

# 老龄化背景下养老产业与政府监管的演化博弈分析

剡成文\*, 马国顺

西北师范大学数学与统计学院, 甘肃 兰州

收稿日期: 2021年12月13日; 录用日期: 2022年1月3日; 发布日期: 2022年1月18日

## 摘要

随着中国人口老龄化的现象日益加重, 发展养老产业已是人口老龄化发展的必然需求。企业的发展需要政府的扶持, 但由于企业和政府之间存在信息不对称, 同时企业基于利益最大化的动机, 一些企业可能会做出些不合规的行为, 同时若政府监督力度不足, 会大幅度影响养老产业的发展。文章通过建立复制者动态方程, 从演化博弈的视角分析了政府监管部门和企业之间的博弈策略演化过程, 得出双方策略的演化稳定策略。

## 关键词

人口老龄化, 养老产业, 演化博弈, 复制动态方程, 演化稳定策略

# Evolutionary Game Analysis of Pension Industry and Government Supervision under the Background of Aging

Chengwen Yan\*, Guoshun Ma

School of Mathematics and Statistics, Northwest Normal University, Lanzhou Gansu

Received: Dec. 13<sup>th</sup>, 2021; accepted: Jan. 3<sup>rd</sup>, 2022; published: Jan. 18<sup>th</sup>, 2022

## Abstract

With the increasing aging of the population in China, the development of pension industry has become an inevitable demand for the development of the aging population. Enterprise development

\*通讯作者。

needs the support of the government, but because of information asymmetry between the government and the enterprises, and enterprises based on the motivation of benefit maximization, some companies may make non-compliance behavior. At the same time, if government supervision is insufficient, it will greatly affect the development of the pension industry. By establishing the dynamic equation of replicator, this paper analyzes the evolutionary process of the game strategy between the government regulatory department and the enterprise from the perspective of evolutionary game, and obtains the evolutionary stability strategy of the two parties' strategy.

## Keywords

Aging of Population, Pension Industry, Evolutionary Game, Replicated Dynamic Equation, Evolutionary Stability Strategy

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

我国从 2000 年左右开始进入老龄化社会, 老龄化程度不断加深, 根据国家统计局最新公布的统计数据显示, 2019 年末中国 60 岁及以上的老年人口达到 2.45 亿, 占总人口比例 18.1%, 65 岁以上老年人口达到 1.76 亿, 占总人口的 12.6 [1]。根据相关专家估计, 到 2050 年我国老年人口将占总人口的 30%, 社会将进入深度老龄化阶段。人口老龄化对社会、经济将会产生深远的影响。一方面, 人口老龄化将拉低经济增长速度和发展质量, 增加社会保障压力和公共需求压力, 增加家庭压力和负担, 影响代际和谐; 另一方面, 人口老龄化有利于促进养老产业发展, 促进老年产品和服务消费, 壮大银发经济[2]。因此, 发展老龄产业, 已然不仅仅是应对人口老龄化的挑战, 也是推动我国经济增长的重要举措。目前, 我国老龄产业发展处于萌芽期, 养老产业发展跟不上老年人增长速度, 市场主体发育不成熟, 需要政府通过财政补贴、制度调节等手段加以扶持, 使养老产业健康、快速发展。本文在政府对企业进行扶持的背景下, 借助演化博弈理论[3] [4] [5] [6], 建立老龄产业中政府监管与企业行为的博弈模型, 分析博弈双方的演化稳定策略(ESS)以及影响策略的主要因素, 为政府有效监管企业提供理论指导。

