

# 基于演化博弈的场内数据交易主体运行策略研究

王一祎, 李跃文, 章 瑞

上海工程技术大学管理学院, 上海

收稿日期: 2024年3月14日; 录用日期: 2024年4月12日; 发布日期: 2024年5月31日

## 摘 要

随着数据开始进行流通交易,各地的数据交易所陆续建立,探究场内交易主体的策略选择及其影响因素,对于解决目前场内交易额低、主体参与积极性不高、市场管制不足等问题具有重要意义。本文构建包含企业、数据交易平台、政府三方的演化博弈模型,分析各参与方的策略演化路径及系统均衡点并进行数值仿真分析。研究表明:三方策略选择与收益、奖惩、成本以及风险等多重变量相关,同时三者的策略选择会互相影响;政府监管、平台引导会提高企业参与场内交易的积极性,而收益是企业参与场内交易的关键考量因素;企业作为数据供需双方,是实现场内交易运行机制达到纳什均衡的关键主体。

## 关键词

场内数据交易, 数据交易平台, 三方演化博弈模型

# Research on the Operation Strategy of On-Exchange Data Trading Subjects Based on Evolutionary Game

Yiyi Wang, Yuewen Li, Rui Zhang

School of Management, Shanghai University of Engineering Science, Shanghai

Received: Mar. 14<sup>th</sup>, 2024; accepted: Apr. 12<sup>th</sup>, 2024; published: May 31<sup>st</sup>, 2024

## Abstract

With the beginning of data circulation and trading, data exchanges have been established in vari-

ous places, and it is of great significance to explore the strategic choice and influencing factors of on-exchange trading entities to solve the current problems of low on-exchange trading quota, low enthusiasm of subject participation, and insufficient market supervision. In this paper, an evolutionary game model including enterprises, data trading platforms, and governments is constructed, and the strategy evolution paths and system equilibrium points of each participant are analyzed, and numerical simulation analysis is carried out. The results show that the tripartite strategy choice is related to multiple variables such as benefits, rewards and punishments, costs and risks, and the strategy choices of the three will affect each other. Government supervision and platform guidance will increase the enthusiasm of enterprises to participate in exchange transactions, and revenue is the key consideration factor for enterprises to participate in exchange transactions. As the supply and demand side of data, enterprises are the key subjects to achieve the Nash equilibrium of the on-exchange transaction operation mechanism.

## Keywords

On-Site Data Trading, Data Trading Platform, Tripartite Evolutionary Game Model

Copyright © 2024 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

随着数据被纳入生产要素在社会生活中发挥越来越重要的作用，2023年2月国务院印发《数字中国建设整体布局规划》，提出应加快提升数据资源规模和质量，促进数据要素价值有效释放。据我国工信安全中心测算数据，国内数据要素市场规模“十四五”期间将突破1749亿元，国内年均数据量增长达到40%，但被利用的数据量增长率仅为5.4%，数据要素价值亟待被挖掘。数据交易是充分释放数据要素价值的必要环节[1]，其中场内数据交易是指通过数据交易场所对数据进行交易和交换[2]。自2015年我国首家大数据交易所——贵阳大数据交易所正式成立以来，随后不同地区的数据交易机构开始相继建立。数据场内交易目标不在于集中撮合竞价，而在于破解数据确权难、互信难和监管难等问题，为数据合意流转提供可信的交易场所[3]。场内交易更能保障数据安全和用户隐私，同时会在众多市场主体的参与下产生规模效应，使得数据要素发挥更大的价值，更好为数字经济社会发展服务。2022年国务院颁布的“数据二十条”中提出建立数据流通交易的系列规则，进一步培育壮大场内交易，统筹构建规范高效的数据交易场所。然而就交易额来说，2019年我国场内数据交易规模仅占整个大数据产业的4%，超过50%的数据交易平台年流量低于50笔，数据交易规模狭小[4]；就运营模式来说，场内数据交易平台目前存在商业模式不清、安全体系不同、市场规制不足等问题[5]。因此从微观视角出发运用演化博弈的方法分析场内交易主体的行为，探讨如何提高市场主体参与场内交易的积极性、寻求解决场内数据交易现存困境的可操作性方案具有重要意义。

## 2. 相关研究述评

随着大数据来源渠道越来越丰富，数据平台建设越来越迅猛，数据品种类型越来越多样，学者们针对数据交易展开了广泛的讨论。关于数据交易参与主体的研究，林镇阳(2022)提出数据生态系统主要涉及数据提供方、数据需求方、生态技术服务商、数据运营平台、平台监管者等五方主体[6]。王卫(2019)将

我国大数据交易平台划分为第三方数据交易平台和综合数据服务平台两大类，综合数据服务平台不仅作为交易中介，同时与数据服务商达成合作为用户提供决方案、数据产品等多种服务[7]。项猛(2023)提出数据交易参与主体包括供给方、需求方、运营方、监管方四大类，其中监管方主要指政府主管部门，目前数据治理存在市场主体培育不足，政府监管作用发挥有限的问题[8]。陈媛媛(2024)等通过构建包含数据供应方、需求方以及平台三方的博弈模型来探讨数据要素市场良好运行的条件，其中收益和违约成本是影响供需方交易的关键因素，服务报酬是三方主体策略选择的共同影响因素[9]。

关于场内数据交易发展现状的研究中，谢晓雨(2022)等从平台建设主体、数据来源、数据类型、交易规则四方面对多家数据交易平台的交易流程进行归纳总结，并提出应当细化交易数据类型、建立统一的交易标准、完善数据安全监管机制等对策建议[10]。赵需要(2023)等通过扎根理论梳理出安全保障、平台设计、运行环境、数据资源是影响数据交易平台运行的关键因素，政府参与、交易体系也是相关的因素[11]。陈思(2022)分别从理论、现实、发展和价值逻辑出发对我国数据要素市场的发展进行分析，提出目前交易市场存在数据要素安全管理欠缺、审查乏力、数据要素市场安全监管不足等突出问题[12]。付熙雯(2022)等运用系统性文献综述法对数据交易的国内研究进展和成果进行回顾总结，发现国内文献缺乏对数据交易影响因素及其作用机理的实证研究，研究视角和研究方法较为单一[13]。

已有研究对于场内数据交易的主体类别、运作模式以及现存问题进行了分析，但仍存在尚可完善的地方：关于市场主体的归类主要包含数据供需方、平台以及监管方，但在探讨数据交易运作模型中监管者的角色在模型中体现较少；现有关于场内数据交易运行机制的研究多用文本分析的方法进行梳理概括，在探讨如何解决现存困境的研究中方法和视角较为单一。杨晓光(2022)等提出博弈论是数字经济中居于核心地位的基础性理论，数字经济最大的新规律就是基于博弈的市场运行机制、市场监管机制等机制的设计[14]。因此本文在博弈论的基础上，选取企业、数据交易平台以及政府作为研究对象，结合数据交易市场发展现状构建博弈模型，探讨三方在场内数据交易过程中的策略选择、路径演变以及三方形成的系统均衡点，为解决场内交易现存的问题提供解决思路。

