

基于数据颗粒度特征的政府、平台与参与企业数据共享

郑 景 丽 罗 睿

(重庆师范大学 经济与管理学院,重庆 401331)

摘 要:数据共享是政府、平台与企业间数据资源整合的关键纽带,数据颗粒度则在优化共享效率中发挥关键作用。本文构建“平台—企业—政府”三方演化博弈模型,探究数据颗粒度与其他因素对各主体共享策略的影响。研究表明,降低数据颗粒度可提升平台与企业初始共享意愿。当数据颗粒度低于阈值时,系统趋向“理想共享”均衡;在数据颗粒度满足临界条件且监管成本较低时,政府倾向于采用“先激励后监管”的赋能模式以促成“理想”均衡;反之,若监管成本高昂,则倾向于“先监管后激励”模式。进一步研究表明,增加政府激励、奖励系数及平台补贴能加速系统向理想均衡演化。研究结论为数据流通环境下促进数据共享实践提供了坚实的理论支撑与决策参考。

关键词:政府;平台;参与企业;数据共享;数据颗粒度

中图分类号:F272.3

文献标识码:A

文章编号:1673-0429(2025)02-0061-15

DOI:10.19742/j.cnki.50-1164/C.250207

随着人工智能、区块链等数字技术迅猛发展,数据要素的高效流通与共享已成为驱动数字经济增长的核心引擎^[1]。2023年2月,中共中央、国务院印发了《数字中国建设整体布局规划》,首次提出数字中国建设的整体框架,明确指出要畅通数据资源大循环,充分释放数据价值潜能^[2]。为落实政策精神,重庆市、杭州市等地政府也推出区域性共享试点,腾讯、阿里巴巴等头部平台逐步开放数据接口。然而,实际成效远未达到预期。数据显示,2023年全国数据生产总量达32.85泽字节(ZB),但仅有2.9%的数据被有效保存,且存储数据中约40%的存量数据一年内未被使用,反映出数据共享的转化效率与复用能力不足。与此同时,数据交易机构的产品成交率仅为17.9%,大量共享协议因平台与企业的策略冲突(如机会主义行为、利益分配失衡)而中途终止^[3]。如何破解“高政策热度、低实践效率”的困局,成为数字经济发展的关键命题。

现有研究聚焦于多路径探索数据共享优化机制:一是强调平台的技术赋能作用,通过资源整合可释放规模效应^[4];二是关注政府监管的调节功能,通过动态奖惩提升主体合规性^[5];三是论证数据属性对共享模式的影响^[6]。然而,既有成果存在三方面局限:其一,多数模型未考虑数据颗粒度的内生影响,难以解释共享效率的阈值效应;其二,均衡分析多停留于静态结果,缺乏对临界条件(如颗粒度阈值)的动

收稿日期:2024-03-28

作者简介:郑景丽,女,管理学博士,重庆师范大学经济与管理学院教授,主要研究方向:数据要素市场化配置,数字化转型。

基金项目:国家社会科学基金一般项目“数据要素市场化配置驱动科技创新和产业创新深度融合研究”(24BJY029);重庆市自然科学基金面上项目“新型智慧城市多元主体间数据要素共享机制与定价策略研究”(CSTB2023NSCQ-MSX0559)。

态刻画;其三,政府角色被简化为单向干预者,未能构建“激励—监管”策略的适应性切换框架。这些问题导致现有理论难以支撑复杂场景下的协同决策,亟待方法创新与视角突破。

针对上述不足,本文构建政府、平台与参与企业的三方演化博弈模型,聚焦以下三大核心问题:数据颗粒度如何通过调节机会收益与转化成本影响主体策略演化路径?是否存在数据颗粒度的临界阈值,使得系统从“低效均衡”向“理想均衡”跃迁?政府如何动态适配“激励—监管”策略组合以加速演化进程?相较于现有研究,本文的边际贡献体现为:(1)将数据颗粒度内生至演化博弈模型,揭示其通过双路径(机会收益抑制与转化成本调节)影响均衡的微观机制;(2)设计政府声誉驱动的动态阈值决策规则,突破传统模型中策略静态化的局限;(3)提出分级治理框架——当监管成本低于临界值时采用“先激励后监管”模式,反之则切换为“先监管后激励”,为政策设计提供适配性工具箱。研究结论将助力破解数据共享“高意愿、低效率”困局,为数字经济高质量发展提供理论支撑。

一、文献综述

信息经济学理论为解析数据共享中的主体行为提供了重要视角。邢小强等^[1]通过字节跳动扶贫案例,揭示了数字平台履责与共享价值创造的协同机制,指出信息不对称可能削弱多方协作效率。在技术路径上,Zhang等^[3]基于演化博弈理论构建动态激励机制,证明信息透明度提升可显著降低合作成本;Gawer^[4]则从平台边界理论出发,强调数字接口标准化对降低信息摩擦的关键作用;郭鑫鑫等^[6]提出基于数据众包的商业模式,试图通过颗粒度分级提升匹配效率。技术驱动研究进一步深化了这一议题,Yang等^[7]利用区块链实现跨域数据访问控制;Li等^[8]通过微服务拆分优化政府数据共享粒度;Kilic等^[9]则在隐私评分模型中量化颗粒度对用户信任的影响。企业策略研究方面,蔡继明等^[10]基于广义价值论揭示数据要素参与价值创造的路径;冯振华等^[11]构建平台—政府演化博弈模型,指出信息共享成本是策略冲突的主要原因。竞争规制领域,邓崧等^[12]提出数据垄断的演化分类框架;王申等^[13]探讨数据互操作与知识产权保护的竞合关系;陈来瑶等^[14]则从反垄断视角强调信息公平分配的必要性。

尽管研究取得显著进展,仍存在三方面不足:其一,数据颗粒度的内生机制未被充分量化。Wan等^[15]虽设计医疗数据隐私保护机制,但未解析颗粒度对机会收益的调节路径;Shen等^[16]的物联网安全模型虽涉及数据分级,却缺乏阈值效应分析。其二,策略空间设计过于简化。Chen等^[17]的联邦学习模型假设主体仅选择“共享”或“不共享”,未涵盖现实中的部分共享策略;邢青松等^[18]的智能制造生态模型虽引入平台赋能机制,但未构建多粒度策略互动框架。其三,政府角色静态化问题突出。吕慧敏等^[19]提出四类激励路径,但未与监管成本动态关联;Xuan等^[20]的智能合约模型虽优化初始参与规模,却忽视政府策略适配性;孙国强等^[21]虽验证奖惩强度的影响,但未揭示其与数据颗粒度的交互效应。这些缺陷导致现有理论难以支撑复杂场景下的协同决策,亟待构建融合颗粒度阈值与动态政策的三方博弈模型。

二、模型构建

(一) 问题描述

在数字经济时代,数据共享已成为政府、平台与企业协同发展的核心议题。然而,实践中平台与企业的策略冲突、政府监管与激励的成本权衡,以及数据颗粒度差异对共享效率的复杂影响,导致“高政策热度、低实践效率”的困局长期存在。本文以演化博弈理论为基础,构建政府、平台与参与企业的三方动态博弈模型,重点解析数据颗粒度特征如何通过调节机会收益与转化成本影响主体策略演化路径,

并探索政府“激励—监管”动态策略的适配机制,以期为破解数据共享效率瓶颈提供理论支撑。

1. 参与主体及策略选择。本研究以平台(A)、参与企业(B)与政府部门(G)为有限理性博弈主体。平台与企业在数据共享中面临“共享”与“机会共享”的策略选择;共享策略是指按约定完整提供数据资源;机会共享则是指通过数据截留、篡改或延迟交付等行为谋取超额收益。政府部门作为外部调节者,需在“监管”(如惩罚违规行为)与“激励”(如补贴合规主体)策略间动态权衡。三方的策略互动受初始参与意愿、信息不对称及利益最大化目标驱动^[22]。据此,本文提出如下假设:

H1:三方策略空间为——平台A选择共享(概率 x)或机会共享(概率 $1-x$),参与企业B选择共享(概率 y)或机会共享(概率 $1-y$),政府部门G选择监管(概率 z)或激励(概率 $1-z$)。

2. 数据共享收益、成本与转化能力。数据共享的收益与成本结构直接影响主体策略选择。当平台与参与企业选择共享策略时,其收益取决于数据转化能力($s_i, i=A, B$ 或 $s_j, j=A, B$)与共享量($d_{ij}, i, j=A, B, i \neq j$),即 $s_A d_{AB}$ 或 $s_B d_{BA}$ ^[23]。同时,平台需承担共享建设成本(C_i)并向参与企业提供补贴(o);双方还需支付数据清洗、格式转换等边际成本 $m_A d_{AB}$ 与 $m_B d_{BA}$ ^[24]。政府部门通过补贴系数(α)对共享量进行奖励,例如,参与企业共享 d_{BA} 时可获 αd_{BA} 的补贴^[25]。基于上述收益与成本的经济学分析,本文提出如下假设:

