

技术溢出对产学研合作创新决策影响研究

李时雨

沈阳理工大学 经济管理学院, 辽宁沈阳, 110159;

摘要: 产学研合作是实现我国高水平科技自立自强的重要途径, 其稳定、高质量的发展离不开政府参与以及科学的创新决策。本文构建三阶段博弈模型, 系统引入技术溢出与政府补贴因素, 探讨三种合作模式下高校与企业创新决策行为与机制差异, 揭示企业在不同外部环境下的合作倾向及高校创新激励策略的变化规律, 为政策制定与合作实践提供理论支持与决策参考。

关键词: 技术溢出; 合作创新; 博弈模型; 产学研合作; 创新决策

DOI: 10.69979/3029-2700.25.08.097

引言

在科技创新已成为国际战略博弈主要战场的背景下, 推动企业进行技术创新是实现企业高质量可持续发展, 加快我国科技自立自强进程, 实现综合国力“弯道超车”的重要途径^[1]。现阶段关于产学研合作的研究较为成熟, 相关理论的研究主要基于三螺旋理论、交易费用理论及博弈论等视角^[2-4]。由于研究目的不同, 国内外对于产学研合作模式的分类情况并没有形成统一的标准, 按照主体参与程度, 可以将其划分为项目纽带模式、协作平台模式、战略共同体模式^[5]; 按照合作主体作用的特点, 可以将其划分为政府主导型、企业主导型、大学主导型、科研机构主导型和产学研联合型等^[6], 在形成产学研合作创新机构时, 合作参与者通常需要考虑多种因素。在创新过程中每个节点由于技术知识人才转移而导致的溢出效应对合作创新决策产生的作用愈发重要, 有时甚至是决定性的。基于此, 本文通过在产学研合作不同创新情境下建立三阶段博弈模型进行讨论。

1 模型构建及基本设定

假定在供应链系统中存在一个作为某项技术供应商的学校和一个相关产品制造商, 本文在 AJ 模型的基础上, 考虑产学研合作特点, 分析了技术转让、共建研发平台和成立战略共同体三种不同合作模式下政府参与以及有差异的技术溢出对供应链系统中校企创新决策的影响, 并用下标 m 和 s 分别代表企业和学校, 上标 t 、 p 和 s 分别表示三种合作模式下的决策情形, 主要变量及参数如下表 1 所示:

表 1 相关变量及说明

决策变量	描述
------	----

p	产品的销售价格
m	产品中某一技术段的售价
x	企业的研发成果
y	学校的研究成果
参数	
C_m	企业的单位生产成本
α	企业的创新效率
C_1	未创新前企业的单位生产成本
δ_1	企业的创新对学校的溢出系数
C_s	学校的单位生产成本
β	学校的创新效率
C_2	未创新前学校的单位生产成本
δ_2	学校的创新对企业的溢出系数
a	市场规模
b	产品的销售价格对产品需求的效用参数
θ	政府对企业创新研发的支持水平
μ	共建研发平台下学校对企业利润的分配比

作出以下设定:

设定 1: 学校负责对生产该产品所必要的某项技术进行研发, 以提升产品相关零件的性能; 产品制造商根据零件性能, 对零件所在的系统及生产技术进行研发投入, 以促进零件整体的质量水平, 推动产品更新换代; 双方信息对称且均根据利润最大化原则进行决策, 根据市场现状, 产品的逆需求函数为 $p = a - bq$, 其中 $a, b > 0$ 。

设定 2: 企业通过研发活动对产品系统及其技术水平进行创新, 假设研发成功可使企业的产品成本降低 x , 由于企业的创新投入满足规模收益递减规律, 因此技术创新投入成本函数是其研究成果的二次函数, 即 $I_{(m)} = \frac{1}{2} \alpha x^2$; 学校可以通过研发活动对该项技术进行产品工艺创新, 其为创新需要的研发投入为 $I_{(s)} = \frac{1}{2} \beta y^2$; α 、 β

分别为企业和学校进行创新研发投入的成本系数,反映二者的创新能力,即系数越大,说明其创新投入成本越高,创新效率越低,从而创新能力越低,反之则说明其创新能力越弱。

设定 3: 学校与企业存在互补或邻近的技术成果及相关知识,任何一方进行研发活动对供应链上的主体均会产生影响,因此学校与企业间存在的技术溢出是双向的,即学校的创新活动可以使企业的单位生产成本降低 $\delta_1 x$,企业的创新活动可以使学校的创新单位成本降低 $\delta_2 y$,其中 $\delta_1, \delta_2 \in [0,1]$ 。因此,企业、学校的单位生产成本分别为

$$C_m = C_1 - x - \delta_2 y \quad (1)$$

$$C_s = C_2 - y - \delta_1 x \quad (2)$$

设定 4: 产学研合作是国家创新体系的重要组成部分,政府对校企合作的支持十分多样,既包括资金补贴等直接性的支持,也包括规划引领、成果保护等间接性的支持,为构建模型中的量化体系,本文假定政府为促进创新、推动合作,以研发资金补贴这种典型且直接的形式向学校和企业提供创新支持,同时政府用于激励创新的研发补贴预算总额为 1, θ 表示政府为学校提供的研发补贴额在总预算总额中的比例,其中 $\theta \in [0,1]$ 。

