

# 竞争条件下企业战略投资时机的实物期权分析<sup>①</sup>

张运生, 曾德明, 张利飞

(湖南大学工商管理学院, 长沙 410082)

**摘要:** 在企业战略投资机会可共享可延迟情况下, 引入投资成本、未来投资收益率及其波动率、投资延迟损失率、竞争企业之间的相关度等比较容易估算的假设变量, 构建实物期权分析框架, 量化分析企业战略投资的相对收益率区间、投资时间、投资的两阶段博弈概率. 通过模型推导与数值分析, 检验各假设变量的变化对投资时机的影响. 最后, 运用我国二家上市公司战略投资决策的实例验证了模型的实用性与有效性.

**关键词:** 投资时机; 战略投资; S-T-W 模型; 实物期权

**中图分类号:** F830

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1007-9807(2008)04-0030-08

## 0 引言

企业战略投资机会在大多数情况下往往被多个竞争企业同时拥有, 而传统的投资决策分析方法(主要包括净现值法、内部收益率法、回收期法、确定性等价法等)却忽略了由于竞争者战略反应而引发投资决策的不确定性<sup>[1]</sup>. 如何量化分析竞争企业之间投资成本收益的相互关系, 以决定企业最优的投资收益区间、投资时间、投资概率等问题, 是传统理论方法框架下难以从本质上得到解决的问题. 20世纪后期推动经济、金融理论与实践发展的两个重要理论——期权定价理论(option pricing theory)与博弈论(game theory)为企业战略投资时机量化分析提供了更加科学的理论基础.

在期权博弈分析方法中, 实物期权(real option)是一个重要概念, 其本质含义是“或有索取权(contingent claims)”, 这种权利价值主要取决于某些特定随机事件在未来出现的状态<sup>[2]</sup>. 在竞争条件下企业进行战略投资面临着许多与“或有索取权”性质相同的权利选择. 战略投资机会的非独占性, 决定了进行投资决策必然是竞争企业

之间重复博弈与多阶段博弈的分析过程. Dixit 和 Pindyck<sup>[3]</sup>研究了在寡头垄断、永久期权(perpetual option)与不完全信息条件下的抢摊博弈, 其均衡是按照两个竞争企业作为领导者(leader)与追随者(follower)角色的序列均衡. 通过模型分析作者获得了投资收益现值达到一定数额的投资时间(期望的第一触点时间).

Lambrecht 和 Perraudin 对两家竞争企业使用美式看跌期权作为支付(payoffs)、每个参与企业的交易费用作为执行价格, 并假设看跌的起点(put-threshold)由于抢摊博弈而逐步提高. 追随者起点的条件概率分布使用类似“分布策略方法”发现最优, 并在此基础上达到了纳什均衡<sup>[4]</sup>. Trigeorgis考察了在初始点的抢摊影响, 并通过附加于红利参数一个正值以降低初始点. 附加红利是真实期权持有者的损失, 称为竞争红利. 与此相反的是通过博弈的等待影响附加于红利参数一个负值以减低红利收益. 他发展了博弈树分析, 采用倒推方法(backward induction)与二项定价方法(binomial valuation)发现了策略均衡集, 并对抢摊博弈与等待博弈进行了实证分析<sup>[5]</sup>. Grenadier 通

① 收稿日期: 2004-08-04; 修订日期: 2005-02-24.

基金项目: 教育部高校博士点基金资助项目(20040532001).

作者简介: 张运生(1977—), 男, 河南扶沟人, 博士, 副教授. Email:yunsheng01@yahoo.com.cn

过构建期权博弈模型分析了房地产投资的时间安排. 在分析中作者考虑了建设时间对期权价值的影响. 他发展了两个企业的精练子博弈均衡, 发现了对称的马尔可夫执行策略. 同时, 分析了连续投资期权(称为投资重叠), 揭示了需求偏移减少了投资开始点的中间时间<sup>[6]</sup>. Shackleton、Tsekrekos 和 Wojakowski 通过构建期权博弈模型(即著名的 S-T-W 模型), 计算出了寡头垄断市场上竞争者进驻市场的时间与概率, 并以此推演出波音航空公司通过扩充 747 旗舰乘量而非开发巨型航班的战略来应对空中客车发起 A380 超级航母的竞争<sup>[7]</sup>.

在国内, 安瑛晖和张维对期权博弈理论方法体系进行了开创性研究, 他们在对国外相关成果系统地归纳提炼基础上, 提出了期权博弈方法的一般化分析框架<sup>[8]</sup>. 欧阳令南和刘兵军运用实物期权理论对企业战略投资建立决策模型, 通过对模型的分析来衡量项目投资与否, 并确定了最佳的投资时机<sup>[9]</sup>. 李楚霖和简志宏将技术升级换代或技术创新的机会理解为当前投资机会的嵌入期权, 分析了高新技术产业化投资的机会价值或期权价值, 得到了最优投资决策的临界值<sup>[10]</sup>. 曲晓飞、李洪江和冯敬海针对两阶段投资决策问题, 运用实物期权方法建立起包括决策柔性价值在内的项目总价值的数学模型, 分析投资比例对项目价值的影响, 得到最优值与项目决策的执行概率<sup>[11]</sup>.

