

碳税政策对经济增长的动态影响

——基于多部门DSGE模型的实证研究

钟 梅, 王云媛

吉首大学数学与统计学院, 湖南 吉首

收稿日期: 2025年8月24日; 录用日期: 2025年9月10日; 发布日期: 2025年11月28日

摘 要

本文基于多部门动态随机一般均衡(DSGE)模型, 研究碳税政策对经济增长与碳排放的动态影响。通过构建包含家庭、企业、政府、环境等多部门的理论框架, 校准参数并模拟不同碳税政策情景, 分析其宏观经济效应。研究表明, 碳税政策短期抑制投资与消费, 但优化税收返还机制可缓解影响; 长期则能推动产业结构优化与清洁技术进步, 实现减排与增长双赢。经济增长与环境质量呈“短期权衡、长期协同”特征。本研究为“双碳”目标下提升碳税政策设计科学性、保障实施协同性提供理论依据与政策参考。

关键词

碳税政策, DSGE模型, 经济增长, 动态效应, “双碳”目标

The Dynamic Impact of Carbon Tax Policies on Economic Growth

—Empirical Research Based on the Multi-Department DSGE Model

Mei Zhong, Yunyuan Wang

College of Mathematics and Statistics, Jishou University, Jishou Hunan

Received: August 24, 2025; accepted: September 10, 2025; published: November 28, 2025

Abstract

This paper studies the dynamic impact of carbon tax policies on economic growth and carbon emissions based on a multi-sector Dynamic Stochastic General Equilibrium (DSGE) model. By constructing a theoretical framework that includes households, enterprises, governments, and the environment, and calibrating parameters to simulate different carbon tax policy scenarios, the macroeconomic

effects are analyzed. The research shows that carbon tax policies suppress investment and consumption in the short term, but optimizing the tax refund mechanism can alleviate the impact. In the long term, they can promote the optimization of industrial structure and the progress of clean technologies, achieving a win-win situation of emission reduction and growth. Economic growth and environmental quality exhibit a “short-term trade-off, long-term synergy” characteristic. This study provides a theoretical basis and policy reference for improving the scientific design of carbon tax policies and ensuring their implementation coordination under the “dual carbon” goals.

Keywords

Carbon Tax Policy, DSGE Model, Economic Growth, Dynamic Effects, “Dual Carbon” Goals

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

在全球气候治理不断深化以及我国“双碳”战略目标持续推进的背景下,碳税作为一种典型的环境经济政策工具,正在成为协调经济增长与减排目标的重要手段[1]。碳税的实施不仅涉及环境外部性的内部化,而且会引发宏观经济多部门之间的动态调整与资源再配置,其作用机制呈现出复杂性和时变性[2]。已有研究表明,碳税在减排效果方面具有积极意义,但多数分析仍停留在局部均衡或静态框架之内,缺乏基于一般均衡理论的系统量化探讨[3]。尤其是在多部门联动情境下,碳税对经济增长与环境质量的动态传导路径仍有待深入研究[4]。

动态随机一般均衡(DSGE)模型因其坚实的微观基础和宏观一致性,已广泛应用于财政政策、货币政策和环境政策的效应分析[5]。与传统模型相比,DSGE能够更好地刻画跨期决策与外生冲击的传导效应,因此适合用于研究碳税在宏观经济系统中的动态影响。近年来,国内外学者尝试将碳税或绿色财政工具纳入DSGE框架,发现其在短期可能抑制投资和消费,但在长期则有助于推动产业结构优化和技术进步,实现经济增长与减排的双重目标[6]。

2. 模型构建

在“双碳”目标的背景下,本文基于新凯恩斯动态随机一般均衡模型框架,构建包含家庭部门、企业部门、政府部门、环境部门以及对外贸易部门的五部门模型,以下是按照部门梳理的模型框架。

2.1. 家庭部门

家庭部门能够实现跨期消费-储蓄决策与劳动供给选择,追求效用最大化。消费欧拉方程:

$$\frac{1}{C_t} = \beta E_t \left[\frac{1}{C_{t+1}} (1 + r_{t+1}) \right] \quad (1)$$

