

国际贸易视角下的虚拟水贸易博弈分析

王春月, 李 锋

(河海大学商学院, 江苏 南京 210098)

摘要:全球水资源短缺问题日益严峻,为探求解决水资源问题的新思路,采用博弈论中的囚徒困境模型,分别对水资源博弈和国际贸易博弈进行独立分析。应用虚拟水贸易的思想将水资源问题的解决与国际贸易行为相联系,构建虚拟水贸易的博弈模型。对2个独立博弈的分析表明,单独的博弈易陷入“囚徒困境”,对关联后合作利益的分析表明,博弈双方合作利益的大小及利益的分配是虚拟水贸易博弈能否形成合作纳什均衡的关键。水资源与国际贸易存在博弈均衡差异及收益互补性,虚拟水贸易的施行将会使双方在合作方面取得更大的收益,从而增加突破囚徒困境的可能性。由此分析得出将两者捆绑在一起要比单纯的解决水资源问题更加有效。

关键词:水资源博弈;国际贸易;虚拟水贸易;合作的纳什均衡

中图分类号:F740

文献标识码:A

文章编号:1003-9511(2013)04-0023-04

水资源是一种具有生态、经济、社会的多元价值的特殊资源,与人们的生产生活、生态环境、社会经济发展息息相关。但由于水资源带有公共物品的属性,人们对水的利用很容易陷入“公共地的悲剧”,这将导致水污染日益加剧,水资源浪费现象日益严重。随着全球工业化进程的不断推进、人口的增加以及环境的破坏,水资源短缺的问题将会日益严峻。在水资源日益短缺的背景下,因水资源争夺产生的问题层出不穷,甚至爆发局部战争。从长期来看,未来各国对水资源的争夺将会愈演愈烈。因此,如何更好利用一国固有水资源以及开发利用国际水资源显得日益重要。然而在当前缺乏一个能够使水资源争夺国走出囚徒困境的方法。

虚拟水的概念由英格兰伦敦大学Allan教授于1993年提出^[1],这一概念的提出为更好地解决水资源问题提供了新的视角,引起了国际上的广泛重视。随着对虚拟水研究的不断深入,虚拟水的概念逐渐与国际贸易相结合,形成了虚拟水贸易的概念。虚拟水贸易是指一个国家或地区(尤指贫水国或地区)通过商品贸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)来获得水和粮食的安全。虚拟水贸易的概念正是将水与国际贸易完美的结合在一起,这种思想为在全球范围内提高水资

源的配置效率提供了新的方法。

目前,国内外有关虚拟水贸易的研究主要集中在虚拟水贸易的理论研究、国际贸易产品中虚拟水含量的计算、虚拟水贸易在保障粮食安全和水资源安全方面的作用、虚拟水贸易规模以及虚拟水贸易的适应性研究等方面。众多有关虚拟水贸易的文献研究表明,一国的虚拟水贸易流向既有虚拟水的进口也有虚拟水的出口,这表明一国的虚拟水流向及贸易规模不仅仅与自身所处的水资源地位有关,同时也与贸易产品与国际贸易地位有关。Chapagain等^[2]通过图片及数据展示了在进行不同产品的国际贸易时会出现不同的虚拟水流向及规模^[2]。在全球范围内虚拟水的出口大国和进口大国与世界水资源量的排名并不完全吻合,这也表明虚拟水贸易不仅要考虑水资源这一因素,也要综合考虑国际贸易行为所带来的影响。

1 水资源争夺与国际贸易的博弈分析

模型的假设:①理性人的假设。在水资源方面,水资源争夺的参与国能够认识到水资源的重要性及稀缺性,其目的是更好地开发利用和保护水资源;在国际贸易方面,是指参与国认识并了解国际贸易行为的成本及带来的收益。②国际上不存在强有力的

约束机构来约束参与人的行为。③各国了解自身的水资源状况,在进行贸易过程中所处的水资源地位(与贸易对方相比是丰水还是相对贫水)以及自身的国际贸易地位。

对一国而言,在一定时期内其国内的水资源总量和水资源利用效率是相对稳定的。根据虚拟水贸易的思想,在本国产品的进出口过程中会伴随着虚拟水的流入和流出。假设贸易和水资源问题在2种类型的国家中存在,即丰水国P和贫水国Q(这里的贫水和丰水是相对而言的)。实施虚拟水贸易是指两国在国际贸易过程中,不单纯考虑贸易所带来的经济利益流入,更注重贸易双方所处的水资源地位及本国的水资源安全。在单独的水资源博弈和国际贸易博弈中,博弈方在面对水资源和贸易的问题上有2种战略即合作和不合作。水资源方面的“合作”是指各国在开发和利用水资源的过程中,注重保护水资源,自觉减少对水的污染和浪费,同时签订和履行有关合理开发和利用水资源的协议,加强在水资源保护以及开发、利用方面的合作。贸易方面的“合作”是指实施贸易开放和贸易自由,执行有利于自由贸易的政策,同时签订和履行相关的国际贸易协定。“不合作”则表示与之相反的行为^[3]。