2 不同合作模式下产学研创新策略决策分析

当学校和企业进行创新决策时,均以利润最大化为目标,则可构建如下三阶段动态博弈模型:第一阶段,企业、学校分别以各自利润最大化为目标决定研发强度 x, y ;第二阶段,学校决定产品中某一技术段的售价 m ;第三阶段,企业决定其产量 q ,下面采用逆向归纳法对三种不同合作模式下的创新决策模型求解。

2.1 技术转让模式下的创新决策分析

在技术转让的情形下,学校依据自有资源进行某项技术的创新,企业为提高研发效率、抢占市场,在充分考虑外部市场因素、技术研发难易程度以及自身内部的研发能力之后,决定从学校购入生产某产品所必需的技术,并独自依靠自有资源实现产品的创新,从而改善产品结构,降低生产成本。企业与学校以产品或者项目为纽带,签订相关合约,建立短期合作伙伴关系,形成一种层次较低、关系较松散的合作模式,待合作约定成果实现后,双方之间的伙伴关系即刻解除。此时,企业和学校的目标函数分别为:

$$\pi_m^t = (p - m - C_m)q - \frac{1}{2}\theta\alpha x^2 \quad (3)$$

$$\pi_s^t = (m - C_s)q - \frac{1}{2}(1 - \theta)\beta y^2 \quad (4)$$

根据逆向归纳法,将 q^t, m^t 代入式(3)、式(4)中,可得企业和学校的利润为:

$$\pi_m^t = \frac{(a - C_m - C_s)^2}{16b} - \frac{1}{2}\theta\alpha x^2 \quad (5)$$

$$\pi_s^t = \frac{(a - C_m - C_s)^2}{8b} - \frac{1}{2}(1 - \theta)\beta y^2 \quad (6)$$

在第一阶段,对式(5)、式(6)式分别求 π_m^t 和 π_s^t 关于 x, y 的一阶导数,并令其为 0,可得出企业和学校决策的最优创新水平,为简化计算,令 $A = a - C_1 - C_2$, $B = 1 + \delta_1$, $C = 1 + \delta_2$,将 x^t, y^t 代入式(5)和式(6)式可得出企业和学校选择技术转让合作模式下的利润分别为:

$$\pi_m^t = \frac{A^2\alpha\beta^2\theta(8\alpha\theta - B^2)(1 - \theta)^2}{2[\beta(1 - \theta)(B^2 - 8\alpha\theta) + 2\alpha\theta C^2]^2} \quad (7)$$

$$\pi_s^t = \frac{2A^2\alpha^2\beta\theta^2(1 - \theta)[4b\beta(1 - \theta) - C^2]}{2[\beta(1 - \theta)(B^2 - 8\alpha\theta) + 2\alpha\theta C^2]^2} \quad (8)$$

2.2 共建研发平台模式下的创新决策分析

随着经济市场的发展以及合作的深入,在创新系统中作为创新主体高校和作为市场化主体的企业由于市场的需求以及校企的利益融合度较高,双方分别投入部分资源或资金建立一个共同所有的、更加高效的科研合作平台。在技术研发活动中,企业负责投入部分初始资金,高校则负责提供创新骨干人才以及相关设备资源,最终通过股权分红的方式实现双方的利益分配。本文假定学校的持股比例为 μ ,为保证企业的实际控制权不会发生转移,因此 $0 < \mu < 0.5$ 。共建研发平台使得校企关系更加紧密,合作更具有可持续性,此时,企业和学校的目标函数分别为:

$$\pi_m^p = (1 - \mu) \left[(p - m - C_m)q - \frac{1}{2}\theta\alpha x^2 \right] \quad (9)$$

$$\pi_s^p = \mu \left[(p - m - C_m)q - \frac{1}{2}\theta\alpha x^2 \right] + (m - C_s)q - \frac{1}{2}(1 - \theta)\beta y^2 \quad (10)$$

求解方法同技术转让模式下的决策情形,根据逆向归纳法,令 $\frac{\partial \pi_m^p}{\partial q} = 0$,可得出均衡产量为 $q^p = \frac{a - C_m - m}{2b}$;代入式(10)式中,令 $\frac{\partial \pi_s^p}{\partial m} = 0$,可得出企业对于每个产品中某项技术的初始投资金额为 $m^p = \frac{(1 - \mu)(a - C_m) + C_s}{2 - g}$,将 q^p, m^p 代入式(9)、式(10)中,令 $A = a - C_1 - C_2$, $B = 1 + \delta_1$, $C = 1 + \delta_2$, $D = 2 - \mu$,分别对 π_m^p 和 π_s^p 求关于 x, y 的一阶导数,并令其为 0,可得出企业和学校各决策变量的最优解。

