

# 社会水资源利用的投入产出研究\*

许长新, 田贵良

(河海大学 投资研究所, 江苏 南京 210098)

**摘要:**传统的水资源投入产出表的计量主体多样, 单位不一, 不仅难以直观体现水资源的投入产出关系, 也不利于统计计算。文章提出水资源投入产出表一种新的编制思路, 建立其中的投入产出模型, 并在此基础上设计了社会水资源利用结构、产业水资源生产力、产业水环境冲击影响三种社会水资源利用评价指标。

**关键词:**水资源; 投入产出; 评价

**中图分类号:**F223 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-9952(2006)11-0016-09

## 一、引言

水是人类赖以生存和经济社会发展的重要自然资源, 虽然我国可利用淡水资源总量略高于世界平均水平, 但人均淡水资源不足, 属贫水国之一, 这就决定了我们必须走水资源可持续利用之路, 深入分析水资源利用效率, 评价单位水资源创造的经济、社会价值, 比较各产业污水排放情况, 适时调整产业结构。理论和实践均证明, 投入产出分析是一种有效方法, 编制一套水资源投入产出表并在此基础上分析水资源利用情况具有十分重要的意义。

投入产出方法问世之初主要用于分析国家、地区的经济、产业结构, 许多国家和地区甚至企业部门相继编制各自的投入产出表辅以管理和决策。投入产出技术应用于水资源管理始于20世纪60年代, Stoevener<sup>[1]</sup>首先将投入产出模型和效益成本分析法应用于研究水资源, 通过部门间模型分析自然资源问题, 诠释了效益成本法, 探讨了模型成立的因素。Carter和Ileri<sup>[2]</sup>用地区间投入产出模型研究加利福尼亚州和亚利桑那州的水资源利用和分配问题。Thoss、Wiik<sup>[3]</sup>和Hendricks<sup>[4]</sup>分别用投入产出模型研究水资源管理和水资源供需平衡问题。Duarte<sup>[5]</sup>等基于西班牙水资源短缺的现状, 采用投入产出分析方法, 研究西班牙生产部门对水资源的直接和间接消耗情况。而日本学者Kondo<sup>[6]</sup>则突破国家或地区的边界, 在日本投入产出表和因素分解分析方法

收稿日期: 2006-09-18

作者简介: 许长新(1963—), 男, 江苏江都人, 河海大学商学院教授, 博士生导师;

田贵良(1982—), 男, 江苏睢宁人, 河海大学商学院博士生。

的基础上研究日本的物质出口与水资源之间的关系。Li Wang, Heather L. MacLean<sup>[7]</sup>设计了六部门水资源投入产出表并运用于分析北京市的产业结构和水资源利用问题。Tomohiro<sup>[8]</sup>利用投入产出方法评估了重庆市水资源需求和污水排放结构,并得出了工业是水资源最大需求部门和污水排放源等结论。我国学者在水资源投入产出分析方面也做出了突出贡献,中国水利部委托中科院系统所、国家统计局、中国人民大学、西安交通大学编制了中国1999年水利投入占用产出表及九大流域水利投入占用产出表<sup>[9]</sup>。郭菊娥<sup>[10]</sup>以投入产出技术为基础,利用结构分解分析技术构建了水资源空间结构分解分析模型,并对黄河流域水资源利用和消费方式情况做了详实的结构分解分析,揭示了黄河流域水资源利用和消费的不合理结构,提出了合理利用水资源的有效措施。近年来,大量的文献研究了水资源投入产出表在确定水价方面的应用,何静<sup>[11]</sup>等提出了基于动态投入产出优化模型计算水资源的影子价格,并应用于推算中国和中国九大流域一些重要年份的水资源影子价格。

但以往的研究存在着两个突出问题,第一,所采用水资源投入产出表中各生产部门之间多以实物产品或其价值形式作为流量,这样,一方面难以直观体现水资源在社会各生产部门之间的流动关系;另一方面,在同一表格中出现单位难以统一的情形,不便于统计计算。第二,没有明确提出社会水资源利用效益评价的具体指标并进行经济分析。为此,本文将提出水资源投入产出表的一种新的设计思路,构建水资源投入产出模型,设计社会水资源利用评价的具体指标并进行经济分析。

