

文章编号: 1001-0920(2003)01-0085-04

基于期权思想的产业投资结构的控制与优化

孙先定¹, 李颖²

(1. 中国华融资产管理公司, 北京 100045; 2. 中国科学院 软件集团, 北京 100081)

摘要: 运用期权的观点和方法研究产业投资问题具有重要的现实意义。在衡量投资机会价值的基础上, 提出一种产业增量投资期权决策思路。基于期权的观点建立了与项目投资决策类似的产业投资期权模型, 提出一种控制与优化产业投资结构的新思路, 具有一定的实际应用价值。

关键词: 期权; 期权模型; 产业投资结构; 控制优化

中图分类号: F830.59

文献标识码: A

Control and optimization of industrial investment structure based on options viewpoint

SUN Xian-ding¹, LI Ying²

(1. China Huarong Asset Management Corporation, Beijing 100045, China;

2. Software Group, China Academy of Sciences, Beijing 100081, China)

Abstract: An industrial investment model based on options is introduced by exploiting the value of industrial investment chance. A new optimization and control strategy for industrial investment structure is presented.

Key words: Options; Industrial investment model; Industrial investment structure; Optimization

1 引言

近年来, 一些研究者运用期权的观点和方法来研究项目投资决策问题。Schwartz 假定项目产品价格在不确定的情况下服从几何布朗运动, 研究了投资时间选择权的价值和投资决策方法^[1]; Bernanke 分析了投资项目价值独立于投资支付的决策问题, 指出项目价值的不确定性使决策者倾向于延迟投资, 并等待更多的信息^[2]; McDonald 等研究了是否投资生产的期权价值问题, 提出了执行价格为随机变动生产成本的生产期权定价模型^[3]; Majd 等分析了不可逆投资的生产规模选择问题^[4]; Pindyck 在连续时间模型下, 研究了投资的时间选择性对投资机会价值和投资决策的影响^[5]; Dixit 等研究了投资决策

的最佳时间等问题^[6]。

上述研究取得了很有意义的成果, 促进了厂商投资理论的发展。但若将研究对象从项目投资扩展到产业投资, 那么用期权的观点和方法研究产业投资问题有何具体意义, 至今未见文献报道。产业投资是发生在某一产业内所有投资活动的总称。如家电产业的投资, 是从投资发生和作用范围来研究产业的发展, 以确定合理的产业投资结构和产业投资规模等。经济的发展不仅要有需求不断增长的拉动, 而且要有产业结构和投资结构合理化的推动。因此, 运用期权的观点和方法研究产业投资问题具有重要的现实意义。

收稿日期: 2001-10-19; 修回日期: 2002-07-08。

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(79870020)。

作者简介: 孙先定(1969—), 男, 安徽舒城人, 博士, 从事战略与投资的研究; 李颖(1971—), 女, 吉林双辽人, 硕士, 从事计算机软

2 问题描述

企业在考察项目直至投资的决策过程中,为了解项目更多的信息可进行先期投资,也可能由于市场情况而延迟投资,甚至若市场发展表明项目没有前景则放弃投资。当然,最好是在先期投资的情况下把握住最合适的投资时间。在项目建成后,若产品的市场状况比预期更好,企业则可追加投资,扩大生产;反之,可缩减生产或转产,甚至暂停生产或清算等。

产业是由产业内企业组成的,企业行为的综合可描述整个产业的行为特征。从产业的角度看,产业投资将表现出与上述企业投资行为类似的特征。也就是说产业投资存在上述投资决策环节,由此可引进期权的概念来描述整个环节。

作为金融衍生概念的期权,赋予其持有者做某件事的权利,而无行使该权利的义务^[7]。看涨期权的持有者拥有在某一时间以某一确定价格购入标的资产的权利。在产业投资决策期间,投资行为相当于看涨期权。其中:先期投资相当于购入期权合约所支付的期权费,延迟投资相当于等待执行期权的最佳时机(假设投资机会可延迟),放弃投资相当于期权执行价格高于标的资产价格。运用期权的观点和方法研究产业投资问题,投资相当于执行价格,项目价值相当于标的资产价格。

本文运用期权的观点建立了产业投资决策的期权模型,探讨了模型的解及其含义,并在此基础上提出一种产业投资结构控制与优化的新思路,并结合产业投资决策的期权模型做了进一步探讨。

