

# 基于社会福利的专利研发投资策略评价<sup>①</sup>

蔡强, 曾勇, 夏晖

(电子科技大学经济与管理学院, 成都 610054)

**摘要:** 专利技术的研发投资策略不仅影响企业价值还会影响消费者剩余, 两种影响通常会呈现出两种不同的效应, 从而导致专利研发投资决策对社会福利的不同影响. 针对旨在通过研发专利技术从而垄断新兴市场的两非对称企业, 结合投资时机选择期权博弈模型和消费者剩余模型得到非合作博弈(即专利竞赛)和合作博弈两种模式下的总投资净现值和消费者剩余, 分析社会福利与影响其变化的诸多因素间的动态变化特征并提出相应的创新政策建议. 结果表明, 若以社会福利最大化为目标, 则两企业的研发能力差异越小、专利技术的成长性越好、无风险利率越小、专利产品质量越低时, 社会计划者的政策越应有利于合作研发模式; 反之, 政策越应鼓励竞争. 而专利研发投资成本及初始价值会对两种模式下的社会福利差异的影响表现出“非线性”特征, 政策的倾向性不确定.

**关键词:** 社会福利; 专利竞赛; 消费者剩余; 合作博弈

**中图分类号:** F273      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1007-9807(2012)02-0001-14

## 0 引言

由于技术进步在改善人类福利中日益重要的作用, 使得研究企业创新行为的技术创新理论乃至传统的产业组织理论得到迅速发展和更新, 各国政府纷纷制定创新政策以保护和激励企业的创新活动, 而专利制度正是历史上最早的激励创新的政策手段, 即通过授予最先实现创新的企业对其创新技术的独占权, 从而使其获得垄断利润来实现对其创新活动的激励. 正是专利这种“天然”的排他性、独占性特征, 使得专利的获取过程从一开始就被打上了“竞争”、“非合作”的烙印.

这种竞争在完善的专利体制下表现为专利竞赛, 这是“赢者通吃”的非合作博弈, 参与者如果得不到专利, 意味着所有的研发投入将没有任何回报, 并且有可能导致“两败俱伤”的后果<sup>[1]</sup>. 显然, 这种针对同一种技术的重复性投资在某种程度上是对社会资源的浪费, 对社会福利的影响也

是负面的. 为此, 运用经济学模型对专利制度进行优化设计就成为西方理论界研究的热点. 早期的最优专利设计和专利竞赛文献将专利保护度等价于保护期限, 如最早的 Nordhaus<sup>[2]</sup> 证明了社会最优的专利保护期限应是有限的. 在此基础上, 学术界对专利保护期限投入了巨大的关注, 如 Scherer<sup>[3]</sup>、Loury<sup>[4]</sup>、Dasgupta 和 Stiglitz<sup>[5]</sup>、Lee 和 Wilde<sup>[6]</sup>. 直到 20 世纪 90 年代人们逐渐意识到应该将专利保护宽度 (patent breadth) 同保护期限相结合, 以实现社会福利最大化. 涌现的代表性文献如 Gilbert 和 Shapiro<sup>[7]</sup> 将专利保护宽度看作专利保护期内专利持有者获得的利润流; Klempner<sup>[8]</sup> 在一个区位模型中将专利保护宽度理解为保护范围的大小; Gallini<sup>[9]</sup> 明确引入了非侵权模仿成本, 并将其定义为专利保护宽度. 另外, 基于对专利制度更深层面的思考, Tirole<sup>[10]</sup> 则认为知识产权制度本身是导致垄断扭曲的成本高昂的激励机制; Hartwick<sup>[11]</sup> 提出次优专利 (second best patent) 制

① 收稿日期: 2009-07-13; 修订日期: 2010-02-22.

基金项目: 教育部博士点基金资助项目(2004-164); 教育部“新世纪优秀人才支持计划”资助项目(2005-35). <http://www.cnki.net>  
作者简介: 蔡强(1968—), 男, 四川人, 博士, 讲师. Email: caiqiang@uestc.edu.cn

度并证明次优专利能够缓解原有专利制度所导致的过度 R&D 投资问题。

然而,随着知识经济的到来,知识创新速度的不断加快,消费者需求的快速变化,传统的对抗性竞争不仅不可能使任何企业永远保持竞争优势同时还存在“双败”的可能。同时,人们也逐渐认识到仅从专利制度设计上去思考、探索创新问题已不能适应现实的要求,企业需要摒弃原来针锋相对、非赢即输的竞争观念,树立双赢的合作理念,合作博弈理论也就应运而生。Katz<sup>[12]</sup>、Aspremont 和 Jacquemin<sup>[14]</sup> 分别用合作博弈模型论证了合作 R&D 克服过度投资的有效性;文献 [13] 研究了合作研发组织中的搭便车及成本分享问题;Kogut<sup>[14]</sup> 对合作组织稳定性的相互作用与竞争问题进行了研究;Martin 等<sup>[15]</sup> 发现 R&D 集中度、技术溢出和企业规模是影响合作研发组织形成的重要因素;Weeds<sup>[16]</sup> 对两对称企业为获得专利在合作与非合作博弈条件下的最优研发投入时机问题进行了研究;Manasakis 和 Petrakis<sup>[17]</sup> 研究了 R&D 联盟方式以及信息披露效应对 R&D 投资强度和企业合作形成 RJV 的动机的影响;国内学者孙利辉等<sup>[18-19]</sup> 对合作创新效果的影响因素进行了分析,运用 3 阶段模型对具有非对称成本的 3 寡头进行 R&D 时的合作组织成员选择问题进行了研究;夏晖和曾勇<sup>[20]</sup> 分别对竞争环境下的企业技术创新策略进行了综述并应用期权博弈理论对不完全竞争环境下不对称企业技术创新战略投资进行了研究;薛明皋和龚朴<sup>[21]</sup> 把专利的 R&D 投资过程分为研究和开发两个阶段并将投资机会模型为复合期权问题,分析专利宽度对 R&D 期权价值和项目投资决策的影响。

通过对以上相关文献的梳理不难发现,专利制度优化设计方面主要围绕专利保护度来做文章,即首先明确赢得专利者不应该“通吃”未来新市场的所有利润,然后研究“该吃多少?”、“该怎么吃?”等问题才会使垄断造成的社会福利损失最小;合作博弈方面则围绕如何建立稳定、高效的合作研发组织来提高创新效果减少创新成本等问题进行研究。毫无疑问的是,这些成果为基于社会福利来审视专利研发提供了丰富的视角和思路,并为后续研究打下良好基础。但值得注意的是,尽管非合作博弈中的竞争者以自身利益最大化为行

为准则会导致诸多负面影响,但这绝不应该成为竞争的优势可以被忽视的理由。在市场、技术不确定性共存且“赢者通吃”的专利竞赛中,由个体理性所导致的集体非理性固然会使企业价值达不到最优,但由“争先恐后”所导致的早投资和研发效率的努力提高等都可能使专利研发成功及新产品面市周期大为缩短,从而带来消费者剩余的增加。另外,专利竞赛中的失败者也并非就真的“一无所获”。因此,以社会福利最大化为目标的社会计划在制定创新激励政策时不应因噎废食或搞“一刀切”,而应根据具体情况做出最有利于社会福利的政策选择。Ishibashi 和 Matsumura<sup>[22]</sup> 针对分别以社会福利最大化和自身利润最大化为目标的公共研究机构和私有企业间所开展的专利竞赛进行研究;Fershtman 和 Markovich<sup>[23]</sup> 就两研发能力非对称企业间展开的多阶段专利竞赛进行建模,分析专利保护程度对创新速度、企业价值和消费者剩余的影响;国内学者柳剑平等<sup>[24]</sup> 在同时考虑国外企业竞争压力和本国政府政策的情形下构建 3 阶段的博弈模型,并对不同 R&D 政策下的社会福利水平进行比较分析;韩伯棠和李燕<sup>[25]</sup> 考虑技术创新的溢出效应,就知识产权制度对福利的影响进行分析;文家春和朱雪忠<sup>[26]</sup> 建立博弈模型研究专利费用对福利的影响机理,发现政府资助专利费用通过直接影响创新者的专利申请行为,可能会间接地降低社会福利水平。但以上研究均在非实物期权框架内进行,有待进一步拓展。

正缘于此,本文以旨在通过研发专利技术从而垄断新兴市场的两非对称企业即各自拥有不同的研发能力为背景,分别以双方开展专利竞赛和合作博弈两种情形构建投资时机选择期权博弈模型,得到两种情形下两家企业的总投资净现值;构建消费者剩余模型得到两种情形下的消费者剩余现值;最后,比较分析合作与非合作博弈条件下由总投资净现值与消费者剩余现值所构成的社会福利间的差异与影响该差异变化的诸多因素间的动态变化特征,并给出相应的创新政策建议。

本文的贡献主要表现在 3 个方面:首先,针对隐含于专利竞赛和合作研发中的社会福利问题,在研究视角和方法上均与以往研究有所不同。在研究方法方面,早期的专利竞赛文献主要以决策论和博弈论为研究工具,而应用期权博弈模型来

研究专利竞赛和合作研发则以 Weeds<sup>[16]</sup> 为代表, 但该文未讨论社会福利. 在研究视角方面, 社会福利分析通常从专利保护期限和保护宽度两个维度来讨论如何最优设计专利制度, 大多考虑的是已经研发出专利技术后的“利益分配”问题, 且大都没考虑期权价值. 而本文的出发点是, 早投资会有益于消费者剩余但有损于企业价值, 反之亦然. 其次, 为了比较不同模式下的社会福利变化特征, 本文让不同时点下投资所产生的预期消费者剩余得以比较, 而不是采用以往研究如 Pawlina 和 Kort<sup>[27]</sup> 中的分段比较法; 第三, 与 Weeds<sup>[16]</sup> 不同, 为了更接近现实, 模型选用研发能力非对称的两企业为研究对象, 对现实 R&D 竞争环境进行了更好地模拟.