## 二、水资源投入产出表的设计:一种新的思路

(一)水资源投入产出分析中的产业部门划分。划分方法有细化到116部门的分类法,也有简单的三次产业分类法。产业部门划分越具体必然越精确也更一目了然,但数据获得却比较困难。考虑到数据的可获得性,并遵循划分粗细适度原则,这里将产业划分为农业、工业、建筑业、运输及邮电业、服务业、非物质生产部门六大产业。同时,水资源供给和水资源处理部门将从上述产业部门中独立出来,其中,水资源直接供给部门划分为新鲜水供给部门和回用水供给部门。

(二)水资源投入产出表计量主体及计量单位。设计一套始终直接以水作为统计计算的主体,按照水的流动线索描述各产业部门之间水的投入产出关系的投入产出表具有较高的理论意义和实用价值。水的消费和利用通常分为三类:第一类就地利用,主要是维持土壤湿度,发展雨浇农业;第二类在流动中利用,即河道内用水,主要是航运、渔业和水利发电,这种形式主要是消费而不是消耗;第三类引出水体以外利用,这种河道外用水主要是人类活动对水的直接和间接需求,包括农业、工业和生活用水等。出于统计的方便和数据的可获

得性,这里,水资源投入产出表只考虑人类有目的地从河湖、地下引出水体投入到经济系统中的利用方式,不考虑农业中的雨水供应、蒸发、植物蒸腾等排出方式以及航运、渔业和水利发电等流动中水资源利用方式。同时,水资源投入产出表中计量单位统一采用水的自然度量单位——亿吨。

### (三)水资源投入产出表基本框架。

1. 水资源投入产出表的编制思路。水资源投入产出表的编制遵循的是水的物质守恒原理,水从一个产业部门流转 to 另一个产业部门,从一种形式转换为另一种形式,在此过程中,水资源的总量保持不变。

水资源在国民经济系统中流动主要有两种形式,笔者将其分别定义为隐性流动和显性流动。(1)隐性流动:是指水资源蕴含在社会各产业部门的产品或价值形式的初始投入中,以物质产品或价值为载体在各生产部门间的流动过程。(2)显性流动:是指各生产部门从水资源部门取水,水以自然状态进入流通,同时,各生产部门向外排放污水,污水处理部门进行污水处理,重新向水资源部门补给净水的过程。显性流动中,水资源投入部门分为新鲜水投入和回用水投入,水资源产出分为已处理污水和未处理污水。基于以上两种水资源流动形式,水资源投入产出表将水资源部门单列出来,从而全面反映水资源在社会各生产部门流入、流出、部门间流动及循环利用情况。

社会各生产部门以新鲜水或回用水方式取得自然状态的水资源,即水资源显性投入到经济系统和生产过程中,这部分水资源有如下三种流向:(1)作为产品物质构成元素有效转移到社会各产业部门的产品中;(2)所排出污水经污水处理部门处理后排入河流湖泊;(3)所排出污水未经处理直接排入河流湖泊。

2. 水资源投入产出表的基本结构。传统的水资源投入产出表仍沿用一般投入产出表的结构,即投入部分由中间投入和初始投入构成,产出部分由中间产品和最终产品构成。本文所提出的水资源投入产出表充分考虑水资源不同于其他社会物质的特点,按其不同投入方式将投入划分为水资源隐性投入和水资源显性投入,按其不同社会用途将产出分为中间形态水资源和最终消费水资源,其中,中间形态水资源由隐性水资源产出和显性水资源产出构成。如表1所示,水资源投入产出表共分为八个象限,第Ⅰ象限是由农业、工业、建筑业、运输及邮电业、服务业、非物质生产部门六大产业交错形成的棋盘式表,从横行看, $X_{ij}$ 表示投入到j部门生产的i部门产品所消耗的水资源量;从纵列看, $X_{ij}$ 表示j部门在生产中所消耗的i部门产品在生产过程中所投入的水资源量。第Ⅱ象限表示各产业部门生产过程中所产生的污水,这里将污水也看作是各产业部门的产出,为显性水资源产出。其中一部分经污水处理部门处理后排放,用 $T_{11}$ 表示,另一部分未经处理直接排放,用 $T_{12}$ 表示。第Ⅲ象限是前两象限在横向上的延伸,它对应的投入部门与Ⅰ、Ⅱ象限相同,对应的产出部门是最终消费水资源量,反映了社会各产业部门用于最终消费的产品生

