

南水北调东线受水区水资源优化配置研究

张 平, 郑垂勇

(河海大学商学院, 江苏 南京 210098)

[摘要] 南水北调东线工程是我国南水北调总体布局中的重要组成部分, 对该工程受水区水资源进行优化配置将缓解受水区的水资源短缺问题及促进该区域的社会经济发展。根据南水北调工程东线受水区的特点, 将其划分为 3 个子区、5 个用水部门, 选用国内生产总值最大、区域总缺水量最小、区域重要污染物排放量最小为目标, 以水源可供水量、水源至用户的输水能力、用户需水量、区域协调发展等为约束条件, 结合水源供水次序系数、用户用水公平系数、需水量、水源供水量等参数, 共同构成了该区域的水资源优化配置模型。通过对模型的计算结果进行分析发现, 在规划水平年 2010 年和 2030 年, 南水北调东线工程受水区的各用水部门中, 生活、环境、航运、工业用水都可以满足, 只有农业用水出现短缺; 南水北调工程东线受水区水资源利用与经济发展协调度较好, 而经济发展与环境保护之间的协调较差, 整个区域资源、经济、环境的协调性一般。

[关键词] 水资源; 优化配置; 南水北调

[中图分类号] F407.9

[文献标识码]

[文章编号] 1003-9511(2006) 04-0061-04

1 南水北调东线工程受水区概况

南水北调东线工程是我国南水北调总体布局中的重要组成部分, 规划从江苏省扬州市附近引水, 利用京杭大运河及其平行河道逐级提水北送。从长江到天津北大港水库输水主干线全长 1156km, 其中黄河以南 646 km, 穿黄段 17km, 黄河以北 493km; 为解决山东半岛严重缺水的状况, 向济南、青岛、烟台、威海等城市供水, 输水线路总长 701km^[1]。

南水北调东线工程的基本任务是从长江下游取水, 主要为天津市、黄淮海平原东部和山东半岛补充水源, 与引黄工程和南水北调中线工程一起共同解决华北地区水资源短缺问题, 实现这一地区水资源的合理配置^[2]。南水北调供水区分布有淮河、海河、黄河流域 25 座地市级以上城市。包括天津、济南、青岛、徐州、衡水、聊城等大中城市、县级市及县 108 个^[3]。

2 南水北调东线受水区水资源优化配置模型的建立

2.1 子区划分与水源、用户组成

设研究区域可分为 K 个子区, 某子区用 k 表示。南水北调东线工程的供水范围大致分为三片:

①黄河以南; ②山东半岛; ③黄河以北。因此, 南水北调东线受水区划分为 3 个子区, 即 $k = 1, 2, 3$ 。

区域的供水水源根据其供水的空间范围可划分为共用水源和专用水源。共用水源指能同时向区域内两个以上子区的需水部门供水的水源, 一般包括大型的蓄、引水工程; 跨流域(区域)调水工程等; 专用水源指仅能为区域内一个子区的需水部门供水的水源, 一般包括子区内的蓄、引、提水工程; 地下水; 污水再利用等。设研究区域内有 c ($c = 1, 2, \dots, m$) 个共用供水水源, 第 k 子区有 i ($i = 1, 2, \dots, n$) 个专用水源。区域的用水一般可分为工业生产用水、农业生产用水、生活用水、航运用水和环境用水等类, 根据区域实际, 每一类也可分为若干具体的用水部门。设第 k 子区有 j ($j = 1, 2, \dots, h$) 个用水部门。受水区供水水源有南水北调工程调水、地下水资源与当地地表径流。可以明显地看出, 南水北调工程水资源为子区的公用水源, 地下水为各子区的独立水源。当地地表径流尽管也可以跨区使用, 但受资料限制和为了计算方便, 这里也按独立水源对待。在每个子区中, 根据用水部门的行业性质, 将用水部门分为五大类: 生活用水、环境用水、航运用水、工业用水和农业用水。

2.2 目标函数

目标 1(经济效益): 选用国内生产总值最大作

[作者简介] 张平(1977—), 女, 江苏连云港人, 博士研究生, 主要从事水资源技术经济及管理研究。

为主要经济效益目标,同时这个指标也部分反映了社会方面的效果。即全区国内生产总值 GDP 最大,用式 1 表达

$$f_1(X) = \max \sum_{k=1}^3 \sum_{j \in \text{GDP}(j)} fgdp_j^k(x_j^k) \quad (1)$$

