

科研机构与高校知识创新协同效应及模式研究

吴荣斌¹, 王 辉²

(1. 华中科技大学 管理学院, 湖北 武汉 430074; 2. 中国地质大学 经济管理学院, 湖北 武汉 430074)

摘 要:知识创新协同指科研机构与高校借助合作网络达成战略、组织及资源的协同, 推动知识创新、扩散及应用的现象。有别于传统知识创新方式, 知识创新协同具有其独有的特征。分析了知识创新协同效应的三大表现形式, 概括总结了知识创新协同的两种模式, 即合作协议模式与共建实验室(所)模式。通过构建博弈模型, 对科研机构与高校的非合作模式及两种协同模式的最优科技投资水平、期望净利润进行了比较研究, 结果表明共建实验室(所)的经济效率最高。

关键词:知识创新; 协同效应; 协同模式

DOI:10.6049/kjbydc.2012030278

中图分类号:G322.2

文献标识码:A

文章编号:1001-7348(2012)20-0131-06

0 引言

在传统技术和知识环境相对简单的工业经济时代, 科研机构与高校可以按照自己的利益目标及行为方式独立发展和生存, 两者间合作较少, 社会资源也大量重复配置。随着经济全球化的加剧以及知识经济时代的到来, 知识环境的变化越来越快而且越来越复杂, 大学和科研机构知识创新与管理方面的合作需要日益强烈^[1]。两部分主体科研合作区域呈不断扩大之势, 并通过协同发展推动知识的创新、扩散和应用。目前, 在世界范围内以 LKN(London Knowledge Network)、Buckman 实验室、NHS(UK National Health Service)为代表的知识创新体系就是以科研机构与高校的紧密合作为基础形成发展起来的, 在创造新知识、推动社会科技发展中所起的作用非常显著^[2], 该知识创新体系的显著标志就是两者间知识创新协同效应现象的发生。

1 知识创新协同效应及其特征

1.1 知识创新协同效应的概念

知识创新是指通过科学研究获得新的自然科学、社会科学知识的过程。知识创新体系的主体包括科研机构和高校, 其功能在于知识的生产、扩散和传播, 其作用在于把基础和应用研究中获取的知识扩散和传播到技术创新体系中去, 推动新技术、新发明的产生。在知识经济背景下, 知识创新体系的创新能力越来越取

决于各创新主体在知识管理方面的战略、组织、资源的协同^[2-3]。各创新主体通过密切合作, 相互影响和作用, 产生了明确的创新目标和创新要素的高度聚集、创新能量的不断积累、创新体制与机制条件优化组合的高度协调和互动, 降低了知识管理成本, 从而使各主体在合作网络内部最大限度地发挥知识的正外部性效应, 带动知识创新成果的高效产出与扩散, 这种现象可以称之为科研机构与高校知识创新的协同效应。知识创新协同效应是科研结构与高校间边界日益模糊化、知识创新体系边界不断扩张现象, 其必然在知识获取、共享和创造方面出现一些有别于传统知识创新方式的独有特征, 这也是判别知识创新协同效应的变现形式与优势所在。

1.2 知识创新协同效应的特征

1.2.1 双方优势互补, 资源相互依赖

双方资源互补是科研机构与高校协同创新效应发挥的基础。各经济组织是实体资产、无形资产及能力三大资源的组合, 组织的资产和能力决定了组织的效率, 拥有最佳且最适当资源的组织能够实现效率最佳或成本最低, 从而取得成功。因此, 组织间的竞争地位由资源和关系确定, 管理的任务就是随着时间及研究任务的变化来调整和更新这些资源和关系。在一个开放的体系中, 各组织无法占有全部资源, 资源获取需要在组织与外部组织之间创造了依赖性。研发合作为科研机构与高校提供了相互利用互补性资产的伙伴关

收稿日期:2012-05-30

基金项目:国家软科学计划项目(2011GXQ4D067);湖北省软科学研究专项计划项目(2011DEA026)

作者简介:吴荣斌(1964—), 湖北北京山人, 华中科技大学管理学院博士研究生, 研究方向为企业管理;王辉(1971—), 女, 四川射洪人, 中国地质大学经管学院副教授, 研究方向为生产运作管理。

系,科研机构通过合并或联合高校的科技资源而保留和发展自身资源,该战略有能力为科研机构创造出一种借用他人资源,降低技术水平领先决策的成本,同时由于互补性资源是协同效应存在的基础,使得合作者往往能够迅速摆脱科研困境,寻找到新的发展机会,掌握该领域技术研发的主动权^[4]。

