**分类号：** **学校代码:10139 学 号：2012080649** **密级 :公开**



硕士学位论文

**类 别： 全日制硕士研究生**

**中文题目：中国环境污染与经济增长**

**-基于弥补 EKC 缺陷视角的计量分析** **英文题目：Econometric Study on Environment Pollution and**

**Growth -Based on Amending EKC Defects Angle**

**学科门类：经济学**

**学科名称：统计学** **研究方向：抽样调查理论与技术**

**研 究 生：鞠海伟**

**指导教师：冯利英教授**

**二 ○ 一 五 年 六 月**

**独创性（或创新性）声明**

本人声明所呈交的论文是本人在导师指导下进行的研究工作及取得的研究成果。除了文中特别加以标注和致谢中所罗列的内容以外，论文中不包含其他人已经发表或撰写过的研究成果。与我一同工作的同志对本研究所做的任何贡献均已在论文中作了明确的说明并表示了谢意。申请学位论文与资料若有不实之处，本人承担一切相关责任。

学位论文作者签名： 日期：

**关于论文使用授权的说明**

学位论文作者了解内蒙古财经大学有关保留和使用学位论文的规定，即：研究生在校攻读学位期间论文工作的知识产权单位属内蒙古财经大学。学校有权保留并向国家有关部门或机构送交论文的复印件和磁盘，允许学位论文被查阅和借阅；学校可以公布学位论文的全部或部分内容，可以允许采用影印、缩印或其它复制手段保存、汇编学位论文。（保密的学位论文在解密后遵守此规定）

保密论文注释：本学位论文属于保密在年解密后适用本授权书。非保密论文注释：本学位论文不属于保密范围，适用本授权书。

学位论文作者签名： 指导教师签名： 日期： 日期：

摘 **要**

EKC①假设命题在1995年由Grossman和Krueger提出，而后，众多专家学者以他们的理论为基础，开展了很多的实证以及扩展性的相关工作，获得了很多重要的结论。但是EKC存在许多缺陷：假设不考虑地域因素影响而现实中这一假设是不可能或者说很难成立的；经济增长与环境污染是一种互动的双向关系，而单一的库玆涅茨模型可能造成内生性偏差问题等。本文在前人研究的基础上，立足于EKC缺陷的角度，提出修正EKC的方法，以期使研究结果能更贴近现实和更加准确。因此，本文的工作主要包括以下六个方面：

1.引言部分。简要地概述了选题背景和研究意义，阐述了本文的主要研究内容和研究方法以及行文框架和创新之处。

2.理论支撑部分。本部分主要介绍有关环境污染与经济增长相关的四个理论，在此基础上对国内外相关文献进行比较评述，总结了国内外关于环境污染的最新研究动向。

3.中国环境污染与经济增长现状分析部分。对经济总量、结构及人均GDP进行了分析，并对环境污染三个指标从纵向和横向两个方面进行了描述统计分析。

4.基于EKC缺陷角度的环境污染与经济增长计量分析部分。环境污染具有空间分布性，环境污染与经济增长存在复杂的动态性等，这违背了库兹涅茨曲线理论的基本假定。本部分就是基于以上EKC两方面的缺陷分别建立了空间回归模型、EKC联立方程组模型，来研究我国环境污染与经济增长之间的关系。

5.最优环境污染治理投入部分。本部分运用 EPIOLG（引入政府环境污染治理投入的内生死亡率模型）模型计算了政府治理环境污染投入占GDP的最优比例并进行了相关分析。

6. 结论与建议部分。在相关理论的基础上加以实证分析，对我国环境的整治以及经济的可持续性发展存在的相关问题提出具体举措。

关键词：EKC 缺陷； 经济增长； 环境污染； 空间； EKC 模型

EKC联立方程组模型 最优环境污染治理投入比例

①环境库兹涅茨曲线，简称EKC，是在美国著名经济学家提出的库兹涅茨曲线基础上发展来的，是表示环境污染发展状况随经济增长过程而变化的曲线。

Abstract

Grossman and Krueger put forward EKC hypothesis in 1995. Scholars have conducted a large number of empirical researches and expanded research afterwards, and made a lot of achievements. But there are many flaws on EKC: Assuming without regarding geographical factors, which in reality is impossible or very difficult to set up; economic growth and environment pollution is an interactive relationship, and a single model may cause endogeneity bias. Based on previous studies, standing the angle of EKC flaws, we put forward EKC amendment approach in order to make research results more realistic and more accurate. Therefore, the work of this paper includes the following six areas:

1. Introduction section. The paper expounds overview of the background and significance; it also describes the main research contents and methods as well as drafting the framework and innovation of this paper.

2. The theoretical support section. This section focuses on four theoretical to compare the related literature and summarize the latest research trends on environmental pollution.

3. China's environment pollution and economic growth analysis section. The paper analyzes the total economy, the structure and per capita GDP on China. Through the three indicators of environment pollution we described both vertical and horizontal aspects of the related statistics.

4. Analysis section based on the EKC defect angle. The spatial distribution of environment pollution and the complex dynamic relationship of environment pollution and economic growth, which is contrary to the basic assumption on the Kuznets curve theory. This section established spatial regression models and EKC simultaneous equations model to study the relationship between China's environment pollution and economic growth.

5. The fifth chapter is still empirical analysis. This section use EPIOLG (endogenous mortality model introduced government environment pollution inputs) model to calculate the optimal ratio of government investment in GDP, and optimal ratio were analyzed.

6. Conclusions and Recommendations section. Based on empirical research, combining research theory, we put forward some suggestions for Chinese environment pollution and economic development.

**Keywords**: EKC defects; Economic growth; Environment pollution

Spatial regression model EKC simultaneous equations model Optimal ratio of investment on environment pollution control

目 录

[摘](#_Toc686718130)[要](#_Toc686718130) 2

[Abstract](#_Toc686718131) 3

[第一章 引言](#_Toc686718132) 4

**[1.1](#_Toc686718133)** [选题背景与意义](#_Toc686718133) 4

**[1.1.1](#_Toc686718134)** [选题背景](#_Toc686718134) 4

**[1.1.2](#_Toc686718135)** [研究意义](#_Toc686718135) 5

**[1.2](#_Toc686718136)** [研究内容与方法](#_Toc686718136) 5

**[1.2.1](#_Toc686718137)** [研究内容](#_Toc686718137) 5

**[1.2.2](#_Toc686718138)** [研究方法](#_Toc686718138) 5

**[1.3](#_Toc686718139)** [创新之处和论文结构](#_Toc686718139) 5

**[1.3.1](#_Toc686718140)** [创新之处](#_Toc686718140) 5

**[1.3.2](#_Toc686718141)** [论文结构](#_Toc686718141) 5



**[基于](#_Toc686718141)**

**[环](#_Toc686718141)**

**[缺 境](#_Toc686718141)**

**[陷 污](#_Toc686718141)**

**[视 染](#_Toc686718141)**

**[角 与](#_Toc686718141)**

**[下 经](#_Toc686718141)**

**[的 济](#_Toc686718141)**

**[计 增](#_Toc686718141)**

**[量 长](#_Toc686718141)**

**[分析](#_Toc686718141)**

[图 1-1 论文框架图](#_Toc686718141)

**[研究目标](#_Toc686718141)**

**[研究内容](#_Toc686718141)**

**[研究方法](#_Toc686718141)**

**[研究背景与意义](#_Toc686718141)**

**[相关理论与文献综述](#_Toc686718141)**

**[文献综述法](#_Toc686718141)**

**[中国环境污染与经济增长现状](#_Toc686718141)**

**[描述统计分析](#_Toc686718141)**

**[环境污染与经济增长计量分析：空间计量分析，基于联立方程组的互动性分析](#_Toc686718141)**

**[实证分析、对比分析](#_Toc686718141)**

**[基于扩展的 OLG 模型的政府最优污染投入分析](#_Toc686718141)**

**[相关结论与对策](#_Toc686718141)**

[第二章 相关理论及文献综述](#_Toc686718142) 6

**[2.1](#_Toc686718143)** [理论综述](#_Toc686718143) 6

**[2.1.1](#_Toc686718144)** [可持续发展理论](#_Toc686718144) 6

**[2.1.2](#_Toc686718145)** [循环经济理论](#_Toc686718145) 6

**[2.1.3](#_Toc686718146)** [环境—经济系统理论](#_Toc686718146) 6

**[2.1.4](#_Toc686718147)****[EKC](#_Toc686718147)**[理论及缺陷](#_Toc686718147) 7

**[2.2](#_Toc686718148)** [文献综述](#_Toc686718148) 8

**[2.2.1](#_Toc686718149)** [国外研究动态](#_Toc686718149) 8

**[2.2.2](#_Toc686718150)** [国内研究动态](#_Toc686718150) 8

[第三章 中国环境污染与经济增长现状分析](#_Toc686718151) 8

[3.1 中国经济增长现状](#_Toc686718152) 9

**[3.1.1](#_Toc686718153)** [总量特征及特点](#_Toc686718153) 9

**[3.1.2](#_Toc686718154)** [人均](#_Toc686718154)**[GDP](#_Toc686718154)**[纵向（时间）特征](#_Toc686718154) 9

**[3.1.3](#_Toc686718155)** [经济增长横向（地区）比较及特点](#_Toc686718155) 9

**[3.2](#_Toc686718156)** [环境污染现状](#_Toc686718156) 10

**[3.2.1](#_Toc686718157)** [环境污染概念界定及特点](#_Toc686718157) 10

**[3.2.2](#_Toc686718158)** [“三废”污染的时间特性](#_Toc686718158) 10

[3.2.3 环境污染地区特点](#_Toc686718159) 13

[3.2.4 环境污染治理投入情况](#_Toc686718160) 19

[第四章 基于EKC缺陷角度的环境污染与经济增长计量分析](#_Toc686718161) 20

**[4.1](#_Toc686718162)** [空间回归模型](#_Toc686718162) 20

**[4.1.1](#_Toc686718163)** [空间计量经济的三种重要模型](#_Toc686718163) 20

**[4.1.2](#_Toc686718164)** [空间关联模式及空间相关性检验方法](#_Toc686718164) 21

**[4.1.3](#_Toc686718165)****[EKC](#_Toc686718165)**[空间回归模型的建立](#_Toc686718165) 26

**[4.2](#_Toc686718166)****[EKC](#_Toc686718166)**[联立方程组模型分析](#_Toc686718166) 30

**[4.2.1](#_Toc686718167)** [环境污染与经济增长联立方程组理论模型及识别](#_Toc686718167) 31

[4.2.2 数据来源及处理](#_Toc686718168) 32

**[4.2.3](#_Toc686718169)** [联立方程模型的估计结果](#_Toc686718169) 43

**[4.2.4](#_Toc686718170)** [联立方程模型估计结果的现实含义](#_Toc686718170) 45

[第五章 最优环境污染治理投入](#_Toc686718171) 46

**[5.1](#_Toc686718172)** [加入环境污染治理投入的](#_Toc686718172)**[OLG](#_Toc686718172)**[模型](#_Toc686718172) 46

**[5.2](#_Toc686718173)** [最优环境污染治理比例的测算](#_Toc686718173) 46

[第六章 结论及相关建议](#_Toc686718174) 48

**[6.1](#_Toc686718175)** [相关结论](#_Toc686718175) 48

**[6.2](#_Toc686718176)** [相关建议](#_Toc686718176) 48

**[6.3](#_Toc686718177)** [论文不足之处](#_Toc686718177) 49

[参考文献](#_Toc686718178) 49

[个人简介及在校期间研究成果](#_Toc686718179) 51

[后记与致谢](#_Toc686718180) 51

# 第一章 引言

## **1.1** 选题背景与意义

### **1.1.1** 选题背景

从国际背景看，人口的持续增长和工业化、城市化进程的加快，促使生态环境不断恶化，气候变暖、水土流失等已严重威胁到人类的可持续发展。如今环境污染的区域性和全球化问题已在国际社会备受瞩目。丹尼斯.梅多斯等在二十世纪七十年代初出版的《增长的极限》中提出经济增长的全球性将在一个世纪以后达到极限。这一论调反响强烈。此后，环境问题引起了人们的普遍关注，对于环境与经济之间相关性的探讨也是骤升。据法国《巴黎人报》报导20世纪的100

年中寰球气温平均上涨了0.6，北极浮冰层厚度50年来减薄了40%，孟加拉国、

马尔代夫等国地势较低，气温上升引起的海平面升高极有可能会把这些岛屿吞没。另外，由全球气候变暖导致的物种多样性锐减，极端气候现象频发等等。这些都推动了各国对于减少环境污染的努力和行动。

《京都议定书》的议定①、“巴厘岛路线图”的制定以及各种环境会议越来越频繁的举办，反映出了各国对于减少环境污染的努力。1974年6月5日，《联

合国人类环境会议》提议每年的6月5日为世界环境日，以警示人们注意保护环

境以及环境由于人类活动所造成的破坏。可见，环境污染己成为全球必须共同面对的问题

简言之，各国对于减少环境污染的推进促成了新的宏观研究背景。因此，在全球气候变暖，极端天气事件屡现的情况下，全球经济从只注重增长速度转向可持续发展的国际形势下，中国作为最大的发展中国家，在保持经济较快速增长的同时实现优化环境的目标既是机遇也是挑战。

国内方面，改革开放以来，中国取得了举世瞩目的伟大业绩，第一产业占比连年下降，第二产业产值则由改革开放初期的1607亿飙升至2013年的210689。

42亿元，年均增幅为342%（现价）。由此可以看出，我国经济在36年的时间里发

展迅猛，然而相随而来的环境污染，也已到了触目惊心的地步。我国的环境问题主要有以下五个方面：

第一、环境压力日益增加。一是因为持续增长的人口使得环境压力日益增大。

我国的人口由1949年的54167万人增加到2013年的135300万人左右，增加了

149. 78%,而环境容量近乎不变甚至变小，环境压力则不言而喻；二是因为经济增长过程中，对自然资源的过度开发使得环境问题日趋恶化；三是因为我国城镇化进程加快，城镇的环境压力逐渐加大。

①京都议定书全称《联合国气候变化框架公约的京都议定书》是《联合国气候变化框架公约》（United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC）的补充条款。

3

第二、大气污染日益严重。大气污染物主要有二氧化硫、氮氧化物和烟粉尘等，它们大多来自于工业生产和交通运输业。1982年，人均工业废气排放量为5352. 6𝑚3, 2013年则为38713. 69𝑚3, 32年时间增加了623. 34%，这就使得我

国的大气污染日益严重。近年来，有关雾霾的报道屡见报端，尤其是2013年冬季以来，全国多次爆发的大面积雾霾，既影响国民身体健康，又影响人民幸福指数，是多被垢病使得政府无法回避、必须痛下决心来治理的环境污染之一。

