区域及其生活、生产与生态环境等不同行业的初始取水权和排污权耦合配置结果是合理的。

3 案例分析

大凌河是辽宁省西部最大的河流,流域面积 23 837 km²,其中在辽宁省境内的面积 20 285 km²,占全流域面积的 85.1%。根据水利部公布的大凌河流域水权分配比例,以及《流域初始水权分配理论与实践》^[29]中提出的水权分配结果,得到 2030 年辽宁省大凌河流域水权配置方案,如表 2 所示。

针对表 2 中辽宁省大凌河流域水权配置方案,将各地级市作为评价单元,结合式(1)~(6),验证评价模型的合理性。可通过《大凌河水资源公报》、《流域初始水权分配理论与实践》^[29]以及调研等方式,得到 2030 年辽宁省大凌河流域各地级市的社会经济发展指标参数值。由于难以获取 COD 排污量的参考数据,将现状 COD 排污量作为刚性约束条件,防止水环境进一步恶化。流域初始二维水权分配的评价指标特征值见表 3。

根据表 3,结合耦合协同效率评价模型,辽宁省大凌河流域内锦州、阜新、朝阳、葫芦岛的耦合协同效率分别为 0.929 7,0.884 5,0.950 7,0.984 9,均大于 0.85。同时,各区域之间关于经济、社会、生态环境的趋同发展效率分别为 0.901 3,0.995 7,0.957 7,均大于 0.85;锦州与阜新、朝阳、葫芦岛之间的趋同发展效率分别为 0.909 5,0.895 5,0.912 7;阜新与朝阳、葫芦岛之间的趋同发展效率分别为 0.886 4 和 0.902 4;朝阳与葫芦岛之间的趋同发展效率为 0.889 1,均大于 0.85。表 2 中的分配结果保障了辽宁省流域各地级市内部产业结构的合理性,实现了流域各地级市之间的趋同发展。

4 结 语

结合流域各区域及其生活、生产与生态环境等不同行业对初始取水权和排污权的配置结果,构建了流域初始二维水权耦合配置系统,提出了流域初始二维水权耦合配置系统评价的概念。从经济、社会与生态环境角度,设计了耦合配置系统评价指标体系,评价各区域系统中经济、社会与生态环境子系统之间的耦合协同效率以及各区域系统之间的趋同发展效率。将辽宁省大凌河流域水权分配方案作为案例分析,计算结果表明评价模型具有一定的可操作性。

表 2 2030 年辽宁省大凌河流域水权配置方案

区 域	生活		工业		生态取水权/ 万 m ³	农业取水权/ 万 m ³	建筑业及第三产业 取水权/万 m ³
	取水权/ 万 m ³	水污染物/ (t·a ⁻¹)	取水权/ 万 m ³	水污染物/ (t·a ⁻¹)			
锦 州	2 285.72	914.82	5 394.52	22 676.54	267.37	17 603.83	440.86
阜 新	5 652.91	3 614.72	8 960.92	637.23	996.61	8 289.24	1 518.73
朝 阳	10 037.92	8 877.81	16 622.27	6 956.99	1 224.95	28 470.28	1 582.84
盘 锦	15.59	0	38.79	0	1.02	13 664.12	0
葫芦岛	927.84	474.70	653.32	28.89	85.66	3 822.99	119.67