H2:平台与企业的共享收益为 $s_i d_{ij} (i, j=A, B; i \neq j)$,其数值由数据转化能力与共享量共同决定。

H3:平台共享总成本为 $C_i + m_A d_{AB} - o$,参与企业共享总成本为 $m_B d_{BA} - \alpha d_{BA}$ 。

3. 数据颗粒度的分类与调节效应。数据颗粒度是影响共享效率的关键属性。根据数据类型差异,其量化方式需差异化定义。首先,结构化数据(如数据库表):以字段数/表关联数为基准(例如,当字段数 ≤ 20 时,设定 $\theta=0.3$);其次,半结构化数据(如JSON/XML):以嵌套层级数为依据(例如,当层级 ≤ 3 时,设定 $\theta=0.5$);最后,非结构化数据(如文本或图像):以元数据标签密度或分辨率定义(例如,当每千字含10个标签时,设定 $\theta=0.4$)。这一分类方法结合了微服务拆分实践和隐私评分模型^[26-27]。本文进一步将 θ 内生化为机会收益函数:当主体选择机会共享时,其额外收益为 $k_i(1-1/\theta)d_{ij}$ (其中, k_i 为机会收益系数)。此外,设定当数据颗粒度较低时,机会收益显著上升;当数据颗粒度较高时,数据完整性抑制机会主义倾向。基于数据颗粒度的分类与调节机制,本文提出如下假设:

H4:机会共享收益为 $k_i(1-1/\theta)d_{ij}$,其中, θ 为共享数据颗粒度, θ 越低,机会共享收益越高。

4. 社会声誉机制与政府策略优化。政府部门的社会声誉是其策略选择的重要依据。根据政府声誉理论,正面声誉(如 O_g)源于有效监管或激励带来的共享效率提升,负面声誉(如 N_g)则与政策失效或机会行为失控相关。本文设定:若政府选择监管策略,需支付成本 C_g ,但可通过惩罚机会行为(惩罚系数 β)提升声誉^[28];若选择激励策略,需承担补贴成本 C_s ,但过度激励可能导致声誉损耗(如 N_s)^[29]。声誉函数通过动态反馈机制影响政府策略阈值,从而构建“激励—监管”自适应决策框架。结合声誉理论与政策实践,本文提出如下假设:

H5:政府监管成本为 C_g ,激励成本为 C_s ;其社会声誉收益函数为 $Q_g = \beta(1/\theta)d_{ij} - \alpha d_{ij}$,负面声誉损失为 $N_g = \gamma(1-z)$ 。其中, γ 为声誉衰减系数。

(二) 参数改进

相较于现有研究,本文的改进如下。第一,颗粒度内生机制:将 θ 嵌入机会收益函数 $k_i(1-1/\theta)d_{ij}$,量化低 θ (低颗粒度数据)抑制机会主义的路径;第二,异质主体非对称性:设定机会收益系数 $k_A > k_B$ (因数据控制权差异),揭示平台相较于参与企业有更强的机会倾向;第三,政府策略动态阈值:通过声誉函数 O_g 等,构建监管成本 C_g 与罚金 β 的权衡模型,界定“激励优先”与“监管优先”模式;第四,临界条件显性化:求解 θ 与 z ,明确均衡演化条件。

(三) 支付矩阵

基于以上假设和参数改进,本文构建平台、参与企业、政府部门三方主体之间的博弈支付矩阵,如表1所示。

表1 政府、平台与参与企业数据共享三方支付矩阵

策略选择			政府部门	
			监管 z	合作 $1-z$
平台	共享	参与企业	$s_A d_{BA} - c_t - m_A d_{AB} + \alpha d_{AB} - o$	$s_A d_{BA} - c_t - m_A d_{AB} + \alpha d_{AB} + C_s - o$
			$s_B d_{AB} - m_B d_{BA} + \alpha d_{BA} + o$	$s_B d_{AB} - m_B d_{BA} + \alpha d_{BA} + o$
			$-C_g - N_g - \alpha d_{AB} - \alpha d_{BA}$	$-C_s + O_s - \alpha d_{AB} - \alpha d_{BA}$
			$s_A (1/\theta) d_{BA} - c_t - m_A d_{AB} + \alpha d_{AB}$	$s_A (1/\theta) d_{BA} - c_t - m_A d_{AB} + \alpha d_{AB} + C_s$
			$s_B d_{AB} + k_B (1-1/\theta) d_{BA} - m_B d_{BA} +$	$s_B d_{AB} + k_B (1-1/\theta) d_{BA} - m_B d_{BA} + \alpha \theta d_{BA}$
			$\alpha (1/\theta) d_{BA} - \beta (1/\theta) d_{BA}$	
	机会共享	参与企业	$-C_g + O_g + \beta (1/\theta) d_{BA} - \alpha d_{AB} - \alpha (1/\theta) d_{BA}$	$-C_s - N_s - \alpha d_{AB} - \alpha (1/\theta) d_{BA}$
			$s_A d_{BA} + k_A (1-1/\theta) d_{AB} - c_t -$	$s_A d_{BA} + k_A (1-1/\theta) d_{AB} - c_t -$
			$m_A \theta d_{AB} - \beta (1/\theta) d_{BA} - o$	$m_A (1/\theta) d_{AB} + C_s - o$
			$s_B (1/\theta) d_{AB} - m_B d_{BA} + \alpha d_{BA} + o$	$s_B (1/\theta) d_{AB} - m_B d_{BA} + \alpha d_{BA} + o$
			$-C_g + O_g + \beta (1/\theta) d_{AB} - \alpha d_{BA}$	$C_s - N_s - \alpha d_{BA}$
			$s_A (1/\theta) d_{BA} + k_A (1-1/\theta) d_{AB} - c_t -$	$s_A \theta d_{BA} + k_A (1-\theta) d_{AB} - c_t - m_A (1/\theta) d_{AB} + C_s$
平台	机会共享	参与企业	$m_A (1/\theta) d_{AB} - \beta (1/\theta) d_{BA}$	
			$s_B (1/\theta) d_{AB} + k_B (1-1/\theta) d_{BA} -$	$s_B \theta d_{AB} + k_B (1-1/\theta) d_{BA} - m_B (1/\theta) d_{BA}$
			$m_B (1/\theta) d_{BA} - \beta (1/\theta) d_{BA}$	
			$-C_g + O_g + \beta (1/\theta) d_{AB} + \beta (1/\theta) d_{BA}$	$C_s - N_s$

(四) 三方主体博弈收益期望函数构建

基于表1的三方支付矩阵,可以构建三方演化主体的收益期望函数并求解策略稳定点。

对于平台,选择共享、机会数据共享策略收益期望函数的推导过程如下:

$$E_{A1} = yz(s_A d_{BA} - c_t - m_A d_{AB} + \alpha d_{AB} - o) + y(1-z)(s_A d_{BA} - c_t - m_A d_{AB} + \alpha d_{AB} + C_s - o) + (1-y)z(s_A (1/\theta) d_{BA} - c_t - m_A d_{AB} + \alpha d_{AB}) + (1-y)(1-z)(s_A (1/\theta) d_{BA} - c_t - m_A d_{AB} + \alpha d_{AB} + C_s), \quad (1)$$

$$E_{A2} = yz(s_A d_{BA} + k_A (1-1/\theta) d_{AB} - c_t - m_A (1/\theta) d_{AB} - \beta (1/\theta) d_{BA} - o) + y(1-z)(s_A d_{BA} + k_A (1-1/\theta) d_{AB} - c_t - m_A (1/\theta) d_{AB} + C_s - o) + (1-y)z(s_A (1/\theta) d_{BA} + k_A (1-1/\theta) d_{AB} - c_t - m_A (1/\theta) d_{AB} - \beta (1/\theta) d_{BA}) + (1-y)(1-z)(s_A \theta d_{BA} + k_A (1-1/\theta) d_{AB} - c_t - m_A (1/\theta) d_{AB} + C_s), \quad (2)$$

$$\overline{E_A} = xE_{A1} + (1-x)E_{A2}. \quad (3)$$

其中,式(1)为平台选择共享的期望函数、式(2)为平台选择机会共享的期望函数、式(3)为平台行为选择的平均期望函数。

对于参与企业,选择共享、机会数据共享策略收益期望函数的推导过程如下:

$$E_{B1} = xz(s_B d_{AB} - m_B d_{BA} + \alpha d_{BA} + o) + x(1-z)(s_B d_{AB} - m_B d_{BA} + \alpha d_{BA} + o) + (1-x)z(s_B (1/\theta) d_{AB} - m_B d_{BA} + \alpha d_{BA} + o) + (1-x)(1-z)(s_B (1/\theta) d_{AB} - m_B d_{BA} + \alpha d_{BA} + o), \quad (4)$$

