



专利联盟的累进创新效应研究

杜晓君, 罗猷韬, 马大明, 宋宝全
东北大学工商管理学院, 沈阳 110004

摘要: 针对专利联盟在累进创新条件下对企业研发的影响, 构建一个描述企业研发强度随已产生专利数量变动的动态博弈模型。在比较无联盟和有联盟两种情况下的专利竞争模型和马尔可夫完美均衡模式的基础上, 得出联盟对企业各阶段均衡研发强度的影响, 并进一步分析许可费和联盟规模对创新效应的影响。结果表明, 联盟的存在解决了专利丛林问题, 在联盟形成前各企业均衡投资水平逐渐提高, 并在联盟形成后企业保持稳定的研发投入动机; 许可费越高(低)被许可企业的均衡研发强度水平越低(高), 且联盟存在一个最优许可费, 使成员专利价值和研发强度达到最大化; 规模较大的联盟对潜在成员的研发激励效果更持久, 规模较小的联盟激励效果更强。

关键词: 专利联盟; 累进创新; 专利竞赛; 许可费; 联盟规模

中图分类号: F273.1

文献标识码: A

文章编号: 1672-0334(2011)06-0049-08

1 引言

专利联盟是专利权人授权联盟管理机构营销及打包许可其知识产权的联合组织^[1]。随着20世纪90年代中期以后经济全球化及国际竞争的加剧, 专利联盟作为国际产业竞争的有力武器受到各国普遍重视和政策优待, 3G手机、高清DVD、蓝牙和WCDMA等专利联盟纷纷涌现, 基于联盟中全部或部分专利制造的设备销售总额不断增加^[2]。Lerner等^[3]认为, 当前专利联盟“正在经历一次卷土重来”, 且必将在新经济中发挥较以往更重要的作用。

学者们对专利联盟的竞争效应进行了深入讨论, 一些研究认为专利联盟促进竞争的作用是主导的^[4-7], 另一些研究则认为反竞争效应是专利联盟的基本性质^[8-10]。但是, 创新对长期社会福利的影响往往比事后市场效率要大得多, 因此专利联盟的事前创新效应成为学者们不能回避的重大问题。本研究针对专利联盟在累进创新的条件下对企业研发行为的影响, 构建一个描述企业研发强度随已产生专利数量变动的动态博弈模型, 分析专利联盟的存在以及许可费和规模两方面联盟规则对企业各阶段均衡研发强度的影响。

2 相关研究评述

近几年, 经济学家们对专利联盟创新效应的研究

日益深入和丰富。Dequiedt等^[11]构建一个多阶段研发速度竞赛模型, 讨论专利联盟对各阶段研发强度的影响, 结果表明, 专利联盟对公司研发强度整体有正的影响, 在专利联盟形成前各公司研发强度逐步提高, 专利联盟形成后激励作用消失, 未取得专利的公司研发强度下降到与无联盟情况相同的水平; 由于规模较小的联盟会相对减少联盟形成之前专利的时间成本, 并使每一次专利竞赛失败的机会成本增大, 因此会产生更大的创新激励作用。Kwon等^[12]在Kim^[6]纵向市场模型的基础上, 前置了研发强度的博弈步骤, 分析专利联盟对事前创新动机的影响, 结果表明, 专利联盟对纵向一体化企业和专业研发企业的研发强度具有激励作用, 有联盟情况下各类企业研发强度都会比无联盟情况高。这说明政府促进和推广专利联盟有助于鼓励企业研发强度。Llanes等^[13]构建一个以专利累进为特点的序贯创新模型, 比较有联盟和无联盟情况下各阶段创新出现的可能性, 表明在无联盟情况下由于反公共品效应, 累积许可费随已存在专利的数量增加逐渐提高, 创新可能性逐渐降低趋近于0; 由于联盟制定的打包许可价格协调了各专利权人的市场力量, 使联盟内企业整体达到边际收益与边际成本相等的合理水平, 各阶段创新发生可能都维持在较高水平上, 且与无联盟情况相比有大幅度的提高。Lampe等^[14-15]通过美国最

收稿日期: 2011-02-15 修返日期: 2011-07-04

基金项目: 国家社会科学基金(10FJY003); 高等学校博士学科点专项科研基金(20100042110012)

作者简介: 杜晓君(1964-), 女, 辽宁盖州人, 毕业于沈阳农业大学, 获经济学博士学位, 现为东北大学工商管理学院教授, 研究方向: 专利联盟、战略管理等。E-mail: du_xiaojun@sina.com

早的缝纫机专利联盟(1856年至1877年)的相关时间序列数据(18世纪40年代至70年代),对专利联盟对创新效应的作用进行实证研究,结果表明,联盟成立的预期会激励企业研发活动和申请更多专利;与联盟的锁缝技术显著竞争的链缝技术在联盟存续期间快速发展,且市场占有率提高,说明联盟非但不会抑制反而会鼓励竞争性技术创新的产生。

Lerner等^[3]通过对专利许可费的研究,详细讨论了专利联盟的效率,Lerner等^[10]还讨论了专利许可费的分配规则,以上文献通过对专利许可费的讨论,研究专利联盟的竞争效应,但并未对专利联盟的累进创新效应进行研究。Dequiedt等^[11]构建一个多阶段研发速度动态博弈模型,对专利联盟的累进创新效应进行研究,但没有将专利许可费引入模型,未对专利许可费在专利联盟累进创新效应中的作用进行研究。

当前中国学者已开始关注专利联盟的创新效应问题,张平等^[16]研究专利和技术标准战略关系,认为通过专利联盟实施专利技术“打包”许可在现代技术标准中非常普遍。但相关研究仍处于起步阶段^[17-19]。

Dequiedt等^[11]的模型中假定在无联盟情况下各专利不存在相互影响,该假设使其研究未能体现创新市场上的专利丛林问题。因此,本研究将Llanes等^[13]研究中累进创新的专利关系引入该研究的模型框架,使分析的现实性和针对性更强。同时Lerner等^[10]认为,一些显而易见的联盟规则能够成为联盟是否损害市场效率的有效判别工具,对联盟性质有很大影响。因此本研究在对联盟本身创新影响分析的基础上,进一步分析联盟许可费和联盟规模对创新效应的影响。

