

双边道德风险下公共产品技术创新关系契约设计

王 露

(江苏海洋大学 商学院,江苏 连云港 222005)

摘要:公共产品技术创新中公共部门和企业合作创新不仅可以提升公共产品的技术创新及公共服务水平,还可以提升企业的技术研发能力,但在合作过程中会面临双边道德风险问题。针对该问题,设计了公共部门的正式契约及关系契约激励机制。模型分析结果表明:双边道德风险下公共产品技术创新合作研发的正式契约无法有效激励双方达到系统最优的研发努力水平,产生了系统收益损失;对于任意贴现因子,关系契约下合作双方的研发努力和收益均不小于正式契约,且随着贴现因子的增大,关系契约的自我履行机制越高效,对执行最优研发努力承诺的激励效果越明显;当贴现因子足够大,达到一定的门槛值后,关系契约可以有效激励公共部门和企业均实施承诺的系统最优研发努力水平,实现系统最优和社会福利最大化。建议从加强双边专用性资产投资、知识共享机制、信任关系、企业声誉机制构建等方面入手提升贴现因子。

关键词:公共产品技术创新;双边道德风险;关系契约;正式契约

中图分类号:F204 **文献标志码:**A **文章编号:**1672-6049(2022)03-0032-12

一、引言与文献综述

党的十九大报告明确指出“我国经济已由高速增长阶段转向高质量发展阶段”。创新是引领发展的第一动力,是推动经济高质量发展的关键驱动力。当前,科学技术迅猛发展,技术创新不仅是企业增强竞争力的关键因素,也是公共部门在国防、公共医疗卫生、环保等公共领域提升服务水平的重要途径。因此,技术创新不仅包括企业技术创新,还包括公共产品技术创新。所谓公共产品技术创新,是指公共部门根据社会公共需求,研发和应用各种新知识和先进技术,开发新的公共产品,以更高的效率、更低的消耗提供更优质的公共服务,从而产生良好的社会效益^[1]。疫苗研发、载人航天、北斗卫星导航等重大科技创新工程均属于公共产品技术创新的范畴。公共部门是公共产品的供给者,也是公共产品技术创新的主体。在公共产品技术创新的过程中,公共部门可以积极利用企业的研发力量,鼓励企业参与公共产品技术创新^[2]。在需要开发的技术较为复杂、难度和风险较大、任何一方都难以独立完成的情况下,则应该推动双方共同参与和投入,合作完成技术创新。例如,在公共产品新冠疫苗的研发过程中,中国人民解放军军事科学院军事医学研究院陈薇院士团队和康希诺生物股份公司合作研发的克威莎于2021年2月25日获国家药监局批准附条件上市,已在国内外大规模接种。通过双方的合作,可以使一些公共部门或企业不能完全独立承担的公共产品技术创新项目得以开展,提高公共产品的质量和技术含量,缩短新公共产品的开发周期,分担创新成本和风险。然而,公共部门和企业双方的资源投入和努力水平难以观测,尤其是技术、人力资本等知识性资源具有无形性和难以度量性,从而存在公共部门和企业双方告知虚假私人信息、降低努力程度、研发投入不足等双边道德风险。双边道德风险的存在导致公共产品技术创新项

收稿日期:2021-12-15;修回日期:2022-04-07

基金项目:国家社会科学基金后期资助项目“智能制造核心企业创新生态优势研究”(21FGLB051);江苏省社会科学基金一般项目“高质量发展背景下江苏政府购买公共服务的质量影响因素及保障机制研究”(18GLB009)

作者简介:王露(1983—),女,江苏海安人,管理学博士,江苏海洋大学商学院讲师,研究方向为创新管理。

目不能实现预期的目标。因此,从双边道德风险角度,设计有效的契约来激励公共部门和企业双方提高研发投入和努力水平,对提高公共产品技术创新项目的成功率具有重要意义。

关于公共产品技术创新的研究,王露等^[2]研究了公共产品技术创新中企业的参与方式问题,海江涛等^[3]研究了公共产品技术创新中公共部门的技术获取策略问题,武柏宇等^[4]研究了公共产品技术创新中分包商利他偏好的影响问题,这些研究均未考虑公共产品技术创新中的道德风险问题。关于道德风险,学者们认为主要通过激励契约的设计来进行防范。Lai *et al.*^[5]基于研发外包中接包方的道德风险,设计了收益共享合同,激励接包方提高研发努力水平。Crama *et al.*^[6]认为,当承包方努力水平不可观测时,发包方需设计最优外部契约以防范承包方的道德风险。宋寒等^[7]考虑了服务商自有资金限制,设计了奖励成功、惩罚失败、奖惩混合的研发外包契约,并对三种契约的可行性与有效性进行了比较,得到各类契约的选择条件。王建华等^[8]基于各主体创新决策意愿与整体创新利益,构建了合作研发的收益共享契约和双向惩罚契约。

以上研究针对道德风险的防范与激励取得了一定成效,但主要针对的是单边道德风险,而在公共产品技术创新合作研发过程中存在双边道德风险。Silipo^[9]研究发现,合作双方的道德风险是影响企业合作研发动机的主要因素。Chen^[10]基于双边道德风险,实证比较了三种IT产品的研发模式,提出有利于双方知识共享的研发外包组织框架。贺一堂等^[11]、李恩极和李群^[12]基于双边道德风险,研究了合作创新中的利益分配问题。薛凤等^[13]设计了双边道德风险下重大工程协同创新激励契约。由于双边道德风险的存在,合作双方的研发投入和努力均难以观测和证实,不能在正式契约中明确定义,具有较强的不完全性。Fitoussi and Gurbaxani^[14]研究指出,正式契约无法激励承包商实现系统最优努力水平。陈伟等^[15]认为,双边道德风险下知识交易的正式契约无法有效激励交易双方共同投入,而关系契约能有效激励交易双方投入创新,并使收益产出达到最优。宋寒等^[16]构建了非正式的关系契约激励机制,分析了服务商风险规避度等外生变量对关系契约的影响。张慧和郭婧娟^[17]研究指出,关系契约通过具有“自我实施”性的承诺使双方共同努力,从而使系统收益达到最优。王清晓^[18]、高孟立^[19]通过实证分析指出,在合作创新中,关系治理对于合作企业机会主义行为的抑制作用更加显著。吴晓波等^[20]、任颀和刘欣^[21]、李强^[22]以及宣烨和余泳泽^[23]通过实证研究表明,在数字化水平高的情况下,企业应更多地采用关系治理机制。也有少数学者利用关系契约进行合作创新契约的优化设计,但是他们的研究都基于企业与企业之间的合作,主要考虑的是经济效益,而在公共产品技术创新中,不仅需要考虑企业的经济效益,还需要充分考虑公共部门所代表的社会效益,从整个社会福利最大化的角度来进行激励契约的设计。

鉴于此,本文考虑公共部门和企业公共产品技术创新的合作研发过程中存在双边道德风险,同时强调公共产品技术创新的社会效益和经济效益,从公共部门的角度出发,以社会福利最大化为目标,设计正式契约和关系契约,并进行比较分析,以期为提高双方合作效率、促进双方长期合作、实现社会福利最大化提供理论依据。