$$E_{B2} = xz(s_B d_{AB} + k_B (1-1/\theta) d_{BA} - m_B d_{BA} + \alpha (1/\theta) d_{BA} - \beta (1/\theta) d_{BA}) + x(1-z)(s_B d_{AB} + k_B (1-1/\theta) d_{BA} - m_B d_{BA} + \alpha (1/\theta) d_{BA}) + (1-x)z(s_B (1/\theta) d_{AB} + k_B (1-1/\theta) d_{BA} - m_B (1/\theta) d_{BA} - \beta (1-1/\theta) d_{BA}) + (1-x)(1-z)(s_B (1/\theta) d_{AB} + k_B (1-1/\theta) d_{BA} - m_B (1/\theta) d_{BA}), \quad (5)$$

$$\overline{E_B} = yE_{B1} + (1-y)E_{B2} \quad (6)$$

其中,式(4)为参与企业选择共享的期望函数、式(5)为参与企业选择机会共享的期望函数、式(6)为参与企业行为选择的平均期望函数。

对于政府部门,选择监管、激励策略收益期望函数的推导过程如下:

$$E_{G1} = xy(-C_g - N_g - \alpha d_{AB} - \alpha d_{BA}) + x(1-y)(-C_g + O_g + \beta(1/\theta)d_{BA} - \alpha d_{AB} - \alpha(1/\theta)d_{BA}) + (1-x)y(-C_g + O_g + \beta(1/\theta)d_{AB} - \alpha d_{BA}) + (1-x)(1-y)(-C_g + O_g + \beta(1/\theta)d_{AB} + \beta(1/\theta)d_{BA}), \quad (7)$$

$$E_{G2} = xy(-C_s + O_s - \alpha d_{AB} - \alpha d_{BA}) + x(1-y)(-C_s - N_s - \alpha d_{AB} - \alpha \theta d_{BA}) + (1-x)y(C_s - N_s - \alpha d_{BA}) + (1-x)(C_s - N_s), \quad (8)$$

$$\overline{E_G} = zE_{B1} + (1-z)E_{B2} \quad (9)$$

其中,式(7)为政府部门选择监管的期望函数、式(8)为政府部门选择激励的期望函数、式(9)为政府部门行为选择的平均期望函数。

(五) 演化稳定策略求解

1. 平台的复制动态方程及策略稳定性分析。根据 Malthusian 方程,平台选择数据共享策略概率的增长率等于其选择数据共享策略的收益期望函数减去其行为选择的平均期望函数,整理可得其复制动态方程 $F(x)$:

$$F(x) = \frac{dx}{dt} = x(1-x)(\alpha d_{AB} - k_A d_{AB} - m_A d_{AB} + \frac{1}{\theta} k_A d_{AB} + \frac{1}{\theta} m_A d_{AB} + \frac{1}{\theta} \beta d_{AB} z),$$

$F(x)$ 的一阶导数 $F'(x)$ 为:

$$F'(x) = (1-2x)(\alpha d_{AB} - k_A d_{AB} - m_A d_{AB} + \frac{1}{\theta} k_A d_{AB} + \frac{1}{\theta} m_A d_{AB} + \frac{1}{\theta} \beta d_{AB} z),$$

进一步,令 $G(z) = \alpha d_{AB} - k_A d_{AB} - m_A d_{AB} + \frac{1}{\theta} k_A d_{AB} + \frac{1}{\theta} m_A d_{AB} + \frac{1}{\theta} \beta d_{AB} z$ 。

根据稳定性定理,平台的策略稳定点必须满足: $F(x) = 0, F'(x) < 0$ 。则当 $z = z^* = [(1-\theta)k_A d_{AB} + (1-1/\theta)m_A d_{AB} - \alpha d_{AB}] / \beta(1/\theta)d_{AB}$ 时, $G(z) = 0$, 此时所有的 x 都达到稳定状态。当 $z \neq z^*$ 时,则需要根据 z 的大小分情况讨论:首先,如图 2,当 $z < z^*$ 时, $G(x) > 0$, 将 $x=1$ 和 $x=0$ 依次代入,有 $F'(0) < 0$ 和 $F'(1) > 0$, 可见此时 $x=0$ 达到稳定条件 ($F(x) = 0, F'(x) < 0$), 即为演化稳定点 (Evolutionarily Stable Strategy, ESS); 其次,如图 1,当 $z > z^*$ 时, $G(x) < 0$, 将 $x=1$ 和 $x=0$ 依次代入,有 $F'(0) > 0$ 和 $F'(1) < 0$, 此时 $x=1$ 为演化稳定点。故平台的稳定策略如图 1 所示。

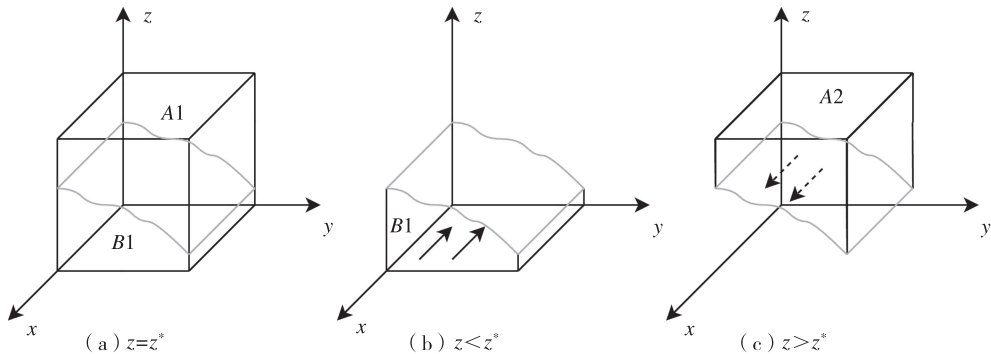


图 1 平台稳定策略

推论 1: 当政府部门选择监管策略的概率增加时,平台选择数据共享策略的概率亦随之上升。即政府部门监管意愿越强,平台越倾向于采取数据共享策略。

证明: 当 $z < z^* = [(1-1/\theta)k_A d_{AB} + (1-1/\theta)m_A d_{AB} - \alpha d_{AB}] / \beta(1/\theta)d_{AB}$ 时, $F'(0) < 0$, 则 $x=0$ 是演化均衡

策略;当 $z > z^*$ 时, $x = 1$ 为演化均衡策略。可见,当政府选择监管策略的概率 z 增大时,平台的稳定策略选择由 $x = 0$ (机会共享)演化至 $x = 1$ (共享)。

推论 2:平台选择数据共享策略的概率与共享数据颗粒度、政府部门的奖励和惩罚强度正相关,与边际成本和机会收益负相关。

证明:当 $z^* = [(1-1/\theta)k_A d_{AB} + (1-1/\theta)m_A d_{AB} - \alpha d_{AB}] / [\beta(1/\theta)d_{AB}]$ 时,一方面,当 θ 减小, α 和 β 增大时, z^* 减小,截面向下平移,此时图1中A1体积将增加,这与平台选择数据共享策略的概率增大相等价,平台将倾向于选择数据共享策略;另一方面,当 k_A 和 m_A 增大时, z^* 增大,截面向上平移,此时图1中B1的体积将变大,这与平台选择机会数据共享策略的概率增大相等价,平台将倾向于选择机会数据共享策略。

2. 参与企业的复制动态方程及策略稳定性分析。根据 Malthusian 方程,参与企业选择数据共享策略概率的增长率等于其选择数据共享策略的收益期望函数减去其行为的平均期望函数,整理可得其复制动态方程 $F(y)$:

$$F(y) = \frac{dy}{dt} = y(1-y) \left(\alpha d_{BA} - k_B d_{BA} - m_B d_{BA} + \frac{1}{\theta} k_B d_{BA} + \frac{1}{\theta} m_B d_{BA} - \frac{1}{\theta} \alpha d_{BA} x + \frac{1}{\theta} \beta d_{BA} z + o \right),$$

$F(y)$ 的一阶导数 $F'(y)$ 为:

$$F'(y) = (1-2y) \left(\alpha d_{BA} - k_B d_{BA} - m_B d_{BA} + \frac{1}{\theta} k_B d_{BA} + \frac{1}{\theta} m_B d_{BA} - \frac{1}{\theta} \alpha d_{BA} x + \frac{1}{\theta} \beta d_{BA} z + o \right),$$

$$\text{令 } H(z) = \alpha d_{BA} - k_B d_{BA} - m_B d_{BA} + \frac{1}{\theta} k_B d_{BA} + \frac{1}{\theta} m_B d_{BA} - \frac{1}{\theta} \alpha d_{BA} x + \frac{1}{\theta} \beta d_{BA} z + o.$$

