

区域再生水水权分配制度探讨

吴丹,王亚华

(清华大学公共管理学院,北京 100084)

摘要:在对区域再生水水权内涵进行界定的基础上,从再生水资源的利用途径、利用形式以及利用期限3个角度阐述区域再生水水权的表现形式,明确区域再生水公共水权分配的社会、经济和生态目标以及区域再生水私有水权的分配目标,确定区域再生水水权分配的影响因素,提出区域再生水水权分配原则,从公共水权与私有水权两方面,研究区域再生水水权分配供求主体的利益关系。初步探讨了区域再生水水权分配制度,建立了再生水公共水权分配模型,为区域再生水资源的合理开发、高效利用与优化配置提供决策依据。

关键词:再生水资源;区域再生水;水权分配;分配模型

中图分类号:F407.9

文献标志码:A

文章编号:1006-7647(2013)03-0034-05

Discussion of water rights allocation of regional reclaimed water//WU Dan, WANG Yahua (Tsinghua University, School of Public Policy & Management, Beijing 100084, China)

Abstract: Based on the connotation of regional reclaimed water rights, its manifestations were discussed in terms of utilization modes, utilization forms, and utilization deadlines of reclaimed water resources in order to determine social, economic, and environment objectives of public water rights, and to determine the allocation objectives of private water rights. The influencing factors and principles of regional reclaimed water rights allocation were analyzed. The interest relationship between supplier and demander was studied as it relates to public and private water rights. The water rights allocation of regional reclaimed water was investigated preliminarily and an allocation model of published reclaimed water rights was developed to provide a basis for reclaimed rational development, effective utilization, and optimal allocation of regional reclaimed water.

Key words: reclaimed water resource; regional reclaimed water; water rights allocation; allocation model

随着我国经济社会的可持续快速发展以及气候与季节性的变化,用水需求总量呈现复杂的增长趋势。在天然新鲜水资源的供给能力无法满足用水需求总量的制约条件下,国家环保部将出台再生水利用专项规划,把再生水利用纳入水资源开发利用的范畴。再生水资源具有有限性、可恢复性、一定的使用价值性等基本特征,在农业灌溉用水、工业冷却用水、景观绿化用水以及市政杂用与建筑施工用水等领域得到了广泛应用,再生水资源利用规模已呈现逐年递增的趋势。随着节水型社会建设的全面推广,各用水行业对再生水资源利用的意识逐步增强,使再生水资源在各用水行业中发挥着重要作用,节水型社会建设对于再生水资源的合理开发、高效利用以及政策制定具有重要指导作用与现实意义。

目前国外学者对再生水资源利用进行了较为成

熟的理论研究和实践探索^[1-6]。美国的水权制度对再生水利用的水权规定,倾向于不将污水的使用权纳入原来的水权体系,即作为独立的水资源种类在原有水权体系之外加以管理。我国鲜有学者对再生水水权管理与分配制度进行系统研究,学者们主要从再生水资源的需求预测、定价与优化分配、政策等领域进行区域再生水资源的相关理论研究:①针对再生水资源的需求预测方法,主要依据区域用水的历史数据,结合行业用水定额,采用定额法、时间序列法、灰色模型、神经网络、回归分析、系统动力学以及组合预测模型等预测方法^[7-12],统计分析预测区域再生水需求;②针对区域再生水资源的优化分配,主要以追求经济和社会效益最高、环境污染最小为目标,采用多目标决策方法,建立分质供水的综合优化分配模型进行优化分配^[13-16];③针对区域再生水

资源利用的相关政策,对再生水利用途径、利用形式、水质标准及处理工艺、配套非工程措施等关键问题及对策进行探讨,深入分析了再生水资源管理的体制、资金、配套设施、政策法规等^[17-21]。魏庆亮等^[22]首次探讨了再生水资源的所有权、使用权问题,提出再生水作为水资源的一种特殊形式,其所有权归国家所有,其使用权可以通过向水行政主管部门办理取水许可手续后获得,用水过程要接受水行政主管部门的监督和指导。吴丹^[23]首次提出再生水利用的水权管理理念,对再生水水权的概念进行界定,阐述了再生水利用的水权管理作用与意义,探讨了再生水利用的水权管理模式。

