

大学技术转移模式研究 ——发明者行为视角分析

曹 阳

(重庆大学 发展与联络部,重庆 400044)

摘要:发明者的积极参与对大学技术转移成败至关重要,而其努力程度不能被很好地观察和监督,所以在技术转移活动中,存在着道德风险问题。文章以前人对技术许可契约的研究为基础,应用委托代理理论,对技术入股创办企业模式中发明者行为进行分析和比较研究。结果表明,技术入股创办企业模式相对技术许可红利方式保证了发明者对剩余索取权的分配,同时对投资者和企业总收益和投资决策不会产生影响,能较好地解决技术转移中发明者的道德风险问题。

关键词:技术转移;技术许可;技术入股

中图分类号:F276

文献标志码:A

文章编号:1008-5831(2011)04-0087-05

大学技术转移包含多种模式:技术咨询、技术服务、技术许可、技术入股创办企业等。在技术转移时,教师的发明成果大多处于萌芽状态,能否保证教师的后续参与及二次开发,对项目的成功至关重要。由于技术转移的过程存在着严重的不确定性,发明者的努力程度又不能被很好地观察和监督,从而导致了道德风险发生的可能。国外的 Jensen 和 Thursby^[1-2],国内的李攀艺、蒲勇健等^[3],针对技术许可模式中的固定费用(lump-sum fee)加红利(royalty)的模型(以下简称红利模型),利用博弈论进行了理论研究,并通过调查数据进行了实证研究。笔者拟以此为基础,对技术入股创办企业的技术转移模型(以下简称股权模型)进行研究,探讨其过程中发明者、投资者以及技术转移机构(TTO)的行为激励等相关问题。

一、红利模型简述

国内外研究型大学较多地通过技术许可模式来实现技术的转移。我们首先对 Jensen 和 Thursby^[1-2]与李攀艺、蒲勇健^[3]的研究做一简述。

假设发明者(教师)表示为 R,技术受让企业表示为 F,技术转移机构 TTO(代表学校管理者)表示为 T;技术许可固定费用为 m ,红利率为 r ,许可契约为 (r, m) ;发明者付出努力程度为 e 的情况下,技术转移成功的概率为 $P(e)$, $P(e) \in [0, 1]$;企业最优产出为 $x(r)$,总利润为 $\pi(x)$,企业商业化的所有成本总和为 E 。

因此,如果契约 (r, m) 签订,企业的期望收益为:

$$E_F(e, E, r, m) = P(e) [\pi(x(r)) - rx(r)] - m - E$$
。如果 $E_F(e, E, r, m) > 0$,企业接受契约。

收稿日期:2010-06-26

作者简介:曹阳(1972-),男,重庆大学发展与联络部副部长,高级工程师,主要从事技术创新、技术转移研究。

发明者的期望效用为:

$$E_R(e, r, m) = P(e)U_R(\alpha m + \alpha r x(r)) + (1 - p(e))U_R(\alpha m) - V_R(e)$$

其中 α 为学校对发明者的许可收入分成比例, $V_R(e)$ 为发明者付出努力的负效用。

发明者努力的边际效用为:

$$\frac{\partial E_R}{\partial e} = P'(e)[U_R(\alpha m + \alpha r x(r)) - U_R(\alpha m)] - V'_R(e)$$

当 $r > 0, \alpha > 0$ 且 $\frac{\partial E_R}{\partial e} > 0$ 时, 发明者才会付出努力, 促进技术成果的二次开发及转化。

TTO 的期望收益为:

$$E_T(e, r, m) = P(e)U_T((1 - \alpha)[m + r x(r)]) + (1 - P(e))U_T((1 - \alpha)m)$$

TTO 作为委托人, 他的任务就是设计契约 (r, m) , 在保证发明者付出努力 $e^*(r, m)$ 且企业收益 $E_T(e^*, E, r, m) \geq 0$ 时, 促进自身效用 $E_T(e^*, r, m)$ 最大化。

红利模型的主要结论为:

结论 1: 除非合同给出正的红利收益, 否则发明成果不能得以进一步开发, 即 $e^*(0, m) = 0$ 。如果企业接受合同, 在正的红利率下, 发明者付出努力的条件函数为 ($e^*(r, m) > 0$ 在 $r > 0$ 时):

$P'(0)[U_R(\alpha m + \alpha r x(r)) - U_R(rm)] > V'_R(0)$, 即发明者边际效用为正。

结论 2: 随着红利率的增加 (减少、不变), 红利总收益发生变化, 教师的努力程度增加 (减少、不变)。红利模型能从一定程度上解决发明者的道德风险问题, 但红利对技术许可总收益的影响存在不确定性。

