

虚拟水研究进展

韩 雪¹, 刘玉玉²

(1. 辽宁师范大学城市与环境学院, 辽宁 大连 116029; 2. 大连理工大学水利工程学院, 辽宁 大连 116024)

摘要: 虚拟水研究已成为水科学的研究热点, 在解决水资源危机和粮食安全危机等方面发挥着重要作用。从虚拟水及其相关概念、虚拟水的量化研究、虚拟水战略、水足迹、虚拟水贸易及虚拟水流动、虚拟水与水资源和粮食资源的关系、虚拟水生态补偿领域 7 个方面综述了虚拟水研究成果, 并对今后的研究做了展望: 虚拟水研究应按照特征-结构-格局-机理的研究范式, 进一步加强虚拟水的系统性研究; 应加强基于虚拟水视角下的农业生态补偿机制研究, 将虚拟水思想与水权理论相结合, 创新水权理论。根据农田生态系统具有生态服务功能价值及虚拟水在绿水中的地位与作用, 可适当减少绿地面积, 增加耕地面积, 既维持了良好的生态环境又提高了粮食产量。

关键词: 虚拟水; 虚拟水贸易; 虚拟水战略; 水足迹; 农业生态补偿

中图分类号: F205 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-9511(2012)02-0017-05

随着水资源日益紧缺, 水资源安全与粮食安全问题备受世界关注。进入 20 世纪以来, 全球用水量增长速度是人口增长速度的 2 倍, 12 亿人用水短缺, 30 亿人缺乏用水卫生设施, 预计到 2025 年, 水危机将蔓延到 48 个国家, 35 亿人为水所困。农业生产耗水量较大, 伴随着水资源安全问题出现了粮食安全危机, 世界粮农组织最近发布的形势报告指出: 世界粮食安全现仍属于最低安全范围之内。20 世纪 80 年代中期以来, 受气候、政策、资金与技术投入等诸多因素的影响, 世界粮食生产增长缓慢, 谷物储备量也在逐年减少, 粮食发展速度已落后于人口增长速度, 发展中国家尤为显著。2006 年第四届世界水资源论坛公布: 到 2030 年全球粮食需求将提高 55%, 将需要更多的灌溉用水, 而这部分用水已经占到全球人类淡水消耗的 70%。对此越来越多的国家开始依靠粮食进口来缓解粮食危机, 但单纯依靠进口粮食解决问题, 又将会引起政治安全等问题。因此, 如何实现水资源的可持续利用, 解决粮食安全问题成为各国政府及相关领域学者关注的焦点。

目前没有爆发大规模水危机, 主要是由于人类直接利用的实体水很少, 对水资源的消费主要是消费各种产品和服务中所隐含的“看不见的水”, 因此

缺水国家或地区通过进口富水国家或地区的水密集型产品, 以此缓解当地水资源短缺。而虚拟水概念的提出^[1-2], 跳出了传统的以“水”为中心解决水资源配置的问题, 将水资源与粮食安全联系在一起, 为解决水资源安全和粮食安全以及由其引起的政治安全问题提供了新思路。虚拟水作为水资源重要组成部分, 在水资源安全方面, 可成为一个平衡区域尺度水赤字的有效工具; 可成为水资源优化配置的重要指标; 可成为生态补偿中水调节服务功能的新指标。

中国是人口大国, 粮食安全是关注焦点。中国又是缺水大国, 对虚拟水的研究有助于缓解我国的水资源危机与粮食安全危机。本文通过梳理虚拟水已有研究成果, 对虚拟水的研究方向进行分类, 指出现阶段虚拟水研究的不足之处, 为进一步研究虚拟水提供新思路。

根据虚拟水的研究成果及代表性会议, 将虚拟水研究划分为萌芽(1993 年以前)、初步发展(1993 ~ 2002 年)和快速发展 3 个阶段(2003 年至今)。1993 年以前虚拟水研究处于萌芽阶段, 虚拟水的概念没有被正式提出, 也没有引起国际学术界的重视, 但虚拟水及虚拟水贸易的思想已经在发展, 这些探索对以后虚拟水理论的发展起着重要的作用。2003 年 2

