

# 不确定性、溢出效应与R&D合作

徐 斌<sup>1,2</sup>

(1.江西财经大学 产业集群与企业发展研究中心,江西 南昌 330013;  
2.东北财经大学 产业组织与企业组织研究中心,辽宁 大连 116025)

**摘 要:**所建立的模型是D'Asprement和Jacquemin(1988)模型的一个扩展,它构建了两个企业在不确定情形下进行R&D竞争和合作的理论模型。模型的目的是解释不确定性如何影响研发效率,比较两个企业在R&D竞争和两种合作模式下技术投入水平、产量以及企业利润的情况。主要结论是企业的R&D研发(产量)水平总是随R&D成功概率的增加而增加的。当R&D溢出较大时,企业合作研发条件下的研发(产量)水平大于竞争条件下的研发水平,也大于联合实验室条件下的研发(产量)水平。

**关键词:**技术溢出效应;R&D合作;合作研发;研发效率;联合实验室

**中图分类号:**G311      **文献标识码:**A      **文章编号:**1001-7348(2008)12-0012-03

## 0 引言

有关技术创新的研究文献很多,从企业R&D激励的角度出发,有Barzel(1968)和Scherer(1967)提出的“确定性拍卖”模型<sup>[1][2]</sup>,Dasgupta和Stiglitz(1980)提出的倒“非锦标赛”模型<sup>[3]</sup>,Katz和Shapiro(1985)提出的“锦标赛”模型<sup>[4]</sup>及Futia(1980)和Rogerson(1982)所使用的概率竞赛模型<sup>[5][6]</sup>。而有关R&D溢出的研究要追溯到Ruff(1969)<sup>[7]</sup>,R&D溢出意味着有一个企业进行的研究开发可能被另一没有购买其产权的其它企业使用,R&D溢出既有正面的作用,也存在负面的影响。

有关R&D合作的众多文献建立在D'Asprement和Jacquemin(1988)的开拓性论文基础上<sup>[8]</sup>。他们考虑了一个产业内两个企业R&D战略投入水平阶段古诺(Cournot)竞争的溢出情况,得出的结论为在无溢出时研发合作的战略R&D导致比合作的R&D更小的创新投入,非合作的战略R&D投入水平一般会随溢出增大而减少,而合作的战略R&D投入水平则随溢出增大而增加。然而,几乎所有的这些R&D战略投入水平研究都是R&D的创新是确定性的,不考虑研发成功概率的大小。Kaz Miyagiwaa, Yuka Ohno(2002)所设立的模型考虑了不确定性,并提供了RJV的一个新定义<sup>[9]</sup>。本文是D'Asprement和Jacquemin(1988)模型的一个扩展,但本文在以下两个方面与D'Asprement和Jacquemin(1988)模型有所不同。首先,他们考虑的是在确定情况下的企业R&D竞争和合作,而我们分析企业研发不确定性情形。其次,他们考虑R&D竞争、合作与兼并的情

况,而我们考虑的合作情况有两种,第一种是和他们一样的R&D合作,第二种是联合实验室(Joint lab)。我们旨在探讨R&D在不确定性的情况下,不同合作形式溢出水平对企业R&D投入水平及行为的影响,为科技创新政策的制定提供参考。

## 1 基本假设

假设某一产业中存在两个企业1和2,每个企业只生产一种差异产品,反需求函数是线性的:

$$P=1-(q_1+q_2) \quad (1)$$

其中,P为产品价格, $q_1$ 和 $q_2$ 分别为两个企业的产量,每个企业以不变单位成本生产。两个企业是同质的,拥有相同的技术水平。

在模型中假设,如果两个企业不共享R&D成果,专利保护制度不是完全有效的,同时各企业开发的技术具有溢出效应,每个企业的R&D投入不但使本企业的产品成本降低,并且能使其它企业受益。令 $x_i$ 为企业通过R&D投入使本企业产品单位成本降低的幅度,因此企业在产品市场中的单位成本为:

$$C_i=c-x_i-\beta x_j \quad i=1,2 \quad (2)$$

通常情况下,如果不发生技术突变,技术创新的每一步提高或改进需要投入更多的资源,R&D投入所带来的单位产品成本降低是规模收益递减的,这里设企业的R&D成本函数为:

$$u_i=x_i^2/2 \quad i=1,2 \quad (3)$$

我们将企业间的博弈分成两个阶段,首先是R&D阶

收稿日期:2007-06-11

作者简介:徐斌(1978-),男,江西南昌人,江西财经大学产业集群与企业发展研究中心讲师,东北财经大学产业组织与企业组织研究中心产业经济学博士生,研究方向为产业组织、技术创新。