### 3. 场内数据交易主体行为逻辑分析

#### 1) 企业的行为逻辑分析

企业作为数据的供方及需方，以追求自身利益最大化为目标考虑到自身处理数据成本、数据交易市场发展现状以及外部激励政策等因素而选择是否参与场内数据交易之中。在数据交易市场发展初期，相关政策文件及法律规定处于逐步完善阶段，由于场外数据交易方式灵活、受限制条件少等特征，多数企业选择在场外进行交易，然而场外交易存在着可能会造成信息泄露、危害社会稳定等弊端。

#### 2) 数据交易平台的逻辑分析

数据交易平台作为撮合数据供需方达成交易同时提供数据处理服务的综合数据服务平台，会通过收取会员认证费用、交易服务费用来维持平台的运营，同时会在综合考虑平台交易额、政府引导政策等因素而决定是否通过优化平台交易制度、提高技术服务水平来积极引导供需方达成交易。

#### 3) 政府的行为逻辑分析

政府作为监管数据交易合规性以及促进数据场内交易的关键主体，其行为主要体现在：a) 为处于发展起步期的数据交易平台提供相应的资金资助和政策导向支持，帮助其不断完善在数据交易市场中的引导作用；b) 根据企业参与场内交易的额度制定相应的税收减免、补贴资金等激励措施来激发企业参与场内交易的积极性；c) 加大监管的力度打击场外非法交易。

基于以上对数据交易参与主体行为逻辑的分析，本文构建以企业、数据交易平台、政府三方参与的场内数据交易主体博弈模型，其基本架构如图1所示。

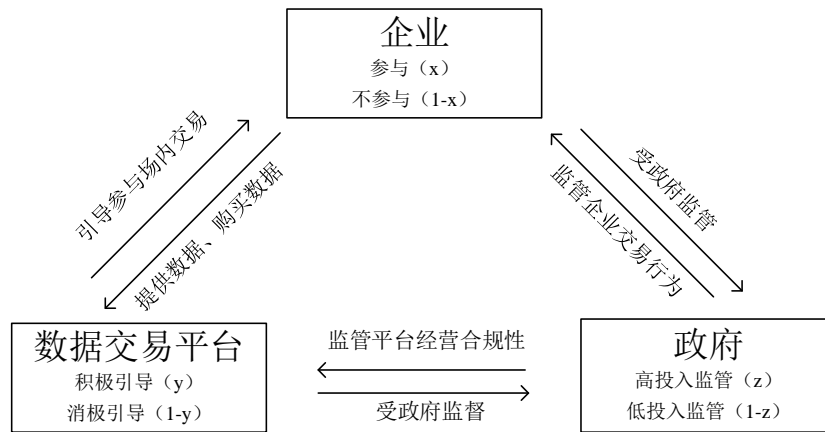


Figure 1. Diagram of the game relationship between the participants of the on-site data transaction

图 1. 场内数据交易参与主体博弈关系图

## 4. 场内数据交易主体演化博弈模型构建及分析

### 4.1. 模型假设

假设 1: 参与主体。假设企业、数据交易平台及政府都是在有限理性的前提下进行策略选择的。

假设 2: 策略选择。企业作为数据供需双方的策略选择为(参与, 不参与), 概率分别是  $x(0 \leq x \leq 1)$ 、 $1-x$ 。设企业向平台供应数据的概率为  $a$ , 企业从平台购买数据的概率为  $b$ 。数据交易平台作为中介机构的策略选择为(积极引导, 消极引导), 概率分别是  $y(0 \leq y \leq 1)$ 、 $1-y$ , 设在积极引导策略下平台交易失败的概率为  $c$ , 消极引导策略下平台交易失败的概率为  $d$ 。政府作为经济发展的监管者其策略选择为(低投入监管, 高投入监管), 概率分别是  $z(0 \leq z \leq 1)$ 、 $1-z$ 。

假设 3: 策略选择收益。设企业作为数据供应方参与交易获得的数据销售收入为  $S$ , 企业作为数据需求方购买数据资产为公司带来的价值收益为  $I$ ; 设企业参与平台交易, 平台通过收取会员费、交易服务费获得的收益为  $Y_1$ ; 设政府高投入监管时, 企业参与平台交易且平台积极引导交易时, 平台成交为政府实现现代化建设、推动办事效率提高创造的收益为  $Y_2$ 。

假设 4: 补贴与处罚。设企业作为数据供方参与平台交易时平台给予的优惠为  $R$ 。政府高投入监管下, 为参与平台交易的企业提供的税收补贴等优惠金额为  $E$ , 对实施积极引导策略平台的补贴为  $T$ ; 设平台数据交易量过低时政府会对平台收取罚金的额度为  $J$ 。

假设 5: 数据交易损益。设当交易未成功时对企业造成的损失为  $L_1$ , 对平台造成的损失为  $L_2$ 。当政府低投入监管时, 由于非法场外交易导致数据隐私泄露等现象对政府声誉造成的损失为  $L_3$ 。

假设 6: 成本。设企业作为数据供方供应数据所需的成本为  $C_1$ , 企业作为数据需方购买数据的成本为  $C_2$ ; 设平台积极引导交易下的成本为  $C_3$ , 平台消极引导交易下的成本为  $C_4$ ; 设政府实施高投入监管下的成本为  $C_5$ , 政府实施低投入监管下的成本为  $C_6$ 。

在以上假设的基础上, 可知三方博弈的收益矩阵如表 1:

Table 1. Profit matrix of tripartite game

表 1. 三方博弈收益矩阵

策略选择	企业	数据交易平台	政府
(参与, 积极引导, 高投入监管)	$a(S+R)+bI+E-aC_1-bC_2-cL_1$	$Y_1+T-C_3-cL_2-cJ$	$Y_2+cJ-C_5-cL_3$

