2025

“海丝”沿线国家海岸带可持续发展能力指数报告

中国海洋发展基金会
CHINA OCEANIC DEVELOPMENT FOUNDATION

FISO
福建海洋可持续发展研究院（厦门大学）
FUJIAN INSTITUTE FOR SUSTAINABLE OCEANS (XIAMEN UNIVERSITY)

“海丝”沿线国家海岸带可持续发展能力指数报告（2025）

中国海洋发展基金会

福建海洋可持续发展研究院（厦门大学）

2025 年 9 月

报告技术支撑单位：海岸带可持续发展能力建设实验室

报告顾问组成员

戴民汉 中国科学院院士，厦门大学讲席教授

潘新春 中国海洋发展基金会副理事长兼秘书长

吕永龙 厦门大学讲席教授

关大博 清华大学特聘教授

报告科学组成员

薛雄志 本报告首席科学家

福建海洋可持续发展研究院（厦门大学）院长

厦门大学环境与生态学院教授

吝　涛 中国科学院城市环境研究所研究员

黄金良 厦门大学环境与生态学院教授

张增凯 厦门大学环境与生态学院教授

李杨帆 厦门大学环境与生态学院教授

陈能汪 厦门大学环境与生态学院教授

刘　超 自然资源部第一海洋研究所副研究员

张彩云 厦门大学海洋与地球学院副教授

朱旭东 厦门大学环境与生态学院教授

报告编写组（由本项目课题组成员组成）

组长：付伊秋

成员：黄鑫泽 刘霄翔 于涵 郑昀恺 张浚茂 高书垚 李文杰 赵鑫莹 谢佳恒 李玲玲 刘弘华 李政

目 录

前言 1

1.“海丝”沿线国家海岸带可持续发展能力指数解释 3

2.“海丝”沿线国家海岸带可持续发展能力指数评价方法 4

2.1 指标体系 4

2.1.1 评价框架 4

2.1.2 指标选取 4

2.2 指标缺失值处理 6

2.3 遥感数据提取 6

2.4 数据标准化 6

2.5 权重设置 7

2.6 指标聚合 7

2.7 方法局限性 8

2.8 评价对象 8

3.“海丝”沿线国家海岸带可持续发展能力指数评价结果 10

3.1 综合评价结果 10

3.2 主题得分及排名 13

参考文献 23

附件 26

1.指标设置解释 26

2.各子主题得分 31

前言

2013 年，中国国家主席习近平在出访中亚和东南亚国家期间，先后提出共建“丝绸之路经济带”和“21 世纪海上丝绸之路”的重大倡议，获得国际社会高度关注。2015 年，中国政府制定并发布《推动共建丝绸之路经济带和 21 世纪海上丝绸之路的愿景与行动》，提出了与海上丝绸之路沿线国家加强海上合作的思路，旨在以中国沿海经济带为支撑，共同建设中国-印度洋-非洲-地中海、中国-大洋洲-南太平洋以及经北冰洋连接欧洲三条蓝色经济通道。2017 年，中国国家发展改革委和国家海洋局联合发布《“一带一路”建设海上合作设想》，致力于共同打造开放、包容的合作平台，推动建立互利共赢的蓝色伙伴关系，铸造可持续发展的“蓝色引擎”。

“21 世纪海上丝绸之路”倡议提出十几年来，我国不断深化与沿线国家在海洋、科技、环保、港口等方面的务实合作，完善相关合作机制。2022 年，国家发展改革委等部门发布了关于推进共建“一带一路”绿色发展的意见，要求统筹完善绿色发展支撑保障体系，加强“一带一路”生态环保大数据服务平台建设，加强生态环境及应对气候变化相关信息共享、技术交流合作。建设“21 世纪海上丝绸之路”（以下简称“海丝”）是联合国《2030 年可持续发展议程》在海洋领域的落实，旨在实现“人海和谐、共同发展，共同增进海洋福祉”。合作重点包括保护海洋生态环境与生物多样性、调查评估海岸带状况、开展海洋和海岸带蓝碳生态系统监测、消除贫困、促进蓝色经济发展、维护海上安全、深化海洋科技研究、建立紧密的蓝色伙伴关系等，涵盖了环境、社会、经济领域，与可持续发展“三大支柱”密切相关，与联合国 2030 年可持续发展议程相辅相成，为有关国家摆脱经济困境、实现 2030 年可持续发展议程目标提供了现实路径。“海上丝绸之路”既是一条推进沿线海洋与海岸带可持续发展之路，又是一条促进沿线各国可持续发展之路（National Development and Reform Commission, 2017; Wang, 2020）。

然而，“海丝”沿线国家绝大多数属于发展中国家和新兴经济体，其海岸带区域普遍面临工业化和城镇化建设引发的环境污染、生态退化等问题（Protection, 2017）。此外，航运量增长、港口建设等海上活动可能对海洋生态系统、关键栖息地和物种造成消极影响，进而威胁区域海洋健康与生态安全（Lechner et al.,

2018; Turschwell et al., 2020）。鉴于上述挑战，开展“海丝”沿线国家海岸带可持续发展能力评价具有重要意义。该评价工作将有助于掌握“海丝”沿线国家在海岸带方面的可持续发展状况，具体评估各国在海岸带社会、经济和环境领域的优势与面临的问题，进而为充实中国与沿线国家的合作交流内涵、以及帮助其决策者改进本国可持续发展政策提供科学依据。这些努力旨在进一步推动蓝色伙伴关系的构建，助力全球海洋命运共同体的建设。

本研究报告以 2023 年（最新数据可获取年）为评价基准年，基于指标数据获取的科学性、有效性及可操作性，确定海岸带空间数据的获取范围为自海岸线向陆向海各延伸 100 km（依托公开发表的统计数据设置的指标除外；对于不足 100 km 的国家则直接使用国家范围）。报告主要由三部分构成：第一部分概述“海丝”沿线国家海岸带可持续发展能力指数；第二部分阐述“海丝”沿线海岸带可持续发展能力的评价方法，包括指标体系的构建，数据的提取及指标数据处理；第三部分呈现“海丝”沿线国家海岸带可持续发展能力评价结果。本期报告（2025 年版）延续了 2024 年版综合、全面、系统的评价框架，进一步提升了精确性和时效性，同时新增了加纳，使纳入评价的国家达到 50 个，并保持了数据的更新。我们鼓励读者在查阅可持续发展指数总分之外，更关注各国在各主题、子主题和指标层面的表现及其发展轨迹。

本报告延续了海岸带可持续发展能力评价指标体系的全面性，进一步丰富了海岸带可持续发展的内涵表征。但本课题组深知当前研究仍存在局限，距离成为相关国家涉海决策坚实科学依据的目标还有差距。今后我们将持续努力深化研究，致力于编制更具权威性、专业性的周期性报告。诚邀本领域专家学者进行探讨和批评指正！

1.“海丝”沿线国家海岸带可持续发展能力指数解释

报告呈现并汇总了体现“海丝”沿线国家海岸带可持续发展能力的现状数据。选取了大气、土地、海洋、淡水资源、生物多样性、社会发展与经济发展共 7 个主题，在主题层级下设了 19 个子主题和 35 个指标，经过层层聚合形成了最终的海岸带可持续发展能力指数，指数分数的高低及排名用于反映各个国家的海岸带可持续发展能力。

“海丝”沿线国家海岸带可持续发展能力指数是对“海丝”沿线国家关于海岸带可持续发展现状的总结与评价。通过计算获取各个子主题和主题得分，运用指数聚合方法得到“海丝”沿线国家海岸带可持续发展能力评价结果，并通过不同主题、子主题以及指标的得分情况体现“海丝”沿线国家海岸带可持续发展的优势和需要改善提高的领域。海岸带可持续发展能力指数的分数以及单一主题/子主题/指标的分数表示某个国家在最差（10）和最佳（95）之间的位置。由于海岸带可持续发展能力指数是一个由指标、子主题、主题层级递进聚合而成的综合指数，因此本报告鼓励学者及政策制定者不应只关注各个国家海岸带的指数得分与排名，更应考虑各个国家海岸带在主题、子主题和指标层面的表现。

2.“海丝”沿线国家海岸带可持续发展能力指数评价方法

“海丝”沿线国家海岸带可持续发展能力指数评价方法的主要步骤包括：指标体系的构建、指标缺失值的处理、遥感数据提取、数据标准化、指标权重设置和指标聚合。

2.1 指标体系

本报告参考 2007 年可持续发展委员会（CSD）所编写的可持续发展指标构建指导方法（第三版）（United Nations, 2007），结合“海丝”沿线国家可持续发展特征以及海岸带属性，形成适用于“海丝”沿线国家海岸带可持续发展能力评价的独特指标体系。

2.1.1 评价框架

本报告采用基于主题的评价框架，选取大气、土地、海洋、淡水资源、生物多样性、社会发展与经济发展共 7 个主题作为指标体系的构建基础。与常见的评价框架（如社会、经济和环境“三大支柱”框架、PSR 模型）相比，基于主题的评价框架具有以下优势：（1）突破单一维度划分，强调可持续发展的多维复合性。例如“海洋食品供给量”指标同时涉及经济与社会维度，难以简单归类；（2）以政策应用为导向，更直接支撑决策需求（United Nations, 2007）。在主题的基础上，本报告设置了相应的子主题与指标，最终形成了“主题-子主题-指标”的三级评价指标体系。

2.1.2 指标选取

“海丝”沿线国家海岸带可持续发展能力评价指标体系构建的主要目的是评估一个国家海岸带可持续发展能力在不同评价主题方面和综合方面的相对水平，因此所选取的指标应体现海岸带的属性和特征，综合衡量现阶段“海丝”沿线国家可持续发展战略的成效与短板。

海岸带可持续发展能力评价指标的选取遵循如下条件或准则：

（1） 指标含义科学合理，易于理解；

（2） 指标含义具有代表性和独立性；

（3） 指标具有目标相关性，应与评估可持续发展能力有关；

（4） 指标来源可靠，数据可得或可测，可定期更新；

（5） 指标具有国家或地区可比性。

经上述流程，最终确立包含 7 个主题、19 个子主题及 35 项具体指标的评估体系（表 1）。

表 1 “海丝”沿线国家海岸带可持续发展能力评价指标体系

主题	子主题	核心指标
大气	温室气体	区域 CO_2 排放量
		人均 CO_2 排放量
	空气质量	$PM_{2.5}$ 浓度
		区域 SO_2 排放量
土地	农业	化肥使用量
		可持续氮管理指数
	土地利用	土地利用强度
		岸线景观指数
	植被	归一化植被指数
海洋	渔业	海洋食品供给量
		手工渔业捕捞机会
		过度捕捞渔业比例
	海洋环境	清洁水域
		海岸带垃圾
	自然灾害	海岸带防护
		自然灾害风险暴露性
淡水资源	水量	淡水面积占海岸带陆地面积比例
		地下储水量
		水资源使用强度
	水质	饮用水健康风险
生物多样性	物种	红色名录指数
		海洋营养指数
	生态系统	海洋保护区占海岸带面积比例
		陆地保护区占海岸带陆地面积比例
		滨海湿地占海岸带陆地面积比例
		海洋净初级生产力
社会发展	人口水平	海岸带人口密度
	基础设施发展水平	道路网密度
	收入平等	基尼系数
		总失业人数占劳动力总数的比例
	生活水平	人口平均预期寿命
		恩格尔系数
	性别平等	女性商业和法律指数
经济发展	经济水平	海岸带年人均 GDP
	经济结构	海洋经济占比

本指标体系较为充分地考虑了“海丝”沿线国家特点与海岸带特性，覆盖了国家和地区普遍关注的问题，这些问题与海岸带可持续发展密切相关，涵盖了可持续发展中的社会、经济和环境三大维度，反映了可持续发展目标与人类基本需求。

2.2 指标缺失值处理

本报告对统计来源的指标数据缺失值的处理包括就近年份替代法、相似国家替代法、均值法和剔除法等。

（1） 就近年份替代法

对于 2023 年数据缺失的部分指标，取时间序列数据中心的最近年份的数据替代 2023 年数据。

（2） 相似国家替代法

适用于某个指标某个国家所有年份数据均缺失的情况，对于这类缺失值，本报告通过其他相似指标找出与该国情况最相近的其他国家的数据进行替代或结合其他相关指标进行估算。

（3） 均值法

用于某个指标存在少数国家无数据的情况，此时取其他有数据国家的平均值作为数据缺失国家的值。

（4） 剔除法

用于某些无法填补缺失值的情况，在指标聚合计算的过程，这些指标的缺失值采用剔除法，不带入计算也不分配权重。

2.3 遥感数据提取

海岸带区域范围为自海岸线向陆向海各延伸 100 km，对于不足 100 km 的国家，如新加坡，直接使用国家层面范围进行提取。对于其他国家，则需要分别制作各个国家海岸带范围矢量文件，运用 ArcGIS 工具对遥感数据产品源进行数值提取。