独立的水资源博弈和国际贸易博弈的框架如下。

1.1 水资源博弈

水资源短缺日益加剧,在争夺水资源的过程中,各国会采取能为本国带来更大收益的策略,因而P国和Q国形成策略组合,并通过划线方法得到如图1所示的博弈模型(图中,大写字母表示P国的支付,小写字母表示Q国的支付)。

		Q国	
		合作	不合作
P国	合作	(A, a)	(B, b)
	不合作	(C, c)	(D, d)

图1 单纯水资源博弈

在水资源博弈中,通常的支付结构假设:P国为 $C>A>D>B$,Q国为 $b>a>d>c$ 。假设的依据在于水资源是一种带有公共物品属性的资源,具有一定的外部性和稀缺性,在水资源短缺的背景下,两国面对水资源问题时都想以更小的成本来获取、利用更多的水资源。当一国采取合作态度,努力保护水资源、减少水污染、减少水资源浪费以及认真履行有关合理开发和利用水资源的协议时,该国需要支付很高的成本。但该国的做法会使世界的水资源状况在一定程度上得到缓解,另外一国就可以从该国的努力中获得收益,自身却不需要支付很多保护水源的成

本。同样,若一国采取不合作态度,没有合理开发和利用水资源,该国会在这种不合作行为中获得收益。但这种不合作行为会导致水资源问题加剧,这样会给其他国家造成消极影响,形成净损失。因此,在该博弈过程中,各国为获得更多收益,在对方选择不合作策略时,为保障自身收益也会选择不合作策略,在对方选择合作策略时,为降低成本和获得额外收益,仍会选择不合作策略。这样便会形成以上的假设结构。根据简单的划线方法可以得到,在水资源的博弈框架下,两国最终会形成“不合作——不合作”的博弈结果。从而在这样的博弈过程中,两国很容易陷入囚徒困境。

1.2 国际贸易博弈

假设当前的国际贸易行为是建立在比较优势理论的基础之上,并且各国能够认识到参与国际贸易会给自身带来一定的收益。各国在国际贸易博弈中亦采取能够带来更大收益的策略,P国和Q国形成如图2所示的策略组合。

		Q国	
		合作	不合作
P国	合作	(E, e)	(F, f)
	不合作	(G, g)	(H, h)

图2 单纯国际贸易博弈

在国际贸易过程中,主流贸易理论认为,基于比较优势理论的国际贸易行为能够改善贸易双方的福利。即当两国都实行贸易开放的策略时,实施自由贸易将是一个实现帕累托改进的过程,两国都会受益^[4],贸易限制政策则会导致两国利益受损。因此,在国际贸易的博弈过程中,双方都采取合作策略会使双方获益,而不合作会使双方利益受损,即合作策略的收益大于不合作的收益,并且双方都合作的收益会大于单方面合作时的收益。所以该博弈模型中所形成的支付结构P国为 $E>F>G>H$,Q国的支付结构为 $e>g>f>h$ 。在这样的假设支付结构下,国际贸易的博弈主体必然会选择合作的策略。根据划线法,得到该国际贸易博弈最终会形成惟一的“合作——合作”纳什均衡。

1.3 单纯水资源博弈和单纯国际贸易博弈的整体性分析

在上述2个假设支付结构中,水资源博弈和国际贸易博弈分别形成了不合作的囚徒困境和合作纳什均衡,且博弈结果是根据支付结构的大小比较获得的。但由于贫水国和丰水国所处的水资源地位不同,上述2个博弈模型也会形成不同的支付结构。根据现实情况,在水资源的博弈中,贫水国由于水资源的相对缺乏,能够更清醒的认识到水资源对于本

国的重要性,为保障本国水资源安全,在很大程度上不会进行水污染和破坏等行为,会更加注重在水资源方面的合作以期能够合理开发和利用本国有限的水资源。而丰水国因其水资源相对丰富,容易忽视对水资源的保护和合理开发,不仅在本国内部容易陷入“公共地的悲剧”,而且更容易采取不合作的行为来降低开发利用成本。所以在水资源的博弈中,更接近现实情况的支付结构可以假设:P国为 $C>A>D>B$,Q国为 $a>b>d>c$ 。然而在这样更接近现实的支付结构中,水资源博弈的囚徒困境结果并没有改变。

