

# 基于许可契约的大学技术转移模式比较

陈 强<sup>1</sup>, 常旭华<sup>1,2</sup>

(1. 同济大学 经济与管理学院, 上海 200092; 2. 香港理工大学 建筑与环境学院, 香港 红磡)

**摘要:** 考虑大学技术转移包括外部企业许可使用和科研人员内部创业两种模式, 从技术许可契约角度构建技术发明者、授权方及受让方三方参与的技术转移博弈模型, 通过分析两种模式下的博弈均衡解, 揭示道德风险和逆向选择是契约设计的主要影响因素, 最后对技术转移过程中参与方的模式选择决策依据进行了探讨和总结。

**关键词:** 大学技术转移; 许可契约; 模式选择

**中图分类号:** F062.3

**文献标志码:** A

## A Comparative Study on University Technology Transfer Under License Contract

CHEN Qiang<sup>1</sup>, CHANG Xuhua<sup>1,2</sup>

(1. College of Economics and Management, Tongji University, Shanghai 200092, China; 2. Faculty of Construction and Environment, The Hong Kong Polytechnic University, Hong Kong, China)

**Abstract:** Technology assignment to the established firm or start-up in which faculty is a principal is two significant modes of university-industry technology transfer. A model involving the inventor, licensee, and licensor was developed based on the game theory. We found that the moral hazard and adverse selection has played more crucial role on the pattern selection and license contract designing. Through analyzing the process of technology transfer, the decision baseline and boundary condition were pointed out.

**Key words:** university technology transfer; license contract; mode selection

大学的技术转移效率偏低, 多数学者将其归因于我国大学科技成果管理制度不完善, 科研人员考核和激励机制不合理等体制机制原因, 但一系列的研究报告都显示大学技术转移效率低是全球性问题。大学技术转移体系具有多主体、多目标和多模式的特点, 涉及技术发明者(大学教职工、专职研究人员及研究生, 简称科研人员)、技术授权方(technology transfer office, TTO)及技术受让方等利益攸关方, 任何一方的决策行为都对大学技术转移效果和效率具有显著影响。只有厘清各相关方之间的决策目标和利益关系, 才能在一定程度上破解我国大学技术转移效果不理想的困局。

## 1 问题提出

大学的科研成果包括专利、软件、版权及数据库等。就科研成果转移去向而言, 大学技术转移包括两种模式: 一是外部企业许可使用模式(technology license to established-firm, TLE), TTO 将大学的科研成果许可给与大学无关联利益的第三方企业; 二是科研人员内部创业模式(technology license to start-ups, TLS), 科研人员在 TTO 授权下自主创业, 完成其科研成果的商业化开发。由于多数大学科研成果还处在概念论证或实验室样品阶段, 真正投放消费市场之前还需经历技术适应性开发和商业化推广过程, 因此, 两种技术转移模式都需要科研人员和企业持续稳定的后期投入<sup>[1]</sup>。

在外部企业许可使用模式下, TTO 需要协调好科研人员与企业之间的利益关系, 避免合作双方产生道德风险<sup>[2]</sup>, 这表现在 TTO 既要鼓励企业为技术转移投入足够研发资源, 也要尽量避免合作过程中科研人员的“偷懒”行为。因此, 外部企业模式下

知识经济时代, 大学作为国家产学研协同创新链条中的重要环节, 其技术转移活动对我国创新型国家建设和推进自主创新战略具有不可替代的作用。然而, 与欧美等发达国家和地区相比, 目前我国