1.2.2 降低研发风险,获得规模和范围经济

现代科技空前复杂,融合度不断增加,技术周期日益缩短,科技竞争日益激烈,对知识创新主体的科技能力要求不断提高,然而即便是许多实力雄厚、规模庞大的科研组织也难以单独承担科技创新所需的巨额资金和由此带来的巨大风险。科研机构与高校之间纷纷采取技术联合、委托开发、合作实体等多种形式进行研发合作,通过充分整合研发资源、共享科技成果,实现科技资源的规模及范围经济^[5]。各研究单位只需投入相对于独立研究与开发较少的资金,同时可在其研究与开发资金总量不变的情况下,将其资金分散到多个不同研究项目上,从而避免了庞大的科研资金集中于一个或少数几个研究项目,使研究工作面临经营风险过高的情况,从而使自己的战略更具柔性。

1.2.3 实现知识共享,提高资源利用效率

组织是一个知识的集合体,组织的知识存量决定了组织配置资源等创新活动的的能力,从而最终在知识产出及技术市场中体现出竞争优势。知识共享是提高组织学习效率和实现、传播、保持新知识能力的最节约成本的方式。科研机构与高校通过合作达成知识共享,为组织成员带来的利益包括快速、便捷地获得所需要的信息;对重要的“know-how”知识能够快速和便捷地编码、传播与转移;不需要不断地做重复的创新努力;能够较容易地发现必要的专业知识;集中强化已在工作实践中被证明是成功的能力^[6]。因此,在技术和市场环境高速变化的情况下,知识共享能够实现个体知识向组织知识的扩散,使全体成员共有相同和互补的经验和诀窍,并在共同的愿景和行为惯例下行事,形成组织层面和具有合作关系的组织之间的显性和隐性知识。此外,通过合作并着手解决研发设备及成果的专用性问题,进而将研发产生的知识外溢效果内部化,使得知识分享的效用达到最大化^[7]。

2 知识创新协同的模式及效率比较

2.1 知识创新协同模式

科研机构和高校的协同创新是基于资源和能力互补,通过技术合作形成系统集成效应的。这种协同效应的发生受到合作协议的完备程度、伙伴关系互动紧密程度等因素的影响,从这些因素入手,可以把大学和科研机构之间的协同创新分为两类:①科研合作协议,即通过契约形式共同承担或联合承担各类科研课题,实现科研力量的科学组合、优势互补。在现实中,根据

资源共享和成果共有程度,又可进一步细分为研发协调形式(成本分担,但信息成果不共享)和研发信息共享形式;②研究实验室(所)的合作共建,即通过科研实体的构建,在科研项目、队伍建设、管理建设上互相协作、互相学习、交流经验、互通科研信息等。在科研合作协议下,各组织的研发成果得以共享,知识溢出效应得以内化,然而并没有避免各组织的重复工作;在研究实验室(所)下,成员不仅信息共享,而且避免了伙伴的重复工作,极大地降低了研发成本。

上述协同创新模式在实践中广泛存在,然而在理论研究中,各种模式下知识溢出率如何,知识共享程度如何,模式选择的创新绩效如何等问题,都未明确。因此,下文将在对现有理论归纳总结的基础上,构建经济学模型,对科研机构与高校协同知识创新模式进行比较研究,以深化对二者协同创新优势及模式选择的认识,为实践提供理论指导。

2.2 知识创新协同模式效率比较

由于知识创新行为的不确定性和溢出效应的存在,科研机构单独研发并不能获得科技成果的全部收益,这在一定程度上会削弱其研发投资的动机。合作研发通过知识溢出效应内部化,可以有效防止该问题的出现,提高研发投资效率^[8]。当通过合作获得的收益高于单独研发所得收益时,科研机构将热衷于通过合作进行知识创新。

2.2.1 模型假设条件

为了简化和抽象问题,首先假定下述理想状态:研究机构与大学之间的合作是在完备协议框架之下,二者力量均衡,即所有的研发投资或者努力付出都可以通过条款加以有效规定并实施,合作中不存在控制与被控制。这也意味着科研机构与大学间的科研合作不存在交易费用的问题,且合作研发的成果是可以有效衡量和评价的^[9]。因此,在上述条件下,各协同创新形式的效率区别可以简化为研发投资水平和期望利润的差异。

