

《低碳转型中差异化绿色金融政策的驱动机制与协同影响》附录

附录 1 理论与模型假设

从理论上讲，多元绿色金融工具的协同实施通过两种途径促进经济的低碳转型。一方面，政策协同通过功能互补与跨期衔接，形成系统性金融支持。基于 Blanchard et al. (2010) 提出的宏观政策协同理论，多维政策工具协同可突破单一工具的“边际效应递减”困境，实现政策乘数效应。多元绿色金融工具通过差异化的作用渠道和转型机制，形成良好的功能互补：绿色信贷通过定向利率优惠缓解企业短期的流动性约束 (Sharfman and Fernando, 2008)，绿色债券通过市场化手段匹配中长期项目的融资需求，绿色基金通过政府引导和股权投资分担技术的研发风险。通过多元工具的协同实施，构建“短—中—长期结合”“债权+股权”的立体金融支持体系，能够系统性覆盖低碳技术研发、清洁产业扩张、传统产业改造等差异化融资需求。同时，可以有效避免过度依赖单一渠道引发的短期套利和政策效力稀释 (Aghion et al., 2005)，显著加强经济低碳转型过程的稳定性与平衡性。另一方面，政策协同通过差异化激励与约束，精准引导企业低碳转型。Aghion et al. (2016) 的定向技术变革理论表明，制度协同能够通过重塑市场主体行为，驱动企业生产向低碳方向演化。在政策协同发力的过程中，多元工具耦合形成“约束—激励—引导”的多重作用：通过融资准入和提升成本限制高碳产业扩张，借助利率优惠和资金投入降低绿色技术研发成本，依托市场倾向和政策引导调整资本配置方向。多元政策协同通过价格信号、融资可得性与风险预期的联动调整实施分类施策，引导企业将环境成本内部化 (Stern, 2019)，进而优化生产决策与投资方向，实现“淘汰污染产能”与“培育绿色动能”的双重效应，为经济低碳转型提供充足的内生动力。

本文基于真实商业周期 (Real Business Cycle) 框架的 DSGE 模型，作出了以下七个拓展和假设：

第一，沿用对于异质性厂商的设定 (Ferrari and Nispi, 2024)，将厂商划分为清洁厂商和普通厂商两类：假设两类厂商所生产的产品在使用属性上同质，模型中全部碳排放均来自普通厂商。

第二，为检验绿色金融政策的非对称性效能，基于异质性厂商假设做出如下定义：清洁厂商获取的信贷资金为“绿色信贷”，清洁厂商发行的债券定义为“绿色债券”；与之对应的是，普通厂商获取“普通信贷”并发行“普通债券”。同时，由于我国绿色债券市场的核心发行与交易渠道高度集中于银行间市场，假设模型中的厂商部门主要在银行间市场发债。

第三，在多方出资设立绿色基金的假设基础上，进一步拓展 Pedersen et al. (2021) 和 Baker et al. (2022) 对绿色金融资产的收益率设定，将绿色基金与清洁厂商产出和绿色技术进步相结合，结合江苏、上海、深圳等地的对于绿色基金让利的相关条例与实践经验，设置政府对于绿色基金收益的让利措施。

第四，结合企业规模对融资渠道选择的影响差异 (Beck et al., 2005)，将清洁厂商部门进一步划分为大企业和中小企业 (以下简称清洁大企业和清洁小企业)，并根据其融资能力进行差异化区分。

第五，参考对于厂商生产成本来自于“运营资金”的设定 (Jermann and Quadrini, 2012)，同时假设大企业有能力进入资本市场，可通过发行绿色债券和获取绿色信贷实现多渠道的绿色融资；而中小企业则依赖于银行贷款单一融资渠道。

第六，为探究在绿色金融政策影响下以商业银行为代表的金融机构的利润最大化决策，本文设定银行部门并以此为主体开展绿色金融相关活动：银行通过吸收家庭存款获取资金，用于对两类厂商的贷款发放和债券投资。同时，银行在经手绿色资产的过程中，可享受政府对绿色信贷的贴息，并将绿色资产作为抵押品申请中央政府提供的绿色再贷款。

