

# 基于区块链技术的双寡头企业绿色生产博弈分析与研究

时宗野<sup>1</sup>, 郑跃<sup>1,2</sup>

(1. 淮北师范大学 经济与管理学院, 安徽 淮北 235000; 2. 安徽省高校管理大数据研究中心, 安徽 淮北 235000)

**摘要:**以区块链为代表的新兴技术可以降低企业绿色生产成本、消除信息不对称,是激励企业进行绿色生产的可行路径。借助区块链技术,建立双寡头企业博弈模型,探讨企业在不同政策下进行生产决策的过程。研究表明:区块链技术在一定程度上影响企业绿色生产决策;合理的政府政策与区块链技术能形成差异化协调机制,三者共同作用下促进企业向绿色生产转型。当区块链降低绿色生产成本或补贴提高时,绿色产品和传统产品市场价格均会下降。随着消费者环保意识的提高,消费者对绿色产品的意愿支付也会提高,企业进行绿色生产的积极性增强。

**关键词:**区块链;绿色生产;政府补贴;协调机制

**中图分类号:**C 93

**文献标识码:**A

**文章编号:**2095-0691(2021)02-0053-07

## 0 引言

随着经济全球化进程的不断加快,我国经济发展取得瞩目的成绩,但经济发展带来的资源枯竭与环境恶化等问题也日趋严重,以牺牲环境的方式换来的经济增长弊大于利,迫使我国经济发展方式转型。推动企业向绿色生产转型是实现经济、社会 and 环境的可持续发展的微观动力。在此背景下,探究如何有效推动企业进行绿色生产具有重要的理论与实践价值。

企业绿色生产是指以节能、降耗、减污为目标,以管理和技术为手段,实施工业生产全过程污染控制,使污染物的产生量最少化的一种综合措施<sup>[1]</sup>。企业进行绿色生产意味着企业在原材料采购、新设备的更新以及绿色技术的研发等环节会产生更多的成本,并且市场上绿色产品与非绿色产品区分度不明显增加绿色产品需求的不确定性,这些因素会降低企业进行绿色生产的积极性。为了解决市场机制激励不足的问题,政府通过补贴<sup>[2-5]</sup>、绿色产品认证<sup>[6]</sup>等方式鼓励企业进行绿色生产。然而,政府补贴等行为缺乏有效的监督与反馈机制,很多企业在接受补贴后仍然进行传统生产,这种道德风险导致的环境污染后果需要政府来承担。由此可见,通过政府补贴等方式促进企业进行绿色生产有其不足之处。

面对市场失灵、政府失灵的难题,迫切需要革命性的技术。区块链技术作为第四次科技革命的代表<sup>[7]</sup>,其广泛的应用前景得到世界各国的重视。区块链(Block-chain)的本质是去中心的分布式数据库,其核心技术包括P2P网络协议、加密签名算法、分布式一致性算法、账户与存储模型<sup>[8-10]</sup>。在绿色生产领域中,区块链的去中心化、开放性、不可篡改、可追溯性等特征能有效降低供应链上下游间的信息不对称,有助于更好地管理绿色供应链的各个环节<sup>[11-14]</sup>。区块链可以通过P2P机制淡化组织边界,使企业在生产研发过程中以更低的成本在区块链上配置生产研发等资源,从而降低绿色生产成本<sup>[15-16]</sup>。区块链的数字双胞胎机制可以实现物流、信息流和价值流的统一,有利于提高企业生产效率,使企业降低绿色生产的组织成本和生产成本<sup>[17]</sup>。区块链的可追溯性使政府在没有可靠第三方监管的情况下,清晰查明资金流向,避免道德风险带来的损失<sup>[18]</sup>。

收稿日期:2021-01-05

基金项目:安徽高校自然科学研究重点项目(KJ2020A0044);物流管理一流品牌专业(2018ylzy027);安徽省质量工程项目(2018ylzy027)

作者简介:时宗野(1995—),男,安徽庐江人,硕士生,研究方向为系统优化与决策。通信作者:郑跃(1980—),男,安徽萧县人,教授,博士,硕士生导师,主要研究方向为系统优化与决策。