第三、水污染问题日益突出。1998年，我国废水排放总量为395. 41亿吨，

2013年则上升为697. 13亿吨，16年时间增加了76. 31%。水质恶化、水体污染物排放浓度增大的同时抬高了污水的总排放量，严重损害了水环境的自我净化功能，湖泊富营养化问题突出，癌症村频出。时任环境保护部副部长潘岳认为，日益严重的水源污染问题，已然变成经济社会可持续发展的桎梏。

第四、工业固体废物污染问题不容忽视。1998年我国工业固体废物产生量为

80043万吨，2013年上升为353203. 4万吨，16年时间增加了341. 27%。固体废物含有的有毒、有害化学物质污染大气和水体，堆存物污染耕地，造成农作物减产和生物链污染，从而严重危害人类健康。

第五、生态环境日益恶化。由于矿产资源的过度开发，土地植被大量被破坏，导致水土流失严重、泥石流频发、水库淤积、洪涝旱灾交替为害；另外，因为种植结构缺乏规划以及随意放牧所导致的土地沙化和退化，让生物的生存环境面临威胁，部分物种甚至可能永远淡出人们视野。在过去的十年中，我国酸雨面积也在不断扩大。

针对环境污染的状况，我国政府采取了很多行动。“十二五”纲要中特别提到了化学需氧量和二氧化硫排放量环比下降8%的规定，还新增加对氨氮和氮氧化物分别减排10%的要求。重视生态的相关保护工作，对于减少环境污染的硬骨头要下定决心，这些都在2014年的政府报告中也得以体现。我国还从世界环境

日的得到启示，每年的6月5号也设定了针对环境日的主题，“向污染宣战”为

2014年之主题。

综上所述，在要求减少环境污染和保证国内经济发展的双重挑战下，如何兼顾中国经济社会可持续发展和实现降低环境污染的目标，不仅影响着我国生态环境和社会的和谐发展，也关系着全人类的生存和发展。

### **1.1.2** 研究意义

Grossman和Krueger于1995年提出EKC假说，此后学者们站在他们研究的基础之上又进行了大量实证和拓展性研究，取得了许多的研究成果。但是EKC存在许多缺陷，它要求满足许多前提假设，现实中有些假设是不可能或者说很难成立的。本文立足于EKC缺陷的角度，提出修正不满足某些前提假设下的方法，以便使研究结果能更贴近现实和更加准确。所以本文亦有一定的理论研究价值。

此外，在我国社会经济取得可喜成绩的同时，对于生态的破坏也日趋加重。近年来，大面积水源污染、大范围雾霾天气频繁出现，直接影响到了我国建设美丽中国梦想的实现。政府的行为和决定给了我们希望，只是中国的环境问题较为

复杂，所以，完成绿色GDP的目标绝非易事。另外，本文也具有一定得现实意义：可以为环境政策的研究、制定提供可靠的数据支持。这篇文章以2003-2012年的相关数据为基础，从EKC缺陷的角度对环境污染和经济增长的相关性进行探讨，并基于OLG模型确定政府改善环境的最佳投入百分比。这对于充分发挥政府在环境污染治理中的职能、调动地方政府主动减排的积极性，从而加强环境保护具有一定的指导意义。

## **1.2** 研究内容与方法

### **1.2.1** 研究内容

本研究的主要内容为：

第一部分，明确选题背景和研究意义，概述主要内容、方法以及文章架构和创新点。

第二部分，相关理论和研究综述。本部分主要介绍有关环境污染与经济增长的相关理论，在此基础上对国内外相关文献进行比较评述，总结了国内外关于环境污染的最新研究动向。

第三部分，中国环境污染与经济增长现状分析。对环境污染的发展趋势以及经济总量和结构特征进行综合分析。

第四部分，环境污染和经济增长相关性的实证研究。本部分从EKC缺陷角度进行分析，建立空间计量模型，研究空间因素对于环境污染和经济发展关系的影响；建立联立方程模型。

第五部分，政府最优污染投入研究。运用EPIOLG（引入政府环境污染治理投入的内生死亡率模型）模型计算政府治理环境污染投入占GDP的最优比例。

第六部分，结论和对策。提出环境与经济可持续发展的对策建议。第七部分，参考文献。

### **1.2.2** 研究方法

1.文献综述法。前人的文献是该领域研究的成果，并且可以加深自己研究的深度并拓宽研究的广度。本文通过充分搜集查阅国内外理论前沿、官方文件、报刊杂志、网络资料、专家的专著等，查阅中国环境污染与经济增长的相关数据资料等，在一定程度上掌握了国内外在这方面研究的最新理论成果和研究进展，在此基础上，通过发现其中的问题，形成了本文的具体研究思路。

2. 实证分析结合对比分析。以环境污染以及经济增长的相关理论为基础，对面板数据进行研究，对环境污染与经济增长的相关性进行探讨，利用空间计量模型联立方程，发现环境污染与经济增长之间存在的问题。

3.拓展的OLG方法。在OLG方法的基础上将环境污染和政府环境污染治理投入引入模型，形成新的EPIOLG模型，并运用模型测算了政府最优污染治理投

5

**EKC**

入比例。

## **1.3** 创新之处和论文结构

### **1.3.1** 创新之处

国内关于环境污染的研究大都以EKC为理论依据，有的验证EKC曲线在中国是否成立，有的在EKC的基础上加入新的变量分析环境污染问题等等，这些研究极大地拓展了EKC理论和应用，但是环境库玆涅茨曲线存在许多缺点：没有考虑地域影响；经济增长与环境污染是一种互动的双向关系，单一的库玆涅茨模型可能造成内生性偏差问题等。这边文章立足于环境污染与经济增长的相关性的角度，建立联立方程以解决内生性偏差问题，同时融入区域性因素，构建了空间计量模型。另外，本文通过加入环境污染与政府环境污染治理的OLG模型，测算出了政府最优污染投入。

### **1.3.2**

论文结构



**基于**

**环**

**缺 境**

**陷 污**

**视 染**

**角 与**

**下 经**

**的 济**

**计 增**

**量 长**

**分析**

图 1-1 论文框架图

**研究目标**

**研究内容**

**研究方法**

**研究背景与意义**

**相关理论与文献综述**

**文献综述法**

**中国环境污染与经济增长现状**

**描述统计分析**

**环境污染与经济增长计量分析：空间计量分析，基于联立方程组的互动性分析**

**实证分析、对比分析**

**基于扩展的 OLG 模型的政府最优污染投入分析**

**相关结论与对策**

# 第二章 相关理论及文献综述

## **2.1** 理论综述

十八世纪工业革命的成功使得生产力空前提高。也形了环境和生态的巨大破坏。人类自身受到环境污染的威胁，开始正视环境，思索环境与经济发展的关系。通过整个环境与经济发展理论的研究历程看，环境和经济发展的相关研究大体上可以分为三个历史时期1]：首先是指出环境对经济增长没有制约的乐观主义阶段，然后是增长极限的悲观主义阶段，①②到最终的环境与经济互惠共赢的理性主义阶段。从传统的经济发展角度考虑，环境以及经济的发展缺乏理性，我们要转变观念，从战略的高度来探寻新的形式，协调好生态环境与经济发展的关系，经济与环境协调发展的理性主义就这样逐渐产生和完善起来。环境和经济互惠共赢的相关研究日臻完善，主要包含：可持续发展理论、循环经济理论、环境与经济大系统理论以及EKC理论。

### **2.1.1** 可持续发展理论

工业革命以来，日新月异的技术进步，人类迅速增强的造自然的能力，极大丰富的物质产品等，同时发达资本主义国家的环境资源问题终于爆发，使人类再也不能漠视自然了，不少有识之士开始注视环境问题。二十世纪九十年代初由联合国“环境与经济发展”国家首脑会议上提出的《21世纪议程》引领了全球的可持续发展，各个国家都被要求在政策制定、战略选择上保证实施。我国可持续发展的时代旅程始于1994年3月提出的《中国21世纪议程》。

“既可满足当代人的需求，又不损害后代人满足其需求的能力”，这就是可持续的定义。这说明：①发展不单指经济，更强调以人高质量的生存与发展为立足点，并且以此为根本的价值目标和价值尺度；②发展需要考虑生态环境承载能力，这表现在两个方面，一是发展不能超过环境阈值，二是不能危害后代人的发展。它以此来警示人们，不能逾越生态承受力的红线，经济社会的向前迈进也要在其可接受的范围内，所以人们应该从“利他”出发，然后谋求“利己”。

可持续发展理论的核心是发展，关键是发展要具有可持续性，要协调好人与自然、人与人之间的关系。因此，可持续发展的实质就是生态环境与经济社会各系统相互协调的持续性发展。

①乐观主义：主张技术进步战胜一切，过分追求经济增长，只看到环境资源对经济发展的承载功能，而无视

环境资源对经济发展的负面反馈作用，掠夺式开发利用环境资源，从而导致严重的环境资源问题，制约了经济的进一步发展。

②悲观主义：主张经济“零增长”，只看到经济发展的弊端，要求把环境资源简单的保护起来，同样了阻碍

了经济发展的脚步。

7

### **2.1.2** 循环经济理论

可持续发展理论的诞生对全球经济发展产生了重要的影响，为了实践这一理，循环经济的概念应运而生。可持续发展和循环经济理论于本质上并无二致，即把经济与环境相融合，互惠共赢。不一样的是，可持续发展理论处于原则和理论和基础的地位，而循环经济则是在可持续发展战略原则指导之下的具体的、可操作途径。

循环经济是一种新兴的经济发展方式，它以资源的高效利用和循环为基础，以物质的封闭循环流动为重要内涵，力求达到“低开采、高利用、低排放”的目标，让经济和生态实现互惠共赢。循环经济是可持续发展战略的重要表现形式①，让经济增长以及环境保护并行不悖，也全面阐述了可持续发展的中心理念，即不拿环境换经济，让人类与大自然实现和谐相处。对于循环经济理论，相关专家均认为可以“3R”做中心概括，那就是“一减量、二利用、三循环”。其中，循环经济发展中首要原则是减量化原则。学者们并在此基础上不断的发展着循环经济理论。

### **2.1.3** 环境—经济系统理论

环境—经济系统理论是综合众多理论后发展来的一个多层次的、庞大而复杂的综合体，它受自然规律的制约，又具有自然属性，同时又具有社会属性受客观经济规律的支配，这一理论充分展示了环境资源与经济发展的内在关系。

#### （1）环境系统

人类生活在自然环境之中，与生态系统必然存在着种种联系。可用图2-1来表述。

环境系统

容纳净化废弃物

排放废弃物破坏

环境；植树造林， 改善土地保护环境

环境系统

提供精神享受

提供生活活动

所必须的物质资源

图2-1 人类与生态环境的相互关系

①中国科学院可持续发展战略研究组的观点（2005）

如上图所示，人类与生态环境的作用机制是双向的，人类可以从环境系统中得到生存和发展所需要的诸多元素，同时人类对环境系统也会产生影响。如果人们保护环境，那么会使生态环境日益改善，从而人类不断获取补给的良性循环；如果人们破坏环境，为了一时的需求对环境资源过度开发、破坏，甚至超过了环境系统的自我调节能力，那么人类相应的会受到环境的惩罚。

#### （2）经济系统

在传统的经济模式下，劳动力和资本是主要的考虑因素。而对生产效率、环境情况等一些其他变量并不在考虑范围之内，具体形式可用柯布道格拉斯生产函数做如下表示。传统的经济系统如下图所示：

要素市场

劳动

劳动者

生产者

产品

产品市场

图2-2 传统的经济系统

#### （3）环境-经济系统

随着经济学的发展，更多的分析要素被纳入到方程分析中，如新古典经济增长模型，已经将技术水平纳入到生产函数中，但环境因素的影响作用仍然没有在模型之中展开讨论。随着环境承载能力逐渐被研究学者注意到，后期的经济学家开始研究自然资源对产出的影响作用，也就出现了包含资本、劳动、技术水平、自然资源存量的理论模型，即：Y＝f(L, K, R, A)。环境经济学最终形成了系统学科，进一步促进了环境经济理论的研究，也开启了环境因素与经济因素相融合的新兴研究时代。在新的系统中打破了传统经济系统简单的、内部封闭式的循环，将环境要素作为产出影响要素。综合性的环境经济系统考虑了人类经济活动中对环境系统产生的影响，其运行机制如下图所示：

9

的 物汲 质

环 废

境 弃

保 物

取 能

护 排

等

源

等 放

，

经济系统

要素市场

劳动

劳动者

生产者

产品

产品市场

环境系统

图2-3 环境经济系统图

### **2.1.4** **EKC**理论及缺陷

#### （1）库兹涅茨曲线

著名经济学家库兹涅茨在二十世纪九十年代提出库兹涅茨曲线理论，指出收入分配情况与经济发展进程密切相关。库兹涅茨认为，初步阶段收入情况首先向非公平的情况发展，而后会随着社会的不断进步，最后实现整体公平，从整体上来看，表现为倒U型曲线。研究者们将库兹涅茨曲线的外延扩大化，例如环境污染程度与经济发展的倒U型曲线等。

#### （2）EKC曲线

Grossman和Krueger在二十世纪九十年代初率先提出环境库兹涅茨曲线[3]，是为了研究北美的自由贸易情况对于环境的影响。Grossman和Krueger对环境污染指标与人均GDP的关系作了回归分析，他们认为在一般情况下，倒U型曲线揭示了收入水平与环境污染物之间的相互关系，即人均收人处于4000-5000美元时，污染的排放情况出现拐点。Grossman和Krueger基于此发表了EKC假说，在经济学和环境学界引起了强烈反响，也是上世纪90年代以来学界最热门话题之一。

EKC假说包含[4]：无外界因素干涉的情况下，一国的社会生态随着社会发展水平的变化而变化，先向不好的趋势发展，而后改良，整体上表现出倒U型曲线。此种现象归因于以下几点：①随着物质生活水平的提高，人们会转向追求更好的环境状况；②生活水平的改善，增加了人们应对环境污染改变的能力；③经济发展有

利于优化经济结构，降低环境污染；④经济的发展也促进了降低环境污染技术的进步。

#### （3）EKC假设及缺陷

与所有理论一样，EKC也是有前提假设的：①满足同质性假定；②不考虑环境污染生态阈值；③经济增长与环境污染是简单的单向关系；④不考虑地域影响等。而现实生活中这些理论假设是很难满足的，这也是EKC的缺陷。

相关文献的研究情况上来看，基于环境库兹涅茨曲线的相关假定对环境与经济的相关性展开的探讨较多。研究主要包括两个方面的内容[5]：一是验证EKC假设的存在，寻找不同国家或地区EKC曲线的拐点；二是从不同角度对EKC曲线进行理论或政策解释。而所有的这些研究都是基于EKC满足同质性、不考虑地域性、不考虑内生偏差性及不考虑生态阈值的前提下进行的研究，现实生活中这些假设是很难满足的。