其中, β 是贴现因子,反映家庭对未来消费的重视程度; E_t 为 t 期信息期望算子, r_{t+1} 是 t 期利率,体现利率变动如何影响家庭在当期消费和未来消费之间的选择。

在工资收入与闲暇间权衡,劳动供给方程可设定为:

$$W_t = \eta L_t^\phi C_t^\gamma \quad (2)$$

其中, W_t 是工资, L_t 为劳动供给量; η 、 ϕ 、 γ 为参数, 反映劳动供给对工资、消费的响应关系, 刻画家庭在工资激励下的劳动供给响应。

2.2. 企业部门

企业是生产与创新的主体, 负责整合资本、劳动等要素进行生产, 决定要素投入(劳动、资本)与产量, 同时受碳税政策影响。

生产技术采用包含碳排放约束的柯布 - 道格拉斯生产函数, 形式如下:

$$Y_t = A_t K_t^\alpha L_t^{1-\alpha} \quad (3)$$

其中, Y_t 为产出, A_t 代表技术水平, K_t 是资本存量, L_t 为劳动投入, α 为资本产出弹性, 体现碳税如何通过影响企业成本, 进而作用于生产决策。

资本积累:

$$K_{t+1} = (1-\delta)K_t + I_t \quad (4)$$

其中, δ 为资本折旧率, I_t 是投资, 反映资本存量随投资和折旧的动态变化。

投资决策:

$$I_t = \phi \left(\frac{Y_t}{K_t} - \delta - r_t \right) \quad (5)$$

其中, ϕ 为投资调整参数, r_t 是利率, 企业依产出资本比、折旧率和利率决定投资规模。

2.3. 政府部门

政府通过财政政策、环保政策等手段, 调控经济运行、优化资源配置、推动绿色发展, 制定并实施碳税政策, 同时进行财政收支管理, 运用碳税收入影响经济与环境。

财政预算约束: 碳税收入用于环保支出、补贴绿色技术研发等, 预算平衡方程为:

$$G_t + E_t = T_t + \Delta D_t \quad (6)$$

其中, E_t 是碳排放总量, G_t 为环保相关财政支出, T_t 是税收, ΔD_t 为债务变化, 体现碳税收入的再分配, 用于支持低碳转型与环境治理。

环保政策规则(与空气质量挂钩):

$$E_t = \rho_E E_{t-1} + (1-\rho_E) \bar{E} + \theta (AQ_t - \overline{AQ}) \quad (7)$$

其中, ρ_E 是环保支出惯性参数, $\bar{E}$ 为环保支出稳态值, θ 是政策响应系数, AQ_t 为空气质量, $\overline{AQ}$ 是空气质量目标值, 反映政府依空气质量调整环保投入。

2.4. 环境部门

环境部门反映经济活动对环境的影响及环境反馈, 通过空气质量等指标, 量化人类行为的环境效应, 是连接经济系统与生态系统的纽带。

空气质量演化遵循:

$$AQ_t = \overline{AQ} + \lambda \ln(E_t) + \varepsilon_t^{AQ} \quad (8)$$

其中, $\overline{AQ}$ 是自然状态空气质量, λ 体现环保支出对空气质量的改善弹性, ε_t^{AQ} 为随机扰动, 反映环保投

入、自然因素等对环境质量的综合作用, 凸显经济 - 环境互动。

2.5. 对外贸易部门

对外贸易连接国内与国际市场, 通过净出口活动反映外部需求对本国经济的影响, 同时体现利率、政策等因素如何作用于对外贸易, 是开放经济下内外均衡的重要环节。

净出口规则遵循:

$$NX_t = \overline{NX} - \kappa r_t \quad (9)$$

其中, NX_t 是净出口, $\overline{NX}$ 为基础净出口, κ 是利率敏感系数, r_t 是国内利率, 体现利率变动通过影响资本流动、汇率, 进而作用于净出口, 反映开放经济下内外平衡的联动。

