

doi:10.16112/j.cnki.53-1223/n.2026.01.202412070003

引用格式:裴馨,冯振华,张为师.政府引导下平台企业帮扶非平台企业数字化转型的演化博弈分析[J].昆明理工大学学报(自然科学版),2026,51(1):200-210.

Citation: PEI Xin, FENG Zhenhua, ZHANG Weishi. An Evolutionary Game Analysis on the Digital Transformation of Non-platform Enterprises Helped by Platforms Enterprises under the Guidance of Government[J]. Journal of Kunming University of Science and Technology (Natural Science), 2026, 51(1): 200-210.

政府引导下平台企业帮扶非平台企业 数字化转型的演化博弈分析

裴馨¹,冯振华^{2*},张为师³

(1. 新疆大学 经济与管理学院,新疆 乌鲁木齐 830046;

2. 嘉兴大学 经济学院,浙江 嘉兴 314001; 3. 天津师范大学 地理学部,天津 300387)

摘要: 针对非平台企业数字化转型困境及政府与平台企业协同帮扶机制问题,本研究构建了政府、平台企业与非平台企业的三方演化博弈模型,深入分析各主体策略选择的演化稳定性及其相互作用,并探讨关键参数变化对系统演化路径的影响.结果表明:(1)提升平台企业与政府的社会收益及声誉收益,能有效激励平台企业积极配合帮扶行为及政府采取强资助策略;(2)非平台企业经济收益的增加能显著推动其主动转型;(3)政府加大对平台企业和非平台企业的帮扶力度虽能促进双方积极策略选择,但过度资助会因财政负担增加反而抑制政府自身实施强资助的意愿;(4)增加平台企业消极敷衍与非平台企业被动应付的成本,是避免低效数字化转型的有效路径.本研究揭示了政府引导下平台企业帮扶非平台企业转型的动态决策机制,为优化政策设计与提升协同效能提供了理论依据.

关键词: 企业数字化转型;政府强资助;平台企业帮扶;演化博弈

中图分类号:D630;F49;F279.2 文献标识码:A 文章编号:1007-855X(2026)01-0200-11

An Evolutionary Game Analysis on the Digital Transformation of Non-platform Enterprises Helped by Platforms Enterprises under the Guidance of Government

PEI Xin¹, FENG Zhenhua^{2*}, ZHANG Weishi³

(1. School of Economics and Management, Xinjiang University, Urumqi 830046, China; 2. School of Economics, Jiaxing University, Jiaxing 314001, Zhejiang, China; 3. Faculty of Geography, Tianjin Normal University, Tianjin 300387, China)

Abstract: This study addresses the challenges faced by non-platform enterprises in digital transformation and examines the collaborative support mechanisms between the government and platform enterprises. A tripartite evolutionary game-theoretic model involving the government, platform enterprises, and non-platform enterprises is constructed. The research analyzes the evolutionary stability of each party's strategic choices, their interactions, and the impact of key parameter changes on the system's evolutionary path. The findings indicate that: (1) Enhancing the social and reputational benefits for both platform enterprises and the government can effectively motivate platform enterprises to

收稿日期:2024-12-09. 基金项目:国家社会科学基金一般项目(20BJL114);国家自然科学基金青年项目(72104178);国家自然科学基金面上项目(72471173).

作者简介:裴馨(1995-),女,博士,讲师.主要研究方向:数字经济与价值共创. E-mail: PPeixin@163.com

通信作者:冯振华(1983-),男,博士,副教授.主要研究方向:平台经济学,博弈论. E-mail: fengzh13@tsinghua.org.cn

actively support transformation and encourage the government to adopt strong funding policies. (2) Increased economic returns significantly drive non-platform enterprises to pursue proactive digital transformation. (3) While greater government support for both platform and non-platform enterprises promotes positive strategic choices, excessive funding may increase fiscal burdens and reduce the government's willingness to maintain strong financial support. (4) Raising the costs for platform enterprises to be passive or for non-platform enterprises to respond superficially serves as an effective way to avoid inefficient digital transformation. This study reveals the dynamic decision-making mechanism through which platform enterprises assist non-platform enterprises under government guidance, providing a theoretical foundation for optimizing policy design and enhancing collaborative effectiveness.

Keywords: enterprise digital transformation; strong government funding; platform enterprise assistance; evolutionary game

0 引言

随着大数据、物联网、人工智能等数字技术的飞速发展,数字经济正在重塑企业竞争格局和价值创造逻辑,成为引领经济高质量发展的新动能。《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》将“加快数字发展,建设数字中国”单独成篇,把建设“数字中国”上升为国家战略。面对数字经济时代技术与市场环境的深刻变革,借助数字技术和平台推动企业资源配置优化、产品和商业模式革新,并以此实现企业数字化转型,已然成为众多企业提升抗风险能力、增强市场竞争力和实现效益增长的战略选择^[1]。然而,尽管大量企业已经认识到数字化转型的重要性,但由于技术能力、管理经验和经济资源受限,使其极易形成“孤岛式”的战略部署,难以实现数字化转型。《2025 中国企业数字化转型指数》报告提出,由于数字技术能力有限、专业技术人才匮乏等原因,加之世界经济环境高度不确定,企业数字化转型之路“顾虑重重”^[2]。

传统企业依附于平台企业趋势实现转型升级,被认为是推动企业数字化转型的一条理想路径^[3]。事实上,传统企业与平台企业之间也存在着强烈的合作意愿,《中小企业数字化转型发展报告(2024 版)》发现,当前中小企业数字化转型意愿积极,但仍有超60%中小企业处于数字化转型初期,且有54%的中小企业在数字化转型过程中希望能够获得数字平台的支持^[4]。那么,如何处理好与平台企业的互补共创和利益冲突关系,对于助力非平台企业实现数字化转型十分关键。此时,政府作为市场制度的制定者、执行者和监督者,对企业数字化转型具有积极的支持与干预作用,能够更好地利用和发挥平台企业的数字技术与经验优势,帮扶对应或相关产业的非平台企业科学、合理、高效实现数字化转型升级,进而缩小平台企业与非平台企业、大型企业与中小型企业,行业内部、不同行业之间的发展差距,实现经济均衡发展,并强力推进全社会共同富裕。基于以上分析,针对企业数字化转型过程中平台企业、非平台企业和政府的行为展开研究,显得十分必要。

