

“一带一路”背景下 绿色产品合作发展路径探究

赵振宇(教授), 汪 宝

【摘要】绿色发展是“一带一路”建设的新理念。为践行这一理念,应以“绿色产品”为突破点。鉴于此,以探究和完善“一带一路”背景下的绿色产品合作发展路径为主要目的,将国家作为一个整体,并看成有限理性的博弈方,基于演化博弈的视角,分析我国与绿色产品资源国之间的动态博弈过程。结果表明:“一带一路”沿线国家积极的合作博弈是发展绿色产品的理想状态,我国与“一带一路”沿线国家发展绿色产品的初始意愿对此状态的形成具有正向作用,绿色收益、溢出收益及惩罚成本对此状态的形成具有正向作用,绿色成本及净转移成本对此状态的形成具有逆向作用。上述结论的提出不仅为发展绿色产品提供了借鉴和参考,也进一步丰富和完善了绿色发展的相关理论。

【关键词】“一带一路”建设; 绿色产品; 演化博弈; 合作博弈

【中图分类号】 F214 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1004-0994(2019)12-0128-9

一、引言

“一带一路”不仅仅是经济发展的需要,更是资源环境的诉求;不仅仅需要基础设施的助力,更需要绿色发展新理念的指引。2017年5月14日,“一带一路”国际合作高峰论坛在北京召开,习近平主席在开幕式的主旨演讲中提出,“一带一路”建设要倡导绿色、低碳、循环、可持续的生产、生活方式,要践行绿色发展新理念。会上,习近平主席还倡议设立“生态环保大数据服务平台”、建立“一带一路”绿色发展国际联盟。会议前后,相关部门发布了《关于推进绿色“一带一路”建设的指导意见》和《“一带一路”生态环境保护合作规划》。这些大政纲领的出台不仅为我国推进绿色“一带一路”建设提供了指引,而且会对沿线国家经济可持续发展产生深远影响。这是平衡、包容、开放、共赢、普惠的体现。为将绿色发展相关理念落实到“一带一路”建设中去,须以“绿色产品”为突

破口,以“绿色产品”贸易和投资为举措。为了针对这一举措给出具有可操作性的政策建议,本文将基于演化博弈的视角,分析我国与绿色产品资源国之间的动态博弈过程。

二、文献综述

随着世界经济的不断发展,人们的生活环境受到了严重的破坏。解决此类问题的关键是实行绿色发展,绿色发展是实现经济社会发展并兼顾环境质量的唯一途径^[1]。近年来,学者对绿色发展的研究主要集中在以下两个方面:一是绿色发展实施机制;二是绿色金融或者碳金融发展理论。针对绿色发展实施机制,Nataraja^[2]认为发展中国家可以通过生产方式的转型实现绿色发展。吴朝阳等^[3]在分析生态足迹的基础之上,提出建立宏观层面的绿色发展效率考核机制和加快供给侧结构性改革是推动经济社会由传统发展模式向绿色发展模式转变的重要力量。

【基金项目】 国家自然科学基金地区项目(项目编号:71261020); 宁夏高校优秀青年教师培育基金项目“宁夏生态经济发展水平空间分异及影响因素研究”(项目编号:NGY2018013)

邓文钱^[4]的理论研究也得出了类似的结论。张利国^[5]以江西省为例,从理论上阐述了“建立绿色工业园区”“优化产业布局”等绿色发展的突破口。李妍等^[6]构建了反映城市绿色发展竞争力的“绿色模型”,并在此基础之上对天津市进行实证分析,发现设立绿色发展示范区和优化产城融合战略等措施对建设绿色城市具有重要作用。姜大霖等^[7]通过分析不同情景下煤炭的消费总量,指出深度碳减排是煤炭行业实行绿色发展的必经之路。严晓辉等^[8]通过 Weaver-Thomas 模型并结合统计数据对西安市在绿色发展要求下的工业主导产业选择进行实证研究,结果表明工业产业的绿色发展在于产业结构的优化升级、改善产业发展环境等。

绿色金融是经济、环境和社会同步发展的重要推动力量,是绿色发展的引擎^[9]。至此,部分学者对绿色发展的研究开始转向绿色金融或碳金融发展。在绿色金融发展水平测度方面,曾学文等^[10]构建了一个包含“绿色信贷”“绿色证券”“绿色保险”“绿色投资”和“碳金融”的绿色金融发展评价体系,并结合相关数据进行分析,发现绿色信贷对绿色金融发展的支持有待加强,绿色证券的发展速度较快,而绿色保险、碳金融和绿色投资的发展相对滞后。在后续的研究中,学者们结合实际情况对该指标体系的每一个项目进行了删减或者细化,如张玉^[11]、杨阳等^[12]。在绿色金融对微观主体的影响方面,麦均洪等^[13]认为,金融机构从绿色金融中获取的效用不高,所以在推动绿色金融发展的过程中,金融机构虽具有动力,但缺乏积极性。胡春生等^[14]认为,在绿色金融的背景下,利用金融机构和企业之间完全信息静态博弈的结果,可以促使企业的经营业务从传统产业转向绿色产业。Climent、Soriano^[15]在对基金回报率数据进行实证分析后指出,在考虑企业声誉、可持续发展等环境因素时,投资者更加偏重对环境共同基金的购买。在绿色金融与经济可持续发展方面,王遥等^[16]在分析经济发展和绿色金融之间关系的基础之上,认为绿色金融对经济的贡献主要体现在提高经济运行的微观效率、优化经济的宏观发展以及能与传统经济政策形成互补等三个方面。冯文芳等^[17]对民族地区进行供给侧改革所面临的困难进行了分析,发现发展绿色金融是经济增长的重要节点。