目前针对区域再生水资源的开发、利用与配置仍缺乏较为有效合理的权利保障,再生水利用效率有待进一步提高,因此迫切需要通过界定再生水水权,明确再生水在水资源开发利用中的合理地位,以促进区域再生水的高效利用。基于此,本文在对区域再生水水权内涵进行界定并阐述区域再生水水权界定意义的基础上,提出区域再生水水权的表现形式,剖析区域再生水水权分配的影响因素,提出区域再生水水权分配目标与分配原则,从公共水权与私有水权两方面,研究区域再生水水权分配供求主体的利益关系,初步探讨区域再生水水权分配制度,为区域再生水的高效利用提供决策依据。

1 区域再生水水权的内涵界定与表现形式

1.1 区域再生水水权的内涵界定

按主体的不同,水权可分为国家水权、流域水权、区域水权、行业水权和用水户水权。区域水权是特定行政区域各用水行业利益及其综合利益在水资源初始使用和再生利用中的反映,按照不同权利划分区域水权,主要包括区域水资源用益权、排污权、转让权、开发经营权、再生使用权等。区域水资源再生使用权亦称为区域再生水工程水权(简称区域再生水水权),是区域水权的重要组成部分,主要指受水区由于再生水开发利用工程的实施而拥有的水权,一般指再生水开发利用工程增加的取水权。区域再生水作为一种特殊形式的水资源,其所有权归国家所有,区域再生水水权,包括区域再生水资源的占有权、取用权和收益权。

区域再生水水权内涵的界定是再生水水权分配的前提条件。通过明晰再生水水权,可从以下几方面加强再生水的水权管理:①加强基层设施建设。一方面,有利于激励和推动地方政府与水行政主管部门对再生水利用工程设施的建设和管理;另一方面,有利于激励和促进地方企业或集体投资建设再

生水集蓄利用工程设施。②推进再生水利用产业化。按照“谁投资、谁受益,谁使用、谁付费”的原则,建立再生水工程投融资体制,扩大再生水工程投融资渠道,将再生水生产利用由政府行为转变为社会、企业、集体承办,实现投资主体多元化、运营主体企业化、运作管理市场化的发展模式^[26]。③完善再生水利用的相关政策法规。地方政府可通过制定相应的政策法规,加强再生水水权在不同用水部门或行业之间的合理分配,提高再生水水权的利用效率。④健全市场管理体制机制。通过加强再生水水权管理,培育再生水市场,充分发挥经济杠杆的调节作用,将富余的再生水在水权市场进行交易。

1.2 区域再生水水权的表现形式

根据区域再生水利用途径的不同,可将区域再生水水权划分为农业再生水水权、工业再生水水权、公共服务业再生水水权以及景观绿化再生水水权。其中,农业再生水水权主要指农业灌溉再生水水权;工业再生水水权主要指工业冷却再生水水权;公共服务业再生水水权主要包括建筑施工再生水水权与市政杂用再生水水权,市政杂用再生水水权主要指公厕、洗车、浇洒道路再生水水权;景观绿化再生水水权主要指受水区地下水回补、水土保持、湖泊湿地等保护和改善生态环境以及城镇绿化的再生水水权。

根据区域再生水利用形式的不同,区域再生水水权主要包括再生水分散式利用水权、再生水集中式利用水权以及再生水集蓄利用水权。再生水分散式利用水权,即通过建立局部污水收集管网配套设施,对污水进行就地处理和再生利用的水权,主要指公共服务业再生水水权;再生水集中式利用水权,即污水经管网配套设施收集、在常规二级处理后经深度处理,得以集中利用于绿化、受水区河道、公园等生态景观补充用水以及工业冷却用水的水权,主要指景观绿化再生水水权与工业再生水水权;再生水集蓄利用水权,即采取人工措施建设水利工程以高效收集再生水并加以蓄存和调节利用的水权,主要指农业再生水水权。

