

MPRA

Munich Personal RePEc Archive

How to Make The Fiscal policies Greener in China?——Based on The Perspective of Environmental Macroeconomics

Hongyou Lu and Wenli Xu and Kun Xu

Economic and Management School of Wuhan University, Economic
and Management School of Wuhan University, Economic School of
Anhui University

23 March 2016

Online at <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/70221/>
MPRA Paper No. 70221, posted 11 April 2016 03:20 UTC

如何才能使中国的财政政策更绿色？*

——基于环境宏观经济学的视角

卢洪友¹ 许文立¹ 许坤²

(1 武汉大学经济与管理学院, 湖北武汉, 430072; 2 安徽大学经济学院, 安徽合肥, 230601)

内容提要: 从环境宏观经济学视角出发, 除了环境政策影响环境均衡外, 财政政策也会对环境均衡产生影响。在此基础上, 本文构建了一个包含环境均衡的 RBC 模型, 并结合不同的政府环境支出融资模式, 引入财政支出冲击、劳动所得税率冲击、资本所得税率冲击和环境税率冲击, 从理论上得到环境宏观经济系统的竞争性均衡条件。利用中国 1978-2014 年的历史数据, 实证分析宏观经济与环境的长期稳态水平, 以及短期波动问题。结果显示: (1) 政府环境支出采用一般预算融资的情形下, 开征环境税能实现“双重红利”效用, 即产出提高 0.13%, 二氧化碳存量下降 1.1%; (2) 环境税率变动是二氧化碳存量波动的重要来源之一, 其波动贡献率达到 87%; (3) 财政政策变动对二氧化碳存量的短期波动具有显著的影响, 扩张性的财政政策引致的环境效应方向与大小与财政政策类型有关。基于以上结论, 本文建议尽快开征环境税、政府环境支出采取一般税融资方式以及适度增加财政支出、降低劳动所得税率与提高资本所得税率相配合的财政政策才能在“十三五”期间更好的促进绿色发展。

关键词: 环境税; 融资方式; 财政政策; 经济周期

【中图分类号】

How to Make The Fiscal policies Greener in China?

——Based on The Perspective of Environmental Macroeconomics

Abstract: From the perspective of environmental macroeconomics, in addition to environmental equilibrium effected by environmental policies, the fiscal policy have an impact on the environment equilibrium. On this basis, this paper constructs a RBC model with environmental equilibrium, that contains different financing mode of government environmental expenditure, within which incorporating fiscal spending shocks, labor income tax rate shock, capital income tax rate shock and environmental tax shock. Utilizing the historically macroeconomic data during 1978 to 2014, this paper estimate the long-run steady-state of macroeconomic and environmental variables, then simulate short-run fluctuation of these macro-variables. The results show that:(1) government environmental expenditure being arranged in the general budget, taxing emission achieve the "double dividend" that output increase by 0.13%, and the stock of carbon dioxide fall by 1.1%; (2) changes of environmental tax rates is one important source of volatility in the stock of carbon dioxide, volatility contribution rate of 87%; (3) changes in fiscal policy have a significant impact

*作者简介: 卢洪友, 男, 山东人, 1958 年生, 博士, 二级教授, 博导, 主要研究方向为财政支出效率与环境财政; 通讯作者: 许文立, 男, 湖北武汉人, 1987 年生, 博士研究生, 主要研究方向环境政策、财政政策与经济增长。邮箱: xuweny87@163.com。许坤, 男, 湖北武汉人, 1991 年生, 硕士研究生, 研究方向为金融发展与经济增长。

基金项目: 国家社科重大项目“建构基于生态文明建设的公共财政体制研究”、国家社科重大项目“城乡环境基本公共服务非均等程度评估及均等化路径研究”、国家标准化研究院项目“农村人居环境改善标准化研究”。

on short-term fluctuations of carbon dioxide, and the environmental effects of direction caused by expansionary fiscal policy depend on the fiscal policy type. Based on the above conclusions, this paper suggests the introduction of environmental taxes as quickly as possible, government environmental expenditure take the general tax financing mode, and a combination of modest increase in fiscal expenditure, reducing labor income tax rate and increasing capital income tax rate in order to promote green development during "Thirteen Five Plan" period.

Keywords: environmental tax; financing mode; fiscal policies; business cycle

[JEL] E6/H3/Q5

1 引言

中国目前正面临着大量环境问题的挑战，人口总数占世界人口总数 22%的人口大国，人均所拥有的环境资源十分有限。在中国粗放式高速工业化进程中，生态环境又成了“搭便车”的“重灾区”，以致于亚洲开发银行（2012）认为，在未来相当长一段时期内，中国的生态环境可持续性所面临的挑战，都是世界上最为复杂和困难的问题。现在中国正处在改革的关键时期，新型城镇化也在全力推行中。我国在全力发展经济、进行工业化的过程中，保持着较高的速度，走上了西方“先污染，后治理”的老路，虽然经济逐渐发展起来了，但是给环境造成了极大的压力。根据相关统计，1961 年以来，中国平均雾霾天数在 20 天左右，2013 年中国平均雾霾天数达到 29.9 天，即是说，在 2013 年中国居民有一个月的时间生活在雾霾之中（卢洪友、许文立，2015）。兰德报告（2015）指出，中国每年在环境治理上的经济支出占到了经济总量的 3.5%-7.7%。

按照中国目前的人均 gdp 来看，结合世界其他国家的环境库兹涅茨曲线（EKC）经验，中国应该已经处于 EKC 曲线的拐点右边，实际上，中国某些环境指标（某些污染排放量）确实在不断的改善，例如，20 实际 90 年代的酸雨已经得到解决，中国累计节能量，最近 20 年是全球总节能量的 58%，中国可再生能源装机容量占全球 24%-25%，最近这几年的增量部分占全球的 37%-42%。可是为何人们的实际感受却仍处于 EKC 的左边呢？本文认为，政策的非绿色引致效应（或者政策的污染效应）不可忽略。E. V. Dioikitopoulos et al.（2016）指出，像中国这样的经济体，任何对环境的负效应都可能是由于那些仅仅以经济增长为目标的政策所引起的。

财政是国家治理的基础和重要支柱，财税预算制度及其体制机制是否科学合理，直接影响着国家治理能力。国家治理的范围包括政治、经济、文化、社会以及生态文明等各个领域。在现代市场经济条件下，市场在资源配置中起决定性作用，政府及其财政的基本职能是提供公共服务、矫正外部性，其中，促进生态文明建设是政府及其财政的重要职责。因此，构建规范的、激励约束兼容、协调配套的绿色财政体制就显得格外重要。

2 文献回顾

环境问题和相应的市场失灵是微观经济学理论的重要研究内容。经济学家认为，环境问题是由于稀缺性环境资源缺乏价格所导致的。因此，经济学家建议引入以单位税或者排污费为替代的价格信号来更加经济的使用这种资源。一旦价格机制有效发挥作用，污染者面临着价格等于边际排污成本的约束，该约束促使排污者将边际社会成本内部化。因此，环境问题的传统解决方法就是找到环境资源的“正确的价格”。但 C. Fischer 和 G. Heutel（2013）认为环境政策主要是根据环境外部性理论来制定的，大量文献从微观经济角度比较不同环境政策的效应，进而比较环境政策的优劣，忽略了环境政策与宏观经济之间的相互影响，这样会使得研究结果遗漏重要的经济反馈效应。Daly（1991）首次提出的环境宏观经济学为研究环境、宏观政策与宏观经济之间的相互作用及其传导机制奠定了基础。

Karl Gora-Maler（1975）最早将环境因素引入新古典增长理论中，探讨了包含环境因素的长期增长与短期波动问题，并在此基础上，讨论了使用财政和货币政策来实现最优增长路径的可能性问题。环境宏观经济学主要探讨环境经济核算与环境经济最优规模（Daly，1991,1992；C. S. Marxsen，1992）。在此基础上，Heyes（2000）构建了一条环境均衡曲线，并将其融入 IS-LM 模型中，扩展为 IS-LM-EE 模型，其政策含义表明，在环境均衡曲线不变的情况下，扩张的财政政策会使得环境退化，必须配合以紧缩的货币政策才能使得环境经济实现均衡。而 Lawn（2003a，2003b）扩展了 Heyes（2000）的“IS-LM-EE”模型，其研究结果

表明,在恰当的环境规制安排下,财政政策的变化也会引起环境均衡曲线移动,因此,财政政策对环境有益还是有害依赖于财政政策的环境引致效应大小。对于政策制定者来说,财政政策的所引起的环境经济均衡的实现,需要完全信息,且在外生政策或制度安排(货币政策配合或恰当的环境规制制度)之下来实现,但财政政策所引起的“波特效应”会使得环境经济均衡具有自动稳定机制(N. C. S. Sim, 2006)。此外,还有许多学者从消费或投资的角度(Jonathan M. Harris, 2008)、从技术进步的角度(D. Acemoglu et al., 2012, 2014; C. Fischer 和 G. Heutel, 2013)探讨了环境宏观经济学及其政策引致效应。

在国外,过去很长一段时期,环境财政政策的研究主要集中在环境税和环境财政支出的相关效应方面。近十年来,越来越多的文献关注于财政政策的环境引致效应(Bernauer 和 Koubi, 2006, 2013; Lopez et al., 2007, 2010, 2011; Lopez 和 Palacios, 2014; Holkos 和 Paizanos, 2013, 2015; Galinato 和 Islam, 2014; Islam 和 Lopez, 2015; Barman 和 M. R. Gupta, 2010; S. Gupta et al., 1995; E. Vella et al., 2015; G. I. Galinato 和 S. P. Galinato, 2016)。例如 Lopez et al. (2007, 2011)最早开始从理论和经验两个方面,研究了财政支出对环境的影响,并将结构效应分解为直接效应、资本-污染替代效应、劳动-污染替代效应、税收效应和产出效应。Lopez et al. (2010)归纳总结了财政政策影响环境的作用机制:

(1)通过财政政策所产生的约束激励,促使资源在人力资本、物质资本和自然资本之间以最优的方式进行合理配置;(2)财政政策能使得宏观经济扩张或收缩,并通过债务、社会保障、资源和污染税以及环境治理支出等途径影响到代际转移支付;(3)财政政策可能直接对环境产生影响。有关财政政策对环境的影响效应的较详细综述,及两者之间作用机制,可参见 Holkos 和 Paizanos (2015)。

在国内,大多数学者主要关注于环境税的相关效应(曹静, 2009)。而对于非环境财政政策的环境效应研究方面,卢洪友和陈思霞(2014)利用 Lopez et al. (2011)的理论模型测算了中国财政支出的生产端环境效应。卢洪友等(2015)利用了 Galinato 和 Islam (2014)的理论模型测算了中国财政政策的消费端环境效应。

上述研究均利用局部均衡模型,分析财政政策的环境引致效应。近几年,也有一些学者利用一般均衡模型,例如, Angelopoulos et al. (2010)、C. Fischer et al. (2011)、Y. Dissou et al. (2012)利用 RBC 模型分析了环境税的经济增长效应。而 G. Heutel (2012)在 RBC 框架下分析了环境税的经济增长效应,同时也分析了环境税的福利效应。且上述四篇文献的模型设置中,均引入政府环境治理支出,并由环境税专款专用进行筹资。另外, B. Annicchiarico et al. (2015)采用新凯恩斯模型探讨了环境税的宏观经济动态效应,在其模型设置中并没有引入政府环境治理支出。

与现有文献相比,本文在以下几个方面有所创新:(1)在中性税制(一次性总付税)和扭曲性税制环境下,构建一般均衡模型来分析财政政策(一般财政政策和环境财政政策)、环境质量与宏观经济之间的相互作用关系。(2)在一般均衡模型中,引入财政环境治理支出,其资金来源划分为两种:一是环境税专款专用;二是增加一般公共预算拨款。并比较两种资金来源渠道下的宏观经济与环境变量的稳态水平。(3)在扭曲税制情形下,不同税收政策变动对宏观经济与环境的影响及其传导机制。(4)在理论模型的基础上,利用中国的相关数据校准模型参数,模拟了财政政策对宏观经济与环境的影响。

3 理论模型

3.1 中性税制

1 家庭行为

假设本文设置的经济是一个封闭的经济环境，且在其中有一个无限期存在的典型家庭，家庭拥有劳动和资本两种要素，并拥有企业。家庭的效用来自于其对商品的消费，对闲暇的享受以及政府供给的公共商品（或公共支出），那么，家庭的跨期贴现效用现值如下

$$U = E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \left[\ln C_t - \theta \frac{N_t^{1+\chi}}{1+\chi} + h(G_t) \right] \quad (1)$$

其中， U 是家庭的跨期贴现效用； E_0 为期望算子； β 为主观贴现率； C_t 为家庭的消费量； N_t 为家庭供给的劳动， θ 为家庭从劳动供给中得到的效用系数，在上式中家庭来自劳动的效用为负，这是因为家庭的闲暇时间与劳动时间之和固定； G_t 为政府支出。

由于家庭拥有劳动和资本，其在要素市场上供给劳动和要素，会获得劳动收入和资本利息，并且家庭拥有企业，企业的利润会转移给家庭，此外，家庭还会购买政府债券，并获得政府支付的债券本息收入，而家庭也需要向政府交纳一定数额的一次性总付税。家庭获得上述收入后，其缴纳一次性总付税后的可支配收入将会配置于消费、投资和政府债券。因此，家庭的预算约束如下式

$$C_t + I_t + B_{t+1} = W_t N_t + R_t K_t + \Pi_t - T_t + (1 + R_{1t}) B_t \quad (2)$$

其中， I_t 为投资； B_{t+1} 为第 t 期购买的政府债券，并在第 $t+1$ 期还本付息； W_t 为工资率； R_t 为资本利息率； K_t 为资本存量； Π_t 为企业利润； T_t 为一次总付税，对于家庭来说，一次总付税是给定的，这是因为家庭所支付的税费总额与家庭的决策无关，例如，家庭支付多少 T_t 不会影响其供给多少劳动的决策； R_{1t} 为政府债券利息。

资本积累方程为

$$K_{t+1} = I_t + (1 - \delta) K_t \quad (3)$$

那么，在公式（2）和（3）的约束下，求得家庭的跨期贴现效用（1）最大化。构造拉格朗日算式如下：

$$\mathcal{L} = \beta \left[\ln C_t - \theta \frac{N_t^{1+\chi}}{1+\chi} + h(G_t) \right] + \lambda [W_t N_t + R_t K_t + \Pi_t - T_t + (1 + R_{1t}) B_t - (C_t + K_{t+1} - (1 - \delta) K_t + B_{t+1})]$$

因此，家庭问题的一阶条件为

$$\frac{1}{C_t} = \beta E_t \frac{1}{C_{t+1}} [R_{t+1} + (1 - \delta)] \quad (4)$$

$$\frac{1}{C_t} = \beta E_t \frac{1}{C_{t+1}} [1 + R_{1t}] \quad (5)$$

$$\frac{W_t}{C_t} = \theta N_t^\chi \quad (6)$$

2 企业行为

对于典型企业来说，其雇佣劳动和资本进行生产，生产函数采用规模报酬不变的 C-D 形式

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

污染作为一种副产品，在企业生产过程中排放出来，因此，其排放方程为

$$Z_t = \mu Y_t = \mu A_t K_t^\alpha N_t^{1-\alpha}$$

其中， Z_t 为第 t 期污染排放量， μ 为企业的污染排放系数。

生产率服从 AR（1）过程

$$\ln A_t = \rho_A \ln A_{t-1} + \varepsilon_{A,t}$$

政府部门会对企业的排放行为征收环境税，税率为 τ_Z ，那么，政府取得的排污费收入为

$$F_t = \phi_t^Z \tau_Z Z_t = \phi_t^Z \tau_Z \mu A_t K_t^\alpha N_t^{1-\alpha}$$

其中， ϕ_t^Z 为环境税率外生冲击，且服从AR（1）过程

$$\ln\phi_t^Z = \rho_Z \ln\phi_{t-1}^Z + \varepsilon_{Z,t}$$

其中， ρ_Z 为一阶自回归系数， $\varepsilon_{Z,t}$ 为外生冲击。

那么，企业利润最大化问题，可以得到企业的一阶条件，即要素价格与边际产量相等。

$$W_t = (1 - \alpha)(1 - \phi_t^Z \tau_Z \mu) A_t K_t^\alpha N_t^{1-\alpha} \quad (7)$$

$$R_t = \alpha(1 - \phi_t^Z \tau_Z \mu) A_t K_t^{\alpha-1} N_t^{1-\alpha} \quad (8)$$

3 环境演化

自然环境具有一定的净化修复能力，假设自然环境的净化修复率为 $1 - \varphi$ ，政府对环境污染的治理支出为 E_t ，治理效果参数为 γ ，则环境污染存量的积累方程为：

$$Q_{t+1} = Z_t + \varphi Q_t - \gamma E_t \quad (9)$$

其中， Q_t 为本期的环境质量； Z_t 则为本期的污染流量，由于降解之后留存到下一期的污染存量 φQ_t 。

4 政府行为

政府一般预算支出 G_t 是外生决定的，并由政府收取的一次总付税 T_t 和新发行的债务 B_{t+1} 所支持。政府在第 t 期，除了政府支出外，还要偿还上一期发行的债务 B_t 。那么，政府的一般公共预算支出约束为

$$G_t + (1 + R_{1t})B_t + E_t = T_t + B_{t+1} + F_t \quad (10)$$

根据李嘉图等价，政府债务筹资和征税是等价的。因此，可以假设每一期政府一般预算支出只由税收融资，且得到相同的均衡动态。

情形一：政府环境支出资金来源于环境税收入

环境税收入专款专用，则政府污染治理支出预算约束为

$$E_t = F_t$$

而政府一般公共支出预算约束为

$$G_t = T_t$$

情形二：政府环境支出来源于一般公共预算和环境税收入

假设政府污染治理支出来源于一般公共预算的比例（1-b），那么，政府污染治理支出预算约束为

$$E_t = F_t + (1 - b)T_t$$

$$G_t = bT_t$$

从政府的预算约束（9）能看出，政府支出与上一期发行债务的本息之和不能超过税收收入与新发行债务之和。这就意味着，在某一时期，政府支出增长，可以通过来条渠道支持：一是增加目前的一次总付税，二是发行更多的债务。

政府支出的外生随机变化过程如下

$$\ln G_t = (1 - \rho_g) \ln(\omega Y) + \rho_g \ln G_{t-1} + \varepsilon_{g,t}$$

从上式可以看出，本文假设政府支出为稳态产出的份额，且服从均值为0的AR（1）过程。

5 竞争性均衡

通过上文的经济环境设定，本文定义的竞争性均衡为一系列价格（ W_t 、 R_t 、 R_{1t} ）和资源配置（ C_t 、 K_{t+1} 、 N_t 、 B_{t+1} ）的集合，并使得典型家庭和企业的最优条件（4）-（8）成立；要素市场出清；家庭和企业的预算约束以等式成立；家庭在每一期持有的债务都等于政府发行的债务。