自2000年Coile^[5]创新性地提出“数字化转型”一词后,相关研究持续深化。早期研究聚焦于数字技术本身的影响^[6]。随后视野拓宽至数字化转型与实体经济的融合^[7],在宏观层面关注其对社会与行业的变革推动,在微观层面则深入探讨其与企业长期发展的关联。近年来,微观企业数字化转型研究已形成较为清晰的框架,主要围绕前因条件、企业战略与转型结果展开。在前因条件方面,研究指出互联网、大数据与人工智能等数字技术是驱动转型的基础力量,政策在其中发挥引导作用,重塑了企业价值创造方式^[8-9],而Rogers^[10]则认为企业数字化转型根本在于战略模式而非数字技术。在企业战略层面,研究揭示了从渐进式到突破式的转型路径^[11],并强调非平台企业与平台企业构建协同生态的重要性^[12],指出从内部协作走向外部生态共治是持续发展的关键。在转型结果上,实证研究表明数字化转型有助于改善财务信息质量^[13-14],并对企业运营绩效产生积极影响^[15]。

在企业依托平台进行数字化转型的实践中,如何处理非平台企业与平台企业的关系以提升竞争力,仍是重要研究缺口^[3]。相关文献对此的探讨以案例研究为主,演化博弈分析为辅。案例研究通过具体协作事件,提炼出“依附式升级”^[3]、生态价值共创^[16]、互补创新^[17]等策略,并识别出从平台嵌入到价值共创的转型模式^[18]。演化博弈分析则通过构建模型,揭示了收益分配、风险成本、技术能力(如数据采集水平)等因素对主体间协同策略演化结果的系统性影响^[19-21],为理解多方动态互动提供了理论视角。综上所述,现有

研究已对企业数字化转型的动因、战略与成效进行了多维度探索,并对平台生态中的主体协作关系形成了初步的理论与案例积累,为后续研究奠定了基础。

现有研究对企业数字化转型模式研究具有较为丰富的参考性,但还存在以下不足:一是学者们主要聚焦于企业数字化转型的前因、过程以及结果,对非平台企业数字化转型的模式缺乏系统性研究。二是已有研究证实了企业数字化转型需要同平台企业协同,但缺乏从政府组织协调视角出发研究政府对二者合作关系达成的积极作用。三是已有演化博弈研究企业数字化转型,多聚焦于平台企业间、平台企业与非平台企业间的协作关系,针对平台帮扶非平台企业数字化转型的演化博弈分析较少。为此,本文构建平台企业、非平台企业与政府三方演化博弈模型,从微观层面分析政府组织协调下平台帮扶非平台企业数字化转型的过程,探讨关键要素变化对三方博弈主体策略选择的影响关系,为促进非平台企业数字化转型机制的有效实施提出了对策与建议。

1 模型构建

1.1 模型基本假设

由于政府、平台企业和非平台企业构成的博弈主体存在不同的行为决策,因此会产生多种博弈的策略组合。为简化讨论内容,本文假设政府、平台企业和非平台企业均为理性经济人,以实现自身利益最大化为目标,三方博弈主体各持两种策略。模型的基本假设如下:

假设 1 平台企业作为企业数字化转型的技术帮扶者或平台支撑者,面对政府的引导与激励行为,在考虑追求自身利益最大化的基础上,假定平台企业策略选择为(积极配合,消极敷衍);非平台企业囿于数字化转型能力差异,会有主动追求实现数字化转型行为,或对企业数字化转型抱有敷衍态度,假定非平台企业的策略选择为(主动转型,被动应付);鉴于加快企业数字化转型升级作为“十四五”规划的内容之一,理论上政府都应付诸更多努力给予引导与帮助,但现实情况表明,由于区域产业规模、企业数量和实力差异,政府在引导和帮扶所需财力、人力受限的条件下,假定政府策略选择为(强资助、弱资助)。

假设 2 平台企业积极配合企业数字化转型时投入成本为 \bar{C}_p , 获得声誉收益为 S_p ; 当选择消极敷衍时投入成本为 \underline{C}_p , 且 $\bar{C}_p > \underline{C}_p$ 。当政府、平台企业帮扶非平台企业数字化转型取得成效,会在宏观经济、中观市场中创造一定的社会收益为 R_e , 包括各产业协调发展,行业内差距缩小,产业数字化“短板”被补齐产生的经济活力与产业生命力、经济发展质量与速度提升带来的税费收入和相关经济效益等。由于非平台企业的数字化转型是在政府引导、平台企业帮扶的情境中取得相应成效,因此两方会对以上社会收益进行分配,分配系数为 θ , 平台企业获得社会收益为 θR_e , 政府获得社会收益为 $(1 - \theta) R_e$ 。但是,仅有当政府选择强资助,且平台企业选择积极配合、非平台企业主动转型时,平台企业会以 P_{RH} 的高概率获得分配的社会收益,用 $P_{RH} \theta R_e$ 表示,一旦存在一方消极应付则社会收益会下降,此时仅有 P_{RL} 的低概率获得社会收益,用 $P_{RL} \theta R_e$ 表示,其中 $P_{RH} > P_{RL}$; 当三方均采取消极策略将不会获得收益。

假设 3 非平台企业选择主动转型需要投入成本为 \bar{C}_{np} 。当平台企业和非平台企业一方持积极态度会创造经济收益为 r_e , 由于非平台企业的数字化转型是在平台企业的帮助下实现,因此获取收益由非平台企业和平台企业进行分配,分配系数为 ϕ , 非平台企业获得经济收益为 ϕr_e 。平台企业选择积极配合,非平台企业主动转型时,平台企业会以 P_{RH} 的高概率获得分配的经济收益,用 $P_{RH} \phi r_e$ 表示;非平台企业也会以同样概率获得所分配的经济收益,用 $P_{RH} (1 - \phi) r_e$ 表示;若一方消极应对,平台企业有 P_{RL} 的低概率获得经济收益,用 $P_{RL} \phi r_e$ 表示,此时非平台企业经济收益用 $P_{RL} (1 - \phi) r_e$ 表示,其中 $P_{RH} > P_{RL}$, 但是一旦两方均消极应对则不会创造任何经济收益。此外,当非平台企业选择被动应付时,会投入成本为 \underline{C}_{np} , 显然 $\bar{C}_{np} > \underline{C}_{np}$ 。

假设 4 政府若发起“资助”非平台企业数字化转型,需要付出 C_g 作为协调成本;当政府选择强资助策略时,会给予平台企业一定的政策资金支持为 G_p ; 会给予非平台企业一定的政策资金支持为 G_{np} ; 此时政府也会获得声誉收益 S_g ; 另当政府选择强资助,平台企业选择积极配合时,政府会获得社会收益为 $P_{RH} (1 - \theta) R_e$; 但当政府强资助、非平台企业选择被动应付,或政府选择弱资助而平台企业积极配合数字

化转型时,政府会获得社会收益 $P_{R_L}(1-\theta)R_e$.

1.2 支付矩阵构建

本文的博弈模型中,平台企业积极配合企业数字化转型的概率为 x ,选择消极敷衍的概率为 $1-x$;非平台企业主动转型的概率为 y ,被动应付的概率为 $1-y$;政府选择强资助的概率为 z ,选择弱资助的概率为 $1-z$. $x, y, z \in [0, 1]$. 三方博弈的支付矩阵如表 1 所示.

