

政策不确定性与企业创新投资决策

——基于实物期权模型

黄雪花

西华大学经济学院, 四川 成都

收稿日期: 2023年2月8日; 录用日期: 2023年3月8日; 发布日期: 2023年3月20日

摘要

政策不确定性是影响企业微观经济主体投资决策的一个关键因素, 本文基于随机优化视角, 借助实物期权模型研究政策不确定性对企业创新投资决策的影响, 有助于企业完善对政策变化的应对策略制定和投资决策管理。本文假定创新产出产品价格服从几何布朗运动, 创新成本服从混合的几何布朗运动/跳跃过程, 从而实现将市场不确定性和政策不确定性引入创新投资模型, 研究显示当政策预期有利时, 政策不确定性增加将推迟企业进行创新; 否则, 当预期政策变得不利时, 政策不确定性的增加将加速企业进行创新。

关键词

实物期权, 政策不确定性, 企业创新, 泊松过程

Policy Uncertainty and Enterprise Innovation Investment Decision

—Based on Real Option Model

Xuehua Huang

School of Economics, Xihua University, Chengdu Sichuan

Received: Feb. 8th, 2023; accepted: Mar. 8th, 2023; published: Mar. 20th, 2023

Abstract

Policy uncertainty is a key factor affecting the investment decision-making of enterprise microeconomic entities. Based on the perspective of stochastic optimization, this paper uses the real option

model to study the impact of policy uncertainty on enterprise innovation investment decision-making, which will help enterprises improve their understanding of policy changes, coping strategy formulation and investment decision management. This paper assumes that the product price of the innovation output obeys the geometric Brownian motion, and the innovation cost obeys the mixed geometric Brownian motion/jump process, so as to realize the introduction of market uncertainty and policy uncertainty into the innovation investment model. The research shows that when the policy expectation is favorable, the policy increased uncertainty will delay firms from innovating; otherwise, increased policy uncertainty will accelerate firms' innovation when expected policies become unfavorable.

Keywords

Real Options, Policy Uncertainty, Corporate Innovation, Poisson Process

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

经济运行过程中本身就存在高度的不确定性，同时政府为了应对市场运行的不确定性会制定一系列调节经济的政策措施以促进国民经济的有序稳定增长，而在这一过程中，政策的不确定性必将影响微观经济主体的投资行为。创新投资是一个国家发展的重要战略，也是企业应对经济以及政策充满不确定性大环境的关键的战略部署和博弈要素。那么研究政策不确定性对企业创新投资行为的影响将有助于企业完善应对政策变化的策略制定和投资决策管理。Marcus (1981)就强调政策不确定下，企业面对着权衡创新收益和风险，这需要学者们进行更加深入的研究[1]。政策的频繁波动会影响企业的投资决策行为，增加企业的不确定性预期，部分企业会选择增加研发投入，部分则会做出相反的举措。

Bloom (2007)指出，由于创新活动在调整成本上的不同，政策不确定性对其不是负面的影响，不同于其他方面，它会对投资、就业、生产率等产生不利影响[2]。Bhattacharya (2014)基于实物期权理论，认为在经济政策环境不确定提升下企业在做出决策时更倾向于等待，以期获得更大的收益[3]。郝威亚等(2016)也基于实物期权理论从投资不可逆性的角度切入认为创新投入可能会由于不确定性而中断进而造成不可逆的损失。所以郝威亚等认为企业会暂停投资活动，以规避潜在的风险[4]。同样，韩亮亮等(2019)研究了 21 个国家的相关数据，对于经济政策不确定性指数和企业的创新投入两个指标进行实证研究，发现随着不确定性的增加，企业判断未来发展前景的难度提升，增加了融资成本，创新产出随之减小[5]。

