

基于博弈论的汽车企业研发体系两阶段整合研究

陈莉敏

(武汉理工大学 管理学院,湖北 武汉 430070)

摘 要:剖析了汽车企业研发体系整合的必要性,揭示了汽车企业研发体系整合两阶段分解模式的竞合特性、动态特性与复杂特性,构建了汽车企业研发体系整合在应用研究合作阶段与基础研究合作阶段的博弈模型,得出了汽车研发体系整合过程中研发投入与产品转化速度和加速度、产品转化同质现象与产品转化能力和获利能力、研发投入产出弹性系数与研发投入力度等之间的数理关系。

关键词:汽车企业;研发体系;两阶段整合;博弈论

中图分类号:F426.471

文献标识码:A

文章编号:1001-7348(2009)18-0086-04

0 引言

研发体系整合与合作研发的思想不可分割,Hagedoorn^[1]曾经指出,合作研发的理论视角包括产业组织理论、博弈论、交易费用理论、组织理论和战略管理等,并且

力提供了基本的制度基础和治理结构,是管理创新正常进行的制度基础,而另一方面管理创新能力又为制度创新能力提供了具体的实现形式,没有管理创新的制度创新只能是一个空中楼阁。

需要强调的是笔者认为高技术企业要素创新内嵌于知识创新的过程之中,知识创新能力为要素创新能力提供了知识基础,知识存量的大小决定了要素创新的边界,要素创新是知识的实践和应用。同时在要素创新的过程中,产生的信息、经验、解决新问题的新方法都将成为新知识的一部分,因此要素创新会带来知识存量的扩大。值得一提的是制度创新能力和管理创新能力也会影响知识生产的效率和成本,良好的制度和管理环境会促进知识创新能力的提高。

5 结论

高技术企业的创新能力建立在企业的知识和相应的资源之上,高技术企业的创新过程就是利用知识对这些资源进行创新组合的过程,组合产生了两方面成果:一方面是新产品、新技术、新市场等带来的竞争优势,另一方面是组合中通过不断解决问题而产生的新知识。同时,由于人才在高技术企业中的特殊角色,文化得以对高技术企业的创新能力发挥深远的影响。因此高技术企业创新能力分为

合作研发与企业知识理论、组织学习等具有相关性。关于合作研发的动因,Badaracco^[2]认为企业间隐性知识无法通过市场交易来获得,而必须通过合作的方式才能有所突破。Hamel&Prahalad^[3]通过研究发现,合作伙伴间相互学习对方的知识是企业进行合作研发的重要目的与动机。John^[4]认为合作R&D的动态开放性,使组织学习层次能从单环学习

了核心层的文化创新能力、知识创新能力和表现层的要素创新能力,要素创新能力又包括以技术创新能力为核心,以制度创新能力和管理创新能力为支撑的3个部分。

参考文献:

- [1] 魏江,许庆瑞.企业创新能力的概念、结构、度量与评价[J].科学管理研究,1995,13(5):50-55.
- [2] 宋志红.企业创新能力来源的实证研究[D].北京:对外经济贸易大学,2006.
- [3] MANU PARASHAR,SUNIL KUMAR SINGH.Innovation capability[J].IIMB Management Review,2005,17(4):115-123.
- [4] IKUJIRO NONAKA.The knowledge creating company[J].Harvard Business Review,1991,(11-12):96-104.
- [5] 李金明.企业创新能力的分析模型[J].东华大学学报:自然科学版,2001,27(2):27-30.
- [6] 芮明杰,李鑫,任红波.高技术企业知识创新模式研究[J].外国经济与管理,2004,26(5):8-12.
- [7] 刘劲杨.知识创新、技术创新与制度创新概念的再界定[J].科学与科学技术管理,2002(5):5-8
- [8] 赵红梅.企业技术、制度和管理创新的基础及其关系[J].经济问题,2006(7):5-6

(责任编辑:王尚勇)

收稿日期:2009-08-17

作者简介:陈莉敏(1964-),女,湖北咸宁人,博士,武汉理工大学管理学院副研究员,研究方向为战略管理。

方式升华到双环学习方式。从合作研发的冲突管理出发, Cyert&Goodman^[5]提出了提高合作研发效率的途径。在国内学者中,王安宇深入分析了合作研发组织模式的选择与治理机制。叶永玲^[7]通过建立两阶段博弈模型,对自主研发、合作代理研发、自私代理研发模式的运作效率进行了比较研究,得出了合作研发优于自主研发,自主研发优于研发外包的结论。从有关合作研发的研究文献中可以看出,合作研发可以有效地整合研发体系,加强不同技术中心的知识共享水平和能力转化效率。