## 1 模型框架

假定两个非对称的风险中性企业, 同时拥有一个研发某种新技术的机会, 先研发成功并获取专利者, 将得到该专利技术所开辟的新产品市场带来的所有收益, 而对手将一无所获.

该专利技术开发成功后的现金流  $P_t$  服从以下几何布朗运动<sup>②</sup>

$$dP_t = \alpha P_t dt + \sigma P_t dz \quad (1)$$

其中  $\alpha$  为瞬时漂移率;  $r$  为无风险利率  $\rho < \alpha < r$ ;  $\sigma$  为瞬时波动率;  $dz$  为标准维纳过程增量. 令  $\delta = r - \alpha$ , 如果  $\delta < 0$ , 那么企业将永远不会投资, 因为  $\delta$  可以看成推迟项目投资而保持投资期权有活力的机会成本, 参见 Dixit 和 Pindyck<sup>[28]</sup>.

企业的非对称性体现在研发能力方面, 具有相对较强研发能力的一方称为优势企业, 另一方则称为劣势企业. 双方从事该专利技术研究的沉没成本的现值为同一常量  $I > 0$ , 且一旦开始从事专利研发, 其 R&D 成功的时间分别服从强度或风险率为常量  $\lambda_1, \lambda_2$  的齐次泊松过程  $q_1, q_2$ , 即

$$dq_1 = \begin{cases} 0, & \text{以概率 } 1 - \lambda_1 dt \\ 1, & \text{以概率 } \lambda_1 dt \end{cases} \quad (2)$$

$$dq_2 = \begin{cases} 0, & \text{以概率 } 1 - \lambda_2 dt \\ 1, & \text{以概率 } \lambda_2 dt \end{cases} \quad (3)$$

显然  $\lambda_1 > \lambda_2 > 0$ . 此外, 假设

$$E_0 \left[ \int_0^{+\infty} e^{-(r+\lambda_1)t} \lambda_1 P_t dt \right] - I < 0,$$

$$E_0 \left[ \int_0^{+\infty} e^{-(r+\lambda_2)t} \lambda_2 P_t dt \right] - I < 0$$

这是指专利的初始价值  $P_0$  足够的低, 致使双方立即投资的 NPV 均为负. 这样, 没有企业会在初始点投资. 称率先投资企业为领导者, 根据领导者的投资作出相应最优投资决策的企业为追随者. 双方的投资机会只有 1 次, 且一旦投资必将持续到博弈结束, 且投资沉没成本完全不可逆.

## 2 企业价值

### 2.1 专利竞赛

双方一旦产生专利竞赛, 由于两企业非对称, 优势企业的风险率更大, 总是有“资本”在劣势企业能“承受”的极限投资临界点之前进入市场, 从理论上讲, 它只需“领先”——“无穷小”时间即可. 因此, 双方博弈均衡结果一定是优势企业成为领导者, 劣势企业成为追随者. 与 Weeds<sup>[16]</sup> 中的对称企业模型不同的是, 此时的抢先投资点  $P_L$ , 即使为劣势企业分别成为领导者和追随者的价值正好相等的临界点. 因此, 为了找到这一临界点, 需要得到劣势企业分别成为领导者和追随者的价值, 然后令其相等. 而要得到劣势企业作为领导者的价值需要首先求出优势企业成为追随者时的投资临界点. 为此, 在连续区域, 将此时的追随者即优势企业的期权价值记为  $\hat{V}_0(P, t)$ . 此时, 追随者面对的是条件概率  $\lambda_2 dt$ , 即此时的领导者即劣势企业在短时间  $dt$  内研发成功的概率, 则  $\hat{V}_0(P, t)$  必定满足以下贝尔曼方程

$$r \hat{V}_0(P) dt = E [d\hat{V}_0(P)] \quad (4)$$

应用伊藤引理展开  $d\hat{V}_0(P)$  并将式 (1) 中的  $dP$  代入其中, 可以得到 (这里利用下标表示偏导)

$$E [d\hat{V}_0(P, t)] = (1 - \lambda_2 dt) \times$$

② 为简化起见, 该现金流可理解为专利研发成功后在相应的产品市场上获得的净利润流. 相应地, 该专利技术  $t$  时刻的价值为  $V_t =$

$$\left( \frac{1}{2} \sigma^2 P^2 \hat{V}_{opp}(P, t) + \alpha P \hat{V}_{op}(P, t) \right) dt + \lambda_2 dt (M(P, t) - \hat{V}_0(P, t)) \quad (5)$$

式中的  $M(P, t)$  为领导者研发成功时追随者的期权价值, 由于专利竞赛是“赢者通吃”, 显然有  $M(P, t) = 0$ . 则将式(5) 代入式(4) 化简并略去高阶无穷小量得

$$\frac{1}{2} \sigma^2 P^2 \hat{V}_{opp}(P, t) + \alpha P \hat{V}_{op}(P, t) - (r + \lambda_2) \hat{V}_0(P, t) = 0 \quad (6)$$

这是以  $\hat{V}_0(P, t)$  为因变量  $P, t$  为自变量的二阶偏微分方程, 其解的形式为

$$\hat{V}_0(P, t) = \hat{B}_F P^{\beta_2} \quad (7)$$

式中

$$\beta_2 = \frac{1}{2} - \frac{\alpha}{\sigma^2} + \sqrt{\left( \frac{\alpha}{\sigma^2} - \frac{1}{2} \right)^2 + \frac{2(r + \lambda_2)}{\sigma^2}}$$

在停止区域, 追随者即优势企业的投资净现值为

$$\begin{aligned} NP\hat{V}_F(P) &= P \int_0^{+\infty} e^{-(r-\alpha)t} e^{-(\lambda_1+\lambda_2)t} \lambda_1 dt - I \\ &= \frac{\lambda_1 P}{r + \lambda_1 + \lambda_2 - \alpha} - I \quad (8) \end{aligned}$$

这样, 优势企业作为追随者时的价值函数  $\hat{V}_F(P)$  为

$$\hat{V}_F(P) = \begin{cases} \hat{B}_F P^{\beta_2} & P < \hat{P}_F \\ \frac{\lambda_1 P}{r + \lambda_1 + \lambda_2 - \alpha} - I & P \geq \hat{P}_F \end{cases} \quad (9)$$

由价值匹配和平滑粘贴条件求得优势企业成为追随者时的投资临界点

$$\hat{P}_F = \frac{\beta_2}{\beta_2 - 1} \frac{r + \lambda_1 + \lambda_2 - \alpha}{\lambda_1} I$$

期权项系数

$$\hat{B}_F = \frac{\lambda_1}{(r + \lambda_1 + \lambda_2 - \alpha) \beta_2} \hat{P}_F^{1-\beta_2}$$

劣势企业作为领导者时的价值函数  $\hat{V}_L(P)$  则为

$$\hat{V}_L(P) = \begin{cases} \frac{\lambda_2 P}{r + \lambda_2 - \alpha} - \hat{B}_L P^{\beta_2} - I & P < \hat{P}_F \\ \frac{\lambda_2 P}{r + \lambda_1 + \lambda_2 - \alpha} - I & P \geq \hat{P}_F \end{cases} \quad (10)$$

将  $\hat{P}_F$  代入式(10) 并应用价值匹配条件得期权项系数

$$\hat{B}_L = \frac{\lambda_1 \lambda_2}{(r + \lambda_2 - \alpha)(r + \lambda_1 + \lambda_2 - \alpha)} \hat{P}_F^{1-\beta_2}$$

这样, 就得到了劣势企业作为领导者时的价值. 前面已经讲到, 在非对称期权博弈中, 双方博弈的结果一定是优势企业成为领导者, 而优势企业抢先投资临界点  $P_L$ . 则需视劣势企业分别成为领导者和追随者时的情形而定. 上面已经分析了劣势企业成为领导者的情形, 下面讨论劣势企业成为追随者时的价值  $V_F(P)$ . 类似地, 有

$$V_F(P) = \begin{cases} B_F P^{\beta_1} & P < P_F \\ \frac{\lambda_2 P}{r + \lambda_1 + \lambda_2 - \alpha} - I & P \geq P_F \end{cases} \quad (11)$$

式中

$$\beta_1 = \frac{1}{2} - \frac{\alpha}{\sigma^2} + \sqrt{\left( \frac{\alpha}{\sigma^2} - \frac{1}{2} \right)^2 + \frac{2(r + \lambda_1)}{\sigma^2}}$$

由价值匹配和平滑粘贴条件求得最终(博弈结果)的追随者的投资临界点

$$P_F = \frac{\beta_1}{\beta_1 - 1} \frac{r + \lambda_1 + \lambda_2 - \alpha}{\lambda_2} I$$

