DOI:10.3969/j.issn.1003-9511.2013.01.001

# 基于虚拟水贸易战略的缺水地区用水结构优化研究

田贵良[1],顾 巍[1],谢文轩[2]

(1.河海大学商学院,江苏 南京 210098; 2.水利部小浪底水利枢纽建设管理局,河南 郑州 450000)

**摘要**:水资源是缺水地区生产的控制性要素之一,当前理论界较为支持依靠虚拟水贸易战略用以指导缺水地区的用水结构优化。基于虚拟水贸易理论建立区域虚拟水贸易量的计算模型,利用该模型分析区域虚拟水的依赖度以及水资源的自给度。针对我国多数缺水地区存在虚拟水贸易顺差的境况,综合分析比较产业关联度系数和虚拟水含量系数。结果表明,对水资源禀赋条件下的产业布局和用水结构进行调整,可以降低缺水地区的农业用水量;适度减少我国缺水地区高耗水农业的种植面积,转向低耗水、高效益的农产品,或发展低耗水高产出的其他产业,可以提高水资源利用率。

**关键词**:虚拟水贸易战略;虚拟水贸易顺差量;区域用水结构;水资源分配

**中图分类号**:F205 **文献标识码**:A **文章编号**:1003-9511(2013)01-0001-06

水资源是人类生存和繁衍的重要条件之一,是各个国家和经济体的战略性资源。我国是一个缺水严重的国家,随着我国经济的迅猛发展和人口的急速增长,水资源短缺问题已经成为21世纪亟待解决的问题之一。据水利部统计,全国669个城市中有400个供水不足,110座严重缺水;在32个百万人口以上的特大城市中,长期受缺水困扰的有30个;45.6%的重点城市水质较差;在14个沿海开放城市中,有9个缺水严重;北京、大连、天津、青岛等城市缺水最为严重[1]。众所周知,水资源时空分布不均匀,我国南方水资源丰富,北方水资源匮乏,严重缺水地区主要集中在西北五省区(新疆维吾尔自治区、甘肃省、山西省、陕西省、宁夏回族自治区)和华北地区(河北省、北京市、天津市),由此引起的上述地区水危机已经成为制约我国社会经济可持续发展的瓶颈,也是生态环境问题中的重要因素之一。由于缺水地区水资源问题的严重性,目前水资源问题成为最受关注的资源配置问题和环境问题之一。

随着"虚拟水贸易"的提出,传统的习惯于依靠工程措施和技术措施解决水资源短缺问题的思维得到转变。虚拟水战略从系统的角度出发,运用系统思考的方法寻找与问题相关的各种各样的影响因素,从问题发生的范围之外寻找解决问题的应对策略[2]。根据这一思路,我国政府和学者越来越多地关注虚拟水贸易在我国水资源问题中的应用,通过区域虚拟水贸易战略解决缺水地区的水资源短缺问题,为我国缺水地区区域水资源分配等水问题提供了新的解决途径。笔者主要研究如何将虚拟水贸易战略应用到我国缺水地区的水资源分配中,从而优化用水结构以提高我国缺水地区的水资源的利用率。

## 1 虚拟水与虚拟水贸易

虚拟水(Virtual Water,VW)的概念来源于农业生产中"嵌入水"(Embedded Water),但当时并没有引起水资源管理部门和学术界的充分重视。1993年英国伦敦大学的Allan教授首次将这一思想概念化,并冠以形象的比喻式提法"虚拟水"[3]。起初虚拟水专指国际贸易市场上粮食产品在生产过程中所需要的水资源量[4-5],因而常与粮食安全问题联系起来,水资源短缺的国家可在国际市场上购买一部分粮食产品替代本国生产,以节约本国有限的水资源[6]。尤其当国际市场上粮价低于水资源缺乏国家的粮食生产成本时,这一战略则更显现其价值所在。以中东地区为例,国际市场上多年持续的粮食低价刺激中东国家进口虚拟水从而缓解了国内严峻的水资源短缺局面。

