

▶ 现代企业管理与创新系列 ◀

专利战略中的 实物期权与期权博弈

Real Options and
Games in Patent Strategy

蔡强 曾勇 等著



科学出版社

现代企业管理与创新系列

专利战略中的实物期权 与期权博弈

蔡 强 曾 勇 等 著

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

专利战略是技术创新管理、知识产权管理最经典的研究内容之一。本书系统性地针对专利战略相关领域研究中所存在的问题和已有成果进行梳理、总结、思考和分析, 切实把握学科发展前沿, 开展专利投资战略中的实物期权与期权博弈问题研究, 从完全信息到不完全信息, 从无记忆到有记忆, 从购买到研发, 从应用到商业化, 从对称到不对称到双不对称, 从竞争到合作到R&D联盟, 从企业价值到社会福利, 全面地讨论、拓展了这一体系下的各种情形。书中研究所得出的投资策略不仅对我国企业的技术创新投资决策具有一定的应用价值, 并对政府创新激励政策的制定同样具有参考借鉴价值。

本书可以作为高等院校金融、技术创新管理、知识产权管理等专业师生的参考书, 也可以为以上专业的研究者和企业的技术创新投资决策提供参考和思路。

图书在版编目(CIP)数据

专利战略中的实物期权与期权博弈 / 蔡强等著. —北京: 科学出版社, 2014.11
* 现代企业管理与创新系列
ISBN 978-7-03-042558-0
I. ① 蔡... II. ② 蔡... III. ① 企业管理-专利-投资-研究 IV. ① F275.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 254269 号

责任编辑: 韩卫军 / 责任校对: 唐静仪
责任印制: 余少力 / 封面设计: 墨创文化

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号
邮政编码: 100717
<http://www.sciencep.com>

四川煤田地地质制图印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2014年11月第一版 开本: 787×1092 1/16

2014年11月第一次印刷 印张: 13 3/4

字数: 320千字

定价: 73.00元

国家自然科学基金资助项目(编号: 71473031)、
教育部博士点基金资助项目(编号: 2004-164)成果

前 言

由于技术创新的高额前期投入和高风险性特征，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，以补偿发明创造者，并阻止模仿者无偿的模仿活动，从而使发明创造者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”的独占性、排他性特征，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，并被称为“赢者通吃”(winner-take-all)的博弈。另一方面，专利往往产生在技术创新过程的较早阶段，从目标专利技术的选择到实施研发投资，再到真正产生经济效益的商业化阶段，注定是一个“漫长”的过程。其间，由于知识创新速度的不断加快和消费者需求的快速变化，各种市场、技术和战略增长机会等方面的不确定性无不充斥于专利投资的全过程，这些不确定性赋予企业延迟投资、扩大和缩减投资、放弃投资等决策灵活性(flexibility)，使得专利投资又表现出极强的实物期权特征。同时，专利投资所需的高额前期投入大都不可逆，这更加提升了等待最佳投资时机的到来再投资这一实物期权的价值。

专利投资中的极强竞争性特征和蕴含其中的高实物期权价值对企业的投资时机选择会产生两种不同的效应，即竞争会诱使投资提前，而由不确定性带来的实物期权则让企业产生等待和延迟投资的动机和愿望。现实中，这两种作用相反的效应常常使得在复杂不确定性经济环境中进行竞争性专利投资的企业难于决策。处理此类问题，采用将博弈论与实物期权理论相结合的期权博弈理论作为基本分析工具已逐渐成为学术界的共识。

由于专利投资是一个广泛的概念，它涵盖目标专利技术的选择、专利研发、专利购买、专利申请和维护及专利商业化等多阶段、多途径投资过程。不同阶段中、不同投资方式下的企业所面临的竞争和不确定性特征均有所不同，很难用统一的模型去描述进而去分析这些不同情况下的期权博弈问题。正基于此，本书作者在多年从事专利战略、技术创新投资等科研的基础上，力求以战略的高度，从方法论的角度，为广大企业技术创新决策和管理者及其相关专业的学生提供一本全面介绍专利战略中的各种实物期权、期权博弈模型和方法的图书。本书重点介绍针对不同专利投资阶段、不同专利投资方式和不同竞争环境下的企业专利战略决策问题，如何构建实物期权及期权博弈模型以确定企业最优专利投资时机。

