

中国东海区大陆海岸带生态韧性指数数据集 (2000–2022) 开发与分析

应超^{1,2}, 刘永超^{1,2}, 田鹏³, 钟捷¹, 李加林^{1,2*}

1. 宁波大学地理科学与遥感技术学院, 宁波 315211;
2. 宁波大学东海研究院, 宁波 315211;
3. 温州大学生命与环境科学学院, 温州 325035

摘要: 海岸带是全球变化与人类活动共同作用最为显著的生态脆弱区之一, 开展长时间序列生态韧性数据集构建, 对于区域风险识别、韧性评估及生态治理具有重要意义。本研究以中国东海区大陆海岸带为对象, 整合 MODIS、TM/ETM+等遥感影像数据、基础地理数据和社会经济统计数据, 在生态过程(风险-抵抗-适应-恢复)-生态本底(规模-密度-形态)框架下构建生态韧性评价指标体系。采用模糊层次分析法(FAHP)与CRITIC方法相结合进行主客观组合赋权, 并基于拉格朗日极值条件确定最优组合权重, 利用综合指数法生成2000–2022年中国东海区大陆海岸带生态韧性数据集及其子系统数据集。结果表明, 研究期内生态韧性波动上升, 2005年处于相对低值阶段, 2010年后持续改善; 空间分布格局稳定, 表现为东北部较低、西南部较高。数据集内容包括2000–2022年5年间隔的生态韧性指数空间分布数据、规模、密度、形态、风险、抵抗、适应、恢复7个子系统数据, 以及生态韧性指数和各子系统的分区统计数据。空间数据分辨率为100 m, 数据格式为.tif和.xlsx, 共包含241个文件, 原始数据量为14.2 GB, 压缩后为902 MB。该数据集支持了第一作者硕士理学学位论文的完成。

关键词: 生态韧性; 多源数据融合; 组合赋权; 东海区大陆海岸带; 硕士理学学位论文

DOI: <https://doi.org/10.3974/geodp.2026.02.04>

CSTR: <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.14.2026.02.04>

数据可用性声明:

本文关联实体数据集已在《全球变化数据仓储电子杂志(中英文)》出版, 可获取:

<https://doi.org/10.3974/geodb.2026.02.09.V1> 或 <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.11.2026.02.09.V1>.

1 前言

海岸带是陆地向海洋延伸并频繁变动的复杂地表区域^[1], 凭借优越区位与丰富资源,

收稿日期: 2025-12-26; 修订日期: 2026-03-23; 出版日期: 2026-04-25

基金项目: 国家自然科学基金(42276234)

*通讯作者: 李加林, 宁波大学地理科学与遥感技术学院, nbj2001@163.com

数据引用方式: [1] 应超, 刘永超, 田鹏等. 中国东海区大陆海岸带生态韧性指数数据集(2000–2022)开发与分析[J]. 全球变化数据学报, 2026, 10(2): 135–144. <https://doi.org/10.3974/geodp.2026.02.04>. <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.14.2026.02.04>.
[2] 应超, 刘永超, 田鹏等. 东海区大陆海岸带生态韧性指数数据集(2000–2022)[J/DB/OL]. 全球变化数据仓储电子杂志, 2026. <https://doi.org/10.3974/geodb.2026.02.09.V1>. <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.11.2026.02.09.V1>.

成为国土空间开发与陆海统筹的黄金地带和战略枢纽^[2]。在全球气候变化与海平面上升背景下,人口持续集聚与高强度开发利用叠加^[3],生态系统结构与服务价值衰退^[4]、景观退化等问题不断削弱生态系统承载与自净能力^[5],使自然与社会致灾因子增加并加剧风险暴露^[6],亟需以生态韧性理念支撑风险治理与综合管理。构建覆盖长时序、可比性强、可追溯的海岸带生态韧性数据集,不仅可为区域生态安全格局识别与国土空间治理提供基础数据,也为面向全球变化情景下的适应与减灾决策提供量化支撑。

韧性源于工程学,表示扰动后回到原有状态的能力,随后在生态学、人地关系地域系统等领域不断拓展^[7]:生态学视角强调系统在扰动下保持结构与功能稳定并转向新稳态;演化视角强调系统在不确定扰动中自适应、学习与更新的能力^[8]。生态韧性概括为生态系统在外部扰动下,抵抗冲击并维持或恢复结构与功能,并具备自组织与自我更新能力的综合表现。现有生态韧性研究多采用概念框架构建、综合指标评价与多模型耦合分析等路径^[9],但在海岸带情境下仍存在偏重单一灾种或单阶段过程、指标维度割裂、忽视韧性本底状态与过程能力协同刻画等不足^[10]。因此,有必要在兼顾韧性过程与韧性本底的统一框架下开展综合衡量,以提升生态韧性数据表达的完整性与可解释性。

