

# 环境财政支出与环境污染

张凯强

**摘要** 作者针对2007年的财政支出分类改革,检验了地方政府的环境保护支出(环境财政支出)对环境质量的影响。作者通过理论模型刻画了环境质量和经济增长随环境财政支出的变化关系,发现环境财政支出份额提高到一定程度将牺牲经济发展速度,但能提高环境质量、降低环境污染。在实证分析中,使用中国各省份的环境污染排放数据,发现环境财政支出份额的提高对于环境污染排放的减少和环境质量的提高有显著的效果;在经济欠发达地区,这些效应更为显著。上述结论对于地方政府的环境保护行为和政策具有启示作用。

**关键词** 环境财政支出 环境质量 环境污染排放 经济增长

[中图分类号] F062.2 [文献标识码] A [文章编号] 2095-851X(2018)04-0094-17

## 一、引言

《国务院关于印发“十三五”生态环境保护规划的通知》中指出“生态环境是全面建成小康社会的突出短板”,其突出表现为污染物排放量大面广、环境污染重。环境质量已经成为政府面临的重要问题,环境污染或者环境质量的外部性容易导致市场失灵,保证资源的高效配置和减少市场扭曲是政府职责所在。Grossman 和 Krueger (1991、1994)提出的环境库兹涅茨曲线假说,开启了对环境和经济可持续发展问题的探讨,而此话题也引起诸多学者的关注,在该领域也不乏大量相关文献。

1994年分税制改革后,中国经济高速增长,相应地也滋生了一系列环境问题:2015年的废水排放总量、一般工业固体废物产生量、废气中烟(粉)尘排放量相比于2000年依次增长77%、301%、32%。基于日益严重的环境污染问题,财政部从2007年起实施的政府收支分类改革中明确定义了公共环境支出。该支出从2007年的995.82亿元增长到2015年的4802.89亿元,增长了382%,远高于环境污染排放的增长幅度。然

---

【作者简介】张凯强(1987-),中国社会科学院财经战略研究院助理研究员,邮政编码:100028。

致谢:感谢审稿专家匿名评审,当然文责自负。

而公共环境支出是否具有显著的环境保护效果呢？

大量的环境经济学研究文献紧紧围绕经济发展和环境污染两个核心，在理论和实证方面取得了丰硕的成果。其中最核心的文献都在探究经济增长对环境质量的影响，基本逻辑是，经济发展初期经济水平较低，社会总产出和消费较低，此时环境质量高、环境污染少，消费者以牺牲一定的环境质量来提高社会福利；当经济增长导致环境质量下降和环境污染问题严重时，消费者则愿意减少对消费和产出追求的权重，通过对环境投入和技术改进来提高环境质量，从而达到社会效用最大化。在相关文献中，从 Solow 模型、新古典增长模型到内生增长模型，从单部门到多部门模型，学者们从多个角度对该问题进行理论分析，而不同模型间的区别在于环境污染机制与经济增长机制的结合（Selden and Song, 1995；Howitt, 1998；黄菁、陈霜华, 2011；黄茂兴、林寿富, 2013）；在实证方面，则聚焦于环境污染与经济发展水平之间存在的 J 型、倒 U 型、N 型关系的检验，结论也不尽相同（Grossman and Krueger, 1991、1994；Harbaugh et al., 2002；Brock and Taylor, 2005；林伯强、邹楚沅, 2014；王敏、黄滢, 2015）。此外，一些文献还从国际贸易（Jayanthakumaran and Liu, 2012；盛斌、吕越, 2012）、环境政策（Cole et al., 2005；Yang et al., 2012）、信息不对称（Jia, 2012；梁平汉、高楠, 2014）角度分析了环境污染问题。

本文基于环境问题的外部性，将政府对解决环境问题的投入引入理论模型框架进行分析，而该问题在国外文献中很少涉及的主要原因是有些国家的政府对环境的投入较少；我国环境财政支出政策调整的时间为 2007 年，距今时间不长，因而国内学者关注的焦点主要集中在环境污染治理投资上，<sup>①</sup> 原因则可能是环境污染治理投资数据的记录较为翔实且时间跨度较长，便于讨论分析。由于对政府环境保护支出（环境财政支出或者环境公共支出）的探讨和文献相对较少，本文关注的焦点主要是环境公共支出与环境污染之间的作用机制。

本文参考 Xepapadeas（1997）、黄茂兴和林寿富（2013）等的研究，将污染削减资本引入内生增长模型。假设污染削减资本来源于政府的公共支出，依据 Xepapadeas（2005）、Priour（2009）所提出的环境质量与环境污染之间呈反向关系，建立环境财政支出与环境质量变化的理论模型，发现随着环境财政支出的增多，经济增长率先升后降，环境质量将先降后升，而环境污染水平则先升后降。在实证分析中发现，我国环境财政支出能显著地降低环境污染排放，同时还发现欠发达地区的环境财政支出的作用更强、效果更好。该分析结果也从侧面表明，在中国经济增长迅速的省份，经济发展在一定程度上是以环境污染为代价的。

本文的贡献主要在于分析了我国财政支出政策对环境污染的作用机制。文章论证

<sup>①</sup> 在编制预算分类中，2007 年，我国进行了财政支出分类改革，将按照支出用途分类调整为国际通用的职能分类和经济分类；首次单独设立了“211 环境保护”支出功能科目。在第二节关于环境公共支出事实分析中，将对环境财政支出与环境污染投资进行比较说明。

了我国2007年财政支出分类改革中设置和强调环境财政支出的必要性和重要性；通过对引入环境公共支出的内生增长模型进行理论研究，本文还分析了经济增长和环境质量的均衡路径，补充了环境污染和经济增长的相关文献；最后，文中的实证结果可以为我国政府制定和完善环境政策以及财政政策提供依据和建议。

本文以下结构安排为：第二部分对我国的环境公共支出和环境污染进行事实分析；第三部分构建理论模型，阐明环境质量与环境公共支出的关系；第四部分介绍了计量模型设计和所采用的数据；第五部分为实证结果分析；最后一部分为本文的结论。

## 二、制度分析

### （一）环境财政支出

对于环保投入的定义，国内外的观点可以分为“费用说”和“投资说”两类。但是国内外文献关于环境投入的定义、来源、用途等，均没有形成一致意见，具体论述均与研究目标国家的发展特色密切相关。环保投入最先被提出时，主要指的是用于治理环境污染的支出费用，称为“费用说”。继而出现的“投资说”，所考虑的投资不仅指的是用于“末端治理”控制污染的投资，还包括用于环境污染预防、环境技术提高、环境基础设施等的投资，因此所考虑的环保投入的范围有了较大的扩展。在世界范围内，各个国家对环保投入没有统一的定义。发达国家多采用环境费用来表征用于治理环境污染的投入，因而，在国外文献中对于环境投入或者环境支出的文献讨论较少。美国将所有环境保护费用分为损害费用、防护费用、消除费用和预防费用。英国用于环境保护的投入费用则包括运行费用和固定资产费用。欧盟国家更确切地将环保投入定义为环保支出，欧盟统计局（Eurostat）将环境保护支出定义为用于环境保护的投资性支出和经常性支出的总和，该环境保护支出的来源又可分为来自政府、企业、环境组织等。