假定某科技领域知识溢出率为 θ ($\theta \in [0, 1]$),知识创新博弈中存在科研机构 and 大学各一所,科研要素投入为 x 。在此双寡头产业结构下,知识创新成功组织的收益为 A ,未成功组织的收益为 B ,两组织均成功时各组织的收益为 C 。对应有以下分假定:①由于知识创新结果的不确定性,科研结构与大学对科研项目投资的成功概率为 $P(x)$,有 $P'(x) \geq 0$; $P''(x) \leq 0$; $P'(0) = \infty$; $P'(\infty) = 0$;②知识溢出使创新成功组织的收益降低,未成功组织获益增加,即 $\frac{\partial A(\theta)}{\partial \theta} < 0$, $\frac{\partial B(\theta)}{\partial \theta} > 0$;③若知识溢出率为0,未成功组织无法从知识溢出中获益,即 $B(0) = 0$;若知识溢出率为1,两组织获得创新成功的机会相等,获得相同收益,即 $A(1) = B(1) = C$;④知识溢出率的增长可能增加伙伴整体

收益,亦可能减少伙伴整体收益,上述两种情形可分别表述为:

$$Z = \frac{\partial[A(\theta) + B(\theta)]}{\partial\theta} > 0, Z = \frac{\partial[A(\theta) + B(\theta)]}{\partial\theta} < 0^{[10]}$$

以下将以科研机构与高校的非合作状态为基点,对合作协议、共建实验室两种模式下科研机构的科研投资水平和期望利润进行比较,探究科研机构选择不同知识创新协同方式的经济效率。

2.2.2 科研机构与高校的非合作状态

当科研机构与高校在某一科技领域展开知识创新竞争时,科研机构的期望净利润为:

$$E\pi_1^n = P(x_1)(1 - P(x_2))A(\theta) + (1 - P(x_1))P(x_2)B(\theta) + P(x_1)P(x_2)C - x_1 \quad (1)$$

公式(1)右侧首项表示在知识溢出率 θ 下,科研机构独自研发成功时可获得的期望收益;第 2 项表示只有高校成功时科研机构可获得的期望收益;第 3 项表示科研机构与高校均创新成功时的期望收益。若两者均未成功,则两者的收益均为 0。

科研机构可以通过调节科研投入 x_1 ,从而达到利润最大化。故科研机构期望利润 $E\pi_1^n$ 最大化的必要条件为:

$$G_1 = \frac{\partial E\pi_1^n}{\partial x_1} = P'(\hat{x}_1^n)[A(\theta) - P(x_2)(A(\theta) + B(\theta) - C)] - 1 = 0 \quad (2)$$

由公式(2)可得科研机构的反应函数为: $\hat{x}_1^n = \hat{x}_1^n(x_2, A(\theta), B(\theta), C)$ 。

因此,科研机构期望利润 $E\pi_1^n$ 取得极大值的二阶条件:

$$\frac{\partial G_1}{\partial x_1} = \frac{P''(\hat{x}_1^n)(A(\theta) - P(x_2)(A(\theta) + B(\theta) - C))}{1} < 0$$

该式显然成立,二阶条件得以满足。同理,对于高校,亦有相同结论,其反应方程为: $\hat{x}_2^n = \hat{x}_2^n(x_1, A(\theta), B(\theta), C)$ 。于是,由两个含未知数 x_1 、 x_2 的方程,可得纳什均衡解。

由公式(2)得:

$$\frac{\partial \hat{x}_1^n}{\partial \theta} = -\frac{1}{J} \begin{vmatrix} G'_{10} & G'_{12} \\ G'_{20} & G'_{22} \end{vmatrix} = \frac{(\frac{\partial G_1}{\partial \theta} \frac{\partial G_2}{\partial x_2} - \frac{\partial G_1}{\partial x_2} \frac{\partial G_2}{\partial \theta})}{(\frac{\partial G_1}{\partial x_1} \frac{\partial G_2}{\partial x_2} - \frac{\partial G_1}{\partial x_2} \frac{\partial G_2}{\partial x_1})}$$

其中 J 为雅可比行列式。由纳什均衡解

$$\frac{\partial G_1}{\partial \theta} = \frac{\partial G_2}{\partial \theta}, \frac{\partial G_1}{\partial x_1} = \frac{\partial G_2}{\partial x_2}, \frac{\partial G_1}{\partial x_2} = \frac{\partial G_2}{\partial x_1}$$

