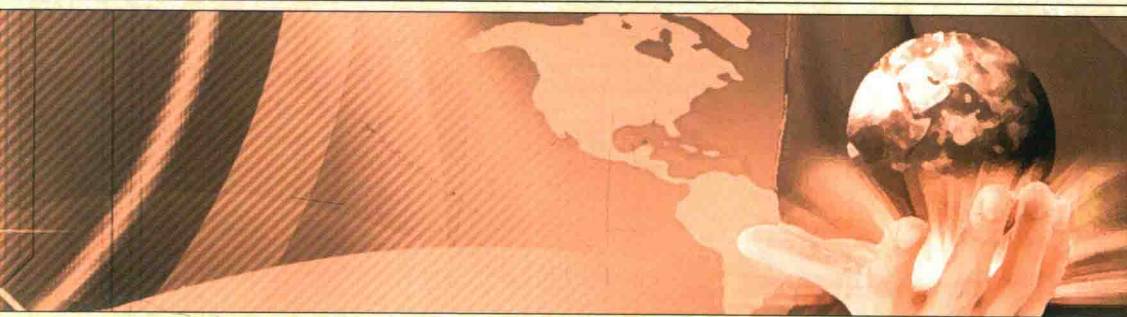


环境约束、 出口贸易与低碳经济增长

——基于中国的理论与经验分析

刘家悦 著



WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社

2013年度湖北省社会科学基金一般资助项目（编号2013066）

2014年度教育部人文社会科学研究一般项目立项（编号14YJC790079）

环境约束、 出口贸易与低碳经济增长

——基于中国的理论与经验分析

刘家悦 著



WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

环境约束、出口贸易与低碳经济增长:基于中国的理论与经验分析/刘家悦著. —武汉:武汉大学出版社,2015.4

ISBN 978-7-307-13750-9

I. 环… II. 刘… III. 节能—经济发展—研究—中国 IV. F124

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 014648 号

封面图片为上海富昱特授权使用(© IMAGEMORE Co., Ltd.)

责任编辑:黄 殊 责任校对:汪欣怡 版式设计:马 佳

出版发行: **武汉大学出版社** (430072 武昌 珞珈山)

(电子邮件: cbs22@whu.edu.cn 网址: www.wdp.com.cn)

印刷:武汉中远印务有限公司

开本: 720 × 1000 1/16 印张: 13.25 字数: 190 千字 插页: 1

版次: 2015 年 4 月第 1 版 2015 年 4 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-307-13750-9 定价: 39.00 元

版权所有, 不得翻印; 凡购我社的图书, 如有质量问题, 请与当地图书销售部门联系调换。

目 录

第一章 导论	1
第一节 研究背景及意义	1
一、研究背景	1
二、研究意义	2
第二节 相关概念界定	4
一、低碳经济	4
二、环境约束	5
三、出口贸易结构	5
四、可计算一般均衡模型	6
第三节 文献综述	8
一、环境污染与内生经济增长研究综述	8
二、贸易与环境关系的研究综述	11
第四节 研究思路及方法	21
一、研究思路	21
二、研究方法	23
三、技术路线	25
第五节 主要创新及不足	26
一、主要创新之处	26
二、研究不足	26
第二章 环境约束、出口贸易结构失衡与内生低碳经济增长	
理论分析	28
第一节 基本假设	29
一、中间低碳产品部门	29