续表

(参与, 积极引导, 低投入监管)	$a(S+R)+bI-aC_1-bC_2-cL_1$	$Y_1-C_3-cL_2-cJ$	$cJ-C_6-cL_3$
(参与, 消极引导, 高投入监管)	$a(S+R)+bI+E-aC_1-bC_2-dL_1$	$Y_1-C_4-dL_2-dJ$	$dJ-C_5-dL_3$
(参与, 消极引导, 低投入监管)	$a(S+R)+bI-aC_1-bC_2-dL_1$	$Y_1-C_4-dL_2-dJ$	$dJ-C_6-dL_3$
(不参与, 积极引导, 高投入监管)	0	$T-C_3$	$-C_5$
(不参与, 积极引导, 低投入监管)	0	$-C_3$	$-C_6$
(不参与, 消极引导, 高投入监管)	0	$-C_4$	$-C_5$
(不参与, 消极引导, 低投入监管)	0	$-C_4$	$-C_6$

## 4.2. 模型构建

### 1) 企业复制动态微分方程

企业在博弈时选择“参与数据交易”和“不参与数据交易”策略的期望收益函数分别为  $E_{11}$  和  $E_{12}$ ，平均的期望收益函数为  $\bar{E}_1$ ，则收益函数分别为：

$$E_{11} = yzN_{11} + y(1-z)N_{21} + (1-y)zN_{31} + (1-y)(1-z)N_{41} \\ = zE - ycL_1 + aS + aR + bI - aC_1 - bC_2 - dL_1 + ydL_1 \quad (1)$$

$$E_{12} = yzN_{51} + y(1-z)N_{61} + (1-y)zN_{71} + (1-y)(1-z)N_{81} = 0 \quad (2)$$

$$\bar{E}_1 = xE_{11} + (1-x)E_{12} \quad (3)$$

由此可得企业的复制动态方程为：

$$E(x) = x(E_{11} - \bar{E}_1) = x(1-x)[zE - ycL_1 + aS + aR + bI - aC_1 - bC_2 - dL_1 + ydL_1] \quad (4)$$

### 2) 数据交易平台复制动态微分方程

数据交易平台在博弈时选择“积极引导”和“消极引导”策略的期望收益函数分别为  $E_{21}$  和  $E_{22}$ ，平均的期望收益函数为  $\bar{E}_2$ ，则收益函数分别为：

$$E_{21} = xzN_{12} + x(1-z)N_{22} + (1-x)zN_{52} + (1-x)(1-z)N_{62} \\ = xY_1 - xCL_2 - xcJ + zJ - C_3 \quad (5)$$

$$E_{22} = xzN_{32} + x(1-z)N_{42} + (1-x)zN_{72} + (1-x)(1-z)N_{82} \\ = xY_1 - xdL_2 - xdJ - C_4 \quad (6)$$

$$\bar{E}_2 = yE_{21} + (1-y)E_{22} \quad (7)$$

由此可得数据交易平台的复制动态方程为：

$$E(y) = y(E_{21} - \bar{E}_2) = y(1-y)(xdL_2 + xdJ - xcL_2 - xcJ + zT + C_4 - C_3) \quad (8)$$

### 3) 政府复制动态微分方程

政府在博弈时选择“高投入监管”和“低投入监管”策略的期望收益函数分别为  $E_{31}$  和  $E_{32}$ ，平均的期望收益函数为  $\bar{E}_3$ ，则收益函数分别为：

$$E_{31} = xyN_{13} + x(1-y)N_{33} + (1-x)yN_{53} + (1-x)(1-y)N_{73} \\ = xycJ - xycL_3 + xdJ - xdL_3 - xydJ + xydL_3 - C_5 + xyY_2 \quad (9)$$

$$E_{32} = xyN_{23} + x(1-y)N_{43} + (1-x)yN_{63} + (1-x)(1-y)N_{83} \\ = xycJ - xycL_3 + xdJ - xdL_3 - xydJ + xydL_3 - C_6 \quad (10)$$



$$\bar{E}_3 = zE_{31} + (1-z)E_{32} \tag{11}$$

由此可得政府的复制动态方程为：

$$E(z) = zE_{31} + (1-z)E_{32} = z(1-z)(xyY_2 - C_5 + C_6) \tag{12}$$

将(4~4)、(4~8)、(4~12)联合，得出企业、数据交易平台和政府的动力系统为：

$$\begin{cases} E(x) = x(1-x)[zE - ycL_1 + aS + aR + bI - aC_1 - bC_2 - dL_1 + ydL_1] \\ E(y) = y(1-y)(xdL_2 + xdJ - xcL_2 - xcJ + zT + C_4 - C_3) \\ E(z) = z(1-z)(xyY_2 - C_5 + C_6) \end{cases} \tag{13}$$

### 4.3. 模型稳定策略分析

#### 1) 企业的演化稳定策略

对企业的复制动态方程求偏导可以得出：

$$\frac{dE(x)}{dx} = (1-2x)(zE - ycL_1 + aS + aR + bI - aC_1 - bC_2 - dL_1 + ydL_1) \tag{14}$$

当  $zE - ycL_1 + aS + aR + bI - aC_1 - bC_2 - dL_1 + ydL_1 = 0$ ，即  $y = y^* = \frac{a(C_1 - R - S) + b(C_2 - I) + dL_1 - zE}{dL_1 - cL_1}$

时，无论  $x$  取何值，企业的策略选择均处于稳定状态，当  $y < y^*$  时， $E'(0) < 0$ 、 $E'(1) > 0$ ，此时  $x=0$  是平台的策略稳定点，代表着企业选择不参与策略；当  $y > y^*$  时， $E'(0) > 0$ 、 $E'(1) < 0$ ，此时  $x=1$  是企业的策略稳定点，代表着企业选择参与策略。由此可知企业的策略选择会同时受到数据交易平台和政府的影响，同时还会受到企业作为供应方的成本  $C_1$  及收入  $S$ 、作为需求方的成本  $C_2$  及价值收益  $I$ 、平台给予的优惠  $R$ 、政府给予的税收优惠  $E$ 、交易未成功时对企业造成的损失  $L_1$  等因素的共同影响(图 2)。

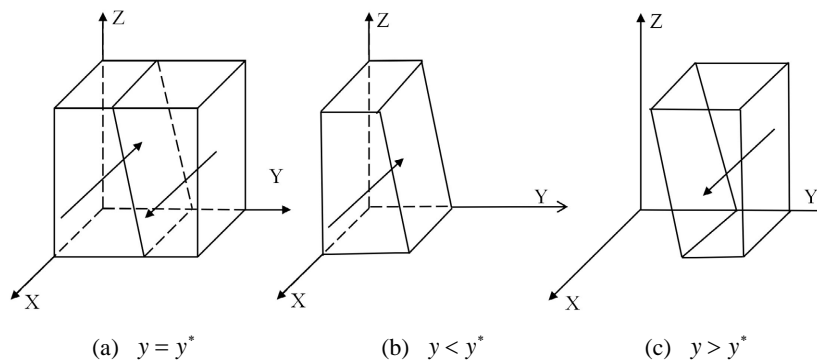


Figure 2. Phase diagram of the evolution of enterprise strategy  
图 2. 企业策略演化相位图

#### 2) 数据交易平台的演化稳定策略

对数据交易平台的复制动态方程求偏导可以得出：

$$\frac{dE(y)}{dy} = (1-2y)(xdL_2 + xdJ - xcL_2 - xcJ + zT + C_4 - C_3) \tag{15}$$