东海区大陆海岸带是中国海洋经济发展的前沿阵地^[11],但快速发展也伴随土地与岸线高强度开发利用,持续重塑土地利用与景观格局并加剧资源环境风险^[12]。同时区域显著的自然地理差异和明显的地形-气候-人类活动梯度为刻画生态韧性时空异质性提供典型样区。因此研究基于风险-抵抗-适应-恢复-规模-密度-形态框架,汇集社会经济统计数据与自然生态栅格数据等多源数据,利用组合赋权法加权求和得到东海区大陆海岸带生态韧性空间分布数据集,为海岸带生态安全评估、综合管理与韧性提升策略制定提供数据支撑。

2 数据集元数据简介

《东海区大陆海岸带生态韧性指数数据集(2000–2022)》^[13]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。

3 数据研发方法

3.1 研究区概况

东海区大陆海岸带位于23°36'N–31°30'N、116°53'E–122°08'E,面积约 $5.85 \times 10^4 \text{ km}^2$,北起上海市与江苏省交界处,南至福建省与广东省交界处,具有承东启西、联结南北的区位特征,包括上海市、浙江省、福建省的14个沿海地级市的45个沿海县域。研究区海岸线漫长曲折、海湾众多、海岸类型多样,并拥有众多大型港口,具有海洋产业布局密集与开发利用强度高的区域特征^[11]。自然地理上呈现明显南北差异,北部以平原为主、淤泥质海滩发育,南部以低山丘陵为主、基岩质海岸发育,资源要素丰富,平均潮差普遍约4–5 m,在海岸及港湾区域更为显著^[12]。考虑东海区岛屿众多且多源数据在岛屿区域存在缺失,研究在空间范围上剔除岛屿,仅保留大陆海岸带,以确保数据的完整性与时空一致性。

表 1 《东海区大陆海岸带生态韧性指数数据集（2000–2022）》元数据简表

条 目	描 述
数据集名称	东海区大陆海岸带生态韧性指数数据集（2000–2022）
数据集短名	EcoRes_CoastalEastChinaSea_2000-2022
作者信息	应超, 宁波大学地理科学与遥感技术学院, 2211420028@nbu.edu.cn 刘永超, 宁波大学地理科学与遥感技术学院, liuyongchao@nbu.edu.cn 田鹏, 温州大学生命与环境科学学院, tianpeng@nbu.edu.cn 钟捷, 宁波大学地理科学与遥感技术学院, 2211420033@nbu.edu.cn 李加林, 宁波大学地理科学与遥感技术学院, lijialin@nbu.edu.cn
地理区域	东海区大陆海岸带
数据年代	2000–2022
时间分辨率	5 年/2 年
空间分辨率	100 m × 100 m
数据格式	.tif 和.xlsx
数据量	902 MB（压缩后）
数据集组成	生态韧性指数的空间分布； 7 个评估子系统（规模、密度、形态、风险、抵抗、适应、恢复）的数据；生态韧性指数的分区域统计、子系统统计数据
基金项目	国家自然科学基金（42276234）
出版与共享服务平台	全球变化科学研究数据出版系统 http://www.geodoi.ac.cn
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	（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 ^[14]
数据和论文检索系统	DOI, CSTR, Crossref, DCI, CSCD, CNKI, SciEngine, WDS, GEOSS, PubScholar, CKRSC

3.2 数据来源

研究数据包括 MODIS、Landsat 5 TM、Landsat 7ETM+、Landsat 8 OLI/TIRS 等遥感影像及其制作而成的 NDVI、NPP 等栅格数据集，地图、道路、河流等矢量数据，各省市统计年鉴、统计公报等社会经济统计数据，具体来源见表 2。

