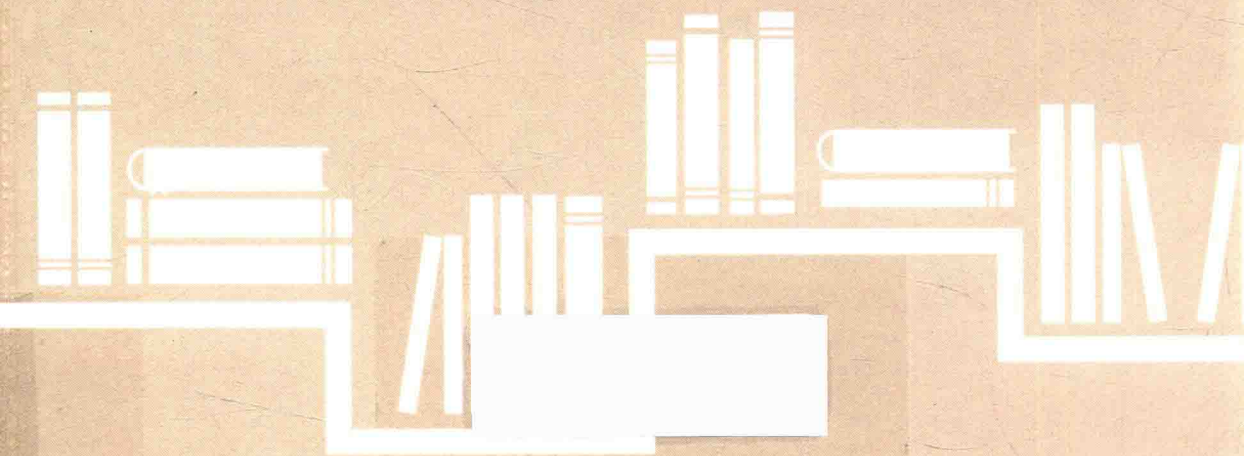




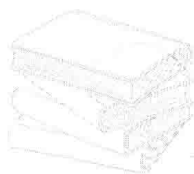
中国书籍·学术之星文库

技术创新路径与政策选择

刘小鲁◎著



中国书籍出版社
China Book Press



中国书籍·学术之星文库

技术创新路径与政策选择

刘小鲁◎著



中国书籍出版社
China Book Press

图书在版编目 (CIP) 数据

技术创新路径与政策选择/刘小鲁著. —北京: 中国

书籍出版社, 2017. 3

ISBN 978 - 7 - 5068 - 6049 - 9

I. ①技… II. ①刘… III. ①企业管理—技术革新—
研究—中国 IV. ①F279. 23

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 026453 号

技术创新路径与政策选择

刘小鲁 著

责任编辑 刘 娜

责任印制 孙马飞 马 芝

封面设计 中联华文

出版发行 中国书籍出版社

地 址 北京市丰台区三路居路 97 号 (邮编: 100073)

电 话 (010) 52257143 (总编室) (010) 52257153 (发行部)

电子邮箱 eo@china. com. cn

经 销 全国新华书店

印 刷 北京彩虹伟业印刷有限公司

开 本 710 毫米 × 1000 毫米 1/16

字 数 208 千字

印 张 15

版 次 2017 年 4 月第 1 版 2017 年 4 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978 - 7 - 5068 - 6049 - 9

定 价 68.00 元

版权所有 翻印必究

作者简介

刘小鲁 男，1981年7月出生，经济学博士，现为中国人民大学经济学院副教授，主要方向为产业组织理论。在Industrial and Corporate Change、Telecommunications Policy、《经济研究》、《管理世界》、《世界经济》等学术期刊上发表论文数十余篇。

目 录

CONTENTS

第一章 导 论	1
第二章 研发决策与专利竞赛	21
2.1 企业 R&D 决策的静态分析	/ 22
2.1-1 最佳的创新时点	/ 22
2.1-2 最佳的研发投入	/ 30
2.2 企业 R&D 决策的动态分析	/ 35
2.2-1 无风险情形下的动态研发决策	/ 36
2.2-2 引入市场风险、技术风险和策略相关性	/ 39
2.2-3 研发过程中的领先与赶超	/ 43
2.3 总结与评论	/ 47
第三章 资金约束、学习效应与企业的技术进步模式	49
3.1 厂商的研发与技术引进决策	/ 49
3.1-1 自主研发决策	/ 51
3.1-2 技术引进决策	/ 55
3.2 资金约束与学习效应	/ 57
3.2-1 固定成本与自主研发中的资金约束	/ 57