根据区域再生水利用期限的不同,区域再生水水权主要包括临时性水权和稳定性水权。临时性水权主要指农业再生水水权,由于农业灌溉易受到季节气候变化的影响,因此农业灌溉再生水水权亦称为季节性农业灌溉再生水水权;稳定性水权主要指对工业、公共服务业以及景观绿化再生水需求进行长期稳定供给的再生水水权。但区域再生水水权可使用量受到区域各行业或用水部门天然新鲜水资源使用过程中废污水排放总量、再生水工程的污水处理能力与再生水最大供给能力、行业

或各用水部门的再生水需求量等影响因素的制约,因此区域再生水水权可使用量具有不确定性,可通过区域再生水供水保证率将其折算为有保证的再生水水权进行供给。

区域再生水水权的确立,实际上是区域再生水资源利益的划分,区域再生水资源利益的划分与其工程投资密不可分。区域再生水工程的投资资金主要来源于地区政府及其用水部门或行业,因此,根据投资主体的不同,又可将区域再生水水权分为地区政府的再生水公共水权与行业或用水部门拥有的再生水私有水权,其中,区域再生水工程投资以地区政府投资为主,其所占份额较大。基于“谁投资,谁受益”的原则,行业或用水部门拥有的再生水私有水权可按其对再生水工程的投资比例乘以再生水工程水权总量计算得到;再生水公共水权的合理分配应兼顾公平与效率原则,充分体现行业或用水部门水资源的利用效率和效益,以及水污染物排放量对生态环境的影响。

区域再生水水权包括再生水公共水权与再生水私有水权两部分,其中再生水公共水权属于地方人民政府,其水行政主管部门代表当地政府行使区域再生水资源的使用权,一方面通过政府行政分配方式,再生水公共水权主要用于补给区域各行业或用水部门天然新鲜水资源需求的不足,从而最大限度地保障受水区的公众健康,提高受水区的粮食生产总量和国民经济产值,优化经济产业结构布局,提高受水区水资源承载能力,改善水生态环境;另一方面,再生水公共水权在保障行业或用水部门水资源供需平衡的情况下,若仍有剩余,可将其作为地方政府水资源应急储备。再生水私有水权属于行业或用水部门,一方面用水部门或行业根据其再生水需求可直接利用;另一方面,再生水私有水权在保障行业或用水部门水资源供需平衡的情况下,若仍有剩余,可通过水权交易市场进行水权转让。

区域再生水水权分配是对行政区域内不同行业或用水部门水资源需求不足的重要补给,也是进一步加强区域水环境治理、提高污水处理回用率、减少废污水与水污染物排放量的重要手段。根据区域再生水水权分配供求主体的利益关系,可从再生水公共水权与私有水权两方面,探讨再生水水权的分配制度。

2 区域再生水公共水权分配制度

根据区域再生水水权的表现形式,区域再生水公共水权的投资主体主要为地方政府,因此区域再生水公共水权分配主要是通过建立以政府宏观调控和行政分配为主、用户参与和市场分配为辅、公平性

与效率性兼顾、公平性为主的分配模式,地方政府将区域再生水公共水权合理分配给农业、工业、服务业以及景观绿化等需求主体。

地方政府在分配区域再生水公共水权时,必须兼顾社会、生态以及经济三大目标:

a. 经济目标。针对区域水资源稀缺情况,区域再生水资源供给必须补足农业、工业的供需缺口,带动产业结构布局的调整与优化,促进经济增长方式的转变,以保持水资源的高效利用。针对水资源富余情况,为充分体现区域再生水资源的利用价值,可将节约的再生水资源在不同行业或用水部门之间进行水权交易,以提高区域水资源利用效率、最大化区域行业或用水部门经济效益。

b. 社会目标。区域再生水公共水权分配时,作为投资主体的地方政府在满足农业、工业供需缺口时,必须同时保障公共冲厕、浇洒道路等公共服务需求主体的再生水资源供需平衡。

c. 生态目标。地区政府必须承担保护水生态环境和城镇绿化的责任,区域再生水公共水权管理必须合理保障受水区地下水回补、水土保持、湖泊湿地等景观与城镇绿化的水资源需求,抑制水生态破坏,体现区域再生水资源供给与景观绿化水资源需求之间的供需平衡。