二、基本模型

假设1:假定绩效函数为 $S = k_1 e_1 + k_2 e_2$, 其中, e_1 为公共产品技术创新过程中公共部门的研发努力水平, e_2 为企业的研发努力水平, k_1 、 k_2 分别为公共部门和企业的研发能力系数。

假设2:假定公共部门研发努力的成本函数为 $C_1(e_1) = \frac{1}{2}c_1 e_1^2$, 企业研发努力的成本函数为 $C_2(e_2) = \frac{1}{2}c_2 e_2^2$, 其中, c_1 和 c_2 分别为双方的成本系数。将 $\frac{k_1}{c_1}$ 、 $\frac{k_2}{c_2}$ 称为双方的研发效率。

假设3:假定公共产品技术创新项目的社会公共效益为 R_1 , 企业经济效益为 R_2 , R_1 、 R_2 与联合研发绩效 S 相关, 即 $R_1 = rS + \xi$, $R_2 = \theta S + \varepsilon$, ξ 和 ε 是均值为0、方差为 σ^2 的正态随机变量, r ($r > 0$) 是社会公共效益产出因子, 主要包括公共产品技术创新给社会公共福利带来的效益因素; θ ($\theta > 0$) 是企业经济效益产出因子, 主要包括企业参与公共产品技术创新所带来的企业研发能力提升、生产成本降低、市场需求增加等影响企业经济收益的因素。社会公共效益和企业经济效益的期望值分别为

$E(R_1) = rS, E(R_2) = \theta S$ 。

假设 4: 公共部门通过激励契约来激励企业努力工作, 公共部门缔结激励契约时关心社会公共效益, 则激励契约为 $T(R_1) = \beta R_1$, β 为公共部门设计的激励系数 ($0 < \beta < 1$)。

假设 5: 公共部门和企业双方在研发过程中的努力水平不可观察, 各自努力水平为私人信息, 其他信息为公共信息, 双方都是风险中性的, 即货币收益与效用等价。

作为比较基准, 首先在公共部门和企业的研发努力水平可以观测的假设条件下, 以整个社会福利最大化为目标, 求解双方最优的研发努力水平及在最优研发努力水平下的最优社会福利水平。

根据假设, 公共部门的期望收益为:

$$E(\Pi_1) = (1 - \beta) R_1 - C_1(e_1) = (1 - \beta) r(k_1 e_1 + k_2 e_2) - \frac{1}{2} c_1 e_1^2 \quad (1)$$

企业的期望收益为:

$$E(\Pi_2) = R_2 + \beta R_1 - C_2(e_2) = (\theta + \beta r)(k_1 e_1 + k_2 e_2) - \frac{1}{2} c_2 e_2^2 \quad (2)$$

整个社会福利为:

$$E(\Pi_0) = E(\Pi_1) + E(\Pi_2) = (\theta + r)(k_1 e_1 + k_2 e_2) - \frac{1}{2} c_1 e_1^2 - \frac{1}{2} c_2 e_2^2 \quad (3)$$

由(3)式, 最优化问题可以表示为:

$$\max_{e_1, e_2} E(\Pi_0) = (\theta + r)(k_1 e_1 + k_2 e_2) - \frac{1}{2} c_1 e_1^2 - \frac{1}{2} c_2 e_2^2 \quad (4)$$

分别对(4)式目标函数中的 e_1 、 e_2 求偏导, 并令其等于 0, 可以得到最大化社会福利的一阶条件:

$$\frac{\partial E(\Pi_0)}{\partial e_1} = (\theta + r) k_1 - c_1 e_1 = 0 \quad (5)$$

$$\frac{\partial E(\Pi_0)}{\partial e_2} = (\theta + r) k_2 - c_2 e_2 = 0 \quad (6)$$

由(5)式、(6)式可以得到系统最优的研发努力水平:

$$e_1^{FB} = \frac{(\theta + r) k_1}{c_1} \quad (7)$$

$$e_2^{FB} = \frac{(\theta + r) k_2}{c_2} \quad (8)$$

将使社会福利最大的研发努力水平 (e_1^{FB}, e_2^{FB}) 称为系统最优解, 由(7)式和(8)式可以看出, e_1^{FB} 、 e_2^{FB} 与社会公共效益产出及企业经济效益产出成正比, 与各自的研发能力成正比, 与各自的成本参数成反比, 即随自身研发效率的增加而提高。

将 e_1^{FB} 、 e_2^{FB} 代入(3)式 $e(\Pi_0)$, 可得到最优的社会福利水平:

$$E(\Pi_0^{FB}) = \frac{(\theta + r)^2 (c_2 k_1^2 + c_1 k_2^2)}{2 c_1 c_2} \quad (9)$$

结论 1: 在研发努力水平可以观测的假设下, 双方将会选择使整个社会福利水平最大的研发努力水平 $e_1^{FB} = \frac{(\theta + r) k_1}{c_1}$, $e_2^{FB} = \frac{(\theta + r) k_2}{c_2}$; 最优的社会福利水平为 $E(\Pi_0^{FB}) = \frac{(\theta + r)^2 (c_2 k_1^2 + c_1 k_2^2)}{2 c_1 c_2}$ 。

三、公共产品技术创新正式契约设计

正式契约是种承诺, 这种承诺在事前可以用详细的条文加以明确描述和规定, 事后可以被第三方 (如法庭) 验证并强制实施。假设公共部门和企业的研发努力水平可以观测, 那么如果合作的任一方出现道德风险及机会主义行为被第三方 (如法庭) 所证实, 可以实施相应的惩罚, 因此可以减少合作风险, 从而可以实现社会最优的研发努力水平和福利水平。但在现实中, 技术创新活动投入的知识、技

术、人力资本等知识性生产要素具有无形性,因此研发投入和努力是不可观察和难以精确计量的,研发成果价值虽能被合作双方所感知,但难以进行确切的描述,使其不能被第三方验证。因此,不能以社会最优的研发努力水平为承诺写入正式契约,且如果公共部门和企业仅仅进行单次合作,则违约的惩罚威胁也不可信,公共部门和企业双方由于经济理性,均会以自身期望收益最大化为目标来决策自己的研发努力水平。此时,可设置的正式契约(可以有效承诺部分)由合作研发下公共部门设计的激励系数 β 构成。

正式契约下,公共部门与企业进行单期博弈:第一阶段,公共部门以社会福利最大化为目标决定激励系数 β ;第二阶段,公共部门和企业给定的激励系数 β 下,以自身期望收益最大化为目标决定自己的研发努力水平,满足双边道德风险下双方的激励相容约束。