全书共分12章。第1章导论，重点介绍本书选题的意义、国内外研究现状、本书的创新点、结构和主要研究方法。第2章对专利研发投资中的一般期权博弈模型进行分析和总结，为后续章节起到一定的铺垫作用。第3章介绍专利R&D联盟问题。第4章介绍不完全信息下的专利竞赛，分没有后发优势和有后发优势两种情形加以讨论。第5章

介绍有记忆专利竞赛中的期权博弈问题。通过引入非齐次泊松过程，使企业的 R&D 活动产生“学习效应”，将无记忆专利竞赛改变成有记忆专利竞赛。第 6 章为不完全保护下的专利竞赛。第 7 章对不完全信息和市场不确定条件下专利的购买性投资决策进行分析。第 8 章主要介绍在专利申请费用、专利商业化投资成本、竞争对手到达等不确定条件下的专利申请投资时机的选择问题。第 9 章介绍专利商业化投资中的非对称期权博弈问题。第 10 章介绍竞争和合作模式下的不同专利研发投资策略对社会福利的影响问题。第 11 章为专利投资中的实物期权应用。第 12 章对全书做了总结，同时对今后的研究方向进行展望。

本书既注重理论与方法的系统介绍，又注重问题和模型的应用和求解，同时辅以大量的应用实例。本书可作为高等院校金融类、技术创新管理类专业的教材，也可作为广大企业管理人员的培训教材或参考用书。

本书中，蔡强主要完成第 1、2、4、5、7、8、10、12 章，参加了第 9、11 章的编写；曾勇主要负责整个书稿的框架设计；邓光军主要完成第 3 章，参加了第 9 章的编写；夏晖主要完成第 6 章；李强参加了第 11 章的编写。全书由蔡强统稿。

尽管我们对书稿进行了多次修改，尽量保持全书的整体性、逻辑性和连贯性，但由于研究本身的复杂性和相互之间的独立性，整个书稿难免有不足和疏漏之处，望广大读者批评指正。

作 者

2014 年 6 月于成都

目 录

第 1 章 导论	1
1.1 问题的提出	1
1.2 专利投资分析的实物期权与期权博弈方法综述	3
1.2.1 一般博弈模型	4
1.2.2 期权博弈模型	4
1.2.3 社会福利问题思考	9
1.3 本书内容及结构安排	11
1.4 本书的主要创新	12
1.5 研究思路与方法	13
第 2 章 专利研发投资中的一般期权博弈	15
2.1 对称企业模型	15
2.1.1 专利竞赛	15
2.1.2 合作研发	21
2.1.3 进一步讨论	22
2.2 非对称企业模型	24
2.2.1 专利竞赛	24
2.2.2 合作研发	26
2.3 本章小结	27
第 3 章 专利 R&D 动态联盟	29
3.1 模型框架和基本假设	31
3.2 联盟组建分析	33
3.2.1 联盟创新收益分配分析	33
3.2.2 联盟组建的期权分析	35
3.2.3 组建联盟的决策分析	36
3.3 静态比较分析	37
3.4 数值分析	39
3.5 本章小结	41

第 4 章 不完全信息专利竞赛	42
4.1 只有先发优势的专利竞赛	42
4.1.1 完全垄断投资决策模型	42
4.1.2 竞争条件下的专利研发投资决策	46
4.1.3 应用举例	50
4.1.4 进一步讨论和分析	52
4.2 具有后发优势的专利竞赛	53
4.2.1 模型介绍	54
4.2.2 均衡分析	57
4.2.3 进一步讨论和分析	61
4.3 本章小结	63
第 5 章 有记忆专利竞赛	65
5.1 模型框架	65
5.2 单个企业的最优投资时机	66
5.3 有记忆专利竞赛	68
5.3.1 追随者的投资问题	68
5.3.2 领导者的价值	69
5.3.3 最优同时投资	70
5.3.4 均衡分析	72
5.4 本章小结	74
第 6 章 不完全保护下的专利竞赛	75
6.1 成本非对称模型框架	75
6.2 领导者和跟随者的价值函数和投资门槛(threshold)	77
6.3 均衡及其条件	78
6.3.1 抢先均衡	78
6.3.2 序贯均衡	79
6.3.3 同时均衡	80
6.4 非对称企业的投资时间间隔	81
6.4.1 抢先均衡	82
6.4.2 序贯均衡	82
6.5 数字释例	83
6.6 本章小节	85
第 7 章 专利购买	92
7.1 不完全信息下的专利购买	92
7.1.1 单个企业的专利购买决策	92

