

# 不确定性如何影响上市公司 R&D 投入？ ——基于战略成长期权视角

刘 伟，戴冰清

(青岛科技大学 经济与管理学院, 山东 青岛 266061)

**摘要:** 基于战略成长期权理论, 采用 2011—2018 年中国沪深上市公司面板数据, 实证检验了不确定性对企业 R&D 投入影响的作用机制。研究发现, 不确定性环境下, 不同特征的企业在进行创新活动时获取的战略优势有差异, 进而对 R&D 投入的影响具有异质性。主要体现在: 相对于非高科技行业企业, 不确定性对高科技行业企业 R&D 投入的正向影响更显著; 竞争是不确定性对企业 R&D 投入产生积极影响的驱动力, 市场竞争程度越强, 不确定性对企业 R&D 投入的正向影响越大。研究结论支持成长期权理论, 即竞争中的企业在面临高度不确定性时会采取先发制人策略。

**关键词:** R&D 投入; 成长期权; 特质波动率; 不确定性

**中图分类号:** F830.591      **文献标志码:** A      **文章编号:** 2095-0098(2022)04-0049-10

## 一、引言

2008 年全球金融危机爆发以来, 世界经济复苏缓慢, 民族主义回潮与反全球化情绪高涨, 这些使世界经济增长的不确定性显著增加。同时, 中国经济在经历了持续高增长之后进入新常态, “三期叠加”的阶段性特征充分反映了这种复杂性和不确定性。新冠肺炎疫情的暴发进一步加剧了这种不确定性。在这个环境充满不确定性的时代, 企业的投资决策更加困难。企业通常认为, 早期投资尤其是研发投入, 与未来扩展的更大机会相关 (Kumar & Li, 2016)<sup>[1]</sup>。但是企业在面对 R&D 投入选择时, 现存的理论却给予了企业不同的决策方向。

不确定性会阻碍还是会促进 R&D 投入? 在实物期权理论 (Real option theory) 框架下, 企业在面临高度不确定性时会减少投资 (Abel & Eberly, 1996<sup>[2]</sup>; Abel et al., 1996<sup>[3]</sup>)。这是因为, 不确定性的增加会导致企业选择等待的价值高于立刻进行研发活动的价值。相反, 成长期权理论 (Growth option theory) 表明, 在竞争不完全的情况下, 不确定性可能会促进企业对成长期权的投资。该理论揭示了不确定性可能会产生成长选择, 延迟投资会使投资机会留给其他竞争者, 而“立即采取行动会挫败竞争对手并提高市场份额和利润” (Kulatilaka & Perotti, 1998<sup>[4]</sup>), 从而提高未来的竞争优势。

这些理论基于不同的假设: (1) 实物期权理论假设一家公司对投资机会拥有垄断权, 并且投资不影响产品价格或市场结构。(2) 成长期权理论假设产品市场不是垄断性市场时, 其他潜在竞争者可以抓住成长机会, 进行研发活动来影响产品价格或市场结构。在这样的市场中, 企业通常意识到, 早期投资特别是 R&D 投资, 与企业未来的发展息息相关。由于这两种理论所预测的不确定性与企业成长期权投资之间的关系是相反的, 因此实证结果很重要。

收稿日期: 2021-07-13

基金项目: 教育部人文社科项目“国家自主创新示范区创新生态系统和创业生态系统耦合机制研究” (19YJAZH002); 2020 年度青岛市社会科学规划项目“数字金融、融资约束与企业创新研究——以青岛市为例” (QDSKL2001248)

作者简介: 刘 伟 (1974—), 男, 山东莱州人, 博士, 副教授, 研究方向为企业成长、创新与创业管理。

基于此,运用中国上市公司财务数据来进行相关实证检验。与现有文献相比,本文的边际贡献体现在:第一,运用特质波动率作为不确定性的测度指标,为后续研究不确定性提供了指标参考。第二,基于成长期权视角,研究不确定性对中国沪深上市公司 R&D 投入的作用机制,检验企业行业属性和市场竞争程度的调节效应。本文拓展了与企业 R&D 投入和不确定性相关的研究领域,为后续研究提供了经验检验。

## 二、文献综述

已有文献对于不确定性的表征和测度,可分为宏观层面和微观层面。在宏观层面,王义中和宋敏(2014)<sup>[5]</sup>利用中国季度实际 GDP 变化率的条件方差作为宏观经济不确定性的度量指标,发现宏观经济不确定性通过外部需求、流动性资金需求和长期资金需求三个渠道影响公司的投资行为。孟庆斌和师倩(2017)<sup>[6]</sup>利用斯坦福大学和芝加哥大学联合公布的中国经济政策不确定性指数(EPU)衡量宏观经济政策不确定性,发现宏观经济政策不确定性正向影响企业 R&D 投入。顾夏铭等(2018)<sup>[7]</sup>采用该不确定性指数来衡量政策不确定性,发现经济政策不确定性正向影响企业的研发创新活动;梁权熙和谢宏基(2019)<sup>[8]</sup>也采用 EPU 指数来衡量政策不确定性,发现不确定性与企业的创新产出水平显著正相关。在微观层面,刘婧等(2019)<sup>[9]</sup>选择经过行业调整的企业过去五年销售收入的变异系数来衡量环境不确定性,发现环境不确定性与企业 R&D 投入呈现倒 U 型关系。戴静等(2019)<sup>[10]</sup>检验了官员任期及产业政策周期交错导致的政策不确定对企业 R&D 投资的影响,发现这种不确定性与企业 R&D 投资增长率显著负相关。但在现实经济中,税收、法规、汇率、利率、工资、和技术变革等一系列因素均会造成企业经营的不确定性。以上文献关于不确定性的测度都是基于某一方面,难以衡量企业所面临不确定性的整体情况。Bulan(2005)<sup>[11]</sup>在研究中使用公司的每日股票收益率估计的年特质波动率反映企业所面临的总不确定性。特质波动率是用来描述股票和债券等金融市场的波动。Jiang et al.(2009)<sup>[12]</sup>研究发现,特质波动率与 R&D 投资之间具有正相关关系。在计算特质波动率时,首先需要选择基准模型,已有文献的基准模型有 CAPM 模型和 Fama-French 三因子模型,然后对所选择的基准模型进行回归,回归残差的样本标准差即为该股票的特质波动率。此外,不确定性对企业投资行为的影响是双重的,无论不确定性对企业投资行为的影响是促进还是抑制,这种促进或抑制作用都可能因为企业宏观或微观环境的不同而有所差异。

