战略性新兴产业供应链协同创新界面管理意愿演化研究

孟凡庆，徐丰伟

（大连交通大学经济管理学院，大连 116028）

摘要： 界面管理是提升战略性新兴产业供应链协同创新绩效的重要手段。构建供应链上下游企业界面管理行为演化博弈模型，进一步将成本补贴、政策支持与惩罚机制等政府引导因素引入模型中，系统探究影响供应链上下游企业界面管理意愿的关键因素及政府引导机制的作用效果。研究结果表明：协同创新界面有效性提升系数对供应链上下游企业界面管理意愿具有正向影响；界面管理成本、隐性知识风险损失系数对双方意愿具有负向影响；政府的界面管理成本补贴、政策支持及惩罚机制均有助于双方界面管理意愿的提升，但不同政府引导因素的作用效果存在差异。基于此，提出提升界面管理效能、降低界面管理成本和风险水平、加强政府引导等建议。

关键词： 战略性新兴产业；供应链；协同创新；界面管理意愿；演化博弈

中图分类号： F224.32；F273.1 **文献标志码：** A **文章编号：** 1671－1807(2026)01－0094－11

随着全球新一轮科技革命和产业变革的发展，战略性新兴产业依托重大发展需求和技术突破，具有资源消耗少、市场潜力大、知识技术密集、综合效益优等特点[1]，是推进中国产业转型升级、转变经济发展方式的关键产业，对中国未来经济社会高质量发展具有重要带动引领作用[2]。与传统产业相比，战略性新兴产业更着重于针对重大发展需求的跨产业、跨领域、跨学科技术突破。技术创新是战略性新兴产业创新、发展过程中最为核心的要素之一[3]，其具有重大创造性、交融性和跨领域交叉性等特点，不确定性更高、失败风险更大，单一主体难以独自完成技术研发、成果转化与扩散以及承担创新风险，需要将分散在企业、高校、科研院所等多个主体的创新资源集中起来以资源共享、人员交流等方式实现协同创新，尤其需要供应链上下游企业的协同配合[4]，以降低创新成本和风险、提高重大新技术突破的成功率。

然而，因信息不对称、利益分配不合理以及“搭便车”机会主义等现象，战略性新兴产业供应链上下游企业面临着是否参与协同创新决策问题。演化博弈模型为主体间策略选择的动态演化过程提供了适用的分析框架，也被应用于战略性新兴产业供应链协同创新决策领域。李柏洲等[5]对市场机制与政府调控下战略性新兴产业供应链企业协同创新演化过程进行分析，认为数据库营销成熟度、协同创新技术量等多种因素对协同创新演化具有正向作用，并验证了政府3种调控的作用效果；邢青松等[6]将政府监管区分为传统监管和区块链监管，分析政府与供应链上下游企业协同创新策略选择演化特征，揭示政府传统监管与区块链监管对供应链上下游企业协同创新选择的不同影响；顾翠伶等[7]探究了政府、供应链上下游企业参与的战略性新兴产业供应链企业协同创新的动态演化过程，结果表明政府3种监控手段、风险收益系数和技术收益系数的增大都将提高供应链上下游企业选择协同创新的概率。此外，另有学者针对战略性新兴产业的细分产业如碳纤维产业中政府、碳纤维制造企业与应用企业[8]及物联网产业中政府、电信设备制造商与电信运营商[9]以及新能源产业中政府、稀土企业与新能源企业[10]的协同创新行为演化及影响因素进行了深入研究。

同时，有关协同创新影响因素的研究表明：信任[11]、沟通[12]、互动[13]、目标协同性和文化相容性[14]对协同创新有积极、显著的影响。由此 Lopes

收稿日期： 2025-08-15

基金项目： 辽宁省教育厅科学研究项目(LJKR0197)；辽宁省科学事业公益研究基金(2019040020-JH4/101)

作者简介： 孟凡庆(2001—)，女，河北定兴人，硕士研究生，研究方向为创新管理；通信作者徐丰伟(1974—)，男，山东文登人，副教授，硕士研究生导师，研究方向为技术创新管理。

和 Farias[15]提出在协同创新过程中管理者需要建立有利于促进信息、交流、互动的工具。界面管理作为一种处理组织间交互关系的管理方法,正是解决多主体协同创新中出现的信任度不高、沟通不畅、目标与文化冲突的有效路径[16]。相关研究表明界面管理对提升技术创新的效率至关重要[17]。随后更多学者主要从造成技术创新绩效低下的界面障碍因素以及如何解决界面障碍途径两个方面进行研究。对于协同创新的界面障碍解决路径,吴和成等[18]分析了跨行政区域协同创新界面类型和成因,提出构建包含平台设计、结构及运行机制等内容的协同创新平台以解决界面障碍的方案;王帮俊和杨东涛[19]为解决产学研协同创新的界面障碍问题,提出通过建立产学研协同创新界面管理平台以构建协同创新主体间的联结机制,提高产学研协同创新绩效;顾裕玲等[20]在分析跨区域主体协同创新界面冲突的主要影响因素的基础上,以建立战略性新兴产业自主创新区为例,提出构建跨区域协同创新实体平台以解决界面矛盾与冲突。

战略性新兴产业多主体在协同创新过程中存在多层面的复杂交互活动,对这些活动即"界面"进行管理以提升主体间信任度和沟通流畅性、消除目标和文化冲突是提升协同创新绩效的有效手段,而提高协同创新主体界面管理的积极性、加强其界面管理意愿则是关键环节。如果协同创新主体界面管理意愿较低,协同创新过程中出现的多层次界面障碍则难以有效消除,对协同创新绩效产生不利影响。以往学者对战略性新兴产业协同创新行为演化和影响因素以及协同创新界面障碍因素与解决路径的研究取得了较多成果,但缺乏对协同创新主体界面管理意愿的关注,究竟哪些因素会影响供应链上下游企业协同创新界面管理意愿且政府引导的作用效果如何有待深入研究。为此,现运用演化博弈方法,分析战略性新兴产业供应链上下游企业协同创新界面管理意愿的动态演化过程,并进一步引入政府引导机制,探索影响供应链上下游企业界面管理意愿的关键因素及政府引导机制的作用效果,为供应链上下游企业在协同创新中建立高效、稳定的界面管理合作关系以推动战略性新兴产业供应链协同创新提供参考依据与实践建议。

1 问题描述与基本假设

1.1 问题描述

由于战略性新兴产业供应链上下游企业因目标冲突、文化差异、信息不对称等因素制约协同创新绩效,需要供应链上下游企业通过有效的界面管理以消除上述因素所产生的界面障碍。然而,供应链上下游企业由于异质性和信息不对称具有有限理性,双方总是根据收益、成本的反复权衡来决定是否进行界面管理。首先,供应链上下游企业在协同创新过程中进行界面管理,协同创新的界面交互障碍会得到改善,提升协同创新效率,使协同创新收益和成本得到有效改善,同时供应链上下游企业需要投入平台搭建、人员交流、沟通与协调等成本。其次,供应链上下游企业进行界面管理,消除双方信息、知识交互障碍,必然伴随着双方隐性、独特的知识交换与分享,面临着核心知识泄露风险,双方为规避风险可能采取消极行为,同时获取搭便车收益。最后,政府作为战略性新兴产业发展的引导者,可以通过给予界面管理成本补贴、政策支持和惩罚等政策对供应链上下游企业加以引导,提升双方面向协同创新进行界面管理的意愿。由此,在战略性新兴产业供应链协同创新过程中,供应链上下游企业界面管理带来的收益、成本、风险以及双方行为选择的调整都会对双方界面管理意愿演化产生影响。