作者简介: 韩雪(1982—), 女, 黑龙江齐齐哈尔人, 博士研究生, 从事水资源评价与管理研究。

月第一次关于虚拟水的国际专家会议在荷兰代尔夫特举行,它是虚拟水研究重要的里程碑。在随后召开的几次国际会议中,虚拟水研究被列为重要议题^[3]。从国内外对虚拟水的研究主题来看,主要涉及7个研究方向。

1 虚拟水及相关概念

为缓解水资源短缺现象,结合农业科学和经济思想学思想的虚拟水概念被提出,并取得了显著的成效。早在20世纪80年代,以色列经济学家就提出过通过粮食进口来减少国内水资源的消耗,从而缓解国内水压力,所以水以无形的形式寄存在粮食中被交易,这种无形的水最初被称为“嵌入水”或“外生水”^[4],Allarf^[5]就曾使用过“嵌入水”等概念,Haddadir^[2]也曾提出过“外来水”及“水、粮食和贸易的结合体”等概念来表达类似的意思,在此基础上Allarf^[1]于1993年在SOAS(伦敦大学亚非学院)的一次讨论会上首次提出了虚拟水概念,此后Hoekstra^[2]对虚拟水概念做了进一步拓展。

虚拟水概念被提出后,其研究日益深入,研究领域迅速扩大,与虚拟水相关的概念也随之产生,如虚拟水含量、虚拟水进口量和出口量、虚拟水流动、虚拟水平衡等。在虚拟水研究基础上,Hoekstra等^[6]于2002年提出了水足迹的概念,与水足迹相关的概念主要有国家水足迹、个人水足迹、蓝水足迹与绿水足迹、总水足迹与蒸发水足迹^[7]。近期又有学者将水足迹应用到水资源污染领域,使虚拟水的研究领域进一步拓宽^[8]。概念是认识过程中的阶段,对未来的研究有启示作用,因此虚拟水及相关概念的提出对虚拟水的深入研究具有重要的作用。

2 虚拟水的量化研究

虚拟水是隐含在产品中的那部分看不见的水,由于各种产品的生产流程与复杂程度不同,尤其是加工产品和副产品时,虚拟水含量的计算非常复杂,因此虚拟水的量化研究显得十分重要。工业产品中的虚拟水含量与其复杂的生产流程密切相关,目前对工业产品虚拟水的量化研究没有太多的成果。虚拟水含量的计算主要集中在农作物产品和动物产品上。农作物产品虚拟水含量的计算方法主要有两种:一种是Chapagain等^[9]提出的研究不同产品生产树的方法;另一种是Zimmer等^[10]提出的基于不同产品类型区分的计算方法,后者应用比较广泛。国内对虚拟水的量化问题也有相应的研究,虚拟水的量化对评价现有的水资源利用政策、制定合理的水

资源利用战略、实现水资源可持续利用等提供丰富的科学信息具有重要的参考价值^[11]。

虚拟水的量化研究虽然很多,但目前的计算过程还存在一些问题,为使计算结果更加准确,数据的替代性更值得深入研究。以农作物虚拟水含量计算为例,目前农作物虚拟水含量的经验公式为

$$VWV = T_C \times W_{SD}$$

$$W_{SD} = \frac{W_{CR}}{Y_C}$$

式中:VWV为虚拟水总量; T_C 为农作物净输入/输出量; W_{SD} 为单位质量农作物虚拟水含量; W_{CR} 为区域单位面积农作物需水量; Y_C 为区域农作物单位面积产量。

单位质量农作物虚拟水含量的计算,因缺乏相关气象资料和用水资料,并且测定农作物需水量的实验设备和实验技术比较落后,因此,实际计算中每年的数值都是采用中等干旱年份的需水量。但由于气候的多变性,不同年份干湿程度不同,作物的需水量也不同,因此,计算出的单位质量农作物虚拟水的含量存在较大误差。同时,由于数据的缺乏,各区域间粮食贸易量是通过估算得出,因此直接导致虚拟水总量计算结果失真。

从动物产品的计算方法来看,产品虚拟水的计算也存在不足之处。根据Chapagain等^[9]提出的动物产品虚拟水流程图可以看出动物的饲料资源来源广泛,因此动物在生长过程中所需要消耗食物的虚拟水量计算是一个非常复杂的过程,动物的类型、饲养结构与生长环境也是造成动物虚拟水计算不精确的原因,因此即使虚拟水在各类动物中的分配避免了重复,计算的最终结果也将存在很大误差。