当  $xdL_2 + xdJ - xcL_2 - xcJ + zT + C_4 - C_3 = 0$ ，即  $x = x^* = \frac{C_3 - C_4 - zT}{dL_2 - cL_2 + dJ - cJ}$  时，无论  $y$  取何值，数据

交易平台的策略选择均处于稳定状态，当  $x < x^*$  时， $E'(0) < 0$ 、 $E'(1) > 0$ ，此时  $y = 0$  是平台的策略稳定点，代表着平台选择消极引导策略；当  $x > x^*$  时， $E'(0) > 0$ 、 $E'(1) < 0$ ，此时  $y = 1$  是平台的策略稳定点，代表着平台选择积极引导策略。数据交易平台的策略选择会同时受到企业、政府的影响，同时还会受到数据交易平台积极引导成本  $C_3$ 、消极引导成本  $C_4$ 、政府高投入监管使得平台增加的收益  $T$ 、政府收取罚金  $J$ 、交易失败时对平台的损失  $L_2$  等因素的共同影响(图 3)。

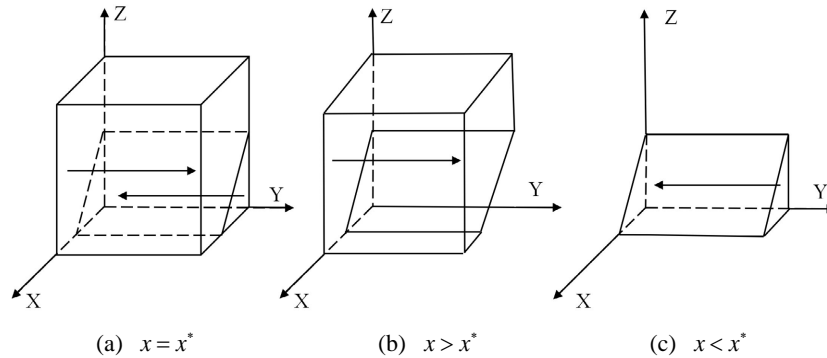


Figure 3. Phase diagram of strategy evolution of data trading platform  
图 3. 数据交易平台策略演化相位图

### 3) 政府的演化稳定策略

对政府的复制动态方程求偏导可以得出：

$$\frac{dE(z)}{dz} = (1 - 2z)(xyY_2 - C_5 + C_6) \tag{16}$$

当  $xyY_2 - C_5 + C_6 = 0$ ，即  $y = y^*$  时，无论  $z$  取何值，政府的策略选择均处于稳定状态，当  $y < y^*$  时， $E'(0) < 0$ 、 $E'(1) > 0$ ，此时  $z = 0$  是政府的策略稳定点，代表着政府选择低投入监管策略；当  $y > y^*$  时， $E'(0) > 0$ 、 $E'(1) < 0$ ，此时  $z = 1$  是政府的策略稳定点，代表着政府选择高投入监管策略。政府的策略选择会同时受到企业和数据交易平台的影响，同时还会受到政府高投入监管成本  $C_5$ 、低投入监管成本  $C_6$ 、数据交易为政府创造的收益  $Y_2$  等因素的共同影响(图 4)。

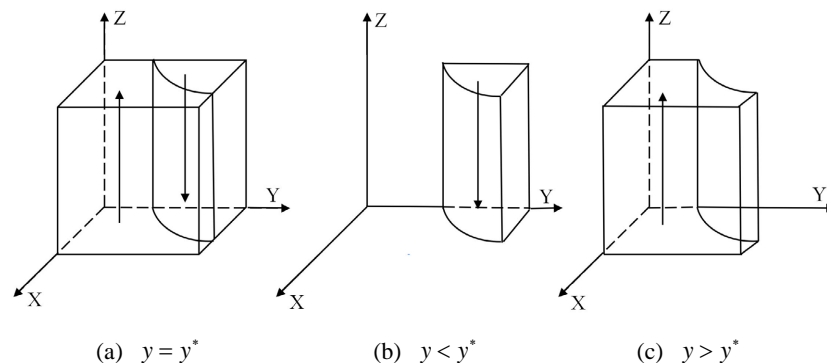


Figure 4. Phase diagram of government strategy evolution  
图 4. 政府策略演化相位图

### 4) 三方演化博弈系统均衡点的稳定性分析

根据复制动态方程可得雅可比矩阵

$$J = \begin{bmatrix} J_{11} & J_{12} & J_{13} \\ J_{21} & J_{22} & J_{23} \\ J_{31} & J_{32} & J_{33} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{dE(x)}{dx} & \frac{dE(x)}{dy} & \frac{dE(x)}{dz} \\ \frac{dE(y)}{dx} & \frac{dE(y)}{dy} & \frac{dE(y)}{dz} \\ \frac{dE(z)}{dx} & \frac{dE(z)}{dy} & \frac{dE(z)}{dz} \end{bmatrix} \quad (17)$$

其中： $J_{11} = (1-2x)(zE - ycL_1 + aS + aR + bI - aC_1 - bC_2 - dL_1 + ydL_1)$ ； $J_{13} = x(1-x)E$ ； $J_{21} = y(1-y)(dL_2 + dJ - cL_2 - cJ)$ ； $J_{22} = (1-2y)(xdL_2 + xdJ - xcL_2 - xcJ + zT + C_4 - C_3)$ ； $J_{23} = y(1-y)T$ ； $J_{31} = z(1-z)yY_2$ ； $J_{32} = z(1-z)xY_2$ ； $J_{33} = (1-2z)(xyY_2 - C_5 + C_6)$ 。令三维动力系统等于0，可得出8个局部均衡解，分别是： $E_1(0,0,0)$ ， $E_2(0,0,1)$ ， $E_3(0,1,0)$ ， $E_4(0,1,1)$ ， $E_5(1,0,0)$ ， $E_6(1,0,1)$ ， $E_7(1,1,0)$ ， $E_8(1,1,1)$ 为局部均衡解，雅可比矩阵的所有特征值都为非正时的均衡点为系统的演化稳定点；所有特征值的符号确定且均为正值时，该均衡点为非稳定点。其余为非纯策略解。具体分析如表2。

**Table 2.**  $E_1 \sim E_8$  eigenvalues corresponding to equilibrium points and stability analysis  
**表 2.**  $E_1 \sim E_8$  均衡点对应的特征值及稳定性分析