期权项系数

$$B_F = \frac{\lambda_2}{(r + \lambda_1 + \lambda_2 - \alpha) \beta_1} P_F^{1-\beta_1}$$

令劣势企业成为领导者时的价值  $\hat{V}_L(P)$  与成为追随者时的价值  $V_F(P)$  相等, 即可得到满足以下隐含方程的优势企业抢先投资临界点  $P_L$ .

$$\begin{aligned} & \frac{\lambda_2 P_L}{r + \lambda_2 - \alpha} - I - \left[ \frac{\lambda_2 P_F}{(r + \lambda_1 + \lambda_2 - \alpha) \beta_1} \left( \frac{P_L}{P_F} \right)^{\beta_1} + \right. \\ & \left. \frac{\lambda_1 \lambda_2 \hat{P}_F}{(r + \lambda_2 - \alpha)(r + \lambda_1 + \lambda_2 - \alpha)} \left( \frac{P_L}{\hat{P}_F} \right)^{\beta_2} \right] = 0 \quad (12) \end{aligned}$$

这样, 通过以上分析得到两非对称企业间发生专利竞赛时优势企业、劣势企业各自的投资临界点  $P_L$  和  $P_F$ . 于是, 两家企业的研发投资净现值之和  $NPV_{L+F}$  表示为

$$NPV_{L+F} = E \left[ \int_{T_L}^{T_F} e^{-(r+\lambda_1)t} P_t \lambda_1 dt \right] - E [e^{-rT_L}] I + E \left[ \int_{T_E}^{+\infty} e^{-(r+\lambda_2)t} P_t \lambda_2 dt \right] - E [e^{-rT_E}] I$$

$$E \left[ \int_{T_F}^{+\infty} e^{-(r+\lambda_1+\lambda_2)t} P_t \lambda_2 dt \right] - E [e^{-rT_L}] E [e^{-r(T_F-T_L)}] I \quad (13)$$

式中, 等号右边前3项表示优势企业的投资净现值, 后2项表示劣势企业的投资净现值;  $T_L$  表示随

$$NPV_{L+F} = \begin{cases} \left( \frac{P_0}{P_L} \right)^{\beta_0} \left\{ \frac{\lambda_1 P_L}{r + \lambda_1 - \alpha} \left[ 1 - \left( \frac{P_L}{P_F} \right)^{\beta_1 - 1} \right] - I + \left( \frac{P_L}{P_F} \right)^{\beta_1} \left( \frac{(\lambda_1 + \lambda_2) P_F}{r + \lambda_1 + \lambda_2 - \alpha} - I \right) \right\} & P_0 \leq P_L \\ \frac{\lambda_1 P_0}{r + \lambda_1 - \alpha} \left[ 1 - \left( \frac{P_0}{P_F} \right)^{\beta_1 - 1} \right] - I + \left( \frac{P_0}{P_F} \right)^{\beta_1} \left( \frac{(\lambda_1 + \lambda_2) P_F}{r + \lambda_1 + \lambda_2 - \alpha} - I \right) & P_L < P_0 < P_F \\ \frac{(\lambda_1 + \lambda_2) P_0}{r + \lambda_1 + \lambda_2 - \alpha} - 2I & P_0 \geq P_F \end{cases} \quad (14)$$

式中

$$\beta_0 = \frac{1}{2} - \frac{\alpha}{\sigma^2} + \sqrt{\left( \frac{\alpha}{\sigma^2} - \frac{1}{2} \right)^2 + \frac{2r}{\sigma^2}} > 1$$

这样, 就得到了两非对称企业在非合作博弈情形下(即产生专利竞赛)的总投资净现值。

## 2.2 合作研发

双方在合作情形下(也可将其看成一个“单位”下的两个研发部门)采取的投资策略一定是力求“单位”的总价值最大化。类似, 由 Weeds<sup>[16]</sup> 知, 双方合作时的最优投资策略必定是顺序投资策略, 而且一定是优势企业首先在  $P_1$  处投资, 劣

势企业必定在此之后的  $P_2$  处再投资, 两投资临界点分别满足式(15)和式(16)

采用 Dixit 和 Pindyck<sup>[28]</sup> 中的类似方法计算式(13)得

$$(\beta_0 - 1) \frac{\lambda_1 P_1}{(r + \lambda_1 - \alpha)} - \frac{(\beta_1 - \beta_0)}{(\beta_1 - 1)} I \left( \frac{P_1}{P_2} \right)^{\beta_1} - \beta_0 I = 0 \quad (15)$$

$$P_2 = \frac{\beta_1}{(\beta_1 - 1)} \times \frac{(r + \lambda_1 + \lambda_2 - \alpha)(r + \lambda_1 - \alpha)}{\lambda_2(r - \alpha)} I \quad (16)$$

类似于上面专利竞赛时的  $NPV_{L+F}$  计算过程, 可得合作情形下的总投资净现值  $\overline{NPV}_{L+F}$  计算式为

$$\overline{NPV}_{L+F} = \begin{cases} \left( \frac{P_0}{P_1} \right)^{\beta_0} \left\{ \frac{\lambda_1 P_1}{r + \lambda_1 - \alpha} \left[ 1 - \left( \frac{P_1}{P_2} \right)^{\beta_1 - 1} \right] - I + \left( \frac{P_1}{P_2} \right)^{\beta_1} \left( \frac{(\lambda_1 + \lambda_2) P_2}{r + \lambda_1 + \lambda_2 - \alpha} - I \right) \right\} & P_0 \leq P_1 \\ \frac{\lambda_1 P_0}{r + \lambda_1 - \alpha} \left[ 1 - \left( \frac{P_0}{P_2} \right)^{\beta_1 - 1} \right] - I + \left( \frac{P_0}{P_2} \right)^{\beta_1} \left( \frac{(\lambda_1 + \lambda_2) P_2}{r + \lambda_1 + \lambda_2 - \alpha} - I \right) & P_1 < P_0 < P_2 \\ \frac{(\lambda_1 + \lambda_2) P_0}{r + \lambda_1 + \lambda_2 - \alpha} - 2I & P_0 \geq P_2 \end{cases} \quad (17)$$

类似, 由 Weeds<sup>[16]</sup> 知  $P_1 > P_L$ ,  $P_2 > P_F$ , 即合作时的两投资临界点均大于竞争时。

## 3 消费者剩余

社会福利通常被看作消费者剩余和生产者剩余的总和。在这里, 企业以付出研发成本为“代价”, 以未来产品市场上的净现金流为“回报”, 因此, 本文将社会福利定义为消费者剩余和企业投资净现值之和<sup>③</sup>。前面已经分析了企业投资净现值, 而要发现合作与非合作两种情形下的社会福

利变动规律, 还必须分析消费者剩余并将它与企业投资净现值相结合。

为简化分析, 忽略专利商业化通常需要的一段时间。假定专利一旦研发成功就立刻商业化, 即蕴含专利技术的新产品立即面世。新产品将填补市场空白且不可替代, 并带给消费者更高的效用和更大的消费者剩余。假定两家企业的新产品对消费者而言是无差别的, 并且由于专利的“赢者通吃”属性, 市场上只会出现1家企业的新产品。另外, 消费者越早享用到新产品则得到的效用越高, 即消费者剩余同样具有现值效应, 在本模型

③ 实际上, 在本文的简化(忽略生产成本)情况下, 成功研发新技术的企业生产新产品的瞬时利润即为瞬时生产者剩余, 生产者剩余流的现值扣除研发成本即为企业的投资净现值。

中, 将其贴现.

借鉴 Pawlina 和 Kort<sup>[27]</sup> 中的做法, 设专利产品将对消费者产生瞬时消费者剩余<sup>④</sup>

$$U_{it} = \theta_i h - p_t \quad (18)$$

式中  $h$  表示新产品的质量特征系数;  $\theta_i$  为衡量消费者对专利产品的价值判断的特性参数, 并均匀分布于随机区间  $[0, A_t]$ , 即不同的消费者对专利产品具有不同的价值判断;  $p_t$  为  $t$  时刻的产品价格; 用  $F(\theta)$  表示  $\theta$  的分布函数,  $f(\theta)$  为其分布密度函数.

消费者购买新产品的条件是  $U_{it} \geq 0$ , 即  $\theta_i \geq \frac{p_t}{h}$ , 因而偏好区间  $[0, A_t]$  中消费者购买新产品的概率为  $1 - F(\frac{p_t}{h})$ . 该购买概率与市场对新产品的瞬时需求量  $\omega_t$  成正比, 即

$$1 - F\left(\frac{p_t}{h}\right) = \gamma \omega_t \quad (19)$$

利用均匀分布的性质, 化简式(19) 得瞬时需求函数

$$p_t = (A_t - \gamma \omega_t) h \quad (20)$$

在不考虑生产成本情况下, 按利润最大化原则可得完全垄断下的新产品价格和产量(需求量) 为

$$p_t^* = \frac{hA_t}{2}, \quad \gamma \omega_t^* = \frac{A_t}{2} \quad (21)$$

相应的最大瞬时利润为  $\frac{h}{4\gamma} A_t^2$ .

