

公共债务与资本成本:流动性创造还是挤出?

孙宁华¹, 付大利²

(1. 南京大学 经济学院, 南京 210093; 2. 南京大学 商学院, 南京 210093)

摘要 探讨公共债务扩张与资本成本变动之间的关系,对于分析公共债务扩张的宏观经济效应、提高财政资金效益和政策效果十分重要。已有文献对公共债务的流动性创造关注不足,本文构建了一个多部门一般均衡模型,综合考虑公共债务的挤出效应和流动性创造效应,探究公共债务扩张与资本成本之间的关系,研究发现:(1)公共债务扩张对资本成本具有二重性,既具有挤出效应,也具有流动性创造效应。(2)机制分析表明,挤出效应主要是通过金融系统作为中介实现,政府债务的供给冲击作用于商业银行资产端,挤占企业债券持有份额,提高企业债券风险溢价的挤占渠道实现;此外,政府债券具有安全属性,具有提供流动性的作用,公共债务的流动性创造则削弱挤占效应。(3)异质性分析表明,企业直接债券融资所占比例越高,政府债券的安全性越高,公共债务扩张推高资本成本的作用越弱。本文的结论有助于从资本成本的视角,加深人们对公共债务影响投资的微观传导机制的认识,对于财政政策提质增效具有一定的理论意义和现实意义。

关键词 政府债务扩张;企业资本成本;流动性创造;挤出效应;财政政策

Public Debt and the Cost of Capital— Liquidity Creation or Crowding out?

SUN ninghua¹, FU Dali²

(1.Nanjing University,School of Economics, Nanjing 210093, China;
2. Nanjing University, School of Business, Nanjing 210093, China)

Abstract In this paper investigates the relationship between public debt expansion and fluctuations in the cost of capital, which is crucial for understanding the macroeconomic implications of expanding public debt, enhancing the efficiency of fiscal funds, and improving policy effectiveness. Previous literature has insufficiently explored the liquidity creation effects of public debt, owing to which we construct a multi-sector general equilibrium model that comprehensively considers both the crowding-out and liquidity creation effects of public debt. Our analysis reveals the following: (1) Public debt expansion increases the cost of capital. (2) This primarily occurs through the crowding out of corporate bonds, leading to higher corporate risk premiums and consequently a higher cost of capital. The liquidity creation effect of public debt mitigates this impact. (3) Heterogeneous analysis indicates that the higher the proportion of direct corporate bond financing and the higher the safety of government bonds, the weaker the effect of public

版本: 2024-01

作者简介: 孙宁华 (1968-), 汉, 男, 博士, 教授, 研究方向: 宏观经济学, 中国经济, E-mail: njusnh@126.com; 通信作者: 付大利 (1996-), 汉, 男, 博士研究生, 研究方向: 宏观经济学, 公共债务, E-mail: dali_fu@smail.nju.edu.cn.

基金项目: 国家社科基金项目 (21BJL027)

Foundation item: National Social Science Foundation of China (21BJL027)

中文引用格式: 孙宁华, 付大利 公共债务与资本成本:流动性创造还是挤出? [J]. 工作论文, xxxx, 0(0): 1-23.

英文引用格式: SUN Ninghua, FU Dali Public Debt and the Cost of Capital— Liquidity Creation or Crowding out? [J]. Working Paper, xxxx, 0(0): 1-23.

debt expansion on increasing the cost of capital. Our findings contribute to a deeper understanding of the micro-level transmission mechanisms through which public debt affects investment, particularly from the perspective of the cost of capital. These results have both theoretical and practical implications for improving the effectiveness and efficiency of fiscal policy.

Keywords Government Debt Expansion; Capital Cost; Liquidity Creation; Crowding out effect; Fiscal policy

1 引言

债务融资是政府筹资的重要渠道之一,2023年中央金融工作会议提出金融强国的战略,“建立同高质量发展相适应的政府债务管理机制,优化中央和地方政府债务结构,要求保持流动性合理充裕、融资成本持续下降”。2024年中央经济工作会议决定要实施更加积极的财政政策,要求提高资金使用效益,同时,财政部出台史上最大一轮债务化解方案,化债的组合拳规模达12万亿,在上述背景下,我国政府大量举债能否稳住宏观经济?这一问题重要且紧迫,亟待研究。科学地评估和认识公共债务的宏观经济效应及其微观传导机制对于提高财政资金的使用效益、增强财政政策对经济的提振效果至关重要。

公共债务的宏观经济效应具有二重性。一方面,凯恩斯理论认为债务融资的财政政策有利于经济增长,减税或者增加政府支出能够通过乘数效应放大总需求。另一方面,公共债务的扩张会产生“挤出效应”,公共债务累积会挤占金融部门的流动性,挤出企业信贷资源^[1],此外,债务扩张会造成银行风险承担水平增加,诱使银行从事更多的影子银行业务和银行同业业务^[2-4]。一些实证研究表面,公共债务扩张显著推高了企业的不动产投资,企业金融化挤出了实体投资^[5],公共债务融资加剧了企业融资约束,在就业市场挤出劳动力^[6],阻碍非国有企业全要素生产率的提升^[7]。

资本成本是影响企业投资活动和融资政策的关键变量,与投资形成率显著负相关^[8],由真实利率、折旧率和资本价格的变动等因素决定^[9],但鲜有文献直接考察公共债务对企业资本成本的影响¹。厘清公共债务扩张与资本成本的关系对于理解公共债务扩张对宏观经济的微观传导机制的影响具有重要的理论意义。已有的研究中,不仅鲜有文献从资本成本的视角探讨这一问题,而且相关研究几乎都忽略了公共债务的流动性创造效应,公共债务形成私人部门的资产,无论是国债还是地方政府债券都是一种安全的流动性资产,公共债务的扩张伴随着政府债券供给的增加,实际上为经济系统注入了流动性。因此,本文所界定的公共债务为广义的政府债务,是指由中央政府和地方政府发行的,并且具有偿还义务的债务,与企业债务相对应,安全性和流动性更高,回报率更低,事实上,这恰是后续模型所刻画的政府债券与企业债券的区别。

有鉴于此,本文在新凯恩斯动态随机一般均衡的框架下,探究公共债务扩张与资本成本之间的关系,基于中国的宏观经济数据进行校准,量化结果表明:(1)公共债务扩张推高了资本成本。(2)这一过程主要是通过挤占企业债券,提高企业风险溢价的渠道实现;公共债务的流动性创造削弱了这一效应。(3)异质性分析表明,企业直接债券融资所占比例越高,政府债券的安全性越高,公共债务扩张推高资本成本的作用越弱。

本文的核心机制在于:商业银行资产端同时持有政府债券与私人债券,一方面,政府债务扩张导致私人债券被“挤出”,企业债券需求降低,企业债券资产价格下降,利率上升,企业资本成本上升,贷款抵押约束进一步放大了这一效果;另一方面,政府增加债券供应提高公共流动性供给,通过商业银行向市场注入流动性,提高了商业银行的信用创造水平,稳定了流动性溢价,从而导致企业资本成本降低。公共债务扩张对企业资本成本的最终影响,取决于这两者力量的大小,当挤出效应占主导地位时,公共债务扩张最终导致企业资本成本上升;当流动性创造效应占主导地位时,公共债务扩张最终导致企业资本成本下降;总效应的大小还受到政府债券的安全性与企业的直接融资比例这两个调节变量的影响。

¹陈国进等^[10]与余海跃和康叔隆^[11]的实证研究了地方政府投资和债务扩张会提高企业的融资成本。

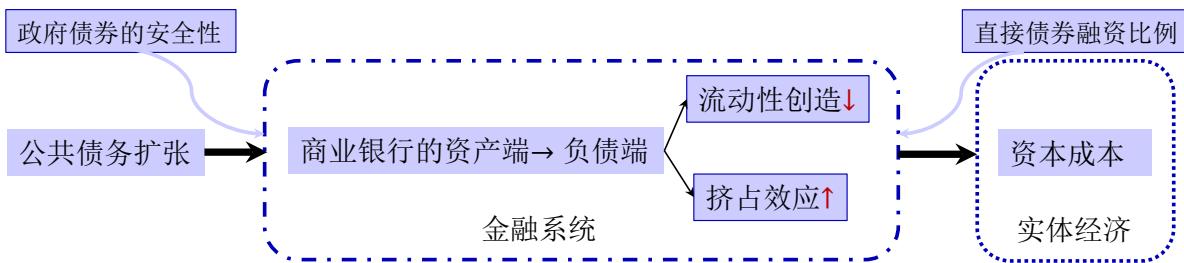


图 1 核心机制

本文可能的边际贡献可能在于:(1)从资本成本的视角对公共债务扩张的宏观经济效应提供了一条微观机制。已有文献大多从公共债务挤出投资的角度上探讨其宏观经济效应,但是对公共债务如何挤出投资,即进一步分析公共债务如何影响投资的决定因素,相关的研究较少。本文以企业投资决策的关键变量——资本成本为切入点,沿着公共债务 \Rightarrow 金融系统中商业银行的资产配置 \Rightarrow 资本成本 \Rightarrow 实体经济中企业的投资决策这一逻辑链条进行分析。(2)考虑公共债务的流动性创造效应。已有研究大都讨论公共债务的挤出效应,几乎都忽略了公共债务的流动性创造效应,本文综合考虑这两种效应,研究起相反作用的两股力量如何共同作用推动资本成本的变动。就公共债务的流动性创造来看,与本文较为相关的是张成思等^[12] 和 Su^[13],但与前者的不同在于,其文章的侧重点在于分析流动性冲击下的财政政策与货币政策的协调机制,本文的侧重点在于公共债务扩张与资本成本的内在传导机制分析,本文对公共债务的界定范围更宽,且本文的流动性创造机制与张成思等^[12] 亦有所不同。与后者的不同在于,Su^[13] 将政府债券作为美国银行间市场的抵押品引入抵押品约束条件,认为政府债券供给增加会提高银行间市场的流动性环境,降低风险溢价,本文引入准备金约束条件,政府债券供给增加类似放松准备金约束,增加市场流动性,降低资本成本。(3)深化人们对公共债务扩张的认识和理解,对现实具有一定的指导意义。首先,公共债务扩张是有成本的,公共债务扩张会通过挤出效应推高资本成本。其次,公共债务本身也会创造流动性,财政政策可能会破坏货币政策的稳定性,财政主体与货币当局应当加强沟通交流。最后,提高债务融资的财政资金使用效率和财政政策效果,关键在于尽量削弱挤出效应,而充分发挥流动性创造效应,本文的异质性分析的结论为此提供两条实践路径,一是健全资本市场发展,拓宽企业融资渠道,提高企业直接融资比例,二是关注政府融资成本,提高政府债券的安全性与流动性。

本文的结构如下:第二部分是特征事实分析,简要介绍归纳了债务扩张背景下的典型特征事实;第三部分介绍模型构建;第四部分分析政府债务扩张对企业资本成本的动态影响、传导机制和异质性分析;最后是本文的结论与政策含义。

2 特征事实分析

2.1 公共债务规模与资本成本的协同变迁

从债务规模来看,中国的公共债务规模不断增加,从债务增速来看,2008—2021 年增速呈现“倒 U 型”的变化趋势,2016 年债务增速达到峰值,增速为 41.14%,此后逐渐降低,债务扩张的时变趋势与我国公共债务管理制度的变迁相一致。从资本成本的时间变化趋势来看,图 2 显示,2008—2021 年期间企业资本成本也呈现倒“U”型的变化趋势,并且两个峰值分别出现在 2012 年和 2015 年。以上表明,公共债务扩张与资本成本具有密切的联系。

进一步地,为检验公共债务扩张对资本成本的相关关系,本文构建如下计量模型:

$$WACC_{it} = \beta_0 + \beta_1 GD_t + \gamma X_{it} + \zeta_t + \delta_i + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

其中, $i = 1 \dots N$ 表示企业个体, $t = 1 \dots T$ 表示观察年份; 被解释变量 $WACC_{it}$ 表示企业 i 在第 t 年的资本成本; 核心解释变量 GD_{it} 表示第 t 年的公共债务扩张; X_{it} 为企业层面控制变量集合; ζ_t 为年份固定效应; δ_i 为企业个体固定效应; ε_{it} 表示随机误差项。需要说明的是,由于本文对公共债务内涵的界

定,我们将公共债务在全国范围内加总为时间序列变量,若直接引入时间固定效应会引起多重共线性问题,造成时间虚拟变量与公共债务扩张变量对资本成本的作用相互抵消,因而在实际参数估计的过程中,对没有控制时间固定效应和控制时间固定效应均做了估计^[14,15]

公共债务扩张采用债务规模的增速进行衡量,其中隐性债务规模的部分根据沈坤荣和施宇^[16]测算口径计算加总,数据来源于wind,地方政府显性债务规模和中央政府债务规模的部分根据债务规模存量衡量,来源于财政部,将地方政府债务部分在全国范围内进行加总,再加上中央政府债务得到广义的公共债务规模。选取能够较全面地反映企业总体融资成本水平的加权资本成本(WACC)作为企业资本成本的衡量指标,资本成本的量度借鉴徐明东和陈学彬^[8]的方法,使用沪深交易所上市并且发行的A股非金融上市公司数据计算得到,其中权益资本成本的测算通过CAPM模型得到,数据来源于CASMAR数据库。本文选取的控制变量包括主营业务收入、企业财务风险、企业规模、资产负债率、资产可抵押性、现金流量、公司治理水平、产权性质、经济不确定性和税率²。为了避免疫情冲击的影响,时间区间选择为2008-2019年。

表1汇报了模型的估计结果,具体而言,第(1)列为仅包含公共债务扩张的估计结果,第(2)列在第(1)列的基础上进一步加入了控制变量,并且控制了个体固定效应,第(4)列则在第(2)列的基础上进一步控制了时间固定效应,第(3)列在第(1)列的基础上控制了个体固定效应和时间固定效应,第(5)列在第(3)列的基础上进一步控制了行业固定效应。第(6)列在第(5)列的基础上进一步增加了控制变量。在所有的回归中,公共债务扩张的估计系数 β_1 始终在1%的水平上显著为正,表明,公共债务扩张的确显著推高了企业资本成本。

表1 公共债务扩张与资本成本

	加权资本成本		加权资本成本		加权资本成本	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
公共债务扩张	0.0779*** (32.16)	0.0416*** (23.74)	0.0550*** (23.46)	0.0290*** (14.34)	0.0550*** (23.46)	0.0290*** (14.34)
控制变量		√		√		√
个体固定效应	√		√	√	√	√
时间固定效应			√	√	√	√
行业固定效应					√	√
N	23216	23216	23216	23216	23216	23216
adj.R ²	0.090	0.496	0.262	0.625	0.262	0.625

注:括号内为聚类稳健标准误,聚类到个体层面,*、**、***分别表示10%、5%和1%的显著性水平。

2.2 公共债务的流动性创造与商业银行内部流动性

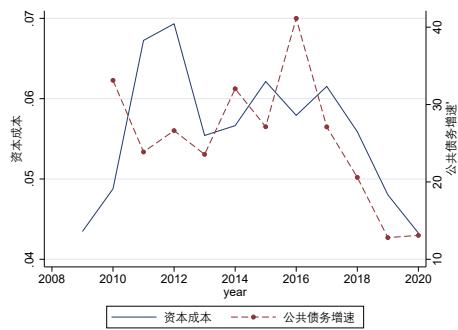
2008年以来,全世界范围内公共债务都呈现扩张的趋势,中国的公共债务规模也在不断增大,与此同时,商业银行内部流动性与贷款利率也呈现出稳定的长期演变趋势。如图3显示,(1)商业银行流动性比例呈上升趋势,流动性不断提升。(2)加权平均的贷款利率在2012年前后攀升到最高点,之后持续下降。总体而言,在政府债务的无序扩张的阶段,商业银行的贷款利率总体被推高,2015年之后的债务整顿治理阶段,逐渐下降,商业银行的流动性与加权贷款利率总体上呈现反向变动关系,商业银行流动性比例上升,流动性充足时,贷款利率下降,企业债务融资成本降低。

