

虚拟水贸易研究综述

李 锋,王春月

(河海大学商学院,江苏南京 210098)

摘 要:虚拟水及虚拟水贸易概念的提出为更好地在全球范围内解决水资源问题提供了新的视角。主要从虚拟水贸易的理论基础、产品中虚拟水含量的定量计算、虚拟水贸易的战略安全作用研究、虚拟水贸易的经济发展影响研究、虚拟水贸易的可行性及社会适应性研究,虚拟水贸易的国别或区域的实证研究等方面来综述有关虚拟水贸易的国内外研究进程,并在此基础之上对其未来研究方向予以展望。建议将虚拟水贸易纳入国家对外贸易整体战略规划,综合考虑虚拟水贸易的战略影响及其局限性,适度、有区别的进行虚拟水贸易,以达到生态、经济和社会的持续和谐发展。

关键词:虚拟水;虚拟水贸易;国际贸易

中图分类号:F746.18

文献标志码:A

文章编号:1671-4970(2013)02-0057-06

虚拟水贸易的思想源于虚拟水概念的提出及拓展。英格兰伦敦大学 Allan 教授于 1993 年提出虚拟水概念以来^[1],国内外有关虚拟水方面的定量计算、虚拟水贸易与粮食安全,虚拟水贸易格局、虚拟水资源管理等方面的研究取得很大进展。这些研究立足在实施虚拟水贸易的基础之上使得对虚拟水的研究更具有实际价值。但其实在 Allan 教授尚未明确提出虚拟水概念之前,在一些国家已经在进行着虚拟水贸易并取得了成效,由此可见虚拟水贸易的思想由来已久,只是在 20 世纪 90 年代以前人们尚未明确认识这一概念及其实施价值。如我国历史上的“南粮北运”蕴含了虚拟水贸易的思想以及 20 世纪 80 年代以色列通过对粮食进行进口的政策来减缓国内水资源消耗的压力,这些行为都与虚拟水贸易的思想有着相似的内涵。

虚拟水是指在生产商品和服务的过程中所需要的水资源数量,虚拟水贸易是指一个国家或地区(尤其指贫水国或地区)通过国际贸易或者其他交易的方式从另一国家或地区购买水资源密集型产品(尤其是粮食),但不限于粮食来获得虚拟水的进口,从而保障粮食安全^[1-3]。

虚拟水贸易的思想引起了国际上的高度重视。有关虚拟水贸易的国际会议纷纷召开,相应的国际机构逐步建立。2000 年在海牙会议发布的《21 世

纪水安全——海牙部长级会议宣言》,这一宣言使得用水安全成为各国可持续发展的一个重要战略。2002 年 12 月,首次有关虚拟水贸易的国际专家会议在荷兰举行。会议以虚拟水贸易为主题与会专家在会上交流与虚拟水贸易主题相关的科学知识,讨论与虚拟水贸易相关的问题与发展方向,并提出了未来将要设立研究机构的议程^[2]。2003 年 3 月,以虚拟水贸易与地缘政治学为主题的第三次世界水论坛会议在日本举行。该论坛将虚拟水贸易的概念进行了扩展,即虚拟水贸易可以在国与国之间也可在一国内部不同区域之间进行,并提出水资源管理政策的一些建议^[4]。在随后 4 月份世界水论坛组织的虚拟水贸易与地缘政治学电子会议中加深了虚拟水贸易对贸易双方的影响,包括虚拟水贸易的重要作用、虚拟水进口国的外贸依赖度以及对贸易国资源消费的影响等方面。有关虚拟水贸易的国际会议的频繁召开和问题的逐步深入探讨揭示了虚拟水贸易研究的必要性和重要性,也推动了虚拟水贸易研究机构的设立。2005 年 9 月,德国发展学会建立了虚拟水贸易工作站。2006 年 7 月,社会生态学研究所(ISOE),建立了虚拟水贸易工作站。同时也有学者建议在 WTO 的框架下建立“虚拟水贸易管理局”来更好地帮助管理世界范围内的水资源问题^[5]以及提出建立国际虚拟水贸易委员会的方案,在国际层

