



东北财经大学

Dongbei University of Finance & Economics

数量经济学文库

A Quantitative Study on China's
Environment and Economic Growth

中国环境与经济增长的定量研究

夏艳清 著



东北财经大学出版社

Dongbei University of Finance & Economics Press





东北财经大学 数量经济学文
Dongbei University of Finance & Economics

A Quantitative Study on China's
Environment and Economic Growth

中国环境与经济增长的定量研究

夏艳清 著



东北财经大学出版社
Dongbei University of Finance & Economics Press

大连

© 夏艳清 2011

图书在版编目 (CIP) 数据

中国环境与经济增长的定量研究 / 夏艳清著. —大连 :
东北财经大学出版社, 2011. 12

(东北财经大学数量经济学文库)

ISBN 978-7-5654-0585-3

I. 中… II. 夏… III. 环境保护-关系-经济增长-研究-
中国 IV. ①F124.1②X-012

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 221189 号

东北财经大学出版社出版

(大连市黑石礁尖山街 217 号 邮政编码 116025)

教学支持: (0411) 84710309

营 销 部: (0411) 84710711

总 编 室: (0411) 84710523

网 址: <http://www.dufep.cn>

读者信箱: dufep@dufe.edu.cn

大连图腾彩色印刷有限公司印刷

东北财经大学出版社发行

幅面尺寸: 148mm×210mm

字数: 238 千字

印张: 10 1/8

2011 年 12 月第 1 版

2011 年 12 月第 1 次印刷

责任编辑: 李 彬 张晓鹏

责任校对: 何 群 刘 洋

封面设计: 冀贵收

版式设计: 钟福建

ISBN 978-7-5654-0585-3

定价: 30.00 元

本书得到了以王维国教授（博士生导师、东北财经大学数学与数量经济学院院长）为带头人的“宏观经济系统优化分析、动态监测与政策评价”辽宁省高等学校创新团队的支持，同时得到了以王维国教授为负责人的国家自然科学基金面上项目“基于结构突变和截面相关的省际碳排放面板协整检验方法”（批准号：71171035），以及以夏艳清为负责人的辽宁省社会科学基金规划项目“辽宁建设低碳省区的难点与路径选择”（批准号：L10BJL016）的支持，在此表示感谢。

总 序

数量经济学是根据经济理论在质的分析基础上，利用数学方法和计算技术研究经济数量关系及其变化规律性的经济学科。随着我国经济体制改革的推进，学者在经济学领域的研究日益深入，数量经济学的迅速成熟壮大成为 30 年来经济学研究的突出特征之一。作为服务于我国经济建设的研究工具和方法，数量经济学在经济管理学的理论研究和经济政策制定方面功不可没，而作为数量经济学推广平台的高校科研院所在这一过程中起到了举足轻重的作用，东北财经大学数学与数量经济学院即其中一支重要力量。

东北财经大学数学与数量经济学院的前身为 1985 年成立的东北财经大学数量经济研究所和 1999 年成立的数量经济系，是全国最早的数量经济学专业硕士研究生和博士研究生培养单位之一。经过 20 多年的建设与发展，现已构建了以具有创新精神和定量分析能力为特色的本科、硕士、博士和博士后高级经济管理人才培养体系，数量经济学这一学科成为国家重点培育学科。在学科建设过程中，培养了一批优秀的经济学博士，数量经济学文库中的多数著作是在这些博士的毕业论文基础上修改完善而成的，不但是学科建设的重要成果，同时也体现了东北财经大学数量经济学专业研究的学术水平。这些著作将基础研究与应用研究相结合，将理论研究与经验研究相交融，为数量经济学的发展开拓新的领域，作出了积极的贡献。

王维国
2011 年 6 月

序

夏艳清博士以学位论文为基础加工而成的专著《中国环境与经济增长的定量研究》即将出版面世，嘱我为之撰写序言。作为她的博士生导师，我经历了她的博士论文从选题、开题、撰写、修改到定稿、答辩的全过程，对这部著作有深入的了解。同时，这是夏艳清博士学术生涯中重要阶段的标志性成果，得到了同行专家和博士论文答辩委员会的好评，值得庆贺。为此，欣然作序。

