

DOI:10.3880/j.issn.1004-6933.2019.01.003

中国与“一带一路”沿线国家农产品贸易的虚拟水量流动特征

孙才志^{1,2},王中慧²

(1. 辽宁师范大学海洋经济与可持续发展研究中心,辽宁大连 116029;

2. 辽宁师范大学城市与环境学院,辽宁大连 116029)

摘要:为了解中国与“一带一路”沿线国家农产品贸易虚拟水量流动状况,从虚拟水贸易理论角度出发,对2007—2016年中国与“一带一路”沿线国家农产品贸易虚拟水量的时空变化特征进行了分析。结果表明:2007—2016年中国与“一带一路”沿线国家农产品贸易虚拟水量总体表现为逆差,年均净进口量约为8.88亿 m^3 ;中国进出口的农产品虚拟水量在“一带一路”沿线国家分布集中,其中与东南亚国家的农产品虚拟水贸易最为密切。

关键词:虚拟水;农产品贸易;中国;“一带一路”沿线国家

中图分类号:TV211.11;F407.9 **文献标志码:**A **文章编号:**1004-6933(2019)01-0014-06

Characteristics of virtual water volume flow of agricultural products trade between China and countries along “Belt and Road” // SUN Caizhi^{1,2}, WANG Zhonghui² (1. Center for Studies of Marine Economy and Sustainable Development of Liaoning Normal University, Dalian 116029, China; 2. College of Urban and Environmental Sciences, Liaoning Normal University, Dalian 116029, China)

Abstract: In order to study the virtual water flow of agricultural products trade between China and the “Belt and Road” countries, this paper analyzed the temporal and spatial variation characteristics of virtual trade volume of agricultural products trade between China and the countries along the “Belt and Road” during 2007 to 2016 from the perspective of virtual water trade theory. The results show that: From 2007 to 2016, the average annual net import volume is 8.88 billion m^3 , and the virtual water volume of agricultural products trade between China and the “Belt and Road” countries is a deficit; The virtual trade volume of import and export agricultural products trade of China is concentrated on the countries along the “Belt and Road”, of which the most closest connection of the virtual trade volume of agricultural products trade is between China and the Southeast Asian countries.

Key words: virtual water; agricultural products trade; China; countries along “Belt and Road”

中国是农业大国,农业是国民经济的基础,中国与“一带一路”沿线国家之间存在巨大的农产品贸易合作潜力^[1-2],与“一带一路”沿线国家经济合作的深化会促使农产品贸易合作关系出现新的变化。农业生产消耗了大量的水资源,水资源总量的2/3以上都用于农业生产^[3-4],所以水资源在农产品贸易市场上的地位越来越得到重视。中国是世界上人口最多的发展中大国,人均水资源量是世界平均水平的1/4,粮食安全和饮水安全始终面临一定的压力。2003年程国栋院士^[5]首次将虚拟水的概念引入中

国,此后虚拟水和虚拟水贸易等理论研究为中国的粮食安全和饮水安全提供了新思路。

近年来在虚拟水贸易理论的框架下,国内外学者对于与粮食安全和饮水安全有关的虚拟水问题进行了大量实证研究。Allan等^[6-7]的研究表明,中东地区每年通过实物贸易进口的虚拟水保障了国家的粮食和饮水安全;Wichelns^[8]论证了埃及的虚拟水贸易在实现粮食安全和其他国家目标中的作用;Roson等^[9]利用一般均衡模型分析了地中海国家的虚拟水贸易可以减少水资源短缺的消极影响;

基金项目:国家社会科学重点基金(16AJY009)

作者简介:孙才志(1970—),男,教授,博士,主要从事水资源经济与海洋经济研究。E-mail: suncaizhi@lnnu.edu.cn

Karapinar^[10]从虚拟水贸易的角度讨论了非洲国家进出口农产品对国家粮食安全的影响。国内秦丽杰等^[11-12]认为,作为农业大国,通过粮食贸易进口虚拟水来缓解国内的水资源压力是必要的;刘幸菡等^[13]对农产品虚拟水贸易量进行了分析,得出中国是农产品虚拟水净进口大国,但进出口类型单一的结论;马超等^[14]认为虚拟水贸易理论可以改变中国农产品贸易结构单一的格局,实现农产品贸易伙伴多元化;孙才志等^[15-17]对中国主要农产品虚拟水流动格局和其形成机理进行了研究,并对虚拟水战略在中国的适用性及虚拟水贸易带来的资源和生态效应进行了分析。

上述研究都表明虚拟水贸易对于国家粮食安全和供水安全具有重要的作用。相比于国外在特定区域和农产品贸易等相关方面的研究,目前国内关于国际虚拟水贸易的分析还有待深入^[18-19],而“一带一路”倡议的提出为我国的粮食和水资源安全提供了新机遇,已有关于中国与“一带一路”沿线国家中特定区域农产品贸易虚拟水量的研究^[20-21],但把“一带一路”沿线国家作为一个整体来探讨虚拟水贸易的研究尚少。本文对2007—2016年中国与“一带一路”沿线国家农产品贸易虚拟水量的时空变化特征进行研究,旨在为促进中国与“一带一路”沿线国家经济贸易的发展和保障中国粮食安全和供水安全提供参考。