1.2 基本假设

假设 1:战略性新兴产业供应链协同创新过程中,供应链上下游企业根据自身利益和环境变化情况不断调整其界面管理行为,直至实现系统稳定。供应链上下游企业可以为提升协同创新绩效而进行界面管理,同时也可能由于隐性知识泄露风险、"搭便车"投机行为而选择不进行界面管理,故双方的博弈策略空间均为(进行界面管理,不进行界面管理)。供应链上游企业和下游企业进行界面管理的概率分别为 x 、y,则不进行界面管理的概率为 $1-x$、$1-y$,其中 $0\leqslant x\leqslant 1$、$0\leqslant y\leqslant 1$。

假设 2:为了分析方便,本文只考虑供应链上下游企业协同创新产生的收益和成本,将供应链上下游企业单独进行技术创新产生的收益和成本记为 0。

假设 3:供应链上下游企业为协同创新需要进行显性知识、技术、人员等创新资源的交换与共享,则投入成本为 $C_i(i=1,2)$,由此协同创新产生技术量为 T,双方获得的协同创新收益表示为 $\lambda_i T(i=1,2)$,$\lambda_i(i=1,2)$ 为技术收益系数,即供应链上下游企业对协同创新获得的技术量转化为自身收益

的能力。

假设 4:供应链上下游企业在协同创新过程中进行界面管理,协同创新界面有效性就能得到改善(即界面障碍能够得到有效消除),能够促进供应链协同创新产生更多的技术量并降低协同创新成本,提升协同创新绩效。假定供应链上下游企业均进行界面管理(能够产生协同效应)、上游企业与下游企业单独进行界面管理,其协同创新界面有效性提升系数为 $\mu_j(j=c,1,2,0<\mu_1,\mu_2<\mu_c<1)$,则协同创新产生的技术量增加为 $\eta_j=1+\mu_j(j=c,1,2)$,协同创新投入成本降低为 $\gamma_j=1-\mu_j(j=c,1,2)$。同时,供应链上下游企业进行界面管理,需要投入界面管理平台搭建、人员交流、沟通与协调等界面管理成本为 $I_i(i=1,2)$。

假设 5:供应链上下游企业为协同创新进行界面管理,促进双方创新团队、人员进行隐性的、独特的经验、技能等知识的交换与分享,进而利用对方分享的隐性知识进行学习与转化,获得收益为 $\beta_i K_{3-i}(i=1,2)$,其中 $K_i(i=1,2)$ 为双方分享的隐性知识量,$\beta_i(i=1,2)$ 为双方学习转化对方分享的隐性知识的收益系数。同时,分享的隐性知识面临被泄露扩散、窃取模仿并失去独有创新优势的风险,则双方隐性知识分享的风险成本为 $\alpha_i K_i(i=1,2)$,$\alpha_i(i=1,2)$ 为风险损失系数。

假设 6:政府为提升协同创新绩效而引导供应链上下游企业进行界面管理,对进行界面管理的一方给予界面管理成本补贴 $\varphi I_i(i=1,2)$,φ 为成本补贴系数,$\varphi\in[0,1]$,以及给予企业界面管理平台搭建、界面交互环境营造提供税收优惠、政府直接采购与知识产权保护等政策支持 $S_i(i=1,2)$。此外,政府发挥监督作用,对不进行界面管理的供应链上下游企业给予惩罚,罚金为 F。

2　演化博弈模型构建与分析

2.1　政府未引导的演化博弈模型构建与分析

根据以上假设,政府未引导时供应链上下游企业协同创新界面管理博弈收益矩阵见表 1。

表 1　政府未引导时供应链上下游企业博弈收益矩阵

上游企业	下游企业	
	进行界面管理	不进行界面管理
进行界面管理	$\lambda_1\eta_c T+\beta_1 K_2-\gamma_c C_1-I_1-\alpha_1 K_1$ $\lambda_2\eta_c T+\beta_2 K_1-\gamma_c C_2-I_2-\alpha_2 K_2$	$\lambda_1\eta_1 T-\gamma_1 C_1-I_1-\alpha_1 K_1$ $\lambda_2\eta_1 T+\beta_2 K_1-\gamma_1 C_2$
不进行界面管理	$\lambda_1\eta_2 T+\beta_1 K_2-\gamma_2 C_1$ $\lambda_2\eta_2 T-\gamma_2 C_2-I_2-\alpha_2 K_2$	$\lambda_1 T-C_1$ $\lambda_2 T-C_2$

供应链上游企业选择“进行界面管理”“不进行界面管理”策略时的收益 π_{11}、π_{12} 以及平均期望收益 $\bar{\pi}_1$ 分别为

$$\begin{aligned}\pi_{11}&=y(\lambda_1\eta_c T+\beta_1 K_2-\gamma_c C_1-I_1-\alpha_1 K_1)+(1-y)(\lambda_1\eta_1 T-\gamma_1 C_1-I_1-\alpha_1 K_1)\\&=y[(\mu_c-\mu_1)(\lambda_1 T+C_1)+\beta_1 K_2]+\lambda_1 T(1+\mu_1)-C_1(1-\mu_1)-I_1-\alpha_1 K_1 \quad (1)\\\pi_{12}&=y(\lambda_1\eta_2 T+\beta_1 K_2-\gamma_2 C_1)+(1-y)(\lambda_1 T-C_1)\\&=y[\mu_2(\lambda_1 T+C_1)+\beta_1 K_2]+\lambda_1 T-C_1 \quad (2)\\\bar{\pi}_1&=x\pi_{11}+(1-x)\pi_{12}=xy(\mu_c-\mu_1-\mu_2)\times(\lambda_1 T+C_1)+x[\mu_1(\lambda_1 T+C_1)-I_1-\alpha_1 K_1]+y[(\mu_2(\lambda_1 T+C_1)+\beta_1 K_2]+\lambda_1 T-C_1 \quad (3)\end{aligned}$$

根据 Malthusian 动态方程,可得供应链上游企业的复制动态方程为

$$\begin{aligned}F(x)&=\mathrm{d}x/\mathrm{d}t=x(\pi_{11}-\bar{\pi}_1)\\&=x(1-x)[y(\mu_c-\mu_1-\mu_2)(\lambda_1 T+C_1)+\mu_1(\lambda_1 T+C_1)-I_1-\alpha_1 K_1] \quad (4)\end{aligned}$$

供应链下游企业选择“进行界面管理”“不进行界面管理”策略时的收益 π_{21}、π_{22} 以及平均期望收益 $\bar{\pi}_2$ 分别为

$$\begin{aligned}\pi_{21}&=x(\lambda_2\eta_c T+\beta_2 K_1-\gamma_c C_2-I_2-\alpha_2 K_2)+(1-x)(\lambda_2\eta_2 T-\gamma_2 C_2-I_2-\alpha_2 K_2)\\&=x[(\mu_c-\mu_2)(\lambda_2 T+C_2)+\beta_2 K_1]+\lambda_2 T(1+\mu_2)-C_2(1-\mu_2)-I_2-\alpha_2 K_2 \quad (5)\\\pi_{22}&=x(\lambda_2\eta_1 T+\beta_2 K_1-\gamma_1 C_2)+(1-x)(\lambda_2 T-C_2)\\&=x[\mu_1(\lambda_2 T+C_2)+\beta_2 K_1]+\lambda_2 T-C_2 \quad (6)\\\bar{\pi}_2&=x\pi_{21}+(1-x)\pi_{22}\\&=xy(\mu_c-\mu_1-\mu_2)(\lambda_2 T+C_2)+y[\mu_2(\lambda_2 T+C_2)-I_2-\alpha_2 K_2]+x[\mu_1(\lambda_2 T+C_2)+\beta_2 K_1]+\lambda_2 T-C_2 \quad (7)\end{aligned}$$

