

# 控制与决策

Control and Decision

## 外包、自研还是交叉授权?——OEM互补性技术策略选择

何浩嘉, 艾兴政, 唐华, 郭松波

引用本文:

何浩嘉, 艾兴政, 唐华, 郭松波. 外包、自研还是交叉授权?——OEM互补性技术策略选择[J]. *控制与决策*, 2023, 38(11): 3251–3260.

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.13195/j.kzyjc.2022.0138>

---

## 您可能感兴趣的其他文章

### Articles you may be interested in

#### 服务差异化背景下基于行为的定价策略

Pricing strategy based on strategic customer behavior with service differentiation

*控制与决策*. 2021, 36(7): 1754–1762 <https://doi.org/10.13195/j.kzyjc.2019.1147>

#### 混合碳政策下制造商低碳转型的技术选择策略

Technology selection in low carbon transition of the manufacturer under mixed carbon policy

*控制与决策*. 2021, 36(7): 1763–1770 <https://doi.org/10.13195/j.kzyjc.2019.1536>

#### 基于Bertrand博弈的共享单车定价与投放联合策略研究

Joint pricing and launching strategy for bike-sharing enterprises based on Bertrand game

*控制与决策*. 2021, 36(7): 1786–1792 <https://doi.org/10.13195/j.kzyjc.2019.1638>

#### 风险规避制造商市场入侵策略

Market encroachment strategy of risk-averse manufacturer

*控制与决策*. 2021, 36(10): 2528–2536 <https://doi.org/10.13195/j.kzyjc.2019.1819>

#### 制造商竞争下创新投资对零售商信息分享策略的影响

Optimal information sharing strategy for retailer under competitive manufacturers' innovation investment

*控制与决策*. 2020, 35(12): 3006–3016 <https://doi.org/10.13195/j.kzyjc.2019.0377>

# 外包、自研还是交叉授权? —— OEM 互补性技术策略选择

何浩嘉, 艾兴政<sup>†</sup>, 唐 华, 郭松波

(电子科技大学 经济与管理学院, 成都 611731)

**摘 要:** 考虑处于市场竞争的两个 OEM 的互补性技术策略选择问题, 每个 OEM 只掌握一种互补性技术, 且二者研发能力存在异质性, 而产品的生产需两种互补性技术的结合. 针对各自缺乏的技术, 构建 OEM 的外包、自研和交叉授权 3 种技术策略选择模型, 通过比较 3 种情形下的均衡结果, 识别出 OEM 的最优技术策略选择. 研究表明: 具有技术优势的 OEM 进行技术外包时, 始终存在创新抑制, 然而如果它拥有极强的研发能力, 外包比自研更有利; 当强势方的授权程度较低并且弱势方授权程度适中时, 两个 OEM 偏好独立研发, 将放弃交叉授权; 相比技术外包, 技术领先的 OEM 对交叉授权的态度更积极, 反之亦然; OEM 的技术策略偏好取决于技术研发能力差异和交叉授权效应, 仅有自研或交叉授权可能成为 OEM 的共同最优策略.

**关键词:** 技术策略; 互补性技术; 外包; 交叉授权; Stackelberg 博弈; 纳什均衡

中图分类号: F203 文献标志码: A

DOI: 10.13195/j.kzyjc.2022.0138

引用格式: 何浩嘉, 艾兴政, 唐华, 等. 外包、自研还是交叉授权? —— OEM 互补性技术策略选择 [J]. 控制与决策, 2023, 38(11): 3251-3260.

## Technology outsourcing, independent development, or cross-licensing? — Selection of OEM complementary technology strategies

HE Hao-jia, AI Xing-zheng<sup>†</sup>, TANG Hua, GUO Song-bo

(School of Economics and Management, University of Electronic Science and Technology of China, Chengdu 611731, China)

**Abstract:** This paper considers the choice of the complementary technology strategy between two OEMs competing in the market. Both OEMs master one of the complementary technologies, and the R&D capabilities of the two are heterogeneous. However, the production of their products requires the combination of two complementary technologies. For the specific technology that they lack, this paper constructs three technology strategy choice models of OEMs (i.e., outsourcing, independent development, and cross-licensing). The optimal strategy choice scheme of the OEMs is identified by comparing the equilibrium results in the three situations. This research shows: When the OEM with a technological advantage chooses technology outsourcing, innovation is always inhibited; however, if it has a strong R&D capability, outsourcing is more advantageous than independent development. Only when the licensing level of the more capable party is low and the licensing level of the less capable party is moderate, the two OEMs prefer independent development and will give up cross-licensing. Compared with technology outsourcing, the technology-leading OEM has a more positive attitude towards cross-licensing and vice versa. OEM's technology strategy preference depends on technological innovation capability difference and cross-licensing effect, and only independent development or cross-licensing can be the optimal strategy for both OEMs, while technology outsourcing cannot.

**Keywords:** technology strategy; complementary technology; outsourcing; cross-licensing; Stackelberg game; Nash equilibrium

## 0 引 言

在高新技术行业中, 新产品的推出往往需要整合几种不同的互补技术. 这类行业技术进步快、研发

费用高且竞争激烈, 因此许多企业可能只拥有一种成熟的并且只有与其他公司的技术相结合才有价值的技术. 基于这样的行业现状, 一个关键的问题是: 企

收稿日期: 2022-01-20; 录用日期: 2022-05-31.

基金项目: 国家自然科学基金项目(72072022); 国家社科基金重大项目(20&ZD084).

责任编辑: 樊治平.

<sup>†</sup>通讯作者. E-mail: aixz@uestc.edu.cn.

\*本文附带电子附录文件, 可登录本刊官网该文“资源附件”区自行下载阅览.

业该通过何种策略获取自身稀缺的互补性技术?互补技术的获取途径主要有3种,即技术外包、独立研发和交叉授权.有些企业选择技术外包.例如,Audi公司A8系列的自动驾驶系统搭载自研的深度学习系统TJP(traffic jam pilot),但其环境感知设备Eye Q3激光雷达由Mobileye提供技术支持,相反,Tesla的Model 3的自动驾驶系统配置了自研的环境感知设备Tesla Vision,但其深度学习系统Autopilot由Mobileye研发完成<sup>[1]</sup>.对制造商而言,外包的主要优势是降低生产成本,提高产品质量,企业自身也可以专注于其他核心竞争力<sup>[2]</sup>.然而,技术外包时制造商不仅需要支付授权使用费,技术质量也由供应商决定,这可能会使其失去对质量的控制.有些企业则会通过自主研发获得互补技术.例如,2018年,Tesla公司宣布与Mobileye解除合作,着手自主研发FSD(full self-driving)芯片,覆盖深度学习和环境感知两项技术<sup>[3]</sup>.还有些企业会采取交叉授权的方式.例如,BMW和Mercedes-Benz在研发各自的自动驾驶技术时,曾签署交叉授权协议.典型的交叉许可协议中,任何一方都不必向另一方付费.现实生活中,出于对知识产权的保护,企业间签署许可协议时要求双方对技术的使用有不同程度的限制.交叉授权的优势是避免了开发互补技术的成本,它的劣势在于便利了自身的同时,也壮大了竞争对手<sup>[4]</sup>.针对以上3种互补技术的获取途径,对企业而言,应该如何选择适合自身的技术策略?两企业若选择交叉授权,交叉授权的程度会对企业利润产生怎样的影响?3种技术策略何时能实现企业间的共赢?

基于以上行业背景和学术观点,构建如下模型:考虑两个在市场竞争的原始设备制造商(original equipment manufacturer),简称OEM,它们生产可替代产品,该产品所需关键部件的生产需要结合两种互补性技术.OEM各自掌握互补技术的一种,为了获取自身缺乏的互补技术,制造商可以自行研发,也可以寻求第三方供应商研发并支付授权费,或者OEM间进行交叉授权.研究表明,供应链参与者的技术策略偏好取决于技术研发能力差异和交叉授权效应等因素.就企业共同的策略偏好而言,技术外包不可能成为最优策略,但是独立研发或交叉授权可能成为最优策略.

