

广西海洋环境与沿海经济发展的关系*

Relationship between Ocean Environment and Coastal Economic Development in Guangxi

郑华敏^{1,2,3}, 张建兵^{1,2,3**}, 周游游^{1,2,3}, 胡宝清^{1,2,3}, 严志强^{1,2,3}

ZHENG Huamin^{1,2,3}, ZHANG Jianbing^{1,2,3}, ZHOU Youyou^{1,2,3},
HU Baoqing^{1,2,3}, YAN Zhiqiang^{1,2,3}

(1. 广西师范学院, 北部湾环境演变与资源利用教育部重点实验室, 广西南宁 530001; 2. 广西师范学院, 广西地表过程与智能模拟重点实验室, 广西南宁 530001; 3. 广西师范学院地理科学与规划学院, 广西南宁 530001)

(1. Key Laboratory of Environment Change and Resources Use in Beibu Gulf, Guangxi Teachers Education University, Nanning, Guangxi, 530001, China; 2. Guangxi Key Laboratory of Earth Surface Processes and Intelligent Simulation, Guangxi Teachers Education University, Nanning, Guangxi, 530001, China; 3. School of Geography and Planning, Guangxi Teachers Education University, Nanning, Guangxi, 530001, China)

摘要:【目的】海洋环境是沿海社会经济发展的基础与限制因素。由于广西沿海地区经济快速发展, 导致该区海洋环境质量下降, 因此开展广西海洋环境与经济发展之间的关系及协调性研究, 以揭示广西沿海地区社会生态系统可持续性发展前景。【方法】分析近十年来广西沿海地区的经济发展状况和环境演变状况, 并基于环境库兹涅茨曲线(EKC)和协调度数学方法, 探讨两者的关系。【结果】广西海洋环境与经济发展状况整体上呈现正“N”型关系, 其中生活废水排放量、工业废水排放量与经济发展分别呈倒“U”型与正“N”型关系; 北海市、钦州市、防城港市海洋环境与经济发展的关系分别呈倒“N”型、正“N”型和倒“U”型。协调度分析结果表明广西的海洋环境指标与经济发展状况整体不协调, 仅北海市的工业废水排放量与经济发展的协调度较高, 协调系数为-0.036 8。【结论】广西沿海地区整体上仍处于资源环境过度消耗的不协调发展阶段, 急需落实相关法律法规, 改善产业结构设置与布局, 并加大环境治理与监管力度, 以促进经济与海洋环境的协调发展。

关键词: 海洋环境 经济发展 EKC 协调系数 广西沿海地区

中图分类号: P95 **文献标识码:** A **文章编号:** 1002-7378(2017)03-0200-09

Abstract: 【Objective】The marine environment is the basis and also the restrictive factor of social economic development in coastal areas. Rapid economic development in the coastal area

收稿日期: 2017-06-01

修回日期: 2017-07-07

作者简介: 郑华敏(1991—), 女, 硕士研究生, 主要从事沿海地区社会-生态系统可持续发展研究。

* 广西重点研发计划项目(桂科 AB16380247), 广西自然科学基金重点项目(2014GXNSFDA-118031)和国家自然科学基金项目(4136022)资助。

** 通信作者: 张建兵(1984—), 男, 副研究员, 主要从事沿海地区社会-生态系统可持续发展研究, E-mail: gxtczjb@163.com。

of Guangxi Province led to deterioration of the marine environmental. Therefore, studies on the relationship and coordination between the marine environment and economic development in Guangxi Province could provide a reference for the sustainable development of social ecosystems in coastal area. 【Methods】In this study, the economic development and environment dynamics in recent decade of the coastal area of Guangxi Province was analyzed, and the relationship

between them was discussed based on the environmental Kuznets curve (EKC) and the coordination degree mathematical method. **【Results】**The EKC curve indicated that the marine environment and economic development in the Guangxi Province showed a positive “N” in general, the relationship between economic development with domestic wastewater discharge and industrial waste water discharge was inverted “U” and positive “N”, respectively. In addition, the relationship between the marine environment and economic development in Beihai City, Qinzhou City and Fangchenggang City showed inverted “N”, positive “N” and inverted “U”, respectively. The results of the coordination analysis showed that the marine environmental indicators with the economic development were not in harmony generally in the coastal area of Guangxi Province, the industrial waste water discharge and economic development were relatively higher only in Beihai City, and the coordination coefficient was -0.0368 . **【Conclusion】**Both of the EKC curve and co-ordination analysis results showed that the relationship between environment and economic development of the coastal area of Guangxi Province was still uncoordinated, characterized by a resource and environment excessive consumption development stage. In order to promote the coordinated development of economic and marine environment, relevant laws and regulations urgently needed to be implemented to improve the industrial structure and layout and increase the environmental governance and supervision.

