

DSGE模型中的金融摩擦

彭玉磊

对外经济贸易大学

2023年7月26日

EFG暑期学校•昆明

金融摩擦的定义

- 如果在金融市场上资产需求者使用金融资产所付出的成本与资本供给者所获得的回报之间存在差距，就认为金融市场存在金融摩擦（Hall(2011 EJ)）。
- 这种差距可以是利息差、也可以是资本需求者付出的时间成本。

金融摩擦的存在性 (1)

- 传统的宏观动态模型往往是在Modigliani-Miller理论（MM理论）的环境中。
 - 例如在经典的RBC和新凯恩斯模型中：
Smets&Wouters（2007 AER）与Christiano et al.（2005 JPE）。
1. 企业的所有权结构无关。
 2. 企业的资本结构无关。
 3. 金融机构无关紧要（不需要金融中介来承担信息传递功能）。
 4. 资本市场是完备的。
 5. 货币以先验的形式引入经济中（MIU, CIA）。

金融摩擦的存在性 (2)

- 在这些模型中，资金的分配是有效率的。
- 导致的后果是：
 1. 财富的分布变得无关紧要（关心的是总投资和产出）。
 2. 难以解释许多实证证据。
 3. 难以用于解释涉及资产定价的问题，例如内部和外部融资。
 4. 难以用于讨论与金融市场相关的政策。

金融摩擦的存在性 (3)

- 然而，现实经济中关于资本市场有一个根本问题是：储户和投资者是不同的代理人，他们需要会面和交易。
- 他们是有差异的：
 1. 贴现因子（随机的或者确定性的）。
 2. 风险厌恶程度。
 3. 跨期替代。
 4. 技术或者禀赋。
 5. 地理位置。
 6. 预期。

金融摩擦的存在性 (4)

- 储户和投资者之间：
 1. 信息的不对称（道德风险、逆向选择）
 2. 承诺缺乏（抵押品不足）。
 3. 名义合约vs 实际合约 \Rightarrow 名义利率的零下限。
 4. 有限责任。
 5. 市场是不完备的。
- 财富的分布是重要的！
- 金融摩擦是存在的！

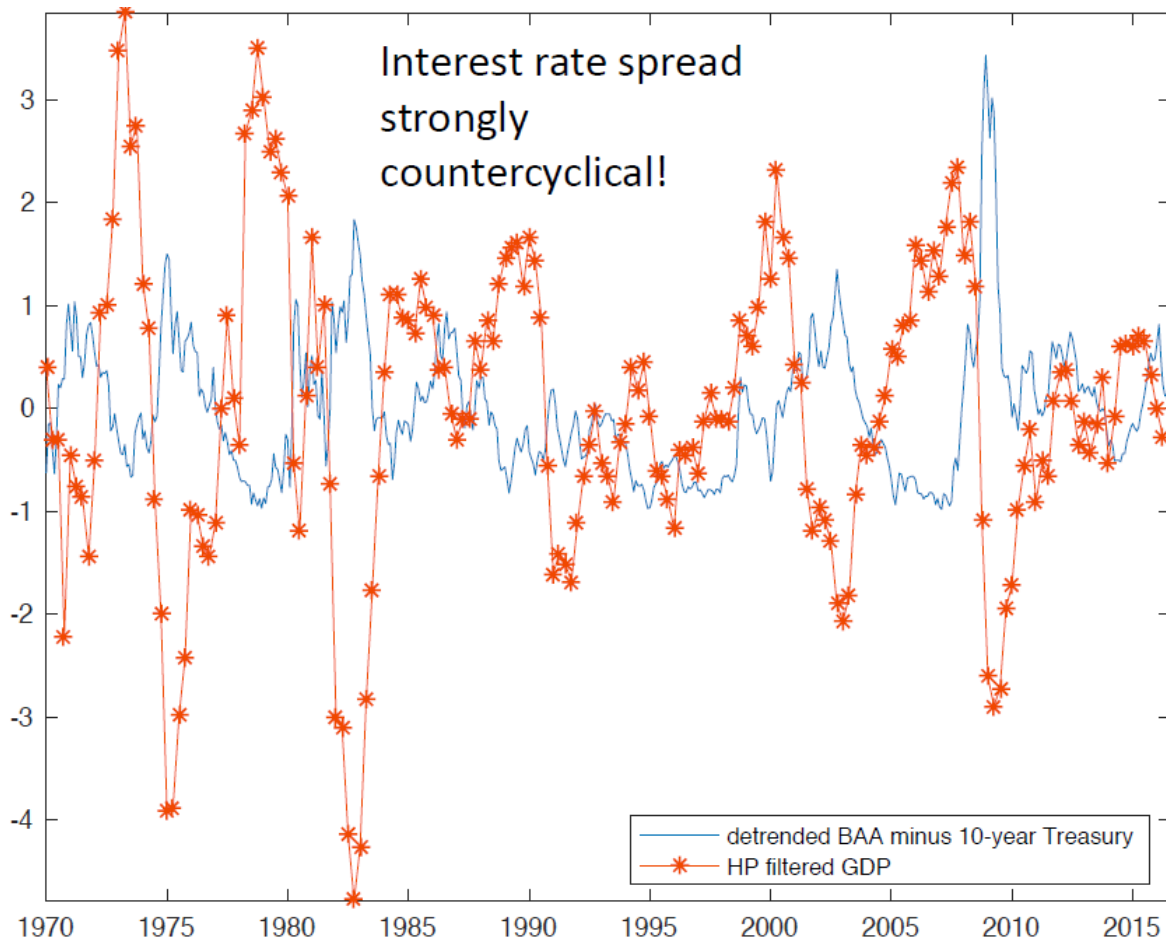
金融摩擦的重要性 (1)

- 金融危机总是时不时的发生，在西欧过去的四百年中，金融危机大概每十年就会发生一次（Kindleberger (1993)）。
- 金融摩擦是引起经济波动的关键因素，即便在平静的时期，经济失衡可能会加剧，直到触发因素导致巨大而持续的财富破坏，并波及实体经济（Brunnermeier et al. (2013)）
- 经典的宏观研究强调减少金融摩擦和保持金融系统稳定性的重要性（Fisher (1933 ECMA), Keynes (1936), Gurley and Shaw (1955 AER), Minsky (1957 QJE)）。

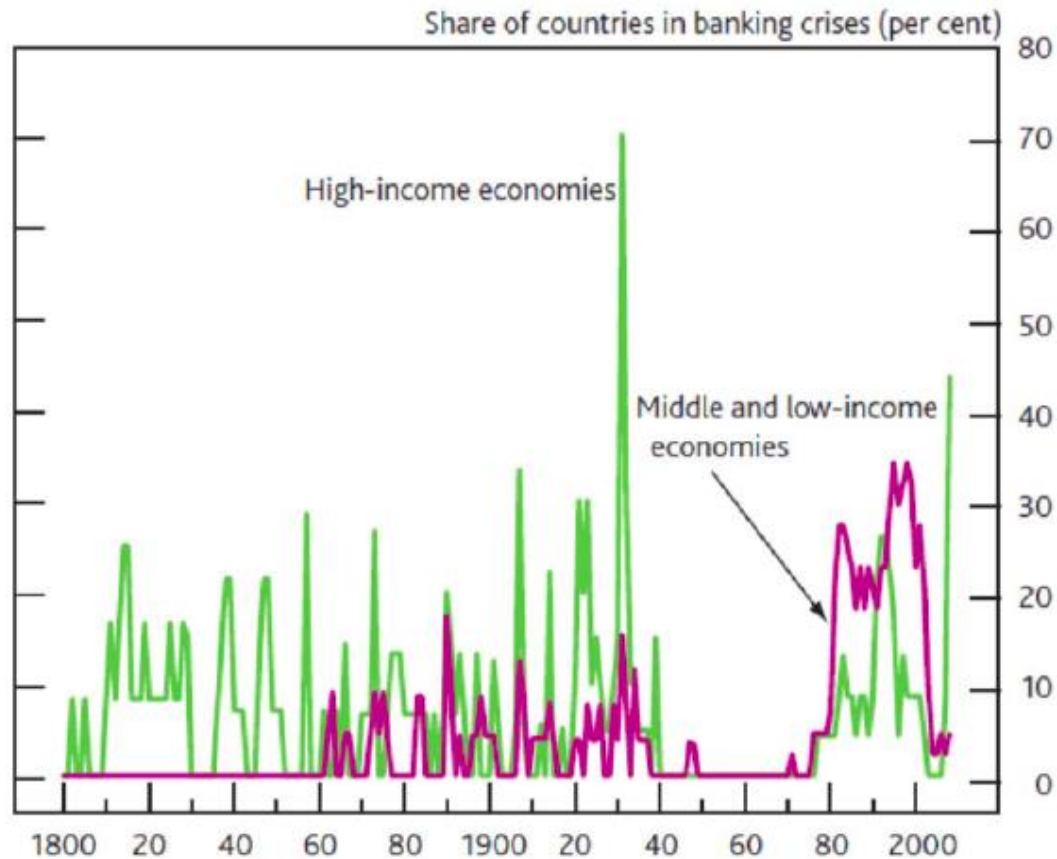
金融摩擦的重要性 (2)