在中国统计数据库中，关于环境投入指标主要存在两个方面的统计科目，即环境污染投资和环境财政支出，二者反映的主旨目标不同。中国的环境污染投资通常也称为环境污染治理投资，是指在工业污染源治理和城市环境基础设施建设的投资中，用于形成固定资产的资金，包括工业新老污染源治理工程投资、建设项目“三同时”环保投入和城市环境基础设施建设所投入的资金。虽然众多文献中将环境污染投资直接定义为环境公共支出，而本文认为环境污染投资是企事业单位的环境投入，原因主要有二。一是在《中国城市统计年鉴》中，存在环境污染治理本年完成投资总额的指标，且其定义为企事业单位本年在污染治理工程（或设施）建设中实际投入的资金总额，包括工业污染源治理投资、新建项目环保设施“三同时”投资两部分。结合《中国环境统计年鉴》的指标注释，有理由相信环境污染投资是从企业角度出发所进行的环境治理措施（当然，可能的情形是环境污染投资包含私人企业的投资和政府事业单位的环境公共支出）。二是2007~2015年，每年的环境污染投资数据平均为环境公共支出的2.79倍，前者远大于后者。从2007年起财政部实施政府收支分类改革，并对环境公共（财政）支出进

行调整，在《中国财政年鉴》17类“支出功能分类科目”中首次单独设立了“211 环境保护”支出功能科目，用于反映政府履行环境保护工作职责的支出。<sup>①</sup>

环境财政支出是中央和地方政府用于环境保护投入的统计数据，是政府针对环境外部性问题进行的调控和激励；我国环境公共支出数额稳步增长，环境公共支出占财政支出的比重与经济增长率变化具有相似性。依据《中国财政年鉴》，公共环境支出科目的变化趋势与欧盟统计局具有相似性，但是欧盟统计局分类更为详细，同时考虑了私人和企业的环境保护支出，而且将环保投入归类为投资性支出。省级环境公共支出占财政支出比重和经济增长率的均值随时间变化曲线如图1所示，从中可以发现，环境公共支出占比在2010年前逐步上升，在2010年后随经济增长率的下降而下滑较快，2012~2014年，环境财政支出占比仅为2.8%左右。因而，环境公共支出占比与地区经济增长率有较强的相关性，即省级政府对环境支出的投入依赖于当年的经济发展情况。

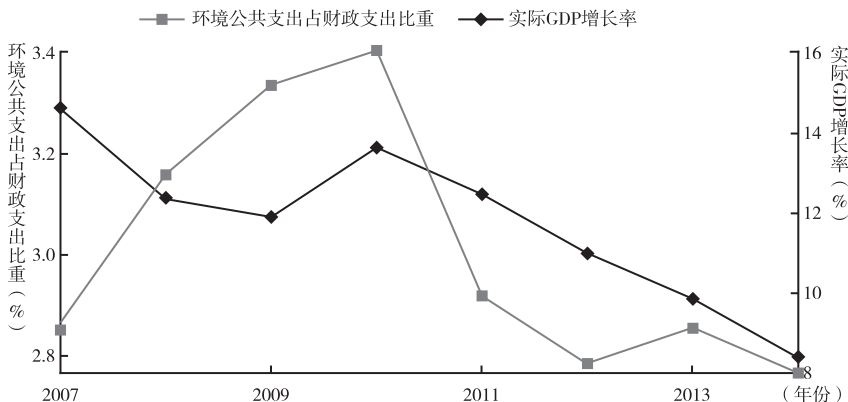


图1 省级环境公共支出占财政支出比重和经济增长率的均值

资料来源：历年《中国统计年鉴》和《中国财政年鉴》。

## （二）环境污染与环境财政支出的关系分析

21世纪初期，环境污染问题随着中国经济的高速增长而不断加剧。近几年来，虽然部分环境污染物的排放量呈现下降的趋势，但我国的环境污染问题依然严峻，保护中国的生态环境与经济增长的协调和可持续发展既是机遇也是挑战。图2为2007~2014年的省级环境各污染指标的变化趋势，<sup>②</sup>可以看到，在此期间，我国氮氧化物和二氧化硫排放量呈现缓慢下降的趋势，而烟尘排放量和工业固体废物产生量依然表现出总体增长的趋势。

<sup>①</sup> “211 环境保护”支出功能科目具体包括环境保护管理事务、环境监测与监察、污染防治、自然生态保护、天然林保护、退耕还林、风沙荒漠治理、退牧还草、已垦草原退耕还草、其他环境保护支出。参见《财政部关于印发政府收支分类改革方案的通知》（财预〔2006〕13号）。

<sup>②</sup> 由于该指标采用污染排放的总量表征，氮氧化物排放量指标数据统计年份为2011~2014年。

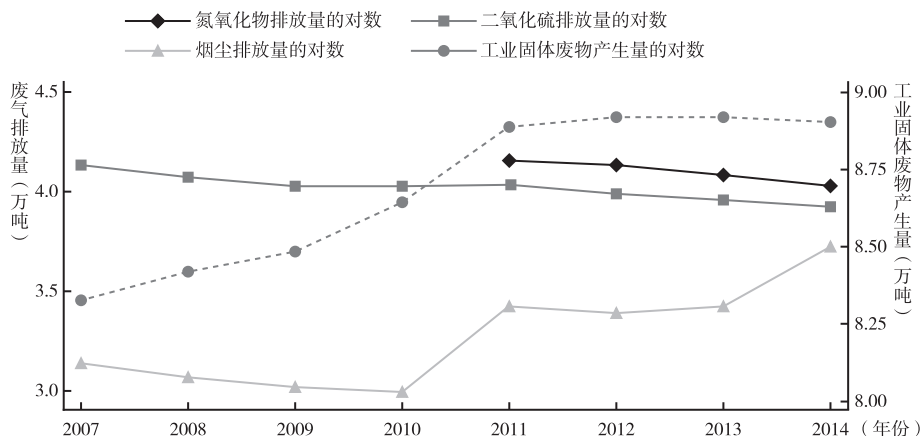


图2 省级环境污染均值 (2007~2014年)

资料来源: 历年《中国统计年鉴》和《中国环境统计年鉴》。

统计分析的结果显示, 随着环境财政支出占财政支出比重的提高, 环境质量呈现显著提高态势。由省级环境财政支出比重与环境污染排放量对数值的偏回归可以看出, 在控制有关变量后, 随着环境支出占比提高, 环境污染排放量总体将下降 (见图3)。这表明我国环境财政支出对于环境污染具有显著的抑制作用。