## **2.2** 文献综述

### **2.2.1** 国外研究动态

从20世纪90年代中期开始，国外大多数研究者利用某些国家或地区的经济与环境污染数据对EKC（环境库兹涅茨曲线）现象的理论进行了实证研究，重点探讨收入状况（人均GDP）和环境恶化的相关性。另外，有些研究者拓展了EKC曲线，将一些因素加入到环境库兹涅茨的解释中，如Torres和Boyce（1998）就将收入的不平等性加入EKC曲线，分析这些经济因素与各种不同污染物排放量的关系，取得了大量的研究成果，但是这些研究成果大都是基于满足EKC假设的条件下得出的，而现实中EKC假设很难被满足。

1992年的《世界发展报告》中提到，Shafik以及Bandyopadhyay(1992) [6]对将近150个国家和地区的面板数据分别进行了对数线性以及高次多项式形式的对比分析，揭示以国家为单位的环境和经济之间的相关性。结果表明：选取的环境指标不同EKC形态也会出现不同：大气污染中二氧化硫含量的EKC曲线呈现倒U型；随着经济的增长水污染和碳排放量也会增加。Shafik和Bandyopadhyay在研究过程中剔除了区域性变量，但这一变量却对整体研究至关重要。Kaufman(1998) [7]等针对1974-1989年23个国家的情况进行分析，得出二氧化硫排放量与人均GDP之间并非倒“U”型关系而是正“U”型关系，但是却与经济活动空间强度成倒“U”型关系，剔除价格变化影响后，用实际GDP计算出的转折点为14700美元左右。虽然Kaufman对指标进行了处理，使结果更具代表性，但是研究没有考虑地域因素，简单的经济增长与环境污染模型也容易造成内生偏差性。Burnett（2010）[8] 考虑环境污染空间依赖的基础上，对美国环境污染

进行了空间EKC验证，结果表明环境污染会受到地域因素的影响。Elhors（t 2012）

[9]（利用动态面板数据，建立环境污染空间EKC模型，得出了在考虑地域因素的情况下影响环境污染的因素有人口结构，经济发展，科技发展等。Burnett 与

Elhorst的研究虽然考虑了地域影响因素，但是没有解决内生偏差性问题。

11

从国外的研究成果来看，关于环境污染的研究大多还是以EKC为基础，并不断地发展，但是核心理论没有变化，始终围绕EKC研究，是基于EKC假设成立的条件下的研究。而地域性及内生偏差性是肯定存在的，这不可避免的加大了研究结果与现实的误差。

### **2.2.2** 国内研究动态

我国关于环境污染的研究相对来说较晚，一般引用国外理论(EKC)结合国内实际进行研究。研究内容从简单的人均收入发展到现在的经济发展的多个方面，研究指标的选取也越来越合理和完善。另外，国内引用EKC理论研究环境污染与经济增长之间的关系，也存在忽视EKC前提假定不满足的问题。

中科院对于中国环境与经济之间的相关性分析指出，中国的经济增加和环境恶化程度之间呈现出弱环境库兹涅茨曲线关系，而且现在正位于EKC曲线的左边，没有到达拐点。刘幸菡、吴国蔚（2006）[10]的研究再次证实了这一结论，运用1981-2004年我国“工业三废”排放量和人均GDP数据模拟EKC曲线，研究表明近年来我国主要污染物排放的增长趋势虽有所减缓但仍处于不断上升阶段。但是，研究没有考虑EKC存在内生偏差性的问题，另外，研究也没有考虑地域因素，而地域影响不能被忽略。

宋涛等人（2007.4）[11]对我国1960-2000年间的人均二氧化碳排放量与人均生产总值数据展开的相关实证分析表明，二者相互作用所表现出的EKC关系存在长期协整关系，只是在短期效应上，Granger因果检验指出，人均生产总值对于人均二氧化碳排放量存在单项影响关系。宋涛等人的研究则没有考虑地域影响因素，仅考虑了经济增长与环境污染单向的关系，可能存在内生偏差性问题。符淼（2008.11）[12]采用省际面板数据对我国环境污染与经济发展的EKC曲线进行非参数回归分析，发现废水EKC曲线为两端略微上翘的倒U形曲线，在1.9万元处出现拐点；对于废气的库兹涅茨曲线呈现上升态势，斜率大约为1.04；对于固体废物的库兹涅茨曲线因地区差异而有所区别，东部上升变平缓，而中西部上升态势则较为陡峭。符淼将EKC的研究推向面板数据，但是同样没有解决EKC存在的缺陷问题。管祥友（2013）[13]建立了VAR模型，选取了城市和生态环境的相关指标，结果表明城镇化与生态环境存在双向机制，并不是简单因果影响。管祥友的研究考虑了环境污染与经济增长不是简单的单向关系，却没有解决如何将这种双向关系体现在模型中。另外，研究忽视了地域因素的影响。刘华军，杨骞（2014）[14]研究了对环境EKC曲线与污染排放的时空依赖之间的关系，而且基于省级面板数据建立空间动态面板数据模型，最终指出四种污染物存在空间依赖性，但是依赖性有所差别。刘华军，杨骞考虑了地域影响因素，却没有考虑到环境污染与经济增长是复杂的动态关系，单向的模型建立可能导致内生性偏差问题。

除了简单环境污染物与人均GDP的模型外，不同的学者采用不同的计量方法和不同的研究指标及数据对EKC曲线进行了拓展性研究，从而极大的拓展了

EKC曲线的研究范围，这包括：产业结构、能源消费、收入差距、消费、财政能力、社会资本水平等等，但大都还是基于EKC假定前提下，没有理论上的突破，

研究都不可避免的受EKC缺陷的影响。

#### （1）产业结构

周建安（2009）[15]采用1993到2011年我国霍夫曼比率和MS比率数据进行研究，结果发现产业结构变化是我国环境库兹涅茨曲线形态不可忽视的重要影响因素并且环境质量的改善不是GDP增长的自然结果。

#### （2）能源消费

[郝增财](http://www.cnki.net/KCMS/detail/%20%20%20%20%20%20%20%20%20%20%20%20%20%20%20%20/kcms/detail/search.aspx?dbcode=CMFD&amp;sfield=au&amp;skey=%e9%83%9d%e5%a2%9e%e8%b4%a2&amp;code=30478436%3B)（2014）[16]针对2000-2010年我国30个省市能源消费情况以及二氧化硫排放的面板数据，进行了空间效应分析。并且根据现有的研究结论以及缺陷指出：从空间角度看，中国的环境污染、能源总量和能源强度关系密切；从区域相关程度上来看，地域能源消费总量、强度都与环境污染关系密切；并证明了能源强度—环境库茨涅兹倒U曲线的存在。

#### （3）收入差距

雷鸣（2007.7）[17]基于收入差距库兹涅茨曲线和EKC曲线的双倒U曲线理论，在收入差距与工业环境质量的关系方面对EKC曲线进行了研究。文章选取了反映中国居民收入差距的5个指标1986-2004年的时间序列数据，采用综合指数的三次曲线模型进行了实证研究，结果指出：我国的收入差距和工业环境恶化程度仅仅和库兹涅茨曲线的左半部分相近，上升而且未达到拐点；然而与工业废水排放曲线符合“倒U +U”形曲线特征，因此可以得出结论，中国总体工业环境质量的下降在一定程度上是由于居民收入差距的扩大导致的。

#### （4）消费状况

李秀香，鲍智敏（2009）[18]认为存在生产和生活两种消费形式，生活水平的提升可以提高原料的品质，而且改善生产水平，产品环保性能增强，附加值提高，也提高了居民收入和环境质量。文章用人均住房面积表示消费水平的指标，工业废气排放量表示污染水平指标，并用1990-2007年的数据进行研究，结果表明二者呈N型曲线关系，正处于倒U得左侧部分，远远未达到拐点。

#### （5）财政能力

李猛（2009）[19]立足于财政分权，建立了包括财税激励的社会计划者目标函数，指出环境污染和地方财政能力水平之间存在倒U型关系修正，并指出了我国环境污染的“新假说”。文章对31个省份的相关数据进行研究，指出中国各省人均财政水平与倒U型曲线拐点相去甚远。

#### （6）社会资本水平

卢宁和李国平（2009）[20]突破市场引导和政府规制的思维模式，将市场和政府以外的行为主体对环境保护活动的作用纳入研究。针对中国1995-2007年将近

30个省区的相关数据，利用主成份分析方法把工会组织数、居民委员会组织数、妇联组织数和共青团组织数等指标加以整合，并且和社会资本水平相结合，形成成社会资本指数总指标。最终通过构建库兹涅茨模型，验证社会成本与环境质量的库兹涅茨相关性。结果表明，工业二氧化硫排放量呈现出N形特征。因此，不能把落实“减排”工作的渠道仅仅局限于“市场”和“政府”之间，而是积极培育和充分利用社会资本来减少环境污染。

虽然EKC的研究拓展到产业结构、能源消费、收入差距、对外贸易、外商直接投资、消费、财政能力和社会资本水平等等，但是这些研究大都基于满足EKC

13

曲线前提假定的条件下的，而EKC存在的缺陷必然导致研究结果的偏差性。综上所述，国内外关于环境污染的研究大都围绕EKC曲线展开，极大地拓展

了环境库玆涅茨曲线的理论和应用，但是EKC曲线存在以下缺点：（一）同质性假定不符合实际；（二）环境污染的存量外部性及生态阈值被忽视；（三）经济增长与环境污染是一种互动的双向关系，单向的库玆涅茨模型可能造成内生性偏差问题；（四）没有考虑地域影响。所以基于EKC缺陷视角下研究环境污染与经济增长之间的关系十分必要。

# 第三章 中国环境污染与经济增长现状分析

环境污染说到底是人类经济活动的不断膨胀造成的，而经济活动是人类最主要的活动，在现在的大系统时代，经济活动不是孤立的，而是相互联系，复杂交织在一起的。这决定了环境污染与经济增长受空间（地域）因素影响，环境污染与经济增长之间是相互影响的动态关系。在本部分，我们将结合具体数据，从时间和空间两个角度，利用描述统计来分析我国及地区经济增长和环境污染的对应指标的具体现状。

经济增长指标用人均实际GDP来衡量；环境污染指标考量的是废水、固体废弃物、废气①（俗称“三废”）等三者数量方面的相关特征。同时联系数据的完整性、可获得性和长度一致性，因而选取了2003年-2012年的相关数据，以上资料来源于《中国统计年鉴》和《中国环境年鉴》。

## 3.1 中国经济增长现状

### **3.1.1** 总量特征及特点

经济总量体现了国家的综合实力，也体现了一个国家或地区的社会发达程度。我国2003年国内生产总值134977.0亿元，到2012年国内生产总值达到516282.1

亿元，约增长了2.8倍。

经济增长从总体上来看是一个动态过程。但是，经济总量的变化和产业结构的变化关系密切，产业结构可以对经济总量产生影响，将产业结构变化和经济总量变化相结合，可以看出经济总量的变化态势。

600000.0

500000.0

400000.0

300000.0

200000.0

100000.0

0.0

**国内生产总值及结构变化**

2003200420052006200720082009201020112012

第一产业 第二产业 第三产业

图3-1 中国国内生产总值及结构统计图（单位：亿元）

上图表明，从2003年开始，GDP一路上扬，，三次的产业结构调整均和经济发展情况相契合，农业占比持续下降，工业占比较为稳定，服务业占比持续增加。

①国家统计局在2011年重新规定了“废气”的考核数据类型，工业废气排放量不再单独作为一项指标出现，但是为了保持数据的一致性，我们对2011年、2012年数据作了相关处理，求得废气排放量。

15

### **3.1.2** 人均**GDP**纵向（时间）特征

与GDP总量相比，人均GDP更能真实的体现一国的社会经济发展水平以及相关现状，作为探讨经济增加的不可或缺的因素，它能够反映人均的物质生活水平。

由图3-2，可以看出，我国人均国内生产总值在2003-2012年间一直稳步上升。2003年我国人均国内生产总值10541.97元，到2012年38420.38元，约增

加了2.64倍。这表明中国的经济实力稳步增加，人民的整体生活水平有了显著的提升。



图3-2 中国国内生人均生产总值趋势图（单位：元）

### **3.1.3** 经济增长横向（地区）比较及特点

为了全面系统的对我国的经济形势进行研究，除了纵向（从时间上）研究经济增长，横向（空间上）研究经济增长状况也是必不可少的。

中国大陆经济是以经济发展水平为经度，自然资源禀赋为纬度，与地理区位相结合，长期发展而来的。这篇文章立足于国家统计局对全国经济区域划分的基础上，按照经济水平，划分为东部、中部、西部、东北部四个大区。这四大区域内的省（市、自治区）具有以下共性：地理空间上相互毗邻；资源禀赋结构相近；经济发展水平相似；经济联系密切；面临相似的发展问题等等。

东部包含十个省级行政区。即北京、天津、河北、上海、江苏、浙江、福建、

ft东、广东、海南。中部包含六个省级行政区划，即ft西、安徽、江西、河南、湖北、湖南。西部包含是一个省级行政区划，即内蒙古、广西、重庆、四川、贵州、云南、陕西、甘肃、青海、宁夏、新疆。东北包含三个省级行政区划，即吉林、辽宁和黑龙江。

我国东部、中部、西部和东北部地区的经济发展趋势并不一致。我国人均GDP

由2003年的10542元增加到2012年的38420元，10年间增加了3.65倍，

年均增长了8.65%；其中，东部地区人均地区生产总值由2003年的19919.37

元增加到2012年的62532.9元，增加了2.14倍；中部地区由2003年的

5772.65元增加到2012年的32461.83元，增加了4.62倍；西部地区由2003

年的4696.945元增加到2012年的33288.91元，增加了6.1倍，；东北地区由

2003年的8769.3元增加到2012年的45258.3元，增加了5.16倍。从绝对值

来看，2003年东部地区比中部地区高了2.45倍，比西部地区高了3.24倍，比

东北部地区高了1.27倍。到了2012年东部地区仅仅比中部地区高了92.64%，比西部地区高了87.85%，比东北部地区高了38.17%。由此可以看出，东部地区的经济虽然一直在增长，但增长幅度远远低于我国中部、西部和东北部地区，但是，由于2003年东部地区的人均GDP绝对值就远高于其他区域，所以虽然后来的增长幅度相比其他区域较低，但2012年人均GDP值仍然很高，远高于其他区域。相对于经济增长较为平缓的东部地区来说，中部、西部和东北地区增长幅度较高，但由于其增长基数（2003年人均GDP）低，虽然经过10年时间的快速发展，到了2012年的人均GDP仍然低于东部地区。



