

# “双支柱”政策的结构性功能

## ——基于产业绿色转型视角

徐飘洋 王 博

(杭州师范大学经济学院,浙江杭州 311121;南开大学金融学院,天津 300350)

**摘要:**本文通过构建包含多种“双支柱”政策的 DSGE 模型,评估了不同“双支柱”政策支持产业绿色转型的有效性。研究发现:(1)再贷款政策、差别存款准备金率政策和差别流动性覆盖率约束政策,均是通过定向降低银行部门融资成本来引导信贷投放,这三种结构性政策降成本的力度,分别取决于再贷款利率、法定存款准备金利率和超额存款准备金利率,三种政策可以通过调整政策力度的方式达到同样的政策效果;(2)差别风险加权因子政策,主要是通过金融加杠杆的方式来引导产业结构调整,往往会引起资产价格大幅波动,对产业绿色转型的影响小于前三种政策;(3)央行储备资产配置政策,往往会在金融市场中与金融部门形成竞争关系,导致银行部门投向绿色产业的信贷规模下降,进而弱化央行储备资产配置政策的政策效果;(4)在经济和金融周期中引入合适的逆周期结构性政策,可有效促进产业绿色转型和改善居民福利,但长期的结构性政策可能会对居民福利产生一定负面影响。

**关键词:**“双支柱”政策;产业绿色转型;DSGE 模型

JEL 分类号:E58, G28, Q54 文献标识码:A 文章编号:1002-7246(2021)02-0019-19

### 一、引言

坚持和加快产业绿色转型已成为我国中长期的重要战略目标。“双碳”目标提出后,中国人民银行逐步探索在政策框架中纳入气候变化因素。目前已出台的与绿色发展相关的货币政策及宏观审慎政策包括但不限于:将符合条件的绿色贷款和绿色债券纳入货币政策操作合格抵质押品、创设碳减排支持工具和支持煤炭清洁高效利用专项再贷款、将

---

收稿日期:2023-11-22

作者简介:徐飘洋,经济学博士,讲师,杭州师范大学经济学院,E-mail:xupiaoyang@yeah.net.

王博(通讯作者),经济学博士,教授,南开大学金融学院,E-mail:nkwangbo@nankai.edu.cn.

\* 本文感谢国家自然科学基金面上项目(72073076)的资助。感谢匿名审稿人的宝贵意见,文责自负。

绿色金融纳入 MPA“信贷政策执行情况”进行评估、开展气候风险压力测试等。在产业绿色转型的需求和“双碳”目标的约束下,人民银行深入探究不同的“双支柱”政策对产业绿色转型的影响及影响机制,探索构建内含碳中和目标的“双支柱”政策框架(朱民和彭道菊,2022)。

国内外学者围绕货币政策对产业绿色转型的影响展开了丰富的研究。郭晔和房芳(2021)研究发现,将绿色信贷资产纳入央行合格担保品范围可以增加绿色企业的信贷可得性、降低绿色企业的信贷成本。但是随着时间的推移,央行担保品政策对绿色产业的支持作用也会逐渐弱化(陈国进等,2021)。除了央行担保品政策,针对绿色信贷的贴息、定向降准以及再贷款政策均可优化我国的产业结构(陈国进等,2023a;何莎,2023;王遥等,2019)。此外,除了常规的结构性货币政策,绿色量化宽松政策也可能会对产业绿色转型产生影响。其中,Diluiso et al. (2021)研究表示,在应对负向的棕色资产质量冲击时,绿色量化宽松政策能有效地刺激经济并促进绿色产业的发展。但是,Ferrari and Landi(2023)通过机制探究发现,绿色债券与棕色债券之间的不完全可替代性是绿色量化宽松政策发挥作用的关键,但即使如此,绿色量化宽松政策对碳减排的影响也微乎其微。

此外,也有大量学者对宏观审慎政策对产业绿色转型的影响进行了探讨。其中,Narbel(2013)、Campiglio et al. (2017)均表示现有的宏观审慎政策在一定程度上抑制了金融部门对绿色产业部门的支持,加大了棕色资产搁浅风险。同时,在现有的宏观审慎监管框架下,气候政策和环境灾害冲击也会对金融稳定产生显著的负面影响(陈国进等,2023b;王遥和王文蔚,2021)。但是,Campiglio et al. (2018)也表示,低碳资产未必一定是安全资产,降低银行贷款对低碳投资的资本充足率要求可能会危及宏观审慎的政策目标。Punzi(2018)比较了资本充足率政策和贷款价值比两种宏观审慎政策在产业绿色转型过程中的作用,发现只有差异化的资本充足率政策能够有效地维持绿色融资、支持绿色产业的发展。Carattini et al. (2023)、陈国进等(2023a)的进一步研究表示,“棕色惩罚”和“绿色支持”的宏观审慎政策能有效地减少产业绿色转型对经济的负面影响。

总体上,现有文献对已有的绿色政策进行了较为全面的分析,对于现有的绿色政策能否有效促进产业绿色转型达成了一定的共识。但现有文献对于尚未出台的、可能有助于产业绿色转型的政策的探讨还较为有限,同时,未能形成一个与碳中和一致的、包含各种“双支柱”政策的统一理论框架,缺乏不同“双支柱”政策支持产业绿色转型的比较研究。鉴于此,本文建立了一个包含产业绿色转型以及多种“双支柱”政策的统一框架,定量评估了不同“双支柱”政策对产业绿色转型和居民福利的影响,厘清了不同政策的传导机制,并讨论了在不同的经济及金融周期下,“双支柱”政策应该如何协调搭配。本文的研究对完善我国的“双支柱”政策框架,促进产业绿色转型,确保“双碳”目标的实现具有重要的政策价值。

本文的研究贡献主要体现在以下三个方面:第一,本文创新性地在模型中引入了针对银行部门的流动性覆盖率约束,为央行评估流动性约束政策提供了一个理论框架。第二,本文通过将再贷款政策、差别存款准备金率政策、差别流动性约束政策、差别风险加权因

子政策以及央行储备资产配置政策纳入同一个理论框架,定量比较了不同“双支柱”政策对产业绿色转型的有效性,同时厘清了不同“双支柱”政策的传导机制。第三,本文扩展分析了逆周期的具有结构性特征的“双支柱”政策以及常态化的具有结构性特征的“双支柱”政策对宏观经济和产业绿色转型的影响,比较了面对不同外生冲击时,不同“双支柱”政策协调搭配下的居民福利损失情况,为构建与碳中和目标相一致、动态化的“双支柱”政策框架提供了一定的方向。

## 二、模型框架

### (一)居民部门

代表性居民主要通过调整消费和劳动来最大化其一生的效用,代表性居民的效用函数为:

$$E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t A_{C,t} \left[ \ln(C_t - h_c C_{t-1}) - \sum_s \Psi_{N,s} \frac{N_{S,t}^{1+\kappa_s}}{1+\kappa_s} \right] \quad (1)$$

其中,  $\beta$  和  $h_c$  分别为代表性居民的主观折现因子和消费习惯,  $\Psi_{N,s}$  和  $\kappa_s$  分别为居民对劳动的厌恶程度和劳动供给的逆 Frisch 弹性系数,  $C_t$  和  $N_s$  为  $t$  期代表性居民的消费和劳动供给,  $S = \{Y, L, F\}$  分别表示最终产品生产部门、清洁能源部门和化石能源部门。 $A_{C,t}$  表示总需求冲击,服从对数 AR(1) 过程。居民的收入来源包括劳动收入  $W_{s,t} N_{S,t}$ 、企业分红  $\Pi_t$ 、政府税收及转移支付  $T_t$  和银行储蓄收益  $R_t D_t$ 。 $P_t$  为总价格指数。居民的预算约束为:

$$P_t C_t + D_{t+1} \leq \sum_s W_{s,t} N_{S,t} + R_t D_t + \Pi_t - T_t \quad (2)$$

### (二)银行部门

商业银行的资金来源主要包括自有资金和银行存款,其持有的资产主要包括最终产品生产商发行的债券、化石能源部门发行的债券、清洁能源部门发行的债券、法定准备金和超额准备金。单个银行的资产负债表如下:

$$W_{j,t} + \psi_{RR,t} D_{j,t} + ERR_{j,t} = NW_{j,t} + D_{j,t} \quad (3)$$

其中,  $W_{j,t} = \sum_s Q_{FS,t} F_{j,S,t}$ ,  $S = \{Y, L, F\}$  为银行总资产,也可表示总的银行信贷规模。其中  $F_{j,s,t}$  为同质性企业  $j$  发行的债券,可记为  $F_{s,t}$ 。 $\psi_{RR,t}$  为法定存款准备金率,  $ERR_{j,t}$  为超额存款准备金。单个金融机构的权益运动方程为:

$$NW_{j,t} = \sum_s R_{s,t} Q_{FS,t-1} F_{j,S,t-1} + R_{RR,t-1} \psi_{RR,t-1} D_{j,t-1} + R_{ERR,t-1} ERR_{j,t-1} - R_{t-1} D_{j,t-1} \quad (4)$$

