

我国区域海洋环境与海洋经济质量协调性演化分析

刘洋 裴兆斌 韩立民 姜义颖

大连海洋大学海洋法律与人文学院

中国海洋大学管理学院 大连大学经济管理(旅游)学院

摘 要: 以 2009—2018 年 11 个沿海省份为研究对象, 利用熵值法、耦合协调度、泰尔指数分别测算了海洋环境与海洋经济质量水平、海洋环境与海洋经济质量的协调性和区间差异指数。结果显示: (1) 海洋环境质量水平呈显著上升态势, 在空间上呈现“东部差距大, 南、北部差距小”的分布格局。(2) 海洋经济质量水平呈波浪式上升态势, 但海洋经济质量水平整体上较低。空间上呈现“南、北部差距大, 东部差距小”的分布格局。(3) 海洋环境与海洋经济质量的协调性稳步上升, 在空间上呈现“南、北部差距大, 东部差距小”的分布格局。(4) 区域海洋环境与海洋经济质量协调性的差距明显, 但差距在逐步缩小。区域海洋环境与海洋经济发展正由低质量、无序、非均衡向高质量、可持续、均衡转变。

关键词: 海洋环境; 海洋经济; 耦合协调度; 高质量发展; 海洋经济圈

作者简介: 刘洋, 博士, 副教授, 研究方向为海洋经济和区域经济。; *姜义颖, 博士, 讲师, 研究方向为区域经济、海洋经济和数字经济。E-mail: 187399567@qq.com;

基金: 2021 年度国家社会科学基金重大项目“加快建设海洋强国背景下我国‘深蓝渔业’发展战略研究”(21&ZD100); 2022 年度辽宁省社会科学规划基金重点项目“辽宁省海洋经济高质量发展路径研究”(L22AJL002); 2022 年度辽宁省教育厅项目“辽宁省海洋产业数字化转型发展研究”(KJKMR20221130);

生态环境与经济发展是当今世界面临的全球性问题。全球国家的经济发展与环境保护实践已证实“先污染后治理、边治理边污染”的发展模式都是不可持续的, 生态环境与经济发展不是零和博弈、相互矛盾的, 而是辩证统一、互利共生。海洋作为生态环境和经济发展的空间载体, 也正面临多种复杂性、不确定性的冲击。一方面, 陆域生产生活的污染物流入海洋, 严重污染海洋生态环境, 海洋生态系统愈发脆弱。海洋被肆意开发造成海洋资源枯竭, 削弱了海洋资源环境承载能力, 抵御风暴潮、海岸侵蚀、海水入侵等海洋灾害能力和应对全球气候变化能力。另一方面, 传统海洋经济的粗放发展模式, 导致整体结构失衡, 造成海洋经济发展后劲不足, 同时, 受全球经济形势和新冠疫情影响, 海洋经济发展下行压力变大。在新发展格局下, 片面强调海洋经济发展已难以满足生态优先、绿色发展的需要。创新海洋经济发展模式、优化海洋经济资源配置, 推动海洋经济生态绿色一体化发展, 提升海洋经济质量是当前海洋经济可持续发展的重点任务。因此, 只有推进海洋环境与海洋经济协同发展, 才能实现海洋环境与海洋经济互惠共赢的可持续发展。

1 文献综述

海洋环境与海洋经济的协调发展, 是指以各区域在海洋资源环境承载力范围内, 确定海洋资源开发强度和产业发展规模, 推动海洋资源与海域空间的集约高效利用[1]。在研究内容上, 主要集中在海洋环境与海洋经济的相互关系、海洋经济与海洋环

境效应方面。在海洋环境与海洋经济关系方面：BEAUMONT 等[2]提出一个良好的生态环境能够使经济稳定发展；纪建悦等[3]研究环渤海地区经济与环境的关系并进行综合评价；吕建华等[4]深入研究我国的海洋环境现状，并总结出符合中国发展道路的海洋环境综合管理模式；在海洋环境评价指标体系构建上，邵桂兰等[5]从海洋可持续发展生产力、科技和生态环境三个方面对山东省海洋经济可持续发展能力进行测度；对于海洋生态保护的研究，主要基于环境对海洋经济的影响，杜军等[6]基于空间溢出效应，利用空间计量模型来考察海洋环境规制对海洋经济高质量发展的影响；褚晓琳[7]探析了因地制宜平衡经济增长与生态恢复之间的关系。同春芬等[8]基于海洋环境与海洋经济间耦合协调度研究，分别构建海洋生态经济系统和海洋经济可持续发展系统，分析其运行机理和协调发展水平，评估了二者的协调度，提出协同发展对策；耿爱生等[9]围绕海洋经济协调度的测算等方面对海洋经济高质量发展展开了丰富的探讨；基于海洋经济和环境绩效研究，主要借助数据包络分析、因子分析、DEA 模型、CCR 模型，MARTINEZ 等[10]分析了海洋环境效率与经济效率的关系；KILDOW 等[11]分析了经济发展程度及海洋产业发展的关系；韩增林等[12]认为海洋经济的高质量发展应该是要实现“经济—社会—资源环境”系统的动态平衡，以此为海洋经济的可持续发展提供指导。基于海洋经济的环境效应研究，郑奕[13]利用非期望产出的 SBM 模型，建立海洋环境污染与影响因素的回归模型，确定环境污染的关键因素；罗奕军等[14]通过因子分析法测算影响海洋环境的主要成分因子，并根据成分因子得分系数科学地对海洋环境绩效进行评价；王刚等[15]在建构海洋环境绩效实证内涵基础上，运用目标渐进法对海洋环境治理效能进行测量。

综上所述，国内外对区域海洋环境与海洋经济质量的研究比较全面、系统，但是多数学者都是将区域海洋环境与海洋经济作为两个独立的对象进行分析，而对于二者的协调性演化特征和空间格局、协调性影响因素的研究较少。鉴于此，本文以我国 11 个主要沿海省份为研究对象，探析区域海洋环境与海洋经济发展水平间协调性的时空演化特点，揭示二者协调性的演化规律，以期丰富区域海洋环境和海洋经济发展质量的研究内容，为提升区域海洋环境与海洋经济协调性水平提供理论框架和路径选择，为制定高质量的海洋经济和海洋环境发展政策提供参考。

2 研究区域、指标体系构建及研究方法

2.1 研究区域

本文以我国辽宁、天津、河北、山东、江苏、上海、浙江、福建、广东、广西及海南 11 个沿海省份为研究对象（不包括港澳台地区），对其海洋环境和海洋经济水平进行测算，着重探究二者的内在协调关系。文中所使用的数据主要来源于 2010—2019 年的《中国统计年鉴》《中国环境统计年鉴》《中国海洋统计年鉴》等。

2.2 指标体系构建

海洋环境与海洋经济质量联系紧密、相互影响。为能够精准测度我国区域海洋环境与海洋经济质量的协调性，本研究从海洋经济实力、海洋经济活力和海洋经济潜力三个层面对海洋经济质量进行划分，每个层面选取 5 个指标，共 15 个测度指标，形成海洋经济质量水平评价体系。对于海洋环境质量水平主要从海洋资源质量、海洋生态质量两个维度进行分类，每个维度选取 5 个指标，共有 10 个测度指标，构建海洋环境质量水平评价指标体系，如表 1 所示。