3 专利竞赛模型

3.1 基本假设

以Llanes等^[13]累进创新的专利关系为基础,本研究给出基本假设。某行业创新项目的研发是分阶段进行的,研发需要一定的成本,研发成功的概率(或称为研发强度)是独立的,且每一个阶段仅能获得一项专利,不同阶段的专利是完全互补的,后继专利必须在前项专利的基础上进行研发。基于以上条件,可以认为行业中企业进行第 k 项专利研发时,专利研发进行到第 k 阶段,行业中已成功研发了 $(k-1)$ 个专利。

基于以上条件进一步假设,某行业中有 $n(n > 2)$ 家对称的企业,每家企业投资特定的研发项目,能且仅能获得唯一的一项专利;各企业对其研发项目的投资是一个时间连续的利润最大化决策问题,在每一时点每家企业 i 可独立决策非负研发强度 x_i^t , i 为某行业中的任意一家对称企业, $i \geq 1$, t 为企业研发投资的时间点。该研发投资过程的本质是企业间研发速度的博弈。

某家企业完成研发项目可获得一项永久有效的

专利,并可通过在下游市场生产中使用该专利获得净收益流 v 。净收益流 v 不涉及专利许可费,因此与上游专利联盟的存在与否无关。设利率为 r ,那么不考虑许可费情况下专利的现值为 P , $P = \frac{v}{r}$ 。企业 i 成功完成研发而获得专利的时间期望由斜率为 x_i^t 的泊松过程决定,即 x_i^t 也是企业 i 完成研发的瞬时概率。由此,企业 i 不考虑研发成本和许可费情况下期望利润现值为^[11]

$$\int_0^{\infty} [x_i^t e^{-(x_i^t+r)t} P] dt = \frac{x_i^t}{x_i^t + r} P$$

设研发成本流函数 $c(x_i^t) = (x_i^t)^2$,即二次成本函数的最简形式。由于满足 $c(0) = 0, c'(x_i^t) = 2x_i^t \geq 0, c'(0) = 0, c'(+\infty) = +\infty, c''(x_i^t) = 2 > 0$ 等条件,因此企业 i 在相应研发项目中最优研发强度是内部解,保证了各阶段博弈均衡的存在性^[20];同时由于 $c'''(x_i^t) = 0$,满足 $c''' \geq 0$ 的条件,保证了博弈对称马尔可夫完美均衡的唯一性。 n 家企业研发项目完成并取得专利的时间是不同的,后取得的专利在使用专利时将侵犯到之前的专利。那么,先前取得的专利便可对新专利的使用收取许可费,许可费可由各专利权人各自收取,或由专利联盟按公平、合理、非歧视的原则统一收取后再分配给联盟成员。

3.2 无联盟情况下专利竞赛模型

辅助命题1 无联盟情况下,设每项专利的许可费为 $l, 0 < l < v$,存在 m 阶段是各企业研发投入的最后阶段,根据假设,创新项目的研发是分阶段进行的,且每一个阶段只能获得一项专利,那么专利累计数与阶段数可以进行比较, k 为将要研发的专利,当 $k \leq m$ 时,专利 k 的价值现值为 $V_k(1)$,即

$$V_k(1) = \frac{v - (k-1)l}{r} + \frac{l}{r} \sum_{i=k+l}^m \prod_{j=k+1}^i \frac{(n-j+1)x_j^*}{r + (n-j+1)x_j^*}$$

其中, x_j^* 为 j 家企业中任意一家企业对专利 k 的研发强度, $j = n - k$ 。该式右边由两项组成,前一项为使用专利 k 获得的价值,后一项为预期后续许可费收益。当 $k > m$ 时,未获得专利的企业必须放弃研发项目,即 $x_{m+1}^i = 0, V_k(1) = 0$ 。

证明:在不考虑后续许可费收入的情况下,行业中研发第 k 项专利的企业预期缴纳的许可费现值为 L_k ,即

$$L_k = \frac{(k-1)l}{r}$$

则专利 k 的预期净收益为

$$P - L_k = \frac{v - (k-1)l}{r}$$

假设 n 足够大使 $(n-1)l > v$,则必存在小于 n 的正整数 m ,使得当 $k > m$ 时 $P - L_k < 0$,则 $(m+1)$ 阶段的研发强度为0,即 $x_{m+1}^i = 0$ 。当 $k \leq m$ 时,设函数 $V_k^i(1)$ 为专利 k 出现后专利权人的价值现值, $V_k^i(0)$ 为专利 k 出现前产生专利 k 给企业 i 带来的期望价值,对任意企业 i 有 $V_{m+1}^i(0) = 0$,即 $(m+1)$ 阶段的项目已失去投资价值,且 $V_{m+1}^i(1)$ 不存在,即第 $(m+1)$ 项专利不会出

现。

设企业 i 为 $(n-k+1)$ 家继续投资研发项目的企业中的任意一家,由此可知, V_k^i 满足

$$rV_k^i = \max_{x_k^i} \{ x_k^i [V_k^i(1) - V_k^i(0)] + x_k^j [V_{k+1}^i(0) - V_k^i(0)] - c(x_k^i) \} \quad (1)$$

其中, V_k^i 为在研发专利 k 的阶段开始时研发项目对企业 i 的价值, x_k^i 为 $(n-k)$ 家企业在研发专利 k 时的研发强度之和, $x_k^j [V_k^i(1) - V_k^i(0)]$ 为取得专利 k 的收益, $x_k^j [V_{k+1}^i(0) - V_k^i(0)]$ 为未取得专利 k 的收益。根据(1)式右边最大化一阶条件可得到企业 i 的最优研发强度为

$$x_k^{i*} = \frac{V_k^i(1) - V_k^i(0)}{2}$$

并由对称假设 $x_k^{i*} = x_k^*$, $V_k^i(0) = V_k(0)$, $V_k^i(1) = V_k(1)$, 可得到

$$V_k(0) = V_k(1) - c'(x_k^*) = V_k(1) - 2x_k^* \quad (2)$$

其中, x_k^* 为某行业内任意一家企业最优研发强度。

由(1)式和(2)式可得对称情况下专利 k 的价值 $V_k(1)$ 的递推方程为

$$rV_k(1) = (x_k^*)^2 + (n-k)x_k^* [V_{k+1}(0) - V_k(0)] \quad (3)$$

设企业研发项目服从泊松过程,可将预期收益用研发成功的校正概率表示。由企业 i 即时成功概率为 $\frac{x^i}{x^i+r}$,且多家企业投资的独立性,得成功的校正概率为 $\frac{\sum x^i}{\sum x^i+r}$,由此专利 k 的价值现值 $V_k(1)$ 可表示为

$$V_k(1) = \frac{v - (k-1)l}{r} + \frac{l}{r} \sum_{i=k+1}^m \prod_{j=k+1}^i \frac{(n-j+1)x_j^*}{r + (n-j+1)x_j^*} \quad (4)$$