二、最终低碳产品部门	29
三、低碳资本开发部门	30
四、低碳技术研发部门	30
五、基于碳排放的环境质量函数	31
第二节 构建基于环境约束的内生低碳资本增长模型	31
一、基于环境约束的内生低碳资本增长模型	32
二、基于环境约束的内生低碳技术进步模型	35
三、低碳技术转移的社会福利效应	37
第三节 构建基于环境约束、出口贸易结构失衡的内生 低碳资本增长模型	43
一、假设的扩展	44
二、基于环境约束、出口贸易结构失衡的内生低碳资本 增长模型	45
三、环境约束、出口贸易结构与内生低碳经济增长的 内在机理	48
本章小结	50
第三章 环境约束、出口贸易结构失衡与低碳经济现状分析	52
第一节 环境约束现状分析	52
一、环境约束现状	52
二、环境保护及其政策现状	63
第二节 出口贸易结构失衡现状分析	69
一、出口贸易结构失衡现状	69
二、出口贸易结构失衡的主要表现	74
第三节 低碳经济现状分析	76
一、低碳经济现状	77
二、低碳经济政策现状	84
本章小结	87
第四章 环境约束、出口贸易结构与低碳经济增长的实证分析	90
第一节 VAR 模型估计环境约束对低碳经济增长的影响	90

一、VAR 模型设定和数据来源	90
二、稳定性检验	92
三、VAR 模型估计	93
四、模型的误差修正	94
五、脉冲响应和方差分解	95
六、格兰杰因果性检验	96
七、模型估计的国际比较	97
第二节 状态空间模型估计出口贸易结构对环境约束的 动态影响	99
一、状态空间模型设定和数据来源	99
二、稳定性检验	103
三、状态空间模型估计	104
第三节 面板数据模型分析环境约束、出口贸易结构与 低碳经济增长	111
一、面板数据模型设定和数据来源	112
二、面板数据稳定性检验	115
三、面板数据协整检验	120
四、面板数据模型估计	121
本章小结	128

第五章 环境约束、出口贸易结构与低碳经济增长的可计算

一般均衡分析	131
第一节 资源、贸易与环境 CGE 模型的设定	132
一、CGE 模型扩展	133
二、生产模块	134
三、污染排放模块	140
四、贸易模块	141
五、动态模块	144
六、社会福利模块	145
第二节 资源、贸易与环境 SAM 建立	145
一、SAM 扩展	146

二、数据来源	150
三、资源价格核算	151
第三节 参数估计与敏感性分析	153
一、CES 函数中参数的估计	153
二、Armington 和 CET 弹性估计	156
三、LES 参数估计	157
四、参数估计结果	159
五、敏感性分析	161
第四节 环境政策的低碳经济效应模拟	163
一、环境政策的情景设定	163
二、环境政策的经济增长效应	165
三、环境政策的节能减排效应	166
四、环境政策的社会福利效应	168
第五节 出口贸易结构升级政策的低碳经济效应模拟	170
一、出口贸易结构升级政策的经济增长效应	171
二、出口贸易结构升级政策的节能减排效应	174
三、出口贸易结构升级政策的社会福利效应	178
第六节 发展低碳经济的最优政策路径选择	180
一、最优政策方案设定	180
二、最优政策方案模拟效果	182
三、最优政策路径选择	183
本章小结	184
第六章 结论与政策建议	187
第一节 主要结论	187
第二节 政策建议	191
一、环境政策的建议	191
二、出口贸易结构升级的建议	193
第三节 研究展望	195
参考文献	196

第一章 导 论

第一节 研究背景及意义

一、研究背景

2010年6月,中国国家环保总局在《中国生态保护》的报告中表示,尽管中国政府重视生态环境保护与建设工作,但是由于中国人均资源相对不足,地区差异较大,生态环境脆弱,环境恶化的趋势仍然没有得到有效的遏制。中国经济的高速增长伴随着能源消耗的高速增长。中国燃煤造成的二氧化硫排放总量达到世界第一,而且煤炭在短期内还会是主要能源消费品,这使中国生态环境污染形势依然严峻。中国城市2010年空气质量有所改进,但是由燃煤造成的二氧化硫排放总量仍居高不下,达到2549万吨,比2000年增加了27%,位居世界第一。煤炭在中国能源消费中的比例占7成左右,而且这种情况在短期内难以改变。中国2010年上半年能源消耗的增长速度高于同一时期经济的增长速度。环保总局的报告也指出,中国每排放一吨的二氧化硫对经济造成的损失,大约是2万元。空气污染,特别是酸雨污染,已经严重制约着全面建设小康社会的目标的顺利实现。

