

# 政府干预下的创新联盟协同行为演化博弈分析

——基于联盟分类视角

王 腾<sup>1,2</sup>, 关忠诚<sup>1,2</sup>, 郑海军<sup>1</sup>

(1.中国科学院科技战略咨询研究院,北京 100190; 2.中国科学院大学公共政策与管理学院,北京 100049)

**摘要:** 创新联盟是整合互补性资源,开展协同攻关的重要平台。政府为促进联盟持续健康发展,关键在于把握好各项激励举措对联盟成员协同行为的潜在影响。鉴于此,本文基于国家农业科技创新联盟分类建设与管理实践,构建起了三个包含学研方、上游企业与下游企业的三方演化博弈模型,考虑了政府事前补助、事后成本补贴与事后奖励等潜在干预措施对产业性、专业性与区域性联盟内部协同生态的异质性影响,并对政府干预的激励效果进行仿真模拟。结果表明:中央政府采取额外的经费支持举措是必要的。其中,面向所有积极协同方的事后成本补贴是促进各联盟成员积极协同的关键举措;专业性联盟对此需求尤甚,产业性联盟次之,区域性联盟的需求最弱。此外,针对主导方较高强度的事前补助同样可激励产业性联盟各成员采取积极协同的行为策略。

**关键词:** 创新联盟;协同;演化博弈;分类;农业

**中图分类号:** G311 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-980X(2023)3-0102-12

## 一、引言

当今世界正经历百年未有之大变局,全球科技竞争空前激烈,外部发展环境日趋复杂,为破解“卡脖子”难题并实现全产业链的健康发展,往往需要凝聚各方优势力量以协同攻关等方式提高创新体系整体效能。创新联盟作为协同创新的重要平台,是整合企业与学研方等创新主体间关键互补性资源,以实现互惠共赢的合作组织(Han et al, 2012),涉及产学研创新联盟(张明根和张曼宁, 2020),企业间产业技术创新联盟(邱晓燕和张赤东, 2011)等形式。

作为政府主导、产学研跨组织合作的典范,2014年农业农村部主导建立的国家农业科技创新联盟是促进农业领域产学研深度融合,深化农业科技体制改革与机制创新的重要举措。有别于其他创新联盟囊括细分领域内关键技术攻关与产业链整合的面面俱到式建设目标,国家农业科技创新联盟在理念上强调根据联盟的差异化定位进行分类建设与管理,包括关注奶牛、牦牛等细分领域的产业链衔接,侧重于打通科研、生产、加工、推广等全产业链的产业性联盟;重视畜牧、基因组等宽领域内育种、养殖等底层共性技术难题的协同解决,开展产业关键共性技术攻关的专业性联盟;及聚焦于特定区域内特色化的专业技术需求与产业发展难题,协同解决区域重大关键问题的区域性联盟。至此,国家在顶层设计上为深度推进农业领域产学研一体化搭建了较为合理的发展框架。但是在实践中,通过第三方评估发现,大多数缺乏协同基础的、新组建的联盟在建设过程中仍然存在发展目标凝练不足,协作机制不明确等“假联盟”现象。结合不少联盟普遍反映的缺乏稳定经费支持等共性问题,可见中央政府在无偿资助、贷款贴息、后补助与政府购买服务等事前、事后财政科技投入方面(苏妮娜等, 2020;李柏洲等, 2021;杨乃定等, 2022;周晓阳等, 2022),对各联盟内部协同行为的引导激励还有待加强。然而,多措并举式的政府财政干预可能并不适用于当下经费体量有限的现实困境与提升效率的客观需求,差异化的经费支持与政策引导势在必行。因此,如何利用好有限的经费资源,针对三类创新联盟加强差异化的支持与引导?这是目前亟待研究的现实问题。

近年来,针对创新联盟相关问题的研究涵盖了成员互动模式、联盟建设机制与创新影响等多个方面。究

收稿日期:2022-11-18

基金项目:中国科学院科技战略咨询研究院前沿探索计划项目“联合科研机构测评的理论方法研究”(E2X1671Z)

作者简介:王腾,中国科学院科技战略咨询研究院博士研究生,中国科学院大学公共政策与管理学院博士研究生,研究方向:科研管理与科技评价;关忠诚,硕士,中国科学院科技战略咨询研究院研究员,中国科学院大学公共政策与管理学院教授,研究方向:优选与管理科学、科技评价;郑海军,博士,中国科学院科技战略咨询研究院助理研究员,研究方向:科技评价。

其本源,可归为对联盟长久健康发展的讨论,对联盟稳定性的影响因素探究。其中,不少学者基于博弈模型与访谈问卷等定量与定性分析方法,从联盟成员特性、内部运行机制、外部政府干预等研究视角展开影响因素的分析。具体来看,首先,作为联盟存在的基础,联盟成员的互补性被认为是维持联盟稳定的重要前提(Ahlstrom et al, 2014)。适度的伙伴多样性与地理邻近性在增加成员异质性与互补程度的同时,可有效避免知识趋同(赵炎等, 2020; 马丽和刘进, 2021)。与其息息相关的物质等优势资源的高度协同互补也有助于联盟的稳定发展(段云龙等, 2019)。可见,优选联盟成员,特别是核心成员,是提升创新联盟整体活力与竞争力的关键(吴言波等, 2019; 宋泽源等, 2020; 张新启等, 2022)。同时,还要充分考虑各类联盟特征,注意成员构成的适度规模(Kumar, 2014; Akhavan et al, 2015)。此外,成员间良好的信任关系,不仅影响知识转移与资源共享(段云龙等, 2019; Ko, 2020),还会影响战略目标一致性与认知邻近性,进而影响联盟成员的合作意愿(毛崇峰, 2016; 段云龙等, 2019)。

其次,联盟内部成员间由于有效沟通不足与权责不明晰而引发的矛盾是造成联盟不稳定的重要原因(Ghosh et al, 2016),科学的联盟运行机制显得至关重要。一方面,需要奖惩激励、分歧化解等方面完善的规章制度,服务于联盟成员整体利益(解学梅和孙科杰, 2018),包括合理的利益分配机制与有效的风险分担机制等(曾德明等, 2015; 李军等, 2016; 张新启等, 2022);另一方面,又需要运用合适的治理理念,除了关注有力的契约约束治理模式对联盟稳定的积极影响(He et al, 2020),还要考虑不同场景下的最优治理机制,例如在机会主义风险较小的纵向竞合关系中,关系治理的潜在效果更好(彭珍珍等, 2020; 张华和顾新, 2022)。

最后,联盟的健康有序发展往往不能完全依靠市场自治实现,政府的介入,特别是结合联盟特征的分类支持会提高联盟的治理效果(邸晓燕和张赤东, 2011)。为缓解联盟成员对技术过度溢出与“搭便车”等机会主义行为的顾虑,政府采取的税收优惠、专项财政支持等外部干预手段,是优化创新要素配置,提高成员协同积极性的重要外部调节(曾德明等, 2015; 解学梅和王宏伟, 2020)。曹霞和于娟(2017)、陈恒等(2021)、杨乃定等(2022)、周晓阳等(2022)大量学者从单一类型联盟视角出发,还专门探讨了政府激励手段对联盟稳定性的积极影响。

通过文献梳理,既往研究在核心成员选择、契约治理与关系治理机制及政府分类管理等方面,对于本文发展提供了很好的视角与思路借鉴。但围绕联盟分类与政府针对性支持的相关研究仍然较为缺乏,特别是基于成员间不同交互方式的联盟分类视角,考虑政府干预措施的差异化作用效果的系统性研究更是鲜有人关注,这也正是本文的基本出发点,拟就此弥补相关研究的不足之处。

创新联盟内部成员众多,涉及企业、高校、科研院所等不同类型,彼此之间存在着错综复杂的互动关系,其本质特征是在联盟契约治理与关系治理两类治理机制下,各参与主体为实现自身收益最大化,与其他利益相关方之间的竞合博弈关系。因此,从博弈视角分析联盟内部的互动过程有其合理性。此外,现实情境下由于信息不对称与主观情绪干扰等主客观原因,行为主体并不总能第一时间做出最优决策,往往需要不断学习调整自己的策略选择,最终演化至稳定策略状态,这是一个“复制动态”过程。演化博弈模型正是基于这一思想,克服了传统博弈模型完全理性假设的局限性。因此,进一步从动态博弈视角分析各联盟成员策略选择的演化过程有其必要性。