政府的预算约束（10）可以变形为

$$G_t + (1 + R_{1t})B_t - B_{t+1} + E_t \leq T_t + F_t$$

将政府的预算约束（10）和企业的生产函数代入家庭的预算约束（2）中，得到

$$Y_t = C_t + I_t + G_t + E_t \quad (11)$$

那么，本文所描述的经济竞争性均衡由下列差分方程组系统组成

$$\frac{1}{C_t} = \beta E_t \frac{1}{C_{t+1}} [R_{t+1} + (1 - \delta)] \quad (12)$$

$$\frac{1}{C_t} = \beta E_t \frac{1}{C_{t+1}} [1 + R_{1t}] \quad (13)$$

$$\frac{W_t}{C_t} = \theta N_t^\chi \quad (14)$$

$$W_t = (1 - \alpha)(1 - \phi_t^Z \tau_Z \mu) A_t K_t^\alpha N_t^{1-\alpha} \quad (15)$$

$$R_t = \alpha(1 - \phi_t^Z \tau_Z \mu) A_t K_t^{\alpha-1} N_t^{1-\alpha} \quad (16)$$

$$Y_t = A_t K_t^\alpha N_t^{1-\alpha} \quad (17)$$

$$Z_t = \mu Y_t = \mu A_t K_t^\alpha N_t^{1-\alpha} \quad (18)$$

$$F_t = \phi_t^Z \tau_Z Z_t = \phi_t^Z \tau_Z \mu A_t K_t^\alpha N_t^{1-\alpha} \quad (19)$$

$$Q_{t+1} = Z_t + \varphi Q_t - \gamma E_t \quad (20)$$

$$Y_t = C_t + I_t + G_t + E_t \quad (21)$$

$$K_{t+1} = I_t + (1 - \delta)K_t \quad (22)$$

$$E_t = F_t + \frac{(1 - b)}{b} G_t \quad (23)$$

$$\ln \phi_t^Z = \rho_Z \ln \phi_{t-1}^Z + \varepsilon_{Z,t} \quad (24)$$

$$\ln A_t = \rho_A \ln A_{t-1} + \varepsilon_{A,t} \quad (25)$$

$$\ln G_t = (1 - \rho_g) \ln(\omega Y) + \rho_g \ln G_{t-1} + \varepsilon_{g,t} \quad (26)$$

本文的均衡条件由 15 个差分方程和 15 个变量构成。且生产率服从均值为 0 的 AR(1)过程，其稳态值可标准化为 1。需要说明的是，在均衡方程中，并没有出现一次总付税和债务。当然，也可以在均衡条件中增加政府预算约束，但是这会导致增加一个方程和两个变量。而在本文的一般均衡环境中，政府一次总付税和债务的混合融资不确定，且与均衡动态不相关。另外，根据李嘉图等价，政府债务筹资和征税是等价的。因此，可以假设每一期政府一般预算支出只由税收融资，且得到相同的均衡动态。而此处，本文只关注环境治理支出的融资方式和政府一般预算支出的动态，而不关注一般预算支出的融资形式。

3.2 扭曲性税制

在这个部分，我们替换掉一次总付税的中性税制的假设，且假设政府对家庭的劳动收入和资本收入征税，设定扭曲性税率分别为 τ_N 和 τ_K 。我们假设政府外生控制两种税率变化，因此，我们可以分析扭曲性税率变化的宏观经济与环境效应。

根据上述假设，政府依靠对家庭劳动收入和资本收入征税，以及发行债务来取得收入。家庭的预算约束变为

$$C_t + I_t + B_{t+1} = \left(1 - \frac{\tau_N}{\phi_t^N}\right) W_t N_t + \left(1 - \frac{\tau_K}{\phi_t^K}\right) R_t K_t + \Pi_t + (1 + R_{1t}) B_t \quad (27)$$

其中， τ_N 和 τ_K 是政府征收的所得税税率， ϕ_t^N 和 ϕ_t^K 分别表示劳动所得税率外生冲击和资本所得税率外生冲击。其他变量与公式 (2) 的含义相同。因此，家庭在新的预算约束下，实现跨期贴现效用现值最大化的一阶条件变为

$$\frac{1}{C_t} = \beta E_t \frac{1}{C_{t+1}} \left[\left(1 - \frac{\tau_K}{\phi_{t+1}^K}\right) R_{t+1} + (1 - \delta) \right]$$

$$\frac{1}{C_t} = \beta E_t \frac{1}{C_{t+1}} [1 + R_{1t}]$$

$$\frac{\left(1 - \frac{\tau_N}{\phi_t^N}\right) W_t}{C_t} = \theta N_t^\chi$$

所得税率外生冲击遵循 AR(1)过程，其变化方程为

$$\ln \phi_t^N = \rho_N \ln \phi_{t-1}^N + \varepsilon_{N,t}$$

$$\ln \phi_t^K = \rho_K \ln \phi_{t-1}^K + \varepsilon_{K,t}$$

其中， ρ_N 为劳动所得税税率一阶自回归系数， $\varepsilon_{N,t}$ 为劳动所得税率外生冲击； ρ_K 为资本所得税税率一阶自回归系数， $\varepsilon_{K,t}$ 为资本所得税率外生冲击。

扭曲性税制环境下，企业行为并不受影响，因此，其一阶条件仍然为要素价格等于边际产品。

政府预算约束中的一次总付税变成扭曲性税收

$$T_t = \frac{\tau_N}{\phi_t^N} W_t N_t + \frac{\tau_K}{\phi_t^K} R_t K_t$$

其他均衡条件不变，那么，在扭曲性税制环境中，经济的竞争性均衡由下列差分方程组系统组成

$$\frac{1}{C_t} = \beta E_t \frac{1}{C_{t+1}} \left[\left(1 - \frac{\tau_K}{\phi_{t+1}^K}\right) R_{t+1} + (1 - \delta) \right] \quad (28)$$

$$\frac{1}{C_t} = \beta E_t \frac{1}{C_{t+1}} [1 + R_{1t}] \quad (29)$$

$$\frac{\left(1 - \frac{\tau_N}{\phi_t^N}\right) W_t}{C_t} = \theta N_t^\chi \quad (30)$$

$$W_t = (1 - \alpha)(1 - \phi_t^Z \tau_Z \mu) A_t K_t^\alpha N_t^{1-\alpha} \quad (31)$$

$$R_t = \alpha(1 - \phi_t^Z \tau_Z \mu) A_t K_t^{\alpha-1} N_t^{1-\alpha} \quad (32)$$

$$Y_t = A_t K_t^\alpha N_t^{1-\alpha} \quad (33)$$

$$Z_t = \mu Y_t = \mu A_t K_t^\alpha N_t^{1-\alpha} \quad (34)$$

$$F_t = \phi_t^Z \tau_Z Z_t = \phi_t^Z \tau_Z \mu A_t K_t^\alpha N_t^{1-\alpha} \quad (35)$$

$$Q_{t+1} = Z_t + \varphi Q_t - \gamma E_t \quad (36)$$

$$Y_t = C_t + I_t + G_t + E_t \quad (37)$$

$$K_{t+1} = I_t + (1 - \delta) K_t \quad (38)$$

$$E_t = F_t + \frac{(1 - b)}{b} G_t \quad (39)$$

$$\ln \phi_t^N = \rho_N \ln \phi_{t-1}^N + \varepsilon_{N,t} \quad (40)$$

$$\ln \phi_t^K = \rho_K \ln \phi_{t-1}^K + \varepsilon_{K,t} \quad (41)$$

$$\ln \phi_t^Z = \rho_Z \ln \phi_{t-1}^Z + \varepsilon_{Z,t} \quad (42)$$

$$\ln A_t = \rho_A \ln A_{t-1} + \varepsilon_{A,t} \quad (43)$$

$$\ln G_t = (1 - \rho_g) \ln(\omega Y) + \rho_g \ln G_{t-1} + \varepsilon_{g,t} \quad (44)$$

本文的均衡条件由 17 个差分方程和 17 个变量构成。在扭曲性税制环境下，均衡条件中仍然没有政府债务，原因在上一部分已经论述。

4 参数校准

在这个部分，我们首先分析中国经济周期变化与 CO2 排放量周期变化，然后对为方程组 (14) — (22) 中的参数进行校准。本文所有数据来自于历年《中国统计年鉴》、《中国

能源统计年鉴》、Wind 数据库、世界银行数据库、IPCC 报告及前人研究成果。所有名义值都以 1978 年为基年转换成实际值。

碳排放数据根据中国历年能源消费量测算得到，测算公式为 $A = \sum B_i \times C_i$ ，其中 A 为 CO₂ 排放量（单位为 $10^4 tCO_2$ ）； B_i 为第 i 种能源消费量； C_i 为第 i 种能源的二氧化碳排放系数，本文参考 IPCC 的二氧化碳排放系数，计算得到煤、石油和天然气的二氧化碳排放系数分别为 $2.896 \times 10^4 tCO_2/10^4 t$ 标准煤、 $2.176 \times 10^4 tCO_2/10^4 t$ 标准煤、 $2.811 \times 10^4 tCO_2/10^4 t$ 标准煤。^①图 1 中呈现了标准化的中国实际 GDP 和二氧化碳排放量，且以 1978 年为基年对数据进行标准化，即起始年份（1978 年）的值都是 1。^②从图中可以看出，在 1978 年-2013 年间，中国的实际 GDP 和二氧化碳排放量都呈现出增长趋势，但是其增长率不同，且中国经济的二氧化碳排放强度在下降。从 1978 年-2013 年中国实际 GDP 增长 26 倍多，而二氧化碳排放量只增长 6 倍多。

