

附录

(一) 理论模型的详细设定

1. 居民部门。居民向企业提供劳动获得工资收入，在购买当期消费品和缴纳一揽子税后，将多余资金存入银行。给定预算约束，居民效用最大化问题为：

$$\max_{C_t, L_t, D_t} E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t U(C_t, L_t) \quad (1)$$

$$s.t. P_t C_t + D_t \leq W_t L_t + R_{t-1} D_{t-1} - tax_t \quad (2)$$

其中， β 是贴现因子， C_t 表示消费， L_t 表示劳动供给， D_t 表示银行存款， R_t 表示存款利率， W_t 表示工资率， P_t 表示价格指数， tax_t 表示居民向政府缴纳的一揽子(lump-sum)税。居民当期效用函数设为： $U(C_t, L_t) = (C_t^{1-\sigma} - 1) / (1-\sigma) - L_t^{1+\varphi} / (1+\varphi)$ 。如果居民风险规避系数 $\sigma = 1$ 则消费以对数形式进入效用函数， φ 是Frisch劳动供给弹性倒数。

2. 企业部门。企业由企业家经营管理，企业家的行为和决策分为三步：第一步从银行贷款购买资本；第二步利用资本和劳动生产中间品；第三步对中间品进行定价。先看第一步融资决策。风险中性的企业家以价格 Q_t 购买资本，其净值 N_t^e 不足以覆盖购买资本全部支出，需要向银行贷款 $B_t = Q_t K_t - N_t^e$ 。资本预期收益率由资本租赁收益和资本出售收益组成，即 $E_t(R_{t+1}^k) = [r_{t+1}^k + (1-\delta)Q_{t+1}] / Q_t$ 。根据Bernanke等(1999)研究，由于信息不对称银行需要支付额外的审计成本才能了解事后资本收益率，因此企业家的外部融资成本等于在银行要求的贷款回报率 R_t^b 的基础上增加需求侧溢价 $S(Q_t K_t / N_t^e)$ 。资本预期收益率等于外部融资溢价决定企业家最优资本量：

$$E_t(R_{t+1}^k) = S(Q_t K_t / N_t^e) R_t^b \quad (3)$$

其中，需求侧溢价大小依赖于 $S(\cdot)$ ，而函数 S 满足 $S'(\cdot) > 0$ 且 $S(1) = 1$ 。定义企业杠杆为 $\phi_t^e = Q_t K_t / N_t^e$ ，则最优资本需求函数可以表示为 $E_t(R_{t+1}^k / R_t^b) = S(\phi_t^e)$ 。为避免企业家不断积累资产出现净值自足，假设每期只有 ξ^e 比例企业家存活，同时相同比例携带启动资金 N_0^e 进入管理岗位以维持企业家总量不变，企业家净值积累方程为：

$$N_t^e = \xi^e \left\{ R_t^k Q_{t-1} K_{t-1} - E_{t-1} \left[S(\phi_{t-1}^e) R_{t-1}^b B_{t-1} \right] \right\} + N_0^e \quad (4)$$

第二步是生产决策。企业家使用资本和劳动两种要素生产中间品，生产函数设为

$Y_t = AK_{t-1}^\alpha L_t^{1-\alpha}$ ， α 是资本的产出弹性， A 表示全要素生产率。给定要素价格，企业家通过选择资本和劳动最小化生产成本： $\min_{L_t, K_{t-1}} w_t L_t + r_t^k K_{t-1}$ ，计算成本最小化问题可得最优要素投入比例满足： $w_t L_t / (1-\alpha) = r_t^k K_{t-1} / \alpha$ ，以及企业家生产的边际成本为： $mc_t = (r_t^k / \alpha)^\alpha [w_t / (1-\alpha)]^{1-\alpha} / A$ 。

