

引用格式:雷磊,高秋香,杨晨.中国海域使用演变特征及发展趋势分析[J].资源科学,2017,39(11):2030-2039. [Lei L, Gao Q X, Yang C. The variations and trend analyses of sea area use in China[J]. *Resources Science*, 2017, 39(11): 2030-2039.] DOI: 10.18402/resci.2017.11.02

# 中国海域使用演变特征及发展趋势分析

雷磊<sup>1,2</sup>,高秋香<sup>1</sup>,杨晨<sup>1</sup>

(1. 辽宁师范大学 城市与环境学院, 大连 116029;

2. 辽宁师范大学 海洋经济与可持续发展研究中心, 大连 116029)

**摘要:**了解与掌握海域使用规模、结构变化特征及其未来变化趋势,对于海洋资源的合理使用,海域空间的有效配置及探索相应的优化策略具有重要的现实意义。本文利用洛伦兹曲线的集中化指数、信息熵模型和R/S分析等方法分析了2002—2015年全国海域使用规模和结构时空差异特征,并进行了动态趋势预测。结果表明:①全国海域使用规模持续上升、空间集聚度高、新增用海规模波动增长且区域差异加大;②渔业、工业和交通等传统用海比重高、相对增长速度随时间加快、海域使用结构优势度增强并趋于有序;③未来14年(2016—2029年)全国和沿海各省海域使用规模仍保持增长,工业、交通运输、海底工程和特殊用途等各类型海域使用规模还将上升,渔业、旅游娱乐等用海则表现为减缓的趋势,排污用海则持续下降;④海域使用规模和结构及其变化受区位、历史、经济、土地和政策等因子共同作用,并对海域的生态环境产生较大影响。研究结果对海域管理政策的制定有重要的参考价值。

**关键词:**海域使用规模和结构;演变特征;发展趋势;洛伦兹集中化指数;区位熵;R/S分析

DOI: 10.18402/resci.2017.11.02

## 1 引言

沿海地区是中国经济发达、人口承载力高的地区,海洋经济在国民经济中所占比重不断提高。2015年中国沿海地区人口和地区生产总值分别占全国的43.03%和52.10%,人口密度约为467人/km<sup>2</sup>,远高于全国143人/km<sup>2</sup>水平,海洋生产总值约为64 669亿元,为沿海地区国内生产总值的18.35%。随着社会经济发展,海域使用规模也逐渐加大,2015年中国累积确权用海面积达到37 549 km<sup>2</sup>。但目前中国在海域利用方面也存在着较多的问题,对海洋生态环境也带来了较大的影响和潜在的威胁,海域的合理开发利用也是政府和学者共同关注的问题。

从研究的角度看,由于各国海洋开发利用程度的不同,其研究的重点也不同。早些年国外注重围填海理论和实践的研究<sup>[1]</sup>,并从区域视角对海洋资

源合理开发利用进行分析<sup>[2]</sup>;近几年加强了对海洋资源与海洋环境的关系<sup>[3]</sup>及海岸带地区经济潜力评价<sup>[4]</sup>的系统研究。国内研究也较多关注海岸带可持续发展能力评价<sup>[5]</sup>以及国家和省级尺度的海洋经济发展时空差异和动态变化的研究等<sup>[6-9]</sup>,对海域使用的研究受调查手段、调查数据使用的限制,局限于海域使用现状分析、海域使用评估理论、海域使用评价体系、填海造地动态变化过程等方面:翟伟康等根据全国海域使用现状调查结果,综合分析了全国海域使用现状特点及对国民经济和社会发展的贡献<sup>[10]</sup>;王伟伟等和王江涛注重海域使用评估理论的应用,探讨通过构建评价指标体系来分析和评价海域使用综合水平<sup>[11,12]</sup>;纪雅宁等则在省域尺度依据福建省社会经济发展需求及相关涉海规划对福建省海洋经济发展对海域使用需求进行了定性评估<sup>[13]</sup>;于海波等、朱高儒等则基于遥感等技术手段

收稿日期:2017-02-10;修订日期:2017-08-05

基金项目:教育部人文社会科学重点研究基地重大课题(16JJD790021)。

作者简介:雷磊,女,湖北罗田人,教授,主要研究方向为城市-区域综合发展研究与区域海洋经济研究。E-mail:leilei@lnnu.edu.cn

2017年11月

对全国填海造地驱动力因素及对策、动态变化过程进行论证分析<sup>[14,15]</sup>。但已有的研究还鲜有对中国各类型用海时空变化特征及未来预测进行定量研究的,而对海域使用规模、结构及其变化趋势的定量分析对于海洋资源的合理利用、海域空间的有效配置、促进海洋资源利用和海洋环境协调发展具有较大的现实意义。所以本文采用综合定量方法对中国沿海地区(包括11个省、直辖市和自治区)海域使用规模和海域使用结构时空差异和空间集聚特征、海域使用结构动态变化过程进行研究,并对未来中国沿海地区海域使用规模发展趋势进行动态预测。

## 2 研究方法和数据来源

### 2.1 研究方法

#### 2.1.1 洛伦兹曲线与集中化程度指数

洛伦兹曲线是用来刻画要素不平等(集中或分散)程度的方法。集中化程度指数是对要素的空间集中程度的度量指标<sup>[16]</sup>。公式为:

$$I = (A - E) / (M - E) \quad (1)$$

式中  $I$  为集中化程度指数; $A$  为该要素在各亚区的累计百分比之和; $M$  为假定某要素全部集中在某一亚区时的累计百分比之和; $E$  为假定的均匀分布时的累计百分比之和。集中化程度指数数值范围在0~1之间,若该指数为1,表明绝对集中;若为0,表明均匀分布。集中化程度指数的数值越大,说明分布越集中。这里用集中化程度指数来度量海域使用的空间集聚程度。