但李敏(2019)基于沪深 A 股上市公司 2009~2017 年的数据为样本，从研发抑制性的角度来看，经济政策不确定性对于开发式创新没有影响，对于探索式的创新有促进作用，机构投资者有负向的调节作用[6]。Kulatilaka 和 Perotti (1998)认为经济政策不确定性上升会促进企业的研发创新，由于企业为了相对其他竞争对手更早一步行动，获取先占优势进一步增加市场份额，也有助于构建进入壁垒，打败竞争者[7]。汪丽等(2012)在不确定环境下如何有效推动企业的创新行为的研究中发现，企业创新强度与企业所处环境不确定性显著正相关[8]。随着经济政策不确定指数的出现发展，陈梦涛等(2020)研究发现经济政策不确定性越高，企业的创新投入越高[9]。

从上述研究者的研究中可以看出，部分国内外学者基于实物期权理论的投资不可逆的假设，认为经济政策不确定性会抑制企业的创新投入。另一部分的研究结论则与增长期权理论不谋而合，增长期权理

论认为如果企业能够预知市场的一切变动，则没有利润增长的空间，不确定性反而是创造企业利润的重要来源，则为了企业更好地发展，经济政策的不确定性会促进企业进行创新。

本文借用朱录(2017)对政策补贴不确定性的考虑方式，同时假定创新产出产品价格服从几何布朗运动，创新成本服从混合的几何布朗运动/跳跃过程[10]，将市场不确定性和政策不确定性引入创新项目的价值方程重点考察政策不确定性对企业创新项目决策时点的影响。通过方程求导，用图像的形式呈现出研究结果：当政策预期有利时($\theta > 0$)，政策不确定性增加($\theta^2\lambda$)将推迟企业进行创新；否则，当预期政策变得不利时($-1 < \theta < 0$)，政策不确定性($\theta^2\lambda$)的增加将加速企业进行创新。这与以往通过实证模型的方式研究的结果不同，政策不确定性对创新投资的影响不再是单纯的正向或负向，而是在预期政策的有利和不利两种情况下呈现出负向和正向的影响效果。

2. 实物期权模型的构建及推导

2.1. 模型假设

Dixit 和 Pindyck (1994)采用实物期权方法研究了企业的创新投资决策，这为后续学者研究不确定环境下企业的投资决策提供了很好的思路和框架[11]。

首先，根据实物期权模型的构建原则，假定创新项目成本 C 和新产品价格 P 的可微函数，且两者构成了企业创新项目的投资机会价值函数，即 $F = F(C, P)$ 。并且， C 和 P 服从伊藤过程，在连续时间上服从布朗运动，时不断变化的。

假定当政策发生变动时，只对创新成本 C 产生积极或者消极的影响，则受到政策影响的 C 产生了一个跳跃，此时 C 的服从结合几何布朗运动和跳跃运动的混合过程，除了发生伊藤过程增量，还有一个泊松条约过程的增量：

$$dC = \mu_c C dt + \sigma_c C dz_c - \theta C dq \quad (1)$$

其中， dq 为泊松过程，记为： $dq = \begin{cases} 1, \lambda dt \\ 0, 1 - \lambda dt \end{cases}$ ， λ 表示政策调整的频率，状态 1 表示在时间间隔内政策

发生调整且概率为 λdt ，0 表示不发生调整的概率为 $1 - \lambda dt$ 。且 $\lambda \subseteq (0, 1)$ 。 dz_c 是研发成本 C 服从的标准维纳过程， μ_c 表示企业创新项目研发成本 C 的期望增长率， σ_c 表示企业创新项目研发成本 C 波动率的标准差， θ 为政策调整给创新项目成本带来的变动率， θ 为负，则代表预期政策给企业的创新成本带来了 $|\theta C|$ 的增加，反之， θ 为正，政策预期给企业的创新成本带来了 θC 的减少。

已知 $dt \rightarrow 0$ ， dt 的高阶都是高阶无穷小可忽略不计，由式(1)可知： dC 的方差 $D(dC) = (\sigma_c^2 t + \theta^2 \lambda) C^2 dt$ ，其中 σ_c^2 是连续时间下由几何布朗运动描述下的经典实物期权定义的不确定性，而 $\theta^2 \lambda$ 则是由跳跃运动描述下的政策的不确定性。

