

doi:10.3969/j.issn.1672-626x.2023.06.010

# 基于三方演化博弈的财经类高校跨学科 科研合作研究

余其平<sup>1</sup>, 吴钟<sup>2</sup>

(1. 湖北经济学院, 武汉 430205; 2. 武汉商学院, 武汉 430056)

**摘要:**跨学科科研合作是财经类高校推进“新文科”建设的重要途径与科研服务经济、破解经济发展难题的重要抓手。鉴于此,构建科研平台引导、跨学科科研人员参与的三方演化博弈模型,用以分析主体博弈行为及演化稳定策略,仿真探究影响财经类高校跨学科科研合作的关键因素。结果表明:与“文文交叉”相比,搭便车行为、激励失效等合作不利因素更容易在“文理交叉”中出现,此时合理公正的收益分配与足够的惩罚力度是科研合作顺利进行的重要保障。平台可通过探索多元化资助体系与科研成果转化路径、建立跨学科利益分配与风险分担方案、完善跨学科科研成果认定与奖励制度、设立跨学科监督治理与知识共享机制等方式推进财经类高校跨学科科研合作。

**关键词:**财经类高校;跨学科科研合作;跨学科科研平台;三方演化博弈

中图分类号:G644.6

文献标志码:A

文章编号:1672-626X(2023)06-0116-10

## 一、引言

随着社会经济问题的复杂化以及科学研究的深入,单一学科知识越来越难满足当前需求,通过跨学科科研合作(Interdisciplinary Research Collaboration)实现知识共享与融合,被认为是解决复杂科学难题和社会问题所必需的途径<sup>[1]</sup>。跨学科科研合作是指来自多学科的科研人员以科学问题为导向,基于共同创新目标所做的努力<sup>[2]</sup>。2018年,习近平总书记在北京大学考察时强调,要下大气力组建交叉学科群和强有力的科技攻关团队,加强学科之间协同创新。2020年,国家自然科学基金委成立交叉科学部,为跨学科科研合作提供支持和保障。教育部发布《新文科建设宣言》,倡导人文社会科学内部以及人文社科与自然科学之间的交叉与融合。

在新经济与新技术影响下,财经类学科科学研究范式发生了根本变化。财经类高校通过跨学科科研合作实现知识互补与融合,促进知识创新与科学研究突破,不仅是对解决复杂经济问题这一现实需求的回应,更是财经类学科谋求创新、焕发生机的重要路径,同时也是实现复合型高质量人才培养的必然选择。依托学科特色与众多科研人才,财经类高校纷纷建立各种形式的跨学科科研平台及组织体系,提出多学科联动

收稿日期:2023-09-28

基金项目:湖北省自然科学基金项目(2022CFB663)

作者简介:余其平(1987-),女,湖北荆州人,湖北经济学院讲师,经济学博士,研究方向为演化博弈与系统仿真;吴钟(1982-),男,湖北武汉人,武汉商学院副教授,研究方向为服务推荐。

的新财经改革与建设思路<sup>[3-4]</sup>,设立新财经改革专项研究项目。跨学科科研合作无疑有益于财经类高校创新科研成果的产出,但同时,多学科科研人员的复杂交互也使得跨学科科研合作面临独特的挑战。如财经学科与理工学科科研投入的不同与科研回报的延迟性容易导致个体努力与回报不一致,滋生机会主义行为<sup>[5]</sup>。而且,不同学科科研人员还可能因为观点差异、评价体系不完善等原因产生意见分歧,降低科研合作效率和整体绩效,尤其当学科门类与科研人员增多时,平台跨学科科研合作行为将更加复杂和不确定<sup>[6]</sup>,导致跨学科平台演化具有非线性与动态性的特点,难以形成成熟稳定的科研合作机制。因此,需要从微观机制层面探讨财经类高校跨学科科研合作行为,分析跨学科科研组织的演化均衡机制及治理策略,这对于提升知识创新效率、增强财经类高校协同创新氛围具有重要现实意义。

现有文献从多个角度对跨学科科研合作进行探讨:一是跨学科科研合作的重要性研究。研究显示,近百年诺贝尔自然科学奖中跨学科的研究成果逐年上升<sup>[7]</sup>。曾粤亮等(2023)阐述了跨学科科研合作的理论与实践进展,认为跨学科科研合作是科研学术发展的要求<sup>[8-9]</sup>。二是跨学科科研合作的影响因素研究。李冲和于慧颖(2018)调研清华大学研究院、华中科技大学教育科学院等组织的跨学科科研合作,发现优势学科影响合作选择<sup>[10]</sup>。于汝霜(2015)调查发现学术观点差异、科技管理评价体系不完善及利益分配不合理是制约高校教师跨学科合作的关键因素<sup>[11]</sup>。姚晓杰(2023)采用质性研究与实证研究结合的方法,从政策、知识、关系和服务四个维度探讨跨学科科研合作的关键因素及有效对策<sup>[12]</sup>。三是跨学科科研组织的演化研究。傅锐杰(2023)通过政策法规分析,从定性角度阐释了我国学科建设中的跨学科路径<sup>[13]</sup>。四是跨学科科研组织的学科属性研究,崔斌(2017)基于引文数据分析,发现图书情报学科与经济学科、计算机学科的科研合作密切<sup>[14]</sup>。王佳昕(2023)调查天津大学跨学科科研组织人员构成,发现人文学科与理工学科科研合作行为存在差异,跨学科合作主要集中在理工科相关专业,“文理交叉”相对较少<sup>[15]</sup>。