3.3 算法原理

3.3.1 生态韧性评价框架与指标体系构建

韧性衡量不仅需要考虑韧性过程中的能力大小，还需要考虑韧性本底状况，意味着需要从韧性过程和本底共同衡量（表 3）。韧性过程侧重刻画压力来源与系统能力；风险指对海岸带生态系统造成干扰和胁迫的要素，反映海岸带受内外干扰胁迫的可能性和危险程度；抵抗指海岸带生态系统凭借自身固有属性抵抗风险扰动影响的能力，侧面反映海岸带生态系统受风险扰动影响程度；适应指海岸带生态系统未能实现风险扰动的有效抵御而在短时期内被动更新应对风险扰动，以保持生态系统结构与功能稳定的能力；恢复指生态系统遭受风险扰动后的自我恢复与更新能力以及自组织能力。韧性本底作为生态韧性载体和基础，

表 2 数据来源及相关信息表

数据类型		数据名称	数据来源	分辨率
矢量数据	行政区划	中国地级市、县域行政区划图	国家基础地理信息中心	/
	海岸线	东海区大陆海岸线解译图	遥感目视解译	/
	地质灾害	中国地质灾害点分布数据	中科院资源环境科学与数据中心, 2020	/
	台风	台风 IBTrACS 数据集	National Centers for Environmental Information Gahtan, J., <i>et al.</i> , 2024	/
栅格数据	气候	中国年降水量空间分布数据	国家地球系统科学数据中心 彭守璋, 2025	1,000 m
		中国逐月蒸散发数据集	国家地球系统科学数据中心 彭守璋, 2025	1,000 m
		中国月平均气温数据集	国家地球系统科学数据中心 彭守璋, 2025	1,000 m
	植被	中国植物根系深度数据集	Scientific Data Yan, F., <i>et al.</i> , 2020	1,000 m
		中国逐月 NDVI 数据集	国家地球系统科学数据中心 徐洋, 2025	1,000 m
		中国植被净初级生产力数据集	国家地球系统科学数据中心 (http://www.geodata.cn)	500 m
		中国植被覆盖度数据集	国家青藏高原科学数据中心 高吉喜等, 2022	250 m
	土地利用	中国多时期土地利用遥感监测数据集	中科院资源环境科学与数据中心 徐新良等, 2025	30 m
	高程	NASA DEM	NASA, 2022	30 m
	遥感影像	东海区大陆海岸带遥感影像数据集	USGS, 2025	30 m
	土壤	世界土壤数据库 2.0 (HWSD 2.0)	FAO & IIASA, 2023	1:100 万
	社会经济	中国人口空间分布公里网格数据集	美国能源部橡树岭国家实验室, 2024	1,000 m
		中国夜间灯光年度数据集	中科院资源环境科学与数据中心, 徐新良, 2022	500 m
统计数据	社会经济	GDP、医疗、基础设施等社会经济数据	省市统计年鉴	/

反映要素在数量、结构、质量、空间布局的水平，受生态系统规模、密度、形态影响。

3.3.2 权重确定与综合指数计算

为消除量纲差异，对指标进行极值标准化处理后，采用主观-客观组合计算权重，主观权重由模糊层次分析法获得，客观权重由 CRITIC（Criteria Importance Through Intercriteria Correlation）法获得，基于拉格朗日极值条件原理求解得到权重系数 α 、 β 后计算最终组合权重^[15]，利用综合指数法加权求和得到生态韧性，公式如下：

$$w = \alpha w_a + \beta w_b, \quad \alpha + \beta = 1 \tag{1}$$

$$ER = \sum_{j=1}^n wX_j \tag{2}$$

表 3 生态韧性评价指标体系一览表

准则层		指标层	指标	含义
过程	风险	土地利用强度	X1(–)	土地压力大小
		岸线人工化指数	X2(–)	岸线开发压力
		景观生态风险指数	X3(–)	生态安全水平
		人口密度（人/km ² ）	X4(–)	人口压力大小
		PM _{2.5} 浓度（μg/m ³ ）	X5(–)	大气污染威胁程度
		单位 GDP 工业废水排放量（t/万元）	X6(–)	水污染威胁程度
		单位 GDP 电量消耗（kWh/万元）	X7(–)	能源利用水平
		台风危险度	X8(–)	台风威胁程度
		地质灾害易发性	X9(–)	地质灾害威胁程度
	抵抗	水源涵养量（mm）	X10(+)	水源涵养能力
		营养物输送比	X11(+)	水质净化能力
		土壤保持量（t/(km ² ·a)）	X12(+)	土壤保持能力
		栖息地质量	X13(+)	生境质量水平
		固碳量（tc/km ² ）	X14(+)	碳吸收储存能力
	适应	NPP	X15(+)	生态系统功能强弱
		生物丰度指数	X16(+)	生物多样性水平
		景观适应度	X17(+)	景观适应水平
		景观异质性	X18(+)	景观空间变异水平
		景观连通性	X19(+)	景观连通程度
		景观稳定性	X20(+)	景观稳定程度
		大气气溶胶浓度	X21(–)	大气环境治理状况
		污水集中处理率（%）	X22(+)	水环境治理状况
	恢复	生态系统服务价值（元/km ² ）	X23(+)	潜在生态恢复水平
		生态弹性指数	X24(+)	生态自我调节能力
		环保投资占 GDP 比重（%）	X25(+)	政府规制水平
		植被覆盖变化趋势（%）	X26(+)	生态活力恢复趋势
		湿度变化趋势（%）	X27(+)	水生态恢复趋势
		夜间灯光强度变化趋势（%）	X28(–)	社会经济干扰趋势
		人均科教支出（元）	X29(+)	科学教育水平
本底	规模	规模韧性指数	X30(+)	城市规模适宜程度
	密度	生态供需水平	X31(+)	生态系统资源环境支撑能力
	形态	平均距离指数	X32(+)	生态空间布局合理性