3 虚拟水战略

虚拟水战略概念首先由Zimmer等^[10]提出,Hoekstra等^[6]对虚拟水战略的研究最具影响力。虚拟水战略是指缺水国家和地区通过贸易的方式从富水国家和地区购买水密集型农产品,尤其是粮食,来获得水和粮食的安全。以色列是最早实施虚拟水战略的国家,中东缺水地区对虚拟水战略的应用比较广泛。中国是农业大国,农业是用水量最大的行业,如果能提供合理的农业用水战略,将会缓解我国的水资源危机,因此水战略在我国具有特殊的重要性。程国栋^[12-13]于2003年将虚拟水概念引入我国,随后又提出了虚拟水战略的概念,介绍了虚拟水战略对水资源安全、水资源管理的重要意义,徐中民等^[14-15]也对虚拟水战略进行了详尽的研究,虚拟水

战略的应用研究也由此得以推广。此外,也有学者试图用虚拟水战略理论配合工程调水或代替跨区域调水来缓解缺水地区的水资源问题^[16]。同时,虚拟水战略的适用性问题也引起了相关学者的重视^[17-18]。

虚拟水战略具有典型的地域性,不同区域虚拟水研究内容和虚拟水战略实践的方向迥异。karshenas 模型表明,社会、制度、技术等社会因素比区域现存资源的多少更重要,因此虚拟水战略的适用性不但具有地域性,还与区域的经济发展密切相关。根据我国国情,虚拟水战略从理论上可以缓解水资源短缺问题,但实施起来却存在许多问题,实施虚拟水战略的同时也会带来很多负面影响。我国每年“北粮南运”的粮食约 1400 万 t,相当于 140 亿 m³ 的水从北方运到南方,与“南水北调”思想相背离,这种粮食生产布局有悖于虚拟水战略的思想。传统虚拟水战略在我国具有区域适宜性:虚拟水在东北地区与南方沿海地区之间的流动,违背了传统虚拟水战略思想,因此,不适用,而诸多研究表明,传统虚拟水战略对于缓解我国西北地区的缺水现状具有一定的适宜性,因此传统虚拟水战略在我国的适用性还有待商榷。

虚拟水战略的适用性问题同样存在于不同产业。因为产业贸易的进行还与社会经济、政策导向、投资等因素有关,因此虚拟水战略在其他产业间也存在适用性问题。

4 虚拟水贸易与虚拟水流动

虚拟水贸易对水资源危机可起到缓解作用,同时对水资源安全政策起到指导的作用。Hoekstra 等^[9]对世界 100 多个国家的虚拟水贸易量作了详尽的研究,约旦和以色列的虚拟水净进口量分别达到 45 亿 m³ 和 46 亿 m³,中东和北非地区每年通过虚拟水贸易进口的虚拟水量相当于尼罗河每年流入埃及的径流量,这些国家和地区以虚拟水贸易的形式缓解了国内水资源短缺问题。Dennis^[19]阐述了埃及虚拟水对获得粮食安全的作用,并从经济学的角度阐述了虚拟水应用的相对优势;王红瑞等^[20]论述了虚拟水贸易对南非粮食安全的重要作用。除此之外,世界水资源委员会、联合国粮农组织以及日本学者对虚拟水贸易做了全球尺度的分析,Saila 等^[21]对国家尺度的虚拟水贸易进行了研究。虚拟水贸易的重要性引起了学术界及各国政府的重视,2006 年 7 月,社会生态学研究所(Institute for Social Ecological Research(ISOE))建立了虚拟水贸易工作站。另外,

在各次国际会议上对虚拟水贸易的使用环境都有相应的探讨,虚拟水贸易的实证研究范围不断扩大,涉及中东、埃及、黎巴嫩、南非发展联盟、日本等。国内学者马静等^[22-23]对我国区域及各省份间的虚拟水贸易进行了研究;孙才志等^[24-27]对因虚拟水贸易引起的虚拟水流动格局进行研究。