3.2-2 技术引进中的知识外溢	/ 58
3.3 总结	/ 61
第四章 厂商的最优技术进步路径	63
4.1 基本假设	/ 64
4.2 对厂商最优技术进步路径决策问题的分解	/ 68
4.3 厂商的最优技术进步路径	/ 77
4.3-1 技术进步中的成本最小化	/ 77
4.3-2 技术进步幅度与成本函数的性质	/ 81
4.4 厂商的最优技术进步路径	/ 85
4.5 比较静态分析	/ 97
4.6 联合利润最大化下厂商的最优技术进步路径	/ 103
4.7 资金约束	/ 109
4.8 对技术引进成本函数的讨论	/ 111
第五章 最优专利制度	120
5.1 最优的专利长度	/ 120
5.1-1 最优的专利长度:创新激励还是社会福利?	/ 120
5.1-2 专利保护长度与创新速度(Horowitz 和 Lai,1996)	/ 123
5.2 最优的专利宽度	/ 127
5.3 累积性创新与创新阻塞	/ 129
5.3-1 单项初始专利下的创新阻塞(Green 和 Scotchmer,1995)	/ 129
5.3-2 “反公共地悲剧”与专利池	/ 134
5.4 累积性创新中的最优专利宽度	/ 136
5.4-1 模型设定、分析框架与比较基准	/ 138
5.4-2 分散决策下的专利许可	/ 142
5.4-3 专利联盟与社会福利	/ 149
5.4-4 结语	/ 150

第六章 知识产权保护与后发国家的经济增长.....	152
6.1 技术进步路径的选择与经济增长	/ 154
6.2 计量检验	/ 162
6.3 总结	/ 171
第七章 我国创新能力积累的主要途径.....	173
7.1 计量模型	/ 174
7.2 分析样本与数据来源	/ 176
7.3 变量的选取	/ 178
7.4 所有制结构与创新能力的转化	/ 182
7.5 创新能力转化的地区差异	/ 185
7.6 总结	/ 187
第八章 我国的偏向型技术进步.....	189
8.1 技术进步方向选择的模型分析	/ 191
8.2 资本偏向型技术进步与技能偏向型技术进步的相互关系	/ 194
8.2-1 面板单位根检验与协整	/ 195
8.2-2 基于面板 VECM 的因果检验	/ 198
8.3 资本偏向型技术进步的原因分析	/ 201
8.4 资本偏向型技术进步与我国实际工资的长期变化趋势	/ 208
8.4-1 劳动边际产出对实际工资的影响	/ 208
8.4-2 要素投入、技术进步与劳动边际产出	/ 209
8.4-3 我国劳动边际产出增长率的构成	/ 211
8.4-4 实际工资长期变化趋势的内在影响因素	/ 215
参考文献.....	218
后 记.....	231

第一章

导 论

我国 20 世纪 80 年代自汽车产业开始的“市场换技术”策略大多没有实现核心技术上的突破,反而在外商由合资变独资的并购策略中,丧失了诸多行业中比较有竞争力的企业。目前,国际化竞争程度越来越高,而核心技术在竞争中起主导作用。在这种环境下,我国在技术基础相对薄弱的背景下,如何处理好自主研发与技术引进的关系,将具有重要的理论和实践意义。2006 年,我国《国家中长期科学和技术发展规划纲要》确立了创新型国家的战略目标,在此背景下,就最优技术进步路径问题作进一步深入的探讨就更具现实意义。本书写作的基本出发点即在于探讨厂商这一微观主体的最优技术进步方式。即厂商如何在技术进步过程中,决定自主研发和引进技术的比重,并在此基础上确定技术进步目标。

在增长理论中,技术进步逐渐被视为经济增长的动力与源泉。由于一国的稳态增长由技术进步来决定,因此促进社会技术进步平稳持续发展将是保证可持续增长的关键性因素。发展中国家的技术进步问题可能更受关注,因为既然增长速度最终由技术进步率来决定,那么技术进步就将决定各国经济增长的收敛趋势。