其中,  $R_{s,t}$  为银行持有的企业债券的收益率,  $R_{RR,t-1}$  为法定存款准备金利率,  $R_{ERR,t-1}$  为超额存款准备金利率。为了防止单个银行所有者权益的无限制积累,我们假设每一期银行家以  $1 - \theta$  的概率退出银行业,同时会有等量的新银行家进入银行业。故而,单个银行的实际值函数为:

$$V_{j,t} = E_t A_{t,t+1} [(1 - \theta) NW_{j,t+1} + \theta V_{j,t+1}] \quad (5)$$

假定新银行家自带的资金量为  $NW_{n,t+1} = \omega_n W_t$ , 其中  $W_t$  为银行业总资产。进而可得整个银行业的自有资金量为:

$$NW_{t+1} = \theta \sum_j NW_{j,t+1} + NW_{n,t+1} \quad (6)$$

参照 Sims and Wu(2021), 假定金融机构会受到如下的激励相容约束:

$$V_{j,t} \geq \rho_t (Q_{FY,t} F_{j,Y,t} + \psi_{L,t} Q_{FL,t} F_{j,L,t} + \psi_{F,t} Q_{FF,t} F_{j,F,t}) \quad (7)$$

其中,  $\rho_t$ 、 $\rho_t \psi_{L,t}$  和  $\rho_t \psi_{F,t}$  分别表示银行家可转移其所持有的最终产品生产部门、清洁能源部门以及化石能源部门的债权份额。 $\rho_t$  表示信贷约束, 服从对数 AR(1) 过程。其中  $1 - \rho_t$  表示当金融部门破产时居民部门能收回的资产比重, 当  $\rho_t$  越高时, 金融机构破产后居民可收回的本息越少, 居民越不愿意借款给金融中介, 信贷约束越强。2017 年中国人民银行进一步将绿色金融纳入宏观审慎评估体系, 进而我们将  $\psi_{L,t}$  和  $\psi_{F,t}$  作为外生的风险加权因子引入, 将其作为中国人民银行调整金融机构绿色信贷和棕色信贷占总信贷比重及风险溢价的工具。 $\tilde{W}_{j,t} = Q_{FY,t} F_{j,Y,t} + \psi_{L,t} Q_{FL,t} F_{j,L,t} + \psi_{F,t} Q_{FF,t} F_{j,F,t}$  表示风险资产, 风险加权后的银行部门杠杆率为  $\tilde{\phi}_{j,t} = \tilde{W}_{j,t} / NW_{j,t}$ , 未经风险调整过的银行杠杆率为  $\phi_{j,t} = W_{j,t} / NW_{j,t}$ 。

2014 年 3 月, 原银监会施行《商业银行流动性风险管理暂行办法(试行)》, 正式将流动性覆盖率引入国内流动性风险监管指标体系, 2018 年 7 月, 《商业银行流动性风险管理暂行办法》正式施行。故而我们在模型中进一步引入流动性覆盖率约束, 流动性覆盖率约束条件如下:

$$ERR_{j,t} + \varpi_Y Q_{FY,t} F_{j,Y,t} + \varpi_{L,t} Q_{FL,t} F_{j,L,t} + \varpi_{F,t} Q_{FF,t} F_{j,F,t} \geq \varphi_{j,t} \quad (8)$$

根据《商业银行流动性风险管理暂行办法》, 合格优质流动性资产不得少于未来 30 天银行的现金净流出, 其中, 合格优质流动性资产包括超额准备金等一级资产和评级 AA- 级及以上的非金融公司债券等二级资产。其中,  $\varsigma$  表示未来 30 天银行的现金净流出占总存款的比重,  $ERR_{j,t}$  即为超额准备金, 属于一级资产,  $\varpi_Y$ 、 $\varpi_{L,t}$ 、 $\varpi_{F,t}$  表示银行持有的各类资产中的二级资产占各类资产的比重。本文将  $\varpi_{L,t}$  和  $\varpi_{F,t}$  分别作为针对绿色资产和棕色资产的流动性管理工具,  $\varpi_{L,t}$  和  $\varpi_{F,t}$  均服从对数 AR(1) 过程,  $\ln \varpi_{L,t} = (1 - \rho_{\varpi_L}) \ln \varpi_L + \rho_{\varpi_L} \ln \varpi_{L,t-1} + \varepsilon_{\varpi_{L,t}}$ ,  $\ln \varpi_{F,t} = (1 - \rho_{\varpi_F}) \ln \varpi_F + \rho_{\varpi_F} \ln \varpi_{F,t-1} + \varepsilon_{\varpi_{F,t}}$ 。

### (三) 企业部门<sup>1</sup>

本文假设最终产品企业、清洁能源企业和化石能源企业的融资方式相同, 均通过发行长期债券来进行融资。参照 Woodford (2001), 假设企业发行的长期债券为每期支付递减票息的永久性债券, 令  $\mu_s \in [0, 1]$  为票息的衰减参数, 银行家在发行期以  $Q_{FS,t}$  的价格购买一单位债券, 然后从  $t + 1$  期开始, 往后每一期分别可获得  $1$ 、 $\mu_s$ 、 $\mu_s^2$ 、 $\mu_s^3$ 、 $\dots$ 、 $\mu_s^T$  的收益。

<sup>1</sup> 本文的企业部门共包含了零售部门、最终产品生产部门、清洁能源部门、化石能源部门和资本品生产部门五个部门, 其中对于零售部门及资本品生产部门, 本文与现有大多数文献相一致, 在此不再赘述。另外, 本文采用了 Rotemberg 定价, 也与现有文献保持一致。

假设  $CF_{S,t}$  为企业每一期发行的债券规模,则企业每一期需要偿还的债务为:

$$F_{S,t} = CF_{S,t-1} + \mu_S CF_{S,t-2} + \mu_S^2 CF_{S,t-3} + \dots \quad (9)$$

根据上式可得  $CF_{S,t} = F_{S,t} - \mu_S F_{S,t-1}$ ,故而企业每一期因发行债券所获取的融资规模为  $Q_{FS,t}F_{S,t} - \mu_S Q_{FS,t}F_{S,t-1}$ 。根据企业债券的发行和偿还方式可得企业债券收益率为:

$$R_{S,t} = \frac{1 + \mu_S Q_{FS,t}}{Q_{FS,t-1}}, S \in (Y, L, F) \quad (10)$$

三个企业的投资活动均会受到其债务融资的影响,本文假设三种企业均面临如下的投资约束:

$$\chi_{IS} Q_{IS,t} I_{S,t} \leq Q_{FS,t} (F_{S,t} - \mu_S F_{S,t-1}) \quad (11)$$

其中,  $\chi_{IS}$  为新增投资中需要借助长期债务融资来实现的部分,  $Q_{IS,t}$  和  $I_{S,t}$  分别为对应的资产价格和新增投资。在上述约束下,三种企业的资本积累方程为:

$$K_{S,t+1} = (1 - \delta_S) K_{S,t} + I_{S,t} \quad (12)$$

其中,  $\delta_S$  为实物资产的资本折旧率。

### 1. 最终产品生产部门

最终产品生产部门首先通过雇佣劳动  $N_{Y,t}$  和租赁资产  $K_{Y,t}$  来生产中间品  $VA_{Y,t}$ ,然后使用其所生产的中间品  $VA_{Y,t}$  和电力  $E_t$  来生产最终产品,其中,电力包括清洁能源部门生产的绿电  $E_{L,t}$  和化石能源部门生产的火电  $E_{F,t}$  两种。最终产品生产函数为:

$$Y_t = [(1 - \varpi_E)^{\frac{1}{\varepsilon_Y}} VA_{Y,t}^{\frac{\varepsilon_Y-1}{\varepsilon_Y}} + \varpi_E^{\frac{1}{\varepsilon_Y}} E_t^{\frac{\varepsilon_Y-1}{\varepsilon_Y}}]^{\frac{\varepsilon_Y}{\varepsilon_Y-1}} \quad (13)$$

其中,  $\varpi_E$  为能源  $E_t$  的产出份额,  $\varepsilon_Y$  为中间品  $VA_{Y,t}$  与电力  $E_t$  之间的替代弹性。总电力投入函数为:

$$E_t = [\varpi_{EL}^{\frac{1}{\varepsilon_E}} E_{L,t}^{\frac{\varepsilon_E-1}{\varepsilon_E}} + (1 - \varpi_{EL})^{\frac{1}{\varepsilon_E}} E_{F,t}^{\frac{\varepsilon_E-1}{\varepsilon_E}}]^{\frac{\varepsilon_E}{\varepsilon_E-1}} \quad (14)$$

其中,  $\varpi_{EL}$  为消费的清洁能源部门生产的电力  $E_{L,t}$  占总电力消费的比重,  $\varepsilon_E$  为两种电力之间的替代弹性。中间品生产函数为:

$$VA_{Y,t} = \Gamma_{DY,t} A_{Y,t} K_{Y,t}^{\alpha_Y} N_{Y,t}^{1-\alpha_Y} \quad (15)$$

其中,  $A_{Y,t}$  为最终产品部门的全要素生产率,服从对数 AR(1) 过程,  $\alpha_Y$  为最终产品部门资本产出份额。参考米志付 (2021), 我们假设气候损失函数为  $\Gamma_{DY,t} = 1/(1 + \lambda_{Y,0} Temp_t^2)$ ,  $\lambda_{Y,0}$  为气候损失系数,  $Temp_t$  为气温。