瞬时消费者剩余  $cs_t$  (图 1 中  $cs_t$  所在的小三角形面积) 就为

$$\begin{aligned} cs_t &= \int_{\frac{A_t}{2}}^{A_t} \left(\theta_i h - \frac{hA_t}{2}\right) \frac{1}{A_t} d\theta_i \\ &= \frac{1}{2} \left(A_t h - \frac{A_t h}{2}\right) \frac{A_t}{2} \\ &= \frac{h}{8} A_t^2 \end{aligned} \quad (22)$$

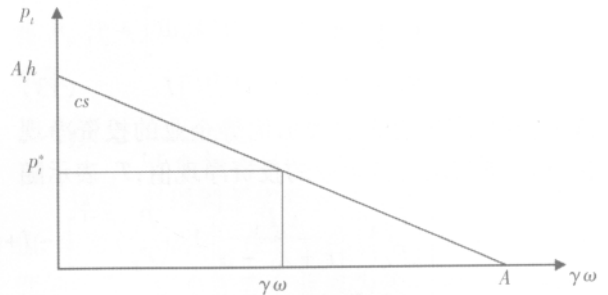


图 1 消费者剩余  
Fig. 1 Consumer surplus

此外, 根据本文的简化(见脚注<sup>③</sup>), 有

$$P_t = \frac{h}{4\gamma} A_t^2 \quad (23)$$

由伊藤引理有<sup>⑤</sup>

$$dA_t = \frac{1}{2} \left(\alpha - \frac{1}{4}\sigma^2\right) A_t dt + \frac{1}{2}\sigma A_t dz_t \quad (24)$$

其中, 参数  $\alpha, \sigma, dz$  均与式(1) 中的相同.

前面已经讲到, 消费者越早享用到新产品得到的效用会越高, 则“真实”的消费者剩余还与新产品的上市时机有关. 为了发现消费者剩余与研发投资策略的关系, 需要比较专利竞赛和双方合作两种不同情形下的预期消费者剩余现值, 前者记为  $CS^R$ , 后者记为  $CS^C$ , 则有

$$\begin{aligned} CS^R &= E[e^{-rT_L}] \left\{ E \left[ \int_{T_L}^{T_F} e^{-(r+\lambda_1)t} cs_t \lambda_1 dt \right] + \right. \\ &E[e^{-r(T_F-T_L)}] E \left[ \int_{T_F}^{+\infty} e^{-(r+\lambda_1+\lambda_2)t} cs_t (\lambda_1 + \lambda_2) dt \right] \left. \right\} \end{aligned} \quad (25)$$

$$\begin{aligned} CS^C &= E[e^{-rT_1}] \left\{ E \left[ \int_{T_1}^{T_2} e^{-(r+\lambda_1)t} cs_t \lambda_1 dt \right] + \right. \\ &E[e^{-r(T_2-T_1)}] E \left[ \int_{T_2}^{+\infty} e^{-(r+\lambda_1+\lambda_2)t} cs_t (\lambda_1 + \lambda_2) dt \right] \left. \right\} \end{aligned} \quad (26)$$

将式(22)、式(23) 代入式(25)、式(26), 并不失一般性, 令常数  $\frac{h}{4\gamma}$ , 分别解得

④ 实际上  $\theta_i h$  是边际效用. 以负指数效用函数为例, 相当于消费者的效用函数为:  $u(X) = 1 - e^{-\theta_i h X}$ . 其中  $h$ —新产品的质量特征系数, 质量越高, 消费者效用越高;  $\theta_i$ —偏好特性参数, 越喜欢该产品,  $\theta_i$  越大;  $\theta_i h$  也是绝对风险回避因子,  $X$  的性能波动越大, 期望效用越低. 在  $X = 0$  的边际效用为:  $\frac{du(X)}{dX} \Big|_{X=0} = \theta_i h e^{-\theta_i h X} \Big|_{X=0} = \theta_i h$ . 在经济学中的基本定价(价值) 原则是边际效用(消费者愿意支付的价格). 因此, 将其与购买成本  $p_t$  相比较, 超出部分即为消费者剩余.

⑤ 因  $A_t = \sqrt{\frac{4\gamma}{h} P_t^2}$ ,  $dP_t = \alpha P_t dt + \sigma P_t dz$ , 由伊藤引理有  $dA_t = \frac{\partial A_t}{\partial P_t} dP_t + \frac{\partial A_t}{\partial t} dt + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 A_t}{\partial P_t^2} (dP_t)^2 = \frac{1}{2} \left(\alpha - \frac{1}{4}\sigma^2\right) A_t dt + \frac{1}{2}\sigma A_t dz_t$

$$CS^R = \begin{cases} \left( \frac{P_0}{P_L} \right)^{\beta_0} \frac{h}{8} \left\{ \frac{\lambda_1 P_L}{r + \lambda_1 - \alpha} \left[ 1 - \left( \frac{P_L}{P_F} \right)^{\beta_1 - 1} \right] + \left( \frac{P_L}{P_F} \right)^{\beta_1} \left( \frac{(\lambda_1 + \lambda_2) P_F}{r + \lambda_1 + \lambda_2 - \alpha} \right) \right\} & P_0 \leq P_L \\ \frac{h}{8} \frac{\lambda_1 P_0}{r + \lambda_1 - \alpha} \left[ 1 - \left( \frac{P_0}{P_F} \right)^{\beta_1 - 1} \right] + \frac{h}{8} \left( \frac{P_0}{P_F} \right)^{\beta_1} \left( \frac{(\lambda_1 + \lambda_2) P_F}{r + \lambda_1 + \lambda_2 - \alpha} \right) & P_L < P_0 < P_F \\ \frac{h}{8} \frac{(\lambda_1 + \lambda_2) P_0}{r + \lambda_1 + \lambda_2 - \alpha} & P_0 \geq P_F \end{cases} \quad (27)$$

$$CS^C = \begin{cases} \left( \frac{P_0}{P_1} \right)^{\beta_0} \frac{h}{8} \left\{ \frac{\lambda_1 P_1}{r + \lambda_1 - \alpha} \left[ 1 - \left( \frac{P_1}{P_2} \right)^{\beta_1 - 1} \right] + \left( \frac{P_1}{P_2} \right)^{\beta_1} \left( \frac{(\lambda_1 + \lambda_2) P_2}{r + \lambda_1 + \lambda_2 - \alpha} \right) \right\} & P_0 \leq P_1 \\ \frac{h}{8} \frac{\lambda_1 P_0}{r + \lambda_1 - \alpha} \left[ 1 - \left( \frac{P_0}{P_2} \right)^{\beta_1 - 1} \right] + \frac{h}{8} \left( \frac{P_0}{P_2} \right)^{\beta_1} \left( \frac{(\lambda_1 + \lambda_2) P_2}{r + \lambda_1 + \lambda_2 - \alpha} \right) & P_1 < P_0 < P_2 \\ \frac{h}{8} \frac{(\lambda_1 + \lambda_2) P_0}{r + \lambda_1 + \lambda_2 - \alpha} & P_0 \geq P_2 \end{cases} \quad (28)$$

竞争和合作时的社会福利分别用  $SW$ 、 $\overline{SW}$  表示, 则有

$$SW = NPV_{L+F} + CS^R \quad (29)$$

$$\overline{SW} = NPV_{L+F} + CS^C \quad (30)$$

## 4 社会福利分析

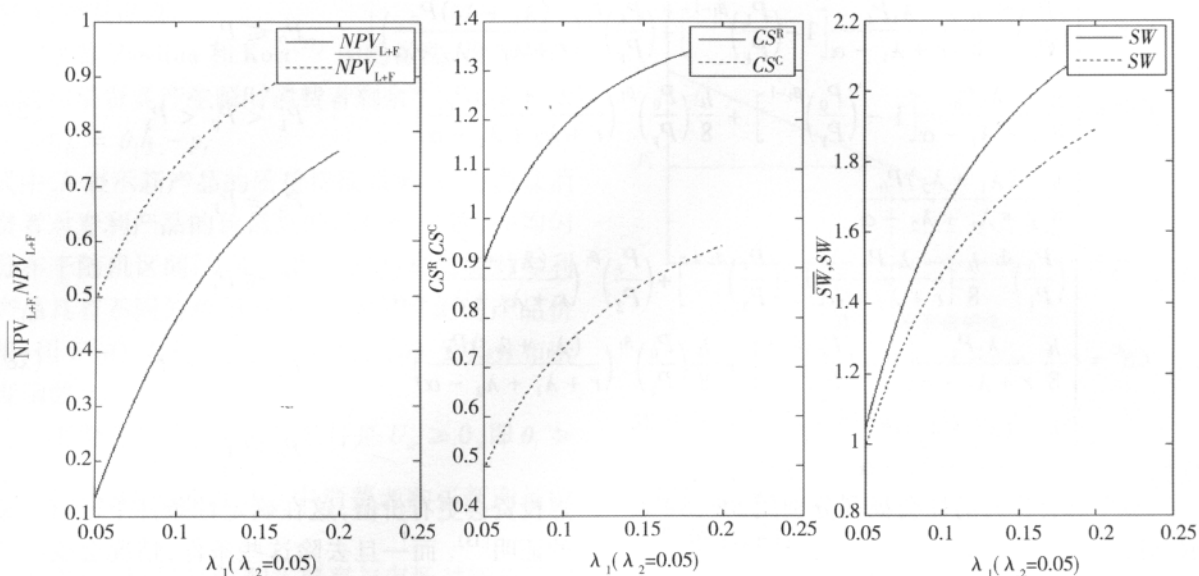
正如引言所述, 专利保护制度的产生及不断创新, 源于对企业价值和社会福利的全方位、深层次的综合思考, 即在给与创新企业垄断保护以实现激励其创新行为的同时, 必须考虑到过度的垄断保护对社会福利的损害。显然, 在不同条件下, 对社会福利施加影响的因素及影响程度会有所不同。而本文的研究目的正是发现不同研发模式下社会福利的差异及影响该差异变化的诸多因素间的动态变化特征, 从而得出相应的创新政策建议。当然, 这种政策建议只是宏观性、方向性的, 但以此为基础, 具体针对某类新技术某类研发竞争环境所涉及的专利保护制度或政策就会更加有益于社会福利。从前面得到的专利竞赛和双方合作时的企业净现值与消费者剩余表达式可知, 影响两者进而影响社会福利的因素较多, 下面将就一些主要因素对社会福利的影响来对研发投资策略进行评价, 从而得到一般性政策建议。

