

不对称信息下产学研技术联盟中科技转化与创新的博弈分析

陈庭强, 王冀宁, 夏瑞卿

(南京工业大学, 江苏 南京 210009)

摘要: 产学研技术联盟是企业进行结构创新和技术创新的一种重要形式, 是不同社会分工在功能与资源上的优势互补和强强联合, 是推动科技与经济融合、理论与实践接轨、理论再创新的战略措施。从博弈论角度, 建立了政府宏观调控下企业和高校间技术联盟的多成员博弈模型, 探究企业技术创新、高校科研机构科研费用和科技成果转化等难题的解决途径。结论表明: 产学研技术联盟的良性发展需要企业、高校科研机构和政府三方相互协作, 更需要三方不断完善技术联盟的发展机制。

关键词: 产学研技术联盟; 科技创新; 科技转化率; 博弈

中图分类号: F403.6

文献标识码: A

文章编号: 1001-7348(2010)17-0015-04

0 引言

科技创新是一个民族进步的灵魂, 是国家兴旺发达的不竭动力, 也是企业的生命之源。产学研技术联盟是企业进行结构创新和技术创新的一种重要形式; 是科研、教育、生产等不同社会分工在功能与资源上的优势互补和强强联合; 是促进企业创新, 提高企业竞争力, 加速科技成果转化, 提升综合形象的有效手段; 是优化企业发展前景和发展空间的有效途径; 也是推动科技与经济融合、理论与实践接轨、理论再创新的战略措施。产学研技术联盟的产生解决了企业技术创新的困境, 也解决了高校科研机构科研费用和科技成果转化的难题, 实现了企业的帕累托最优。企业技术联盟中的关系风险主要源于伙伴合作间的道德风险。70%的联盟没有达到预期的目标, 其中失败的原因是由于机会主义的存在。尽管强调伙伴之间的相互信任, 但是信息不对称仍然是联盟合作现实中存在的一个关键^[1]。因此, 本文从博弈论的角度分析产学研的技术联盟利益相关主体的协调与发展机制。

1 文献回顾

总体上来讲, 技术联盟是指组织之间在技术领域建立的联合关系。目前学者们对技术联盟的理解可分为广义和狭义两种, 其区别在于对联盟成员认定的不同。陈培博与

屠梅曾^[2]认为从狭义上讲, 技术联盟的成员均为企业; 从广义上讲技术联盟的成员除企业外, 还包括大学、科研机构 and 政府部门等。技术联盟广义上将技术联盟定义为: 两个或两个以上的组织(包括企业、大学、科研机构 and 政府部门等)互相联合致力于技术开发的行为。强化企业之间、企业与大学和科研机构之间的技术合作开发, 是谋求高新技术成功发展的最重要的途径。产学研的技术联盟是一种注重长期合作的技术创新形式, 可以提高合作创新的效率, 降低合作成本。而从本质上看, 高校产学研合作, 是指高校、研究所和企业等技术创新主体按照“利益共享、风险共担、优势互补、共同发展”的原则, 共同开展技术创新活动, 逐步实现科研、产品、市场的良性循环的一种形式^[3]。因此, 本文采用技术联盟广义上的含义, 将技术联盟定义为: 两个或两个以上的组织(包括企业、大学、科研机构 and 政府部门等)等不同社会分工的主体, 根据需要在功能与资源上进行优势互补和强强联合, 促进科技创新, 加速科技成果的转化, 推动科技与经济融合而致力于技术开发与应用的行为。

吴勇、陈理飞^[4]从博弈理论的角度出发, 分析了产业集群与技术创新的关系, 建立了产学研合作创新的静态博弈模型和重复博弈模型。罗利和鲁若愚^[5]将对策论的方法运用到产学研合作中各方利益分配机制的研究中, 将产学研合作视为二人合作对策来研究, 并讨论了利益分配模型。秦旭和韩文秀等^[6]认为, 产学研合作是指企业与高等院校

收稿日期: 2009-09-15

基金项目: 中国博士后科学基金项目(20070420480); 江苏省软科学研究计划基金项目(SBR20090331); 江苏省社会科学基金项目(09EYB010)

