第16卷第5期
2013年5月

管 理 科 学 学 报
JOURNAL OF MANAGEMENT SCIENCES IN CHINA

Vol. 16 No. 5
May 2013

不确定性和动态能力互动下企业投资竞争决策①

吴 崇[1]，胡汉辉[2]
(1. 南京信息工程大学经济管理学院，南京 210044;
2. 东南大学集团经济与产业组织研究中心，南京 210096)

摘要: 环境不确定性和动态能力的互动对企业国际化投资竞争策略和时机选择有着重要影响. 在考虑企业先后动优势和相对能力综合影响以及内外生环境不确定性差异冲击的基础上，构建了不完全竞争市场的投资策略决策模型，并结合跨国公司在华投资实践，分析了初始能力、动态能力、先后动优势以及内外生环境不确定性对企业间投资竞争策略的均衡条件和投资时机决策的影响. 研究结果表明，先后动优势和相对能力共同决定了企业间投资竞争策略均衡; 内生不确定性和外生不确定性对竞争策略均衡产生反向冲击，对抢占时机和投资时间间隔决策却产生一致影响.

关键词: 不确定性; 动态能力; 竞争策略; 跨国投资; 实物期权

中图分类号: F830.59 **文献标识码**: A **文章编号**: 1007-9807(2013)05-0039-16

0 引 言

近年来，企业"走出去"到境外投资，已成为中国企业快速扩张发展的重要表现，对外投资模式也由单一的绿地投资向跨国并购、参股和境外上市等多种方式扩展. 不同于以往，我国的众多跨国企业在国际化战略时机抢占性和路径跳跃性方面表现出强烈的趋势. 这一方面体现了中国企业对国际化环境不确定性适应中感知的自信，另一方面也受到我国企业特色能力驱动的影响. 但是，从国际化经营的现状来看，中国企业的国际化起步较晚、规模较小、程度较低，尤其是国际化经验和动态能力相对缺乏，造成国际化的成效不如人意. IBM 商业价值研究院与复旦大学共同进行的研究显示，尽管许多中国企业在未来10年中可能在海外市场获得成功，但由于缺乏连贯的扩张战略和驾驭高度环境不确定性的能力，大多数公司面临严峻风险，遭遇国际化发展中的"天花板".

实物期权理论已关注和论证了各种不确定性因素对跨国公司战略决策的影响，为了更好地诠释各类环境不确定性因素对跨国公司战略选择的差异影响，在借鉴不确定性认知理论(PEU)原则的基础上[1]，实物期权视角下的企业国际化理论进一步把环境不确定性因素划分为需求变化、文化整合和能力发展等内生不确定性因素以及经济、规制和汇率等外生不确定性因素两类. Folta[2]指出，这两类不确定性因素的区分标准是跨国公司能否影响或驾驭. 内生不确定性是跨国公司凭借自身行为和学习能力可以减轻或削弱的不确定性，如市场需求不确定性、文化整合和能力发展不确定性[3]. 跨国公司原则上可以通过积极的投资行为而非消极等待来解决. 有学者建议跨国公司可以采取阶段性投资战略来应对内生不确定性的负面影响，因为随着相关信息的不断披露，跨国公司可以相应调整自己的序贯投资行为. 外生不确定性并不受跨国公司自身行为的影响. 因

① 收稿日期: 2011-09-22; 修订日期: 2013-03-10.
基金项目: 国家自然科学基金资助项目(70873019); 教育部人文社会科学规划资助项目(11YJA630146).
作者简介: 吴 崇(1970—)，男，安徽桐城人，博士，副教授. Email: wuchong6657690@163.com

此，外生不确定性应该包括所有企业不可控且难以预测的经济活动和价格变化，如经济、制度和汇率变化导致的不确定性[3]. 研究者认为在外生不确定性条件下跨国公司应谨慎地“等待”不可逆性较强的投资，通过观察东道国环境变化来降低不确定性的负面影响，这非常有利于沉没成本较高的大规模国外投资. Ahsan 和 Musteen[4]等研究发现，只有把跨国公司面临的环境不确定性区分为内生不确定性或外生不确定性，才能明晰两类不确定性对企业国际化决策的不同影响机理，进而准确解释跨国公司的投资行为，尤其是实证分析方面结论不一的问题. Li 和 Rugman[5]利用两时期二叉树期权定价模型推导发现，在市场不确定性较高且内生的情况下，跨国公司偏爱国际合资这种资产承诺高的进入方式，因为国际合资不但可以减少不确定性造成的负面影响，而且还创造有价值的增长期权; 而在市场不确定性较高且外生的情况下，跨国公司则倾向于采用出口或特许等资产承诺较低的进入方式，以规避难以驾驭的市场风险. 除了数理模型推演之外，Cuypers 和 Martin[3]以 1979 ~ 1996 年间 8 077 家中外合资企业为样本，进一步运用多层次 Tobit 模型实证研究了内、外生不确定性因素对跨国公司所有权战略的影响，结果发现经济、制度和汇率等外生不确定性因素对跨国公司在国际合资企业的股权控股比例产生负面影响，但文化整合和能力发展等内生不确定性因素并没有对跨国公司在国际合资企业的控股比例产生影响.

另一方面，从企业能力理论而言，Fladmoe-Lindquist 和 Tallman[6]从组织能力视角，研究了跨国公司能力驱动的战略过程和国际化方式的选择问题，指出跨国公司独特资源、能力的充分利用和不断开发是其竞争优势的来源. Jantunen 等[7]实证研究了创业导向和动态能力与企业国际化绩效的关联性，指出创业导向和动态能力在环境不确定性与跨国企业绩效之间起到积极作用，并强调不论是国际化起步阶段还是国际化发展阶段，动态能力对跨国企业提高竞争力和战略绩效具有重要意义. Christiane 和 Sylvie[8]从企业国际化过程中的动态能力角度，指出跨国公司由于拥有快速国际化的 4 类动态能力，因而可以超越国际化环境不确定性的影响和约束. 而且，从上述内生不确定性的定义可以看出，内生不确定性是企业通过不断学习(能力增长) 而可感知可控制的不确定性，实质上强调了企业动态能力在降低环境不确定性尤其是内生不确定性方面的功效. 因而，动态能力本身就是企业投资于组织学习所形成的战略期权[9]，为跨国企业应对环境不确定性提供了机遇，且增加了它们的国际化战略柔性并降低了战略转换成本，进而增加了企业战略选择空间和组织持续竞争优势. 因此，环境不确定性和动态能力的良性互动和协调优化，必然成为企业国际化战略选择和系列决策的关键.

按照投资发展阶段理论，我国企业目前已处于“走出去”的重要阶段，跨国公司在华的投资发展规律以及路径和时机决策机理必然对我国企业对外投资有重要启发. 发展中国家和新兴经济体中的企业国际化战略实践同时面临内生不确定性和外生不确定性的差异冲击和双重影响，迫切要求企业国际化动态能力的培育和发展[4]. 于是，环境不确定性和动态能力的良性互动以及企业国际化动态能力发展，必然成为中国企业应对国际化环境不确定性中战略选择与实践的热点问题. 另外，从上述文献综述可以看出，关于内生不确定性和外生不确定性对企业国际化决策的差异影响，目前的研究仅侧重于企业国际化方式决策的实证分析领域，对企业国际化投资决策均衡机制和时机优化机理的研究很少，尤其是内外生不确定性和企业动态能力互动影响假设下的相关模型研究. 受此启发，本文在 Grenadier[10]、Pawlina 和 Kort[11]以及夏晖和曾勇[12]等人相关模型的基础上，利用生灭过程原理和泊松过程假设，纳入动态能力和内生环境不确定性的互动影响，尝试构建企业国际化投资竞争策略和时机选择模型. 同时，以跨国公司在华投资实践为例，推演内外生环境不确定性和企业动态能力的不同组合效应对企业国际化投资竞争策略和时机选择的差异影响，以期对我国企业国际化战略决策和时机选择提供理论依据和决策借鉴. 本文的创新之处在于，从理论角度而言，发挥经济学和管理学的集成研究功效，融合环境不确定性认知理论、实物期权视角的国际投资理论和企业能力理论，从全新的视角研究

内外部因素互动下的企业国际化投资策略的均衡机制和时机优化机理；从模型设计而言，综合利用生灭过程原理、泊松过程和布朗运动的相关假设，构建反映先后动优势和相对能力综合影响以及内外生环境不确定性差异冲击的期权博弈模型.

1　模型建立

假设特定行业中的两个风险中性的寡头企业，面临共有的东道国项目投资机会，Y_t 是符合几何布朗运动的净市场收益，则有

$$\mathrm{d}Y_t = \mu Y_t \mathrm{d}t + \sigma Y_t \mathrm{d}\omega$$

式中 μ 是期望增长率；σ 是瞬时波动率；$\mathrm{d}\omega$ 是标准维纳过程的增量. 同时，假设决策者是风险中性的，且 $\mu < r$，r 为无风险利率. 本文利用生灭过程原理，假设了更符合现实的企业能力演化过程，即两企业共存于不完全竞争行业中时，行业竞争触发了能力优势企业的能力动态发展并主导着行业能力的状态，能力弱势企业往往处于被动的学习境遇（简化起见，能力优势企业和能力弱势企业分别简称为优势企业和弱势企业）. 因而，可以认为优势企业的动态能力是新能力簇到达（出生或迁入过程）而其它能力簇存在着衰亡（死亡过程）的能力动态发展过程. 假设能力发展的生灭过程存在均衡分布，表明在长期各种状态存在的可能性符合稳定性时间分布. 那么，存在优势企业能力发展的生灭过程模型，即和企业竞争力相关的新能力簇按照参数 ρ 比率加入，其它能力簇的寿命符合参数为 ν 的指数分布. 设定 $X(t)$ 是 t 时刻优势企业的能力总量，则 $X(t)$ 是参数 $\eta = \rho/\nu$ 的泊松分布.（证明见附录 A）

因而有

$$p(x(t) = N) = \frac{\eta^N}{N!}\mathrm{e}^{-\eta} \tag{1}$$

上述假设表明优势企业的能力是不断发展的演化过程，新能力簇随机加入而原有能力簇存在着衰亡，生灭过程较为符合企业能力的现实演化过程，而且 η 作为迁入率和死亡率的商，实质为企业新能力簇的净平均到达率，可作为企业动态能力的强度参数，并作为下一步界定行业内生不确定性的前提.

本文进一步假设相对能力作为跨国企业分享行业中市场净收益 Y_t 的乘数. 如果只考虑外生不确定性的市场收益（主要在市场需求方面），领先者率先进入市场，在原有能力状态 C_i 下（假设优势企业的初始相对能力 $C_1 = \alpha$，弱势企业相对能力 $C_2 = 1 - \alpha$）获得垄断利润为 $\mathrm{E}\left[\int_0^T C_1 D(1) Y_t \mathrm{e}^{-rt}\mathrm{d}t\right]$（一般认为垄断易造成企业能力发展的惰性，因而假设此期间能力状态相对静止），其中 T 是随机收益冲击 Y_t 达到跟随企业投资阈值 $\bar{Y}$ 的第一时刻，即 $T = \inf\{t \geq 0 \mid Y_t \geq \bar{Y}\}$. 那么，在两者市场共存（行业竞争会促成优势企业能力状态的动态演化）且达到能力均衡状态 Z_i（优势企业相对能力 $Z_1 = \alpha\eta$；弱势企业相对能力 $Z_2 = 1 - \alpha\eta$）后的停止区域，这时相对能力乘数本身受到参数 η（新能力簇到达率 ρ 除以其它能力簇死亡率 ν）调节，跟随者得到不存在期权价值的投资项目期望价值

$$V_{\mathrm{j}}^{\mathrm{F}}(Y_t) = \int_T^{\infty} Z_{\mathrm{j}} D(2)\bar{Y}\mathrm{e}^{-\delta t}\mathrm{d}t$$

式中 $\delta = r - \mu$，代表项目回报不足率或便利收益[13]；$D(1)$ 和 $D(2)$ 是表示竞争外部性的参数②，$D(1) > D(2)$ 表示跟随者进入会降低行业领先者利益，两者相对值越大意味着竞争负外部性越强③.