2.4 数据标准化

指标层中的各项指标相互之间在数据特征、数量级及量纲上存在着差异，为便于指标间相互比较，需要对指标原始数据进行标准化处理。常见的数据标准化的方法包括“最大最小值法”、“z 分数法”、“目标距离法”等。本报告采用

最大最小值法对指标原始数据进行标准化。将指标分为正向型指标和负向型指标，正向型指标意味着指标数据越大，越有利于可持续发展，负向型指标则相反。标准化公式如下：

$$\text{负向型指标：}\ Y_{ij} = \frac{X_{jmax} - X_{ij}}{X_{jmax} - X_{jmin}}$$

$$\text{正向型指标：}\ Y_{ij} = \frac{X_{ij} - X_{jmin}}{X_{jmax} - X_{jmin}}$$

式中，Y_{ij}为指标数据标准化后的值，X_{ij}为i国的j指标初始值，X_{jmax}和X_{jmin}分别为j指标数据的最大值和最小值。

2.5 权重设置

本报告应用等权重法对各层次的变量赋权。这种方法的优势在于，即使在某一特定主题下新增子主题或指标，也不会改变各主题在综合得分中的相对权重。这确保了所有主题都能在一定程度上受到关注，并促使各国在提升综合指数时，兼顾每一主题的改进，特别是那些最具挑战性或最具提升潜力的领域。理想情况下，各主题的权重应依据实证数据加以设定，但这需要对每个国家开展详尽调查，显然超出了本研究的能力范围。况且，在指标选取阶段已充分考虑了全面性与均衡性，因此采用等权重法来衡量海岸带可持续发展能力是合理且可行的。此外，等权重法已被广泛应用于国际主流的综合指数评估中，如《联合国可持续发展报告》（SDGs）、海洋健康指数（OHI）以及海岸带治理指数（CGI）等，为本研究方法的选择提供了有力的借鉴依据。

2.6 指标聚合

本报告采用常数替代弹性（CES）函数实现“海丝”国家海岸带可持续发展能力指数的多层级聚合，分为三个步骤：指标层向子主题层聚合，子主题层向主题层聚合，主题层向综合指数聚合。需特别说明的是，CES 函数模型有三种特殊情况：（1）当要素完全可替代时，综合指数等价于要素加权平均值（权重相等时为算术平均）；（2）当要素完全不可替代时，CES 函数退化为莱昂惕夫生产函数，综合指数由最小值要素决定；（3）线性可替代性的中间情形采用柯布道格拉斯生产函数，其综合指数等价于各要素的几何平均值。

本报告选择算术平均对每一层级进行聚合，原因主要有三：一方面，由于本报告涉及的指标具体且细致，因此存在指标替代性的可能性较高；同时子主题、主题之间亦可能存在一定的替代性。另一方面，与算术平均值不同，由于几何平

均法的放大效应，采用几何平均法对于那些表现相对较差的国家具有很大的不公平性，这不利于激励它们改进自身、推进本国海岸带可持续发展；再者，对于这些国家，莱昂惕夫生产函数关注的是单一的、表现最差的主题/子主题，这不能很好地反映它们的综合表现。综上，使用算术平均进行聚合并作为本报告中综合指数得分的可行性和合理性较高。

2.7 方法局限性

海岸带数据的获取具有一定的挑战性，尤其是海岸带社会经济层面的指标数据，获取极其困难。需要通过借助目前先进的遥感和地理空间信息技术对海岸带区域内的可持续发展相关指标进行估算和数据提取。由于获取遥感产品数据分辨率的不同，海岸带区域范围的数据往往会存在较大的差异。尽管如此，通过对比遥感数据获取的海岸带数据和国家层面的数据发现，除了数据尺度上有所变化，国家海岸带之间的相对差异并没有改变，不影响国家海岸带可持续能力指标之间的对比与评价。因此，采用遥感技术和遥感产品数据源具有一定的优势，为评估大尺度海岸带可持续发展能力提供了强大的技术支撑。

另外，项目没有考虑时间序列的数据。本报告中的指标计算所采用的都是最新数据，没有考虑历史数据是因为以时间序列为单位获取的数据非常有限，且以遥感技术获取的相关产品数据，在较短时间内变化并不明显。因此，目前的“海丝”沿线国家海岸带可持续发展指数仅提供有关国家实施可持续发展的能力现状，未来需要长期跟踪评价才能反映不同年份间海岸带可持续发展能力的变化情况。

2.8 评价对象

本报告所涉及的“海丝”沿线国家名录来自于中国一带一路网（https://www.yidaiyilu.gov.cn/info/iList.jsp?cat_id=10037）所公布的“一带一路”合作签署国家名单（截止日期 2024 年 12 月 10 日）。经地理空间位置核查与数据可行性评估，最终确定 50 个国家纳入评价体系（完整名录见表 2，空间分布见图 1）。其中个别国家，如：以色列，佛得角，巴林，黑山以及部分南太平洋岛国，虽然属于“海丝”沿线国家名列，但因关键指标数据严重缺失、或因数据提取难度大和数据质量未达跨国比较要求等问题，未被纳入此次评估对象。

表 2“海丝”沿线国家海岸带可持续发展能力评价名单

所属区域	国家名称			
亚洲	新加坡 马来西亚 菲律宾 韩国 阿拉伯联合酋长国（简称阿联酋） 科威特	印度尼西亚 缅甸 伊朗 阿曼 卡塔尔 孟加拉国	泰国 柬埔寨 黎巴嫩 土耳其 斯里兰卡 巴基斯坦	越南 文莱 沙特阿拉伯 也门 东帝汶
非洲	埃及 肯尼亚 纳米比亚 阿尔及利亚	坦桑尼亚 索马里 利比里亚 塞内加尔	苏丹 南非 尼日利亚 加纳	莫桑比克 摩洛哥 吉布提
美洲	智利 秘鲁	委内瑞拉 哥斯达黎加	厄瓜多尔 萨尔瓦多	乌拉圭
欧洲	希腊 保加利亚	葡萄牙	克罗地亚	阿尔巴尼亚

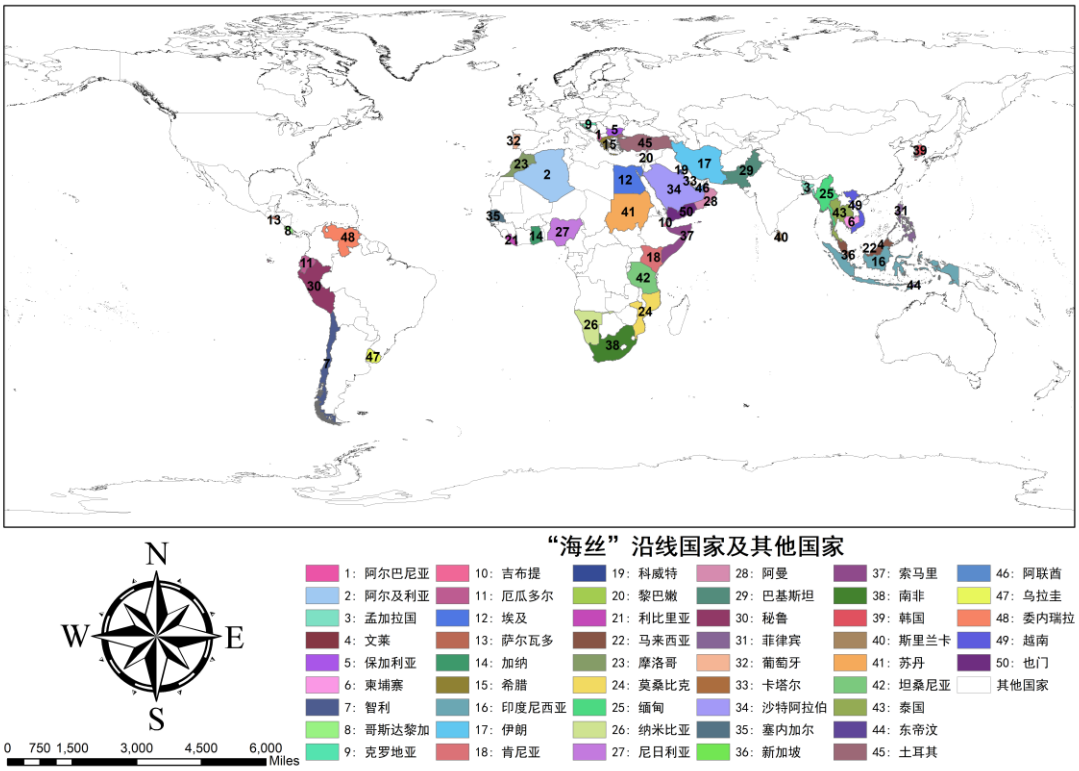

图 1 “海丝”沿线国家空间位置分布

3.“海丝”沿线国家海岸带可持续发展能力指数评价结果

3.1 综合评价结果

“海丝”沿线国家海岸带可持续发展能力指标体系评分与排名计算结果如图 2 所示（具体指标分数详见附件中的各子主题得分）。

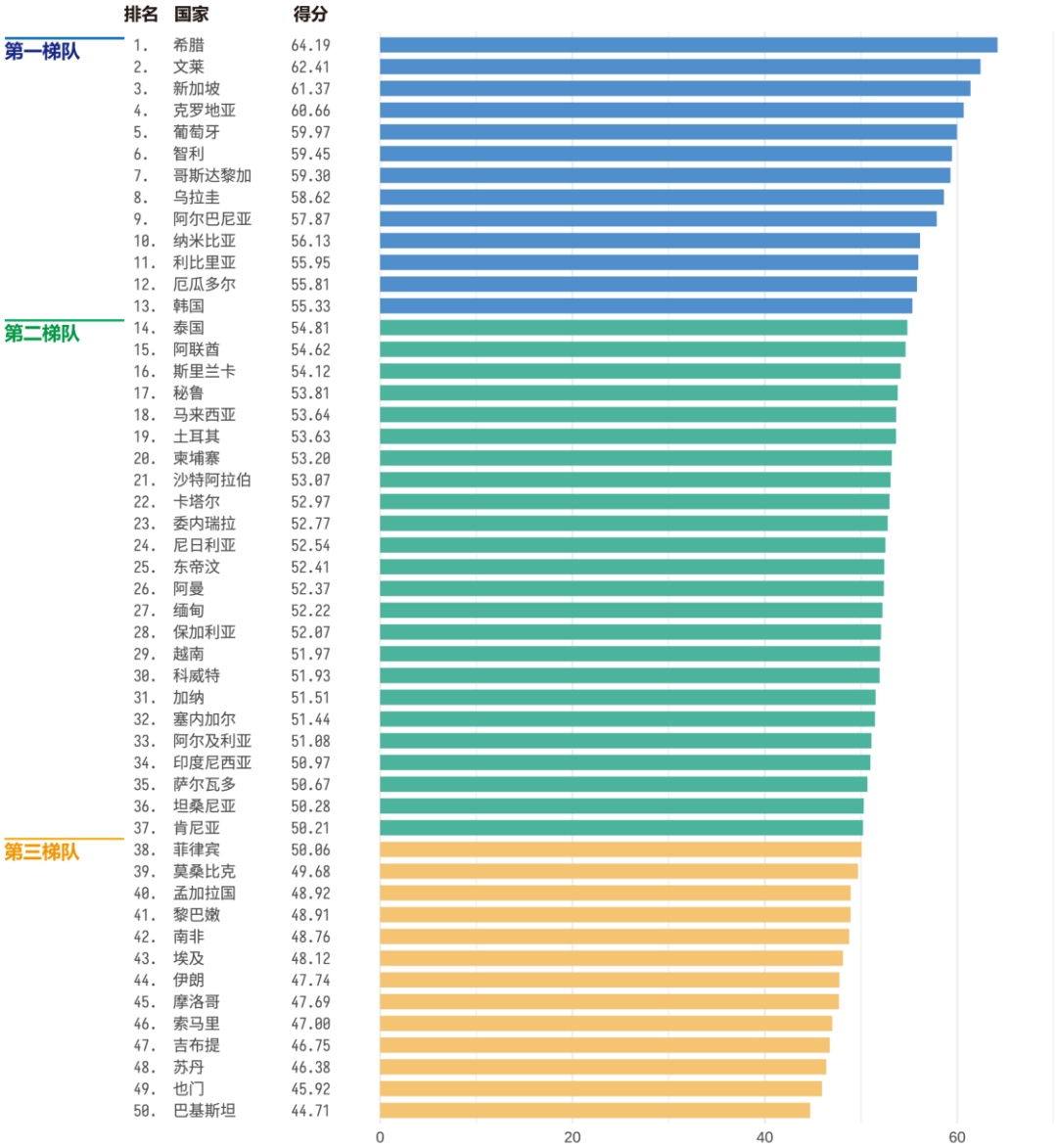

图 2 “海丝”沿线国家海岸带可持续发展能力指数综合得分

注：本图根据得分分布划分梯队：前 25%为第一梯队，中间 50%为第二梯队，后 25%为第三梯队。

结果显示，“海丝”沿线国家海岸带可持续发展能力指数平均得分为 52.92。有超过一半的国家海岸带可持续发展能力得分处于平均分以下。可以看出，“海丝”沿线国家海岸带可持续发展能力仍有较大的提升空间。综合排名位居榜首的是希腊，其综合得分高达 64.19，排名末位的国家是巴基斯坦，得分为 44.71。排名在前五的国家依次为希腊（64.19）、文莱（62.41）、新加坡（61.37）、克罗地亚（60.66）和葡萄牙（59.97）。排名倒数五位的国家依次为索马里（47.00）、吉布提（46.75）、苏丹（46.38）、也门（45.92）和巴基斯坦（44.71）。“海丝”沿线国家海岸带可持续发展能力指数综合得分空间分布如图 3 所示。