3 产业投资决策的期权模型及其解析解

3.1 产业投资决策的期权模型

在实际经济中,一个产业投资由投资于该产业的项目投资组成。若将项目投资进行加总,便可得到产业投资模型。为此,设定一类投资项目具有相似技术条件和相似管理水平,也就是只有量的差异,而无质的区别,具有可加性。这样便具有与文献[7]类似的条件。

对于一个项目投资,可设需要投资支出为 C ,获得的项目价值为 V 。 C 主要受生产要素市场影响, V 为项目经营带来的现金流(收益)的折现值之和,主要受产品市场影响。这类投资项目的差异只表现为价值的不同,而运动规律是相同的。由于产品和生产要素市场及技术等方面的不确定性,在不同的投资时间, C 和 V 各不相同,可设它们的变化均服从几何布朗运动^[1,7]。

令一个产业中此类投资项目投资支出 C 之和为 c ,各项目价值 V 之和为 v ,则根据几何布朗运动方程可表示^[7]为

$$dc/c = \alpha dt + \sigma_c dz_c \quad (1)$$

$$dv/v = \alpha_v dt + \sigma_v dz_v \quad (2)$$

$$\text{cov}(dz_c, dz_v) = \rho \quad (3)$$

其中: α 和 α_v 为 c 和 v 的期望增长率, σ_c 和 σ_v 为 c 和 v 的变动率的标准差, dz_c 和 dz_v 为维纳过程的增量, ρ 为 c 和 v 的瞬时相关系数,假设为常数。

当 $t=0$ 时,初始投资支出 c_0 和投资项目价值 v_0 可确定为已知常数;当 $t>0$ 时,初始投资支出 c 和投资项目价值 v 为服从对数正态分布的随机变量,且方差随时间线性增加。

令 $f(c, v, t)$ 表示产业投资机会价值,将产业投资机会看成是一个美式看涨期权,则 c 为其执行价, v 为标的资产价值。忽略从投资到建成所需的时间,项目投资的最高可推迟时间为 T ,相当于产业投资期权的有效期。由期权定价模型,有

$$\frac{1}{2} \frac{\partial^2 f}{\partial c^2} \alpha^2 c^2 + \frac{\partial f}{\partial c} \alpha c \rho \sigma_c \sigma_v + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 f}{\partial v^2} \alpha_v^2 v^2 + \alpha_v v \frac{\partial f}{\partial v} + \alpha_c c \frac{\partial f}{\partial c} + \frac{\partial f}{\partial t} = r f \quad (4)$$

投资决策应使产业投资机会得到最优使用,即产业投资机会价值 $f(c, v, t)$ 取得最优值。因而式(4)的边界条件为

$$\frac{\partial f}{\partial c^*} = 0 \quad (5)$$

$$\frac{\partial f}{\partial v^*} = 0 \quad (6)$$

$$f(c^*, v^*, t) = v^* - c^* \quad (7)$$

其中 c^* 和 v^* 为 $f(c, v, t)$ 取得最优值时 c 和 v 相应的取值。

期权只是一种潜在价值,必须通过投资来完成。某一时刻的投资有可能导致更佳投资机会的失去,这种失去更佳投资机会价值称为机会成本。因此,只有当投资的净现值为正且超过机会成本时才能进行投资。

3.2 模型的解析解及其含义

由于式(4)不存在解析解,可用蒙特卡罗模拟法、二叉树法、有限差分法等进行求解。与文献[7]类似,本文在化简后运用解析近似解的方法求解上述模型。

假定投资可延长时间为无穷大,因而式(4)中 $\frac{\partial f}{\partial t}$ 项可以忽略, $f(c^*, v^*, t)$ 变为 $f(c^*, v^*)$,则式(4)可化简为

$$\frac{1}{2} \frac{\partial^2 f}{\partial v^2} \sigma_v^2 + \frac{\partial f}{\partial v} v c \rho \sigma_v \sigma_c + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 f}{\partial c^2} \sigma_c^2 + \alpha v \frac{\partial f}{\partial v} + \alpha c \frac{\partial f}{\partial c} = r f \quad (8)$$

式(8)存在解析解, 其一种形式为

$$f = k v^a c^b \quad (9)$$

结合条件可得

$$a + b = 1, \quad a > 1, \quad b < 0 \quad (10)$$

$$a = \frac{1}{\sigma^2} \left[\alpha - \alpha + \frac{1}{2} \sigma^2 + \sqrt{\left(\alpha - \alpha - \frac{1}{2} \sigma^2 \right)^2 + 2 \sigma^2 (r - \alpha)} \right] \quad (11)$$