环境与经济增长的研究是一个历久弥新的问题。产业革命带来的工业经济和人口的高速交替增长是衍生环境问题的主因，作为人类生存、发展的物质基础和制约因素的资源环境与经济增长之间存在相互冲突又相互融合、促进的复杂关系。我国自改革开放以来经济的高速增长是以资源过度消耗和环境污染、生态破坏为代价的，进入 21 世纪之后，我国进入生态和污染事故频发期，各种异常气候现象频繁出现，成为影响人们生活水平、制约经济社会可持续发展的障碍。在这一背景下，转变经济增长方式、实现自然资源与生态环境的可持续发展、经济的可持续发展、社会的可持续发展成为解决环境问题、延缓气候变化的必然路径。而可持续发展路径的选择和实施需要以我国环境与经济增长均衡发展的研究为基础，夏艳清博士的著作《中国环境与经济增长的定量研究》从理论和实证两方面系统研究了二者之间的关系，为相关环境 and 经济政策的制定提供了有益的参考，兼具理论和现实意义。

夏艳清博士从数学研究延伸到经济学研究，对经济理论的思想方法和数量经济学分析方法的系统学习为其研究工作奠定了坚实的基础。本书综合运用了数理经济学的动态均衡分析、计量经济学的

时间序列分析和面板数据分析、数学的因素分解等分析工具,以经济增长理论和环境的时间配置理论为研究基础,对我国环境质量与经济增长的关系进行了系统和深入的探讨。本书的特色之处在于:首先,在文献综述方面,本书对环境与经济增长理论模型的研究进行了系统的梳理,为其他学者在这一领域的研究提供了便利。其次,在理论研究方面,本书针对资源环境在经济增长中发挥的重要作用,将其作为一种资本要素引入增长模型,在环境索洛模型这一新的分析框架下讨论了环境与经济增长均衡发展路径的存在性和其他因素的影响。最后,在实证研究方面,本书不但区别了生产过程和居民生活产生的两类污染物,分别使用不同的指标衡量经济增长等影响因素,考察影响两类污染物产生量和排放量的不同作用机理;而且还运用因素分解方法分析了不同经济因素对环境污染的作用,从经济规模、人口增长、产业结构和技术变迁角度分别考察了这些因素对环境污染的影响;同时以内生增长产出模型和 EKC 假定为基础,建立包含产出方程、环境污染方程和能源方程在内的 3E (Economy, Environment and Energy) 模型,对经济、环境污染和能源的相互作用和反馈机制进行分析,并进一步分析了各种经济因素对经济—资源—环境系统的影响。

本书对环境资源与经济增长关系的理论框架的构建和实证研究,对政府部门进行决策分析、制定相关政策有一定的借鉴和参考价值。另外,从学术的角度看,本书的出版也有助于深化和拓展关于环境问题和经济增长关系的研究。所以,我认为这是一本值得一读的著作。

王维国
2011 年 6 月

前 言

在人类社会的经济发展过程中，资源耗竭和能源短缺日益凸显，环境污染和生态破坏日益严重，我们面临的环境问题从局部扩展到全球，从当代延续到后代，异常的气候变化不断敲响生态环境恶化的警钟。在这一背景下，环境质量与经济增长的关系这一环境的时间配置问题成为可持续发展的中心议题之一，需要从理论和经验两方面分析和验证环境和经济均衡发展的可能性和演变路径，为环境政策的制定和实施提供有益的参考。

本书在宏观经济学的基本框架下，从中国现实的经济、环境状况出发，运用定量研究方法讨论环境恶化与经济增长之间的作用和反馈机制，分析环境质量演化的内在机理。首先建立环境和经济增长的理论模型，而后采用中国的数据从全局和区域差异的角度进行实证分析，同时考察环境质量变迁的机理，最后讨论经济增长和环境质量（包括污染排放和能源消费）的相互作用机制。

本书的内容和主要研究结论如下：

第1章介绍环境问题研究的发展历程以及我国资源和环境质量的现状，界定本书研究的范畴和内容。

第2章是关于环境与经济增长的理论模型和实证文献综述，为本书的研究提供理论基础。

第3章是理论模型构建，以新古典增长模型为基础，构建了将环境看做一种资本投入的环境索洛模型，使用数理经济学的动态均衡分析方法进行研究。分析的结果表明，在一定条件下，环境质量和经济发展的均衡增长路径是可实现的，与生态环境质量相比，资源和能源是生产中更重要的投入要素，因此价格机制更容易在相对

较短的时期内发挥作用，使资源利用和经济增长自发达到稳态水平。但是污染排放是生产活动的副产品，在现阶段的技术水平条件下无法完全消除，因而其负外部效应不能通过市场的自动调节使之内部化，对经济增长的制约作用相对滞后，而且由于人们对自然规律认识的局限，无法精确判断和预料生态阈值的存在和达到阈值的表现，以及生态破坏超过阈值对人类和自然界的影响程度和范围，因此需要外部力量干预生产活动，从而实现生态环境质量提高和经济增长的均衡增长路径。