第三步是定价决策。假设企业家 $j \in (0,1)$ 按照 Calvo (1983) 提出的规则进行定价，即每期只有 $1-\theta_p$ 比例的企业家可以重新定价，不能定价的企业家保持上一期价格不变。给定市场需求函数，企业家最优定价问题为：

$$\max_{P_t^*} E_t \sum_{\tau=0}^{\infty} \theta_p^\tau \Lambda_{t,t+\tau} (P_t^* / P_{t+\tau} - mc_{t+\tau}) Y_{t+\tau}(j) \quad (5)$$

$$\text{s.t. } Y_{t+\tau}(j) = \left(\frac{P_t^*}{P_{t+\tau}} \right)^{-\varepsilon} Y_{t+\tau} \quad (6)$$

其中， $\Lambda_{t,t+\tau} (= \beta^\tau U_{c,t+\tau} / U_{c,t})$ 表示随机贴现因子。在对称均衡下计算上述定价问题，并在稳态附近对数线性化可以得到如下新凯恩斯菲利普斯曲线 (NKPC)：

$$\hat{\pi}_t = \beta E_t (\hat{\pi}_{t+1}) - \frac{(1-\theta_p)(1-\beta\theta_p)}{\theta_p} \hat{X}_t \quad (7)$$

3. 商业银行。 资本为 N_t^b 银行从居民吸收存款 D_t 向企业家提供贷款 B_t ，银行资产负债表为 $B_t = N_t^b + D_t$ 。银行将利润（等于贷款收益减去存款成本）用于下一期银行资本积累： $N_{t+1}^b = (R_t^b - R_t)B_t + R_t N_t^b$ 。如果信贷市场供给侧不存在摩擦，当存贷利率为正，银行有激励无限扩大贷款规模。为避免这种情景，我们借鉴 Gertler 和 Karadi (2011) 的做法，假设每期末银行可以转移 θ 比例的资产，这意味着只有银行满足激励相容约束才能保证存款市场不违约。给定激励相容约束，银行最大化净资产的值函数：

$$V_t(B_t, D_t) = E_t \Lambda_{t,t+1} \left[(1-\xi^b) N_t^e + \xi^b \max_{B_{t+1}, D_{t+1}} V_{t+1}(B_{t+1}, D_{t+1}) \right] \quad (8)$$

$$\text{s.t. } V_t(B_t, D_t) \geq \theta B_t \quad (9)$$

其中， ξ^b 表示银行存活概率。定义银行杠杆为 $\phi_t^b = B_t / N_t^b$ ，计算银行最优化问题可知银行信贷供给受到内生杠杆约束，银行净资产变动对信贷供给的加速效应通过银行杠杆放大。银行部门净资产积累方程为：

$$N_t^b = \xi^b \left[(R_{t-1}^b - R_{t-1}) \phi_{t-1}^b + R_{t-1} \right] N_{t-1}^b + N_0^b \quad (10)$$

4. 资本生产者。假设企业家在每期末将生产之后的未折旧资本 $(1-\delta)K_{t-1}$ 出售给资本生产者，资本生产者将没有折旧的资本和投资品 I_t 组合形成新资本 K_t 。为刻画资本价格 Q_t 的动态，引入二次型资本调整成本（参数 φ_k 控制资本调整成本的曲率）。资本生产者的利润最大化问题可描述为：

$$\max_{I_t} E_t \left[Q_t I_t - I_t - \frac{\varphi_k}{2} \left(\frac{I_t}{K_{t-1}} - \delta \right)^2 K_{t-1} \right] \quad (11)$$

5. 中央银行。中央银行通过货币政策对宏观经济进行调控。假设中央银行的货币政策工具为利率 R_t^r ，其中上标 tr 表示泰勒规则（Taylor Rule）反映的政策利率：

$$\log \left(\frac{R_t^r}{R^r} \right) = \rho_r \log \left(\frac{R_{t-1}^r}{R^r} \right) + (1-\rho_r) \left[\gamma_\pi \log \left(\frac{\pi_t}{\pi} \right) + \gamma_Y \log \left(\frac{Y_t}{Y} \right) \right] + \varepsilon_t^r \quad (12)$$