随着绿色“一带一路”发展理念的提出,越来越多的学者开始关注“一带一路”背景下绿色发展的相关问题。在绿色发展建设方面,李玫等^[18]指出,我国

应当在绿色“一带一路”框架下不断完善绿色金融体系。丁士能等^[19]认为,可以通过加强中柬环境合作来打造“一带一路”绿色支点。在绿色发展测度方面,郭兆晖等^[20]对“一带一路”沿线区域的绿色发展水平做出评价,指出中国的绿色发展水平与沿线国家和地区相比有待提升。邬波等^[21]经过分析指出,绿色“一带一路”建设,不仅仅是顺应全球可持续发展的趋势,更是我国发挥绿色引领作用的体现。

梳理以上文献可知,关于绿色发展的研究大部分都集中在国内绿色发展实施机制和绿色金融或者碳金融发展理论上,只有一小部分学者研究“一带一路”背景下绿色发展的相关问题,且研究内容太过宏观,没有落实到具体的、可操作的产品层面。建设绿色“一带一路”,关键还是要落实到绿色产品的投资和贸易上^[22]。鉴于此,本文以探究和完善“一带一路”背景下绿色产品发展路径为主要目的,将国家看成有限理性的博弈方,基于演化博弈的视角,分析我国与绿色产品资源国之间的动态博弈过程^[23,24]。

三、绿色产品合作运用博弈分析的合理性

根据《生态文明体制改革总体方案》的相关规定,绿色产品是指具有循环、有机、节水、再生、节能、低碳、环保等特征的一类产品。“一带一路”沿线大多数国家生态环境基础好,拥有丰富的资源类产品(如矿产资源、自然资源等)及无污染的农林产品(如水产品等)。这些产品经过相关环境部门的认证,都将会成为其优势的绿色产品。相对于这部分国家来说,我国具有制造业优势、技术优势和资金优势。我国可在“一带一路”沿线国家进行绿色产品贸易和投资。这样,我国与“一带一路”沿线国家在发展绿色产品的过程中就可以优势互补,从而达到非零和的局面。所以,在绿色产品贸易和投资的合作中,我国与“一带一路”沿线国家之间具有较强的互补性。

本文将基于演化博弈理论,分析我国与绿色产品资源国之间的绿色产品贸易和投资问题。在绿色产品贸易和投资的合作中,由于国家之间具有较强的互补性,所以双方只有采取积极的合作博弈才能够促进绿色产品贸易和投资的自由化与便利化。这不仅能够加强我国与“一带一路”沿线国家的经贸合作,实现经济增长,而且也能促进绿色“一带一路”建设,达到共赢。然而,现实并不一定按照我们的预期发展,主要有以下两个方面的原因:首先,关于绿色产品的国际法贸易协议及认证体系尚未建立,从事

绿色产品贸易和投资存在一定的风险。其次,在绿色产品贸易和投资的合作中,国家不仅要考虑经济利益,而且要考虑政治利益等。综上可知,在发展绿色产品的过程中,存在利益冲突和现实选择。这就使得各国在最初所采取的策略并不是最优策略。最优策略的实现存在一个相互学习和不断试错的过程,即在各国进行合作博弈的过程中,做出的选择或者采取的策略是不断调整的,符合博弈论的本质。所以,运用演化博弈理论分析我国与“一带一路”沿线国家绿色产品合作发展路径问题是合理的。

四、绿色产品演化博弈模型的建立

首先,将我国政府作为一个整体,记为A;将“一带一路”沿线国家中某一个绿色产品资源国的政府作为一个整体,记为B。然后,建立A和B的演化博弈模型。

(一)模型假设

假设一,关于演化博弈的参与方。为了研究方便,首先选取两个参与方,分别是A和B。参与方A和B都具有有限理性,相对于一般博弈模型的完全理性而言,演化博弈模型所采取的有限理性更符合实际。

假设二,关于博弈方的策略。A和B属于绿色“一带一路”的参与方,本应该都采取发展绿色产品贸易和投资的策略,但是基于利益的考量,各参与方的选择并非如此。在此基础之上,做出以下两个方面的假定:一方面,就发展绿色产品所能采取的行动而言,A和B只有两种选择,积极策略(发展绿色产品贸易和投资,下同)和消极策略(不发展绿色产品贸易和投资,下同)。同时还假定A采取积极策略的概率为 P_A ,B采取积极策略的概率为 P_B 。另一方面,就A和B做出行动的先后顺序而言,没有先动者和后动者之分。

假设三,关于博弈方的支付函数。为了探究两国间绿色产品合作发展路径,本文将在模型中考虑以下参数:

基本收益:当两国政府都采取消极策略时,这两个国家只能分别获得一个基本收益,记为R。

溢出收益:当两国政府都实施积极策略时,由于优势互补的存在,将会使得两国在绿色产品贸易和投资的过程中获得一个超出基本收益的经营收益,记为E。

绿色收益:当一国政府决定采取积极策略时,这

个国家会在获得基本收益和溢出收益的基础之上再获得一个额外收益,如国际声誉提升(政治利益)、国际补贴(经济利益)等,记为T。

净转移收益或者净转移成本:当参与方A和B都实行积极策略时,绿色产品和非绿色产品贸易及投资的业务量与参与方都采取消极策略时的情况相比不会发生改变。此时,对参与方A和B来说不存在净转移收益或者净转移成本。但如果一方采取积极策略,而另一方采取消极策略,则对参与方A和B来说就存在净转移收益或者净转移成本,即绿色产品贸易和投资将会由采取消极策略的一方转移到采取积极策略的一方,非绿色产品贸易和投资将会由采取积极策略的一方转移到采取消极策略的一方。也就是说,与两国都实施绿色产品发展或者两国都不实施绿色产品发展策略相比,对于采取积极策略的一方,将会获得由绿色产品贸易和投资转入带来的收益,同时还要承担因非绿色产品贸易和投资转出所丧失的收益,记为 D_1-D_2 ;对于采取消极策略的一方,将会获得由非绿色产品贸易和投资转入带来的收益,同时还要承担因绿色产品贸易和投资转出所丧失的收益,记为 D_2-D_1 。由于在绿色产品发展初期,绿色产品的收益率一般较低,同时也为了后续分析的一致性,本文将在参与人之间转入或者转出业务量均相等的基础之上,假定 $D_2>D_1$ 。此时,对于采取积极策略的一方就构成了一项净转移成本,对于采取消极策略的一方就构成了一项净转移收益。