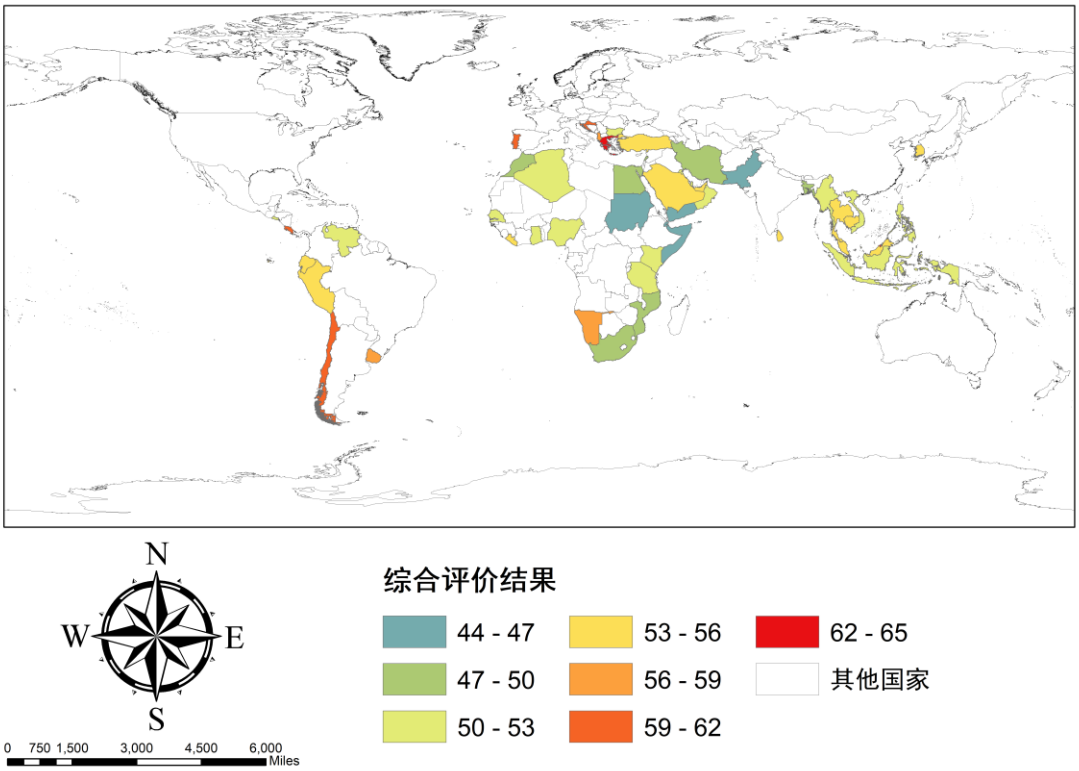

图 3 “海丝”沿线国家海岸带可持续发展能力指数综合得分空间分布

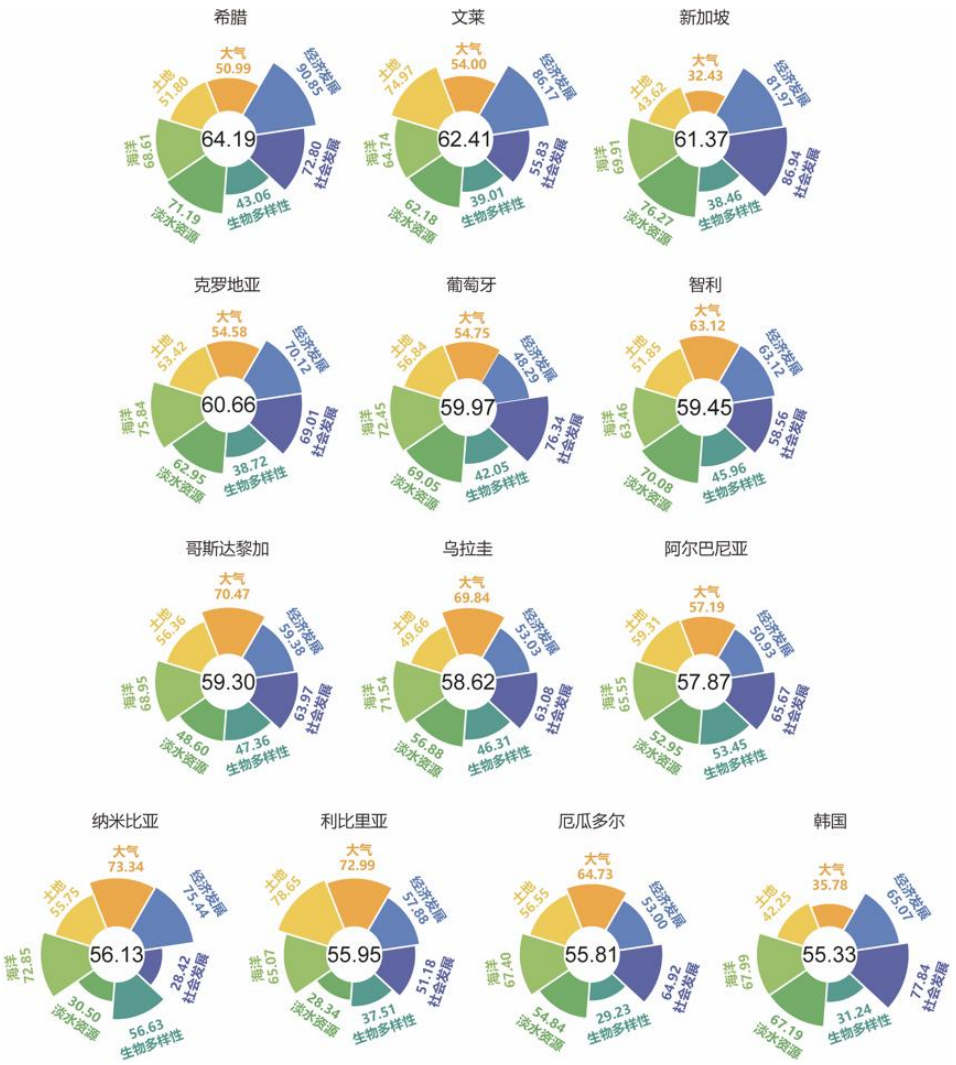

图 4 “海丝”沿线国家海岸带可持续发展能力指数第一梯队评分

根据各国家海岸带可持续发展能力综合排名和主题得分，绘制出第一梯队国家海岸带可持续发展能力的各项主题得分情况图，进一步明晰各个国家海岸带可持续发展的优势与短板，结果如图 4 及表 3 所示。

希腊海岸带可持续发展的优势主要体现在经济发展、淡水资源和社会发展三大主题方面，其得分分别为 90.85、71.19 和 72.80，分别位列第 1、第 2 和第 4。表现不足的方面主要反映在大气主题上，得分仅为 50.99，位列第 35。处于第 2 位的文莱，其优势主要体现在土地和经济发展方面，得分分别为 74.97 和 86.17，均位列第 2。其劣势主要体现在社会发展和大气主题方面，得分分别为 55.83 和 54.00，分别位列第 35 和第 30。新加坡的优势主要表现在社会发展、淡水资源和经济发展主题得分方面，分数分别为 86.94、76.27 和 81.97，前两项均位列第 1，经济发展位列第 3。不足之处主要反映在大气和土地方面，得分仅为 32.43 和

43.62，分别位列第 47 和第 44。克罗地亚的突出优势主题主要是海洋和淡水资源，得分分别为 75.84 和 62.95，分别排名第 4 和第 6。而劣势主题主要为大气，得分为 54.58，位列第 29。综合排名第 5 的葡萄牙，其优势主要反映在社会发展和淡水资源方面，得分分别为 76.34 和 69.05，位列第 3 和第 4。其发展不足的主题是经济发展和大气，得分分别为 48.29 和 54.75，分别位列第 32 和第 27。智利的优势主要反映在淡水资源和生物多样性方面，得分分别为 70.08 和 45.96，分别位列第 3 和第 7。其发展不足的主题是海洋和社会发展，得分分别为 63.46 和 58.56，分别位列第 33 和第 29。哥斯达黎加的主要优势反映在生物多样性和大气方面，得分分别为 47.36 和 70.47，分别位列第 5 和第 8。而不足则主要表现在淡水资源方面，得分仅为 48.60，位列第 22。乌拉圭海岸带可持续发展的优势主题为生物多样性、淡水资源和海洋，得分分别为 46.31、56.88 和 71.54，生物多样性位列第 6，后两项均位列第 8。不足之处主要反映在土地和经济发展方面，得分分别为 49.66 和 53.03 分，分别位列第 31 和第 27。阿尔巴尼亚的主要优势体现在生物多样性方面，得分为 53.45，位列第 3。而存在的劣势主要反映在经济发展主题上，得分为 50.93，位列第 31。纳米比亚的优势主题主要体现在生物多样性和经济发展方面，得分分别为 56.63 和 75.44，分别位居第 2 和第 4。而劣势主题主要反映在社会发展和淡水资源方面，得分分别为 28.42 和 30.50，分别位居第 50 和第 45。利比里亚的主要优势在土地和大气主题方面，得分分别为 78.65 和 72.99，分别位列第 1 和第 7。而劣势主要反映在淡水资源和社会发展主题方面，得分分别为 28.34 和 51.18，分别位居第 47 和第 41 位。厄瓜多尔的优势主要体现在淡水资源和社会发展主题上，得分分别为 54.84 和 64.92，分别位居第 11 和第 12。而劣势主要反映在生物多样性方面，得分仅为 29.23，位列第 42。韩国的主要优势在社会发展、淡水资源和经济发展主题方面，得分分别为 77.84、67.19 和 65.07，位居第 2、第 5 和第 10。而劣势主要反映在大气和土地主题，得分分别为 35.78 和 42.25，位居第 45 和第 47。