70000

60000

50000

40000

30000

20000

东部地区

中部地区西部地区

东北地区

10000

0

2003 2004 2005 2006 2007 2008 2009 2010 2011 2012

图3-3 分地区经济增长统计图

## **3.2** 环境污染现状

我国环境在社会经济水平发展的同时加速恶化。国家“十二五”规划中提出，中国的环境污染整治还没有取得明显成效，环境形势非常严峻。水污染、大气污染和严重的区域性固体废弃物污染等已经超出了环境的可承受能力。生活水平的改善让社会民众有能力追求更高的生存需求，只是环境事故的突发事件却十分令人担忧，已然演变成影响人类健康、社会公共安全与稳定的头号公敌。另外，人类对于能源的需要将伴随着工业化、城镇化，人口总量的持续增加而持续飙升，

17

环境正在不断恶化，影响到了经济总量的增长。

本文研究的是环境污染与经济增长之间的关系，对经济增长进行描述性分析后，我们需要对我国环境污染现状进行描述性统计分析。本部分主要内容包括：环境污染概念的界定及特点；从时间上分析‘三废’污染现状；从空间上分析‘三废‘污染现状；‘三废’污染治理投入情况分析。

### **3.2.1** 环境污染概念界定及特点

环境污染是指人类的活动（主要指经济活动）使得生态环境状况发生转变，体现为环境质量恶化、扰生态系统的稳定性遭到破坏等。简言之，环境因受人类活动的影响而改变了原有性质或状态的现象称为环境污染。环境恶化的根本原因是由于人们掠夺式的生产扩张，生成了数量庞大的污染物，环境系统的自我修复力被损坏，生态系统的整体效能显著降低。环境污染物一般来源于两方面：一是来源于人类的生产活动，这些活动产生的各种有机或无机化合物、噪声、固体废弃物排入环境，对自然要素之间正常的物质、能量交换过程产生了重大影响；二是来源于人类的生活活动，如生活污水、餐饮废物等。环境污染物一般表现为气相、液相、固相及胶相四种形态，被污染的对象主要为大气、水体（地表和地下水体）、土壤及其生物（包括人类）。

环境污染是由于各个污染因素本身及其相互影响的最终结果。此外，它还因为受到社会评价的影响而具有社会性。它的特点可大体归纳为以下四种：（1）时间分布性。污染物的总量以及污染因素的强度都会随着时间的推移发生改变。（2）空间分布性。经济活动产生的污染物进入环境系统后，不是静止的，会随着地表或地下水、空气流动而被转移扩散。污染物不同，其稳定性和扩散速度随其自身特性也会不同。因此，空间因素会制约污染物的总量，废弃物的浓度和强度也会因此产生差异。（3）综合效应。生态系统是一个复杂的关联整体，各个污染因素因而会形成彼此影响的综合效应。（4）环境对于恶化程度的承载阈值及和经济总量的联动影响。因为环境生态系统具有脆弱性和不可逆转性，所以环境对污染物的容忍并不是无限度的，也就是说，存在着所谓的“环境承载阀值”，一旦超过该阀值，环境就会形成不可逆转的破坏，给人类带来灾难性的后果。但是，由污染物从开始进入环境到产生明显影响，时间上具有一定的滞后性，而且，环境污染与经济增长又有着复杂的动态关系，所以目前尚未有明确的环境承载阀值。

综上所述，对于单一污染物的监测结果绝对不能涵盖区域整体的环境恶化水平，还需明确污染物的时间、空间分布等相关因素的共同影响，才能科学地对数据进行统计分析，从而得到全面而客观的评价。本文将以“三废”这一环境污染指标来定性分析、定量测度我国环境污染状况。

### **3.2.2** “三废”污染的时间特性

针对环境恶化情况，这篇文章主要选取了三项指标：废水排放量、工业废气排放量和工业固体废物产生量①，即污染“三废”。2011年以后，为了更好地体现我国废水的总体恶化情况，国家统计局将工业废水和生活污水排放量两项指标合并②，本文根据2003-2010年工业废水与生活污水变化趋势采用五步移动平均

法得出2011年与2012年虚拟的工业废水排放量与生活污水排放量，同时也以废

水排放总量（工业废水与生活污水之和）作为研究对象，对2003-2010年工业

废水和生活污水加以合并计算。下图3-4映了废水污染的变化趋势。



图3-4 国2003-2012废水污染统计图（单位：万吨）

我国废水总排放量2003-2012年间逐年增加，由2003年的4601630万吨增加

到2012年的6847612万吨，约增加了49%。废水排放量主要来源于工业和生活两方

面，从图3-4以看出，工业废水排放量2003年为2157643万吨，并逐年下降，

到2012年降为2315698万吨；生活污水排放量2003年为2443987万吨，之后便

开始逐年上升，2012年增加到了4531914万吨，比工业废水排放量增加了

95.7%。

①固体废物产生量比固体废物排放量更加切实，有些固体废物已经产生了但是在某范围内贮存，对环境也有

危害，因此本文研究选用固体废物产生量。

②2011年环境保护部对统计制度中的指标体系、调查方法及相关技术规定等进行了修订，统计范围扩展为工业源、农业源、城镇生活源、机动车、集中式污染治理设施5个部分。

19

由于国家统计局在2011年重新规定了“废气”的考核数据类型，工业废气排放量不再单独作为一项指标出现，所以工业废气排放量的统计数据只能截止到

2010年。但是，从2003-2010年各区域的趋势图也可以看出，工业废气排量的

增加态势令人担忧：2010年，全国总量为519168亿标立方米，比2003年增加



了251.5个百分点。

图3-5 国工业废气排放量统计图（单位：亿立方米）

表3-1 实行新规后工业废气排放量统计指标及数据表（单位：万吨）

| 年份 | 二氧化硫 | 氮氧化物 | 烟（粉）尘 |
| --- | --- | --- | --- |
| 2011 | 2217.908 | 2404.274 | 1278.826 |
| 2012 | 2117.632 | 2337.762 | 1235.775 |

2011年重新规定了“废气”的考核数据类型后，废气排放指标为二氧化硫、氮氧化物和烟（粉）尘，2012年三项指标分别为2117.632万吨、2337.762万吨、

1235.775万吨，氮氧化物排放量最多。

选用工业固体废物产生量指标，这一是因为国家统计局只有这一项可以代表废物污染的数据，二是因为工业固体废物的产生、堆放都会带来严重的环境污染，不单纯是占用土地，其渗出也会对地面、地下水和水源地形成污染，可能还会增加毒害气体的排放量。从下表可以看出，2003-2010年工业固体废物排放量的上升趋势十分明显（表3-2）：2003年工业固体废弃物产生量为103829万吨，2010年达到了大约24亿吨，增长了大约130%；而工业固体废弃物贮存量总体呈下降趋势，变化幅度不大；固体废弃物排放量下降明显，从2003年到2012年约下降

了3倍。由于2011年之后统计规则及数据指标发生了变化，2011-2012年固体废弃物统计数据不具有可比性。2011年以后国家统计局将工业固体废弃物分为一般工业固体废弃物与危险工业固体废弃物统计，2012年一般工业固体废弃物产生量为329044万吨，一般工业固体废弃物贮存量为70745万吨，危险工业固

体废弃物产生量3465万吨，危险工业固体废弃物贮存量847万吨。

表3-2 2003-2012年工业固体废弃物产生情况统计表（单位：万吨）

| 年份 | 工业固  体废弃物产生量 | 固体废弃物贮存量 | 固体废弃物排放量 | 危险固  体废弃物产生量 | 危险固  体废弃物贮存量 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 2003 | 103829 | 29042 | 20327683 | - | - |
| 2004 | 120030 | 26012 | 17619510 | - | - |
| 2005 | 134449 | 27876 | 16546848 | - | - |
| 2006 | 151541 | 22399 | 13020919 | - | - |
| 2007 | 175632 | 24119 | 11967191 | - | - |
| 2008 | 190127 | 21883 | 7817522 | - | - |
| 2009 | 203943 | 20929 | 7104521 | - | - |
| 2010 | 240944 | 23918 | 4981976 | - | - |
| 2011 | 322772 | 70465 | 433 | 3431 | 824 |
| 2012 | 329044 | 70745 | 144 | 3465 | 847 |

注：2011年后国家统计局重新规定了固体废弃物考核类型。

### 3.2.3 环境污染地区特点

1. 从2003-2012年各区域的废水排放量数据表可以看出，废水排放量的上升趋势十分明显：东部地区年均增加3.8%左右，中部地区年均增加了1.28%左右，西部地区年均增加了1.35%左右，东北部地区年均增加0.32%左右。由此可以看出，我国东部地区废水排放量年均增长幅度最大，而且由于2003年的基数最大，

2012年的数值也是最大。绝对数值和增长幅度均为最小的是我国东北部地区，

在10年的时间里，仅仅由2003年的48.83亿吨增加到了2012年的50.27亿吨。

分区域来看，2003年东部地区废水排放量为213.4亿吨，比中部地区多1.21

倍，相比西部地区增加了1.29倍，比东北部地区多3.36倍，2012年东部地区

废水排放量为297.18亿吨，比中部地区多1.75倍，相比西部地区增加了1.8

倍，比东北部地区增加了4.9倍。由此可以看出，在2003到2012年这10年的时间里，各地区废水排放量都在逐年增加，但是东部地区的增长幅度更为迅速，其他地区的差距越来越大。

表3-3 分地区废水排放量统计表（亿吨）

| 年份 | 东部地  区 | 增长  率（%） | 中部地  区 | 增长  率（%） | 西部地  区 | 增长  率（%） | 东北  地区 | 增长  率（%） |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 2003 | 213.04 | - | 96.21 | - | 93.21 | - | 48.83 | - |
| 2004 | 221.50 | 3.97 | 97.51 | 1.35 | 94.54 | 1.43 | 48.99 | 0.33 |
| 2005 | 229.96 | 3.82 | 98.81 | 1.33 | 95.87 | 1.41 | 49.15 | 0.33 |
| 2006 | 238.42 | 3.68 | 100.11 | 1.32 | 97.20 | 1.39 | 49.31 | 0.33 |
| 2007 | 246.88 | 3.55 | 101.41 | 1.30 | 98.53 | 1.37 | 49.47 | 0.32 |
| 2008 | 255.34 | 3.43 | 102.71 | 1.28 | 99.86 | 1.35 | 49.63 | 0.32 |

21

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 2009 | 263.80 | 3.31 | 104.01 | 1.27 | 101.19 | 1.33 | 49.79 | 0.32 |
| 2010 | 272.26 | 3.21 | 105.31 | 1.25 | 102.52 | 1.31 | 49.95 | 0.32 |
| 2011 | 280.72 | 3.11 | 106.61 | 1.23 | 103.85 | 1.30 | 50.11 | 0.32 |
| 2012 | 297.18 | 5.86 | 107.91 | 1.22 | 105.18 | 1.28 | 50.27 | 0.32 |

资料来源：《中国统计年鉴》、《中国环境年鉴》及相关计算整理得。

2.从2003-2012年各区域的工业废气排放量数据表可以看出，东部地区

2012年的排放量是206361.7亿标立方米，比2003年增长了232%，年均增长

12.97%。中部地区20102年排放了133853.4亿标立方米，比2003年增长了

258.4%，年均增长15.47%。西部地区2012年排放了125688.9亿标立方米，比

2003年增长了235.8%，年均增长14.63%. 东北部地区2012年排放了30381.3亿标立方米，比2003年增长了42.26%，年均增长3.995%。

分区域来看，2003年东部地区工业废气排放量为62130.3亿标立方米，比中部地区多66.38%，比西部地区多65.98%，比东北部地区多190.92%，到了2012年，东部地区工业废气排放量为206361.7亿标立方米，比中部地区多54.17%，比西部地区多64.18%，比东北部地区增加了579.23%。由此可以看出，从2003到2012年，各地区的工业废气排放量虽然都在逐年增加。中部地区增加速度最快，东、西部增加速度基本保持一致，相对于其他地区来说，2003-2012年东北地区的排放量虽然在增加，增长速度是最小的。

表3-4 分地区废气排放量统计表

| 年份 | 东部地区 | 中部地区 | 西部地区 | 东北地区 |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 2003 | 62130.3 | 37342.1 | 37432.1 | 21356.1 |
| 2004 | 73341.2 | 39423.6 | 38423.6 | 22358.9 |
| 2005 | 94552.1 | 51505.1 | 49415.1 | 23361.7 |
| 2006 | 109096.3 | 63586.6 | 53739.93 | 24364.5 |
| 2007 | 125307.2 | 75668.1 | 65731.43 | 25367.3 |
| 2008 | 141518.1 | 87749.6 | 77722.93 | 26370.1 |
| 2009 | 157729 | 99831.1 | 89714.43 | 27372.9 |
| 2010 | 173939.9 | 111912.6 | 101705.9 | 28375.7 |
| 2011 | 190150.8 | 123994.1 | 113697.4 | 29378.5 |
| 2012 | 206361.7 | 133853.4 | 125688.9 | 30381.3 |

资料来源：《中国统计年鉴》、《中国环境年鉴》及相关计算整理得。

3.从2003-2012年各区域的固体废弃物产生量统计表可以看出，东部地区年均增加了10.447%，中部地区年均增加了12.63%，西部地区年均增加了10.71%。东北部地区年均增加了1.329%。

分区域来看，2003年东部地区工业固体废物产生量为42465.10万吨，比中部地区多82.05%，相比西部地区多20.83%，比东北部地区多22.99%，2012年东部地区工业固体废物产生量为103683.33万吨，比中部地区多52.76%，相比西部地区多18.3%，比东北部地区增加了385.46%。由此可以看出，从2003到2012年，各地区工业固体废物产生量都在逐年增加，但是东部地区的增长幅度更为迅速，与其他地区的差距变大；相对于其他地区来说，2003-2012年东北地区的固体废弃物产生量量总体趋势虽然在增加，但增长幅度并不大，增长速度最小。

表3-5 分地区工业固体废弃物产生量统计表

| 年份 | 东部地  区 | 增长  率（%） | 中部地  区 | 增长  率（%） | 西部地  区 | 增长  率（%） | 东北地  区 | 增 长  率（%） |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 2003 | 42465.1 |  | 23325.6 |  | 35143.2 |  | 18965.4 |  |
| 2004 | 46341.2 | 9.13 | 25312.3 | 8.52 | 39532.1 | 12.49 | 19231.2 | 1.4 |
| 2005 | 53217.3 | 14.8 | 28299 | 11.8 | 42921 | 8.57 | 19497 | 1.38 |
| 2006 | 59426.7 | 11.7 | 32285.7 | 14.1 | 49309.9 | 14.89 | 19762.8 | 1.36 |
| 2007 | 66802.8 | 12.4 | 37939.1 | 17.5 | 55698.8 | 12.96 | 20028.6 | 1.34 |
| 2008 | 74178.9 | 11 | 43925.8 | 15.8 | 62087.7 | 11.47 | 20294.4 | 1.33 |
| 2009 | 81555 | 9.94 | 49912.5 | 13.6 | 68476.6 | 10.29 | 20560.2 | 1.31 |
| 2010 | 88931.1 | 9.04 | 55899.2 | 12 | 74865.5 | 9.33 | 20826 | 1.29 |
| 2011 | 96307.2 | 8.29 | 61885.9 | 10.7 | 81254.4 | 8.53 | 21091.8 | 1.28 |
| 2012 | 103683 | 7.66 | 67872.6 | 9.67 | 87643.3 | 7.86 | 21357.6 | 1.26 |