模型中假设行业净收益为随机布朗运动，它的波动性 σ 一般受到东道国经济发展和行业需求增长等外生不确定性的影响. 本文进一步考虑东道国不完全竞争行业（两企业市场共存）中要素

② 从竞争外部性影响而言，美国学者尼克·博克（Knicker Bocker）的寡占反应理论指出，作为预防策略，寡头企业将互相追随进入新的国际市场. 一旦有一家企业到国外建立分支企业，其他企业就会跟进投资以抵消抢先者得到的经济优势.

③ 与 Grenadier[10] 类似，本文直接对 $D(*)$ 赋1或2分别表示完全垄断利润和寡头垄断利润，不采用 Pawlina 和 Kort[11] 等考虑企业经营原有项目而产生利润所假设的参数 D_{00} 和 D_{01}，即不存在原有项目收益受竞争决策冲击进而对投资均衡产生的影响，这样更符合跨国新建投资的竞争情况.

供给和市场需求偏好变化等内生不确定性因素的影响,跨国公司如果不能应对这些本土化的内生不确定性因素,则很难生存和发展. 这也是 1997 年后跨国公司在华撤资屡有发生的重要原因之一. 但这些不确定性因素是跨国公司可以凭借动态能力通过全球要素资源整合、本土化研发和营销来施加影响并加以克服的因素. 因而,利用不确定事件到达服从参数 $\theta = b/\eta$ 的泊松过程来表示,并设定 $\lambda = \delta + \theta$. 其中 b 表示内生不确定性程度,并用 η 作为内生不确定事件到达率参数 θ 的除数,表示优势企业主导的动态能力发展可以减少行业中内生不确定性事件的发生率. 这种假设也表明该类不确定性是企业能力可以有所控制的内生不确定性. 于是,综合考虑动态能力和内外生不确定性的企业领先投资期望价值函数为

$$\mathrm{E}\int_0^T C_\mathrm{i} D(1) Y_t \mathrm{e}^{-rt}\mathrm{d}t + \mathrm{E}(\mathrm{e}^{-rT})\left(\frac{Z_\mathrm{i}\bar{Y}D(2)}{\lambda}\right) - I_\mathrm{i} \tag{2}$$

式中 I_i 为领先投资企业的项目投资额.

因而跟随投资企业价值函数为

$$V_\mathrm{j}^\mathrm{F}(Y_t) = \mathrm{E}(\mathrm{e}^{-rT})\left(\int_T^\infty Z_\mathrm{j} D(2)\bar{Y}\mathrm{e}^{-\lambda t}\mathrm{d}t - I_\mathrm{j}\right) \tag{3}$$

式中 I_j 为跟随企业投资额. 因为本文关注于企业间相对能力对投资竞争决策的影响,简化设定双方投资成本相等,即 $I_\mathrm{i} = I_\mathrm{j}$. 而且,由式(3) 和 λ 的构成可以看出,由于存在内生不确定性,企业未来收益的贴现率多了 θ 部分的负面影响. (证明见附录 B)

1.1 跟随者的价值函数和投资阈值

根据式(3) 并结合 Dixit 和 Pindyck [13] 提出的动态规划法,借助 Ito's 引理,再利用价值匹配和平滑粘贴(smooth-pasting) 的边界条件解得跟随企业 i 的价值

$$V_\mathrm{j}^\mathrm{F}(Y) = \begin{cases} \left(\dfrac{Z_\mathrm{j}Y_\mathrm{j}^\mathrm{F}D(2)}{\lambda} - I_\mathrm{j}\right)\left(\dfrac{Y}{Y_\mathrm{j}^\mathrm{F}}\right)^{\beta_1} = \left(\dfrac{1}{\beta_1 - 1}I_\mathrm{j}\right)\left(\dfrac{Y}{Y_\mathrm{j}^\mathrm{F}}\right)^{\beta_1} \\ \qquad\qquad \text{若 } Y \leqslant Y_\mathrm{j}^\mathrm{F} \\ \dfrac{Z_\mathrm{j}YD(2)}{\lambda} - I_\mathrm{j}, \quad \text{若 } Y > Y_\mathrm{j}^\mathrm{F} \end{cases} \tag{4}$$

式中 β_1 是下列二次方程式大于 1 的正根

$$\frac{1}{2}\sigma^2\beta(\beta - 1) + \mu\beta - r = 0 \tag{5}$$

则跟随投资阈值

$$Y_\mathrm{j}^\mathrm{F} = \frac{1}{Z_\mathrm{j}}\frac{\beta_1}{\beta_1 - 1}\frac{\lambda I_\mathrm{j}}{D(2)} \tag{6}$$

1.2 领先者的价值函数

结合式(2) 可知,领先企业价值分为两部分,第一部分表示在跟随企业进入之前,领先企业在初始能力状态下获得的垄断收益; 第二部分表示随机冲击 Y_t 达到跟随企业 j 投资阈值 Y_j^F 后,存在行业竞争触发的能力动态演化的领先企业收益. 因而,领先企业总价值函数

$$V_\mathrm{i}^\mathrm{L}(Y) = \begin{cases} \dfrac{C_\mathrm{i}D(1)Y}{\delta} - I_\mathrm{i} + \left(\dfrac{Z_\mathrm{i}Y_\mathrm{j}^\mathrm{F}D(2)}{\lambda} - \dfrac{C_\mathrm{i}D(1)Y_\mathrm{j}^\mathrm{F}}{\delta}\right) - \left(\dfrac{Y}{Y_\mathrm{j}^\mathrm{F}}\right)^{\beta_1}, \\ \qquad\qquad \text{若 } Y \leqslant Y_\mathrm{j}^\mathrm{F} \\ \dfrac{Z_\mathrm{i}YD(2)}{\lambda} - I_\mathrm{i}, \quad \text{若 } Y > Y_\mathrm{j}^\mathrm{F} \end{cases} \tag{7}$$

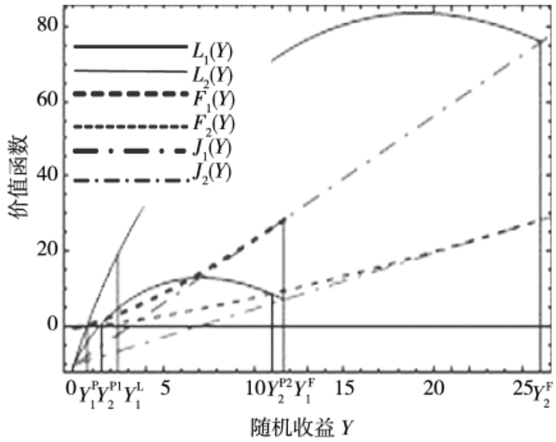
2 投资竞争的均衡分析

这种情况下,当市场净收益达到一定程度后,优势企业领先投资价值 $V_1^\mathrm{L}(y)$ 会超出其跟随投资价值 $V_1^\mathrm{F}(y)$. 定义其抢占投资阈值 Y_1^P 为领先投资价值与跟随投资价值相等时的市场随机收益冲击,Y_1^P 是 $\varepsilon_1(Y) = V_1^\mathrm{L}(Y) - V_1^\mathrm{F}(Y) = 0$ 的最小解. 其实,优势企业为了实现价值最大化,真实先行投资触发点不是 Y_1^P,而是 $\min\{Y_2^\mathrm{P1}, Y_1^\mathrm{L}\}$ 或 Y_1^L,其中 Y_2^P1 是 $\varepsilon_2(y) = V_2^\mathrm{L}(y) - V_2^\mathrm{F}(y) = 0$ 的最小解,即存在抢占投资动机时弱势企业抢占投资阈值,且 $Y_1^\mathrm{P} < \min\{Y_2^\mathrm{P1}, Y_1^\mathrm{L}\}$,其中 Y_1^L 是优势企业相当于拥有排他优先投资权时的最优投资阈值 [11],且有

$$Y_1^\mathrm{L} = \frac{\beta_1}{\beta_1 - 1}\frac{\delta I_1}{C_1 D(1)} \tag{8}$$

在弱势企业具有抢占投资动机前提下,当优势企业真实投资触发点是 $\min\{Y_2^\mathrm{P1}, Y_1^\mathrm{L}\}$ 时,表明双方形成抢占投资均衡; 当弱势企业不存在抢占投资动机时,优势企业真实投资触发点仅为 Y_1^L 时,表明双方形成序列投资均衡. 这往往是由于弱势企业能力较弱,不具备抢占投资动机,优势企业

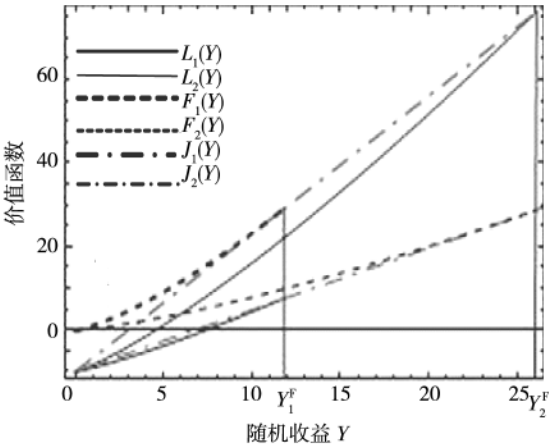
将从容地在最优投资临界点 Y_1^{L} 处投资，弱势企业随后在 Y_2^{F} 处跟随投资(参见图 1).



基本参数：$\delta = 0.035$，$\alpha = 0.55$，$b = 0.2$，$\beta_1 = 1.15$，$\eta = 1.1$，$D(2) = 1$，$D(1) = 1.15$，$I = 10$

图 1　先动优势下企业价值曲线

Fig. 1 Value function on first-mover advantages



基本参数：$\delta = 0.035$，$\alpha = 0.55$，$b = 0.2$，$\beta_1 = 1.15$，$\eta = 1.1$，$D(2) = 1$，$D(1) = 0.05$，$I = 10$

图 2　后动优势下企业价值曲线

Fig. 2 Value function on second-mover advantages

定理 1　当优势企业有先动优势时，在 $\dfrac{\eta\delta}{\lambda}D(2) < D(1) < \left(\dfrac{\beta_1^{1/(\beta_1-1)}\delta}{(1-\alpha)\lambda}\right)D(2)$ 条件下，存在唯一的序列均衡和优势企业抢占均衡的动态能力或相对能力边界值 $\underline{\eta}$ 或 $\underline{k}$.(相对于同类研究，本文因设置多个参数而难以得出边界值的解析解，但是，可以严谨地论证其存在的唯一性，证明见附录 C)

以往的研究一般假设竞争负外部性 $D(1) > D(2)$ 前提，即跟随者的进入会减少领先者收益，才能保证领先投资价值函数的凹性而出现抢占投资可能性. 这实质上没有区分开竞争外部性中的负外部性和正外部性，并把竞争负外部性和市场先动优势等同起来. 其实，根据先动优势理论，市场先动优势应包括竞争负外部性和学习曲线效应两个重要部分，前者体现在先占投入要素和地理空间以及顾客转换成本等方面，后者关注于先占企业的市场学习和能力发展上的抢先优势. 因而，市场先动优势应由竞争外部性(正或负)和能力发展威胁共同决定. 从定理 1 的论证条件结合后面的图 3 至图 5 可以看出，即使存在 $D(1) < D(2)$ 竞争正外部性(如多企业参与开成的要素供给，规模经济和产品互补性共生发展)，但是，由于顾及竞争对手的能力发展威胁而产生先动优势进而促发抢占投资的可能. 由于增加了动态能力和内生不确定性的影响，本文的模型设计和推演表明，即使出现竞争的正外部性，由于领先者能力发展的威胁，也会增加抢占投资均衡的可能，这较为符合现实情况. 后面论证中提到的，改革开放初期，中国新兴汽车市场需要美系汽车、日系汽车和德系汽车的要素行业共同培育和产品互补性共生发展. 但是，考虑到通用和丰田强大的市场发展能力，大众在通用和丰田观望之际，在 20 世纪 80 年代初抢先进入中国市场，就说明了这一点.