表 3 辽宁省大凌河流域初始二维水权分配的评价指标特征值

区 域	$C_{11}/$ (m ³ ·元 ⁻¹)	$C_{12}/$ (m ³ ·元 ⁻¹)	$C_{13}/$ (m ³ ·元 ⁻¹)	$C_{14}/$ (m ³ ·元 ⁻¹)	$C_{15}/$ (t·万元 ⁻¹)	$C_{16}/$ (t·万元 ⁻¹)	$C_{21}/\%$	$C_{22}/$ (t·万 m ³ ⁻³)	$C_{23}/\%$	C_{24}/m^3
锦 州	0.045 3	0.003 1	0.000 4	0.008 3	0.012 9	0.007 5	79.60	3.540 9	67.73	36.369 8
阜 新	0.213 4	0.004 8	0.000 4	0.004 2	0.000 3	0.000 7	99.72	0.851 3	32.61	50.267 0
朝 阳	0.081 6	0.006 4	0.000 3	0.007 2	0.002 7	0.002 0	84.82	0.647 2	49.14	40.237 8
葫芦岛	0.270 3	0.007 0	0.000 3	0.010 5	0.000 3	0.000 9	100.00	0.310 7	68.15	34.987 9
区 域	C_{25}/t	$C_{26}/$ (m ³ ·hm ⁻²)	$C_{27}/$ (m ³ ·hm ⁻²)	$C_{28}/\%$	$C_{29}/\%$	$C_{210}/\%$	$C_{211}/\%$	$C_{31}/\%$	$C_{32}/$ (m ³ ·hm ⁻²)	$C_{33}/\%$
锦 州	15.460 9	2 942.302 5	5 066.337 0	100	72.55	100	100	1.03	4 410	100
阜 新	28.390 8	3 958.432 5	4 189.306 5	100	99.15	100	100	3.92	4 215	100
朝 阳	37.172 1	1 836.232 5	3 612.673 5	100	73.30	100	100	2.11	4 080	100
葫芦岛	19.166 5	2 014.899 0	7 062.174 0	100	99.98	100	100	1.53	4 320	100

注:盘锦市以养鱼为主,人口稀少,经济结构单一,其指标主要指苇田灌溉用水,因此不参与评价。

参考文献:

- [1] 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.
- [2] 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.
- [3] MATHER J. Water resources [M]. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1984.
- [4] WILLIAM G. Water law [M]. 2nd ed. Chelsea, U. S.: Lewis Publishers, Inc., 1988.
- [5] KELMAN J, KELMAN R. Water allocation for economic production in a semi-arid region [J]. Water Resources Development, 2002, 18(3): 391-407.
- [6] JOHN R. 美国日本水权水价水分配 [M]. 刘斌, 译. 天津: 天津科学技术出版社, 2000.
- [7] ROBERT B, EDWYNA H. Efficiency gains from water markets: empirical analysis of water move in australia [J]. Agricultural Water Management, 2008, 95(4): 391-399.
- [8] 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. (WU Fengping, GE Min. Initial allocation model for water right of the first hierarchy [J]. Journal of Hohai University: Natural Sciences, 2005, 33(2): 216-219. (in Chinese))
- [9] 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. (TONG Jinping, WANG Huimin, NIU Wenjuan. Initial allocation system modelling of water rights in basin [J]. Systems Engineering, 2007, 25(3): 105-110. (in Chinese))
- [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. (CHEN Yanping, WU Fengping, WU Dan. Initial water rights allocation model for basins based on fuzzy optimization and TOPSIS methods [J]. Journal of Hohai University: Natural Sciences, 2009, 37(4): 467-471. (in Chinese))
- [11] 于术桐, 黄贤金, 程绪水, 等. 流域排污权初始分配模式选择 [J]. 资源科学, 2009, 31(7): 1175-1180. (YU Shutong, HUANG Xianjin, CHENG Xushui, et al. Initial allocation of pollution discharge rights: a case study in Huaihe River Basin [J]. Resources Science, 2009, 31(7): 1175-1180. (in Chinese))
- [12] 张兴榆, 黄贤金, 赵小凤, 等. 水功能区划在流域排污权初始分配中的应用: 以沙颍河流域为例 [J]. 生态环境学报, 2009, 18(1): 116-121. (ZHANG Xingyu, HUANG Xianjin, ZHAO Xiaofeng, et al. Initial allocation of emission permits based on the water function planning: a case study of Shaying River Basin [J]. Ecology and Environmental Sciences, 2009, 18(1): 116-121. (in Chinese))
- [13] 张兴榆, 黄贤金, 于术桐, 等. 沙颍河流域行政单元的排污权初始分配研究 [J]. 环境科学与管理, 2009, 34(3): 16-21. (ZHANG Xingyu, HUANG Xianjin, YU Shutong, et al. Initial allocation of Emission permits in the condition of administration cell-a case study of Shaying River Basin [J]. Environmental Science and Management, 2009, 34(3): 16-21. (in Chinese))
- [14] 于术桐, 黄贤金, 程绪水, 等. 流域排污权初始分配模型构建及应用研究: 以淮河流域为例 [J]. 资源开发与市场, 2010, 26(5): 400-404. (YU Shutong, HUANG Xianjin, CHENG Xushui, et al. An allocation model of basin initial emission permit sand its application: a case of Huaihe River Basin [J]. Resource Development & Market, 2010, 26(5): 400-404. (in Chinese))
- [15] 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. (GE Min, WU Fengping. Initial allocation model for water rights of the second hierarchy [J]. Journal of Hohai University: Natural Sciences, 2005, 33(5): 592-594. (in Chinese))
- [16] 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. (ZENG Yong, YANG Zhifeng, LIU Jingling. A model for allocating original water right in a region [J]. Resources Science, 2005, 27(2): 28-32. (in Chinese))
- [17] 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. (WANG Zhonghua, LIN Hongxiao, JIA Hezeng. Water right characteristic and right disposes relevant dependent-chance multi-goal programming model [J]. Journal of Shandong Agrieultural Universiry: Natural Science, 2005, 36(3): 382-386. (in Chinese))
- [18] 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. (ZHOU Nianlai, JI Changming. Research on initial allocation model for regional water right [J]. Water Resources and Power, 2007, 25(3): 6-8. (in Chinese))
- [19] 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. (WU Dan, WU Fengping, CHEN Yanping. Model of industry-oriented initial water right allocation system [J]. Advances in Science and Technology of Water Resources, 2010, 30(5): 29-32. (in Chinese))
- [20] 李寿德, 黄桐城. 初始排污权分配的一个多目标决策模型 [J]. 中国管理科学, 2003, 11(6): 40-44. (LI Shoude, HUANG Tongcheng. A multi-objectives decision model of initial emission permits allocation [J]. Chinese Journal of Management Science, 2003, 11(6): 40-44. (in Chinese))

(下转第 72 页)

- conservancy projects [J]. Yangtze River, 2011, 42 (5): 102-106. (in Chinese))
- [2] 水利部建设与管理司,水利部建设与管理总站. 水利建设与管理法规文件汇编[G]. 北京:中国水利水电出版社, 2012:897-905.
- [3] SL 223—2008 水利水电建设工程验收规程[S].
- [4] 柯明星,杨静,高立洪,等. 黄河小浪底水利枢纽工程顺利通过竣工技术预验收[N]. 中国水利报, 2008-12-19(1).
- [5] 三峡蓄水 156 m 技术预验收启动[J]. 水利水电快报, 2006(18):17. (Technical pre-appraisal start-up of 156-meter water storage in Three-Gorges Project [J]. Express Water Resources & Hydropower, 2006 (18): 17. (in Chinese))
- [6] 罗玉蓉,彭芸,何青钢. 黄广大堤加固工程通过竣工技术预验收[N]. 黄冈日报, 2007-08-21(1).
- [7] 赵伟,盛志刚. 水利工程竣工验收技术鉴定在杭嘉湖南排后续工程中的实践与探讨[J]. 水利建设与管理, 2008(7):24-26. (ZHAO Wei, SHENG Zhigang. Practice and discussion on the technical appraisal for water project final acceptance in Hangjiahu South Drainage Extension Project [J]. Water Resources Development & Management, 2008(7):24-26. (in Chinese))
- [8] 刘红宝,李立刚,游建京. 黄河小浪底水利枢纽工程竣工验收的组织与实施[J]. 水利发展研究, 2009(12): 55-56, 63. (LIU Hongbao, LI Ligang, YOU Jianjing. Organization and implementation of final acceptance of the Xiaolangdi Water Conservancy Project on Yellow River [J]. Water Resources Development Research, 2009(12): 55-56, 63. (in Chinese))
- [9] 朱峰,徐厚清. 同马大堤建设回顾与加固验收后的思考[J]. 水利技术监督, 2010(3): 70-73. (ZHU feng, XU Houqing. Constrution review on the Tongma Dam and consideration after consolidating acceptance[J]. Technical Supervision in Water Resources, 2010 (3): 70-73. (in Chinese))
- [10] 黄海田,樊志远,高山. 论水利工程质量监督的改革与发展[J]. 建筑经济, 2010(1):26-28. (HUANG Haitian, FAN Zhiyuan, GAO Shan. Discussion on the reform and development of water conservancy project quality supervision[J]. Construction Economy, 2010(1):26-28. (in Chinese))
- [11] 水利部水利水电规划设计总院. 工程建设标准强制性条文:水利工程部分[M]. 北京:中国水利水电出版社, 2011.
- [12] 杨华. 水电工程项目蓄水验收工作实践与探索[J]. 水力发电, 2008, 34(8): 94-96, 111. (YANG Hua. Practice and exploration of impoundment acceptance work of hydropower project[J]. Water Power, 2008, 34(8): 94-96, 111. (in Chinese))

