

文章编号: 1004-8308(2018)06-0075-09

DOI:10.13581/j.cnki.rdm.2018.06.008

# 政府主导的产学研协同创新的利益分配机制研究

李恩极<sup>1,2</sup>, 李群<sup>2</sup>

(1. 中国社会科学院研究生院, 北京 102488; 2. 中国社会科学院数量经济与技术经济研究所, 北京 100732)

**摘要:** 本文运用委托代理理论、合作博弈和厂商模型, 研究了政府主导的产学研协同创新的利益分配机制。首先, 分析了不同信息结构下企业和科研机构的行为, 讨论了双方的策略和社会福利; 然后, 将信息不对称下福利损失看作双方的信息租金进行二次利益分配, 首次建立了政府主导的具有双边激励效应产学研利益分配机制。研究表明, 信息不对称下科研机构的投入水平低于最优投入水平, 具有双边激励效应的分配机制不仅兼顾了企业和科研机构双方的利益, 发挥了政府在产学研协同创新利益分配中的引导作用, 也提升了社会整体福利, 有效缓解了信息不对称带来的低效率。

**关键词:** 产学研协同创新; 双边道德风险; 虚拟厂商; 利益分配; 福利损失

中图分类号: F273.1

文献标识码: A

在过去相当长的时期中, 技术创新主要源于生产经验的积累和技术的改进, 由于企业受自身资源的影响和限制, 仅仅依靠组织内部进行技术创新变得越来越困难, 企业寻求协同创新便成为一种趋势<sup>[1]</sup>。企业和大学、科研院所(以下简称“科研机构”)拥有异质性资源, 协同创新有助于科技成果转化, 实现科技与经济有效结合<sup>[2-4]</sup>。党的十八届三中全会《关于全面深化改革若干重大问题的决定》明确提出建立产学研协同创新的机制; 党的十九大提出建立以企业为主体、市场为导向、产学研深度融合的技术创新体系; 李克强总理在十一届产学研合作创新大会上做出重要批示: 加强产学研合作是打通创新链条、促进创新发展的重要支撑。党和政府的高度重视为产学研协同创新的理论研究与应用实践指明了方向。

利益分配方式是产学研协同创新研究的关键问题之一。信息不对称和不合理的利益分配方式导致双边道德风险问题时有发生, 严重影响了产学研协同创新发展<sup>[5-7]</sup>。具体来说, 一方面, 由于研发过程中不确定性和技术风险的存在, 科研机构的努力水平无法观测, 导致科研机构有强烈的动机降低研发投入<sup>[8]</sup>。另一方面, 在产出分享的利润分配方式中, 企业相对于科研机构更了解生产信息以及创新产品收益, 且企业有动机谎报创新成本, 以科研机构的损失为代价获取自身利益, 这会导致双边道德风险<sup>[9]</sup>。双边道德风险问题产生的根源在于企业和科研机构的利益分配方式不合理<sup>[10-12]</sup>, 双方利益诉求不同, 而且协同创新运行机制对双方的约束力不足, 缺乏长期有效的引导机制。如何解决产学研协同创新中的双边道德风险问题, 建立科学合理的利益分配机制, 协调双方促进合作共赢, 已经成为产学研协同创新领域研究的热点之一。

产学研协同创新利润分配是企业与科研机构相互协商、策略互动的过程, 一些学者运用委托代理理论、优化理论等对创新主体的利益分配方式和分配机制进行了研究。詹美求和潘杰义基于混合利益分配模式, 建立了校企合作创新的利益分配模型<sup>[11]</sup>。贺一堂等运用委托代理理论具体分析了不同分配方式对企业和科研机构的激励程度<sup>[13]</sup>。黄波等考虑研发投入和市场投入, 分析了不同外部环境下的最优利益分配方式<sup>[8]</sup>。刘勇等建立了产学研协同创新价值链利润分配模型, 并利用优化模型求解不协调和协调情况下的最优努力程度和最优合作程度<sup>[14]</sup>。任培民和赵树然列出了产学研各方可能的合作方案, 用期权—博弈整体化方法来研究利益分配最优问题<sup>[15]</sup>。李林等考虑了项目的阶段特征, 构建了三阶段动态利益分配模型<sup>[16]</sup>。还有学者认为产学研合作是一个合作博弈问题, 并建立了产学研联盟利益分配模型。Manuel 等