式中， w_a 为主观权重， w_b 为客观权重， w 为组合权重， ER 为生态韧性， X_j 为第 j 项标准化指标值。

3.4 技术路线

整合遥感栅格、矢量与社会经济统计等多源数据，针对行政边界处多期缺失采用克里金插值补齐后与原数据镶嵌形成完整序列。为保证多源数据可比与可集成，统一转换至 WGS_1984_Albers 投影坐标系，将栅格重采样至 100 m 并进行像元对齐。基于风险-抵抗-

适应-恢复-规模-密度-形态七维框架和前人研究，结合东海区大陆海岸带实际并考虑数据可获得性，构建生态韧性评价指标体系，采用模糊层次分析(Fuzzy Analytic Hierarchy Process, FAHP) 和 CRITIC 组合赋权并基于拉格朗日条件极值原理确定最终权重，利用综合指数法加权集成生态韧性指数及其数据产品（图 1）。

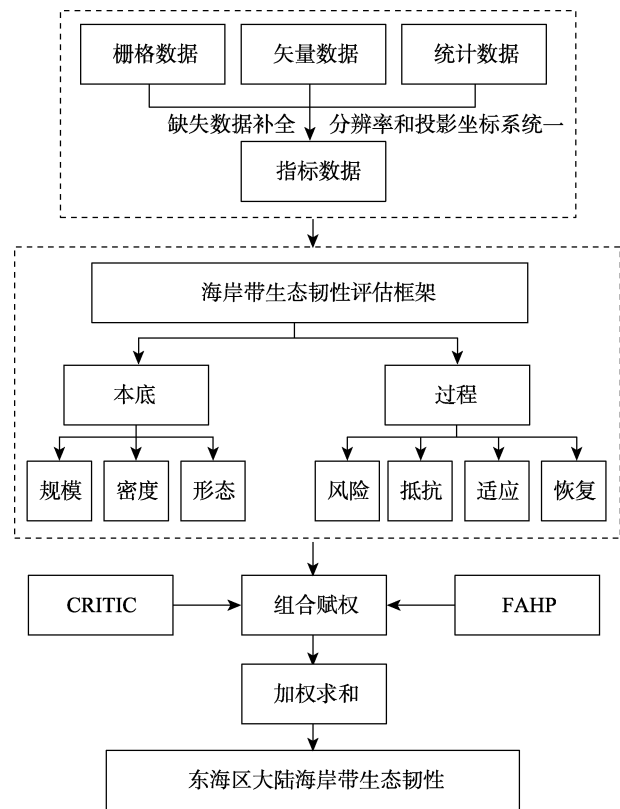


图 1 数据集研发技术路线图

4 数据结果与验证

4.1 数据集组成

数据集以.tif 和.xlsx 格式存储，内容包括 2000–2022 年 5 年间隔的以下数据：（1）生态韧性指数的空间分布；（2）7 个评估子系统（规模、密度、形态、风险、抵抗、适应、恢复）的数据；（3）生态韧性指数的分区域统计、子系统统计数据。其中，空间数据分辨率为 100 m。

4.2 数据结果分析

2000–2022 年东海区大陆海岸带生态韧性空间格局总体稳定（图 2），长期呈现东北部偏低、西南部偏高的梯度分异，高值区连片分布于浙南-闽北及闽南部分县域，低值区则持续集中于上海及浙北-闽中等核心开发带，说明主导分异结构在研究期内并未发生根本性逆转。与此同时，空间集聚特征出现由强转弱的趋势，热点与冷点斑块范围整体收缩、