二、股权模型研究

目前国内外大学的技术转移, 越来越多地采用教师以技术入股, 与投资者共同创办企业的形式 (衍生企业模式), 这种方式有何优势, 是否能更好地解决教师道德风险问题呢? 笔者拟对技术入股创办企业的技术转移模型 (股权模型) 进行研究, 探讨其过程中发明者、投资者以及技术转移机构的利益机制等相关问题。

(一) 模型的建立

同红利模型类似, 股权模型定义为两阶段博弈:

第一阶段: TTO (代表学校管理者) 协同发明者对技术成果进行评估, 确定技术成果入股作价金额, 同时评估技术成果成功转化需要继续投入的后续资金 (研发、中试、产业化); 协同风险投资者或企业确定投入开发的资金 (即注册资金) S , 并通过讨价还

价, 确定双方股权比例 α ; 同时, TTO 在充分保证发明者参与后续开发的前提下, 与发明者 (教师) 通过协商, 确定学校内部股权分配比例 β 。

第二阶段: 如果双方已签订协议并注册成立企业, 发明者决定是否付出努力来提高项目成功率, 同时投资者确定是否在管理、市场营销等方面进行投入。企业发展过程中投资者和发明者可以决定是否停止项目, 博弈终止, 破产清算, 或者继续投入努力进行成果转化。最后, TTO 和投资者都了解此项目成功与否, 如果失败, 博弈结束; 如果成功, 企业正常生产, 按股权比例分享利润, 或进行出售或 IPO, 双方按股权比例分享收益。

在项目的开发阶段, 需要发明者和投资者的持续努力来提高成果商业化的成功几率。我们假设在项目协议签订后, 发明者和投资者同时选择努力程度, 而且都是无法观测的, 现在发明者和投资者都面临着道德风险问题, 开发产出的成功率也是未知的。

假设风险投资者 (Investor) 表示为 I, 资金投入 (注册资金) S (作为沉没成本, 不能收回); 发明者 (Researcher 教师) 表示为 R; 技术转移机构 TTO (代表学校管理者) 表示为 T, 由其确定股权比例及学校内部分配比例。经过评估、讨价还价、博弈, 确定双方股权比例为: 学校 α , 投资者 $1 - \alpha$; 学校内部股权分配比例: 发明者 β , 学校 $1 - \beta$; 技术入股创办企业的契约可表示为 (α, S) 。

由于技术成果的不成熟性, 其成功转化需要发明者投入持续不断的努力 $e(\alpha, \beta)$, 不断地对产品进行研发、改进, 努力的负效用为 $V_R(e)$ (注意: 此负效用既包括发明者投入努力的成本, 也包括发明者在其他研究上损失的收入、声誉等构成的机会成本。事实上, 机会成本往往是比较大的); 同时, 也需要投资方付出努力, 包括管理、市场营销等, 努力成本为 E 。

技术转移成功概率为 $P(e, E) \in [0, 1]$, 假设

$$\begin{cases} P(0, E) = 0 \\ P(e, 0) = 0 \end{cases} \quad \text{且} \quad \begin{cases} \frac{\partial P(e, E)}{\partial e} > 0 \\ \frac{\partial P(e, E)}{\partial E} > 0 \end{cases}$$

项目 (企业) 成功后的预期总收益 (出售或 IPO) x , 预期利润为 $\pi(x)$, 假设 $\pi(x)$ 与 α, β, e, E 无关; 项目 (企业) 失败后总收益为 0, 且最后总投资 S 的清算价值为 0。

以下的分析暂不考虑控制权之争, 只考虑委托代理及激励机制问题。我们假设企业控制权在投资者, TTO 和发明者只获取自己的股权收益, 而不去影响企业的正常生产决定。

则:

$$E)U_R(\alpha\beta\pi(x)) - V_R(e) \quad (1)$$

投资者 I 的期望收益:

$$E_I(e, E, \alpha) = P(e, E)(1 - \alpha)\pi(x) - E - S \quad (2)$$

TTO(代表学校管理者)T 的期望收益:

$$E_T(e, E, \alpha, \beta) = P(e, E)\alpha(1 - \beta)\pi(x) \quad (3)$$

(二)参与者行为分析

1. 关于投资者的分析

$$E_I(e, E, \alpha) = P(e, E)(1 - \alpha)\pi(x) - E - S$$

结论 1: 当期期望收益 $E_I(e, E, \alpha) > 0$, 即 $P(e, E)(1 - \alpha)\pi(x) - E > S$, 同时边际收益 $\frac{\partial E_I}{\partial E} = P'(e, E)(1 - \alpha)\pi(x) - 1 > 0$ 时, 投资者才会接受合约。如果 $\alpha = 1$, 则投资者的期望收益和边际收益为负, 则合约不可能形成; 只有 $\alpha < 1$ 且保证投资者的期望收益和边际收益为正时, 合约才可能形成。