鉴于此,首先,可根据区域各行业或用水部门的废污水排放总量、再生水工程的污水处理能力、再生水资源最大供给能力以及作为投资主体的地方政府再生水工程投资比例,确定区域再生水公共水权可使用量。其次,结合区域社会经济发展规划,在政府宏观调控作用下,补给区域各行业或用水部门的水资源供需缺口,体现地区社会经济发展、粮食安全和水土保持等政治目标,并优先考虑发展低耗水、高效产业,提高水资源的利用效率,实现区域再生水资源价值的最大化、产业结构布局的调整与优化升级。同时,保障一定程度的景观环境用水,以维护区域水生态与景观环境的健康发展,提高区域水环境承载能力。

区域再生水水权实践分配时,可借鉴区域水权初始分配时的优先序位规则^[24],建立不同需求主体的优先级别,将再生水公共水权作为不同用水部门或行业之间水权供需缺口的重要补给水源,以促进再生水分配利用的高效性与可持续性。按照用水优先级别实现对各用水部门的再生水公共水权进行分配。优先序位界定为:①基于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基于保障社会稳定和粮食安全原则,在分配基本生活用水的前提下,必须优先保障粮食生产用水需求;③基于重视生态及保护环境原则,在优先分配基

本生活用水与粮食生产用水的前提下,保障河道外生态环境的用水需求;④基于经济效益原则,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,合理保障三次产业的用水需求;⑤基于产业结构合理原则,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,以促进三次产业之间的协调发展。建立的目标规划模型可表示为

$$\begin{cases} \min Z_j = P_1 d_{j1}^- + P_2 d_{j2}^- + P_3 d_{j3}^- + P_4 (3d_{j4}^- + 3d_{j5}^- + d_{j6}^-) + \\ P_5 (d_{j7}^- + d_{j7}^+) + P_6 (d_{j8}^- + d_{j8}^+) \\ \sum_{l=1}^5 (W_{jl} + \Delta W_{jl}) = W_j + \Delta W_j \\ (W_{j1} + \Delta W_{j1}) + d_{j1}^- - d_{j1}^+ = Z_{j1} \\ (W_{j3} a_j + \Delta W_{j3} a'_j) + d_{j2}^- - d_{j2}^+ = Z_{j2} \\ (W_{j2} + \Delta W_{j2}) + d_{j3}^- - d_{j3}^+ = Z_{j3} \\ (W_{j4} b_j + \Delta W_{j4} b'_j) + d_{j4}^- - d_{j4}^+ = Z_{j4} \\ (W_{j5} c_j + \Delta W_{j5} c'_j) + d_{j5}^- - d_{j5}^+ = Z_{j5} \\ (W_{j3} e_j + \Delta W_{j3} e'_j) + d_{j6}^- - d_{j6}^+ = Z_{j6} \\ (W_{j3} e_j + \Delta W_{j3} e'_j) + d_{j7}^- - d_{j7}^+ = Z_{j7} (W_{j4} b_j + \Delta W_{j4} b'_j) \\ (W_{j4} b_j + \Delta W_{j4} b'_j) + d_{j8}^- - d_{j8}^+ = Z_{j8} (W_{j5} c_j + \Delta W_{j5} c'_j) \\ W_{jl} \geq 0 \\ \Delta W_{jl} \geq 0 \\ d_{jk}^+ \geq d_{jk}^- \geq 0 \\ d_{jk}^+ d_{jk}^- = 0 \\ (j=1, 2, \dots, n; l=1, 2, \dots, 5; k=1, 2, \dots, 8) \end{cases}$$