2.3 成立战略共同体模式下的创新决策分析

在企业与学校长期且全方位的紧密合作下,双方的

利益高度融合、战略方向逐渐契合，伴随着政府的政策支持、组织协调，校企走向更高层次的合作模式。将企业资源与高校资源进行有机结合，形成以企业为主体，高校为依托的技术知识共享、收益平分、风险共担、共同发展的校企合作战略共同体。此时，校企双方的利益融合进入最高阶段，成为了“我中有你、你中有我”的高度一体化发展。技术供应商学校和产品生产者企业进行集中决策时，决策依据为联合利润最大化：

$$\pi^s = \pi_m^s + \pi_s^s = (p - C_m)q - \frac{1}{2}\theta\alpha x^2 - C_s q - \frac{1}{2}(1 - \theta)\beta y^2 \quad (11)$$

求解方法同技术转让模式下的决策情形，根据逆向归纳法，令 $\frac{\partial \pi^s}{\partial q} = a - C_m - C_s - 2bq = 0$ ，解得均衡产量 $q^s = \frac{a - C_m - C_s}{2b}$ ，代入式 (11) 式得：

$$\pi^s = \frac{(a - C_m - C_s)^2}{4b} - \frac{1}{2}\theta\alpha x^2 - \frac{1}{2}(1 - \theta)\beta y^2 \quad (12)$$

令 $A = a - C_1 - C_2$, $B = 1 + \delta_1$, $C = 1 + \delta_2$, 对式 (12) 分别求 π^s 关于 x 、 y 的一阶导数，并令其为 0，可得出企业和学校各决策变量的最优解。

在成立战略共同体合作模式下，双方利益平分，此时，企业和学校的利润为：

$$\pi_m^s = \pi_s^s = \frac{A^2\alpha\beta\theta(1 - \theta)}{4[\beta(1 - \theta)(2\alpha b\theta - B^2) - \alpha\theta C^2]} \quad (13)$$

3 结论分析

通过上文的分析可知，由于供应链系统中上、下游间溢出效应以及政府支持作用的存在，学校和企业在不同的合作模式下会做出不同的产量和研发投入决策。通过对企业和学校在不同合作模式下最优解比较分析得到考虑政府支持下技术溢出对产学研合作的创新研发决策并得出以下结论。

第一，在不同合作模式下，无论是企业对高校的技术溢出还是高校对企业的技术溢出，企业与高校的研发投入、利润以及合作模式下的均衡产量均随着溢出效应的增大而逐渐提高。

第二，在成立战略共同体合作模式下，随着合作的程度加深、期限延长，双方逐渐实现资源共享，收益平分，此时，当政府对校企的资金补助比例相同时，双方利润对于技术溢出的敏感度取决于各自的研发能力。

第三，校企的研发投入与政府向其进行研发补贴强度的关系较为复杂。伴随政府向企业实施的补贴强度 $1 - \theta$ 的提升，企业的研发投入呈先增大后减小的倒“U型”趋势。随着政府向高校实施的补贴强度 θ 的提升，高校的研发投入呈先减小后增大的“U型”趋势。

第四，在成立战略共同体下，企业的利润最优，因此企业更愿意选择战略共同体合作模式，而高校在进行合作创新决策时需要综合考虑技术溢出、持股比例和政府支持等多个因素对其收益的影响。例如在政府支持力度一定时，只有当溢出效应较低而持股比例较高时，高校才会倾向于选择共建研发平台，否则，更愿意选择成立战略共同体。

4 启示及展望

产学研合作模式的选择应结合技术溢出强度、持股比例和政府支持等因素灵活调整。企业偏好战略共同体以获取最大收益，而高校的最优策略取决于外部环境与产权结构。政府补贴对创新投入存在非线性效应，需精准设计，以实现激励最大化。同时，应强化技术溢出的制度保障，提升校企合作效率。未来可进一步引入动态博弈视角，结合行业特征和高校治理机制，深入研究合作演化路径与政策干预效应，为推动产学研深度融合提供理论支持。

参考文献

- [1] 王靖宇, 刘长翠, 张宏亮. 产学研合作与企业创新质量——内部吸收能力与外部行业特征的调节作用 [J]. 管理评论, 2023, 35(02).
- [2] Etzkowitz H. MIT and the rise of entrepreneurial science [M]. London: Routledge Press, 2002.
- [3] Eom BY, Lee K. Determinants of industry-academy linkages and, their impact on firm performance: The case of Korea as a latecomer in knowledge industrialization [J]. Research Policy, 2010, 39(5).
- [4] 吴洁, 彭星星, 盛永祥等. 基于动态控制模型的产学研知识转移合作博弈研究 [J]. 中国管理科学, 2017, (3).
- [5] 丁祺, 张子豪. 产学研协同创新模式与利益机制构建 [J]. 中国高校科技, 2018, (7).
- [6] 霍妍, 王幼芳, 姜文达. 基于成果转化的高校产学研合作模式选择策略研究 [J]. 科技管理研究, 2008, 28(12).

作者简介：李时雨（1998-），女，辽宁省沈阳市人，硕士研究生，研究方向：企业管理。