技术上的落后使得发展中国家在技术进步方式上有更广泛的选择空间。除了普遍讨论的技术外溢与模仿之外,发展中国家还可以通过技术引进的方式来规避研发风险,并在短期内实现技术层次的较快提升。尽管技术转让与专利许可在发达国家之间同样存在,但对发展中国家普遍面临的生长问题和技术赶超目标而言,其意义则更加重要。

虽然技术引进为发展中国家提供了技术进步的便捷路径,但是这显然并非一定是最佳且唯一的技术进步方式。关于如何处理自主研发与技术引进之间关系的讨论与实践,在我国已经经历近 20 年的历史。^①然而,相关的讨论多限于政策层面上的讨论,关于市场微观主体的最优技术进步方式问题,则几乎没有深入的理论研究。自主研发和技术引进的权衡问题,在本书的分析中被概括为“企业的最优技术进步路径”。对此问题的讨论在我国经济学界一直是一个比较重要的问题,因此可以很容易检索到数量可观的文献。例如,冯晓琦和万军(2006)指出,发展中国家由于企业技术水平的落后必须逐次经历引进、吸收、模仿和创新的过程,并逐渐积累技术能力。而这种技术能力积累的来源为技术引进过程中的学习、科研机构研发过程中的学习以及干中学。他们还就此指出了“技术依赖”和“技术超越”两种可能出现的发展路径。张明星(2006)则研究了企业在技术模仿引进与自主创新中的战略选择,并将企业的竞争力以技术进步能力来体现。技术进步能力分为技术模仿能力函数与自主创新能力函数之和,而这两者又是企业资本、人力资本、人均资本以及人均人力资本的函数。企业采用何种战略取决于这两种函数所对应的技术进步成本的数值比较。林毅夫(2003)、赵兰香(2003)、丁树桁(2005)和宋晓梅(2005)等人认为,由于目前中国企业的技术水平与发达国家的企业存在着较大的差距,通过技术引进和合作创新实现技术进步能够获得成本上的节约,并能够通过技术引进过程中的外溢效应在较短的时间内缩短与发达国家的技术差距。而丁云龙(2001)、卢文鹏(2003)、李斌(2003)以及陶冶和齐中英(2005)等人则认为不断的自主研发使发达国家能够持续地强化自身在技术竞争中的绝对优势;由于技术进步有路径依赖效应,国内的企业要想实现技术赶超,就必须选择自主研发。高粱(2005)和杨克泉(2005)则认为,技术引进只能实现设备上的升级,却不能提升企业的组织能力,因此科技进步战略应当以自主研发为核心。黄莉

① “自主研发”(以及“自主创新”)是我国的特有名词。在国外的研究中,一般称其为“技术研发”。

(2005)在对我国现阶段国情分析的基础上,通过比较各种技术进步模式的成本与收益指出,我国应当从模仿创新模式向领先创新模式过渡。当然,也有学者认为企业应该同时注重市场份额的扩张与自主研发的投入。例如,龚毅等人(2004)认为,对于厂商而言,引进技术的重要意义在于获取市场份额和利润上的扩张,而自主研发的战略出发点则更侧重于长远的市场收益;这两种技术进步方式并不相互冲突,而企业需要在这两者之间寻找一个合适的平衡点。

尽管这些研究在讨论的宽度上覆盖面较广,但是却普遍缺少必要的微观主体的最优化分析。在以上文献中,涉及厂商最优化决策分析的只有龚毅等人(2004)以及张明星等人(2006)的研究工作。在龚毅等人的研究中,企业自主研发的收益更多地表现在未来市场收益的贴现,而引进技术则可以帮助企业在现阶段扩张市场份额。从分析方法上来看,他们的分析仍然属于静态的最优化分析框架。张明星等人意识到厂商技术进步方式的选择从根本上来说需要建立在成本与收益比较的最优化分析之上。不过,在他们的分析中,厂商的决策被划分为五个类型:完全的技术引进、完全的自主研发、完全不实行技术进步、侧重于自主研发以及侧重于技术引进。这种设定意味着厂商的决策是离散的——它只能在既有的五种模式中进行选择,因此无法在模型里纳入衡量厂商在自主研发和技术引进之间侧重程度的连续变量。