正如前文所提,基于博弈思想,特别是演化博弈模型,已有大量研究从不同研究视角出发探讨多种影响因素与创新联盟演化稳定策略之间的关系。就联盟内部博弈而言,既往研究大多集中于企业之间,以及企业与学研方之间的博弈组合。具体来说,联盟企业之间的博弈主要包括同类企业之间(苏妮娜等, 2020; 孙凯和郭稳, 2021; 徐岸峰, 2022)、上游企业与下游企业之间(肖灵机和汪明月, 2016; 冯长利和马睿泽, 2022)、主导企业与追随企业之间(吴洁等, 2018; 孙佳和鲍宗客, 2019; 陈信同等, 2019)等。企业与学研方之间的博弈则分为两种情况,一是企业与学研机构之间产学研联盟的两方博弈(曹霞等, 2016; 吴卫红等, 2018; 张根明和张曼宁, 2020; Yang et al, 2020),二是政府引导、企业与学研机构共同参与的政产学研三方博弈模型(曹霞和于娟, 2017; 陈恒等, 2021)。还没有研究结合农业等领域中的现实场景将企业与学研方之间的博弈细分为学研方、上游企业与下游企业间的三方博弈,且相关研究中还没有关注到主导方[“核心企业”(宋泽源等, 2020; 宋水正和邵云飞, 2021)]在博弈系统中的特殊作用。

综上所述,本文将国家农业科技创新联盟为研究背景,构建学研方、上游企业与下游企业在不同类型创新联盟中协同行为的三方演化博弈模型,分析各博弈主体协同策略选择的动态变化过程。同时,通过引入政府事前补助、事后成本补贴与事后奖励等额外激励举措,探讨其对博弈系统演化稳定策略的潜在影响。为

今后中央政府采取进一步措施充分发挥农业科技创新联盟机制创新优势提供有益借鉴。因此,本文的创新点主要为:①结合农业领域创新联盟实际情况,考虑了三种类型联盟中博弈主体间的异质性互动关系;②同时考虑了学研方、上游企业与下游企业之间的协同关系,并关注到了主导方对演化博弈系统的影响;③综合考虑了事前补助、事后成本补贴与事后奖励等政府潜在干预措施对创新联盟内部协同行为的影响程度;④结合契约治理与关系治理理论,考虑了博弈主体间不同的协同收益分配机制,即学研方依托企业的成果转化能力按事前约定的比例进行收益分配,企业之间则依据自身技术转化能力来获取协同收益。

## 二、假设与模型构建

### (一)基本假设

国家农业科技创新联盟框架下存在三类联盟:产业性联盟、专业性联盟和区域性联盟。各类联盟内部涉及的博弈主体均包括学研方、上游企业和下游企业。学研方指中国农业科学院等国家级与省级农业科研机构及涉农高校;上游企业主要指位于产业链上游的生产加工型企业等;下游企业主要指销售型企业,亦包括家庭农场、农民专业合作社等基层农业经营主体,以及开展示范推广等工作的地市级基层农业科研机构。

学研方以  $x(0 \leq x \leq 1)$  的概率选择“积极协同”策略,以  $(1-x)$  的概率选择“消极协同”策略;上游企业以  $y(0 \leq y \leq 1)$  的概率选择“积极协同”策略,以  $(1-y)$  的概率选择“消极协同”策略;下游企业以  $z(0 \leq z \leq 1)$  的概率选择“积极协同”策略,以  $(1-z)$  的概率选择“消极协同”策略。博弈各方均为有限理性,且处于信息不对称的状态下,其不同策略选择的概率均为时间  $t$  的函数。

依据联盟的差异化定位,各类联盟内部存在不同的主导方。具体来说,在产业性联盟中,上游企业发挥着承上启下的关键作用以实现全产业链的紧密衔接;专业性联盟强调依托学研方的研究优势以解决专业领域重大共性问题;区域性联盟则融合了产业性联盟与专业性联盟的不同特征,由省级农科院等学研方牵头以协同解决区域农业重大关键问题。各类联盟内部博弈主体间以知识转移等互动方式开展协同创新活动,其交互关系如图 1 所示。

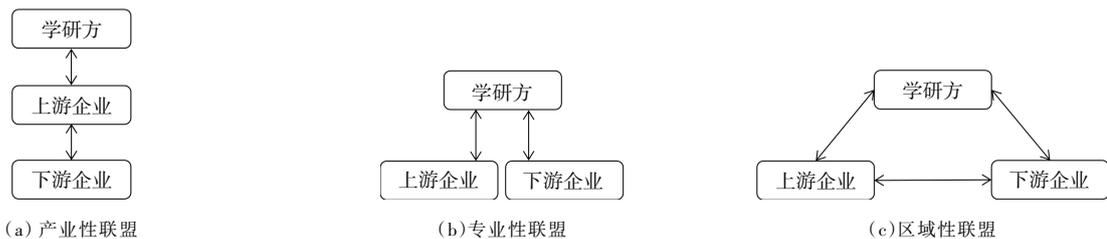


图 1 联盟博弈方的交互关系

现行机制下对各联盟的惩罚性激励措施为经评估退出的联盟,不得以国家农业科技创新联盟名义开展任何活动。因此可以认为若三方博弈主体中两方及以上采取消极协同策略,最终联盟将遭到取缔,各方将损失联盟带来的基本收益。

### (二)模型构建

当学研方、上游企业与下游企业加入到创新联盟中,由于国家级联盟的品牌效应将给各主体带来良好的社会声誉,各自将分别获得联盟存在的基本收益  $R_1, R_2, R_3$ 。为便于分析,本文将各博弈方自主创新的收益统一记为 0。三方开展积极协同需要付出额外的维护成本,分别记为  $C_1, C_2, C_3$ ;若消极协同,则协同成本忽略不计。

创新联盟中各企业间多为理事会模式,以合同制、股份制等形式成立协同实体的情况较少。因此在技术研发诱使的协同创新行为中,对于协同成果,上下游企业将依据自身的技术转化能力来获取相应的技术收益(李柏洲等,2021;杨乃定等,2022;杜志平和区钰贤,2022)。而学研方由于不是产业实体,并不具备技术商用的能力,必须依靠企业,以成果转化授权转让等方式按照事前约定的分配比例获取一定的协同收益。具体来说,以产业性联盟为例,若三方采取“积极协同”策略,学研方获得的协同收益为  $\beta T_1 \alpha_1$ ,上游企业获得的协同收益为  $(1-\beta)T_1 \alpha_1 + T_3 \alpha_1$ ,下游企业获得的协同收益为  $T_3 \alpha_2$ 。其中,  $T_1$  为学研方与上游企业之间积极协同产生的知识量,  $T_3$  为上游企业与下游企业之间积极协同产生的知识量;  $\alpha_1$  与  $\alpha_2$  分别为上游企业与下游企业的技术

收益系数; $\beta$ 为学研方从企业获得收益的分配系数。专业性联盟与区域性联盟各方获得的协同创新收益同理。

存在强连接关系的两方,若一方采取积极协同,另一方选择消极协同,则消极协同方存在“搭便车”行为。其中,若学研方消极协同,由于无法产生高质量的专利授权等,将无法从企业处获得相应的协同收益,即学研方不存在“搭便车”收益。具体来说,以产业性联盟为例,学研方消极协同而上游企业积极协同,学研方由此获得的额外收益为0;学研方积极协同而上游企业消极协同,学研方获得的额外收益为 $\beta K_1\alpha_1$ ,上游企业获得的额外收益为 $(1-\beta)K_1\alpha_1$ ;上游企业消极协同而下游企业积极协同,上游企业获得额外收益 $K_3\alpha_1$ ;反之,下游企业获得额外收益 $K_2\alpha_2$ 。其中, $K_1$ 、 $K_2$ 、 $K_3$ 分别为学研方、上游企业和下游企业在单方面积极协同的过程中溢出的知识量。专业性联盟与区域性联盟中的“搭便车”收益同理。

为推动联盟形成积极协同的良好创新氛围,中央政府可进一步考虑三大激励措施:事前针对主导方的政府专项经费补助,事后针对积极协同方的成本补贴,以及事后针对有限积极协同方的行为奖励。以产业性联盟为例,给予上游企业经费补助 $\gamma R_2$ ,以减轻其开展相关活动的经费压力,其中 $\gamma$ 为经费补贴强度。由此上游企业单方面溢出的知识量将增加为 $(1+\gamma)K_2$ ,上游企业与学研方和下游企业积极协同的技术量将分别增加为 $(1+\gamma)T_1$ 和 $(1+\gamma)T_3$ ,即知识量的增加与事前补助强度正相关。对积极协同方给予的成本补贴为 $\delta Ci(i=1,2,3)$ ,其中 $\delta$ 为成本补贴强度(杨乃定等,2022)。此外,若一方选择消极协同,另两方之间存在实质性的积极协同互动,政府可依据技术收益系数给予积极协同方额外的创新奖励,奖励基数为 $A$ 。模型中涉及的相关变量及其含义见表1。