- 大萧条期间，金融摩擦导致非金融企业面临融资约束加剧，消减了美国大企业9%-30%的就业岗位（Benmelech et al.(2019 JFE)）。
- 金融摩擦造成我国的TFP损失为8.3%（Wu（2018 JDE））。
- 特别是2007-2011年的金融危机，需要更加详尽的分析金融摩擦对宏观经济的影响。

金融摩擦：基本事实 (1)

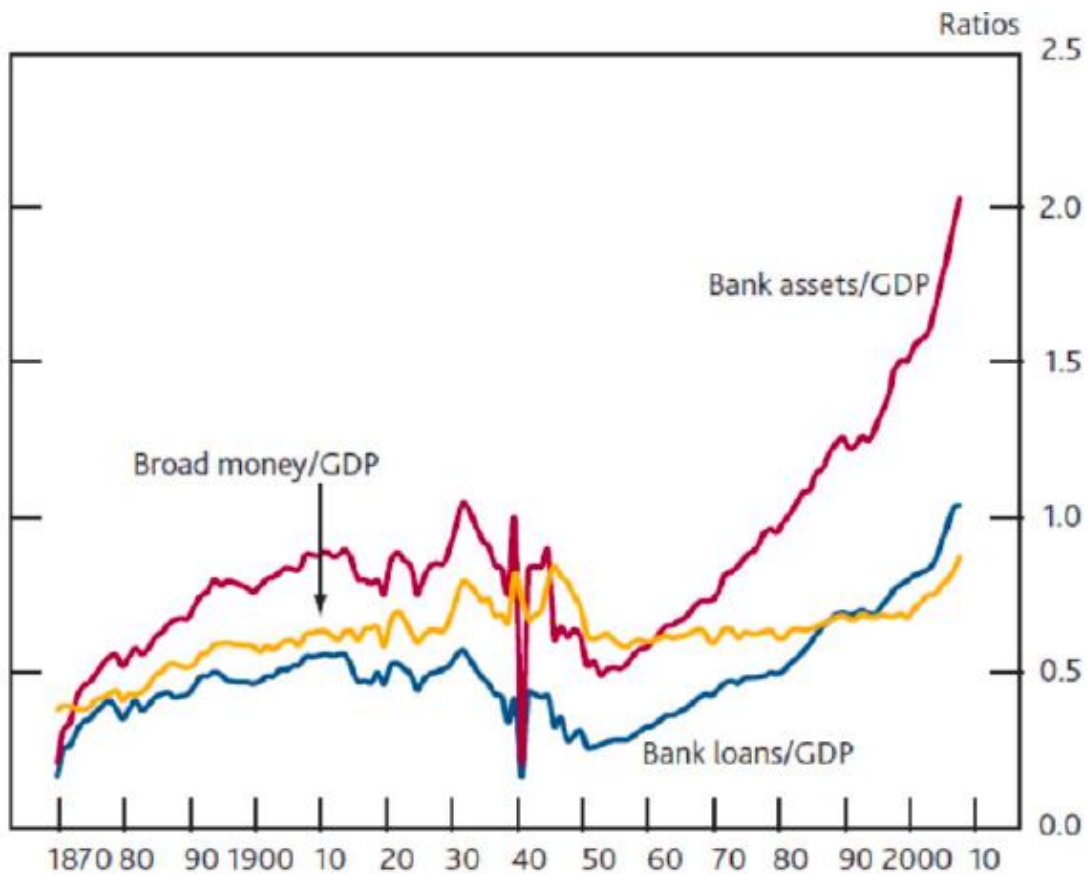


金融摩擦：基本事实 (2)



Source: Qian, Reinhart and Rogoff (2010).

金融摩擦：基本事实 (3)

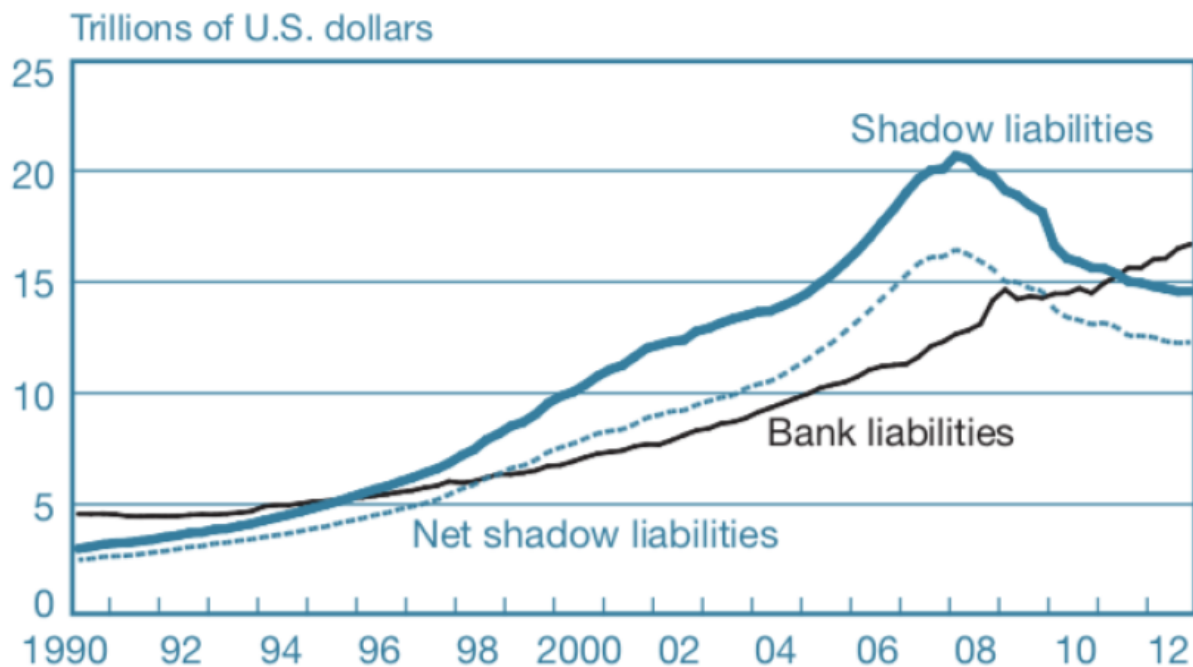


Source: Schularick and Taylor (2009).

