

# 中国东海区大陆海岸线数据集（1990–2015）

李加林<sup>1,2\*</sup>, 田 鹏<sup>1,2</sup>, 邵姝遥<sup>1,2</sup>, 赵梦琪<sup>1,2</sup>

1. 宁波大学东海研究院, 宁波 315211; 2. 宁波大学地理与空间信息技术系 宁波 315211

**摘 要:** 东海区大陆海岸线介于 23°37'N–31°46'N, 117°11'E–122°08'E 之间。它北起长江口启东嘴, 南到福建、广东交接的铁炉港, 南北跨越 8 个纬度, 横跨海、浙江、福建三省市。基于 Landsat TM/OLI 影像 (空间分辨率均为 30 m), 经对影像解译及波段边缘检测, 确定和修正岸线位置, 得到 1990–2015 年 5 年间隔的东海区大陆海岸线时空分布数据。参考国家海岸基本功能规划的类型, 并根据海岸线的自然状态和人为利用方式, 将海岸线分为自然岸线和人工岸线两大类。自然岸线又分为基岩岸线、沙砾质岸线、淤泥质岸线和河口岸线; 人工岸线又分为养殖岸线、港口码头岸线、建设岸线和防护岸线。通过不同年份岸线变迁强度、岸线分维数等相关模型, 计算得到岸线变化强度、分形维数等数据, 共同构成中国东海区 5 年间隔大陆海岸线及其类型时空变化数据集 (1990–2015)。数据统计结果表明, 东海区大陆岸线总长 4,720.74 km (2015 年)。自 1990 到 2015 年, 自然岸线长度占总岸线的比例由 68.06% 减少到 46.12%; 人工岸线占总岸线长度的比例由 31.94% 增加到 53.88%。该数据集内容包括 1990–2015 年的中国东海区以下数据: (1) 5 年间隔的大陆海岸线及其类型空间分布数据 (.shp); (2) 大陆岸线的类型结构数据 (.xlsx); (3) 各区域岸线的分形维数 (.xlsx); (4) 海岸线变化强度 (.xlsx)。数据集主要以 .shp 格式和 .xlsx 存储, 由 43 个数据文件组成, 数据量为 3.68 MB (压缩为 1 个文件, 1.70 MB)。

**关键词:** 海岸线; 岸线分形维数; 岸线利用强度; 东海区

**DOI:** 10.3974/geodp.2019.03.05

## 1 前言

东海区作为我国海域的重要组成部分, 其海岸带更是人类活动最活跃和最集中的地带, 海岸线资源演化受人类活动作用明显<sup>[1]</sup>。了解东海区海岸线空间分布、空间结构、变迁强度及岸线复杂度, 有利于促进区域岸线资源保护、海岸带景观合理利用、区域生态环境有效治理与规划。本研究收集了东海区 1990–2015 年 6 期的遥感影像数据, 根据东海区大陆岸线类型特征和国家海岸基本功能区划的类型, 建立东海区岸线分类系统及相应的解译标志, 并借助 ArcGIS、ENVI 平台对研究区遥感影像进行人机交互解译, 提取出研究所需的大陆岸线位置及类型信息。在东海区岸线数据的基础上, 引

收稿日期: 2019-07-17; 修订日期: 2019-09-09; 出版日期: 2019-09-25

基金项目: NSFC-浙江两化融合联合基金(U1609203); 国家社科基金 (16ZDA050)

\*通讯作者: 李加林, 宁波大学东海研究院, nbnj2001@163.com

数据引用方式: [1] 李加林, 田鹏, 邵姝遥等. 中国东海区大陆海岸线数据集(1990–2015) [J]. 全球变化数据学报, 2019, 3(3): 252–258. DOI: 10.3974/geodp.2019.03.05.

[2] 李加林, 田鹏, 邵姝遥等. 中国东海区 5 年间隔大陆海岸线及其类型时空变化数据集 (1990–2015) [DB/OL]. 全球变化科学研究数据出版系统, 2019. DOI: 10.3974/geodb.2019.04.14.V1.