命题得证。

辅助命题2 在无联盟情况下,当 $k \leq m$ 时,有 $V_k(1) > 0$, $V_k(0) > 0$ 和 $x_k^* > 0$, 专利 k 的价值现值 $V_k(1)$ 的递推公式为

$$r \left[\frac{v - (k-1)l}{r} \right] + (n-k)x_{k+1}^* \left[V_{k+1}(1) + \frac{2l}{r} \right] = r + (n-k)x_{k+1}^*$$

证明:由(4)式有 $V_k(1) > 0$ 。假设 $x_k^* = 0$, 那么专利 k 将不会产生,且 $(k+1)$ 阶段也不会出现,则此时有 $V_{k+1}(0), V_{k+2}(0), \dots, V_m(0)$ 均为0。但同时由于 $V_k(1) > 0$, 各企业必在研发专利 k 的阶段投资,因此有 $x_k^* > 0$, 这与 $x_k^* = 0$ 矛盾。因此 $x_k^* > 0$ 必然成立。因为 $V_k(1) > 0$, 必有 $V_k(0) > 0$ 。根据校正概率,如果在第 $(k+1)$ 阶段的专利竞赛中所有 $(n-k)$ 家企业都研发失败,此时拥有专利 k 的企业获得的净收益为 $P - L_k = \frac{v - (k-1)l}{r}$, 概率为 $\frac{r}{r + (n-k)x_{k+1}^*}$ 。如果研发专利 $(k+1)$ 的阶段专利竞赛创新成功,拥有专利 k 的企业获得的净收益将为 $V_{k+1}(1) + \frac{2l}{r}$, 即在 $V_{k+1}(1)$ 的基础上,

少缴纳并多收取一份许可费, 概率为 $\frac{(n-k)x_{k+1}^*}{r + (n-k)x_{k+1}^*}$ 。

基于上述讨论,专利 k 的价值现值 $V_k(1)$ 表示为

$$V_k(1) = \frac{r \left[\frac{v - (k-1)l}{r} \right] + (n-k)x_{k+1}^* \left[V_{k+1}(1) + \frac{2l}{r} \right]}{r + (n-k)x_{k+1}^*} \quad (5)$$

命题得证。

3.3 有联盟情况下专利竞赛模型

在有联盟情况下,由联盟对后续专利的使用收取许可费,并分配给联盟成员。设 $s (s < n)$ 为组建联盟的必要专利数量,即当有 s 项专利出现时联盟形成,联盟发起者为率先取得专利的 s 家企业。联盟发起者使用专利无需向联盟缴纳许可费,而后续专利使用者向联盟缴纳的许可费同为 l_p , 且 $0 < l_p < v$ 。同时联盟规则包含回授条款,即要求被许可人必须将与联盟相关的专利无偿交付给联盟,这就使非联盟发起者无法独立阻碍后续专利使用,并无法向其收取许可费。联盟收取许可费后将在 s 家联盟发起者间平分。

辅助命题3 在联盟形成的情况下,尚未获得专利的 $(n-s)$ 家企业在创新成功前研发强度将维持在 \hat{x} 的水平上,该水平也即是有联盟情况下未获得专利时企业的最优研发强度。

证明:设函数 $\tilde{V}_k(1)$ 为专利 k 出现后研发专利 k 对专利权人的价值现值, $\tilde{V}_k(0)$ 为专利 $(k-1)$ 出现后且专利 k 出现前专利 k 给企业 i 带来的期望价值。那么,在专利联盟形成之后,联盟外所有未取得专利的企业无论在哪一阶段研发成功都将获得净收益现值 $\tilde{V}, \tilde{V}(1) = \frac{v - l_p}{r}$, 研发项目对各企业的价值 $\tilde{V}(0)$ 满足

$$r\tilde{V}(0) = \max_{\hat{x}} \{ \hat{x} [\tilde{V}(1) - \tilde{V}(0)] - c(\hat{x}) \} \quad (6)$$

根据(6)式右边最大化一阶条件可得到未获得

专利的各企业的最佳研发强度 $\hat{x}, \hat{x} = \frac{\tilde{V}(1) - \tilde{V}(0)}{2}$, 则

$$2\hat{x} = \tilde{V}(1) - \tilde{V}(0), \text{ 而 } 2\hat{x} = c'(\hat{x}), \text{ 有 } \tilde{V}(0) = \tilde{V}(1) - c'(\hat{x}) = \frac{v - l_p}{r} - 2\hat{x} \quad (7)$$

将(7)式代入(6)式,得到此时最优研发强度 \hat{x} 恒定且满足

$$\hat{x}^2 + 2r\hat{x} - (v - l_p) = 0 \quad (8)$$

命题得证。

辅助命题4 有联盟的情况下,当 $k < n$ 时, $\tilde{V}(1) = \frac{v - l_p}{r} < \frac{v}{r} < \tilde{V}_k(1) < \tilde{V}_{k+1}(1)$ 。

证明:在专利数量已达到联盟形成的临界点时,专利 s 的价值现值为

$$\tilde{V}_s(1) = \frac{v}{r} + \frac{n-s}{s} \cdot \frac{\tilde{x}}{\tilde{x}+r} \cdot \frac{l_p}{r} \quad (9)$$

(9)式由两部分构成,前一项为专利权人使用专利 k 得到的收益现值;后一项为联盟对其分配的预期许可收益, $(n-s)$ 家被许可人缴纳的许可费被 s 家联盟成员平分,每一家被许可人研发成功的校正概率为 $\frac{\tilde{x}}{\tilde{x}+r}$,成功后使用专利须持续缴纳金额为 l_p 的许可费。

以(7)式和(9)式为逆向递归的起点,考虑联盟形成前 ($k \leq s$) 各阶段专利竞赛,在研发专利 k 的阶段竞赛开始时研发项目对企业 i 的价值 $\tilde{V}_k^i(0)$ 满足

$$r\tilde{V}_k^i(0) = \max_{x_k^i} \{ \tilde{x}_k^i [\tilde{V}_k^i(1) - \tilde{V}_k^i(0)] + \tilde{X}_k^i [\tilde{V}_{k+1}^i(0) - \tilde{V}_k^i(0)] - c(x_k^i) \} \quad (10)$$