### 2. 清洁能源部门

清洁能源部门主要通过租赁资本  $K_{L,t}$  和雇佣劳动  $N_{L,t}$  来生产绿电  $E_{L,t}$ , 生产函数为:

$$E_{L,t} = \Gamma_{DL,t} A_{L,t} K_{L,t}^{\alpha_L} N_{L,t}^{1-\alpha_L} \quad (16)$$

其中,  $A_{L,t}$  为清洁能源部门的全要素生产率,服从对数 AR(1) 过程, 气候损失函数为  $\Gamma_{DL,t} = 1/(1 + \lambda_{L,0} Temp_t^2)$ ,  $\alpha_L$  为清洁能源部门的资本产出份额。

### 3. 化石能源部门

化石能源部门首先通过雇佣劳动  $N_{F,t}$  和租赁资产  $K_{F,t}$  来生产中间品  $VA_{F,t}$ , 然后使用

其所生产的中间品  $VA_{F,t}$  和开采的自然资源  $X_t$  来生产火电。火电的生产函数为：

$$E_{F,t} = [(1 - \varpi_X)^{\frac{1}{\varepsilon_F}} VA_{F,t}^{\frac{\varepsilon_F-1}{\varepsilon_F}} + \varpi_X^{\frac{1}{\varepsilon_F}} X_t^{\frac{\varepsilon_F-1}{\varepsilon_F}}]^{\frac{\varepsilon_F}{\varepsilon_F-1}} \quad (17)$$

其中,  $\varpi_X$  为自然资源  $X_t$  的产出份额,  $\varepsilon_F$  为中间品  $VA_{F,t}$  与自然资源  $X_t$  之间的替代弹性。中间品生产函数为：

$$VA_{F,t} = \Gamma_{DF,t} A_{F,t} K_{F,t}^{\alpha_F} N_{F,t}^{1-\alpha_F} \quad (18)$$

其中,  $A_{F,t}$  为化石能源部门的全要素生产率, 服从对数 AR(1) 过程, 气候损失函数为  $\Gamma_{DF,t} = 1/(1 + \lambda_{F,0} Temp_t^2)$ ,  $\alpha_F$  为化石能源部门资本产出份额。

对于自然资源, 我们假定其存量的运动方程为  $M_{t+1} = (1 - \rho_M) M_t - X_t + \Delta_t$ 。其中,  $M_t$  为自然资源的存量,  $\rho_M$  为开采过程中的资源损耗,  $\Delta_t$  为每期新发现的自然资源。自然资源的开采成本函数为  $\Gamma_{X,t} = \chi_0 (M_0/M_t)^{-\chi_1} X_t$ , 其中  $\chi_0$  和  $\chi_1$  均为开采成本参数。假设每消耗一单位自然资源所产生的碳排放为  $e_t = X_t$ , 参考 Carattini et al. (2023), 大气中的碳存量运动方程为  $Z_t = \rho_Z Z_{t-1} + e_t$ 。其中,  $Z_t$  为碳存量,  $\rho_Z$  为碳存量的自相关系数。参考 Dietz and Venmans(2019), 因碳排放量所导致的气候变化为  $Temp_t = \overline{Temp} + \vartheta_{temp} Z_t$ 。

#### (四) 政府部门

政府部门主要包括财政部门和中央银行部门, 财政部门主要执行财政政策, 中央银行同时制定货币政策及宏观审慎政策。其中, 货币政策主要为传统的以泰勒规则为主的价格型规则和包含再贷款政策与央行储备资产配置的结构性货币政策; 宏观审慎政策则包括风险加权因子政策、流动性约束政策、差别存款准备金率政策和动态存款准备金率政策四种。

##### 1. 财政部门

政府部门主要包括财政部门和中央银行部门, 其中财政部门通过一次性税收及债务融资来获取收入, 其收入主要用于政府购买, 假定政府支出  $G_t$  由外生决定, 服从对数 AR(1) 过程,  $\ln G_t = (1 - \rho_G) \ln G + \rho_G \ln G_{t-1} + \varepsilon_{G,t}$ ,  $\varepsilon_{G,t} \sim N(0, \sigma_G^2)$ ,  $G$  为政府支出的稳态值。

##### 2. 中央银行部门

###### (1) 货币政策

价格型货币政策, 我们假定其服从泰勒规则:

$$\ln R_t = \rho_R \ln R_{t-1} + (1 - \rho_R) [\ln \pi_t + \rho_\pi (\ln \pi_t - \ln \pi) + \rho_Y (\ln Y_t - \ln Y_{t-1})] + \varepsilon_{R,t} \quad (19)$$

其中,  $R$  和  $\pi$  分别表示名义利率和通货膨胀率的稳态值。 $\rho_R$  为利率平滑系数,  $\rho_\pi$  为利率对通胀的反应系数,  $\rho_Y$  为利率对产出的反应系数,  $\varepsilon_{R,t} \sim N(0, \sigma_R^2)$  为外生的货币政策冲击。

对于结构性货币政策, 2021 年 11 月 17 日, 国务院常务会议决定, 在前期设立碳减排金融支持工具的基础上, 再设立 2000 亿元支持煤炭清洁高效利用专项再贷款, 增加政策规模, 推动绿色低碳发展。当引入再贷款政策后, 银行可以向中央银行申请再贷款, 此时银行的资产负债表变为:

$$W_{j,t} + \psi_{RR,t} D_{j,t} + ERR_{j,t} = NW_{j,t} + D_{j,t} + \tau_{L,t} Q_{FL,t} F_{j,L,t} \quad (20)$$

其中,  $\tau_{L,t}$  为银行每增加一单位绿色信贷可申请的再贷款数量,本文假设其作为再贷款政策工具,服从 AR(1) 过程,  $\tau_{L,t} = \rho_L \tau_{L,t-1} + \varepsilon_{L,t}$ 。假定金融机构再贷款的贷款利率为  $R_{CB,t}$ , 单个金融机构权益运动方程变为:

$$\begin{aligned} NW_{j,t} = & \sum_S R_{S,t} Q_{FS,t-1} F_{j,S,t-1} + R_{RR,t-1} \psi_{RR,t-1} D_{j,t-1} + R_{ERR,t-1} ERR_{j,t-1} \\ & - R_{t-1} D_{j,t-1} - R_{CB,t-1} \tau_{L,t-1} Q_{FL,t-1} F_{j,L,t-1} \end{aligned} \quad (21)$$

储备资产配置政策。2021 年英格兰央行和欧央行先后宣布计划在货币政策投资组合中纳入气候变化因素。参照这一国际经验,我们进一步从储备资产配置的角度来分析货币政策的有效性。当中央银行购买商业银行所持有的绿色信贷后,此时清洁能源部门的信贷约束变为:

$$\chi_{IL} Q_{IL,t} I_{L,t} \leq Q_{FL,t} (F_{L,t} - \mu_L F_{L,t-1}) + Q_{FL,t} (F_{L,CB,t} - \mu_L F_{L,CB,t-1}) \quad (22)$$

$\tau_{CB,t} = F_{L,CB,t}/F_{L,t}$  为央行持有的绿色资产与银行持有的绿色资产之比,本文假设其作为央行资产配置政策的工具,服从 AR(1) 过程,  $\tau_{CB,t} = \rho_{CB} \tau_{CB,t-1} + \varepsilon_{CB,t}$ 。本文设定央行储备资产配置政策是央行购买银行的绿色信贷而不是绿色债券,主要是考虑到我国的金融市场还是以间接融资为主,企业发行绿色债券的门槛要远高于获取绿色信贷的门槛,大多数企业只能通过银行信贷来获取融资。在此背景下,央行购买银行的绿色信贷能更好地兼顾公平性,使得政策能惠及更多企业。

## (2) 宏观审慎政策

动态存款准备金率。本文假定动态存款准备金率的调整主要盯住信贷 GDP 缺口和产出,动态存款准备金率规则如下:

$$\begin{aligned} \ln \psi_{RR,t} = & \rho_\psi \ln \psi_{RR,t-1} + (1 - \rho_\psi) [\ln \psi_{RR} + \varphi_Y \ln (Y_t / Y_{t-1}) \\ & + \varphi_{CY} (\ln (Credit_t / \overline{Credit}) - \ln (Y_t / Y)) ] + \varepsilon_{\psi,t} \end{aligned} \quad (23)$$

其中,  $Credit_t = \sum_S Q_{FS,t} (F_{S,t}/P_t - \mu_S F_{S,t-1}/P_t)$  为总的新增信贷规模,  $\psi_{RR}$  和  $\overline{Credit}$  表示动态存款准备金率和新增信贷的稳态值,  $\rho_\psi$  为存款准备金率的自相关系数,  $\varphi_Y$  和  $\varphi_{CY}$  分别为存款准备金率对产出和信贷与 GDP 缺口的反应系数,  $\varepsilon_{\psi,t} \sim N(0, \sigma_\psi^2)$  为动态存款准备金率冲击。