不同汽车企业的研发体系往往表现出不同的专业特色与技术专长,或者在人才队伍建设和研发设备投入等方面具有差异化和互补型的资源禀赋。诸多汽车企业研发体系的共性问题体现为对基础研究投入较弱,在材料、噪音、节能与环保等共性问题上合作不多,自主创新能力相对较弱以及资源配置效率低下等。基于此,无论是从资源整合的角度出发,或是从持续创新能力建设的角度加以考虑,或是从完善汽车企业研发体系的角度进行思考,都很有必要对汽车企业研发体系进行整合。然而,在汽车企业研发体系整合过程中,不可避免地存在风险偏好、能力差异、资源禀赋等对于整合效果的影响。本文试图从博弈论的角度,展开对汽车企业研发体系整合机理的分析。

1 汽车企业研发体系整合的两阶段分解模式

汽车企业研发体系整合的常见模式,包括内部整合模式与外部整合模式。其中,前者是指汽车企业根据研发战略的短期目标和长远目标,基于对自身所拥有的研发资源与研发能力的全面了解以及趋势预测,将研发体系依据研发人员所属专业、汽车产品开发流程的各个阶段,或者完成研发任务所必须具有的资源体系等进行分解定位。在此基础上所展开的工作包括内部研发流程优化、研发人员集中培训、研发知识系统梳理,等等。较为有效的汽车企业研发体系整合的外部模式,是建立在相同或类似汽车企业技术中心以及研发机构密切合作基础之上的,以优势资源共享和关键能力互补为前提,努力实现在基础研究阶段与应用研究阶段中的多层次合作。汽车企业研发体系整合的两阶段分解模式的具体特性表现为:

(1) 竞争特性。汽车企业研发体系整合的两阶段分解模式,包括不同研发模块或研发中心在基础研究阶段的纯粹化合作,以及在应用研究的竞争性合作两种情形。在基础研究阶段,合作双方共同致力于汽车共性技术、关键技术以及前沿技术等开发,合作效果以技术的先进性、适用性以及突破性等方面作为评价指标。基础研究阶段的合作成果通常具有效益滞后性或者经济价值难以评估,在此阶段基本上不存在双重委托代理中的道德风险与逆向选择问题。汽车企业研发体系整合效率的高低,不仅仅取决于基础研究合作阶段的成果如何,更在于基础研究的成果在多大程度上能够激励合作双方在应用研究阶段继续展开合作^[8]。因为不同技术中心对于基础研究成果的吸收能力以

及价值转换能力并不相同,特别是应用研究阶段的合作具有一定的竞争性,表现为基础研究的成果开始向市场能够应用和接受的产品转变,因此阶段成果具有某种相似性与替代性。

(2) 动态特性。对于汽车企业研发体系整合的两阶段分解模式而言,不同技术中心在整合的不同阶段对于研发投入的选择并非孤立存在的。在基础研究合作阶段投入强势者或者目的与动机性较强的技术中心,往往更希望在开发研究合作阶段就能够获得更多的回报。尽管在基础研究合作阶段,不同技术中心不存在竞争性,但作为理性的经济个体,其通常也会根据开发研究合作阶段可能的产出反推在基础研究合作阶段的投入。可见,汽车企业研发体系整合具有典型的动态特性,两阶段的投入与转化能力相互影响,前一阶段的选择将决定下一轮研发体系整合的竞争策略。从研发投入的动态特性出发,可认为研发体系整合的两个阶段具有不同的利润函数,合作各方在研发体系整合中采取同时决策的方式,或者依据不同的信息获取量采取先动与后动的差异化决策方式,将依据具体的整合策略进行动态选择。

(3) 复杂特性。汽车企业研发体系整合的两阶段分解模式效率高低受初始条件的影响,并且研发体系整合初期的若干微小因素,均会导致研发成果进入产品与市场阶段的最终成果产生较大偏差。具体表现为,研发体系整合的初始合作动机决定了合作各方的实际研发投入、利润分配机制、成果价值转化以及产品化阶段产量选择等结果,并最终影响到合作各方研发能力的培养以及研发成果的获取;研发体系整合的初始生产函数与利润函数,决定了合作各方博弈过程均衡策略的选择及其对应的投入策略属性与产出结果属性;研发体系整合初始阶段各方不可调整的因素,如能力适应性、价值匹配性、资源互补性等,决定了具体整合过程中合作的稳定性、持续性以及风险性等问题。可见,汽车企业研发体系整合必须建立在对于不同技术中心或创新体系详细评估与准确判断的基础之上。

