**谨以此论文献给尊敬的郭佩芳教授、我的家人以及关 心支持我的朋友**

**------------王光升**

中国海洋经济与海洋环境关系实证研究

学位论文完成日期： 2013 年 3 月

指导教师签字：

答辩委员会成员签字：

**独** 创 声 明

本人声明所呈交的学位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。据我所知，除了文中特别加以标注和致谢的地方外，论文中不包含其他 人 已 经 发 表 或 撰 写 过 的 研 究 成 果 ， 也 不 包 含 未 获 得

（注：如没有其他需要特别声明的，本栏可空）或其他教育机构的学位或证书使用过的材料。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谢意。

学位论文作者签名： 签字日期： 年 月 日

---------------------------------------------------------------------

**学位论文版权使用授权书**

本学位论文作者完全了解学校有关保留、使用学位论文的规定，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，允许论文被查阅和借阅。本人授权学校可以将学位论文的全部或部分内容编入有关数据库进行检索，可以采用影印、缩印或扫描等复制手段保存、汇编学位论文。同时授权中国科学技术信息研究所将本学位论文收录到《中国学位论文全文数据库》，并通过网络向社会公众提供信息服务。（保密的学位论文在解密后适用本授权书）

学位论文作者签名： 导师签字：

签字日期： 年 月 日 签字日期： 年 月 日

中国沿海地区经济增长与海洋环境污染关系实证研究摘 要

中国沿海 11 地区以 13%的土地面积，创造了全国 60%的财富，取得了令人瞩目的成绩。但是在沿海地区经济快速发展的同时，海洋环境污染越来越严重，海洋的生命活力正因为人类的污染行为而不断减弱。因此，加强中国沿海地区经济增长与海洋环境污染关系的研究，对于合理开发利用海洋资源，保护海洋环境， 促进沿海地区经济健康、良性和协调发展具有重要的理论意义和现实意义。

本文以沿海地区经济增长与海洋环境污染之间的关系为研究对象，运用定性分析与定量分析相结合、规范分析与实证分析相结合的研究方法，依据权威机构公开数据，统筹多种计量分析技术，采用多个分析模型，从不同层次、不同纬度、不同角度、不同深度对沿海地区经济增长和海洋环境污染之间的关系进行了全面、系统、科学地分析和研究。试图对沿海地区经济与海洋环境污染的现实状态、相互影响机制以及影响程度有相对精确地把握，进而为各级政府经济发展规划和海洋环境综合治理提供政策建议；同时希望为沿海地区经济增长和海洋环境污染关系的研究开拓一个新的思路，为二者关系更科学、更全面、更深刻、更客观地分析研究提供一个新的视角。

本文的主要内容由三部分组成。第一部分以 VAR 计量分析技术为指导，构建了海洋经济与海洋环境四个分析模型。在对数据进行单位根检验和协整检验的基础上，运用统计分析方法确定了所建 VAR 的滞后阶数，然后进行了模型拟合和稳定性检验，最后使用脉冲响应函数和方差分解方法对估计结果进行了方向和程度上的分析。第二部分以面板数据计量分析技术为指导，使用既包含时间序列信息又包含截面信息的数据，分别构建了三个环境库兹涅茨曲线分析模型；在对数据进行单位根和协整分析的基础上，根据数据特性确定模型形式，然后分别进行了模型拟合和估计结果分析。第三部分以联立方程理论为指导，构建了包含三要素生产函数和对数线性三次环境库兹涅茨曲线为主体联立方程组，分别估算了全国地区、渤黄海地区、东海地区和南海地区四个联立方程系数；运用情景分析方法对四个模型进行了动态冲击分析，而后又以实际数据为依据，客观真实地分析了我国海洋经济和环境当前所处的状态。

通过分析VAR模型得到的主要结论是：赤潮随海洋海洋第二产业增长而增加，其中海洋船舶制造业对赤潮面积的变动影响最明显，海洋环境污染累计污染指数对赤潮的影响作用最大；石油类污染和重金属中镉污染会减少海洋经济总量，疏浚物数值和海水中铜的浓度越高响应地海洋经济总量越大。通过分析面板数据模型得到的主要结论是：沿海11地区的经济和海洋环境污染具有相同的演变途径和趋势，环境库兹涅茨曲线总体呈“N”形，海洋环境污染在经历了一个短暂的改善时期后正不断恶化。通过分析联立方程模型得到的主要结论是：产业结构变动对改善海洋环境污染作用不明显，沿海地区经济增长没能改善海洋环境污染，环保投入总量偏低未起到改善环境污染的作用。

通过本文的研究发现，沿海地区经济增长与海洋环境污染之间存在复杂关系。不但不同的指标之间影响机制不同，而且同一指标在不同地区的关系也存在差异。因此应当从整体上综合把握沿海地区经济增长与海洋环境之间的关系，根据不同地区不同变量的相互关系，采取不同的措施有针对性地实施管控。

关键词：沿海地区；经济增长；海洋环境污染；面板数据； **VAR**；联立方程

A study on the interplay between the coastal economic growth and the marine environmental pollution Abstract

The land of China's 11 Coastal Provinces which accounts for 13% of the whole area created 60% of the national wealth. The result attracts the world's attention. But with the rapid economic development in coastal areas, the marine environmental pollution is becoming more and more serious, marine life decreases because of the pollution of human behavior. Therefore, studying on the relationship between the economic growth in China's coastal areas and pollution of the marine environment, the rational development and utilization of marine resources, the protection of the marine environment, have important theoretical and practical significance to promote the healthy and coordinated economy development in coastal areas.

The paper targets the relationship between the economic growth in coastal areas and the marine environment pollution by using the methods of qualitative analysis and quantitative analysis, normative analysis combined with empirical analysis, based on the authority of public data, and a variety of econometric techniques, using multiple models, from different levels, different latitudes, different angles, Attempts to master the real state of the mutual influence mechanism as well as the influence to relatively accurately so as to provide policy recommendations for comprehensive management of economic development planning and the marine environment at all levels of government. Meanwhile, it tries to explore a new way for the study of economic growth in coastal areas and the marine environment pollution relations and provides a new perspective to study more scientifically, comprehensively, more profoundly, and more objectively.

This paper consists of three parts. The first part builds marine economy and marine environment four analysis model by VAR analysis technology. Based on the unit root test and cointegration test for the data, using statistical analysis method to

Determine the VAR lag order number, and then the model fitting and stability test, it analyzed the estimation results in the impulse response function and variance decomposition method. The second part uses the panel data econometric analysis technology, which contains both time series information and section information, and builds three environmental Kunzites curve analysis model. Based on the unit root and cointegration analysis, determined according to the model of data, it implements the model fitting and estimation analysis. The third part sets up the simultaneous equation, which includes three elements of the production function and the logarithmic linear three environmental Kunzites curve as the main body of simultaneous equations. The coefficients of the equation of four simultaneous national areas, the Yellow Sea area, the East China Sea and South China Sea Area have been estimated. With the scenario analysis method for the four model the dynamic impact, based on actual data, it objectively analyzes the status of the marine economy and environment in our country.

The main conclusions which are drawn by VAR model analysis are: red tide is increased with marine second industry growth. The marine shipbuilding industry and the pollution of the marine environment have greatly changed the red tide area. The oil pollution and heavy metal pollution of cadmium could reduce the total marine economy. The concentration of dredged material numerical and seawater copper higher response to the total marine economy. The main conclusions of the analysis of panel data model are: the economy of 11 coastal areas and the pollution of the marine environment have the same way and trend of development. The environmental Kunzites curve showed" N" shape. The pollution of the marine environment is deteriorating in experienced a short period of improvement. The main conclusions by the simultaneous equation model are: the changes in the industrial structure have little effect on the pollution of the marine environment. The economic growth can't improve the marine environment pollution. The environmental protection investment is not to improve environmental contamination.

This paper shows that there is a complex relationship between economic growth

In coastal areas and the marine environment pollution. Not only different indexes have different effect mechanism, but also the same indicators in different regions are also different. So we should grasp the relationship between economic growth in coastal areas and the marine environment as a whole, according to the relationship between different regions and different variables, taking different measures to control.

**Keyword: Coastal areas; Economic growth; Pollution of the marine environment; Panel data; VAR; Simultaneous equations**

目 录

[1. 绪 论](#_Toc686395814) 4

[1.1 选题背景和研究意义](#_Toc686395815) 4

[1.1.1 选题背景](#_Toc686395816) 4

[1.1.2 研究意义](#_Toc686395817) 4

[1.2 国内外研究综述](#_Toc686395818) 4

[1.3 研究思路和研究方法](#_Toc686395819) 6

[1.4.1 研究思路](#_Toc686395820) 6

[1.4.2 研究方法](#_Toc686395821) 6

[1.5 本文研究框架和创新点](#_Toc686395822) 6

[1.5.1 研究框架](#_Toc686395823) 6

[1.5.2 本文创新](#_Toc686395824) 6

[2、 理论基础和指标介绍](#_Toc686395825) 7

[2.1 计量分析方法理论基础](#_Toc686395826) 7

[2.1.1 VAR理论](#_Toc686395827) 7

[2.1.1 面板数据分析的理论基础](#_Toc686395828) 8

[2.1.2 联立方程理论](#_Toc686395829) 13

[2.2 研究对象指标介绍](#_Toc686395830) 14

[2.2.1 沿海地区相关指标介绍](#_Toc686395831) 14

[2.2.2 沿海地区经济相关指标介绍](#_Toc686395832) 15

[2.2.3 海洋环境污染相关指标介绍](#_Toc686395833) 23

[3、 沿海地区经济增长与海洋环境污染VAR分析](#_Toc686395834) 33

[3.1 指标选取说明](#_Toc686395835) 33

[3.1.1 经济指标](#_Toc686395836) 33

[3.1.2 污染指标](#_Toc686395837) 33

[3.2 海洋经济三次产业与赤潮面积的VAR分析](#_Toc686395838) 33

[3.2.1 数据描述性分析](#_Toc686395839) 33

[3.2.2 数据检验](#_Toc686395840) 33

[3.2.3 模型估计](#_Toc686395841) 37

[3.2.4 模型稳定性检验](#_Toc686395842) 44

[3.2.5 脉冲响应函数分析](#_Toc686395843) 45

[3.2.6 方差分解分析](#_Toc686395844) 46

[3.3 八个海洋产业与赤潮面积的VAR分析](#_Toc686395845) 48

[3.3.1 数据描述性分析](#_Toc686395846) 48

[3.3.2 数据处理与检验](#_Toc686395847) 48

[3.3.3 模型估计](#_Toc686395848) 53

[3.3.4 模型稳定性检验](#_Toc686395849) 83

[3.3.5 脉冲响应函数](#_Toc686395850) 83

[3.3.7 方差分解分析](#_Toc686395851) 87

[3.4 海洋经济与赤潮面积、含油污水排放量、疏浚物倾倒量VAR分析](#_Toc686395852) 93

[3.4.1 数据描述性分析](#_Toc686395853) 93

[3.4.2 数据处理与检验 1、数据的平稳性检验。对2001—2010年我国数据利用Eviews软件进行ADF](#_Toc686395854) 93

[3.4.3 模型估计](#_Toc686395855) 97

[3.4.4 模型稳定性检验](#_Toc686395856) 104

[3.4.5 脉冲响应函数分析](#_Toc686395857) 105

[3.4.6 方差分解分析](#_Toc686395858) 106

[3.5 pH值、无机氮、溶解氧和重金属与海洋经济的VAR分析](#_Toc686395859) 108

[3.5.1 数据描述性分析](#_Toc686395860) 108

[3.5.2 数据处理与检验 1、数据的平稳性检验。对2001—2010年我国数据利用Eviews软件进行ADF](#_Toc686395861) 108

[3.5.3 模型估计](#_Toc686395862) 113

[3.5.4 模型稳定性检验](#_Toc686395863) 125

[3.5.5 脉冲响应函数分析](#_Toc686395864) 125

[3.5.6 方差分解分析](#_Toc686395865) 129

[3.6 本章小结](#_Toc686395866) 131

[4、 沿海地区经济增长与海洋环境污染面板数据模型分析](#_Toc686395867) 131

[4.1 指标和模型说明](#_Toc686395868) 131

[4.1.1 经济数据](#_Toc686395869) 131

[4.1.2 环境数据](#_Toc686395870) 132

[4.1.3 模型说明](#_Toc686395871) 132

[4.2 面板数据模型一](#_Toc686395872) 132

[4.2.1 数据描述性分析](#_Toc686395873) 132

[4.2.2 单位根检验](#_Toc686395874) 132

[4.2.3 模型形式的判断](#_Toc686395875) 134

[4.2.4 模型拟合和分析](#_Toc686395876) 137

[4.2.5 结论分析](#_Toc686395877) 140

[4.3 面板数据模型二](#_Toc686395878) 140

[4.3.1 数据描述性分析](#_Toc686395879) 140

[4.3.2 单位根检验](#_Toc686395880) 141

[4.3.3 模型形式判断](#_Toc686395881) 142

[4.3.4 模型拟合和分析](#_Toc686395882) 145

[4.3.5 结论分析](#_Toc686395883) 147

[4.4 面板数据模型三](#_Toc686395884) 147

[4.4.1 数据描述性分析](#_Toc686395885) 147

[4.4.2 单位根检验](#_Toc686395886) 148

[4.4.3 协整检验](#_Toc686395887) 149

[4.4.4 模型形式的判断](#_Toc686395888) 153

[4.4.5 模型拟合](#_Toc686395889) 156

[4.4.6 结果分析](#_Toc686395890) 159

[4.5 本章小结](#_Toc686395891) 159

[5、 沿海地区经济与海洋环境污染联立方程分析](#_Toc686395892) 159

[5.1 指标和模型说明](#_Toc686395893) 160

[5.1.1 经济指标](#_Toc686395894) 160

[5.1.2 环境指标](#_Toc686395895) 160

[5.1.3 其他指标](#_Toc686395896) 160

[5.1.4 模型说明](#_Toc686395897) 160

[5.2 基于全国数据的联立方程分析](#_Toc686395898) 160

[5.2.1 数据描述分析](#_Toc686395899) 160

[5.2.2 估计结果](#_Toc686395900) 161

[5.2.3 情景分析](#_Toc686395901) 169

[5.2.4 模型结果数据分析](#_Toc686395902) 169

[5.3 基于渤黄海数据的联立方程分析](#_Toc686395903) 169

[5.3.1 数据描述分析](#_Toc686395904) 169

[5.3.2 估计结果](#_Toc686395905) 170

[5.3.3 情景分析](#_Toc686395906) 178

[5.3.4 模型结果数据分析](#_Toc686395907) 178

[5.4 基于东海数据的联立方程分析](#_Toc686395908) 179

[5.4.1 数据描述分析](#_Toc686395909) 179

[5.4.2 估计结果](#_Toc686395910) 180

[5.4.3 情景分析](#_Toc686395911) 187

[5.4.4 模型结果数据分析](#_Toc686395912) 188

[5.5 基于南海数据的联立方程分析](#_Toc686395913) 188

[5.5.1 数据描述分析](#_Toc686395914) 188

[5.5.2 估计结果](#_Toc686395915) 189

[5.5.3 情景分析](#_Toc686395916) 197

[5.5.4 模型结果数据分析](#_Toc686395917) 197

[5.6 本章小结](#_Toc686395918) 198

[5.6.1 关于研究思路的总结](#_Toc686395919) 198

[5.6.2 联立方程分析的结论](#_Toc686395920) 198

[6、 结论和政策建议](#_Toc686395921) 199

[6.1 本文结论](#_Toc686395922) 199

[6.1.1 VAR模型分析得到的结论](#_Toc686395923) 199

[6.1.2 面板数据模型分析得到的结论](#_Toc686395924) 199

[6.1.3 联立方程模型分析得到的结论](#_Toc686395925) 199

[6.2 政策建议](#_Toc686395926) 200

[6.3 论文不足](#_Toc686395927) 200

[6.4 下一步研究重点](#_Toc686395928) 200

[参考文献](#_Toc686395929) 200

# 1. 绪 论

## 1.1 选题背景和研究意义

### 1.1.1 选题背景

海洋占据地区百分之七十的面积，是人类的资源宝库，也是人类生存和发展的空间支持。生命起源于海洋，人类的发展也将依存于海洋。一方面，地区陆地上的资源已经不能支持经济社会的继续发展，另一方面陆地的空间决定了人类也必须走向海洋。所以21世纪是海洋的世纪，沿海国家纷纷把目光转向了海洋，寻求未来发展的支点。世界各国已经开始开发利用海洋资源，大力发展海洋，正在不断加强对海洋的研究、开发和利用，并已经取得了丰硕的成果。中国沿海

11地区的陆地面积仅占全国总面积的13%，但是却集聚全国40%的人口，创造了全国60%的财富。随着沿海地区经济的快速发展，一方面大量陆地污染物被排放到海洋中，另一方面海洋环境在开发海洋矿业资源和海洋油气资源过程中、在滨海工程建设和沿海产业发展过程中，遭到直接污染。海洋的生命活力正在因为人类的污染行为而不断减弱。合理开发利用海洋资源，保护海洋环境，促进沿海地区经济进而海洋经济的健康、良性和协调发展是我们必须要解决好的重大问题。

### 1.1.2 研究意义

#### 1、 研究的理论意义

第一、中国关于沿海地区经济和海洋环境污染的理论研究比较少。以沿海地区经济为研究对象的文章倾向于将沿海地区作为区域经济的一部分，进而与中部地区或者西部地区作对比，忽视了海洋对沿海地区经济和环境的影响。对于沿海地区经济的研究很多学者偏重于海洋产业结构优化升级、海洋功能区划等方面，研究的重点是怎样更好地利用海洋资源，怎么才能以更快的速度来发展发展沿海地区经济。对于海洋环境污染方面，研究的重点多是一些技术性研究，如研究船舶的溢油过程及风化过程，营养盐的分布变化特点，有机质及重金属的污染效应等。因此将沿海地区经济与海洋环境污染放在一个体系中进行研究，分析二者之间的关系进而确定二者之间的影响机制，具有重要的理论意义。

第二、从研究的方法上来看，对沿海地区经济与海洋环境污染关系的研究，一般都停留在纯理论的分析层面，使用的较多的是推理和演绎方法，得出来的基

本都是一些主观判断上的结论。对于部分使用数量统计分析方法的研究，使用的多是一些诸如图表工具之类的简单方法，得出来的结论也只是停留在简单的描述性分析层面，很少有进行深层次的影响程度等方面的研究。

第三、对于部分使用计量分析方法进行的沿海地区经济和海洋环境污染关系研究，一般只是基于环境库兹涅茨曲线假设基础展开，很少使用其他计量分析方法，所得到的也只是沿海地区经济对海洋环境污染影响的简单轨迹，并没有进行深入的影响机制和影响程度的分析。

#### 2、 研究的现实意义

毫无疑问，经济发展会导致环境问题，海洋环境污染目前所呈现的污染状况也是由沿海地区经济发展所造成的。但是沿海地区经济和海洋环境污染目前究竟是一种什么关系，沿海地区经济对海洋环境污染的影响程度是什么样的，海洋环境污染又会如何对沿海地区经济反向影响，针对这些问题的研究分析，对于中央政府、地方政府制定经济发展规划、明确海洋环境污染治理目标都有现实意义。

第一、对于中央政府来说，只有从整体上明确了沿海地区经济和海洋环境污染所处的状态，才能够统筹海洋资源，合理确定海洋功能区划，最大限度地提升沿海地区经济以及沿海地区经济的发展质量，最有效果地规范、引导海洋产业结构优化升级，最有成效地对海洋环境污染进行治理。

第二、对于沿海地区的政府而言，只有明确了本地区经济与海洋环境污染的影响机制和影响程度，才能够立足自身条件制定详细的经济发展目标，才能确立符合地区发展条件的海洋主导产业，才能统筹兼顾合理开发利用本地区的海洋资源，才能有针对性的限制、转移、淘汰导致高污染的相关企业。以求得最小的海洋环境污染代价，得到最高的经济发展成果。

## 1.2 国内外研究综述

1、国外研究综述

经济的发展会对环境造成影响，因为发达国家的经济发展水平较高，较早地遭遇到环境问题，因此在这方面国外的学者研究的时间比国内的早。

Meadows[1](1972)、Cleveland[2](1984)、Arrow[3]（1995）等认为经济发展会对环境施加压力，当这种压力超过环境的承载能力时，生态系统将会崩溃。

进入上世纪90年代后，环境与经济增长的实证研究主要围绕库兹涅茨曲线

（EKC）展开。第一个关于EKC的实证研究是Grossman和Krueger[4](1991年)，在他们的论文中使用的环境指标是城市大气污染浓度和水污染指标，使用的经济指标是人均GDP，经过统计回归分析得到的结果是，环境污染变化与人均收入水平的变花变现出明显的规律性，用图形表示就是环境与经济呈倒U形关系。

Shafik和Bandyopadhyay[5]（1992）为了更好地分析经济与环境之间的关系，首先扩大了指标范围，将时间范围扩大为1960年至1990年；其次扩大了地域范围，

使用的是149个国家的数据；再次，扩大了环境指标数量，使用的环境指标有

10种；最后还扩大了函数种类，使用了线性对数函数式、二次对数函数式以及三次对数函数式。这份研究被1992年的世界发展报告所部分采用。Panayotou[6]

（1993）使用二次多项式模型，剔除价格因素影响后，研究了世界范围内的54个地区的污染情况，以人均收入为经济发展指标。经过分析得到了同一个结论，即所有的模型估计后的结果均为倒U形。证实是环境库兹涅茨曲线的存在。

使用二氧化碳为环境指标的研究有：Panayotou[7]（1997）以二氧化碳为环境的代表指标，使用三项多项式模型、反映技术外生性的线性模型已经效应模型等三个计量分析技术，分析了经济与环境之间的关系。从总体上来讲，二氧化碳

与经济发展之间存在倒U性关系。Galeotti和Lanze[8(] 1999)、Azomahouetal[9]

（2006）以及Vollebergh et al[10]（2009）研究了经济发展对二氧化碳排放量的影响等等。

使用其他环境指标的研究有：Grossman和Krueger研究了经济发展对空气烟尘及水体有害物质排放量的影响，Canas Angela, FerraoPaulo,

ConceicaoPedro等[11]（2003）研究了16个工业化国家原材料与人均GDP之间的关系，印证了倒U型0EKC曲线217-229. Selden and song[12]（1995）用世界资源的纵向数据，估计了四种空气传播的污染物质SO2、NOx、SPMT、CO排放量的EKC，研究发现这四种污染物质的排放量与人均GDP之间均呈倒U型关系，其中SO2和CO排放量的转折点低于$l0000，但SPMT和NOx的EKC转折点发生在超过人均

GDP$10000，他们的结论认为全球污染排放量在以后的几十年内还将继续增长，全球大气污染在未来的年份里将进一步趋于恶化，必须经历一个非常长的时期后才会下降。Holtz-Eakin和Selden[13]（1995）以面板数据为研究对象，利用环境库兹涅茨模型的二次函数和对数形式，对一氧化碳排放量与人均GDP进行了回归

分析。该研究得到的结论是，一氧化碳排放量与人均GDP之间基本呈单调递增关系，即人均GDP的增加将导致一氧化碳量的增大。该分析证实了环境库兹涅茨曲线的存在并非是必然。J. Andreoni和A. Levinson[14]（1998）在其研究论文中以汽车尾气中的所含铅的排放量为环境污染指标，以人均GDP为经济指标，为了提供分析的精度将研究范围扩大到二十年间的四十八个地区，最后得到的研究的结果是经济与污染物排放量之间符合经典的倒U形环境库兹涅茨曲线特征。Anil. M, Alexander. C and Suzette[15]（2006）等利用不同样本数据研究了经济发展对二氧化硫排放量的影响。

随着研究的不断深入，环境库兹涅茨曲线的形状出现，除了倒U形曲线外，还呈现出正U形和N形，还有学者得到环境与经济同向变动趋势。研究结果为倒

U形曲线的有：David F. Bradford and Rebecca Schliecker[16]（2000）等对不同污染物与收入之间的关系进行了分析，认为倒U形环境库兹涅茨曲线是存在的，EKC模型成立。Friedl和Getzner[18]（2003）以二氧化碳为环境分析指标，以1960年至1999年的奥地利为研究对象，得到的结论是经济与环境之间环境库兹涅茨曲线呈N性。Bruyn[19](2000)、Roldan[20](2001)、Cole[21](2004)、Unruh和Moomaw[22](2001)、Dinda[23]（2004）等人研究都得出基本相同的结论，即污染指标与人均收入间的关系存在倒U曲线关系。研究结果显示EKC曲线呈正U形的有：Kaufmann[24]（1998）等人的研究表明人均收入和SO2排放之间呈正U形，Stern[25](2002)，Kaufmann[26]（1998）研究成果显示EKC曲线呈“U”形。研究结果显示EKC曲线呈N形的有：De Bruyn[27]（2000）研究成果显示EKC曲线呈“N”形。研究成果显示EKC曲线呈单调递增趋势的是Stern[28]（2001）。

有关EKC曲线的原因分析的研究有：Grossman和Krueger、David[29](2002)、

Panayotou等从经济结构的改变解释EKC现象, Panayotou、Lopez[30](1994)、David[31-33](2000, 2002)、Markus[34]（2002）等也从经济结构的变化来说明EKC曲线存在的原因。Copeland和Taylor[35](1994)、Suri[36](1998)、Roldan[37](2001)等从贸易对环境的影响角度来研究EKC, Lopez[38](1994)、Copeland[39](1994)、Copeland B, Taylor M[40](2003)、Suri[41](1998)、Roldan[42]（2001）等也研究环境受贸易的影响并分析EKC存在的原因。Selden和Song[43](1995) 、

Markus[44](2002)等则从技术进步的角度来分析 EKC. Copeland和Taylor [45]

（1994）、Rock[46（] 1996）从市场机制方面研究EKC. Hettige H, Lucas R, Wheeler

D等[47]（1992）从规制理论方面分析EKC. Stern D探究影响环境质量（除了收入外）的其他因素，如生产规模、产业结构、贸易、技术等对环境质量的影响。Torras M, Boyce J[48]（1998）重视非经济因素，如社会资本、公众参与、环境自愿组织、民主政治、收入分配等对环境质量的影响。

对EKC曲线反思的研究：Stern[49]（2004）认为目前所建立的理论模型没有一个被经验所证实。Panayotou T[50]（1997）认为现有研究大多探讨EKC及其拐点预测，所建模型是收入—环境简化模型，这类研究实际上只是对环境质量随经济发展变化的一种现象描述，没有分析二者之间存在的机理，经济—环境关系依然处于“黑箱”( Black Box)状态。Ezzati M[51]（2001）认为现有研究大多只注重经济对环境的影响而对环境反作用于经济方面较少考虑，所建立模型是基于经济影响环境的单向模型，这种对经济与环境之间不合理设定将不可避免地导致研究结论出现偏误。

2、国内研究综述

第一、我国经济与环境研究综述。我国经济经过了一个高速发展的阶段，与经济总量大幅增长相同步的是环境污染越来越严重。国内专家和学者使用各种分析技术，依据不同的指标变量，从不同的侧面对我国经济与环境之间的关系进行了大量的分析和研究，试图揭示二者之间的影响机制和程度。目前比较前沿的一些研究，集中在VAR分析技术、面板数据分析技术和联立方程分析技术上。

向量自回归即VAR是一种比较成熟的计量分析技术，目前正作为一种有效的工具用于分析经济和环境的相互关系。[闫新华](http://lib.cqvip.com/ZK/search.aspx?Query=%e9%97%ab%e6%96%b0%e5%8d%8e&amp;Type=A)，[赵国浩](http://lib.cqvip.com/ZK/search.aspx?Query=%e8%b5%b5%e5%9b%bd%e6%b5%a9&amp;Type=A)[52]（2009）使用1985

年至2006年ft西地区的数据建立了一个向量自回归模型，然后使用脉冲响应函数技术进行了动态分析，使用方差分解分析技术进行了要素贡献度分析。得出的结论是经济发展与环境污染会相互影响，但是经济对环境的影响程度较大，表现[明显。李琳](http://search.cnki.com.cn/Search.aspx?q=author%3A%E6%9D%8E%E7%90%B3)、[朱金ft](http://search.cnki.com.cn/Search.aspx?q=author%3A%E6%9C%B1%E9%87%91%E5%B1%B1)、[高润霞](http://search.cnki.com.cn/Search.aspx?q=author%3A%E9%AB%98%E6%B6%A6%E9%9C%9E)[53]（2009）使用国内生产总值、工业废水排放量、工业二氧化硫排放量、工业固废排放量和工业粉尘排放量等指标建立的VAR模型。重点研究经济发展与环境污染随着时间变化的影响关系。最后的结果是经济总量的增加会导致环境状况的变差，文章同时还得到结论环境对经济有反向影响作用。[崔和瑞](http://search.cnki.com.cn/Search.aspx?q=author%3A%E5%B4%94%E5%92%8C%E7%91%9E)、[王娣](http://search.cnki.com.cn/Search.aspx?q=author%3A%E7%8E%8B%E5%A8%A3)[54]（2010）以1995年至2006年为分析区间，建立了一个能

源消耗-经济发展-环境污染的向量自回归模型，预测了1995年至2015年的数据，使用脉冲响应函数和方差分解技术队三者之间的影响方向和影响强度进行了分析。张锋，胡浩，张晖[55]（2010）使用江苏地区1997年至2007年的农业污染指标和江苏省经济发展水平，构建了一个向量自回归模型，使用方差分解进行了分析，得到的结论是经济总量的增加会导致环境污染的加大，同时环境对经济的影响有滞后期。彭文斌，田银华[56]（2011）以湖南省为研究对象，运用VAR模型的广义脉冲响应函数法与方差分解法，分析了1985-2008年间三类环境污染指标与人均GDP之间的长期动态影响特征。得到的结论是经济增长与环境污染之间存在相互影响，但是影响的程度有区别。彭文斌，李启平，邝嫦娥，吴伟平[57]

（2011）采用VAR模型，研究我国环境规制与外商直接投资之间的关系，使用了广义脉冲响应函数与方差分解法，得到的结论是外商直接投资是解释各类环境规制预测方差的重要变量。周德田、郭景刚[58]（2012）建立了青岛市人均国内生产总值和环境污染物排放量的VAR模型。经对变量的动态冲击进行分析，得到的结果是环境会因为经济的发展而恶化，但是由于环境承载力的原因，环境污染对经济发展的影响存在时滞现象。上述研究以不同地区为对象，使用了多种环境污染指标，得到了很多重要的结论，对于明确我国经济与环境之间的关系，以及相互之间的影响机制进行了重要分析。但是其中也存在一些问题，主要表现了数据检验和模型检验方面。因为建立VAR模型的数据前提为数据平稳，不少研究数据检验工作不到位；此外VAR模型建立以后需要对其进行稳定性检验，模型结果只有通过了稳定性检验才能接受，才能使用模型结果进行下一步的分析。

VAR技术是一种有效的计量分析工具，但是用于海洋环境污染的分析相对较少。面板数据即有截面信息又含有时期特征，包含的数据信息比较全面，越来越

多的专家学者开始使用面板数据进行计量分析。使用面板数据进行经济与环境的分析的研究正在成为研究的重点，一些专家学者在这方面也取得了很多优秀的成[果。彭水军](http://social.wanfangdata.com.cn/Locate.ashx?ArticleId=cjwtyj200608001&amp;Name=%e5%bd%ad%e6%b0%b4%e5%86%9b)、[包群](http://social.wanfangdata.com.cn/Locate.ashx?ArticleId=cjwtyj200608001&amp;Name=%e5%8c%85%e7%be%a4)[59]（2006）在文中，以面板数据模型为分析基础，使用了废水排放量、工业废气排放量和工业废旧固体排放等多个污染指标，验证EKC曲线在中国的应用。他们得到的结论是EKC曲线的形状并不固定，倒U形曲线不仅和数据有关系，还受选取的指标以及模型估计的方法的影响。熊鹰、徐翔[60]

（2007）使用面板数据构建了外商直接投资影响因素经济计量模型，取半对数函

数形式，其研究结论是污染避难所假说基本不成立，放松环境管制可能导致外资产业结构趋于污染加重。宋涛、郑挺国[61]（2007）,佟连军以环境库兹涅兹曲线模型为理论基础，利用面板单位根和面板协整方法研究中国省区1985-2004 年间

废气、废水和固体废弃物3种污染物排放量与收入之间的关系，其实证结果显示变量之间存在长期EKC关系，只是所处的阶段不同。李国柱[62]（2007）以1997年至2007年为研究区间，研究的主要目的是环境标准的提高与企业技术升级改造是否有关系；经过实证分析，作者认为环境管制的程度对技术升级有影响，即增加环境管控专利数量为上升。[包群](http://social.wanfangdata.com.cn/Locate.ashx?ArticleId=sjjjyj200809005&amp;Name=%e5%8c%85%e7%be%a4)、[刘蓉](http://social.wanfangdata.com.cn/Locate.ashx?ArticleId=sjjjyj200809005&amp;Name=%e5%88%98%e8%93%89)[63]（2008）使用中国30个省级地区的面积数据分析经济发展和国际贸易的关系，在模型中还加入了商品价格指标、人力资本指标、地区软环境、以及开放程度等因素。通过分析，文章得出商品价格和市场经济发展对国际贸易有正向影响，其他因随对国际贸易影响很小。周曙东、张家峰，葛继红，王传星[64]（2010）使用行业面板数据，分析了1996年至

2007年江苏地区的经济总量和大气污染物排放之间的关系，文章通过分析认为，环境污染增加会带来经济的增长，但是不同行业的环境污染水平各不相同。施平[65]（2010）以1997年至2007年为研究区间，使用了废水、废气和废固等环境代表指标，以面板数据模型为研究基础，进行了环境EKC分析；他最后得出的结论是目前我国经济发展与环境之间的曲线形状为N形，并不是倒U[形。贺文华](http://social.wanfangdata.com.cn/Locate.ashx?ArticleId=lnczxb201004010&amp;Name=%e8%b4%ba%e6%96%87%e5%8d%8e)[66]（2010）以我国东部11地区和中部8个地区为研究的地域范围，7个污染指标数据为分析对象，运用面板数据模型，对比分析了中国东部和中部的FDI对环境的影响。得到的结论是环境污染受FDI的影响存在地区差异，“污染天堂假说”没有体现。龙志和、陈青青[67]（2011）以二氧化碳排放量为环境污染代表指标，以1997年至2007年为数据研究期间，使用面板数据数据模型分析我国经济与环境之间的关系。经过区域间的对比分析之后，得到我国不同地区的环境库兹涅茨曲线的形状各不相同。[汪克亮](http://social.wanfangdata.com.cn/Locate.ashx?ArticleId=glxb201207021&amp;Name=%e6%b1%aa%e5%85%8b%e4%ba%ae)、[杨宝臣](http://social.wanfangdata.com.cn/Locate.ashx?ArticleId=glxb201207021&amp;Name=%e6%9d%a8%e5%ae%9d%e8%87%a3)[68]（2012）使用2000年至2008年的数据，以面板数据模型为分析技术，对比分析了我国能源消耗的经济贡献率。文章通过分析认为，区域不同的能源贡献率也不相同，究其原因是环境管制条件。上述专家学者的研究拓展了经济与环境分析的思路和研究方法，但是与VAR分析技术相类似，面板数据模型也需要对数据进行平稳性和协整检验，这是建立面板数据模型的基础和重点，上述部分学者在这方面的工作欠缺。同时，面板数据模

型之所以得到认可并广泛应用，其中一个重要原因就是模型主要依靠数据得出结论；面板数据模型有三种形式，到底采用哪种模型形式需要根据数据的特性来决定。在模型形式选择方面，部分学者缺乏详细的分析过程。另外，使用面板数据模型分析海洋环境污染的研究尚不多见。

因为经济与环境之间存在着复杂的关系，使用联立方程可以将多个变量纳入统一的分析体系中，能够比较客观真实地反映经济以及其他各种因素对环境的影响。目前联立方程技术对于分析经济与环境之间关系仍然是一种有效的方法，一些学者和专家正在对这种技术进行改良和完善。[黄菁](http://social.wanfangdata.com.cn/Locate.ashx?ArticleId=cmyj201005002&amp;Name=%e9%bb%84%e8%8f%81)[69]（2010）构建了由生产函数、污染排放函数和环境污染治理函数的联立方程来分析环境污染与城市经济增长之间的关系，通过对联立方程估计结果的分析，得出中国城市环境库兹涅茨曲线符合倒U型假说。[张学刚](http://social.wanfangdata.com.cn/Locate.ashx?ArticleId=cjkx201010015&amp;Name=%e5%bc%a0%e5%ad%a6%e5%88%9a)与[钟茂初](http://social.wanfangdata.com.cn/Locate.ashx?ArticleId=cjkx201010015&amp;Name=%e9%92%9f%e8%8c%82%e5%88%9d)[70]（2010）的文章中构建了由六个方程组成的联立方程组，分析了外商直接投资与环境污染之间的关系，得出结论是

FDI带来的经济规模的扩大增加了污染排放，引致的经济结构的优化和技术水平提高减少了污染排放。张学刚[71]（2010）在另一篇与王玉婧的文章中将经济总量、产业结构和技术作为经济因素，将环境规制和环保投入作为政府因素，把环境意识和环保参与作为社会因素，构造了两个方程的联立方程组，综合分析这些因素对环境影响。曹大宇、李谷成[72]（2011）在使用省际面板数据，构造了—个包括污染方程和产出方程的联立方程模型，对我国农业环境库兹涅茨曲线进行了检验。其结论是，在人均化肥投入和人均农业产出之间不存在倒U型的EKC关系，而在人均农药施用和人均农业产出之间存在倒U型的EKC关系。[谢涓](http://social.wanfangdata.com.cn/Locate.ashx?ArticleId=jjjw201205001&amp;Name=%e8%b0%a2%e6%b6%93)、[李玉双](http://social.wanfangdata.com.cn/Locate.ashx?ArticleId=jjjw201205001&amp;Name=%e6%9d%8e%e7%8e%89%e5%8f%8c)、[韩峰](http://social.wanfangdata.com.cn/Locate.ashx?ArticleId=jjjw201205001&amp;Name=%e9%9f%a9%e5%b3%b0)[73]（2012）使用面板数据构建了一个经济增长与环境规制的联立方程模型，得到三个结论，首先全国范围内经济可以影响环境而环境对经济没有影响，其次经济欠发达地区环境和经济之间没有关系，经济发达地位，环境既受经济的影响，也反向影响经济。陈红雷、陈秋锋构[74]（2009）建了一个同时包括污染方程与产出方程的联立方程组，经过分析得出产业结构的变化是影响环境质量的重要因素，贸易开放程度与环境质量相关关系不显著。上述这些学者的分析和研究使用不同的经济和环境指标，根据各种的分析目的构建了多种联立方程组，从不同侧面分析了经济与环境，以及其他如环境规制等因素与环境之间的关系。但是，这些研究只是针对联立方程中的系数进行的简单分析，没有进行更深层次的

动态分析，使用模型结论结合现实分析的研究不多；此外部分论文的拟合系数没有通过显著性检验，因此其分析效果和说服力稍显不足；同时，使用联立方程分析海洋环境污染的研究目前相对较少。

第二、我国海洋环境污染研究综述。进入21世纪后，我国经济的迅猛发展导致了海洋环境受到污染，从那时起我国专家学者开始关注海洋环境，并开始了对海洋环境污染的研究。对海洋环境污染的研究是一个逐渐深入的过程，目前对海洋环境污染的研究还在不断拓展和细化。总体来说，目前的对海洋环境污染的研究偏重于理论推导和演绎分析，对海洋环境污染的量化分析较少。刘岩、王昭正[75]（2001）论述了海洋监测技术对于社会发展和经济建设的必要性和重要性，提出了与国外的差距，针对ft东省海洋监测技术做了现状分析，提出了发展海洋监测技术的框架和建议。王文瀚、杨坤[76]（2001）通过分析认为海洋经济将会成为经济社会新的增长极，但是海洋环境也将会随着海洋资源的开发利用而受到严重污染；在这个分析判断的基础上，提出了保护海洋环境和发展海洋经济的建[议。朱大奎](http://social.wanfangdata.com.cn/Locate.ashx?ArticleId=szybh200306005&amp;Name=%E9%8F%88%E5%8D%9E%E3%81%87%E6%BF%82%3F)[77]（2003）通过分析江苏的海洋环境，得出江苏省的地址条件和潮流等条件满足深水港建设的条件，建设深水港口有利于江苏的经济发展。王琪、何广顺[78]（2004）认为海洋经济发展必然会导致海洋环境恶化，问题解决必须依靠宏观的政府、中观的企业和微观的民众三方共同努力。叶属峰、房建孟[79]

（2006）结合长江三角洲地区海洋经济发展的特点，提出了长江三角洲海洋生态保护和发展的原则，论述了海洋生态建设的重要意义。王琪、高忠文[80]（2007）认为我国治理渤海地区的环境治理存在很多的问题。需要解决的问题是：提高对渤海环境保护重要性的认识，促进渤海环境管理综合协调机制运行的制度化与规范化。郑琳、崔文林、贾永刚[81]（2007）以青岛海洋倾倒区为例，研究海洋倾倒导致的海洋生态环境变化，其结论是海洋倾倒已经引起海水水质、沉积物和生物种群发生变化。孟德花、刘家沂[82]（2008）以人工岛为研究对象，分析了人工岛建设所带来的负面问题，分析了海洋生态环境保护的重要性，提出了完善配套法律法规，建立和谐海洋生态秩序的政策建议。宋伟、盖美[83]（2008）在对辽宁省发展和污染的现实状况全面把握的基础上，认为辽宁省目前的海洋环境因为海洋经济的发展而受到了污染，海洋环境的污染反过来又限制了海洋经济的高层次的发展。唐雪水[84]（2008）论证了海洋环境保护规划对于协调海洋环境和海洋

经济的关系重要性，提出加强海洋环境保护规划必要性和紧迫性。周颖、钟昌标[85]（2008）文章从分析近海养殖污染源入手，在理论上阐明近海养殖影响海洋渔业环境的形成过程和作用机理，在实践上提出近海养殖可持续发展的对策。吴珊珊、刘容子、齐连明、梁湘波[86]（2008）分析了渤海区域海洋经济的发展状况，提炼了沿海地区海洋经济的发展特点，针对经济发展的优势和瓶颈提出了海洋经济和海洋环境协调发展的政策建议。郑冬梅、洪荣标[87]（2008）分析了海洋环境文化与海洋经济的辩证关系，从海洋环境文化层面剖析海洋环境问题原因，提出了海洋环境文化建设的对策思路。仓定稳、仓定仲[88]（2009）论述了加强海洋环境资源管理和保护的重要性和紧迫性，提出了加强海洋环境保护和管理、实施海洋经济可持续发展的具体措施。王震、李宜良[89]（2009）通过介绍环渤海区域经济发展现状，总结其发展的特点，分析渤海区域经济发展的制约因素，针对发展中的瓶颈与不足，提出促进环渤海区域经济发展的政策建议。[周志强](http://social.wanfangdata.com.cn/Locate.ashx?ArticleId=nyjj201005020&amp;Name=%E9%8D%9B%E3%84%A5%E7%B9%94%E5%AF%AE%3F)[90]

（2010）通过分析指出要保持海洋经济的可持续发展就必须强化对海洋环境的保护。高艳波、柴玉萍、刘玉新、王芳[91]（2011）论述了国内外在绿色海洋可再生能源技术、绿色海洋生物质能开发利用技术、绿色造船技术及其自治式水下潜器技术的进展，提出确立绿色海洋技术的战略地位建议。张相君[92]（2012）从法律的角度探讨了海洋环境对与海洋经济发展的重要作用，并阐述了加强法律制度构建对于保护海洋环境的重要性。吴玉宗[93]（2012）认为在海洋开发中仍然走先污染后治理的路子，将会后患无穷，所以需要从规划、审核、整合监管机构、加强环境问责等方面着手加强海洋环境监管。

除了理论分析外，也有部分学者使用计量分析工具，对海洋环境污染进行量化分析。在这方面较早进行研究的学者是张德贤。张德贤、王正林、戴桂林、王舰[94]（2000）在2000年创建了一个包含资源、环境、经济和技术为要素的理论模型，分析了交易、税收等对海洋环境管理政策的影响。得出的结论是：要实现海洋资源开发和利用的可持续性，就必须完善海洋环境政策管理体系。张德贤、陈中慧[95]（2001）等人运用可持续发展理论，在改进国内著名学者潘家华所提出的模型基础上，构造了海洋经济可持续发展理论模型，并运用模型进行了定量分

析。王正林、张德贤、陈中慧[96（] 2002）从经济与环境的关系出发，借助于Remsey

环境模型，在考虑经济承受能力的基础上，分析通过征收环境税用于环保产业以

减少污染以提高环境质量的可行性。蔡静、赵光珍[97]（2005）以辽宁省大连市为研究对象，运用数学分析技术研究了海洋经济和海洋环境之间的关系，得出了目前海洋经济发展和海洋环境保护之间的关系不协调。蔡静、张翠霞、侯磊[98]

（2007）应用主成分分析方法，对大连海洋经济和环境发展两者之间的关系进行定量分析，构造出综合评价函数。盖美、周荔[99]（2008）利用辽宁省1996至2005年数据建立模型，剖析辽宁省海洋经济增长与环境污染水平的演变规律。结果表明，环境库兹涅茨曲线假说在辽宁省海洋经济方面并不成立。秦怀煜、唐宁[100]

（2009）利用计量模型对我国海洋经济环境库兹涅茨曲线的存在性进行实证检验，结果表明我国海洋的环境库兹涅茨曲线并不显著。戴桂林、安平、高金田[101]

（2010）以数量统计分析的思路来研究经济和环境之间的关系，构建了环保投入与经济发展模型，得到结果是我国正处于环境治理投入促进经济增长的第二阶段。索安宁、于永海、苗丽娟[102]（2011）将渤海海域划分为五个部分，以海洋生态服务四大功能为基础，构建了十项服务功能价值的评估方法。徐丛春、赵锐

[103]（2011）等人提出了近海主体功能区划的指标设计原则，构建了近海主体功

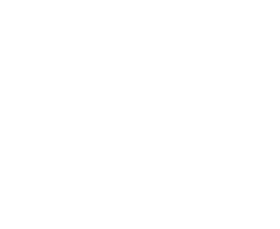
能区划指标体系，同时对近海主体功能区划指标体系设置的若干问题进行了探讨。

通过上文的总结可以看到，目前我国对海洋环境污染的研究仍然以理论分析为主，使用计量分析技术对沿海地区经济增长与海洋环境污染之间关系的研究较少，即使部分学者进行了数量分析，其分析的技术和方法有待改进，分析的力度和深度都有待提高。所以本文使用VAR技术、面板分析技术和联立方程技术从不同的层面来分析沿海地区经济增长与海洋环境污染之间的关系，试图通过这些分析能够得到一些有益的结论，为判断二者之间的现实关系进而提出政策建议提供理论支持。