1 研究区域概况和数据来源

1.1 研究区域概况

本文对于“一带一路”沿线国家地域范围的分类,主要是依据公丕萍等^[22]和邹嘉龄等^[23]的分类界定,分为中亚(5国)、蒙俄、东南亚(11国)、南亚(8国)、中东欧(19国)、西亚和中东(19国)六大区域,主要有64个国家,如表1所示。

表1 “一带一路”沿线主要国家

区域	主要国家
中亚	吉尔吉斯斯坦、塔斯克斯坦、乌兹别克斯坦、土库曼斯坦、哈萨克斯坦
蒙俄	蒙古、俄罗斯
东南亚	新加坡、印度尼西亚、文莱、菲律宾、缅甸、东帝汶、越南、柬埔寨、老挝、泰国、马来西亚
南亚	尼泊尔、不丹、斯里兰卡、马尔代夫、印度、巴基斯坦、孟加拉国、阿富汗
中东欧	保加利亚、塞尔维亚、黑山、马其顿、波黑、阿尔巴尼亚、爱沙尼亚、立陶宛、拉脱维亚、乌克兰、白俄罗斯、摩尔多瓦、波兰、捷克、斯洛伐克、匈牙利、斯洛文尼亚、克罗地亚、罗马尼亚
西亚和 中东	巴林、科威特、黎巴嫩、阿曼、也门、约旦、以色列、巴勒斯坦、亚美尼亚、格鲁吉亚、阿塞拜疆、埃及、土耳其、伊朗、叙利亚、伊拉克、阿联酋、沙特阿拉伯、卡塔尔

1.2 数据来源

中国与“一带一路”沿线国家的贸易数据,主要来源于联合国商品贸易统计数据 UNCOMTRADE,本文主要选取了《商品名称及编码协调制度》(HS编码)6位编码下,2007—2016年中国与“一带一路”沿线国家农作物产品、动物及畜产品进出口在1500t以上的具体产品,来计算其中隐含的虚拟水贸易量。农作物产品、动物和畜产品的虚拟含水量的数据主要参考 Chapagain 等^[24-25]的研究。由于自然、技术等条件的不同,出口国与进口国农产品的虚拟水含量是不同的,本文虚拟水的进出口量计算采用中国的农产品虚拟水含量。将中国与“一带一路”沿线国家的农产品贸易类型分为谷物、棉花、油籽、糖味料、活动物、肉类、乳蛋类、皮革类、果蔬类10个大类,并对其虚拟水量进行计算分析。

2 研究方法

2.1 虚拟水含量

a. 农作物虚拟水含量。农作物虚拟水含量计算公式为

$$S_{nc} = \frac{R_{nc}}{Y_{nc}} \quad (1)$$

式中: S_{nc} 为区域 n 农作物 c 的虚拟水含量, m^3/t ; Y_{nc} 为区域 n 农作物 c 的产量, t/hm^2 ; R_{nc} 为区域 n 农作物 c 的需水量, m^3/hm^2 。其中 R_{nc} 近似于农作物在生长发育期间累积蒸发蒸腾水量 ET_c 。 ET_c 由农作物系数 K_c (是实际作物和理想状态下的作物物理和生理等多种因素差异的综合反映)和整个生长期内作物累积蒸发蒸腾量 ET_0 的乘积计算得到。

b. 活动物虚拟水含量。指用来生长、提供饮水和食物以及清扫其居住环境所需的水的总量:

$$S_{ik} = V_{fik} + V_{dik} + V_{sik} \quad (2)$$

式中: S_{ik} 为出口国 i 活动物 k 的虚拟水含量, m^3/t ; V_{fik} 、 V_{dik} 、 V_{sik} 分别为出口国 i 活动物 k 的饲料、饮用、服务用水, m^3/t 。

c. 畜产品的虚拟水含量。包括活动物生产初级产品虚拟水含量和畜产品的加工虚拟水含量两部分,计算公式分别为

$$S_{pik} = \frac{Q_{ik}}{W_{ik}} \quad (3)$$

$$S_{pil} = (S_{ik} + S_{pik}) \frac{v_{fil}}{p_{fil}} \quad (4)$$

式中: S_{pik} 为出口国 i 活动物 k 生产初级产品的需水量, m^3/t ; Q_{ik} 为出口国 i 每个活动物 k 处理水量, m^3 ; W_{ik} 出口国 i 活动物 k 质量, t ; S_{pil} 为出口国 i 畜产品 l 加工的虚拟水含量, m^3/t ; v_{fil} 为畜产品 l 在出口国 i