绿色成本:一方面,关于绿色产品的国际法贸易协议及认证体系尚未建立;另一方面,各国发展绿色产品的内部规范、保障机制也未完善。这两个方面的原因使得一国政府决定从消极策略向积极策略转换的过程中,会产生一个转换成本,如制度成本、审查成本和培训成本,记为C。

惩罚成本:在存在外部监管的情况下,如果一国政府决定采取消极策略,会受到监管部门的处罚,如罚金或者责令其向采取积极策略的一方支付赔偿金等,从而面临着一定的惩罚成本,记为F。

(二)建立支付矩阵

在上述假设的基础之上,本文做如下分析:当参与方都采取积极策略时,两国不仅会获得基本收益R,而且还会获得溢出收益E和绿色收益T。因为绿色产品发展的相关体系并不完善,所以两国在向绿色产品转换的过程中需要支付一定的绿色成本C,即它们获得的收益分别为 $R_A+T_A+E_A-C_A$ 和 R_B+

$T_B+E_B-C_B$ 。当参与方都采取消极策略时,由于绿色发展是世界趋势,更是“一带一路”建设的核心理念,故而参与方不会在基本收益的基础之上获得溢出收益E和绿色收益T,相反它们还需承担来自支持绿色“一带一路”建设相关机构的处罚,包括政治和经济上的处罚F,即它们获得的收益分别为 R_A-F 和 R_B-F 。当一方采取积极策略而另一方采取消极策略时:一方面,实行积极策略的一方将会在基本收益R的基础之上获得绿色收益T,并承担净转移成本 D_2-D_1 和绿色成本C,且另一方的选择使得其无法获得的溢出收益E,即采取积极策略的一方将获得的收益为 $R+T-C+D_1-D_2$;另一方面,采取消极策略的一方将只能获得基本收益R和转移收益 D_2-D_1 ,并承担惩罚成本F,即选择不合作的政府将获得的收益为 $R-F+D_2-D_1$ 。于是,本文建立对称博弈的支付矩阵,如表1所示。

表1 绿色产品演化博弈模型的支付矩阵

A \ B	积极策略(发展)	消极策略(不发展)
积极策略(发展)	$(R_A + T_A + E_A - C_A, R_B + T_B + E_B - C_B)$	$(R_A + T_A - C_A + D_{1A} - D_{2A}, R_B - F + D_{2B} - D_{1B})$
消极策略(不发展)	$(R_A - F + D_{2A} - D_{1A}, R_B + T_B - C_B + D_{1B} - D_{2B})$	$(R_A - F, R_B - F)$

(三)绿色产品演化博弈过程分析

1. 复制动态方程。首先求出A和B的复制动态方程。为此,本部分做如下分析:

当A采取积极策略时,其能获得的平均收益为:

$$\mu_{A1} = P_B(R_A + T_A + E_A - C_A) + (1 - P_B)(R_A + T_A - C_A + D_{1A} - D_{2A}) = P_B E_A + R_A + T_A - C_A + D_{1A} - D_{2A} - D_{1A} P_B + D_{2A} P_B$$

当A采取消极策略时,其能获得的平均收益为:

$$\mu_{A2} = P_B(R_A - F + D_{2A} - D_{1A}) + (1 - P_B)(R_A - F) = R_A - F + P_B D_{2A} - P_B D_{1A}$$

所以,A(中国)在博弈过程中获得的平均收益为:

$$\mu_A = P_A \mu_{A1} + (1 - P_A) \mu_{A2} = (T_A - C_A + D_{1A} - D_{2A} + F) P_A + (D_{2A} - D_{1A}) P_B + P_A P_B E_A + R_A - F$$

只要采取积极策略(发展绿色产品)的参与方获得的收益比群体的平均收益高,那么参与方博弈就不会终止。根据Malthusian动态方程,可以得到参与方A和B的复制动态方程。

参与方A获得平均收益的复制动态方程为:

$$F(P_A) = dP_A/dt = P_A(\mu_{A1} - \mu_A) = P_A(1 - P_A)(P_B E_A + T_A - C_A + D_{1A} - D_{2A} + F)$$

同理可求得参与方B获得平均收益的复制动态方程为:

$$F(P_B) = P_B(1 - P_B)(P_A E_B + T_B - C_B + D_{1B} - D_{2B} + F)$$

2. 复制动态方程的稳定状态。根据演化博弈模型的本质可知,只有当参与方的学习速度,即复制动态方程的取值为0时,博弈才会达到一个相对稳定的均衡状态。此时参与方A和B的复制动态方程便同时达到了稳定状态。由此可知,该博弈在区域 $\Omega = \{(P_A, P_B); 0 \leq P_A, P_B \leq 1\}$ 内存在5个局部均衡点。它们分别是: $(0, 0)$ 、 $(0, 1)$ 、 $(1, 0)$ 、 $(1, 1)$ 、 $\left(\frac{C_B - T_B + D_{2B} - D_{1B} - F}{E_B}, \frac{C_A - T_A + D_{2A} - D_{1A} - F}{E_A}\right)$ 。

3. 演化均衡分析。所谓演化均衡是指动态系统中局部渐进稳定的均衡点。在只有两个博弈方、两种策略的绿色产品演化博弈模型中,演化均衡便等价于ESS。所以,只要求得参与方A和B的复制动态方程的渐进稳定点,就可以得到本文演化博弈模型的ESS。参考Friedman^[25]的方法,可以通过雅克比(Jacobi)矩阵的局部稳定性分析得到。根据参与方A和B的复制动态方程,分别对 P_A 和 P_B 求偏导,得到Jacobi矩阵为:

$$J = \begin{pmatrix} (1-2P_A)(P_B E_A + T_A - C_A + D_{1A} - D_{2A} + F) & P_A(1-P_A)E_A \\ P_B(1-P_B)E_B & (1-2P_B)(P_A E_B + T_B - C_B + D_{1B} - D_{2B} + F) \end{pmatrix}$$

