

# 企业创新投资策略与流动性管理

陈蓉<sup>a, b</sup>, 左玲<sup>a</sup>, 郑振龙<sup>b</sup>

(厦门大学 a. 经济学院; b. 管理学院 福建 厦门 361005)

**摘 要:** 创新投资是企业提升竞争力和创造高额利润的关键所在,对于企业的发展至关重要。基于企业的创新项目成功的概率分布难以预测的事实,拓展了现有研究框架,在引入模糊性的情形下构建最优决策模型,研究了企业的动态创新投资策略和流动性管理策略。数值结果发现:引入模糊性后,企业创新投资策略更加符合实际和经济学直觉;当企业面临的融资约束较弱时,模糊厌恶增加使企业放大外部不确定性对创新投资的影响,从而减少创新投资和实物投资,最终导致企业价值降低,而当面临的融资约束非常强时,企业的创新投资主要由融资约束决定,模糊厌恶对其影响较小;模糊厌恶增加促使企业降低现金持有,加速分红,发行较少的股权融资数额及选择较高的信贷额度。

**关键词:** 创新投资; 模糊性; 流动性管理; 融资约束

**中图分类号:** F830.59; F830.9 **文献标识码:** A **文章编号:** 0438-0460(2020)06-0105-14

## 一、引言

创新投资是企业提升竞争力和创造高额利润的关键所在,对于企业的发展至关重要。近年来不少学者在企业投资理论中加入创新投资和无形资本,也有很多文献研究了融资约束对企业创新投资的影响。但我们注意到,在以下两个方面是现有研究极少涉足的:第一,创新投资的模糊性;第二,在融资约束下的动态创新投资策略及与之相适应的流动性管理。本文拟从这两个角度展开进一步研究。

一方面,我们关注鲜有文献考虑到的创新投资带来的模糊性。所谓“模糊性”,就是概率分布的不确定性。例如, Lin 将企业投资分为实物投资和无形资本投资,解释了企业的 R&D 投资与股票收益之间的正相关关系。<sup>[1]</sup> Li 等建立了包含无形资本的 Q 理论模型,研究了公司股票收益与无形资本之间的关系。<sup>[2]</sup> Peters 和 Taylor 在新古典投资理论中加入无形资本,建立新的托宾 q 指标以捕捉公司的投资机会。<sup>[3]</sup> Qi 建立了包含实物投资和创新投资的动态投资模型,研究了非系统风险的定价问题。<sup>[4]</sup> Andrei 等在投资模型中增加创新和学习两个机制,改善了投资和托宾 q 之间的关系。<sup>[5]</sup> 然而,上述研究在分析上均沿用传统的模型框架,忽略了创新投资结果的概率分布难以预测、企业家做决策时面临着模糊性这一事实。这很可能导致结果出现偏差:首先, Ellsberg<sup>[6]</sup> 悖论和相关实验数据表明,风险和模糊性之间存在着差异,风险是指概率分布事前已知的情况,而模糊

收稿日期: 2020-06-11

基金项目: 国家自然科学基金面上项目“波动率微笑: 隐含信息与动态建模”(71471155); 国家自然科学基金面上项目“衍生品市场隐含的投资者情绪: 提取、分析与应用”(71871190); 国家自然科学基金重大项目“中国制度与文化背景下公司财务政策的理论与实践研究”(71790601)

作者简介: 陈蓉,女,福建福清人,厦门大学经济学院/管理学院教授、博士生导师,经济学博士; 左玲,女,安徽合肥人,厦门大学经济学院博士研究生; 郑振龙,男,福建平潭人,厦门大学管理学院教授、博士生导师,经济学博士。

性是指概率分布不确定的情况,风险和模糊性会对决策者的策略产生不同的影响;其次,Anderson 等<sup>[7]</sup>、Hansen 和 Sargent<sup>[8]</sup>指出,由于担心模型误设,现实中的企业实际上只是将经济模型视为真实模型的近似,会同时考虑多种备选模型以寻求稳健的决策,实际上这就是现实中的企业对模糊性的一种反应,而这些在传统模型中都被忽略了。

另一方面,已有很多文献研究了融资约束对企业创新投资的影响,但少有文献在融资约束下研究企业的动态创新投资策略及与之相适应流动性管理。Aghion 等<sup>[9]</sup>、Himmelberg 和 Petersen<sup>[10]</sup>、Belitz 和 Lejpras<sup>[11]</sup>、鞠晓生等<sup>[12]</sup>、罗长远和季心宇<sup>[13]</sup>等研究普遍认为融资约束对企业创新投资产生了负面影响。现实中,企业创新投资通常具有高度不确定性<sup>[14]</sup>,蕴含着信息不对称,并可能诱发潜在的道德风险,这使其面临高昂的外部融资成本<sup>[15]</sup>,因此企业需要动态调整创新投资、实物投资,并管理其流动性。然而现有文献几乎很少系统分析当企业面临外部融资成本时,企业应该如何处理密切相关的创新投资、实物投资和流动性管理决策。

鉴于此,本文结合创新投资和模型模糊性,建立起一个融资约束下的企业的动态投资和流动性管理模型,运用随机控制理论,研究模糊性对企业创新投资和流动性管理策略的影响。本文的研究发现:在引入模糊性后,企业的创新投资策略更加符合实际和经济学直觉;模糊厌恶对创新投资的影响程度取决于融资约束,当企业面临的融资约束较弱时,模糊厌恶增加会导致企业减少创新投资,而当面临的融资约束非常强时,企业的创新投资主要由融资约束决定,模糊厌恶对其影响较小;模糊厌恶的增加会促使企业加速分红,降低现金持有,发行较少的股权融资和选择较高的最优信贷额度。

相较于已有文献,本文的主要贡献体现在以下两个方面:第一,考虑到企业创新投资成功的概率分布未知的事实,本文从创新投资带来模糊性的角度建模,来探析企业稳健的创新投资策略和流动性管理策略,进而为企业如何有效管理流动性,稳健地进行创新研发决策提供了新的理论依据。与本文关系密切的文献是 Qi,该文虽然同样关注到了创新投资和模糊性,但其重点在于发展无摩擦市场中企业稳健的投资策略与托宾 Q 理论,并没有考虑到与企业创新投资密切相关的融资约束,更没有分析模糊厌恶对企业流动性管理策略的影响。<sup>[16]</sup>另外,与本文密切相关的 Bolton 等(下文简称为 BCW)建立了企业动态投资和流动性管理框架,但他们没有考虑创新投资和模糊性。<sup>[17]</sup>第二,本文首次深入系统地分析了模糊厌恶对企业流动性管理策略各个方面的动态影响和微观作用机理。本文部分理论结果为 Breuer 等的实证发现提供了理论支撑。<sup>[18]</sup>

## 二、模型框架

本文在 BCW<sup>[19]</sup>的基础上引入创新投资和模糊性,由于创新项目成功的概率分布未知,企业家对企业生产率冲击的模型设定实际上是会感到担忧的,因而会考虑多种备选模型以确保模型预测的稳健性,那么如何在模糊性下建立决策模型呢?目前主要使用的方法是多先验模型<sup>[20]</sup>、双重期望效用模型<sup>[21]</sup>和鲁棒控制理论。前两种方法主要适合研究静态问题且无法得到多先验集合和解析解。由于本文是在动态环境下研究企业的决策问题,所以采用第三种方法,它在统计学中广泛用于模型检测且在分析上容易处理,用相对熵来测量模型差异的处理方式对本文的分析特别有用。