2.3 研究方法

2.3.1 数据标准化处理

因各指标数据的量纲及指标正负向不同，需要对原始数据进行标准化处理，本文采用极差法对原始数据进行处理，具体如下：

对于越大越优的正向指标处理方法为：

$$A_{ij}^{+} = \frac{x_{ij} - \min(x_{ij}, \dots, x_{nj})}{\max(x_{ij}, \dots, x_{nj}) - \min(x_{ij}, \dots, x_{nj})} \quad (1)$$

表 1 我国海洋经济及海洋环境质量评价指标体系

目标层	准则层	权重	指标层	指标正负	权重
海洋经济质量水平	海洋经济实力	0.272 6	海洋经济 GDP/亿元	正向	0.057 8
			第三产业增加值/亿元	正向	0.063 3
			海洋相关产业/亿元	正向	0.053 8
			渔民人均纯收入/元	正向	0.032 2
			海水产品产量/万吨	正向	0.065 5
	海洋经济活力	0.353 5	海洋货运量/万人	正向	0.061 3
			港口货物吞吐量/万吨	正向	0.048 6
			旅客吞吐量/万人	正向	0.105 5
			标准集装箱吞吐量/万标准箱	正向	0.073 9
			滨海旅游人数/万人次	正向	0.064 2
	海洋经济潜力	0.373 9	海洋科研从业人数/个	正向	0.047 4
			海洋科研经费投入/万元	正向	0.066 6
			科研项目数量/项	正向	0.075 2
			专利授权数量/件	正向	0.117 8
			发表科技论文/篇	正向	0.066 9
水平	海洋资	0.296 0	近岸一、二类水质比例/%	正向	0.125 1

	源质量		化学需氧量/（吨/年）	负向	0.052 8
			石油类/（吨/年）	负向	0.026 1
			氨氮/（吨/年）	负向	0.030 9
			总磷/（吨/年）	负向	0.061 1
	海洋生态质量	0.704 0	海水养殖面积/万公顷	负向	0.056 8
			湿地面积/万公顷	正向	0.239 3
			近岸及海岸面积/万公顷	正向	0.190 2
			直排海洋废水量/亿吨	负向	0.0279
			海滨观测点个数/个	正向	0.189 8

注：表中的权重根据熵值法公式（3）、（4）计算所得。

对于越小越优的负向指标处理方法为：

$$A_{ij}^{-} = \frac{\max(x_{ij}, \dots, x_{nj}) - x_{ij}}{\max(x_{ij}, \dots, x_{nj}) - \min(x_{ij}, \dots, x_{nj})} \quad (2)$$

式（1）、（2）中：i=(1, 2, ..., n)代表省份；j=(1, 2, ..., n)代表指标；A_{ij}为标准化数据矩阵；x_{ij}为原始数据矩阵；max(x_{ij}, ..., x_{nj})和min(x_{ij}, ..., x_{nj})分别表示x_{ij}的最大值和最小值。

2.3.2 熵值法

为了克服指标赋权的主观性，提高指标权重可信度，采用熵值法对我国海洋环境及海洋经济质量的各指标权重及综合得分进行测算。具体计算步骤如下。

指标熵值计算：

$$e_j = -k \sum_{i=1}^n p_{ij} \ln(p_{ij}) \quad (3)$$

$$p_{ij} = A_{ij} / \sum_{i=1}^n A_{ij}$$

式中： p_{ij} 表示指标熵值，其中， e_{ij} 取值范围为 $[0, 1]$ ； n 表示指标个数； $k=1/\ln m, k>0; m$ 为评价对象的数量。

指标权重确定：

$$w_j = (1 - e_{ij}) / \sum_{i=1}^n (1 - e_{ij}) \quad (4)$$

式中： w_j 表示指标权重； e_{ij} 表示指标熵值；准则层权重为 $w'_j = \sum_{i=1}^m w_j$ 。

综合得分计算：

$$S = \sum_{j=1}^n w_j A_{ij} \quad (5)$$

2.3.3 耦合协调模型

本文借鉴物理学中的耦合协调模型，构建我国海洋环境与海洋经济质量的协调性测算模型，具体公式如下：

$$C_{ij} = \sqrt{S_{ijr} \times S_{ijt}} / (S_{ijr} + S_{ijt}) \quad (6)$$

式中： C_{ij} 表示耦合度值，取值范围为 $[0, 1]$ ，数值越大表示耦合度越高； S_{ijr} 表示海洋环境质量； S_{ijt} 表示海洋经济质量。

为进一步详细测算我国海洋环境及海洋经济质量之间协调性，建立以下模型：

$$T_{ij} = \alpha S_{ijr} + \beta S_{ijt} \quad (7)$$

$$D_{ij} = \sqrt{C_{ij} \times T_{ij}} \quad (8)$$

式中： T_{ij} 表示第 i 年第 j 省份的海洋环境与海洋经济质量协调指数； D_{ij} 表示第 i 年第 j 省份的海洋环境与海洋经济质量的协调值，取值范围为 $[0, 1]$ ； α 表示海洋环境质量权重， β 表示海洋经济质量权重，两个系统贡献程度应相同， $\alpha = \beta = 0.5$ ； D_{ij}

取值反映了两个系统间的相互关系，数值越大，说明海洋环境与海洋经济质量的协调程度越高，反之亦然。为了更直观地反映海洋环境与海洋经济质量的协调关系，本文将两个系统的协调值划分，如表 2 所示。

表 2 协调度等级评价标准

协调度	协调等级	协调度	协调等级
$0.0 < D \leq 0.2$	严重失调	$0.4 < D \leq 0.6$	初级协调
$0.2 < D \leq 0.3$	轻度失调	$0.6 < D \leq 0.8$	中级协调
$0.3 < D \leq 0.4$	勉强协调	$0.8 < D \leq 1.0$	高级协调

数据来源：作者根据海洋环境与经济质量协调等级水平划分所得。

2.3.4 泰尔指数

泰尔指数（Theil index）不仅可以衡量差异的绝对水平，而且可以衡量组内差距与组间差距对总差距贡献。引用泰尔指数测算我国区域海洋环境与海洋经济质量协调性不均衡程度，具体公式如下：

$$T = T_b + T_w \tag{9}$$

$$T_b = \sum_{k=1}^K y_k \log \frac{y_k}{n_k/n} \tag{10}$$

$$T_w = \sum_{k=1}^K y_k \left(\sum_{i \in g_k} \frac{y_i}{y_k} \log \frac{y_i/y_k}{1/n_k} \right) \tag{11}$$

式中：Tb 与 Tw 分别表示组间差距和组内差距；n 个区域海洋环境及海洋经济质量的协调性被分为 K 个群组，每组分别为 gk(k=1, 2, ..., K)，第 k 组 gk 中的省份数目为 nk；yi 与 yk 分别表示省份 i 的协调性与组 K 的协调性。

3 海洋环境与海洋经济质量的时空演化分析

3.1 海洋环境质量的时空演化

利用熵值法公式对海洋环境相关数据测算，得到 2009—2018 年我国海洋环境质量水平，结果如表 3 和图 1 所示。

从时间趋势上看：在 2009—2018 年，我国海洋环境质量水平呈现显著上升态势，这说明随着海洋生态文明建设的推进，海洋生态环境保护工作成效明显，海洋生态环境得到持续改善。就不同发展阶段而言，2009—2011 年，我国海洋环境质量水平整