表 1 平台企业、非平台企业和政府三方演化博弈矩阵

Tab. 1 The tripartite evolutionary game matrix of platform enterprises, non-platform enterprises and government

平台企业		非平台企业		
		主动转型(y)	被动应付($1-y$)	
政府	强资助(z)	积极配合(x)	$P_{R_H}\theta R_e + P_{r_H}\phi r_e + S_p + G_p - \bar{C}_p$	$P_{R_L}\theta R_e + P_{r_L}\phi r_e + S_p + G_p - \bar{C}_p$
		消极敷衍($1-x$)	$P_{R_H}(1-\phi)r_e + G_{np} - \bar{C}_{np}$	$P_{r_L}(1-\phi)r_e + G_{np} - \bar{C}_{np}$
	弱资助($1-z$)	积极配合(x)	$P_{R_L}\theta R_e + S_g - G_p - G_{np} - C_g$	$P_{R_L}(1-\theta)R_e + S_g - G_p - G_{np} - C_g$
		消极敷衍($1-x$)	$P_{R_L}\theta R_e + P_{r_L}\phi r_e + G_p - \bar{C}_p$	$P_{R_L}(1-\theta)R_e + G_p - \bar{C}_p$
			$G_{np} - \bar{C}_{np}$	
			$P_{R_L}(1-\theta)R_e + S_g - G_p - G_{np} - C_g$	$P_{R_L}(1-\theta)R_e + S_g - G_p - G_{np} - C_g$
			$P_{R_L}\theta R_e + P_{r_H}\phi r_e + S_p - \bar{C}_p$	$P_{R_L}\theta R_e + P_{r_L}\phi r_e + S_p - \bar{C}_p$
			$P_{r_H}(1-\phi)r_e - \bar{C}_{np}$	$P_{r_L}(1-\phi)r_e - \bar{C}_{np}$
			$P_{R_L}(1-\theta)R_e - C_g$	$P_{R_L}(1-\theta)R_e - C_g$
			$P_{R_L}\theta R_e + P_{r_L}\phi r_e - \bar{C}_p$	$- \bar{C}_p$
			$P_{r_L}(1-\phi)r_e - \bar{C}_{np}$	$- \bar{C}_{np}$
			$P_{R_L}(1-\theta)R_e - C_g$	$- C_g$

2 演化稳定策略求解

下文先对平台企业、非平台企业和政府进行博弈均衡分析,然后通过综合分析求出演化稳定策略的均衡解.

2.1 平台企业博弈均衡分析

根据表 1 三方博弈支付矩阵,平台企业选择“积极配合”的期望收益 U_{11} 、“消极敷衍”的期望收益 U_{12} 和其平均期望收益 \bar{U}_1 分别为:

$$U_{11} = yz(P_{R_H}\theta R_e + P_{r_H}\phi r_e + S_p + G_p - \bar{C}_p) + (1-y)z(P_{R_L}\theta R_e + P_{r_L}\phi r_e + S_p + G_p - \bar{C}_p) + y(1-z)(P_{R_L}\theta R_e + P_{r_H}\phi r_e + S_p - \bar{C}_p) + (1-y)(1-z)(P_{R_L}\theta R_e + P_{r_L}\phi r_e + S_p - \bar{C}_p) \quad (1)$$

$$U_{12} = yz(P_{R_L}\theta R_e + P_{r_L}\phi r_e + G_p - \bar{C}_p) + (1-y)z(P_{R_L}\theta R_e + G_p - \bar{C}_p) + y(1-z)(P_{R_L}\theta R_e + P_{r_L}\phi r_e - \bar{C}_p) + (1-y)(1-z)(- \bar{C}_p) \quad (2)$$

$$\bar{U}_1 = xU_{11} + (1-x)U_{12} \quad (3)$$

平台企业的复制动态方程:

$$F(x) = x(1-x)[yzP_{R_H}\theta R_e + yP_{r_H}\phi r_e - (y+z)P_{R_L}\theta R_e - 2yP_{r_L}\phi r_e + P_{R_L}\theta R_e + P_{r_L}\phi r_e + S_p - \bar{C}_p + \bar{C}_p] \quad (4)$$

依据微分方程稳定性理论,平台企业选择积极配合的概率处于稳定状态需要满足条件: $F(x) = 0$ 且

$$F(x)/dx < 0, \text{求得: } z_0 = \frac{y(P_{r_H}\phi r_e - P_{R_L}\theta R_e - 2P_{r_L}\phi r_e) + P_{R_L}\theta R_e + P_{r_L}\phi r_e + S_p - \bar{C}_p + \bar{C}_p}{P_{R_L}\theta R_e - yP_{R_H}\theta R_e}.$$

(1) 若 $z = z_0$, 则 $F(x) = 0$, 表明所有水平都处于稳定状态, 即无论平台企业选择“积极参与”或“消极敷衍”策略的初始概率如何, 其策略比例都不会随时间演变出现任何变动.

(2) 若 $z < z_0$, $\left. \frac{dF(x)}{dx} \right|_{x=0} < 0, \left. \frac{dF(x)}{dx} \right|_{x=1} > 0$, 可知 $x = 0$ 为平台企业的演化稳定策略.

(3) 若 $z > z_0$, $\left. \frac{dF(x)}{dx} \right|_{x=0} > 0$, $\left. \frac{dF(x)}{dx} \right|_{x=1} < 0$, 可知 $x = 1$ 为平台企业的演化稳定策略.

2.2 非平台企业博弈均衡分析

同理可得非平台企业的复制动态方程:

$$F(y) = y(1-y) [xP_{r_H}(1-\phi)r_e - 2xP_{r_L}(1-\phi)r_e + P_{r_L}(1-\phi)r_e - \bar{C}_{np} + \underline{C}_{np}] \quad (5)$$

依据微分方程稳定性理论,非平台企业选择主动转型的概率处于稳定状态需要满足条件: $F(y) = 0$ 且

$F(y)/dy < 0$, 因此,为方便后期进一步讨论先求得 $x_0 = \frac{P_{r_L}(1-\phi)r_e - \bar{C}_{np} + \underline{C}_{np}}{2P_{r_L}(1-\phi)r_e - P_{r_H}(1-\phi)r_e}$.

(1) 若 $x = x_0$, 则 $F(y) = 0$, 表明所有水平均处于稳定状态,即无论非平台企业选择“主动转型”或“被动应付”策略的初始比例如何,其策略比例都不会随时间演变而出现任何变动.

(2) 若 $x < x_0$, $\left. \frac{dF(y)}{dy} \right|_{y=0} < 0$, $\left. \frac{dF(y)}{dy} \right|_{y=1} > 0$, 可知 $y = 0$ 为演化稳定策略.