同理,可得供应链下游企业的复制动态方程为

$$\begin{aligned}F(y)&=\mathrm{d}y/\mathrm{d}t=y(\pi_{21}-\bar{\pi}_2)\\&=y(1-y)[x(\mu_c-\mu_1-\mu_2)\times(\lambda_2 T+C_2)+\mu_2(\lambda_2 T+C_2)-I_2-\alpha_2 K_2] \quad (8)\end{aligned}$$

令 $F(x)=0$、$F(y)=0$,得到博弈双方 5 个局部均衡点分别为 $E_1(0,0)$、$E_2(0,1)$、$E_3(1,0)$、$E_4(1,1)$、$E_5(x^*,y^*)$,其中:

$$x^*=\frac{I_2+\alpha_2K_2-\mu_2(\lambda_2T+C_2)}{(\mu_c-\mu_1-\mu_2)(\lambda_2T+C_2)},$$

$$y^*=\frac{I_1+\alpha_1K_1-\mu_1(\lambda_1T+C_1)}{(\mu_c-\mu_1-\mu_2)(\lambda_1T+C_1)}。$$

对 $F(x)$、$F(y)$ 求解关于 x、y 的偏导数,得到雅可比矩阵为

$$\boldsymbol{J}=\begin{bmatrix}(1-2x)[y(\mu_c-\mu_1-\mu_2)(\lambda_1T+C_1)+\mu_1(\lambda_1T+C_1)-I_1-\alpha_1K_1] & x(1-x)(\mu_c-\mu_1-\mu_2)(\lambda_1T+C_1)\\ y(1-y)(\mu_c-\mu_1-\mu_2)(\lambda_2T+C_2) & (1-2y)[x(\mu_c-\mu_1-\mu_2)(\lambda_2T+C_2)+\mu_2(\lambda_2T+C_2)-I_2-\alpha_2K_2]\end{bmatrix} \tag{9}$$

由 Friedman 提出的均衡点稳定性判别方法,当雅可比矩阵满足 $\det(\boldsymbol{J})>0$ 且 $\mathrm{tr}(\boldsymbol{J})<0$ 时,均衡点为演化稳定策略(ESS)。当满足 $\mu_1(\lambda_1T+C_1)\leqslant I_1+\alpha_1K_1\leqslant(\mu_c-\mu_2)(\lambda_1T+C_1)$ 且 $\mu_2(\lambda_2T+C_2)\leqslant I_2+\alpha_2K_2\leqslant(\mu_c-\mu_1)(\lambda_2T+C_2)$ 时,x^*、y^* 在 $R=\{(x,y)\mid 0\leqslant x\leqslant 1,0\leqslant y\leqslant 1\}$ 平面上,则该系统 5 个局部均衡点稳定性见表 2。

由表 2 可以看出,$E_1(0,0)$ 点和 $E_4(1,1)$ 点是演化稳定点(ESS),$E_2(0,1)$ 点和 $E_3(1,0)$ 点是不稳定点,$E_5(x^*,y^*)$ 点是鞍点。此外,将表 2 所得局部均衡点稳定性分析结果表示在坐标平面上,可得供应链上下游企业的演化博弈路径图,如图 1 所示。

表 2　政府未引导时供应链上下游企业博弈均衡点稳定性分析结果

均衡点	$\det(\boldsymbol{J})$	$\mathrm{tr}(\boldsymbol{J})$	局部稳定性
$E_1(0,0)$	+	−	ESS
$E_2(0,1)$	+	+	不稳定
$E_3(1,0)$	+	+	不稳定
$E_4(1,1)$	+	−	ESS
$E_5(x^*,y^*)$	+	0	鞍点

注:“+”表示大于 0;“−”表示小于 0。

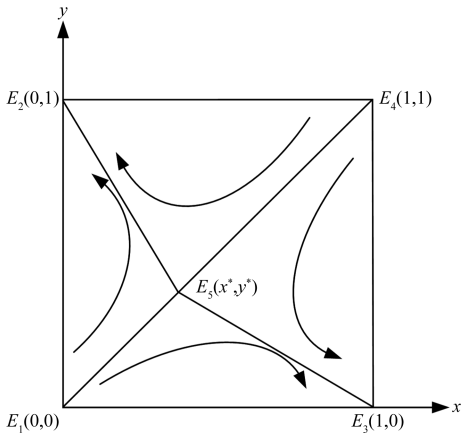


图 1　政府未引导时供应链上下游企业演化相位图

由图 1 可知,(不进行界面管理,不进行界面管理)和(进行界面管理,进行界面管理)是该博弈系统的两种稳定状态。供应链上下游企业界面管理行为的演化最终收敛于哪种状态,取决于区域 $E_3E_1E_2E_5$ 的面积 $M_{E_3E_1E_2E_5}$ 和区域 $E_3E_4E_2E_5$ 的面积 $M_{E_3E_4E_2E_5}$ 的相对大小。$M_{E_3E_1E_2E_5}$ 越大,双方越趋向于不进行界面管理,$M_{E_3E_4E_2E_5}$ 越大,则双方进行界面管理的概率越高。记 $M_{E_3E_1E_2E_5}$ 为 M_1,则 M_1 的表达式为

$$M_1=\frac{1}{2}(x^*+y^*)=\frac{1}{2}\left[\frac{I_2+\alpha_2K_2-\mu_2(\lambda_2T+C_2)}{(\mu_c-\mu_1-\mu_2)(\lambda_2T+C_2)}+\frac{I_1+\alpha_1K_1-\mu_1(\lambda_1T+C_1)}{(\mu_c-\mu_1-\mu_2)(\lambda_1T+C_1)}\right] \tag{10}$$

命题 1:供应链上下游企业的界面管理成本越高,双方进行界面管理的概率就越低。

证明:对 M_1 求成本 I_1 的偏导,可得 $\frac{\partial M_1}{\partial I_1}=\frac{1}{2(\mu_c-\mu_1-\mu_2)(\lambda_2T+C_2)}>0$,同理 $\frac{\partial M_1}{\partial I_2}>0$,故 M_1 是 I_1、I_2 的单调递增函数,随着 I_1、I_2 的增加,M_1 的面积增大,系统向 $E_1(0,0)$ 点演化的概率增加,双方更倾向于不进行界面管理。

命题 2:供应链上下游企业界面管理所分享的隐性知识风险损失系数越大,双方进行界面管理的概率就越小。

证明:对 M_1 求隐性知识风险损失系数 α_1 的偏导,可得 $\frac{\partial M_1}{\partial\alpha_1}=\frac{K_1}{2(\mu_c-\mu_1-\mu_2)(\lambda_1T+C_1)}>0$,同理 $\frac{\partial M_1}{\partial\alpha_2}>0$。由此,$M_1$ 是 α_1、α_2 的单调递增函数,随着 α_1、α_2 增加,M_1 的面积将增大,系统向 $E_1(0,0)$ 点演化的概率增加,双方倾向于不进行界面管理。