体呈现上升态势，除辽宁、天津和河北三省份外，其他省份增速都较快。2012 年是一个重要拐点，除广西外，其他省份海洋环境质量水平出现明显下滑。2012—2015 年，除河北和山东轻微下降外，大多省份海洋环境质量水平呈现出高速发展状态。2016 年是又一个拐点，大部分省份海洋环境质量出现短暂下降，而后进入新增长期，增速较为强劲。

从空间演化上看，我国海洋环境质量水平呈现出“东部差距大，南、北部差距小”的分布格局，但区域间差距正逐年减少。到 2018 年底，区域间海洋环境质量水平均值非常接近，这说明我国区域海洋环境质量正由非均衡态向均衡态转化。省际间海洋经济环境质量差异较大且逐渐拉大；其中，江苏、广东、山东三省均值处于领先地位，明显高于其他省份，而天津、浙江和上海均值水平较低。海洋环境质量水平均值最高的江苏省是均值最低的天津市 2 倍之多。这说明广东、江苏和山东三省在加快发展海洋经济的同时，更加强调海洋生态系统的保护与修复，更加注重海洋环境健康和海洋生态系统的完整性。

3.2 海洋经济质量的时空差异分析

通过对我国海洋经济质量发展水平综合测算，结果如表 4 和图 2 所示。

从时间趋势上看，从 2009—2018 年，我国海洋经济质量整体呈波浪式上升态势且上升幅度较大，年均增幅均超过了 6%。这说明我国海洋经济进入良性发展轨道，海洋经济在发展水平、成效、潜力等维度稳步提升，海洋经济韧性逐步增强。分阶段发展而言，2009—2014 年，沿海主要省份的海洋经济质量呈直线上升趋势，增长幅度均超过 40%，尤其是广东、广西、河北、辽宁等省份的海洋经济质量增速明显高于其他省份，这主要源于国家海洋强国战略的实施和区域海洋经济发展规划的推进，各省份加快转变海洋经济发展方式，持续推进海洋经济对外开放，海洋经济发展质量进一步提高。2015 年，辽宁、天津、山东、江苏、上海等省份海洋经济质量水平出现明显下滑，尤其是辽宁省海洋经济质量水平下滑幅度最大，达到了 24.5%。这主要囿于当年全球经济形势恶化导致对外贸易萎缩和港口经济衰退。2016—2018 年，除天津、辽宁外，其余省份的海洋经济质量水平均呈现直线上升态势，增速均超过了 10%。这得益于我国加快优化海洋产业结构，转变海洋经济发展模式，拓宽海洋经济发展空间，逐步形成了协调、开放的蓝色经济体系。

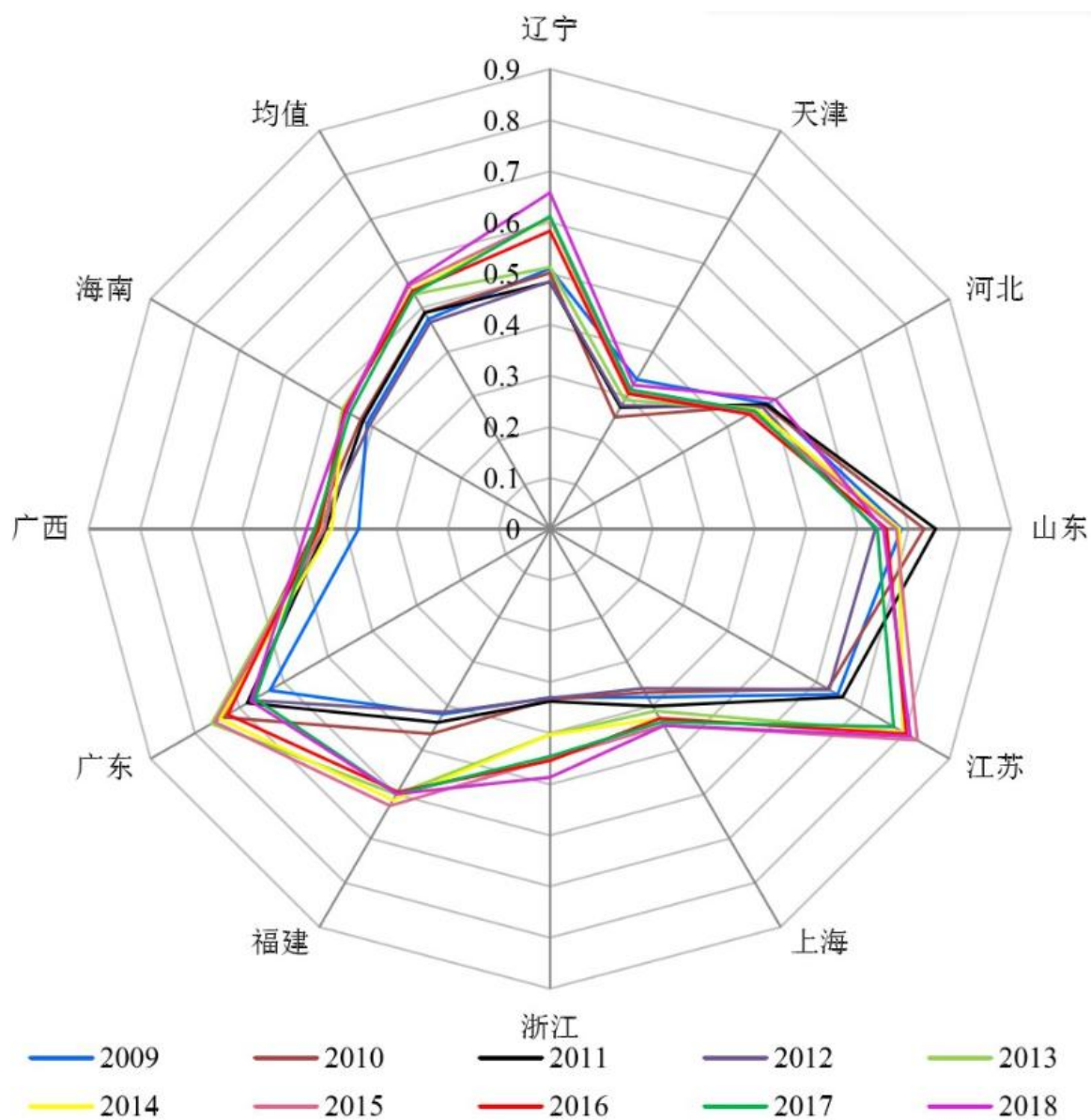


图 1 2009—2018 年我国海洋环境质量水平

表 3 2009—2018 年我国海洋环境质量水平

省份	2009 年	2010 年	2011 年	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年	2018 年	均值
辽宁	0.509 4	0.501 0	0.483 2	0.484 0	0.512 2	0.608 4	0.609 4	0.583 1	0.611 6	0.658 4	0.556 1
天津	0.338 0	0.253 3	0.274 3	0.278 4	0.290 9	0.305 0	0.308 3	0.305 7	0.314 9	0.325 5	0.299 4
河北	0.491 2	0.483 6	0.487 2	0.477 7	0.466 0	0.467 0	0.455 4	0.448 6	0.461 6	0.506 8	0.474 5