收稿日期: 2018-04-21; 修改日期: 2018-07-03。

基金项目: 国家社会科学基金资助项目“经济发展方式转变成效评价研究及其实证分析”(11BTJ015); 中国社会科学院“哲学社会科学创新工程基础学者”资助计划。

作者简介: 李恩极(1990—), 女, 博士研究生, 研究方向为经济预测与评价、博弈论。

分析了合作中中立成员对 Shapley 值的影响<sup>[17]</sup>. 鲍新中和王道平研究发现合作博弈下的技术创新规模和整体收益比非合作博弈情况下要高,并运用 Rubinstein 的讨价还价模型对合作创新带来的剩余价值进行再次分配<sup>[18]</sup>. 张瑜等基于契约设计理论,对 Shapley 值进行优化,研究创新主体在合作过程中的利益协调问题<sup>[19]</sup>. 代建生和范波考察了双边道德风险下合作研发的两部线性分成问题,分析了研发效率、协同创造能力和谈判能力对利益分配的影响<sup>[20]</sup>.

由于个体理性行为与集体理性行为存在冲突,在产学研协同创新过程中难以实现资源配置的帕累托最优状态,一些学者从政府引导的角度对协同创新机制进行研究. 亨利·埃茨科威兹利用博弈理论构造了产学研三方和政府的博弈模型,以三螺旋理论的模式说明政、产学研的互动形式,为官产学研协同创新研究提供了理论基础<sup>[21]</sup>. 庄涛和吴洪基于专利数据对我国官产学研协同创新的紧密度进行测量,发现政府的参与度不高<sup>[22]</sup>. 王伟超等对 985 高校的官产学研合作强度进行研究,结果显示,各高校与企业、政府等机构的合作强度比例都偏低<sup>[23]</sup>. 叶鹰等在三螺旋模型的基础上,通过交互信息对大学、产业和政府交互作用的不确定性进行了测度<sup>[24]</sup>.

上述研究对产学研协同创新的研究提供了充分的理论依据和实证经验,但存在以下不足. 基于委托代理模型的分析往往假定企业是委托人,科研机构是代理人,主要分析科研机构隐藏行为信息的单边道德风险问题,但是在技术创新的不同阶段,企业和科研机构分别具有不同的信息优势,不能一味假定企业是处于信息劣势的委托人而科研机构是处于信息优势的代理人. 基于合作博弈和三螺旋模型的研究,主要是研究完全信息下多主体合作时的利益分配问题,鲜有对信息不对称所带来的福利损失进行分析,没有充分重视政府在产学研协同创新利益分配中的引导作用.

鉴于此,本文基于委托代理理论、合作博弈及厂商模型,以企业隐藏成本信息和科研机构隐藏努力水平的双边道德风险问题为切入点,将企业和科研机构共同作为代理人,引入“虚拟厂商”——政府作为利他的委托人<sup>[25-26]</sup>,对协同创新双方进行双向激励,建立了政府主导的产学研利益分配机制. 在分析不同信息结构下的企业和科研机构行为的基础上,得到了信息不对称带来的福利损失. 为了缓解信息不对称带来的低效率,将福利损失分别作为企业和科研机构的信息租金进行二次利益分配,构建了具有双边激励效应的产学研利益分配机制. 经过比较分析,双边激励契约不仅兼顾了企业和科研机构的利益,也提高了产学研协同创新效率.

## 1 问题描述与基本假设

产学研协同创新中主要存在固定支付模式、产出分享模式及混合分配模式 3 种利益分配方式. 混合分配模式是指企业提前给大学方预支固定的报酬(如入门费),同时也从总收益中按一定比例向其支付报酬(如利润分成),在现实中较为常见<sup>[27-28]</sup>. 在混合分配模式下,双方所得既与科研机构的努力水平有关,也与企业的生产成本有关. 为了进一步分析企业和科研机构的行为选择,结合双方合作现实,提出如下假设.

假设 1 博弈中有 3 个参与者,分别为政府( $G$ )、科研机构( $U$ )、企业( $E$ ).

假设 2 创新产出  $y$  由科研机构努力水平  $a$  决定,同时受到项目启动资金  $\bar{e}$  和创新风险  $\varepsilon$  的影响:  $y = a + \bar{e} + \varepsilon$ ,其中  $\bar{e}$  为外生给定,  $\varepsilon \sim N(0, \sigma^2)$ .

科研机构努力水平  $a$  的成本函数为  $\varphi(a) = \frac{ba^2}{2}$ ,  $b$  是努力成本系数( $b > 0$ ).  $\varphi(a)$  是严格递增的凹函数. 随着  $a$  的增加,努力成本  $\varphi(a)$  增加的更快,即  $\varphi'(a) > 0$ ,  $\varphi''(a) > 0$ .

假设 3 企业和科研机构共同创造的创新利润  $\pi = (p - c)(a + \bar{e} + \varepsilon)$ ,其中  $p$  表示该技术的市场价格,  $c$  为该技术的生产成本系数.