水资源规划与管理中常采用 GDP 和用水量之间的线性关系表示,即

$$f_1'(X) = \max \sum_{k=1}^3 [\sum_{i=1}^n \sum_{j \in \text{GDP}(j)} (B_j^k x_{ij}^k \text{GDPC}_j) + \sum_{c=1}^m \sum_{j \in \text{GDP}(j)} (B_j^k x_{cj}^k \text{GDPC}_j)] \quad (2)$$

式中: $fgdp_j^k(x_j^k)$ 为 j 部门 GDP 与用水量的关系函数; $\text{GDP}(j)$ 为对 GDP 有贡献的用水部门集合; x_j^k 为系统分配给 k 子区 j 用水部门的总用水量; B_j^k 为 k 子区 j 用水部门单位水量产值系数,工业用水部门可用万元产值用水定额推求,农业用水部门可用灌溉定额和灌溉增产效益推求; x_{ij}^k 为 i 独立水源分配给 k 子区 j 用水部门的水量; x_{cj}^k 为 i 公共水源分配给 k 子区 j 用水部门的水量; GDPC_j 为 j 用水部门 GDP 占产值的比例系数,可用区域经济统计资料推求。

目标 2(社会效益):以区域总缺水最小来表示

$$f_2(X) = \min \sum_{k=1}^3 \sum_{j=1}^h [D_j^k - (\sum_{i=1}^n x_{ij}^k + \sum_{c=1}^m x_{cj}^k)] \quad (3)$$

式中: D_j^k 为 k 子区 j 用水部门需水量(万 m^3)。鉴于社会效益目标更不易度量,而区域缺水量的大小或缺水程度会影响社会发展与安定。因此,以区域总缺水量最小作为社会效益目标的间接度量。

目标 3(环境效益):以区域重要污染物排放量最小来表示

$$f_3(X) = \min \sum_{k=1}^3 \sum_{j=1}^h d_j^k p_j^k (\sum_{i=1}^n x_{ij}^k + \sum_{c=1}^m x_{cj}^k) \quad (4)$$

式中: d_j^k 为 k 子区 j 用水部门废水排放量中重要污染因子的含量(mg/L),一般可用化学需氧量 COD 等水质指标来表示; p_j^k 为 k 子区 j 用户污水排放系数。

2.3 模型约束条件

2.3.1 水源可供水量约束

公共水源可供水量约束

$$\sum_{k=1}^3 \sum_{j=1}^h x_{cj}^k \leq W_c \quad (5)$$

独立水源可供水量约束

$$\sum_{j=1}^h x_{ij}^k \leq W_i^k \quad (6)$$

式中: W_c 为公共水源 c 的可供水量(万 m^3); W_i^k 为 k

子区独立水源 i 的可供水量(万 m^3)。

2.3.2 水源至用户的输水能力约束

公共水源至用户的输水能力约束

$$x_{cj}^k \leq Q_{c\max}^k \quad (7)$$

独立水源至用户的输水能力约束

$$x_{ij}^k \leq Q_{i\max}^k \quad (8)$$

式中: $Q_{c\max}^k$ 为公共水源 c 至 k 子区的最大输水能力(万 m^3); $Q_{i\max}^k$ 为 k 子区 i 水源至 k 子区 j 用水部门的最大输水能力(万 m^3)。

2.3.3 用户需水量约束

$$U_{j\min}^k \leq \sum_{i=1}^n x_{ij}^k + \sum_{c=1}^m x_{cj}^k \leq U_{j\max}^k \quad (9)$$

式中: $U_{j\min}^k$ 为 k 子区 j 用水部门的最小需水量(万 m^3); $U_{j\max}^k$ 为 k 子区 j 用水部门的最大需水量(万 m^3)。

2.3.4 区域协调发展约束

$$\mu = \sqrt{\mu_{B1}(\sigma_1) \mu_{B2}(\sigma_2)} \geq \mu^* \quad (10)$$

式中: μ, μ^* 分别为区域协调发展指数及其最低值; $\mu_{B1}(\sigma_1), \mu_{B2}(\sigma_2)$ 分别表示水资源利用与区域经济发展的协调度、经济发展与水环境质量改善的协调度。

区域协调发展包括水资源利用与经济发展、经济发展与环境改善两方面,分别用供需水量比值、人均 GDP 增长与污染物排放量增长的比值来反映,并假定区域协调发展指数最低值为 0.8。