## 2. 文献综述

老龄产业在我国尚属新兴产业, 发展时间较短, 目前学界对老龄产业的相关研究较少[7]。现有关老龄产业的主要研究层面包括发展老龄产业的必要性、老龄产业的发展现状和面临的问题、政府在老龄产业发展中所处的地位和所起的作用等。杨振轩从老龄产业发展不同阶段政府职能的演变入手, 为我国老龄事业与产业的健康、快速发展, 提供相应的理论支撑和政策建议[8]; 刘奋山、王利娥等分析了人口老龄化背景下体育产业与养老产业的融合发展[9]; 夏涛通过构建相应的演化博弈模型, 分析了政府购买养老机构服务下各方参与的影响因素及其演化稳定性[10]; 候茂章、廖婷婷从产业空间布局角度分析人口老龄化及创新驱动对产业结构转型升级的影响[11]; 刘记红、顾建平解答了深度老龄化趋势下我国居民消费趋势产生了何种变化、发展健康老龄化产业是否能够强化居民消费需求等问题[12]。纵观已有研究, 政府在老龄产业发展中的发挥的作用至关重要的, 它能够为企业提供融资扶持、税费减免、优化环境等多个方面的扶持, 直接或间接促进了企业的健康发展。总体来看, 现有研究还是存在一些不足之处。一方面, 目前研究主要是笼统综合地研究养老产业的发展方向和方式, 而微观的、定量的分析较少; 另一方面,

现有研究大部分集中于政府在发展老龄产业中的地位和职能界定、政府扶持的必要性, 以及对政府扶持与老龄产业发展关系的宏观研究。因此, 本文分析政府与企业的策略选择及其演化稳定性, 提出老龄产业发展的有力措施, 构建普惠共赢的社会养老服务体系。

### 3. 老龄产业中企业行为与政府监管的演化博弈模型构建

博弈双方是政府监管部门和企业, 根据实际情况, 在有限理性的情况下, 对双方的策略进行演化博弈分析(为简化考虑在后续行文中适时用“监管部门”指代“政府监管部门”)。

参数设置:

1) 监管部门有主动监管和被动监管两个策略, 其选择概率分别为  $x, 1-x$ 。被动监管是当企业遭到媒体曝光或者公众举报时政府才会监管, 成本分别为  $c_1, c_2$ , 并且  $c_1 > c_2$ 。

2) 企业有合规经营和违规经营两个策略, 其选择概率分别为  $y, 1-y$ 。合规收益记为  $R_1$ , 违规收益记为  $R_2$ , 且  $R_2 > R_1$ 。

3)  $s_1$  表示监管部门主动监管时带来的社会效益, 如老年人对监管部门公正严明形象的认可度与满意度;  $s_2$  表示监管部门未能查出企业的违规行为被媒体曝光或者公众举报时, 监管部门因此所失去社会信任带来的损失效用。

4)  $P_1$  表示企业合规经营时所获得的社会效益, 包括养老家庭对该企业合规经营的正面评价以及企业客户量的增加;  $P_2$  表示企业违规经营时所损失的负面社会效益, 包括社会的负面评价以及客户资源的流失等。

5)  $\theta$  表示企业行为被媒体曝光或公众举报的概率,  $\theta \in (0, 1)$ 。

6)  $f$  表示企业因违规经营行为受到的惩罚。

基于上述假设, 得到双方的博弈收益矩阵如下表 1:

Table 1. Game profit matrix

表 1. 博弈收益矩阵

		监管部门	
		主动监管( $x$ )	被动监管( $1-x$ )
企业	合规经营( $y$ )	$R_1 + P_1, s_1 - c_1$	$R_1 + P_1, -c_2$
	违规经营( $1-y$ )	$R_2 - P_2 - f, f + s_1 - c_1$	$R_2 - \theta P_2 - \theta f, -c_2 + \theta s_2$

### 4. 模型分析

监管部门主动监管与被动监管企业的期望收益及群体平均收益分别为:  $U_{x1}, U_{x2}, \bar{U}_x$ , 则

$$U_{x1} = y(s_1 - c_1) + (1-y)(f + s_1 - c_1) = (1-y)f + s_1 - c_1,$$

$$U_{x2} = -yc_2 + (1-y)(-c_2 - \theta s_2) = (y-1)\theta s_2 - c_2,$$

$$\bar{U}_x = xU_{x1} + (1-x)U_{x2}.$$

企业合规经营与违规经营的期望收益及群体平均收益分别为:  $U_{y1}, U_{y2}, \bar{U}_y$ , 则

$$U_{y1} = x(R_1 + P_1) + (1-x)(R_1 + P_1),$$

$$U_{y2} = x(R_2 - P_2 - f) + (1-x)(R_2 - \theta P_2 - \theta f),$$

$$\bar{U}_y = yU_{y1} + (1-y)U_{y2}.$$

### 4.1. 监管部门群体复制动态方程及稳定性分析

$$F(x) = \frac{dx}{dt} = x(1-x)[(f + \theta s_2)(1-y) + s_1 - c_1 + c_2] \tag{1}$$