首先, 专利竞赛与合作研发的根本不同在于投资临界点的不同, 前者的抢先进入点和追随者投资临界点均分别小于后者预先安排好的两个投资临界点。通常来讲, 因  $0 < \alpha < r$ , 投资成本  $I$  通过因子  $e^{-\alpha t}$  而减少, 而收益则以一个更小的因子  $e^{-(r-\alpha)t}$  减少, 只要初始价值大于  $I$  并不太多, 则推

迟投资会更有价值, 这在确定性条件下已有严格的证明<sup>[13]</sup>。而一旦去除这些条件, 情况会变得有些不同。如较大的技术不确定性会使投资后的期望收益较小, 而较晚投资使得企业在投资成本现值上的“收益”就有可能“弥补”因推迟投资造成的期望收益的现值“损失”, 从而使晚投资更为有利。反之, 若技术不确定性较小, 投资后的期望收益较大特别是远大于投资成本时, 推迟投资在成本上所获得的“收益”不足以抵消期望收益的现值“损失”, 此时, 较晚投资就会得不偿失。同时, 两企业所面临技术不确定性的差异也是影响投资时机的重要因素。另一方面, 早投资意味着消费者可能会更早享用到新产品, 即较早从事专利研发会有较大的消费者剩余现值。因此, 早或晚投资通常会分别对企业价值和消费者剩余产生增大和缩小两种效应, 从而导致对社会福利的不确定影响, 下面将分析社会福利与影响其变化的诸多因素间的动态变化特征。

### 4.1 技术不确定性

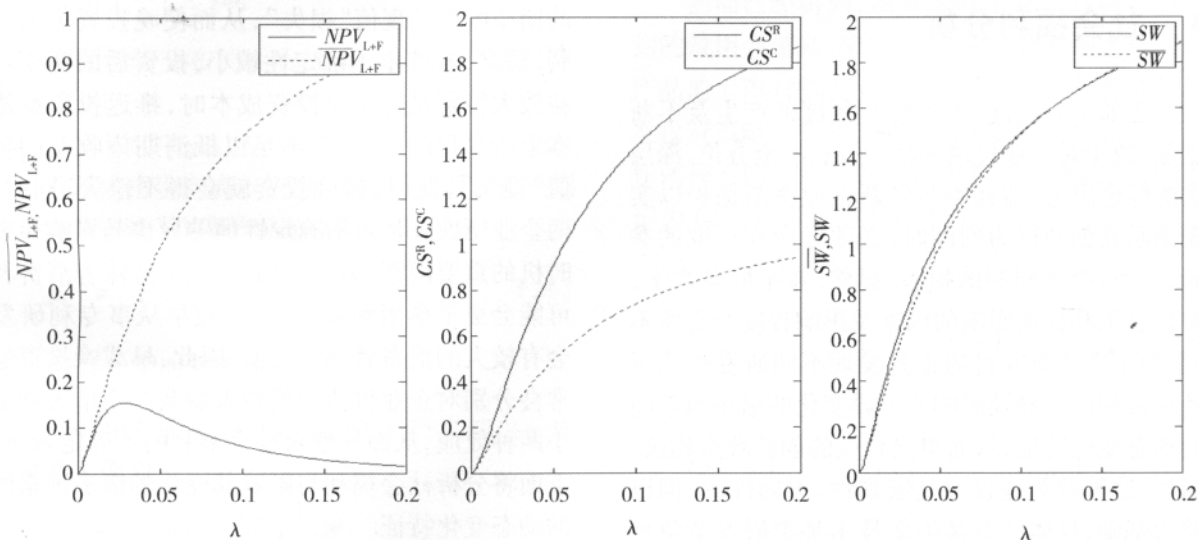
就技术不确定性而言, 较大的  $\lambda$  值意味着较高的期望收益和较低的投资门槛值, 反之亦然。由于模型中的非对称性正在于两企业的研发能力不同, 或者说企业面临不同的技术不确定性, 而这种技术不确定性的差异程度是影响社会福利的重要因素。为此, 首先让劣势企业的风险率保持不变而让优势企业的风险率不断增加, 得到非对称程度越来越大时的投资净现值、消费者剩余、社会福利变化, 如图 2 所示; 然后, 再让两企业的风险率在始终相同的情况下不断增大, 即两企业始终相互对称而得到图 3。



缺省参数:  $\alpha = 0.02, r = 0.05, \sigma = 0.1, \lambda_2 = 0.05, I = 5, P_0 = 5, h = 4$

图2 技术不确定性与社会福利(非对称情形)

Fig. 2 Technical uncertainty and social welfare in case of asymmetry



缺省参数:  $\alpha = 0.02, r = 0.05, \sigma = 0.1, I = 5, P_0 = 5, h = 4$

图3 技术不确定性与社会福利(对称情形)

Fig. 3 Technical uncertainty and social welfare in case of symmetry

图2中  $\lambda_2 = 0.05$  并保持不变,  $\lambda_1$  则从0.05不断增加至0.2, 两种模式下的投资净现值、消费者剩余、社会福利均呈单调递增趋势。其原因是, 合作时, 投资时机的选择是以“单位”价值最大化为原则, 任何一方风险率的增加即技术不确定性的减少对“单位”价值的增加都是有利的。对于消费者剩余而言, 优势企业风险率的增加意味着其投资期望值增加从而导致其投资临界点提前, 消费者享受到专利产品的可能性增大且期望时间缩短, 从而产生更高的消费者剩余现值; 竞争时,  $\lambda_1$

的不断增大意味着优势企业的优势不断增加, 则来自于劣势企业的“威胁”也就越来越小, 抢先投资点、追随者投资点均随之推迟, 企业得到较高的期权价值, 使得总投资净现值不断增加。而由于优势企业的技术不确定性不断减小, 尽管投资点在推迟, 综合来看消费者剩余仍是递增的。对比对称情形下的图3, 发生专利竞赛时的净现值却先“上升”而后再“下降”。这是由于随着技术不确定性的逐渐消除, 开始会增加投资的期望价值从而增大净现值, 而到达一定程度后, 专利的“赢者通



吃”属性使得专利竞赛的竞争程度越来越加剧, 抢先进入点不断提前, 期权价值不断丧失, 致使净现值持续下降。就社会福利而言, 随着优势企业优势的不断增长, 竞争模式的优势也随之增大(见图 2 右图); 值得注意的是, 图 2 右图中的  $\overline{SW}$  始终大于  $SW$  并不是一般规律, 若新产品的质量特征系数  $h$  高到一定程度, 就可能会出现  $\overline{SW}$  大于  $SW$  的情况(这是因为消费者剩余是  $h$  的单增函数, 而净现值却与  $h$  无关, 显然  $CS^C$  关于  $h$  的直线斜率大于  $CS^R$  的, 故单独增加  $h$  有可能使得  $\overline{SW}$  大于  $SW$ )。但这并不影响本文的结论, 本文关注的是两企业间的研发能力相差越来越大时社会福利的变动特征, 从图可知两种模式间的社会福利差异的确随双方研发能力差异的增大而增大, 而对称情形下的技术不确定性对两种模式下的社会福利差异的影响却表现出一种“非线性”特征, 即相互关系并不确定。