(一) 双方研发努力水平决策

按照两阶段博弈逆向归纳法,首先分析第二阶段给定激励系数 β 时,满足双边道德风险下双方激励相容约束的最优研发努力水平决策问题。

$$\begin{aligned} & \text{根据一阶条件,由(1)式公共部门的期望收益 } E(\Pi_1) \text{ 对 } e_1 \text{ 求偏导,并令其等于 } 0, \frac{\partial E(\Pi_1)}{\partial e_1} \\ & = (1-\beta)rk_1 - c_1e_1 = 0, \text{ 可得给定正式契约激励系数 } \beta \text{ 下,公共部门的均衡研发努力水平:} \\ & e_1^*(\beta) = \frac{(1-\beta)rk_1}{c_1} \end{aligned} \quad (10)$$

$$\begin{aligned} & \text{由(2)式企业的期望收益 } E(\Pi_2) \text{ 对 } e_2 \text{ 求偏导,并令其等于 } 0, \frac{\partial E(\Pi_2)}{\partial e_2} = (\theta + \beta r)k_2 - c_2e_2 = 0, \\ & \text{可得给定正式契约激励系数 } \beta \text{ 下,企业的均衡研发努力水平:} \end{aligned}$$

$$e_2^*(\beta) = \frac{(\theta + \beta r)k_2}{c_2} \quad (11)$$

由(10)式和(11)式可以看出,公共部门和企业的研发努力水平随正式契约的激励系数 β 的变化而变化,由此可以得到结论2。

结论2:在正式契约下,公共部门的均衡研发努力水平随着对企业的激励系数增大而递减,而企业的均衡研发努力水平随激励系数增大而递增。

由(10)式和(11)式对 β 求偏导,可得 $\frac{\partial e_1^*}{\partial \beta} < 0$,当公共部门对企业的激励越大时,公共部门将越多的社会公共效益转移给企业,从而使自身收益降低,研发努力动机下降,最终导致研发努力水平降低; $\frac{\partial e_2^*}{\partial \beta} > 0$,当公共部门对企业的激励越大时,企业研发努力的动机越强烈,则会提高自身的研发努力水平。

(二) 正式契约设计

接下来分析第一阶段,公共部门以社会福利最大化为目标,设计正式契约(即设计激励系数 β)。

将 $e_1^*(\beta)$ 、 $e_2^*(\beta)$ 代入(3)式 $E(\Pi_0)$,得到当双方研发努力不可观测时,正式契约下的社会福利水平:

$$E(\Pi_0^*) = (\theta + r) \left[\frac{(1-\beta)rk_1^2}{c_1} + \frac{(\theta + \beta r)k_2^2}{c_2} \right] - \frac{(1-\beta)^2 r^2 k_1^2}{2c_1} - \frac{(\theta + \beta r)^2 k_2^2}{2c_2} \quad (12)$$

公共部门需要优化激励系数 β ,使社会福利水平达到最大,此时的最优化问题为:

$$\max_{\beta} E(\Pi_0^*) = (\theta + r) \left[\frac{(1-\beta)rk_1^2}{c_1} + \frac{(\theta + \beta r)k_2^2}{c_2} \right] - \frac{(1-\beta)^2 r^2 k_1^2}{2c_1} - \frac{(\theta + \beta r)^2 k_2^2}{2c_2} \quad (13)$$

将(13)式中社会福利函数 $E(\Pi_0^*)$ 对 β 求偏导,并令其等于0,求解可得:

$$\beta^* = \frac{c_1 k_2^2 r - c_2 k_1^2 \theta}{c_1 k_2^2 r + c_2 k_1^2 r} \quad (14)$$

激励系数 $\beta^* \in [0, 1]$, 由 (14) 式可知, β^* 必定小于 1, 但要使 $\beta^* > 0$, 必须满足 $c_1 k_2^2 r - c_2 k_1^2 \theta > 0$, 即公共部门的成本系数较高、研发能力系数较低, 企业成本系数较低、研发能力系数较高, 社会效益产出因子较高, 企业经济效益产出因子较低, 这是公共部门运用正式契约激励企业的前提条件。也即当公共部门的研发效率较低, 企业的研发效率较高, 且该公共产品技术创新研发项目能带来较高的社会效益时, 公共部门更愿意与企业进行收益分享, 激励企业参与联合研发。由此可以得到结论 3。

结论 3: 当 $c_1 k_2^2 r - c_2 k_1^2 \theta > 0$ 时, 公共部门邀请企业联合开展公共产品技术创新项目, 如果公共部门与企业只进行单次合作, 则只能设计正式契约, 激励系数 $\beta^* = \frac{c_1 k_2^2 r - c_2 k_1^2 \theta}{c_1 k_2^2 r + c_2 k_1^2 r}$ 。激励系数与公共部门的成本系数、企业的研发能力系数以及社会公共效益产出因子成正比, 而与企业的成本系数、公共部门的研发能力系数以及企业的经济效益产出因子成反比。

从 (14) 式可以看出, 公共部门对企业的最优激励系数 β^* 与双方的成本系数 c_1 、 c_2 , 双方的研发能力系数 k_1 、 k_2 , 社会公共效益产出因子 r 以及企业的经济效益产出因子 θ 相关。 $\frac{\partial \beta^*}{\partial c_1} > 0$, 表明当公共部门成本越高、越不愿意努力时, 应加大对企业的激励; $\frac{\partial \beta^*}{\partial c_2} < 0$, 表明当企业成本越高时, 企业就越不愿意努力, 则对企业的激励就越小; $\frac{\partial \beta^*}{\partial k_1} < 0$, 表明当公共部门的研发能力越强时, 公共部门自身对研发项目的影响越大, 公共部门会提高自身的努力水平而减少对企业的激励强度; $\frac{\partial \beta^*}{\partial k_2} > 0$, 表明当企业的研发能力越强时, 企业的努力对研发项目的影响将越大, 则应加强对企业的激励, 使其提高努力水平; $\frac{\partial \beta^*}{\partial r} > 0$, 表明当社会公共效益产出因子越大时, 研发项目将带来更多的社会公共福利, 公共部门应加大对企业的激励, 促使其提高研发努力水平; $\frac{\partial \beta^*}{\partial \theta} < 0$, 表明当企业自身的经济效益产出因子越大时, 企业自身的研发努力动力越大, 公共部门则可以降低对企业的激励强度。

(三) 均衡结果分析

将 (14) 式的最优激励系数 β^* 代入 (10) 式和 (11) 式, 可得在正式契约激励系数 β^* 下, 公共部门和企业的均衡研发努力水平:

$$e_1^* = \frac{(1 - \beta^*) r k_1}{c_1} = \frac{c_2 k_1^3 (r + \theta)}{c_1 (c_2 k_1^2 + c_1 k_2^2)} \quad (15)$$

$$e_2^* = \frac{(\theta + \beta^* r) k_2}{c_2} = \frac{c_1 k_2^3 (r + \theta)}{c_2 (c_2 k_1^2 + c_1 k_2^2)} \quad (16)$$