3.2 主题得分及排名

“海丝”沿线国家海岸带可持续发展能力各个主题得分及排名如表 3 所示（具体指标分数详见附录中的各子主题得分）。

表 3 “海丝”沿线国家海岸带可持续发展能力主题得分及排名

国家名称	大气	排名	土地	排名	海洋	排名	淡水资源	排名	生物多样性	排名	社会发展	排名	经济发展	排名
希腊	50.99	35	51.80	26	68.61	13	71.19	2	43.06	9	72.80	4	90.85	1
文莱	54.00	30	74.97	2	64.74	31	62.18	7	39.01	19	55.83	35	86.17	2
新加坡	32.43	47	43.62	44	69.91	10	76.27	1	38.46	24	86.94	1	81.97	3
克罗地亚	54.58	29	53.42	22	75.84	4	62.95	6	38.72	20	69.01	8	70.12	7
葡萄牙	54.75	27	56.84	15	72.45	7	69.05	4	42.05	12	76.34	3	48.29	32
智利	63.12	16	51.85	25	63.46	33	70.08	3	45.96	7	58.56	29	63.12	13
哥斯达黎加	70.47	8	56.36	17	68.95	12	48.60	22	47.36	5	63.97	15	59.38	17
乌拉圭	69.84	9	49.66	31	71.54	8	56.88	8	46.31	6	63.08	18	53.03	27
阿尔巴尼亚	57.19	24	59.31	12	65.55	27	52.95	13	53.45	3	65.67	11	50.93	31
纳米比亚	73.34	6	55.75	20	72.85	6	30.50	45	56.63	2	28.42	50	75.44	4
利比里亚	72.99	7	78.65	1	65.07	29	28.34	47	37.51	27	51.18	41	57.88	19
厄瓜多尔	64.73	13	56.55	16	67.40	19	54.84	11	29.23	42	64.92	12	53.00	28
韩国	35.78	45	42.25	47	67.99	17	67.19	5	31.24	39	77.84	2	65.07	10
泰国	50.05	38	53.95	21	65.98	24	49.06	21	35.51	32	69.07	7	60.04	15
阿联酋	32.39	48	46.70	39	79.83	3	54.16	12	38.54	21	72.47	5	58.29	18
斯里兰卡	64.59	14	49.63	32	66.89	20	46.13	26	22.89	49	63.35	17	65.39	9
秘鲁	66.15	10	49.07	34	60.16	38	46.36	25	38.49	23	61.75	20	54.71	23
马来西亚	54.73	28	55.82	19	69.03	11	50.64	18	28.98	43	56.67	34	59.62	16
土耳其	51.96	34	50.85	30	66.25	23	51.96	15	36.71	28	64.46	14	53.21	25
柬埔寨	62.55	17	60.54	9	65.00	30	38.73	35	38.46	25	60.59	26	46.53	36
沙特阿拉伯	34.71	46	51.06	29	66.40	22	51.76	17	40.50	16	61.24	22	65.84	8
卡塔尔	22.67	49	47.66	37	80.52	2	56.34	9	37.98	26	60.62	25	64.98	11
委内瑞拉	60.18	22	67.42	5	68.10	15	44.35	27	40.01	18	54.41	37	34.90	47
尼日利亚	53.53	31	61.51	7	64.53	32	31.39	43	48.89	4	60.57	27	47.33	34
东帝汶	76.55	4	70.42	3	68.07	16	25.24	49	33.46	36	61.06	24	32.07	49
阿曼	40.03	43	39.73	48	73.73	5	50.25	19	40.85	14	46.89	44	75.13	5
缅甸	61.70	19	59.03	13	67.98	18	40.74	34	35.46	33	53.09	40	47.56	33
保加利亚	52.04	33	46.79	38	50.86	49	51.82	16	44.99	8	64.75	13	53.21	26
越南	48.21	39	48.56	35	55.51	46	55.47	10	24.82	47	69.31	6	61.90	14
科威特	16.00	50	36.38	50	81.46	1	52.57	14	42.03	13	61.18	23	73.89	6
加纳	56.12	26	60.63	8	57.71	42	32.12	42	32.95	37	57.48	32	63.55	12
塞内加尔	56.48	25	49.51	33	62.50	34	32.68	40	57.60	1	63.37	16	37.93	44
阿尔及利亚	53.03	32	47.69	36	66.76	21	47.29	24	38.52	22	59.97	28	44.26	38
印度尼西亚	60.75	21	59.65	10	55.76	45	41.56	31	27.09	45	54.66	36	57.33	22
萨尔瓦多	59.47	23	52.60	24	46.19	50	43.29	29	34.34	35	67.42	9	51.35	30
坦桑尼亚	78.87	3	59.51	11	61.08	36	29.23	46	22.27	50	61.63	21	39.34	43
肯尼亚	73.69	5	57.03	14	68.31	14	27.64	48	26.01	46	53.45	39	45.32	37
菲律宾	64.94	12	52.76	23	55.25	47	43.44	28	24.32	48	66.03	10	43.69	39
莫桑比克	82.29	2	65.02	6	56.06	43	32.20	41	28.95	44	48.21	43	35.01	46
孟加拉国	44.28	42	43.12	45	59.72	39	48.43	23	36.45	30	57.73	31	52.68	29
黎巴嫩	45.04	41	42.66	46	52.83	48	41.16	32	40.32	17	62.66	19	57.68	20
南非	64.03	15	55.94	18	57.89	41	33.19	38	40.65	15	49.12	42	40.49	40
埃及	47.20	40	38.07	49	60.65	37	40.79	33	42.41	11	53.52	38	54.23	24
伊朗	39.05	44	45.96	41	65.64	25	50.24	20	30.46	40	45.31	45	57.52	21
摩洛哥	50.84	36	45.99	40	61.40	35	42.59	30	34.49	34	58.34	30	40.22	41
索马里	84.40	1	68.88	4	65.39	28	19.21	50	36.25	31	36.84	48	18.02	50

吉布提	62.28	18	44.07	42	70.70	9	32.85	39	29.25	41	41.54	46	46.53	35
苏丹	65.57	11	51.39	28	58.97	40	30.88	44	42.63	10	37.27	47	37.93	45
也门	61.18	20	51.47	27	65.59	26	35.52	36	31.73	38	35.96	49	40.01	42
巴基斯坦	50.75	37	43.97	43	55.78	44	34.65	37	36.57	29	56.98	33	34.24	48

结果显示，在大气主题上，平均得分为 56.05 分，说明“海丝”沿线国家在大气主题得分方面整体表现并不理想，在采取应对气候变化行动和治理大气环境污染方面任务艰巨。大气主题最高分国家是索马里，分数为 84.40，最低分国家为科威特，分数为 16.00。索马里产业主要以畜牧业为主，工业基础薄弱，经济发展较为落后，国家整体生产、生活活动对化石燃料依赖和使用程度较低，从这方面可以看出索马里在大气主题中得分较高的原因主要是由经济发展水平和产业发展类型所决定。科威特空气质量主要受石油工业影响，包括燃烧化石燃料、钻探、抽取、储存和出口，这些过程都对科威特的空气质量产生巨大压力。近年来，科威特石油储存区的火灾也对臭氧层造成损害，使气候变化和污染问题更加恶化。除此之外，科威特城市和经济发展在持续加速，使用老旧引擎和低质量燃料的车辆增多，加剧了尾气排放问题，再受到干旱气候的催化，沙尘暴频发，空气中飘浮着大量细颗粒物质，使空气污染的形势更为严峻。大气主题分数排名前 10 的国家依次为：索马里（84.40）、莫桑比克（82.29）、坦桑尼亚（78.87）、东帝汶（76.55）、肯尼亚（73.69）、纳米比亚（73.34）、利比里亚（72.99）、哥斯达黎加（70.47）、乌拉圭（69.84）和秘鲁（66.15）。“海丝”沿线国家海岸带可持续发展能力指数大气主题得分空间分布如图 5 所示。

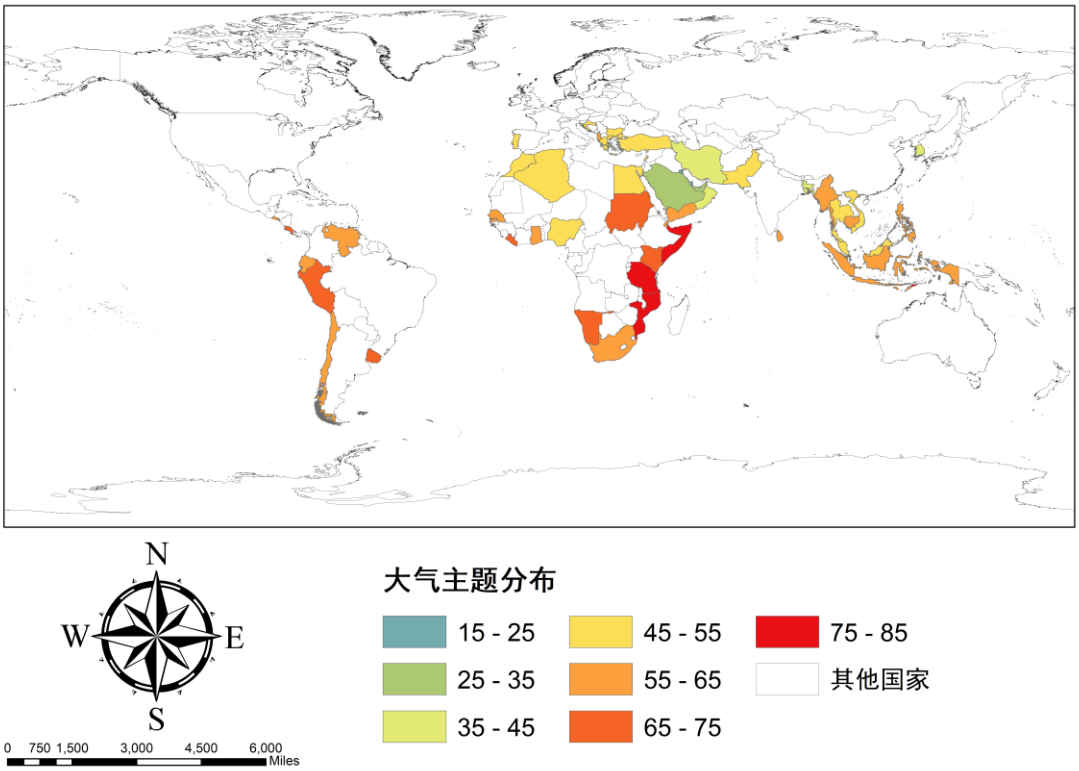

图 5 “海丝”沿线国家海岸带可持续发展能力指数大气主题得分空间分布

从土地主题得分情况看，土地主题平均分为 53.24，最高分国家是利比里亚，分数为 78.65，最低分国家是科威特，分数为 36.38。利比里亚是一个农业国，是联合国公布的世界最不发达国家之一。然而，利比里亚拥有丰富的森林、土地和水利等资源，其中全国可耕地面积可达 380 万公顷，但是目前已开发的却不足 15%，粮食无法得到自给。由于土地开发不充分，使得土地保持最原始状态，这可能成为利比里亚在本次海岸带可持续发展土地主题中得分最高的直接原因。而科威特的土地可持续发展能力低主要是由于极端的沙漠气候（年降水量不到 110 毫米）和贫瘠的沙质土壤，这些自然条件限制了农业和植被的生长。此外，超过 90%的土地用于城市化和石油开采，这些活动对土地造成了进一步的污染和破坏，加剧了土地退化的问题。土地主题分数排名前 10 的国家依次是：利比里亚（78.65）、文莱（74.97）、东帝汶（70.42）、索马里（68.88）、委内瑞拉（67.42）、莫桑比克（65.02）、尼日利亚（61.51）、加纳（60.63）、柬埔寨（60.54）和印度尼西亚（59.65）。“海丝”沿线国家海岸带可持续发展能力指数土地主题得分空间分布如图 6 所示。

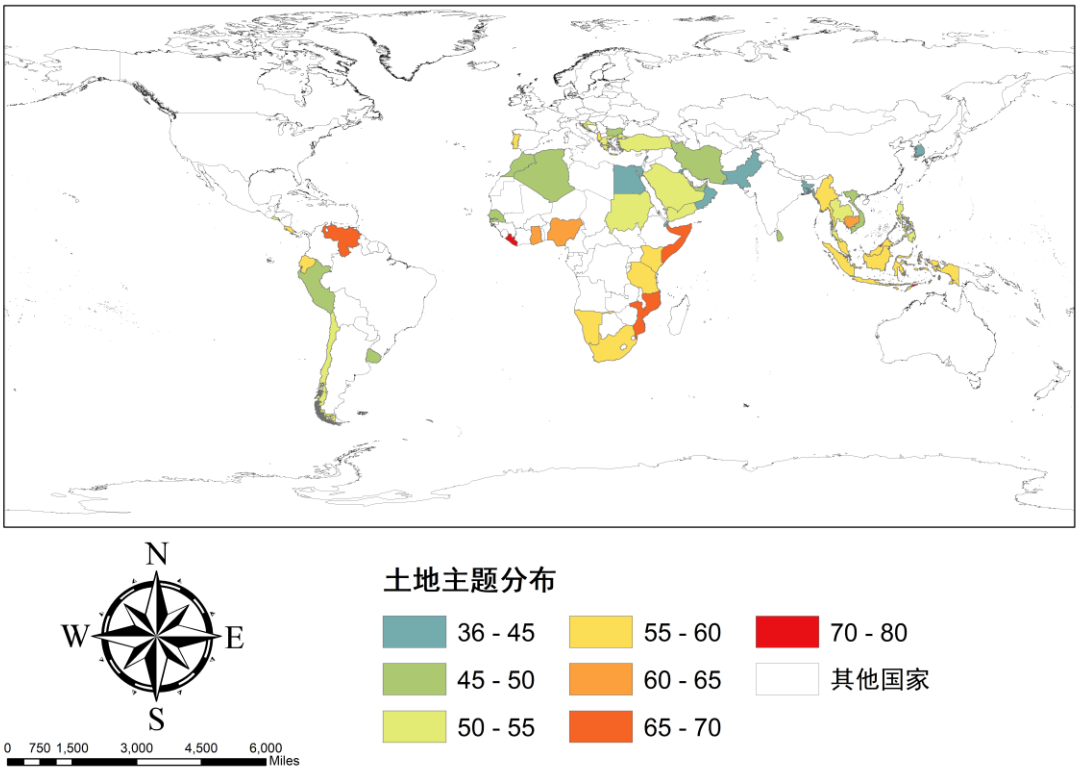

图 6 “海丝”沿线国家海岸带可持续发展能力指数土地主题得分空间分布

从海洋主题得分情况来看，海洋主题平均分为 64.98，在所有主题中表现最佳。最高分国家是科威特，分数为 81.46，最低分国家是萨尔瓦多，分数为 46.19。科威特在海洋主题中得分较高，主要得益于其出色的海岸带防护水平（99.38）、较低的自然灾害风险暴露性（1.05）和良好的手工渔业捕捞机会（91.89），相应标准化得分均位于样本国家前列。此外，其清洁水域得分也较优（71.28），进一步提升了整体表现。而萨尔瓦多在海洋主题中排名垫底，主要受限于海洋食品供给量和渔业可持续性指标的严重不足，前者得分仅为 18.74，后者过度捕捞比例高达 53.5%。同时，清洁水域得分仅为 45.11，也进一步拉低了整体表现。多个核心生态与资源类指标同时处于低位，是其海洋可持续能力薄弱的主要原因。海洋主题分数排名前 10 的国家依次为：科威特（81.46）、卡塔尔（80.52）、阿联酋（79.83）、克罗地亚（75.84）、阿曼（73.73）、纳米比亚（72.85）、葡萄牙（72.45）、乌拉圭（71.54）、吉布提（70.70）和新加坡（69.91）。“海丝”沿线国家海岸带可持续发展能力指数海洋主题得分空间分布如图 7 所示。