式中: Z_j 为总目标值; $P_i (i=1, 2, \dots, 6)$ 为分目标的优先级; $Z_{jm} (m=1, 2, \dots, 8)$ 分别为第 j 区域生活用水、粮食总产量、河道外生态环境用水、第二产业生产总值、第三产业生产总值、第一产业生产总值、第一产业与第二产业产业结构比、第二产业与第三产业产业结构比的目标值,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; W_j 、 ΔW_j 分别为第 j 区域的初始水权总量和再生水公共水权总量(已知量); $W_{jl} (l=1, 2, \dots, 5)$ 分别为第 j 区域生活、河道外生态环境、第一产业、第二产业以及第三产业的初始水权量(已知量); ΔW_{jl} 为第 j 区域第 l 用水部门补给的公共水权量(未知变量); a_j 、 a'_j 分别为第 j 区域天然水、再生水的单方水粮食产量; b_j 、 b'_j 分别为第 j 区域天然水、再生水的单方水第二产业增加值; c_j 、 c'_j 为第 j 区域天然水、再生水的单方水第三产业增加值; e_j 、 e'_j 分别为第 j 区域天然水和再生水的单方水第一产业增加值; d_{jm}^- 为第 j 区域第 m 个目标未达到 Z_{jm} 目标值的负偏差量; d_{jm}^+ 为第 j 区域第 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,可得到区域内不同行业或用水部门的再生水公共水权分配量。目标规划模型进一步说明了区域再生水水权分配与区域水权初始分配的关系,即区域再生水水权分配必须在区域水权初始分配结果确定的前提下进行。根据目标规划模型,可以得到再生水水权产生的社会价值为补充生活用水量 ΔW_{j1} ,生态价值为补充生态用水量 ΔW_{j2} ,经济价值为经济生产总值($\Delta W_{j3} e'_j + \Delta W_{j4} b'_j + \Delta W_{j5} c'_j$)。根据目标规划模型,针对水资源富余情况,在弥补区域各行业或用水部门水权供需缺口的前提下,剩余的区域再生水公共水权可作为地方政府水资源应急储备,或采用市场拍卖的分配方式,在区域各行业或用水部门之间进行分配。

3 区域再生水私有水权交易制度

根据区域再生水水权的表现形式,区域再生水私有水权的投资主体主要为区域各用水部门,因此针对水资源稀缺情况,区域各行业或用水部门首先可根据再生水工程投资比例获取再生水私有水权使用量,将再生水私有水权作为其稀缺水资源需求量的重要补给。若用水部门再生水私有水权仍有富余,可将富余的再生水私有水权直接在水权交易市场上进行水权转让,主要以农业与工业之间的再生水水权交易为主。因此区域再生水水权交易主要是在水资源富余情况下,以市场分配为主要分配机制,进行再生水私有水权交易,体现区域再生水私有水权在各行业或用水部门之间利用的效率性与效益性。

区域再生水私有水权交易管理必须经过水务主管部门(如省市节水工作管理部门)的批准,并登记备案,经过批准、登记、注册的再生水工程设施的所有者拥有再生水私有水权。再生水私有水权交易必须兼顾水权买卖双方的利益,按照平等、自愿、有偿原则签订有关水权交易合同,水权交易过程中,水权交易价格应该公平合理。区域再生水私有水权交易管理过程中,必须简化交易手续,规范交易程序,尽量降低再生水水价与再生水私有水权交易成本,以最小的投资获得再生水私有水权交易的最大化收益。权力主体获取经济利益的全部成本必须由其个人承担,所有投资收益亦归其个人所有。同时,区域再生水私有水权所有者可建立再生水利用管理平台,使再生水得以充分利用,再生水工程设施得到维护和正常运转。针对水资源稀缺情况,再生水私有水权可储存自备使用;针对水资源富余情况,再生水私有水权经过使用后,富余的再生水资源可在水务主管部门进行登记、转让,区域再生水水权的交易价格按照交易协议规定,由水务主管部门审定。