作者简介: 陈庭强(1983-), 男, 河南人, 南京工业大学经济管理学院硕士研究生, 研究方向为金融证券市场、行为金融; 王冀宁(1965-), 男, 河北人, 南京工业大学经济管理学院教授、中国社科院经济研究所博士后、南京大学博士后, 研究方向为金融学及证券投资学、产权制度改革与变迁、管理科学与工程; 夏瑞卿(1986-), 男, 安徽人, 南京工业大学经济管理学院硕士研究生, 研究方向为企业理论与公司治理。

在人才培养、科学研究、技术开发、生产经营以及人员交流、资源共享、信息互通等方面所结成的互利互惠、互补互促的联合与协作关系，其本质上是一种交易。研究结果认为：高等院校与企业选择何种模式进行合作，取决于两者在 3 种合作模式中的收益大小，最终形式是同时满足高等院校与企业利润最大的一种方式。董智挺^[7]的研究指出，产学研合作可以带来和谐和效率，把科研中潜在的收益转化为现实的收益，促进社会财富的增加。而高校科研机构是高层次人力资源的培养基地，拥有大量从事科学研究的专业人员。他们掌握着各个领域最先进的文化知识，从事着最前端的研究探索。但同时，我国高校科研机构与发达国家不低于 30% 的科研成果转化率相比，又相差甚远。出现“成果多、转化少、推广难”的局面，很多科技含量很高的成果被“束之高阁”，无用武之地。因此，企业与高校科研机构合作拥有着天然优势和必然性。

高校产学研合作在本质上也可看作是一种知识的转移，于是有学者开始从知识管理的角度探讨产学研合作问题。如王毅和吴贵生^[8]利用粘滞知识转移的理论模型，提出粘滞知识是企业持续竞争优势的源泉，而在产学研合作的知识转移过程中，所谓的粘滞知识正是转移的关键和难点。同时，高校产学研合作中的知识转移可以看作是一种从科学场域向经济场域转移的跨场域知识转移。吴洁^[9]利用超循环理论对上述高校产学研合作中的知识转移的超循环特征及其作用进行了探讨。

另外岳贤平等^[3]从价格契约的角度，对高校产学研合作中存在于企业一方的单边道德风险的价格契约治理机制进行了研究。马家喜等^[10]将企业间与“产学研”合作创新模式进行统一考虑，建立了企业技术联盟和一类“产学研”合作技术创新模式选择动态博弈模型。分析了企业间、企业—高校间资源共享进行合作研发的条件，并研究了由企业联合体模式向“产学研—集成创新模式”进行演化的过程及条件。陈艳艳^[11]指出产学研合作信用表象上看，体现的是市场契约合作关系，实质上反映的是一种市场经济秩序规范。冯锋、王亮^[12]针对产学研小世界网络特征，提出了一系列促进其合作交流的培育策略，以实现合作创新功能最大化，更好地促进科技成果转化，推动经济增长。

2 产学研技术联盟形成的环境与机理

科技创新关系到一个企业的未来发展，也关系一个国家的生死存亡。科技的发展为一个国家、一个民族、一个企业的快速发展提供了广阔空间和保障，科技创新是科技不断向前发展的途径，科技转化是科技发展的结果。在现代社会，科学技术是第一生产力，它关系着整个社会经济的发展。科学技术创新是经济发展的外在表现和需求，知识增长是经济内在的驱动力，科技转化是经济增长的基础。同时，科技创新又是企业发展的灵魂，是企业提高竞争力的必需。企业面临着科技工作人力资源匮乏，科技创新不足的现状；而高校拥有着丰富的科研人力资源，专业人员科研素质较高，科技创新呈现蓬勃发展，但科技转化率较

低。因此，科技成果转化是高校科研机构等亟需解决的问题。在整个国家科技创新中政府部门是一个战略的指挥者和蓝图的勾画者，在整个科技发展过程中处于主导地位，而企业和高校科研机构是科技发展的践行者，三者相辅相成、相互关联，如图 1 所示。