Key words: marine environment, economic development, EKC, coordination coefficient, the coastal area of Guangxi

0 引言

【研究意义】环境与经济的协调发展是社会生态系统可持续发展的基础,也是当前我国经济快速发展、环境问题日益突出时期急需破解的关键问题。在广西沿海地区,随着“北部湾经济区开放开发”“海上丝绸之路”等国家、区域战略的推进,该区社会经济快速发展。与之伴随的是,其海洋环境也逐渐变差,不但威胁着“中国最后一片净海”生态保护目标,也影响广西沿海地区的可持续发展。因此,分析该区经济发展、海洋环境的演变趋势,揭示两者之间的关系及协调性,对打破该区可持续发展瓶颈、实现该区规划目标具有重要参考价值。**【前人研究进展】**环境与经济的关系研究自 20 世纪 90 年代以来便受到众多学者的关注,产生系列的研究成果,其中最重要的发现就是环境库兹涅茨曲线(EKC),即一个区域经济增长与其环境状况呈倒“U”型关系,表明环境质量随经济增长存在先恶化后改善的情形,且其已在大量发达国家经济与环境的发展案例中得到证实。如 Lindmark^[1]发现瑞士的经济增长与二氧化碳排放量呈倒“U”型关系;Suri 等^[2]从国际贸易方面论证 EKC,发现国际贸易是影响 EKC 的重要因素,出口造成环境库兹涅茨曲线的上升,进口则引起环境库兹涅茨曲线的下滑;Cole 等^[3]运用交叉面板

数据集探讨人均收入和广泛环境指标间的关系,认为最有意义的 EKC 存在于局部空气污染。也有一些学者认为环境与经济之间的关系不一定只存在呈倒“U”型;De Bruyn 等^[4]在研究 EKC 的过程发现环境和经济间呈“N”型关系;Paudel 等^[5]在对美国路易斯安那州的水污染调查中发现经济收入与水污染 N、P、DO 3 项指标的 EKC 均呈“N”型。近年来,我国学者对一些区域也进行经济发展和海洋环境关系的案例分析,其研究结论也符合 EKC 理论假说。如盖美等^[6]在对辽宁沿海经济发展和近岸海域污染现实状况分析的基础上,发现辽宁沿海工业污水与经济的 EKC 曲线轨迹大体呈倒“U”型。范帅邦等^[7]进一步分析辽宁沿海经济带 6 个子区的现状,发现大连和锦州综合 EKC 曲线呈正“U”型,而盘锦、丹东、营口和葫芦岛呈倒“U”型,并认为以工业发展为主的的城市经济发展是造成海洋环境恶化的主要原因。段晓峰等^[8]以山东省为研究对象,得出其环境污染与经济发展水平的环境库兹涅茨曲线呈现出近似“N”形的特征。徐胜等^[9]发现环渤海地区的环境污染状况与经济收入也基本符合倒“U”型的库兹涅茨曲线关系。上述研究结论基本符合区域实际,可见 EKC 曲线适用于分析我国沿海区域经济发展与海洋环境质量的关系,并在经济发展与环境质量协调关系方面具有重要指示作用。当前,有关

经济发展与环境关系的协调研究已由定性的内涵探讨转向定量化^[10],旨在通过建立具体的环境指标和经济指标,并根据环境经济发展协调系数模型分析某一区域环境与经济发展的协调程度。盖美等通过国民生产总值、废水排放量、污染治理投资3项指标,采用环境经济发展协调系数模型分析大连市水环境与经济的协调程度,得出大连市水环境与经济发展不协调的结论^[11];而在对辽宁沿海其他城市的研究中,发现其协调系数均为负值,即辽宁沿海城市总体水环境与经济发展比较协调^[6]。协调系数的研究,深化EKC曲线的指示意义,更加定量表征经济发展与环境的关系。【本研究切入点】以广西沿海地区(北海市、钦州市、防城港市)为研究对象,探讨其近十年的海洋环境与经济发展关系。【拟解决的关键问题】通过广西沿海地区的经济与环境数据,分析该区经济发展与海洋环境状况演变趋势,同时引入环境库兹涅茨曲线和环境经济协调发展系数,揭示两者之间的关系,以期为该区经济与环境的协调发展提供规划提供参考。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

广西沿海地区位于北纬 $20^{\circ}54'$ ~ $22^{\circ}41'$ 、东经 $107^{\circ}27'$ ~ $109^{\circ}56'$,包括北海、钦州及防城港三市,大陆岸线东起罗英港,西至北仑河口,总长1 595 km。沿岸海湾众多,较大的有钦州湾、珍珠湾、铁山港、北海港、防城港等,入海河流有九州江、南流江、大风江和北仑河等。区内气候属于亚热带季风型海洋性气候,阳光充沛,雨量充足,年平均气温为 $21\sim 23^{\circ}\text{C}$,年均降水量为 $1\ 664\sim 2\ 362.6\ \text{mm}$,无结冰现象。该区地处华南经济圈、西南经济圈与东盟经济圈的结合部,是我国唯一与东盟陆海相连的沿海地区,也是我国内陆腹地进入中南半岛东盟国家最便捷的海陆门户,是建设海洋强国、建设“一带一路”的重要组成部分。随着“北部湾经济区开放开发”“海上丝绸之路”等国家、区域战略的推进,该区经济实力不断增强,生产总值占广西全区比重不断提高。但在经济高速发展的同时,也给海洋带来巨大的环境压力,海洋水质、沉积物污染现象增加,人工岸线比例独大,海洋环境损害风险增大。

1.2 数据来源

本研究所用广西沿海三市(北海市、钦州市、防城港市)GDP和人均GDP数据来源于《广西统计年鉴》^[12](2005—2015年);环境污染物数据(工业废水

排放量、生活废水排放量、总废水排放量)来源于《中国海洋统计年鉴》^[13](1998—2015年)、《中国城市统计年鉴》^[14](2015年)以及《广西统计年鉴》(2005—2015年)。