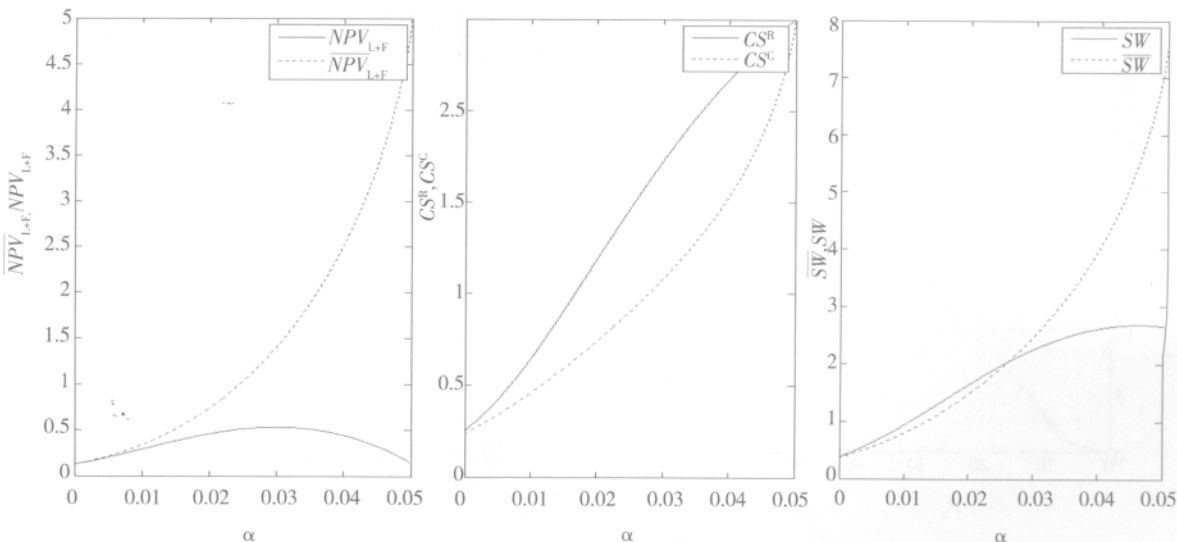
因此, 当企业间的研发能力相差越大, 政策越应鼓励竞争, 以提高研发效率, 增加社会福利。同时, 也有利于科研资源的市场化配置, 并促进劣势企业努力提高研发能力以迎接以后的竞争。

#### 4.2 专利价值增长性

与不确定性一样, 增长 ( $\alpha > 0$ ) 也能创造等待价值, 这从图 4 中的  $\overline{NPV}_{L+F}$  始终大于  $NPV_{L+F}$  可得到印证。特别是, 若  $\alpha \rightarrow r$ , 按 Dixit 和 Pindyck<sup>[28]</sup> 的说法, 推迟投资而保持投资期权有活力的机会成本为 0, 人们将永远不投资, 无论项目的 NPV 有多高。这从数学模型上也可得到印证, 因  $\alpha \rightarrow r$ , 则

$\beta_0 \rightarrow 1$ , 由  $P_1, P_2$  表达式知  $P_1 \rightarrow \infty, P_2 \rightarrow \infty$ , 即出现合作研发模式下的极端情况——无限期地推迟投资。因为推迟不会减少投资期望收益的现值, 但却能无限降低投资成本的现值。这显然对消费者剩余、社会福利不利。而当双方竞争时, 尽管等待勿需“成本”, 但专利的“赢者通吃”属性不会让双方“无限等待”。在非对称模型中, 一方面  $\alpha$  的不断增长使企业更有理由去等待以获取更大的收益; 另一方面, 由于能增加投资后的期望收益, 在“赢者通吃”的背景下, 使得劣势企业抢先的动机也随之增强, 即投资点有提前的趋势。显然, 这是两股作用相反的力量, 当  $\alpha$  相对较低时(见图 4 左图) 前者“占上风”, 投资点推迟致使净现值单调上升; 而当  $\alpha$  相对较高时, 则后者“占上风”, 投资点提前致使净现值单调下降。社会福利方面, 从图 4 右图可知, 当  $\alpha$  较低时, 等待更久才投资的合作研发的净现值优势较小。因此,  $SW > \overline{SW}$ ; 否则, 即  $\alpha$  较高的话, 就有  $\overline{SW} > SW$ 。

通过对增长率  $\alpha$  对社会福利的影响分析, 政策方面的建议是: 当专利的成长性较好 ( $\alpha$  较大) 时, 政策应利于合作研发, 但要防止企业因过度延迟开发, 操纵市场, 使消费者迟迟享受不到新技术成果, 丧失消费者剩余的现象发生。而当专利的成长性较差时, 应适当鼓励竞争, 鼓励争先, 除保护率先创新者的垄断利润外, 还可适当给与其它政策优惠, 但也要尽可能减少重复投资, 避免研发资源的浪费, 特别是研发成本较大时。



### 4.3 专利产品质量特征

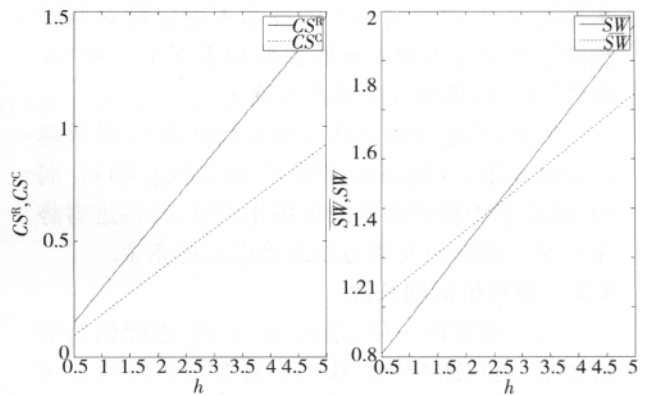
从前面消费者剩余公式知,消费者剩余为专利产品质量特征系数  $h$  的单增函数,即专利产品的质量越高则质量特征系数  $h$  越大,消费者剩余随之增大.从图5可知,两条直线的斜率不同,较大者为专利竞赛时的社会福利线,这是由于没有企业投资所必须考虑的沉没成本因素,而只剩下研发投资时间因素,则竞争所导致的较早投资会使消费者剩余的现值更大.当  $h$  较小时,  $\overline{SW} > SW$ ; 当  $h$  增大到一定程度后就有  $SW > \overline{SW}$ . 就政策制定者而言,对质量或边际效用较低的专利技术应提倡合作研发,避免过度、过急投资;反之,对那些明显提高消费者生活质量水平、改善环境、有利于可持续发展的新技术、新工艺,其激励政策应有利于竞争.除保护率先创新者的垄断利润外,必要时甚至可对其实施奖励和补贴.如我国对节能新技术、新能源的开发和利用所采取的奖励措施和贴息政策等.

### 4.4 专利初始价值

从投资净现值和消费者剩余关于初始价值的分段函数表达式可知,不同的初始价值会影响投资时机的选择从而影响企业价值和消费者剩余.从经济意义上讲,当其他参数恒定时,专利初始价值的变化会影响博弈的均衡类型,并最终影响企业投资净现值、消费者剩余和社会福利.即不同的初始价值会使式(14)、(17)、(27)、(28)各分段函数的取值不确定.

当初始价值较小时,两种模式下的企业均会

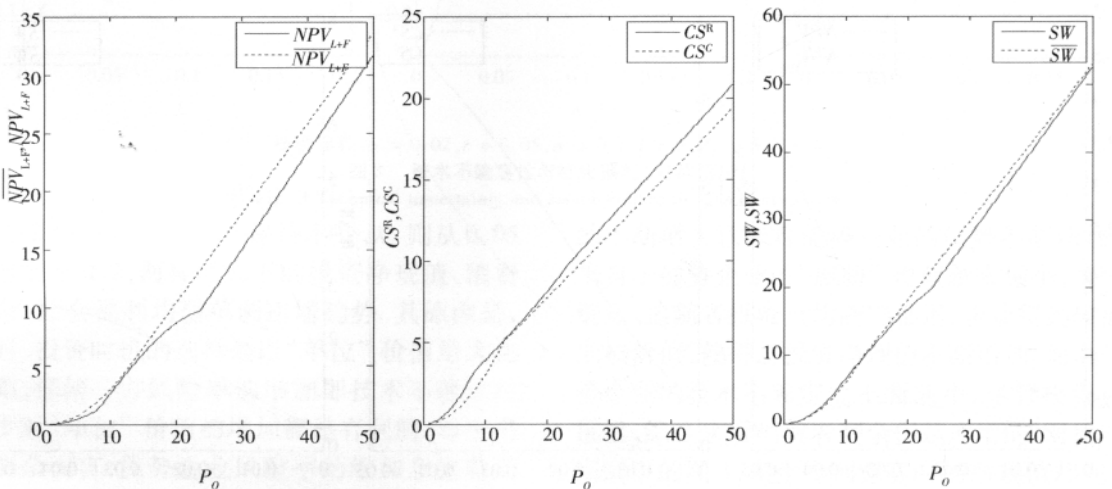
选择等待,净现值和剩余均差别不大,而社会福利更是相差无几;当初始价值较大时,特别大到足以让无论哪种模式下的两企业均会同时投资时,两者的社会福利同样会“无差别”;但当初始价值处于“中间状态”时,社会福利的差异就会显现,而到底哪种模式会占优势,则与具体的参数有关.因此,初始价值社会福利差异的影响表现出一种“非线性”特征.也就是说,对于新兴的“前途未卜”的和较成熟且“前途光明”的新技术或产业,政府在一定程度上可以“不作为”,静观其变;而对于“中庸”型的专利技术,则要根据具体情况做出有利于社会福利的倾向性政策,即如果  $\overline{SW} > SW$  则政策可鼓励或有利于合作研发,反之,则应鼓励竞争.