收稿日期: 2012-12-14

基金项目: 科技部—教育部联合课题

第一作者: 陈 强(1969—), 男, 教授, 博士生导师, 管理学博士, 主要研究方向为国际科技合作及创新集群治理。

E-mail: chenqiang@tongji.edu.cn

通讯作者: 常旭华(1985—), 男, 博士生, 主要研究方向为高校技术转移及创新管理。E-mail: cumttxh2008@126.com

TTO 与科研人员和企业之间可被视为委托—代理关系, TTO 作为委托人为科研人员和企业设计合理的技术转移许可契约以消除道德风险行为。在科研人员内部创业模式下, 科研人员利用其科研成果自主创业, 该模式有以下特点: 一是科研人员存在逆向选择倾向, 由于使用职务发明之前需获得 TTO 的授权许可, 为节约初创企业的运营成本, 科研人员可能会在创业之前有意不向 TTO 披露商业价值较高的科研成果; 二是科研人员个人目标和初创企业目标趋于一致, 双方都将自发为大学技术转移投入足够研发资源<sup>[3-4]</sup>。文献[1-2]分别研究了许可契约参数对两种技术转移模式的影响, 但没有涉及科研人员与 TTO 的模式选择及科研人员的逆向选择问题, 而文献[3-4]主要从政策设计角度分析大学技术转移过程中科研人员的逆向选择行为及应对策略, 又未涉及具体的契约设计。Erika 系统地比较了美国和瑞典的大学技术转移体系, 后者的“教师例外”原则 (teacher exception) 允许大学科研人员拥有职务发明的所有权, 但同样未从大学技术转移实施过程对许可契约设计进行讨论<sup>[5]</sup>。因此, 笔者认为以下问题仍值得进一步研究: ① 如何从 TTO 契约设计角度优化两种大学技术转移模式的博弈, 避免道德风险和逆向选择行为; ② 两种大学技术转移模式各有优缺点, 如何针对技术转移实施过程分析 TTO 和科研人员的模式选择依据。

基于此, 本文在文献[1, 5]基础上, 构建新的技术转移成功率函数, 建立了两种大学技术转移模式的博弈模型, 对博弈均衡解和最优契约参数的存在性进行理论证明, 重点探讨了大学技术转移过程中的道德风险和逆向选择行为, 以及大学科研人员与 TTO 的模式决策依据, 以期能促进大学技术转移的成功实施。

## 2 基本假设和符号定义

(1) 对具有较高商业化应用价值的科研成果, 大学科研人员、TTO 及企业都有动机实施技术转移, 不考虑论文发表、公开展览等非经济实现形式的大学技术转移。

(2) 我国多数大学的 TTO 行政上属于校内部门, 具备非盈利组织特性, 但许可收入为 TTO 日常运行, 激励科研人员发明创造提供了资金保障, 因此许可收入仍是 TTO 最重要的绩效考核指标<sup>[6]</sup>。假设 TTO 的期望效用函数为

$$U_T = (1 - \alpha)R - K$$

式中:  $\alpha$  ( $0 \leq \alpha \leq 1$ ) 为许可收益分配比例;  $R$  为全部许可收入;  $K$  为 TTO 的一次搜寻成本。

(3) 对大学科研人员而言, 经济收入并不能完全衡量其效用。假设科研人员参与技术转移的期望效用由两部分构成: 一是参与技术转移获得的经济收益, 包括技术许可收入和股权收益, 用  $\alpha R$  表示; 二是因向 TTO 披露科研成果获得的同行认可, 在顶级期刊发表论文及参加高级别会议等非经济收益, 用  $S$  表示。另外, 参与技术转移付出的成本是科研时间的指数函数, 因此, 科研人员的期望效用如下:

$$U_R(\alpha R, t) = S + \alpha R - Ae^{t_R}$$

式中:  $t_R$  是参与技术转移付出的科研时间 (以下简称科研人员努力水平);  $A$  表示科研人员对时间的重视程度, 该参数反映了科研人员的经济收益偏好或学术偏好。

(4) 由于我国缺乏专业技术评估机构, TTO 很难对大学科研成果准确作价入股, 并且多数 TTO 是风险厌恶型机构<sup>[7]</sup> (更偏好技术许可带来的现金流而非不确定的未来股权红利), 因此, 股权收益 (equity) 形式的技术许可契约在我国并未得到有效推广<sup>[8]</sup>。本文假设 TTO 提供的许可契约形式为“接受或拒绝” (take-it-or-leave-it), 契约内容为  $(m, r)$ ,  $m$  为固定许可费 (signature fee), 是企业与 TTO 签订技术许可契约后立即支付的许可费用, 固定许可费是一次沉没成本, 对博弈各方后续决策影响有限, 本文假定为系统外生变量;  $r$  为单位许可费 (royalty per unit), 与企业使用许可技术生产产品的产量直接挂钩。