(收稿日期:2012-07-09 编辑:骆超)

(上接第 40 页)

- [21] 黄显峰,邵东国,顾文权. 河流排污权多目标优化分配模型研究[J]. 水利学报, 2008, 39(1): 73-78. (HUANG Xianfeng, SHAO Dongguo, GU Wenquan. Multi-objective optimal allocation model of river emission rights [J]. Journal of Hydraulic Engineering, 2008, 39(1): 73-78. (in Chinese))
- [22] 王成勇. 基于成本效率的排污权初始分配模型试建[J]. 技术研发, 2010, 17(6): 12-13. (WANG Chengyong. Initial emission permits allocation model based on cost and efficiency[J]. Technology and Market, 2010, 17(6): 12-13. (in Chinese))
- [23] 王宗志,胡四一,王银堂. 基于水量与水质的流域初始二维水权分配模型[J]. 水利学报, 2010, 41(5): 524-530. (WANG Zongzhi, HU Siyi, WANG Yintang. Initial two-dimensional water right allocation modeling based on water quantity and water quality in the rive basin [J]. Journal of Hydraulic Engineering, 2010, 41(5): 524-530. (in Chinese))
- [24] 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. (WU Fengping, GE Min. Method for interactive water right initial allocation based on harmoniousness judgment [J]. Journal of Hohai University: Natural Sciences, 2006, 34(1): 104-107. (in Chinese))
- [25] 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. (WU Fengping, WU Dan, CHEN Yanping. The diagnosis model of basin initial water right allocation system theme [J]. Systems Engineering, 2010, 28(4): 24-29. (in Chinese))
- [26] 吴丹,吴凤平. 基于水权初始配置的区域协同发展效度评价[J]. 软科学, 2011, 25(2): 80-83. (WU Dan, WU Fengping. Evaluation of the cooperative development validity among regions based on water right initial allocation [J]. Soft Science, 2011, 25(2): 80-83. (in Chinese))
- [27] 吴丹,吴凤平. 面向行业的初始水权配置系统优化[J]. 水利水电科技进展, 2006, 34(1): 104-107. (WU Dan, WU Fengping. Optimization of industry-oriented initial water right allocation system [J]. Advances in Science and Technology of Water Resources, 2012, 32(1): 39-44. (in Chinese))
- [28] 吴凤平,陈艳萍. 流域初始水权和谐配置方法研究[M]. 北京:中国水利水电出版社, 2010.
- [29] 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.

(收稿日期:2012-09-04 编辑:周红梅)