缺省参数:  $\lambda_1 = 0.1, \lambda_2 = 0.05, r = 0.05, \sigma = 0.1, \alpha = 0.02, I = 5, P_0 = 5$

图5 专利产品质量与社会福利

Fig. 5 The quality of the patent product and social welfare



缺省参数:  $\lambda_1 = 0.1, \lambda_2 = 0.05, r = 0.05, \sigma = 0.1, I = 5, \alpha = 0.02, h = 4$

图6 专利初始价值与社会福利

Fig. 6 Patents' initial values and social welfare

### 4.5 专利研发成本

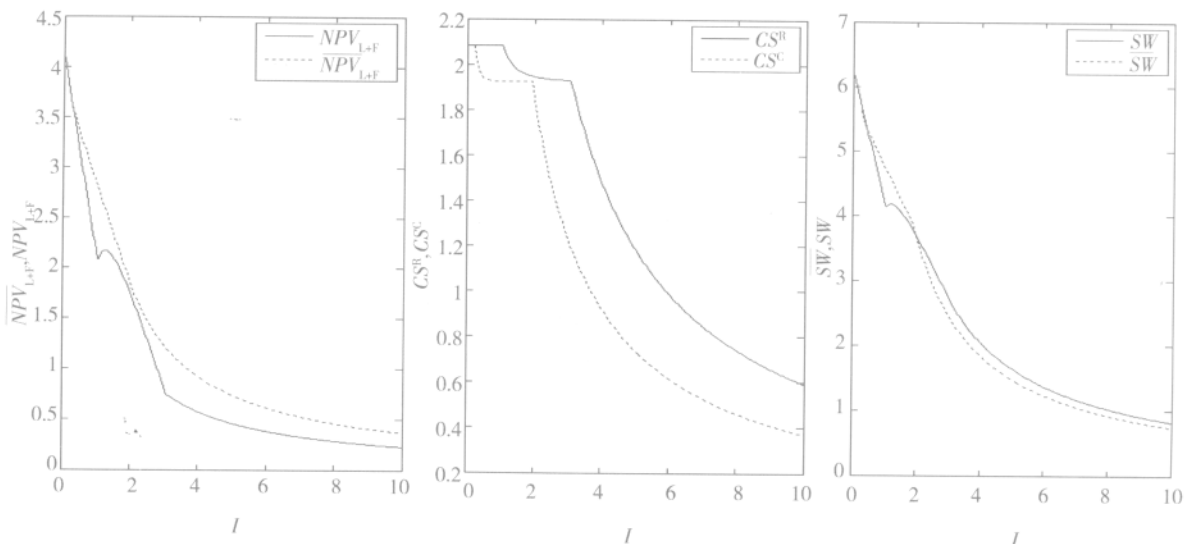
研发成本对社会福利差异的影响同样表现出一种“非线性”特征. 与专利初始价值的影响类似, 从经济意义上讲, 研发成本直接影响到两种模式下两投资临界点的“位置”, 当成本较低时, 无论合作还是竞争时的两投资临界点均相差不大且距离博弈之初较近, 使得企业价值和消费者剩余的差别较小, 从而使得社会福利的差别更小; 当成本较高时, 两投资临界点均相差较大且距离初始位置较远, 尽管合作时的两临界点相距会更远, 但这种差异性对社会福利的影响就越来越不显著了; 而位于较“中段”的研发成本会使两种模式下的社会福利关系特征不确定, 也就是说, 此时, 合作时的企业价值优势和竞争时的消费者剩余优势均有可能“占上风”, 这与其它参数的取值有关. 再从直观上看, 成本较低时企业愿意及早投资且不担心失败, 甚至两家企业越来越接近同时投资; 反之, 它们会“望而生畏”, 即使是竞争时的抢先临界点也会较晚, 最终表现出与初始价值相似的特征. 如图 7 所示, 当研发成本较大和较小时, 两种情况下的社会福利状况相似; 而在“中间状态”, 社会福利的变化是不规则的. 特别地, 当  $I = 0$  时, 两种情况下的企业均立即投资, 因  $P_0 >$

$P_L = P_F = P_1 = P_2 = 0$  则

$$NPV_{L+F} = \overline{NPV}_{L+F} = \frac{(\lambda_1 + \lambda_2) P_0}{r + \lambda_1 + \lambda_2 - \alpha},$$

$$CS^R = CS^C = \frac{h}{8} \frac{(\lambda_1 + \lambda_2) P_0}{r + \lambda_1 + \lambda_2 - \alpha}$$

则  $SW = \overline{SW}$ . 当  $I \rightarrow +\infty$  时, 企业永不投资,  $SW = \overline{SW} = 0$ . 更一般情况, 随着  $I$  的不断增大, 投资所需的各临界值  $P_L, P_F, P_1, P_2$  也随之增大, 初始价值  $P_0$  则分别“落入”两种情形下的 3 种数值区间即:  $[P_F, +\infty)$ 、 $[P_L, P_F)$ 、 $(0, P_L)$  和  $[P_2, +\infty)$ 、 $[P_2, P_2)$ 、 $(0, P_1)$ , 致使图中曲线由 3 段不“光滑”曲线组成, 而合作博弈下的曲线之所以较“光滑”是因其投资临界点由平滑粘贴条件而得<sup>⑥</sup>. 从图 7 总的来看, 研发成本对两种模式下社会福利差异的影响并不“显著”, 政策的倾向性也就不明显. 若希望提高企业价值增强企业活力, 则政策应有利于合作投资; 反之, 若希望增加消费者剩余刺激需求, 激励政策就应倾向于竞争; 另一方面, 从大的技术创新环境来讲, 政策制定者应尽可能地通过减免税收、专利维护费用等减少研发专利的“外在成本”, 让研发企业“轻装上阵”, 敢于早投资以谋求更高的社会福利.



缺省参数:  $\lambda_1 = 0.1, \lambda_2 = 0.05, r = 0.05, \sigma = 0.1, P_0 = 5, \alpha = 0.02, h = 4$

图 7 专利研发成本与社会福利

Fig. 7 Cost of R&D investment and social welfare

⑥ 隐含其中的原因正是合作时以“单位”的利益最大化为原则, 临界点的选择较“自然”, 与竞争时的那种“被迫”和“不情愿”相区别.

### 4.6 无风险利率

当增长率  $\alpha$  保持不变, 无风险利率  $r$  变化时, 推迟专利研发投资的机会成本  $\delta$  则相应变化. 因  $\delta = r - \alpha$ , 当  $r$  较小时  $\delta$  也较小, 推迟投资的现值“损失”就小, 则晚投资更为有利. 也就是说, 较低的利率会“要求”推迟投资, 按 Dixit 和 Pindyck<sup>[28]</sup> 的说法, 这是期权理念的纯粹表现: 低利率使未来相对更重要, 因此, 它提高了执行期权的机会成本. 而“赢者通吃”的专利竞赛显然“无暇顾及”此时较高的期权价值. 另一方面, 竞争时的消费者剩余优势同样随利率的增大而减弱, 从图 8 可以看到, 当  $r$  从 0.03 增加到 0.1 的过程中, 合作投资相对于专利竞赛的净现值优势在 0.03 处达到最大而后越来越小, 而专利竞赛相对于合作投资的消费者剩余优势也在 0.03 处最大随后减小, 两种情形下的社会福利均在 0.03 处最大, 其相互关系随着无风险利率的不断增加而发生变

化, 但“变化率”不同, 这样, 大约在 0.04 之前有  $\overline{SW} > SW$ , 之后则  $SW > \overline{SW}$ . 需要说明的是, 图 8 左小图中  $r$  刚开始增加时,  $NPV_{L+F}$  有一段短暂的“上升”过程, 这是由于非对称企业间的竞争不如对称企业间激烈, 此时, 利率的上升会削弱劣势企业的抢先动机, 优势企业会略显“从容”(企业非对称时领导者的投资临界点总是视劣势企业的抢先动机而定), 尽管此时推迟投资的机会成本  $\delta$  在增加, 但两相比较还是前者“占上风”. 但随着  $r$  的持续增加, 投资期望收益“快速”下降, 净现值则进入“下行通道”. 因此, 在激励政策方面, 当利率较低或经济发展过热时, 政策制定者应着重考虑如何让企业“走向”合作, 避免过早陷入专利竞赛、造成无谓损失; 反之, 政策的引导作用应“偏向”竞争, 让企业加速投资以减少消费者剩余的现值损失.

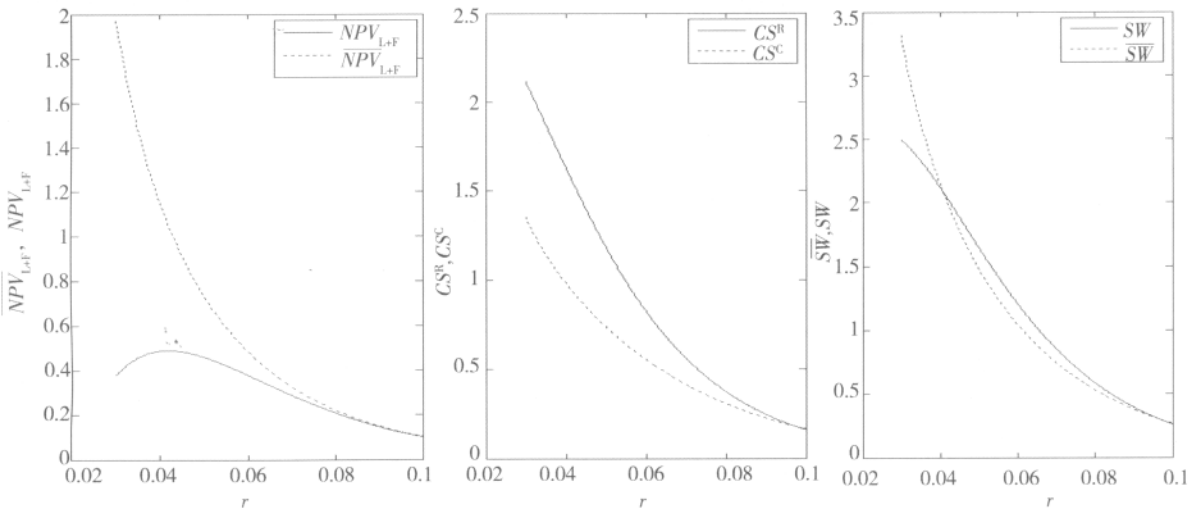


图 8 无风险利率与社会福利  
Fig. 8 Free interest rate and social welfare

## 5 结束语

专利技术的研发投资策略不仅影响企业价值还会影响消费者剩余, 通常情况下, 这是作用相反的两种影响. 即影响若对企业价值是积极的, 那对消费者剩余就是消极的, 反之亦然. 因此, 研发投资策略对于社会福利的影响并不确定, 这常常令将社会福利最大化视为己任的政策制定者在制定