产所消耗的社会水资源量。从横行方向看,反映投入到各产业部门的水资源转向最终消费的水量,从纵列方向则说明最终消费的水资源量的社会各产业部门的构成。第Ⅳ、Ⅴ象限表示各生产部门及污水处理部门的初始投入部分价值形成所消耗的社会水资源量, $D_j$ 、 $V_j$ 、 $M_j$  分别表示第  $j$  个生产部门固定资产折旧额、劳动报酬总额、纯收入的形成需消耗的社会水资源量, $\underline{D}$ 、 $\underline{V}$ 、 $\underline{M}$  则分别表示污水处理部门固定资产折旧额、劳动报酬总额、纯收入的形成需消耗的社会水资源量。第Ⅵ、Ⅶ、Ⅷ象限分别反映社会各产业部门、污水处理部门、最终消费的显性水资源投入,即对新鲜水和回用水的直接消费量。

(四)数据采集及处理。数据来源有:(1)水资源隐性投入与产出、固定资产折旧、劳动报酬、纯收入主要来自于国家或地区的投入产出表,但需作一定的处理, $X_{ij}$  由价值型投入产出表中的部门间的消耗量乘各产业标准产值耗水量而得,其中,标准产值耗水量多用万元 GDP 耗水吨数表示。固定资产折旧、劳动报酬、纯收入由价值型投入产出表初始投入部分相应数值乘社会平均标准产值耗水量而得。(2)国家权威部门公布的研究报告。如水利部或环境部门公布的社会用水、排污方面的数据。(3)国家或地区的统计年鉴。

表 1 水资源投入产出表基本结构

| 产出<br><br><br>投入 |         | 中间形态水资源         |     |         |                 |         |                 |                       |                 | 最终<br>消费<br>水资<br>源 | 水资<br>源总<br>量  |
|------------------|---------|-----------------|-----|---------|-----------------|---------|-----------------|-----------------------|-----------------|---------------------|----------------|
|                  |         | 隐性水资源产出         |     |         |                 |         |                 | 显性水<br>资源产出           |                 |                     |                |
|                  |         | 农业              | 工业  | 建筑<br>业 | 运输<br>及邮<br>电业  | 服务<br>业 | 非物质<br>生产<br>部门 | 已处<br>理污<br>水         | 未处<br>理污<br>水   |                     |                |
| 水资源<br>隐性投入      | 农业      | X <sub>11</sub> | ... | ...     | ...             | ...     | X <sub>16</sub> | T <sub>11</sub>       | T <sub>12</sub> | Y <sub>1</sub>      | X <sub>1</sub> |
|                  | 工业      | ⋮               |     |         |                 |         | ⋮               |                       |                 |                     |                |
|                  | 建筑业     | ⋮               |     |         |                 |         | ⋮               |                       |                 |                     |                |
|                  | 运输及邮电业  |                 | ... |         | X <sub>ij</sub> | ...     |                 | ⋮                     | ⋮               | ⋮                   |                |
|                  | 服务业     | ⋮               |     |         |                 |         | ⋮               |                       |                 |                     |                |
|                  | 非物质生产部门 | X <sub>61</sub> | ... | ...     | ...             | ...     | X <sub>66</sub> | T <sub>61</sub>       | T <sub>62</sub> | Y <sub>6</sub>      | X <sub>6</sub> |
| 水资源<br>显性投入      | 固定资产折旧  | D <sub>11</sub> | ... | ...     | ...             | ...     | D <sub>16</sub> | <u>D</u>              |                 |                     |                |
|                  | 劳动报酬    | V <sub>11</sub> | ... | ...     | ...             | ...     | V <sub>16</sub> | <u>V</u>              |                 |                     |                |
|                  | 纯收入     | M <sub>11</sub> | ... | ...     | ...             | ...     | M <sub>16</sub> | <u>M</u>              |                 |                     |                |
|                  | 新鲜水     | H <sub>11</sub> | ... | ...     | ...             | ...     | H <sub>16</sub> | <u>H</u> <sub>1</sub> |                 | Z <sub>1</sub>      | Q <sub>1</sub> |
|                  | 回用水     | H <sub>21</sub> | ... | ...     | ...             | ...     | H <sub>26</sub> | <u>H</u> <sub>2</sub> |                 | Z <sub>2</sub>      | Q <sub>2</sub> |
| 总投入              |         | X <sub>1</sub>  | ... | ...     | ...             | ...     | X <sub>6</sub>  |                       |                 |                     |                |