事实上,经济系统中的实体经济部门、金融系统部门和政府部门的关联性日趋紧密,金融系统部门不仅向实体经济部门提供融资服务,而且成为政府债券的最大持有者。截至2021年末,银行间市场持有地方政府债券占比近96.7%,其中商业银行占比为83.6%³。公共债务扩张的宏观经济效应分析绕不开金融

²限于篇幅,变量定义与计算方法,描述性统计,相关系数矩阵和资本成本密度分布图参见附录表(6),表(7),表(8),图(10)。

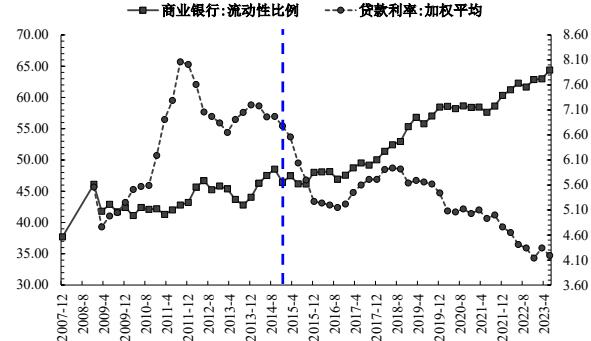
³财政部,《地方政府债券市场报告》,2021年

系统与商业银行, 公共债务规模庞大, 城商行或者地方商业银行承销并持有债券, 对商业银行本身的流动性管理与风险管理会产生影响, 并藉此经由商业银行的信用创造体系, 扩散到整个经济系统, 如赵旭霞和田国强^[3] 认为政府债务扩张造成了商业银行的同业业务规模的增加, 银行风险承担水平上升^[2]。许多研究集中在地方政府债务风险经由银行间市场传导的分析, 倾重于债务违约的风险分析^[17,18]。



注: 数据来源于 Wind 和 CASMAR 数据库

图 2 企业资本成本的时变趋势



注: 数据来源于 CEIC

图 3 商业银行流动性与加权贷款利率的时变趋势

因此, 分析公共债务与资本成本之间的关系, 需要对后债务治理时期公共债务与商业银行流动性以及利率之间变动关系的内在形成机理展开深入研究, 本文尝试的一条渠道便是, 公共债务扩张 → 商业银行的资产端(流动性创造、挤占企业信贷) → 资本成本变动, 并在探究一般性机制的基础上进一步针对中国情况进行定量分析。

3 模型设定

本文考察公共债务扩张如何影响企业的资本成本变动及其宏观经济效应。在考察特征事实后, 构建一个包含金融摩擦的多部门一般均衡模型, 刻画企业债券与政府债券的流动性和风险差异, 探讨公共债务扩张影响企业资本成本的内在机制。模型中的经济主体包含家庭、以商业银行为代表的金融中介、厂商和政府部门, 其中在劳动力市场和产品市场上, 通过 Clavo 定价的方式引入价格粘性与工资粘性⁴。政府通过发行政府债券进行融资, 中间品厂商面临贷款抵押约束, 通过发行企业债券购买资本品进行部分投资, 商业银行的资产端由政府债券、企业债券和存放在中央银行的准备金构成, 负债端则由居民存款构成, 金融中介面临资产负债表约束, 准备金约束和激励相容约束。金融摩擦来源于信贷抵押约束和激励相容约束, 激励相容约束是刻画企业债券与政府债券利率和风险差异的关键, 准备金约束是政府债券流动性创造的关键。

3.1 家庭

代表性家庭最大化一生的效用, 家庭最优化的目标函数如下式 (2), 其中效用由两部分组成, 带有习惯形成的消费提供正的效用, 劳动提供负的效用。

$$\max_{C_t, L_t, D_t} \mathbb{E}_0 \sum_{j=0}^{\infty} \beta^j \left\{ \ln (C_{t+j} - b C_{t+j-1}) - \chi_h \frac{L_{t+j}^{1+\varphi_h}}{1 + \varphi_h} \right\} \quad (2)$$

其中, C_t 为家庭的最终品消费, L_t 表示家庭提供的劳动, β 为主观贴现因子, b 为消费习惯形成参数, χ_h 为衡量劳动负效用的程度参数, φ_h 为 Frisch 弹性的倒数。为了简化模型, 本文进行适当抽象, 家庭不直接持有债券, 仅能通过持有银行存款 D_t 间接持有债券, 家庭的预算约束条件为:

$$P_t C_t + D_t \leq MRS_t L_t + R_{t-1}^d D_{t-1} + Div_t - P_t X - P_t T_t \quad (3)$$

⁴限于篇幅, 经济流程图参见附录 B 图 13

P_t 表示物价总水平, MRS_t 为家庭从劳动中介获得的收入, 此外, 家庭的收入还包括储蓄的利息收益 $R_{t-1}^d D_{t-1}$ 以及企业的分红 Div_t 。 X 表示商业银行破产后的资本补充, T_t 为一次性税收, $Div_t - P_t X$ 可以视为家庭持有企业(包括非金融企业部门以及金融中介部门)的总得益。求解家庭部门的一阶最优条件可得到关于消费的欧拉方程(4), 关于存款的欧拉方程(5)和劳动供给方程(6)

$$\mu_t = \frac{1}{C_t - bC_{t-1}} - \beta b \mathbb{E}_t \frac{1}{C_{t+1} - bC_t}, \quad (4)$$

$$1 = \mathbb{E}_t \mathbb{SDF}_{t,t+1} \frac{R_t^d}{\pi_{t+1}} \quad (5)$$

$$\mu_t mrs_t = \chi_h L_t^{\varphi_h} \quad (6)$$

其中, 定义随机折现因子 $\mathbb{SDF}_{t-1,t} := \Lambda_{t-1,t} = \beta \frac{\mu_t}{\mu_{t-1}}, \pi_{t+1} = P_{t+1}/P_t$ ⁵

3.2 非金融企业生产部门

假设非金融企业生产部门由完全竞争的最终品厂商、垄断竞争的中间品厂商以及资本品生产商构成, 其中中间品厂商面临信贷抵押约束, 通过发行企业债券为投资进行融资。

最终产品部门在完全竞争的环境下对连续分布的有差异的中间产品 $Y(i)$ 进行加总, 再将最终品 Y_t 销售给家庭用于消费, 销售给资本品生产用于生产资本品, 经过 Dixit-Stiglitz 加总可以得到

$$Y_t = \left(\int_0^1 Y_t(i)^{\frac{1}{\eta}} di \right)^\eta \quad (7)$$

其中, $\eta = \frac{\epsilon_p}{\epsilon_p - 1}, \epsilon_p > 1$ 是不同中间产品的替代弹性。求解最终品厂商追求利润最大化问题: 可以得到中间品需求方程(8)和物价总水平指数(9)

$$Y_t(i) = \left(\frac{P_t(i)}{P_t} \right)^{\frac{\epsilon_p}{1-\epsilon_p}} Y_t \quad (8)$$

$$P_t \equiv \left(\int_0^1 P_t(i)^{1-\epsilon_p} di \right)^{\frac{1}{1-\epsilon_p}} \quad (9)$$

代表性中间品的生产函数为

$$Y_t(i) = A_t(u_t K_t(i))^\alpha L_{d,t}(i)^{1-\alpha} \quad (10)$$

A_t 为生产技术, 服从过程 $A_t = \bar{A}^{1-\rho_\alpha} A_{t-1}^{\rho_\alpha} e^{\epsilon_A^A}$, 稳态时的技术进步 $\bar{A} = 1, \rho_\alpha$ 是一阶自相关系数, 技术冲击 ϵ_A 设定为一个标准差, u_t 为资本利用率, K_t 和 $L_{d,t}$ 为可以直接用于生产的资本和劳动力投入, α 为资本的产出弹性, 企业进行实物资本积累, 资本累积方程为

$$K_{t+1} = (1 - \delta(u_t))K_t + \hat{I}_t \quad (11)$$

其中, 资本使用也是有成本的, 函数 $\delta(u_t)$ 的具体形式为 $\delta(u_t) = \delta_0 + \delta_1(u_t - 1) + \delta_2/2(u_t - 1)^2$ 。同时, 中间品厂商通过发行企业债券为投资进行融资, 参考 Sims 和 Wu^[19], Woodford^[20] 的设定, 将债券建模为息票支付衰减的永续债券, κ 为衰减系数, 第 t 期新发债券可表示为 $CF_{m,t} = F_{m,t} - \kappa F_{m,t-1}$, 与现金先行约束(CIA)相类似, 中间品厂商同时面临如下贷款抵押约束(LIA):

$$\psi p_t^k \hat{I}_t \leq Q_t(F_{m,t} - \kappa F_{m,t-1}) \quad (12)$$

其中, ψ 表示直接债券融资占总投资的比例, $\psi = 1$ 表示企业的全部投资资金来源于债券融资, $\psi = 0$ 则模型退化为标准的新凯恩斯模型。 p_t^k 表示投资的价格, Q_t 是企业债券的市场价格, $F_{m,t}$ 表示第 t 期到期

⁵ 实际变量 $mrs_t = MRS_t/P_t$, 后文皆同, 限于篇幅, 所有经济主体的一节最优化条件详细内容参见附录B.1模型动态系统。

需还本付息的债券, 因此, (12) 右侧表示 t 期企业新发行债券的融资规模 $CF_{m,t}$, 信贷抵押约束 (12) 表示购买投资品的费用要小于企业债务融资所获得的资金。

中间品厂商的利润函数为 $Div(i) = P_t(i)Y_t(i) - W_t L_{d,t} - p_t^k \hat{I}_t + Q_t CF_{m,t} - F_{m,t-1}$ 。厂商在现有生产技术水平下 (10), 资本累积方程 (11) 和信贷抵押约束 (12) 下最大化利润, 可以得到中间品厂商的一阶最优条件:

$$w_t = (1 - \alpha)p_{m,t} A_t (u_t K_t)^{\alpha} L_{d,t}^{-\alpha} \quad (13)$$

$$p_t^k M_{1,t} \delta'(u_t) = \alpha p_{m,t} (u_t K_t)^{\alpha-1} L_{d,t}^{1-\alpha} \quad (14)$$

$$p_t^k M_{1,t} = \mathbb{E}_t \Lambda_{t,t+1} [\alpha p_{m,t+1} A_{t+1} K_{t+1}^{\alpha-1} u_{t+1}^{\alpha} L_{d,t+1}^{1-\alpha} + (1 - \delta(u_{t+1})) p_{t+1}^k M_{1,t+1}] \quad (15)$$

$$Q_t M_{2,t} = \mathbb{E}_t \Lambda_{t,t+1} \pi_{t+1}^{-1} [1 + \kappa Q_{t+1} M_{2,t+1}] \quad (16)$$

$$\frac{M_{1,t} - 1}{M_{2,t} - 1} = \psi \quad (17)$$

其中, 定义 $M_{1,t} = 1 + \psi v_t$, $M_{2,t} = 1 + v_t$, v_t 为信贷抵押约束的拉格朗日乘子。(13) 式为劳动力需求方程, (14) 式为资本利用率的一阶最优条件, (15) 式为资本需求方程, (16) 式为企业债券供给方程, $M_{1,t}$ 和 $M_{2,t}$ 分别衡量了因存在贷款抵押约束(LIA), 对企业投资需求与债券发行造成的扭曲。借鉴罗默^[9] 关于资本成本的内涵阐述, 本文定义中间品厂商面临的资本成本为: $wacc_t = (R_t^F - R_t^d)p_t^k + \delta(u_t)p_t^k - p_{t+1}^k$, 资本成本是影响企业投资活动和融资政策的关键变量, 与投资形成率显著负相关, 由真实利率、折旧率和资本价格的变动等因素决定, 其中, R_t^F 为企业债券的利率, R_t^d 为存款利率。根据 (15), 当信贷约束束紧时, $v_t > 0$, $M_{1,t} > 1$, 资本的边际成本提高, 再根据 (16), 企业债券价格 Q_t 下降, 利率 R_t^F 上升, 总的资本成本更高。

本文通过零售商引入价格粘性⁶, 假定零售品厂商使用中间品贴牌生产零售品。零售品厂商面临垄断竞争的市场, 需要做出定价的决策, 假设零售商遵循 Calvo 交错定价的方式调整价格, 每期调整价格的概率为 $(1 - \theta_p)$, 可以调价的厂商则选择最优价格 p_t^* , 令 $\pi_t^* = p_t^*/P_t$, 求解最优化问题:

$$\max_{p_t^*(i)} \mathbb{E}_t \sum_{s=0}^{\infty} \theta_p^s \mathbb{SDF}_{t,t+s} \left\{ \frac{p_t^*(i)}{P_{t+s}} Y_{t+s}(i) - P_{t+s}(i) Y_{t+s}(i) \right\}$$

因为模型假设家庭持有企业部分的分红, 所以使用家庭的随机折现因子, 根据中间品需求方程可以得到最优定价的一阶条件:

$$\pi_t^* = \frac{\epsilon_p}{(\epsilon_p - 1)} \frac{x_{1,t}}{x_{2,t}} \quad (18)$$

$$x_{1,t} = p_t(i)Y_t + \theta_p \mathbb{E}_t \mathbb{SDF}_{t,t+1} \pi_{t+1}^{\epsilon_p} x_{1,t+1} \quad (19)$$

$$x_{2,t} = Y_t + \theta_p \mathbb{E}_t \mathbb{SDF}_{t,t+1} \pi_{t+1}^{\epsilon_p - 1} x_{1,t+1} \quad (20)$$

(18)-(20) 组成了新凯恩斯菲利普斯曲线(NKPC) 的递归形式。根据粘性价格的设定和价格指数 (9), 可以得到通货膨胀的运动方程 $1 = (1 - \theta_p)(\pi_t^*)^{1-\epsilon_p} + \theta_p \pi_t^{\epsilon_p - 1}$ 。

为进一步刻画投资品价格, 引入一个代表性资本品生产部门。资本品生产商能够将购买的最终产品经由投资调整成本转化为新的投资品 \hat{I}_t , 再以价格 p_t^k 出售给中间品厂商。资本品厂商选择最优投入 I_t 满足最优化问题:

$$\max_{I_t} \mathbb{E}_t \sum_{j=0}^{\infty} \mathbb{SDF}_{t,t+j} \left\{ p_{t+j}^k \hat{I}_{t+j} - I_{t+j} \right\}$$

I_t 为资本品生产商从最终品厂商购买得到的未被消费的最终品⁷, 参考 Christiano 等^[23] 引入投资调整成

⁶ 价格粘性是货币政策有效性的关键因素, 为更好贴近现实经济, 方便引入价格调整频率, 通过 Calvo 方式引入价格粘性^[21,22]

⁷ 该问题为真实变量的优化问题, p_t^k 为资本品的实际价格而非名义价格。

本 ϱ , 满足 $\varrho(1) = 0, \varrho'(\cdot) > 0, \varrho''(\cdot) < 0$,

$$\hat{I}_t = \left[1 - \varrho\left(\frac{I_t}{I_{t-1}}\right) \right] I_t \quad (21)$$