(3) 若 $x > x_0$, $\left. \frac{dF(y)}{dy} \right|_{y=0} > 0$, $\left. \frac{dF(y)}{dy} \right|_{y=1} < 0$, 可知 $y = 1$ 为演化稳定策略.

2.3 政府博弈均衡分析

同理可得政府的复制动态方程:

$$F(z) = z(1-z) [xyP_{R_H}(1-\theta)R_e - (x+y)P_{R_L}(1-\theta)R_e + P_{R_L}(1-\theta)R_e + S_g - G_p - G_{np}] \quad (6)$$

依据微分方程稳定性理论,政府选择强资助的概率处于稳定状态需要满足条件: $F(z) = 0$ 且 $\left. \frac{dF(z)}{dz} \right|_{z=0} < 0$,

求得: $y_0 = \frac{xP_{R_L}(1-\theta)R_e - P_{R_L}(1-\theta)R_e - S_g + G_p + G_{np}}{xP_{R_H}(1-\theta)R_e - P_{R_L}(1-\theta)R_e}$.

(1) 若 $y = y_0$, 则 $F(z) = 0$, 表明所有水平都处于稳定状态,即无论政府选择“强资助”或“弱资助”策略的初始比例如何,其策略比例都不会随时间演变而出现任何变动.

(2) 若 $y < y_0$, $\left. \frac{dF(z)}{dz} \right|_{z=0} < 0$, $\left. \frac{dF(z)}{dz} \right|_{z=1} > 0$, 可知 $z = 0$ 为政府的演化稳定策略.

(3) 若 $y > y_0$, $\left. \frac{dF(z)}{dz} \right|_{z=0} > 0$, $\left. \frac{dF(z)}{dz} \right|_{z=1} < 0$, 可知 $z = 1$ 为政府的演化稳定策略.

2.4 演化博弈均衡点求解

由平台企业、非平台企业和政府三方的复制动态方程可得到三维动态系统,分别令 $F(x) = 0$, $F(y) = 0$, $F(z) = 0$, 求得存在 9 个演化稳定均衡点,分别为 $(0,0,0)$ 、 $(0,0,1)$ 、 $(0,1,0)$ 、 $(0,1,1)$ 、 $(1,0,0)$ 、 $(1,0,1)$ 、 $(1,1,0)$ 、 $(1,1,1)$ 、 (x_0, y_0, z_0) , 包括了纯策略解和混合策略解.

演化稳定策略均衡解是指存在非堆成的演化博弈策略组合,即均为纯策略的严格纳什均衡,因此本文不讨论 (x_0, y_0, z_0) 这一策略组合,只讨论其余 8 个策略的稳定性.

为讨论其余 8 个纯策略点的稳定性,首先要构建雅可比矩阵,得出各均衡点的特征值,若特征值均为负数,则表明此均衡点为演化稳定策略;若特征值均为正数,则为不稳定点,若 3 个特征值同时存在正数、负数,则是鞍点.

首先,构建雅可比矩阵如下:

$$J = \begin{bmatrix} (1-2x)[yzP_{R_n}\theta R_e + yP_{r_n}\phi r_e - (y+z)P_{R_L}\theta R_e] & x(1-x)[zP_{R_n}\theta R_e + P_{r_n}\phi r_e] & x(1-x)[yP_{R_n}\theta R_e - P_{R_L}\theta R_e] \\ -2yP_{r_L}\phi r_e + P_{R_L}\theta R_e + P_{r_L}\phi r_e + S_p - \bar{C}_p + \underline{C}_p] & -P_{R_L}\theta R_e - 2P_{r_L}\phi r_e] & \\ y(1-y)[P_{r_n}(1-\phi)r_e - 2P_{r_L}(1-\phi)r_e] & (1-2y)[xP_{r_n}(1-\phi)r_e - \bar{C}_{np}] & 0 \\ z(1-z)[yP_{R_n}(1-\theta)R_e - P_{R_L}(1-\theta)R_e] & -(2x-1)P_{r_L}(1-\phi)r_e + \underline{C}_{np}] & (1-2z)[xyP_{R_n}(1-\theta)R_e + S_g - G_p] \\ & z(1-z)[xP_{R_n}(1-\theta)R_e - P_{R_L}(1-\theta)R_e] & -(x+y-1)P_{R_L}(1-\theta)R_e - G_{np}] \end{bmatrix} \quad (7)$$

其次,分析均衡点 $(0,0,0)$,将其带入得到相应的雅可比矩阵,解得特征值: $\lambda_1 = P_{R_L}\theta R_e + P_{r_L}\phi r_e + S_p - \bar{C}_p + \underline{C}_p$, $\lambda_2 = P_{r_L}(1-\phi)r_e - \bar{C}_{np} + \underline{C}_{np}$, $\lambda_3 = P_{R_L}(1-\theta)R_e + S_g - G_p - G_{np}$. $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3 < 0$ 时, $(0,0,0)$ 为演化稳定策略,然而,由于 $\lambda_1 = P_{R_L}\theta R_e + P_{r_L}\phi r_e + S_p - \bar{C}_p + \underline{C}_p > 0$,可知 $(0,0,0)$ 为鞍点.进一步分析余下的均衡点,发现在既定条件下可以得到6个稳定均衡点,分别为 $(0,1,0)$ 、 $(0,1,1)$ 、 $(1,0,0)$ 、 $(1,0,1)$ 、 $(1,1,0)$ 、 $(1,1,1)$.具体对平台企业、非平台企业和政府的演化稳定策略分析如下:

(1)当 $-P_{r_H}\phi r_e + P_{r_L}\phi r_e - S_p + \bar{C}_p - \underline{C}_p < 0$ 或 $-P_{R_H}\theta R_e - P_{r_H}\phi r_e + P_{R_L}\theta R_e + P_{r_L}\phi r_e - S_p + \bar{C}_p - \underline{C}_p < 0$ 时,平台企业将趋于积极配合行为.

证明:当 $P_{r_L}\phi r_e - \underline{C}_p < P_{r_H}\phi r_e + S_p - \bar{C}_p$ 时,平台企业选择消极敷衍时的经济收益与成本的差额小于其积极配合帮扶非平台企业数字化转型的社会声誉收益、经济收益与成本的差值,此时平台企业的策略稳定于积极配合.另当 $P_{R_L}\theta R_e + P_{r_L}\phi r_e - \underline{C}_p < P_{R_H}\theta R_e + P_{r_H}\phi r_e + S_p - \bar{C}_p$ 时,平台企业持消极敷衍态度所获政府激励收益、经济收益与成本的差值小于其积极配合时的净收益,此时选择积极配合对于平台企业来说更为经济.