于是有 $\frac{\partial \hat{x}_1^n}{\partial \theta} = -\frac{\frac{\partial G_1}{\partial \theta}}{(\frac{\partial G_1}{\partial x_1} + \frac{\partial G_1}{\partial x_2})}$;且由于 $\frac{\partial G_1}{\partial x_1} < 0$,

$$\frac{\partial G_1}{\partial \theta} = P'(\hat{x}_1^n)[(1 - P(x_2)) \frac{\partial A(\theta)}{\partial \theta} - P(x_2) \frac{\partial B(\theta)}{\partial \theta}] < 0; \text{且}$$

$$\frac{\partial G_1}{\partial x_2} = -\frac{P'(\hat{x}_1^n)P'(x_2)(A(\theta) + B(\theta) - C)}{1} < 0, \text{可得}$$

$\frac{\partial \hat{x}_1^n}{\partial \theta} < 0$,即在科研机构与高校知识创新的非合作状态

下,科研机构的科技研发投入 \hat{x}_1^n 随着溢出率 θ 增大而减小。根据以上推导可得以下命题:

命题 1:在科研机构与高校知识创新非合作状态下,研发投入水平随溢出率上升而下降。

2.2.3 科研机构与高校的合作协议模式

科研机构与大学在某个领域内的科研合作,就研究投资达成协议,分担研究成本,协调知识创新行为。下面对成本分担下信息不共享、信息共享两种状态的合作效率进行分析。为了简化研究过程,假定合作双方平均分担费用,且费用分担及信息共享等行为的管理费用为 0,即交易费用为 0。

(1)仅科研成本分担状态。仅科研成本分担状态,主要指科研机构与高校仅在某科研领域达成科研投资的战略性协调方案,或各自承担某一大科研领域下的子领域课题,且出于保护核心能力的考虑,对各自科研成果严加保护,但不能排除彼此间的知识溢出效应。在成本平均分担、信息不共享的情况下,科研机构的期望利润是:

$$E\pi^c = P(x)(1 - P(x))A(\theta) + (1 - P(x))P(x)B(\theta) + P(x)P(x)C - x \quad (3)$$

利润最大化,研发投入水平最优须满足:

$$\frac{\partial E\pi^c}{\partial x} = P'(\hat{x}^c)[A(\theta) + B(\theta) - 2P(\hat{x}^c)(A(\theta) + B(\theta) - C)] - 1 = 0 \quad (4)$$

下面对成本分担状态与非合作状态下科研机构投资水平和期望收益的比较。首先,在非合作状态下达成对称的纳什均衡,科研机构与高校对等投资,由公式(2)和(4)可知:

$$P'(\hat{x}^n)[A(\theta) - P(\hat{x}^n)(A(\theta) + B(\theta) - C)] = P'(\hat{x}^c)[A(\theta) + B(\theta) - 2P(\hat{x}^c)(A(\theta) + B(\theta) - C)] \quad (5)$$

当 $\theta = 1$ 时, $P'(\hat{x}^n)(1 - P(\hat{x}^n)) = P'(\hat{x}^c)(1 - P(\hat{x}^c))$,只有当 $\hat{x}^n < \hat{x}^c$ 时才能成立。

当 $\theta = 0$ 时, $P'(\hat{x}^n)[A(0) - P(\hat{x}^n)(A(0) - C)] = P'(\hat{x}^c)[A(0) - 2P(\hat{x}^c)(A(0) - C)]$,观察可得,只有当 $\hat{x}^n > \hat{x}^c$ 时,上式才能成立。

因为公式(5)两端函数在 $\theta \in [0, 1]$ 上连续,故存在一定值 $\hat{\theta}$,使 $\hat{x}^c = \hat{x}^n$ 成立。

根据以上推理,得出以下命题:

命题 2a:溢出率存在一定值 $\hat{\theta}$,如果知识溢出率等于 $\hat{\theta}$,则非合作和成本分担合作状态下科研机构投资相等;若知识溢出率低于 $\hat{\theta}$,则非合作状态下投资更高;若知识溢出率高于 $\hat{\theta}$,则成本分担合作状态下投资更高。

比较公式(1)和(3),易证明,当最佳投资水平相等时,非合作和成本分担合作状态下科研机构期望收益相等;当最佳投资水平不相等时,仅成本分担状态下期望收益更高。由此得出以下命题:

命题 2b:科研机构与高校的成本分担合作相比非合作状态下科研机构的期望利润更高。

(2)成本分担及信息共享状态。此状态指科研机构与高校就某项目的研发成本分担及研发成果共享达成合作协议。由于知识充分共享下的知识溢出内部化,因此技术合作伙伴一方知识创新成功,则双方均能够成功。在该种状态下,仍假定科研机构与高校的科技资源投入相等,但由于空间地域限制,合作双方并不能消除重复性的科技资源投入。科研机构的期望利润为:

$$E\pi^s = [2P(x) - P(x)^2]C - x \quad (6)$$

研发投入水平最优,则须满足条件:

$$\frac{\partial E\pi^s}{\partial x} = 2P'(\hat{x}^s)(1 - P(\hat{x}^s))C - 1 = 0 \quad (7)$$

将两种合作协议形式进行比较,由公式(4)和(7)可得:

$$2P'(\hat{x}^s)(1 - P(\hat{x}^s))C = P'(\hat{x}^c)[A(\theta) + B(\theta) - 2P(\hat{x}^c)(A(\theta) + B(\theta) - C)] \quad (8)$$

若 $\theta = 1$, $2P'(\hat{x}^s)(1 - P(\hat{x}^s))C = 2P'(\hat{x}^c)(1 - P(\hat{x}^c))C$,只有当 $\hat{x}^s = \hat{x}^c$ 时成立。若 $\theta < 1$,等式(8)右项对 θ 求偏导可得:

$$P'(\hat{x}^c)[(\frac{\partial(A+B)}{\partial\theta})(1 - 2P(\hat{x}^c))] + (\frac{\partial\hat{x}^c}{\partial\theta})P''[A+B - P(\hat{x}^c)(A+B-C)] - 2P'(\hat{x}^c)^2(A+B-C)(\frac{\partial\hat{x}^c}{\partial\theta}) \quad (9)$$

式(9)中,可验证后 2 项均为正。只有 $Z = \frac{\partial(A+B)}{\partial\theta} > 0$ 且 $P(\hat{x}^c) < 0.5$,或 $Z < 0$ 且 $P(\hat{x}^c) > 0.5$ 时,首项为正,则式(9)为正,原函数为 θ 的增函数,故欲使式(8)成立,只有 $\hat{x}^c < \hat{x}^s$ 。根据以上推理,本研究有以下命题:

命题 3a:比较仅成本分担合作与信息共享合作状态,当 $\theta = 1$ 时,两种状态下最优投资水平相等;当 $\theta < 1$ 时,若知识溢出增加整体收益,且知识创新概率较小 (< 0.5) 时,或者知识溢出降低整体收益,且知识创新成功概率较高 (> 0.5) 时,信息共享状态比仅成本分担状态的最优投资要高。其它情况,结论无法确定。

由式(3)和(6),比较信息共享与仅成本分担状态下的期望净利润大小: $[2P(\hat{x}^s) - P(\hat{x}^s)^2]C - \hat{x}^s$ 与 $P(\hat{x}^c)[A(\theta) + B(\theta) - P(\hat{x}^c)(A(\theta) + B(\theta) - C)] - \hat{x}^c$ 。若 $\theta = 1$,两式相等,两种状态下期望净利润相同;若 $\theta < 1$,前者为定值,后者对 θ 求偏导可得: $[\frac{\partial(A+B)}{\partial\theta}]P(\hat{x}^c)[1 - P(\hat{x}^c)]$ 。因此,当 $Z = \frac{\partial(A+B)}{\partial\theta} > 0$ 时,前者收益大于后者;当 $Z = \frac{\partial(A+B)}{\partial\theta} < 0$ 时,后者收益大于前者。根据以上推理,本研究有以下命题:

命题 3b:知识完全溢出水平下 ($\theta = 1$),仅成本分

担和信息共享状态下,企业期望利润相同。若 $\theta < 1$,知识溢出增加整体收益时,信息共享状态的期望净利润更高;当知识溢出降低整体收益时,仅成本分担状态的期望净利润更高。

该命题是符合逻辑的。因为,假定科研机构与高校平均分担研发成本,则两者知识创新成功的概率相等。如果知识溢出降低整体收益,则两者倾向于尽可能低的知识溢出水平,仅成本分担形式将占主导。相反,如果溢出增加整体收益,两者定会选择更紧密的合作方式。