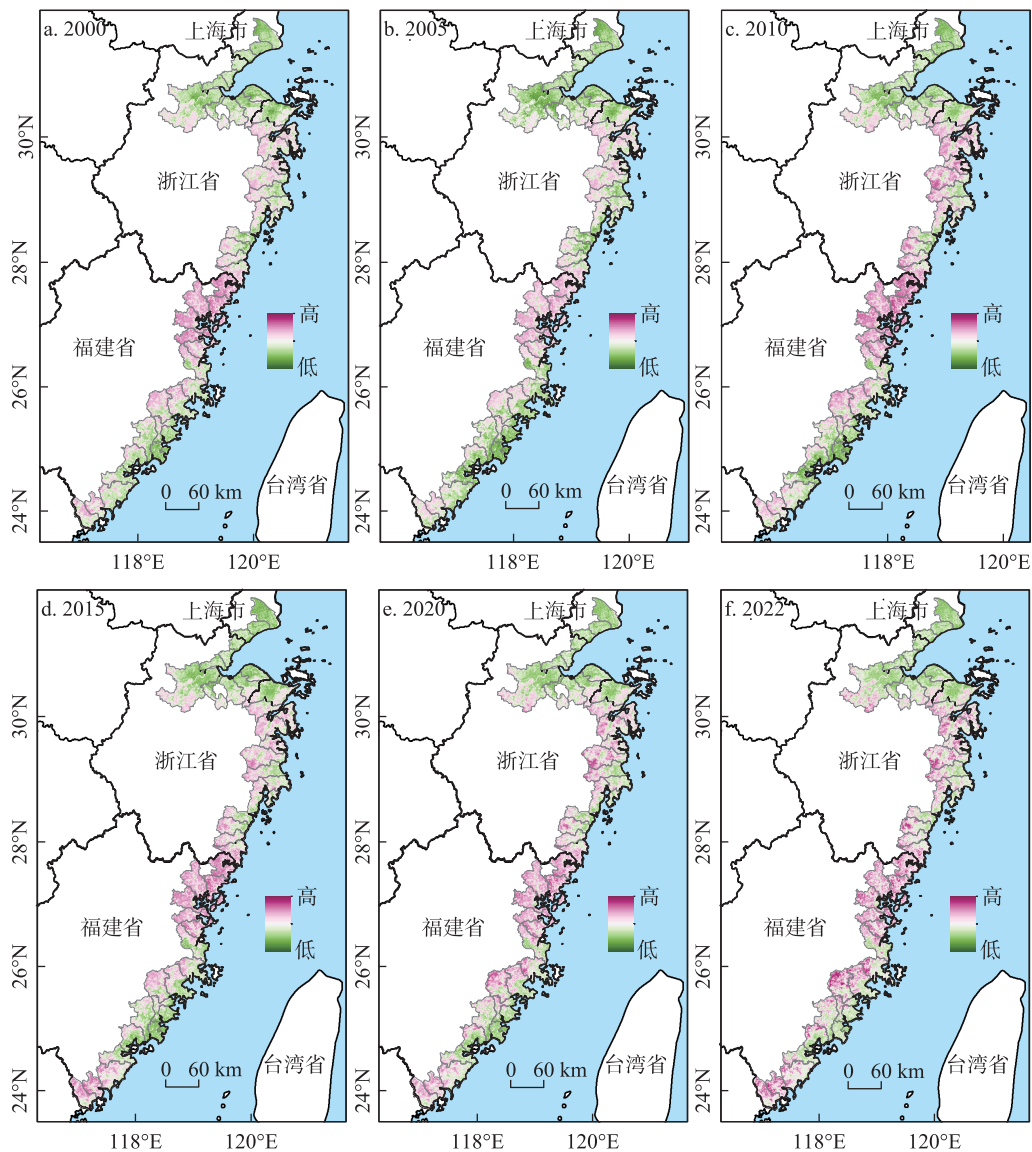


图 2 2000–2022 年中国东海区大陆海岸带生态韧性空间格局演化图
(参考审图号为 GS(2022)1873 的标准地图制作)