关于不确定性与企业投资的关系,现有文献主要有以下结论:一是基于实物期权理论,认为不确定性增加会抑制企业投资。郝威亚等(2016)<sup>[13]</sup>利用 1998—2009 年中国工业企业数据,发现经济政策不确定性增加致使企业推迟研发投入决策,从而抑制企业创新。李凤羽和杨墨竹(2015)<sup>[14]</sup>使用斯坦福大学和芝加哥大学联合发布的月度 EPU 指数衡量我国经济政策的不确定性,发现经济政策不确定性的上升会对企业投资产生抑制作用。刘贯春等(2020)<sup>[15]</sup>研究发现,经济政策不确定性与固定资产投资显著负相关,并与金融资产投资显著正相关。谭小芬和张文婧(2017)<sup>[16]</sup>研究发现,实物期权渠道在经济政策不确定性抑制中国企业投资行为发挥主导作用。二是基于成长期权理论,认为不确定性增加会促进企业 R&D 投入。Van Vo & Le(2017)<sup>[17]</sup>研究美国上市公司不确定性与 R&D 投入的关系,发现不确定性会促进 R&D 投入。熊凯军(2021)<sup>[18]</sup>研究发现,经济政策不确定性与贸易政策不确定性均能促进制造业企业的 R&D 投入并提升企业的创新产出。顾群等(2020)<sup>[19]</sup>基于企业创新活动异质性的视角,发现经济政策不确定性对探索式创新有促进作用,对开发式创新没有影响。三是不确定性与企业投资之间呈现非线性关系。成力为等(2021)<sup>[20]</sup>研究发现经济政策不确定性与研发投入之间呈现倒 U 型关系,且中国及发展中国家比发达国家显著。刘婧等(2019)<sup>[9]</sup>研究发现环境不确定性与企业创新投入、创新产出及创新效率都具有倒 U 型关系。

众多学者研究发现,不确定性对企业创新的影响会随着企业特质的不同而有所差异。因此,从行业属性和市场竞争程度的视角探讨不确定性对企业 R&D 投入发挥效应的适用条件。主要研究以下问题:企业的行业属性会如何影响不确定性对企业的 R&D 投入?企业的市场竞争强度又会在其中发挥怎样的作用?基于上述分析,基于成长期权视角,利用特质波动率作为不确定性的衡量指标,运用中国沪深上市公司 2011—2018 年的财务数据,研究不确定性对企业 R&D 投入的影响机制,进一步拓展不确定性与企业投资的理论与实证研究。

### 三、理论机制

Kulatilaka & Perotti(1998)<sup>[4]</sup>开发了战略成长期权模型,以表明在不完全竞争下,不确定性可以鼓励对增长选择的投资。本文运用战略成长期权理论分析不确定性对企业 R&D 投入的影响机制。

假设:如果开始公司不进行 R&D 投入,其单位成本为  $K$ ,相反,如果企业为提高未来效益而进行 R&D 投入,则该企业未来的单位成本将降低到  $k$  ( $k < K$ );对商品的需求在价格上是线性的,并且在随机变量  $\mu$  上是递增的。令  $P(Q)$  为逆需求函数,将市场价格表示为需求量  $Q$  的函数:

$$P(Q, \theta) = \theta - Q$$

其中,  $\theta$  是市场需求参数,需求参数是不确定的,并在  $(0, \infty)$  上分布,期望值  $E_0(\theta) = \theta_0 > 0$ ,用市场需求参数  $\theta$  表示市场的不确定性。

第一家公司(公司1)可以选择是否在时间0进行 R&D 投入,来影响未来市场结构。第二家公司(公司2)可以选择在时间1进入市场,其单位生产成本为  $K$ 。如果两家公司都生产,则市场结果是古诺竞争。

首先考虑以下情况:公司1没有进行任何 R&D 投入,因此之后相对于竞争对手没有任何战略优势。如果两家公司都选择生产,它们将面临相同的生产成本  $K$ 。只要  $\theta \geq K$  (令  $\theta^* = K$ ),结果就是对称的古诺均衡,即他们平等地瓜分市场;每个公司生产数量为  $Q_1^N = (\theta - K)/3$ ,它产生的利润为  $\pi_1^N = (\theta - K)^2/9$ 。如果  $\theta < K$ ,两家公司都不生产,因为边际收益低于边际成本。