实践中,区域再生水私有水权交易取决于用户对再生水的可接受度、再生水水质状况、再生水供需状况与再生水水价等多种因素:①用户对再生水的可接受度,即用户对再生水的认识。再生水相对于天然新鲜水,属于一种新生事物,用户对它的认识和接受需要一个过程,这不利于培育和完善再生水水权交易市场,导致再生水水权交易存在一定的阻碍与限制。②再生水水质状况。再生水是污水经二级处理和深度处理后的特殊形式的水资源,由于不同用水部门或行业对水质均有不同的要求,不同水质的再生水资源所创造的价值不同,再生水水质较好,则有利于用户增加用水需求。③再生水供需状况与再生水水价。再生水水价以再生水工程的建设、运行与维护费用作为价格参考依据,同时,再生水供需状况在一定程度上影响再生水水价,相对于天然新鲜水水价,若其水价偏低,用户将提高对再生水水价的支付意愿,增加用水需求。

再生水私有水权交易必须从水污染防治、水资源保护和生态维护角度出发,鼓励节约用水,提高用户对再生水资源的认识,改善再生水水质状况。贯彻可持续发展原则,切实保障再生水资源的可持续利用。为解决市场经济体制下的“市场失灵”和“外部性问题”,再生水私有水权交易市场的监管和市场各主体利益的协调仍需政府的参与,再生水私有水权交易必须加强政府统一监督管理,再生水私有水权交易活动必须在国家宏观间接调控之下进行,水权交易必须依法进行登记。

4 结 语

区域再生水资源作为社会经济发展中补给天然新鲜水资源需求不足的重要水源,具有有限性、可恢复性、一定的使用价值等基本特征。合理界定区域再生水水权、明确区域再生水资源的权属管理,有利于促进再生水资源的合理开发、高效利用,有利于再生水水权分配目标与分配原则的确定,可为区域再生水公共水权与私有水权的分配提供重要参考依据,亦使得区域再生水水权分配的多目标决策方法研究具备了一定的理论价值与现实意义。

参考文献:

[1] ASANO T, LEVINE A D. Wastewater reclamation, recycling and reuse: past, present, and future [J]. Water Science and Technology, 1996, 33 (10/11) : 1-14.

[2] CROOK J, SURAMPALLI R Y. Water reclamation and reuse criteria in the U. S. [J]. Water Science and Technology, 1996, 33 (10/11) : 451-462.

[3] GLEICK P H. A look at twenty-first century water resources development [J]. Water International, 2000, 25

(1) : 127-138.

[4] LEENHEER J A, ROSTAD C E, BARBER L B. Nature and chlorine reactivity of organic constituents from reclaimed water in groundwater, Los Angeles County, California [J]. Environmental Science and Technology, 2001, 35 (19) : 3869-3876.

[5] MILLER G W. Integrated concepts in water reuse: managing global water needs [J]. Desalination, 2006, 187 (1/2/3) : 65-75.

[6] MATAMOROSA V, MUJERIEGOB R, BAYONA J M. Trihalomethane occurrence in chlorinated reclaimed water at full-scale wastewater treatment plants in NE Spain [J]. Water Research, 2007, 41 (15) : 3337-3344.

[7] 褚俊英, 陈吉宁, 王灿, 等. 我国污水再生利用潜力的优化分析 [J]. 中国给水排水, 2004, 20 (8) : 1-4. (CHU Junying, CHEN Jining, WANG Can, et al. Optimal analysis on the potential of wastewater reclamation and reuse in China [J]. China Water & Wastewater, 2004, 20 (8) : 1-4. (in Chinese))

[8] 赵海华. 城市市政杂用再生水需水量计算分析 [J]. 工程建设与设计, 2007 (7) : 108-110. (ZHAO Haihua. The calculation of reclaimed municipal water demand [J]. Construction & Design for Project, 2007 (7) : 108-110. (in Chinese))

[9] 李家国. 再生水回用优化决策模型的建立及系统的实现: 以北京市为例 [D]. 北京: 首都师范大学, 2007.