(5) 大学技术转移的成功实施意味着技术开发和商业化应用阶段都获得成功<sup>[9]</sup>。本文假设商业化阶段成功率为 1, 技术开发阶段需要科研人员和企业共同合作。外部企业许可使用模式下, 科研人员和企业分别投入科研时间和研发资源, 二者对技术开发成功率的影响存在对称和互补关系; 科研人员创业模式下, 企业与科研人员为同一利益方, 技术开发成功率只取决于科研人员个人的努力水平。因此, 本文假设技术开发成功率  $p$  在外部企业许可模式下是关于科研人员和企业努力水平的连续函数, 在科研人员创业模式下是关于科研人员努力水平的连续函数, 如下式:

$$p(t_R, s) = \begin{cases} p_1 = (1 - ae^{-t_R})(1 - ke^{-s}), & \text{TLE} \\ p_2 = 1 - ae^{-t_R}, & \text{TLS} \end{cases} \quad (1)$$

式中:  $s$  是企业为技术开发所投入的研发资源(以下简称企业努力水平);  $a$  和  $k$  分别体现科研人员和外部企业对技术开发成功率的重要性。

### 3 模型建立

#### 3.1 外部企业许可使用模式

外部企业许可使用模式中, TTO、科研人员和外部企业间的博弈时序为: TTO 首先行动, 向外部企业提供技术许可契约( $m, r$ ), 同时确定许可收益分配比例  $\alpha$ ; 外部企业选择接受或拒绝契约, 如拒绝, 博弈结束; 若外部企业接受技术许可契约( $m, r$ ), 则必须先支付固定许可费  $m$ , 并与科研人员合作进行技术开发, 确定努力水平  $s$ ; 最后, 科研人员确定技术转移努力水平  $t_R$ 。

外部企业的期望效用为

$$U_{F1} = p_1(t_R, s)(\pi_1 - rx_1) - m - C$$

科研人员的期望效用为

$$U_{R1} = S + \alpha(p_1(t_R, s)rx_1 + m) - Ae^{kr}$$

TTO 的期望效用为

$$U_{T1} = (1 - \alpha)(p_1(t_R, s)rx_1 + m) - K$$

式中,  $\pi_1, x_1, C$  分别是外部企业的利润、生产能力及总生产成本, 则外部企业和科研人员参与技术转移的前提分别是

$$U_{F1} > 0, U_{R1} > U_{T1} = S + \alpha m$$

运用逆向归纳法可解此博弈, 在外部企业许可使用模式下, 假定科研人员预期到企业的努力水平  $s$  后决定投入科研时间  $t_R$ , 其最优努力水平  $t_R^*$  满足  $U'_{R1}(t_R^*) = 0$ , 可得

$$t_R^* = \frac{1}{2} \ln \frac{\alpha r x_1 a (1 - k e^{-s})}{A} \quad (2)$$

显然, 对不同偏好类型的科研人员, 外部企业的努力水平是不同的, 尤其对学术偏好型科研人员而言, 外部企业的努力水平必须更高(这主要体现在投入更多研发资金、设备及加强对科研人员的监督), 以激励科研人员投入足够科研时间; 另一方面, 式(2)显示外部企业努力水平与其生产能力互相替代。大企业生产能力强, 参加技术转移的相对努力水平可低于中小企业, 这也从一个侧面解释了在与科研人员的合作过程中, 大企业更容易掌握主动权。

在已知科研人员努力水平情况下, 外部企业可通过下式求解其最优努力水平:

$$\max_{s \geq 0} U_{F1} = p_1(t_R^*, s)[\pi_1 - rx_1] - m - C \quad (3)$$

对式(3)求  $s$  的导数, 可得外部企业的最优努力水平

$s^*$  为

$$s^* = \ln \frac{4 \alpha r x_1 \lambda}{a A} \quad (4)$$

其中,  $\lambda = \frac{\pi_1 - rx_1 - m - C}{\pi_1 - rx_1}$ ,  $\lambda$  是当技术转移成功率为 1 时的企业营业利润与营业收入之比, 该指标反映企业的经营情况, 将式(4)代入式(2), 可得科研人员的最优努力水平为

$$t_R^* = \frac{1}{2} \ln \left( \frac{\alpha r x_1 a}{A} - \frac{a^2}{4 \lambda} \right) \quad (5)$$

成功的大学技术转移需要科研人员和外部企业的共同努力。在信息完全对称情况下, 任何一方的“偷懒”行为都会引发另一方的道德风险, 造成技术转移效率非常低效。联合式(2)和式(4)可知, 当  $\alpha$  或  $r$  等于零时, 科研人员或外部企业的努力水平均为零<sup>[3]</sup>, 这是该博弈的一个“不合作”均衡解, 即科研人员不努力, 外部企业也就不会努力, 并进一步加剧科研人员的“偷懒”行为。由于 TTO 总存在技术转移动机, 一旦给予科研人员科研成果剩余索取权, 该不合作均衡就会被打破, 因此该均衡并不稳定。当  $\alpha$  和  $r$  都不等于零时, 博弈组合( $t_R^*$  和  $s^*$ )将同时使得科研人员和外部企业获得最大期望效用, 是博弈双方的另一均衡解, 显然, 该纳什均衡解是稳定的。