设定投资调整成本函数形式为二次函数 $\frac{\varrho_I}{2}(I_t/I_{t-1})^2, \varrho_I > 0$, 刻画了投资品调节成本, 定义 $g_{I_t} \equiv \frac{I_t}{I_{t-1}}$ 为投资品增长率, 当 $I_t = I_{t-1}$, 即增长率为 0 时, 不存在调整成本, 因此稳态时转化率为 1。最优投资的一阶条件为:

$$1 = p_t^k [1 - \varrho(g_{I_t}) - \varrho'(g_{I_t})g_{I_t}] + \mathbb{E}_t \mathbb{SDF}_{t,t+1} p_{t+1}^k \varrho'(g_{I_t}) g_{I_t}^2 \quad (22)$$

式 (22) 为关于资本品价格的欧拉方程, 也可以将其写为投资的需求方程形式, 当投资需求增加, 投资增长 g_{I_t} 加快时, 资本品的价格增加, 从中间品厂商最大化利润的角度来看, 中间品厂商的成本会增加。

3.3 劳动力市场

劳动力市场由两部分组成, 家庭在劳务市场上以劳动的边际产出价格将劳动出售给劳动中介 (labor union), 中介将其出售给劳动外包厂商 (labor packer), 最后由劳动外包厂商将劳动力打包出售给中间品厂商用于生产投入。徐建炜等^[24] 发现自 2002 年以来, 中国劳动力市场的向下粘性不断增大, 存在明显的工资粘性现象, 并且劳资双方的议价能力具有不对称性, 资本方具有更强的议价能力^[25]。因此, 为了尽可能刻画中国劳动力市场的现实, 本文设定劳动外包厂商面对生产者不具备议价能力, 是一个完全竞争市场, 而劳动中介面对家庭具有一定的垄断势力, 与引入产品价格粘性的方式一致, 劳动中介遵循 Calvo 交错定价的方式调整工资价格, 引入工资粘性^[26], 每期调整价格的概率为 $(1 - \theta_w)$ 。部门具体设置如下:

劳动外包厂商从劳动中介处以价格 $W_t(i)$ 购买劳动 $L_{d,t}(i)$, 将其打包为最终可以投入生产的劳动力 $L_{d,t}$, 以名义工资 W_t 出售给中间品厂商, 劳动的加总形式为 Dixit-Stiglitz 加总 (CES 加总)

$$L_{d,t} \equiv \left(\int_0^1 L_{d,t}(i)^{\frac{\epsilon_\omega - 1}{\epsilon_\omega}} di \right)^{\frac{\epsilon_\omega}{\epsilon_\omega - 1}} \quad (23)$$

劳动外包厂商利润最大化问题为:

$$\max_{L_{d,t}(i)} \mathbb{E}_0 \sum_{t=0}^{\infty} W_t \left(\int_0^1 L_{d,t}(i)^{\frac{\epsilon_\omega - 1}{\epsilon_\omega}} di \right)^{\frac{\epsilon_\omega}{\epsilon_\omega - 1}} - W_t(i) L_{d,t}(i)$$

最优化问题求解得到的劳动需求曲线和加总工资水平

$$L_t(i) = \left(\frac{W_t(i)}{W_t} \right)^{-\epsilon_\omega} L_t \quad (24)$$

$$W_t = \left(\int_0^1 W_t(i)^{1-\epsilon_\omega} di \right)^{\frac{1}{1-\epsilon_\omega}} \quad (25)$$

劳动中介在劳务市场上具有一定的市场势力, 从家庭处以价格 MRS_t 购买劳动 $L_t(i)$, 将培训过的劳动力 $L_{d,t}(i)$, 并以名义工资 $W_t(i)$ 出售给劳动外包厂商, 其中 $L_t(i) = L_{d,t}(i)$ 。劳动中介的利润为 $DIV_{L,t}(i) = W_t(i)L_{d,t}(i) - MRS_t L_{d,t}(i)$

劳动中介遵循 Calvo 交错定价的方式调整价格, 每期调整名义工资的概率为 $(1 - \theta_w)$, 具备调价能力的中介通过选择名义工资实现利润最大化。

可以得到最优名义工资的定价方程

$$W_t^* = \frac{\epsilon_\omega \mathbb{E}_t \sum_{j=0}^{\infty} \phi_w^j \mathbb{SDF}_{t,t+j} mrs_{t+j} w_{t+j}^{\epsilon_\omega} P_{t+j}^{\epsilon_\omega} L_{d,t+j}}{(\epsilon_\omega - 1) \mathbb{E}_t \sum_{j=0}^{\infty} \phi_w^j \mathbb{SDF}_{t,t+j} w_{t+j}^{\epsilon_\omega} P_{t+j}^{-1+\epsilon_\omega} L_{d,t+j}} \quad (26)$$

加总工资水平取决于劳动的边际产出水平, 劳动需求以及随机贴现因子, 衡量工资粘性水平的参数同样影响加总工资水平。与产品价格粘性相对称, 同样得到总工资的动态演化方程, 类似产品价格的递归形式, 得出工资离散核的递归方程和总工资的运动方程。

3.4 金融部门

本文对于金融部门的建模在 Gertler 等^[27,28] 的框架下展开, 关于金融资产的引入借鉴 Sims 和 Wu^[19]。具体而言, 金融中介的资产配置中同时持有政府债券和企业债券, 政府债券与企业债券的债券期限结构相同, 但是风险和流动性不同, 导致超额收益不同, 金融中介面临资产负债表约束, 准备金约束和激励相容约束。

金融中介面临如下资产负债表约束:

$$\underbrace{Q_t F_{i,t} + Q_{B,t} B_{i,t} + RE_{i,t}}_{\text{资产端}} = \underbrace{D_{i,t} + N_{i,t}}_{\text{负债与资本净值}} \quad (27)$$

可以得到商业银行的资本净值运动方程:

$$N_{i,t} = \underbrace{(R_t^F - R_{t-1}^d) Q_{t-1} F_{i,t-1}}_{\text{企业债券收益}} + \underbrace{(R_t^B - R_{t-1}^d) Q_{B,t-1} B_{i,t-1}}_{\text{政府债券收益}} + \underbrace{(R_{t-1}^{re} - R_{t-1}^d) RE_{i,t-1}}_{\text{准备金收益}} + \underbrace{R_{t-1}^d N_{i,t-1}}_{\text{机会收益}}$$

累积的留存收益由四个部分组成, 分别为持有企业债券的收益, 持有政府债券的收益, 持有准备金的收益, 最后一项可以视为商业银行使用净资本融资而无需向家庭支付存款利息的机会收益, 也可以视为将净资本存到其他银行赚取的存款利息收益。商业银行以最大化资本净值为目标, 且每一期有 $1 - \sigma$ 的破产概率⁸。其值函数为

$$V_{i,t} = \max(1 - \sigma) \mathbb{E}_t \sum_{j=1}^{\infty} \sigma^{j-1} \Lambda_{t,t+j} n_{i,t+j}$$

商业银行面临两种选择: 一是违约, 将 θ 比例的资产转移⁹, 违约的商业银行在下一期破产退出; 二是持续经营直至退出金融体系。因此, 持续经营产生的“特许权价值”不能少于违约转移的资产价值, 否则商业银行将选择违约。因此, 面临如下激励相容约束:

$$V_{i,t} \geq \theta (Q_t F_{i,t} + \Delta Q_{B,t} B_{i,t}) \quad (28)$$

其中, Δ 衡量政府债券相对企业债券的安全性, $0 \leq \Delta \leq 1$ 表明政府债券的安全性高于企业债券, Δ 越小, 政府债券越安全, $\Delta = 1$, 意味着企业债券与政府债券的安全性是同质的, $\Delta = 0$ 意味着政府债券绝对安全, 刚性兑付, 即使银行破产, 政府债券也不会被转移走, 而是返还给家庭或是分配新进入市场的初创商业银行。不等式右边不包括商业银行的存款储备金 $RE_{i,t}$, 意味着存款储备金安全性最高, 央行承担最后借款人的责任, 中央银行实行最低存款保证金制度, 要求商业银行按照存款缴纳存款准备金, 比例不得低于 ξ_t , 商业银行面临如下准备金约束。

$$RE_{i,t} \geq \xi_t D_{i,t} \quad (29)$$

当激励相容约束束紧时, 定义杠杆率 $\phi_t \equiv (Q_t F_t + \Delta Q_{B,t} B_t)/n_t$, 使用猜解法, 可以求得商业银行的一阶最优条件为

$$\mathbb{E}_t \Lambda_{t,t+1} \Omega_{t+1} \pi_{t+1}^{-1} (R_{t+1}^F - R_t^d) = \frac{\lambda_t}{1 + \lambda_t} \theta_t \quad (30)$$

$$\mathbb{E}_t \Lambda_{t,t+1} \Omega_{t+1} \pi_{t+1}^{-1} (R_{t+1}^B - R_t^d) = \frac{\lambda_t}{1 + \lambda_t} \theta_t \Delta \quad (31)$$

$$\mathbb{E}_t \Lambda_{t,t+1} \Omega_{t+1} \pi_{t+1}^{-1} (R_t^{re} - R_t^d) = -\frac{\omega_t}{1 + \lambda_t} \quad (32)$$

$$\Omega_t = 1 - \sigma + \sigma \theta_t \phi_t \quad (33)$$

⁸许多研究将商业银行存活率 σ 视为变量(或者时变参数 σ_t), 作为金融不稳定性的代表变量, $\sigma_t \downarrow$, 信贷收缩^[29]。因研究的侧重点不同, 本文视其为固定参数。

⁹大多数研究将该参数视为固定值, 但该参数可以是时变的, 也可以作为一个变量, 用以衡量银行转移资产的难易程度(信贷冲击或者金融系统风险), 当 $\theta \uparrow$, 这说明银行的破产动机更大, 该变量也与破产立法保护、审计制度、反洗钱等因素有关。

$$\phi_t = \frac{\mathbb{E}_t \Lambda_{t,t+1} \Omega_{t+1} \pi_{t+1}^{-1} R_t^d}{\theta_t - \mathbb{E}_t \Lambda_{t,t+1} \Omega_{t+1} \pi_{t+1}^{-1} (R_{t+1}^F - R_t^d)} - \frac{\omega_t r e_t}{n_t \theta_t} \quad (34)$$

其中, λ_t 为激励相容约束 (28) 的拉格朗日乘子, ω_t 为准备金约束 (29) 的拉格朗日乘子, (30)-(33) 式可以视为商业银行对企业债券、政府债券和准备金的需求方程, 也可以视为对以上各资产的收益率定价方程, (34) 式为内生杠杆率的决定方程。

3.5 政府部门

参考 Galí^[30], 假设政府支出的融资来源由税收、债务和央行盈余三部分构成, 因此, 政府的预算约束为:

$$P_t G_t + B_{G,t-1} = P_t T_t + P_t T_{cb,t} + Q_{B,t} (B_{g,t} - \kappa B_{g,t-1}) \quad (35)$$

G_t 表示政府的实际支出¹⁰, $B_{G,t}$ 为政府第 t 期待偿还的名义债务, T_t 为一次性总税收, P_t 为价格水平, $T_{cb,t}$ 表示货币主体的盈余转移给财政主体¹¹, $Q_{B,t}$ 表示政府债券的市场价格, 政府发行的债券期限结构与企业债券相同, 衰减系数均为 κ , 上式最后一项为政府第 t 期新发行政府债券的融资规模。为应对自然灾害和其他突发状况, 财政部门往往采取应急保障机制, 紧急调拨专项资金, 假设政府支出受到外部冲击的影响, 并服从如下过程:

$$\ln G_t = (1 - \rho_G) \ln \bar{G} + \rho_G \ln G_{t-1} + \varepsilon_t^G, \varepsilon_t^G \sim N(0, \sigma_G^2) \quad (36)$$

\bar{G} 表示稳态时实际政府支出, ρ_G 政府支出影响的持续性, $\rho_G \uparrow$ 表示外生政府支出冲击 ε_t^G 影响越持久。为了探究公共债务扩张的净效应, 引入公共债务的外生扰动^[1,2,4]:

$$\ln B_{g,t} = (1 - \rho_B) \ln \bar{B}_g + \rho_B \ln B_{g,t-1} + \varepsilon_t^B, \varepsilon_t^B \sim N(0, \sigma_B^2) \quad (37)$$

其中, \bar{B}_g 为公共债务的稳态值, ρ_B 为持久系数, ε_t^B 为外生冲击项。

设定货币政策采用如下常见的泰勒规则形式:

$$\frac{R_t^{tr}}{\bar{R}^{tr}} = \left(\frac{R_{t-1}^{tr}}{\bar{R}^{tr}} \right)^{\rho_r} \left[\left(\frac{\pi_t}{\bar{\pi}} \right)^{\kappa_\pi} \left(\frac{Y_t}{\bar{Y}} \right)^{\kappa_Y} \right]^{1-\rho_r} e^{\varepsilon_t^r} \quad (38)$$

R_t^{tr} 为央行锚定的政策利率, \bar{R}^{tr} 为稳态时的政策利率, 本文的政策利率为准备金率, ρ_r 衡量货币政策冲击的连续性, κ_π 和 κ_Y 分别为货币政策对通胀与产出缺口的反应系数。

为了简化处理和保证最后市场出清, 借鉴陈小亮和马啸^[32] 的做法, 将准备金用于购买债券, 央行面临资产负债表约束:

$$Q_t F_{cb,t} + Q_{B,t} B_{cb,t} = RE_{i,t} \quad (39)$$

其中, $F_{cb,t}, B_{cb,t}$ 分别为央行持有的企业债券和政府债券, 最后央行经营债券的收益为

$$P_t T_{cb,t} = (R_t^F - R_{t-1}^{re}) Q_{t-1} F_{cb,t-1} + (R_t^B - R_{t-1}^{re}) Q_{B,t-1} B_{cb,t-1} \quad (40)$$

3.6 定义均衡

模型经济的竞争性均衡可以定义如下:

给定价格体系 $\{R_t^d, mrs_t, \mu_t, w_t^*, w_t, \nabla_t^w, \pi_t^*, \pi_t, \nabla_t^p, p_t^k, R_{t+1}^F, R_{t+1}^B, \phi_t, \Omega_t, Q_t, Q_{B,t}, R_t^{re}, p_{m,t}\}$, 经济资源配置 $\{C_t, D_t, L_t, L_{d,t}, Y_t, Y_{m,t}, \hat{I}_t, K_t, u_t, I_t, F_{m,t}, F_t, B_t, RE_t, n_t, B_{g,t}, T_t, F_{cb,t}, B_{cb,t}, T_{cb,t}\}$, 实现各经济主体在给定约束条件下效用最大化, 并且满足市场出清条件。

¹⁰研究表明, 政府投资通过提高企业生产率可以拉动私人部门经济活动, 本文的重点在政府债务, 为了使得本文的机制更加清晰, 避免受到其他因素干扰, 参考李戎和刘力菲^[31] 本文不区分政府投资和政府消费。

¹¹例如, 2022 年 3 月 8 日中国人民银行宣布, 今年人民银行依法向中央财政上缴结存利润, 总额超过 1 万亿元, 增强可用财力, 主要用于留抵退税和增加对地方转移支付。根据人民银行信息公布, 人行结余主要通过经营外汇储备实现, 由于本文不是开放经济模型, 因此, 模型中央行盈余主要通过存款准备金进行公开市场操作, 持有公共债券与企业债券来实现。