在国际贸易的博弈中,虽然自由贸易会给贸易双方带来福利状况的改进,但现实中不存在完全自由的国际贸易。当前贸易限制的手段日益隐性化和多样化,这样在一国选择贸易开放而另外一国选择贸易限制时就会形成一国受益另外一国受损的情形。所以当贸易对方选择合作时,自身不合作比选择合作能够获得更多收益。对于水资源相对丰富的P国来讲,由于其拥有水资源方面的优势,其水资源的稀缺性不明显,因而在进行策略选择时会更多的关注点放在国际贸易行为中,会为创造更良好的国际贸易环境而做出努力,从而更容易采取合作的策略以保障其在国际市场上的地位。所以更接近当今国际贸易现实状况的支付结构假设:P国为 $E>G>H>F$,Q国为 $f>e>h>g$ 。在这样的支付结构下,国际贸易的博弈也陷入了囚徒困境。

由以上分析可以得出,在通常的假设支付结构中,水资源的博弈容易陷入囚徒困境,国际贸易的博弈会形成合作的纳什均衡,而在更加接近现实的假设支付结构中,2个独立的博弈过程均形成了不合作的纳什均衡。应用虚拟水贸易的思想将这两者结合到一起,构建水资源和国际贸易的关联模型,分别探讨在不同的假设支付结构情况下,如何采取有效的措施或一定的激励手段来使参与方走出囚徒困境,从而推动国际贸易的顺利进行和更好地解决水资源问题。

2 虚拟水贸易的博弈模型

由于国际上不存在强有力的约束机构来约束参与人的行为,在水资源博弈的过程中,国际水资源开发利用成本的内部化很困难。采用工程方式、技术措施或一些强制性制裁手段等存在着很多局限性。应用虚拟水贸易的思想,构建关联博弈模型,将水资源博弈与国际贸易博弈相结合,并将两国在独立博弈中各自的支付相累加,形成不同的策略组合将会得到如下的虚拟水贸易模型,如图3所示。

首先,按照通常的假设支付结构,世界上不存在

		Q国	
		合作	不合作
P国	合作	$(A+E, a+e)$	$(B+F, b+f)$
	不合作	$(C+G, c+g)$	$(D+H, d+h)$

图3 虚拟水贸易的博弈

强有力的约束机构来约束参与人的争夺行为,并且在没有有效激励措施和惩罚机制的情况下,水资源博弈陷入了不合作的囚徒困境。突破囚徒困境的思路之一是将双方在贸易博弈中所获得的收益作为一种激励措施来改变水资源博弈中的困境,关键在于贸易合作所获得的利益要能够弥补水资源博弈中放弃的“搭便车”行为所导致的利益损失。这样通过虚拟水贸易的思想,2个国家在水资源和贸易方面选择合作的策略将取决于对方的策略。在贸易博弈中合作所带来的收益将会影响到水资源博弈中的策略选择,即在贸易过程中,一方面通过产品的进出口可以实现对水资源的进出口,另一方面将在国际贸易中所获得的收益应用到对水资源利用技术的改进和管理等方面,进而改变在水资源博弈中囚徒困境的状态,使得在水资源上的合作成为一种帕累托最优的策略。反之,若博弈主体在水资源博弈中采取不合作的策略,造成水资源破坏和污染,就会增加在贸易博弈中也采取不合作的可能性,这样就达不到贸易的帕累托最优。所以,虚拟水贸易博弈就相当于一方或双方做出的一个承诺或威胁,即双方承诺不会采取不合作策略,这样在一方开始采取合作策略的情况下,由于水资源和贸易的互相影响,将没有任何一方有背离这个均衡进行“搭便车”行为,从而使突破囚徒困境成为一种可能^[5]。

其次,在另一种更接近现实的假设支付结构条件下,虚拟水贸易博弈的支付为 $B+F < D+H, c+g < d+h$,而 $A+E$ 与 $C+G, a+e$ 与 $b+f$ 在假设下的支付结构中是不确定的,所以在这样的支付结构下博弈会直接形成2个结果:一个是确定的结果,即不考虑 $A+E$ 与 $C+G, a+e$ 与 $b+f$ 支付大小的比较,根据2个独立博弈模型支付的累加,直接根据划线方法得到的“不合作——不合作”的囚徒困境结果,即此时虚拟水贸易的博弈没有走出囚徒困境;另外一个由于 $A+E \geq C+G, a+e \geq b+f$ 在假设的支付结构下是否成立是不确定的,所以其结果是不确定的,也正是因为这种不确定因素的存在,才使得虚拟水贸易的博弈结果有可能通过一些改进来走出囚徒困境。现将这2个不等式进行移项得到 $E-G \geq C-A, a-b \geq f-e$,通过这样的整理可以得出如下结论:只要P国在贸易博弈中采取合作策略的收益大于其在水资源博弈中“搭便车”行为所带来的收益,Q国在水资源博弈