### (一) 生产率冲击

根据现实,我们拓展了传统的企业投资理论的设定,假设企业在生产经营过程中不仅投资于实物资本,还投资于创新研发项目。在这一小节,我们先给出实物资本存量的变化过程,然后对企业的总生产率冲击及净收益作出设定,以便后续研究。首先,我们用  $K$  和  $L$  分别表示企业的实物资本存量与实物投资,企业实物资本存量的变化率为单位时间内实物投资量与实物资本存量折旧率之间的差值,具有如下累积过程:

$$dK_t = (I_t - \delta K_t) dt \quad t > 0 \quad (1)$$

其中  $\delta$  为常数, 表示实物资本折旧率。

其次, 企业的总生产率由外部累计生产率和无形资本产生的累积生产率两部分组成, 因此我们分别给出外部生产率冲击和无形资本存量的变化过程。假设企业受到外部累积生产率冲击, 具体形式为:

$$dA_t^0 = \mu dt + \sigma Z_t \quad (2)$$

其中,  $\mu$  和  $\sigma$  为常数, 分别为外部累积生产率的平均增长率和波动率,  $Z_t$  是定义在完备概率空间  $(\Omega, \mathcal{F}, Q)$  上的标准布朗运动, 它代表了来自市场的系统性冲击, 其中  $Q$  为风险中性测度。

借鉴 Qi<sup>[22]</sup>, 假定企业无形资本存量  $X_t$  的动态过程为:

$$dX_t = \Gamma_t dt + \sigma_g \Gamma_t dZ_t^\gamma \quad (3)$$

其中,  $\Gamma_t$  为企业的创新投资,  $Z_t^\gamma$  为定义在完备概率空间  $(\Omega, \mathcal{F}, Q)$  上与  $Z_t$  相互独立的标准布朗运动,  $\sigma_g$  为企业创新投资的波动率,  $\sigma_g \Gamma_t dZ_t^\gamma$  为创新投资产生的无形资本给企业带来的非系统不确定性, (3) 式表明创新投资带来的不确定性的暴露是企业内生决定的, 并且创新投资和企业非系统不确定性之间存在相互作用。这个设定更加符合更高 R&D 支出的公司具有更高的非系统风险的研究结果。<sup>[23]</sup>

根据 Li 等的研究结果<sup>[24]</sup>, 即具有较低的无形资本 - 实物资本比的公司具有较低的生产率, 在  $t$  时刻, 企业单位实物资本的累积生产率  $A_t$  的变动过程为:

$$dA_t = \mu dt + \lambda \gamma_t dt + \sigma dZ_t + \sigma_g \gamma_t dZ_t^\gamma \quad t \geq 0 \quad (4)$$

其中,  $\gamma_t$  为企业的创新投资 - 实物资本比 ( $\gamma_t = \Gamma_t / K_t$ ),  $\sigma_g \gamma_t$  为企业内生不确定性的波动率,  $\lambda$  为无形资本的转化率。直觉上, 无形资本的转化率越高, 无形资本产生的累积生产率越高, 换言之, 转换率可理解为无形资本的技术内容。

最后, 我们可得单位时间内企业的净收益满足如下表达式:

$$dY_t = K_t dA_t - I_t dt - \Gamma_t dt - G(I_t, K_t) dt \quad (5)$$

其中,  $G(I, K)$  为企业在实物投资过程中额外的调整成本, 借鉴新古典投资文献<sup>[25]</sup>, 我们假定实物资本调整成本函数  $G(I, K)$  是实物资本存量  $K$  与实物投资数量  $I$  的齐次函数, 即实物资本调整成本函数  $G(I, K)$  的表达式为:

$$G(I, K) = g(i) K = \frac{\xi_i^2}{2} K \quad (6)$$

其中,  $i$  为实物投资 - 实物资本比 ( $i = I/K$ ),  $\xi$  测度了实物投资中比例调整成本的强度。此外, 企业可以随时清算其资产, 清算价值  $L_t$  与实物资本  $K_t$  成正比, 即  $L_t = lK_t$ ,  $\tau$  是企业的随机清算时间,  $0 < l < 1$  是常数。

## (二) 流动性管理

当企业面临融资约束时, 企业将通过储存现金为未来的投资提供资金, 借鉴 BCW<sup>[26]</sup>, 假设企业内部的每一单位现金均存在持有成本  $\delta_w$ , 那么, 企业内部现金的收益率  $r$  为无风险利率与持有成本  $\delta_w$  之差, 即  $r - \delta_w$ 。其中, 持有成本体现了与企业内部现金流相关的代理成本和税收扭曲。当企业的现金存量较高时, 企业将分配一部分现金给股东。分红的好处是投资者可以按高于企业内部现金的净收益率  $r - \delta_w$  的无风险利率  $r$  进行投资, 但分红降低了企业的现金存量, 可能会使企业面临当前和未来的投资不足, 这两个因素之间的权衡决定了企业的最优分红策略。我们用  $U_t$  表示企业在  $t$  时刻对股东的累计分红, 用  $H_t$  表示企业在  $t$  时刻的累计外部融资, 用  $M_t$  表示企业在  $t$  时刻累积外部融资成本。

我们用  $W_t$  表示企业在  $t$  时刻的现金存量, 其动态过程为:

$$dW_t = dY_t + (r - \delta_w) W_t dt + dH_t - dU_t \quad (7)$$

其中第一项是企业经营的净收益,第二项是企业内部资金的净收益,  $(dH_t - dU_t)$  则是融资的净现金流。

### (三) 模型模糊性与信念扭曲

创新投资成功的概率分布未知使得企业家对企业生产率冲击的模型设定感到担忧,对模型模糊性的厌恶导致企业家内在的信念扭曲,赋予不利的结果更大的权重,并怀疑传统模型,同时考虑多个备选模型以确保模型预测的稳健性。用概率测度的语言解读,就是企业家认为概率测度  $Q$  不能准确地描述企业的生产率过程,在做最优投资决策时,企业家仅仅将概率测度  $Q$  当作参考测度,并考虑一组与参考测度相近的可替代概率测度。借鉴 Miao 和 Rivera 研究稳健的代理合约时处理信念扭曲的方法<sup>[27]</sup>,假定所有扭曲的信念均可用与测度  $Q$  相互绝对连续且等价的测度来描述,我们用  $\vartheta$  表示所有这样的概率测度集合,即

$$\vartheta = \{Q^h: Q^h \sim Q\}$$

为了得到概率测度  $Q^h$ ,我们先定义一个与企业创新过程相关的实值过程  $(h_t)$ ,满足 Novikov's 条件

$$E_t^Q \left[ \exp \left( \frac{1}{2} \int_0^T \|h_s\|^2 ds \right) \right] < \infty \quad (8)$$

我们将实值过程  $h_t$  称为密度生成函数,由此可得测度  $Q^h$  下的鞅过程  $(z_t^h)$ :

$$z_t^h = \exp \left( \int_0^t h_s dZ_s - \frac{1}{2} \int_0^t \|h_s\|^2 ds \right), t \geq 0 \quad (9)$$

由 Girsanov 定理可知,实值过程  $h_t$  在  $(\Omega, \mathcal{F})$  上生成一个与测度  $Q$  等价的概率测度  $Q^h$ ,  $Z_t^h$  为测度  $Q^h$  关于测度  $Q$  的 Radon-Nikodym 导数,且测度  $Q^h$  下的标准布朗运动为:

$$Z_t^h = Z_t - \int_0^t h_s ds \quad (10)$$

那么,在测度  $Q^h$  下,企业的总累积生产率  $dA_t^h$  为:

$$dA_t^h = \mu dt + \lambda \gamma_t dt + (\sigma + \sigma_g \gamma_t) h_t dt + \sigma dZ_t^h + \sigma_g \gamma_t dZ_t^{\gamma h} \quad (11)$$

单位时间内企业的净收益  $dY_t^h$  为:

$$dY_t^h = K_t dA_t^h - I_t dt - \Gamma_t dt - G(I_t, K_t) dt, t \geq 0 \quad (12)$$

最后,借鉴 Anderson 等<sup>[28]</sup>、Hansen 等<sup>[29]</sup>、Hansen 和 Sargent<sup>[30]</sup>,我们利用相对熵来衡量测度  $Q$  和测度  $Q^h$  的差异

$$rE^Q \left[ \int_0^\infty e^{-rt} \ln z_t dt \right] = \frac{1}{2} E^Q \left[ \int_0^\infty e^{-rt} z_t h_t^2 dt \right] = \frac{1}{2} E^{Q^h} \left[ \int_0^\infty e^{-rt} h_t^2 dt \right] \quad (13)$$

