

资产泡沫与最优货币政策^①

作者信息

董丰：清华大学经济管理学院；

通讯地址：北京市双清路 30 号清华大学经管学院伟伦楼 525 室；

邮编：100084；

联系电话：13816798450；

Email: dongfeng@sem.tsinghua.edu.cn

周基航：清华大学经济管理学院；

通讯地址：北京市双清路 30 号清华大学；

邮编：100084；

联系电话：18257530496；

Email: zhou-jh19@mails.tsinghua.edu.cn

贾彦东：中国人民银行研究局；

通讯地址：北京市成方街 32 号；

邮编：100010；

联系电话：13910306059；

Email: jyandong@pbc.gov.cn

^① 本文由国家自然科学基金（72122011，71903126）提供研究资助。作者感谢王鹏飞教授和文一教授的宝贵点评。本文仅代表个人观点，与各位作者所在单位无关。

资产泡沫与最优货币政策

摘要：本文在一个包含资产泡沫的动态新凯恩斯模型中引入工资粘性和劳动力市场摩擦。资产泡沫能够通过金融成本渠道对通胀形成向下的压力，即使经济过热、资产价格上涨，通胀也依旧可能是温和的，在一定程度上可以解释为什么近年来菲利普斯曲线趋于扁平化。本文认为当金融成本渠道成立时，传统的货币政策规则虽然能够稳定通胀，却可能无法稳定经济，因此货币政策是有理由针对资产泡沫做出逆风干预的。我们发现紧缩的货币政策能够有效降低资产泡沫的规模，在货币政策中给予资产泡沫或资产价格目标部分权重将有助于稳定经济，并且对资产泡沫进行逆风干预的货币政策规则将有助于提升福利水平，这一结论对于不同类型的冲击都是稳健的。这说明了盯住资产泡沫的货币政策在理论上是有效率的，对于完善央行的货币政策框架具有重要的政策意义。治理资产泡沫的根本途径仍在于消除金融市场摩擦，增加安全资产的供给，建立健全安全、透明、高效的融资体系，这不仅能够挤出泡沫，还能够促进实体经济的发展，提高投资效率。

关键词：资产泡沫；货币政策；金融摩擦；菲利普斯曲线

Asset Bubbles and Optimal Monetary Policy

Abstract: This paper introduces wage stickiness and labor market friction in a dynamic new Keynesian model involving asset bubbles. Asset bubbles can exert downward pressure on inflation through the financial cost channel. Even if the economy overheats and asset prices rise, inflation is still likely to be mild, which to some extent explains why the Phillips curve tends to flatten in recent years. This paper argues that when the financial cost channel is established, although the traditional monetary policy rules can stabilize inflation, they may not be able to stabilize the economy. Therefore, monetary policy is justified to intervene against the asset bubble. We found that the tightening of monetary policy can effectively reduce the size of the asset bubble and giving the asset bubbles or asset prices in monetary policy target part weight will help to stabilize the economy. The monetary policy rules that leaning against the bubble will help to enhance the level of welfare and the conclusion to the impact of different types are robust. This shows that the monetary policy pegged to asset bubbles is efficient in theory and has important policy significance for perfecting the monetary policy framework of the central bank. The fundamental way to deal with asset bubbles is to eliminate frictions in the financial market, increase the supply of safe assets, and establish and improve a safe, transparent and efficient financing system. This can not only squeeze out bubbles, but also promote the development of the real economy and improve investment efficiency.

Keywords: Asset Bubbles; Monetary Policy; Financial friction; Phillips curve

JEL Classification: E22, E44, E52

一、引言

资产泡沫加剧了资产价格和宏观经济的波动，对宏观金融系统的稳定产生了潜在的风险。习近平总书记指出，打好防范重大风险攻坚战，重点是防控金融风险，而资产泡沫是影响金融风险的重要因素。近年来，西方发达国家纷纷采取低利率的宽松货币政策以刺激经济增长，新冠疫情的爆发使得全球范围内的宽松政策再次加码，在极低利率的环境，容易再次引发资产泡沫的风险（易纲，2019）。当前，实体经济尚未从危机中完全恢复，但是资产价格却在反弹之后不断创造近年来新高，大宗商品价格也不断走高，抛开供需因素，重要原因之一仍是主要经济体中央银行实施超宽松货币政策，不免令各界担忧其内在的资产泡沫化倾向。这引发了学界和业界关于货币政策是否同样应该以资产泡沫为目标的激烈讨论，这一争论始于1996年，时任美联储主席格林斯潘对股票市场可能存在的非理性繁荣表达了担忧，立即引起了关于货币政策和资产价格之间关系的广泛讨论，至今仍未定论。按照传统的观念，货币政策的主要职能是稳定通胀，在稳定通胀的同时能够自动稳定产出。但是在通胀指标的度量中忽视投资品价格和资产价格会对货币政策的指导带来失真（周小川，2020），过去十几年的经验表明，即使资产泡沫的兴衰造成了经济的不稳定，通胀也始终保持在温和的态势，这是否意味着传统的货币政策已经达成了目标，还是说货币政策有进一步的改进空间？关于资产泡沫和货币政策之间的交互关系等重要问题，在宏观理论中仍有待充分讨论。

本文构建了一个包含理性资产泡沫的动态新凯恩斯模型，并引入工资粘性和劳动力市场摩擦。本文试图回答以下问题：货币政策的干预是否会影响资产泡沫的规模？如果会，那么影响的方向是什么？针对资产泡沫逆风调节的货币政策会缩小泡沫规模还是进一步刺激泡沫规模？当经济中出现资产泡沫时，货币政策是否应该兼顾资产泡沫目标？如果是，那么最优的货币政策如何制定？对经济整体的福利水平产生何种影响？

我们引入资产泡沫的方法基于 Miao and Wang (2018) 和 Dong et al. (2020) 的无穷期理性泡沫模型。经济中存在异质性投资效率的投资者，在完备市场中，资源最终都将集中到投资效率最高的投资者手中，然而金融摩擦带来的融资约束限制了投资者的最高贷款数。其中，企业以部分市场价值作为抵押，市场价值中出现的无基本面价值作为支撑的资产泡沫 B_t 将会放松企业的信贷约束，我们可以证明资产泡沫的数量在某些均衡中为正，这被称为泡沫均衡。资产泡沫的形成机理是，当企业的估值超过基本面价值形成资产泡沫时，企业的信贷约束放松，投资和产出规模扩张，从而企业的基本面价值上升，符合估值预期，形成逻辑闭环，本质上是预期自我实现的过程。资产泡沫能够为企业提供额外的流动性，在其均衡无套利条件中

$$B_t = (1 - \delta_e) E_t \beta \frac{\Lambda_{t+1}}{\Lambda_t} \frac{m_t}{m_{t+1}} \theta_t (1 + G_{t+1}) B_{t+1}. \quad (1)$$

我们容易证明只有当流动性溢价水平 $G_{t+1} > 0$ 时，泡沫均衡才有可能出现。金融市场摩擦是产生资产泡沫的重要原因，因此治理资产泡沫的根本方法还是在于完善金融体系、降低金融市场摩擦。随着金融摩擦程度的下降，资产泡沫规模也会下降，缓解金融市场摩擦不仅能够挤出泡沫，还能够促进实体经济的发展，提高投资效率，资产价格虽然可能会因为资产泡沫的收缩而下降，但是最终也会因经济活动的增加而提高，这为应对资产泡沫提供了重要的政策视角。

本文根据经典宏观文献引入劳动力市场摩擦和营运资本约束，是指企业在投入生产之前，必须首先支付劳动工人足够的工资 $\mu W_t N_{jt}$ ，参数 μ 越高意味着劳动力市场摩擦程度越严重。当存在劳动力市场摩擦时，金融成本渠道（Financial Cost Channel）将会对通胀水平和宏观经济产生重要的影响。我们推导出菲利普斯曲线满足下式：

$$\hat{\pi}_t = \frac{(1-\xi_p)(1-\beta\xi_p)}{\xi_p} (ulc_t + \kappa\hat{\lambda}_t) + \beta E_t \hat{\pi}_{t+1}, \quad (2)$$

相较于标准的菲利普斯曲线，此时边际成本 $\hat{p}_t^w = ulc_t + \kappa\hat{\lambda}_t$ ， $\hat{\lambda}_t$ 为营运资本约束影子价格相对于稳态的对数偏离。当企业的市场价值因资产泡沫提高之后，抵押价值提高，获取信贷的能力增强，营运资本约束的放松降低了影子价格，因此边际成本下降，对通胀形成向下的压力。当经济过热、资产泡沫膨胀时，一方面经济活动的增加导致通胀上升，而另一方面资产泡沫通过金融成本渠道压低了通胀，从而即使经济是过热的，通胀也依旧可能是温和的，在一定程度上可以解释为什么近年来菲利普斯曲线趋于扁平化 (Hazell et al. 2020)。Christiano et al. (2010) 在实证中发现当资产价格繁荣时，通胀仍然能够保持温和，并且他们使用了美国 18 次繁荣的历史数据和模型模拟；Ikeda (2019) 使用美国 1947 年第一季度到 2019 年第一季度的股票价格、产出和通胀数据也观察到了相应的数据特征。这表明如果资产泡沫期间的通胀处于低位，仅以通胀为目标的利率规则实际上会不足以维护经济的稳定。如果仍旧根据盯住通胀的货币政策规则来执行货币政策，将导致政策行动不足，无法在经济过热时有效为经济降温，同样也无法在经济过冷时刺激经济，这就加剧了经济的不稳定性。

本文认为当存在金融成本渠道时，货币政策虽然稳定了通胀，却可能无法稳定经济，因此货币政策是有理由针对资产泡沫做出逆风干预的。我们发现紧缩的货币政策（名义利率提高）能够有效降低资产泡沫的规模，并且在货币政策中给予资产泡沫或资产价格目标部分权重将有助于稳定经济。本文使用数值模拟的方法对比不同货币政策规则下的社会整体福利水平，发现对资产泡沫进行逆风干预的货币政策规则将有助于提升福利水平约 1.6 个百分点，并且对于不同类型的冲击，模拟结果都是稳健。这说明了盯住资产泡沫的货币政策在理论上是有效率的，对于完善央行的货币政策框架具有重要的政策意义。

在进入文章的模型设定之前，我们对相关文献进行简要的回顾和梳理。资产泡沫是当前宏观金融研究的前沿问题，在宏观金融文献中，将资产泡沫定义为无基本面价值支撑或者资产价格超过基本面价值的资产。在一般的宏观模型中，理性资产泡沫的存在首先需要满足两个最基本的条件，(1) 无限期时间 (2) 金融市场存在不完全性或金融摩擦。根据代理人存活的期数，又可以将模型框架分为有限期模型和无限期模型。有限期模型主要建立在世代交叠模型（简称 OLG）框架上 (Samuelson, 1958; Diamond, 1965)。Tirole (1985) 是资产泡沫文献中最早在生产经济的环境下分析资产泡沫的，该文证明，资产泡沫存在的必要条件是经济动态无效。基于 Blanchard and Watson (1982), Weil (1987) 引入了随机泡沫的概念，泡沫在每一期都有一定的概率会破灭，文章将其理解为人们对资产泡沫的信心。随机泡沫的引入为分析泡沫情绪冲击和经济周期之间的关系打下了基础。其他采用 OLG 框架的重要文献还包括 Martin and Ventura (2012), Farhi and Tirole (2012) 等。

随着对于严格定量分析需求的增加，泡沫理论逐渐嵌入到标准的动态随机一般均衡模型 (DSGE)。Kocherlakota (2008) 考虑了当市场中存在债务约束的情形，提出了“债务等价理论”，当债务约束过紧时，资产泡沫的存在可以作为债务的等价替代放松借贷约束。Wang and Wen (2012) 在无限期真实经济周期框架中引入带有金融约束的生产性企业，证明了内生的资产泡沫有助于缓解高效率企业面临的金融摩擦。从中我们不难发现，资产泡沫的存在是以内生的金融市场摩擦为前提的，资产泡沫能够缓解借贷约束，这是在无限期模型引入资产泡沫的常用技巧。Miao et al. (2015) 和 Miao and Wang (2018) 关注了股票泡沫，他们将泡沫的价值附加在企业的基本面价值上，不同于 Kiyotaki and Moore (1997) 模型中仅将企业的流动性价值作为抵押获得银行贷款的假设，他们假设企业的抵押价值包含部分资产泡沫，当企业获得投资机会时，资产泡沫作为抵押品可以带来额外的流动性，资产泡沫存在流动性溢价，这是该模型中理性泡沫存在的核心机制，本文正是参考了此种建模思想，引入异质性投资效率和融资约束条件，

当金融市场摩擦程度足够高时，泡沫均衡是能够存在的。

关于资产泡沫与货币政策的讨论由来已久，但至今仍未有定论。在 08 年全球金融危机以前，在杰克逊霍尔（Jackson Hole）共识之下，主流的观点包括主要发达国家央行的政策实践者认为货币政策只需盯住通胀，而不需要干预资产价格（Greenspan, 2002; Blinder and Reis, 2005）。他们认为货币政策不应该在事前干预资产泡沫，但是当资产泡沫破裂造成经济衰退或金融不稳定时，货币政策需要积极干预，减轻危机造成的影响，也被称为事后清理策略（Mop-Up Strategy）。Bernanke and Gertler（2000）将包含泡沫的资产引入金融加速器模型框架（Bernanke et al., 1999），他们的结论是灵活的通胀目标制为实现总体宏观经济稳定和金融稳定提供了一个统一有效的框架，因此货币政策并不需要干预资产价格，除非资产价格的波动影响了价格预期。Bernanke and Gertler（2001）则使用随机模拟的方法评估不同货币政策规则的表现，发现当存在资产泡沫时，恰当的通胀目标制规则能够同时稳定通胀和产出，但加入资产价格目标并没有能够带来明显的改善。但是他们所使用的资产泡沫是相对外生的，而在本文的框架模型下，我们能够分析货币政策与内生资产泡沫之间的联动关系。

反对货币政策干预资产价格的观点一般并不否认紧缩的货币政策能够降低泡沫规模，而低利率的宽松货币政策则容易催生资产泡沫。与传统的想法不同，Gali（2014）认为试图用抬升利率的方法来控制泡沫规模可能反过来会加剧资产中泡沫部分价格的波动，无法达到该政策所期待的效果。Gali and Gambetti（2015）在 Gali（2014）的基础上，利用时变结构向量自回归模型（TVC-SVAR），基于美国的数据，发现紧缩的货币政策冲击使得资产价格上升。袁越和胡文杰（2017）借鉴上述模型，使用中国数据得到了类似的结果。此外，Blot et al.（2018）则指出货币政策对资产泡沫的影响是不对称的，紧缩的货币政策并不能抑制泡沫，但宽松货币政策会促进泡沫的形成。

与此相对，有很大一部分研究者支持逆风政策，尤其是在 08 年因房地产泡沫破灭而对全球经济造成惨重打击之后，越来越多的人认为货币政策仍然应该在资产价格快速上涨的时期逆风干预，防止资产泡沫的进一步扩大，避免造成更大的金融风险（Borio and Lowe, 2002; Woodford, 2012; Borio, 2014）。易纲和王召（2002）构建了一个货币政策的股市传导机制模型，证明了货币数量与通货膨胀的关系不仅取决于商品和服务的价格，而且在一定意义上取决于股市，稳定宏观经济要求货币政策同时关注股市，防止通胀和资产泡沫的发生。Issing（2011）认为传统的货币政策忽视了货币政策和资产价格之间的关系，可能导致金融不稳定，指出随着金融市场的不断发展，资产价格的重要性逐渐增强。价格稳定并不保证金融稳定，而资产价格或金融市场的不稳定最终会对价格和经济产生冲击（张晓慧，2017）。