金融摩擦：基本事实（4）

Zoltan Pozsar, Tobias Adrian, Adam Ashcraft, and Hayley Boesky, 'Shadow Banking', Federal Reserve Bank of New York *Economic Policy Review*, December 2013

Shadow Bank Liabilities versus Traditional Bank Liabilities



金融摩擦的重要性 (3)

- 如何在标准的宏观模型中纳入金融摩擦？
 1. 包含金融市场。
 2. 其中MM定理不成立。
 3. 包含微观机制。
 4. 可用于量化分析。

建模策略

1. 借款约束模型

(1) 抵押约束模型: **Kiyotaki& Moore (1997 JPE)**

(2) 有成本的状态查验模型: **Bernanke&Gertler (1989 AER)**, **Carlstrom&Fuerst (1997 AER)**, **Bernanke, Gertler, and Gilchrist (1999 HB)**

(3) 有成本的执行模型: **Diamond&Dybvig (1983 JPE)**

2. 金融中介模型: **Gertler& Karadi (2011 JME)**, **Gertler&Kiyotaki (2010 HB, 2015 AER)**, **Kiyotaki&Moore (2019, JPE)**

3. 杠杆周期模型: **Geanakoplos (2010)**, **Schularick&Taylor (2012 AER)**

抵押约束模型：概要

- 主要思想：
 1. 建立了金融约束与经济行为之间的联系。
 2. 资产作为生产要素和抵押品的双重作用（当企业面临金融约束时，对资产进行大甩卖（Shleifer&Vishny(1992 JF)））。
- 模型设定：
 1. 离散时间
 2. 完美的远见
 3. 有异质性

抵押约束模型：偏好

- 有风险中性的个人生活到无穷期

1. 1个单位的农场主，其目标函数为

$$E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t x_t$$

2. m个单位的采集者，其目标函数为：

$$E_0 \sum_{t=0}^{\infty} (\beta^*)^t x_t^*$$

- 假设1： $\beta < \beta^*$

抵押约束模型：商品市场

- 市场上有两种商品
 1. 耐用品资产（土地）：使用后不会折旧，固定数量供给。
 2. 非耐用商品（水果）： x_t, x_t^*
- 在t时刻，土地市场的价值：1单位的土地可以换 q_t 单位的水果。
- 信贷市场：在t时刻，1个单位的水果可以换取 R_t 单位的t+1时刻的水果。

抵押约束模型：农场主技术

- 农场主的水果生产技术：

$$y_{t+1} = (a + c)k_t$$

- 这里，每单位土地的产出，其中 a 是可以用于交易的， c 是农场主自己消费的，不能用于交易的。
- 假设2： $a + c > \frac{1}{\beta}$ ，其含义是农场主总是有动机将所有的产出用于投资生产。

抵押约束模型：农场主的约束

- 农场主的预算约束：

$$q_t(k_t - k_{t-1}) + R_{t-1}b_{t-1} + x_t = (a + c)k_{t-1} + b_t$$

- 农场主的借贷约束：

$$R_t b_t \leq q_{t+1} k_t$$

抵押约束模型：采集者的技术

- 采集者的生产函数：

$$y_{t+1} = G(k_{t-1}^*)$$

- 为了避免角点解：

$$G' \left(\frac{\bar{K}}{m} \right) < aR_t < G'(0)$$

- 其预算约束：

$$q_t(k_t^* - k_{t-1}^*) + R_{t-1}b_{t-1}^* + x_t^* = G(k_{t-1}^*) + b_t^*$$

抵押约束模型：均衡条件（1）

- 市场出清：

$$x_t + mx_t^* = (a + c)k_{t-1} + mG(k_{t-1}^*);$$

$$k_t + mk_t^* = \bar{K};$$

$$b_t + mb_t^* = 0.$$

抵押约束模型：均衡条件（2）

- 由于采集者不会受到限制（总是储蓄者），采集者的欧拉方程：

$$1 = \beta^* R_{t+1} \Rightarrow R = R_t = \frac{1}{\beta^*}$$

$$Rq_t = G'(k_t^*) + q_{t+1} \Rightarrow G'(k_t^*) = R \left(q_t - \frac{q_{t+1}}{R} \right) = Ru_t$$

- 这里 u_t 不仅仅代表着采集者在 t 时期持有一个单位土地的机会成本，也代表着农场主为购买土地需要支付的首期款。

抵押约束模型：均衡条件（3）

- 由于 $R = R_t = \frac{1}{\beta^*} < \frac{1}{\beta}$ ，那么农场主总是面临着借贷约束。
- 农场主将达到借贷最大值：

$$b_t = \frac{q_{t+1}k_t}{R}$$

- 农场主仅仅消费不可交易的水果数量：

$$x_t = ck_{t-1}$$

- 农场主将购买尽可能多的土地：

$$k_t = \frac{Rak_{t-1}}{Rq_t - q_{t+1}} = \frac{Rak_{t-1}}{G'(k_t^*)} = \frac{ak_{t-1}}{u_t}$$

抵押约束模型：稳态（1）

- 可得：

$$k_t = \frac{ak_{t-1}}{u_t} \Rightarrow u = a$$
$$G'(k^*) = Ra \Rightarrow k^* = G'^{-1}(Ra)$$
$$k = \bar{K} - mk^*$$

- 土地价格为：

$$Rq_t = G'(k_t^*) + q_{t+1} \Rightarrow q = \frac{G'(k^*)}{R-1} = \frac{a}{1-\beta^*}$$