### (四) 企业的最优优化问题

在前述设定下,我们开始讨论企业的最优优化问题。企业的最优优化问题分为两步:首先,确定最小化密度生成函数  $h$  对应到最差的概率测度  $Q^h$ ;其次,通过动态调整实物投资、创新投资和流动性管理策略及选择最优清算时间来最大化股东价值,即其目标函数为:

$$\sup_{\Gamma, I, \pi} \inf_h \left\{ E^{Q^h} \left[ \int_0^\tau e^{-rt} (dU_t - dH_t - dM_t) + e^{-rt} (IK_\tau + W_\tau) \right] + \frac{1}{2\theta} E^Q \left[ \int_0^\tau e^{-rt} z_t h_t^2 K_t dt \right] \right\} \quad (14)$$

其中第一项是股东获得的净分红的贴现值;第二项是清算价值的贴现;最后一项是对信念扭曲的惩罚,常数  $\theta > 0$  是对稳健性的关注程度或模糊厌恶程度的参数,  $\theta$  越大意味着对稳健性的关注程度越高或模糊厌恶程度越高。根据(13)式,我们在测度  $Q^h$  下将最大化股东价值重新写为:

$$\sup_{\Gamma, I, \pi} \inf_h \left\{ E^{Q^h} \left[ \int_0^\tau e^{-rt} (dU_t - dH_t - dM_t) + e^{-rt} (IK_\tau + W_\tau) \right] + \frac{1}{2\theta} E^{Q^h} \left[ \int_0^\tau e^{-rt} h_t^2 K_t dt \right] \right\} \quad (15)$$

当模糊厌恶程度参数趋于零时,模型将不涉及模糊性。如果企业不投资于创新项目,企业的最优优化问题将退化为 BCW 框架<sup>[31]</sup>,可见,BCW 框架是本文的特例;如果不考虑融资约束和流动性,

本文的企业最优化问题将退化为  $Q_i^{[32]}$  的情形。对比可知,本文在改进 BCW 和  $Q_i$  的基础上,在模型不确定下,研究企业的动态创新投资策略、实物投资策略和流动性管理策略,并对现有框架进行了重要拓展。

### 三、模型求解

本节将在上一节的基础上,给出本文模型的求解过程,得到不同融资情形下企业稳健的创新投资策略和流动性管理策略。

当企业面临融资约束时,企业将通过储存现金为未来的投资提供资金,因此,企业价值主要取决于两个关键的状态变量:实物资本  $K$  和现金存量  $W$ ,记为  $P(K, W)$ 。一方面,当企业的现金存量耗尽时,即  $W = 0$  时,企业将被清算或发起外部融资继续经营;另一方面,正如前文所述,当企业的现金存量过高时,企业将对股东进行分红,降低其现金存量。企业的决策和企业价值取决于它处于哪个阶段,设  $\bar{W}$  表示企业的最优分红边界,我们按现金存量  $W$  的多少将企业分为三个阶段:现金存量  $W$  超过零且低于分红边界的  $\bar{W}$  区域为内部融资阶段;现金存量  $W$  高于最优分红边界  $\bar{W}$  的区域为分红阶段;现金存量  $W$  等于零的区域为清算区域或外部融资阶段。接下来,我们对企业的上述三个阶段依次进行求解。

#### (一) 内部融资阶段

由动态规划法及伊藤引理可得,企业价值  $P(K, W)$  在内部融资阶段满足如下 HJB 方程:

$$rP(K, W) = \sup_{\Gamma, J, \pi} \inf_h \{ (I - \delta K) P_K + [(r - \delta_w) W + (\mu + \lambda\gamma + (\sigma + \sigma_g\gamma)h)K - \Gamma - I - G(I, K)] P_W + \frac{\sigma^2 K^2 + \sigma_g^2 \Gamma^2}{2} P_{WW} + \frac{h^2}{2\theta} K \} \quad (16)$$

其中,  $P_W$  和  $P_{WW}$  分别表示企业价值  $P(K, W)$  对现金存量  $W$  的一阶导数和二阶导数,其余类似。(16)式右侧的第一项为实物投资对企业价值的边际效应,第二项为现金储蓄对企业价值的影响,第三项反映了现金储蓄的波动对企业价值的影响,最后一项反映了企业家对模型误设或模型模糊性的担心。与  $Q_i^{[33]}$  中包含创新投资的 HJB 方程相比,(16)式多了变量现金存量,因为  $Q_i$  是在无摩擦资本市场中研究企业稳健的创新投资策略与托宾  $Q$  理论,而我们考虑了与企业创新投资密切相关的融资约束,并在融资约束下研究企业稳健的创新投资策略及与之相适应的动态流动性管理策略。另外,与  $BCW^{[34]}$  中内部融资阶段的 HJB 方程相比,(16)式多了创新投资以及需要我们进一步确定的最小化密度生成函数,因为我们在其基础上引入创新投资和创新投资带来的模型不确定性。

观察(16)式可以发现,其右侧是  $h$  的凸函数,因此,存在用于最小化的唯一解:

$$h = -\theta(\sigma + \sigma_g\gamma) P_W \quad (17)$$

可见,密度生成函数  $h$  取决于现金的边际价值  $P_W$  和创新投资-实物资本比  $\gamma$ 。将  $h$  的表达式代入(16)式可以得到:

$$rP(K, W) = \sup_{\Gamma, J, \pi} \{ (I - \delta K) P_K + [(r - \delta_w) W + (\mu + \lambda\gamma)K - \Gamma - I - G(I, K)] P_W + \frac{\sigma^2 K^2 + \sigma_g^2 \Gamma^2}{2} P_{WW} - \frac{\theta(\sigma + \sigma_g\gamma)^2}{2} K P_W^2 \} \quad (18)$$

求解(18)式即可以得到,稳健的创新投资-实物资本比  $\gamma$  和实物投资-实物资本比  $i$  的一阶条件:

$$\gamma = \frac{(\lambda - 1) P_W - \theta \sigma \sigma_g P_W^2}{\theta \sigma_g^2 P_W^2 - \sigma_g^2 P_{WW} K} \quad (19)$$

$$i = \frac{1}{\xi} \left( \frac{P_K}{P_W} - 1 \right) \quad (20)$$

(18) 式的最后一项体现了模型模糊性导致企业价值的额外贴现,更高的模糊厌恶程度  $\theta$ 、市场不确定性  $\sigma$  和内生不确定性  $\sigma_g \gamma$  导致企业价值更高的贴现,这与我们的直觉一致。(19) 式表明,稳健的创新投资不仅与无形资本的转化率  $\lambda$ 、外部不确定性的波动率  $\sigma$  和  $\sigma_g$  有关,且与模糊厌恶程度  $\theta$  和现金的边际价值  $P_w$  也有关。

由前文的模型设定,我们可以发现,企业价值  $P(K, W)$  是实物资本  $K$  和现金  $W$  的一阶齐次函数,因此,企业价值可改写为:

$$P(K, W) = p(w) K \quad (21)$$

其中,  $w$  是现金 - 实物资本比 ( $w = W/K$ ), 上述两状态变量问题可转化为单状态变量问题。我们将现金的边际价值  $P_w = p'(w)$ 、实物资本的边际价值  $P_K = p(w) - wp'(w)$  及  $P_{WW} = p''(w)$  带入 (17) — (20) 式,并定义  $\bar{w}$  为企业在分红时刻的现金  $\bar{W}$  与实物资本  $\bar{K}$  之比。经过化简整理,可得,当企业处于内部融资阶段时(即  $0 < w < \bar{w}$  时),企业价值 - 实物资本  $p(w)$  比满足如下常微分方程:

$$rp(w) = (i(w) - \delta)(p(w) - wp'(w)) + [(r - \delta_w)w + (\mu + (\lambda - 1)\gamma(w) - i(w) - g(i(w)))]p(w) + \frac{\sigma^2 \sigma_g^2 \gamma(w)^2}{2} p''(w) - \frac{\theta(\sigma + \sigma_g \gamma(w))^2}{2} p'(w)^2 \quad (22)$$