#### 2.1.2 相对变化率

相对变化率是表示某地区某一特定土地利用类型相对于上一级区域同一土地类型的相对变化程度<sup>[17,18]</sup>。这里用来分析中国沿海地区以及各海域使用类型用海规模的相对变化程度,可表示为:

$$T = \left( \frac{|Ka - Kb|}{Ka} \right) / \left( \frac{|Ca - Cb|}{Ca} \right) \quad (2)$$

式中  $T$  为海域使用规模的相对变化率; $Ka$ 、 $Kb$  分别为某省(区、市)(或某海域使用类型)研究初期和末期的海域使用面积; $Ca$ 、 $Cb$  分别为中国沿海地区研究初期和末期的海域使用面积(或各海域使用类型用海总面积)。

#### 2.1.3 信息熵模型

信息熵是1948年美国数学家香农(Shannon)提

出的,被用来对系统内部组态信息的缺乏程度或一个随机事件不确定性的一个量度<sup>[19]</sup>。这里用信息熵来度量全国海域使用结构的有序程度。信息熵公式为:

$$G = -\sum (P_i \ln P_i) \quad (3)$$

$$P_i = \frac{S_i}{S} = \frac{S_i}{\sum S_i} \quad (i=1,2,\dots,n)$$

式中  $G$  为信息熵(Nat); $S$  为全国海域使用面积; $S_i$  为各类型海域使用面积; $P_i$  为各类型海域使用面积占全国海域使用面积的比例; $n$  为海域使用类型数。当各类海域使用面积相等,即  $S_1=S_2=\dots=S_n=S/n$  时,信息熵最大,即  $G_{\max} = \ln n$ 。

实际信息熵与其最大值之比可以得到均衡度,这里用来反映各类海域使用类型的分布均衡程度。其公式为:

$$J = \frac{G}{G_{\max}} = \frac{G}{\ln n} = -\frac{\sum (P_i \ln P_i)}{\ln n} \quad (4)$$

$0 \leq J \leq 1$ , 当  $J=1$  时,海域使用结构达到理想的平衡状态;反之,当  $J=0$  时,海域使用结构处于最不平衡状态。

基于均衡度的概念,构建出海域使用结构的优势度( $F$ ),其公式为:

$$F = 1 - J \quad (5)$$

优势度反映区域内一种或几种占优势的海域使用类型支配全国海域使用类型的程度,与均衡度的意义相反,用来表示海域使用的集中程度。

#### 2.1.4 R/S 分析法

R/S 分析方法是英国水文地质学家 Hurst. H. E 提出的一种处理时间序列的方法即“改变尺度范围的分析”<sup>[20]</sup>。其原理如下:

设已知时间序列为  $\{\xi_i\}, i=1,2,\dots$ , 对于任意时间间隔  $\tau$ , 定义均值序列为:

$$(E\xi)_\tau = \frac{1}{\tau} \sum_{i=1}^{\tau} \xi_i, \quad \tau=1,2,\dots \quad (6)$$

引入无量纲比值  $R/S$ , 对  $R$  进行重新标度, 即:

$$\frac{R}{S} = \frac{R(\tau)}{S(\tau)} \quad (7)$$

式中  $R(\tau)$  为极差;  $S(\tau)$  为标准差。

Hurst. H. E 分析研究 R/S 统计规律时发现, 大多数自然现象的统计结果满足经验公式:

$$\frac{R}{S}=(\alpha\tau)^H$$

(8)

式中  $\alpha$  为常数;  $H$  称为Hurst指数。

对公式(8)两边取对数得到:

$$\ln(R/S)=H\ln(\alpha\tau)$$

(9)

在双对数坐标系下,用最小二乘拟合法得到拟合直线,其斜率即为Hurst指数的估计值。由关联函数  $C(t)=2^{2H}-1$ ,当  $H=0.5$  时,  $C(t)=0$ ,表明时间序列是随机的;当  $0\leq H<0.5$  时,  $C(t)<0$ ,此时是一个反持续性序列,如果上一个序列是向上的,则下一个序列向下的可能性较大,且  $H$  越接近于0,负相关性越强;当  $H>0.5$  时,  $C(t)>0$ ,这是一个持续性序列,  $H$  越大正相关性越强。这里用R/S分析法对全国海域使用差异时间序列所具有的分形特征的发展趋势进行预测。

2.2 数据的选取和来源

本文采用中国沿海地区累计确权海域使用面积来分析,海域使用面积数据来自于国家海洋局发布的2002—2015年《海域使用管理公报》<sup>[21]</sup>,海岸线长度来自于沿海各省海岸线修测成果批复的政府公报。文中涉及的其他数据来自于2003—2016年沿海各省国民经济和社会发展统计公报、《中国统计年鉴》<sup>[22]</sup> 和《中国海洋统计年鉴》<sup>[23]</sup>。

3 中国海域使用规模和结构的时空差异特征分析

3.1 海域使用规模的时空差异特征分析

3.1.1 海域累积使用规模持续上升,新增规模波动变化

2002—2015年全国海域使用新增面积和累积海域使用面积的变化见图1。2002—2015年间全国累计海域使用面积净增加了24 995km<sup>2</sup>,年均增长率为13.75%,海域使用规模持续增长。但各年的新增海域使用面积呈现明显的阶段性波动特征:2002年、2005年和2013年形成3个波动高点,期间2004年、2009—2011年为波动低点,2011年后又进入加速增长阶段,2013年以后受国家总体经济增速放缓的影响新增海域使用规模又逐渐下降。新增海域使用规模的变化一方面受国家总体经济形势的影响,另一方面也和中国重大基础设施、重点海洋产业等项目的年度安排有关。