的价值构成比例; p_{il} 为畜产品 l 在出口国 i 的产品质量比例。

2.2 虚拟水贸易

虚拟水交易量计算公式为

$$V_{mt} = T_m S_m \quad (5)$$

式中: V_{mt} 为商品 m 在 t 年国际贸易中的虚拟水交易量, m^3 ; T_m 为商品 m 在 t 年的交易量, t ; S_m 为商品 m 的虚拟水含量, m^3/t 。

一个国家虚拟水进口总量 $S_{进}$ 和虚拟水的出口总量 $S_{出}$ 为

$$S_{进} = \sum_m V_{mt,进} \quad (6)$$

$$S_{出} = \sum_m V_{mt,出} \quad (7)$$

虚拟水的贸易平衡可以表示为

$$S_{净} = S_{进} - S_{出} \quad (8)$$

式中: $V_{mt,进}$ 、 $V_{mt,出}$ 分别为商品 m 在 t 年国际贸易中的进、出口虚拟水交易量, m^3 ; $S_{净}$ 为一个国家在 t 年的虚拟水净进口量, m^3 , 其值的正负表示一个国家虚拟水的进口或出口。

3 农产品贸易虚拟水量的时空变化

3.1 中国进口农产品虚拟水量的时空变化

如表 2 所示, 2007—2016 年中国从“一带一路”沿线国家进口的农产品虚拟水总量年均均为 112.50 亿 m^3 , 其中进口量较大的区域是东南亚、中东欧、中亚和南亚, 年均进口的农产品虚拟水量分别为 52.16 亿 m^3 、18.42 亿 m^3 、15.36 亿 m^3 和 12.25 亿 m^3 。然而, 不同年份、不同区域的国家对中国农产品虚拟水输出量存在较大的差异(限于篇幅, 中国与 64 个国家的农产品虚拟水进出口值不一一列举)。

2007—2016 年中国进口“一带一路”沿线国家农产品虚拟水量年均大于 1 亿 m^3 的 16 个国家可分为四大类型: ①增加型。以乌克兰、俄罗斯、越南、巴基斯坦为代表, 如 2007 年中国进口俄罗斯的农产品虚拟水量仅有 0.63 亿 m^3 , 2013 年以后, 由 2.71 亿 m^3 增加到 2016 年的 13.16 亿 m^3 , 3 年增加了近 4 倍。

表 2 中国进口“一带一路”沿线国家的农产品虚拟水量

区域	虚拟水量/亿 m^3										
	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年	合计
东南亚	3.15	3.50	3.28	4.60	5.00	5.73	5.46	5.34	8.10	8.00	52.16
中东欧	0.26	0.14	0.15	0.27	0.28	0.34	0.46	2.35	8.78	5.39	18.42
中亚	1.20	1.30	0.86	1.07	1.06	1.62	1.74	2.14	2.19	2.18	15.36
南亚	0.74	0.69	0.49	0.74	0.91	1.92	1.96	1.94	1.39	1.47	12.25
西亚和中东	0.76	0.74	0.78	1.09	1.13	0.89	0.83	0.94	0.68	0.33	8.17
蒙俄	0.15	0.21	0.21	0.34	0.35	0.60	0.56	0.52	1.53	1.67	6.14
合计	6.26	6.57	5.79	8.12	8.72	11.09	10.99	13.24	22.66	19.05	112.50

②波动增加型。以蒙古、缅甸、哈萨克斯坦、乌兹别克斯坦、泰国为代表, 如 2010 年中国进口缅甸的农产品虚拟水量为 4.36 亿 m^3 , 2013 年降低到 1.47 亿 m^3 , 2016 年又增加到 2.54 亿 m^3 。③减少型。以印度尼西亚为代表, 如 2007 年中国进口印度尼西亚的农产品虚拟水量为 1.38 亿 m^3 , 2016 年下降到 0.54 亿 m^3 , 减少了一半以上。④波动减少型。代表国家为捷克、孟加拉国、印度、土耳其、吉尔吉斯斯坦、菲律宾, 如 2007 年中国进口捷克的农产品虚拟水量为 0.64 亿 m^3 , 2010 上升到 2.17 亿 m^3 , 2016 年又减少到了 0.69 亿 m^3 。

图 1 为 2007 年、2010 年、2013 年和 2016 年中国进口农产品虚拟水量在“一带一路”沿线国家的分布。可以看出, 2013 年以前我国与周边国家的农产品贸易量不是太大, 主要是与东南亚、南亚海岛国家及陆地相邻的中亚国家的农产品贸易比较密切; 2013 年以后, 由于“一带一路”倡议的实施, 中国加强了与“一带一路”沿线国家的联系, 农产品虚拟水贸易量整体增加, 与周边国家的贸易联系也紧密起来, 特别是与蒙古和俄罗斯。