1.3 方法

1.3.1 环境库兹涅茨曲线数理模型

本研究以Grossman等^[15]和Shafik等^[16]建立的经济增长与环境污染关系的库兹涅茨曲线(EKC)数理模型来分析经济与环境之间的关系,模型为

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 X_t + \beta_2 X_t^2 + \beta_3 X_t^3 + \epsilon_t,$$

式中: Y_t 为 t 时期的近岸海域环境污染物量,由于近岸海域的主要环境污染物来源于陆地污染物排放,因此本研究选择生活废水排放量和工业废水排放量2个指标来分析经济增长与近岸海域环境污染的关系^[6]; X_t 为人均GDP; $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3$ 为待定系数; ϵ_t 为 t 时期的标准误差项。

在EKC模型中,拟合曲线形状的不同反映环境状况与收入的不同关系:当曲线单调增长时,环境质量随收入上升而恶化;当曲线单调下降时,环境质量随收入增加而改善;当曲线呈现倒“U”型时,环境质量先随收入上升而恶化,后再随收入增加而改善;当曲线呈现“U”型时,收入水平较低阶段,环境质量随收入上升而改善,收入水平较高阶段,环境质量随收入上升而恶化;当曲线呈“N”型时,在收入水平不断上升过程中,环境质量先恶化再改善,又转入恶化境地;当曲线呈现倒“N”型时,随收入水平上升,环境质量先改善再恶化,而后改善。

1.3.2 环境经济协调发展系数

本研究选择污染物排放量年平均增长率与国内生产总值年平均增长率之比来反映环境与经济协调发展的程度,即环境经济协调发展系数^[17],其模型为

$$\alpha = \frac{\text{污染物排放量平均增长率}}{\text{国内生产总值平均增长率}},$$

其中 α 表示环境与经济协调发展系数,其值可能出现几种情况:当 $\alpha > 0$ 时,表示污染物排放量随着经济的发展而增长,环境与经济发展不协调;当 $\alpha = 0$ 时,表示随着经济的发展,污染物排放量维持现状水平,环境与经济发展基本协调;当 $\alpha < 0$ 时,表示污染物排放量随着经济的发展而降低,环境与经济协调发展。由于陆源废水排放对该区近岸海域环境影响重大,因此本研究选取北海市、钦州市、防城港市废水排放量为污染物排放量指标,其国内生产总

值为经济指标。

1.3.3 数据处理

选取 2006 年—2014 年广西沿海三市的工业废水排放量、生活废水排放量、总废水排放量作为环境指标, GDP、人均 GDP 作为经济指标, 通过 SPSS^[18] 和 EXCEL^[19] 软件计算, 得到模拟结果。

2 结果与分析

2.1 广西海洋环境质量及其演变趋势

广西海域海水环境状况总体良好, 但港湾、江河入海口、陆源入海排污口等近岸局部海域污染严重。钦州湾围填海工程附近海域海水水质已下降至劣于第四类标准, 主要入海河流和陆源入海排污口携带污染物持续增长, 并长期超标排放, 导致部分近海生态区域的健康状况每况愈下, 已对红树林生态系统、珊瑚礁生态系统和海草床生态系统构成威胁。海洋环境恶化的趋势加剧, 造成适于养殖的水域面积急剧缩减, 养殖生物体内污染物含量较高, 海产品的使用安全风险指数增加^[20]。

以废水排放量表征海洋环境污染状况可知, 近年来广西海洋环境一直呈恶化趋势(图 1)。2006 年—2014 年广西沿海地区的总废水排放量除 2008 年有较大的波动之外, 其余年份均保持较平稳的增长趋势, 至 2014 年总废水排放量为 12 740.65 万 t, 生活废水排放量也呈持续上升趋势, 由 2006 年的 3 248.1 万 t 增长至 2014 年的 5 106.65 万 t, 工业废水排放量整体波动较大, 2008 年达到最高值 33 315 万 t(此处经多方数据验证, 但仍不排除 2008 年钦州工业废水排放量原始数据异常), 之后呈下降趋势, 至 2014 年维持在 7 634 万 t。具体到沿海各市, 各类废水排放量也均呈上升趋势。北海市的生活废水排放量较多且增长速度较快; 钦州市次之, 存在一定的波动; 防城港市的增长速度最慢, 变化不大。钦州市的工业废水排放量的波动最大, 因而影响沿海三市的整体发展趋势, 2008 年高达 28 197 万 t, 2013 年低至 894.27 万 t; 防城港市作为一个港口工业城市, 工业废水排放量基数较大, 呈先上升后下降的趋势; 北海市的工业废水排放量较为稳定, 呈先下降后上升趋势, 维持在 2 000 万 t 左右。由此可知, 广西海洋环境出现污染及污染区域均对应于人类活动的干扰, 即该区经济活动的开展影响其海洋环境的质量。