随着虚拟水内涵的深化,虚拟水泛指生产所有商品和服务所需要的水资源数量,商品和服务的国

**基金项目**:国家自然科学基金(41001377,51279058);教育部人文社会科学研究基金(09YJC790067)

**作者简介**:田贵良(1982—),男,江苏睢宁人,副教授,博士,主要从事水资源管理研究。

际(区际)贸易带动了虚拟水的国际(区际)流动,此即为虚拟水贸易(Virtual Water Trade,VWT)[7]。水资源短缺国家如何在国际经济合作中通过虚拟水贸易的方式减轻本国水资源压力是目前的一个热点问题,而虚拟水贸易正是解决这类水资源短缺问题的一种经济上无形、政治上无声的战略措施。

虚拟水与虚拟水贸易理论是比较优势理论与资源替代理论在水资源利用方面的应用与体现。从比较优势理论角度来看,一个国家应该出口自己具有相对或比较优势的产品而进口处于比较劣势地位的产品。水资源是一种重要的战略资源,当水资源用于一种生产活动时,需考虑其用于生态、工业、服务业等其他用途时的机会成本。通过国际贸易,虚拟水从水资源量具有比较优势的国家流向水资源相对缺乏的国家[8]。从资源替代理论角度来看,"资源替代"意味着在生产规模扩大中,外部的资源替代自身资源,较高层次的资源取代着较低层次资源所起的作用,水作为一种资源同样具有可替代性,一方面,缺水地区可以通过跨地区调水,用其他地区的水资源来替代本地区的水资源;另一方面,缺水地区可以通过虚拟水贸易直接获得需要用水资源进行生产的产品,从而替代参与生产的那部分水资源[9]。水资源因其不易转移性和难于存贮性通常被认为具有较低的区域间替代性,虚拟水与虚拟水贸易研究提供了水资源迁移、储存和利用的新手段,增强了水资源的流动性,为区域间的水资源替代提供了前提条件,事实上,这种替代已不再是资源本身的替代,而是资源功能的替代。

## 2 区域虚拟水贸易形势的评价指标研究

虚拟水的量化成为当前虚拟水研究的热点和难点,因为评价一种产品的虚拟水含量需要考虑生产过程中的诸多因素,如产品的生产地点和时间、衡量的尺度(流域尺度或农田尺度)、生产方法和用水效率、中间产品用水量的计算方法等。因农业产品的虚拟水含量丰富,这里仅讨论粮食产品虚拟水含量的计算方法,建立区域虚拟水平衡模型并且建立评价区域水资源情况的几个指标。

### 2.1 粮食产品的特定需水量

农作物产品消耗水资源的多少主要取决于农作物的类型、生长区域的自然地理条件和灌溉方式等,因此农产品虚拟水计算是特定区域特定时间的一种粗略估算。其计算公式为

$$S_{WD}[n,c] = \frac{C_{WR}[n,c]}{C_Y[n,c]} \tag{1}$$

式中:$S_{WD}[n,c]$为 $n$ 区域 $c$ 种粮食生产所需的特定水资源,$m^3/t$;$C_{WR}[n,c]$为 $n$ 区域 $c$ 种粮食单位面积需水量,$m^3/hm^2$;$C_Y[n,c]$为 $n$ 区域 $c$ 种粮食单位面积产量,$t/hm^2$。

### 2.2 虚拟水贸易量计算与区域虚拟水平衡

由某种地区的某种粮食单位产量所需水资源和该粮食来自另一地区的年进口量可以得到该地区伴随这种粮食的贸易引发的虚拟水贸易量。该地区每种粮食的贸易引发的虚拟水贸易量的总和即为该地区本年度进口的虚拟水总量。具体计算过程和公式如下:

$$V_{WT}[n_e,n_i,c,t] = C_T[n_e,n_i,c,t]S_{WD}[n_e,c] \tag{2}$$

式中:$V_{WT}[n_e,n_i,c,t]$为第 $t$ 年伴随粮食 $c$ 的贸易而引发的从出口区域 $n_e$ 流向进口区域 $n_i$ 的虚拟水贸易总量;$C_T[n_e,n_i,c,t]$为第 $t$ 年出口区域 $n_e$ 向进口区域 $n_i$ 出口粮食 $c$ 总量。