与平台策略类似,参与企业的策略稳定点必须满足: $F(y) = 0, F'(y) < 0$ 。当满足 $z = z^{**} = [(1-1/\theta)k_A d_{BA} + (1-1/\theta)m_A d_{BA} - (1-1/\theta)\alpha d_{BA} x - o] / [\beta(1/\theta)d_{BA}]$ 时,所有的 y 都达到稳定状态。当 $z \neq z^{**}$ 时,则需要根据 z 的大小分情况讨论:首先,当 $z < z^{**}$ 时, $H(z) > 0$,将 $y = 1$ 和 $y = 0$ 依次带入 $F'(y) = (1-2y)H(z)$,有 $F'(0) < 0$ 和 $F'(1) > 0$,可见此时 $y = 0$ 达到稳定条件;此外,当 $z > z^{**}$ 时, $H(z) < 0$,将 $y = 1$ 和 $y = 0$ 依次带入 $F'(y) = (1-2y)H(z)$,有 $F'(0) > 0$ 和 $F'(1) < 0$,此时 $y = 1$ 为演化稳定点。故参与企业的稳定策略如图2所示。

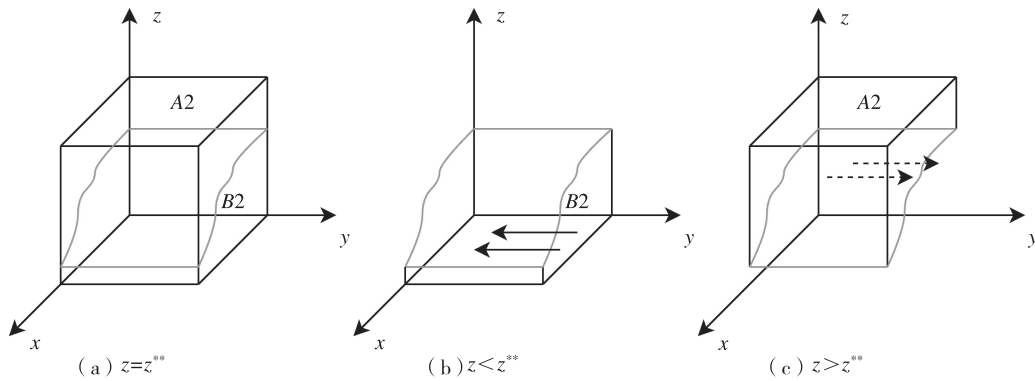


图2 参与企业稳定策略

推论 3:当政府部门选择监管策略的概率和平台选择共享策略的概率增加时,参与企业选择数据共享策略的概率亦随之上升。

证明: $z < z^{**} = [(1-1/\theta)k_A d_{BA} + (1-1/\theta)m_A d_{BA} - (1-1/\theta)\alpha d_{BA} x - o] / [\beta(1/\theta)d_{BA}]$ 时, $F'(0) < 0$,则 $y = 0$ 是演化均衡策略;当 $z > z^{**}$ 时, $y = 1$ 为演化均衡策略。可见,当政府选择监管策略的概率 z 增大和平台选择共享策略的概率 x 增加时,参与企业的稳定策略选择由 $y = 0$ (机会共享)演化至 $y = 1$ (共享)。

推论 4:参与企业选择数据共享策略的概率与平台的数据必须设施购置补贴、政府部门的奖励力度

和惩罚强度正相关,与边际成本和机会收益负相关。

证明: $z^{**} = [(1-1/\theta)k_A d_{BA} + (1-1/\theta)m_A d_{BA} - (1-1/\theta)\alpha d_{BA} x - o]/\beta(1/\theta)d_{BA}$ 。一方面,当 o 、 α 和 β 增大时, z^{**} 减小,截面向下平移,此时图 2 中 A2 体积将增加,这与参与企业选择数据共享策略的概率增大相等价,参与企业将倾向于选择数据共享策略;另一方面,当 k_A 和 m_A 增大时, z^{**} 增大,截面向上平移,此时图 2 中 B2 的体积将变大,这与参与企业选择机会数据共享策略的概率增大相等价,此时参与企业将倾向于选择机会数据共享策略。

3. 政府部门的复制动态方程及策略稳定性分析。根据 Malthusian 方程,政府部门选择数据共享策略概率的增长率等于其选择数据共享策略的收益期望函数减去其行为选择的平均期望函数,整理可得其复制动态方程 $F(z)$:

$$F(z) = \frac{dz}{dt} = z(1-z) \left(-C_g + C_s + N_s + O_g + \beta d_{AB} + \frac{1}{\theta} \beta d_{BA} - \beta d_{AB} x - \beta d_{AB} xy - N_g xy - N_s xy - O_s xy - O_g xy + \frac{1}{\theta} \beta d_{AB} y - \frac{1}{\theta} \beta d_{BA} y + \beta d_{AB} xy - \frac{1}{\theta} \beta d_{AB} xy \right),$$

$F(z)$ 的一阶导数 $F'(z)$ 为:

$$F'(z) = (1-2z) \left(-C_g + C_s + N_s + O_g + \beta d_{AB} + \frac{1}{\theta} \beta d_{BA} - \beta d_{AB} x - \beta d_{AB} xy - N_g xy - N_s xy - O_s xy - O_g xy + \frac{1}{\theta} \beta d_{AB} y - \frac{1}{\theta} \beta d_{BA} y + \beta d_{AB} xy - \frac{1}{\theta} \beta d_{AB} xy \right),$$

$$\text{令 } J(y) = -C_g + C_s + N_s + O_g + \beta d_{AB} + \frac{1}{\theta} \beta d_{BA} - \beta d_{AB} x - \beta d_{AB} xy - N_g xy - N_s xy - O_s xy - O_g xy + \frac{1}{\theta} \beta d_{AB} y - \frac{1}{\theta} \beta d_{BA} y + \beta d_{AB} xy - \frac{1}{\theta} \beta d_{AB} xy。$$

根据稳定性定理,政府部门的策略稳定点必须满足: $F(z) = 0$, $F'(z) < 0$ 。则当 $y = y^* = \frac{C_s - C_g + N_s + N_g + \beta d_{AB} + \beta(1/\theta)d_{AB} - \beta d_{AB}}{\beta d_{AB} + N_s x + N_g x + O_g x + O_s x - \beta(1/\theta)d_{AB} + \beta(1/\theta)d_{BA} - \beta d_{AB} x + \beta(1/\theta)d_{AB} x}$ 时, $J(y) = 0$, 此时所有的 z 都达到稳定状态。当 $y \neq y^*$ 时,则需要根据 y 的大小分情况讨论:

首先,当 $y < y^*$ 时, $J(y) > 0$, 将 $z = 1$ 和 $z = 0$ 依次代入,有 $F'(0) < 0$ 和 $F'(1) > 0$, 可见此时 $z = 1$ 达到稳定条件;其次,当 $y > y^*$ 时, $J(y) < 0$, 将 $z = 1$ 和 $z = 0$ 依次代入,有 $F'(0) > 0$ 和 $F'(1) < 0$, 此时 $z = 0$ 为演化稳定点。故参与政府部门的稳定策略如图 3 所示。

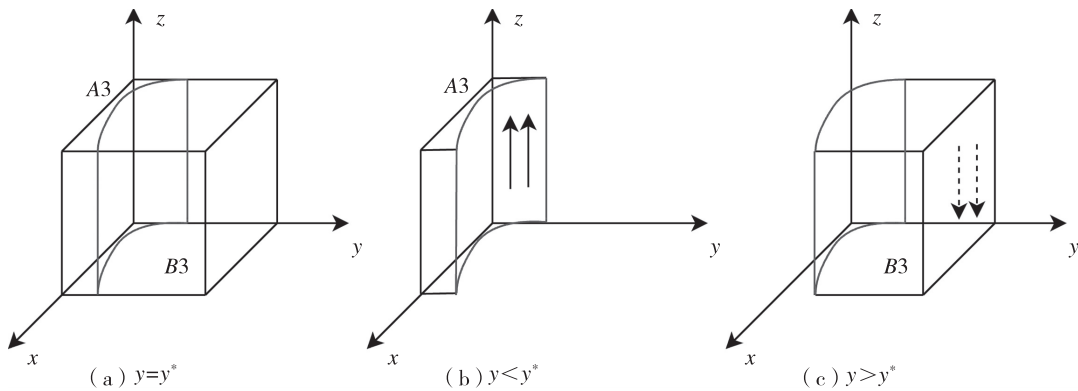


图 3 政府部门稳定策略

推论 5: 当平台和参与企业选择数据共享策略的概率增加时,政府部门选择激励策略的概率亦随之上升。即平台和参与企业数据共享的意愿越强,政府部门则越倾向于采取激励策略。

证明: 由政府部门策略稳定性分析可知,当 $y < y^*$ 时, $F'(1) < 0$, 则 $z = 1$ 是演化均衡策略;反之,当 $y >$

y^* 时, $z=0$ 为演化均衡策略。同理, 当 $x < x^*$ 时, $z=1$ 是演化均衡策略; 而当 $x > x^*$ 时, $z=0$ 是演化均衡策略。可见, 当平台和参与企业选择数据共享策略概率 x 或 y 增大时, 政府部门的稳定策略选择由 $z=1$ (监管) 演化至 $z=0$ (激励)。