2.2 广西沿海地区经济发展

广西沿海地区(北海市、钦州市、防城港市)经济

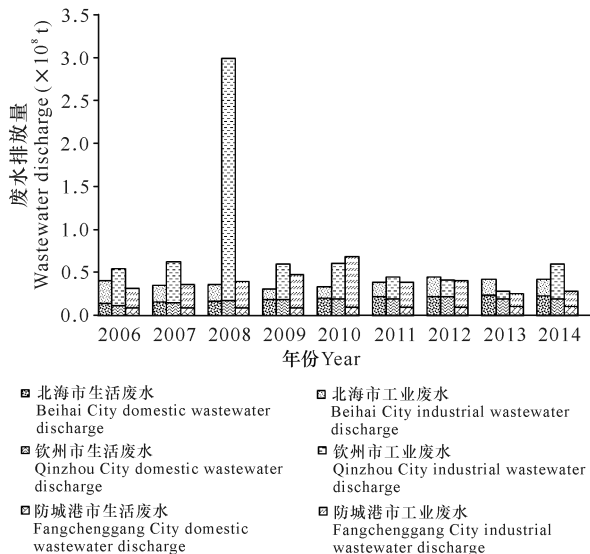


图 1 广西沿海地区废水排放量变化

Fig. 1 Variation trend of wastewater discharge in Guangxi coastal area

发展态势良好, 尤其是自 2000 年以来, 该区国民经济从 169.48 亿元增长至 2014 年的 2 300.39 亿元, 经济产值增长 301.52%, 年平均增长率为 21.54%。同时其产业结构也呈现出较大变化: 整体来说, 第一产业产值增长速率较缓, 2000 年至 2014 年平均增长率为 14.78%, 且其所占比重持续下降至 18%; 第二产业发展迅猛, 2000 年至 2014 年平均增长速率达 26.71%, 产值增加 1 094.96 亿元; 而第三产业则发展平稳, 其产值维持在 100 亿~700 亿元(图 2)。

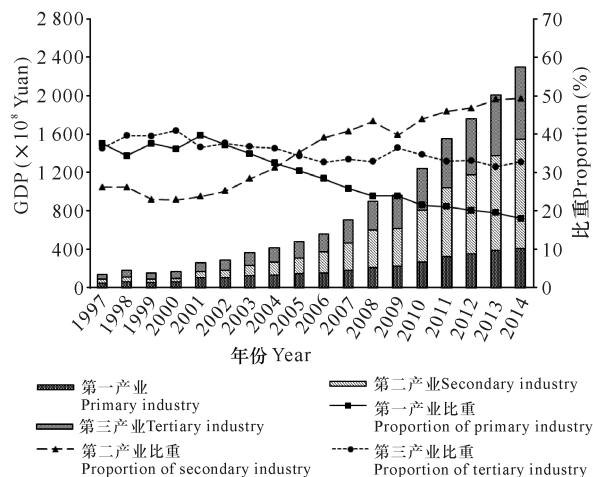


图 2 广西沿海地区国民经济三大产业生产总值及比重变化

Fig. 2 Variation trend of the three major industrial production and the proportion of national economy in Guangxi coastal area

广西沿海地区的开放开发给该区海洋产业发展注入了强劲活力, 海洋经济产值增长较快。2006 年—2014 年, 广西海洋经济产值增长 249.4%, 广西

海洋生产总值(GOP)占广西沿海地区生产总值的比重为39.25%~48.92%,占广西地区生产总值的比重为5.3%~6.3%,但低于全国海洋生产总值占全国生产总值的比重(9.3%~9.7%)。广西海洋三大产业同时保持稳步增长,其中第三产业占海洋生产总值比重40%以上,并保持稳步增长态势,正日趋成为海洋经济的主导产业;而第二产业占海洋生产总值比重虽也逐年增长,但近3年来发展存在较小波动(图3)。

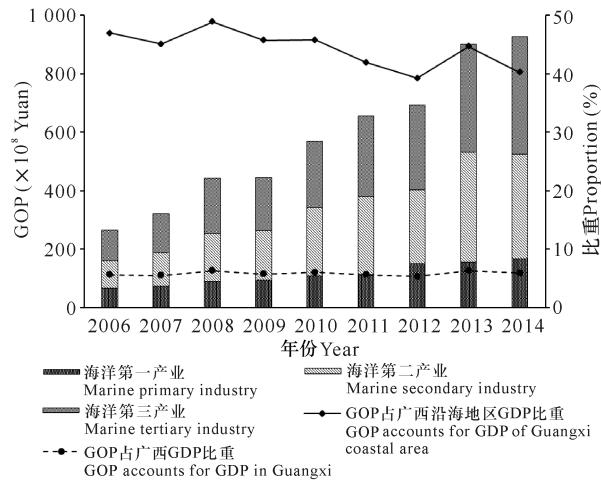


图3 广西海洋经济三大产业生产总值及比重变化

Fig. 3 Variation trend of the three major industrial production and the proportion of marine economy in Guangxi

研究期内,海洋生产总值占沿海地区生产总值

表1 广西沿海经济带环境污染物与人均GDP的模拟结果

Table 1 Simulation results of environmental pollutants and per capita GDP in Guangxi coastal economic zone