### 三、水资源投入产出模型

(一)水资源投入产出分析中各指标界定。

1. 隐性水资源投入。隐性水资源投入是衡量物质产品在社会各产业部门之间的流动,体现了各产业部门对水资源的间接消耗。

2. 显性水资源投入。显性水资源投入是衡量水资源部门对经济系统的直接水资源投入,是生产和消费活动直接动用自然界的水资源量。显性水资源投入主要受经济总量、经济结构、消费结构和技术水平等因素的影响。

3. 水资源总投入。水资源总投入是衡量经济系统年度水资源消耗的总量指标,包括生产和消费过程中的隐性和显性水资源投入,是对水资源的完全消耗。用水技术进步的一个重要目的就是尽量减少显性水资源投入,尤其是新鲜水资源的投入量,充分利用回用水,减少未经处理污水排放量,因此,水资源总投入还受到用水技术水平和物质循环利用状况的影响。

4. 水资源总产出。水资源总产出分为隐性水资源产出、显性水资源产出和最终消费水资源。隐性水资源产出反映了各生产部门对水资源的真实消耗。显性水资源产出中,已处理污水量表示了经济系统对水资源的重新补给;未处理污水量是衡量经济系统年度污水产生量对水环境的压力指标。

(二)水资源投入产出表中的主要均衡关系。根据水资源总量平衡,水资源投入产出表主要有如下平衡关系:

1. 各产业水资源产出总量=中间形态水资源+最终消费水资源=隐性水资源产出+显性水资源产出+最终消费水资源。

2. 各产业的水资源总投入=水资源显性投入+水资源隐性投入。

3. 各产业水资源总投入=各产业水资源总产出。

(三)水资源投入产出表的基础模型。

1. 水资源投入产出模型。根据投入产出平衡关系,可得:

$$\sum_{j=1}^6 X_{ij} + \sum_{j=1}^2 T_{ij} + Y_i = X_i \quad (i = 1, 2, \dots, 6) \quad (1)$$

其中: $X_{ij}$ 为投入到 $j$ 部门生产的 $i$ 部门产品所消耗的水资源量,或为 $j$ 部门在生产中所消耗的 $i$ 部门产品在生产过程中所投入的水资源量; $T_{ij}$ 为 $i$ 产业部门 $j$ 种显性水资源产出; $Y_i$ 为 $i$ 部门的最终需求水资源量, $X_i$ 为 $i$ 部门水资源产出总量。

引入隐性消耗系数,它反映了产业之间在水资源方面的直接关联度,表示单位产出对水资源隐性投入的消耗。这里,水资源隐性消耗系数分为隐性水资源产出隐性消耗系数和显性水资源产出隐性消耗系数。所谓隐性水资源产出隐性消耗系数是指每生产单位水资源含量的 $j$ 部门产品需要消耗 $i$ 部门产品的水资源消耗量,也即: $a_{ij} = X_{ij}/X_j \quad (i, j = 1, 2, \dots, 6)$ 。