(2)当 $-P_{r_L}(1-\phi)r_e + \bar{C}_{np} - \underline{C}_{np} < 0$ 或 $-P_{r_H}(1-\phi)r_e + P_{r_L}(1-\phi)r_e + \bar{C}_{np} - \underline{C}_{np} < 0$ 时,非平台企业将趋于主动转型策略.

证明:当非平台企业被动应付时收益与成本之差小于主动转型时的收益与成本的差值,非平台企业的策略会稳定于主动转型,即对于非平台企业而言,选择主动转型带来的净收益大于选择被动应付.反之,当 $P_{r_L}(1-\phi)r_e - \bar{C}_{np} + \underline{C}_{np} < 0$ 或 $P_{r_H}(1-\phi)r_e - P_{r_L}(1-\phi)r_e - \bar{C}_{np} + \underline{C}_{np} < 0$,非平台企业的策略会稳定于被动应付.由此可知,市场收益、成本是非平台企业策略选择的关键.

(3)当 $-S_g + G_p + G_{np} < 0$ 或 $-P_{R_H}(1-\theta)R_e + P_{R_L}(1-\theta)R_e - S_g + G_p + G_{np} < 0$ 时,政府选择强资助.

证明:当 $S_g - G_p - G_{np} > 0$ 时,即政府强资助时所获社会声誉与给予平台、非平台企业的帮扶资金的差值大于零,政府的策略稳定于强资助.另当 $P_{R_L}(1-\theta)R_e < P_{R_H}(1-\theta)R_e + S_g - G_p - G_{np}$,即政府所获得低社会收益小于政府强资助时的高社会收益、社会声誉收益与给予平台、非平台企业的帮扶资金的差值,此时政府趋于强资助策略.

3 数值仿真

为了更加直观地呈现平台企业、非平台企业和政府策略选择的演化稳定过程和稳定状态,并探究相关因素对各主体最优策略行为的影响,下面运用 Matlab 软件进行模拟仿真.

首先,参考常乐等^[22]的数值仿真思路,对前文假设进行总结,可得出如下初始变量限制条件: $\bar{C}_p - \underline{C}_p > 0$ 、 $\bar{C}_{np} - \underline{C}_{np} > 0$ 、 $P_{R_H} - P_{R_L} > 0$ 、 $P_{r_H} - P_{r_L} > 0$ 、 $P_{R_H}(1-\theta)R_e + S_g > G_p + G_{np} + C_g$ 、 $P_{R_L}\theta R_e + P_{r_H}\phi r_e + S_p - \bar{C}_p > 0$ 和 $P_{r_H}(1-\phi)r_e - \bar{C}_{np} > 0$.其次,进一步根据变量限制条件和彭正银和姚双双^[19]、朱立农等^[23]相关文献研究经验,选取一组符合条件的数值.设 $S_p = 15$ 、 $S_g = 15$ 、 $\theta = 0.5$ 、 $\phi = 0.5$ 、 $G_p = 10$ 、 $G_{np} = 10$ 、 $\bar{C}_p = 15$ 、 $\underline{C}_p = 10$ 、 $\bar{C}_{np} = 15$ 、 $\underline{C}_{np} = 10$ 、 $P_{R_H} = 0.7$ 、 $P_{R_L} = 0.3$ 、 $P_{r_H} = 0.7$ 、 $P_{r_L} = 0.3$ 、 $R_e = 50$ 、 $r_e = 50$.最后,根据上述设置使用 Matlab 对平台企业、非平台企业和政府的演化稳定策略进行仿真分析.

3.1 平台企业和政府社会收益变化对演化结果的影响

分别对 P_{R_H} 、 P_{R_L} 、 θ 、 R_e 赋值,考察以上变量变动的仿真结果,见图1~图3.

依据前文假设,将高概率分别赋以0.6、0.7、0.8,将低概率分别赋以0.4、0.3、0.2,分析概率变动对演化博弈过程和结果的影响.由图1可知,在系统演化至稳定点 $(1,1,1)$ 的过程中,高社会收益概率的提升能够加快非平台企业数字化转型、政府选择强资助的演化速度.

其次,对 θ 分别赋以0.2、0.5、0.8,分析平台企业和政府社会收益分配系数变动对演化结果的影响.由图2可知,在演化过程中,随着 θ 增大,平台企业积极配合非平台企业数字化转型的概率上升,政府选择

强资助的概率下降,且当 θ 足够大时,由于政府社会收益分配比例下降过多,最终会选择弱资助策略.

最后,对社会收益总额分别赋以 30、50、70,分析平台企业和政府收益总额变动对演化结果的影响.由图 3 可知,在演化过程中,总收益额的增加会加快三方博弈主体向稳定点(1,1,1)的演化速度,平台企业选择积极配合的概率提升,政府选择强资助的可能性同样增加.

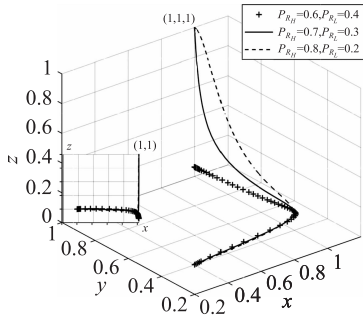


图 1 社会收益概率变动对演化结果的影响

Fig. 1 The influence of the changes of social benefits probability on the evolution results

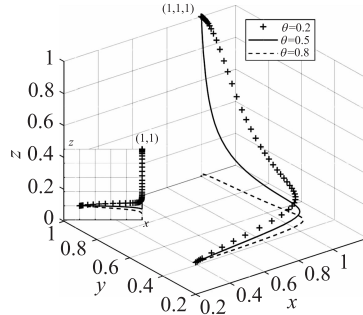


图 2 社会收益分配比例变动对演化结果的影响

Fig. 2 The influence of changes in social benefits distribution ratio on evolution results

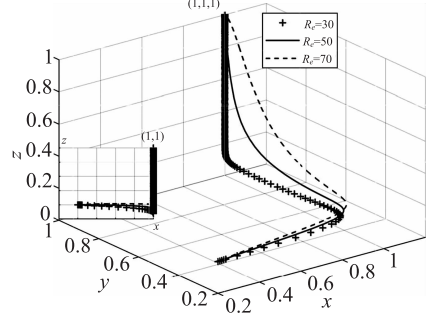


图 3 社会收益总额变动对演化结果的影响

Fig. 3 The influence of changes in the total social benefits on the evolution results

3.2 平台企业和非平台企业经济收益变化对演化结果的影响

对 P_{rH} 、 P_{rL} 、 ϕ 、 r_e 赋予不同的数值,考察以上变量变动的仿真结果,见图 4 ~ 图 6.

首先,分析概率变动对演化博弈过程和结果的影响,将高概率分别赋以 0.6、0.7、0.8,低概率分别赋以 0.4、0.3、0.2.由图 4 可知,在系统演化至最优策略稳定点(1,1,1)的过程中,高经济收益概率的提升能够加快非平台企业主动转型、平台企业选择积极配合的演化速度.