透过分析不难发现, 前人的相关研究均假设能够精确估计或预期投资项目在其寿命期内各年所产生的净现金流量. 而本文认为, 这些数据在企业战略投资决策时很难被精确估计. 而且, 前人的相关研究虽然考虑了竞争者战略反应的影响作用, 但均未能从竞争企业博弈双方对等角度分析量化投资决策变量及其相互关系. 本文基于 Shackleton、Tsekrekos、Wojakowski 的基本思想, 引入企业战略投资的成本、未来投资收益率及其波动率、投资延迟损失率、竞争企业之间相关度等比较容易估算的假设变量, 构建实物期权分析框架,

量化分析企业战略投资的相对收益率区间、投资时间、投资的两阶段博弈概率、以及各个权变因素对之的影响.

## 1 期权博弈框架的构建

### 1.1 基本假设与计算

存在一细分市场与 2 家潜在进入的企业, 该市场仅能容纳一家企业(称为“先占企业 j”)占有, 假设存在一个“中央计划者(central planner)”, 当潜在进入企业(称为“竞争企业 i”)的市场收益率远大于先占企业 j 的市场收益率时, “中央计划者”将随时驱逐企业 j, 让企业 i 取代企业 j 而成为市场占有者. 由此, 将 2 家企业战略性进入的博弈问题转化为“中央计划者”优化问题<sup>[7,12]</sup>. 假设 2 家企业拥有各自的研发与生产技术, 进入市场的投资成本(沉淀成本)为  $C$ , 对应的市场收益率为  $R$ . 其中,  $R$  的变动服从几何布朗运动<sup>[13,14]</sup> 即

$$\frac{dR}{R} = \alpha dt + \sigma dz$$

$R$  的期望现值

$$V(t) = E\left[\int_t^{+\infty} R(u)e^{-\mu(u-t)} du\right] = \frac{R(t)}{\mu - \alpha} \quad (1)$$

其中,  $\mu$  为经风险调整的贴现率.

定义  $\delta = \mu - \alpha$ , 则,  $\alpha = \mu - \delta$ <sup>②</sup>, 于是有

$$\frac{dR}{R} = (\mu - \delta)dt + \sigma dz \quad (2)$$

其中,  $\mu, \delta, \sigma$  均为大于零的常数.

$R$  的大小受企业自身特有因素(如 R&D 能力、生产技术、管理水平等)与行业因素(如顾客需求变化、国家政策、自然灾害等)两大类因素影响. 为不失一般性, 假设 2 家企业的市场收益率  $R_{ij}$  服从具有一定相关性的几何布朗运动

$$dz_i dz_j = \rho dt$$

其中,  $\rho$  为相关系数.

根据“中央计划者”设定的最优规则, 潜在企

② 此处由于两方面的原因, 考虑运用  $\mu - \delta$  代替  $\alpha$ : 1) 由于竞争企业各自的  $\mu_i$  值具有差异性, 因而定义  $\delta = \mu - \alpha$  是为了强调相同的战略投资机会给不同企业带来净收益增长率  $\alpha - \mu_i$  (即  $-\delta_i$ ) 的差异性; 2) 定义  $\delta = \mu - \alpha$ , 而不是  $-\delta = \alpha - \mu$ , 其目的是为了强调运用实物期权方法分析可延迟投资的延迟损失率, 投资项目的未来净收益增长率越高, 则企业延迟投资的损失率就越小, 相应地延迟投资的期权价值就越大.

业  $i$  只有在  $R_i \gg R_j$  时,才有可能投入成本  $C_i$  驱逐先占企业  $j$  而抢占市场<sup>[7]</sup>. 假设  $G_{j \rightarrow i}(R_i, R_j)$  是企业  $i$  驱逐企业  $j$  而抢占市场的实物期权价值,其转换成本为  $C_{j \rightarrow i} \equiv C_i$ . 则有

$$\frac{E[dG_{j \rightarrow i}(R_i, R_j)]}{dt} + R_j = rG_{j \rightarrow i}(R_i, R_j)$$

其中,  $\frac{E[dG_{j \rightarrow i}(R_i, R_j)]}{dt}$  为期权价值在单位时间内的期望变化;  $rG_{j \rightarrow i}(R_i, R_j)$  为资本市场上资本量为  $G$  的无风险收益;  $r$  为无风险利率.