稳健的创新投资 - 实物资本比  $\gamma(w)$  与实物投资 - 实物资本比  $i(w)$  分别为

$$\gamma(w) = \frac{(\lambda - 1)p(w) - \theta \sigma \sigma_g p'(w)^2}{\theta \sigma_g^2 p(w)^2 - \sigma_g^2 p''(w)} \quad (23)$$

$$i(w) = \frac{1}{\xi} \left( \frac{p(w)}{p'(w)} - w - 1 \right) \quad (24)$$

最坏情况的密度生成函数为

$$h = -\theta(\sigma + \sigma_g \gamma(w)) p'(w) \quad (25)$$

## (二) 分红阶段

当企业的现金存量足够多时,为了减少现金的持有成本,企业最优的选择是将超额现金一次性分配给股东,并将现金 - 实物资本比  $w$  降低至最优分红边界  $\bar{w}$ ,因此当企业现金 - 实物资本比为高于分红边界时(即  $w > \bar{w}$  时),企业价值  $p(w)$  满足如下等式:

$$p(w) = p(\bar{w}) + (w - \bar{w}) \mu, w > \bar{w} \quad (26)$$

最优分红边界  $\bar{w}$  满足如下边界条件<sup>[35]</sup>:

$$p'(\bar{w}) = 1, p''(\bar{w}) = 0 \quad (27)$$

其中, (27) 式为最优分红边界的平滑粘性条件和超链接条件,它表明在分红边界  $\bar{w}$  处,支出和保留 1 单位现金对于企业无差异,因此现金的边际价值等于 1,并且分红边界  $\bar{w}$  是最优选择的。

## (三) 清算/外部融资阶段

当企业耗尽现金时,企业可以选择清算其资产,也可以选择发起外部融资获取资金继续经营,这取决于具体情形。接下来,我们首先考虑一个特殊情况,即企业没有外部融资渠道,只能依靠内部融资,即主要依赖企业自有利润积累以及企业所有者的资本增加方式进行融资。在此情形下,当现金耗尽时,企业只能进行清算,清算价值 - 实物资本比为  $p(0) = l$ 。其次,我们考虑当企业的资金耗尽时,企业分别可以通过股权和债权两种渠道获取外部资金的情形,即股权融资情形和信贷融资情形。在每一种情形下,我们均以命题的形式总结在此情形下企业稳健的最优创新投资策略、实物投资策略和流动性管理策略,且每一个命题均按企业的三个阶段依次进行阐述。

情形 1: 无外部融资渠道下企业稳健的创新投资策略和流动性管理策略。

命题 1: (i) 当企业的现金 - 实物资本比等于零时(即  $w = 0$  时),企业被清算,清算价值 - 实物资本比为  $p(0) = l$ ; (ii) 当企业的现金 - 实物资本比大于零且低于分红边界时(即  $0 < w < \bar{w}$  时),

企业价值 - 实物资本比  $p(w)$  是 ODE(22) 式的解, 稳健的创新投资 - 实物资本比  $\gamma(w)$  与实物投资 - 实物资本比  $i(w)$  分别由(23) 式和(24) 给出, 最坏情况的密度生成函数为(25) 式; (iii) 当企业的现金 - 实物资本比高于分红边界时(即  $w > \bar{w}$  时), 企业价值 - 实物资本比  $p(w)$  为(26) 式, 企业将超额现金一次性分配给股东, 并将现金 - 实物资本比  $w$  降低至最优分红边界  $\bar{w}$ , 且最优分红边界的满足边界条件(27) 式。

命题 1 的经济含义如下。企业稳健的最优创新投资策略由融资约束程度、无形资本的转化率和外部不确定性水平之间的权衡决定, 且模糊厌恶放大了外部不确定性对创新投资的影响。当企业的现金比较充裕, 面临的融资约束较弱时, 企业更担心不确定性, 模糊厌恶驱使企业家进行不确定性管理, 而企业的不确定性管理要求促使企业动态调整创新投资和实物投资, 与此同时, 动态调整与之相适应的现金持有和分红策略。当企业的现金 - 实物资本比  $w$  趋近于零时, 企业面临融资约束极强, 企业非常担心被清算, 因此, 企业最优的选择为出售部分实物投资和创新投资, 尽可能获取现金, 以避免被清算。

情形 2: 股权融资下企业稳健的创新投资策略和流动性管理策略。

本文采用外部融资成本的标准设定, 如果企业需要外部资金的数额为  $mK$ , 那么企业必须通过支付固定成本  $\emptyset K$  和边际成本  $\zeta mK$  发行外部股权才能获取所需资金, 因此, 企业通过发行股权一次性融资的资金为  $mK + \emptyset K + \zeta mK$ , 由于企业价值在股权融资前后是连续的, 所以企业价值满足如下边界条件:

$$P(K, 0) = P(K, mK) - mK - \emptyset K = \zeta mK \quad (28)$$

由齐次性化简可得:

$$p(0) = p(m) - \emptyset - (1 + \zeta)m \quad (29)$$

(28) 式右侧表示股权融资后的企业价值减去发行股权获得的资金。由于企业内生选择最优的股权融资数额, 即  $m$  是最优选择的, 所以股权融资筹集到的最后 1 单位现金的边际价值必须等于融资的边际成本  $1 + \zeta$ , 因此最优股权融资数额满足如下一阶条件:

$$p'(m) = 1 + \zeta \quad (30)$$

命题 2: (i) 当企业的现金 - 实物资本比等于零时(即  $w = 0$  时), 企业进行股权融资, 企业价值和最优融资数量分别满足(29) 式和(30) 式两个边界条件; (ii) 当企业的现金 - 实物资本比大于零且低于分红边界时(即  $0 < w < \bar{w}$  时), 企业价值 - 实物资本比  $p(w)$  是 ODE(22) 式的解, 稳健的创新投资 - 实物资本比  $\gamma(w)$  与实物投资 - 资本比  $i(w)$  分别由(23) 式和(24) 式给出, 最坏情况的密度生成函数为(25) 式; (iii) 当企业的现金 - 实物资本比高于分红边界时(即  $w > \bar{w}$  时), 企业价值 - 实物资本比  $p(w)$  是(26) 式, 企业将超额现金一次性分配给股东, 并将现金 - 实物资本比降低至最优分红边界  $\bar{w}$ , 其中, 最优分红边界的满足边界条件(27) 式。

命题 2 的经济含义与命题 1 的经济含义基本相似, 不同之处在于, 当企业在耗尽现金时, 企业可以通过发行外部股权获取资金, 不必担心被清算, 因而企业面临的融资约束将大幅度减小, 融资约束对企业的创新投资、实物投资的影响也会大幅度降低。

情形 3: 信贷融资下企业稳健的创新投资策略和流动性管理策略

当企业的内部资金耗尽时, 企业只进行债务融资, 其信贷额度  $c^* K$  是企业在内部现金耗尽之前最优选择的。在信贷额度的范围内, 企业可以随时通过无风险利率  $r$  的基础上支付信用利差  $\alpha$  进行贷款, 但企业需要对剩余的未使用的信贷数额支付管理费  $v$ 。

当企业处于内部融资阶段时(即  $0 < w < \bar{w}$  时), 企业价值  $p(w, \epsilon)$  满足:

$$\begin{aligned} r p = & (i(w) - \delta)(p - w p') + [(r - \delta_w)w - v c + (\mu + (\lambda - 1)\gamma(w) - i(w) - g(i(w)))] p' + \\ & \frac{\sigma^2 \sigma_{\epsilon}^2 \gamma(w)^2}{2} p'' - \frac{\theta(\sigma + \sigma_{\epsilon} \gamma(w))^2}{2} p'^2 \end{aligned} \quad (31)$$