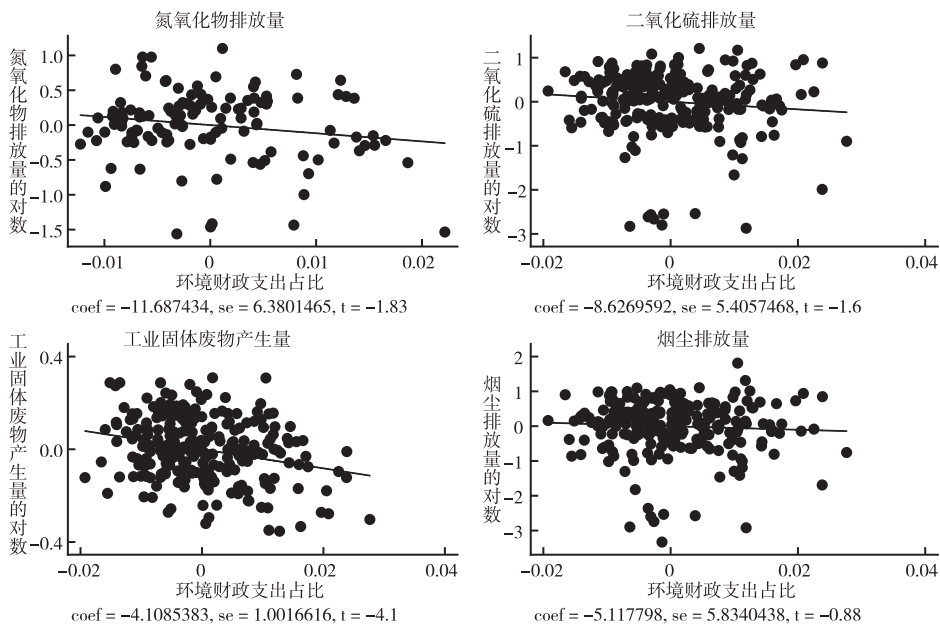


图3 省级环境财政支出与环境污染的偏回归

注: 控制变量的选取与第四部分经验分析中的省级控制变量相同。

资料来源: 历年《中国统计年鉴》和《中国环境统计年鉴》。

本文的分析以政府环境投入及其对环境污染的影响为核心，发挥地方政府的环境治理积极性和加大财政投入力度，将为我国经济发展和社会福利的提高发挥重要作用，应重视环境财政支出政策和政府环境投入的引导作用。因此，本文将对环境财政支出的作用机制、环境保护效果的大小、地区的环境投入或政策等问题展开进一步讨论。

### 三、理论模型

本文借鉴 Michel 和 Rotillon (1995)、Xepapadeas (2005)、黄茂兴和林寿富 (2013) 所建立的将环境污染或者环境质量纳入内生增长模型的分析框架，以及 Greiner (2005) 在内生增长模型框架下讨论公共支出与环境质量之间影响机制的处理方法，将公共资本细分为环境财政支出与非环境财政支出，并将其纳入内生增长模型，考察环境财政支出对环境质量的作用机制。本文假设地方政府在具有居民完全信息时，通过对环境财政支出的调整，影响地区的经济增长和居民福利。模型假设在地方政府管辖下，存在代表性消费者，而所有企业归消费者所有。

#### (一) 基本假定

##### 1. 消费者偏好设置

消费者的效用在私人消费  $C$  和环境质量  $Q$  中选择，代表性消费者的福利函数为：

$$W = \int_0^{\infty} U(C, Q) e^{-\rho t} dt \quad (1)$$

其中，参考 Grimaud 和 Rougé (2005)、Xepapadeas (2005) 的模型设置，简单起见，本文直接设定消费  $C$ 、环境质量  $Q$  关于效用函数可分离，并采用对数效用函数形式，即：

$$U = \sigma \ln C + (1 - \sigma) \ln Q \quad (1')$$

其中， $\sigma \in (0, 1)$  为消费函数中关于消费的权重系数； $\rho$  为时间贴现因子。可知函数 (1') 是一个定义在  $(C, Q) \in \mathbf{R}_+^2$  上的二阶可微且单调递增的严格凹函数。

##### 2. 生产函数设置

借鉴 Barro (1990) 将财政支出纳入生产函数的做法，同时参考 Xepapadeas (1997) 将污染的削减资本以及黄茂兴和林寿富 (2013) 将环境性支出  $E$  纳入生产函数的处理方式，本文将政府财政支出区分为环境财政支出  $E$  与非环境财政支出  $G$ ，二者均进入生产函数，但是环境财政支出对于产出的弹性系数  $\beta < 0$ ，即环境财政支出对于产出增加有阻碍作用。为了简化分析，设置劳动要素为不变量，且企业生产函数为齐次型：

$$Y = F(K, G, E) = AK^{1-\alpha-\beta} \cdot G^\alpha \cdot E^\beta \quad (2)$$

其中， $Y$  为产出， $F(\cdot)$  为生产函数， $K$  为资本， $A$  为技术， $\alpha$ 、 $\beta$  依次为资本、环境财政支出的产出弹性， $\alpha \in (0, 1)$ ， $\beta \in (-1, 0)$ 。

### 3. 政府行为方程

假设地方政府对企业的产出征税，税率为  $\tau$ ，令环境财政支出占财政支出的比例为  $\phi$ ，则有：

$$E = \phi\tau Y \quad (3)$$

$$G = (1 - \phi)\tau Y \quad (4)$$

将式 (3)、式 (4) 代入式 (2)，整理可得：

$$Y = F(K, E) = A^{1-\alpha-\beta} K \cdot (1 - \phi)^{\frac{\alpha}{1-\alpha-\beta}} \phi^{\frac{\beta}{1-\alpha-\beta}} \tau^{\frac{\alpha+\beta}{1-\alpha-\beta}} \quad (2')$$

可获得资本的运动方程为：

$$\dot{K} = Y - T - C = (1 - \tau)A^{1-\alpha-\beta} K \cdot (1 - \phi)^{\frac{\alpha}{1-\alpha-\beta}} \phi^{\frac{\beta}{1-\alpha-\beta}} \tau^{\frac{\alpha+\beta}{1-\alpha-\beta}} - C \quad (5)$$

### 4. 环境质量与环境污染

根据 Xepapadeas (1997)、Pautrel (2012) 的设定，资本产出将导致环境污染，环境削减资本将减少污染量；Xepapadeas (2005)、Priour (2009) 将环境质量设置为环境污染的相反结果，故环境质量运动方程为：

$$\dot{Q} = R \cdot E + \theta Q - BY = R \cdot \phi\tau Y + \theta Q - BY \quad (6)$$