抵押约束模型：社会最优

- 在给定土地的情况下，社会规划者最大化产出：

$$G'(k_{sp}^*) = a + c$$

- 与市场均衡相比：

$$G'(k^*) = a < G'(k_{sp}^*) = a + c \Rightarrow k^* > k_{sp}^*$$

- 由于借贷约束的存在，使得农场主拥有的土地量要低于社会最优时的数量。

抵押约束模型：经济受到冲击时

- 假定农场主在t时刻受到不可预期的负向的产出冲击：

$$y_t = (a - \Delta + c)k_{t-1}$$

- 农场主变得更穷，进而土地需求下降，土地价格下降，土地从农场主转移到采集者手中，产出下降。
- 更低的土地价格会使得农场主的借贷数量变少，获得土地变得更好。

抵押约束模型：稳态（2）

- 同时：

$$b = \frac{qk}{R} = \frac{\beta^* ak}{1 - \beta^*}$$

$$b^* = -\frac{b}{m}$$

$$x = ck$$

$$x^* = \frac{ak}{m} + G(k^*)$$

抵押约束模型：反馈回路

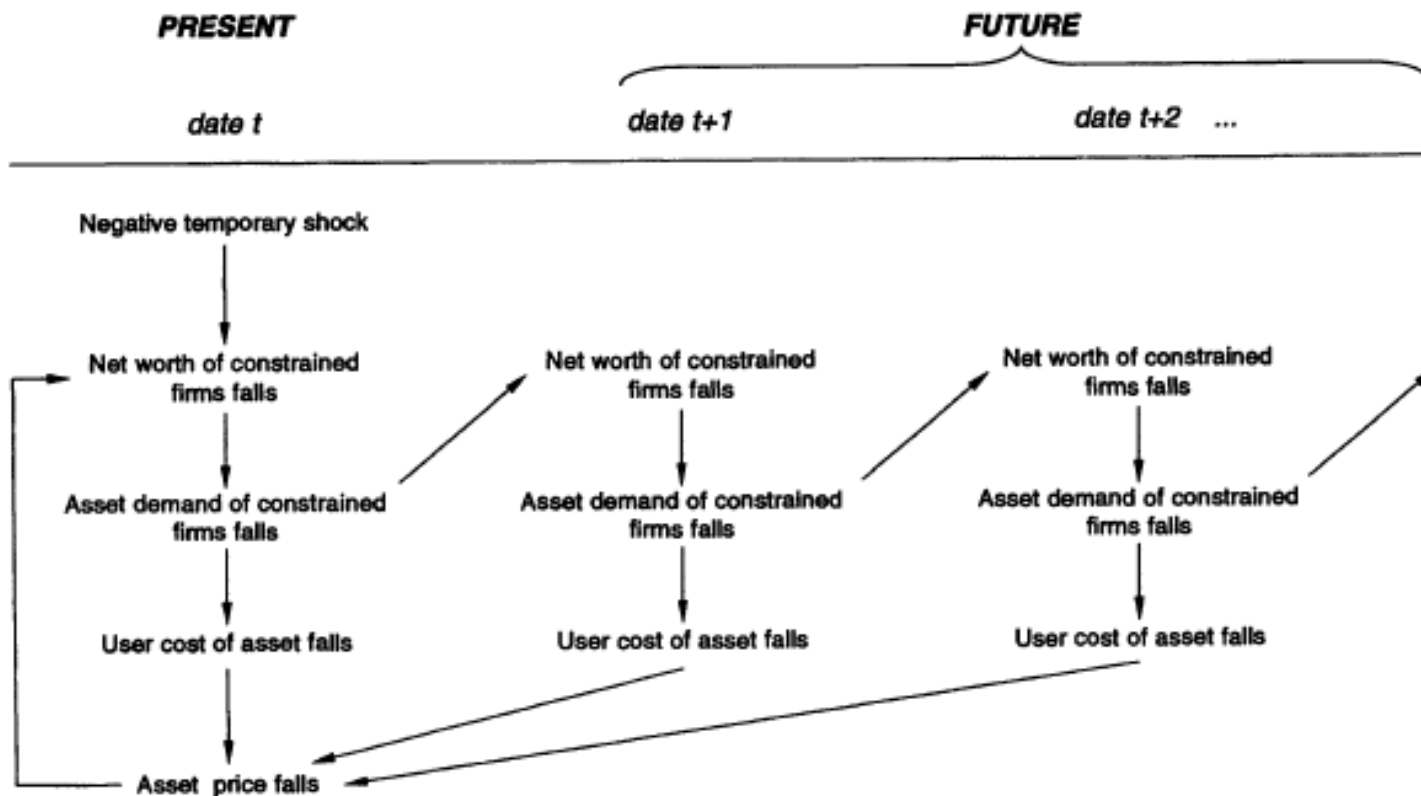
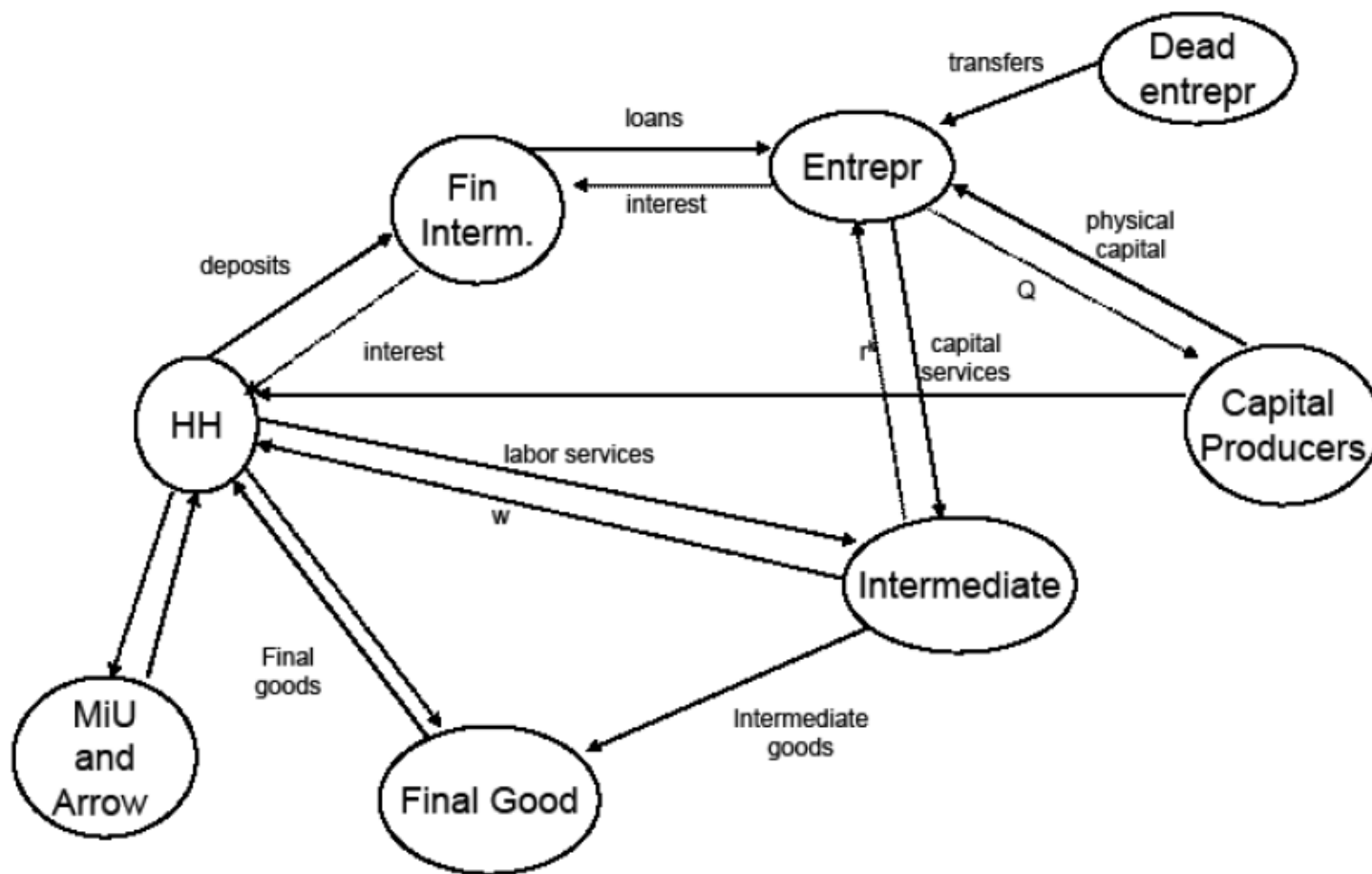


FIG. 1

有成本的状态查验模型：概要

- 传统的金融加速器模型：基于Bernanke&Gertler (1989 AER)。
- 借贷双方的信息不对称：需要付出成本来查验 (Townsend (1979 JET)) 。
- 债务收缩：费雪效应
- 不断变化的利息价差

有成本的状态查验模型：模型流程图



有成本的状态查验模型：基本设定（1）

- 时间是离散的，可以活无穷期
- 三类人：家庭，企业家和零售商
- 零售商在不使企业家问题复杂化的情况下引入名义刚性：企业家成为向零售商出售投入品的批发商
- 有一个执行财政和货币政策的政府。

有成本的状态查验模型：基本设定（2）

- 风险厌恶的家庭提供劳动、消费和储蓄
- 企业家风险中性
- 企业家每期以概率 γ 死亡，其期望寿命为 $\frac{1}{1-\gamma}$ 。
- 与现实企业家的更替相结合。
- 排除企业家最终积累足够财富以实现完全自我融资的可能性
- 在 t 期，企业家获取资本，在下一期结合劳动用于生产。

有成本的状态查验模型：基本设定（3）

- 企业家获得资本的资金来自企业净值和借款。
- 企业净值的两个来源：
 - 企业家自身无弹性的劳动供给。
 - 利润，包括以前资本投资积累的资本收益。
- 较高的资产净值缓解了与外部融资相关的代理问题，并降低了均衡时较高的资产净值缓解了与外部融资相关的代理问题，并降低了平衡中企业家面临的外部融资溢价企业家面临的外部融资溢价。

有成本的状态查验模型：基本设定（4）

- 零售商购买企业家生产的商品，并将其出售给家庭。
- 他们面临垄断竞争，因此他们成为价格制定者（面临向下倾斜的需求曲线）
- 他们的价格设置受到粘性的影响。

有成本的状态查验模型：代理人问题（1）

- 从企业家在部分均衡中的投资与合同问题开始。
- 资本价格和资本边际回报率为给定值。
- 假设合同为一期
- 合同市场是完全匿名的

有成本的状态查验模型：代理人问题（2）

- 在t期，企业家j以 Q_t 的价格购买同质化的资本。
- 在t期和t+1期间，资本的回报为 $\omega^j R_{t+1}^k$ ，面临着个体和总体风险。
 - 个体风险 ω^j 是i.i.d的
 - 其分布为 $F(\omega)$ ，期望为 $E(\omega^j)=1$ 。
- 企业家融资购买资产净值为N的资本货物，并通过借款金额B：

$$Q_t K_{t+1}^j = N_{t+1}^j + B_{t+1}^j$$

有成本的状态查验模型：代理人问题（3）

- 只有企业家自己可以观察到自身的个体风险。
- 如果合同违约了，贷款人必须支付审计费用：

$$\mu\omega^j R_{t+1}^k Q_t K_{t+1}^j$$

有成本的状态查验模型：合同问题（1）

- 先讨论没有整体风险的情况。
- 假设非违约贷款利率为 Z_{t+1}^j 。
- 存在个体风险阈值 $\bar{\omega}^j$ ，当高于该数值时，贷款合同将被偿还。
- 阈值决定方程：

$$\bar{\omega}^j R_{t+1}^k Q_t K_{t+1}^j = Z_{t+1}^j B_{t+1}^j$$

有成本的状态查验模型：合同问题（2）

- 如果 $\omega^j \geq \bar{\omega}^j$:
 - 贷款人获得 $Z_{t+1}^j B_{t+1}^j$ 。
 - 企业家获得 $\omega^j R_{t+1}^k Q_t K_{t+1}^j - Z_{t+1}^j B_{t+1}^j$
- 如果 $\omega^j < \bar{\omega}^j$ ，贷款将违约：
 - 贷款人获得 $(1 - \mu)\omega^j R_{t+1}^k Q_t K_{t+1}^j$ 。
 - 企业家获得0。