其中，不加时间下标表示稳态变量， ρ_r 表示货币政策平滑系数， γ_π 和 γ_Y 表示货币政策对通胀和产出缺口的反馈系数， ε_t^r 表示货币政策冲击。

6. 一般均衡和市场出清。均衡定义为给定价格序列，资源配置满足居民效用最大化一阶条件、企业成本最小化一阶条件和银行利润最大化一阶条件，同时产品市场出清：

$$Y_t = C_t + I_t + \frac{\varphi_k}{2} \left(\frac{I_t}{K_{t-1}} - \delta \right)^2 K_{t-1} \quad (13)$$

（二）模型参数校准值结果

如正文所述，我们根据 DSGE 文献惯例，利用两种方法校准模型本文的结构参数：一是根据经典文献进行校准；二是运用中国实际经济金融数据匹配模型稳态反推参数值。模型结构参数校准值见表 1。

表 1 模型结构参数校准值

| 参数 | 含义 | 校准值 | 校准依据 |
|---------------|----------|-------|---------------|
| β | 居民贴现因子 | 0.995 | 匹配 2% 的年存款利率 |
| σ | 居民风险规避系数 | 1 | 消费以对数形式进入效用函数 |
| φ | 劳动供给弹性倒数 | 2 | 文献 |
| α | 资本占产出的份额 | 0.5 | 文献 |
| ε | 产品之间替代弹性 | 11 | 产品价格加成率为 10% |

| | | | |
|--------------|------------|-------|-------------------------|
| θ_p | 名义价格粘性参数 | 0.75 | 产品价格调整周期为 1 年 |
| δ | 资本折旧率 | 0.025 | 文献 |
| φ_k | 资本调整成本系数 | 1 | 文献 |
| μ | 审计成本 | 0.16 | 文献 |
| σ | 资本收益率冲击标准差 | 0.26 | 匹配 2.92% 的信贷需求侧溢价 |
| ξ^e | 企业存活概率 | 0.93 | 全国内资企业生存时间分析报告 |
| N_0^e | 新进入企业携带资金 | 0.15 | 匹配企业部门杠杆 $\phi^e = 2.5$ |
| θ | 银行转移资产系数 | 0.325 | 匹配 2.24% 的信贷供给侧溢价 |
| ξ^e | 银行存活概括 | 0.97 | 文献 |
| N_0^b | 新进入企业携带资金 | 0.1 | 匹配金融部门杠杆 $\phi^b = 4$ |
| ρ_{tr} | 货币政策平滑系数 | 0.5 | 文献 |
| γ_π | 利率对通胀反馈系数 | 1.5 | 文献 |
| γ_Y | 利率对产出反馈系数 | 0.5 | 文献 |

参考文献：

- 江振龙. 2021. 破解中小企业融资难题的货币政策选择与宏观经济稳定[J]. 国际金融研究, 4: 23-32.
- Bernanke B S, Gertler M, Gilchrist S. 1999. The Financial Accelerator in a Quantitative Business Cycle. Framework[M]. *Handbook of Macroeconomics*, Chapter 21: 1341-1393.
- Blake, A.P., 2012. Fixed Interest Rates over Finite Horizons[R]. Bank of England Working Paper No. 454, Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=2063201>.
- Calvo, G. 1983. Staggered Prices in a Utility-Maximizing Framework[J]. *Journal of Monetary Economics*, 12(3): 83-398.
- Galí, J. 2011. Are Central Banks' Projections Meaningful?[J]. *Journal of Monetary Economics*, 58: 537-550.
- Gertler. M, and Karadi P. 2011. A Model of Unconventional Monetary Policy[J]. *Journal of Monetary Economics*, 58(1): 17-34.
- Lassen. S, and Svensson L. 2011. Anticipated Alternative Policy Rate Paths in Policy Simulations[J]. *International Journal of Central Banking*, 7: 1-35.