西部地区城乡一体化水资源循环系统整合价值流分析
——以重庆市为例

王国友,刘幼昕

(重庆工商大学经济管理实验教学中心,重庆 400067)

摘要:通过建立水资源利用对国民经济的价值贡献模型、供水影子价格测算模型、废水单位治理成本计量模型、再生水理论价格测算模型,分别对上述 5 部分价值流进行整合分析,并以此判断水资源开发利用是否合理。以重庆市为例进行模型验证,研究结果表明:重庆市水资源利用模式总体而言是可持续利用模式,但工业发展模式是牺牲环境的虚假发展模式,工业调整仍有很大的节水空间。

关键词:水资源循环系统;整合价值流;城乡一体化;重庆市

中图分类号:F062.2 文献标识码:A 文章编号:1003-9511(2009)06-0019-05

水资源的重要性、紧缺性以及水危机的紧迫性等问题为人们提供了另一种解决的契机,就是发展水循环经济。尽管学术界还未正式提出水循环经济的概念和理论体系,但国内外围绕水循环经济的相关研究,特别是围绕水资源的合理开发利用和经济可持续发展的复合界面,在理论研究和实践探索 2 个方面均有较多的沉淀,可为水循环经济研究提供有益的参考。

对于水资源节约利用、社会经济系统水循环利用的研究近年来逐渐开展,但仍处于起步阶段。陈志恺[1]对建设我国节水防污型社会的内容与原则进行了论述;贾绍凤[2]对社会经济系统水循环的研究方向与进展进行了评述,陈琨[3]对我国实施水循环经济模式的途径进行了研究;张杰[4]进行了城市水系统健康循环的研究,建立了较为系统的城市水系统健康循环理论。这是我国水循环利用领域的若干主要代表成果。但总体看,我国水循环经济缺乏系统的研究,成果较少,更缺乏推进水循环经济迅速发展的政策法规与激励机制的研究。在实践方面,我国城市水系统现状与达成水循环经济相比还有很大差距,还没有建立起相关的环境经济政策,以促进水资源的循环再生利用机制。

水的价值流分析是水资源循环经济研究的核心,在分析水资源循环经济发展的道路、模式及所采取的相关政策建议时,必须首先计算水的价值流。为此本文采用一系列数量工具模型,以重庆市为例,分析城乡一体的水循环系统整合价值的变化规律,从水循环系统价值角度研究水循环系统的合理程度,为城乡建立统一的水循环经济发展模式和政策设计提供基础。

1 水资源价值流研究

水资源价值流并不是生态经济系统中“价值流”简单套用,而是具有特殊含义。水资源价值并非一成不变,它会随着水资源的稀缺程度的差异、水资源类别的不同而发生变化。关于水资源价值流的概念,本文借用姜文来[5]《水资源价值论》中的定义:“单位水资源量在不同的时空条件下,因自然环境、社会环境、经济环境因素的差异而导致的水资源价值的变化过程。”这一概念立足于水资源的时空分布差异特性,指出水资源价值在时间的变化上和空间的转移中会由于这种变化和转移导致水资源价值发生变化。价值流这一概念与水资源结合,或者说从流的角度来思考水资源价值对于理解由于功能差异和稀缺程度而导致的水资源循环利用过程价值变化具有重要意义。

1.1 水循环系统价值整合模型

本文在修正姜文来[6]原有的水资源价值流耦合模型的基础上,加入再生水利用价值和水资源耗损价值,对这一模型进行了重新构建,本文称之为水循

基金项目:国家社会科学基金(08UJ0671)

作者简介:王国友(1974—),男,新疆乌鲁木齐人,讲师,主要从事人口、资源与环境经济学研究。

环系统价值整合模型。

水循环系统价值整合模型公式如下

$$V = V_1 + V_2 + V_5 - V_3 - V_4 \quad (1)$$

式中：V_1 为水资源原始状态的水资源价值；V_2 为投入生产、用活用途水资源增加的价值；V_3 为水资源消耗及漏损价值；V_4 为废水处理及废水排放带来的污染损失；V_5 为处理后的再生水价值；V 为整个城市水资源系统的整合价值。

