人海和谐视角下沿海城市国土空间开发建设适宜性评价研究
——以江苏省沿海地区为例

周珂旭[1]，黄贤金[1,2*]

（1. 南京大学地理与海洋科学学院，江苏南京 210023；2. 自然资源部海岸带开发与保护重点实验室，江苏南京 210023）

【摘　要】 国土空间开发适宜性评价对合理开发国土空间、优化国土空间利用格局具有重要的科学指导价值。遵循陆海统筹原则，采用短板原理、线性加权求和法、空间叠加分析法，从自然环境适宜性、资源环境承载力两个方面构建适宜性评价指标体系，通过对经济社会统计数据、空间数据的处理叠加，对江苏省沿海城市南通、盐城、连云港国土空间开发适宜性进行评价与分析。研究结果表明，国土空间开发适宜性空间分异明显，江苏沿海地区不适宜、基本不适宜、基本适宜、适宜区域面积分别为14 710.37 km^2、3376.18 km^2、6776.30 km^2、5695.64 km^2，分别占陆域国土总面积的46.76%、10.73%、21.54%、18.10%，各地级市外围区域保护与发展之间的矛盾较为突出。

【关键词】 沿海城市国土空间；资源环境承载力；适宜性评价；江苏沿海地区

【中图分类号】X22；C936　　【文章编号】1674-6252（2022）06-0149-08

【文献标识码】A　　【DOI】10.16868/j.cnki.1674-6252.2022.06.149

引言

国土空间是人类活动参与下空间域沿时间轴发展形成的动态、多维、复杂的人地关系时空系统，土地是其载体和空间依托[1]。当前国土空间格局中存在空间开发失衡、资源约束趋紧、区域差距扩大、产业布局欠妥、“三生”空间冲突加剧、陆海开发缺乏统筹等问题[2-4]，阻碍人与自然和谐发展。

国土空间开发适宜性由一定地域空间的资源环境承载力、经济发展基础与潜力决定，指的是国土空间承载城镇化和工业化发展的适宜程度，包含人类社会安全与公正、经济效率和生态安全三方面要义[5]，可以明确识别未来土地保护的制约因素和发展机遇，从而有效促进国土空间开发格局优化，构建合理高效的开发利用格局，为解决上述问题提供科学依据。目前，国土空间开发适宜性是编制国土空间规划的重要支撑依据之一[6]。国土空间开发适宜性评价视角主要分为农业、城镇建设两个方面，其中建设用地适宜性评价内容逐渐由微观的施工难易程度发展为宏观的土地利用需求和建设用地潜在数量供需分析[7,8]。学者从自然条件、社会经济发展水平、生态环境安全、区位条件等多角度选取评价指标[9]，利用统计数据、地图信息数据、观测数据、社会调查等通过木桶原理、“千层饼”模型[10]、层次分析法[11,12]、专家打分法[13]、矩阵匹配法[14]、多要素加权叠加分析[15,16]、矩阵列联分析[17]等方法对评价单元进行综合分析。

沿海城市是地球表面陆域与海域区位优势的集合体，也是目前人口以及社会经济活动较为集中的区域，全球沿海地区以地球表面20%的面积承载着全球约50%的人口[18]。沿海城市土地利用既是可持续社会经济发展的基础和保障，又影响着陆域、河口、河岸生态环境[19]。江苏沿海地区处于我国沿海、长江和陇海兰新线三大生产力布局主轴线的交汇区域，具有优越的地理区位条件和国家战略支持。虽然与全国平均水平相比，江苏沿海地区经济社会发展基础较好，但与江苏省发展水平相比仍存在一定差距。2018年南通、盐城、连云港沿海三市土地面积占全省30.95%，人口占比27.09%，但是对江苏省地区生产总值的贡献率仅为18.02%，根据第三次土地调查数据，2018年沿海三市国土空间开发强度为19.40%，单位建设用地面积经济产出仅为全省水平的59.66%，国土空间开发

资助项目：国家社会科学基金重大项目（17ZDA061）。

作者简介：周珂旭（1996—），女，硕士研究生，主要从事国土空间规划方向研究，E-mail: mg1927047@smail.nju.edu.cn。

*** 责任作者：**黄贤金（1968—），男，教授，博士生导师，主要从事资源地理与土地利用方面研究，E-mail: hxj369@nju.edu.cn。

利用与其经济发展之间存在明显的不匹配，国土空间开发利用需要进一步优化。

目前，国外海岸带研究侧重于技术突破、综合管理及公众参与，研究重点主要有海岸带综合管理、海岸带海陆交互作用、滩涂生物技术、浅海滩涂自然保护及保护区建设、滩涂生态及生态开发模式、滩涂围垦水利工程设施 [20] 等。国内学者主要着眼于两方面：一是海岸带土地利用结构特征、动态监测、时空动态特征及其驱动因素，并探究海岸带土地利用变化带来的生态环境影响 [21]；二是脆弱性评估、景观生态评估、生态系统服务价值评估等生态环境现状及价值视角的评价研究 [22-24]。