区域 $n_i$ 进口的虚拟水总量为

$$G_{VWI}[n_i,t] = \sum_{n_e,c} V_{MT}[n_e,n_i,c,t] \tag{3}$$

区域 $n_e$ 出口的虚拟水总量为

$$G_{VWE}[n_e,t] = \sum_{n_i,c} V_{MT}[n_e,n_i,c,t] \tag{4}$$

一个区域虚拟水净进口等于虚拟水进口总量减去虚拟水出口总量。因此,第 $t$ 年区域 $x$ 的虚拟水平衡公式为

$$N_{VWI}[x,t] = G_{VWI}[x,t] - G_{VWE}[x,t] \tag{5}$$

### 2.3 区域水资源短缺、水资源依存度和水资源自给度计算

上述的虚拟水净进口额等是衡量某地区虚拟水需求的总量指标,由于不同地区之间仅用总量指标说服性较弱,以下建立几个比率指标。

#### 2.3.1 区域水资源短缺度(%)

区域水资源短缺度定义为用水总量与可用水资源量比率,计算公式为

$$W_S = \frac{W_U}{W_A} \times 100 \quad (\text{介于 } 0 \sim 100\%) \tag{6}$$

式中:$W_U$ 为区域一年用水总量,$m^3/a$;$W_A$ 为国家一年可用水资源总量,$m^3/a$。

#### 2.3.2 区域虚拟水进口依存度和水资源自给度

反映一个区域依靠外区域水资源(通过进口虚拟水的方式)程度大小。用虚拟水净进口量与这个区域占用的水资源总量的比值 $W_D$ 表示:

$$W_D = \begin{cases} \dfrac{N_{VWI}}{W_U + N_{VWI}} \times 100 & (N_{VWI} \geqslant 0) \\ 0 & (N_{VWI} < 0) \end{cases} \tag{7}$$

由式(7)可以看出,$W_D$ 介于 0 ~ 100% 之间,$W_D$ 为零时表明该区域虚拟水进口总量与虚拟水出口总

量持平,或者表明该区域为虚拟水净出口区域。

相应的,水资源自给度定义 $W_{SS}$ 如下:

$$W_{SS}=\begin{cases}\dfrac{W_U}{W_U+N_{VWI}}\times 100 & (N_{VWI}\geqslant 0)\\ 100 & (N_{VWI}<0)\end{cases} \quad (8)$$

国家虚拟水进口依存度与水资源自给度的关系如下:

$$W_{SS}=100-W_D \quad (9)$$

根据上述步骤可以判断某地区是否为虚拟水净进口地区,如果是虚拟水净进口地区,则该地区对虚拟水的进口依赖程度如何;如果不是,则该地区的水资源自给度如何[10]。

## 3 虚拟水贸易战略在区域用水结构调整中的应用

### 3.1 虚拟水贸易战略应用于区域用水结构调整的可行性

虚拟水概念自提出以来,已经在一些水资源短缺的国家和地区,如中东、北非和北美等,得到了一定的实际运用,这些国家和地区对粮食进口的补贴政策,实际上是补偿本地区水资源的不足。在中东和北非的几个国家,多年以来一直在贯彻执行虚拟水战略,因为他们没有足够的水资源生产更多的食品以满足不断增长的食品需求。1997 年中东和北非地区(占世界人口的 5%)进口的粮食占世界粮食进口的 25% 以上[8],从 20 世纪末到 21 世纪以来粮食进口一直是这些地区粮食供应的重要的部分。中东国家每年通过贸易进口的虚拟水量已经相当于尼罗河每年流入埃及的水量(或中东地区所有可用淡水水量的 25%)。