由式(1)可知，水资源价值有正负之分。从整个经济过程来看，水资源消耗和漏损，是一种付出，因此 V_3 应是负值；由于废水处理需要花费成本，同时，废水排放会造成经济损失，因此，V_4 也是负值，在水循环系统的价值整合模型中应扣除这两部分。

1.2 城乡一体水资源管理系统价值流计算与分析

根据水资源系统价值整合模型，对水资源系统的价值流进行计算与分析，主要包括 3 个方面：①对经济部门的水资源使用效率和效益进行分析，以确定 V_2；②对水商品价格进行测算，确定水 V_1、V_3 和 V_5；③ V_4 的计算。

1.2.1 水资源对国民经济的贡献价值

本文构建了国内生产总值增长与水资源需求关系模型以研究水资源使用对经济增长的贡献。这里需要分产业(本文指农业、工业和城乡生活 3 部分)用水量对国民经济的贡献率和各工业行业的用水量对国民经济增长的贡献率进行研究。

a. 产业层面。设 α_0 和 $\alpha_t(0<\alpha<1)$分别表示起始年份和第 t 年农业用水量占总用水量的比例，β_0 和 $\beta_t(0<\beta<1)$分别表示起始年份和第 t 年工业用水量占总用量的比例，γ_0 和 $\gamma_t(0<\gamma<1)$分别表示起始年份和第 t 年第三产业和城市生活用水量(统称为城市生活)占总用水量的比例，$\alpha_t+\beta_t+\gamma_t=1$；设 V_0 和 V_t 分别表示起始年份和第 t 年农业单位水资源创造的增加值，W_0 和 W_t 分别表示起始年份和第 t 年工业单位水资源创造的增加值，U_0 和 U_t 分别表示起始年份和第 t 年第三产业和城市生活单位水资源创造的增加值。Q_0 和 Q_t 分别为起始年份和第 t 年的总用水量，则起始年和第 t 年全部用水量创造的增加值为

$$P_0 = V_0\alpha_0Q_0 + W_0\beta_0Q_0 + U_0\gamma_0Q_0 \quad (2)$$

$$P_t = V_t\alpha_tQ_t + W_t\beta_tQ_t + U_t\gamma_tQ_t \quad (3)$$

从起始年到第 t 年，增加值的增量为

$$\begin{aligned}\Delta P &= P_t - P_0\\ &= V_t\alpha_tQ_t + W_t\beta_tQ_t + U_t\gamma_tQ_t -\\ &\quad (V_0\alpha_0Q_0 + W_0\beta_0Q_0 + U_0\gamma_0Q_0)\end{aligned} \quad (4)$$

将(3)式和(4)联立，解析，得到等式(5)，(6)。其中，ΔP_{1t}表示的是农业、工业、城市生活用水量增加带来的增加值增量；ΔP_{2t}反映的是农业、工业、城市生活用水效率提高带来的增加值增量；ΔP_{3t}反映的是产业结构调整带来的增加值增量。

$$\frac{P_{1t}}{\mathrm{d}Q_t} = V_0\alpha_0 + W_0\beta_0 + U_0\gamma_0 \quad (5)$$

式(5)表示每增加一单位用水量所增加的增加值，则第 t 期用水量 Q_t 所带来的增加值增量为

$$V_t = (V_0\alpha_0 + W_0\beta_0 + U_0\gamma_0)Q_t \quad (6)$$

b. 行业层面。对于工业行业内部用水量对增加值的贡献，同样，可以构建工业行业增加值与水资源需求关系模型。令 α_{0j}和$\alpha_{tj}(0<\alpha<1)$分别表示起始年份和第 t 年工业行业第 j 行业用水量占总用水量的比例；设 V_{0j}和 V_{tj}分别表示起始年份和第 t 年第 j 行业单位水资源创造的增加值；Q_{0j}和 Q_{tj}分别为起始年份和第 t 年的第 j 行业的总用水量，则起始年和第 t 年第 j 行业全部用水量创造的增加值为

$$P_{0j} = V_{0j}\alpha_{0j}Q_{0j} \quad (7)$$

$$P_{tj} = V_{tj}\alpha_{tj}Q_{tj} \quad (8)$$

从起始年到第 t 年，第 j 行业增加值的增量为

$$\Delta P_j = P_{tj} - P_{0j} = V_{tj}\alpha_{tj}Q_{tj} - V_{0j}\alpha_{0j}Q_{0j} \quad (9)$$