5 水足迹研究

水足迹概念是由 Hoekstra 等^[6]在 2002 年首次提出的,是指一定已知人口(个人、地区、国家或世界)在一定时间内消耗的所有产品和服务所需要的水资源数量。它能更真实的表现出对水资源的需求和占有状况。水足迹作为和人们消费有关的用水指标,把虚拟水和人类的消费联系在一起,开拓了虚拟水研究的新领域,因此水足迹研究也成为虚拟水研究的一个重要组成部分。目前,对水足迹的研究主要包括水足迹含量的计算、水足迹与农业用水结构变化、水足迹的影响因素、基于水足迹的流域生态补偿等^[15-16]。Hoekstra 等^[6]对全球水足迹进行了估算,约为 74500 亿 m³,人均水足迹为 1240 m³,印度是世界上水足迹最大的国家,美国人均水足迹位居世界第一。Chapagain 等^[9]对荷兰茶和咖啡的水需求进行了计算,计算了国家水足迹、国内水资源的出口及国外水资源的进口量,指出人们的消费对自然资源使用的影响,使虚拟水理论研究得到进一步深化。在我国,龙爱华等^[15]首次引进水足迹概念,计算了我国西北 4 省区的水足迹。此后我国对于水足迹的研究主要集中在水足迹估算方面^[28],水足迹的变化与人均国内生产总值、消费模式的关系,以及探讨降低水足迹以缓解水资源压力的途径问题^[29],分析区域水足迹的差异,以实现水资源的可持续利用,也有少数学者探讨过水污染足迹问题^[8]。

6 虚拟水与水资源安全和粮食安全

目前,虚拟水贸易已成为解决国家或地区粮食安全问题和水资源安全问题的有效手段之一。以色列和约旦是最早应用进口粮食来缓解当地水资源短缺的地区,据估计,中东北非地区每年通过粮食贸易进口的虚拟水量相当于尼罗河每年流入埃及的径流量;中国年进口虚拟水约为 31×10^9 m³/a,占农业用水的 8%,因此有学者将进口高耗水的产品作为建立中国水资源安全战略的重要内容之一^[30],并论述了虚拟水在解决农业生产和粮食安全中的作用^[31]。由此可见,虚拟水为解决水资源安全和粮食安全提供了新思路。

7 虚拟水视角下的生态研究

我国已有少数学者将其应用到生态领域中,主要集中在对绿洲生态的恢复^[32-33]、区域生态补偿机制研究中^[34]。虚拟水理论还可继续应用到流域生态环境补偿、农业生态环境补偿、城市生态环境补偿等方面,建立基于虚拟水视角下的水资源保障措施与生态补偿机制,增加生态用水量,可确保生态环境的可持续发展,虚拟水思想将成为生态补偿领域重要指导思想之一。

在目前的研究中,对如何体现生态系统中的虚拟水价值还没有深入的研究。对基于虚拟水战略下的农业生态补偿机制的研究还尚未涉及,此项研究可对农业生态服务功能价值中的水调节价值作出校正,并将成为虚拟水研究与农业生态补偿机制研究衔接的重要桥梁。鉴于虚拟水的特殊本质,其量化与价值评估难度较大,如何补偿,补偿多少,如何平衡生态效益与经济效益,这都将成为未来的研究重点与难点。

8 展望

未来虚拟水研究一方面应继续加强基础理论研究,另一方面应尽快将理论研究成果应用到实际当中,切实服务社会,研究重点主要体现在以下几个方面。

a. 虚拟水的系统性研究。应按照地理学“特征-结构-格局-机理”的研究思路进行研究,以虚拟水的概念和特征为出发点,对省市、区域或全国的虚拟水格局进行分析,探索其形成机理与维持机制。

b. 虚拟水在水权管理方面的应用。虚拟水概念对全球贸易政策等产生了较大的影响,它促使人们改进水资源管理,提高了人们的节水意识和对水资源的利用率。将虚拟水思想引进水权管理,改变目前国内以政府主导的“管理型交易”的水权交易形式,使其渐变以市场为主导的“买卖型交易”,优化资源配置,将其“外部性”内化,二者结合,创新水权,有助于水资源的有效管理。虚拟水具有社会交易性,亦属商品,虚拟水一旦成为商品进入市场,将成为影响区域主导产业选择的因素之一。

c. 虚拟水在国家安全问题中的相关研究。应加大虚拟水在国家安全问题中的相关研究,包括基于粮食安全问题的粮食产品贸易及其进出口研究、国内粮食生产布局调整研究、国际援助形式的多样化研究等方面。

d. 虚拟水在生态保护方面的研究。结合“绿”