推论 6: 政府部门选择监管策略的概率与监管成本负相关, 与社会负面声誉正相关。

证明: 由图 3 分析可知, 当 N_s 和 N_g 增大时, y^* 增大, 截面右移, 即 B3 增大, 政府部门选择监管策略的概率增大; 当 C_g 增大时, y^* 减小, 对比图 3, 当 y^* 变小的时候, 截面左移, 即 A3 变小, 政府部门选择激励策略的概率增大。

(六) 三方演化博弈系统均衡点的稳定性分析

在三方演化博弈中, 存在 8 种组合策略。根据 Lyapunov 第一法则: Jacobian 矩阵所有特征值都为负实部, 则该均衡点是渐近稳定点; Jacobian 矩阵至少有一个正实部, 则该均衡点是不稳定点; Jacobian 矩阵有实部为 0 的特征值, 其余特征值为负实部, 则该均衡点处于临界状态。各均衡点稳定性分析结果如表 2 所示。

表 2 均衡点稳定性分析

均衡点	特征值 $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$	均衡点稳定性条件
$\eta = (0, 0, 0)$	$\alpha d_{AB} - k_A d_{AB} - m_A d_{AB} + k_A (1/\theta) d_{AB} + m_A (1/\theta) d_{AB}$	$\theta > \frac{k_A + m_A}{k_A + m_A - \alpha}$
	$C_s - C_g + N_s + O_g + \beta d_{AB} + \beta (1/\theta) d_{BA}$	$C_g > C_s + N_s + O_g$
	$o + \alpha d_{BA} - k_B d_{BA} - m_B d_{BA} + k_B (1/\theta) d_{BA} + m_B (1/\theta) d_{BA}$	$\theta > \frac{(k_B + m_B) d_{BA}}{(k_A + m_A - \alpha) d_{BA} - o}$
$\eta = (0, 1, 0)$	$C_s - C_g + N_s + O_g + \beta d_{AB}$	$C_g > C_s + N_s + O_g + \beta d_{AB}$
	$\alpha d_{AB} - k_A d_{AB} - m_A d_{AB} + k_A (1/\theta) d_{AB} + m_A (1/\theta) d_{AB}$	$\theta > \frac{k_A + m_A}{k_A + m_A - \alpha}$
	$k_B d_{BA} - \alpha d_{BA} - o + m_B d_{BA} - k_B (1/\theta) d_{BA} - m_B (1/\theta) d_{BA}$	$\theta < \frac{(k_B + m_B) d_{BA}}{(k_A + m_A - \alpha) d_{BA} - o}$
$\eta = (0, 0, 1)$	$C_g - C_s - N_s - O_g - \beta d_{AB} - \beta (1/\theta) d_{BA}$	$C_g < C_s + N_s + O_g + \beta d_{AB} + \beta (1/\theta) d_{BA}$
	$\alpha d_{AB} - k_A d_{AB} - m_A d_{AB} + \beta (1/\theta) d_{AB} + k_A (1/\theta) d_{AB} + m_A (1/\theta) d_{AB}$	$\theta > \frac{k_B + m_B + \beta}{k_A + m_A - \alpha}$
	$o + \alpha d_{BA} - k_B d_{BA} - m_B d_{BA} + \beta (1/\theta) d_{BA} + k_B (1/\theta) d_{BA} + m_B (1/\theta) d_{BA}$	$\theta > \frac{(k_B + m_B + \beta) \theta d_{BA}}{(k_A + m_A - \alpha) d_{BA} - o}$
$\eta = (0, 1, 1)$	$C_g - C_s - N_s - O_g - \beta (1/\theta) d_{AB}$	$C_g < C_s + N_s + O_g + \beta (1/\theta) d_{AB}$
	$\alpha d_{AB} - k_A d_{AB} - m_A d_{AB} + \beta (1/\theta) d_{AB} + k_A (1/\theta) d_{AB} + m_A (1/\theta) d_{AB}$	$\theta > \frac{k_B + m_B + \beta}{k_A + m_A - \alpha}$
	$k_B d_{BA} - \alpha d_{BA} - o + m_B d_{BA} - k_B (1/\theta) d_{BA} - m_B (1/\theta) d_{BA}$	$\theta < \frac{(k_B + m_B) d_{BA}}{(k_A + m_A - \alpha) d_{BA} - o}$
$\eta = (1, 0, 0)$	$C_s - C_g + N_s + O_g + \beta (1/\theta) d_{BA}$	$C_g > C_s + N_s + O_g + \beta (1/\theta) d_{BA}$
	$k_A d_{AB} - \alpha d_{AB} + m_A d_{AB} - k_A (1/\theta) d_{AB} - m_A (1/\theta) d_{AB}$	$\theta < \frac{k_A + m_A}{k_A + m_A - \alpha}$
	$o + \alpha d_{BA} - k_B d_{BA} - m_B d_{BA} - \alpha (1/\theta) d_{BA} + k_B (1/\theta) d_{BA} + m_B (1/\theta) d_{BA}$	$\theta > \frac{(k_B + m_B - \alpha) d_{BA}}{(k_A + m_A - \alpha) d_{BA} - o}$

续表2

均衡点	特征值 $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$	均衡点稳定性条件
	$C_s - C_g - N_g - O_s$	$C_g > C_s - N_g - O_s$
	$k_A d_{AB} - \alpha d_{AB} + m_A d_{AB} - k_A (1/\theta) d_{AB} -$ $m_A (1/\theta) d_{AB}$	$\theta < \frac{k_A + m_A}{k_A + m_A - \alpha}$
$\eta = (1, 1, 0)$	$k_B d_{BA} - \alpha d_{BA} - o + m_B d_{BA} - k_B (1/\theta) d_{BA} -$ $m_B (1/\theta) d_{BA} + \alpha (1/\theta) d_{BA}$	$\theta < \frac{(k_B + m_B - \alpha) d_{BA}}{(k_A + m_A - \alpha) d_{BA} - o}$
	$k_B d_{BA} - \alpha d_{BA} - o + m_B d_{BA} - k_B (1/\theta) d_{BA} -$ $m_B (1/\theta) d_{BA} + \alpha (1/\theta) d_{BA}$	$\theta < \frac{(k_B + m_B - \alpha) d_{BA}}{(k_A + m_A - \alpha) d_{BA} - o}$
	$C_g - C_s - N_s - O_g - \beta (1/\theta) d_{BA}$	$C_g < C_s + N_s + O_g + \beta (1/\theta) d_{BA}$
$\eta = (1, 0, 1)$	$k_A d_{AB} - \alpha d_{AB} + m_A d_{AB} - \beta \theta d_{AB} -$ $k_A (1/\theta) d_{AB} - m_A (1/\theta) d_{AB}$	$\theta < \frac{k_B + m_B + \beta}{k_A + m_A - \alpha}$
	$o + \alpha d_{BA} - k_B d_{BA} - m_B d_{BA} - \alpha (1/\theta) d_{BA} + \beta (1/\theta) d_{BA} +$ $k_B (1/\theta) d_{BA} + m_B (1/\theta) d_{BA}$	$\theta > \frac{(k_B + m_B + \beta) d_{BA}}{(k_A + m_A - \alpha) d_{BA} - o}$
	$C_g - C_s + N_g + O_s$	$C_g < C_s - N_g - O_s$
	$k_A d_{AB} - \alpha d_{AB} + m_A d_{AB} - \beta (1/\theta) d_{AB} -$ $k_A (1/\theta) d_{AB} - m_A (1/\theta) d_{AB}$	$\theta < \frac{k_B + m_B + \beta}{k_A + m_A - \alpha}$
$\eta = (1, 1, 1)$	$k_B d_{BA} - \alpha d_{BA} - o + m_B d_{BA} + \alpha (1/\theta) d_{BA} - \beta \theta d_{BA} -$ $k_B (1/\theta) d_{BA} - m_B (1/\theta) d_{BA}$	$\theta < \frac{(k_B + m_B + \beta) d_{BA}}{(k_A + m_A - \alpha) d_{BA} - o}$

推论 7:在条件 $(k_A + m_A - \alpha) / (k_A + m_A) < \theta < 1$ 与 $C_g > C_s + N_s + O_g$ 同时满足的情况下,平台、参与企业及政府部门的演化稳定策略呈现为 $(0, 0, 0)$ 状态,即平台与参与企业倾向于不采用数据共享策略,而政府则选择激励策略。

推论 7 表明,首先,此时双方的数据颗粒度尚未低于临界条件,导致平台与参与企业均倾向于采取机会共享策略,即在实际操作中保留数据共享的可能性但非全面共享,以规避共享成本同时保留从不当行为中获利的空间。其次,尽管政府采取了激励策略,但由于平台与参与企业已基于较高的数据颗粒度选择了机会共享策略,政府的激励措施未能有效激发全面数据共享的积极性。