山东	0.685 5	0.729 6	0.752 6	0.634 6	0.680 4	0.682 2	0.675 6	0.656 4	0.638 5	0.650 0	0.678 5
江苏	0.647 7	0.625 5	0.659 1	0.628 5	0.796 6	0.796 7	0.827 1	0.802 6	0.774 2	0.811 8	0.737 0
上海	0.380 0	0.369 5	0.400 3	0.360 6	0.411 4	0.428 1	0.443 7	0.428 2	0.436 2	0.444 7	0.410 3
浙江	0.330 4	0.334 0	0.337 4	0.331 6	0.402 8	0.402 7	0.450 8	0.453 4	0.444 9	0.486 4	0.397 4
福建	0.418 5	0.463 0	0.437 3	0.413 8	0.599 7	0.613 5	0.625 5	0.594 9	0.598 8	0.599 2	0.536 4
广东	0.631 6	0.737 8	0.681 9	0.671 4	0.762 3	0.744 0	0.756 0	0.726 5	0.664 1	0.674 6	0.705 0
广西	0.373 9	0.458 5	0.437 5	0.449 9	0.447 1	0.426 4	0.440 0	0.451 9	0.459 0	0.474 9	0.441 9
海南	0.412 4	0.426 8	0.421 8	0.406 6	0.467 7	0.462 8	0.462 2	0.462 3	0.451 5	0.458 6	0.443 3
均值	0.474 4	0.489 3	0.488 4	0.467 0	0.530 6	0.539 7	0.550 4	0.537 6	0.532 3	0.553 7	0.516 3

数据来源：作者根据相关数据计算所得。表 4、表 5 同。

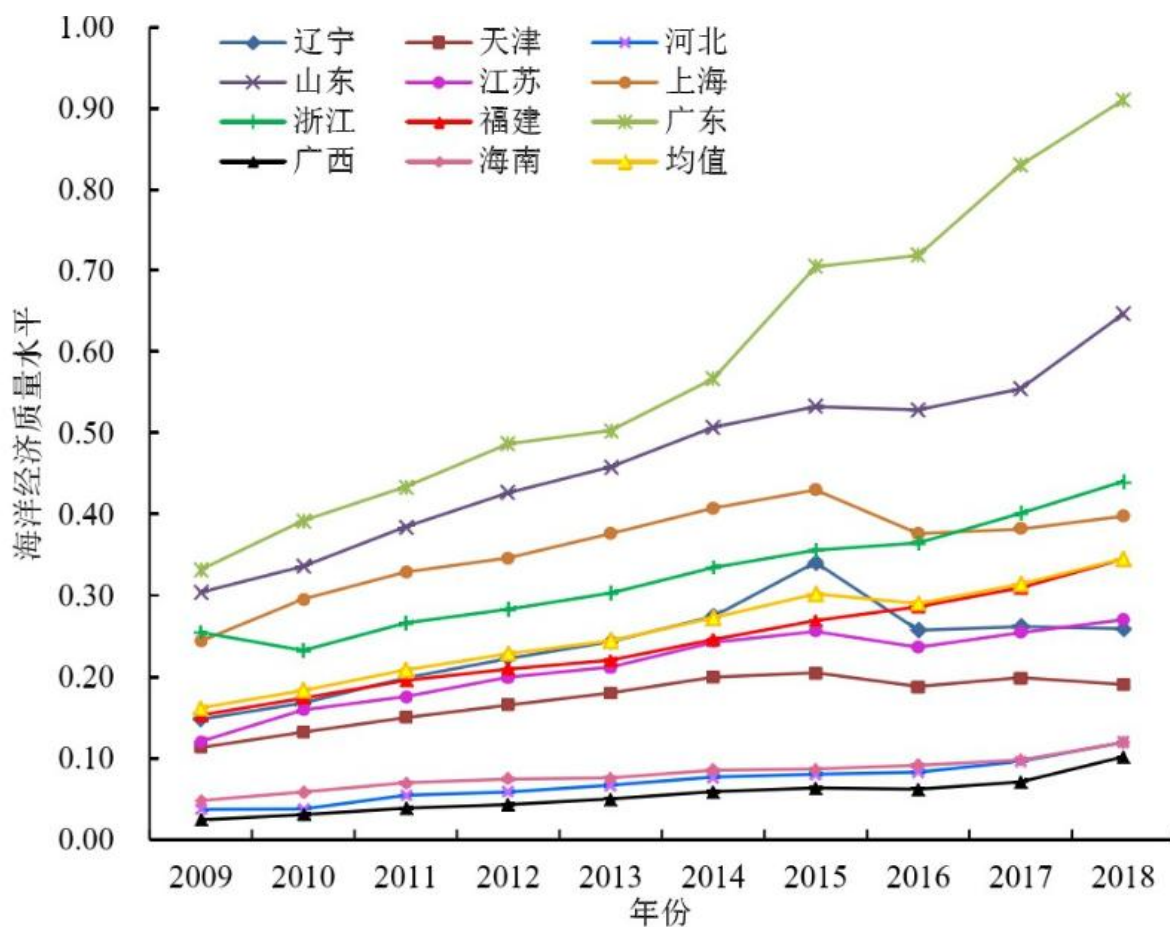


图 2 2009—2018 年我国沿海省份海洋经济质量水平

从空间演化上看，我国海洋经济质量水平差异明显，呈现“南、北部差距高、东部差距低”的分布格局。自然资源部将全国海洋经济划分为三个圈：北部海洋经济圈，主要包括辽宁、河北、天津和山东；东部海洋经济圈，主要包括江苏、上海和浙江；南部海洋经济圈，主要包括福建、广东、广西和海南。在北部海洋经济圈内，山东的海洋经济质量远高于其他省份，是其他省份海洋经济质量的 2~6 倍。这表明山东海洋强省战略的实施促进了海洋经济综合实力提升，以海带陆、以陆促海，推动了山东海陆高效联动、协同发展。然而，在北部海洋经济圈内，山东海洋经济质量首位度偏高，周围省份的海洋经济发展质量较低，尚未形成簇状发展状态。在东部海洋经济圈内，江苏、上海和浙江三省份的海洋经济质量差距不大，较为均衡。但 p 是□β□，三省份的海洋经济质量水平较低，均值保持在 0.3 左右。在南部海洋经济圈内，广东的海洋经济质量最高，均值分别是广西、福建海洋经济质量均值的 10 倍和 7 倍，整个区域内海洋经济质量差距较大，区域海洋经济协同发展水平仍需进一步提升。

4 海洋环境与海洋经济质量的协调性演化分析

4.1 海洋环境与海洋经济质量协调性的时序演化

利用耦合协调度模型计算出 2009—2018 年我国海洋环境与海洋经济质量的协调性，结果如表 5 和图 3 所示。

由表 5 可知，2009—2018 年，我国沿海海洋环境质量与海洋经济质量协调性呈稳步上升态势，这表明 10 年间我国不仅注重海洋环境质量的提高，而且注重海洋经济发展质量的全面提升，二者联动发展的新局面初步形成。但省际间差异十分明显，广东的协调值均值最高，广西的协调值均值最低，二者相差一倍以上。