命题 3:供应链上下游企业界面管理引致的协同创新界面有效性提升系数越大,双方进行界面管理的概率就越大。

证明：对 M_1 求系数 μ_c 的偏导，可得 $\frac{\partial M_1}{\partial \mu_c}=-\frac{1}{2(\mu_c-\mu_1-\mu_2)^2}\left(\frac{1}{\lambda_2 T+C_2}+\frac{1}{\lambda_1 T+C_1}\right)<0$，同理 $\frac{\partial M_1}{\partial \mu_1}<0$、$\frac{\partial M_1}{\partial \mu_2}<0$。由此，$M_1$ 是 μ_c、μ_1、μ_2 的单调递减函数，随着 μ_c、μ_1、μ_2 增加，M_1 的面积将减小，系统向 $E_4(1,1)$ 点演化的概率增大，双方更趋向于进行界面管理。

2.2　政府引导的演化博弈模型构建与分析

基于上文的基本假设，政府引导时供应链上下游企业协同创新界面管理博弈收益矩阵见表 3。

同理，可得供应链上下游企业的复制动态方程分别为

$$\boldsymbol{J}=\begin{bmatrix}(1-2x)\{y[(\mu_c-\mu_1-\mu_2)(\lambda_1 T+C_1)+F]+\\ \mu_1(\lambda_1 T+C_1)-(1-\varphi)I_1-\alpha_1 K_1+S_1\} & x(1-x)[(\mu_c-\mu_1-\mu_2)(\lambda_1 T+C_1)+F]\\ y(1-y)[(\mu_c-\mu_1-\mu_2)(\lambda_2 T+C_2)+F] & (1-2y)\{x[(\mu_c-\mu_1-\mu_2)(\lambda_2 T+C_2)+F]+\\ & \mu_2(\lambda_2 T+C_2)-(1-\varphi)I_2-\alpha_2 K_2+S_2\}\end{bmatrix} \tag{13}$$

当满足 $0<x^*=[(1-\varphi)I_2+\alpha_2 K_2-\mu_2(\lambda_2 T+C_2)-S_2][(\mu_c-\mu_1-\mu_2)(\lambda_2 T+C_2)+F]^{-1}<1$、$0<y^*=[(1-\varphi)I_1+\alpha_1 K_1-\mu_1(\lambda_1 T+C_1)-S_1][(\mu_c-\mu_1-\mu_2)(\lambda_1 T+C_1)+F]^{-1}<1$ 时，x^*、y^* 在 $R=\{(x,y)\mid 0\leqslant x\leqslant 1,0\leqslant y\leqslant 1\}$ 平面上。该系统 5 个局部均衡点的稳定性见表 4。

由表 4 可知，在政府引导时，博弈系统亦有 $E_1(0,0)$ 点和 $E_4(1,1)$ 两个稳定均衡策略(ESS)。博弈双方最终的稳定策略依然取决于 $M_{E_3E_1E_2E_5}$ 和 $M_{E_3E_4E_2E_5}$ 的相对大小，记 $M_{E_3E_1E_2E_5}$ 为 M_2，则其面积为

$$\begin{aligned}M_2&=\frac{1}{2}(x^*+y^*)\\&=\frac{1}{2}\left[\frac{(1-\varphi)I_2+\alpha_2 K_2-\mu_2(\lambda_2 T+C_2)-S_2}{(\mu_c-\mu_1-\mu_2)(\lambda_2 T+C_2)+F}+\frac{(1-\varphi)I_1+\alpha_1 K_1-\mu_1(\lambda_1 T+C_1)-S_1}{(\mu_c-\mu_1-\mu_2)(\lambda_1 T+C_1)+F}\right]\end{aligned} \tag{14}$$

表 3　政府引导时供应链上下游企业博弈收益矩阵

上游企业	下游企业	
	进行界面管理	不进行界面管理
进行界面管理	$\lambda_1\eta_c T+\beta_1 K_2-\gamma_c C_1-(1-\varphi)I_1-\alpha_1 K_1+S_1$	$\lambda_1\eta_l T-\gamma_1 C_1-(1-\varphi)I_1-\alpha_1 K_1+S_1$
	$\lambda_2\eta_c T+\beta_2 K_1-\gamma_c C_2-(1-\varphi)I_2-\alpha_2 K_2+S_2$	$\lambda_2\eta_l T+\beta_2 K_1-\gamma_1 C_2-F$
不进行界面管理	$\lambda_1\eta_2 T+\beta_1 K_2-\gamma_2 C_1-F$	$\lambda_1 T-C_1$
	$\lambda_2\eta_2 T-\gamma_2 C_2-(1-\varphi)I_2-\alpha_2 K_2+S_2$	$\lambda_2 T-C_2$

$$\begin{aligned}F(x)&=\mathrm{d}x/\mathrm{d}t=x(1-x)\times\\&\{y[(\mu_c-\mu_1-\mu_2)(\lambda_1 T+C_1)+F]+\\&\mu_1(\lambda_1 T+C_1)-(1-\varphi)I_1-\\&\alpha_1 K_1+S_1\}\end{aligned} \tag{11}$$

$$\begin{aligned}F(y)&=\mathrm{d}y/\mathrm{d}t=y(1-y)\{x[(\mu_c-\mu_1-\mu_2)\times\\&(\lambda_2 T+C_2)+F]+\mu_2(\lambda_2 T+C_2)-\\&(1-\varphi)I_2-\alpha_2 K_2+S_2\}\end{aligned} \tag{12}$$

同理，可得博弈系统 5 个局部均衡点分别为 $E_1(0,0)$、$E_2(0,1)$、$E_3(1,0)$、$E_4(1,1)$、$E_5(x^*,y^*)$。其中，$x^*=\frac{(1-\varphi)I_2+\alpha_2 K_2-\mu_2(\lambda_2 T+C_2)-S_2}{(\mu_c-\mu_1-\mu_2)(\lambda_2 T+C_2)+F}$，$y^*=\frac{(1-\varphi)I_1+\alpha_1 K_1-\mu_1(\lambda_1 T+C_1)-S_1}{(\mu_c-\mu_1-\mu_2)(\lambda_1 T+C_1)+F}$。

政府引导时系统的雅可比矩阵为

表 4　政府引导时供应链上下游企业博弈均衡点稳定性分析结果

均衡点	det($\boldsymbol{J}$)	tr($\boldsymbol{J}$)	局部稳定性
$E_1(0,0)$	+	−	ESS
$E_2(0,1)$	+	+	不稳定
$E_3(1,0)$	+	+	不稳定
$E_4(1,1)$	+	−	ESS
$E_5(x^*,y^*)$	+	0	鞍点

注：“+”表示大于 0；“−”表示小于 0。

命题 4：政府对供应链上下游企业给予的界面管理成本补贴力度越大，双方进行界面管理的概率越大。

证明：由 $\frac{\partial M_2}{\partial \varphi}=-\frac{1}{2}\left\{I_1[(\mu_c-\mu_1-\mu_2)(\lambda_1 T+C_1)+F]^{-1}+I_2[(\mu_c-\mu_1-\mu_2)(\lambda_2 T+C_2)+F]^{-1}\right\}<0$，故 M_2 是 φ 的单调递减函数，M_2 随 φ 的增加而减小，系统向 $E_4(1,1)$ 点演化的概率增大。

命题 5：政府对供应链上下游企业不为协同创新进行界面管理的惩罚力度越大，双方进行界面管理的意愿越高。

证明：由 $\frac{\partial M_2}{\partial F}=-\frac{1}{2}\left\{[(\mu_c-\mu_1-\mu_2)(\lambda_1 T+C_1)+F]^{-2}+[(\mu_c-\mu_1-\mu_2)(\lambda_2 T+C_2)+F]^{-2}\right\}<0$，故 M_2 是 F 的单调递减函数，所以 M_2 随 F 的增加而减小，系统向 $E_4(1,1)$ 点演化的概率增大。