## 1.3 研究思路和研究方法

### 1.4.1 研究思路

为了分析沿海地区经济和海洋环境污染之间的影响关系、影响机制、影响程度，本文使用了三种计量分析技术，每章首先对使用的数据进行描述性分析，然后对数据进行相关统计检验，在此基础上使用计量分析模型进行实证研究，最后对实证结果进行分析研判。具体的技术路线如下。



**VAR**

脉冲响应函数分析

方差分解分析

面板数据模型

结论分析

情景分析

数据分析

联立方程

赤潮累计发生面积

含油污水排放量

疏浚物海洋排放量

南海区域**GDP**

* 海洋渔业  海洋化工业
* 海洋油气业  海洋工程建筑业
* 海洋盐业  海洋交通运输业
* 海洋船舶工业 滨海旅游业

海洋第一产业海洋第二产业海洋第三产业

铜、汞、镉、**PH**值、无机氮、溶解氧

渤黄海区域**GDP**

东海区域**GDP**

劣三类海水比重

沿海总地区

勃黄海地区

东海地区

南海地区

沿海总范围

勃黄海范围

东海范围

南海范围

工业废水直排入海

沿海地区海洋**GDP**

工业废水排放量

沿海地区**GDP**

劣二类海水比重

产业结构

环保投入

人口数量

能源消耗

资本存量

### 1.4.2 研究方法

为了客观、真实地反映沿海地区经济和海洋环境污染的状态和相互关系，本文主要采用定性与定量分析、实证和规范分析相结合的研究方法，具体情况如下。

1、对数据的检验方法。本文对根据模型的需要，对部分原始数据进行了平稳性检验，在此基础上对符合条件的数据进行了协整检验。

2、对指标的分析方法。本文根据沿海地区经济和海洋环境污染代表指标的实际情况，采用了AR分析方法、面板数据分析方法和联立方程分析方法。

3、对结论的分析方法。根据不同的模型，分别采用了脉冲响应函数分析方法、方差分解分析方法、对比描述分析方法、情景分析方法和实际图形分析方法。

## 1.5 本文研究框架和创新点

### 1.5.1 研究框架

论文共包括六个部分。

第一章，首先介绍了选题背景和研究意义，然后总结了其他学者的在相关领域的研究成果，接着概括了本文的研究思路和研究方法，介绍了本文的研究框架，最后总结了本文的创新点。

第二章是本文的基础部分。首先系统地介绍了VAR分析技术、面板数据模型和联立方程思想；其次针对本文分析研究的内容，对沿海地区、沿海地区经济和海洋环境污染进行了概念上的界定，对相关指标的现实状态和表现程度进行了总体分析。

第三章，依据VAR分析技术构建了四个模型来分析沿海地区经济和海洋环之间的关系。第一个模型以三次海洋产业各自产值为沿海地区经济的指标，以赤潮累计发生面积表示海洋环污染；第二个模型以海洋渔业、海洋船舶制造业、滨海旅游业等八个海洋主要产业的产值作为沿海地区经济的指标，以赤潮累计发生面积作为海洋环污染的指标；第三个模型用海洋生产总值表示沿海地区经济，以赤潮面积、含油污水排放量和疏浚物海洋倾倒量为海洋环境环污染指标；第四个模型以海洋生产总值来代表沿海地区经济，以海水的pH值，海水中无机氮和溶解氧的浓度，以及海水中铜、汞和镉的浓度来表示海洋环境污染。

第四章，使用面板数据分析技术构建了三个环境库兹涅茨曲线模型来分析沿海地区经济和海洋环境污染之间的关系。第一个模型利用2001年至2010年沿海11地区省市的面板数据，经济方面以GDP为代表指标，环境方面以各地区劣二类海水所占比例为代表指标；第二个模型以渤黄海、东海和南海三海域为研究对象，以GDP为经济指标，以各海域劣三类海水所占比重为环境指标；第三个模型以1997年至2005年沿海11地区的数据为研究对象，使用海洋生产总值为经济指标，使用工业废水排放量为环境指标。

第五章，根据联立方程的思想，以三要素生产函数和三次对数库兹涅茨曲线的表示形式为主体，构建了包含三个方程的联立方程。使用2001年至2010年的数据，从沿海整体、渤黄海地区、东海地区和南海地区四个方面，对沿海地区经济和海洋环境污染进行了模型拟合。使用情景分析技术和数据分析方法对模型进

行了动态和现实分析。

第六章，是本文的结论，主要对论文研究主要结论进行了概述，并进一步探讨了后续研究的方向和重点。

### 1.5.2 本文创新

本文创新包括以下几个方面。

1、选题创新。国内外使用计量分析方法进行经济与环境关系的研究内容很多，但是很少有对沿海地区经济与海洋环境污染相互关系的研究。虽然，沿海地区经济与海洋环境污染是整体经济与环境的一个部分，但是海洋沿海地区经济的发展和海洋环境污染的恶化之间有特殊的影响机制。本文尝试从理论上构建研究沿海地区经济与海洋环境污染变化的统一分析框架，并基于中国实际经济数据对我国海洋环境污染与沿海地区经济的内在关系进行实证分析，无疑具有一定的理论创新价值与现实指导意义，对于从整体层面拓展沿海地区经济和海洋环境污染关系的宏观研究具有抛砖引玉的作用。

2、方法创新。为了使用事实说话，本文选用计量分析而非理论推导的方法来研究沿海地区经济和海洋环境污染之间的关系；将面板数据分析技术、VAR分析技术和联立方程分析技术引入实证分析。其中，将面板数据分析技术应用于环境库兹涅茨曲线的分析方法，增加了环境库兹涅茨曲线的研究手段；以三要素生产函数和对数线性三次环境库兹涅茨曲线为主体构建的海洋环境污染与沿海地区经济的联立方程，拓展了研究沿海地区经济和海洋环境污染的研究方式。

3、结论创新。本文使用多种计量分析技术、利用多种经济和环境指标、采用多种统计数据、运用多种计量分析模型，对沿海地区经济和海洋环境污染之间的关系进行了多层次、多维度、多角度的验证、分析和研究，得到了全新的结论。其中的一些结论和现实情况相符，一些结论则颠覆了理论上的分析结果。这些结论一方面说明了沿海地区经济与海洋环境污染之间存在复杂关系，另一方面则为沿海地区经济发展规划和海洋环境污染治理提出了更高的要求。

# 2、 理论基础和指标介绍

本章的主要内容由两部分组成，第一部分是理论基础介绍，第二部分是相关概念的界定。为了从整体上分析沿海地区经济增长和海洋环境污染之间的关系，本文使用数量分析技术来分析研究，在理论基础部分，分别介绍了VAR技术、面板数据分析技术和联立方程技术。关于VAR技术，着重介绍了数据平稳性检验、协整性检验、确定VAR模型滞后阶数的方法和模型稳定性检验的方法，最后介绍了脉冲响应函数和方差分解分析方法。对于面板数据分析技术，主要介绍了指标数据适用无个体影响的不变系数模型、变截距模型和变系数模型的检验依据。在联立方程部分，主要介绍了联立方程构建思想、联立方程的识别方法，以及针对联立方程的情景分析内容。第二部分为研究对象的指标介绍，针对本文分析研究的内容，对沿海地区、沿海地区经济和海洋环境污染进行了概念上的界定，在此基础上对相关指标的现实状态和表现程度进行了总体分析。

## 2.1 计量分析方法理论基础

### 2.1.1 VAR理论

1、VAR模型基本内容。VAR是vector autoregression的英文缩写，中文意思是向量自回归。VAR模型是基于数据的统计性质建立的模型，采用多方程联立的形式[104]。在模型的每一个方程中，内生变量对模型的全部内生变量的滞后期进行回归，从而估计全部内生变量的动态关系。含有P个滞后期的VAR模型表示如下，

*Yt* **1*Yt*1**2*Yt*2... *PYt**P**t*

*t*1,, *T*

VAR模型的基本原理是把系统中每一个内生变量作为系统中所有内生变量的滞后值的函数来构造模型，从而把单变量自回归模型推广到有多元时间序列变量所组成的“向量”自回归模型。使用VAR模型进行分析研究，首先需要对变量数据进行检验，如果数据通过了检验，需要使用统计方法确定模型的滞后阶数；数据通过了检验，确定滞后阶数后就可以使用统计软件进行估计，为了保证所估计出的模型是稳定的，需要对模型进行稳定性检验。如果模型通过了稳定性检验，则VAR模型的估计至此结束。但是，在实际应用中，由于VAR模型是一种非理论性模型，该模型不需要对变量作任何先验性约束，因此在分析VAR模型时一般不

分析一个变量的变化如何对另一个变量产生影响，而是分析模型受到某种冲击时对系统的动态影响，即脉冲响应函数分析。脉冲响应分析是研究变量间动态影响关系的一种方法，而另一个评价VAR模型的方法是方差分解，VAR的方差分解能够给出随机因素的相对重要性信息。

2、数据检验理论。建立VAR模型进行计量分析需要对变量数据进行检验，检验的内容包括平稳性检验和协整检验。第一、数据的平稳检验。在建立VAR模型之前，首先对各个变量的平稳性进行检验，只有当各个变量都是平稳序列且各个变量之间存在协整关系时，才能用来构建VAR模型。检验一个时间序列的平

稳性，可通过检验*x*t ***x*t1 *t*中的参数是否小于0，假设H0: δ=0，H1:

δ≠1。若假设H0成立，则说明是非平稳序列，若假设H1成立，则说明是平稳性序列。对于非平稳序列，需要对其进行平稳化处理，一般采用差分的方法。数据的平稳性检验一般采用ADF检验方法。第二、数据的协整检验。对于多个变量，虽然它们具有各自的长期波动规律，但是如果他们存在协整关系，则说明它们之间存在一个长期稳定的比例关系，在平稳化过程中，可能会失去大量的长期信息，而这些信息对于分析问题很重要。ADF检验方法和协整检验方法的理论详见下一节。

3、VAR模型滞后阶数的确定。建立VAR模型时除了要满足平稳性和协整性条件外，还应该正确确定滞后期p。如果滞后期太小，会导致误差项的自相关，并导致参数的非一致性估计。在VAR模型中适当加大p值（增加滞后变量个数），可以消除误差相中存在的自相关。但从另一个方面看，p值又不宜过大。P值过大会导致自由度减小，直接影响模型参数估计量的有效性。选择P值的方法主要有六种，即AIC法、SC法、LR法、LogL法、FPE法和HQ法，这些方法的基本思路大致相当，鉴于文章篇幅，本文只介绍前两种。

第一种是用赤池（Akaike）信息准则（AIC）选择p值。赤池准则为

*T* 

**2 

*T* 2 *p*

*ACI* lnt 1 

*T**T*





式中，**t表示残差，T表示样本容量，p表示最大滞后期。选择p值的原则是在

增加p值的过程中使AIC的值达到最小。

第二种是用施瓦兹（Schwartz）准则（SC）选择p值。施瓦兹准则为

*T* 

**2 

*T* 

*P* ln *T*

*SC*lnt 1 

*T**T*



式中字符的含义同上式。选择最佳p值得原则是在增加p值的过程中使SC值达到最小。

4、模型稳定性检验

VAR模型的稳定性特征指当把一个脉动冲击施加在VAR模型中某一个方程的新息过程上时，随着时间推移，如果这个冲击会逐渐消失，系统是稳定的，否则系统是不稳定的。具体来说VAR模型稳定的条件是：VAR（p）模型是协方差平稳的，如果特征方程的所有特征值都落在单位圆以内。

5、VAR模型的分析方法

第一、脉冲响应函数方法。脉冲响应函数的基本思想描述的是在随机误差项上施加一个冲击后对内生变量的当期值和未来值所带来的影响。

第二、方差分解分析方法。脉冲响应分析是研究变量间动态影响关系的一种方法，而另一个评价VAR模型的方法是方差分解技术，VAR的方差分解能够给出随机新息的相对重要性信息。如果说脉冲响应函数描述出一个内生变量的新息冲击对VAR模型中其他变量的影响，那么方差分解则将系统预测的均方误差分解成个变量冲击所带来的影响，可以刻画每个变量冲击的相对重要性。

### 2.1.1 面板数据分析的理论基础

#### 1、 单位根据检验

为了避免伪回归，确保估计结果的有效性，对于面板数据模型在回归前需要检验数据的平稳性，因为一些非平稳的经济时间序列往往表现出共同的变化趋势，而这些序列间本身不一定有直接的关联，对这些数据进行回归，尽管有较高的拟合优度，但实际上其结果是没有任何实际意义。清华大学的李子奈[105]称这种情况为虚假回归或伪回归（spurious regression）。他认为平稳的真正含义是：一个时间序列剔除了不变的均值（可视为截距）和时间趋势以后，剩余的序列为零均值，同方差，即白噪声。因此单位根检验时有三种检验模式：有趋势有

截距、只有截距、无趋势无截距。而检验数据平稳性最常用的办法就是ADF单位根检验。

ADF检验亦称增广（Augmented）DF检验，它是Dickey和Fuller提出的改进检验方法，适用于更广泛的数据生成过程。该方法将*yt*看成AR（p）的形式

（DF检验AR（1）的形式）。并令残差序列*ut*服从以平稳分布，通过对数据进行差分方法，去存在的自相关性，保证*ut*是白噪声序列。ADF检验就是通过下面三个模型来完成，只有三个模型的检验结果都不能拒绝原假设时，我们才认为时间序列是非平稳的，而只要其中有一个模型的检验结果拒绝了零假设，就可认为时间序列是平稳的。

具体来讲，考虑三种形式的回归模型

*Yt* *yt*1*t*

*Yt* *yt*1*a**t*

*yt**yt*1*a**t**t*

*T*1,*T t*1,*T t*1,*T*

其中，*a*是常数，*t*是线性趋势函数*t* ~ *i*. *i*. *d*. *N*(0,**)，如果1**1，那么*y*序列平稳或者趋势平稳，如果**1，那么*yt*序列是一阶单整非平稳序列，如果**的绝对值大于1，那么*yt*序列发散。因此判断一个序列是否平稳，可以通过检验**

2

*t*

是否严格小于1来实现。ADF检验是通过在回归方程右边加入因变量滞后差分项

来控制高阶序列相关，即

*p*1

**  **

**2 

*Yt* a *yt*1



*i*1

*I yt**i*

*T*, *ut* ~ *i*. *i*. *d* 0,

**  **

*p*1

 

**2 

*yt* b

*B yt*1



*i*1

*I yt**i*

*Ut*, *ut* ~ *i*. *i*. *d* 0,

** **

*p*1

 

* *

**2 

*yt* c

*rct*

*C yt*1



*i*1

*I yt**i*

*T*, *t* ~ *i*. *i*. *d* 0,

相应的检验单位根据假设非别为*H*0: *a*1、*b*1以及联合假设*H*0: *g*1,*t*0，对联合假设可利用F检验进行。

#### 2、 协整检验

所谓的协整是指若两个或多个非平稳的变量序列，其某个线性组合后的序列呈平稳性。变量之间具有均衡关系是建立和检验模型的基本出发点，协整检验是考察变量间长期均衡关系的方法。如果基于单位根检验的结果发现变量之间是同阶单整的，那么我们可以进行协整检验，协整的要求或前提是同阶单整。如果变量通过了协整检验，就说明变量之间存在着长期稳定的均衡关系，其方程回归残差是平稳的，因此可以在此基础上直接对原方程进行回归，而此时的回归结果是较精确的。高铁梅在《计量经济分析方法与建模》一书中对协整的定义如下：K



维向量*yt*

*y*1*t*

，*y*2*t*

*Ynt* 

的分量间被称为d，如果是b阶协整，计为*y*t

~ *CI**d*, *b*，

如果满足下列条件：

（1）*yt* ~ *I**d*，*yt*的每一个分量*yti* ~ *I**d*；

（2）存在一个非零列向量**，使得***y*t ~ *I**d**b*,0*b**d*。那么就称*y*t是协整的，向量**被称为协整向量。

#### 3、 面板数据三大模型

面板数据（panel data）也称作时间序列与截面混合数据（pooled time series and cross section data）。面板数据是截面上个体在不同时点的重复观测数据。面板数据分两种特征：个体数少，时间长；个体数多，时间短。面板数

据用双下标变量表示：*yit*, *i*1, 2



*N*;*t* 1, 2, *T*

。其中，i对应面板数据中不同

个体，N表示面板数据中含有N个个体，t对应面板数据中不同时点，T表示时间序列的最大长度。利用面板数据建立模型的好处是：（1）由于观测值的增多，可以增加估计量的抽样精度。（2）对于固定效应回归模型能得到参数的一致估计量，甚至有效估计量。（3）面板数据建模比单截面数据建模可以获得更多的动态信息。我们把建立在面板数据基础上的计量经济模型称为面板数据模型。面板数据有以下三种模型。

第一种是无个体影响的不变系数模型：*ai**a j**a*, *bi**bj* *b*

*Yit* *a**xitb**uit*, *i*1,, *N*, *t*1,, *T*

这种情形意味着模型在横截面上无个体影响、无结构变化，可将模型简单地视为

是横截面数据堆积的模型。这种模型与一般的回归模型无本质区别，只要随机扰动项服从经典基本假设条件，就可以采用OLS法进行估计（共有*k*1个参数需要估计），该模型也被称为联合回归模型（pooled regression model）。

第二种是变截距模型：*ai**a j*, *bi* *bj* *b*

*Yit* *ai* *xitb**uit*, *i*1,*N*, *t*1,*T*

这种情形意味着模型在横截面上存在个体影响，不存在结构性的变化，即解释变量的结构参数在不同横截面上是相同的，不同的只是截距项，个体影响可以用截

距项*ai*1,

2, ,

*N*的差别来说明，故通常把它称为变截距模型。

第三种是变系数模型：*ai**a j*, *bi* *bj*

*Yit* *ai* *xitbi* *uit*, *i*1,*N*, *t*1,*T*

这种情形意味着模型在横截面上存在着个体影响，又存在结构变化，即在允许个

体影响由变化的截距项*ai* *i*1,

2, ,

*N*来说明的同时还允许系数向量

*Bi* *i*1,

2, ,

*N*依个体成员的不同而变化，用以说明个体成员之间的结构

变化。我们称之为模型为变系数模型。

#### 4、 面板数据模型形式设定检验

使用面板数据进行估计时，因为样本数据包含时间、指标和个体三个维度的信息，所以需要检验样本数据符合哪种面板数据模型[104]。最常用的检验是协方差分析检验，主要检验如下两个假设：

*H*1: *b*1*b*2.... *bn H*2: *a*1*a*2... *an b*1 *b*2 .... *bn*

如果接受假设*H* 2，则可以认为样本数据符合无个体影响的不变系数模型；如

果拒绝假设*H* 2，则需要检验假设*H* 1，如果拒绝假设*H* 1则认为样本数据符合变

系数模型，如果接受假设*H* 1就认为样本数据符合变截距模型。假设检验的计算方法为F统计量方法。

第一步计算变系数模型的的残差平方和

*y* ,*W*

2

*Wxx*, *i*

*T*

*it*

*x*

*t*1

*xi*



*xit*

 

*x* ,*W*

*I* xy, *i*

*T*

  *it*

*x*

*t*1

*xi*



*yit*

*I* yy, *i*

*T*

 

*t*1

*Yit**yi* 

*x*  1*x* ,

*T*

*Y*  *y*

其中*i* *T* *it t*1

*i* it

*t*1

*T*

*S*

*N*

*S*1  

*RSSi*  

*yy*, *i*

*n*

*W*

*Wx**y*, *i*

，*W*1*xx*, *iW*

把变系数模型的残差平方和计为1，那么

*i*1

*i*1

第二步计算变截距模型的残差平方和

*xy*,*i*

*N*

*Wxx**Wxx*, *i* ,

计*i*1

*N*

*Wxy**Wxy*, *i* ,

*i*1

*N*

*Wyy**Wyy*, *i* ,

*i*1

把变截距模型的残差平方和计为*S*2，那么*S*2

*Wyy*

*W**W*1 *xxW*

第三步计算无个体影响的不变系数模型的残差平方和

*xy*

*N*

*T*

*xy*

2

*N*

*T*

*Txx*  

*N*

*T*

*it* 

*x*



*xi* *xit*

 

*i xy*

*X*, *t* 

*it* 

*x*



*xi* *yit*

 

*Y*, *t* 

*Yit**yi* 

计*i*1 *t*1

*I*1 *t*1

*I*1 *t*1

*N*

1 

*T*

*i* 

*X* 

*NT*

*xit*

*N*

*y* 

*i yy*

1 

*T*

*i* 

*NT*

*yit*

其中*i*1 *t*1

*I*1 *t*1

*S*

*S*  *t*

*t**T*1*xxt*

把无个体影响的不变系数模型的残差平方和计为3，那么 3

*yy* xy xy

在假设*H* 2条件下，检验统计量*F*2服从相应自由度下的*F*分布，其中

*F**S*3*S*1/*N*1/*k*1~ *F**N*1*k*1, *N**T**k*1

2

*S*1 /*NT**N**k*1

如果计算所得到的*F*2的值不小于给定置信度下的相应临界值，则拒绝假设*H* 2，继续检验假设*H* 1；如果*F*2的值小于给定置信度下的相应临界值，则接受假设*H* 2，从而样本数据符合无个体影响不变系数模型。

与之类似，检验统计量*F*1服从相应自由度下的*F*分布，其中

*F**S*2*S*1/*N*1/ *k*~ *F**N*1*k*, *N**T**k*1

1

*S*1 /*NT**N**k*1

如果计算所得到的*F*1的值不小于给定置信度下的相应临界值，则拒绝假设

*H* 1，从而样本数据符合变系数模型，；如果*F*1的值小于给定置信度下的相应临界值，则接受假设*H* 1，从而样本数据符合变截距模型。

### 2.1.2 联立方程理论

#### 1、 联立方程模型基本介绍

联立方程模型是指同时用若干个相互关联的方程，去表示一个经济系统中经济变量相互依存性的模型。联立方程组中每一个单一方程描述了变量间的一个因果关系，所描述的经济系统中有多少因果关系，联立方程模型中对应就有多少个方程[105]。关于联立方程的建立需要遵循以下原则：第一、联立方程模型是由若干个单一方程组成的，模型中不止一个被解释变量，M个方程可以有M个被解释变量。第二、联立方程模型里既有随机方程又可以有确定性方程，但必须含有随机方程。第三、被解释变量和解释变量之间可能互为因果，有的变量在某个方程为解释变量，但同时在另一个方程中可能为被解释变量。所以解释变量有可能是随机的不可控变量。第四、解释变量可能与随机扰动项相关，而违反OLS基本假定。

联立方程模型中的变量可以分为两种，即内生变量和外生变量。内生变量是由模型系统决定其取值的变量，内生变量受模型中其它变量的影响，也可能影响其它内生变量，受模型中随机误差项的影响。外生变量是由模型系统以外的因素决定其取值的变量，外生变量只影响系统内的其它变量，而不受其它变量的影响，外生变量不受模型中随机误差项的影响。

联立方程模型中的方程可以分为两类，一类是含有随机误差项和未知参数的方程，称为随机方程式，随机方程式中的参数需要估计；另一类是不含随机误差项和未知参数的方程，称为非随机方程式，主要是恒等式也称定义方程式，非随机方程式不需要估计参数。联立方程的表达式如下：

**11*Y*1*t* **12*Y*2*t* ... **1*mYmt* **11*X*1*t* **12 *X* 2*t* ... **1*k X kt* **1*t*

**21*Y*1*t* **22*Y*2*t* ... **2*mYmt* **21*X* 2*t* **22 *X* 2*t* ... **2*k X kt* **2*t*

..................................................................................................

*M*1*Y*1*t* *m*2*Y*2*t* ... *mmYmt* *m*1 *X* 2*t* *m*2 *X* 2*t* ... *mk X kt* *mt*

其中：

*Y*1, *Y*2,... *Ym* 为内生变量；

*X*1, *X* 2,... *X m*

为预定变量（当*X*11时表明存在

截距项）；

**1, **2,...*m*为随机扰动项，*ij*为内生变量的参数，*ij*为前定变量的参

数。

#### 2、 联立方程模型识别

所谓识别问题，是指结构方程参数的数值估计，是否能够从简化式参数估计

求得。如果能够求得，我们就说此结构方程是可以识别的，如果能够得到结构参数估计值的唯一解，则称该结构方程是恰好识别的；如果可以得到结构参数估计值的多个解，则称该结构方程是过度识别；如果不能够通过简化式参数估计值求得结构式参数值，则称该结构方程是不可识别的或不足识别的。注意：识别是针对有参数要估计的模型而言，定义方程、恒等式本身没有识别的问题。联立方程必须是完整的，模型中内生变量的个数与模型中独立方程的个数应相同。只有联立方程中每个方程都是可以识别的，整个联立方程体系才是可以识别的。为了简便地判断模型能否识别，给出联立方程模型识别的阶条件和秩条件。

第一、联立方程识别的阶条件——识别的必要条件。基本思想：一个结构型方程的识别，取决于不包含在这个方程中，而包含在模型其他方程中变量的个数，可从这类变量的个数去判断方程的识别性质方法：引入符号：

M——模型中内生变量的个数（即方程的个数）

*mi*——模型中第i个方程中包含的内生变量的个数K——模型中预定变量的个数

*ki*——模型中第i个方程中包含的前定变量的个数

模型的一个方程中不包含的变量总个数（内生变量+前定变量）大于或等于模型中内生变量总个数减1，则该方程能够识别模型中变量总个数M+K

第i个方程中包含的变量总个数

*Mi* *ki*

第i个方程中不包含的变量总个数*M**K**m*i*k*i 

阶条件：如果*M**K**mi* *ki**M*1

不可识别

如果*M**K**mi* *ki**M*1可以识别如果*M**K**mi* *ki**M*1恰好识别

如果*M**K**mi* *ki**M*1过度识别

阶条件是判断可识别性的必要但非充分条件，即有时候某方程满足可识别性的阶条件但实际上却是不可识别的，在此情况下，判断可识别性的充分条件就显得必要。而秩条件正是判断可识别性的充分必要条件。

第二、联立方程识别的秩条件。秩条件的表述如下：对于一个由G个方程组成的联立方程模型中的某个结构方程而言，如果模型中其他方程所含而该方程不含的诸变量的系数矩阵的秩为G-1，则该结构方程是可识别的，若秩小于G-1，则该结构方程是不可识别的。

运用秩条件判别模型的识别性，步骤如下：

（1）写出结构模型对应的结构参数矩阵（常数项可看作变量1的系数，不包含在方程中的变量的参数取作0）。

（2）删去第i个结构方程对应系数所在的一行。

（3）删去第i个结构方程对应系数所在行中非零系数所在的各列。

计算这样形成的矩阵A的秩，并做出判断。如果第i个被识别方程这样的矩阵A的秩为M-1，则是可以识别的（要具体分析是恰好识别还是过度识别），如果这样的矩阵的秩小于M-1，则是不可以识别的。

#### 3、 模型拟合

针对不同的模型形式采取不同的拟合方式，联立方程模型的估计指的是对结构式模型中的参数进行估计，其估计方法大致可以分为两大类，单方程估计法和系统估计法。单方程估计法又称为有限信息估计法，指的是每次只估计结构式模型中的一个方程，即只考虑所估计方程中包含的变量的信息，而未考虑所估计方程中未包含但在模型中的其他方程中出现的变量的信息。系统估计法指同时估计模型中的全部方程，同时得到所有待估参数的估计值，系统估计法由于对模型中的全部方程一次性进行估计，在估计中利用完全模型中所有变量的信息，因此又称为完全信息估计。本文采取的是系统估计方法进行拟合。

#### 4、 情景分析

联立方程模型可以在外生变量的不同假设下研究拟合的结果，这些假设称为情景分析。在方程拟合结果的基础上，可以利用情景分析对联立方程系统进行动态变化模拟。情景分析的方法就是在某一时点给某个外生变量一个冲击，分析其

他变量对这个外生变量的变化的反应。这种冲击有瞬时冲击和持续冲击两种，此外可以根据分析需要将某些内生变量变为外生变量进行情景分析。可以根据不同变量的情景分析结果来判断该变量在联立方程系统中的作用，进而判断政策的有效性。

## 2.2 研究对象指标介绍

### 2.2.1 沿海地区相关指标介绍

#### 1、 沿海地区陆地概况

《中国海洋统计年鉴》[106-119]给沿海地区下的定义是指有海岸线的地区，海[岸线既包括大陆岸线又包括岛屿岸线](http://baike.baidu.com/view/830737.htm)，按[行政区](http://baike.baidu.com/view/593050.htm)划分为沿海省、[自治区](http://baike.baidu.com/view/54334.htm)、[直辖市](http://baike.baidu.com/view/39377.htm)。目前我国有8个沿海省、1个自治区、2个直辖市；53个沿海城市、242个沿海区县。下面简单介绍一下沿海11地区的基本情况。

辽宁省陆地面积14.59万平方公里，占中国陆地面积1.5%。海域面积15.02万平方公里，其中渤海部分7.83万平方公里，北黄海7.19万平方公里。辽宁省海岸线东起鸭绿江口，西至ft海关老龙头，大陆海岸线全长2178公里，占中国大陆海岸线总长的12%，岛屿岸线长622公里占中国岛屿岸线总长的4.4%。近海分布大小岛屿506个，岛屿面积187.7平方公里。

天津市南北长189公里，东西宽117公里。市域面积11760.26平方公里，陆界长1137.48公里，海岸线长153公里。其中海岸线位于[渤海](http://www.baike.com/wiki/%E5%A8%93%E3%82%86%E6%8D%A3)西部海域，南起歧口，北至涧河口，长ｌ53公里。海洋资源主要有滩涂资源、海洋生物资源、海水资源、海洋油气资源。，其中滩涂面积约370多平方公里

河北省总面积为18.77万平方公里，占全国土地总面积的1.96％，居第14位。全省大陆海岸线长度487公里，大陆海岸线长487公里，岛岸线长178公里，岛屿

132个，海岸线长度在全国位列第九。海岸带总面积11379.88平方公里，其中浅海和潮间带海域面积7623.5平方公里，陆域面积2732.22平方公里。

已建成多处大中型盐场，是全国四大海盐产地之一。

ft东省陆地总面积15.67万平方公里，约占全国总面积的1.6%，居全国第十九位。ft东近海海域占渤海和黄海总面积的37%，滩涂面积占全国的15%。近海栖息和洄游的鱼虾类达260多种，主要经济鱼类有40多种，浅海贝类百种以上。其中，对虾、扇贝、鲍鱼、刺参、海胆等海珍品的产量均居全国首位。此外，ft东

江苏全省面积10.26万平方公里，占全国总面积的1.06%。其中平原面积7.06万平方公里，水面面积1.73万平方公里，海域面积约3.75万平方公里，占全省土地面积37%。全省海岸线长954公里，面积约18万平方公里，其中领海0.98万平方公里，毗邻区1万平方公里，专属经济区14万多平方公里。有各类岛屿16个，岛屿岸线长68公里，面积68平方公里。沿海滩涂面积约5100平方公里。

上海市南北长约120公里，东西宽约100公里，全市面积6340.5平方公里，占中国总面积的0.06%。可以开发利用的海岸线约470公里，其中大陆海岸线183公里。崇明、长兴和横沙三岛拥有约287公里海岸线；水深10米的深水岸线约90公里，其中长江口南岸35公里，崇明岛南岸22公里，长兴岛14公里，杭州湾北岸

10公里，横沙岛8公里。境内辖有崇明岛，面积为1041平方公里，是中国第三大岛。

浙江全省陆地面积10.18万平方公里，陆域面积为全国的1.06%。岛屿面积

1670平方公里，有大小岛屿3061个，是中国岛屿最多的一个省份，占了全国岛屿总数的五分之二，其中舟ft群岛是全国最大的群岛。海洋面积22万平方公里，海岸线总长6486公里，水深在200米以内的大陆架面积达23万平方公里。共有大小天然港口60余处，形成了以宁波、温州、舟ft、嘉兴和台州五大港为主的港口群。

福建全省陆域面积12.14万平方公里，海域面积13.63万平方公里。海岸线长达３３２４公里，居全国第二。有大小岛屿１２０２个，港湾１２５个，拥有[福州](http://www.yoyv.com/guide/c/)、[厦门](http://www.yoyv.com/guide/c/)、湄洲湾、[宁德三都澳](http://www.yoyv.com/guide/c/)等许多天然良港。全省可作业的海洋渔场面积12.5万平方公里，适宜贝类、藻类和海产品养殖的面积达2700平方公里，鱼类达500多种，是我国主要产鱼区。全省海域面积１３．６万平方公里，比陆地面积还大

广西海岸线长度：约1, 500公里。陆地区域总面积：23.67万平方公里。广西地区陆地面积23.67万平方公里，占全国国土总面积比例2.5%，在全国各省区市国土总面积中排名第9位。广西北部湾海域面积12万平方公里，海岸线长1595公里，有防城港、北海、钦州、铁ft港、珍珠港五大港口。沿海20米深以内的浅海

6400多平方米，滩涂面积1005平方公里，面积达6488平方千米。

海南是中国最大的海洋省，最小的陆地省。所属海域面积200多万平方公里，占全国海洋面积的1/3；所属陆地面积3.4万平方公里，其中海南岛面积3.39万平方公里，是我国仅次于台湾岛的第二大岛。海南全省包括海南岛和中沙、西沙、

南沙群岛及其周围广阔的海域。海南省海岸线长1811公里，沿海有天然港湾68个，水深200米以内的近海大陆架渔场面积达22.5万平方公里。

#### 2、 沿海地区海洋概况

海洋是指被各大陆地分隔为彼此相通的广大水域，中间为洋，靠近陆地边缘的为海，总面积约[占地球表面积](http://baike.baidu.com/view/524716.htm)的71%。海洋不仅包括海水，还包括海水上方的空气，承载海水的地壳，以及围绕海洋周边的海岸带，此外还包括生活在海洋中的各种生物。

中国是一个海洋大国，毗邻中国大陆边缘及台湾岛的海洋有黄海、东海、南海及台湾以东的太平洋，渤海则是伸入我国大陆的内海。渤海、黄海、东海、南海四海，东西横跨经度32度，南北纵越纬度44度。按照国际法和《联合国海洋法公约》的有关规定，我国主张的管辖海域面积可达300万平方公里，接近陆地领土面积的三分之一，其中与领土有同等法律地位的领海面积为38万平方公里。我国是世界上海岸线最长的国家之一，大陆海岸线长达，北起辽宁鸭绿江口，南达广西的北仑河口全长1.8万公里。岛屿岸线14000千米，海岸线总长居世界第四，大陆架面积130万平方千米，位居世界第五，200海里水域面积200～300万平方千米，居世界第十。我国海域海岛总面积将近8万平方公里。面积在500平方米以上的岛屿为7372个；面积超过1000平方千米的大岛有3个，分别是台湾岛、海南岛、崇明岛。最大的岛屿是台湾岛，面积约3.6万平方公里，其次是海南岛，面积约

3.4万平方公里。我国岛屿海岸线总长约1.4万公里。有人居住的岛屿有43O多个，总人口45O多万人。东海岛屿约占岛屿总数60％，南海岛屿约占岛屿总数30％，黄海、渤海岛屿约占岛屿总数10％。我国沿海深水岸线长达400多千米，宜建中级以上泊位的港址有160多处，其中深水港址62处。滩涂面积217.1万公顷，30米等深线以内海域面积有20亿亩。我国近海含油气盆地石油资源量约240亿吨，天然气资源量14万亿立方米。我国海域2万多种海洋生物，有渔业资源丰富。

### 2.2.2 沿海地区经济相关指标介绍

英文中的“经济”（economy）一词源自古希腊语，其本来含义是家政管理，到了近代扩大为治理国家的范围。英国经济学家罗宾斯在20世纪30年代提出，经济学的存在是由于资源的稀缺。资源的稀缺广泛存在于现实生活之中，经济学就是研究稀缺资源有效配置的一门科学；资源不但要有效配置，还要充分利用，而

且资源的利用和配置都离不开制度的约束。综上对经济学研究对象的说明，“经济”可以定义为：在一定的制度下，通过合理配置、充分利用稀缺资源，以获取自身利益最大化为目的的各种社会实践活动的总称。我国统计年鉴中对经济进行了界定：国内生产总值(GDP)指按市场价格计算的一个国家（或地区）所有常住单位在一定时期内生产活动的最终成果。国内生产总值有三种表现形态，即价值形态、收入形态和产品形态。从价值形态看，它是所有常住单位在一定时期内生产的全部货物和服务价值与同期投入的全部非固定资产货物和服务价值的差额，即所有常住单位的增加值之和；从收入形态看，它是所有常住单位在一定时期内创造并分配给常住单位和非常住单位的初次收入之和；从产品形态看，它是所有常住单位在一定时期内最终使用的货物和服务价值与货物和服务净出口价值之和。在实际核算中，国内生产总值有三种计算方法，即生产法、收入法和支出法。三种方法分别从不同的方面反映国内生产总值及其构成。

因为沿海地区的自然环境中有海洋，与沿海地区独特的地理环境相对应，沿海地区的经济除了正常的陆域经济外还包含海洋经济的成分。国家对海洋经济的界定是“海洋经济是开发、利用和保护海洋的各类产业活动以及与之相关联活动的总和”[156-164]。衡量海洋经济的最重要的指标是海洋生产总值，海洋生产总值是海洋经济生产总值的简称，指按市场价格计算的沿海地区常住单位在一定时期内海洋经济活动的最终成果，是海洋产业和海洋相关产业增加值之和。海洋产业是指开发、利用和保护海洋所进行的生产和服务活动，包括海洋渔业、海洋油气业、海洋矿业、海洋盐业、海洋化工业、海洋生物医药业、海洋电力业、海水利用业、海洋船舶工业、海洋工程建筑业、海洋交通运输业、滨海旅游业等主要海洋产业，以及海洋科研教育管理服务业。海洋相关产业是指以各种投入产出为联系纽带，与主要海洋产业构成技术经济联系的上下游产业，涉及海洋农林业、海洋设备制造业、涉海产品及材料制造业、涉海建筑与安装业、海洋批发与零售业、涉海服务业等。

#### 1、 陆地经济增长

沿海11地区自1997年以来一路领跑中国经济，创造了令人瞩目的经济发展

奇迹。从1997年开始沿海11地区经济总量占全国总量的一半以上，最小比例数位54%，此后这个比例一直上升，2005年比例最高达到62.24%，2006年至2010

年期间沿海地区GDP在全国GDP中的比重一直高于60%[121-133]。

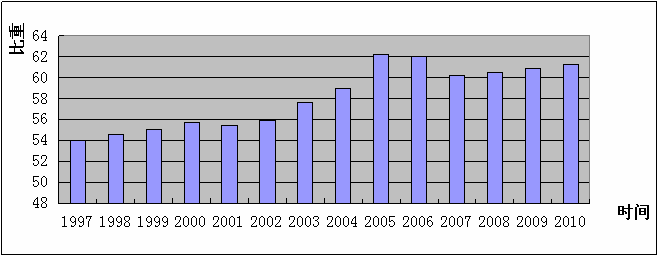


图2-1 沿海地区GDP1997年至2010年在全国GDP中的比重

为了更为突出沿海地区经济的在全国范围内的重要性，下表是1997年至2010年沿海11地区GDP在在全国范围内所占的比例。

表2-1 沿海11地区GDP在全国范围内的百分比

|  | 天津 | 河北 | 辽宁 | 上海 | 江苏 | 浙江 | 福建 | ft东 | 广东 | 广西 | 海南 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1997 | 1.56 | 5.01 | 4.54 | 4.25 | 8.46 | 5.87 | 3.80 | 8.42 | 9.26 | 2.30 | 0.52 |
| 1998 | 1.58 | 5.04 | 4.60 | 4.37 | 8.53 | 5.91 | 3.89 | 8.49 | 9.38 | 2.25 | 0.52 |
| 1999 | 1.62 | 5.10 | 4.65 | 4.50 | 8.58 | 5.98 | 3.96 | 8.54 | 9.44 | 2.18 | 0.53 |
| 2000 | 1.65 | 5.13 | 4.71 | 4.59 | 8.65 | 6.08 | 3.95 | 8.61 | 9.74 | 2.07 | 0.52 |
| 2001 | 1.68 | 5.09 | 4.59 | 4.51 | 8.67 | 6.15 | 3.88 | 8.61 | 9.71 | 2.03 | 0.50 |
| 2002 | 1.70 | 5.09 | 4.38 | 4.49 | 8.84 | 6.48 | 3.89 | 8.77 | 9.75 | 2.04 | 0.50 |
| 2003 | 1.80 | 5.22 | 4.42 | 4.60 | 9.17 | 6.91 | 3.85 | 9.15 | 10.03 | 2.01 | 0.49 |
| 2004 | 1.83 | 5.48 | 4.30 | 4.66 | 9.63 | 7.03 | 3.79 | 9.69 | 10.03 | 2.08 | 0.48 |
| 2005 | 2.00 | 5.46 | 4.33 | 4.95 | 9.90 | 7.27 | 3.55 | 10.01 | 12.09 | 2.20 | 0.48 |
| 2006 | 1.71 | 5.39 | 4.28 | 4.79 | 10.01 | 7.28 | 3.52 | 10.21 | 12.11 | 2.23 | 0.49 |
| 2007 | 1.90 | 5.16 | 4.15 | 4.59 | 9.68 | 7.07 | 3.48 | 9.77 | 11.69 | 2.24 | 0.46 |
| 2008 | 2.14 | 5.10 | 4.35 | 4.48 | 9.87 | 6.83 | 3.45 | 9.85 | 11.72 | 2.24 | 0.48 |
| 2009 | 2.21 | 5.06 | 4.46 | 4.41 | 10.11 | 6.74 | 3.59 | 9.94 | 11.58 | 2.28 | 0.49 |
| 2010 | 2.30 | 5.08 | 4.60 | 4.28 | 10.33 | 6.91 | 3.67 | 9.76 | 11.47 | 2.39 | 0.51 |

从上表中可以看到广东从2003年开始其经济总量在全国范围内的比重开始超过10%，ft东和江苏地区从2003年开始其经济总量在全国范围内的比重开始超过9%。2010年沿海11地区GDP占全国GDP总量的61.3%，其中广东、江苏和

ft东三地区经济总量占全国总量的三分之一。这表明沿海地区已经成为全国经济的核心。

#### 2、 海洋经济增长

2010年中国海洋经济统计公报显示[164]，全年我国海洋生产总值为38439亿元，海洋生产总值占国内生产总值9.7%，比上年增长12.8%。其中，海洋产业增加值22370亿元，海洋相关产业增加值16069亿元；海洋第一产业增加值2067亿元，第二产业增加值18114亿元，第三产业增加值18258亿元。海洋经济三次产业结构

5∶47∶48。据测算，2010年全国涉海就业人员3350万人，其中新增就业80万人。沿海11地区的陆地面积仅占全国总面积的13%，但是这不到六分之一的面积却集聚全国40%的人口，创造了全国60%的财富，其中海洋经济发挥了重要作用。下图为海洋经济在沿海11地区国内生产总值中所占的比重[106-133]。



图2-2 海洋经济1997年至2010年占沿海地区GDP的比重

从上图可以看到，海洋经济在沿海地区中的比重不断上升，1997年的比重仅为6.48%，2004年开始超过10%，此后一直维持在较高的水平，2006年的比重超过

14%，2010年的比重也达到13.86%。1997—2010年沿海各省海洋经济占GDP比重如下表所示。

表2-2 沿海11地区海洋经济在各地区GDP中的百分比

|  | 天津 | 河北 | 辽宁 | 上海 | 江苏 | 浙江 | 福建 | ft东 | 广东 | 广西 | 海南 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1997 | 9.1 | 1.5 | 7.4 | 10.3 | 0.7 | 6.7 | 3.9 | 8.7 | 10.9 | 4.3 | 11.5 |
| 1998 | 6.7 | 1.4 | 7.1 | 10.1 | 0.7 | 6.9 | 4.0 | 9.6 | 9.3 | 4.9 | 12.0 |
| 1999 | 6.9 | 1.3 | 6.7 | 12.4 | 0.6 | 6.9 | 4.4 | 9.8 | 9.7 | 5.1 | 11.5 |
| 2000 | 8.2 | 1.4 | 7.0 | 12.6 | 0.5 | 6.5 | 4.3 | 8.9 | 10.4 | 5.3 | 13.3 |
| 2001 | 14.0 | 2.1 | 7.2 | 12.0 | 0.6 | 8.8 | 6.5 | 9.1 | 12.8 | 5.3 | 17.7 |
| 2002 | 19.4 | 2.1 | 8.4 | 12.6 | 0.7 | 13.5 | 9.2 | 9.7 | 12.5 | 6.0 | 17.0 |
| 2003 | 22.0 | 2.6 | 9.1 | 12.6 | 1.2 | 12.1 | 10.5 | 12.2 | 12.2 | 2.0 | 20.4 |
| 2004 | 33.8 | 3.3 | 14.0 | 24.2 | 1.2 | 16.5 | 11.7 | 12.9 | 15.8 | 3.5 | 26.9 |
| 2005 | 37.1 | 3.2 | 12.9 | 24.8 | 1.3 | 17.1 | 8.9 | 13.2 | 19.0 | 3.7 | 27.3 |
| 2006 | 30.7 | 9.5 | 15.9 | 37.7 | 1.9 | 11.8 | 8.8 | 16.8 | 15.5 | 6.3 | 29.2 |
| 2007 | 30.5 | 9.1 | 15.8 | 34.6 | 2.3 | 12.0 | 9.6 | 17.4 | 14.3 | 5.9 | 29.6 |
| 2008 | 28.1 | 8.7 | 15.2 | 34.1 | 2.2 | 12.5 | 9.3 | 17.3 | 15.8 | 5.7 | 28.6 |
| 2009 | 28.7 | 5.4 | 15.0 | 27.9 | 2.5 | 14.8 | 9.9 | 17.2 | 16.9 | 5.7 | 28.6 |
| 2010 | 27.6 | 5.3 | 15.0 | 28.5 | 2.8 | 15.5 | 9.5 | 17.8 | 17.0 | 5.8 | 29.0 |

从上表可以看出，比重较高的地区是天津、上海、海南，其中天津和上海的海洋经济占GDP比重最大时分别达到37.60%和37.72%. ft东地区海洋经济的比重从2007年开始超过17%，浙江地区自2002年开始其海洋经济在全省中的比例超过