第七，为体现政府在绿色金融政策中的统一协调作用，参考 Christiano et al. (2005) 对于实施货币政策的政府部门设定，本文将财政部门、政府部门和中央银行合并定义为“中央政府部门”，并假设其从上至下对金融机构和企业主体实施差异化的绿色金融政策：政府部门对发放绿色信贷、发行绿色债券的主体提供贴息优惠，接纳绿色资产作为再贷款抵押品并施以优惠的“质押率”，出资设立绿色基金并进行让利措施。

附录 2 各部门行为方程

(一) 家庭部门

家庭部门所受到的约束条件是每期的消费金额、存储金额、投资金额以及缴纳税款之和，等于劳动、资本的报酬、投资绿色基金的收益与政府让利以及上期存储的本息总和。具体的预算约束式如下：

$$C_t + D_t + I_t + \sigma_t^H GF_t + T_t = W_t^C L_t^C + W_t^N L_t^N + R_t^{KC} K_t^C + R_t^{KN} K_t^N + R_t^D D_{t-1} + \sigma_t^H R_t^F GF_{t-1} + GC_t^H \quad (A1)$$

其中， I_t 为对两类厂商的总投资金额， GF_t^H 为绿色基金总规模， W_t^C 和 W_t^N 分别是两类厂商所支付的工资率， R_t^{KC} 和 R_t^{KN} 分别为两类厂商的资本投资回报率， K_t^C 与 K_t^N 分别为清洁厂商和普通厂商的资本存量， R_t^D 为存款利息率， R_t^F 为绿色基金收益率， T_t 为家庭部门向政府缴纳的税收量。

家庭部门的资本累积方程为：

$$K_{t+1} = I_t + (1 - \delta)K_t \quad (A2)$$

$$K_t = K_t^C + K_t^N \quad (A3)$$

其中， δ 是资本折旧率。

(二) 清洁小企业

与清洁大企业类似，清洁小企业生产函数为：

$$Y_t^{CS} = A_t^C (K_t^{CS})^\alpha (L_t^{CS})^{1-\alpha} \quad (A4)$$

其中， Y_t^{CS} 为清洁小企业的产出， A_t^C 为清洁厂商技术水平， α 为资本弹性。

同样得出清洁小企业的利润函数为：

$$\pi_t^{CS} = Y_t^{CS} - W_t^C L_t^{CS} - R_t^K K_t^{CS} - R_t^C GL_t^S \quad (A5)$$

其中， π_t^{CS} 为清洁小企业利润， R_t^C 为绿色信贷的利率， GL_t^S 为清洁小企业的绿色信贷量。与清洁大企业不同的是，清洁小企业由于无法进入资本市场发行绿色债券，其用于支付资本和劳动要素的报酬完全来自于绿色信贷资金，即：

$$GL_t^S = W_t^C L_t^{CS} + R_t^K K_t^{CS} \quad (A6)$$

基于两种类型的清洁厂商，可以得出绿色信贷总量和清洁部门的总产出：

$$GL_t = GL_t^L + GL_t^S \quad (A7)$$

$$Y_t^C = Y_t^{CL} + Y_t^{CS} \quad (A8)$$

(三) 普通厂商部门

普通厂商生产函数为：

$$Y_t^N = A_t^N (K_t^N)^\alpha (L_t^N)^{1-\alpha} \quad (A9)$$

其中， Y_t^N 为普通厂商的产出， A_t^N 为技术水平， α 为企业的资本弹性。

普通厂商的利润函数为：

$$\pi_t^N = Y_t^N - W_t^N L_t^N - R_t^K K_t^N - R_t^N NL_t - R_t^{NB} B_t^N \quad (A10)$$