命题 6：政府对供应链上下游企业给予的政策

支持力度越大,双方进行界面管理的概率越大。

证明: 由 $\frac{\partial M_2}{\partial S_1}=-\frac{1}{2}[(\mu_c-\mu_1-\mu_2)(\lambda_1 T+C_1)+F]^{-1}<0$,同理可得$\frac{\partial M_2}{\partial S_2}<0$,故 M_2 是 S_1、S_2 的单调递减函数,M_2 随 S_1、S_2 的增加而减小,系统向 $E_4(1,1)$ 点演化的概率增大。

3 数值仿真分析

为了更加直观展示供应链上下游企业协同创新的界面管理意愿演化过程及相关因素对系统演化的影响,运用 MATLAB 进行数值仿真。在咨询相关战略性新兴产业创新管理专家、研发人员意见的基础上,根据现实情况以及演化约束条件对参数进行赋值。参数初始值设置为 $T=15$、$\lambda_1=0.8$、$\lambda_2=0.7$、$C_1=4$、$C_2=5$、$I_1=6$、$I_2=7$、$\mu_c=0.8$、$\mu_1=0.2$、$\mu_2=0.3$、$K_1=2$、$K_2=3$、$\alpha_1=0.3$、$\alpha_2=0.2$、$\varphi=0.1$、$S_1=S_2=1$、$F=2$。同时,假设供应链上下游企业初始阶段进行界面管理的概率为 0.5,即 $x=0.5$、$y=0.5$。

参数设置依据如下:T 为协同创新产生的技术量平均值,基于战略性新兴产业供应链协同创新项目的调研设定为 15;$\lambda_i(i=1,2)$ 为技术收益系数,反映企业将技术转化为经济收益的能力,上游企业对技术的转化能力略高于下游企业,故分别设为 0.8 和 0.7;$C_i(i=1,2)$ 为协同创新投入成本,包括研发投入、人员配置等,分别设为 4 和 5;$I_i(i=1,2)$ 为界面管理成本,通常高于基础协同创新投入成本,故分别设为 6 和 7;$\mu_i(i=c,1,2)$ 为界面有效性提升系数,双方均进行界面管理时界面有效性的提升显著高于单方进行界面管理,故分别设为 0.8,0.2 和 0.3;$K_i(i=1,2)$ 为隐性知识分享量,反映上下游企业的知识交换程度,分别设为 6 和 7;$\alpha_i(i=1,2)$ 为隐性知识分享的风险损失系数,上游企业核心技术等隐性知识泄露风险的影响略大于下游企业,故分别设为 0.3 和 0.2;φ 为成本补贴系数,根据国内战略性新兴产业政策支持情况,政府直接成本补贴在 10% 左右,故该系数设为 0.1;$S_i(i=1,2)$ 为政府综合政策支持,包括基础支持、税收优惠和政府采购,平均支持强度设为 1;F 为企业不进行界面管理时的惩罚金额,反映政府的适度监管强度,设为 2。

3.1 界面管理成本对系统演化的影响

保持其他参数不变,对政府未引导和引导时供应链上下游企业界面管理成本进行调整,得到两种情景下界面管理成本变化对系统演化的影响,如图 2、图 3 所示,数值仿真结果验证了命题 1。由图 2 可以看出,政府未引导时供应链上游企业 I_1 介于 5～6、供应链下游企业 I_2 介于 6～7,存在临界值,随着供应链上下游企业的界面管理成本降低且达到临界值时,双方为协同创新进行界面管理意愿会趋向稳定。由图 3 可知,在相同的界面管理成本情况下,政府引导措施使得供应链上下游企业 I_1、I_2 的临界值分别上移至 6～7、7～8,说明政府引导一定程度上缓解了企业对界面管理成本投入过高的敏感性,使双方可以在较高成本负担下进行界面管理。由此可见,过高的界面管理成本是供应链上下游企业为协同创新进行界面管理的主要障碍。供应链上下游企业在协同创新中为解决多主体、多层次的界面障碍需投入高水平交互机制与资源,且无法短期内提升协同创新绩效,因此当界面管理成本

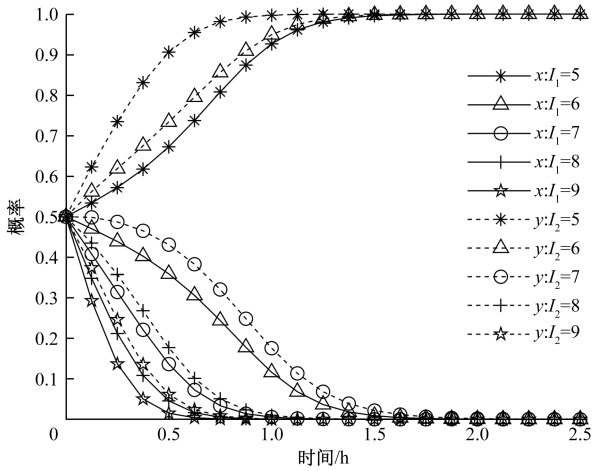


图 2 政府未引导时 I_i 变动的系统演化轨迹

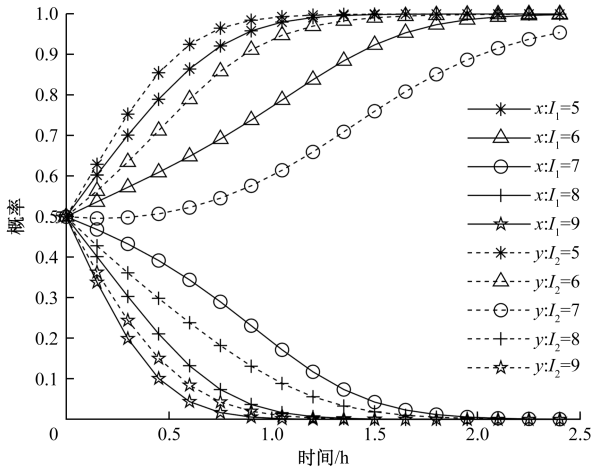


图 3 政府引导时 I_i 变动的系统演化轨迹

超出企业承受能力时，双方为协同创新开展界面管理的意愿就难以形成。若要提升供应链上下游企业界面管理意愿就必须减少双方对界面管理的投入，同时政府应予以适度支持以利于供应链上下游企业为协同创新进行界面管理能够承担更高的成本投入。