表 3 给出了 2007 年、2010 年、2013 年和 2016 年中国从“一带一路”沿线国家进口农产品虚拟水量的分布。可以看出, 越南、泰国一直以来都是中国进口农产品虚拟水的两大来源地, 其中 2014 年之前越南排第一位, 中国进口越南农产品虚拟水占总量的百分比在 2007 年、2010 年和 2013 年分别达到 20.89%、23.30% 和 30.11%, 但从 2015 年开始越南第一的位置被乌克兰所取代。中国从乌克兰、巴基斯坦和俄罗斯这 3 个国家进口的农产品虚拟水量增长最快, 其中 2007 年中国进口乌克兰的农产品虚拟水量占总量的 0.08%, 2016 年增加到 25.97%。中国进口土耳其的农产品虚拟水量占总量的百分比下降最快, 在 2013 年以前, 土耳其在中国农产品虚拟水进口市场占有较大的份额, 如 2009 年占 11.06%, 而 2013 年以后份额急剧下降, 已经由 2015 年的 5.81% 下降到 2016 年的 1.16%, 从中国进口农产品虚拟水市场的前 5 名下降到 10 名之外。

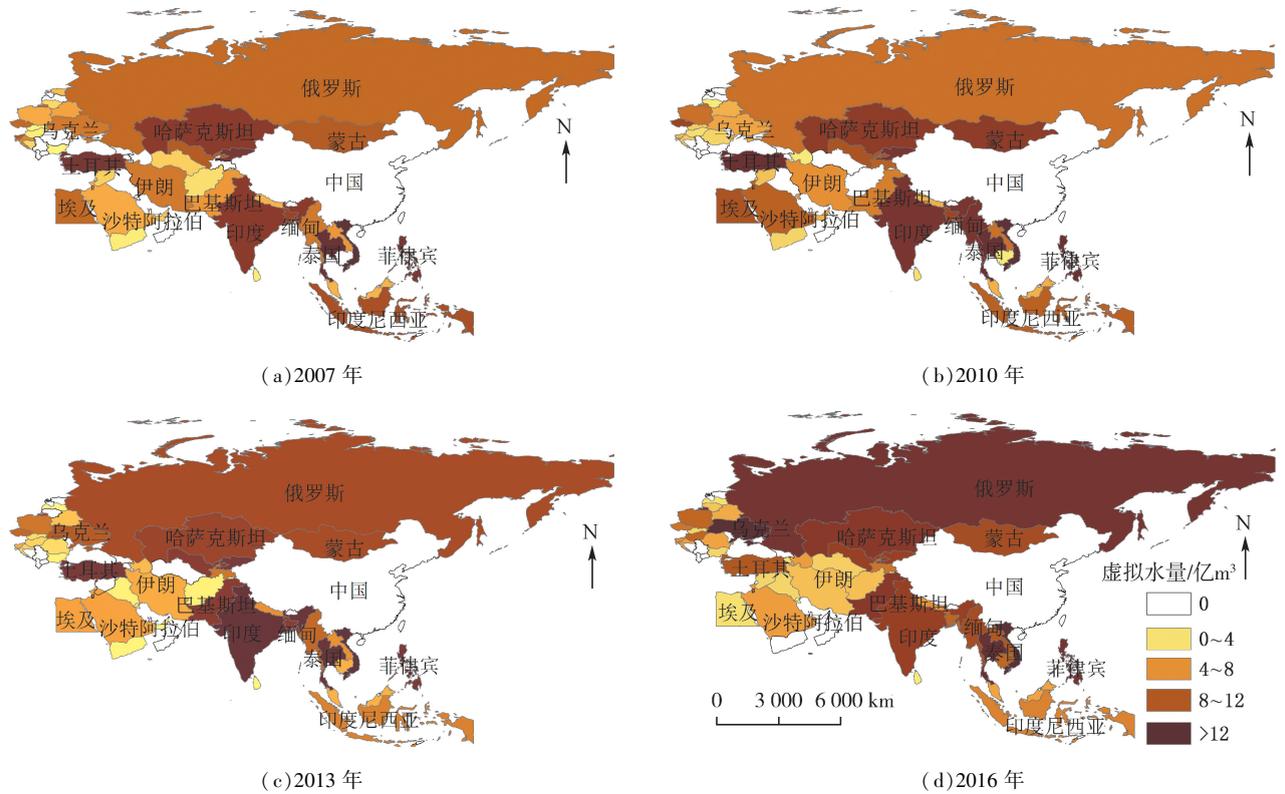


图1 中国进口农产品虚拟水量在“一带一路”沿线国家的分布

表3 中国进口“一带一路”沿线国家农产品虚拟水量的分布

国家	占中国进口农产品虚拟水总量的比例/%			
	2007年	2010年	2013年	2016年
越南	20.89	23.30	30.11	23.42
泰国	15.97	13.33	9.36	9.19
印度	7.83	6.05	8.26	2.74
菲律宾	9.69	12.50	6.77	5.95
吉尔吉斯斯坦	11.40	5.88	6.72	3.29
土耳其	10.32	9.94	5.81	1.16
孟加拉国	3.56	2.73	4.59	0.68
乌兹别克斯坦	1.34	1.56	4.36	2.81
巴基斯坦	0.28	0.26	4.28	4.07
哈萨克斯坦	6.57	4.34	3.82	4.94
蒙古	1.38	3.67	2.59	1.68
俄罗斯	1.01	0.54	2.46	7.14
乌克兰	0.57	0.08	1.47	25.94
缅甸	0.58	5.37	1.34	1.33
捷克	1.02	2.67	1.30	0.36
其他	7.59	7.78	6.76	5.30