同样地,站在区域的角度,产品在区域间进行贸易流通时,蕴涵在产品中的大量的虚拟水在区域之间进行重新分配。人们已经意识到了这一点,把虚拟水贸易放在了战略高度进行研究,并主要围绕人口—粮食—贸易展开。粮食作为当今世界上数量最大的商品,携带有大量的虚拟水。所以虚拟水战略成为解决区域水资源短缺的一种新的工具,为区域水资源管理提供了新的思路。传统上,人们对水和粮食安全都习惯于在问题发生的区域范围内寻求解决问题的方案,虚拟水战略则从系统的角度出发,运用系统思考的方法找寻与问题相关的各种的影响因素,从问题发生的范围之外找寻解决区域内部问题的应对策略,提倡出口高效益、低耗水产品,通过虚拟水贸易的形式来最终解决水资源短缺和粮食安全问题。

我国水资源分布不均,决定了水资源短缺具有区域性特点。通过虚拟水贸易战略,可以使水资源在我国不同区域间得到重新分配,各区域根据自身水资源禀赋情况制定合理的产业政策,调整区域进出口结构,从而间接影响区域用水结构,使区域水资源应用于效益更高的产业部门,降低经济发展对水资源的需求压力,实现我国区域经济增长方式的转变。

### 3.2 虚拟水贸易战略应用于区域用水结构调整的具体措施

通过产业关联度的研究,农业不仅为工业和服务业提供了大量的原材料和半成品,同时,农业还是工业产品销售的巨大市场,因此农业对区域经济发展具有一定的推动作用和拉动作用[11]。但农业又是区域水资源的利用大户,占据了区域水资源消耗的大部分,且农业的水资源利用效益较低,对于水资源较为缺乏的地区,可以通过虚拟水贸易战略对区域农业生产规模、农业进出口结构、农业产品结构进行重新审视。

#### 3.2.1 分析区域水资源短缺度

根据世界粮农组织(FAO)的标准,如果一个国家每年人均水资源总量低于 1 000 $m^3$,那么,这个国家就被认为是缺水国家。通过区域统计年鉴、水资源公报等资料查找该区域最近几年用水总量与可用水资源量,利用公式(6)计算区域水资源短缺度,当连续几年区域水资源短缺度均高于某一标准比值时,说明该区域水资源形势较为紧迫,存在实施虚拟水贸易战略的必要性。

#### 3.2.2 分析农业种植结构,计算各农业产品虚拟水含量

调查该区域农业种植结构比例,根据不同农业产品,按照公式(1)计算各农业产品的特定需水量,即为该区域该农业产品的虚拟水含量。

#### 3.2.3 计算区域虚拟水贸易量,分析区域虚拟水贸易平衡

区域经济是整个国家国民经济的有机组成部分,任一区域经济政策特别是产业政策的调整都将可能影响国民经济的全局,因此实施起来协调难度较大,同时,考虑到我国省际的农产品贸易资料统计不全,对区域虚拟水贸易量的计算只考虑该区域的国际贸易量。资料来源为本区域统计年鉴。分别利用公式(3)和公式(4)计算该区域进、出口的虚拟水总量,从而代入公式(5)计算该区域虚拟水贸易平衡情况,判断该区域为虚拟水贸易顺差或是逆差。

#### 3.2.4 判别逆差时的粮食安全程度

根据以上的判断结果,若该区域为虚拟水贸易逆差,那么需要判别该区域的粮食安全程度,方法是结合区域虚拟水净进口量和区域水资源利用总量,通过公式(6)计算该区域虚拟水进口依存度,同样

通过专家调研并结合国际惯例对区域虚拟水进口依存度设置警戒线,超过该警戒线时,该区域应扩大农业的生产规模,从而增大区域粮食产品的自给程度。相反,区域虚拟水进口依存度远低于该警戒线时,表明该区域还具有利用虚拟水贸易战略缓解水资源短缺局面的空间。

**3.2.5** 顺差时区域农业生产规模与结构的调整

若该区域为虚拟水贸易顺差,这无疑说明区域的贸易结构正在加剧区域水资源短缺形式,应适时调整农业生产规模生产和生产结构。一方面,消减区域农业生产规模,减少农产品出口量;另一方面,调整、优化区域农业种植结构,大力发展低耗水、高效、具有区域特色的农产品。