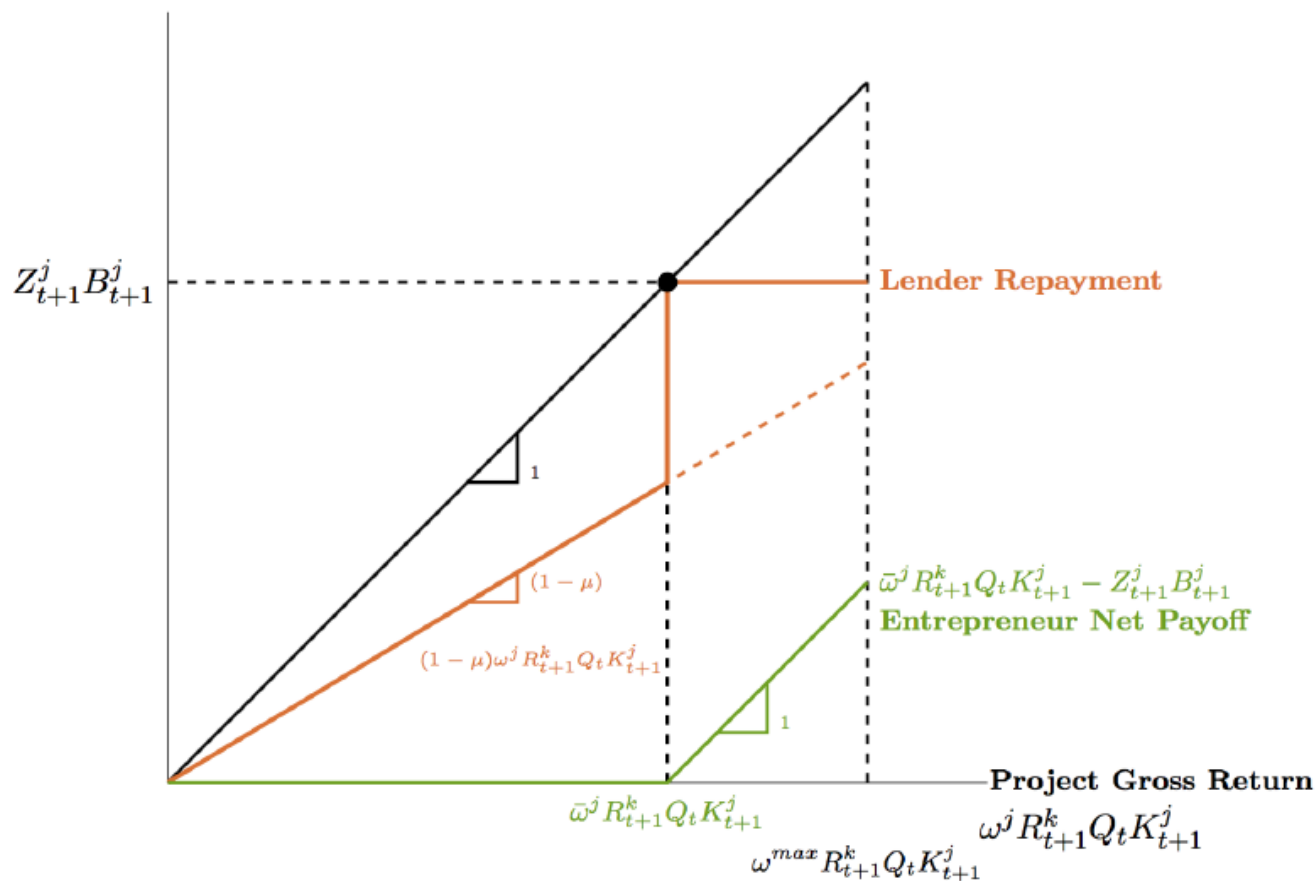
有成本的状态查验模型：合同问题（3）

- 由于借贷市场是完全竞争的，那么贷款人的参与条件是：

$$\begin{aligned} & [1 - F(\bar{\omega}^j)] Z_{t+1}^j B_{t+1}^j + (1 - \mu) \int_0^{\bar{\omega}^j} \omega R_{t+1}^k Q_t K_{t+1}^j dF(\omega) \\ & = R_{t+1} B_{t+1}^j \end{aligned}$$

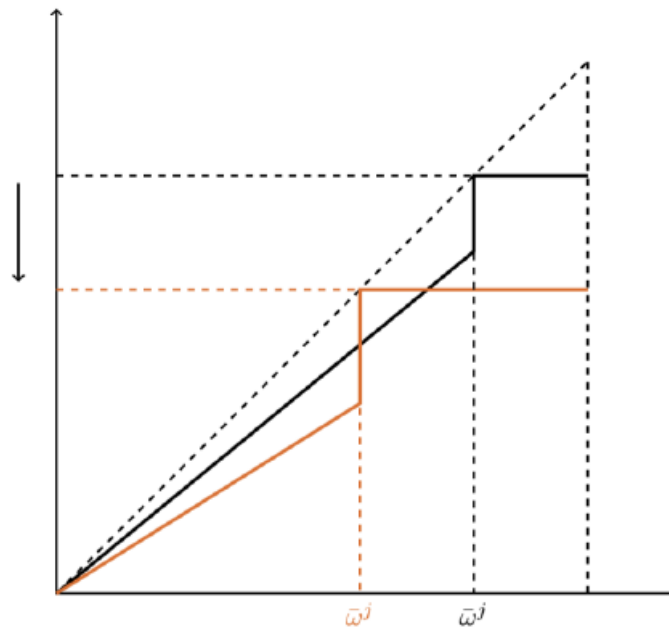
- 存在权衡，阈值越高：
 - 非违约回报越高。
 - 违约的可能越大。

有成本的状态查验模型：图示（1）



有成本的状态查验模型：图示（2）

- 如果净值上升，更少借贷需求，更低的违约概率，非违约回报更低。



有成本的状态查验模型：加入总冲击

- 目前，信贷合同是在局部均衡中，没有整体风险。
- 在局部均衡中加入整体风险
 - 这意味着资本的价格和回报是给定的，但不确定。
 - 由于企业家是风险中性的，只关心回报的均值，乐意去承受整体风险。
 - 那么个体冲击的阈值取决于事后实现的 R_{t+1}^k 。

有成本的状态查验模型：最优资本选择（1）

- 给定合同环境，我们现在转向企业家的资本一般选择问题。
- 企业家的期望收益：

$$\begin{aligned} & E \left[\int_{\bar{\omega}^j}^{\infty} \omega R_{t+1}^k Q_t K_{t+1}^j dF(\omega) - [1 - F(\bar{\omega}^j)] Z_{t+1}^j B_{t+1}^j \right] \\ &= E \left[\int_{\bar{\omega}^j}^{\infty} \omega R_{t+1}^k Q_t K_{t+1}^j dF(\omega) - [1 - F(\bar{\omega}^j)] \bar{\omega}^j R_{t+1}^k Q_t K_{t+1}^j \right] \end{aligned}$$

- 企业家通过选择资本量和个人冲击的阈值去最大化期望收益，约束条件是贷款人的参与约束。

有成本的状态查验模型：最优资本选择（2）

- 优化条件：

$$Q_t K_{t+1}^j = \psi(s_t) N_{t+1}^j$$

这里， $s_t \equiv E\left(\frac{R_{t+1}^k}{R_{t+1}}\right)$, $\psi(1) = 1, \psi' > 0$.