7.1.2	竞争条件下的专利购买决策	96
7.1.3	应用举例	100
7.2	不确定条件下的专利购买	102
7.2.1	基本模型	102
7.2.2	企业价值	103
7.3	本章小结	104
第8章	专利申请投资	106
8.1	基本模型	106
8.2	创新技术受到专利保护时	107
8.3	竞争且无专利保护	107
8.4	竞争和潜在的专利保护	108
8.4.1	专利申请和商业化投资同时进行	109
8.4.2	先申请专利再等待商业化	111
8.4.3	先商业化再等待专利申请	111
8.4.4	最优策略与 R&D 成本预算	113
8.5	进一步分析和推广	114
8.5.1	专利权失效	114
8.5.2	研发(R&D)	115
8.5.3	风险厌恶	115
8.5.4	竞争	116
8.5.5	一般性结论	117
8.6	本章小结	117
第9章	专利商业化投资中的非对称期权博弈	119
9.1	非对称企业模型	119
9.1.1	模型框架	119
9.1.2	价值函数	121
9.1.3	均衡分析	123
9.1.4	企业价值与非对称程度	127
9.1.5	进一步讨论和分析	129
9.2	双不对称企业模型	130
9.2.1	模型框架与假设	132
9.2.2	企业投资决策	135
9.2.3	合作序列投资	138
9.2.4	分析和比较	139
9.3	本章小结	143

第 10 章 专利研发战略与社会福利	156
10.1 基本模型	156
10.2 企业价值	156
10.2.1 专利竞赛	156
10.2.2 合作研发	157
10.3 消费者剩余	157
10.4 社会福利分析	160
10.4.1 技术不确定性	161
10.4.2 专利价值增长性	162
10.4.3 专利产品质量特征	163
10.4.4 专利初始价值	164
10.4.5 专利研发成本	164
10.4.6 无风险利率	166
10.5 本章小结	166
第 11 章 专利投资中的实物期权应用	168
11.1 引言	168
11.2 实物期权的基本计算方法及评介	169
11.3 技术创新投资决策分析框架	171
11.3.1 Amram 和 Kulatilaka 实物期权分析框架	172
11.3.2 Copeland 和 Antikarov 实物期权求解步骤	173
11.4 Copeland 和 Antikarov 方法应用	174
11.4.1 二项式模型	174
11.4.2 四项式模型	175
11.4.3 Copeland 和 Antikarov 方法应用示例	176
11.5 本章小结	179
第 12 章 总结与展望	197
12.1 专利研投资	197
12.2 专利购买	198
12.3 专利申请投资	199
12.4 专利商业化投资	199
12.5 专利研发投资与社会福利	200
12.6 研究展望	201
参考文献	202
索引	210

第 1 章 导 论

1.1 问题的提出

随着经济全球化、一体化进程的加快，企业普遍面临来自国内和国外的竞争。日益激烈的竞争使得竞争性市场中企业绩效的核心即竞争优势受到普遍重视和关注；同时，现代企业竞争的中心已由资本竞争转向技术竞争，企业的技术创新已成为企业获取和保持竞争优势的基础；不仅如此，由于技术进步在改善人类福利中日益重要和明显的作用，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。

为保护创新者权益并激励创新行为，各种创新激励政策纷纷用于保护和激励企业的创新活动，而专利制度则是最早的有效激励创新的一种政策手段，即首先实现创新的企业将获得对其创新技术的独占权，其垄断利润受到一定程度的法律保护。因此，专利投资具有“天然”的“竞争”、“非合作”特征。同时，必须看到，从开始技术创新投资到新技术的商业化通常需经历一个“漫长”的过程，其间各种不确定性的存在将赋予专利投资极强的实物期权特征。