从表3可以发现两点:第一,占中国进口农产品虚拟水总量百分比最大的前5个国家中,年均农产品虚拟水进口量占总量的百分比超过60%,说明中国进口农产品虚拟水有向少数国家集中的趋势。第二,2007年中国进口农产品虚拟水量大于10%的国家有4个,2010年减少到3个,2016年减少到2个,且占总量的百分比有明显的差异性。2016年中国进口“一带一路”沿线国家农产品虚拟水量占总量百分比大于1%的国家有13个,而大于10%的国家只有2个,集中而不均衡。中国一直是农产品虚拟

水逆差的保持大国,由于中国经济发展和消费需求的增长会使供需矛盾进一步加剧,逆差规模会进一步扩大。“一带一路”倡议的实施,中国与沿线国家签署自由贸易协定,建设多条经济走廊,与欧洲、中东等地区内陆国的农产品虚拟水的贸易量不断增长,但中国农产品虚拟水的进口国家集中于东南亚、南亚、中亚和蒙俄地区,主要是因为中国与这些国家的市场需求互补,交通运输成本低。未来要加快与沿线国家的农产品贸易合作,充分利用沿线国家丰富的自然资源,选择综合效益好的农业产业,通过援助、投资、技术引进的合作方式,建立中长期的合作关系,更好地为中国的粮食安全和水安全服务。

3.2 中国出口农产品虚拟水量的时空变化

如表4所示,2007—2016年中国向“一带一路”沿线国家出口的农产品虚拟水量年均均为23.74亿 m^3 ,远少于中国进口的农产品虚拟水量。中国年均出口农产品虚拟水量较大的区域为东南亚、西亚和中东、蒙俄和中亚,分别为13.46亿 m^3 、5.41亿 m^3 、1.81亿 m^3 和1.57亿 m^3 。从农产品虚拟水进出口贸易量来看(表2和表4),中国与东南亚的贸易联系最为密切,年均净进口量达到38.70亿 m^3 ,相比中国农产品虚拟水进口第二大来源地的中东欧的18.42亿 m^3 还要高出1倍多。

图2是2007年、2010年、2013年和2016年中国出口农产品虚拟水量在“一带一路”沿线国家的分布。与出口不同,各年份间农产品虚拟水空间格

表 4 中国出口到“一带一路”沿线国家的农产品虚拟水量

区域	虚拟水量/亿 m ³										合计
	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年	
东南亚	3.46	0.93	0.83	0.97	1.14	1.15	1.15	1.13	1.28	1.42	13.46
西亚和中东	0.67	0.43	0.41	0.57	0.59	0.50	0.45	0.44	0.66	0.69	5.41
蒙 俄	0.21	0.26	0.20	0.20	0.20	0.15	0.15	0.18	0.14	0.12	1.81
中 亚	0.19	0.19	0.15	0.22	0.17	0.14	0.14	0.18	0.12	0.07	1.57
南 亚	0.16	0.05	0.11	0.06	0.07	0.08	0.07	0.12	0.13	0.14	0.99
中东欧	0.09	0.05	0.05	0.07	0.05	0.04	0.05	0.03	0.03	0.03	0.49
合 计	4.77	1.92	1.75	2.10	2.22	2.06	2.01	2.08	2.36	2.47	23.74