对式(9)作适当变换，第 j 行业由于用水量的增加所带来的增加值增量为

$$\Delta P_{1tj} = V_{0j}\alpha_{0j}\Delta Q_{tj} \quad (10)$$

第 t 期第 j 行业用水量 Q_{tj}所带来的增加值增量为

$$V_j = V_{0j}\alpha_{0j}Q_{tj} \quad (11)$$

所有工业行业第 t 期用水量 Q_t 所带来的增加值增量为

$$V_t = \sum_{j=1}^{m} V_j = \sum_{j=1}^{m} V_{0j}\alpha_{0j}Q_{tj} \quad (12)$$

式中：j 为工业行业个数。

1.2.2 城市废水治理成本和污染损失分析

对于废水排放所造成的经济损失，可采用恢复费用法或污染损失评估法来计算。本文主要采取恢复费用法进行计算 V_4。计算公式如下：

$$V_4^1 = \sum J_i + \sum (P_iQ_i) \quad (13)$$

式中：V_4^1 为废水治理成本；$\sum J_i$ 为处理废水花费的各种实际治理成本；P_i 为废水单位治理成本；Q_i 为废水排放量；$\sum (P_iQ_i)$ 为废水排放所引起的虚拟治理成本。

a. 实际治理成本的计算。计算废水的实际治理成本，理论上比较简单，即为废水处理量和单位废水治理成本的乘积。基本计算公式为

$$C_z = Q_z + C_y \quad (14)$$

式中：C_z 为废水实际理论成本；Q_z 为废水治理量；

C_y 为单位治理运行成本。

需要说明的是,一般的环境污染治理成本由环境污染治理投资和治理设施运行费用两部分组成,但本文对废水治理成本的核算,仅包括废水治理设施的运行费用部分,对污染治理投资以折旧的形式计入污染治理运行费用。

表 1　工业各行业单位废水治理成本　元/m^3

行　业	治理成本	行　业	治理成本
煤炭开采业	1.75	化　纤	2.80
石油天然气	7.58	橡　胶	1.29
食品加工	3.59	塑　料	6.11
食品制造	4.70	非金制品	2.65
饮料制造	3.19	黑色金属	3.79
纺　织	3.22	有色冶金	6.32
服装鞋帽	3.00	金属制品	8.40
制　革	4.98	通用设备	6.31
家　具	0.80	专用设备	8.55
造　纸	0.87	交通设备	6.53
印　刷	4.80	电气机械	6.25
石　化	3.71	仪器仪表	5.00
化　工	9.87	电　力	2.18
医　药	8.78	燃　气	1.67

注 资料来源于文献[7]。

b. 虚拟治理成本的计算。废水虚拟治理成本是计算废水排放所造成的污染损失的其中一种方法,也可称为维护成本法,即维护环境不发生退化需要花费的治理成本。计算公式为

$$C_z' = Q_F + C_y \tag{15}$$

式中:C_z' 为虚拟污染治理成本;Q_F 为废水排放量。

采用这种方法,数据易于与目前的国民经济统计部门相接。但这种算法等于默认治理污染的成本与污染排放造成的危害相等。因此,从严格的意义上来讲,利用这种思路计算得到的仅是防止环境功能退化所需的治理成本,是污染物排放可能造成的最低环境退化成本,并不是实际造成的环境退化成本。

1.2.3　城乡水循环价值流计算的水商品价格

为确定水资源本身价值 V_1、水资源耗损价值 V_3 和再生水回用价值 V_5,应对水商品价格进行研究与分析,包括自来水(供水)价格和再生水价格的理论模型构建和最优价格选择。

1.2.3.1　水资源原始状态价值的讨论与计算

a. 水资源原始价值计算的讨论。计算水资源原始状态的价值,关键是确定供水的市场价格、供水成本、正常利润和污水处理费,根据以下公式计算水资源原始状态的价值。

$$V_1 = P - C - B - C_1 \tag{16}$$

式中:P 为水资源供水市场价格;C 为供水厂的供水成本;B 为自来水厂的正常利润;C_1 为向居民收取的污水处理费。

影子价格的提出解决了水资源的有效配置,正确地反映水资源的稀缺程度,是理想的水资源价格计量尺度。

b. 供水影子价格的确定。供水的影子价格等于水资源投入的边际贡献率。为此,确定供水影子价格的一个重要方法是构建投入产出模型和线性规划模型,通过可供水量的变化,推算 GDP 的变化值,进而推求水的边际价格。