收稿日期:2013-04-01

作者简介:李锋(1970—),男,江苏连云港人,副教授,博士,从事国际贸易研究。

面上建立制度框架以减少贫困^[6]。

一. 国外虚拟水贸易研究

1. 虚拟水贸易的理论

虚拟水贸易的主要理论基础在于国际贸易中的比较优势理论体系。比较优势理论是国际贸易中的一个基本理论,该理论体系以李嘉图的比较优势理论为核心,以赫克希尔-额林的要素禀赋理论为补充,该理论表明一个国家或地区可以通过国际贸易的方式进行进口获得自身不具优势的产品或服务,并出口自己具有相对优势的产品或服务,从而在进行国际贸易的过程中为本国带来更多的收益。比较优势理论为水资源禀赋相对不足,水资源生产力相对较低的国家或地区进行虚拟水贸易提供了核心的基础理论支撑。虚拟水贸易正是对比较优势理论的扩展和应用^[7-9]。虚拟水贸易研究之初,主要关注点在于保障粮食安全和解决水资源短缺问题,随着对虚拟水贸易研究的日益深入,人们逐渐意识到虚拟水贸易不仅局限在农产品贸易方面,而是深深根植于整体社会经济。当虚拟水贸易的合法性在经济理论方面受到质疑时,Reimer Jeffrey J.^[10]通过澄清误区和开发新的方案使得虚拟水贸易有了坚实的经济学理论基础。李洪香^[11]提出的资源替代理论以及Karshenas、Ohlsson提出的社会调适能力理论成为了虚拟水贸易的补充理论,从而更丰富了虚拟水贸易的理论基础。

2. 虚拟水贸易中虚拟水含量的定量计算

虚拟水贸易研究和施行的前提是实现产品和服务中的虚拟水含量的定量计算。虚拟水贸易定量计算之初主要在农产品中进行定量研究。农作物虚拟水含量的计算思路基本都来源于联合国粮农组织(FAO)推荐的彭曼公式,大多在这一公式基础上进行计算。目前比较主流的计算产品虚拟水含量的具体方法主要有两种:一种是Chapagain和Hoekstra提出的研究不同产品生产树(production tree)的方法^[12],另一种是Zimmer和Renault基于对不同产品类型如农产品、工业品、畜产品等进行区分的计算方法^[13]。计算产品中虚拟水含量的方向分别从消费地和出口地两个方向来进行。根据这些计算方法和测算方向,国际上一些有代表性和有重要影响力的研究主要有荷兰的国际水文与环境工程研究所(IHE)、世界水资源委员会(WWC)和联合国粮农组织(FAO)以及日本的一个研究小组等这些机构或组织对世界范围内的虚拟水贸易的定量开展了有代表性的研究。并且IHE为虚拟水的定量分析提供了一套较为全面的方法体系以及联合国粮农组织设

计了Crop Wat, Clim Wat, Faostat等数据库,这些数据可以用来作为估算每个国家不同农作物的虚拟水含量的一些数据基础^[14-20]。此外,Chapagain、Hoekstra指出了主要家畜产品的虚拟水含量测算方法和虚拟水的进出口情况,从而为畜产品中虚拟水的定量研究奠定了基础^[20]。这些方法和数据的收集为虚拟水贸易的深入研究奠定了基础。

3. 虚拟水贸易保障粮食安全和水资源安全

虚拟水贸易提出之初旨在保障粮食安全和解决水资源短缺问题,因而在概念提出之初学界注重研究虚拟水贸易与粮食安全和水资源安全的关系。Affuso以北美为研究区域^[7],Hoskstra以日本和印度为例^[20],Alaa El-Sadek以埃及为研究区域^[21],Hong等对地中海南部的一些国家的研究中分析了这些国家的虚拟水贸易的流动方向^[22],Roberto Roson, Martina Sartori也以地中海地区为例分析了虚拟水贸易在保障该地区水资源安全方面的作用^[23]。Taleb M. Abu-Sharar以约旦地区为例,分析了虚拟水在约旦地区水资源管理中的优化作用,特别指出继续进口粮食作物尤其是谷物,油,肉,活动物和糖,将会成为一种平衡短缺粮食生产和节约有限水资源的有效办法^[24]。Allan等通过对中东以及北非的一些国家近年来农产品虚拟水进出口量的规模及变化情况的历史数据进行了分析和计算,并指出虚拟水贸易在保障这些地区粮食安全方面有着重要作用^[25]。并且大部分以国家或区域为代表进行的虚拟水贸易与粮食安全以及水资源安全方面的研究都从不同程度上指出了进行粮食的虚拟水进口对于保障粮食安全和水资源安全方面有一定的积极作用。