定理 2　当优势企业和弱势企业都具有后动优势时④，即 $D(1) \leqslant \dfrac{(1-\alpha\eta)\delta}{(1-\alpha)\lambda}D(2)$ 时，企业间形成同时投资均衡(参见图 2)；当优势企业和弱势企业分别具有后动优势和先动优势可能性时，

---

④　在脚注③假设前提下，邓光军和曾勇[14]用 $\pi(*)$ 赋 M 或 D 分别表示完全垄断利润和寡头垄断利润(本文用 $D(*)$ 赋 1 或 2)，分析了企业跟随投资价值函数和同时投资价值函数的同一性(这类假设更强调企业对先动优势的关注，表明在 $Y_t \in (0, Y_i^{\mathrm{F}})$ 内同时投资价值被跟随投资价值所取代)，进而推导了同时投资均衡的不可存在性，实质暗含了企业间先动优势的前提；本文进一步拓展到企业间后动优势的情况，研究表明只有当 $Y_t \geqslant Y_i^{\mathrm{F}}$ 后，在一定条件下才可能出现同时投资均衡，并论证了该类假设和后动优势前提下同时投资均衡存在的边界条件(详见附录 D).

即$\frac{(1-\alpha\eta)\delta}{(1-\alpha)\lambda}D(2) < D(1) \leqslant \frac{\eta\delta}{\lambda}D(2)$ 条件下，存在唯一的同时均衡和弱势企业抢占均衡的动态能力或相对能力边界值 $\underline{\eta}$ 或 $\underline{k}$.（证明见附录 D）

与上述分析的企业先动优势中的竞争外部性和竞争对手能力发展威胁，共同决定了投资竞争策略的结论相一致. 定理 1 和定理 2 论证结果表明，企业间投资策略均衡取决于先动优势中竞争外部性 $D(1)/D(2)$ 和初始能力既定下动态能力 η 的综合影响. 与此一致，图 3 至图 5 的坐标也分别用 $D(1)/D(2)$ 和 η 来表示. 具体策略均衡条件的论证结果参见表 1.

表 1　先动优势和相对能力共同作用下的均衡条件

Table 1 Relation among equilibrium conditions, first-mover advantages and relative capability

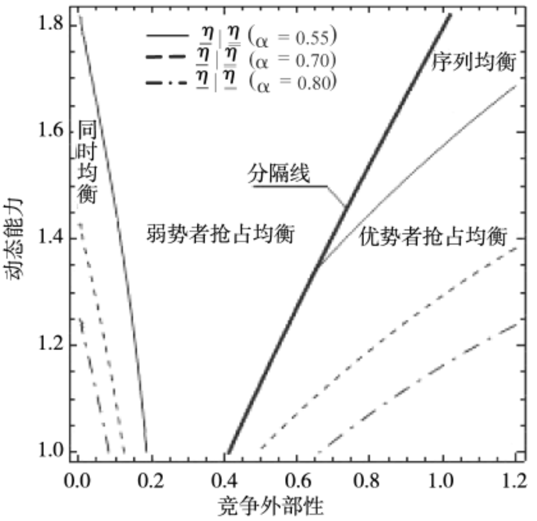
两者皆后动优势	优势企业后动优势 弱势企业先动优势可能	优势企业先动优势	
同时均衡	同时均衡或 弱势企业抢占均衡	序列均衡或 优势企业抢占均衡	优势企业抢占均衡
$D(1) \leqslant \frac{(1-\alpha\eta)\delta}{(1-\alpha)\lambda}D(2)$	$\frac{(1-\alpha\eta)\delta}{(1-\alpha)\lambda}D(2) <$ $D(1) \leqslant \frac{\eta\delta}{\lambda}D(2)$	$\frac{\eta\delta}{\lambda}D(2) < D(1) <$ $\left(\frac{\beta_1^{1/(\beta_1-1)}\delta}{(1-\alpha)\lambda}\right)D(2)$	$D(1) \geqslant$ $\left(\frac{\beta_1^{1/(\beta_1-1)}\delta}{(1-\alpha)\lambda}\right)D(2)$
$k > 1(\eta > 1)$	$1 < k < \underline{k}(1 < \eta < \underline{\eta})$ 同时投资均衡 $k \geqslant \underline{k}(\eta \geqslant \underline{\eta})$ 弱势企业抢占均衡	$1 < k \leqslant \underline{k}(1 < \eta \leqslant \underline{\eta})$ 优势企业抢占均衡 $k > \underline{k}(\eta > \underline{\eta})$ 序列投资均衡	$k > 1(\eta > 1)$

在上述定理结论的基础上，考虑到各变量和参数的定义域或取值范围，首先在数值模拟部分做出以下设定：因变量动态能力强度 η（纵坐标）的取值范围设为（1 ~ 2），这是因为，一方面 $\eta < 2$ 是由于受到优势企业初始相对能力 α 的定义域以及均衡后优势企业相对能力 $\alpha\eta$ 的取值范围均为（0.5 ~ 1）的限制；另一方面 $\eta > 1$ 表明企业新能力簇迁入率大于原能力簇死亡率，保证了均衡后优势企业能力状态在原有基础上有所发展而不退化的假定. 自变量竞争外部性（横坐标）在令 $D(2)$ 为 1 的基础上用 $D(1)/D(2)$ 的相对值表达竞争负外部性由弱到强的程度. 参数方面：① 便利收益 δ 按前述定义，一般取值 0.035；② 优势企业初始相对能力 α 一般性地依次取 0.55，0.70 和 0.80；③ 内生不确定性参数 b 由小到大依次取 0.05，0.10 和 0.15；④ 参照文献[13]结论和附录 E 中相关证明，用 β_1 代替变量 σ 来表达外生不确定性的大小，这是因为两者成反比关系，且 $\sigma \to \infty$ 时有 $\beta_1 \to 1$. 因而，β_1 依次取 1.85，1.45 和 1.05，表示外生不确定性依次增加. 然后利用 Mathematica 数学软件进行数值模拟，进一步结合图 3 至图 5，得到以下 3 个推论.

推论 1　优势企业有先动优势时，优势企业较强的初始能力在降低抢占投资均衡可能性的同时增加了序列投资均衡的可能性. 但是，如果优势企业的动态能力不强，优势企业抢占均衡的可能性增加，实际表明弱势企业抢占投资行为产生的可能性加大（参见图 3 中分隔线右侧）.

以跨国零售业巨头沃尔玛和家乐福进入中国市场为例，虽然在 20 世纪 90 年代，沃尔玛从实力上说比家乐福高出数倍，甚至一度把家乐福作为其在欧洲市场收购的重要对象. 但是，沃尔玛在市场国际化的动态能力发展方面有所不足，表现为早期的中国市场扩张中多是沿袭母国的成功经验，如实施会员制而关注中高端市场，忽略了新兴市场的消费区域差异和偏好不同，造成市场份额和盈利性都不甚理想. 与之相比，作为其国际市场跟随者的家乐福，通过快速开店积极抢占亚洲和南美这些新兴市场，甚至在 1995 年比沃尔玛还要早一年抢先进入中国零售业，并不断实施本土化的市场战略，一度成为在中国的外资零售企业中的领跑者.

推论 2　若优势企业有后动优势而弱势企业有先动优势时，优势企业较强的初始能力反而增加了弱势企业抢占的可能性（参见图 3 中分隔线左侧）.



基本参数：$\delta = 0.035$，$\alpha = 0.55，0.70，0.80$，$b = 0.05$，$\beta_1 = 1.05$，$D(2) = 1$

图3　初始能力与动态能力对均衡的互动影响

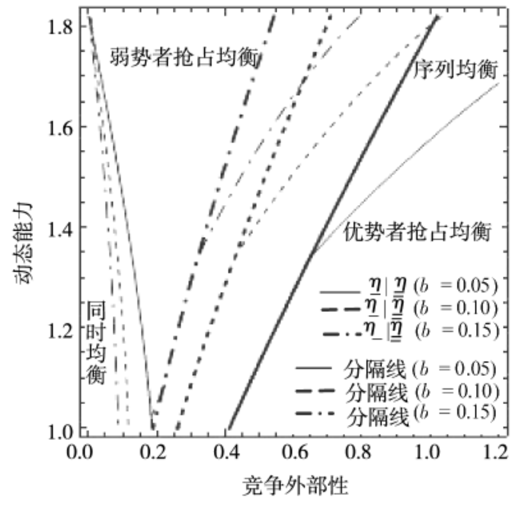
Fig. 3 Interactive impact of original capability and dynamics capability on equilibrium

注：图中分隔线即由表1中 $D(1) = \frac{\eta\sigma}{\lambda}D(2)$ 所决定的序列均衡和弱势者抢占均衡边界线（即优势者先、后动优势边界）.

以德国大众抢先日本丰田进入中国汽车市场为例，丰田一直以强大的市场国际化的动态发展能力而著称，这常常可使其利用后发优势而侵蚀先入者市场，它在欧美市场的跟随战略以及丰田近期利用其强大发展能力在中国市场不断对大众市场的侵蚀也充分说明了这一点. 1978年7月，改革开放之初，丰田作为最早与中国政府商谈合作的优势跨国公司之一，考虑到中国汽车市场较差的轿车工业基础以及自身强大的后发进攻能力，选择了观望中国汽车市场培育和等待时机后发进入的策略. 这反而促发了德国大众在日、美优势跨国公司的强大国际经营能力威慑下的率先进入.

推论3　内生不确定性增加，降低了序列投资均衡可能性而增加了优势企业抢占投资均衡可能性，并同时降低了同时投资均衡和弱势企业抢占投资均衡的可能性；外生不确定性增加的影响相反，增加序列投资均衡可能性从而降低了优势企业抢占投资均衡的可能性，对同时投资均衡和弱势企业抢占投资均衡分布却没有影响（图5左侧三线重叠，参见图4和图5）.