第4章到第7章是经验研究。第4章从全局的角度分析中国生态环境质量和经济增长的关系。以时间序列分析方法为工具，验证我国环境—收入关系的曲线形状以及寻找环境质量发生转折时的人均收入水平，从时序维度考察环境与经济增长之间的长期均衡和短期波动。其中，简化模型和误差修正模型呈现的环境—收入关系说明EKC假定在我国现阶段不成立。通过对环境与经济增长的VAR和SVAR模型估计，以及对广义脉冲响应函数的模拟结构和方差分析发现，人均收入的正向冲击会导致能源消费和污染排放量增加，但是这一影响有滞后效应；利用环境规制等外部因素减少污染排放有短期增加人均GDP的效果，但是降低能源消费的强制性措施会对经济增长产生明显的负面影响；能源消费对人均GDP增长的贡献率能达到40%以上，而工业三废对解释人均GDP的预测方差的贡献相对较小。其得到的结果说明能源对经济增长的瓶颈作用已经越来越明显，但是污染排放对经济增长的制约作用还没有得到充分体现，这种反馈作用的滞后期比能源消费的滞后效应时间更长。

第5章分析环境质量变化的机理，以环境污染影响因素分解模型为基础，利用LMDI分解方法将总的污染物排放量变化分解为经济规模、人口增长、产业结构和排放强度四种效应，并且从理论和实证两方面检验隐藏在经济增长背后的各种驱动因素对环境质量变

化的作用。实证结果发现,在我国经济发展的现阶段,经济规模和人口规模的扩大会增加工业三废的排放量,产业结构对工业三废排放变化的影响不确定,短期内产业结构的改变未能对工业污染物的排放起到扭转作用,技术进步对污染排放的贡献为负,这是中和规模效应和人口效应的重要因素,是污染物排放量降低的主要原因。这一部分同时利用分位数回归方法检验了其他因素对污染排放的影响。

第6章考察环境与经济增长关系的区域差异,利用我国各省区的面板数据建立 Panel Data 模型,从东中西部地理区域的角度研究环境污染与经济增长的关系。其得到的结论是,虽然部分污染物与经济增长的关系符合 EKC 倒 U 型的假定,但是从转折点的位置看,我国大部分省份仍然处于污染物产生量和排放量上升的阶段,而且东中西部的污染—收入关系不尽相同。总的看来,工业污染排放量仍然随着人均收入水平的上升而增加,但是在经济相对发达地区,部分生活污染物排放量开始呈现下降的趋势,然而与此同时,这些地区的垃圾围城现象比较严重。

第7章研究环境污染、能源消费与经济增长的相互作用机制,利用我国各省区的面板数据,通过构建同时包含产出方程、污染方程、能源方程的 3E 模型,进一步考察环境与经济增长之间的内在反馈机制,同时检验经济系统外生变量对均衡产出、污染排放和能源消费的影响。估计结果显示,传统的生产要素投入、物质资本和劳动力是我国现阶段经济增长的主要推动力,我国的经济增长仍然处于投资驱动阶段;污染排放和能源消费的转折点还未达到,在现阶段,污染排放是产出无法避免的副产品,经济的快速增长必然伴随着工业污染的增加;能源作为生产过程中重要的资源投入,其消费的增加对产出水平有显著的促进作用。

第8章对全书的主要观点、结论和创新点进行了总结,并在此

基础上提出了环境和经济协调发展的政策建议。

本书的主要创新点如下：

(1) 传统的新古典增长模型中没有考虑环境资源因素对产出水平的影响，随着环境问题的凸显，环境资本作为和人力资本类似的独立于物质资本的一种生产要素，对经济增长的作用越来越不容忽视。另外，关于环境与经济增长的理论模型大多以效用函数为基础，利用最优化理论进行分析，极少从生产函数的角度考虑环境问题与经济增长的关系，以及其他外生因素对二者的影响。基于这两点理由，本书以索洛增长模型为基础，在其中加入环境资本（包括资源存量和生态环境质量）作为生产要素之一，建立环境索洛模型，并利用动态均衡分析方法对其进行定性分析。

(2) 利用 LMDI 因素分解方法将污染排放变化分解为规模效应、人口效应、结构效应、技术效应。虽然理论文献大多从规模效应、结构效应和技术效应三个角度综合推导出环境库兹涅茨倒 U 型曲线的存在，但在实证文献中很少有文章真正将影响收入变化的环境效应进行分解，本书填补了这项实证研究的空白，借鉴将能源消费变化进行分解的方法，采用 LMDI 因素分解方法将污染排放变化分解为规模效应、人口效应、结构效应和技术效应，发现环境污染—收入关系正是这四种效应正负折中的结果，为理论模型提供了更直接的经验支持。