我们知道，竞争通常会诱使投资提前，而不确定性却让投资延迟。“提前”和“延迟”这两种完全相反的效应同时存在于专利投资中，使得企业的技术创新投资决策更为困难，而期权博弈理论则应运而生。

专利投资这样一个“漫长”的过程注定其概念范畴的广泛性，无论是目标专利技术的选择、专利研发，还是专利购买、专利申请和维护以及专利商业化等多阶段、多途径投资过程，统统属于专利投资范畴。必须对不同专利阶段、不同专利投资方式中的专利战略问题逐一研究。

就专利获取途径而言，专利研发的重要性不言而喻，因为它不仅可以获取专利保持竞争优势，还会不断提升企业的研发能力，把握技术创新的主导权。但由于专利研发距离投资回报期尚早，其间存在诸多不确定性，从而对企业的研发投资决策提出了严峻挑战。

首先，现实中的企业往往受到资金、研发能力等条件的制约，而如何发挥自身比较优势、开发何种专利技术以获取竞争优势、何时进入市场等问题则是无法回避的。即企业首先要确定创新方向，明确目标专利技术，这是企业专利战略中非常重要的一个环节。此时，企业的研发投资决策除了受到技术不确定性、研发项目未来收益不确定性和潜在对手的竞争影响外，还会受到随机到达的不同事件的影响。这些不同随机事件蕴含的项目未来前景信息有的清楚明了，有的则模糊难辨。对于前者，尽管项目前景毋庸置疑且

成功后的竞争优势显著，但往往受制于企业的自身条件。如艾滋病疫苗研制、各种癌症的预防与医治以及各种可再生新能源等技术的市场前景路人皆知，但绝非谁都能实施研发。对于后者，决策者需要通过不断观测随机到达事件，解析事件中蕴含的信息并做出大致的推断。

然而，人的认知能力有限，决策者对随机事件中蕴含的真实信息难以百分之百把握，即随机事件蕴含的信息对决策者而言是不完全的。显然，这对企业的决策造成很大困扰。因此，需要对企业在蕴含不完全信息、技术不确定性和极强竞争性（“赢者通吃”）的研发投资决策环境中的投资行为进行研究。

以往对专利竞赛的研究大都基于“赢者通吃”这一基本假设，因为专利制度本身就是以促进社会科技和生产发展为目的的一种法律制度，用以保护发明创造所产生的专利权。现实中，专利法下的专利权并不能确保完全的排他性，而应该是一种试图排他的权利，即受到专利保护后，企业并不能像“赢者通吃”那样独占市场。由此看来，“赢者通吃”只是“相对”的，而专利的不完全保护却是“绝对”的，需要对专利不完全保护条件下的企业专利竞赛行为重新审视。

其次，传统的有记忆专利竞赛模型和基于实物期权的无记忆专利竞赛模型在各自的视角范围内均得到很好的发展和应用，而将期权理论引入到有记忆专利竞赛模型中，使企业的 R&D 活动既有“学习效应”又具期权价值，是对现实专利研发竞争环境的更好模拟。因此，对此类有记忆专利竞赛中竞争者理性的研发投资决策问题的研究同样值得我们去关注。

再者，随着知识经济的到来，国际经济一体化加剧，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。人们逐渐认识到需要摒弃原来针锋相对、非赢即输的竞争观念，而应树立双赢、多赢的合作理念，合作创新已成为必然趋势，各种研究合作组织及相应的合作博弈理论应运而生。在这样的背景下，实物期权对合作和竞争两种模式下（特别是当企业研发能力非对称时）企业研发投资时机乃至企业价值的影响尚需进一步探讨。

除专利研发、自主创新外，专利购买是获取专利技术的又一种投资途径。由于新技术的日新月异和市场的快速变化，增加了掌握有限资源的企业在 R&D 领域出现分工和合作的可能。一些企业可能会发现自己在为获取专利而进行的研发方面具有优势，而在将专利进行商业化方面则不具备优势甚至有劣势；另一些企业则反之。另一方面，在专利或技术交易市场，企业专利投资决策除了受竞争对手的影响外还会受到随机到达的不同事件的影响以及专利产品市场不确定性的影响。企业会常常对这些不同随机事件所蕴含的不完全信息和未来专利产品的市场不确定性感到困惑，既希望待专利未来前景“明朗”或专利价值较高时再投资，又担心对手的抢先投资使自己丧失专利的机会。因此，对这类不完全信息和不确定条件下的专利购买决策问题进行研究具有现实意义。