在西方的理论研究中,企业技术进步的核心问题在微观上体现为专利竞赛中的最优研发投入,而在宏观上则表现为内生增长过程中的知识创造。在专利竞赛这一研究领域内,比较有影响力的早期文献是 Scherer (1967)关于市场结构与厂商最优 R&D 投入关系的研究。^① 在其分析过程中,Scherer (1967)应用静态博弈的分析方法讨论市场集中度的变化对厂商最优专利研发投入的影响。他指出,增加单位时点上的研发投入可

① 此问题的提出可以追溯至 Schumpeter(1934)的创造性毁灭理论。该理论直接引出了关于何种市场结构能够为企业研发提供最佳激励的问题。正是因为有此分析起点,大部分关于专利竞争的分析文献都会(甚至专门)讨论市场结构与最优研发时间(投入)的关系。

以缩短研发时间,但是研发总成本(各时点上投入之和)的变化是不确定的。当单位时点上的研发投入超过规模经济数额时,研发时间缩短所减少的成本将不足以抑制由于各时点研发投入增加所带来的新增成本。造成这种现象的原因被归纳为如下三点:(1)技术研究有累积性效果。以往的研究投入以及获取的经验能够作为之后研究的平台。但这种累积性也意味着,随着研究的深入,犯错误的代价是逐渐递增的,因为它意味着之前的相关努力在很大程度上可能是一种浪费;(2)技术研发可以采取逐一进行的方式开展,但这需要花费很长的时间。另一种方式是同时进行多种研发,但这增加了企业的成本,因为可能事后会发现有很多研究是没有必要进行的;(3)企业可以投入更多的人力物力到研发中去,但这受到边际收益递减规律的制约。受这些因素的影响,企业缩短研发时间的投资必然呈现出边际报酬递减趋势,而厂商的最优化问题则进一步被归结为最优研发时间的选择。

Scherer(1967)的研究构成了西方专利竞赛研究的基础。但是,由于在他的模型中,厂商可以直接选择专利实现的时点,因而无法反映研发过程中可能存在的风险。为弥补这一缺陷,Kamien 和 Schwartz(1972,1976)希望能够将厂商最优研发时点的选择拓展至包含失败风险的情形。不过,从本质上来说,他们界定风险仅表现为市场风险,即其他厂商可能抢先注册专利。由于专利保护的存在,一旦某厂商抢先注册专利,那么其他厂商在获取市场收益上将处于不利地位。^① 相比而言,Loury(1979)则完整地界定了厂商技术研发过程中的风险。他认为这些风险集中体现在两个方面:(1)技术风险,即研发投入与成功实现研发之间的概率关系;(2)市场风险,即由于竞争对手的存在,每个厂商都不能确定自己能否第一个成功实现研发并获取专利。

一旦在模型中引入研发的技术风险,那么继续采用研发时间作为厂商的决策变量就不再可行了,因为受技术风险的影响,厂商的研发随时可

^① Kamien 和 Schwartz(1972,1976)假定没有赢得专利的厂商还可以通过模仿获得一定的市场收益。

能失败。因此,对研发风险的完整界定使得专利竞赛模型中厂商的决策变量逐渐由研发时点转向研发投入。在常见的模型设定中,增加研发投入将提高创新的期望收益,但也会造成研发成本的上升。当增加研发投入的边际报酬递减时,厂商将根据期望边际收益等于边际成本的原则寻找到一个唯一的最优研发投入水平。

Loury(1979)模型的特点在于,厂商在事前进行一次性的研发成本支出,而这将决定研发过程中每个时点上研发成功的概率。Lee 和 Wilde(1980)认为,这种关于研发投入的设定必然使得代表性厂商的最优 R&D 投入与市场集中度负相关,因为厂商数量的增加将强化专利竞争的强度并减少厂商研发的期望收益,而研发投入一旦支付便永远沉淀,无法收回。因此当市场集中度下降时,厂商倾向于减少最优研发投入。在此基础上, Lee 和 Wilde(1980)在保留 Loury(1979)模型其他设定不变的基础上,通过允许厂商在研发过程中以流量形式支付研发投入提出了新的分析模型。