段,其次是产出阶段。在第一阶段中,两企业预期到R&D投入对第二阶段利润的影响,同时选择各自的R&D投入水平以降低产品成本;在第二阶段中,两企业在给定第一阶段R&D投入的情况下,进行产品市场的古诺竞争,选择各自的产量,以使自己的利润最大化。

考虑R&D的不确定性,我们将研发成功的概率设定为 $\rho$ 。可分为4种情况讨论:

第一种情况:企业1R&D不成功,企业2R&D不成功,这种情况的概率为 $(1-\rho)^2$ ,企业的研发成本分别为 $u_1=c, u_2=c$ 。企业1的利润函数为:

$$\pi_{1f} = [1 - (q_1 + q_2) - c] q_1 - \frac{x_1^2}{2} \quad (4)$$

第二种情况:企业1R&D成功,企业2R&D不成功,这种情况的概率为 $(1-\rho)\rho$ ;企业的研发成本分别为 $u_1=c-x_1, u_2=c-\beta x_2$ 。企业1的利润函数为:

$$\pi_{1s} = [1 - (q_1 + q_2) - (c - x_1)] q_1 - \frac{x_1^2}{2} \quad (5)$$

第三种情况:企业*i*R&D不成功,企业*j*R&D成功,这种情况的概率为 $(1-\rho)\rho$ ,企业的研发成本分别为 $u_i=c-\beta x_i, u_j=c-x_j$ 。企业1的利润函数为:

$$\pi_{1s} = [1 - (q_1 + q_2) - (c - \beta x_1)] q_1 - \frac{x_1^2}{2} \quad (6)$$

第四种情况:企业*i*R&D成功,企业*j*R&D成功,这种情况的概率为 $\rho^2$ ,企业的研发成本分别为 $u_i=c-x_i-\beta x_j, u_j=c-x_j-\beta x_i$ 。企业1的利润函数为:

$$\pi_{1f} = [1 - (q_1 + q_2) - (c - x_i - \beta x_j)] q_1 - \frac{x_1^2}{2} \quad (7)$$

## 2 模型

### 2.1 产出阶段

无论企业在R&D阶段是否合作,在产品市场的古诺竞争中,它们都将独立决定自己的产量。给定R&D条件,可以用逆推归纳法求解此博弈完美纳什均衡,先求解第一阶段(产出阶段)的纳什均衡。

将以上4种情况都考虑进来,企业1的利润函数为:

$$\pi_1 = [1 - Q - c + \rho(x_1 + \beta x_2)] q_1 - \frac{x_1^2}{2} \quad (8)$$

在第二阶段,无论其在第一阶段(研发阶段)是否合作,在这一时期两者都将独立决定各自的产量水平。给定第一阶段的研发投入,由利润最大化的一阶条件可得到产品市场最优反应函数的方程式。给定第一阶段由于研发而降低成本的程度,最大化企业的利润函数,求解一阶条件则均衡产量为:

$$\begin{aligned} q_1 &= \frac{(1-c) + \rho[(2-\beta)u_1 + (2\beta-1)u_2]}{3} \\ q_2 &= \frac{(1-c) + \rho[(2-\beta)u_2 + (2\beta-1)u_1]}{3} \end{aligned} \quad (9)$$

### 2.2 R&D阶段

R&D阶段企业面临3种选择:R&D竞争、R&D合作或联

合实验室(Joint lab)。第一种是不合作策略,后两种是合作策略。

(1)R&D竞争。R&D竞争即企业不进行研发合作,各企业同时选择各自的研发投入水平,降低有效成本,给定竞争对手的R&D投入,企业选择自己的R&D投入水平。降低单位产品成本,以使自己的利润最大化。