10%，广东地区海洋经济除1998年和1999年之外其余时期的比重均超过了10%。

### 2.2.3 海洋环境污染相关指标介绍

#### 1、 海洋环境污染的界定

对于海洋环境污染，目前从不同的角度有多种不同的定义，但是无论是哪一种定义，其中心含义是一致的，即由于污染物质直接或者间接的引入海洋，超出海洋自净能力，造成海水质量下降，从而影响海洋环境的发展，影响生态安全。第一个“海洋环境污染”法的定义于1972年由海洋污染科学问题专家联合组界定，其定义如下：“海洋污染是指人类直接或间接把物质或能量引入海洋环境，其中包括河口湾，以致造成损害生物资源，危害人类健康，妨碍包括捕鱼在内的各项海洋活动，损坏海洋使用质量以及减损环境优美等有害影响。”1982年通过的《联

合国海洋法公约》中，给“海洋污染”定义如下：“海洋环境污染是指人类直接或间接地将物质或能量引入海洋环境，其中包括河口湾，以致造成或可能造成损害生物资源或海洋生物、危害人类健康、妨碍包括捕鱼和海洋其他正当用途在内的各种海洋活动、损害海水使用质量和减损环境优美等有害影响。”我国海洋环境保护法中使用的是“海洋环境污染损害”一词。我国《海洋环境保护法》第95条第1款对“海洋环境污染”概念作了比较明确的界定：“海洋环境污染损害，是指直接或间接地将物质或能量引入海洋环境，产生损害海洋生物资源、危害人体健康、妨害渔业和海上其他合法活动、损害海水使用素质和减损环境质量等有害影响。”

依据不同的标准可以对海洋环境污染进行不同的分类。根据污染物质的物理、化学性质及其对海洋造成污染的方式可将海洋环境污染分为：石油及石油制品污染，各种重金属及非金属污染，有机氯化合物污染，有机物质和营养盐类污染，放射性物质污染，固体废物污染和废热污染。根据污染物质的来源划分，海洋污染源可分为海洋型污染、陆源型污染。海洋型污染源主要是指船舶和海上设施在正常作业、疏浚、海上倾废或者由于海难事故等将污染物排入海中。在陆上产生直接入海或者经过河流、空气等途径最终进入大海的污染物，均称为陆源污染物。陆源污染按照污染源的不同又可以分为工业污染源、农业污染源和生活污染源。根据联合国、环保组织和我国发布的相关数据显示，在世界范围内造成全球海域污染的污染物当中，陆源污染物占到50%至90%。造成海洋环境污染的陆源污染物主要有三大类，即水体有机物、水体营养物和金属盐类。水体有机物和营养物主要来源于生活污水，通过微生物的生物化学作用分解为简单的无机物二氧化碳和水，在缺氧的条件下就发生腐败。营养物主要是氮和磷两类，一定数量的氮和磷是维持一个水体平衡的必需物质，但是过多的营养物将会导致海水中的含氧量降低，甚至发生赤潮，从而剥夺鱼类和贝壳类所需的氧。金属盐类主要来源于工业污水，金属盐类在水中不能被分解，只能发生形态间的相互转化及分散和富集过程，如果金属富集程度较高，将对周围水体环境造成重大危害。

#### 2、 中国海洋环境污染的现状

海洋环境污染的评价指标很多，本文主要从海水环境质量状况、近岸海域海水主要污染物、工业废水对海洋环境的污染以及海洋环境灾害中的赤潮四个方面

来分析我国海洋环境污染的状况。

第一、海水环境质量状况。以海水水质为代表的海水环境质量状况是反映海洋环境污染的重要指标，下表是2001年至2010年我国管辖海域海水水质情况

[136-148]。

表2-3 2001年至2010年我国管辖海域海水水质情况汇总表

|  | 一类（％） | 二类（％） | 三类（％） | 四类（％） | 劣四类（％） |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 2001 | 13.4 | 28 | 12.2 | 11.9 | 34.5 |
| 2002 | 21.3 | 28.4 | 14.4 | 8.9 | 27 |
| 2003 | 19.8 | 30.4 | 19.8 | 8.5 | 21.5 |
| 2004 | 11.4 | 38.2 | 15.4 | 11.8 | 23.2 |
| 2005 | 32 | 35.2 | 8.9 | 5.5 | 18.4 |
| 2006 | 28.8 | 38.9 | 8 | 7.3 | 17 |
| 2007 | 26 | 36.8 | 11.8 | 7.1 | 18.3 |
| 2008 | 31.9 | 38.5 | 11.3 | 6.3 | 12 |
| 2009 | 30.1 | 42.8 | 6 | 6.7 | 14.4 |
| 2010 | 31.5 | 31.2 | 14.1 | 4.7 | 18.5 |

从上表可以看到，在2001年2010年期间，我国海水水质有明显改善。其中，

一类海水从2001年的13.4%上升到2010年的31.5%，劣四类海水相应地从34.5%下降到18.5%，四类海水则从11.9%逐渐下降到4.7%。这说明我国海洋环境污染的势头得到了有效控制，但是，二类和三类海水的比例变化不大，这也显示出我国海洋环境整体局面仍然没有改观。

具体到四个海域来说，东海的海洋环境污染最为严重，其劣四类海水的比例

2001年度高达52%，即使2010年度劣四类海水比例仍然高达38.7%。渤海的海洋环境污染也很严重，其劣四类海水所占的比例最高值为38.5%，此后经过治理虽然有了明显改善，但是2010年污染状况开始反弹，数值重新上涨到18.7%。黄海和南海的海洋水质改善比较明显，其中一类海水比例分别从19.1%和17%分别上升到42.6%和69%。

第二、近岸海域海水主要污染物。我国近岸海域海水的主要污染物由营养盐、有机污染物、重金属组成；其中营养盐污染包括无机氮和活性磷酸盐，有机污染

物由化学需氧量、石油类污染来表示，海水中的重金属污染主要由铅、铜、汞和镉来表示。此外海水中的pH值、溶解氧的含量以及非离子氨的浓度也被用来表示海洋环境污染。下表是全国近岸海域海水2001年至2010年主要污染物样本超标率汇总表。

表2-4 近岸海域海水主要污染物样本超标率（%）

|  | 无 机 氮（毫克/  升） | 活性磷 酸 盐（毫克/  升） | 化学需 氧 量（毫克/  升） | 石 油 类（毫克/  升） | 铅（微克/  升） | 铜（微克/  升） | 汞（微克/  升） | 镉（微克/  升） | pH | 溶 解 氧（毫克/  升） | 非离子氨  （毫克/  升） |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 2001 | 67.9 | 59.9 | 1.90 | 18.0 | 62.9 | 25.9 | 6.6 | 2.0 | 7.9 | 5.3 | 3.7 |
| 2002 | 49.0 | 49.2 | 16.1 | 12.9 | 48.6 | 22.2 | 7.9 | 2.5 | 9.2 | 3.2 | 1.9 |
| 2003 | 37.5 | 23.6 | 4.2 | 16.0 | 3.4 | 5.1 | 0.8 | 0 | 4.7 | 2.2 | 0 |
| 2004 | 31.8 | 23.5 | 2.4 | 9.9 | 6.4 | 8.0 | 3.4 | 0 | 3.5 | 1.8 | 2.6 |
| 2005 | 30.5 | 20.3 | 1.8 | 4.9 | 2.5 | 0.7 | 0 | 0.1 | 3.7 | 2.2 | 1 |
| 2006 | 31.4 | 14.4 | 2.9 | 2.9 | 2.2 | 0.8 | 0.2 | 0.1 | 4.6 | 5.3 | 0.3 |
| 2007 | 34.1 | 13.4 | 2.1 | 3.0 | 4.0 | 1.4 | 0 | 0 | 2.2 | 2.3 | 1 |
| 2008 | 27.5 | 10.4 | 1.1 | 1 | 1.8 | 0.7 | 0 | 0.2 | 4.9 | 3 | 0.5 |
| 2009 | 28.3 | 14.7 | 1 | 1.5 | 2 | 0.8 | 0.3 | 0.4 | 2.9 | 1.9 | 0.4 |
| 2010 | 35 | 15 | 1.3 | 2.9 | 1.2 | 0.4 | 0.5 | 0.5 | 6 | 6 | 0 |

从上表可以看到影响全国近岸海域水质的主要超标指标是无机氮和活性磷酸盐，其中无机氮的样本超标率最高为67.90%，活性磷酸盐的样本超标率最高为

59.90%。有机污染物中的石油类污染比较严重，中国沿海油污染面积约12万平方公里。相对而言，渤海和东海油污染比较严重，分别占石油排放入海量的34％和

33％；南海占19％；黄海最少，占14％。在重金属污染中，铅的样本超标率曾经高达62.90%，此后经过治理有明显改善，2010年的样本超标率仅为1.20%。此外，

pH值和溶解氧的样本超标率在2001年至2010年期间变化不明显，其最高值没有超过10%，最小值也没有低于1%。

第三、工业废水对海洋环境的污染。陆源污染物是造成海洋环境污染最重要

的因素，工业废水又是陆源污染主要组成部分，海水中的无机氮、活性磷酸盐、化学需氧量以及重金属基本上都是由排入海水中的工业废水带入的，因此工业废水[190-199]是导致海洋环境污染最主要的原因之一。

表 2-5 2001年至2010年工业废水直排入海量（万吨）

|  | 全国 | 渤黄海 | 东海 | 南海 |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 2001 | 86003 | 44579 | 17405 | 24019 |
| 2002 | 97636 | 45010 | 16987 | 35639 |
| 2003 | 113586 | 46909 | 20764 | 45913 |
| 2004 | 140668 | 57067 | 24212 | 59389 |
| 2005 | 152371 | 57136 | 22787 | 72448 |
| 2006 | 131736 | 42725 | 23339 | 65671 |
| 2007 | 156906 | 43920 | 28313 | 84673 |
| 2008 | 158702 | 33892 | 23047 | 101763 |
| 2009 | 134695 | 33675 | 15800 | 85220 |
| 2010 | 117954 | 35210 | 15083 | 67662 |

上表显示，从全国范围来看，工业废水直排入海量从2001年开始呈不断呈现出

一个先上升后下降的趋势，最大排放量为158702万吨。从具体的海区来看，渤黄海和东海海域工业废水直排入海量呈递减趋势，而南海总体上呈上升趋势。

第四、海洋环境灾害。作为海洋环境灾害之一的赤潮是海洋环境污染的主要表现。赤潮是在特定环境条件下产生的，导致赤潮发生的相关因素很多，但其中一个极其重要的因素是[海洋污染](http://baike.baidu.com/view/135496.htm)；大量含有各种含氮有机物的废[污水](http://baike.baidu.com/view/326888.htm)排入海水中，使得海水富营养化程度提高，当海水富营养化程度上升到能够支撑海洋浮游藻大量繁殖时，赤潮就发生了。

表 2-6 2001年至2010年赤潮发生频率

|  | 全国 | 渤 海 | 黄 海 | 东 海 | 南 海 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 2001 | 77 | 20 | 8 | 34 | 15 |
| 2002 | 79 | 3 | 14 | 51 | 11 |
| 2003 | 119 | 5 | 12 | 86 | 16 |
| 2004 | 96 | 12 | 13 | 53 | 18 |
| 2005 | 82 | 9 | 13 | 51 | 9 |
| 2006 | 93 | 11 | 2 | 63 | 17 |
| 2007 | 82 | 7 | 5 | 60 | 10 |
| 2008 | 68 | 1 | 12 | 47 | 8 |
| 2009 | 60 | 4 | 13 | 43 | 8 |
| 2010 | 69 | 7 | 9 | 39 | 14 |

从上表可以看到，在2001年至2010年期间，我国赤潮发生的频率没有较大

改变，平均每年发生赤潮近83次，这说明我国海洋环境污染状况没能得到有效

改善。在四大海域中东海赤潮发生的频率最高，平均每年发生52此，其中最高

的一年发生了86次赤潮。

# 3、 沿海地区经济增长与海洋环境污染VAR分析

海洋经济是沿海地区经济的重要组成部分，本章以海洋经济为主题，以向量自回归模型即VAR模型为分析技术，着重从两个方面进行沿海地区经济和海洋环境污染关系分析。其中前两个模型侧重于海洋经济对海洋环境污染的影响分析，以海洋经济三次产业和海洋渔业等八大海洋产业为海洋经济具体指标，以四大海域赤潮累计发生面积作为海洋环境污染的代表指标，在数据平稳和协整分析的基础上，通过构建两个稳定的VAR模型，分别分析了海洋经济对海洋环境污染的影响，并使用脉冲响应函数分析了海洋三次产业和八大海洋产业对赤潮面积的动态影响，最后使用方差分解分析方法，客观地描述了海洋三次产业和八大海洋产业对赤潮面积的影响程度。后两个模型侧重于海洋环境污染对海洋经济的影响分析，其中第三个模型以海洋生产总值来表示海洋经济，以赤潮面积、含油污水排放量和疏浚物海洋倾倒量为海洋环境污染状况指标；第四个个模型以海洋生产总值来代表海洋经济，以海水的pH值，海水中无机氮和溶解氧的浓度，以及海水中铜、汞和镉的浓度来表示海洋环境污染；在分析方法上，首先进行数据平稳性和协整性检验，而后估计出稳定的VAR模型，然后进行脉冲响应函数分析和方差分解分析。

## 3.1 指标选取说明

### 3.1.1 经济指标

海洋经济是沿海地区经济的重要组成部分，除江苏、河北和广西三地区外，

2010年其余地区海洋经济所占比重超过了10%，天津和上海2010年海洋经济占各自地区经济的比重超过四分之一。统计资料显示天津和上海的海洋经济占GDP比重最大时分别达到37.60%和37.72%。本章使用的经济指标有三个，分别为海洋生产总值、海洋经济三次产业和八个主要海洋产业增加值。

中国海洋经济统计公报对海洋生产总值的定义为：“海洋生产总值是海洋经济生产总值的简称，指按市场价格计算的沿海地区常住单位在一定时期内海洋经济活动的最终成果，是海洋产业和海洋相关产业增加值之和。”其中，海洋产业增加值等于主要海洋产业增加值加海洋科研教育管理服务业增加值。按照国内生产总值三次产业分类标准，海洋第一产业由海洋捕捞和海洋养殖为主要构成，海

洋第二产业包括海洋油气业、海洋矿业、海洋盐业、海洋化工业、海洋生物医药业、海洋电力业、海水利用业、海洋船舶工业、海洋工程建筑业，海洋第三产业以海运、滨海旅游、海洋服务等为主要构成。

关于主要海洋产业，中国海洋经济统计公报将12个海洋产业认定为主要海洋产业，分别是：海洋渔业、海洋油气业、海洋矿业、海洋盐业、海洋化工业、海洋生物医药业、海洋电力业、海水利用业、海洋船舶工业、海洋工程建筑业、海洋交通运输业和滨海旅游业。

### 3.1.2 污染指标

本章选用的污染指标有三类。第一类是海洋环境污染的直观表现指标，以赤潮累计发生面积为代表；第二类是海洋环境污染的原因指标，由含油污水排放量和疏浚物排放量来表示；第三类海洋环境污染污染指标由海水的pH值、无机氮和溶解氧的浓度，以及铜、汞和镉的浓度来描述。

赤潮累计发生面积是海洋环境污染状况的直观表现，海洋环境污染严重时赤潮累计发生面积就大，反正海洋环境污染减轻时赤潮出现的频率和面积就相对较小，因此赤潮累计发生面积可以表示海洋环境污染的水平。含油污水和疏浚物可以对海洋环境污染造成影响，因此含油污水排放量和疏浚物排放量可以用来衡量海洋环境污染的程度。海水的pH值、无机氮、溶解氧、铜、汞和镉的浓度是海洋环境污染污染水平的最直接的判断标准，可以用来表示海洋环境污染。

## 3.2 海洋经济三次产业与赤潮面积的VAR分析

### 3.2.1 数据描述性分析

本节所用数据期间为2001年至2011年。海洋经济以海洋三次产业描述，海洋环境污染以赤潮面积为代表进行分析。数据来源于海洋统计年鉴和国家海洋局统计公报。海洋三次产业发展状况和累计赤潮发生面积如下图。



图3-1 海洋三次产业值和赤潮累计发生面积图

由上图可以看到，11年间我国海洋第一产业发展迅速，2001年海洋第一产业为646.3亿元，2011年增加至2327亿元，平均每年增加23.6%。虽然海洋第一产业生产总值不断增加，但是在三次产业中所占的比重却持续下降，已经由

2001年的6.8%下降到2011年的5.1%。与之相对应海洋第二产业比重，除了2007

年和2008年略有下降外，其余时间均为上升趋势，增长速度最快，平均年增长

率达到38.7%。海洋第三产业，除了2002年和2010年所占比重有些起伏外，其余时间段变化幅度较小，增长速度较快，平均年增长率超过32.1%。随着海洋经济的迅猛发展，我国海洋环境污染状况不容乐观。2000年我国海域累计赤潮发生面积为15000平方公里，在2005年和2006年更是突破两万五千平方公里，分

别达到26630平方公里和27070平方公里。此后，经过环境治疗以赤潮为代表的污染水平有所下降，2011年赤潮累计发生面积降为6076平方公里。

### 3.2.2 数据检验

1、对2001—2011年我国数据利用Eviews软件进行ADF平稳性分析，如果

ADF检验的伴随概率小于0.05说明该序列是平稳的，如果ADF所有统计检验值大于各显著水平的临界值则是非平稳的，如果ADF所有检验值小于各个显著水平的临界值则是平稳的，结果如表3-1。

表 3-1 第一产业、第二产业、第三产业、赤潮面积一阶差分结果

|  | 第一产业 | 第二产业 | 第三产业 | 赤潮面积 |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| t-statistic | -4.897521 | -3.626500 | -5.999800 | -3.905666 |
| 1%level | -4.038365 | -3.487046 | -4.038365 | -2.584877 |
| 5%level | -3.448681 | -2.886290 | -3.448681 | -1.943587 |
| 10%level | -3.149521 | -2.580046 | -3.149521 | -1.614912 |

由表3.1可以看出第一产业、第二产业、第三产业、赤潮面积均为一阶单整序列。

2、协整检验。本文对上述四个变量进行基于迹统计量做协整检验，检验结果如表3-2。

表3-2 四个变量的Johansen协整检验结果

| 原假设 | | 迹统计量值 | 0.05 显著性水  平临界值 | P 值 |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 协整向量个数 | 特征根值 |
| 无 | 0.248935 | 33.49280 | 27.58434 | 0.0077 |
| 最多一个 | 0.150910 | 19.13999 | 21.13162 | 0.0928 |
| 最多两个 | 0.122525 | 15.29270 | 14.26460 | 0.0343 |
| 最多三个 | 0.032292 | 3.840508 | 3.841466 | 0.0500 |
| Max-eigenvalue test indicates 1 cointegrating eqn(s) at the 0.05 level | | | | |
| Denotes rejection of the hypothesis at the 0.05 level | | | | |

由上表可知，四个变量之间存在协整关系，所以可以建立VAR模型。

3、滞后阶数的确定。在VAR模型中一个重要的问题就是滞后阶数的确定。在选择滞后阶数P时，首先要使滞后阶数足够大，以便能够完整地反映所构造模型的动态特征；于此同时又存在一个问题，滞后阶数越大，需要估计的参数也就越多，那么模型的自由度就会减少。因此，在确定滞后阶数时，通常需要综合考虑，既要有足够数目的滞后项，又要有足够数据的自由度。目前有6种确定滞后

阶数的检验方法，为了确定最优滞后阶数，本章对四个变量使用6种检验方法进行检验，检验结果如下表3-3。

表3-3 最优滞后阶数

| Lag | LogL | LR | FPE | AIC | SC | HQ |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 0 | -2364.591 | NA | 2.75e+13 | 42.29626 | 42.39335 | 42.33565 |
| 1 | -1454.554 | 1738.820 | 3204455. | 26.33132 | 26.81677 | 26.52828 |
| 2 | -1170.707 | 522.0761 | 26855.30 | 21.54834 | 22.42214\* | 21.90287 |
| 3 | -1135.930 | 61.47980 | 19259.11\* | 21.21304\* | 22.47520 | 21.72514\* |
| 4 | -1120.030 | 26.97329\* | 19395.12 | 21.21483 | 22.86535 | 21.88450 |
| 5 | -1109.582 | 16.97802 | 21599.42 | 21.31397 | 23.35285 | 22.14121 |
| 6 | -1102.554 | 10.91845 | 25674.53 | 21.47419 | 23.90142 | 22.45899 |
| 7 | -1097.286 | 7.808842 | 31652.05 | 21.66582 | 24.48141 | 22.80819 |
| 8 | -1092.615 | 6.588552 | 39680.90 | 21.86813 | 25.07208 | 23.16808 |
| \* indicates lag order selected by the criterion | | | | | | |

利用Eviews对滞后阶数进行确定，由表3.3知二阶含有的\*最多的，所以最优滞后阶数为3。

### 3.2.3 模型估计

基于上述结论可以得出，2001-2010年样本数据可以建立VAR模型，利用

Eviews估计VAR模型如表3-4.

表3-4 VAR模型输出

|  | 赤潮面积 | 第一产业 | 第三产业 | 第二产业 |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 赤潮面积(-1) | 1.388820 | 0.000749 | 0.009639 | 0.013342 |
|  | (0.15739) | (0.00154) | (0.01632) | (0.01729) |
|  | [ 8.82408] | [ 0.48654] | [ 0.59074] | [ 0.77185] |
| 赤潮面积(-2) | 0.092483 | -0.001333 | -0.020812 | -0.031941 |
|  | (0.29575) | (0.00289) | (0.03066) | (0.03248) |
|  | [ 0.31270] | [-0.46099] | [-0.67875] | [-0.98330] |
| 赤潮面积(-3) | -0.501499 | 0.000620 | 0.011857 | 0.019011 |
|  | (0.15154) | (0.00148) | (0.01571) | (0.01664) |
|  | [-3.30937] | [ 0.41878] | [ 0.75471] | [ 1.14225] |
| 第一产业(-1) | -8.302364 | 1.561997 | 2.091493 | 2.846404 |
|  | (12.5485) | (0.12268) | (1.30094) | (1.37822) |
|  | [-0.66162] | [ 12.7320] | [ 1.60768] | [ 2.06527] |
| 第一产业(-2) | 17.51166 | -0.336148 | -4.172839 | -5.644960 |
|  | (23.4818) | (0.22958) | (2.43443) | (2.57905) |
|  | [ 0.74575] | [-1.46422] | [-1.71409] | [-2.18878] |
| 第一产业(-3) | -8.840046 | -0.256643 | 2.262804 | 2.964933 |
|  | (12.0233) | (0.11755) | (1.24649) | (1.32054) |
|  | [-0.73524] | [-2.18330] | [ 1.81534] | [ 2.24524] |
| 第三产业(-1) | 0.886938 | -0.017211 | 1.191862 | -0.333598 |
|  | (2.85396) | (0.02790) | (0.29588) | (0.31346) |
|  | [ 0.31077] | [-0.61683] | [ 4.02822] | [-1.06426] |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 第三产业(-2) | -2.712220 | 0.036110 | 0.457084 | 0.731282 |
|  | (5.36402) | (0.05244) | (0.55610) | (0.58914) |
|  | [-0.50563] | [ 0.68856] | [ 0.82194] | [ 1.24127] |
| 第三产业(-3) | 1.467432 | -0.015662 | -0.715353 | -0.424193 |
|  | (2.76308) | (0.02701) | (0.28646) | (0.30347) |
|  | [ 0.53109] | [-0.57979] | [-2.49725] | [-1.39779] |
| 第二产业(-1) | -1.583444 | 0.030252 | 0.409812 | 1.987586 |
|  | (2.66473) | (0.02605) | (0.27626) | (0.29267) |
|  | [-0.59422] | [ 1.16120] | [ 1.48343] | [ 6.79117] |
| 第二产业(-2) | 3.571721 | -0.056386 | -0.792052 | -1.144041 |
|  | (5.04201) | (0.04929) | (0.52272) | (0.55377) |
|  | [ 0.70839] | [-1.14386] | [-1.51525] | [-2.06591] |
| 第二产业(-3) | -1.746739 | 0.025897 | 0.418328 | 0.151910 |
|  | (2.58376) | (0.02526) | (0.26787) | (0.28378) |
|  | [-0.67605] | [ 1.02519] | [ 1.56171] | [ 0.53531] |
| C | 7.730381 | 0.048186 | 1.552078 | 2.188761 |
|  | (12.7388) | (0.12454) | (1.32067) | (1.39912) |
|  | [ 0.60684] | [ 0.38690] | [ 1.17522] | [ 1.56438] |
| R-squared | 0.995762 | 0.997362 | 0.996926 | 0.997370 |
| Adj. R-squared | 0.995273 | 0.997058 | 0.996571 | 0.997066 |
| Sum sq. resids | 184814.9 | 17.66536 | 1986.402 | 2229.421 |
| S.E. equation | 42.15526 | 0.412140 | 4.370357 | 4.629983 |
| F-statistic | 2036.310 | 3276.714 | 2810.728 | 3286.498 |
| Log likelihood | -596.8646 | -55.41755 | -331.6823 | -338.4342 |
| Akaike AIC | 10.42504 | 1.169531 | 5.892005 | 6.007423 |
| Schwarz SC | 10.73194 | 1.476439 | 6.198914 | 6.314331 |
| Mean dependent | -62.71387 | 14.15413 | 139.9466 | 149.3299 |
| S.D. dependent | 613.1371 | 7.597995 | 74.63739 | 85.48297 |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Determinant resid covariance (dof adj.) | 10631.76 |  |  |
| Determinant resid covariance | 6637.356 |  |  |
| Log likelihood | -1178.891 |  |  |
| Akaike information criterion | 21.04087 |  |  |
| Schwarz criterion | 22.26850 |  |  |

从上表可以看到，四个方程的拟合优度分为0.995762、0.997362、0.996926和0.997370，均在0.99以上，说明方程拟合较好，可以利用这个模型进行下一步的分析。根据表3-4列出方程如下：

*Chichaomianji*(1) 

*chichaomianji*(2) 

 

*Chichaomianji*(3) 

*one*(1)



*Chichaomianji* 

1.39 0.09

0.5

8.3 17.5 -8.84 0.89

2.71 1.47

1.58 3.57

1.75*one*(2)

 7.73 

*one*

0.00075

0.001 ?



36 0.016 0.03 

 3)

0.048 

  

0.056 0.025*one*(



*two*

  0.0096

0.021 0.012 2.09

4.17 2.26 1.19 0.45

0.715 0.41

0.79 0.42*tree*(1)

 1.55 

   

*tree*

 0.013

0.033 0.019 2.85

5.65 2.96

0.333 0.73

0.42 1.37

1.144 0.15*tree*(2)

*tree*(3)

 2.189





*two*(1)

*two*(2)



*two*(3)



### 3.2.4 模型稳定性检验

为了保证所估计出的模型是否稳定，需要对模型进行稳定性检验。

Inverse Roots of AR Characteristic Polynomial

1.5



1.0

0.5

0.0

-0.5

-1.0

-1.5

-1.5 -1.0 -0.5 0.0 0.5 1.0 1.5

图3-2 模型滞后结构稳定性检验

对以上模型进行VAR模型滞后结构检验，如图所示。发现结果均在单位圆内，所有根模的倒数都小于1，说明该VAR模型较为稳定。

### 3.2.5 脉冲响应函数分析

由于VAR模型是一种非理论性的模型，因此无需对其变量作任何先验性约

束。在分析VAR模型时一般不分析一个变量对另一个变量如何影响，而是分析一个误差项发生变化，或者说模型受到某种冲击时对系统的动态影响，这种分析方法称为脉冲响应函数方法。脉冲响应函数描述的是加入一个标准差大小的冲击对于VAR模型中内生变量当期值及未来几期值的影响。进一步分析了一个随机变量的冲击对内生变量影响的重要性。利用Eviews软件对数据进行脉冲响应函数分析得到下图。

Response of CHICHAOMIANJI to Cholesky One S. D. Innovations

150

1.6

Response of ONE to Cholesky One S. D. Innovations

1.2

100

0.8

50

0.4

0

0.0

-50

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

-0.4

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

CHICHAOMIANJI TWO

ONE TREE

CHICHAOMIANJI TWO

ONE TREE

Response of TREE to Cholesky One S. D. Innovations

20

Response of TWO to Cholesky One S. D. Innovations

25

20

16

15

12 10

8 5

0

4

-5

0

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

-10

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

CHICHAOMIANJI TWO

ONE TREE

CHICHAOMIANJI TWO

ONE TREE

图3-3 赤潮、第一产业、第二产业、第三产业脉冲响应函数图

对上图进行分析，得到如下结论：

分别给赤潮面积增加量、第一产业增加量、第二产业增加量、第三产业增加量一个标准差大小的冲击，对赤潮面积增加量的影响变化是不同的。其中赤潮面积对第一产业和第三产业的反应为负值，且第三产业的影响程度始终高于第一产业；同时随着时期的推移，影响程度越来越大，均在第10期达到最高点。对第二产业的反应为正值，但是反应不够明显。自身的影响较为明显且不断上升，第

七期后趋于平稳。

分别给赤潮面积、第一产业、第二产业、第三产业一个标准差大小的冲击对第一产业的影响。赤潮面积对第一产业的影响始终为负值，且先下降后上升，在第五期和第六期达到最低值。第二产业对第一产业影响不大，接近于零且趋于平稳。第三产业对第一产业的影响持续上升。第一产业对自身的影响不断上升，第七期后趋于平稳。

分别给赤潮面积、第一产业、第二产业、第三产业一个标准差大小的冲击对对第二产业的影响。第一产业对第二产业的影响几乎为零。赤潮面积对第二产业的影响为负值且不断下降。第三产业对第二产业的影响为正值，且不断上升。第二产业对自身影响也为正值，相较于第三产业，影响较高。

分别给赤潮面积、第一产业、第二产业、第三产业一个标准差大小的冲击对第三产业的影响均为正影响。其中赤潮面积对第三产业的影响为先上升后下降，在第五期和第六期达到最大。第一产业和第二产业对第三产业的影响相似，均不够明显，有上升的趋势，但均接近于零。第三产业对自身的影响显著，不断上升，在第八期趋于平稳。

综上所述，第一产业和第三产业对赤潮面积的影响比较大，第二产业对赤潮面积的影响相对偏弱。这表明，第一和第二产业受到外部条件的冲击后，会引起赤潮面积的显著变化，而且这一冲击具有显著的促进作用和较长的持续效应；而第二产业的变化则对赤潮面积的影响不大。

于此同时，脉冲响应函数分析又为赤潮发生的原因和程度提供的一个新视角和理由，那就是第三产业也会造成海洋环境污染的恶化，具体来讲会造成扩大赤潮面积；造成这种结果的原因可能为第三产业中绿色海洋产业所占比重较小，实际上从2001年至2010年，海洋科研教育管理服务业占海洋生产总值的比重就从

19.7%下降到16.8%；以往传统研究认为，需要减少第二产业的比重，通过产业结构的转型升级来达到改善环境的目的；基于本章研究分析表明，要想达到保护环境的目的，仅仅提升第三产业的比重还不够，还要优化产业内部结果，增加滨海旅游等绿色产业的份额，只有如此才能达到目的。

### 3.2.6 方差分解分析

脉冲响应函数描述的是VAR模型一个内生变量的冲击对其他变量的影响，方

差分解分析则是通过分析每一个结构冲击对内生变量变化的贡献度，进一步评价不同结构冲击的重要性和程度。方差分解分析给出的是对VAR模型中的变量产生影响的每个随机扰动的相对重要的信息。利用Eviews软件对数据进行方差分解分析得到表3-5。

表3-5 方差分解分析表

| Period | S.E. | 赤潮面积 | 第一产业 | 第三产业 | 第二产业 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 42.15526 | 100.0000 | 0.000000 | 0.000000 | 0.000000 |
| 2 | 74.41794 | 99.65857 | 0.065569 | 0.179729 | 0.096128 |
| 3 | 114.2655 | 99.46184 | 0.086343 | 0.366111 | 0.085709 |
| 4 | 154.6342 | 99.14645 | 0.121290 | 0.654272 | 0.077984 |
| 5 | 195.8275 | 98.76913 | 0.154511 | 1.018711 | 0.057649 |
| 6 | 235.8986 | 98.27858 | 0.195403 | 1.485859 | 0.040163 |
| 7 | 274.2521 | 97.65926 | 0.243892 | 2.063395 | 0.033455 |
| 8 | 310.0979 | 96.88519 | 0.303619 | 2.765051 | 0.046140 |
| 9 | 343.0477 | 95.93746 | 0.376796 | 3.599102 | 0.086640 |
| 10 | 372.8253 | 94.80006 | 0.466473 | 4.571458 | 0.162007 |
| Cholesky Ordering: CHICHAOMIANJI ONE TREE TWO | | | | | |

对表3-5进行分析得以下结论：

赤潮面积产生一个标准差大小的冲击，各个变量的贡献度为上表。赤潮本身的贡献率最大，但是呈下降趋势。第一和第三产业的贡献率始终处于上升趋势，第二产业的贡献率呈现先下降后上升的趋势。其中，第一次产业贡献率以超过每年20%的幅度递增，第三产业的贡献率以超过每年30%的幅度递增，第二产业的贡献率相对稳定。分析结果表明，作为海洋环境污染表现形式之一的赤潮，受其自身的影响最大，但是受第一和第三产业的影响正在增加。这说明环境污染具有较长的时间延续性，一旦破坏了环境造成了污染，很难在短时间内根除污染，很难在短时间内消除负面影响。基于赤潮面积的分析为我们真实地敲响了警钟，污染环境容易，则消除环境污染则需要很长的时间，需要花费很多的资源。更进一步地讲，以牺牲环境为代价的发展，会付给高昂的成本；一代人造成的污染，需要几代人努力去消除。为了更为细致地阐述海洋经济发展与海洋环境污染之间

的关系，本章下一节将着重分析八个海洋主要产业对赤潮的影响。

## 3.3 八个海洋产业与赤潮面积的VAR分析

### 3.3.1 数据描述性分析

本节将把海洋三次产业细化，使用八个海洋主要产业作为分析变量，来研究海洋经济与海洋环境污染的关系。所用数据来自国家海洋局，数据期间为2001

年至2010年。具体情况如下图。



图3-4 八大海洋主要产业产值与赤潮累计发生面积

八大海洋产业中，以滨海旅游业产值最高，2011年产值达到6258亿元；其次为海洋交通运输业和海洋渔业，2011年分别为3957亿元和3287亿元。发展最快的为海洋船舶工业，11年间增长了12.2倍，年平均增长率超过110%；其次是海洋化工业，期间增长了9.6倍，年平均增长率为82.3%；再次为海洋油气业，

11年增长了8.8倍，年均增长率为80%；增长最为缓慢的是海洋盐业和海洋交通

运输业，分别增长了1.8倍和2倍，次之为海洋渔业，11年增长了2.4倍。

### 3.3.2 数据处理与检验

为了扩大研究对象，提供估计精度，首先使用统计方法将年度数据月度化。

1、平稳检验。在建立VAR模型之前，首先对各个变量的平稳性进行检验，只有当各个变量都是平稳序列且各个变量之间存在协整关系时，才能用来构建

VAR模型。。对2001—2011年我国数据利用Eviews软件进行ADF平稳性分析，如果ADF检验的伴随概率小于0.05说明该序列是平稳的，如果ADF所有统计检验值大于各显著水平的临界值则是非平稳的，如果ADF所有检验值小于各个显著水平的临界值则是平稳的。经检验，原始数据不平稳，需要对原始数据进行一阶差分，差分结果如下表。

表3-6 八大海洋产业和赤潮面积一阶差分结果

|  | 海洋船  舶工业 | 工程建  筑业 | 海洋油  气业 | 交通运  输业 | 海洋化  工业 | 海洋旅  游业 | 海洋盐  业 | 海洋渔  业 | 赤潮面  积 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| t-statistic | -3.45 | -3.49 | -5.20 | -4.19 | -3.76 | -1.96 | -2.27 | -4.84 | -3.91 |
| 1%level | -4.04 | -2.58 | -2.58 | -2.58 | -2.58 | -2.58 | -2.58 | -3.49 | -2.58 |
| 5%level | -3.45 | -1.94 | -1.94 | -1.94 | -1.94 | -1.94 | -1.94 | -2.89 | -1.94 |
| 10%level | -3.15 | -1.61 | -1.61 | -1.61 | -1.61 | -1.61 | -1.61 | -2.58 | -1.61 |

由表3-6可以看出海洋船舶工业、海洋工程建筑业、海洋油气业、海洋交通运输业、海洋化工业、滨海旅游业、海洋盐业、海洋盐业、海洋渔业，赤潮面积均为一阶单整序列。

2、协整检验。协整检验结果如下表

表3-7 九个变量的Johansen协整检验结果

| 原假设 | | 迹统计量值 | 0.05显著性水平  临界值 | P值 |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 协整向量个数 | 特征根值 |
| 无 | 0.568944 | 461.4330 | 197.3709 | 0.0001 |
| 最多一个 | 0.440175 | 363.8170 | 159.5297 | 0.0000 |
| 最多两个 | 0.387113 | 296.5217 | 125.6154 | 0.0000 |
| 最多三个 | 0.371747 | 239.7310 | 95.75366 | 0.0000 |
| 最多四个 | 0.343184 | 185.8128 | 69.81889 | 0.0000 |
| 最多五个 | 0.331680 | 137.0521 | 47.85613 | 0.0000 |
| 最多六个 | 0.300198 | 90.30536 | 29.79707 | 0.0000 |
| 最多七个 | 0.248646 | 48.89818 | 15.49471 | 0.0000 |
| 最多八个 | 0.126859 | 15.73630 | 3.841466 | 0.0001 |
| Max-eigenvalue test indicates 9 cointegrating eqn(s) at the 0.05 level | | | | |
| Denotes rejection of the hypothesis at the 0.05 level | | | | |

由上表可知，基于迹统计量的九个变量协整检验结果为存在协整关系，所以可以建立VAR模型。

3、滞后阶数的确定

表3-8 最优滞后阶数

| Lag | LogL | LR | FPE | AIC | SC | HQ |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 0 | -3572.335 | NA | 8.55e+16 | 64.52856 | 64.74825 | 64.61768 |
| 1 | -693.1301 | 5239.634 | 1.09e-05 | 14.11045 | 16.30737 | 15.00168 |
| 2 | -104.0122 | 976.5559\* | 1.18e-09\* | 4.955174\* | 9.129315\* | 6.648500\* |
| 3 | -37.83048 | 98.97441 | 1.66e-09 | 5.222171 | 11.37354 | 7.717598 |
| 4 | 12.05637 | 66.51580 | 3.33e-09 | 5.782768 | 13.91136 | 9.080297 |
| 5 | 46.42845 | 40.25559 | 9.80e-09 | 6.622911 | 16.72873 | 10.72254 |
| 6 | 69.42490 | 23.20362 | 4.09e-08 | 7.668020 | 19.75106 | 12.56975 |
| 7 | 97.33062 | 23.63187 | 1.93e-07 | 8.624674 | 22.68494 | 14.32851 |
| 8 | 131.6088 | 23.46972 | 1.10e-06 | 9.466509 | 25.50400 | 15.97244 |
| \* indicates lag order selected by the criterion | | | | | | |

利用Eviews对滞后阶数进行确定，由表3.3知二阶含有的\*最多的，所以最优滞后阶数为2。

### 3.3.3 模型估计

基于上述结论可以得出，2001-2010年样本数据可以建立VAR模型，利用Eviews估计VAR模型如表3-9

表3-9 VAR模型输出

|  | 赤潮 | 船舶制造 | 工程建筑业 | 海洋化工业 | 交通运输业 | 海洋旅游业 | 海洋盐业 | 海洋油气业 | 海洋渔业 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 赤潮(-1) | 1.012406 | 0.000404 | 0.000961 | 0.001589 | 0.008867 | 0.011049 | 0.000198 | 0.002185 | 0.001197 |
|  | (0.01813) | (0.00041) | (0.00280) | (0.00210) | (0.00678) | (0.00520) | (0.00013) | (0.00605) | (0.00146) |
|  | [ 55.8409] | [ 0.98308] | [ 0.34359] | [ 0.75689] | [ 1.30835] | [ 2.12460] | [ 1.52813] | [ 0.36100] | [ 0.82001] |
| 赤潮(-2) | -0.000975 | -0.000560 | -0.000472 | -0.000156 | -0.006115 | -0.003926 | -0.000171 | 6.04E-05 | -0.000230 |
|  | (0.01487) | (0.00034) | (0.00230) | (0.00172) | (0.00556) | (0.00427) | (0.00011) | (0.00497) | (0.00120) |
|  | [-0.06555] | [-1.66186] | [-0.20580] | [-0.09067] | [-1.09965] | [-0.92022] | [-1.60576] | [ 0.01216] | [-0.19219] |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 船舶制造(-1) | 63.56666 | 1.095339 | 1.575678 | -0.529145 | -8.082365 | -16.73889 | -0.298722 | -6.222413 | -2.123792 |
|  | (18.6755) | (0.42292) | (2.88155) | (2.16287) | (6.98136) | (5.35704) | (0.13369) | (6.23597) | (1.50385) |
|  | [ 3.40374] | [ 2.58992] | [ 0.54682] | [-0.24465] | [-1.15771] | [-3.12465] | [-2.23447] | [-0.99783] | [-1.41224] |
| 船舶制造(-2) | -66.48472 | -0.091997 | -1.592523 | 0.436408 | 8.254313 | 16.77899 | 0.310963 | 6.471639 | 2.184931 |
|  | (18.5893) | (0.42097) | (2.86824) | (2.15288) | (6.94910) | (5.33229) | (0.13307) | (6.20716) | (1.49690) |
|  | [-3.57651] | [-0.21854] | [-0.55523] | [ 0.20271] | [ 1.18782] | [ 3.14667] | [ 2.33683] | [ 1.04261] | [ 1.45964] |
| 工程建筑(-1) | 43.23666 | 0.082399 | 0.750274 | -0.128335 | 2.176828 | 0.989923 | 0.019742 | 1.201486 | 0.334204 |
|  | (3.75594) | (0.08506) | (0.57952) | (0.43499) | (1.40406) | (1.07738) | (0.02689) | (1.25415) | (0.30245) |
|  | [ 11.5115] | [ 0.96876] | [ 1.29464] | [-0.29503] | [ 1.55038] | [ 0.91882] | [ 0.73426] | [ 0.95801] | [ 1.10500] |
| 工程建筑(-2) | -43.17073 | -0.117244 | 0.230370 | 0.228424 | -1.862232 | -0.996270 | -0.012445 | -0.827884 | -0.306884 |
|  | (3.87086) | (0.08766) | (0.59726) | (0.44830) | (1.44702) | (1.11035) | (0.02771) | (1.29252) | (0.31170) |
|  | [-11.1527] | [-1.33750] | [ 0.38571] | [ 0.50954] | [-1.28694] | [-0.89726] | [-0.44914] | [-0.64052] | [-0.98455] |
| 海洋化工(-1) | -107.0965 | 0.036294 | 1.556880 | 0.674554 | -7.871721 | -7.163431 | -0.157243 | -6.556583 | -1.415188 |
|  | (7.82388) | (0.17718) | (1.20719) | (0.90611) | (2.92475) | (2.24426) | (0.05601) | (2.61248) | (0.63002) |
|  | [-13.6884] | [ 0.20484] | [ 1.28967] | [ 0.74445] | [-2.69142] | [-3.19188] | [-2.80757] | [-2.50972] | [-2.24627] |
| 海洋化工(-2) | 107.2474 | 0.007028 | -1.645233 | 0.233333 | 7.916381 | 7.612133 | 0.155904 | 6.428620 | 1.473547 |
|  | (8.23778) | (0.18655) | (1.27105) | (0.95404) | (3.07948) | (2.36299) | (0.05897) | (2.75069) | (0.66335) |
|  | [ 13.0190] | [ 0.03767] | [-1.29439] | [ 0.24457] | [ 2.57069] | [ 3.22140] | [ 2.64379] | [ 2.33710] | [ 2.22138] |
| 海洋交通(-1) | 1.403425 | 0.017738 | -0.212349 | 0.042748 | 2.693796 | 1.917318 | 0.038383 | 1.144311 | 0.323401 |
|  | (1.98162) | (0.04488) | (0.30576) | (0.22950) | (0.74078) | (0.56842) | (0.01419) | (0.66168) | (0.15957) |
|  | [ 0.70822] | [ 0.39527] | [-0.69451] | [ 0.18627] | [ 3.63645] | [ 3.37304] | [ 2.70583] | [ 1.72939] | [ 2.02670] |
| 交通运输(-2) | -1.485381 | -0.014763 | 0.141572 | -0.090818 | -1.701066 | -1.972067 | -0.038486 | -1.105277 | -0.315686 |
|  | (1.98143) | (0.04487) | (0.30573) | (0.22947) | (0.74070) | (0.56837) | (0.01418) | (0.66162) | (0.15955) |
|  | [-0.74965] | [-0.32902] | [ 0.46307] | [-0.39576] | [-2.29655] | [-3.46970] | [-2.71331] | [-1.67056] | [-1.97855] |
| 海洋旅游(-1) | 4.859847 | -0.053586 | -0.472854 | 0.244103 | 2.288701 | 3.227078 | 0.052128 | 2.156118 | 0.385148 |
|  | (1.49838) | (0.03393) | (0.23119) | (0.17353) | (0.56013) | (0.42981) | (0.01073) | (0.50033) | (0.12066) |