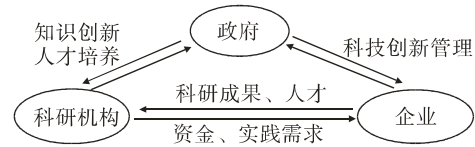


图 1 国家创新体系中企业与科研机构的定位关系

现实世界中，科研机构并入企业，作为企业的单独部门，不仅成本较高，而且工作效率和效益均较低，制约了企业的竞争力，这就形成了企业资本运行的帕累托最优无法实现。诸多理论研究表明，企业和科研机构在实施合作的情况下，双方可以取长补短、资源互补，能够在有限的资源条件下有效地整合资源，实现效用和效益最大化，降低了资源浪费或资源整合、利用成本。来自国际竞争力分析的最新经验归纳的结果认为，强化企业之间、企业与大学科研机构之间的技术合作开发，是谋求高新技术成功发展的最重要的途径，是提高效益或效用的最佳途径。因此，在产学研技术联盟的形成过程中，效益或效用最优成为双方最求的核心点，这就构成了产学研技术联盟的形成基础，如图 2 所示。

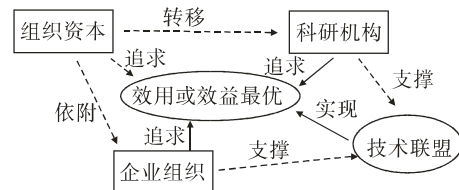


图 2 创新体系中科研机构与企业技术联盟形成基础

在整个产学研技术联盟的形成与运行过程中，政府、企业和高校科研机构三方均起着相互制约、相互支撑的重要作用。企业和高校科研机构均追求各自的效益或效用最优；政府部门则追求在整个社会经济发展与资源等方面的整体最优。一方的缺失或掣肘都会导致其它两方合作效率降低，甚至会导致技术联盟的失败。政府的政策为技术联盟的形成和良性发展提供有效的环境和发展空间。同时，企业与高校科研机构因需制宜、取长补短发挥双方的长处和优点，带动整个产业和行业的创新和发展，既能提高企业核心竞争力，也能为学校科研机构的理论与实际的有效结合提供平台，提高科研人员的整体素质。因此，整个创新体系中企业与高校科研机构的技术联盟的形成与运行机理，如图 3 所示。

3 模型建立与分析

3.1 模型前提假设

(1) 博弈的参与方：假定博弈的参与方为 A、B 和 C。其中 A 为博弈的协调方政府，B、C 分别为协调博弈的参与方企业和高校科研机构。在博弈开始，A、B、C 三方对其

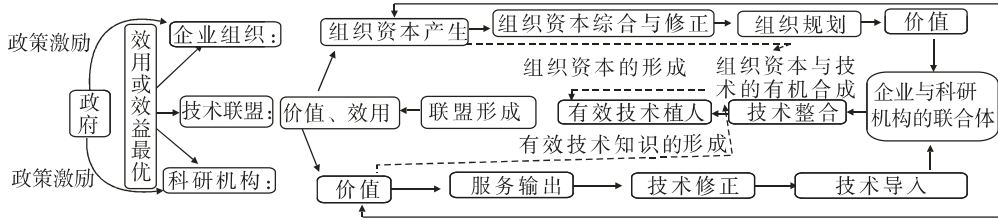


图 3 创新体系中企业与高校科研机构的技术联盟形成与运行机理

协作方的特征与策略空间、支付函数以及经济实际运行状况都具有准确而且完全的知识。在博弈中三方存在信息不对称，在博弈后期 B、C 存在一定道德风险。

(2) 协调博弈的三方均为理性的，即三方都会在客观有限的条件下作出理性的决策，不会存在一方为追求利益不顾另一方或两方利益的非理性行为。并且不存在任意三方进行合谋欺骗第三方的不道德行为。