综上所述,现有研究大多考虑政府补贴、绿色产品认证等方式促进绿色产业的发展,而政府与企业间的信息不对称会产生道德风险行为.政府是有限理性的,政府补贴只能分摊一部分企业研发成本,企业绿色生产成本过高的问题仍未得到解决,绿色生产成本依然是制约企业进行绿色生产的最大约束条件.而区块链技术与绿色生产的有机结合可以消除信息不对称,有效解决绿色生产长期存在的技术欠缺和融资困难的难题,其相关特性为降低企业绿色生产成本提供新的思路.因此,基于区块链技术可以降低企业绿色生产成本并消除政企之间的信息不对称,本文将构建双寡头企业博弈模型,探讨在不同政策下企业进行绿色生产的决策过程,所得结论为政府有效推动企业向绿色生产转型提供一定的决策依据.

## 1 问题描述及符号定义

### 1.1 问题描述与假设

假设市场上有两家技术能力不同的企业相互竞争,为了消除信息不对称造成的道德风险以及降低企业绿色生产成本,本文基于区块链技术构建双寡头企业博弈模型.为便于后续研究,作出以下假设:

(1)企业1的技术水平高于企业2,即企业1绿色生产边际成本  $g_1$  低于企业2的绿色生产边际成本  $g_2$ ;当两家企业生产方式相同时,进行Nash博弈;当两家企业生产方式不同时,进行Stackelberg博弈.

(2)区块链技术可以消除政府与企业之间的信息不对称,从而避免由企业道德风险行为造成的损失.

(3)随着区块链技术的发展及其在企业绿色生产当中的应用,企业绿色生产成本会逐渐降低;政府通过区块链对绿色生产的企业给予补贴,对传统生产的企业进行征税.

(4)假设两企业的需求函数均为线性函数,需求函数受到消费者产品意愿支付、产品价格以及替代产品价格的影响.绿色产品和传统产品同质,二者具有相互替代性.

### 1.2 符号定义

本文涉及的符号定义如表1所示.

表1 符号定义

符号	定义	符号	定义
$a_c$	消费者对绿色产品支付意愿	$n$	传统产品单位排污量
$a_o$	消费者对传统产品支付意愿	$g_1$	企业1绿色生产边际成本
$m$	政府对企业绿色产品单位补贴	$g_2$	企业2绿色生产边际成本
$\gamma$	区块链技术降低绿色生产成本系数	$p_i^{MN}$	产品价格 ( $i=1,2$ ) ( $M,N)=(O,G)$
$\beta$	产品替代率 ( $0<\beta<1$ )	$q_i^{MN}$	企业需求 ( $i=1,2$ ) ( $M,N)=(O,G)$
$k$	环境税税率	$R_i^{MN}$	企业收益 ( $i=1,2$ ) ( $M,N)=(O,G)$

## 2 模型建立与分析

### 2.1 模型构建

企业1和企业2可以选择绿色生产或传统生产,因此将产生4种决策组合.

(1)当企业1和企业2都进行传统生产时,即OO生产模式,此时有

$$q_1^{OO} = a_o - p_1^{OO} + \beta p_2^{OO}$$

$$q_2^{OO} = a_o - p_2^{OO} + \beta p_1^{OO}$$

企业1和企业2的收益函数分别为

$$R_1^{OO} = (p_1^{OO} - kn)(a_o - p_1^{OO} + \beta p_2^{OO})$$

$$R_2^{OO} = (p_2^{OO} - kn)(a_o - p_2^{OO} + \beta p_1^{OO})$$

由  $\frac{\partial R_1^{OO}}{\partial p_1^{OO}} = 0$ , 得

$$a_o + kn = 2p_1^{OO} - \beta p_2^{OO} \quad (1)$$

由  $\frac{\partial R_2^{oo}}{\partial p_2^{oo}} = 0$  得

$$a_o + kn = 2p_2^{oo} - \beta p_1^{oo} \tag{2}$$

联立式(1)和(2)可得:  $p_1^{oo} = p_2^{oo} = \frac{a_o + kn}{2 - \beta}$ , 进而求得  $R_1^{oo} = R_2^{oo} = \left[ \frac{a_o - (1 - \beta)kn}{2 - \beta} \right]^2$ .