其次,分析收益分配系数 ϕ 的变动对演化结果的影响,对 ϕ 分别赋以 0.2、0.5、0.8,由图 5 可知.在演化过程中,随着 ϕ 增大,非平台企业主动转型的概率下降,平台企业选择积极配合的概率上升;然而当 ϕ 赋值为 0.8 时,平台企业由于经济收益提高趋向于积极配合,但非平台企业此时会因获利较少而最终选择被动应付.

最后,分析平台企业和非平台企业经济收益总额变动对演化结果的影响,对其分别赋以 30、50、70.由图 6 可知,在演化过程中,总收益额的增加能够加快三方博弈主体向最优演化稳定点(1,1,1)的演化速度.

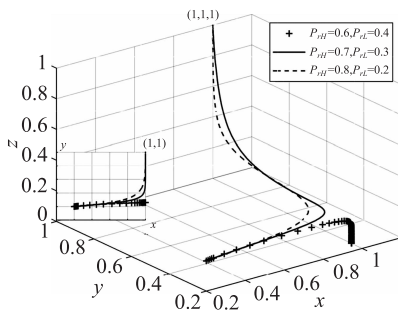


图 4 经济收益概率变动对演化结果的影响

Fig. 4 The influence of changes in economic returns probability on evolution results

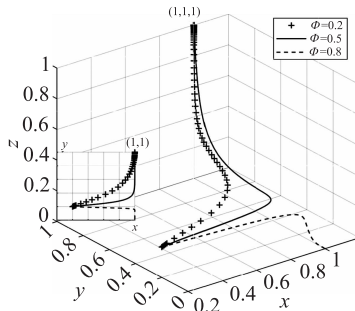


图 5 经济收益分配比例变动对演化结果的影响

Fig. 5 The influence of the changes of economic returns distribution ratio on the evolution results

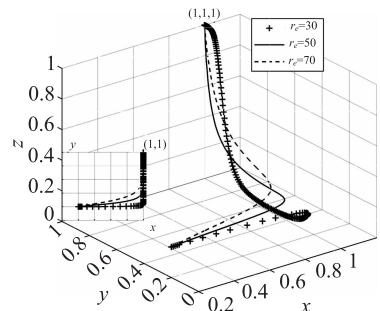


图 6 经济收益总额变动对演化结果的影响

Fig. 6 The influence of changes in the total economic returns on the evolution results

3.3 政府资助力度变化对演化结果的影响

分别赋以政府给予平台企业的资助 G_p 和给予非平台企业的资助 G_{np} 数值为 0、5、10,复制动态方程组随时间演化的仿真结果如图 7 所示。

图 7(a) 显示,随着政府对平台企业的资金支持力度增强,平台企业将有更大动力参与非平台企业数字化转型过程,进而以更快的速度趋向于积极配合策略;而对于政府而言,随着政府给予平台企业的资助增大,其帮扶成本提高,使其趋于强资助策略的进度放缓,特别是当政府给予平台企业的资助赋值为 10 时,政府最初更愿意趋向于弱资助。图 7(b) 表明,随着政府对非平台企业主动转型的资助力度增强,非平台企业会以更快的速度趋向于主动转型策略;然而,随着政府财政压力增大,政府趋向于强资助策略的速度放缓。

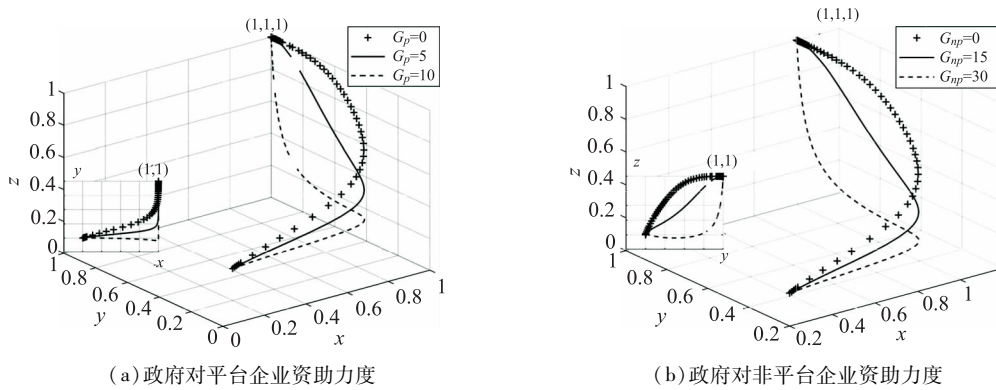


图 7 政府资助力度变动对演化结果的影响

Fig. 7 The influence of changes in government funding intensity on evolution results

3.4 平台企业、政府声誉收益变化对演化结果的影响

对平台企业、政府社会声誉收益 S_p 、 S_g 分别赋以 0、15、30,分析二者社会声誉收益变动对演化结果的影响,复制动态方程组随时间演化的仿真结果如图 8 所示。

由图 8(a) 可知,在系统演化至最优策略稳定点(1,1,1)的过程中,随着平台企业声誉收益的增大,平台企业积极配合的概率会提升。可见,平台企业声誉收益能够促进其帮扶非平台企业数字化转型行为,最终实现三方协同合作。由图 8(b) 可知,在演化过程中,随着政府声誉收益的增大,政府从最初选择弱资助策略逐步转为强资助,且政府强资助的概率会不断提升;此外,政府声誉收益的变动对平台企业、非平台企业策略选择几乎无影响。