(3) A 方在博弈中追求的是社会整体资源使用效用的最大化。企业和高校科研机构追求自身长期效用价值最大化。因此，三方均要求价值在 0 时刻总效用的最大化。

(4) 假定科技成果转化的使用有效期限为 T ，即在 T 时间段后，先前的科技创新带来的效益不足以让企业快速发展，甚至会阻碍企业的发展。

3.2 收益函数

假设企业的生产函数为柯布-道格拉斯生产函数，因此企业 t 时刻的生产数为：

$$W(t) = \{[(1 - w_k)K(t)]^{a(A(t))} [(1 - w_L)L(t)]^{b(A(t))} H(t)^{g(A(t))} - w_k K(t)\} e^{-\int_0^t r(x) dx} dt + e_1$$

其中， w_k 为企业在生产研发和科技创新过程中所费用占总投入资本的比例； w_L 为企业劳动力中从事生产以外活动(如与高校科研机构谈判、对高校科研机构的科研过程进行监督等)的比例； $K(t)$ 为 t 时刻企业为进行生产投入的资本总量； $L(t)$ 为 t 时刻企业为进行生产投入的劳动力总量； $H(t)$ 为 t 时刻企业的发展规模； $A(t)$ 为 t 时刻高校科研机构的科研成果实际投入生产的有效比率(即能够带来生产高效、快速发展的科研成果占总成果的比例)，即科技转化率； $a(A(t))$ 为 t 时刻科技转化率对资本的产出弹性； $b(A(t))$ 为 t 时刻科技转化率对资本的产出弹性； $g(A(t))$ 为 t 时刻科技转化率对资本的产出弹性。且 $a(A(t))$ 、 $b(A(t))$ 、 $g(A(t))$ 都是 $A(t)$ 的函数， $0 < a(A(t)) < 1$ 、 $0 < b(A(t)) < 1$ 、 $0 < g(A(t)) < 1$ ； $a(A(t)) + b(A(t)) + g(A(t)) \gg 1$ ，即企业的生产满足规模报酬递减规律。 $\int_0^t r(x) dx$ 为贴现因子。 e_1 为随机变量，代表外部环境(如产品市场前景、各种政策规制等随机事件)，与企业本身的经济行为无关。假定 e_1 服从 $(0, s_1^2)$ 正态分布，即 $E(e_1) = 0$ ， $D(e_1) = s_1^2$ ，方差值越大(即不确定性越大)表示外部环境对企业发展的干扰性越大，即企业经营绩效受影响的程度越大，企业的利润受影响程度也越大。

高校科研机构 t 时刻的收入在 0 时刻的价值贴现函数为：

$$S(t) = \{m w_k K(t) + F(t) - C(q)\} e^{-\int_0^t r(x) dx} dt + e_2$$

其中， m 为企业支付高校科研机构的费用占企业进行生产研发和科技创新过程中所付费用的比例； $F(t)$ 为 t 时

刻政府对高校科研设施及科研费用的投入； $C(q)$ 为高校科研机构进行科研所付出的成本，假定 $C(q) = bq^2$ (b 为参数，代表高校科研机构努力成本系数， b 越大代表努力带来的负效用越大)； q 为在双方契约条件下的努力程度，其值大小由高校科研机构自己决定，假定高校科研机构的努力程度 q 为企业支付高校科研机构的费用比例 m 的单调递增函数： $q = q(m)$ ，且 $q'(m) > 0$ 。 e_2 为随机变量，代表外部环境(如企业研发前景、各种政策规制等随机事件)，与高校科研机构本身的科研行为无关。假定 e_2 服从 $(0, s_2^2)$ 正态分布，即 $E(e_2) = 0$ ， $D(e_2) = s_2^2$ ，方差值越大(即不确定性越大)表示外部环境对高校科研机构进行科研的干扰性越大，即高校进行科研效用受影响的程度越大，高校的科研收入受影响程度也越大。

政府 t 时刻虚拟的收入在 0 时刻的贴现价值为：

$$M(t) = [W(t) + S(t)] e^{-\int_0^t r(x) dx} dt + e$$

3.3 博弈模型建立

假定政府是风险中性的，企业和高校科研机构是风险规避的。对于风险中性的主体来说，均值相同的风险收入和确定性的收入是没有什么差异的；而对于风险规避者来说，更偏好于确定性的收入。