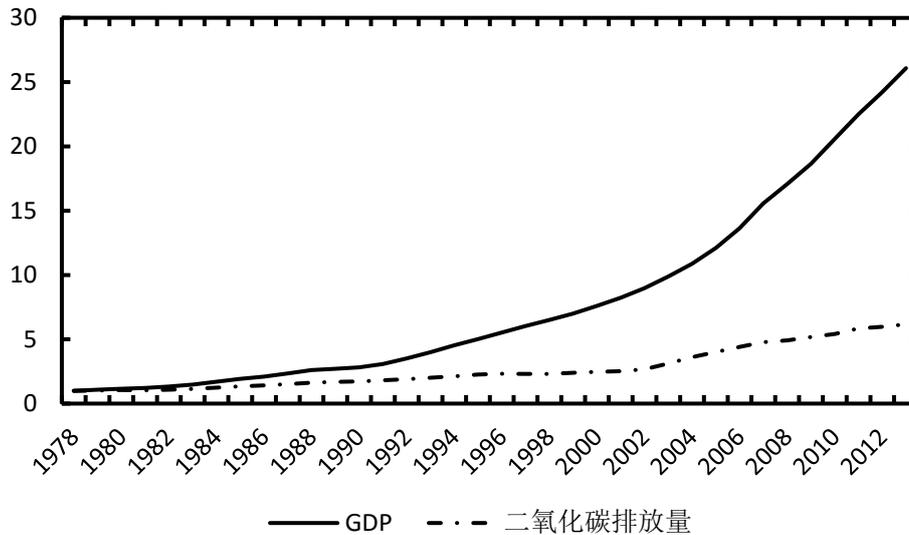


图 1 中国 1978-2013 年 GDP 和二氧化碳排放量

图 1 并没有显著地呈现出 1978-2013 年中国实际 GDP 和 CO₂ 排放量的周期效应，因此，本文将计算中国实际 GDP 和 CO₂ 排放量的周期成分。HP 滤波方法经常被用来消除时间序列的时间趋势，从而分离出周期成分。本文取中国实际 GDP 和 CO₂ 排放量的自然对数，并利用 HP 滤波得到两个序列的周期成分，且设定 HP 滤波的平滑参数（smoothing parameter） $\lambda = 100$ 。

图 2 中呈现了去趋势的中国实际 GDP 和 CO₂ 排放量两个序列的周期成分。从中国实际 GDP 周期曲线可以看出：中国经济衰退期发生在 1978-1982 年、1988-1991 年、1996-2004 年以及 2007-2013 年四个阶段；中国经济增长期发生在 1982-1988 年、1991-1996 年、

^① 二氧化碳排放量单位为 $10^4 tCO_2$ ，中国的能源消费结构为煤、石油、天然气等，即 $i=煤, 石油和天然气$ ，单位为万吨标准煤。《2006 年 IPCC 国家温室气体排放清单指南》中给出了各种能源的二氧化碳排放系数，但《中国能源统计年鉴》中只按照煤、石油、天然气等统计了年度能源消费量，因此，本文将 IPCC 中各种类型的煤、燃料油和燃料气的二氧化碳排放系数分别求出平均值作为煤、石油和天然气的二氧化碳排放系数，且按照 $10^4 t$ 标准煤 = $2.93 \times 10^5 GJ$ （赵敏等，2009）将 IPCC 中二氧化碳排放系数能量单位转换成标准煤单位。《2006 年 IPCC 国家温室气体清单指南》（2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories）来源于：<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol2.html>。

^② 本文估计的中国二氧化碳排放量与世界银行数据库中收录的 1960-2010 年期间中国二氧化碳排放量的平均偏差在 5% 以内，另外匹配双样本 t 检验，显示 t 统计量为 -8.763，p 值为 0.000，说明两个样本数据来自同一总体。由于篇幅所限，本文没有列出中国 1953-2013 年 CO₂ 排放量估计值，如需可找作者索取，世界银行二氧化碳排放量数据来源于：<http://data.worldbank.org/indicator/EN.ATM.CO2E.KT/countries>。

2004-2007 年三个阶段。而从 CO2 排放量周期曲线可以看出：CO2 排放量下降期发生在 1978-1982 年、1988-1990 年、1995-2002 年以及 2007-2013 年四个阶段；CO2 排放量增长长期发生在 1982-1988 年、1990-1995 年、2002-2007 年三个阶段。因此，中国 CO2 排放量周期与实际 GDP 周期基本同步发生。

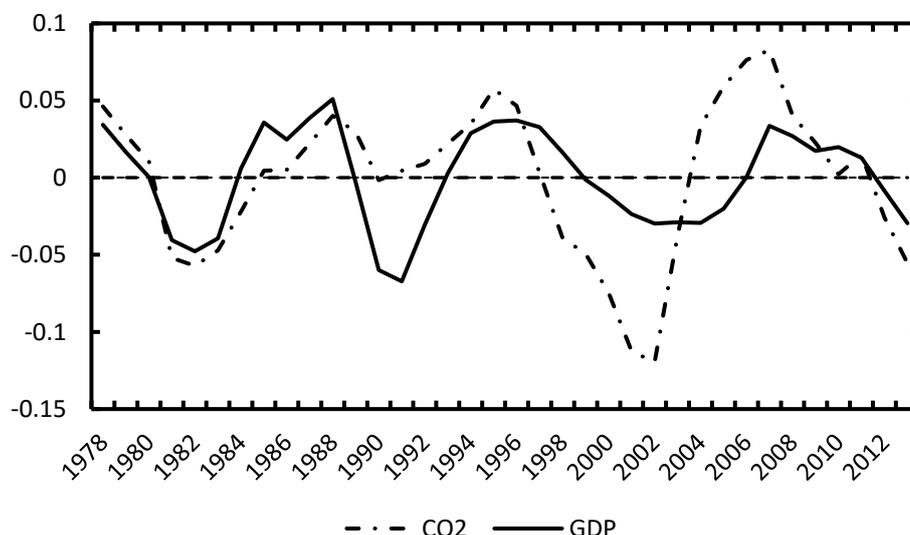


图 2 中国实际 GDP 和 CO2 排放量的周期成分

中国实际 GDP 的周期性波动标准差为 0.031，CO2 排放量的周期性波动标准差为 0.049，则 1978-2013 年期间，中国 CO2 排放量比中国实际 GDP 具有更大的波动性，尤其是在 1995-2007 年期间，CO2 排放量的标准差为 0.071。两个序列之间的相关系数为 0.99，p 值为 0.0000。中国的实际 GDP 和 CO2 排放高度相关，即随着实际 GDP 的增长，CO2 排放量也增长。

本文利用时间序列分析模型 ARIMA 来测算中国 CO2 排放量随着实际 GDP 增长的程度。表 2 中列出了 CO2 排放量与 GDP 的 ARIMA 模型回归结果。由于因变量和自变量都是自然对数，因此，回归系数表示 CO2 排放对于 GDP 的弹性。(1) 列显示中国 CO2 排放对于 GDP 的弹性为 0.601。在经济周期文献中 HP 滤波是最常用的趋势方法 (G. Heutel, 2012)，(2) 列是对中国 CO2 排放量和实际 GDP 数据经过 HP 滤波处理之后的周期成分得到的回归结果，结果显示 CO2 排放对于 GDP 的弹性在 1% 的置信水平下显著，且 HP 滤波去势后的弹性系数为 0.690 与 (1) 中得到的弹性系数相似。(3)-(4) 列是利用另外两种滤波 (BK Filter 和 CF Filter) 趋势后的回归结果，结果显示弹性系数为正，且显著。这表明中国 CO2 排放量是顺经济周期的，且 (1) - (2) 得出的回归结果非常稳健。

表 1 CO2 排放量与 GDP 的 ARIMA 模型回归结果

	(1) ARIMA	(2) HP Filter	(3) BK Filter	(4) CF Filter
LnGDP	0.601*** (2.7784)	0.690*** (3.2671)	0.535** (2.13)	0.445* (1.951)
Obs.	34	35	28	28

注：括号中为 t 统计值。表中的四个回归模型中的因变量都是 CO2 排放量的自然对数：(1) 中是原始对数值，ARIMA(1, 1, 2)；(2) 是利用 HP 滤波去势后的周期值，ARIMA(1, 0, 2)；(3) 是利用 BK 滤波去势后的周期值，ARIMA(2, 0, 1)；(4) 是利用 CF 去势后的周期值，ARIMA(1, 1, 1)。常数项和滞后项

系数都省略。***, **, *分别表示在 1%, 5%, 10%的置信水平下显著。

根据表 1 的测算结果, 中国目前的生产排污系数 $\mu = 0.601$ 。我们根据已有的化学与经济学相关研究来校准 CO2 存量积累方程的相关参数。根据本文的 CO2 积累方程 $Q_{t+1} = Q_t + \omega Z_t - \gamma E_t$, ω 和 γ 为需要校准的参数, 分别表示 CO2 半衰期系数和政府治理效果。从前人研究成果来看, Nordhaus W.(1991) 和 Falk I.、Mendelsohn R.(1993) 都选取了 139 年的半衰期, 对应的半衰期系数为 0.995, Reily J.(1992)和 Heutel G.(2012)则都选取了 83 年作为 CO2 半衰期, 对应的半衰期参数为 0.992, 而 Moore B.、Braswell B.H.(1994)则选取了 19-92 年这个范围作为 CO2 半衰期, 对应的半衰期参数范围在 0.964-0.992 之间, IPCC(2001)则选取 5-200 年作为 CO2 半衰期, 对应的半衰期参数范围在 0.871-0.997 之间。正如 B. Annicchiarico et al. (2015) 采用 Heutel G.(2012)的半衰期一样, 本文也采用 Heutel G.(2012)的 CO2 半衰期 83 年, 对应的参数值 $\omega = 0.992$ 。本文在后面部分, 将利用其他的半衰期参数值来进行敏感性分析。政府部门的减排效果系数为 0.345。

对于环境税政策, 由于中国还未开征碳税或者环境税, 《中华人民共和国环境保护税法(征求意见稿)》也并未规定碳税税率, 那么, 根据本文理论模型部分的假设, 环境税专款专用于环境治理支出, 2015 年全国财政节能环保项支出约占 GDP 比重为 0.6%, 而上文测算出的排放系数为 0.6, 据此反推出我国环境税率为 1%, 因此, 本文校准的环境税率稳态值 $\tau = 1\%$ 。而政府减排支出的效果参数为 0.345。

对于中国的资本份额及资本折旧率, 我国学者估算的中国资本份额在 46.3%-69.2%之间, 估算的资本折旧率在 0.04-0.1 之间。我们利用 1953-2013 年的相关数据, 使用校准实验得到的中国资本份额为 0.1, 结果与郭庆旺和贾俊雪(2005)^[24]估算结果相似, 资本折旧率为 0.09, 与黄贇琳和朱保华(2015)^[25]选取的资本折旧率相似, 因此, 本文校准的资本折旧率为 0.1。将模型参数取上述值。