式中  $vc$  是整个信贷额度的管理费,在信贷阶段(即  $w < 0$  时),企业价值  $p(w, c)$  满足:

$$rp = (i(w) - \delta)(p - wp) + [(r + \alpha)w - v(c + w) + (\mu + (\lambda - 1)\gamma(w) - i(w) - g(i(w)))]p' + \frac{\sigma^2 + \sigma_g^2 \gamma(w)^2}{2} p'' - \frac{\theta(\sigma + \sigma_g \gamma(w))^2}{2} p'^2 \quad (32)$$

式中  $v(c + w)$  是未使用资金的管理费,由于最优信贷额度是企业内生选择的,所以信贷融资筹集到的最后 1 单位现金的边际价值必须等于融资的边际成本  $1 + \zeta$ ,即单位实物资本的最优信贷额度  $c^*$  满足以下一阶条件:

$$p'(-c^*) = 1 + \zeta \quad (33)$$

此外,最优信贷额度的数量依赖于企业当前的现金持有,如果当前的现金持有比较高,企业会选择更低的信贷额度以降低管理费,这个决策反过来也会影响企业的投融资决策。因此当初始现金-实物资本比为  $w_0$  时,最优信贷额度  $c^*$  是使企业价值最大化的数值:

$$c^* = \operatorname{argmax}_c(p(w_0, c)) \quad (34)$$

命题 3: (i) 当企业的现金-实物资本比等于零时(即  $w = 0$  时),企业进行信贷融资,在信贷阶段(即  $w < 0$  时),企业价值-实物资本比  $p(w, c)$  是 ODE(32) 式的解,最优信贷额度  $c^*$  是使企业价值最大化的数值,即是(34)式的解,且满足边界条件(33)式;(ii) 当企业的现金-实物资本比大于零且低于分红边界时(即  $0 < w < \bar{w}$  时),企业价值-实物资本比  $p(w, c)$  是 ODE(31) 式的解,稳健的创新投资-实物资本比  $\gamma(w)$  与实物投资-实物资本比  $i(w)$  分别由(23)式和(24)式给出,最坏情况的密度生成函数为(25)式;(iii) 当企业的现金-实物资本比高于分红边界时(即  $w > \bar{w}$  时),企业价值-实物资本比  $p(w)$  是(26)式,企业将超额现金一次性分配给股东,并将现金-实物资本  $w$  比降低至最优分红边界  $\bar{w}$ ,且最优分红边界的满足边界条件(27)式。

## 四、数值结果分析

### (一) 参数选取

为了与现有文献进行对比,本文的参数选取借鉴了相关文献的设定,具体如下:借鉴 BCW 的参数设置<sup>[36]</sup>,取无风险利率  $r = 6\%$ ;实物资本折旧率为  $\delta = 10.07\%$ ;现金的持有成本为  $\delta_w = 1\%$ ;实物投资调节成本为  $\xi = 1.5$ ;无形资本的转化率为  $\lambda = 1.2$ ;外部累积生产率的平均增长率为  $\mu = 0.18$ ;外部融资的固定成本为  $\phi = 1\%$ ;外部融资的边际成本为  $\xi = 6\%$ ;外部累积生产率的波动率为  $\sigma_L = 0.08$ ,  $\sigma_H = 0.10$ ;创新投资的波动率为  $\sigma_{gH} = 0.12$ ,  $\sigma_{gL} = 0.10$ ;初始现金-实物资本比为  $w_0 = 0$ ;未使用的信贷额度的管理费为  $v = 0.2\%$ ;信贷利差为  $\alpha = 1.5\%$ ;单位实物资本的清算价格为  $l = 0.9$ ;模糊厌恶程度为  $\theta_H = 11$ ,  $\theta_L = 10$ 。此外,在模拟过程中,基本参数均允许在一定的合理范围内变动。

### (二) 企业稳健的创新投资策略和流动性管理

与现有文献不同,依据现实,我们在传统的企业投资理论中引入创新投资和模型不确定性,并考虑了与企业创新投资密切相关的融资约束,进而分析了与创新投资相适应的动态流动性管理策略。在现实中,创新投资成功的概率分布未知使企业家担忧其生产率冲击和净收益的模型设定,并考虑其他模型以确保模型预测的稳健性,因此企业在最坏的情况下,选择最优的创新投资、实物投资和流动性管理策略以最大化股东价值。在模型不确定下,企业家对模型模糊性的态度将影响企业的创新投资和实物投资,进而影响企业价值和企业的流动性管理策略。在本小节,我们将在不同的模糊厌恶程度下探讨每种情形下企业稳健的创新投资、实物投资和流动性管理策略。

情形 1: 无外部融资渠道下企业稳健的创新投资策略和流动性管理。

图 1 展示了无外部融资渠道下两种模糊厌恶程度下的数值结果。图 1A 为无外部融资渠道下

企业价值 - 实物资本比  $p(w)$ 。当企业的现金存量为零时,企业价值 - 实物资本比  $p(0)$  为清算价值 - 实物资本比  $l = 0.9$ ; 当企业的现金存量 - 实物资本比高于分红边界时 ( $w > \bar{w}$ ) ,企业价值 - 实物资本比  $p(w)$  为斜率为1的直线; 当现金存量 - 实物资本比  $w$  在0至内生的分红边界  $\bar{w}$  范围内, 即当企业处于内部融资阶段时, 企业价值 - 实物资本比  $p(w)$  为现金 - 实物资本比  $w$  的凹函数。

当企业对模型不确定性厌恶程度较高时, 企业价值较低, 企业的内生分红边界为  $\bar{w}_L = 0.27$  ,低于模糊厌恶程度较低时企业的内生分红边界 ( $\bar{w}_H = 0.42$ ) 。其经济逻辑为:

首先, 当企业的现金比较充裕时, 企业面临的融资约束较小, 企业的创新投资由无形资本的转化率和外部不确定性水平之间的权衡决定, 此时, 模糊厌恶程度较高的企业放大了外部不确定性对创新投资的影响, 因而采取较为谨慎的创新研发策略, 即降低创新研发的投入额度, 如图1C和1D所示, 在现金存量 - 实物资本比  $w$  较高时, 模糊厌恶程度高的企业比模糊厌恶程度低的企业投入更少的创新研发项目, 并投资较少的实物资本, 最终获得较少的企业利润和较低的企业价值。另外, 企业家对模型不确定性厌恶程度越高, 对企业价值的额外贴现越多, 这也导致了企业价值降低。

其次, 由于企业在融资约束较小阶段更担心不确定性, 模糊厌恶程度的增加致使企业减少创新投资以降低其内生不确定性, 企业对现金的需求随着投资不确定性的暴露程度的减少而减少, 因此企业减少现金储蓄, 选择较低的内生分红边界; 从另一个角度来看, 现金分红可以作为一种从模型不确定性中解脱出来的渠道, 股东们更喜欢手中的现金而不是企业账户中的现金, 因此模糊厌恶程度的增加也会使企业选择更低的内生分红边界。

图1B给出了无外部融资渠道下企业现金的边际价值  $p'(w)$  , 它在内生分红边界  $\bar{w}$  处达到最小值  $p'(\bar{w}) = 1$  , 并随着现金 - 实物资本比  $w$  的减小而不断增加。当现金 - 实物资本比  $w$  接近于零时, 企业面临着极强的融资约束, 现金的边际价值达到最大值, 额外的1单位现金对于企业的价值达到15单位, 这主要是因为清算将永久破坏企业的未来增长机会, 而更多的现金有助于企业远离清算。图1B显示, 模糊厌恶对外部融资渠道下企业现金的边际价值影响非常小。