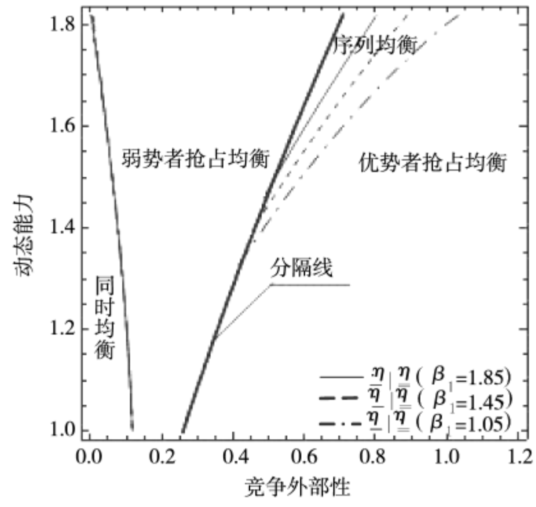
跨国公司在华的投资特点和发展趋势可以对推论3做出较好的解释. 在改革开放初期，中国国内政策和经济环境还处于调整期，市场由计划经济所主导，且经济、制度和政策等外生不确定性是国内环境的主要特征. 因而，跨国公司本着谨慎原则多通过产品销售和技术转让培育中国市场，而对直接投资持观望态度. 即使有少量直接投资，它们也多是和国内外企业进行联合投资来规避风险. 在1992年到加入WTO之前的快速发展期，由于中国国内的政策制度和经济发展等企业不可控的不确定性逐步下降，跨国公司面临的环境不确定性主要转移到生产要素供给和市场需求偏好等可感知可控制的内生不确定性方面. 对于这些内生不确定性，跨国公司可以凭借其全球要素资源整合能力和本土化研发能力来加以控制和影响，因而优势跨国公司在中国形成了一轮抢占投资热潮，尤其表现在制造业方面的大量投资. 中国加入世贸组织后，中国政府的法律承诺和政策规范为跨国公司按照市场经济规则和企业自身发展规律进入中国投资和经营创造了条件，在外生不确定性进一步下降的同时，中国市场的巨大潜力和买方市场转型所带来的竞争效应和消费偏好变化的机遇，促使了竞争负外部性加剧和先占学习效应的增加. 这促成了跨国公司新一轮的抢占投资高潮，尤其是针对中国市场消费者偏好变化这类内生不确定性因素的研发投入和服务业发展显著地增强.



基本参数：$\delta = 0.035$，$b = 0.05，0.10，0.15$，$\beta_1 = 1.05$，$\alpha = 0.55$，$D(2) = 1$

图4　内生不确定性对策略均衡的影响

Fig. 4 Impact of endogenous uncertainty on equilibrium



基本参数: $\delta = 0.035, \beta_1 = 1.05, 1.45, 1.85, \alpha = 0.05, b = 0.10, D(2) = 1$

图 5　外生不确定性对策略均衡的影响

Fig. 5 Impact of exogenous uncertainty on equilibrium

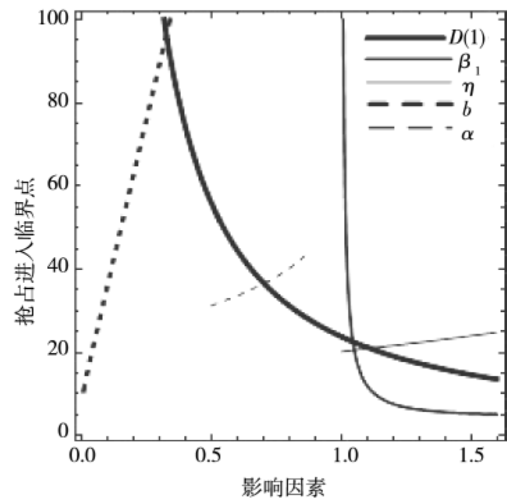
3　抢占时机和投资时间间隔分析

前述分析可知，优势企业真实先行投资触发点不是 Y_1^{P}，而是 $\min\{Y_2^{\mathrm{P1}}, Y_1^{\mathrm{L}}\}$ 或 Y_1^{L}，其中 Y_2^{P1} 是 $\varepsilon_2(y) = V_2^{\mathrm{L}}(y) - V_2^{\mathrm{F}}(y) = 0$ 的最小解. 因为跨国抢占投资是跨国公司在华投资的显著特点，且先行投资触发点是 Y_1^{L} 的优势企业抢占投资均衡本质也是序列投资均衡的形式. 因而，本文重点研究先行投资触发点为 Y_2^{P1} 的优势企业抢占投资情况.

3.1　抢占时机比较静态分析

定理 3　抢占投资临界点随市场先动优势增加而减小，而随优势企业初始能力、动态能力和内外生不确定性增加而增加(参见图 6).(证明见附录 E)

实物期权视角的企业国际化理论研究和跨国公司在华投资实践很好地印证了定理 3 的相关结论⑤. 1978 年 7 月，中国政府批准在上海建造一条轿车装配线. 当时，通用和丰田等跨国汽车公司先后来华商谈，但通用和丰田在国际化优势明显的前提下，高估了中国汽车市场早期发展的不确定性和较差的轿车工业基础，因而选择了观望和等待. 这反而成就了作为唯一抢先成立上海大众的德国大众一直成为中国汽车工业近年来最大的外国投资者. 近期，一些顶级的跨国公司也充分认识到在中国市场抢先进入的重要性. 例如，通用电气近期在中国大力抢占高端 CT、核磁共振等精尖医疗解决方案市场，并在中国设立了研发中心，针对中国一些地区医疗基础设施缺乏且资金有限的情况，研发出一些符合中国市场偏好的价格低廉的医疗设备. 这表明，跨国公司经常需要在垄断优势造成的“等待机会”和先动优势促成的“抢占效应”之间做出权衡. 大众公司虽然当时的实力不能与通用和丰田抗衡，但充分考虑到中国市场的“抢占效应”多于“等待机会”，顾及通用和丰田在未来中国市场的强大发展能力的威胁以及中国汽车市场的巨大潜力，第一个抢先进入中国汽车市场，凭借先占的要素整合、政府关系和消费者品牌认同的先动优势，一直成为中国汽车市场的领先者，这种决策事后来看是十分理智和正确的.



基本参数: $\delta = 0.035, D(2) = 1, I = 10$

图 6　各类因素对抢占时机临界值的影响

Fig. 6 Factors impact on preemptive investment threshold

3.2　投资时间间隔的比较静态分析

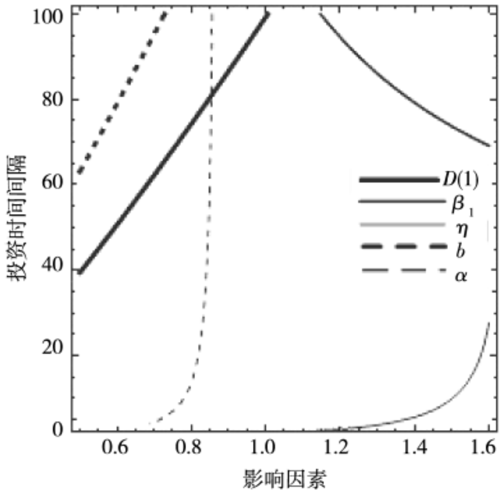
根据 Grenadier[10] 的研究结论，如果优势企业在 $T_{\mathrm{L}} = \inf\{t \mid Y_t \geqslant \min\{Y_2^{\mathrm{P1}}, Y_1^{\mathrm{L}}\}\}$ 先行投资，弱

⑤ 从初始能力的垄断优势而言，Rivoli&Salorio[15] 指出跨国公司的垄断优势会加大跨国投资的延迟性，尤其是环境不确定性较高的情况，这会增加跨国公司的“等待期权”. 从市场先动优势而言，Fisch[16] 实证研究表明，在先动优势影响和本地竞争效应较强时，跨国公司的“增长期权”价值超出“等待期权”价值，会促使跨国公司尽早投资. 另外，从两种不确定性对抢占时机影响的一致性而言，这表明只要是不确定性，不管是外生不确定性还是内生不确定性都会对企业的抢先投资价值产生负面影响，进而对抢占时机产生消极影响.

势企业必然在 $T_F = \inf\{t \mid Y_t \geqslant T_2^F\}$ 时跟随投资. 经简单的变量替换，可得到投资时间间隔 $T_M = T_F - T_L$ 的累积概率分布函数，进一步采用 Grenadier[10] 以概率 1/2 处的时间值 M 作为 T_M 的平均值，即 $P\{T_M \leqslant M\} = 1/2$. 结合文献[12]中相关结论，可知当波动率 $\sigma \geqslant \sqrt{2\mu}$ 时，平均间隔时间 M 随 $\frac{Y_2^F}{\min\{Y_2^{P1}, Y_1^L\}}$ 严格单调递增. 与前述分析相一致，本文只讨论先动优势条件下优势企业抢占投资触发点 $\min\{Y_2^{P1}, Y_1^L\}$ 是 Y_2^{P1} 的情况. 结合附录F和附录G中的证明和相关数值方法推出以下结论.

定理4　在序列投资均衡中，投资时间间隔与外生不确定性无关，随市场先动优势、优势企业初始能力、动态能力和内生不确定性增加而增加.（证明见附录F）.

结论1　在先动优势较强的抢占投资均衡下，投资时间间隔随市场先动优势、优势企业初始能力、动态能力和内外生不确定性增加而增加（参见图7）.（证明见附录G）.



基本参数：$\delta = 0.035$, $D(2) = 1$, $I = 10$

图7　各类因素对投资时间间隔的影响

Fig. 7 Factors impact on investment interval

注：本文利用Mathematica数学软件把各因素的影响按各自变量的定义域或取值范围（如：$\alpha \in (0.5, 1)$；$\eta \in (1, 2)$）整合在一个图形中.

投资时间间隔一般反映了特定行业规模增长和竞争加剧的趋势. 间隔时间越短行业规模增长越快，且市场竞争强度增加，但跟随者们往往因为领先者的优势能力和较大的环境不确定性而延迟跟随进入的时间. 就饮料行业和零售业的跨国公司在华投资而言，在可口可乐、百事可乐以及沃尔玛和家乐福等行业领先者20世纪80年代和20世纪90年代先后进入中国市场后，一些作为国际市场跟随者的跨国公司持续观望了很长时间，直到中国加入世贸后，随着政策环境日趋稳定和经济持续增长以及它们国际化经验和能力的不断增强，才陆续进入并加大了在中国的投资力度. 例如，与最早进入中国市场攻城掠地的沃尔玛和家乐福不同，全球第3大零售商TESCO从上世纪70年代就在中国采购，也一直针对中国市场跟踪调研，但直到2004年才与顶新集团合作进入中国市场. 全球第3大饮料巨头Cott公司也有类似经历，直到2007年才通过与健力宝合作进军中国市场，与百事可乐和可口可乐展开市场竞争. 这表明，跟随者对优势者先动优势开发、优势者相对能力状态以及市场环境不确定性大小的预期是影响其跟进时机的关键影响因素.

4　结束语

本文在考虑不完全国际化竞争市场中企业相对能力差异的基础上，区分企业国际化环境中内生和外生两类不确定性，综合考虑内外生不确定性和动态能力的互动影响，利用期权博弈模型构建了不完全国际化竞争市场的投资策略均衡和时机优化模型. 同时，结合跨国公司在华投资实践，对跨国公司的投资策略均衡机制和时机决策机理进行了试探性研究. 研究结果表明：企业先后动优势以及相对能力共同决定了企业间投资策略的均衡；内生不确定性和外生不确定性对投资竞争策略均衡产生反向冲击，对抢占时机和投资时间间隔决策却产生一致影响. 这些结论能较好地解释跨国公司在华投资的规律，可以为我国政府完善引资战略以及企业优化“走出去”策略带来相关启示和建议.