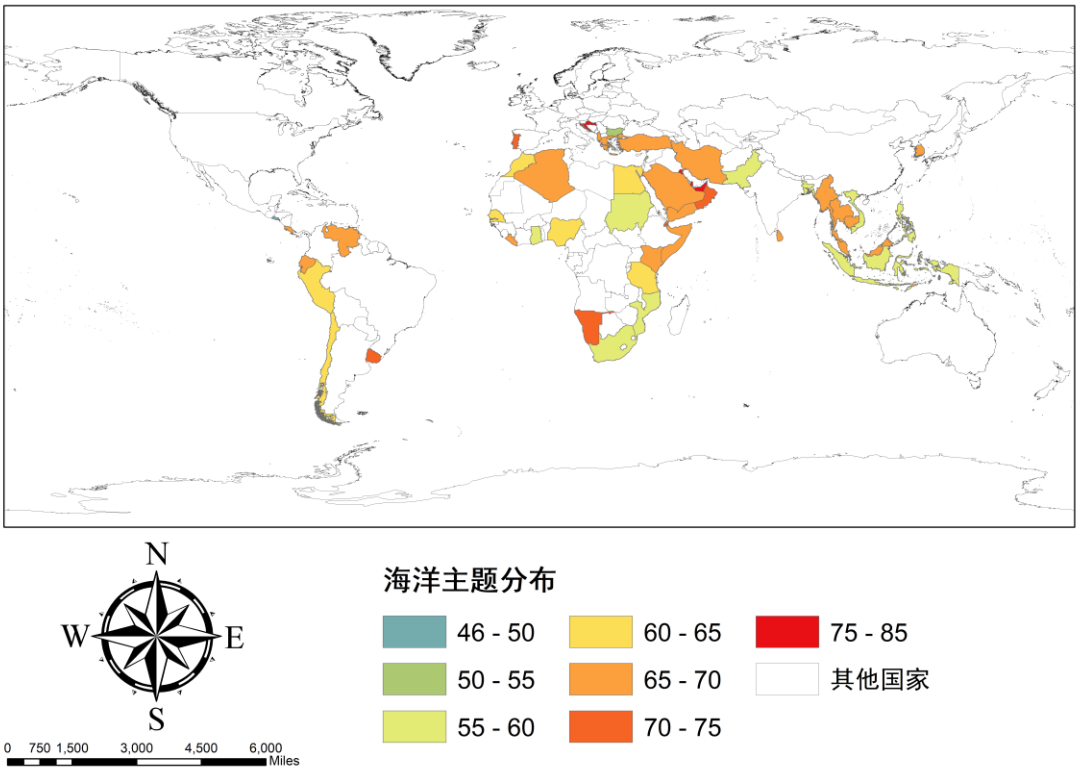

图 7 “海丝”沿线国家海岸带可持续发展能力指数海洋主题得分空间分布

从淡水资源主题得分情况来看，淡水资源主题平均分为 45.74，最高分国家是新加坡，分数为 76.27，最低分国家是索马里，分数仅为 19.21。新加坡在淡水资源主题中排名第一，主要因为其淡水资源占海岸带陆地面积的比例为 6.91%，相对较高。地下水储量为 8.77 毫米，水资源的使用强度为 0.001149 立方米每美元，显示了水资源的高效利用。此外，新加坡的饮用水健康风险得分为 2.16，低风险进一步保障了其水质安全。这些因素共同促成了新加坡在淡水资源管理方面的领先地位。而索马里作为全世界最贫穷的国家之一，同时也是世界上淡水资源最为匮乏的国家之一。近年来，受气候变化影响，该国的缺水问题已升级为干旱状况。另外，2017 年 3 月联合国儿童基金会发表声明表示，索马里众多严重营养不良的儿童面临着来自缺水、不良卫生条件和疾病暴发等因素的进一步威胁。淡水资源主题分数排名前 10 的国家依次为：新加坡（76.27）、希腊（71.19）、智利（70.08）、葡萄牙（69.05）、韩国（67.19）、克罗地亚（62.95）、文莱（62.18）、乌拉圭（56.88）、卡塔尔（56.34）和越南（55.47）。“海丝”沿线国家海岸带可持续发展能力指数淡水资源主题得分空间分布如图 8 所示。

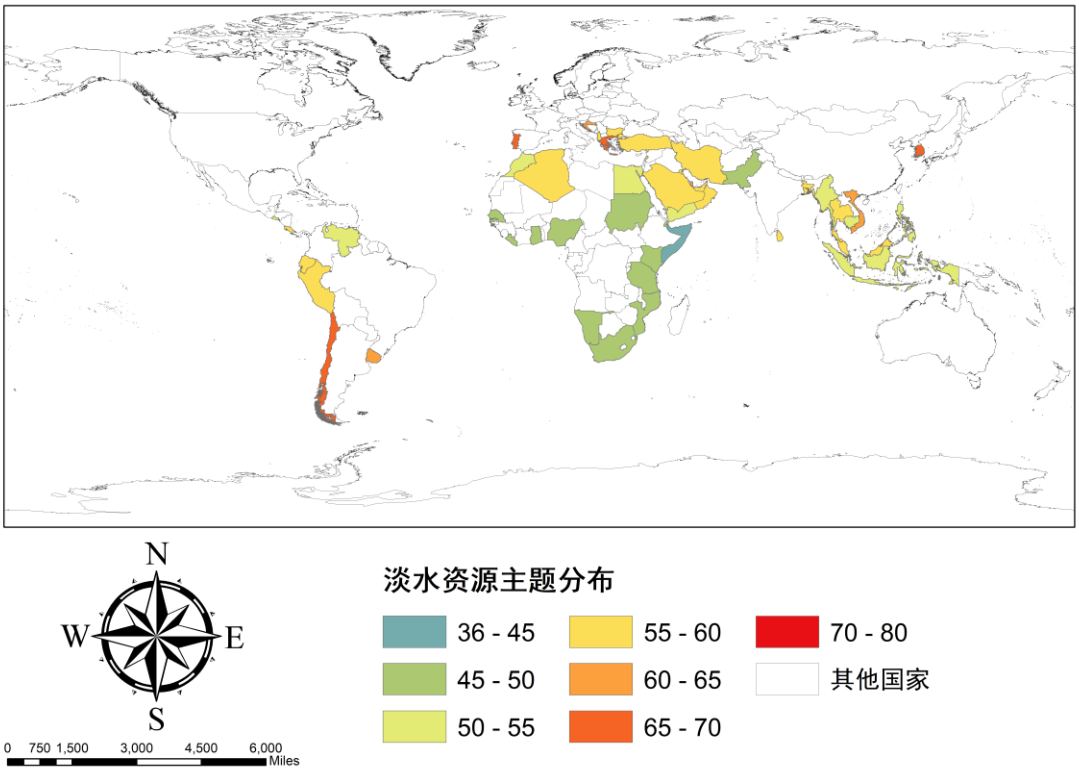

图 8 “海丝”沿线国家海岸带可持续发展能力指数淡水资源主题得分空间分布

从生物多样性主题得分情况来看，生物多样性主题平均分为 37.42，在所有评价主题中平均分最低，最高分国家是塞内加尔，分数为 57.60，最低分国家是坦桑尼亚，分数仅为 22.27。塞内加尔位于半干旱草原、海滨与热带雨林的交界区域，具有四个主要生态系统：森林、稀树草原、淡水、以及海洋与沿海地带。其中，森林覆盖了总面积的 42%，该国还拥有 1049 平方公里的海岸沙丘和约 4000 平方公里的河口和泥滩。这些地理条件赋予塞内加尔丰富的生物多样性，其拥有 188 种哺乳动物和 674 种鸟类。为了维护这一宝贵的自然遗产，塞内加尔通过实施国家生物多样性战略和行动计划（NBSAP）及建立保护区，在生物多样性保护方面取得了重大进展。对于坦桑尼亚而言，尽管坦桑尼亚被认为是非洲生物多样性最多的国家。几乎 40%的土地被列为保护地网络，包括一些国家公园。然而，据《坦桑尼亚和莫桑比克的沿海蓝碳储量》报告，坦桑尼亚的大部分红树林、盐沼和海草床等蓝碳生态系统均暴露于海洋保护区之外。此外，坦桑尼亚由于过度捕捞、环境恶化，野生鱼类数量的不断减少，海洋生物多样性受到严重威胁。生物多样性主题分数得分前 10 的国家依次为：塞内加尔（57.60）、纳米比亚（56.63）、阿尔巴尼亚（53.45）、尼日利亚（48.89）、哥斯达黎加（47.36）、乌拉圭（46.31）、

智利（45.96）、保加利亚（44.99）、希腊（43.06）和苏丹（42.63）。“海丝”沿线国家海岸带可持续发展能力指数生物多样性主题得分空间分布如图 9 所示。

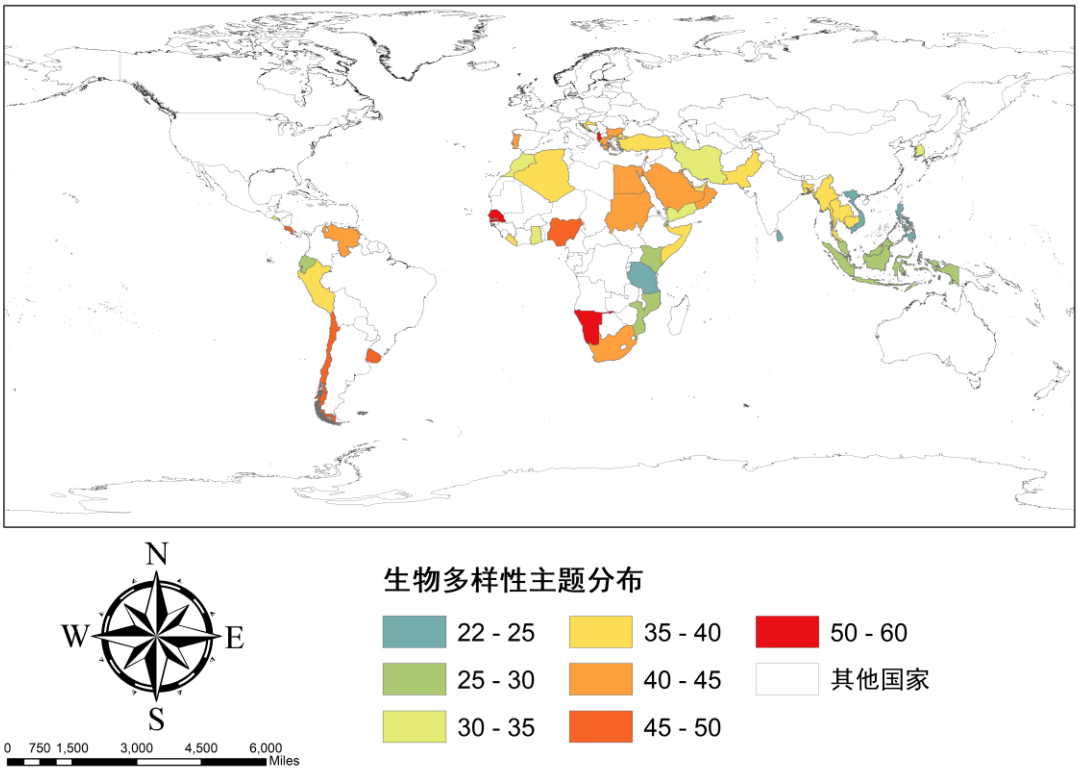

图 9 “海丝”沿线国家海岸带可持续发展能力指数生物多样性主题得分空间分布

从社会发展主题得分情况来看，社会发展主题平均分为 58.87，最高分国家是新加坡，分数为 86.94 分，最低分国家是纳米比亚，分数为 28.42 分。新加坡作为全球人口密度排名第 2 高的发达国家，社会发展水平很高。根据联合国开发计划署（UNDP）发布《2023/2024 年人类发展报告》（HDI）显示，在 2022 年，新加坡得分 0.949，排名全球第 9。按照“人类发展水平非常高”级别“人类发展指数”以各个国家和地区的卫生健康状况、受教育程度和收入等进行比较，得分 0.8 以上属于“人类发展水平非常高”级别。根据《世界幸福报告》，新加坡也被视为东南亚最幸福的国家。纳米比亚在社会发展得分最低，主要原因包括：基尼系数高达 59.1，显示出极端的收入不平等；2023 年全国失业率达 20%，劳动力市场压力显著；人均预期寿命仅为 58 岁，反映出公共健康服务水平有限；此外，其海岸带地区人口密度与道路网密度在非洲沿海国家中处于较低水平，基础设施薄弱和社会服务可达性差进一步加剧了地区发展的不平衡。社会发展主题分数排名前 10 的国家依次为：新加坡（86.94）、韩国（77.84）、葡萄牙（76.34）、