有成本的状态查验模型：最优资本选择（3）

- 优化条件表明：

- 资本支出与企业家的净值成比例。

- 随着资本预期折现回报率的上升，可以用净值更高的比例来投资。

1. 随着资本预期折现回报率的上升，违约的可能性下降，企业家可以借更高的债务来购买资本。
2. 资本的增加将受到以下事实的制约：随着借款与净值之比的增加，预期违约成本也会上升。

有成本的状态查验模型：最优资本选择（4）

- 优化条件的另一种表示：

$$E(R_{t+1}^k) = \psi^{-1} \left(\frac{Q_t k_{t+1}^j}{N_{t+1}^j} \right) R_{t+1}$$

- 资本的均衡边际回报必须等于外部融资的边际成本。
- 外部融资的溢价与企业家自有资本出资的股份成反比（MM理论不成立）。

有成本的状态查验模型：最优资本选择 (5)

- 如果企业净值增加，则曲线向外偏移：为给定金额的资本融资所需的成本下降。

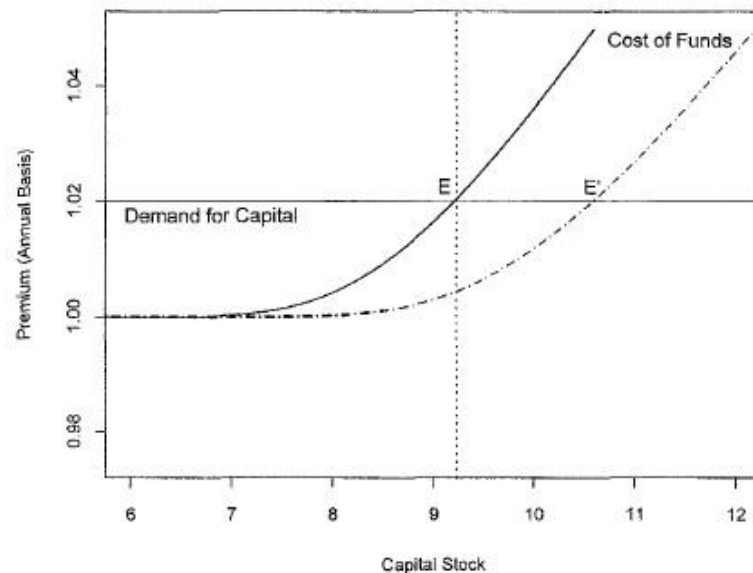


Fig. 1. Effect of an increase in net worth.

有成本的状态查验模型：一般均衡模型

- 我们现在将部分均衡收缩问题嵌入到一个新凯恩斯的一般均衡模型中。
- 意味着资本价格、无风险回报、风险收益都是内生的。
- 重点描述企业家问题，因为家庭和零售商问题将是标准的。

有成本的状态查验模型：企业家（1）

- 生产函数为：

$$Y_t = A_t K_t^\alpha L_t^{1-\alpha}$$

- 这里， $L_t = H_t^\Omega (H_t^e)^{1-\Omega}$ ， H_t 代表家庭提供的劳动， H_t^e 代表着企业提供的无弹性劳动，标准化为1.
- 资本的积累方程为：

$$K_{t+1} = \Phi\left(\frac{I_t}{K_t}\right) K_t + (1 - \delta)K_t$$

有成本的状态查验模型：企业家（2）

- 调整成本的存在使均衡资本价格出现了常见的变化（托宾Q）：

$$Q_t = \left[\Phi' \left(\frac{I_t}{K_t} \right) \right]^{-1}$$

- 企业家将他们的产品以相对价格 $1/X_t$ 卖给零售商。
- 欧拉方程为：

$$E_t(R_{t+1}^k) = E_t \left[\frac{\frac{1}{X_t} \alpha \frac{Y_{t+1}}{K_{t+1}} + (1 - \delta) Q_{t+1}}{Q_t} \right]$$

有成本的状态查验模型：企业家（3）

- 可以从企业家的合同问题求解出资金的总供给。

$$Q_t K_{t+1} = \psi(s_t) N_{t+1}$$

- 企业总净值由未死亡企业家的工资收入和持股（来自过去的资本回报）得出：

$$N_{t+1} = \gamma V_t + W_t^e$$

- 死亡的企业家将消费他们的股份：

$$C_t^e = (1 - \gamma) V_t$$

有成本的状态查验模型：企业家（4）

- 股权持有由资本总回报（扣除对贷款人的还款）得出。
- 这是上述合同问题中单个企业家目标函数的总和（与贷方盈亏平衡条件相结合），其表达式为：

$$V_t = R_t^k Q_{t-1} K_t - \left(R_t + \frac{\mu \int_0^{\bar{\omega}} \omega R_t^k Q_{t-1} K_t dF(\omega)}{Q_{t-1} K_t - N_{t-1}} \right) (Q_{t-1} K_t - N_t)$$

有成本的状态查验模型：企业家（5）

- 这里，

$$\left(\frac{\mu \int_0^{\bar{\omega}} \omega R_t^k Q_{t-1} K_t dF(\omega)}{Q_{t-1} K_t - N_{t-1}} \right)$$

代表外部融资的溢价。

- 代表着单位外部资金利率与无风险利率之间的利差。

有成本的状态查验模型：企业家（6）

- 根据企业净值的方程，代入具体的股权表达式以及企业家工资形式，我们有企业净值的动态方程：

$$N_{t+1} = \left[R_t^k Q_{t-1} K_t - \left(R_t + \frac{\mu \int_0^{\bar{\omega}} \omega R_t^k Q_{t-1} K_t dF(\omega)}{Q_{t-1} K_t - N_{t-1}} \right) (Q_{t-1} K_t - N_t) \right] + (1 - \alpha)(1 - \Omega) A_t K_t^\alpha H_t^{(1-\alpha)\Omega}$$

- 结合资本的供给方程，一个等式告诉我们净值的变化如何允许更多的资本流入金融，另一个等式告诉我们净值如何在商业周期内生变化。

有成本的状态查验模型：家庭和零售商

- 家庭工作、消费和储蓄。
- 零售商购买企业家的产出，卖给家庭（Calvo定价）

有成本的状态查验模型：动态化(1)

- 将模型对数线性化。
- 校准参数
- 讨论以下冲击
 1. 货币政策冲击
 2. 技术冲击
 3. 政府支出冲击
 4. 财富冲击
- 得到变量的脉冲响应曲线。

有成本的状态查验模型：动态化(2)