结论 2: $\frac{\partial E_I}{\partial \alpha} = -P(e, E)\pi(x) < 0$, 则投资者收益随股权分配比例 α 递减; 与学校内部股权分配比例 β 无关。

2. 关于发明者的激励情况分析

$$E)U_R(\alpha\beta\pi(x)) - V_R(e)$$

$$E)U_R(\alpha\beta\pi(x)) - V'_R(e) \quad (4)$$

如果 $\alpha = 0$ 或者 $\beta = 0$, $\frac{\partial E_R}{\partial e} = -V'_R(e)$, 发明者的边际效用为负, 则他不会为企业的发展付出任何努力。只有 $\alpha > 0$ 且 $\beta > 0$, 并且 $P'(e, E)U_R(\alpha\beta\pi(x)) > V'_R(e)$ 时, 即 $\frac{\partial E_R}{\partial e} > 0$, 发明者的边际效用为正时, 他才会努力促进企业发展成功, 与投资者分享收益。

结论 3: 除非股权比例及分配比例 $\alpha > 0$ 且 $\beta > 0$, 发明者不会付出任何努力, 即 $e^*(\alpha, 0) = 0$ 或者 $e^*(0, \beta) = 0$ 。如果 $\alpha > 0$ 且 $\beta > 0$, 发明者付出努力的必要条件为

$$P'(0, E)U_R(\alpha\beta\pi(x)) > V'_R(0) \quad (5)$$

即发明者的预期收益必须足以超过其努力的成本特别是机会成本。

$$\text{结论 4: } \frac{\partial E_R}{\partial \alpha} = P(e, E)U'_R(\alpha\beta\pi(x)) + \beta\pi(x) >$$

0, 发明者收益随股权比例 α 递增; $\frac{\partial E_R}{\partial \beta} = P(e, E)U'_R(\alpha\beta\pi(x)) + \alpha\pi(x) > 0$, 发明者收益随学校内部股权分配比例 β 递增。

结论 5: $\frac{\partial e(\alpha, \beta)}{\partial \alpha} > 0$, $\frac{\partial e(\alpha, \beta)}{\partial \beta} > 0$, 即发明者的努力程度随股权比例和分配比例而增加, 且 $\frac{\partial^2 e(\alpha, \beta)}{\partial \alpha^2} < 0$, $\frac{\partial^2 e(\alpha, \beta)}{\partial \beta^2} < 0$; 因为股权比例对企业的生产决策不会产生影响, 股权比例 α 和股权分配比例 β 的增加会导致发明者收入的增加, 因此促使他在企业发展中不断付出努力, 不像技术许可中的红利收入 r , r 的增加可能会影响企业总产出和总利润。

3. 关于 TTO(代表学校管理者)的分析

TTO(代表学校管理者)的期望收益:

$$E_T(e, E, \alpha, \beta) = P(e, E)\alpha(1 - \beta)\pi(x)$$

结论 6: $\frac{\partial E_T}{\partial \alpha} = P(e, E)(1 - \beta)\pi(x) > 0$, 管理者收益随股权比例 α 递增; $\frac{\partial E_T}{\partial \beta} = -P(e, E)\alpha\pi(x) < 0$, 管理者收益随学校内部股权分配比例 β 递减。

(三)均衡结果分析

α 的增大意味着发明者分享的收益增加, 从而激励其更积极地参与企业的发展过程; 但另一方面, TTO 提高 α 的行为却令投资方积极性受挫。假设双方投入水平是互补的, 因此很难确定 α 对发明者和投资者最优努力水平的影响。因此, TTO 必须设计一个基于股权分配的契约, 确定发明者应分享的收益比例, 以剔除“不合作”均衡, 同时激励发明者和企业积极地参与项目开发。

TTO(学校管理者)作为投资者和发明者的委托人, 其任务在于保证投资者和发明者利益的前提下促进自身利益最大化, 即:

$$\text{谋求 } \text{Max}(E_T(e^*, E, \alpha, \beta)) \quad (6)$$

$$\text{st } \begin{cases} E_I(e^*, E, \alpha) \geq 0 \\ E_R(e^*, E, \alpha) \geq 0 \end{cases} \quad (7)$$

$$\begin{cases} \frac{\partial E_I}{\partial E} = P'(e, E)(1 - \alpha)\pi(x) - 1 \geq 0 \\ \frac{\partial E_R}{\partial e} = P'(e, E)U_R(\alpha\beta\pi(x)) - V'_R(e) \geq 0 \end{cases} \quad (8)$$