其中， $R \cdot E$  表示环境财政支出导致的环境质量改变量， $R$  为环境财政支出改变系数，且  $R > 0$ ； $\theta Q$  表示自然环境质量的改变量，或者称为环境再生能力改变量， $\theta$  为环境再生能力改变系数，且  $\theta > 0$ ； $BY$  表示产出导致的环境污染， $B$  为产出的环境污染系数，且  $B > 0$ 。

#### (二) 均衡分析

根据上述分析，Hamilton 函数为：

$$H = \sigma \ln C + (1 - \sigma) \ln Q + \lambda [(1 - \tau)Y - C] + \mu (R \cdot \phi\tau Y + \theta Q - BY)$$

其中， $\lambda$  为资本的影子价格，表示资本存量的边际值； $\mu$  为环境质量的影子价格。可得到对于消费  $C$  和环境公共支出的占比  $\phi$  最优条件为：

$$\frac{\partial H}{\partial C} = U_c - \lambda = \sigma \cdot \frac{1}{C} - \lambda = 0 \quad (7)$$

$$\frac{\partial H}{\partial \phi} = \lambda(1 - \tau) \frac{\partial Y}{\partial \phi} + \mu R \cdot (\tau Y + \phi\tau \frac{\partial Y}{\partial \phi}) - \mu B \frac{\partial Y}{\partial \phi} = 0 \quad (8)$$

可得出资本和环境质量的 Euler 方程依次为：

$$\frac{\partial H}{\partial K} = \rho\lambda - \dot{\lambda} = \lambda(1 - \tau) \frac{\partial Y}{\partial K} + \mu R \cdot \phi\tau \frac{\partial Y}{\partial K} - \mu B \frac{\partial Y}{\partial K} \quad (9)$$

$$\frac{\partial H}{\partial Q} = \rho\mu - \dot{\mu} = (1 - \sigma) \frac{1}{Q} + \theta\mu \quad (10)$$

横截性条件为：

$$\lim_{t \rightarrow \infty} e^{-\rho t} \lambda_t K_t = 0 \quad (11)$$

$$\lim_{t \rightarrow \infty} e^{-\rho t} \mu_t Q_t = 0 \quad (12)$$

联立最优性条件式 (7)、式 (8) 和资本的 Euler 方程 (9) 有：

$$\gamma = \frac{\dot{C}}{C} = -\frac{\dot{\lambda}}{\lambda} = (1 - \tau) \cdot \left[ \frac{1}{B - \Pi \cdot \phi \cdot H} R \cdot (\tau - H) \right] \cdot A^{\frac{1}{1-\alpha-\beta}} \cdot (1 - \phi)^{\frac{\alpha}{1-\alpha-\beta}} \phi^{\frac{1-\alpha}{1-\alpha-\beta}} \tau^{\frac{\alpha+\beta}{1-\alpha-\beta}} - \rho \quad (13)$$

其中，要保持经济增长率为正，需要满足条件  $H < \min \left\{ \frac{B}{R \cdot \phi}; \tau - \frac{\rho}{SR \cdot \phi} \right\}$ ，其中  $H = \frac{1 - \phi - \alpha}{-\phi\alpha + (1 - \phi)\beta}$ ； $S = (1 - \tau) \cdot \left[ \frac{1}{B - R \cdot \phi \cdot E} \right] \cdot A^{\frac{1}{1-\alpha-\beta}} \cdot (1 - \phi)^{\frac{\alpha}{1-\alpha-\beta}} \phi^{\frac{1-\alpha}{1-\alpha-\beta}} \tau^{\frac{\alpha+\beta}{1-\alpha-\beta}}$ 。

在经济增长均衡路径中，由环境质量的 Euler 方程 (10) 有：

$$\frac{\dot{\mu}}{\mu} = \rho - \theta - \frac{1 - \sigma}{Q \cdot \mu} = \rho - \theta - \frac{1 - \sigma}{Q \cdot D(1 - \tau) \cdot \lambda} = \rho - \theta - \frac{(1 - \sigma) \cdot C}{Q \cdot D(1 - \tau) \cdot \sigma} \quad (14)$$

其中， $D = \frac{1}{B - R \cdot \phi \cdot H}$ 。此时通过式 (7)、式 (8) 可知， $\gamma = \frac{\dot{C}}{C} = -\frac{\dot{\lambda}}{\lambda} = -\frac{\dot{\mu}}{\mu}$ ，代入式 (14) 有：

$$\gamma - \rho + \theta = \frac{(1 - \sigma) \cdot C}{Q \cdot D(1 - \tau) \cdot \sigma} \quad (15)$$

令平衡增长路径上消费的路径为  $C = C_1 e^{\gamma t}$ ，则该地区的环境质量变化可表示为：

$$Q = \frac{1}{\gamma - \rho + \theta} \cdot \frac{1 - \sigma}{D(1 - \tau) \cdot \sigma} \cdot C_1 e^{\gamma t} \quad (16)$$

现在，本文主要考察式 (13)、式 (16) 中经济增长率  $\gamma$  与环境质量水平  $Q$  随环境财政支出份额  $\phi$  的变化情形。由于根据式 (2) 无法得到显现的结果，此处考虑以数值模拟的方式进行处理。

### (三) 数值模拟

Turnovsky (2000) 的研究中取  $\rho = 0.04$ ， $\sigma = 0.7$ ；<sup>①</sup> 根据 Barro (1990) 的做法，将资本产出弹性设置为 0.75，考虑到环境财政支出对产出的抑制作用，保持资本的

<sup>①</sup> 此处，Turnovsky (2000) 同时考虑消费、劳动时间、政府消费性支出进入效用函数，效用函数采用 Cobb-Douglas 形式，消费性支出偏好参数为 0.3。



产出弹性相同, 进而设置  $\alpha$  满足  $1 - \alpha - \beta = 0.75$ ; 参考 Egli 和 Steger (2007) 的取值, 将环境污染的产出系数设置为  $B = 0.6$ , 环境财政支出的污染削减系数设置为  $R = 0.45$ 。假定均衡时税率  $\tau = 0.2$ , 均衡时消费  $C_1 = 1$ , 时间  $t = 50$ , 考虑环境质量的自净化能力系数  $\theta = 0.1$ 。

图 4 和图 5 中, 依次令  $\beta = -0.3$  (Pautrel, 2012)、 $\beta = 0$ <sup>①</sup>, 此时可分别考察环境财政支出是否进入生产函数; 而图 4 和图 5 中的 A 和 B 分别描述了经济增长率和环境质量水平随环境财政支出份额的变化趋势。比较可以发现, 当  $\beta = -0.3$  时, 环境公共支出份额与环境质量水平、经济增长率之间的关系较  $\beta = 0$  时更为全面, 而后者仅仅描述前者的后半部分的图形。