2.3.5 变量非负约束

$$x_{ij}^k \geq 0 \quad (11)$$

$$x_{cj}^k \geq 0 \quad (12)$$

将上述三个目标和各种约束条件组合在一起,即构成区域水资源优化配置的大系统多目标总体模型,如下所示:

$$F(X) = \varphi t \{f_1(X), f_2(X), f_3(X)\} = \begin{cases} f_1(X) = \max \sum_{k=1}^3 \sum_{j \in \text{GDP}(j)} fgdp_j^k(x_j^k) \\ f_1'(X) = \max \sum_{k=1}^3 [\sum_{i=1}^n \sum_{j \in \text{GDP}(j)} (B_j^k x_{ij}^k \text{GDPC}_j) + \sum_{c=1}^m \sum_{j \in \text{GDP}(j)} (B_j^k x_{cj}^k \text{GDPC}_j)] \\ f_2(X) = \min \sum_{k=1}^3 \sum_{j=1}^h [D_j^k - (\sum_{i=1}^n x_{ij}^k + \sum_{c=1}^m x_{cj}^k)] \\ f_3(X) = \min \sum_{k=1}^3 \sum_{j=1}^h [d_j^k p_j^k (\sum_{i=1}^n x_{ij}^k + \sum_{c=1}^m x_{cj}^k)] \end{cases} \quad (13)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{k=1}^3 \sum_{j=1}^h x_{ij}^k \leq W_c \\ \sum_{j=1}^h x_{ij}^k \leq W_i^k \\ x_{ij}^k \leq Q_{cmax}^k \\ x_{ij}^k \leq Q_{imax}^k \\ U_{jmin}^k \leq \sum_{i=1}^n x_{ij}^k + \sum_{c=1}^n x_{cj}^k \leq U_{jmax}^k \\ \mu = \sqrt{\mu_{B1}(\sigma_1) \mu_{B2}(\sigma_2)} \geq \mu^* \\ x_{ij}^k \geq 0 \\ x_{ij}^k \geq 0 \end{array} \right. \quad (14)$$

式中: $c = 1, 2, \dots, m; k = 1, 2, 3; i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, h$ 。

2.4 参数的确定

2.4.1 子区水源供水次序系数(α_i^k)、用户用水公平系数(β_j^k)

α_i^k 是指 k 子区 i 水源相对其他水源供水的优先程度, 与水源供水次序有关。 α_i^k 的数值可参照式 (15) 确定

$$\alpha_i^k = \frac{1 + \frac{n_{\max}^k - n_i^k}{\sum_{j=1}^h [1 + \frac{n_{\max}^k - n_i^k}{n_i^k}]}}{1} \quad (15)$$

式中: n_i^k 为 k 子区 i 水源供水次序序号; n_{\max}^k 为 k 子区水源供水次序序号最大值。

用户用水公平系数 β_j^k 是指 k 子区 j 用户相对其他用户优先得到供应的重要性程度。 β_j^k 与用户优先得到供给的次序有关, 其计算与 α_i^k 的计算相仿。

依照公平性原则, 在经济目标中考虑用户公平系数的 β_j^k 反映某用户相对于其他用户优先得到供水的重要性程度。按照“先生活、后生产”的原则和可持续发展原则, 水源分配要在优先满足人民生活饮用水的前提下, 保持水资源环境可持续发展, 统筹安排工、农业生产和其他用水。由此拟定各用户得到供水的次序先后为: 生活用水、环境用水、航运用水、工业用水、农业用水。参照公式 (15), 计算得到各用户的公平系数分别为: 0.33, 0.27, 0.20, 0.13, 0.07。

各子区水源供水次序系数采用类似方法确定。各子区供水水源有当地地表水、当地地下水和南水北调工程调水。目前南水北调工程受水区的地下水严重超采, 必须严格控制地下水的利用数量。以南水北调工程的调水代替目前地下水超采量, 涵养地下水, 一部分地下水可作为年内季节性调节或年际丰枯调节的水源, 大部分地下水应作为战略性储

备水源, 以备持续特殊枯水年应急之用。因此本文拟定的用水顺序是各子区当地地表水、南水北调工程调水和当地地下水。参照式 (15) 计算可以得到各水源的供水次序系数为 0.5, 0.33, 0.17。