对于主观贴现率, 参照多数学者的研究, 国内外大部分文献都取值在 0.934 左右, 因此, 本文将主观贴现率 β 设置为 0.934。且王君斌、王文甫(2010)估计中国的劳动供给弹性为 3。因此, 本文校准的中国劳动供给弹性 $\chi = 3$ 。劳动供给负效用为 $\theta = 0.5$ 。服从 Markov 过程的技术冲击系数来自于黄贇琳和朱保华(2015)的研究, 黄贇琳、朱保华(2015)利用我国 1978-2011 年宏观经济数据, 得到相应的技术冲击一阶自回归系数为 0.73, 即 $\rho_A = 0.72$ 。

从 1978 年-2014 年的政府消费占 GDP 的比重来看, 一直为 14%左右, 剔除价格因素影响的实际值比重也 14%左右, 因此, 本文政府消费性支出占产值比重的校准参数 $\omega = 0.14$ 。且从上文分析的我国政府消费性支出的一阶自回归系数为 0.43, 这一结果与黄贇琳、朱保华(2015)的结果(0.418)也较为接近, 因此, 本文将政府支出一阶自回归系数设置为 $\rho_g = 0.43$ 。

对于中国劳动所得税和资本所得税的有效税率估计的文献大部分基于 Mengdoza et al. (1994)的基础上之上, 例如, 梁红梅和张卫峰(2014)、刘沧容和马拴友(2002)等, 此外, 黄贇琳和朱保华(2015)也以刘沧容和马拴友估计的劳动所得税率和资本所得税率为其校准税率值进行中国税收政策的宏观经济效应分析。基于此, 本文结合刘沧容和马拴友(2002)、梁红梅和张卫峰(2014)、黄贇琳和朱保华(2015)的有效税率值校准中国的劳动所得税率和资本所得税率分别为 0.051 和 0.266。且参考黄贇琳和朱保华(2015)校准中国劳动所得税率一阶自回归系数和资本所得税率一阶自回归系数, 本文将两个参数的校准值分别确定为 0.322 和 0.259。

5 财政政策的宏观经济与环境效应分析

在上述参数给定的情况下，接下来，利用 Dynare 环境^⑨估计基准情形（无环境税情形）、环境税专款专用情形和一般预算融资情形下的宏观经济变量与环境变量的稳态水平，并模拟财政支出冲击、税收政策冲击和环境税政策冲击下的宏观经济变量与环境变量的动态响应路径。

5.1 稳态分析

本部分主要分析一次性总付税——中性税制环境中，基准情形、环境税专款专用情形以及一般预算融资情形下，宏观经济变量和环境变量的稳态水平，结果如表 2 所示。

从表 2 中的结果可以看出，与基准情形相比，**中国征收环境税，且将环境税收入作为环境公共支出的唯一来源的情况下，环境税政策表现出“双降效应”**，即征收环境税后，主要宏观经济变量与基准情形相比有所下降，下降幅度在 0.57% 以上，而自然环境中的二氧化碳存量下降 0.91%。这一结果与理论预期相同，理论上来说，环境税的开征，会增加生产者的成本，从而使得企业生产活动下降。从减排成本的角度来看，减排支出占产量的比重为 0.6%，虽然企业产量下降 0.57%，但二氧化碳存量且下降 0.91%。因此，“环境税的征收使得产出和碳存量均下降”的结果与 B. Annicchiarico 和 F. Di Dio（2015）的研究结论相一致。

从具体的传导机制来看：环境税情形与基准情形相比 **（1）总供给负效应**。产出下降由于环境税的开征增加了企业的生产成本，企业的最优反应是降低要素支出成本，资本存量下降 1.17%，但值得注意的是劳动增加 0.04%，这是因为环境税的征收使得劳动工资率下降 1.21%，在收入效应的作用下，家庭会投入更多的劳动时间，从而最终导致产出下降 0.57%。**（2）总需求负效应**。一方面，在均衡状态下，产出的下降会使得家庭收入减少；另一方面，环境税的征收因此，产生了收入转移效应，即相较于基准情形，环境税的征收，使得家庭的一部分收入（或者企业的一部分产出，本文隐含假设家庭拥有企业）通过环境税政策转移到政府部门，因此，政府部门增加环境税收入增加 0.02。在以上两方面的作用下，家庭收入减少，因此，家庭消费下降 1.32%，投资下降 1.17%。**（3）环境质量正效应**。一方面，产出的下降，直接影响到二氧化碳的排放量，其稳态水平相较于基准情形下降 0.57%；另一方面，由于减排公共支出的增加，二氧化碳存量下降 0.91%。

表 2 三种情形下，宏观经济变量和环境变量的稳态值及其变化率（中性税制）

变量	基准情形	减排支出环境税融资	减排支出一般预算融资
C	1.94371	1.91812 (-1.3166%)	1.87809 (-3.3760%)
N	1.15155	1.15198 (0.0373%)	1.16011 (0.7433%)
I	1.01345	1.00161 (-1.1683%)	1.00867 (-0.4717%)
Y	3.43856	3.41892 (-0.5712%)	3.44304 (0.1303%)
W	1.48405	1.46616 (-1.2055%)	1.46616 (-1.2055%)
R	0.17066	0.17066 (0)	0.17066 (0)
R_b	0.07066	0.07066 (0)	0.07066 (0)
K	10.1345	10.0161 (-1.1683%)	10.0867 (-0.4717%)
G	0.481398	0.478649 (-0.5710%)	0.482026 (0.1305%)
A	1	1	1
Q	258.322	255.961 (-0.9140%)	255.457 (-1.1091%)
Z	2.06657	2.05477 (-0.5710%)	2.06927 (0.1307%)
E	0	0.0205477	0.020693

^⑨ Dynare 是处理许多经济模型的平台，尤其是解动态随机一般均衡模型（DSGE）和世代交叠模型（OLG）具有非常强大的功能。

注：括号中为不同政府减排支出融资方式下，各宏观经济、环境变量与基准情形下相比的变化率。

上面，我们分析了政府减排支出的唯一资金来源为环境税筹资，结果显示环境税政策对宏观经济与排放表现出“双降效应”。那么，当政府减排支出的资金不仅来源于环境税，还有一部分来源于一般预算收入时，环境税政策仍然具有“双降效应”吗？**实证估计结果表明，在一般预算资金支持减排支出的情形下，环境税政策具有产出-环境“双重红利效应”。**

从表 2 中的估计结果可以看出，在一般预算资金支持减排支出的情况下，环境税政策具有产出-环境“双重红利效应”，即开征环境税既提高了产出，又改善了环境质量。与此同时，环境税政策仍然呈现出需求-排放“双降效应”，即环境税的开征使得总需求下降，环境质量改善。

从传导机制来看：**(1) 总供给的正效应。**在政府减排支出的一般预算筹资情形下，环境税的开征使得产出增长 0.13%。一方面，环境税的开征依然加重了企业的成本负担，企业的最优反应仍是减少要素支出，从资本投入下降 0.47%；另一方面，由于工资率的下降（下降幅度为 1.21%），企业反而增加了劳动投入，增长幅度为 0.74%。在劳动和资本的替代作用下，增加的劳动投入所对应的产出增量大于资本减少所对应的产出负增量，因此，环境税政策的总供给效应为正。**(2) 总需求的负效应。**一方面，资本要素需求下降，资本收入下降，虽然劳动需求增加，但是工资率下降的幅度大于劳动增加的幅度，因此，劳动收入也下降，因此，家庭总收入下降；另一方面，政府收入增加，不仅增加了环境税收入，而且一次性总付税也增加，因此，收入转移效应使得家庭可支配收入进一步下降。再上述两个方面的作用下，家庭消费下降 3.11%，投资下降 0.65%。**(3) 环境正效应。**虽然产出增加，伴随着更多的二氧化碳排放量——其增长 0.04%，但是，从自然环境中的二氧化碳存量来看，环境质量仍改善了 1.2%，这主要是由于政府减排支出的增加引起的结果。

在扭曲性税制环境下，主要效应和传导机制与中性税制情形下类似，此处不再赘，估计结果如表 3 所示。但需要注意的是，扭曲性税制给产出造成的损失达到 30.1%，同样，二氧化碳存量也会减少 30.1%。

表 3 三种情形下，宏观经济变量和环境变量的稳态值及其变化率（扭曲性税制）

变量	基准情形	环境税专款专用	环境支出一般预算融资
C	1.54642	1.52627(-1.3030%)	1.49831(-3.1111%)
N	1.10027	1.10063(0.0327%)	1.10743(0.6507%)
I	0.519743	0.513646(-1.1731%)	0.516814(-0.5635%)
Y	2.40252	2.38869(-0.5756%)	2.40344(0.0383%)
W	1.08524	1.07215(-1.2062%)	1.07215(-1.2062%)
R	0.232512	0.232512(0)	0.232512(0)
R_b	0.07066	0.07066(0)	0.07066(0)
K	5.19743	5.13646(-1.1731%)	5.16814(-0.5635%)
G	0.336352	0.334416(-0.5756%)	0.336482(0.0386%)
A	1	1	1
Q	180.489	178.831(-0.9186%)	178.323(-1.2001%)
Z	1.44391	1.4356(-0.5755%)	1.44447(0.0388%)
E		0.014356	0.0518315

注：括号中为不同政府减排支出融资方式下，各宏观经济、环境变量与基准情形下相比的

变化率。

5.2 方差分解

接下来，为了分析财税政策对宏观经济与环境质量的动态影响，方差分解和脉冲响应分析均在扭曲性税制环境下进行。根据 C. A. Sims (1980) 提出的方差分解方法，可以通过分析每一种政策冲击对宏观变量变化的贡献程度，进而评价不同政策冲击的重要性^④。表 4 中呈现了财政政策冲击下宏观经济变量的方差分解。