中采取合作策略的收益大于其在贸易博弈中不合作行为带来的收益时,就可以使虚拟水贸易博弈成为一个确定的纳什均衡。因为P国作为丰水国,在水资源领域和国际贸易领域中能够为该国带来更丰厚利益的是贸易所得,因此,P国在贸易博弈中采取合作策略收益大于其在水资源博弈中“搭便车”行为所带来的收益,这一条件容易实现。同样,对于Q国而言,水资源领域的博弈能够为该国带来更多收益,因此Q国水资源博弈中采取合作策略的收益大于其在贸易博弈中不合作行为带来的收益,这一条件也容易实现。这样,如果双方在博弈一开始,在各自注重的领域采取合作策略,虚拟水贸易的思想会导致双方在两方面都采取合作策略,且双方没有激励偏离这个合作的纳什均衡,走出囚徒困境。

通过以上的分析,可以达到2个纳什均衡,而根据纳什均衡的存在性定理,一定会存在奇数个纳什均衡,即会存在一个混合策略的纳什均衡^[6]。每个博弈主体会以一定的概率来选择自己的策略。假设P国在贸易博弈中采取合作策略的可能性为 α (在既定的“合作”纳什均衡中 α 的值为1),Q国在水资源博弈中选择合作策略的可能性为 β (在既定的“合作”纳什均衡中 β 的值为1)。这样假设一方在最开始选择合作策略,通过使另一方在选择合作与不合作之间收益无差别,得到 $e\alpha+g(1-\alpha)=f\alpha+h(1-\alpha)$ 和 $A\beta+B(1-\beta)=C\beta+D(1-\beta)$,由此得出 $\alpha=\frac{h-g}{h-g+e-f}$, $\beta=\frac{D-B}{D-B+A-C}$,而两者的取值则取决于支付结构和在博弈过程中收益的大小。因此,不同的贸易博弈类型与支付结构会导致不同的结果。而随着国际贸易的不断发展,将水资源与贸易相联系的虚拟水贸易将会带来在合作方面更大的收益,从而增加突破囚徒困境的可能性。

3 结论

a. 虚拟水贸易中虚拟水的进出口是以国际贸易中的贸易产品为载体的,这就要求对这一思想的应用既要考虑水资源这一因素,同时也要考虑到那些能够对贸易行为造成影响的因素。因此,在更深入地探讨一国采取合作策略可能性 α 和 β 的大小时,要探求影响虚拟水贸易战略方向的主要因子,并通过对因子赋予权重的方式来分析在何种情况下,一国更容易采取合作策略,达到水资源和贸易的帕累托改进。

b. 在虚拟水贸易博弈模型中存在2个不确定因素,这2个因素的确定会影响到博弈的结果,在既

定的假设支付结构下,可以初步判断出这2个不确定因素的存在有利于走出囚徒困境,但是为了更清晰地探究造成这2个因素不确定的原因,就要从分析施行虚拟水贸易战略的可行性及适用度出发。目前国内外对虚拟水贸易的研究主要集中在虚拟水含量的测算以及全球范围内、国家或者区域虚拟水的进出口规模和流向等方面,对一国施行虚拟水贸易战略的可行性、适应性以及影响因素方面的研究较少,所以对一国施行虚拟水贸易的成本、收益方面的分析应进行更深入的探讨。

c. 上述的博弈分析框架是基于简单的静态博弈分析,但是在现实情况中,无论是水资源博弈还是国际贸易博弈,一方面,其博弈过程都不是一次性的或只注重眼前利益的,另一方面,参与主体也很难达到同时选择合作或者不合作,其策略的改变需要一定的调整时间和传递时间,所以虚拟水贸易博弈更接近于重复博弈的过程。随着对虚拟水贸易研究的不断深入,以及国际范围内一些虚拟水贸易工作站的建立和国际会议的召开^[7],各国对虚拟水贸易的认识会逐步加深,对水资源的重视也会进一步提高,这样的认识有利于虚拟水贸易思想得到更广泛的应用,从而有助于水资源问题的解决。

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.
- [2] HAPAGAIN 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.
- [3] 王军. 贸易和环境研究的现状与进展 [J]. 世界经济, 2004(3): 67-79.
- [4] 王进明, 胡欣. 贸易与环境关联问题的博弈分析 [J]. 财经问题研究 2005, 12(12): 91-96.
- [5] 吴高明, 吴高升, 熊吉峰, 等. 环境贸易: 国际贸易主体间的博弈与融合 [J]. 商业时代. 2011(11): 48-50.
- [6] 谢识予. 经济博弈论 [M]. 3版. 上海: 复旦大学出版社, 2006.
- [7] HOEKSTRA A Y. Virtual water trade proceedings of the international expert meeting on virtual water trade [C]// UNESCO-IHE Institute for Water Education. Value of water research report series No. 12. Delft: UNESCO-IHE Institute for Water Education, 2003.

(收稿日期: 2013-04-07 编辑: 方宇彤)