假设 4 政府是风险中性的,也是产学研利益分配的主导者,并作为委托人分别向企业和科研机构提供转移支付  $t_e$  和  $t_u$ ,其中  $t_e = \alpha_e + \beta_e \pi$  ( $0 \leq \beta_e \leq 1$ ),  $t_u = \alpha_u + \beta_u \pi$  ( $0 \leq \beta_u \leq 1$ ).  $\alpha_e$ 、 $\alpha_u$  是企业和科研机构所获得的固定支付,代表政府对协同创新双方激励,可表现为政府 R&D 补贴;  $\beta_e$ 、 $\beta_u$  表示企业和科研机构的利润分享系数.

假设5 企业和科研机构是风险规避的. 企业的确定性等价收入  $CE_e(x, c) = \alpha_e + \beta_e(p - c)(a + \bar{e}) - \frac{1}{2}\rho_e\beta_e^2(p - c)^2\sigma^2$  其中  $\frac{1}{2}\rho_e\beta_e^2(p - c)^2\sigma^2$  是企业的风险成本  $\rho_e$  是企业的风险规避系数; 科研机构的确定性等价收入  $CE_u(x, c) = \alpha_u + \beta_u(p - c)(a + \bar{e}) - \frac{ba^2}{2} - \frac{1}{2}\rho_u\beta_u^2(p - c)^2\sigma^2$  其中  $\frac{1}{2}\rho_u\beta_u^2(p - c)^2\sigma^2$  是科研机构的风险成本  $\rho_u$  是科研机构的风险规避系数.

## 2 不同信息结构下的产学研利益分配机制

### 2.1 信息对称下的产学研利益分配

本文将产学研利益分配问题作为一个二层规划问题(政府是上层决策者,企业和科研机构是下层决策者),目前求解二层规划问题的算法都是在基于下层问题具有唯一最优解的假设条件下提出<sup>[29-30]</sup>,因此本文假设政府主导下的产学研利益分配机制具有唯一解. 本节首先分析作为基准的社会最优情况. 在社会最优的情况下,信息对称,科研机构的努力水平和企业的生产成本都可观测. 这是一个完全信息动态博弈,可通过逆向归纳法求解该博弈.

政府以协同创新利润最大化为目标,所面临的规划(P1)为

$$\max_{\alpha_e, \alpha_u, \beta_e, \beta_u, a} (1 - \beta_e - \beta_u)(p - c)(a + \bar{e}) - \alpha_e - \alpha_u \quad (1)$$

$$\text{s. t. (IRE)} \alpha_e + \beta_e(p - c)(a + \bar{e}) - \frac{1}{2}\rho_e\beta_e^2(p - c)^2\sigma^2 \geq \bar{E} \quad (2)$$

$$\text{(IRU)} \alpha_u + \beta_u(p - c)(a + \bar{e}) - \frac{ba^2}{2} - \frac{1}{2}\rho_u\beta_u^2(p - c)^2\sigma^2 \geq \bar{U} \quad (3)$$

其中 (IRE) 和 (IRU) 分别代表企业和科研机构的参与约束,即双方接受政府的分配契约所得不低于其保留效用. 众所周知,创新的机会成本非常高,企业的机会成本可以概括为将资金、人员、设备等资源用于创新而放弃其他投资所能带来的最大收益; 科研机构的机会成本主要是将有限的时间和精力投入到技术创新中所带来的潜在“损失”,如将本来用于教学和撰写论文的时间用于技术创新,会导致在“学术锦标赛”中失利. 在利益分配时要充分考虑创新主体的机会成本,才能保证合作的稳定性,激发双方的创新动力,因此本文将保留效用  $\bar{E}$ 、 $\bar{U}$  分别作为对双方机会成本的补偿.

将式(2)和式(3)代入政府的效用函数,解得最优分配契约的参数.

$$\beta_{e0}^* = 0 \quad (4)$$

$$\beta_{u0}^* = 0 \quad (5)$$

$$a_0^* = \frac{p - c}{b} \quad (6)$$

$$\alpha_{e0}^* = \bar{E} \quad (7)$$

$$\alpha_{u0}^* = \bar{U} + \frac{(p - c)^2}{2b} \quad (8)$$

在信息对称情况下,科研机构的努力水平和企业的生产成本系数都是参与人的共同知识,政府可对所观测到的企业和科研机构的行为进行奖惩. 此时企业获得的确定性等价收入为保留效用,即  $CE_{e0}^* = \bar{E}$ , 而科研机构获得保留效用和努力成本补偿,即  $CE_{u0}^* = \bar{U} + \frac{(p - c)^2}{2b}$ . 产学研协同创新创造的价值,即社会福利为

$$\pi_0^* = (p - c) \left( \frac{p - c}{b} + \bar{e} + \varepsilon \right) \quad (9)$$