传统的以盯住通胀为主要目标的货币政策可能正面临着政策困境，如果价格指标（如 CPI）本身不能反映经济的真实情况，那么就可能导致货币政策出现偏差。张晓慧（2009）和张晓慧等（2010）分析了全球通胀机理的变化，提出了“结构性通胀”的概念，随着供给能力提升和金融投资活动的增加，通胀稳定和资产价格上升能够同时出现，如果货币政策只关注通胀，当 CPI 明显上涨时再采取货币政策干预可能为时已晚。同样，也存在其他机制可以说明低通胀和资产泡沫能够同时存在，我们的文章强调了金融成本渠道这一关键传导机制，扩张的资产泡沫通过放松信贷约束对通胀产生向下的压力，在推高资产价格的同时能够维持通胀温和，此时严格盯住通胀的货币政策可能会进一步加速经济偏离趋势。因此，本文就在这一机制设定的基础上，进一步分析了在货币政策规则中加入资产泡沫目标将如何影响宏观经济和居民福利，并测算了最优货币政策。Dong et al.（2020）同样提供了一个动态新凯恩斯（DNK）框架下的理性泡沫模型，他们认为逆风利率政策降低了泡沫的波动性，但可能会提高通胀的波动性。货币政策是否应对资产泡沫做出反应，取决于特定的利率规则和外部冲击。

在国内，采用理性资产泡沫框架分析中国问题的文献并不多。陈彦斌和刘哲希（2017）分析了资产泡沫与经济增长之间的关系，他们发现资产泡沫的增长会挤出实体经济的投资，导致经济“脱实向虚”，从而无法达到“稳增长”的要求。陈彦斌等（2018）构建了

一个含有高债务特征的动态一般均衡模型，提出了衰退式资产泡沫的概念，其形成的核心原因在于僵尸企业等负债主体过度依赖“借新还旧”的方式来滚动债务，他们建议采用“稳健偏宽松的货币政策+偏紧的宏观审慎政策”的政策组合应对衰退式资产泡沫。董丰和许志伟（2020）将刚性兑付引入资产泡沫基准模型后，发现对高风险金融资产的刚性兑付会导致流动性充裕的投资者过度投机而引起所谓的“刚性泡沫”，泡沫资产的需求和价格与刚性兑付力度呈正向关系。本文将在前述研究的背景下，深入探讨资产泡沫与货币政策的交互作用，这对于理论发展和我国货币政策实践都具有重要的贡献和现实意义。

本文的余下部分安排如下：第二部分给出了本文的理论模型设定；第三部分引入资产泡沫和求解模型均衡；第四部分通过校准的方法确定参数，并进行定量分析；第五部分比较了不同货币政策设定下的福利水平，并基于福利最大化条件计算了最优政策水平；第六部分是结论。

二、模型

本文构建了一个带有资产泡沫的无穷期离散动态新凯恩斯模型（DNK），基准模型包括家庭部门、最终品生产商、中间品零售商和批发商、投资品厂商以及中央银行。家庭部门进行消费、储蓄决策，并且可以在股票市场上交易最终品厂商的股权。最终品生产商使用中间品生产用于消费和最终投资的商品，而中间品的生产和流通则需要经过批发商和零售商两个节点才能被最终品厂商使用。同时，假设经济中存在竞争性的无摩擦金融中介，在一定的利率水平之下，吸收家户的储蓄，并满足厂商的贷款需求。除了采用标准的价格粘性设定以外，我们参照 Erceg et al.（2000）的模型设定引入工资粘性。采用 Miao et al.（2015）的模型设定方法，通过投资效率的异质性和金融市场摩擦，我们将资产泡沫引入模型。在此基础上，参照标准的宏观建模方式（如 Galí（2011）以及 Ikeda（2019）等），在厂商的生产约束中加入营运资本约束（Working Capital）。中央银行制定货币政策，我们关注的问题是当经济中出现资产泡沫时，货币政策的制定是否也应该兼顾资产泡沫的规模？那么该如何制定最优货币政策？福利水平能否因此而有所提高？具体的设定将在下文详细描述。

（一）家庭部门

家庭部门包含单位连续测度的同质家户（ $i \in [0,1]$ ），家户的期望效用函数中包含消费 $\{C_t\}$ 和劳动供给 $\{N_t\}$ ，满足以下形式：

$$E \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \left[\log(C_t - hC_{t-1}) - \chi \frac{N_t(i)^{1+\nu}}{1+\nu} \right], \quad (3)$$

其中， $\beta \in (0,1)$ 为主观贴现因子， $h \in (0,1)$ 刻画了消费的持续性习惯， $\nu > 0$ 衡量了劳动供给的弹性，而 $\chi > 0$ 则反应了劳动供给对于家户效用的负向作用水平。

家户 i 在时期 t 的预算约束方程可以表示为：

$$P_t C_t + P_t^s s_{t+1} + D_{t+1} \leq W_t(i) N_t(i) + \Pi_t + R_{t-1} D_t + P_t^s (s_t + d_t), \quad (4)$$

其中， P_t 为消费品或最终品的名义价格， s_{t+1} 代表家户购入的最终品厂商的股票份额， P_t^s 则为对应的股票价格， d_t 为当期的股票分红比例， D_{t+1} 为家户的名义储蓄水平， R_t 为储蓄利率。假设当期工资为 $W_t(i)$ ，家户提供 $N_t(i)$ 单位的劳动供给，工资和劳动供给数量的决策过程将在下文工资设定部分详述。假设家户实际拥有中间品零售商和批发商

以及投资品厂商， Π_t 为则代表了这些厂商的利润转移。因此，家户 i 的最优决策问题可以总结为，给定预算约束方程，家户选择消费 C_t 、储蓄水平 D_t 以及股票份额 s_{t+1} 以最大化期望效用函数。其中，在均衡状态时股票份额 $s_{t+1}=1$ ，关于 C_t 和 D_t 的一阶条件分别为：

$$P_t \Lambda_t = \frac{1}{C_t - hC_{t-1}} - \beta h E_t \left(\frac{1}{C_{t+1} - hC_t} \right), \quad (5)$$

$$E_t \left[\beta \frac{\Lambda_{t+1}}{\Lambda_t} R_t \right] = 1, \quad (6)$$

其中， Λ_t 为预算约束方程的拉格朗日乘数。

(二) 劳动市场结构

劳动市场的结构和工资的设定过程参照 Erceg et al. (2000)，假设经济体中存在完全竞争的劳动雇佣代理人，使用某种生产技术将单位连续测度特定的劳动供给 $N_t(i)$ 合成加总的劳动供给 N_t ，该生产技术表示为：

$$N_t = \left(\int_0^1 N_t(i)^{\frac{\varepsilon_w - 1}{\varepsilon_w}} di \right)^{\frac{\varepsilon_w}{\varepsilon_w - 1}}, \quad (7)$$

其中， $\varepsilon_w > 0$ 为异质性劳动供给的替代弹性。在完全竞争的市场下，可以推导出关于劳动力 $N_t(i)$ 的需求曲线为 $N_t(i) = (W_t(i)/W_t)^{-\varepsilon_w} N_t$ 。其中， W_t 为劳动总供给 N_t 的名义工资水平。家户 i 设定工资水平 $W_t(i)$ 的过程满足垄断竞争形式，为了引入工资粘性，参照 Calvo (1983) 的模型设定，假设每一时期家户能够重新设定价格的概率 $0 < 1 - \xi_w < 1$ 。当家户可以重新设定工资水平时，家户 i 选择工资水平 $W_t^*(i)$ 最大化：

$$E_t \sum_{s=0}^{\infty} (\beta \xi_w)^s \left[\Lambda_{t+s} W_{t+s}(i) N_{t+s}(i) - \chi \frac{N_{t+s}(i)^{1+1/\nu}}{1+1/\nu} \right], \quad (8)$$

需要同时满足劳动需求曲线约束，我们进一步地将劳动需求曲线改写成：

$$N_{t+s}(i) = \left(\frac{W_t^*(i) \Gamma_{t,t+s}^w}{W_{t+s}} \right)^{-\varepsilon_w} N_{t+s}, \quad (9)$$

其中，

$$\Gamma_{t,t+s}^w = \begin{cases} 1, & s = 0 \\ \prod_{k=1}^s (\pi_{t+k-1} z_{t+k-1})^{\iota_w} (\pi z)^{1-\iota_w}, & s \geq 1 \end{cases} \quad (10)$$

其中，工资调整参数 $\iota_w \in [0, 1]$ ，在完全竞争的条件下，劳动雇佣代理人的利润为 0，名义工资水平 W_t 的动态方程为：

$$W_t = \left[\xi_w [\Gamma_{t-1,t}^w W_{t-1}]^{1-\varepsilon_w} + (1 - \xi_w) (W_t^*)^{1-\varepsilon_w} \right]^{\frac{1}{1-\varepsilon_w}}. \quad (11)$$

(三) 最终品生产商与中间品零售商

类似于引入工资粘性的过程，我们在这一小节引入价格粘性。假设在模型经济中存在代表性的最终品生产商和单位连续测度的零售商 ($j \in [0,1]$)，前者在完全竞争的条件下生产，而后者则属于垄断竞争型厂商。零售商 j 以 $P_t(j)$ 的价格将特定的中间品 $Y_t(j)$ 出售给最终品生产商用于生产最终品 Y_t ，其生产技术可以表示为：

$$Y_t = \left(\int_0^1 Y_t(j)^{\frac{\varepsilon_p - 1}{\varepsilon_p}} \right)^{\frac{\varepsilon_p}{\varepsilon_p - 1}}, \quad (12)$$

其中， $\varepsilon_p > 0$ 为异质性中间品的替代弹性。在完全竞争的市场下，中间品的需求曲线可以表示为 $Y_t(j) = (P_t(j)/P_t)^{-\varepsilon_p} Y_t$ ， P_t 为商品的名义价格指数。

在 t 时期，零售商以 P_t^w 的价格从批发商手中购买中间品 $Y_t(j)$ ，并以 $P_t(j)$ 的价格出售。为了引入名义价格粘性，与粘性工资的设定相同，假设零售商能够重新设定价格的概率 $0 < 1 - \xi_p < 1$ 。当其可以重新设定商品价格时，零售商 j 制定出售价格 $P_t^*(j)$ 以最大化期望利润：

$$E_t \sum_{s=0}^{\infty} (\beta \xi_p)^s \Lambda_{t+s} [P_{t+s}(j) Y_{t+s}(j) - P_{t+s}^w Y_{t+s}(j)], \quad (13)$$

并且满足中间品需求约束。同样，我们可以将中间品需求曲线改写成：

$$Y_{t+s}(j) = \left(\frac{P_t^*(j) \Gamma_{t,t+s}^p}{P_{t+s}} \right)^{-\varepsilon_p} Y_{t+s}, \quad (14)$$

其中，

$$\Gamma_{t,t+s}^p = \begin{cases} 1, & s = 0 \\ \prod_{k=1}^s (\pi_{t+k-1})^{t_p} (\pi)^{1-t_p}, & s \geq 1 \end{cases} \quad (15)$$

其中，价格调整参数 $t_p \in [0,1]$ 。在此设定之下，名义工资水平 P_t 的动态方程为：

$$P_t = \left[\xi_p [\Gamma_{t-1,t}^p P_{t-1}]^{1-\varepsilon_p} + (1-\xi_p) (P_t^*)^{1-\varepsilon_p} \right]^{\frac{1}{1-\varepsilon_p}}. \quad (16)$$

(四) 中间品批发商

经济中存在单位连续测度的中间品厂商，使用资本和劳动生产中间品，并将其出售给零售商。在时期 t ，假设资本品厂商 j 拥有资本品 K_{jt} ，给定相关价格，决定雇佣劳动的数量 N_{jt} 以及购买投资品的数量 I_{jt} 。产品生产函数满足柯布-道格拉斯函数形式：

$$Y_{jt} = (K_{jt})^\alpha (A_t N_{jt})^{1-\alpha}, \quad (17)$$

其中，资本报酬份额 $\alpha \in (0,1)$ ， A_t 刻画了技术水平，并定义技术进步率 $z_t \equiv A_t / A_{t-1}$ ，技术进步是经济增长的最终来源，稳态技术进步率为 z 。假设每一期资本的折旧率为 $\delta \in (0,1)$ ，则中间品批发商所拥有的资本品数量的动态累积方程为：

$$K_{jt+1} = (1-\delta)K_{jt} + \epsilon_{jt} I_{jt}. \quad (18)$$

厂商的异质性投资效率 ϵ_{jt} 在不同厂商和时期均满足独立同分布的性质，在

$[\epsilon_{\min}, \epsilon_{\max}] \subset (0, \infty)$ 上的累积分布函数 (CDF) 满足 $F(\epsilon_{jt})$ 。在每一期投资决策之前，厂商会观察到自己的投资效率，并决定是否投资，我们最终可以证明经济中存在投资效率阈值 ϵ_t^* ，只有投资效率高于该阈值的厂商会选择投资。同时，我们假设投资是不可逆的，即 $I_{jt} \geq 0$ 。

厂商在进行生产和投资之前，需要有足够的营运资本用以雇佣劳动和购买投资品 (Ikeda, 2019)，我们假设厂商能够在期初以短期贷款的形式从金融中介处拆解资金 L_{jt} ，并在当期期末归还^①，因此**营运资本约束**满足：

$$P_t^I I_{jt} + \mu W_t N_{jt} \leq L_{jt}, \quad (19)$$

其中，参数 $\mu \in [0, 1]$ 衡量了**劳动市场摩擦**程度，当 μ 越大时，对于企业营运资本的要求越高，从而加大了企业运营的难度。我们将这一约束称为营运资本约束，并且随着 μ 的提高，会对经济的运行产生重要的影响机制，Ikeda (2019) 称之为金融成本渠道 (Financial Cost Channel)。

根据 Carlstrom and Fuerst (1997), Bernanke et al. (1999), Gertler and Kiyotaki (2010) 的设定，假设厂商在每一期均以 δ_e 的概率退出市场。在其退出市场之后，企业市场价值归零，同时有相同数量的新企业会进入市场，市场中厂商的数量保持不变，并假设在时期 t 进入市场的新企业家的初始资本为 K_t^0 。在后续的分析中，我们不难发现这样的设定意味着即使资产泡沫在某一时期发生破灭，也会因为新进入的企业所带入的资产泡沫而得以继续存在 (Gali, 2014; Miao and Wang, 2018; Miao et al., 2015)。用 $V_{t,\tau}(K_{jt}, \epsilon_{jt})$ 表示厂商的价值函数，其中，下标 τ 表示该厂商是在 τ 期之前进入市场的，并一直存活到 t 时期 (即在时期 t ，存续时间或企业年龄为 τ 期的厂商)。因此，厂商的最优化问题可以表示为：

$$\begin{aligned} V_{t,\tau}(K_{jt}, \epsilon_{jt}) = & \max_{I_{jt} \geq 0, N_{jt} \geq 0, L_{jt} \geq 0} P_t^w Y_{jt} - P_t^I I_{jt} - W_t N_{jt} \\ & + (1 - \delta_e) E_t \beta \frac{\Lambda_{t+1}}{\Lambda_t} V_{t+1,\tau+1}(K_{jt+1}, \epsilon_{jt+1}). \end{aligned} \quad (20)$$

在满足营运资本约束的同时，厂商同时需要满足激励相容约束，这一约束也可以称为信贷约束，实际上限制了厂商的最高贷款资金总额。假设金融市场存在摩擦，厂商在期初向金融中介贷款之后可能会在期末还款时选择违约，从而使金融中介蒙受损失，因此金融中介会要求企业以 ξ_t 比例的资本品作为贷款抵押，一旦厂商违约，金融中介将会接管这一比例的资本，与 Miao and Wang (2018) 的设定类似，**激励相容条件**需要满足：

$$L_{jt} \leq (1 - \delta_e) E_t \beta \frac{\Lambda_{t+1}}{\Lambda_t} \bar{V}(\xi_t K_{jt}), \quad (21)$$