以往有关国土空间开发适宜性评价以及沿海城市土地利用的相关研究中，许多学者采用不同的方式进行陆海统筹评价，为研究提供了理论及实践基础。冯佳凝等 [25] 通过统筹陆域与海域评价分类方案，综合考虑土地资源、水资源、生态环境、区位优势以及海洋资源各方面因素，对南通市国土空间开发适宜性进行评价。刘柄麟等 [26] 通过对海岸带陆域及海域分别进行国土空间开发适宜性评价，并建立判别矩阵识别功能空间，进而为海岸带空间分区管控提供参考。然而，沿海城市的国土空间开发适宜性评价仍然缺乏对人海相互作用的关注，陆域评价体系中缺少海域国土空间指标因子。考虑到人类活动通过改变土地利用方式对海洋生态及环境造成影响，海洋灾害等自然因素对国土空间开发构成限制作用，海洋资源及产业对沿海区域经济社会发展发挥支撑作用，本文以海岸带类型较为独特、海涂比例占比高的江苏省沿海为例开展研究，从自然环境适宜性、资源环境承载力两个维度构建国土空间开发适宜性评价指标体系，融合地图信息数据和统计数据，在陆域国土空间开发适宜性体系中增加对海域因素的考虑，进行沿海城市国土空间开发适宜性评价。

1 沿海城市区域人地关系作用机理及适宜性评价方法

1.1 沿海城市区域人地关系作用机理

资源环境承载力具有基础性、有限性、空间可调控性、动态变化性、区域关联性五维特征 [27]，是合理安排人类社会经济活动的重要参考依据。资源环境承载力是区域资源环境与人类社会两大系统之间相互耦合关系的体现，除受资源环境要素的保有量影响外，人类社会对资源的利用方式及效率也对承载力具有显著影响。自然环境适宜性则更强调自然资源本底条件对土地开发利用的限制及约束。本研究将沿海城市人地关系之间的作用划分为三大作用力，主要包括自然环境中地质灾害及海洋灾害等“损害力”，基本农田、生态保护红线、规划用途管制区等“约束力”，资源环境系统对开发建设的“支撑力”，三方面因素共同影响区域国土空间开发的适宜性，其作用机理如图 1 所示。支撑力表示人类根据生产生活活动对自然资源的需求进行国土空间开发，但为保证自然资源系统各要素供给及生态保护等重要功能，又要求开发建设活动合理适度，同时提升面临环境问题的响应能力；损

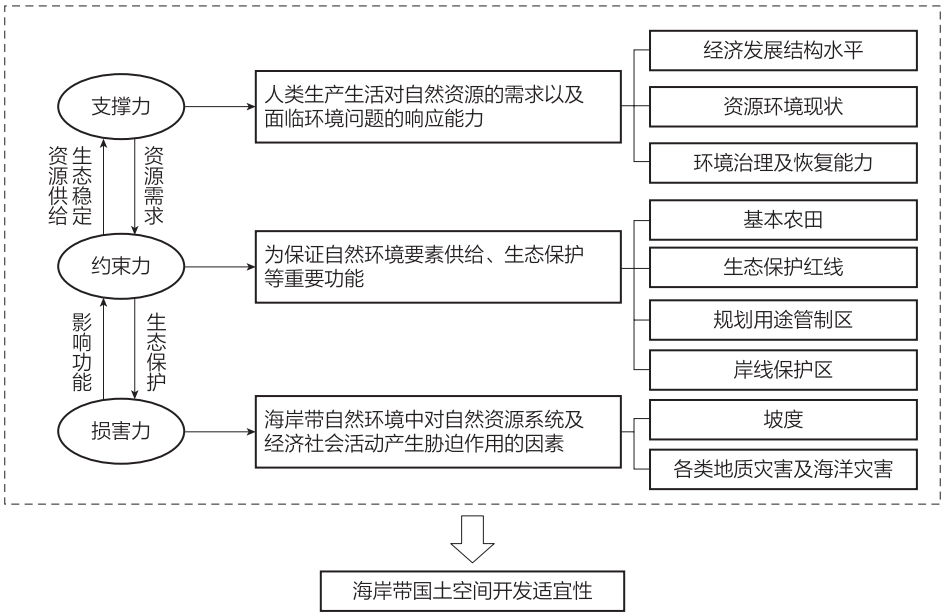

图 1　沿海城市国土空间开发建设适宜性评价框架

害力表示沿海城市自然环境中的各类灾害发生对系统正常功能产生的负面影响；通过划定基本农田、生态保护红线等刚性约束手段，对国土空间开发产生约束力，有利于减少自然环境中各类灾害发生的概率，从而减少其对自然资源系统可持续性及人类经济社会活动产生的负面影响。