其中, \tilde{x}_k^i 为企业 i 在研发专利 k 的阶段的研发强度, \tilde{X}_k^i 为 $(n-k)$ 家企业在研发专利 k 的阶段的研发强度之和。该式含义与(1)式一致。根据(9)式右边最大化一阶条件可得到企业 i 的最优研发强度 $\tilde{x}_k^{i*}, \tilde{x}_k^{i*} = \frac{\tilde{V}_k^i(1) - \tilde{V}_k^i(0)}{2}$ 。并由对称假设 $\tilde{x}_k^{i*} = \tilde{x}_k^*$, $\tilde{V}_k^i(0) = \tilde{V}_k(0)$,

$\tilde{V}_k^i(1) = \tilde{V}_k(1)$, 据此可得

$$\tilde{V}_k(0) = \tilde{V}_k(1) - c'(\tilde{x}_k^*) = \tilde{V}_k(1) - 2\tilde{x}_k^* \quad (11)$$

由(10)式和(11)式可得 $\tilde{V}_k(0)$ 的递推方程为

$$r\tilde{V}_k(0) = (\tilde{x}_k^*)^2 + (n-k)\tilde{x}_k^* [\tilde{V}_{k+1}(0) - \tilde{V}_k(0)] \quad (12)$$

设专利 k 的价值现值为 $\tilde{V}_k(1)$, 在研发专利 $(k+1)$ 的阶段的专利竞赛中,如果所有 $(n-k)$ 家企业研发失败,此时研发专利 k 的企业获得的净收益为 $\frac{v}{r}$, 概率为 $\frac{r}{r+(n-k)\tilde{x}_{k+1}^*}$ 。如研发专利 $(k+1)$ 的阶段专利竞赛创新成功,研发专利 k 的企业获得的净收益将等同于 $\tilde{V}_{k+1}(1)$, 概率为 $\frac{(n-k)\tilde{x}_{k+1}^*}{r+(n-k)\tilde{x}_{k+1}^*}$ 。专利 k 的现

实价值 $\tilde{V}_k(1)$ 可递推表示为

$$\tilde{V}_k(1) = \frac{r(\frac{v}{r}) + (n-k)\tilde{x}_{k+1}^* \tilde{V}_{k+1}(1)}{r+(n-k)\tilde{x}_{k+1}^*} \quad (13)$$

显然有 $\tilde{V}_s(1) > \frac{v}{r}$ 。同时由(13)式, $\tilde{V}_k(1)$ 是 $\frac{v}{r}$ 与 $\tilde{V}_{k+1}(1)$ 凸组合。据此命题得证。

辅助命题4说明,随着专利数量逐渐接近联盟形成的临界值后出现的专利价值现值将高于之前的专

利,且联盟形成前的专利价值现值恒大于联盟形成后的,这是由于联盟形成前研发成功可获得联盟收益,且联盟后出现的专利须承担的时间成本比之前的专利小。

4 均衡模式分析

4.1 无联盟情况下的均衡模式

命题1 在无联盟情况下,研发竞赛博弈从阶段1开始到阶段 $(m+1)$ 结束,各企业均衡研发强度逐渐降低,直至阶段 $(m+1)$ 各企业研发投入都为0,专利 $(m+1)$ 不会出现。

证明:只需证明在 $k < m$ 的情况下 $x_k^* > x_{k+1}^*$ 恒成立即可。下面通过反证法证明。

首先,由 $x_{k-1}^* \leq x_k^*$ 必然可推得 $x_k^* \leq x_{k+1}^*$ 成立。假设 $x_{k-1}^* \leq x_k^*$, 根据 $V_k(0)$ 定义,此时必有 $V_{k-1}(0) \leq V_k(0)$ 。即如果各企业在研发专利 k 的阶段均衡研发强度不少于研发专利 $(k-1)$ 的阶段,则说明研发项目在研发专利 k 的阶段的价值不小于在研发专利 $(k-1)$ 阶段的价值。并由(2)式可知,此时必有 $V_{k-1}(1) \leq V_k(1)$ 成立。根据(5)式可得

$$V_{k-1}(1) = \frac{r[\frac{v-(k-2)l}{r}] + (n-k+1)x_k^* [V_k(1) + \frac{2l}{r}]}{r+(n-k+1)x_k^*} \quad (14)$$

根据(14)式可进一步推得

$$r[\frac{v-(k-2)l}{r}] + 2(n-k+1)x_k^* \frac{l}{r} \leq rV_{k-1}(1) \leq rV_k(1) \quad (15)$$

由(2)式和(3)式整理后可得

$$(x_k^*)^2 + 2rx_k^* - rV_k(1) + (n-k)x_k^* [V_{k+1}(1) - V_k(1) + \frac{2l}{r}] + 2(n-k)x_k^* (x_k^* - x_{k+1}^* - \frac{l}{r}) = 0 \quad (16)$$

再对(5)式整理可得

$$(n-k)x_{k+1}^* [V_{k+1}(1) - V_k(1) + \frac{2l}{r}] = r[V_k(1) - \frac{v-(k-1)l}{r}] \quad (17)$$

进一步设 $x_k^* > x_{k+1}^*$, 并将(17)式中 x_{k+1}^* 替换成 x_k^* , 代入(16)式可得

$$(x_k^*)^2 + 2rx_k^* - \{ r[\frac{v-(k-1)l}{r}] + 2(n-k)x_k^* \frac{l}{r} \} + 2(n-k)x_k^* (x_k^* - x_{k+1}^*) \leq 0 \quad (18)$$

由(15)式可知, (18)式中 $r[\frac{v-(k-1)l}{r}] + 2(n-k)x_k^* \frac{l}{r} < r[\frac{v-(k-2)l}{r}] + 2(n-k+1)x_k^* \frac{l}{r} \leq rV_k(1)$, 由此(18)式可改写为

$$[(x_k^*)^2 + 2rx_k^* - rV_k(1)] + 2(n-k)x_k^* (x_k^* - x_{k+1}^*) < 0 \quad (19)$$