基于以上假设与参数说明,本文构建了学研方、上游企业与下游企业间的三方演化博弈模型。产业性联盟、专业性联盟与区域性联盟的博弈支付矩阵分别见表2、表3和表4。

表1 模型变量及其含义

变量	变量含义	变量	变量含义
$R_1$	学研方获得的基本收益	$T_1$	上游企业与学研方积极协同产生的知识量
$R_2$	上游企业获得的基本收益	$T_2$	下游企业与学研方积极协同产生的知识量
$R_3$	下游企业获得的基本收益	$T_3$	企业间积极协同产生的知识量
$C_1$	学研方积极协同的成本	$\alpha_1$	上游企业技术收益系数
$C_2$	上游企业积极协同的成本	$\alpha_2$	下游企业技术收益系数
$C_3$	下游企业积极协同的成本	$\beta$	学研方积极协同创新的收益分配系数
$K_1$	学研方溢出的知识量	$\gamma$	事前政府专项经费补助强度
$K_2$	上游企业溢出的知识量	$\delta$	事后政府成本补贴强度
$K_3$	下游企业溢出的知识量	$A$	事后政府奖励基数

表2 产业性联盟的三方博弈支付矩阵

学研方	上游企业	下游企业	
		积极协同 $z$	消极协同 $1-z$
积极协同 $x$	积极协同 $y$	$R_1 - (1-\delta)C_1 + \beta(1+\gamma)T_1\alpha_1$ $(1+\gamma)R_2 - (1-\delta)C_2 + (1-\beta)(1+\gamma)T_1\alpha_1 + (1+\gamma)T_3\alpha_1$ $R_3 - (1-\delta)C_3 + (1+\gamma)T_3\alpha_2$	$R_1 - (1-\delta)C_1 + \beta(1+\gamma)T_1\alpha_1 + \beta\alpha_1 A$ $(1+\gamma)R_2 - (1-\delta)C_2 + (1-\beta)(1+\gamma)T_1\alpha_1 + (1-\beta)\alpha_1 A$ $R_3 + (1+\gamma)K_2\alpha_2$
	消极协同 $1-y$	$R_1 - (1-\delta)C_1 + \beta K_1\alpha_1$ $(1+\gamma)R_2 + (1-\beta)K_1\alpha_1 + K_3\alpha_1$ $R_3 - (1-\delta)C_3$	$-(1-\delta)C_1 + \beta K_1\alpha_1$ $(1-\beta)K_1\alpha_1 + \gamma R_2$ 0
消极协同 $1-x$	积极协同 $y$	$R_1$ $(1+\gamma)R_2 - (1-\delta)C_2 + (1+\gamma)T_3\alpha_1 + \alpha_1 A$ $R_3 - (1-\delta)C_3 + (1+\gamma)T_3\alpha_2 + \alpha_2 A$	0 $-(1-\delta)C_2 + \gamma R_2$ $(1+\gamma)K_2\alpha_2$
	消极协同 $1-y$	0 $K_3\alpha_1 + \gamma R_2$ $-(1-\delta)C_3$	0 $\gamma R_2$ 0

表3 专业性联盟的三方博弈支付矩阵

学研方	上游企业	下游企业	
		积极协同 $z$	消极协同 $1-z$
积极协同 $x$	积极协同 $y$	$(1+\gamma)R_1 - (1-\delta)C_1 + \beta(1+\gamma)T_1\alpha_1 + \beta(1+\gamma)T_2\alpha_2$ $R_2 - (1-\delta)C_2 + (1-\beta)(1+\gamma)T_1\alpha_1$ $R_3 - (1-\delta)C_3 + (1-\beta)(1+\gamma)T_2\alpha_2$	$(1+\gamma)R_1 - (1-\delta)C_1 + \beta(1+\gamma)T_1\alpha_1 + \beta(1+\gamma)K_1\alpha_2 + \beta\alpha_1 A$ $R_2 - (1-\delta)C_2 + (1-\beta)(1+\gamma)T_1\alpha_1 + (1-\beta)\alpha_1 A$ $R_3 + (1-\beta)(1+\gamma)K_1\alpha_2$

续表

学研方	上游企业	下游企业	
		积极协同 z	消极协同 1-z
积极协同 x	消极协同 1-y	$(1 + \gamma)R_1 - (1 - \delta)C_1 + \beta(1 + \gamma)T_2\alpha_2 + \beta(1 + \gamma)K_1\alpha_1 + \beta\alpha_2 A$ $R_2 + (1 - \beta)(1 + \gamma)K_1\alpha_1$ $R_3 - (1 - \delta)C_3 + (1 - \beta)(1 + \gamma)T_2\alpha_2 + (1 - \beta)\alpha_2 A$	$-(1 - \delta)C_1 + \beta(1 + \gamma)K_1\alpha_1 + \beta(1 + \gamma)K_1\alpha_2 + \gamma R_1$ $(1 - \beta)(1 + \gamma)K_1\alpha_1$ $(1 - \beta)(1 + \gamma)K_1\alpha_2$
消极协同 1-x	积极协同 y	$(1 + \gamma)R_1$ $R_2 - (1 - \delta)C_2$ $R_3 - (1 - \delta)C_3$	$\gamma R_1$ $-(1 - \delta)C_2$ $0$
	消极协同 1-y	$\gamma R_1$ $0$ $-(1 - \delta)C_3$	$\gamma R_1$ $0$ $0$

表 4 区域性联盟的三方博弈支付矩阵

学研方	上游企业	下游企业	
		积极协同 z	消极协同 1-z
积极协同 x	积极协同 y	$(1 + \gamma)R_1 - (1 - \delta)C_1 + \beta T_1\alpha_1 + \beta T_2\alpha_2$ $R_2 - (1 - \delta)C_2 + (1 - \beta)T_1\alpha_1 + T_3\alpha_1$ $R_3 - (1 - \delta)C_3 + (1 - \beta)T_2\alpha_2 + T_3\alpha_2$	$(1 + \gamma)R_1 - (1 - \delta)C_1 + \beta T_1\alpha_1 + \beta K_1\alpha_2 + \beta\alpha_1 A$ $R_2 - (1 - \delta)C_2 + (1 - \beta)T_1\alpha_1 + (1 - \beta)\alpha_1 A$ $R_3 + (1 - \beta)K_1\alpha_2 + K_2\alpha_2$
	消极协同 1-y	$(1 + \gamma)R_1 - (1 - \delta)C_1 + \beta T_2\alpha_2 + \beta K_1\alpha_1 + \beta\alpha_2 A$ $R_2 + (1 - \beta)K_1\alpha_1 + K_3\alpha_1$ $R_3 - (1 - \delta)C_3 + (1 - \beta)T_2\alpha_2 + (1 - \beta)\alpha_2 A$	$-(1 - \delta)C_1 + \beta K_1\alpha_1 + \beta K_1\alpha_2 + \gamma R_1$ $(1 - \beta)K_1\alpha_1$ $(1 - \beta)K_1\alpha_2$
消极协同 1-x	积极协同 y	$(1 + \gamma)R_1$ $R_2 - (1 - \delta)C_2 + T_3\alpha_1 + \alpha_1 A$ $R_3 - (1 - \delta)C_3 + T_3\alpha_2 + \alpha_2 A$	$\gamma R_1$ $-(1 - \delta)C_2$ $K_2\alpha_2$
	消极协同 1-y	$\gamma R_1$ $K_3\alpha_1$ $-(1 - \delta)C_3$	$\gamma R_1$ $0$ $0$