需要指出的是,在 Loury(1979)以及 Lee 和 Wilde(1980)的研究中,虽然厂商研发投入的选择会影响各时点研发成功的概率,但他们的模型并未脱离静态分析的范畴,因为他们仍然规定厂商只能在研发开始前做一次性的决策。与 Loury(1979)的模型不同的是,由于研发投入具有流量性质,因此在 Lee 和 Wilde(1980)的分析中,一旦某个厂商赢得了专利,那么所有厂商都可以停止在研发上的进一步投入以避免更多的损失。从这一点也不难看出,厂商所需支付的研发投入的流量贴现和实际上与期望支付具有相同的概率分布性质,因为这一贴现和的具体数值受厂商研发成功时间的影响,而后者是一个随机变量。显然,当厂商数量增加时,每个厂商抢先研发成功的概率均会下降,此时厂商研发投入的期望收益贴现和及期望总成本贴现和将同时呈现下降趋势,故而由此得出厂商数量与最优研发投入成正相关关系的结论也不无可能。Loury(1979)模型的结论之所以正好相反,是因为其设定的事前一次性总付型研发投入完全不受厂商率先实现研发的概率的影响,从而厂商数量的变化能够影

响期望收益,但不会影响研发的成本。

相比而言, Dasgupta 和 Stiglitz (1980) 的分析则更加系统。他们的分析在形式上完整地囊括了厂商的产品市场决策和研发竞争决策。在他们的模型中,新技术的作用在于降低产品生产的不变边际成本。不过,由于新技术的作用是模型事先设定好的,而不是厂商选择的结果,因此厂商产品市场的决策(即利润最大化的产量、价格决策)与其技术市场竞争决策完全独立。^① 在此情形下,产品市场决策尽管内生地给出了厂商赢得专利竞赛的市场收益,但它对厂商研发决策的影响与外生设定一个收益值完全相同。^②

在专利竞争市场的均衡分析中, Dasgupta 和 Stiglitz (1980) 分别考虑了确定性情况下和不确定情况下厂商专利竞争的形式,因此可以看作是对前人分析的一个总体概括。该模型的一个特点是,它考虑了产品市场和专利竞争市场的完全竞争情形,而这意味着专利给厂商所带来的净利润为 0。正是在此种设定下,借助古诺推测假设, Dasgupta 和 Stiglitz (1980) 得出一个有趣的结论:在确定性的研发竞争中,研发具有自然垄断性质。具体来说,研发的完全竞争性质使得确定性条件下的研发具备以下两个特点:(1) 只有一个厂商会从事研发;(2) 研发成功的厂商只能获得 0 利润。形成这两个结论的原因在于,只要正的利润存在,就会诱使新的厂商加入研发竞争。由于现有技术的产品市场是完全竞争的,因此如果厂商不能获得技术突破,那么加入专利竞争就只能获得负的支付(0 市场利润减去研发投入)。而这意味着,如果有多个厂商参与了专利竞争,那么在古诺推测下的均衡中,总有一个厂商能够通过增加投入的方式

① 即厂商对某项特定技术进行研发,而且技术研发的成功在降低厂商边际成本上的功效也是唯一的。在这种设定下,厂商没有办法对需要研发的技术进行选择,因此也就无法改变其所能实现的市场收益。对厂商而言,他所面临的市场收益只有两种可能——未获取新技术时的市场收益以及技术研发成功后的市场收益。

② 引入市场竞争分析的唯一好处是可将市场结构问题进一步细分为产品市场上的市场结构以及专利竞争中的市场结构。在既有技术可以共享以及研发过程不存在进入壁垒的前提下,这两种市场结构还是可能存在差异的,因为这意味着现有产品市场外的厂商亦有可能进入专利竞争之中。

率先实现研发,并且该厂商只能获得 0 利润。

因此,竞争性的研发只可能在不确定性的情形下出现,因为在事前没有厂商能够确定性地赢得专利,从而也就没有厂商会确定性地面临竞争损失——不确定性使得每个厂商都存在获利的期望。Dasgupta 和 Stiglitz (1980)关于不确定性下专利竞争的研究在结构上与 Loury (1979) 的设置相类似,在此不再赘述。