具体而言, (1) 在给定 $\{R_t^D, mrs_t, \mu_t, \Lambda_{t-1,t}\}$ 下, 家庭选择 $\{C_t, L_t, D_t\}$ 最大化其效用; 非金融生产企业的选择最小化其生产成本、最大化其利润, 具体而言: 资本品生产商在 $\{p_t^k\}$ 下选择 $\{I_t\}$; 中间品厂商在 LIA 约束下发行债券融资, 确定 $\{p_{m,t}, Q_t\}$ 以及 $\{Y_{m,t}, L_{d,t}, \hat{I}_t, F_{m,t}, K_t, u_t\}$; 在资产价格 $\{R_{t+1}^F, R_{t+1}^B, \phi_t, \Omega_t, \lambda_t, \omega_t, Q_{B,t}\}$ 下, 金融部门在激励相容约束, 资产负债表约束, 准备金约束下进行资产组合配置 $\{F_t, B_t, RE_t\}$ 的选择最大化其期望资本净值 $\{n_t\}$; (2) 财政主体预算约束平衡, 货币主体满足资产负债表约束; (3) 所有市场出清, 资本市场均衡, 劳动力市场均衡、产品市场出清均衡¹²。

3.7 模型机制与稳态分析

我们首先对模型进行稳态分析。本文的核心传导机制是“公共债务 \rightarrow 金融系统 \rightarrow 资本成本”, 商业银行是本文机制传导的核心部门, 将重点分析引入激励相容约束 (28) 和准备金约束 (29) 对模型均衡的影响, 拉格朗日乘子 λ 和 ω 分别衡量了激励相容约束和准备金约束放松的边际价值; 对以上相关约束关系进行探讨, 不仅有助于明晰本文与前人研究的不同, 而且是决定风险溢价与资产价格的关键, 因此是分析公共债务扩张对资本成本影响的关键。

引理 1 如果 θ 足够小使得激励相容约束束松时, 且 ξ 足够小使得准备金约束束松, 即拉格朗日乘子 $\lambda = 0$ 且 $\omega = 0$, 那么

$$R_t^{tr} = R_t^{re} = R_t^d = R_t^F = R_t^B \quad (41)$$

$$\bar{R}^{tr} = \bar{R}^{re} = \bar{R}^d = \bar{R}^F = \bar{R}^B = \frac{1}{\beta} \quad (42)$$

引理 1 表明, 当激励相容约束与准备金约束均不起作用时, 经济系统中政府债券的利率, 企业债券的利率, 存款利率, 央行向商业银行的准备金支付的利率均相同, 央行的政策利率也是该利率, 模型稳态时该利率为折现因子的倒数。此时的模型仅存在一个利率, 风险资产的价格同质, 此时的模型退化为 Jermann 和 Quadrini^[33], 没有了对金融中介的显性刻画, 但是值得注意的是, 此时的模型仍然是一个包括金融摩擦, 价格粘性与工资粘性的新凯恩斯动态随机一般均衡模型, 此时的金融摩擦由贷款抵押约束 (12) 来刻画。

引理 2 如果激励相容约束束紧, 且 ξ 足够小使得准备金约束束松, 即拉格朗日乘子 $\lambda > 0$ 且 $\omega = 0$, 那么

$$R_{t+1}^F - R_t^d > R_{t+1}^B - R_t^d > 0, \frac{R_{t+1}^F - R_t^d}{R_{t+1}^B - R_t^d} = \Delta \quad (43)$$

$$R_t^{tr} = R_t^{re} = R_t^{tr}, \bar{R}^{tr} = \bar{R}^{re} = \bar{R}^d = \frac{1}{\beta} \quad (44)$$

引理 2 表明激励相容约束 (28) 使得企业债券与政府债券能够获得超过存款收益率的超额收益, 而企业债券与政府债券收益率的差异是由二者的风险差异 Δ 导致的, 准备金约束不起作用时, 准备金约束不等号始终成立, 商业银行不受准备金限制, 内部流动性充足, 不考虑公共债务的流动性创造效应, 此时存款利率与准备金利率相同, 模型的政策利率锚定为存款利率。激励相容约束的引入使得风险资产的价格出现了差异, 商业银行的资产组合收益与风险管理, 使得商业银行的杠杆内生化。实际上, 此时模型退化为 GK 模型^[27,28]。

命题 1 如果引理 2 成立, 那么在稳态时可以得到

$$\theta = \frac{1 - \sigma + \phi\beta(1 - \sigma)(R^F - R^d)}{\phi - \sigma\phi - \beta\sigma\phi^2(R^F - R^d)} \quad (45)$$

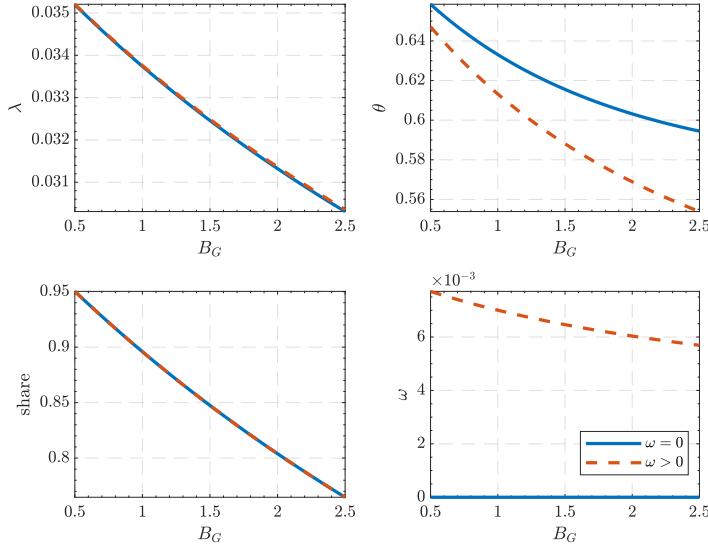
$$\lambda = \left(\frac{\theta}{\beta(R^F - R^d)(1 - \sigma + \sigma\phi\theta)} - 1 \right)^{-1} \quad (46)$$

$$F = \frac{\psi I}{Q(1 - \kappa)} - \frac{RE}{Q} - \frac{B_G}{Q} + \frac{Q_B B}{Q} \quad (47)$$

¹²篇幅所限, 详细内容参见附录B.1模型动态系统。

$$B = -\frac{\psi I}{Q_B(1-\kappa)} - \frac{RE}{Q_B} + \frac{B_G}{Q_B} + \frac{QF}{Q_B} \quad (48)$$

当公共债务扩张时,商业银行资产配置中企业债券所占的份额会下降 $\frac{\partial(F/B)}{B_G} < 0$



注: B_G 表示在稳态时公共债务占 GDP 的比重,纵坐标 share 表示商业银行资产配置中企业债券所占份额,实线表示不考虑流动创造的情形,虚线表示考虑流动性创造的情形。

图 4 稳态分析

命题 1 说明, $\lambda, \theta, (R^F - R^d)$ 同向变动,令 $r = R^F - R^d$,一方面 θ 上升会推动 $(R^F - R^d)$ 上升,另一方面 θ 上升边际意义上使得激励相容约束束紧, λ 会上升。令 $r = R^F - R^d$,则 $\lim_{r \rightarrow 0} \theta = \frac{1}{\phi}$,说明金融部门杠杆率与稳态信贷冲击负相关。稳态时,商业银行持有企业债券数量与公共债务规模负相关,持有政府债券数量与公共债务规模正相关,即公共债务扩张会对商业银行的企业债券持有产生挤出效应。图4的模拟结果,直观地展示了上述变量稳态时的变动关系。

挤出效应如何实现?商业银行资产端同时持有政府债券与企业债券,公共债务扩张伴随着政府债券供给增加,商业银行持有的政府债券增加,导致企业债券被“挤出”,企业债券需求降低,企业债券资产价格下降,利率上升,企业资本成本上升,贷款抵押约束进一步放大了这一效果,公共债务对投资的挤出效应大都就此传导渠道达成一致^[1,2,11]。

此外,直观来看,将政府预算约束变换为下式,政府支出的融资来源由税收、债务和央行盈余三部分构成,政府可以直接决定前两者。

$$G_t = T_t + Q_{B,t}(B_{G,t} - \kappa B_{G,t-1}) - B_{G,t-1} + T_{cb,t}$$

政府支出增加时,政府可相应地提高一次性总赋税,对支出增量进行部分融资,也可以增加当期债券发行,在偿还上期存量债务之后对支出增量进行融资,这两种公共融资方式具有替代性。税收的提高也是政府支出增加产生负向财富效应的来源之一,即挤出私人消费的原因。负向财富效应的另一个来源是政府债务的增加,事实上,政府债务的增加意味着未来税收的增加,在这个意义上,增加税收与债务扩张造成的挤出效应是一致的。

引理 3 如果引理 2 成立,那么在稳态时可以得到 $\frac{\partial \theta}{\partial \phi} < 0$,随着 θ 上升, ϕ 下降

命题 2 如果激励相容约束束紧,且准备金约束束紧,即拉格朗日乘子 $\lambda > 0$ 且 $\omega > 0$,那么

$$R_{t+1}^F - R_t^d > R_{t+1}^B - R_t^d > 0, \frac{R_{t+1}^B - R_t^d}{R_{t+1}^F - R_t^d} = \Delta$$

$$R_t^d > R_t^{re} = R_t^{tr}, \bar{R}^d = \frac{1}{\beta}$$

在稳态时可以得到:

$$\theta' = \frac{1 - \sigma + \Xi \beta (1 - \sigma) (R^F - R^d)}{\Xi - \sigma \phi - \beta \sigma \phi \Xi (R^F - R^d)} \quad (49)$$

其中, $\Xi = \phi - (lev - \phi) \frac{R^{re} - R^d}{R^F - R^d}$, $lev > \phi$, lev 为未经调整包含准备金的杠杆率, 进一步可以得到 $\Xi > \phi$

$$\lambda' = \left(\frac{\theta'}{\beta (R^F - R^d) (1 - \sigma + \sigma \phi \theta')} - 1 \right)^{-1} \quad (50)$$

$$\omega = \beta (R^d - R^{re}) (1 - \sigma + \sigma \phi \theta') (1 + \lambda') \quad (51)$$

比较分析可以得到 $\theta' < \theta, \lambda' < \lambda$

命题 2 说明, 引入准备金约束之后, 稳态时 $\theta' < \theta, \theta$ 下降表明银行的破产动机变小了, 结合引理 3, 稳态时商业银行的杠杆率提高, 命题 1 所示, λ 与 θ 同向变动, 因此, λ 也下降至 λ' , 边际意义上相当于放松了激励相容约束, 令此时的风险溢价为 $r' = (\mathcal{R}^F - \mathcal{R}^D)$, 与不考虑流动性约束的情况 $r = R^F - R^D$ 相比, $r' < r$, 需要说明的是, 加入准备金约束之后, 公共债务仍然推高企业资本成本, 只是削弱了资本成本上升的幅度。

流动性生成如何实现? 引入准备金约束之后, 商业银行必定要持有一定数量的准备金, 而从商业银行资本净值的累积方程来看, 持有准备金的收益为负, 不利于资本净值的积累, 因此, 商业银行的资产组合配置中, 会倾向于配置更多超额收益更大的企业债券, 企业债券的需求增加, 债券价格上升, 利率下降, 生产部门的债券融资成本下降, 需要说明的是, 这是在存在流动性限制与不存在流动性限制, 这两种情境下的比较分析。在这两种情境下命题 1 中的“挤出效应”, 始终是存在的。在准备金限制下, 商业银行对企业债券配置的上界低于无准备金约束时企业债券配置的合意水平, 但高于经济系统中不存在公共债务时的企业债券配置的合意水平, 即公共债务的“挤出效应”始终存在, “流动性创造”一定程度上会缓解“挤出效应”。事实上, 准备金约束等价于

$$B \geq \frac{N - (1 - \xi)D + QF}{Q_B}$$

商业银行应持有最低比例的政府债券, 准备金约束与政府债券持有约束的本质是要求商业银行持有一定比例的高流动性安全资产, 公共债务的扩张使得商业银行持有的作为安全资产的政府债券比例上升, 缓解了上述约束, 公共债务的扩张等价于放松准备金约束, 为商业银行提供流动性。在这个意义上, 准备金约束的作用与 Su^[13], Miao 和 Su^[34] 政府债券作为银行间市场抵押品的不等式约束的作用本质上相同。

4 量化结果分析

4.1 参数校准

表2 按照部门划分给出了主要参数的校准值。我们将参数分为以下几类:

家庭部门的参数集合 $\{\beta, b, \varphi_h, \chi_h\}$: 主观折现因子取值为 0.995¹³, 消费习惯的参数与标准文献取值保持一致为 0.8, 不失为一般性, 将 Frisch 弹性的倒数 φ_h 设定为 1, 假定在模型稳态时 $L = 1$, 则可以得到劳动的负效用系数 χ_h 为 0.973。

关于工资刚性与价格粘性相关的参数集合: $\{\epsilon_w, \theta_w, \gamma_w\}, \{\epsilon_p, \theta_p\}$, 本文关注一个通胀稳定的经济系统, 稳态时, $\pi = 1$, 由此可得到, $\pi_t^* = 1, \nabla_t^w = \nabla_t^p = 1, w^* = w, L = L_d, Y_m = Y_t$, 产品价格和名义调整一年一次, 将工资和价格的粘性参数 θ_w, θ_p 均设置为 $3/4$, 劳动替代弹性与产品替代弹性均值为 11, 即稳态时产品价格与工资的加成均为 10%。

¹³意味着稳态时年化真实利率为 $2.01\%, (1/\beta - 1)$

表 2 参数校准

参数	校准值	经济含义说明	参数	校准值	经济含义说明
β	0.995	贴现因子	σ	0.950	金融部门存活率
b	0.800	消费习惯	ξ	0.140	存款准备金率
φ_h	1.000	Frisch 弹性的倒数	Δ	0.050	政府债券相对企业债券的安全性
χ_h	0.973	劳动负效用	ρ_A	0.900	技术冲击的 AR(1) 参数
ϵ_ω	11.00	劳动替代弹性	ρ_r	0.800	货币政策冲击的 AR(1) 参数
θ_w	0.750	工资刚性 Calvo 参数	κ_π	1.500	利率对通胀的反应
ϵ_p	11.00	产品替代弹性	κ_Y	0.150	利率对产出缺口的反应
θ_p	0.750	价格黏性 Calvo 参数	ρ_B	0.900	公共债务冲击的 AR(1) 参数
ϱ_I	2.000	投资调整成本参数	ρ_G	0.900	政府购买支出的 AR(1) 参数
α	0.333	生产函数中的资本产出份额	ρ_θ	0.950	信贷冲击的 AR(1) 参数
δ_0	0.025	资本利用率常数项	κ	$1 - 40^{-1}$	券息衰减参数
δ_1	0.030	资本利用率一阶项	ψ	0.810	企业发债融资所占比例
δ_2	0.010	资本利用率二阶项			

注: 表格中仅列出一些标准参数的取值, 其中部分参数值经由稳态推得.