推论 8:当满足 $(k_B + m_B + \beta) / (k_A + m_A - \alpha) < \theta < 1, 0 < C_g < C_s + N_s + O_g + \beta d_{AB} + \beta \theta d_{BA}$ 条件时,平台、参与企业及政府部门的演化稳定策略呈现为 $(0, 0, 1)$,即平台与参与企业均选择不采用数据共享策略,而政府部门则采取监管策略。

推论 8 表明,一方面,针对平台与参与企业而言,双方之间的数据颗粒度尚不足以跨越某一关键阈值,导致通过非法渠道如违法售卖、违规使用等“不当行为”获取的净收益显著高于数据共享策略下的收益。另一方面,当监管成本低于激励措施的成本及其所伴随的社会声誉效应之和时,政府更倾向于实施监管策略。然而,值得注意的是,尽管上述分析指出了系统趋向于 $(0, 0, 1)$ 的演化稳定策略,但在实践中,系统应趋向于(机会共享、机会共享、监管)的稳定状态,而非(机会共享、机会共享、激励)。可见,推论 8 为系统“无效”均衡状态。

推论 9:当满足 $0 < \theta < (k_B + m_B + \beta) \theta d_{BA} / [(k_A + m_A - \alpha) d_{BA} - o], 0 < C_g < C_s - N_g - O_s$ 条件时,平台、参与企业和政府演化稳定策略的均衡点为 $(1, 1, 1)$,即平台和参与企业选择数据共享策略,政府部门选择监管策略。

推论 9 表明,一方面,对于平台和参与企业而言,此时两者之间的数据颗粒度小于临界值,故平台与

参与企业在进行数据共享策略时所带来的收益将大于其采用机会共享策略所获净收益,平台以及参与企业均会选择数据共享策略;另一方面,对于政府部门而言,其监管成本较小,故此时政府部门更愿意选择监管策略。最终,随着三者博弈演化周期的增加,系统演化至(共享、共享、监管)的“理想”状态之一。

推论 10:当满足 $0 < \theta < (k_B + m_B + \beta) \theta d_{BA} / [(k_A + m_A - \alpha) d_{BA} - o]$ 、 $C_g > C_s - N_g - O_s$ 条件时,平台、参与企业与政府部门的演化稳定策略呈现为(1,1,0),即平台与参与企业均选择共享数据策略,而政府部门则倾向于激励策略。

推论 10 表明,一方面,平台与参与企业之间的数据颗粒度已经达到了小于临界值的要求,这意味着数据共享策略的实施能够带来显著的协同效应与增值效益。相较于采取机会共享策略(即保留部分数据不共享以追求额外收益),全面数据共享所带来的整体收益更为丰厚。另一方面,鉴于监管成本的高昂,政府部门在权衡利弊后更倾向于采用激励策略。激励策略旨在通过政策引导、资金扶持等方式,激发平台与参与企业数据共享的积极性,进而促进整个数据生态系统的健康发展。相较于直接监管,激励策略在降低政府成本的同时,也能更好地适应市场发展的需求,实现政府与市场的良性互动。综上所述,随着系统演化期数的不断增加,平台、参与企业与政府部门之间的策略选择将逐渐趋于稳定,并最终达到(共享、共享、激励)的策略均衡状态。这一均衡状态不仅体现了市场机制的内在逻辑,也反映了政府与市场在数据共享领域中的有效合作与协同。

三、演化数值仿真分析

(一) 演化稳定策略情形验证

本文综合考虑了冯振华等^[11]、刑青松等^[18]、魏益华等^[24]和推论 7~10 参数的取值约束条件对各变量赋初值。首先,考虑共享数据颗粒度 θ 小于临界值情形:研究推论 7 和推论 8 所代表的情形,即当 $(k_A + m_A - \alpha) / (k_A + m_A) < \theta < 1$ 与 $C_g > C_s + N_s + O_g$ 或 $(k_B + m_B + \beta) / (k_A + m_A - \alpha) < \theta < 1$ 与 $0 < C_g < C_s + N_s + O_g + \beta d_{AB} + \beta \theta d_{BA}$ 时,结合既有研究和推论假设条件,可以赋值得到数组 1 ($s_A = 4, s_B = 5, \theta = 0.6, d_{AB} = 5, d_{BA} = 5, C_t = 4, C_m = 5, m_A = 5, m_B = 5, k_A = 10, k_B = 10, C_g = 50, C_s = 10, O_s = 10, O_g = 10, N_s = 10, N_g = 10, \alpha = 2, \beta = 2, o = 2$) 和数组 2 ($s_A = 4, s_B = 5, \theta = 0.6, d_{AB} = 5, d_{BA} = 5, C_t = 4, C_m = 5, m_A = 5, m_B = 5, k_A = 10, k_B = 10, C_g = 20, C_s = 10, O_s = 10, O_g = 10, N_s = 10, N_g = 10, \alpha = 2, \beta = 2, o = 2$),并根据赋值在 MATLAB 中进行仿真,仿真结果如图 4(a)和图 4(b)所示。当数据颗粒度高于临界阈值时,系统演化路径因监管成本与临界值的相对关系呈现显著分异。图 4(a)表明,尽管政府初期尝试通过监管策略抑制机会主义行为,但高监管成本导致其难以持续承担监管负担,最终策略被动转向激励模式。在此过程中,平台与企业的共享意愿因高颗粒度数据的高转化成本(如复杂数据结构解析与清洗)持续弱化,而机会共享策略因信息不对称优势(如截留关键字段或模糊元数据标签)逐渐占据主导,最终三方策略收敛于(0,0,0)均衡。这一均衡的本质是“政策失效陷阱”——政府因成本约束放弃监管,而高 θ 值下的共享净收益劣势迫使主体选择机会共享,形成低效稳态。图 4(b)则揭示了另一种矛盾:政府初期虽可承受监管成本并强化监管,但由于数据颗粒度高于临界阈值条件下数据属性的固有缺陷(如半结构化数据嵌套层级复杂),监管措施仅能短暂抑制机会主义(如惩罚系数的短期威慑效应),却无法逆转共享成本—收益的结构性失衡。随着演化进程推进,平台与企业因持续面临高转化成本而逐步降低共享概率,最终系统收敛于(0,0,1)的“监管孤岛”均衡——政府虽维持监管姿态,但主体策略已固化于机会共享,政策目标实质落空。