其中， $\bar{V}(K_{jt+1}) = \int V_{t+1,\tau+1}(K_{jt+1}, \epsilon) dF(\epsilon)$ ，不等式 (21) 表明厂商以部分市场价值作为抵押品向金融中介贷款满足运营资本要求，因此厂商的市场价值在一定程度上决定了其贷款的最大额度。抵押比例 ξ_t 反映了信贷市场的摩擦程度，我们将其称为金融冲击，假设服从 $AR(1)$ 的过程：

$$\log \xi_t = (1 - \rho_\xi) \log \bar{\xi} + \rho_\xi \log \xi_{t-1} + e_{\xi,t}, \quad (22)$$

其中， $\bar{\xi}$ 为抵押比例的平均值， ρ_ξ 则为冲击持续性参数，冲击 $e_{\xi,t}$ 服从均值为 0，方差为 σ_ξ^2 的正态分布。 ξ_t 越低意味着信贷市场的摩擦越大，增加了厂商从信贷市场获得贷款的限制和难度，但当厂商的市场价值因为存在资产泡沫而被放大时，信贷约束能够

^①由于资金在期内归还，因此不考虑利息。

被放松，这也是为什么在模型中能够内生资产泡沫的重要原因，关于资产泡沫的细节将在后文详细描述。综上，我们将中间品批发商的最优化问题总结为在满足营运资本约束(19)和激励相容(21)的条件下，厂商最大化价值函数(20)。

(五) 投资品厂商

代表性投资品厂商以 P_t 的价格购买最终品，并能够将其转化为投资品，并以 P_t^I 的价格出售给中间品批发商用于资本积累。本文参考 Christiano et al. (2005) 的模型设定引入生产调整成本。投资品厂商在时期 t 最优化问题可以转化为选择投资品的生产数量 I_t 最大化期望利润：

$$\max_{\{I_{t+s}\}} E_t \sum_{s=0}^{\infty} \frac{\Lambda_{t+s}}{\Lambda_t} \left\{ P_{t+s}^I I_{t+s} - \left[1 + \frac{\Omega}{2} \left(\frac{I_t}{I_{t-1}} - z_t \right)^2 \right] P_{t+s} I_{t+s} \right\}, \quad (23)$$

其中， Ω 为成本调整参数， z_t 为投资品额稳态增长率，在此经济体中，与稳态技术进步率 z 相等。

(六) 中央银行

中央银行制定名义利率水平，我们假设货币政策的执行遵循泰勒法则，并考虑一个简单的泰勒法则形式：

$$\log(R_t) = \log(R) + \phi_{\pi} \log\left(\frac{\pi_t}{\pi}\right) + \phi_y \log\left(\frac{Y_t}{Y_{t-1}z}\right) + e_{mp,t}, \quad (24)$$

我国的货币政策设定参考 Sun、Zhang 和 Zhu (2021)。其中，我们将通货膨胀率定义为 $\pi_t \equiv P_t/P_{t-1}$ ， R ， π 和 z 分别为稳态名义利率、通胀水平和技术进步率，参数 ϕ_{π} 和参数 ϕ_y 分别表示货币政策对于通胀和产出变化的反应系数， $e_{mp,t}$ 则为货币政策冲击，服从均值为 0，方差为 σ_{mp}^2 的正态分布。在基准模型中，我们使用标准的盯住通胀和产出的货币政策，在模型拓展及后续的分析过程中，我们会讨论盯住资产泡沫的货币政策对于宏观经济波动及福利的影响。

三、资产泡沫与均衡

在这一部分，我们将引入内生资产泡沫的定义和产生过程，发现当市场中存在金融摩擦时，泡沫均衡是有可能存在的。然后，在求解了各部门最优化问题之后，将经济变量加总得到该模型经济系统的相宏观动力系统方程，在此过程中我们假设不存在加总不确定性 (Aggregate Uncertainty)。

(一) 资产泡沫

在本文中，资产泡沫以附加值的形式出现在批发商的市场价值之中，并且这一部分的价值没有基本面支持，这与 Miao et al. (2015) 和 Miao and Wang (2018) 所构建的资产泡沫形式类似。考虑批发商的最优化问题，给定贷款利率 R_{β} 和工资率 W_t ，厂商

在满足营运资本约束(19)、激励相容约束(21)以及资本动态累积方程(18)的条件下,求解价值函数最优化问题(20)。我们猜测并将最终验证资本品厂商的价值函数满足下述形式:

$$V_{t,\tau}(K_{jt}, \epsilon_{jt}) = v_{Kt}(\epsilon_{jt})K_{jt} + b_{t,\tau}(\epsilon_{jt}). \quad (25)$$

我们将资本品的影子价格 Q_t 或托宾 Q (Hayashi, 1982; Miao and Wang, 2018) 和资产泡沫的名义价值 $B_{t,\tau}$ 定义为:

$$Q_t = (1 - \delta_e)E_t \beta \frac{\Lambda_{t+1}}{\Lambda_t} v_{K_{t+1}}(\epsilon_{jt+1}) \quad (26)$$

$$B_{t,\tau} = (1 - \delta_e)E_t \beta \frac{\Lambda_{t+1}}{\Lambda_t} b_{t+1,\tau+1}(\epsilon_{jt+1}) \quad (27)$$

不难发现, $B_{t,\tau}$ 的价值没有基本面价值作为支撑,因此被称为资产泡沫。在均衡中,当出现资产泡沫价值 $B_{t,\tau} > 0$, 便将该均衡称为泡沫均衡。我们证明了当经济中存在异质性投资效率和金融摩擦时,泡沫均衡是能够成立的。

在此设定之下,激励相容条件(20)可以改写为 $L_{jt} \leq \xi_t Q_t K_{jt} + B_{t,\tau}$, 从而将营运资本约束(19)与激励相容约束整合成以下新的营运资本约束形式:

$$P_t^I I_{jt} + \mu W_t N_{jt} \leq \xi_t Q_t K_{jt} + B_{t,\tau}. \quad (28)$$

资产泡沫的出现依赖于人们的信念,是预期自我实现的一个过程,当投资者对企业的估值提高,并高于基本面价值时,资产泡沫提高了厂商的市场价值,进而放松了信贷约束,企业能够贷款得到更多的营运资本用于扩大生产和投资,最终使得企业的基本面价值真正提高,符合估值预期,形成逻辑上的闭环。此外,我们可以求得批发商关于劳动需求 N_{jt} 的一阶优化条件:

$$P_t^w = \frac{W_t(1 + \mu \lambda_{jt})}{(1 - \alpha)(K_{jt})^\alpha A_t^{1-\alpha} (N_{jt})^{-\alpha}}, \quad (29)$$

其中, λ_{jt} 为约束条件(28)的拉格朗日乘数。并且,我们证明了只有当异质性投资效率不低于某一投资效率阈值 ϵ_t^* 时,厂商才会选择投资。我们将上述问题的求解结果用定理1表示(详细推导见附录一):

定理1: 在均衡中,存在投资阈值 $\epsilon_t^* = P_t^I / Q_t$, 当厂商 j 的投资效率 $\epsilon < \epsilon_t^*$ 时,投资数量 $I_{jt} = 0$, 但当投资效率 $\epsilon \geq \epsilon_t^*$ 时,投资数量满足:

$$P_t^I I_{jt} = \xi_t Q_t K_{jt} + B_{t,\tau} - \mu \left(\frac{1 - \alpha}{1 + \mu \lambda_{jt}} \right)^{\frac{1}{\alpha}} \left(\frac{A_t}{W_t} \right)^{\frac{1-\alpha}{\alpha}} (P_t^w)^{\frac{1}{\alpha}} K_{jt}, \quad (30)$$

其中,拉格朗日乘数 λ_{jt} 满足:

$$\lambda_{jt} = \max \left[\frac{\epsilon_{jt} Q_t}{P_t^I} - 1, 0 \right]. \quad (31)$$

资本品的影子价格 Q_t 和资产泡沫的名义价值 $B_{t,\tau}$ 满足:

$$Q_t = (1 - \delta_e)E_t \beta \frac{\Lambda_{t+1}}{\Lambda_t} \left\{ Q_{t+1}(1 - \delta) + G_{t+1} \xi_{t+1} Q_{t+1} + \frac{\Psi_{t+1} \alpha}{1 - \alpha} \left[F(\epsilon_{t+1}^*) + \int_{\epsilon_{t+1}^*}^{\infty} \left[1 + \mu \left(\frac{\epsilon}{\epsilon_{t+1}^*} - 1 \right) \right]^{1 - \frac{1}{\alpha}} dF(\epsilon) \right] \right\}, \quad (32)$$

$$B_{t,\tau} = (1 - \delta_e) E_t \beta \frac{\Lambda_{t+1}}{\Lambda_t} (1 + G_{t+1}) B_{t+1,\tau+1}, \quad (33)$$

其中, $\Psi_{t+1} = (1 - \alpha)^\alpha (A_{t+1}/W_{t+1})^{\frac{1-\alpha}{\alpha}} (P_{t+1}^w)^\alpha$, 用 G_{t+1} 表示流动性溢价水平

$$G_{t+1} = \int_{\epsilon_{t+1}^*}^{\infty} \left(\frac{\epsilon}{\epsilon_{t+1}^*} - 1 \right) dF(\epsilon). \quad (34)$$

公式(32)和(33)分别给出了企业托宾Q价值 Q_t 和资产泡沫 $B_{t,\tau}$ 的动态运动方程,也就是无套利条件。公式(32)右端大括号中的第一项 $Q_{t+1}(1 - \delta)$ 计算了单位资本折旧后的剩余价值,第二项 $G_{t+1}\xi Q_{t+1}$ 则是资本的流动性溢价,反映了资本的流动性功能,厂商所持有的资本能够提高企业的价值,从而放松企业的信贷约束,第三项则是用资本进行生产所能得到的回报。公式(33)表明在均衡中,只有当流动性溢价水平 $G_{t+1} > 0$ 时,资产泡沫才有可能存在。尽管资产泡沫没有基本面价值,也不能够为经济主体提供分红,但是资产泡沫的存在放松了企业的借贷约束,满足了企业的流动性需求。资产泡沫的出现源于金融市场的摩擦,当金融摩擦程度增加时,或者说资本品抵押比例 ξ 下降时,资产泡沫的流动性作用将被进一步放大,因此在这种情形下资产泡沫也更加容易出现。此外,资产泡沫促使企业的投资需求上升,推高了资本品的价格,从而挤出了投资效率较低的厂商,使得经济中的平均投资效率水平提高。

(二) 情绪冲击

但是资产泡沫是不稳定的,在其出现的同时,也面临着破灭的风险,资产泡沫的兴衰引发资产价格的波动,进而会传导到实体经济,加剧经济波动。资产泡沫的波动主要受投资者情绪或者信念变动的影 响,我们将这类冲击定义为情绪冲击。参照 Miao et al.

(2015) 的模型设定,我们引入情绪冲击 θ_t 。未来的时期中, θ_t 将影响在 t 时期和 $t+1$ 时期产生的资产泡沫的相对规模,即

$$\frac{B_{t+\tau,\tau}}{B_{t+\tau,\tau-1}} = \theta_t, \quad \tau \geq 1, \quad (35)$$

因此可以将情绪冲击 θ_t 理解为资产泡沫在下一期继续存在的概率。我们将经济中存在的泡沫数量加总,我们定义经济体中资产泡沫的加总规模为:

$$B_t \equiv \sum_{\tau=0}^{\infty} (1 - \delta_e)^\tau \delta_e \varphi B_{t,\tau} = m_t B_t^*, \quad (36)$$

其中, $B_t^* = B_{t,0}$, 参数 φ 代表了新进入的企业的市场价值携带资产泡沫的概率, m_t 可以解释为经济体中带有资产泡沫的厂商的测度或比例,结合公式(35)和(36),其动态运动方程满足:

$$m_t = \delta_e \varphi + (1 - \delta_e) \theta_{t-1} m_{t-1}. \quad (37)$$

将公式(33)和(34)代入资产泡沫运动方程(33),可以推得到资产泡沫 B_t 的动态运动方程(无套利条件)满足:

$$B_t = (1 - \delta_e) E_t \beta \frac{\Lambda_{t+1}}{\Lambda_t} \frac{m_t}{m_{t+1}} \theta_t (1 + G_{t+1}) B_{t+1}. \quad (38)$$

我们假设情绪冲击服从AR(1)的过程,即

$$\log \theta_t = (1 - \rho_\theta) \log \bar{\theta} + \rho_\theta \log \theta_{t-1} + e_{\theta,t} \quad (39)$$

其中, $\rho_\theta \in (-1, 1)$ 衡量了冲击的持续性, $\bar{\theta}$ 为 θ_t 的平均值,在稳态中我们要求

$(1-\delta_e)\bar{\theta} < 1$ 。情绪冲击 $e_{\theta,t}$ 则服从均值为 0，方差为 σ_θ^2 的正态分布。情绪冲击加剧了资产泡沫和资产价格的波动，在很大程度上有助于解释经济周期的波动。

(三) 经济加总

将宏观模型中的实体变量进行加总，得到加总后的劳动需求 N_t ，投资需求 I_t ，资本存量 K_t 以及最终产出 Y_t ，定理 2 给出了变量加总后的结果（详细推导见附录二）：

定理 2：用 N_t 、 I_t 、 K_t 和 Y_t 分别代表加总后的劳动需求、投资需求、资本存量和最终产出，这些变量需要满足以下条件：

$$N_t = \left[\frac{P_t^w (1-\alpha) A_t^{1-\alpha}}{W_t} \right]^{\frac{1}{\alpha}} \left\{ F(\epsilon_t^*) + \int_{\epsilon \geq \epsilon_t^*} \left[\frac{1}{1 + \mu(\epsilon/\epsilon_t^* - 1)} \right]^{\frac{1}{\alpha}} dF(\epsilon) \right\} K_t, \quad (40)$$

$$I_t = \frac{1}{P_t^I} \left\{ (1 - F(\epsilon_t^*)) (Q_t \xi K_t + B_t) - \Psi_t \mu \int_{\epsilon \geq \epsilon_t^*} \left[1 + \mu \left(\frac{\epsilon}{\epsilon_t^*} - 1 \right) \right]^{-\frac{1}{\alpha}} dF(\epsilon) K_t \right\}, \quad (41)$$

$$K_{t+1} = (1 - \delta_e + \delta_e \zeta) \left((1 - \delta) K_t + E[\epsilon | \epsilon \geq \epsilon_t^*] I_t \right) \quad (42)$$

$$Y_t = (\bar{p}_t)^{\epsilon_p} (K_t)^\alpha (A_t N_t)^{1-\alpha} \frac{\left[F(\epsilon_t^*) + \int_{\epsilon \geq \epsilon_t^*} \left[1 + \mu(\epsilon/\epsilon_t^* - 1) \right]^{-\frac{1-\alpha}{\alpha}} dF(\epsilon) \right]}{\left\{ F(\epsilon_t^*) + \int_{\epsilon \geq \epsilon_t^*} \left[1/(1 + \mu(\epsilon/\epsilon_t^* - 1)) \right]^{\frac{1}{\alpha}} dF(\epsilon) \right\}^{1-\alpha}}. \quad (43)$$

其中， $\bar{p}_t = \left[\int_0^1 (P_t(j)/P_t)^{-\epsilon_p} dj \right]^{-1/\epsilon_p}$ 表示名义价格偏差，且本文假设在 $t+1$ 期新进入的厂商的初始资本 $K_{0,t+1} = \zeta \left[(1 - \delta) K_t + E[\epsilon | \epsilon \geq \epsilon_t^*] I_t \right]$ 。

在产品市场出清时，该经济体需要满足资源约束条件：

$$C_t + \left[1 + \frac{\Omega}{2} \left(\frac{I_t}{I_{t-1}} - z \right)^2 \right] I_t = Y_t, \quad \Omega \geq 0. \quad (44)$$