图1C和图1D则分别给出了无外部融资渠道下企业的实物投资 - 实物资本比  $i(w)$  和创新投资 - 实物资本比  $\gamma(w)$  , 它们均随着现金 - 实物资本比  $w$  的增加而增加, 且在内生分红边界  $\bar{w}$  处达到最大值。正如前文所述, 当企业的现金比较充裕时, 企业面临的融资约束较小, 模糊厌恶程度高的企业比模糊厌恶程度低的企业投入更少的创新研发项目和实物投资; 随着企业现金 - 实物资本比  $w$  的减少, 企业面临的融资约束逐渐增强, 现金的边际价值也逐渐增加, 企业增加收益保存, 囤积现金, 并减少创新投资和实物投资; 当企业的现金 - 实物资本比  $w$  趋于零时, 企业的融资约束极强, 企业非常担心被清算, 更愿意将非流动性资本重新分配给流动性资本(现金), 因此, 企业最优的选择是卖出部分实物资本和创新投资产出的无形资产, 尽可能获取现金, 以避免被清算, 此时, 企业的创新投资和实物投资主要由融资约束决定, 模糊厌恶程度对创新投资和实物投资的效应很小, 从图1C和图1D, 我们还可以看出, 外部融资约束导致企业实物投资和创新投资的严重不足。

接下来, 我们与未考虑模糊性的  $Q_i^{[37]}$  的结果相对比<sup>①</sup>。为了做出更好的对比, 我们将其创新投资的波动率设为9%, 结果报告在图2中。可以看出, 如果只考虑创新投资而忽略模糊性, 数值结果并不符合实际和经济学直觉, 主要体现在以下两个方面:

第一, 如图2D所示, 当企业的现金耗尽, 接近于清算时, 企业的创新投资只是略微减少, 此时的投资规模与现金较多时企业的创新投资规模相差无几, 这显然与现实相矛盾。如图2B所示, 当企业已经快要清算时, 额外1单位现金对企业的价值已经达到15单位, 企业不可能将现金再投入到创新研发项目中。而本文在考虑模糊性之后, 不存在这个矛盾, 如图1D对比所示, 当企业已经

①  $Q_i$  在 Bolton 等基础上考虑了创新投资, 但未考虑创新投资带来的模糊性, 并且, 其数值结果部分将创新投资的波动率设为零, 即创新投资为常数。

快要清算时,企业出售一部分创新投资产出的无形资本获取资金,以避免被清算,这与经济学直觉一致,也与实际相符。

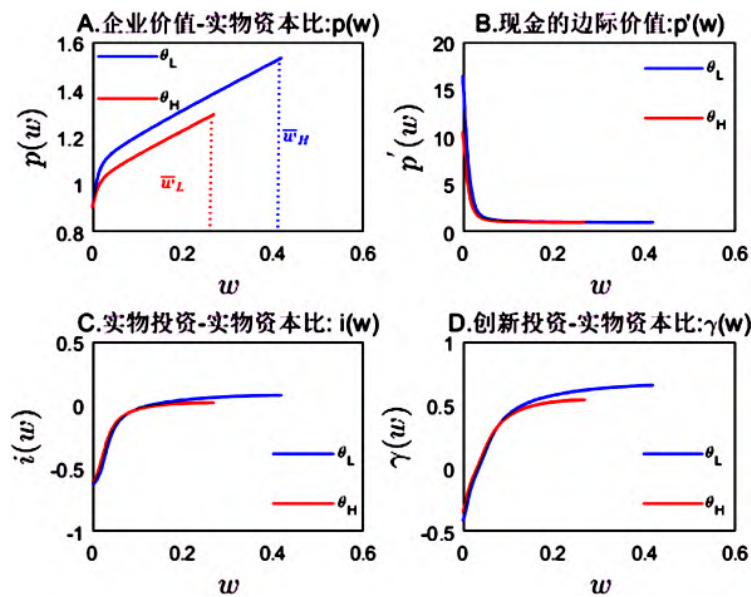


图1 无外部融资渠道情形

注:不同模糊厌恶系数对无外部融资渠道下企业价值-实物资本比  $p(w)$ 、现金的边际价值  $p'(w)$ 、实物投资-实物资本比  $i(w)$  和创新投资-实物资本比  $\gamma(w)$  随现金-实物资本比  $w$  的变化。

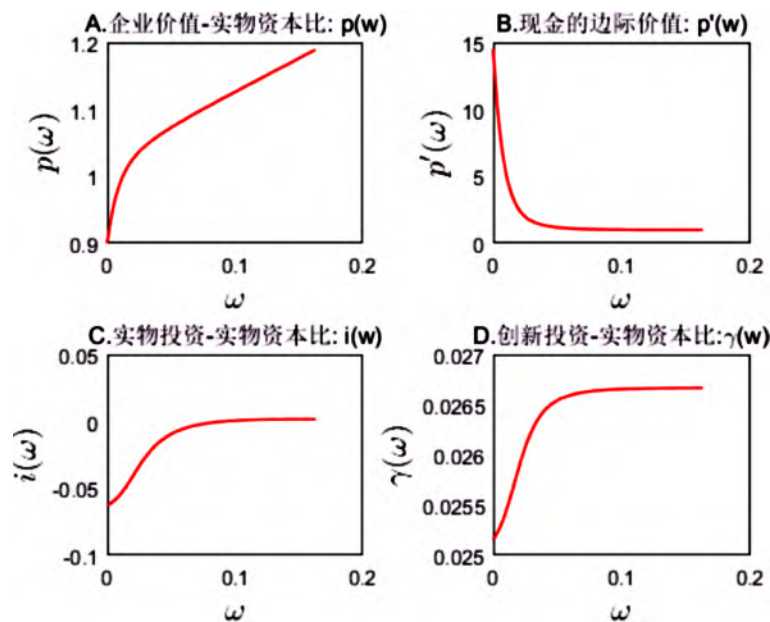


图2 不考虑模糊性无外部融资渠道情形

注:不考虑模糊性时无外部融资渠道下企业价值-实物资本比  $p(w)$ 、现金的边际价值  $p'(w)$ 、实物投资-实物资本比  $i(w)$  和创新投资-实物资本比  $\gamma(w)$  随现金-实物资本比  $w$  的变化。

第二,如图2C所示,当企业的现金耗尽,接近于清算时,企业的实物投资降为负值,但只是售出很少一部分实物投资(5%),而Bolton等<sup>[38]</sup>的结果则为售出超过60%的实物资本。在现实中,当企业接近清算时,企业一般会出售较多的资本,以避免被清算,而本文的结果与Bolton等的结果

相近,如图1C和1D所示,当企业接近于清算时,企业售出50%的实物资本和40%的创新投资产生的无形资产,这与我们的经济学直觉一致,也与实际相符。

情形2: 股权融资下企业稳健的创新投资策略和流动性管理。

图3展示了模糊厌恶对股权融资下稳健的创新投资策略和流动性管理的影响。在图3A中,当现金-实物资本比等于零时( $w = 0$ ),企业价值-实物资本 $p(0)$ 比严格大于清算价值-实物资本比 $l = 0.9$ 。因此,外部股权融资优于清算。与无外部融资渠道情形对比,可以看出: 股权融资下模糊厌恶程度较高的企业的内生分红边界为 $\bar{w}_L = 0.24$ ,低于无外部融资渠道情形下相同模糊厌恶程度的企业的内生分红边界( $\bar{w}_L = 0.27$ ); 股权融资下模糊厌恶程度较低的企业内生分红边界为 $\bar{w}_H = 0.38$ ,也低于无外部融资渠道情形下相同模糊厌恶程度的企业的内生分红边界( $\bar{w}_H = 0.42$ )。这与我们的直觉相符,即当企业将来能够筹集到新的资金时,企业更愿意将现金分配给股东。与无外部融资情形一致的是,股权融资下模糊厌恶程度的增加也致使企业降低分红边界,持有更少的现金。