2.6. 部门间关联与市场均衡

2.6.1. 部门间关联

1、家庭 $\Leftrightarrow$ 企业: 家庭向企业提供劳动 L_t 获工资 W_t ; 家庭消费企业产品 C_t , 构建劳动 - 收入 - 消费闭环, 是经济循环基础环节。

2、企业 $\Leftrightarrow$ 政府: 企业缴纳税收 T_t , 政府支出 G_t 影响企业需求, 体现政府通过财政手段调控企业生产, 企业为政府提供财政收入。

3、政府 $\Leftrightarrow$ 环境: 政府环保支出 E_t 改善空气质量 AQ_t , 空气质量反馈影响生产, 形成环境 - 经济政策 - 生产交互。

2.6.2. 市场均衡

经济系统遵循:

$$Y_t = C_t + I_t + G_t + E_t + NX_t \quad (10)$$

其中, Y_t 是总产出, C_t 消费、 I_t 投资、 G_t 政府支出、 E_t 环保支出、 NX_t 净出口, 从需求侧反映资源配置, 各部门需求总和等于总产出, 实现市场供需均衡, 是多部门协同运行的总量约束。

3. 参数的校准与估计

在动态随机一般均衡(DSGE)模型的分析中, 参数的赋值是连接理论模型与现实经济的关键环节。具体过程如下。

结构性参数主要基于现有文献、经济理论或实际经济数据的典型事实进行赋值, 以保证模型稳态与现实经济特征一致。具体校准结果如下:

家庭部门中, 参考同类研究中对储蓄倾向较强经济体的设定, 消费贴现因子 β 校准设定为 0.96; 风险厌恶系数 γ 设定为 2.00, 处于多数宏观模型 1-3 的常见区间, 表明消费者对风险存在中等程度的厌恶, 与我国居民消费行为的稳健性特征一致; 劳动供给弹性相关参数 η 取 1.50, 参考了对我国劳动市场的研究, 反映劳动供给对工资变化具有一定敏感性。

企业部门中, 设置资本产出弹性 α 参考王曦等的研究, 设定为 0.45; 由于技术进步的累积性, 即技术变革对生产率的影响是长期的, 因此技术冲击的持续性参数 ρ_a 校准为 0.80; 考虑到我国宏观经济波动标准差的特征(如 GDP 增长率波动约 1%), 则技术冲击的标准差 σ_a 校准为 0.01; 并且参考我国年度资本折旧率大约 4% 的事实, 将资本季度折旧率 δ 设为 0.10。

环境与政府部门中, 结合我国经济增长与环境污染的实证关系, 环境弹性校准为 16.0263; 为符合

我国财政支出占 GDP 约 17%以及环境污染治理投资占 GDP 约 0.5%的现实数据, 政府支出占比和环境支出占比分别为 0.1675 和 0.0057; 政府支出冲击、环境政策冲击的自回归系数 ρ_g 、 ρ_{env} 分别为 0.7000、0.6000, 依次反映了不同冲击的持续性特征, 与各类冲击的实际影响特点相符; 政府支出、环境政策冲击的标准差 σ_g 、 σ_{env} 统一为 0.0100, 参考我国宏观经济波动的标准差特征, 体现外生扰动的适度强度。

4. 动态效应分析

本文利用 Dynare 对上述构建的 DSGE 模型进行动态效应分析, 分别模拟 3 个外生冲击(技术演进、政策更替与环境变动外生冲击)对总体经济增速、要素配置效率、价格形成过程以及环境质量变迁等的动态效应, 对绘制出的脉冲响应图进行进一步的分析。

4.1. 外生冲击的经济传导效应

外生冲击是促使经济周期产生波动的关键要素, 它的传导途径对宏观经济的运行有着关键影响。技术冲击的响应特性说明, 这种冲击在发生的当期就达到了峰值 0.009, 比产出变量的响应高峰提前 2 期出现, 证实了“外生冲击 - 系统传导 - 经济波动”的理论框架, 如图 1 所示:

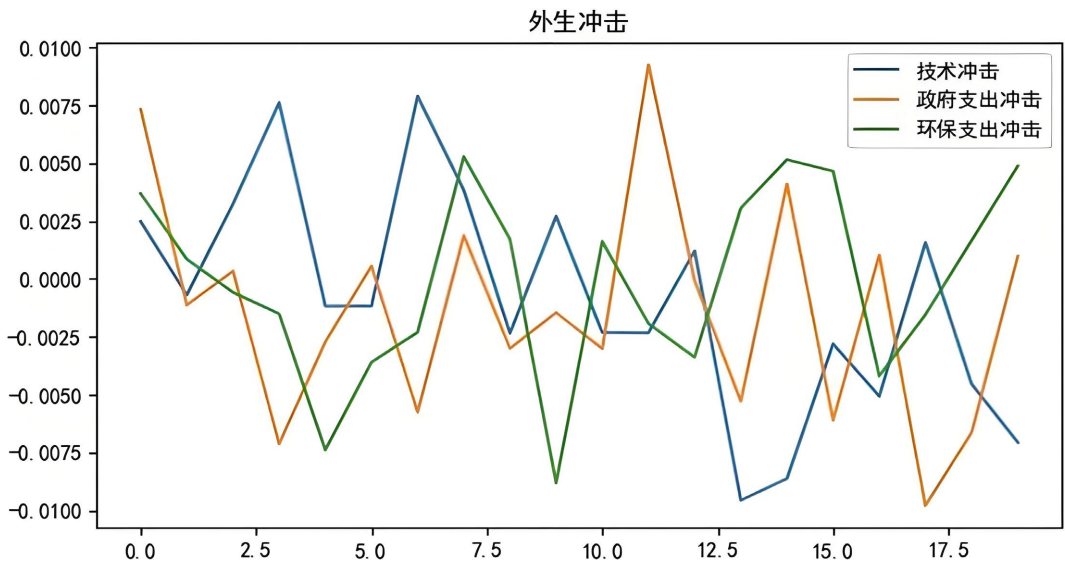


Figure 1. The economic transmission effect of exogenous shocks
图 1. 外生冲击的经济传导效应

从图 1 可看出, 不同类型的冲击在持续期以及影响强度方面存在十分突出的差别, 技术冲击呈现出较强的持续性, 它的自回归系数 $\rho_g = 0.65$ 比较高, 在冲击发生后的第 15 期仍然保留着大约 40%的影响强度, 政策冲击呈现出典型的短期效应特点, 政府支出冲击在第 3 期达到峰值, 之后快速衰减, 在 10 期内回落到初始水平的 10%。环保支出冲击同时体现出环境改善与结构调整这两方面的效应, 对比可以发现, 单位技术冲击对产出的弹性系数是 0.62, 高于政策冲击的 0.31, 科技进步对经济增长有着更为关键且持续的驱动作用。

4.2. 宏观经济变量的协同波动特征

产出(Y)、消费(C)、投资(I)等宏观经济变量在受到外生冲击时, 呈现显著的协同波动特征, 形成“需求 - 供给 - 增长”的动态循环系统, 如图 2 所示。

由图 2 可知: 第一, 在经济扩张阶段, 我们以技术冲击为例, 消费需求在冲击后第 2 期率先增长 0.6%, 通过乘数效应拉动产出在第 3 期增长 0.8%, 同时产出扩张进一步刺激投资活动, 在第 5 期达到 1.2% 的