均衡点	特征值			符号	稳定性
	$\lambda_1$	$\lambda_2$	$\lambda_3$		
$E_1(0,0,0)$	$aS + aR + bI - aC_1 - bC_2 - dL_1$	$C_4 - C_3$	$C_6 - C_5$	(*, -, -)	不确定点
$E_2(0,0,1)$	$E + aS + aR + bI - aC_1 - bC_2 - dL_1$	$T + C_4 - C_3$	$C_5 - C_6$	(-, *, +)	不稳定点
$E_3(0,1,0)$	$aS - cL_1 + aR - aC_1 - bC_2$	$C_3 - C_4$	$C_6 - C_5$	(*, +, -)	不稳定点
$E_4(0,1,1)$	$E - cL_1 + aS + aR + bI - aC_1 - bC_2$	$C_3 - C_4 - T$	$C_5 - C_6$	(*, *, +)	不稳定点
$E_5(1,0,0)$	$bC_2 + dL_1 + aC_1 - aS - aR - bI$	$dL_2 + dJ - cL_2 - cJ + C_4 - C_3$	$C_6 - C_5$	(*, *, -)	不确定点
$E_6(1,0,1)$	$aC_1 + bC_2 + dL_1 - E - aS - aR - bI$	$dL_2 + dJ - cL_2 - cJ + T + C_4 - C_3$	$C_5 - C_6$	(*, *, +)	不稳定点
$E_7(1,1,0)$	$cL_1 + aC_1 + bC_2 - aS - aR - bI$	$cL_2 + cJ + C_3 - dL_2 - dJ - C_4$	$Y_2 - C_5 + C_6$	(*, *, *)	不确定点
$E_8(1,1,1)$	$cL_1 + aC_1 + bC_2 - E - aS - aR - bI$	$cL_2 + cJ + C_3 - dL_2 - dJ - C_4 - T$	$C_5 - C_6 - Y_2$	(*, *, *)	不确定点

根据假设条件可知， $C_3 - C_4 > 0$ ， $C_5 - C_6 > 0$ ；所以  $E_2(0,0,1)$ ， $E_3(0,1,0)$ ， $E_4(0,1,1)$ ， $E_6(1,0,1)$  在任何情况下都不是渐进稳定点。点  $E_1(0,0,0)$  达到渐进稳定点需满足  $aS + aR + bI - aC_1 - bC_2 - dL_1 < 0$ ，此时企业作为供需双方参与平台交易获得的收益少于平台消极引导下交易失败对企业造成的损失，企业会选择 不 参与数据交易。点  $E_5(1,0,0)$  达到渐进稳定点需满足  $bC_2 + dL_1 + aC_1 - aS - aR - bI < 0$  且  $dL_2 + dJ - cL_2 - cJ + C_4 - C_3 < 0$ ，此时企业作为供需方参与平台交易获得的收益大于在平台消极情况下面临的损失，平台在积极引导过程中使得风险和罚金降低的金额小于平台所需额外支付的成本。点  $E_7(1,1,0)$  达到渐进稳定点需满足  $cL_1 + aC_1 + bC_2 + dL_1 - aS - aR - bI < 0$  且  $cL_2 + cJ + C_3 - dL_2 - dJ - C_4 < 0$  且  $Y_2 - C_5 + C_6 < 0$  时，此时企业作为供需方参与数据交易获得的收益加上平台给予的优惠大于所需支付的成本，平台积极引导下所需额外支付的成本低于积极引导为平台创造的收益，政府高投入监管所需额外支付的成本高于其获得的收益。点  $E_8(1,1,1)$  达到渐进稳定点，需满足  $cL_1 + aC_1 + bC_2 - E - aS - aR - bI < 0$  且  $cL_2 + cJ + C_3 - dL_2 - dJ - C_4 - T < 0$  且  $C_5 - C_6 - Y_2 < 0$  时，此时企业作为供需方参与数据交易获得的收益加上平台给予的优惠以及政府补贴大于所需支付的成本，平台积极引导下所需额外支付的成本低于积极引导为平台创造的收益与政府高投入监管使得平台增加的收益之和，政府高投入监管所需额外支付的成本低于其获得的收益。



## 5. 场内数据交易主体演化博弈模型仿真分析

为进一步分析在数据交易过程中企业、数据交易平台以及政府在选择策略上的演变过程，及前文模型中参数的变化对三方行为的影响。本文运用 Matlab 软件对三方主体在初始值不同、相关参数设定不同的情况下进行数值仿真分析。在模型参数的选择上参考相关文献和专家建议[14]，由于上文对模型均衡点的分析中点  $E_1(1,1,1)$  是最优演化策略，为了更好的反应企业、数据交易平台及政府的动态演化过程，在此基础上设置数组 1:  $S=80, I=60, R=10, E=5, L_1=15, L_2=10, C_1=30, C_2=25, C_3=12, C_4=3, C_5=40, C_6=8, Y_2=200, T=150, J=10, a=0.5, b=0.5, c=0.1, d=0.3$ ，数组 1 可以支持三方的初始意愿为  $x=y=z=0.2$  的基础上达到  $E_1(1,1,1)$  的理想状态。在其他参数不变情况下，分别通过调整数组 1 中收益参数、优惠参数、政策支持相关参数、成本相关参数来对三方的行为关系进行仿真分析，以此得出数值的改变会如何影响主体的演化稳定策略及对系统演化稳定的影响。

### 5.1. 收益相关参数的变动对三方策略的影响

#### 1) 企业收益 $S, I$ 变动的的影响

在数组 1 的基础上，分别对  $S, I$  进行赋值，取另外两组:  $S=90, I=70; S=100, I=80$ ，其他参数保持不变，观察参数  $S, I$  变化对三方参与主体的演化博弈系统影响。由图 5 可以看出随着企业作为数据供应方和需求方获得的收益越多，将会以更快的速度趋近于选择参与数据交易。企业所获收益的增多导致企业参与平台交易的积极性增高，此时数据交易平台引导的意愿降低，以更缓慢的速度趋近于积极引导，在此过程中政府的策略选择无明显的变化。