通常的看法是，一旦进入专利商业化阶段，由于拥有专利实际上就得到一个对具有一定价值的该专利项目独家进行商业化投资的期权，企业完全可以在充分吸纳掉等待期权价值后再进行投资。

但现实未必如此，现代科技的迅猛发展不仅催生了众多新技术、新学科，也加速了技术间的融合、交叉与互补。技术的多用途性与商品使用价值实现手段的多样性并存，新技术和专利不再是垄断的代名词，专利持有者仍然可能面临对手的竞争威胁。如针对同一种疾病但采用不同药理的新药，共同瞄向未来移动通信市场的 3G、4G 和 Wi-Fi 技术，力求代替或部分代替石油能源的新生物能源和氢能源，采用等离子或液晶新技术面向共同的高清彩电市场等。即任何专利都不可能覆盖相同或相似创新过程中的所有技术路径且大多不会是“完美”专利。

另一方面，基于不同企业、不同技术路径所研发的不同专利在同一个未来市场的表现又一定会是非对称的。这样，专利持有者为了实现其价值最大化同样需要考虑竞争对手也就不足为怪了。因此，基于有限专利保护宽度思想，需要对“瞄准”同一个新产品市场的不同专利持有者间的竞争行为进行研究。

综合来看，对以上诸多问题的思考均站在技术创新的主体即企业的角度。尽管在政府是否应当制定创新政策问题上学术界尚未有定论，但现实中的专利制度已被公认为最早并在各国普遍采用的技术创新保护和激励制度。因此，从政府的立场出发在更为宏观的层面上审视专利投资问题一直未曾间断。

政策制定者以社会福利最大化为目标，但专利竞赛这种针对同一种技术的重复性投资活动在某种程度上是对社会资源的浪费，对社会福利有负面影响，这也是西方理论界一直以来热衷于运用经济学模型对专利制度进行优化设计的重要原因。随着形势的发展，人们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经济发展现状的要求，合作创新的呼声顺势高涨。

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，而由“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政策制定者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。基于以上思想，为给政府制定专利投资激励政策提供具有参考价值的建议，需要对合作研发与专利竞赛条件下的社会福利间的差异以及影响该差异变化的诸多因素间的动态变化特征进行比较分析。

1.2 专利投资分析的实物期权与期权博弈方法综述

专利投资战略涵盖目标专利技术的选择、专利研发、专利购买、专利申请和维护及专利商业化等多阶段、多途径投资过程，不同阶段、不同投资方式下的企业所面临的竞争和不确定性特征均有所不同，很难用统一的模型去描述进而去分析这些不同情况下的期权博弈问题。因此，如何针对专利投资的不同阶段，考虑诸如技术、市场、信息等不

确定性的专利投资决策问题一度成为国际管理科学与工程和技术创新管理等领域的的前沿研究方向之一，并涌现出大量富有价值的开创性研究成果。本节正是在对这些已有成果进行梳理的基础上，着重对专利投资决策中的期权博弈理论模型、方法及结论进行综述，并对此类问题的进一步研究进行展望。

下面依次对专利投资的一般博弈模型和期权博弈模型进行总结，在重点的期权博弈模型部分，按专利研发、专利购买、专利商业化三个投资阶段或投资途径以及合作博弈分别评述，并着重归纳不同研究间的不确定性特征和竞争条件的差异，最后是专利投资中的社会福利问题。