由方程(8)可以确定投资者和发明者投入的最佳反映函数 $E^* = b_I(e)$ 、 $e^* = b_R(E)$ 。我们假设, 从发明者和投资者的角度, 双方投入努力是互补的。即, 对于技术成果商业化成功的正的概率来说他们是互补的, $\left(\frac{\partial^2 P}{\partial E \partial e}\right) > 0$ 。因此, 投资者的最佳反映函

数 $b_1(e)$ 和发明者的最佳反映函数 $b_R(E)$ 的斜率均为正。

我们接下来可以假设转化成功的概率和期望支付函数 $(e^n(\alpha, \beta), E^n(\alpha)) = (0, 0)$ 是此博弈的纳什均衡。因为没有发明者的参与,商业化肯定失败,所以投资者不会对开发投入任何努力 $b_1(0) = 0$; 如果投资者不投入,商业化也肯定失败,发明者也不会努力, $b_R(0) = 0$ 。然而,因为最佳反映函数斜率为正,可能在 $e^n(\alpha, S) > 0, E^n(\alpha, S) > 0$ 时存在另一个均衡。因为上述均衡存在而且稳定,我们可以充分认为最佳反映函数具有图1的特性。

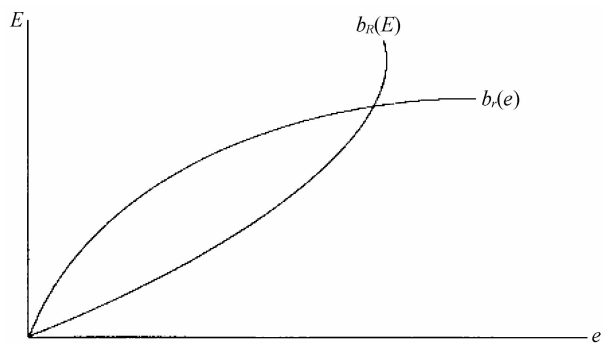


图1 最佳反映函数与均衡点

如图1所示,最佳反映函数在原点相交,是一个均衡。 $b'_1(0) > 1/b'_R(0)$ 保证了原点处投资者最佳反映函数的斜率大于发明者,原点的均衡是不稳定的。条件以及 $e^m > 0, b'_1(e^m) = 1/b'_R(b_1(e^m))$ (9)保证了最佳反映函数有另一个交点 $e^n(\alpha, S) > e^m$ 和 $E^n(\alpha, S) > 0$, 是一个局部稳定均衡。我们因此可得出以下结论:

结论7: 对于股权模型的契约 (α, S) :

(1) 发明者努力水平与投资者的努力水平战略互补;

(2) 不开发是一个纳什均衡 $(e^n(\alpha, S), E^n(\alpha, S)) = (0, 0)$;

(3) 如果发明者和投资者的最佳反映函数满足方程(9), 则存在项目开发的另一个纳什均衡, $e^n(\alpha, S) > 0, E^n(\alpha, S) > 0$ 。这个均衡是局部稳定的, 而不开发均衡则是不稳定的。(此处证明从略)

三、红利模型、股权模型比较分析

在红利模型中:

如果 $\pi(x(r^*)) > \pi(x(0))$, 这意味着 TTO 通过增加对技术产出的剩余索取权 r 将增加技术许可总利润 $\pi(x(r))$ 。显然, 尽管增大 r 意味着发明者分享的收益增加, 从而激励其更积极地参与技术的二次开发过程; 但另一方面, TTO 提高 r 的行为却令受让方投资积极性受挫。由于双方投入水平是互补

的, 因此这里我们无法确定 r 对发明者和技术受让方最优投入水平的影响。

如果 $\pi(x(r^*)) < \pi(x(0))$, 此时 TTO 通过增加 r 将导致技术许可总利润 $\pi(x(r))$ 的减少。这意味着此时 TTO 增大对产出的提成比例 r 会对发明者和受让方的最优投入水平产生负面影响。此时增加 r 反而降低了发明者努力工作的积极性; 而受让方投资的积极性总是随 r 的增加而降低, 增加 r 反而不利于发明者和企业的合作。