令  $F(x) = 0$  可得

$$x = 1, \quad x = 0, \quad y^* = 1 - \frac{c_1 - c_2 - s_1}{f + \theta s_2}.$$

若  $y = y^*$ , 则  $F(x) \equiv 0$ , 这时对于所有水平  $x$  都是稳定状态, 当  $y \neq y^*$  时, 则  $x = 1, x = 0$  时,  $F(x) = 0$ , 则 0 和 1 是  $x$  的平衡点, 如图 1(a) 由微分方程局部稳定性判别条件[13],  $F(x) = 0, F'(x) < 0$ , 判定其演化平衡点是否具有稳定性。

情形 1: 当  $c_1 - c_2 - s_1 > f + \theta s_2$ , 即  $-c_2 - \theta s_2 > f + s_1 - c_1$  时,  $y^* < 0, y > y^*$  恒成立, 即  $(f + \theta s_2)(1-y) + s_1 - c_1 + c_2 < 0$ , 此时  $F'(0) < 0, F'(1) > 0$ , 因此  $x = 0$  是稳定策略。此时监管部门选择被动监管策略的收益  $-c_2 - \theta s_2$  大于选择主动监管策略的收益  $f + s_1 - c_1$ , 监管部门监管成本与收益的差值大小决定策略选择, 此时其策略演化稳定于被动监管, 演化相位图如图 1(b)。

情形 2: 当  $-c_2 - \theta s_2 < f + s_1 - c_1$ , 且主动监管付出的超额成本  $c_1 - c_2$  比所得的声誉效应  $s_1$  大时, 即监管部门选择主动监管策略的收益  $f + s_1 - c_1$  大于选择被动监管策略的收益  $-c_2 - \theta s_2$  时, 因不同情形监管部门策略选择有两种选择方向: 1) 当  $y < y^*$  时,  $F'(0) > 0, F'(1) < 0$ , 此时  $x = 1$  是稳定策略, 即企业采取合规经营的几率小于  $y^*$  时, 企业频频出现违规行为, 扰乱养老市场发展, 监管部门选择严格监管策略为 ESS; 2) 当  $y > y^*$  时,  $F'(0) < 0, F'(1) > 0$ , 此时  $x = 0$  是稳定策略, 即企业选择合规经营策略的概率高于  $y^*$ , 面对企业守法行为, 为节约成本, 选择被动监管策略为监管部门的 ESS, 演化相位图如图 1(c)。在此情形下, 对违规行为惩罚力度越大、违规行为被媒体曝光和群众举报的几率越高、被动监管在民众心里的声誉负效用越大, 则  $y^*$  越大, 初始状态落入  $y < y^*$  区域的几率增加, 从而激励监管部门大部分情形采取主动监管。

情形 3: 当  $c_1 - c_2 < s_1$ , 则  $y^* > 1$ , 此时  $y < y^*$  恒成立,  $F'(0) > 0, F'(1) < 0, x = 1$  是稳定策略, 即主动监管监督企业违规行为为获得的社会效益大于主动监管付出的超额成本时, 不管企业是否存在违规行为, 监管部门都实施严格监管, 演化相位图如图 1(d)。