外部企业许可使用模式中, 道德风险主要源于一旦科研人员没有未来收益, 总会自发地将精力转移至其他研究项目, 外部企业预期到这点后就不会再投资, 而科研人员观察到企业的不投资行为后也就更加不会为技术转移付出时间, 这种链式反应最终导致技术转移完全失败。因此, 只要保障科研人员能在技术转移成功后继续获得相关收益(不仅限于本文讨论的单位许可费, 还包括股权收益、阶段性收益和许可年费等), 科研人员就总有动机与外部企业开展合作。在本模型中, 双方道德风险的关键在于合作一开始时科研人员是否存在“偷懒”行为, 而非外部企业后期的“反应性偷懒”。对 TTO 而言, 其契约设计必须优先确保许可收益分配比例和单位许可费都大于零, 但过高的单位许可费又会导致产品边际成本上升, 降低外部企业努力水平。因此, TTO 的最优决策是保持合理水平的单位许可费, 在保证自己利益最大化前提下尽量提高许可收益分配比例。

根据科研人员和外部企业给定的努力水平, TTO 的优化模型为

$$\max_{\alpha, r} U_{T1} = (1 - \alpha)[p_1(t_R(\alpha, r), s(\alpha, r))rx_1 + m] - K$$

$$\text{s. t. } t_R = t_R^*, s = s^*, \alpha > 0, r > 0$$

**结论 1** 从外部企业许可使用模式中,可得:

(1) 许可收益分配比例与科研人员和外部企业的努力水平、技术转移成功率均成正比;

(2) 单位许可费对科研人员和外部企业的影响与  $r_0$  有关,当  $r \leq \frac{\pi_1 - \sqrt{\pi_1(m+C)}}{x_1} = r_0$  时,科研人员和外部企业的努力水平、技术转移成功率均与单位许可费成正比,反之成反比。

综合式(1)、式(4)及式(5)可知,随着许可收益分配比例和单位许可费的提高,外部企业和科研人员努力水平及技术开发成功率均会提高,但提高速度将逐渐变小。即  $t_R, s, p_1$  关于  $\alpha$  和  $r$  的 1 阶偏导数  $>0$ , 2 阶偏导数  $<0$ 。结论 1 同时表明:

(1) 在外部企业许可模式中,提高许可收益分配比例虽然会损害 TTO 期望效用,但却可直接提高科研人员参与技术转移积极性,间接带动外部企业为大学技术转移投入更多资源和精力,减少科研人员和外部企业的道德风险行为,尤其当  $\alpha=1$  时,科研人员和外部企业双方不再有道德风险行为发生,有效提高技术转移成功率;

(2) 当  $0 < r \leq r_0$  时, TTO 提高单位许可费可促进科研人员付出更多努力水平,并且科研人员与外部企业努力水平的互补关系会抵消单位许可费提高对外部企业造成的损失,间接提高外部企业努力水平;当  $r > r_0$  时, TTO 继续提高本已处于高位的单位许可费将迫使外部企业降低产量,技术许可总收入下降,从而对科研人员参与技术转移造成负面影响,技术转移成功率也必然下降。如果外部企业是风险厌恶型企业,提高许可费还会影响其后期的商业化投资,因此, TTO 只能在定义域内寻找最优契约参数。

**结论 2** 当  $0 < r \leq r_0$  时, TTO 的期望效用函数在  $(\alpha(t_R^*, s^*), \min\{r(t_R^*, s^*), r_0\})$  取得极大值;当  $r > r_0$  时,无法判断 TTO 的优化模型是否存在最优解。

结论 2 同样表明, TTO 制定的最优单位许可费不能过高,其上限与固定许可费、总生产成本、产品收入及产量均有关。当单位许可费超过临界值时,继续增加  $r$  不仅直接导致科研人员和外部企业努力不断下降至零,而且使得产品边际成本递增,产量降低,总的技术许可收入也将降低。针对单位许可费的这些弊端,国外学者建议在技术许可契约中使用阶段性许可费 (milestone payment) 代替单位许可费<sup>[10]</sup>,即在不影响外部企业生产产量前提下向企业