产品市场的参数集合 $\{\varrho_I\}, \{\alpha, \psi, \kappa, \delta_0, \delta_1, \delta_2\}$: 投资调整成本参数 ϱ_I 设定为 2, 生产函数中的资本产出份额为 1/3, 大多数文献将折旧率设定为 3.5%, 考虑到本文设定的资本利用率的函数形式与之的差异性, 稳态时的折旧率为 2.5%, 二阶项的系数为 1%, 将稳态时的资本利用率 $u = 1$, 据此得出一阶项的系数 0.03。参考 Sims 和 Wu^[35], 将企业债券融资投资的比例取值为 0.81。

金融部门的参数集合 $\{\sigma, \xi, \Delta\}$: 为避免债券期限结构所引起的混淆, 使得文章的研究重点更加聚焦, 模型设定政府债券和企业债券均为 10 年期的有息债券, 因此, κ 取值为 $1 - 40^{-1}$, 与 Gertler 等^[27,28]类似, 设定金融部门存活率 σ 为 0.95。2009 年-2023 年存款准备金率大型机构为 10%-20%, 小型机构为 7.5%-9%, 本文稳态时的存款准备金率为 0.14。2012 年-2023 年一年期 LPR 区间为 (3.45-5.57), 一年期 LPR 均值 4.30%, 10 年期国债到期收益率区间为 2.4852%-3.3097%, 公司债 (AA+) 十年期到期收益率为的区间为 3.4639%-7.3325%, 一年期存款利率 1.5%-2.75%, 超额存款准备金率 0.35%-0.72%。附录中图 A1 给出了不同利率的时变趋势, 总体而言, 企业借贷的年度利差为 200 个基点, 政府借贷的年度利差为 100 个基点, 公司债券与存款的利差约为政府债与存款的利差的两倍, 由此可以得到安全参数 1/2。设定商业银行的总杠杆率为 5, 存活率为 0.95, 根据命题 1 可以得到稳态时 $\theta = 0.6555$ 根据国家金融监督管理总局公布的数据, 2016 年一季度到 2023 年第二季度商业银行杠杆率均值为 6.66, 根据 2015 年《商业银行杠杆率管理办法(修订)》, 调整后的表内外资产余额包括衍生产品资产余额和证券融资交易资产余额, 本文的模型对现实世界做适当抽象, 因此设定商业银行未经内生调整的杠杆率 lev 为 5, 根据 (34) 可以得到内生杠杆率。

冲击参数集合 $\{\rho_A, \rho_r, \kappa_\pi, \kappa_Y, \rho_B, \rho_G, \rho_\theta\}$: 为了刻画冲击的持续性, 自相关系数均取值大于 0.8, 且冲击参数与模型稳态无关, 取值如表2所示。

此外, 根据我国 2002-2020 年的地方政府债务规模占 GDP 的平均比重, 校准地方政府债务占年度 GDP 比重的稳态值为 0.2, 取值与张成思等^[12]一致; 根据 1996 年第一季度到 2019 年第四季度政府支出占 GDP 的比重, 地方政府支出占总产出比重的稳态值赋值为 0.2, 取值与李双建和田国强^[2]一致。

4.2 基准结果

4.2.1 模型适应性评价

在基本的宏观模型中, 主要关心的宏观变量为产出、投资、消费以及物价水平, 结合本文的模型, 本文选择以下宏观经济变量作为观测变量, 对模型的适应性进行评价。宏观经济波动指标选用总产出 (Y)、私人消费 (C)、投资 (I)、通货膨胀 (π)、政府支出 (G)。(1) 总产出用国内生产总值 (GDP) 衡量, (2) 消费使用社会零售品销售总额表示, (3) 资本形成总额除以资本形成价格指数作为投资 (I) 的代理变量, (4) 通

货膨胀率根据月度 CPI 环比增长率整理获得,(5) 财政支出则以一般公共预算支出表示。其中,根据月度 CPI 环比增长率整理获得季度通货膨胀率,得到 2000 年 1 月为基期的 CPI 指数,将上述指标除以 CPI 指数得到相应的实际数据,通过对数化处理以削弱异方差性,用 Census12 方法进行季节调整,最后,对季节性调整后的消费、总产出和财政支出、利率和通货膨胀取对数并进行单边 HP 滤波处理,与模型中的变量相对应。此外,与校准过程保持一致,以 10 年期国债和公司债(AA+)到期收益率作为 R^F 和 R^B 的观测变量,以一年期存款利率作为 R^d 的观测序列, $wacc$ 的观测序列来源于作者自行计算的企业资本成本,具体测算方式参考第 2.1 节。为避免新冠疫情对本文结论的影响,本文所用数据的样本区间为 1992 年第一季度至 2020 年第四季度,数据来源于 Wind 数据库和 CASMAR 数据库。

对于 DSGE 模型的拟合效果,与标准文献的做法保持一致,通过模型经济与现实经济的可观测变量的矩条件进行分析^[36],表 3 给出了模型稳态下关键变量的模拟矩,结果表明,(1) 债务扩张时期主要宏观经济变量的波动趋缓。事实上,对于我国自 2008 年后出现的经济周期波动趋缓现象,基本上都是沿着以下两个思路展开。一是外生冲击本身波动降低造成周期波动趋缓,二是冲击的传播机制造成周期波动趋缓,本文的研究一定程度上可以归属到第二支文献。(2) 综合考虑流动性效应与挤出效应的模型能够较好地刻画中国政府债务的传导机制和实际经济波动情况,并且相比全样本对于债务扩张时期之后的宏观经济波动的刻画更加契合。

表 3 模型经济的周期性特征表

宏观变量	$\sigma(x)$		$\rho(x, y)$		$\Gamma(-1)$	
	现实经济	模型经济	现实经济	模型经济	现实经济	模型经济
Y	0.0196	0.1062	1	1	0.87	0.97
C	0.024	0.0212	0.37	0.57	0.87	0.98
I	0.0905	0.0727	0.41	0.94	0.64	0.96
π	0.0087	0.0035	0.32	0.15	0.64	0.72
G	0.0543	0.0133	0.01	0.05	0.25	0.9
R^F	0.0219	0.0321	0.17	0.13	0.91	0.63
R^B	0.0175	0.0182	0.10	0.12	0.86	0.53
R^d	0.0058	0.0031	0.34	0.25	0.61	0.71
$wacc$	0.0243	0.0379	0.09	0.10	0.01	0.06

注:为了使频率匹配,将 $wacc$ 的模拟数据转化为年度数据与现实进行匹配。 $\sigma(x)$ 表示变量的标准差, $\rho(x, y)$ 表示变量与产出的相关系数、 $\Gamma(-1)$ 表示变量自相关系数。

本文模型的一个重点便是对金融系统的刻画,表4给出了金融部门的相关核心变量的模型稳态与现实经济的对比。结果表明,模型能够较好地刻画中国金融部门的主要特征,模型稳态与现实经济的贴合程度较高,并且相比全样本对于债务扩张时期之后的宏观经济波动的刻画更加契合,表明本文的模型适合分析中国政府债务的传导机制。

4.2.2 动态分析(脉冲响应分析)

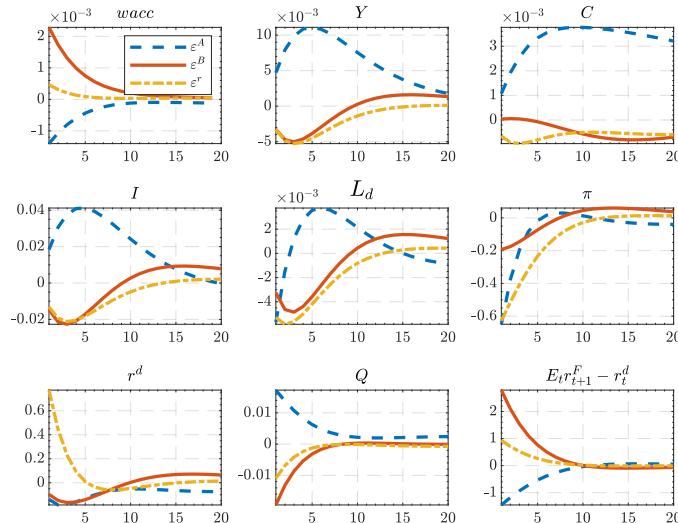
图5报告了主要宏观经济变量对技术冲击、货币政策冲击以及公共债务冲击的反应。由图中可见,技术冲击与货币政策冲击的脉冲响应与基准的 NK 和 RBC 的脉冲响应基本一致,这也侧面说明本文模型的适用性。引入投资调整成本与资本使用成本,产出、投资和就业均呈现驼峰行,更加贴合现实数据。

此外,技术进步使得企业债券融资更加容易,企业债券利率 R_t^F 下降,也即企业债券资产价格上升,投资者对企业要求的超额收益也随之下降,从中间品厂商的角度而言,企业的资本成本下降,投资增加;而紧缩的货币政策冲击,使得企业债券融资更加困难,企业债券利率 R_t^F 上升,也即企业债券资产价格下降,抵押约束(LIA)的存在则进一步放大了这一效果,企业的资本成本进一步上升,投资下降。

表 4 模型稳态与现实经济对比

变量	经济含义说明	债务扩张时期	全样本	模型经济
R^{re}	准备金利率	0.0064	0.0076	1.0000
ξ	存款准备金率	0.1247	0.1540	0.1400
R^d	存款利率	0.0212	0.0225	0.0200
R^F	企业债券利率	0.0490	0.0490	0.0500
R^B	公共债券利率	0.0338	0.0331	0.0300
ϕ	商业银行杠杆率	6.6600	6.6600	4.7500

注:一年期 LPR 均值 4.30%, 期限结构相同的情况下:设定与企业债券和政府债券期限结构保持一致,设定初始值年化存款利率为 2%,企业融资利率与存款的利差年度 3%,政府融资利率与存款的利差年度 1%,1992 之后均值为 12.47%,国家金融监管总局公布的中国商业银行杠杆率的数据起自 2016 年第一季度,通过资本充足率换算大致估算的杠杆率在区间 (4,6) 之间



注: 蓝色虚线表示主要宏观变量对技术冲击 ε^A 的反应,黄色点虚线表示主要宏观变量对货币政策冲击 ε^r 的反应,红色实线表示主要宏观变量对公共债务冲击 ε^B 的反应.

图 5 动态分析

随后,我们重点考察公共债务冲击下的脉冲反应。图5红色实线报告了主要宏观经济变量对公共债务冲击的反应。由图中可见,公共债务的扩张显著地挤出了消费和投资,且对于投资的挤出效应更加明显。进一步地,公共债务的扩张使得政府债券的供给增加,会挤占企业债券的持有份额,使得企业债券的需求下降,而企业为了获得融资,必然提高债券的利率 $R_t^F \uparrow$,也即企业债券资产价格下跌,同样地,投资者必然要求中间品厂商提供更高的超额回报率,从中间品厂商的角度而言,即是企业的资本成本上升,投资下降。

4.2.3 方差分析

表 5 方差分解分析 (%)

	ε^A	ε^r	ε^θ	ε^B	ε^G		ε^A	ε^r	ε^θ	ε^B	ε^G	
<i>logY</i>												
<i>p^k</i>												
4Q	62.19	18.14	2.26	16.45	0.96		4Q	32.72	26.21	3.20	37.57	0.30
8Q	73.02	13.78	1.95	10.75	0.50		8Q	32.67	26.27	3.20	37.56	0.30
12Q	76.97	11.88	1.73	9.00	0.42		12Q	32.84	26.31	3.21	37.34	0.30
16Q	77.62	11.17	1.64	9.17	0.40		16Q	31.52	26.87	3.24	38.08	0.29
20Q	77.45	10.93	1.60	9.61	0.40		20Q	32.77	26.19	3.20	37.55	0.30
<i>logC</i>												
<i>Q</i>												
4Q	86.35	12.60	0.26	0.03	0.76		4Q	42.55	11.98	3.22	41.55	0.70
8Q	92.41	6.24	0.15	0.32	0.87		8Q	44.93	11.35	3.18	39.76	0.78
12Q	93.41	4.29	0.09	1.27	0.93		12Q	45.50	11.22	3.15	39.30	0.82
16Q	93.04	3.66	0.12	2.20	0.97		16Q	46.00	11.16	3.13	38.87	0.84
20Q	92.61	3.50	0.20	2.69	1.00		20Q	46.61	11.11	3.11	38.32	0.86
<i>logI</i>												
<i>Q_B</i>												
4Q	57.00	18.39	3.13	21.08	0.40		4Q	56.67	13.76	1.32	27.29	0.96
8Q	67.24	14.95	2.90	14.49	0.43		8Q	60.77	12.04	1.18	24.92	1.09
12Q	70.38	13.46	2.70	13.04	0.43		12Q	62.44	11.39	1.14	23.87	1.16
16Q	69.72	12.96	2.60	14.31	0.42		16Q	63.72	10.98	1.12	22.98	1.20
20Q	68.55	12.81	2.57	15.66	0.41		20Q	64.91	10.69	1.13	22.05	1.22
<i>logRd</i>												
ϕ												
4Q	10.53	80.16	1.23	7.91	0.17		4Q	25.99	10.27	1.77	61.53	0.44
8Q	12.86	73.81	2.29	10.84	0.20		8Q	25.85	10.34	2.24	61.12	0.45
12Q	13.55	72.85	2.52	10.84	0.23		12Q	25.54	9.82	3.15	61.07	0.43
16Q	14.48	70.89	2.47	11.90	0.27		16Q	25.38	9.45	3.87	60.88	0.41
20Q	15.69	68.61	2.40	13.01	0.29		20Q	25.23	9.28	4.36	60.73	0.41

注: ε^A 为技术冲击, ε^r 为货币政策冲击, ε^θ 为信贷冲击, ε^B 为公共债务冲击, ε^G 表示政府支出冲击.

为了检验公共债务扩张对资本成本及宏观经济波动的影响, 模拟了主要内生变量的方差分解。资本成本由真实利率、折旧率和资本品的价格等因素决定, 方差分解的结果表明, 公共债务冲击是资本品价格波动的最大来源, 进一步分析, 政府债务冲击对与利率相关的金融变量的影响更大, 具体而言, 政府债务冲击可以解释是金融部门杠杆率波动的 60% 以上, 企业债券资产价格的 40%。总体来看, 政府债务冲击对资本成本和关键金融变量的变动均具有不可忽略的重要影响。实体经济与金融系统密不可分, 产生于政府部门的债务冲击经由金融系统放大传播到实体经济, 表 5 的结果表明, 公共债务冲击可以解释 10% 左右的总产出波动, 并具有持久的影响, 这主要是通过影响总投资来实现的, 公共债务冲击是影响总投资波动的第二大来源。这些结果为分析“债务——金融——实体经济”的关联机制提供了新的经验证据。

4.3 机制分析

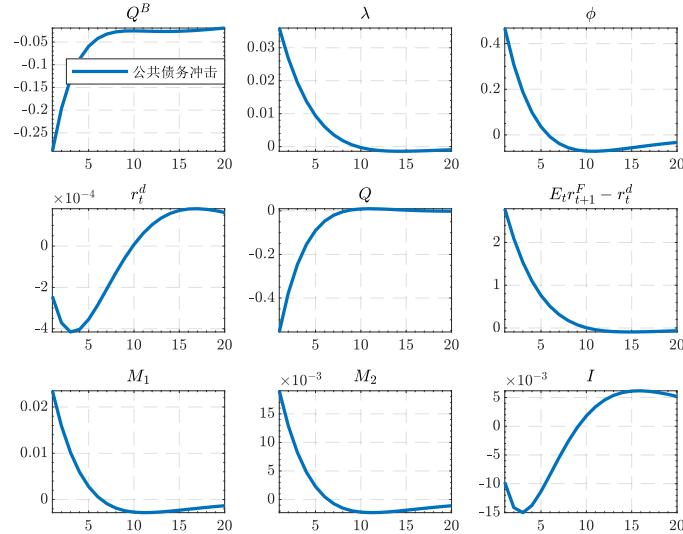
4.3.1 金融系统作为中介传导渠道

从图5公共债务扩张对主要宏观经济变量的动态效应分析中可知, 公共债务扩张与紧缩的货币政策均能使得资本成本升高, 投资下降, 方差分析也为“债务——金融——实体经济”的关联机制提供了侧面的佐证, 稳态分析中命题 1 所示, 公共债务的扩张会挤占金融机构持有企业债券的份额, 对企业债券产生挤出效应。更为具体地, 图6给出了主要金融变量对政府债务冲击的响应。

以举债融资的公共债务的扩张本质上是政府债券的供给冲击, 政府债券的资产价格下跌, 进而通过商业银行的投资组合渠道传导至企业债券的资产价格, 利率通过风险溢价渠道传导至企业债券利率, 导致企业债券利率上升, 企业债券的资产价格下跌, 企业融资更贵。图6中 λ 是激励相容约束 (28) 式的拉格

朗日乘子,从企业债券的收益率定价方程(30)可知,企业债券的超额收益率与之正相关,公共债务冲击在边际意义上使得激励相容约束(28)式束紧,λ增大使得企业债券的超额收益率 $E_t r_{t+1}^F - r_t^d$ 上升,从而资本成本 $wacc$ 上升,投资下降。总体而言,在“公共债务——金融中介”这一传递链条中,公共债务冲击也即政府债券的供给冲击,影响商业银行的资产组合管理和流动性管理,进而决定相关利率与资本成本。

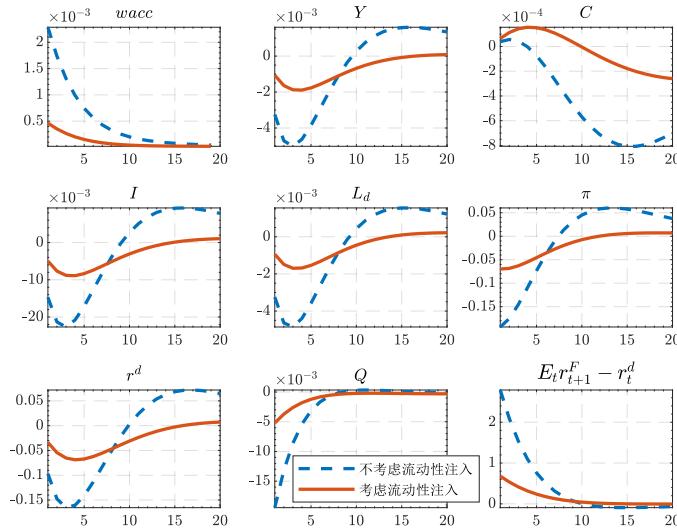
在产品市场上,投资抵押约束(12)的存在可能会放大这一效果,图6中 $M_{1,t}$ 和 $M_{2,t}$ 衡量因存在贷款抵押约束(LIA),对企业投资需求与债券发行造成的扭曲,这两个的扭曲的存在会放大“金融中介——实体经济”这一传递链条的波动,在异质性分析中会进一步讨论。



注:主要金融变量对政府债务冲击的响应.