相反,如果公司1在时间0进行  $I$  的 R&D 投入,则市场结构会受到其战略优势的影响,而公司2在做进入市场的决策时就会意识到这一战略优势。所以,在时间1如果两家公司都生产,则公司1将生产数量为  $Q_1^I = (\theta + K - 2k)/3$  ( $\theta > 2K - k$ , 令  $\theta^{**} = 2K - k$ ),它将产生的利润为  $\pi_1^I = (\theta + K - 2k)^2/9$ 。现在,对于公司2来说,选择生产较低的数量  $Q_2^I = (\theta - 2K + k)/3$ ,利润为  $\pi_2^I = (\theta - 2K + k)^2/9$  是最佳选择。

可以推出  $Q_2^I$  小于  $Q_1^I$ ,理由是:首先,因为公司2面临更高的生产成本;其次,因为公司2认识到公司1扩大生产的积极性更高(战略投资的效果);最后,除非  $\theta \geq \theta^{**}$  (高于  $\theta^*$ ),否则公司2不会进入(这就是进入劝阻的效果)。结果,在  $\theta^{**} > \theta > k$  的条件下,公司1充当垄断者,收取价格  $(\theta - k)/2$  并获得利润  $(\theta - k)^2/4$ 。通常,公司1的 R&D 投入产生的成本优势会体现在市场份额和利润的增加。结论是, R&D 投入可以提升企业的市场份额。

综上所述,公司1在未进行 R&D 投入获得的利润  $\pi_1^N$  和进行 R&D 投入获得的利润  $\pi_1^I$  的情况下如下:

$$\pi_1^N = \begin{cases} 0 & \theta < \theta^* \\ (\theta - K)^2/9 & \theta \geq \theta^* \end{cases} \quad \pi_1^I = \begin{cases} 0 & \theta \leq k \\ (\theta - k)^2/4 & k < \theta < \theta^{**} \\ (\theta + K - 2k)^2/9 & \theta \geq \theta^{**} \end{cases}$$

和前文一样,这些利润函数是连续的,并且在  $\theta$  中单调增加,利润与需求成比例地增加。如果公司1在时间0进行 R&D 投入,利润会随需求更快地增长。由于  $k$  为正,不能得到一般的结果,所以把  $k$  的值标准化为0。

为了解最佳投资的均衡问题,研究了 R&D 投入事后净收益的特征,定义为  $\Delta = \pi_1^I - I - \pi_1^N$ 。在  $\theta^* = K$  处,对应于无 R&D 投入的对称古诺均衡,这与垄断情况相同:此时边际利润率是连续的,但不可微分(对于超出此点的一系列需求,相对于投资的相对收益要高于垄断情况。这反映了以下事实:由于竞争而失去了市场份额,不进行投资会导致较低的收益,因此在此范围内,存在更大的投资动机。当需求很高时,垄断者会从成本优势中获得更多收益,而投资公司的相对市场份额收益却下降)。 $\theta^*$  和  $\theta^{**}$  之间相对于投资的相对收益在  $\theta$  中凸出,但利润以较低的速度增长。当需求高于较高的进入门槛  $\theta^{**}$  时,竞争对手进入这里会导致投资公司的价格和产出增长率均下降,并导致边际利润率不连续。总之,净增益函数在进入劝阻( $\theta \leq \theta^{**}$ )的区域中是分段凸的,对于  $\theta > \theta^{**}$  是线性的。

公司1在时间0面临的最佳投资决策需要比较进行 R&D 投入的相对净现值。

$$V_1^N = E_0[\pi_1^N] = E_0\left[\frac{1}{9}(\theta - K)^2 \mid \theta \geq \theta^*\right] \Pr ob(\theta \geq \theta^*)$$

$$V_1' = E_0[\pi_1'] - I = E_0\left[\frac{1}{9}(\theta + K)^2 \mid \theta \geq \theta^{**}\right] \Pr ob(\theta \geq \theta^{**}) + E_0\left[\frac{1}{4}\theta^2 \mid \theta^{**} > \theta\right] \Pr ob(\theta^{**} > \theta) - I$$

令  $H(\theta_0) = E(\Delta)$  表示战略投资的预期净收益  $V_1' = V_1^N$ 。使得公司 1 对是否进行战略投资无关的阈值预期需求由  $\theta$  表示,并由  $H\theta = 0$  定义。Kulatilaka & Perotti(1998)<sup>[4]</sup> 证明,当  $\theta_0$  超过唯一阈值  $\theta$  时,战略投资是最优的。从估值表达式中可以明显看出,随着需求参数  $\theta$  的增大,获得成长期权的价值在严格增加。这是市场力量和詹森不等式所产生的利润凸凹的结果。这表明,随着需求不确定性的增加,投资动机无疑将增加。但是,与实物期权一样,随着需求不确定性的增加,不进行投资的净现值也在增加。因此,事后边际利润差异的形状(即  $\Delta$  的曲率)将决定不确定性的总体影响。

在不完全竞争的情况下,竞争者在进入点  $\theta^{**}$ ,投资的边际净收益不连续下降。当预期需求在此点附近时,概率利润分布的损失将超过收益,因为利润在  $\theta < \theta^{**}$  处呈凸形并且在此范围之上呈线性。对于低于  $\theta^{**}$  的  $\theta$  值,战略投资的收益是分段凸的。因此,在此范围内,不确定性会鼓励投资。

综上所述,不确定性对投资相对价值影响的方向取决于战略优势的大小,由成本优势  $K$  来确定。当  $K$  大时,需求进入劝阻范围( $\theta < \theta^{**}$ )较大,因此  $\Delta$  的凸面积较大。结果,较高的不确定性影响倾向于投资;当  $K$  小时,结果相反。R&D 投入作为企业的重大投资项目会使企业受到高融资成本和高调整成本的“双高”问题困扰,不同特征的企业在进行 R&D 投入时所获取的战略优势会存在差异。因此,不确定性对于不同特征企业 R&D 投入的影响具有异质性。