从表 4 中的方差分解结果来看，不同财政政策冲击中，对主要宏观经济变量及环境变量波动贡献程度最大的是财政支出冲击，除对劳动、政府减排支出波动的解释力分别为 70.15% 和 61.51% 外，对其他宏观变量波动的解释力均在 90% 以上。由于本文假设财政支出的唯一来源渠道为政府一般税收入，因此，这就意味着政府减排支出波动程度的 61.51% 来自于政府一般税收入变动，另外，减排支出波动的 38.48% 可以被环境税冲击解释。

表 4 财政政策冲击对宏观变量波动的贡献率 (%)

	财政支出冲击和税收冲击				税收冲击		
	ε_g	ε_Z	ε_N	ε_K	ε_Z	ε_N	ε_K
C	96.17	2.50	0.13	1.20	65.31	3.31	31.38
N	70.15	0.11	27.54	2.19	0.38	92.27	7.35
I	98.30	0.49	0.23	0.98	28.94	13.30	57.35
Y	95.85	2.27	1.08	0.81	54.60	25.91	19.49
K	97.10	2.06	0.16	0.68	71.06	5.62	23.32
G	99.98	0.01	0.00	0.00	60.04	19.74	20.22
Q	90.99	7.85	0.43	0.72	87.19	4.80	8.01
Z	95.85	2.27	1.08	0.81	54.60	25.91	19.49
E	61.51	38.48	0.01	0.01	99.97	0.02	0.01

如果只考虑政府税收政策冲击，那么，三种税收政策冲击对各宏观变量波动的解释力如表 4 所示。环境税率冲击对消费、产出、资本、政府支出、二氧化碳存量、二氧化碳排放量以及政府减排支出等变量的波动贡献率均在 54% 以上。值得注意的是，虽然环境税率冲击对二氧化碳排放量波动的贡献程度达到 54.60%，但是劳动所得税率冲击和资本所得税率冲击对二氧化碳排放量波动的贡献也不能忽略，它们的贡献程度分别达到 25.91% 和 19.49%。

5.3 动态分析

虽然方差分解能定量分析不同财政政策冲击对宏观经济变量与环境变量影响的重要性，但是这种方法的分析结果十分粗略，不能显示出宏观经济变量与环境变量经历财政政策冲击后的响应程度及其动态响应路径，即不同财政政策变动后，宏观经济变量与环境变量的变化方向、变化程度，以及动态演变路径。接下来，本文采用脉冲响应函数分析财政政策冲击对中国宏观经济变量与环境变量的动态影响。脉冲响应函数呈现了各宏观变量面对财政政策冲击的动态响应路径。本文在时期 $t=0$ ，分别给予财政支出、环境税率、劳动所得税率和资本所得税率一个标准差的变动，即是说 $\varepsilon_{G,t} = 1$ 、 $\varepsilon_{Z,t} = 1$ 、 $\varepsilon_{N,t} = 1$ 、 $\varepsilon_{K,t} = 1$ 。从理论分析中引入的财政政策冲击形式，上述一个标准差的变动意味着积极的财政税

^④ C. A. Sims, 1980, "Comparison of Interwar and Postwar Business Cycles", American Economic Review, 70: 250-257.

政策和更严格的环境税政策。然后，计算出宏观经济与环境系统中所有宏观变量随时间演化的响应值。所有的结果都是一个跨度为 20 期的初始稳态偏离百分率。

1、财政支出冲击

图 3 呈现了财政支出政策的暂时性冲击下，主要宏观经济变量和环境变量的脉冲响应，即在初期增加财政支出，各主要宏观变量的动态响应路径。

在初始期，增加财政支出，**(1) 总供给方面**，产出、劳动立即出现正向调整，资本存量立即出现负向调整。从图 3 可以看出，暂时性增加财政支出，产出立即正向偏离稳态水平，上升 0.02，但随着时间的推移，产出在第二期出现负向偏离稳态水平，并持续下降到第四期，随后逐渐开始回升，最终回到稳态水平，暂时性财政支出冲击的产出效应呈现出“U”型动态路径。暂时性财政支出冲击的产出效应，一方面，由于财政支出增加，总需求扩张，引致效应推动劳动工资率上涨，劳动供给增加 0.02，随着财政支出冲击影响的减弱，劳动工资率回落，劳动供给也逐渐下降，最终回到稳态水平；另一方面，财政支出增加，对私人投资，进而资本挤出效应较大，资本投入立即负向偏离稳态水平 0.25，资本的动态响应路径也呈现出“U”型变化趋势。在上述两个方面的作用机制下，财政支出临时性增加的产出效应呈现出“U”型动态变化路径。**(2) 总需求方面**，财政支出是总需求的一个重要组成部分，虽然公共需求增加，但是财政支出由税收融资，财政支出的增加意味着税收增加，收入再分配，家庭的一部分收入通过税收转移到政府手中，家庭收入减少，因此，家庭消费立即负向偏离稳态 0.1，投资也立即下降 0.25，随后家庭消费和投资均逐渐上升，回到稳态水平。**(3) 环境质量方面**，财政支出的暂时性增加，二氧化碳排放量立即出现正向调整，由于产出立即出现正向调整，随着产出的下降，二氧化碳排放量也出现下降，呈现“U”型响应路径。但从二氧化碳存量的动态变化路径来看，在研究期内，二氧化碳存量一直处于下降趋势。

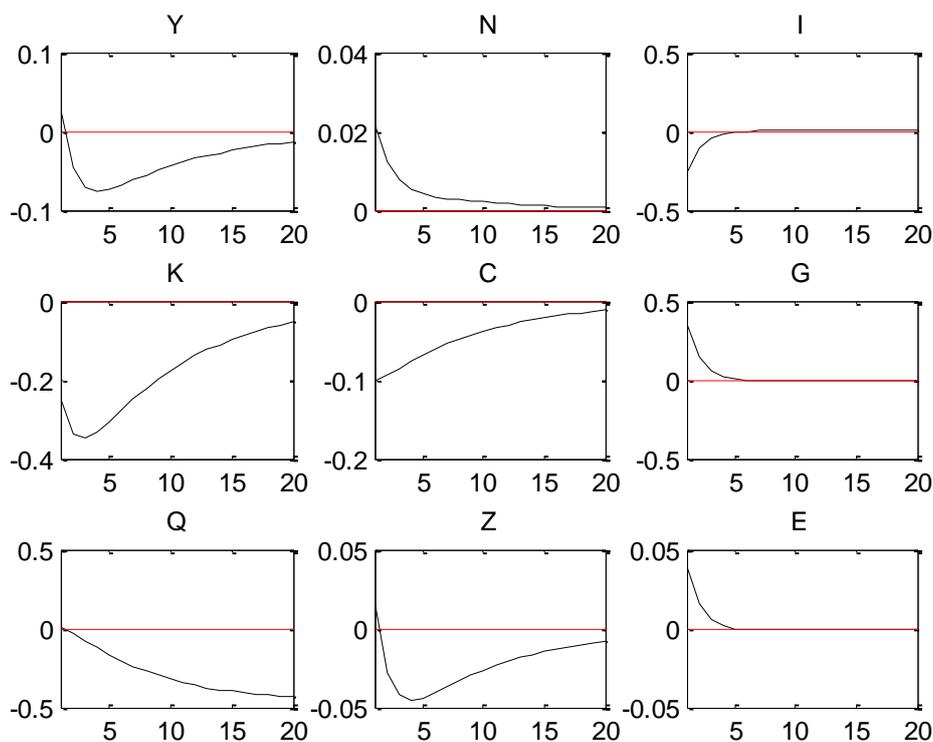


图 3 财政支出冲击下的宏观变量脉冲响应图

2、环境税率冲击

本文设置的环境税率暂时性提高 0.01，图 4 呈现了宏观经济变量和环境变量的动态响应路径。从图 3 中可以看出，环境税率暂时提高 0.01，产出立即出现负向调整，在产出的动态调整过程中，企业负担加重，且会发现其最优生产规模，企业产出会逐渐下降，并低于初始稳态水平，然后开始上升回到稳态水平，呈现出“U”型变化路径。从图 4 中可以看出，产出呈现出“U”型变化的原因在于，面对暂时性的环境税率提高，一方面，劳动立即出现负向调整，并逐渐下降回到稳态水平；另一方面，投资立即出现负向调整，并逐渐上升回到其稳态水平，在投资的动态调整过程中，资本存量立即出现负向调整，并由于去资本折旧的影响，呈现出下降后逐渐上升回到稳态水平的“U”型变化路径。另外，面对暂时性的环境税率提高，家庭消费支出立即出现负向调整，并呈现“U”型变化，逐渐上升回到稳态水平。

现在转向环境变量，从图 4 中可以清晰的看到，暂时性的环境税率提高使得二氧化碳存量立即出现负向调整，且环境税率提高对二氧化碳存量的动态影响时期较长，在研究期内，其存量一直下降，这主要是由于环境税的征收，使得产出中的一部分从家庭手中转移到政府部门，这种转移支付效应使得政府有能力进行减排，二氧化碳排放量也出现负向调整，且出现先下降后上升的“U”型响应路径，但是在企业最优生产规模和政府减排行为的双重影响下，二氧化碳存量仍然呈现出下降变化路径。