3.2　风险损失系数对系统演化的影响

保持其他参数不变，对政府未引导和引导时供应链上下游企业进行界面管理所引致的隐性知识风险损失系数进行调整，得到两种情景下隐性知识风险损失系数变化对系统演化的影响，如图 4、图 5 所示，数值仿真结果验证了命题 2。由图 4 可知，政府未引导时供应链上下游企业的演化轨迹呈现高度同步性，其隐性知识风险损失系数临界值均处于 0.05～0.15 区间内，当隐性知识风险损失系数超过 0.15 时，双方界面管理的意愿急剧下降，系统向双方不进行界面管理的稳定状态演化。由图 5 则可以看出，政府引导时供应链上下游企业的隐性知识风险损失系数临界值分别上移至 0.35～0.45 和 0.25～0.35 区间，政府引导措施能够提供知识产权保护并对不进行界面管理一方施以惩罚以抑制隐性知识泄露、窃取风险，从而降低供应链上下游企业界面管理的风险损失，推动双方向进行界面管理方向演化。由此可见，隐性知识的泄露、窃取风险过大会直接触发供应链上下游企业的风险规避行为，对双方的界面管理意愿具有抑制作用。这是因为战略性新兴产业供应链协同创新不确定性更高、失败风险更大，协同创新界面障碍更为复杂，供应链上下游企业进行界面管理所分享的隐性知识面临更高的泄露扩散风险，很容易产生规避风险的想法，以及希冀对方进行界面管理以获得搭便车收益，难以激发双方为协同创新进行界面管理的意愿。为提升双方的界面管理意愿需从供应链内部和政府外部构建隐性有效的知识产权保护机制与惩罚机制，将界面管理所引致的隐性知识泄露、窃取的风险损失降到最低水平，缓解供应链上下游企业对隐性知识风险损失的担忧以增强双方界面管理的意愿。

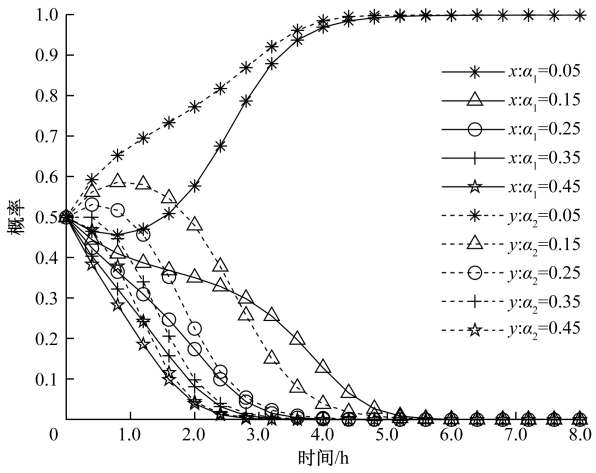


图 4　政府未引导时 α_i 变动的系统演化轨迹

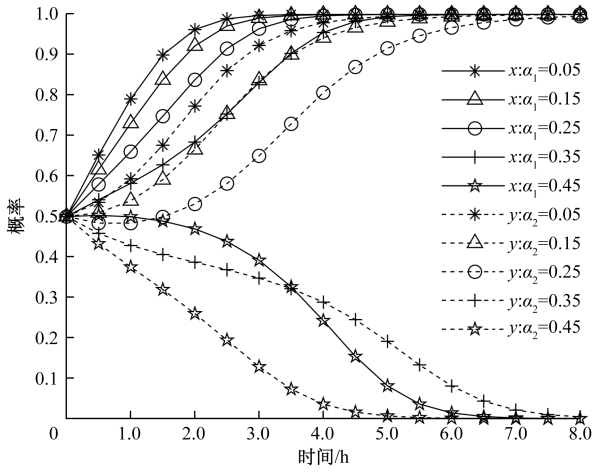


图 5　政府引导时 α_i 变动的系统演化轨迹

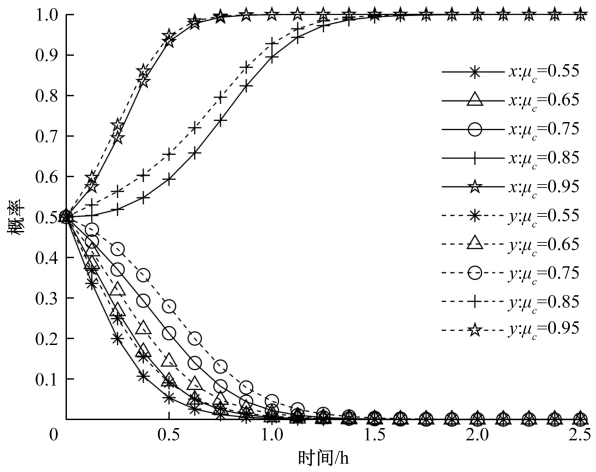


图 6　政府未引导时 μ_c 变动的系统演化轨迹

3.3　界面有效性提升系数对系统演化的影响

保持其他参数不变，对政府未引导和引导时供应链上下游企业进行界面管理所引致的界面有效性提升系数 μ_c 进行调整，得到两种情景下界面有效性提升系数变化对系统演化的影响，如图 6、图 7 所示，数值仿真结果验证了命题 3。由图 6 可以看出，政府未引导时供应链上下游企业的演化轨迹呈现出高度一致性，界面有效性提升系数 μ_c 的临界值位于区间[0.75，0.85]，当界面有效性提升系数 μ_c 大于 0.85 时，双方由不进行界面管理向进行界面管理的方向演化，且 μ_c 数值越大，双方趋向界面管理的

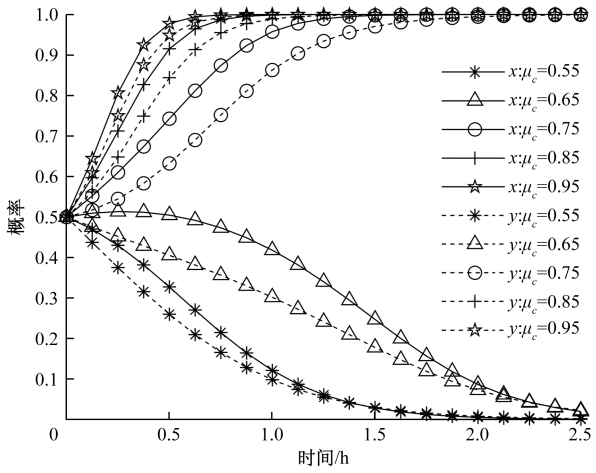


图 7　政府引导时 μ_c 变动的系统演化轨迹

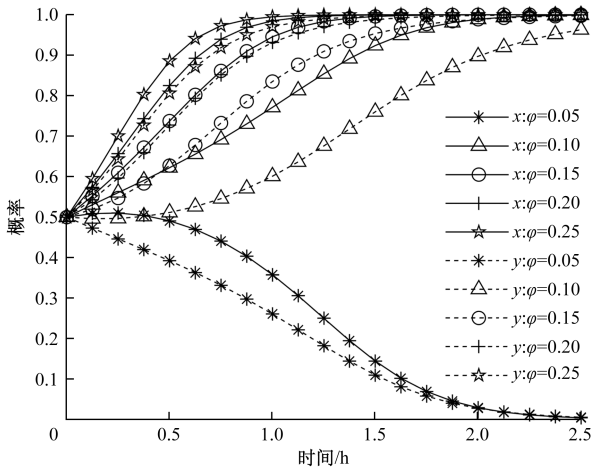


图 8　φ 变动的系统演化轨迹

速度越快。由图 7 进一步发现,在界面有效性提升系数相同的情况下,政府引导措施使得界面有效性提升系数 μ_c 的临界值下移至区间[0.65,0.75],说明政府引导在一定程度上缓解了供应链上下游企业为协同创新进行界面管理需要尽力提升界面有效性的压力,使企业能够在合理界面管理成本投入下实现一定的界面有效性提升以获取更好的协同创新绩效,进而提升双方界面管理的意愿。由此可见,界面有效性提升系数与双方界面管理意愿演化成正相关关系。供应链上下游企业为协同创新进行界面管理会提升协同创新的效率,能够产生更多的协同创新技术量、降低协同创新成本,增加双方的协同创新收益预期,从而提升双方为协同创新开展界面管理的意愿。因此,提升供应链上下游企业的界面管理意愿需提高界面管理的效率,即采取切实手段有效消除协同创新界面障碍,进而提升双方的协同创新收益、降低协同创新成本,同时政府需要提供有效的支持以降低双方界面管理的投入产出比压力。