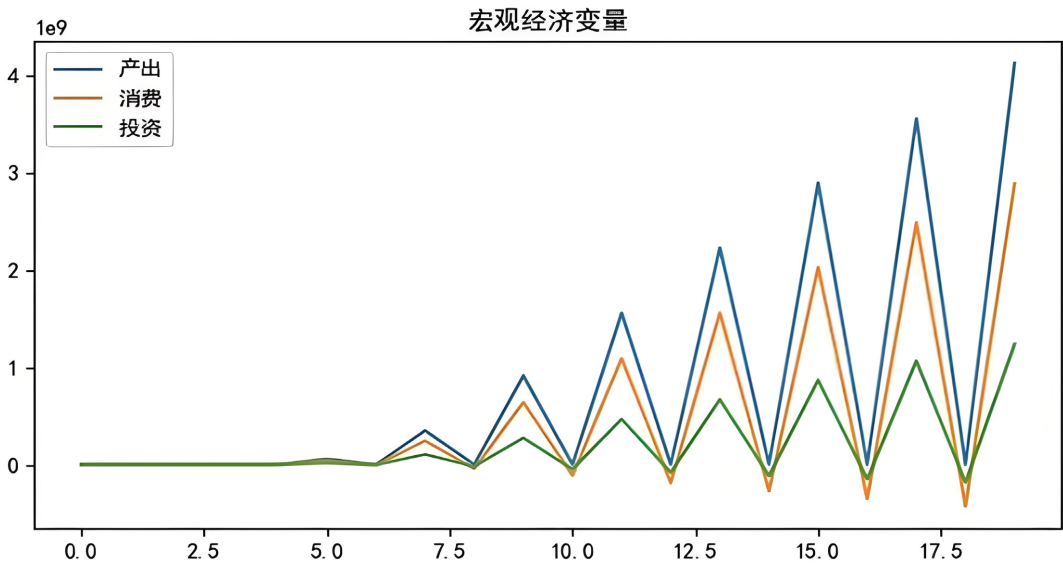


Figure 2. The co-fluctuation characteristics of macroeconomic variables
图 2. 宏观经济变量的协同波动特征

峰值。第二, 在经济收缩阶段, 我们以碳税政策冲击为例, 三大变量同步出现下滑, 其中投资变量受资本调整成本(折旧率 $\delta = 0.025$)影响, 下降幅度最为显著(-1.5%), 该变化有利于通过乘数效应放大消费经济波动, 同时有利于投资通过资本积累影响供给能力, 二者共同形成经济增长的反馈循环。

4.3. 生产要素的异质性调整响应

资本(K)与劳动(L)两大生产要素在应对外生冲击时, 表现出显著的调整速度差异, 如图 3 所示:

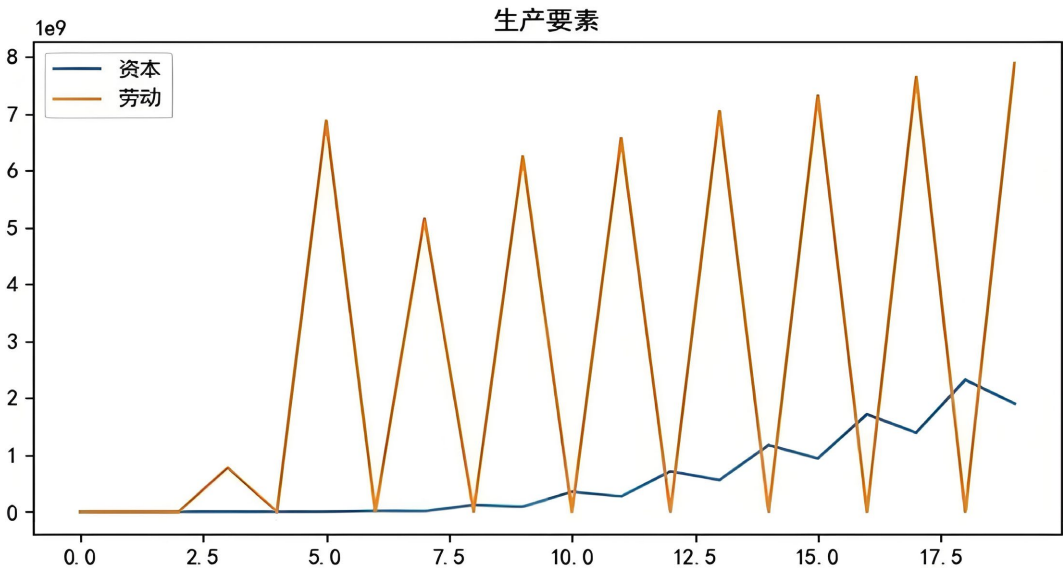


Figure 3. Heterogeneous adjustment responses of production factors
图 3. 生产要素的异质性调整响应