自 Loury (1979) 对研发风险进行完整的定义之后,静态最优 R&D 投入的博弈分析框架已经显得比较成熟,这也使得西方学者开始逐渐将视角转向动态领域内的研究。Futia (1980) 提出了一个研究动态的研发及市场集中度决定机制的分析框架。不过,在其模型中,厂商的研发决策并不具备动态最优化的特性。具体来说,Futia 考虑了如下的动态市场变化过程:在每个时期,市场中的在位厂商参与一个研发竞争博弈 (n, j_t) (其中, n 为在位厂商数量, j_t 为市场当期技术水平);在每个研发博弈中,如果有厂商成功实现研发,那么市场技术水平被提高 1 单位水平;技术模仿被假定是可行的,故市场集中度会随着技术扩散而逐渐改变。对市场中的每个厂商来说,参与研发博弈都面临着如下三种可能性:(1) 赢得专利;(2) 专利由其他厂商获得;(3) 没有厂商成功实现研发。由于专利能够保证厂商的市场势力,因此第 t 期的研发结果将对第 $t+1$ 期的市场结构产生影响:如果第 t 期研发博弈中有某个厂商胜出,那么在第 $t+1$ 期,只有该厂商肯定能够继续停留在市场中,并且竞争对手的数量将取决于技术模仿基础上的市场进入条件;反之,如果第 t 期博弈中没有厂商实现研发新技术的研发,那么在第 $t+1$ 期,原先的在位者将继续存在,而它们的竞争对手数量同样要视技术模仿的特性而定。在确定市场进入条件的基础上,该模型给出了一个市场集中度的动态内生决定机制。不过,在 Futia 的模型中,厂商专利竞争的引入只是为确定各技术竞争结果出现的概率寻找微观基础。在第 t 期的研发博弈中,厂商根据各种可能出现的研发结果及相应的市场集中度变化趋势来确定第 $t+1$ 期的利润变化量。该变化量的期望值构成了单位时期厂商的期望支付,而结合特定的研发

成本函数,便可在在此基础上求解最优研发投入以及均衡时市场集中度变化的可能趋势。但是,由于在各个研发博弈之间,厂商的研发收益不具有相关性,因此研发投入不具有长期的动态效应。从这个意义上来说,Futia并未将对厂商专利竞争的分析拓展至动态最优化的分析范畴内。

在此之后,Takeo Nakao(1982)和 Reinganum(1982)几乎是同时提出了各自的动态最优化分析框架。不过,或许是出于简化动态分析的考虑,Takeo Nakao(1982)的模型将技术进步界定为产品质量的提升,并且厂商所需付出的研发成本被设定为产品质量增量的线性函数。这种设定暗含着厂商提升产品质量的努力不存在不确定性。

Reinganum(1982)则继承了 Loury(1979)关于研发风险的界定,并进一步融入了动态最优化的分析方法。在她的模型中,厂商需要判断研发过程中每个时点上能够抢先研发成功的可能性,并相应地决定最优研发投入的动态变化路径。

Reinganum(1982)的分析构建了关于单项专利竞争的完整刻画,而在她之后的专利竞争研究方向开始逐渐出现了调整,其中比较主要的两个研究方向是连续研发以及技术研发基础上的专利授权。^① 值得注意的是,后一个研究方向可以认为是初步涉及了自主研发和技术引进的选择问题,因为它的分析允许厂商放弃自主研发而选择通过技术授权获取必要的技术。

对连续研发的早期研究表现为将一个完整的研发过程拆分成彼此衔接的若干阶段。这样处理主要是为了允许厂商在专利竞争中处于暂时领先的地位,以便拓展对厂商研发策略的分析。这种设定的特点在于,尽管厂商进行了一系列的研发,但是只有当它率先完成最后一个研发阶段时,它才能赢得专利,而之前的各项研发只是必要的中间阶段。Fudenberg 和 Gilbert 等人(1983)、Harris 和 Vickers(1985,1987)、Grossman 和 Shapiro

① 这并非仅是仅有的两个发展方向。比如说,Reinganum(1983b)开始考虑不完美信息下的技术应用问题。在这一分析中,厂商需要就采用一项新技术进行决策,但该项新技术的功效是不确定的。这意味着,厂商的技术应用决策不仅需要考虑市场风险(即其他厂商抢先应用技术的可能),还要面对新技术的不确定性。

(1987)以及 Lippman 和 McCardle(1987)均讨论了此背景下厂商的策略性研发行为。

Fudenberg 和 Gilbert 等人(1983)以及 Harris 和 Vickers(1985)分析的共同特点在于,在传统理论中被处理为单一研发过程的专利竞争被拓展至多个阶段。厂商只有依次完成中间阶段的研发才能最终获得相应的技术。他们分析的另外一个特点是引入了厂商积累研发经验的可能性,即随着厂商经历的研发阶段数量的增长,厂商越来越善于从事技术开发。然而,他们分析的最大问题在于忽略了专利竞争中的不确定性,因而厂商能否赢得专利就直接取决于它们对专利价值的评价、研发能力、贴现率以及竞争的初始状态(每个厂商离终点的距离)。在这种背景下,模型的结论是很直接的:由于不存在不确定性,每个厂商事先就能推算出自己能否赢得专利,因此胜者的行为会与其他厂商的行为无关,而其对手则会在一开始就退出竞赛。