3.1.2 海域使用空间集聚程度高,新增海域使用规模区域差异仍在加大

根据公式(1)计算出2002—2015年沿海地区累计海域使用和新增海域使用规模的集中化程度指数,见表1。

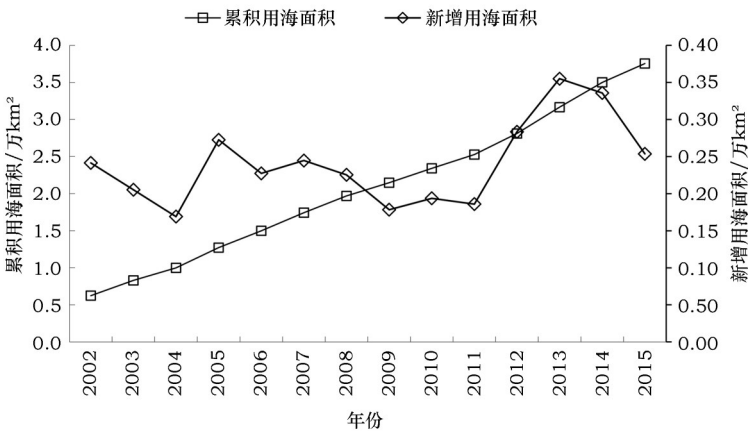


图1 2002—2015年中国新增和累积海域使用面积时序变化

Figure 1 Sequential change of newly increased and total scale of sea area use in China from 2002 to 2015

表1 2002—2015年中国海域使用集中化程度指数

Table 1 Centralization index of sea area use in China from 2002 to 2015

年份	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
I新增	0.64	0.54	0.56	0.66	0.65	0.56	0.62	0.66	0.77	0.67	0.79	0.79	0.82	0.76
I累积	0.67	0.61	0.59	0.59	0.59	0.58	0.58	0.58	0.60	0.60	0.61	0.63	0.65	0.65



2017年11月

由表1可以看出,从2002—2015年全国累计海域使用和新增海域使用的集中化程度指数均大于0.5,说明全国海域使用一直处于较高的空间集聚程度。随时间变化来看,全国累计海域使用集中化程度指数由2002年的0.67下降为2007年的0.58,2015年又上升为0.65,说明虽然总体上全国海域使用空间集聚程度略有下降,但近几年又呈加大的趋势,主要集中在辽宁、江苏和山东,2015年三省累计海域使用占全国的77.2%。新增海域使用的集中化程度指数则波动增长,2007年以后增长稳定,由0.56上升至2015年的0.76(2014年最高达0.82),表明新增海域使用的空间集中程度加剧,由21世纪初新增海域使用集中于江苏、福建、辽宁、浙江、山东等省,到2015年主要集中于北方的辽宁、山东和江苏等省,其辽宁和山东2015年新增海域使用面积占全国新增海域使用面积就达76.91%,区域差异加大,其原因除了辽宁沿海经济带和山东蓝色经济区建设对海域需求的增加,主要是二省是中国海水增养殖的重要区域。

### 3.2 海域使用结构特征变化分析

根据《海域使用分类体系》(国海管字[2008]273号),中国海域使用类型分为渔业用海、工业用海、交通运输用海、旅游娱乐用海、海底工程用海、排污倾倒用海、造地工程用海、特殊用海、其它用海等9种类型。

#### 3.2.1 传统用海类型为主,相对增长速度呈加快态势

2002年和2015年中国海域使用结构见表2。从海域使用总量的变化来看,传统的渔业用海是最主要的用海方式,处于绝对优势地位;交通运输用海、工业用海、造地工程用海也占有一定比重,三者比重由2002年的7.16%提高到2011年的11.21%,又下降到2015年的9.67%,总体上随时间增加,近几年有所减缓,同2011年相比,造地工程用海比重下降最大;对海洋环境质量要求较高的旅游娱乐用

海、特殊用海和对海洋环境污染较大的排污倾倒用海相对较低,但近些年旅游娱乐用海持续增长,其比重从最低的2008年的0.44%增加到2015年的0.60%,排污用海则持续下降,反映中国生态用海的意识越来越强;海底工程和特殊用海的比重有较大的增长。

根据公式(2)得到2002—2015年各类型海域使用相对于全国海域使用的相对变化率,见图2。

由图2可见,2002—2015年间,海底工程、特殊、交通运输、工业等用海的相对变化率均大于1,渔业、旅游娱乐和造地工程等用海相对变化率接近于1(分别为0.97、0.98、0.96),说明这些类型海域使用变化速度快于或接近于全国海域使用变化速度,增长速度较快,只有排污倾倒和其他用海表现为增长速率减缓的态势。但从不同时段来看,2002—2008年间,除渔业、旅游娱乐和其他等用海外,其他各类型用海相对变化速率均>1.0(渔业用海相对变化率为0.93),其中交通运输、海底工程和特殊用海相对增长速率都>2,反映此阶段这些类型用海表现为快速增长。在2009—2015年间,只有渔业、工业和旅游娱乐等用海的相对变化率>1.0,且高于

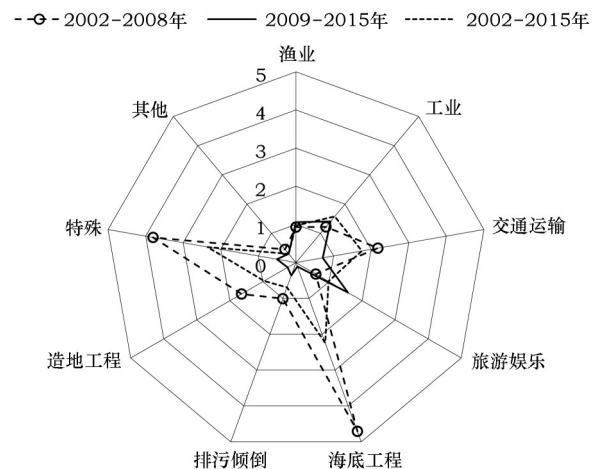


图2 不同时段中国各类型海域使用规模相对变化率

Figure 2 The relative change rate of sea area use on categories in China

表2 2002年和2015年中国9类用海比重

Table 2 The proportion of sea area use on nine categories in China in 2002 and 2015

(%)