(2)当企业1进行绿色生产,而企业2进行传统生产时,即GO生产模式,企业1与企业2形成Stackelberg博弈,此时有

$$\begin{aligned} q_1^{GO} &= a_c - p_1^{GO} + \beta p_2^{GO} \\ q_2^{GO} &= a_o - p_2^{GO} + \beta p_1^{GO} \end{aligned}$$

企业1和企业2的收益函数为

$$\begin{aligned} R_1^{GO} &= (p_1^{GO} + m - \gamma g_1)(a_c - p_1^{GO} + \beta p_2^{GO}) \\ R_2^{GO} &= (p_2^{GO} - kn)(a_o - p_2^{GO} + \beta p_1^{GO}) \end{aligned} \tag{3}$$

根据逆向归纳法,由  $\frac{\partial R_2^{GO}}{\partial p_2^{GO}} = 0$ , 得  $p_2^{GO} = \frac{a_o + \beta p_1^{GO} + kn}{2}$ , 将其代入式(3),再通过式(3)求偏导数,解出:

$$\begin{aligned} p_1^{GO} &= \frac{2a_c + \beta(a_o + kn) + (2 - \beta^2)(\gamma g_1 - m)}{2(2 - \beta^2)} \\ p_2^{GO} &= \frac{2\beta a_c + (4 - \beta^2)(a_o + kn) + (2\beta - \beta^3)(\gamma g_1 - m)}{4(2 - \beta^2)} \end{aligned}$$

从而得

$$\begin{aligned} q_1^{GO} &= \frac{4a_c - 2a_c\beta^2 + 2a_o\beta + 2kn\beta + 4m - 4m\beta^2 - 4\gamma g_1 + 4\gamma g_1\beta^2 - a_o\beta^3 - kn\beta^3 + m\beta^4 - \gamma g_1\beta^4}{4(2 - \beta^2)} \\ q_2^{GO} &= \frac{2\beta a_c + \beta^2(a_o + kn) + (2 - \beta^2)[2(a_o - kn) + \beta(\gamma g_1 - m)]}{4(2 - \beta^2)} \\ R_1^{GO} &= \frac{[2a_c + \beta(a_o + kn) - (2 - \beta^2)(\gamma g_1 - m)]^2}{8(2 - \beta^2)} \\ R_2^{GO} &= \left( \frac{2\beta a_c + \beta^2(a_o + kn) + (2 - \beta^2)[2(a_o - kn) + \beta(\gamma g_1 - m)]}{4(2 - \beta^2)} \right)^2 \end{aligned}$$

(3)当企业2进行绿色生产,而企业1进行传统生产时,即OG生产模式,此模式与GO决策模式类似,具体计算过程不再赘述. 企业1和企业2的收益函数为

$$\begin{aligned} R_1^{OG} &= (p_1^{OG} - kn)(a_o - p_1^{OG} + \beta p_2^{OG}) \\ R_2^{OG} &= (p_2^{OG} + m - \gamma g_2)(a_c - p_2^{OG} + \beta p_1^{OG}) \\ R_1^{OG} &= \left( \frac{2\beta a_c + \beta^2(a_o + kn) + (2 - \beta^2)[2(a_o - kn) + \beta(\gamma g_2 - m)]}{4(2 - \beta^2)} \right)^2 \\ R_2^{OG} &= \frac{[2a_c + \beta(a_o + kn) - (2 - \beta^2)(\gamma g_2 - m)]^2}{8(2 - \beta^2)} \end{aligned}$$

(4)当两家企业都进行绿色生产时,即GG生产模式,此时有

$$\begin{aligned} R_1^{GG} &= (p_1^{GG} + m - \gamma g_1)(a_c - p_1^{GG} + \beta p_2^{GG}) \\ R_2^{GG} &= (p_2^{GG} + m - \gamma g_2)(a_c - p_2^{GG} + \beta p_1^{GG}) \end{aligned}$$

运用逆向归纳法可以求得

$$p_1^{GG} = \frac{a_c - m + \gamma g_1}{2 - \beta}, \quad p_2^{GG} = \frac{a_c - m + \gamma g_2}{2 - \beta}$$

$$R_i^{GG} = \left[ \frac{a_G + (1-\beta)(m - \gamma g_i)}{2-\beta} \right]^2, \text{ 其中 } i=(1,2).$$

命题1: 两家企业同时进行绿色生产时, 消费者对绿色产品的支付意愿、政府补贴有正向作用; 绿色生产边际成本对企业绿色生产有负向作用; 两家企业选择不同的生产方式时, 消费者对传统产品的支付意愿、政府环境税税率对绿色生产的企业有正向作用.