从所检索文献来看,现有研究对高校跨学科科研合作的发展具有一定借鉴意义,但仍存在以下问题:(1)已有研究多从宏观视角对跨学科科研合作进行系统性研究,缺乏微观视角下系统成员行为交互与策略选择的分析,科研人员个体因素(如科研人员研发投入、可能存在的搭便车行为等)与组织因素(如收益分配机制、奖惩机制等)具体如何影响成员策略与组织演化的稳定性,还有待进一步考察;(2)已有研究多是关于工程领域的跨学科科研合作,鲜少探讨财经类高校跨学科科研合作;(3)已有跨学科科研合作行为演化研究大多采用定性研究方法,如案例总结、政策梳理等,缺乏动态量化分析。

演化博弈理论强调“有限理性”和动态演化过程,可以从微观视角对利益相关者之间的策略进行稳定性分析,适用于高校跨学科科研合作策略研究。基于此,本文以财经类高校跨学科科研合作为研究背景,运用演化博弈理论,构建包含跨学科科研平台与科研人员的演化博弈模型,分析平台引导、科研人员参与的财经类高校跨学科科研合作机制,求解不同情形下的演化稳定策略,并通过数值仿真分析,从科研人员和组织两个角度探究影响跨学科科研合作的关键因素,从而为财经类高校跨学科科研合作研究的顺利推进和持续稳定发展提出建议。

## 二、财经类高校跨学科科研合作存在的问题

聚焦现实重大问题与跨学科创新人才培养需要,财经类高校(或综合类高校财经类学科)建立了诸如跨学科研究院、跨学科研究中心、跨学科课题组等多种不同的跨学科研究组织,合作范围从“文文交叉”到“文理交叉”,从“跨学院”到“跨学校”。如南开大学成立经济行为与政策模拟实验室,确立了实验经济学与行为经济学、大数据统计学习与推断、人工智能与数字经济、区域经济与产业发展四个长期研究领域。中国人民大学协同马克思主义理论、政治学、社会学、经济学等人文类学科,2020年7月成立国家治理现代化与应用伦

理跨学科交叉平台,并于2023年进一步对“新文科”和“新工科”进行交叉融合,成立智慧治理学院,推动人工智能和大数据在财经类学科建设中的应用。山东财经大学联合管理科学与工程学院、计算机科学与技术学院、统计学院、数学与数量经济学院等建立大数据与人工智能研究院、山东省区块链金融重点实验室等跨学科科研机构。吉林财经大学成立了校级跨学科科研合作领导小组,并在全校范围内组建了16个跨学科科研合作团队。西南财经大学与电子科技大学合作,先后启动“金融学+计算机科学与技术”联合学士学位项目、金融与电子信息类交叉学科高层次人才联合培养项目,以促进“新财经+新工科”的文理融合育人模式创新。另外,还有部分高校聚焦跨学科研究生培养,如浙江财经大学设立研究生学科交叉研究项目,中国人民大学财经金融学院设立金融科技(文理交叉)博士项目。

跨学科科研合作为经济、金融、会计等传统财经类学科带来了“异质”视角与研究路径,借助新技术与新方法,财经类学科得以开展涉及复杂经济系统及经济行为的研究,提升了政策咨询与辅助决策的科学性。但从跨学科科研平台建设和科研产出来看,财经类高校与理工类院校相比仍存在较大差距。除了学科壁垒固化、科研成果归属认定不规范等共性问题以外<sup>[16]</sup>,财经类高校跨学科科研还受到专项资助不足、研究成果转化较低等因素制约,导致财经类高校跨学科科研合作体现出深度合作不足、合作效率和创新成效不高等问题。表现在以下方面:

第一,受学科分类与发展范式不同的影响,跨学科科研合作更容易表现为二级学科间的内部近邻合作(如文文交叉),文理交叉融合相对较小<sup>[13]</sup>。究其原因,研究方法上,财经类学科侧重分析、论证与阐释,理论结构不固定,知识边界模糊;理工类学科具有完整理论和统一规范的符号体系,学科壁垒相对较小,更容易开展内部合作。如我国C9高校跨学科研究就主要集中在自然科学领域。科研投入上,理工类学科经费投入和技术投入一般高于财经类学科,因此理工类学科教师对团队成员学术背景、组织经费保障相对更敏感。科研成果产出应用转化方面,财经类学科科研成果直接转化应用于社会生活的比例较低,社会贡献也难以量化;而理工类学科的科研成果大多能直接服务国家建设,科研成果认定诉求也与财经类学科有所差异。学科特征的不同与发展程度的差异最终导致学科间发展鸿沟拉大、文理跨界合作难度进一步增加。

第二,跨学科科研合作不仅依赖于学者自身对内探索的内驱力,也高度依赖于学者之间的知识交流与共享过程<sup>[8]</sup>。文理学科科研投入、科研产出与转化的差异,学科间沟通互动机会的缺乏,成果产出的难以预见,以及经济人的有限理性,使得跨学科科研中难免存在机会主义或学术搭便车行为,如分工不明确、贡献不透明、研究想法被合作者窃取甚至抢先发表等,这些因素均会严重削弱科研人员的跨学科科研合作意愿,阻碍文理学科的深度交叉融合。