通过上面的分析, 容易知道 TTO 增加对产出的剩余索取权 r 会对技术受让方的积极性产生负面影响; 另一方面, 学校增加对产出的剩余索取权对发明者积极性的影响却具有不确定性。当剩余索取权对受让方的负面影响超过对发明者积极性的正面影响时, 增加技术持有方(学校和发明者)的剩余索取权是不利于技术实施的。

在股权模型中:

红利模型中的红利对发明者努力的影响是不确定的, 红利率的提高可能减少企业成功的产出和效益, 但股权对企业产出和效益没有影响, 股权比例的提高能明确提高发明者的收入, 促使他在开发上投入努力。在股权模式中, 只有在开发进行、发明取得成功、产品生产出来后, 总利润才进行分配(这对解决道德风险问题很有必要), 因此, 股权模式避免了红利模式中 r 对产出的扭曲。假设 TTO 将红利合约 (r^n, m^n) 换成收入相等的股权合约 (α^n, S^n) , 这时 $\alpha^n \pi(x) = r^n x(r^n)$ 。如果发明者付出同样的努力, 企业提供同样的投入, 则发明者和大学的境况不会变坏, 但企业的境况变好了。因此, 期望的消费者剩余在股权模式下毫无疑问会更高。我们可得出以下结论:

结论8: 如果发明转化成功的最大化收益随红利率 r 递减, 那么, 股权模式比红利模式更有效率。

四、结语

解决委托代理理论及道德风险的经典答案为给予代理人以剩余索取权, 综上所述, 技术入股创办企业模式相对技术许可红利方式保证了发明者对剩余索取权的分配, 同时对投资者和企业总收益和投资决策不会产生影响, 能较好地解决技术转移中的道德风险问题。

但是, 为什么中国以技术入股形式实施技术转移的比例相对比较少呢? 笔者的解释是: 中国长期以来信用体系的缺乏, 企业的创立、发展、壮大直至产生收益是个漫长的过程, 其中蕴含着极大的风险和不确定性。首先, 投资者对大学的成果缺乏了解

和信任,对某些学究型的发明者觉得难以沟通;同时,发明者对投资人同样缺乏信任,害怕他们做假账隐瞒收益,发生技术成果侵权行为等。笔者曾在科技园工作数年,期间目睹了许多有发展潜力的科技型公司因投资者与发明者的纠纷而不得不解散。如果有专业的中介机构持续的介入,代表双方不断融合、协调,相信成功的几率会大大提高。其中的深层次问题,留待我们进一步研究。

参考文献:

- [1] JENSEN R, THURSBY M. Proofs and prototypes for sale: The licensing of university inventions [J]. *American Economic Review*, 2001, 91:240 - 259.
- [2] JENSEN R, THURSBY J, THURSBY M. The disclosure and licensing of university inventions: The best we can do with the best we get to work with [J]. *International Journal of Industrial Organization*, 2003, 21:1271 - 1300.
- [3] 李攀艺,蒲勇健. 基于道德风险的大学专利许可契约研究[J]. *科研管理*,2007,28(5):150 - 156.
- [4] DECHENAUX E, THURSBY J, THURSBY M. Inventor moral hazard in university licensing: the role of contracts [EB/OL]. Working Paper 14226, <http://www.nber.org/papers/w14226>, (2008 - 06 - 16).
- [5] FINI R, LACETERA N, SHANE S. Who are the academic entrepreneurs in the United States and what do they do? [EB/OL]. http://wsomfaculty.cwru.edu/shane/Scotts_Articles.html, (2009 - 08 - 25).
- [6] SHANE S. Technological opportunities and new firm creation [J]. *Management Science*, 2001, 47: 204 - 220.
- [7] SHANE S, STUART T. Organizational endowments and the performance of university start-ups [J]. *Management Science*, 2002,48:.
- [8] 郭鹰. 技术入股比例与科研人员激励[J]. *科研管理*, 2000,21(2):88 - 90.

A Study on the University Technology Transfer : Based on the Analysis of the Inventor's Behavior

CAO Yang

(Office of Development and Communication, Chongqing University, Chongqing 400044, P. R. China)

Abstract: There exists serious information asymmetry and uncertainty in the process of university technology transfer, so leads to the possibility of occurrence of moral hazard. Based on the study of the technology licensing contract by predecessors, the author intends to make a analysis on the behavior of inventor in the technology transfer model of start-ups, then makes a comparative studies. He believes that the technology transfer mode of start a business ensures the inventor's dividend distribution of residual claims, while not influences the total revenue of investors and production decisions, which can be a better solution to the moral risk, relative to technology licensing bonus mode.

Key words: technology transfer; technology licensing; technology shares to start a business

(责任编辑 傅旭东)