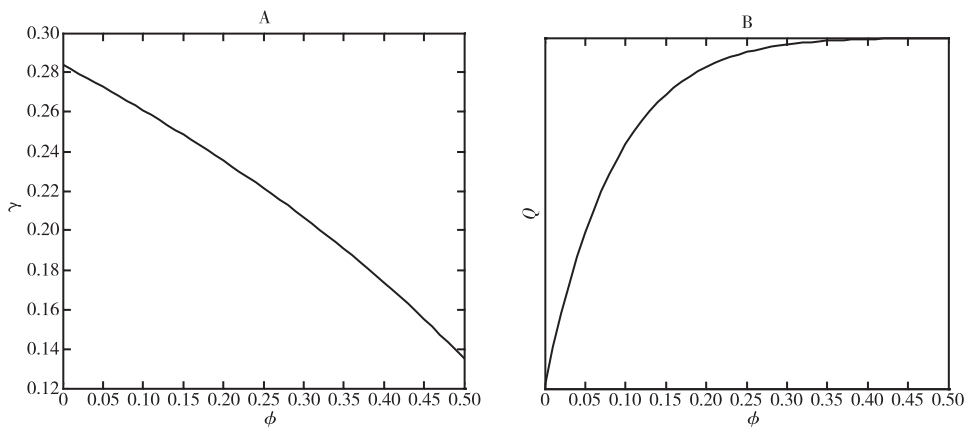


图 4 环境财政支出与经济增长率 (A)、环境质量水平 (B) 的变化示意 ( $\beta = 0$ )

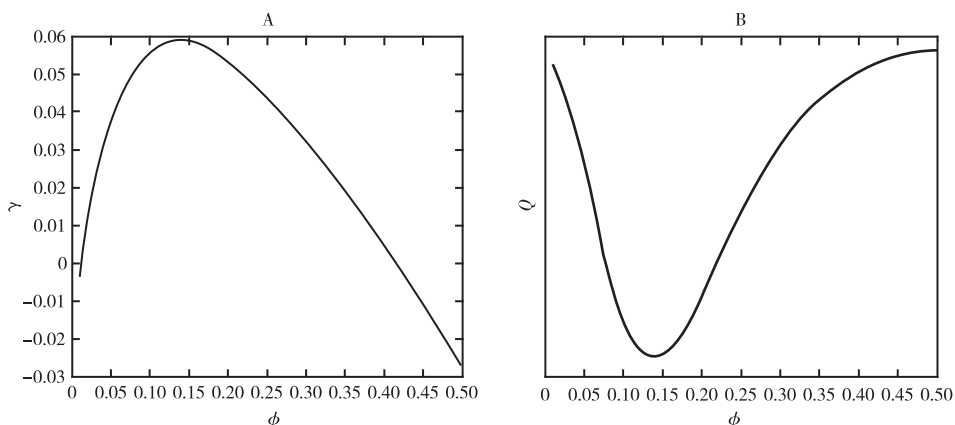


图 5 环境财政支出与经济增长率 (A)、环境质量水平 (B) 的变化示意 ( $\beta = -0.3$ )

① 政府的环境财政支出对产出有抑制作用,  $\beta = -0.3$ ; 或者考虑环境财政支出不进入生产函数,  $\beta = 0$ 。

图4和图5显示，环境财政支出份额提高到一定程度将导致经济增长率降低以及环境质量水平提高。随着环境财政支出份额的增加，地区的经济增长率呈现倒U型曲线形态，即先提高后降低，表明当环境财政支出份额较小时，地方政府较为注重经济增长，非环境财政支出份额的增长又进一步扩大产出的增长；当地方政府对环境财政支出份额达到一定程度时，地方经济增长率出现下降，即此时环境财政支出对产出的抑制作用超过了非环境财政支出的扩大作用。而环境质量水平随环境财政支出份额的变化，则呈现U型形态，即当地方政府不重视环境保护时，环境质量水平随产出的增加而下降；当地方政府的环境财政支出份额达到一定程度时，环境质量水平将显著上升，而地区经济的高速增长将难以持续。

经济增长率和环境质量水平随环境财政支出水平的变化图形，较好地吻合了现实中质量和经济增长之间的关系，如果地方政府只追求经济增长，将以环境质量水平的下降为代价；而环境公共支出和环保措施的实施，在保证环境质量的基础上，在一定程度上降低了地区的经济增长率。

## 四 计量模型与数据说明

为了从实证上检验地方政府环境支出行为对环境污染的影响，本文采用2007~2014年的省级数据<sup>①</sup>，进行实证分析。

### （一）计量模型

基于理论分析，本文以省级政府的环境财政支出作为核心解释变量，以省级环境污染排放为被解释变量进行实证分析。具体来说，这里将实证模型设置为：

$$\ln pollution_{pt} = \alpha + \beta envexpr_{pt} + \gamma \cdot Z_{pt} + u_p + v_t + \varepsilon_{pt} \quad (17)$$

在式(17)中，解释变量  $envexpr_{pt}$  是省份  $p$  在  $t$  年的环境财政支出比重，其定义为环境财政支出占财政支出的比重。其中，财政支出均指一般预算财政支出，环境财政支出为一般预算财政支出科目中的环境保护指标。本文采用环境财政支出比重作为解释变量，能够更好地反映2007年财政支出结构调整后，各个省份对环境保护和环境质量的重视程度，从而进一步探讨环境财政支出的效果和影响。

参考Grossman和Krueger(1991、1994)、Greenstone和Hanna(2014)、王敏和黄滢(2015)等的做法，被解释变量为  $\ln pollution_{pt}$  为省份  $p$  在  $t$  年的环境污染排放的对数值，本文使用的具体被解释变量包括一般工业固体废物产生量 ( $\ln wastesolid$ )、废气中二氧化硫排放量 ( $\ln gasso_2$ )、氮氧化物排放量 ( $\ln gasno_x$ )、烟尘排放总量 ( $\ln gasyanchen$ )。相比于过往文献中通常仅关注工业污染的排放量，本文采取的指标

<sup>①</sup> 在编制预算分类中，2007年，我国进行了财政支出分类改革，参见《财政部关于印发政府收支分类改革方案的通知》(财预〔2006〕13号)。

包括工业和生活污染的排放总量。

根据理论分析,地方政府环境质量水平随环境财政支出比重变化将是不确定的,取决于财政支出构成比重变化导致的产出外部性作用和环境质量作用的大小,因此环境污染的排放量变化也是不确定的,即估计出的系数 $\beta$ 可能大于0,或者小于0。而本文的目标正是基于环境财政支出对环境质量影响的实证检验,考察省级地区对环境质量的重视程度。