其中， π_t^N 为普通厂商的利润， R_t^N 为普通信贷的利率， NL_t 为普通厂商的信贷量（以下称为“普通信贷”）。 R_t^{NB} 为普通债券的利率， B_t^N 为普通厂商发行的债券量（以下称为“普通债券”）。采用与清洁厂商同样的设定，普通厂商用于资本支出和支付劳动报酬的资金需要通过普通信贷资金和售卖普通债券的资金获得。即：

$$NL_t + B_t^N = W_t^N L_t^N + R_t^K K_t^N \quad (A11)$$

(四) 市场出清条件

经济的总产出由清洁厂商和普通厂商的产出共同决定，同时总产出用于投资和消费，即：

$$Y_t = Y_t^C + Y_t^N = C_t + I_t \quad (A12)$$

附录 3 参数校准表

附表 1 参数校准值和部分变量初始值

参数	取值	单位	经济意义
β	99	%	家庭的跨期贴现率
η_C	1	/	清洁厂商劳动供给弹性的倒数
η_N	1	/	普通厂商劳动供给弹性的倒数
δ	2.5	%	资本折旧率
α	50	%	资本的产出弹性
A	1	/	厂商技术水平
φ	4.0	CO ₂ /单位产出	普通厂商的二氧化碳排放强度
S	8	%	存款准备金率
F_t^L	$0.2 \times R_t^C$	%	政府针对发放绿色信贷的银行提供的贴息比率
F_t^B	$0.3 \times R_t^{GB}$	%	政府对发行绿色债券的厂商提供的贴息比率
θ_t	80	%	针对绿色信贷的质押率
ϕ_t	80	%	针对绿色债券的质押率
R_t^H	1.75	%	绿色再贷款利率
G_t	1	%	降准比率
B_t^C/GL_t	19	%	绿色债券与绿色信贷比值
σ_t^G	30	%	绿色基金政府出资比例
γ_t	60	%	绿色基金政府让利率

此外，为增强本文研究结论的可信度和准确性，本文还测试了各参数在合理取值范围内的其他数值。结果显示各参数值在合理取值范围内的变动，不会造成本文关注的宏观经济、金融系统、异质性厂商等指标发生正负值相反、大小关系变化等明显差异。各参数的多种合理取值均能支持本文结论。

参考文献

- [1] Aghion, P., Dechezleprêtre, A., Hemous, D., Martin, R. and Van Reenen, J., 2016. “Carbon Taxes, Path Dependency, and Directed Technical Change: Evidence from the Auto Industry”, *Journal of Political Economy*, 124: 1–51.
- [2] Aghion, P., Howitt, P. and Mayer-Foulkes, D., 2005. “The Effect of Financial Development on Convergence: Theory and Evidence”, *The Quarterly Journal of Economics*, 120: 173–222.
- [3] Baker, M., Bergstresser, D., Serafeim, G. and Wurgler, J., 2022. “The Pricing and Ownership of US Green Bonds”, *Annual Review of Financial Economics*, 14(1): 415–437.
- [4] Beck, T., Demirgüç-Kunt, A. and Maksimovic, V., 2005. “Financial and Legal Constraints to Growth: Does Firm Size Matter?”, *Journal of Finance*, 60(3): 137–177
- [5] Blanchard, O., Dell’Ariccia, G. and Mauro, P., 2010. “Rethinking Macroeconomic Policy”, *Journal of Money, Credit and Banking*, 42: 199–215.
- [6] Christiano, L.J., Eichenbaum, M. and Evans, C.L., 2005. “Nominal Rigidities and the Dynamic Effects of a Shock to Monetary Policy”, *Journal of Political Economy*, 113(1): 1–45.
- [7] Ferrari, A. and Nispi Landi, V., 2024. “Whatever It Takes to Save the Planet? Central Banks and Unconventional Green Policy”, *Macroeconomic Dynamics*, 28(2): 299–324.
- [8] Jermann, U. and Quadrini, V., 2012. “Macroeconomic Effects of Financial Shocks”, *American Economic Review*, 102(1): 238–271.
- [9] Pedersen, L. H., Fitzgibbons, S. and Pomorski, L., 2021, “Responsible Investing: The ESG-efficient Frontier”. *Journal of Financial Economics*, 142(2), 572–597.
- [10] Sharfman, M.P. and Fernando, C.S., 2008. “Environmental Risk Management and the Cost of Capital”, *Strategic Management Journal*, 29: 569–592.
- [11] Stern, N., 2007. *The Economics of Climate Change: The Stern Review*, Cambridge University Press.