#### (一) 企业行业属性的调节作用

企业所属行业属性会影响企业 R&D 投入所获取的战略优势,这将影响企业应对不确定性所作出的投资选择。相对于非高科技行业企业,高科技行业企业更加注重 R&D 投入,主要有以下原因:首先,R&D 是企业的核心业务(Porter & Millar,1985)<sup>[21]</sup>;其次,R&D 投入相比于资本投资,更有利于企业未来的发展,能够使企业获得可持续性发展能力(Lengnick-Hall,1992)<sup>[22]</sup>。而且,R&D 投入带来的新技术还能有效提高实物投资的生产力。高科技行业企业产品技术迭代快、R&D 投入高、市场竞争激烈,该行业企业必须保持高质量的产品创新才能不被淘汰。同时,高科技行业企业的产品属性决定了他们必须对市场变化迅速作出反应,因此更加重视早期战略投资,从而抓住未来增长机会以保持竞争优势。相较于非高科技行业企业,高科技行业企业更有可能借助不确定性带来的发展机会,加大企业 R&D 投入来增强创新能力。因此,提出如下假说:

H1: 相对于非高科技行业企业,不确定性对高科技行业企业 R&D 投入的正向影响更显著。

#### (二) 市场竞争程度的调节作用

竞争的激烈程度会影响企业的研发动力(Boone,2001)<sup>[23]</sup>。通常情况下,降低成本提高生产率将在更具竞争性的环境中带来更大的利润增长,形成对企业研发投入的激励。在市场竞争程度较弱的行业中,行业领导者已经占有较大市场份额,所以不会有太大的动力进行研发投入。而行业追随者会模仿行业领导者的技术,不会也没有激励进行技术创新;在市场竞争程度较强的行业中,虽然一项创新技术并不一定能够赋予企业市场垄断地位,但创新的成功可能会帮助企业获得更高的市场份额,使企业更有机会超越竞争对手。因此,在市场竞争程度较强的行业中,企业会更加重视研发。虽然在市场集中程度高的行业中,市场份额占比高的企业会更有能力进行创新,但竞争性行业中的企业往往具有更大的创新可能性。在成长期权理论中,竞争是不确定性对企业 R&D 投入产生积极影响的驱动力。因为在激烈的市场竞争中,企业承受更大的生存压力,而且等待期权的价值很容易被侵蚀,所以企业为了增加自身的竞争优势会加大 R&D 投入。因此,提出如下假说:

H2: 市场竞争程度越强,不确定性对企业 R&D 投入的正向影响越大。

### 四、数据与模型设定

#### (一) 样本与数据

本文研究不确定性对企业 R&D 投入的影响,选取了 2011—2018 年中国沪深上市公司为研究样本。其中实证研究中企业的 R&D 投入、企业规模、企业年龄、资产收益率、托宾 Q 值、有形资产比率、现金流比率、

行业分类等信息,来源于 IFIND 数据库、CSMAR 数据库、RESSET 数据库。考虑到数据的可获得性和数据质量对研究结果的影响,本文在实证分析之前对样本进行了如下处理:(1)剔除在观测期内被 ST、\*ST 等特殊处理的上市公司;(2)剔除在观测期内被 PT 和退市的公司;(3)剔除金融、保险类企业;(4)剔除数据缺失样本,为了减少离群值的影响,主要变量经过前后 1% 缩尾处理。

## (二) 变量测量

1. 被解释变量。企业研发投入(  $RDAT$  )。采用研发投入除以总资产的占比表示。

2. 核心解释变量。不确定性(  $IVOL$  )。通过计算得到的特质波动率作为企业所面临不确定性的代理变量。通过使用 Fama - French 三因子回归模型来估算特质波动率,该方法在金融文献中得到了广泛使用。具体来说,进行以下回归:

$$r_{it} = \alpha + \beta_{m,t}(r_{m,t}) + \beta_{smb,t}(SMB_t) + \beta_{hml,t}(HML_t) + \mu_{it}$$

其中,  $r_{it}$  是股票  $i$  的每日超额收益,  $r_{m,t}$  是每日超额市场收益,  $SMB_t$  和  $HML_t$  是基于公司规模的投资组合收益率和基于账面市值比的投资组合收益率。然后利用回归残差的样本标准差得到该股票的年度特质波动率。

$$IVOL_{it} = Std(\mu_{it}) \times \sqrt{T_{it}}$$

其中,  $Std(\mu_{it})$  代表残差  $\mu_{it}$  的标准差,  $\sqrt{T_{it}}$  代表股票  $i$  在  $t$  年的交易天数。

3. 调节变量。

(1) 高科技行业(  $hightech$  )。  $hightech$  表是否为高科技行业的虚拟变量,当企业为高科技行业取值为 1,否则取 0。借鉴顾夏铭等(2018)<sup>[7]</sup>的研究,行业分类依据参照国家统计局高技术产业分类标准,将企业归为高科技行业企业和非高科技行业企业两种类型。将医药制造、航空航天器及设备制造、电子通信及设备制造、计算机及办公设备制造、医疗仪器设备及仪器仪表制造、信息化学品制造等归为高科技行业,其他为非高科技行业。