希腊（72.80）、阿联酋（72.47）、越南（69.31）、泰国（69.07）、克罗地亚（69.01）、萨尔瓦多（67.42）和菲律宾（66.03）。“海丝”沿线国家海岸带可持续发展能力指数社会发展主题得分空间分布如图 10 所示。

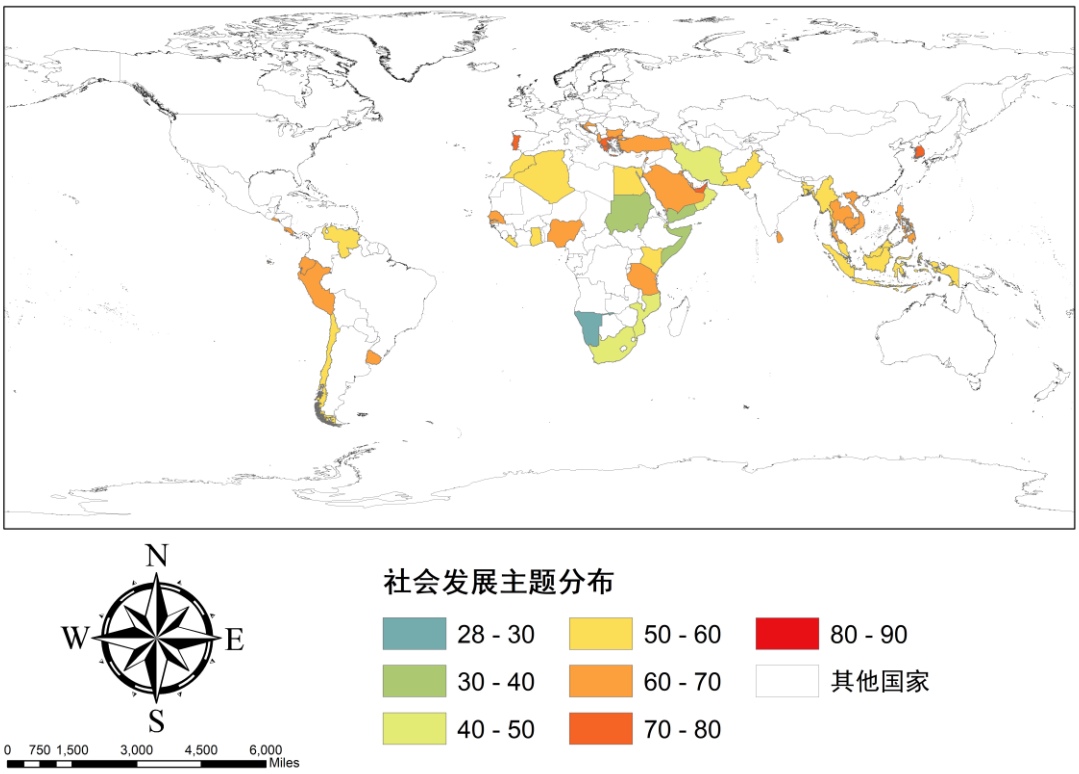

图 10 “海丝”沿线国家海岸带可持续发展能力指数社会发展主题得分空间分布

从经济发展主题得分情况来看，经济主题平均分为 54.14，最高分国家是希腊，分数为 90.85 分，最低分国家是索马里，分数仅为 18.02 分。希腊是评价国家中少有的发达国家之一，是世界第 53 大经济体，2022 年的名义 GDP 为 2393 亿美元，自 1990 年代初以来，希腊的 GDP 增长的平均值超过欧盟。其支柱产业为旅游业和航运业，2019 年到访希腊的外国游客为 3130 万，是欧盟第七大、世界第十三大旅游目的地，游客数稳定增长。并且希腊拥有全世界最大的商船队，其船只载重吨位占全球的 21%，2014 - 2021 年，希腊船只的总运力增长了 45.8%。在过去几年受欧盟援助后，经济稳步增长，因此经济发展排名第一。而索马里是世界上最不发达的国家之一，由于战争频发，导致经济严重受挫，严重的旱情带来的农作物减产和农产品不足又加剧了通货膨胀；另外索马里虽然拥有非洲大陆最长的海岸线，但对海洋资源的开发甚少，海洋经济发展较落后，所以索马里的

经济排名最末。经济发展主题分数排名前 10 的国家依次为：希腊（90.85）、文莱（86.17）、新加坡（81.97）、纳米比亚（75.44）、阿曼（75.13）、科威特（73.89）、克罗地亚（70.12）、沙特阿拉伯（65.84）、斯里兰卡（65.39）和韩国（65.07）。“海丝”沿线国家海岸带可持续发展能力指数经济发展主题得分空间分布如图 11 所示。

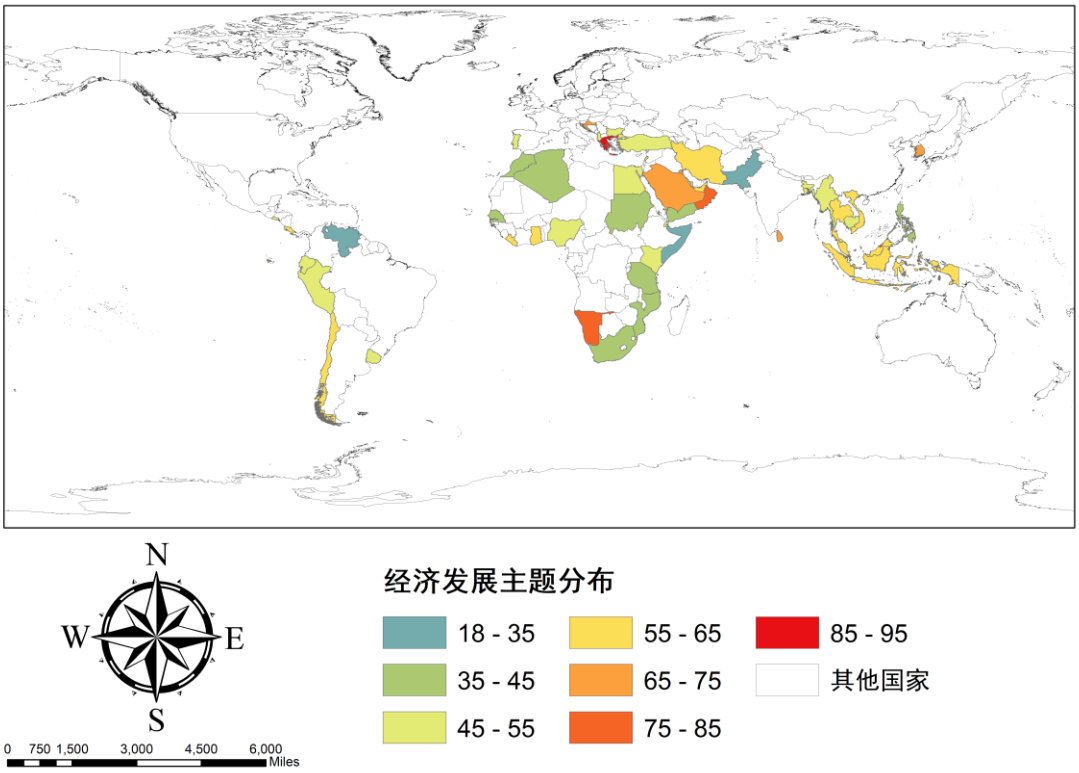

图 11 “海丝”沿线国家海岸带可持续发展能力指数经济发展主题得分空间分布

参考文献

Alexandratos, N., & Bruinsma, J. (2012). World agriculture towards 2030/2050: The 2012 revision (ESA Working Paper No. 12-03). Food and Agriculture Organization of the United Nations. https://doi.org/10.22004/AG.ECON.288998

Andrew, M. E., Wulder, M. A., Nelson, T. A., & Coops, N. C. (2015). Spatial data, analysis approaches, and information needs for spatial ecosystem service assessments: A review. GIScience & Remote Sensing, 52(3), 344–373. https://doi.org/10.1080/15481603.2015.1033809

Beatley, T., Brower, D. J., & Schwab, A. K. (2002). An introduction to coastal zone management (2nd ed.). Island Press. https://islandpress.org/books/introduction-coastal-zone-management

Bodirsky, B. L., Popp, A., Lotze-Campen, H., Dietrich, J. P., Rolinski, S., Weindl, I., … Stevanovic, M. (2014). Reactive nitrogen requirements to feed the world in 2050 and potential to mitigate nitrogen pollution. Nature Communications, 5, 3858. https://doi.org/10.1038/ncomms4858

Böhm, M., Collen, B., Baillie, J. E., Bowles, P., Chanson, J., Cox, N., … Oldfield, T. (2013). The conservation status of the world's reptiles. Biological Conservation, 157, 372–385. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2012.07.015

Chowdhury, S., Peddle, D. R., Wulder, M. A., Heckbert, S., Shipman, T. C., & Chao, D. K. (2021). Estimation of land-use/land-cover changes associated with energy footprints and other disturbance agents in the Upper Peace Region of Alberta, Canada (1985–2015) using Landsat data. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 94, 102224. https://doi.org/10.1016/j.jag.2020.102224

Daly, H. E., & Cobb, J. B., Jr. (1994). For the common good: Redirecting the economy toward community, the environment, and a sustainable future (2nd ed.). Beacon Press. https://www.beacon.org/For-The-Common-Good-Revised-P129.aspx

Ecer, F., Pamucar, D., Hashemkhani Zolfani, S., & Keshavarz Eshkalag, M. (2019). Sustainability assessment of OPEC countries: Application of a multiple-attribute decision-making tool. Journal of Cleaner Production, 241, 118324. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118324

Fan, B., Li, Y., & Pavao-Zuckerman, M. (2020). The dynamics of land-sea-scape carbon flow can reveal anthropogenic destruction and restoration of coastal carbon sequestration. Landscape Ecology, 36(7), 1933–1949. https://doi.org/10.1007/s10980-020-01148-9

Halpern, B. S., Longo, C., Hardy, D., … Zeller, D. (2012). An index to assess the health and benefits of the global ocean. Nature, 488(7413), 615–620. https://doi.org/10.1038/nature11397

Jain, S., Shukla, S., & Wadhvani, R. (2018). Dynamic selection of normalization techniques using data complexity measures. Expert Systems with Applications, 106, 252–262. https://doi.org/10.1016/j.eswa.2018.04.008

Kutiel, P., Cohen, O., Shoshany, M., & Shub, M. (2004). Vegetation establishment on the southern Israeli coastal sand dunes between 1965 and 1999. Landscape and Urban Planning, 67(1–4), 141–156. https://doi.org/10.1016/S0169-2046(03)00035-5

Kwatra, S., Kumar, A., & Sharma, P. (2020). A critical review of studies related to construction and computation of sustainable development indices. Ecological Indicators, 112, 106061. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.106061

Lechner, A. M., Chan, F. K. S., & Campos-Arceiz, A. (2018). Biodiversity conservation should be a core value of China's Belt and Road Initiative. Nature Ecology & Evolution, 2(3), 408–409. https://doi.org/10.1038/s41559-017-0452-8

Millennium Ecosystem Assessment. (2005). Ecosystems and human well-being: Synthesis. Island Press. https://www.millenniumassessment.org/documents/document.356.aspx.pdf

National Development and Reform Commission & State Oceanic Administration. (2017). Vision for maritime cooperation under the Belt and Road Initiative. http://lawinfochina.com/display.aspx?id=26750

Parris, T. M., & Kates, R. W. (2003). Characterizing and measuring sustainable development. Annual Review of Environment and Resources, 28, 559–586. https://doi.org/10.1146/annurev.energy.28.050302.105551

Pouliot, D., Latifovic, R., Zabcic, N., Guindon, L., & Olthof, I. (2014). Development and assessment of a 250 m spatial-resolution MODIS annual land-cover time series (2000–2011) for the forest region of Canada derived from change-based updating. Remote Sensing of Environment, 140, 731–743. https://doi.org/10.1016/j.rse.2013.10.004

Protection, M. o. E. (2017). The Belt and Road Ecological and Environmental Cooperation Plan. Retrieved from http://www.mee.gov.cn/gkml/hbb/bwj/201705/t20170516_414102.htm

Qi, J. (1996). Utilization of vegetation data to extract effective vegetation parameters of heterogeneous surfaces. Presentation at the 2nd VEGETATION Preparatory Programme, Stockholm, Nov 18–20.