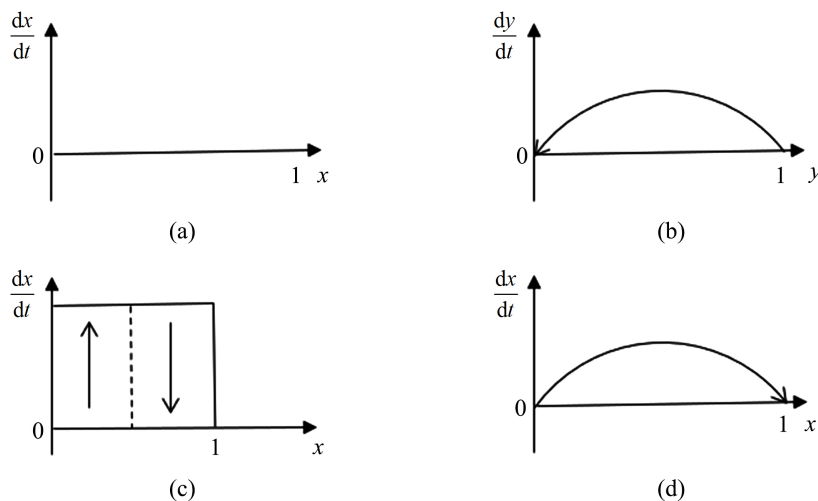


Figure 1. The dynamic replication phase diagram of the supervisory department group  
图 1. 监管部门群体动态复制相位图

### 4.2. 企业群体复制动态方程及稳定性分析

$$F(y) = \frac{dy}{dt} = y(1-y)[(1-\theta)(P_2 + f)x + R_1 + P_1 - R_2 + \theta(P_2 + f)], \quad (2)$$

令  $F(y) = 0$  得

$$y = 1, \quad y = 0, \quad x^* = \frac{R_2 - R_1 - P_1 - \theta(P_2 + f)}{(1-\theta)(P_2 + f)}.$$

若  $x = x^*$ , 则  $F(y) \equiv 0$ , 这时对于所有水平  $y$  都是稳定状态, 当  $x \neq x^*$  时,  $y = 1, y = 0, F(y) = 0$ , 则 0 和 1 是  $y$  的平衡点, 见图 2(a), 下面是对企业群体演化平衡点的稳定性进行分析。

情形 1: 当  $R_2 - R_1 - P_1 > P_2 + f$ , 则  $x^* > 1, x < x^*$ , 恒成立, 则  $(P_1 + f - \theta P_2 - \theta f)x + R_1 + P_1 - R_2 + \theta P_2 + \theta f < 0$ , 此时  $F'(0) < 0, F'(1) > 0, y = 0$  是稳定策略, 此时企业选择违规策略带来的收益  $R_2 - R_1 - P_1$  大于其因违规经营受到的惩罚和负面社会效益之和  $P_2 + f$ , 企业由于利益导向, 其策略选择会朝着违规经营演化, 演化相位图如图 2(b)。

情形 2: 当  $\theta(P_2 + f) < R_2 - R_1 - P_1 < P_2 + f$  时, 则  $0 < x^* < 1$ , 此时企业选择违规经营策略的收益  $R_2 - R_1 - P_1$  小于监管部门主动选择主动监管策略时其因违规经营带来的惩罚和负面社会效益之和  $P_2 + f$ , 但大于监管部门主动选择被动监管策略时其因违规经营带来的惩罚和负面社会效益之和  $\theta(P_2 + f)$  时, 因不同情形企业策略选择有两种选择方向: 1)  $x < x^*$  时  $F'(0) < 0, F'(1) > 0, y = 0$  是稳定策略, 即监管部门选择主动监管策略的概率小于  $x^*$  时, 企业权衡利益, 有违规经营动机, 策略演化稳定于违规经营; 2)  $x > x^*$  时,  $F'(0) > 0, F'(1) < 0, y = 1$  是稳定策略, 即当监管部门选择主动监管策略的概率大于  $x^*$  时, 企业通过衡量收益, 其策略演化稳定于合规经营, 演化相位图如图 2(c)。在此情形下, 提高合规经营带来的正向声誉激励和收益, 加大惩罚力度和声誉负效用损失, 则  $x^*$  会越小, 初始状态落在区域  $x > x^*$  的概率越大, 企业策略演化稳定于合规经营的概率增加。此外, 由  $\frac{dx^*}{d\theta} < 0$  知, 随着被曝光和被举报的概率增加,  $x^*$  会越小, 企业策略演化也会稳定于合规经营。