4. 虚拟水贸易对经济发展的影响

虚拟水贸易的影响不仅仅局限在粮食和水资源领域,作为一种贸易形式,虚拟水贸易具有一般国际贸易的特点,会对生态、经济、社会福利产生影响。随着对虚拟水贸易研究的不断深入,人们逐渐认识到虚拟水贸易在促进经济发展,构建良性经济发展方向方面有积极影响的同时也会对经济的其他方面产生影响。Nilanjan Ghosh指出虚拟水不仅仅是指农作物所需,而是深深根植于整体社会经济。虚拟水进口需要以可视化的国际市场机构为载体。Nilanjan Ghosh以水市场的相关假设为前提,通过边际分析的方法,分析水市场经济下的均衡以及对农业和社会生产的影响^[11]。Alaa El-Sadek在分析虚拟水贸易可以作为一个解决埃及地区水资源短缺的方法的同时也指出了虚拟水贸易会对进口国的外贸依赖度、农业生产和外汇储备等方面产生不利影响,也可能会招致虚拟水出口国对该进口国内政的干

涉^[21]。Roberto Roson 以地中海地区为例,研究在气候变化的影响下,降水模式的改变总体上会使丰水国水量的供应增加,而贫水国的降水会减少,虚拟水贸易可以帮助缓解水的稀缺性。尽管在解决水资源短缺的问题上作用有限,但是仍会对这些地区的收入和社会福利产生影响。同时还指出了水作为一种重要的生产要素,引入合理的水的市场定价机制不仅有利于虚拟水贸易的开展也会有效避免“公地悲剧”^[23]。Maksud Bekchanov 等在以对中亚地区为代表的研究中指出虚拟水贸易在促进社会经济持续发展,以及构建“绿色经济”的过程中扮演着重要角色^[26]。

5. 虚拟水贸易的局限性

虚拟水贸易在保障国家和地区的粮食安全方面以及解决水资源短缺问题所带来的积极影响已经得到大多数人的认可,但其存在的一些局限性也逐渐被人们所发现。Kumar 等指出通过虚拟水贸易来达到水资源稀缺性的合理分配和全球水资源利用效率提高的目标是很难实现的。从全球水资源利用效率的角度来看,区域虚拟水贸易甚至将会成为一个限制性因素。研究虚拟水贸易时要同时考虑到土地资源的利用效率和水的潜在生产力^[27]。Dennis Wicheln 从政策选择的角度分析指出在经济政策的最优选择中,由于虚拟水贸易其概念的局限性和存在其他重要影响因子的情况下,虚拟水的角度并不是可以单独使用的准则来进行最优策略选择^[28]。Boelens Rutgerd 等分析了从田间灌溉到进行虚拟水贸易,水的生产力和效率会因对水政策中“效率”和“生产力”概念的归化而受到影响。并得出促进水利效率最大化的方式是工程领域和分配领域相结合。在分配领域既要考虑本国内部的分配,也要利用嵌入在农产品中虚拟水的国际流动达到对水资源的分配效率。由此看出,虚拟水贸易并不能完全解决水资源问题和单独实施^[29]。

6. 虚拟水贸易的国别或区域

有关虚拟水贸易的研究,大多以特定的国家为载体,虚拟水贸易的定量研究、粮食安全和水资源安全方面、经济发展影响和社会适应性等方面的研究也是从不同国家和地区的角度开展的。众多专家学者对不同国家或地区的虚拟水贸易的虚拟水量的进口、出口以及贸易平衡方面进行测算,并探究产生虚拟水净进口或净出口的原因。Vanham D. 评估了欧盟流域内农产品中虚拟水的平衡,定量分析了不同流域农产品中虚拟水的进出口情况^[30]。在荷兰国际水文和环境工程研究所(IHE)支持下,Chapagain 和 Heekstra 对世界上 100 多个国家由粮食和动物产