由  $\frac{\partial R_1^{GG}}{\partial a_G} > 0$ ,  $\frac{\partial R_1^{GG}}{\partial m} > 0$  可知, 消费者对绿色产品支付意愿越高, 政府对绿色生产补贴越多, 企业收益就越大; 由  $\frac{\partial R_1^{GG}}{\partial \gamma} < 0$  可知,  $\gamma$  越小, 企业利润越大; 由  $\frac{\partial R_i^{GG}}{\partial g_i} < 0$  可知, 绿色生产边际成本越大, 企业利益越小; 由  $\frac{\partial R_1^{GO}}{\partial a_0} > 0$ ,  $\frac{\partial R_1^{GO}}{\partial k} > 0$  可知, 当  $a_0$  增大时, 由于产品的可替代性, 消费者会倾向于选择绿色产品, 绿色产品的需求量增加, 同时由于  $\frac{\partial p_1^{GO}}{\partial a_0} > 0$ , 绿色产品的价格也会上升, 最后绿色生产的企业会获得更多的利益; 当  $k$  增大时, 由  $\frac{\partial p_1^{GO}}{\partial a_0} > 0$ , 传统产品会提高价格, 导致传统产品需求量减少, 绿色产品需求量增加, 同时  $\frac{\partial p_1^{GO}}{\partial k} > 0$ , 绿色产品的价格会提高, 最后绿色生产的企业利润增加.

命题2: 在GO生产模式中, 企业1绿色产品的价格和企业2传统产品的价格与  $\gamma$  正相关; 在GG生产模式中, 绿色产品的价格与  $\gamma$  呈正相关. 即  $\gamma$  越小, 绿色产品和传统产品的价格越小.

由  $\frac{\partial p_1^{GO}}{\partial \gamma} > 0$  可知,  $\gamma$  与  $p_1^{GO}$  呈正相关, 即随着  $\gamma$  的降低, 区块链技术降低绿色生产边际成本的幅度越来越大, 绿色产品的定价也会随之降低; 企业2为了维持原有产品市场份额, 也会降低传统产品的价格, 即  $p_2^{GO}$  会降低; 由  $\frac{\partial p_i^{GO}}{\partial \gamma} > 0$ , 两家企业同时进行绿色生产时, 随着绿色生产成本的降低, 为了扩大绿色产品的市场份额, 两家企业都会降低绿色产品的定价, 以达到增加产品需求, 获得更高利润的目的.

命题3: 两家企业都进行绿色生产时, 政府补贴对产品价格有负向作用, 对企业收益有正向作用; 两家企业选择不同的生产方式时, 政府补贴对绿色产品价格有负向作用, 对绿色生产企业收益有正向作用; 政府补贴对传统产品价格有正向作用, 对传统生产企业收益有负向作用.

由  $\frac{\partial p_i^{GG}}{\partial m} < 0$ ,  $\frac{\partial R_i^{GG}}{\partial m} > 0$  可知, 政府补贴会分摊企业绿色生产时的部分成本, 此时两家企业都会通过降价来增强消费者的购买力, 由价格弹性理论可知, 降价能使企业获得更高的收益; 由  $\frac{\partial p_1^{GO}}{\partial m} < 0$ ,  $\frac{\partial R_1^{GO}}{\partial m} > 0$ ,  $\frac{\partial p_2^{GO}}{\partial m} < 0$ ,  $\frac{\partial R_2^{GO}}{\partial m} < 0$  可知, 企业1获得政府补贴, 为了扩大绿色产品的市场份额, 会降低产品价格, 同时获得更高的利润; 由于两家企业存在价格竞争, 这时企业2也会降低产品价格, 但企业2的需求量没有明显增加, 企业2的利润会降低.

### 2.2 企业绿色生产决策演化博弈分析

演化博弈中认为博弈主体是有限理性的, 2个企业的决策相互影响, 双方需要不断的获取对方的信息进行策略调整, 这样才能寻找到最优策略. 2个企业博弈收益矩阵如表2所示.