1.2 国土空间开发适宜性评价方法

沿海城市的土地开发利用强度、区域结构和开发方式等被自然及生态条件约束。沿海城市经济发展迅速、人口集聚度高，该区域的国土空间开发相比于陆域其他地域单元，除了受到如地形、灾害等陆域自然环境因素影响以外，还受到海洋资源环境（如海平面上升导致的岸线侵蚀、岸线资源保护、海洋生态系统等）的限制，与此同时人类对海岸带的开发利用活动（如化学需氧量、氨氮、工业废水等污染物的排放）也给沿海城市环境施加了一定的压力。基于此，本研究从自然环境适宜性、资源环境承载力两方面构建评价指标体系，而后通过叠加得到国土空间开发适宜性评价结果。

自然环境适宜性评价指标主要对国土空间开发适宜性起限制性作用，综合考虑土地资源、海洋资源和生态环境等多方面因素构建指标体系 [28]，自然环境适宜性评价指标体系如表 1 所示，对以下评价指标使用木桶原理，各栅格得分计算公式为：

$$f(x)=\min(x_1,\ x_2,\ \cdots\cdots,\ x_{14})$$

式中，$f(x)$ 为自然环境适宜性得分；x_i 为栅格图斑各评价因子得分。

资源环境承载力对国土空间开发适宜性起到上限约束作用，代表区域所能承载的最大经济社会活动。江苏沿海地区土地资源相对丰富，地处“一带一路”倡议建设、长江经济带发展、长三角一体化发展三大国家战略交汇区域，近年来在加快建设海洋强省等政策背景下具有极大的开发潜力。同时，沿海地区由于位于陆海交互作用地带，生态价值显著，区域内分布有丹顶鹤、麋鹿等珍稀动物保护区，海州湾国家级海洋公园，蛎蚜山国家级海洋公园，小洋口国家级海洋公园等自然保护地，因此江苏沿海地区人类社会经济活动同时应考虑对自然生态功能的影响。

本文环境承载力评价采用“压力—状态—响应”（P—S—R）模型构建指标体系。关于人海关系，已有学者进行相关研究，刘天宝等 [29] 将人海关系的理解分为三种类型，分别为资源与生态领域的海洋（海洋的开发与保护等）、空间与权力的海洋（地缘政治思想等）、文化观念的海洋（海洋文明与海洋观）。本文从人海辩证关系思考海洋，赋予“社会性”的特征，海洋可以为人类所利用，提供资源、空间等发展要素，同时构成人类活动的约束。

国内学者在资源环境承载力评价指标方面考虑的因素主要包括水土资源、经济、社会、生态方面，选

表 1　自然环境适宜性评价指标体系

评价因子	阈值及赋值标准	依据
坡度	0～3°/5，3°～8°/4，8°～15°/3，15°～25°/3，＞25°/2	坡度越陡峭，水土流失风险性越高，进行土地开发利用的成本和风险越大
规划用地管制区	非禁止建设区 /5，禁止建设区 /0	规划对土地开发利用具有刚性约束作用
滑坡泥石流	不易发区 /5，低易发区 /4，中易发区 /3，高易发区 /2	土地开发与利用应避开地质灾害、海岸侵蚀易发区
地面沉降	非沉降区 /5，轻微或稳定区 /5，一般沉降区 /4，较严重沉降区 /3，严重沉降区 /2	
活动断层	稳定区 /5，轻微影响 /4，较严重影响 /3，严重影响 /2	
矿山占用	非占用地 /5，中转用地或矿山建筑 /4，采场 /3，塌陷、固体废物 /2	
熔岩塌陷	不易发区 /5，低易发区 /4，中易发区 /3，高易发区 /2	
地质遗迹	其他 /5，缓冲区 6 km×6 km/4，缓冲区 4 km×4 km/3，缓冲区 2 km×2 km/2	
海岸侵蚀	侵蚀区 /2，非侵蚀区 /5	
岸线保护	砂质岸线、河口岸线、具有自然海岸形态和生态功能岸线 500m 缓冲区 /2，其他 /5	具有保护价值的岸线退缩线范围内不宜进行土地开发利用
基本农田	非基本农田 /5，基本农田 /0	基本农田、生态保护红线内不应进行开发
生态红线	非生态红线 /5，生态红线 /0	