中国经过连续几年经济高速稳定的发展,目前应该说是进入了环境优化经济发展的阶段。环保总局将在从2010年开始的5年经济规划中实现3个转变。第一个转变就是用环境保护来优化经济发展。第二个转变是由环保和经济发展不平衡的问题变为同步发展。第三个转变是用更多的经济的、市场的、法律的和必要的行政手段来进

行管理。面对经济的快速发展,环境保护的监管力度也要同步地增长。根据国务院通过的决定,中国将在“十二五”规划中,明确把降低能源消耗作为考核地方政府政绩的一个项目。在经济发展和维护生态环境之间如何寻求平衡发展,将会是各级政府面对的挑战。

此外,目前我国外贸发展将继续保持平稳增长的态势,但高速增长背后显现的结构性失衡问题需要引起警惕。我国外贸发展成绩突出,进出口总额早已突破万亿美元大关,跃居世界第二,与此同时,我国出口贸易产品结构问题也日益凸显,必须引起高度关注。目前最突出的问题之一是我国出口商品中高物耗、高污染、高能耗产品的比例和增幅很高,这些产品附加值低,消耗资源多,不符合科学发展观的要求;其次是贸易方式结构不平衡,加工贸易占的比例超过50%,形成了过度依赖。这些问题从总体上看,是发展中的问题,需要通过产业的升级转型、品牌企业的发展壮大和国家战略层面的扶持来解决。一些紧迫性比较突出的问题如高能耗、高物耗、高污染商品出口高增长的问题迫切需要解决。

2009年召开的哥本哈根气候变化会议把以低能耗、低污染、低排放为基础的经济模式——“低碳经济”呈现在世界人民面前,发展“低碳经济”已成为世界各国的共识。改革开放以来,随着中国经济的快速增长,经济发展与资源环境的矛盾日趋尖锐,不加快调整经济结构、转变增长方式,资源支撑不住,环境容纳不下,社会承受不起,经济发展难以为继。同时,欧美发达国家大力推进以高效能、低排放为核心的“低碳革命”,着力发展“低碳技术”,并对产业、能源、技术、贸易等政策进行重大调整,以抢占先机和产业制高点。综上所述,如何改变出口贸易结构失衡现状,破除环境污染对低碳经济发展的束缚,也是本书研究的主题所在,通过本书的研究能对中国低碳经济最优增长与可持续发展提供较好的研究思路与有益的政策建议。

二、研究意义

(一) 理论意义

包含环境因素的内生增长模型基本上都支持新古典理论关于环

境恶化与经济增长关系的研究结论。一般而言,最优的污染控制要求一个较低的稳态增长率。而针对开放条件下的经济可持续发展问题作为经济增长与环境关系的研究,一般是对封闭的一国模型的假设条件放松,目前关于开放条件下的贸易、环境与经济可持续发展问题的研究文献不多,尤其是关于环境约束、贸易出口结构失衡与内生低碳经济增长的研究极为少见。本书不仅把环境作为约束变量(Subject to)纳入新古典经济增长方程中,还把低碳资本内生化,并纳入经济增长方程中,进一步扩展了带有环境约束的新古典增长方程。其中低碳资本是节能减排的环境技术与环境人力资本投资的函数。在关于环境与经济增长的理论模型上做出初步的探讨,具有一定的理论意义。另一方面,本书将通过扩展知名贸易理论专家 Grossman and Helpman(1991)和 Rivera-Batiz and Romer(1991)的模型框架,并利用均衡分析方法,探讨在开放经济条件下环境约束、贸易出口结构与内生低碳经济增长三者之间的内在联系,尤其值得注意的是,本书在实证分析上,根据变量的不同特点,利用多种实证分析方法,从而比较完整地刻画了环境约束、贸易出口结构与内生低碳经济增长之间的内在互动机制,并利用 CGE 模型对三者的政策实施进行相应的模拟。这使本书具有突出的理论研究价值。