品贸易引起的虚拟水贸易方向进行了测算,指出美国、加拿大、泰国、澳大利亚等国位于虚拟水国家出口的前列,日本、荷兰、韩国、中国等国家是近年来的虚拟水净进口国家^[18]。在此基础之上,对虚拟水贸易的研究范围不断扩大,且更加具体。

二、国内虚拟水贸易研究

1. 虚拟水贸易的区域

虚拟水的概念首先由程国栋院士引入我国,后逐渐将虚拟水的概念扩展为虚拟水贸易或虚拟水战略。相比较而言,国外的虚拟水贸易研究在国际贸易的研究及机构建设方面取得了较大成果,而我国的虚拟水贸易则侧重国内区域间的虚拟水贸易。由于我国地区差异状况的复杂,目前国内学者在虚拟水贸易的框架下侧重对国内地区间虚拟水贸易的研究,尤其是对华北、西北等相对缺水地区的研究,并且大多数是对个别省份、市、县的研究,如对西北地区、海河流域京津冀地区、山西省、河北省、东三省、石羊河流域、三江平原、重庆、北京等地的研究。所以,总的来看,我国的虚拟水贸易是以区域研究为特色,北方地区为重点,以保障粮食安全和水资源安全为主要内容,从国际贸易角度的研究尚属于初级阶段。

2. 虚拟水贸易中产品虚拟水含量的定量计算

我国虚拟水含量的计算是在引进国际上主要计算方法的基础之上进行的,上述以区域为研究对象的文献中都不同程度的计算了所研究地区农产品的虚拟水含量。程国栋、龙爱华、张敦强等众多学者对农产品中虚拟水的含量进行了计算,并扩展到动物产品和工业品等领域。高秋杰等对林产品中的虚拟水含量进行了测度^[31],项学敏等人对工业产品中虚拟水含量的计算方法进行了研究,提出了工业品的虚拟水含量计算方法^[32]。

3. 虚拟水贸易的战略影响性

虚拟水贸易概念的引入为更好的解决我国水资源短缺问题和提高水资源管理水平提供了新的思路。国内学者在上述区域研究中大都认可了虚拟水贸易在保障该地区粮食安全和提高水资源利用率、优化水资源配置方面起到了一定的积极作用。同时也逐渐认识到虚拟水贸易亦带来了经济增长、资源观的改进、贸易的环境效应等方面的影响。许长新等人在建立数理分析模型的基础上论证了虚拟水贸易能够促进缺水地区的经济增长以及分析了虚拟水贸易在我国经济增长中的贡献份额^[33]。马涛指出进行国际贸易会影响环境库兹涅茨曲线^[34]。在肯定虚拟水贸易的积极影响的同时,也有人指出虚拟

水贸易也存在消极方面的影响。何艳梅分析了虚拟水贸易会给进口国和出口国都带来不同程度的负面影响^[35]。因此虚拟水贸易带来的是对生态、经济和社会的多方面的、双向的影响。

4. 虚拟水贸易的适应性及影响因素

由于我国地区差异巨大,国内学者从不同角度分析得出,不同地区进行虚拟水贸易的适用度是不同的。何艳梅指出虚拟水贸易的实施受制于全球贸易和农业体制、世界粮价、进口支付能力、运输成本等多种因素,虚拟水贸易有区域适应性只能在局部发挥作用^[35]。田贵良等人对虚拟水战略进行经济学解释时得出结论:即使是在缺水地区也不能单独考虑水资源因素,要综合考虑其他生产要素、生产技术水平及机会成本等因素^[36],并对虚拟水贸易战略的实用性评价指标进行了研究^[37],以及通过分析虚拟水贸易对区域经济的贡献额度来进一步得出虚拟水贸易的实施要综合考虑生态、经济和社会的影响才能富有效果。庞鹏沙等也指出水贸易的运行模式应当将水资源放在社会经济环境所组成的复合系统中,综合考虑宏观微观的情况^[38]。邹君等人分析了影响虚拟水贸易优势度的影响因素并指出目前国内存在“重北轻南”和重视对贫水地区的研究,而忽视相对丰水地区的研究的问题,提出即便是水资源相对丰富地区也有必要进行虚拟水贸易以更好的实现水资源的合理配置和使用^[39]。由此可见,国内逐渐意识到虚拟水贸易并不是放之四海而皆准的灵丹妙药,需要考虑社会总体状况来进行分析。