很多学者研究了技术策略选择及其对企业的影响.Krishnan等<sup>[5]</sup>探讨了在确定且成熟的技术和不确定但前景的技术之间的选择;刁心薇等<sup>[6]</sup>构建了单条供应链,表明在混合碳税政策下上游制造商选择

生产普通还是低碳技术产品的技术策略选择主要取决于碳排放成本差异.以上研究都没有考虑横向竞争.Hu等<sup>[7]</sup>研究表明,尽管开放技术有加剧未来竞争的风险,但开放技术可能构成一种均衡,并吸引供应商投资;陈婷等<sup>[8]</sup>构建了产业竞争、技术许可、专利拍卖3阶段博弈模型,分析了专利的创新、网络外部性对企业技术许可决策的影响.尽管他们也考虑了包含垂直和水平交互的模型,但与本文研究的技术策略的选择完全不同.

本文还与有关互补性技术的获取途径的文献相关.相关文献可分为技术外包和交叉授权两类.有关外包策略的研究可以分为两类.一类讨论了在竞争环境下生产外包对成本和合同问题的影响.Liu等<sup>[9]</sup>研究发现,通过外包生产,企业可以更好地区分产品并缓解价格竞争;Feng等<sup>[10]</sup>表明,批发价格合同总是会缓和制造商间的竞争,但采用两部定价的外包可能会加剧竞争,还会降低制造商的外包利润;金亮等<sup>[11]</sup>针对由专利持有企业、品牌企业及OEM厂商组成的系统,考虑需求信息不对称,构建了专利授权和生产外包两阶段模型,分析了最优专利授权合同设计及企业社会责任的价值.另一类研究讨论了外包既提供质量改进的机会,也伴随产品质量降低的风险二者之间的权衡.Kaya等<sup>[12]</sup>研究了外包中的质量风险,假设OEM的产品质量由其代工厂商决定,但OEM可以决定批发价格;Yang等<sup>[12]</sup>考察了OEM在将其采购活动外包给代工厂商时如何控制原材料质量.与上述文献不同的是,本文旨在讨论竞争环境下技术外包结合成本与质量改进两种维度的权衡.互补性技术的获取途径还包括交叉授权许可,本文还与此类文献相关.Choi<sup>[13]</sup>在企业不确定其专利有效性时,将私人激励、社会激励和交叉许可进行了比较;Galasso<sup>[14]</sup>研究了企业广泛签署交叉许可的动机和谈判的持续时间;Hu等<sup>[7]</sup>研究下游制造商作为技术拥有者决策是否向竞争对手开放专有技术,发现当制造商陷入囚徒困境并关闭技术时,交叉授权可能实现协调;Wang等<sup>[15]</sup>研究了技术供应商强制下游竞争制造商进行交叉许可时对供应链成员的影响.不同的是,本文旨在考察竞争OEM如何在交叉授权、独立研发以及技术外包间的权衡.

## 1 模型描述

考虑制造商 $I$ 和制造商 $J$ 是两个在市场竞争的OEM企业.它们生产可替代产品,该产品所需关键部件的生产需要结合两种互补性技术 $i$ 和 $j$ .企业各自掌握互补技术的一种,将制造商 $I(J)$ 对已经掌握

的技术  $i(j)$  的技术投资决策水平  $e_i(e_j)$  视作外生变量. 针对制造商  $I(J)$  自身缺乏的技术  $j(i)$ , 制造商可以采取独立研发、技术外包或者交叉授权来获取, 分

别用符号  $D$ 、 $O$ 、 $L$  表示. 因此, 两个制造商可以采取的技术策略为  $S = \{D, O, L\}$ . 图1展示了OEM的3种策略.

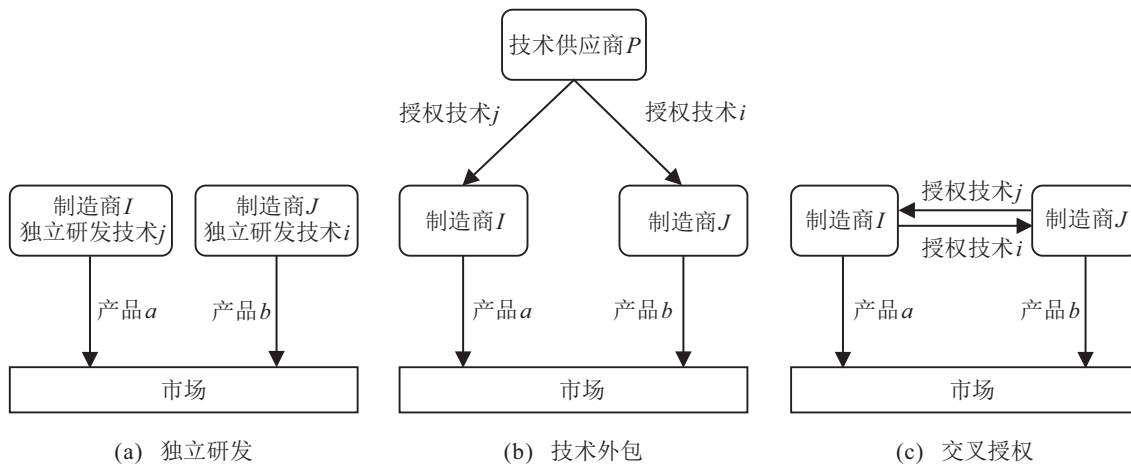


图1 OEM的3种技术策略

制造商在消费者市场上进行数量竞争. 制造商  $I$  和制造商  $J$  的逆需求函数为

$$p_i = A + Q_i - q_i - q_j, \quad p_j = A + Q_j - q_j - q_i. \quad (1)$$

其中:  $A$  为常数,  $Q_i(Q_j)$  为制造商  $I(J)$  的产品技术质量,  $q_i(q_j)$  为制造商  $I(J)$  的生产数量. 这类加性模型被广泛用于刻画技术质量的影响<sup>[15]</sup>. 不失一般性, 将市场规模参数  $A$  标准化为1.

假设制造商  $I(J)$  在自行开发技术  $j(i)$  的技术研发能力为  $k_i(k_j)$ , 且制造商的研发成本函数为二次函数, 即为了实现技术水平  $\theta_j$ , 制造商  $I$  需要投资  $k_i\theta_j^2$ , 相应地, 为了实现技术水平  $\theta_i$ , 制造商  $J$  需要投资  $k_j\theta_i^2$ . 借鉴 Lee 等<sup>[16]</sup> 的研究, 采用加性模型, 制造商  $I(J)$  的最终产品技术质量为  $Q_i = e_i + \theta_j(Q_j = e_j + \theta_i)$ .

如果制造商  $I(J)$  选择将自身缺乏的技术都交由第三方技术供应商研发, 考虑到OEM会事先对技术供应商的研发能力进行筛选, 借鉴 Bhaskaran 等<sup>[17]</sup> 的研究, 假设技术供应商  $P$  承诺采用与制造商  $I(J)$  一致的研发能力  $k_i(k_j)$  开发互补性技术  $i$  和  $j$ . 供应商的技术研发成本函数为二次函数, 即为了帮助制造商  $I(J)$  实现技术  $j(i)$  的技术水平  $x_j(x_i)$ , 技术供应商  $P$  需要投资  $k_i x_j^2 + k_j x_i^2$ . 在技术开发完成之后, 技术供应商  $P$  为制造商  $I$  和制造商  $J$  制定版权  $r_j$  和  $r_i$ . 此时制造商  $I(J)$  的最终产品技术质量为  $Q_i = e_i + x_j(Q_j = e_j + x_i)$ .

如果制造商  $I$  和制造商  $J$  签署交叉授权协议, 则在任何一方都不必向另一方付费的前提下, 双方可

以有限程度地利用对方的技术成果. 借鉴 August 等<sup>[4]</sup> 的研究, 用  $s_{ij}$  代表制造商  $J$  的技术质量对制造商  $I$  总技术质量的交叉效应, 类似地, 用  $s_{ji}$  代表制造商  $I$  的技术质量对制造商  $J$  总技术质量的交叉效应, 如果制造商  $I(J)$  能把对手的技术结合起来, 则此时制造商  $I(J)$  的最终产品技术质量为  $Q_i = e_i + s_{ij}e_j(Q_j = e_j + s_{ji}e_i)$ .