研究区域 Study area	污染物 Pollutant	拟合方程 Fitting equation	R^2	F	Sig
北海市 Beihai City	生活废水 Domestic wastewater	$y = 3E - 12x^3 - 1E - 06x^2 + 0.0848x + 387.45$	0.9622	42.4732	0.0006
	工业废水 Industrial wastewater	$y = -2E - 10x^3 + 2E - 05x^2 - 0.5897x + 7582.5$	0.5378	1.9392	0.2415
	总废水 Total wastewater	$y = -2E - 10x^3 + 2E - 05x^2 - 0.5048x + 7970$	0.7343	4.6059	0.0667
钦州市 Qinzhou City	生活废水 Domestic wastewater	$y = 2E - 10x^3 - 2E - 05x^2 + 0.3774x - 890.11$	0.9323	22.9382	0.0024
	工业废水 Industrial wastewater	$y = 2E - 08x^3 - 0.0009x^2 + 13.922x - 57006$	0.3393	0.8560	0.5208
	总废水 Total wastewater	$y = 2E - 08x^3 - 0.0009x^2 + 14.3x - 57896$	0.3333	0.8330	0.5305
防城港市 Fangchenggang City	生活废水 Domestic wastewater	$y = -4E - 13x^3 + 1E - 07x^2 - 0.0035x + 844.54$	0.8529	9.6656	0.0160
	工业废水 Industrial wastewater	$y = 9E - 11x^3 - 1E - 05x^2 + 0.664x - 5160$	0.6704	3.3903	0.1110
	总废水 Total wastewater	$y = 9E - 11x^3 - 1E - 05x^2 + 0.6606x - 4315.5$	0.6463	3.0457	0.1309
广西沿海三市 Three coast cities of Guangxi	生活废水 Domestic wastewater	$y = 3E - 11x^3 - 5E - 06x^2 + 0.2516x + 907.3$	0.9885	143.7679	0.0000
	工业废水 Industrial wastewater	$y = 3E - 09x^3 - 0.0003x^2 + 7.2491x - 44173$	0.3787	1.0157	0.4592
	总废水 Total wastewater	$y = 3E - 09x^3 - 0.0003x^2 + 7.5007x - 43266$	0.3547	0.9161	0.4965

的比重在三分之一以上,可见海洋经济为沿海地区经济发展贡献巨大,正是良好的海洋环境与丰富的海洋资源为海洋经济和沿海地区经济的发展提供物质基础。但自2006年以来,海洋生产总值占沿海地区生产总值的比重呈现下降趋势,表明海洋环境质量的不断恶化直接影响海洋经济的发展,尤其是海洋第一产业因受海水质量影响,增长较为缓慢,占海洋生产总值比重不断下降。同时,沿海地区第一产业比重也呈不断下降趋势,由此可见海洋环境的恶化制约着以海洋环境为基础的第一产业的增长,影响着沿海地区经济的可持续发展。

2.3 广西海洋环境与经济发展的关系

2.3.1 经济发展与环境污染关系的EKC数理模型

基于广西海洋环境和经济数据,采用环境库兹涅茨曲线模型,拟合广西沿海地区及其所辖三市海洋环境与经济发展的关系,结果显示三次曲线拟合程度最好(表1、图4~7)。整体来说,广西海洋环境与经济发展呈正“N”型关系,表明随着经济的增长,海洋环境质量先恶化再改善,又转入恶化趋势。其中,生活废水排放量、工业废水排放量与经济发展分别呈倒“U”型、正“N”型关系,表明在经济不断增长的过程中,生活废水污染先恶化后改善,工业废水污染先恶化再改善而后又转入恶化境地。广西海洋环

境与经济的 EKC 曲线说明广西沿海地区整体上正处于经济增长初期的低增长高污染的不协调发展阶段,更加需要注重产业结构调整、加强环境的治理与保护,才能避免走先污染、后治理的老路,进而实现高增长低污染或无污染的良性协调发展。

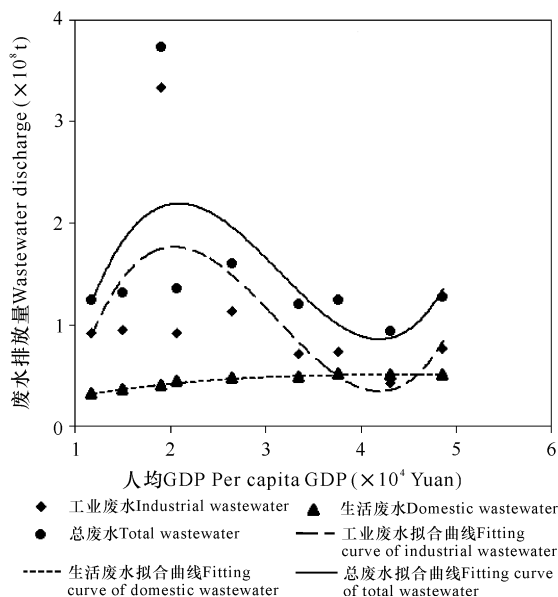


图4 广西沿海地区废水排放量与人均 GDP 的关系
Fig. 4 The relationship between the discharge of wastewater and per capita GDP in the coastal area of Guangxi

(1)北海市

如图5所示,北海市海洋环境与经济发展的关系呈倒“N”型趋势,表明随着北海市收入水平的不断上升,海洋环境质量先改善再恶化,而后改善。其中工业废水排放量、生活废水排放量与经济发展分别呈倒“N”、倒“U”型关系,工业废水污染随着北海市经济水平上升先改善再恶化后改善;生活废水污染先随经济水平上升而恶化,后再随经济不断增长而改善。北海市的 EKC 曲线说明北海市由经济与环境不协调的初期发展,经过经济积累和环境治理后,正转向高增长低污染的经济与环境协调发展阶段。