水和虚拟水概念,虚拟水应属于“绿”水中的生产性用水,农业生态系统中含有大量的虚拟水,因此,在增加生态环境的“绿”水中,除可采用增加森林、草地的面积之外,也可适当增加耕地面积(当耕地涵养水源的能力与森林、草地相差不大时,为解决本地区的粮食安全问题及生态环境问题,可适当减少绿地面积,增加耕地面积或保护现有耕地面积),打破退耕还林、退耕还草的传统思想。在未来的研究中,应继续对森林、草地、湿地与耕地涵养水源能力进行对比,从而验证研究的可行性。

e. 虚拟水在农业生态补偿方面的研究。将虚拟水引入农业生态补偿研究,完善农业生态补偿机制,保护农业生态环境。基于虚拟水视角下的农业生态补偿机制研究将对农业生态服务功能价值中的水调节价值作出校正,成为出口国家或地区对虚拟水污染负荷进行补偿的依据。

参考文献:

- [1] ALLAN J A. Fortunately there are substitutes for water otherwise our hydro-political futures would be impossible [C]//HOEKSTRA A Y. In Priorities for Water Resources Allocation and Management. London:United Kingdom, ODA, 1993:13-26.
- [2] HOEKSTRA A Y. Perspectives on water: a model-based exploration of the future[M]. Utrecht: International Books, 1998.
- [3] MERRETT S. Virtual water and the kyoto consensus a water forum contribution[J]. Water International, 2003, 28(4):540-542.
- [4] KEMPER W D, KOCH E J. Aggregate stability of soils from Western United States and Canada [M]. Washington: Agricultural Research Service, 1966.
- [5] ALLAN J A. Virtual water: a long-term solution for water short for Middle Eastern economies? [R]. British Association Festival of Science. Leeds: University of Leeds, 1997:519-520.
- [6] 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 Report Series No. 11. Delft: UNESCO-IHE, 2002:24-47.
- [7] 刘宝勤, 封志明, 姚治君. 虚拟水研究的理论、方法及其主要进展[J]. 资源科学, 2006(1):120-127.
- [8] 孙才志, 刘玉玉, 陈丽新, 等. 基于基尼系数和锡尔指数的中国水足迹强度时空差异变化格局[J]. 生态学报, 2010(5):1312-1321.
- [9] CHAPAGAIN A K, HOEKSTRA A Y. Virtual water trade: a quantification of virtual water flows between nations in relation to international trade of livestock and livestock products [C]//