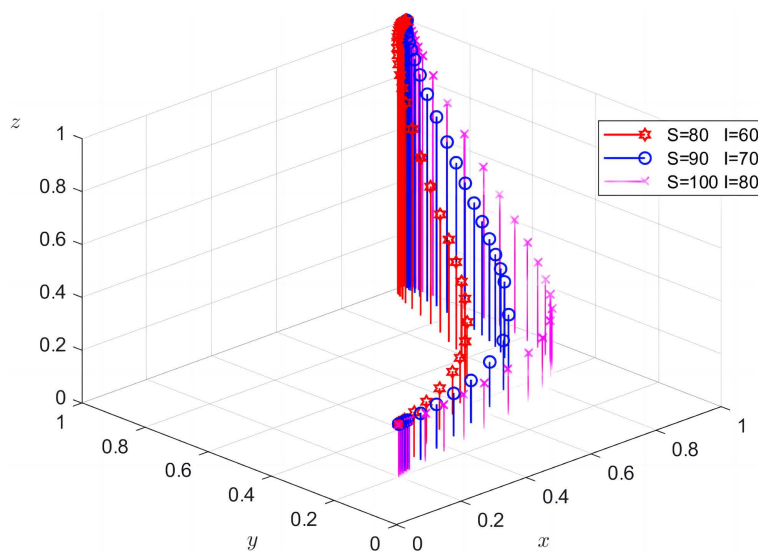
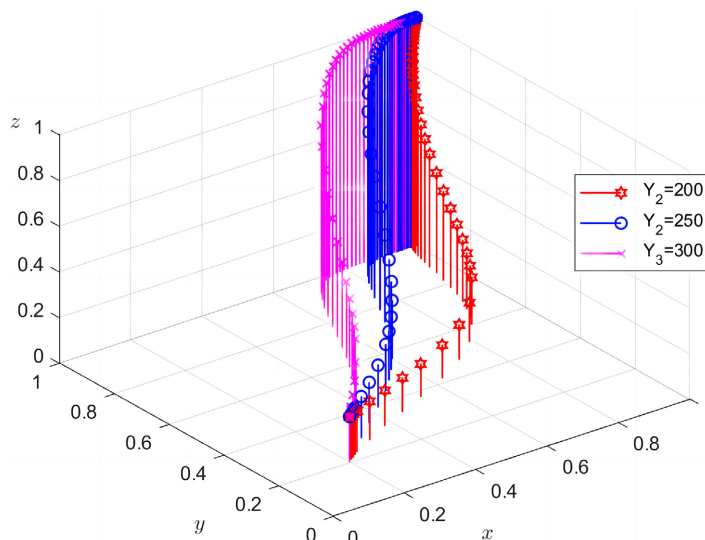


Figure 5. Impact of changes in corporate earnings

图 5. 企业收益变动的的影响

#### 2) 数据交易为政府创造的收益 $Y_2$ 变动的的影响

在数组 1 的基础上，对  $Y_2$  进行赋值，分别取得  $Y_2$  的值为 200、250、300，其他参数保持不变，观察参数  $Y_2$  变化对三方参与主体的演化博弈系统影响，其博弈系统演化如图 6 所示。由图 6 可以看出随着数据交易为政府实现现代化建设、推动办事效率提高创造的收益越高，政府监管的力度会日渐加大，随着政府监管力度的加大，数据交易市场日渐有序，此时为数据交易平台创造的收益会日渐增多，平台也会更积极的引导企业参与到数据交易之中，演化过程以更快的速度趋近于  $E_1(1,1,1)$  的均衡点。

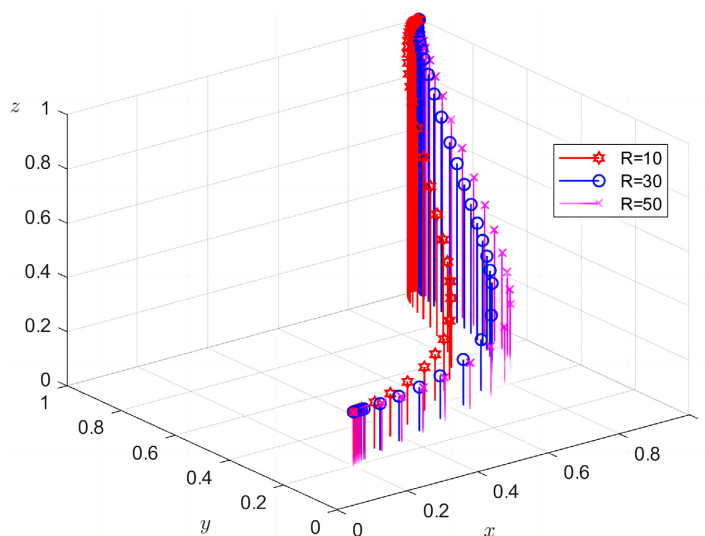


**Figure 6.** Impact of changes in government revenue  
**图 6.** 政府收益变动的影响

## 5.2. 奖惩相关参数的变动对三方策略的影响

### 1) 数据交易平台为参与企业提供的优惠 $R$ 变动的影响

在数组 1 的基础上，对  $R$  进行赋值，分别取得  $R$  的值为 10、30、50，其他参数保持不变，观察参数  $R$  变化对三方参与主体的演化博弈系统影响，其博弈系统演化图如图 7 所示。由图 7 可以看出随着数据交易平台为企业提供的优惠越大，企业将以更快的速度选择参与场内数据交易，在此过程中数据交易平台投入的引导成本越大，其积极引导的积极性将会越低，政府在过程之中无明显变化。



**Figure 7.** Impact of changes in incentives provided by the platform to participating enterprises  
**图 7.** 平台为参与企业提供优惠变动的影响

### 2) 政府为参与平台交易的企业提供的税收补贴 $E$ 变动的的影响

在数组 1 的基础上，对  $E$  进行赋值，分别取得  $E$  的值为 5、15、25，其他参数保持不变，观察参数

$E$  变化对三方参与主体的演化博弈系统影响，其博弈系统演化图如图 8 所示。由图 8 可以看出随着政府为企业提供的税收补贴越大，企业会加快选择参数场内数据交易，然而政府提供的税收优惠对系统整体演化过程的影响较小。

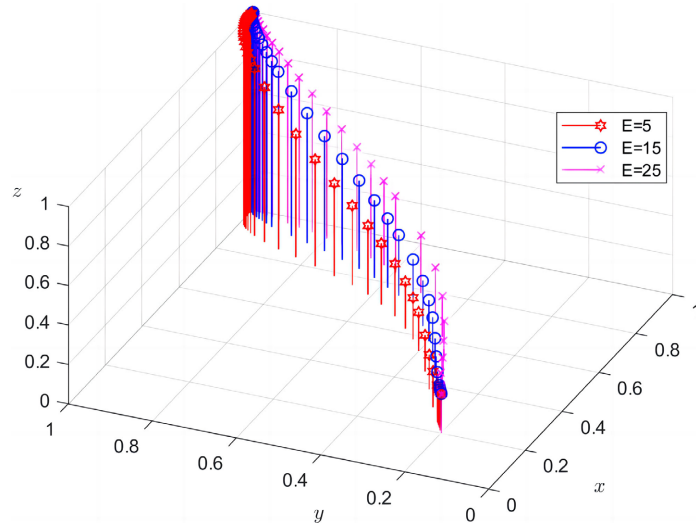


Figure 8. Impact of changes in government subsidies for participating enterprises