本文将宏观动力系统去趋势化，得到均有稳态性质的动力系统。我们将实体变量除以当期技术水平 A_t ，而名义价格变量则除以当期名义价格指数 $P_t^{\text{①}}$ ，容易证明，去趋势之后的动力系统存在稳态解。我们已经定义了技术进步率 $z_t \equiv A_t / A_{t-1}$ ，进一步地，我们将技术进步率拆分为长期技术进步率 z_t^p 和短期技术进步率 z_t^m ，满足 $z_t = z_t^p z_t^m$ 。假设两类技术进步率均服从 AR(1) 的过程：

$$\log z_t^p = (1 - \rho_{z^p}) \log \bar{z}^p + \rho_{z^p} \log z_{t-1}^p + e_{z^p,t}, \quad (45)$$

$$\log z_t^m = \rho_{z^m} \log z_{t-1}^m + e_{z^m,t}, \quad (46)$$

其中， \bar{z}^p 为长期技术进步率 z_t^p 的均值， $\rho_{z^p}, \rho_{z^m} \in (0,1)$ 衡量了技术冲击的可持续性，

① 其中，对于利率、通胀率等指标不需要去趋势，名义工资 W_t^* 、名义价格 W_t^* 和资产泡沫 B_t 需要除以 $P_t A_t$ 以去趋势，而随机折现因子 Λ_t 则需要乘上 $P_t A_t$ ，另外对于资本 K_t 的时间下标需要注意，由于资本是状态变量，因此我们将 K_t 除以 A_{t-1} 以去趋势。

技术冲击 $e_{z^p,t}$ 和 $e_{z^m,t}$ 服从均值为 0，方差分别为 $\sigma_{z^p,t}^2$ 和 $\sigma_{z^m,t}^2$ 的正态分布。

为了简化模型的分析，与董丰和许志伟（2020）一致，假设异质性投资效率 ϵ 服从独立同分布的帕累托分布：

$$F(\epsilon) = 1 - \left(\frac{\epsilon}{\epsilon_{\min}} \right)^{-\eta}, \quad (47)$$

其中，形状参数满足 $\eta > 1$ ，将 ϵ_{\min} 单位化为 1，即 $\epsilon_{\min} = 1$ ，因此流动性溢价 G_{t+1} 可以改写为：

$$G_{t+1} = \int_{\epsilon_{t+1}^*}^{\infty} \left(\frac{\epsilon}{\epsilon_{t+1}^*} - 1 \right) dF(\epsilon) = \frac{1}{\eta - 1} (\epsilon_{t+1}^*)^{-\eta}. \quad (48)$$

（四）金融成本渠道

厂商在生产之前，需要满足营运资本约束(19)，有足够的资金用于购买投资品和支付劳动工资，而左端对于提前支付劳动工资 $\mu W_t N_{jt}$ 的要求则引入了本文的一个重要机制，在 Ikeda（2019）中被称为**金融成本渠道**，该文发现了该作用机制能够调整传统新凯恩斯模型所推导出来的菲利普斯曲线，进而对宏观经济运行和政策分析和制定产生重要的影响。参照 Ikeda（2019）的分析路径，我们分别考虑两种特殊的情形： $\mu = 1$ 和 $\mu = 0$ ^①，在这两种情况下我们能够得到明确的解析解形式，便于直观地分析。当 μ 越大时，劳动力市场摩擦增加，厂商所需要提前支付额外的劳动工资，进而厂商的流动性需求增加，运营难度提高，并且此时金融成本渠道的作用机制更加显著。

首先，当 $\mu = 1$ 时，根据中间品零售商的一阶优化条件，在稳态附近对数线性展开，得到调整后的菲利普斯曲线：

$$\hat{\pi}_t = \frac{(1 - \xi_p)(1 - \beta \xi_p)}{\xi_p} (ulc_t + \kappa \hat{\lambda}_t) + \beta E_t \hat{\pi}_{t+1}, \quad (49)$$

其中， $ulc_t = W_t N_t / (P_t Y_t)$ ，拉格朗日乘数 λ_t 和参数 κ 分别满足：

$$\lambda_t = \int \lambda_{jt} dj = \frac{1}{\eta - 1} (\epsilon_t^*)^{-\eta}, \quad (50)$$

$$\kappa \equiv \frac{\alpha^2 \eta (\epsilon^*)^{-\eta}}{[\alpha \eta + 1 - (\epsilon^*)^{-\eta}] \{ \alpha \eta + 1 - (\epsilon^*)^{-\eta} - \alpha [1 - (\epsilon^*)^{-\eta}] \}} > 0. \quad (51)$$

对比传统新凯恩斯模型，此时不难发现中间品边际成本 $\hat{p}_t^w = ulc_t + \kappa \hat{\lambda}_t$ ，对应营运资本约束的影子价格 λ_t 通过影响成本进而影响菲利普斯曲线，再进一步传导至通胀。当 $\hat{\lambda}_t$ 因为流动性约束放松而下降时，传导至中间品的成本下降，进而对通胀产生向下的压力。这证明了金融市场本身的约束也能够对实体经济和通胀产生重要的影响机制，因此被称为金融成本渠道。而当 $\mu = 0$ 时，即厂商不需要提前支付劳动工资时， $\hat{p}_t^w = ulc_t$ ，此时金融成本渠道不再起作用。因此 $\mu > 0$ 是金融成本渠道成立的关键参数，并且随着这一参数的提高，这一影响机制将会对菲利普斯曲线产生更加显著的作用。在后文的分析中，我们也这两种情况下展开分析，当 $\mu = 1$ 时称为带有金融成本渠道的情形， $\mu = 0$ 则称

^① 当 $\mu = 0$ 时，我们参考 Ikeda（2019）的方法，营运资本约束改为 $P_t^I I_{jt} + \omega_t Q_t K_{jt} \leq \xi Q_t K_{jt} + B_{t,\tau}$ ，其中，不等式左端加入 $\omega_t Q_t K_{jt}$ ，且 $\omega_t = (\eta - 1) \psi_t / [(\eta - 1 + 1/\alpha) q_t]$ ，这是为了保证两类均衡的变量稳态值基本一致，

为没有金融成本渠道的情形。

金融成本渠道的引入对于我们分析资产泡沫和货币政策之间的关系提供了新的切入点。在 08 年金融危机之前，主流的观点认为货币政策在事前不应该以资产价格为目标，这也被称为 Jackson Hole 共识 (Greenspan, 2002; Blinder and Reis, 2005)，货币政策的首要目标仍然是价格稳定。Bernanke and Gertler (2000, 2001) 认为货币政策的执行不应该把资产价格作为目标，盯住通胀货币政策框架能够同时取得宏观经济和价格的稳定，加入资产价格目标的货币政策对福利影响是很小的。虽然在过去的三十年中，货币政策在控制通胀层面取得了很大的成功，“大温和时代”似乎正在延续，但是数次由资产泡沫破灭所引发的危机，尤其是 08 年全球金融危机的爆发，仍旧令人心有余悸，资产泡沫所引发的资产价格波动加剧了经济周期的波动。因此，有很大一部分研究者支持逆风政策，他们认为货币政策仍然应该在资产价格快速上涨的时期逆风干预，防止资产泡沫的进一步扩大，避免造成更大的金融风险 (Borio and Lowe, 2002; Woodford, 2012; Borio, 2014)。易纲和王召 (2002) 认为稳定宏观经济要求货币政策同时关注股市，防止通胀和资产泡沫的发生。关于货币政策是否应该盯住资产泡沫至今仍处于热烈争议之中。

本文认为当存在金融成本渠道时，货币政策虽然稳定了通胀，却可能无法稳定经济，因此货币政策是有理由针对资产泡沫做出逆风干预的。当资产泡沫出现之后，厂商的市场价值上升，信贷约束放松，投资和产出上升。在传统的宏观新凯恩斯模型中，通胀也会随着产出的扩大而上升，此时稳定通胀的货币政策同样能够稳定产出，但是当金融成本渠道出现之后，资产泡沫在扩大生产的同时，根据菲利普斯曲线 (49) 可知，信贷约束的影子价格 λ_t 的下降对通胀产生了向下的压力，使得菲利普斯曲线扁平化，此时虽然经济已经过热，但是通胀仍有可能保持不变，并且粘性价格和粘性工资的存在同样也会对通胀产生向下压力，放大了金融成本渠道的影响。如果仍旧根据盯住通胀的货币政策规则来执行货币政策，将无法在经济过热时有效为经济降温，同样也无法在经济过冷时刺激经济，这就加剧了经济的不稳定性。张晓慧 (2009) 和张晓慧等 (2010) 提出“结构性通胀”的概念，认为一般商品的价格因全球生产力的提高而受到抑制，而另一方面初级产品和资产价格因金融投机活动而提高，从而，通胀的稳定和资产价格上升能够同时出现，如果货币政策只关注通胀，似乎取得了不错的成绩，但是泡沫正在逐渐扩大，如果 CPI 明显上涨，货币政策才进行干预，泡沫已经临近破灭边缘，此时逆风操作反而会戳破泡沫，不利于经济的稳定。当这说明通胀指标对稳定经济的指示性下降时，货币政策应该在资产泡沫不足以威胁系统性稳定时及时开始“挤泡沫”的逆风干预。虽然部分货币政策会通过盯住产出缺口在来稳定经济，但是在现实中，产出数据往往是具有滞后性的，而资产价格数据则一般是即时的，在主要交易所和市场上实时公布，因此在一定程度上盯住产出缺口可能会导致时间不一致性问题，而盯住资产泡沫的货币政策可能能够更加及时有效地稳定经济。

四、定量分析

接下来，本文将在理论模型的基础上，采用定量分析的方法分析资产泡沫与货币政策之间的关系。当存在资产泡沫时，货币政策是否应该同样对资产泡沫有所行动？是否需要资产泡沫过多膨胀时采取货币政策逆风干预？如果需要，那么该如何制定最优货币政策？福利水平能否因此而有所提高？回答这些问题，将会对理解资产泡沫与货币政策的关系产生重要贡献，同时对于货币政策实践具有重要的现实意义。

(一) 校准

我们采用校准的方法确定了模型主要参数的取值。根据相关文献(如 Song et al. , 2011), 设定 $\alpha=0.5$, 表明资本收入比为 50%, 这与中国的数据较为接近。参考董丰和许志伟(2020), 我们设定主观折现因子 $\beta=0.99$ 。对于资本的折旧率 δ 和中间品厂商的退出率 δ_e , 根据 Miao et al. (2015), 分别设定为 $\delta=0.025$ 、 $\delta_e=0.020$, 同时将进入市场的新厂商所携带的初始资本与现存资本的比例设定为 $\zeta=0.2$, 并且新进入的厂商的市场价值中携带资产泡沫的概率 $\varphi=0.5$ 。同时, 固定消费的持续性习惯参数 $h=0.5$, 成本调整参数 $\Omega=2$ 。我们将名义工资和名义价格的粘性参数设定为 $\xi_w=\xi_p=0.75$, 意味着企业平均每 4 个季度会调整一次价格。异质性劳动供给替代弹性和中间品替代弹性 $\varepsilon_w=\varepsilon_p=7.6$, 这意味着销售价和成本价之间的加成 (Markup) 约为 1.15, 工资调整参数和价格调整参数 $\varepsilon_w=\varepsilon_p=0.5$ 。我们将异质性投资效率的累积分布函数服从帕累托分布, 参考 Wang and Wen (2012), 我们设定其形状参数 $\eta=4$, 并设定资本品的抵押比例稳态 $\bar{\xi}=0.2$ 。此外, 劳动负效用系数 $\chi=0.513$ 保证了劳动供给的稳态为 $N=1$ 。表 1 总结了主要参数的定义和取值。

表 1: 主要参数的定义与取值

参数	取值	定义
β	0.99	主观折现因子
α	0.5	资本报酬份额
δ	0.025	资本折旧率
δ_e	0.02	厂商退出比例
ζ	0.2	新厂商的初始资本与现存资本的比例
φ	0.5	新厂商携带资产泡沫的概率
h	0.5	消费习惯参数
Ω	2	成本调整参数
ξ_w	0.75	名义工资粘性参数
ξ_p	0.75	名义价格粘性参数
l_w	0.5	工资调整参数
l_p	0.5	价格调整参数
ε_w	7.6	异质性劳动供给替代弹性
ε_p	7.6	异质性中间品替代弹性
η	4	帕累托分布形状参数
$\bar{\xi}$	0.2	稳态资本品的抵押比例
ψ	0.512 (0.515) ^①	劳动负效用系数
\bar{z}^p	1.018	稳态长期技术进步率
$\bar{\pi}$	1.006	稳态通货膨胀率
$\bar{\theta}$	0.9975	情绪冲击均值
ϕ_π	1.5	利率对通胀的反应系数 (基准)
ϕ_y	0.25	利率对产出变化的反应系数 (基准)

^① 括号中的数是指当模型不存在金融成本渠道 ($\mu=0$) 时的取值, 因为两类均衡稳态的取值非常接近, 因此与存在金融成本渠道 ($\mu=1$) 时的取值基本一致。

本文所包含的冲击包括长期技术进步率 z_t^p 、短期技术进步率 z_t^m 、情绪冲击 θ_t 、金融冲击 ξ_t 以及货币政策冲击。我们假设这些冲击满足 $AR(1)$ 的过程。在定量分析中，我们均设定将冲击的可持续性参数 $\rho = 0.9$ ，方差 $\sigma^2 = 0.01^2$ 。其中，长期技术进步率的稳态 $\bar{z}^p = 1.018$ ^①，通货膨胀率的稳态 $\bar{\pi} = 1.006$ ^②，情绪冲击的均值 $\bar{\theta} = 0.9975$ (Miao et al., 2015)。将基准模型中，利率对于通胀和产出变化的反应参数分别设定为 $\phi_\pi = 1.5$ 、 $\phi_y = 0.25$ (Ikeda, 2019)。

(二) 资产泡沫与融资约束

在本文的模型设定下，出现资产泡沫均衡的根本原因是因为存在信贷市场摩擦，并由此引发生产企业的信贷约束，为了更加直观地说明这个问题，我们回顾企业的信贷约束条件：

$$L_{jt} \leq \xi_t Q_t K_{jt} + B_{t,\tau}, \quad (52)$$

存在信贷有限承诺下，如果资产泡沫的情况下，企业从金融中介的贷款需要有 ξ_t 比例的资本作为抵押，这就回归到了经典的模型抵押约束条件 (Kiyotaki and Moore, 1997)。但是，在这种情况下，企业的信贷可能是不足的。在完备市场中，资源将集中到投资效率最高的投资者进行投资，此时经济效率也是最高的。一旦引入信贷摩擦，投资效率高的投资者即使有意愿去扩大投资和生产，也无法从金融市场中获得足够的贷款满足投资意愿，从而生产效率较低的投资者进入了投资市场。这就导致一方面投资需求不足，另一方面平均投资效率下降，在很大程度上降低了经济的效率。正是在这种情况下，资产泡沫能够在均衡中出现，也就是 $B_{t,\tau} > 0$ 。资产泡沫了放松企业的信贷约束，从而扩大企业的信贷能力。当市场对于企业价值的估值超过了企业的基本面时，企业的信贷约束放松，投资和产出提高，市场价值也确实得到提升，这是预期自我实现的一个过程，企业最终因此受益，而整体经济效率也因此有所提升。