### 三、博弈系统均衡点与稳定性分析

依据博弈支付矩阵分别可得各类联盟三方博弈的复制动态方程组,以产业性联盟为例,复制动态方程组为

$$F_1(x) = \frac{dx}{dt} = x(1-x) \{ (\delta - 1)C_1 + K_1\alpha_1\beta + [R_1 + (A - K_1 + T_1 + \gamma T_1)\alpha_1\beta]y + R_1z - (2R_1 + A\alpha_1\beta)yz \};$$

$$F_2(y) = \frac{dy}{dt} = y(1-y) \{ (\delta - 1)C_2 + [R_2 + (A - K_1 + T_1)\alpha_1 + (K_1 - A - T_1)\alpha_1\beta + (1 - \beta)T_1\alpha_1\gamma]x + [R_2 + [A - K_3 + (1 + \gamma)T_3]\alpha_1]z - [2R_1 + A\alpha_1(2 + \beta)]xz \};$$

$$F_3(z) = \frac{dz}{dt} = z(1-z) \{ (\delta - 1)C_3 + R_3x + [R_3 + A\alpha_2 + (1 + \gamma)(T_3 - K_2)\alpha_2]y - (2R_3 + A\alpha_2)xy \}.$$

令  $F_1(x) = 0, F_2(y) = 0, F_3(z) = 0$  可得 8 个可能成为演化稳定策略的纯策略纳什均衡点,分别是  $E_1(0, 0, 0), E_2(0, 0, 1), E_3(0, 1, 0), E_4(0, 1, 1), E_5(1, 0, 0), E_6(1, 0, 1), E_7(1, 1, 0), E_8(1, 1, 1)$ 。通过雅可比矩阵的特征值  $\lambda$  来判断各个纯策略的稳定性。根据李雅普诺夫判别法,若所有特征值  $\lambda$  均小于 0,则该均衡点为渐近稳定点,对应的策略组合为演化稳定策略。

以  $E_1(0, 0, 0)$  为例,此时雅可比矩阵为

$$J_0 = \begin{pmatrix} (\delta - 1)C_1 + \alpha_1\beta K_1 & 0 & 0 \\ 0 & (\delta - 1)C_2 & 0 \\ 0 & 0 & (\delta - 1)C_3 \end{pmatrix}.$$

由此可求得  $J_0$  的特征值为  $\lambda_1 = (\delta - 1)C_1 + \alpha_1\beta K_1, \lambda_2 = (\delta - 1)C_2, \lambda_3 = (\delta - 1)C_3$ 。同理可得其他 7 个均衡点对应的雅可比矩阵特征值,见表 5。

由于均衡点  $E_2(0, 0, 1)$  对应的特征值  $\lambda_3 = (1 - \delta)C_3 > 0, E_3(0, 1, 0)$  对应的特征值  $\lambda_2 = (1 - \delta)C_2 > 0$ , 因此均衡点  $E_2(0, 0, 1)$  和  $E_3(0, 1, 0)$  为不稳定点,其余 6 个均衡点的稳定性可分为 6 种情况进行具体讨论。专业性联盟与区域性联盟中均衡点的稳定性分析同理,其中  $E_2(0, 0, 1)$  和  $E_3(0, 1, 0)$  也都为不稳定点。由于篇幅有限,本文仅就三类联盟中最理想的稳定状态  $E_8(1, 1, 1)$  成立的情形展开讨论。

产业性联盟  $E_8(1, 1, 1)$ :  $R_1 - (1 - \delta)C_1 + \beta(1 + \gamma)T_1\alpha_1 > R_1, (1 + \gamma)R_2 - (1 - \delta)C_2 + (1 - \beta)(1 + \gamma)T_1\alpha_1 +$

表5 产业性联盟博弈系统均衡点的稳定性分析

均衡点	特征值 $\lambda_1$	特征值 $\lambda_2$	特征值 $\lambda_3$
$E_1(0,0,0)$	$(\delta - 1)C_1 + \beta K_1 \alpha_1$	$(\delta - 1)C_2 < 0$	$(\delta - 1)C_3 < 0$
$E_2(0,0,1)$	$R_1 - (1 - \delta)C_1 + \beta K_1 \alpha_1$	$R_2 - (1 - \delta)C_2 + [A - K_3 + (1 + \gamma)T_3] \alpha_1$	$(1 - \delta)C_3 > 0$
$E_3(0,1,0)$	$R_1 - (1 - \delta)C_1 + [A + (1 + \gamma)T_1] \beta \alpha_1$	$(1 - \delta)C_2 > 0$	$R_3 - (1 - \delta)C_3 + [A - (1 + \gamma)K_2 + (1 + \gamma)T_3] \alpha_2$
$E_4(0,1,1)$	$(\delta - 1)C_1 + (1 + \gamma)\beta T_1 \alpha_1$	$(1 - \delta)C_2 - R_2 + [K_3 - (1 + \gamma)T_3 - A] \alpha_1$	$(1 - \delta)C_3 - R_3 + [(1 + \gamma)(K_2 - T_3) - A] \alpha_2$
$E_5(1,0,0)$	$(1 - \delta)C_1 - \beta K_1 \alpha_1$	$(\delta - 1)C_2 + R_2 + [(\beta - 1)K_1 + (1 + \gamma)(1 - \beta)T_1 + (1 - \beta)A] \alpha_1$	$R_3 + (\delta - 1)C_3$
$E_6(1,0,1)$	$(1 - \delta)C_1 - R_1 - \beta K_1 \alpha_1$	$(\delta - 1)C_2 + [(\beta - 1)K_1 - K_3 + (1 + \gamma)(1 - \beta)T_1 + (1 + \gamma)T_3] \alpha_1$	$-R_3 + (1 - \delta)C_3$
$E_7(1,1,0)$	$(1 - \delta)C_1 - R_1 - \beta A \alpha_1 - (1 + \gamma)\beta T_1 \alpha_1$	$(1 - \delta)C_2 - R_2 + [(1 - \beta)(K_1 - A) - (1 + \gamma)(1 - \beta)T_1] \alpha_1$	$(\delta - 1)C_3 + (1 + \gamma)(T_3 - K_2) \alpha_2$
$E_8(1,1,1)$	$(1 - \delta)C_1 - (1 + \gamma)\beta T_1 \alpha_1$	$(1 - \delta)C_2 + [(1 - \beta)K_1 + K_3 - (1 + \gamma)(1 - \beta)T_1 - (1 + \gamma)T_3] \alpha_1$	$(1 - \delta)C_3 - (1 + \gamma)(T_3 - K_2) \alpha_2$

$(1 + \gamma)T_3 \alpha_1 > (1 + \gamma)R_2 + (1 - \beta)K_1 \alpha_1 + K_3 \alpha_1, R_3 - (1 - \delta)C_3 + (1 + \gamma)T_3 \alpha_2 > R_3 + (1 + \gamma)K_2 \alpha_2$  是产业性联盟的  $E_8(1, 1, 1)$  成为演化稳定策略的必要条件, 此时三方最终将倾向于采取积极协同的策略。若此时增加政府对上游企业的事前补助力度, 或增加对积极协同方的事后成本补贴力度将会加大不等式成立的可能性。

专业性联盟  $E_8(1, 1, 1)$ :  $(1 + \gamma)R_1 - C_1 + \beta(1 + \gamma)T_1 \alpha_1 + \beta(1 + \gamma)T_2 \alpha_2 + \delta C_1 > (1 + \gamma)R_1, R_2 - (1 - \delta)C_2 + (1 - \beta)(1 + \gamma)T_1 \alpha_1 > R_2 + (1 - \beta)(1 + \gamma)K_1 \alpha_1, R_3 - (1 - \delta)C_3 + (1 - \beta)(1 + \gamma)T_2 \alpha_2 > R_3 + (1 - \beta)(1 + \gamma)K_1 \alpha_2$  是专业性联盟  $E_8(1, 1, 1)$  成为演化稳定策略的必要条件。若此时增加政府对学研方的事前补助力度, 或增加对积极协同方的事后成本补贴力度将会加大不等式成立的可能性, 有利于联盟内部形成积极协同的良好创新氛围。

区域性联盟  $E_8(1, 1, 1)$ :  $(1 + \gamma)R_1 - (1 - \delta)C_1 + \beta T_1 \alpha_1 + \beta T_2 \alpha_2 > (1 + \gamma)R_1, R_2 - (1 - \delta)C_2 + (1 - \beta)T_1 \alpha_1 + T_3 \alpha_1 > R_2 + (1 - \beta)K_1 \alpha_1 + K_3 \alpha_1, R_3 - (1 - \delta)C_3 + (1 - \beta)T_2 \alpha_2 + T_3 \alpha_2 > R_3 + (1 - \beta)K_1 \alpha_2 + K_2 \alpha_2$  是区域性联盟  $E_8(1, 1, 1)$  成为演化稳定策略的必要条件。若此时增加政府对积极协同方的成本补贴力度将会提高不等式成立的可能性, 博弈三方的协同策略都将趋于积极。