非显著区扩大，显示区域差异具有一定收敛性，空间重心表现为小幅西南迁移，进一步表明总体分布方向保持稳定而内部结构发生渐进调整。驱动机制可从自然本底、开发压力与治理响应的共同作用来解释。浙南与闽北/闽南丘陵山地比例较高，生态用地占比与生态系统服务供给能力更强，为生态韧性提供了坚实本底支撑；相反上海及浙北的人口与产业高度集聚，岸线人工化与土地开发强度长期维持高位，持续挤压生态空间并削弱生态系统结构与功能，使低值带具有路径依赖特征；2005 年后生态治理强化与绿色基础设施改善叠加污染控制等措施在一定程度上缓释风险压力并提升系统适应能力，推动高低值区边界逐步模糊并带来差异收敛，但高强度开发的刚性约束仍使整体演化表现为格

局稳定背景下的局部优化。

从省域-地级市-区县三级尺度对比看出,东海区大陆海岸带生态韧性在时间上呈现较强一致性,空间上体现典型尺度效应(图3)。省域尺度上,福建省与浙江省水平高于区域平均,上海市长期处于低位;2005年普遍出现阶段性回落,2010年后整体回升并保持上行趋势,这种同步波动反映共同宏观发展阶段与治理节奏对区域系统的叠加影响。地级市尺度进一步揭示省域平均所掩盖的内部差异,浙南与闽北、闽南部分城市的生态韧性较高,而北部核心城市群及闽中部分城市偏低,整体延续研究区东北部较低和西南部较高的稳定梯度格局。区县尺度异质性最为显著,即便在同一省域治理框架下,不同功能区仍因开发强度与生态空间结构差异而形成稳定分化。其驱动机制可归纳为自然本底、开发压力与治理响应的共同作用。丘陵山地型地区生态用地占比与生态系统服务供给能力更强,构成更优的韧性基础;人口与产业高度集聚区在岸线人工化与土地高强度开发的长期约束下更易固化低值,同时城镇化扩张导致规模与形态等本底要素走弱并削弱系统抵抗能力,使其韧性改善更受结构性制约。2005年后生态治理强化、绿色基础设施改善与污染控制一定程度上缓释风险压力并提升系统适应能力,带动多数行政单元韧性回升,但外部冲击与发展取向变化仍会对恢复过程产生阶段性扰动,使不同尺度分化格局在总体回升背景下持续存在。

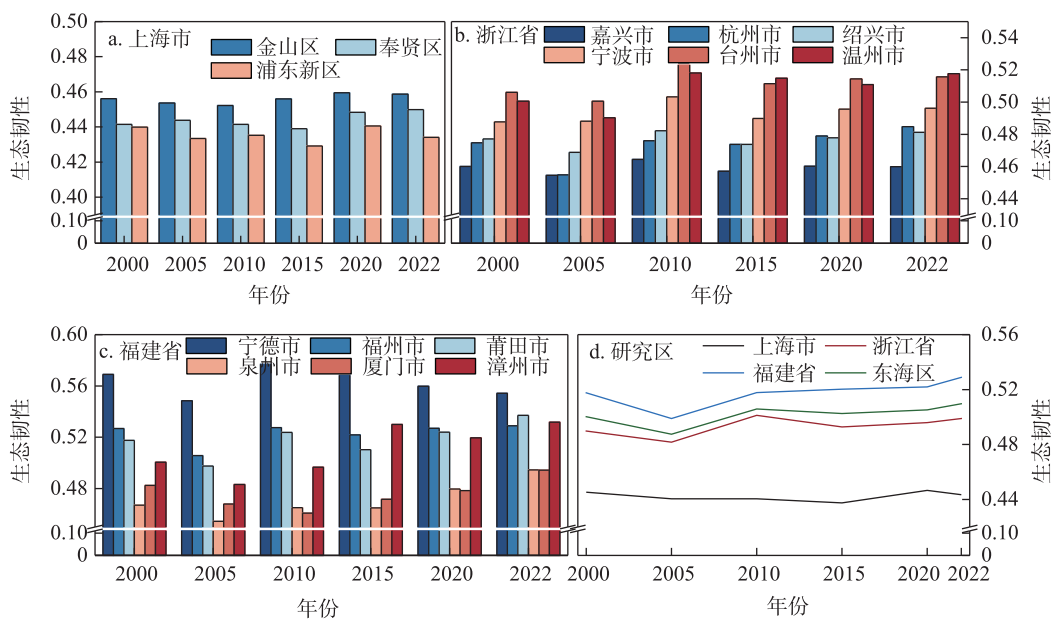


图3 2000–2022年中国东海区大陆海岸带生态韧性时序演化图

2000–2022年东海区大陆海岸带生态韧性子系统呈现本底变弱但过程波动回升的演变格局(图4)。在生态本底方面,规模与形态持续下降,表明城镇化推进与建设用地边缘扩张不断挤压生态空间、削弱生态基础设施支撑范围并引发格局劣化;与此同时密度水平在2005年后明显上升,这是因为生态治理加强与发展方式趋于集约绿色背景下,生态供需关系有所改善,但其正向作用不足以抵消规模与形态下行的负向影响,因此本底水平仍呈缓慢下降。在生态过程方面,风险水平先降后升,其中2000–2005年受开发扰动增强、景观