对于一个理性的主体而言，其追求的不只是某一时刻其价值的最大化，更重要的是追求其长期价值的最大化，即价值流的最大化。因为价值流的价值不在于它在哪个特定时刻有多高价值，而在于其价值的连续存在。即使价值在某一时刻出现了巨大价值，而在其它时刻价值一直为零，那么这个价值流的价值依然为零，不会因为“昙花一现”而产生价值。因此，要计算价值流的总价值，必须把价值流在各个时刻的价值都贴现到 0 时刻，然后加总。因此企业价值流的总价值的期望为：

$$E(W(t)) = \int_0^T \{[(1 - w_k)K(t)]^{a(A(t))} [(1 - w_L)L(t)]^{b(A(t))} H(t)^{g(A(t))} - w_k K(t)\} e^{-\int_0^t r(x) dx} dt$$

$$D(W(t)) = d_1^2$$

高校收入的价值流的总价值的期望为：

$$E(S(t)) = \int_0^T [m w_k K(t) + F(t) - bq^2] e^{-\int_0^t r(x) dx} dt$$

$$D(S(t)) = d_2^2$$

政府价值流的总价值的期望：

$$E(M(t)) = \int_0^T \{[(1 - w_k)K(t)]^{a(A(t))} [(1 - w_L)L(t)]^{b(A(t))} H(t)^{g(A(t))} - w_k K(t) + m w_k K(t) + F(t) - bq^2\} e^{-\int_0^t r(x) dx} dt$$

假定企业和高校科研机构的效用函数形式为 $u(y) = e^{-by}$ [13] (式中 b 代表经济主体对于风险的规避程度，

且 $b^3 > 0$), $b = -\frac{u''(y)}{u'(y)}$, 其中收益 y 服从均值为 $E(y)$, 方差为 $D(y)$ 的正态分布, 那么企业和高校科研机构的期望效用分别为:

$$E[u(W(t))] = \int_0^T e^{-b_1 W(t)} \frac{1}{\sqrt{2\rho D(W(t))}} e^{-\frac{(y-E(W(t)))^2}{2D(W(t))}} dt$$

$$= -e^{-b_1[E(W(t)) - \frac{b_1 D(W(t))}{2}]} \quad (1)$$

$$E[u(S(t))] = \int_0^T e^{-b_2 S(t)} \frac{1}{\sqrt{2\rho D(S(t))}} e^{-\frac{(y-E(S(t)))^2}{2D(S(t))}} dt$$

$$= -e^{-b_2[E(S(t)) - \frac{b_2 D(S(t))}{2}]} \quad (2)$$

根据确定性等值的定义, 在获得完全确定的收益 CE 时的效用水平等于它在不确定条件下获得的效用的期望值。因此, 企业和高校科研机构的确定性等值收入为:

$$CE_1(m, q) = E(W(t)) - \frac{b_1 D(W(t))}{2}$$

$$Max E(M(t)) = Max \left\{ \int_0^T [(1-w_K)K(t)]^{a(A(t))} [(1-w_L)L(t)]^{b(A(t))} H(t)^{g(A(t))} - w_K K(t) + mw_K K(t) + F(t) - bq^2 \right\} e^{-\int_0^t r(x) dx} dt$$

$$\begin{aligned} & \text{Max} \{ (IC): \\ & \int_0^T \left\{ [(1-w_K)K(t)]^{a(A(t))} [(1-w_L)L(t)]^{b(A(t))} H(t)^{g(A(t))} - w_K K(t) \right\} e^{-\int_0^t r(x) dx} dt - \frac{s_1^2 b_1}{2} \\ & \int_0^T \left\{ mw_K K(t) + F(t) - bq^2 \right\} e^{-\int_0^t r(x) dx} dt - \frac{s_2^2 b_2}{2} \\ & \text{s.t.} \{ (IR): \\ & \int_0^T \left\{ [(1-w_K)K(t)]^{a(A(t))} [(1-w_L)L(t)]^{b(A(t))} H(t)^{g(A(t))} - w_K K(t) \right\} e^{-\int_0^t r(x) dx} dt - \frac{s_1^2 b_1}{2} \geq CE_1^0 \\ & \int_0^T \left\{ mw_K K(t) + F(t) - bq^2 \right\} e^{-\int_0^t r(x) dx} dt - \frac{s_2^2 b_2}{2} \geq CE_2^0 \end{aligned}$$