第三,跨学科科研平台存在评价机制落后、资源分配不合理等现实问题<sup>[9]</sup>。在研究成果认定、奖励、考核聘任和职称评审上,存在着跨学科研究成果归属认定不规范、被同行不认可等问题。现有评价体系“以第一署名和第一单位为主”“以个人为主”的成果认定模式有可能降低科研人员跨学科研究的积极性,“重结果轻过程”的特点也与跨学科研究周期相对较长、阶段性成效不明显、成果产出不稳定等特征相矛盾,阻碍了有影响力的跨学科研究成果的产出。另外,受学科发展程度不同的影响,不同学科合作过程中还可能存在话语权争夺和资源配置不当等问题。

第四,跨学科科研平台资金来源单一、缺乏长效跨学科利益保障机制<sup>[12-13]</sup>。高校科研平台的运行经费主要来源于上级主管单位的拨款经费,且通常以学科为基础来划拨或配置,这导致跨学科研究项目往往比单一学科项目更难得到经费资助。单一且有限的资金经费来源不仅造成跨学科科研平台日常的捉襟见肘,也不利于平台对于重大领域、前沿领域的科研探索。另外,在科研平台中,相比理工类学科,财经类学科科研经费较少,平台难以形成持续性激励,政策支持成效较小。

### 三、财经类高校跨学科科研合作三方演化博弈模型构建

#### (一)模型设计

根据上文研究,财经类高校跨学科科研合作主要表现为跨学科科研平台(研究院、研究中心、课题组等)引导和跨学科科研人员(以教师为主)参与的形式。跨学科科研平台由学校规划建立,就合作交流、收益分配等制定相关规章制度,为科研合作提供不同程度的信息和资源支持。不同学科教师在科研合作中均追求自身利益最大化,且其利益取决于自己的策略选择(是否合作)、平台策略(利益分配、政策激励等)和其他学科科研人员的策略选择(科研投入、搭便车等)。因此,实际上,财经类高校跨学科科研合作是一个多方参与、随时间演化的动态博弈问题。演化博弈论是将博弈理论分析和动态演化过程结合起来的一种理论,通过把影响均衡的相关因素纳入演化博弈模型,构成一个具有微观基础的宏观模型,能够从长期视角分析利益相关者的策略变化,从而识别影响博弈主体行为决策的关键要素。

因此,本文采用演化博弈方法,建立高校跨学科科研平台引导、跨学科科研人员参与的三方演化博弈模型,探究影响财经类高校教师跨学科科研合作的关键因素,即考察科研人员个体因素(如科研人员研发投入、可能存在的搭便车行为等)与组织因素(如收益分配机制、奖惩机制等)具体如何影响成员策略与组织演化的稳定性,为跨学科科研合作的顺利推进提供理论支持与思路借鉴。基于此,相关变量设定如下:

**参与主体。**教师是跨学科科研合作的核心主体,科研平台为合作提供支持,同时也从跨学科科研合作中获益(科研成果增加、影响力增加等)。因此,跨学科科研合作过程中,参与主体包括不同学科科研人员(财经类学科或理工类学科教师,用A和B表示)和科研平台(用C表示)。

**博弈策略。**在跨学科科研合作博弈过程中,科研人员A可以根据自身需要选择是否合作,其策略集合是{合作A1,不合作A2}。同理,科研人员B的策略集合为{合作B1,不合作B2}。科研平台可以选择为教师提供合作激励机制以及监督科研合作过程,也可以选择不提供激励机制以及不监管科研合作过程,其策略集合为{积极管理C1,消极管理C2}。

**协同机制。**科研人员作为跨学科科研合作的主体,在合作过程中必然投入一定的人力或物力(实验设备等),将科研人员A和科研人员B的研发投入分别记为 $C_1$ 和 $C_2$ ,反映了科研人员的努力程度。也有一些科研人员未作出实际投入,却因知识共享获得其他科研人员提供的知识或技术,这种行为称为搭便车<sup>[4]</sup>。搭便车收益取决于科研人员自身的学习能力, $b_1$ 、 $b_2$ 分别表示科研人员A和科研人员B的学习能力, $0 < b_1, b_2 < 1$ ,则搭便车收益可分别表示为 $b_1 C_2$ 和 $b_2 C_1$ 。

**利益分配机制。**当科研人员积极参与科研合作时,科研产出增加,获得超额收益 $R$ ,假设收益分配系数为 $b$ , $0 < b < 1$ 。则科研人员A获得的超额收益为 $bR$ ,科研人员B获得的超额收益为 $(1-b)R$ 。而平台也可以从合作中获益,如吸引其他科研人员加入,影响力提升等,记为 $\lambda R$ , $0 < \lambda < 1$ 。

**激励约束机制。**平台在积极管理策略下,为鼓励科研合作,往往根据科研人员努力程度或者科研产出予以激励,激励系数表示为 $\mu$ 。另外,为避免违约或者搭便车行为,当一方科研人员选择合作,另一方科研人员选择不合作时,违约方需向合作方支付一定的违约金,记为 $W$ 。

**其他参数。**用 $R_1$ 和 $R_2$ 分别表示科研人员合作之前的初始收益。平台消极管理时,有可能造成科研人员积极性减小,人员流失。 $R_3$ 和 $dR_3$ 表示平台选择“积极管理”和“消极管理”策略的收益, $0 < d < 1$ 。