2.4.2 需水量及其上下限

随着社会经济的发展, 南水北调东线工程受水区 2010 年总需水量为 518.39 亿 m^3 , 其中黄河以南为 228.70 亿 m^3 , 黄河以北为 149.77 亿 m^3 , 山东半岛 139.92 亿 m^3 ; 2030 年需水量为 567.81 亿 m^3 , 其中黄河以南为 251.09 亿 m^3 , 黄河以北为 159.48 亿 m^3 , 山东半岛 157.24 亿 m^3 , 各省需水详细状况见表 1^[5]。

表 1 南水北调东线工程受水区需水预测 亿 m^3

受水区	水平年	生活需水量	环境需水量	航运需水量	工业需水量	农业需水量	需水量合计
黄河以南	2010	29.30	2.35	5.10	50.57	141.38	228.70
	2030	41.37	3.25	5.10	69.18	132.19	251.09
山东半岛	2010	22.16	4.43	0	26.24	87.09	139.92
	2030	29.61	6.48	0	36.09	85.06	157.24
黄河以北	2010	20.03	2.21	0	18.99	108.54	149.77
	2030	28.34	2.80	0	23.57	104.77	159.48
受水区需水量合计	2010	71.49	8.99	5.10	95.80	337.01	518.39
	2030	99.32	12.53	5.10	128.84	322.02	567.81

2.4.3 各水源可供水量

预计南水北调东线工程受水区 2010 年总供水量为 407.61 亿 m^3 , 其中黄河以南为 188.42 亿 m^3 , 黄河以北为 104.62 亿 m^3 , 山东半岛 114.57 亿 m^3 ; 2030 水平年供水量为 438.19 亿 m^3 , 其中黄河以南为 202.59 亿 m^3 , 黄河以北为 109.08 亿 m^3 , 山东半岛 126.52 亿 m^3 , 表中“外调水”不包括南水北调工程供水, 各区域需水详细状况见表 2^[5]。

东线工程主要利用河道输水, 并采取逐级建设泵站提水北送, 在输水渠道和输水动力两方面都相对比较机动。因此, 东线工程合理调水规模可以依据受水区不同时段的水需求在一定幅度内进行灵活调整。根据东线工程的具体条件, 推荐南水北调东线工程调水规模 2010 年为 66 亿~75 亿 m^3 , 2030 年为 96 亿~105 亿 m^3 ^[2]。本文为方便计算, 选择南水北调东线工程调水规模 2010 年为 70 亿 m^3 , 2030 年为 100 亿 m^3 。

3 模型求解结果及分析

根据上述水资源优化配置模型, 经计算, 可得出研究区这两个规划水平年 (2010 年、2030 年) 情况下的水资源优化配置方案 (表 3、表 4)。

对表 3 和表 4 进行分析, 得出以下结论: ①2010 年南水北调工程东线受水区需水量为 518.39 亿 m^3 , 缺水为 40.78 亿 m^3 , 仅农业有不同程度的缺水。

表 2 南水北调东线受水区供水量

亿 m³

水资源分区		水平年	地表水	外调水	地下水	污水及雨洪水	海水利用	微咸水	可供水量合计
黄河以南	江水北调	2010	86. 88	41. 85	2. 83	0	0	0	131. 56
	供水系统	2030	92. 90	45. 08	1. 88	0	0	0	139. 86
	南四湖东	2010	19. 33	5. 50	28. 80	3. 23	0	0	56. 86
	平湖地区	2030	20. 60	5. 50	29. 08	7. 55	0	0	62. 73
	合计	2010	106. 21	47. 35	31. 63	3. 23	0	0	188. 42
		2030	113. 50	50. 58	30. 96	7. 55	0	0	202. 59
	山东半岛	2010	34. 97	24. 79	45. 43	7. 94	1. 44	0	114. 57
黄河以北		2030	36. 44	24. 79	46. 04	17. 20	2. 05	0	126. 52
		2010	21. 10	47. 70	26. 20	4. 98	1. 14	3. 50	104. 62
		2030	21. 10	47. 70	26. 20	6. 98	2. 10	5. 00	109. 08
合 计		2010	162. 28	119. 84	103. 26	16. 15	2. 58	3. 50	407. 61
		2030	171. 04	123. 07	103. 20	31. 73	4. 15	5. 00	438. 19