Jacobi矩阵的行列式为:

$$\det(J) = (1-2P_A)(P_B E_A + T_A - C_A + D_{1A} - D_{2A} + F)(1-2P_B)(P_A E_B + T_B - C_B + D_{1B} - D_{2B} + F) - P_B(1-P_B)E_B P_A(1-P_A)E_A$$

Jacobi矩阵的轨迹式为:

$$\text{tr}(J) = (1-2P_A)(P_B E_A + T_A - C_A + D_{1A} - D_{2A} + F) + (1-2P_B)(P_A E_B + T_B - C_B + D_{1B} - D_{2B} + F)$$

对于上述5个均衡点来说,只有同时满足 $\det(J) > 0$ 和 $\text{tr}(J) < 0$ 的点,才是渐进稳定的均衡点,即演化均衡点(ESS)。现将5个均衡点分别代入Jacobi矩阵的行列式和轨迹式中,计算出数值并进行讨论。为了更好地说明问题,本部分在分析中假定 $Y = T + D_1 - D_2$, $I = F - C$ 。具体分析过程如下所示。

对于均衡点 $G_1(0, 0)$:

$$\det(J) = (T_A - C_A + D_{1A} - D_{2A} + F)(T_B - C_B + D_{1B} - D_{2B} + F)$$

$$D_{2B}+F)=(T_A+D_{1A}-D_{2A}+F-C_A)(T_B+D_{1A}-D_{2A}+F-C_B)=(Y_A+I_A)(Y_B+I_B)$$

$$\text{tr}(J)=(T_A+D_{1A}-D_{2A}+F-C_A)(T_B+D_{1A}-D_{2A}+F-C_B)=(Y_A+I_A)+(Y_B+I_B)$$

同理可知:

对于均衡点 $G_2(0, 1)$:

$$\det(J)=- (E_A+Y_A+I_A)(Y_B+I_B)$$

$$\text{tr}(J)=(E_A+Y_A+I_A)-(Y_B+I_B)$$

对于均衡点 $G_3(1, 0)$:

$$\det(J)=- (Y_A+I_A)(E_B+Y_B+I_B)$$

$$\text{tr}(J)=-(Y_A+I_A)+(E_B+Y_B+I_B)$$

对于均衡点 $G_4(1, 1)$:

$$\det(J)=(E_A+Y_A+I_A)(E_B+Y_B+I_B)$$

$$\text{tr}(J)=- (E_A+Y_A+I_A)-(E_B+Y_B+I_B)$$

对于均衡点 $G_5\left(\frac{C_B-T_B+D_{2B}-D_{1B}-F}{E_B}, \frac{C_A-T_A+D_{2A}-D_{1A}-F}{E_A}\right)$:

$$\det(J)=$$

$$-\frac{(Y_A+I_A)(E_A+Y_A+I_A)(Y_B+I_B)(E_B+Y_B+I_B)}{E_A E_B}$$

$$\text{tr}(J)=0$$

另外, 这5个局部均衡点都在区域 $\Omega=\{(P_A, P_B); 0 \leq P_A, P_B \leq 1\}$ 中, 所以:

$$\begin{cases} 0 < \frac{C_B-T_B+D_{2B}-D_{1B}-F}{E_B} < 1 \\ 0 < \frac{C_A-T_A+D_{2A}-D_{1A}-F}{E_A} < 1 \end{cases} \Rightarrow$$

$$\begin{cases} -1 < \frac{T_B+D_{1B}-D_{2B}+F-C_B}{E_B} < 0 \\ -1 < \frac{T_A+D_{1A}-D_{2A}+F-C_A}{E_A} < 0 \end{cases} \Rightarrow$$

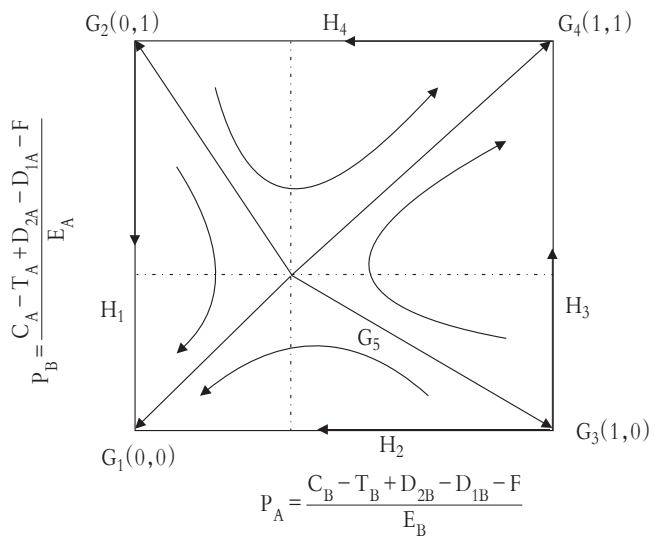
$$\begin{cases} -1 < \frac{Y_B+I_B}{E_B} < 0 \\ -1 < \frac{Y_A+I_A}{E_A} < 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} Y_A+I_A < 0 \\ Y_B+I_B < 0 \\ |Y_A+I_A| < E_A \\ |Y_B+I_B| < E_B \end{cases}$$