	渔业	工业	交通运输	旅游娱乐	海底工程	排污倾倒	造地工程	特殊	其它
2002年	89.58	2.39	2.29	0.60	0.49	0.12	2.48	0.27	1.77
2015年	87.33	3.54	3.73	0.60	1.01	0.09	2.40	0.57	0.73

2002—2008年同类型用海增长速度,而其他各类型海域使用相对变化率均 $<1.0$ ,并较2002—2008年有较大幅度下降。所以近十几年中国渔业、工业、旅游等用海增长速率随时间呈加快趋势,交通、海底工程、造地工程和特殊用途等用海虽然增长,但增速变缓,排污倾倒和其他等用海增长速率持续减少。

### 3.2.2 优势用海类型的主导性增强,海域使用结构趋向有序

根据公式(3)—公式(5)计算全国2002—2015年海域使用结构信息熵、均衡度和优势度,见图3。

由图3可见,全国海域使用结构各年均均衡度均小于0.3,而优势度的变化与之相反,2004年前减少,2004年以后略有减少,说明全国海域使用结构的均衡性较低,优势用海类型的主导性作用增强。全国海域使用结构信息熵值最大值是0.74Nat(2004年),此后逐年减小,其变化呈现先上升后缓慢下降的态势。信息熵反映海域使用结构的有序程度,一般情况下,信息熵越大,说明海域使用结构中优势用海的主导性越弱,海域使用系统也越无序。2004年以前,中国海域使用中渔业用海比重是下降的,由2002年的89.58%减少到2004年的83.76%,工业用海、交通运输用海、海底工程用海和特殊用海的比重2004年比2002年提高了0.40~2.56个百分点不等,海域使用结构优势度减弱,使得全国海域用海结构信息熵加大,有序性减小;2004年以后,渔业用海的比重又逐年提高,到2015年达87.33%,渔业用

海、交通运输用海和工业用海为主导优势的海域使用结构愈加显现,致使全国海域用海结构信息熵不断地减小,2015年比2004年减少了0.14Nat,说明全国海域使用结构的优势度逐渐增强,海域使用结构有序性增强。

## 4 基于R/S分析的海域使用动态变化趋势分析

### 4.1 海域使用总规模的动态变化趋势分析

根据公式(5)—公式(9)得到的R/S分析结果见表3。

统计量  $V_n = \frac{(R/S)_n}{\sqrt{n}}$  用于检验指数的稳定性及估计

周期循环长度,当具有状态持续性时, $V_n$ 关于 $\ln(n)$ 是向上倾斜的,此时Hurst指数大于0.5。表3中全国和沿海省(区、市)各时间段的最优拟合度 $R^2$ 值均在0.90以上(除上海市的个别时段外),说明回归直线的拟合度效果均较好,具有较高的预测精度;经检验全国及各沿海省(区、市)的Hurst指数值均在0.5以上,说明数据具有稳定性。由表3可见,全国及各沿海省(区、市)的2002—2007年、2002—2008年,⋯,2002—2015年 $H$ 指数均 $>0.5$ , $C(t)$ 均 $>0$ ,表明全国及沿海省(区、市)的海域使用规模均存在明显的持久性和分形结构,且在政策不变的情况下未来的变化趋势将继承过去的态势,由于2002—2015年全国及沿海各省(区、市)的海域使用规模的变化是上升的,所以在2016—2029年间总体

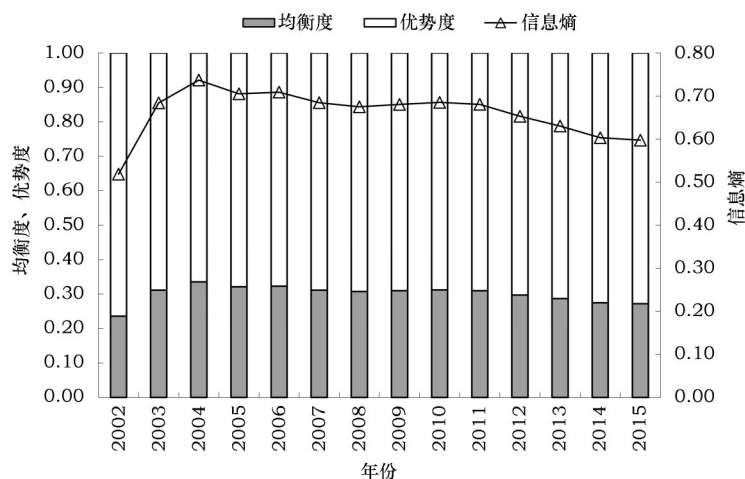


图3 2002—2015年全国海域使用结构信息熵、均衡度和优势度

Figure 3 The composition information entropy equilibrium degree and dominance degree of sea area use structure in China from 2002 to 2015