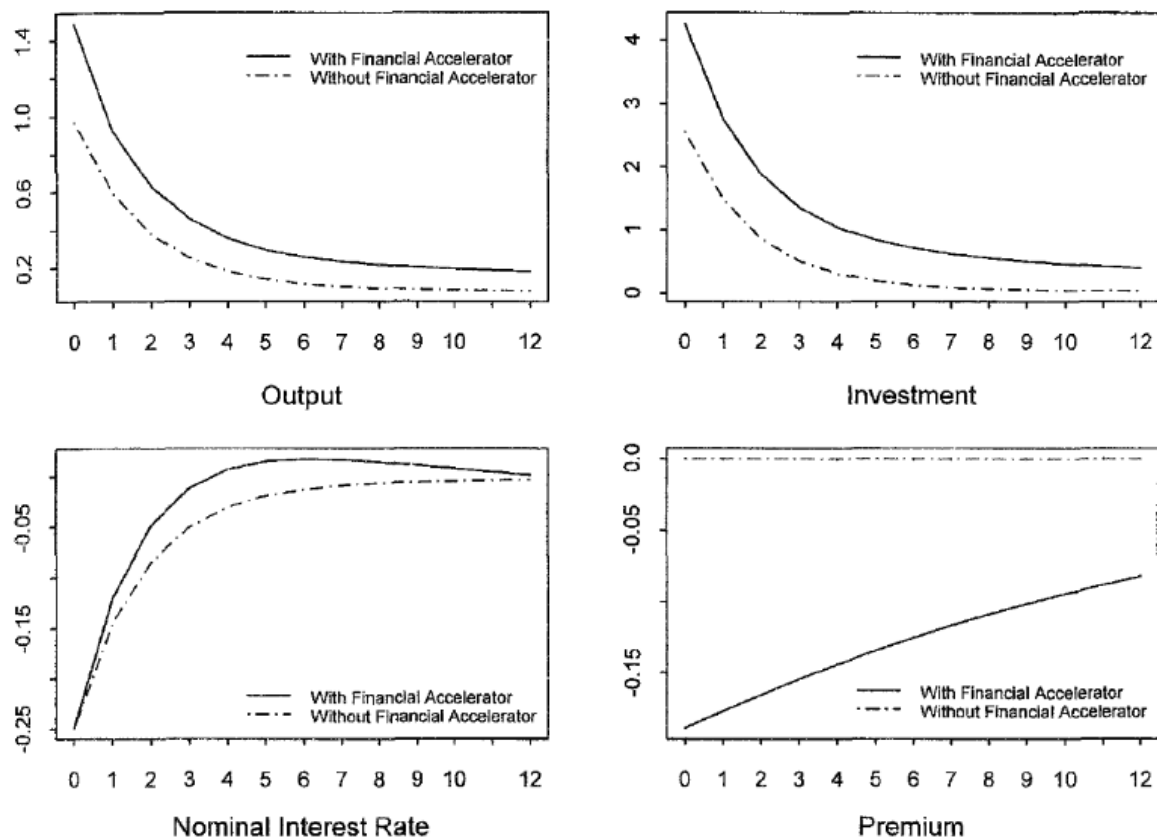
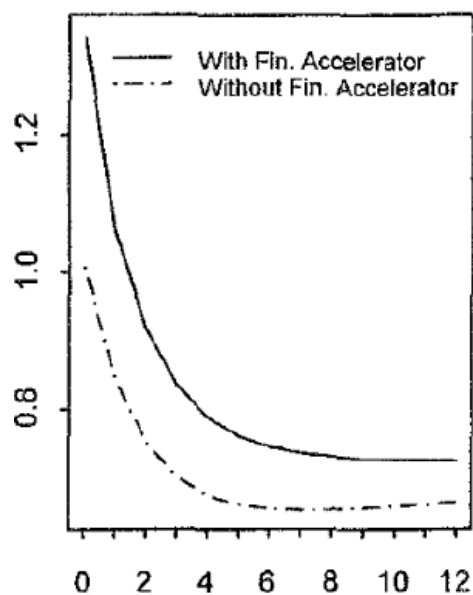
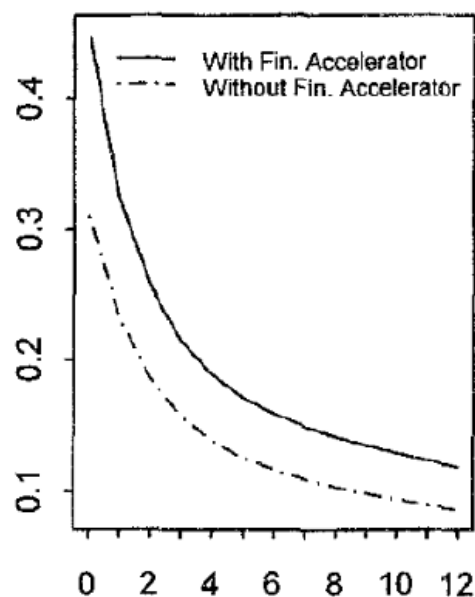


Fig. 3. Monetary shock – no investment delay. All panels: time horizon in quarters.

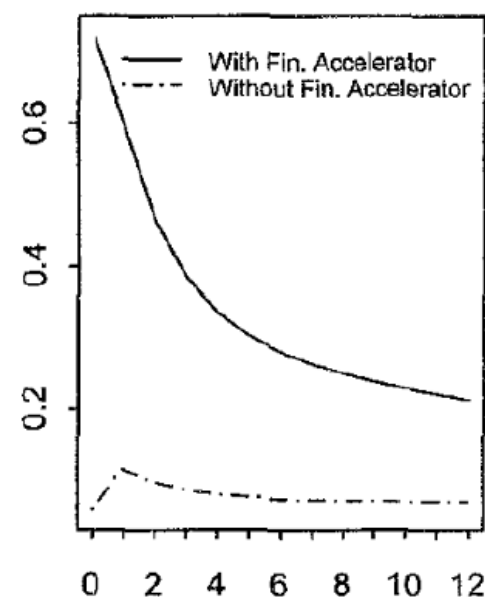
有成本的状态查验模型：动态化(3)



Technology Shock



Demand Shock



Wealth Shock

有成本的状态查验模型：总结(1)

- 金融加速器对商业周期具有显著的定量影响。
- 信用和实际活动之间的双向反馈是模型的核心。
- 与我们在数据中看到的一致反周期溢价
- 金融摩擦与各种冲击的传播有关技术冲击

有成本的状态查验模型：总结(2)

- 模型的求解步骤：

1. 在没有整体风险的情况下，求解局部均衡模型中的最优合同问题。

- 将企业家拥有的资本、债务、净值、资产价格、资本回报、无风险利率视为给定。

- 通过确定非违约利率和个体风险阈值来决定风险债务合同。

- 基于借款人和贷款人的参与条件求解。

2. 将整体风险纳入局部均衡模型

- 允许资本回报变动，但是是外生给定

- 基于资本回报确定债务合同。

有成本的状态查验模型：总结(3)

3. 企业家确定投资。

- 基于企业家的目标函数和贷款人的参与条件求解最优化问题。

4. 刻画一般均衡模型

- 将企业投资加总。
- 从产出中求解出资产价格和资本回报，从安全资产选择中求解无风险利率。
- 获得企业净值的动态方程。

金融中介模型：概要

- 到2005年，存在着一个非常庞大、杠杆率很高的影子银行系统（Bernanke (2009), Gorton (2008)）。
 - 它依靠短期债务为长期债务提供资金。
 - 很容易受到冲击。
- 在07-11年金融危机以前，绝大多数学者、监管机构 and 从业人员根本没有认识到这一发展，也没有理解其意义。
- 人们普遍认为（在之前的DSGE模型中）如果一个国家有存款保险，银行挤兑已经成为过去。

金融中介模型：概要（2）

- Kiyotaki&Gertler (2012 HB)在传统的DSGE模型中引入了金融中介。
- 主要想法：
 - 在模型中内生化金融中介面临的资产负债表约束。
 - 金融中介的净值变得尤为重要。
 - 不同于Diamond&Dybvig (1983 JPE), 不考虑银行挤兑。
- 据此，讨论非常规的货币政策。

金融中介模型：经济中个体

- 代表性家庭
- 金融中介
 - 从家庭获取资金 ⇨ 受到约束，引入金融摩擦
 - 将资金放贷给企业 ⇨ 有效的
- 中间品厂商
- 政府/央行
 - 从家庭获取资金 ⇨ 发行债券，无摩擦
 - 借钱给企业（包括非金融企业和金融中介） ⇨ 有摩擦
- 资本生产厂商：做出跨期决策
- 零售商：引入价格粘性

金融中介模型：代表性家庭（1）

- 每个大家庭有1个单位的成员
 - $1-f$ 为普通工人，在完全竞争的劳动力市场提供劳动，获得工资；
 - f 为银行家，每个银行家管理一家银行，保留一些收入，并将其余收入带回家庭。
- 每一期，银行家有一定的概率 $1-\sigma$ 变为工人，意味着其平均寿命为 $1/(1-\sigma)$ 。
- 同时，家庭中每期有 $(1-\sigma)f$ 数量的工人变为银行家，会获得很小数目的启动资金。

金融中介模型：代表性家庭（2）

- 偏好

$$E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \left(\log(c_t - \gamma c_{t-1}) - \chi \frac{l_t^{1+\theta}}{1+\theta} \right)$$

- 预算约束为

$$c_t = w_t l_t + \Pi_t - T_t + R_t D_t - D_{t+1}$$

金融中介模型：银行（1）

- 在投资机会到来之前，每家银行选择一个岛屿进行经营，并通过向家庭提供固定收益的储蓄活动来筹集资金。
- 投资机会到达后，银行在银行间市场借款 b_t^h （或出借），以购买同一岛屿商品生产商的证券：

$$Q_t^h s_t^h = n_t^h + b_t^h + d_t$$

这里， Q_t^h ， s_t^h 分别代表银行在期末对非金融公司一单位现有资本的未来回报的拥有所有权的市场价格和数量。

金融中介模型：银行（2）

- 银行净值的动态方程：

$$n_t^h = [Z_t + (1 - \delta)Q_t^h]\psi_t s_{t-1} - R_{bt}b_{t-1} - R_t d_{t-1}$$