图 8. 政府为参与企业提供税收补贴变动的影响

### 3) 政府对引导措施不当的平台收取罚金 $J$ 变动的的影响

在数组 1 的基础上，对  $J$  进行赋值，分别取得  $J$  的值为 10、20、30，其他参数保持不变，观察参数  $J$  变化对三方参与主体的演化博弈系统影响，其博弈系统演化图如图 9 所示。由图 9 可以看出随着政府对引导措施不当的平台收取的罚金越多，平台将会以更快的速度趋近于选择积极引导策略，当市场中数据交易平台积极承担引导数据交易的责任，市场秩序的稳定也意味着政府的监管力度会逐渐减弱，最终实现理想状态的均衡点。

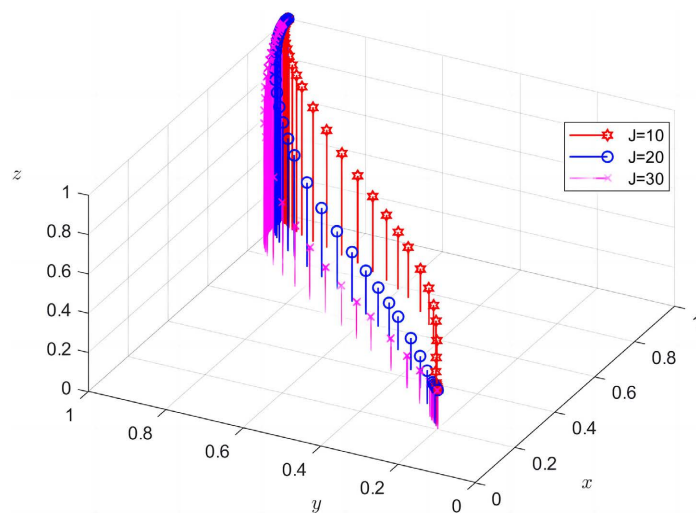


Figure 9. Impact of changes in the amount of fines charged by the government to platforms

图 9. 政府向平台收取罚金变动的的影响

### 5.3. 成本相关参数的变动对三方策略的影响

#### 1) 企业提供、购买数据成本 $C_1$ 、 $C_2$ 变动的的影响

在数组 1 的基础上，分别对  $C_1$ 、 $C_2$  进行赋值，取另外两组： $C_1=90$ ， $C_2=70$ ； $C_1=100$ ， $C_2=80$ ，其他参数保持不变，观察参数  $C_1$ 、 $C_2$  变化对三方参与主体的演化博弈系统影响，其博弈系统演化图如图 10 所示。由图 10 可以看出随着企业作为供应方和需求方参与场内交易所花费的成本越高，企业参与数据交易的意愿有逐渐减弱的趋势。而当企业投入的成本越高，数据交易平台收到的数据产品越多，平台将需要采取更加积极的引导措施鼓励企业参与平台交易达到供需匹配，此时平台的引导积极性将会提高。企业为参与场内交易投入更多的成本用于加工处理数据以及购买数据，此时数据交易市场将更加有序，政府的监管力度会逐渐减弱。

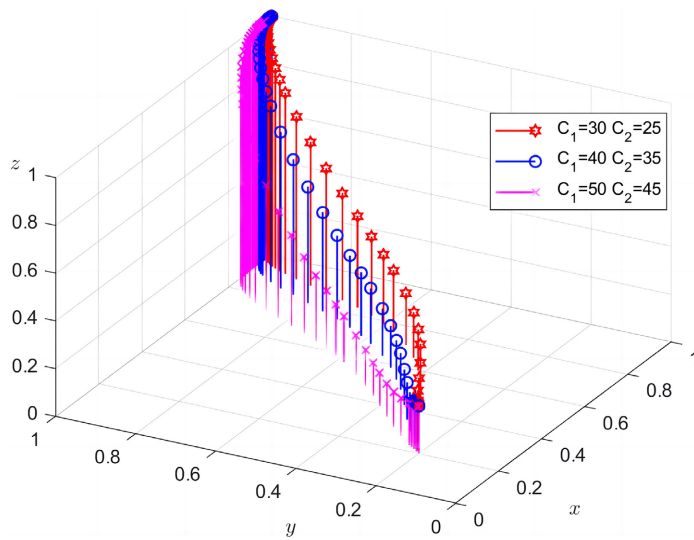


Figure 10. Impact of changes in the cost of data transactions by enterprises

图 10. 企业参与数据交易成本变动的的影响

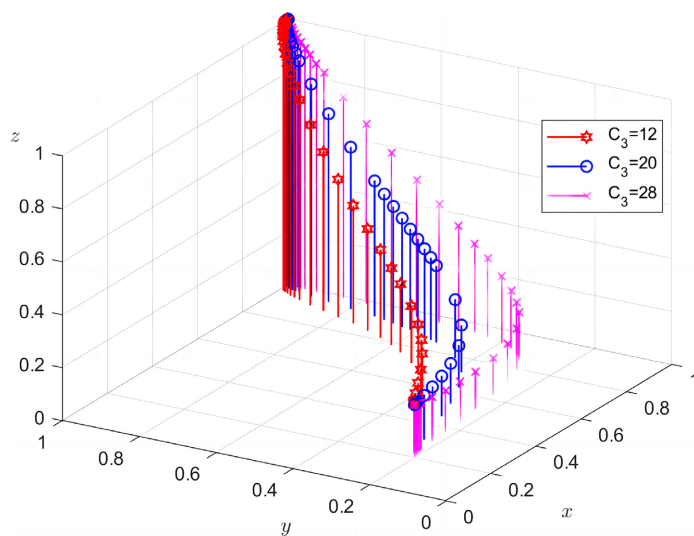
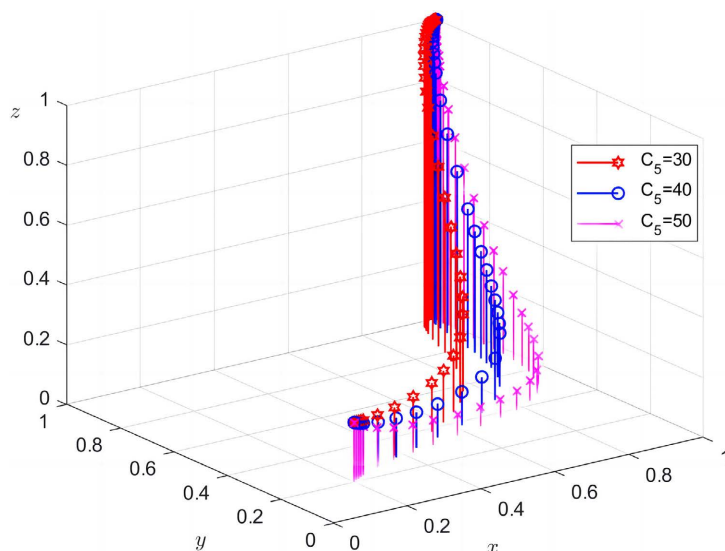