资料来源：《中国统计年鉴》、《中国环境年鉴》及相关计算整理得。

### 3.2.4 环境污染治理投入情况

国家十分重视环境污染的问题，不断的加大治理环境污染的投入。2003-2012年间污染治理投入总额整体上不断增长，2003年污染治理投入额为1627.7亿元，到2012年增加到8253.5亿元，约增加了4.07倍。污染治理投入占GDP的比重

在2001-2010年整体是上升的，但是上升幅度不大，2003年仅占1.2%，到2010年占到了1.9%。2011年，环境整治的相关投入在国内生产总值中的占比又达到了1.5%，2012年又有所上升，为1.6%。

23

9000.0

8000.0

7000.0

6000.0

5000.0

4000.0

3000.0

2000.0

1000.0

0.0

1.9

2.0

1.6

1.5

1.5

1.6

1.5

1.2

1.2

1.3

1.4

1.2

1.0

0.5

0.0

2003

2004

2005

2006

2007

2008

2009

2010

2011

2012

环境污染治理投资总额(亿元)

污染治理投资占国内生产总值比重（%）

图3-5 环境污染治理投入情况图

污染治理投资完成中，2003-2012年治理废水、治理废气和治理固体废弃物的投资完成所占的比重整体上没有变化或变化不大。治理废气投资完成所占的比重整体稍微变大，治理废水投资完成所占的比重稍微的变小。



100%

90%

80%

70%

60%

50%

40%

30%

20%

10%

0%

其他

治理固体废弃物治理废气

治理废水

2003 2004 2005 2006 2007 2008 2009 2010 2011 2012

图3-6 “三废”治理完成比重统计图

综上诉述，经济增长与环境污染总体上都呈上升态势，这是表面体现出的，想得到两者之间内在的联系，需要通过定量分析，建立计量模型研究。环境污染与经济增长具有时间性、空间性的特点，另外两者之间存在复杂的动态关系，而普通的EKC模型存在着只考虑环境污染与经济增长之间单向的关系、不考虑地域因素的缺陷。接下来的第四章，我们将基于EKC的这两个缺陷，建立空间EKC模型和EKC联立方程组模型，来研究我国环境污染与经济增长之间的关系。

# 第四章 基于EKC缺陷角度的环境污染与经济增长计量分析

环境污染具有空间分布性，环境污染与经济增长存在复杂的动态性等，这违背了库兹涅茨曲线理论的基本假定。本文的实证部分就是基于以上EKC两方面的缺陷分别建立了空间回归模型、EKC联立方程组模型，来研究我国环境污染与经济增长之间的关系，使结果更加准确、贴近实际。

## **4.1** 空间回归模型

### **4.1.1** 空间计量经济的三种重要模型

20世纪70年代，众多的欧洲学者对空间计量经济学展开研究。如今，空间计量经济学①已然变成空间经济学及相关学科的基础，而且空间经济计量方法对于学者们的研究也是至关重要。这篇文章从EKC的缺陷视角出发，探讨环境恶化和经济增加二者的相关性联系，结合空间因素（地域性因素），构建空间EKC模型。

空间计量经济学经过学者们不断的探索和努力，已经变得越来越完善，在这个过程中，研究者们提出了很多的经典的模型。总的来说，空间计量模型可以分为横截面的空间计量模型和面板空间计量模型。其中，面板空间模型中包含三个重要模型：空间滞后回归模型（SAR）空间误差模型（SEM）和空间交叉回归模型（GSM）。三种模型的基本形式如下：

Y = ρ𝒲y + Xα + μ (4.1)

Y = Xα + λ ∑ 𝒲ijμij + ei (4.2)

j

Y = ρ𝒲y Xα + λ ∑ 𝒲ijμij + ei (4.3)

j

其中，𝒲是Ν×Ν阶的空间权重矩阵，𝒲y为空间滞后因变量为空间自回归系数。表示自回归参数，𝒲ij为空间权重矩阵的第𝒾行第𝒿列中的元素，假定ei是服从标准正态分布的。



### **4.1.2** 空间关联模式及空间相关性检验方法

了解了空间回归模型，要建立空间EKC模型，接下来我们要做的就是设立空

Anselin（1988）将空间计量经济学定义为：“在区域科学模型的统计分析中，研究由空间引起的各种特性的一系列方法。”

25

①

间权重矩阵和进行空间相关性检验。

#### （1）空间权重的设置

经过研究者们不断的探索和研究，空间权重的设置主要有三种：一是空间邻接权重矩阵，本文用𝒲1表示。该矩阵元素在空间单元𝒾和𝒿相邻时取值为1；否则取值为0。二是地理距离空间权重矩阵，本文用𝒲2表示。它是以地理距离平方的倒数来构造的，本文研究的是除去西藏的30个省份的环境污染与经济增长之间的空间关系，所以，地理距离以省会城市之间的球面距离测量。三是经济空间权重矩阵，用𝒲3表示。林光平等（2006）[25]在对我国各省市1978-2002年间人均GDP的收敛问题进行研究时，发现相邻空间权重矩阵𝒲的选择过于简单，不能完全表现区域性经济上的相互关联，因而提出经济空间权重理论。其中

𝒲3 =𝒲2 ×E，𝒲2是地理距离权重矩阵，E是描述地区间差异性的一个矩阵，其矩阵元素用样本考察内各省人均地区生产总值均值之差绝对值的倒数表示。此外，在实际测算过程中，对空间权重矩阵需要进行行标准化处理。以下为中国内地

30个省、自治区及直辖市地理相邻信息表，据此设定空间邻接权重矩阵。

表4-1 各省市邻接情况表

| 序  号 | 地区 | 相邻信息 | 序  号 | 地区 | 相邻信息 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 北京 | 2、3 | 16 | 河 南 | 3、4、12、15、17、26 |
| 2 | 天津 | 1、3、15 | 17 | 湖 北 | 12、14、16、18、22、27 |
| 3 | 河北 | 1、2、4、5、6、15、  16 | 18 | 湖 南 | 14、17、19、20、22、24 |
| 4 | ft西 | 3、5、16、27 | 19 | 广 东 | 13、14、18、20、21 |
| 5 | 内蒙古 | 3、4、6、7、8、26、  27、29 | 20 | 广 西 | 18、19、24、25 |
| 6 | 辽 宁 | 3、5、7 | 21 | 海 南 | 19 |
| 7 | 吉 林 | 5、6、8 | 22 | 重 庆 | 17、18、23、24、27 |
| 8 | 黑龙江 | 5、7 | 23 | 四 川 | 22、24、25、26、27、28、  29 |
| 9 | 上 海 | 10、11 | 24 | 贵 州 | 18、20、22、23、25 |
| 10 | 江 苏 | 9、11、12、15 | 25 | 云 南 | 20、23、24、26 |
| 11 | 浙 江 | 9、10、12、13、14 | 26 | 陕 西 | 4、5、16、17、22、23、  27、29 |
| 12 | 安 徽 | 10、11、14、15、16、  17 | 27 | 甘 肃 | 5、23、26、28、29、30 |
| 13 | 福 建 | 11、14、19 | 28 | 青 海 | 23、27、30 |
| 14 | 江 西 | 11、12、13、17、18、  19 | 29 | 宁 夏 | 5、26、27 |
| 15 | ft 东 | 2、3、10、12、16 | 30 | 新 疆 | 27、28 |

资料来源：《中华人民共和国地图2013》

#### （2）空间相关性检验

在统计学上，可以通过相关性检验检测两变量之间是否存在相关关系，同样，我们可以通过空间自相关指标来检测空间单元之间的相关性。空间自相关的Moran′s I 指标最具有普适性，其计算公式为：

n n n n

Moran′s I =∑∑𝒲ij(xi−x) (xj−x)⁄∑∑𝒲ij(xi−x) 2

(4.4)

I=1 j=1 i=1 j=1

其中，𝓃为空间单元的总数，𝒲ij为空间权重矩阵元素，x𝒾表示第𝒾空间单元环境污染的观测值。Moran′s I 指数的取值范围为[－1, 1]，大于0时表示空间单元间存在空间正相关；小于0时表示空间负相关；若等于0则表示空间单元之间在空间属性上是独立分布的。Moran′s I指数绝对值表征空间相关程度的大小，绝对值越大表明空间相关程度越大，反之则越小。Moran′s I指数可以揭示出空间单元全局空间相关性，而通过绘制Moran′s I散点图则可以更加直观地描绘局域空间相关性和空间集聚特征。以下为环境污染“三废”的Moran′s I值及散点图。

表4-2 三种权重下Moran′s I值统计表

| 年份 |  | 废水 |  |  | 工业废气 |  | 工业固体废物 | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| w1 | w2 | w3 | w1 | w2 | w3 | w1 | w2 | w3 |
| 2003 | 0.053 | .1 3 | .191 | .333 | .249 | .218 | .29 | .194 | .4 8 |
| 2004 | 0.033 | .1 1 | .199 | .279 | .237 | .338 | .289 | .229 | .413 |
| 2005 | -0.08 | -0.002 | . 65 | .339 | .269 | .252 | .316 | .235 | .423 |
| 2006 | -0.009 | . 85 | .252 | .318 | .256 | .281 | .335 | .235 | .441 |
| 2007 | -0.002 | 0.063 | .245 | .296 | .289 | .399 | .359 | .26 | .481 |
| 2008 | 0.002 | 0.071 | .244 | .312 | .261 | .32 | .339 | .263 | .536 |
| 2009 | 0.073 | .133 | .3 8 | .333 | .323 | .415 | .338 | .255 | .492 |
| 2010 | 0.040 | . 95 | .296 | .26 | .254 | .3 1 | .345 | .277 | .487 |
| 2011 | .148 | .212 | .414 | .243 | .287 | .42 | .344 | .327 | .6 6 |
| 2012 | .152 | .2 3 | .421 | .3 2 | .265 | .333 | .336 | .32 | .485 |

注：上标a，b，c分别表示1%、5%和10%的显著性水平下拒绝原假设。

根据表4-2可发现：1。废水排放总量、工业废气排放量和工业固体废弃物产生量在三种空间关联模式下均呈现出显著的空间相关性。其中在邻接空间权重下，工业废气的Moran′s I指数大于废水和工业固体废弃物，大约在0.3左右，这说明在空间邻接权重的关联模式下工业废气的空间相关性更强。在地理空间权重下，工业废气和工业固体废弃物的Moran′s I指数在0.26左右，大于废水排放量的Moran′s I指数值。在经济空间权重下，工业固体废弃物的空间相关性则较工业废气和废水则更为明显。2.由于各污染物的扩散能力不同，各污染物的Moran′s I指数值也不同。废水的Moran's I指数较小，可能是由于工业废水的影响范围主要在其流域，而工业废气、工业固体废弃物的空间溢出可能波及其他区域。对于工业废气而言，大气环流作用也会加强它们的空间依赖性。这就解释了三种空间关

27

联模式下，为什么工业废水的空间相关性并不强。此外，工业“三废”的Moran′s I散点图显示绝大多数省份位于第一、三象限，表明污染物存在显著的空间集聚特性。



图4-1 2012年废水排放总量Moran′s I散点图



图4-2 2012年工业废气Moran′s I散点图



图4-3 2012年工业固体废弃物Moran′s I散点图

### **4.1.3** **EKC**空间回归模型的建立

由空间关联性检验我们知道，环境污染存在显著的空间集聚特征，也就是说受地域因素影响较大，所以我们有必要建立空间EKC模型。另外，由三种权重下的Moran′s I值知，经济空间权重下的Moran′s I 值更加显著，我们研究环境污染与经济增长之间的关系，选用经济空间权重也更加切合实际。因此，本文建立空间EKC模型时选用经济空间权重。

#### （1）指标和数据

本文抽取了2003-2012①年间中国大陆30个省级行政区划的空间面板数据，资料均来自于《中国统计年鉴》及《中国环境年鉴》。这篇文章关于环境恶化的相关指标选取了废水排放总量、工业废气排放量和工业固体废弃物产生量，经济增长指标选取了各地区的人均GDP。

#### （2）模型的估计

根据古扎拉蒂的理论，随机效应是样本在一个大的总体中随机抽样②。而本文选择的中国内陆30个省、自治区、直辖市，是一个总体，而非随机抽样，所以通过Housman方法判断是随机效应模型还是固定效应模型不太合适，然而我们可以分别估计三种空间模型，然后通过估计结果的假设检验来选择最优模型。运用MATLAB7.0估计结果如下（选择经济空间权重）:

表4-3 “三废”指标的三种空间模型的估计结果

| 污染  指标 | 模型  类型 | ρ | λ | Intercept | LNRGDP | ( GD )2 | ( GD )3 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 废水排放 | SAR | -0.01 |  | 246 | −78.3 | 8. 6 | − .29 |
| (-0.14) |  | (11.7) | （-10.7） | （10.8） | （-10.9） |
| SEM |  | − .22 | 1 2 | −36.5 | 3.87 | − .16 |
|  | (-2.7) | （2.59） | （-2.92） | （2.67） | （-3.01） |
| GSM | .95 | .14 | 136 | −42.9 | 4.58 | − .16 |
| （96.8） | （1.99） | （3.56） | （-3.52） | （3.55） | （-3.57） |
| 工业废气 | SAR | 1. 1 |  | 1 4 | −34.6 | 3.77 | − .14 |
| （16.2） |  | （5.83） | （-6.05） | （6.23） | （-6.35） |
| SEM |  | 0.11 | 127 | −4 .4 | 4.6 | − .15 |
|  | （1.48） | （1.90） | （-1.94） | （1.98） | （-1.94） |
| GSM | .89 | . 3 | 56.6 | −21.3 | 2.36 | − . 9 |
| （14.3） | （0.17） | （1.78） | （-2.04） | （2.16） | （-2.22） |
| 工业废固 | SAR | − . 9 |  | 57.8 | −19.7 | 2.16 | − . 7 |
| （-1.16） |  | （2.87） | （-3.84） | （3.27） | （-3.21） |
| SEM |  | .28 | 1 6 | −33.2 | 3.42 | − .11 |
|  | （4.25） | （1.25） | （-1.43） | （1.42） | （-1.38） |
| GSM | .74 | . 2 | 44.3 | −15.9 | 1.8 | − . 6 |
| （11.2） | （0.34） | （1.43） | （-1.14） | （1.73） | （-1.53） |

①虽然2011年后国家统计局修改了“三废”的统计标准、指标及口径，但是本文根据实际情况，通过五次移动平均法得到2011、2012年数据，不会改变环境污染规律及趋势。

②古扎拉蒂.计量经济学基础.第四版。中国人民大学出版社：599-609.