5. 虚拟水贸易的运行模式及影响因素

虚拟水贸易为水资源管理和社会经济带来的积极作用已经得到认可,为将这一思想更好地运用到实际的生产生活中,国内学者提出了不同的虚拟水贸易的运行模式。庞鹏沙等人指出要将虚拟水贸易放在社会经济整体系统之中,从宏观和微观的层面开展虚拟水贸易的运行模式^[40]。许长新等人通过分析虚拟水贸易对区域经济的作用机理以及社会产品价格对水价的敏感性分析得出,提高水价,辅以适当的财政补贴是实施虚拟水贸易的根本依赖途径^[34,41]。

6. 我国虚拟水贸易结构及影响因素

刘幸菡等人在测算我国进出口产品的虚拟水含量的基础之上,分析了目前我国虚拟水贸易总量、虚拟水贸易的产品结构以及贸易均衡问题,指出我国总体上处于虚拟水贸易的净进口国,但产品结构单一,农产品虚拟水贸易顺差占据了虚拟水进口的绝对比例,工业品虚拟水贸易逆差的特征^[41]。高秋杰分析了在林产品中我国虚拟水贸易的现状^[31],刘红

梅等人基于引力模型,孙才志等对农产品虚拟水贸易的驱动因子等进行分别得出影响我国目前农产品虚拟水贸易现状的影响因素^[42-43]。

纵观国内外对虚拟水贸易的研究不难发现,对虚拟水贸易的研究已经从概念引入阶段即虚拟水贸易“是什么”的阶段逐渐过渡到“为什么”的阶段。综合国内外的研究现状,我们发现目前对虚拟水贸易的研究主要集中在以下几方面:①国际贸易中贸易产品的虚拟水含量的定量计算及贸易结构、规模的研究。②虚拟水贸易的适应性、局限性及影响因素研究。③虚拟水贸易的影响研究及战略意义研究,主要在虚拟水贸易的积极影响方面且处于宏观层面。

由虚拟水贸易的研究现状,可以看出对虚拟水贸易的研究还存在一些不足之处。首先,在虚拟水贸易“是什么”的阶段,对虚拟水贸易的理论基础研究较为单一。对产品中虚拟水含量的计算方法和范围有待完善。其次,在“为什么”即虚拟水贸易的必要性研究阶段,注重虚拟水贸易所带来的积极影响,对虚拟水贸易可能带来的消极影响的研究比较少。尤其是虚拟水贸易的实施会对生态、经济、社会整体关系的系统性影响及社会福利的增长方面的研究几乎处于空白。第三,对虚拟水贸易的操作实践即“怎么做”的阶段,基本上仅停留在国际农产品进出口方面,对如何将虚拟水贸易纳入一国整体外贸战略规划尚无方案。

三、虚拟水贸易研究展望

在综合了解和把握国内外虚拟水贸易研究的基础之上,得出了目前虚拟水贸易研究所处的阶段,未来的发展方向将由继续完善“是什么”和“为什么”的阶段并逐步走向“怎么做”的阶段。对虚拟水贸易需要在以下几方面继续深入研究:

1)开展虚拟水贸易的理论基础研究,丰富和扩充实施虚拟水贸易的理论基石。由单一的国际贸易理论基础扩展到生态、经济、社会等多个领域,为虚拟水贸易提供更丰富的理论支撑。

2)虚拟水贸易的市场运行机制研究。对虚拟水贸易的研究最终将要落实到如何实施的阶段。虚拟水贸易的市场运行模式、决策机制、调节和完善手段等方面将会成为未来虚拟水贸易的研究重点。

3)虚拟水贸易的社会整体福利影响研究。虚拟水贸易的积极作用已经得到了普遍的认可,但是其对生态、经济、社会福利影响的整体性研究较少,在考虑社会整体福利影响的前提下来分析虚拟水贸易的可行性将会提高对有关虚拟水贸易的科学

决策。

4) 贸易关系研究。虚拟水贸易的实施给进口国和出口国带来不同的影响。随着虚拟水贸易在国际贸易中的不断扩展,由此带来的经济利益再分配、失业、社会关系失衡、与贸易伙伴国的贸易摩擦等方面的问题将会对虚拟水贸易的实施造成一定影响,因而分析由虚拟水贸易引起的贸易伙伴国之间的得益分配,虚拟水贸易政策的调节,国际贸易关系的修正和完善,将会推动虚拟水贸易在一国的外贸领域发挥更大作用以及更好的促进全球水资源的配置。

参考文献:

[1] ALLAN J A. Fortunately there are substitutes for water otherwise our hydro-political futures would be impossible [C] // ODA. Priorities for Water Resources Allocation and Management, London: ODA, 1993: 13-26.