运用伊藤定理(Ito's Lemma),可得  $G_{j \rightarrow i}(R_i, R_j)$  满足的二阶偏微分方程为

$$\begin{aligned} & \frac{1}{2} \left( \sigma_i^2 R_i^2 \frac{\partial^2 G_{j \rightarrow i}}{\partial R_i^2} + 2\rho\sigma_i\sigma_j R_i R_j \frac{\partial^2 G_{j \rightarrow i}}{\partial R_i \partial R_j} + \sigma_j^2 R_j^2 \frac{\partial^2 G_{j \rightarrow i}}{\partial R_j^2} \right) + (\mu_i - \delta_i) R_i \frac{\partial G_{j \rightarrow i}}{\partial R_i} + \\ & (\mu_j - \delta_j) R_j \frac{\partial G_{j \rightarrow i}}{\partial R_j} - rG_{j \rightarrow i} + R_j = 0 \end{aligned} \quad (3)$$

同理,可得竞争企业  $j$  驱逐先占企业  $i$  而抢占市场的期权  $G_{i \rightarrow j}(R_i, R_j)$  满足的二阶偏微分方程为

$$\begin{aligned} & \frac{1}{2} \left( \sigma_i^2 R_i^2 \frac{\partial^2 G_{i \rightarrow j}}{\partial R_i^2} + 2\rho\sigma_i\sigma_j R_i R_j \frac{\partial^2 G_{i \rightarrow j}}{\partial R_i \partial R_j} + \sigma_j^2 R_j^2 \frac{\partial^2 G_{i \rightarrow j}}{\partial R_j^2} \right) + (\mu_i - \delta_i) R_i \frac{\partial G_{i \rightarrow j}}{\partial R_i} + \\ & (\mu_j - \delta_j) R_j \frac{\partial G_{i \rightarrow j}}{\partial R_j} - rG_{i \rightarrow j} + R_i = 0 \end{aligned} \quad (4)$$

由于企业  $i$  执行期权  $G_{j \rightarrow i}(R_i, R_j)$  的条件是  $R_i \gg R_j$ ,而非  $R_{i,j}$  绝对值大小,因此,  $G_{j \rightarrow i}(R_i, R_j)$  有待于转化为关于  $R_{i,j}$  相对值的函数<sup>[7]</sup>.

定义相对收益率为  $y = \frac{R_i}{R_j}$ ,则有

$$G_{j \rightarrow i}(R_i, R_j) = R_j g_{j \rightarrow i} \left( \frac{R_i}{R_j} \right) = R_j g_{j \rightarrow i}(y) \quad (5)$$

对式(5)进行连续偏微分计算,并将结果代入式(3),得

$$\begin{aligned} & \frac{1}{2} w^2 y^2 g''_{j \rightarrow i}(y) + (\delta_j - \delta_i) y g'_{j \rightarrow i}(y) - \\ & \delta_j g_{j \rightarrow i}(y) + 1 = 0 \end{aligned} \quad (6)$$

其中,  $w^2 \equiv \sigma_i^2 - 2\rho\sigma_i\sigma_j + \sigma_j^2$ .

约束条件为<sup>[7]</sup>

$$\lim_{y \rightarrow 0^+} g_{j \rightarrow i}(y) = \frac{1}{\delta_j} \quad (7)$$

式(7)表明,当  $y \rightarrow 0^+$  (即,  $R_i \ll R_j$ ) 时,竞争企业  $i$  将不执行期权  $G_{j \rightarrow i}(R_i, R_j)$ ,其价值等于先占企业  $j$  的收益率现值

$$\lim_{R_i \rightarrow 0^+} G_{j \rightarrow i}(R_i, R_j) = \lim_{R_j \rightarrow +\infty} G_{j \rightarrow i}(R_i, R_j) = \frac{R_j}{\delta_j}$$

将式(7)代入式(6)得

$$g_{j \rightarrow i}(y) = ay^m + \frac{1}{\delta_j} \quad (8)$$

其中:  $a$  是待定常数;  $m$  是二次特征方程  $\frac{1}{2}w^2x(x-1) + (\delta_j - \delta_i)x - \delta_j = 0$  的正根,有

$$m = \frac{1}{2} - \frac{\delta_j - \delta_i}{w^2} + \sqrt{\left( \frac{\delta_j - \delta_i}{w^2} - \frac{1}{2} \right)^2 + \frac{2\delta_j}{w^2}}$$

同理,可得

$$g_{i \rightarrow j}(y) = by^n + \frac{y}{\delta_i} \quad (9)$$

其中:  $b$  是待定常数;  $n$  是二次特征方程  $\frac{1}{2}w^2x(x-1) + (\delta_j - \delta_i)x - \delta_j = 0$  的负根,有

$$n = \frac{1}{2} - \frac{\delta_j - \delta_i}{w^2} - \sqrt{\left( \frac{\delta_j - \delta_i}{w^2} - \frac{1}{2} \right)^2 + \frac{2\delta_j}{w^2}}$$

### 1.2 战略投资的相对收益率区间

由以上定义可知,当  $R_i \gg R_j$  时,竞争企业  $i$  驱逐先占企业  $j$  而抢占市场;当  $R_i \ll R_j$  时,竞争企业  $j$  驱逐先占企业  $i$  而抢占市场. 鉴于此,本文借鉴 Shackleton、Tsekrekos、Wojakowski 的基本思想<sup>[7]</sup>,定义企业战略投资的相对收益率区间  $[\underline{y}, \bar{y}]$ ,  $\underline{y} < 1 < \bar{y}$ . 当  $y \geq \bar{y}$  时,竞争企业  $i$  驱逐先占企业  $j$  而抢占市场;当  $y \leq \underline{y}$  时,竞争企业  $j$  驱逐先占企业  $i$  而抢占市场. 如何求得  $\underline{y}, \bar{y}$  是企业进行战略投资决策关键所在.