通过上述论证可以看出，我国企业“走出去”的竞争策略和时机优化一定要充分考虑自身能力和东道国环境的互动影响，并从发达国家在华投资经历中吸取经验和教训. 按照小岛清的国际投资理论，我国企业目前正面临发挥比较优势进行

产业转移和市场扩张的契机. 对于制度相对完善和经济较为稳定的欧美市场而言，大多优势跨国公司已抢先进入，我国企业的跟随投资策略应更多体现国际市场参与和能力发展的目标. 我国企业只有积极发展国际化动态能力，才有机会把握环境不确定性中的机遇，减少进入国际市场的时滞，积极参与国际分工和战略合作，获得和优势跨国公司共生和发展的机会. 但是，对于经济和制度方面不确定性较强的亚洲、拉美和非洲等新兴市场，将是跨国公司们未来竞争的重要领域. 这是因为，相对于发达国家环境，这类新兴市场的经济环境不够完善，政策不够清晰和稳定，法律制度不够健全，经济发展水平低且市场规模偏小，易受到国际经济局势变化的影响，总体表现出较强的外生不确定性. 而这类新兴市场蕴含着巨大商机和发展潜力，如不及时进入，我国企业将很难在新兴市场与优势跨国公司同台竞争. 因此，我国企业应积极发展开拓新兴市场的动态能力，重点关注这些新兴市场中的环境差异以及主导不确定性由外生性向内生性发展趋势中带来的机遇，这有利于我国企业适机进入并获取先动优势. 近期，中国政府和企业通过境外产业园规划和建设，以产业集群(合作型的同时投资)的转移方式对新兴市场国家积极投资，就是我国政府和企业应对新兴市场较高的外生环境不确定性的创新之举. 最后，我国政府如果想进一步吸引外资，促进技术进步并优化产业结构，就应该有选择地针对特定产业和市场，坚持稳定和完善相关的经济和制度环境，促成更多的观望者和跟随者尽早进入中国市场，增加行业的良性竞争，促进产业优化和产品升级.

参 考 文 献:

[1] Miller K D. A framework for integrated risk management in international business [J]. Journal of International Business Studies, 1992, 23(2): 311 – 331.

[2] Folta T B. Governance and uncertainty: The trade-off between administrative control and commitment [J]. Strategic Management Journal, 1998, 19(11): 1007 – 1028.

[3] Cuypers I, Martin X. What makes and what does not make a real option? A study of international joint ventures [J]. Journal of International Business Studies, 2010, 41(1): 47 – 69.

[4] Ahsan M, Musteen M. Multinational enterprises' entry mode strategies and uncertainty: A review and extension [J]. International Journal of Management Reviews, 2011, 13(4): 376 – 392.

[5] Li J, Rugman A M. Real options and the theory of foreign direct investment [J]. International Business Review, 2007, 16(6): 687 – 712.

[6] Fladmoe-Lindquist K, Tallman S. Internationalization, globalization, and capability-based strategy [J]. California Management Review, 2002, 45(1): 116 – 135.

[7] Jantunen A, Puumalainen K, Saarenketo S, et al. Entrepreneurial orientation, dynamic capabilities and international performance [J]. Journal of International Entrepreneurship, 2005, 3(3): 223 – 243.

[8] Christiane P, Sylvie V. Dynamic capabilities, internationalization processes and performance [J]. Journal of World Business, 2011, 46(1): 126 – 133.

[9] 吴 崇，胡汉辉，吕 魁. 基于动态核心能力的企业知识创新战略选择研究 [J]. 科学学研究，2009, 27(6): 947 – 954.

Wu Chong, Hu Hanhui, Lü Kui. A study on the firm's knowledge innovation strategic choices based on dynamic core competence [J]. Studies in Science of Science, 2009, 27(6): 947 – 954. (in Chinese)

[10] Grenadier S R. The strategic exercise of options: Development cascades and overbuilding in real estate markets [J]. Journal of Finance, 1996, 51(5): 1653 – 1679.

[11] 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.

[12] 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)

[13] Dixit A, Pindyck R. Investment under Uncertainty [M]. Princeton, NJ: Princeton University Press, 1994: 135 - 174.

[14] 邓光军, 曾　勇. 双不对称下的技术投资竞争决策 [J]. 管理科学学报, 2011, 14(2): 1 - 18.
Deng Guangjun, Zeng Yong. Decision about competition of technology investment under double asymmetric [J]. Journal of Management Sciences in China, 2011, 14(2): 1 - 18. (in Chinese)

[15] Rivoli P, Salorio E. Foreign direct investment and investment under uncertainty [J]. Journal of International Business Studies, 1996, 27(2): 335 - 357.

[16] Fisch J H. Internalization and internationalization under competing real options [J]. Journal of International Management, 2008, 14(2): 108 - 123.

Competitive investment decision based on interaction of uncertainty and dynamic capability

WU Chong[1], *HU Han-hui*[2]

1. School of Economic and Management, Nanjing University of Information Science & Technology, Nanjing 210044, China;
2. Research Centre of Industry Organization Group Economy of Southeast University, Southeast University, Nanjing 210096, China

Abstract: The interaction of environment uncertainty and dynamic capability has important effect on enterprises´international competitive investment decision and timing. Firstly, considering the combining effect of the relative capability, first mover-advantage and second-mover advantage as well as the different impact of endogenous and exogenous uncertainty, this paper designs the competitive investment decision model. Secondly, combining with the cases of MNC investment in china, this paper discusses the effect of the initial capability, dynamic capability, first mover advantage and second mover advantage as well as endogenous and exogenous uncertainty on the strategic equilibrium and investment timing decision. The study shows that the relative capability, first mover advantage and second mover advantage codetermine strategy equilibrium results. Endogenous and exogenous uncertainty have inconsistent impact on strategic equilibrium, but have accordant effects on investment threshold and investment intervals.

Key words: uncertainty; dynamic capability; competitive strategy; transnational investment; real option

附录 A

迁入过程: 企业竞争力相关的新能力簇按照参数 ρ 比率加入.

死亡过程: 每个能力簇的寿命符合参数为 ν 的指数分布.

则该生灭过程中的迁入率和死亡率分别为 $B_x = \rho, V_x = \nu x$. 因而,其前进柯氏方程(Kolmogorov forward equation) 为

$$\frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}t}p_x(t) = B_{x-1}p_{x-1}(t) + V_{x+1}p_{x+1}(t) - (B_x + V_x)p_x(t) \tag{A1}$$

即

$$\frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}t}p_x(t) = \rho p_{x-1}(t) + v(x+1)p_{x+1}(t) - (\rho + vx)p_x(t) \tag{A2}$$

有

$$\frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}t}p_x(t) = vp_1(t) - \rho p_0(t) \quad x = 0 \tag{A3}$$

若存在均衡分布,则在前向柯氏方程中有

$$\frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}t}p_x(t) = 0$$

下面逐步求解: 当 $x = 0$ 时, $vp_1 - \rho p_0 = 0$,所以 $p_1 = \frac{\rho}{v}p_0$;

当 $x = 1$ 时，$\rho p_0 + 2vp_1 - (\rho + v)p_1 = 0$，所以，$p_2 = \frac{\rho}{2v}p_1$，进一步有 $p_2 = \frac{\rho^2}{2v^2}p_0$. 进而推导出一般性 x，有

$$p_x = \frac{1}{x!}\left(\frac{\rho}{v}\right)^x p_0 \tag{A4}$$

又由于 $\sum_{x=0}^{\infty} p_x = 1$，则有

$$\sum_{x=0}^{\infty} p_x = p_0 \sum_{x=0}^{\infty} \frac{1}{x!}\left(\frac{\rho}{v}\right)^x = p_0 e^{\rho/v} = 1$$

得到 $p_0 = e^{-\rho/v}$ 并代入式(A4)，得到均衡分布 $p_x = \frac{e^{-\rho/v}(\rho/v)^x}{x!}$，表明这是参数 $\eta = \frac{\rho}{v}$ 的柏松过程. 可知新能力簇净到达率的期望值为 η，因而有相对能力均衡和企业期望价值的一般性假设和结果，并把它作为动态能力强度的变量.

附录 B

假设领先企业垄断投资市场 T 时间后跟随企业进入，设跟随企业进入后优势企业主导的行业能力发展使得市场存续期达到 τ，那么 T 时刻后领先企业价值

$$\begin{aligned} V_{\mathrm{i}}^{\mathrm{L}}(Y_t) &= \int_0^{\tau} Z_{\mathrm{i}} D(2)\bar{Y} e^{-\delta t} \mathrm{d}t \\ &= \frac{1}{\delta} Z_{\mathrm{i}} D(2)\bar{Y} - \frac{1}{\delta} Z_{\mathrm{i}} D(2)\bar{Y} e^{-\delta\tau} \end{aligned} \tag{B1}$$

其中 $\bar{Y}$ 是跟随企业进入时刻 T 的随机行业收益，由泊松过程可知市场存续期 τ 的概率密度函数为 $\theta e^{-\theta\tau}$. 由式(B1)进一步推得领先企业 T 时刻后期望价值为

$$\begin{aligned} V_{\mathrm{i}}^{\mathrm{L}}(Y_t) &= \int_0^{\infty} \theta e^{-\theta\tau}\left(\frac{1}{\delta} Z_{\mathrm{i}} D(2)\bar{Y} - \frac{1}{\delta} Z_{\mathrm{i}} D(2)\bar{Y} e^{-\delta\tau}\right)\mathrm{d}\tau \\ &= \int_0^{\infty} \frac{\theta}{\delta} Z_{\mathrm{i}} D(2)\bar{Y} e^{-\theta\tau}\mathrm{d}\tau - \int_0^{\infty} \frac{\theta}{\delta} Z_{\mathrm{i}} D(2)\bar{Y} e^{-(\theta+\delta)\tau}\mathrm{d}\tau \\ &= \frac{1}{\delta} Z_{\mathrm{i}} D(2)\bar{Y} - \frac{\theta}{\delta}\frac{1}{\delta+\theta} Z_{\mathrm{i}} D(2)\bar{Y} \\ &= \frac{1}{\delta+\theta} Z_{\mathrm{i}} D(2)\bar{Y} \end{aligned} \tag{B2}$$

因而，领先企业含有垄断期收益的总期望价值为

$$\mathrm{E}\int_0^{\tau} C_{\mathrm{i}} D(1) Y_t e^{-rt}\mathrm{d}t - I_{\mathrm{i}} + \mathrm{E}(e^{-rT})\left(\frac{Z_{\mathrm{i}}\bar{Y}D(2)}{\lambda}\right)$$

其中 $\lambda = \delta + \theta$; I_{i} 为领先企业项目投资额.

同理可证，跟随企业价值函数为

$$V_{\mathrm{j}}^{\mathrm{F}}(Y_t) = \mathrm{E}(e^{-rT})\left(\int_T^{\infty} Z_{\mathrm{j}} D(2)\bar{Y} e^{-\lambda t}\mathrm{d}t - I_{\mathrm{j}}\right)$$

其中 I_{j} 为跟随企业项目投资额.