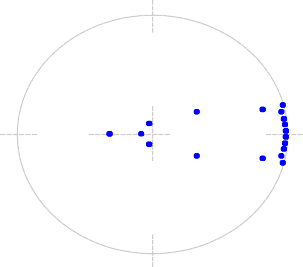
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | [ 3.24339] | [-1.57920] | [-2.04527] | [ 1.40667] | [ 4.08601] | [ 7.50818] | [ 4.85988] | [ 4.30942] | [ 3.19209] |
| 海洋旅游(-2) | -5.295782 | 0.046547 | 0.504378 | -0.209595 | -2.230539 | -2.227614 | -0.051221 | -2.094007 | -0.380182 |
|  | (1.47241) | (0.03334) | (0.22719) | (0.17052) | (0.55042) | (0.42236) | (0.01054) | (0.49165) | (0.11857) |
|  | [-3.59667] | [ 1.39596] | [ 2.22010] | [-1.22912] | [-4.05241] | [-5.27422] | [-4.85958] | [-4.25910] | [-3.20651] |
| 海洋盐业(-1) | 717.6237 | 0.570037 | 13.20796 | -1.326187 | -60.28412 | -29.76021 | 0.190480 | -55.59029 | -9.946078 |
|  | (40.2558) | (0.91163) | (6.21128) | (4.66214) | (15.0485) | (11.5473) | (0.28817) | (13.4418) | (3.24159) |
|  | [ 17.8266] | [ 0.62530] | [ 2.12645] | [-0.28446] | [-4.00598] | [-2.57725] | [ 0.66100] | [-4.13562] | [-3.06827] |
| 海洋盐业(-2) | -708.6470 | -0.368856 | -14.77353 | -1.216390 | 57.48186 | 24.10089 | 0.730789 | 53.65539 | 9.684072 |
|  | (40.3358) | (0.91344) | (6.22363) | (4.67140) | (15.0785) | (11.5702) | (0.28874) | (13.4686) | (3.24803) |
|  | [-17.5687] | [-0.40381] | [-2.37378] | [-0.26039] | [ 3.81218] | [ 2.08301] | [ 2.53094] | [ 3.98375] | [ 2.98152] |
| 海洋油气(-1) | 25.50326 | -0.062769 | -0.629081 | 0.200270 | 2.344942 | 0.411929 | 0.024358 | 3.552844 | 0.293094 |
|  | (2.41361) | (0.05466) | (0.37241) | (0.27953) | (0.90227) | (0.69234) | (0.01728) | (0.80593) | (0.19436) |
|  | [ 10.5664] | [-1.14840] | [-1.68922] | [ 0.71646] | [ 2.59895] | [ 0.59498] | [ 1.40979] | [ 4.40837] | [ 1.50803] |
| 海洋油气(-2) | -25.64142 | 0.045867 | 0.712959 | -0.117323 | -2.229848 | -0.364373 | -0.020020 | -2.455217 | -0.288882 |
|  | (2.42777) | (0.05498) | (0.37459) | (0.28117) | (0.90756) | (0.69640) | (0.01738) | (0.81066) | (0.19550) |
|  | [-10.5617] | [ 0.83426] | [ 1.90328] | [-0.41727] | [-2.45698] | [-0.52322] | [-1.15195] | [-3.02867] | [-1.47769] |
| 海洋渔业(-1) | -151.6697 | 0.404923 | 3.350927 | -2.022785 | -16.62851 | -14.21991 | -0.349046 | -16.01602 | -1.591194 |
|  | (12.6643) | (0.28679) | (1.95405) | (1.46669) | (4.73421) | (3.63273) | (0.09066) | (4.22875) | (1.01979) |
|  | [-11.9762] | [ 1.41190] | [ 1.71487] | [-1.37915] | [-3.51241] | [-3.91438] | [-3.85018] | [-3.78741] | [-1.56031] |
| 海洋渔业(-2) | 152.5503 | -0.383611 | -3.393022 | 2.073961 | 16.41534 | 14.68174 | 0.339199 | 15.70762 | 2.572960 |
|  | (13.0639) | (0.29584) | (2.01570) | (1.51297) | (4.88360) | (3.74736) | (0.09352) | (4.36218) | (1.05197) |
|  | [ 11.6772] | [-1.29667] | [-1.68329] | [ 1.37079] | [ 3.36132] | [ 3.91789] | [ 3.62711] | [ 3.60086] | [ 2.44585] |
| C | 33.26667 | 0.012534 | 0.735080 | 0.058459 | 1.859347 | -1.785697 | 0.088636 | 1.711100 | 0.028134 |
|  | (6.84286) | (0.15496) | (1.05582) | (0.79249) | (2.55802) | (1.96286) | (0.04898) | (2.28490) | (0.55102) |
|  | [ 4.86152] | [ 0.08089] | [ 0.69622] | [ 0.07377] | [ 0.72687] | [-0.90974] | [ 1.80948] | [ 0.74887] | [ 0.05106] |
| R-squared | 0.999928 | 0.999748 | 0.995188 | 0.995247 | 0.993558 | 0.997835 | 0.998296 | 0.995406 | 0.998341 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Adj. R-sq | 0.999915 | 0.999702 | 0.994305 | 0.994373 | 0.992374 | 0.997437 | 0.997983 | 0.994562 | 0.998036 |
| Sum sq | 3135.519 | 1.608001 | 74.64763 | 42.05555 | 438.1700 | 257.9962 | 0.160675 | 349.5995 | 20.33151 |
| S.E. | 5.656420 | 0.128094 | 0.872760 | 0.655086 | 2.114503 | 1.622533 | 0.040491 | 1.888741 | 0.455483 |
| F-statistic | 75851.62 | 21635.31 | 1126.093 | 1139.922 | 839.6729 | 2508.757 | 3189.173 | 1179.692 | 3275.510 |
| Log likeli | -358.3858 | 84.78436 | -139.7262 | -106.1596 | -243.2611 | -212.2759 | 219.5309 | -230.0508 | -63.64068 |
| Akaike AIC | 6.451039 | -1.124519 | 2.713268 | 2.139481 | 4.483096 | 3.953434 | -3.427879 | 4.257278 | 1.412661 |
| Schwarz SC | 6.899598 | -0.675961 | 3.161826 | 2.588039 | 4.931655 | 4.401992 | -2.979321 | 4.705836 | 1.861219 |
| Mean d | -63.53247 | 11.34456 | 8.360407 | 5.311722 | 22.19407 | 42.74160 | 0.505165 | 13.30332 | 19.52763 |
| S.D. 的 | 613.6870 | 7.422899 | 11.56476 | 8.733296 | 24.21442 | 32.04800 | 0.901526 | 25.61320 | 10.27730 |
| Determinant resid covariance | | | 2.33E-10 |  |  |  |  |  |  |
| Determinant resid covariance | | | 4.72E-11 |  |  |  |  |  |  |
| Log likelihood | | | -103.2087 |  |  |  |  |  |  |
| Akaike information criterion | | | 4.687328 |  |  |  |  |  |  |
| Schwarz criterion | | | 8.724351 |  |  |  |  |  |  |

### 3.3.4 模型稳定性检验

估计出来的模型需要首先进行稳定性检验，只有模型稳定才是可以接受的。

Inverse Roots of AR Characteristic Polynomial



1.5

1.0

0.5

0.0

-0.5

-1.0

-1.5

-1.5 -1.0 -0.5 0.0 0.5 1.0 1.5

图3-5 模型滞后结构稳定性检验

对以上模型进行VAR模型滞后结构检验，如图所示。可以看到结果均在单

位圆内，所有根模的倒数都小于1，说明该VAR模型较为稳定。

### 3.3.5 脉冲响应函数

利用Eviews软件对数据进行脉冲响应函数分析得到下图。

Response of CHICHAOMIANJI to Cholesky One S. D. CHUANBOZHIZHAOYE Innovation

70

60

50

40

30

20

10

0

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

图3-6 海洋船舶制造业对赤潮面积脉冲响应函数冲击图

海洋船舶制造业对赤潮面积一个标准差大小的影响始终为正值，在前两期斜率较大变化较为明显，二至四期仍为正影响但较平缓，在第五期达到最大后开始下降。

Response of CHICHAOMIANJI to Cholesky One S. D. GONGCHENGJIANZHU Innovation

30

20

10

0

-10

-20

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

图3-7 海洋工程建筑业对赤潮面积脉冲响应函数冲击图

海洋工程建筑对海洋环境污染的影响在第五期前为负值，先下降后上升，在第二期达到最低值，后又缓慢上升。

Response of CHICHAOMIANJI to Cholesky One S. D. HUAGONGYE Innovation

40

30

20

10

0

-10

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

图3-8 海洋化工业对赤潮面积脉冲响应函数冲击图

海洋化工业对海洋环境污染的影响始终为正值，先上升在第二期达到最大值，之后开始下降，约在第三期之后达到最低值后开始上升。

Response of CHICHAOMIANJI to Cholesky One S. D. JIAOTONG Innovation

20

10

0

-10

-20

-30

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

图3-9 海洋交通运输业对赤潮面积脉冲响应函数冲击图

海洋交通运输业对海洋环境污染的影响，先下降在第二期达到最低值，之后开始上升，上升较为缓慢，在第五期达到最大值，后开始缓慢下降，在第八期之后为负值。

Response of CHICHAOMIANJI to Cholesky One S. D. LVYOUYE Innovation

20

10

0

-10

-20

-30

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

图3-10 滨海旅游业对赤潮面积脉冲响应函数冲击图

滨海旅游业对海洋环境污染的影响为先上升后下降，在第三期达到最大值，后开始缓慢下降，在第六期后降为零。后为负值。

Response of CHICHAOMIANJI to Cholesky One S. D. YANYE Innovation

35

30

25

20

15

10

5

0

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

图3-11 海洋盐业对赤潮面积脉冲响应函数冲击图

海洋盐业对海洋环境污染的影响先上升，且斜率较大，在第二期后达到最大值，后趋于平稳，对海洋环境污染为固定影响。

Response of CHICHAOMIANJI to Cholesky One S. D. YOUQIYE Innovation

10

5

0

-5

-10

-15

-20

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

图3-12 海洋油气业对赤潮面积脉冲响应函数冲击图

海洋油气业对海洋环境污染的影响为先上升后下降，在第二期达到最大值，后开始缓慢下降，在第三期和第四期间将为零。后为负值。

Response of CHICHAOMIANJI to Cholesky One S. D. YUYE Innovation

12

8

4

0

-4

-8

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

图3-13 海洋渔业对赤潮面积脉冲响应函数冲击图

海洋渔业对海洋环境污染一个标准差大小的影响，第六期前为负值，后为正值，且不断上升，第六期之前先下降后上升，约在第二期达到最小值。

### 3.3.7 方差分解分析

利用Eviews软件对数据进行方差分解分析得到表3-10。

表3-10 方差分解分析表

| Period | S.E. | 船舶制造 | 工程建筑 | 化工业 | 交通运输 | 旅游业 | 盐业 | 油气业 | 渔业 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 5.65642 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 |
| 2 | 38.5116  5 | 72.7145  8 | 1.16054  1 | 0.36776  0 | 0.72108  6 | 0.60504  8 | 18.7302  6 | 0.31175  4 | 0.39408  9 |
| 3 | 58.9525  3 | 77.9689  6 | 0.92022  6 | 0.19121  9 | 0.45887  3 | 1.04022  2 | 15.7185  1 | 0.14321  3 | 0.28022  6 |
| 4 | 78.6007  4 | 80.7808  4 | 0.62767  8 | 0.18392  4 | 0.58015  8 | 0.90750  9 | 14.0268  9 | 0.10277  0 | 0.21046  4 |
| 5 | 95.5251  7 | 82.0797  2 | 0.42877  3 | 0.35251  5 | 0.72406  1 | 0.69205  5 | 13.0714  5 | 0.13015  8 | 0.15571  7 |
| 6 | 110.131  5 | 82.3052  5 | 0.34213  5 | 0.79145  3 | 0.71714  0 | 0.52115  8 | 12.6807  6 | 0.17527  5 | 0.11791  3 |
| 7 | 122.442  3 | 81.5786  4 | 0.36854  9 | 1.57820  6 | 0.61477  8 | 0.45465  0 | 12.6674  1 | 0.21921  7 | 0.09735  5 |
| 8 | 132.737  8 | 79.9227  1 | 0.50599  4 | 2.76639  7 | 0.53005  4 | 0.50330  8 | 12.9072  1 | 0.25682  8 | 0.09254  8 |
| 9 | 141.371  5 | 77.3520  9 | 0.75191  3 | 4.37332  3 | 0.60140  9 | 0.65868  1 | 13.2870  4 | 0.28726  4 | 0.10022  3 |
| 10 | 148.779  6 | 73.9295  5 | 1.09597  1 | 6.37056  6 | 0.95824  3 | 0.90578  9 | 13.6986  9 | 0.31053  9 | 0.11566  7 |
| Cholesky Ordering: CHICHAOMIANJI CHUANBOZHIZHAOYE GONGCHENGJIANZHU HUAGONGYE JIAOTONG LVYOUYE  YANYE YOUQIYE YUYE | | | | | | | | | |

对上表进行分析得以下结论：

赤潮面积产生一个标准差大小的冲击，各个变量的贡献度为上表。在第一期，赤潮对自身的影响最大，为100%，2期至10期海洋船舶制造业为主要影响，最高位82.3%，最低值为72.7%其次为海洋盐业，最大值为18.7%，最低值为12.6%。海洋工程建筑业的贡献率由第二期1.16%开始下降，第六期降至最低点0.34%，此后逐渐回升至1.1%。海洋化工业的贡献率一直呈上升趋势，第十期达到最高值6.37%。海洋交通运输业和滨海旅游业的贡献率相对稳定，基本上以0.7%为中心上下波动。海洋渔业的贡献率呈不断下降之势，第二期的贡献率最高为0.39%。海洋油气区贡献率先下降后回升。

## 3.4 海洋经济与赤潮面积、含油污水排放量、疏浚物倾倒量VAR分析

### 3.4.1 数据描述性分析

本节使用海洋生产总值来表示海洋经济，以赤潮面积、含油污水排放量和疏浚物海洋倾倒量为海洋环境污染状况指标。数据来源国家海洋局，研究期间为

2001年至2010年。



图3-14 海洋生产总值与赤潮面积关系图

10年来，我国海洋经济发展迅速，海洋生产总值从2001年不足万亿元增长

到2010年超过4万亿元，呈直线上升趋势。而赤潮发生面积与海洋经济发展呈现复杂关系，2002年和2010年处于最低状态，2004年和2005年处于顶峰，是海洋经济的发展导致了累计赤潮发生面积的变化，还是其他诸如气候环境以及环保政策的变化促使了这种变化，则还需要详细分析。



图3-15 海洋生产总值与含油污水排放量关系图

与海洋经济发展相同步，我国含油污水排放量也持续增加，含油污水排海量与海洋经济的发展基本呈现出同向同幅度的发展态势。含油污水2001年排放量

仅为5094万吨，2010年的排放量达到12164万吨，增长了2倍多；疏浚物海洋

倾倒量从2001年的8965万立方米增长到2007年的20010万立方米，此后虽然

有所减少，但是2011年仍然为16428万立方米。



图3-16 海洋生产总值与疏浚物倾倒量关系图

在2001年至2010年期间，疏浚物也随着海洋经济的发展呈现增长趋势，2001

年疏浚物倾倒量仅为8965万立方米，2010年的倾倒量增长至16957万立方米，

其中2005年倾倒量接近2万立方米，2007年更是超过2万立方米。

### 3.4.2 数据处理与检验 1、数据的平稳性检验。对2001—2010年我国数据利用Eviews软件进行ADF

平稳性分析，如果ADF检验的伴随概率小于0.05说明该序列是平稳的，如果

ADF所有统计检验值大于各显著水平的临界值则是非平稳的，如果ADF所有检验值小于各个显著水平的临界值则是平稳的。经过检验，原始数据不平稳，对原始数据进行一阶差分处理后显示为平稳，具体结果如下表。

表 3-11 海洋经济、赤潮面积、含油污水排放量一阶差分结果

|  | 海洋经济 | 赤潮面积 | 含油污水排放量 | 疏浚物海洋倾倒量 |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| t-statistic | -5.805944 | -3.787660 | -4.924255 | -5.007819 |
| 1%level | -4.048682 | -3.493747 | -2.587172 | -2.587172 |
| 5%level | -3.453601 | -2.889200 | -1.943912 | -1.943912 |
| 10%level | -3.152400 | -2.581596 | -1.614713 | -1.614713 |

由上表可以看出海洋经济、赤潮面积、含油污水排放量均为一阶单整序列。

2、变量协整关系检验。使用Eviews对上述四个变量做协整检验，结果如表。

表3-12 四个变量的Johansen协整检验结果

| 原假设 | | 迹统计量值 | 0.05 显著性水平  临界值 | P 值 |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 协整向量个数 | 特征根值 |
| 无 | 0.378711 | 116.8562 | 47.85613 | 0.0000 |
| 最多一个 | 0.310401 | 67.35648 | 29.79707 | 0.0000 |
| 最多两个 | 0.214938 | 28.70546 | 15.49471 | 0.0003 |
| 最多三个 | 0.033449 | 3.538232 | 3.841466 | 0.0600 |
| Trace test indicates 3 cointegrating eqn(s) at the 0.05 level | | | | |
| Denotes rejection of the hypothesis at the 0.05 level | | | | |

由上表可知，四个变量之间存在协整关系，所以可以建立VAR模型。

3、滞后阶数的确定。数据平稳，变量间存在协整关系，如果需要建立VAR

模型，则还需要确立滞后阶数。利用Eviews对滞后阶数进行确定，结果如下表。

表3-13 最优滞后阶数

| Lag | LogL | LR | FPE | AIC | SC | HQ |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 0 | -2756.331 | NA | 1.94e+19 | 55.76426 | 55.86912 | 55.80669 |
| 1 | -1889.351 | 1646.387 | 6.64e+11 | 38.57274 | 39.09701 | 38.78486 |
| 2 | -1624.006 | 482.4444 | 4.32e+09 | 33.53548 | 34.47916\* | 33.91729 |
| 3 | -1588.475 | 61.73051\* | 2.92e+09\* | 33.14091\* | 34.50401 | 33.69242\* |
| 4 | -1576.014 | 20.64337 | 3.16e+09 | 33.21240 | 34.99490 | 33.93360 |
| 5 | -1569.353 | 10.49504 | 3.87e+09 | 33.40108 | 35.60300 | 34.29198 |
| 6 | -1564.701 | 6.955014 | 4.95e+09 | 33.63032 | 36.25166 | 34.69092 |
| 7 | -1560.787 | 5.534503 | 6.49e+09 | 33.87449 | 36.91524 | 35.10478 |
| 8 | -1557.108 | 4.906314 | 8.62e+09 | 34.12339 | 37.58355 | 35.52337 |
| \* indicates lag order selected by the criterion | | | | | | |

由上表知二阶含有的\*最多的，所以最优滞后阶数为2。

### 3.4.3 模型估计

基于上述结论可以得出，2001-2010年样本数据可以建立VAR模型，利用

Eviews估计VAR模型如下表。

表3-14 VAR模型结果

|  | 疏浚物 | 含油我污水排放量 | 海洋经济 | 赤潮面积 |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 疏浚物(-1) | 1.575649 | 0.024727 | -0.022318 | 0.021999 |
|  | (0.10137) | (0.05925) | (0.02816) | (0.18703) |
|  | [ 15.5429] | [ 0.41735] | [-0.79243] | [ 0.11762] |
| 疏浚物(-2) | -0.193318 | -0.064917 | 0.045565 | 0.072208 |
|  | (0.20168) | (0.11787) | (0.05603) | (0.37208) |
|  | [-0.95856] | [-0.55076] | [ 0.81323] | [ 0.19407] |
| 疏浚物(-3) | -0.442217 | 0.027952 | -0.017705 | -0.138606 |
|  | (0.11104) | (0.06490) | (0.03085) | (0.20486) |
|  | [-3.98247] | [ 0.43072] | [-0.57392] | [-0.67657] |
| 含油污水排放量(-1) | -0.110596 | 1.357319 | 0.062284 | 0.020434 |
|  | (0.35530) | (0.20766) | (0.09871) | (0.65552) |
|  | [-0.31127] | [ 6.53640] | [ 0.63097] | [ 0.03117] |
| 含油污水排放量(-2) | 0.111688 | 0.088569 | -0.112059 | -0.169003 |
|  | (0.66188) | (0.38683) | (0.18388) | (1.22113) |
|  | [ 0.16874] | [ 0.22896] | [-0.60940] | [-0.13840] |
| 含油污水排放量(-3) | -0.080055 | -0.495367 | 0.074488 | 0.024342 |
|  | (0.35368) | (0.20670) | (0.09826) | (0.65252) |
|  | [-0.22635] | [-2.39650] | [ 0.75808] | [ 0.03731] |
| 海洋经济(-1) | -0.337821 | -0.335308 | 1.690905 | 0.392187 |
|  | (0.70975) | (0.41481) | (0.19718) | (1.30945) |
|  | [-0.47597] | [-0.80834] | [ 8.57531] | [ 0.29950] |
| 海洋经济(-2) | 0.772101 | 0.504432 | -0.446002 | -0.716246 |
|  | (1.34800) | (0.78783) | (0.37450) | (2.48698) |
|  | [ 0.57278] | [ 0.64028] | [-1.19092] | [-0.28800] |
| 海洋经济(-3) | -0.522714 | -0.179512 | -0.239627 | 0.159498 |
|  | (0.71557) | (0.41821) | (0.19880) | (1.32019) |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | [-0.73049] | [-0.42924] | [-1.20537] | [ 0.12081] |
| 赤潮面积(-1) | -0.041455 | -0.005743 | 0.008856 | 1.367865 |
|  | (0.06174) | (0.03608) | (0.01715) | (0.11390) |
|  | [-0.67146] | [-0.15916] | [ 0.51631] | [ 12.0088] |
| 赤潮面积(-2) | -0.018703 | 0.005338 | -0.007120 | -0.013512 |
|  | (0.11339) | (0.06627) | (0.03150) | (0.20920) |
|  | [-0.16494] | [ 0.08056] | [-0.22602] | [-0.06459] |
| 赤潮面积(-3) | 0.049842 | 0.001519 | -7.93E-05 | -0.395005 |
|  | (0.06060) | (0.03542) | (0.01684) | (0.11181) |
|  | [ 0.82242] | [ 0.04289] | [-0.00471] | [-3.53279] |
| C | 32.75081 | 7.092854 | -3.233875 | 54.55385 |
|  | (10.2913) | (6.01471) | (2.85914) | (18.9870) |
|  | [ 3.18237] | [ 1.17925] | [-1.13106] | [ 2.87322] |
| R-squared | 0.995634 | 0.996351 | 0.998438 | 0.995890 |
| Adj. R-squared | 0.995059 | 0.995870 | 0.998232 | 0.995348 |
| Sum sq. resids | 50504.05 | 17250.93 | 3898.115 | 171907.4 |
| S.E. equation | 23.55822 | 13.76847 | 6.544954 | 43.46369 |
| F-statistic | 1729.446 | 2070.539 | 4847.693 | 1837.420 |
| Log likelihood | -469.2113 | -413.3536 | -336.0102 | -532.9063 |
| Akaike AIC | 9.273295 | 8.199108 | 6.711735 | 10.49820 |
| Schwarz SC | 9.603844 | 8.529657 | 7.042283 | 10.82875 |
| Mean dependent | 71.96061 | 62.68127 | 282.0054 | -19.40897 |
| S.D. dependent | 335.1336 | 214.2364 | 155.6631 | 637.2315 |
| Determinant resid covariance | | 1.51E+09 | | |
| Determinant resid covariance | | 8.87E+08 | | |
| Log likelihood | | -1661.651 | | |
| Akaike information criterion | | 32.95482 | | |
| Schwarz criterion | | 34.27702 | | |

根据表3-14列出方程如下：

*shujunwu*(1)

*shujunwu*(2)



*shujunwu*(3)

 *shujunwu*   1.57

0.19 0.44

0.11 0.11 -0.08 -0.34 0.77 0.52

0.04 0.02 0.05

*Wushuipaifangliang*(1) 

*Wushuipaifangliang*(2)32.75 

 

*Wushuipaifang* 

0.03

0.07 ?

 0.18

0.006 0.005 0.0015

*Wushuipaifangliang*(3)7.09 

   

*Haiyangjingji* 0.02 0.05 0.02 0.06 0.11 0.08 1.69 0.450.24 0.009 0.0077.93E05*haiyangjingji*(1)3.23

   

*Chichaomianji* 

0.02 0.07

0.14

0.02 0.17 0.02 0.39

0.72 0.16 1.37

0.014

0.395

*haiyangjingji*(2)

*haiyangjingji*(3)

 54.55 





*chichaomianji*(1)

*chichaomianji*(2)



*chichaomianji*(3)



### 3.4.4 模型稳定性检验

模型稳定性与否决定了模型是否可用，本章模型稳定性检验结果如下图。

Inverse Roots of AR Characteristic Polynomial

1.5



1.0

0.5

0.0

-0.5

-1.0

-1.5

-1.5 -1.0 -0.5 0.0 0.5 1.0 1.5

图3-17 模型滞后结构稳定性检验

对以上模型进行VAR模型滞后结构检验，发现结果均在单位圆内，所有根模的倒数都小于1，说明该VAR模型较为稳定。

### 3.4.5 脉冲响应函数分析

对模型中的变量加入一个标准差大小的冲击，利用Eviews软件对数据进行脉冲响应函数分析得到下图。

Response to Cholesky One S. D. Innovations±2 S. E.

Response of HAIYANGJINGJI to SHUJUNW U

40

Response of HAIYANGJINGJI to HANYOUWUSHUIPAIFANGLIANG

40

20 20

0 0

-20 -20

-40

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

-40

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Response of HAIYANGJINGJI to HAIYANGJINGJI

40

Response of HAIYANGJINGJI to CHICHAOMIANJI

40

20 20

0 0

-20 -20

-40

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

-40

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

图3-18 脉冲响应函数图

对上图进行分析，得到如下结论：

疏浚物排放量对海洋经济产生一个标准差大小的随机新量的反应，从图中可以看出海洋经济对该冲击的反应是持续上升并始终为正。

海洋经济对自身产生一个标准差大小的随机新量的反应，从图中可以看出海洋经济对该冲击的反应是持续上升的。

赤潮面积对海洋经济产生一个标准差大小的随机新量的反应，从图中可以看出海洋经济对该冲击的反应是持续上升，但上升比较缓慢，并始终为正。

含油污水排放量对海洋经济产生一个标准差大小的随机新量的反应，从图中可以看出海洋经济对该冲击的反应是先下降后趋于平稳，在第七期至十期期间冲击趋于平稳，始终为负值。

### 3.4.6 方差分解分析

利用Eviews软件对数据进行方差分解分析得到下表。

表3-15 方差分解分析表

| Period | S.E. | 疏浚物 | 含油污水排放量 | 海洋经济 | 赤潮面积 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 23.55822 | 8.920763 | 63.29841 | 27.78082 | 0.000000 |
| 2 | 43.48418 | 7.185331 | 62.70148 | 30.04471 | 0.068478 |
| 3 | 68.75880 | 7.154981 | 63.03386 | 29.63566 | 0.175500 |
| 4 | 95.55115 | 7.233700 | 62.74707 | 29.66089 | 0.358340 |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 5 | 123.6299 | 7.648466 | 62.10401 | 29.66075 | 0.586771 |
| 6 | 151.5725 | 8.268400 | 61.00599 | 29.86026 | 0.865348 |
| 7 | 178.6216 | 9.121872 | 59.49230 | 30.20921 | 1.176619 |
| 8 | 203.9415 | 10.19154 | 57.57819 | 30.71997 | 1.510298 |
| 9 | 226.9604 | 11.47430 | 55.30499 | 31.37069 | 1.850017 |
| 10 | 247.2465 | 12.94926 | 52.72469 | 32.14470 | 2.181348 |
| Cholesky Ordering: SHUJUNWU HANYOUWUSHUIPAIFANGLIANG HAIYANGJINGJI  CHICHAOMIANJI | | | | | |

海洋经济产生一个标准差大小的冲击，各个变量的贡献度为上表。由图中可以看出，含油污水排放量所占比重最大，虽然有缓慢下降的趋势，但是各期仍然均超过50%，其中前六期的影响均在60%以上。其次是海洋经济自身，所占比重约为30%，并有上升的趋势。疏浚物海洋排放量约为10%，具有上升的趋势。赤潮面积影响较小，第十期的数值最大，仅为2.18。

## 3.5 pH值、无机氮、溶解氧和重金属与海洋经济的VAR分析

### 3.5.1 数据描述性分析

本节所用变量数据期间为2001年至2010年，以海洋生产总值来代表海洋经济，数据来源于国家海洋局的海洋统计公报。以海水的pH值，海水中无机氮和溶解氧的浓度，以及海水中铜、汞和镉的浓度来表示海洋环境污染。海洋环境污染的数据来源于环保部的统计公报。



图3-19 海洋生产总值与海上pH值关系图

pH值是海洋环境污染的重要衡量指标，也是影响海洋渔业等第一次产业的重要因素。分析pH值与海洋经济之间的关系具有重要的现实意义。从上图可以看到，我国海水pH值基本上处在8.75左右，但是2006年表现比较异常达到9.94。



图3-20 海洋生产总值与无机氮、溶解氧关系图

以无机氮为代表的营养盐污染和溶解氧浓度指标表现不尽相同，无机氮的浓度在2008年达到最高值为3.69毫克/升，溶解氧的浓度最高值出现在2007年为

24.2毫克/升。在2006年之前，二者呈现轻微的反向发展趋势，2008年之后的发展趋势则趋于一致。



图3-21 海洋生产总值与铜、汞、镉关系图

重金属污染是海洋环境污染的重要组成部分，环境监测数据海水中铜的浓度最高，镉其次汞最低。铜的最高浓度值出现在2004年达到170微克/升，镉的最

高浓度值为2010年的11170微克/升，汞在2001年的浓度最高为0.98微克/升。

### 3.5.2 数据处理与检验 1、数据的平稳性检验。对2001—2010年我国数据利用Eviews软件进行ADF

平稳性分析，经检验数据为一阶差分平稳。结果如下表。

表3-16 海洋经济、溶解氧、Cu、Ge、Hg、N、pH一阶差分结果

|  | 海洋经济 | Cu | Ge | Hg | N | pH | 溶解氧 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| t-statistic | -5.805944 | -5.992691 | -5.194596 | -5.592703 | -5.467652 | -6.454668 | -5.901903 |
| 1%level | -4.048682 | -3.493747 | -3.493747 | -2.587387 | -2.587172 | -2.587172 | -2.587172 |
| 5%level | -3.453601 | -2.889200 | -2.889200 | -1.943943 | -1.943912 | -1.943912 | -1.943912 |
| 10%level | -3.152400 | -2.581596 | -2.581596 | -1.614694 | -1.614713 | -1.614713 | -1.614713 |

由表表3-16可以看出海洋经济、溶解氧、Cu、Ge、Hg、N、pH均为一阶单整序列。

2、变量协整关系检验。利用Eviews软件做协整检验，结果如下表。

表3-17 四个变量的Johansen协整检验结果

| 原假设 | | 迹统计量值 | 0.05 显著性水平临界值 | P 值 |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 协整向量个数 | 特征根值 |
| 无 | 0.965041 | 1096.379 | 125.6154 | 0.0001 |
| 最多一个 | 0.923851 | 737.5459 | 95.75366 | 0.0001 |
| 最多两个 | 0.907523 | 462.0146 | 69.81889 | 0.0001 |
| 最多三个 | 0.621481 | 207.2693 | 47.85613 | 0.0000 |
| 最多四个 | 0.434301 | 103.3200 | 29.79707 | 0.0000 |
| 最多五个 | 0.271878 | 42.36281 | 15.49471 | 0.0000 |
| 最多六个 | 0.075616 | 8.413158 | 3.841466 | 0.0037 |
| Trace test indicates 7 cointegrating eqn(s) at the 0.05 level | | | | |
| Denotes rejection of the hypothesis at the 0.05 level | | | | |

由上表可知，七个变量之间存在协整关系，所以可以建立VAR模型。3、滞后阶数的确定。使用Eviews软件确定最优滞后阶数，结果如下表。表3-18最优滞后阶数

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Lag | LogL | LR | FPE | AIC | SC | HQ |
| 0 | -441.7055 | NA | 1.86e-05 | 8.974111 | 9.156473 | 9.047916 |
| 1 | 1446.784 | 3474.821 | 1.97e-21 | -27.81569 | -26.35679 | -27.22525 |
| 2 | 1784.255 | 573.6997 | 6.22e-24\* | -33.58510\* | -30.84967\* | -32.47802\* |
| 3 | 1831.014 | 72.94371\* | 6.74e-24 | -33.54027 | -29.52831 | -31.91656 |
| 4 | 1852.858 | 31.01976 | 1.24e-23 | -32.99717 | -27.70867 | -30.85682 |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 5 | 1868.454 | 19.96253 | 2.72e-23 | -32.32908 | -25.76406 | -29.67210 |
| 6 | 1883.377 | 17.01174 | 6.46e-23 | -31.64754 | -23.80597 | -28.47391 |
| 7 | 1900.173 | 16.79657 | 1.61e-22 | -31.00347 | -21.88537 | -27.31321 |
| 8 | 1920.455 | 17.44203 | 4.25e-22 | -30.42910 | -20.03447 | -26.22220 |
| \* indicates lag order selected by the criterion | | | | | | |

利用Eviews对滞后阶数进行确定，由表3.3知二阶含有的\*最多的，所以最优滞后阶数为2。

### 3.5.3 模型估计

基于上述结论可以得出，2001-2010 年样本数据可以建立VAR 模型，利用

Eviews估计VAR模型如表表3-19.

表3-19 VAR模型结果

|  | CU | GE | 海洋经济 | HG | N | pH | 溶解氧 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| CU(-1) | 2.25232 | -0.01165 | 2.846454 | 0.000732 | -0.006015 | -0.002046 | 0.061303 |
|  | -0.25975 | -0.00996 | -2.93519 | -0.00104 | -0.00399 | -0.00223 | -0.02142 |
|  | [ 8.67095] | [-1.16949] | [ 0.96977] | [ 0.70281] | [-1.50660] | [-0.91901] | [ 2.86256] |
| CU(-2) | -1.375227 | 0.012617 | -3.302147 | -0.000893 | 0.005106 | 0.00238 | -0.06432 |
|  | -0.2685 | -0.0103 | -3.03403 | -0.00108 | -0.00413 | -0.0023 | -0.02214 |
|  | [-5.12187] | [ 1.22522] | [-1.08837] | [-0.82979] | [ 1.23708] | [ 1.03395] | [-2.90561] |
| GE(-1) | 32.55648 | 1.086494 | 68.75294 | 0.011226 | 0.151442 | -0.240044 | 1.964887 |
|  | -9.89271 | -0.3794 | -111.786 | -0.03965 | -0.15206 | -0.08479 | -0.81561 |
|  | [ 3.29096] | [ 2.86371] | [ 0.61504] | [ 0.28309] | [ 0.99592] | [-2.83089] | [ 2.40911] |
| GE(-2) | -34.11082 | -0.08718 | -54.87631 | -0.014037 | -0.137617 | 0.247252 | -1.972147 |
|  | -10.1409 | -0.38892 | -114.59 | -0.04065 | -0.15588 | -0.08692 | -0.83607 |
|  | [-3.36370] | [-0.22416] | [-0.47889] | [-0.34531] | [-0.88286] | [ 2.84454] | [-2.35884] |
| 海洋经济(-1) | -0.173474 | 0.004179 | 1.722775 | -0.000103 | 0.002153 | 0.000986 | -0.01523 |
|  | -0.06332 | -0.00243 | -0.71553 | -0.00025 | -0.00097 | -0.00054 | -0.00522 |
|  | [-2.73954] | [ 1.72072] | [ 2.40768] | [-0.40725] | [ 2.21178] | [ 1.81744] | [-2.91723] |
| 海洋经济(-2) | 0.174948 | -0.004234 | -0.719591 | 0.000103 | -0.002149 | -0.001006 | 0.015391 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | -0.06395 | -0.00245 | -0.72268 | -0.00026 | -0.00098 | -0.00055 | -0.00527 |
|  | [ 2.73550] | [-1.72620] | [-0.99573] | [ 0.40074] | [-2.18646] | [-1.83600] | [ 2.91894] |
| HG(-1) | -539.5292 | 10.85282 | -689.7778 | 1.156288 | 3.126752 | 2.785056 | -41.29199 |
|  | -166.264 | -6.3765 | -1878.77 | -0.66647 | -2.55567 | -1.42512 | -13.7077 |
|  | [-3.24501] | [ 1.70200] | [-0.36714] | [ 1.73495] | [ 1.22346] | [ 1.95426] | [-3.01232] |
| HG(-2) | 576.2584 | -11.69661 | 810.7653 | -0.184354 | -3.013066 | -3.052002 | 43.06476 |
|  | -172.117 | -6.60094 | -1944.9 | -0.68993 | -2.64562 | -1.47528 | -14.1902 |
|  | [ 3.34807] | [-1.77196] | [ 0.41687] | [-0.26721] | [-1.13889] | [-2.06876] | [ 3.03482] |
| N(-1) | 85.02841 | -1.776282 | -200.3992 | 0.04491 | 0.047054 | -0.376666 | 6.728851 |
|  | -35.0714 | -1.34504 | -396.302 | -0.14058 | -0.53909 | -0.30061 | -2.89147 |
|  | [ 2.42444] | [-1.32061] | [-0.50567] | [ 0.31945] | [ 0.08728] | [-1.25300] | [ 2.32714] |
| N(-2) | -81.65645 | 1.73291 | 162.6799 | -0.040546 | 0.968492 | 0.362482 | -6.849091 |
|  | -35.3284 | -1.3549 | -399.206 | -0.14161 | -0.54304 | -0.30281 | -2.91266 |
|  | [-2.31135] | [ 1.27900] | [ 0.40751] | [-0.28632] | [ 1.78347] | [ 1.19705] | [-2.35149] |
| pH(-1) | 287.8537 | -5.426658 | -255.8127 | 0.190161 | -3.27427 | 0.48442 | 18.35965 |
|  | -90.8524 | -3.48433 | -1026.62 | -0.36418 | -1.3965 | -0.77873 | -7.49034 |
|  | [ 3.16837] | [-1.55745] | [-0.24918] | [ 0.52216] | [-2.34463] | [ 0.62206] | [ 2.45111] |
| pH(-2) | -286.6053 | 5.245658 | 233.459 | -0.188659 | 3.452291 | 0.436827 | -18.204 |
|  | -91.9438 | -3.52618 | -1038.95 | -0.36855 | -1.41328 | -0.78809 | -7.58032 |
|  | [-3.11718] | [ 1.48763] | [ 0.22471] | [-0.51189] | [ 2.44276] | [ 0.55429] | [-2.40148] |
| 溶解氧(-1) | 34.57924 | -0.653735 | -46.36508 | 0.016259 | -0.287532 | -0.18092 | 3.742418 |
|  | -10.7093 | -0.41072 | -121.013 | -0.04293 | -0.16461 | -0.09179 | -0.88293 |
|  | [ 3.22891] | [-1.59169] | [-0.38314] | [ 0.37876] | [-1.74671] | [-1.97095] | [ 4.23864] |
| 溶解氧(-2) | -34.36395 | 0.635984 | 56.9169 | -0.018782 | 0.326967 | 0.173525 | -2.75801 |
|  | -10.8167 | -0.41484 | -122.228 | -0.04336 | -0.16627 | -0.09271 | -0.89179 |
|  | [-3.17692] | [ 1.53309] | [ 0.46566] | [-0.43317] | [ 1.96654] | [ 1.87160] | [-3.09267] |
| C | 0.518247 | -0.00413 | -0.120109 | 0.000676 | -0.012284 | 0.000319 | 0.028128 |
|  | -0.21838 | -0.00838 | -2.46769 | -0.00088 | -0.00336 | -0.00187 | -0.018 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | [ 2.37312] | [-0.49313] | [-0.04867] | [ 0.77271] | [-3.65943] | [ 0.17067] | [ 1.56227] |
| R-squared | 0.993954 | 0.996139 | 0.998601 | 0.993232 | 0.995326 | 0.993596 | 0.992746 |
| Adj. R-squared | 0.993024 | 0.995545 | 0.998386 | 0.992191 | 0.994607 | 0.99261 | 0.99163 |
| Sum sq. resids | 27.57245 | 0.040555 | 3520.638 | 0.000443 | 0.006515 | 0.002026 | 0.187416 |
| S.E. equation | 0.550449 | 0.021111 | 6.219995 | 0.002206 | 0.008461 | 0.004718 | 0.045382 |
| F-statistic | 1068.539 | 1676.88 | 4640.497 | 953.9136 | 1384.303 | 1008.435 | 889.5315 |
| Log likelihood | -79.03651 | 266.6254 | -336.0643 | 506.0138 | 363.5418 | 425.4518 | 185.4994 |
| Akaike AIC | 1.774274 | -4.747648 | 6.623854 | -9.264412 | -6.57626 | -7.744373 | -3.216969 |
| Schwarz SC | 2.151176 | -4.370746 | 7.000756 | -8.88751 | -6.199358 | -7.367471 | -2.840068 |
| Mean dependent | -0.444832 | 0.034025 | 280.0452 | -0.004734 | -0.001885 | -0.002379 | -0.006669 |
| S.D. dependent | 6.590196 | 0.316272 | 154.8266 | 0.024969 | 0.115219 | 0.054885 | 0.496036 |
| Determinant resid covariance | | 1.83E-24 |  |  |  |  |  |
| Determinant resid covariance | | 6.30E-25 |  |  |  |  |  |
| Log likelihood | | 1900.558 |  |  |  |  |  |
| Akaike information criterion | | -33.87845 |  |  |  |  |  |
| Schwarz criterion | | -31.24014 |  |  |  |  |  |

### 3.5.4 模型稳定性检验

模型系数估计出后，需要对模型进行稳定性检验，结果如下图。

Inverse Roots of AR Characteristic Polynomial

1.5



1.0

0.5

0.0

-0.5

-1.0

-1.5

-1.5 -1.0 -0.5 0.0 0.5 1.0 1.5

图3-22 模型滞后结构稳定性检验

对以上模型进行VAR模型滞后结构检验，如图3.22所示，结果均在单位圆内，所有根模的倒数都小于1，说明该VAR模型较为稳定。

### 3.5.5 脉冲响应函数分析

利用Eviews软件对数据进行脉冲响应函数分析得到下图。

Response of HAIYANGJINGJI to Cholesky One S. D. CU Innovation

16

14

12

10

8

6

4

2

0

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

图3-23 铜对海洋生产总值脉冲响应函数冲击图

铜对海洋经济产生一个标准差大小的随机新量的反应，从图中可以看出海洋经济对该冲击的反应是开始上升达到在第七期至第八期达到最大，后开始下降。海洋经济对该冲击的反应为正值。

Response of HAIYANGJINGJI to Cholesky One S. D. GE Innovation

6

4

2

0

-2

-4

-6

-8

-10

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

图3-24 镉对海洋生产总值脉冲响应函数冲击图

镉对海洋经济产生一个标准差大小的随机新量的反应，从图中可以看出海洋经济对该冲击的反应是式中为负值，第一期先下降，在第二期至第六期缓慢上升，之后又缓慢下降。

Response of HAIYANGJINGJI to Cholesky One S. D. HG Innovation

6

4

2

0

-2

-4

-6

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

图3-25 汞对海洋生产总值脉冲响应函数冲击图

汞对海洋经济产生一个标准差大小的随机新量的反应，从图中可以看出海洋经济对该冲击的反应是先下降后上升，在第一期至第八期期间冲击为负值，先下降后上升，在第四期达到最低值，在第八期影响为正。

Response of HAIYANGJINGJI to Cholesky One S. D. N Innovation

2

0

-2

-4

-6

-8

-10

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

图3-26 无机氮对海洋生产总值脉冲响应函数冲击图

无机氮对海洋经济产生一个标准差大小的随机新量的反应，从图中可以看出海洋经济对该冲击的反应是持续下降后趋于平稳。影响始终为负值。

Response of HAIYANGJINGJI to Cholesky One S. D. PH Innovation

6

4

2

0

-2

-4

-6

-8

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

图3-27 pH值对海洋生产总值脉冲响应函数冲击图

pH对海洋经济产生一个标准差大小的随机新量的反应，从图中可以看出海洋经济对该冲击的反应刚开始比较平稳，并未有较大影响，在第七期开始下降产生负值。

Response of HAIYANGJINGJI to Cholesky One S. D. RONGJIELIANG Innovation

10

8

6

4

2

0

-2

-4

-6

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

图3-28 铜对海洋生产总值脉冲响应函数冲击图

溶解氧对海洋经济产生一个标准差大小的随机新量的反应，从图中可以看出

海洋经济对该冲击的反应是开始比较平稳，直至第五期，后开始缓慢上升。

Response of HAIYANGJINGJI to Cholesky One S. D. HAIYANGJINGJI Innovation

20

16

12

8

4

0

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

图3-29 铜对海洋生产总值脉冲响应函数冲击图

海洋经济对自身产生一个标准差大小的随机新量的反应，从图中可以看出海洋经济对该冲击的反应是开始上升达到在第五期至第六期达到最大，后开始下降，下降幅度不是很大。

### 3.5.6 方差分解分析

利用Eviews软件对数据进行方差分解分析得到下表。

表3-20 方差分解分析结果

| Period | S.E. | 铜 | 镉 | 海洋经济 | 汞 | 无机氮 | pH | 溶解氧 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 0.550449 | 10.43765 | 11.92032 | 77.64203 | 0.000000 | 0.000000 | 0.000000 | 0.000000 |
| 2 | 1.048007 | 12.71348 | 7.885812 | 78.70055 | 0.477993 | 0.195090 | 0.013020 | 0.014056 |
| 3 | 1.568246 | 15.06787 | 5.297217 | 78.33462 | 0.673990 | 0.583015 | 0.029116 | 0.014173 |
| 4 | 2.085996 | 17.68086 | 3.727222 | 76.81579 | 0.662015 | 1.067896 | 0.037266 | 0.008959 |
| 5 | 2.575573 | 20.38945 | 2.798425 | 74.57660 | 0.569889 | 1.620357 | 0.035469 | 0.009805 |
| 6 | 3.016271 | 23.01526 | 2.263102 | 71.97384 | 0.465299 | 2.219597 | 0.027788 | 0.035111 |
| 7 | 3.393987 | 25.42161 | 1.984572 | 69.23664 | 0.378106 | 2.843511 | 0.024716 | 0.110842 |
| 8 | 3.701832 | 27.51103 | 1.899059 | 66.48819 | 0.318988 | 3.467682 | 0.046378 | 0.268678 |
| 9 | 3.940146 | 29.21242 | 1.979910 | 63.78341 | 0.289635 | 4.065470 | 0.125913 | 0.543248 |
| 10 | 4.115945 | 30.47203 | 2.209733 | 61.14344 | 0.287489 | 4.608597 | 0.310742 | 0.967967 |
| Cholesky Ordering: CU GE HAIYANGJINGJI HG N pH RONGJIELIANG | | | | | | | | |

对海洋经济产生一标准差大小的冲击，不考虑海洋经济本身，镉和铜对海洋经济变动的贡献率最大，铜在第一期为10%并逐渐增大，在第十期达到30%；

镉在第一期为12%，但是贡献率逐渐下降，最后降低到2%。这说明重金属对海洋经济的影响是长期的，而且影响程度非常严重。从上表可以看到，无机氮对海洋经济变动的贡献率呈不断上升趋势，从第一期的0 值逐渐上升到第十期的

4.6%。这说明无机氮的影响具有滞后性，影响强强度逐渐增加。汞，pH及溶解氧对于海洋经济变动的贡献率都比较小，其中汞和pH值对海洋经济的影响相对平稳，而溶解氧的影响则呈上升趋势。

## 3.6 本章小结

1、从海洋三次产业的角度分析，赤潮累计发生面积与海洋第一产业和第三产业关系紧密，前者与后者呈反向变动关系，赤潮与第二产业呈同向变动关系。第二产业产值的增长会引发赤潮面积的增加，因为污染物排放量增加了。