差别存款准备金率与动态存款准备金率不同,差别准备金率的结构性特征更强,当不存在差别准备金率时,银行所缴纳的准备金数量为  $\psi_{RR,t} D_t$ 。当执行差别准备金率时,调整后的存款准备金率  $\tilde{\psi}_{RR,t} = h(\psi_{B,t}, s_{L,t}, s_{F,t})$ , 它是未调整前的准备金率  $\psi_{B,t}$ 、绿色资产占总资产的份额  $s_{L,t}$  以及棕色资产占总资产份额  $s_{F,t}$  的函数。执行差别存款准备金率后,银行的资产负债表约束变为:

$$W_{j,t} + \psi_{RR,t} D_{j,t} + ERR_{j,t} = NW_{j,t} + D_{j,t} + \tau_{RRL,t} Q_{FL,t} F_{j,L,t} - \tau_{RRF,t} Q_{FF,t} F_{j,F,t} \quad (24)$$

$\tilde{\psi}_{RR,t} = \psi_{RR,t} - \tau_{RRL,t} Q_{FL,t} F_{j,L,t} / D_{j,t} + \tau_{RRF,t} Q_{FF,t} F_{j,F,t} / D_{j,t}$  即为调整后的存款准备金率,  $\tau_{RRL,t} Q_{FL,t} F_{j,L,t}$  和  $\tau_{RRF,t} Q_{FF,t} F_{j,F,t}$  表示每增加一单位绿色资产和棕色资产,存款准备金率的放松和收缩程度,本文将  $\tau_{RRL,t}$  和  $\tau_{RRF,t}$  作为绿色和棕色差别存款准备金政策工具,假设均

服从 AR(1) 过程,  $\tau_{RRL,t} = \rho_{RRL}\tau_{RRL,t-1} + \varepsilon_{RRL,t}$ ,  $\tau_{RRF,t} = \rho_{RRF}\tau_{RRF,t-1} + \varepsilon_{RRF,t}$ 。

对于资本类宏观审慎工具,参照 D’ Orazio and Popoyan (2019),我们通过调整风险资产的权重来调整银行的资本充足率。根据金融部门的设定可得金融部门的资本充足率为  $\rho_{B,j,t} = NW_{j,t}/(Q_{FY,t}S_{j,Y,t} + \psi_{L,t}Q_{FL,t}S_{j,L,t} + \psi_{F,t}Q_{FF,t}S_{j,F,t})$ ,当资本充足率要求一定时,绿色资产的风险加权因子  $\psi_{L,t}$  越低,银行所需的资本金越少,资本充足率约束越宽松,棕色风险加权因子  $\psi_{F,t}$  越高,银行所需的资本金越多,资本充足率约束收紧。本文假设  $\psi_{L,t}$  和  $\psi_{F,t}$  服从对数 AR(1) 过程,  $\ln\psi_{L,t} = (1 - \rho_{\psi L})\ln\psi_L + \rho_{\psi L}\ln\psi_{L,t-1} + \varepsilon_{\psi L,t}$ ,  $\ln\psi_{F,t} = (1 - \rho_{\psi F})\ln\psi_F + \rho_{\psi F}\ln\psi_{F,t-1} + \varepsilon_{\psi F,t}$ 。

### 三、参数校准

由于本文所讨论的“双支柱”政策实施的时间较短或此前并未实施过,这使得现有数据较少或缺失。在此情况下,考虑到本文研究的政策多属于结构性政策,而我国结构性货币政策数据最多的即为支农和支小再贷款政策,同时考虑到本文的政策主要面向企业,故而我们使用 2014 年第二季度至 2023 年第一季度的支小再贷款余额数据对我们的再贷款政策冲击进行估计,得到了再贷款政策冲击的自相关系数为 0.84。而对于本文再贷款政策冲击,鉴于我国已经执行了碳减排支持工具政策和煤炭清洁高效利用专项再贷款政策,我们可以使用这两种政策的实施力度来估计我们的政策冲击。我们使用了 2022 年底碳减排支持工具再贷款余额和煤炭清洁高效利用专项再贷款余额占电力、热力、燃气及水的生产和供应业以及采矿业总贷款规模的比重,将本文的绿色再贷款政策冲击校准为 0.0078<sup>1</sup>。对于本文的绿色差别准备金率政策、绿色流动性约束政策、绿色风险加权因子政策、央行储备资产配置政策,由于缺少相应的实际数据,同时考虑到结构性货币政策的目标是在维护经济稳定的基础上促进产业结构调整,所以我们参考了 Sims and Wu (2021) 评估不同非常规货币政策有效性的思路,首先使绿色差别准备金率政策、绿色流动性约束政策、绿色风险加权因子政策、央行储备资产配置政策的自相关系数与再贷款政策的自相关系数保持一致,然后采用使绿色差别准备金率政策、绿色流动性约束政策、绿色风险加权因子政策、央行储备资产配置政策与我们已经估计得到的再贷款政策对总信贷规模的影响大体相当的方式来校准这些政策的冲击大小。本文之所以要参考 Sims and Wu (2021) 调整五种政策的冲击大小,使五种政策在当期执行后的当期对总信贷规模的影响大体相当,主要是因为在比较不同的政策的效果强弱时需要有一个标准。如果只是用标准化的冲击,如一个标准差,并不能表示同样的政策力度。例如,下调 1% 的准备金率与增加 2000 亿元的再贷款并不能直接进行比较,所以我们需要将这两种政策调整到可比的情况下才行。故而本文参考 Sims and Wu (2021) 调整五种政策的冲击大小,使五种政

<sup>1</sup> 此处的绿色再贷款政策冲击即对应  $\tau_{L,t} = \rho_L\tau_{L,t-1} + \varepsilon_{L,t}$  中的  $\varepsilon_{L,t}$ , 我们假设外生冲击只发生在第一期。

策在执行后的当期对总信贷规模的影响大体相当,进而可以在保持总量一定的情况下比较不同政策的结构性效果,这也是本文相较现有文献的一大改进之处。<sup>1</sup>

#### 四、不同“双支柱”政策对产业转型的影响分析

在上述校准的基础上,我们首先在图1中模拟了针对清洁能源部门执行再贷款政策、差别准备金率政策和流动性约束政策对主要宏观经济变量和产业结构的影响。从图1可以看出,再贷款政策、差别存款准备金率政策和流动性约束政策对产业结构的影响基本相同,这主要是因为这三者的传导机制大体相同,均是通过降低商业银行的资金使用成本来提高商业银行向清洁能源部门发放贷款的规模,进而推动产业绿色转型。

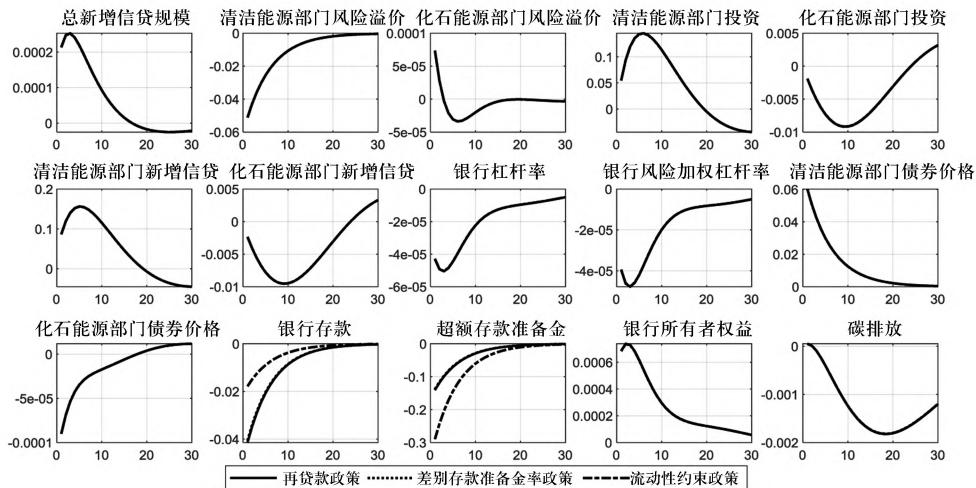


图1 绿色“双支柱”政策对产业绿色转型的影响

但是有两点需要注意,一是这三种政策冲击的大小并不相同,其中,再贷款政策冲击的大小为0.0078,差别存款准备金率政策的冲击大小为0.0075,流动性约束冲击的大小为0.078。这主要是由于三种方式所释放的资金成本不同,再贷款政策对商业银行融资成本的影响主要取决于再贷款利率,差别存款准备金率政策对商业银行融资成本的影响则取决于法定存款准备利率,流动性约束政策对商业银行融资成本的影响则取决于超额准备金利率。根据本文的校准,再贷款政策的年化利率为1.75%,法定存款准备金率政策的年化利率为1.74%,而超额储备金的年化利率仅为0.983%,加之流动性约束的影子价格的影响,这就使得在同等政策效果下,差别存款准备金率政策的冲击最小,流动性约束政策的冲击最大。为了进一步厘清这三种政策的差异性,我们在图2中展示了再贷款政策冲击、差别存款准备金率政策冲击以及流动性约束冲击大小均为0.0078时的脉冲响

<sup>1</sup> 因文章篇幅限制,本文不再对常见参数的校准和估计进行说明,读者可向作者索取。

应图。从图 2 可以看出,相同冲击下,流动性约束政策的政策效果显著小于再贷款政策和差别存款准备金率政策,由于再贷款利率和法定存款准备金利率相近,故而从图 2 中看,再贷款政策和差别存款准备金率政策的政策效果极为接近。