29

注：表示在α=. 1，表示在α=. 表示在α=. 5条件下显著。

由估计结果可以看出，废水排放总量选择G M模型，因为在0.05显著水平下通过检验，其他参数都在0.001显著水平下通过检验和都显著，说明废水排放总量指标不仅在空间上有集聚效应，而且时间上有依赖性，空间上的依赖性也说明了废水排放总量受地域因素影响显著，空间EKC模型的建立弥补了EKC在地域影响方面的缺陷，使估计结果更加贴合实际。 GD的系数小于0，



GD 2的系数大于0，GD 3的系数小于0，说明废水排放总量与经济增长之间呈倒型关系。

工业废气排放量中，由是不显著的，而其他系数都是显著的，所以选择空间滞后模型（SAR）显著说明工业废气排放量有显著的集聚效应，即有较强的空间依赖性，受地域因素影响显著，而空间EKC模型的建立减小了EKC缺陷造成的偏差不显著，说明工业废气排放量的时间依赖性不强。 GD 的系数小于0， GD 2的系数大于0， GD 3的系数小于0，说明工业废气排放总量与经济增长之间呈倒 型关系。

工业的固体产生量中或显著时，其他参数都不显著，所以对于空间效应 和时间依赖性的面板数据模型不加以考虑，工业固体废弃物的地域影响不显著，并不能说明不存在地域影响，只是数据决定建立普通EKC模型更合适。GD的系数小于0， GD 2的系数大于0， GD 3的系数小于0，说明工业固体产生量与经济增长之间呈倒 型关系。

综上所述，中国环境污染指标“三废”与经济增长之间呈倒 型关系，证明

了EKC曲线的存在但又与传统意义的倒‘U’型理论相区别，符合中国实际。虽然“三废”都具有空间自相关性，但是，废水排放总量与工业废气排放量加入空

间效应后，模型显著，而工业固体产生量加入空间效应后，模型不显著。

## **4.2** **EKC**联立方程组模型分析

环境污染最根本的原因是人类经济活动造成的，而环境污染反过来也会直接或间接的影响人类的经济活动，在环境与经济的大系统时代，环境与经济相互联系，相互影响是不可避免的，这造成了环境污染与经济增长之间关系的复杂性。环境污染与经济增长存在复杂的动态性，而单一的EKC曲线方程显然存在缺陷，为使模型更切合实际，我们建立EKC联立方程组模型。

### **4.2.1** 环境污染与经济增长联立方程组理论模型及识别

#### （1）联立方程模型的基本概念

联立方程模型中的各个变量之间的联系具有互通性。也就是说，一个变量作用于另一个变量，而同时又被其他变量反作用。所以说，联立方程模型能够系统的显示其内部的联动过程。联立方程模型中包含前定变量以及内生变量，所谓内

生变量，即其本身取值由模型整体决定，而外生变量和滞后内生变量共同构成前定变量。

联立方程模型的体系中存在结构式模型与简化式模型两种不同的形式。对于方程组中各个内生变量是由内生变量、前定变量以及随机干扰项共同构成，我们称之为结构式模型，其中的参数我们叫做结构式参数，用来表现解释变量与被解释变量之间的相互关系，相互作用的方向以正负号来表示，相互作用程度的深浅用绝对值来表示。把模型中各个内生变量用前定变量以及随机干扰项表示成为函数形式，我们便称之为简化式模型，其中的参数叫做简化式参数，直接测量前定变量对于内生变量的直接和间接作用程度。

#### （2）联立方程模型的基本问题

已经有许多理论推导了环境库兹涅茨曲线的存在

（elden and song, 1994; opez, 1994; Coondoo and dinda, 2 2）[26-28]，本文在前人研究的基础上构建以下联立方程组考察环境污染与经济增长之间的互动作用：Yt =β0 +β1 t +β2Kt +β3Ht +β4 t +εt (4.5)

t = γ0 + γ1Yt + γ2Xt + et (4.6)

方程4.5式为产出方程，其中Kt表示第t年的物质资本存量，Ht表示第t年的人力资本存量，t表示第t年的劳动力投人。方程4.6式是环境方程，t表示第t年的污染排量；Yt表示人均收人水平；Xt则囊括了作用于环境质量的诸多变量。

模型识别问题在联立方程的过程中不可避免。如果模型的某一方程与模型中其他任何方程及任何线性组合方程中的内生变量、前定变量具有差异，那么我们通常认为这组方程在结构的形式上具有唯一性，也就是说这组方程是可以识别的；否则，是不可识别的。而可识别还包含恰好识别与过度识别，结构式参数的数值在大小上具有唯一性，我们就称之为恰好识别；反之，若参数在数值上不具有唯一性，我们便称之为过度识别。

将EKC联立方程模型的结构式转化为简化式：

t = π0 + π1Xt + π2Kt + π3Ht + π4 t + μt (4.7)

Yt = ϕ0 + ϕ1Xt + ϕ2Kt + ϕ3Ht + ϕ4 t + +υt (4.8)

EKC联立方程模型中含有8个结构式参数，但是有10个简化式参数用来求解

8个结构式参数，方程数大于变量个数，结构式参数有多个解，所以EKC联立方程组为过度识别。

31

其中，

π = β0 + 1）γ0 0 1−β1γ1

ϕ =β0 +β1γ0 0 1−β1γ1

β1γ2

π = γ2

1 1 − β1γ1

π = β2γ1

2 1 − β1γ1

π = β3γ1

3 1 − β1γ1

π = β4γ1

4 1 − β1γ1

ϕ1 = 1 − β1γ1

ϕ = β2

2 1 − β1γ1

ϕ = β3

3 1 − β1γ1

ϕ = β4

4 1 − β1γ1

e +ε γ

εt + 1et

υ =

μt = t t 1

1−β1γ1

T 1− 1 1

### 4.2.2 数据来源及处理

1.本文环境污染指标由废水排放总量、工业废气排放量、工业固体产生量、废水排放达标率、工业固体排放综合利用率及污染治理投入完成额六项指标采用因子分析法综合生成。

表4-4 环境污染指标统计表

| 年份 | 废水排放总量（万吨） | 工业废气排放总量  （亿标立方  米） | 工业固体废物产生量（万吨） | 废水排放达标率(%) | 工业固体废物综合利用率  (%) | 污染治理项目当年完成投资  额（万元） |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 2003 | 4601630.3 | 206404 | 103829 | 90.88 | 52.32 | 19728.8 |
| 2004 | 4824094 | 237696 | 120030 | 90.70 | 56.48 | 55939 |
| 2005 | 5245089 | 268988 | 134449 | 91.20 | 57.27 | 26709 |
| 2006 | 5368287 | 300280 | 151541 | 90.70 | 61.11 | 25895.3 |
| 2007 | 5568494.2 | 388169.19 | 175631.6 | 91.66 | 62.81 | 27697.9 |
| 2008 | 5716801 | 403866 | 190127 | 92.45 | 64.95 | 42855.1 |
| 2009 | 5890877.2 | 436063.85 | 203943 | 94.24 | 67.76 | 25678.1 |
| 2010 | 6172562 | 519168 | 240944 | 95.32 | 67.14 | 177234.8 |
| 2011 | 6591922.4 | 541885.3 | 322772.34 | 94.84 | 60.48 | 167487.2 |
| 2012 | 6847612.1 | 585619.94 | 329044.26 | 95.40 | 61.53 | 219189.2 |

因子分析前先将数据标准化（Z-scores法）进行无量纲化处理。正指标为

*Zij*

*Xij**X j*，逆指标为*Z S j*

*ij*

 *X* j *X*ij （i=1,2,3,„10; j=1,2,3,„6）。其中，

*S j*

1 *n*

 

*X j* *Xij*

*N i*1

（n=10），第 j 个指标的标准差*S j* 

。得到标准化数

据：



*n*

(*x*  ** )

2

*ij j*

*j* 1

*n* 1

表4-5 环境污染指标标准化值

| 年份 | 废水排放总量 | 工业废气排放总量 | 工业固体废物产生量 | 废水排放达标率 | 工业固体废物综合利用  率 | 污染治理项目当年完成  投资额 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 2003 | -1.49963 | -1.36841 | -1.18071 | -.93213 | -1.82577 | -.76660 |
| 2004 | -1.19104 | -1.13366 | -.97591 | -1.02239 | -.96900 | -.29701 |
| 2005 | -.60707 | -.89892 | -.79363 | -.77168 | -.80630 | -.67608 |
| 2006 | -.43618 | -.66417 | -.57757 | -1.02239 | -.01545 | -.68663 |
| 2007 | -.15847 | -.00484 | -.27304 | -.54103 | .33467 | -.66325 |
| 2008 | .04725 | .11292 | -.08980 | -.14491 | .77541 | -.46669 |
| 2009 | .28872 | .35446 | .08485 | .75263 | 1.35414 | -.68945 |
| 2010 | .67945 | .97789 | .55258 | 1.29416 | 1.22645 | 1.27601 |
| 2011 | 1.26115 | 1.14832 | 1.58698 | 1.05348 | -.14520 | 1.14960 |
| 2012 | 1.61582 | 1.47641 | 1.66626 | 1.33427 | .07105 | 1.82009 |

由标准化数据得各项指标的趋势图：

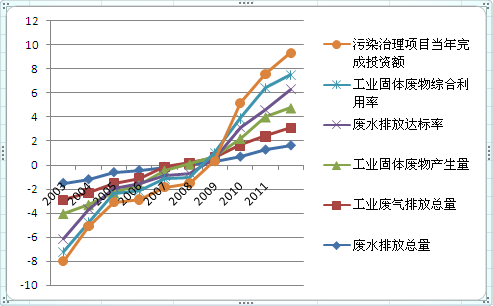


图4-4 环境污染指标标准化后的趋势图

33

由图可见，各指标数据标准化后都呈上升趋势。其中，污染治理完成额，工业固体废物产生量、工业气体废物排放量和废水排放总量的总体增长率要慢于工业固体废物综合利用率和废水排放达标率三项指标。

在数据标准化的基础上，利用SPSS20.0统计软件进行因子分析前，我们首先要做的是检验该类指标是否适合进行因子分分析。我们选用巴特利特球形检验以及KMO检验方法，在此基础上融入相关系数矩阵进行分析。

表4-6 环境污染指标相关矩阵表

相关矩阵

|  | | Zscore(x1) | Zscore(x2) | Zscore(x3) | Zscore(x4) | Zscore(x5) | Zscore(x6) |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 相关 | Zscore(x1) | 1.00 | 0.98 | 0.98 | 0.91 | 0.61 | 0.82 |
| Zscore(x2) | 0.98 | 1.00 | 0.96 | 0.95 | 0.67 | 0.82 |
| Zscore(x3) | 0.98 | 0.96 | 1.00 | 0.90 | 0.47 | 0.87 |
| Zscore(x4) | 0.91 | 0.95 | 0.90 | 1.00 | 0.62 | 0.83 |
| Zscore(x5) | 0.61 | 0.67 | 0.47 | 0.62 | 1.00 | 0.25 |
| Zscore(x6) | 0.82 | 0.82 | 0.87 | 0.83 | 0.25 | 1.00 |
| Sig.（单侧 | Zscore(x1) |  | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 0.02 |
| Zscore(x2) | 0.00 |  | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.02 |
| Zscore(x3) | 0.00 | 0.00 |  | 0.00 | 0.08 | 0.00 |
| Zscore(x4) | 0.00 | 0.00 | 0.00 |  | 0.03 | 0.02 |
| Zscore(x5) | 0.03 | 0.02 | 0.08 | 0.03 |  | 0.24 |
| Zscore(x6) | 0.02 | 0.02 | 0.00 | 0.02 | 0.24 |  |

表4-7 KMO和Bartlett的检验

）

| KMO 和 Bartlett 的检验 | | |
| --- | --- | --- |
| 取样足够度的 Kaiser-Meyer-Olkin 度量。 | | .770 |
| Bartlett 的球形度检验 | 近似卡方 | 80.618 |
| df | 15 |
| Sig. | .000 |

从以上两个表中我们可以得出结论：各个指标之间存在显著的相关性，同时

p值均低于显著性水平0.05，所以需要用因子分析法进行探讨；同时，参照Kaiser的理论，倘若KMO的值小于0.5，那么样本为不足量，此时用因子分析法就并不合适。在这片文章当中，对于我国环境状况的探讨表明KMO的值大约为0.8，这表示样本量充足，可以采用因子分析法进行展开。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **公因子方差** |  |
|  | 初始 | 提取 |
| Zscore: 废水排放量 | 1.000 | .964 |
| Zscore: 工业废气排放量 | 1.000 | .988 |
| Zscore: 工业废固产生量 | 1.000 | .938 |
| Zscore: 废水排放达标率 | 1.000 | .926 |
| Zscore: 固体废弃物综合利用率 | 1.000 | .610 |
| Zscore: 污染治理投资完成额 | 1.000 | .843 |
| 提取方法：主成份分析。 |  |  |

表4-8 环境污染各指标公因子方差表

由上表可知，除工业固体废弃物综合利用率外，其他变量的80%以上信息可由所提取的因子解释，因此，本次因子提取的总体效果较好。

表4-9 提取公因子个数及方差解释

解释的总方差

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 成份 | 初始特征值 | | | 提取平方和载入 | | |
| 合计 | 方差的 % | 累积 % | 合计 | 方差的 % | 累积 % |
| 1 | 4.969 | 82.816 | 82.816 | 4.969 | 82.816 | 82.816 |
| 2 | .799 | 13.323 | 96.139 |  |  |  |
| 3 | .140 | 2.332 | 98.471 |  |  |  |
| 4 | .077 | 1.287 | 99.758 |  |  |  |
| 5 | .009 | .154 | 99.912 |  |  |  |
| 6 | .005 | .088 | 100.000 |  |  |  |

提取方法：主成份分析。

由表4-9可知，中国环境污染状况的6项指标提取了一个公因子且方差贡献率达到82.816%，说明提取的公因子已包含了原数据中大多数指标的信息。

表4-10 因子得分系数矩阵表

成份得分系数矩阵

|  | 成份 |
| --- | --- |
| 1 |
| Zscore: 废水排放量 | .186 |
| Zscore: 工业废气排放量 | .183 |
| Zscore: 工业废固产生量 | .186 |
| Zscore: 废水排放达标率 | .158 |
| Zscore: 固体废弃物综合利用率 | .181 |
| Zscore: 污染治理投资完成额 | .170 |

提取方法：主成份分析。

由因子得分系数矩阵得环境污染得分函数：

F =.186Z废水排放总量+.183Z工业废气排放量+.186Z工业固废产生量+.158Z废水排放达标率

+.181Z固体废弃物综合利用率+.17 Z污染治理投资完成额（4.9）

代入数据计算出环境污染综合得分，如下图所示。

35



图4-5 环境污染得分统计图

虽然，近两年来，雾霾问题比较严重，但是由数据得出的中国环境污染综合得分先负后正，在2003-2007年为负值，2008年后为正值，所以，我们可以在此基础之上得出结论，即从总体上来看，近年环境的恶化得到有效遏制。