#### (二)支付矩阵构建

根据上述假设,得到跨学科科研人员和科研平台的三方博弈支付矩阵,如表1所示。

表1 跨学科科研合作博弈支付矩阵

	科研人员A收益	科研人员B收益	科研平台收益
(A1, B1, C1)	$R_1 - C_1 + \mu C_1 + bR$	$R_2 - C_2 + \mu C_2 + (1-b)R$	$R_3 - \mu(C_1 + C_2) + \lambda R$
(A2, B1, C1)	$R_1 + b_1 C_2 - W$	$R_2 - C_2 + \mu C_2 + W$	$R_3 - \mu C_2$
(A1, B2, C1)	$R_1 - C_1 + \mu C_1 + W$	$R_2 + b_2 C_1 - W$	$R_3 - \mu C_1$
(A2, B2, C1)	$R_1$	$R_2$	$R_3$
(A1, B1, C2)	$R_1 - C_1 + bR$	$R_2 - C_2 + (1-b)R$	$dR_3 + \lambda R$
(A2, B1, C2)	$R_1 + b_1 C_2$	$R_2 - C_2$	$dR_3$
(A1, B2, C2)	$R_1 - C_1$	$R_2 + b_2 C_1$	$dR_3$
(A2, B2, C2)	$R_1$	$R_2$	$dR_3$

## 四、复制动态方程与演化稳定性分析

### (一) 复制动态方程构建

将科研人员A和B的合作策略选择概率用  $x$  和  $y$  表示,将平台积极管理策略选择概率用  $z$  表示。根据博弈支付矩阵,科研人员A采取“合作”策略的期望收益  $E_x$ 、采取“不合作”策略的期望收益  $E_{1-x}$  和平均期望收益  $\bar{E}_x$  为:

$$E_x = yz(R_1 - C_1 + \mu C_1 + bR) + (1-y)z(R_1 - C_1 + \mu C_1 + W) + y(1-z)(R_1 - C_1 + bR) + (1-y)(1-z)(R_1 - C_1)$$

$$E_{1-x} = yz(R_1 + b_1 C_2 - W) + (1-y)zR_1 + y(1-z)(R_1 + b_1 C_2) + (1-y)(1-z)R_1$$

$$\bar{E}_x = xE_x + (1-x)E_{1-x}$$

科研人员A的复制动态方程为:

$$F(x) = \frac{dx}{dt} = x(E_x - \bar{E}_x) = x(1-x)[y(bR - b_1 C_2) + z(\mu C_1 + W) - C_1] \quad (1)$$

同理,科研人员B和科研平台C的复制动态方程为:

$$F(y) = \frac{dy}{dt} = y(E_y - \bar{E}_y) = y(1-y)[x(1-b)R - xb_2 C_1 + z(\mu C_2 + W) - C_2] \quad (2)$$

$$F(z) = \frac{dz}{dt} = z(E_z - \bar{E}_z) = z(1-z)[-x\mu C_1 - y\mu C_2 + (1-d)R_3] \quad (3)$$

### (二) 均衡解的存在性与稳定性分析

由于非对称博弈中混合策略均衡一定不是演化稳定均衡,因此只对演化博弈系统的纯策略均衡点进行分析。令复制动态方程式(1)、(2)和(3)的三个方程  $\frac{dx}{dt} = 0$ ,  $\frac{dy}{dt} = 0$ ,  $\frac{dz}{dt} = 0$ , 得到8个均衡点,分别为:  $E_1(0,0,0)$ ,  $E_2(1,0,0)$ ,  $E_3(0,1,0)$ ,  $E_4(0,0,1)$ ,  $E_5(1,0,1)$ ,  $E_6(1,1,0)$ ,  $E_7(0,1,1)$ ,  $E_8(1,1,1)$ 。根据李雅普诺夫第一法,可由雅可比矩阵的局部稳定性分析微分方程系统的演化稳定策略,满足矩阵所有特征值非正时的均衡点为系统的演化稳定点(ESS)<sup>[7]</sup>。因此,首先构建雅可比矩阵。

$$J = \begin{bmatrix} \frac{\partial F(x)}{\partial x} & \frac{\partial F(x)}{\partial y} & \frac{\partial F(x)}{\partial z} \\ \frac{\partial F(y)}{\partial x} & \frac{\partial F(y)}{\partial y} & \frac{\partial F(y)}{\partial z} \\ \frac{\partial F(z)}{\partial x} & \frac{\partial F(z)}{\partial y} & \frac{\partial F(z)}{\partial z} \end{bmatrix}$$