附录 C

当两企业皆有先动优势可能时，随着行业收益的随机发展，两企业的领先投资价值可以超越跟随投资价值，要求领先投资价值函数二阶导数为负(保证领先投资价值函数严格凹性)，即

$$[V_{\mathrm{i}}^{\mathrm{L}}(Y)]'' = \left(\frac{Z_{\mathrm{i}} D(2)}{\lambda} - \frac{C_{\mathrm{i}} D(1)}{\delta}\right)\beta_1(\beta_1 - 1)(Y_{\mathrm{j}}^{\mathrm{F}})^{1-\beta_1}(Y)^{\beta_1-2} < 0,$$

若 $Y \leqslant Y_{\mathrm{j}}^{\mathrm{F}}$

则要求 $\frac{Z_{\mathrm{i}} D(2)}{\lambda} < \frac{C_{\mathrm{i}} D(1)}{\delta}$，推出优势企业先动优势条件为 $\frac{\alpha\eta D(2)}{\lambda} < \frac{\alpha D(1)}{\delta}$，即

$$D(1) > \frac{\eta\delta}{\lambda} D(2) \tag{C1}$$

弱势企业先动优势条件为 $\frac{(1-\alpha\eta)D(2)}{\lambda} < \frac{(1-\alpha)D(1)}{\delta}$，即

$$D(1) > \frac{(1-\alpha\eta)\delta}{(1-\alpha)\lambda} D(2) \tag{C2}$$

由 $0.5 < \alpha\eta < 1$，并结合 η 在正文论述中的经济含义，知 $1 < \eta < 2$，可推断 $\eta \geqslant \frac{1-\alpha\eta}{1-\alpha}$. 可看出，式(C1)条件满足时式(C2)条件必然满足，因而，两企业领先投资价值函数同时凹的先动优势条件最终为式(C1). 且式(C1)条件下优势企业必有先动优势而弱势企业具有先动优势的可能(参见附录 D 中的相关证明).

设 $Y_t = y^*$ 时弱势企业领先投资价值曲线与跟随投资价值曲线相切应符合平滑粘贴条件，结合式(4)和式(7)得到弱势企业领先投资价值与跟随投资价值之差为

$$\varepsilon_2(y^*) = \frac{(1-\alpha)D(1)y^*}{\delta} - I_{\mathrm{i}} + \left(\frac{(1-\alpha\eta)Y_1^{\mathrm{F}}D(2)}{\lambda} - \frac{Y_1^{\mathrm{F}}(1-\alpha)D(1)}{\delta}\right)\times \left(\frac{y^*}{Y_1^{\mathrm{F}}}\right)^{\beta_1} - \left(\frac{1}{\beta_1 - 1} I_{\mathrm{i}}\right)\left(\frac{y^*}{Y_2^{\mathrm{F}}}\right)^{\beta_1} = 0 \tag{C3}$$

依据平滑条件对式(C3)中 y^* 求一阶导数，可得

$$\frac{(1-\alpha)D(1)}{\delta} + \beta_1\left(\frac{(1-\alpha\eta)D(2)}{\lambda} - \frac{(1-\alpha)D(1)}{\delta}\right)\times \left(\frac{y^*}{Y_1^{\mathrm{F}}}\right)^{\beta_1-1} - \beta_1\left(\frac{1}{\beta_1-1} I_{\mathrm{i}}\right)\frac{1}{Y_2^{\mathrm{F}}}\left(\frac{y^*}{Y_2^{\mathrm{F}}}\right)^{\beta_1-1} = 0 \tag{C4}$$

式(C3) − 式(C4) $\times \frac{y^*}{\beta_1}$ 可得

$$y^* = \frac{\beta_1}{\beta_1 - 1}\frac{\delta I_2}{(1-\alpha)D(1)} \tag{C5}$$

把式(6)和式(C5)中 Y_1^{F}，Y_2^{F} 和 y^* 代入式(C3)，可得

$$1 + \left(\frac{(1-\alpha\eta)D(2)}{\lambda} - \frac{(1-\alpha)D(1)}{\delta}\right)\frac{\beta_1\lambda(\alpha\eta)^{\beta_1-1}}{D(2)}\left(\frac{\delta D(2)}{(1-\alpha)\lambda D(1)}\right)^{\beta_1} - (1-\alpha\eta)^{\beta_1}\left(\frac{\delta D(2)}{(1-\alpha)\lambda D(1)}\right)^{\beta_1} = 0 \tag{C6}$$

下面结合式(C6)推导抢占均衡和序列均衡相对能力边界值的存在性和唯一性. 设

$$\Pi(\eta) = 1 + \left(\frac{(1-\alpha\eta)D(2)}{\lambda} - \frac{(1-\alpha)D(1)}{\delta}\right)\frac{\beta_1\lambda(\alpha\eta)^{\beta_1-1}}{D_{11}}\left(\frac{\delta D(2)}{(1-\alpha)\lambda D(1)}\right)^{\beta_1} - (1-\alpha\eta)^{\beta_1}\left(\frac{\delta D(2)}{(1-\alpha)\lambda D(1)}\right)^{\beta_1} \quad (C7)$$

对式(C7)进行变换和整理,可得

$$\Pi(\eta) = \left(\frac{(1-\alpha)D(1)}{\delta D(2)}\right)^{-\beta_1}\left\{\left(\frac{(1-\alpha)D(1)}{\delta D(2)}\right)^{\beta_1} + \frac{\beta_1(1-\alpha\eta)}{\lambda}\left(\frac{\alpha\eta}{\lambda}\right)^{\beta_1-1} - \left(\frac{\beta_1(1-\alpha)D(1)}{\delta D(2)}\right)\times\left(\frac{\alpha\eta}{\lambda}\right)^{\beta_1-1} - \left(\frac{1-\alpha\eta}{\lambda}\right)^{\beta_1}\right\} \quad (C8)$$

将式(C8)对 η 求导,并结合

$$\frac{\partial(\alpha\eta/\lambda)}{\partial\eta} = \frac{\alpha\delta\eta^2 + 2\alpha b\eta}{(\delta\eta + b)^2} > 0$$

和

$$\frac{\partial((1-\alpha\eta)/\lambda)}{\partial\eta} = \frac{-\alpha\delta\eta^2 - b(2\alpha\eta - 1)}{(\delta\eta + b)^2} < 0$$

经整理可得

$$\frac{\partial\Pi}{\partial\eta} = \left(\frac{D(1)}{\delta D(2)}\right)^{-\beta_1}\left\{-\beta_1\left[\left(\frac{\alpha\eta}{\lambda}\right)^{\beta_1-1} - \left(\frac{1-\alpha\eta}{\lambda}\right)^{\beta_1-1}\right]\times\frac{\alpha\delta\eta^2 + b(2\alpha\eta-1)}{(\delta\eta+b)^2} - \beta_1(\beta_1-1)\left[\frac{(1-\alpha)D(1)}{\delta D(2)} - \frac{1-\alpha\eta}{\lambda}\right]\times\left(\frac{\alpha\eta}{\lambda}\right)^{\beta_1-2}\frac{\alpha\delta\eta^2 + 2\alpha b\eta}{(\delta\eta + b)^2}\right\} \quad (C9)$$

由于 $\alpha\eta > 0.5 > (1-\alpha\eta)$ 且经式(C2)知

$$\frac{(1-\alpha)D(1)}{\delta D(2)} > \frac{1-\alpha\eta}{\lambda}$$

结合式(C9)可得

$$\frac{\partial\Pi}{\partial\eta} < 0 \quad (C10)$$

下面证明 $\alpha\eta \in (0.5, 1)$ 条件下,即 $\eta \in \left(\frac{1}{2\alpha}, \frac{1}{\alpha}\right)$ 时,$\Pi(\eta)$ 存在唯一的根 $\underline{\eta}$,即可以保证序列均衡和抢占均衡的动态能力边界值 $\underline{\eta}$ 或相对能力边界值 $\underline{k} = \frac{\alpha\eta}{1-\alpha\underline{\eta}}$ 的存在性和唯一性.

由式(C7)可得

$$\Pi(\eta) = 1 + \beta_1\left(\frac{\alpha\eta}{1-\alpha\eta}\right)^{\beta_1-1}\left(\frac{(1-\alpha\eta)\delta D(2)}{(1-\alpha)\lambda D(1)}\right)^{\beta_1} - \beta_1\left(\frac{\alpha\eta}{1-\alpha\eta}\right)^{\beta_1-1}\times\left(\frac{(1-\alpha\eta)\delta D(2)}{(1-\alpha)\lambda D(1)}\right)^{\beta_1-1} - \left(\frac{(1-\alpha\eta)\delta D(2)}{(1-\alpha)\lambda D(1)}\right)^{\beta_1} \quad (C11)$$

令 $X = \frac{(1-\alpha\eta)\delta D(2)}{(1-\alpha)\lambda D(1)}$ 并代入式(C11),得

$$\Pi(\eta) = 1 + \beta_1\left(\frac{\alpha\eta}{1-\alpha\eta}\right)^{\beta_1-1}X^{\beta_1} - \beta_1\left(\frac{\alpha\eta}{1-\alpha\eta}\right)^{\beta_1-1}X^{\beta_1-1} - X^{\beta_1}$$

故 $\alpha\eta = 1/2$ 时,有

$$\Pi\left(\frac{1}{2\alpha}\right) = Q(X) = 1 + \beta_1 X^{\beta_1} - \beta_1 X^{\beta_1-1} - X^{\beta_1} \quad (C12)$$

由式(C12)知

$$Q(1) = 0 \quad (C13)$$

且

$$\frac{\partial Q(X)}{\partial X} = \beta_1^2 X^{\beta_1-1} - \beta_1(\beta_1-1)X^{\beta_1-2} - \beta_1 X^{\beta_1-1} = -\beta_1(\beta_1-1)(1-X)X^{\beta_1-2}$$

由于 β_1 是下列二次方程式 $\frac{1}{2}\sigma^2\beta(\beta-1) + \mu\beta - r = 0$ 大于 1 的正根,即 $\beta_1 > 1$. 且由式(C2)可知

$$0 < X < 1 \quad (C14)$$

则可得

$$\frac{\partial Q(X)}{\partial X} < 0 \quad (C15)$$

综合式(C13)、(C14)和(C15),可得

$$Q(X) = \Pi(1/2\alpha) > 0 \quad (C16)$$

同理,当 $\alpha\eta = 1$ 时,结合式(C8)可得

$$\Pi\left(\frac{1}{\alpha}\right) = \left(\frac{(1-\alpha)\lambda D(1)}{\delta D(2)}\right)^{1-\beta_1}\left\{\left(\frac{(1-\alpha)\lambda D(1)}{\delta D(2)}\right)^{\beta_1-1} - \beta_1\right\}$$

可推得,当 $\frac{(1-\alpha)\lambda D(1)}{\delta D(2)} < \beta_1^{\frac{1}{\beta_1-1}}$ 时

$$\Pi(1/\alpha) < 0 \quad (C17)$$

由于 $0 < 1-\alpha < 0.5$ 且 $1 < \eta < 2$,可推得 $\beta_1^{1/(\beta_1-1)} > 1 > (1-\alpha)\eta$,进而有

$$\frac{\eta\delta}{\lambda}D(2) < \frac{\delta\beta_1^{1/(\beta_1-1)}}{(1-\alpha)\lambda}D(2) \quad (C18)$$

综合式(C10)、(C16)、(C17)、(C18)可知,当

$$\frac{\eta\delta}{\lambda}D(2) < D(1) < \frac{\delta\beta_1^{1/(\beta_1-1)}}{(1-\alpha)\lambda}D(2)$$

时,在 $\alpha\eta \in (0.5, 1)$ 条件下必然存在 $\Pi(\underline{\eta}) = 0$,得证存在唯一序列均衡和优势企业抢占均衡的动态能力边界值 $\underline{\eta}$ 或相对能力边界值 $\underline{k} = \frac{\alpha\eta}{1-\alpha\underline{\eta}}$.