取的指标包括经济［人均国内生产总值（GDP）、第二、三产业比重、城镇化水平、人均收入等］、资源（水资源量、人口密度、单位产值用水 / 电量等）、环境（污染物排放量、污染治理情况、森林 / 绿化覆盖率）[30,31]。本文结合已有研究，选择如表 2 所示的指标进行资源环境承载力评价。压力层面用以反映经济社会活动对资源环境及生态系统造成的压力，选择万元 GDP 化学需氧量排放量、万元 GDP 工业废水排放量、人口密度等作为评价指标。状态层面用以反映研究区经济发展结构水平及资源环境现状，该层指标主要包括经济社会发展情况、经济结构等。响应层面用以反映面对环境问题时，区域社会经济及生态环境系统为减少环境问题所带来的负面效应所能给予的支撑能力，该层指标主要包括工业废水处理率、废气治理设施处理能力、一般工业固体废物综合利用率、林地覆盖率、城市绿化覆盖率及实际使用外资额。

表 2　资源环境承载力综合评价指标体系

准则层	评价因子
压力层	万元 GDP 化学需氧量排放量、万元 GDP 氨氮排放量、万元 GDP 工业废水排放量、万元 GDP 工业废气排放量、万元 GDP 二氧化硫排放量、万元 GDP 一般工业固体废物产生量、人口密度、国土开发强度
状态层	人均 GDP、第二产业比重、第三产业比重、城镇化率、社会消费品零售总额、进出口总额、人均可用水资源量、人均消费支出、城镇居民人均可支配收入
响应层	工业废水处理率、废气治理设施处理能力、一般工业固体废物综合利用率、森林覆盖率、城市绿化覆盖率、实际使用外资额

资源环境承载力评价中压力层数据为负向因子，状态层、响应层为正向因子，因此对负向因子和正向因子采取不同的标准化方法。

负向指标标准化公式如下：

$$\overline{y_i} = \frac{y_{\max} - y_i}{y_{\max} - y_{\min}}$$

正向因子标准化公式如下：

$$\overline{y_i} = \frac{y_i - y_{\min}}{y_{\max} - y_{\min}}$$

式中，$y_{\max}$ 为该项因子中的最大值；$y_{\min}$ 为该项因子中的最小值；y_i 为该项第 i 个因子值；$\overline{y_i}$ 为 y_i 标准化后的值。

对标准化后的各层因子进行主成分分析，以各因子旋转后的方差贡献率为权重分别计算压力层、状态层、响应层的综合得分，然后使用聚类分析将各层结果划分为 4 类，由高到低分别赋值 5、4、3、2。由于资源环境承载能力受到压力、状态、响应三层的共同影响，因此对各层结果进行线性加权求和，叠加得到最终的资源环境承载能力得分。

最终，为了表征自然环境适宜性与资源环境承载能力的交互作用，对二者进行乘积运算，得到最终的国土空间开发适宜性得分。

1.3 研究数据

本文从自然环境适宜性、资源环境承载力两个方面构建评价指标体系，研究数据包括第二次土地调查数据、DEM 数据、江苏省土地限制性评价数据、经济社会统计数据、岸线底质类型数据。

江苏省第二次土地调查数据包含江苏省各市各区县土地利用现状图斑，及地类名称、用地分类、规划用地等属性数据。

江苏省 DEM 栅格数据，该数据栅格大小为 25m × 25m，通过 ArcGIS10.3 软件处理获得江苏省坡度栅格数据。

江苏省岸线底质类型数据，包含基岩岸线、人工岸线、砂质岸线、淤泥质岸线、河口岸线、具有自然海岸形态和生态功能岸线长度、分布等属性。岸线侵蚀数据来源于《2018 年江苏省海洋灾害公报》，岸线侵蚀区根据年侵蚀速率建立 1000m 缓冲区。根据《海洋生态保护红线划定技术指南》，重要砂质岸线保护范围为以砂质岸滩高潮线至向陆一侧 500m 或第一个永久性构筑物或防护林，考虑到河口岸线、具有自然海岸形态和生态功能岸线的生态保护价值，将砂质岸线、河口岸线和具有自然海岸形态和生态功能岸线建立 500m 缓冲区作为岸线保护区。

地质灾害数据，包含滑坡泥石流灾害、地面沉降、活动断层、岩溶塌陷、地质遗迹、崩塌灾害等属性数据，来源于 2017 年江苏省土地限制性评价。

经济社会发展数据主要包含国土开发强度（建设用地面积占比）、年末常住人口、地区生产总值、人口密度、城镇化率（非农人口占比）、第二产业比重、第三产业比重、进出口总额、城镇居民人均可支配收入、人均可利用水资源量、实际使用外资额、城市绿化覆盖率、森林覆盖率等。数据均来自 2019 年南通、连云港、盐城统计年鉴和 2018 年南通、连云港、盐城水资源公报。

环境数据主要包括环境压力和环境治理两个方面，环境压力数据为 2018 年化学需氧量、氨氮、总氮、工业废水、二氧化硫、氮氧化物、烟粉尘排放量，一般工业固体废物产生量；环境治理数据包括工