根据上述条件, 可以得出5个局部均衡点的稳定性特征, 如表2所示。

表2 绿色产品演化博弈均衡点的稳定性特征分析

均衡点	J的行列式值	符号	J的轨迹值	符号	稳定性
$G_1(0, 0)$	$(Y_A+I_A)(Y_B+I_B)$	+	$(Y_A+I_A)+(Y_B+I_B)$	-	ESS
$G_2(0, 1)$	$-(E_A+Y_A+I_A)(Y_B+I_B)$	+	$(E_A+Y_A+I_A)-(Y_B+I_B)$	+	不稳定
$G_3(1, 0)$	$-(Y_A+I_A)(E_B+Y_B+I_B)$	+	$-(Y_A+I_A)+(E_B+Y_B+I_B)$	+	不稳定
$G_4(1, 1)$	$(E_A+Y_A+I_A)(E_B+Y_B+I_B)$	+	$-(E_A+Y_A+I_A)-(E_B+Y_B+I_B)$	-	ESS
$G_5\left(\frac{C_B-T_B+D_{2B}-D_{1B}-F}{E_B}, \frac{C_A-T_A+D_{2A}-D_{1A}-F}{E_A}\right)$	$-\frac{(Y_A+I_A)(E_A+Y_A+I_A)}{E_A} \times \frac{(Y_B+I_B)(E_B+Y_B+I_B)}{E_B}$	-	0	0	鞍点

由表2可知, $G_1(0, 0)$ 和 $G_4(1, 1)$ 为演化稳定点, 是演化稳定策略(ESS), $G_2(0, 1)$ 和 $G_3(1, 0)$ 是不稳定点, $G_5\left(\frac{C_B-T_B+D_{2B}-D_{1B}-F}{E_B}, \frac{C_A-T_A+D_{2A}-D_{1A}-F}{E_A}\right)$ 是鞍点。在上述各点中, G_1 代表博弈参与方都采取消极策略(不发展绿色产品), 即构成消极合作博弈。 G_4 代表博弈参与方都采取积极策略(发展绿色产品), 即构成积极合作博弈。 G_5 则会随着 E_A 、 Y 和 I 这三个变量取值的不同而变化。为了更好地展示绿色产品合作双方的动态演化博弈过程, 本文将在上述分析的基础之上, 绘制出绿色产品合作系统演化轨迹的相位图, 如右图所示。



绿色产品合作系统演化轨迹的相位图

五、博弈参数分析

综上所述,绿色产品演化模型演进的稳定状态(ESS)只会出现两种情况。一种是参与方都采取积极的合作博弈,即都发展绿色产品,这是理想状态;另一种则是参与方都采取消极的合作博弈,即都不发展绿色产品,这是劣势状态。此时,首先需要对双方博弈的过程进行分析并得出结论;然后在此基础上寻求相关措施,以跳出劣势均衡状态。

(一)参与方初始意愿(初始状态)对模型演进的影响

在参与方A和B绿色产品合作的支付矩阵(鞍点 G_5 的位置)给定的情况下,参与方关于合作发展绿色产品的初始意愿会对模型演进的最终状态产生巨大影响。当初始意愿 $Z(P_A^0, P_B^0)$ 落在理想区域 $H_4G_4H_3G_5$ 时,可以发现 $P_A^0 > P_A$ 且 $P_B^0 > P_B$,这就意味着参与方A和B合作发展绿色产品的初始意愿比较强,最终的积极合作博弈一定会成功。当初始意愿 $Z(P_A^0, P_B^0)$ 落在劣势区域 $H_1G_1H_2G_5$ 时,可以发现 $P_A^0 < P_A$ 且 $P_B^0 < P_B$,这就意味着参与方A和B合作发展绿色产品的初始意愿比较弱,最终的积极合作博弈一定不会成功。当初始意愿 $Z(P_A^0, P_B^0)$ 落在区域 $G_2H_1G_5H_4$ 时,可以发现 $P_A^0 < P_A$ 且 $P_B^0 > P_B$,这就意味着参与方A合作发展绿色产品的初始意愿比较弱,而参与方B合作发展绿色产品的初始意愿比较强,最终的积极合作博弈可能会成功也可能不成功。当初始意愿 $Z(P_A^0, P_B^0)$ 落在区域 $G_5H_3G_4H_2$ 时,可以发现 $P_A^0 > P_A$ 且 $P_B^0 < P_B$,这就意味着参与方A合作发展绿色产品的初始意愿比较强,而参与方B合作发展绿色产品的初始意愿比较弱,最终的积极合作博弈可能会成功也可能不成功。

(二)参与方支付矩阵对模型演进的影响

演化模型的演进是一个长期的过程,在长期中究竟哪条路径到达哪一种状态不仅与参与方的初始意愿相关,也与支付矩阵的某些参数值相关。从前文的相位图可知, $G_2G_5G_3G_1$ 区域是劣势状态区域, $G_2G_5G_3G_4$ 区域是理想状态区域,这两区域之和等于1。因此,在参与方初始意愿给定的情况下,绿色产品演化博弈模型演进的最终状态是由劣势区域 $G_2G_5G_3G_1$ 和理想区域 $G_2G_5G_3G_4$ 各自面积的大小决定的,也就是取决于鞍点 G_5 的位置。所以,当理想区域 $G_2G_5G_3G_4$ 的面积越大或者劣势区域 $G_2G_5G_3G_1$ 的面积越小时,系统收敛于理想状态的可能性就越

大。下面将讨论收益类和成本类参数变化对系统演化路径的影响。

1. 收益类参数变动分析。以绿色收益为例进行分析,根据 $G_5(P_A, P_B)$ 的横、纵坐标可知, $\frac{\partial P_A}{\partial T_B} < 0$, $\frac{\partial P_B}{\partial T_A} < 0$ 。这就意味着 P_A 和 P_B 分别是 T_B 和 T_A 的减函数,即 T_A 和 T_B 同时增加时, P_B 和 P_A 就会减少, G_5 就会向左下方运动。这将会导致劣势区域 $G_2G_5G_3G_1$ 的面积减小,理想区域 $G_2G_5G_3G_4$ 的面积增大,模型收敛于理想状态 $G_5(1, 1)$ 的概率就会增加。这说明,在绿色产品发展过程中,提高各国的绿色收益或者溢出收益,将有助于各国都采取绿色产品发展策略,进而提高两国之间绿色产品的贸易额和投资额。反之则反。