这里使用的控制变量 $Z_{\mu}$ 包括:环境污染投资占比( $enwinvr$ ),即环境污染投资占GDP比重,其中该环保投入数据多为企业和事业单位投入,将该指标作为控制变量可以更好地考察环境财政支出的经济效应;<sup>①</sup>经济发展水平( $\ln gdppe$ ),本文使用人均实际GDP的自然对数来反映;人口增长率( $poprate$ );城镇与农村人均收入比值( $incomecity\_to\_rural$ );转移支付比重( $transfrate$ ),即令转移支付等于一般公共预算收入与支出差值,取差值与一般公共预算收入的比值;国有固定资产投资占GDP比重( $soefixr$ );高中毕业人数占常住人口比重( $gaozhongbiye$ ),表示各个省级地区常住人口的文化水平;人均水资源拥有量的对数( $\ln waterper$ ),一定程度上反映省级地区环境污染的自消化程度。此外,本文还加入了省级固定效应( $u_p$ )和年份固定效应( $v_t$ ); $\varepsilon_{\mu}$ 是随机扰动项。本文将标准误聚类(Cluster)设置在省级层面。

本文在基准模型中,使用最小二乘法和面板数据固定效应(FE)方法进行回归分析,使用一般工业固体废物产生量( $\ln wastesolid$ )作为被解释变量;进一步地,对其他环境污染排放量和分地区回归结果进行分析。稳健性分析的结果也验证了基准模型的回归结果。

## (二) 数据说明

实证分析采用2007~2014年的省级面板数据,主要来源于《中国统计年鉴》《中国财政年鉴》《中国环境统计年鉴》。由于2007年财政支出分类改革之前,<sup>②</sup>并没有关于环境财政支出的数据统计,故本文使用2007~2014年的数据。

首先,环境财政支出数据主要来源于《中国财政年鉴》;其次,环境污染数据以及控制变量环境污染投资占比、人均水资源拥有量的对数等数据来源于《中国环境统计年鉴》;最后,其他控制变量数据来自《中国统计年鉴》。其中,国有固定资产投资占GDP比重( $soefixr$ )、转移支付比重( $transfrate$ )均存在大于1的异常值,进行1%的尾部剔除。

在计算实际GDP时,本文采用1990年不变价。此外,由于数据缺失,本文也删去了西藏的数据。数据描述性统计分析见表1。

① 环境污染投资的指标释义及分析,见第二部分,详细见相关年份《中国环境统计年鉴》。

② 在2007年后,财政支出分类采用国际通用做法,即采用职能分类和经济分类;2007年之前,主要按支出用途和费用类别进行分类。参见《财政部关于印发政府收支分类改革方案的通知》(财预〔2006〕13号)。

表 1 主要变量的描述性统计

变量名	变量说明	观测值	均值	标准差	最小值	最大值
核心解释变量:环境财政支出						
<i>envexpr</i>	环境财政支出占比	239	0.030	0.011	0.008	0.067
被解释变量:环境污染水平						
<i>lngasno<sub>x</sub></i>	废气中氮氧化物排放量的对数(万吨)	124	4.231	0.941	2.251	7.785
<i>lngasso<sub>2</sub></i>	废气中二氧化硫排放量的对数(万吨)	248	4.155	1.066	0.788	7.811
<i>lnwastesolid</i>	一般工业固体废物产生量的对数(万吨)	248	8.804	1.191	5.062	12.704
<i>lngasyanchen</i>	废气中烟尘排放总量(万吨)	248	3.428	1.129	-0.223	7.462
地区控制变量						
<i>envinwr</i>	环境污染投资占 GDP 比重	240	0.013	0.008	0.000	0.042
<i>poprate</i>	人口增长率	240	0.008	0.013	-0.051	0.058
<i>incomecity_to_rural</i>	城镇与农村人均收入比值	240	2.919	0.549	1.852	4.498
<i>lngdppc</i>	人均实际 GDP 的对数	240	5.734	0.546	4.303	6.954
<i>transfrate</i>	转移支付比重	240	0.487	0.180	0.118	0.857
<i>soefixr</i>	国有固定资产投资占 GDP 比重	240	0.302	0.098	0.114	0.534
<i>gaozhongbiye</i>	高中毕业人数占常住人口比重	240	0.596	0.130	0.210	0.889
<i>lnwaterper</i>	人均水资源拥有量的对数	248	7.050	1.229	4.288	9.687

## 五、实证结果

### (一) 基准回归结果

本文首先使用一般工业固体废物产生量 (*lnwastesolid*) 作为被解释变量来进行回归分析, 结果如表 2 所示。

表 2 环境财政支出占比对环境污染的影响 (基准变量)

	一般工业固体废物产生量 ( <i>lnwastesolid</i> )					
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	OLS	FE	FE	FE	FE	FE
<i>envexpr</i> 环境财政支出占比	-11.80 (11.12)	-8.256 * (4.151)	-11.77 ** (4.559)	-6.768 ** (3.175)	-9.190 ** (3.574)	-6.770 ** (3.178)
<i>envinwr</i> 环境污染投资占 GDP 比重	9.933 (10.60)	-0.660 (3.882)	—	0.699 (3.776)	—	0.565 (3.397)
<i>poprate</i> 人口增长率	-31.77 ** (14.33)	0.441 (1.998)	—	1.083 (1.766)	—	1.132 (1.811)
<i>incomecity_to_rural</i> 城镇与农村人均收入比值	0.242 (0.399)	-0.0438 (0.174)	—	-0.141 (0.173)	—	-0.141 (0.191)

续表

	一般工业固体废物产生量 ( <i>lnwastesolid</i> )					
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	OLS	FE	FE	FE	FE	FE
<i>lngdppc</i> 人均实际 GDP 的对数	0.0583 (1.039)	0.732 *** (0.0885)	—	0.667 ** (0.325)	—	0.356 (0.315)
<i>transfrate</i> 转移支付比重	0.0332 (1.851)	0.0102 (0.603)	—	—	-1.290 (0.817)	-0.947 (0.832)
<i>soefixr</i> 国有固定资产投资占 GDP 比重	-0.0134 (0.0174)	0.0120 (0.0111)	—	—	0.0159 (0.0134)	0.0150 (0.0138)
<i>gaozhongbiye</i> 高中毕业人数占常住人口比重	1.323 (0.954)	-0.105 (0.474)	—	—	0.294 (0.485)	0.0753 (0.516)
<i>lnwaterper</i> 人均水资源拥有量的对数	-0.136 (0.177)	0.0154 (0.0360)	—	—	-0.00160 (0.0421)	-0.00630 (0.0429)
时间固定效应	Y	—	Y	Y	Y	Y
省级固定效应	—	Y	Y	Y	Y	Y
<i>N</i>	239	239	239	239	239	239
<i>R</i> <sup>2</sup>	0.277	0.562	0.574	0.596	0.605	0.614