创新激励政策时难以决策. 本文在投资时机选择期权博弈模型和消费者剩余模型框架下, 针对两非对称企业, 得到非合作博弈(即专利竞赛)和合作博弈两种模式下的总投资净现值和消费者剩余, 分析了社会福利与影响其变化的诸多因素间的动态变化特征并提出相应的创新政策建议, 对实际创新外部环境的科学营造具有一定借鉴意义. 由于模型的局限性, 譬如将专利技术和产品看成完全不能替代的新技术和完全没有替代品的新市场等这些“强”假设性条件, 使得在实际中必须

灵活应用相关结论,但这丝毫不会降低研究的价值。也许唯有这样,通过简单处理甚至忽略一些“枝节”性因素才会发现专利研发投资中那些真

正影响社会福利的重要因素及其影响规律,为科学地制定创新激励政策提供有益参考。

## 参 考 文 献:

- [1]高山行. 企业专利竞赛—理论与策略[M]. 北京: 科学出版社,2005.  
Gao Shanxing. The Theory and Strategie of Patent Race[M]. Beijing: Science Press ,2005. ( in Chinese)
- [2]Nordhaus W. Invention ,Growth and Welfare: A Theoretical Treatment of Technological Change[M]. Cambridge ,MA: MIT Press ,1969.
- [3]Scherer F M. Nordhaus' theory of optical patent life: A geometric reinterpretation[J]. The American Economic Review , 1972 ,62( 3) : 422 -427.
- [4]Loury G C. Markt structure and innovation[J]. Quarterly Journal of Economics ,1979 ,93( 3) : 395 -410.
- [5]Dasgupta P , Stiglitz J. Uncertainty , industrial and the speed of R&D[J]. Bell Journal of Economics ,1980 ,11( 1) : 1 -28.
- [6]Tom L , Wilde L L. Markt structure and innovation: A reformulation[J]. Quarterly Journal of Economics ,1980 ,94( 2) : 429 -436.
- [7]Gilbert R , Shapiro C. Optimal patent length and breadth[J]. RAND Journal of Economics ,1990 ,21( 1) : 106 -112.
- [8]Klemperer P. How broad should the scope of patent protection be? [J]. RAND Journal of Economics ,1990 ,21( 1) : 113 -130.
- [9]Gallini N. Patent length and breadth with costly imitation[J]. RAND Journal of Economics ,1992 ,23( 1) : 52 -63.
- [10]Tirole J. Incomplete contract: Where do we stand? [J]. Econometrica ,1999 ,67( 4) : 741 -781.
- [11]Hartwick J M. Patent races optimal with respect to entry[J]. International Journal of Industrial Organization ,1991 9( 2) : 197 -207.
- [12]Katz M L. An anlysis of cooperative research and development[J]. Rand Journal of Economics ,1986 ,17( 4) : 527 -543.
- [13]Aspremont C , Jacquemsn A. Cooperative and non-cooperative R&D in duopoly with spillovers[J]. The American Economic Review ,1988 ,78( 5) : 1133 -1137.
- [14]Kogut B. The stability of joint ventures: Reciprocity and competitive rivalry[J]. Journal of Industrial Economics ,1989 ,38 ( 2) : 183 -198.
- [15]Hernan R , Marin P L , Siotis G. An empirical evaluation of the determinants of research joint venture formation[J]. The Journal of Industrial Economics ,2003 ,51( 1) : ( 75 -89) .
- [16]Weeds H. Strategic delay in real options model of R&D competition[J]. Review of Economic Studies ,2002 ,69( 3) : 729 -747.
- [17]Manasakis C , Petrakis E. Union structure and firms' incentives for cooperative R&D investments[J]. Canadian Journal of Economics ,2009 ,42( 2) : 665 -693.
- [18]孙利辉,高山行,徐寅峰. 研究合作组织过程激励实施模式[J]. 研究与发展管理,2002,14(3): 26-30.  
Sun Lihui ,Gao Shanxing , Xu Yinfeng. The carrying out model of process stimulation in research joint ventures[J]. R & D Management ,2002 ,14( 3) : 26 -30. ( in Chinese)
- [19]孙利辉,徐寅峰,高山行. 研究合作组织非对称合作伙伴战略选择[J]. 系统工程理论与实践,2003,23(2): 40-44.  
Sun Lihui , Xu Yinfeng , Gao Shanxing. Partners choice of asymmetric research joint ventures [J]. Systems Engineering-Theory & Practice ,2003 ,23( 2) : 40 -44. ( in Chinese)
- [20]夏 晖,曾 勇. 不完全竞争环境下不对称企业技术创新战略投资[J]. 管理科学学报,2005,8(1): 30-41.  
Xia Hui , Zeng Yong. Strategic investment of technology innovation with asymmetric cost under imperfect competition[J]. Journal of Management Sciences in China ,2005 ,8( 1) : 30 -41. ( in Chinese)
- [21]薛明皋,龚 朴. 具有专利的R&D项目实物期权评价[J]. 管理科学学报,2006,9(3): 39-44,67.  
Xue Minggao , Gong Pu. Real option valuation of R&D project with patent[J]. Journal of Management Sciences in China ,

- 2006 ,9(3) : 39 -44 ,67. ( in Chinese)
- [22]Ishibashi I ,Matsumura T. R&D competition between public and private sectors[J]. *European Economic Review* ,2005 ,50(6) : 1347 -1366.
- [23]Fershtman C ,Markovich S. Patents ,imitation and licensing in an asymmetric dynamic R&D race[J]. *International Journal of Industrial Organization* ,2010 ,28(2) : 113 -126.
- [24]柳剑平 ,郑绪涛 ,胡 蕲. 开放条件下 R&D 政策的福利分析[J]. *产业经济研究* ,2005 ,(3) : 30 -34.  
Liu Jianping ,Zheng Xutao ,Hu Qi. The welfare comparative analyses of R&D policies under the condition of open economy [J]. *Industrial Economics Research* ,2005 ,(3) : 30 -34. ( in Chinese)
- [25]韩伯棠 ,李 燕. 技术溢出——知识产权保护与社会福利研究——基于累积创新框架分析[J]. *经济与管理* ,2008 ,22(10) : 11 -18.  
Han Botang ,Li Yan. Technology overflow: The research on protection and social welfare effect of intellectual property rights [J]. *Economy and Management* ,2008 ,22(10) : 11 -18. ( in Chinese)
- [26]文家春 ,朱雪忠. 政府资助专利费用及其对社会福利的影响分析[J]. *科研管理* ,2009 ,30(3) : 89 -95.  
Wen Jiachun ,Zhu Xuezhong. Analysis on the patent fees funded by government and its impact on the social welfare [J]. *Science Research Management* ,2009 ,30(3) : 89 -95. ( in Chinese)
- [27]Pawlina G ,Kort P M. Real options in an asymmetric duopoly: Who benefits from your competitive disadvantage? [J]. *Journal of Economics & Management Strategy* ,2006 ,15(1) : 1 -35.
- [28]Dixit A K ,Pindyck R S. *Investment under Uncertainty* [M]. Princeton ,NJ: Princeton University Press ,1994.

## Evaluation on R&D investment strategy of patents based on social welfare

CAI Qiang , ZENG Yong , XIA Hui

School of Management and Economics , University of Electronic Science and Technology of China , Chengdu 610054 , China

**Abstract:** The different impacts of patent investment strategies on enterprise values and consumer surpluses result in different patent investment decisions on social welfare. By combining the investment option game model and the consumer surplus model , this paper obtains the total investment NPV and consumer surplus under both modes of non-cooperative game ( patent race) and cooperative game for two asymmetrical enterprises. The dynamic characteristics of social welfare and the influential factors are analyzed and relevant innovation policies are put forward. The result shows if social welfare is optimized , the policies that are more conducive to cooperative R&D modes should be come up with by the social planners under the less heterogeneity of R&D capabilities , the better patent growth prospect , the smaller risk free interest rate , and the lower quality of the patent product. Contrarily , policies that encourage competition should be better. Furthermore , the uncertainty of patent markets and technologies , the cost of R&D investment and patents' initial values exhibit “non-linear” impacts social welfare in both R&D modes , which implicates that the efficient policies should be made contingently on situations.

**Key words:** social welfare; patent race; consumer surplus; cooperative game