假设制造商的研发能力不对称. 一般地, 假设  $k_j > k_i$ , 那么制造商  $I$  比制造商  $J$  有更强的技术能力. 在之后的表述中, 称之为能力更强的制造商  $I$  和能力较弱的制造商  $J$ . 进一步, 假设  $k_i \in (2/3, +\infty)$  以确保以下3项均满足: 1) 技术水平  $\theta_m$  和  $x_m(m = i, j)$  的分母不为0; 2) 各策略下均衡结果存在且唯一; 3) 目标企业利润函数凹性且大于0. 后文模型分析部分均在此约束条件下展开. 另外, 不失一般性, 假定制造商的单位生产成本为0.

## 2 模型求解

### 2.1 独立研发

如果两个制造商分别独立开发互补性技术, 则制造商  $I(J)$  在最终产品中合并自身拥有的技术  $e_i(e_j)$  与自行研发对手掌握的互补性技术  $\theta_j(\theta_i)$ . 对制造商  $I$  而言,  $Q_i = e_i + \theta_j$ , 它的数量决策为最大化以下利润函数:

$$\pi_i(q_i, q_j) = (1 + e_i + \theta_j - q_i - q_j)q_i - k_i\theta_j^2. \quad (2)$$

类似地, 制造商  $J$  的数量决策为最大化以下利润函数:

$$\pi_j(q_j, q_i) = (1 + e_j + \theta_i - q_j - q_i)q_j - k_j\theta_i^2. \quad (3)$$

由于  $d\pi_i(q_i, q_j)/dq_i dq_i = -2$ ,  $d\pi_j(q_j, q_i)/dq_j dq_j = -2$ ,  $\pi_i(q_i, q_j)$  是  $q_i$  的凹函数,  $\pi_j(q_j, q_i)$  是  $q_j$  的凹函数. 联立求解两个制造商利润的一阶条件, 得到均衡数量决策

$$q_i = \frac{1}{3}(1 + 2e_i - e_j - \theta_i + 2\theta_j), \quad (4)$$

$$q_j = \frac{1}{3}(1 + 2e_j - e_i - \theta_j + 2\theta_i). \quad (5)$$

将均衡数量决策代入, 得到制造商  $I$  和制造商  $J$  的均衡利润. 在技术研发阶段, 制造商  $I$  和制造商  $J$  分别同时选择  $\theta_j$  和  $\theta_i$  以实现自身利润  $\pi_i(\theta_j, \theta_i)$  和  $\pi_j(\theta_i, \theta_j)$  最大化.  $d\pi_i(\theta_j, \theta_i)/d\theta_j d\theta_j = \frac{8}{9} - 2k_i$ ,  $d\pi_j(\theta_i, \theta_j)/d\theta_i d\theta_i = \frac{8}{9} - 2k_j$ , 要满足  $\pi_i(\theta_j, \theta_i)$  是  $\theta_j$  的凹函数,  $\pi_j(\theta_i, \theta_j)$  是  $\theta_i$  的凹函数, 需要  $k_m > \frac{4}{9}(m = i, j)$ . 求解制造商利润的一阶条件, 并逐步回代, 得到如下引理1.

**引理1** 制造商选择独立研发时, 制造商  $I$  和制造商  $J$  的最优技术水平和均衡利润分别为

$$\theta_j^D = \frac{-4(1 + e_i) + 6(1 + 2e_i - e_j)k_j}{4 - 12k_j + 3k_i(-4 + 9k_j)},$$

$$\theta_i^D = \frac{-4(1 + e_j) + 6(1 + 2e_j - e_i)k_i}{4 - 12k_j + 3k_i(-4 + 9k_j)},$$

$$\pi_i^D = \frac{(2 + e_i(2 - 6k_j) + 3(-1 + e_j)k_j)^2 k_i(-4 + 9k_j)}{(4 - 12k_j + 3k_i(-4 + 9k_j))^2},$$

$$\pi_j^D = \frac{(2 + e_j(2 - 6k_i) + 3(-1 + e_i)k_i)^2 k_j(-4 + 9k_j)}{(4 - 12k_j + 3k_i(-4 + 9k_j))^2}.$$

### 2.2 技术外包

如果两个制造商寻找第三方技术供应商开发互补性技术, 则两个制造商可以在最终产品中合并自身的技术和第三方技术. 对制造商  $I$  而言,  $Q_i = e_i + x_j$ , 制造商  $I$  的数量决策为最大化以下利润函数:

$$\pi_i(q_i, q_j) = (1 + e_i + x_j - q_i - q_j - r_j)q_i. \quad (6)$$

类似地, 制造商  $J$  的数量决策为最大化以下利润函数:

$$\pi_j(q_j, q_i) = (1 + e_j + x_i - q_j - q_i - r_i)q_j. \quad (7)$$

$\pi_i(q_i, q_j)$  是  $q_i$  的凹函数,  $\pi_j(q_j, q_i)$  是  $q_j$  的凹函数, 联立求解两个制造商的一阶条件, 得到均衡数量决策

$$q_i = \frac{1}{3}(1 + 2e_i - e_j + r_i - 2r_j - x_i + 2x_j), \quad (8)$$

$$q_j = \frac{1}{3}(1 + 2e_j - e_i + r_j - 2r_i - x_j + 2x_i). \quad (9)$$

将均衡数量决策代入, 得到供应商  $P$  的均衡利润. 在版税制定阶段, 技术供应商  $P$  需要选择  $r_j$  和  $r_i$  以实现自身利润最大化

$$\pi_p(r_j, r_i) = r_j q_i + r_i q_j - k_i x_j^2 - k_j x_i^2. \quad (10)$$

$\pi_p(r_j, r_i)$  对  $r_j$  和  $r_i$  求二阶导, 其 Hessian 矩阵为

$$\begin{bmatrix} \partial\pi_p(r_j, r_i)/\partial r_j \partial r_j & \partial\pi_p(r_j, r_i)/\partial r_j \partial r_i \\ \partial\pi_p(r_j, r_i)/\partial r_i \partial r_j & \partial\pi_p(r_j, r_i)/\partial r_i \partial r_i \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\frac{4}{3} & \frac{2}{3} \\ \frac{2}{3} & -\frac{4}{3} \end{bmatrix},$$

易知该矩阵为负定矩阵, 通过最优化一阶条件得到均衡版税决策

$$r_i = \frac{1}{2}(1 + e_j + x_i), \quad r_j = \frac{1}{2}(1 + e_i + x_j). \quad (11)$$

将均衡版税决策代入, 得到技术供应商  $P$  的均衡利润. 在技术投资阶段, 技术供应商  $P$  需要选择  $x_i$  和  $x_j$  以实现自身利润  $\pi_p(x_j, x_i)$  最大化.  $\pi_p(x_j, x_i)$  对  $x_j$  和  $x_i$  求二阶导, 其 Hessian 矩阵为

$$\begin{bmatrix} \partial\pi_p(x_j, x_i)/\partial x_j \partial x_j & \partial\pi_p(x_j, x_i)/\partial x_j \partial x_i \\ \partial\pi_p(x_j, x_i)/\partial x_i \partial x_j & \partial\pi_p(x_j, x_i)/\partial x_i \partial x_i \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{1}{3} - 2k_i & -\frac{1}{6} \\ -\frac{1}{6} & \frac{1}{3} - 2k_j \end{bmatrix},$$

当  $k_j > k_i > \frac{2}{3}$  时, 满足  $\frac{1}{3} - 2k_i < 0$  且  $(\frac{1}{3} - 2k_i)(\frac{1}{3} - 2k_j) - \frac{1}{36} > 0$ , 故 Hessian 矩阵负定. 求解一阶条件并逐步回代, 得到引理2.