[2] HOEKSTRA A Y. Virtual water trade proceedings of the international expert meeting on virtual water trade [C] // HOEKSTRA A Y. Value of water research report series No. 12. Netherlands, Delft: UNESCO-IHE Institute for Water Education, 2003: 137-239.

[3] 程国栋. 虚拟水: 中国水资源安全战略的新思路 [J]. 中国科学院院刊, 2003 (4): 260-265.

[4] World water council session on virtual water trade and geopolitics [EB/OL]. [2003-03-16]. [http://www. water foot print. org](http://www.waterfootprint.org).

[5] Virtual water trading could benefit developing countries, February [EB/OL]. [2007-02-13]. [http://www. unisa. edu. au/news/2007/130207](http://www.unisa.edu.au/news/2007/130207).

[6] MCKAY J. A proposal for international virtual water trading council: building institutional frameworks at international level to reduce poverty [J]. Water Development and Poverty Reduction, Natural Resource Management and Policy, 2003 (25): 111-125.

[7] AFFUSO E. Virtual water flows in north America. [D]. Holl-Auburn; Department of Agri-cultural Economics and Rural Sociology. 301 A Comer Hall Auburn University, 2010: 1-25.

[8] WICHELNS D. The role of “virtual water” in efforts to achieve food security and other national goals, with an example from Egypt [J]. Agricultural Water Management, 2003 (49): 131-151.

[9] WICHELNS D. The policy relevance of virtual water can be enhanced by considering comparative advantages [J]. Agricultural Water Management, 2004 (1): 49-63.

[10] RIMER J J. On the economics of virtual water trade [J]. Ecological Economics, 2012 (75): 135-139.

[11] 李洪香. 虚拟水与我国粮食贸易结构优化研究 [D]. 无锡: 江南大学, 2010: 11.

[12] CHAPAGIN A K, HOEKSTRA A Y. Virtual water trade: a quantification of virtual w-water flows between nations in relation to international trade of live stock and livestock product [C] // HOEKSTRA A Y. Virtual water trade: proceedings of the international expert meeting on virtual water trade, research report series, IHE D-elft; the netherlands, 2003: 25-47.

[13] ZIMMER D, RENAULT D. Virtual water in food production and global trade: Review of methodological issues and preliminary results [C] // Hoekstra A Y. Virtual water trade: proceedings of the international expert meeting on virtual water trade, research report series, IHE Delft; the Netherlands, 2003: 93-109.

[14] HOEKSTRA A Y. Perspective on water: an integrated model-based exploration of the future [M]. Utrecht: International Books, 1998.

[15] TURTON A R, MOODLEY S, GOLDBLATT M, et al. An analysis of the role of virtual water in Southern Africa in meeting water scarcity: an applied research and capacity building project [R]. Johannesburg: Group for Environmental Monitoring (GEM), 2000.

[16] CHAPAGAIN A K. Exploring methods to assess the value of water: A case study on the zambezi basin [EB/OL]. [200-12-30]. [http://www. water foot print. org](http://www.waterfootprint.org).

[17] AGUDELO J I, HOEKSTRA A Y. The economic valuation of water for agriculture: a simple method applied to the eight zambezi basin countries [EB/OL]. [2001-10-30]. [http://www. water foot print. org](http://www.waterfootprint.org).

[18] OKI T, SATO M, KEWAMURA A, et al. Virtual water trade to Japan and in the world [C] // Hoekstra A Y. Value of water research reports series No. 11. Delft: UNESCO-IHE, 2002: 221-236.

[19] HOEKSTRA A Y, HUNG P Q. Virtual water trade: a quantification of virtual water flows between nations in relation to international crop trade [C] // HOEKSTRA A Y. Value of water research reports series No. 11. Delft: UNESCO-IHE, 2002: 24-47.