### 3.3 缺水区域用水结构优化模式

水资源的利用不管是量的问题还是结构的问题都与区域的产业结构密切相关,产业结构的升级不仅能提高水资源的利用效率,更能促使区域用水结构的改善。因此对于缺水地区来说,不仅要提高水资源的利用效率,更重要的是从整个产业系统的角度,综合比较产业关联测度系数与虚拟水含量系数,依此综合分析结果进行水资源禀赋条件下的产业布局调整和用水结构优化[12]。

**3.3.1** 产业关联系数和虚拟水含量系数

可通过投入产出表计算某产业的影响力系数和感应度系数测算该产业的前后向产业关联度。在区域投入产出表的基础上可以编制水资源投入产出表,通过该表计算出某产业的完全虚拟水含量系数。

**a.** 影响力系数分析。影响力系数可以由投入产出表中完全需求矩阵 $\boldsymbol{C}$ 计算出来,根据完全需求矩阵 $\boldsymbol{C}$ 的经济含义,可以用某一产业纵列上的完全需求系数总和表示该产业对其他产业的影响程度,并用全部产业纵列完全需求系数的平均值表示全部产业的平均波及效应。由此计算产业的影响力系数公式为

$$F_j = \frac{\sum_{i=1}^{n} \boldsymbol{C}_{ij}}{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} \boldsymbol{C}_{ij}} \quad (i,j = 1,2,\cdots,n) \tag{10}$$

式中:$\boldsymbol{C}_{ij}$为投入产出表中的完全消耗矩阵的第 $i$ 行、第 $j$ 列的值。

当某一产业的影响力系数大于 1 时,表明该产业对国民经济所产生的波及效应高于社会平均水平;当影响力系数小于 1 时,则正好相反;当影响力系数等于 1 时,说明其波及效应等于社会平均水平。

**b.** 感应度系数分析。感应度系数是另一个反映产业关联度的重要指标计算公式,为完全需求矩阵的某行的总和除以完全需求矩阵中全部产业横行总和的平均值,即

$$E_j = \frac{\sum_{j=1}^{n} \boldsymbol{C}_{ij}}{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} \boldsymbol{C}_{ij}} \quad (i,j = 1,2,\cdots,n) \tag{11}$$

式中:$\boldsymbol{C}_{ij}$为投入产出表中的完全消耗矩阵的第 $i$ 行、第 $j$ 列的值。

**c.** 完全虚拟水含量系数在水资源投入产出表的基础上产生的,它包括直接虚拟水含量系数和间接虚拟水含量系数,其中间接虚拟水含量系数是指该产业单位产值过程中消耗的其他产业产品在生产过程中消耗的水资源量。完全虚拟水含量系数可以表示为直接虚拟水含量系数与列昂惕夫逆矩阵 $(\boldsymbol{I}-\boldsymbol{A})^{-1}$乘积的形式。某产业直接虚拟水含量系数,其单位为 $m^3$/万元,是指产业部门单位产值消耗的直接虚拟水含量,可由水资源投入产出表直接计算得出,计算公式为

$$h_j = \frac{H_j}{X_j} \quad (j = 1,2,\cdots,n) \tag{12}$$

式中:$H_j$ 为 $j$ 产业部门消耗的水资源总量;$X_j$ 为 $j$ 产业部门的总产出值。

**3.3.2** 缺水地区产业结构优化

产业关联测度系数反映了产业在国家或地区经济发展中的作用大小,其中影响力系数较大的(通常指大于 1)产业部门对经济发展的拉动作用较大,是国家或地区经济发展的"发动机";同样,感应度系数较大的(通常指大于 1)产业部门对经济发展的推动作用较大,为国家或地区其他产业部门的发展源源不断地提供原材料或半成品,是国家或地区经济发展的"助推器"。对于上述两种产业应作为重点产业予以发展。而对于影响力系数和感应度系数均较小(通常指两系数均小于 1)的产业部门应限制其发展规模。

产业关联测度系数与虚拟水含量系数综合比较分析可通过比较二者在所有产业部门中的排序加以说明,如表 1 所示。通过上述比较,可将产业关联度与产业虚拟水含量系数主要划分为 8 种类型,如表 2 所示。