赤潮面积增加会减少海洋第一产业和第三产业的产值，而赤潮面积扩大的原始却是第一和第三产业的增加，之所以出现这样的后果，是因为赤潮对第一和第三的反应具有时滞性，第一个模型中的方差分解分析也证实了这一结论，第一产业对赤潮面积变动的贡献率由第二期的0.066%增加到第十期的0.467%，第三产业对赤潮面积的贡献率更是由第二期的0.179%，增加到第十期的4.571%。

尽管海洋三次产业对赤潮面积都有影响，但是影响的程度十分有限。从分析结果来看，赤潮受自身的影响最大，赤潮自身对其变动的贡献率超过90%。这说明赤潮的发生更容易受历史累计污染因素的影响，一个地区的污染在没有积累到一定程度之前不会发生赤潮，但是一旦这个累计条件实现，赤潮就会发生。

2、本章第一个模型是从总体的角度来分析海洋经济和海洋环境污染的关系。本章第二个模型将海洋三次产业细分，使用八个主要海洋产业来分析其对海洋环境污染的影响。分析结果显示：海洋船舶制造业、海洋化工业和海洋盐业与赤潮发生面积呈同向变动关系。海洋工程建筑业在前五期负向影响赤潮面积，后五期正向影响。海洋油气业前三期正向影响赤潮，后七期负向影响。海洋渔业前六期与赤潮反向变动，六期之后同向变动，但是考虑到海洋渔业的贡献率呈不断下降的趋势，总体上来说海洋渔业与赤潮面积呈相反变动关系，即赤潮面积会影响海洋渔业的发展。海洋交通运输业从第三期开始与赤潮面积呈现出相反影响关系，滨海旅游业从第六期开始负向影响赤潮面积。从总体上来说，第三产业与赤潮面积呈反向关系。

综上所述，就影响方向而言，本章第二个模型与第一个模型结论一致。但是对于影响的程度，第二个模型给出了一个新的答案。从方差分解分解的结果可以看到，除去赤潮本身的影响外，海洋船舶制造业对赤潮面积的变动影响最大，贡献率最高超过82%；紧随其后的是海洋盐业，最小贡献率也超过了12%。这一新的结论为我们分析研究赤潮的发生机理提供了一个新的视角。

3、本章第三个VAR模型显示，备受关注的赤潮对海洋经济的影响程度十分有限，赤潮之所以受到如此关注是因为他能够直接为民众所看到，而赤潮又是由海洋环境污染受到污染所引发的，所以赤潮面积的大小就成为民众衡量海洋污染的一个重要指标。但实际上，赤潮的发生虽然起因于污染，但是其面积的大小并不完全取决于污染，海水温度、洋流大小以及其他各种气候条件都会影响赤潮的面积。再从赤潮对海洋经济的影响来说，除了对海水养殖产业能够产生一些负面影响外，对其他海洋产业几乎没有影响，这也可以从本章的研究结果上得到印证，赤潮累计发生面积对海洋经济的最大影响仅为2.18。

本章第三个模型的研究结果显示，含油污水排放对海洋经济会产生负面影响，这也和我们正常的思维相违背。一般人们会认为，对含油污水不采取任何处理方式就排放至海水中，因为不处理就不需要资金投入，从常理推断上应该不会减少海洋经济。但是本章的分析结果表明，含油污水的排放不仅不会增加海洋经济而且会直接减少海洋经济。这是方向上的影响，那么影响程度如何呢？结论显示含油污水对海洋经济的影响程度也十分严重，以本章数据为例，含油污水排放对海洋经济的影响各期均超过50%，其中前六期的影响均在60%以上。虽然其影响程度虽然会随着时间的推移有所减弱，但是仍然会在较长的一段时间内持续产生负面影响。疏浚物的排放对海洋经济会产生促进作用。因为航道疏浚会增加海洋工程业的收入，清理滞后的航道有利于船舶航行，对海洋交通运输业又会产生一个促进效果。本章分析显示，疏浚物会对海洋经济产生一个10%左右的促进作用影响，并且影响的程度有增加的趋势。

4、在以海水中各种物质的含量为研究指标的模型中，研究结果显示，海水中铜的浓度与海洋经济呈同向变动关系，海水中镉的浓度与海洋经济呈反向变动关系。这两种重金属对海洋经济的影响相反，与其自身的化学特性相关。海水中铜和镉浓度增加的主要来源是工业废水的排海，如果要限制工业废水的排海有两

个途径，其中之一就是降低产值，产量降低了废水产生量也就少了，反之则相反；另一种减排的方式就是投入资金治理废水，废水治理基本无利润，治理的废水越大所需要花费的代价就越大，反之废水排海量越大，海洋经济的数据也就越大。所以就会出现铜的浓度与海洋经济同向变动的情况。至于镉与海洋经济呈反向变动关系，是因为相比较铜而言，镉具有剧毒，镉的浓度增加会给海洋第一产业造成损害。对于汞来说，其在海水中的含量非常少，其对海洋经济的影响基本可以忽略不计。无机氮对海洋经济会产生负面影响，虽然无机氮的影响会逐渐增强，但是其影响海洋经济的作用有限，在本章的分析中，无机氮影响海洋经济的的最高值为4.6%。海水的pH值首先不会发生很大的变化，其次pH值对海洋第一产业的影响有限，对第二和第三产业根本不会产生影响，所以pH值对海洋经济的影响十分有限，但是对海洋渔业等第一产业会产出长远影响。溶解氧会海洋经济的影响与之类似。

# 4、 沿海地区经济增长与海洋环境污染面板数据模型分析

面板数据含有横截面、时间和指标三维信息，使用面板数据构造的模型比单独使用横截面数据或者时间序列数据构造的模型包含更多的信息，其行为方程也更为真实。环境库兹涅茨曲线是分析经济与环境关系的一个重要理论模型，可以直观准确地判断经济与环境之间实际状态。为了立体分析沿海地区经济总量和海洋环境污染之间的相互关系，本章使用面板数据模型为理论基础，以三次环境库兹涅茨曲线为技术支撑，构造了三个模型。本章三个模型的数据均来自中国统计年鉴、中国海洋统计年鉴，在对数据进行平稳性检验的基础上，根据检验结果决定是否进行协整分析。在对数据进行检验后，分别计算变截距、变系数和不变系数模型的残差平方和以判断模型形式，在此基础上进行模型估计，并对估计结果进行了分析。

## 4.1 指标和模型说明

### 4.1.1 经济数据

本章选用的经济数据有两类，一类是沿海11地区的国内生产总值，另一类

是沿海11地区海洋经济总产值。具体来说在第一个模型中的经济指标使用沿海

各地区的国内生产总值来表示。在第二个模型中将沿海11地区按照海域划分成渤黄海地区、东海地区和南海地区三个区域，在简单合并的基础上得到数据并进行下一步的分析。第一个模型和第二个模型中的经济数据全部来自中国统计年鉴。在第三个模型中，使用沿海11地区的主要海洋产业总产值作为经济指标的代表，早期的统计口径比较少，后期不断增加，为了保持数据来源的统一，本章使用的主要海洋产业包括六大海洋产业，分别是海洋水产业、海滨砂矿业、海洋盐业、沿海造船业、海洋交通运输业、滨海旅游业。第一个和第二个模型中的数据期间为2001年至2010年。第三个模型中的数据期间为1997年至2005年，因

为自2006年开始，海洋统计年鉴不再使用统计数据而是使用核算数据。

### 4.1.2 环境数据

按照我国海水水质标准，我国海水水质共分为四类，水质从一至四类逐次降低。中国海洋环境状况公报公布了一至四类和劣四类五种海水水质的状况。因为

海水水质是海洋环境质量评价的依据，是判断海水是否受到污染的准则，所以本章第一个和第二个模型中使用海水水质作为海洋环境代表指标，其中第一模型使用的是劣二类海水水质比重，第二个模型使用劣三类海水所占比重。海水水质是海洋环境状况的表现，海洋环境污染物的来源主要是陆源，其中废水特别是沿海

11地区的工业废水更是造成海洋环境污染的重要因素，所以在第三个模型中，选用工业废水排放总量作为海洋环境污染的代表指标。

### 4.1.3 模型说明

面板数据模型在第二章有详细阐述，在这里对环境库兹涅茨曲线进行简单介绍。环境库兹涅茨曲线只是一种经验结果，其结论的可靠性受样本空间、模型选取以及数据精度等多方面的影响，因此对环境库兹涅茨曲线的批评也一直持续，但不可否认的是，目前环境库兹涅茨曲线仍然是研究经济发展与环境保护之间相互关系最为有力的工具，对分析一个国家或地区自然、经济和社会协调发展的状况和走势有借鉴意义。因此本章使用环境库兹涅茨曲线技术来分析沿海地区经济与海洋环境污染之间的关系。环境库兹涅茨曲线有多种函数表达形式，本章选用线性三次方程来描述环境库兹涅茨曲线，具体的函数表达式如下：

*W* *a**Y* *Y* 2*Y* 3 **

*it* *i*

*1 it*

*2 it*

*3 it* it

其中*W*it代表i地区在t年的海洋环境污染指标，*Y*it代表i地区在t年的经济指标，*a*i代表截面效应，**it为扰动项。根据上式可以判断环境和经济之间存在五种曲线关系：如果**1> 0，**2 <0且**3> 0,则经济与环境呈“N”型曲线关系；如果**1 <0，**2> 0且**3 <0，那么经济与环境呈反“N”型曲线关系；如果**1> 0，**2 <0且**3 =0,则经济与环境呈倒“U”型曲线关系；如果**1 <0，**2> 0且**3 =0，那么经济与环境呈“U”型曲线关系；如果**1不等于零，且**2 =0、**3 =0，那么经济与环

境呈线性关系。

## 4.2 面板数据模型一

### 4.2.1 数据描述性分析

为了更为全面地反映海洋经济和海洋环境之间的关系，本节选用既包含时间序列又包含截面数据信息的面板数据来做为研究对象。经济方面选用沿海11 地

区国内生产总值作为海洋经济的替代指标，海洋环境方面选用沿海11地区劣二

类海水所占比重为代表指标。数据的时间序列期间为2001年至2010年。本节所用数据来自国家统计局和国土资源部公开数据。

各地区经济均呈稳定态势向前发展，2001年只有海南仅为545.96亿元，其他地区均以千亿为单位，广东则超过了万亿元大关达到10647.71亿元。沿海11地区以广东的经济发展水平最高，江苏和ft东紧随其后。



图4-1 沿海11地区2001年至2010年国内生产总值

上图为沿海11地区2001年至2010年国内生产总值，在此期间广东省的GDP值始终处于第一位，2001年就突破1万亿关口，ft东和江苏两省经济总量不分上下，处于第二位和第三位，浙江省的经济发展则处于第四位，2004年首次突破万亿元大关。天津、广西和海南三地区的经济发展总量处于最后，截止到2010年三地区均未达到1万亿元。但是，就发展速度而言，天津最快，10年的平均增长速度达到40%，江苏、ft东、浙江、广东和广西的年平均增速均超过30%，

11地区中的福建发展速度最低，年平均发展速度为24.6%，也远超全国平均水平。为了较为准确地反映海洋环境状况，本节选用污染海水所占比重的相对数而

非污染面积的绝对数作为指标来表示污染，以劣二类海水所占比重为代表指标进行分析，因为相对指标比绝对指标更能反映污染程度。



图4-2 沿海11地区2001年至2010年劣二类海水所占比重

从上图可以看出，上海、天津和浙江的污染处于很高的程度，广西、ft东和海南的海水污染水平较低。除了上海市外，其他10地区在2009年之前劣二类海水所占比例基本上逐年下降。广东由2001年的47.9%下降至2010年的32.2%，河北由2001年的35.7%下降至2010年的25%，ft东由2001年的35%下降至2010年的4.9%，江苏由2001年的69%下降至2010年的37.5%，福建由74%下降至2010年的28.5%，广东由2001年的76.4%下降至26.9%，广西由2001年的36.4%下降至2010年的9.1%。

### 4.2.2 单位根检验

对11地区的海洋经济数据进行单位根检验，原始数据不平稳，经过一阶差分后数据平稳，如下表。

表4-1 沿海11地区国内生产总值数据单位根检验结果

| Null: Unit root (assumes common unit root process) | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Levin, Lin & Chu t\* | -11.4744 | 0.0000 | 11 | 81 |
| Breitung t-stat | -1.13524 | 0.1281 | 11 | 70 |
| Null: Unit root (assumes individual unit root process) | | | | |
| Im, Pesaran and Shin W-stat | -2.07310 | 0.0191 | 11 | 81 |
| ADF - Fisher Chi-square | 54.9507 | 0.0001 | 11 | 81 |
| PP - Fisher Chi-square | 125.726 | 0.0000 | 11 | 88 |
| \*\* Probabilities for Fisher tests are computed using an asymptotic Chi | | | | |
| -square distribution. All other tests assume asymptotic normality. | | | | |

对十一地区海洋环境数据单位根检验，结果如下表

表4-2 沿海11地区劣二类海水比重数据单位根检验结果

| Null: Unit root (assumes common unit root process) | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Levin, Lin & Chu t\* | -5.98144 | 0.0000 | 10 | 90 |
| Null: Unit root (assumes individual unit root process) | | | | |
| Im, Pesaran and Shin W-stat | -3.13576 | 0.0009 | 10 | 90 |
| ADF - Fisher Chi-square | 45.4958 | 0.0009 | 10 | 90 |
| PP - Fisher Chi-square | 57.3295 | 0.0000 | 10 | 90 |
| \*\* Probabilities for Fisher tests are computed using an asymptotic Chi | | | | |
| -square distribution. All other tests assume asymptotic normality. | | | | |

上述检验结果表明，环境原始数据平稳。

因为经济数据一阶平稳，环境原始数据平稳，所以不需要进行协整检验。同时，又因为变换后的数据是非同阶单整的，因此需要进行序列变换。经济数据一阶差分平稳，下面使用经济数据的差分数据进行判断。随机效应模型是考虑是否是根据样本估计总体。我们的是总体值，不是抽样调查的结果，所以我们采用固定效应模型。

### 4.2.3 模型形式的判断

固定效应模型有三种形式：变系数模型，变截距模型，不变系数模型。根据F检验确定三种上述形式，如果接受假设H2则为不变参数模型，检验结束。拒绝假设H2，则检验假设H1。如接受H1，则模型为变截距模型。

为了计算F数值，需要分别计算*S*1、*S*2、*S*3，其中*S*1为变系数模型残差平方和、*S*2变截距模型残差平方和、*S*3不变系数模型的残差平方和。

1、首先来计算变系数模型残差平方和*S*1。使用Eviews软件进行变系数模型估计，结果如下。

表4-3 以劣二类海水为环境压力指标的变系数模型估计结果

| R-squared | 0.919874 | Mean dependent var | 43.53545 |
| --- | --- | --- | --- |
| Adjusted R-squared | 0.846776 | S.D. dependent var | 31.79577 |
| S.E. of regression | 12.44608 | Akaike info criterion | 8.186896 |
| Sum squared resid | 8829.584 | Schwarz criterion | 9.488037 |
| Log likelihood | -397.2793 | F-statistic | 12.58418 |
| Durbin-Watson stat | 3.375837 | Prob(F-statistic) | 0.000000 |

从上述结果可以得到*S*1的值为8829.584。

2、计算变截距模型残差平方和*S*2。使用Eviews软件进行模型估计，结果如下。

表4-4 以劣二类海水为环境压力指标的变截距模型估计结果

| R-squared | 0.873573 | Mean dependent var | 43.53545 |
| --- | --- | --- | --- |
| Adjusted R-squared | 0.841603 | S.D. dependent var | 31.79577 |
| S.E. of regression | 12.65445 | Akaike info criterion | 8.097504 |
| Sum squared resid | 13931.75 | Schwarz criterion | 8.662150 |
| Log likelihood | -422.3627 | F-statistic | 27.32469 |
| Durbin-Watson stat | 2.499064 | Prob(F-statistic) | 0.000000 |

从上述结果可以看到*S*2的数值为13931.75。

3、计算不变系数模型残差平方和*S*3，使用Eviews软件估计模型，结果如下。

表4-5 以劣二类海水为环境压力指标的不变系数模型估计结果

| R-squared | 0.025098 | Mean dependent var | 43.53545 |
| --- | --- | --- | --- |
| Adjusted R-squared | 0.006876 | S.D. dependent var | 31.79577 |
| S.E. of regression | 31.68628 | Akaike info criterion | 9.776538 |
| Sum squared resid | 107430.2 | Schwarz criterion | 9.850188 |
| Log likelihood | -534.7096 | Durbin-Watson stat | 0.429269 |

从上述结果可以得到*S*3，其数值为107430.2。

4、模型形式的确定。

经过对三种模型进行估计，计算其残差平方和。结果如下

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| *S*1 | *S*2 | *S*3 |
| 8829.584 | 13931.75 | 107430.2 |

根据公式

*F**S*3*S*1/*N*1/*k*1~ *F**N*1*k*1, *N**T**k*1



2

*S*1 /*NT**N**k*1

其中，*S*1、*S*2、*S*3分别为变系数模型、变截距模型和不变系数模型的残差平方和，K为解释变量的个数，N为截面个体数量。T为每个面板数据中数据的数。

经过计算得到

*F*2 18.426 ~ *F*40,66

下表为F检验在5%和1%置信度下的相应临界值。

5%

1%

1.576

1.904

因为经过计算得到的F检验值为18.426，大于临界值，所以拒绝原假设，接下来需要计算*F*1 。

*F**S*2*S*1/*N*1/ *k*~ *F**N*1*k*, *N**T**k*1

1

经过计算得到

*S*1 /*NT**N**k*1

*F*1 1.271 ~ *F*30,66

5%

1%

1.632

1.997

上表为F检验在5%和1%置信度下的相应临界值。因为*F*1的值为1.271，小于给定显著性水平下的相应临界值，所以认为接受假设*H*1，用变截距模型拟合。

### 4.2.4 模型拟合和分析

使用Eviews进行模型拟合，结果如下表。

表4-6 以劣二类海水为环境压力指标的变截距模型估计结果

| R-squared | 0.873573 | Mean dependent var | 43.53545 |
| --- | --- | --- | --- |
| Adjusted R-squared | 0.841603 | S.D. dependent var | 31.79577 |
| S.E. of regression | 12.65445 | Akaike info criterion | 8.097504 |
| Sum squared resid | 13931.75 | Schwarz criterion | 8.662150 |
| Log likelihood | -422.3627 | F-statistic | 27.32469 |
| Durbin-Watson stat | 2.499064 | Prob(F-statistic) | 0.000000 |

结果解读：

R-squared为样本决定系数，表示总离差平方和中由回归方程可以解释部分的比例，比例越大说明回归方程可以解释的部分越多。值为0-1，越接近1表示拟合越好，> 0.8认为可以接受，本例中R-squared数值为0.873573，拟合较好。Adjust R-seqaured为修正的R-squared，与R-squared有相似意义。

F-statistic表示模型拟合样本的效果，即选择的所有自变量对因变量的解释力度。F大于临界值则说明拒绝0假设。若Prob(F-statistic)小于置信度（如

0.05）则说明F大于临界值，方程显著性明显。本例中Prob(F-statistic)为

0.000000，模型方程显著。

Durbin-Watson stat：检验残差序列的自相关性，其值在0-4之间，数值为

2表示完全不相关，数值为0表示完全负相关，数值为4表示完全正相关。本例中数值为2.499064，说明序列基本不相关。

用*W*表示环境指标，*Y*表示经济指标，**i表示各地区差异，**t表示时期差异，那么上述估计结果如下：

*W*34.76257*a*0.001561Y - 0.000000062Y2 0.000000000000752Y3  **

*i* t

t=(1.894287) (0.546127) (-0.583851) (0.540414)

表4-7 以劣二类海水为环境压力指标的变截距模型地区差异和时期差异

| 地区 |  i | 时期 | t |
| --- | --- | --- | --- |
| 辽宁 | -11.85841 | 2001 | 20.85470 |
| 河北 | -13.67776 | 2002 | 11.28288 |
| 天津 | 38.60068 | 2003 | 13.93429 |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| ft东 | -32.41643 | 2004 | 4.282753 |
| 江苏 | -11.62801 | 2005 | -6.090042 |
| 上海 | 52.59991 | 2006 | -4.924821 |
| 浙江 | 33.57642 | 2007 | -4.212734 |
| 福建 | 5.549360 | 2008 | -13.01973 |
| 广东 | -13.48125 | 2009 | -17.89453 |
| 广西 | -23.23499 | 2010 | -4.212763 |
| 海南 | -24.02950 |  |  |

以劣二类海水为环境压力指标的数据符合变截距模型要求，可以使用变截距模型来拟合。面板数据变截距模型一方面表示个体成员存在个体影响而没有结构上的变化，也就是说个体成员变化方式都相同，可以使用同一个数学表达式来描述；另一方面，面板数据模型的个体影响使用截距项的差别来说明，即模型中个体成员方程的截距项不同。本例中沿海11地区的经济数据和污染数据经分析确

定适用变截距模型，这首先说明沿海11地区的经济和海洋污染存在着相似的影响关系，各地区的经济增长与海洋环境污染之间有共同的变动趋势。如果不考虑地区差异和时期差异，以劣二类海水为环境压力指标的环境库兹涅茨曲线可以由上图来描述，这是沿海11地区经济总量与海洋环境污染关系总体趋势变化。



图4-3 沿海11地区EKC曲线

通过计算可以得到，上图第一个拐点的位置在19523亿元，越过这个拐点后

经济总量增加，环境污染减少；在经济总量增加到35441后，如果经济总量继续增长，那么环境污染会随着经济增长而增加；这说明沿海地区经济总量的增长首先会导致海洋环境的恶化，当环境恶化到一定地步后，污染状况会随经济总量的增长而得到改善，但是如果经济总量继续增长，污染将再次增加，并呈现出不断

恶化的趋势。从具体的数据来看，与19523亿元相对应的环境指标数值为47.2%，与35441相对应的环境指标数值为45.69%，二者之差仅为1.51%；这说明即使在环境污染得到缓解的阶段，污染减少的幅度也是十分有限的，在本例中以二类海水为环境压力指标的污染指数仅仅减少了1.51%。

上述分析是总体趋势分析，下面结合沿海11地区实际经济总量数值，将各地区差异和时期差异纳入分析范围，来具体分析一下各地区的经济总量与海洋环境污染之间的关系。



图4-4 辽宁地区EKC曲线

加入地区差异和时期差异后，辽宁地区的环境库兹涅茨曲线总体呈“U”形；即在初期阶段，经济总量的增加会导致海洋环境污染指数的降低，但是在期末时期海洋环境污染又开始呈现出随经济总量的增长而增加的趋势。辽宁地区经济总量与环境污染的特征由环境库兹涅茨曲线的位置来体现。辽宁地区的最小的环境污染指标数值为17.06%，与之对应的经济总量为15212.49亿元。



图4-5 河北地区EKC曲线

加入地区差异和时期差异后，河北地区的经济总量与海洋环境污染之间关系呈“U”形，与辽宁地区的环境库兹涅茨曲线相似，河北地区的海洋环境污染指标最高值为48.85%，河北地区最高值为50.14%，与之对应的经济指标分别为

5577.78亿元和5033.08亿元；河北的海洋环境污染最小值为15.53%，辽宁的污

染最小值为17.06%，对应的经济总量分别为17235.48亿元和15212.49亿元。这说明河北地区和辽宁地区的经济发展处于同一水平，与之对应的海洋环境污染状况也十分相似。



图4-6 天津地区EKC曲线

考虑地区差异和时期差异后，天津地区的经济总量与海洋环境污染之间关系呈扁平“U”形，从图形上来看天津地区的海洋环境污染比较严重，其污染指数最小值也超过了60%，最高值为96.89%，平均污染指数超过80%。



图4-7 山东地区EKC曲线

考虑地区差异和时期差异后，ft东地区的经济总量与海洋环境污染之间关系总体呈递减趋势，海洋环境污染指数从最高的33.04%下降为负值，虽然在期末海洋污染又开始增大，但是也只是处于一个较低的水平，其数值没有超过10%。这说明ft东地区的海洋环境状况整体较好，污染较轻，海洋环境污染并没有因为经济总量的增长而十分恶化，海洋环境与经济总量仍然处于相互促进阶段。



图4-8 江苏地区EKC曲线

加入地区差异和时期差异影响后，江苏地区的经济总量与海洋环境污染之间关系呈“U”形，海洋环境污染指标最高值为53.87%，此时经济总量为9511.91亿元；此后经济总量增加与海洋污染减少同步，当海洋污染指标达到最小值

16.18%后，污染开始随经济总量的增加而开始增加。



图4-9 上海地区EKC曲线

加入地区差异和时期差异影响后，上海地区的经济总量与海洋环境污染之间关系呈扁平“U”形，最小的环境污染指数也超过了80%，这表示上海地区的海洋环境污染十分严重，污染指数始终处于较高的水平，虽然有一段时期污染有所缓解，但是随着经济总量的继续增加，高污染状况又开始出现。



图4-10 浙江地区EKC曲线

浙江地区的经济总量与海洋环境污染与上海地区类似，在加入地区差异和时期差异影响后二者关系也呈扁平“U”形。不过浙江地区的海洋环境污染较上海地区轻，其最小的海洋污染指数为67.7%。虽然浙江地区的海洋环境污染没有上海和天津地区严重，但是比其他地区都严重。



图4-11 福建地区EKC曲线

考虑地区差异和时期差异影响后，福建地区经济总量与海洋环境污染之间关系呈“U”形。海洋环境污染指数最高值为66.74%，与之对应的经济总量为4253.68亿元；最小海洋环境污染指数为33.61%，此时经济总量为12236.53亿元。



图4-12 广东地区EKC曲线

考虑地区差异和时期差异，从总体上看福建地区经济总量与海洋环境污染之间关系呈递减趋势。虽然在期末海洋环境污染指数上升到30.88%，但是在此之前还污染指数虽经济总量的增长从52.64%下降到14.65%。



图4-13 广西地区EKC曲线

综合地区差异和时期差异后，广西地区的经济总量与海洋环境污染之间关系呈“U”形。最高海洋环境污染指数为35.56%，并且随经济总量的增长不断减少，此后海洋污染指数虽然有所上升，但也仅为17.23%。这说明广西地区整体海洋污染较轻。



图4-14 海南地区EKC曲线

综合地区差异和时期差异后，海南地区的经济总量与海洋环境污染之间关系与广西地区的相似，也呈“U”形。海洋环境污染指数最高值也接近35%，期末

海洋环境污染指数接近10%；两地区的差别体现在与海洋环境污染相对应的经济总量上，广西地区最小的经济总量为2231.19亿元，海南地区最高的经济数值为

2064.5亿元。

### 4.2.5 结论分析

本节使用的经济数据为沿海11地区的GDP数值，环境代表指标用的是劣二类海水在各地区海水中所占的比重，经过数据分析后确定数据符合变截距模型形式。变截距模型表示分析对象只有个体影响而不存在结构变化，其中个体影响使用截距项差别表示。本节经济和污染指标数据适用变截距模型说明，沿海11地区的经济总量和海洋环境污染之间关系相似，11地区经济和污染相互影响的变化趋势一致；从拟合方程的数学表达式上来解释变截距模型，就是沿海11地区的经济和环境在剔除常数项后可以使用一个表达式描述，进而可以使用同一个图形来表示。另一方面，沿海11地区的环境库兹涅茨曲线又因为常数项即截距项的不同而呈现不同的特点。

从总量上来看，在去除各地区的差异和各个时期的差异后，沿海11地区的环境库兹涅茨曲线呈“N”，这说明海洋污染与经济总量之间的关系可以分为三个阶段。在第一个阶段，经济总量的增加会导致海洋污染的加剧；第二个阶段，海洋污染会随着经济总量的增长而有所改善；第三阶段，经济总量进一步增长海洋污染也会随之加剧。具体到本例中的海洋污染和经济总量又存在独特之处，那就是第二阶段较短，且海洋污染指数降低的幅度较小，经济总量的增长仅带来污染指数降低1.51%。

虽然从总体上来看，沿海11地区的海洋污染与经济总量之间呈“N”形，但

是综合考虑各地区差异和时期差异，沿海11地区海洋污染和经济总量之间呈“U

“形关系，即经济增长会导致海洋污染指数先降低后增加。具体到11个地区而言，”U“形曲线的位置又因为经济总量和海洋污染指数的不同而不同。其中上海和天津地区的”U“形曲线位置较高，这说明这两个地区的海洋环境污染最严重；海南、ft东和广西三地的”U“形曲线位置较低，这说明这三个地区的海洋环境污染处于一个相对较低的水平。

## 4.3 面板数据模型二

### 4.3.1 数据描述性分析

为了从总体上把握海洋经济和海洋环境的关系，本节选用渤黄海、东海和南海三海域为研究对象。鉴于指标数据的可取得性和可靠性，经济指标选自国家统计局统计年鉴11地区的GDP数值，环境指标选用国家海洋局统计公报数据劣三类海水所占比重为代表。因为渤黄海没有作为一个单独的统计项目，所以经济和环境数据均在原始数据的基础上进行了简单的汇总结算而取得。数据期间为2001

年至2010年。



图4-15 三海域2001年至2010年国内生产总值

由上图可以看到，2001年至2010年渤黄海地区所支撑的国内生产总值最高，呈稳定的增长态势，其中2001年为31401.18亿元，2009年突破10万亿，2010

年达到128671.39亿元。东海和南海地区支撑的国内生产总值量基本相当，200年南海地区的GDP值为20128.92亿元，首次突破2万亿元，2007年东海地区的GDP值则首次突破4万亿元关口，2010年东海地区的数值达到59625.41亿元，南海地区的数值达到57647.41亿元。



图4-16 三海域2001年至2010年劣三类海水比重

与经济发展形势不同，在2001年至2010年期间，以劣三类海水所占比例所

表示的海洋环境污染状况，东海的污染最严重，2001年东海劣三类海水所占比重为72%，2008年最低也为43.2%。渤黄海和南海的污染水平相当，两区域最高值均在2001年，渤黄海地区劣三类海水比重为33.69%，南海地区为30.2%；渤黄海2009年最低位5.04%，东海最低值出现在2005年为6.1%。

### 4.3.2 单位根检验

对三海域的海洋经济数据进行单位根检验，原始数据不平稳，经过一阶差分后数据平稳，如下表。

表4-8 三海域国内生产总值数据单位根检验结果

| Null: Unit root (assumes common unit root process) | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Levin, Lin & Chu t\* | -2.58148 | 0.0049 | 3 | 22 |
| Breitung t-stat | -1.30442 | 0.0960 | 3 | 19 |
| Null: Unit root (assumes individual unit root process) | | | | |
| Im, Pesaran and Shin W-stat | -0.65955 | 0.2548 | 3 | 22 |
| ADF - Fisher Chi-square | 11.9952 | 0.0621 | 3 | 22 |
| PP - Fisher Chi-square | 32.1595 | 0.0000 | 3 | 24 |
| \*\* Probabilities for Fisher tests are computed using an asymptotic Chi | | | | |
| -square distribution. All other tests assume asymptotic normality. | | | | |

表4-9 三海域劣三类海水比重数据单位根检验结果

| Null: Unit root (assumes common unit root process) | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Levin, Lin & Chu t\* | -2.21591 | 0.0133 | 3 | 25 |
| Null: Unit root (assumes individual unit root process) | | | | |
| Im, Pesaran and Shin W-stat | 12.7627 | 0.0470 | 3 | 25 |
| ADF - Fisher Chi-square | 25.0480 | 0.0003 | 3 | 26 |
| PP - Fisher Chi-square | 12.7627 | 0.0470 | 3 | 25 |
| \*\* Probabilities for Fisher tests are computed using an asymptotic Chi | | | | |
| -square distribution. All other tests assume asymptotic normality. | | | | |

四海域海洋环境数据单位根检验显示原始数据平稳。

### 4.3.3 模型形式判断

固定效应模型有三种形式：变系数模型，变截距模型，不变系数模型。根据

F检验确定三种上述形式接受假设*H*2

则为不变参数模型，检验结束。拒绝假

设*H*2，则检验假设H1。如接受*H*1，则模型为变截距模型。

为了进行F检验，需要分别计算*S*1、*S*2、*S*3，其中*S*1为变系数模型残差平方和、*S*2变截距模型残差平方和、*S*3不变系数模型的残差平方和。

1、首先来计算变系数模型残差平方和*S*1。使用Eviews软件进行变系数模型估计，结果如下。

表4-10 以劣三类海水为环境压力指标的变系数模型估计结果

| R-squared | 0.993835 | Mean dependent var | 26.55451 |
| --- | --- | --- | --- |
| Adjusted R-squared | 0.980136 | S.D. dependent var | 22.30795 |
| S.E. of regression | 3.144113 | Akaike info criterion | 5.324968 |
| Sum squared resid | 88.96899 | Schwarz criterion | 6.305806 |
| Log likelihood | -58.87451 | F-statistic | 72.54465 |
| Durbin-Watson stat | 3.680019 | Prob(F-statistic) | 0.000000 |

由上表可以得到 *S*1 的值为 88.96899.2、计算变截距模型残差平方和*S*2. 使用Eviews软件进行模型估计，结果

如下。

表4-11 以劣三类海水为环境压力指标的变截距模型估计结果

| R-squared | 0.990894 | Mean dependent var | 26.55451 |
| --- | --- | --- | --- |
| Adjusted R-squared | 0.982396 | S.D. dependent var | 22.30795 |
| S.E. of regression | 2.959829 | Akaike info criterion | 5.314993 |
| Sum squared resid | 131.4088 | Schwarz criterion | 6.015591 |
| Log likelihood | -64.72489 | F-statistic | 116.5959 |
| Durbin-Watson stat | 2.866435 | Prob(F-statistic) | 0.000000 |

根据计算结果得到*S*2等于131.4088。

3、计算不变系数模型的残差平方和*S*3，使用Eviews软件进行模型估计，结果如下。

表4-12 以劣三类海水为环境压力指标的不变系数模型估计结果

| R-squared | 0.109468 | Mean dependent var | 26.55451 |
| --- | --- | --- | --- |
| Adjusted R-squared | 0.043502 | S.D. dependent var | 22.30795 |
| S.E. of regression | 21.81733 | Akaike info criterion | 9.097925 |
| Sum squared resid | 12851.88 | Schwarz criterion | 9.238045 |
| Log likelihood | -133.4689 | Durbin-Watson stat | 0.154039 |

估计结果显示*S*3的值为12851.88。

4、模型形式的确定。

经过对三种模型进行估计，得到的残差平方和结果如下。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| *S*1 | *S*2 | *S*3 |
| 88.96899 | 131.4088 | 12851.88 |

根据公式

*F**S*3*S*1/*N*1/*k*1~ *F**N*1*k*1, *N**T**k*1

2

*S*1 /*NT**N**k*1

5%

1%

2.51

3.705

其中，*S*1、*S*2、*S*3分别为变系数模型、变截距模型和不变系数模型的残差平方和，K为解释变量的个数，N为截面个体数量，T为每个面板数据中数据的个数。经计算得到*F*2 322.77 ~ *F*8,18, F检验5%和1%置信度下的临界值如下。

因为计算所得的F数值为322.77，均大于上述临界值，所以没有通过检验，需要拒绝原假设，计算*F*1的数值。

*F**S*2*S*1/*N*1/ *k*~ *F**N*1*k*, *N**T**k*1

1

*S*1 /*NT**N**k*1

经计算得到，*F*1 1.431 ~ *F*6, 18，与*F*1对应的置信度和临界值如下表。

5%

1%

2.661

4.015

计算得到的*F*1值小于给定显著性水平下的相应临界值，可以接受假设*H*1，用变截距模型拟合。

### 4.3.4 模型拟合和分析

使用Eviews进行模型拟合，结果如下表。

表4-13 以劣三类海水为环境压力指标的变截距模型估计结果

| R-squared | 0.990894 | Mean dependent var | 26.55451 |
| --- | --- | --- | --- |
| Adjusted R-squared | 0.982396 | S.D. dependent var | 22.30795 |
| S.E. of regression | 2.959829 | Akaike info criterion | 5.314993 |
| Sum squared resid | 131.4088 | Schwarz criterion | 6.015591 |
| Log likelihood | -64.72489 | F-statistic | 116.5959 |
| Durbin-Watson stat | 2.866435 | Prob(F-statistic) | 0.000000 |

数值解读：

R-squared为样本决定系数，本例中R-squared为0.990894，表示拟合非常好。

F-statistic表示模型拟合样本的效果，若Prob(F-statistic)小于置信度

（如0.05）则说明F大于临界值，方程显著性明显。本例中Prob(F-statistic)为0.000000，说明模型方程显著。

Durbin-Watson stat：检验残差序列的自相关性，其值在0-4之间，当D. W值等于0时模型序列存在完全一阶正相关，当D. W值等于4时模型序列存在完全一阶负相关，当D. W值等于2时模型序列完全不相关。本例中的D. W值为2.866435，说明存在轻微序列相关。

从总体上来说，这个模型的各项统计指标均在可以接受的范围，可以使用这个拟合结果进行分析。用*W*表示环境指标，*Y*表示经济指标，*i*表示各地区差异，*t*表示时期差异，那么上述估计结果如下：

*W*-28.86725*a*0.002105Y - 0.0000000197Y2 0.00000000000007Y3  **

*i* t

t=(-0.979078) (1.925311) (-1.955586) (1.900569)

表4-14 以劣三类海水为环境压力指标的变截距模型拟合结果

| 地区 |  | 时期 |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 东海 | 35.32869 | 2001 | 39.96108 |
| 南海 | -6.022582 | 2002 | 25.60067 |
| 渤黄海 | -29.30611 | 2003 | 13.83906 |
|  |  | 2004 | 10.48071 |
|  |  | 2005 | -0.893225 |
|  |  | 2006 | -6.607139 |
|  |  | 2007 | -10.98573 |
|  |  | 2008 | -21.69013 |
|  |  | 2009 | -22.65965 |
|  |  | 2010 | -27.04565 |

上述分析说明，以劣三类海水为压力的环境库兹涅茨曲线其面板数据特性符合变截距模型要求，剔除各地区差异和时期差异后的的曲线显示如下。



图4-17 以劣三类海水为指标的沿海地区EKC曲线

从这个图形我们可以看到，以劣三类海水为污染指标的环境库兹涅茨曲线也呈现出“N”形，与第一个模型的图形不同，本节模型没有拐点，曲线单独递增。这表示海洋环境污染不会因为经济总量的增长而有所改善，只是有一段海洋环境污染增长速度相当较小的区间。从这个图形我们可以看到，在不考虑地区差异和时期差异的情况下，当经济总量在5万亿元至13万亿元区间内，海洋环境污染

增长的速度相对较小；当经济总量达到9万亿元附近时，海洋环境污染增长的速度最小。

为了得到各地区的海洋环境污染与经济总量之间的关系，下面将地区差异和时期差异加入进行综合分析。



图4-18 以劣三类海水为指标的沿海渤黄海地区EKC曲线

综合渤黄海地区的地区差异数值和时期差异数值，渤黄海地区的环境库兹涅茨曲线呈扁平“U”形，这表示海洋环境污染会随着经济总量的增加而有所缓解，但是在达到一个最低点后又会随经济总量的增加而增加。同时，从上图可以看到，

“U”形曲线的底部持续的时期较长，相反两侧较短；这表示渤黄海地区的海洋环境污染对经济总量的变化反应不敏感。



图4-19 以劣三类海水为指标的东海地区EKC曲线

在考虑地区差异和时期差异后，从上图可以看到东海地区的环境库兹涅茨曲线处于一个较高的水平上，最小的海洋污染指数为77.6%，这说明东海地区的海洋环境污染很严重；另外曲线的斜率很小，这说明东海地区海洋环境污染对经济总量的变化反应敏感性，造成这种状况的原因还是因为污染水平太高，以本例来说，劣三类海水最高数据也就是100%，现在最小的数值已经接近80%，那么经济总量再增加，海洋环境污染水平也不会再有较高速度的增加，反应在图形上曲线的斜率就较小。



图4-20 以劣三类海水为指标的南海地区EKC曲线

加入地区差异和时期差异后，南海地区的环境库兹涅茨曲线总体呈扁平的

“U”形，和渤黄海地区的情况相似。南海地区的海洋环境污染指数最高为58.82%，渤黄海地区的最高值为59.5%，但是与之对应的这两个地区的经济总量不同，渤黄海地区污染指数最高的经济总量为31401.18亿元，南海地区的最高

污染指数对应的的经济总量为13424.86亿元。这说明渤黄海地区的海洋环境支持的经济总量较大，较大的经济总量没有导致较高的海洋环境污染，其原因与国家投入大量资金治理渤海环境污染有很大关系。

### 4.3.5 结论分析

本节以渤黄海、东海和南海三个海域为分析对象，经济指标选用与三个海域相对应的沿海地区GDP数值表示，环境指标选用三个海域劣三类海水所占比重表示。经过数据检验和计算，确定数据符合变截距模型形式。因为变截距模型表示个体之间没有结构变化，这说明三个海域之间的经济总量和海洋环境污染之间的关系遵循同一演变规律。如果不考虑个体因素和时间因素，即剔除地区差异和时期差异后，三海域的环境库兹涅茨曲线为一条“N”形曲线，这与第一个模型的结果相同；与第一个模型不同的是，本节模型曲线没有拐点，是一条单调递增的曲线。没有拐点“N”形曲线表示经济与环境之间只有一种关系，即经济增长只会导致环境的恶化，而不会有改善环境的阶段。虽然在第一个模型结果中，海洋环境污染随经济总量增加而减少，但是减少的幅度非常小仅为1.51%，本节单调递增的“N”形模型的结果进一步增强了分析结果的正确性，即海洋环境污染不会因为经济总量的增长而得到改善。

加入地区差异和时期差异后，三海域的环境库兹涅茨曲线基本上都呈现出十分扁平的“U”形，曲线扁平说明经济总量的增加对改善环境污染的作用十分有限，这说明我们不能指望海洋环境污染会随着经济总量的增加而改善，还应从采

取其他有效方式来治理海洋环境污染。从三个海洋的环境库兹涅茨曲线的位置来看，东海地区的位置最高，这表示东海地区的海洋环境污染最严重；这个结论也和第一个模型的结论互为印证，在第一个模型结果中，上海和浙江是海洋环境污染最严重的地区。

## 4.4 面板数据模型三

### 4.4.1 数据描述性分析

本节以海洋生产总值为海洋经济的代表指标，以工业废水排放总量为海洋环境代表指标。数据范围为沿海11地区，数据期间为1997年至2005年。所有数据均来自海洋统计年鉴和中国海洋环境状况公报。



图4-21 沿海11地区2001年至2010年海洋生产总值

从上图可以看到，在2000年之前所有11地区的海洋生产总值均未突破1000

亿元，截止到2010年尚有江苏、河北、海南和广西四地区海洋生产总值未达到

1000亿元。广东地区的海洋生产总值始终处于领跑位置，1997年的数值为849.76亿元，2010年达到4288.39；处于第二集团的是ft东、上海和浙江，ft东在2003年突破千亿元达到1477.64，浙江在2002年达到1082.72亿元，上海在2005 突

破2千亿达到2296.45亿元。海洋经济发展最为缓慢的为河北、海南和广西，2010年三地区海洋生产总值之和尚未突破千亿元关口。



图4-22 沿海11地区工业废水排放量

1997年至2005年工业废水排放量呈现两头大中间小的状况，从1999年开

始11地区工业废水排放量开始减少，此后一直处于较低水平，直到2005年数值

突然增加，达到此阶段最高水平。具体到11地区而言，工业废水排放量最高值

出现在2005年的江苏，为296318万吨；最小值为1093万吨，是广西地区2000年的排放量。

### 4.4.2 单位根检验

对十一地区的海洋经济数据进行单位根检验，原始数据不平稳，经过一阶差分后数据平稳，如下表。

表4-15 沿海11地区海洋生产总值数据单位检验结果

| Null: Unit root (assumes common unit root process) | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Levin, Lin & Chu t\* | -9.70284 | 0.0000 | 11 | 77 |
| Breitung t-stat | -0.96128 | 0.1682 | 11 | 66 |
| Null: Unit root (assumes individual unit root process) | | | | |
| Im, Pesaran and Shin W-stat | -0.98565 | 0.1622 | 11 | 77 |
| ADF - Fisher Chi-square | 41.3532 | 0.0075 | 11 | 77 |
| PP - Fisher Chi-square | 81.3731 | 0.0000 | 11 | 77 |
| \*\* Probabilities for Fisher tests are computed using an asymptotic Chi | | | | |
| -square distribution. All other tests assume asymptotic normality. | | | | |

对十一地区的海洋环境数据进行单位根检验，原始数据不平稳，进行一阶差分后平稳，结果如下：

表4-16 沿海11地区工业废水排放量数据单位根检验结果

| Null: Unit root (assumes common unit root process) | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Levin, Lin & Chu t\* | -9.75980 | 0.0000 | 11 | 77 |
| Breitung t-stat | 2.84391 | 0.9978 | 11 | 66 |
| Null: Unit root (assumes individual unit root process) | | | | |
| Im, Pesaran and Shin W-stat | -0.67160 | 0.2509 | 11 | 77 |
| ADF - Fisher Chi-square | 36.1417 | 0.0293 | 11 | 77 |
| PP - Fisher Chi-square | 70.2806 | 0.0000 | 11 | 77 |

|  |
| --- |
| \*\* Probabilities for Fisher tests are computed using an asymptotic Chi |
| -square distribution. All other tests assume asymptotic normality. |

环境和经济数据为同阶单整，二者均为一阶差分平稳，所以需要对其进行协整检验。

### 4.4.3 协整检验

本节协整检验先使用E-G两步法检验残差，然后用JJ检验回归系数。

EG两步法是基于回归残差的检验，可以通过建立OLS模型检验其残差平稳性。

表4-17 E-G两步法有截距项检验结果

| Alternative hypothesis: common AR coefs. (within-dimension) | | | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | Statistic | Prob. | | Weighted Statistic | Prob. |
| Panel v-Statistic | | -1.150543 | 0.8750 | | -1.110257 | 0.8666 |
| Panel rho-Statistic | | 2.203624 | 0.9862 | | 2.089496 | 0.9817 |
| Panel PP-Statistic | | 2.581292 | 0.9951 | | 2.270556 | 0.9884 |
| Panel ADF-Statistic | | 0.916011 | 0.8202 | | 0.761795 | 0.7769 |
| Alternative hypothesis: individual AR coefs. (between-dimension) | | | | | | |
|  |  | Statistic | | Prob. | | |
| Group rho-Statistic | | 3.680652 | | 0.9999 | | |
| Group PP-Statistic | | 3.833429 | | 0.9999 | | |
| Group ADF-Statistic | | 2.364582 | | 0.9910 | | |

残差平稳性有截距项检验的原假设是平稳，从上表可以看到，四种检验方法中的最小伴随概率为0.8202，由此可以得到残差非平稳。

表4-18 E-G两步法有截距项有趋势项检验结果

| Alternative hypothesis: common AR coefs. (within-dimension) | | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | Statistic | Prob. | Weighted Statistic | Prob. |
| Panel v-Statistic | | 8.885062 | 0.0000 | 4.351505 | 0.0000 |
| Panel rho-Statistic | | 1.258753 | 0.8959 | 1.457708 | 0.9275 |
| Panel PP-Statistic | | -3.563911 | 0.0002 | -5.216666 | 0.0000 |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Panel ADF-Statistic | | -0.674268 | 0.2501 | | -1.510147 | 0.0655 |
| Alternative hypothesis: individual AR coefs. (between-dimension) | | | | | | |
|  |  | Statistic | | Prob. | | |
| Group rho-Statistic | | 2.530565 | | 0.9943 | | |
| Group PP-Statistic | | -4.972955 | | 0.0000 | | |
| Group ADF-Statistic | | -0.329257 | | 0.3710 | | |

残差平稳性有截距项有趋势项检验的原假设是平稳，从上表可以看到，四种检验方法中的第一种和第三种的伴随概率很小，可以认为残差平稳，但是第二种和第四种方法得到的伴随概率值较大，所以从整体上来说不能接受原假设，从而残差非平稳。

表4-19 E-G两步法无截距项无趋势项检验结果

| Alternative hypothesis: common AR coefs. (within-dimension) | | | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | Statistic | Prob. | | Weighted Statistic | Prob. |
| Panel v-Statistic | | -0.263926 | 0.6041 | | -1.174503 | 0.8799 |
| Panel rho-Statistic | | 0.122085 | 0.5486 | | 0.297000 | 0.6168 |
| Panel PP-Statistic | | -0.392186 | 0.3475 | | -0.173751 | 0.4310 |
| Panel ADF-Statistic | | -1.353098 | 0.0880 | | -0.075618 | 0.4699 |
| Alternative hypothesis: individual AR coefs. (between-dimension) | | | | | | |
|  |  | Statistic | | Prob. | | |
| Group rho-Statistic | | 2.905205 | | 0.9982 | | |
| Group PP-Statistic | | 1.319900 | | 0.9066 | | |
| Group ADF-Statistic | | 0.097205 | | 0.5387 | | |

残差平稳性无截距项无趋势项检验的原假设是平稳，从上表可以看到，四种检验方法中的最小伴随概率为0.0880，由此可以得到残差非平稳。

通过上述三次检验可以得到，未通过E-G两步法检验。接下来进行JJ检验，

JJ检验是基于回归系数的检验。

表4-20 JJ检验结果

| Unrestricted Cointegration Rank Test (Trace and Maximum Eigenvalue) | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Hypothesized | Fisher Stat.\* |  | Fisher Stat.\* |  |
| No. of CE(s) | (From trace test) | Prob. | (From max-eigen test) | Prob. |
| None | 180.1 | 0.0000 | 155.5 | 0.0000 |
| At most 1 | 73.84 | 0.0000 | 73.84 | 0.0000 |

JJ检验不存在协整关系的伴随概率是0，未通过JJ检验，所以不存在协整关系。虽然变量间不存在长期稳定的关系，但是因为二者是一阶单整，所以可以进行面板数据分析。

随机效应模型是考虑是否是根据样本估计总体，而本章所用的数据的是总体值，不是抽样调查的结果，所以采用固定效应模型。

### 4.4.4 模型形式的判断

和前两个模型一样判断模型形式，需要计算F数值，进而需要分别计算*S*1、*S*2 、

*S*3，其中*S*1为变系数模型残差平方和、*S*2变截距模型残差平方和、*S*3不变系数模型的残差平方和。

1、首先来计算变系数模型残差平方和*S*1。使用Eviews软件进行变系数模型估计，结果如下。

表4-21 以工业废水排放量为环境压力的变系数模型估计结果

| R-squared | 0.918743 | Mean dependent var | 50583.74 |
| --- | --- | --- | --- |
| Adjusted R-squared | 0.830571 | S.D. dependent var | 55743.83 |
| S.E. of regression | 22945.15 | Akaike info criterion | 23.22513 |
| Sum squared resid | 2.47E+10 | Schwarz criterion | 24.58823 |
| Log likelihood | -1097.644 | F-statistic | 10.41985 |
| Durbin-Watson stat | 1.926505 | Prob(F-statistic) | 0.000000 |

由上表可以得到*S*1的值为2.47E+10。

2、计算变截距模型残差平方和*S*2。使用Eviews软件进行估计，结果如下。

表4-22 以工业废水排放量为环境压力的变截距模型估计结果

| R-squared | 0.723719 | Mean dependent var | 50583.74 |
| --- | --- | --- | --- |
| Adjusted R-squared | 0.648369 | S.D. dependent var | 55743.83 |
| S.E. of regression | 33055.24 | Akaike info criterion | 23.84288 |
| Sum squared resid | 8.41E+10 | Schwarz criterion | 24.41957 |
| Log likelihood | -1158.222 | F-statistic | 9.604824 |
| Durbin-Watson stat | 1.311686 | Prob(F-statistic) | 0.000000 |

上述结果显示*S*2的值为8.41E+10。

3、计算不变系数模型的残差平方和*S*3，使用Eviews软件估计模型结果如下。

表4-23 以工业废水排放量为环境压力的不变系数模型估计结果

| R-squared | 0.084121 | Mean dependent var | 50583.74 |
| --- | --- | --- | --- |
| Adjusted R-squared | 0.065041 | S.D. dependent var | 55743.83 |
| S.E. of regression | 53900.55 | Akaike info criterion | 24.65750 |
| Sum squared resid | 2.79E+11 | Schwarz criterion | 24.73614 |
| Log likelihood | -1217.546 | Durbin-Watson stat | 0.917350 |

从上表得到*S*3为2.79E+11.