- 这里， z_t 代表银行拥有非金融企业资产所获得分红， ψ_t 代表着对非金融企业资产的外生冲击。

金融中介模型：银行（3）

- 在t期，银行的价值为：

$$V_t = V(s_t^h, b_t^h, d_t^h) = E_t \sum_{\tau=t+1}^{\infty} (1 - \sigma) \sigma^{\tau-t} \Lambda_{t,\tau} n_t^h$$

- 由于每期银行都有可能会“偷窃”一部分“可转移”资金给家庭使用。
- 可转移资产为 $Q_t^h s_t^h - \omega b_t^h$ ，其中 $\omega \in [0,1]$ 代表着银行间市场的摩擦程度：
- ◆ $\omega = 0$ ，意味着从银行间市场获得贷款并不比从储户获得贷款更有效率。

金融中介模型：银行（4）

- 为了防止银行家的转移银行资金，需要给银行家提供**激励约束**：

$$V(s_t^h, b_t^h, d_t^h) \geq \theta(Q_t^h s_t^h - \omega b_t^h)$$

- 对银行的价值方程猜解：

$$V(s_t^h, b_t^h, d_t^h) = v_{st}s_t^h - v_{bt}b_t^h - v_t d_t$$

- 银行家通过选择放贷金额、银行间市场借贷金额以及吸纳储蓄来最大化银行价值。

金融中介模型：银行问题的一阶条件

- 让 λ_t^h 代表激励约束的拉格朗日乘子，可以有以下一阶条件：

$$\begin{aligned}(v_{bt} - v_t)(1 + \bar{\lambda}_t) &= \theta\omega\bar{\lambda}_t; \\ \left(\frac{v_{st}}{Q_t^h} - v_{bt}\right)(1 + \lambda_t^h) &= \lambda_t^h\theta(1 - \omega); \\ \left[\theta - \left(\frac{v_{st}}{Q_t^h} - v_t\right)\right] Q_t^h s_t^h - [\theta\omega - (v_{bt} - v_t)] b_t^h &\leq v_t n_t^h.\end{aligned}$$

金融中介模型：非金融企业

- 两类非金融企业：

1. 最终产品生产商：

- 生产函数：CRS，劳动可以在各个岛屿之间流动
- 从银行获得资金，生产商不会面临金融摩擦，承诺将未来的总收益付给作为债权人的银行。

2. 资本生产商：

- 选择投资来最大化： $\max E_t \sum_{\tau=t}^{\infty} \Lambda_{t,\tau} \left\{ Q_{\tau}^i I_{\tau} - \left[1 + f \left(\frac{I_{\tau}}{I_{\tau-1}} \right) \right] I_{\tau} \right\}$
- 一阶条件，可得资本价格：

$$Q_t^i = 1 + f \left(\frac{I_t}{I_{t-1}} \right) + \frac{I_t}{I_{t-1}} f' \left(\frac{I_t}{I_{t-1}} \right) - E_t \Lambda_{t,t+1} \left(\frac{I_t}{I_{t-1}} \right)^2 f' \left(\frac{I_t}{I_{t-1}} \right)$$

金融中介模型：均衡

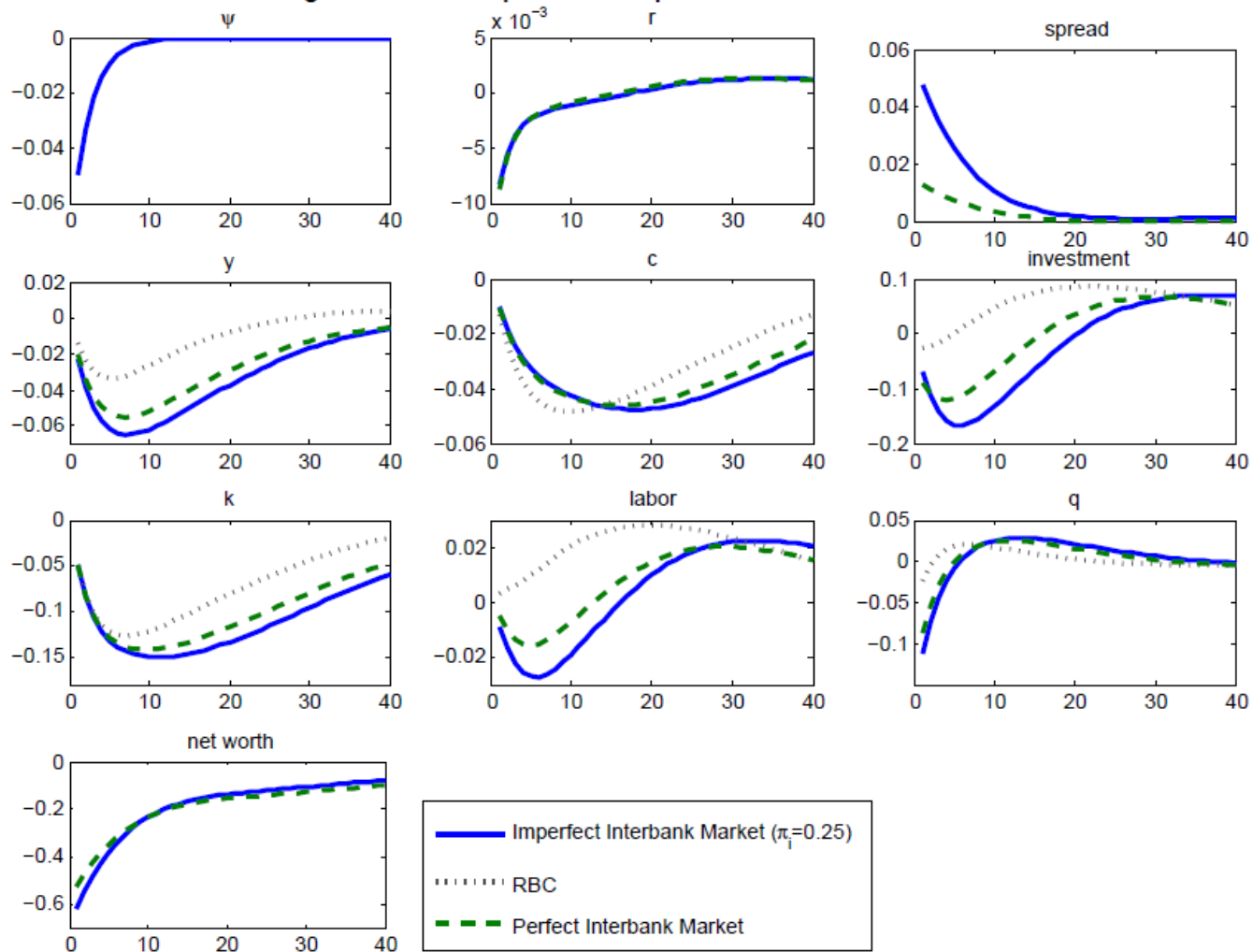
- 在均衡时：

$$I_t + \pi^i(1 - \delta)K_t = S_t^i;$$
$$\pi^n(1 - \delta)K_t = S_t^i.$$

- 在没有金融摩擦的情况下，该模型简化为具有习惯养成和投资调整成本的RBC模型。
- 在有金融摩擦的情况下，金融机构的资产负债表受到约束，其在向家庭和其他金融机构获取资金的能力受到限制，进而限制实际投资支出，影响真实经济。

金融中介模型：模拟

Figure 2. Crisis Experiment: Imperfect Interbank Market



金融中介模型扩展

- 更为详细的银行结构 (Corbae&D'Erasmus (2021 ECMA))
- 不同的批发银行 (Gerlter et al. (2016,HB))
- 银行管理水平的异质性(Coimbra&Rey(2023 RES))
- 最优政策(Bianchi&Mendoza(2018 JPE), Bianchi&Bigio(2022 ECMA))。