(2)钦州市

根据图6可看出,钦州市海洋环境与经济发展的关系呈正“N”型,其中工业废水排放量、生活废水排放量与经济发展的关系分别呈正“N”型、倒“U”型。表明在钦州市经济不断增长的过程中,海洋环境质量先恶化再改善,随后又进入恶化趋势;工业废水污染先恶化再改善而后又转入恶化;生活废水污染则先恶化后改善。钦州市的 EKC 曲线说明钦州市正处于经济增长初期的低增长高污染的不协调发

展阶段,随着钦州工业园区的不断扩增,近年来工业废水排放量有回升趋势,应高度重视环境的治理与保护。

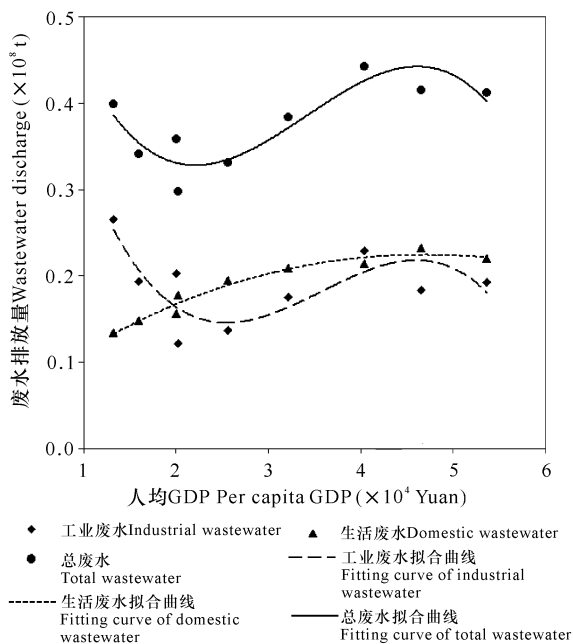


图5 北海市废水排放量与人均 GDP 的关系
Fig. 5 The relationship between wastewater discharge and per capita GDP in Beihai City

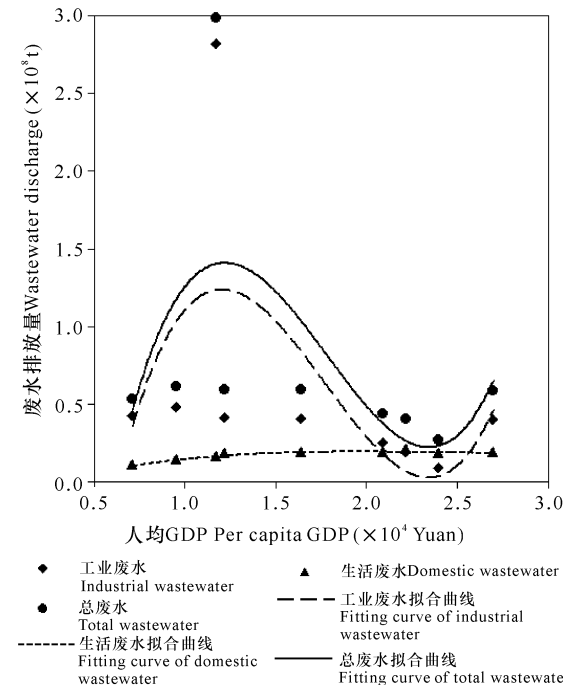


图6 钦州市废水排放量与人均 GDP 的关系
Fig. 6 The relationship between wastewater discharge and per capita GDP in Qinzhou City

(3)防城港市

图7显示,防城港市海洋环境与经济发展的关系大体呈倒“U”型,生活废水排放量、工业废水排放量与经济发展的关系也均呈倒“U”型,表明防城港

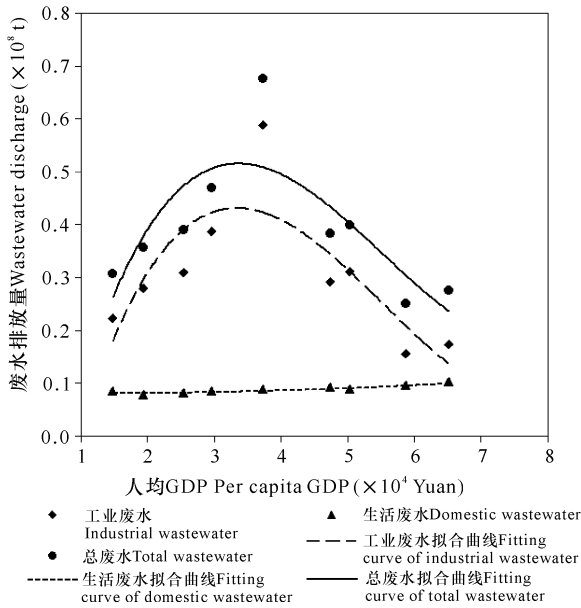


图7 防城港市废水排放量与人均GDP的关系

Fig. 7 The relationship between wastewater discharge and per capita GDP in Fangchenggang City

海洋环境先随经济的增长而恶化, 后再随经济的增长而改善。防城港市环境与经济的EKC曲线特征基本与一般发达国家在工业化时期的EKC曲线相

表2 广西海洋环境与经济发展协调系数

Table 2 Coordination coefficient of marine environment and economic development in Guangxi