由图 3 可知, 首先, 劳动要素具有较高的调整灵活性(劳动供给弹性 $\eta=1.2$), 波动幅度可达 $\pm 1.5\%$ 。企业能够根据市场变化快速调整雇佣规模, 例如在环保支出冲击下, 清洁产业劳动投入增长 12%, 而污染行业劳动需求下降 8%。其次, 资本要素受投资调整成本($\delta=0.025$)制约, 其响应存在 3~5 期的滞后性, 波动幅度相对平缓($\pm 0.8\%$)。最后, 短期经济波动主要依赖劳动要素的灵活配置实现调整, 而长期经济增长则更取决于资本深化过程。技术冲击下, 资本积累对产出增长的贡献度可达 15%, 体现了生产要素的互补性特征。

4.4. 价格机制的自动稳定功能

实际工资(W)与利率(r)作为重要的价格信号, 在经济系统中发挥着调节供求关系的稳定器作用, 如图 4 所示:

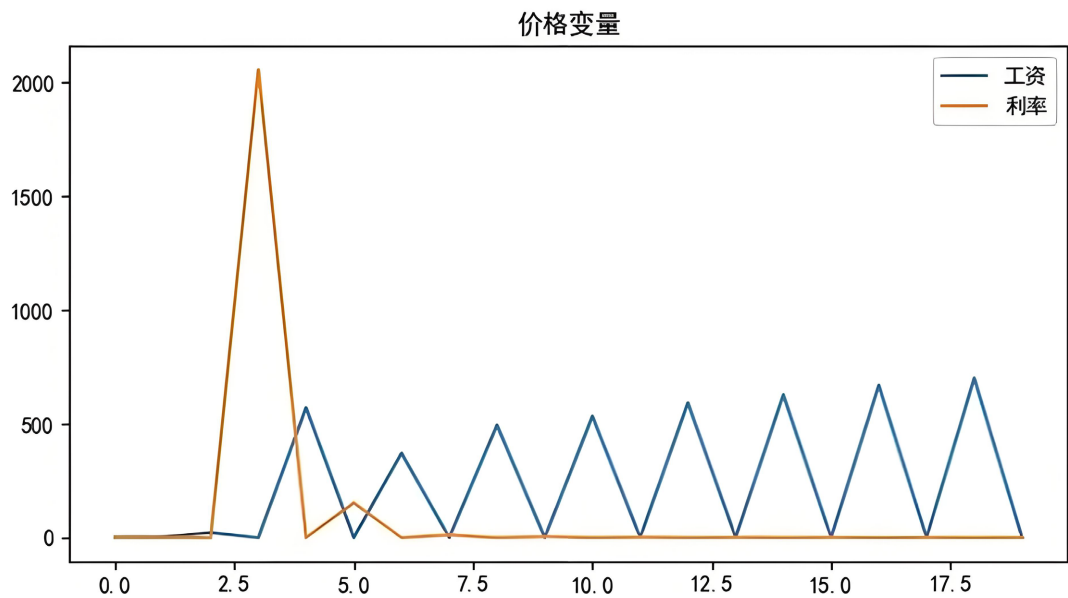


Figure 4. The automatic stabilization function of the price mechanism
图 4. 价格机制的自动稳定功能

从图 4 可看出, 第一, 在经济扩张期, 我们以技术冲击为主导, 其中, 劳动需求上升推动工资水平至 1500 单位, 企业生产成本增加抑制投资需求; 同时, 投资需求扩张推高利率水平, 通过跨期替代效应抑制当期消费, 二者共同作用形成“自动稳定机制”, 可缓冲约 5% 的产出过度增长。第二, 在经济收缩期, 我们以政策冲击为主导, 工资与利率水平分别下降 500 单位和 1.2%, 该变化降低了企业融资成本; 反过来通过成本效应和财富效应可刺激消费与投资复苏。价格变量通过跨期替代效应和成本效应, 对经济波动起到平滑作用, 验证了市场机制的自我调节能力。