同理，影响污染的控制变量可由环保政策、贸易开放程度、技术水平及产业结构综合生成。

F2 =.234Z环保政策+.244Z对外贸易水平+.247Z技术水平−. 136Z第二产业比重

+.247Z第三产业比重 (4.1 )

代入数据计算出环境控制变量综合得分，如下表所示。

表4-11 环境控制变量得分表

| 年份 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 影响环境污染的控制变量得分 | -0.84 | -0.92 | -1.05 | -1.00 | -0.55 |
| 年份 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 |
| 影响环境污染的控制变量得分 | 0.12 | 0.67 | 0.83 | 1.11 | 1.63 |

2.影响产出的要素投人包括：一是物质资本存量。张军等（2004）[29]在针对

1952-2000年间我国30个省市的年末物质资本存量数据展开分析时，运用了永续盘存法。并对物质存量与地区GDP的关系做了详细研究，对本文而言，所采用的中国物质资本存量K是在张军研究的基础上，采用中国GDP乘以指数得来。二是人力资本存量K。本文人力资本存量参照王小鲁（2000）[31]的研究，采用的人均受教育年限指标（Barro and Lee, 2004）[30]。三是劳动力投人L。本文该指标用各地区年末就业人员数来度量（单位为万人）,数据来源于《中国统计年鉴》相应各期。

### **4.2.3** 联立方程模型的估计结果

实证模型恰好识别是采用普通最小二乘法进行估计的基础。由上文可知EKC方程模型并非恰好识别，所以在进行计量分析时不宜利用最小二乘法，而二阶段最小二乘法是针对过度识别模型的很好的估计方法。因此，这篇文章采用的是二阶段最小二乘法测算联立方程。把所有的外生变量相融合，形成一个复合变量，即最优工具变量，这就是二阶段最小二乘法的中心思想。具体来说，首先选取一个内生解释变量对联立方程组中所有外生解释变量进行回归性分析，得出内生解释变量的估计值，再把此值作为最优工具变量，最后再对结构方程采用普通最小二乘法进行回归分析。

1.第一阶段。将联立方程中的内生解释变量Yt对联立模型中的全部前定变量回归，所得结果为：

表4-12 两阶段最小二乘法——第一阶段估计结果

| Variable | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob. |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| X | -0.002 | 0.008 | -0.259 | 0.804 |
| K | 1.114 | 0.024 | 46.983 | 0.000 |
| H | -0.112 | 0.029 | -3.908 | 0.008 |
| L | -0.011 | 0.004 | -2.532 | 0.013 |
| R-squared | 0.999 | Akaike info criterion |  | -8.332 |
| Adjusted R-squared | 0.999 | Schwarz criterion |  | -8.211 |
| Durbin-Watson stat | 2.661 | Hannan-Quinn criter. |  | -8.465 |
| Adjusted R-squared | 0.999 |  |  |  |

Yt = − . 2Xt + 1.114Kt − .112Ht − . 11 t (4.11)

E = ( . 8)( . 24) ( . 287) ( . 4)

T = (− .259) (46.983) (−3.9 8) (−2.532)

由估计式4.12带入数据得估计值Ŷt。

2.第二阶段。将估计值Ŷt代替环境方程中的Yt，使用最小二乘法估计参数，结果如下：

表4-13 两阶段最小二乘法——第二阶段估计结果

| Variable | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob. |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| C | 1.96E-06 | 0.046 | 4.28E-05 | 1.000 |
| Y1 | 0.957 | 0.185 | 5.163 | 0.001 |
| X | 0.036 | 0.185 | 0.192 | 0.853 |
| R-squared | 0.984 | Durbin-Watson stat |  | 2.081 |
| Adjusted R-squared | 0.979 |  |  |  |
| F-statistic | 211.287 |  |  |  |
| Prob(F-statistic) | 0.000 |  |  |  |

37

t = 1.96E − 6 + .957Yt + . 36Xt (4.12)

E = ( . 46) ( .185) ( .185)

T = (4.28E−5) (5.163) ( .192)

经二阶段最小二乘法估计得到的结果，包含了环境污染与经济增长之间复杂的动态关系，弥补了单一EKC方程的缺陷，使结果更加符合实际。由环境污染方程知，Yt的参数值为0.957，在0.05显著水平下通过检验，说明环境污染与经济增长之间存在十分密切的联系，经济增长变化一个单位，环境污染会变化0.957个单位。

### **4.2.4** 联立方程模型估计结果的现实含义

虽然我们在建立空间EKC模型时已经得出废水排放总量、废气排放量和固体废弃物产生量为倒N型曲线，但是在联立方程组模型中，我们用的环境污染指标是由‘三废’指标得到的综合指标，建立环境污染方程时以倒U型理论为基础。所以，我们考察联立方程组的现实意义时，假设EKC为倒U型曲线。我们首先考察污染排放控制变量的变化对均衡污染排放量、均衡人均CDP的作用。图4-6中，假设EKC曲线为倒U型曲线（用EC来表示）,根据估计结果，污染指标在产出方程中估计系数是负值，因此，产出曲线OC斜率为负经过一、三象限。最初的均衡污染排放量（0）和均衡人均GD （Y0）由最初状态EC0和OC的交点0来决

定。由方程组模型中控制变量的估计系数为负可知，如果政府增加环保科研项目

经费投人以求控制污染排放，位置EC1就是环境曲线所能到达的新位置，重新获得的均衡污染排放量（1）以及均衡人均GD（Y1）则由EC1与OC的新交点1来决定。我们进而能够了解采取增加环保科研项目经费投人等相关措施所实现的目

标：1> 0,表明加强环境恶化控制变量的直接效果就是使污染得排放量有所下降；GD（Y1）> GD（Y0）,说明加强环境污染控制变量的间接的效应提高了均衡的人均产出值。需要提醒的是，产出方程中污染变量的估计系数的绝对值不高，

所以污染的排放量对与人均产出变化的反馈作用较弱。因此，如图4-6所示，通过增加环保科研经费投人等控制变量来降低环境污染的效果要比受此措施影响产生的间接效果明显，其治污效应要显著大于产出效应。



图4-6 环境污染控制变量的作用

我们再来分析产出方程中要素投人的变化对均衡污染排放量、均衡人均GDP的影响。由于投入要素中资本对人均GDP的影响相对最大，所以我们以资本为例。类似地，图4-7中初始的均衡污染排放量（0）以及均衡人均GD（Y0）由初始状态的EC和OC（K0）的交点B0所决定。根据经济学理论，在一定范围内，质资本存量随着投资的增加物而上升，所以产出方程中物质资本是正边际产出效应的，而物质资本的增加会导致产出曲线右移到新位置OC（K1）,并与EC的新交点B1共同决定了新的均衡污染排放量（1）以及均衡人均GD（Y1）。通过图4-7我们可以更明了的看到物质资本存量增加的影响：首先，GD (Y1)> GD （Y0），这是由于物质资本存量的增加导致了人均GDP上升；其次，人均GDP作为污染方程的重要变量，又会通过污染方程影响污染排放。

正如本文估计结果所表明，物质资本存量的增加实际上将导致两种效应，正的产出效应和正的污染效应，即要素投人的增加拉动了经济增长但是也导致了环境污染排放的增加。但是，如果我国人均GDP水平达到EKC曲线右端，则经济增长会减少环境污染，如图所示，为了消除经济增长初期所导致的环境恶化，要想还原到开始的环境质量0，那么经济增长就必须达到GD（Y2）的产出水平才可以。



39

图4-7 要素投入变量的作用

综上所述，环境污染与经济增长之间是复杂的动态关系，只有在经济增长越过一定的临界值水平之后，环境污染才随着经济增长而减少。在临界值以前，若只注重发展经济，势必造成严重的环境代价。而治污成本和费用将随环境恶化程度而递增，因此我们在发展经济的初始阶段时，就要兼顾对污染排放的控制与监督。另外，某些环境污染过程往往是单向不可逆的，即一旦环境遭到了破坏，便无法或是很难恢复与改善。最后，影响污染排放的因素是复杂的，我们应该宏观、通盘考虑实现政策组合的最优化以最大效果的减少环境污染。

# 第五章 最优环境污染治理投入

前面描述统计分析我们了解了我国环境污染的严峻形势，并通过计量模型研究了环境污染与经济增长之间的关系，最终要回到治理环境污染上。而环境污染治理属于公共产品范畴，政府拥有环境污染治理的决策权。治理环境污染重要的是要有投入，而政府决定投入的量。政府在做出决策时，自然希望能够做到决策最优化，即希望找到最优环境污染投入。本章在前人研究的基础上运用加入环境污染治理的OLG模型计算出了最优环境污染投入比例。

## **5.1** 加入环境污染治理投入的**OLG**模型

肖欣荣、廖朴（2014）[32]通过引入环境污染对生存概率的影响，扩展了

Chakraborty（2004）[33]所建立的内生死亡率世代交叠模型（Overlapping Generations OLG）.肖欣荣、廖朴在《政府最优污染治理投入研究》一文中通过设定社会总产出水平和污染治理投入与生存概率的关系建立了经济增长模型，其中生存概率是由政府的决策内生决定的变量。他们发现，在经济达到稳态时，社会总产出水平是政府污染治理投入在总税收中所占比例的函数，并推导出了环境污染投入比例模型。

假设生存概率的函数形式为：g(x) = xδ（5.1）

g(x)′ = δxδ−1 (5.2)

当δ，τ(1−θ) -δ−1 < ，1+βg(τ(1−θ))-2成立时存在政府最优污染治理投入比例λβ 1−τ（1−θ）

( )

满足的方程：

β(1−τ)(1−θ)δ，λτ(1−θ) -δ−1 = \*1 +β，λτ(1−θ) -δ+2 (5.3)

其中，<𝛿< 1, x为最优环境污染治理投资总额占国内生产总值的比重；λ为最优污染投资占总税收的比例为个体效应贴现因子为税率为资本产 出弹性为生存概率参数。

## **5.2** 最优环境污染治理比例的测算

Fanti和Gori（2011）[34]研究的取值一般为0.2-0.6之间，根据中国的实际情况设为0.6。白重恩（2007）[35]，张芬（2012）[36]，研究得出中国的资本产出弹性为θ= .5。假设短期内，技术水平不会发生大的变化，根据我国2003-2012年的数据，总税收占GDP的比重均值约为16.6%，由τ(1−θ) = 16.6%，

41

得出τ≈3 %。另外，肖欣荣、廖朴研究发现生存概率是环境污染治理投入占社会总产出函数的比重，而政府环境污染投入仅是税收的一部分，所以，政府污染投入在社会总产出的比重不会太大，根据肖欣荣、廖朴的研究，结合中国实际，中国会很小，我们取0.2。将各参数值带入式5.1和5.2，解得λ= 9.35%, x = 2. % 。

表5-1 环境污染治理投入占税收及GDP的比重

| 年份 | 环境污染治理  投资总额（亿元） | 污染治理投资  占国内生产总值比重（%） | 总税收（亿元） | 环境污染投入占 总税收的比重（%） |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 2003 | 1627.7 | 1.2 | 20017.3 | 8.1 |
| 2004 | 1909.8 | 1.2 | 24165.7 | 7.9 |
| 2005 | 2388.0 | 1.3 | 28778.5 | 8.3 |
| 2006 | 2566.0 | 1.2 | 34804.4 | 7.4 |
| 2007 | 3387.3 | 1.4 | 45621.9 | 7.4 |
| 2008 | 4937.0 | 1.6 | 54223.8 | 9.1 |
| 2009 | 5258.4 | 1.5 | 59521.6 | 8.8 |
| 2010 | 7612.2 | 1.9 | 73210.8 | 10.4 |
| 2011 | 7114.0 | 1.5 | 89738.4 | 7.9 |
| 2012 | 8253.5 | 1.6 | 100614.3 | 8.2 |
|  | 最优环境污染  投入占GDP 的比 | 2.0 | 最优环境污染投入占总税  收的比重 | 10.35 |

资料来源：《中国统计年鉴2013》及计算整理所得。

由表5-1知，2003-2012年间环境污染投入占GDP的比重整体上呈逐年增加之势，在2010年达到最高的1.9%，之后略有下降，但是距离平均的最优环境污染投入占GDP的比重还有较大差距。2003-2012年间环境污染投入占总税收的比重具有波动性，2003-2005年在8%左右，2006、2007年为7.4%, 2008-2010年比重上升，在2010年达到最大，占到了10.4%，之后就又回到8%左右的水平，总体上距离最优环境污染投入占总税收的比重10.35%还是有较大的差距。所以，政府在环境污染治理投入方面还需加大力度。

# 第六章 结论及相关建议

## **6.1** 相关结论

本文首先运用2003-2012年省级空间面板数据，基于EKC缺陷视角，对环境污染三个指标与经济增长之间的关系进行了分析，建立了空间EKC模型，发现我国“三废”呈现倒N型特征，验证了库兹涅茨曲线在中国的存在。“三废”污染在空间上存在明显的集聚效应，地域影响不可忽视，而普通的EKC模型存在忽视地域影响的缺陷，空间EKC模型的建立弥补了EKC理论这方面的缺陷。

另外，基于普通EKC模型可能存在内生偏差性的缺陷，本文运用2003-2012年全国环境污染与经济增长有关的数据，建立了EKC联立方程模型，考虑了经济增长与污染排放的相互反馈作用，得到结果更加贴近实际，更具现实意义，结果表明环境污染与经济增长之间存在十分密切的联系，只有在经济增长越过EKC曲线的临界值水平之后，经济的增长才能促使环境质量得到改善。未到达临界值的时候，如果单纯只注重经济的发展而忽视了对于环境的保护，那么对于环境的影响必将是惨重的，同时环境的治理成本必将飙升。所以，我们发展经济的初始阶段要同时兼顾对污染排放的控制与监督。另外，某些环境污染过程往往是单向不可逆的，即一旦环境遭到了破坏，便无法或是很难恢复与改善。最后，影响污染排放的因素是复杂的，我们应该宏观、通盘考虑实现政策组合的最优化以最大效果的减少环境污染。