4、模型形式的确定。经过对三种模型进行估计，得到结果如下。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| *S*1 | *S*2 | *S*3 |
| 2.47E+10 | 8.41E+10 | 2.79E+11 |

*F*2

根据公式

*S*3*S*1/*N*1/*k*1~ *F**N*1*k*1, *N**T**k*1

*S*1 /*NT**N**k*1

其中，*S*1、*S*2、*S*3分别为变系数模型、变截距模型和混合模型的残差平方和，K为解释变量的个数，N为截面个体数量，T为每个面板数据中数据的个数。

计算得到*F*2 14.156 ~ *F*40,55

5%

1%

1.612

1.968

对照上表F检验临界值，因为*F*2计算结果为14.156，均大于临界值，所以显示未通过检验，拒绝原假设，接下来需要计算*F*1

*F**S*2*S*1/*N*1/ *k*~ *F**N*1*k*, *N**T**k*1

1

*S*1 /*NT**N**k*1

经过计算得

*F*1 4.409 ~ *F*30,55

下表为F检验置信度和相应的临界值

5%

1%

1.666

2.06

因为计算得到的*F*1值大于给定显著性水平下的相应临界值，故认为拒绝假*H*1，用变系数模型拟合。

### 4.4.5 模型拟合

根据上述分析结果，确定数据符合变系数模型要求，使用Eviews进行变系数模型拟合，结果如下表。

表4-24 以工业废水排放量为环境压力的变参数模型拟合结果

| R-squared | 0.918743 | Mean dependent var | 50583.74 |
| --- | --- | --- | --- |
| Adjusted R-squared | 0.830571 | S.D. dependent var | 55743.83 |
| S.E. of regression | 22945.15 | Akaike info criterion | 23.22513 |
| Sum squared resid | 2.47E+10 | Schwarz criterion | 24.58823 |
| Log likelihood | -1097.644 | F-statistic | 10.41985 |
| Durbin-Watson stat | 1.926505 | Prob(F-statistic) | 0.000000 |

上表列示了回归结果，其中：R-squared为样本决定系数，表示总离差平方和中由回归方程可以解释部分的比例，值为0-1，越接近1表示拟合越好，本例中R-squared的值为0.918743，拟合度比较高。

F-statistic表示模型拟合样本的效果，即选择的所有自变量对因变量的解

释力度。F大于临界值则说明拒绝0假设。若Prob(F-statistic)小于置信度（如

0.05）则说明F大于临界值，方程显著性明显。本例中Prob(F-statistic)为

0.000000，模型方程显著。

Durbin-Watson stat：检验残差序列的自相关性。其值在0-4之间，上述结果的D-W值为1.926505，说明一阶序列之间不存在相关性。

上述统计结果显示，模型各统计量均在可以接受的范围，说明模型拟合效果较好，可以使用模型进行分析。下面具体分析11地区经济与海洋环境之间的关系。

#### 1、 辽宁地区环境库兹涅茨曲线方程

*W*162867.1-542.5479Y1.057363Y2 - 0.000588Y3

T= (-0.493319) (0.534418) (-0.548129)



图4-23 以工业废水为指标的辽宁地区EKC曲线

从海洋经济与工业废水之间的发展趋势上看：辽宁地区的EKC曲线呈倒“N”形，第一个拐点的发生的时间在海洋经济总量为372亿元，此后随着海洋经济总

量的增加，工业废水排放量也增加；当海洋经济总量增加到827亿元时，工业废水排放量随海洋经济总量的增长而开始减少。从环境库兹涅茨曲线的位置来看：与372亿元海洋经济总量相对应的工业废水排放量为44661.4万吨，海洋经济为

827亿元时对应的工业废水排放量为72332.5万吨。

#### 2、 河北地区环境库兹涅茨曲线方程

*W*-48141.092443.234Y -13.05170Y20.021376Y3

T= (1.237345) (-1.044250) (0.931813)



图4-24 以工业废水为指标的河北地区EKC曲线

在分析期间内，河北地区环境库兹涅茨曲线呈“N”形，曲线第一个拐点的位置在海洋经济总量为146亿元，第二个拐点的位置在海洋经济总量261亿元。在第一个拐点之前，海洋经济总量增加工业废水排放量增加；在第一个拐点和第二个拐点之间，工业废水排放量随海洋经济总量的增加而减少，具体来说从

64455.6万吨减少到48074万吨；当海洋经济总量超过261亿元后，海洋经济总量的增加只会导致工业废水排放量的增加。

#### 3、 天津地区环境库兹涅茨曲线方程

*W*-32102.00520.6534Y - 0.612638Y20.000188Y3

T= (2.308305) (-1.656739) (1.136715)



图4-25 以工业废水为指标的天津地区EKC曲线

天津地区的环境库兹涅茨曲线呈“N”形，当海洋经济总量为580亿元时曲

线出现第一个拐点，当海洋经济总量为1593亿元时曲线出现第二个拐点。海洋经济总量与工业废水排放量之间呈现三个阶段的关系，其中第二阶段的关系是海洋经济总量增长与工业废水排放量减少同步，具体来说废水排放量从68036.2万吨下降到为负值。这种分析只是表示工业废水回随海洋经济总量的增长而减少这样一种趋势，实际上工业废水排放量不会下降到负值，出现负值的模拟结果只是说明工业废水排放量下降的幅度很大。

#### 4、 ft东地区环境库兹涅茨曲线方程

*W*-58682.60323.1235Y - 0.215281Y20.0000461Y3

t= (0.768673) (0.534418) (0.685828)



图4-25 以工业废水为指标的山东地区EKC曲线

ft东地区的环境库兹涅茨曲线为“N”形，在海洋经济总量达到1262亿元之前，污染随海洋经济总量的增长而减少，在此之后海洋经济增长与污染增加同步；当海洋经济总量达到1851亿元时，污染又开始减少。与河北和天津地区的“N”形曲线相比，ft东地区的曲线相对平缓，这表示经济对环境污染的改善作用相对较少，具体而言工业废水排放量从66460万吨减少到61754万吨，减少的幅度较小。

#### 5、 江苏地区环境库兹涅茨曲线方程

*W*-257243.43584.382Y - 9.881019Y20.008120Y3

T= (2.748170) (-3.051411) (3.413712)



图4-26 以工业废水为指标的江苏地区EKC曲线

数据拟合的结果显示，江苏地区的环境库兹涅茨曲线呈“N”形，当海洋经济总量为274亿元时到达第一个拐点，当海洋经济总量达到537亿元时曲线出现第二个拐点。与ft东地区相对平缓的曲线不同，江苏地区在第一个拐点上的工业废水排放量为117654.5万吨，当海洋经济总量增加到第二个拐点位置时工业废

水排放量则减少到43175.4万吨，减少了一半以上。6、上海地区环境库兹涅茨曲线方程

*W*-10864.73202.2742Y - 0.038054Y2 - 0.0000186Y3

T= (0.835525) (-0.176120) (-0.321802)



图4-27 以工业废水为指标的上海地区EKC曲线

上海地区的环境库兹涅茨曲线与辽宁地区的相类似，总体呈倒“N”形；但是不同于辽宁地区的是，其中一个拐点为负值，如果不考虑纵坐标轴左边部分，工业废水排放量在海洋经济总量达到1340亿元之前会随海洋经济增长而增加，在越过这个发展瓶颈之后，工业废水排放量会随海洋经济总量增长而呈现下降趋势。

#### 7、 浙江地区环境库兹涅茨曲线方程

*W*-18344.88417.4954Y - 0.378234Y20.000101Y3

T= (1.650683) (-1.612017) (1.639546)



图4-28 以工业废水为指标的河浙江北地区EKC曲线

浙江地区的环境库兹涅茨曲线呈“N”形，与ft东地区的曲线形状相类似，曲线相对平缓。具体来说浙江地区的EKC曲线第一个拐点出现在海洋经济总量为824亿元，与之相对应的工业废水排放量为92936.2万吨；第二个拐点出现在海

洋经济总量为1673亿元，与之对应的工业废水排放量为61987.8万吨，减少的幅度偏小。

#### 8、 福建地区环境库兹涅茨曲线方程

*W*-111813.3564.8575Y - 0.447759Y20.000117Y3

T= (1.678140) (-1.219738) (0.979428)



图4-29 以工业废水为指标的福建地区EKC曲线

福建地区的环境库兹涅茨曲线呈“N”形较之浙江和ft东地区更平缓，曲线的第一个拐点发生在经济总量达到1141亿元时，在此之前污染随经济增长而增加，越过这个拐点后经济增长会带来污染的减少，这种情况会一直持续到经济总量达到1410亿元为止，此后经济总量如果继续增长，那么污染也会随着增加。较之浙江和ft东地区，福建地区的环境库兹涅茨曲线更平缓，工业废水排放量从在第一个拐点的排放量为91126.9万吨，在第二个拐点的排放量为89992.5万吨，减少的量很少。

#### 9、 广东地区环境库兹涅茨曲线方程

*W*-34457.40208.1376Y - 0.084314Y20.0000114Y3

t= (1.239027) (-1.072775) (1.072806)



图4-30 以工业废水为指标的广东地区EKC曲线

广东地区的环境库兹涅茨曲线为“N”形，经过计算可以得到这条曲线单调递增没有拐点，只是在经济总量在2000亿元之3000亿元之间，与海洋经济总量增长相对应的工业废水排放量的速度相对较低，在这个区间之外，污染物排放的速度相对较快。这表示海洋经济总量的增长不会带来工业废水排放量的减少，进而导致海洋环境污染状况的改善。

#### 10、 广西地区环境库兹涅茨曲线方程

*W*570244.7 -14375.58Y123.1179Y2 - 0.318749Y3

T= (-0.822512) (0.719205) (-0.599970)



图4-31 以工业废水为指标的广西地区EKC曲线

广西地区的环境库兹涅茨曲线呈倒“N”形。因为经济总量的数值不能为负值，所以除去纵坐标轴左边的部分外，工业废水排放量的减少会经济总量增长同步，即随着时间的推移经济总量增长，环境污染减少。虽然辽宁地区和上海地区的环境库兹涅茨曲线也呈倒“N”形，但是广西地区的曲线位置比较低，这说明广西地区的海洋环境污染没有辽宁和上海地区严重。

#### 11、 海南地区环境库兹涅茨曲线方程

*W*-161462.43917.957Y -16.08598Y20.011658Y3

T= (1.333689) (-0.684208) (0.211987)



图4-32 以工业废水为指标的海南地区EKC曲线

从理论上讲，海南地区的环境库兹涅茨曲线呈“N”形，第一个拐点出现在经济为144亿元的位置，第二个拐点的位置出现在海洋经济总量为775亿元的位置。但是与其他地区的“N”形曲线不同，海南地区的曲线大部分位于横坐标轴的下方，这说明海南地区的环境污染很轻，海洋经济总量的增加并不会导致工业废水排放量的大幅增加。

### 4.4.6 结果分析

本节使用海洋经济总量为经济指标，使用工业废水排放量为环境指标，数据经过检验得出符合变系数模型形式。沿海11地区海洋经济和海洋环境污染的之

间的环境库兹涅茨曲线呈两种，一种为“N”形，另一种为倒“N”形。

辽宁、上海和广西三地区的环境库兹涅茨曲线理论上呈倒“N”形，这表示经济总量的增加会改善海洋污染状况，其背后隐含的意思是环境污染会因为经济总量的增加而得到改善。具体到各地区而言，广西地区的环境污染减少的最快，上海地区真实的曲线形状是一个倒“U”形，真正意义上的倒“N”形曲线只是出现在辽宁地区。出现这种情况的原因和三个地区的污染现状和环境承载力有关：广西地区仅靠南海，南海地区的污染承载力最强，所以海洋经济总量的增加不会导致海洋环境污染的增加；上海地区的倒“U”形曲线出现的原因主要是污染水平已经很高了，随着海洋经济总量继续增长，人们会关注环境质量并采取措施治理污染；辽宁地区的倒“N”形曲线说明辽宁地区采取的环境污染治理措施开始发挥作用，从而导致了海洋经济总量增长与工业废水减少同步变动。

除了辽宁、上海和广西三地区外，其余八个地区的环境库兹涅茨曲线均呈“N”形。“N”形曲线表示海洋经济总量的增长最终会导致海洋环境污染的加重。虽然这些曲线虽然都为“N”形，但是位置和曲线平缓程度并不相同。其中，海南地区的“N”形曲线大部分位于横坐标下方，广东地区的“N”形曲线单调递增没有拐点，福建和ft东地区的环境库兹涅茨曲线相对比较平缓；出现这些图形的原因都和这些地区的海洋经济发展水平以及海洋环境状况有关。无论是什么原因导致了“N”形环境库兹涅茨曲线，这种曲线本身说明海洋环境状况的改善不能依靠海洋经济总量自发地增长来解决，还应当采取其他非经济措施来减少污染物的排放，进而实现改变经济与环境之间的关系，使二者走上良性循环之路。

## 4.5 本章小结

本章使用三个面板数据模型来分析研究沿海地区经济总量和海洋环境污染之间的关系，取得了以下结论。

第一个是关于面板数据模型形式的结论，结论是第一个和第二个模型适用变截距模型，第三个模型适用变系数模型。面板数据有三种类型，通过本章的分析得到，以沿海地区国内生产总值为经济指标以海上水质为环境指标的面板数据符合变截距模型形式。这说明沿海11地区的经济和海洋环境污染具有相同的演变途径和趋势，正因为如此所以才能用同一个方程式来表示。第三个模型的数据符合变系数模型要求，这说明以主要海洋产业产值为代表的经济与以工业废水排放

量为代表的海洋环境污染之间关系，受地域条件的影响比较大，地区之间存在差异，所以各地区模型系数均不相同，需要用不同的表达式来描述。

第二是关于环境库兹涅茨曲线形状的结论，结论是沿海地区的环境库兹涅茨曲线总体呈“N”形。环境库兹涅茨曲线有很多种表现形式，如最初的Grossman和Krueger得到的是倒“U”形曲线，此后根据不同的数据、使用不同的方法，环境库兹涅茨曲线又被验证出存在“U”形、“N”形和倒“N”形等多种形状，不同的曲线形状代表不同的经济与环境关系。通过分析，在不考虑地区和时期差异的基础上，本章第一个模型和第二个模型的环境库兹涅茨曲线均呈“N”形；第三个模型中除了辽宁、上海和广西三地区的环境库兹涅茨曲线理论上呈倒“N”形外，其余地区的环境库兹涅茨曲线均呈“N”形。“N”形环境库兹涅茨曲线说明，海洋环境污染与沿海地区经济总量之间的关系可以分为三个阶段：在第一个阶段，经济总量的增加会导致海洋环境污染的加剧；第二个阶段，海洋环境污染会随着经济总量的增长而改善；第三阶段，海洋环境污染状况因经济总量的继续增长而再次变差，并且没有改善的趋势。

第三个结论是沿海地区经济总量与海洋环境污染的现实关系，结论是沿海地区的海洋环境污染随经济总量的增长正处于不断恶化的状态。在第一个模型和第二个模型中，加入地区差异和时期差异后，环境库兹涅茨曲线基本上都呈现“U”形，实际数据分析显示，海洋环境污染指标均处“U”形曲线的右侧，这说明我国海洋环境污染在经历了一个短暂的改善时期后，正在因沿海地区经济总量的增长而不断恶化。在第三个模型中，11个地区中的天津、河北、ft东、江苏、浙江、福建、广东、海南的环境库兹涅茨曲线均呈“N”形，并且河北、ft东、江苏、浙江、福建、广东六地区海洋环境污染已经越过“N”形第二个拐点，呈不断恶化趋势。

# 5、 沿海地区经济与海洋环境污染联立方程分析

联立方程是分析经济与环境关系的一种行之有效的方法。本章使用三要素生产函数和对数线性三次环境库兹涅茨曲线为主体，构建了海洋环境污染与沿海地区经济的联立方程，分别估算了全国地区、渤黄海地区、东海地区和南海地区四个联立方程系数。此后，运用情景分析技术对四个模型进行了动态冲击分析，而后又以实际数据为依据，客观真实地分析了我国沿海地区经济和环境当前所处的状态，以及形成这种局面的原因。

## 5.1 指标和模型说明

### 5.1.1 经济指标

本章选用沿海11地区的国内生产总值为经济指标，为了分析不同区域的经

济与海洋环境污染之间的关系，首先将沿海11地区作为一个整体进行分析，经

济数据等于沿海11地区国内生产总值总和，其次将辽宁、河北天津、ft东和江苏五省数据合并作为渤黄海地区的经济数据，将上海、浙江和福建地区的经济数据合并作为东海地区的经济指标，将广东、广西和海南地区的经济数据合并作为南海地区的经济指标。

### 5.1.2 环境指标

本章选用的环境代表指标是工业废水直排入海量，因为沿海地区直接排入海洋中的工业废水是海洋中污染物的重要来源，是造成海洋环境污染的主要因素，所以选用工业废水直排入海量作为环境表示指标具有代表性。与经济指标项对于，本章选用的工业废水直排入海量也按照沿海地区总体、渤黄海地区、东海地区和南海地区分别进行了汇总。

### 5.1.3 其他指标

为了进行其他因素对海洋环境污染的影响，本章以联立方程为理论基础，将能源消费、沿海地区资本存量、劳动力数量、环保投资和产业结构水平纳入分析研究范围。之所以选用能源消费、资本存量和劳动力数量三个变量，是因为能源、资本和人口三要素是经济增长的因素，这三个要素中的任何一个发生变动均会导致经济总量的变化，经济总量法十分变化与之对应的副产品即工业废水产生量也

会发生变化，工业废水排海量有变化那么海洋环境污染状况也会随着相应变动。鉴于分析数据的连续性、完整性以及可得性，本章选用沿海地区的电力消耗量表示能源消费；因为统计年鉴中没有资本存量这个统计项，为了获得这个指标的数据，本章选用2000年的资本存量为基期数据，此后的的数据以2000年资本存量为基础加上每年的固定资产投资得到，为了简化计算没有考虑固定资产折旧，其中2000年的数据来源于张军等人的“中国省际物质资本存量估算：1952-2000”论文；人是生产要素中居于最重要的地位，起决定性作用，本章劳动力数量以就业人口代替，因为就业人口直接体现了参与生产活动的人口数量，与经济总量有直接关系；环保投入的多少直接影响环境质量的好坏，本章选用中国统计年鉴中的治污投资项目作为环保投入的代表指标进行分析；产业结构有多种表达方式，本章以MS值来描述，其中MS值近似计算方法为第二产业与第三产业的比值。上述五个变量指标与经济和环境指标相对应，在取得11地区数据的基础上以区域为依据分别进行了整合。

### 5.1.4 模型说明

包含能源消耗的三要素柯布-道格拉斯生产函数，是对经济体系有效描述的重要模型，本文选用三要素柯布-道格拉斯生产函数的对数表现形式为联立方程中的第一个方程。因为能源消耗是经济发展的一个要素，从而能源消费与环境污染有联系，同时又受产业结构的影响，可以使用对数线性来表示三者之间的关系，本文构建能源消耗与环境和产业结构的对数表现形式为第二个方程。对数线性三次表达式是环境库兹涅茨曲线的经典表达式，同时环保投入又是影响环境污染水平的一个重要因素，所以联立方程中的第三个方程为附加环保投入要素的对数线性三次环境库兹涅茨曲线。具体表达如下：

Ln *Y**a*1 ln *K**a*2 ln *L**a*3 ln *E**a*4



Ln *E**B*1 ln *W**B*2 ln *Z**B*3

 *C* ln *Y**c*ln *Y*2*c*ln *Y*3 *c*

Ln *H* *c*

Ln *W* 1 2

3 4 5

其中，ln *Y*, ln *E*, ln*W*为内生变量，其余四个为外生变量。具体符号表示如下。

*W*表示污染水平，以工业废水直排入海（万吨）为代表指标，数据来源于

海洋统计年鉴和全国统计年鉴；*Y*表示经济发展水平，以沿海11地区GDP表示；

*E*表示能源消费，以电力消费量（亿千瓦小时）为代表指标；*K*表示资本存量，数据以2000年存量为基础加上每年的固定资产投资得到；*L*表示人口数量，选

用的是就业人口数据；*Z*表示产业结构，选用MS数值来代表；*H*表示环保投入，以治污完成投资金额来代表。通过简单分析计算可知该联立方程可以识别。

## 5.2 基于全国数据的联立方程分析

### 5.2.1 数据描述分析

1、经济发展水平。



图5-1 沿海11地区GDP数值

2001年至2010年，沿海11地区经济保持快速增长，2001年经济总量为

60778.71亿元，2010年经济总量为245944.21亿元，10年间平均年增长速率超过30%。

2、环境污染状况



图5-2 沿海11地区工业废水直排入海量

在2001年至2010年期间，工业废水直排入海量呈增长态势，2001年直排

入海量为86003万吨，2008年最高为158702万吨，此后虽有减少，但是2010

年的入海量仍然为117954万吨。

3、能源消费情况



图5-3 沿海11地区能源消耗

从上图可以看到，沿海地区10年间能源消费逐年增加，呈直线上升趋势，与经济发展相对应。2001年能源消费为7777.1亿千瓦小时，2010年增加到

22859.63亿千瓦小时。

4、资本存量情况



图5-4 沿海11地区资本存量

2001年至2010年，沿海地区资本存量直线上升，2001年资本存量为

120117.83亿元，722025.4亿元，10年间资本存量增长了5倍多。

5、就业人口状况



图5-5 沿海11地区就业人口数量

以就业人口数量为代表的人力资本，在2001年至2010年期间呈逐年递增趋势。其中，2001年就业人口数量为51327万人，2010年增加到57687万人。

6、环保投入情况



图5-6 沿海11地区环保投入

环保投入包括三个部分，即包括治理废水的投资，治理大气污染的投资和治理废弃固体的投资，数据均为治理项目完成投资金额。由上图可以看到，10年间政府投入了大量的资金来治理污染，其中在2005年、2006年、2007年和2008

年的投入均超过了250亿元。

7、产业结构水平



图5-7 沿海11地区产业结构水平

我国沿海地区以MS为代表的产业结构总水平，在2002年的数值最小为

12.5, 2008年的数值最高为14.63，从2004年开始至2008年该期间的数值均超过了14。

### 5.2.2 估计结果

以沿海地区总指标为研究对象，使用Eviews软件拟合联立方程组，结果如

下。

表5-1 基于沿海11地区原始数据的联立方程拟合结果

| Sample: 2001 2010 | | |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Included observations: 10 | | |  |  |
| **Total system (balanced) observations 30** | | | |  |
|  | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob. |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| C(1) | 0.536405 | 0.160912 | 3.333538 | 0.0037 |
| C(2) | 0.766518 | 1.624261 | 0.471918 | 0.6427 |
| C(3) | 0.367059 | 0.187829 | 1.954223 | 0.0664 |
| C(4) | -6.890517 | 16.48342 | -0.418027 | 0.6809 |
| C(5) | 2.173779 | 0.842158 | 2.581201 | 0.0188 |
| C(6) | -3.808602 | 2.922830 | -1.303053 | 0.2090 |
| C(7) | -6.053032 | 5.185132 | -1.167383 | 0.2583 |
| C(8) | 43.82380 | 224.6099 | 0.195111 | 0.8475 |
| C(9) | -3.143858 | 19.53121 | -0.160966 | 0.8739 |
| C(10) | 0.072799 | 0.565364 | 0.128764 | 0.8990 |
| C(11) | 0.151000 | 0.376778 | 0.400766 | 0.6933 |
| C(12) | -189.2762 | 863.3323 | -0.219239 | 0.8289 |
| Determinant residual covariance | | 5.90E-08 |  |  |
| Equation: LNY=C(1)\*LNK+C(2)\*LNL+C(3)\*LNE+C(4) | | | |  |
| Observations: 10 | | |  |  |
| R-squared | 0.997921 | Mean dependent var | | 11.71092 |
| Adjusted R-squared | 0.996882 | S.D. dependent var | | 0.489568 |
| S.E. of regression | 0.027336 | Sum squared resid | | 0.004484 |
| Durbin-Watson stat | 1.608714 |  |  |  |
| Equation: LNE=C(5)\*LNW+C(6)\*LNZ+C(7) | | | |  |
| Observations: 10 | | |  |  |
| R-squared | 0.581705 | Mean dependent var | | 9.541794 |
| Adjusted R-squared | 0.462192 | S.D. dependent var | | 0.366879 |
| S.E. of regression | 0.269052 | Sum squared resid | | 0.506723 |
| Durbin-Watson stat | 1.288877 |  |  |  |
| Equation: LNW=C(8)\*LNY+C(9)\*LNY\*LNY+C(10)\*LNY\*LNY\*LNY+C(11) \*LNH+C(12) | | | | |
| Observations: 10 | | |  |  |
| R-squared | 0.904686 | Mean dependent var | | 11.74952 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Adjusted R-squared | 0.828434 | S.D. dependent var | | 0.205951 |
| S.E. of regression | 0.085306 | Sum squared resid | | 0.036385 |
| Durbin-Watson stat | 2.197660 |  |  |  |

从上表得到结果如下：

Lny=0.536405\*lnk+0.766518\*lnl+0.367059\*lne-6.890517 lne=2.173779\*lnw-3.808602\*lnz-6.053032

lnw=43.823801\*lny-3.143858\*lny\*lny+0.072799\*lny\*lny\*lny+0.151\*lnh-189.27616

虽然三个方程的R平方数值可以接受，但是伴随概率数据偏大，所以使用统计方法将年度数据拟合成月度数据后再进行方程估计，结果如下表。

表5-2 基于沿海11地区拟合数据的联立方程估计结果

| Sample: 2001M01 2010M12 | | |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Included observations: 120 | | |  |  |
| **Total system (balanced) observations 360** | | | |  |
|  | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob. |
| C(1) | 0.530633 | 0.034523 | 15.37062 | 0.0000 |
| C(2) | 0.848299 | 0.333571 | 2.543085 | 0.0114 |
| C(3) | 0.367921 | 0.043577 | 8.443078 | 0.0000 |
| C(4) | -6.397710 | 3.438433 | -1.860647 | 0.0636 |
| C(5) | 1.929515 | 0.200871 | 9.605727 | 0.0000 |
| C(6) | -2.964290 | 0.688674 | -4.304342 | 0.0000 |
| C(7) | -5.387943 | 1.309643 | -4.114055 | 0.0000 |
| C(8) | 44.42022 | 39.94288 | 1.112094 | 0.2669 |
| C(9) | -3.177105 | 3.455945 | -0.919316 | 0.3586 |
| C(10) | 0.073257 | 0.099575 | 0.735696 | 0.4624 |
| C(11) | 0.140051 | 0.065324 | 2.143946 | 0.0327 |
| C(12) | -192.2742 | 154.2031 | -1.246889 | 0.2133 |
| Determinant residual covariance | | 8.01E-08 |  |  |
| Equation: LNY=C(1)\*LNK+C(2)\*LNL+C(3)\*LNE+C(4) | | | |  |
| Observations: 120 | | |  |  |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| R-squared | 0.997733 | Mean dependent var | | 11.71092 |
| Adjusted R-squared | 0.997674 | S.D. dependent var | | 0.468663 |
| S.E. of regression | 0.022603 | Sum squared resid | | 0.059265 |
| Durbin-Watson stat | 0.031495 |  |  |  |
| Equation: LNE=C(5)\*LNW+C(6)\*LNZ+C(7) | | | |  |
| Observations: 120 | | |  |  |
| R-squared | 0.541133 | Mean dependent var | | 9.541794 |
| Adjusted R-squared | 0.533289 | S.D. dependent var | | 0.351422 |
| S.E. of regression | 0.240079 | Sum squared resid | | 6.743615 |
| Durbin-Watson stat | 0.026915 |  |  |  |
| Equation: LNW=C(8)\*LNY+C(9)\*LNY\*LNY+C(10)\*LNY\*LNY\*LNY+C(11) \*LNH+C(12) | | | | |
| Observations: 120 | | |  |  |
| R-squared | 0.900085 | Mean dependent var | | 11.74952 |
| Adjusted R-squared | 0.896610 | S.D. dependent var | | 0.199213 |
| S.E. of regression | 0.064056 | Sum squared resid | | 0.471861 |
| Durbin-Watson stat | 0.052999 |  |  |  |

根据上表可以得到如下方程：

Lny=0.530633\*lnk+0.848299\*lnl+0.367921\*lne-6.39771 lne=1.929515\*lnw-2.964289\*lnz-5.3879433

lnw=44.4202\*lny-3.17711\*lny\*lny+0.07326\*lny\*lny\*lny+0.14005\*lnh-192.2742

拟合成月度数据之后的三个方程的R平方数值无明显变化，但是方程的伴随概率明显变小，该方程可以接受。

分析年度原始数据和拟合月度数据的估计结果可以看出：首先，这两个联立方程的系数符号完全一致；其次，使用拟合数据得到的方程系数与使用原始数据得到的方程系数相比，变化不大。由此可以得出，使用拟合数据得到的估计结果是对原始数据的真实反映；拟合数据方程可以接受，说明该方程存在可以估计的具有统计学意义上的相互关系。使用原始数据得到的方程的伴随概率数值偏大，而使用拟合数据估计的方程伴随概率较小的原因就是：年度数据月度化后增大了样本数据量，所以方程的伴随概率随着样本数据的增加而趋于合理。

### 5.2.3 情景分析

通过上述的分析可知，依据原始数据建立的联立方程，描述了变量间的数量关系，具有实际意义，且可以接受，所以本节的情景分析使用第一个联立方程结果进行分析。

1、首先，将外生变量H增加10%，对系统实施一个持续冲击，结果如下。



图5-8 环保投入变动情景分析

通过上图可以看到： 1、环保投入的增加对能源消费的影响比较明显，10%的环保投入增量在2002

年导致了新增86%的能源消费，但是随着环保投入的持续增加，经济对能源的消耗逐渐减少，从2008年开始能源不再有增加，2009年和2010年则开始出现能源节约。这首先说明环保投入有时滞效应，初期的增加的环保投入必然要求新增能源消耗与之相对应，但是随着环保政策的持续推进，其正面效应开始出现，经济体对能源消耗的总量开始减少，最终达到了节约能源的效果。

2、从图上可以看到，增加环保投入对经济总量的增长影响相对平缓，只是在初期阶段导致了经济总量27%的增加，随着时间的推移，经济总量的增长逐渐回落。因为环保投入增加的资金在前期会转化成国内生产总值，但是环保投入的继续增加，必然会引致环保政策的增强，这样一部分高耗能、高污染行业和高产值行业就会受到限制发展，并进而被强制退出经济体系，所以从经济总量上来看就导致了这个结果。

3、提高环保投入后，从理论上环境污染会缓解，但是本节的分析结果却显示，环境压力对环保投入的反应呈扁平的W形，除了在2004年、2007年和2008年三个阶段反向变动外，其余期间均呈同向变动趋势。2004年、2007年和2008年正是我国经济处于平衡发展阶段，在这个时期如果加大环保投入，对于环境污染的治理效果会比较明显；此后如果继续增加环保投入，因为经济发展逐渐高涨，

经济产出越来越多，虽然环保投入增加了，但是增加的速度不及发展的速度也即污染增加的速度，所以会出现环保投入增加污染情况加剧的相悖的情况。实际上这只是两个表明现象，并不是简单的因果关系。最根本的原因就是环保投入的幅度低了，只能减缓环境污染恶化的速度，还没有达到改善环境的阶段，这部分环保投入还不能发挥改善环境的效用。

2、因为能源消费即使经济发展的晴雨表（经济处于高涨之时，必然要求较高数量的能源对其支撑；当经济发展速度下降，能源消费必然减少），又是造成环境污染的主要原因（可以说，目前所造成的环境污染基本上都是由消耗能源所产生的副产品所造成的，如果不再消耗能源，那么也就没有环境污染），所以再将内生变量E外生化，再进行情景分析，结果如下。



图5-9 能源消费变动情景分析

通过上图可以看到：增加能源消费会导致经济总量的持续增加，经济对能源的冲击有持续反映，其中2003年最大增幅达到6.5%，2010年也达到了5.7%。能源消费增加，物质资料的生产总量也会增加，经济总量必然随之增长。环境污染对能源消耗的正冲击，除了2008年外其余时期反应均为正值，总体呈W形状，

2006年的反应程度最高，16.3%的污染增速与10%的能源消耗相对应。企业增加能源消耗，目的是提高其产量，产量提高了，排放的污染物必然也会随着增加。

### 5.2.4 模型结果数据分析

为了能够更好的分析经济与环境之间的关系，接下来对模型的结果进行分析。因为拟合月度数据的估计结果统计指标好于使用原始数据拟合的结果，所以使用拟合月度数据的估计结果进行下文分析。联立方程估计结果如下：

lny=0.531\*lnk+0.848\*lnl+0.368\*lne-6.39771

lne=1.93\*lnw-2.964\*lnz-5.388

lnw=44.42\*lny-3.177\*lny\*lny+0.073\*lny\*lny\*lny+0.14\*lnh-192.274

在第二个方程中，lnw的系数为正数，这表明从沿海地区这个整体来看，能源消费和环境污染同方向变动，直排入海工业废水排放量对能源消费变动的弹性为0.518，即每增加1单位的能源消费会增加0.518单位的工业废水排放。Lnz的系数为负值，这表示增加第二产业的比重会减少对能源的消耗，这说明沿海地区的产业状况不同于其他地区，第三产业对能源的依赖大于第二产业。

将第二个表达式带入第一个方程，然后和第三个方程组成一个新的联立方程组，结果如下：

lny=0.71lnw+0.531\*lnk+0.848\*lnl-1.091lnz-8.381

lnw=44.42\*lny-3.177\*lny\*lny+0.073\*lny\*lny\*lny+0.14\*lnh-192.274

这个新的联立方程组为我们分析沿海地区经济与海洋环境污染之间的关系提供了一个新的工具，下面我们来分析一下这个新方程组。

首先来看第一个方程，因为的产业结构不会在短时间内发生较大变化，并且

数值较小，所以可以把lnz项当做常数项对待。第一个方程就是一个包含三要素的柯布道格拉斯生产函数，三要素分别为资本、人力和污染。从三个要素的系数来看均为正值，这表示沿海地区的经济增长仍然处在要素投入和污染环境的阶段，反过来看，也就是说污染环境任然能够促进经济增长。

再来看第二方程，第二个方程表示的是库兹涅茨曲线。在第二个方程中，一次项的系数为正，二次项的系数为负，三次项的系数为正，这表示经济与环境之间存在“N”形关系，不考虑具体数据，仅从图形本身为出发点分析，经济的增长首先会带来环境的污染；当达环境污染达到一个极值点后经济增长会与污染减少同步，并且经济增长与环境污染会达到一个最优组合；但是如果不改变发展方式，当经济继续增长，那么在越过这个个最低点后，经济的增长又会带来环境的进一步恶化，并且这个趋势会持续进行，恶化程度会越来越大，仅凭经济体系自身的能力无法扭转这种趋势。

下面我们来看一个沿海地区经济发展和环境污染现实所处的状态。把lny看做自变量，lnw看做因变量，放在同一个同一个坐标图中，其中lny的范围是[11.01499485, 12.41286]，lnw的范围是[11.36213746, 11.97478186]，lnl范围[10.84597221, 10.96278158]，lnk的范围[11.69622846, 13.4898156] lnz的范围[0.104293991, 0.252009275]。

以lny为横坐标以lnw为纵坐标，以其他变量为可变常数，根据实际实际数据经计算得下图：



图5-10 基于沿海地区实际数据的EKC和C-D曲线

上图是根据沿海 11 地区地区实际统计数据刻画的图像，其中EKC下线由lnw=44.42\*lny-3.177\*lny\*lny+0.073\*lny\*lny\*lny-178.443表示EKC上线由lnw=44.42\*lny-3.177\*lny\*lny+0.073\*lny\*lny\*lny-177.416表示C-D下线由lnw=1.408lny-14.616表示

C-D上线由lnw=1.408lny-9.511表示

从上图可以清楚地看到，以沿海11地区为总体的库兹涅茨曲线呈“N”形，经过计算EKC曲线在lny等于11.75时达到第一个拐点，与之相对应的经济总量为126753.56亿元，根据统计结果结算只我国沿海11地区在2006你国内生产总值已经达到134140.9亿元，这说明我国的经济已经越过了EKC曲线的第一个极值点，正处在向下运动的过程中。当EKC下线与C-D上线相交时表示经济发展与环境污染达到均衡，此时的lny的数值约为13.5，此时与之相对应的国内生产总值为729416.37亿元，而2010年沿海11地区的国内生产总值为245944.21。这表示我国经济还没有达到两条曲线的交点。

上述分析表明，从总体上来讲沿海地区经济和环境的关系呈N形发展，随着经济的发展，环境正在向着着改善的方向前进。但是，目前我国的经济发展与环境污染还没有达到均衡；具体来讲就是污染处于较高的水平，而经济并没有实施与之相对应的产生；反过来说就是当前沿海11地区的经济总量产生了过多的污染，经济产出率低，污染物排放率高。用通俗的话来说，就是当前我们所处的环境状况，经济发展水平应该比当前高；或者我们目前的经济发展水平不应该产生那么多的污染物。

解决这个问题的思路有两条：第一条就是改变EKC曲线。改变EKC曲线的方法也有两个，第一就是改变EKC曲线的形状，具体来说就是改变经济与环境之间的现有的内在关系，减小曲线的斜率，使之与C-D线在较低的水平即较低的污染水平上相交，实现这一目的的措施主要是对经济体的微观治理，如促使污染企业的对污染物排放的治理、减少高污染项目的开工，改变企业的能源消耗种类（比如将煤炭消耗向天然气和电力等清洁能源转变）。第二就是在不改变EKC曲线形状的情况下，将EKC曲线下拉，实现这一目的的方法最有效的方式的就是加强环保投入，另一条为加强环保执法监督力度，对超过环保排放标准的企业严格实施关停并转处罚。第二条思路就是提高C-D曲线的位置，可以采取提供企业技术含量，加快企业生产设备的更新换代，总之只要能提高产能的方式都可以。

## 5.3 基于渤黄海数据的联立方程分析

### 5.3.1 数据描述分析

#### 1、 经济发展水平



图5-11 渤黄海地区GDP

2001年至2010年渤黄海地区经济呈稳定趋势发展，2001年经济总量超过2万亿元，2005年超过4万亿元，2008年超过6.5万亿元，2010年达到87246亿元。

#### 2、 环境污染状况



图5-12 渤黄海地区工业废水直排入海量

渤黄海地区2001年工业废水直排入海量为44579万吨，2004年和2005 年

直排入海工业废水量超过5.7亿吨，此后一直减少，2008年以后一直维持在3.4亿吨的水平左右。

#### 3、 能源消费情况



图5-13 渤黄海地区能源消费

渤黄海地区的能源消费与经济发展状况的趋势相同，从2001年开始逐年增加，2004年超过4000亿千瓦小时，2007年超过6000亿千瓦小时，2010年超过

8000亿千瓦小时。

#### 4、 资本存量情况



图5-14 渤黄海地区资本存量

资本存量在2001年至2010年呈现稳定增长趋势，2001年的资本存量仅为

42634.76亿元，2006年超过10万亿元关口，2009年超过20万亿元，2010年接

近30万亿大关。

#### 5、 就业人口状况



图5-15 渤黄海地区人口数量

2001年渤黄海地区就业人口数量为20938万人，此后一直稳定增加，在2008

年之前一直维持在2.1亿人之上，2009年首次突破2.2一人，2010年的就业人口数量为22455.65。

#### 6、 环保投入情况



图5-16 渤黄海地区环保投入

2001年渤黄海地区环保投入金额接近50亿元，此后一直增加，2006年、2007年和2008年的环保投入接近150亿元，2009年环保投入开始下降，2010年的环保投入仅为877738.5亿元。