所谓显性水资源产出隐性消耗系数是指经济系统产出单位 $j$ 种显性水资源(已处理污水、未处理污水)需消耗各产业部门产品的耗水量,也即: $t_{ij} = T_{ij}/W_j \quad (i = 1, 2, \dots, 6; j = 1, 2, 3)$ 。其中: $W_j$ 表示第 $j$ 类显性水资源产出量。将这两种水资源隐性消耗系数代入,于是(1)式可写为:

$$\sum_{j=1}^6 a_{ij} X_j + \sum_{j=1}^2 t_{ij} W_j + Y_i = X_i \quad (i = 1, 2, \dots, 6) \quad (2)$$

$$\text{或 } AX + TW + Y = X \quad (3)$$

这里, $A$ 为隐性水资源产出隐性消耗系数矩阵,其中元素为 $a_{ij}$ ;  $T$ 为显性

水资源产出隐性消耗系数矩阵,其中元素为  $t_{ij}$ ;  $Y$  为各产业水资源最终需求列向量,  $X$  为各产业水资源总产出列向量。

引入分配系数  $b_{ij}$ ,它是指  $i$  部门生产的产品被  $j$  部门用作中间产品的数量占  $i$  部门产品总量的比重,也即:  $b_{ij} = X_{ij}/X_i$  ( $i, j=1, 2, \dots, n$ )。这里分为隐性水资源分配系数和显性水资源分配系数,分别用  $b'_i$  和  $b''_i$  表示。计算公式为:

$$b'_{ij} = X_{ij}/X_i (i, j=1, 2, \dots, 6); b''_{ij} = T_{ij}/X_i (i=1, 2, \dots, 6; j=1, 2, 3)$$

$$\text{代入式(1)则有: } \sum_{j=1}^6 b'_{ij} X_i + \sum_{j=1}^3 b''_{ij} X_i + Y_i = X_i \quad (i=1, 2, \dots, n)$$

写成矩阵形式为:

$$B'X + B''X + Y = X \quad (4)$$

其中:  $B'$  和  $B''$  分别为由系数  $\sum_{j=1}^6 b'_{ij}$  和  $\sum_{j=1}^3 b''_{ij}$  组成的对角阵。

2. 水资源投入产出列模型。根据基本均衡关系(2),可得:

$$\sum_{i=1}^6 X_{ij} + D_j + V_j + M_j + \sum_{i=1}^2 H_{ij} = X_j \quad (j=1, 2, \dots, 6) \quad (5)$$

其中:  $H_{ij}$  为生产单位水资源含量的  $j$  部门产品需要投入的  $i$  类显性水资源量。其他符号同前。

引入隐性水资源产出显性消耗系数  $c_{ij}$ ,它是指生产单位水资源含量的  $j$  生产部门产品需消耗  $i$  类显性水资源部门水资源量。故有:

$$\sum_{i=1}^6 a_{ij} X_j + D_j + V_j + M_j + \sum_{i=1}^2 c_{ij} H_j = X_j \quad (j=1, 2, \dots, 6)$$

或用矩阵表示为:

$$AX + D + V + M + CH = X \quad (6)$$

其中:  $A$  为隐性水资源产出隐性消耗系数矩阵,  $C$  为隐性水资源产出显性消耗系数矩阵,  $X$  为各类显性水资源部门投入列向量。

#### 四、水资源利用的投入产出分析

(一) 社会水资源利用结构分析。社会水资源利用结构指各产业利用水资源占社会水资源消耗总量的比例,即社会消耗水资源在各产业部门的分配情况。利用水资源投入产出表,社会水资源利用结构可由如下公式计算得出:

$$p_j = X_j / \sum_{j=1}^6 X_j \quad (j=1, 2, \dots, 6) \quad (7)$$

$$\text{易知: } \sum_{j=1}^6 p_j = 1$$

其中:  $p_j$  为  $j$  产业利用水资源占社会水资源消耗总量的比例,  $X_j$  含义同前。

在产业水资源消耗分析时,习惯上只考虑产业的直接水资源投入,而忽视产业的间接水资源消耗,即本文所提出的水资源隐性投入,所以这种计算方



法直接导致各产业用水比例计算的不合理。本文提出的社会水资源利用结构分析中,计算公式的分子项——产业水资源消耗量为产业水资源显性投入和隐性投入之和,全面考虑了产业水资源的直接和间接消耗,提高了社会水资源利用结构分析的合理性。按目前的统计方法,我国水资源利用结构中农业始终是用水第一大户,工业次之,其他产业用水较少。然而,农业的用水特点是用水主要表现为直接的灌溉,即农业的显性水资源投入大,而隐性水资源投入相对较少。相反,工业及其他产业需要大量的农业产品及其他产品作为原材料,水资源的间接消耗较大,即水资源隐性投入不容忽视,所以,利用(7)式对社会水资源利用结构进行重新考察结果将有很大变化,这种计算结构将能更准确体现各产业对水资源的完全消耗,为考虑水资源约束条件下产业的合理布局 and 产业结构优化提供指导。