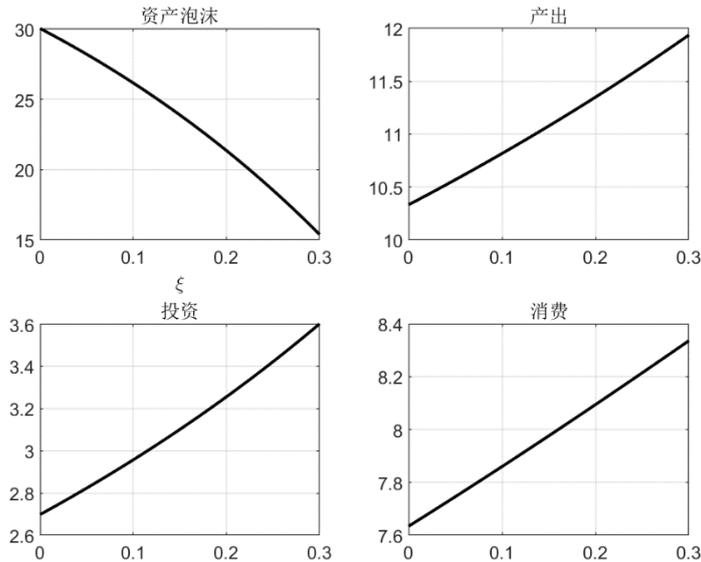


图 1：资产泡沫、实体经济与金融摩擦

^① 隐含了年度经济增速 7.4% 左右，接近我国 2009–2019 年的平均经济增速。

^② 隐含了年度通货膨胀率 2.4% 左右，接近接近我国 2009–2019 年用消费者物价指数 (CPI) 衡量的平均通货膨胀率。

按照我们的理论推导， B_t 与金融市场摩擦程度正相关。本文用金融冲击 ξ_t 衡量金融摩擦程度，随着 ξ_t 的上升，企业融资约束将会有所放松，市场摩擦程度下降，因而泡沫的规模也会下降。图1比较了在一系列不同的 ξ 取值下，稳态资产泡沫和实体经济的主要变化特征。我们发现资产泡沫的稳态数量与金融摩擦程度 ξ 成反比，当 ξ 从0增加到0.3时，资产泡沫数量从30下降到15左右，这与我们的推论是完全一致的。根据我们的模型，资产泡沫数量的下降可能会收紧企业的信贷约束，但是当这种下降是由 ξ 的提高带来时，基本面价值提高对融资约束的放松效应将会占主导作用，也就是说企业获取信贷的能力增加了，进而增加投资和产出，这在图1中呈现出随着 ξ 的提高，稳态产出、投资和消费水平均上升

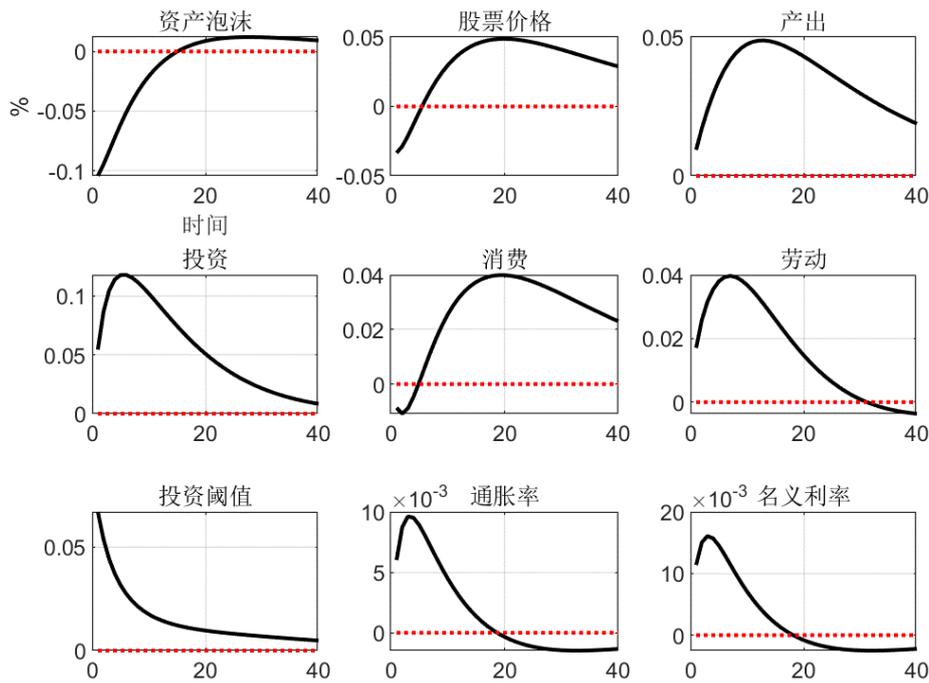


图 2：金融冲击与脉冲响应图^①

在基准模型设定之下，我们考察了金融冲击 ξ_t 的脉冲响应图，主要结果如图2所示。单位正向金融冲击（上升1%）缓解了市场的金融摩擦，资产泡沫数量下降约0.1%，随着融资约束的放松，企业投资和产出增加，劳动力需求增加。在期初，由于投资的增长快于产出的增长，消费略微下降，但很快随着资本积累的提高，产出逐渐上升，消费也快速增长，产出增长的顶点滞后于投资，但是领先于消费增长的顶点。随着经济活动的扩张，通胀率上升，而在基准模型下，央行按照标准的泰勒规则制定货币政策，名义利率随着通胀的抬升而提高。此外，我们发现企业的股票价格^②在期初时因资产泡沫价值的下降而受到损失，但是随着产出的扩张，企业的股票价值很快会因此受益，这说明如果政策以合理的方式挤出资产泡沫反而最终会使资产价格获益。此外，当融资约束放松时，企业的投资阈值会上升，将生产效率较低的投资者挤出市场，从而提高了提升经济体的整体投资效率。

^① 脉冲响应图的纵轴代表变量偏离对应稳态的百分比

^② 股票价格是指中间品批发商的基本面价值加上资产泡沫价值，即 $V = Q * K + B$ 。

我们将上述分析结果总结为以下几个方面：首先，资产泡沫的出现本身是一种金融现象，源自于与金融市场内在的摩擦，在本文中表现为与企业的融资约束摩擦程度成正比，随着市场摩擦程度的下降，资产泡沫规模也会下降；其次，我们能够以降低金融市场摩擦的方式降低资产泡沫的数量，并且这种方式不仅能够挤出泡沫，还能够促进实体经济的发展，提高投资效率，资产价格最终也会因经济活动的增加而提高，这为应对资产泡沫提供了重要的政策视角。完善金融市场是根治资产泡沫的重要手段，但是这并非一蹴而就，直到现在，资产泡沫问题仍旧困扰着金融系统已经非常发达的西方国家，完善金融市场对于所有国家而言任重道远。因此，我们需要借助其他的一些政策手段来应对资产泡沫，本文主要考虑的是货币政策手段。尽管货币政策并不是资产泡沫存在与否的关键原因，但是货币政策的干预手段可能对于抑制资产泡沫的风险有所帮助和启发。在之前的理论推导部分，本文已经说明了当金融成本渠道产生作用时，菲利普斯曲线扁平化，以通胀为主要目标的货币政策可能不足以维护宏观经济系统的稳定，此时货币政策是有理由针对资产泡沫做出反应的。接下来，本文将就资产泡沫与货币政策这一议题展开具体的讨论。

（三）货币政策冲击

在回答货币政策是否需要针对泡沫进行干预之前，首先需要回答的一个重要问题是货币政策能否会对资产泡沫起到干预作用，这种作用又是何种方向？一般的观点认为紧缩的货币政策能够抑制甚至戳破泡沫，而宽松的货币政策则容易助长资产泡沫，低利率的宽松环境容易引发债务杠杆上行，助长投机行为，并引发资产泡沫的风险（易纲，2019；郭树清，2020）。Hirano et al.（2017）在新古典模型中引入名义价格刚性、理性随机泡沫和政府安全债券，在此框架下考虑货币政策与资产泡沫的交互关系，他们发现货币政策立场影响着泡沫的稳态和动态，并且紧缩的货币政策（提高名义利率）能够降低泡沫的价格。Dong et al.（2020）采用新凯恩框架分析货币政策对于资产泡沫的影响，认为货币政策影响泡沫存在的条件、稳定状态的规模及其动态，逆风利率政策降低了泡沫的波动性。但有学者提出了相反的看法，其中代表性的就是Gali（2014）认为试图用抬升利率的方法来控制泡沫规模可能反过来会加剧资产中泡沫部分价格的波动，无法达到该政策所期待的效果。还有部分学者，如Blot et al.（2018）则指出货币政策对资产泡沫的影响是不对称的，宽松货币政策会促进泡沫的形成，但是紧缩的货币政策并不能抑制泡沫数量。

本文考察了在基准模型中，货币政策冲击对于资产泡沫和实体经济的影响，图3显示了单位正向货币政策冲击（1%）的脉冲响应图。我们分别计算了在包含金融成本渠道（ $\mu=1$ ）和不包含此渠道（ $\mu=0$ ）情形下对应的模型结果，发现在两种情形下，脉冲响应图结果基本是一致，图中两条曲线基本重合，这意味着金融成本渠道对于货币政策冲击的影响较小。我们的结论与一般的观点相同，正向的货币政策冲击提高了名义利率，紧缩货币政策使得资产泡沫的规模下降了1%左右。并且与标准新凯恩斯模型的结论相同，紧缩货币政策使得实体经济活动受到抑制，产出、劳动、投资和消费均下降，通货膨胀率也经济紧缩而下降。于此同时，随着资产泡沫的下降和经济基本面受到负向冲击，企业的股票价格下降。我们证明了货币政策的干预是能够对资产泡沫产生作用，并且逆风干预的货币政策能够显著抑制资产泡沫的规模。既然使用货币政策调节资产泡沫是理论可行，接下来我们就需要回答货币政策是否应该在盯住通胀和产出变化的同时，给予资产泡沫一定的目标权重？在盯住泡沫的新货币政策规则下，实体经济面对经济冲击将会如何变动？我们在下一节将发现，金融成本渠道是关键的影响机制。

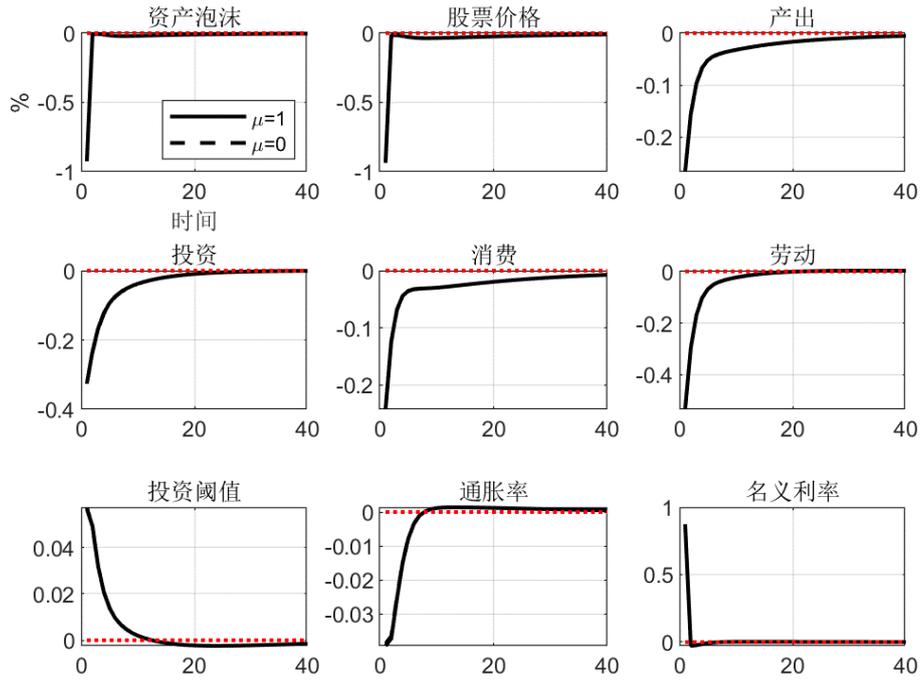


图 3：货币政策冲击脉冲响应图

(四) 资产泡沫与情绪冲击

资产泡沫的形成依赖于投资者的信念，情绪冲击将会对资产泡沫产生不可忽视的影响。我们在图 4 中展现了在基准模型下，单位正向情绪冲击 $\theta_t^{\textcircled{1}}$ (1%) 的脉冲响应图，同样分别计算了在包含金融成本渠道 ($\mu=1$) 和不包含此渠道 ($\mu=0$) 情形下对应的模型结果。首先，从整体结果而言，正向的情绪冲击提高了资产泡沫数量 (约 5%)，进而提高了企业的股票价格，放松了企业的信贷约束，因此实体经济活动增加，产出、投资、劳动和消费均上升，这也带动了通货膨胀率的上升，此时经济已经处于过热状态，货币政策开始转向紧缩，在泰勒规则的作用下，名义利率上升，但是并不足以稳定经济。我们不难发现，情绪冲击加大了经济的波动，当资产泡沫扩大时，经济趋向过热，而当资产泡沫因负向情绪冲击而受损时，经济又会趋向过冷，因此货币政策需要积极行动以稳定经济。

面对情绪冲击时，金融成本渠道将会影响货币政策的执行效果。对比两种情况下的脉冲响应图，本文发现当经济中存在金融渠道时，通货膨胀率受到向下的压力，因此相对上升程度更低。这可以用边际成本的下降来解释，我们根据菲利普斯曲线 (49) 将边际成本表示为：

$$\hat{p}_t^w = ulc_t + \kappa \hat{\lambda}_t, \quad (53)$$

资产泡沫的扩大放松营运资本约束 (28)，从而使得对应的影子价格 $\hat{\lambda}_t$ 下降，对边际成本产生向下的压力，进而降低通胀率，从脉冲响应图中能够直观地看到，金融成本渠道显著地降低了边际成本。当通胀并不是那么高时，在基准的以通胀和产出为主要目标的货币政策下，名义利率会相对降低，货币政策紧缩力度下降，从图 4 中不难发现，金融成

^① 情绪冲击 θ_t 可以理解为资产泡沫在下一期继续存在的概率，当受到正向冲击时，投资者的乐观情绪上升。资产泡沫的存活概率增加，

本渠道明显放大了经济的波动。总结这一影响机制所带来的后果，当经济因为资产泡沫的膨胀而过热时，通货膨胀率可能会因为边际成本的下降而受到向下的压力，此时仅盯住通胀的货币政策难以通过通货膨胀率这一信号及时捕捉到经济已经过热的危险，导致无法做出正确的政策行动或者行动不足以稳定过热的经济，当出现因资产泡沫导致的经济过冷局面时，也会面临同样的政策困境。此外，经济中存在工资粘性也会对边际成本和通胀形成向下压力，使得通胀率指标可能无法及时反映经济的变化。因此，在这种情形下，我们很有必要讨论将资产泡沫目标加入货币政策规则是否能够在经济过热或过冷时稳定经济。

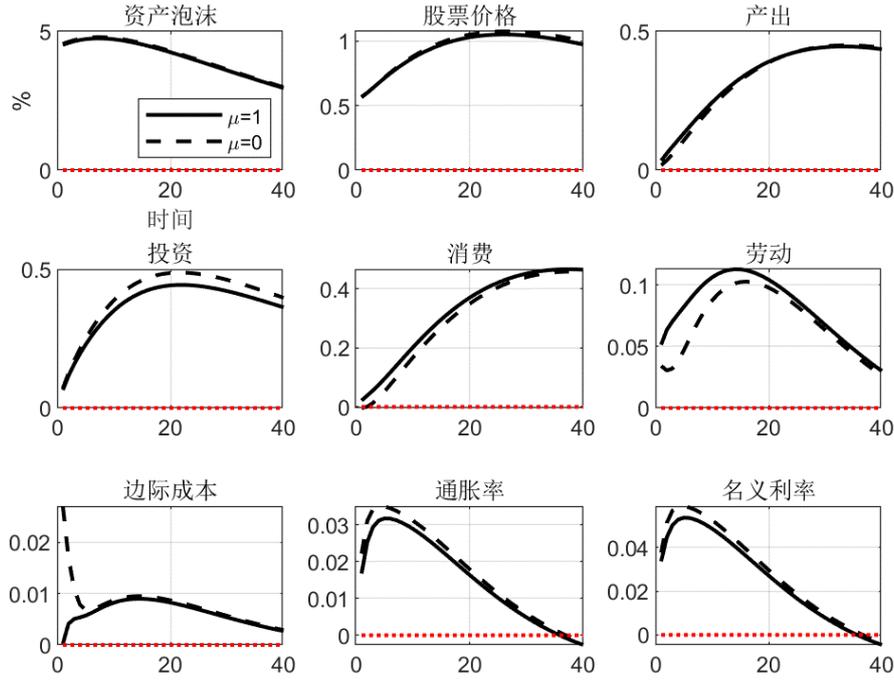


图 4：情绪冲击脉冲响应图

我们对基准模型中的货币政策规则 (24) 加以调整，将资产泡沫目标加入货币政策制定方程中，假设在制定政策时央行能够辨别出企业股票价值中的资产泡沫部分，调整后的泰勒法则可以表示为：

$$\log(R_t) = \log(R) + \phi_\pi \log\left(\frac{\pi_t}{\pi}\right) + \phi_y \log\left(\frac{Y_t}{Y_{t-1}z}\right) + \phi_b \left(\frac{B_t}{B_{t-1}}\right) + e_{mp,t}. \quad (54)$$