表2 企业收益矩阵

企业1	企业2	
	绿色生产	传统生产
绿色生产	$(R_1^{GG}, R_2^{GG})$	$(R_1^{GO}, R_2^{GO})$
传统生产	$(R_1^{OG}, R_2^{OG})$	$(R_1^{OO}, R_2^{OO})$

假设企业1选择绿色生产的概率为  $x$ , 进行传统生产的概率为  $1-x$ ; 企业2进行绿色生产的概率为  $y$ , 进行传统生产的概率为  $1-y$ .

令  $U_1$  表示企业1进行绿色生产的期望收益,  $U_2$  表示企业1进行传统生产的期望收益,  $\bar{U}$  表示企业1的平均收益, 则有

$$U_1 = yR_1^{GG} + (1-y)R_1^{GO}, U_2 = yR_1^{OG} + (1-y)R_1^{OO}, \bar{U} = xU_1 + (1-x)U_2.$$

同理, 令  $V_1$  表示企业2进行绿色生产的期望收益,  $V_2$  表示企业2进行传统生产时的期望收益,  $\bar{V}$  表示企业2的平均收益, 则有

$$V_1 = xR_2^{GG} + (1-x)R_2^{OG}, V_2 = xR_2^{GO} + (1-x)R_2^{OO}, \bar{V} = yV_1 + (1-y)V_2.$$

从而, 这两个企业的复制动态方程分别是

$$f(x) = x(U_1 - \bar{U}) = x(1-x)[y(R_1^{GG} - R_1^{OG}) + (1-y)(R_1^{GO} - R_1^{OO})],$$

$$f(y) = y(V_1 - \bar{V}) = y(1-y)[x(R_2^{GG} - R_2^{GO}) + (1-x)(R_2^{OG} - R_2^{OO})].$$

根据上式可以得到演化博弈的平衡点如下:  $(1, 1), (1, 0), (0, 1), (0, 0), (x^1, y^1)$ , 其中

$$x^1 = \frac{R_2^{OO} - R_2^{OG}}{R_2^{GG} - R_2^{GO} + R_2^{OO} - R_2^{OG}}, y^1 = \frac{R_1^{OO} - R_1^{GO}}{R_1^{GG} - R_1^{GO} + R_1^{OO} - R_1^{OG}}.$$

### 3 仿真分析

利用 Matlab 对上述复制动态方程进行数值仿真, 取初始值  $a_G = 102, a_0 = 100, \beta = 0.2, n = 20, g_1 = 40, g_2 = 60$ .

#### 3.1 企业1和企业2绿色生产决策的演化

从图1可知, 当政府补贴、环境税税率和绿色成本降低幅度均适中时, 两家企业都会向绿色生产进行演化. 技术相对落后的企业2只有当政府补贴、环境税率提高到一定水平, 同时通过区块链技术使绿色生产成本降低到一定幅度, 才会进行绿色生产. 而企业1的技术更加先进, 绿色生产成本也更低, 容易在市场竞争中抢占先机, 当政府进行适中补贴时, 企业1进行绿色生产.

从图2可知, 当政府补贴值较高、环境税率适中和绿色生产成本降低幅度较大时, 两家企业都能较快进行绿色生产. 其中企业2通过区块链技术能够较大幅度的降低绿色生产成本, 政府补贴进一步提高后, 企业2会较快地向绿色生产演化. 企业1由于技术更加先进, 政府补贴增加后, 进行绿色生产有利于企业1绿色产品竞争力, 企业1会更快地进行绿色生产.