收取技术商业化阶段的许可费。实际操作过程中,国内外许多高校设计的技术许可契约也都将单位许可费定的比较低<sup>[2]</sup> (一般不超过总价的 30%)。

### 3.2 科研人员内部创业模式

科研人员自筹资金或引入风险投资自主创业, TTO 不必介入具体技术转移管理活动,仅作为大学科研成果的登记管理部门。该模式下科研人员和初创企业目标一致,科研人员在成果披露过程中有可能存在逆向选择行为,即科研人员有意不向 TTO 披露商业价值较高的科研成果,越过 TTO 直接体外技术转移。单项科技成果转化中的逆向选择并不会损害社会福利,但长期累积后会直接导致通过 TTO 对外转移的技术商业价值会比较低<sup>[11]</sup>。因此,对 TTO 而言,其任务仍是设计合理的技术转移许可契约和收益分配比例,以鼓励科研人员申报成果,控制逆向选择行为。在科研人员内部创业模式下,博弈时序为: TTO 向科研人员提供许可收益分配比例  $\alpha$ ; 科研人员选择是否披露科技成果,若不披露,博弈结束;若科研人员披露科研成果, TTO 向科研人员提供技术许可契约  $(m, r)$ ; 科研人员选择接受或拒绝,若拒绝,博弈结束;若科研人员接受许可契约,确定自身技术转移努力水平。

科研人员内部创业模式下,科研人员的初创企业将投入全部资源实施技术转移,技术转移成功率仅与其努力水平有关,  $p_2(t_R) = 1 - ae^{-t_R}$ , 因此,科研人员期望效用  $U_{R2}$  为

$$U_{R2} = q[S + \alpha(p_2rx_2 + m) + \sigma(p_2\pi_2 - rx_2 - m - C)] + \sigma(1-q)(p_2\pi_2 - C) - Ae^{t_R}$$

s. t.  $q=0$  或  $1$

式中:  $\pi_2, x_2, C$  分别是初创企业的利润、生产能力及总生产成本;  $q=1$  表示科研人员向 TTO 披露科技成果,  $q=0$  表示不披露科研成果;  $\sigma$  为科研人员创业资本。对  $U_{R2}$  求  $t_R$  的偏导数,可得极值点  $t_{R1}$  满足

$$t_{R1} = \frac{1}{2} \ln \frac{\alpha arx_2q + \alpha a\pi_2}{A}, q=0 \text{ 或 } 1 \quad (6)$$

与此同时,科研人员先向 TTO 披露科研成果再自主创业的前提条件是:披露科研成果获得的非经济收益大于逆向选择获得的额外收益(分配给 TTO 的技术转移收益),即  $U_{R2}$  满足

$$U_{R2}(q=1) > U_{R2}(q=0)$$

化简此式,当  $S - (\sigma - \alpha)(rx_2 + m) > 0$  时,科研人员向 TTO 披露成果的充分不必要条件为

$$t_R > \ln \frac{\alpha arx_2}{S - (\sigma - \alpha)(rx_2 + m)} = t_{R0}$$

**结论 3** 科研人员内部创业模式下,当科研人员

向 TTO 披露科研成果时,随着许可收益分配比例和单位许可费的提高,科研人员参与技术转移的努力水平、技术开发成功率都将提高.并且,结合科研人员向 TTO 披露科研成果的决策依据,可得如下结论:

(1) 当  $t_R \in [0, t_{R0})$  且  $S - (\sigma - \alpha)(rx_2 + m) > 0$  时,  $q=0$ , 科研人员的最优努力水平  $t_R^* = \min\{t_{R0}, t_{R1}(q=0)\}$ ;

(2) 当  $t_R \in [t_{R0}, +\infty)$  且  $S - (\sigma - \alpha)(rx_2 + m) > 0$  时,  $q=1$ , 科研人员最优努力水平  $t_R^* = \max\{t_{R0}, t_{R1}(q=1)\}$ ;

(3) 当  $S - (\sigma - \alpha)(rx_2 + m) \leq 0$  时, 无论  $q=0$  或 1, 科研人员的最优努力水平  $t_R^* = t_{R1}$ .