(3) 以内生增长产出模型和 EKC 假定为基础，建立包含产出方程、环境污染方程和能源方程的 3E 模型，对经济、环境污染和能源的相互作用和反馈机制进行分析，进一步考察三者之间的关系，同时分析各种经济因素对经济—资源—环境系统的影响。

(4) 分离生产和生活污染物，对于两类污染物 EKC 的实证分析，选用不同的指标衡量经济增长等影响因素。生产性污染物产生和排放的经济主体是企业，而生活性污染物的排放主体是居民，因

此需要建立不同的估计方程，考察不同的经济因素的影响。本书将这两类污染物区别对待，分别用人均 GDP 和居民消费水平衡量两个方程中的经济增长，对其他的影响因素也根据经济理论和现实情况进行选择，更清楚地探讨了决定二者的经济因素，为设计环境规制时对两类污染物实施不同的政策手段提供了有价值的参考。

以上述环境质量与经济增长的定量研究为依据，本书提出了二者协调发展的政策建议，以促进我国资源和环境可持续发展这一目标的实现。出于各种原因，本书的研究不可能尽善尽美，希望对这一领域有兴趣的学者能在本书研究的基础上，进行进一步的深入研究，从而为我国和全世界改善环境质量、减少污染排放、保护生态平衡、延缓气候变化提供更加行之有效的政策建议，为全人类的可持续发展贡献力量。

夏艳清
2011 年 6 月

目 录

1 导 论	1
1.1 环境问题的出现与发展	1
1.2 我国环境质量的现状	6
1.3 环境的内涵和外延	12
1.4 研究框架	14
2 环境与经济增长研究述评	19
2.1 经济增长理论的发展历程	19
2.2 环境与经济增长的理论研究综述	23
2.3 环境与经济增长的实证研究综述	44
2.4 环境与经济增长研究的评述	51
3 环境与经济增长的动态均衡分析	55
3.1 环境索洛模型设定	55
3.2 环境索洛模型的密集形式	59
3.3 环境索洛模型的动态方程	61
3.4 环境索洛模型中 k 和 e 的动态分析	63
3.5 环境索洛模型的平衡增长路径	65
3.6 参数变化对均衡点的影响	71
3.7 环境索洛模型的结论	73
4 中国环境与经济增长的总体实证分析	76
4.1 环境与经济增长的简化模型	76

4.2	变量的平稳性检验和协整分析	86
4.3	环境与经济增长的误差修正模型	96
4.4	环境与经济增长的 VAR 模型	100
4.5	广义脉冲响应函数分析	107
4.6	方差分解分析	114
4.7	结论及政策建议	117
5	中国环境质量演变机理分析	120
5.1	环境污染影响因素分解模型	120
5.2	环境质量影响因素的理论分析	127
5.3	环境污染变化的因素分解	136
5.4	基于 OLS 的环境污染影响因素实证分析	149
5.5	基于分位数回归的环境污染影响因素实证分析	163
5.6	结论及政策建议	170
6	中国环境与经济增长的区域实证分析	174
6.1	中国区域环境质量现状	174
6.2	Panel Data 模型简介	178
6.3	环境与经济增长实证模型设定	182
6.4	变量的平稳性检验和协整分析	188
6.5	基于 Panel Data 的环境与经济增长实证分析	195
6.6	结论及政策建议	212
7	中国环境污染、能源消费与经济增长的 实证分析	217
7.1	实证模型的构建	218
7.2	变量选取和数据准备	220
7.3	变量的平稳性检验	229

7.4	3E 模型估计结果	230
7.5	结论及政策建议	236
8	结论及展望	239
8.1	本书主要结论	239
8.2	本书主要创新点	249
8.3	政策建议	251
8.4	未来进一步研究的方向	254
	附录	256
附录 A	逐年工业三废排放变化分解结果	256
附录 B	东中西部面板数据变量的描述性统计量	262
附录 C	东中西部面板数据变量的平稳性检验结果	265
附录 D	东中西部工业污染面板数据变量的协整检验	268
	主要参考文献	277
	后记	302