由 (15) 式和 (16) 式可得 $\frac{\partial e_1^*}{\partial r} > 0$, $\frac{\partial e_1^*}{\partial \theta} > 0$, $\frac{\partial e_2^*}{\partial r} > 0$, $\frac{\partial e_2^*}{\partial \theta} > 0$, 表明当公共产品技术创新联合研发项目的社会效益和企业经济效益越大时, 双方的努力水平越高; $\frac{\partial e_1^*}{\partial c_1} < 0$, $\frac{\partial e_2^*}{\partial c_2} < 0$, 表明双方的研发努力水平与各自的成本参数负相关, 成本越高, 双方越不愿意付出努力; $\frac{\partial e_1^*}{\partial k_1} > 0$, $\frac{\partial e_2^*}{\partial k_2} > 0$, 表明双方的研发努力水平与各自的研发能力成正比, 当研发能力越高时, 单位研发努力的绩效也就越高, 产生的社会效益和企业经济效益越大, 双方的努力动力就越大; $\frac{\partial e_1^*}{\partial c_2} > 0$, $\frac{\partial e_1^*}{\partial k_2} < 0$, 表明当企业的研发

效率较低时,公共部门会提高自身的研发努力水平,以提高研发绩效; $\frac{\partial e_2^*}{\partial c_1} > 0, \frac{\partial e_2^*}{\partial k_1} < 0$,表明当公共部门的研发效率较低时,则会加大对企业的激励,提高企业的研发努力水平。

将(14)式、(15)式、(16)式分别代入(1)式、(2)式和(3)式,可得当双方研发努力水平不可观测,在公共部门设计的正式契约 β^* 下,公共部门的期望收益为:

$$E(\Pi_1^*) = \frac{(\theta + r)^2 c_2 k_1^2 (c_2^2 k_1^4 + 2c_1^2 k_2^4)}{2c_1 c_2 (c_2 k_1^2 + c_1 k_2^2)^2} \quad (17)$$

企业的期望收益为:

$$E(\Pi_2^*) = \frac{(\theta + r)^2 c_1 k_2^2 (c_1^2 k_2^4 + 2c_2^2 k_1^4)}{2c_1 c_2 (c_2 k_1^2 + c_1 k_2^2)^2} \quad (18)$$

整个社会的社会福利为:

$$\begin{aligned} E(\Pi_0^*) &= E(\Pi_1^*) + E(\Pi_2^*) \\ &= \frac{(\theta + r)^2 (c_1^2 k_2^4 + c_2^2 k_1^4 + c_1 k_2^2 c_2 k_1^2)}{2c_1 c_2 (c_2 k_1^2 + c_1 k_2^2)} \end{aligned} \quad (19)$$

比较(7)式和(15)式、(8)式和(16)式、(9)式和(19)式后,可以得到 $e_1^* \leq e_1^{FB}, e_2^* \leq e_2^{FB}$, $E(\Pi_0^*) \leq E(\Pi_0^{FB})$,因此可以得到结论4。

结论4:公共部门和企业联合开展公共产品技术创新,在正式契约下,公共部门和企业的研发努力无法达到系统最优的研发努力水平,社会福利水平也有所降低,即 $e_1^* \leq e_1^{FB}, e_2^* \leq e_2^{FB}, E(\Pi_0^*) \leq E(\Pi_0^{FB})$ 。

当双方研发努力水平不可观测时,在正式契约下,公共部门与企业的研发努力水平均有所降低,小于系统最优的研发努力水平,产生了系统收益损失。这是因为在正式契约中,只能对激励系数 β 进行标的,而 $\beta \in [0, 1]$,双方并不能得到自身努力的全部收益,则会产生道德风险,降低研发努力水平。即在单次合作中,公共部门设计的正式契约不能引导双方实现社会福利最大化。

上述分析表明,公共部门和企业之间的合作研发具有较高的风险和不确定性,具有交易的不完备性,这使得正式契约产生了一定的激励作用,但是不能形成使双方满意的合作模式,不能引导双方作出最优研发努力决策,产生了收益损失,单纯的正式契约是不充分的。

四、公共产品技术创新性关系契约设计

与正式契约只能标的激励系数 β 不同,在公共产品技术创新合作研发的关系契约中,公共部门除了设计正式的激励系数 β 外,还将明确规定公共部门与企业双方的研发努力水平,即公共部门与企业将以系统最优的研发努力水平(e_1^{FB}, e_2^{FB})为承诺写入关系契约。在关系契约的框架下,合作双方进行无限重复博弈,假定双方采用触发策略:一旦某期合作中,某一方没有执行承诺的最优研发努力水平,在以后各期的合作关系中,守约一方均认为违约一方的承诺不可置信,不再与其缔结关系契约,即在双方以后的合作中只有正式契约,违约一方不再拥有关系契约中遵守承诺所获得的收益。合作的双方需要判断对方的承诺是否具有“自我履行”性,即对方执行承诺的长期收益是否大于违背承诺的长期收益,若对方的承诺具有“自我履行”性,则执行其承诺的最优研发努力水平;反之,则拒绝执行承诺,而是按自身经济理性选择研发努力水平。

关系契约下,公共部门与企业进行两阶段博弈:第一阶段,双方通过谈判对关系契约下最优的社会福利水平进行收益分配;第二阶段,双方判断对方的研发努力水平承诺是否有“自我履行”性,从而决策自身的研发努力水平。

(一) 关系契约设计

首先分析第一阶段的收益分配,也即决策关系契约下,公共部门对企业的激励系数 β^{**} 。

在关系契约中,如果公共部门和企业均执行承诺,按照系统最优研发努力水平(e_1^{FB}, e_2^{FB}),则可以得到(9)式系统最优的社会福利;若双方均拒绝承诺,则按照正式契约下的均衡研发努力水平(e_1^*, e_2^*),得到(19)式的社会福利水平,可以得到:

$$\Delta \Pi_0 = E(\Pi_0^{FB}) - E(\Pi_0^*) = \frac{(\theta + r)^2 c_1 k_2^2 c_2 k_1^2}{2c_1 c_2 (c_2 k_1^2 + c_1 k_2^2)} \quad (20)$$

将(20)式称为关系契约下社会福利水平的帕累托改进,要想得到稳定的关系契约,需要满足公共部门和企业双方的参与约束,即保证双方执行关系契约获得的期望收益必须大于执行正式契约获得的期望收益,也即通过收益分配,使得双方都能从关系契约下社会福利水平的帕累托改进中获得自身期望收益的帕累托改进。

在激励系数 β^{**} 下,公共部门的期望收益为:

$$E(\Pi_1^{FB}) = (1 - \beta^{**}) \frac{(\theta + r) r (c_2 k_1^2 + c_1 k_2^2)}{c_1 c_2} - \frac{(\theta + r)^2 k_1^2}{2c_1} \quad (21)$$

企业的期望收益为:

$$E(\Pi_2^{FB}) = (\theta + \beta^{**} r) \frac{(\theta + r) (c_2 k_1^2 + c_1 k_2^2)}{c_1 c_2} - \frac{(\theta + r)^2 k_2^2}{2c_2} \quad (22)$$