3.4　界面管理成本补贴系数对系统演化的影响

保持其他参数不变,对政府给予的界面管理成本补贴系数进行调整,得到界面管理成本补贴系数变化对系统演化的影响,如图 8 所示,数值仿真结果验证了命题 4。由图 8 可见,界面管理成本补贴系数 φ 的临界值位于区间[0.05,0.1],只有界面管理成本补贴系数 $\varphi>0.1$ 时,供应链上下游企业才会选择界面管理,并且随着界面管理成本补贴力度的增加,双方趋向界面管理的速度越快。由此可见,政府提供适度的成本补贴能够减轻供应链上下游企业界面管理的成本投入以实现一定程度的界面有效性提升,提高协同创新的投入产出比,促进双方为协同创新进行界面管理的意愿。由于战略性新兴产业供应链协同创新具有重大创造性、交融性和跨领域交叉性等特点,其界面数量、层次更复杂,更需要持续突破上下游企业的边界进行跨界面的交流与互动以驱动协同创新,因此界面管理的投入成本较高,政府给予的界面管理成本补贴可以减轻供应链上下游企业的成本投入压力,从而增强双方为协同创新开展界面管理的意愿。但成本补贴力度较小可能不足以缓解供应链企业界面管理成本压力以致使双方仍缺乏界面管理的动力,因此政府合理设计和动态调整界面管理成本补贴力度就成为提升供应链上下游企业为协同创新进行界面管理意愿的关键。

3.5　政府罚金对系统演化的影响

保持其他参数不变,对政府给予不进行界面管理一方的惩罚力度进行调整,得到政府罚金对系统演化的影响,如图 9 所示,数值仿真结果验证了命题 5。由图 9 可知,政府罚金 F 对系统演化的影响在1～2存在临界值,较低的政府罚金对不进行界面管理的博弈方约束作用有限,不能有效阻止该博弈方的消极态度,只有政府罚金高于临界值才能促进供应链上下游企业向进行界面管理的方向演化,惩罚力度越大,双方趋向进行界面管理的速度加快。由此可见,政府针对不为协同创新进行界面管理的供应链上下游企业给予的惩罚力度越大,使得消极企业获取的搭便车收益被抵消甚至影响其协同创新收益,从而能够提升双方进行界面管理的意愿。因此,政府应对不进行界面管理的供应链上下游企业施以适当的惩罚,使其因消极态度而获得的搭便车收益承担足够大的惩罚成本,从而增强供应链上下游企业界面管理的意愿。

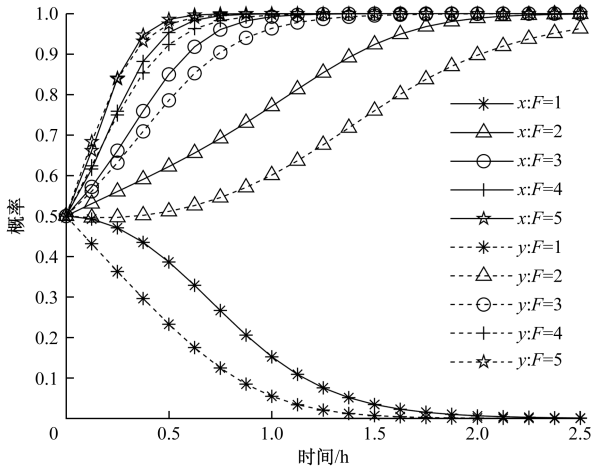


图 9　F 变动的系统演化轨迹

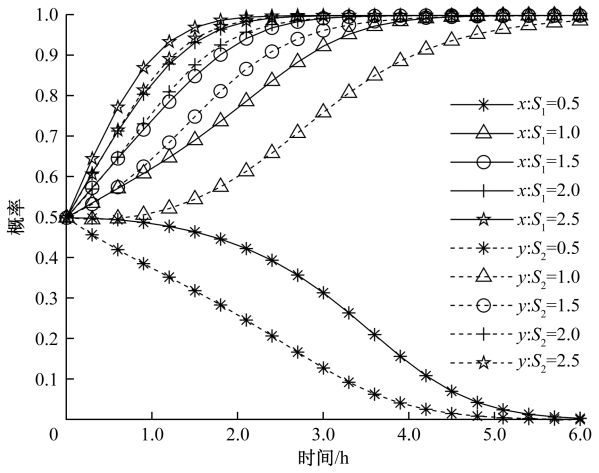


图 10　S_1、S_2 变动的系统演化轨迹

3.6　政策支持对系统演化的影响

保持其他参数不变，对政府给予供应链上下游企业界面管理的政策支持力度进行调整，得到政策支持对系统演化的影响，如图 10 所示，数值仿真结果验证了命题 6。由图 10 可知，随着政策支持 S_1、S_2 从 0.5 逐步提升至 2.5 时，供应链上下游企业进行界面管理的概率不断增加，并且随着政策支持力度的加大，双方趋向界面管理的速度越快。同时，对比图 8 和图 9 可以看出，政策支持相对于界面管理成本补贴和罚金在实施初期效果较不明显，其激励作用更具有长期性。由此可见，政府为战略性新兴产业供应链上下游企业提供界面管理平台搭建、界面交互环境营造等税收优惠、政府直接采购与知识产权保护等支持，可以降低双方界面管理的成本和风险水平、提高预期收益，从而推动双方为协同创新开展界面管理。因此，政府应出台更具长效性的支持政策，通过长效机制降低供应链上下游企业界面管理的持续投入和隐性知识泄露风险，进而激发企业为提升协同创新绩效而持续开展界面管理的意愿。

4　结论与建议

运用演化博弈方法，探索性分析了影响战略性新兴产业供应链上下游企业协同创新界面管理意愿的关键因素以及政府引导机制促进双方界面管理意愿的作用效果，并结合数值仿真，得到以下结论。

(1)协同创新界面有效性的提升是增强供应链上下游企业界面管理意愿的主要推动力。供应链上下游企业界面管理若能显著提升协同创新的界面有效性，进而提升协同创新的投入产出比，能够促进双方为协同创新进行界面管理的意愿。同时，政府引导机制能够缓解供应链上下游企业界面管理的投入产出压力，使企业能以有限的界面管理投入显著提升协同创新绩效，一定程度上提升双方界面管理的意愿。

(2)界面管理成本、隐性知识风险损失是抑制供应链上下游企业界面管理意愿的阻碍因素。在战略性新兴产业供应链协同创新过程中，供应链上下游企业所投入的界面管理成本越高、分享的隐性知识的风险损失越大，越不利于激发双方界面管理的意愿。同时，政府以成本补贴、政策支持、惩罚等方式对双方界面管理行为加以引导，能够缓解企业界面管理投入压力以及降低隐性知识风险损失，更有效地激发双方界面管理的意愿。

(3)界面管理成本补贴、政策支持与罚金是驱动供应链上下游企业界面管理的外部牵引力。界面管理成本补贴系数、政策支持与罚金对提升供应链上下游企业界面管理意愿均具有正向作用，界面管理成本补贴和罚金的引导作用更为直接，可在短期内有效激发双方界面管理的意愿，而政策支持对双方界面管理意愿的提升作用更具长效性。