当  $y = \bar{y}$  时,竞争企业  $i$  投入成本  $C_{j \rightarrow i}$  执行期权  $G_{j \rightarrow i}(R_i, R_j)$ ,其价值等于先占企业  $j$  的执行期权  $G_{i \rightarrow j}(R_i, R_j)$  的价值

$$a\bar{y}^m + \frac{1}{\delta_j} + C_{j \rightarrow i} = b\bar{y}^n + \frac{\bar{y}}{\delta_i} \quad (10)$$

同理,当  $y = \underline{y}$  时

$$b\underline{y}^n + \frac{\underline{y}}{\delta_i} + C_{i \rightarrow j} = a\underline{y}^m + \frac{1}{\delta_j} \quad (11)$$

为保证式(10)、(11)及其一阶微分的平滑连续性,以求得最优值  $\underline{y}, \bar{y}$ ,则式(10)、(11)须满足以下两个“平滑过渡条件”(Smooth Pasting Conditions)<sup>[7,15-17]</sup>

$$am\bar{y}^m = bn\bar{y}^n + \frac{\bar{y}}{\delta_i} \quad (12)$$

$$am\bar{y}^m = bn\bar{y}^n + \frac{\bar{y}}{\delta_i} \quad (13)$$

对式(10)、(11)、(12)、(13)进行矩阵运算,得

$$\begin{bmatrix} \bar{y} \\ \bar{y} \end{bmatrix} = mn\delta_i(e^n - e^m) \times \begin{bmatrix} \frac{\bar{C}}{mn(e^n - e^m) - ne^n + me^m - (m-n)e} \\ \frac{\underline{C}}{mn(e^n - e^m) + ne^m - me^n + (m-n)e^{m+n-1}} \end{bmatrix} \quad (14)$$

其中,  $\bar{C} = \frac{1}{\delta_j} + C_{j \rightarrow i}$ ;  $\underline{C} = \frac{1}{\delta_j} - C_{i \rightarrow j}$ ;  $q = \frac{C}{C}$

$$q(e) = \frac{mn(e^{n+1} - e^{m+1}) + ne^{m+1} - me^{n+1} + (m-n)e^{m+n}}{mn(e^n - e^m) - ne^n + me^m - (m-n)e}$$

### 1.3 战略投资的时间

仅仅获得投资的相对收益率区间,对企业战略投资决策而言还远远不够,决策者还迫切期望获知抢占市场的时间(或先占企业维持市场地位的时间长短).由于当  $y \geq \bar{y}$  时,竞争企业  $i$  驱逐先占企业  $j$  而抢占市场.因此,  $y$  达到  $\bar{y}$  的“第一触点时间  $T_i$ ”是决策者迫切期望的抢占市场时间.即

$$T_i = \inf\{t \geq 0 : y_t \geq \bar{y}\}$$

为确保  $0 \leq P[T_i \leq t] \leq 1$ ,以获取更直接明显的经济意义,本文对 Harrison 方程<sup>[18]</sup>与 S-T-W 模型<sup>[7]</sup>做适当调整,求解第一触点时间  $T_i$  的概率

$$P[T_i \leq t] = \Phi\left[\frac{\ln\left(\frac{\bar{y}}{y_0}\right) + ht}{w\sqrt{t}}\right] + \left(\frac{\bar{y}}{y_0}\right)^{(2h/w^2)} \times \Phi\left[\frac{-\ln\left(\frac{\bar{y}}{y_0}\right) - ht}{w\sqrt{t}}\right] \quad (15)$$

其中:  $h \equiv \mu_i - \mu_j + \delta_i - \delta_j - \frac{1}{2}(\sigma_i^2 - \sigma_j^2)$ ;  $y_0 = \frac{\underline{y} + \bar{y}}{2}$ ;  $w^2 \equiv \sigma_i^2 - 2\rho\sigma_i\sigma_j + \sigma_j^2$ ;  $\Phi(\cdot)$  是标准正态分布函数.

为求得竞争企业  $i$  抢占市场的时间(或者是

先占企业  $j$  维持市场地位的平均时间),本文运用求“中位数”法<sup>[7,19]</sup>,将  $t$  ( $t$  满足  $t \geq T_i$ ) 的中位数  $L_j$  代入式(15)得

$$\Phi\left[\frac{\ln\left(\frac{\bar{y}}{y_0}\right) + hL_j}{w\sqrt{L_j}}\right] + \left(\frac{\bar{y}}{y_0}\right)^{(2h/w^2)} \times \Phi\left[\frac{-\ln\left(\frac{\bar{y}}{y_0}\right) + hL_j}{w\sqrt{L_j}}\right] = \frac{1}{2} \quad (16)$$

在参数  $\mu_{i,j}, \delta_{i,j}, \sigma_{i,j}, C_{i,j}, \rho$  等给定的情况下,可方便地求出竞争企业  $i$  抢占市场的平均时间.