(2) 市场竞争程度(  $HHI$  )。赫芬达尔指数是一个衡量市场集中度的综合指标,以此作为市场竞争程度的衡量指标。赫芬达尔指数越大表明该行业市场竞争程度越弱,垄断程度越高;该指数越小表明该行业市场竞争程度越强,企业竞争越激烈。但是在使用赫芬达尔指数计算的市场集中度中,如果不考虑市场边界,市场集中度可能有很大的误导性(智艳 2014)<sup>[24]</sup>。借鉴王永进和施炳展(2014)<sup>[25]</sup>的做法,使用如下公式计算赫芬达尔指数(  $HHI$  ):

$$HHI_{ijt} = \sum_i^n \left( \frac{sale_{ijt}}{sale_{jt}} \right)^2$$

其中,  $HHI_{ijt}$  表示  $r$  地区  $j$  行业  $t$  时间的赫芬达尔指数,衡量  $r$  地区  $j$  行业  $t$  时间的市场竞争程度,  $sale_{ijt}$  表示  $r$  地区  $j$  行业  $t$  时间  $i$  企业的销售额,  $sale_{jt}$  表示  $r$  地区  $j$  行业  $t$  时间的总销售额。在计算赫芬达尔指数时按照企业所在省份构建省级市场集中度(王永进和施炳展 2014)<sup>[25]</sup>,运用省级市场集中度来衡量市场竞争程度。

4. 控制变量。借鉴顾夏铭等(2018)<sup>[7]</sup>和 Van Vo & Huong Thi(2017)<sup>[17]</sup>的研究选取如下变量为控制变量:(1)企业规模(  $\ln Asset$  ),采用企业总资产的自然对数度量公司规模。(2)企业盈利能力(  $RoA$  ),采用资产收益率来衡量企业盈利能力,用净利润/总资产表示。(3)托宾  $Q$  值(  $Q$  ),表示企业投资和成长机会,采用市值/总资产表示。(4)有形资产比率(  $Tangibility$  ),与企业所拥有的有形资产和无形资产的结构有关,用有形资产/总资产表示。(5)现金流比率(  $Cashflow$  ),与企业可用资金状况有关,采用(企业经营和投资活动获得现金流)/总资产表示。(6)企业年龄(  $\ln Age$  ),从企业创立当年开始计算,采用企业年龄的对数来表示。(7)资产负债率(  $Alr$  ),该指标是衡量公司负债水平的综合指标。资产负债率越高,企业的财务风险越高。采用负债总额/资产总额表示。

## (三) 设定计量模型

为验证假说 H1,考察企业行业属性在不确定性影响企业 R&D 投入中的调节效应,引入不确定性与是否为高科技行业哑变量的交互项  $IVOL \times hightech$ ,设定如下模型:

$$RDAT_{it} = \beta_0 + \beta_1 IVOL_{i,t-1} + \beta_2 IVOL_{i,t-1} \times hightech_{it} + \beta_3 hightech_{it} + \beta_4 Roa_{i,t-1} + \beta_5 Tangibility_{i,t-1} + \beta_6 Cashflow_{i,t-1} + \beta_7 Alr_{i,t-1} + \beta_8 \ln Age_{it} + \beta_9 \ln Asset_{i,t-1} + \beta_{10} Q_{i,t-1} + \beta_{11} Ind + \beta_{12} Year + \varepsilon_{i,t-1} \quad (1)$$

其中  $i$  表示企业个体  $t$  表示年份, 因变量  $RDAT_{it}$  表示企业  $i$  在  $t$  年的 R&D 投入。考虑到不确定性与 R&D 投入之间的关系可能存在内生性问题的干扰, 并且企业创新活动并不是一蹴而就。所以在基本回归中, 所有解释变量、控制变量(企业年龄、年份、行业除外)均采用滞后被解释变量一期的做法。 $IVOL_{i,t-1}$  表示  $i$  上市公司在  $(t-1)$  年面临的不确定性。 $Roa_{i,t-1}$ 、 $Tangibility_{i,t-1}$ 、 $Cashflow_{i,t-1}$ 、 $Alr_{i,t-1}$ 、 $\ln Age_{i,t-1}$ 、 $\ln Asset_{i,t-1}$ 、 $Q_{i,t-1}$  是一系列控制变量, 分别表示企业盈利能力、有形资产比率、现金流比率、资产负债率、年龄、企业规模和企业投资成长机会, 下文控制变量均用 Controls 代替。 $Year$  和  $Ind$  分别表示年份和行业的固定效应。预期方程(1)的回归结果中  $IVOL$  的系数显著为正, 交互项  $IVOL \times hightech$  的系数同样显著为正。

同理, 为验证假说 H2, 市场竞争程度在不确定性影响企业 R&D 投入中的调节效应, 引入不确定性与赫芬达尔指数的交互项  $IVOL \times HHI$ , 设定如下模型:

$$RDAT_{it} = \beta_0 + \beta_1 IVOL_{i,t-1} + \beta_2 IVOL_{i,t-1} \times HHI_{i,t-1} + \beta_3 HHI_{i,t-1} + \beta_4 Controls_{i,t-1} + \varepsilon_{i,t-1} \quad (2)$$

预期方程(2)的回归结果中  $IVOL$  的系数显著为正, 交互项  $IVOL \times HHI$  的系数显著为负。

## 五、实证结果和分析

在实证检验中, 解释变量、控制变量均滞后被解释变量一期, 采用双向固定效应模型进行回归。为减少离群值的影响, 所有变量(虚拟变量除外)都经前后 1% 缩尾处理。运用 STATA14.0 对数据进行处理。