2.2.4 共建研究实验室(所)模式

科研机构与高校通过共建研究室(所),协调知识创新行为,共享知识创新成果。在共建的研究室(所)内,科研机构与高校能够共用实验设施及其它资产,消除重复性人力、物力投资及大量的重复性工作,且彼此间知识溢出充分,研发成本降低和研发成果共享均能达到最大化水平。公共实验室(所)内的科研机构的知识创新成功离不开高校的协作,两者的知识创新行为紧密相连。换言之,正是由于共建实验室(所)有效地避免了重复投资与工作,使得企业从紧密互动中受益,进而将提高科研机构在特定科技资源投入水平下,进行知识创新的成功概率。因此,共建实验室(所)的成本节约与资源利用效率,可以表示为假设(e): $P(2x) > 1 - (1 - P(x))^2$,其中, x 为科研机构的科研投入量。上式左右两端对 x 求导,可得假设(f): $P'(2x) > P'(x)(1 - P(x))$,该式表明共建实验室相比伙伴独自投入状态,其知识创新的边界成功率更高,即共建实验室状态下,增加单位科技投资所带来知识创新成功的概率增值更高。

(1)研究实验室(所)共建——信息共享状态。科研机构与高校共建实验室状态下,双方分别投入科技资源 x ,则科研机构所能获得的期望利润为:

$$EY^l = P(2x)C - x \quad (10)$$

研发投入水平最优,须满足条件:

$$2P'(2\hat{x}^l)C = 1 \quad (11)$$

对共建实验室(所)与信息共享合作状态的科研机构的投资水平进行比较,由公式(7)和(11)及假设(f)可得: $2P'(2\hat{x}^l)C = 2P'(\hat{x}^s)(1 - P(\hat{x}^s))C > 2P'(\hat{x}^l)(1 - P(\hat{x}^l))C$ 。由于 $P'(x)(1 - P(x))$ 单调递减,故 $\hat{x}^l > \hat{x}^s$,即共建实验室状态下最优投资水平相对更高。

对共建实验室与信息共享合作状态的科研机构的期望净利润进行比较。由公式(6)和(10)及假设(e)可得: $P(2\hat{x}^l)C - \hat{x}^l > P(2\hat{x}^s)C - \hat{x}^s > [2P(\hat{x}^s) - P(\hat{x}^s)^2]C - \hat{x}^s$,即 $E\pi^l > E\pi^s$,共建实验室状态下科研机构的净利润水平相对更高。其根本原因在于共建实验室不仅具备了科研合作协议形式的优点,而且由于合作伙伴处于同一空间地理位置,最大程度地降低了成本,增加了资源的利用效率。因此,根据以上推理,本研究有以下命题:

命题 4a:共建实验室(所)比信息共享状态下科研机构的投资水平和期望净利润更高。

(2) 研究实验室(所)共建——仅成本分担状态。对共建实验室(所)与仅成本分担合作状态的科研机构的投资水平进行比较。由公式(4)和(11)可得:

$$2P'(2\hat{x}')C = P'(\hat{x}^c)[A(\theta) + B(\theta) - 2P(\hat{x}^c)(A(\theta) + B(\theta) - C)] \quad (12)$$

若 $\theta = 1$, 则有 $2P'(2\hat{x}')C = 2P'(\hat{x}^c)(1 - P(\hat{x}^c))C > 2P'(\hat{x}')C$, 由于 $P'(x)(1 - P(x))$ 单调递减, 故 $\hat{x}' > \hat{x}^c$ 。若 $\theta < 1$, 对式(12)右项求导, 即

$$\left(\frac{\partial(A+B)}{\partial\theta}\right)P'(\hat{x}^c)(1 - 2P(\hat{x}^c))$$

若 $\left(\frac{\partial(A+B)}{\partial\theta}\right)P'(\hat{x}^c)(1 - 2P(\hat{x}^c)) > 0$, 则式(12)

右项单调递增, 欲使等式成立, 必有 $\hat{x}' > \hat{x}^c$, 即当 $Z = \frac{\partial(A+B)}{\partial\theta} > 0$, 且 $P(\hat{x}^c) < 0.5$, 或

$Z = \frac{\partial(A+B)}{\partial\theta} < 0$, $P(\hat{x}^c) < 0.5$ 时, 有 $\hat{x}' > \hat{x}^c$ 成立。

因此, 根据以上推理, 本研究有以下命题:

命题 4b: 当知识溢出增加整体收益 ($Z > 0$), 且创新成功率较低 (< 0.5) 时; 或当知识溢出降低整体收益 ($Z < 0$), 且创新成功概率较高 (> 0.5) 时; 或 $\theta = 1$ 时, 共建实验室(所)比仅成本分担状态下的科技投资水平更高 ($\hat{x}' > \hat{x}^c$)。

对共建实验室与仅成本分担状态下科研机构的预期净利润进行比较, 由式(3)和(10)得, $P(2\hat{x}')C - \hat{x}' > P(\hat{x}^c)(1 - P(\hat{x}^c))A(\theta) + (1 - P(\hat{x}^c))P(\hat{x}^c)B(\theta) + P(\hat{x}^c)P(\hat{x}^c)C - \hat{x}^c$ 。分析其成立条件, 若 $\theta = 1$, $P(2\hat{x}')C - \hat{x}' > P(2\hat{x}^c)C - \hat{x}^c > [2P(2\hat{x}^c) - P(\hat{x}^c)^2]C - \hat{x}^c$ 则上式成立, 即 $EY' > EY^c$ 。若 $\theta < 1$, EY^c 求导结果: $\left(\frac{\partial(A+B)}{\partial\theta}\right)P(\hat{x}^c)(1 - P(\hat{x}^c))$, 分析可得, 当

$Z = \frac{\partial(A+B)}{\partial\theta} > 0$, 或 $Z = \frac{\partial(A+B)}{\partial\theta} < 0$ 且 θ 大于某

一定值 $\hat{\theta}$ 时 (由于 $Z < 0$, 右项单调递减, 故存在一定值 $\hat{\theta}$, 使 $EY' = EY^c$), 使得 $EY' > EY^c$ 成立, 即共建实验室比仅成本分担合作状态的期望净利润更高。因此, 根据以上推理, 本研究有以下命题:

命题 4c: 当知识溢出增加整体收益 ($Z > 0$) 或当知识溢出降低整体收益 ($Z < 0$), 且知识溢出率较高 ($> \hat{\theta}$) 时, 共建实验室(所)比仅成本分担状态下的知识创新净利润更高。

由此命题可知, 科研机构与高校的合作在共建实验室与仅成本分担的合作模式中选择时, 受两种条件的影响。共建实验室使得科研成本节约与知识溢出效应达到最大化。当知识溢出增加整体收益时, 科研机构自然倾向于选择更紧密的合作方式——共建实验室; 而在面临知识溢出降低整体收益时, 科研机构需权衡合作对其收益的影响, 由于知识溢出很高, 科研机构

从后续研发中的获益将大大降低。因此, 科研机构将更倾向于选择共建实验室模式。

3 结论与讨论

科研机构与高校是知识创新的主体, 研究机构侧重于应用科学研究, 大学侧重于基础科学研究, 二者基于资源和能力的科研合作促进基础研究成果向应用研究转化, 是知识创新的一个重要途径^[2]。本研究从知识创新主体构成及协同发展趋势出发, 对科研机构与高校知识创新协同效应的特征进行了归纳, 进而总结出科研机构与高校知识创新的协同模式, 并构建了经济学模型, 比较研究了各知识创新协同模式的经济效率。研究结论如下:

(1) 科研机构与高校协同知识创新优势突出。科研机构与高校间通过科研协作, 可以实现资源互补, 减少重复性投入, 降低知识创新的不确定性和创新风险, 并经由知识溢出效应内部化减少市场失灵的影响, 能够与快速发展且不断融合的知识体系相适应。故双方合作关系日益密切, 合作创新领域不断扩大, 彼此边界日益模糊而使得整个知识创新体系的边界不断扩展。

(2) 科研机构与高校共建实验室(所)的知识创新协同模式经济效率较高。通过对科研结构与高校的非合作状态、合作协议模式(包括仅成本分担和信息共享模式)及共建实验室(所)模式的比较, 从科研机构的收益考虑, 合作更受偏好, 特别是当知识溢出增加合作体整体收益时, 共建实验室的期望净利润更高; 而从科研机构的研发投入水平角度考虑, 合作模式选择较为复杂, 但主要受知识溢出率的影响, 一般而言, 在知识溢出水平较高的情况下, 企业倾向于选择更为紧密的合作模式。