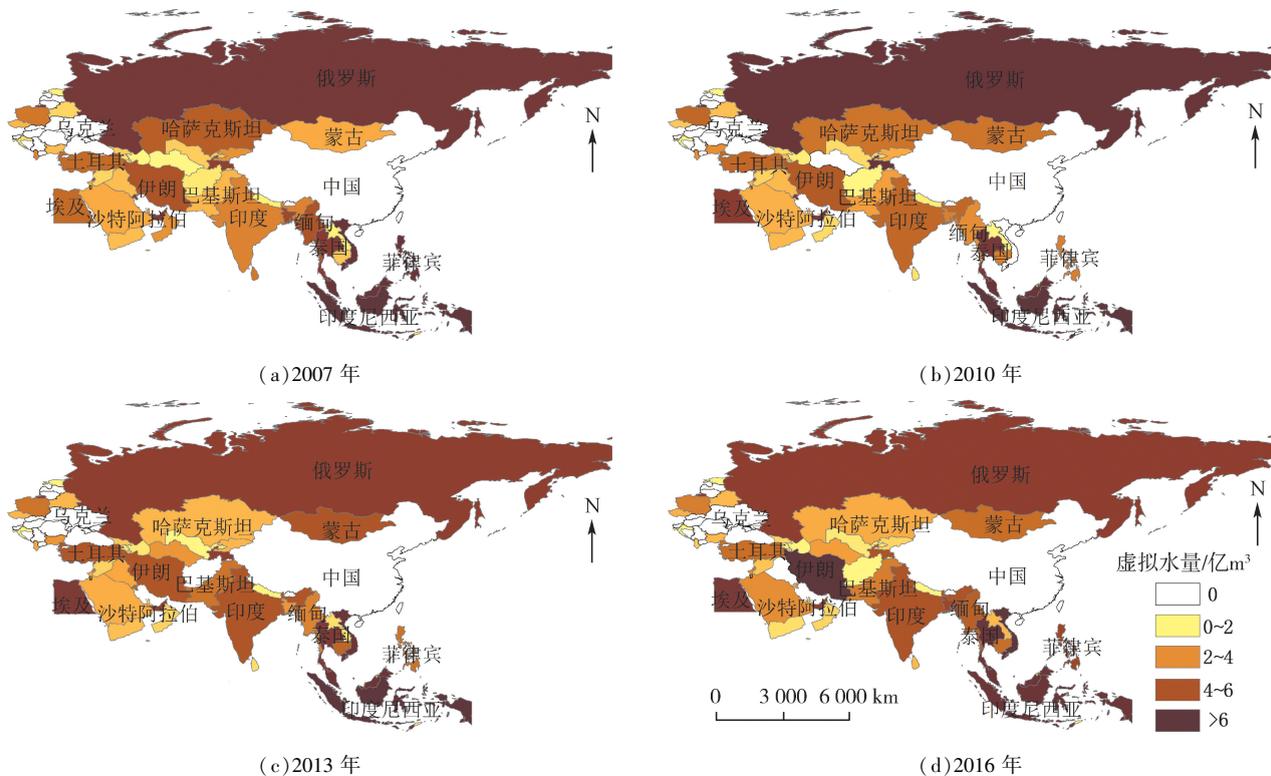


图 2 中国出口农产品虚拟水量在“一带一路”沿线国家的分布

局变化不大,东南亚、南亚和蒙俄地区一直是中国出口农产品虚拟水量较大的区域,随着时间的变化,中国向这些区域出口的虚拟水量大幅增长。中国向“一带一路”沿线国家农产品虚拟水的出口量较少,各年份出口量大于 1 亿 m³ 的国家只有 7 个,有接近 30 个国家不足 0.1 亿 m³。总的来说,中国向“一带一路”沿线国家出口的农产品虚拟水量相对较少,空间分布集中,国家间有分布不均衡的现象。

表 5 给出了 2007 年、2010 年、2013 年和 2016 年中国出口到“一带一路”沿线国家农产品虚拟水量的分布。可以看出,2007—2016 年中国农产品虚拟水出口量中印度尼西亚、越南和马来西亚 3 个国家占比最大,分别为 17.31%、14.91% 和 10.30%,在占总量百分比大于 1% 的国家中,只有这 3 个国家占比超过了 10%。中国农产品虚拟水出口较大的国家间存在着波动变化,如印度尼西亚一直都是中国最大的农产品虚拟水出口国家,在 2014 年以后被

表 5 中国出口到“一带一路”沿线国家农产品虚拟水量的分布

国 家	占中国出口农产品虚拟水总量的比例/%			
	2007 年	2010 年	2013 年	2016 年
印度尼西亚	28.34	16.80	18.21	10.23
越 南	13.82	11.80	14.19	22.64
马来西亚	13.63	7.43	11.38	8.09
菲律宾	10.37	0.81	1.05	2.91
俄罗斯	4.01	8.20	5.60	3.72
科威特	3.29	6.54	1.47	0.31
阿联酋	3.20	5.55	5.82	3.37
泰 国	2.92	5.81	7.68	8.08
塔吉克斯坦	2.36	8.65	6.18	2.21
新加坡	1.82	2.17	2.52	2.04
黎巴嫩	1.75	2.77	0.71	0.60
孟加拉国	1.73	0.80	0.55	2.07
伊 朗	1.22	1.81	1.79	15.67
緬 甸	1.15	0.69	0.74	1.63
哈萨克斯坦	1.02	1.13	0.23	2.21
其 他	9.37	19.04	21.88	14.22

越南取代,2014—2016年中国出口越南和印度尼西亚的农产品虚拟水量占总量的百分比分别为14.42%、18.95%、22.64%和13.68%、10.26%、10.23%;埃及是中国出口农产品虚拟水量增长最快的国家,占农产品虚拟水出口总量的百分比由2007年的0.97%增长到了2016年的5.31%,并且超过了俄罗斯(3.72%)。