2017年11月

表3 全国及沿海省份海域使用规模的R/S分析结果

Table 3 The results of R/S analysis for amount of sea area use in China

时段/年	2002—2007	2002—2008	2002—2009	2002—2010	2002—2011	2002—2012	2002—2013	2002—2014	2002—2015
Hurst 指数	1.124 8	1.119 6	1.122 5	1.118 1	1.118 9	1.117 4	1.113 1	1.044 4	0.971 1
R <sup>2</sup> 值	0.995 8	0.997 0	0.997 8	0.998 2	0.998 6	0.998 8	0.998 9	0.972 2	0.958 4
Hurst 指数(辽宁)	1.140 0	1.142 2	1.134 1	1.119 5	1.111 5	1.104 9	1.100 2	1.052 1	1.024 0
R <sup>2</sup> 值	0.992 6	0.994 9	0.996 0	0.996 2	0.996 6	0.997 0	0.997 3	0.984 5	0.980 4
Hurst 指数(河北)	1.109 7	1.138 3	1.153 8	1.156 8	1.152 0	1.145 2	1.136 8	1.074 5	1.027 6
R <sup>2</sup> 值	0.997 9	0.997 2	0.997 4	0.998 0	0.998 3	0.998 4	0.998 3	0.977 5	0.964 5
Hurst 指数(天津)	0.934 3	0.887 5	0.879 8	0.905 4	0.938 5	0.967 3	0.993 8	0.966 9	0.936 6
R <sup>2</sup> 值	0.982 7	0.980 5	0.985 0	0.986 1	0.984 3	0.983 5	0.982 7	0.979 5	0.973 7
Hurst 指数(山东)	1.168 2	1.155 7	1.152 9	1.146 5	1.141 3	1.133 6	1.116 7	1.036 1	0.982 9
R <sup>2</sup> 值	0.991 2	0.993 5	0.995 1	0.996 0	0.996 7	0.997 0	0.996 1	0.959 3	0.941 6
Hurst 指数(江苏)	1.155 1	1.150 0	1.151 6	1.147 3	1.143 9	1.138 7	1.130 1	1.069 3	1.019 3
R <sup>2</sup> 值	0.992 2	0.994 5	0.995 9	0.996 7	0.997 3	0.997 6	0.997 6	0.977 7	0.962 4
Hurst 指数(上海)	0.672 3	0.860 3	0.975 8	1.046 6	1.086 8	1.109 0	1.119 9	1.079 6	1.048 4
R <sup>2</sup> 值	0.675 4	0.761 9	0.818 5	0.857 0	0.884 1	0.903 6	0.917 9	0.915 8	0.916 0
Hurst 指数(浙江)	1.139 4	1.117 3	1.092 5	1.078 6	1.071 2	1.068 5	1.065 7	1.017 8	0.959 1
R <sup>2</sup> 值	0.996 3	0.996 4	0.995 7	0.996 0	0.996 5	0.997 0	0.997 4	0.983 7	0.959 0
Hurst 指数(福建)	1.036 4	1.058 1	1.068 6	1.077 8	1.088 6	1.096 6	1.100 4	1.060 7	0.996 4
R <sup>2</sup> 值	0.988 8	0.991 6	0.993 6	0.994 8	0.995 4	0.996 0	0.996 6	0.988 0	0.960 1
Hurst 指数(广东)	1.113 9	1.111 5	1.116 2	1.124 2	1.130 4	1.131 3	1.127 5	1.073 8	1.024 7
R <sup>2</sup> 值	0.993 6	0.995 5	0.996 6	0.997 2	0.997 6	0.998 0	0.998 3	0.982 8	0.967 9
Hurst 指数(广西)	1.015 5	1.022 2	1.043 2	1.070 3	1.080 6	1.080 9	1.080 4	1.021 6	0.987 6
R <sup>2</sup> 值	0.997 2	0.998 0	0.997 4	0.995 8	0.996 3	0.996 9	0.997 4	0.977 0	0.970 4
Hurst 指数(海南)	1.116 8	1.108 2	1.100 5	1.099 4	1.097 0	1.096 0	1.089 9	1.038 4	1.004 9
R <sup>2</sup> 值	0.999 8	0.999 7	0.999 7	0.999 7	0.999 8	0.999 8	0.999 7	0.984 3	0.977 7

上仍将保持增长的态势。

#### 4.2 海域使用结构动态变化趋势分析

通过 R/S 预测法对未来 14 年(2016—2029 年间)9 类海域使用类型的变化趋势进行分析,结果见表 4。根据上述检验方法,Hurst 指数具有稳定性。

由表 4 可知,从结构上看,除了造地工程用海和其它用海的  $R^2$  拟合度较小外(这里不做预测),其他海域使用类型的拟合度都较高,对未来的预测具有较高的可信度。渔业用海、旅游娱乐用海、造地工程和其他用海的  $H < 0.5$ ,  $C(t) < 0$ ,这是一个反持续性序列,说明在现有影响海域使用的影响因素不变的情况下,渔业用海和旅游用海在 2016—2029 年间将

与 2002—2015 年发展趋势相反,呈现海域使用规模减缓的发展态势;而工业用海、交通用海、海底工程、排污倾倒和特殊用海等类型海域使用规模的  $H$  值均大于 0.5,  $C(t) > 0$ ,这是一持续性系列,说明在 2016—2029 年间这些类型的海域使用将与 2002—2015 年变化趋势相同,工业用海仍较快增长,交通、海底工程和特殊用海数量保持稳定增长,但增速会有所减缓,而排污用海则仍将呈下降态势。

### 5 中国海域使用主要影响因素分析

#### 5.1 区位岸线因子——海域使用的自然基础

岸线的长度决定着向陆域的纵深,一定程度地影响着海域使用规模的大小和使用类型的多寡。

表4 全国9类海域使用的R/S分析结果

Table 4 The results of R/S analysis of nine categories of sea area use on nine categories in China

	渔业	工业	交通运输	旅游娱乐	海底工程	排污倾倒	造地工程	特殊	其它
Hurst	0.387 9	0.727 6	0.795 3	0.486 8	1.464 5	0.625 2	0.238 6	0.876 1	0.146 7
R <sup>2</sup>	0.732 1	0.967 0	0.947 4	0.918 2	0.865 7	0.906 8	0.212 1	0.942 6	0.005 8
C(t)	-0.143 9	0.371 0	0.505 9	-0.018 1	2.807 9	0.189 5	-0.304 0	0.684 4	-0.387 2

中国海岸线漫长,但沿海各省份岸线长度差异较大,岸线超过1000km的有广东、山东、福建、浙江、辽宁、广西、江苏等省份,这些省份的海域使用规模较大,海域使用类型也较为多样;上海和天津市岸线较短(分别为167.8km和133.4km),海域使用规模也是沿海省份最小的,海域使用类型相对较为单一。

## 5.2 历史因素——海域使用结构的形成基础

中国海域开发利用历史较早,早期的渔业捕捞和80年代的海水养殖业的发展奠定了渔业用海的优势地位;海洋化工、海水利用、滨海旅游等新兴海洋产业的兴起及对世界产业转移的承接,使得工业、旅游、港口产业的沿海集聚加强,加速了工业、交通、旅游用海规模的快速增长。