情形 3: 当  $R_2 - R_1 - P_1 < \theta(P_2 + f)$  时, 则  $x^* < 0, x > x^*$  恒成立, 此时  $F'(0) > 0, F'(1) < 0, y = 1$  是稳定策略, 即违规经营获得的超额收益小于被媒体曝光或者公众举报所遭受的期望收益时, 不管监管部门是否主动监管, 企业策略演化都会稳定于合规经营, 演化相位图如图 2(d)。

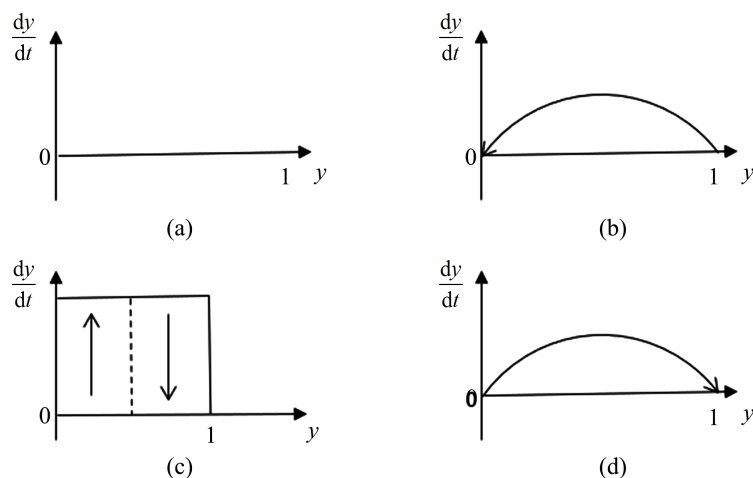


Figure 2. Dynamic replication phase diagram of enterprise groups  
图 2. 企业群体动态复制相位图

### 4.3. 监管部门与企业演化稳定策略分析

(1)和(2)构成监管部门和企业博弈动态系统, 该系统表明, 有 5 个可能的演化稳定平衡点, 分别是 (0,0)、(0,1)、(1,0)、(1,1)、 $(x^*, y^*)$ , 假设  $0 < x^* < 1$ ,  $0 < y^* < 1$ , 则该系统的 Jacobian 矩阵为:

$$J = \begin{pmatrix} J_{11} & J_{12} \\ J_{21} & J_{22} \end{pmatrix},$$

其中,

$$\begin{aligned} J_{11} &= (1-2x)[(f + \theta s_2)(1-y) + s_1 - c_1 + c_2], \\ J_{12} &= -x(1-x)(f + \theta s_2), \\ J_{21} &= y(1-y)(1-\theta)(P_2 + f), \\ J_{22} &= (1-2y)[(1-\theta)(P_2 + f)x + R_1 + P_1 - R_2 + \theta(P_2 + f)]. \end{aligned}$$

则有

$$\begin{aligned} DetJ &= (1-2x)[(f + \theta s_2)(1-y) + s_1 - c_1 + c_2](1-2y)[(1-\theta)(P_2 + f)x + R_1 + P_1 - R_2 + \theta(P_2 + f)] \\ &\quad + x(1-x)(f + \theta s_2)y(1-y)(1-\theta)(P_2 + f), \end{aligned}$$

$$TrJ = (1-2x)[(f + \theta s_2)(1-y) + s_1 - c_1 + c_2] + (1-2y)[x(1-\theta)(P_2 + f) + R_1 + P_1 - R_2 + \theta(P_2 + f)].$$

通过求解复制动态方程组, 可以得到上述博弈系统在不同约束条件下的平衡点。根据 Jacobian 矩阵稳定性定理, 分析了各种情况下博弈系统的演化路径和均衡稳定策略, 具体结果如表 2:

**Table 2.** Discriminant analysis of the equilibrium point stability of the evolutionary game model

**表 2.** 演化博弈模型平衡点稳定性判别分析

平衡点	需满足条件	<i>DetJ</i> 符号	<i>TrJ</i> 符号	结论
(0,0)	$R_1 + P_1 - R_2 + \theta(P_2 + f) < 0$ $(f + \theta s_2) + s_1 - c_1 + c_2 < 0$	+	-	ESS
	$R_1 + P_1 - R_2 + \theta(P_2 + f) > 0$ $(f + \theta s_2) + s_1 - c_1 + c_2 > 0$	+	+	不稳定
	$R_1 + P_1 - R_2 + \theta(P_2 + f) < 0$ $(f + \theta s_2) + s_1 - c_1 + c_2 > 0$	-	不确定	鞍点
(0,1)	$R_1 + P_1 - R_2 + \theta(P_2 + f) > 0$ $s_1 - c_1 + c_2 < 0$	+	-	ESS
	$R_1 + P_1 - R_2 + \theta(P_2 + f) < 0$ $s_1 - c_1 + c_2 > 0$	+	+	不稳定
	$R_1 + P_1 - R_2 + \theta(P_2 + f) > 0$ $s_1 - c_1 + c_2 > 0$	-	不确定	鞍点

Continued

(1,0)	$R_1 + P_1 - R_2 + \theta(P_2 + f) < 0$ $(f + \theta s_2) + s_1 - c_1 + c_2 > 0$	+	-	ESS
	$R_1 + P_1 - R_2 + \theta(P_2 + f) > 0$ $(f + \theta s_2) + s_1 - c_1 + c_2 < 0$	+	+	不稳定
	$R_1 + P_1 - R_2 + \theta(P_2 + f) > 0$ $(f + \theta s_2) + s_1 - c_1 + c_2 > 0$	-	不确定	鞍点
(1,1)	$R_1 + P_1 - R_2 + \theta(P_2 + f) > 0$ $s_1 - c_1 + c_2 > 0$	+	-	ESS
	$R_1 + P_1 - R_2 + \theta(P_2 + f) < 0$ $s_1 - c_1 + c_2 < 0$	+	+	不稳定
	$R_1 + P_1 - R_2 + \theta(P_2 + f) < 0$ $s_1 - c_1 + c_2 > 0$	-	不确定	鞍点
$(x^*, y^*)$	$0 < R_1 + P_1 - R_2 + \theta(P_2 + f) < (1 - \theta)(P_2 + f)$ $0 < (f + \theta s_2) + s_1 - c_1 + c_2 < f + \theta s_2$	+	0	中心

由上述表可得监管部门与企业策略演化趋势, 如图 3。

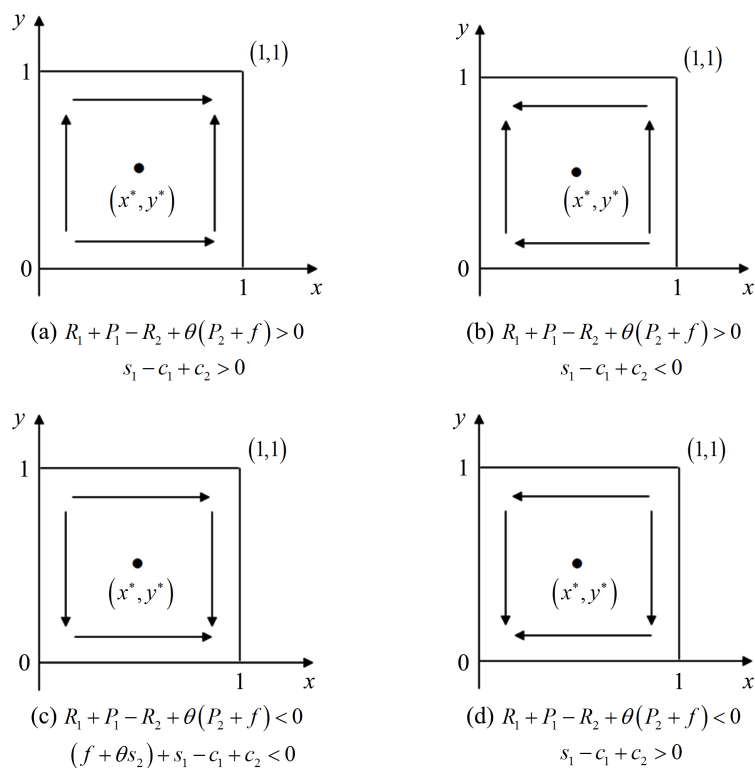


Figure 3. Phase diagram of the evolution of regulatory agencies and corporate strategies  
图 3. 监管部门与企业策略演化相位图