**引理2** 制造商选择技术外包时, 技术供应商  $P$  的最优技术水平、制造商和技术供应商  $P$  的均衡利润分别为

$$x_i^O = \frac{-1 - 4(-1 + e_i)k_i + e_j(-1 + 8k_i)}{1 - 8k_j + 8k_i(-1 + 6k_j)},$$

$$x_j^O = \frac{-1 - 4(-1 + e_j)k_j + e_i(-1 + 8k_j)}{1 - 8k_j + 8k_i(-1 + 6k_j)},$$

$$\pi_i^O = \frac{4(1 + e_i + 4(-1 - 2e_i + e_j)k_j)^2 k_i^2}{(1 - 8k_j + 8k_i(-1 + 6k_j))^2},$$

$$\pi_j^O = \frac{4(1 + e_j + 4(-1 - 2e_j + e_i)k_i)^2 k_j^2}{(1 - 8k_j + 8k_i(-1 + 6k_j))^2},$$

$$\pi_p^O = \frac{-(1 + e_j)^2 k_j}{1 - 8k_j + 8k_i(-1 + 6k_j)} +$$

$$\frac{k_i(-1+e_i)^2+8(1+e_i^2-e_i(-1+e_j)+e_j+e_j^2)k_j}{1-8k_j+8k_i(-1+6k_j)}$$

2.3 交叉授权

如果两个制造商采取交叉授权的形式进行合作,则制造商  $I(J)$  在最终产品中合并自身拥有的技术  $e_i(e_j)$  和一定程度的对手掌握的互补性技术  $e_j(e_i)$ . 对制造商  $I$  而言,  $Q_i = e_i + s_{ij}e_j$ , 制造商  $I$  的数量决策为最大化以下利润函数:

$$\pi_i(q_i, q_j) = (1 + e_i + s_{ij}e_j - q_i - q_j)q_i. \quad (12)$$

类似地, 制造商  $J$  的数量决策为最大化以下利润函数:

$$\pi_j(q_j, q_i) = (1 + e_j + s_{ji}e_i - q_j - q_i)q_j. \quad (13)$$

$\pi_i(q_i, q_j)$  是  $q_i$  的凹函数,  $\pi_j(q_j, q_i)$  是  $q_j$  的凹函数, 联立求解两个制造商的一阶条件, 得到均衡数量决策

$$q_i = \frac{1}{3}(1 - e_j(1 - 2s_{ij}) + e_i(2 - s_{ji})), \quad (14)$$

$$q_j = \frac{1}{3}(1 - e_i(1 - 2s_{ji}) + e_j(2 - s_{ij})). \quad (15)$$

将均衡数量决策代入, 得到引理3.

**引理3** 制造商选择交叉授权时, 制造商  $I$  和制造商  $J$  均衡的生产数量及利润分别为

$$q_i^L = \frac{1}{3}(1 - e_j(1 - 2s_{ij}) + e_i(2 - s_{ji})),$$

$$q_j^L = \frac{1}{3}(1 - e_i(1 - 2s_{ji}) + e_j(2 - s_{ij})),$$

$$\pi_i^L = \frac{1}{9}(1 - e_j(1 - 2(2s_{ij} - 1)) + e_i(2 - s_{ji}))^2,$$

$$\pi_j^L = \frac{1}{9}(1 - e_i(1 - 2(2s_{ji} - 1)) + e_j(2 - s_{ij}))^2.$$

3 模型分析

3.1 技术外包与独立研发两种策略的比较分析

**命题1** 1) 相比技术外包策略, 独立研发时, 能力强的制造商  $I$  总是比第三方技术供应商  $P$  投资更多 ( $\theta_j^D > x_j^O$ ); 2) 当且仅当  $k_i < \frac{-2 + 33k_j}{72k_j} + \frac{1}{72} \sqrt{\frac{4 - 132k_j + 513k_j^2}{k_j^2}}$  时, 能力弱的制造商  $J$  比第三方技术供应商  $P$  投资更少 ( $\theta_i^D < x_i^O$ ).

**证明** 整理  $\theta_i^D - x_i^O$ , 得到

$$\theta_i^D - x_i^O = \frac{10(2k_i + 4k_j - 33k_i k_j + 36k_i^2 k_j)}{(4 - 12k_i - 12k_j + 27k_i k_j)(1 - 8k_i - 8k_j + 48k_i k_j)}$$

其中:  $2k_i + 4k_j - 33k_i k_j + 36k_i^2 k_j = 0$  存在两个根, 即

有

$$k_i = \frac{-2 + 33k_j \pm \sqrt{4 - 132k_j + 513k_j^2}}{72k_j},$$

这里  $k_i = \frac{-2 + 33k_j - \sqrt{4 - 132k_j + 513k_j^2}}{72k_j} < \frac{2}{3}$ .

当  $k_i < \frac{-2 + 33k_j + \sqrt{4 - 132k_j + 513k_j^2}}{72k_j}$  时,

有  $\theta_i^D < x_i^O$ .

当  $k_i > \frac{-2 + 33k_j + \sqrt{4 - 132k_j + 513k_j^2}}{72k_j}$  时,

有  $\theta_i^D > x_i^O$ .

类似地, 可以证明  $\theta_j^D > x_j^O$  始终成立.  $\square$

**命题1** 表明能力强的制造商  $I$  选择将技术研发交给上游技术供应商时, 即便供应商承诺采用与制造商  $I$  一致的研发能力  $k_i$  进行开发, 它始终会抑制技术创新. 然而能力弱的制造商  $J$  将技术研发交给上游技术供应商时, 情况却并不全然如此. 如果它的竞争对手有相当强的研发能力, 则第三方技术供应商选择加大投资帮助能力弱的制造商  $J$  提升技术质量, 提高产品竞争力, 此时授权收入的增加超过技术投入的增加, 最终导致利润增加.

**命题2** 相比制造商都采取独立研发策略, 存在阈值  $k_i^d$  和  $k_i^e$  满足: 1) 当且仅当  $k_i < k_i^d$  时, 能力强的制造商  $I$  能够从技术外包中获益 ( $\pi_i^D < \pi_i^O$ ); 2) 当且仅当  $k_j < \frac{1}{72}(35 + \sqrt{649})$  并且  $k_i > k_i^e$  时, 能力弱的制造商  $J$  能够从技术外包中获益 ( $\pi_j^D < \pi_j^O$ ).

**证明** 整理  $\pi_i^D - \pi_i^O$ , 得到

$$\pi_i^D - \pi_i^O = \frac{M_1(k_i - k_i^a)(k_i - k_i^b)(k_i - k_i^c)(k_i - k_i^d)}{(4 - 12k_i - 12k_j + 27k_i k_j)^2(1 - 8k_i - 8k_j + 48k_i k_j)^2}$$

其中:  $M_1 = -2304k_j + 23616k_j^2 - 103680k_j^3 + 139968k_j^4 > 0$ ,  $\pi_i^I - \pi_j^O = 0$  存在4个根分别为  $k_i^a$ ,  $k_i^b$ ,  $k_i^c$  和  $k_i^d$ , 其具体表达式省略. 由于  $k_j > k_i > \frac{2}{3}$ , 可以证明  $k_i^c < k_i^a < k_i^b < \frac{2}{3} < k_i^d < k_j$ . 因此: 当  $k_i > k_i^d$  时, 有  $\pi_i^D > \pi_i^O$ ; 当  $k_i < k_i^d$  时, 有  $\pi_i^D < \pi_i^O$ .

整理  $\pi_j^D - \pi_j^O$ , 得到

$$\pi_j^D - \pi_j^O = \frac{N_1 k_i (k_i - k_i^e)(k_i - k_i^f)(k_i - k_i^g)}{(4 - 12k_i - 12k_j + 27k_i k_j)^2(1 - 8k_i - 8k_j + 48k_i k_j)^2}$$

其中:  $N_1 = 1728 - 27360k_j + 138204k_j^2 - 246240k_j^3 + 139968k_j^4$ , 当  $k_j > \frac{1}{72}(35 + \sqrt{649})$  时,  $N_1 > 0$ , 当

$k_j < \frac{1}{72}(35 + \sqrt{649})$ 时,  $N_1 < 0$ ;  $\pi_j^D - \pi_j^O = 0$ 存在3个根分别为  $k_i^e$ 、 $k_i^f$ 和  $k_i^g$ ,其具体表达式省略。 $k_i^f$ 和  $k_i^g$ 是一对共轭虚根,可以证明:当  $k_j > \frac{1}{72}(35 + \sqrt{649})$ 时,有  $k_i^e < \frac{2}{3}$ ,因此,  $\pi_j^D > \pi_j^O$ 始终成立。另外,当  $k_j < \frac{1}{72}(35 + \sqrt{649})$ 且  $k_i > k_i^e$ 时,有  $\pi_j^D < \pi_j^O$ ;当  $k_j < \frac{1}{72}(35 + \sqrt{649})$ 且  $k_i < k_i^e$ 时,有  $\pi_j^D > \pi_j^O$ 。□