破碎化加剧等影响而走低，2005年后随绿地基础设施改善与污染排放控制等推动风险压力趋缓而回升；抵抗水平总体下降，说明生态系统结构与功能及其服务供给能力在长期高强度开发中持续削弱；适应水平显著上升，究其原因是政策治理与管理响应增强带来的系统调适能力有所提升；恢复水平在2015年前上升后回落，前期与环保投入和科技进步推动生态恢复相关，后期则与疫情冲击后治理重心偏向经济恢复、叠加建设扩张削弱生态自我调节能力有关。总体上过程水平的阶段性抬升由风险趋缓与适应增强驱动，但本底与抵抗的持续走弱对综合生态韧性形成长期约束。

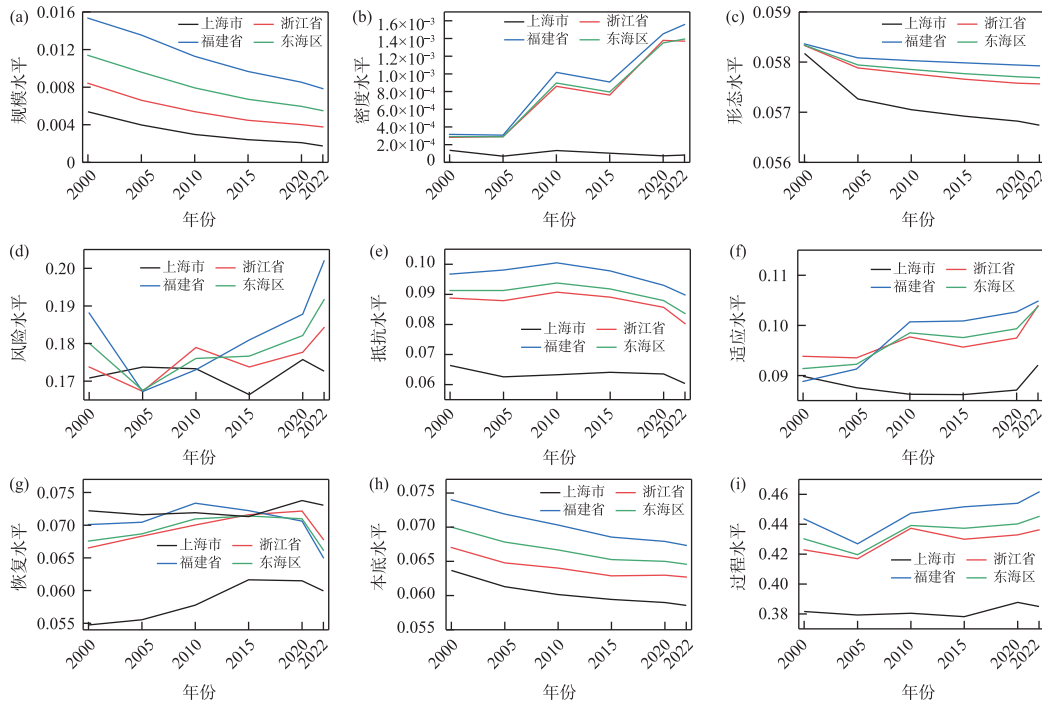


图4 2000–2022年中国东海区大陆海岸带生态韧性子系统时序演化图

5 讨论和总结

研究整合多源遥感栅格与社会经济统计数据，基于生态本底-过程框架构建生态韧性指标体系，通过主客观组合赋权与综合指数集成，形成2000–2022年生态韧性及子系统数据产品。结果表明东海区大陆海岸带生态韧性呈阶段性波动并总体回升，2005年出现低谷，2010年后稳步改善；空间上保持东北部偏低、西南部偏高的梯度分异，高值区分布于浙南与闽北、闽南部分县域，低值区集聚于上海及浙北-闽中核心开发带。省域平均对内部差异具有平滑效应，地级市与区县尺度更能显化功能分区与开发强度差异所导致的韧性分化。生态韧性子系统发展趋势有所不同，规模水平不断下降，密度水平波动上升，形态水平日益下降，风险水平先下降后上升，抵抗水平波动下降，适应水平波动上升，恢复水平先上升后下降，过程水平阶段性抬升由风险趋缓与适应增强驱动，但本底与抵抗持续走弱对综合生态韧性形成长期约束。