1) 当监管部门选择主动监管与被动监管两种策略的成本差  $c_1 - c_2$  小于监管部门选择主动监管策略所带来的社会效益  $s_1$ , 且企业因违规经营遭受的惩罚和声誉损失之和  $\theta(P_2 + f)$  大于违规经营带来的超额收益  $R_1 + P_1 - R_2$  时, 稳定点  $(x = 1, y = 1)$  是系统的 ESS, 即监管部门选择主动监管策略, 企业选择合规经营策略。这种状态是规范合理的, 是我们希望看到的理想状态, 演化相位图如图 3(a)。

2) 当监管部门选择主动监管策略所获得的收益  $f + s_1 - c_1$  小于选择被动监管策略的收益  $-c_2 - \theta s_2$ , 且企业违规经营的超额收益  $R_1 + P_1 - R_2$  小于其因违规经营受到的惩罚与社会效益损失之和  $\theta(P_2 + f)$  时, 稳定点  $(x = 0, y = 1)$  是系统的 ESS, 即监管部门选择被动监管策略, 企业选择合规经营策略。这种规范的行为是社会最理想的状态, 企业自觉合规运营, 养老服务行业健康发展, 演化相位图如图 3(b)。

3) 当监管部门选择被动监管策略损失的社会效益  $s_2$  大于选择主动监管策略时的成本差  $c_1 - c_2$ , 且企业因违规经营时带来的超额收益  $R_1 + P_1 - R_2$  大于其声誉效用损失与经济惩罚之和  $\theta(P_2 + f)$  时, 稳定点  $(x = 1, y = 0)$  是系统的 ESS, 即监管部门选择主动监管策略, 企业选择违规经营策略。这时监管部门花费财力物力进行监管, 而企业因利益导向依然违规经营, 演化相位图如图 3(c)。

4) 当监管部门选择被动监管策略的收益  $-c_2 - \theta s_2$  大于选择主动监管策略的收益  $f + s_1 - c_1$ , 且企业违规经营的收益  $R_1 + P_1 - R_2$  大于其因违规经营受到的声誉效用损失与经济惩罚之和  $\theta(P_2 + f)$  时, 稳定点  $(x = 0, y = 0)$  是系统的 ESS, 即监管部门选择被动监管策略, 企业选择违规经营策略。由于利益导向, 企业产生机会主义心里, 选择违规经营, 演化相位图如图 3(d)。

## 5. 结论和建议

本文结合实际情况, 建立了监管部门群体和企业群体的合理演化博弈模型, 分析了博弈双方在不同情况下的决策行为演化过程, 共有四种策略空间, 其中(监管部门主动监管, 企业违规经营)、(监管部门被动监管, 企业违规经营)这两种策略不符合我们社会发展, 不予考虑。(监管部门主动监管, 企业合规经营)、(监管部门宽松监管, 企业合规经营)这两种策略是我们所希望演化的趋势。中国老龄产业发展刚刚起步, 市场主体尚未发育成熟, (监管部门宽松监管, 企业合规经营)这种策略通常不能长期维持, 因此(监管部门主动监管, 企业合规经营)是最理想的社会状态。

根据以上分析结果, 从政府和企业两个方面出发, 提出以下几点建议:

### 1) 增强声誉影响力度

无论是监管部门还是企业, 声誉是影响其决策的有力因素, 在当前通讯能力空前发达的社会中, 声誉对一个企业来说尤为重要, 是评价一个企业的重要指标, 提高政府监管获得的上级奖励和社会声誉, 进而减少监管成本, 促使政府选择严格监管策略; 政府也可以通过加入第三方评级以及加强公众举报、媒体监督, 增加企业违规经营时获得的负面社会效益, 使企业的策略选择趋向于合规经营, 并定时向大众公布评级结果, 使公布构成可置信的威胁, 可以有效提高监管部门的积极性, 也能制约企业的违规行为。