注：\*\*\*、\*\*和\*分别表示在1%、5%和10%的水平上显著，括号内是标准误，标准误均聚类（Cluster）在省级层面。

表2是使用OLS方法和面板模型固定效应（FE）估计方法对式（17）进行估计的结果。其中，第（1）列为OLS方法，第（2）列为单向FE方法（不控制年份虚变量），二者均包含所有控制变量，OLS方法含有年份虚拟变量；第（3）~（6）列依次添加省级控制变量的双向FE模型。模型的标准误均聚类（Cluster）在省级层面。

回归结果显示，在各种模型设定下，环境财政支出占比对一般工业固体废物产生量均有显著的负向影响。第（6）列的回归系数表明，省级政府的环境财政支出占比提高1个百分点，该地区一般工业固体废物产生量将降低6.8个百分点，相当于0.057个样本标准差。也就是说，省级政府的环境财政支出显著地提高了地区环境质量，减少了该地区的一般工业固体废物产生量，保证了居民的福利和效用。

在控制变量方面，经济发展水平和人口增长率对省级地区的一般工业固体废物产生量有一定的影响，而省级地区的环境污染投资占GDP比重和对转移支付的依赖程度对地区的污染排放的影响不显著。也就是说，省级地区环境污染排放受到地区的经济发展水平（*lngdppc*）和人口增长率（*poprate*）的影响，经济发展水平高通常伴随着较高的污染排放量；而环境污染投资占GDP比重（*envinvr*）的系数不显著，则表明私人投资对环境污染排放的治理效果不理想；转移支付占比（*transfrate*）回归系数的不显著，则在一定程度上表明省级政府的财政自有收入的多少对该地区的环境质量的提升效果也不明显。

## （二）更换被解释变量

表2 基准模型中被解释变量为一般工业固体废物产生量 (*lnwastesolid*)，表3 更换被解释变量，考虑其他环境质量的情形，第(1) ~ (2)列的被解释变量为废气中氮氧化物排放量 (*lngasno<sub>2</sub>*)、第(3) ~ (4)列的被解释变量为废气中二氧化硫排放量 (*lngasso<sub>x</sub>*)、第(5) ~ (6)列的被解释变量为废气中烟尘排放总量 (*lngasyanchen*)。其中第(1)、(3)、(5)列采用单向FE模型，第(2)、(4)、(6)列采用双向FE模型；模型中均控制了省级控制变量；标准误均聚类 (Cluster) 在省级层面。由于篇幅限制，本文没有报告控制变量的估计系数。

表3 环境财政支出占比对环境污染的影响 (替换被解释变量)

	<i>lngasno<sub>x</sub></i>		<i>lngasso<sub>2</sub></i>		<i>lngasyanchen</i>	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	FE	FE	FE	FE	FE	FE
<i>envexpr</i>	-2.810 **	-2.042 *	-4.919 ***	-2.470	-6.613 **	-3.345
环境财政支出占比	(1.312)	(1.184)	(1.559)	(1.974)	(2.666)	(3.440)
时间固定效应		Y		Y		Y
省级固定效应	Y	Y	Y	Y	Y	Y
<i>N</i>	120	120	239	239	239	239
<i>R</i> <sup>2</sup>	0.663	0.777	0.276	0.337	0.524	0.646

注：\*\*\*、\*\*和\*分别表示在1%、5%和10%的水平上显著，括号内是标准误，标准误均聚类 (Cluster) 在省级层面。

回归结果显示，当考虑其他污染排放的环境质量指标时，环境财政支出占比的提高均降低了污染排放指标，提高了环境质量。表3中，在单向FE模型回归结果中，污染排放的指标均显著降低；在双向FE模型的第(4)、(6)列中，虽然回归结果不显著，但统计结果论证了环境财政支出一定程度上提高了环境质量，降低了相关省份的氮氧化物、二氧化硫和烟尘的排放量。

## （三）分样本回归分析

表2和表3基于不同的环境污染排放指标说明了环境财政支出对于改善环境的显著效果，进一步考虑不同样本分组的情形。本文根据省级地区实际人均GDP进行分组，将实际人均GDP高于平均值的省份称为发达地区，其他则为欠发达地区，见表4中的对立分组。表4同时考虑了4种主要的环境污染排放指标，采用双向FE模型，控制了省级控制变量。同样，表4也省略了控制变量的回归结果。

回归结果显示，欠发达地区的政府环境保护行为对环境污染排放的减少和环境质量的提高更为有效，即环境财政支出效果的统计结果是显著的，而发达地区的环境财政支出的作用则并不显著。表4表明，相比于经济欠发达地区，经济发展水平较好的省份的快速发展和人均GDP的上升一定程度上依赖于对环境质量、生态环境的损害、破坏等行为，导致该地区地方政府的环境保护支出和行为对环境污染的改善不具有较为显著的效用。

表4 环境财政支出占比对环境污染的影响(样本分组)

	Ingasno <sub>x</sub>		Ingasso <sub>2</sub>		Inwastesolid		Ingasyanchen	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
	欠发达	发达	欠发达	发达	欠发达	发达	欠发达	发达
<i>envexpr</i> 环境财政支出占比	-3.236 ** (1.375)	0.157 (1.254)	-5.540 * (2.966)	0.437 (2.005)	-14.56 ** (5.281)	3.197 (2.520)	-11.16 ** (4.555)	6.502 (5.044)
时间固定效应	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
省级固定效应	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
N	72	48	146	93	146	93	146	93
R <sup>2</sup>	0.732	0.973	0.167	0.826	0.637	0.715	0.712	0.725

注:\*\*\*、\*\*和\*分别表示在1%、5%和10%的水平上显著,括号内是标准误,标准误均聚类(Cluster)在省级层面。

综上所述,实证检验结果显示,省级政府的环境财政支出份额提高能显著减少环境污染的排放,提高环境质量水平,有力地说明了地方政府环境保护行为的显著效果。

## 六、结论

本文通过理论与实证分析相结合,基于2007年财政支出分类改革后的省级面板数据,分析地方政府的环境财政支出对于该地区环境质量水平的影响,结论如下。

第一,基于我国2007年财政支出分类改革,分析了环境质量和经济增长随环境财政支出的变化关系。理论分析结果显示,根据不同的环境财政支出份额水平,省级地区的经济增长率和环境质量趋势分别呈现倒U型和U型形态。该结论与过往文献中关于经济和环境的分析结果具有相似性,即环境财政支出份额提高到一定程度将导致经济增长率降低,环境质量水平提高,环境污染水平下降。

第二,实证分析结果表明,环境财政支出份额的提高能显著地降低环境污染的排放,而经济欠发达地区的环境财政投入对环境污染水平的影响程度更强,效果更为显著。该结论一定程度上检验了2007年财政支出分类改革对环境保护和污染治理的实际效果,体现了政府环境治理中的重要作用。