而此时新产品价格 P 的变动服从几何布朗运动的伊藤过程：

$$dP = \mu_p P dt + \sigma_p P dz_p \quad (2)$$

从经济学的角度上看价格和成本是高度相关的，那么可知维纳过程增量 dz_c 和 dz_p 也会相关联，那可以假设 $E(dz_p dz_c) = \rho dt$ ，且 ρ 是创新成本 C 和创新产品价格 P 的相关系数。另外， μ_p 为 P 的期望增长率， σ_p 为 P 的波动率的标准差， dz_p 是价格 P 的标准维纳过程。

假定企业创新项目的价值为 V ，且项目的价值主要来源于未来创新产品上市后销售现金流和政策支持对创新项目的成本的直接抵扣部分，则当前项目的价值等于创新产品销售收入现金流贴现的期望值和政策支持带来的资金流入。假定企业的创新项目的寿命为 T ，企业占有一定的市场份额，新产品研发成功后每年的平均销量为 Q ，则本文勾画的项目价值表示为：

$$V = E\left[\int_0^T PQe^{-rt} dt\right] + \varphi C = \frac{PQ[1 - e^{-\delta_p T}]}{\delta_p} + \varphi C \quad (3)$$

$\frac{1 - e^{-\delta_p T}}{\delta_p}$ 可以看作创新项目的未来总的收益的总折现因子, 其中, $\delta_p = r - \mu_p$, r 为贴现率, 并且 $r > \delta_p$, 否则企业将不会进行创新。

为了能方便后面的模型求解和结果分析, 假定不考虑政府支持比例 φ 变动的影 响, 这里的 φ 相当于负的 θ 的绝对值, 比例 φ 在项目价值函数中存在的意义是为了引入创新项目的投资成本 C 。本文假定政府对政策的调整通过给企业创新投入成本带来积极或消极的影响进而影响企业对创新项目的投资决策。企业立即投资相当于买入美式看跌期权, 而企业延迟投资则看作买入美式看涨期权, 使得创新项目价值最大化的投资时机下的决策就是最优投资决策。

2.2. 模型求解

由以上假设可知, 企业创新项目的投资机会价值, 根据伊藤引理可得:

$$dF = \frac{\partial F}{\partial C} dC + \frac{\partial F}{\partial P} dP + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 F}{\partial C^2} (dC)^2 + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 F}{\partial C \partial P} dC dP + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 F}{\partial P^2} (dP)^2 \quad (4)$$

dq 是泊松过程, 且 $E(dq) = \lambda dt$ 。

已知: $E(dz) = 0, D(dz) = dt$; $dt \rightarrow 0$, dt 的高阶忽略不计; $E(dz_p dz_c) = \rho dt$ 。

由式(1)可得: $E(dc) = \mu_c dt + \theta C \lambda dt$, $E(dc)^2 = \sigma_c^2 C^2 dt + \theta^2 C^2 \lambda dt$;

由式(2)可得: $E(dP) = \mu_p P dt, E(dP)^2 = \sigma_p^2 P^2 dt$;

假设 dq 和 dP 相互独立, 则由式(1)和式(2)可得: $E(dC dP) = \sigma_c \sigma_p C P$;

对式(3)两边同时取期望, 将上述表达式代入可得:

$$E(dF) = \left(\mu_c C F_c + \mu_p P F_p + \frac{1}{2} \sigma_p^2 P^2 F_{pp} + \rho \sigma_c \sigma_p C P F_{cp} + \frac{1}{2} \sigma_c^2 C^2 F_{cc} \right) dt + \lambda \{ F[(1-\theta)C, P] - F(C, P) \} dt \quad (5)$$