表 3 2010 年研究区水资源优化配置方案

受水区	用水行业	地表水 / 亿 m ³	南水北调 / 亿 m ³	地下水 / 亿 m ³	分类总量 / 亿 m ³	缺水量 / 亿 m ³	缺水率 / %
黄河以南	生活	14. 65	9. 67	4. 98	29. 30	0	0
	环境	1. 18	0. 78	0. 39	2. 35	0	0
	航运	2. 55	1. 68	0. 87	5. 10	0	0
	工业	29. 10	12. 87	8. 60	50. 57	0	0
	农业	109. 31	0	16. 79	126. 10	15. 28	10. 81
山东半岛	生活	11. 08	7. 31	3. 77	22. 16	0	0
	环境	2. 22	1. 46	0. 75	4. 43	0	0
	航运	0	0	0	0	0	0
	工业	14. 55	7. 23	4. 46	26. 24	0	0
	农业	41. 29	0	36. 45	77. 74	9. 35	10. 74
黄河以北	生活	10. 02	6. 61	3. 40	20. 03	0	0
	环境	1. 11	0. 73	0. 37	2. 21	0	0
	航运	0	0	0	0	0	0
	工业	9. 50	6. 27	3. 22	18. 99	0	0
	农业	57. 79	15. 39	19. 21	92. 39	16. 15	14. 88
合 计		304. 35	70. 0	103. 26	477. 61	40. 78	7. 87

表 4 2030 年研究区水资源优化配置方案

受水区	用水行业	地表水 / 亿 m ³	南水北调 / 亿 m ³	地下水 / 亿 m ³	分类总量 / 亿 m ³	缺水量 / 亿 m ³	缺水率 / %
黄河以南	生活	20. 69	13. 65	7. 03	41. 37	0	0
	环境	1. 63	1. 07	0. 55	3. 25	0	0
	航运	2. 55	1. 68	0. 87	5. 10	0	0
	工业	36. 82	20. 6	11. 76	69. 18	0	0
	农业	109. 94	0	10. 48	120. 42	11. 77	8. 90
山东半岛	生活	14. 81	9. 77	5. 03	29. 61	0	0
	环境	3. 24	2. 14	1. 10	6. 48	0	0
	航运	0	0	0	0	0	0
	工业	18. 05	11. 91	6. 13	36. 09	0	0
	农业	44. 38	0. 18	33. 78	78. 34	6. 72	7. 90
黄河以北	生活	14. 17	9. 35	4. 82	28. 34	0	0
	环境	1. 40	0. 92	0. 48	2. 80	0	0
	航运	0	0	0	0	0	0
	工业	11. 79	7. 78	4. 0	23. 57	0	0
	农业	55. 52	20. 95	16. 90	93. 37	11. 4	10. 88
合 计		334. 99	100. 0	103. 20	538. 19	29. 89	5. 26

其中, 黄河以南、山东半岛、黄河以北 3 个子区缺水量分别为 15. 28 亿 m³, 9. 35 亿 m³ 和 16. 15 亿 m³, 缺

水率分别为 10. 81%, 10. 74% 和 14. 88%。2030 年与 2010 年相比, 南水北调工程东线受水区需水量为 567. 81 亿 m³, 缺水量为 29. 89 亿 m³, 缺水量减少了 10. 89 亿 m³, 缺水率为 5. 26%, 同样只有农业用水有不同程度的缺水。②对全区各用水部门而言, 生活、环境、航运、工业用水都可以满足, 只有农业用水出现短缺。2010 年, 黄河以南、山东半岛、黄河以北 3 个子区农业用水缺水率分别为 10. 81%, 10. 74% 和 14. 88%; 到 2030 年, 3 个子区农业用水缺水率分别为 8. 90%, 7. 90% 和 10. 88%, 这也是模型中设置用户公平系数的一种体现。③所建立的南水北调工程东线受水区水资源优化配置模型, 是多目标优化问题, 配置成果是经济、社会、环境三个目标之间的均衡解, 体现了协同发展原则, 因此它与常规的仅以缺水量最小为目标的供需水平衡分析是有区别的。所求得的三个目标值, 是南水北调工程东线受水区水资源优化配置效益的反映: 供水经济效益反映了优化配置后水资源对区域经济发展的贡献; 缺水量反映了优化配置后, 该区域的供需水平衡情况; COD 排放量与各用水部门的污水排放系数和污染物浓度有关, 反映了该区域的水环境质量和水污染治理效果。④根据南水北调工程东线受水区社会经济预测, $\mu_{B1}(\sigma_1)$ 在优化配置模型中, 求得区域的协调情况为: 水资源利用与经济发展的协调度 $\mu_{B1}(\sigma_1) = 0. 921$; 经济发展与环境保护的协调度 $\mu_{B2}(\sigma_2) = 0. 739$; 整个区域的协调发展指数, $\mu = 0. 825$ 。可见, 南水北调工程东线受水区水资源利用与经济发展协调度较好, 而经济发展与环境保护之间的协调较差, 整个区域资源、经济、环境的协调性一般。⑤本文对南水北调工程东线受水区水资源优化配置建立了模型, 并以粒子群优化算法作为求解方法, 编制了基于粒子群优化算法的水资源优化配置模型求解的计算机程序。由于资料条件的限制, 仅利(下转第 66 页)