命题2表明,当技术领先的制造商I的研发能力极强时,它反而应该选择技术外包。这是因为,极强的研发能力反而会使得制造商因过度竞争陷入过度投资,过度投资产生的技术研发成本甚至超过交由技术供应商研发时制造商支付的技术授权费用。可见过度追求相对更高的技术水平并非企业最优策略,学界中也有类似的结论,如过度追求更高的硬件质量<sup>[18]</sup>不一定是企业的最优策略,该结论支持命题2中1)的结果。命题2中的2)则表明,对于能力弱的制造商J而言,如果它的竞争对手制造商I的技术优势不是特别明显并且它自身研发能力也不弱,即两者的研发能力差异不明显,则为避免由过度竞争导致的过度投资,能力弱的制造商J也应该选择技术外包。

**命题3** 对两个制造商而言:1)当  $k_i < k_i^d$ 时,有  $\pi_i^D < \pi_i^O$ 且  $\pi_j^D > \pi_j^O$ ;2)当  $k_j < \frac{1}{72}(35 + \sqrt{649})$ 且  $k_i > k_i^e$ 时,有  $\pi_i^D > \pi_i^O$ 且  $\pi_j^D < \pi_j^O$ ;3)当  $k_j < \frac{1}{72}(35 + \sqrt{649})$ 且  $k_i^d < k_i < k_i^e$ 时,或当  $k_j \geq \frac{1}{72}(35 + \sqrt{649})$ 且  $k_i > k_i^d$ 时,有  $\pi_i^D > \pi_i^O$ 且  $\pi_j^D > \pi_j^O$ ;4)没有区域使得  $\pi_i^D < \pi_i^O$ 且  $\pi_j^D < \pi_j^O$ 同时成立。

**证明**  $\pi_i^D < \pi_i^O$ 且  $\pi_j^D > \pi_j^O$ 需要满足:  $(k_i < k_i^d) \cap \left( \left( k_j < \frac{1}{72}(35 + \sqrt{649}) \cap k_i < k_i^e \right) \cup \left( k_j \geq \frac{1}{72}(35 + \sqrt{649}) \right) \right) = \left( k_j < \frac{1}{72}(35 + \sqrt{649}) \cap k_i < k_i^d \right) \cup \left( k_j \geq \frac{1}{72}(35 + \sqrt{649}) \cap k_i < k_i^d \right) = k_i < k_i^d$ ,命题3中1)得证。

$\pi_i^D > \pi_i^O$ 且  $\pi_j^D < \pi_j^O$ 需要满足:  $(k_i > k_i^d) \cap \left( k_j < \frac{1}{72}(35 + \sqrt{649}) \cap k_i > k_i^e \right) = \left( k_j < \frac{1}{72}(35 + \sqrt{649}) \cap k_i > k_i^e \right)$ ,命题3中的2)得证。

$\pi_i^D > \pi_i^O$ 且  $\pi_j^D > \pi_j^O$ 需要满足:  $(k_i > k_i^d) \cap \left( k_j < \frac{1}{72}(35 + \sqrt{649}) \cap k_i < k_i^e \cup k_j \geq \frac{1}{72}(35 + \sqrt{649}) \right) = \left( \left( k_j < \frac{1}{72}(35 + \sqrt{649}) \right) \cap (k_i^d < k_i < k_i^e) \right) \cup \left( k_j \geq \frac{1}{72}(35 + \sqrt{649}) \cap k_i > k_i^d \right)$ ,命题3中的3)得证。

$\pi_i^D < \pi_i^O$ 且  $\pi_j^D < \pi_j^O$ 需要满足:  $\left( (k_i < k_i^d) \cap \left( k_j < \frac{1}{72}(35 + \sqrt{649}) \cap k_i > k_i^e \right) \right) = \emptyset$ ,没有区域满足  $\pi_i^D < \pi_i^O$ 且  $\pi_j^D < \pi_j^O$ ,命题3中的4)得证。

综上,命题3得证。□

命题3表明,独立研发可能成为两个制造商的共同选择,但是,技术外包却不能同时成为两个制造商的最优策略。命题3中的3)表明,在两种特定情形下,独立研发可能成为两个制造商的最佳选择,或者是制造商J有较强的研发能力且制造商I有相对适中的研发能力,或者是双方的研发能力都不是特别的强。命题3中的1)和2)则说明某些情形下,两个制造商存在策略选择偏好的偏差,不能够达成一致。

### 3.2 交叉授权与独立研发两种策略的比较分析

**命题4** 相比制造商采取独立研发策略,存在阈值  $s_{ij}^b$ 和  $s_{ij}^c$ 满足:1)当且仅当  $s_{ij} > s_{ij}^b$ 时,能力强的制造商I能够从交叉授权中获益( $\pi_i^L > \pi_i^D$ );2)当且仅当  $s_{ij} < s_{ij}^c$ 时,能力弱的制造商J能够从交叉授权中获益( $\pi_j^L > \pi_j^D$ )。

**证明** 整理  $\pi_i^D - \pi_i^L$ ,得到

$$\pi_i^D - \pi_i^L = \frac{M_2(s_{ij} - s_{ij}^a)(s_{ij} - s_{ij}^b)}{9(4 - 12k_i - 12k_j + 27k_i k_j)^2}.$$

其中:  $M_2 = -64 + 384k_i - 576k_i^2 + 384k_j - 2016k_i k_j + 2592k_i^2 k_j - 576k_j^2 + 2592k_i k_j^2 - 2916k_i^2 k_j^2$ ;  $\pi_i^D - \pi_i^L = 0$ 存在两个根分别为  $s_{ij}^a$ 和  $s_{ij}^b$ ,其具体表达式省略。当  $k_j > k_i > 2/3$ 时,可以证明  $M_2 < 0$ 以及  $s_{ij}^a < 0 < s_{ij}^b < 1$ 。可见:当  $s_{ij} > s_{ij}^b$ 时,有  $\pi_i^L > \pi_i^D$ ;当  $s_{ij} < s_{ij}^b$ 时,有  $\pi_i^L < \pi_i^D$ 。类似地,可以证明:当  $s_{ij} < s_{ij}^c$ 时,有  $\pi_j^L > \pi_j^D$ ;当  $s_{ij} > s_{ij}^c$ 时,有  $\pi_j^L < \pi_j^D$ 。□

命题4中的1)表明,当  $s_{ij}$ 较高时,制造商I能够更充分地利用制造商J的技术成果,自身产品技术质量也因此更高,即可以更大程度地利用对手的成果替代自己的研发努力。因此,当制造商J的技术质量对制造商I总技术质量的交叉效应较高时,能力强的制造商I能够从交叉授权中获益。相反地,命题4中的2)表明,对制造商J而言,它没有特别强烈的意愿帮助制造商I成为更强大的竞争对手来对抗自身。所以,当且仅当在制造商J的技术质量对制造商I总技术质量的交叉效应较小时,能力弱的制造商J才可以从交叉授权中获益。

**命题5** 相比制造商采取独立研发策略,对两个制造商而言:1)当  $s_{ji} > s_{ji}^a$ 且  $s_{ij}^b < s_{ij} < s_{ij}^c$ 时,有  $\pi_i^L > \pi_i^D$ 且  $\pi_j^L > \pi_j^D$ ;2)当  $s_{ji} > s_{ji}^a$ 且  $s_{ij} < s_{ij}^b$ 时,或者当  $s_{ji} < s_{ji}^a$ 且  $s_{ij} < s_{ij}^c$ 时,有  $\pi_i^L < \pi_i^D$ 且  $\pi_j^L > \pi_j^D$ ;3)当  $s_{ji} > s_{ji}^a$ 且  $s_{ij} > s_{ij}^c$ 时,或者当  $s_{ji} < s_{ji}^a$ 且  $s_{ij} > s_{ij}^b$ 时,有  $\pi_i^L > \pi_i^D$ 且  $\pi_j^L < \pi_j^D$ ;4)当  $s_{ji} < s_{ji}^a$ 且  $s_{ij}^c < s_{ij} < s_{ij}^b$ 时,有  $\pi_i^L < \pi_i^D$ 且  $\pi_j^L < \pi_j^D$ 。