二阶导数项和连续时间所引起的方差有关, 跳跃部分(离散点)产生的结果表现在等式右边的最后一项, 也就是体现了 F 在不同离散点间的差。

其中, $F_c = \frac{\partial F}{\partial C}, F_p = \frac{\partial F}{\partial P}, F_{cp} = \frac{\partial^2 F}{\partial C \partial P}, F_{pp} = \frac{\partial^2 F}{\partial P^2}$ 。

代入贝尔曼方程: $rF(C, P) = E(dF)$ 可得:

$$\left(\mu_c C F_c + \mu_p P F_p + \frac{1}{2} \sigma_p^2 P^2 F_{pp} + \rho \sigma_c \sigma_p C P F_{cp} + \frac{1}{2} \sigma_c^2 C^2 F_{cc} \right) dt + \lambda \{ F[(1-\theta)C, P] - F(C, P) \} dt - rF = 0 \quad (6)$$

上式中, r 是无风险利率, $\mu = r - \delta$, 须满足 $r > \delta$, 否则企业将会永久等待, 不进行创新投资成为最优投资决策。另假设 $\delta > 0$ 。

假设 $F = F(C, P)$ 函数是规模报酬不变的生产函数形式, 可以对企业创新项目投资机会价值函数 $F = F(C, P)$ 进行适当变换得到:

$F(C, P) = CF(1, P/C) = Cf(h), h = P/C$, 根据函数 F 和 f 的对应关系可得:

$$F_p = f'(h), F_c = f(h) - hf'(h), F_{pp} = f''(h)/C, F_{cc} = h^2 f''(h)/C, F_{pc} = -hf''(h)/C$$

将上述表达式代入式(5)进行化简处理, 等式两边同时除以 C 可得:

$$\begin{aligned} & \frac{1}{2}(\sigma_c^2 + \sigma_p^2 - 2\rho\sigma_c\sigma_p)h^2 f''(h) + (\mu_p - \mu_c)hf'(h) \\ & - (r + \lambda - \mu_c)f(h) + \lambda(1-\theta)f\left(\frac{h}{1-\theta}\right) = 0 \end{aligned} \quad (7)$$

可以看出方程(6)是二阶齐次常微分方程, 且初始条件为 $f(0) = 0$, 则不妨假设微分方程的解为: $f(h) = Ah^\gamma$, 并将其代入微分方程可得 γ 的特征方程:

$$\frac{1}{2}(\sigma_c^2 + \sigma_p^2 - 2\rho\sigma_c\sigma_p)\gamma(\gamma-1) + (\mu_p - \mu_c)\gamma - (r + \lambda - \mu_c) + \lambda(1-\theta)^{1-\gamma} = 0 \quad (8)$$

令 $\sigma^2 = \sigma_c^2 + \sigma_p^2 - 2\rho\sigma_c\sigma_p$, $\mu = \mu_p - \mu_c$, $\delta_c = r - \mu_c$, 则 γ 的特征方程可简化为:

$$\frac{1}{2}\sigma^2\gamma^2 + \left(\mu - \frac{1}{2}\sigma^2\right)\gamma - \delta_c - \lambda\left[1 - (1-\theta)^{1-\gamma}\right] = 0 \quad (9)$$

且 γ 为此非线性方程的正解。

创新项目的价值由 h 表达为 $v(h)$, 且满足 $f(v=0) = 0$, 再根据价值匹配条件: $f(h^*) = v(h^*) - C$ 和平滑粘贴条件: $f'(h^*) = v'(h^*)$ 可得政策不确定性条件下最优投资决策的临界值的表达式为:

$$h^* = \frac{\gamma}{\gamma-1} \frac{\delta_p}{Q\left[1 - e^{-\delta_p T}\right]} \quad (10)$$