资源的所有权和使用权做出清晰界定,水权在不同主体之间的明确界定是水权转换的必要性和转换有序性的必要条件。在我们国家,水权转换才刚刚起步,现有的水权转换都是政府过多的参与,在一定程度上偏离了市场机制^[8]。东阳——义乌水权转换中的争论就是由于水权的不明晰而造成的。

3 规则制约

转换规则是对水权交易市场的一种制度设计。水权转换最终能否产生良好的效益,在很大程度上取决于转换规则的成熟程度。目前我国水市场刚刚起步,水权交易还不规范,交易规则的制定更处于落后阶段,目前还没有法律意义下的水权转换规则。转换规则的基本目标应当是维持转换市场的稳定性,降低转换费用,促进水权在转换中实现边际效益的最大化,提高单位水权的产出。因此,设计良好的转换规则应当有利于水权向边际效益高的部门流动,同时根据我国处于转型时期的基本国情,进行水权转换既要充分发挥市场的作用,又要重视政府的监督管理作用,尽量避免由于市场失灵而可能带来的危害。而我们国家在水权交易规则的制定方面还远远落后于西方水市场成熟的国家。

4 技术制约

水权转换过程涉及一系列的定量计算,比如初始水权的分配、转换水量的确定、转换价值的计算、水资源价值的计算、水资源输送过程中的渗漏、蒸发等等都与选择的计量方法密切相关,如果计量不准,则有可能阻碍水权转换的进行。另外,水资源具有时空分布特性,水质的好坏将直接影响转换水权的价格,而水质的检测、水资源时空特性的确定都需要一定的技术支持,水权转换所涉及的工程费用的合理规划与分配及补偿费用的确定也是制约水权转换

的技术因素。

5 观念制约

长期以来,受水资源是取之不尽、用之不竭的传统观念的影响,水资源价格严重背离水资源价值,水资源无价或低价,造成了水资源长期被无偿地使用。另外,长期以来由于受计划经济体制的影响,水资源使用权由国家垄断,水权的分配主要依靠行政划拨,各用水户用水由政府无偿或低价供给。再次,由于水资源是一种极其特殊的自然资源,因此,要进行水权转换就必须纠正长期流行的资源无价的传统观念,确立新的水资源价值观,在政府的宏观调控下推进水权转换的稳健运行,适应社会主义市场经济发展的要求,推进社会主义现代化建设的进程。

[参考文献]

[1] 王磊.两亿元买清水——国内第一笔水权交易详记[N/OL].人民日报·华东新闻,2001-06-20(1)[2005-07-20].
[http://www. people. com. cn/GB/ paper40/ 2710/ 390823. html](http://www.people.com.cn/GB/paper40/2710/390823.html).
[2] 胡玉荣,陈永奇.黄河水权转换的实践与认识[J].中国水利,2004(15):46-48.
[3] 焦爱华,杨高升.中国水市场的运作模型研究[J].水利水电科技进展,2001,21(4):37-40.
[4] 傅春,胡振鹏.国内外水权研究的若干进展[J].中国水利,2000(6):40-42.
[5] 张仁田,董利忠.水权、水权分配与水权交易体制的初步研究[J].水利发展研究,2002,2(5):26-27.
[6] AHMAD M. Water pricing and markets in the Near East: policy issues and options[J]. Water Policy, 2000, 15(2): 229-242.
[7] 田圃德.水权制度创新及效率分析[M].北京:中国水利水电出版社,2004:96-110.
[8] 刘伟.中国水制度的经济学分析[D].上海:复旦大学,2004:21-39.