通过水资源原始状态价值 V_1 的计算,同理可推导求得水资源消耗和漏损的价值 V_3。

1.2.3.2　再生水价格的定价问题

再生水价格所决定的收支水平必须保证再生水回用工程的持续运行和自来水的现行价格。因此,再生水定价应以再生水工程的承受能力作为定价的核心内容,以自来水水价作为边界条件。

理论上讲,再生水价格可由 4 个部分构成,即工程水价、环境水价、利润和税收。公式为

$$P = P_1 + P_2 + R + K \tag{17}$$

式中:P_1 为工程水价,包括工程费、服务费和资本费;P_2 为环境水价,指经使用的再生水排出后的治理费用以及为环境保护所需付出的费用;R 为利润;K 为税收。

在实践中,由于再生水回用的主要目的之一是代替自来水,以解决水资源短缺的危机,所以再生水的价格常常是以自来水的价格为参照物进行比较的。按国外通行惯例,再生水价格一般为自来水价格的 50% ~ 70%。

1.2.4　城市水循环系统价值汇总核算

通过对水资源原始状态价值 V_1、水资源使用增加价值 V_2、水资源耗损价值 V_3、废水处理和废水排放价值 V_4、再生水回用价值 V_5 的计算与分析,可建立工业各行业以及生活水循环系统价值整合核算账户,并进行工业行业和整个水循环系统的价值流分析(表 2)。

2　重庆市水循环系统价值流分析

2.1　水资源使用的经济贡献度计算

由于本课题组未收集到重庆市 2007 年国民经济投入产出表及相关数据,无法采用投入产出模型和线性规划模型相结合的计算方法,故只使用边际贡献率法来计算增加价值 V_2[①]。计算结果见表 3。

从表3可知,2006年重庆市农业取水量(扣除

①由于缺乏相关数据,本文未对重庆市各工业行业的水资源价值进行计算。

表 2　城市水循环系统价值流量核算表[8]

行　业	原始价值 V_1	增加价值 V_2	耗损价值 V_3	废水价值 V_4	再生水价值 V_5	总价值 V
农业：						
种植业						
畜禽养殖业						
小计						
工业						
煤炭开采洗选业						
石油天然气开采						
……						
电力热力生产业						
燃气生产供应业						
水的生产供应业						
小　计						
城市生活						
合　计						

灌溉回水)为 137 216 万 m^3,工业和城市生活总取水量为 10 129 万 m^3,水资源使用对国民经济的贡献度为 9.32 亿元,占整个 GDP 的比例为 4.9%。其中,农业用水对国民经济的贡献度为 6.82 亿元,占整个 GDP 的比例为 3.6%;工业用水对国民经济的贡献度为 1.36 亿元,占整个 GDP 的比例为 0.7%;城市生活用水对国民经济的贡献度为 1.14 亿元,占整个 GDP 的比例为 0.6%。

2.2　水资源原始价值与耗减价值的计算

为了正确反映城市水资源的稀缺程度和供求状况,用供水影子价格作为供水市场价格是比较准确的。通过计算,得出重庆市 2007 年三大产业部门的供水影子价格。

同时,根据课题组对重庆市城市公共供水企业和居民家庭用水水费的调查,初步得出重庆市供水平均成本是 1.37 元/m^3,正常利润是 0.20 元/m^3,污水处理费是 0.60 元/m^3。假设工业和城市生活的供水成本、正常利润和污水处理费相同,则重庆市水循环系统三大产业部门水资源原始状态价值和耗减价值核算的各参数及价值量详见表 4 所示。

从水资源原始状态价值来看,2007 年重庆市水循环系统水资源原始状态价值合计为 7.16 亿元。其中,农业供水水资源原始状态价值为 6.86 亿元,占整个水循环系统原始状态价值的 95.8%;工业供水系统水资源原始状态价值为 0.21 亿元,占整个水循环系统原始状态价值的 3%;城市生活供水系统水资源原始状态价值为 0.09 亿元,占整个水循环系统原始状态价值的 1.2%。