其中

$$\sigma^2 = \sigma_v^2 + \sigma_c^2 - 2 \rho \sigma_v \sigma_c \quad (12)$$

$$v^* = \frac{a}{a+1} c^* \quad (13)$$

从而可得投资机会价值

$$f = (a - 1)^{a-1} a^{-a} v^a c^{1-a} \quad (14)$$

由式(5)和(9)知, 当 $v = \frac{a}{a-1} c$ 时, 应立即进行投资, 即 $f = v - c$, 故产业投资机会价值为

$$f = \begin{cases} v - c, & v \geq \frac{a}{a-1} c \\ (a - 1)^{a-1} a^{-a} v^a c^{1-a}, & v < \frac{a}{a-1} c \end{cases} \quad (15)$$

考虑时间选择价值, 则当

$$NPV = (v - c) - f \quad (16)$$

为正时, 可以进行投资。由式(7)知, 当 $v = \frac{a}{a-1} c$ 时, 产业可立即增加投资, 并且随着 c 的增加, v 的变化使 v 与 c 之间关系重新调整。当 $v < \frac{a}{a-1} c$ 时, 在 $NPV = (v - c) - f > 0$ 的情况下, 可以进行投资; 在 $NPV = (v - c) - f < 0$ 的情况下, 应在可延迟期内等待信息, 根据情况变化采取投资、继续等待或放弃等行动。

4 一种产业投资结构控制与优化的方法

4.1 产业投资结构控制与优化的思路

产业投资结构, 是产业投资在产业内不同产品、项目、企业以及空间布局等多方面的配置比例和组合方式, 主要是投资资金使用结构, 如在技术开发、生产等方面的分配。研究产业投资结构, 主要解决产业内投资方向和投资重点的选择问题, 为使产业持续、健康地发展, 培养产业的核心竞争能力^[8], 在市场机制的基础上合理地进行产业投资非常必要, 因此必须合理确定产业投资结构并进行控制优

化。

价值链分析方法^[9]是分析产业核心竞争能力的有效途径。一般说, 产业价值链可由研究开发、产品生产、市场销售、顾客管理等组成。相应地, 可将产业投资分为研究开发、产品生产、市场销售、顾客管理等类投资。

影响产业投资结构的主要因素, 如产业类型(资源、劳动、知识、资本等)、市场需求结构、现存产业结构、科技进步等, 均是 a 值估计时需要考虑的重要因素。在确定研究开发、产品生产、市场销售、顾客管理等类投资是立即投资、等待信息还是其他投资的同时, 也给出了各类投资间的匹配关系, 并包含于投资决策之中。

产业投资决策的期权模型考虑了时间选择价值, 即产业发展价值。因此可认为基于模型各类投资匹配关系, 反映了培养产业核心竞争能力所需的各类投资匹配关系, 也是产业投资结构合理化的重要体现。在这一确定思路中, 考虑时间选择权的投资价值高的就是产业投资的重点, 因此可实现产业投资结构的控制和优化。

当然, 研究开发、产品生产、市场销售、顾客管理等类投资可分得更细, 按同类项目投资进行分类, 甚至可根据其他原则进行分类, 但确定产业投资结构及其控制优化的思路则同样适用。

4.2 变量和参数的取值及投资决策的控制和优化

由以上分析可知, 产业投资结构的确定包含在各类投资的投资决策中。根据产业投资决策的期权模型确定各类投资决策时, c 和 v 可根据产业实际情况得出, 而 a 的取值则依赖于 $\alpha, \alpha, \sigma, \sigma, \rho$ 。

由于市场和产业本身的不确定性, 一个合理的假设是投资收益的不确定性相同。 α 为 c 在短时间内获得的期望增长率, 一般以年计量, 用比率形式表示。 α 的值取决于标的资产收益的风险, 也依赖于经济体系中的利率水平, 而期权的价值通常独立于 α 。一般说, 经济体系中利率水平高, 投资要求的预期增长率就高。实际中大多采取经验估计, 采用计算许多很短时间间隔的增长率的算术均值得到预期增长率^[10]。 α 为 v 在一段时间后获得的期望增长率, 一般以年计量, 用比率形式表示, 估计方法与 α 相同。

σ 为 c 的变动率的标准差, 它对决定期权价值相当重要。短时间变动率的标准差为 $\alpha \sqrt{\Delta t}$, 粗略近似在较长一段时间后为 $\alpha \sqrt{T}$ 。即变动率的标准差可认为是 1 年内标的资产价格变化的标准差, 而在