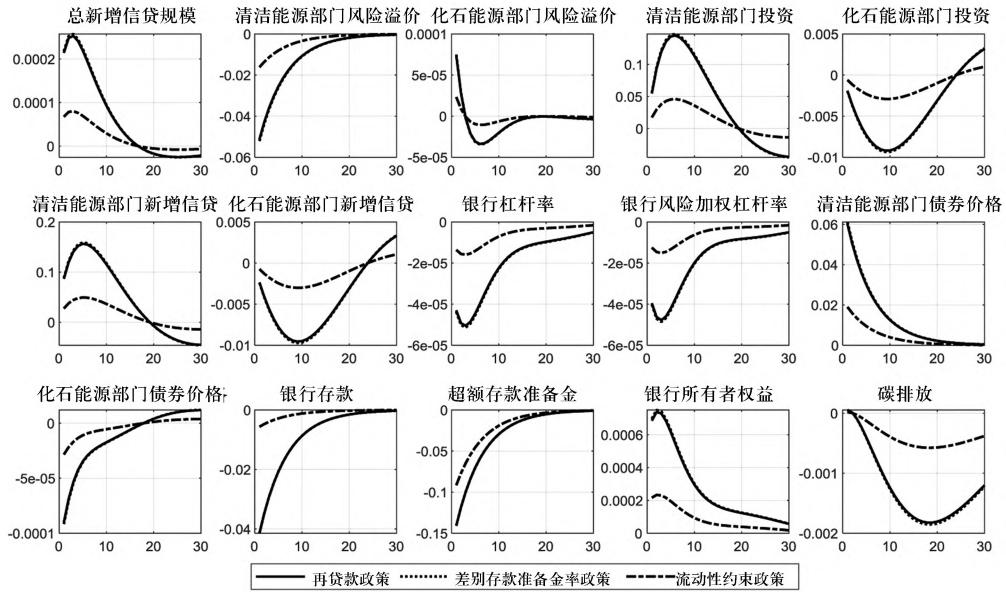


图2 绿色再贷款政策、差别存款准备金率政策和流动性约束政策对产业绿色转型的影响(相同冲击下)

第二个需要注意的就是,从图 1 可以看出,流动性约束政策与再贷款政策和差别存款准备金率政策对银行存款和超额存款准备金率的影响出现了分化。这主要是因为流动性约束政策  $\varpi_{L,i}$  并不会直接影响银行资产负债表和银行的权益积累方程,而是通过影响银行的流动性约束条件来间接影响银行的资产负债表。而根据(20)式和(24)式可以看出,再贷款政策和差别存款准备金率政策直接增加了银行的融资来源,改变了银行的资产负债表,使得银行存款出现了大幅的下降。所以从图 1 和图 2 可以看出,流动性约束政策下的银行存款、超额存款准备金并未与其他两种政策出现重合。

此外,我们进一步在图 3 中模拟了风险加权因子政策和央行储备资产配置政策对总的宏观经济和产业绿色转型的影响。对比图 1 与图 3 可以发现,风险加权因子政策和央行储备资产政策对产业绿色转型的影响要显著小于再贷款政策、差别存款准备金率政策和流动性约束政策,风险加权因子政策和央行储备资产配置政策对产业绿色转型的影响与前三种政策有显著区别。风险加权因子政策和央行储备资产配置政策下的总贷款规模的走势只在期初的时候与再贷款政策、流动性约束政策、差别准备金率政策下的总贷款规模的走势一致,后面出现了较大的分化。这主要是由传导机制不同所引起的,并非是因为自相关系数相同所导致的。由于自相关系数受限于  $(0, 1)$  区间,我们并不能通过调整自相关系数使风险加权因子政策和央行储备资产配置政策对总贷款规模的影响与再贷款政

策、流动性约束政策、差别准备金率政策对总贷款规模的影响完全一致,故而我们在设定风险加权因子政策和央行储备资产配置政策的自相关系数时,使其与再贷款政策、流动性约束政策、差别准备金率政策的自相关系数相同,这样也在一定程度上保证了政策之间的可比性。

此外,对比图1与图3可以发现,风险加权因子政策在总贷款规模、风险溢价、企业贷款等方面走势与上述三种政策存在一定的相似性,风险加权因子政策与上述三种政策影响的差异性主要体现在银行杠杆率、银行加权风险杠杆率和化石能源部门债券价格方面。这主要是因为,再贷款等政策首先降低银行的融资成本,提高银行的值函数  $V_{j,t}$ ,进而放松银行的激励相容约束。而根据(7)式,风险加权因子政策先放松银行的杠杆率约束,然后导致银行资产负债表规模扩张。在市场预期银行扩张资产负债表时,资产的价格会迅速上升,进而导致银行杠杆率大幅下降。但随着资产价格的回落,杠杆率开始上升至稳态以上。再贷款政策、流动性约束政策、差别准备金率政策、风险加权因子政策这四种政策均可以通过银行利润最大化的一阶条件影响企业的信贷利差,所以在对企业利差、企业贷款和企业投资方面表现出了相似的走势。

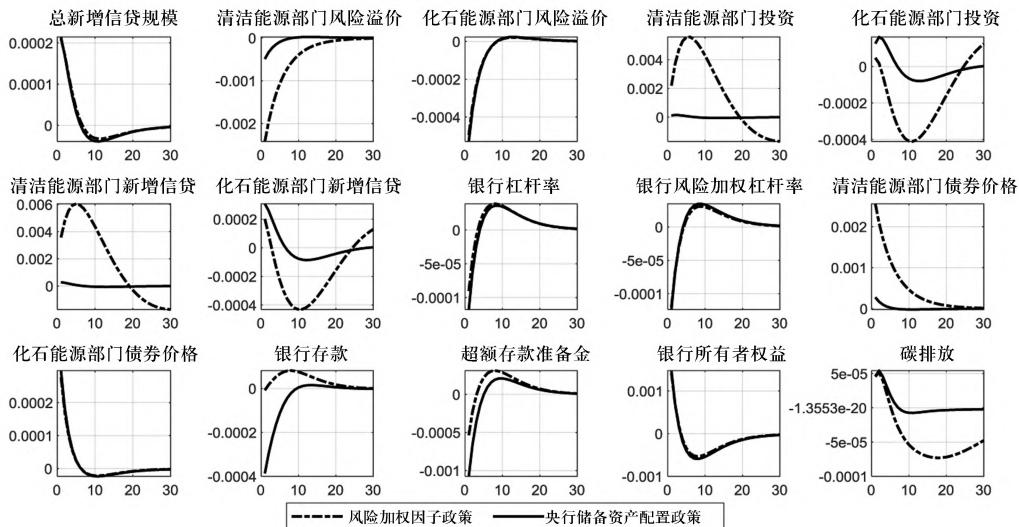


图3 绿色风险加权因子政策与央行储备资产配置政策对产业绿色转型的影响

对比之下,央行储备资产配置政策则与上述四种政策的传导机制存在显著差异。从图3可以看出,在央行储备资产配置政策下,化石能源部门的投资也会出现一定的上升。这主要是因为,当央行直接购买清洁能源部门发行的债券时,相当于市场上出现了两个买家,央行与银行部门会形成一定的竞争关系,会在一定程度上挤出银行部门对清洁能源部门债券的需求,促使银行转向购买化石能源部门债券,央行储备资产配置政策被削弱。

为了进一步检验我们上述讨论的政策影响机制,我们进一步模拟了不同再贷款利率下再贷款政策的有效性、不同法定存款准备金利率下差别存款准备金政策的有效性和不

同超额存款准备金利率下流动性约束政策的有效性。研究发现,随着再贷款利率、法定存款准备金利率和超额存款准备金利率的下降,再贷款政策、差别准备金率政策和流动性约束政策促进产业绿色转型的有效性快速上升。<sup>1</sup>

## 五、内生性“双支柱”政策与产业绿色转型

本节将进一步探究内生性结构性“双支柱”政策在面对外生冲击时对宏观经济及产业绿色转型的影响。鉴于再贷款政策和央行储备资产配置政策属于货币政策范畴,我们假设再贷款政策和央行储备资产配置政策的政策规则与价格型的利率政策保持一致,这两种政策的政策规则为:

$$\tau_{L,t} = (1 - \rho_R) \tau_L + \rho_R \tau_{L,t-1} - \Psi_L (1 - \rho_R) [\rho_\pi \ln(\pi_t / \pi) + \rho_Y \ln(Y_t / Y_{t-1})] + \varepsilon_{L,t} \quad (25)$$

$$\tau_{CB,t} = (1 - \rho_R) \tau_{CB} + \rho_R \tau_{CB,t-1} - \Psi_{CB} (1 - \rho_R) [\rho_\pi \ln(\pi_t / \pi) + \rho_Y \ln(Y_t / Y_{t-1})] + \varepsilon_{CB,t} \quad (26)$$