2 汽车企业研发体系整合应用研究阶段的博弈模型

在研发体系整合的应用研究合作阶段,某一技术中心 i 将依据其在合作过程中的研发投入 x_i (包括人员、设备、资金、技术等广义的投入),而具有相应的产品转化能力 $h_i(x)$ 。考虑到开发研究阶段所取得的成果在转化为具体产品时,各技术中心转化能力各不相同,且产品具有一定的相似性和竞争性(至少不属于绝对的同质竞争),因此可假定各技术中心完成理论成果向市场产品转化后的同质折算系数为 a_i ,则应用研究开发阶段的市场出清价格为 $p=Q-\sum a_i h_i(x)$,成本支出为研发投入 x_i 。假定始终存在市场出清价格 $p>a_i$,其可理解为所有的产品经过折算后并不能完全达到市场容量的要求。

相对于一般合作而言,应用研究开发阶段的整合效果

还体现为各技术中心因为开展合作,特别是因为其它技术中心的研发投入而获得的溢出价值,主要表现为减少的成本支出 $g_i''(\sum x_i)$ 。即研发体系整合所表现出的组织学习、知识溢出、价值转移等特征,能够创造出各技术中心单独从事应用研究与产品开发所无法实现的产出,其对于降低技术中心的有形成本(如机器设备、实验仪器等)和无形成本(如学习成本、试错成本等)具有重要作用。假定 $g_i'(\sum x_i) > 0, g_i''(\sum x_i) < 0$, 即经过整合之后的各技术中心作为整体研发投入越高,所能够节省的各类成本亦越大。但由于各技术中心自身接受能力的有限性、转化条件的复杂性以及运用能力的局限性,所减少的成本总量具有边际递减性。此外,还认为无论研发体系如何整合,对于各技术中心而言,所减少的成本支出均不足以完全弥补合作过程中的成本总支出,即 $g_i(\sum x_i) \leq x_i$ 。

由以上基本假设不难得出,研发体系整合后各技术中心的利润函数为:

$$\pi_i = (Q - \sum a_j h_j(x_j)) h_i(x_i) - x_i + g_i(\sum x_i) \quad (1)$$

对于各技术中心而言,在应用研究合作阶段,其需要做出的决策在于选择合适的研发投入以进行成果转化^[9],并为各技术中心创造出最大价值。令 $\partial \pi_i / \partial x_i = 0$,可得:

$$(Q - \sum a_j h_j(x_j) - a_i) h_i'(x_i) - 1 + g_i'(\sum x_i) = 0 \quad (2)$$

由式(2)可得:

$$h_i'(x_i) = \frac{1 - g_i'(\sum x_i)}{Q - \sum a_j h_j(x_j) - a_i} \quad (3)$$

$$h_i''(x_i) = \frac{-g_i''(\sum x_i)(Q - \sum a_j h_j(x_j) - a_i) + a_i(1 - g_i'(\sum x_i)) h_i'(x_i)}{(Q - \sum a_j h_j(x_j) - a_i)^2} \quad (4)$$

由 $p > a_i$,可知 $Q - \sum a_j h_j(x_j) - a_i > 0$;由 $g_i(\sum x_i) < x_i$,可得 $g_i'(\sum x_i) - 1 < 0$ 。同时又因为 $g_i'(\sum x_i) > 0$,由此得出 $h_i'(x_i) \geq 0$;并且当 $g_i(\sum x_i) = x_i$ 时, $h_i(x_i)$ 取得极小值。因此可认为当应用研究合作的成本补偿能力最强时,汽车企业研发体系整合过程中各技术中心的产品转化能力处于最低状态,此后产品转化能力不断增强。由此得出:

定理1:汽车企业研发体系整合在应用研究合作阶段的研发投入,对于产品转换能力具有正向促进作用。

对定理1的解释为:研发体系的整合功能在应用研究阶段体现为成本减少和产品转化两方面,且能够实现的总体功能在整体上可近似看作是一定的。当成本减少较多时,意味着技术中心在应用研究合作阶段,对基础研究成果所存在的不足以及应用技术进行大量的改进与创新,这一特性在应用研究合作的初级阶段表现得尤为突出。相应的,技术成果并不会很快地转化为市场所需要的各类产品;而在成本递减效果越来越不明显的条件下,技术中心的产品转化能力越来越高。亦即在合作过程中,各技术中心越倾向于减少支出成本或急于在合作短期过程中弥补成本,则其可能获得的成果转化与价值创造将越不理想。

由 $h_i''(x_i) > 0$ 可得,在应用研究合作过程中,汽车企业

研发体系整合能够使得各技术中心的产品转化能力随着研发投入的增加具有边际递增性,由此得出:

定理2:汽车企业研发体系整合在应用研究合作阶段的研发投入,对于产品转化能力的增长性具有加速作用。

对定理2的解释为:研发体系整合对于从基础研究阶段到应用研究阶段的持续性投入要求较高,并且研发投入的主动性及数量额度在某种程度上代表了合作的认真程度、紧密关系以及潜在收益。研发投入越高,表明各技术中心更愿意参与合作,具有更为理性的整合动机以及明确的整合计划^[10]。同时,各技术中心能够完成更多的知识储备与能力锻炼,并将逐步储备若干由理论成果向产品转化的经验与能力。在此前提下,研发投入对于产品转化能力的增长加速性体现为:在产品转化能力增长过程中,各技术中心对于知识的吸收能力越来越强,对于技术难题的把握以及理解越来越深刻,对于技术前瞻性以及技术中心长远发展可能面临的资源差距和能力缺口的判断亦越来越准确。以上因素均将进一步促进产品转化能力的增长,由此产生产品转化能力增长速度的加速特征。

由式(1)与式(3)可得 $\partial \pi / \partial a_i < 0, \partial h_i'(x_i) / \partial a_i > 0$,表明应用研究合作成果所对应的产品同质折算系数越高,则合作所获得的利润越低,但产品转化能力增长越快。由此得出:

定理3:汽车企业研发体系整合的研究成果产品化后的同质现象越明显,研发体系获利能力越弱,产品恶性竞争越激烈。

对定理3的解释为:汽车企业研发体系整合的初始动因之一,就在于各技术中心能够就某些共同的难题、疑问、议题等展开共同研究,并在开发研究合作阶段依据各自不同的现实需求完成对技术成果的产品化转化。虽然各技术中心在应用研究合作阶段对于不同技术成果各取所需,但基于技术本身的同根同源性,市场化后的产品不可避免存在一定的同质性。显然,同质折算系数越大,同质竞争越激烈。亦即市场中该类产品的价格将越低,对应的各技术中心参与研发体系整合所获的利润亦将越低。此外,同质折算系数越大,产品转化能力越大,意味着当各技术产品所创造的产品差别不大时,必然通过大量的技术成果向实际产品转化以提高产量,其结果只能是非理性的恶性竞争。

由式(3)可以得出,对于不同技术中心不同的研发投入 j 与 k 而言,由于 $\sum x_i$ 与 $Q - \sum a_j h_j(x_j) - a_i$ 一定,则当 $g_j'(\sum x_i) > g_k'(\sum x_i)$ 时,存在 $h_j'(x_i) < h_k'(x_i)$ 。由此得出:

定理4:在汽车企业研发体系整合过程中,不同技术中心产品转化能力提高速度的高低并不取决于各自研发投入的多少,而在于边际节省成本的高低。

对定理4解释如下:研发体系中各技术中心的研发投入,会影响各自技术中心对于技术成果的产品转化能力及其提高,但其并不能决定不同技术中心产品转化能力提高速度的高低。主要原因在于,应用研究合作的成果是多个技术中心投入共同作用的结果^[11],某一技术中心的投入并不能直接影响其它技术中心产品转化能力提高速度的高

低。在此结论中存在强制性约束条件为 a_i 相等,即产品同质程度相同时,在各技术中心价值创造能力一定的条件下,若过度关注于成本节省能力,则必然以产品转化能力降低为代价。因此,边际节省成本越高的技术中心,对应的产品转化能力提高速度相对亦较低。

3 汽车企业研发体系整合基础研究阶段的博弈模型

如前所述,汽车企业研发体系在基础研究阶段不存在成果的市场价值转化与利益冲突问题。特别是在各技术中心所具有的研发资源总量一定的条件下,其在应用研究合作阶段的研发投入,必将作为约束条件影响其在基础研究合作阶段的投入^[12]。假定在基础研究合作阶段, n 个技术中心采取差异化的投入策略(特别是各研发投入具有互补性),分别为 s_1, s_2, \dots, s_n ,则可构建基础研究合作阶段产出的C-D生产函数为 $y = A \prod_{i=1}^n s_i^{\delta_i}$ 。其中, s_i 为各技术中心研发投入的弹性系数,则对应的利润函数为:

$$y = A \prod_{i=1}^n s_i^{\delta_i} - s_i \quad (5)$$

鉴于汽车企业研发体系整合两阶段分解模式的动态特性,可采用逆推归纳法。假定各技术中心在应用研究合作阶段的投入 x_i 已确定,且各技术中心所拥有的研发投入总量 T 一定,则在基础研究合作阶段存在:

$$s_1 + s_2 + \dots + s_n = T - \sum_{i=1}^n x_i \quad (6)$$

在研发体系的基础研究合作阶段,各技术中心基于完全的合作目标,其最优决策是以式(5)为目标函数,式(6)为约束条件,构建拉格朗日函数为:

$$L = A \prod_{i=1}^n s_i^{\delta_i} - s_i - \lambda (s_1 + s_2 + \dots + s_n - (T - \sum_{i=1}^n x_i)) \quad (7)$$