“一带一路”倡议实施后,中国与周边国家的农产品贸易联系不断加强,特别是对西亚、中东国家,中国劳动密集型农产品一直具有很大的优势,中国的农产品出口结构符合西亚、中东国家市场的需要,所以中国与其农产品虚拟水的贸易越来越紧密,但中国主要的农产品虚拟水出口国家依然集中于东南亚、南亚和蒙俄等周边国家和地区,这主要还是与市场需求、结构以及距离成本有很大的关系。未来更要加强与沿线国家自由贸易区的谈判,使农产品虚拟水贸易的市场结构更加合理,目前要借助现有的多边合作机制和经济走廊,加强与沿线国家的农产品贸易合作,以更好地结合不同国家的比较优势和资源禀赋,保障国家的粮食安全和水安全。

4 结 论

a. 2007—2016年中国从“一带一路”沿线国家进口农产品虚拟水量呈增加态势,增长了约2倍,而出口量变化趋势平缓。中国与“一带一路”沿线国家的农产品虚拟水贸易呈逆差的趋势,年均净进口量约为8.88亿 m^3 。从2013年起中国从“一带一路”沿线国家的农产品虚拟水净进口量突破10亿 m^3 大关,2014年净进口量为11.16亿 m^3 ,2015—2016年净进口有小幅下降。

b. 中国从“一带一路”沿线国家的农产品虚拟水进口主要来源于东南亚、中东欧和中亚地区国家,出口主要是东南亚、蒙俄和南亚地区国家。2007—2016年虚拟水进出口国家和产品类别变化不大,并且有向少数国家,尤其是东南亚国家集中的现象。

参考文献:

[1] 詹森华. “一带一路”沿线国家农产品贸易的竞争性与合作性:基于社会网络分析方法[J]. 农业经济问题, 2018(2): 103-104. (ZHAN Miaohua. Research on the competitiveness and complementarities of agricultural product trade of countries along “The Belt and Road”: based on social network analysis method [J]. Issues in Agricultural Economy, 2018(2): 103-104. (in Chinese))

[2] 左其亭, 郝林钢, 刘建华, 等. “一带一路”分区水资源特征及水安全保障体系框架[J]. 水资源保护, 2018, 34(4): 16-21. (ZUO Qiting, HAO Lingang, LIU Jianhua, et

al. Characteristics of water resources in “Belt and road” district and its framework of water security system [J]. Water Resources Protection, 2018, 34(4): 16-21. (in Chinese))

[3] HANJRA M, QURESHI M. Global water crisis and future security in an era of climate change [J]. Food Policy, 2010, 5(35): 365-377. (in Chinese))

[4] 刘永懋, 宿华, 刘巍. 中国水资源的现状与未来: 21世纪水资源管理战略[J]. 水资源保护, 2001(4): 13-15. (LIU Yongmiao, SU Hua, LIU Wei. Current situation and future of water resources in China: strategy of water resources management for the 21st century [J]. Water Resources Protection, 2001(4): 13-15. (in Chinese))

[5] 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, 18(4): 260-265. (CHENG Guodong. Virtual water: a strategic instrument to achieve water security [J]. Bulletin of the Chinese Academy of Sciences, 2003, 18(4): 260-265. (in Chinese))

[6] ALLAN J A. Integrated water resources management is more a political than a technical challenge [J]. Developments in Water Science, 2003, 50: 9-23.

[7] HOEKSTRA A Y, HUNG P Q. Virtual water trade: a quantification of virtual water flows between nations in relation to international crop trade [J]. Journal of Organic Chemistry, 2002, 11(7): 835-855.

[8] WICHELNS D. The policy relevance of virtual water can be enhanced by considering comparative advantages [J]. Agricultural Water Management, 2004, 66(1): 49-63.

[9] ROSON R, SARTORI M. Water scarcity and virtual water trade in the mediterranean [J]. Social Science Research Network Electronic Journal, 2010, 28(8): 875-899.

[10] KARAPINAR B. The role of virtual water trade in food security: the case of ethiopia [J]. Forest Policy & Economics, 2003, 5(1): 83-95.

[11] 秦雨杰, 邱红, 陶国芳, 等. 粮食贸易与水资源安全[J]. 世界地理研究, 2006, 15(1): 44-49. (QIN Lijie, QIU Hong, TAO Guofang, et al. Grain trade and water resources security [J]. World Regional Studies, 2006, 15(1): 44-49. (in Chinese))

[12] 柳长顺, 陈献, 刘昌明, 等. 虚拟水交易: 解决中国水资源短缺与粮食安全的一种选择[J]. 资源科学, 2005, 27(2): 10-15. (LIU Changshun, CHEN Xian, LIU Changming, et al. Virtual water trade: an alternative for solving water shortage and ensuring food security in China [J]. Resource Science, 2005, 27(2): 10-15. (in Chinese))

[13] 刘幸菡, 吴国蔚. 虚拟水贸易在我国农产品贸易中的实证研究[J]. 国际贸易问题, 2005(9): 10-15. (LIU Xinghan, WU Guowei. Virtual water trade theory and a case study of China's crop trade [J]. Journal of International Trade, 2005(9): 10-15. (in Chinese))