Rogelj, J., den Elzen, M., Höhne, N., Fransen, T., Fekete, H., Winkler, H., & Meinshausen, M. (2016). Paris Agreement climate proposals need a boost to keep warming well below 2 °C. Nature, 534(7609), 631–639. https://doi.org/10.1038/nature18307

Sachs, J. D., Schmidt-Traub, G., Kroll, C., Lafortune, G., Fuller, G., & Woelm, F. (2020). The Sustainable Development Goals and COVID-19 (Sustainable Development Report 2020). Cambridge University Press. https://dashboards.sdgindex.org/

Turschwell, M. P., Brown, C. J., Pearson, R. M., & Connolly, R. M. (2020). China's Belt and Road Initiative: Conservation opportunities for threatened marine species and habitats. Marine Policy, 112, 103791. https://doi.org/10.1016/j.marpol.2019.103791

United Nations. (2007). Indicators of sustainable development: Guidelines and methodologies (3rd ed.). https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/guidelines.pdf

United Nations. (2016). Life on land: Why it matters (SDG Factsheet). https://www.un.org/sustainabledevelopment/wp-content/uploads/2019/07/15_Why-It-Matters-2020.pdf

Wang, H.-f. (2020). The value and significance of the construction of the 21st Century Maritime Silk Road (in Chinese). Theory Research, (02), 38-39.

Wendling, Z. A., Emerson, J. W., de Sherbinin, A., Esty, D. C., & team. (2020). 2020 Environmental Performance Index. Yale Center for Environmental Law & Policy. https://epi.yale.edu/

Winther, J.-G., Dai, M., Douvere, F., Fernandes, L., Halpin, P., Hoel, A. H., … Rist, T. (2020). Integrated ocean management (Blue Paper). World Resources Institute.

https://oceanpanel.org/publication/integrated-ocean-management/

World Health Organization. (2006). WHO air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide: Global update 2005. Summary of risk assessment. https://www.who.int/publications/i/item/WHO-SDE-PHE-OEH-06.02

World Health Organization. (2016). Ambient air pollution: A global 2005 of exposure and burden of disease. https://www.who.int/publications/i/item/9789241511353

World Health Organization. (2018). 9 out of 10 people worldwide breathe polluted air, but more countries are taking action [News release]. https://www.who.int/news/item/02-05-2018-9-out-of-10-people-worldwide-breathe-polluted-air-but-more-countries-are-taking-action

Zhang, X., Davidson, E. A., Mauzerall, D. L., Searchinger, T. D., Dumas, P., & Shen, Y. (2015). Managing nitrogen for sustainable development. Nature, 528(7580), 51–59. https://doi.org/10.1038/nature15743

陈新军. (2001). 海洋渔业资源可持续利用评价 (博士学位论文, 南京农业大学).

丁智. (2014). 围填海对渤海湾海岸带景观格局演变的遥感研究(硕士学位论文, 中国科学院研究生院(东北地理与农业生态研究所)).

郭嘉良. (2010). 海岸带渔业生态经济系统的随机梯度和规则集成评价预测 (博士学位论文,天津大学).

何鑫. (2020). 科普: 生物多样性与我们的联系. Retrieved from https://www.sohu.com/a/397055781_120209831.

骆永明. (2016). 中国海岸带可持续发展中的生态环境问题与海岸科学发展. 中国科学院院刊, 31(10), 1133-1142.

欧维新, 杨桂山. (2003). 土地利用/覆被变化对海岸环境演变影响的研究进展. 地理科学进展, 22(004), 360-368.

彭本荣, 洪华生. (2006). 海岸带生态系统服务价值评估: 理论与应用研究. 海洋出版社.

王华锋. (2020). “21 世纪海上丝绸之路”建设的时代价值与意义. 学理论, (02), 38-39.

於琍, 许红梅, 尹红, 董思言. (2014). 气候变化对陆地生态系统和海岸带地区的影响解读. 气候变化研究进展, 10(03), 179-184.

附件

1.指标设置解释

大气

海岸带作为陆海交界地区，经济活跃、人口稠密、碳排放集中，对全球环境变化具有潜在影响（Fan et al.,2020）。气候变化会给海岸带生态系统带来显著的负面影响（於琍, 等, 2014），危及人类赖以生存的资源以及人类健康和安全。气候变化是由化石燃料燃烧、土地利用变化、其他来源产生的温室气体排放造成的。温室气体会导致全球气温上升，造成严重的全球变化，如冰川融化、海平面上升和更频繁的极端天气事件。气候变化会加剧其他环境威胁，若不加以控制，可能会威胁到人类生存。目前，减少温室气体排放的努力不足以实现全球减排承诺，到 21 世纪末，全球平均气温将比工业化前的水平高出 3℃（Rogelj et al., 2016; Wendling et al., 2020）。因此，在“大气”主题下设置“温室气体”子主题，选取“区域 CO_2 排放量”和“人均 CO_2 排放量”两个指标进行衡量。

空气污染是全球范围内对人类健康的主要威胁，并在暴露和疾病负担方面表现出地区和社会经济差异（World Health Organisation, 2016）。现如今，尽管有更多的国家已经采取行动，但世界上每 10 人中就有 9 人仍然呼吸着含有高浓度污染物的空气，估计每年因环境和家庭空气污染导致疾病而死亡的人数高达 700 万。可见，空气污染已经造成人类严重的生存危机，成为全世界目前最大的民生问题。因此，评价海岸带区域空气污染状况，设置“空气质量”子主题，具体包括“$PM_{2.5}$ 浓度”和“区域 SO_2 排放量”两个指标。

土地

农业生产活动是海岸带湿地减少的主要因素之一（丁智, 2014），在一定程度上破坏海岸带生态环境，对海洋与海岸带的生态系统造成一定的影响。同时，海洋灾害也会对农业产生影响。农业为人类提供了所需食物，但农业生产力往往以牺牲可持续性为代价，并导致土壤侵蚀、水体污染和其他危害（Alexandratos & Bruinsma, 2012）。农业面源污染对海岸带及周边海域生态环境造成巨大压力。因此，设置“农业”子主题，选用“化肥使用量”和“可持续氮管理指数”两个指标进行评价。

土地利用/覆盖变化是影响海岸带环境变化的一个重要方面。土地利用/覆盖变化会对全球气候变暖、海平面上升、海岸变迁、海岸环境变化、生物多样性减少等造成影响（欧维新 & 杨桂山, 2003）。土地利用变化提供了关于土地覆盖转变和环境路径可能变化的空间明确信息，这些变化对生物多样性、疾病风险、粮食安全都有影响（Pouliot et al., 2014）。它也改变着与空气和水有关的生态系统提供产品和服务的能力（Andrew et al., 2015; Chowdhury et al., 2021）。为此，在“土地”主题下设置“土地利用”子主题，选择“土地利用强度”和“岸线景观指数”两个指标进行衡量。

植被，包括森林、灌丛、草地与农作物，它具有截流降雨、减缓径流、防沙治沙、保土固土等功能。植被作为生态系统的主要组分，是生态系统存在的基础（Kutiel et al., 2004）。在海岸带地区，人们的生存与发展依赖于海岸带生态系统所提供的各种产品与服务，但人类活动却导致这一能力不断降低（彭本荣 & 洪华生, 2006）。植被覆盖度是环境与全球变化中的一个敏感因子，从区域到全球尺度上对植被覆盖变化进行监测，可以为环境变化提供有用的信息（Qi J, 1996）。为此，在“土地”主题下设置“植被”子主题，具体选取“归一化植被指数”指标来反映海岸带区域植被分布状况。

海洋

海洋对地球生命至关重要。一方面，海洋提供了丰富的氧气、食物、水资源以及能源，是最重要的生命支持系统之一；另一方面，海洋吸收了大量的热量以及二氧化碳，具有调节全球气候的功能（Halpern et al., 2012）。然而，随着人口的快速增加与城市化进程的不断推进，海洋正面临着过度捕捞、渔业资源衰退、酸化、环境污染加剧、海平面上升、强风暴潮增加等问题（Winther et al., 2020; 骆永明, 2016）。《第二次全球海洋综合评估报告》指出：在过去 50 年间，全球低氧海域的面积增加了两倍，近 90%的红树林、海草和湿地植物，以及超过 30%的海鸟面临灭绝威胁，削弱了海洋对全球气候的调节作用。全球海洋中含氧量极低的“死水区”数量从 2008 年的 400 多个，增加到 2019 年的近 700 个。过度捕捞造成的经济损失每年高达 889 亿美元。因此，在本报告中，对于区域海洋可持续发展能力的评估，主要设置“渔业”、“海洋环境”和“自然灾害”3 个子主题，选取了“海洋食品供给量”、“手工渔业捕捞机会”、“过度捕捞渔业比例”、

“清洁水域”、“海岸带垃圾”、“海岸带防护”和“自然灾害风险暴露性”七个具体指标去综合评价。

淡水资源

水是地球的生命之源。丰富的淡水资源对大多数陆地物种生存都是必需的，对维护生物多样性、农业生产和人类生计至关重要（Böhm et al., 2013）。据联合国粮农组织发布的《2020 年粮食及农业状况》报告显示，当前全球 32 亿人口面临淡水资源短缺问题，约有 12 亿人生活在严重缺水和淡水资源短缺的农业地区。淡水资源竞争加剧和气候变化的影响，正在导致利益相关方之间出现紧张关系和冲突，进而加剧淡水资源获取的不平等，对包括农村贫困人口、妇女和土著人民在内的弱势群体影响尤为突出。此外，气候变化引发的水文变化，将加剧淡水资源可持续管理方面的挑战，而在世界许多地区，淡水资源可持续管理已经面临巨大压力。因此，为综合评估海岸带区域淡水资源存量和使用效率状况，此次报告设置“水量”子主题，具体选取“淡水面积占海岸带陆地面积比例”、“地下储水量”和“水资源使用强度”三个指标。

在水质方面，据联合国发布的相关资料表明：目前全球有 11 亿人缺乏安全饮用水，每年约有 500 多万人死于同水有关的疾病。据联合国环境规划署预计，今天世界上将有 1200 万人死于水污染和淡水资源短缺。此外，亚洲开发银行认为，亚洲人口的寿命缩短的年数约有 42%是由于水源污染和卫生条件差引起的。面对近几年日趋加剧的水污染，已对世界上人类的生存安全构成重大威胁，成为人类健康、经济和社会可持续发展的重大障碍。为有效衡量区域水质问题，报告在“淡水资源”主题下设置“水质”子主题，具体选择“饮用水健康风险”指标衡量，该指标是通过伤残调整寿命年（disability-adjusted life years, DALYs）来表达一个国家或地区人口因缺乏获得或使用改良饮水服务所造成的疾病负担。

生物多样性

物种多样性对人类而言具有难以估计的价值，不同的物种不仅提供了食物、药物、建筑材料和工业原料等生活必需品，还提供了重要的生态服务功能（何鑫, 2020）。然而，高强度的人类活动使自然界物种的生存遭到了威胁，研究预计未来几十年内将会有 100 万个物种濒临灭绝（Wendling et al., 2020）。海岸带生态系统众多，区域内物种丰富，生物多样性的丧失将会严重损害物种提供生活必需品及生态服务功能的能力，不利于维持海岸带生态系统的稳定。因此，在“生物

多样性”主题下设置“物种”子主题，在本次报告中选取“红色名录指数”替换“受威胁物种数”，与“海洋营养指数”共同反映物种的多样性程度。

自然界的生态系统为人类提供了四类服务：供给服务（如食物、水、纤维和燃料）、调节服务（气候调节、净化水源和疾病防控）、文化服务（如精神、审美、娱乐和教育）以及支撑服务（如初级产品和土壤形成）。近年来，人类高强度的干预活动改变了生态系统提供实物和服务的能力，生态系统退化与生物多样性丧失已成为全球性的挑战之一。因此，在“生物多样性”主题下设置“生态系统”子主题，具体选取“陆地保护区占海岸带陆地面积比例”、“海洋保护区占海岸带面积比例”、“滨海湿地占海岸带陆地面积比例”与“海岸带净初级生产力”指标反映“生态系统”状况。这四个指标覆盖了海岸带陆地部分与海洋部分的生态系统，可以较为全面地反映海岸带的生态系统现状及变化。