由式(7),可得各技术中心在基础研究合作阶段的最优研发投入决策为:

$$s_i = \frac{\delta_i}{\sum_{i=1}^n \delta_i} (T - \sum_{i=1}^n x_i) \quad (8)$$

由式(8)可发现 $\frac{\delta_1}{s_1} = \frac{\delta_2}{s_2} = \dots = \frac{\delta_n}{s_n}$,可得:

定理5:在汽车企业研发体系整合过程中,基础研究合作阶段的研发投入取决于研发投入弹性系数的高低。

对定理5解释如下:研发投入的弹性系数越大,意味着一单位的研发投入能够为整合后的研发体系创造出更多的产出。剔除研发体系整合在基础研究合作阶段的“偷懒”现象^[13],可认为各技术中心的积极投入,旨在为应用研究阶段获取更多的转化价值创造前期资本;或者认为各技术

中心在合作过程中的研发投入所产生的高比例回报,将诱导其愿意投入更多的研发资源。因此,各技术中心的投入产出弹性系数对于引导研发投入具有正向激励作用。但需要补充说明的是,非合作阶段的研发投入策略以及研发投入的总量一定,在某种程度上约束了研发投入在基础研究合作阶段的弹性系数。

4 结论

汽车企业研发体系整合具有典型的竞合性、动态性与复杂性^[14]。对基础研究与应用研究两阶段的分解合作模式进行了深入分析,在应用研究合作阶段,各技术中心研发投入对于产品转化能力增长速度与加速度具有正向影响;产品转化的同质现象与获利能力负相关,与产品转化能力正相关;产品转化速度与成本节省速度负相关。在基础研究合作阶段,各技术中心的研发投入及其产出,主要受此阶段投入产出弹性系数的正向影响。

参考文献:

- [1] HAGEDOOM J A, VONORTAS N. Research partnerships [J]. Research Policy, 2000, 29(2): 567-586.
- [2] BADARACCO J L. The knowledge link: How firms compete through strategic alliances [M]. Boston: Harvard Business School Press, 1991.
- [3] HAMEL G, PRAHALAD C K. Strategic intent [J]. Harvard Business Review, 2001, 67(3), 63-67.
- [4] JOHN D NEILL, GLENN MP FEIFFER, CANDACE E, et al. Technology R&D alliances and firm value [J]. Journal of High Technology Management Research, 2001, 12(3): 227-237.
- [5] CYERT, RICHARD M, GOODMAN, et al. Creating effective university-industry alliances: an organizational learning perspective [J]. Organizational Dynamics, Spring, 1997.
- [6] 王安宇. 合作研发组织模式选择与治理机制 [D]. 上海: 复旦大学, 2003.
- [7] 叶永玲. 企业研发模式的比较研究 [J]. 科技管理研究, 2008(2).
- [8] 葛泽慧, 胡其英. 具有内生技术共享的合作研发决策分析 [J]. 科研管理, 2006, 27(5): 45-52, 16.
- [9] 龚艳萍, 周育生. 基于R&D溢出的企业合作研发行为分析 [J]. 系统工程, 2002, 20(5): 59-64.
- [10] 李勇, 张异, 杨秀苔, 等. 供应链中制造商——供应商合作研发博弈模型 [J]. 系统工程学报, 2005, 20(1): 12-18.
- [11] 易余胤, 肖条军, 盛昭瀚, 等. 合作研发中机会主义行为的演化博弈分析 [J]. 管理科学学报, 2005, 8(4): 80-87.
- [12] 张军果, 任浩. 供应链上下游企业合作研发博弈分析 [J]. 华中师范大学学报(自然科学版), 2007, 41(2): 206-210.
- [13] 周青, 曾德明, 王晓靖. 高新技术企业协作研发的博弈分析 [J]. 湖南大学学报(自然科学版), 2004, 31(1): 108-112.
- [14] 徐斌. 不确定性溢出效应与R&D合作 [J]. 科技进步与对策, 2008(12): 12-14.

(责任编辑: 赵 峰)