必须指出, 虽然本研究从知识溢出角度构建的理论模型分析结果显示, 科研机构与高校合作模式中共建实验室(所)是相对较优的知识创新协同模式, 但这并不能否定合作协议模式的现实广泛存在性。其原因在于科研机构在寻求对外合作, 选择知识创新协同模式时, 必须考虑相互间信任程度、信息交流程度、跨边界管理成本等多重因素, 并结合自身发展实际考虑。合作协议形式往往以科研项目为依托, 合作领域较广, 但存在短期化、临时性的特点, 人员的流动性不强, 合作关系比较松散, 然而其便于操作管理, 且不易暴露核心能力, 故为广大合作者普遍采用^[8]。而共建研究院(所)的实体创新协作模式, 虽然使知识创新主体更加紧密地结合, 各方优势资源能有机结合, 并可带动多方位的深入合作, 然而由于交易成本以及潜在的核心能力暴露风险, 因此对科研机构的跨边界组织协调能力及知识管理能力提出了更高的要求^[11]。尽管从科研机构与高校知识合作创新的发展实际来看, 协同效应的发挥并没有固定统一的模式可以借鉴, 但有一点可以

肯定,发生了协同效应的知识创新体系,均经由合作研发协议模式向共建实验室(所)模式方向发展。因此,科研院所与高校协同知识创新下一阶段要结合协作创新发展实际,增强两者间的良性互动,培育知识创新协同体系,从而推动一部分有条件的科研院所与高校的合作知识创新向促进协同效应发挥的高级协同模式转变。

参考文献:

- [1] BAMMER G. Enhancing research collaborations: three key management challenges[J]. *Research Policy*, 2008, 37(5): 875-887.
- [2] HAMDOUCH A, F MOULAERT. Knowledge infrastructures, innovation dynamics, and knowledge creation/diffusion/accumulation processes: a comparative institutional perspective[J]. *Innovation: The European Journal of Social Science Research*, 2006, 19(1): 25-50.
- [3] LUNDVALL B-A, S BORRAS. Science, technology, innovation and knowledge policy[C]. in Fagerberg G, Mowery D C, Nelson R R (eds). *The Oxford handbook of innovation* [M]. Oxford: Oxford University Press, 2005.
- [4] DUQUE R B, et al. Collaboration paradox: scientific productivity, the Internet, and problems of research in developing areas[J]. *Social Studies of Science*, 2005, 35(5): 755-785.
- [5] BRENNAN A, L DOOLEY. Networked creativity: a structured management framework for stimulating innovation[J]. *Technovation*, 2005, 25(12): 1388-1399.
- [6] PAN X, et al. Knowledge sharing model based on concept clustering[J]. *Systems Engineering - Theory & Practice*, 2007, 27(2): 126-132.
- [7] PANDZA K, R HOLT. Absorptive and transformative capacities in nanotechnology innovation systems[J]. *Journal of Engineering and Technology Management*, 2007, 24(4): 347-365.
- [8] CELLINI R, L LAMBERTINI. Dynamic R&D with spillovers: competition vs cooperation[J]. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 2009, 33(3): 568-582.
- [9] AMIR R, et al. Noncooperative versus cooperative R&D with endogenous spillover rates[J]. *Games and Economic Behavior*, 2003, 42(2): 183-207.
- [10] SILIPO D B, A WEISS. Cooperation and competition in an R&D market with spillovers[J]. *Research in Economics*, 2005, 59(1): 41-57.
- [11] CUMMINGS J N, S KIESLER. Coordination costs and project outcomes in multi-university collaborations[J]. *Research Policy*, 2007, 36(10): 1620-1634.

(责任编辑:赵可)

Study on Effects and Modes of Knowledge Innovation Synergy of Research Institutes and Universities

Wu Rongbin¹, Wang Hui²

(1. School of Management, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430074, China;

2. School of Economic and Management, China University of Geosciences, Wuhan 430074, China)

Abstract: Knowledge Innovation Synergy refers to the phenomenon that research institutions and universities achieve the synergy of strategy, organization and resources through cooperative network, to promote the knowledge innovation, diffusion and application. Unlike traditional knowledge innovation mode, knowledge innovation synergy has some unique features. In this paper, three major manifestations have been analyzed and two modes have been generalized, including cooperative R&D agreements and joint research laboratory. Employing a game theory model, a comparative study on resource investment and expected net profit among non-cooperative mode and other two synergy modes. The results show that joint research laboratory has the highest economic efficiency.

Key Words: Knowledge Innovation; Synergy Effects; Synergy Modes