而对于差别存款准备金率政策、流动性约束政策、风险加权因子政策,鉴于其属于宏观审慎政策范畴,我们则将其与动态存款准备金率政策保持一致,这三种政策的政策规则为:

$$\begin{aligned} \tau_{RRL,t} &= (1 - \rho_\psi) \tau_{RRL} + \rho_\psi \tau_{RRL,t-1} \\ &- \Psi_{RRL} (1 - \rho_\psi) [\varphi_Y \ln(Y_t / Y_{t-1}) + \varphi_{CY} (\ln(Credit_t / Credit) + \ln(Y_t / Y_{t-1}))] + \varepsilon_{RRL,t} \end{aligned} \quad (27)$$

$$\begin{aligned} \ln \varpi_{L,t} &= (1 - \rho_\psi) \ln \varpi_L + \rho_\psi \ln \varpi_{L,t-1} \\ &- \Psi_{\varpi L} (1 - \rho_\psi) [\varphi_Y \ln(Y_t / Y_{t-1}) + \varphi_{CY} (\ln(Credit_t / Credit) + \ln(Y_t / Y_{t-1}))] + \varepsilon_{\varpi L,t} \end{aligned} \quad (28)$$

$$\begin{aligned} \ln \psi_{L,t} &= (1 - \rho_\psi) \ln \psi_L + \rho_\psi \ln \psi_{L,t-1} \\ &+ \Psi_{\psi L} (1 - \rho_\psi) [\varphi_Y \ln(Y_t / Y_{t-1}) + \varphi_{CY} (\ln(Credit_t / Credit) + \ln(Y_t / Y_{t-1}))] + \varepsilon_{\psi L,t} \end{aligned} \quad (29)$$

值得注意的是,当处于金融周期的下行期时,此时逆周期政策会促使信贷规模扩张,结构性“双支柱”政策此时会引导银行部门向清洁能源部门发放更多信贷,这样同时达到了总量调整和结构调整双重目标。但是当金融周期处于上行期时,逆周期调节政策会减少信贷规模,此时若还像金融处于上行期一样,引导银行部门减少对清洁能源部门的贷款,那么在一定程度上违背了使用结构性“双支柱”政策支持产业转型升级的初衷。故而在金融上行期,我们主要使用针对化石能源部门的差别存款准备金率政策、流动性约束政策、风险加权因子政策来进行逆周期调节,具体政策规则如下:

$$\begin{aligned} \tau_{RRF,t} &= (1 - \rho_\psi) \tau_{RRF} + \rho_\psi \tau_{RRF,t-1} \\ &+ \Psi_{RRF} (1 - \rho_\psi) [\varphi_Y \ln(Y_t / Y_{t-1}) + \varphi_{CY} (\ln(Credit_t / Credit) + \ln(Y_t / Y_{t-1}))] + \varepsilon_{RRF,t} \end{aligned} \quad (30)$$

$$\begin{aligned} \ln \varpi_{F,t} &= (1 - \rho_\psi) \ln \varpi_F + \rho_\psi \ln \varpi_{F,t-1} \\ &- \Psi_{\varpi F} (1 - \rho_\psi) [\varphi_Y \ln(Y_t / Y_{t-1}) + \varphi_{CY} (\ln(Credit_t / Credit) + \ln(Y_t / Y_{t-1}))] + \varepsilon_{\varpi F,t} \end{aligned} \quad (31)$$

$$\ln \psi_{F,t} = (1 - \rho_\psi) \ln \psi_F + \rho_\psi \ln \psi_{F,t-1}$$

<sup>1</sup> 因文章篇幅限制,此处不再展示相关结果,读者可向作者索取。

$$+ \Psi_{\psi F} (1 - \rho_{\psi}) [\varphi_Y \ln(Y_t/Y_{t-1}) + \varphi_{CY} (\ln(Credit_t/Credit) + \ln(Y/Y_t)) ] + \varepsilon_{\psi F,t} \quad (32)$$

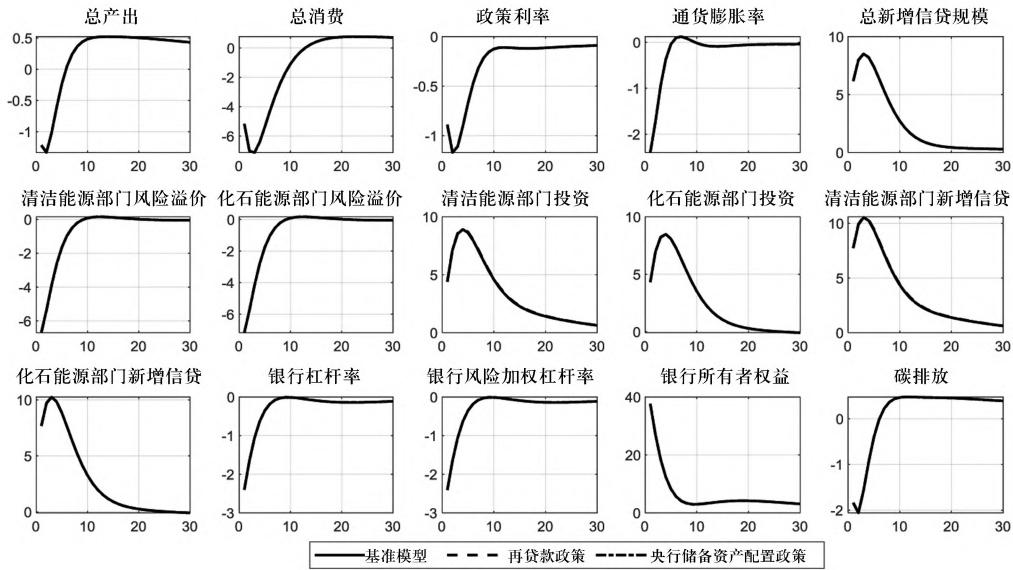


图4 针对清洁能源部门实施结构性货币政策时,总需求冲击的宏观经济效应

我们根据稳态时清洁能源部门信贷规模占总信贷规模的比重以及化石能源部门信贷规模占总信贷规模的比重,将绿色金融政策的逆周期调节系数  $\Psi_L$ 、 $\Psi_{CB}$ 、 $\Psi_{RRL}$ 、 $\Psi_{\varpi L}$ 、 $\Psi_{\varpi L}$  设定为 15,将棕色金融政策的逆周期调节系数  $\Psi_{RRF}$ 、 $\Psi_{\varpi F}$ 、 $\Psi_{\psi F}$  设定为 5。我们在图 4 至图 6 中,分别报告了引入不同的结构性政策后,总需求冲击对宏观经济的影响。从图中可以看出,引入结构性货币政策后,总需求冲击对宏观经济的影响没有显著变化。但是在引入结构性宏观审慎政策后,总需求冲击对绿色能源部门和化石能源部门的影响出现了显著的分化。由于在总需求冲击下,经济周期和金融周期出现了一定程度的背离,即总产出和通货膨胀率在下降,但是信贷规模在上升,在绿色结构性宏观审慎政策下,绿色能源部门投资增加的幅度更小,但在棕色结构性宏观审慎政策下,绿色能源部门投资增加的幅度更大。这也进一步佐证了我们上述的观点,要实现经济金融稳定与产业绿色转型的多重目标,需要将总量政策、绿色金融政策和棕色金融政策相互搭配,根据经济及金融周期的不同,采取不同的政策工具。同时,我们也可以看出,风险加权因子政策逆周期的能力强于差别存款准备金率政策,差别存款准备金率政策的逆周期能力强于流动性约束政策。