本数据集可为海岸带生态安全格局识别、国土空间治理分区、韧性短板诊断与跨尺度比较研究提供基础数据,并可与灾害过程、生态修复与碳汇评估等专题数据耦合,用于情景模拟与政策成效评估。受数据可得性与组织方式影响,本数据集以多年间隔刻画长期变化,难以捕捉极端事件后快速扰动与恢复;部分社会经济指标空间化处理可能引入尺度误差;对风暴潮、海平面上升与复合洪涝等海岸带关键风险刻画仍有拓展空间。后续将结合更高时频遥感与过程数据,完善复合风险与恢复过程表征,开展不确定性量化与版本迭代更新,以提升数据的可解释性与可移植性。该数据集支持了第一作者硕士理学学位论文的完成。

作者分工: 应超赞同并采用了李加林对数据集开发的总体设计方案,采集、处理了数据,并设计了模型和算法;钟捷做了数据验证;刘永超、田鹏对数据集总体框架给予了指导和修改;应超完成了数据论文初稿,全体作者共同完成了论文修改。

利益冲突声明: 本研究不存在研究者以及与公开研究成果有关的利益冲突。

参考文献

- [1] 管青春,周旭,刘黎明等. 1990–2023年黄河三角洲生态系统韧性演变特征及其突变机制[J]. 生态学报, 2026, 46(2): 721–741.
- [2] Lotze, K. H., Lenihan, S. H., Bourque, J. B., *et al.* Depletion, degradation, and recovery potential of estuaries and coastal seas [J]. *Science*, 2006, 312(5781):1806–1809.
- [3] 孟海星,王从春,叶属峰. 景观格局视角下的海岸带空间韧性: 内涵特征、关键要素与提升路径[J]. 中国科学院院刊, 2025, 40(12): 2124–2137.
- [4] 钟敬秋,高梦凡,赵玉青等. 中国国际重要滨海湿地生态系统文化服务空间分异归因研究[J]. 地理学报, 2024, 79(1): 76–96.
- [5] 王培家,宋玉军,章锦河等. 顾及空间尺度的京津冀地区生态系统健康归因分析及多情景模拟[J]. 生态学报, 2025, 45(18): 8986–8999.
- [6] 陈春阳,贾夏,赵永华等. 耦合生态系统服务价值与生态风险评估的河西走廊生态分区[J]. 应用生态学报, 2026, 37(1): 213–222.
- [7] 应超,李加林,刘永超等. 海岸带生态韧性与土地利用强度的时空关系及影响因素——以宁波市蟹钳港为例[J]. 生态学报, 2026, 46(2): 753–770.
- [8] 张海涛,李加林,刘永超. 2001–2020年东海区大陆海岸带复合生态系统韧性时空演变[J]. 海洋通报, 2024, 43(1):127–139.
- [9] 马程伟,文超祥. 适应气候变化的海岸带韧性研究综述——基于文献计量分析[J]. 生态学报, 2024, 44(5): 2173–2186.
- [10] 盖美,徐晶晶,徐玉梅等. 陆海统筹视角下多要素匹配对海岸带人地系统韧性的作用机制——以环渤海地区为例[J]. 资源科学, 2025, 47(9): 1958–1975.
- [11] 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.
- [12] 应超,李加林,刘永超等. 东海海岸带县域城市韧性演化及影响因素[J]. 地理学报, 2024, 79(2): 462–483.
- [13] 应超,刘永超,田鹏等. 东海区大陆海岸带生态韧性数据集(2000–2022)[J/DB/OL]. 全球变化数据仓储电子杂志, 2026. <https://doi.org/10.3974/geodb.2026.02.09.V1>. <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.11.2026.02.09.V1>.
- [14] 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]. <https://doi.org/10.3974/dp.policy>. 2014.05 (2017年更新)
- [15] 孙桥,胡周汉,张捷等. 南水北调东线平原水库生态服务效益评估——以大屯水库为例[J]. 南水北调与水利科技(中英文), 2023, 21(6): 1213–1222.