从水资源耗减价值来看,2007 年重庆市水循环系统耗水量为 114 823 万 m^3,耗水价值为 5.72 亿元。其中,农业耗水价值为 5.66 亿元,占整个耗水价值的 98.8%;工业耗水价值为 657 万元,占整个耗水价值的 1.12%。

从供水影子价格来看,2007 年重庆市水资源供水综合影子价格为 1.81 元/m^3,其中,农业供水影子价格为 0.5 元/m^3,工业供水系统影子价格为 2.57 元/m^3,城市生活供水系统影子价格为 2.36 元/m^3。重庆市农业灌溉用水影子价格是目前实际用水价格(0.015 元/m^3)的 33 倍,城市生活供水影子价格是目前实际供水价格(阶梯水价,最低为 1.3 元/m^3)的 1.8 倍,这说明当前重庆市用水价格还比较低,特别是农业用水价格,有大幅度的提升空间。

2.3　排水系统的价值核算

对于排水系统而言,涉及两项水价值流的计算,一是再生水价值,二是废水处理成本及废水排放污染损失成本。

2.3.1　重庆市再生水价值的计算

根据城市再生水价格的研究与分析,再生水价

表 3　重庆市三大产业部门水资源使用的经济贡献

产　业	2006 年				2007 年		
	增加值/万元	取水量/万 m^3	单位取水增加值/(元·m^{-3})	取水比例/%	单位取水量增加值增量(元·m^{-3})	取水量/万 m^3	增加值增量总和/万元
工　业	743 900	3 854	193.02	1.33	2.57	5 303	13 614
城市生活	680 300	7 189	94.63	2.49	2.36	4 826	11 372
农　业	143 600	278 000	0.52	96.18	0.50	137 216	68 171
合　计	1 567 800						93 156

注:由于灌溉回水不产生增加值的贡献,所以此时用于增加值计算的农业取水量 = 总取水量(233 360) - 灌溉回水(96 144)。2006 年作为计算起始年。

表 4　重庆市水循环系统三大产业部门水资源原始状态价值

产业	影子价格/(元·m^{-3})	供水成本/(元·m^{-3})	正常利润/(元·m^{-3})	污水处理费/(元·m^{-3})	单位价值/元	取水量/万 m^3	耗水量/万 m^3	总价值/万元	耗减价值/万元
工业	2.57	1.37	0.2	0.6	0.40	5 303	1 643	2 121.2	657.2
城乡生活	2.36	1.37	0.2	0.6	0.19	4 826	0	916.9	0
农业	0.50				0.50	137 216	113 180	68 608	56 590
合计							114 823	71 646	57 247

注:由于灌溉回水不产生增加值的贡献,所以此时的农业取水量 = 总取水量(233360) - 灌溉回水(96144)。

格的上限应是自来水价格。根据计算,重庆市生活用水综合影子价格为 3.38 元/m^3。因此,理论上可确定重庆市再生水价格为 1.7 ~ 2.3 元/m^3,再生水平均价格 2.0 元/m^3。

2007 年,重庆市再生水回用量共为 21 万 m^3,则再生水的价值为 42 万元,占同期国内生产总值的 0.003%。由此可见,重庆市目前对污水再生利用还不够重视,再生水回用量极低,再生水价值还很小。

2.3.2 重庆市废水实际处理成本的计算

根据废水实际治理成本的分析与计算方法和实地的调查,初步得出重庆市工业企业平均单位污水处理成本大约是 4.25 元/m^3,城市污水处理厂平均单位污水处理成本为大约 0.55 元/m^3,并假设农业废水单位治理成本与城市污水处理单位成本相同。由此,可计算出重庆市 2007 年工业和城市生活污水实际治理成本(表 5)。

从表 5 可看出,2007 年重庆市的废水(城市污水)实际治理成本总计为 1.33 亿元,其中工业废水实际治理成本为 1.08 亿元,占整个实际治理成本的 80.6%,生活污水实际治理成本为 0.26 亿元,占整个实际治理成本的 19.4%。