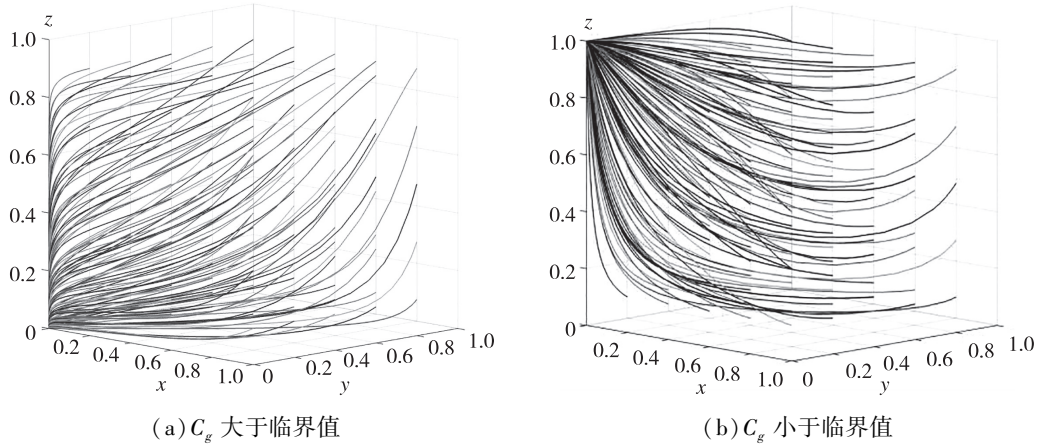


图 4 θ 大于临界值情形

其次,考虑共享数据颗粒度 θ 大于临界值情形:研究推论 9 和推论 10 所代表的情形,即分别满足推论 9 的假设条件: $0 < \theta < (k_B + m_B + \beta) \theta d_{BA} / [(k_A + m_A - \alpha) d_{BA} - o]$ 、 $0 < C_g < C_s - N_g - O_s$;推论 10 的假设条件: $0 < \theta < (k_B + m_B + \beta) \theta d_{BA} / [(k_A + m_A - \alpha) d_{BA} - o]$ 、 $C_g > C_s - N_g - O_s$,结合既有研究和推论假设条件,可以赋值得到数组 3($s_A = 4, s_B = 5, \theta = 0.1, d_{AB} = 5, d_{BA} = 5, C_t = 4, C_m = 5, m_A = 5, m_B = 5, k_A = 10, k_B = 10, C_g = 5, C_s = 30, O_s = 10, O_g = 10, N_s = 10, N_g = 10, \alpha = 2, \beta = 2, o = 2$)和数组 4($s_A = 4, s_B = 5, \theta = 0.1, d_{AB} = 5, d_{BA} = 5, C_t = 4, C_m = 5, m_A = 5, m_B = 5, k_A = 10, k_B = 10, C_g = 20, C_s = 30, O_s = 10, O_g = 10, N_s = 10, N_g = 10, \alpha = 2, \beta = 2, o = 2$),并根据赋值在 MATLAB 中进行仿真,仿真结果如图 5(a) 和图 5(b) 所示。当数据颗粒度低于临界阈值时,系统演化路径因监管成本与政策适配阈值的动态关系呈现两类型“理想均衡”。图 5(a) 表明,尽管初始阶段政府因监管成本较高而倾向于激励策略,但随着演化进程的推进,平台与企业的高共享概率通过声誉反馈机制(如数据复用率提升带动 O_g 增长)倒逼政府策略向监管模式迁移,最终三方收敛于 $(1, 1, 1)$ 均衡。图 5(b) 则揭示了另一种理想路径:政府初期选择激励策略,通过补贴系数与数据颗粒度的负向关联快速提升主体共享意愿;随着系统向高共享率演化,政府逐步降低激励强度并过渡至监管模式,但因监管成本阈值未触发,最终稳定于 $(1, 1, 0)$ 均衡。这一过程的本质是“政策协同效应”——低颗粒度不仅直接抑制机会主义倾向,还通过数据要素的互补性(如平台 A 的低颗粒度数据与企业 B 的高转化能力协同)放大共享协同效应,使得即便政府减少干预,主体仍能维持稳定共享。

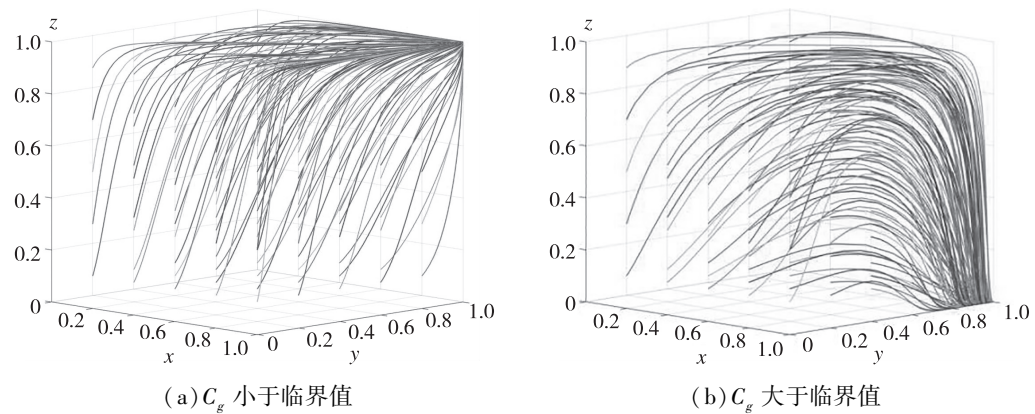


图 5 θ 小于临界值情形

(二) 内外部因素对稳定策略影响的仿真分析

图 6 以系统“理想”均衡状态之一 $(1, 1, 0)$ 为例,仿真模拟了政府激励成本、政府奖励系数、惩罚系

数和平台共享补贴对平台、参与企业、政府部门三方主体策略演化的影响。图6的结果表明,政策工具的有效性不仅取决于其强度,更与数据颗粒度及主体行为的动态反馈深度耦合。首先,政府激励成本的降低对策略收敛的促进作用最为显著。随着政府激励成本逐步下降,平台与企业的共享意愿加速提升,政府激励策略的稳态更快形成。这一现象源于信息经济学中的“成本沉没效应”——较低的激励成本减轻了政府的财政压力,使其能够通过持续补贴强化主体对政策稳定性的预期,进而抑制机会主义倾向,形成“成本优化—信任增强—协同深化”的正向循环。其次,奖励系数的提升同样展现强效驱动作用。奖励机制通过直接放大共享行为的边际收益,重构了主体策略的“成本—收益”权衡逻辑。相较之下,平台共享补贴的敏感性次之。尽管补贴增加能够加速策略收敛,但其效果弱于激励成本与奖励系数的同幅度调整,原因在于补贴的作用对象局限于平台单方,其传导需通过平台的二次分配(如降低接入门槛或提供技术支持)间接影响企业行为,而信息不对称可能导致补贴红利在传递过程中耗散(如平台截留部分资源)。此外,惩罚系数的影响最为有限。在低数据颗粒度条件下,机会主义收益因数据信息密度不足而天然受限,惩罚的边际威慑效用随之递减,体现出“低机会收益削弱惩罚必要性”的治理逻辑。进一步对比四类政策工具的效率排序可知,其敏感性表现为 $\alpha > C_s > o > \beta$,这印证了既有研究中关于“奖励机制对共享意愿的非线性驱动强于惩罚”的理论预期。

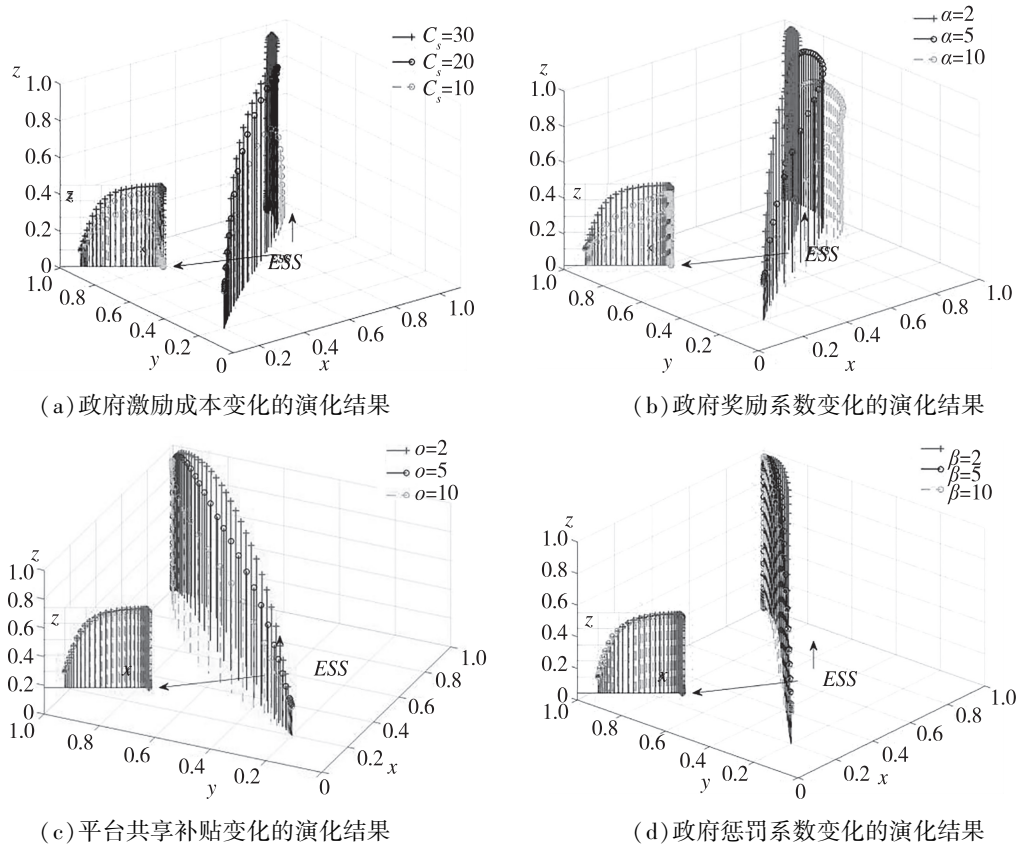


图6 α, β, o 变化的演化结果

四、结论与建议

(一) 研究结论

本文通过构建政府、平台与参与企业的三方演化博弈模型,系统解析了数据颗粒度对共享策略演化

的调节机制及政府动态策略的适配路径。主要结论包括:首先,初始意愿驱动机制层面:数据颗粒度的降低能显著提升平台与企业的初始共享意愿,但需平衡转化成本与机会主义抑制效应;政府初始监管概率对平台策略的影响强度远高于参与企业,表明政策信号对平台行为具有更强导向性。其次,临界阈值效应层面:数据颗粒度存在临界阈值,当低于该阈值时,系统趋向“理想共享”均衡;反之,则机会共享策略占据主导。该阈值与政府监管成本呈负向动态关联,验证了“低监管成本需匹配高颗粒度”的治理原则。最后,政府策略适配路径层面:“先激励后监管”模式在低监管成本场景下能加速系统收敛,而高监管成本时需切换为“先监管后激励”模式,其效果取决于声誉机制与奖惩系数的动态协同。