则关系契约下,双方的期望收益帕累托改进为:

$$\Delta \Pi_1 = E(\Pi_1^{FB}) - E(\Pi_1^*) \quad (23)$$

$$\Delta \Pi_2 = E(\Pi_2^{FB}) - E(\Pi_2^*) \quad (24)$$

双方通过纳什谈判来决策激励系数 β^{**} ,则目标函数为:

$$\max_{\beta} \Delta \Pi_2 \cdot \Delta \Pi_1 \quad (25)$$

将(21)式、(17)式和(22)式、(18)式代入(25)式,再根据一阶条件,可得到:

$$\frac{\partial \Delta \Pi_2 \cdot \Delta \Pi_1}{\partial \beta} = \frac{\partial [E(\Pi_1^{FB}) - E(\Pi_1^*)] \cdot [E(\Pi_2^{FB}) - E(\Pi_2^*)]}{\partial \beta} = 0 \quad (26)$$

求解(26)式,可以得到关系契约下的激励系数:

$$\beta^{**} = \frac{4rc_1^3 k_2^6 + (5r - 7\theta) c_1^2 k_2^4 c_2 k_1^2 + (7r - 5\theta) c_1 k_2^2 c_2^2 k_1^4 - 4\theta c_2^3 k_1^6}{4r(c_2 k_1^2 + c_1 k_2^2)^3} \quad (27)$$

从(27)式可以得到 $\frac{\partial \beta^{**}}{\partial c_1} > 0, \frac{\partial \beta^{**}}{\partial c_2} < 0, \frac{\partial \beta^{**}}{\partial k_1} < 0, \frac{\partial \beta^{**}}{\partial k_2} > 0, \frac{\partial \beta^{**}}{\partial r} > 0, \frac{\partial \beta^{**}}{\partial \theta} < 0$ 。可以看出,关系契约下的激励系数 β^{**} 与正式契约下的激励系数 β^* 对各参数的变化趋势是一致的。

将(27)式 β^{**} 代入(21)式和(22)式,可以得到关系契约下,当公共部门和企业均执行承诺,按照系统最优研发努力水平(e_1^{FB}, e_2^{FB})时,双方的期望收益:

$$E(\Pi_1^{FB}) = \frac{(\theta + r)^2 (2c_2^3 k_1^6 + 5c_1^2 k_2^4 c_2 k_1^2 + c_1 k_2^2 c_2^2 k_1^4)}{4c_1 c_2 (c_2 k_1^2 + c_1 k_2^2)^2} \quad (28)$$

$$E(\Pi_2^{FB}) = \frac{(\theta + r)^2 (2c_1^3 k_2^6 + 5c_1 k_2^2 c_2^2 k_1^4 + c_1^2 k_2^4 c_2 k_1^2)}{4c_1 c_2 (c_2 k_1^2 + c_1 k_2^2)^2} \quad (29)$$

通过比较(28)式 $E(\Pi_1^{FB})$ 和(17)式 $E(\Pi_1^*)$ 、(29)式 $E(\Pi_2^{FB})$ 和(18)式 $E(\Pi_2^*)$,可以得到 $E(\Pi_1^{FB}) \geq E(\Pi_1^*), E(\Pi_2^{FB}) \geq E(\Pi_2^*)$,也即关系契约下,当双方都执行承诺时,双方的期望收益均得到了改进,满足双方的参与约束,由此可以得到结论5。

结论5: 如果公共部门和企业长期合作,且双方遵守承诺执行系统最优研发努力水平(e_1^{FB}, e_2^{FB}),公共部门设计关系契约激励系数 $\beta^{**} = \frac{4rc_1^3 k_2^6 + (5r - 7\theta) c_1^2 k_2^4 c_2 k_1^2 + (7r - 5\theta) c_1 k_2^2 c_2^2 k_1^4 - 4\theta c_2^3 k_1^6}{4r(c_2 k_1^2 + c_1 k_2^2)^3}$,此时,公共部门与

企业双方的期望收益均比正式契约下有所改进,即 $E(\Pi_1^{FB}) \geq E(\Pi_1^*)$, $E(\Pi_2^{FB}) \geq E(\Pi_2^*)$ 。

(二) 企业研发努力水平决策

接下来,分析关系契约的“自我履行”性,即分析公共部门和企业双方是否会遵守承诺执行系统最优研发努力水平 (e_1^{FB}, e_2^{FB}) 。公共部门和企业首先判断对方的承诺是否可信,如果不可信,则直接拒绝与之缔结关系契约,如果对方的承诺可信,则再决定自身是否遵守承诺。

先从企业的角度出发,即企业判断公共部门的承诺是否可信。假设企业执行承诺的研发努力水平 e_2^{FB} ,而公共部门发生违约,不执行承诺的研发努力水平 e_1^{FB} ,而以自身期望收益最大化来决策努力水平,此时公共部门的期望收益为:

$$E(\Pi_1) = (1 - \beta^{**}) r(k_1 e_1 + k_2 e_2^{FB}) - \frac{1}{2} c_1 (e_1)^2 \quad (30)$$

由(30)式对 e_1 求导,可以得到一阶条件:

$$\frac{\partial E(\Pi_1)}{\partial e_1} = (1 - \beta^{**}) r k_1 - c_1 e_1 = 0 \quad (31)$$

求解(31)式,可以得到公共部门以自身经济理性决策的违约研发努力水平:

$$e_1^{**} = \frac{(1 - \beta^{**}) r k_1}{c_1} = \frac{c_2 k_1^3 (r + \theta) (4c_2^2 k_1^4 + 7c_1^2 k_2^4 + 5c_1 k_2^2 c_2 k_1^2)}{4c_1 (c_2 k_1^2 + c_1 k_2^2)^3} \quad (32)$$

将(32)式 e_1^{**} 和(8)式 e_2^{FB} 代入(30)式,可以得到关系契约下,公共部门违约的当期期望收益:

$$\begin{aligned} E(\Pi_1^{**}) &= (1 - \beta^{**}) r(k_1 e_1^{**} + k_2 e_2^{FB}) - \frac{1}{2} c_1 (e_1^{**})^2 \\ &= \frac{(\theta + r)^2 c_2 k_1^2 (56c_1^6 k_2^{12} + 208c_1^5 k_2^{10} c_2 k_1^2 + 369c_1^4 k_2^8 c_2^2 k_1^4 + 342c_1^3 k_2^6 c_2^3 k_1^6 + 217c_1^2 k_2^4 c_2^4 k_1^8 + 72c_1 k_2^2 c_2^5 k_1^{10} + 16c_2^6 k_1^{12})}{32c_1 c_2 (c_2 k_1^2 + c_1 k_2^2)^6} \end{aligned} \quad (33)$$

通过比较(33)式和(28)式,可以得到 $E(\Pi_1^{**}) > E(\Pi_1^{FB})$,即如果不考虑长期合作关系的无限重复博弈,在单期合作中,公共部门会选择违约行为。