业废水处理量、废气治理设施处理能力、一般工业固体废物综合利用率。数据来源于 2018 年江苏省环境排放统计数据。

2 研究结果分析

2.1 自然环境适宜性整体较好

江苏沿海地区自然环境适宜性适宜、较适宜、一般适宜、较不适宜、不适宜区域面积分别为 6734.45 km^2、7286.70 km^2、2241.42 km^2、278.90 km^2、14 914.48 km^2，分别占江苏沿海地区土地总面积的 21.41%、23.16%、7.13%、0.89%、47.41%（表 3）。整体而言，江苏沿海地区自然环境条件较好，适宜及较适宜区域占比 44.57%，不适宜区域主要受到基本农田和生态红线的限制。适宜区域主要集中连片分布在连云港沿海、盐城南部和南通中部地区。

2.2 资源环境承载力呈现“南高北低”特征

该部分对压力层、状态层、响应层分别进行主成分分析，以各因子旋转后方差贡献率为权重计算得分，然后利用聚类分析将结果划分成 4 类，由高到低分别赋值 5、4、3、2。

通过主成分分析法提取出三个主成分，对方差的累计贡献率为 85.195%。由压力层旋转成分矩阵可以看出，万元 GDP 的工业废水排放量、二氧化硫排放量以及一般工业固体废物产生量对评价结果产生的影响较大（表 4）。

通过主成分分析法对状态层各因子进行因子分析，三个主成分对方差的累计贡献率 84.411%。状态层各项指标中人均 GDP、进出口总额、人均消费支出、城镇居民人均可支配收入对状态层得分结果起着较大的影响作用，而二、三产业比重对结果的影响较为轻微，该结果的可能原因是江苏省沿海区域的经济结构差异不大，而经济总量、开放程度和人均收入及消费水平存在一定程度的差异，对结果产生较为显著的影响（表 5）。

通过主成分分析法对响应层各因子进行因子分析，三个主成分对方差的累计贡献率为 73.736%。根据响应层旋转成分矩阵可以看出，江苏沿海地区工业废水处理率、森林覆盖率对得分结果影响较显著，这两项指标分别表征了人类社会和自然环境对污染物的转化吸收能力（表 6）。

根据以上分析，江苏沿海地区各区县资源环境承载力评价结果如表 7 所示。

2.3 国土空间开发适宜性评价

江苏沿海地区自然环境条件较好，国土空间开发受到地质灾害、海岸侵蚀等自然环境因素影响较小，不适宜区域主要受到基本农田和生态红线的限制。适宜区域主要集中连片分布在连云港沿海、盐城南部和

表 3　江苏沿海地区自然环境适宜性评价结果

行政区名称	适宜		较适宜		一般适宜		较不适宜		不适宜	
	面积 /km^2	比重	面积 /km^2	比重	面积 /km^2	比重	面积 /km^2	比重	面积 /km^2	比重
南通市	2 670.74	29.34%	2 016.69	22.16%	607.05	6.67%	44.82	0.49%	3 762.86	41.34%
连云港市	973.34	13.20%	1 881.90	25.52%	673.19	9.13%	149.30	2.02%	3 696.19	50.13%
盐城市	3 090.37	20.63%	3 388.11	22.62%	961.19	6.42%	84.77	0.57%	7 455.43	49.77%
总计	6 734.45	21.41%	7 286.70	23.16%	2 241.42	7.13%	278.90	0.89%	14 914.48	47.41%

表 4　压力层旋转成分矩阵

因子	成分一	成分二	成分三
万元 GDP 化学需氧量排放量	0.672	0.702	−0.055
万元 GDP 氨氮排放量	0.630	0.708	−0.118
万元 GDP 工业废水排放量	0.706	0.365	−0.249
万元 GDP 工业废气排放量	0.078	0.958	−0.032
万元 GDP 二氧化硫排放量	0.930	0.158	−0.190
万元 GDP 一般工业固体废物产生量	0.912	0.086	0.078
人口密度	−0.037	0.005	0.877
国土开发强度	−0.132	−0.108	0.877

表 5　状态层旋转成分矩阵

因子	成分一	成分二	成分三
人均 GDP	0.798	−0.507	0.141
第二产业比重	0.194	−0.955	−0.030
第三产业比重	0.154	0.947	0.191
城镇化率	0.584	0.117	0.667
社会消费品零售总额	0.563	0.690	−0.145
进出口总额	0.793	0.100	0.047
人均可用水资源量	−0.032	−0.030	−0.906
人均消费支出	0.875	0.101	0.181
城镇居民人均可支配收入	0.936	0.046	0.104