入岸线变迁强度、岸线分维数等相关模型计算得到了东海区大陆海岸线时空分布及其分形维数和岸线变迁强度数据集。

2 数据集元数据简介

中国东海区 5 年间隔大陆海岸线及其类型时空变化数据集（1990–2015）<sup>[2]</sup>的名称、作者、地理区域、数据年代、时间分辨率、空间分辨率、数据集组成、数据出版与共享服务平台、数据共享政策等信息见表 1。

表 1 中国东海区 5 年间隔大陆海岸线及其类型时空变化数据集  
（1990–2015）元数据简表

条 目	描 述
数据集名称	中国东海区 5 年间隔大陆海岸线及其类型时空变化数据集（1990–2015）
数据集短名	Coastline_ESC_1990–2015
作者信息	李加林 X-4440-2019, 宁波大学东海研究院; 宁波大学地理与空间信息技术系, nbnj2001@163.com 田 鹏 X-4435-2019, 宁波大学东海研究院; 宁波大学地理与空间信息技术系, tppyang@163.com 邵姝遥 X-4674-2019, 宁波大学东海研究院; 宁波大学地理与空间信息技术系, vickyssy@163.com 赵梦琪 X-4671-2019, 宁波大学东海研究院; 宁波大学地理与空间信息技术系, 1318561-2309@163.com
地理区域	东海区
数据年代	1990、1995、2000、2005、2010、2015
时间分辨率	5 年                      空间分辨率      30 m
数据格式	.shp、.xlxs              数据量      1.70 MB（压缩后）
数据集组成	东海区大陆岸线时空分布; 东海区大陆岸线结构变化、岸线分维数变化、岸线变迁强度
基金项目	NSFC-浙江两化融合联合基金（U1609203）; 国家社科基金（16ZDA050）
出版与共享服务平台	全球变化科学研究数据出版系统 <a href="http://www.geodoi.ac.cn">http://www.geodoi.ac.cn</a>
地址	北京市朝阳区大屯路甲 11 号 100101, 中国科学院地理科学与资源研究所
数据共享政策	全球变化科学研究数据出版系统的“数据”包括元数据（中英文）、实体数据（中英文）和通过《全球变化数据学报》（中英文）发表的数据论文。其共享政策如下:（1）“数据”以最便利的方式通过互联网系统免费向全社会开放, 用户免费浏览、免费下载;（2）最终用户使用“数据”需要按照引用格式在参考文献或适当的位置标注数据来源;（3）增值服务用户或以任何形式散发和传播（包括通过计算机服务器）“数据”的用户需要与《全球变化数据学报》（中英文）编辑部签署书面协议, 获得许可;（4）摘取“数据”中的部分记录创作新数据的作者需要遵循 10%引用原则, 即从本数据集中摘取的数据记录少于新数据集总记录量的 10%, 同时需要对摘取的数据记录标注数据来源 <sup>[1]</sup>
数据和论文检索系统	DOI, DCI, CSD, WDS/ISC, GEOSS, China GEOSS

3 数据研发方法

根据东海区岸线类型特征, 参考国家海岸基本功能规划的类型并根据海岸线的自然状态和人为利用方式将 1990–2015 年 6 个时期的海岸线分为自然岸线和人工岸线两大类, 然后将这两种类型分为若干二级类型（表 2）。国际上一般多采用平均高潮线对海岸线进行指示, 因此本文根据研究需要及研究区实际情况, 在分析海岸线附近地物

不同的反射波谱特征的基础上，对已经经过处理的各个不同时期的遥感影像先通过单波段（第 5 波段）的边缘检测，使水陆有更明显的界线，在此基础上进行人机交互解译，并参考多年平均高潮线法对所需岸线的位置及其类型进行修正<sup>[4]</sup>。