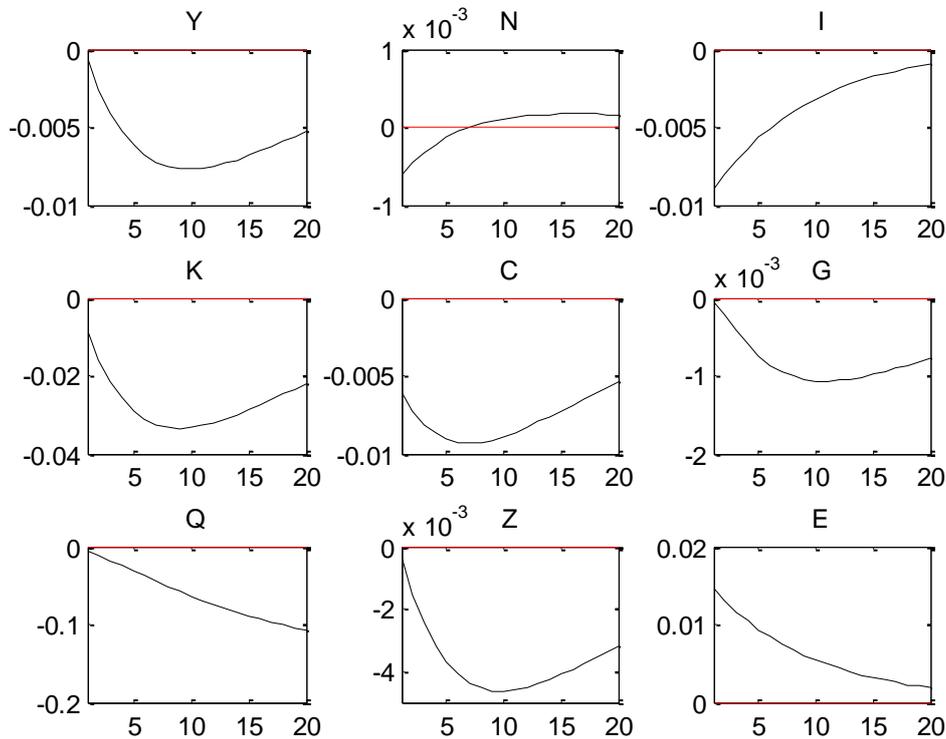


图 4 环境税率冲击下宏观变量的脉冲响应图

3、劳动所得税率冲击

本文设置的劳动所得税率暂时性下降一个标准差，即临时性减税政策冲击，从图 5 中

可以看出，(1) **总供给效应**，产出立即出现正向调整，偏离初始稳态水平 0.018，随后逐渐下降回到稳态水平。一方面，劳动所得税率的下降，使得家庭拿到的单位劳动所得提高，家庭享受闲暇的机会成本提高，在劳动和闲暇的替代作用下，家庭更多的供给劳动，劳动市场的供求机制下，厂商投入更多劳动，因此，劳动立即正向偏离稳态水平 0.018；另一方面，资本也立即正向偏离稳态水平 0.013，随后上升至最高点，逐渐开始回落到稳态水平，呈现倒“U”型变化路径，这是由于初始期，投资的上升超过资本折旧，但随着投资逐渐下降，资本折旧超过新增投资。(2) **总需求效应**，产出增长，家庭收入增加，且劳动所得税率下降，可支配收入增加，家庭拥有更多的资源在消费和储蓄之间进行配置，因此，家庭消费和投资均立即出现正向调整，分别偏离稳态水平 0.0032 和 0.012，家庭将增加的可支配收入更多的用于储蓄，是因为中国家庭的边际储蓄倾向较高。(3) **环境效应**，随着产出的增长，二氧化碳排放量也立即出现正向调整，偏离稳态水平 0.01，随后逐渐下降回到稳态水平。而二氧化碳存量也立即出现正向调整，偏离稳态 0.01，但其在研究期内，一直处于上升趋势，虽然政府减排支出增长，但其增长幅度较小，因此，政府减排支出的减排效应小于产出的排放效应，导致二氧化碳存量一直上升。

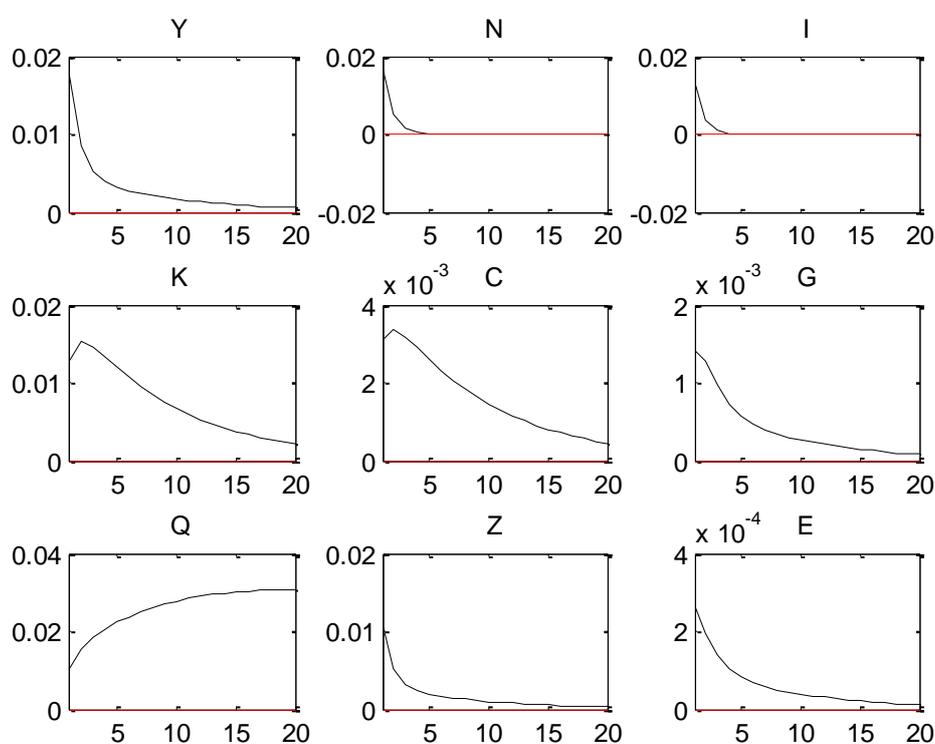


图 5 劳动所得税率冲击下宏观变量的脉冲响应图

4、资本所得税率冲击

面对资本所得税率的暂时下降，宏观经济变量与环境变量的响应路径如图 6 所示，

(1) **总供给效应**，产出立即出现正向调整，偏离稳态 0.005，随后逐渐上升到 0.007，然后开始反转下降，回到稳态水平，呈现倒“U”型变化路径。资本所得税率的下降，使得家庭从单位资本中获得的收入增长，家庭更多的储蓄，在资本市场上，更多的资本供给，让厂商更多的投入资本，因此，资本立即出现正向偏离稳态 0.026。此外，劳动投入也立即出现正向调整，但资本所得税率下降冲击对劳动的影响程度较弱。(2) **总需求效应**，产出的增长，一部分通过税收转移到政府部门，一部分作为家庭的收入，家庭收入增加，收入

在消费和储蓄之间配置，家庭在资本所得税率下降的激励下，更多的储蓄，致使家庭储蓄立即正向偏离稳态 0.025，消费则负向偏离稳态 0.02。**(3) 环境效应**，二氧化碳排放量出现小幅正向调整，且与产出的变化路径相同，先上升后下降，最后回到稳态水平。从二氧化碳的存量水平来看，资本所得税率下降冲击，也能使得二氧化碳立即出现正向调整，且在研究期内，也一直处于上升趋势，但相较于劳动所得税率冲击的影响，资本所得税率冲击对二氧化碳存量水平的影响更大，这一结果与前面的方差分析结果相一致。

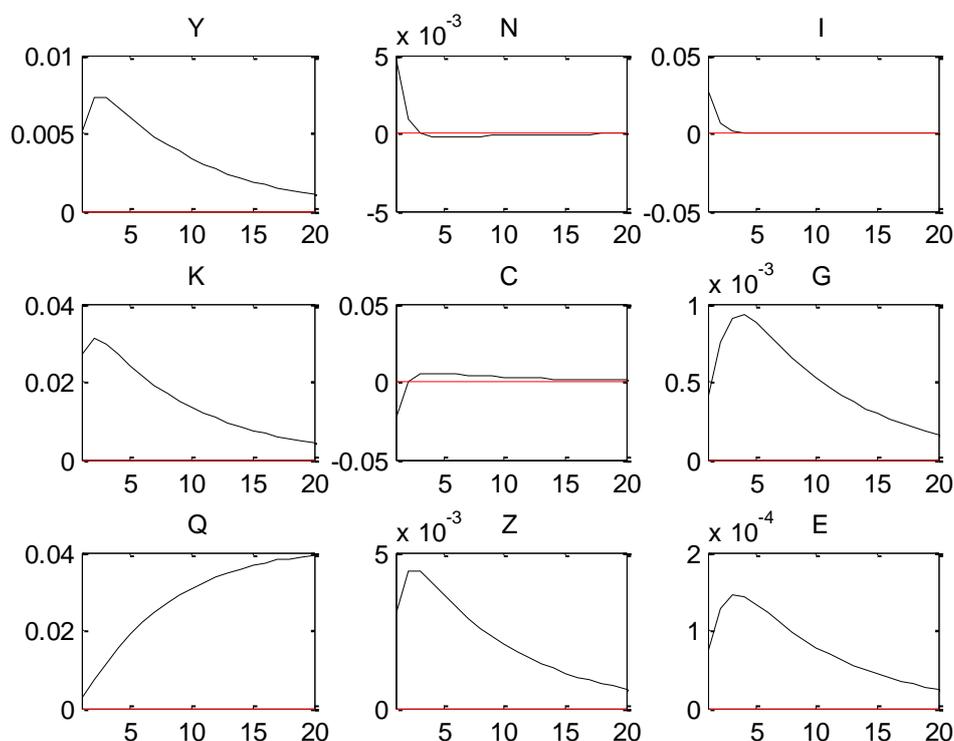


图 6 资本所得税率冲击下宏观变量的脉冲响应图

6 结论及政策含义

改革开放 30 多年来，我国经济社会取得了举世瞩目的成就，但随着经济水平的不断提高，随之而来的环境承载压力也越来越大，资源环境约束已成为我国未来可持续发展的主要制约因素。我国政府部门已于 2015 年发布《中华人民共和国环境保护税法（征求意见稿）》，2016 年的《政府工作报告》和《“十三五”规划纲要》均提出要加大环境财政支出，环境污染治理已经成为全社会的共识。以往研究环境问题主要集中于微观经济学领域，而忽略环境或者环境政策、财政政策与宏观经济之间的相互作用及其传导途径。基于此，本文构建了一个包含环境的四部门 RBC 模型，并引入财政支出冲击、环境税率冲击、劳动所得税率冲击和资本所得税率冲击，分析基准情形、减排支出的环境税融资情形以及减排支出的一般预算融资情形下，宏观经济变量和环境变量的稳态变化率、不同冲击对宏观变量波动贡献率及其动态响应路径。通过本文的分析，得到如下结论：