### 1.4 战略投资的两阶段博弈概率

通过以上计算求得了竞争企业  $i$  进行战略投资的相对收益率区间  $[\underline{y}, \bar{y}]$  与投资时间  $L_i$ ,但是决策者还须了解当投入成本  $C_{j \rightarrow i}$  驱逐先占企业  $j$  而抢占市场后,自身维持市场地位的时间长短与概率.或者,市场主体由企业  $j$  被取代为  $i$  (第一阶段博弈),然后再由企业  $i$  被取代为  $j$  (第二阶段博弈)的两阶段博弈的概率  $P(y \geq y_t | M_t \geq \bar{y})$ ,其中,  $M_t \equiv \max_{u \in [0,t]} y_u$ .

由 Musiela、Rutkowski<sup>[20]</sup>、Shackleton、Tsekrekos、Wojakowski<sup>[7]</sup>等学者研究结论可知

$$P(y \geq y_t | M_t \geq \bar{y}) = \exp\left[\frac{2h}{w^4} \ln\left(\frac{\bar{y}}{y_0}\right)\right] \times \Phi\left[\frac{\ln\left(\frac{y}{\bar{y}}\right) - \ln\left(\frac{\bar{y}}{y_0}\right) - ht}{w^2\sqrt{t}}\right] \quad (17)$$

对于给定的  $\mu_{i,j}, \delta_{i,j}, \sigma_{i,j}, C_{i,j}, \rho$  等参数,式(17)均有唯一的  $P(y \geq y_t | M_t \geq \bar{y})$  值与之相对应.

## 2 模型权变参数的影响分析

### 2.1 战略投资的相对收益率区间的权变参数分析

当  $C_{j \rightarrow i} = C_{i \rightarrow j} \rightarrow 0$  时,  $\lim_{C_{i \rightarrow j} = C_{j \rightarrow i} \rightarrow 0} q(e) = 1 \Leftrightarrow e = 1$ . 运用'Hospital's 规则及 S-T-W 模型推论,得

$$y = \bar{y} = \hat{y} = \frac{mn}{mn - (m+n) + 1} = \frac{\delta_2}{\delta_1} \Leftrightarrow \delta_1 R_1 = \delta_2 R_2 \quad (18)$$

③ 由 S-T-W 模型推论可知,  $q$  是  $e$  的单调递增函数.通过数值分析,对于任意一个  $q$  值,均可求得唯一对应的  $e$  值.之所以求函数  $q(e)$  而不是  $e(q)$ ,其原因是前者易于求解任意值.

式(18)的经济意义是,当企业战略投资成本趋近于零时,竞争企业进行投资的条件是其未来投资收益率大于先占企业当前的投资收益率.而且,当  $C_{j \rightarrow i} = C_{i \rightarrow j} \rightarrow 0$  时,  $\frac{d\bar{y}}{dC_{j \rightarrow i}} \rightarrow \infty, \frac{dy}{dC_{i \rightarrow j}} \rightarrow -\infty$ . 这表明,当存在很小投资成本时,企业投资的相对收益率区间  $[\bar{y}, \underline{y}]$  将迅速扩大;随着  $C_{j \rightarrow i} = C_{i \rightarrow j}$  不断增大,  $[\bar{y}, \underline{y}]$  有不断扩大趋势.另外,当企业之间相关度  $\rho$  较大时,  $[\bar{y}, \underline{y}]$  的区间也较大.  $\hat{y} = \frac{\delta_2}{\delta_1}$  表明,当  $C_{j \rightarrow i} = C_{i \rightarrow j} \rightarrow 0$  时,  $\underline{y} = \bar{y} = \hat{y}$ .

当  $\sigma_{i,j} \rightarrow 0$  时,式(10),(11)转化成为  $\bar{y} = \delta_1 \bar{C}, \underline{y} = \delta_1 \underline{C}$ . 这表明,当未来投资收益率波动率趋近于零时,相对收益率区间  $[\bar{y}, \underline{y}]$  大小仅仅取决于  $C_{i,j}$ . 当  $\sigma_{i,j} > 0$  时,  $\bar{y} > \delta_1 \bar{C}, \underline{y} < \delta_1 \underline{C}$ . 这表明,  $[\bar{y}, \underline{y}]$  随着  $\sigma_{i,j}$  增加而扩大. 由于  $\frac{de}{d\sigma} < 0 \Leftrightarrow \frac{dy}{d\sigma} < 0 < \frac{d\bar{y}}{d\sigma}$ , 所以  $\sigma_{i,j}$  对  $[\bar{y}, \underline{y}]$  区间上下限  $\bar{y}, \underline{y}$  影响不对称,  $\bar{y}$  与  $\underline{y}$  相比较,对  $\sigma_{i,j}$  反应更为灵敏,这与 Shackleton、Tsekrekos、Wojakowski 等学者研究结论保持一致.另外,随着企业之间相关度  $\rho$  由 -1 到 +1 不断增加,  $[\bar{y}, \underline{y}]$  有逐渐收敛趋势.而且,当投资成本  $C_{i,j}$  较大时,  $[\bar{y}, \underline{y}]$  收敛速度更快.