## 5.3 经济因子——海域使用的主要推动力

2002—2015年间中国海洋生产总值增长超过5.7倍,同期海域用海面积增长超6倍。二者的相关系数 $R^2=0.974$ ,呈现出极大的正相关。进一步对旅游、工业、渔业、交通运输等海洋产业增加值与相应的各产业海域使用规模进行关联分析,其关联系数 $R^2$ 分别为0.975、0.939、0.917和0.784,表明中国海洋经济的发展加速了对海域使用的需求。

## 5.4 土地因子——海域使用的重要拉力

经济快速发展、城市化的加速推进加大了对土地的需求,在国家18亿亩耕地红线的严控下,沿海地区受陆域建设用地不足的制约,纷纷向海洋要地,特别是2000年后,国家区域发展战略的加快实

施,中国沿海地区上升为国家战略的国家级新区和规划区就达16个,进一步刺激了用海需求,如图4所示,2002—2014年间,沿海地区城市建设和海域使用规模、填海造地同步增长。

## 6 结论与讨论

(1)从海域使用规模来看:时间尺度上,2002—2015年间全国累计海域使用和新增海域使用规模总体上均呈现上升态势,新增海域使用规模具有阶段性波动特征;空间尺度上,全国沿海海域使用规模具有较强的空间集聚性,特别是新增海域使用的空间集聚在加大,海域使用主要集中在辽宁、山东和江苏省,这对三省海域环境带来潜在压力。辽东湾、渤海湾、莱州湾、长江口、杭州湾等都是中国近岸海域污染较严重区域,国家海洋局发布的《中国海洋环境状况公报》<sup>[24]</sup>显示,近些年辽宁、山东、江苏海水入侵范围有所扩大,辽宁和山东沿海土壤盐渍化也较严重,锦州湾、杭州湾是中国沿海不健康的海洋生态系统。

(2)从海域使用结构来看:规模结构上,传统的渔业用海、交通运输用海、工业用海仍是最主要的用海方式;相对变化速度上,2002—2015年间各类型(除排污倾倒和其他用海)海域使用的变化速度均高于全国海域使用平均变化速度,渔业用海、工业用海和旅游娱乐用海的海域使用增长较快,对海洋生态系统构成威胁。根据2015年《中国海洋环境状况公报》<sup>[24]</sup>数据,因海水养殖、陆源排污等也造成周边海域营养物污染、底泥富集污染严重,2015年

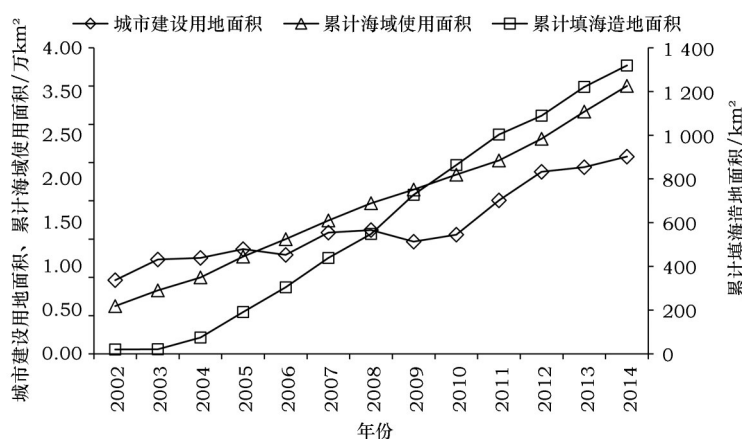


图4 2002—2014年沿海地区城市建设用地、累计海域使用及累计填海造地面积

Figure4 The total scale of urban construction land, sea area use and sea reclamation in coastal area of China from 2002 to 2014



2017年11月

中国近岸海域富营养化仍很严重,陆源入海排污口中工业排污口占32%,82%的排污口邻近海域的水质无法满足所在海域海洋功能区的环境保护要求。中国海域使用中造地工程比重上升,大量围填海建设造成自然岸线的破坏,导致滨海湿地萎缩,红树林、珊瑚礁减少。

(3)从海域使用的未来变化趋势来看:在相同环境、政策情况下,2016—2029年间全国和沿海各省海域使用规模与过去具有相同的增长态势。各类型用海中工业、交通运输、海底工程和特殊用途等用海规模仍将持续增长,其中工业用海增长较强劲;渔业、旅游娱乐用海规模有减缓的态势,排污用海则将持续下降。对海域环境污染较大的渔业、排污等用海规模的减缓和减少有益于海洋环境的改善,但渔业、工业、交通等传统用海为主的海域使用结构没有改变,我国海洋环境的压力和风险仍存在。合理调整海域使用结构,加快渔业生产方式的转变,统筹重化工业的沿海布局,严格项目环保准入门槛,通过海域科学规划,促进生态用海、节约集约用海是中国海域合理利用的有效途径。

(4)中国进行海域利用现状和特点分析所用的数据通常有两种,一是实际海域使用面积,指中国《海域使用面积测量规范(HY070-2003)》<sup>[25]</sup>确定的“内水、领海持续使用特定海域三个月以上的排他性用海活动”所包含的面积,包括已确权 and 未确权的海域使用面积。二是国家海洋局发布的历年《海域使用管理公报》<sup>[21]</sup>的已确权海域使用面积,是指已经政府批准取得海域使用权的项目用海面积。实际海域使用面积要通过全国范围的海域使用现状调查得到,数据完整但调查周期长,数据不连续,1949年以来中国在20世纪60年代和80年代对近海区域开展过两次较大规模的海洋调查,2003年起又启动了“我国近海海洋综合调查与评价”专项(简称“908专项”),对中国近海海域使用现状进行了全面摸底。

为对中国海域使用进行动态评估,本研究海域使用面积数据采用的是连续的《海域使用管理公报》<sup>[21]</sup>已确权海域使用面积,不包括未确权海域使用面积。为验证未确权海域使用对全国海域利用分析结论的可能影响,本文根据“908专项”开展“近海