再根据(2)式和(3)式对(19)式左侧第一项进行变换可得到 $(n-k)x_k^* [V_k(0) - V_{k+1}(0)] + 2(n-k)x_k^* (x_k^* - x_{k+1}^*) < -2rx_k^*$, 因为 $x_k^* > 0$, 则 $-2rx_k^* < 0$, 因此有

$$(n-k)x_k^* [V_k(0) - V_{k+1}(0)] + 2(n-k)x_k^* (x_k^* - x_{k+1}^*) < 0 \quad (20)$$

由于 $x_k^* > x_{k+1}^*$, $V_k(0) > V_{k+1}(0)$ 必然成立, 那么(20)式必不成立。因此 $x_{k-1}^* \leq x_k^*$ 时 $x_k^* > x_{k+1}^*$ 不成立, 必然有 $x_k^* \leq x_{k+1}^*$ 。进一步可证, 对任意 $k \leq m$, $x_k^* \leq x_{k+1}^*$ 不可能成立。根据辅助命题1和辅助命题2, $x_m^* > x_{m+1}^* = 0$ 。如果任意一个阶段出现 $x_k^* \leq x_{k+1}^*$ 的情况, 则后续各阶段大于0的均衡研发投入强度必然与上阶段持平或逐步上升, 由此有 $x_{m+1}^* \geq x_m^*$, 而这与辅助命题1和辅助命题2是矛盾的。综合上述推导, 在 $k < m$ 的情况下, $x_k^* > x_{k+1}^*$ 恒成立, 命题1得证。结合辅助命题1和辅助命题2的结论, 命题1的直观描述如图1所示。

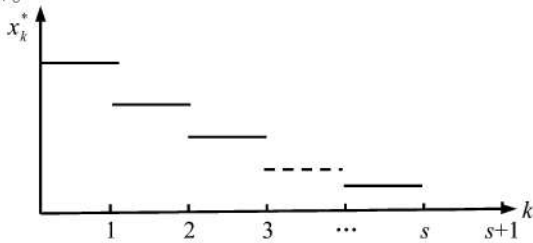


图1 无联盟情况下研发强度均衡的模式
Figure 1 Pattern of R&D Intensity Equilibrium without Pool

4.2 有联盟情况下的均衡模式

命题2 在联盟形成之前的阶段1至阶段s(s也即为联盟成立的必要专利数量), 各企业均衡研发投入强度逐步提高; 在联盟形成之后的阶段(s+1)至阶段n, 各企业均衡研发投入强度维持在 \tilde{x} 水平上; 且联盟形成前各企业研发投入强度水平高于联盟形成之后。

证明: 对命题2的证明, 只须证明在 $k < s$ 情况下 $\tilde{x}_k^* < \tilde{x}_{k+1}^*$, 且 $x_k^* > \tilde{x}$ 。

首先, 当 $k < s$ 时必有 $\tilde{x}_k^* < \tilde{x}_{k+1}^*$ 成立。将(11)式代入(12)式可得到

$$[(\tilde{x}_k^*)^2 + 2r\tilde{x}_k^* - r\tilde{V}_k(1)] + (n-k)\tilde{x}_k^* [\tilde{V}_{k+1}(1) - \tilde{V}_k(1)] + 2(n-k)\tilde{x}_k^* (\tilde{x}_k^* - \tilde{x}_{k+1}^*) = 0 \quad (21)$$

并可将(13)式改写为

$$r\tilde{V}_k(1) - (n-k)\tilde{x}_{k+1}^* [\tilde{V}_{k+1}(1) - \tilde{V}_k(1)] = v \quad (22)$$

此时假设 $\tilde{x}_k^* \geq \tilde{x}_{k+1}^*$, 并根据辅助命题4的结论可将(22)式改写为

$$r\tilde{V}_k(1) - (n-k)\tilde{x}_k^* [\tilde{V}_{k+1}(1) - \tilde{V}_k(1) + 2\tilde{x}_k^* - 2\tilde{x}_{k+1}^*] \leq v \quad (23)$$

将(23)式代入(21)式可得到

$$(\tilde{x}_k^*)^2 + 2r\tilde{x}_k^* - v \leq 0 \quad (24)$$

由于联盟形成前专利权人预期收益价值一定大于 $\frac{v}{r}$, 而当(24)式成立, 参照(8)式和(10)式的结

构, 必有 $\tilde{V}_k(0) < \tilde{V}_{k+1}(0)$ 成立。而这与 $\tilde{x}_k^* \geq \tilde{x}_{k+1}^*$ 是矛盾的, 因为项目价值较小时投资却较多, 因此当 $k < s$ 时必有 $\tilde{x}_k^* < \tilde{x}_{k+1}^*$, 进一步证明在 $k < s$ 情况下有 $x_k^* > \tilde{x}$ 。由于已证明 $\tilde{x}_k^* < \tilde{x}_{k+1}^*$, 并根据辅助命题4的结论可将(22)式改写为

$$r\tilde{V}_k(1) - (n-k)\tilde{x}_k^* [\tilde{V}_{k+1}(1) - \tilde{V}_k(1)] + 2(n-k)\tilde{x}_k^* (\tilde{x}_{k+1}^* - \tilde{x}_k^*) > v \quad (25)$$

将(25)式代入(21)式可得到 $(\tilde{x}_k^*)^2 + 2r\tilde{x}_k^* - v > 0$, 与(8)式比较可知, $x_k^* > \tilde{x}$ 必然成立。

综合上述推导, 在 $k < s$ 的情况下有 $\tilde{x}_k^* < \tilde{x}_{k+1}^*$ 和 $x_k^* > \tilde{x}$ 恒成立, 命题2得证。结合辅助命题3和辅助命题4的结论, 命题2的直观描述如图2所示。