证明与命题3类似,此略。

命题5表明,交叉授权与独立研发都能成为两个制造商的共同选择。命题5中的1)表明,当制造商*I*对制造商*J*的授权开放程度较高时,能确保能力弱的制造商*J*能够得到足够的技术支持,并且制造商*J*对制造商*I*的授权开放程度适中,这一程度保证制造商*J*自身不会因为开放过度而受损,也能保证制造商*I*能够被制造商*J*的授权开放程度吸引。此时,相比制造商采取独立研发策略,两个制造商就授权合作能达成一致。然而,命题5中的4)与命题5中的1)正好相反,当制造商*I*对制造商*J*的授权开放程度较低时,制造商*I*难以吸引能力弱的制造商*J*开放自身技术,并且制造商*J*对制造商*I*的授权开放系数阈值 $s_{ij}$ 处于某一特定范围,这一范围既不能确保制造商*I*从开放授权中获益,还将导致制造商*J*开放过度而受损,此时,两个制造商都会放弃授权合作,转为独立研发。在其他情形下,如命题5中的2)和3)所示,两个制造商存在策略选择偏好的偏差,不能达成一致。

### 3.3 交叉授权与技术外包两种策略的比较分析

**命题6** 相比制造商采取技术外包策略,存在阈值 $s_{ji}^b$ 、 $s_{ji}^c$ 、 $s_{ij}^g$ 和 $s_{ij}^f$ 。满足:1)当且仅当 $(s_{ji} < s_{ji}^b)$ 或者 $(s_{ji} > s_{ji}^b$ 且 $s_{ij} > s_{ij}^f)$ 时,能力强的制造商*I*能够从交叉授权中获益( $\pi_i^L > \pi_i^O$ );2)当且仅当 $(s_{ji} > s_{ji}^c)$ 或者 $(s_{ji} < s_{ji}^c$ 且 $s_{ij} < s_{ij}^g)$ 时,能力弱的制造商*J*能够从交叉授权中获益( $\pi_j^L > \pi_j^O$ )。

证明与命题4类似,此略。

命题6中的1)表明,出于对自身技术成果的保护,能力强的制造商*I*只在自身开放程度较低,或者是双方交互授权开放程度都足够高的时候,才能够从交叉授权中获益。与之不同的是,命题6中的2)表明,能力弱的制造商*J*只在能力强的制造商*I*授权开放程度足够高,或者双方交互授权开放程度相对保守的情形下,能够从交叉授权中获益。可见,在是否选择交叉授权策略这一问题上,制造商的研发能力越强,其对交叉授权策略的选择越趋于积极;相反,制造商的研发能力越弱,其对交叉授权策略的选择越趋于保守。

**命题7** 相比制造商采取技术外包,对两个制造商而言:1)当 $s_{ji}^c < s_{ji} < s_{ji}^b$ ,或 $s_{ji} < s_{ji}^c$ 且 $s_{ij} < s_{ij}^g$ ,或 $s_{ji} > s_{ji}^b$ 且 $s_{ij} > s_{ij}^f$ 时,有 $\pi_i^L > \pi_i^O$ 且 $\pi_j^L > \pi_j^O$ ;2)当 $s_{ji} > s_{ji}^b$ 且 $s_{ij} < s_{ij}^f$ 时,有 $\pi_i^L < \pi_i^O$ 且 $\pi_j^L > \pi_j^O$ ;3)当 $s_{ji} < s_{ji}^c$ 且 $s_{ij} > s_{ij}^g$ 时,有 $\pi_i^L > \pi_i^O$ 且 $\pi_j^L < \pi_j^O$ ;4)没有区域满足 $\pi_i^L < \pi_i^O$ 且 $\pi_j^L < \pi_j^O$ 同

时成立。

证明与命题3类似,此略。

命题7中的1)表明,在3种特定情形下,交叉授权可能成为两个制造商的最佳选择,或者是制造商*I*保持适度的吸引对手参与且保持自身获益的开放授权程度,或者是双方都保持相对保守或积极的授权合作意向。命题7中的2)和3)表明两个制造商存在策略选择偏好的偏差,不能达成一致。具体而言,命题7中的2)表明,如果制造商*I*对制造商*J*的授权程度太高,但制造商*J*对制造商*I*的授权开放程度不足,则制造商*I*不会接受交叉授权。类似地,命题7中的3)表明,如果制造商*I*对制造商*J*的授权程度不足,但制造商*J*对制造商*I*的授权程度过高,则制造商*J*的利润受损,因此不会接受交叉授权。

## 4 最优策略选择分析

**命题8** 对两个制造商而言,独立研发或交叉授权均可以成为占优策略,具体而言:1)当 $k_i^d < k_i < k_i^f$ , $s_{ji} < s_{ji}^a$ 且 $s_{ij}^c < s_{ij} < s_{ij}^b$ 时,独立研发是两个制造商的占优策略( $\pi_i^D > \pi_i^S$ 且 $\pi_j^D > \pi_j^S$ ),其中 $S = \{O, L\}$ 。2)当满足以下3组条件之一时① $k_i^d < k_i < k_i^f$ , $s_{ji}^a < s_{ji} < s_{ji}^b$ , $s_{ij}^b < s_{ij} < s_{ij}^c$ ;② $k_i^d < k_i < k_i^f$ , $k_j < k_j^g$ , $s_{ji} > s_{ji}^b$ , $s_{ij}^b < s_{ij} < s_{ij}^c$ ;③ $k_i^d < k_i < k_i^f$ , $k_j > k_j^g$ , $s_{ji} > s_{ji}^b$ , $s_{ij}^f < s_{ij} < s_{ij}^c$ ,交叉授权是两个制造商的占优策略( $\pi_i^L > \pi_i^S$ 且 $\pi_j^L > \pi_j^S$ ),其中 $S = \{I, O\}$ 。3)没有区域满足 $\pi_i^O > \pi_i^S$ 且 $\pi_j^O > \pi_j^S$ 同时成立,其中 $S = \{D, L\}$ 。

**证明** 首先,结合命题3中的3)和命题5中的4), $\pi_i^D > \pi_i^O$ , $\pi_j^D > \pi_j^O$ , $\pi_i^D > \pi_i^L$ 且 $\pi_j^D > \pi_j^L$ 四个条件同时成立需要满足: $\left(\left(\left(k_j < \frac{1}{72}(35 + \sqrt{649})\right) \cap (k_i^d < k_i < k_i^f)\right) \cup \left(k_j \geq \frac{1}{72}(35 + \sqrt{649}) \cap k_i > k_i^d\right)\right) \cap (s_{ji} < s_{ji}^a \cap s_{ij}^c < s_{ij} < s_{ij}^b) = (k_i^d < k_i < k_i^f) \cap (s_{ji} < s_{ji}^a) \cap (s_{ij}^c < s_{ij} < s_{ij}^b)$ 。命题8中的1)得证。

其次,结合命题7中的1)和命题5中的1), $\pi_i^L > \pi_i^O$ , $\pi_j^L > \pi_j^O$ , $\pi_i^L > \pi_i^D$ 且 $\pi_j^L > \pi_j^D$ 四个条件同时成立需要满足: $A = ((s_{ji}^c < s_{ji} < s_{ji}^b) \cup (s_{ji} < s_{ji}^c \cap s_{ij} < s_{ij}^g) \cup (s_{ji} > s_{ji}^b \cap s_{ij} > s_{ij}^f)) \cap (s_{ji} > s_{ji}^a \cap s_{ij}^b < s_{ij} < s_{ij}^c)$ ,可以证明 $s_{ji}^c < s_{ji}^a < s_{ji}^b$ 及 $s_{ij}^c < s_{ij}^g$ 。下面对集合 $A = A_1 \cup A_2 \cup A_3$ 进行分情形讨论:

$A_1 = (s_{ji}^c < s_{ji} < s_{ji}^b) \cap (s_{ji} > s_{ji}^a \cap s_{ij}^b < s_{ij} < s_{ij}^c) = (k_i^d < k_i < k_i^f) \cap (s_{ji}^a < s_{ji} < s_{ji}^b) \cap (s_{ij}^b < s_{ij} < s_{ij}^c)$ ;

$$A_2 = (s_{ji} < s_{ji}^c \cap s_{ij} < s_{ij}^g) \cap (s_{ji} > s_{ji}^a \cap s_{ij}^b < s_{ij} < s_{ij}^c) = (s_{ji} < s_{ji}^c \cap s_{ji} > s_{ji}^a) \cap (s_{ij}^b < s_{ij} < s_{ij}^c) = \emptyset;$$

$$A_3 = (s_{ji} > s_{ji}^b \cap s_{ij} > s_{ij}^f) \cap (s_{ji} > s_{ji}^a \cap s_{ij}^b < s_{ij} < s_{ij}^c) = (k_i^d < k_i < k_i^f) \cap ((k_j > k_j^g) \cap (s_{ji} > s_{ji}^b) \cap (s_{ij}^f < s_{ij} < s_{ij}^c)) \cup ((k_j < k_j^g) \cap (s_{ji} > s_{ji}^b) \cap (s_{ij}^b < s_{ij} < s_{ij}^c)).$$

其中:  $s_{ij}^b = s_{ij}^f$  存在唯一阈值  $k_j^g$ , 满足当  $k_j > k_j^g$  时, 有  $s_{ij}^f > s_{ij}^b$ , 当  $k_j < k_j^g$  时, 有  $s_{ij}^f < s_{ij}^b$ . 整理后得到命题8中2)的3种情形, 命题8中的2)得证.

最后, 根据命题3中的4)可知, 没有区域满足  $\pi_i^D < \pi_i^O$  且  $\pi_j^D < \pi_j^O$ , 可见, 也没有区域使得  $\pi_i^O > \pi_i^D, \pi_j^O > \pi_j^D, \pi_i^O > \pi_i^I$  且  $\pi_j^O > \pi_j^I$  四个条件同时成立, 命题8中的3)得证.

综上, 命题8得证. □

命题8表明, 只有独立研发或交叉授权可以成为3种策略选择的占优策略, 而技术外包不可能成为占优策略. 通过数值分析直观地观察制造商最优策略选择的  $(s_{ji}, s_{ij})$  参数区间. 令  $k_i = 0.7, k_j = 0.75, e_i = 1$  和  $e_j = 1$ , 绘制图2(a); 令  $k_i = 0.7, k_j = 1.25, e_i = 1$  和  $e_j = 1$ , 绘制图2(b). 用  $k_j = 0.75$  和  $k_j = 1.25$  分别代表  $k_j < k_j^g$  和  $k_j > k_j^g$  两种情形.

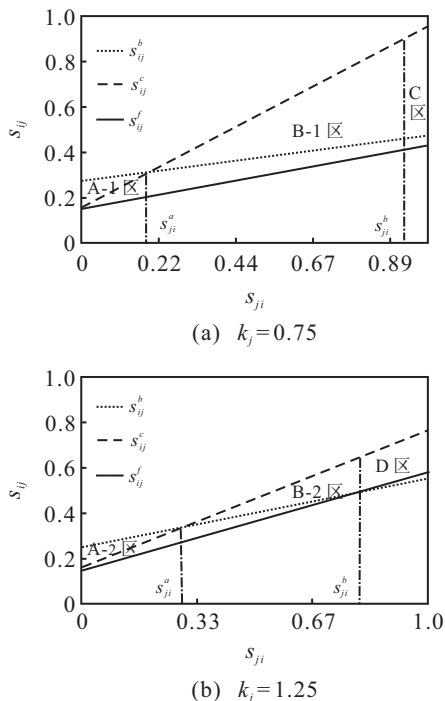


图2  $s_{ij}^b, s_{ij}^c$  和  $s_{ij}^f$  关于  $s_{ij}$  的关系

如图2中区域A-1和A-2所示, 如果制造商I给予制造商J有限的授权程度, 制造商J给予制造商I相对适度的授权程度, 同时当制造商I的研发能力适中, 则独立研发成为二者的最优策略. 这是因为对于能

力强的制造商I而言, 不过大的技术优势确保他在自主研发时不会因过度竞争而陷入过度投资, 进而导致利润受损, 但相对充分的技术优势使得它对制造商J的授权开放程度较低, 此时制造商I希望能力弱的制造商J开放较大程度自身技术, 但是, 此时制造商J出于对自身技术成果的保护, 它选择对制造商I的授权开放程度很小, 这不足以吸引能力强的对手. 此时, 两个制造商都会放弃授权合作, 转为独立研发. 如图2中的B-1和B-2区域所示, 两个制造商的授权程度相对适中, 则交叉授权成为二者的最优策略. 如图2中的C区域所示, 如果制造商J劣势不明显, 制造商I对制造商J的授权较高且制造商J对制造商I的授权程度适中, 则交叉授权成为二者的最优策略. 这是因为能力强的制造商I在交互授权程度都足够高时, 能够获益(命题6中的1)). 但是制造商J不能因对制造商I授权过度而导致自身受损(命题5中的3)). 如图2中的D区域所示, 当制造商J技术劣势明显时, 如果制造商I对制造商J的授权较高且制造商J对制造商I的授权程度适中, 则交叉授权也能成为二者的最优策略. 注意到图2(b)中, 当  $s_{ji} > s_{ji}^b$  时,  $s_{ij}^b < s_{ij}^f$ ; 而图2(a)中正好相反. 这说明如果制造商J在技术研发能力上与对手差异悬殊, 则需要更有诚意的授权合作意向, 才可以达成双方的交叉授权. 综上, 区域B-1、B-2、C和D验证了命题8中的2)的结论.

考虑参数  $k_i = 0.8, k_j = 1.0$  以及参数  $k_i = 0.75, k_j = 0.8$  分别代表制造商J技术劣势不明显 ( $k_j < k_j^g$ ) 和明显 ( $k_j > k_j^g$ ) 两种情形. 计算3种策略下的制造商的均衡利润. 在每对参数  $(k_i, k_j)$  的配置中计算不同的  $s_{ji}$  和  $s_{ij}$ , 如表1所示, 其他参数默认值为  $e_i = 1$  和  $e_j = 1$ .

由表1的结果可以得出以下结论: 首先, 当  $s_{ji}$  较小时, 如果  $s_{ij}$  适中, 则无论制造商J技术劣势如何, 独立研发是最优策略, 参见表1中  $k_i = 0.8, k_j = 1.0, s_{ji} = 0.05, s_{ij} = 0.2$  的情形和  $k_i = 0.75, k_j = 0.8, s_{ji} = 0.05, s_{ij} = 0.2$  的情形(此时  $s_{ij}^b < 0.2 < s_{ij}^c$ ); 其次, 如果  $s_{ji}$  和  $s_{ij}$  适中, 则无论制造商J技术劣势如何, 交叉授权是最优策略, 参见表1中  $k_i = 0.8, k_j = 1.0, s_{ji} = 0.55, s_{ij} = 0.5$  或  $0.7$  的情形和  $k_i = 0.75, k_j = 0.8, s_{ji} = 0.55, s_{ij} = 0.7$  的情形; 最后, 如果  $s_{ji}$  较大且  $s_{ij}$  适中, 则交叉授权也能成为最优策略, 但是如果制造商J技术劣势明显, 则需要更大的  $s_{ij}$  才能确保交叉授权协议达成, 参见表1中  $k_i = 0.8, k_j = 1.0, s_{ji} = 0.95, s_{ij} = 0.5$  的情形和  $k_i = 0.75, k_j = 0.8, s_{ji} = 0.95, s_{ij} = 0.5$  的情