(二) 产业水资源生产力。产业水资源生产力表示某产业单位水资源消耗所创造的经济价值,是衡量该产业年度水资源利用效率的指标,通常用一吨水所创造的 GDP 表示。产业水资源生产力主要与该产业的生产力水平相关。计算产业水资源生产力可借助水资源投入产出表并结合相应的国家或地区投入产出表进行,其中,产业所消耗的水资源量来自水资源投入产出表,而产业所创造的经济价值则可从相应的价值型投入产出表中获得。其计算公式为:

$$f_j = G_j / X_j \quad (j = 1, 2 \dots, 6) \quad (8)$$

其中: $f_j$  表示  $j$  产业水资源生产力; $G_j$  表示  $j$  产业所创造的经济价值; $X_j$  表示  $j$  产业消耗的水资源量。

同样,在计算产业水资源生产力时,产业消耗的水资源量仍采用产业对水资源的完全消耗量,即包括产业水资源显性投入和隐性投入。近年来,农业用水经过大规模增长后,用水规模基本呈稳定态势,工业及其他产业用水持续增长。我国水资源利用的一个突出问题是水资源利用效率低下,即水资源生产力不高。我国目前农业灌溉有效水利用系数仅为 0.45,而发达国家为 0.7 甚至 0.8;工业用水重复利用率为 55%,比国际先进水平低 25 个百分点。党的十六大已确立全面建设小康社会的宏伟目标,GDP 到 2020 年要力争比 2000 年翻两番。如仍沿用现在的粗放用水方式继续发展,总需水量将大大超过水资源的承受能力。可见,提高用水的效率和效益,加大产业水资源生产力势在必行。

(三) 产业水环境冲击影响。环境冲击影响最初由 Ehrlich(1973) 提出,认为环境冲击影响程度可由人口乘以每人消耗的产品乘以每单位产品消耗所产生的环境影响来表示。每人消耗产品可当成财富的一种测度,而每单位产品消耗所产生的环境影响则视为和技术水平息息相关,因此,环境冲击影响可分解为人口、财富和技术三个部分。在实际应用中,财富常以人均国民收入 (GDP/人口数) 表示,物质需求总量 (TMP) 与 GDP 的比值代表技术。那么,环境冲击影响 = 人口 × 财富 × 技术 = 人口 × (GDP/人口) × (TMP/GDP) =

TMP。产业水环境冲击影响不仅与产业的水资源消耗总量有关,还与污水的处理程度有关,因此,产业水环境冲击影响的计算公式为:

$$e_i = X_i [T_{i2} / (T_{i1} + T_{i2})] \quad (j = 1, 2 \cdots, 6) \quad (9)$$

其中: $e_i$  为  $i$  产业的水环境冲击影响; $T_{i1}$ 、 $T_{i2}$  分别为水资源投入产出表中  $i$  产业排放的已处理和未经处理的污水量; $X_i$  为  $i$  产业的水资源消耗总量。

社会水资源利用结构和产业水资源生产力是分析水资源利用的效益和效率角度的指标,是从经济角度考察水资源的利用效果,而产业水环境冲击影响则主要体现水资源的社会效益。要依靠技术进步,提高用水工艺,增加水资源的重复利用和再生利用程度,提高污水处理程度和比例,减少污水的直接排放,有利于生态环境的改善。