图3B为股权融资下企业的现金的边际价值 $p'(w)$ ,它随着现金-实物资本比 $w$ 的增加而逐渐降低,在分红边界 $\bar{w}$ 处达到最小值( $p'(\bar{w}) = 1$ ),由于当企业耗尽现金时,企业可以通过发行外部股权获取资金。因此,正如1B和3B对比所示,股权融资下企业现金的边际价值远小于无外部融资渠道情形下现金的边际价值。图3B显示,股权融资下,现金的边际价值与模糊厌恶是非单调的,取决于现金-实物资本比 $w$ 的水平。当企业的现金-实物资本比 $w$ 较高,面临的融资约束较弱时,现金的边际价值随模糊厌恶程度的降低而增加,而当企业的现金快要耗尽时,现金的边际价值随模糊厌恶程度的降低而下降。这主要因为: 当企业的现金-实物资本比 $w$ 较高,面临的融资约束较弱时,模糊厌恶程度的降低致使企业增加创新投资,现金对于创新研发支出较多的企业更重要,因此现金的边际价值随模糊厌恶程度的降低而增加; 而当企业的现金快要耗尽时,为了避免支付外部融资成本,企业降低创新投资以减少现金支出,并售出部分实物资本以获取更多的资金,由于模糊厌恶程度高的企业的企业价值较小,因而它更加不愿意支付高昂的固定融资成本。所以,当企业的现金-实物资本 $w$ 比接近于零时,模糊厌恶程度高的企业的现金的边际价值高于模糊厌恶程度低的企业现金的边际价值,即当企业的现金快要耗尽时,现金的边际价值随模糊厌恶程度的降低而减少。

由命题2可知,在发行股权和支付固定融资成本的条件下,企业选择最优的单位实物资本的股权融资数额 $m$ ,使现金的边际价值 $p'(m)$ 等于融资的边际成本 $1 + \zeta$ ,在相同的边际成本下,模糊厌恶程度较高的企业的最优股权融资数额-实物资本比( $m_L = 0.08$ )低于模糊厌恶程度较低的企业的最优股权融资数额-实物资本比( $m_H = 0.13$ ),这说明模糊厌恶程度的增加使得企业的股权融资数额降低。

情形3: 信贷融资下企业稳健的创新投资策略和流动性管理。

图4展示了模糊厌恶对信贷融资下企业价值-实物资本比 $p(w)$ 、现金的边际价值 $p'(w)$ 和实物投资-实物资本比 $i(w)$ 及创新投资-实物资本比 $\gamma(w)$ 的影响。在信贷融资下,当企业的现金存量较小时,企业选择最优的信贷额度,并在耗尽现金时,通过信贷为投资提供资金。与无外部融资渠道情形和股权融资情形不同的是,在信贷融资下,企业在内部融资阶段和信贷阶段( $-c^* < w < \bar{w}$ )现金的边际价值非常接近于1。这说明,如果企业能够按照经营需要选择最优的信贷额度,那么企业在整个经营过程中面临的融资约束非常小,接近于MM世界。这使得企业的实物投资-实物资本比 $i(w)$ 和创新投资-实物资本比 $\gamma(w)$ 随现金-实物资本比 $w$ 的变动幅度非常小,尤其是创新投资-实物资本比 $\gamma(w)$ ,比较接近于一个常数。而且,这使得企业的创新投资和实物投资大幅度增加,消除了企业的实物投资不足问题,最终使得企业价值大幅度提高。与前文的结论一致的是,模糊厌恶程度的增加致使企业选择较低的最优分红边界。在信贷融资下,模糊厌恶程度较低的企业选择较高的最优分红边界 $\bar{w}_H = 0.27$ ,而模糊厌恶程度较高的企业选择较低的最优分红边界 $\bar{w}_L = 0.12$ ,并且前者获得更高的企业价值。另外,我们还可以得到一个重要的结果,即模糊厌恶程度的增

加致使企业选择较高最优信贷额度。在信贷融资和未使用的信贷数额需要支付管理费条件下,企业选择最优的单位实物资本的信贷额度  $c^*$ , 使现金的边际价值  $p'(c^*)$  等于融资的边际成本  $1 + \zeta$ 。因为模糊厌恶程度较低的企业现金的边际价值高于模糊厌恶程度较高的企业的现金的边际价值。所以,如图 4B 所示,在相同的边际成本下,模糊厌恶程度较低的企业选择较低的信贷额度 - 实物资本比  $c_L^* = 0.09$ , 而模糊厌恶程度较高的企业选择较高的信贷额度 - 实物资本比  $c_H^* = 0.13$ 。

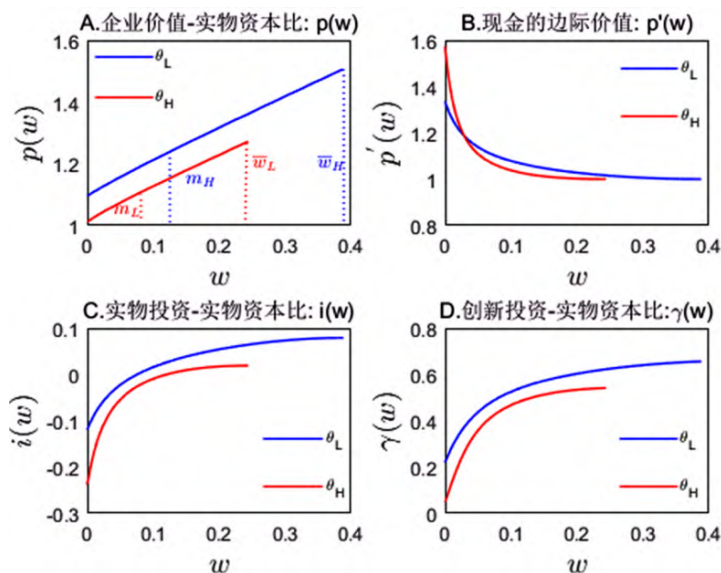


图 3 股权融资情形

注: 不同模糊厌恶程度对股权融资下企业价值 - 实物资本比  $p(w)$ 、现金的边际价值  $p'(w)$ 、实物投资 - 实物资本比  $i(w)$  和创新投资 - 实物资本比  $r(w)$  随现金 - 实物资本比  $w$  的变化。

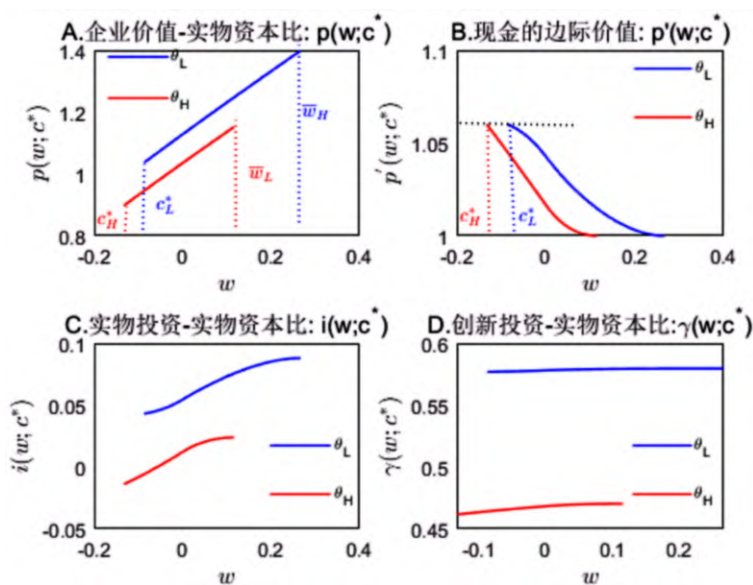


图 4 信贷融资情形

注: 不同模糊厌恶程度对信贷融资下企业价值 - 实物资本比  $p(w)$ 、现金的边际价值  $p'(w)$ 、实物投资 - 实物资本比  $i(w)$  和创新投资 - 实物资本比  $\gamma(w)$  随现金 - 实物资本比  $w$  的变化。