表 1 3 种策略下制造商的均衡利润

$k_i$	$k_j$	$k_j^g$	$s_{ji}$	$s_{ij}$	$\pi_i^D$	$\pi_i^O$	$\pi_i^L$	$\pi_j^D$	$\pi_j^O$	$\pi_j^L$	
0.8	1.0	1.018	0.05	0.2	0.200	0.124	0.063	0.640	0.147	0.510	
				0.2	0.200	0.124	0.423	0.640	0.147	0.490	
				0.7	0.200	0.124	0.840	0.640	0.147	0.321	
			0.55	0.2	0.200	0.124	0.007	0.640	0.147	1.521	
				0.5	0.200	0.124	0.234	0.640	0.147	1.068	
				0.7	0.200	0.124	0.563	0.640	0.147	0.810	
				0.95	0.2	0.200	0.124	0.003	0.640	0.147	2.250
					0.5	0.200	0.124	0.223	0.640	0.147	1.690
					0.7	0.200	0.124	0.380	0.640	0.147	1.361
0.75	0.8	0.782	0.05	0.2	0.250	0.135	0.063	0.516	0.144	0.510	
				0.5	0.250	0.135	0.423	0.516	0.144	0.490	
				0.7	0.250	0.135	0.840	0.516	0.144	0.321	
			0.55	0.2	0.250	0.135	0.007	0.516	0.144	1.521	
				0.5	0.250	0.135	0.234	0.516	0.144	1.068	
				0.7	0.250	0.135	0.563	0.516	0.144	0.810	
				0.95	0.2	0.250	0.135	0.003	0.516	0.144	2.250
					0.5	0.250	0.135	0.223	0.516	0.144	1.690
					0.7	0.250	0.135	0.380	0.516	0.144	1.361

形,它们表明尽管  $s_{ij}$  取值相同,前者交叉授权是最优策略,但后者交叉授权没能成为最优策略,当  $s_{ij}$  较大 ( $s_{ij} = 0.7$ ) 时,交叉授权才成为最优策略。

### 5 结 论

本文受到高科技领域中技术的研发需要结合不同的互补性技术,以及技术研发策略中外包和交叉授权策略的普及的启发,旨在研究处于产品竞争市场的两个 OEM 企业,针对各自稀缺的互补性技术,应该如何选择自身的互补技术获取策略。本文得到的重要结论和管理启示如下。

具有技术优势的 OEM 如果将技术研发交给上游技术供应商,则即便供应商承诺采用一致的创新进行开发,它始终会抑制创新。然而,尽管技术供应商会抑制创新,当 OEM 研发能力极强时,如果企业的侧重点不是技术水平而是利润,则它反而应该选择技术外包。相比 OEM 都采取独立研发策略,在交叉授权模式下,能力强的一方希望对手技术开放的程度越高越好,能力弱的一方则希望自身技术封闭的程度越高越好。然而,当 OEM 在交叉授权与技术外包间权衡时,越是处于技术优势的 OEM,其对交叉授权的态度越发趋于积极,反之亦然。

从制造商共同的策略偏好来看,技术外包不可能成为最优策略,但是独立研发或交叉授权可能成为最优策略。首先,并非创新能力强,OEM 就会选择独立研发。技术领先的制造商的创新能力强并且它给

予对手有限的技术授权,与此同时,技术落后的制造商没有能力给予对手制造商有足够吸引力的授权,仅在上述情形下,独立研发将成为二者的最优策略。其次,并非双方交互授权程度高,二者就会选择交叉授权。只有在拥有技术优势的一方能够保护自身技术成果,而处于劣势的一方有能力确保自身利润同时还可以拿出有吸引力的授权意向时,交叉授权才可以最终达成。最后,如果劣势的制造商在技术能力上与对手差异悬殊,则需要提供更有诚意的授权合作意向,才可以达成双方的交叉授权。

未来的研究可以从以下几个方面展开。首先,模型研究采用确定性需求函数,未来可以考虑探索需求不确定性对结果的影响;其次,模型假设企业已经掌握的技术为外生的,作为决定最终产品技术质量的关键因素,未来可以将其处理成内生的;最后,本文研究只考虑处于二元竞争关系的制造商,考虑更复杂的多企业的网络结构将更具实践意义。

### 参考文献(References)

[1] Lin S C. Cross-layer system design for autonomous driving[D]. Ann Arbor: School of Computer Science and Engineering, Michigan University, 2019: 1-3.

[2] Kaya M, Özer Ö. Quality risk in outsourcing: Noncontractible product quality and private quality cost information[J]. Naval Research Logistics, 2009, 56(7): 669-685.

[3] Niedermeyer E. Chipwars: Teslaprefersitsself-driving

- hard ware over that of other makers[EB/OL]. (2018-8-27)[2022-5-10]. <https://www.autonews.com/article/20180827/OEM01/180829843/tesla-prefers-its-self-driving-hardware-over-that-of-other-makers>.
- [4] August T, Chen W, Zhu K. Competition among proprietary and open-source software firms: The role of licensing in strategic contribution[J]. *Management Science*, 2021, 67(5): 3041-3066.
- [5] Krishnan V, Bhattacharya S. Technology selection and commitment in new product development: The role of uncertainty and design flexibility[J]. *Management Science*, 2002, 48(3): 313-327.
- [6] 刁心薇, 曾珍香, 孙丞. 混合碳政策下制造商低碳转型的技术选择策略[J]. *控制与决策*, 2021, 36(7): 1763-1770.  
(Diao X W, Zeng Z X, Sun C. Technology selection in low carbon transition of the manufacturer under mixed carbon policy[J]. *Control and Decision*, 2021, 36(7): 1763-1770.)
- [7] Hu B, Hu M, Yang Y. Open or closed? Technology sharing, supplier investment, and competition[J]. *Manufacturing & Service Operations Management*, 2017, 19(1): 132-149.
- [8] 陈婷, 侯文华, 刘露. 网络外部性市场中竞争性企业技术引进和许可策略研究[J]. *管理学报*, 2020, 17(4): 551-561.  
(Chen T, Hou W H, Liu L. Technology introduction and licensing strategy for competing firms under the condition of network externalities[J]. *Chinese Journal of Management*, 2020, 17(4): 551-561.)
- [9] Liu Y, Tyagi R K. The benefits of competitive upward channel decentralization[J]. *Management Science*, 2011, 57(4): 741-751.
- [10] Feng Q, Lu L X. The role of contract negotiation and industry structure in production outsourcing[J]. *Production and Operations Management*, 2013, 22(5): 1299-1319.
- [11] 金亮, 郑本荣, 胡浔. 专利授权合同设计与生产外包——基于企业社会责任的视角[J]. *南开管理评论*, 2019, 22(3): 40-53.  
(Jin L, Zheng B R, Hu X. Patent licensing and production outsourcing: Based on the perspective of corporate social responsibility[J]. *Nankai Business Review*, 2019, 22(3): 40-53.)
- [12] Yang F X, Zhang R Q, Zhu K J. Should purchasing activities be outsourced along with production?[J]. *European Journal of Operational Research*, 2017, 257(2): 468-482.
- [13] Choi J P. Patent pools and cross-licensing in the shadow of patent litigation[J]. *International Economic Review*, 2010, 51(2): 441-460.
- [14] Galasso A. Broadcross-license negotiations[J]. *Journal of Economics and Management Strategy*, 2012, 21(4): 873-911.
- [15] Wang J, Huang T. Impacts of supplier enforced cross-licensing in a supply chain[EB/OL]. (2017-10-16) [2022-05-10]. [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=3053682](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3053682).
- [16] Lee J, Krishnan V, Shin H. Business models for technology-intensive supply chains[J]. *Management Science*, 2020, 66(5): 2120-2139.
- [17] Bhaskaran S R, Krishnan V. Effort, revenue, and cost sharing mechanisms for collaborative new product development[J]. *Management Science*, 2009, 55(7): 1152-1169.
- [18] 钟丽, 艾兴政, 丁雪峰. 基于“硬件/软件”平台产品性能改进的定价策略与激励合同研究[J]. *中国管理科学*, 2021: 1-12.  
(Zhong L, Ai X Z, Ding X F. The pricing and incentive contract design with the product performance improvement of “hardware/software” platform[J]. *Chinese Journal of Management Science*, 2021: 1-12.)

### 作者简介

何浩嘉(1991—),女,博士生,从事技术供应链、平台运营等研究, E-mail: hehaojia18@126.com;

艾兴政(1969—),男,教授,博士生导师,从事供应链管理、平台治理等研究, E-mail: aixz@uestc.edu.cn;

唐华(1995—),女,博士生,从事平台运营、供应链管理研究, E-mail: tanghua20192019@163.com;

郭松波(1993—),女,博士生,从事供应链管理、平台运营等研究, E-mail: sbguo@std.uestc.edu.cn.