## 2.2 科研机构努力水平不对称下的产学研利益分配

当科研机构的努力水平属于私人信息时,政府和企业无法观测.此时政府所面临的规划(P2)为

$$\max_{\alpha_e, \alpha_u, \beta_e, \beta_u, a} (1 - \beta_e - \beta_u) (p - c) (a + \bar{e}) - \alpha_e - \alpha_u \quad (10)$$

$$\text{s. t. (IRE)} \alpha_e + \beta_e (p - c) (a + \bar{e}) - \frac{1}{2} \rho_e \beta_e^2 (p - c)^2 \sigma^2 \geq \bar{E} \quad (11)$$

$$\text{(IRU)} \alpha_u + \beta_u (p - c) (a + \bar{e}) - \frac{ba^2}{2} - \frac{1}{2} \rho_u \beta_u^2 (p - c)^2 \sigma^2 \geq \bar{U} \quad (12)$$

$$\text{(ICU)} \max_a \alpha_u + \beta_u (a + \bar{e}) (p - c) - \frac{ba^2}{2} - \frac{1}{2} \rho_u \beta_u^2 (p - c)^2 \sigma^2 \quad (13)$$

(ICU)表示科研机构的激励相容约束,即选择使其利益最大化的行为.将式(11)、式(12)和式(13)代入政府的效用函数,解得科研机构努力水平不对称下最优分配契约的参数.

$$\beta_{e1}^* = 0 \quad (14)$$

$$\beta_{u1}^* = \frac{1}{1 + b\rho_u\sigma^2} \quad (15)$$

$$a_1^* = \frac{p - c}{b} \beta_{u1}^* = \frac{p - c}{b(1 + b\rho_u\sigma^2)} \quad (16)$$

$$\alpha_{e1}^* = \bar{E} \quad (17)$$

$$\alpha_{u1}^* = \bar{U} + \frac{b}{2} (a_1^*)^2 + \frac{1}{2} \rho_u (\beta_{u1}^*)^2 (p - c)^2 \sigma^2 - \beta_{u1}^* (p - c) (a_1^* + \bar{e}) \quad (18)$$

根据式(16)可知,当科研机构的努力水平存在信息不对称时,科研机构的最优努力水平要小于完全信息下的最优努力水平.  $\frac{\partial a_1^*}{\partial \rho_u} < 0$ ,在其他条件不变的情况下,科研机构的风险规避程度越高,其科研努力水平越低,即道德风险问题发生的概率越大;  $\frac{\partial a_1^*}{\partial b} < 0$ ,在其他条件不变的情况下,科研机构努力成本系数越高,为了获得更多的收益,其越容易出现投机行为.企业获得的确定性等价收入依然为保留效用,即  $CE_{e1}^* = \bar{E}$ . 科研机构获得的确定性等价收入  $CE_{u1}^* = \bar{U} + \frac{b}{2} (a_1^*)^2 + \frac{1}{2} \rho_u (\beta_{u1}^*)^2 (p - c)^2 \sigma^2$ ,也就是说,科研机构在保留效用和努力成本补偿之外,也会凭借信息优势获得额外的风险成本补偿.

此时,产学研协同创新创造的价值,即社会福利为

$$\pi_1^* = (p - c) \left[ \frac{p - c}{b(1 + b\rho_u\sigma^2)} + \bar{e} + \varepsilon \right] \quad (19)$$

因此,由于科研机构投入水平不对称带来的福利损失为

$$\Delta_u = \pi_0^* - \pi_1^* = \frac{(p - c)^2}{b} \left( 1 - \frac{1}{1 + b\rho_u\sigma^2} \right) \quad (20)$$

进一步分析得  $\frac{\partial \Delta_u}{\partial \rho_u} > 0$ ,在其他条件不变的情况下,科研机构的风险规避程度越高,其投入水平越低,带来的福利损失越大;  $\frac{\partial \Delta_u}{\partial b} > 0$ ,在其他条件不变的情况下,科研机构投入成本系数越高,其带来的

福利损失越大.