2.3.3 重庆市废水排放污染损失的计算

本文将采用虚拟治理成本法来计算重庆市 2007 年废水排放所造成的虚拟治理成本,计算结果(表 5)。

计算结果显示,2007 年重庆市的废水排放所造成的污染损失(虚拟治理成本)大约为 3.03 亿元,其中,农业废水虚拟治理成本为 1.32 亿元,占整个虚拟治理成本的 43.6%;工业废水虚拟治理成本为 1.45 亿元,占整个虚拟治理成本的 47.9%;城市生活污水虚拟治理成本为 0.26 亿元,占整个废水虚拟治理成本的 8.5%。

从重庆市 2007 年废水实际治理成本与虚拟治理成本的对比可得出,2007 年重庆市本应投入 3.03 亿元治理废水,但实际上只投入了 1.33 亿元,缺口资金为 1.70 亿元,说明重庆市废水治理投入还需加强。

2.4 水循环系统整合价值的计算

通过以上对重庆市水循环系统价值的核算,根据城市水循环系统价值流整合模型,初步计算得出了重庆市 2007 年水循环系统的价值总量。重庆市水循环系统价值汇总核算结果见表 6。

从表 6 可得出以下 2 点结论:

a. 从水循环系统价值整体构成来看,2007 年重庆市水循环系统的总价值为6.39亿元。有 $V_1 + V_2 + V_5 > V_3 + V_4$,即 $V > 0$,说明重庆市 2007 年水资源本身的价值与所增加的价值以及再生水回用价值大于水资源耗损价值、废水治理费用和废水排放所造成的经济损失。从整个国民财富来看,国民财富在增加,增加幅度为($V_1 + V_2 + V_5$) - ($V_3 + V_4$),即增加了 6.39 亿元,也说明了目前这种水资源利用模式总体而言是可持续利用模式。

b. 从工业水循环系统价值构成来看,2007 年重庆市工业水循环系统总价值表现为负数(- 1.02 亿元),有 $V_1 + V_2 + V_5 < V_3 + V_4$,即 $V < 0$,说明重庆市 2007 年工业系统内水资源本身的价值与所增加的价值以及再生水回用价值大于水资源耗损价值、废水治理费用和废水排放所造成的经济损失。究其原因,主要是因为工业废水实际治理成本和废水排放的虚拟治理成本较高,达到了 2.53 亿元。从国民经济核算的角度看,如不考虑环境成本,可能出现以下结果:一方面生产继续进行,从传统 GDP 进行核算,经济持续增长;另一方面,水资源水环境持续恶化,真实国民财富在持续减少。此种发展模式是建立在牺牲资源环境为代价的基础上,是虚假增长。因此,目前重庆市工业水资源利用模式是非持续利用模式。

表 5 重庆市 2007 年各产业部门废水治理和排放成本

产业	单位治理成本元/t	处理量/万 t	排放量/万 t	实际治理成本/万元	虚拟治理成本/万元	合计/万元
工 业	4.25	2530	3413	10752.5	14505.25	25257.75
城市生活	0.55	4711	4690	2591.05	2579.50	5170.55
农 业	0.55		24036		13219.80	13219.80
合 计				13343.55	30304.55	43648.10

表 6 重庆市 2007 年水循环系统三大产业价值汇总核算 万元

产业部门	原始价值 V_1	增加价值 V_2	耗损价值 V_3	废水价值 V_4	再生水价值 V_5	总价值 V
工 业	2121.2	13614	- 657.2	- 25257.8		- 10180
城市生活	916.9	11372	0	- 5170.6	42	7159.9
农 业	68608	68171	- 56590	- 13219.8		66969
合 计	71646.1	93156	- 57247.2	- 43648.1	42	63949.0

(下转第 28 页)

式中：O_j 为第 j 部门的综合效应指标；$(a_e)_j$ 为以社会总产出与总成本的比值表示的第 j 部门的经济效应；$(w_w)_j$，$(w_p)_j$，$(w_e)_j$ 分别为第 j 部门资源、环境和经济效应指标的权重。