### 2.2 战略投资时间的权变参数分析

由  $\frac{dw}{d\delta_i} = \frac{dw}{d\delta_j} > 0$  可知,战略投资收益率随着  $\sigma_{i,j}$  而递增. 由  $\frac{dy}{d\delta_i} = \frac{dy}{d\delta_j} < 0, \frac{d\bar{y}}{d\delta_i} = \frac{d\bar{y}}{d\delta_j} > 0$  可知,战略投资的相对收益率区间也随着  $\sigma_{i,j}$  而扩大. 由此产生的问题是,  $y$  能否更易满足  $y \leq \underline{y}$  或  $y \geq \bar{y}$ ? 数值分析可知,满足  $y \geq \bar{y}$  的时间随着  $\sigma_{i,j}$  而递减. 即随着企业收益波动率  $\sigma_{i,j}$  增加,竞争企业取代先占企业所用时间  $L_i$  会减少. 而且,当投资成本  $C_{i,j}$  增加时,先占企业被取代的时间  $L_i$  会更长.

### 2.3 战略投资的两阶段博弈概率的权变参数分析

为了考察市场主体由企业  $j$  被取代为  $i$  (第一阶段博弈),然后再由企业  $i$  被取代为  $j$  (第二阶段博弈)的两阶段博弈概率  $P(y \geq y_t | M_t \geq \bar{y})$  的权变影响因素,本文借鉴 S-T-W 模型基本思想<sup>[7]</sup>,选用了  $\sigma_{i,j}, C_{i,j}$  及两阶段博弈时间  $t$  等3个权变因素

进行了数值分析. 结果表明,  $P(y \geq y_t | M_t \geq \bar{y})$  随着  $t$  增加而递增. 即市场主体由企业  $j$  被取代为企业  $i$ ,然后再由企业  $i$  被取代为企业  $j$  的两阶段博弈概率随着时间推移,有不断增大趋势. 在相同  $t$  时间内,  $P(y \geq y_t | M_t \geq \bar{y})$  随着  $C_{i,j}$  增加而递减;但是随着  $\sigma_{i,j}$  增加而递增.

## 3 案例应用研究

本文选用某省 A 市“超豪华五星级别墅式休闲度假型酒店”市场上 FILM&TV 公司与 AIR Hotel 公司<sup>③</sup> 1995 年的竞争性战略投资决策作为分析对象. 一方面, A 市超高端酒店市场需求小,仅能容纳一家大型公司进入;另一方面,该市场一直以来被 AIR Hotel 公司所控制, FILM&TV 的进入,形成了寡头垄断竞争的市场格局. 以上两方面满足了本文构建的实物期权博弈框架的基本假设条件. 本文选用 2 家公司在 1995 年的竞争投资战略决策进行分析,截止到 2000 年这些决策投资项目均已进入完全运行状态,运用现实的结果验证本文模型的推论将更有说服力.

1995 年 12 月, FILM&TV 公司与香港某公司决定斥资 7 亿元兴建“国际影视会展中心”,由 1990—1995 年年度 FILM&TV 财务数据推知,其权益资产波动率  $\sigma_j = 0.18$ , 预计收益率  $\mu_j = 12\%$  (各项数据见表 1).

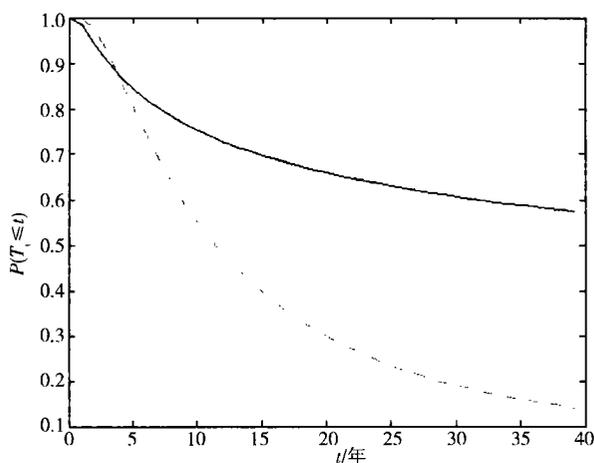
表 1 FILM&TV 与 AIR Hotel 战略投资变量表  
Table 1 Value of strategic investment variables of FILM&TV and AIR Hotel

项目投资变量	FILM&TV	AIR Hotel	
	国际影视会展中心	白沙会展中心	改造扩容
项目收益率 $\mu$	0.12	0.14	0.09
波动率 $\sigma$	0.180	0.350	0.170
延迟投资损失率 $\delta$	0.100	0.070	0.070
投资成本 $C$ /亿元	7.00	7.00	3.00
企业相关度 $\rho$	0.50	—	—

国际影视会展中心的兴建对 A 市超高端酒店市场的龙头老大 AIR Hotel 构成了巨大的威胁. 当

③ 引用这 2 家上市公司展开实证研究, 仅属学术探讨, 绝无褒此贬彼之意, 应相关利益人请求, 隐去这二家上市公司的真实名称.