以上情形的理论分析可知, 对于三类创新联盟来说, 事后成本补贴的增加将有利于促使联盟内部各成员的积极协同; 事后奖励则并不是营造良好创新氛围的必要条件; 此外, 对于产业性与专业性联盟, 针对主导方的事前补助能提高联盟整体积极协同的可能性。

## 四、数值模拟与仿真

### (一) 数值模拟

由于量纲统一的客观数据难以获得, 参数赋值仅表示各变量之间的相对大小。本文参考既往研究的做法(李柏洲等, 2021), 同时结合团队多年从事创新联盟评估工作实践, 并咨询相关战略专家、管理专家和产业专家的建议来对参数进行赋值。首先, 整理出参数设置应满足的基本原则如下: ①协同成本  $C_i$  远高于联盟存在的基本收益  $R_i (i=1, 2, 3)$ ; ②下游企业作为需求方, 更多的是准确感知市场需求, 并传导反馈给上游企业与学研方, 涉及自身核心利益的关键技术知识溢出有限, 在积极协同过程中所需付出的成本也较为有限, 即  $K_3$  与  $C_3$  在同类参数中取值最小; 依据不同类型联盟的性质特征, 作为主导力量参与的核心博弈方在协同创新的过程中发挥关键作用, 对于充分发挥联盟各成员的特色优势, 开展积极有为的协同攻关意义重大, 其单方面溢出的知识量与开展积极协同付出的成本都将最大; ③单方面溢出的知识量远小于积极协同创新产生的知识量, 即  $K_i < T_i (i=1, 2, 3)$ ; ④由于下游企业聚焦于末端应用, 与作为技术源头的学研方的联系较为有限, 若  $T_2$  存在, 则其在同类参数中取值最小。此外, 考虑三类联盟达到理想稳定状态  $E_8(1, 1, 1)$  的必要条件。综合以上分析, 对参数赋值见表6。

表6 参数及赋值

联盟类型	$R_1$	$R_2$	$R_3$	$C_1$	$C_2$	$C_3$	$K_1$	$K_2$	$K_3$	$T_1$	$T_2$	$T_3$	$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\beta$	$\gamma$	$\delta$	$A$
产业性联盟	2	2	2	6	9	5	3	4	2.5	9	0	9	1	0.9	0.5	0.5	0.5	4
专业性联盟				9	6		4	3		9	8	0						
区域性联盟				9	6		4	3		9	8	9						

## (二)政府额外引导激励的潜在效果仿真

为分析中央政府未来潜在干预措施的有效性与必要性,对事前补助强度 $\gamma$ ,事后成本补贴强度 $\delta$ 与事后奖励基数 $A$ 等关键参数进行敏感性分析。仿真分析从两大视角展开:一是考察三种干预措施的不同政策组合对不同联盟内部协同行为的影响,得出关键影响因素;二是围绕某一关键措施开展敏感性分析,并考察其他措施的辅助程度对博弈各方积极协同行为的影响。

### 1. 不同政策组合对博弈系统演化结果的影响

(1)不采取额外措施。为分析政府采取额外引导激励措施的必要性,令 $\gamma=\delta=A=0$ 。仿真结果如图 2 所示。可知如果政府不采取额外的干预措施,不论是产业性联盟、专业性联盟还是区域性联盟,演化稳定策略最终都将趋于 $E_1(0,0,0)$ ,即联盟内部各成员最终都倾向于采取消极协同的策略。

(2)采取一种额外措施。为分析一种干预措施的变化对三方演化博弈结果的影响。对于三类联盟,分别考察仅有事后奖励( $\gamma=\delta=0$ ),仅有事前补助( $\delta=A=0$ ),仅有事后成本补贴( $\gamma=A=0$ )三种情况下博弈系统的演化结果,如图 3 所示。

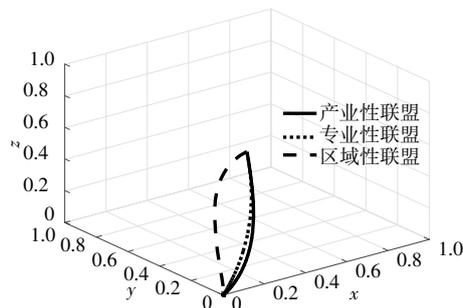


图 2 额外干预措施对博弈系统演化结果的影响

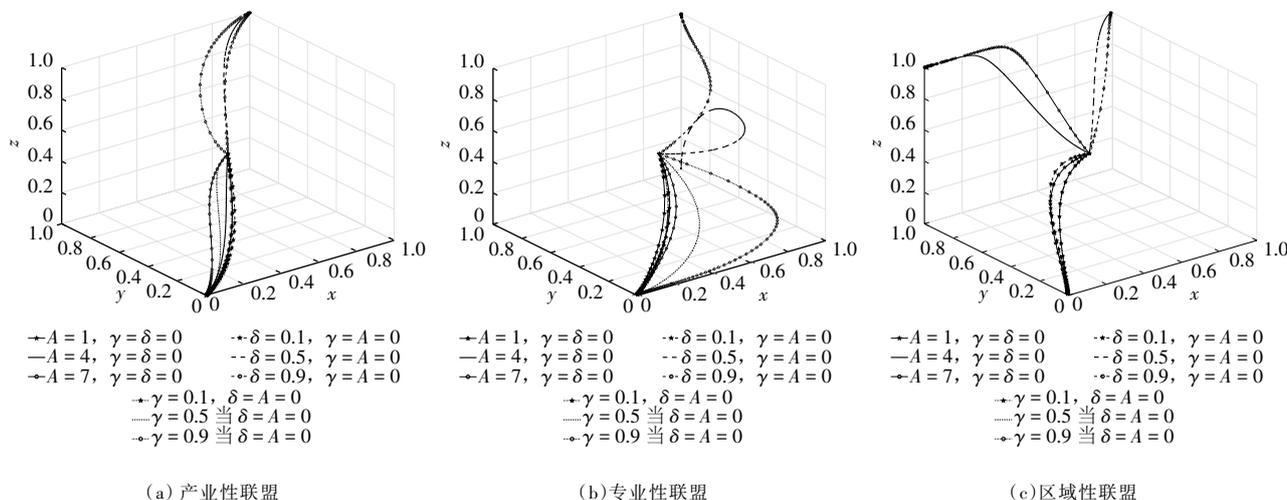


图 3 一种额外干预措施对博弈系统演化结果的影响

由图 3 可知,对于产业性联盟,如果没有额外补贴,无论如何提高事后奖励力度,都无法促使各方积极协同;如果没有事后干预,只有存在较高强度的事前补助( $\gamma>0.5$ )才能确保各方积极协同;若没有针对性的干预,存在中等强度以上的成本补贴( $\delta\geq 0.5$ )将确保 $x, y, z$ 最终均收敛于 1。因此,一定强度的事前补助或事后补贴是产业性联盟内部成员积极协同的必要条件。

对于专业性联盟,同样如果没有额外补贴,无论如何提高事后奖励力度,都无法促使各方积极协同;此外,如果没有事后干预,无论如何提高事前补贴,博弈系统最终都将演化至 $E_1(0,0,0)$ 。综上,事后的成本补贴是专业性联盟积极协同的关键。若没有针对性的干预,较低强度的成本补贴无法促成积极协同的创新氛围;较高强度的成本补贴( $\delta>0.5$ )最终将使得各方均采取积极协同的策略,即高强度的事后成本补贴是专业性联盟演化稳定策略趋于 $E_8(1,1,1)$ 的必要条件。

对于区域性联盟,若仅采取事后奖励,奖励力度达到中等强度以后,上游与下游企业将积极协同,但学研方仍会采取“消极协同”;若仅采取事前补助, $x, y, z$ 最终均将收敛于 0;若仅采取成本补贴,补贴力度达到中等强度以后,各方将积极协同。因此,成本补贴是区域性联盟营造积极协同氛围的关键,且至少应达到中等强度;由于存在地方政府专项经费支持,来源于中央政府的事前补助博弈各方策略选择的影响十分有限。

综上所述,若中央政府仅采取一种额外干预措施,事后针对所有积极协同参与方的成本补贴是关键。具体来说,产业性联盟较高强度的事前补助与一定强度的事后成本补贴均有利于三方博弈系统演化至 $E_8(1,1,1)$ ;此外,专业性联盟较高强度的成本补贴,以及区域性联盟一定程度的成本补贴也将有利于联盟积极协同创新