(二)现实意义

发展低碳经济,一是我国可持续发展的内在要求。发展低碳经济更多的是转变发展方式,减轻单位 GDP 的资源 and 环境代价,通过向自然资源投资来恢复和扩大资源存量,运用生态学原理设计工艺与产业流程来提高资源效率,使发展的成果更好地为人民所共享。二是调整产业结构的重要途径。通过发展低碳经济,提高资源、能源的利用效率,降低经济的碳强度,促进我国经济结构和工业结构优化升级。三是我国优化能源结构的可行措施。发展低碳经济,提高可再生能源比重,可以有效地降低一次性能源消费的碳排放。为此,本书以环境约束与出口贸易结构失衡为视角,在这种背景下,探讨环境约束、贸易出口结构失衡与低碳经济增长具有很强的现实意义。

第二节 相关概念界定

本书在进一步研究之前，首先对涉及的低碳经济、环境约束、出口贸易结构、可计算一般均衡分析等基本概念作出界定。

一、低碳经济

所谓低碳经济，是指在可持续发展理念的引导下，通过制度创新、技术创新、产业结构优化升级转型、新能源开发等多种手段，尽可能地减少煤炭、石油等高碳能源消耗，减少温室气体排放，达到经济社会发展与生态环境保护双赢的一种经济发展形态。其以低能耗、低污染、低排放为基础的经济模式，是人类社会继农业文明、工业文明之后的又一次重大进步。发展低碳经济，一方面是积极承担环境保护责任，完成国家节能降耗指标的要求；另一方面是为了调整和优化经济结构，提高能源利用效益，发展新兴工业，建设生态文明。这是摒弃以往先污染后治理、先低端后高端、先粗放后集约的发展模式的现实途径，是实现经济发展与资源环境保护双赢的必然选择。这一提法对于中国和众多发展中国家的未来发展，不失为一种可借鉴的经济转型思路。

自从工业革命以来，伴随着科技的进步，人类改造自然的力量越来越大，这种力量使世界在几百年内经历了过去几千年间都不可比拟的飞跃。但是，人类作为这种力量的行使者，一方面享受着经济繁荣的益处，另一方面，却出现了一些违反自然规律、向自然无节制索求的功利行为。这些行为渐渐破坏着地球原本良好的生态，由此带来的环境污染、生态失调和资源枯竭等种种矛盾，也正日益威胁着人类社会的和谐发展。这种失衡，在促进经济界和企业界加以反思之际，客观上也给了学术界以创新发展理论的空间。而有关“低碳”概念的提出，就是最新的一个例子，预计将对国际经济关系产生实质性影响。本书提出的低碳经济也是以低能耗、低污染、低排放为基础的经济发展模式，既要保护环境又要发展经济，尤其是从优化出口贸易结构的角度，引导资源的有效利用，降低污染排

放，发展低碳经济。

二、环境约束

环境约束是指环境污染超过经济发展的可承受度，对低碳经济可持续增长产生的阻碍作用，即在本书中我们是将其作为约束条件纳入经济增长模型中，来探讨其对内生低碳经济增长模型的约束作用。具体来说是指人类直接或间接地向环境排放超过其自净能力的物质或能量，从而使环境的质量降低，对人类的生存与发展、生态系统和财产造成不利影响的现象。随着科学技术水平的发展和人民生活水平的提高，环境污染也在增加，特别是在发展中国家，环境污染问题尤其严重。环境约束问题越来越成为世界各个国家的共同课题之一。