公共部门一旦违约,各期企业将拒绝执行承诺,只与其缔结正式契约,则以后各期公共部门只能得到正式契约下的期望收益 $E(\Pi_1^*)$,记 $\delta (0 < \delta < 1)$ 为期望收益的贴现因子,则公共部门违约的期望收益净现值为:

$$E(\Pi_1^{**}) + \sum_{t=1}^{\infty} \delta^t E(\Pi_1^*) = E(\Pi_1^{**}) + \frac{\delta}{1 - \delta} E(\Pi_1^*) \quad (34)$$

当公共部门执行承诺的研发努力水平 e_1^{FB} 时,企业会一直与其缔结关系契约,公共部门每期都可以获得关系契约下的期望收益 $E(\Pi_1^{FB})$,则其保持承诺守约的期望收益的净现值为:

$$E(\Pi_1^{FB}) + \sum_{t=1}^{\infty} \delta^t E(\Pi_1^{FB}) = E(\Pi_1^{FB}) + \frac{\delta}{1 - \delta} E(\Pi_1^{FB}) \quad (35)$$

由关系契约的“自我履行”条件,要求公共部门守约的期望收益大于违约的期望收益,即:

$$E(\Pi_1^{FB}) + \frac{\delta}{1 - \delta} E(\Pi_1^{FB}) \geq E(\Pi_1^{**}) + \frac{\delta}{1 - \delta} E(\Pi_1^*) \quad (36)$$

求解(36)式,可以得到公共部门执行承诺时的贴现因子条件:

$$\delta \geq \frac{E(\Pi_1^{**}) - E(\Pi_1^{FB})}{E(\Pi_1^{**}) - E(\Pi_1^*)} \quad (37)$$

将(33)式 $E(\Pi_1^{**})$ 、(28)式 $E(\Pi_1^{FB})$ 、(17)式 $E(\Pi_1^*)$ 代入(37)式,则可以得到:

$$\delta \geq \frac{16c_1^6 k_2^{12} + 40c_1^5 k_2^{10} c_2 k_1^2 + 81c_1^4 k_2^8 c_2^2 k_1^4 + 70c_1^3 k_2^6 c_2^3 k_1^6 + 49c_1^2 k_2^4 c_2^4 k_1^8}{24c_1^6 k_2^{12} + 80c_1^5 k_2^{10} c_2 k_1^2 + 161c_1^4 k_2^8 c_2^2 k_1^4 + 150c_1^3 k_2^6 c_2^3 k_1^6 + 89c_1^2 k_2^4 c_2^4 k_1^8 + 8c_1 k_2^2 c_2^5 k_1^{10}} = \delta_1 \quad (38)$$

当贴现因子满足(38)式时,企业会认为公共部门的承诺具有“自我履行”性,称 δ_1 为公共部门的贴现因子阈值。

从(38)式可以看出, δ_1 与 c_1 、 c_2 、 k_1 、 k_2 相关。由 $\frac{\partial \delta_1}{\partial c_1} > 0$, $\frac{\partial \delta_1}{\partial k_1} < 0$ 可知,当公共部门的成本系数越小、研发能力系数越大时, δ_1 越小,也即公共部门的研发效率越高时,其贴现因子阈值 δ_1 越小,越容易满足关系契约的“自我履行”性,关系契约执行的可能性越大。由 $\frac{\partial \delta_1}{\partial c_2} < 0$, $\frac{\partial \delta_1}{\partial k_2} > 0$ 可知,当企业的研发效率越低时,公共部门的贴现因子阈值 δ_1 越小。即对企业来说,当自身的研发效率越低,而公共部门的研发效率越高时,企业越愿意相信公共部门的承诺,越愿意与之缔结关系契约。

(三) 公共部门研发努力水平决策

再从公共部门的角度判断企业的承诺是否可信。假设公共部门执行承诺的研发努力水平 e_1^{FB} ,企业不执行承诺的研发努力水平 e_2^{FB} ,以自身期望收益最大化来决策努力水平,此时企业的期望收益为:

$$E(\Pi_2) = (\theta + \beta^{**}r)(k_1 e_1^{FB} + k_2 e_2) - \frac{1}{2}c_2(e_2)^2 \quad (39)$$

由(39)式对 e_2 求导,可以得到一阶条件:

$$\frac{\partial E(\Pi_2)}{\partial e_2} = (\theta + \beta^{**}r)k_2 - c_2 e_2 = 0 \quad (40)$$

求解(40)式,可以得到企业以自身经济理性决策的违约研发努力水平:

$$e_2^{**} = \frac{(\theta + \beta^{**}r)k_2}{c_2} = \frac{(r + \theta)c_1 k_2^3 (4c_1^2 k_2^4 + 5c_1 k_2^2 c_2 k_1^2 + 7c_2^2 k_1^4)}{4c_2(c_2 k_1^2 + c_1 k_2^2)^3} \quad (41)$$

将(41)式 e_2^{**} 和(7)式 e_1^{FB} 代入(39)式,可以得到关系契约下企业违约的当期期望收益:

$$E(\Pi_2^{**}) = \frac{(\theta + r)^2 c_1 k_2^2 (16c_1^6 k_2^{12} + 72c_1^5 k_2^{10} c_2 k_1^2 + 217c_1^4 k_2^8 c_2^2 k_1^4 + 342c_1^3 k_2^6 c_2^3 k_1^6 + 369c_1^2 k_2^4 c_2^4 k_1^8 + 208c_1 k_2^2 c_2^5 k_1^{10} + 56c_2^6 k_1^{12})}{32c_1 c_2 (c_2 k_1^2 + c_1 k_2^2)^6} \quad (42)$$

通过比较(42)式和(29)式,可以得到 $E(\Pi_2^{**}) > E(\Pi_2^{FB})$,即如果不考虑长期合作关系的无限重复博弈,在单期合作中,企业会选择违约行为。

企业一旦违约,公共部门也将拒绝执行承诺,只与其缔结正式契约,以后各期企业只能得到正式契约下的期望收益 $E(\Pi_2^*)$,则企业违约的期望收益的净现值为:

$$E(\Pi_2^{**}) + \sum_{t=1}^{\infty} \delta^t E(\Pi_2^*) = E(\Pi_2^{**}) + \frac{\delta}{1-\delta} E(\Pi_2^*) \quad (43)$$

企业执行承诺的研发努力水平 e_2^{FB} 时,公共部门会一直与其缔结关系契约,这样企业每期都可以获得关系契约下的期望收益 $E(\Pi_2^{FB})$,则其保持承诺守约的期望收益的净现值为:

$$E(\Pi_2^{FB}) + \sum_{t=1}^{\infty} \delta^t E(\Pi_2^{FB}) = E(\Pi_2^{FB}) + \frac{\delta}{1-\delta} E(\Pi_2^{FB}) \quad (44)$$

由关系契约的“自我履行”条件,要求企业守约的期望收益大于违约的期望收益,即:

$$E(\Pi_2^{FB}) + \frac{\delta}{1-\delta} E(\Pi_2^{FB}) \geq E(\Pi_2^{**}) + \frac{\delta}{1-\delta} E(\Pi_2^*) \quad (45)$$