2. 成本类参数变动分析。

(1)净转移成本 $D_{2A}-D_{1A}$ 和 $D_{2B}-D_{1B}$ 同时增加或者同时减少时,鞍点 G_5 位置的变动。根据鞍点 $G_5(P_A, P_B)$ 的横、纵坐标可知, $\frac{\partial P_A}{\partial (D_{2B}-D_{1B})} > 0$, $\frac{\partial P_B}{\partial (D_{2A}-D_{1A})} > 0$ 。这就意味着 P_A 和 P_B 分别是 $D_{2B}-D_{1B}$ 和 $D_{2A}-D_{1A}$ 的增函数,即净转移成本 $D_{2B}-D_{1B}$ 和 $D_{2A}-D_{1A}$ 同时增加时, P_A 和 P_B 就会增加, G_5 就会向右上方运动。这将会导致劣势区域 $G_2G_5G_3G_1$ 的面积增大,理想区域 $G_2G_5G_3G_4$ 的面积减小,模型收敛于理想状态 $G_5(1, 1)$ 的概率就会降低。这说明,在绿色产品发展过程中,提高各国的净转移成本不利于各国都采取绿色产品发展策略,进而会降低两国之间绿色产品的贸易额和投资额。同理可得,在绿色产品发展过程中,降低各国的净转移成本有助于各国都采取绿色产品发展策略,进而提高两国之间绿色产品的贸易额和投资额。

净转移成本对模型演化路径的影响已经明晰,那它的构成要素又会受到怎样的影响呢?本文做如下两个方面的分析(由假定可知,净转移成本是通过收益类参数进行定义的,为了分析的需要,本文将其归类为成本类参数)。

第一,非绿色产品的贸易和投资收益 D_{2A} 和 D_{2B} 同时增加或者同时减少时,鞍点 G_5 位置的变动。

根据 $G_5(P_A, P_B)$ 的横、纵坐标可知, $\frac{\partial P_A}{\partial D_{2B}} > 0$, $\frac{\partial P_B}{\partial D_{2A}} > 0$ 。这就意味着 P_A 和 P_B 分别是 D_{2B} 和 D_{2A} 的

增函数,即非绿色产品贸易和投资收益 D_{2B} 和 D_{2A} 同时增加时, P_A 和 P_B 就会增加, G_5 就会向右上方运动。这将会导致劣势区域 $G_2G_5G_3G_1$ 的面积增大,理想区域 $G_2G_5G_3G_4$ 的面积减小,模型收敛于理想状态的概率就会减小。这说明,在绿色产品发展过程中,提高非绿色产品贸易和投资收益不利于各国都采取绿色产品发展策略,进而会降低两国之间绿色产品的贸易额和投资额。同理可知,在绿色产品发展过程中,降低非绿色产品贸易和投资收益有助于各国都采取绿色产品发展策略,进而降低两国之间绿色产品的贸易额和投资额。

第二,绿色产品的贸易和投资收益 D_{1A} 和 D_{1B} 同时增加或者同时减少时,鞍点 G_5 位置的变动。

根据 $G_5(P_A, P_B)$ 的横、纵坐标可知, $\frac{\partial P_A}{\partial D_{1B}} < 0$,

$\frac{\partial P_B}{\partial D_{1A}} < 0$ 。这就意味着 P_A 和 P_B 分别是 D_{1B} 和 D_{1A} 的

减函数,即绿色产品贸易和投资收益 D_{1B} 和 D_{1A} 同时增加时, P_A 和 P_B 就会减少, G_5 就会向左下方运动。这将会导致劣势区域 $G_2G_5G_3G_1$ 的面积减小,理想区域 $G_2G_5G_3G_4$ 的面积增大,模型收敛于理想状态的概率就会增加。这说明,在绿色产品发展过程中,提高绿色产品贸易和投资收益有助于各国都采取绿色产品发展策略,进而会提高两国之间绿色产品的贸易额和投资额。同理可得,绿色产品发展过程中,降低绿色产品贸易和投资收益不利于各国都采取绿色产品发展策略,进而会降低两国之间绿色产品的贸易额和投资额。

(2) 惩罚成本 F 增加或者减少时,鞍点 G_5 位置的变动。根据 $G_5(P_A, P_B)$ 的横、纵坐标可知, $\frac{\partial P_A}{\partial F} <$

0 , $\frac{\partial P_B}{\partial F} < 0$ 。这就意味着 P_A 和 P_B 都是 F 的减函数,即

惩罚成本 F 增加时, P_A 和 P_B 就会减少, G_5 就会向左下方运动。这将会导致劣势区域 $G_2G_5G_3G_1$ 的面积减小,理想区域 $G_2G_5G_3G_4$ 的面积增大,模型收敛于理想状态的概率就会增加。这说明,在绿色产品发展过程中,提高惩罚成本有助于各国都采取绿色产品发展策略,进而提高两国之间绿色产品的贸易额和投资额。同理可得,在绿色产品发展过程中,降低惩罚成本不利于各国都采取绿色产品发展策略,进而会降低两国之间绿色产品的贸易额和投资额。

(3) 绿色成本 C_A 和 C_B 同时增加或者同时减少

时,鞍点 G_5 位置的变动。根据 $G_5(P_A, P_B)$ 的横、纵坐标可知, $\frac{\partial P_A}{\partial C_B} > 0$, $\frac{\partial P_B}{\partial C_A} > 0$ 。这就意味着 P_A 和 P_B 分

别是 C_B 和 C_A 的增函数,即绿色成本 C_B 和 C_A 同时增加时, P_A 和 P_B 就会增加, G_5 就会向右上方运动。这将会导致劣势区域 $G_2G_5G_3G_1$ 的面积增大,理想区域 $G_2G_5G_3G_4$ 的面积减小,模型收敛于理想状态的概率就会减小。这说明,在绿色产品发展过程中,提高绿色成本不利于各国都采取绿色产品发展策略,进而会降低两国之间绿色产品的贸易额和投资额。同理可得,在绿色产品发展过程中,降低绿色成本有助于各国都采取绿色产品发展策略,进而提高两国之间绿色产品的贸易额和投资额。