图 6 金融系统的传导机制分析

4.3.2 流动性创造效应



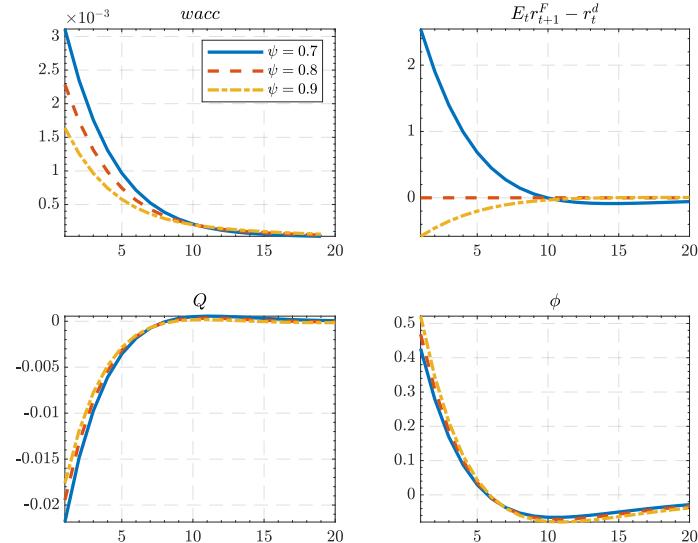
注:红色实线表示考虑流动性创造的情形($\omega > 0$),蓝色虚线表示不考虑流动性创造的情形($\omega = 0$).

图 7 公共债务的流动性创造效应

上述分析均为不考虑流动性注入时,公共债务冲击的动态效应分析,并且简要分析了挤出机制的形成机理。本文进一步探讨当考虑到公共债务的流动性创造功能时,主要宏观经济变量对公共债务冲击的

反应。政府债券作为一种安全资产, 具有流动性创造的功能, 一方面异质性家庭有持有安全资产的需求, 从而产生流动性溢价^[12], 另一方面, 政府债券也可以作为银行间市场的抵押资产, 从而产生流动性溢价^[13]。本文基于商业银行面临准备金约束, 通过引入这一约束, 来刻画公共债务的流动性创造功能, 如命题2所述, 该约束一定程度上等价于商业银行持有最低限度政府债务的约束。本文借鉴上述研究, 在模型中引入公共债务的流动性创造功能, 模拟公共债务挤出效应与流动性创造效应同时存在的情况下, 公共债务冲击下各主要宏观经济变量的反应情形。

模拟结果如图7所示, 与上文保持一致, 蓝色虚线表示不考虑流动性创造的情形, 即准备金约束(29)束松, 红色实线表示考虑流动性创造的情形, 准备金约束(29)束紧。对比可以发现, 公共债务的流动性创造功能一定程度上削弱了公债扩张的“挤出效应”。直观上来看, 与不考虑流动性注入的情况相比, 公共债务的流动性创造功能使得产出、投资和就业的下降更为温和。同样地, 这一过程也是通过金融系统影响资本成本来实现。从图7左上角子图中可以看到, 正向的公共债务冲击会推高资本成本, 考虑政府债券的流动性创造之后这一结论仍然成立, 但是政府债券的流动性创造削弱了这一效果。一方面, 结合商业银行的资本净值运动方程与准备金收益率的定价方程可知, 引入准备金约束后, 持有准备金的收益为负, 不利于资本净值的积累, 因此, 商业银行的资产组合配置中, 会倾向于配置更多超额收益更大的企业债券, 企业债券的需求增加, 债券价格上升, 利率下降, 生产部门的债券融资成本下降, 在模拟结果中的表现为企业债券利率, 企业债券的超额收益上升的幅度更低, 债券资产价格下降的幅度更低。



注: 蓝色实线表示考 $\psi = 0.7$ 时公共债务冲击的脉冲响应, 红色虚线表示考 $\psi = 0.8$ 时公共债务冲击的脉冲响应, 黄色点虚线表示考 $\psi = 0.9$ 时公共债务冲击的脉冲响应。

图 8 企业直接融资比例的异质性分析

4.4 异质性分析

1. 企业债务融资比例与资本成本的变动

ψ 表示直接债券融资占总投资的比例, 图8给出了 ψ 分别取值 0.7, 0.8 和 0.9 时, 资本成本、企业债券超额收益率、企业债券资产价格以及商业银行杠杆率对公共债务冲击的脉冲响应, 结果表明, 直接融资的比例越高, 公共债务冲击对资本成本的挤出效应越小, 对企业债券资产价格的冲击越弱。

该结果所隐含的政策含义是, 提高企业直接融资比例, 健全资本市场发展, 扩宽企业融资渠道, 社会融资渠道的多元化能一定程度上削弱公债扩张的挤占效应。

2. 政府债券的安全性与资本成本

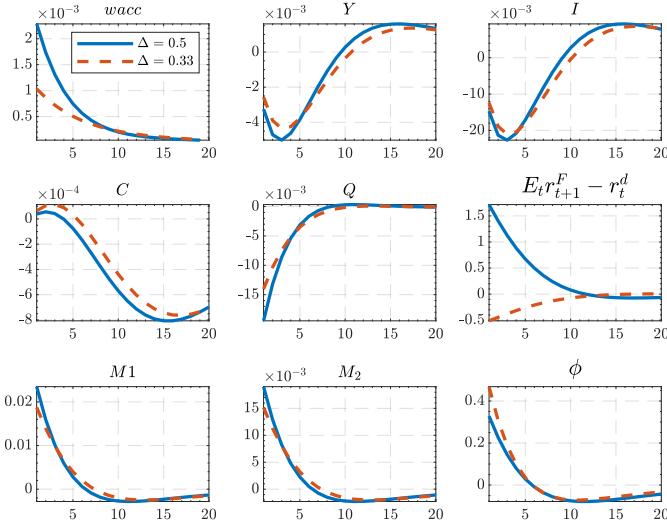


图 9 公共债务安全性的异质性分析

Δ 衡量政府债券相对企业债券的安全性, 引理 2 表明 Δ 决定稳态时政府债券与企业债券的利差, $\Delta \rightarrow 0$ 意味着政府债券安全性更高。图9给出了 Δ 分别取值 0.5, 0.33 时, 主要宏观经济变量对公共债务冲击的脉冲响应, 其中, 蓝色实线表示 $\Delta = 0.5$ 的结果, 红色虚线表示 $\Delta = 0.33$ 的结果, 结果显示, 政府债券安全性越高, 流动性越高, 对资本成本的推高作用越弱, 政府举债的副作用越小, 对产出, 尤其是消费的挤出作用越小。政府债券安全性越高, 挤出作用越小, 流动性创造功能越大。

因此, 该结果所隐含的政策含义是, 提高政府债券的流动性与安全性, 也能一定程度上削弱公债扩张的挤占效应, 增强流动性创造效应, 提高债务融资的财政资金的使用效益。进一步地, 国债与地方政府债券的主要区别在于流动性和安全性的差异, 国债的安全性和流动性都要高于地方政府债券, 对于当前地方政府债务的化债工作, 关键之一在于提高地方政府债券的安全性和流动性。中央债务与地方政府债务进行有条件的置换, 是提高公共债券的总体安全性的措施之一, 能够削弱公共债务对资本成本的负面影响。相信本轮大规模的化债工作不仅能够缓解地方政府的偿债压力和债务风险, 而且能够较大幅度地改善资本市场整体预期, 提升债券市场信用水平, 增加市场流动性。

5 结论与政策建议

近些年来, 关于中国政府的公共债务问题, 尤其是地方政府债务问题, 引起了社会的广泛关注。经济进入新发展阶段之后, 宏观经济运行呈现出一些新的特点, 金融领域各种矛盾和问题相互交织、相互影响, 重新探讨公共债务扩张与资本成本之间的关系, 不仅对于理解公共债务扩张的宏观经济效应具有重要的理论意义, 而且对于后续化债工作的开展和财政政策的实施具有重要的现实意义。

基于此, 本文首先通过现实数据进行实证分析, 特征事实分析表明, 公共债务规模与资本成本呈现协同变迁的趋势, 回归分析表明, 公共债务扩张的确与资本成本呈现正相关关系, 并且商业银行的流动性比例也呈现上升趋势。关于政府债务的挤出效应的相关研究几乎都忽略了公共债务扩张的流动性创造功能, 且公共债务的扩张与商业银行的投资组合和流动性管理密切相关。有鉴于此, 本文遵循“债务—金融—实体经济”的研究思路, 尝试在一个动态新凯恩斯随机一般均衡的框架下, 将公共债务的挤出效应和流动性创造效应同时考虑其中, 讨论公共债务扩张对资本成本的影响, 探究其作用机制。具体而言, 本文通过贷款抵押约束与激励相容约束刻画金融摩擦, 通过准备金约束引入流动性创造, 进一步地, 基于模型利用中国经济的现实数据进行参数校准, 为了判断模型是否适用研究公共债务扩张与资本成本之间的关系, 我们首先进行了模型的适用性评价分析, 然后进行公共债务扩张的动态效应分析与方差分析, 为了进一步明确公共债务在金融中介内部的传导机制以及资本成本之间变动关系的内在形成机理, 我们进行了机制分析, 并且对企业直接融资比例和政府债券的安全性展开异质性分析。

模型的适用性评价结果表明,本文构建的模型能够较好地刻画中国政府债务的传导机制和债务扩张时期宏观经济的波动情况。在此基础上,讨论公共债务冲击的动态效应与作用机制。研究发现:(1)公共债务扩张对资本成本具有二重性,既具有挤出效应,也具有流动性创造效应。(2)机制分析表明,挤出效应主要是通过金融系统作为中介实现,政府债务的供给冲击作用于商业银行资产端,挤占企业债券持有份额,提高企业债券风险溢价的挤占渠道实现;此外,政府债券具有安全属性,具有提供流动性的作用,公共债务的流动性创造则削弱挤占效应。(3)异质性分析表明,企业直接债券融资所占比例越高,政府债券的安全性越高,公共债务扩张对资本成本的提高越弱。

基于以上研究结论,本文得出以下三点政策建议:第一,完善政府债务管理制度。公共债务扩张具有挤出效应会推高资本成本,当下实行更加积极的财政政策,更应该提高公共资金效益和支出效率,政府举债的决策制定前应该综合评估政策效果,尤其要关注经由金融系统渠道对资本成本的影响。第二,财政主体与货币当局应当加强沟通交流。公共债务本身会创造流动性,与 Wickens^[37]类似,政府债务的扩张可能会导致货币供应量的增长速度超过货币当局设定的目标,财政政策可能会破坏货币政策的稳定。第三,健全资本市场发展,扩宽企业融资渠道,提供企业直接融资比例,社会融资渠道的多元化能扬长避短,一定程度上削弱公债扩张的挤占效应。第四,提高政府债券的流动性与安全性,降低政府融资成本。无论是政府举债施行扩张财政政策,还是化解地方政府债务,要关注政府的融资成本,在较低福利成本下充分发挥财政的经济拉动作用和化解地方政府债务,央地债券有条件地进行置换,地方政府债务分类别进行评估、剥离、重组,是提高政府债券的流动性与安全性的两个可行措施。

本文存在一定的局限性,可以在如下方面进行一系列拓展。首先,本文的重点在于公共债务与企业债务在安全性流动性的区别,但并未区分公共债务内部中央政府债务和地方政府债务二者的差异,地方政府显性债务和隐性债务的不同。比如,在未来的研究中可以尝试将中央政府债务与地方政府债务同时纳入到多层级政府的动态随机一般均衡模型中,以探究央地博弈、地方政府间的竞争与策略性互动、国债和地方政府债券在风险性和收益性的差异对宏观经济的影响。

参考文献

- [1] 熊琛, 金昊. 地方政府债务的宏观经济效应——基于信贷错配视角的研究 [J]. 经济学季刊, 2021, 21(5): 1545-1570.
Xiong C, Jin H. The Macroeconomic Effects of Local Government Debt——A Credit Misallocation Perspective[J]. China Economic Quarterly, 2021, 21(5): 1545-1570.
- [2] 李双建, 田国强. 地方政府债务扩张与银行风险承担: 理论模拟与经验证据 [J]. 经济研究, 2022, 57(5):34-50.
Li S j, Tian G Q. Local Government Debt Expansion and Bank Risk-taking: Theoretical Simulation and Empirical Evidence[J]. Economic Research Journal, 2022, 57(5):34-50.
- [3] 赵旭霞, 田国强. 地方政府债务与银行同业业务: 理论分析与经验证据 [J]. 经济学 (季刊), 2023, 23(1): 159-176.
Zhao X X, Tian G Q. Local Government Debt and Interbank Business:Theoretical Analysis and Empirical Evidence[J]. China Economic Quarlerly,2023, 23(1): 159-176.
- [4] 赵旭霞, 田国强. 地方政府债务扩张、杠杆率监管压力与影子银行 [J]. 经济研究, 2024, 59(2): 42-58.
Zhao X X, Tian G Q. Local Government Debt Expansion, Leverage Ratio Regulatory Pressure and Shadow Banking[J]. Economic Research Journal,2024, 59(2): 42-58.
- [5] 谢申祥, 初虹, 刘金东. 地方公共债务与企业不动产投资: 效应与机制 [J]. 经济研究, 2024, 59(4): 43-59.
Xie S X, Chu H, Liu J D. Local Public Debt and Corporate Investment in Housing:Effect and Mechanism[J]. Economic Research Journal, 2024, 59(4): 43-59.
- [6] 余明桂, 王空. 地方政府债务融资、挤出效应与企业劳动雇佣 [J]. 经济研究, 2022, 57(2): 58-72.
Yu M G, Wang K. Non-financial Enterprises' Shadow Banking Business and Operating Risk[J]. Economic Research Journal, 2022, 57(2): 58-72.
- [7] 吴敏, 曹婧, 毛捷. 地方公共债务与企业全要素生产率效应与机制 [J]. 经济研究, 2022, 57(1): 107-121.
Wu M, Cao J, Mao J. Local Public Debt and Enterprise Total Factor Productivity: Effect and Mechanism[J]. Economic Research Journal, 2022, 57(1): 107-121.
- [8] 徐明东, 陈学彬. 中国上市企业投资的资本成本敏感性估计 [J]. 金融研究, 2019, 470(8): 113-132.
Xu M D,Chen X B.Estimating the Sensitivity of Listed Firms' Investments to the Cost of Capital in China[J].