较长一段时间后标的资产价格变化的概率分布是对数正态分布, 标的资产价格变动率等于1年内标的资产连续复利收益的标准差^[10]。因此可根据历史数据估计 σ_v 。 σ_v 为 v 的变动率的标准差, 估计方法与 α 相同。

ρ 为 c 和 v 的瞬时相关系数, 假设为常数, 可根据历史数据确定。 r 为连续折现的无风险利率, 也假设为常数, 它存在于风险中性的世界。风险中性世界中的投资不需要某种补偿促使投资承担风险。

由式(11)知, $\frac{1}{a-1}$ 与 α , σ_c 和 σ_v 正相关, 与 α 和 ρ 负相关。

当 $v > \frac{a}{a-1}c$, 即 $v - c > \frac{1}{a-1}c$ 时, $\frac{1}{a-1}$ 越大, 即 α , σ_c , σ_v 越大, ρ 越小。此时投资收益高, 投资价值变动率标准差大, 风险高, 生产要素市场风险也大, 从而产业投资期权价值高, 产业可获得更多的投资。随着 c 的增加, 上述状况将得以调整, 直至 c 减少。同时, α 减小, 市场投资稀缺, 产业投资会进一步增加。

当 $v < \frac{a}{a-1}c$, 即 $v - c < \frac{1}{a-1}c$ 时, $\frac{1}{a-1}$ 越小, 即 α , σ_c , σ_v 越小, ρ 越大。此时投资收益低, 投资价值变动率标准差小, 风险低, 生产要素市场风险也小; 而 α 越大, 投资收益要求越高, 从而产业投资活动相对稳定, 等待信息的迹象明显。但在 $NPV = (v - c) - f > 0$ 的情况下, 若投资收益明显, 则可进一步投资。

5 结 论

运用期权的思想可以描述产业投资行为。在产业投资决策中, 投资行为相当于看涨期权, 执行价格为投资费用, 标的价格为产业投资带来的净折现值。假定产业中一类投资具有相似技术条件和相似管理水平等同质性, 便可得到与项目投资决策类似的期权模型。

本文在产业投资决策的期权模型的基础上, 提出了产业投资结构的控制与优化的新思路。虽然仍需进一步实证研究, 但作者认为产业投资决策期权模型及产业投资结构的控制与优化具有重要的现实意义, 必将对产业经济的发展产生积极的作用。

参考文献(References):

- [1] Schwartz E S. The stochastic behavior of commodity prices: Implication for valuation and hedging[J]. *J Finance*, 1997, 92(3): 923-973
- [2] Bernanke B. Irreversibility and cyclical investment[J]. *Quarterly J Economics*, 1983, 98(1): 85-106
- [3] McDonald R, Siegel D. Investment and the valuation of firm when there is an option to shut down[J]. *International Review*, 1985, 26(3): 331-349
- [4] Majd S, Pindyck R. Time to build, option value and investment decisions[J]. *J Financial Economics*, 1987, 18(1): 7-27.
- [5] Pindyck R S. Irreversibility, uncertainty and investment [J]. *J Economic Literature*, 1991, 29(3): 1110-1148
- [6] Dixit A, Pindyck R. The options approach to capital investment[J]. *Harvard Business Review*, 1995, 73(5): 87-93
- [7] 范龙振, 唐国兴. 投资机会的价值与投资决策——几何布朗运动模型[J]. *系统工程学报*, 1998, 13(3): 8-12 (Fan L Z, Tang G X. The value of investment opportunity and investment decision — Geometric Brownian motion model[J]. *J of Systems Engineering*, 1998, 13(3): 8-12)
- [8] Prahalad G Hamel. The core competence of the corporation[J]. *Harvard Business Review*, 1990, 68(5): 79-91.
- [9] Porter M E. *Competitive Advantage*[M]. New York: Free Press, 1985. 18-110
- [10] 赫尔. 期权、期货和衍生证券[M]. 张陶伟译. 北京: 华夏出版社, 1997.

(上接第84页)

- (Xue A K, Sun Y X. Robustness analysis of guaranteed cost control of uncertain linear systems[J]. *Acta Automatica Sinica*, 2001, 27(3): 346-351.)
- [8] Mahmoud M S, Xie L. Guaranteed cost control of uncertain discrete systems with delays[J]. *Int J Control*,

- 2000, 73(2): 105-114
- [9] Xie L. Output feedback H_∞ control of systems with parameter uncertainty[J]. *Int J Control*, 1996, 63(5): 741-750