海洋综合调查”为2004—2007年的时间安排,确定以2007年为对比基准点做验证。2007年已确权用海数据分析得到的用海特点:渔业、交通、工矿和造地工程用海为主(合计未95.16%),渔业用海比重大(85.14%);海洋开发空间分布不均,辽宁、山东和江苏海域用海占全国68.90%;上海和天津海域使用面积较小,占全国用海的1.53%,这些结论和全国海域现状调查数据的分析结果相一致<sup>[10]</sup>,一定程度上说明未确权海域使用对全国海域利用总体特征和结构的扰动作用较小,用确权海域使用面积来分析中国的海域使用特点及变化趋势有其合理合法性和一定的代表性,对管理部门制定海域开发和保护政策提供有针对性的决策有较大的参考价值。

#### 参考文献(References):

- [1] Ostensson O. Valuing environmental preferences: theory and practice of the contingent valuation method in the US, EU, and developing countries[J]. *Resources Policy*, 2001, 27(1): 57-59.
- [2] Alien A O, Feddema J J. Wetland loss and substitution by the permit program in Southern California, US[J]. *Environmental Management*, 1996, 20(22): 263-274.
- [3] Safford T G, Hamilton L C. Demographic change and shifting views about marine resources and the coastal environment in Downeast Maine[J]. *Population and Environment*, 2012, 33(4): 284-303.
- [4] Gogoberidze G. Tools for comprehensive estimate of coastal region marine economy potential and its use for coastal planning [J]. *Journal of Coastal Conservation*, 2012, 16(3): 251-260.
- [5] 邱云峰,秦其明,曹宝,等. 基于GIS的中国沿海省份可持续发展评价研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2007, 17(2): 69-72. [Qiu Y F, Qin Q M, Cao B, et al. Sustainable development evaluation in coastal provinces based on GIS[J]. *China Population, Resources and Environment*, 2007, 17(2): 69-72.]
- [6] 狄乾斌,刘欣欣,曹可. 中国海洋经济发展的时空差异及其动态变化研究[J]. 地理科学, 2013, 33(12): 1413-1420. [Di Q B, Liu X X, Cao K. Spatial and temporal disparities of marine economic development and dynamic changes in China[J]. *Scientia Geographica Sinica*, 2013, 33(12): 1413-1420.]
- [7] 张耀光,刘锴,刘桂春,等. 基于定量分析的辽宁区域海洋经济地域系统的时空差异分析[J]. 资源科学, 2011, 33(5): 863-870. [Zhang Y G, Liu K, Liu G C, et al. Quantitative analysis of spatial and temporal differences between the regional systems of marine economy in Liaoning Province[J]. *Resources Science*,