上述研究表明,既定初始意愿下,参与方的成本和收益类参数变化导致的不同鞍点位置,对我国与“一带一路”沿线国家绿色产品合作理想状态的形成有重大影响,即初始意愿、绿色收益、溢出收益及惩罚成本对此状态的形成具有正向作用,绿色成本及净转移成本对此状态的形成具有逆向作用。为此,我国和“一带一路”沿线国家在绿色产品贸易及投资合作中应不断提高双方之间的互信程度,并采取相关措施增强积极因素的影响、减弱消极因素的影响。

六、结论与政策建议

(一) 结论

本文通过构建动态演化博弈模型来分析我国(参与方A)与“一带一路”沿线国家(参与方B)绿色产品发展路径问题。主要结论如下:

第一,从演化博弈的视角来看,绿色产品发展的最终状态(ESS)可能会出现两种情况。一种情况是我国与“一带一路”沿线国家都采取积极的合作博弈,即双方都实施绿色产品发展策略,这是一种理想均衡。另一种情况就是我国和“一带一路”沿线国家采取消极的合作博弈,即双方都采取不发展绿色产品策略,这是一种劣势均衡。两国最终都采取积极的合作博弈才是发展绿色产品的最佳路径。但是,两国之间实施绿色产品利益博弈的结果并不唯一,最终所能达到的状态取决于两国发展绿色产品的初始意愿及各个参数的大小。

第二,在支付矩阵参数给定的情况下,我国和“一带一路”沿线国家发展绿色产品的初始意愿对最终状态的形成可能会产生重要影响。只有当我国和“一带一路”沿线国家发展绿色产品的初始意愿

都很强烈时,理想的最终状态才能达到。而当我国和“一带一路”沿线国家发展绿色产品的初始意愿都很弱时,就会达到劣势的最终状态。当我国发展绿色产品的初始意愿比较强烈,而“一带一路”沿线国家发展绿色产品的初始意愿比较弱时,最终的状态可能是理想的也可能是劣势的。当我国发展绿色产品的初始意愿比较弱,而“一带一路”沿线国家发展绿色产品的初始意愿比较强烈时,最终的状态可能是理想的也可能是劣势的。所以,当我国发展绿色产品的意愿非常强烈时,只有不断地增强“一带一路”沿线国家发展绿色产品的初始意愿,演化模型的最终状态或者稳定状态趋向理想状态的可能性才会更大。

第三,影响博弈最终状态的参数主要包括绿色收益、溢出收益、净转移成本、绿色成本和惩罚成本。由前面的分析可知,降低我国与“一带一路”沿线国家实施绿色产品发展策略所承受的净转移成本和绿色成本,有助于双方采取积极的合作博弈,反之,则会促使双方采取消极的合作博弈。提高我国与“一带一路”沿线国家实施绿色产品发展策略所获得的绿色收益和溢出收益,将有助于两国采取积极的合作博弈,反之,则会促使双方采取消极的合作博弈。提高我国与“一带一路”沿线国家不实施绿色产品发展策略所承受的惩罚成本,将有助于两国采取积极的合作博弈,反之,则会促使双方采取消极的合作博弈。

(二)政策建议

从演化博弈的结果来看,国家发展绿色产品的初始意愿、收益和成本是两国最终形成理想状态的的决定性因素。因此,本文将从以上三个方面出发,提出具有可操作性的政策建议,以促进绿色产品发展策略在“一带一路”沿线国家的有效落实。

1. 增强“一带一路”沿线国家发展绿色产品的初始意愿。由本文的结论可知,在我国发展绿色产品初始意愿非常强烈的前提下,只有不断增强“一带一路”沿线国家发展绿色产品的初始意愿,演化模型最终趋向理想状态的可能性才会更大。早期在建设“一带一路”的过程中就存在两个方面的事实:一方面,在我国与“一带一路”沿线国家进行传统贸易和投资的过程中,我国企业特别看重对经济利益的获取,而对被投资国的绿色基础设施领域考虑不足;另一方面,一些别有用心西方媒体将“一带一路”倡议比作中国版的“马歇尔计划”,认为中国通过该倡议向

“一带一路”沿线国家输入过剩产能、掠夺资源。这两个方面的事实在一定程度上弱化了当地政府与我国的合作意愿。因此,在绿色产品发展初期,我国应当采取相关措施消除这两方面产生的不利影响,以增强“一带一路”沿线国家发展绿色产品的初始意愿。具体包括:①建立“一带一路”绿色理念传播机制,增强沿线国家对绿色产品发展理念的认同;②加快“一带一路”绿色基础设施建设,增强沿线国家对绿色“一带一路”倡议的认同;③培育跨国投资企业的绿色经营理念,增强“一带一路”沿线国家对绿色产品发展理念的认同。跨国投资企业应当转变经营理念,从单纯的利益追求者向绿色的投资者转变,即要在考虑社会责任和经济利益的基础之上,制定对“一带一路”沿线国家的贸易和投资计划。

2. 完善绿色产品多边合作机制。由本文的结论可以得出两点启示:一是模型演进的理想状态是各国都采取积极的合作博弈,即都发展绿色产品;二是发展绿色产品存在绿色成本和净转移成本,且减少绿色成本和净转移成本有助于理想状态的实现。在发展绿色产品初期,由于相关制度并不完善、重复谈判及低效率等问题的存在,使得绿色成本及净转移成本越来越大,从而降低了各国发展绿色产品的积极性。此时,就急需能够发挥协调作用的多边制度安排。以前成立的亚投行等相关机构发挥绿色产品国际协调的作用毕竟有限,只有建立有效的绿色产品合作机制,才能不断降低绿色成本及净转移成本,提高各国发展绿色产品的积极性,从而促使积极合作博弈的达成。因此,应加快“一带一路”绿色发展国际联盟的建设进程,协调组织内各国的利益让渡问题,完善绿色产品多边合作机制。