将上式中的 $\frac{\delta_p}{Q\left[1 - e^{-\delta_p T}\right]}$ 简化表达为 δ , 参考前文有: $\delta > 0$ 则:

$$h^* = \frac{\gamma}{\gamma-1} \delta \quad (11)$$

下面, 根据 γ 的特征方程(9), 以及最优投资决策的临界值的表达式(10), 结合数值分析法分析政策不确定性对企业创新行为(推迟还是促进)的影响。

3. 政策不确定性对投资决策的影响分析

式(12)是创新项目投资临界值 h^* 对最优投资决策模型解 γ 的函数, 对 γ 求导可得:

$$\frac{\partial h^*}{\partial \gamma} = -\frac{\delta}{(1-\gamma)^2} < 0 \quad (12)$$

由贝尔曼方程中投资临界值 h^* 关于正根 γ 的导数小于 0 可知 h^* 与 γ 负相关。

接下来, 方程(8)的形式被转换为:

$$\frac{1}{2}\sigma^2\gamma^2 + \left(\mu - \frac{1}{2}\sigma^2\right)\gamma - \delta_c = \lambda\left[1 - (1-\theta)^{1-\gamma}\right] \quad (13)$$

方程(8)的解则为上式中左边函数和右边函数相等时的自变量 γ 的取值, 即左右两边图形的交点, 且取 $\gamma > 0$ 的交点。由投资临界值 $h^* > 0$ 可知, 方程(8)有一个大于 1 的解, 那么可以假设: 正解 $\gamma > 1$ 。

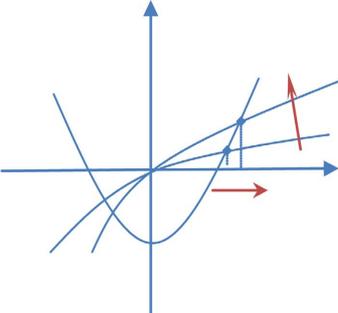
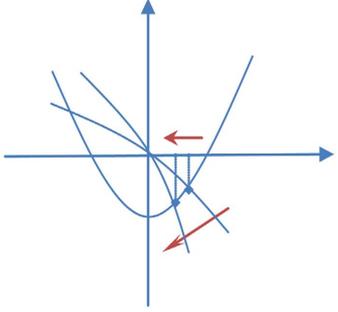
当 $\theta > 1$ 时, 方程(11)右边的函数将有一个不连续的域, 使得政策不确定性的影响非单调的。考虑到我国践行具有中国特色的稳健的政策, 且企业创新活动在国民经济发展中的重要作用, 我们可以合理地假设政府不会实施极端紧缩或者极端宽松的政策, 使企业的创新项目成本增长至 $(1+|\theta|)C$, $|\theta| > 1$ 或下降至 $(1-|\theta|)C$, $|\theta| > 1$ 。因此只考虑 $-1 < \theta < 1$ 的情况。

在正式开始探讨政策不确定性对投资时机的影响前先对前文所述的已知条件和假设条件进行梳理： $-1 < \theta < 1$ ； $\theta > 0$ 表示企业预期政策会对创新活动产生积极影响； $\theta < 0$ 表示企业预期未来政府出台的政策会对创新投资不利； $\lambda \in (0,1)$ ； $\gamma > 1$ ； $\delta_c > 0$ ； h^* 与 γ 呈负相关关系； $\theta^2\lambda$ 代表政策的不确定性。

a) θ 保持不变， λ 变动的情况下，政策不确定性 $\theta^2\lambda$ 对最优投资时机 h^* 的影响。

Table 1. The influence of policy uncertainty $\theta^2\lambda$ on optimal investment timing h^* when θ remains constant and λ changes

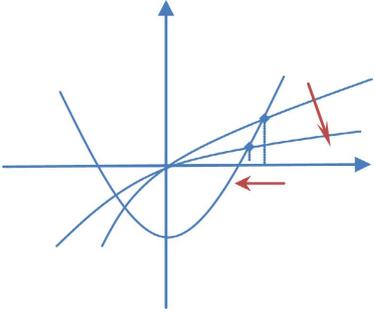
表 1. θ 保持不变， λ 变动的情况下，政策不确定性 $\theta^2\lambda$ 对最优投资时机 h^* 的影响分析表