(二) 政策建议

第一,数据颗粒度分级治理,主要包含结构化、半结构化、非结构化三级数据。结构化数据层面,建议平台以字段数/表关联数为分级标准,要求平台开放 API 接口时实施动态降粒度处理,具体可参照上海市公共数据开放平台经验,对含敏感字段的交通数据表实施关联数动态控制。对于半结构化数据层面,建议平台按嵌套层级设定颗粒度阈值,并将其纳入数据共享协议合规条款,具体可借鉴北京政务服务数据共享平台的做法,将 JSON 格式的社保数据嵌套层级限定为 3 级并通过协议约束。对于非结构化数据层面,建议平台推行元数据标签的强制标注,利用自然语言处理技术量化颗粒度,具体可参考杭州城市大脑视频分析系统的做法,对交通监控视频实施“时间—路段—事件类型”三维元数据标注。

第二,政府策略动态适配。政府部门面对低监管成本地区(如数字经济示范区)应采用“激励优先”模式,通过税收减免、技术补贴等方式吸引企业参与。例如,针对低监管成本地区,可结合浙江数字经济创新发展试验区(2021 年设立)的实践经验,对入驻数据要素市场的企业实施所得税“三免三减半”政策。面对高监管成本领域(如金融、医疗),政府部门应实施“监管先行”策略,结合联邦学习、区块链溯源等技术降低监管成本。例如,在医疗监管领域可引入深圳南山医院联盟案例,通过联邦学习技术实现医院电子病历联合建模且原始数据不出域。

第三,声誉反馈与奖惩优化。一是要建立政府声誉量化指标体系,将正面声誉与数据复用率、企业满意度挂钩,负面声誉与投诉次数、违规事件关联;二是制定奖惩系数动态调整规则,例如,当数据颗粒度低于阈值时,自动提升补贴强度;反之,强化惩罚力度。具体来说,政府部门在设计声誉反馈与奖惩优化机制时,可融合雄安新区“数据信托”试点经验,将政府数据服务满意度纳入部门考核指标。

(三) 研究局限

本文存在以下两点局限:其一,模型未涵盖多平台竞争场景,未来可引入多智能体仿真分析阿里云、腾讯云等平台的策略交互;其二,数据安全风险(如泄露损失)未被量化,后续可融合隐私计算技术构建风险—收益平衡模型。此外,数据颗粒度的动态衰减效应(如随时间推移导致信息价值下降)值得进一步探索,以便完善长期演化机制。

[参 考 文 献]

- [1] 邢小强, 汤新慧, 王珏, 等. 数字平台履责与共享价值创造: 基于字节跳动扶贫的案例研究[J]. 管理世界, 2021(12): 152-176.
- [2] 中共中央、国务院关于构建数据基础制度更好发挥数据要素作用的意见[EB/OL]. <https://www.gov.cn/zhengce/>

2023-02/27/content_5743484.htm,2024-06-27.

- [3] Zhang L H, Lu Q Y, Huang R, et al. A dynamic incentive mechanism for smart grid data sharing based on evolutionary game theory[J]. *Energies*, 2023, 16(24): 8125.
- [4] Gawer A. Digital platforms' boundaries: The interplay of firm scope, platform sides, and digital interfaces[J]. *Long Range Planning*, 2021, 54(05): 102045.
- [5] Arora A, Jain T. Data sharing between firms and social planners: An economic analysis of regulation, privacy, and competition[J]. *Service Science*, 2024, 16(03): 202-222.
- [6] 郭鑫鑫, 王海燕. 大数据背景下基于数据众包的健康数据共享平台商业模式构建[J]. *管理评论*, 2019(07): 56-64.
- [7] Yang L, Zou W R, Wang J G, et al. EdgeShare: A blockchain-based edge data-sharing framework for Industrial Internet of Things[J]. *Neurocomputing*, 2022, 485: 219-232.
- [8] Li Y, Wang C Z, Li Y C, et al. Granularity decision of microservice splitting in view of maintainability and its innovation effect in government data sharing[J]. *Discrete Dynamics in Nature and Society*, 2020, 2020(01): 1057902.
- [9] Kilic Y, Inan A. Privacy scoring over OSNs: Shared data granularity as a latent dimension[J]. *ACM Transactions on the Web*, 2023, 17(04): 1-28.
- [10] 蔡继明, 刘媛, 高宏, 等. 数据要素参与价值创造的途径: 基于广义价值论的一般均衡分析[J]. *管理世界*, 2022(07): 108-121.
- [11] 冯振华, 裴馨. 平台厂商与政府数据共享行为演化: 博弈机制、路径分析与政策形成[J]. *管理评论*, 2023(10): 175-187.
- [12] 邓崧, 吕雨婷, 杨迪. 数据垄断的演化与分类: 基于国内公共数据与商业数据[J]. *信息资源管理学报*, 2022(01): 80-90.
- [13] 王申, 许恒, 吴汉洪. 数据互操作与知识产权保护竞合关系研究[J]. *中国工业经济*, 2022(09): 24-42.
- [14] 陈来瑶, 马其家. 平台企业数据共享的反垄断法规制[J]. *情报杂志*, 2022(06): 99-107.
- [15] Wan Z Y, Vorobeychik Y, Xia W Y, et al. Using game theory to thwart multistage privacy intrusions when sharing data[J]. *Science Advances*, 2021, 7(50): 9986.
- [16] Shen Y Z, Shen S G, Li Q, et al. Evolutionary privacy-preserving learning strategies for edge-based IoT data sharing schemes[J]. *Digital Communications and Networks*, 2023, 9(04): 906-919.
- [17] Chen Y R, Zhang Y Y, Wang S W, et al. DIM-DS: Dynamic incentive model for data sharing in federated learning based on smart contracts and evolutionary game theory[J]. *IEEE Internet of Things Journal*, 2022, 9(23): 24572-24584.
- [18] 邢青松, 陈佑琳, 邓富民. 考虑数据共享和平台赋能的智能制造生态合作策略演化[J]. *软科学*, 2024(07): 135-144.
- [19] 吕慧敏, 句华. 技术平台缘何推动了自上而下的数据共享: 以 D 市公安部门“云警作战”平台为例[J]. *电子政务*, 2024(06): 108-117.
- [20] Xuan S C, Zheng L, Chung I, et al. An incentive mechanism for data sharing based on blockchain with smart contracts[J]. *Computers & Electrical Engineering*, 2020, 83: 106587.
- [21] 孙国强, 谢雨菲. 区块链技术、供应链网络与数据共享: 基于演化博弈视角[J]. *中国管理科学*, 2023(12): 149-162.
- [22] 盛志云, 邵记友, 徐榕桦. 平台所有者和参与企业数据共享行为的微分博弈研究[J]. *现代情报*, 2023(03): 83-95.
- [23] 杨学成, 李业勤. 区块链视角下供应链多主体数据共享意愿博弈研究[J]. *科技管理研究*, 2021(23): 181-192.
- [24] 魏益华, 陈旭琳, 邹晓峰. 数据共享、企业策略和政府监督激励: 基于演化博弈分析[J]. *财经科学*, 2020(04): 107-120.
- [25] 彭正银, 姚双双. 平台生态系统中平台企业与互补企业实现协同合作的路径研究: 基于演化博弈分析[J]. *软科学*, 2023(05): 87-95+114.
- [26] 丁继勇, 孙梦. 智能建管平台下工程总承包项目信息共享激励研究[J]. *科技管理研究*, 2024(06): 166-176.
- [27] 刘刊, 周宏瑞, 侯月婷. 共享医疗平台如何实现价值共创: 一个探索性单案例研究[J]. *管理评论*, 2022(11): 337-352.

- [28] 魏明侠, 赵艳, 夏雨. P2P 网贷风险演化: 基于平台和监管方的博弈[J]. 管理评论, 2021(03): 54–65.
- [29] 雷丽彩, 高尚, 陈瑞祥. 大数据“杀熟”如何破? 基于政府—消费者协同监管的演化博弈[J]. 系统管理学报, 2021(04): 664–675.

Data Sharing among the Government, Platforms and Participating Enterprises Based on the Characteristics of Data Granularity

Zheng Jingli Luo Rui

(School of Economics and Management, Chongqing Normal University, Chongqing 401331, China)

Abstract: Data sharing serves as a crucial link for the integration of data resources among governments, platforms, and enterprises, with data granularity playing a key role in optimizing the efficiency of sharing. This paper constructs a tripartite evolutionary game model involving platforms, enterprises, and governments to explore the impact of data granularity and other factors on the sharing strategies of each entity. The research indicates that reducing data granularity can enhance the initial willingness of platforms and enterprises to share. When data granularity is below a certain threshold, the system tends towards an “ideal sharing” equilibrium. If data granularity meets the critical conditions and regulatory costs are low, the government is inclined to adopt an “incentive first, then regulation” empowerment model to achieve the “ideal” equilibrium. Conversely, if regulatory costs are high, the government prefers a “regulation first, then incentive” model. Further research shows that increasing government incentives, reward coefficients, and platform subsidies can accelerate the system’s evolution towards the ideal equilibrium. The research conclusions provide a solid theoretical support and decision-making reference for promoting data sharing practices in a data circulation environment.

Keywords: government; platform; participating enterprises; data sharing; data granularity

[责任编辑: 邹柳馨]