4 结论与政策建议

对于一个企业来说, 企业要想蓬勃发展就必须进行科技创新, 就必须提高科技转化率, 进而不断提高企业核心竞争力。现代社会环境下的企业要想在竞争中立于不败之地, 要想健康蓬勃发展, 就必须将不同主体的多方面技能、智能、科研成果、互补性资产、运行机制等有机整合, 将不同的知识系统、技术系统、经营系统、管理系统和资本营运系统进行有机组合, 形成具有识别作用和提供竞争优势的知识、技术系统, 取长补短, 提升核心竞争优势。产学研技术联盟的良性发展需要企业、高校科研机构和政府三方相互协作, 更需要三方不断完善技术联盟的发展机制, 建设良好的发展环境。因此, 本文提出以下几点建议:

(1) 政府部门应积极推进各种体制改革, 健全法律体系, 建设良好的经济金融环境, 为产学研合作提供良好的法律和经济环境, 降低各类道德风险, 完善企业和高校科研机构强强联合中的利益获取机制; 同时, 政府部门要确保各种政策的互补性和稳定性, 减少政策的波动性给企业和高校科研机构合作带来的负面效应。建立和完善产学研技术联盟运行机制, 发挥政府引导作用, 有效利用与整合产学研各方优势科技创新资源, 保障联盟有效运行。

$$= \int_0^T \left\{ [(1-w_K)K(t)]^{a(A(t))} [(1-w_L)L(t)]^{b(A(t))} H(t)^{g(A(t))} - w_K K(t) \right\} e^{-\int_0^t r(x) dx} dt - \frac{s_1^2 b_1}{2}$$

$$CE_1(m, q) = E(S(t)) - \frac{b_2 D(S(t))}{2}$$

$$= \int_0^T \left\{ mw_K K(t) + F(t) - bq^2 \right\} e^{-\int_0^t r(x) dx} dt - \frac{s_2^2 b_2}{2}$$

因为 $u''(S(t)) = -be^{-bS(t)} > 0$, $u(W(t)) = -be^{-bW(t)} > 0$, 所以企业和高校科研机构的效用函数是单调递增的, 因此要实现企业和高校科研机构的效用最大化只需使得企业和高校科研机构确定性等值收入最大化。此外, 理性的企业和高校科研机构还要求彼此的期望效用。不能低于不进行科研协作所带来的最大效用, 否则企业和高校科研机构不会进行协作。

由于政府是风险中性, 风险中性意味着效用的期望等于期望收益的效用, 即:

$$u[E(M(t))] = E[u(M(t))]$$

因此, 博弈模型为:

(2) 税务部门适当降低企业创新产品的税费, 让企业和高校科研机构拥有更多的剩余价值, 激励双方积极投入开发新产品, 提高产品的科技含量, 提高各类产品的竞争力; 同时, 企业应该让高校科研机构多一点分享科技转化的成果, 为科技转化提供良好的激励环境。

(3) 高校科研机构在产学研技术联盟中应该积极行动, 完善信托责任, 尽可能地降低企业科技创新的成本, 要把企业的产品创新与自身的发展紧密联系在一起。同时, 注重长期合作, 增强自身的信誉度、能力、责任心等, 把合作历史与合作经验联系起来, 不断提高合作创新的效率, 降低合作成本。此外, 高校还要以此为平台不断进行理论创新和实践检验, 形成理论到实践、实践到理论、理论再到实践、实践再到理论的良好循环, 不断推进实践创新和理论创新的良性发展。

参考文献:

[1] 张坚 蔡莹 范体军. 企业技术联盟中的关系风险及其控制机制研究 [J]. 科技进步与对策 2006(3): 157-158.

[2] 陈培樽 屠梅曾. 产学研技术联盟合作创新机制研究 [J]. 科技进步与对策 2007(6): 37-39.

[3] 岳贤平 李廉水. 道德风险条件下高校产学研合作中价格契约