表 2 东海区大陆岸线分类体系

岸线类型		提取说明
自然岸线	基岩岸线	基岩海岸地区坡度一般较大，在遥感影像中，可将可以明显辨识出的水陆分界线确定为海岸线。
	砂砾质岸线	位于沙滩海岸，海岸一般平直，在标准假彩色组合影像上呈现出白亮的条带状，纹理较为清晰均匀。
	淤泥质岸线	处于泥滩海岸，形状不规则，其中耐盐碱植物在标准假彩色波段结合后为红色或者暗红色。
	河口岸线	人海河口与海洋的界线，在图像上表现为深蓝色，两类河口岸线在遥感影像上均较好分辨。
人工岸线	养殖岸线	用于养殖的人工修筑堤坝，图像表现为带状白色，其内侧是形态较为整齐的养殖池塘等，内部栏堤也为白色，纹理较为粗糙，将养殖岸线的位置确定在养殖池围堤的外边界上。
	港口码头岸线	由港池与航运港口形成，呈现出明显的亮白色细条状，因此将其岸线确定在其与陆地相连的线。
	建设岸线	城镇农村居民区、工业等建筑物形成的岸线，在遥感影像中呈现出不规则形状的亮白色，外围常有人工围堤包围，与海水有着较明显的界线，将堤坝的外缘定为其岸线的位置。
	防护岸线	分隔陆域和水域的其它海堤护岸工程（非养殖区），其在遥感影像上呈现出白色带状高亮度的地物，大部分也为混凝土构筑而成，其外部一般有颜色比较灰暗的淤泥质岸滩，因此将海堤的外缘确定为其海岸线的位置。

3.1 算法原理

海岸线变迁强度为区域内岸线长度年均变化的百分比，能够客观地描述研究区内岸线长度变迁的时空特征<sup>[5]</sup>，具体计算公式如下：

$$LCI_{ij} = \frac{L_j - L_i}{L} \times 100\% \tag{1}$$

式中， $LCI_{ij}$  表示区域内第  $i$  年至第  $j$  年海岸线变迁强度（%）， $L_i$ 、 $L_j$  分别表示第  $i$  年和第  $j$  年的海岸线长度（km）。 $LCI_{ij}$  值的正负可以表示岸线的缩短与增长， $LCI_{ij}$  的绝对数值的大小，可以表示海岸线变迁强度。

岸线的分形维数的变化能够反映岸线的弯曲度和复杂程度的变化，岸线弯曲度与复杂度会随着岸线分形维数的上升而上升<sup>[6]</sup>。本研究通过 Matlab 基于网格法计算不同时期东海区大陆岸线的分形维数，参考已有研究成果<sup>[7]</sup>，首先运用 ArcGIS 生成能够覆盖东海区整体岸线的正方形网格，并统计所需要的网格数  $N(\epsilon)$ ，网格数目  $N(\epsilon)$  的数量会随着正方形网格长度  $\epsilon$  的变化而产生相应的变化，根据分形理论：

$$N(\epsilon) \propto \epsilon^{-D} \tag{2}$$

对式(2)两边同取对数后进行线性拟合可得：

$$\lg N(\epsilon) = -D \lg \epsilon + A \tag{3}$$

式中， $A$  为常数， $D$  即为岸线分形维数，其值域是  $1 < D < 2$ 。

根据国家质量技术监督局规定，对基本比例尺地形图进行数字化过程中，分辨率通常为 0.3–0.5 mm 地图单位，参考转换公式及东海区地图常用比例尺，将此值换算为实地距离可作为测量海岸线长度的网格长度  $\varepsilon^{[6]}$ ，转换公式为：

$$\varepsilon = 0.3 \times Q / 1000 \tag{4}$$

式中， $Q$  为比例尺分母。表 3 中增加了没有对应常用比例尺的网格边长为 1,000 m 和 2,500 m 的值，使得网格边长值的间隔较为均匀，构建了东海区海岸线分形维数的网格边长序列。

表 3 网格边长序列

网格边长 $\varepsilon$ (m)	对应比例尺分母 $Q$	网格边长 $\varepsilon$ (m)	对应比例尺分母 $Q$
600	2,000,000	1,800	6,000,000
900	3,000,000	2,500	/
1,000	/	3,000	10,000,000
1,100	3,500,000	4,500	15,000,000
1,200	4,000,000	6,000	20,000,000
1,500	5,000,000	7,500	25,000,000