将8个均衡点分别代入雅可比矩阵中,得到均衡点对应的矩阵特征值,如表2所示。

表2 均衡点局部稳定性

均衡点	特征值	稳定条件
$E_1(0,0,0)$	$\lambda_1 = -C_1 < 0$ $\lambda_2 = -C_2 < 0$ $\lambda_3 = (1-d)R_3 > 0$	鞍点
$E_2(1,0,0)$	$\lambda_1 = C_1 > 0$ $\lambda_2 = (1-b)R - b_2C_1 - C_2$ $\lambda_3 = -\mu C_1 + (1-d)R_3 > 0$	不稳定点或鞍点
$E_3(0,1,0)$	$\lambda_1 = bR - b_1C_2 - C_1$ $\lambda_2 = C_2 > 0$ $\lambda_3 = -\mu C_2 + (1-d)R_3 > 0$	不稳定点或鞍点
$E_4(0,0,1)$	$\lambda_1 = \mu C_1 + W - C_1$ $\lambda_2 = \mu C_2 + W - C_2$ $\lambda_3 = -(1-d)R_3 < 0$	当 $W < C_1 - \mu C_1$ 且 $W < C_2 - \mu C_2$ 时, ESS
$E_5(1,0,1)$	$\lambda_1 = -\mu C_1 - W + C_1$ $\lambda_2 = (1-b)R - b_2C_1 + \mu C_2 + W - C_2$ $\lambda_3 = \mu C_1 - (1-d)R_3 < 0$	当 $-\mu C_1 + C_1 < W < -(1-b)R + b_2C_1 - \mu C_2 + C_2$ 且 $b_2C_1 > (1-b)R - \mu C_1 + C_1 + \mu C_2 - C_2$ 时, ESS
$E_6(1,1,0)$	$\lambda_1 = -bR + b_1C_2 + C$ $\lambda_2 = -(1-b)R + b_2C_1 + C_2$ $\lambda_3 = -\mu C_1 - \mu C_2 + (1-d)R_3 > 0$	不稳定点或鞍点
$E_7(0,1,1)$	$\lambda_1 = -(1-b)R + b_2C_1 + C_2$ $\lambda_2 = -\mu C_2 - W + C_2$ $\lambda_3 = \mu C_2 - (1-d)R_3 < 0$	当 $-\mu C_2 + C_2 < W < -bR + b_1C_2 - \mu C_1 + C_1$ 且 $b_1C_2 > bR + \mu C_1 - C_1 - \mu C_2 + C_2$ 时, ESS
$E_8(1,1,1)$	$\lambda_1 = -bR + b_1C_2 - \mu C_1 - W + C_1$ $\lambda_2 = -(1-b)R + b_2C_1 - \mu C_2 - W + C_2$ $\lambda_3 = \mu C_1 + \mu C_2 - (1-d)R_3 < 0$	当 $W > -bR + b_1C_2 - \mu C_1 + C_1$ 且 $W > -(1-b)R + b_2C_1 - \mu C_2 + C_2$ 时, ESS

为便于分析不同均衡点所对应特征值符号且不失一般性,假设平台积极管理的净收益大于消极管理,即  $\mu C_1 + \mu C_2 - (1-d)R_3 < 0$ 。下面分三种情形讨论演化博弈稳定策略。

情形1: 当  $W < C_1 - \mu C_1$  且  $W < C_2 - \mu C_2$  时,系统演化稳定点为  $E_4(0,0,1)$ 。即当科研人员搭便车的惩罚力度小于节省的研发投入时,科研人员会倾向于选择“不合作”策略,说明科研人员策略选择受科研投入、激励力度与违约惩罚力度的影响。当违约惩罚力度不足时,平台的积极管理策略并不会改变科研人员不合作策略选择,反而徒增成本。因此,平台需要综合使用激励机制与惩罚机制来提升科研人员合作动力。

情形2: 当  $-\mu C_1 + C_1 < W < -(1-b)R + b_2C_1 - \mu C_2 + C_2$  或  $W < -bR + b_1C_2 - \mu C_1 + C_1$ ,  $-\mu C_2 + C_2 < W$  时,系统演化稳定点为  $E_5(1,0,1)$  或  $E_7(0,1,1)$ 。即当一方科研人员的激励与惩罚力度之和大于研发投入,同时另一方科研人员的合作得益(由合作收益分成、合作激励与科研投入决定)小于非合作的搭便车得益(由搭便车收益与惩罚力度决定)时,两方科研人员会倾向于分别选择“合作”与“不合作”策略。此时的隐含条件为  $b_2C_1 > (1-b)R - \mu C_1 + C_1 + \mu C_2 - C_2$ 、 $b_1C_2 > bR + \mu C_1 - C_1 - \mu C_2 + C_2$ ,意味着科研人员的搭便车收益和平台激励力度均较高,使得一方科研人员在激励机制的驱使下选择合作策略,而另一方科研人员在搭便车收益的驱使下选择不合作策略,此时陷入科研合作困局,平台持续投入却无法带来科研产出增加。因此,平台需要及时关注科研人员状态,根据研发收益与搭便车动机动态调整奖惩力度,实现差异化奖惩。

情形3:当 $W > -bR + b_1C_2 - \mu C_1 + C_1$ 且 $W > -(1-b)R + b_2C_1 - \mu C_2 + C_2$ 时,系统演化稳定点为 $E_8(1,1,1)$ 。即当科研人员选择“合作”策略时的收益分成与奖励之和大于“不合作”节省的成本与搭便车潜在收益时,科研人员会趋向于选择合作策略;反之,系统演化结果会与情形1惩罚力度不足时一致。因此,需要在适当范围内增加对科研人员的合作激励力度与违规惩罚力度,同时通过助力成果转化、完善科研成果评价机制等方式提升合作效益,以促使系统达到理想稳定点 $E_8(1,1,1)$ 。