θ 的值	图像	λ 与 γ	$\theta^2\lambda$ 与 h^*
$-1 < \theta < 0$		当 $\lambda \uparrow$ 时， $\theta^2\lambda \uparrow$ ，指数曲线逆时针向上旋转，与二次函数曲线的交点上移，对应的 $\gamma \uparrow$ 。	投资临界值 h^* 与 γ 呈负相关关系，因此 $\theta^2\lambda \uparrow$ 使得 $\gamma \uparrow$ 时， $h^* \downarrow$ 。这就意味着：当政策预期消极时 ($\theta < 0$)，政策不确定性的增加会加速企业进行创新投入。
$0 < \theta < 1$		当 $\lambda \uparrow$ 时， $\theta^2\lambda \uparrow$ ，指数曲线顺时针向下旋转，与二次函数曲线的交点下移，对应的 $\gamma \downarrow$ 。	投资临界值 h^* 与 γ 呈负相关关系，因此 $\theta^2\lambda \uparrow$ 使得 $\gamma \downarrow$ 时， $h^* \uparrow$ 。这就意味着：当政策预期积极时 ($\theta > 0$)，政策不确定性的增加会推迟企业进行创新投入。

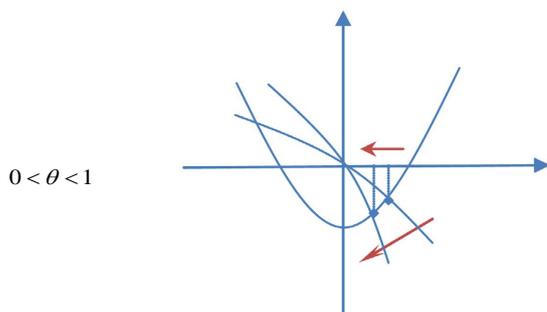
b) λ 保持不变， θ 变动的情况下，政策不确定性 $\theta^2\lambda$ 对最优投资时机 h^* 的影响。

Table 2. The influence of policy uncertainty $\theta^2\lambda$ on optimal investment timing h^* when λ remains constant and θ changes.

表 2. λ 保持不变， θ 变动的情况下，政策不确定性 $\theta^2\lambda$ 对最优投资时机 h^* 的影响分析表

θ 的值	图像	θ 与 γ	$\theta^2\lambda$ 与 h^*
$-1 < \theta < 0$		当 $\theta \uparrow$ 时， $\theta^2\lambda \downarrow$ ，指数曲线顺时针向下旋转，与二次函数曲线的交点下移，对应的 $\gamma \downarrow$ 。	投资临界值 h^* 与 γ 呈负相关关系，因此 $\theta^2\lambda \downarrow$ 使得 $\gamma \downarrow$ 时， $h^* \uparrow$ 。反过来， $\theta^2\lambda \uparrow$ 会使 $h^* \downarrow$ 。这就意味着：当政策预期消极时 ($\theta < 0$)，政策不确定性的增加会促进企业进行创新投入。

Continued



当 $\theta \uparrow$ 时， $\theta^2 \lambda \uparrow$ ，指数曲线顺时针向下旋转，与二次函数曲线的交点下移，对应的 $\gamma \downarrow$ 。

投资临界值 h^* 与 γ 呈负相关关系，因此 $\theta^2 \lambda \uparrow$ 使得 $\gamma \downarrow$ 时， $h^* \uparrow$ 。这就意味着：当政策预期积极时($\theta > 0$)，政策不确定性的增加会推迟企业进行创新投入。