Figure 11. Impact of the platform's active guidance on cost changes

图 11. 平台积极引导成本变动的的影响



**Figure 12.** Impact of changes in the cost of high-input government supervision

**图 12.** 政府高投入监管成本变动的影响

### 2) 平台积极引导下的成本 $C_3$ 变动的的影响

在数组 1 的基础上, 分别对  $C_3$  进行赋值, 分别取得  $C_3$  的值为 12、20、28, 其他参数保持不变, 观察参数  $C_3$  变化对三方参与主体的演化博弈系统影响, 其博弈系统演化图如图 11 所示。由图 11 可以看出随着数据交易平台积极引导成本的增加, 平台选择积极引导策略的速度将逐渐放缓。而当平台积极引导的成本越高, 意味着平台将为企业提供更优惠以及更加优质的服务, 此时企业作为数据供需方参与平台交易的积极性将会呈现增长的趋势。

### 3) 政府高投入监管成本 $C_5$ 变动的的影响

在数组 1 的基础上, 分别对  $C_5$  进行赋值, 分别取得  $C_5$  的值为 30、40、50, 其他参数保持不变, 观察参数  $C_5$  变化对三方参与主体的演化博弈系统影响, 其博弈系统演化图如图 12 所示。由图 12 可以看出随着政府高投入监管成本的增加, 政府选择高投入监管策略的概率呈现明显的下降趋势。

## 6. 结论与建议

### 6.1. 结论

本文通过构建包含企业、数据交易平台以及政府三方的场内数据交易主体演化博弈模型, 研究得出结论: 三方的策略选择受到收益、奖惩、成本以及交易风险等多重变量的影响, 企业参与场内交易所获得的收益越高、平台给予的优惠越高、政府提供的补贴越高, 企业会更积极参与场内交易, 企业的参与意愿对于场内数据交易的正常运行起到至关重要的作用, 企业的参与使得系统更快达到均衡状态; 平台引导交易的主动性与平台的收益、企业参与的意愿、政府监管的力度呈正相关, 政府的监管力度将直接影响企业和平台的行为。本文的创新点在于从微观视角出发采取演化博弈的方法研究参与主体的策略选择, 与运用文本分析的方法相比将更深入地了解交易主体的行为选择, 为解决场内数据交易的困境提供切实科学的建议, 对于构建健康有序的数据交易市场有一定的借鉴价值。后续研究将尽可能收集数据交易所中的真实交易数据进行实证分析, 更深入探究影响场内交易数据的关键因素, 助力数据要素市场发展。



## 6.2. 建议

本文结合研究结论,对于各参与主体提出相关建议:1)政府应当严厉打击场外非法违规交易,警醒各行各业的经营者应当选择合规合法的场所进行数据交易,同时可以根据企业参与场内交易的金额提供相应比例的税收补贴金额,面对平台经营过程中存在懈怠的情况应当进行处罚整改,对于积极引导数据交易的平台可以给予奖励。2)平台应当制定合理的激励机制,引导企业在合理规范的流程下进行数据交易。平台可以为数据供应方提供数据清洗、加工等服务,同时可以为数据需求方提供购买优惠,通过深入了解企业对数据的需求及具体用途,向其提供个性化的数据产品,为企业创造更多的收益。3)企业应当响应平台和政府的呼吁,正确认识场外交易的优劣之处,理性选择在场内进行合规交易,同时应当提高对数据要素价值的认识,注重对数据的收集和存放,提高企业参与数据交易的竞争力,为平台提供多样化的数据产品,在获得收益的同时也可促进相关产业的数字化转型。

## 基金项目

2023年度上海市哲学社会科学规划课题(2023BGL008)。

## 参考文献

- [1] 李雪梅. 我国政府数据开放的困境及对策——基于大数据征信视角[J]. 征信, 2020(9): 30-35.
- [2] 陈兵, 林思宇. 数据产权结构性分置的运行逻辑与实践机制——以统筹数据保护和利用为目标[J]. 南开学报(哲学社会科学版), 2024(1): 36-50.
- [3] 包晓丽, 杜万里. 数据可信交易体系的制度构建——基于场内交易视角[J]. 电子政务, 2023(6): 38-50.
- [4] 童楠楠, 窦悦, 刘钊因. 中国特色数据要素产权制度体系构建研究[J]. 电子政务, 2022(2): 12-20.
- [5] 朱海洋. 基于数据要素流通视角的数据交易平台发展现状与对策[J]. 中国流通经济, 2024, 38(2): 24-33.
- [6] 林镇阳, 侯智军, 赵蓉, 等. 数据要素生态系统视角下数据运营平台的服务类型与监管体系构建[J]. 电子政务, 2022(8): 89.
- [7] 王卫, 张梦君, 王晶. 国内外大数据交易平台调研分析[J]. 情报杂志, 2019, 38(2): 181-186+194.
- [8] 项猛, 王志刚. 基于数字生态视角的数据要素市场治理策略研究[J]. 新疆社会科学, 2023(6): 54-61.
- [9] 陈媛媛, 赵晴. 多主体互动视角下数据要素市场参与主体的策略选择研究[J]. 图书情报工作, 2024, 68(1): 50-64.
- [10] 谢晓雨, 王婷, 李含子, 等. 大数据交易平台的数据交易流程研究——中国情景下的多案例研究[J]. 中国市场, 2022(36): 169-172.
- [11] 赵需要, 姬祥飞, 郭义钊. 创新激励目标下数据交易平台运行影响因素模型构建研究——以贵阳数据交易平台为例[J]. 现代情报, 2023, 43(4): 101-112+124.
- [12] 陈思. 培育数据要素市场的逻辑理路、安全困境与应对策略[J]. 当代经济管理, 2022, 11(3): 1-11.
- [13] 付熙雯, 王新泽. 我国数据交易研究进展: 一个系统性文献综述[J]. 情报杂志, 2022, 11(4): 1-7.
- [14] 杨晓光, 李三希, 曹志刚, 等. 数字经济的博弈论基础[J]. 管理科学, 2022, 35(1): 50-54.