3.2 技术路线

如图 1 所示，收集东海区 1990–2015 年 Landsat 遥感影像数据，对其原始遥感影像进行图像预处理，包括几何纠正和配准、波段合成、影像镶嵌和研究区的裁剪，建立研究区岸线分类体系，以及不同岸线的解译标志，从而提取出东海区大陆岸线的空间分布；在此基础上，采用岸线分形分析，运用网格法计算东海区海岸带岸线分形维数，定量表示岸线平面轮廓形态的复杂程度；引入海岸线变迁强度模型评价东海区大陆岸线的开发利用基本特征。

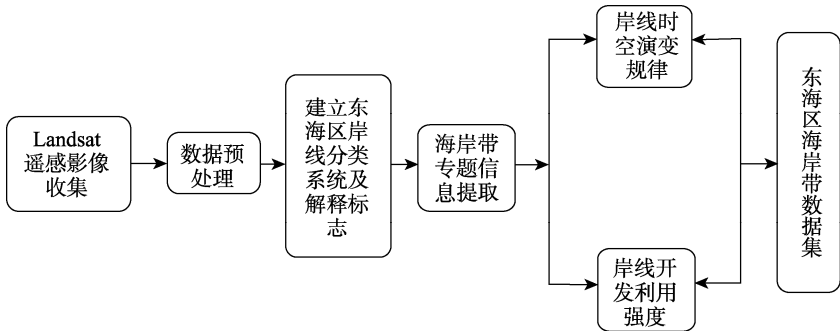


图 1 数据研发技术路线图

4 数据结果与验证

4.1 数据集组成

本数据集主要包括一个东海区大陆岸线空间分布图的矢量文件（.shp 格式）和一个利用相关模型计算得到的东海区大陆岸线结构变化、变迁强度及分维数结果的表格文件（.xlsx）。其中，矢量文件包括东海区大陆岸线 1990、1995、2000、2005、2010、2015

年的空间分布图，并在 ArcGIS10.5 中导出 6 个时期的空间分布图；.xlsx 文件主要是利用矢量数据计算得到的结果，并在 Excel 中做成了对应的组合图。数据集压缩后为 1.70 MB。

4.2 数据结果

基于 1990-2015 年 6 期岸线的遥感解译数据，并得到东海区各时相岸线类型分布（图 2）。同时，在东海区海岸带范围尺度上，分别统计了各时相不同类型岸线的长度百分比，绘制面积图（图 3），以此分析岸线类型结构。从总体情况来看，截至 2015 年，东海区的自然岸线占总岸线长度比例已经从 1990 年的 68.06%持续下降至 46.12%，减少近 14.18%，而人工岸线占比已经达到 53.88%。