### (一) 描述性统计分析

在表 1 中, 可以看到企业的 R&D 投入占总资产的平均比率为 2%, 而在第 25 个百分位数和第 75 个百分位数处的平均值分别为 1% 和 3%。该证据表明, R&D 投入主要集中在部分行业的企业中。Eberhart et al. (2004)<sup>[26]</sup> 的研究发现, 研发活动更集中在高科技行业中的企业。其次, 特质波动率范围在 0.140 至 0.710 之间, 平均值为 0.340, 而第 25 个百分点和第 75 个百分点分别为 0.260 和 0.400。托宾 Q 值最小值为 0.900, 最大值为 8.380, 平均值为 2.090。该表也报告了其他主要变量的统计信息。

表 1 描述性统计

变量	mean	25th	75th	min	max	std	N
$RDAT$	0.020	0.010	0.030	0	0.120	0.020	18116
$IVOL$	0.340	0.260	0.400	0.140	0.710	0.110	16373
$Q$	2.090	1.280	2.400	0.900	8.380	1.300	15882
$Roa$	0.040	0.010	0.070	-0.170	0.270	0.050	20139
$Tangibility$	0.470	0.300	0.640	-0.070	0.900	0.230	20138
$Cashflow$	-0.020	-0.080	0.040	-0.340	0.280	0.100	20135
$Alr$	0.410	0.250	0.560	0.050	0.870	0.200	20138
$\ln Age$	2.860	2.670	3.070	1.600	3.520	0.310	20190
$\ln Asset$	22.130	21.230	22.840	18.970	25.880	1.260	20137
$hightech$	0.170	0	0	0	1	0.380	20190
$HHI$	0.420	0.150	0.620	0.040	1	0.310	20190

### (二) 实证检验与分析

首先, 由于不同行业企业的投资倾向可能不同, 所以控制行业固定效应。其次, 因波动性和企业的 R&D 投入都与业务周期和宏观经济变量有关, 所以进一步控制时间效应, 采用双向固定效应模型进行实证检验。

1. 行业属性的调节效应。相对于非高科技行业企业而言, 不确定性对高科技行业企业 R&D 投入的正向影响更显著。参照国家统计局高技术产业分类标准将企业归为高科技行业企业 and 非高科技行业企业两种类型, 运用方程(1)对假说一进行检验。在表 2 模型 1 中, 只加入被解释变量( $RDAT$ ), 核心解释变量( $IVOL$ ), 调节变量( $hightech$ ), 交互项( $IVOL \times hightech$ ), 可以看到不确定性( $IVOL$ )、不确定性与企业行业属性交互项( $IVOL \times hightech$ )的系数均在 1% 的水平上显著为正, 初步验证了假说 H1 的结论。在表 2

模型 2 中加入控制变量的多元回归,  $IVOL \times hightech$  的系数为 0.009 仍然在 1% 水平上显著为正。这表明相对于非高科技行业企业而言, 当不确定性上升时, 高科技行业企业进行 R&D 投入能获取更大的战略优势, 更易受到激励增加 R&D 投入, 验证了假说 H1 中行业属性的调节作用。

在控制变量方面, 企业规模(  $\ln Asset$  ) 和企业年龄(  $\ln Age$  ) 均与 R&D 投入呈显著的负相关关系。这说明企业规模越大, 其创新强度越弱; 企业年龄越大, 其创新活力越小, 这与顾夏铭等( 2018) <sup>[7]</sup> 的发现一致。托宾 Q 和企业盈利能力的系数均显著为正, 说明了企业的成长机会越大、盈利能力越强, 就会进行更多的 R&D 投入。

2. 市场竞争程度的调节效应。根据成长期权理论, 不确定性对企业 R&D 投入产生积极影响的驱动力是竞争。因此, 该部分研究市场竞争程度的强弱在不确定性影响企业 R&D 投入中发挥的作用。采用赫芬达尔指数衡量市场竞争程度, 指数越大表明企业所在行业竞争越激烈, 指数越小表明企业所在行业垄断程度越高。赫芬达尔指数的计算需要考虑市场边界, 在该部分市场竞争程度的衡量采用省级市场集中度。运用方程( 2) 对假说 H2 进行检验。在表 2 模型 3 中, 只加入被解释变量(  $RDAT$  ), 核心解释变量(  $IVOL$  ), 调节变量(  $HHI$  ), 交互项(  $IVOL \times HHI$  ), 可以看到不确定性与市场竞争程度的交互项(  $IVOL \times HHI$  ) 的系数为 -0.012, 在 1% 水平上显著为负, 初步验证了假说 H2 的结论。在表 2 模型 4 中加入控制变量的多元回归,  $IVOL \times HHI$  的系数为 -0.010, 仍然 1% 水平上显著为负, 这表明不确定性环境下, 市场竞争程度越强的企业对于 R&D 投入所获取的相对价值越高, 越有动力进行创新投入, 即市场竞争程度越强, 不确定性对企业 R&D 投入的正向影响越大, 验证了假说 H2 中市场竞争程度的调节作用。