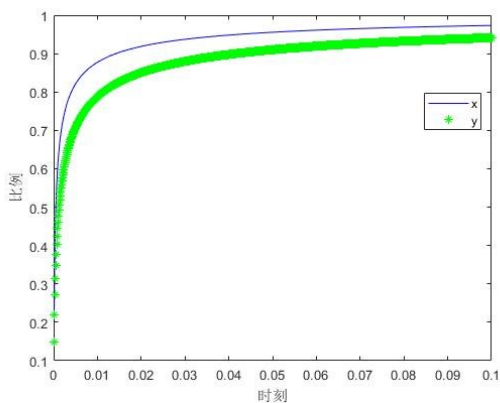


图1  $m = 10, k = 0.5, \gamma = 0.7$  时双寡头企业策略的演化

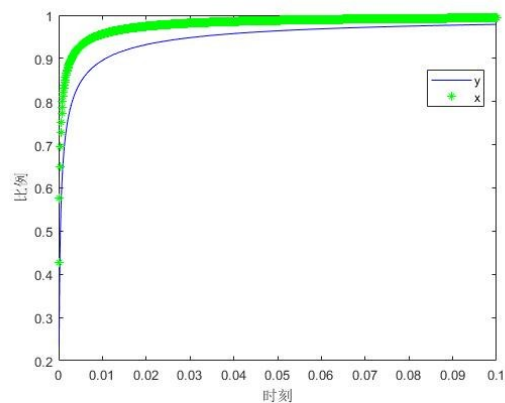
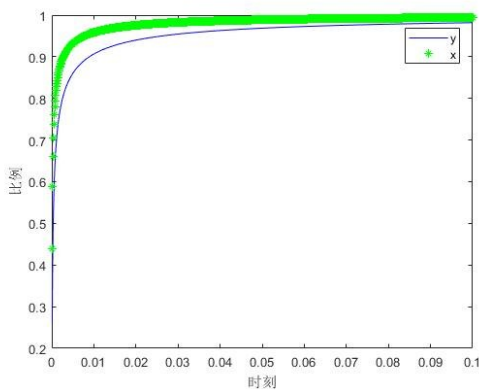
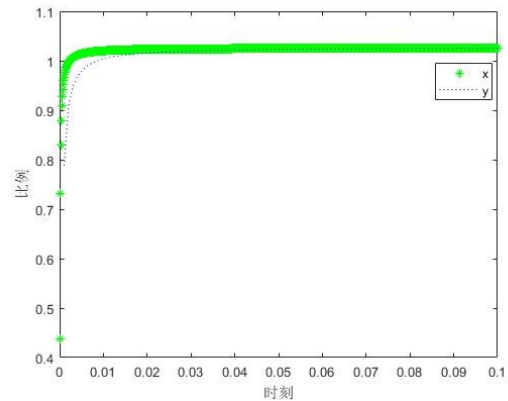


图2  $m = 15, k = 0.5, \gamma = 0.5$  时双寡头企业策略的演化



图3  $m=10, k=0.8, \gamma=0.5$ 时双寡头企业策略的演化图4  $m=20, k=0.4, \gamma=0.3$ 时双寡头企业策略的演化

从图3可知,当政府补贴适中、环境税率高和绿色生产成本降低幅度较大时,企业2受到政府规制的影响,进行传统生产的成本会增加,随着环境税率的提高,企业2迫于政府环境规制的压力,最终会转向绿色生产.企业1对政府高压管制更敏感,环境税率提高后,企业1比企业2更快地进行绿色生产.

从图4可知,当政府补贴高、政府环境管制宽松和绿色生产成本降低幅度大时,对市场上的两类企业来说,这样的政策极大提高企业进行绿色生产的积极性,两类企业都会迅速进行绿色生产.

#### 4 结论与建议

基于区块链技术降低企业绿色生产边际成本并消除政企之间的信息不对称,本文构建双寡头企业生产决策演化博弈模型.考虑不同政策引导下企业生产决策的动态演化过程,结果表明:

企业绿色生产边际成本是企业选择绿色生产的最大约束条件.中小型企业由于技术壁垒,融资困难,绿色生产成本过高,在高压环境下很可能被市场逐渐淘汰.因此,政府需要构建“区块链+绿色生产”技术平台,让更多的中小型企业应用区块链技术,降低绿色生产技术壁垒,提高资源配置效率,降低绿色生产成本,激励企业向绿色生产转型.

政府需要加强宣传,培育环保型消费观念.消费者环保意识是企业进行绿色生产最重要的激励来源之一.如果消费者没有环保意识,就不会对绿色产品给予较高的意愿支付,企业进行绿色生产的积极性将会下降.因此,政府需要通过宣传教育,培育和弘扬环保型消费观念,提高企业绿色生产积极性.

当绿色产品和传统产品在市场上同时存在时,随着区块链技术降低绿色生产成本,两种产品的市场价格均会下降;随着政府补贴的增加,两种产品的市场价格也会下降;当市场上仅有绿色产品时,随着企业绿色生产成本的下降,两家企业绿色产品价格均会下降.

政府可以通过区块链技术平台监督企业是否进行绿色生产,根据市场反应合适的调整补贴和环境税率激励企业,同时企业利用区块链技术降低生产成本,在三者协调机制共同作用下,有效推动企业向绿色生产转型.