求解(45)式,可以得到企业执行承诺时的贴现因子条件:

$$\delta \geq \frac{E(\Pi_2^{**}) - E(\Pi_2^{FB})}{E(\Pi_2^{**}) - E(\Pi_2^*)} \quad (46)$$

将(42)式 $E(\Pi_2^{**})$ 、(29)式 $E(\Pi_2^{FB})$ 、(18)式 $E(\Pi_2^*)$ 代入(46)式,则可以得到:

$$\delta \geq \frac{16c_2^6k_1^{12} + 40c_2^5k_1^{10}c_1k_2^2 + 81c_2^4k_1^8c_1^2k_2^4 + 70c_2^3k_1^6c_1^3k_2^6 + 49c_2^2k_1^4c_1^4k_2^8}{24c_2^6k_1^{12} + 80c_2^5k_1^{10}c_1k_2^2 + 161c_2^4k_1^8c_1^2k_2^4 + 150c_2^3k_1^6c_1^3k_2^6 + 89c_2^2k_1^4c_1^4k_2^8 + 8c_2k_1^2c_1^5k_2^{10}} = \delta_2 \quad (47)$$

当贴现因子满足(47)式时,公共部门会认为企业的承诺具有“自我履行”性,称 δ_2 为企业的贴现因子阈值。

从(47)式可以看出, $\frac{\partial \delta_2}{\partial c_2} > 0$, $\frac{\partial \delta_2}{\partial k_2} < 0$, $\frac{\partial \delta_2}{\partial c_1} < 0$, $\frac{\partial \delta_2}{\partial k_1} > 0$,说明对公共部门来说,当自身的研发效率越低,而企业的研发效率越高时,公共部门越愿意相信企业的承诺,越愿意与之缔结关系契约。

(四) 关系契约中的贴现因子

当(38)式和(47)式同时满足时,公共部门和企业双方均认为对方的承诺具有“自我履行”性,同时双方从自身的长远收益出发,执行承诺也是最优的,双方缔结关系契约。通过以上分析,可以得到结论6。

结论6: 当贴现因子 $\delta \in [\tilde{\delta}, 1]$ 时,公共部门与企业可以缔结关系契约,双方承诺执行系统最优的研发努力水平(e_1^{FB}, e_2^{FB}),实现社会福利的最优化,其中, $\tilde{\delta} = \max(\delta_1, \delta_2)$ 。

由结论6可知,当贴现因子足够大(或者双方的贴现因子阈值 δ_1, δ_2 较小)时,关系契约可以激励双方的最优研发努力水平,实现系统最优。由此可见,贴现因子是关系契约得以顺利执行的关键。下面来分析贴现因子 δ 的影响,假设 $\delta = 0$,即当双方均只考虑当前收益,而不顾长远收益时,公共部门的违约期望收益净现值退化为 $E(\prod_1^{**})$,公共部门保持承诺守约的期望收益净现值退化为 $E(\prod_1^{FB})$,因为 $E(\prod_1^{**}) > E(\prod_1^{FB})$,所以公共部门一定不会执行承诺的最优研发努力水平;同理可得当 $\delta = 0$,因为 $E(\prod_2^{**}) > E(\prod_2^{FB})$,所以企业一定不会执行承诺的最优研发努力水平,此时,双方的最优研发努力承诺均不可信,只能缔结正式契约。随着贴现因子 δ 的不断增大,合作双方对未来收益的关注随之增大,公共部门守约的期望收益和企业守约的期望收益也随之不断增大,此时,双方承诺的“自我履行”性越来越大,实施关系契约的可能不断增大。当 δ 达到 $\tilde{\delta}$ 时,双方的承诺具有“自我履行”性,可以实施关系契约,合作双方均能获得最大的期望收益。因此,贴现因子反映了双方对未来预期收益的重视程度,反映了未来长期合作的价值。贴现因子越大,表示未来长期合作的价值越大,维系长期合作关系的意愿就越强,关系契约对执行最优研发努力承诺的激励效果越明显。

事实上,对公共部门来说,与有关企业保持长期稳定的合作关系,可以更加有效地获得企业的战略资源,有利于隐性知识等资源的转移,可以在长期的合作中降低交易成本,如降低合适合作企业的搜索成本、谈判成本等;对企业而言,与公共部门维持长期合作关系,意味着相对稳定的、可预期的合作前景和收益,意味着较好的社会名誉和地位等。因此,在公共产品技术创新合作研发过程中,公共部门和企业应该从长远利益出发,建立长期稳定的合作关系,而不是做“一锤子”买卖。关系契约正是通过合作双方对未来长期效益的重视以及声誉效应来发挥治理功能,合作双方着眼于未来长期的合作价值,避免因短期效益而产生的风险行为。

五、结论与启示

(一) 研究结论

公共产品技术创新中公共部门和企业合作创新不仅可以提升公共产品的技术创新及公共服务水平,还可以提升企业的技术研发能力,但是合作双方可能存在告知虚假私人信息、降低努力程度、研发投入不足等双边道德风险问题,从而导致公共产品技术创新项目不能实现预期的目标。针对该问题,设计了双边道德风险下公共产品技术创新的正式契约及关系契约激励机制。模型分析结果表明:(1) 双边道德风险下公共产品技术创新合作研发的正式契约无法有效激励双方达到系统最优的研发努力水平,产生了系统收益损失。(2) 对于任意贴现因子,关系契约下合作双方的研发努力和收益均不小于正式契约,且随着贴现因子的增大,关系契约的自我履行机制越高效,关系契约对执行最优研发努力承诺的激励效

果越明显。(3) 当贴现因子足够大,达到一定的门槛值后,关系契约可以有效激励公共部门和企业双方均实施承诺的最优研发努力水平,实现系统最优化。因此,文章论证了公共产品技术创新关系契约的可行性,公共部门和企业可以通过关系契约建立长期合作关系,实现社会福利最大化。