根据表 5 和图 3 可知，2009—2018 年，我国海洋环境与海洋经济质量的协调性虽稳步提升，但整体水平仍较低。协调性最高的广东省在 2018 年协调性值达到 0.625 9，均值达到 0.562 0。辽宁、江苏、上海等协调性值由 0.3 上升到 0.4 左右，而天津、河北、广西、海南等省份的协调值远低于全国协调性平均值，其他省份的协调性值多集中在 0.4 左右。这说明当前我国海洋环境与海洋经济质量协调性处于较低层次，需全面提升二者协调性水平。

表 4 2009—2018 年我国海洋经济质量水平

省份	2009 年	2010 年	2011 年	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年	2018 年	均值
辽宁	0.147 8	0.167 5	0.198 6	0.222 5	0.243 3	0.274 2	0.340 9	0.257 4	0.261 6	0.259 0	0.237 3
天津	0.113 1	0.132 0	0.149 8	0.165 4	0.180 1	0.199 7	0.204 8	0.188 0	0.198 8	0.190 7	0.172 2
河北	0.036 9	0.037 4	0.054 2	0.058 3	0.066 6	0.076 5	0.079 8	0.082 3	0.096 2	0.119 4	0.070 8
山东	0.304 0	0.336 0	0.384 6	0.426 7	0.458 4	0.507 3	0.532 7	0.528 5	0.554 6	0.646 7	0.468 0
江苏	0.120 2	0.159 2	0.175 5	0.199 3	0.211 8	0.242 4	0.255 8	0.236 4	0.254 3	0.270 2	0.212 5
上海	0.243 7	0.295 4	0.328 7	0.346 3	0.376 3	0.407 5	0.430 1	0.376 0	0.381 8	0.397 5	0.358 3

浙江	0.254 7	0.232 6	0.266 2	0.282 9	0.303 0	0.334 4	0.355 8	0.364 6	0.401 3	0.440 4	0.323 6
福建	0.152 7	0.173 8	0.195 5	0.209 5	0.220 4	0.245 7	0.269 2	0.286 1	0.309 3	0.344 9	0.240 7
广东	0.332 1	0.392 2	0.434 0	0.486 8	0.502 9	0.566 8	0.704 9	0.718 8	0.829 8	0.910 0	0.587 8
广西	0.024 0	0.030 2	0.038 4	0.042 5	0.049 5	0.058 6	0.063 0	0.061 5	0.070 4	0.101 6	0.054 0
海南	0.047 8	0.058 2	0.069 5	0.074 3	0.075 5	0.085 1	0.086 5	0.091 2	0.097 7	0.118 9	0.080 5
均值	0.161 5	0.183 1	0.208 6	0.228 6	0.244 3	0.272 6	0.302 1	0.290 1	0.314 2	0.345 4	0.280 6

表 5 2009—2018 年我国海洋环境与海洋经济质量的协调性

省份	2009 年	2010 年	2011 年	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年	2018 年	均值
辽宁	0.370 4	0.380 6	0.393 6	0.405 1	0.420 1	0.451 9	0.477 4	0.440 1	0.447 2	0.454 4	0.424 1
天津	0.312 7	0.302 3	0.318 4	0.327 6	0.338 3	0.351 3	0.354 5	0.346 2	0.353 7	0.353 0	0.335 8
河北	0.259 5	0.259 3	0.285 1	0.288 9	0.296 8	0.307 4	0.308 7	0.309 9	0.324 6	0.350 7	0.299 1
山东	0.477 8	0.497 6	0.513 9	0.510 1	0.528 4	0.524 3	0.547 7	0.542 7	0.545 5	0.569 4	0.527 5
江苏	0.373 5	0.396 7	0.412 4	0.420 6	0.453 2	0.468 7	0.479 6	0.466 7	0.471 0	0.483 9	0.442 6
上海	0.390 1	0.406 4	0.425 9	0.420 3	0.443 6	0.457 0	0.467 4	0.447 9	0.451 7	0.458 5	0.436 9
浙江	0.380 8	0.376 1	0.387 1	0.391 3	0.417 9	0.428 3	0.447 5	0.450 9	0.459 6	0.481 0	0.422 1
福建	0.355 5	0.376 6	0.382 3	0.383 7	0.426 3	0.440 6	0.453 0	0.454 2	0.463 9	0.476 8	0.421 3
广东	0.478 5	0.518 6	0.521 6	0.534 7	0.556 4	0.569 8	0.604 2	0.601 1	0.609 2	0.625 9	0.562 0
广西	0.217 6	0.242 5	0.254 5	0.263 0	0.272 7	0.281 1	0.288 5	0.288 7	0.299 8	0.331 4	0.274 0
海南	0.265 0	0.280 7	0.292 6	0.294 8	0.306 5	0.315 0	0.316 2	0.320 4	0.324 1	0.341 7	0.305 7
均值	0.352 9	0.367 0	0.380 7	0.385 5	0.405 5	0.419 4	0.431 3	0.424 4	0.431 8	0.447 9	0.404 6

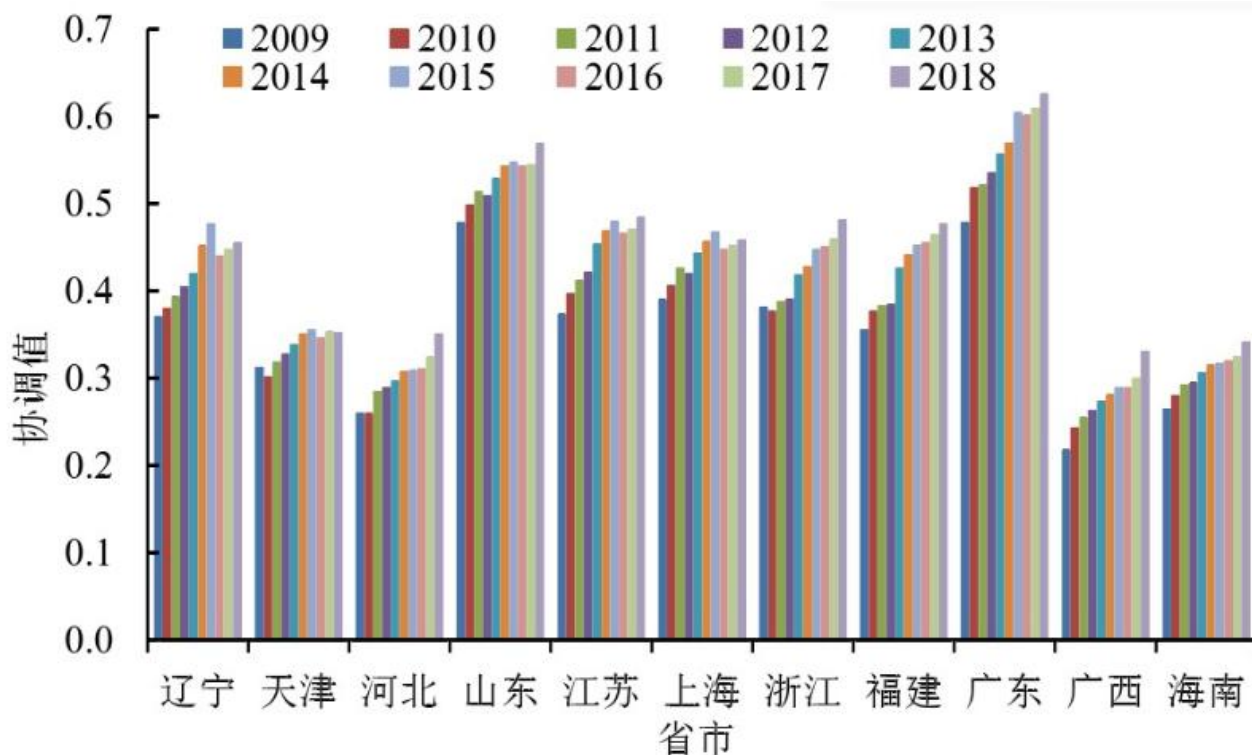


图3 我国沿海省份海洋环境与海洋经济质量的协调性

结合表3、表4和表5可知，我国海洋环境与海洋经济质量协调性水平存在偏效应，主要体现在辽宁、江苏、河北和海南等省份。其海洋环境质量与协调性水平一直较高，但是海洋经济质量水平处于中低水平，依托海洋环境质量水平优势表现出较高的协调性，形成协调值高但海洋经济质量水平较低的负效应。因此，政府需要制定和完善海洋经济发展相关政策，调节海洋环境与海洋经济质量的关系，推动二者协同发展。