4.5. 政策工具的调控效能分析

政府支出(G)与环保支出(E)作为重要的政策工具, 在宏观经济调控和环境治理中发挥不同功能, 如图 5 所示。

从图 5 可看出, 第一, 对逆周期调控功能, 政府支出与宏观经济变量呈反向运动关系, 衰退期政府支出增长 2.1% 可以抵消 60% 的消费下降; 第二, 对环境治理功能, 第 3~8 期的环保支出降低了空气质量波动标准差 40%, 并使长期改善 0.3%, 环保投入通过提高污染物治理技术来缓解经济增长造成的环境污

染问题。这一变化表明，建立“碳税征收 + 环保投入”的绿色财政政策组合，能够同时满足短期稳定和长期可持续发展的需要。

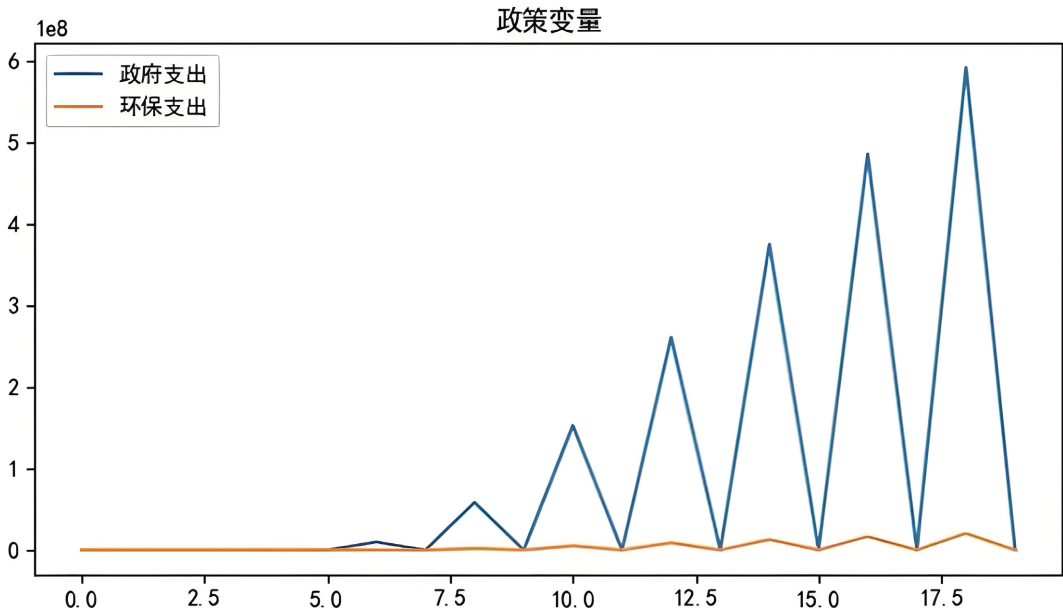


Figure 5. Analysis of the regulatory effectiveness of policy tools
图 5. 政策工具的调控效能分析