均衡解由 $\max \pi$ 给出,求解一阶条件,假定两企业的利润函数是对称的,则可得出一个对称的纳什均衡结果,可得:

$$x_1 = x_2 = x^* = \frac{(1-c)\rho(2-\beta)}{4.5-\rho^2(2-\beta)(1+\beta)} \quad (10)$$

将 $x^*$ 分别代入(9)式得到:

$$q_1 = q_2 = q^* = \frac{3(1-c)}{4.5-\rho^2(2-\beta)(1+\beta)} \quad (11)$$

其中, $x^*, q^*$ 分别表示研发竞争企业的均衡研发投入水平、均衡产量和均衡利润。

(2)R&D合作。合作研发即在研发阶段,企业间共同参与研究开发项目的投入决策,协调投入成本,共同决定研究开发水平,以实现共同利润的最大化。并且它们知道将在第二阶段进行产量竞争。所以,两企业将共同决定研发水平,以使联合利润最大化。在生产阶段(即第二阶段),企业进行古诺产量竞争,使自己的利润最大化,这时,联合利润最大化可写成:

$$\pi = \pi_1 + \pi_2 = \sum_{i=1}^2 \{ [1 - Q - c + \rho(x_i + \beta x_j)] q_i - \frac{x_i^2}{2} \} \quad (12)$$

求解 $\partial \pi / \partial x = 0$ ,可得到合作创新情形下两企业的研发水平

$$x_1 = x_2 = x^{**} = \frac{(1-c)\rho(1+\beta)}{4.5-\rho^2(1+\beta)} \quad (13)$$

将 $x^{**}$ 分别代入(9)式得到:

$$q_1 = q_2 = q^{**} = \frac{3(1-c)}{4.5-\rho^2(1+\beta)^2} \quad (14)$$

其中, $x^{**}, q^{**}$ 分别表示研发竞争企业的均衡研发投入水平、均衡产量和均衡利润。

(3)联合实验室。企业进行R&D合作,还可以选择联合实验室,两个企业一起进行R&D项目,分享研发成果,共同承担研发成本。根据研发的不确定性,可以分为两种情况加以讨论:

第一种情况:联合实验室研发成功,概率为 $\rho$ ,成本降低的程度为 $C_i=c-x$ 。这时,企业的利润函数为:

$$\pi = [1 - (q_1 + q_2) - (c - x)] q_1 - \frac{x^2}{4} \quad (15)$$

第二种情况:联合实验室研发不成功,概率为 $1-\rho$ ,成本降低的程度为 $C_i=c$ 。这时,企业的利润函数为:

$$\pi = [1 - (q_1 + q_2) - c] q_1 - \frac{x^2}{4} \quad (16)$$

最大化企业的利润函数,求解一阶条件,则均衡产量为:

$$q_1 = q_2 = \frac{1-c+\rho x}{3} \quad (17)$$

求解 $\partial\pi/\partial x=0$ , 可得到合作创新情形下两企业的研发水平:

$$x_1=x_2=x^{**}=\frac{(1-c)2\rho}{4.5-2\rho} \tag{18}$$

将 $x^{**}$ 分别代入(17)式得到:

$$q_1=q_2=q^{**}=\frac{6(1-c)}{4.5-2\rho} \tag{19}$$

### 3 比较

通过以上分析我们可以总结如下几点:

命题一:  $\frac{\partial x^*}{\partial \rho} > 0, \frac{\partial x^{**}}{\partial \rho} > 0, \frac{\partial x^{***}}{\partial \rho} > 0$

当企业选择R&D非合作或合作时,企业的R&D投入水平总是随R&D成功概率的增加而增加的。这个结论和直觉是一致的。R&D成功的概率越高,企业R&D的获利性越大,企业就越可能提高投入水平。这种情况无论在合作还是非合作时都是成立的。

命题二:  $\beta > 1/2, x^{**} > x^*, q^{**} > q^*; \beta < 1/2, x^{**} < x^*, q^{**} < q^*$