#### 参考文献:

- [1] 尚文芳,陈优优.基于消费者环保意识的绿色供应链策略研究[J].工业技术经济,2018,37(8):103-108.
- [2] 温兴琦,程海芳,蔡建湖,等.绿色供应链中政府补贴策略及效果分析[J].管理学报,2018,15(4):625-632.
- [3] 傅端香,张子元,原白云.政府补贴政策下考虑风险规避的绿色供应链定价决策研究[J].运筹与管理,2019,28(9):33-40.
- [4] 田一辉,朱庆华.政府价格补贴下绿色供应链管理扩散博弈模型[J].系统工程学报,2016,31(4):526-535.
- [5] CHAVOSHLOU S, KHAMSEH A, NADERI B. An optimization model of three-player payoff based on fuzzy game theory in green supply chain[J]. Computers & Industrial Engineering, 2019, 128(2): 782-794.
- [6] 赵连霞,王芳晴,张小峰,等.市场监管环境下考虑生态标签欺诈的双寡头竞争策略[J].管理学报,2020,17(12):

- 1865-1872.
- [7] SWAN M. Block-chain thinking: the brain as a decentralized autonomous corporation [J]. IEEE Technology and Society Magazine, 2015, 34(4): 41-52.
- [8] 范忠宝, 王小燕, 阮坚. 区块链技术的发展趋势和战略应用: 基于文献视角与实践层面的研究[J]. 管理世界, 2018, 34(12): 177-178.
- [9] 赵刚. 区块链技术的本质与未来应用趋势[J]. 人民论坛·学术前沿, 2018(12): 61-69.
- [10] 王元地, 李粒, 胡谏. 区块链研究综述[J]. 中国矿业大学学报(社会科学版), 2018, 20(3): 74-86.
- [11] 陈俊华, 张夏, 上官鹏飞. 基于区块链和ORS的电子产品追溯系统[J]. 计算机工程与设计, 2021, 42(2): 349-355.
- [12] 李保东, 叶春明. 基于区块链的汽车供应链产品追溯系统[J]. 计算机工程与应用, 2020, 56(24): 35-42.
- [13] 黄湘萌, 杨帅. 绿色供应链协同利益分配策略研究: 基于区块链技术的Shapley值修正模型[J]. 技术经济与管理研究, 2020(8): 14-19.
- [14] 张长鲁, 张健. 国内区块链研究主题挖掘、热点分析及趋势探究[J]. 统计与信息论坛, 2021, 36(2): 119-128.
- [15] 林木西, 张紫薇. “区块链+生产”推动企业绿色生产: 对政府之手的新思考[J]. 经济动态, 2019(5): 42-56.
- [16] SHIREESH A, NIKOLAI P. Will block-chain technology revolutionize excipient supply chain management [J]. Journal of Excipients and Food Chemicals, 2016, 7(3): 76-78.
- [17] WALCH A. The bitcoin block-chain as financial market infrastructure [J]. New York University Journal of Legislation and Public Policy, 2015, 18(4): 837-893.
- [18] 马征. 基于区块链的供应链金融监管科技应用探析[J]. 金融发展研究, 2020(9): 82-85.

## Game Analysis and Research on Green Production of Duopoly Enterprises Based on Block-chain Technology

SHI Zongye<sup>1</sup>, ZHENG Yue<sup>1,2</sup>

(1. School of Economics and Management, Huaibei Normal University, 235000, Huaibei, Anhui, China;

2. Anhui Big-Data Research Center on University Management, 235000, Huaibei, Anhui, China)

**Abstract:** The emerging technology represented by block-chain can reduce the cost of green production and eliminate information asymmetry, which is a feasible path to encourage enterprises to carry out green production. A duopoly enterprise game model is presented in this paper to explore the process of decision-making under different policies by using block-chain technology. The research results show that, block-chain technology affects the green production decision of enterprises to a certain extent. Reasonable government policies and block-chain technology can form a differential coordination mechanism, which can promote the process of green production in enterprises. When the block chain reduces the cost of green production, the market prices of green products and traditional products will drop. With the improvement of consumers' awareness of environmental protection, consumers' willingness to pay for green products will increase, and enterprises' enthusiasm for green production will be enhanced.

**Key words:** block-chain; green production; government subsidies; coordination mechanism