表 6　响应层旋转成分矩阵

因子	成分一	成分二	成分三
工业废水处理率	0.842	−0.036	0.032
废气治理设施处理能力	0.008	0.846	−0.295
一般工业固体废物综合利用率	0.088	−0.065	0.875
森林覆盖率	0.758	−0.185	0.305
城市绿化覆盖率	−0.688	0.127	0.449
实际使用外资额	−0.249	0.798	0.210

表 7　江苏沿海地区各区县资源环境承载力评价结果

	得分	区县
压力层	5	南通经济技术开发区、海安县、如东县、连云区、海州区、赣榆区、东海县、亭湖区、盐都区、大丰区、盐城经济技术开发区、响水县、阜宁县、射阳县、建湖县、东台市
	4	港闸区、启东市、如皋市、海门区、灌云县、灌南县
	3	崇川区、通州区
	2	滨海县
状态层	5	崇川区
	4	南通经济技术开发区、海安市、如东县、海州区、亭湖区、港闸区、启东市、如皋市、海门区、通州区
	3	连云区、盐都区、大丰区、建湖县、东台市
	2	赣榆区、东海县、盐城经济技术开发区、响水县、阜宁县、射阳县、灌云县、灌南县、滨海县
响应层	5	海州区
	4	海门区、连云区
	3	南通经济技术开发区、如东县、启东市、如皋市、通州区、大丰区、东台市、响水县
	2	崇川区、海安市、亭湖区、港闸区、盐都区、建湖县、赣榆区、东海县、盐城经济技术开发区、阜宁县、射阳县、灌云县、灌南县、滨海县

南通中部地区。

资源环境承载力方面，江苏沿海城市整体呈现出南高北低的格局。南通市资源环境压力较江苏沿海其他地区而言较大，盐城市整体压力情况较好，但是滨海县受各类污染物排放量影响资源环境压力在沿海各区县中最大。资源环境承载力状态层评价结果表现出明显的南高北低、核心高外围低的空间分布特征，与经济发展现状呈现良好的对应关系。响应层方面江苏沿海整体呈现南高北低的空间特征，海州区由于工业废水处理率、固体废物综合利用率以及森林覆盖率较高，其应对环境问题能力较强，响应层得分较高。

国土空间开发适宜性评价对自然环境适宜性和资源环境承载力两个维度的评价结果进行了综合集成，能够体现研究区域在各方面因素限制和支撑作用下适宜开发的国土空间。对自然环境适宜性、资源环境承载力得分进行乘积处理，扣除水域部分，利用自然断点法将得分结果分为 4 类，由高到低分别为适宜、基本适宜、基本不适宜、不适宜。如表 8 所示，江苏沿海地区不适宜、基本不适宜、基本适宜、适宜区域面积分别为 14 710.37 km^2、3376.18 km^2、6776.30 km^2、5695.64 km^2，分别占土地总面积的 46.76%、10.73%、21.54%、18.10%。整体而言，不适宜区域与基本适宜、适宜区域占比均较大，即保护空间与发展空间均较为突出。在长三角区域各城市中，南通市适宜开发区域面积最大且占比最多，在沿海地区城市中南通市国土空间开发建设适宜性最好，盐城市其次，连云港市开发适宜性较差，其主要原因一方面是基本农田保护需要限制了国土空间开发建设活动，另一方面则是江苏沿海区域资源环境承载能力呈现为南高北低的空间格局，对国土空间开发适宜性评价结果造成影响。

3 结论与讨论

3.1 结论

（1）江苏沿海地区自然环境条件较好。江苏沿海地区自然环境适宜性适宜、较适宜、一般适宜、较不适宜、不适宜区域面积分别为 6734.45 km^2、7286.70 km^2、2241.42 km^2、278.90 km^2、14 914.48 km^2，分别占江苏沿海地区土地总面积的 21.41%、23.16%、7.13%、0.89%、47.41%。不适宜区域主要受到基本农田和生态红线的限制。适宜区域主要集中连片分布在连云港沿海、盐城南部和南通中部地区。

（2）限制江苏沿海城市国土空间开发适宜性的因素主要为资源环境承载能力，资源环境承载力整体呈

表8　江苏沿海地区国土空间开发适宜性评价结果

行政区名称	不适宜		基本不适宜		基本适宜		适宜	
	面积 /km²	比重	面积 /km²	比重	面积 /km²	比重	面积 /km²	比重
南通市	3 723.60	40.91%	444.31	4.88%	1 838.93	20.20%	2 682.30	29.47%
连云港市	3 604.88	48.88%	1 126.88	15.28%	1 754.29	23.79%	635.57	8.62%
盐城市	7 381.89	49.28%	1 804.98	12.05%	3 183.09	21.25%	2 377.77	15.87%
江苏沿海地区	14 710.37	46.76%	3 376.18	10.73%	6 776.30	21.54%	5 695.64	18.10%