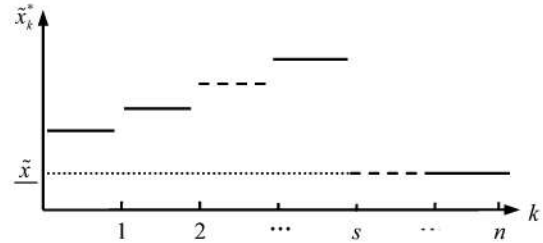


图2 有联盟情况下研发强度均衡的模式
Figure 2 Pattern of R&D Intensity Equilibrium with Pool

4.3 均衡模式比较

上述给出无联盟和有联盟两种情况下研发强度的马尔可夫完美均衡模式, 表明专利联盟的存在改变了企业不同阶段的研发动机, 对产业的健康发展有积极作用。一方面, 从联盟形成前的时间段看, 无联盟情况下, 因为在 $k < m$ 的情况下有 $x_k^* > x_{k+1}^*$, 故其均衡研发投入强度模式为由高到低, 最终将降低到0; 另一方面, 有联盟情况下, 当 $k < s$ 时(即专利联盟发起时)有 $\tilde{x}_k^* < \tilde{x}_{k+1}^*$, 故其强度模式是从低到高, 但当 $k \geq s$ 时(即联盟成立以后)有 $x_k^* > \tilde{x}$, 均衡的投资将维持在某一水平上, 专利联盟的发起至建立, 使后续对专利创新的投资维持在高于0的某一水平上。在无联盟情况下, 某产业刚刚兴起时企业有很强的研发动机, 这主要是出于对后续专利收取更多许可费的目的; 随着该产业逐渐成熟, 越来越多的专利出现, 企业研发动机迅速减弱, 这主要是受到许可费多重累积、专利使用成本大幅提高的影响。而在有联盟情况下, 产业刚刚兴起时企业研发动机保持在较合理的水平上, 这是由于联盟的存在抑制了企业对后续专利“敲竹杠”的动机; 而随着专利数量逼近联盟成立的临界值, 企业研发动机逐渐增强, 这主要是受时间成本减少和被排斥在联盟之外的可能增大的影响。根据产业发展的一般规律, 新兴产业往往需要一个逐步扩张的成熟期, 但无联盟情况下企业研发

强度模式有悖这一规律,而在形成专利联盟预期影响下的研发强度模式更符合此规律。

5 联盟规则影响分析

5.1 许可费

命题 3 在 $(0, v)$ 的参数定义区间内,联盟许可费 l_p 越高(越低),则被许可企业 \hat{x} 越低(越高)。且当 l_p 趋近 v 时, \hat{x} 趋近 0。

证明:将 \hat{x} 作为 l_p 的参数,根据(8)式及 $\hat{x} \geq 0$,可得

$$\hat{x}(l_p) = \sqrt{r^2 + (v - l_p)} - r \quad (26)$$

根据(26)式,有 $\frac{d\hat{x}}{dl_p} = -\frac{1}{2\sqrt{r^2 + (v - l_p)}} < 0, \lim_{l_p \rightarrow v} \hat{x} = 0$,由此命题得证。

命题 3 说明,较低的联盟许可费可促进后续的研发强度,而较高的许可费将会抑制后续研发强度,且如果许可费高达临界水平 v ,则相当于联盟禁止了后续专利产生。

命题 4 在 $(0, v)$ 区间内联盟存在唯一的最优许可费 l_p^* ,使联盟成员的专利价值 $\tilde{V}_k(l_p^*, 1)$ 和联盟成立前各阶段的企业研发强度 $\hat{x}_k^*(l_p^*)$ 同时达到最大化水平,其中 $k \leq s$ 。

证明:根据(11)式可得到

$$\tilde{V}_k(l_p', 1) = \tilde{V}_k(l_p'', 0) + 2\hat{x}_k^*(l_p')$$

$$\tilde{V}_k(l_p'', 1) = \tilde{V}_k(l_p'', 0) + 2\hat{x}_k^*(l_p'')$$

如果 $\tilde{V}_k(l_p', 1) > \tilde{V}_k(l_p'', 1)$,即 $\tilde{V}_k(l_p', 0)$ 和 $\hat{x}_k^*(l_p')$ 是同向变动的,且都大于 0,由此可推得 $\tilde{V}_k(l_p', 0) > \tilde{V}_k(l_p'', 0)$ 和 $\hat{x}_k^*(l_p') > \hat{x}_k^*(l_p'')$ 。因此如果 l_p^* 是使 $\tilde{V}_k(l_p^*, 1)$ 最大化的许可费,它也必然使 $\hat{x}_k^*(l_p^*)$ 达到最大化。根据(13)式和辅助命题 4 可知,如果条件 $\tilde{V}_{k+1}(l_p', 1) > \tilde{V}_{k+1}(l_p'', 1)$ 与 $\hat{x}_{k+1}^*(l_p') > \hat{x}_{k+1}^*(l_p'')$ 同时成立,必然可推出 $\tilde{V}_k(l_p', 1) > \tilde{V}_k(l_p'', 1)$ 。逆向递推可知,此时必有 $\hat{x}_k^*(l_p') > \hat{x}_k^*(l_p'')$ 成立。如果存在唯一的 l_p^* 使 $\tilde{V}_k(l_p^*, 1)$ 达到最大值,则它同时是使 $\tilde{V}_k(l_p^*, 1)$ 和 $\hat{x}_k^*(l_p^*)$ 达到最大化水平的最优许可费,进一步可证得在 $(0, v)$ 区间内也满足最大化要求的二阶条件,命题得证。

命题 4 说明, l_p^* 可被视为公平、合理、无歧视的许可费概念的一个上限。由于高于 l_p^* 的许可费不会给联盟成员带来更多预期利润,因此高于此上限的许可费可能隐含了不正当的抑制创新企业的策略性行为。

图 3 直观地描述了命题 3 和命题 4 所阐述的许可费对各阶段研发强度的影响。

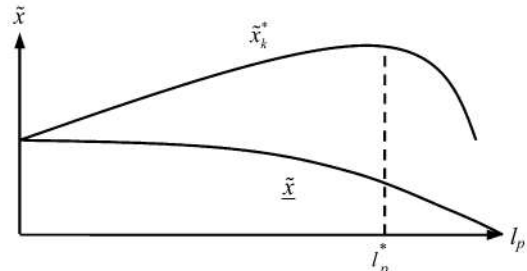


图 3 联盟许可费对各阶段研发强度的影响
Figure 3 Effect of Pool Royalty Rates to R&D Intensity Equilibriums of Different Stages

5.2 联盟规模

设函数 $\tilde{V}_k(s, 1)$ 和 $\tilde{V}_k(s, 0)$ 分别为当联盟规模为 s 时第 k 项专利的价值和期望价值,研发强度为 $\hat{x}_k(s)$ 。设两个不同规模的联盟,它们的规模分别为 \bar{s} 和 \underline{s} , $\bar{s} > \underline{s}$,且联盟对后续使用专利者收取固定许可费,比较各阶段创新投资结果如命题 5 所述。