最后，通过对最优环境污染治理投入比例的计算，发现我国环境污染治理投入比例还未达到最优，政府还需要加大对环境污染治理的投入。

## **6.2** 相关建议

针对本文得出的结论，提出以下建议：

1.注重环境保护，科学发展经济。根据环境—经济系统理论，我们知道环境与经济相互联系、相互影响，存在着复杂的动态关系，前面我们已经知道单纯通过加速物质资本的积累等要素来加速经济增长，从而快速超越EKC曲线临界点的做法也不可取。由于环境恶化的负外部性，政府部门在订立相关政策时，就应该融入环保花费的投人、技术的创新以及产业结构的优化各方面因素，来科学制定政策体系。以此来降低污染排放、减缓环境压力。另外，政府政策制定后，要加强引导与监督，只有落实政策才有收获的可能，否则只是空谈。现如今，我国正处于社会主义初级阶段，政府的最佳策略应该是在发展经济的同时注重对于新兴治污技术的研发与推广，对于环境的恶化一定要做到预防为主，绝对不能走先污染后治理的老路。

2.治理环境污染，需要统筹兼顾。环境污染具有空间集聚效应，地域间环境污染通过经济纽带存在着密切的联系，各省如同一个大的生态系统，治理环境污染时，必须统筹兼顾，共同应对，只有如此环境污染才能从根本上得到治理。对于各个省级行政区划而言，要想遏制住生态的进一步恶化，我们就要做到资源节

43

约和环境保护并举，大力推行绿色、循环、低碳的集约型发展模式，建立起环境保护与资源节约相融合的空间布局、生产以及生活方式，让大家能够切身感受到碧水蓝天的怡人清新，在绿色生态中感受到无尽的美好。因此，首先在空间布局方面要实现合理优化。其次要从各个渠道、通过各种方式节约能源。然后，必须加强对于生态系统的保护。最后，要集中精力完成社会主义生态文明建设的奋斗目标。

3.治理环境污染还需要加大资金投入。我国环境污染投入的比例与最优环境污染投入比例还有差距，政府作为治理环境污染政策的制定者，应该加大环境污染治理的投入，积极引导企业、居民等对于环境污染的关注与行动，树立生态文明建设理念。十八报告也提出了生态文明建设的要求，协调好人民群众的幸福感与国家未来发展的关系。面对紧张的资源约束，环境污染以及形势严峻的生态系统，必须建立尊重自然，与自然和谐相处的自然保护理念。要把社会主义生态文明建设摆在重要地位，和社会主义经济建设，政治建设、文化建设相结合，共同实现可持续发展的中国梦。资金的保证加全民的参与，我们相信既能发展经济又能享受美丽环境就会变的可能。

## **6.3** 论文不足之处

1.数据可能存在的问题。本文数据来自于《中国统计年鉴》、《中国环境年鉴》以及网络数据，为保持数据的完整性，时间跨度选定为2003年-2012年，由于指标选取较多，造成数据在收集过程中不易获取，指标统计口径会出现部分不一致。

2. EKC存在的同质性问题。造成环境污染非同质性的原因很多，其中一个重要的原因是污染源的不同。不同省份的污染源不同，例如有的省份主要污染源是煤炭，有的省份的污染源可能主要是石油。另外，同一省份的污染源也可能多种多样，这就否定了EKC同质性假定，但是由于没有相关的理论针对环境污染非同质性的情况进行研究，非同质性的情况也比较复杂，本文未能解决这一问题。

3.环境污染的生态阈值问题没有解决。大多数事物都会有临界点，临界点前后的状态会大不一样。对于环境来说，这一临界点就是生态阈值。生态污染达到生态阈值时，会大大的阻碍经济的发展，因此在生态阈值前后的经济增长与环境污染关系是不同的，要分情况研究，但是由于研究的倾向性问题本文没有解决这个问题。

参考文献

[1] 游德才: 《国内外对经济环境协调发展研究进展: 文献综述》, 《上海经济研究》, 2008年第6期.

[2] 姜国刚: 《东北地区循环经济发展研究》, 博士论文, 2006年6月, p18.

[3] Grossman. G and Kueger. A. Environmental impacts of the North American Free Trade Agreement. 1991.

[4] 马树才、李国柱: 《中国经济增长与环境污染关系的Kuznets曲线》, 《统计研究》, 2006年第8期.

[5] 游德才: 《国内外对经济环境协调发展研究进展: 文献综述》, 《上海经济研究》, 2008年第6期.

[6] Shafik N. Economic Development and Environmental Quality: An Econometric Analysis, Oxford Economic Papers, New Series, 1994: l一36.

[7] Kaufman R, David's B, Graham. The Determinants of Atmospheric SO2 Concentration: Reconsidering the Environmental Kuznets Curve Ecological Economics, 1998, 25: 209-220.

[8] Burnett, J. And J. C. Bergstorm, 2010, US State-Level Carbon Dioxide Emissions: A Spatial -Temporal Econometric; Approach of the Environmental Kuznets Curve, University of Georgia, Department of Agricultural and AppliedEconomics, Faculty series.

[9] Elhorst, J. P., 2012, " DynamicSpatialPanels: ModelsMethodsand Inference", Journal of Geographical Systems, 14(1): 5-28

[10] 刘幸菡、吴国蔚: 《环境库兹涅茨曲线及其在中国的实证检验》, 中国环境科学学会学术年会优秀论文集, 2006年, p1898-1902

[11] 宋涛、郑挺国、佟连军: 《环境污染与经济增长之间关联性的理论分析和计量检验》, 《地理科学》, 2007年4月, 第27卷第2期.

[12] 符淼: 《我国环境库兹涅茨曲线: 形态、拐点和影响因素》, 《数量经济技术经济研究》, 2008年11月.

[13] 管祥友: 《城镇化与生态环境质量之间的研究》, 华中师范大学硕士论文, 区域经济学, 2013年11月.

[14] 刘华军、杨骞, 《环境污染、时空依赖与经济增长》, ft东财经大学经济学院, 2014年;

[15] 周建安: 《环境约束与我国产业结构演进生态发展路径的实证研究》, 《经济论坛》, 2009年8月, 第16期, P22-26.

[16] [郝增财](http://www.cnki.net/KCMS/detail/%20%20%20%20%20%20%20%20%20%20%20%20%20%20%20%20/kcms/detail/search.aspx?dbcode=CMFD&amp;sfield=au&amp;skey=%e9%83%9d%e5%a2%9e%e8%b4%a2&amp;code=30478436%3B): 《能源消费总量、强度与环境污染——基于空间面板计量模型》, 云南财经大学硕士论文, 统计学专业, 2014年01期.

[17] 雷鸣: 《关于中国居民收入差距与工业环境质量关系的分析》, 《统计与决策》,

2007年7月（理论版）p79-82.

45

[18] 江丽萍: 《对外贸易、经济增长与环境效应-基于空间EKC模型的研究》浙江工商大学硕士论文, 统计学专业, 2013年.

[19] [何禹霆](http://www.cnki.net/KCMS/detail/%20%20%20%20%20%20%20%20%20%20%20%20%20%20%20%20/kcms/detail/search.aspx?dbcode=CJFQ&amp;sfield=au&amp;skey=%e4%bd%95%e7%a6%b9%e9%9c%86&amp;code=09722240%3B22307799%3B), [王岭](http://www.cnki.net/KCMS/detail/%20%20%20%20%20%20%20%20%20%20%20%20%20%20%20%20/kcms/detail/search.aspx?dbcode=CJFQ&amp;sfield=au&amp;skey=%e7%8e%8b%e5%b2%ad&amp;code=09722240%3B22307799%3B): 《外商直接投资与环境库兹涅茨城市化、外商直接投资对环境污染的影响——基于1997～2010年中国省际面板数据的经验分析曲线》, 沈阳理工大学经济管理学院, 2012年.

[20] 李秀香、鲍智敏: 《论循环社会建设——借助EKC分析消费层次对环境污染的影响》, 《探索与争鸣》, 2009年9月, p46-49.

[21] 李猛: 《财政分权与环境污染——对环境库兹涅茨假说的修正》, 《经济评论》, 2009年第5期, p54-59.

[22] 卢宁、李国平: 《基于EKC框架的社会资本水平对环境质量的影响研究——来自中国1995-2007年面板数据》, 《统计研究》, 2009年5月, 第26卷第5期, p. 68-76.

[23] 林光平、龙志和、吴梅: 《我国地区经济收敛的空间计量实证分析》, 华南理工大学工商管理学院, 2006年.

[24] Selden, T. and Song, D." Environmental Quality and Development; Is there a Kuznets Curve for Air Pollution Emission" JournalofEnvironmentalEconomicsandManagement, 1994, 27, pp: 147-162.

[25] Lopez, R ." The Environment as A Factor of Production : The Effects Growth andTrade Liberalization ." Journal of Environmental Economics and Management, 1994, 27, pp: 163-184.

[26] Coondoo, D . and Dinda, S." Causality Between Income and Emission : ACountry Group-specific Econometrific Analysis." Ecological Economics, 2002, 40(3), pp: 351-367.

[27] 张军、吴桂英、张吉鹏:《中国省际物质资本存量估计》,《经济研究》, 2004年第10期.

[28] Barro, R. andLee, Jong-Wha." InternationalDataonEducational Attainment: Updates and Implications." CID working paper, April 2000, Nio.42.

[29] 王小鲁:《中国经济增长的可持续性与制度变革》,《经济研究》, 2000年第 7期.

[30] 肖欣荣、廖朴: 《政府最优污染治理投入研究》, 对外经济贸易大学金融学院应用金融研究中心, 2014年第1期: 106-119.

[31] Chakraborty, shankha." Endogenous Lifetime and Economic Growth." Journal of Economic Theory, 2004, 116(1), pp. 119-137.

[32] Fanti, Luciano and Gori, Luca," Public Health Spending, Old-age and EconomicGrowth" Journal of Economic Behavior & Orgnization, 2011, 78(1-2), pp. 137-151.

[33] 白重恩、钱颖一、谢长泰: 《中国的资本回报率》, 《比较》2007年第28期.

[34] 张芬、周浩、邹薇: 《公共健康支出、私人健康投资与经济增长: 一个完全情况遇见下的OLG模型》, 《经济评论》2012年第6期.

[35] Boyce. Inequality as a cause of environmental degradation [J]. Ecological Economics, 1998.

[36] 李海鹏、叶慧、张俊飚: 《中国收入差距与环境质量关系的实证检验——基

于对环境库兹涅茨曲线的扩展》, 《中国人口•资源与环境》, 2006年第16卷第2期, P47-50.

[37] 应瑞瑶、周力: 《外商直接投资、工业污染与环境规制—基于中国数据的计量经济学分析》, 《财贸经济》, 2014年第1期.

[38] 欧阳小迅、戴育琴: 《外商直接投资对我国环境库兹涅茨曲线影响的实证分析》, 《ft东财政学院学报》, 2014年第3期, P43-47.

[39] Element for policies for sustainable consumption, UNEP, Nairobi, symposium, Sustainable production and Consumption Pattern, Oslo, Norway, 1994

[40] 唐国琪: 《生态消费对生态、资源与环境的影响》, 《资源开发与市场》, 2006年第22期, p256-258.

[41] 白二婧, 《内蒙古工业环境污染与经济发展关系的实证研究》, 内蒙古财经大学硕士论文, 统计学专业, 2010年.

[42] 王怀成①、张连马、蒋晓威, 《泛长三角产业发展与环境污染的空间关联性研究》,《中国人口·资源与环境》, 2014年第24卷第3期.

[43] 张栋华, 韩巧玲, 王薇璐, 《城镇化、经济发展与环境之间的实证分析》, 东北财经大学学报, 2014年第4期.

①作者简介：王怀成，工程师，主要研究方向为地矿勘查、地质环境及土地利用研究管理。

47

# 个人简介及在校期间研究成果

一、个人简介

姓名：鞠海伟，1989年1月出生，2011年正式加入中国共产党，本科：2008年9 月至2012年7 月就读于内蒙古财经大学，所学专业统计学。研究生：2012

年9月至今就读于内蒙古财经大学，所学专业统计学。二、在校期间研究成果

1. 参与的著作及发表的论文：

（1）冯利英，鞠海伟，《影响我国居民储蓄存款因素的实证分析》，《内蒙古财经学院学报》，2014年第3期。

（2）参与出版学术著作《内蒙古城镇小康住宅标准及发展思路研究》

2. 参加的应用性课题：

（1）主持校级课题《城乡居民收入差距实证分析-以内蒙古为例》

（2）参与内蒙古自治区国家税务局委托国项目《内蒙古煤制油行业消费税政策研究》

（3）参与内蒙古金融学会重点课题《内蒙古企业资金断裂引发的金融风险分析》，并获三等奖.

（4）参与内蒙古金融学会重点课题《金融支持产业结构调整研究》，并荣获三等奖。

（5）参与内蒙古金融学会重点课题《内蒙古金融支持新型城镇化建设》

（6）参与全国统计科研计划项目《我国能源消费碳排放测度实证分析》

（7）参与内蒙古金融学会重点课题《收入分配与协调增长：内蒙古城乡居民收入差距分析与思考》

（8）参与内蒙古统计学会科研课题《内蒙古城乡居民收入差距与经济增长关系的研究》

（9）参与内蒙古财经大学校级课题《高校毕业生就业状况统计及检测》

（10）参与内蒙古金融学会重点调研课题：《内蒙古社会资本流向，民间借贷趋势监测和立法、规范利用问题研究》

3. 参加的比赛：

参加2013年内蒙古财经大学统计建模大赛，题目：《内蒙古经济发展与大气污染相关问题研究》荣获二等奖。

后记与致谢

近三年的研究生生涯即将结束，回想近三年的学习生活，有困惑、有感动，但更多的是收获。在导师冯利英教授的悉心指导下，我顺利地完成了专业学习和毕业论文的写作，老师的学识、人品和对学术严谨的治学态度都给我留下了深刻的印象。老师的关怀更让我特别感动，虽然上到了研究生，但是对自己的未来还是很迷茫，是老师对于我未来规划的提点，让我感到目标明确，不浑浑噩噩。在老师的指导和帮助下，我掌握了丰富的经济学理论知识和统计研究方法。同时，老师为我提供了许多参加课题的机会，不仅提高了我的科研能力还锻炼了社会实践能力。此时此刻，我对老师的感激之情难以言表，唯有在今后的工作中加倍努力，力争取得更多的成果来回报老师。在求学期间，我有幸受到了杜金柱老师、董进全老师、乔节增老师、王巧英老师、毛志勇老师、王春枝老师、斯琴老师、吴新娣老师、郭亚帆老师、韩猛老师和王志刚老师等多位老师的培养以及李海霞、刘佳师姐的帮助。老师们的言传身教，治学、处世的态度使我终生受益，对他们渊博的知识、扎实的理论功底、崇高的敬业精神和高尚的人格魅力我表示深深的敬佩，同时，也感谢他们在我求学过程中给予我的帮助。

在内蒙古财经大学的三年我很幸运，不仅遇到了指点人生的老师，还结识了一些挚友。三年的学习和生活，她们给予了我很多的关心和帮助，给我的人生留下了又一段美好的回忆。

最后，我要感谢我的家人，是他们的支持与鼓励，给了我追求进步的动力。再次感谢所有培养、鼓励、帮助我的人！

鞠海伟二零一五年五月

49