社会发展

社会发展是人类实现可持续发展的重要组成部分。不断提升的社会发展水平能够吸引大量人力资源涌入，同时人口增长带来的红利进而对社会发展起到推动作用。然而，海岸带社会持续快速发展、人民收入水平增长的背后，却又存在着收入分配差距不断扩大以及失业率持续上升的现象。此外，人口平均预期寿命是一个能够衡量一个国家、民族和地区居民健康水平的指标。可以反映出一个社会生活质量的高低。性别平等不仅是一项基本人权，也是充分发挥人类潜力、推动可持续发展并最终实现和平社会的重要环节。除此以外，增强妇女权利还能对生产力提高和经济增长具有促进作用。因此，对“社会发展”主题的衡量主要设置“人口水平”，“基础设施水平”，“收入平等”，“生活水平”和“性别平等”五个子主题。其中人口水平通过“海岸带人口密度”反映；基础设施水平用“道路网密度”指标反映；收入平等通过“基尼系数”和“总失业人数占劳动力总数的比例”两个指标来体现；生活水平选择“人口平均预期寿命”和“恩格尔系数”两个指标进行衡量；性别平等用“女性商业和法律指数”指标来反映。

经济发展

海岸带可持续发展包括经济的可持续增长，良好的经济水平可以促进可持续发展，有利于社会进步与人类福祉水平的提升，能够为海岸带生态环境保护与修复持续提供支持。生活质量是衡量人们生活和福利状况的一种指标，提高生活质量是社会经济发展的目标。因此，对“经济发展”主题的衡量主要设置“经济水

平”子主题，具体选取“海岸带年人均 GDP”指标进行衡量；此外，全球海洋经济活动迅速增加，许多海洋产业发展态势迅猛，为了促进其长期的稳定发展和对经济增长的贡献，对经济的产业结构合理性提出了要求，故设置“经济结构”子主题，具体选取“海洋经济占比”指标衡量和比较海丝沿线国家海岸带经济结构的可持续发展能力。

2.各子主题得分

附表 1“海丝”沿线国家海岸带可持续发展子主题得分

	大气		土地			海洋			淡水资源		生物多样性		社会发展					经济发展	
国家名称	温室气体	空气质量	农业	土地利用	植被	渔业	海洋环境	自然灾害	水量	水质	物种	生态系统	人口水平	基础设施水平	收入平等	生活水平	性别平等	经济水平	经济结构
希腊	48.09	53.90	36.50	52.77	66.12	69.32	54.55	81.95	47.37	95.00	64.94	21.18	47.09	64.91	72.91	84.06	95.00	86.71	95.00
文莱	36.19	71.80	65.39	64.51	95.00	51.15	62.50	80.57	43.58	80.78	53.69	24.33	41.54	45.19	81.56	70.34	40.51	90.03	82.31
新加坡	24.41	40.45	46.88	18.57	65.40	75.99	57.11	76.63	61.09	91.45	58.06	18.87	95.00	95.00	75.03	95.00	74.66	90.23	73.70
克罗地亚	48.84	60.32	29.62	58.54	72.11	73.47	79.95	74.11	50.76	75.14	50.76	26.68	33.71	61.53	84.18	77.91	87.74	85.32	54.92
葡萄牙	49.16	60.35	59.46	46.01	65.06	60.88	65.06	91.40	47.69	90.41	58.00	26.10	53.86	68.90	77.00	86.96	95.00	86.25	10.33
智利	54.75	71.48	38.08	68.63	48.84	66.43	69.19	54.76	63.63	76.53	46.28	45.64	39.15	37.95	63.91	80.01	71.75	78.49	47.75
哥斯达黎加	57.40	83.54	32.35	45.65	91.06	75.21	66.90	64.75	38.56	58.64	55.36	39.35	49.86	48.60	60.53	75.29	85.56	77.29	41.47
乌拉圭	59.28	80.39	31.64	46.36	70.98	75.22	68.14	71.24	44.43	69.33	55.69	36.92	44.78	42.70	67.58	78.40	81.92	77.68	28.39
阿尔巴尼亚	57.84	56.54	61.84	50.47	65.62	41.51	76.96	78.19	40.99	64.92	88.35	18.55	51.53	56.21	74.07	61.71	84.83	77.90	23.97
纳米比亚	73.27	73.41	74.05	82.76	10.43	46.52	78.27	93.75	41.14	19.86	62.81	50.44	10.00	12.45	31.46	16.43	71.75	78.17	72.71
利比里亚	80.82	65.16	65.60	80.47	89.89	64.70	37.10	93.41	37.87	18.81	58.41	16.60	45.97	34.95	80.94	20.84	73.21	52.33	63.43
厄瓜多尔	54.22	75.25	40.21	46.00	83.45	68.59	67.04	66.57	49.40	60.29	30.50	27.96	52.21	47.93	69.37	72.44	82.65	69.50	36.50
韩国	31.98	39.57	36.87	35.33	54.54	76.60	62.87	64.49	51.83	82.55	41.20	21.28	66.20	67.34	84.07	90.37	81.20	86.09	44.04
泰国	45.14	54.96	40.20	37.52	84.14	67.80	57.29	72.85	55.99	42.12	48.96	22.06	57.29	59.19	84.33	74.99	69.57	78.34	41.75

阿联酋	29.90	34.87	54.18	74.51	11.41	90.50	68.27	80.72	45.04	63.27	53.03	24.05	54.40	55.60	92.31	85.39	74.66	90.02	26.56
斯里兰卡	66.30	62.88	28.41	36.53	83.94	63.93	54.12	82.62	43.92	48.35	23.73	22.04	61.22	56.87	74.08	69.53	55.04	73.20	57.58
秘鲁	61.08	71.21	49.02	68.64	29.56	85.61	40.52	54.33	38.66	54.07	50.11	26.87	48.41	42.05	72.52	56.57	89.19	66.60	42.82
马来西亚	42.67	66.78	15.72	58.99	92.75	68.75	62.16	76.18	53.42	47.86	37.09	20.88	52.78	50.65	73.42	69.61	36.88	80.25	38.98
土耳其	43.78	60.13	39.34	53.94	59.29	73.29	56.48	68.98	47.03	56.88	61.76	11.65	54.69	55.43	61.79	75.74	74.66	85.02	21.41
柬埔寨	58.57	66.53	45.61	48.07	87.95	71.60	47.19	76.22	38.88	38.57	48.58	28.34	52.25	39.00	89.76	48.73	73.21	58.84	34.21
沙特阿拉伯	38.62	30.81	62.93	76.53	13.73	68.58	56.90	73.71	45.65	57.87	58.33	22.68	46.52	36.67	84.69	76.76	61.58	87.72	43.95
卡塔尔	17.88	27.45	60.11	72.86	10.00	91.30	56.02	94.24	44.72	67.95	53.14	22.81	56.98	66.23	84.90	82.07	12.91	95.00	34.96
委内瑞拉	51.64	68.72	62.48	56.63	83.16	70.97	61.37	71.97	44.34	44.37	44.89	35.13	50.47	36.00	66.63	41.38	77.56	41.78	28.03
尼日利亚	58.07	49.00	54.66	50.66	79.22	80.71	23.94	88.93	48.12	14.66	55.12	42.67	70.91	52.14	80.98	43.03	55.77	69.36	25.29
东帝汶	73.22	79.89	80.54	49.03	81.67	68.25	55.47	80.49	17.97	32.51	52.76	14.15	49.21	41.41	90.48	45.20	79.02	26.02	38.13
阿曼	35.10	44.96	34.92	71.65	12.63	80.23	55.36	85.61	42.13	58.37	50.95	30.75	36.15	34.25	86.90	56.99	20.17	84.12	66.15
缅甸	65.65	57.75	45.47	49.75	81.88	68.67	68.27	66.99	47.07	34.41	50.08	20.83	52.97	45.09	86.15	34.18	47.05	51.80	43.33
保加利亚	44.32	59.76	32.16	47.52	60.69	32.59	39.00	81.00	35.46	68.17	62.65	27.33	39.40	54.00	74.80	71.47	84.10	79.95	26.47
越南	42.65	53.77	28.68	37.49	79.51	64.92	48.81	52.80	59.16	51.78	30.02	19.62	63.39	59.93	81.72	60.31	81.20	68.62	55.17
科威特	21.99	10.00	32.34	65.60	11.22	66.68	84.00	93.70	36.57	68.57	60.61	23.44	57.92	53.89	89.69	81.30	23.08	92.79	54.99
加纳	60.98	51.26	44.60	58.09	79.18	68.25	10.13	94.76	37.44	26.81	45.81	20.09	60.74	48.04	71.24	41.42	65.94	64.05	63.05
塞内加尔	66.76	46.20	53.20	53.84	41.50	56.10	44.23	87.18	38.12	27.24	68.78	46.43	63.14	55.24	80.07	55.39	63.03	53.28	22.59
阿尔及利亚	46.18	59.89	55.65	48.67	38.77	65.30	43.18	91.81	37.21	57.36	64.00	13.03	60.99	52.47	78.22	62.56	45.60	62.43	26.09
印度尼西亚	52.15	69.35	32.02	56.92	90.02	67.14	58.07	42.06	53.38	29.74	36.01	18.16	56.59	24.18	79.51	52.19	60.85	73.29	41.37

萨尔瓦多	55.17	63.76	42.05	33.07	82.68	26.63	35.45	76.50	38.75	47.83	51.33	17.35	60.86	55.13	76.80	62.39	81.92	71.48	31.23
坦桑尼亚	65.77	91.96	52.95	49.78	75.82	82.79	29.69	70.76	37.51	20.94	25.38	19.15	55.09	48.44	75.37	56.04	73.21	50.96	27.72
肯尼亚	64.54	82.85	49.55	61.05	60.48	76.52	47.26	81.13	34.08	21.19	33.61	18.41	48.17	33.29	73.49	36.20	76.11	64.84	25.80
菲律宾	59.81	70.06	20.11	48.82	89.36	67.79	49.19	48.76	48.63	38.25	31.68	16.95	62.36	50.82	75.61	71.06	70.30	66.36	21.03
莫桑比克	78.84	85.74	64.58	57.38	73.11	68.57	38.99	60.63	43.58	20.82	33.23	24.68	46.30	38.63	62.74	18.70	74.66	39.96	30.06
孟加拉国	53.72	34.84	29.54	23.63	76.18	70.36	31.31	77.48	65.65	31.20	41.49	31.41	75.90	51.00	81.12	44.48	36.15	63.23	42.14
黎巴嫩	46.68	43.41	42.04	43.71	42.23	51.78	29.40	77.31	30.01	52.31	69.21	11.42	65.90	68.59	73.56	58.23	47.05	73.41	41.96
南非	52.00	76.05	42.97	57.20	67.66	61.95	43.22	68.50	41.97	24.41	47.10	34.20	48.77	49.08	10.00	56.53	81.20	70.21	10.77
埃及	50.78	43.61	27.81	70.65	15.77	51.76	52.14	78.04	30.63	50.96	65.31	19.52	53.49	45.17	79.04	52.27	37.61	74.12	34.33
伊朗	37.41	40.69	52.90	70.49	14.49	69.91	61.08	65.92	37.50	62.98	42.36	18.55	39.07	33.09	73.40	65.92	15.09	88.03	27.02
摩洛哥	56.72	44.95	49.24	67.07	21.65	53.11	44.07	87.02	38.57	46.60	48.32	20.66	49.93	46.00	67.94	61.15	66.67	66.02	14.41
索马里	95.00	73.79	89.22	84.77	32.66	76.66	57.88	61.63	28.42	10.00	59.28	13.21	36.93	42.52	57.92	13.59	33.25	10.00	26.05
吉布提	69.60	54.97	40.83	75.86	15.51	69.79	52.14	90.17	39.99	25.72	45.24	13.26	42.24	24.04	42.75	37.12	61.58	69.79	23.27
苏丹	76.51	54.62	68.76	74.49	10.93	55.72	40.22	80.99	23.09	38.67	66.00	19.26	40.14	10.00	76.10	43.58	16.54	54.02	21.84
也门	74.69	47.67	63.15	72.24	19.03	82.50	45.18	69.09	31.70	39.33	49.10	14.37	49.84	30.42	60.49	29.04	10.00	53.74	26.27
巴基斯坦	59.81	41.69	47.16	69.49	15.27	85.82	42.84	38.67	42.40	26.91	48.93	24.20	63.48	35.19	84.27	54.93	47.05	58.48	10.00

中国海洋发展基金会
CHINA OCEANIC DEVELOPMENT FOUNDATION

地址/Add.：北京市西城区西单大木仓胡同33号院
No. 33 Damucang Hutong, Xidan, Xicheng District, Beijing, China
电话/Tel.：+86-010-66518560
邮箱/Email：codfsecretariat@gmail.com
网站/Website：www.cfocean.org

FISO
福建海洋可持续发展研究院（厦门大学）
FUJIAN INSTITUTE FOR SUSTAINABLE OCEANS (XIAMEN UNIVERSITY)

地址/Add.：福建省厦门市厦门大学翔安校区金泉楼
Jinquan Building, Xiamen University Xiang'an Campus, Xiamen, Fujian, China
电话/Tel.：+86-592-2183833
邮箱/Email：fiso@xmu.edu.cn
网站/Website：fiso.xmu.edu.cn