命题 5 对不同联盟规模 $\bar{s} > \underline{s}$,均衡研发强度水平满足:当 $k > \bar{s}$ 时, $\hat{x}_k(\bar{s}) = \hat{x}_k(\underline{s}) = \hat{x}$;当 $\bar{s} \geq k > \underline{s}$ 时, $\hat{x}_k(\bar{s}) > \hat{x}_k(\underline{s}) = \hat{x}$ 。

证明:命题 5 可直接由命题 2 引申得出。

命题 5 说明,一方面,作为被许可者,联盟成立后各企业的研发强度水平不会受联盟规模的影响,这是因为许可费并不随联盟规模而变化;另一方面,规模较大的联盟可以提供更多加入的机会,激励研发强度的作用更持久。

命题 6 对不同联盟规模 $\bar{s} > \underline{s}$,均衡研发强度水平满足 $\hat{x}_k(\underline{s}) > \hat{x}_k(\bar{s})$;且当 $k \leq \underline{s}$ 时, $\hat{x}_k(\underline{s}) > \hat{x}_k(\bar{s})$ 。

证明:根据(9)式可知, $\tilde{V}_k(s, 1)$ 是关于 s 的减函数,因此必然有 $\tilde{V}_k(\underline{s}, 1) > \tilde{V}_k(\bar{s}, 1)$ 。根据(11)式可得到 $\tilde{V}_k(\underline{s}, 1) = \tilde{V}_k(\underline{s}, 0) + 2\hat{x}_k^*(\underline{s})$, $\tilde{V}_k(\bar{s}, 1) = \tilde{V}_k(\bar{s}, 0) + 2\hat{x}_k^*(\bar{s})$ 。由于具有越大价值的项目投资越多,即 $\tilde{V}_k(\underline{s}, 0)$ 和 $\hat{x}_k^*(\underline{s})$ 是同向变动的,且它们都大于 0,由此推得 $\hat{x}_k^*(\underline{s}) > \hat{x}_k^*(\bar{s})$,即 $\hat{x}_k(\underline{s}) > \hat{x}_k(\bar{s})$,根据命题 2, $\hat{x}_k(s)$ 随 k 递增,因此 $\hat{x}_k^*(\bar{s}) > \hat{x}_k^*(\underline{s})$,并因为 $\hat{x}_k^*(\underline{s}) > \hat{x}_k^*(\bar{s})$ 且 $\hat{x}_k^*(\bar{s}) > \hat{x}_k^*(\underline{s})$,因此有 $\hat{x}_k^*(\underline{s}) > \hat{x}_k^*(\bar{s})$ 。由辅助命题 4,有 $\tilde{V}_k(\underline{s}, 1) > \tilde{V}_k(\bar{s}, 1)$,则进一步可推得 $\tilde{V}_k(\underline{s}, 1) > \tilde{V}_k(\bar{s}, 1)$ 。根据(13)式和辅助命题 4 可知,如果条件 $\tilde{V}_{k+1}(\underline{s}, 1) > \tilde{V}_{k+1}(\bar{s}, 1)$ 与 $\hat{x}_{k+1}^*(\underline{s}) > \hat{x}_{k+1}^*(\bar{s})$ 同时成立,必然可推得 $\tilde{V}_k(\underline{s}, 1) > \tilde{V}_k(\bar{s}, 1)$ 。这是因为在(13)式构成 $\tilde{V}_k(s, 1)$ 的凸组合函数中, $\tilde{V}_k(s, 1)$ 给予较大的项目 $\tilde{V}_{k+1}(\underline{s}, 1)$ 以更大的权重 $(n - k)\hat{x}_{k+1}^*(\underline{s})$ 。逆向递推可知, $k \leq \underline{s}$ 时必有 $\hat{x}_k(\underline{s}) > \hat{x}_k(\bar{s})$ 成立,即 $\hat{x}_k(\underline{s}) > \hat{x}_k(\bar{s})$ 。命题得证。

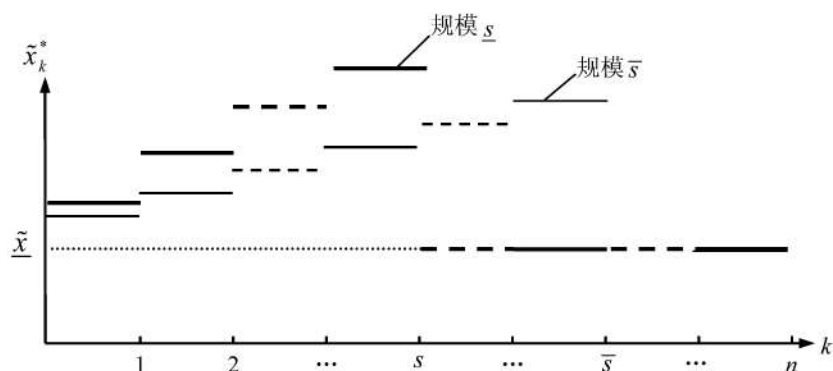


图4 联盟规模对各阶段研发强度影响

Figure 4 Effect of Pool Size to R&D Intensity Equilibria of Different Stages

命题6说明,规模较小联盟的情况下每阶段的均衡研发强度水平都高于较大规模联盟的情况,较小规模的联盟对企业研发强度的激励作用更强。

图4直观地描述了命题5和命题6所阐述的联盟规模对各阶段研发强度的影响。

6 结论

本研究针对专利联盟在累进创新条件下对企业研发强度的影响,构建一个描述企业研发强度随已产生专利数量变动的动态博弈模型。在比较无联盟和有联盟两种情况下的竞争模型和马尔可夫完美均衡模式的基础上,得出联盟对企业各阶段均衡研发强度的影响,并进一步分析许可费和规模两方面因素对联盟规则的影响。研究表明,联盟的存在解决了专利丛林问题,在联盟形成前各企业均衡投资水平逐渐提高,在联盟形成后企业保持稳定的研发投资强度;许可费越高(低)被许可企业的均衡研发强度越低(高),而联盟存在一个最优许可费,使专利价值和研发强度达到最大化;规模较大的联盟对潜在成员的研发激励效果更为持久,规模较小的联盟对成员研发的激励效果更强。

本研究将专利许可费引入累进创新专利关系中,对专利联盟的累进创新效应进行研究,通过证明得出专利联盟存在唯一的最优许可费,该费率可使联盟成员专利的价值和研发强度同时到达最大化水平。