表 2 不确定性影响企业 R&D 投入的回归结果

变量	$RDAT$ 模型 1	$RDAT$ 模型 2	$RDAT$ 模型 3	$RDAT$ 模型 4
$L. IVOL$	0.012*** ( 7.92)	0.004** ( 2.35)	0.017*** ( 8.35)	0.010*** ( 4.42)
$L. ( IVOL \times hightech)$	0.009*** ( 2.98)	0.009*** ( 2.90)		
$hightech$	0.002 ( 1.60)	0.001 ( 1.12)		
$L. ( IVOL \times HHI)$			-0.012*** ( -2.92)	-0.010*** ( -2.60)
$L. HHI$			-0.004*** ( -3.04)	-0.004*** ( -2.60)
$L. Q$		0.001*** ( 7.10)		0.001*** ( 8.36)
$L. Roa$		0.050*** ( 15.48)		0.047*** ( 14.45)
$L. Tangibility$		0.003* ( 1.87)		0.003** ( 1.99)
$L. Cashflow$		0.002 ( 1.09)		0.002 ( 1.54)
$L. Alr$		0.001 ( 0.45)		0.001 ( 0.56)
$L. \ln Asset$		-0.001*** ( -3.58)		-0.000*** ( -2.71)
$L. \ln Age$		-0.002*** ( -3.95)		-0.002*** ( -3.77)
Constant	0.005 ( 0.97)	0.024*** ( 3.43)	0.009* ( 1.68)	0.023*** ( 3.31)
Observations	12 639	12 184	12 639	12 184

变量	<i>RDAT</i>	<i>RDAT</i>	<i>RDAT</i>	<i>RDAT</i>
	模型 1	模型 2	模型 3	模型 4
R - squared	0.249	0.287	0.254	0.290
Ind effects	YES	YES	YES	YES
Year effects	YES	YES	YES	YES

注: \*、\*\*、\*\*\* 分别代表在 10%、5%、1% 的水平上显著 括号内为 p 值。

### (三) 稳健性检验

前文把所有企业按行业属性分为高科技行业企业和非高科技行业企业,其中高科技行业企业赋值为 1,非高科技行业企业赋值为 0,然后在回归模型中用不确定性与企业行业属性的交互项( $IVOL \times hightech$ )检验假说一。

在这一部分,借鉴 Van Vo & Huong Thi(2017)<sup>[17]</sup>的研究方法,把高科技行业企业和非高科技行业企业分组进行回归,在表 3 中,模型 1 为高科技行业企业的回归结果,模型 2 为非高科技行业企业的回归结果。可以看到,相对于非高科技行业企业而言,高科技行业企业 *IVOL* 的系数更加显著,这一检验结果验证了假说 H1。

在前文,采用省级市场集中度(*HHI*)作为市场竞争程度的衡量指标,对假说 H2 进行检验。对于这一部分,按照东、中、西三区划分市场边界,计算赫芬达尔指数,表 3 模型 3 为采用三区市场竞争程度进行的回归结果,结果支持假说 H2;表 3 模型 4 为采用不划分市场边界的行业集中度进行的回归结果,结果依旧支持假说 H2。

表 3 稳健性检验回归结果

变量	<i>RDAT</i>	<i>RDAT</i>	<i>RDAT</i>	<i>RDAT</i>
	模型 1	模型 2	模型 3	模型 4
<i>L. IVOL</i>	0.014*** (3.53)	0.004** (2.47)	0.008*** (4.44)	0.008*** (4.37)
<i>L. (IVOL × HHI)</i>			-0.020*** (-2.67)	-0.025** (-2.14)
<i>L. HHI</i>			-0.008*** (-2.89)	-0.011** (-2.41)
<i>L. Q</i>	0.002*** (6.82)	0.001*** (3.89)	0.001*** (7.97)	0.001*** (7.51)
<i>L. Roa</i>	0.068*** (8.19)	0.044*** (12.44)	0.048*** (14.65)	0.049*** (15.08)
<i>L. Tangibility</i>	-0.000 (-0.07)	0.004** (2.49)	0.003** (2.03)	0.003* (1.90)
<i>L. Cashflow</i>	0.002 (0.48)	0.002 (1.20)	0.002 (1.25)	0.002 (1.02)
<i>L. Alr</i>	-0.000 (-0.07)	0.001 (0.65)	0.001 (0.61)	0.000 (0.10)
<i>L. ln Asset</i>	0.000 (0.26)	-0.001*** (-3.54)	-0.001*** (-3.34)	-0.001*** (-3.21)
<i>L. ln Age</i>	-0.006*** (-4.37)	-0.001 (-1.53)	-0.002*** (-4.26)	-0.002*** (-4.19)
Constant	-0.005 (-0.22)	0.025*** (3.42)	0.027*** (3.91)	0.026*** (3.73)
Observations	2 286	9 898	12 184	12 184
R - squared	0.148	0.318	0.291	0.286
Ind effects	YES	YES	YES	YES
Year effects	YES	YES	YES	YES

注: \*、\*\*、\*\*\* 分别代表在 10%、5%、1% 的水平上显著 括号内为 p 值。



## 六、结论与启示

战略成长期权理论是指在不完全市场竞争下,由于各种不确定性的存在使得企业为了获取未来的增长机会而进行的早期投资。从战略成长期权视角切入,利用中国沪深上市公司 2011—2018 年的财务数据考察了企业行业属性和市场竞争程度在不确定性与企业 R&D 投入间的影响机制。主要结论如下:第一,相对于非高科技行业企业,不确定性对高科技行业企业 R&D 投入的正向影响更显著。第二,市场竞争程度越强,不确定性对企业 R&D 投入的正向影响越大。

基于以上结论,得到如下启示:

第一,不确定性对企业 R&D 投入的影响在高科技行业和非高科技行业的企业是有差异的。所以当出现外部冲击之时,政府有必要制定针对性的政策,采取差异化的手段来激励非高科技行业的企业进行创新。