### 2) 规范监管机制

政府应完善相关法律法规, 提高监管效率。违规经营的超额收益是诱导企业选择违规行为的重要影响因素, 一方面, 政府应建立第三方资产存管制度, 使企业无法直接接触到扶持资金, 减少其机会主义违规行为; 政府还应充分利用媒体的优势, 提高公众监管力度, 进一步防止企业滋生违规行为。另一方面, 企业应着眼长远发展, 我国老龄产业是具有很大经济价值的朝阳产业, 发展前景广阔, 其市场蕴藏巨大商机, 企业不应只看到一时的利益而应考虑其长久的发展。

### 3) 降低监管成本

在双方博弈中政府监管部门的监管成本是影响双方决策的重要因素。首先通过上级技术支持和员工



培训等, 减少前期监管成本, 减小主动监管与被动监管的成本差  $c_1 - c_2$ , 致使监管部门主动监管的概率增大, 进而促使企业合规经营; 其次完善对老龄产业的监管制度、建立合理的评估体系, 对企业的信息真伪能有效识别, 对企业扶持资金使用情况及提供的养老服务进行有效监督, 从而降低监管成本。

#### 4) 加大惩罚力度

违规后的惩罚力度是影响企业决策的关键因素, 惩罚力度的大小决定着企业是否选择机会主义违规行为。因此, 政府应加大对扶持资金的监管, 适当增加对企业违规行为的惩罚力度, 完善征信体系, 增大融资透明度, 及利用社会第三方监督对企业形成威慑作用, 提高企业的自我约束意识, 促使企业朝着社会理想状态运行。

## 致 谢

本研究得到国家自然科学基金项目: 高纬度复杂数据分析中的贝叶斯随机桥惩罚回归: 理论、方法及应用(12061065); 随机动态死亡率模型的统计性质及应用研究(12031066)的资助。

## 参考文献

- [1] 中国新闻网. 预计“十四五”中国老年人口将超 3 亿进入中度老龄化[Z/OL]. <https://www.chinanews.com.cn/gn/2021/03-16/9433127.shtml>, 2021-03-16.
- [2] 翟梓彤. 人口老龄化背景下关于打造新型养老示范区融资模式的调查研究[J]. 青春岁月, 2021(2): 460-461.
- [3] Weibull, J.W. (1998) *Evolutionary Game Theory*. MIT Press, Cambridge, 32.
- [4] Friedman, D. (1991) *Evolutionary Games in Economics*. *Econometric*, **3**, 637. <https://doi.org/10.2307/2938222>
- [5] 谢识予. *经济博弈论*[M]. 上海: 复旦大学出版社, 2002.
- [6] 汪贤裕, 肖玉明. *博弈论及其应用*[M]. 北京: 科学出版社, 2016.
- [7] 王娜. 人口老龄化背景下老龄产业发展的政企演化博弈分析[J]. 老龄科学研究, 2017, 5(12): 32-33.
- [8] 杨振轩. 中国老龄产业发展与政府职能界定[J]. 上海大学学报(社会科学版), 2021, 38(2): 105-115.
- [9] 刘奋山, 王利娥, 余秒飞, 韩士昭. 人口老龄化背景下体育产业与养老产业融合发展分析[J]. 中小企业管理与科技, 2021(11): 38-39.
- [10] 夏涛. 政府购买机构养老服务下多方参与的演化博弈研究[J]. 西北人口, 2019, 40(2): 59-68.
- [11] 侯茂章, 廖婷婷. 人口老龄化、创新驱动与产业结构转型升级[J]. 哈尔滨商业大学学报(社会科学版), 2021(1): 72-83.
- [12] 刘记红, 顾建平. 深度老龄化趋势下居民消费变动与养老产业发展[J]. 商业经济研究, 2121(7): 49-52.
- [13] Kuppuswamy, V. and Bayus, B.L. (2015) *Crowdfunding Creative Ideas: The Dynamics of Project Backer in Kickstarter*. UNC Kenan-Flagler Research Paper.