氛围的营造。

(3)采取两种额外措施。为分析两种措施的不同组合方式对三方演化博弈结果的影响。对于三类联盟,分别考察仅有事后干预( $\gamma=0$ ),仅有针对性干预( $\delta=0$ ),仅有补贴( $A=0$ )三种情况下博弈系统的演化结果,如图4所示。

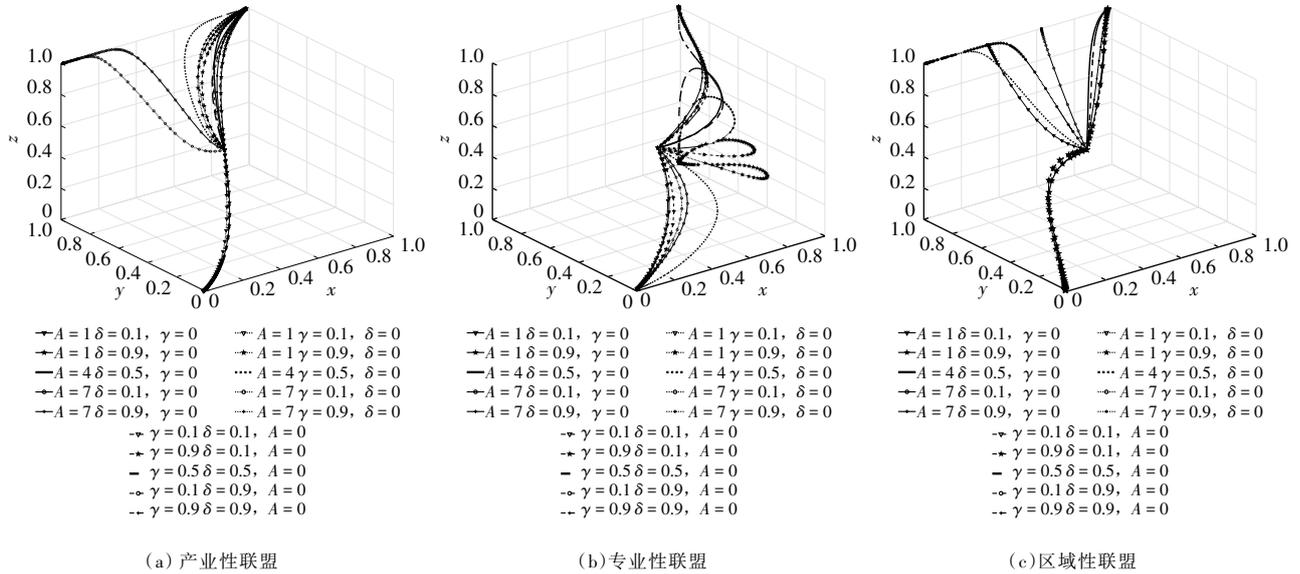


图4 两种额外干预措施对博弈系统演化结果的影响

对于产业性联盟,若不采取事前补助措施,无论事后奖励大小如何,只有高强度事后成本补贴才有利于各方采取积极协同策略。若无事后成本补贴,无论奖励大小如何,只有高强度的事前补助才有利于博弈系统策略组合演化至  $E_8(1,1,1)$ 。若无事后奖励,两种补贴中至少有一种是高强度的,便有利于促成各方采取积极协同策略。因此,高强度的事前补助或事后补贴对于产业性联盟营造积极协同的创新氛围意义重大。

对于专业性联盟与区域性联盟,若无事前补助或是无事后奖励,只要存在高强度的成本补贴( $\delta>0.5$ ),各方便有动力采取积极协同的合作策略。反过来,若无事后的成本补贴措施,无论中央政府采取其他何种干预手段,博弈系统的策略组合均将无法演化至  $E_8(1,1,1)$ 。因此,高强度的事后成本补贴是引导专业性与产业性联盟内部成员积极协同的关键。此外,在两种政策措施组合应用的情况下,区域性联盟中的事前补助仍然不会影响博弈方的策略选择。

综上所述,若中央政府同时采取两种额外干预措施,高强度的成本补贴仍然是影响三方积极协同行为的必要举措。

## 2. 事后成本补贴对博弈系统演化结果的影响

基于上述分析可知,中央政府潜在的三种额外干预措施中,针对所有积极协同方的事后成本补贴对博弈系统演化稳定策略的影响效果最好。本部分将在分析成本补贴措施敏感性的同时,考虑另外两种措施与成本补贴措施共同作用的效果。根据另外两种措施的作用强度,分为三种情况展开讨论:另外两种措施不存在( $\gamma=0, A=0$ );另外两种措施的强度较弱( $\gamma=0.2, A=2$ );另外两种措施的强度适中( $\gamma=0.5, A=4$ )。仿真结果分别如图5、图6和图7所示。

由图5可知,若仅采取成本补贴措施,专业性联盟为实现各博弈方的积极协同,所需成本补贴力度最大,体现在对于下游企业即便给予中等强度的补贴,仍然无法改变其最终消极协同的意愿;其次是产业性联盟,区域性联盟对成本补贴的需求较小,所需的强度阈值介于0.1~0.3。

综合图6与图7可知,随着针对性干预措施的加强,对于产业性联盟,为营造积极协同的创新氛围,对事后成本补贴的需求逐渐降低。然而,专业性联盟对成本补贴的需求依旧较强,特别是对于下游企业来说。对于区域性联盟,针对性的干预措施影响有限,且为实现三方积极协同,仅需要较小强度的成本补贴。

综上所述,专业性联盟对成本补贴的需求极强,即便有部分事前补助与事后奖励的情况下;产业性联盟对成本补贴的需求也较强,但其程度取决于针对性干预措施的强度;区域性联盟对成本补贴的需求最弱,且针对性措施对各博弈方策略选择的影响十分有限。