附录 D

借助 Dixit 和 Pindyck[13] 提出的方法,可推导出同时投资均衡中企业 i 的价值函数为

$$V_i^S(Y) = \begin{cases} A^*\left(\frac{Y}{Y^S}\right)^{\beta_1}, & \text{若 } Y \leqslant Y^S \\ \frac{Z_i Y^S D(2)}{\lambda} - I_i, & \text{若 } Y > Y^S \end{cases} \quad (D1)$$

其中 $A^* = \frac{Z_i Y^S D(2)}{\lambda} - I_i$,且投资阈值 $Y_i^S = \frac{1}{Z_i}$

$\frac{\beta_1}{\beta_1-1}\frac{\lambda I_i}{D(2)}$.

而且，由式(D1)可以推得在 $Y_i \in (0, Y_i^F)$ 时有 $V_i^F(y) = V_i^s(y)$ 且 $Y_i^S = Y_i^F$，即两企业同时投资价值和同时投资临界值与跟随投资价值和跟随投资临界点有同一性. 原因在于本文和文献[14]同样假设(前者用 $D(*)$ 后者用 $\pi(*)$)了完全垄断利润和寡头垄断利润两种市场策略情况，不考虑 Pawlina 和 Kort[11] 等假设的经营原有项目所存在的利润参数假设 D_{00} 和 D_{01}，即投资策略均衡不存在原有项目冲击的影响，这样更符合跨国新建投资竞争情况. 因而，这种假设下，在 $Y_i \in (0, Y_i^F)$ 内同时投资价值被跟随投资价值所取代，不会出现同时投资可能，只有当 $Y_t \geqslant Y_i^F$ 后，在一定条件下才可能出现同时投资均衡.

首先，证明优势企业有先动优势时不存在同时投资均衡. 即证明先动优势条件下，优势企业领先投资价值 $V_1^L(Y)$ 一定会在 Y_i^P 后超过跟随投资价值 $V_1^F(Y)$ 和同时投资价值 $V_1^S(Y)$(由于两者相等，下面用跟随投资价值代表). 要求优势企业领先投资价值函数二阶导数必为负(严格凹性). 由式(4)和式(7)可知，优势企业领先投资价值与跟随投资价值之差为

$$\begin{aligned}\varepsilon_1(Y) &= V_1^L(Y) - V_1^F(Y)\\ &= \frac{\alpha D(1)Y}{\delta} - I_i + \left(\frac{\alpha\eta D(2)Y_2^F}{\lambda} - \frac{\alpha D(1)Y_2^F}{\delta}\right)\times\\ &\quad \left(\frac{Y}{Y_2^F}\right)^{\beta_1} - \left(\frac{1}{\beta_1-1}I_i\right)\left(\frac{Y}{Y_1^F}\right)^{\beta_1}\end{aligned} \tag{D2}$$

由优势企业先动优势条件式(C1)可知

$$\frac{\alpha\eta D(2)}{\lambda} < \frac{\alpha D(1)}{\delta} \tag{D3}$$

将式(D2)对 Y 求二阶导数并结合式(D3)可得

$$\begin{aligned}\varepsilon_1''(Y) &= \left(\frac{\alpha\eta D(2)}{\lambda} - \frac{\alpha D(1)}{\delta}\right)\beta_1(\beta_1-1)Y^{\beta_1-2}\times\\ &\quad (Y_2^F)^{1-\beta_1} - \left(\frac{1}{\beta_1-1}I_i\right)(Y_1^F)^{-\beta_1}\times\\ &\quad \beta_1(\beta_1-1)Y^{\beta_1-2} < 0\end{aligned} \tag{D4}$$

而且，由式(D2)知

$$\varepsilon_1(0) = -I < 0 \tag{D5}$$

$$\begin{aligned}\varepsilon_1(Y_1^F) &= \frac{\alpha D(1)Y_1^F}{\delta} - \frac{\beta_1}{\beta_1-1}I_i + \\ &\quad \left(\frac{\alpha\eta D(2)Y_2^F}{\lambda} - \frac{\alpha D(1)Y_2^F}{\delta}\right)\left(\frac{Y_1^F}{Y_2^F}\right)^{\beta_1}\end{aligned} \tag{D6}$$

由式(6)可知 $\frac{\beta_1}{\beta_1-1}I_i = \frac{(1-\alpha\eta)D(2)Y_2^F}{\lambda}$，并把其代入式(D6)，整理可得

$$\begin{aligned}\varepsilon_1(Y_1^F) &= \frac{1}{Y_2^F}\left\{\frac{\alpha D(1)}{\delta}\frac{Y_1^F}{Y_2^F} - \frac{(1-\alpha\eta)D(2)}{\lambda} + \right.\\ &\quad \left.\left(\frac{\alpha\eta D(2)}{\lambda} - \frac{\alpha D(1)}{\delta}\right)\left(\frac{Y_1^F}{Y_2^F}\right)^{\beta_1}\right\}\end{aligned} \tag{D7}$$

由式(6)可知 $\frac{Y_1^F}{Y_2^F} = \frac{1-\alpha\eta}{\alpha\eta}$，并把其代入式(D7)，整理可得

$$\begin{aligned}\varepsilon_1(Y_1^F) &= \frac{1}{Y_2^F}\frac{1-\alpha\eta}{\alpha\eta}\left(\frac{\alpha D(1)}{\delta} - \frac{\alpha\eta D(2)}{\lambda}\right)\times\\ &\quad \left(1 - \left(\frac{1-\alpha\eta}{\alpha\eta}\right)^{\beta_1-1}\right)\end{aligned} \tag{D8}$$

结合式(D3)，且 $0 < \frac{1-\alpha\eta}{\alpha\eta} < 1$，可知

$$\varepsilon_1(Y_1^F) > 0 \tag{D9}$$

综合式(D4)、(D5)和(D9)可推得，在 $Y_t \in (0, Y_1^F)$ 条件下必然存在 $V_1^L(y) > V_1^F(y) = V_1^S(y)$，说明优势企业有先动优势时，其领先投资价值一定会超越跟随投资价值，这会造成优势企业或者在 Y_1^L 先行投资形成序列投资均衡，或者在 Y_2^{P1} 抢先投资形成抢占均衡，但不可能存在同时投资均衡.

然后，证明优势企业具有后动优势时才存在同时投资均衡. 即，当优势企业有后动优势时，在 $Y_t \in (0, Y_1^F)$ 条件下，满足 $V_1^L(y) < V_1^F(y) = V_1^S(y)$(参见图2). 这要求领先投资价值 $[V_1^L(Y)]'' \geqslant 0$，这会保证其领先投资价值函数凸性(非严格凸性)，因而结合式(7)可得其后动优势条件为

$$\frac{\alpha\eta D(2)}{\lambda} \geqslant \frac{\alpha D(1)}{\delta}$$

即

$$D(1) \leqslant \frac{\eta\delta D(2)}{\lambda} \tag{D10}$$

但是满足式(D10)并不一定满足弱势企业领先投资价值函数的凸性条件 $\frac{(1-\alpha\eta)D(2)}{\lambda} \geqslant \frac{(1-\alpha)D(1)}{\delta}$，即

$$D(1) \leqslant \frac{(1-\alpha\eta)\delta D(2)}{(1-\alpha)\lambda} \tag{D11}$$

这是由于 $1 < \eta < 2$. 可知式(D10)和式(D11)两边界大小关系为 $\frac{(1-\alpha\eta)\delta D(2)}{(1-\alpha)\lambda} \leqslant \frac{\eta\delta D(2)}{\lambda}$.

因而，下面的论证在优势企业有后动优势前提下分为两种情况：一种是 $D(1) \leqslant \frac{(1-\alpha\eta)\delta D(2)}{(1-\alpha)\lambda}$，这种情况两企业皆有后动优势，其领先投资价值函数都为凸函数(参见图2)；另一种情况则符合条件

$$\frac{(1-\alpha\eta)\delta D(2)}{(1-\alpha)\lambda} < D(1) \leqslant \frac{\eta\delta D(2)}{\lambda} \tag{D12}$$

式(D12)表明优势企业有后动优势而弱势企业具有先动优势可能，即优势企业领先投资价值函数为凸函数而弱势企业领先投资价值函数为凹函数(限于篇幅，该类

情况图形未画出) .

首先,证明第一种情况(皆有后动优势)必然存在同时均衡:

由式(D1)和式(D10)可知,两企业 $V_i^L(y)$、$V_i^F(y)$ 和 $V_i^S(y)$ 都为凸函数,且 $V_i^F(y) = V_i^S(y)$,表明3条曲线同时为凸曲线.

结合式(4)和式(D1)可知 $V_i^F(0) = V_i^S(0) = 0$ 且 $V_i^L(0) = -I < 0$. 则由图2并结合3个函数的平滑粘贴条件可知,当 $Y_t \in (0, Y_j^F)$ 时,有 $V_i^L(y) < V_i^F(y) = V_i^S(y)$,即始终有两企业的领先投资价值小于跟随投资价值或同时投资价值. 因此,只有当 $Y \geqslant Y_2^F$ 时,优势企业才可能选择即刻同时投资,而弱势企业在已达跟随投资临界值的情况下选择同时投资. 所以,第1种情况得证.

然后,证明第2种情况(优势企业后动优势而弱势企业有先动优势可能)存在唯一的同时投资均衡和弱势企业抢占投资均衡边界值:

由附录C的证明过程可知,只要满足式(D12)条件 $\frac{(1-\alpha\eta)\delta D(2)}{(1-\alpha)\lambda} < D(1) \leqslant \frac{\eta\delta D(2)}{\lambda}$ 中 $D(1) > \frac{(1-\alpha\eta)\delta D(2)}{(1-\alpha)\lambda}$,即弱势企业有先动优势可能(领先投资价值函数为凹),则就可能存在 $Y_t = y^*$ 使其领先投资价值 $V_2^L(Y)$ 曲线与 $V_2^F(Y)$ 曲线相切.

如果在 $Y_t \in (0, Y_1^F)$ 区域两曲线不相切,那么,在优势企业后动优势条件下,虽然弱势企业有先动优势可能(领先投资价值函数为凹). 但是,由于在 $Y_t \in (0, Y_j^F)$,$V_i^L(y) < V_i^F(y) = V_i^S(y)$,与第1类情况类似,表明两企业都无抢占投资动机,当 $Y \geqslant Y_2^F$ 时,必然形成企业间同时投资均衡;

如果在 $Y_t \in (0, Y_1^F)$ 区域两曲线相交,即 $V_2^L(Y)$ 曲线和 $V_2^F(Y)$ 曲线在 Y_2^{P1} 处相交,那么,优势企业后动优势(没有抢占动机)前提下,弱势企业一定会在 Y_2^{P1} 处抢先投资,而优势企业则在 Y_t 达到 Y_1^F 后跟随投资,企业间必然形成弱势企业抢占投资均衡.

因此,在式(D12)条件下,可能存在 $Y_t = y^*$ 使 $V_2^L(Y)$ 曲线与 $V_2^F(Y)$ 曲线相切,即由附录C中式(C6)所确定的边界值 $\underline{k} = \alpha\underline{\eta}/(1-\alpha\underline{\eta})$ 是同时投资均衡和弱势企业抢占投资均衡的临界值. 因而,优势企业后动优势下的策略均衡结论得证.