中国经济增长受到环境约束日趋显现。根据世界银行 2003 年的估计，中国环境污染和生态破坏造成的损失与 GDP 的比例高达 15%，相当于 4400 亿元人民币。由煤炭燃烧形成的酸雨造成的经济损失每年超过 1100 亿元人民币。自 20 世纪 90 年代中期以来，中国经济增长中有三分之二是在环境污染和生态破坏的基础上实现的。全国流经城市的河流中，90% 的河段受到比较严重的污染，75% 的湖泊出现了负营养化问题，酸雨的影响面积占到国土面积的三分之一。2004 年，全国主要城市中有 60% 未能达到二级空气质量标准。世界十大污染城市中有六个在中国。环境约束问题不仅是一个国内问题，也是一个国际问题。无论从国内还是国际来看，中国这种以环境污染为代价的增长方式都难以持续。在能源价格不能充分体现资源价值和环境影响的情况下，节能和环保都相当困难。发达国家的工业化历史说明了这一点。没有节制地使用能源，其后果就是严重的环境污染和后面的巨额环境治理成本。在本书的现状、实证和政策模拟中，为了简化分析，往往采用一些代表性的环境污染排放指标，来量化环境约束的程度。

三、出口贸易结构

出口贸易结构，包括出口贸易产品结构和出口贸易地区结构。

出口贸易产品结构是指某大类或某种产品出口贸易额占出口总额的比例。出口产品结构与一个国家或地区的整体对外贸易效益有着比较密切的联系,是一个国家或地区外贸政策的重要组成部分。一个国家的对外贸易出口产品结构,反映了一国在国际贸易中的比较优势和产品的竞争力,与一国的生产要素禀赋、产业结构、经济政策以及经济战略等紧密相关。出口贸易地区结构又分为出口贸易国际地区结构和出口贸易国内地区结构。由于根据本书的研究目的,结合本书的研究方法以及数据的特征等需要,我们采用出口贸易产品结构作为本书的变量选择,以及作为研究的对象选择。

另外,本书中的出口产品贸易的结构性失衡,是指由于出口贸易结构不能适应国际经济结构的变化,出口产品中高耗能、高污染、高排放等低附加值产品的出口占出口总额的比重较大,低于发达国家的平均水平。

改革开放以来,我国进出口贸易快速发展,占世界贸易份额的比重不断增加,但由于在国际分工价值链中长期处于低端,规模与效益存在明显反差;虽然一些工业制成品、机电产品在出口中的比重都已超过世界平均水平,可大多属于贴牌或加工装配产品,且高耗能、高排放,缺乏自主品牌和自主知识产权,缺少核心竞争力,因而只能依靠高污染和低成本优势开拓国际市场。在当前国际经济环境更加复杂、全球需求结构发生重大变化的情况下,应加快推进对外经济发展方式转变,加快调整出口贸易结构,积极地推动出口贸易从规模速度型向质量效益型转变,立足以质取胜,优化出口产品结构,促进加工贸易转型升级,鼓励劳动密集型产品提高质量,努力促进高附加值、高科技含量的低碳产品出口。

四、可计算一般均衡模型

可计算的一般均衡(Computable General Equilibrium, CGE)模型作为政策分析的有力工具,经过 30 多年的发展,已在世界上得到了广泛的应用,并逐渐发展成为应用经济学的一个分支。

为了真正理解 CGE 模型的含义,有必要简单回顾一下 CGE 模型的历史演变。CGE 模型始于著名均衡理论创始人之一 L. Walras

的一般均衡理论。L. Walras 提出了一般均衡的理论模型,用抽象的数学语言表述了一般均衡的思想。著名效率函数创始人 Leontief 首次引入投入—产出模型,并假定成本是线性的、技术系数是固定的。不过,这些理论一般均衡模型的解的存在性至今还一直没有解决;理论一般均衡模型解的存在性、唯一性、优化性和稳定性直到 20 世纪 50 年代才由经济学家 Arrow 和经济学家 Gerard Debreu 给予证明。

尽管理论一般均衡模型的研究取得了显著的进步,但是,要将其应用于实际问题,还需解决相应模型解的算法问题。而学者 Johansen 构建了一个包括 20 个成本最小化的产业部门和一个效用最大化的家庭部门的实际一般均衡模型,并给出了相应的均衡价格的具体算法。由于约翰森模型的可计算性质,人们普遍把约翰森模型看作第一个 CGE 模型。知名学者 Scarf 研制了一种开创性的算法,用于对数字设定的一般均衡模型进行求解。知名学者斯卡夫关于均衡价格开创性的算法使得一般均衡模型从纯理论结构转化为可计算的实际应用模型成为可能,并大大地促进了大型实际 CGE 模型的开发和应用。