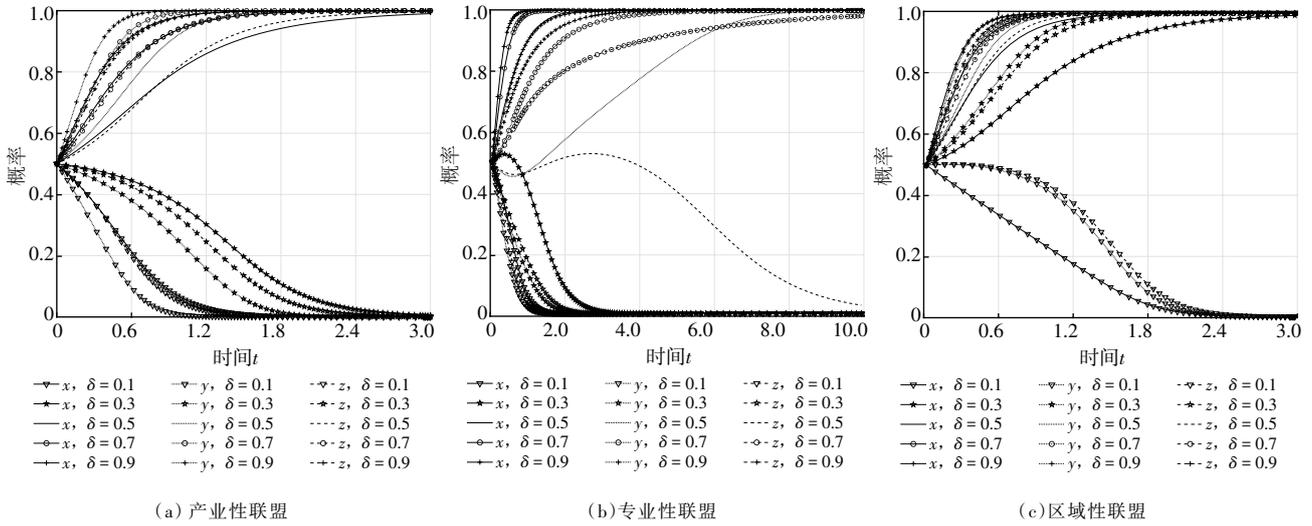


图 5  $\gamma=0, A=0$  时成本补贴强度  $\delta$  变化的演化结果

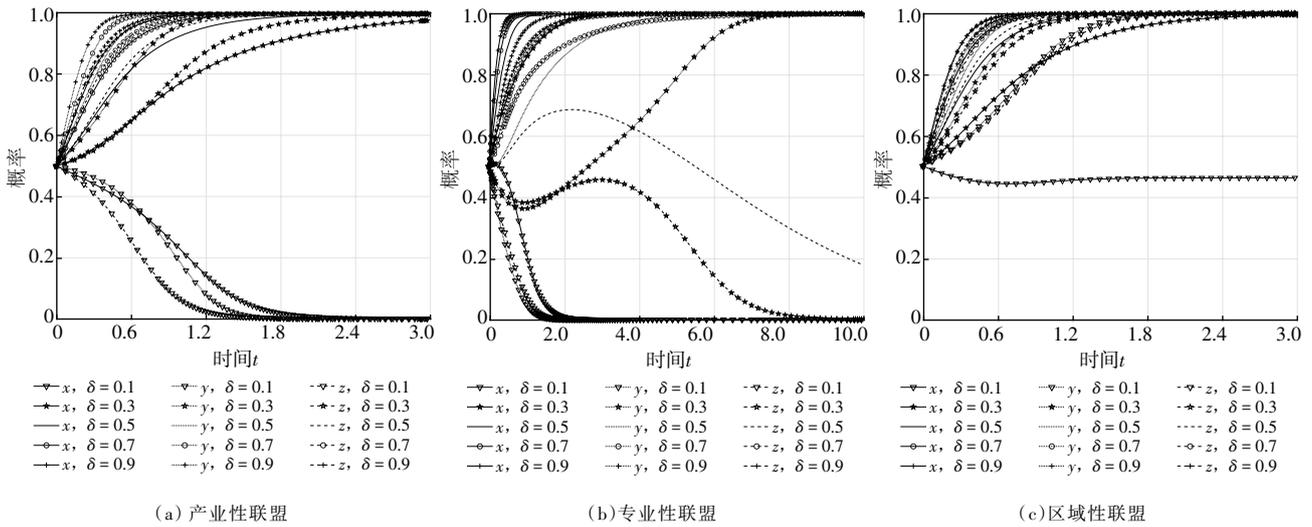


图 6  $\gamma=0.2, A=2$  时成本补贴强度  $\delta$  变化的演化结果

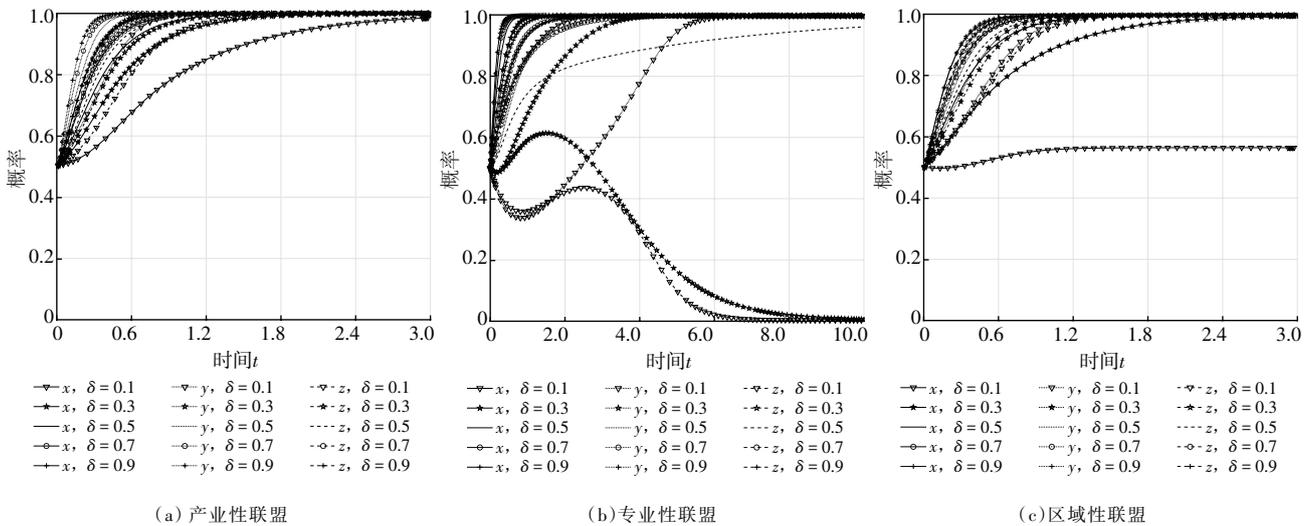


图 7  $\gamma=0.5, A=4$  时成本补贴强度  $\delta$  变化的演化结果

## 五、结论与启示

本文基于国家农业科技创新联盟发展现状,通过构建学研方、上游企业与下游企业的三方演化博弈模型,分析了中央政府事前补助、事后成本补贴与事后奖励等潜在干预措施对三类创新联盟内部各方策略选择的异质性影响,得出以下结论和管理启示。

第一,对于产业性联盟来说,其内部成员协同行为的策略选择主要受中央政府补贴措施的影响,且不同补贴措施之间存在互补效应。当中央政府对产业性联盟中的上游企业给予的事前研究补助力度较大时,联盟成员更倾向于选择积极协同策略,且此时对政府事后成本补贴措施的需求降低。当中央政府对积极协同的联盟成员给予较高强度的事后成本补贴,联盟成员同样倾向于选择积极协同的策略,且补贴强度越高,博弈系统演化至稳定状态的速度越快,对事前补助等针对性措施的需求也越弱。为此,中央政府应结合各产业性联盟实际情况,综合考虑事前补助与事后成本补贴这两种干预方式的运用。若联盟侧重于新技术的研发,则应注重加强对关键上游企业事前有针对性的研究补助;若侧重于理顺全产业链,开展市场化推广等工作,则应注重面向更多积极协同参与方的事后成本补贴。

第二,对于专业性联盟来说,针对所有积极协同方的事后成本补贴是营造积极协同创新氛围的关键,且在三类联盟中,其对该措施的需求最高,即为促成三方积极协同,所需满足的成本补贴强度阈值最高。若额外干预措施中不包括事后成本补贴,则中央政府无论对专业性联盟采取其他何种干预措施,最终都难以营造出积极协同的创新氛围。因此,中央政府应加强针对专业性联盟中积极协同方的事后成本补贴,对积极有为的协同创新活动提供充足事后经费支持与保障。

第三,对于区域性联盟来说,高强度的事后成本补贴同样是其成员协同策略组合演化至理想稳定状态的必要条件。但相较于其他类型创新联盟,其对该措施的需求程度较弱。此外,事前补助与事后奖励等针对性举措对区域性联盟中各博弈方的策略选择影响有限。对此,在中央政府经费资源有限的情况下,不需要过度干预区域性联盟的发展,仅给予较小的成本补贴支持即可。联盟的建设与管理更多要以地方政府部门为主导,以更好聚焦于区域农业发展实践。

综上所述,中央政府采取额外的经费支持举措是必要的,特别是事后成本补贴措施对促进各方采取积极协同策略的潜在效果最好。但经费支持举措对不同联盟的作用效果存在一定异质性,即针对产业性联盟在事前补助与事后成本补贴两种措施中二选一即可;针对专业性联盟应采取高强度成本补贴;针对区域性联盟,中央政府可采取较小强度的成本补贴,要充分发挥地方政府的干预引导作用。

本文为政府进一步做好创新联盟的分类管理,提高科技资源的使用效率提供了理论支持。但还存在一定局限性,有待后续研究拓展完善。一方面,本文虽然发现较高强度的政府补贴有利于营造积极的协同创新生态,但并未讨论高额补贴的负面影响,过多的财政支持可能会助长企业的政策依赖,进而影响其创新活动。因此,后续研究可以深入探讨政府补贴与协同行为之间的关系,探索最优的政府补贴强度区间。另一方面,本文侧重于抽象凝练的理论模型分析,未来可以深度调研相关企业、科研院所、主管部门等单位,通过扎根式案例研究等实证分析来进一步拓展联盟分类视角下的协同行为研究。