现南高北低的空间分布特征。沿海地区 25 个区县中资源环境承载力好、较好、较差、差等级区县个数分别为 5、12、7、1 个，整体承载能力较好。

（3）国土空间开发适宜性空间分异明显。江苏沿海地区不适宜、基本不适宜、基本适宜、适宜区域面积分别为 14 710.37 km²、3376.18 km²、6776.30 km²、5695.64 km²，分别占土地总面积的 46.76%、10.73%、21.54%、18.10%。土地空间开发适宜区域面积及比重由高到低分别为南通市、盐城市、连云港市，呈现出由南向北逐渐降低的特征。

3.2 政策建议

（1）为提高江苏沿海城市国土空间开发适宜性，需要分区域有针对性地制定方案，提升资源环境承载力。南通市崇川区、通州市可通过对万元 GDP 污染物排放量提出限制指标，来进一步提高资源环境承载能力，而南通市全域需进一步提高工业废水处理率和森林覆盖率进而提高资源环境承载能力。对于盐城市而言，经济发展水平、开放程度、人均收入消费水平、工业废水处理能力、森林覆盖率的提高对提高其资源环境承载力有较大意义；尤其对于滨海县而言，减少万元 GDP 的各类污染物排放量是提高其资源环境承载能力的当务之急。连云港市县域提高资源环境承载力的主要聚焦点应放在提高经济发展水平、开放程度、人均收入消费水平、工业废水处理能力及森林覆盖率。

（2）国土空间开发利用方面，江苏沿海地区需要以提高土地利用效率、盘活存量资源为主要途径，国土空间开发应合理布局，充分考虑适宜性。由于江苏沿海地区单位建设用地经济产出较低，而国土空间开发强度较高，因此土地利用效率需要进一步提升以缓解土地利用与经济发展之间的不匹配问题。

3.3 讨论

本文结合空间数据、统计数据，结合自然环境、社会经济等多方面因素，对江苏沿海地区进行开发适宜性评价。但是仍有三点问题需进一步深入讨论研究：第一，多要素叠加分析应用广泛，但是因子的选择、权重的确定、等级的划分对评价结果具有十分重要的影响，难免存在一定的主观意志。第二，海域数据难以统计、获取，导致研究中对海域因素考虑可能不够全面，在后续研究中可增加海域数据的收集并纳入评价体系。第三，人类社会与海洋的交互作用在沿海城市十分重要，如何通过评价方法的选择、指标体系的构建，更加科学合理地体现该交互作用还有待进一步思考完善。

参考文献

[1] 张衍毓，陈美景．国土空间系统认知与规划改革构想 [J]. 中国土地科学 ,2016,30(2):11-21.

[2] 黄贤金．论土地生态经济学与国土空间用途管制——兼论王万茂教授《土地生态经济学》的学科贡献 [J]. 中国土地科学 ,2018,32(2):1-5.

[3] 纪学朋，黄贤金，陈逸，等．基于陆海统筹视角的国土空间开发建设适宜性评价——以辽宁省为例 [J]. 自然资源学报 ,2019,34(3):451-463.

[4] 中华人民共和国国务院．全国国土规划纲要（2016—2030 年）.（2017-01-03）http://www.gov.cn/zhengce/content/201702/04/content_5165309.htm..

[5] 喻忠磊，张文新，梁进社，庄立．国土空间开发建设适宜性评价研究进展 [J]. 地理科学进展 ,2015,34(9):1107-1122.

[6] 魏旭红，开欣，王颖，等．基于“双评价”的市县级国土空间“三区三线”技术方法探讨 [J]. 城市规划 ,2019,43(7):10-20.

[7] 孙伟，陈雯．市域空间开发适宜性分区与布局引导研究——以宁波市为例 [J]. 自然资源学报 ,2009,24(3):402-413.

[8] 何丹，金凤君，周璟．资源型城市建设用地适宜性评价研究——以济宁市大运河生态经济区为例 [J]. 地理研究 ,2011,30(4):655-666.

[9] FREDERICK S,Laurel McSherry,Jill Cohen. Land suitability analysis for the upper Gila River watershed[J]. Landscape and Urban Planning,2000,50(4):199-214.

[10] 吴艳娟，杨艳昭，杨玲，等．基于“三生空间”的城市国土空间开发建设适宜性评价——以宁波市为例 [J]. 资源科学 ,2016,38(11):2072-2081.

[11] 王海鹰，张新长，康停军．基于 GIS 的城市建设用地适宜性评价理论与应用 [J]. 地理与地理信息科学 ,2009,25(1):14-17.