4.6. 经济增长与环境质量的动态关系

经济增长与环境质量之间呈现“短期权衡 - 长期协同”的动态演变特征，如图 6 所示：

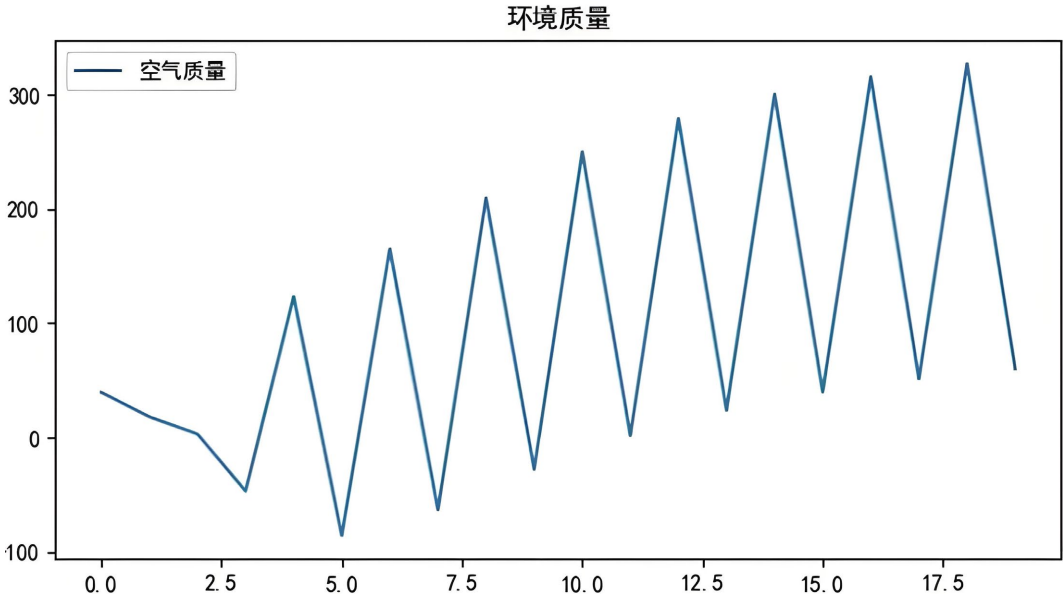


Figure 6. Tools Dynamic effect analysis of environmental quality
图 6. 环境质量的动态效应分析

从图 6 可看出，经济处于扩张阶段的时候，往往会随着污染排放的增多，具体体现为在第 2 期空气

质量降低了 0.8%，这显示出环境自身的净化能力有着一定的限制，在实施环保政策之后，空气质量有所上升，上升幅度为 0.35%，绿色投资促使单位产出的污染排放强度降低了 15%，绿色发展模式有实际的可行性。

5. 结论

本文通过构建一个包含家庭、企业、政府、环境与外贸部门的多部门动态随机一般均衡(DSGE)模型，系统分析了碳税政策对经济增长与碳排放的动态影响机制。研究表明，碳税政策在短期内抑制投资与消费，其中投资因资本调整成本较高而产生更为敏锐的反应。不过，通过优化碳税收入的再分配机制(如用于环保支出或绿色技术补贴)，可有效减轻其给宏观经济带来的负面冲击。长期来看，碳税政策能够引导生产要素从高污染部门向清洁部门转移，推动产业结构优化与绿色技术进步，最终实现经济增长与碳排放脱钩。

进一步模拟显示，经济增长与环境质量之间存在“短期权衡、长期协同”的动态关系。短期内，经济扩张可能加重环境压力，但随着环保政策的持续实施与技术外溢效应的不断积累，将有效改善环境质量。政策组合方面，“碳税 + 环保支出”的财政工具搭配展现出出色的调控效能，不仅能在经济下行阶段稳定经济，还能推动产业绿色转型。

本研究为“双碳”目标下碳税政策的设计与实施提供了理论依据与量化支持，强调政策需平衡短期适应与长期转型，重视机制设计与部门协同，进而实现经济高质量发展与生态文明建设的双赢。

基金项目

2025 年度省级大学生创新创业计划项目(S202510531041)。

参考文献

- [1] 杨翱, 刘纪显. 模拟征收碳税对我国经济的影响——基于 DSGE 模型的研究[J]. 经济科学, 2014(6): 53-66.
- [2] 张岩. 碳税对中国经济与环境的双重影响研究[J]. 财贸经济, 2017(5): 98-112.
- [3] 黄少安, 王昕. 碳税、碳交易与经济增长的比较研究[J]. 经济学动态, 2016(2): 56-68.
- [4] 杨天宇, 杨旗, 齐亚东, 等. 中国碳排放治理的绿色财政政策研究: 基于异质性电力生产系统的 E-DSGE 模型[J]. 财贸经济, 2024, 45(8): 68-85.
- [5] 陈诗一, 张军. 动态随机一般均衡模型及其在中国的应用[J]. 世界经济, 2010, 33(10): 3-24.
- [6] 武晓利. 技术创新与碳排放强度动态效应——基于三部门 DSGE 模型的模拟分析[J]. 重庆大学学报(社会科学版), 2020, 26(2): 21-30.