CGE 模型目前还没有确切的定义,根据本文的特点,我们可以给出一般性的描述。从本质上讲,CGE 模型是多部门应用模型,设定在所有竞争性市场中不存在对商品和要素的超额需求或超额供给。这一描述有三点内容,反映了 CGE 模型的主要特征。第一,CGE 模型按照惯常的新古典微观经济理论方式明确设定所有经济主体的行为都是优化的,因而是关于一般而非局部经济主体行为的模型。第二,它使用了市场均衡而非市场不均衡的假设,所有市场同时得到结清。即 CGE 模型刻画了不同经济主体的供给和需求决策对一些商品和要素价格的作用机制。在一般均衡条件下,所有商品和要素的数量和价格都同时内生决定。因此,CGE 模型按一致方式考虑了整个经济的相互作用。第三,它是可计算的而非纯理论性的,会生成具体的数字结果。CGE 模型使用数据描述某基准年度的经济,通过变更某组成要素而冲击经济并改变模型中所有数据项的值。CGE 模型的核心数据是投入—产出账户,CGE 模型的基

准实际上是某观察年度经济数据解的复制。CGE 模型可以受到来自政策变动的冲击；通过求解 CGE 模型可以得到冲击后的新的一般均衡状态。正是由于经济主体的行为方程因替代可能而被设定为高度非线性，CGE 模型的数值解法才变得很复杂，出现了很久之后才变得可计算并用于政策分析。

第三节 文献综述

在分析环境约束、出口贸易结构与低碳经济增长之前，我们将对环境污染与经济增长、贸易与环境等研究文献进行梳理与归纳，以借鉴前人的思路与方法，并在此基础上进行相关的深化研究。

一、环境污染与内生经济增长研究综述

(一) 理论研究综述

随着地球上的资源存量锐减和人类生存环境的恶化，经济能否可持续发展问题日益受到各国政府、国际组织和学术界的关注，自 20 世纪 70 年代以来，越来越多的经济学家开始关注经济增长与环境关系问题。根据理论研究文献的模型特点，我们大致可以分为以下四类：

第一类，含有环境因素的新古典增长模型。著名学者 Koopmans 和 Cass 把学者 Ramsey 的消费者最优化分析方法引入新古典增长模型，内生化了储蓄率，人们称之为 Ramsey-Cass-Koopmans 模型。此模型为动态最优化模型，代表消费者的跨期效用最大化问题往往通过最优化控制论技术来求解。此后，环境经济学的鼻祖级人物 Dasgupta and Heal、Tahvonen and Kuuluvainen、Selden and Song 等将资源与环境污染问题引入到 Ramsey-Cass-Koopmans 模型中来，对自然资源的最优开采利用，进行了最优路径分析，并得出相对乐观的结论。

第二类，以环境作为生产要素的新古典增长模型。在这类模型中，不仅考虑生产函数和消费者效用函数除了污染因素外还应该包

含环境本身,而且其中环境质量被当成一种资本品,随着环境污染其存量会耗尽,但其自身也具有再生能力。当环境质量的存量作为投入要素进入生产函数,此时,模型的最优增长路径变得更为复杂,使得最优的环境标准或环境税是维持最优环境质量水平的必要条件,而非充分条件。比如知名学者 Lopez、Chichilinsky 等的研究。