3. 加大监督管理的力度,完善绿色产品发展的相关政策。由前文结论可知,提高支付矩阵中的绿色收益及惩罚成本,有助于演化模型最终状态向理想状态趋近。在上述基础之上可以得出,监督部门(可以由支持绿色“一带一路”建设的国际机构担任,如即将设立的“一带一路”绿色国际联盟等)对绿色产品的监督和管理是引导参与方达成理想状态(积极合作博弈)的重要力量。为此,监督部门有必要做好以下两方面的工作:一方面,加大对绿色产品的监督管理力度;另一方面,不断完善相关的配套制度。毋庸置疑的是,任何一项新事物的发展都离不开严格的考核问责和正向激励。只有这样,才能在既定的目标下健康、有效地运行。绿色产品理想状态的形成

也同样离不开约束和激励。对待实施绿色发展的国家,应当对其进行激励,以提高绿色收益;对待不实施绿色发展的国家,应当对其进行惩罚,提高惩罚成本。

4. 拓展绿色产品合作的深度及广度。由本文的结论可知,提高支付矩阵中的溢出收益有助于演化模型最终状态向理想状态趋近。根据假设三可以得出,溢出收益是两国在绿色产品贸易和投资合作过程中获取的一个超出基本收益的经营收益。这份收益的提高只能在现有的合作基础之上,不断拓展绿色产品合作的广度和深度才能够实现。目前,绿色产品发展还处于探索阶段,很多问题都没有达成共识。此时,我国及“一带一路”沿线国家应当秉承求同存异的原则,不断深化绿色产品领域合作,如可以将绿色产品贸易和投资界定为绿色货物贸易和投资、绿色服务贸易和投资及知识产权贸易和投资等。

主要参考文献:

- [1] 辜胜阻. 绿色转型是实现经济社会发展与环境质量兼顾的重要途径[J]. 宏观经济管理, 2016(4): 6~8.
- [2] Nataraja Gujjab. Green economy: Policy framework for sustainable development[J]. Current Science, 2011(7): 961~962.
- [3] 吴朝阳, 周璪. 我国绿色发展中的生态效益问题研究——基于生态足迹的绿色发展评价模型改进[J]. 价格理论与实践, 2017(11): 150~153.
- [4] 邓文钱. 绿色发展的逻辑和路径——以供给侧结构性改革为分析视角[J]. 江西社会科学, 2017(11): 231~238.
- [5] 张利国. 新发展理念引领下江西省绿色产业发展的突破口[J]. 江西财经大学学报, 2017(6): 9~10.
- [6] 李妍, 朱建民. 生态城市规划下绿色发展竞争力评价指标体系构建与实证研究[J]. 中央财经大学学报, 2017(12): 130~138.
- [7] 姜大霖, 聂立功. 我国煤炭行业绿色发展的内涵与低碳转型路径初探[J]. 煤炭经济研究, 2016(11): 17~21.
- [8] 严晓辉, 官昊, 王柏村, 谢克昌. 基于Weaver-Thomas模型的西安市工业绿色发展对策分析[J]. 生态经济, 2017(12): 72~76.
- [9] 何建奎, 江通, 王稳利. “绿色金融”与经济的可持

- 续发展[J]. 生态经济, 2016(7): 79~81.
 - [10] 曾学文, 刘永强, 满明俊, 沈启浪. 中国绿色金融发展程度的测度分析[J]. 中国延安干部学院学报, 2016(6): 112~121.
 - [11] 张玉. 京津冀地区绿色金融发展水平测度探究[J]. 中国市场, 2016(21): 31~32.
 - [12] 杨阳, 王国松. 绿色金融发展水平测度——以上海为例[J]. 海南金融, 2017(4): 20~26.
 - [13] 麦均洪, 徐枫. 基于联合分析的我国绿色金融影响因素研究[J]. 宏观经济研究, 2015(5): 23~37.
 - [14] 胡春生, 蔡锦松, 丁毅. 绿色金融路径下公司行为重构[J]. 科学经济社会, 2013(4): 48~51.
 - [15] Climent F., Soriano P.. Green and good? The investment performance of US environmental mutual funds[J]. Journal of Business Ethics, 2011(2): 275~287.
 - [16] 王遥, 潘冬阳, 张笑. 绿色金融对中国经济发展的贡献研究[J]. 经济社会体制比较, 2016(11): 33~42.
 - [17] 冯文芳, 康海斌, 李春梅. 绿色金融与民族地区供给侧改革研究[J]. 北方民族大学学报(哲学社会科学版), 2017(2): 123~126.
 - [18] 李玫, 丁辉. “一带一路”框架下的绿色金融体系构建研究[J]. 环境保护, 2017(2): 31~35.
 - [19] 丁士能, 张永涛, 田韵曼, 刘婷. 推动中柬环境合作打造一带一路绿色战略支点[J]. 环境与可持续发展, 2016(6): 36~39.
 - [20] 郭兆晖, 马玉琪, 范超. “一带一路”沿线区域绿色发展水平评价[J]. 福建论坛, 2017(9): 25~31.
 - [21] 邹波, 葛察忠, 程翠云, 李红祥, 杨琦佳, 李晓琼. 建设绿色“一带一路”的重要性[J]. 环境保护科学, 2016(12): 23~28.
 - [22] 胡涛, 姬婧玉. 论绿色“一带一路”建设中绿色产品的投资与贸易[J]. 环境保护, 2017(16): 36~38.
 - [23] 李鹏. 中国与中亚国家能源合作问题: 基于演化博弈模型的分析[J]. 北京理工大学学报(哲学社会科学版), 2015(6): 30~37.
 - [24] 李娜. 演化博弈视角下中俄天然气贸易影响因素研究[D]. 乌鲁木齐: 新疆大学, 2017.
 - [25] Friedman D.. Evolutionary games in economics[J]. Conometrica, 1991(3): 637~666.
- 作者单位: 宁夏大学经济管理学院, 银川 750021