结论 3 表明,当科研人员参与技术转移获得的非经济收益较大,超过科研人员因逆向选择行为而获得的最大额外收益时,科研人员的成果披露行为还受到努力水平临界点的影响,若能提供超过临界点的努力水平则向 TTO 披露科研成果;而当非经济收益较小时,科研人员的成果披露决策则不受此临界点影响,且无论披露与否,科研人员的最优努力水平恒定.因此,对大部分自有资本较少的科研人员而言,他们采取逆向选择的原因有两点:一是期望拥有自主创业获得的全部收益;二是预期自己可能无法为技术转移付出足够科研时间,尤其对学术偏好型科研人员更是如此.这两种行为都将严重影响 TTO 的科技成果转化工作,但 TTO 几乎无法控制后者的行为,只能进一步改进和完善科研成果内部报告制度,但对于前者, TTO 必须提高科研人员参与技术转移的非经济收益,包括职称评定、荣誉称号等,目前国内许多高校设置“成果转化岗”正是这方面的一个有益尝试.

显然,从式(6)也可看出,科研人员自有资本或预期产品销售收入越大,其技术转移努力水平也将越高;并且在同一技术转移成功率下,科研人员是否向 TTO 披露科研成果与科研人员自有资本也存在替代关系,自有资本越高,逆向选择行为越不可避免,这也从一个侧面解释为何国内外大学众多高质量的科研成果都没有向学校披露<sup>[7]</sup>.

在科研人员向 TTO 披露科研成果前提下, TTO 将决定技术转移的许可收益分配比例和单位许可费, TTO 的期望收益为

$$\max_{\alpha, r} U_{T2} = (1 - \alpha)[p_2(t_R(\alpha, r))rx_2 + m]$$

$$\text{s. t. } t_R = t_R^*(\alpha, r), \alpha > 0, r > 0$$

**结论 4** 当科研人员披露其科研成果时, TTO

的期望效用函数是凹函数,最大值在边界点取得, TTO 的最优许可收益分配比例为

$$\max\left\{\alpha(t_R^*), \sigma - \frac{S}{rx_2 + m}\right\}, \text{单位许可费为 } r(\alpha^*).$$

结论 4 表明,与外部企业许可使用模式不同,考虑到科研人员的逆向选择行为, TTO 的最优许可契约参数不仅与科研人员努力水平有关,还与其自有资本、产品产量及固定许可费有关.在科研人员内部创业模式下, TTO 许可收入是关于单位许可费的严格单调增函数,因此, TTO 的最优策略是根据最优许可收益分配比例确定单位许可费.目前,我国多数高校的许可收益分配比例都以学校制度的形式予以固定,这限制了单位许可费的变动范围,导致 TTO 的许可契约缺乏针对性,未来可考虑允许许可收益分配比例在一定范围内浮动.

## 4 技术转移模式选择的过程分析

完整的大学技术转移过程要经历两个阶段:① 成果披露阶段,科研人员选择是否披露科研成果,若不披露,科研人员将自主创业;② 模式选择阶段,向 TTO 披露科研成果后,科研人员将依据 TTO 提供的许可契约决定是否自主创业,同时, TTO 也根据外部企业努力水平选择技术转移模式.如图 1 所示,科研人员可能会在两种情况下选择自主创业,从社会公共福利角度看,无论科研人员披露与否,其利用科研成果服务社会的效果是一样的,因此,国内外大学的 TTO 也没有采取过多强制措施提高科研人员逆向选择的违规成本.

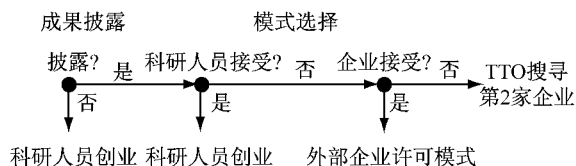


图 1 大学技术转移过程

Fig.1 Process of university-industry technology transfer

### 4.1 成果披露阶段

在决定是否向 TTO 披露科研成果前,科研人员拥有的公共信息是许可收益分配比例,私人信息是自有资本、能够实际付出的科研时间及预期技术转移成功率,科研人员将依据这些信息做出决策,向 TTO 披露科研成果的前提条件为

$$S + \alpha(p_2rx_2 + m) + \sigma(p_2\pi_2 - rx_2 - m - C) > \sigma(p_2\pi_2 - C)$$