[10] 李梅. 城市污水再生回用系统分析及模拟预测 [D]. 西安: 西安建筑科技大学, 2003.

[11] 张志峰. 城市再生水回用的相关因素分析和政策研究 [D]. 北京: 北京交通大学, 2008.

[12] 汪妮, 秦涛, 张刚. 城市再生水需水量预测的研究与应用 [J]. 干旱区资源与环境, 2009, 23 (5) : 61-64. (WANG Ni, QIN Tao, ZHANG Gang. Research and application of the prediction of reclaimed water demand in city [J]. Journal of Arid Land Resources and Environment, 2009, 23 (5) : 61-64. (in Chinese))

[13] 马伟芳, 赵新华, 王洪云. 再生水与天然水资源农田灌溉的模糊优化分配 [J]. 农业环境科学学报, 2004, 23 (4) : 770-773. (MA Weifang, ZHAO Xinhua, WANG Hongyun. Fuzzy optimal allocation of reclaimed and natural water resources for agricultural irrigation [J]. Journal of Agro-Environment Science, 2004, 23 (4) : 770-773. (in Chinese))

[14] 马伟芳, 赵新华, 王洪云, 等. 再生水与自来水资源的优化分配研究 [J]. 中国给水排水, 2005, 21 (1) : 41-44. (MA Weifang, ZHAO Xinhua, WANG Hongyun, et al. Study on optimizing allocation of reclaimed water and fresh water resources [J]. China Water & Wastewater, 2005, 21 (1) : 41-44. (in Chinese))

[15] 黄曼丽, 张健, 丁大发, 等. 基于遗传算法的区域水资源优化配置研究 [J]. 人民长江, 2008 (6) : 29-32. (HUANG Manli, ZHANG Jian, DING Dafa, et al. Research on the optimal allocation of regional water resource based on genetic algorithm [J]. Yangtze River, 2008 (6) : 29-32. (in Chinese)) (下转第 44 页)

- conservancy modernization study of China [J]. China Water Conservancy, 2004(4):31-34. (in Chinese))
- [8] 江苏省水利现代化建设总体规划项目组. 江苏水利现代化评价指标体系[R]. 南京:江苏省水利厅, 2004.
- [9] 吕绍东, 张信源, 钟继尧, 等. 珠江三角洲和经济特区水利现代化评价指标体系[J]. 中国水利, 2000(12):8-9. (LÜ Shaodong, ZHANG Xinyuan, ZHONG Jiyao, et al. Index system of pearl river delta and special economic zone[J]. China Water Conservancy, 2000(12):8-9. (in Chinese))
- [10] 傅春, 杨志峰, 刘昌明. 水利现代化的内涵及评价指标体系的建立[J]. 水科学进展, 2002, 13(4):502-506. (FU Chun, YANG Zhifeng, LIU Changming. Connotation and evaluation index system for water conservancy modernization[J]. Advances in Water Science, 2002, 13(4):502-506. (in Chinese))
- [11] 曾博濂, 张世平, 梁永熙. 河网地区水利工程管理现代化初探[J]. 中国水利, 2002(11):52-53. (ZENG Bolian, ZHANG Shiping, LIANG Yongxi. The preliminary research on water conservancy project management modernization of river network area [J]. China Water Conservancy, 2002(11):52-53. (in Chinese))
- [12] 苏铁. 建立水利工程管理运行新机制的思考[J]. 中国水利, 2007(4):39-41. (SU Tie. Considerations of establishing a new mechanism for management and operation water project [J]. China Water Conservancy, 2007(4):39-41. (in Chinese))
- [13] 丁振华. 浅谈水利信息化工程建设和运行管理[J]. 中国水利, 2005(5):40-42. (DING Zhenhua. Water informatization project construction and operation management[J]. China Water Conservancy, 2005(5):40-42. (in Chinese))
- [14] 李颖波. 水利工程生态环境指标体系的建立探讨[J]. 科技信息, 2007(24):283-284. (LI Yingbo. Discussion on the establishment of water conservancy ecological environment index system [J]. Science, 2007(24):283-284. (in Chinese))
- [15] 常本春, 耿雷华, 刘翠善, 等. 水利水电工程的生态效应评价指标体系[J]. 水利水电科技进展, 2006, 26(6):11-15. (CHANG Benchun, GENG Leihua, LIU Cuishan, et al. Index system for ecological effect evaluation of hydropower projects [J]. Advances in Science and Technology of Water Resources, 2006, 26(6):11-15. (in Chinese))
- [16] 李晓华, 赵敏, 田圃德, 等. 水管单位开展水利多种经营的经验与模式选择[J]. 水利经济, 2005, 23(4):46-50. (LI Xiaohua, ZHAO Min, TIAN Pude, et al. Experience and modes of diversified economy of water resources for water management units [J]. Journal of Economics of Water Resources, 2005, 23(4):46-50. (in Chinese))
- [17] 顾炜标. 从水利工程管理考核谈提高水利工程管理水平的路径[J]. 江苏水利, 2008(2):25-26. (GU Weibiao. Approaches to improve the level of water conservancy project management in term of assessment [J]. Jiangsu Water Conservancy, 2008(2):25-26. (in Chinese))