4.2 海洋环境与海洋经济质量协调性的空间演化

为了清晰阐释我国海洋环境与海洋经济质量协调性的空间演化特征，本文对典型年份的协调性水平进行刻画，并依据表2分类进行制图。由图4所示可知，2009—2018年，我国海洋环境与海洋经济质量的协调性在空间上呈现出“南、北部差异大，东部差异小”的分布格局，具体状态如下。

(1) 轻度失调。2009年，河北、广西、海南等省的协调性处于轻度失调状态。结合表3和表4分析可知，这些省份在海洋环境与海洋经济质量水平都处于比较低的位置，说明这些省份海洋经济和生态等方面发展比较缓慢，海洋生态环境承载力下降、海洋经济韧性较低。在海洋经济发展过程中，忽视了海洋经济质量和海洋生态环境的相互作用，阻碍了海洋经济与海洋环境融合发展。

(2) 勉强协调。2009年，辽宁、江苏、上海、浙江和福建均处于勉强协调状态；2010年减少了上海；2011年减少了江苏；2012年减少了辽宁；2013年减少了浙江和福建，增加了海南；2014年增加了河北；2018年增加了广西。这说明我国沿海省份的海洋环境和海洋经济质量的协调性动态变化较快，海洋经济发展建设规划的调整推动海洋环境治理能力和质量水平逐步完善，海洋环境质量提升也促进了海洋经济质量发展，二者相互作用，推动协调性状态跃迁。

(3) 初级协调。2009 年，山东、广东 2 省处于初级协调状态，到 2012 年增加了辽宁、江苏和上海，到 2015 年增加了浙江和福建，共有 6 个省份达到了初级协调状态。整体上看，达到初级协调状态的省份比较稳定，波动变化相对较小且持续时间较长，说明初级协调阶段属于海洋环境与海洋经济发展水平的稳定磨合期，二者形成较为固定化的互动模式，但是短期内难以突破迈入新状态。反映出这些省份需要持续提升海洋环境与海洋经济质量水平，合理规划海洋产业和空间布局，不断完善现代海洋产业体系，实现海洋经济跨越式发展。同时，要推进海洋经济绿色可持续发展，贯彻绿色发展理念推进生态文明建设，推进海洋生态保护与修复，促进海洋产业向绿色低碳、节能环保的生产模式转换，提升海洋环境与海洋经济质量的协调性。

(4) 中级协调。我国沿海 11 省份只有广东省在 2015—2018 年处于中级协调状态，这说明广东的海洋环境和海洋经济二者已初步形成良性互动发展局面。结合表 3 和表 4 可知，广东的海洋环境、海洋经济质量水平在近 10 年间都远超其他沿海省份。这主要源于广东省率先推进海洋产业转型升级、培育新型产业、优化海洋空间结构，构建现代海洋产业体系。同时，大力加强海洋生态文明建设，完善海洋生态保护机制，推动海洋环境与海洋经济深度融合，协同发展。但是从整体协调性数值水平来看，广东目前处于中级协调的中端，仍需多层次规划海洋环境建设与海洋经济发展，打造更高水平的互动协作关系。

(5) 高级协调。现阶段，我国海洋环境与海洋经济质量的协调性尚未达到高级协调状态。这主要囿于改革开放后，我国海洋经济进入快速发展期，但发展模式粗放，造成了海洋资源衰退、近海海域环境污染、海洋生态处于亚健康或不健康状态。随着绿色、生态和可持续发展理念的引领，传统海洋产业不断进行结构调整与优化创新，同时加大海洋资源修复养护力度，海洋环境和海洋经济质量都在逐步提高，二者协调性也会加快提升，最终达到高级协调状态。

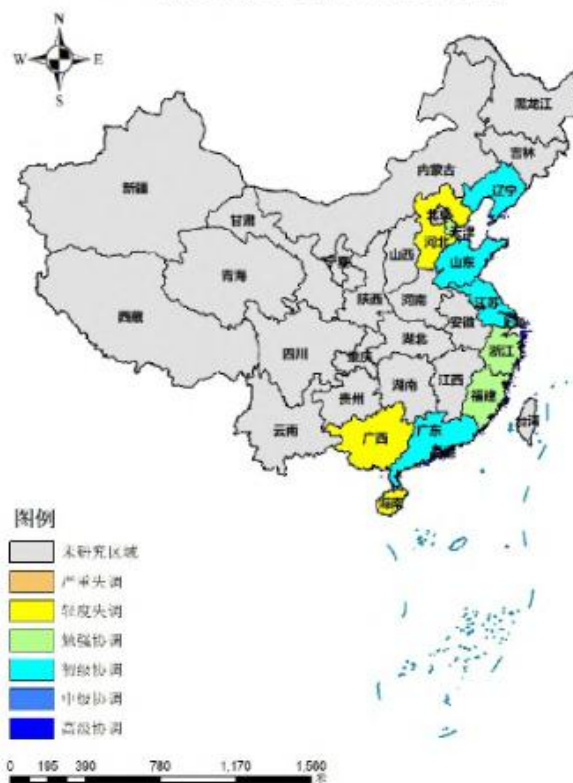
4.3 区域海洋环境与海洋经济质量协调度的区间差异

为深入刻画我国区域海洋环境与海洋经济质量的协调性空间差异，利用泰尔指数测算北部海洋经济圈、东部海洋经济圈和南部海洋经济圈的区间和区域内部差异。测算结果如表 6 和图 5 所示。