(收稿日期:2005-08-28 编辑:梁志建)

(上接第64页)用南水北调工程东线受水区2010年和2030年的需水量预测资料,以及各水源供水能力对模型进行了验证,从而给出这两年的优化配置方案。当资料、信息条件以及模型参数改变时,仍可运行已编制的计算机程序,进行模型求解。因此,所建模型和设计的求解算法具有一定的适用性和可操作性。

[参考文献]

[1] 水利部淮河水利委员会,水利部海河水利委员会.南水

北调东线工程规划(2001修订)简介[J].中国水利,2003(1):43-47.
[2] 王浩,秦大庸,王建华,等.黄淮海流域水资源合理配置[M].北京:科学出版社,2003:216-218.
[3] 李庆林,王蓓.南水北调东线工程输水线路布置[J].水利规划与设计,2005(1):17-20.
[4] 汪易森,杨元月.中国南水北调工程[J].人民长江,2005(7):2-5.
[5] 李善同,许新宜.南水北调与中国发展[M].经济科学出版社,2004:268-269.

(收稿日期:2005-11-07 编辑:梁志建)

Abstract: Evolution of water price of Luanhe River Diversion Project is introduced. With regard to the existing shortcomings, causes for the deviation between water price and its value are analyzed. Some countermeasures are put forward: adjustment of water price; strengthening of internal management and decrease of water supply cost; early implementation of two-part water price, etc.

Keywords: water price reform; benign development; Luanhe River Diversion Project

Researches on cost function of irrigation pipes/TANG Liang, et al (Department of Agriculture, Hohai University, Nanjing 210098, China)

Abstract: To define the cost function of irrigation pipes of certain region, engineering cost data of irrigation pipes per unit length in the region are needed. However, the cost data are difficult to collect, and the cost of some irrigation projects cannot reflect the current price level owing to their old construction time. With regard to the above-mentioned, cost information of market materials and budget norm of engineering, etc. are introduced to calculate the engineering unit price of pipes with various diameters, and then through statistical analysis, the cost function of irrigation pipes is yielded.

Keywords: irrigation pipe; budget norm; curve fitting

Application of ion-exchange techniques in dilution of seawater/CHEN Zhiyun, et al (College of Environment and Resources, Jilin University, Changchun 130021, China)

Abstract: The principles and procedures of applying ion-exchange techniques in dilution of seawater are introduced. Their characteristics and effectiveness are analyzed. It is put forward that the ion-exchange techniques are the optimum technology for dilution of seawater from the viewpoint of the time and the optimum ratio of treatment load.

Keywords: ion-exchange technique; dilution of seawater; application

“Tax for fees reform”: realization of substitution of water resources fee collecting institution by water resources protection tax/ZHOU Guochuan (Business School of Hohai University, Nanjing 210098, China)

Abstract: With regard to the existing problems in the implementation of current water resources fee institution in China, according to the basic principles of economics, through normative analysis and based on analysis of necessity and feasibility, the viewpoint of “tax for fees reform” for water resources fee is put forward, and its systematic framework is also established.

Keywords: water resources; water resources fee; water resources protection tax; tax for fees reform

Evaluation and proof mechanism for water resources and hydropower construction projects/XU Ming, et al (Business School of Hohai University, Nanjing 210098, China)

Abstract: Establishing a scientific system of evaluation and proof mechanism for water resources and hydropower construction projects is conducive to project decision-making. It is critical to ensure the rational utilization of project funding and profit maximization and that the proposed projects will have beneficial effect on the national economy and promote sustainable development of population, resources and environment. Five aspects of evaluation and proof principles are discussed in detail and a useful conclusion is drawn.

Keywords: water resources and hydropower, project evaluation, proof mechanism, conclusion

Application of genetic algorithm in the schedule of the optimization hydraulic project construction/Wang Arrnan, et al (Business School of Hohai University, Nanjing 210098, China)

Abstract: The disposition of various resources and both schedule and quality is the urgently resolved problem in the large-scale hydraulic project constructions because the project takes long time, expenses a lot of money, and constructs complicatedly. The basic theories of the genetic algorithm are used to solve the “schedule cost” optimization problem of hydraulic project construction in this paper. And the optimization mathematical model is applied for Linhuaigang Flood Control Project in order to solve the optimization between the cost and schedule. The calculating results show that it is superiority to solve the schedule optimization of the hydraulic project construction by use of the genetic algorithm.

Keywords: genetic algorithm; hydraulic project; schedule control; optimization

On enterprise-style management of South-to-North Water Transfer Project/MA Jun, et al (Business School of Hohai University, Nanjing 210098, China)

Abstract: There are so many points, long lines and wide surfaces with regard to South-to-North Water Transfer Project, and thus it is difficult to manage. At present, 4 project corporations have been established. The management efficiency can be effectively raised through enterprise-style management.