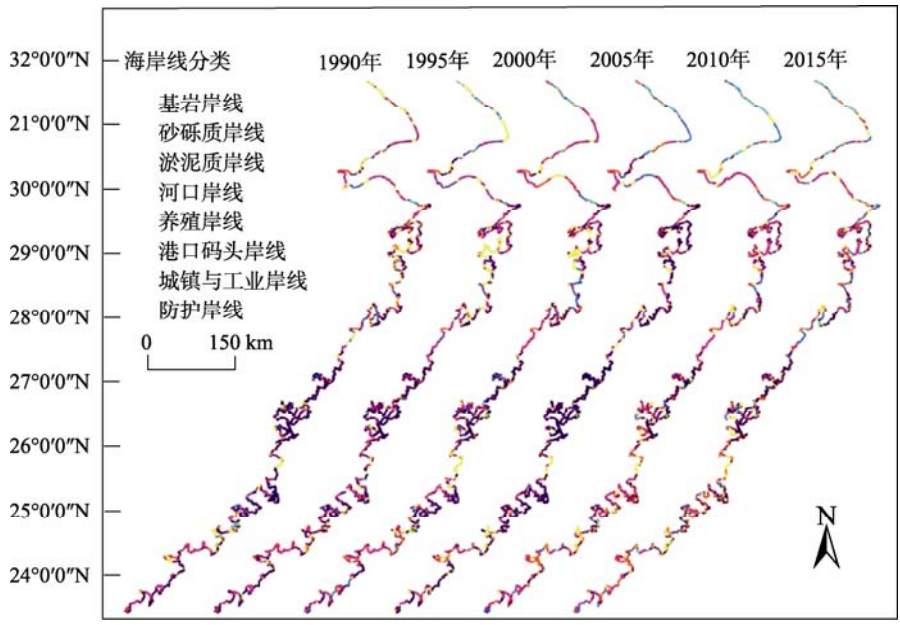


图 2 东海区 1990-2015 年大陆岸线时空分布图

根据式(1)计算得到东海区 6 个时期东海区岸线变迁强度（图 4）。25 年间，东海区海岸线整体变化强度为-0.38%，总体上各个阶段岸线变迁强度呈现波动变化状态，2005-2010 年间岸线变化强度达到了最大，为-0.96%，1995-2000 年间短暂出现了岸线增长，变化强度为 0.14%，为岸线变化最缓慢的阶段。

东海区大陆岸线漫长，岸线形态存在显著的空间差异性，因此计算了各省市尺度的岸分形维数（图 5），从而反映各区域岸线的弯曲度和复杂程度的变化，总体上东海区岸线平均分形维数呈现波动下降趋势，形态向平直、规则方向发展。福建省大陆岸线分形维数高于东海区整体平均值，上海市和浙江省岸线则相反。