[20] CHAPAGAIN A K, HOEKSTRA A Y. Virtual water flows between nations in relation to trade in livestock and livestock products [C] // Hoekstra A Y. Value of water research report series No. 13. Delft: UNESCO-IHE, 2003.

[21] EL-SADEK A. Virtual water trade as a solution for water scarcity in Egypt [J]. Water Resour Manage, 2010 (24): 2437-2448.

[22] HONG Y, ALEXANDER J B Z. Water scarcity and food import: a case study for southern mediterranean countries [J]. World Development, 2002, 30 (8): 1413.

[23] ROSON R, SARTORI M. Water scarcity and virtual water trade in the mediterranean [D]. Venice: cà Foscari University, 2010 (10): 1-14.

[24] TALEB M, EMAD K. Haddadin; role of virtual water in

- optimizing water resources management in Jordan [J]. *Water Resour Manage*, 2012(26):3977-3993.
- [25] ALLAN J A, JENNIFER C O. Politics, economics and (virtual) water: a discursive analysis of water policies in the middle east and north Africa [J]. *Research in Middle East Economics*, 2003, 5(1):53.
- [26] BEKCHANOV M, BHADURI A, LENZEN M, et al. The role of virtual water for sustainable economic restructuring: evidence from Uzbekistan, central Asia [J]. *ZEF-Discussion Papers on Development Policy*, 2012(6):1-34.
- [27] KUMAR M D, SINGH O P. Virtual water in global food and water policy making: Is there a need for rethinking [J]. *Water Resources Management*, 2005(19):759-789.
- [28] WICHELNS D. Virtual water: a helpful perspective, but not a sufficient policy criterion [J]. *Water Resour Manage*, 2010(24):2203-2219.
- [29] BOELEN R, JEROEN V. The danger of naturalizing water policy concept: Water productivity and efficiency discourses from field irrigation to virtual water trade [J]. *Agricultural Water Management*, 2012(108):16-26.
- [30] VANHAM D. An assessment of the virtual water balance for agricultural products in EU river basins [J]. *Water Resources and Industry*, 2013:3.
- [31] 高秋杰. 我国林产品虚拟水贸易理论与实证研究 [D]. 北京:北京林业大学, 2011.
- [32] 项学敏, 周笑白, 周集体. 工业产品虚拟水含量计算方法研究 [J]. *大连理工大学学报*, 2006, 46(2):179-184.
- [33] 许长新, 马超, 田贵良, 等. 虚拟水贸易对区域的作用机理及贡献份额研究 [J]. *中国软科学*, 2011(12):110-119.
- [34] 马涛. 中国对外贸易中的生态要素流动分析 [D]. 上海:复旦大学, 2005.
- [35] 何艳梅. 全球水短缺背景下的虚拟水贸易 [J]. *水利发展研究*, 2006(8):18-21.
- [36] 田贵良. 虚拟水战略的经济学解释: 比较优势理论的一个分析框架 [J]. *经济学家*, 2008(5):39-47.
- [37] 谢卫奇, 田贵良, 谢文轩. 虚拟水战略适宜性评价的指标体系研究 [J]. *水利经济*, 2010, 28(2):12-15.
- [38] 庞鹏沙, 董仁杰. 中国水贸易战略问题初探 [J]. *水利经济*, 2005(3):52-53.
- [39] 邹君, 杨玉蓉, 黄翹勤, 等. 中国区域虚拟水战略优势度评价 [J]. *地理科学*, 2009(2):79-82.
- [40] 田贵良, 许长新. 社会产品价格对水价的敏感性: 基于虚拟水贸易框架的分析 [J]. *中国人口·资源与环境*, 2011, 21(2):41-48.
- [41] 刘幸菡. 中国虚拟水贸易战略初探 [D]. 北京:北京工业大学, 2007.
- [42] 刘红梅, 李国军, 王克强. 中国农业虚拟水国际贸易影响因素分析: 基于引力模型的分析 [J]. *管理世界*, 2010(9):76-87.
- [43] 孙才志, 刘玉玉, 陈丽新, 等. 中国粮食贸易中的虚拟水流动格局与成因分析: 兼论“虚拟水战略”在我国的适用性 [J]. *中国软科学*, 2010(7):36-44.