(二) 管理启示

贴现因子是关系契约得以有效实施的关键因素,贴现因子越大,表示合作双方未来长期合作的价值越大,对公共产品技术创新合作研发的激励效果越明显。为提高关系契约的执行效果,公共部门和企业要共同努力提高贴现因子,建立长期战略合作伙伴关系,促进社会福利最大化的实现。一般而言,促进双方长期合作的主要措施有以下四方面。(1) 加强双边专用性资产投资。从公共部门或者企业角度来看,当对方的研发效率越高时,越愿意相信对方的承诺,越愿意与对方缔结关系契约,因此,为了能够顺利缔结关系契约,可以通过提升自身的研发效率,让对方更愿意相信自身的承诺,而专用性资产投资可以提高自身的研发效率,增加自身的承诺水平。专用性投资是一种专用的物质资本和人力资本,是针对某些特定关系的投资,其用途是有限的,一旦转作他用,将大幅贬值,增加了退出成本,有利于维持关系的长期稳定。合作双方做出双边专用性投资之后,导致双边“锁定”,使双方相互具有不可替代性,促进信任的产生和维持,从而增加承诺水平。对未来长期收益的预期激励了专有性投资,而专有性投资反过来又会激励双方长期合作,保护交易关系,形成战略性的伙伴关系,从而形成良性循环。(2) 建立知识共享机制。公共部门和企业通过信息共享来了解彼此,从而有效抑制机会主义行为的发生。加强双方在合作研发过程中的交流沟通,如坚持经常的面对面交流,以定期会议的形式了解项目工作进展;加强多层次的人员交流,如互派工作小组、管理层的经常性沟通等。加强双方的相互学习,促进知识的有效转移和共享,提高合作收益。(3) 注重信任关系构建。公共部门和企业之间的信任关系是合作关系能维持长期稳定的前提,信任可以提高合作成员对合作关系的归属感,使合作关系更加紧密。合作成员在长期合作中建立的信任关系,可以有效降低监督和谈判等交易成本。当合作过程中出现一些不确定因素时,信任可以促使合作双方加强联系和依赖,避免可能的机会主义,降低合作风险,谋求共同利益和实现共同目标,有利于长期战略合作关系的维持。在公共产品技术创新中,公共部门处于主导地位,无论物质或者是政策制度上,应全力支持双方的合作,定期与企业进行研发任务进展的交流,以谋取企业的信任。(4) 建立企业声誉机制。一般而言,公共部门的声誉较高,而企业的声誉需要加强管理。公共部门可以建立合作企业库,加强对合作企业管理,定期考评,提高企业库中企业的竞争强度,加强监督机制,严惩企业的机会主义行为。公共部门可以把声誉效应扩大化,比如将合作企业的评估信息在官方平台进行公示,公开评估结果,接受社会监督,公共部门的资质认证与宣传更能为企业带来社会影响力,增强企业的声誉意识,激励企业遵守承诺,更加注重良好的声誉建设,维持长期合作关系的稳定。

参考文献:

- [1] 仲伟俊. 公共产品创新问题研究[J]. 东南大学学报(哲学社会科学版), 2008(3): 13-19.
- [2] 王露, 仲伟俊, 梅姝娥. 企业参与公共产品技术创新的方式研究[J]. 软科学, 2012(7): 6-10.
- [3] 海江涛, 钟伟俊, 梅姝娥. 公共产品技术创新中政府技术获取的策略研究[J]. 管理工程学报, 2015(3): 172-179.
- [4] 武柏宇, 仲伟俊, 梅姝娥. 分包商利他偏好真的有利吗? ——以公共产品技术创新委托研发为例[J]. 系统工程理论与实践, 2022(1): 172-183.
- [5] LAI E L C, RIEZMAN R, WANG P. Outsourcing of innovation [J]. Economic theory, 2009, 38(3): 485-515.
- [6] CRAMA P, REYCK B D, DEGRAEVE Z. Milestone payments or royalties? Contract design for R&D licensing [J]. Operations research, 2008, 56(6): 1539-1552.
- [7] 宋寒, 邵云飞, 代应. 服务商道德风险与资金限制下的研发外包契约选择: 奖励还是惩罚[J]. 科研管理, 2017(12): 122-133.

- [8] 王建华, 明云莉, 孙俊. 不同激励契约下的产学研合作协调研究 [J]. 科技管理研究, 2021(11) : 115 - 124.
- [9] SILIPO D B. Incentives and forms of cooperation in research and development [J]. Research in economics, 2008, 62(2) : 101 - 119.
- [10] CHEN S. Task partitioning in new product development teams: a knowledge and learning perspective [J]. Journal of engineering and technology management, 2005, 22(4) : 291 - 314.
- [11] 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(9) : 2244 - 2255.
- [12] 李恩极, 李群. 政府主导的产学研协同创新的利益分配机制研究 [J]. 研究与发展管理, 2018(6) : 75 - 83.
- [13] 薛凤, 陈光宇, 谢欢, 等. 道德风险下重大工程协同创新激励契约设计 [J]. 系统工程, 2021(4) : 49 - 55.
- [14] FITOUSSI D, GURBAXANI V. IT outsourcing contracts and performance measurement [J]. Information systems research, 2012, 23(1) : 129 - 143.
- [15] 陈伟, 张旭梅, 宋寒. 供应链企业间知识交易的关系契约机制: 基于合作创新的研究视角 [J]. 科研管理, 2015(7) : 38 - 48.
- [16] 宋寒, 代应, 祝静. 风险规避下研发外包中隐性知识共享的关系契约激励 [J]. 系统管理学报, 2016(3) : 415 - 421 + 438.
- [17] 张慧, 郭婧娟. 基于关系契约的合同能源管理激励机制研究 [J]. 科技管理研究, 2021(17) : 185 - 190.
- [18] 王清晓. 契约与关系共同治理的供应链知识协同机制 [J]. 科学学研究, 2016(10) : 1532 - 1540.
- [19] 高孟立. 合作创新中机会主义行为的相互性及治理机制研究 [J]. 科学学研究, 2017(9) : 1422 - 1433.
- [20] 吴晓波, 房珂一, 刘潭飞, 等. 数字情境下制造服务化的治理机制: 契约治理与关系治理研究 [J]. 科学学研究, 2022(2) : 269 - 277 + 308.
- [21] 任颀, 刘欣. 创造还是破坏: 企业数字化对就业的影响 [J]. 南京财经大学学报, 2021(6) : 66 - 76.
- [22] 李强, 孙国强, 崔格格. 数字产业化与产业数字化: 双向联动关系、产业网络特征与数字经济发展 [J]. 产业经济研究, 2021(5) : 54 - 68.
- [23] 宣烨, 余泳泽. 大国经济视域下以高端服务业引领现代化经济体系建设研究 [M]. 北京: 中国经济出版社, 2021.
- (责任编辑: 王顺善; 英文校对: 葛秋颖)

Relational Contract Design for Public Goods Technological Innovation Based on Double Moral Hazard

WANG Lu

(School of Business, Jiangsu Ocean University, Lianyungang 222005, China)

Abstract: The cooperative innovation between public department and enterprises in public goods technological innovation can enhance the level of public goods technological innovation and public services, and the ability of enterprises technological innovation. However, there exists double moral hazard in the cooperation. Aiming at the above mentioned problem, the incentive mechanism of formal contract and relational contract in public sectors is designed. The conclusions indicate that the formal contract cannot motivate the optimal R&D effort level of the system, resulting in the loss of system income. For any discount factor, the R&D effort and revenue of both parties under the relational contract are not less than that of the formal contract, and with the increase of the discount factor. With the increase of discount factor, the more efficient the self-performance mechanism of relational contract is, the more obvious the incentive effect of relational contract on the performance of optimal R&D commitment is. When the discount rate reaches a certain threshold value, relational contract can effectively motivate both the public sector and enterprises to implement the promised system optimal R&D effort level to achieve system optimal and social welfare maximization. Enhancing the discount factor can be realized by strengthening bilateral specific assets investment, knowledge sharing mechanism, trust relationship and construction of enterprise reputation mechanism.

Key words: public goods technological innovation; double moral hazard; relational contract; formal contract