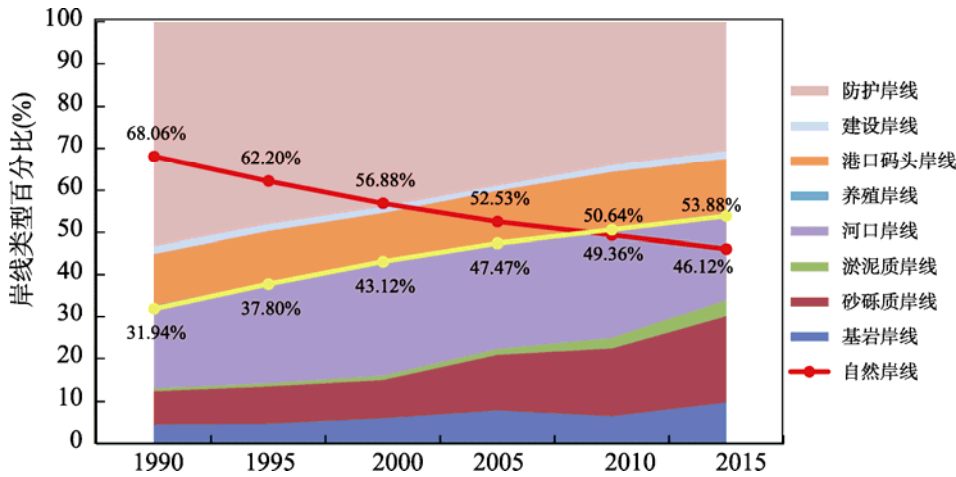


图 3 东海区大陆岸线的结构变化

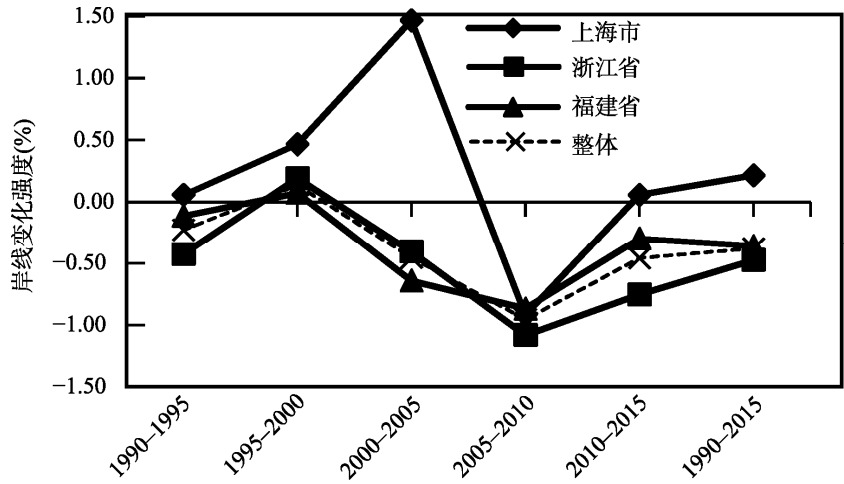


图 4 1990–2015 年东海区各省市海岸线变化强度

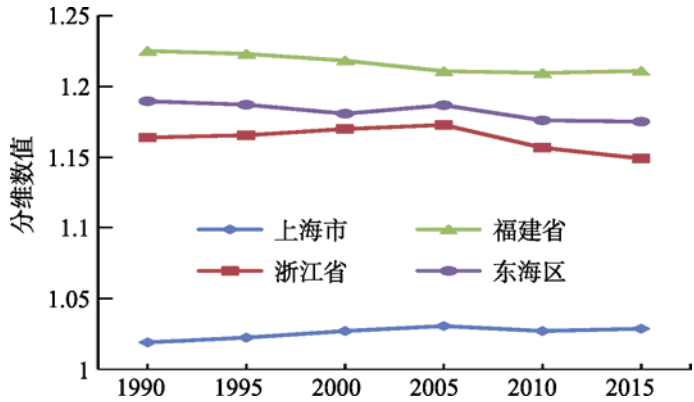


图 5 各区域岸线分形维数的时空变化

## 5 结论

东海区作为我国中部的重要海域,海洋经济发展潜力巨大,了解海岸带的时空分布及变迁更有其必要性。东海区大陆岸线数据集对于研究东海区大陆岸线变化、了解岸线开发利用强度、分析区域景观格局变化、区域生态环境保护等有着至关重要的作用,更是不可或缺的地理基础数据<sup>[8,9]</sup>。

## 参考文献

- [1] 张君珏, 苏奋振, 左秀玲等. 南海周边海岸带开发利用空间分异[J]. 地理学报, 2015, 70(2): 319–332.
- [2] 李加林, 田鹏, 邵姝遥等. 中国东海区 5 年间隔大陆海岸线及其类型时空变化数据集(1990–2015) [DB/OL]. 全球变化科学研究数据出版系统, 2019. DOI: 10.3974/geodb.2019.04.14.V1.
- [3] 全球变化科学研究数据出版系统. 全球变化科学研究数据共享政策[OL]. DOI: 10.3974/dp.policy. 2014.05 (2017 年更新).
- [4] 高志强, 刘向阳, 宁吉才等. 基于遥感的近 30a 中国海岸线和围填海面积变化及成因分析[J]. 农业工程学报, 2014, 30(12): 140–147.
- [5] 史洋洋, 吕晓, 黄贤金等. 江苏沿海地区耕地利用转型及其生态系统服务价值变化响应[J]. 自然资源学报, 2017, 32(6): 961–976.
- [6] 侯西勇, 毋亭, 侯婉等. 20 世纪 40 年代初以来中国大陆海岸线变化特征[J]. 中国科学: 地球科学, 2016, 46(8): 1065–1075.
- [7] 马建华, 刘德新, 陈衍球等. 中国大陆海岸线随机前分形分维及其长度不确定性探讨[J]. 地理研究, 2015, 34(2): 319–327.
- [8] Li, J. L., Ye, M. Y., Pu, R. L., et al. Spatiotemporal change patterns of coastlines in Zhejiang province, China, over the last twenty-five years [J]. *Sustainability*, 2018, 10(2): 477.
- [9] 刘闯, 石瑞香, 张应华等. 基于 Google Earth 遥感影像全球多尺度海陆(岛)岸线数据集(2015) [DB/OL]. 全球变化科学研究数据出版系统, 2019. DOI: 10.3974/geodb.2019.04.13.V1.