根据表 2,概括起来可表述为:①当某一产业完全虚拟水含量系数较高时,虽然该产业为水资源密集型产业,但只要该产业具有较高的影响力系数均应扩大生产规模,而当影响力和感应度系数二者均较低时,应消减其生产规模,特别地,当影响力较小而感应度系数较大,说明该产业主要为本区域其他产业提供原材料或半成品,而经济拉大作用不明显,因此可以选择从区域外进口该产业产品,替代本区

**表 1　区域产业关联度与产业虚拟水含量综合分析**

| 产业部门 | 产业关联测度系数 | | | | 虚拟水含量系数 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 影响力系数 | 排序 | 感应度系数 | 排序 | 完全虚拟水含量系数 | 排序 |
| 部门 1 | $F_1$ | $P_{F1}$ | $E_1$ | $P_{E1}$ | $h'_1$ | $P_1$ |
| 部门 2 | $F_2$ | $P_{F2}$ | $E_2$ | $P_{E2}$ | $h'_2$ | $P_2$ |
| ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ |
| 部门 $n-1$ | $F_{n-1}$ | $P_{Fn-1}$ | $E_{n-1}$ | $P_{En-1}$ | $h'_{n-1}$ | $P_{n-1}$ |
| 部门 $n$ | $F_n$ | $P_{Fn}$ | $E_n$ | $P_{En}$ | $h'_n$ | $P_n$ |

**表 2　不同产业关联度与虚拟水含量系数下产业规模调整情况**

| 比较系数及完全虚拟水含量系数高低 | 影响力系数 | | 感应度系数 | | 产业类型 | 产业发展选择 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 高 | 低 | 高 | 低 | | |
| 高 | ✓ | | ✓ | | Ⅰ | 扩大生产规模 |
| | ✓ | | | ✓ | Ⅱ | 扩大生产规模 |
| | | ✓ | ✓ | | Ⅲ | 缩减生产规模或选择进口替代 |
| | | ✓ | | ✓ | Ⅳ | 缩减生产规模 |
| 低 | ✓ | | ✓ | | Ⅴ | 扩大生产规模 |
| | ✓ | | | ✓ | Ⅵ | 扩大生产规模 |
| | | ✓ | ✓ | | Ⅶ | 扩大生产规模 |
| | | ✓ | | ✓ | Ⅷ | 维持原有生产规模或缩减生产规模 |

域生产;②当某一产业完全虚拟水含量系数较低时,说明该产业为水资源节约型产品,生产选择中水资源因素不应成为主要因素,因此,只要该产业具有较高的影响力或感应度系数,理论上都应扩大该产业生产规模,只有当影响力或感应度系数都很低时,选择维持原有生产规模或缩减生产规模。

### 3.4　政策建议

上述分析表明基于虚拟水贸易战略的缺水区域分配模式可以应用于我国缺水地区,但是在应用过程中需要政府和相关部门的大力支持,政府部门在使用上述的模型分析本地区的虚拟水贸易顺差情况以后,确定该地区虚拟水贸易顺差的程度和高耗水农业与低耗水产业的发展情况,在此基本上制定相关的产业调整政策,大力支持低耗水农业和其他产业,减少高耗水农业的种植面积或者是减缓高耗水农业的发展速度;与此同时大力种植更有效的植物或者是大力发展低耗水产业,在不影响该地区总产值的基础上减少用水总量。为此对政府和相关部门提出几点政策建议。

**a.** 缺水地区应适当控制高耗水农业的发展规模,对于高耗水农业是本地的支持产业的地区采取缓和的政策减缓该农业的发展速度或者是减少该产业的相对比例,比如采取农业阶梯式税收和阶梯式农业用水水价的政策。对于耗水农业首先制定一个相对于其他产业略高的税率,在此税率上随着产量的增加,税收的增长幅度呈现加倍的趋势;对于该农业的用水水价制定方法与上述一致,随着用水量的增加大幅增加水价。对于高耗水产业不对本地的经济有重大影响的地区,可以采取相对激烈的政策,可以大幅增加该产业的税收或者是直接提高该高耗水农业的用水价格,以便快速降低该地区高耗水农业的绝对产量和相对产量。除此之外,颁发一些相关的政策条例加强上述的产业政策,以便政府部门和其他相关部门协调一致。