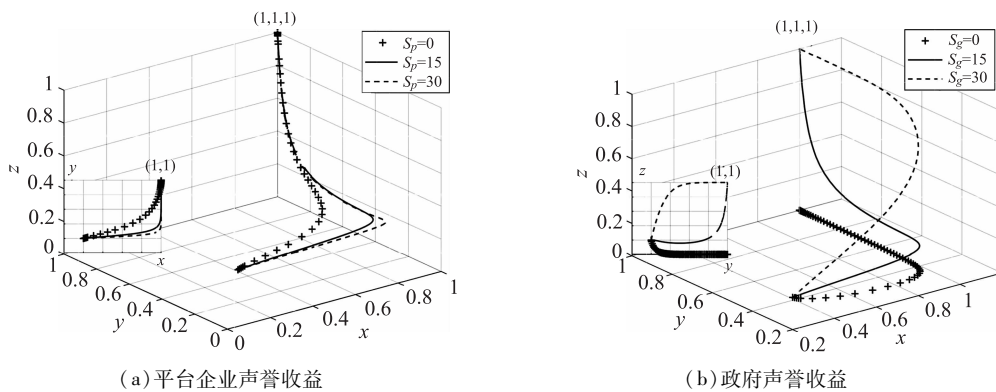


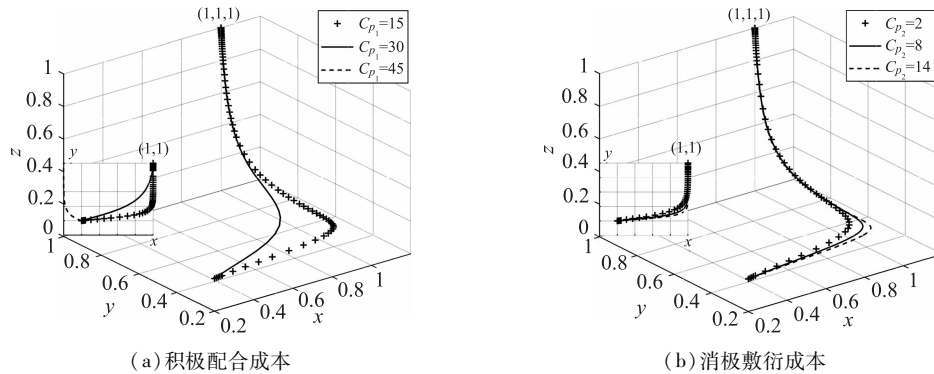
图 8 声誉收益变动对演化结果的影响

Fig. 8 The influence of changes in reputational benefits on evolution results

3.5 平台企业、非平台企业成本变化对演化结果的影响

为分析平台企业积极配合、消极敷衍成本以及非平台企业主动转型、被动应付成本对演化结果的影

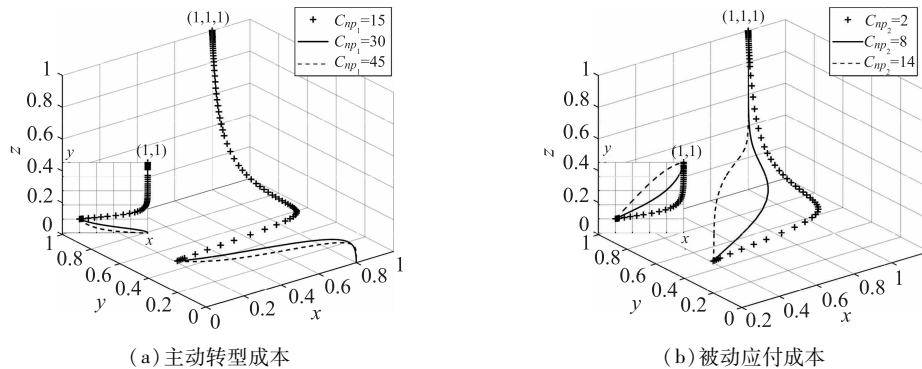
响,分别对平台企业积极配合、消极敷衍成本赋以 15、30、45 和 2、8、14;对非平台企业主动转型、被动应付成本分别赋以 15、30、45 和 2、8、14,得到复制动态方程组随时间演化 50 次的仿真结果如图 9 和 10 所示.



(a) 积极配合成本 (b) 消极敷衍成本

图 9 平台企业积极配合、消极敷衍成本变动对演化结果的影响

Fig. 9 The impact of platform enterprises' active cooperation and passive perfunctoriness cost changes on the evolution results



(a) 主动转型成本 (b) 被动应付成本

图 10 非平台企业主动转型、被动应付成本变动对演化结果的影响

Fig. 10 The impact of non-platform enterprises' active transformation and passive coping cost changes on evolution results

图 9 展示了平台企业积极配合成本变动对演化结果的影响. 由图 9(a)可知,在演化过程中,随着积极配合成本的增大,平台企业选择积极配合的概率会降低,尤其是在积极配合成本被赋值为 45 时,平台企业将趋向于消极敷衍,可见平台企业积极配合的成本与该种行为决策成反比. 由图 9(b)可知,随着平台企业消极敷衍成本的提升,其选择积极配合的概率会提升.

图 10 展示了非平台企业主动转型成本变动对演化结果的影响. 由图 10(a)所示,随着非平台企业主动转型成本的提高,其选择主动转型的概率会下降,甚至最终倾向于被动应付策略,可见非平台企业主动转型成本与策略选择成反向关系. 图 10(b)展示了非平台企业被动应付成本变动对演化结果的影响. 由图 10(b)可知,随着被动应付成本的增大,非平台企业选择主动转型的概率也随之增大.

4 结语

本文通过构建平台企业、非平台企业和政府三方演化博弈模型,分析三方策略选择的稳定性、演化博弈系统均衡策略组合的稳定性,以及关键要素变化对最优策略稳定点的影响,并通过仿真分析验证影响结果的有效性,最终根据各要素决定机制与演化特性为非平台企业数字化转型提出合理化的对策建议. 具体地,本文得出如下结论:第一,协同驱动机制是转型成功的关键. 平台企业是否积极配合,取决于其获得的社会声誉、经济收益与帮扶成本的综合权衡;政府强资助行为则受社会公信力收益与财政支出平衡的影响. 只有当协同收益显著覆盖成本时,平台与政府策略才会稳定于积极状态. 第二,非平台企业面临收益成本失衡困境. 当前中小企业转型率不足,核心矛盾在于预期经济收益无法覆盖转型投入成本. 仿真表明:提

升转型收益或增加被动应付成本(如政策惩罚),可显著增强其主动转型意愿.第三,政府资助存在“双刃剑”效应.适度资助能有效激励平台与非平台企业积极行动,但过度资助将加重财政负担,反而抑制政府强资助意愿.仿真中当单企业资助额超过阈值(30单位)时,政府策略转向弱资助.

基于以上分析得出如下管理启示:

1) 政府应构建精准化政策工具箱,加大力度支持企业数字化转型.首先,政府应建立分阶段动态资助机制,初期对平台企业提供技术补贴,后期根据非平台企业转型成效(如生产效率提升率)给予税收返还奖励,避免财政资源浪费.其次,政府需强化消极行为约束机制,对敷衍型平台企业征收数字服务税,对应付式非平台企业暂停政策支持,倒逼双方履行责任.最后,政府应牵头搭建区域数字化公共服务平台,整合技术接口、数据资源和人才培养体系,降低企业间协同成本.

2) 平台企业应转变赋能模式,从技术输出转为生态赋能.首先,平台企业应创新收益共享模式,采用“基础服务+增量分成”契约,免费提供轻量化数字工具,并对非平台企业转型后的新增利润分成,实现风险共担、收益共享.其次,平台企业需开放核心数字能力,推出行业数字化转型工具包,降低中小企业技术适配门槛,解决“不会转”难题.最后,平台企业应建立长期帮扶评估机制,定期跟踪非平台企业转型进展,动态调整帮扶策略,确保资源精准投放.