时 AIR Hotel 制定了两套应对竞争的备选方案. 方案一: 兴建同规模档次的超豪华会展中心“白沙会展中心”. 其投资成本仍为 7 亿元, 考虑到 AIR Hotel 作为酒店业中的老牌公司拥有丰富的经营管理经验, 所以其预计收益率为 14% (高于 FILM&TV 2%). 方案二: 改造扩容已经集成于原五星级酒店中 100 ~ 300 人容量的会展与休闲软硬件设施, 形成 300 ~ 800 人容量的中等规模的国际会议、商务、文艺交流等会展与休闲中心. 投资成本 3 亿元, 项目预计收益率  $\mu_i = 9%$ , 波动率  $\sigma_i = 0.17$ . 针对这一细分市场上的竞争, 2 家公司的相关度  $\rho$  设置为 0.50 (见表 1).



—— 改造扩容; —— 白沙会展中心

图 1 FILM&TV 与 AIR Hotel 战略投资的时间与概率关系

Fig. 1 Relationship between strategic investment time and probability of FILM&TV and AIR Hotel

将表 1 数据代入式 (14) 得 AIR Hotel 实施第 1 方案的相对收益率  $y$  应该大于  $\bar{y}_1 = 2.989$ ; 实施第 2 方案的相对收益率  $y$  应该大于  $\bar{y}_2 = 1.723$ . 这表明, 当“白沙会展中心”项目收益率是“国际影视会展中心”的 2.989 倍时, AIR Hotel 才有可能夺回市场; 而 AIR Hotel 实施“改造扩容”方案的收益率是“国际影视会展中心”的 1.723 倍时, AIR Hotel 便可夺回市场. 运用式 (15) 计算 AIR Hotel 夺回市场的时间与概率, 如图 1 所示. 纵坐标代表 FILM&TV 占据 A 市超高端酒店市场的概率, 横坐标代表 FILM&TV 占据市场的时间. AIR Hotel 实施“改造扩容”方案可以迅速降低 (图 1 中“虚线”较为垂陡) FILM&TV 占据市场的概率, AIR Hotel 在 10 年后便有 43.68% 的可能性夺回市场, 15 年后 FILM&TV 占据市场的概率下降为 41.10%, 即 AIR Hotel 有 58.90% 的可能性夺回

市场. AIR Hotel 如果实施兴建“白沙会展中心”方案, 则并不能迅速降低 (图 1 中“实线”较为平缓) FILM&TV 占据市场的概率, AIR Hotel 在 10 年后仅仅有 24.81% 的可能性夺回市场, 30 年后 FILM&TV 占据市场的概率下降为 60.68%, 即 AIR Hotel 仅仅由 39.32% 的可能性夺回市场. 通过以上比较分析不难发现, AIR Hotel 选择实施“改造扩容”方案较为合理.

实证结果表明, 国际影视会展中心自 2000 年开业以来, 虽然正式荣膺了国家“五星级旅游酒店”、国内首家“五星级休闲度假式酒店”、国内第三家“AAAAA 级绿色饭店”等称号, 但其入住率到 2004 年上半年为止仍比较低. 虽然每年一度“中国金鹰电视艺术节”在该会展中心举办, 但是其整体业务水平基本上处于亏损状态. AIR Hotel 通过实施第二套方案对原有五星级酒店改造扩容强化其会展与休闲功能, 从 2000 年初到 2004 年上半年共接待包括许多国家重要领导人与国际知名人士在内的中外宾客 20 万余人次, 营业额呈现出稳步上升的良性发展势头. 这些均能较为充分证明, 通过本文构建的实物期权博弈框架做出的企业战略投资决策具有一定的可行性与合理性.

## 4 结 论

两家企业在某一细分市场上角逐时, 企业战略投资时机的确定至关重要. 本文的分析结果表明, 在没有投资成本 (沉淀成本) 情况下, 企业投资时机完全取决于自身投资收益率大于先占企业. 引入投资成本变量后, 本文基于 S-T-W 模型基本思想, 通过构建实物期权分析框架分别得出了企业进行战略投资的相对收益率区间、投资时间以及两阶段博弈概率. 模型推导与数值分析结果表明: 1) 战略投资的相对收益率区间随着投资成本增加而扩大, 随着竞争企业间相关度增加而缩小; 而且, 随着企业投资收益波动率不断增加, 战略投资的相对收益率有不断扩大趋势. 2) 企业战略投资时间随着投资成本增加, 有不断延长趋势; 但随着未来收益波动率增加, 有不断缩短趋势. 3) 随着时间推移, 两阶段博弈概率有不断增大趋势; 而且, 两阶段博弈概率随着投资成本增加而减小, 随着未来收益波动率增加而增大. 最后, 通过案例应用验证了本文构建的实物期权分析框架具有较强的合理性与可行性.