1.2.1 一般博弈模型

由于专利制度只对最先实现发明创新者授予对该项创新的独占所有权，企业间的竞争就如同一场争夺第一的竞赛，而这种以获取专利为目的的技术创新过程也被形象地称为专利竞赛。因此，企业专利研发投资决策必须考虑对手的影响。早期的专利竞赛理论没有考虑实物期权，就研究内容来看，高山行等(2005)将其归纳为两大方面：一是环境影响因素分析，主要研究市场结构和政府行为对专利竞赛的影响；二是模型化分析及实证研究。其中，后者是专利竞赛理论的核心并产生出较丰富的研究成果，代表性文献主要集中在三类：一是以 Loury(1979)、Dasgupta 和 Stiglitz(1980)、Lee 和 Wilde(1980)、Reinganum(1981)等研究成果为代表的无记忆模型(即泊松模型)，它假设企业在某时点上做出发明或获取专利的概率仅取决于该企业目前的研发费用，而与过去的研发经验无关。由于它排除了时间因素对企业 R&D 投资决策的影响，因此被视为静态博弈模型。尽管该模型有其局限性，但它构造了专利竞赛的研究框架，为以后的研究打下了基础。二是以 Fudenberg(1983)、Gilbert 和 Newbery(1982)、Grossman 和 Shapiro(1987)、Harris 和 Vickers(1987)、Reinganum(1982)等为代表的 ϵ -先占模型。他们认为 R&D 中的竞争受到先动优势和经验效应的影响，引入最优进入时机决策问题，使模型成为决策有先后次序的的动态博弈模型，但大多都没考虑期权价值。三是 Fudenberg(1983)、Judd(1985)、Harris 和 Vickers(1987)、Grossman 和 Shapiro(1987)、Choi(1993)、Bloch 和 Markowitz(1996)等构建的多阶段专利竞赛模型，以动态的眼光来看待专利竞赛，即竞赛不是“短跑”，而是“中长跑”甚至“马拉松”，其目的是对专利竞赛进行更精确地模拟。

1.2.2 期权博弈模型

随着市场环境越来越倾向不完全竞争，由于博弈论与实物期权理论的互补性和技术投资市场的现实需求，期权博弈理论应运而生并得到较快发展。其中，离散时间期权博弈开始于 Smit 和 Ankum(1993)的工作，连续时间期权博弈则以 Dixit 和 Pindyck(1994)中的新兴市场模型和 Smets(1991)提出的已有市场模型为代表。在《不确定条件下的投

资》一书中, Dixit 和 Pindyck(1994)在连续时间上对双寡头市场的等待实物期权进行了分析,并得到了领导者和追随者执行期权的临界值及项目期望值的解析解。随后, Lambrecht 和 Perraudin(1994)、Trigeorgis(1996)、Huisman 和 Kort(1999)、Grenadier(2000)等分别在已有模型基础上进行了发展和应用。国内对期权博弈理论的研究起步较晚,安瑛晖和张维(2001)对期权博弈理论的产生与发展进行了综述,夏晖和曾勇(2004, 2005)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。

1. 专利研发投资

在“赢者通吃”的游戏规则下,无论是无记忆专利竞赛还是有记忆的 R&D 竞争过程,企业往往都具有推迟投资、降低和加强投资强度、退出(放弃)竞赛等多种选择。近年来,一些学者开始把实物期权理论和方法同博弈论相结合对此进行研究。Garlappi(2000)对两个竞争企业间多阶段专利竞赛进行建模,以此研究技术竞争中企业在竞赛中继续投资、延迟投资和放弃投资的策略,以及他们所处的相对阶段位置对 R&D 价值和风险补偿的动态影响。Weeds(2002)考虑了技术和专利价值不确定性,研究两对称企业的竞争行为,指出由于企业惧怕在竞争中失败而一无所得,所以存在着推迟 R&D 投资的选择。Miltersen 和 Schwartz(2003)就两对称企业针对同种疾病各自开发不同新药且先后申请到专利的情形建立期权博弈模型,分析了企业的不完全竞争决策行为,指出 R&D 中的竞争,不但增加了产品生产、降低了价格,而且缩短了研发的时间。然而,这些基于实物期权的专利竞赛的战略研究都基于完全信息的情况,并且参与竞赛的企业在融资、研发能力方面均是完全对称的。