我们对比两种参数下的情况，一种是基准的货币政策规则，即 $\phi_b = 0$ ，另一种则在货币政策中加入资产泡沫目标，为了直观地表示，我们考虑一种特殊的情形，假设 $\phi_b = 0.1$ 。当加入资产泡沫目标之后，货币政策会迅速对膨胀的资产泡沫做出反应，在资产泡沫扩大同时，名义利率会迅速抬升，产出、投资、劳动和投资等实体经济活动会相对受到抑制，股票价格和通胀率也会因紧缩的经济而有所下降。在这种情况下，货币政策能够快速控制过热的经济，在边际上稳定了经济。因此针对资产泡沫逆风干预的货币政策不失为稳定经济和通胀的有效方法。

因为资产泡沫包含在企业的股票价值之中，因此另一种盯住资产泡沫的方法便是将股票价格目标加入货币政策规则之中。我们将 (54) 中的资产泡沫 B 替换为企业股票价格 $V \equiv Q * K + B$ ，并将参数 ϕ_b 改写为参数 ϕ_v 。图 6 对比了加入股票价格目标前后，货币政策对经济体的不同政策效果，脉冲响应图所展示的结果与图 5 基本一致，当货币政策

对资产泡沫或者股票价格进行逆风调节时，都能够在资产膨胀、经济过热时，对稳定经济和通胀产生一定的作用。

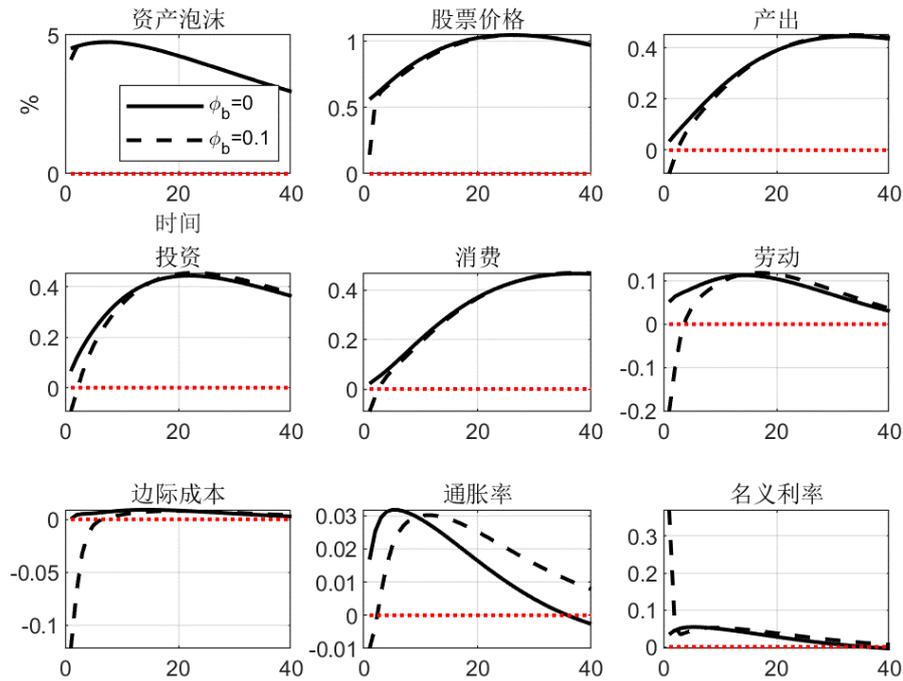


图 5：加入资产泡沫目标的货币政策 ($\mu=1$)^①

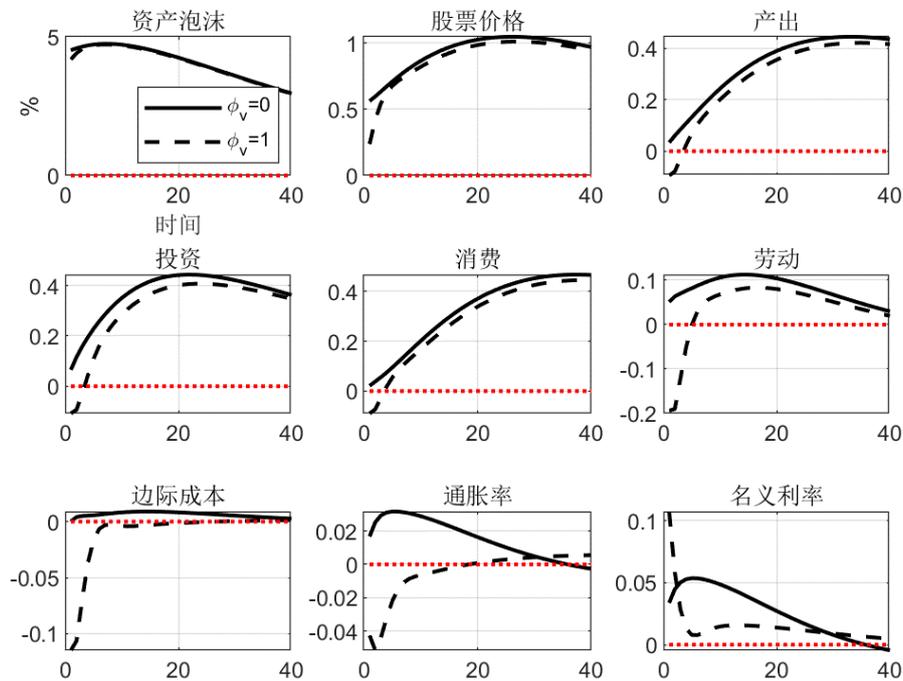


图 6：加入股票价格目标的货币政策 ($\mu=1$)

^① 我们在包含金融成本渠道 ($\mu=1$) 的设定下研究加入资产泡沫目标对于货币政策和实体经济的影响，不包含金融成本渠道 ($\mu=0$) 时的分析过程和结果是基本一致的。

本文在这一部分证明在面对资产泡沫情绪冲击时，金融成本渠道的渠道存在会对通胀产生反向的压力，此时通胀率指标可能无法及时反映经济的变化，导致货币政策无法及时作出应对或者应对不足，使得经济陷入过热或者过冷的不利局面。在这种情形下，在货币政策中加入资产泡沫或者股票价格目标可能能够在一定程度上稳定经济和通胀，至于是否能够改善经济的效率，我们需要更进一步地政策福利分析。如果能够福利，那么最优政策又该如何制定，这将在下一部分具体展开。

五、福利分析与最优货币政策

本文已经说明了货币政策调节资产泡沫的可行性，逆风干预的货币政策能够有效控制资产泡沫的规模，并且面对情绪冲击时，金融成本渠道的渠道存在会对通胀产生反向的压力，进而为货币政策的制定增加一定的困惑和难度，此种情形下，给予资产泡沫目标部分权重的货币政策能够更加有效地稳定经济和通胀。为了更加充分地说明盯住资产泡沫的货币政策的有效性，这一部分将比较加入资产泡沫目标的货币政策是否能够改善经济体的整体福利，探讨最优的货币政策究竟该如何应对资产泡沫。

根据模型设定，我们将家户 i 的福利 $Wel(i)$ 设定为：

$$Wel(i) \equiv E \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \left[\log(C_t - hC_{t-1}) - \chi \frac{N_t(i)^{1+1/\nu}}{1+1/\nu} \right]. \quad (55)$$

将所有家户的福利加总，得到经济整体福利水平 $Wel_t = \int Wel(i) di$ ，定义 t 时期福利 U_t ：

$$\begin{aligned} U_t &\equiv \int \log(C_t - hC_{t-1}) - \chi \frac{N_t(i)^{1+1/\nu}}{1+1/\nu} di \\ &= \log(C_t - hC_{t-1}) - \chi \frac{(\hat{w}_t)^{-\varepsilon_w(1+1/\nu)}}{1+1/\nu} N_t^{1+1/\nu}, \end{aligned} \quad (56)$$

其中，名义价格偏差 $\hat{w}_t \equiv \left[\int_0^1 (W_t(i)/W_t)^{-\varepsilon_w(1+1/\nu)} di \right]^{-1/(\varepsilon_w(1+1/\nu))}$ ，经过代数变换将福利函数表示成递归形式^①：

$$Wel_t = U_t + \beta Wel_{t+1}. \quad (57)$$

为了直观地展现福利水平的变化，我们采取“消费等价”的福利分析方法，将福利水平的变动 γ 定义为：

$$Wel_{bl} = E \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \left[\log[(1-\gamma)(C_t - hC_{t-1})] - \chi \frac{(\hat{w}_t)^{-\varepsilon_w(1+1/\nu)}}{1+1/\nu} N_t^{1+1/\nu} \right],$$

其中， Wel_{bl} 为基准模型下的平均福利水平^②。当 $\gamma < 0$ 时，意味着需要有额外的消费补偿，才能够使得当前的福利水平等于基准福利水平，因此福利水平相对基准模型有所损失；当 $\gamma > 0$ 时，则恰好相反，意味着福利水平有所改善。

^① 为了同时将效用函数和福利函数去趋势化，我们需要将每一期的效用函数 U_t 减去 $\log(A_t)$ ，再以此效用函数加总得到整体福利函数，容易证明均衡中是存在稳态解的。

^② 我们将基准模型定义为采用传统的货币政策规则，即 $\phi_\pi = 1.5$ 、 $\phi_y = 0.25$ 、 $\phi_b = \phi_v = 0$ 。

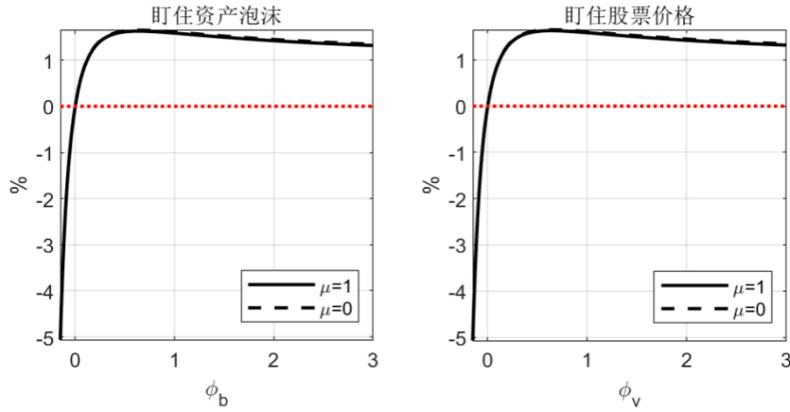


图 7：情绪冲击、货币政策与福利变化

图 7 模拟了在不同的货币政策下，情绪冲击 θ_t 给经济体带来的福利变动。图 7 左图刻画了盯住资产泡沫的货币政策的福利效应（变动参数 ϕ_b ），我们发现当 ϕ_b 为负时，相对基准模型下的福利水平下降了约 5%（ $100*\gamma = -5\%$ ）。随着 ϕ_b 逐渐变化提高，当 ϕ_b 为正时，福利水平将会高于基准模型，并且与 ϕ_b 并非单调的关系，而是随着 ϕ_b 的提升先上升后下降，上升顶点大概出现在 $\phi_b = 0.65$ 附近，此时福利大约提高 1.6%。并且对比左右两张图不难发现，货币政策不管是盯住资产泡沫，还是盯住股票价格，所取得的福利效应大致是相同的，这主要是因为股票价格中本身就包含了资产泡沫，并且股票价格的波动在很大程度上来源于资产泡沫的波动。此外，金融成本渠道的存在与否对货币政策变动所引起的福利变化的影响非常细微。除了情绪冲击，对于其他 4 种冲击的模拟结果也得到了基本一致的结论。这就说明了对资产泡沫进行逆风干预的货币政策能够显著提升经济体的整体福利水平，将资产泡沫加入货币政策目标可能是有效的政策工具。

表 2：最优货币政策与福利变化

冲击类型	$\mu = 1$		$\mu = 0$	
	最优 ϕ_b	福利变化 ($100*\gamma, \%$)	最优 ϕ_b	福利变化 ($100*\gamma, \%$)
长期生产率冲击 z_t^p	0.64	1.6263	0.65	1.6460
短期生产率冲击 z_t^m	0.64	1.6263	0.65	1.6460
情绪冲击 θ_t	0.64	1.6322	0.65	1.6519
金融冲击 ξ_t	0.64	1.6323	0.65	1.6520
货币政策冲击	0.64	1.6322	0.65	1.6519

针对资产泡沫进行逆风调节的货币政策能够有效提高居民福利水平，进一步地，我们在不同冲击下使用数值模拟的方法搜索到了最优的货币政策参数。表 2 展现了盯住资产泡沫时的最优货币政策^①，我们发现对于任何一种冲击，当存在金融成本渠道时（ $\mu = 1$ ），最优的货币政策参数 ϕ_b 约为 0.64，最优福利水平相对基准模型提升 1.63% 左右，当不存在金融成本渠道时（ $\mu = 0$ ），最优的货币政策参数约为 0.65，最优福利水平提升 1.65% 左右。在不同冲击下的结论基本相同，这也在一定程度上说明了本文的研究结果是稳健的。传统的以通胀和产出变化为目标的货币政策规则可能在一定程度上无法

^① 当选择以企业股票价格目标的货币政策时，我们得到了基本相同的结果，分析过程也与盯住资产泡沫的货币政策基本相同。

达到稳定经济和通胀的要求，当菲利普斯曲线扁平化之后，通胀率所传达出来的信息可能会对经济形势的判断产生一定的干扰，从而影响决策或者导致行动不足。此时，加入资产泡沫的货币政策可能能够更加及时有效地发挥政策功能，达到稳定经济的功能，从而提升居民福利水平，这对于完善货币政策框架有重要的启发和理论贡献。

六、结论

资产泡沫是影响金融系统稳定的重要因素，引起了各界的广泛关注，本文试图通过理论模型和定量模拟的方法深入剖析资产泡沫的产生内因以及与货币政策的交互关系。为此，本文构建了一个包含理性资产泡沫的新凯恩斯模型，并引入工资粘性和劳动力市场摩擦。资产泡沫的形成是完全内生的，源于金融市场摩擦所引致的企业融资约束，其形成的机理是，当企业的估值超过基本面价值时，企业的抵押品价值提高，融资约束放松，企业能够扩大投资和生产，最终使得企业价值符合估值预期，资产泡沫预期自我实现。随着金融摩擦程度的下降，资产泡沫规模也会下降，缓解金融市场摩擦不仅能够挤出泡沫，还能够促进实体经济的发展，提高投资效率，资产价格虽然可能会因为资产泡沫的收缩而下降，但是最终也会因经济活动的增加而提高，这为应对资产泡沫提供了重要的政策视角。因此，完善金融市场是根治资产泡沫的根本手段，增加安全资产的供给，增强对于中小企业的信贷支持，建立健全安全、透明、高效的融资体系都有助于挤出资产泡沫，维护金融系统的稳定。