附录 E

在优势企业抢占均衡中,优势企业在抢占投资临界点 Y_2^{P1} 处抢先投资,其领先和跟随投资价值之差为

$$\varepsilon_2(Y_2^{P1}) = \frac{(1-\alpha)D(1)Y_2^{P1}}{\delta} - I_i + \left(\frac{(1-\alpha\eta)Y_1^F D(2)}{\lambda} - \frac{Y_1^F(1-\alpha)D(1)}{\delta}\right)\left(\frac{Y_2^{P1}}{Y_1^F}\right)^{\beta_1} - \left(\frac{1}{\beta_1 - 1}I_i\right)\left(\frac{Y_2^{P1}}{Y_2^F}\right)^{\beta_1} = 0 \qquad (E1)$$

由于

$$\frac{\partial\varepsilon_2(Y_2^{P1})}{\partial D(1)} = \frac{(1-\alpha)Y_2^{P1}}{\delta}\left(1 - \left(\frac{Y_2^{P1}}{Y_1^F}\right)^{\beta_1 - 1}\right) > 0 \qquad (E2)$$

且 $Y = Y_2^{P1}$ 时,$V_2^L(Y)$ 和 $V_2^F(Y)$ 第一次相交并随后超出,且两者分别为凹函数和凸函数.

则必然有

$$\frac{\partial\varepsilon_2(Y_2^{P1})}{\partial Y_2^{P1}} > 0 \qquad (E3)$$

所以,结合式(E2)和式(E3)并利用隐函数定理,可得

$$\frac{\partial Y_2^{P1}}{\partial D(1)} = -\frac{\frac{\partial\varepsilon_2(Y_2^{P1})}{\partial D(1)}}{\frac{\partial\varepsilon_2(Y_2^{P1})}{\partial Y_2^{P1}}} < 0$$

同理易证 $\frac{\partial Y_2^{P1}(\alpha)}{\partial\alpha} > 0$,$\frac{\partial Y_2^{P1}(\eta)}{\partial\eta} > 0$,$\frac{\partial Y_2^{P1}(b)}{\partial b} > 0$,$\frac{\partial Y_2^{P1}(\beta_1)}{\partial\beta_1} < 0$. 而且,参考文献[13]的研究结论可知

$$\frac{\partial\beta_1}{\partial\sigma} = -\frac{\sigma\beta_1(\beta_1 - 1)}{\sigma^2(\beta_1 - 1/2) + r - \delta} < 0$$

可推得 $\frac{\partial Y_2^{P1}(\sigma)}{\partial\sigma_1} > 0$.

附录 F

由式(6)和式(8)可知

$$\frac{Y_2^F}{Y_1^L} = \frac{\alpha}{(1-\alpha\eta)}\frac{\lambda D(1)}{\delta D(2)} \qquad (F1)$$

由于

$$\frac{\partial\left(\frac{\lambda}{1-\alpha\eta}\right)}{\partial\eta} = \frac{\partial\left(\frac{\delta + b/\eta}{1-\alpha\eta}\right)}{\partial\eta} = \frac{(2\alpha\eta - 1)b + \alpha\eta^2\delta}{\eta^2(1-\alpha\eta)^2} > 0 \qquad (F2)$$

且

$$\frac{\partial(\alpha/(1-\alpha\eta))}{\partial\alpha} = \frac{1}{(1-\alpha\eta)^2} > 0 \qquad (F3)$$

由式(F1)、(F2)和(F3)可证得 $M = Y_2^F/Y_1^L$ 与 η 和 α 成正比,同时易看出 $M = Y_2^F/Y_1^L$ 与 $D(1)$ 和 b 成正比,与 β_1 或 σ 无关.

附录 G

由式(E1)可得

$$\varepsilon_2(Y_2^{P1}) = \frac{(1-\alpha)D(1)Y_2^{P1}}{\delta} - I_i + \left(\frac{(1-\alpha\eta)Y_1^F D(2)}{\lambda} - \frac{Y_1^F(1-\alpha)D(1)}{\delta}\right) \times \left(\frac{Y_2^{P1}}{Y_1^F}\right)^{\beta_1} - \left(\frac{I_i}{\beta_1 - 1}\right)\left(\frac{Y_2^{P1}}{Y_2^F}\right)^{\beta_1}$$

$$=0 \tag{G1}$$

由式(6)可得 $Y_1^{\mathrm{F}} = \frac{1-\alpha\eta}{\alpha\eta} Y_2^{\mathrm{F}}$，将其代入式(G1)，可得

$$\varepsilon_2(Y_2^{\mathrm{P1}}) = \frac{(1-\alpha)D(1)Y_2^{\mathrm{P1}}}{\delta} - I + \frac{1-\alpha\eta}{\alpha\eta} \times \left(\frac{(1-\alpha\eta)Y_2^{\mathrm{F}}D(2)}{\lambda} \frac{(1-\alpha)Y_2^{\mathrm{F}}D(1)}{\delta}\right)\left(\frac{\alpha\eta}{1-\alpha\eta}\right)^{\beta_1} \times \left(\frac{Y_2^{\mathrm{P1}}}{Y_2^{\mathrm{F}}}\right)^{\beta_1} - \left(\frac{I}{\beta_1 - 1}\right)\left(\frac{Y_2^{\mathrm{P1}}}{Y_2^{\mathrm{F}}}\right)^{\beta_1} = 0 \tag{G2}$$

利用式(6)中 $I_i = \frac{(1-\alpha\eta)D(2)}{\lambda}\frac{\beta_1 - 1}{\beta_1} Y_2^{\mathrm{F}}$ 对(G2)进行变换和整理，可得

$$\varepsilon_2(Y_2^{\mathrm{P1}}) = I\left[\frac{(1-\alpha)\lambda D(1)}{(1-\alpha\eta)\delta D(2)}\frac{\beta_1}{\beta_1 - 1}\left(\frac{Y_2^{\mathrm{P1}}}{Y_2^{\mathrm{F}}}\right) - 1 + \frac{\beta_1}{\beta_1 - 1}\left(1 - \frac{(1-\alpha)\lambda D(1)}{(1-\alpha\eta)\delta D(2)}\right) \times \left(\frac{\alpha\eta}{1-\alpha\eta}\right)^{\beta_1 - 1}\left(\frac{Y_2^{\mathrm{P1}}}{Y_2^{\mathrm{F}}}\right)^{\beta_1} - \frac{1}{\beta_1 - 1}\left(\frac{Y_2^{\mathrm{P1}}}{Y_2^{\mathrm{F}}}\right)^{\beta_1}\right] = 0 \tag{G3}$$

设 $\frac{Y_2^{\mathrm{P1}}}{Y_2^{\mathrm{F}}} = H$ 并代入式(G3)，并设 $\varepsilon_2(Y_2^{\mathrm{P1}}) = \Phi(D(1), \alpha, \eta, b, \beta_1)$，有

$$\Phi = I\left[\frac{(1-\alpha)\lambda D(1)}{(1-\alpha\eta)\delta D(2)}\frac{\beta_1}{\beta_1 - 1}H - 1 + \frac{\beta_1}{\beta_1 - 1}\left(1 - \frac{(1-\alpha)\lambda D(1)}{(1-\alpha\eta)\delta D(2)}\right) \times \left(\frac{\alpha\eta}{1-\alpha\eta}\right)^{\beta_1 - 1} H^{\beta_1} - \left(\frac{1}{\beta_1 - 1}H^{\beta_1}\right)\right] \tag{G4}$$

将式(G4)对 H 求一阶导数，可得

$$\frac{\partial\Phi}{\partial H} = \frac{\beta_1 I}{\beta_1 - 1}\left\{\frac{(1-\alpha)\lambda D(1)}{(1-\alpha\eta)\delta D(2)}\left[1 - \beta_1\left(\frac{\alpha\eta}{1-\alpha\eta}\right)^{\beta_1 - 1} H^{\beta_1 - 1}\right] + H^{\beta_1 - 1}\left[\beta_1\left(\frac{\alpha\eta}{1-\alpha\eta}\right)^{\beta_1 - 1} - 1\right]\right\} \tag{G5}$$

由于在实质性的抢占均衡中 $Y_2^{\mathrm{P1}} < Y_1^{\mathrm{L}}$，故有 $\frac{Y_2^{\mathrm{P1}}}{Y_2^{\mathrm{F}}} < \frac{Y_1^{\mathrm{L}}}{Y_2^{\mathrm{F}}}$，由式(F1)，可得

$$H = \frac{Y_2^{\mathrm{P1}}}{Y_2^{\mathrm{F}}} < \frac{(1-\alpha\eta)}{\alpha}\frac{\delta D(2)}{\lambda D(1)}$$

代入式(G5)中等式右边第一个 H，可得

$$\frac{\partial\Phi}{\partial H} > \frac{\beta_1 I}{\beta_1 - 1}\left\{\frac{(1-\alpha)\lambda D(1)}{(1-\alpha\eta)\delta D(2)}\left[1 - \beta_1\left(\frac{\eta\delta D(2)}{\lambda D(1)}\right)^{\beta_1 - 1}\right] + H^{\beta_1 - 1}\left[\beta_1\left(\frac{\alpha\eta}{1-\alpha\eta}\right)^{\beta_1 - 1} - 1\right]\right\} \tag{G6}$$

结合定理 1 中证明可知，当 $D(1) > \left(\frac{\beta_1^{1/(\beta_1 - 1)}\delta}{(1-\alpha)\lambda}\right)D(2)$ 时处于先动优势较强的抢占投资均衡区域，可用 $\left(\frac{\beta_1^{1/(\beta_1 - 1)}\delta}{(1-\alpha)\lambda}\right)D(2)$ 置换式(G6)中不等式右边第二个 $D(1)$，得

$$\frac{\partial\Phi}{\partial H} > \frac{\beta_1 I}{\beta_1 - 1}\left\{\frac{(1-\alpha)\lambda D(1)}{(1-\alpha\eta)\delta D(2)}\left(1 - [(1-\alpha)\eta]^{\beta_1 - 1}\right) + H^{\beta_1 - 1}\left[\beta_1\left(\frac{\alpha\eta}{1-\alpha\eta}\right)^{\beta_1 - 1} - 1\right]\right\} \tag{G7}$$

因为 $1 < \eta < 2$，结合式(G7)可得

$$\frac{\partial\Phi}{\partial H} > 0 \tag{G8}$$

且

$$\frac{\partial\Phi}{\partial D(1)} = \frac{\beta_1 I}{\beta_1 - 1}\frac{(1-\alpha)\lambda H}{(1-\alpha\eta)\delta D(2)}\left[1 - \left(\frac{Y_2^{\mathrm{P}}}{Y_1^{\mathrm{F}}}\right)^{\beta_1 - 1}\right] > 0 \tag{G9}$$

综合式(G8)和式(G9)并利用隐函数定理推得

$$\frac{\partial H}{\partial D(1)} = -\frac{\frac{\partial\Phi}{\partial D(1)}}{\frac{\partial\Phi}{\partial H}} < 0$$

同理易证 $\frac{\partial H}{\partial b} < 0$. 由于 $H = \frac{1}{M} = \frac{Y_2^{\mathrm{P1}}}{Y_2^{\mathrm{F}}}$ 和投资间隔时间成反比关系，因而投资间隔随市场先动优势和内生不确定性增加而增大，初始能力 α、动态能力 η 和外生不确定性 σ(用 β_1 代替)的影响，结合数值模拟得出相关结论.