Keywords: South-to-North Water Transfer Project; enterprise-style management; management system

Water resources optimum allocation of the east route of South-to-North Water Transfer Project/ZHANG Ping, et al (Business School of Hohai University, Nanjing 210098, China)

Abstract: Based on the characteristics of water resources

of the east route of South to North Water Transfer Project as well as its role on the water resources optimum allocation, this paper puts forward the water resources optimum allocation model, discusses the cause function, restriction and parameter and analyzes the results.

Keywords: water resources; optimum allocation; South to North Water Transfer Project

Analysis of key factors in water right conversion in China/ YANG Xiang-hui, et al (Business School of Hohai University, Nanjing 210098, China)

Abstract: With the opening of the water market, the cases of water right conversion are becoming more and more in China. However, the water market is still not perfect, and the water right conversion still suffers effect of many factors. With regard to the closely-related factors in water right conversion, such as the system controlling, ownership controlling, rule controlling, technique controlling, idea controlling and so on, some questions are analyzed, such as phenomenon of confused water management departments; unclear water right; imperfect conversion rules; poor techniques in water right conversion ideas of invaluable water.

Keywords: water right; conversion; controlling factor

Researches on sustainable development of water resources in Tongchuan City under recycling economy mode/FANG Xi, et al (Department of Environment of Chang'an University, Xi'an 710064, China)

Abstract: Under the constant condition of environmental load, water consumption of ten thousand Yuan output value is got from the control equation. It is unable to meet the recycling economy's demand. The water resources supply and demand in Tongchuan City are analyzed according to the idea and method of recycling economy. The following conclusions can be drawn: Tongchuan needs relevant technological innovations, takes the water saving measures, reduces water consumption of ten thousand Yuan output value and builds corresponding rainwater and sewage collecting and treatment facilities. On such a basis, Tongchuan will realize the sustainable utilization of the water resources under the recycling economy mode.

Keywords: water resources; recycling economy; water consumption of ten thousand Yuan output value

Establishment of water saving Ningbo by use of recycling economy theories/ LI Xiao-jie (Business School of Hohai University, Nanjing 210098, China)

Abstract: Water is the source of the life and the basic condition of national economy and society's sustainable development. The natural conditions in Ningbo belong to the abundant water area. But because of the high density of population and the economic growth, the water resources become the bottleneck of economic development of

Ningbo City. Recycling economy is an ecological economy, and it can lighten and alleviate the pressure of lack of water resources.

Keywords: recycling economy; water saving; economy of water resources

Researches on sustainable utilization of water resources of Huangshui River basin/JIANG Yuan-chun (Water Authority of Ledu County of Qinghai Province, Ledu 810700, China)

Abstract: Huangshui River basin is the region of industrial and agricultural production base with the densest population in Qinghai Province, and its water consumption is 42% of the total water consumption of Qinghai Province. Because of unbalanced distribution of population and water resources as well as increasing water pollution, contradiction of supply and demand of water resources is severe, and it directly restricts the sustainable development of economy and society of Qinghai Province. Based on the analysis of characteristics of water resources and status in quo of utilization of Huangshui River basin, some countermeasures are put forward.

Keywords: water resources; sustainable; utilization; Huangshui River basin

Researches on necessity of leading role of public finance in water resources construction/HU Yong-fa (Business School of Hohai University, Nanjing 210098, China)

Abstract: This paper begins with the property and function of public finance. Since 1949, the public finance has occupied the dominant position in the water resources investment in China. With regard to the Chinese water resources projects, the common weal projects are dominated. Therefore, the public finance system is needed to play a leading role. Water resources in different regions also require that the public finance system plays a leading role.

Keywords: public finance; water conservancy building; common weal

Investigation of returning immigrants labor force in Sanmenxia Reservoir area of Huayin City, Shaanxi Province/ YANG Dong-lang, et al (School of Public Policy and Management, Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710049, China)

Abstract: Through an investigation of returning immigrants in Sanmenxia Reservoir area of Huayin City, Shaanxi Province, the necessity of immigrant labor force transfer is defined. The difficulty of labor force transfer is analyzed. Some suggestions are put forward in accordance with the local situation.

Keywords: Sanmenxia Reservoir; returning immigrant; labor force