3) 非平台企业应聚焦能力重构与路径优化.首先,非平台企业需建立数字化转型收益评估模型,量化降本与增收效益,以数据驱动转型决策.其次,企业应采取最小化试错路径,优先在高价值业务环节与平台企业合作试点,控制初期投入规模,成熟后逐步扩展至全链条.最后,企业应加强数字化人才储备,通过联合培训、平台企业派驻指导等方式,提升员工数字素养,减少转型阻力.

参考文献:

- [1] 杨金玉,彭秋萍,葛震霆.数字化转型的客户传染效应——供应商创新视角[J].中国工业经济,2022(8):156-174.
YANG J Y, PENG Q P, GE Z T. Spillover effect of digital transformation along the supply chain—The perspective of supplier innovation[J]. China Industrial Economics, 2022(8): 156-174.
- [2] 埃森哲商业研究院. 2025 中国企业数字转型指数研究[EB/OL]. (2025-7-22)[2025-12-22]. <https://www.accenture.cn/cn-zh/insights/strategy/china-digital-transformation-index>.
- [3] 陈威如,王节祥.依附式升级:平台生态系统中参与者的数字化转型战略[J].管理世界,2021,37(10):195-214.
CHEN W R, WANG J X. Platform-dependent upgrade: Digital transformation strategy of complementors in platform-based ecosystem[J]. Journal of Management World, 2021, 37(10): 195-214.
- [4] 腾讯研究院. 中小企业数字化转型发展研究报告(2022版)[EB/OL]. (2022-9-23)[2023-01-03]. <https://www.ti-si.org/p=24469>.
- [5] COILE Jr R C. The digital transformation of health care[J]. Physician Executive, 2000, 26(1): 8-15.
- [6] ADNER R, LEVINTHAL D. Demand heterogeneity and technology evolution: Implications for product and process innovation[J]. Management Science, 2001, 47(5): 611-628.
- [7] 邢小强,周平录,张竹,等.数字技术、BOP商业模式创新与包容性市场构建[J].管理世界,2019,35(12):116-136.
- [8] SAARIKKO T, WESTERGREN U H, BLOMQUIST T. Digital transformation: Five recommendations for the digitally conscious firm[J]. Business Horizons, 2020, 63(6): 825-839.
- [9] 罗兴武,钱伟,周丹,等.营商环境、政策协同与中小企业数字化转型——基于工业互联网赋能政策的实证研究[J].科学学与科学技术管理,2025,46(11):103-118.
LUO X W, QIAN W, ZHOU D, et al. Business environment, policy synergy and digital transformation of SMEs: An empirical study based on industrial Internet enabling policies[J]. Science of Science and Management of S. & T., 2025, 46(11): 103-118.
- [10] ROGERS D L. The digital transformation playbook: Rethink your business for the digital age[M]. New York: Columbia University Press, 2016.
- [11] LI F. Leading digital transformation: Three emerging approaches for managing the transition[J]. International Journal of Operations & Production Management, 2020, 40(6): 809-817.
- [12] OZALP H, CENNAMO C, GAWER A. Disruption in platform-based ecosystems[J]. Journal of Management Studies, 2018, 55

- (7):1203-1241.
- [13] 吴以,王昕,杨夏妮,等.企业数字化转型的治理效应:基于财务重述的视角[J].昆明理工大学学报(自然科学版),2024,49(5):185-198.
WU Y,WANG X,YANG X N,et al. Governance effects of corporate digital transformation:A financial restatement-based perspective[J]. Journal of Kunming University of Science and Technology (Natural Science Edition),2024,49(5):185-198.
- [14] 苏洋,张俊瑞,程子健,等.企业数字化转型与财务报告目标实现:基于其他综合收益视角[J/OL].南开管理评论,1-30[2025-12-19].
SU Y,ZHANG J R,CHENG Z J,et al. Corporate digital transformation and financial reporting objectives:A perspective from other comprehensive income[J/OL]. Nankai Business Review,1-30[2025-12-19].
- [15] FERREIRA J J M,FERNANDES C I,FERREIRA F A F. To be or not to be digital,that is the question:Firm innovation and performance[J]. Journal of Business Research,2019,101:583-590.
- [16] WEN W,ZHU F. Threat of platform-owner entry and complementor responses:Evidence from the mobile app market[J]. Strategic Management Journal,2019,40(9):1336-1367.
- [17] 杨大鹏,王节祥.平台赋能企业数字化转型的机制研究[J].当代财经,2022(9):75-86.
YANG D P,WANG J X. Research on the mechanism of platform enablement on enterprises digital transformation[J]. Contemporary Finance & Economics,2022(9):75-86.
- [18] 余维新,熊文明,顾新,等.机会-资源一体化视角下传统制造企业数字化转型模式及演化路径研究[J].管理评论,2025,37(9):274-288.
YU W X,XIONG W M,GU X,et al. Research on the digital transformation models and evolutionary paths of traditional manufacturing enterprises from the perspective of integrated opportunities and resources[J]. Management Review,2025,37(9):274-288.
- [19] 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,2023,37(5):87-95+114.
PENG Z Y,YAO S S. Research on the path of collaborative cooperation between platform enterprises and complementary enterprises in the platform ecosystem—Based on evolutionary game analysis[J]. Soft Science,2023,37(5):87-95+114.
- [20] 孟凡生,赵刚,徐野.基于数字化的高端装备制造企业智能化转型升级演化博弈研究[J].科学管理研究,2019,37(5):89-97.
MENG F S,ZHAO G,XU Y. Research on intelligent transformation and upgrading evolution game of high-end equipment manufacturing enterprises based on digitalization[J]. Scientific Management Research,2019,37(5):89-97.
- [21] 周晓阳,李长长,刘莹,等.工业互联网平台、开发商与企业的三方协作演化策略——兼论政府补贴和收益共享的作用[J].中国管理科学,2024,32(1):276-287.
ZHOU X Y,LI C C,LIU Y,et al. Tripartite cooperation evolutionary strategy of industrial Internet platform,developer and enterprise:The role of government subsidies and revenue sharing[J]. Chinese Journal of Management Science,2024,32(1):276-287.
- [22] 常乐,刘长玉,于涛,等.社会共治下的食品企业失信经营问题三方演化博弈研究[J].中国管理科学,2020,28(9):221-230.
CHANG L,LIU C Y,YU T,et al. Food fraud tripartite evolutionary game in social co-regulation[J]. Chinese Journal of Management Science,2020,28(9):221-230.
- [23] 朱立龙,荣俊美,张思意.政府奖惩机制下药品安全质量监管三方演化博弈及仿真分析[J].中国管理科学,2021,29(11):55-67.
ZHU L L,RONG J M,ZHANG S Y. Three-party evolutionary game and simulation analysis of drug quality supervision under the government reward and punishment mechanism[J]. Chinese Journal of Management Science,2021,29(11):55-67.

(编辑:朱银周)