4 结 语

关于国民经济用水投入产出分析的方法和指标，可得出如下结论：

a. 以水的完全产出系数作为用水效益指标不尽合理。常用方法中，水的产出系数包括水的直接产出系数、水的完全产出系数和水的产出乘数，其中，水的直接产出系数是有物理意义的，而经过指标解释和公式推导可知，将水的完全产出系数和水的产出乘数作为水的产出效益指标并不成立。

b. 原来常用的分析方法中没有考虑各部门经济生产之后的废污水排放对环境造成的影响，应借鉴采用取水系数表示用水效率的分析方法，将之扩展应用到排污特性的分析上，用直接排污系数、完全排污系数和排污乘数作为特征指标来反映经济部门用水的环境效应。

c. 仅以投入产出指标为基础构建相对系数来评价经济部门用水的综合特性略显片面。更为合理的做法是综合考虑资源、环境和经济 3 个方面，运用 AHP 决策分析方法构建一个综合评价指标，从不同角度设立目标，确定权重，从而对国民经济用水进行较为全面的评价。

参考文献：

[1] CHANAN A，KANDASAMY J，SHARMA D. A role for input-iutput analysis in urban water policy decisions in Austrialia [EB/OL]. [2008-08-11]. http://www.iioa.org/Conference/intermediate2008-downable%20paper.html.

[2] 汪党献. 水资源需求分析理论与方法研究[D]. 北京：中国水利水电科学研究院，2002.

[3] 汪党献，王浩，倪红珍，等. 国民经济行业用水特性分析与评价[J]. 水利学报. 2005，36(2)：167-173.

[4] 黄晓荣，汪党献，裴源生. 宁夏国民经济用水投入产出分析[J]. 资源科学. 2005，27(3)：135-139.

[5] 吴争程. 福建省水资源投入产出分析[D]. 福州：福州大学，2006.

[6] 刘起云，夏明，张红霞. 宏观经济系统的投入产出分析[M]. 北京：中国人民大学出版社，2006：201.

[7] 向蓉美. 投入产出法[M]. 成都：西南财经大学出版社，2007：248.

[8] GUAN Dabao，HUBACEK K. A hydro-economic accounting and analytical framework for water resource consumption in China [EB/OL]. [2008-11-12]. http://www.iioa.org/pdf/Intermediate-2006/Full%20paper_Dabo.pdf.

[9] 严婷婷，贾绍凤. 水资源投入产出模型综述[J]. 水利经济. 2009，27(1)：8-13.

[10] MILLER R E，BLAIR P D. Input-output analysis：foundations and extensions[M]. New Jersey：Prentice-Hall Inc.，1985：464.

（收稿日期：2009-07-08　编辑：彭桃英）

（上接第 23 页）

3 结论及政策建议

本文建立了重庆 2007 年城乡水循环系统物质流分析模型、水资源与水环境实物量核算账户体系。在重庆 2007 年城乡水循环系统整合价值核算基础上，对重庆的水权转换、水价调整、产业调整、节水器具使用、清洁生产模式和再生水回用模式分别进行了模拟评估和综合评价，并提出了重庆水循环经济发展模式的选择建议。

为节约利用地下水，提高水资源利用效率和效益，重庆市应实行农业用水向工业用水和城市生活用水的水权转换，在满足用水户的经济承受能力范围内，提高农业灌溉、工业用水和居民生活用水价格。通过加大产业结构调整，特别是农业种植业结构的调整和工业高耗水行业的结构调整，努力提高造纸、纺织、化工、食品制造业等行业的清洁生产水平，扩大再生水回用量。

参考文献：

[1] 陈志恺. 中国大百科全书(水利卷)[M]. 北京：中国大百科全书出版社，1992.

[2] 贾绍凤，张士锋. 经济结构调整的节水效应[J]. 水利学报，2004(3)：111-115.

[3] 陈琨，姚中杰. 我国实施水资源循环经济模式的途径[J]. 中国人口·资源与环境，2003，13(5)：120-122.

[4] 张杰，熊必永. 城市水系统健康循环实施策略研究[J]. 北京工业大学学报，2004(2)：185-189.

[5] 姜文来. 水资源管理学导论[M]. 北京：化学工业出版社，2005：1-2.

[6] 姜文来. 水资源价值论[M]. 北京：科学出版社，2005：88-99，180-185.

[7] 刘秀丽，陈锡康. 投入产出分析在我国九大流域水资源影子价格计算中的应用[J]. 管理评论，2003(1)：34-35.

[8] 绿色国民经济核算课题组. 绿色国民经济核算体系框架研究报告[R]. 北京：中国环境规划院，2005.

（收稿日期：2009-03-30　编辑：徐广生）