基于以上研究结论，提出以下对策与建议。

(1)提升供应链上下游企业界面管理效能。主要可以从以下几个方面着手进行：一是供应链上下游企业应对协同创新模式、协同创新流程及协同创新团队进行重新建构以实现跨主体、跨领域的创新资源、制度体系的顺畅衔接，减少协同创新界面层次以加强跨主体间创新资源整合；二是供应链上下游企业应构建非正式沟通机制以实现协同创新界面柔性化，促进跨主体、跨领域的知识、信息、人员

等资源的顺畅流动与融合;三是供应链上下游企业应探索合理利益分配和风险共担机制,促使企业利益与风险捆绑以实现各主体创新目标的一致性,同时搭建跨企业文化融合机制以实现协同共享、开放沟通、宽容的协同创新文化;四是供应链上下游企业应提高协同创新界面的敏捷性,随时关注战略性新兴产业技术、市场的发展变化,及时对变化加以预判并调整创新方向。

(2)降低供应链上下游企业界面管理成本与风险水平。供应链上下游企业应打破固化的协同创新程序化流程,采用并行工程手段优化协同创新资源配置与协同创新资源交换过程,减少多主体、多团队人员之间的交互环节与界面层次,降低企业为协同创新资源衔接、界面交互而投入的显性成本,同时利用区块链、大数据等技术搭建有效的信息交流平台,减少多主体、多团队人员之间沟通、交流而产生的隐性成本。此外,供应链上下游企业应建立基于制度保障的信任机制,通过引导协同创新团队与人员相互学习、相互帮助以促进多主体、多团队之间信任关系,对获取隐性知识转化收益的机会主义行为进行惩治,从而降低供应链上下游企业界面管理的风险损失。

(3)加强政府对供应链上下游企业界面管理意愿的引导。政府应根据供应链上下游企业的创新知识、信息、人员等交互状况,建立多阶段、多强度的引导机制。在协同创新初期,供应链上下游企业由于信任水平不高、沟通不畅等原因导致界面管理意愿不足,政府可以通过给予供应链上下游企业适度的成本补贴较快缓解企业界面管理的成本投入压力,另一方面建立适度的、动态调整的惩罚机制,抑制供应链上下游企业规避界面管理风险和搭便车的消极行为;而在协同创新进入稳定运行阶段,供应链上下游企业在创新资源共享、人员交流机制、信息共享等方面面临持续投入的压力,政府应主要通过搭建多主体间创新资源衔接与信息交流通道、制定知识保护与人员流动不调动等制度以营造有利于界面管理的外部环境,最大限度激发供应链上下游企业界面管理的积极性。

参考文献

[1] 郑江淮,陈英武. 以培育发展战略性新兴产业和未来产业加快形成新质生产力[J]. 理论月刊,2024(9):12-19.

[2] 任继球,盛朝迅,魏丽,等. 战略性新兴产业集群化发展:进展、问题与推进策略[J]. 天津社会科学,2024,2(2):89-98.

[3] 刘国巍,李明昊. 基于系统生成的新兴产业突破性创新联盟演化分析:以生物医药为例[J]. 科技和产业,2025,25(4):193-204.

[4] 吴绍波. 战略性新兴产业创新生态系统协同创新的知识投入激励研究[J]. 科学学与科学技术管理,2013,34(9):71-76.

[5] 李柏洲,王雪,苏屹,等. 我国战略性新兴产业间供应链企业协同创新演化博弈研究[J]. 中国管理科学,2021,29(8):136-147.

[6] 邢青松,曾梦秋,邓富民. 区块链嵌入政府监管对战略性新兴产业供应链协同创新的影响[J]. 昆明理工大学学报(自然科学版),2023,48(6):176-186.

[7] 顾翠伶,王先甲,常文可. 战略性新兴产业供应链企业协同创新演化分析[J]. 系统工程学报,2024,39(6):937-954.

[8] LIU X, FANG Z, ZHANG N, et al. An evolutionary game model and its numerical simulation for collaborative innovation of multiple agents in carbon fiber industry in China[J]. Sustainable Computing: Informatics and Systems, 2019, 24: 100350.

[9] HOU J, LI B. The evolutionary game for collaborative innovation of the IoT industry under government leadership in China: an IoT infrastructure perspective[J]. Sustainability, 2020, 12(9): 3648.

[10] 贾扬蕾,许礼刚,周怡婷. 地方政府、稀土企业与新能源企业协同创新演化博弈研究[J]. 运筹与管理,2023,32(10):37-42.

[11] 高茜滢,吴慈生,王琦. 基于合作竞争与协同创新的创新联合体研究[J]. 中国软科学,2022(11):155-164.

[12] NAJAFI T S, NAJAFI T Z, NAUDE P, et al. How collaborative innovation networks affect new product performance: product innovation capability, process innovation capability, and absorptive capacity[J]. Industrial Marketing Management, 2018, 73: 192-205.

[13] MELO P, BILL D, GORMAN O, et al. Fostering open collaborative innovation for micro and small technology-based firms in Brazil[J]. International Journal of Management Science and Business Administration, 2020, 6(6): 58-64.

[14] 马文聪,叶阳平,徐梦丹,等. “两情相悦”还是“门当户对”:产学研合作伙伴匹配性及其对知识共享和合作绩效的影响机制[J]. 南开管理评论,2018,21(6):95-106.

[15] LOPES A V, FARIAS J S. How can governance support collaborative innovation in the public sector? a systematic review of the literature[J]. International Review of Administrative Sciences, 2022, 88(1): 114-130.

[16] BIRNBAUM P H. Strategic management of industrial technology: a review of the issues[J]. IEEE Transactions on Engineering Management, 2013, 31(4): 186-191.

[17] ROBERTS E B. Benchmarking the strategic management of technology-II: R&D performance[J]. Research

Technology Management，1995，38(1)：44-56.
[18] 吴和成，顾裕玲，高月姣. 跨行政区域协同创新界面管理研究[J]. 技术经济，2020，39(5)：79-87.
[19] 王帮俊，杨东涛. 产学研协同创新的界面管理研究[J]. 中国科技论坛，2015(10)：22-27.
[20] 顾裕玲，吴和成，高月姣. 跨区域主体协同创新的界面管理研究：以战略性新兴产业为例[J]. 科技管理研究，2020，40(13)：8-15.

Evolutionary Research on Interface Management Willingness in Collaborative Innovation of Strategic Emerging Industry Supply Chains

MENG Fanqing，XU Fengwei
(School of Economics and Management，Dalian Jiaotong University，Dalian 116028，China)

Abstract：Interface management serves as a critical approach to enhancing collaborative innovation performance within the supply chain of strategic emerging industries. An evolutionary game model was constructed to analyze the interface management behaviors of upstream and downstream enterprises within the supply chain. The model further incorporates government-guided factors such as cost subsidies，policy support，and penalty mechanisms. The model systematically investigates the key factors influencing the willingness of enterprises to implement interface management and the effectiveness of government guidance mechanisms. The research results indicate that the improvement coefficient of collaborative innovation interface efficiency positively influences the interface management willingness of both upstream and downstream enterprises. Conversely，interface management costs and the risk loss coefficient associated with tacit knowledge exert negative effects. Government interventions—such as cost subsidies，policy support，and penalty mechanisms—have been shown to enhance the willingness of enterprises to engage in interface management，although the effectiveness of different government guidance factors varies. Based on these findings，this study proposes recommendations to enhance interface management efficiency，including improving the efficiency of interface management，reducing management-related costs and risks，and strengthening governmental guidance.

Keywords：strategic emerging industries；supply chain；collaborative innovation；interface management willingness；evolutionary game