2009年沿海省市海洋经济与环境协调性格局



2012年沿海省市海洋经济与环境协调性格局



2015年沿海省市海洋经济与环境协调性格局



2018年沿海省市海洋经济与环境协调性格局



图 4 典型年份海洋环境与海洋经济质量的协调性空间分布格局

注：本图基于自然资源部标准地图服务系统下载的标准地图（审图号为 GS(2020)4619 号）制作，底图无修改。

由表 6 可知，2009—2018 年，我国区域海洋环境与海洋经济质量的协调性组内“南、北部差距高，东部差距低”，组间差距逐步缩小。组内从小到大分别为东部海洋经济圈、北部海洋经济圈和南部海洋经济圈，其均值分别为 0.000 06、0.003 83、0.006 25。其中，北部海洋经济圈和南部经济圈组内差异在 10 年间呈现下降态势，说明区域内海洋环境与海洋经济质量的协调性差异不断缩小，呈现逐步收敛态势。南部海洋经济圈的变化幅度最大，明显高于其他区域，这表明南部海洋经济圈已开始注重海洋环境与海洋经济质量，二者互动性逐步增强。但是从泰尔指数值来看，南部海洋经济圈的区域海洋环境与海洋经济质量的协调性差异仍较大，在三大区域中是差距最大的，说明南部海洋经济圈的区域海洋环境与海洋经济质量的协调性极不均衡。省际间需深化推进一体化发展，探索区域海洋生态环境保护新路径和海洋经济发展新模式，提高区域海洋环境与海洋经济质量的协调性。北部海洋经济圈的海洋环境与海洋经济质量协调性差异虽在缩小但差距依然明显。山东省的协调性明显高于其他省份，区域内发展不均衡仍比较严重，需要加快一体化发展，进一步提升区域内的协调性和均衡性。东部海洋经济圈的泰尔指数最低，但是结合区域海洋环境和海洋经济质量发展水平来看，区域海洋环境和海洋经济质量发展的协调性整体水平不高，仅达到初级协调水平。区域海洋环境与海洋经济质量的协调性与区域海洋生态环境承载力、海洋产业转型升级有直接关系。因此，需提升区域海洋环境和海洋经济发展质量，尤其是上海应凭借其经济规模效应、科创优势和港口禀赋发挥“领头雁”作用，提升海洋经济能级，改善海洋生态环境，增强海洋经济发展基础和潜力与海洋环境的匹配度。

表 6 2009—2018 年我国区域海洋环境与海洋经济质量协调性泰尔指数及其分解

组别								
年份	北部海洋经济圈		东部海洋经济圈		南部海洋经济圈		组间	
	泰尔指数	贡献率/%	泰尔指数	贡献率/%	泰尔指数	贡献率/%	泰尔指数	贡献率/%
2009	0.004 06	35.45	0.000 04	0.36	0.006 60	57.65	0.000 75	6.54
2010	0.004 79	40.08	0.000 07	0.55	0.006 69	55.91	0.000 41	3.46
2011	0.004 14	39.11	0.000 10	0.97	0.005 85	55.28	0.000 49	4.64
2012	0.003 75	36.82	0.000 09	0.86	0.005 94	58.40	0.000 40	3.92
2013	0.003 78	36.14	0.000 08	0.73	0.006 07	58.01	0.000 54	5.12
2014	0.003 76	36.46	0.000 09	0.88	0.005 96	57.84	0.000 50	4.82
2015	0.003 94	35.05	0.000 05	0.47	0.006 76	60.09	0.000 49	4.39
2016	0.003 65	33.93	0.000 02	0.23	0.006 66	61.86	0.000 43	3.99

2017	0.003 23	32.25	0.000 02	0.20	0.006 45	64.49	0.000 37	3.71
2018	0.003 20	35.17	0.000 05	0.53	0.005 55	60.94	0.000 31	3.44
均值	0.003 83	36.05	0.000 06	0.58	0.006 25	59.05	0.000 47	4.41

数据来源：根据海洋环境与经济质量协调度计算所得。

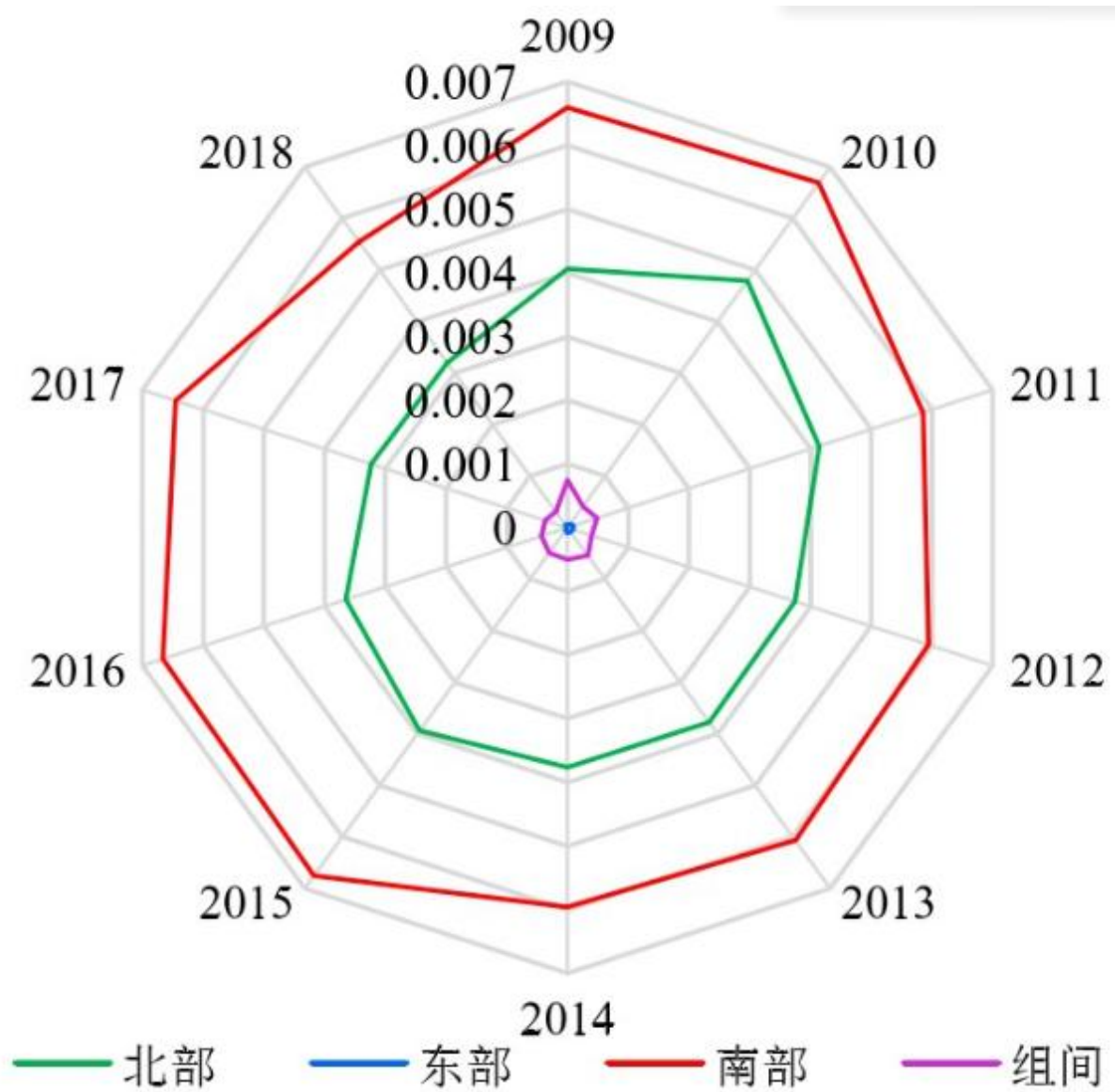


图 5 我国海洋环境与海洋经济质量的协调性空间分布格局

从区间泰尔指数变化来看，区域间指数降幅较大，年均降幅达到 5.9%，贡献率由 6.54%降低到 3.44%。其主要原因在于我国“一带一路”倡议、海洋强国战略和区域一体化发展战略的深入实施，尤其是“海上丝绸之路”为沿海省份搭建起跨区域合作平台，推动海上丝绸之路沿线国家和地区在更宽领域、更高层次上开展海洋经济合作，区域海洋经济活力得到激发，不断培育新动能、壮大新产业，为经济高质量发展注入新活力。同时，各区域加快推进海洋环境治理一体化，海洋生态环境协同治理体