- 2011, 33(5): 863-870.]
- [8] 张耀光, 韩增林, 刘锴, 等. 海岸带利用结构与海岸带海洋经济区域差异-以辽宁省为例[J]. 地理研究, 2010, 29(1): 24-34. [Zhang Y G, Han Z L, Liu K, et al. Analysis of regional differences of marine economy and use structure of coastal zone: a case study of Liaoning Province[J]. *Geographical Research*, 2010, 29(1): 24-34.]
- [9] 付幅, 雷磊. 中国八大沿海经济区经济空间差异性时空变化研究[J]. 经济地理, 2014, 34(3): 6-10. [Fu G, Lei L. China's eight major coastal economic zone economic space difference space-time change research[J]. *Economic Geography*, 2014, 34(3): 6-10.]
- [10] 翟伟康, 张建辉. 全国海域使用现状分析及管理对策[J]. 资源科学, 2013, 35(2): 405-411. [Zhai W K, Zhang J H. Analysis of conditions, features and problems of sea area utilization in China [J]. *Resources Science*, 2013, 35(2): 405-411.]
- [11] 王伟伟, 蔡悦荫, 贾凯, 等. 中国沿海海域使用现状综合水平评价[J]. 海洋开发与管理, 2013, 30(5): 9-12. [Wang W W, Cai Y Y, Jia K, et al. China's coastal waters use status quo integrated level evaluation[J]. *Ocean Development and Manage*, 2013, 30(5): 9-12.]
- [12] 王江涛. 海域使用水平评价指标体系构建及其评价[J]. 海洋通报, 2008, 27(2): 59-64. [Wang J T. Sea area use level evaluation index system of building and its evaluation[J]. *Marine Science Bulletin*, 2008, 27(2): 59-64.]
- [13] 纪雅宁, 黄发明, 吴晓琴, 等. 福建省海洋经济的海域使用需求评估[J]. 海洋开发与管理, 2013, 30(8): 85-88. [Ji Y N, Huang F M, Wu X Q, et al. The Marine economy of Fujian Province area using a needs assessment[J]. *Ocean Development and Manage*, 2013, 30(8): 85-88.]
- [14] 于海波, 莫多闻, 吴健生. 深圳填海造地动态变化及其驱动力因素分析[J]. 地理科学进展, 2009, 28(4): 584-590. [Yu H B, Mo D W, Wu J S. Landfill Shenzhen dynamic change and its driving force factors analysis[J]. *Progress in Geography*, 2009, 28(4): 584-590.]
- [15] 朱高儒, 许学工. 渤海湾西北岸1974~2010年逐年填海造陆进程分析[J]. 地理科学, 2012, 32(8): 1006-1012. [Zhu G R, Xu X G. Annual processes of land reclamation from the sea along the Northwest Coast of Bohai Bay during 1974 to 2010[J]. *Scientia Geographica Sinica*, 2012, 32(8): 1006-1012.]
- [16] 白丽娜, 王冬艳, 张渝庆, 等. 基于地理模型的长春市土地利用空间结构分析[J]. 东北师大学报, 2011, 43(2): 145-150. [Bai L N, Wang D Y, Zhang Y Q, et al. Structure of land use based on the geographical model analysis in Changchun[J]. *Journal of Northeast Normal University(Natural Science Edition)*, 2011, 43(2): 145-150.]
- [17] 李月臣, 刘春霞. 北方13省土地利用/覆盖动态变化分析[J]. 地理科学, 2007, 27(1): 45-52. [Li Y C, Liu C X. Land use/cover dynamic changes in Northern China[J]. *Scientia Geographica Sinica*, 2007, 27(1): 45-52.]
- [18] 张永民, 赵士洞, 钟林生. 近50年赤峰市耕地动态变化研究[J]. 资源科学, 2002, 24(5): 19-25. [Zhang Y M, Zhao S D, Zhong L S. Changes of cultivated land use in Chifeng during the past 50 years[J]. *Resources Science*, 2002, 24(5): 19-25.]
- [19] 赵晶, 徐建华, 梅安新, 等. 上海市土地利用结构和形态演变的信息熵与分维分析[J]. 地理研究, 2004, 23(2): 137-146. [Zhao J, Xu J H, Mei A X, et al. A study on the information entropy and fractal dimension of land use structure and form in Shanghai [J]. *Geographical Research*, 2004, 23(2): 137-146.]
- [20] 禹朴家, 徐海量, 刘世薇, 等. 阿克苏河年径流量变化的非线性特征[J]. 自然资源学报, 2011, 26(8): 1412-1422. [Yu P J, Xu H L, Liu S W, et al. The nonlinear characteristics of annual runoff change in Aksu River[J]. *Journal of natural Resources*, 2011, 26(8): 1412-1422.]
- [21] 国家海洋局. 海域使用管理公报2002—2015[EB/OL]. (2016-04-29) [2017-03-03]. <http://www.soa.gov.cn/zwgk/hygb/hysyglgb/>. [State Oceanic Administration, People's Republic of China. Bulletin of the Administration of the Use of Sea Areas 2002—2015 [EB/OL]. (2016-04-29) [2017-03-03]. <http://www.soa.gov.cn/zwgk/hygb/hysyglgb/>.]
- [22] 中华人民共和国国家统计局. 中国统计年鉴2003-2016[M]. 北京: 中国统计出版社, 2003-2015. [National Bureau of Statistics of the People's Republic of China. China Statistical Yearbook 2003-2016[M]. Beijing: China Statistics Press, 2003-2016.]
- [23] 国家海洋局. 中国海洋统计年鉴2003-2016[M]. 北京: 海洋出版社, 2003-2016. [State Oceanic Administration, People's Republic of China. China Ocean Statistical Yearbook 2003-2016 [M]. Beijing: Ocean Press, 2003-2016.]
- [24] 国家海洋局. 中国海洋环境状况公报2015[EB/OL]. (2016-04-08) [2017-03-03]. [http://www.soa.gov.cn/xw/hyyw\\_90/201604/t20160408\\_50782.html](http://www.soa.gov.cn/xw/hyyw_90/201604/t20160408_50782.html). [State Oceanic Administration, People's Republic of China. Bulletin of China Marine Environment Status 2015 [EB/OL]. (2016-04-08) [2017-03-03]. [http://www.soa.gov.cn/xw/hyyw\\_90/201604/t20160408\\_50782.html](http://www.soa.gov.cn/xw/hyyw_90/201604/t20160408_50782.html).]
- [25] 国家海洋局. HY070-2003海域使用面积测量规范[S]//中华人民共和国行业标准: 海洋标准. 北京: 中国标准出版社, 2003. [State Oceanic Administration, People's Republic of China. HY070-2003 Specifications for Surveying Sea Using Area[S]//Professional Standard of the People's Republic of China: Marine Standards. Beijing: China Standard Press, 2003.]

# The variations and trend analyses of sea area use in China

LEI Lei<sup>1,2</sup>, GAO Qiuxiang<sup>1</sup>, YANG Chen<sup>1</sup>

(1. School of Urban and Environmental Sciences, Liaoning Normal University, Dalian 116029, China;

2. Center for Studies of Marine Economy and Sustainable Development, Liaoning Normal University, Dalian 116029, China)

**Abstract:** In order to promote the rational utilization of marine resources and the effective allocation of sea area, it is important to get a better understanding of the changing trend of sea area use scale and structure. In the current study, temporal-spatial differences of sea area use scale and structure in China from 2002 to 2015 were analyzed by using the centralization index of Lorentz Curve, Information Entropy, Equilibrium degree and Dominance degree. The changing trend of sea area use was predicted by using R/S method, and the main factors influencing sea area use changes were also explored. The results could be concluded as follows: (1) the scale of nationwide sea area use has increased continuously with a high degree of spatial agglomeration. The newly increased sea area use scale has been rolling up and the spatial differences of sea area use was enlarged during the study period. The sea area use is mainly concentrated in Liaoning, Shandong and Jiangsu provinces. (2) The sea area use of fisheries, industry and communication accounts for a high proportion. The relative growth rate of sea area use speeded up in most categories (with the exception of sewage dumping and other types of sea area use). The dominant degree of sea area use structure first decreased from 2002 to 2004 and then increased after 2004. The sea area use structure was approaching to an ordered state based on reducing information entropy. Ocean development may negatively impact the marine environment through declining sea water quality and disrupting ecological balance. (3) In the next 14 years (2016—2029), sea area use scale will keep the same changing trend as the past and will still be growing in the whole country as well as in coastal provinces of China. The categories of sea area use scale such as industry, communication, submarine engineering and special use will keep increasing, while those such as fishery and tourism & recreation will slow down and the sea area use of sewage dumping will present a downward trend. (4) The scale and structure of sea area use and their changes have been influenced by many factors including the location, history, economy, land and policy of the local administrative division where the sea area is distributed, which may have negative impacts on the marine ecological environment. The results of the current study will provide reference value and guidance significance to formulate administrative policies and relevant optimizing strategies for sea area use.

**Key words:** scale and structure of sea area use; variations; dynamic trend analyses; centralization index of Lorentz Curve; information entropy; R/S analysis