### 参考文献

- [ 1 ] 曹霞,于娟,2017.基于政府治理的产学研创新联盟稳定性研究[J].系统管理学报,26(5):916-925.
- [ 2 ] 曹霞,于娟,张路蓬,2016.不同联盟规模下产学研联盟稳定性影响因素及演化研究[J].管理评论,28(2):3-14.
- [ 3 ] 陈恒,杨志,祁凯,2021.多方博弈情景下政产学研绿色技术创新联盟稳定性研究[J].运筹与管理,30(12):108-114.
- [ 4 ] 陈信同,李帮义,王哲,等,2019.考虑要素投入与市场地位的物流联盟演化研究[J].运筹与管理,28(7):64-71.
- [ 5 ] 邸晓燕,张赤东,2011.产业技术创新战略联盟的类型与政府支持[J].科学学与科学技术管理,32(4):78-84.
- [ 6 ] 杜志平,区钰贤,2021[2022-09-01].基于三方演化博弈的跨境物流联盟信息协同机制研究[J/OL].北京:中国管理科学.https://kns.cnki.net/kcms/detail/11.2835.G3.20211103.1554.002.html.
- [ 7 ] 段云龙,张新启,刘永松,等,2019.基于管理协同的产业技术创新战略联盟稳定性研究[J].科技进步与对策,36(5):64-72.
- [ 8 ] 冯长利,马睿泽,2022.基于服务化的制造企业与服务提供商的演化博弈分析[J].中国管理科学,30(6):263-274.
- [ 9 ] 李柏洲,王雪,苏屹,等,2021.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,29(8):136-147.
- [ 10 ] 李军,朱先奇,姚西龙,等,2016.供应链企业协同创新利益分配策略——基于夏普利值法改进模型[J].技术经济,

- 35(9): 122-126.
- [11] 马丽, 刘进, 2021. 联盟组合多样性中的创新价值获取——搜索惯例和社会资本的作用[J]. 技术经济, 40(5): 114-123.
- [12] 毛崇峰, 周青, 禹献云, 2016. 认知邻近性对技术联盟创新绩效的影响[J]. 技术经济, 35(7): 12-18, 70.
- [13] 彭珍珍, 顾颖, 张洁, 2020. 动态环境下联盟竞合、治理机制与创新绩效的关系研究[J]. 管理世界, 36(3): 205-220, 235.
- [14] 宋水正, 邵云飞, 2021. 联盟组合中焦点企业的网络能力对创新绩效的影响——吸收能力的中介作用[J]. 技术经济, 40(11): 23-34.
- [15] 宋泽源, 刘颖琦, KOKKO A, 2020. 基于复杂网络的产业联盟知识共享过程研究——以新能源汽车产业为例[J]. 情报科学, 38(11): 110-114.
- [16] 苏妮娜, 朱先奇, 史竹琴, 2020. 技术共享对科技型中小企业协同创新联盟稳定性的影响[J]. 工业工程与管理, 25(2): 118-124.
- [17] 孙佳, 鲍宗客, 2019. 可占有能力下竞合联盟知识演化策略——共享还是保护[J]. 科技进步与对策, 36(10): 11-19.
- [18] 孙凯, 郭稳, 2021. 竞合视角下高技术企业创新联盟稳定性研究[J]. 中国管理科学, 29(3): 219-229.
- [19] 吴洁, 陈璐, 盛永祥, 等, 2018. 考虑风险的产业技术联盟知识共享演化博弈研究[J]. 运筹与管理, 27(11): 36-42.
- [20] 吴卫红, 丁章明, 张爱美, 等, 2018. 基于内外部影响因素的“产学研”协同创新动态演化路径研究[J]. 情报杂志, 37(9): 199-207.
- [21] 吴言波, 邵云飞, 殷俊杰, 等, 2019. 战略联盟伙伴搜索、战略柔性 with 突破性创新的关系研究[J]. 技术经济, 38(9): 32-40, 88.
- [22] 肖灵机, 汪明月, 2016. 战略性新兴产业知识异地协同共享机制研究[J]. 研究与发展管理, 28(3): 36-46.
- [23] 解学梅, 孙科杰, 2018. 产业技术创新战略联盟长效合作机制: 基于 144 家联盟的实证研究[J]. 系统管理学报, 27(3): 401-413.
- [24] 解学梅, 王宏伟, 2020. 产业技术创新战略联盟稳定性影响机制研究——一个合作机制视角的多案例探索性分析[J]. 科技进步与对策, 37(3): 62-71.
- [25] 徐岸峰, 陈宇, 李玥, 2022. 基于演化博弈的大数据产业联盟成员失败知识共享机制研究[J]. 工程管理科技前沿, 41(2): 77-83.
- [26] 杨乃定, 王郁, 王琰, 等, 2022[2022-09-07]. 复杂产品研发网络中企业技术创新行为演化博弈研究[J/OL]. 北京: 中国管理科学. <https://kns.cnki.net/kcms/detail/11.2835.G3.20220402.1132.006.html>.
- [27] 曾德明, 王燕平, 文金艳, 等, 2015. 高技术企业创新联盟稳定性研究[J]. 研究与发展管理, 27(1): 44-50.
- [28] 张根明, 张曼宇, 2020. 基于演化博弈模型的产学研创新联盟稳定性分析[J]. 运筹与管理, 29(12): 67-73.
- [29] 张华, 顾新, 2022. 战略联盟治理对企业突破性创新的影响机理研究[J]. 管理学报, 19(9): 1354-1362.
- [30] 张新启, 吴雪萍, 肖小虹, 等, 2022. 产业技术创新战略联盟稳定性研究述评[J]. 科技管理研究, 42(8): 119-124.
- [31] 赵炎, 宣玲, 陈文芳, 等, 2020. 种子行业联盟网络中地理邻近性、组织邻近性、网络位置与创新绩效的研究[J]. 技术经济, 39(7): 63-71.
- [32] 周晓阳, 李长长, 刘莹, 等, 2022[2022-09-05]. 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/OL]. 北京: 中国管理科学. <https://kns.cnki.net/kcms/detail/11.2835.G3.20220810.1137.007.html>.
- [33] AHLSTROM D, LEVITAS E, HITT M A, et al, 2014. The three faces of China: Strategic alliance partner selection in three ethnic Chinese economies[J]. Journal of World Business, 49(4): 572-585.
- [34] AKHAVAN P, BARAK S, MAGHSOUDLOU H, et al, 2015. FQSPM-SWOT for strategic alliance planning and partner selection: Case study in a holding car manufacturer company[J]. Technological & Economic Development of Economy, 21(2): 165-185.
- [35] GHOSH A, RANGANATHAN R, ROSENKOPF L, 2016. The impact of context and model choice on the determinants of strategic alliance formation: Evidence from a staged replication study[J]. Strategic Management Journal, 37(11): 2204-2221.
- [36] HAN K, OH W, IM K S, et al, 2012. Value cocreation and wealth spillover in open innovation alliances[J]. MIS Quarterly, 36(1): 291-316.
- [37] HE Q, MEADOWS M, ANGWIN D, et al, 2020. Strategic alliance research in the era of digital transformation: Perspectives on future research[J]. British Journal of Management, 31(3): 589-617.
- [38] KO W L, KIM S Y, LEE J H, et al, 2020. The effects of strategic alliance emphasis and marketing efficiency on firm value under different technological environments[J]. Journal of Business Research, 120: 453-461.
- [39] KUMAR R, 2014. Managing ambiguity in strategic alliances[J]. California Management Review, 56(4): 82-102.
- [40] YANG Z, CHEN H, DU L, et al, 2020. How does alliance-based government-university-industry foster cleantech innovation in a green innovation ecosystem?[J]. Journal of Cleaner Production, 283: 124559.

## Evolutionary Game Analysis of Collaborative Behavior in Innovation Alliance under Government Intervention from the Perspective of Alliance Classification

Wang Teng<sup>1,2</sup>, Guan Zhongcheng<sup>1,2</sup>, Zheng Haijun<sup>1</sup>

(1. Institutes of Science and Development, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China;

2. School of Public Policy and Management, University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

**Abstract:** Innovation alliance is an important platform for integrating complementary resources and carrying out collaborative research. In order to promote the sustainable and healthy development of the alliance, the key for the government is to grasp the potential impact of various incentive measures on the collaborative behavior of alliance members. In view of this, the classified construction and management practices of National Agricultural Science and Technology Innovation Alliance were considered. And the three tripartite evolutionary game models including research institutes, upstream enterprises and downstream enterprises were constructed. Specifically, the heterogeneous impact of potential interventions, such as government subsidies beforehand (GSB), government cost subsidies afterward (GSA) and government rewards afterward (GRA), on the collaborative ecosystem within industrial, professional or regional alliances was considered. In the end, the incentive effects of governmental interventions were simulated. It turns out that additional funding initiatives by central government are necessary. Furthermore, GSA for all active collaborators is the key to promote active collaboration among alliance members. And professional alliances have a strong demand for it, followed by industrial alliances and regional alliances. In addition, the higher intensity of GSB for the dominant party can also motivate the members of industrial alliances to collaborate actively.

**Keywords:** innovation alliance; collaboration; evolutionary game; classification; agriculture