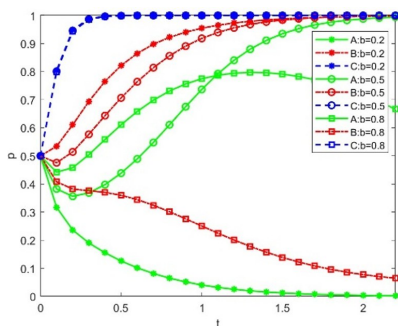
## 五、数值仿真分析

根据上述分析,系统可以达到的理想演化稳定状态为{合作,合作,积极管理},因此,运用 MatlabR2023b 软件进行数值仿真分析来探究相关因素对各主体策略行为的影响,以促使系统达到理想稳定状态。同时,根据情形1~3可知,演化稳定状态受科研人员自身研发投入与搭便车收益,以及平台收益分配机制和激励约束机制的共同影响。因此,考虑财经学科与理工学科科研投入差异,针对科研投入相近(文文交叉)和科研投入差距较大(文理交叉)两种情形,仿真分析收益分配比例、搭便车系数、平台激励力度与违约惩罚力度对主体决策的影响。结合前文分析,相关变量取值如下: $R_3=40$ , $R=30$ , $d=0.5$ , $C_1=15$ , $C_2=12$ , $b_1=0.4$ , $b_2=0.4$ , $b=0.5$ , $\mu=0.5$ , $W=6$ ,此外,考虑到目前跨学科科研合作尚处于推进阶段,因此设置初始策略选择概率为: $x=0.5$ , $y=0.5$ , $z=0.5$ 。

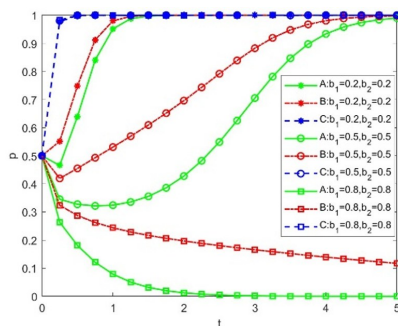
### (一) 科研投入相近(文文交叉)时系统演化仿真分析

图1是科研人员合作投入相近(文文交叉)时关键因素对系统演化的影响。收益分配系数 $b$ 的影响如图1(a)所示,平台策略稳定于积极管理,而科研人员的策略选择与收敛速度则随 $b$ 取值的不同而不同。当 $b$ 取值0.5时,科研人员的策略选择均稳定于合作,且 $x$ 和 $y$ 的收敛速度最快;当 $b$ 取值0.2或0.8时,一方科研人员A(或B)因分配收益减小,合作意愿降低,最终选择不合作策略;另一方科研人员B(或A)虽在高分配收益的影响下选择合作,但受不稳定合作关系的影响,收敛速度下降。结果表明收益分配影响参与主体的策略选择,这里分配比例0.5强调科研人员投入时,平台利益分配过程的公平性和科学性。说明收益分配比例与实际投入(贡献水平)不相符时,就会降低科研人员合作意愿。

搭便车收益对系统演化的影响如图1(b)所示,可以看出,随着搭便车收益系数 $b_1$ 和 $b_2$ 的增加,科研人员的策略选择逐渐从合作转向不合作,说明搭便车行为影响主体策略选择,此时即使平台积极监管,搭便车效应仍然使得科研人员投入动力降低,整体合作水平下降。现实中,因搭便车行为而导致的“合作衰败”屡见不鲜,预防“合作陷阱”一度成为网络热点话题。因此,跨学科科研合作过程中需要考虑如何抑制搭便车行为,如增加合作周期以避免短期行为,设计合理的知识转移共享机制以帮助参与主体提升自身能力等。



(a) 收益分配比例的影响



(b) 搭便车收益系数的影响

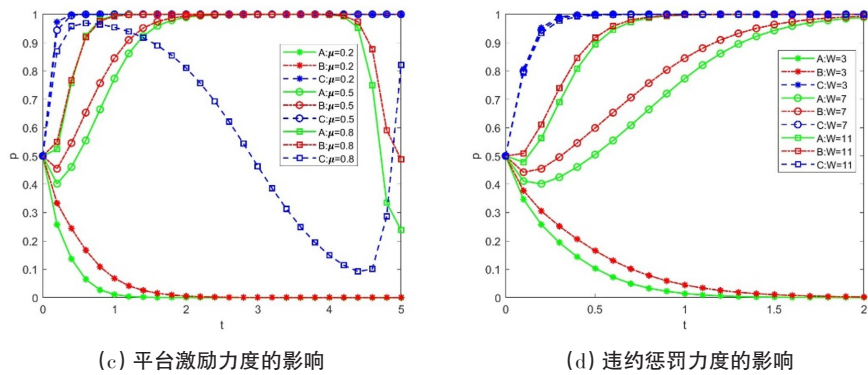


图1 科研投入相近(文文交叉)时关键因素对系统演化的影响

平台激励力度和违约惩罚力度对系统演化的影响如图1(c)和图1(d)所示,可以看出,随着激励力度  $\mu$  和惩罚力度  $W$  加大,科研人员合作意愿显著增加。究其原因,平台正向激励的驱动力体现在增加科研人员合作收益,从而提升合作积极性。而违约惩罚的约束力则体现在增加了科研人员不合作策略选择成本,减小道德风险。但需要注意的是,过强的激励力度会使平台面临较大治理压力,策略选择出现波动,而平台监管支持力度的变化又进一步导致科研人员合作状态的不稳定。因此,需要将激励力度控制在合理范围内,通过合理激励力度与充分约束力度的结合,来促使系统稳定于理想状态。