## 参 考 文 献:

- [1] 范龙振, 唐国兴. 项目价值的期权评价方法[J]. 系统工程学报, 2001, 16(1): 17—23.  
Fan Longzhen, Tang Guoxing. Valuing project with option pricing methods[J]. Journal of Systems Engineering, 2001, 16(1): 17—23. (in Chinese)
- [2] Pennings E, Lint O. Market entry, phased rollout or abandonment? A real option approach[J]. European Journal of Operational Research, 2000, 124(1): 125—138.
- [3] Dixit A K, Pindyck R S. Investment Under Uncertainty[M]. Princeton: Princeton University Press, 1994. 220—223.
- [4] Lambrecht B M, Perraudin W R. Real options and preemption under incomplete information[J]. Journal of Economic Dynamics and Control, 2003, 27(4): 619—643.
- [5] Trigeorgis L. Anticipated competitive entry and early preemptive investment in deferrable projects[J]. Journal of Economics and Business, 1991, 43(2): 143—156.
- [6] Grenadier S R. The strategic exercise of options: Development cascades and over building in real estate market[J]. Journal of Finance, 1996, 51(5): 1653—1679.
- [7] Shackleton M B, Tsekrekos A E, Wojakowski R. Strategic entry and market leadership in a two-player real options game [J]. Journal of Banking and Finance, 2004, 28(1): 179—201.
- [8] 安瑛晖, 张 维. 期权博弈理论的方法模型分析与发展[J]. 管理科学学报, 2001, 4(1): 38—44.  
An Yinghui, Zhang Wei. Analysis and development of the method and model of option game theory[J]. Journal of Management Sciences in China, 2001, 4(1): 38—44. (in Chinese)
- [9] 刘兵军, 欧阳令南. 企业战略投资的期权研究[J]. 系统工程理论与实践, 2003, (10): 48—52.  
Liu Bingjun, Ouyang Lingnan. The option pricing research of strategic investments in corporations[J]. Systems Engineering theory & Practice, 2003, (10): 48—52. (in Chinese)
- [10] 简志宏, 李楚霖. 高新技术产业化的实物期权分析[J]. 管理工程学报, 2002, 16(4): 76—79.  
Jian Zhihong, Li Chulin. A real option approach to the industrialization of high technology[J]. Journal of Industrial Engineering and Engineering Management, 2002, 16(4): 76—79. (in Chinese)
- [11] 李洪江, 曲晓飞, 冯敬海. 阶段性投资最优比例问题的实物期权方法[J]. 管理科学学报, 2003, 6(1): 20—26.  
Li Hongjiang, Qu Xiaofei, Feng Jinghai. Definition of optimal proportion of phased investment: Real options approach [J]. Journal of Management Sciences in China, 2003, 6(1): 20—26. (in Chinese)
- [12] Slade M E. What does an oligopoly maximize[J]. Journal of Industrial Economics, 1994, 42(1): 45—61.
- [13] Lambrecht B M, Perraudin W R. Real options and preemption under incomplete information[J]. Journal of Economic Dynamics and Control, 2003, 27(4): 619—643.
- [14] Gauthier L. Hedging entry and exit decisions: Activating and deactivating barrier options[J]. Journal of Applied Mathematics and Decision Sciences, 2002, 6(1): 51—70.
- [15] Merton R C. The theory of rational option pricing[J]. Bell Journal of Economics and Management Science, 1973, 4(1): 141—183.
- [16] Dumas B. Super contact and related optimality conditions[J]. Journal of Economic Dynamics and Control, 1991, 15(4): 675—685.
- [17] Dumas B, Luciano E. An exact solution to a dynamic portfolio choice problem under transaction costs[J]. Journal of Finance, 1991, 46(2): 577—595.
- [18] Harrison J M. Brownian Motion and Stochastic Flow Systems[M]. New York: John Wiley and Sons, Inc., 1985. 71—78.

- [19] Shackleton M B, Wojakowski R. The expected return and exercise time of Merton-style real options[J]. *Journal of Business Finance and Accounting*, 2002, 29(3~4): 541—555.
- [20] Musiela M, Rutkowski M. *Martingale Methods in Financial Modeling*[M]. Berlin: Springer-Verlag, 1997. 445—452.

## Real option analysis on the strategic investment opportunity of competing firms

ZHANG Yun-sheng, ZENG De-ming, ZHANG Li-fei

School of Business Administration, Hunan University, Changsha 410082, China

**Abstract:** By introducing investment cost, future operating profitability and its volatility, investment delay loss rate and the correlation coefficient of competing firms when the strategic investment opportunities of competing firms can be shared and delayed, this paper develops a real option analytical frame and analyzes the relative investment profitability interval, investment time and two-stage game probability based on Shackleton-Tsekrekos-Wojakowski model. Moreover, the supposed variables' impacts on the model are examined numerically. In an application of the model to the strategic investment decisions of two competing listed companies in the super magnificent large hotel industry in Changsha Hunan, this paper finds that AIR Hotel's optimal response to FILM&TV's launch of the super magnificent garden large hotel is to accommodate entry and supplement its current service line, as opposed to the riskier alternative of committing to the development of a corresponding super magnificent large hotel. The empirical research has proved that results of the model are actual and credible.

**Key words:** investment opportunity; strategic investment; S-T-W model; real option