由此可得科研人员向 TTO 披露成果的充分不必要条件是  $\sigma \leq \min\{\alpha p_2\}$  且  $t_R \geq t_{R0}$ 。表明当科研人员自有资本小于向 TTO 披露科研成果获得的最低回报,并且科研人员拥有足够时间参与技术转移时,科研人员的最优决策是向 TTO 披露科研成果;而当科研人员自有资本特别高或剩余科研时间不足时,科研人员的逆向选择行为将不可避免,尤其对后一种情况,在实际技术转移工作中, TTO 甚至无法采取任何强制措施,惩罚科研人员的这种违规行为。

## 4.2 模式选择阶段

科研人员虽然没有科研成果的所有权,但作为发明者仍对科技成果去向具有影响力,因此,在科研人员披露科研成果前提下, TTO 必须尊重科研人员对其成果技术转移模式的选择,仅当科研人员确认不自主创业时, TTO 才会将科研成果许可给外部企业使用。基于这一思路,定义两种模式下科研人员的期望效用差  $\Omega$  为

$$\Omega = U_{R1} - U_{R2} = \alpha r(p_1 x_1 - p_2 x_2) - \sigma(p_2 \pi_2 - r x_2 - m - C)$$

很显然,科研人员自有资本越高,越愿意自主创业,并且当  $p'_1(r)x_1 - p'_2(r)x_2 < 0$  时,科研人员期望效用差与单位许可费成反比。因此,在向 TTO 披露科研成果后,科研人员将首先依据单位许可费决定是否自主创业:当  $r > \frac{\sigma(p_2 \pi_2 - m - C)}{\alpha(p_1 x_1 - p_2 x_2 + x_2)}$  时,自主创业已不再具有相对优势,科研人员将愿意采取外

部企业许可使用的模式。

值得注意的是,两个阶段的科研人员自有资本都会激励科研人员选择自主创业,区别在于:模式选取阶段的科研人员自有资本要比成果披露阶段小得多,其通过逆向选择获得的额外收益也小于 TTO 提供的非经济收益,这促使科研人员先获取 TTO 提供的非经济利益,再去自主创业。

TTO 作为大学科研成果转化工作的具体执行机构,拥有技术转移模式选择的决策权,并且 TTO 总有技术转移动机。仍然通过期望效用差分析 TTO 的模式决策依据,可得

$$\Psi = r(1 - \alpha)(p_1 x_1 - p_2 x_2) - K$$

可得当企业努力水平满足不等式  $1 - ke^{-s} >$

$\frac{K}{(1 - \alpha)rx_1(1 - ae^{-t_R})} + \frac{x_2}{x_1}$  时,  $\Psi > 0$ 。这说明只有观测到外部企业努力水平高于某一临界点时, TTO 才会倾向于外部企业许可使用模式。针对这一情况,部分外部企业在获得技术许可前,为释放努力水平信号,一般会先与 TTO 签订资助技术研究的咨询合同,待技术具备专利申请和授权条件后再许可给企业。

综上所述,假设科研人员和 TTO 最终均一致采纳外部企业许可使用模式,大学技术转移两个阶段的决策者和决策依据如表 1 所示。

表 1 大学技术转移模式选择过程

Tab.1 Pattern selection process of university-industry technology transfer

阶段	决策者	决策结果	决策依据
成果披露	科研人员	向 TTO 披露科研成果	$\sigma$ 和 $t_R$ 满足: $\sigma \leq \alpha p_{\min}$ 且 $t_R \geq t_{R0}$
模式选择	科研人员	外部企业许可使用	$r$ 满足: $r > \frac{\sigma(p_2 \pi_2 - m - C)}{\alpha(p_1 x_1 + x_2 - p_2 x_2)}$
	TTO	外部企业许可使用	$s$ 满足: $1 - ke^{-s} > \frac{K}{(1 - \alpha)rx_1(1 - ae^{-t_R})} + \frac{x_2}{x_1}$

由表 1 可知,当  $r$  和  $s$  不能同时满足条件时,科研人员和 TTO 关于模式选择将存在“争议区”,最终的模式选择结果将取决于双方的力量对比。实际上,科研人员利用其科研成果自主创业,除创意开发和预研阶段外,在产品开发、规模生产和营销营运等环节都会因缺乏经验而面临巨大风险;而外部企业通常拥有更好的机器、设备和厂房等生产资料,在规模生产和营销营运等方面也比科研人员的初创企业拥有更多优势。因此,在不考虑科研人员逆向选择行为时,外部企业许可使用模式是 TTO 对外技术许可的主要模式,以美国大学技术转移系统为例,2011 年美国大学技术经理人协会 (Association of University