## 五、结论

考虑到企业创新投资成功的概率分布难以预测的事实,本文拓展了现有研究框架,在模糊性下构建了相应的最优决策模型,研究了企业的动态创新投资策略和流动性管理策略。结果表明:引入模糊性后的企业创新投资策略更加符合实际和经济学直觉;当企业面临的融资约束较弱时,企业家模糊厌恶的增加使企业放大外部不确定性对创新投资的影响,从而减少创新投资和实物投资,最终导致企业价值降低,而当企业面临的融资约束非常强时,企业的创新投资主要由融资约束决定,模糊厌恶对其影响较小。对于流动性管理方面,首先,本文在每种情形下均有一致的研究结果:企业家模糊厌恶程度的增加促使企业降低现金持有,加速分红,这为 Breuer 等的实证发现提供了理论支撑。其次,本文在理论上首次发现,模糊厌恶程度的增加致使企业发行较少的股权融资数额和选择较高的最优信贷额度<sup>[39]</sup>。

### 注释:

- [1] Lin, X. J., "Endogenous Technological Progress and the Cross-section of Stock Returns", *Journal of Financial Economics* 2012, 103, pp. 411-427.
- [2] [24] Li, Erica XN, Laura Xiaolei Liu, and Chen Xue, "Intangible assets and cross-sectional stock returns: Evidence from structural estimation", *working paper* 2014.
- [3] Peters, Ryan H, and Lucian A. Taylor, "Intangible capital and the investment-q relation", *Journal of Financial Economics* 2017, 123, pp. 251-272.
- [4] [37] Qi Q., "A Unified Tobin's q Theory of Investment Structure, Capital Allocation, Risk Management, and Asset Pricing", *working paper* 2017.
- [5] Andrei D., Mann W., Moya N., "Why did the q theory of investment start working?", *Journal of Financial Economics* 2019, 133, pp. 251-272.
- [6] Ellsberg, D., "Risk, Ambiguity and the Savage Axiom", *Quarterly Journal of Economics* 1961, 75, pp. 643-669.
- [7] [28] Anderson, E. W., L. P. Hansen, and T. J. Sargent, "A Quartet of Semigroups for Model Specification, Robustness, Prices of Risk, and Model Detection", *Journal of the European Economic Association*, 2003, 1, pp. 68-123.
- [8] Hansen, L. P., and T. J. Sargent, "Robust Control and Model Uncertainty", *The American Economic Review*, 2001, 91, pp. 60-66; Hansen, L. P., and T. J. Sargent, *Robustness*, Princeton: Princeton University Press 2008.
- [9] Aghion P., Askenazy P., Berman N., et al., "Credit Constraints and the Cyclicity of R&D Investment: Evidence from France", *Journal of the European Economic Association*, 2012, 10 (5), pp. 1001-1024.
- [10] Himmelberg C P., Petersen B C., "R&D and Internal Finance: A Panel Study of Small Firms in High-tech Industries", *Review of Economics & Statistics*, 1994, 76 (76), pp. 38-51.
- [11] Belitz H., Lejpras A., "Financing Patterns of R&D in Small and Medium-sized Enterprises and the Perception of Innovation Barriers in Germany", *Science & Public Policy*, 2016, 43(2), pp. 1-27.
- [12] 鞠晓生、卢荻、虞兴华《融资约束、营运资本管理与企业创新可持续性》,《经济研究》2013年第1期。
- [13] 罗长远、季心宇《融资约束下的企业出口和研发“鱼”与“熊掌”不可得兼》,《金融研究》2015年第9期。
- [14] Bloom, N., "Uncertainty and the Dynamics of R&D", *American Economic Review*, 2007, 97(2), pp. 250-255; Bhattacharya, U., Hsu P. H., X. Tian, and Y. Xu, "What Affects Innovation More: Policy or Policy Uncertainty", *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 2017, 52, pp. 1869-1901.
- [15] Hall B H., "The Financing of Research and Development", *Oxford Review of Economic Policy*, 2002, 18(1), pp. 35-51.
- [16] [32] [33] Qi Q., "Robust Tobin's q Theory", *Working Paper*, 2018.
- [17] [19] [26] [31] [34] [36] Bolton, P., H. Chen, and N. Wang, "A Unified Theory of Tobin's q, Corporate Investment, Financing, and Risk Management", *The Journal of Finance*, 2011, 66, pp. 1545-1578; Bolton, P., H. Chen,

- and N. Wang, "Market Timing, Investment, and Risk Management", *Journal of Financial Economics*, 2013, 109, pp. 40–62.
- [18] [39] Breuer, W., Rieger, M. O. and Soypak, K. C., "The behavioral foundations of corporate dividend policy: a cross-country analysis", *Journal of Banking and Finance*, 2014, 42, pp. 247–265; Breuer, W., Rieger, M. O. and Soypak, K. C., "Corporate Cash Holdings and Ambiguity Aversion", *Review of Finance*, 2017, 21, pp. 1933–1974.
- [20] Gilboa, I., and D. Schmeidler, "Maxmin Expected Utility with Non-unique Prior", *Journal of Mathematical Economics*, 1989, 18, pp. 141–153.
- [21] Klibanoff P., Marinacci M., Mukerji S., "A smooth model of decision making under ambiguity", *Econometrica*, 2005, 73(6), pp. 1849–1892.
- [22] Qi Q., "A Unified Tobin's  $q$  Theory of Investment Structure, Capital Allocation, Risk Management and Asset Pricing", *working paper*, 2017; Qi Q., "Robust Tobin's  $q$  Theory", *working paper*, 2018.
- [23] Jiang, George J., Danielle Xu, and Tong Yao, "The information content of idiosyncratic volatility", *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 2009, 44, pp. 1–28; Chen, Z. H., and R. Petkova, "Does Idiosyncratic Volatility Proxy for Risk Exposure?", *The Review of Financial Studies*, 2012, 25, pp. 245–278.
- [25] Hayashi, F., "Tobin's Marginal  $q$  and Average  $q$ : A Neoclassical Interpretation", *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 1982, 213–224.
- [27] Miao J. J., and A. Rivera, "Robust Contracts in Continuous Time", *Econometrica*, 2016, 84, pp. 1405–1440.
- [29] Hansen, L. P., and T. J. Sargent, G. A. Turmuhambetova, and N. William, "Robust Control and Model Misspecification", *Journal of Economic Theory*, 2006, 128, 45–90.
- [30] Hansen, L. Hansen, L. P., T. J. Sargent, "Three types of ambiguity", *Journal of Monetary Economics*, 2012, 59, pp. 422–445.
- [35] Dumas, Bernard, "Super contact and related optimality conditions", *Journal of Economic Dynamics and Control*, 1991, 4, pp. 675–685.
- [38] Bolton, P., H. Chen, and N. Wang, "A Unified Theory of Tobin's  $q$ , Corporate Investment, Financing, and Risk Management", *The Journal of Finance*, 2011, 66, pp. 545–1578.

[责任编辑: 叶颖玫]

## Corporate Innovation Investment Policy and Liquidity Management

CHEN Rong<sup>a, b</sup>, ZUO Ling<sup>a</sup>, ZHENG Zhen-long<sup>b</sup>

(a. School of Economics; b. School of Management, Xiamen University, Xiamen 361005, Fujian)

**Abstract:** Given the difficulty of predicting the success probability distribution of enterprise innovation projects, we expand the existing research framework, build an optimal decision model with the introduction of ambiguity, and study the dynamic innovation investment policy and liquidity management policy of enterprises. Numerical results show that enterprise innovation investment policy is more in line with the reality and economic intuition after the introduction of ambiguity. When the enterprise faces less financing constraints, ambiguity aversion amplifies the effect of external uncertainty on innovation investment and the enterprise will reduce innovation investment and physical investment, leading to a lower value of the firm, but when the enterprise faces very strong financing constraints, innovation investment is mainly determined by financing constraints, and ambiguity aversion has little effect on it; the increase of ambiguity aversion prompts the enterprise to reduce cash holdings, speed up dividends, issue less equity financing, and opt for higher credit lines.

**Keywords:** innovation investment, ambiguity, liquidity management, financing constraints