足人类的精神需求,发挥好自然保护区的教育、交流、宣传、旅游等功能。

当前我国保护和发展的任务都十分艰巨,要从大生态系统原理出发,唱好“人与自然共生”的主基调,不要片面强调人类自身的短期发展利益,而要顾及各种活动可能对大生态系统的不利影响和对人类

长远发展的制约。同时,生态环境也是社会经济长远发展的重要资源,不能片面消极保护,更需要在保护前提下适度利用。“人与自然共生”理念不仅是指导生态环境保护的基本方针,更是社会经济发展模式改革的方向。

(收稿日期:2018-09-27 编辑:彭桃英)

(上接第 19 页)

- [14] 马超,许长新,田贵良. 中国农产品国际贸易中的虚拟水流动分析[J]. 资源科学,2011,33(4):729-735. (MA Chao, XU Changxin, TIAN Guilang. The virtual water flow in China's foreign trade of agricultural products [J]. Resources Science, 2011, 33(4):729-735. (in Chinese))
- [15] 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. (SUN Caizhi, LIU Yuyu, CHEN Lixin, et al. Analysis on virtual water flows pattern embedded in China's crops trade and its causes-added discussion on the applicability of “virtual water strategy” in China [J]. China Soft Science, 2010 (7):36-44. (in Chinese))
- [16] 韩雪,孙才志. 中国主要农产品虚拟水流动格局形成机理研究[J]. 资源科学,2013,35(8):35-44. (HAN Xue, SUN Caizhi. Virtual water flow patterns embedded in major crops in China [J]. Resources Science, 2013, 35(8):35-44. (in Chinese))
- [17] 孙才志,汤玮佳,邹玮. 中国粮食贸易中的虚拟资源生态要素估算及效应分析[J]. 资源科学,2012,34(3):589-597. (SUN Caizhi, TANG Yujia, ZOU Wei. Estimation and effect analysis of ecological resources of virtual resources in China's grain trade [J]. Resources Science, 2012, 34(3):589-597. (in Chinese))
- [18] 贾焰,张仁陟,张军. 中国与非洲农产品贸易虚拟水流动及节水效应研究[J]. 草业学报,2016,25(5):192-201. (JIA Yan, ZHANG Renzhen, ZHANG Jun. Evaluation of virtual water flow associated with agricultural trade between China and Africa and implication for water saving between China and Africa [J]. Acta Pratacultura Sinica, 2016, 25(5):192-201. (in Chinese))
- [19] 马玉波. 中国对俄初级农产品贸易中的虚拟水概算[J]. 干旱区资源与环境,2016,30(4):36-39. (MA Yubo. Virtual water trade estimates of the primary agricultural production between China and Russia federation [J]. Journal of Arid Land Resources and Environment, 2016, 30(4):36-39. (in Chinese))
- [20] 杨阿强,刘闯,赵晋陵,等. 中国与东盟农产品贸易虚拟水概算[J]. 资源科学,2008,30(7):999-1003. (YANG Aqiang, LIU Chuang, ZHAO Jinling, et al. The estimate of

virtual water in agricultural commodity trade between China and ASEAN [J]. Resources Science, 2008, 30(7):999-1003. (in Chinese))

- [21] 韦苏价,贺培. 中国-东盟农产品虚拟水贸易分析及启示[J]. 国际贸易,2015(12):36-42. (WEI Sujia, HE Pei. Analysis and enlightenment of China-ASEAN agricultural products virtual water trade [J]. Intertrade, 2015(12):36-42. (in Chinese))
- [22] 公丕萍,宋周莺,刘卫东. 中国与“一带一路”沿线国家贸易的商品格局[J]. 地理科学进展,2015,34(5):571-580. (GONG Peiping, SONG Zhouying, LIU Weidong. Commodity structure of trade between China and countries in the Belt and Road initiative area [J]. Progress in Geography, 2015, 34(5):571-580. (in Chinese))
- [23] 邹嘉龄,刘春腊,尹国庆,等. 中国与“一带一路”沿线国家贸易格局及其经济贡献[J]. 地理科学进展,2015,34(5):598-605. (ZOU Jialing, LIU Chunla, YIN Guoqing, et al. Spatial patterns and economic effects of China's trade with countries along the Belt and Road [J]. Progress in Geography, 2015, 34(5):598-605. (in Chinese))
- [24] 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. 12. Delft: UNESCO-IHE Institute for Water Education, 2003:11-15.
- [25] HOEKSTRA A Y, HUNG P Q. Virtual water trade: a quantification of virtual water flows between nations in relation to international crop trade [R]//HOEKSTRA A Y. Value of water research report series; No. 11. Delft: UNESCO-IHE Institute for Water Education, 2002:13-15.

(收稿日期:2018-07-16 编辑:熊水斌)