- Journal of Financial Research, 2019, 470(8): 113-132.
- [9] 罗默. 高级宏观经济学 (第四版)[M]. 上海: 上海财经大学出版社, 2014.
- Romer. Advanced Macroeconomics(4th ed)[M]. Shanghai: Shanghai University of Finance & Economic Press, 2014.
- [10] 陈国进, 尹鲁晋, 赵向琴. 地方政府投资如何影响上市企业融资成本 [J]. 金融研究, 2016, 434(05): 127-142.
Chen G J, Yin L J, Zhao X Q. How Does the Local Government Investment Affect the Financing Cost of Listed Firms? [J]. Journal of Financial Research, 2016, 434(05): 127-142.
- [11] 余海跃, 康叔隆. 地方政府债务扩张、企业融资成本与投资挤出效应 [J]. 世界经济, 2020, 43(7): 49-72.
Yu H Y, Kang S L. Local Government Debt Expansion, Corporate Financing Cost and Crowding-out Effect on Investment[J]. The Journal of World Economy, 2020, 43(7): 49-72.
- [12] 张成思, 刘瑶琚, 王芳. 国债流动性效应与财政货币政策配合机制 [J]. 管理世界, 2023, 39(5): 9-24.
Zhang C S, Liu Y J, Wang F. The Liquidity Effect of Treasury Bonds and the Coordination Mechanism of Fiscal and Monetary Policy[J]. Journal of Management World, 2023, 39(5): 9-24.
- [13] Su D. Revisiting the Supply-Side Effects of Public Debt in a Banking[J]. SSRN Electronic Journal, 2021.
- [14] 刘贯春, 段玉柱, 刘媛媛. 经济政策不确定性、资产可逆性与固定资产投资 [J]. 经济研究, 2019, 54(8): 53-70.
Liu G C, Duan Y Z, Liu Y Y. Economic Policy Uncertainty, Asset Reversibility, and Real Investment: Evidence from China[J]. Economic Research Journal, 2019, 54(8): 53-70.
- [15] 田国强, 李双建. 经济政策不确定性与银行流动性创造: 来自中国的经验证据 [J]. 经济研究, 2020, 55(8): 19-35.
Tian G Q, Li S J. Economic Policy Uncertainty and the Creation of Bank Liquidity: Empirical Evidence from China[J]. Economic Research Journal, 2020, 55(8): 19-35.
- [16] 沈坤荣, 施宇. 地方政府隐性债务的表现形式、规模测度及风险评估 [J]. 经济学动态, 2022(7): 16-30.
Shen K R, Shi Y. The Patterns, Scale Measure and Risk Assessment of Local Government's Implicit Liabilities[J]. Economic Perspectives, 2022(7): 16-30.
- [17] 熊琛, 周颖刚, 金昊. 地方政府隐性债务的区域间效应: 银行网络关联视角 [J]. 经济研究, 2022, 57(7): 153-171.
Xiong C, Zhou Y G, Jin H. Inter-regional Effects of Local Government Implicit Debt: An Interbank Network Approach[J]. Economic Research Journal, 2022, 57(7): 153-171.
- [18] 熊琛, 金昊. 地方政府债务风险与金融部门风险的“双螺旋”结构——基于非线性 DSGE 模型的分析 [J]. 中国工业经济, 2018(12):23-41.
Xiong C, Jin H. Double Helix of Local Government Debt Risk and Financial Sector Risk—Analysis Based on Nonlinear DSGE Model[J]. China Industrial Economics, 2018(12):23-41.
- [19] Sims E, Wu J C. Evaluating central banks' tool kit: Past, present, and future[J]. Journal of Monetary Economics, 2021, 118: 135-160.
- [20] Woodford M. Fiscal requirements for price stability[J]. Journal of Money, Credit, and Banking, 2001, 33(3): 669.
- [21] 姜婷凤, 汤珂, 刘涛雄. 基于在线大数据的中国商品价格粘性研究 [J]. 经济研究, 2020, 55(6): 56-72.
Jiang T F, Tang K, Liu T X. The Stickiness of Online Prices in China[J]. Economic Research Journal, 2020, 55(6): 56-72.
- [22] 战明华, 卢垚. 数字经济、价格粘性与货币政策利率渠道传导效果 [J]. 经济研究, 2023, 58(10): 55-74.
Zhan M H, Lu Y. Digital Economy, Price Stickiness and the Transmission Effect of Interest Rate Channels of Monetary Policy[J]. Economic Research Journal, 2023, 58(10): 55-74.
- [23] Christiano L J, Eichenbaum M, Evans C L. Nominal rigidities and the dynamic effects of a shock to monetary policy[J]. Journal of Political Economy, 2005, 113(1): 1-45.
- [24] 徐建炜, 纪洋, 陈斌开. 中国劳动力市场名义工资粘性程度的估算 [J]. 经济研究, 2012, 47(4): 64-76.
Xu J W, Ji Y, Chen B K. An Estimate of the Degree of Nominal Wage Rigidity in China[J]. Economic Research Journal, 2012, 47(4): 64-76.
- [25] 王展祥, 龚广祥. 劳动报酬份额偏离程度分析——基于劳资议价能力的视角 [J]. 经济评论, 2017, 1(1): 120-134.
Wang Z X, Gong G X. Analysis on the Deviation of Labor Income Share: From the Perspective of Bargaining Power between Labor and Capital[J]. Economic Review, 2017, 1(1): 120-134.
- [26] Galí J. Monetary policy, inflation, and the business cycle: an introduction to the new Keynesian framework and its applications[M]. [S.l.]:Princeton University Press, 2015.

- [27] Gertler M, Karadi P. A model of unconventional monetary policy[J]. Journal of Monetary Economics, 2011, 58(1): 17-34.
- [28] Gertler M, Karadi P. QE 1 vs. 2 vs. 3...: A framework for analyzing large-scale asset purchases as a monetary policy tool[J]. 29th issue (January 2013) of the International Journal of Central Banking, 2018.
- [29] 马勇, 吕琳. 影子银行, 金融监管与宏观稳定 [J]. 管理科学学报, 2022, 25(6): 1-21.
Ma Y, Lv L. Shadow banking, financial regulation and macro stability[J]. Journal of Management Science in China, 2022, 25(6): 1-21.
- [30] Galí J. The effects of a money-financed fiscal stimulus[J]. Journal of Monetary Economics, 2020, 115: 1-19.
- [31] 李戎, 刘力菲. 制度优势, 货币政策协调与财政拉动效应 [J]. 中国工业经济, 2021, 10(10): 20-38.
Li R, Liu L F. Institutional Advantage, Monetary Policy Accommodation and the Crowding-in Effect of Fiscal Policy[J]. China Industrial Economics, 2021, 10(10): 20-38.
- [32] 陈小亮, 马啸.“债务一通缩”风险与货币政策财政政策协调 [J]. 经济研究, 2016, 51(8).
Chen X L, Ma X. “Debt-Deflation” Risks and Coordination between Monetary and Fiscal Policies[J]. Economic Research Journal, 2016, 51(8).
- [33] Jermann U, Quadrini V. Macroeconomic effects of financial shocks[J]. American Economic Review, 2012, 102(1): 238-271.
- [34] Miao J, Su D. Fiscal and Monetary Policy Interactions in a Model with Low Interest Rate[J]. American Economic Journal: Macroeconomics, 2023, forcecoming.
- [35] Sims E, Wu C. Are QE and Conventional Monetary Policy Substitutable?[J]. International Journal of Central Banking, 2020, 16(1): 195-230.
- [36] 孙宁华. 中国宏观经济动态模型与校准分析 [M]. 南京: 南京大学出版社, 2015.
Sun N H. Dynamic Models and Calibration Analysis of China's Macroeconomy.[M]. Nanjing: Nanjing University Press, 2015.
- [37] Wickens M. Macroeconomic theory: a dynamic general equilibrium approach[M]. Princeton: Princeton University Press, 2011.

附录

A 附录 1

表 6 变量定义与计算方法

变量名称	变量符号	变量名称及其计算公式
加权资本成本	WACC	(徐明东、陈学斌, 2019)
公共债务扩张	Debt_GrowthRate	地方政府隐性债务规模存量 (沈坤荣、施宇, 2022) 地方政府显性债务规模存量(财政部) 中央政府显性债务规模存量(财政部)
主营业务收入	Income	胡聪慧等(2015)
企业财务风险	zscore	Altman(1968)
企业规模	size	期末总资产自然对数
资产负债率	lev	期末总负债/期末总资产
资产可抵押性	collater	李青原和王红建(2013)
现金流量	cf	经营活动净现金流量/总资产
公司治理水平	cg	顾乃康(2017)
产权性质	state	国企民营二值变量
经济不确定性	epu	Baker et al.(2016)
税率	tax_rate	企业所得税率

注: 地方政府隐性债务数据来源于 Wind, 根据沈坤荣和施宇^[16] 测算口径计算, 地方政府显性债务规模和中央政府债务规模以债务规模存量来衡量, 数据来源于财政部, 将以上各部分进行加总得到广义公共债务规模, 以债务规模增速衡量公共债务扩张, 资本成本的量度借鉴徐明东和陈学彬^[8] 的方法, 使用 2008—2021 年沪深交易所上市并且发行的 A 股非金融上市公司数据计算得到, 其中权益资本成本的测算通过 CAPM 模型得到, 数据来源于 CSMAR 数据库.

表 7 变量描述性统计

	count	mean	sd	min	max
WACC	26608	0.0555	0.0243	0.0045	0.1290
Debt_GrowthRate	26608	20.2438	6.4931	11.6700	33.3100
income	26608	0.0421	0.0774	-0.3419	0.2482
zscore	26608	4.7901	5.7723	-0.6435	36.4911
size	26608	1.3014	1.3591	-1.7075	5.3485
lev	26608	0.4291	0.2171	0.0505	1.0043
collater	26608	0.4722	0.1329	0.1253	0.8235
cf	26608	0.0469	0.0738	-0.1912	0.2573
cg	26608	0.0091	1.0168	-2.0507	2.4027
state	26608	0.3689	0.4825	0.0000	1.0000
epu	26608	1.1826	0.0839	1.0480	1.2935
tax_rate	26608	0.1889	0.1670	0.0000	25.0000

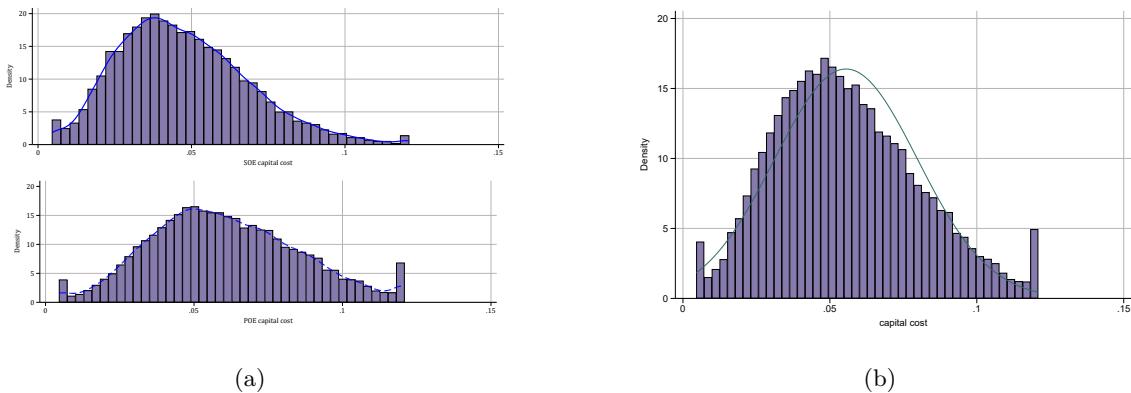


图 10 资本成本密度分布图

A.1 宏观序列

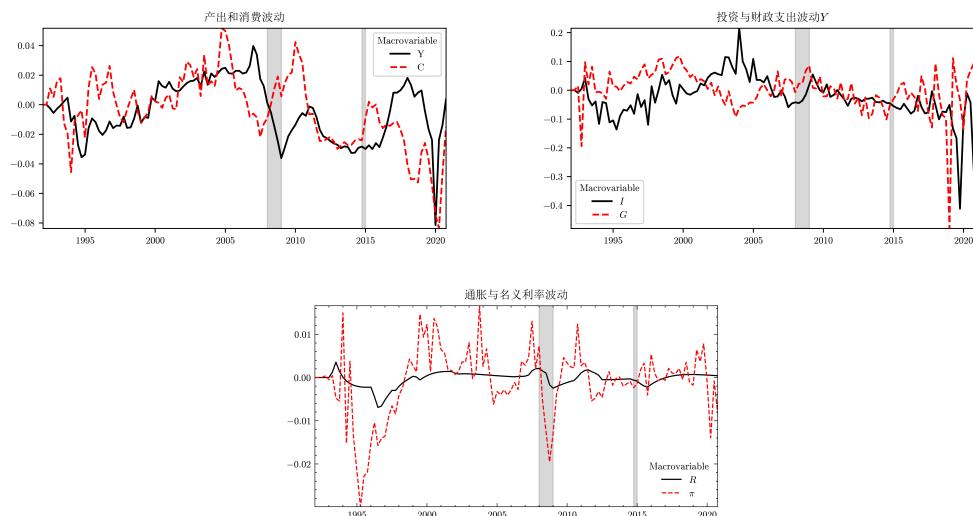


图 11 宏观观测变量的波动时序



图 12 利率走廊时变趋势

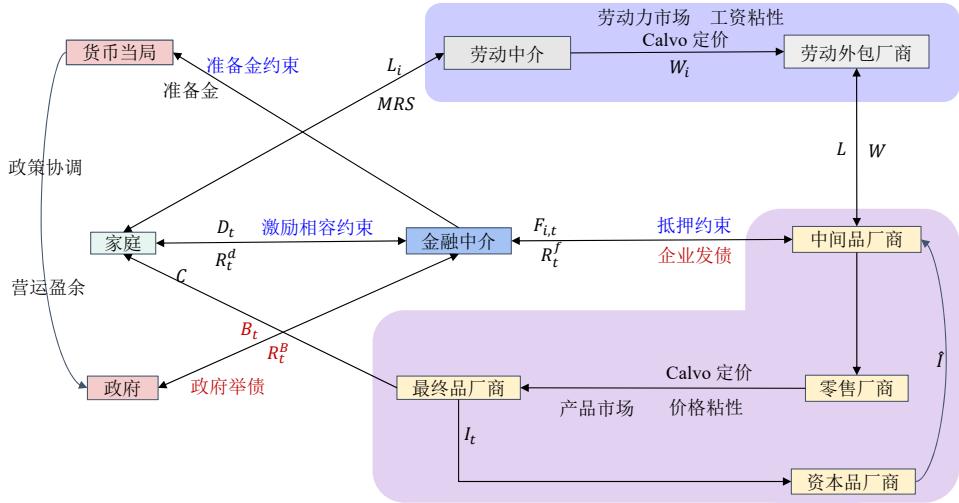
表 8 相关系数矩阵

	WACC	Debt_GrowthRate	Debt_GrowthRate	income	zscore	size	lev	collater	cf	cg	state	epu	tax rate
WACC	1												
Debt_GrowthRate	0.069***	1											
income	-0.023***		0.057***										
zscore	0.004	0.052***	0.237***	1									
size	-0.020***	-0.104***	-0.021***	-0.333***	1								
lev	0	0.047***	-0.373***	-0.571***	0.425***	1							
collater	0.010*	0.156***	0.212***	0.130***	-0.230***	-0.180***	1						
cf	-0.001	-0.082***	0.396***	0.125***	0.048***	-0.173***	0.068***	1					
cg	0.325***	-0.095***	0.037***	0.147***	-0.479***	-0.345***	0.141***	-0.072***	1				
state	-0.008	0.118***	-0.091***	-0.159***	0.347***	0.295***	-0.081***	-0.003	-0.533***	1			
epu	-0.010*	-0.840***	-0.031***	-0.036***	0.101***	-0.068***	-0.120***	0.054***	0.095***	-0.124***	1		
tax rate	0.002	0.029***	-0.028***	-0.026***	0.044***	0.067***	-0.043***	-0.017***	-0.064***	0.065***	-0.021***	1	