#### 7、 产业结构水平



图5-17 渤黄海地区产业结构

2001年至2010年渤黄海地区MS值变化幅度较小，最小值出现在2002年为

5.01，最大值出现在2008年为6.54，其他时间基本上在5.5附近上下变动。

### 5.3.2 估计结果

渤黄海原始数据结果分析

表5-3 基于渤黄海地区原始数据的联立方程拟合结果

| Sample: 2001 2010 | | |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Included observations: 10 | | |  |  |
| **Total system (balanced) observations 30** | | | |  |
|  | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob. |
| C(1) | 0.640733 | 0.206279 | 3.106144 | 0.0061 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| C(2) | -2.272905 | 2.923476 | -0.777467 | 0.4470 |
| C(3) | 0.316299 | 0.244941 | 1.291329 | 0.2129 |
| C(4) | 23.22679 | 28.35621 | 0.819108 | 0.4234 |
| C(5) | -0.987482 | 0.379117 | -2.604692 | 0.0179 |
| C(6) | 2.433303 | 0.850846 | 2.859862 | 0.0104 |
| C(7) | 14.84444 | 4.508013 | 3.292901 | 0.0040 |
| C(8) | 169.6599 | 229.5363 | 0.739142 | 0.4694 |
| C(9) | -14.82773 | 21.83836 | -0.678976 | 0.5058 |
| C(10) | 0.429164 | 0.691505 | 0.620623 | 0.5426 |
| C(11) | -0.406024 | 0.353649 | -1.148098 | 0.2660 |
| C(12) | -626.9976 | 806.3023 | -0.777621 | 0.4469 |
| Determinant residual covariance | | 2.61E-08 |  |  |
| Equation: LNY=C(1)\*LNK+C(2)\*LNL+C(3)\*LNE+C(4) | | | |  |
| Observations: 10 | | |  |  |
| R-squared | 0.998196 | Mean dependent var | | 10.67429 |
| Adjusted R-squared | 0.997294 | S.D. dependent var | | 0.483925 |
| S.E. of regression | 0.025172 | Sum squared resid | | 0.003802 |
| Durbin-Watson stat | 2.562023 |  |  |  |
| Equation: LNE=C(5)\*LNW+C(6)\*LNZ+C(7) | | | |  |
| Observations: 10 | | |  |  |
| R-squared | 0.714369 | Mean dependent var | | 8.534478 |
| Adjusted R-squared | 0.632760 | S.D. dependent var | | 0.354581 |
| S.E. of regression | 0.214877 | Sum squared resid | | 0.323206 |
| Durbin-Watson stat | 1.502700 |  |  |  |
| Equation: LNW=C(8)\*LNY+C(9)\*LNY\*LNY+C(10)\*LNY\*LNY\*LNY+C(11) \*LNH+C(12) | | | | |
| Observations: 10 | | |  |  |
| R-squared | 0.864109 | Mean dependent var | | 10.67580 |
| Adjusted R-squared | 0.755397 | S.D. dependent var | | 0.190968 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| S.E. of regression | 0.094448 | Sum squared resid | | 0.044602 |
| Durbin-Watson stat | 2.442833 |  |  |  |

从上表可以得到联立方程组如下：

Lny=0.640733\*lnk-2.272905\*lnl+0.316299\*lne+23.226794 lne=-0.987482\*lnw+2.433303\*lnz+14.844438

lnw=169.65991\*lny-14.82773\*lny\*lny+0.429164lny\*lny\*lny-0.40602\*lnh-626.9976

虽然三个方程的R平方数值可以接受，但是伴随概率数据偏大，所以使用统计方法将年度数据拟合成月度数据后再进行方程估计，结果如下表。

渤黄海拟合数据

表5-4 基于渤黄海地区拟合数据的联立方程估计结果

| Sample: 2001M01 2010M12 | | |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Included observations: 120 | | |  |  |
| **Total system (balanced) observations 360** | | | |  |
|  | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob. |
| C(1) | 0.380225 | 0.253317 | 1.500989 | 0.1343 |
| C(2) | 0.075256 | 0.025579 | 2.942145 | 0.0035 |
| C(3) | 0.200148 | 0.011224 | 17.83272 | 0.0000 |
| C(4) | -6.464562 | 1.983131 | -3.259775 | 0.0012 |
| C(5) | -3.550495 | 0.383297 | -9.263045 | 0.0000 |
| C(6) | 5.621043 | 0.522754 | 10.75276 | 0.0000 |
| C(7) | 6.331173 | 0.304961 | 20.76060 | 0.0000 |
| C(8) | 2.691523 | 2.979659 | 0.903299 | 0.3670 |
| C(9) | 2.668317 | 4.071470 | 0.655369 | 0.5127 |
| C(10) | 0.995142 | 1.841896 | 0.540281 | 0.5893 |
| C(11) | 0.703798 | 0.002009 | 350.2358 | 0.0000 |
| C(12) | 2.715451 | 0.728214 | 3.728920 | 0.0002 |
| Determinant residual covariance | | 2.11E-09 |  |  |
| Equation: LNY=C(1)\*LNK+C(2)\*LNL+C(3)\*LNE+C(4) | | | |  |
| Observations: 120 | | |  |  |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| R-squared | 0.819866 | Mean dependent var | | -0.745753 |
| Adjusted R-squared | 0.815208 | S.D. dependent var | | 0.082672 |
| S.E. of regression | 0.035538 | Sum squared resid | | 0.146505 |
| Durbin-Watson stat | 0.065484 |  |  |  |
| Equation: LNE=C(5)\*LNW+C(6)\*LNZ+C(7) | | | |  |
| Observations: 120 | | |  |  |
| R-squared | 0.743638 | Mean dependent var | | 11.26000 |
| Adjusted R-squared | 0.739256 | S.D. dependent var | | 0.364944 |
| S.E. of regression | 0.186352 | Sum squared resid | | 4.063065 |
| Durbin-Watson stat | 0.036428 |  |  |  |
| Equation: LNW=C(8)\*LNY+C(9)\*LNY\*LNY+C(10)\*LNY\*LNY\*LNY+C(11) \*LNH+C(12) | | | | |
| Observations: 120 | | |  |  |
| R-squared | 0.999545 | Mean dependent var | | 8.188378 |
| Adjusted R-squared | 0.999529 | S.D. dependent var | | 0.463044 |
| S.E. of regression | 0.010048 | Sum squared resid | | 0.011611 |
| Durbin-Watson stat | 0.049815 |  |  |  |

估计结果如下：

Lny=0.380225\*lnk+0.075256\*lnl+0.200148\*lne-6.464562 lne=-3.55049\*lnw+5.621043\*lnz+6.331173

lnw=2.69152\*lny+2.66832\*lny\*lny+0.99514\*lny\*lny\*lny+0.703798\*lnh+2.71545

拟合成月度数据之后的三个方程的R平方数值接近于1，同时方程的伴随概率明显变小，因此该方程可以接受。

### 5.3.3 情景分析

依据原始数据建立的联立方程，描述了变量间的数量关系，具有实际意义并且可以接受，所以使用原始数据方程进行情景分析。

1、H增加10%，对系统实施持续冲击，结果如下：



图5-18 渤黄海地区环保投入变动情景分析

通过上图可以看到：渤黄海地区经济总量对环保投入变动冲击的反应为负值，反应程度较明显，这和渤黄海地区的环境状况相关。渤黄海地区环境污染严重，尤其是渤海，国家每年都增加投资治理渤海污染，环保执法力度的增大，部分高污染行业的关停并转，会影响经济发展；从图中我们也可以可以看到，如果增大环保投入对经济的影响波动范围较小，这也说明渤黄海地区的污染非常严重，只有加大对环境的保护就会对经济造成负面影响，而且这种影响在研究区间内没有改善的趋势，图形上的反应就是变化很少。环境污染对环保投入的反应在

2006年之前为负值，这表明环保投入的增加会缓解环境污染；但是2006年以后，

环保投入又和污染状况呈同步发展态势，这说明2006年以后渤黄海地区的经济发展速度加快，10%的环保投入增量已经不能减少与经济发展相对应的污染排放。

以电力消费为代表的能源消费对环保投入的反应比较明显，在2010年的最

小值也达到了3.28倍。不过在冲击整个期间，反应程度是逐渐降低的。这说明污染治理的增加会要求能源与之相配套，但是其对能源的依赖程度逐渐降低。

2、Z增加10%，对系统实施持续冲击，结果如下：



图5-19 渤黄海地区产业结构变动情景分析

通过上图可以看到：经济总量、环境污染和能源消费对产业结构变化的反应情况和对环保程度冲击的反应基本相符。图中显示，如果产业结构持续10%的变动，渤黄海地区的经济增速会降低91%，这个冲击假设只是理论分析工具，在显示中并不会出现，这个结果表明渤黄海地区第三产业所占比重较大，更为重要的是第三产业的贡献率较高。

产业结构数值增加对能源消耗的影响均为正值，最高值达到15此后一直不

断下降，在分析区间的后期，基本稳定在4倍以下。

产业结构变动对环境压力的影响在分析期间内持续增加，这符合现实情况，第二产业的增加必然会带来污染物排放量的增加。而能源消费对产业结构冲击的反应则表明，渤黄海地区的第三产业度能源的需求较大，虽然依赖程度逐渐减弱。

3、将内生变量E外生化后增加10%，对系统实施持续冲击，结果如下：



图5-20 渤黄海地区能源消费变动情景分析

通过上图可以看到：经济变化的数值在2008年接近于0值外，其余期间均为正值，且最高值达到5.3%，这表明如果增加能源消费会带来经济的发展。渤黄海地区环境污染的变化对能源消费的冲击反应较为复杂，增加能源消费，在初期和中后期环境状况表现出恶化趋势，而在其余期间有表现出好转态势，总体呈现出两个相连的N形。

### 5.3.4 模型结果数据分析

为了能够更好的分析经济与环境之间的关系，接下来对模型的结果进行分析。因为拟合月度数据的估计结果统计指标好于使用原始数据拟合的结果，所以

使用拟合月度数据的估计结果进行下文分析。lny=0.380225\*lnk+0.075256\*lnl+0.200148\*lne-6.464562

lne=-3.55049\*lnw+5.621043\*lnz+6.331173

lnw=2.69152\*lny+2.66832\*lny\*lny+0.99514\*lny\*lny\*lny+0.7038\*lnh+2.7155

在第二个方程中，lnw的系数为负值，渤黄海地区的能源消费和环境污染反方向变动，直排入海工业废水排放量对能源消费变动的弹性为-0.285，即每增加

1单位的能源消费会减少0.285单位的工业废水排放。Lnz的系数为正值，这表示增加第二产业的比重会增加对能源的消耗，这说明渤黄海地区的第二产业的能源消耗较大。

将第二个表达式带入第一个方程，然后和第三个方程组成一个新的联立方程组，结果如下：

Lny=-0.71lnw+1.124lnz+0.38\*lnk+0.075\*lnl-5.2 lnw=2.692\*lny+2.668\*lny\*lny+0.995\*lny\*lny\*lny+0.704\*lnh+2.715

下面我们来分析一下这个新方程组。

首先分析第一个方程，把lnz项当做常数项对待。第一个方程为三要素的柯布道格拉斯生产函数，三要素分别为资本、人力和污染。从三个要素的系数来看，其中资本和人力的系数为正值，这表示资本和人力的增加可以带来经济的发展。但是在这个方程中，污染的系数为负值，这说明污染的增加已经不能带来经济的增长，而是相反。

再来分析第二方程，第二个方程表示的是库兹涅茨曲线。在第二个方程中，一次项的系数为正，二次项的系数为正，三次项的系数为正，这表示经济与环境之间不存在“N”形或者倒“U”关系，而是一个单调递增的关系。这说明经济总量的增长只能继续加大污染，而没有任何改善的机会。

下面把lny看做自变量，lnw看做因变量，放在同一个同一个坐标图中，观察经济和污染实际所处的状态。其中, lny的范围是[9.993751841, 11.37648596]，lnw的范围是[10.42451978, 10.95318967]，lnl范围

[9.949320969, 10.01929771]，lnk的范围[10.66042516, 12.59427975]，lnz的范围[0.091068178, 0.559120468]，lnh的范围[13.09411471, 14.19212136]。

以lny为横坐标以lnw为纵坐标，以其他变量为可变常数，根据实际实际数据经计算得下图：





图5-21 基于渤黄海地区实际数据的EKC和C-D曲线

上图是根据渤黄海地区地区实际统计数据刻画的图像，其中

EKC下线：lnw=2.692\*lny+2.6683.177\*lny\*lny+0.995\*lny\*lny\*lny+11.933

EKC上线：lnw=2.692\*lny+2.6683.177\*lny\*lny+0.995\*lny\*lny\*lny+12.706 C-D下线：lnw=-1.408lny-0.442

C-D上线：lnw=-1.408lny+1.359

从上图我们可以看到得到以下信息：

1、EKC曲线呈单调上升趋势，表明经济增长只会增加环境污染，环境污染不会因经济的发展而有所改善。

2、从EKC曲线的斜率我们可以看到，斜率越来越大，这表示环境状况会随着经济的发展而急剧恶化，表明渤黄海地区每一小单位的经济增长就是导致一个较大单位的污染排放，经济所得与环境污染已经不成比例。渤黄海地区如果按照现有发展模式发展经济，环境污染水平将会更加严重，经济小幅度地发展会引发污染大幅度的上升。

3、从C-D曲线的位置来看，C-D曲线完全位于横坐标轴的下方，这表示，向自然界中排放污染物已经不能促进经济发展了，相反排放这些污染物会带来经济总量的减少，污染会经济的方向作为已经完全体现。这个时候直接排放污染物所能得到的经济增量，远不能抵消这些污染物所带来的对经济的损害。举个例子来讲，一个企业将工业废水直接排入海中，仅就这个企业来说它减少了一部分用于治疗污水的投资，变相地相当于增加了收入，但是该地区其他的企业来说，比如对一个海水养殖企业来说，他遭受到的损失将远远大于第一个企业得到的收益；因为这个时候海水中污染物的含量已经相当高了，第一个企业微弱的废水排

放量就会将海水中有害物质的浓度提升，在没有排污之前海水中有害物质的浓度就已经逼近养殖物存活的上限，现在浓度一增加，所有的养殖物都会死亡。这虽然是一个假设的例子，但是可以反映了渤黄海地区的现实。

4、从EKC曲线和C-D曲线的交叉点来看，首先这个交叉点在现实中不会出现，因为这个交叉点出现在经济量接近于零的区域。这说明渤黄海地区的原始污染水平很高。这和渤黄海海域的地理位置有关系，尤其对渤海来说更是如此。渤海是我国的内海，水体不深，相对封闭，水体交换速度慢，但是沿海排污口多，又是黄河等内陆河流的入海口，同时渤海地区生产石油，沿海的工业发达，所有的这些都是导致渤海地区污染严重的原因。

针对这种情况，对渤黄海地区的环境的治理手段只有一个，就是严格限制排污，最好一点都不允许排放。这样一来肯定会有很多企业被迫关闭，或者被迫投入巨资投入环保设备，影响经济发展速度是必然的；但是，我们也应当看到，一些企业虽然受损但其他企业将受益，对应整个地区而言经济总量可能反而增长。

## 5.4 基于东海数据的联立方程分析

### 5.4.1 数据描述分析

#### 1、 经济发展水平



图5-22 东海地区GDP

东海地区GDP在10年的时间增长了3倍多，2001年的GDP数值为21210.9亿元，2010年达到86313.77亿元。除了2002年和2009年增长速度稍慢一点外，其余时间均保持较快增长速度。

#### 2、 环境污染状况



图5-23 东海地区工业废水直排入海量

东海地区的污染水平在2007年达到顶峰，工业废水直排入海量为28313.084

万吨，2010年直排入海量最少为15082.7449万吨，在2007年之前总体呈增长态势，2007年之后则呈下降状态。

#### 3、 能源消费情况



图5-24 东海地区能源消费

在2001年至2010年期间，东海地区的能源消费稳定增加，与经济发展趋势

相当，除了2008年和2009年消费增长速度略有减缓外，其余时间段均呈现较快增长速度。

#### 4、 资本存量情况



图5-25 东海地区资本存量

东海地区的资本存量在2001年的数值接近5万亿，2005年首次突破10 万

亿元，此后用了4年的时间翻了一番，达到21万亿元，2010年超过25万亿元。

#### 5、 就业人口状况



图5-26 东海地区就业人口数量

东海地区的就业人口数量在2001年至2010年期间一直保持稳定增长，2003

年之前就业人口保持在1.3亿人以上并逐年增加，从2005年至2009年就业人口

维持在1.4亿人以上并保持稳定增长，2010年就业人口首次超过1.5亿人达到

15618.51亿人。

#### 6、 环保投入情况



图5-27 东海地区环保投入

以治理污染项目投资额为代表的环保投入在2002年的投资额为193626.2万元，2004年投资额接近40亿元，2005年的投资额最多超过了67亿元，此后虽然有所变化但是一直维持在40亿元左右。

#### 7、 产业结构水平



图5-28 东海地区产业结构

东海地区MS数值在2001年至2010年期间，总体上呈下降趋势。最大值出现在2004年为4.31, 2003年至2006年的数值在4以上，其余时间段均在4以下，

2010年的数值最小为3.27。

### 5.4.2 估计结果

使用Eviews软件对东海地区原始数据联立方程系数估计，得到如下结果。

表5-5 基于东海地区原始数据的联立方程拟合结果

| Sample: 2001 2010 | | |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Included observations: 10 | | |  |  |
| **Total system (balanced) observations 30** | | | |  |
|  | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob. |
| C(1) | 0.642936 | 0.142026 | 4.526887 | 0.0003 |
| C(2) | 0.430504 | 0.691785 | 0.622309 | 0.5415 |
| C(3) | 0.234091 | 0.170232 | 1.375135 | 0.1860 |
| C(4) | -2.882415 | 6.102157 | -0.472360 | 0.6423 |
| C(5) | 1.725758 | 0.743746 | 2.320358 | 0.0323 |
| C(6) | -5.060338 | 1.796017 | -2.817534 | 0.0114 |
| C(7) | -1.878941 | 5.759433 | -0.326237 | 0.7480 |
| C(8) | -276.1431 | 248.5640 | -1.110954 | 0.2812 |
| C(9) | 27.10211 | 23.50444 | 1.153063 | 0.2640 |
| C(10) | -0.883746 | 0.740011 | -1.194234 | 0.2479 |
| C(11) | -0.167403 | 0.280713 | -0.596348 | 0.5584 |
| C(12) | 946.7782 | 876.8741 | 1.079720 | 0.2945 |
| Determinant residual covariance | | 1.07E-07 |  |  |
| Equation: LNY=C(1)\*LNK+C(2)\*LNL+C(3)\*LNE+C(4) | | | |  |
| Observations: 10 | | |  |  |
| R-squared | 0.998585 | Mean dependent var | | 10.67225 |
| Adjusted R-squared | 0.997877 | S.D. dependent var | | 0.485421 |
| S.E. of regression | 0.022366 | Sum squared resid | | 0.003001 |
| Durbin-Watson stat | 1.763728 |  |  |  |
| Equation: LNE=C(5)\*LNW+C(6)\*LNZ+C(7) | | | |  |
| Observations: 10 | | |  |  |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| R-squared | 0.533591 | Mean dependent var | | 8.469146 |
| Adjusted R-squared | 0.400331 | S.D. dependent var | | 0.391494 |
| S.E. of regression | 0.303166 | Sum squared resid | | 0.643368 |
| Durbin-Watson stat | 0.757471 |  |  |  |
| Equation: LNW=C(8)\*LNY+C(9)\*LNY\*LNY+C(10)\*LNY\*LNY\*LNY+C(11) \*LNH+C(12) | | | | |
| Observations: 10 | | |  |  |
| R-squared | 0.774926 | Mean dependent var | | 9.921755 |
| Adjusted R-squared | 0.594867 | S.D. dependent var | | 0.210174 |
| S.E. of regression | 0.133776 | Sum squared resid | | 0.089480 |
| Durbin-Watson stat | 2.695133 |  |  |  |

由上表可以得到如下方程组：

Lny=0.642936\*lnk+0.4305046\*lnl+0.2340916\*lne-2.882415 lne=1.725758\*lnw-5.060338\*lnz-1.878941

lnw=-276.143\*lny+27.102\*lny\*lny-0.884\*lny\*lny\*lny-0.167\*lnh+946.778虽然三个方程的R平方数值可以接受，但是伴随概率数据偏大，所以使用统

计方法将年度数据拟合成月度数据后再进行方程估计，结果如下表。东海数据拟合结果

表5-6 基于东海地区拟合数据的联立方程估计结果

| Sample: 2001M01 2010M12 | | |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Included observations: 120 | | |  |  |
| **Total system (balanced) observations 360** | | | |  |
|  | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob. |
| C(1) | 0.740592 | 0.030234 | 24.49519 | 0.0000 |
| C(2) | 0.020634 | 0.007631 | 2.703824 | 0.0072 |
| C(3) | 0.116598 | 0.048876 | 2.385562 | 0.0176 |
| C(4) | 0.529517 | 0.053715 | 9.857829 | 0.0000 |
| C(5) | 1.659967 | 0.180471 | 9.197995 | 0.0000 |
| C(6) | -4.938540 | 0.442061 | -11.17163 | 0.0000 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| C(7) | -12.02056 | 1.758943 | -6.833967 | 0.0000 |
| C(8) | -203.2497 | 37.09573 | -5.479059 | 0.0000 |
| C(9) | 26.15861 | 4.586519 | 5.703370 | 0.0000 |
| C(10) | -1.121174 | 0.189201 | -5.925842 | 0.0000 |
| C(11) | 8.351926 | 1.646102 | 5.073760 | 0.0000 |
| C(12) | 474.4821 | 92.85270 | 5.110052 | 0.0000 |
| Determinant residual covariance | | 1.38E-07 |  |  |
| Equation: LNY=C(1)\*LNK+C(2)\*LNL+C(3)\*LNE+C(4) | | | |  |
| Observations: 120 | | |  |  |
| R-squared | 0.998315 | Mean dependent var | | 8.186289 |
| Adjusted R-squared | 0.998271 | S.D. dependent var | | 0.464610 |
| S.E. of regression | 0.019317 | Sum squared resid | | 0.043283 |
| Durbin-Watson stat | 0.041835 |  |  |  |
| Equation: LNE=C(5)\*LNW+C(6)\*LNZ+C(7) | | | |  |
| Observations: 120 | | |  |  |
| R-squared | 0.518396 | Mean dependent var | | 5.983480 |
| Adjusted R-squared | 0.510164 | S.D. dependent var | | 0.375111 |
| S.E. of regression | 0.262534 | Sum squared resid | | 8.064091 |
| Durbin-Watson stat | 0.013961 |  |  |  |
| Equation: LNW=C(8)\*LNY+C(9)\*LNY\*LNY+C(10)\*LNY\*LNY\*LNY+C(11) \*LNH+C(12) | | | | |
| Observations: 120 | | |  |  |
| R-squared | 0.740150 | Mean dependent var | | 7.435804 |
| Adjusted R-squared | 0.731112 | S.D. dependent var | | 0.205772 |
| S.E. of regression | 0.106702 | Sum squared resid | | 1.309307 |
| Durbin-Watson stat | 0.044732 |  |  |  |

从上表可以基于得到拟合数据的估计方程：lny=0.740592\*lnk+0.020634\*lnl+0.116598\*lne+0.529517

lne=1.659967\*lnw-4.938540\*lnz-12.020559

lnw=-203.249700\*lny+26.158614\*lny\*lny-1.121174\*lny\*lny\*lny+8.351926\*l

nh+474.482113

拟合数据三个方程的R平方数值为0.740150，虽然拟合的程度不是很好，但是可以接受；方程系数的伴随概率均符合统计原则，该方程可以接受。分析年度原始数据和拟合月度数据的估计结果可以看出：首先，这两个联立方程的系数符号完全一致；其次，使用拟合数据得到的方程系数与使用原始数据得到的方程系数相比，变化不大。由此可以得出，使用拟合数据得到的估计结果是对原始数据的真实反映。下面使用拟合方程进行情景分析。

### 5.4.3 情景分析

通过分析可知，依据原始数据建立的联立方程，描述了变量间的数量关系，具有实际意义并且可以接受，所以使用原始数据方程进行情景分析。

#### 1、 H增加10%，对系统实施持续冲击，结果如下：



图5-29 东海地区环保投入变动情景分析

在东海地区，经济总量对环保投入的变动在整个研究期间内均为负值，最小值为75.2%，最高值达到92.5%，这表明东海地区的经济发展任然是以牺牲环境为代价的污染环境，只要加强环保监控，东海地区的经济就会受到严重影响。

从图上可以看到，环境污染与环保投入始终同向变动，在2007年之前污染

物排放量在1倍以内，但是2007年之后则快速增加，至2010年增加了近4.5倍。这表明在东海地区，如果不对其发展方式进行颠覆性变动，不改变环保监管方式，不变更经济发展方式进而变动经济对环境的透支性使用，任然按照原来的模式投入环保资金治理环境，那么环保投入永远也无法达到改善环境的目的，因为环保投入永远也赶不上污染的速度，那么东海地区的环境状况只会越来越恶化。联系到现实情况，东海地区的环境状况最差，不洁净海水面积最多，污染物排放量最大。

在东海地区，环保投入的增加对能源消费的影响非常明显，10%的环保投入最高要求近6.5倍的能源支持。从整体上来说，能源消耗会随着环保投入的增加

而逐渐减少，基本呈单调递减趋势，到最后一个时期，10%的环保投入对能源消耗的要求已经下降到了1倍以下。

#### 2、 Z增加10%，对系统实施持续冲击，结果如下：



图5-30 东海地区产业结构变动情景分析

从图形上来看，产业结构变动的影响和环保投入的影响趋势基本一致。经济总量均为负值反应，环境压力不仅为正值而且持续上升，能源消费依赖度高但是呈下降趋势。具体来讲，东海地区的产业结构数值如果持续增大10%，那么会导致经济总量最小变化-87.8%，最高达到-96.1%。这说明东海地区对第三产业严重依赖。

如果产业结构数值增大10%，环境污染最小以9%的幅度增加，最高变化至

4.18倍。这表明东海地区的第二产业是造成环境污染的重要因素，反之，如果想降低环境污染水平，减少第二产业的比重会有明显效果。

随着东海地区第二产业比重的持续增加，能源消耗增加的速度越来越小，虽然最低值仍维持在1.23倍，但是较之5.24倍来讲以及降低了很大幅度。

#### 3、 将内生变量E外生化后增加10%，对系统实施持续冲击，结果如下：



图5-31 东海地区能源消费变动情景分析

东海地区的能源消费冲击所带来的表面现象与渤黄海地区的变化状况整体趋势基本一致。

具体而言，能源消耗增加，经济发展会加速，最大增速会超过5%。与经济变动的单一性相比，环境压力对能源消费的冲击反应比较复杂，图形呈现出两个

相连的N形。形成这种图形的原因之一与环保投入实际值有关系，2002年环保投入值较低，与之相对应本图中环境污染处于高峰，2006年和2009年东海地区的环保投入数量略有下降，与之对应这两年的环境污染水平又达到峰值。

### 5.4.4 模型结果数据分析

为了能够更好的分析经济与环境之间的关系，接下来对模型的结果进行分析。因为拟合月度数据的估计结果统计指标好于使用原始数据拟合的结果，所以

使用拟合月度数据的估计结果进行下文分析。lny=0.741\*lnk+0.021\*lnl+0.117\*lne+0.53

lne=1.66\*lnw-4.939\*lnz-12.021

lnw=-203.25\*lny+26.159\*lny\*lny-1.121\*lny\*lny\*lny+8.352\*lnh+474.482

在第二个方程中，lnw的系数为正，这表明增加能源消费会带来环境的污染，具体来讲，增加1单位的能源消费会带来0.602单位的工业废水排放。Lnz的系数为负值，这说明东海地区第三产业对能源消费的要求比较高。

将第二个表达式带入第一个方程，然后和第三个方程组成一个新的联立方程组lny=0.194lnw-0.578lnz+0.741\*lnk+0.021\*lnl-0.876

lnw=-203.25\*lny+26.159\*lny\*lny-1.121\*lny\*lny\*lny+8.352\*lnh+474.482

下面我们分析一下这个新方程组。在第一个方程中，把lnz项当做常数项对待。第一个方程为三要素的柯布道格拉斯生产函数，三要素分别为资本、人力和污染。从三个要素的系数来看，均为正值，说明增加资本、人力和污染中的任何一项都能够带来经济的增长，不考虑初始值，仅从系数上来说，经济的污染弹性系数为0.194，虽然低于资本但是却高于人力。

再来分析第二方程，第二个方程表示的是库兹涅茨曲线。在第二个方程中，一次项和三次项的系数均为负，二次项的系数为正，这表示东海地区经济与环境之间呈现出倒“N”形的相互关系，从理论上讲存在经济改善环境的可能。

下面把lny看做自变量，lnw看做因变量，放在同一个同一个坐标图中，观察经济和污染实际所处的状态。其中lny的范围是[9.962270479, 11.36574442]，lnw的范围是[9.740203625, 10.25107931]，lnl范围[9.516500666, 9.65621208]，

lnk的范围[10.7124554, 12.43571384] lnz的范围[-0.397917902, 0.518867733]，lnh的范围[12.17368478, 13.42464028]。

以lny为横坐标以lnw为纵坐标，以其他变量为可变常数，根据实际实际数据经计算得下图：



图5-32 基于东海地区实际数据的EKC和C-D曲线

上图是根据沿海东海地区地区实际统计数据刻画的图像，其中EKC下线由下式表示

Lnw=-203.25\*lny+26.159lny\*lny-1.122lny\*lny\*lny+576.159 EKC上线由下式表示

Lnw=-203.25\*lny+26.159lny\*lny-1.122lny\*lny\*lny+586.608 C-D下线由下式表示

Lnw=5.155\*lny-45.417 C-D上线线由下式表示Lnw=5.155\*lny-35.898从上图可以看到：

1、EKC曲线的形状为倒“N”形，这表示经济和环境呈现出一个相互改善的关系，即经济的发展会促进环境问题的解决，两者良性互动。

2、EKC曲线有两个拐点，第一个拐点出现在lny等于7.519处，与之对应的经济总量为1842.724亿元，另一个拐点出现在lny等于8.038处，此时的经济总量为3096.414亿元，东海地区的国内生产总值在2001年就已经超了2万亿元。根据前文的计算知lny的范围是[9.962, 11.366]，而EKC曲线在11.318越过横坐标轴开始负向增长，这说明东海地区的发展已经越过了环境瓶颈，经济的增长开始改善环境。

对于东海地区的政策建议：从图形上看，东海地区刚刚走上良性发展之路，

目前最为紧要的是维持环境政策和环保投入不动摇。如果因为环境状况不再恶化就沾沾自喜，放松监管，减少环保投入，那么很容易导致环境状态的倒退，环境污染又会继续加剧。因此保持当前环保治理策略和手段的持续性是重中之重，一旦越过了EKC曲线和C-D线的交叉点后，经济的进一步发展会带来环境的快速改变，当然要达到这样的目的加强环保投入和环境监管的前提不能变。

## 5.5 基于南海数据的联立方程分析

### 5.5.1 数据描述分析

1、经济发展水平



图5-33 南海地区GDP

南海地区的经济发展水平在2001年为17678.55亿元，2003年突破2万亿元，2006年接近4万亿元，2009年超过6万亿，2010年达到7.2亿元。年平均增长速度超过30%。

2、环境污染状况



图5-34 南海工业废水直排入海量

南海地区的污染在2008年之前呈不断恶化趋势，2001年的工业废水直排量超过了2.4亿吨，2008年达到最高值超过了10亿吨，2009年开始减少数量为

85220.44亿吨，2010年减少至67661.52亿吨。

3、能源消费情况



图5-35 南海地区能源消耗

2001年南海地区电力消耗量为2272.49亿千瓦小时，2005年超过4000亿千

瓦小时，2007年超过5000亿千瓦小时，2010年超过6000亿达到6527.48亿千瓦小时。

4、资本存量情况



图5-36 南海地区资本存量

南海地区2001年资本存量接近3.3万亿，此后呈现出较快的增长趋势，每

年的固定资产投资额均超过1万亿，2008年接近12万亿，2010年超过17万亿。

5、就业人口状况



图5-37 南海地区就业人口数量

南海地区在2001年至2010年期间，就业人口逐年增加，2001年就业人口

为16807万人，2005年突破1.8亿人，此后稳定增长，2010年突破1.9亿人，

达到19612.52万人。

6、环保投入情况



图5-38 南海地区环保投入

东海地区10年的环保投入总体呈M状，2002年环保投入最少为188741.5万元，2005年和2007年均超过了80亿元，2008年以后开始减少，2009年降至

476837万元。

7、产业结构水平



图5-39 南海地区产业结构

2001年至2010年南海地区的MS值的变化幅度较大，2001年的数值最小为

3.746,2004年数值最高为4.422，此后基本上围绕4.1上下波动。

### 5.5.2 估计结果

使用Eviews软件对南海原始数据进行拟合，结果如下。

表5-7 基于南海地区原始数据的联立方程拟合结果

| Sample: 2001 2010 | | |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Included observations: 10 | | |  |  |
| **Total system (balanced) observations 30** | | | |  |
|  | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob. |
| C(1) | 0.523362 | 0.156759 | 3.338641 | 0.0037 |
| C(2) | 3.195456 | 1.547892 | 2.064392 | 0.0537 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| C(3) | 0.102805 | 0.247424 | 0.415501 | 0.6827 |
| C(4) | -27.57022 | 13.42166 | -2.054160 | 0.0548 |
| C(5) | 0.665793 | 0.183026 | 3.637702 | 0.0019 |
| C(6) | 0.604001 | 1.402318 | 0.430717 | 0.6718 |
| C(7) | 0.141806 | 1.570790 | 0.090277 | 0.9291 |
| C(8) | 80.36639 | 240.5256 | 0.334128 | 0.7421 |
| C(9) | -6.390089 | 22.95443 | -0.278382 | 0.7839 |
| C(10) | 0.164719 | 0.729699 | 0.225736 | 0.8240 |
| C(11) | -0.067860 | 0.231916 | -0.292608 | 0.7732 |
| C(12) | -317.8481 | 839.4683 | -0.378630 | 0.7094 |
| Determinant residual covariance | | 1.44E-07 |  |  |
| Equation: LNY=C(1)\*LNK+C(2)\*LNL+C(3)\*LNE+C(4) | | | |  |
| Observations: 10 | | |  |  |
| R-squared | 0.996067 | Mean dependent var | | 10.47757 |
| Adjusted R-squared | 0.994101 | S.D. dependent var | | 0.502203 |
| S.E. of regression | 0.038573 | Sum squared resid | | 0.008927 |
| Durbin-Watson stat | 1.099130 |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| Equation: LNE=C(5)\*LNW+C(6)\*LNZ+C(7) | | | |  |
| Observations: 10 | | |  |  |
| R-squared | 0.809649 | Mean dependent var | | 8.312414 |
| Adjusted R-squared | 0.755263 | S.D. dependent var | | 0.355002 |
| S.E. of regression | 0.175623 | Sum squared resid | | 0.215903 |
| Durbin-Watson stat | 0.783247 |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| Equation: LNW=C(8)\*LNY+C(9)\*LNY\*LNY+C(10)\*LNY\*LNY\*LNY+C(11) \*LNH+C(12) | | | | |
| Observations: 10 | | |  |  |
| R-squared | 0.934265 | Mean dependent var | | 10.99294 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Adjusted R-squared | 0.881677 | S.D. dependent var | | 0.442138 |
| S.E. of regression | 0.152087 | Sum squared resid | | 0.115652 |
| Durbin-Watson stat | 1.751513 |  |  |  |

方程系数估计结果如下：

Lny=0.523362\*lnk+3.195456\*lnl+0.102805\*lne-27.570222 lne=0.665793\*lnw+0.604001\*lnz+0.141806

lnw=80.36642\*lny-6.3901\*lny\*lny+0.16472\*lny\*lny\*lny-0.0679\*lnh-317.8482

虽然三个方程的R平方数值可以接受，但是伴随概率数据偏大，所以使用统计方法将年度数据拟合成月度数据后再进行方程估计，结果如下表。

表5-8 基于南海地区原始数据的联立方程估计结果

| Sample: 2001M01 2010M12 | | |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Included observations: 120 | | |  |  |
| **Total system (balanced) observations 360** | | | |  |
|  | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob. |
| C(1) | 0.533352 | 0.036611 | 14.56805 | 0.0000 |
| C(2) | 3.065565 | 0.349845 | 8.762627 | 0.0000 |
| C(3) | 0.104742 | 0.058237 | 1.798526 | 0.0730 |
| C(4) | -19.70689 | 2.267338 | -8.691641 | 0.0000 |
| C(5) | 0.629849 | 0.042921 | 14.67472 | 0.0000 |
| C(6) | 0.824142 | 0.320288 | 2.573125 | 0.0105 |
| C(7) | 1.355887 | 0.642899 | 2.109021 | 0.0357 |
| C(8) | 58.37832 | 29.22238 | 1.997726 | 0.0465 |
| C(9) | -5.898004 | 3.649744 | -1.616005 | 0.1070 |
| C(10) | 0.191147 | 0.151756 | 1.259570 | 0.2087 |
| C(11) | -0.113964 | 0.044571 | -2.556937 | 0.0110 |
| C(12) | -177.3966 | 77.85267 | -2.278619 | 0.0233 |
| Determinant residual covariance | | 2.04E-07 |  |  |
| Equation: LNY=C(1)\*LNK+C(2)\*LNL+C(3)\*LNE+C(4) | | | |  |
| Observations: 120 | | |  |  |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| R-squared | 0.995620 | Mean dependent var | | 7.991580 |
| Adjusted R-squared | 0.995507 | S.D. dependent var | | 0.480570 |
| S.E. of regression | 0.032213 | Sum squared resid | | 0.120369 |
| Durbin-Watson stat | 0.018245 |  |  |  |
| Equation: LNE=C(5)\*LNW+C(6)\*LNZ+C(7) | | | |  |
| Observations: 120 | | |  |  |
| R-squared | 0.797030 | Mean dependent var | | 5.826872 |
| Adjusted R-squared | 0.793561 | S.D. dependent var | | 0.340171 |
| S.E. of regression | 0.154558 | Sum squared resid | | 2.794934 |
| Durbin-Watson stat | 0.010949 |  |  |  |
| Equation: LNW=C(8)\*LNY+C(9)\*LNY\*LNY+C(10)\*LNY\*LNY\*LNY+C(11) \*LNH+C(12) | | | | |
| Observations: 120 | | |  |  |
| R-squared | 0.928673 | Mean dependent var | | 8.505330 |
| Adjusted R-squared | 0.926192 | S.D. dependent var | | 0.430286 |
| S.E. of regression | 0.116898 | Sum squared resid | | 1.571498 |
| Durbin-Watson stat | 0.039193 |  |  |  |

从上表可以得到估计的方程结果：lny=0.533352\*lnk+3.065565\*lnl+0.104742\*lne-19.706885

lne=0.629849\*lnw+0.824142\*lnz+1.355887

Lnw=58.378346\*lny-5.898008\*lny\*lny+0.191147\*lny\*lny\*lny-0.113964\*lnh- 177.396672

拟合月度数据后的三个方程的R平方数值变大，方程的伴随概率明显变小，基于拟合数据得到的方程明显优于原始数据拟合方程。

从另个方程组估计结果可以看出：首先，这两个联立方程的系数符号完全一

致；其次，使用拟合数据得到的方程系数与使用原始数据得到的方程系数相比，变化不大。由此可以得出，使用拟合数据得到的估计结果是对原始数据的真实反映；拟合数据方程可以接受，说明该方程存在可以估计的具有统计学意义上的相互关系。

### 5.5.3 情景分析

依据原始数据建立的联立方程，描述了变量间的数量关系，具有实际意义并且可以接受，下面使用原始数据方程进行情景分析。

#### 1、 H增加10%，对系统实施持续冲击，结果如下：



图5-40 南海地区环保投入变动情景分析

由上图可以看到：环保投入的增加使得能源消费呈现出倒U形趋势，能源消费从2001年开始上升，至2004年达到峰值2，此后开始断下降，至2010年能源消费下降了26%。这说明对南海地区的环保投入能够带来能源消耗的降低。再来看一下，能源消耗的降低是否会导致经济发展的停滞。从图形上可以看到，经济总量对环保投入的增加除了在初始的2001年和2007至2009年外，其余时间段均为表现为正值，即环保投入能够促进经济发展。

就环境污染来看，与东海地区的情况类似，南海地区2006年环保投入较之往年总量减少，因为原始投入少即使增加环保投入，污染物排放量也不会立即减少。

#### 2、 Z增加10%，对系统实施持续冲击，结果如下：



图5-41 南海地区产业结构变动情景分析

在南海地区对产业结构实施变动，对其他变量的冲击影响与环保投入的冲击影响类似，只是在数值上有差别。产业结构数值增加，能源消费在2004年达到最高值3，此后一直回落，至2010年数值降至-21.9%。经济总量的对产业结构变化的反应程度相对偏低，最大值为2004年6.7%。如果增大第二产业的比重，

从总体来看南海地区的污染程度会增加，但是增加的幅度不大，最高值仅为

26.4%。这说明南海地区总体污染水平较低，自然界本身对污染物的分解和消除功能仍在发挥着作用，环境污染状况整体处在可以控制的范围之内。

#### 3、 将内生变量E外生化后，增加10%对系统实施持续冲击，结果如下：



图5-42 南海地区能源消耗变动情景分析

由上图可以看到：如何南海地区能源消费增加10%，那么经济总量整体呈增长态势，变化趋势相对平稳，只是变化幅度较小，最大变化值仅为4.96%，其余时期基本保持在2%以下。这说明南海地区的经济发展对能源消耗依赖不大，经济增长更多的是依靠非能源投入。环境污染与能源消费整体呈同向发展，这表明发展经济也会带来环境污染，并且相比较东海和渤黄海地区而言，反应敏感性更高，高，渤黄海地区的最高值为17%，东海地区的最高值为15.4%，而南海地区的最高值接近26%，这说明南海地区的污染总量较少，污染基数小，经济发展提速会导致污染物排放量的增多，从能导致变化数值偏大。

### 5.5.4 模型结果数据分析

为了能够更好的分析经济与环境之间的关系，接下来对模型的结果进行分析。因为拟合月度数据的估计结果统计指标好于使用原始数据拟合的结果，所以

使用拟合月度数据的估计结果进行下文分析。lny=0.533\*lnk+3.066\*lnl+0.105\*lne-19.707

lne=0.63\*lnw+0.824\*lnz+1.356

lnw=58.378\*lny-5.898\*lny\*lny+0.191\*lny\*lny\*lny-0.114\*lnh-177.397

在第二个方程中，lnw的系数为正数，表示能源消费和环境污染同方向变动，说明在消耗能源发展经济的同时也会带来环境污染，具体到本节中，直排入海工业废水排放量对能源消费变动的弹性为1.583，即每增加1单位的能源消费会增加

1.587单位的工业废水排放。Lnz的系数为正值，第二产业比重增加会带来能源

消耗的增长。

将第二个表达式带入第一个方程，然后和第三个方程组成一个新的联立方程组，结果如下：

lny=0.066lnw+0.087lnz+0.533\*lnk+3.066\*lnl+-19.565

lnw=58.378\*lny-5.898\*lny\*lny+0.191\*lny\*lny\*lny-0.114\*lnh-177.397下面我们分析一下这个新方程组。

把lnz项当做常数项，第一个方程为保护资本、人力和污染的三要素柯布道

格拉斯生产函数。从三个要素的系数的符号来看，均为正值，说明增加资本、人力和污染中的任何一项都能够带来经济的增长。从系数的大小来看，人力系数最高，而污染的系数最低，仅为0.066，这说明污染虽然能够促进经济的发展，但是影响的程度有限。

再来分析第二方程，第二个方程表示的是库兹涅茨曲线。在第二个方程中，一次项和三次项的系数均为正数，二次项的系数为负，从方程式本身来看，经济与环境呈“N”形关系。

下面把lny看做自变量，lnw看做因变量，放在同一个同一个坐标图中，观察经济和污染实际所处的状态。其中lny的范围是[9.78010679, 11.18974788]，

lnw的范围是[10.08660046, 11.5303981]，lnl范围[9.729550745, 9.883923177]，

lnk的范围[10.3911865, 12.07555773]，lnz的范围[-0.738664019, 0.409371928]，

lnh的范围[12.57031985, 13.70023651]。

以lny为横坐标以lnw为纵坐标，以其他变量为可变常数，根据实际实际数据经计算得下图：



图5-43 基于南海地区实际数据的EKC和C-D曲线

上图是根据沿海东海地区地区实际统计数据刻画的图像，其中

EKC下线由下式表示

lnw=58.378\*lny-5.898\*lny\*lny+0.191\*lny\*lny\*lny-175.964

EKC上线由下式表示

lnw=58.378\*lny-5.898\*lny\*lny+0.191\*lny\*lny\*lny-175.832 C-D下线由下式表示

Lnw=15.152\*lny-260.787

C-D上线由下式表示Lnw=15.152\*lny-260.787-238.512

由上图可以看到： 1、出现这种情况的原因有三点，第一点是南海地区的EKC曲线呈“N"形，

第一个拐点出现在lny等于8.277位置，第二个拐点出现在lny等于12.31的位置，这两个点出现的位置均较早。第二点是C-D线斜率偏小，虽然比其他海域斜率要大很多，但是在南海地区可以接受的范围之内，且数值属于偏小的范围。第三个原因就是C-D线的截距，从图上可以看到截距为负值，正的截距是污染，负的截距可以理解成允许的污染，正是因为C-D曲线的截距绝对值较大，且为负值，所以才会出现目前南海地区的C-D至今仍然处在横坐标轴的下方。

2、lny的范围是[9.78010679, 11.18974788]，从图形上看南海地区的经济发展水平正好处于横坐标轴的下方，这时发展经济并不会带来环境的污染。事实上也是如此，因为南海的海域面积最大，水流较深，水域开放，水体交换速度快，少量的污染量能够很快被大自然本身分解和稀释。因此适量的排污并不会带来环境的恶化。

政策建议，南海地区的是我国沿海环境最好的区域，目前仍然处在经济可以快速发展且尚未造成环境污染的两利局面，出现这个结果的原因并不是南海地区的环境保护做得多么好，也不是因为南海地区经济个体的生产方式多么有利于环保，恰恰相反，环境的经济变化弹性系数为15.152，是所以海域中最高的，之所以会出现这个好的结果，主要原因是南海的环境禀赋最好，得天独厚的自然条件是形成经济与环境良性发展的根本条件。

保持这种良性互动局面的条件有三个：首先要减少促使C-D曲线上移的因

素。南海地区的工业化进程相对较晚，采用的生产技术较为先进，排污设备也能高效运转，但是随着时间的推移，其对污染物的处理势必减弱，诸如此类的因素都会推高使C-D曲线，因此应当未雨绸缪。

其次，要创造并实现能使EKC曲线向下移动的条件。从第二个方程来看，南海地区的治污投资系数是唯一一个出现负值系数的海域，所以加大污染治理投资是推动EKC曲线下移行之有效的办法之一。

最后，也是最重要的以一条，那就是必须改变南海地区污染变动对经济变动的反应系数，就是必须改变C-D线的斜率。南海地区的工业化程度现在还不算很高，但是随着时间的推移，经济必然向前发展，如果不改变污染对经济变动的系数，经济和污染将顺着C-D曲线向前发展，不需要太长的时间C-D曲线会与横坐标轴产生交点，那就意味着会会带来污染，也就意味着环境的承载能力被突破，那时污染会转变发展形式转而严重EKC曲线上涨，而越过第二个拐点的EKC曲线的斜率很大，这就表示污染会以超乎想象的速度增加，甚至会变成第二个渤海。

上述的客观条件显示必须改变C-D线的斜率，与此同时，C-D线斜率本身也显示能够更改。除去渤黄海地区外，与东海和全国的平均水平对比，南海地区的C-D线的斜率居然高到15.152，东海地区的为5.155，而全国的平均数值一仅为1.408；这就说明，不仅能够更改，而且还有很大的变小空间。这就要求政府要采取科技手段、政府补贴、环保执法等各种措施，降低经济个体单位产出的污染物排放强度。