系日益完善。区域海洋环境与海洋经济发展正由低质量、无序、非均衡向高质量、可持续、均衡转变。

5 研究结论及对策建议

5.1 研究结论

通过对 2009—2018 年我国沿海 11 省份的海洋环境和海洋经济质量水平、协调性及区域海洋环境与海洋经济发展的协调性测算，得到如下结论。

(1) 我国海洋环境综合水平呈现显著上升态势。2012 年是一个拐点，大部分省份在此年出现短暂下滑后开始上升，且上升速度明显加快。其中，江苏、广东和山东三省的海洋环境质量较高，发展速度较快。在空间演化方面，海洋环境质量水平在空间上呈现“东部差距大，南、北部差距小”的分布格局。省际间海洋环境质量水平差距逐步拉大，2018 年，江苏省海洋环境质量是天津市海洋环境质量的 2 倍。

(2) 我国海洋经济质量水平呈波浪式上升态势，但海洋经济质量水平整体较低。就发展阶段而言，2015 年之前，所有省份海洋经济呈直线上升且增幅较大，2015 年后部分省份出现短暂下滑后继续上升。在空间演化方面，海洋经济质量在空间上呈现“南、北部差距大，东部差距小”的分布格局。北部经济圈内，山东省海洋经济质量明显高于其他省份。南部经济圈内，广东省海洋经济质量远高于其他省份。东部经济圈内，各省份海洋经济质量比较均衡。

(3) 我国沿海省份的海洋环境与海洋经济发展间的协调性呈稳步上升态势，但绝对数值偏小。广东省海洋环境和海洋经济质量水平的协调性均值最高，其他省份的协调性均值在 0.3~0.4 之间，差距不大。并且海洋环境与海洋经济质量协调性演化存在偏效应；空间演化上看，区域海洋环境与海洋经济质量协调性演化呈现出“南、北部差距大，东部差距小”的空间格局。省际间海洋环境与海洋经济质量协调性处于动态调适期，多数省份正处于勉强协调与初级协调阶段，只有广东跃迁到中级协调阶段。

(4) 我国区域海洋环境与海洋经济质量协调性差距明显，但组内和组间差距都在逐步缩小；泰尔指数区域组内从小到大分别为南部海洋经济圈、北部海洋经济圈和东部海洋经济圈。组间指数降幅较大，年均降幅达到 5.9%，贡献率由 6.54%降低到 3.44%。

5.2 对策建议

新发展格局下，提升海洋环境与海洋经济质量的协调性，推进协调演化跃迁到高级阶段，应从以下几个方面着手。

首先，推动海洋经济高质量发展，强化海洋科技支撑。加快海洋绿色科技创新，构建海洋绿色科技体系，为海洋经济发展提供强大动力，推动海洋经济绿色可持续发展；推动海洋产业转型升级。加快海洋产业数字化，推进海洋产业“上云赋能用智”。构建海洋经济大数据平台，发展海洋数字产业化，建设“数字海洋”。壮大海洋清洁能源产业、海洋低碳产业，形成海洋产业生态化；培育海洋产业集群。延伸海洋优势产业链条，培育若干具有国际竞争力的海洋产业集群；推进区域海洋经济一体化发展。加快区域海洋基础设施、产业、市场、生态一体化建设，形成区域海洋经济联动发展新格局。

其次，提升海洋环境质量，实施陆海环境治理联动。健全陆海环境统筹规划体系，强化陆源污染治理，从源头上遏制海洋污染。深化海洋环境治理，坚持生态优先，改善海洋环境质量，建立陆海一体化的生态环境治理体系。坚持联防联控，利用高科技强化海洋生态环境监测监管。推进海洋生态修复与海洋环境保护，推进实施重要海湾典型生态系统保护与补偿，强化海洋生态环境监督与管理。完善海洋生态补偿机制。加快完善海洋生态补偿法律法规，明确海洋生态补偿主体、责任、方式和标准，破解海洋生态环境补偿难题。

最后,推进区域海洋环境与海洋经济协调发展。坚持陆海统筹发展,推动资源配置、产业发展、生态保护与灾害风险防控等方面的统筹协调。完善海洋经济发展政策,同步规划、实施海洋经济建设与海洋环境建设,实现海洋经济发展与海洋环境提升融合统一。构建海洋生态经济体系,推动海洋产业生态化,降低海洋产业能耗,提升海洋产业生态科技含量。推动生态产业化,大力发展生态渔业、生态海洋旅游业、生态海洋工业等生态经济;实施跨区域生态联防联控,加强区域内海洋生态空间共保共治。

参考文献

- [1] 张震,贾善铭,王泽宇.中国海洋经济协调发展研究综述[J].资源开发与市场,2018,34(8):1133-1138.
- [2] BEAUMONT N J, AUSTEN M C, MANGI S C. Economic valuation for the conservation of marine biodiversity[J]. Marine Pollution Bulletin, 2008, 56:386-396.
- [3] 纪建悦,于富洋,方胜民.环渤海地区经济与海洋环境的耦合度研究[J].海洋环境科学,2012,31(6):847-850.
- [4] 吕建华,罗颖.我国海洋环境管理体制创新研究[J].环境保护,2017,45(21):32-37.
- [5] 邵桂兰,韩菲,李晨.基于主成分分析的海洋经济可持续发展能力测算:以山东省2000—2008年数据为例[J].中国海洋大学学报(社会科学版),2011(6):18-22.
- [6] 杜军,苏小玲,鄢波.海洋环境规制对海洋经济高质量发展的影响研究:基于空间计量模型的实证分析[J].生态经济,2022,38(10):139-147.
- [7] 褚晓琳.试论预警原则与中国海洋渔业资源的可持续利用[J].资源科学,2010,32(2):366-371.
- [8] 同春芬,夏飞.供给侧改革背景下我国海洋渔业面临的问题及对策[J].中国海洋大学学报:社会科学版,2017(5):26-29.
- [9] 耿爱生,同春芬.海洋渔业转型框架下的海洋渔民转型问题研究[J].安徽农业科学,2012,40(10):6199-6201.
- [10] MARTINEZ M L, INTRALAWAN A, VÁZQUEZ G, et al. The coasts of our world: Ecological, economic and social importance[J]. Ecological Economics, 2007, 63(2):254-272.
- [11] KILDOW J T, MCLLGORM A. The importance of estimating the contribution of the oceans to national economies[J]. Marine Policy, 2010, 34(3):367-374.
- [12] 韩增林,李博,陈明宝,等.“海洋经济高质量发展”笔谈[J].中国海洋大学学报(社会科学版),2019(5):13-21.
- [13] 郑奕.中国沿海地区海洋经济环境绩效的评价与分析[J].海洋经济,2014,4(2):13-19.
- [14] 罗奕君,陈璇.我国东部沿海地区海洋经济环境绩效评价研究[J].海洋开发与管理,2016(8):51-54.
- [15] 王刚,毛杨.海洋环境治理绩效评估:基于效能与效率的双维审视[J].环境社会学,2022(1):154-177.