### 2.3 企业生产成本不对称下的产学研利益分配

当企业的生产成本属于私人信息时,政府和科研机构无法观测到企业的真实生产成本,只知道其服从区间  $[c, \bar{c}]$  上的均匀分布,其分布函数和概率密度函数分别用  $F(c)$  和  $f(c)$  表示.此时科研机构所得受其自身努力水平和企业生产成本影响,因此科研机构的努力水平受到企业成本的影响.假设科研机构的努力水平为企业生产成本的减函数,即  $\frac{\partial a(c)}{\partial c} < 0$ .此时政府所面临的规划(P3)为

$$\max_{\alpha_e, \alpha_u, \beta_e, \beta_u, a} (1 - \beta_e - \beta_u) (p - c) (a + \bar{e}) - \alpha_e - \alpha_u \quad (21)$$

$$\text{s. t. (IRE)} \alpha_e + \beta_e (p - c) (a + \bar{e}) - \frac{1}{2} \rho_e \beta_e^2 (p - c)^2 \sigma^2 \geq \bar{E} \quad (22)$$

$$\text{(IRU)} \alpha_u + \beta_u (p - c) (a + \bar{e}) - \frac{ba^2}{2} - \frac{1}{2} \rho_u \beta_u^2 (p - c)^2 \sigma^2 \geq \bar{U} \quad (23)$$

$$\text{(ICE)} CE_e(x, c | c) \geq CE_e(x, \hat{c} | c) \quad (24)$$

其中, (ICE) 为企业的激励相容约束,即企业报告其真实成本类型的确定性等价收入不小于其谎报生产成本所得.对企业的确定性等价收入求一阶偏导得

$$\frac{\partial CE_e}{\partial c} = -\beta_e (a + \bar{e}) + \rho_e \beta_e^2 (p - c)^2 \sigma^2 \quad (25)$$

令  $\frac{\partial CE_e}{\partial c} \leq 0$ ,即企业的生产成本越高,其确定性等价收入越低.因此,可将企业在最高成本类型  $\bar{c}$  时的所得作为企业的保留效用,则

$$CE_e(x, c | c) = \bar{E} + \int_c^{\bar{c}} [\beta_e (a(\tau) + \bar{e}) - \rho_e \beta_e^2 (p - \tau)^2 \sigma^2] d\tau \quad (26)$$

将式(26)代入式(22)得

$$\alpha_e = -\beta_e (p - c) (a(c) + \bar{e}) + \frac{1}{2} \rho_e \beta_e^2 (p - c)^2 \sigma^2 + \bar{E} + \int_c^{\bar{c}} [\beta_e (a(\tau) + \bar{e}) - \rho_e \beta_e^2 (p - \tau)^2 \sigma^2] d\tau \quad (27)$$

将式(27)和式(23)代入式(21)可得企业生产成本信息不对称下最优分配契约的参数.

$$\beta_{e2}^* = \frac{(a_1^* + \bar{e}) F(c)}{\rho_e (p - c)^2 f(c)} \quad (28)$$

$$\beta_{u2}^* = 0 \quad (29)$$

$$a_2^* = \frac{p - c - \beta_{e2}^* \times \frac{F(c)}{f(c)}}{b} = \frac{p - c - \frac{\bar{e} F(c)^2}{\rho_e (p - c)^2 f(c)^2}}{b + \frac{F(c)^2}{\rho_e (p - c)^2 f(c)^2}} \quad (30)$$

$$\alpha_{e2}^* = -\beta_{e2}^* (p - c) (a_2^* + \bar{e}) + \frac{1}{2} \rho_e (\beta_{e2}^*)^2 (p - c)^2 \sigma^2 + \bar{E} \quad (31)$$

$$\alpha_{u2}^* = \bar{U} + \frac{b}{2} (a_2^*)^2 \quad (32)$$

比较式(6)和式(30)可知,  $a_2^* = \left[ a_0^* - \frac{\bar{e} F(c)^2}{b\rho_e(p-c)^2 f(c)^2} \right] / \left[ 1 + \frac{F(c)^2}{b\rho_e(p-c)^2 f(c)^2} \right]$ , 即当企业的生产成本信息不对称时, 科研机构的最优投入水平要小于完全信息下的最优投入. 又由于  $a_0^* - a_2^* = \frac{F(c)^2}{b\rho_e(p-c)^2 f(c)^2} \left[ \frac{p-c}{b} - \bar{e} \right]$ , 可得  $\frac{\partial(a_0^* - a_2^*)}{\partial \bar{e}} < 0$ , 企业提供的启动资金越大, 科研机构的投入水平减少的幅度越小. 也就是说, 在双方合作技术研发之初, 企业提供了足够大的启动资金, 以显示其强烈的合作意愿, 可以对科研机构起到激励作用. 企业获得的确定性等价收入  $CE_{e2}^* = \frac{1}{2} \rho_e (\beta_{e2}^*)^2 (p-c)^2 \sigma^2 + \bar{E}$ , 即企业在保留效用之外, 获得额外的收益. 科研机构获得的确定性等价收入为  $CE_{u2}^* = \bar{U} + \frac{b}{2} (a_2^*)^2$ . 产学研协同创新创造的价值, 即社会福利为

$$\pi_2^* = (p-c) \left[ \frac{p-c - \frac{\bar{e} F(c)^2}{\rho_e (p-c)^2 f(c)^2}}{b + \frac{F(c)^2}{\rho_e (p-c)^2 f(c)^2}} + \bar{e} \right] \quad (33)$$