**b.** 由于减少该地区高耗水农业的产量意味着该部分农产品需要通过海外进口或者是其他地区进口的方式获得,就需要大量的资金来满足该农产品的进口。在此情况下,政府需要大力支持低耗水农产品的种植和其他低耗水产业的发展,以争取足够的资金来填补因减少高耗水农业产值的部分和购买高耗水农产品消耗的资金。政府首先要确定有发展前景的低耗水农业和其他低耗水产业,在此基础上针对这些产业制定相关的政策。对于低耗水农业可以增加该农业的补贴,适当减少低耗水农业的税收,降低低耗水农业用水价格,调拨大量资金开发该农业的高科技技术,鼓励这些高科技的推广和使用。在支持低耗水产业方面,除了增加这些产业的补贴减少其税收,还可以降低支持这些产业发展的贷款的利率,增加该产业发展资金的供给,制定相关的法律条例,提高发展低耗水产业的投资环境。

**c.** 政府在实施上述的政策的同时应该时刻关注该地区的 GDP 和产业产值的相对比例,以便观察在实施上述政策后该地区的总产值变化和产业结构的变动。要防止上述政策对本地区总值带来的减值影响和大幅度波动影响,并且在降低高耗水农业产值、增加低耗水产业产值的同时,注意该地区产业结构比例的合理性。此外由于对外进口依赖程度太高会增加该地区的产业风险,所以在增加进口高耗水农业的同时要适当控制其比例,不能顾此失彼,要合理对该地区的区域用水机构进行适当合理的调整。

**d.** 虽然虚拟水战略是应用在缺水地区用水结构调整中,但是虚拟水是在尊重产业市场组织的基础上对用水结构进行调整的。在宏观调控的基础下,虚拟水战略对缺水地区的用水结构做出相应的微调,使得产业与当地的水资源吻合。虚拟水贸易不是从根本上颠覆现有的产业结构,尤其是农业结构和农业布局,更多是在水资源极度贫乏和生态脆弱的地区,应用虚拟水贸易战略的思想和理念,从水资源需求侧对当前主要用水部门做出适应调整。此外,利用虚拟水贸易战略在技术层面实现节水,依靠现代节水技术实现水资源优化,也是虚拟水贸易战略的内容之一。虚拟水贸易与实体水相对应组成完整的水资源体系,所以虚拟水贸易并不能完全取代大型调水工程,比如南

水北调等。虚拟水贸易应与实体水输送相辅相成,更深层的解决北方以及西部缺水问题。

## 4 结 语

作为典型的农业大国和粮食出口大国,农业在我国的产业结构和水资源分配中都占据最重要的位置。我国是个人口大国,并且水资源严重分配不均,随着中国经济的发展,如何合理分配水资源以保证缺水地区基本的粮食供应、合理的产业结构和稳定的经济发展对于缺水地区政府和中央政府来说都是亟待解决的问题。本文将虚拟水贸易战略应用于我国缺水地区的区域用水结构调整,综合比较产业关联系数和虚拟水含量系数,结合综合分析结果对缺水地区的产业布局和用水结构进行调整,建议缩小影响力系数低、完全虚拟水含量系数高的产业部门和影响力系数和感应力系数都低的产业部门的生产规模,以逐年减少该地区虚拟水贸易顺差;扩大影响力系数高的高耗水产业和具有较高影响力系数或感应力系数的低耗水产业的生产规模,来弥补缩减产业所造成的经济总量的减少以及获取进口被缩减产业产品所需要的资金,以此实现缺水地区的水资源合理分配和经济可持续发展。但是在上述缺水地区分配的实施过程中可能会遇到意想不到的困难和瓶颈,这些都需要进一步的研究和探讨。

**参考文献:**


[1] 赵祥,李嘉华,成斌. 对城市水景住区设计的思考[J]. 工业建筑,2007,37(1):116-117.