第三类,环境污染与内生经济增长模型。随着新增长理论的发展,很多学者开始把环境或污染引入生产函数,把环境质量引入效用函数,在内生增长模型框架下探讨环境约束与经济增长以及可持续发展问题。比如,著名学者 Bovenberg and Smulders 在 Romer 模型基础上将环境引入生产函数进行内生可持续发展研究;著名经济学家 Byrne 和 Stokoy 通过扩展的“AK”模型来研究环境污染与经济增长问题;另外,学者 Aghion and Howitt、Grimaud and Rouge 等,将环境污染和不可再生资源引入新熊彼特模型中,考虑环境约束对经济可持续发展的影响。

第四类,其他关于环境与经济增长的宏观理论模型。还有一些学者,采用不同的模型方法与思路,从另外角度考察了环境与经济增长的内在关系,通过建立其他的宏观经济理论模型来解释环境约束与内生经济增长的内在关系,如贸易学者 John and Pecchenino 基于经典 Diamond 的世代交替模型和著名贸易学家 Antweiler、Copland and Taylor、Copland and Taylor 等的小国开放一般均衡模型等,探讨了贸易对环境影响的结构效应、规模效应和技术效应。

综上所述,根据本文的分类,很少有专门针对环境与低碳经济增长的理论模型,因此,我们将在此基础上,对增长模型进行扩展,应该内生生化低碳资本要素,积极引入市场均衡分析方法,对低碳经济的发展提供理论支撑。

(二) 实证研究综述

在国外,关于环境污染与经济增长关系的观点分歧引起广泛的经验研究,早期的知名学者 Shaflik and Bandyopadhyay、Panayotou、Grossman and Krueger 以及 Selden and Song 等借助于 Kuznets 提出关

于收入分配与经济发展之间的倒 U 型曲线观点,提出了“环境倒 U 型”曲线,也就是说环境污染随着收入水平的提高呈现“先恶化、后改善”的倒 U 型轨迹,著名贸易学家 Grossman and Krueger 在分析北美自由贸易区协议的环境效应时,首次实证证实了收入与环境关系的倒 U 型关系的存在。综合这些实证研究来看,关于环境污染与经济增长的实证研究主要关注以下三个问题:

第一个问题,是否存在经济发展与环境污染之间的 Kuznetz 倒 U 型曲线关系,比如经济增长研究领域知名学者 Hettige, Lucas and Wheeler、Selden and Song 以及 Cropper and Griffiths 等。第二个问题,环境污染对人口增长、收入分配、国际贸易、技术进步等其他变量的影响如何,比如环境领域研究学者 Vincent、Rock、Roberts and Grimes 以及 Cole, Rayner and Bates 等。第三个问题,环境倒 U 型曲线的现实意义是什么,其对环境政策的制定有何启示,比如知名学者 Torras and Boyee、Unruh and Moomaw、Suri and Chapman、Bhattarai and Hamming 以及 Dinda 等。

在国内,学者陆虹考察了中国人均二氧化碳排放量与人均 GDP 的关系,通过三次扩展数据和利用状态空间模型分析,表明人均 GDP 与二氧化碳排放量的当前值与前期值之间确定存在相互之间的交互影响作用,而不是简单的倒 U 型关系。环境经济领域研究学者范金以中国 18 个大中城市 1995—1997 年的二氧化硫、氮氧化物、TSP 浓度和年均降尘量的面板数据对环境 Kuznetz 曲线进行检验,发现除二氧化硫和 TSP 外,其余污染物与收入之间存在环境倒 U 型关系。学者陈华文、刘康兵首先给出一个 EKC 的微观解释,通过一个简化型模型的回归结果发现,除 SO_2 外,其他三种环境质量指标均表现出随经济增长呈现先恶化后改善的现象,即呈现倒 U 型关系,与环境库兹涅茨曲线假说一致。学者张连众、朱坦等采用 Antweiler, Copland and Taylor 创建的贸易与环境污染关系的一般均衡模型,利用中国 2000 年 31 个省(市、区)的 SO_2 排放量的横截面数据进行回归分析,结果表明,规模效应加剧我国的环境污染水平,而组成效应和技术效应将降低我国的环境污染程度,贸易自由化有利于我国的环境保护。贸易与环境研究学者兰天采用