因此, 由于企业生产成本不对称带来的福利损失为

$$\Delta_e = \pi_0^* - \pi_2^* = \frac{F(c)^2}{b\rho_e(p-c)f(c)^2} \left( \frac{p-c}{b} - \bar{e} \right) \quad (34)$$

### 3 基于双边激励的产学研利益分配机制

通过前文的分析可知, 当出现信息不对称时, 科研机构的努力水平均小于完全信息情况下最优努力水平, 并造成了社会福利损失. 在产学研协同创新的系统中, 强调一方而忽视另一方的做法会使系统受到破坏, 进而削弱协同效应. 构建并完善一个透明的利益分配机制, 使产学研各方互利互惠、利益共享、风险分担, 是产学研协同创新成功的必要条件<sup>[3]</sup>.

产学研协同创新作为一种市场行为, 交易费用存在于协同创新的全过程, 若产学研协同所带来的收益不足以补偿交易费用, 势必会影响双方合作<sup>[31]</sup>. 因此, 在进行利益分配时, 不仅要考虑企业和科研机构进行创新的成本, 也要考虑产学研合作的成本, 使双方的成本得到补偿并且获得更高的收益. 为了提高双方的合作效率, 激励科研机构提高努力水平和企业如实报告成本信息, 本文将信息不对称造成的福利损失看作双方的信息租金, 并在此基础上进行利益的二次分配, 尝试建立具有双边激励效应的产学研利益分配机制.

在双边信息不对称下, 政府面临的规划(P4)为

$$\max_{\alpha_e, \alpha_u, \beta_e, \beta_u, a} (1 - \beta_e - \beta_u) (p-c) (a + \bar{e}) - \alpha_e - \alpha_u \quad (35)$$

$$\text{s. t. (IRE)} \alpha_e + \beta_e (p-c) (a + \bar{e}) - \frac{1}{2} \rho_e \beta_e^2 (p-c)^2 \sigma^2 \geq \Delta_e \quad (36)$$

$$\text{(IRU)} \alpha_u + \beta_u (p-c) (a + \bar{e}) - \frac{ba^2}{2} - \frac{1}{2} \rho_u \beta_u^2 (p-c)^2 \sigma^2 \geq \Delta_u \quad (37)$$

$$\text{(ICE)} CE_e(x, c | c) \geq CE_e(x, \hat{c} | c) \quad (38)$$

$$\text{(ICU)} \max_a \alpha_u + \beta_u (a + \bar{e}) (p-c) - \frac{ba^2}{2} - \frac{1}{2} \rho_u \beta_u^2 (p-c)^2 \sigma^2 \quad (39)$$

式(36)和式(37)表示企业和科研机构的参与约束, 即双方参与合作的最低利润要求(信息租金); 式(38)表示企业的激励相容约束, 即企业报告其真实成本类型才是其最优选择; 式(39)表示科研机构的激

励相容约束,即科研机构的最优投入必须实现其自身利益的最大化.

将式(36)~式(39)代入式(35)得

$$\max_{\alpha_e, \alpha_u, \beta_e, \beta_u, a} (p-c)(a+\bar{e}) - \frac{ba^2}{2} - \frac{\rho_u \beta_u^2 (p-c)^2 \sigma^2}{2} - \frac{\rho_e \beta_e^2 (p-c)^2 \sigma^2}{2} - [\beta_e(a+\bar{e}) - \rho_e \beta_e^2 (p-c) \sigma^2] \frac{F(c)}{f(c)} \quad (40)$$

根据最优一阶条件解得双边信息不对称下最优分配契约的参数.

$$\beta_e^* = \frac{(a^* + \bar{e}) F(c)}{\rho_e (p-c)^2 f(c)} \quad (41)$$

$$\beta_u^* = \frac{F(c)}{(1 + b\rho_u \sigma^2) f(c)} \quad (42)$$

$$a^* = \frac{p-c + \frac{F(c)}{f(c)}}{b(1 + b\rho_u \sigma^2)} \quad (43)$$

$$\alpha_e^* = -\beta_e^* (p-c)(a^* + \bar{e}) + \frac{1}{2} \rho_e (\beta_e^*)^2 (p-c)^2 \sigma^2 + \Delta_e \quad (44)$$

$$\alpha_u^* = -\beta_u^* (p-c)(a^* + \bar{e}) + \frac{b}{2} (a^*)^2 + \frac{1}{2} \rho_u (\beta_u^*)^2 (p-c)^2 \sigma^2 + \Delta_u \quad (45)$$