## 5.6 本章小结

### 5.6.1 关于研究思路的总结

1、本章根据联立方程模型思想，使用包含能源消费、资本积累和人力资本三要素生产函数，指数三次方库兹涅茨曲线，以及能源消费和环境污染之间的统计关系，经数学变形构建了包含三个内生变量、四个外生变量的的联立方程组。经验证，本章构建的联立方程组可以识别，能够用于实际分析。

2、为了能够客观全面地分析沿海地区经济和海洋环境污染的现实关系，从整体和局部的角度使用系统估计方法，分别估计了全国范围、渤黄海地区、东海地区和南海地区四个方程组。鉴于数据的质量和数量问题，本章使用沿海11 地

区的经济和环境数据作为沿海地区经济和海洋环境污染的近似。

3、模型的估计。对于四个模型，首先均对数据进行描述分析，在此基础上使用Eviews统计软件以原始数据为依据进行估计。估计的结果显示，四个模型原始数据估计结果的R数值较大，均在可以接受的范围，但是伴随概率偏高。其原因是由于原始数据量较少所造成的，为了达到较为满意的估计效果，本章使用统计方法以原始数据为基础进行了月度拟合，然后用拟合出的数据在重新进行估算。经过拟合，扩大了数据量，得到的结果各项统计指标相对较好。

4、模型分析。为了较为深刻地反映经济与环境之间的关系，本文对四个模型估计结果首先进行了情景分析。情景分析的思路是改变环保投入和产业结构两个生变量的数值，对系统实施持续冲击，分析研究外生变量对内生变量的影响；然后将能源消费这个内生变量外生化，改变其禀赋值，分析能源消费对经济和环境的影响。情景分析主要从方向上明确了冲击变量对系统的影响。为了能够从数量上客观地展现沿海地区经济和海洋环境污染的关系，本章又进行了模型结果的变形分析。在这部分分析中，全部以真实数据为基础，通过图形真实地展现了经济与环境目前所处的状态，分析了出现这种状态的原因，指出了今后二者关系的发展方向，并有针对性地提出了部分政策建议。

### 5.6.2 联立方程分析的结论

#### 1、 依据情景分析得到的结论

第一、环保投入对能源消耗的影响。无论是从全国的范围，还是渤黄海地区、东海和南海地区，环保投入对能源消耗的影响都是正数，即增加环保投入都会导致能源消耗的增加，这是影响的方向；对于影响的趋势而言，在研究期间内，能源消耗基本上呈不断下降趋势，即随着环保投入的持续进行，能源消耗越来越少。之所以会出现这种现象，增加环保投入必然要求能源消耗与之相对应，实际上无论增加哪种投入都必须有能源支持，增加环保投入也不例外；至于能源消耗随环保投入的增加呈下降趋势，则说明环保确实能够达到降低能源消耗的效果，因为环保投入可以改变一些高耗能、高污染企业的生产方式，进而可以降低能源消耗。环保投入对能源消耗的这种影响有因为地区的差异而有所不同。具体来说，

渤黄海地区的能源消耗数值最大，10%的环保投入变动最高要求14倍的能源支持；南海地区，环保投入的10%增加，所要求的能源消耗最高仅仅增加了21%。

第二、环保投入变动对经济总量的影响。环保投入对经济总量的影响基本是反向的，即增加环保投入会导致经济总量的减少，无论是渤黄海地区、东海地区还是南海地区均是如此。在程度上，环保投入对南海地区的影响相对较小，甚至在部门年份还能够促进经济总量的增长；但是对渤黄海地区和东海地区来说，10%的环保投入增加最少会导致经济总量下降75%。这说明渤黄海地区和东海地区的经济增长严重依赖于对环境的污染，走的仍然是一条环境经济或者是污染经济这条发展之路；一旦加大环保管制，限制对环境的进一步污染，都会对经济增长产生较大的负面影响，会引起这两个地区经济总量的大幅度下降。南海地区虽然对环保投入的影响反应较轻，但是在部分年份也导致了经济总量的减少，这说明南海地区的海洋环境污染正在恶化，南海地区的经济发展也正在逐渐向污染经济这个模式上靠近，只不过程度较轻罢了。这一现象首先为南海地区的发展敲响了警钟，经济总量的增加已经开始偏向于环境污染；对于渤黄海和东海地区而言，应当尽快改变发展思路，如果不改变，那么环境污染程度会随着经济的发展而进一步恶化。

第三、环保投入变动对环境污染的影响。从理论上环境污染会缓解，环境污染状况应当随着环保投入的增加而减少；但是本章分析的结果却与主观判断相异，特别是在渤黄海地区和东海地区，环境压力指数随着环保投入的增加而增大。也就是说出现了环保保护力度加大而环境污染不断恶化的局面。难道说环境保护有错？环境保护会导致环境污染？实际上，这只是一个现象，而不是存在因果关系。之所以出现这种现象，原因有两个方面。第一就是环境污染太严重了，环保投入的作用根本体现不出来；另一个原因就是环保投入太少了，相对于不断增加的污染物，目前的环保投入只是杯水车薪，根本解决不了问题。对于南海地区，情况虽然有所改观，但是部分年度也出现了二者同时增加的情况，这也说明了南海地区也存在上述两个问题，只是程度较轻罢了。这个结论告诉我们，对于环境污染的治理，我们目前仍然处在一个较低的层面上，我们需要从两个方面上来治理环境污染问题。首先是大幅度地增加环保投入，于此同时必须减少污染物的排放。要使环保投入的速度超过环境污染的速度，否则我们的环境问题永远得不到解决，而且会进一步地恶化，直至环境崩溃。

第四、能源消耗变动对经济的影响。能源消耗是经济发展的晴雨表，经济发

展速度上升，能源消耗会增加，经济发展速度下降，能源消耗会减少。本章的研究结果也证实了这一判断，增加能源消耗都会带来经济总量的增加，只是增加的幅度各有不同。对于10%的能源消耗变动，渤黄海地区经济增长最高值达到5.3%，东海地区经济增长最高值达到5%，南海地区的经济增长最高值达到4.96%。

第五、能源消耗变动对环境的影响。环境压力对能源消费的冲击反应比较复杂。增加能源消费，在初期和中后期环境状况表现出恶化趋势，而在其余期间有表现出好转态势。造成这种结果的原因，对于渤黄海和东海地区而言，可能与环保投入有关；因为2002年环保投入值较低，与之相对应本图中环境污染处于高峰，2006年和2009年东海地区的环保投入数量略有下降，与之对应这两年的环境污染水平又达到峰值。而南海地区，环境污染与能源消费整体呈同向发展，这表明发展经济也会带来环境污染，并且反应的敏感性较之渤黄海和东海地区更高，表现在数值上渤黄海地区的最高值为17%，南海地区的最高值为15.4%，而南海地区的最高值接近26%，这说明南海地区的污染总量较少，污染基数小，经济发展提速会导致污染物排放量的增多，从能导致变化数值偏大。

第六、产业变动对经济的影响。如果产业结构持续10%的变动，渤黄海地区的经济增速会降低91%，这个结果表明渤黄海地区第三产业所占比重较大，更为重要的是第三产业的贡献率较高。东海地区的产业结构数值如果持续增大10%，那么会导致经济总量最小变化-87.8%，最高达到-96.1%。这说明东海地区对第三产业严重依赖。经济总量的对产业结构变化的反应程度相对偏低，最大值为2004年6.7%，整体呈N形变动。

第七、产业结构变动对环境的影响。本文选用MS值来表示=产业结构，MS为第二产业与第三产业的比值，增到MS数值就代表增加第二产业的比重，第二产业增加环境污染会加重。本章的研究结果基本上印证了这个分析。其中，东海地区的变化最明显，产业结构数值增大10%，环境污染最小增加9%，最高变化增加至4.18倍。

第八、产业结构变动对能源消耗的影响。通过本章分析可以得到，产业结构数值增加即第二产业比重增大导致能源消耗的增加，渤黄海地区的最高值达到

15，东海地区的最高值达到5.24，而南海地区的最高值仅为3。这说明渤黄海地区第二产业对能源的依赖度最高，东海次之，南海的依赖度最小。

#### 2、 依据数据分析得到的结论

从整体范围来看，以沿海11地区为总体的库兹涅茨曲线（简述为EKC曲线）呈“N”形，生产函数曲线（简述为C-D曲线）位于环境污染曲线的下方。根据实际数据计算得到，我国沿海地区经济已经越过了EKC曲线的第一个极值点，正处在向下运动的过程中，但是经济还没有达到EKC和C\_D两条曲线的交点。这种情况说明，我国沿海地区经济总体发展效率偏低，与经济发展相对应的污染物排放较多。政策建议包括对经济个体实施减少污染物排放的微观治理，加强环保执法，加快技术升级。

渤黄海地区的EKC曲线呈单调上升趋势，表明经济增长只会增加环境污染，环境污染不会因经济的发展而有所改善。与之相呼应，C-D曲线的位置也从另一个角度证实了这个结论，那就是C-D曲线完全位于横坐标轴的下方，这表示，向自然界中排放污染物已经不能促进经济发展了，相反排放这些污染物会带来经济总量的减少，污染会经济的方向作为已经完全体现。EKC曲线和C-D曲线的理论上的交叉点出现在经济量接近于零的区域；这说明渤黄海地区的原始污染水平很高，这和渤黄海海域的地理位置有关系。针对渤黄海地区的现状，政策建议就是严格限制污染物排放。

东海地区的EKC曲线的形状呈倒“N”形，这表示经济和环境呈现出一个相互改善的关系，即经济的发展会促进环境问题的解决，两者良性互动。C-D曲线位于横坐标轴的下方，但是与EKC曲线将要接触。这说明东海地区的发展已经越过了环境瓶颈，经济的增长开始改善环境。对于东海地区的政策建议保持当前环保治理策略和手段的持续性。

南海地区的EKC曲线呈“N”形，C-D曲线斜率为正处在横坐标轴的下方。南海地区的经济发展水平正好处于横坐标轴的下方，这表明发展经济并不会带来环境的污染。促成种种现象的原因是南海的自然条件。政策建议就是采取多种措施，降低经济个体单位产出的污染物排放强度。

# 6、 结论和政策建议

## 6.1 本文结论

本文以沿海地区经济和海洋环境污染为研究对象，依据环境监测数据，综合运用多学科理论与方法，重点分析了沿海地区经济与海洋环境污染之间的关系，为海洋环境污染控制和环境管理提供了决策依据，为沿海地区经济以及海洋经济与海洋环境之间的协调发展提供了决策依据。通过本文的工作，实现了预定的目标，得出了以下主要结论：

### 6.1.1 VAR模型分析得到的结论

1、第一个模型以第一、第二和第三产业作为海洋经济的指标，以赤潮累计发生面积为环境指标，重点分析经济对环境的影响。关于影响的方向上的结论：以赤潮累计发生面积对第一产业和第三产业的的反应为负值，对第二产业的变化反应为正值，但是反应不够明显，受自身的影响明显且不断上升。关于影响程度的结论：赤潮受海洋环境污染历史状况的影响程度最大，对第二产业产值变化的影响敏感度偏小；三次产业中，第三产业对赤潮的影响最明显，其次是第一产业，最后是第二产业。

2、第二个模型以海洋渔业、海洋油气业、滨海旅游业等8个海洋主要产业作为海洋经济的反映指标，以赤潮累计发生面积为环境指标。目的是细化第一个模型。关于影响方向的结论：海洋船舶制造业、海洋化工业和海洋盐业与赤潮发生面积呈同向变动关系。海洋工程建筑业在前五期负向影响赤潮面积，后五期正向影响。海洋油气业前三期正向影响赤潮，后七期负向影响。关于影响程度的结论：除去赤潮本身的影响外，海洋船舶制造业对赤潮面积的变动影响最大，贡献率最高超过82%。

3、这两个模型主要从经济对环境影响角度进行分析，就影响方向而言，第二个模型与第一个模型结论一致。但是对于影响的程度，两个模型给出了一个新的答案，即赤潮发生受历史发生面积和海洋船舶制造业的影响最大。这一新的结论为我们分析研究赤潮的发生机理，进而制定减少赤潮发生的环保政策提供了一个新的视角。

4、第三个模型以海洋生产总值表示海洋经济，以赤潮面积、含油污水排放量和疏浚物海洋倾倒量表示海洋环境，重点分析环境对经济的影响。关于影响方向的结论：赤潮对海洋经济的影响较小，含油污水排放对海洋经济会产生负面影响，疏浚物的排放对海洋经济会产生促进作用。关于影响程度的结论：含油污水排放量对海洋经济的影响效果最为明显，而赤潮的影响最小，疏浚物会对海洋经济产生10%左右的促进作用且影响的程度有增加的趋势。

5、第四个模型以海洋生产总值表示海洋经济，以海水的pH值，海水中无机氮和溶解氧的浓度，以及海水中铜、汞和镉的浓度表示海洋环境。关于影响方向的结论：海水中铜的浓度与海洋经济呈同向变动关系，海水中镉的浓度与海洋经济呈反向变动关系，汞来对海洋经济大部分呈反向影响，无机氮对海洋经济会产生负面影响，溶解氧对海洋经济的影响为正。关于影响程度的结论：海洋经济受自身历史总量的影响最明显，影响最大的海洋环境因素为铜，其次为镉，其他因素的影响很小。

6、后两个模型主要分析海洋环境对海洋的影响。得出的结论是含有污水对海洋经济的影响比较大，重金属中的铜和镉对海洋经济的影响明显。在海洋环境的治理中，我们应当优先考虑对含油污水处理的方式，应当着重考虑减少含有铜和镉两种重金属的污染物向海水中的排放。

### 6.1.2 面板数据模型分析得到的结论

第一个是关于面板数据模型形式的结论，结论是第一个和第二个模型适用变截距模型，第三个模型适用变系数模型。面板数据有三种类型，通过本章的分析得到，以沿海地区国内生产总值为经济指标以海水水质为环境指标的面板数据符合变截距模型形式。这说明沿海11地区的经济和海洋环境污染具有相同的演变途径和趋势，正因为如此所以才能用同一个方程式来表示。第三个模型的数据符合变系数模型要求，这说明以主要海洋产业产值为代表的经济与以工业废水排放量为代表的海洋环境污染之间关系，受地域条件的影响比较大，地区之间存在差异，所以各地区模型系数均不相同，需要用不同的表达式来描述。

第二是关于环境库兹涅茨曲线形状的结论，结论是沿海地区的环境库兹涅茨曲线总体呈“N”形。环境库兹涅茨曲线有很多种表现形式，如最初的Grossman和Krueger得到的是倒“U”形曲线，此后根据不同的数据、使用不同的方法，

环境库兹涅茨曲线又被验证出存在“U”形、“N”形和倒“N”形等多种形状，不同的曲线形状代表不同的经济与环境关系。通过分析，在不考虑地区和时期差异的基础上，本章第一个模型和第二个模型的环境库兹涅茨曲线均呈“N”形；第三个模型中除了辽宁、上海和广西三地区的环境库兹涅茨曲线理论上呈倒“N”形外，其余地区的环境库兹涅茨曲线均呈“N”形。“N”形环境库兹涅茨曲线说明，海洋环境污染与沿海地区经济总量之间的关系可以分为三个阶段：在第一个阶段，经济总量的增加会导致海洋环境污染的加剧；第二个阶段，海洋环境污染会随着经济总量的增长而改善；第三阶段，海洋环境污染状况因经济总量的继续增长而再次变差，并且没有改善的趋势。

第三个结论是沿海地区经济总量与海洋环境污染的现实关系，结论是沿海地区的海洋环境污染随经济总量的增长正处于不断恶化的状态。在第一个模型和第二个模型中，加入地区差异和时期差异后，环境库兹涅茨曲线基本上都呈现“U”形，实际数据分析显示，海洋环境污染指标均处“U”形曲线的右侧，这说明我国海洋环境污染在经历了一个短暂的改善时期后，正在因沿海地区经济总量的增长而不断恶化。在第三个模型中，11个地区中的天津、河北、ft东、江苏、浙江、福建、广东、海南的环境库兹涅茨曲线均呈“N”形，并且河北、ft东、江苏、浙江、福建、广东六地区海洋环境污染已经越过“N”形第二个拐点，呈不断恶化趋势。

### 6.1.3 联立方程模型分析得到的结论

为了更深入地分析海洋经济和海洋环境之间的关系，第七章将经济、环境、能源消费、人口数量、资本存量、产业结构和环保投入放在一个统一的系统内，以联立方程的思想为进行分析。

1、基于沿海11地区整体数据的联立方程情景分析结果：环保投入的增加，并没有引起环境状况的明显改善，能源消费冲击对环境压力的影响基本为正值。实际数据分析结果显示：以沿海11地区为总体的库兹涅茨曲线呈“N”形，并且已经越过了EKC曲线的第一个极值点，正处在向下运动的过程中。

2、基于渤黄海地区数据的联立方程情景分析结果：环境污染对环保投入的反应在2006年之前为负值，2006年之后为正值；产业结构变动对污染正向影响，但是幅度较小；能源消费冲击总体正向影响污染水平。实际数据分析结果显示：

EKC曲线呈单调上升趋势，C-D曲线完全位于横坐标轴的下方；这说明向自然界中排放污染物已经不能带来经济总量的增加，环境污染不会因经济增长而有所改善，经济与环境呈相互恶化关系。

3、基于东海地区数据的联立方程情景分析结果：环境污染与环保投入始终同向变动，第二产业比重增加会带来环境压力的增大，环境压力对能源消费的冲击反应比较复杂。实际数据分析结果显示：EKC曲线的形状为倒“N”形，同时经济的增长开始改善环境。

4、基于南海地区数据的联立方程情景分析结果：环境污染与环保投入基本上同向变动，增大第二产业的比重总体来说会增加南海地区的污染程度，环境污染与能源消费整体呈同向发展。实际数据分析结果显示：南海地区的EKC曲线呈“N”形，EKC曲线和C-D曲线在正数范围内没有交点。

## 6.2 政策建议

在保证经济发展的同时改善环境状况可以采取的措施很多，诸如优化产业结构、提供公民素质、发展绿色产业等都会降低环境污染水平，针对本文分析的结论，主要的政策建议有以下几种。

1、增加环保投入。本文的多个分析结果显示，环保投入与环境压力同向变动，即环保投入与环境恶化相对应。这是问题现象，而不是因果原因。造成这个现象的原件就是环保投入数量不足。再深入一步的分析就是，我国对环境的欠账太多，当前的环保投入不足以改变环境污染现状，从而造成了环保投入增加与环境污染恶化共同出现的情况。改变这种情况的根本就是，大幅度地增加治理污染的资金投入，只有幅度增大到能够完全消化本期污染的情况下，才能促使环境状况有所改观。

2、强化环境执法。无论是总量上的工业三废，还是具体的污染物，只有排放量真实地减少，才能降低环境压力，进而环境状况才有可能得到改善。要实现这个效果，强化环境执法力度是关键。一方面要保证企业环保设施的正常使用，不允许超标排放；另一方面要确保污染企业污染物排放量在许可范围内，不允许超量排放。唯有如此，才有可能改善改善当前的雾霾天气，改变当前的海水和地下水污染。乱象用重典是改善问题行之有效的办法。

3、坚持因地制宜。发展不是目的，但是发展是解决问题的关键，我们需要

经济的发展，不能仅仅为了环境而完全不要经济的发展。我们要的是在保证环境污染在可控的范围内的经济的高效发展，要的是经济发展与环境状况的协调。因此，要坚持因地制宜原创，立足于不同地区的不同起点，采取不同的措施，来实现目的。比如环渤海区域，受其特殊的自然环境和历史条件限制，即使不发展经济，保持经济的零发展也不一定能够使渤海水质完全达到一类；再比如南海地区，即使将所有的工业废水不加任何处理地排入海中，以目前的经济发展速度来说，南海的水质也不会完全达到劣四类。渤海地区的经济不发展不现实，南海地区废水不处理就直排入海也不是最佳选择，所以应当根据实际情况，科学制定经济发展和环境保护规划，使二者达到最佳组合。

## 6.3 论文不足

1、数据方面。海洋环境污染有很多表现指标，受数据来源渠道和真实权、威性数据要求的限制，本文选取的指标只能从某一个方面反映海洋环境污染状态。

2、方法方面。为了真实、客观地剖析海洋经济和海洋环境之间的关系，应当对同一组数据使用不同的分析方法进行研究和对比，因为对于同一组数据使用不同的分析方法可能得到不同的结果。

3、结论方面。本文侧重于数据分析和模型拟合，对所得到的结论分析偏少，对造成模型结果的原因分析不多。之所以如此，作者一方面想以事实来说话，尽可能少地加入个人的主观判断；另一方面是限于数据和分析能力，结合现实分析结论还有很多工作可做。

## 6.4 下一步研究重点

为了更客观、全面地反映海洋经济和海洋环境之间的关系，可以从以下三个方面开展工作。

第一、扩大海洋环境污染的代表指标，包括重点污染来源与影响海水水质的主要污染物；增加海洋水文特征、气候特征等自然要素，扩充环境基础设施投入、特征污染物排放总量等要素。

第二、分析海洋经济、海洋产业排污量与海洋污染的影响关系，明确沿海地区经济和海洋环境污染相互影响的传导机制。

第三、动态量化沿海地区经济和海洋环境污染相互影响的范围和程度，利用相同指标分别进行三类模型的计算，分析结果的差异性与合理性，为模型在实际工作中的应用提供理论基础。

参考文献

[1] Meadows. H et al. The Limits to Growth[M]. New York University Books, 1972.

[2] Cleveland C J, CostanzaR, HallCAS, eta. l Energy and theUS Economy; a Biophysical Perspective [ J]. Science, 1984,, 225: 890-897.

[3] Arrow K, Bolin B, Costanza R. Economic Growth, Carrying Capacity and the Environment[ J]. Science, 1995, 268: 520-521.

[4] GrossmanG, KruegerA. Environment Impacts of The North American Free Trade Agreement[R]. NBER, Working Paper, 1991, 3914.

[5] Shafik, N, Bandyopadhyay, s. Econnomic Growth and Environmental Quality: Time Series and Gross country Evidence. Background Paper for the World Development Report 1992[M], The World Bank, Washington, DC., 1992

[6] Panayotou T. Empirical tests and policy analysis of environmental degradation at different stages of economic development[R]. International Labour Office, Technology and Employment Programme, Working Paper, 1993.

[7] Panayotou T． Demystifying the Environmental Kuznets Curve: Turning a Black Box into aPolicy Tool [J]． Environment and Development Economics, 1997( 2): 465－484．

[8] Galeotti, M and Lanze, A, Richer and CleanerAStudyonCarbonDioxideEmissionsinDevelopingCountries[R]. Proceedingsfromthe22ndIAEEAnnualInternationalConference, 1999: 9-12.

[9] Azomahou. T and Laisney. N, Economic Development and CO2 Emissions: a Nonparametric Panel Approach[J]. Journal of Public Economic, 2006(90): 1347-1363.

[10] Vollebergh. H, Melenberg. B and Dijkgraaf. E, Identifying Reduced-form Relations with Panel Data: The Case of Pollution and Income[J]. Journal of Environmental Economics and Management, 2009(58): 27-42.

[11] Canas Angela, Ferrao Paulo, Conceicao Pedro. A new environmental Kuznets curvesRelationshipbetweendirectmaterialinputandincomepercapita: evidencefromindustrializedcountries[J]. EcologicalEconomics, 2003, 46(2). 217-229

[12] Selden TM, SongD. Neoclassical Growth, the JCurve forabatement, and the Inverted U Curve for Pollution[ J]. Journal of Environmental Economics and Management, 1995, 29: 162-168.

[13] Holtz-Eakin D, Selden T. Stoking the firesCO2emissionsandeconomicgrowth. JournalofPublicEconomics, 1995, 57: 85-101

[14] J. Andreoni & A. Levinson, 2001, The simple analytics of the environmental Kuznets curve, Journal of Public Economics: 269一286

[15] Anil. M, Alexander. C and Suzette. P, Empirical Analysis of National Income and SO2 Emissions in Selected European Countries[J]. Environmental and Resource Economics, 2006(, 35): 221-257.

[16] David F. Bradford and Rebecca Schliecker, 2000, The Environmental Kuznets Curve: Exploring A Fresh Specification, NBER Working Paper, No8001

[17] Shafik, N, Bandy opadhyay, s. Econnomic Growth and Environmental Quality: Time Series and Gross country Evidence. Background Paper for the World Development Report 1992[M], The World Bank, Washington, DC., 1992

[18] Friedl B, GetznerM. Determinants of CO2emisions in asmall open economy[J]. Ecological Economics, 2003, 45(1): 133-148.

[19] de Bruyn S. Economic Growth and the Environment: An Empirical Analysis. Kluwer Academic Publishers, 2000

[20] RoldanM, JoanM A. Trade and the Environment from A-Southern. Perspective[J]. Ecological Economics, 2001, 36: 281-297.

[21] Cole, M A. Trade, the pollution haven hypothesis and the environmental Kuznets curve: examining the linkages [J]. Ecological Economics, 2004, 48: 71-78

[22] Unruh G, Moomaw W. An alternative analysis of apparent EKC-type transitions. Ecological Economics, 1998, 25: 221-229

[23] Dinda S. Environmental Kuznets curve hypothesis: A survey [J]. Ecological Economics, 2004, (49): 431-455.

[24] Kaufmann. R, Davidsdottir. B and Garnham. S, The Determinants of Atmospheric SO2 Concentrations: Reconsidering the Environmental Kuznets Curve[J]. Ecological Economics, 1998(, 25）: 209-20.

[25] David, I. Stern, Explaining changes in global sulfur emissions: an econometric Decomposition approach, Journal of Ecological Economics, 2002, 42: 201一220

[26] Kaufmann. R, Davidsdottir. B and Garnham. S, The Determinants of Atmospheric SO2 Concentrations: Reconsidering the Environmental Kuznets Curve[J]. Ecological Economics, 1998(, 25）: 209-20.

[27] de Bruyn S. Economic Growth and the Environment: An Empirical Analysis. Kluwer Academic Publishers, 2000

[28] Stern, D. L. and Common, M. S. (2001), Is there an environmental Kuznets curve for sulfur, Journal of Environmental economics and Management, 41, 162一178

[29] David IS. Explaining Changes in Global Sulfur Emissions: An Econometric Decomposition Approch [ J]. Ecological Economics, 2002, 42: 201-220.

[30] Lopez R. The Environment as a Factor of Production: The Effects of Economic Growth and Trade Liberalization. Journal of Environmental Economics and Management, 1994, 27: 163-184

[31] David F. Bradford and Rebecca Schliecker, 2000, The Environmental Kuznets Curve: Exploring A Fresh Specification, NBER Working Paper, No8001

[32] David IS. Explaining Changes in Global Sulfur Emissions: An Econometric Decomposition Approch [ J]. Ecological Economics, 2002, 42: 201-220.

[33] David Pugh and Leonard Skinner. A New Analysis of Marine-related Activities in the UK Economy With Supporting Science and Technology. 2002.

[34] Markus P. Technical Progress, Structural Change, and the Environment Kuznets Curve[ J]. Ecological Economics, 2002, 42: 381-389.

[35] Copeland B R, TaylorM S. North-South Trade and the Environment[ J]. Quarterly Journal of Economics, 1994, 109(3): 755-785.

[36] SuriV, ChapmanD. Economic Growth, Trade and Energy: Implications for the environmental kuznets Curve [ J]. Ecological Economics, 1998, 25(2): 195-208.

[37] RoldanM, JoanM A. Trade and the Environment from A-Southern. Perspective[J]. Ecological Economics, 2001, 36: 281-297.

[38] Lopez R. The Environment as a Factor of Production: The Effects of Economic Growth and

Trade Liberalization. Journal of Environmental Economics and Management, 1994, 27: 163-184

[39] Copeland, BrianR, TaylorM. ScottNorth-SouthTrade andthe Environment[ J]. Quarterly Journal of Economics, 1994, 109(3): 75-87.

[40] Copeland B, Taylor M. Trade, growth and the environment. National Bureau of Economic Research Working Paper 9823, July, 2003

[41] SuriV, ChapmanD. Economic Growth, Trade and Energy: Implications for the environmental kuznets Curve [ J]. Ecological Economics, 1998, 25(2): 195-208.

[42] RoldanM, JoanM A. Trade and the Environment from A-Southern. Perspective[J]. Ecological Economics, 2001, 36: 281-297.

[43] Selden TM, SongD. Neoclassical Growth, the JCurve forabatement, and the Inverted U Curve for Pollution[ J]. Journal of Environmental Economics and Management, 1995, 29: 162-168.

[44] Markus P. Technical Progress, Structural Change, and the Environment Kuznets Curve[ J]. Ecological Economics, 2002, 42: 381-389.

[45] Copeland, BrianR, TaylorM. ScottNorth-SouthTrade andthe Environment[ J]. Quarterly Journal of Economics, 1994, 109(3): 75-87.

[46] Rock M. Pollution intensity of GDP and trade policy: can the World Bank be wrong. World Development, 1996, 24: 471-479

[47] Hettige H, Lucas R, Wheeler D. The toxic intensity of industrial production: global patterns, trends and trade policy. American Economic Review, 1992, 82: 478-48

[48] Torras M, Boyce J． Income, Inequality and Pollution: A Reas-sessment of the EnvironmentalKuznets Curve[J]． Ecological Economics, 1998( 25): 147－160．

[49] SternD I. TheRise and Fallof the Environmental Kuznets Curve[J]. World Development, 2004, 32(8): 1419-1439.

[50] Panayotou T. Demystifying the Environmental KuznetsCurves: Turning a Black Box into a Policy Too, l Special Issue on Environmental Kuznets Curves. Environment[ J]. Development Economic, 1997, 2(4): 465-484.

[51] Ezzati M． Towards an Integrated Framework for Development and Environmental Policy: the Dynamics of Environmental Kuznets Curves[R]． World Development, 2001( 23): 547 －

562

[52] 闫新华, 赵国浩. 经济增长与环境污染的VAR模型分析——基于ft西的实证研究. 经济问题, 2009, 6: 59-62

[53] 李琳, 朱金ft, 高润霞. 基于VAR模型的重庆市经济增长与环境污染的关系研究. 西南大学学报(自然科学版), 2009, 11: 92-96

[54] 崔和瑞, 王娣. 基于VAR模型的我国能源-经济-环境(3E)系统研究. 北京理工大学学报（社会科学版）, 2010, 2: 23-28

[55] 张锋, 胡浩, 张晖. 江苏省农业面源污染与经济增长关系的实证研究. 中国人口·资源与环境, 2010, 8: 80-85

[56] 彭文斌, 田银华. 湖南环境污染与经济增长的实证研究——基于VAR模型的脉冲响应分析. 湘潭大学学报(哲学社会科学版), 2011, 1: 31-35

[57] 彭文斌, 李启平, 邝嫦娥, 吴伟平. 基于VAR模型的外商直接投资与环境规制关系的实证研究. 湖南科技大学学报(自然科学版), 2011, 6: 119-124

[58] 周德田, 郭景刚. 基于VAR模型的青岛市经济增长与环境污染的实证研究. 中国石油大学学报( 社会科学版), 2012, 6: 28-31

[59] 彭水军, 包群. 经济增长与环境污染——环境库兹涅茨曲线假说的中国检验. 财经问题研究, 2006, 8: 3-17

[60] 熊鹰, 徐翔. 环境管制对中国外商直接投资的影响——基于面板数据模型的实证分析. 经济评论, 2007, 2: 122-124

[61] 宋涛, 郑挺国, 佟连军. 基于面板协整的环境库茨涅兹曲线的检验与分析. 中国环境科学, 2007, 27(4): 572-576

[62] 李国柱. 环境规制与区域技术创新——基于中国省际面板数据的实证分析. 石家庄经济学院学报, 2007, 6: 63-66

[63] 包群, 刘蓉. 贸易开放与经济增长: 基于政策协调效果的实证研究. 世界经济研究, 2008, 9: 25-30

[64] 周曙东, 张家峰, 葛继红, 王传星. 经济增长与大气污染排放关系研究——基于江苏省行业面板数据. 江苏社会科学, 2010, 4: 227-232

[65] 施平. 基于空间面板数据的中国环境库兹涅茨曲线分析. 世界经济与政治论坛, 2010, 6: 105-115

[66] 贺文华. 基于中国东中部面板数据的污染天堂假说检验. 武汉科技大学学报(社会科学版), 2010, 8: 74-78

[67] 龙志和, 陈青青. 中国CO2排放与经济增长联动性实证分析. 经济经纬, 2011, 4: 9-13

[68] 汪克亮, 杨宝臣. 环境约束下的中国全要素能源效率测度及其收敛性. 管理学报, 2012, 7: 1071-1077

[69] 黄菁. 环境污染与城市经济增长: 基于联立方程的实证分析. 财贸研究,, 2010, 5: 8-16

[70] 张学刚, 钟茂初. 外商直接投资与环境污染——基于联立方程的实证研究. 财经科学, 2010, 10: 110-116

[71] 张学刚, 王玉婧. 影响环境质量的“经济—政府—社会”分析框架及初步验证. 天津商业大学学报, 2010, 11: 60-65

[72] 曹大宇, 李谷成. 我国农业环境库兹涅茨曲线的实证研究——基于联立方程模型的估计. 软科学, 2011, 76-80

[73] 谢涓、李玉双, 韩峰. 环境规制与经济增长: 基于中国省际面板联立方程的分析. 经济经纬, 2012, 5: 1-5

[74] 陈红雷、陈秋锋. 经济增长、对外贸易与环境污染: 联立方程的估计. 产业经济研究, 2009, 3: 29-34

[75] 刘岩, 王昭正. 海洋环境监测技术综述. ft东科学, 2001, 9: 30-35

[76] 王文瀚, 杨坤. 保护海洋生态促进海洋产业经济持续发展. 东北财经大学学报, 2001, 1: 23-24

[77] 朱大奎. 江苏海洋环境与沿海经济发展. 水资源保护, 2003, 6: 19-21

[78] 王琪, 何广顺. 海洋环境治理的政策选择. 海洋通报, 2004, 3: 73-80

[79] 叶属峰, 房建孟. 长江三角洲海洋生态建设与区域海洋经济可持续发展. 海洋环境科学, 2006, 6: 68-72

[80] 王琪, 高忠文. 关于渤海环境综合整治行动的反思. 海洋环境科学, 2007, 6: 290-295

[81] 郑琳, 崔文林, 贾永刚. 海洋倾倒导致生态环境变化实例研究. 海洋环境科学, 2007, 10: 413-416

[82] 孟德花, 刘家沂. 海洋生态环境保护的前沿问题. 北京政法职业学院学报, 2008, 3: 52-55

[83] 宋伟, 盖美. 保护辽宁省海洋环境促进海洋经济可持续发展. 海洋开发与管理, 2008, 3: 131-135

[84] 唐雪水. 我国海洋环境保护规划的必要性探析. 海洋开发与管理, 2008, 1: 112-116

[85] 周颖, 钟昌标. 近海养殖对海洋渔业环境的影响分析. 渔业经济研究, 2008, 6: 11-16

[86] 吴珊珊, 刘容子, 齐连明, 梁湘波. 渤海海域生态系统服务功能价值评估. 中国人口·资源与环境, 2008, 2: 65-69

[87] 郑冬梅, 洪荣标. 关于海洋环境文化建设与海洋环境保护的若干思考. 海洋环境科学, 2008, 2: 83-85

[88] 仓定稳, 仓定仲. 海洋经济可持续发展与海洋环境保护. 科技经济市场, 2009, 12: 42-43

[89] 王震, 李宜良. 环渤海区域经济促进政策研究. 海洋开发与管理, 2009, 4: 112-115 [90] 周志强. 海洋经济可持续发展与海洋环境保护. 农业经济, 2010, 5: 45-46

[91] 高艳波, 柴玉萍, 刘玉新, 王芳. 发展绿色海洋技术支持海洋经济可持续发展. 海洋开发与管理, 2011, 9: 120-125

[92] 张相君. 海洋环境利益与经济发展利益在国际法上的冲突与协调. 汕头大学学报（人文社会科学版）, 2012, 1: 81-87 [93] 吴玉宗. 简论加强海洋经济发展中的环境监管. 宁波大学学报（人文科学版）, 2012, 1: 66-70

[94] 张德贤, 王正林, 戴桂林, 王舰. 海洋环境管理模型及应用研究. 青岛海洋大学学报, 2000, 4: 706-712

[95] 张德贤, 陈中慧, 戴桂林, 王琪, 刘敬东. 海洋经济可持续发展模型及应用研究. 青岛海洋大学学报, 2001, 1: 143-148

[96] 王正林, 张德贤, 陈中慧. 关于Remsey环境模型的研究. 青岛海洋大学学报, 2002, 7: 657-662

[97] 蔡静, 赵光珍. 海洋经济与海洋环境保护协调发展的初步探讨--大连海域案例研究. 湛江海洋大学学报（社会科学版）, 2005, 2: 16-19

[98] 蔡静, 张翠霞, 侯磊. 海洋经济与环境发展的主成分分析. 海洋环境科学, 2007, 6: 264-267

[99] 盖美, 周荔. 海洋环境约束下辽宁省海洋经济可持续发展的思考. 海洋开发与管理, 2008, 9: 72-77

[100] 秦怀煜、唐宁. 海洋经济增长与海洋环境污染关系的EKC 模型检验. 当代经济, 2009, 9: 158-159

[101] 戴桂林, 安平, 高金田. 环境承载力视角下环境治理投入与经济增长关系实证研究——

基于省际面板数据. 中国海洋大学学报（自然科学版）, 2010, 10: 137-144

[102] 索安宁, 于永海, 苗丽娟. 渤海海域生态系统功能服务价值评估. 海洋经济, 2011, 8: 42-46

[103] 徐丛春, 赵锐, 宋维玲, 朱凌, 李宜良. 近海主体功能区划指标体系研究. 海洋通报, 2011, 12: 650-655

[104] 高铁梅. 计量经济分析方法与建模一一Eviews应用及实例. 清华大学出版社, 2006年1月第1 版

[105] 李子奈, 潘文卿. 计量经济学. 高等教育出版社, 2005年4月第2 版

[106] 中国海洋年鉴编纂委员会. 中国海洋统计年鉴. 海洋出版社, 1997

[107] 中国海洋年鉴编纂委员会. 中国海洋统计年鉴. 海洋出版社, 1998

[108] 中国海洋年鉴编纂委员会. 中国海洋统计年鉴. 海洋出版社, 1999

[109] 中国海洋年鉴编纂委员会. 中国海洋统计年鉴. 海洋出版社, 2000 [110] 中国海洋年鉴编纂委员会. 中国海洋统计年鉴. 海洋出版社, 2001

[111] 中国海洋年鉴编纂委员会. 中国海洋统计年鉴. 海洋出版社, 2002

[112] 中国海洋年鉴编纂委员会. 中国海洋统计年鉴. 海洋出版社, 2003

[113] 中国海洋年鉴编纂委员会. 中国海洋统计年鉴. 海洋出版社, 2004

[114] 中国海洋年鉴编纂委员会. 中国海洋统计年鉴. 海洋出版社, 2005

[115] 中国海洋年鉴编纂委员会. 中国海洋统计年鉴. 海洋出版社, 2006

[116] 中国海洋年鉴编纂委员会. 中国海洋统计年鉴. 海洋出版社, 2007

[117] 中国海洋年鉴编纂委员会. 中国海洋统计年鉴. 海洋出版社, 2008

[118] 中国海洋年鉴编纂委员会. 中国海洋统计年鉴. 海洋出版社, 2009 [119] 中国海洋年鉴编纂委员会. 中国海洋统计年鉴. 海洋出版社, 2010

[120] 中国统计年鉴编委会. 中国统计年鉴. 中国统计出版社, 1997 [121] 中国统计年鉴编委会. 中国统计年鉴. 中国统计出版社, 1998 [122] 中国统计年鉴编委会. 中国统计年鉴. 中国统计出版社, 1999

[123] 中国统计年鉴编委会. 中国统计年鉴. 中国统计出版社, 2000

[124] 中国统计年鉴编委会. 中国统计年鉴. 中国统计出版社, 2001

[125] 中国统计年鉴编委会. 中国统计年鉴. 中国统计出版社, 2002

[126] 中国统计年鉴编委会. 中国统计年鉴. 中国统计出版社, 2003

[127] 中国统计年鉴编委会. 中国统计年鉴. 中国统计出版社, 2004

[128] 中国统计年鉴编委会. 中国统计年鉴. 中国统计出版社, 2005

[129] 中国统计年鉴编委会. 中国统计年鉴. 中国统计出版社, 2006

[130] 中国统计年鉴编委会. 中国统计年鉴. 中国统计出版社, 2007

[131] 中国统计年鉴编委会. 中国统计年鉴. 中国统计出版社, 2008

[132] 中国统计年鉴编委会. 中国统计年鉴. 中国统计出版社, 2009

[133] 中国统计年鉴编委会. 中国统计年鉴. 中国统计出版社2010

[134] 中国海洋环境质量年报. 国家海洋局, 1997

[135] 中国海洋环境质量年报. 国家海洋局, 1998 [136] 中国海洋环境质量公报. 国家海洋局, 1999

[137] 中国海洋环境质量公报. 国家海洋局, 2000

[138] 中国海洋环境质量公报. 国家海洋局, 2001

[139] 中国海洋环境质量公报. 国家海洋局, 2002 [140] 中国海洋环境质量公报. 国家海洋局, 2003

[141] 中国海洋环境质量公报. 国家海洋局, 2004

[142] 中国海洋环境质量公报. 国家海洋局, 2005

[143] 中国海洋环境质量公报. 国家海洋局, 2006

[144] 中国海洋环境质量公报. 国家海洋局, 2007

[145] 中国海洋环境质量公报. 国家海洋局, 2008 [146] 中国海洋环境质量公报. 国家海洋局, 2009 [147] 中国海洋环境质量公报. 国家海洋局, 2010 [148] 中国海洋环境质量公报. 国家海洋局, 2011

[149] 我国海洋经济发展状况. 国家海洋局, 1996

[150] 我国海洋经济发展状况. 国家海洋局, 1997 [151] 我国海洋经济发展状况. 国家海洋局, 1998

[152] 我国海洋经济发展状况. 国家海洋局, 1999

[153] 我国海洋经济发展综述. 国家海洋局, 2000

[154] 我国海洋经济发展综述. 国家海洋局, 2001 [155] 我国海洋经济发展综述. 国家海洋局, 2002

[156] 中国海洋经济统计公报. 国家海洋局, 2003

[157] 中国海洋经济统计公报. 国家海洋局, 2004 [158] 中国海洋经济统计公报. 国家海洋局, 2005

[159] 中国海洋经济统计公报. 国家海洋局, 2006 [160] 中国海洋经济统计公报. 国家海洋局, 2007

[161] 中国海洋经济统计公报. 国家海洋局, 2008

[162] 中国海洋经济统计公报. 国家海洋局, 2009 [163] 中国海洋经济统计公报. 国家海洋局, 2010

[164] 中国海洋经济统计公报. 国家海洋局, 2011

[165] 中国环境状况公报. 国家环保总局, 1998

[166] 中国环境状况公报. 国家环保总局, 1999

[167] 中国环境状况公报. 国家环保总局, 2000 [168] 中国环境状况公报. 国家环保总局, 2001 [169] 中国环境状况公报. 国家环保总局, 2002

[170] 中国环境状况公报. 国家环保总局, 2003

[171] 中国环境状况公报. 国家环保总局, 2004 [172] 中国环境状况公报. 国家环保总局, 2005

[173] 中国环境状况公报. 国家环保总局, 2006

[174] 中国环境状况公报. 国家环保总局, 2007

[175] 中国环境状况公报. 国家环保总局, 2008 [176] 中国环境状况公报. 国家环境保护部, 2009

[177] 中国环境状况公报. 国家环境保护部, 2010

[178] 中国环境状况公报. 国家环境保护部, 2011

[179] 中国环境状况年报. 国家环保总局, 2000

[180] 中国环境状况年报. 国家环保总局, 2001

[181] 中国环境状况年报. 国家环保总局, 2002

[182] 中国环境状况年报. 国家环保总局, 2003 [183] 中国环境状况年报. 国家环保总局, 2004

[184] 中国环境状况年报. 国家环保总局, 2005

[185] 中国环境状况年报. 国家环保总局, 2006

[186] 中国环境状况年报. 国家环保总局, 2007

[187] 中国环境状况年报. 国家环保总局, 2008

[188] 中国环境状况年报. 国家环境保护部, 2009

[189] 中国环境状况年报. 国家环境保护部, 2010 [190] 中国近岸海域环境质量公报. 国家环保总局, 2001

[191] 中国近岸海域环境质量公报. 国家环保总局, 2002

[192] 中国近岸海域环境质量公报. 国家环保总局, 203

[193] 中国近岸海域环境质量公报. 国家环保总局, 2004

[194] 中国近岸海域环境质量公报. 国家环保总局, 2005

[195] 中国近岸海域环境质量公报. 国家环保总局, 2006

[196] 中国近岸海域环境质量公报. 国家环保总局, 2007

[197] 中国近岸海域环境质量公报. 国家环保总局, 2008 [198] 中国近岸海域环境质量公报. 国家环境保护部, 2009 [199] 中国近岸海域环境质量公报. 国家环境保护部, 2010

致 谢

论文能够顺利完成，首先感谢我的恩师郭佩芳教授。非常荣幸能够师从郭佩芳教授攻读博士学位，郭教授渊博的学识、严谨的态度、宽仁的品德是我一生学习的典范！无论是在论文选题、构思还是在论文的修改、完善过程中，作者取得的每一个进步都是导师的悉心指导的结果。在博士学业即将结束之际，谨向郭佩芳教授致以最崇高的敬意和最真诚的感谢，感谢恩师在学业和生活上的关心、帮助和支持！

感谢我的师兄谭映宇，他缜密的思维、睿智的方法和高尚的品行是我学习的楷模！感谢我的师弟、师妹石洪源、李水清、于宁、王冠玉在我博士学业过程中给予的无私帮助。感谢我的朋友宋佳、董学猛、薛俊波的帮助和指导。感谢我单位领导和同事的关心和帮助。此外，我特别要感谢我家人的理解和支持，你们是我学习的动力之源，是我不断进取的力量之源！

最后，向所有曾经和正在关心、帮助、支持我的老师、同学和朋友表示衷心地感谢！

个人简历

1979年4月27日出生于ft东省枣庄市ft亭区。

1998年9月考入ft东大学威海分校大学工商管理专业，2000年7月专科。

2003年9月考入中国海洋大学经济学院金融学专业，2006年7月硕士毕业并获得经济学硕士学位。

2007年9月考入中国海洋大学海洋环境学院海洋资源与权益综合管理专业攻读博士学位至今。