(二) 科研投入差距较大(文理交叉)时系统演化仿真分析

图2是科研人员投入差距较大时关键因素对系统演化仿真的影响,设定  $C_1 = 18, C_2 = 9$ 。收益分配比例的影响如图2(a)所示,可以看到,随着收益分配比例增加,科研人员A策略选择逐步稳定于合作,而科研人员B则因为收益分配减小,合作积极性降低,收敛速度减小。另外,科研人员A的合作策略选择临界值显著高于科研人员B,这是因为科研人员A的投入远远高于B,需要更多的分配收益作为补偿。因此,平台设计收益分配机制时,需要根据实际贡献确定收益分配比例。

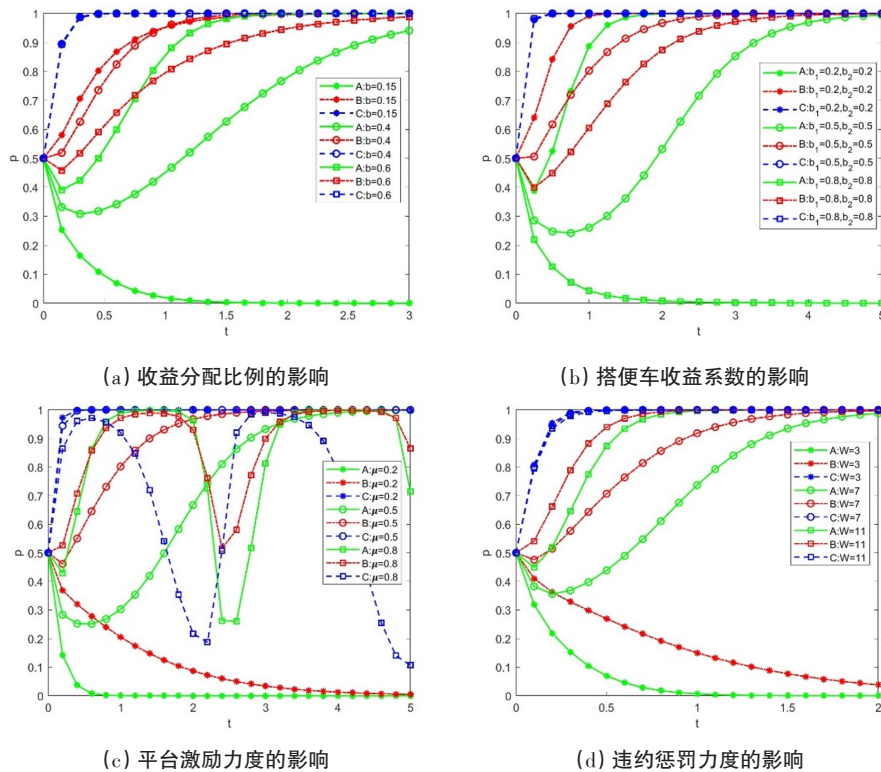


图2 科研投入差距较大(文理交叉)时关键因素对系统演化的影响



科研投入差距较大时搭便车收益系数对系统演化的影响如图2(b)所示,可以看到,当搭便车收益系数 $b_1$ 和 $b_2$ 较小时,平台策略稳定于积极管理,科研人员策略稳定于合作,并且随着 $b_1$ 和 $b_2$ 增加,科研人员的合作积极性降低,这与图1(b)结论一致。但不同的是,当搭便车收益系数较高时( $b_1=0.8$ , $b_2=0.8$ ),科研人员A和科研人员B的策略选择出现差异,说明投入高的科研人员更容易因为搭便车行为而选择不合作策略,这符合现实情形,投入高的科研人员在搭便车过程中显然“获益”更小,而隐形损失相对更大。

平台激励机制对系统演化的影响如图2(c)所示,可以看到,随着激励力度 $\mu$ 从0.2增加至0.5,科研人员策略选择逐步稳定于合作,但是当 $\mu$ 取值增加至0.8时,因平台治理压力过大,参与主体策略选择出现波动,且波动幅度明显高于图1(c),这是因为科研投入变化使得合作策略选择的临界条件发生变化(由上文情形1可知),这也说明文理交叉下的跨学科科研合作更加复杂,单一的激励机制可能难以达到预期监管效果。

平台惩罚机制对系统演化的影响如图2(d)所示,可以看到,随着惩罚力度 $W$ 加大,科研人员合作意愿显著增加。且图2(d)中演化趋势与图1(d)相似,说明在文理交叉下,惩罚机制依然是有效的监管手段。

## 六、结论与启示

本文以财经类高校教师跨学科科研合作为研究背景,建立高校科研平台引导、跨学科科研人员参与的三方演化博弈模型,分析演化稳定策略,并结合数值分析,考察科研人员自身投入与搭便车行为,以及平台收益分配机制、激励机制和惩罚机制对系统成员策略行为的影响,研究表明:(1)与“文文交叉”相比,搭便车行为、激励失效等合作不利因素更容易在“文理交叉”中出现,高投入科研人员更容易因搭便车行为选择不合作。(2)合理公正的收益分配机制是实现财经类学科跨学科科研合作的基础保障。投入与回报若不对等将会严重削弱科研人员合作意愿。(3)合理的激励力度与足够的惩罚力度是保证财经类学科跨学科科研合作顺利开展的关键,且惩罚机制的适应性与有效性更好。基于上述结论,得到如下管理启示:

第一,探索多元化资助体系与科研成果转化路径。科研合作收益是影响科研人员参与意愿的关键,平台一方面应用好专项资金,重点支持面向国家重大需求的科研实践,力争解决大问题、服务大战略;另一方面,平台还需要积极开拓横向资金渠道,积极争取成果转化收入、横向课题经费、相关主体经费支持等,盘活跨学科科研合作支持保障资源,形成长效的资金保障制度。此外,拓展科研转化路径,促进科研成果向重大课题、高水平论文、专利、研究报告等转化。同时,对省属财经类高校而言,更应该立足其应用型特色,对接地方经济发展需求,促进科研成果向决策和咨询转化、向社会普及转化、向教学成果转化。

第二,建立公平合理的跨学科收益分配与风险分担制度。在跨学科科研合作之前,合作平台的成员应共同商定科研合作中的资源投入比例和收益分配机制,并对跨学科成果产出中存在的风险因素(如专利驳回、项目立项失败等)进行磋商,根据不同学科科研人员参与程度制定风险分担制度,探寻“托底”保障措施,帮助学者降低跨学科科研合作的不确定性,保障研究人员跨学科合作的积极性。

第三,完善跨学科科研成果认定与奖励制度。在成果类型上,建立科研发表、科研项目、科研奖励、智库成果、社会服务、人才培养等多维度成果认定机制。在成果评价机制上,充分考虑跨学科研究活动的长周期性与应用效益转化问题,适当延长学术评价周期,改革评价指标与评价办法,自主划定贡献率,保证评价的科学性。在奖励制度上,根据科研人员实际贡献和努力程度确定奖励形式,并探索以团队为评价单位的考核—奖励制度,以最大程度发挥跨学科科研合作的群体效益和协同效能。

第四,设立跨学科监督治理与知识共享机制。一方面,平台可以建立显性和隐性相结合的监督治理制度,以抑制搭便车行为发生。显性治理指通过设定足够的惩罚力度,增加搭便车成本。隐性治理指当科研人员不作为或者违背制度规约时将感受到“同事压力”,从而提高努力程度。另一方面,平台也要积极推进

系统成员信任关系建立,通过延长合作周期、完善声誉评价等方式规避短期行为、降低道德风险,并及时推出适当的知识转移与共享激励制度,同时帮助科研人员实现自我提升。

本文的研究也有一定的局限性,一是模型假设与构建基于常见场景,还存在其他影响参与主体策略选择的心理因素(如过度自信等);二是数值仿真缺少实际数据支撑,这是后续进一步研究的方向。

#### 参考文献:

- [1] 曾粤亮,司莉.组织视角下跨学科科研合作运行机制研究——以斯坦福大学跨学科研究机构为例[J].图书与情报,2020(2):64-75.
- [2] 李永刚,付芝宁.研究生的跨学科研究兴趣及影响因素——以3所研究型高校606份问卷调查为例[J].中国高校科技,2023(Z1):79-85.
- [3] 程瑞芳,赵霞,梁倩.价值引领·科技赋能·文化滋养·产教融合:新财经人才培养模式创新与实践[J].河北经贸大学学报(综合版),2023,23(3):11-19.
- [4] 马亮,薛童彤.新财经教育改革背景下复合型财经人才培养路径[J].河北经贸大学学报(综合版),2023,23(3):64-69.
- [5] 张云开,马捷.跨学科视角下的协同信息行为研究:合作、平衡与博弈[J].情报资料工作,2020,41(1):32-38.
- [6] 危小超,潘港美.创新生态系统治理研究——基于三方演化博弈的视角[J].北京邮电大学学报(社会科学版),2022,24(2):68-78.
- [7] 陈其荣.诺贝尔自然科学奖与跨学科研究[J].上海大学学报(社会科学版),2009,16(5):48-62.
- [8] 曾粤亮,曹高辉,韩世曦.青年科研人员跨学科科研合作行为影响因素研究——基于扎根理论的探索[J/OL].情报科学.  
<http://kns.cnki.net/kcms/detail/22.1264.G2.20230313.1509.010.html>.
- [9] 曾粤亮,司莉.自由探索还是有组织科研:跨学科科研合作的内涵、类型与特点[J].图书情报知识,2023,40(4):81-91+51.
- [10] 李冲,于慧颖.高等教育研究机构跨学科科研合作现状评估——基于国内四所机构的文献计量分析[J].上海教育评估研究,2018,7(4):75-79.
- [11] 于汝霜.高校教师跨学科交往影响因素实证研究[J].中国高教研究,2015(4):90-94.
- [12] 姚晓杰.跨学科多主体科研协同影响因素及机理研究[D].南昌:南昌大学,2023.
- [13] 傅锐杰.研究型大学教师跨学科科研合作及影响因素研究[D].杭州:浙江大学,2023.
- [14] 崔斌.基于共现网络的我国图书情报学跨学科合作研究[D].济南:山东理工大学,2017.
- [15] 王佳昕.高校跨学科科研组织知识生产规则及生成逻辑——基于T大学的案例分析[J].高等工程教育研究,2023(2):116-121.
- [16] 陈艾华,吴伟.大学跨学科科研合作与科研生产力的关系研究综述与展望[J].重庆高教研究,2023,11(5):105-116.
- [17] 包春兵,金宗凯,戎晓霞,等.环保刚性约束下中小企业污染共治策略演化博弈分析[J].中国管理科学,2023,31(9):137-147.

(责任编辑:颜 莉)