企业获得的确定性等价收入  $CE_e^* = \frac{1}{2} \rho_e (\beta_e^*)^2 (p-c)^2 \sigma^2 + \Delta_e$ , 即企业所得等于信息租金与风险成本补偿之和. 科研机构获得的确定性等价收入为  $CE_u^* = \frac{b}{2} (a^*)^2 + \frac{1}{2} \rho_u (\beta_u^*)^2 (p-c)^2 \sigma^2 + \Delta_u$ , 即科研机构获得努力成本补偿、风险成本补偿与信息租金之和. 产学研协同创新创造的价值, 即社会福利为

$$\pi^* = (p-c) \left[ \frac{p-c + \frac{F(c)}{f(c)}}{b(1 + b\rho_u \sigma^2)} + \bar{e} \right] \quad (46)$$

通过比较分析可以发现, 在双边激励契约中, 科研机构的努力水平有所提高, 产学研协同创新创造了更高的价值 ( $\pi^* > \pi_2^*$ ,  $\pi^* > \pi_1^*$ ). 因为合作效率的提高, 利润分享系数  $\beta_e^*$  和  $\beta_u^*$  均大于单边信息不对称下的利润分享系数; 双方获得的固定支付  $\alpha_e^*$  和  $\alpha_u^*$  也均大于单边信息不对称下的固定支付.

#### 4 结论与展望

本文主要考察了产学研协同创新过程中的双边道德风险问题, 运用委托代理理论、合作博弈和厂商模型, 构建了政府主导的产学研协同创新利益分配机制. 首先分析了完全信息条件下的社会最优情况, 在此基础上, 进一步分析了科研机构隐藏努力水平和企业隐藏生产成本 2 种信息不对称下协同创新双方的行为和分配机制. 为了缓解信息不对称带来的低效率, 有效激励双方合作, 提高社会整体福利, 本文将信息不对称下的福利损失看作企业和科研机构的信息租金, 并以此作为双方的保留效用, 构建了具有双边激励效应的产学研利益分配机制. 经过分析, 在双边激励契约中, 科研机构的努力水平大于单边信息不对称下的努力水平, 且企业和科研机构的确定性等价收入均有所增加.

相较于基于委托代理模型和合作博弈的利润分配机制, 基于双边激励效应的产学研利益分配机制不仅兼顾了企业和科研机构双方的利益, 发挥了政府在产学研协同创新利益分配中的引导作用, 同时带来了社会整体福利的提升.

基于双边激励效应的产学研利益分配机制也存在一些不足. 本文假设参与人是理性的、企业的生产

成本系数服从均匀分布以及二层规划存在唯一解,虽然这样的假设使复杂的问题得到简化,但也是本文的局限所在,有待进一步的研究.