B 附录 2

表 9 变量说明

部门	变量	经济含义说明
家庭部门	C_t	总产出
	D_t	消费
	L_t	劳动供给
	R_t^D	存款利率
	mrs_t	劳动边际报酬
	μ_t	家庭预算约束的拉格朗日乘子
	$\Lambda_{t-1,t}$	SDF 随机贴现因子
劳动力市场	w_t^*	调整后的最优工资
	w_t	真实加总工资
	$f_{1,t}$	辅助乘子
	$f_{2,t}$	辅助乘子
	$L_{d,t}$	加总劳动
	∇_t^w	工资离散核
最终品厂商与零售品厂商	π_t^*	调整后最优价格变动
	$x_{1,t}$	辅助变量
	$x_{2,t}$	辅助变量
	π_t	加总产品价格衡量的物价总水平变动
	Y_t	总产品产出
	∇_t^p	总产品价格离散核
资本品厂商	I_t ,	投资需求
	p_t^k	投资品价格
中间品厂商	$Y_{m,t}$	中间品
	$L_{d,t}$	加总劳动
	\hat{I}_t	投资支出
	$F_{m,t}$	企业债券存量
	K_t	资本存量
	u_t	资本利用效率
	A_t	技术进步
金融部门	F_t	金融部门持有企业债券数量
	B_t	金融部门持有政府债券数量
	RE_t	金融部门持有准备金数量
	n_t	金融部门资本净值
	R_{t+1}^F	企业债券利率
	R_{t+1}^B	政府债券利率
	$Q_{F,t}$	企业债券市场价格
	$Q_{B,t}$	政府债券市场价格
	ϕ_t	金融部门杠杆率
	Ω_t	辅助变量
	λ_t	激励相容约束的拉格朗日乘子
	ω_t	准备金约束的拉格朗日乘子
财政当局	θ_t	信贷冲击
	T_t	一次性税收
	G_t	政府支出
货币当局	$B_{G,t}$	政府举债的公共债务存量
	R_t^{re}	存款准备金利率(政策调节利率)
	$T_{cb,t}$	货币当局盈余
	$F_{cb,t}$	货币当局持有企业债券数量
	$B_{cb,t}$	货币当局持有政府债券数量



资料来源：作者绘制，相关符号含义参见变量定义。

图 13 理论框架

B.1 模型动态系统

$$\mu_t = \frac{1}{C_t - bC_{t-1}} - \beta b \mathbb{E}_t \frac{1}{C_{t+1} - bC_t} \quad (52)$$

$$\mu_t mrs_t = \chi_h L_t^{\varphi_h} \quad (53)$$

$$1 = \mathbb{E}_t \mathbb{SD}\mathbb{F}_{t,t+1} \frac{R_t^d}{\Pi_{t+1}} \quad (54)$$

$$\mathbb{SD}\mathbb{F}_{t-1,t} := \Lambda_{t-1,t} = \frac{\beta \mu_t}{\mu_{t-1}} \quad (55)$$

- 变量集合：决策变量： $\{C_t, L_t, D_t\}$ ，价格变量 $\{R_t^d, mrs_t, \mu_t, \Lambda_{t-1,t}\}$
- 参数集合： $\{\beta, b, \varphi_h, \chi_h\}$

$$w_t^* = \frac{\epsilon_\omega}{(\epsilon_\omega - 1)} \frac{f_{1,t}}{f_{2,t}} \quad (56)$$

$$f_{1,t} = mrs_t w_t^{\epsilon_\omega} L_{d,t} + \theta_w \mathbb{E}_t \mathbb{SD}\mathbb{F}_{t,t+1} \left(\frac{\pi_{t+1}}{\pi_t^{\gamma_w}} \right)^{\epsilon_\omega} f_{1,t+1} \quad (57)$$

$$f_{2,t} = w_t^{\epsilon_\omega} L_{d,t} + \theta_w \mathbb{E}_t \mathbb{SD}\mathbb{F}_{t,t+1} \left(\frac{\pi_{t+1}}{\pi_t^{\gamma_w}} \right)^{\epsilon_\omega - 1} f_{2,t+1} \quad (58)$$

$$w_t^{1-\epsilon_\omega} = (1 - \theta_w) (w_t^*)^{1-\epsilon_\omega} + \theta_w \left(\frac{\pi_t}{\pi_{t-1}^{\gamma_w}} \right)^{\epsilon_\omega - 1} w_{t-1}^{1-\epsilon_\omega} \quad (59)$$

$$L_t = L_{d,t} \nabla_t^w \quad (60)$$

$$\nabla_t^w = (1 - \theta_w) \left(\frac{w_t^*}{w_t} \right)^{-\epsilon_\omega} + \theta_w \left(\frac{w_t}{w_{t-1}} \right)^{\epsilon_\omega} \Pi_t^{\epsilon_\omega} \nabla_{t-1}^w \quad (61)$$

- 变量集合: 决策变量 $\{L_{d,t}\}$, 价格变量: $\{w_t^*, w_t, f_{1,t}, f_{2,t}, \nabla_t^w\}$
 - 参数集合: $\{\epsilon_\omega, \theta_w, \gamma_w\}$
-

$$\pi_t^* = \frac{\epsilon_p}{(\epsilon_p - 1)} \frac{x_{1,t}}{x_{2,t}} \quad (62)$$

$$x_{1,t} = p_{m,t} Y_t + \theta_p \mathbb{E}_t \mathbb{SDF}_{t,t+1} \pi_{t+1}^{\epsilon_p} x_{1,t+1} \quad (63)$$

$$x_{2,t} = Y_t + \theta_p \mathbb{E}_t \mathbb{SDF}_{t,t+1} \pi_{t+1}^{\epsilon_p - 1} x_{1,t+1} \quad (64)$$

$$1 = (1 - \theta_p) (\pi_t^*)^{1-\epsilon_p} + \theta_p \pi_t^{\epsilon_p - 1} \quad (65)$$

$$Y_{w,t} = Y_t \nabla_t^p \quad (66)$$

$$\nabla_t^p = (1 - \theta_p) (\pi_t^*)^{-\epsilon_p} + \theta_p \pi_t^{\epsilon_p} \nabla_{t-1}^p \quad (67)$$

- 变量集合: 决策变量: Y_t , 价格变量: $\pi_t^*, x_{1,t}, x_{2,t}, \pi_t, \nabla_t^p$
 - 参数集合: $\{\epsilon_p, \theta_p\}$
-

$$\hat{I}_t = \left[1 - \varrho \left(\frac{I_t}{I_{t-1}} \right) \right] I_t \quad (68)$$

$$1 = p_t^k [1 - \varrho(g_{I_t}) - \varrho'(g_{I_t}) g_{I_t}] + \mathbb{E}_t \mathbb{SDF}_{t,t+1} p_{t+1}^k \varrho'(g_{I_t}) g_{I_t}^2 \quad (69)$$

- 变量集合: 决策变量: $\{I_t\}$, 价格变量: $\{p_t^k\}$
 - 参数集合: $\{\varrho_I\}$
-

$$Y_t(i) = A_t (U_{i,t} K_{i,t})^\alpha L_{i,t}^{1-\alpha} \quad (70)$$

$$k_{t+1} = (1 - \delta(u_t)) k_t + [1 - \varrho \left(\frac{i_t}{i_{t-1}} - 1 \right)^2] \hat{I}_t \quad (71)$$

$$\psi p_t^k \hat{I}_t \leq Q_t (F_{m,t} - \kappa F_{m,t-1}) \quad (72)$$

$$w_t = (1 - \alpha) p_{m,t} A_t (u_t K_t)^\alpha L_{d,t}^{1-\alpha} \quad (73)$$

$$p_t^k M_{1,t} \delta' (u_t) = \alpha p_{m,t} (u_t K_t)^{\alpha-1} L_{d,t}^{1-\alpha} \quad (74)$$

$$p_t^k M_{1,t} = \mathbb{E}_t \Lambda_{t,t+1} [\alpha p_{m,t+1} A_{t+1} K_{t+1}^{\alpha-1} u_{t+1}^\alpha L_{d,t+1}^{1-\alpha} + (1 - \delta(u_{t+1})) p_{t+1}^k M_{1,t+1}] \quad (75)$$

$$Q_t M_{2,t} = \mathbb{E}_t \Lambda_{t,t+1} \Pi_{t+1}^{-1} [1 + \kappa Q_{t+1} M_{2,t+1}] \quad (76)$$

$$\frac{M_{1,t} - 1}{M_{2,t} - 1} = \psi \quad (77)$$

$$\frac{A_t}{\bar{A}} = \left(\frac{A_{t-1}}{\bar{A}} \right)^{\rho_A} \times \exp(\varepsilon_t^A) \quad (78)$$

- 变量集合决策变量集合: $\{Y_{m,t}, L_{d,t}, \hat{I}_t, F_{m,t}, K_t, u_t\}$, 价格变量集合: $\{p_{m,t}, Q_t, M_{1,t}, M_{2,t}\}$ 外生变量: A_t
 - 参数集合: $\{\alpha, \psi, \kappa, \rho_A, \delta_0, \delta_1, \delta_2, \}$
-

$$Q_t F_{i,t} + Q_{B,t} B_{i,t} + RE_{i,t} = D_{i,t} + N_{i,t}$$

$$\begin{aligned} n_t = & \sigma \pi_t^{-1} [(R_t^F - R_{t-1}^d) Q_{t-1} F_{t-1} + (R_t^B - R_{t-1}^d) Q_{B,t-1} B_{t-1} + (R_{t-1}^{re} - R_{t-1}^d) RE_{t-1} + R_{t-1}^d n_{t-1}] \\ & + X \end{aligned} \quad (79)$$

$$RE_{i,t} \geq \xi D_{i,t}$$

$$\mathbb{E}_t \Lambda_{t,t+1} \Omega_{t+1} \Pi_{t+1}^{-1} (R_{t+1}^F - R_t^d) = \frac{\lambda_t}{1 + \lambda_t} \theta_t \quad (80)$$

$$\mathbb{E}_t \Lambda_{t,t+1} \Omega_{t+1} \Pi_{t+1}^{-1} (R_{t+1}^B - R_t^d) = \frac{\lambda_t}{1 + \lambda_t} \theta_t \Delta \quad (81)$$

$$\mathbb{E}_t \Lambda_{t,t+1} \Omega_{t+1} \Pi_{t+1}^{-1} (R_t^{re} - R_t^d) = - \frac{\omega_t}{1 + \lambda_t} \quad (82)$$

$$\Omega_t = 1 - \sigma + \sigma \theta_t \phi_t \quad (83)$$

$$\phi_t = \frac{1 + \lambda_t}{\theta_t} \mathbb{E}_t [\Lambda_{t,t+1} \Omega_{t+1} \Pi_{t+1}^{-1}] R_t^d - \frac{\omega_t re_t}{n_t \theta_t} \quad (84)$$

$$\phi_t = \frac{Q_t F_t + \Delta Q_{B,t} B_t}{n_t} \quad (85)$$

$$R_t^F = \frac{1 + \kappa Q_t}{Q_{t-1}} \quad (86)$$

$$R_t^B = \frac{1 + \kappa Q_{B,t}}{Q_{B,t-1}} \quad (87)$$

$$\frac{\theta_t}{\bar{\theta}} = \left(\frac{\theta_{t-1}}{\bar{\theta}} \right)^{\rho_\theta} \times \exp(\varepsilon_t^\theta) \quad (88)$$

- 变量集合决策变量: $\{F_t, B_t, RE_t, n_t\}$, 价格变量: $\{R_{t+1}^F, R_{t+1}^B, \phi_t, \Omega_t, \lambda_t, \omega_t, Q_{B,t}\}$ 外生变量: θ_t
- 参数集合: $\{\sigma, \xi, \Delta, \rho_\theta, \bar{\theta}\}$

$$P_t G_t + B_{G,t-1} = P_t T_t + P_t T_{cb,t} + Q_{B,t}(B_{G,t} - \kappa B_{G,t-1}) \quad (89)$$

$$\frac{G_t}{\bar{G}} = \left(\frac{G_{t-1}}{\bar{G}} \right)^{\rho_G} \times \exp(\varepsilon_t^G) \quad (90)$$

$$\frac{B_{G,t}}{\bar{B}_G} = \left(\frac{B_{G,t-1}}{\bar{B}_G} \right)^{\rho_B} \times \exp(\varepsilon_t^B) \quad (91)$$

- 变量集合: 决策变量: T_t , 外生变量: $G_t, B_{G,t}$
 - 参数集合: $\rho_G, \rho_B, \bar{G}, \bar{B}_{G,t}$
-

$$Q_t F_{cb,t} + Q_{B,t} B_{cb,t} = R E_{i,t} \quad (92)$$

$$P_t T_{cb,t} = (R_t^F - R_{t-1}^{re}) Q_{t-1} F_{cb,t-1} + (R_t^B - R_{t-1}^{re}) Q_{B,t-1} B_{cb,t-1} \quad (93)$$

$$\frac{R_t^{tr}}{\bar{R}^{tr}} = \left(\frac{R_{t-1}}{\bar{R}^{tr}} \right)^{\rho_r} \left[\left(\frac{\pi_t}{\bar{\pi}} \right)^{\kappa_\pi} \left(\frac{Y_t}{\bar{Y}} \right)^{\kappa_Y} \right]^{1-\rho_r} e^{\varepsilon_t^r} \quad (94)$$

- 变量集合: 决策变量: $\{R_t^{re}, T_{cb,t}\}$ 外生变量: $F_{cb,t}, B_{cb,t}, T_{cb,t}$
 - 参数集合: $\{\rho_f, \rho_b, \rho_r, \kappa_\pi, \kappa_Y, \bar{R}^{tr}, \bar{\pi}, \bar{Y}\}$
-

$$F_{m,t} = F_t + F_{cb,t} \quad (95)$$

$$B_{G,t} = B_t + B_{cb,t} \quad (96)$$

$$Y_t = C_t + I_t + G_t \quad (97)$$

-
- 变量集合: $A_t, G_t, \theta_t, \Pi_t^*, \nabla_t^p, \nabla_t^w$