- HOEKSTRA A Y. Proceedings of the International Expert Meeting on Virtual Water Trade. Delft : UNESCO-IHE ,2003 : 49-76.
- [10] ZIMMER D ,RENAULT D. Virtual water in food production and global trade : review of methodological issues and preliminary results[C]/HOEKSTRA A Y. Proceedings of the International Expert Meeting on Virtual Water Trade. Delft : UNESCO-IHE ,2003 93-107.
- [11] 龙爱华 ,徐中民 ,张志强 ,等. 虚拟水理论方法与西北 4 省(区)虚拟水实证研究[J]. 地球科学进展 ,2004(4) : 577-584.
- [12] 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.
- [13] 程国栋. 虚拟水 :水资源与水安全研究的创新领域[N]. 中国水利报 ,2003-11-22(2).
- [14] 徐中民 ,龙爱华 ,张志强. 虚拟水的理论方法及其在甘肃省的应用[J]. 地理学报 ,2003(6) 861-869.
- [15] 龙爱华 ,徐中民 ,张志强. 西北四省(区)2000 年的水资源足迹[J]. 冰川冻土 ,2003 25(6) 692-699.
- [16] 龙爱华 ,徐中民 ,王新华 ,等. 人口、富裕及技术对 2000 年中国水足迹的影响[J]. 生态学报 ,2006(10) :3358-3365.
- [17] 孙才志 ,陈丽新. 我国虚拟水及虚拟水战略研究[J]. 水利经济 ,2010(3) :1-4.
- [18] 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.
- [19] DENNIS W. The role of “ Virtual water ” in efforts to achieve food security and other national goals ,with an example from egypt[J]. Agricultural Water Management ,2001 49 :131-151.
- [20] 王红瑞 ,董艳艳 ,王军红 ,等. 关于虚拟水与虚拟水贸易的讨论[J]. 北京师范大学学报 :自然科学版 ,2006 42(6) 633-638.
- [21] SAILA P. Trading virtual water between India and Bangladesh a politico-economic dilemma[EB/OL]. [2005 - 08 - 10]. [http://www.siw.org/waterweek2003/workshop%207%20Oral\(28\).htm](http://www.siw.org/waterweek2003/workshop%207%20Oral(28).htm).
- [22] 马静 ,汪党献 ,HOEKSTRA A Y ,等. 虚拟水贸易在我国粮食安全中的应用[J]. 水科学进展 ,2006(17) :102-107.
- [23] 王红瑞 ,王岩 ,王军红 ,等. 北京农业虚拟水结构变化及贸易研究[J]. 环境科学 ,2007(12) 2877-2884.
- [24] 孙才志 ,张蕾. 中国农产品虚拟水 :耕地资源区域时空差异演变[J]. 资源科学 ,2009(1) 84-93.
- [25] 陈丽新 ,孙才志. 中国农产品虚拟水流动格局的形成机理与维持机制研究[J]. 中国软科学 ,2010(11) 44-53.
- [26] 孙才志 ,陈丽新 ,刘玉玉. 中国省级间农产品虚拟水流动适宜性评价[J]. 地理研究 ,2011(1) 612-621.
- [27] 刘宝勤. 我国粮食虚拟水流动空间格局及其调控政策[J]. 水利发展研究 ,2010(2) :16-20.
- [28] 盖力强 ,谢高地 ,李士美 ,等. 华北平原小麦、玉米作物生产水足迹的研究[J]. 资源科学 ,2010(11) 2066-2071.
- [29] 陈俊旭 ,张士锋 ,华东 ,等. 基于水足迹核算的北京市水资源保障研究[J]. 资源科学 ,2010(3) 528-534.
- [30] 秦丽杰 ,邱红 ,陶国芳. 粮食贸易与水资源安全[J]. 世界地理研究 ,2009(1) 44-49.
- [31] 鲁仕宝 ,黄强 ,马凯 ,等. 虚拟水理论及其在粮食安全中的应用[J]. 农业工程学报 ,2010(5) 59-64.
- [32] 龚新梅 ,吕光辉 ,桂东伟. 用虚拟水理论方法讨论新疆绿洲生态恢复与可持续发展[J]. 干旱区资源与环境 ,2007(5) :132-135.
- [33] 杨振 ,牛叔文 ,焦继荣 ,等. 虚拟水战略与民勤绿洲可持续发展问题研究[J]. 兰州大学学报 :自然科学版 ,2005 ,41(5) :10-13.
- [34] 秦丽杰 ,常永智 ,李明. 虚拟水战略下的我国区域生态补偿机制研究[J]. 东北师大学报 :哲学社会科学版 ,2008(4) 27-31.

(收稿日期 2011-12-20 编辑 张志琴)

《水利水电科技进展》征订启事

(邮发代号 28-244 , CN32-1439/TV , ISSN1006-7647 , 双月刊 , A4 开本)

《水利水电科技进展》由河海大学主办 ,是中国科学引文数据库(CSCD)来源期刊 ,全国中文核心期刊 ,中国科技核心期刊 ,RCCSE 核心期刊 ,全国水利系统优秀期刊 ,华东地区优秀期刊 ,江苏省优秀期刊。主要刊登水科学、水工程、水资源、水环境、水管理方面的科技论文 ,主要栏目有水问题论坛、研究探讨、工程技术、水管理、专题综述、国外动态等 ,适合水科学、水工程、水资源、水环境领域的科研、工程、管理人员以及大专院校师生阅读。

《水利水电科技进展》由邮局发行 ,邮发代号 28-244 ,2012 年每期定价 12 元 ,全年 6 期共计 72 元。可在全国各地邮局订阅 ,也可直接向编辑部订阅。

编辑部地址 :南京市西康路 1 号 《水利水电科技进展》编辑部

邮政编码 210098 电话/传真 025-83786335 E-mail jz@hhu.edu.cn

http://kbb.hhu.edu.cn/web/index_jz.asp?d_id=5