第一，中国征收环境税可以实现“双重红利”，即征收环境税后，稳态产出水平提高，稳态二氧化碳存量水平下降。与基准情形相比，开征环境税，且政府减排支出仅仅来源于环境税收入时，开征环境税并不能实现“双重红利”，产出会下降 0.58%，二氧化碳存量下

降 0.92%。如果政府减排资金除了来源于环境税收入，还来源于一般税收入，开征环境税则能实现“双重红利”，产出增长 0.13%，二氧化碳存量下降 1.1%。

第二，环境税率的提高，在短期内会表现为抑制产出，随着动态调整，企业成本的增加会使得企业产出持续下降，但由于环境税率提高是暂时性的，因此产出等宏观经济变量最终回到稳态水平。但是环境税率的提高对二氧化碳减排具有显著的效果，且对于减少二氧化碳存量作用时间较长。

第三，财政政策变动不仅会影响经济，还会影响二氧化碳存量。财政政策的变动，无论是财政支出变动还是税收政策变动，都对二氧化碳有显著的影响，财政支出变化对二氧化碳存量变动的贡献率达到 90.99%，所得税率变动也对二氧化碳存量波动有较大影响。且财政支出的暂时性扩张，会引起二氧化碳存量一直下降，而所得税率的下降，则会引起二氧化碳存量的上升，但资本所得税率的影响更大。根据 Heyes (2000)、Lawn (2003)、Sim (2006) 和 C. S. Decker、M. E. Wohar (2012) 等学者提出的 IS-LM-EE 模型，扩张的财政政策，会引起 IS 曲线右移，产品货币市场均衡点与环境均衡曲线的相对位置，即财政政策的环境引致效应取决于财政政策变化引起的环境均衡曲线的变动程度。综上所述，理论上，财政政策变动会引起环境均衡的变动，从本文的实证结果来看，财政政策的变动也引起环境质量的变动。

通过本文的研究结论，可以得到未来我国二氧化碳减排的一些政策含义：第一，应尽快开征环境税，并增加政府减排支出，且减排支出资金来自于环境税和一般预算收入，在此种融资模式下，环境税的开征在短期内不仅不会对经济产生负面效应，还会实现“双重红利效应”；第二，除了环境税政策和减排支出政策外，财政支出政策也会影响到环境质量，且适度增加财政支出微刺激，虽然产出会由于挤出效应而在短期内出现下降，但环境质量可在较长时间内持续改善；第三，税制结构也会影响环境质量，要使得中国税制结构更加绿色，应该降低劳动所得税率，提高资本所得税率，降低劳动所得税率对产出刺激作用较大，引起的环境负效应较小，与此同时，提高资本所得税率，又对产出的抑制作用较小，对环境质量的改善效应较大。综上所述，未来中国不仅仅要完善环境税收和环境支出体系，更应该注重改革财政体系，使得财政体系更加绿色化，这也有利于引导中国绿色发展。

参考文献

- [1]. 卢洪友，许文立，2015：《中国生态文明建设的“政府-市场-社会”机制探析》，《财政研究》第 11 期。
- [2]. Evangelos V. Dioikitopoulos, Sugata Ghosh, Eugenia Vella, 2016, Technological Progress, Time Perception and Environmental Sustainability, The University of Sheffield, SERPS no. 2016002.
- [3]. G. I. Galinato, S. P. Galinato, 2016, The effects of government spending on deforestation due to agricultural land expansion and CO₂ related emissions, Ecological Economics, 122:43-53.
- [4]. G. E. Halkos, E. A. Paizanos, 2013, The effect of government expenditure on the environment: an empirical investigation, Ecological Economics, 91:48-56.
- [5]. T. R. Barman, M. R. Gupta, 2010, Public expenditure, environment and economic growth, Journal of Public Economic Theory, 12(6):1109-1134.
- [6]. S. Gupta, K. Miranda, I. Parry, 1995, Public expenditure policy and the environment: A review and synthesis, World development, 23(3):515-528.

- [7]. R. Lopez, G. I. Galinato, A. Islam, 2011, Fiscal spending and the environment: Theory and empirics, *Journal of Environmental Economics and Management*, 62:180-198.
- [8]. A. M. Islam, R. E. Lopez, 2015, Government spending and air pollution in the US, *Int. Rev. Environ. Resour. Econ.* 8(2):139-189.
- [9]. R. Lopez, A. Palacios, 2014, Why has Europe Become Environmentally Cleaner? Decomposing the Role of fiscal, trade and environmental policies, *Environ. Resour. Econ.* 58:91-108.
- [10]. T. Bernauer, V. Koubi, 2013, Are bigger governments better providers of public goods? Evidence from air pollution, *Public Choice*, 156:593-609.
- [11]. E. Vella, E. V. Dioikitopoulos, S. Kalyvitis, 2015, Green spending reforms, Growth, and welfare with endogenous subjective discounting, *Macroeconomic Dynamics*, 19:1240-1260.
- [12]. G. I. Galinato, A. Islam, 2014, The challenge of addressing consumption pollutants with fiscal policy, Washington State University, School of Economic Sciences, WP2014-1.
- [13]. Karl Goran-Maler, Macroeconomic aspects of environmental policy, In "Economic analysis of environmental problems", NBER, 1975, p.27-64.
- [14]. Herman E. Daly, Towards an Environmental Macroeconomics, *Land Economics*, vol.67, No.2(1991), pp.255-259.
- [15]. Craig S. Marxsen, 1992, Towards an Environmental Macroeconomics: Comment, *Land Economics*, Vol. 68, No. 2, pp. 241-243.
- [16]. Herman E. Daly, 1992, Towards an Environmental Macroeconomics: Reply, *Land Economics*, Vol. 68, No. 2, pp. 244-245.
- [17]. A. Heyes, 2000, A proposal for the greening of textbook macro: IS-LM-EE, *Ecological Economics*, 32:1-7.
- [18]. P. A. Lawn, 2003, On Heyes' IS - LM - EE proposal to establish an environmental macroeconomics, *Environment and Development Economics* 8: 31 - 56.
- [19]. P. A. Lawn, 2003, Environmental macroeconomics: extending the IS-LM model to include an 'environmental equilibrium' curve, *Environmental Economics*, 3: 118 - 134.
- [20]. N. C. S. Sim, 2006, Environmental Keynesian macroeconomics: Some further discussion, *ecological economics*, 59:401-405.
- [21]. Jonathan M. Harris, 2008, *Ecological Macroeconomics: Consumption, Investment, and Climate Change*, Global Development and Environment Institute, Working Paper No. 08-02.
- [22]. Daron Acemoglu, Philippe Aghion, Leonardo Bursztyn, David Hemous, 2012, The Environment and Directed Technical Change, *American Economic Review*, 102(1): 131-166.
- [23]. Daron Acemoglu, Ufuk Akcigit, Douglas Hanley, William Kerr, 2014, Transition to Clean Technology, NBER Working Paper No. 20743.
- [24]. Carolyn Fischer, Garth Heutel, 2013, "Environmental macroeconomics: Environmental Policy, Business Cycles, and Directed Technical Change", *Annu. Rev. Resour. Econ.* 5:197-210.
- [25]. Konstantinos Angelopoulos, George Economides, Apostolis Philippopoulos, 2010, "What is the best environmental policy? Taxes, Permits and Rules under Economic and Environmental Uncertainty", CESIFO Working Paper, NO.2980.

- [26]. Carolyn Fischer, Michael Springborn, 2011, “Emissions targets and the real business cycle: intensity targets versus caps or taxes”, *Journal of Environmental Economics and Management*, Vol.62, 352-366.
- [27]. Yazid Dissou, Lilia Karnizova, 2012, “Emissions cap or emissions tax? A multi-sector business cycle analysis”, University of Ottawa, Working Paper NO.1210E.
- [28]. 曹静. 走低碳发展之路: 中国碳税政策的设计及 CGE 模型分析[J]. *金融研究*, 2009, (12):19-29.
- [29]. 石敏俊, 袁永娜, 周晟吕, 李娜, 2013: 《碳减排政策: 碳税、碳交易还是两者兼之? 》, 《管理科学学报》第 44 卷第 9 期。
- [30]. Kim I. M, Loungani P., 1992, “The role of energy in real business cycle models”, *Journal of Monetary Economics*, Vol.29, 173-189.
- [31]. Davis S, Haltiwanger J, 2001, “Sectoral job creation and destruction responses to oil price changes”, *Journal of Monetary Economics*, Vol.48, 465–512.
- [32]. Barbara Annicchiarico, Fabio Di Dio, 2015, “Environmental policy and macroeconomic dynamics in a new Keynesian model”, *Journal of Environmental Economics and Management*, Vol.69, 1-21.
- [33]. 陈思霞, 卢洪友, 2014, 公共支出结构与环境质量:中国的经验分析, *经济评论*, 01.
- [34]. 卢洪友, 杜亦譞, 祁毓, 2015, 中国财政支出结构与消费型环境污染:理论模型与实证检验, *中国人口, 资源与环境*, 10.
- [35]. Christopher S. Decker, Mark E. Wohar, 2012, Substitutability or complementarity? Re-visiting Heyes’ IS-LM-EE model, *Ecological Economics* 74: 3–7.