(收稿日期:2012-07-05 编辑:骆超)

(上接第38页)

- [16] 刘耀成, 马晓明, 李杨, 等. 茅洲河流域再生水的综合优化配置[J]. 水资源保护, 2011, 27(3):45-53. (LIU Yaocheng, MA Xiaoming, LI Yang, et al. Study on integrated optimal allocation of reclaimed water in Maozhou River Basin [J]. Water Resources Protection, 2011, 27(3):45-53. (in Chinese))
- [17] 张菲菲, 李慧明, 左晓利. 再生水管理体制机制研究:以天津市为例[J]. 中国资源综合利用, 2007, 25(12):30-33. (ZHANG Feifei, LI Huiming, ZUO Xiaoli. Study on recycled water administration mechanism [J]. China Resources Comprehensive Utilization, 2007, 25(12):30-33. (in Chinese))
- [18] 金狮. 西安市再生水利用与价格制定研究[D]. 西安:西安理工大学, 2008.
- [19] 李青. 天津市再生水建设与使用模式研究[D]. 天津:天津大学, 2008.
- [20] 朱坦. 城乡统筹、合理配置再生水资源用于农业的对策建议[J]. 中国发展, 2009, 9(1):12-17. (ZHU Tan. Proposals on agricultural usage of recycled-water resource in accordance with urban-rural balance and reasonable allocation[J]. China Development, 2009, 9(1):12-17. (in Chinese))
- [21] 张云, 崔树彬, 胡惠方, 等. 南方地区再生水利用可行性及关键问题探讨[J]. 南水北调与水利科技, 2011, 9(1):122-125. (ZHANG Yun, CUI Shubin, HU Huifang, et al. Discussion on the feasibility and key problems of recycled water utilization in Southern China [J]. South-to-North Water Diversion and Water Science & Technology, 2011, 9(1):122-125. (in Chinese))
- [22] 魏庆亮, 孙少丽. 再生水资源的水权问题探讨[J]. 水资源保护, 2011, 27(3):83-85. (WEI Qingliang, SUN Shaoli. Discussion of water right of reclaimed water resources [J]. Water Resources Protection, 2011, 27(3):83-85. (in Chinese))
- [23] 吴丹. 再生水利用的水权管理研究[J]. 中国人口资源与环境, 2011, 21(12):92-97. (WU Dan. Reclaimed water utilization and water rights management [J]. China Population Resources and Environment, 2011, 21(12):92-97. (in Chinese))
- [24] 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))

(收稿日期:2012-06-12 编辑:熊水斌)