Technology Managers, AUTM) 统计全美 153 所研究型大学共实施技术许可 5298 件,其中初创企业许可仅有 610 件,占比 11.51%<sup>[12]</sup>。

## 5 结论

本文考虑大学技术转移模式分为外部企业许可使用和科研人员内部创业两种模式,基于许可契约分别构建了两种模式下的博弈模型,证明了各自博弈均衡解的存在性,对其中的道德风险和逆向选择行为进行了讨论,最后依据大学技术转移实施过程探讨了科研人员和 TTO 关于模式选择的决策依据。

研究表明:道德风险和逆向选择是TTO 契约设计的主要影响因素;两种模式下TTO 都存在最优许可契约组合和最大期望效用;许可收益分配比例对科研人员和企业努力水平有促进作用,单位许可费对科研人员和企业的影响在外部企业许可使用模式下存在临界点,而在科研人员内部创业模式下对其努力水平有促进作用.大学技术转移模式选取过程中,科研人员和TTO 的两个阶段性决策分别与科研人员自有资本和科研时间、单位许可费及企业努力水平相关.这些结论为TTO 优化许可契约,约束道德风险和逆向选择行为,平衡各方利益提供了一些理论依据.

本文的不足之处在于并未对技术转移过程中的道德风险和逆向选择进行实证分析,也未考虑技术许可契约中其他参数(如阶段性许可费、许可年费等)对技术转移利益攸关方的影响,这些都可作为今后进一步探索的研究方向之一.

#### 参考文献:

- [1] Jensen R, Thursby M. Proofs and prototypes for sale-the licensing of university inventions [J]. *The American Economic Review*, 2001, 91(1):240.
- [2] 李攀艺,蒲勇健.基于道德风险的高校专利许可契约研究[J]. *科研管理*, 2007, 28(5):150.  
LI Panyi, PU Yongjian. A study on university licensing contracts based on the moral risk [J]. *Science Research Management*, 2007, 28(5):150.
- [3] Panagopoulos A, Carayannis G E. A policy for enhancing the disclosure of university faculty invention [J]. *Journal of Technology Transfer*, 2013, 38(3):341.
- [4] Markman G, Panagopoulos A, Gianiodis P. Scientists or entrepreneurs: rent appropriation from discoveries made in university labs [EB/OL]. [2012-09-23]. America: American Academy of Management Best Papers and Proceedings, <http://eprints.lancs.ac.uk/780/>, 2007-11-22/2012-09-23.
- [5] Damsgaard F E, Thursby C M. University entrepreneurship and professor privilege [J]. *Industrial and Corporate Change*, 2013, 22(1): 183.
- [6] Thursby J, Jensen R, Thursby M. Objectives, characteristics and outcomes of university licensing: a Survey of major US universities [J]. *Journal of Technology Transfer*, 2001, 26(1): 59.
- [7] Siegel S D, Waldman A D, Atwater E L, et al. Commercial knowledge transfers from universities to firms: improving the effectiveness of university-industry collaboration [J]. *Journal of High Technology Management Research*, 2003, 14(1): 111.
- [8] 张玉臣,郭丽.技术转移中的定价模型与交易条件分析[J]. *同济大学学报:自然科学版*, 2008, 36(10):1448.  
ZHANG Yuchen, GUO Li. Pricing model and trade terms of technology transfer [J]. *Journal of Tongji University: Natural Science*, 2008, 36(10):1448.
- [9] 梅姝娥,仲伟俊.我国高校科技成果转化障碍因素分析[J]. *科学学与科学技术管理*, 2008, 29(3):22.  
MEI Shu'e, ZHONG Weijun. Analysis of impediments to transform of achievements in scientific research [J]. *Science of Science and Management of Science and Technology*, 2008, 29(3):22.
- [10] Crama D, De Reyck B, Degraeve Z. Milestone payments or royalties? contract design for R&D licensing [J]. *Operation Research*, 2008, 56(6):1539.
- [11] Jensen R, Thursby J, Thursby M. The disclosure and licensing of university inventions [R]. Boston: National Bureau of Economic Research, NO.9734, 2003.
- [12] Association of University Technology Managers. Sortable table: universities with the most licensing revenue, FY 2011 [EB/OL]. [2012-09-26]: <http://chronicle.com/article/Sortable-Table-Universities/133964/>, 2012-8-27/2012-9-26.