为了贴近专利联盟运作实际,本研究将回授条款引入模型,增强了专利联盟累进创新效应研究对现实的解释力。在现实的专利联盟运作中,绝大多数的联盟都具有回授条款和对专利许可费的要求,而目前对专利联盟累进创新效应的研究缺乏对专利许可费和回授条款的影响作用进行讨论和研究,这与现实情况有所背离,本研究贴近现实,对专利联盟的实际运作进行有针对性的拟合研究,使研究结论更具说服力和解释力。

本研究尚有一些局限性。本研究的博弈模型是以完全信息为前提的,但现实中企业一般无法获得相关专利的完全信息,因此后续研究可以拓展到不

完全信息情况;为使均衡易得,本研究对企业行为做了较严格限制,如对称性假设和成本函数假设等,有待于向非对称性的普遍情况推广;为使结果易分析,本研究未考虑联盟与被许可企业间的讨价还价情况,后续研究有必要对这些因素深入分析。

参考文献:

- [1] Brenner S. Optimal formation rules for patent pools [J]. *Economic Theory*, 2009, 40(3): 373-388.
- [2] Clarkson G. Objective identification of patent thickets: A network analytic approach [D]. Boston: Harvard Business School, 2004: 76.
- [3] Lerner J, Tirole J. Efficient patent pools [J]. *American Economic Review*, 2004, 94(3): 691-711.
- [4] Shapiro C. Navigating the patent thicket: Cross licenses, patent pools, and standard-setting [C] // NBER Conference on Innovation Policy and Economy, 2001: 119-150.
- [5] Carlson S. Patent pools and the antitrust dilemma [J]. *Yale Journal on Regulation*, 1999, 16(2): 359-399.
- [6] Kim S H. Vertical structure and patent pools [J]. *Review of Industrial Organization*, 2004, 25(3): 231-250.
- [7] Kato A. Patent pool enhances market competition [J]. *International Review of Law and Economics*, 2004, 24(2): 255-268.
- [8] Quint D. Economics of patent pools when some (but not all) patents are essential [R]. Stanford: Stanford University, 2006.
- [9] Gilbert R J. Antitrust for patent pools: A century of policy evolution [J]. *Stanford Technology Law Review*, 2004(3): 1-49.
- [10] Lerner J, Strojwas M, Tirole J. The design of patent pools: The determinants of licensing rules [J]. *Rand Journal of Economics*, 2007, 38(3): 610-625.
- [11] Dequiedt V, Versaevael B P A. Patent pools and the dynamic incentives to R&D [R]. De Travail Working Paper, No. 07-03, 2006.

- [12] Kwon Y-K, Kim Y, Kim T-Y. Effects of patent pools on innovation investment; Ex Ante perspectives [J]. *Journal of Business & Economics Research*, 2008, 6(7): 27-42.
- [13] Llanes G, Trento S. Patent policy, patent pools, and the accumulation of claims in sequential innovation [R]. Boston: Harvard Business School Working Paper, No. 10-005, 2009.
- [14] Lampe R, Moser P. Do patent pools encourage innovation? Evidence from the 19th-century sewing machine industry [R]. Cambridge: NBER Working Paper 15061, 2008.
- [15] Lampe R, Moser P. Patent pools and the direction of technical change: Evidence from the 19th-century sewing machine industry [R]. Chicago: DePaul University, 2009.
- [16] 张平, 马骁. 标准化与知识产权战略 [M]. 北京: 知识产权出版社, 2002.
Zhang Ping, Ma Xiao. Standardization and intellectual property rights strategy [M]. Beijing: Intellectual Property Rights Press, 2002. (in Chinese)
- [17] 周寄中, 侯亮, 赵远亮. 技术标准、技术联盟和创新体系的关联分析 [J]. *管理评论*, 2006, 18(3): 30-34.
- [18] 任声策, 陆铭, 尤建新. 专利联盟与创新之关系的实证分析: 以 DVD 6C 和日立公司为例 [J]. *研究与发展管理*, 2010, 22(2): 48-55.
Ren Shengce, Lu Ming, You Jianxin. An empirical analysis on the relationship between patent pool and innovation: The case of DVD 6C and Hitachi Ltd. [J]. *R&D Management*, 2010, 22(2): 48-55. (in Chinese)
- [19] 杜晓君, 梅开. 纵向结构专利联盟的创新激励作用分析 [J]. *科研管理*, 2010, 31(1): 64-68.
Du Xiaojun, Mei Kai. Analysis on the innovation incentive effect of patent pools based on a vertical structure [J]. *Science Research Management*, 2010, 31(1): 64-68. (in Chinese)
- [20] Lee T, Wilde L. Market structure and innovation: A reformulation [J]. *Quarterly Journal of Economics*, 1980, 94(2): 429-436.

Research on Cumulative Innovation Effect of Patent Pool

Du Xiaojun, Luo Youtao, Ma Daming, Song Baoquan

School of Business Administration, Northeastern University, Shenyang 110004, China

Abstract: Aiming at effect of patent pools to firms' R&D investment under cumulative innovation condition, we constructed a dynamic game model in which R&D investment by firms change with the number of existing patent. By comparing the Markov perfect equilibrium patterns with and without pool, this paper obtained the effect of pool to the R&D investment equilibrium of different stages, and analyzed the effect of licensing fee and pool scale. The result shows that the existing of pool resolved the patent thicket problem, gradually improved firms' R&D equilibrium before pool coalition, and maintains the stability of firms' R&D investment motives after pool coalition. The higher (lower) of the licensing fee was the lower (higher) of the firms' R&D equilibrium was, and there was an optimal fee level, which maximized the value of patents owned by pool members and firms' R&D investment. Pools of larger size encouraged potential members' R&D incentive more abiding, and pools of smaller size encouraged potential members' R&D incentive stronger.

Keywords: patent pool; cumulative innovation; patent race; licensing fee; pool scale

Received Date: February 15th, 2011 **Accepted Date:** July 4th, 2011

Funded Project: Supported by the National Funds of Social Science (10FJY003) and the Research Fund for the Doctoral Program of Higher Education of China (20100042110012)

Biography: Dr. DU Xiaojun, a Liaoning Gaizhou native (1964 -), graduated from Shenyang Agricultural University and is a professor in the School of Business Administration at Northeastern University. Her research interests include patent pool, strategy management, etc.

E-mail: du_xiaojun@sina.com

□