## 五、展 望

水资源投入产出表和投入产出模型是研究水资源、经济系统以及环境之间相互关系的基础工具和方法,可以借助水资源投入产出分析方法研究社会水资源利用结构、考查水资源利用效率、测度产业部门对环境的冲击破坏作用,在此基础上分析国家或地区产业布局及结构是否合理,为在水资源约束条件下调整产业布局、优化产业结构提供决策支持,同时,推进技术创新,提高水资源利用效率,减少污水排放量,实现循环利用。

编制水资源投入产出表是一项需要消耗大量人力、财力、花费较长时间的工作,尤其是编制一张国家水资源投入产出表,通常需要收集成千上万个流量数据,涉及国民经济的各个部门,由于客观条件的限制,这里仅介绍了水资源投入产出分析的一种新的思路及其基本原理,本文提出的水资源的显性投入、隐性投入以及基于这种分类设计的水资源利用评价指标更具全面性和合理性。本文虽没有给出实际应用的测算分析,但构建这一新的分析框架具有一定的理论及实践意义,它是我们从事水资源投入产出分析的基础,在条件允许的情况下,编制国家和地区的水资源投入产出表有助于设置合理的产业结构,提高水资源利用效率,解决水资源短缺问题,缓解日益严峻的水环境压力。

\* 本文为河海大学 211 工程建设项目“水资源技术经济及管理”的阶段性成果。

### 参考文献:

- [1]Stoevener H H, Castle E N. Input-Output models and benefit-cost analysis in water resources research[J]. Journal of Farm Economics, 1965, (5): 1572~1599.
- [2]Carter H O, Ireri D. Linkage of california-arizona input-output models to analyze water transfer pattern [A]. Carter A P, Brody A. Applications of input-output analysis [C]. Amsterdam: North-Holland Publishing Co., 1972: 139~168.
- [3]Thoss R, Wiik K. A linear decision model for the management of water quality in the ruhr [A]. Rothenberg J, Heggie I G. The management of water quality and the environ-



- ment[C]. London; Mac-Millan, 1974; 104~141.
- [4] Hendrickls D W. Modeling of water supply/demand in the south platte river basin, 1970~2020 [J]. Water Rcsource Bulletin, 1982, 2(18); 279~287.
- [5] Duarte. Rosa, Sánchez-Chóliz Julio, Bielsa Jorge. Water use in the Spanish economy; An input-output approach[J]. Ecological Economics, 2002, (43); 71~86.
- [6] Kumiko Kondo. Economic analysis of water resources in Japan; using factor decomposition analysis based on input-output tables[J]. Environmental Economics and Policy Studies, 2005, (7); 109~129.
- [7] Li Wang, Heather L MacLean, Barry J Adams. Water resources management in Beijing using economic input-output modeling[J]. Can. J. Civ. Eng. 2005, (32); 753~764.
- [8] Okadera Tomohiro, Watanabe Masataka, Xu Kaiqin. Analysis of water demand and water pollutant discharge using a regional input-output table; An application to the City of Chongqing, upstream of the Three Gorges Dam in China[J]. Ecological Economics, 2006, (2); 221~237.
- [9] 陈锡康, 齐舒畅. 全国九大流域片水利投入占用产出模型研究. 水利与国民经济协调发展研究报告[R]. 北京: 中国科学院与系统科学研究院, 2002.
- [10] 郭菊娥, 邢公奇, 何建武. 黄河流域水资源空间利用结构的实证分析[J]. 管理科学学报, 2005, (8); 37~42.
- [11] 何静, 陈锡康. 水资源影子价格动态投入产出优化模型研究[J]. 系统工程理论与实践, 2005, (5); 49~54.

## Study on Input-output of Social Water Resource Utilization

XU Chang-xin, TIAN Gui-liang

(Investment Institute, Hohai University, Nanjing 210098, China)

**Abstract:** There are different units and measurement objects in the traditional water resource input-output table. Therefore, it is not only difficult to show the relationship of water resource input-output clearly but also hard to calculate. This paper puts forward a new method for the design of water resource input-output table, and establishes a water resource input-output model. Finally, it gives three indexes of social water resource utilization to evaluate social water resource utilization structure, industry water resource productivity and industry water environment impact.

**Key words:** water resource; input-output; evaluation

(责任编辑 许 柏)