不完全信息是有别于技术、市场不确定性的有关项目评价的另一类不确定性,它随着信息的不断到来而慢慢减少,其主要特点是信息的不完全性。在已有相关文献中, Jensen(1982)最早将不确定性和不完全信息引入到采纳新技术的完全垄断模型中。Dias(1997)建立了离散时间下的期权博弈模型,研究了两个毗邻石油公司的石油勘探问题。Thijssen 等(2001a, 2001b)在 Dixit 和 Pindyck(1994)的基础上,结合 Jensen(1982)的模型非常详细地讨论了不完全信息下完全垄断企业和双寡头企业的投资策略。Lambrecht 和 Perraudin(2003)建立了另一种有关信息到来的双寡头期权博弈模型,该模型假定信息与竞争者的行为有关:每个企业都有一个关于其他企业何时投资的信念,该信念随着他所观察到的其他企业行为的变化而更新。Baker 等(2005)解释了专利竞赛中的企业为何用信息披露策略来获取竞争优势的原因并分析了加速研发投资和信息披露两种决策间的交互作用。Decamps 等(2005)应用过滤及 Martingale 技术对双变量马尔科夫过程最优停时问题进行求解,研究了不完全信息下的投资时机选择问题。针对企业在技术特性方面的信息具有对称和非对称两种情形, Patrick(2006)建立了专利竞赛模型对企业投资行为和社会福利进行了研究。Halmenschlager(2006)研究了创新企业的吸收能力对其竞争行为的影响。

值得注意的是,以上研究要么是完全信息情况下企业的投资决策问题,要么是专利

的商业化投资决策问题，或者是完全信息专利竞赛，或者是一般项目投资，或者是技术采纳等情形，而对不完全信息专利竞赛特别是既考虑先发优势又考虑后发优势以及不完全信息条件下的专利购买等问题尚缺乏研究。我国学者吴建祖和宣慧玉(2006)通过假设企业不知道竞争对手的抢先投资临界值但知道其概率分布的方式引入不完全信息，运用实物期权与博弈论相结合的方法，研究了在不确定的竞争环境和不完全信息条件下企业 R&D 投资的最优时机问题。蔡强等(2009)将 Weeds(2002)和 Thijssen 等(2001a)相结合，通过构建实物期权投资决策模型，研究了不完全信息条件下的企业专利竞赛行为，得到单个企业和双寡头企业投资专利研发所需的临界信念，并进一步分析了两对称企业专利竞赛可能出现的均衡类型及产生条件。企业间的竞争不仅存在先发优势还有可能存在后发优势，这两种优势如果同时存在于专利竞赛中，它们的相对大小将决定企业在专利研发投资时机选择博弈中所产生的均衡类型并影响企业的研发投资决策。蔡强、曾勇等(2009)考虑不完全信息和技术不确定性，引入信息披露及其滞后效应使得追随者和领导者分别具有后发优势和先发优势，建立期权博弈模型，通过对各最优投资临界信念的计算和分析，得到博弈均衡结果所可能出现的占先博弈和消耗战(war of attrition)的产生条件，并对影响均衡类型的诸参数进行了分析。

尽管 Weeds(2002)对企业在完全信息完全对称条件下的专利竞赛及合作研发策略进行了较为全面和深入地研究，成为后续研究必须参考的经典文献，但仍需将其拓展到更一般的非对称情形。蔡强等(2009)对研发能力非对称的两企业在完全信息条件下的专利竞赛及合作研发策略进行研究，结论表明，非对称企业间的专利竞赛其期权博弈结果则只有两种可能：占先均衡、同时投资均衡。值得注意的是，非对称企业间的同时投资均衡发生在较高专利价值处，这与对称企业明显不同，其原因在于前者中的劣势企业因“惧怕”优势企业的优势而不敢贸然抢先，致使在较低专利价值区域优势企业不必担心劣势企业的抢先(当然这种“担心”的程度与企业间的非对称程度有关)。因此，只有当专利初始价值高到劣势企业也会立即投资的程度时，同时投资均衡才有可能发生，这是与对称条件下的根本不同。另一方面，非对称性使得双方的同时投资时价值不同，通常不存在对双方均最优的同时投资临界点，所产生的同时投资均衡也一定是非帕累托最优的。