第二,政府应通过加强市场规制、放松行业进入壁垒以达到提高市场竞争程度的目的,这有利于激励企业进行 R&D 投入、推动技术进步,提升企业整体的创新能力与创新水平。

### 参考文献:

- [1] Kumar P., Li D. Capital Investment, Innovative Capacity, and Stock Returns [J]. The Journal of Finance, 2016 (5): 2059 – 2094.
- [2] Abel A. B., Eberly J. C. Optimal Investment with Costly Reversibility [J]. The Review of Economic Studies, 1996 (4): 581 – 593.
- [3] Abel A. B., Dixit A. K., Eberly J. C. et al. Options, the Value of Capital, and Investment [J]. The Quarterly Journal of Economics, 1996 (3): 753 – 777.
- [4] Kulatilaka N., Perotti E. C. Strategic Growth Options [J]. Management Science, 1998 (8): 1021 – 1031.
- [5] 王义中, 宋敏. 宏观经济不确定性、资金需求与公司投资 [J]. 经济研究, 2014 (2): 4 – 17.
- [6] 孟庆斌, 师倩. 宏观经济政策不确定性对企业研发的影响: 理论与经验研究 [J]. 世界经济, 2017 (9): 75 – 98.
- [7] 顾夏铭, 陈勇民, 潘士远. 经济政策不确定性与创新——基于我国上市公司的实证分析 [J]. 经济研究, 2018 (2): 109 – 123.
- [8] 梁权熙, 谢宏基. 政策不确定性损害了中国经济的长期增长潜力吗? ——来自企业创新行为的证据 [J]. 中央财经大学学报, 2019 (7): 79 – 92.
- [9] 刘婧, 罗福凯, 王京. 环境不确定性与企业创新投入——政府补助与产融结合的调节作用 [J]. 经济管理, 2019 (8): 21 – 39.
- [10] 戴静, 刘放, 张豪, 等. 周期交错、政策不确定和企业 R&D 投资——基于官员任期和五年计划的证据 [J]. 管理评论, 2019 (12): 100 – 114.
- [11] Bulan L. T. Real Options, Irreversible Investment and firm Uncertainty: New Evidence From U. S. Firms [J]. Review of Financial Economics, 2005 (3): 255 – 279.
- [12] Jiang, George J., Danielle, Yao T. The Information Content of Idiosyncratic Volatility [J]. Journal of Financial & Quantitative Analysis, 2009 (1): 1 – 28.
- [13] 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 (10): 40 – 54.
- [14] 李凤羽, 杨墨竹. 经济政策不确定性会抑制企业投资吗? ——基于中国经济政策不确定指数的实证研究 [J]. 金融研究, 2015 (4): 115 – 129.
- [15] 刘贯春, 刘媛媛, 张军. 经济政策不确定性与中国上市公司的资产组合配置——兼论实体企业的“金融化”趋势 [J]. 经济学 (季刊), 2020 (5): 65 – 86.
- [16] 谭小芬, 张文婧. 经济政策不确定性影响企业投资的渠道分析 [J]. 世界经济, 2017 (12): 3 – 26.

- [17] Van Vo L., Le H. T. T. Strategic Growth Option, Uncertainty, and R&D Investment [J]. International Review of Financial Analysis 2017( 5) : 16 – 24.
- [18] 熊凯军. 经济政策不确定性、企业异质性与技术创新——基于我国上市制造业企业经验分析 [J]. 软科学 2021( 6) : 15 – 22.
- [19] 顾群, 王文文, 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 [J]. 软科学 2020( 2) : 21 – 26.
- [20] 成力为, 赵晏辰, 吴薇. 经济政策不确定性、融资约束与企业研发投入——基于 20 国(地区) 企业的面板数据 [J]. 科学学研究 2021( 2) : 244 – 253.
- [21] Porter M. E., Millar V. E. How Information Gives You Competitive Advantage [J]. Harvard Business Review, 1985( 4) : 149 – 174.
- [22] Lengnick – Hall A. C. Innovation and Competitive Advantage: What We Know and What We Need to Learn [J]. Journal of Management, 1992( 2) : 399 – 429.
- [23] Boone J. Intensity of Competition and the Incentive to Innovate [J]. International Journal of Industrial Organization 2001( 5) : 705 – 726.
- [24] 智艳. 市场竞争、产业关联与创新——一个文献综述 [J]. 世界经济文汇 2014( 5) : 105 – 120.
- [25] 王永进, 施炳展. 上游垄断与中国企业产品质量升级 [J]. 经济研究 2014( 4) : 116 – 129.
- [26] Eberhart A. C., Maxwell W. F., Siddique A. R. An Examination of Long – Term Abnormal Stock Returns and Operating Performance Following R&D Increases [J]. The Journal of Finance 2004( 2) : 623 – 650.

## How does Uncertainty Affect Listed Company R&D Investment?

——Based on the Perspective of Strategic Growth Options

LIU Wei, DAI Bingqing

( School of Economics and Management, Qingdao University of Science and Technology,  
Qingdao, Shandong 266061, China)

**Abstract:** This paper uses the panel data of China's Shanghai and Shenzhen listed companies from 2011 to 2018, based on the theory of strategic growth options, to empirically test the mechanism of the impact of uncertainty on corporate R&D investment. It is found that under the uncertain environment, firms with different characteristics acquire different strategic advantages during innovation activities, and their impact on R&D investment is heterogeneous. It is mainly reflected in the following aspects: compared with non-high-tech enterprises, uncertainty has a more significant positive impact on R&D investment of high-tech enterprises; the stronger the market competition, the greater the positive impact of uncertainty on the R&D investment of enterprises. The research supports the growth option theory, that is, enterprises in competition will take pre-emptive strategy when facing high uncertainty, which provides a new perspective for the research on the determinants of R&D investment.

**Key words:** R&D investment; Growth options; Idiosyncratic volatility; Uncertainty

(责任编辑: 黎芳)