《国务院关于印发“十三五”生态环境保护规划的通知》基于我国的环境现状,提出了“明确地方目标责任”和“加大财政资金投入”等措施,以及“生态环境是全面建成小康社会的突出短板”和“生态环境保护面临机遇与挑战”等高屋建瓴的观点,将对我国新常态经济下,保持经济和环境的可持续发展具有指导性的意义。而“明确地方目标责任”和“加大财政资金投入”的本质就是地方政府的环境保护行为。本文采用地方政府的环境财政支出数据,分析地方政府在经济增长、提高环境质量以及实现可持续发展过程中发挥的重要作用,并在理论分析与实证研究上充分论证了上述结论,可以为我国环境和经济的长期可持续发展提供参考和建议。

## 参考文献

- 黄菁、陈霜华 (2011):《环境污染治理与经济增长:模型与中国的经验研究》,《南开经济研究》第1期,第142~152页。
- 黄茂兴、林寿富 (2013):《污染损害、环境管理与经济可持续增长——基于五部门内生经济增长模型的分析》,《经济研究》第12期,第30~41页。
- 梁平汉、高楠 (2014):《人事变更、法制环境和地方环境污染》,《管理世界》第6期,第65~78页。
- 林伯强、邹楚沅 (2014):《发展阶段变迁与中国环境政策选择》,《中国社会科学》第5期,第81~95页。
- 盛斌、吕越 (2012):《外国直接投资对中国环境的影响——来自工业行业面板数据的实证研究》,《中国社会科学》第5期,第54~75页。
- 王敏、黄滢 (2015):《中国的环境污染与经济增长》,《经济学(季刊)》第1期,第557~578页。
- Barro, R. J. (1990), "Government Spending in a Simple Model of Endogenous Growth", *Journal of Political Economy*, 98 (5), pp. 103 - 126.
- Brock, W. A. and M. S. Taylor (2005), "Economic Growth and the Environment: A Review of Theory and Empirics", *Handbook of Economic Growth*, 1, pp. 1749 - 1821.
- Cole, M. A., R. J. R. Elliott and K. Shimamoto (2005), "Industrial Characteristics, Environmental Regulations and Air Pollution: An Analysis of the UK Manufacturing Sector", *Journal of Environmental Economics and Management*, 50 (1), pp. 121 - 143.
- Egli, H. and T. M. Steger (2007), "A Dynamic Model of the Environmental Kuznets Curve: Turning Point and Public Policy", *Environmental and Resource Economics*, 36 (1), pp. 15 - 34.
- Greenstone, M. and R. Hanna (2014), "Environmental Regulations, Air and Water Pollution, and Infant Mortality in India", *The American Economic Review*, 104 (10), pp. 3038 - 3072.
- Greiner, A. (2005), "Fiscal Policy in an Endogenous Growth Model with Public Capital and Pollution", *Japanese Economic Review*, 56 (1), pp. 67 - 84.
- Grimaud, A. and L. Rougé (2005), "Polluting Non-Renewable Resources, Innovation and Growth: Welfare and Environmental Policy", *Resource and Energy Economics*, 27 (2), pp. 109 - 129.
- Grossman, G. M. and A. B. Krueger (1991), "Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement", *Social Science Electronic Publishing*, 8 (2), pp. 223 - 250.
- Grossman, G. M. and A. B. Krueger (1994), "Economic Growth and the Environment", *Quarterly Journal of Economics*, 110 (2), pp. 353 - 377.
- Harbaugh, W. T., A. Levinson and D. M. Wilson (2002), "Reexamining the Empirical Evidence for an Environmental Kuznets Curve", *Review of Economics and Statistics*, 2002, 84 (3), pp. 541 - 551.
- Howitt, P. (1998), *Endogenous Growth Theory*, Massachusetts: MIT Press.
- Jayanthakumaran, K. and Y. Liu (2012), "Openness and the Environmental Kuznets Curve: Evidence from China", *Economic Modelling*, 29 (3), pp. 566 - 576.
- Jia, R. (2012), "Pollution for Promotion", *Social Science Electronic Publishing*, <http://conference.nber.org/confer/2014/EPCs14/Jia.pdf> [2018 - 09 - 11] .
- Michel, P. and G. Rotillon (1995), "Disutility of Pollution and Endogenous Growth",



*Environmental & Resource Economics*, 6 (3), pp. 279 – 300.

Pautrel, X. (2012), “Environmental Policy, Education and Growth: A Reappraisal when Lifetime Is Finite”, *Macroeconomic Dynamics*, 16 (5), pp. 661 – 685.

Prieur, F. (2009), “The Environmental Kuznets Curve in a World of Irreversibility”, *Economic Theory*, 40 (1), pp. 57 – 90.

Selden, T. M. and D. Song (1995), “Neoclassical Growth, the J Curve for Abatement, and the Inverted U Curve for Pollution”, *Journal of Environmental Economics & Management*, 29 (2), pp. 162 – 168.

Turnovsky, S. J. (2000), *Methods of Macroeconomic Dynamics*, Massachusetts: MIT Press.

Xepapadeas, A. (1997), “Economic Development and Environmental Pollution: Traps and Growth”, *Structural Change & Economic Dynamics*, 8 (3), pp. 327 – 350.

Xepapadeas, A. (2005), “Economic Growth and the Environment”, *Handbook of Environmental Economics*, 3, pp. 1219 – 1271.

Yang, C. H., Y. H. Tseng and C. P. Chen (2012), “Environmental Regulations, Induced R&D, and Productivity: Evidence from Taiwan’s Manufacturing Industries”, *Resource and Energy Economics*, 34 (4), pp. 514 – 532.

## Environmental Fiscal Expenditure and Pollution

ZHANG Kai-qiang

( National Academy of Economic Strategy, Chinese Academy of Social Sciences, Beijing 100028, China)

**Abstract:** Based on the 2007 fiscal expenditure classification reform, this paper examines the impact of local government environmental protection expenditure (environmental fiscal expenditure) on environmental quality. It describes the relationship between environmental quality and economic growth with the change of environmental fiscal expenditure through theoretical model. To increase the share of environmental fiscal expenditure to a certain extent, it will sacrifice the speed of economic development, improve environmental quality and reduce environmental pollution. Using the latest provincial environment pollution emissions data, the empirical analysis indicates that the increase of environmental fiscal expenditure has a significant impact on improving environmental quality. In addition, in economically underdeveloped areas, the effect of this environmental protection expenditure is more significant. The above conclusions can be used as a reference for guiding local governments’ environmental protection behaviors and policies.

**Key Words:** environmental fiscal expenditure; environmental quality; environmental pollution emissions; economic growth

责任编辑：张莹