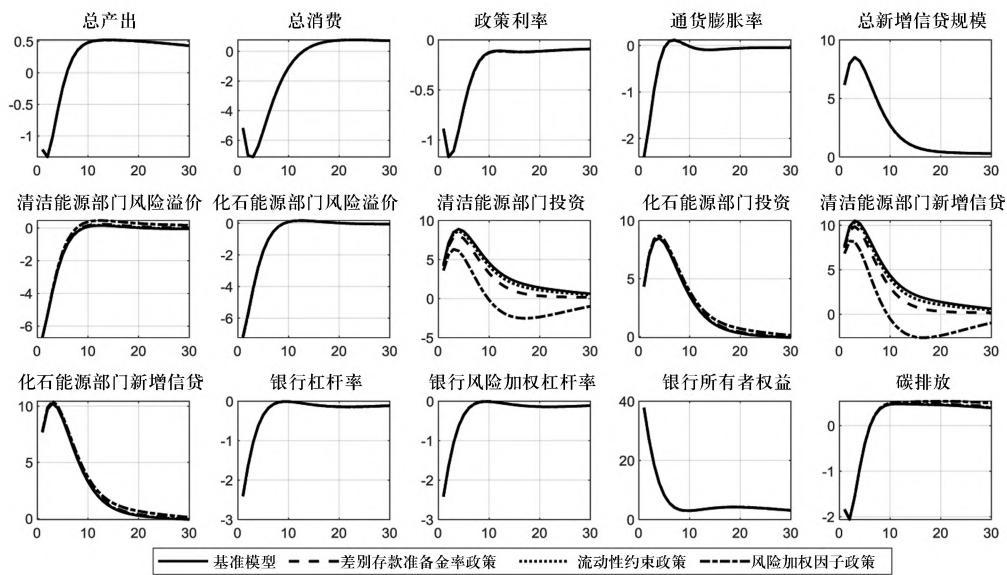


图 5 针对清洁能源部门实施逆周期结构性宏观审慎政策时, 总需求冲击的宏观经济效应

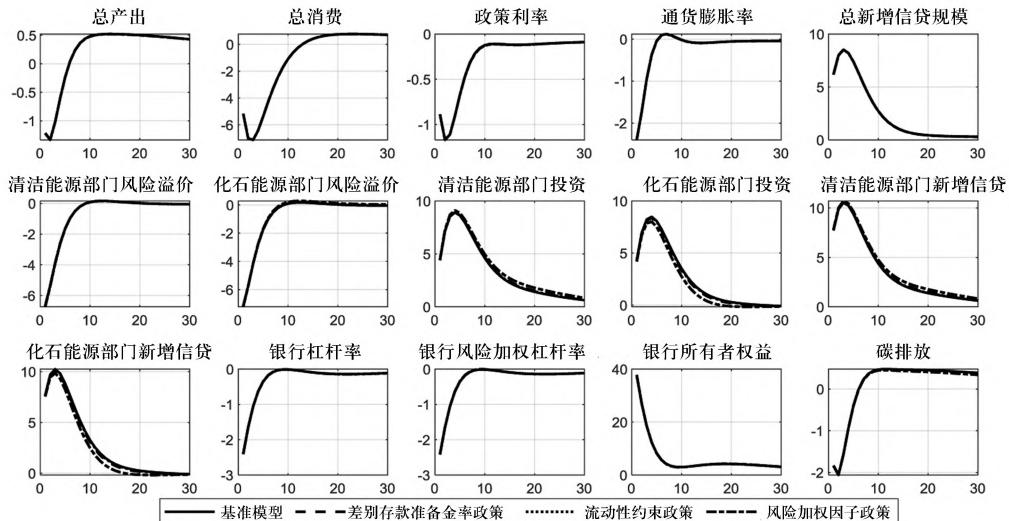


图 6 针对化石能源部门实施逆周期结构性宏观审慎政策时, 总需求冲击的宏观经济效应

## 六、福利分析

参考 Schmitt - Grohe and Uribe(2007), 本文采用基于消费的补偿性等价的方法来比较不同政策组合的福利效果。首先将家庭部门福利函数写成如下递归形式:

$$Wel_{i,t} = A_{C,t} [\ln(C_{i,t} - h_c C_{i,t-1}) - \sum_s \chi_{N,s} \frac{N_{S,t}}{1 + \kappa_s}] + \beta Wel_{i,t+1} \quad (33)$$

其中,  $i \in \{H0, H1, H2, H3, H4, H5, H6, H7\}$ , 表示不同的“双支柱”政策。其中  $H0$  是我们进行福利分析的基准政策情景, 即不引入任何结构性政策的情景。为了比较不同的内生性的结构性政策调控的福利效果, 考虑反事实的政策组合  $H1$ : 引入内生性的针对清洁能源部门的再贷款政策;  $H2$ : 引入内生性的针对清洁能源部门的差别存款准备金率政策;  $H3$ : 引入内生性的针对清洁能源部门的流动性约束政策;  $H4$ : 引入内生性的针对清洁能源部门的风险加权因子政策;  $H5$ : 引入内生性的针对化石能源部门的差别存款准备金率政策;  $H6$ : 引入内生性的针对化石能源部门的流动性约束政策;  $H7$ : 引入内生性的针对化石能源部门的风险加权因子政策。可以计算出政策组合  $\{H1, H2, H3, H4, H5, H6, H7\}$  相对于政策组合  $H0$  所需要的消费补偿比率  $\lambda_{i,wel}$ :

$$EWel_{i,t} = E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t A_{0,C,t} \left\{ \ln[(1 + \lambda_{i,wel})(C_{0,t} - h_c C_{0,t-1})] - \sum_s \chi_{N,s} \frac{N_{0,S,t}}{1 + \kappa_s} \right\} \quad (34)$$

若  $\lambda_{i,wel} < 0$ , 则说明消费者更加倾向于  $H0$  政策组合, 即  $i$  相对于  $H0$  来说是福利受损的; 反之  $\lambda_{i,wel} > 0$ , 则说明  $i$  相对于  $H0$  来说是福利改进的。

我们分别计算了不同外生冲击以及不同政策组合下的  $\lambda_{i,wel}$  取值。研究发现, 面对总需求冲击、总供给冲击、财政政策冲击、货币政策冲击以及法定存款准备金率政策冲击, 相较于不引入逆周期的结构性“双支柱”政策, 在  $H5, H6$  和  $H7$  政策下, 居民福利都能得到明显的改善。在总需求冲击下,  $H5$  与  $H7$  政策协调搭配时的福利增进最大、 $H6$  与  $H7$  政策协调搭配时的福利增进其次,  $H1$  与  $H7$  政策协调搭配时的福利增进第三。所以政策当局在应对总需求冲击时, 可以更多地考虑内生性的针对化石能源部门的风险加权因子政策与内生性的针对化石能源部门的差别存款准备金率政策、内生性的针对化石能源部门的流动性约束政策以及内生性的针对清洁能源部门的再贷款政策的协调搭配。在总供给冲击下,  $H4$  与  $H7$  政策协调搭配时的福利增进最大、 $H5$  与  $H7$  政策协调搭配时的福利增进其次,  $H6$  与  $H7$  政策协调搭配时的福利增进第三。所以政策当局在应对总供给冲击时, 可以更多地考虑内生性的针对化石能源部门的风险加权因子政策与针对清洁能源部门的风险加权因子政策、内生性的针对化石能源部门的差别存款准备金率政策以及内生性的针对化石能源部门的流动性约束政策的协调搭配。

考虑到部分结构性政策工具在短期内不会退出, 故而我们进一步讨论了结构性“双支柱”在形成一定规模后对居民福利的影响。我们进而考虑了如下的反事实政策组合  $H1$ : 调整稳态时针对清洁能源部门的再贷款比重, 使得清洁能源部门的年化风险溢价下降 10 个基点;  $H2$ : 调整稳态时针对清洁能源部门的差别存款准备金率, 使得清洁能源部门的年化风险溢价下降 10 个基点;  $H3$ : 调整稳态时针对清洁能源部门的流动性约束, 使得清洁能源部门的年化风险溢价下降 10 个基点;  $H4$ : 调整稳态时针对清洁能源部门的风险加权因子, 使得清洁能源部门的年化风险溢价下降 10 个基点;  $H5$ : 调整稳态时针对化石能源部门的差别存款准备金率, 使得化石能源部门的年化风险溢价上升 10 个基点;

H6: 调整稳态时针对化石能源部门的流动性约束,使得化石能源部门的年化风险溢价上升 10 个基点; H7: 调整稳态时针对化石能源部门的风险加权因子,使得化石能源部门的年化风险溢价上升 10 个基点。然后分别计算了面对不同冲击下单一政策对居民福利的改进情况、总需求冲击下不同常态化政策协调搭配对居民福利的改进情况以及总供给冲击下不同政策协调搭配对居民福利的改进情况。研究发现:(1)当支持产业转型的结构性政策形成一定规模时,在大多数外生冲击下,这些结构性的政策反而会对居民福利造成一定的负面影响。这在一定程度上表明,虽然结构性货币政策可能存在一些临时性效果,但如果长期实施,可能会对居民福利产生一定的负面影响。(2)在政策的协调搭配下,面对总需求冲击,  $\lambda_{i,wel}$  均小于 0,即表示相比没有产业转型政策时的福利有所下降。面对总供给冲击,只有极少数的政策协调搭配相较没有任何政策协调搭配情况下有福利增进。所以我们建议政策当局在制定结构性“双支柱”政策时,探索政策的退出机制并在适当的时候退出,这样既能发挥政府的引导作用,也能发挥市场配置资源的有效性,从而避免产业绿色转型政策对居民福利的影响。<sup>1</sup>

## 七、结论及政策建议

本文构建一个包含多个产业部门和多种具有结构性特色的“双支柱”政策的 DSGE 模型,评估了再贷款政策、差别准备金率政策、流动性覆盖率约束政策、风险加权因子政策以及央行储备资产配置政策对产业绿色转型和居民福利的影响。研究发现:(1)再贷款政策、差别存款准备金率政策和流动性覆盖率约束政策主要通过定向降低银行的融资成本来促进绿色产业发展,差别风险加权因子政策则主要通过银行加杠杆的方式来带动绿色产业发展,央行储备资产则是通过直接定向对绿色企业进行支持的方式提振企业投资,但此时会对银行信贷产生一定的挤出效应。(2)在同等政策力度下,再贷款政策、差别存款准备金率政策和流动性覆盖率约束政策促进产业转型的效果要优于差别风险加权因子政策和央行储备资产。(3)在金融上行期搭配棕色金融抑制政策,在金融下行期搭配绿色金融支持政策能够在一定程度上同时兼顾金融稳定和产业绿色调整。(4)逆周期的具有结构性特征的“双支柱”政策在一定程度上可以改善居民福利,但前提是根据不同的冲击类型辅以不同的政策工具,而常态化的具有结构性特征的“双支柱”政策对居民福利可能有负面影响。

根据本文的研究结论,我们提出以下政策建议:

第一,再贷款政策、差别存款准备金率政策和流动性覆盖率约束政策之间存在较强的可替代性,当某一项政策受限时,货币当局可以考虑使用另外两种工具进行替代操作。同时,政策当局可以通过降低再贷款利率的方式来增强再贷款政策的有效性,通过降低法定存款准备金利率的方式来增强差别存款准备金率政策的有效性,通过降低超额存款准备