研究区域 Study area	污染物 Pollutant	废水排放量年平均增长率 Annual average growth rate of wastewater discharge	GDP 平均增长率 Average growth rate of GDP	协调系数 α Coordination coefficient α	协调性 Coordination
广西沿海三市 Three coastal cities of Guangxi	总废水 Total wastewater	0.167 2	0.059 3	3.100 1	不协调 Uncoordinated
	工业废水 Industrial wastewater	0.259 7	0.059 3	4.818 2	不协调 Uncoordinated
	生活废水 Domestic wastewater	0.059 1	0.059 3	1.096 5	不协调 Uncoordinated
北海市 Beihai City	总废水 Total wastewater	0.011 3	0.202 4	0.055 6	不协调 Uncoordinated
	工业废水 Industrial wastewater	-0.007 4	0.202 4	-0.036 8	协调 Coordination
	生活废水 Domestic wastewater	0.065 6	0.202 4	0.324 3	不协调 Uncoordinated
钦州市 Qinzhou City	总废水 Total wastewater	0.459 0	0.172 7	2.658	不协调 Uncoordinated
	工业废水 Industrial wastewater	0.806 8	0.172 7	4.671 7	不协调 Uncoordinated
	生活废水 Domestic wastewater	0.082 0	0.172 7	0.474 7	不协调 Uncoordinated
防城港市 Fangchenggang City	总废水 Total wastewater	0.028 9	0.224 0	0.129 2	不协调 Uncoordinated
	工业废水 Industrial wastewater	0.039 0	0.224 0	0.173 9	不协调 Uncoordinated
	生活废水 Domestic wastewater	0.240 0	0.224 0	0.107 2	不协调 Uncoordinated

似, 即从初期的低增长高污染不协调发展, 到后来有一定的经济积累, 经过环境治理发生转折, 实现高速增长低污染的良性协调发展。这表明防城港市人民政府在“十二五”期间对污水治理的成效, 也体现防城港市作为一个工业城市发展日渐成熟。

2.3.2 广西海洋环境演变与经济发展协调度分析

根据广西沿海三市 2006 年—2014 年国内生产总值、生活废水排放量、工业废水排放量、总废水排放量数据, 分别计算各指标的年平均增长率, 进而计算广西海洋环境演变与经济协调发展系数。结果表明除北海市工业废水排放量与经济发展呈协调关系外(协调系数 α 为 -0.036 8), 北部湾地区、钦州、防城港各环境指标及北海总废水排放量、生活污水排放量与经济发展均不协调(协调系数 α 均大于 0)。其中, 钦州市工业废水排放量不协调性最强, 防城港市的废水排放量接近于协调(表 2)。北海市以旅游业和信息产业等第三产业为主导产业, 加之近年来在污染防治和生态恢复措施实施方面的努力, 工业废水排放量年降幅较大, 年平均降幅为 0.74%; 钦州市以工业为主导产业, 电力生产供应、石油加工、

金属冶炼、化工制造等产业发展迅速,而环保投资和工业发展速度不和谐,导致工业废水排放量逐年上升,占总废水排放量 45% 以上,对海洋环境影响重大,这种产业结构是海洋环境恶化重要原因;防城港市作为一座海滨港口工业城市,重工业保持主导地位,工业化发展初期为低增长高污染的不协调发展模式,石油化工、冶金等工业用水量较大的行业每年都排放成千上万吨废水入海,可见工业废水排放加剧海洋环境污染,经过有效的环境治理发生转折,现正慢慢向高增长低污染的良性模式发展。

协调系数的研究结果印证 EKC 曲线的演变趋势,两者在研究广西沿海经济发展与环境质量时具有一致性,而且与实际情况基本相符,即研究期内广西沿海地区的大部分环境指标与经济发展均呈现不协调关系,海洋环境质量正经历着恶化-改善-恶化的趋势。这表明广西沿海地区整体上正处于经济增长初期的低增长高污染的不协调发展阶段,更需要注重调整产业结构、加强环境治理与保护力度,努力实现经济与环境的良性协调发展。

3 结论

本研究以 2006 年—2014 年广西沿海三市工业废水排放量、生活废水排放量以及总废水排放量为该区域海洋环境污染指标,GDP 与人均 GDP 为经济发展指标,基于环境库兹涅茨曲线和协调度方法,分析广西北部湾海洋环境和经济发展的关系。结果表明,广西沿海地区经济发展与生活废水排放量的 EKC 曲线轨迹呈倒“U”型趋势,与工业废水排放量、总废水排放量大体呈正“N”型;沿海各区情况各异,其中北海市经济与总废水排放量的拟合呈倒“N”型趋势,钦州市经济与总废水排放量的拟合呈正“N”型趋势,防城港市经济与总废水的拟合曲线大体呈倒“U”型趋势;EKC 曲线表明,该区现阶段经济发展与环境质量整体呈现出不协调发展;协调度分析结果显示只有北海市工业废水排放量与经济发展呈协调关系,协调系数为 -0.0368 ,广西沿海地区、钦州、防城港各环境指标及北海总废水排放量、生活污水排放量与经济发展均呈现不协调关系,与 EKC 曲线研究结果一致。

EKC 曲线和协调度分析结果表明广西海洋环境与沿海地区经济发展关系整体呈不协调关系,尚处资源环境消耗型发展阶段,急需按照国家地区有关北部湾经济区发展规划、生态功能保护等相关规定,改善产业结构设置与布局,严守生态红线,并加

大环境治理与监管力度,促进经济与海洋环境的协调发展。

参考文献:

- [1] LINDMARK M. An EKC-pattern in historical perspective: Carbon dioxide emissions, technology, fuel prices and growth in Sweden 1870—1997[J]. *Ecological Economics*, 2002, 42(1/2): 333-347.
- [2] SURI V, CHAPMAN D. Economic growth, trade and energy: Implications for the environmental Kuznets curve[J]. *Ecological Economics*, 1998, 25(2): 195-208.
- [3] COLE M A, RAYNER A J, BATES J M. The environmental Kuznets curve: An empirical analysis[J]. *Environment and Development Economics*, 1997, 2(4): 401-416.
- [4] DE BRUYN S M, VAN DEN BERGH J C J M, OPSCHOOR J B. Economic growth and emissions: Reconsidering the empirical basis of environmental Kuznets curves [J]. *Ecological Economics*, 1998, 25(2): 161-175.
- [5] PAUDEL K P, ZAPATA H, SUSANTO D. An empirical test of environmental Kuznets curve for water pollution [J]. *Environmental and Resource Economics*, 2005, 31(3): 325-348.
- [6] 盖美, 田成诗. 辽宁沿海经济发展与近岸海域环境的关系研究[J]. *地域研究与开发*, 2008, 26(6): 60-64.
GAI M, TIAN C S. The relationship between economic development and offshore area environment of the sea-shore cities in Liaoning Province [J]. *Areal Research and Development*, 2008, 26(6): 60-64.
- [7] 范帅邦, 赵丽玲. 辽宁沿海经济带经济发展与海洋环境研究[J]. *地域研究与开发*, 2015, 34(2): 40-44, 50.
FAN S B, ZHAO L L. Relationship between economic growth and pollution of the marine environment in Liaoning coastal economic belt [J]. *Areal Research and Development*, 2015, 34(2): 40-44, 50.
- [8] 段晓峰, 许学工. 山东省污染物排放与经济发展水平的关系[J]. *地理科学进展*, 2010, 29(3): 342-346.
DUAN X F, XU X G. The relationship between pollutant emission and economic development in Shandong Province [J]. *Progress in Geography*, 2010, 29(3): 342-346.
- [9] 徐胜, 王晓惠, 宋维玲, 等. 环渤海地区经济增长与环境污染关系分析——基于环境库兹涅茨曲线[J]. *海洋通报*, 2011, 30(6): 601-606.
XU S, WANG X H, SONG W L, et al. Analysis of the relationship between economic growth and environmental pollution in Circum-Bohai-Sea Zone: Based on

- environmental Kuznets curve[J]. *Marine Science Bulletin*, 2011, 30(6): 601-606.
- [10] 盖美. 近岸海域环境与经济协调发展的海陆一体化调控研究[D]. 大连: 大连理工大学, 2003.
GAI M. Research on sea-land integrated regulation and controlling of harmony development of economy and environment in offshore area[D]. Dalian: Dalian University of Technology, 2003.
- [11] 盖美, 田成诗. 大连市海岸带经济与环境协调发展分析[J]. *经济地理*, 2002, 22(2): 179-183.
GAI M, TIAN C S. Analysis of harmonious development of environment and economy of seashore area of Dalian city [J]. *Economic Geography*, 2002, 22(2): 179-183.
- [12] 广西壮族自治区统计局. 广西统计年鉴 2006—2016 [M]. 北京: 中国统计出版社, 2006-2016.
Guangxi Zhuang Autonomous Region Bureau of Statistics. 2006—2016 Guangxi statistical yearbook [M]. Beijing: China Statistics Press, 2006-2016.
- [13] 国家海洋局. 中国海洋统计年鉴 1999—2016 [M]. 北京: 海洋出版社, 1999-2016.
State Oceanic Administration. 1999—2016 China marine statistical yearbook [M]. Beijing: Ocean Press, 1999-2016.
- [14] 国家统计局城市社会经济调查司. 中国城市统计年鉴 2015 [M]. 北京: 中国统计出版社, 2015.
Urban Social and Economic Research Bureau of National Bureau of Statistics. 2015 China city statistical yearbook [M]. Beijing: China Statistics Press, 2015.
- [15] GROSSMAN G M, KRUEGER A B. Environmental impacts of a North American free trade agreement [R]. National Bureau of Economic Research, 1991.
- [16] SHAFIK N, BANDYOPADHYAY S. Economic growth and environmental quality: Time series and cross country evidence dataset [M]. Washington, DC: World Bank Publications, 1992.
- [17] 鲍强. 2000年环境保护战略目标定量化 [M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1993.
BAO Q. Quantification of environmental protection strategic objectives in 2000 [M]. Beijing: China Environmental Science Press, 1993.
- [18] 卢纹岱, 朱一力, 沙捷, 等. SPSS for Windows 从入门到精通 [M]. 北京: 电子工业出版社, 1997.
LU W D, ZHU Y L, SHA J, et al. SPSS for Windows, from entry to mastery [M]. Beijing: Publishing House of Electronics Industry, 1997.
- [19] 陈彦光. 基于 Excel 的地理数据分析 [M]. 北京: 科学出版社, 2010.
CHEN Y G. Mathematical methods for geography [M]. Beijing: Science Press, 2010.
- [20] 广西壮族自治区海洋局. 广西海洋环境质量公报 2007—2014 [R]. 2007-2014.
The Oceanic Administration of Guangxi. 2007—2014 Guangxi marine environmental quality bulletin [R]. 2007-2014.

(责任编辑: 米慧芝)