根据上述表 1、表 2 的分析结果表明：当政策预期有利时($\theta > 0$)，政策不确定性增加($\theta^2 \lambda$)将推迟企业进行创新；否则，当预期政策变得不利时($-1 < \theta < 0$)，政策不确定性($\theta^2 \lambda$)的增加将加速企业进行创新。在预期政策是对企业创新不利，这种环境是指现在处于经济发展良好，但未来市场经济运行中可能存在经济过热或者说经济泡沫的存在，未来政府会发布一系列政策措施给经济“降温”，面对这种情况，企业会预期政策对投资不利，后续一系列的政策出台和调整带来的政策不确定性越高，即使目前市场状况良好，企业也更倾向于推迟创新投资；而当市场经济发展并不良好，越来越趋于经济紧缩，企业预测未来市场经济中出现投资不足，消费疲软等情况时，政府未来会陆续出台一系列的鼓励消费和投资的政策，即使当下企业经营环境不好，政策的不确定性也会促进企业进行创新投资，这也于战略增长理论不谋而合，在企业面临发展困境时以创新谋生存。

4. 结束语

假定创新产出产品价格服从几何布朗运动，创新成本服从混合的几何布朗运动/跳跃过程，从而实现将市场不确定性和政策不确定性引入创新项目价值模型，对实物期权模型进行构建和求解后通过数理处理和图像分析了政策不确定性对企业创新投资的临界值 h^* 的影响，本文的研究对现实中进行创新投资给予了一定的指导意义。研究表明：当政策预期有利时($\theta > 0$)，政策不确定性增加($\theta^2 \lambda$)将推迟企业进行创新；否则，当预期政策变得不利时($-1 < \theta < 0$)，政策不确定性($\theta^2 \lambda$)的增加将加速企业进行创新。研究结果与以往实证研究结果有出入，这也从另一方面说明运用实物期权方法研究企业的创新投资行为无疑是以后研究的方向之一。

参考文献

- [1] Marcus, A. (1981) Policy Uncertainty and Technological Innovation. *The Academy of Management Review*, **6**, 443-448. <https://doi.org/10.5465/amr.1981.4285783>
- [2] Bloom, N. (2007) Uncertainty and the Dynamics of R&D. *American Economic Review*, **97**, 250-255. <https://doi.org/10.1257/aer.97.2.250>
- [3] Bhattacharya, U., Hsu, P.-H., Tian, X. and Xu, Y. (2017) What Affects Innovation More: Policy or Policy Uncertainty? *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, **52**, 1869-1901. <https://doi.org/10.1017/S0022109017000540>
- [4] 郝威亚, 魏玮, 温军. 经济政策不确定性如何影响企业创新?——实物期权理论作用机制的视角[J]. 经济管理, 2016, 38(10): 40-54.
- [5] 韩亮亮, 佟钧营, 马东山. 经济政策不确定性与创新产出——来自 21 个国家和地区的经验证据[J]. 工业技术经济, 2019, 38(1): 11-18.
- [6] 李敏. 经济政策不确定性、机构投资者持股和企业研发投入——基于研发异质性视角[D]: [硕士学位论文]. 天津: 天津财经大学, 2019.
- [7] Kulatilaka, N. and Perotti, E.C. (1998) Strategic Growth Options. *Management Science*, **44**, 1021-1166.

<https://doi.org/10.1287/mnsc.44.8.1021>

- [8] 汪丽, 茅宁, 龙静. 管理者决策偏好、环境不确定性与创新强度——基于中国企业的实证研究[J]. 科学学研究, 2012, 30(7): 1101-1109+1118.
- [9] 陈梦涛, 王维安. 政策不确定性、融资结构与企业创新——基于我国 A 股上市公司的实证研究[J]. 上海金融, 2020(8): 40-51.
- [10] 朱录. 政府补贴政策与上市公司创新激励[D]: [博士学位论文]. 武汉: 中南财经政法大学, 2020.
- [11] Dixit, R.K. and Pindyck, R.S. (1994) Investment under Uncertainty. Princeton University Press, Princeton.
<https://doi.org/10.1515/9781400830176>