<sup>1</sup> 因文章篇幅限制,本文不再展示福利分析相关结果,读者可向作者索取。

金利率的方式来增强流动性覆盖率约束政策的有效性。风险加权因子政策和央行储备资产配置政策对总的信贷规模影响较大,但对产业结构转型的影响相对较小,央行应谨慎使用。

第二,逆周期的结构性政策可以在一定程度上兼顾逆周期调节和产业转型两个目标。建议在经济下行期执行宽松的货币政策时,更加倾向于向绿色产业提供支持。同时在此过程中需要防范绿色资产泡沫问题,确保绿色产业健康可持续发展。在经济上行期执行紧缩的货币政策时,优先紧缩棕色产业部门。同时需要注意防范因过度紧缩导致整个行业出现大面积违约。

第三,结构性政策虽然可以有效促进产业绿色转型,但常态化的结构性政策可能会损害居民福利。政策当局需逐步探索政策退出机制,包括退出的条件、时间和方式等。建议政策当局建立动态监测机制,根据经济环境的变化动态地调整政策,进而减少对居民福利的影响。

## 参 考 文 献

- [1]陈国进、陈凌凌、金昊和赵向琴,2023a,《气候转型风险与宏观经济政策调控》,《经济研究》第5期,第60~78页。
- [2]陈国进、丁赛杰和赵向琴,2023b,《气候政策、银行风险与宏观审慎监管创新》,《金融研究》第9期,第38~57页。
- [3]陈国进、丁赛杰、赵向琴和蒋晓宇,2021,《中国绿色金融政策、融资成本与企业绿色转型——基于央行担保品政策视角》,《金融研究》第12期,第75~95页。
- [4]郭晔和房芳,2021,《新型货币政策担保品框架的绿色效应》,《金融研究》第1期,第91~110页。
- [5]何莎,2023,《中央银行碳减排支持工具、政策模拟与评估——基于环境动态随机一般均衡模型分析》,《国际金融研究》第11期,第16~27页。
- [6]米志付,2021,《气候变化与经济发展:综合评估建模方法及其应用》,上海三联书店,2021年7月第一版。
- [7]王遥、潘冬阳、彭俞超和梁希,2019,《基于 DSGE 模型的绿色信贷激励政策研究》,《金融研究》第11期,第1~18页。
- [8]王遥和王文蔚,2021,《环境灾害冲击对银行违约率的影响效应研究:理论与实证分析》,《金融研究》第12期,第38~56页。
- [9]朱民和彭道菊,2022,《创新内含碳中和目标的结构性货币政策》,《金融研究》第6期,第1~15页。
- [10]Campiglio, E. , A. Godin, E. Kemp – Benedict and S. Matikainen, 2017, “The Tightening Links between Financial Systems and the Low – Carbon Transition”, In: Arestis, P. and M. Sawyer, (eds) *Economic Policies since the Global Financial Crisis*, International Papers in Political Economy , Cham: Palgrave Macmillan.
- [11]Campiglio, E. , Y. Dafermo, P. Monnin and J. Ryan – Collins, 2018, “Climate Change Challenges for Central Banks and Financial Regulators”, *Nature Climate Change*, 8(6), pp. 462 ~ 468.
- [12]Carattini S. , G. Heutel and G. Melkadze, 2023, “Climate Policy, Financial Frictions, and Transition Risk”, *Review of Economic Dynamics*, 51(12), pp. 778 ~ 794.
- [13]D’ Orazio, P. and L. Popoyan, 2019, “Fostering Green Investments and Tackling Climate – Related Financial Risks: Which Role for Macroprudential Policies?”, *Ecological Economics*, 160, pp. 25 ~ 37.
- [14]Dietz S. and F. Venmans, 2019, “Cumulative Carbon Emissions and Economic Policy: in Search of General Principles”, *Journal of Environmental Economics and Management*, 96, pp. 108 ~ 129.
- [15]Diluiso, F. , B. Annicchiarico, M. Kalkuhl and J. C. Minx, 2021, “Climate Actions and Macro – Financial Stability:

- the Role of Central Banks”, *Journal of Environmental Economics and Management*, 110, 102548.
- [16] Ferrari A. and V. N. Landi, 2023, “Whatever it Takes to Save the Planet? Central Banks and Unconventional Green Policy”, *Macroeconomic Dynamics*, 28(2), pp. 1 ~ 26.
- [17] Narbel, P. A., 2013, “The Likely Impact of Basel III on a Bank’s Appetite for Renewable Energy Financing”, NHH Dept. of Business and Management Science Discussion Paper, No. 10.
- [18] Punzi, M. T., 2018, “Role of Bank Lending in Financing Green Projects: A Dynamic Stochastic General Equilibrium Approach”, ADBI Working Paper, No. 881.
- [19] Schmitt – Grohé, S. and M. Uribe, 2007, “Optimal Simple and Implementable Monetary and Fiscal Rules”, *Journal of Monetary Economics*, 54(6), pp. 1702 ~ 1725.
- [20] Sims, E. and J. C. Wu, 2021, “Evaluating Central Banks’ Tool Kit: Past, Present, and Future”, *Journal of Monetary Economics*, 118, pp. 135 ~ 160.
- [21] Woodford, M., 2001, “Fiscal Requirements for Price Stability”, *Journal of Money, Credit and Banking*, 33 (3), pp. 669 ~ 728.

## The Structural Role of the Dual – Pillar Policy: Insights from the Perspective of Industrial Green Transformation

XU Piaoyang WANG Bo

(School of Economics, Hangzhou Normal University; School of Finance, Nankai University)

**Summary:** To facilitate China’s industrial green transformation and meet its dual – carbon targets, the People’s Bank of China has introduced a suite of monetary and macro – prudential policies. These policies aim to align with the “dual – pillar” policy objectives and include using green loans and bonds as eligible collateral in monetary operations, creating carbon reduction tools, supporting clean coal utilization, and integrating green finance into MPA assessments. However, the inclusion of green transformation goals within these policy frameworks remains controversial. This study incorporates various dual – pillar policies into a DSGE model to analyze their impacts on industrial green transformation and the mechanisms underlying this impact. It thus lays the theoretical groundwork for a dual – pillar framework aligned with carbon neutrality.

This study makes three key contributions. (1) We innovatively introduce liquidity coverage ratio constraints on the banking sector into the model, providing a theoretical framework for the central bank’s evaluation of liquidity constraint policies. (2) We quantitatively compare the effectiveness of different dual – pillar policies on industrial green transformation and clarify the transmission mechanisms of these policies by integrating refinancing policy, differential reserve requirement ratio policy, differential liquidity coverage ratio constraint policy, differential risk – weighted asset policy, and central bank reserve asset allocation policy into a unified theoretical framework. (3) We conduct an expanded analysis of both countercyclical and normalized structural dual – pillar policies to assess their impacts on macroeconomics and industrial green transformation. We compare the welfare losses of residents under various exogenous shocks when different dual – pillar policies are coordinated and integrated. This research provides insights into the development of a dynamic dual – pillar policy framework aligned with carbon neutrality goals.

The findings of this paper are as follows. (1) Refinancing, differential reserve requirement ratio, and liquidity coverage ratio policies guide credit allocation by reducing the banking sector's financing costs. The effectiveness of a refinancing policy hinges on the refinancing rate, the impact of a differential reserve requirement ratio policy is contingent upon the statutory reserve requirement rate, and the efficacy of a liquidity coverage ratio constraint policy is determined by the excess reserve requirement rate. By adjusting the intensity of these three types of policies, their impacts on industrial green transformation can be standardized. (2) A differential risk – weighted asset policy primarily guides industrial structural adjustments through financial leverage, which often leads to significant fluctuations in asset prices. The impact of such a policy on industrial green transformation is typically smaller than that of the refinancing, differential reserve requirement ratio, and liquidity coverage ratio policies. (3) The central bank reserve asset allocation policy often leads to competition with the financial sector in the financial market, resulting in a decrease in the credit scale allocated by banks to the green industry; consequently, the impact of the central bank reserve asset allocation policy on industrial green transformation is relatively minor. (4) Introducing countercyclical structural policies during economic and financial cycles can effectively promote industries' green transformation and improve residents' welfare. Importantly, however, long – term structural policies may have negative impacts on residents' welfare.

Based on these findings, several policy recommendations are proposed. (1) The refinancing, differential reserve requirement ratio, and liquidity coverage ratio constraint policies exhibit strong substitutability; when one policy is constrained, monetary authorities can consider using the other two policies as substitutes. Additionally, policymakers can enhance the effectiveness of these policies by lowering the refinancing, statutory reserve requirement, and excess reserve requirement rates, respectively. While risk – weighted asset and central bank reserve asset allocation policies have substantial impacts on the total credit scale, their influence on industrial structural transformation is minor; accordingly, central banks should implement these policies cautiously. (2) During economic downturns, policy authorities can increase support for green industries by implementing loose monetary policies. Conversely, during economic upturns, authorities can prioritize tightening policies on brown industries by executing contractionary monetary policies. (3) Establishing dynamic policy mechanisms to mitigate the adverse welfare impacts of structural policies is also recommended to ensure sustainable economic development.

**Keywords:** Dual – Pillar Policies, Industrial Green Transformation, DSGE Model

**JEL Classification:** E58, G28, Q54

(责任编辑:苏乃芳)(校对:GN)