Grossman 和 Shapiro(1987)的模型则开始进一步引入不确定性。^①在此过程中,他们采用了 Lee 和 Wilde(1980)模型的设定。不确定性的引入使厂商在动态规划过程中需要考虑各种可能的支付情形。在他们的模型中,研发过程被拆分为两个相互衔接的阶段。如果尚未有人赢得专利,那么当某厂商进入了第二个研发阶段时,他将面临两种可能的情况:(1)它处于暂时的领先地位,即其对手尚未完成第一个阶段的研发;(2)它和对手均已完成阶段一的研发。由于指数分布具有非记忆性,因而由此定义的研发风险使第二种情形不仅适用于处于领先地位的厂商,也适用于一度落后但成功实现追赶的厂商。在研发概率分布基础上,基

① 值得一提的是,在另一篇论文中,Grossman 和 Shapiro(1986)的分析同样结合了多个研发阶段的分析背景以及技术的不确定性。但是,在这篇文章中,他们分析的是垄断厂商的技术研发问题,因此,不存在专利竞赛。当技术没有不确定性时,厂商确切地知道自己需要进行研发的中间阶段数量,因此它的最优化问题就仅仅表现为研发投入时间成本的最小化。当技术存在不确定性时,Grossman 和 Shapiro 假设这主要反映在厂商并不知道确切需要经过多少个阶段才能实现研发,而是仅仅掌握了某个概率分布函数。在此前提下,厂商的最优化决策就变为寻求期望研发净收益的最大化。

于这两种可能性所分别推导的厂商的期望收益贴现值构成了厂商在第一个阶段研发后的支付情形。而按照相同的逻辑,亦可以得出厂商在博弈开始前所能获得的各种支付情形。通过逆向求解,便可以得出厂商在各个研发阶段上的最优研发策略。

Harris 和 Vickers(1987)的分析在研发的概率分布及支付结构上仍然采用了与 Lee 和 Wilde(1980)相似的设定。在刻画厂商的研发竞争上,他们提出了两种分析模型。在第一种模型中,两个厂商(A 和 B)进行着一种“拔河”(tug-of-war)式的研发竞赛:厂商距离研发成功的远近由某参数 n 来表示;当 $n = N$ 时,厂商 A 成功地实现了研发,而当 $n = 0$ 时,厂商 B 成功实现研发;给定初始参数 n ,如果厂商 A 完成一个阶段的研发,则该参数改变为 $n + 1$,即 A 离成功更近一步,而 B 则离成功更远。在另一种模型中,反映研发程度的参数被拓展至 (m, n) 。其中, m 和 n 分别反映了厂商 A 和 B 到达成功的距离。厂商赢得专利的前提是使其参数首先达到 N 的水平。由以上模型设定不难看出, Harris 和 Vickers 的分析实际上是对前文 Grossman 和 Shapiro(1987)两阶段模型向 N 阶段的拓展。

尽管 Harris 和 Vickers(1987)以及 Grossman 和 Shapiro(1987)考察了研发的不确定性,但是与 Fudenberg 和 Gilbert 等人(1983)以及 Harris 和 Vickers(1985)的分析相比,这些模型忽略了厂商在研发过程中积累经验的可能。对这两个方面的综合由 Lippman 和 McCardle(1987)完成。他们的模型继承了将单一研发过程划分为多个中间阶段的分析背景,并且在保持研发不确定性假设的同时允许厂商积累研发经验,这些经验可以帮助厂商在之后的研发中以更高概率胜出。但从基本结构来说,他们的模型并未超出前人的分析框架。

Reinganum(1985)的研究则不同于前人。她的模型希望刻画一种创造性毁灭的创新过程。在其动态最优化模型中,厂商进行 t 次研发,每次研发所形成的技术都将对之前的技术产生替代;在模型的初始阶段,市场中有一个垄断性的在位厂商和许多潜在进入者;在每个时期内,专利竞赛