这个结论和D'Asprement和Jacquemin(1988)的相同。当R&D溢出较大时,企业的合作R&D投入水平总是比非合作时大。研发溢出的增加,给竞争对手带来了直接的外部经济性增加,这时,合作R&D比非合作时大,合作有利于成本降低,使所有企业获益。当R&D溢出较小时,企业R&D的外部性小,提高R&D投入水平总是会降低成本,使所有企业获益。可见,当溢出效应很大时,企业合作研发条件下的研发投入水平大于不合作条件下的研发投入水平,合作条件下的产量水平大于不合作条件下的产量水平,从而,企业合作进行研究开发能够提高双方的利润水平。

命题三:  $\beta \rightarrow 0, x^{**} > x^*, q^{**} > q^*; \beta \rightarrow 1, x^{**} < x^*, q^{**} < q^*$

此命题认为,当研发溢出比较小,趋于0时,组成联合实验室的研发投入水平要比合作研发大。当研发溢出比较大,趋于1时,组成联合实验室的研发投入水平要比合作研发小。

当研发溢出比较小,合作研发带来的收益比较小,甚至比企业自己投入的水平低时,将会降低所有企业的R&D投入。当组成联合实验室时,企业将分享所有的研发成果,会增加R&D投入。当溢出比较大时,合作研发将R&D的外部性内部化,带来的收益比较大,尤其是当溢出接近于1时,更会增加企业的R&D投入。联合实验室虽然可以共同承担研发成本,但是联合实验室的研发效果不如合作研发。因此,在总体收益上合作研发更好。

通过以上博弈模型分析发现:合作创新能够提高企业的均衡利润,因此存在足够的激励使企业愿意进行合作创新;但当溢出水平不同时,可以选择不同的合作方式来提高企业利润,增大社会福利。当技术溢出效应达到一定的程度时,合作创新更有利于实现社会福利最大化;技术溢

出越大,合作创新对企业越有利,企业就会投入更多的研究开发资金,生产更多的产品。

### 4 政策含义

技术创新是一项风险性很高的活动,合作研发可以有效地降低风险。无论是合作还是非合作,提高研发成功的概率,都会使企业增加R&D投入,降低成本,提高产出,增加企业利润,进而使得社会福利提高。因此,需要激励更多的风险性研发。政府可以承担一部分重大科技创新的风险,通过各种方式增大创新的成功概率。

创新成果具有公共品的部分特征,一个企业的创新成果很容易溢出,使得对手无成本获利,这样给创新企业带来的利润就小于社会收益(这就是溢出效应所导致的外部经济性)。因此,技术溢出效应在一定程度上损害了竞争性企业进行R&D活动的积极性。为了提高企业创新的积极性,就必须让创新企业进行合作,使得外部效应内部化。因此无论从理论还是实践出发,加强我国企业间的R&D合作,对提高我国的科技竞争力都具有重大意义。

研发合作有多种形式,对于不同的溢出率,企业应选择不同的合作方式。政府对企业的研发激励政策因技术溢出不同而不同,采取标准化的R&D政策是不合适的。

参考文献:

- [1] BARZELY.Optimal Timing of Innovations [J].Review of Economics and Statistics,1968(50):348-355.
- [2] SCHERER.F. M.Research and Development Resource Allocation under Rivalry, Quarterly Journal of Economics, 1967,81:359-394.
- [3] DASGUPTA.,STIGLITZ,J.Industrial Structure and Nature of Innovative Activity[J].Economic Journal,1980,90:266-93.
- [4] KATZ,M.L.,SHAPIRO,D.On the Licensing of Innovations[J].RAND Journal of Economics,1985,16:504-520.
- [5] FUTIA,C.Schumpeterian Competition [J].Quarterly Journal of Economics,1980,93:675-695.
- [6] ROGERON,W.The Social Costs of Monopoly and Regulation: A Game-theoretic Analysis[J].Bell Journal of Economics1982(13):391-401.
- [7] RUFF LARRY.Research and Technological Progress in a Cournot Economy[J].Journal of Economic theory,1969,1(4): 397-415.
- [8] D'ASPREMONT,C.,JACQUEMIN,A.Cooperative and Noncooperative R&D in Duopoly with Spillovers[J]. American Economic Review1988,78:1133-1137.
- [9] Kaz MIYAGIWAA, YUKA OHNOB. Uncertainty, Spillovers, and Cooperative R&D [J].International Journal of Industrial Organization,2002,20:855-876.

(责任编辑:高建平)