[2] 王红端. 关于虚拟水和虚拟水贸易的探讨[J]. 北京师范大学学报,2006,42(6):633-638.

[3] ALLAN J A. Priorities for water resources allocation and management[R]. London: ODA, 1993: 13-26.

[4] ALLAN J A. Overall perspectives on countries and regions [C]//. ROGERS P, LYDON P. Water in the Arab World: Perspectives and Prognoses. Massa chusetts: Harvard University Press, 1994: 65-100.

[5] ALLAN J A. Virtual water: a long term solution for water short Middle Eastern economies [M]. Leeds City: University of Leeds Press, 1997.

[6] TURTON A R. A strategic decision-makers guide to virtual water[EB/OL]. http://www. up. ac. za/academic/liberts/polsci/awiru/op33. html.

[7] GUAN D, HUBACEK K. Assessment of regional trade and virtual water flows in China[J]. Ecological Economics,2006(2):1-12.

[8] TURTON A R. Southern African hydropolitics: developmental trajectories of Zambezi Basin states and Southern Africa [C]//. The 2nd Southern Africa water and wastewater conference,1997:189-197.

[9] BRROWN L R, HALWEIL B. China´s water shortage could shake world food security[J]. World Water,1998,11(4):10-13.

[10] 周姣, 史安娜. 区域虚拟水贸易计算方法及实证[J]. 中国人口·资源与环境,2008,18(4):184-188.

[11] 田贵良. 虚拟水贸易论[M]. 北京:中国水利水电出版社,2010.

[12] 许长新. 产业关联规律与投资倾斜政策[J]. 财贸研究,1990 (4):6-9.


(收稿日期:2012-07-16 编辑:陈玉国)

·简讯·

## 河海大学发布哲学社会科学繁荣发展行动计划

《河海大学哲学社会科学繁荣发展行动计划(2012—2020年)》于2012年12月29日正式发布。河海大学哲学社会科学的发展目标是:通过今后一段时期的建设,使学科方向更加凝练,优势更加突出,特色更加鲜明,平台更加坚实,队伍更加精良,水平明显提高,国际合作与文化传播能力进一步增强,在若干领域形成在全国乃至世界有一定影响的名家、有河海特色的精品和学术流派,成为行业和区域发展的人才库、思想库、智囊团。

为实现发展目标,将实施四大战略,构建五大体系,落实八项计划。四大战略为创新战略,特色战略,精品战略,开放战略;五大体系是方向明晰、特色鲜明的学科体系,素质优良、勇于创新的队伍体系,支撑有力、成果倍出的创新平台体系,目标明确、贡献卓著的社会服务体系,深化交流、合作创新的开放交流体系。八项计划的主要内容有:一是马克思主义理论建设与引领计划,深入开展中国特色社会主义道路理论和制度研究,强化哲学社会科学的育人功能,创建人文素质课程"河海"品牌;二是优势学科提升计划,建立基础独立并有比较优势的学科群,加强学科间协同,培育新的学术增长点;三是研究平台拓展计划,整合研究队伍,培育重大成果;四是优秀人才培养和激励计划,加大对领军人才的支持力度,加快对优秀青年教师的引进和培养,加强创新团队建设;五是学术精品培育计划,设立精品文库和青年文库出版基金,加大对研究成果和高水平论文的奖励力度;六是学术开放与国际交流促进计划,与海内外高水平大学一流学科建立合作关系,建设若干海外学术研究中心,举办高层次全国和国际学术会议,推动学术刊物进入全国中文核心期刊;七是"河海"智库建设计划,建立服务国家水利行业和江苏地方经济的专家智库,聚焦重点、热点、难点问题,依托学校多学科综合优势开展对策研究,为政府科学决策提供咨询服务;八是基础设施建设计划,构建资源合理、特色鲜明、能满足学科建设和教学科研需求的文献资源体系,加强实验室建设,为哲学社会科学研究提供有利的条件保障。

(本刊编辑部供稿)