### 参 考 文 献

- [1] 詹美求,潘杰义.校企合作创新利益分配问题的博弈分析[J].科研管理,2008,29(1):8-13.
- [2] 洪银兴.科技创新与创新型经济[J].管理世界,2011(7):1-8.
- [3] 洪银兴.产学研协同创新的经济学分析[J].经济科学,2014(1):56-64.
- [4] 梁喜,马春梅.合作创新与利益分配比例对产学研联盟利润的影响[J].科技进步与对策,2015,32(16):21-28.
- [5] 周开国,卢允之,杨海生.融资约束、创新能力与企业协同创新[J].经济研究,2017,52(7):94-108.
- [6] 史建锋,张庆普.复杂开放环境下产学研知识创新联盟合作影响因素[J].中国科技论坛,2017(8):5-11.
- [7] 杜英,李皖玲,张爱宁.内聚耦合视角下的产学研合作研究——以甘肃重大科技专项为例[J].中国科技论坛,2016(4):43-48.
- [8] 黄波,孟卫东,李宇雨.基于双边激励的产学研合作最优利益分配方式[J].管理科学学报,2011,14(7):31-42.
- [9] 曹霞,于娟.产学研合作创新稳定性研究[J].科学学研究,2015,33(5):741-747.
- [10] Dong Li, Glaister K W. Motives and partner selection criteria in international strategic alliances: Perspectives of Chinese firms [J]. International Business Review, 2011, 15(6):577-600.
- [11] 鲍新中,刘澄,张建斌.合作博弈理论在产学研合作收益分配中的应用[J].科学管理研究,2008(5):21-24.
- [12] Fawcett S E, Jones S L, Fawcett A M. Supply chain trust: The catalyst for collaborative innovation [J]. Business Horizons, 2012, 55(2):163-178.
- [13] 贺一堂,谢富纪,陈红军.产学研合作创新利益分配的激励机制研究[J].系统工程理论与实践,2017,37(9):2244-2255.
- [14] 刘勇,菅利荣,赵焕焕,等.基于双重努力的产学研协同创新价值链利润分配模型[J].研究与发展管理,2015,27(1):24-34.
- [15] 任培民,赵树然.期权—博弈整体方法与产学研结合利益最优分配[J].科研管理,2008,29(6):171-177.
- [16] 李林,范方方,刘绍鹤.协同创新项目多阶段动态利益分配模型研究[J].科技进步与对策,2017,34(3):14-19.
- [17] Manuel C, González-Arangüena E, Vanden Brink R. Players indifferent to cooperate and characterizations of the Shapley value [J]. Mathematical Methods of Operations Research, 2013, 77(1):1-14.
- [18] 鲍新中,王道平.产学研合作创新成本分摊和收益分配的博弈分析[J].研究与发展管理,2010,22(5):75-81.
- [19] 张瑜,菅利荣,刘思峰,等.基于优化 Shapley 值的产学研网络型合作利益协调机制研究——以产业技术创新战略联盟为例[J].中国管理科学,2016,24(9):36-44.
- [20] 代建生,范波.基于纳什谈判的合作研发利益分配模型[J].研究与发展管理,2015,27(1):35-43.
- [21] 亨利·埃茨科威兹.创业型大学与创新的三螺旋模型[J].科学学研究,2009,27(4):481-488.
- [22] 庄涛,吴洪.基于专利数据的我国官产学研三螺旋测度研究——兼论政府在产学研合作中的作用[J].管理世界,2013(8):175-176.
- [23] 王纬超,武夷山,潘云涛.中国高校合作强度及官产学研合作的量化研究[J].科学学研究,2013,31(9):1304-1312.
- [24] 叶鹰,鲁特·莱兹多夫,武夷山.三螺旋模型及其量化分析方法研讨[J].中国软科学,2014(11):131-139.
- [25] 温修春,何芳,马志强.我国农村土地间接流转供应链联盟的利益分配机制研究——基于“对称互惠共生”视角[J].中国管理科学,2014,22(7):52-58.
- [26] 黄梅萍,汪贤裕.基于代理成本的供应链利润分配研究[J].运筹与管理,2013,22(5):51-61.

- [27] 罗利, 鲁若愚. Shapley 值在产学研合作利益分配博弈分析中的应用[J]. 软科学 2001(2): 17-19.
- [28] 周青, 张文娟, 禹献云. 产业技术联盟利益分配方式与成员创新绩效的关联研究[J]. 研究与发展管理, 2015, 27(6): 49-56.
- [29] Laffont J-J, Martimort D. 激励理论: 委托—代理模型[M]. 陈志俊, 李艳, 单萍萍, 译. 北京: 中国人民大学出版社 2002.
- [30] 郑跃, 万仲平, 袁柳洋. 基于二层规划的委托代理协调问题[J]. 系统工程理论与实践 2014, 34(1): 77-83.
- [31] 张米尔, 武春友. 产学研合作创新的交易费用[J]. 科学学研究 2001, 19(1): 89-92.

## Profit Distribution Mechanism of the Government-led Industry-university-institute Collaboration Innovation

LI En-ji<sup>1, 2</sup>, LI Qun<sup>2</sup>

(1. Graduate School, Chinese Academy of Social Sciences, Beijing 102488, China;

2. Institute of Quantitative & Technical Economics, Chinese Academy of Social Sciences, Beijing 100732, China)

**Abstract:** Based on the principal-agent theory, the cooperative game and the firm model, it studied the profit distribution mechanism of the government-led industry-university-institute collaboration innovation. Firstly, it analyzed the behavior of enterprises and scientific research institutes under different information structure, and discussed the strategies and social welfare. Then, it considered the welfare loss under asymmetric information as the information rent of the two sides, and established the profit distribution mechanism of the government-led bilateral incentive effect for the first time. The results show that under asymmetric information, the level of effort of research institutes is lower than the optional level; and under the bilateral incentive mechanism, the interests of both enterprises and scientific research institutes are taken into account, and social welfare is improved. It effectively alleviates the inefficiency caused by asymmetric information.

**Keywords:** industry-university-research collaborative innovation; bilateral moral hazard; virtual vendor; profit distribution; welfare loss