尽管货币政策并不是决定资产泡沫存在与否的关键原因，但是货币政策的调节手段能够影响资产泡沫的数量。本文的研究结果与一般的观点相同，发现低利率的宽松的货币政策有可能进一步扩大资产泡沫，而紧缩的货币政策能够抑制资产泡沫的规模。并且，随着劳动力市场摩擦的增加，资产泡沫的膨胀一方面通过扩张经济活动抬升通胀率，而另一方面则通过对压低边际成本进而对通胀率产生向下的压力，这也被称为金融成本渠道。因此，随着资产泡沫的扩张，经济走向过热，但是通胀率却可能会因此金融成本渠道的作用而保持温和的态势，导致菲利普斯曲线扁平化。这与过去十几年来资产价格快速上升，而通胀相对温和的经济形势十分相似。在这种情形下，以通胀和产出变动为目标的货币政策可能无法及时通过通胀率的波动捕捉到经济的边际变动，这是因为指标本身的指示性发生了变化，导致政策行动滞后或行动不足，而资产泡沫自身的不确定性将会扩大经济系统的波动，从而引发潜在的系统性危机。那么为了应对资产泡沫，货币政策是否能有作为？我们发现在货币政策执行规则中加入资产泡沫目标将有助于在资产泡沫膨胀或收缩时稳定经济系统。并且通过定量模拟计算，本文的结论是如果货币政策能够针对资产泡沫的变化进行逆风干预，将提高经济体的整体福利，并且结果十分稳健。

当然，本文是在理性泡沫框架之下分析资产泡沫和货币政策的交互影响，对于非理性泡沫可能并不完全适用。本文聚焦于货币政策，但是其他政策，比如财政政策、宏观审慎政策等，可能同样与资产泡沫存在交互关系，并且政策之间存在协调问题，尤其是宏观审慎政策，其主要职能便是维护经济系统的稳定，与货币政策统称为“双支柱”。如何在政策协调的框架下探讨资产泡沫、金融稳定、经济发展与政策工具之间的关系将是未来重要的研究方向，这对于理论发展和政策制定都具有重要的现实意义。

参考文献

- [1] 陈彦斌、刘哲希, 2017:《推动资产价格上涨能够“稳增长”吗?——基于含有市场预期内生变化的 DSGE 模型》,《经济研究》,第 7 期,第 49~64 页。
- [2] 陈彦斌、刘哲希、陈伟泽, 2018:《经济增速放缓下的资产泡沫研究——基于含有高债务特征的动态一般均衡模型》,《经济研究》,第 10 期,第 16~32 页。
- [3] 董丰、许志伟, 2020:《刚性泡沫:基于金融风险与刚性兑付的动态一般均衡分析》,《经济研究》第 10 期,第 72~88 页。
- [4] 郭树清, 2020:《坚定不移打好防范化解金融风险攻坚战》,《求是》第 16 期,第 53~60 页。
- [5] 易纲、王召, 2002:《货币政策与金融资产价格》,《经济研究》第 3 期,第 13~20 页。
- [6] 易纲, 2019:《坚守币值稳定目标,实施稳健货币政策》,《求是》第 23 期。
- [7] 袁越、胡文杰, 2017:《紧缩性货币政策能否抑制股市泡沫?》,《经济研究》第 10 期,第 82~97 页。
- [8] 张晓慧, 2009:《关于资产价格与货币政策问题的一些思考》,《金融研究》第 7 期,第 36~37 页。
- [9] 张晓慧、纪志宏、李斌, 2010:《通货膨胀机理变化及政策应对》,《世界经济》第 3 期,第 56~70 页。
- [10] 张晓慧, 2017:《宏观审慎政策在中国的探索》,《中国金融》第 11 期,第 23~25 页。
- [11] 周小川, 2020:《拓展通货膨胀的概念与度量》,《中国人民银行政策研究》第 3 期。
- [12] Bernanke, B. S., M. Gertler and S. Gilchrist, 1999, “The financial accelerator in a quantitative business cycle framework”, *Handbook of macroeconomics*, 1, pp.1341~1393.
- [13] Bernanke, B. S. and M. Gertler, 2000, “Monetary policy and asset price volatility”, NBER working paper, No.7559.
- [14] Bernanke, B. S. and M. Gertler, 2001, “Should central banks respond to movements in asset prices?”, *American Economic Review*, 91(2), pp.253~257.
- [15] Blanchard, O.J., and M.W. Watson, 1982, “Bubbles, rational expectations and financial markets”, NBER working paper, No.0945.
- [16] Blinder, A.S. and R. Reis, 2005, “Economic performance in the Greenspan Era: The evolution of events and ideas”, *The Greenspan Era: Lessons for the Future*.
- [17] Blot, C., P. Hubert and F. Labondance, 2018, “Monetary policy and asset price bubbles”, University of Paris Nanterre, EconomiX working paper.
- [18] Borio, C. and P. Lowe, 2002, “Asset prices, financial and monetary stability: exploring the nexus”, Bank for International Settlements working paper, No.114.
- [19] Borio, C., 2014, “Monetary policy and financial stability: what role in prevention and recovery?”, Bank for International Settlements working paper, No.440.
- [20] Calvo, G. A., 1983, “Staggered prices in a utility-maximizing framework”, *Journal of Monetary Economics*, 12(3), pp.383~398.
- [21] Carlstrom, C.T. and T.S. Fuerst, 1997, “Agency costs, net worth, and business fluctuations: A computable general equilibrium analysis”, *The American Economic Review*, pp.893~910.
- [22] Christiano, L., C. Ilut, R. Motto and M. Rostagno, 2010, “Monetary policy and stock market booms”, NBER working paper No. 16402.
- [23] Diamond, P.A., 1965, “National debt in a neoclassical growth model”, *The American Economic Review*, 55(5), pp.1126~1150.
- [24] Dong, F., J. Miao, and P. Wang, 2020, “Asset bubbles and monetary policy”, *Review of Economic Dynamics*, 37, pp.68~98.
- [25] Erceg, C. J., D.W. Henderson and A.T. Levin A T., 2000, “Optimal monetary policy with staggered wage and price contracts”, *Journal of Monetary Economics*, 46(2), pp.281~313.

- [26] Farhi, E. and J. Tirole, 2012, “Collective moral hazard, maturity mismatch, and systemic bailouts”, *American Economic Review*, 102(1), pp.60~93.
- [27] Galí, J., 2011, “Unemployment fluctuations and stabilization policies: a new Keynesian perspective”, MIT press.
- [28] Galí, J., 2014, “Monetary policy and rational asset price bubbles”, *American Economic Review*, 104(3), pp.721-52.
- [29] Galí, J. and L. Gambetti, 2015, “The effects of monetary policy on stock market bubbles: Some evidence”, *American Economic Journal: Macroeconomics* 7.1, pp.233~57.
- [30] Gertler, M. and N. Kiyotaki, 2010, “Financial intermediation and credit policy in business cycle analysis”, In *Handbook of Monetary Economics*, Vol. 3, pp.547~599.
- [31] Greenspan, A., “Opening Remarks, Rethinking Stabilization Policy”, Symposium at Jackson Hole, Federal Reserve Bank of Kansas City.
- [32] Hayashi, F., 1982, “Tobin's marginal q and average q: A neoclassical interpretation”, *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, pp.213~224.
- [33] Hazell, J., J. Herreno, E. Nakamura and J. Steinsson, 2020, “The slope of the Phillips Curve: evidence from US states”, NBER working paper No.28005.
- [34] Hirano, T., D. Ikeda and T. Phan, 2017, “Risky bubbles, public debt and monetary policies”, working paper.
- [35] Ikeda, D. “Monetary policy, inflation and rational asset price bubbles”, 2019, working paper.
- [36] Issing, O., 2011, “Lessons for monetary policy: What should the consensus be?”, International Monetary Fund.
- [37] Kiyotaki, N. and J. Moore, 1997, “Credit cycles”, *Journal of Political Economy*, 105(2), pp.211~248.
- [38] Kocherlakota, N., 2008, “Injecting rational bubbles”, *Journal of Economic Theory*, 142(1), pp.218~232.
- [39] Kocherlakota, N., 2009, “Bursting Bubbles: Consequences and Cures”, working paper, University of Minnesota.
- [40] Martin, A. and J. Ventura, 2012, “Economic growth with bubbles”, *American Economic Review*, 102(6), pp. 3033~58.
- [41] Miao, J., P. Wang and Z. Xu, 2015, “A Bayesian dynamic stochastic general equilibrium model of stock market bubbles and business cycles”, *Quantitative Economics*, 6(3), pp.599~635.
- [42] Miao, J and P. Wang, 2018, “Asset bubbles and credit constraints”, *American Economic Review*, 108(9), pp.2590~2628.
- [43] Samuelson, P.A., 1958, “An exact consumption-loan model of interest with or without the social contrivance of money”, *Journal of Political Economy*, 66(6), pp.467~482.
- [44] Song, Z., K. Storesletten and F. Zilibotti, 2011, “Growing like china”, *American Economic Review*, 101(1), pp.196~233.
- [45] Sun, G., J. Zhang and X. Zhu, 2021, “Monetary Policy Transmission with Heterogeneous Banks and Firms: The Case of China”, working paper.
- [46] Tirole, J., 1985, “Asset bubbles and overlapping generations”, *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, pp.1499~1528.
- [47] Wang, P and Y. Wen, 2012, “Speculative bubbles and financial crises”, *American Economic Journal: Macroeconomics*, 4(3), pp.184~221.
- [48] Weil, P., 1987, “Confidence and the real value of money in an overlapping generations economy”, *The Quarterly Journal of Economics*, 102(1), pp.1~22.
- [49] Woodford, M., 2012, “Inflation targeting and financial stability”, NBER working paper, No. w17967.

附录

附录一：定理一

中间品生产商最大化企业价值函数：

$$V_{t,\tau}(K_{jt}, \epsilon_{jt}) = \max_{I_{jt} \geq 0, N_{jt} \geq 0, L_{jt} \geq 0} P_t^w (K_{jt})^\alpha (A_t N_{jt})^{1-\alpha} - P_t^I I_{jt} - W_t N_{jt} \\ + (1 - \delta_e) E_t \beta \frac{\Lambda_{t+1}}{\Lambda_t} V_{t+1, \tau+1}(K_{jt+1}, \epsilon_{jt+1}), \quad (58)$$

需要满足营运资本约束：

$$P_t^I I_{jt} + \mu W_t N_{jt} \leq \xi_t Q_t K_{jt} + B_{t,\tau}. \quad (59)$$

求得批发商关于劳动需求 N_{jt} 的一阶优化条件：

$$P_t^w = \frac{W_t (1 + \mu \lambda_{jt})}{(1 - \alpha) (K_{jt})^\alpha A_t^{1-\alpha} (N_{jt})^{-\alpha}}, \quad (60)$$

其中， λ_{jt} 为营运资本约束的拉格朗日乘数或影子价格，将公式 (60) 代入 (58) 得到：

$$V_{t,\tau}(K_{jt}, \epsilon_{jt}) = \max_{I_{jt} \geq 0, N_{jt} \geq 0, L_{jt} \geq 0} \frac{\alpha + \mu \lambda_{jt}}{1 + \mu \lambda_{jt}} \left[\frac{(1 - \alpha) A_t}{(1 + \mu \lambda_{jt}) W_t} \right]^{\frac{1-\alpha}{\alpha}} (P_t^w)^{\frac{1}{\alpha}} K_{jt} - P_t^I I_{jt} - W_t N_{jt} \\ + (1 - \delta_e) E_t \beta \frac{\Lambda_{t+1}}{\Lambda_t} V_{t+1, \tau+1}(K_{jt+1}, \epsilon_{jt+1}). \quad (61)$$

我们猜测并将最终验证资本品厂商的价值函数满足下述形式：

$$V_{t,\tau}(K_{jt}, \epsilon_{jt}) = v_{Kt}(\epsilon_{jt}) K_{jt} + b_{t,\tau}(\epsilon_{jt}). \quad (62)$$

并将资本品的影子价格 Q_t 和资产泡沫的名义价值 $B_{t,\tau}$ 定义为：

$$Q_t = (1 - \delta_e) E_t \beta \frac{\Lambda_{t+1}}{\Lambda_t} v_{Kt+1}(\epsilon_{jt+1}), \quad (63)$$

$$B_{t,\tau} = (1 - \delta_e) E_t \beta \frac{\Lambda_{t+1}}{\Lambda_t} b_{t+1, \tau+1}(\epsilon_{jt+1}). \quad (64)$$

将公式 (62)、(63) 和 (64) 代入值函数递归方程 (61) 得到：

$$v_{Kt}(\epsilon_{jt}) K_{jt} + b_{t,\tau}(\epsilon_{jt}) = \frac{\alpha + \mu \lambda_{jt}}{1 + \mu \lambda_{jt}} \left[\frac{(1 - \alpha) A_t}{(1 + \mu \lambda_{jt}) W_t} \right]^{\frac{1-\alpha}{\alpha}} (P_t^w)^{\frac{1}{\alpha}} K_{jt} \\ + Q_t (1 - \delta) K_{jt} + (Q_t \epsilon_{jt} - P_t^I) I_{jt} + B_{t,\tau}. \quad (65)$$

因此，当 $Q_t \epsilon_{jt} - P_t^I < 0$ 时，企业将不会选择投资，而 $Q_t \epsilon_{jt} - P_t^I \geq 0$ 则会最大化投资。我们定义投资效率阈值 $\epsilon_t^* = P_t^I / Q_t$ ，当厂商 j 的投资效率 $\epsilon < \epsilon_t^*$ 时，投资数量 $I_{jt} = 0$ ，但当投资效率 $\epsilon \geq \epsilon_t^*$ 时，投资数量满足：

$$P_t^I I_{jt} \leq \xi_t Q_t K_{jt} + B_{t,\tau} - \mu W_t N_{jt}. \quad (66)$$

将公式 (60) 代入 (66) 得到：

$$I_{jt} = \xi_t Q_t K_{jt} + B_{t,\tau} - \mu \left(\frac{1 - \alpha}{1 + \mu \lambda_{jt}} \right)^{\frac{1}{\alpha}} \left(\frac{A_t}{W_t} \right)^{\frac{1-\alpha}{\alpha}} (P_t^w)^{\frac{1}{\alpha}} K_{jt}. \quad (67)$$

对于投资数量 I_{jt} 的最优化易得，影子价格 λ_{jt} 满足：

$$\lambda_{jt} = \max \left[\frac{\epsilon_{jt} Q_t}{P_t^I} - 1, 0 \right]. \quad (68)$$

对公式 (65) 左右两端分别进行参数匹配得到：

$$\begin{aligned} v_{K_t}(\epsilon_{jt}) &= \frac{\alpha + \mu \bar{\lambda}_{jt}}{1 + \mu \bar{\lambda}_{jt}} \left[\frac{(1-\alpha)A_t}{(1 + \mu \bar{\lambda}_{jt})W_t} \right]^{\frac{1-\alpha}{\alpha}} (P_t^w)^{\frac{1}{\alpha}} + Q_t(1-\delta) \\ &+ \max \left[\frac{\epsilon_{jt}}{\epsilon_t^*} - 1, 0 \right] \left[\xi Q_t - \mu_t \left(\frac{1-\alpha}{1 + \mu \bar{\lambda}_{jt}} \right)^{\frac{1}{\alpha}} \left(\frac{A_t}{W_t} \right)^{\frac{1-\alpha}{\alpha}} (P_t^w)^{\frac{1}{\alpha}} - \omega_t Q_t \right], \end{aligned} \quad (69)$$

$$b_{t,\tau}(\epsilon_{jt}) = B_{t,\tau} + \max \left[\frac{\epsilon_{jt}}{\epsilon_t^*} - 1, 0 \right] B_{t,\tau}. \quad (70)$$

将公式 (68)、(69) 和 (70) 代入影子价格 Q_t 的定义 (63) 和资产泡沫的名义价值 $B_{t,\tau}$ 定义 (64) 中得到最终的表达式：

$$Q_t = (1-\delta_e)E_t \beta \frac{\Lambda_{t+1}}{\Lambda_t} \left\{ Q_{t+1}(1-\delta) + G_{t+1} \xi Q_{t+1} + \frac{\Psi_{t+1} \alpha}{1-\alpha} \left[F(\epsilon_{t+1}^*) + \int_{\epsilon_{t+1}^*}^{\infty} \left[1 + \mu_t \left(\frac{\epsilon}{\epsilon_{t+1}^*} - 1 \right) \right]^{\frac{1-\alpha}{\alpha}} dF(\epsilon) \right] \right\}, \quad (71)$$