1 导 论

1.1 环境问题的出现与发展

在环境资源变得越来越稀缺、珍贵的今天，诸如酸雨、大气污染引起的温室效应、臭氧层损耗、森林减少、土地和水源污染、土壤侵蚀、稀有动物濒临灭绝、大量危险废料和其他废物的堆积等环境问题已成为人类无法忽视的经济、社会发展问题之一。从根源上说，环境危机的出现是人类经济活动的结果。在前工业时代，环境与经济共存，人类的的生活和经济活动严格受到环境的限制。这一时期农业生产是经济活动的主体，随着人口增加、农业生产规模扩大而出现的森林砍伐、土地侵蚀和过度盐碱化是最早的环境问题，虽然这些问题引发了多个文明的崩溃^①，但是从总体上来看，人类对环境的影响还在环境可以自我恢复的范围内，受害的范围还是局部的。即使到了现代，人类社会仍然受到环境的制约，但是，进入工业社会之后，生产力得到了巨大的发展，使人类忘记了环境的制约，开始改造并破坏环境。这些行为的后果是，环境受到经济体制和经济结构的影响而发生变化，环境问题逐渐成为全球性的问题，同时环境问题的诱因和形态，以及环境政策的确立、发展和衰退都

^① 例如，古罗马帝国时期罗马令人窒息的恶臭、玛雅文明的覆灭、复活岛的故事，参见 E. 库拉（2007）：《环境经济学思想史》，第 1~3 页；汤姆·泰坦伯格（2003）：《环境与自然资源经济学》，第 1~2 页。

受到政治、经济的影响。

在工业化和城市化的初期,环境问题的研究和环境保护活动只不过是和平年代繁荣时期的“边际活动”,而在萧条或战争年代则是首先要被终止的活动^①。在被誉为资本主义黄金时代的20世纪五六十年代,经济高速增长,资本快速积累,在大量生产、大量流通和大量消费的日常经济活动中,环境破坏事故发生的频率越来越高,规模越来越大,给人类生活造成了史无前例的重大危害。历史上著名的“八大环境公害”就发生在这一时期,包括比利时马斯河谷烟雾事件^②、美国多诺拉烟雾事件^③、英国伦敦烟雾事件^④、美国洛杉矶光化学烟雾事件^⑤、日本水俣病事件^⑥、日本四日市哮喘事件^⑦、日本米糠油事件^⑧、日本富山“痛痛病”事件^⑨,其中四件发生在第二次世界大战后经济迅速崛起的日本。这一时期环境问题出现的主要原因包括人口的迅猛增加、城市化的速度加快、工业

① 参见宫本宪一(2004):《环境经济学》,第2页。

② 比利时马斯河谷烟雾事件发生于1930年12月初,河谷工业区中的SO₂和粉尘蓄积于近地层空气中,无法扩散,一周内造成60余人死亡,数千人患呼吸系统疾病。

③ 美国多诺拉烟雾事件发生于1948年10月底,宾夕法尼亚州多诺拉镇受亚热带反气旋控制,出现逆温天气,炼锌、钢铁、硫酸等工厂排放的含有SO₂的废气在近地层大气中无法稀释,4天内死亡人数约17人,约6000人的呼吸系统受损害。

④ 英国伦敦烟雾事件发生于1952—1962年间,伦敦城区的SO₂和烟尘在浓雾不散、尘埃中含有Fe₂O₃的条件下,形成刺激性硫酸烟雾,最严重的是1952年12月,3天内与此有关的死亡人数达4000多人。

⑤ 洛杉矶光化学烟雾事件发生于20世纪40年代,洛杉矶市在晴朗天气情况下出现由汽车尾气中的NO、NO₂、SO₂和碳氢化合物(HC)等经光化学反应所造成的烟雾,刺激人的眼睛和呼吸系统。光化学烟雾首次于1946年在洛杉矶发现,在1955年的严重事件中,65岁以上的老人死亡约400人。

⑥ 日本水俣病事件发生于1935—1965年间,水俣湾化工厂排放含汞废水,致使人和动物患上汞中毒症,中枢神经受损伤,出现听觉、语言、运动失调症状,死亡200多人。

⑦ 日本四日市哮喘事件发生于1955年,四日市炼油厂排放的酸性废气中SO₂浓度过高,导致800余人患哮喘病,死亡30多人。

⑧ 日本米糠油事件发生在1968年,北九州和四国等地的人们食用混入了多氯联苯的米糠油后出现中毒症状,死亡16人,中毒患者10000余人。

⑨ 日本富山“痛痛病”事件发生于1955—1972年,富山县铅锌冶炼厂排出的含镉废水污染了稻米等农作物,从而使入中毒,引起骨痛病,患者130余人,死18人,多人因不堪疼痛而自杀。