另外，尽管 Fudenberg(1983)、Gilbert 和 Newbery(1982)、Grossman 和 Shapiro(1987)、Harris 和 Vickers(1987)等在没有考虑期权价值的模型中对有记忆专利竞赛问题进行了研究，但显然需要在期权博弈理论框架下继续加以拓展。蔡强等(2009)通过引入非齐次泊松过程并考虑企业 R&D 活动中的“学习效应”或“记忆性”，研究了两企业间的专利竞赛问题。分别就单个企业的投资时机选择和两家企业在非合作博弈条件下所形成的有记忆专利竞赛进行分析，得到博弈将在较低专利价值处产生双方均不愿接受的同时投资均衡的结论。

2. 专利购买投资

现有的专利投资文献中较少涉及专利购买投资方面的研究，特别是对竞争性购买决策中的期权博弈问题。事实上，专利技术的获取除了自主研发这一途径外，专利购买是

另一重要途径。特别在新技术日新月异和市场快速变化的当今，掌握有限资源的企业在R&D领域出现分工和合作的可能性大为提高，一些企业可能会发现自己在为获取专利而进行的研发方面具有优势，而在将专利进行商业化方面则不具备优势甚至有劣势，另一些企业则反之。为了满足企业力求发挥各自比较优势的这一现实需求，各类技术交易市场得到快速发展。

在技术交易市场，尽管用来交易的技术都是已研发成功的新技术，自然没有技术不确定性，但关于新技术的不完全信息或市场不确定性以及竞争仍使企业的购买决策难言轻松。这种对专利购买性决策施加影响的不完全信息与前面不完全信息专利竞赛相类似。蔡强、曾勇、邓光军(2008)借鉴 Thijssen 等(2001a, 2001b)的模型及分析方法，先对单个企业独自面对某项专利时的购买投资决策进行分析，得到使企业购买专利的临界信念；然后引入竞争关系，两个对称企业面对同一专利的购买展开期权博弈。最终得到单个企业和双寡头企业投资专利所需的临界信念，以及两对称企业竞买同一个专利可能出现的均衡类型及产生条件。

而来自于市场不确定性的影响却类似于 Dixit 和 Pindyck(1994)中的新兴市场模型，但由于研究对象是专利，“赢者通吃”是其区别于其他一般性项目的特征。蔡强(2009)来自于目标专利所代表的未来新市场的市场不确定性“赋予”专利购买投资决策环境，分析了单个企业和双寡头企业投资专利所需的临界投资点，以及相应的博弈均衡类型。

值得注意的是，两种情况下的专利购买问题，都出现竞争使得期权价值完全丧失，甚至“个体理性导致集体不理性”局面，这不仅值得企业本身去思考和反省，同时也对技术交易市场的政策制定者提出了挑战。

3. 专利商业化投资

当R&D成功之后，最后的胜利者可以向专利部门申请从而获得专利的独享权。这给予了投资者推迟商业投资的权利。在不存在技术不确定性的单阶段专利竞赛情况下，Lambrech 和 Perraudin(1997)建立了连续时间的非完全信息期权执行博弈模型，他们指出，企业赢得专利竞赛之后让专利搁置是最优的。Weeds(1999)建立了两阶段模型，研发阶段取得专利，在商业阶段利用专利进行投资实现商业化。Weeds 指出，在不考虑有阻碍竞争的嫌疑下，让专利搁置一段时间是明智的。然而，这种延迟投资的期权在一定程度上阻碍了技术创新的扩散。Takalo 和 Kannianen(2000)指出，随着专利保护力度的增加，增加了等待期权价值对于项目价值的弹性，提高了市场引入的门槛值进而增强了创新等待的能力。另外，Reiss(1998)对企业中的专利战略采用实物期权的方法进行了研究，把竞争对手的到达时间外生地设为服从泊松过程，结果显示企业的最优投资策略完全依靠对手到达时间和专利申请费用。这些研究都侧重于包括技术水平在内的技术特性完全相同的专利。

对于专利商业化投资时机选择问题，现有文献大都不再考虑竞争，即使考虑竞争也是在专利尚未申请的情况下，一旦申请也就不再有竞争，即一旦进入专利商业化阶段，由于拥有专利实际上就得到一个对具有一定价值的该专利项目独家进行商业化投资的期权，企业完全可以在充分吸纳掉等待期权价值后再进行投资，如 Reiss(1998)。究其原