其中， $\Psi_{t+1} = (1-\alpha)^{\frac{1}{\alpha}} (A_{t+1}/W_{t+1})^{\frac{1-\alpha}{\alpha}} (P_{t+1}^w)^{\frac{1}{\alpha}}$ ，用 G_{t+1} 表示流动性溢价水平

$$G_{t+1} = \int_{\epsilon_{t+1}^*}^{\infty} \left(\frac{\epsilon}{\epsilon_{t+1}^*} - 1 \right) dF(\epsilon). \quad (72)$$

附录二：定理二

将公式 (60) 改写为：

$$N_{jt} = \left[\frac{P_t^w (1-\alpha) A_t^{1-\alpha}}{W_t (1 + \mu \lambda_{jt})} \right]^{\frac{1}{\alpha}} K_{jt}. \quad (73)$$

首先，针对投资效率加总劳动力需求得到 \bar{N}_{jt} ：

$$\bar{N}_{jt} = \left[\frac{P_t^w (1-\alpha) A_t^{1-\alpha}}{W_t} \right]^{\frac{1}{\alpha}} \left\{ F(\epsilon_t^*) + \int_{\epsilon \geq \epsilon_t^*} \left[\frac{1}{1 + \mu(\epsilon/\epsilon_t^* - 1)} \right]^{\frac{1}{\alpha}} dF(\epsilon) \right\} K_{jt}, \quad (74)$$

在针对个体加总得到劳动力需求 N_t ：

$$N_t = \int_0^1 \bar{N}_{jt} dj = \left[\frac{P_t^w (1-\alpha) A_t^{1-\alpha}}{W_t} \right]^{\frac{1}{\alpha}} \left\{ F(\epsilon_t^*) + \int_{\epsilon \geq \epsilon_t^*} \left[\frac{1}{1 + \mu_t(\epsilon/\epsilon_t^* - 1)} \right]^{\frac{1}{\alpha}} dF(\epsilon) \right\} K_t. \quad (75)$$

将公式 (73) 代入生产函数得到：

$$Y_{jt} = \left[\frac{P_t^w (1-\alpha) A_t^{1-\alpha}}{W_t} \right]^{\frac{1}{\alpha}} K_{jt} (1 + \mu_t \lambda_{jt})^{\frac{1}{\alpha}}. \quad (76)$$

同样，首先对生产效率进行加总得到：

$$\bar{Y}_{jt} = (K_{jt})^\alpha (A_t)^{1-\alpha} \left[F(\epsilon_t^*) + \int_{\epsilon \geq \epsilon_t^*} \left[1 + \mu_t (\epsilon/\epsilon_t^* - 1) \right]^{-\frac{1-\alpha}{\alpha}} dF(\epsilon) \right] \left[\frac{P_t^w (1-\alpha) A_t^{1-\alpha}}{W_t} K_{jt} \right]^{1-\alpha}, \quad (77)$$

将公式(75)代入上式得到：

$$\bar{Y}_{jt} = (K_{jt})^\alpha (A_t N_{jt})^{1-\alpha} \frac{\left[F(\epsilon_t^*) + \int_{\epsilon \geq \epsilon_t^*} \left[1 + \mu_t (\epsilon/\epsilon_t^* - 1) \right]^{-\frac{1-\alpha}{\alpha}} dF(\epsilon) \right]}{\left\{ F(\epsilon_t^*) + \int_{\epsilon \geq \epsilon_t^*} \left[\frac{1}{1 + \mu_t (\epsilon/\epsilon_t^* - 1)} \right]^{\frac{1}{\alpha}} dF(\epsilon) \right\}^{1-\alpha}}. \quad (78)$$

在市场出清时，中间品的产出必须等于需求：

$$\int_0^1 \bar{Y}_{jt} dj = \int_0^1 \bar{Y}_t di \equiv Y_t^*. \quad (79)$$

因此，我们得到最终品的产出：

$$Y_t = (\bar{p}_t)^{\epsilon_p} Y_t^*, \quad (80)$$

其中， $\bar{p}_t = \left[\int_0^1 (P_t(j)/P_t)^{-\epsilon_p} dj \right]^{-1/\epsilon_p}$ 表示名义价格偏差，将(78)和(79)代入上式得到加总之后的最终产出：

$$Y_t = (\bar{p}_t)^{\epsilon_p} (K_t)^\alpha (A_t N_t)^{1-\alpha} \frac{\left[F(\epsilon_t^*) + \int_{\epsilon \geq \epsilon_t^*} \left[1 + \mu_t (\epsilon/\epsilon_t^* - 1) \right]^{-\frac{1-\alpha}{\alpha}} dF(\epsilon) \right]}{\left\{ F(\epsilon_t^*) + \int_{\epsilon \geq \epsilon_t^*} \left[1/(1 + \mu_t (\epsilon/\epsilon_t^* - 1)) \right]^{\frac{1}{\alpha}} dF(\epsilon) \right\}^{1-\alpha}}. \quad (81)$$

关于投资，我们已经证明当厂商 j 的投资效率 $\epsilon < \epsilon_t^*$ 时，投资数量 $I_{jt} = 0$ ，但当投资效率 $\epsilon \geq \epsilon_t^*$ 时，投资数量满足公式(67)，因此对投资效率进行加，可以得到总投资为：

$$I_t^I = \frac{1}{P_t^I} \left\{ (1 - F(\epsilon_t^*)) (Q_t \xi K_t + B_t) - \Psi_t \mu \int_{\epsilon \geq \epsilon_t^*} \left[1 + \mu (\epsilon/\epsilon_t^* - 1) \right]^{\frac{1}{\alpha}} dF(\epsilon) K_t \right\}. \quad (82)$$

在 $t+1$ 期的幸存企业资本存量为：

$$\hat{K}_{t+1} = (1 - \delta) K_t + E[\epsilon | \epsilon \geq \epsilon_t^*] I_t, \quad (83)$$

并假设在 $t+1$ 期新进入的厂商的初始资本 $K_{0t+1} = \zeta \hat{K}_{t+1}$ ，因此我们可以得到资本存量的动态方程为：

$$K_{t+1} = (1 - \delta_e + \delta_e \zeta) \left((1 - \delta) K_t + E[\epsilon | \epsilon \geq \epsilon_t^*] I_t \right). \quad (84)$$

附录三：动力系统方程

将基准模型中的变量去趋势，得到的宏观动力系统方程主要包含 24 个内生变量和 24 个方程，分别是 $\tilde{\Lambda}_t, w_t^*, \tilde{w}_t, \bar{w}_t, K_{wt}, F_{wt}, p_t^*, \pi_t, K_{pt}, F_{pt}, p_t^w, \bar{p}_t, m_t, \tilde{B}_t,$

$\epsilon_t^*, q_t, p_t^I, N_t, \tilde{K}_t, \tilde{C}_t, \tilde{Y}_t, \tilde{I}_t, R_t$ 。其中，定义 $w_t^* = \frac{W_t^*(i)}{W_t}$ ， $\tilde{w}_t = \frac{W_t}{P_t A_t}$ ， $\tilde{\Lambda}_t = \Lambda_t P_t A_t$ ，

$$p_t^* = \frac{P_t^*}{P_t}, \quad p_t^w = \frac{P_t^w}{P_t}, \quad p_t^l = \frac{P_t^l}{P_t}, \quad q_t = \frac{Q_t}{P_t}, \quad \psi_t = \frac{\Psi_t}{P_t}, \quad \tilde{C}_t = \frac{C_t}{A_t}, \quad \tilde{Y}_t = \frac{Y_t}{A_t}, \quad \tilde{I}_t = \frac{I_t}{A_t},$$

$$\tilde{K}_{t+1} = \frac{K_{t+1}}{A_t}, \quad \tilde{B}_t = \frac{B_t}{P_t A_t} \text{ 以及 } z_t = A_t / A_{t-1}. \text{ 我们可以将内生方程大致分为以下几类:}$$

(一) 家庭决策问题:

消费欧拉方程:

$$\tilde{\Lambda}_t = \frac{z_t}{z_t \tilde{C}_t - h \tilde{C}_{t-1}} - \beta h E_t \left(\frac{1}{z_{t+1} \tilde{C}_{t+1} - h \tilde{C}_t} \right),$$

储蓄决策:

$$1 = R_t E_t \beta \frac{\tilde{\Lambda}_{t+1}}{\tilde{\Lambda}_t} \frac{1}{z_{t+1} \pi_{t+1}}.$$

(二) 工资设定问题:

工资设定:

$$w_t^* = \left(\frac{\chi}{\tilde{w}_t} \frac{K_{wt}}{F_{wt}} \right)^{\frac{\nu}{\nu + \varepsilon_w}},$$

$$K_{wt} = \varepsilon_w N_t^{1 + \frac{1}{\nu}} + \beta \xi_w E_t \left[\left(\frac{\tilde{w}_t}{\tilde{w}_{t+1}} \tilde{\Gamma}_{t,t+1}^w \right)^{-\varepsilon_w (1 + \frac{1}{\nu})} K_{wt+1} \right],$$

$$F_{wt} = (\varepsilon_w - 1) \tilde{\Lambda}_t N_t + \beta \xi_w E_t \left[\left(\frac{\tilde{w}_t}{\tilde{w}_{t+1}} \right)^{-\varepsilon_w} (\tilde{\Gamma}_{t,t+1}^w)^{1 - \varepsilon_w} F_{wt+1} \right],$$

工资动态方程:

$$w_t^* = \left[\frac{1 - \xi_w (\tilde{\Gamma}_{t-1,t}^w \tilde{w}_{t-1} / \tilde{w}_t)^{1 - \varepsilon_w}}{1 - \xi_w} \right]^{\frac{1}{1 - \varepsilon_w}},$$

名义工资偏离:

$$\bar{w}_t = \left[\xi_w (\bar{w}_{t-1} \frac{\tilde{w}_{t-1}}{\tilde{w}_t} \tilde{\Gamma}_{t-1,t}^w)^{-\varepsilon_w} + (1 - \xi_w) (w_t^*)^{-\varepsilon_w} \right]^{\frac{1}{\varepsilon_w}}.$$

(三) 价格设定问题:

价格设定:

$$p_t^* = \frac{K_{pt}}{F_{pt}},$$

$$K_{pt} = \varepsilon_p \tilde{\Lambda}_t \tilde{Y}_t p_t^w + \beta \xi_p E_t (\tilde{\Gamma}_{t,t+1}^p)^{-\varepsilon_p} K_{pt+1},$$

$$F_{pt} = (\varepsilon_p - 1) \tilde{\Lambda}_t \tilde{Y}_t + \beta \xi_p E_t (\tilde{\Gamma}_{t,t+1}^p)^{1 - \varepsilon_p} F_{pt+1}$$

价格动态方程:

$$p_t^* = \left[\frac{1 - \xi_p (\tilde{\Gamma}_{t-1,t}^p)^{1 - \varepsilon_p}}{1 - \xi_p} \right]^{\frac{1}{1 - \varepsilon_p}},$$

名义价格偏离：

$$\bar{p}_t = \left[\xi_p (\bar{p}_{t-1} \tilde{\Gamma}_{t-1,t}^p)^{-\varepsilon_p} + (1 - \xi_p) (p_t^*)^{-\varepsilon_p} \right]^{-\frac{1}{\varepsilon_p}}.$$

(四) 资产泡沫：

泡沫测度或比例：

$$m_t = \delta_e \varphi + (1 - \delta_e) \theta_{t-1} m_{t-1},$$

泡沫总量：

$$\tilde{B}_t = (1 - \delta_e) E_t \beta \frac{\tilde{\Lambda}_{t+1}}{\tilde{\Lambda}_t} \frac{m_t}{m_{t+1}} \theta_t (1 + G_{t+1}) \tilde{B}_{t+1},$$

(五) 加总变量

资本价格（托宾 Q）：

$$q_t = (1 - \delta_e) E_t \beta \frac{\tilde{\Lambda}_{t+1}}{\tilde{\Lambda}_t} * \frac{1}{z_{t+1}} \{ q_{t+1} (1 - \delta) + G_{t+1} (\xi - \omega_{t+1}) q_{t+1} \\ + \frac{\psi_{t+1} \alpha}{1 - \alpha} \left[F(\epsilon_{t+1}^*) + \int_{\epsilon_{t+1}^*}^{\infty} \left[1 + \mu_t (\epsilon / \epsilon_t^* - 1) \right]^{1 - \frac{1}{\alpha}} dF(\epsilon) \right] \},$$

投资效率阈值：

$$\epsilon_t^* = p_t^l / q_t.$$

劳动：

$$N_t = \left[\frac{p_t^w (1 - \alpha)}{\tilde{w}_t} \right]^{\frac{1}{\alpha}} \left\{ F(\epsilon_t^*) + \int_{\epsilon \geq \epsilon_t^*}^{\infty} \left[\frac{1}{1 + \mu(\epsilon / \epsilon_t^* - 1)} \right]^{\frac{1}{\alpha}} dF(\epsilon) \right\}^{\frac{1}{\alpha}} \frac{\tilde{K}_t}{z_t},$$

最终产出：

$$\tilde{Y}_t = (\bar{p}_t)^{\varepsilon_p} \left(\frac{\tilde{K}_t}{z_t} \right)^{\alpha} (N_t)^{1 - \alpha} \frac{\left[F(\epsilon_t^*) + \int_{\epsilon \geq \epsilon_t^*}^{\infty} \left[1 + \mu(\epsilon / \epsilon_t^* - 1) \right]^{\frac{1 - \alpha}{\alpha}} dF(\epsilon) \right]}{\left\{ F(\epsilon_t^*) + \int_{\epsilon \geq \epsilon_t^*}^{\infty} \left[\frac{1}{1 + \mu(\epsilon / \epsilon_t^* - 1)} \right]^{\frac{1}{\alpha}} dF(\epsilon) \right\}^{1 - \alpha}},$$

投资：

$$\tilde{I}_t = \frac{1}{p_t^l} \{ (1 - F(\epsilon_t^*)) (q_t \xi \frac{\tilde{K}_t}{z_t} + \tilde{B}_t - \omega_t q_t \frac{\tilde{K}_t}{z_t}) - \psi_t \mu \int_{\epsilon \geq \epsilon_t^*}^{\infty} \left[1 + \mu \left(\frac{\epsilon}{\epsilon_t^*} - 1 \right) \right]^{\frac{1}{\alpha}} dF(\epsilon) \frac{\tilde{K}_t}{z_t} \},$$

资本存量：

$$\tilde{K}_{t+1} = (1 - \delta_e + \delta_e \zeta) \left((1 - \delta) \frac{\tilde{K}_t}{z_t} + E[\epsilon | \epsilon \geq \epsilon_t^*] \tilde{I}_t \right).$$

资源约束：

$$\tilde{Y}_t = \tilde{C}_t + \left[1 + \frac{\Omega}{2} \left(\frac{\tilde{I}_t z_t}{\tilde{I}_{t-1}} - z \right)^2 \right] \tilde{I}_t.$$

投资品价格：

$$p_t^l = 1 + \frac{\Omega}{2} \left(\frac{\tilde{I}_t z_t}{\tilde{I}_{t-1}} - z \right)^2 + \Omega \left(\frac{\tilde{I}_t z_t}{\tilde{I}_{t-1}} - z \right) \frac{\tilde{I}_t z_t}{\tilde{I}_{t-1}} - \beta E_t \frac{\tilde{\Lambda}_{t+1}}{\tilde{\Lambda}_t} \frac{1}{z_{t+1}} \Omega \left(\frac{\tilde{I}_{t+1} z_{t+1}}{\tilde{I}_t} - z \right) \left(\frac{\tilde{I}_{t+1} z_{t+1}}{\tilde{I}_t} \right)^2.$$

(六) 货币政策：

$$\log\left(\frac{R_t}{R}\right) = \rho_R \log\left(\frac{R_{t-1}}{R}\right) + (1 - \rho_R) \left[\phi_\pi \log\left(\frac{\pi_t}{\pi}\right) + \phi_y \log\left(\frac{\tilde{Y}_t z_t}{\tilde{Y}_{t-1} z}\right) \right] + e_{mp,t}.$$