[12] 唐常春，孙威．长江流域国土空间开发适宜性综合评价 [J]. 地

理学报 ,2012,67(12):1587-1598.
[13] 袁磊 , 闻珊珊 , 杨昆 . 快速城市化区域资源环境承载力与建设适宜性分析——以昆明市呈贡区为例 [J]. 生态科学 ,2019,38(1):218-225.
[14] 张晓平 , 何昌明 , 胡紫红 , 等 . 低丘缓坡土地资源综合适宜性评价研究 [J]. 生态经济 ,2019,35(3):166-169.
[15] 许嘉巍 , 刘惠清 . 长春市城市建设用地适宜性评价 [J]. 经济地理 ,1999(6):101-104.
[16] 张东明 , 吕翠华 .GIS 支持下的城市建设用地适宜性评价 [J]. 测绘通报 ,2010(8):62-64，77.
[17] 陈诚 , 陈雯 . 盐城市沿海的适宜开发空间选择研究 [J]. 长江流域资源与环境 ,2008(5):667-672.
[18] 崔昊天 , 贺桂珍 , 吕永龙 , 等 . 海岸带城市生态承载力综合评价——以连云港市为例 [J]. 生态学报 ,2020(8):1-10.
[19] FAN J, WANG Q, WANG Y F, et al. Assessment of coastal development policy based on simulating a sustainable land - use scenario for Liaoning Coastal Zone in China[J]. Land Degradation & Development,2018,29(8):2390-2402.
[20] 彭建 , 王仰麟 . 我国沿海滩涂的研究 [J]. 北京大学学报 (自然科学版),2000(6):832-839.
[21] 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.
[22] 刘小喜 , 陈沈良 , 蒋超 , 等 . 苏北废黄河三角洲海岸侵蚀脆弱性评估 [J]. 地理学报 ,2014,69(5):607-618.
[23] 彭建 , 王仰麟 , 刘松 , 等 . 海岸带土地持续利用景观生态评价 [J]. 地理学报 ,2003(3):363-371.
[24] 杨清伟 , 蓝崇钰 , 辛琨 . 广东—海南海岸带生态系统服务价值评估 [J]. 海洋环境科学 ,2003(4):25-29.
[25] 冯佳凝 , 刘荣娟 , 濮励杰 , 等 . 基于陆海统筹的南通市国土空间开发适宜性评价 [J]. 资源科学 ,2022,44(2):299-308.
[26] 刘柄麟 , 张振克 , 纪学朋 , 等 . 海岸带国土空间开发适宜性评价及功能空间配置——以海南岛为例 [J]. 自然资源学报 ,2022,37(4):862-879.
[27] 黄贤金 , 宋娅娅 . 基于共轭角力机制的区域资源环境综合承载力评价模型 [J]. 自然资源学报 ,2019,34(10):2103-2112.
[28] 沈春竹 , 谭琦川 , 王丹阳 , 等 . 基于资源环境承载力与开发建设适宜性的国土开发强度研究——以江苏省为例 [J]. 长江流域资源与环境 ,2019,28(6):1276-1286.
[29] 刘天宝 , 杨芳芳 , 韩增林 , 彭飞 . 人海关系地域系统视角下海洋本体的解构与研究重点 [J]. 地理科学 ,2019,39(08):1321-1329.
[30] 雷勋平 , 邱广华 . 基于熵权 TOPSIS 模型的区域资源环境承载力评价实证研究 [J]. 环境科学学报 ,2016,36(1):314-323.
[31] 秦成 , 王红旗 , 田雅楠 , 等 . 资源环境承载力评价指标研究 [J]. 中国人口 · 资源与环境 ,2011,21(S2):335-338.

Research on the Suitability Evaluation of Land Space Development and Construction in Coastal Cities—Taking the Coastal Areas of Jiangsu Province as an Example

ZHOU Kexu[1], HUANG Xianjin[1, 2*]

(1. School of Geography and Ocean Science, Nanjing University, Nanjing 210023, China; 2. The Key Laboratory of the Coastal Zone Exploitation and Protection, Ministry of Natural Resources, Nanjing 210023, China)

Abstract: Land space development suitability assessment has scientific value to guide the rational development of land space, optimize land use pattern space. Following the principle of overall planning of land and sea, the short-board principle, linear weighted summation method, and spatial superposition analysis method are used to construct a suitability evaluation index system from two aspects: natural environment suitability and resource and environmental carrying capacity. The processing and superposition of economic and social statistics, spatial data is used to evaluate and analyze the suitability of land and space development in the coastal cities of Nantong, Yancheng and Lianyungang in Jiangsu Province. The research results show that the suitability of territorial space development has obvious spatial differentiation, and the areas of most unsuitability, more unsuitability, more suitability and most suitability areas in Jiangsu coastal areas are 14 710.37km^2, 3376.18 km^2, 6776.30 km^2, 5695.64 km^2, and the proportions of land area are 46.76%, 10.73%, 21.54% and 18.10%, respectively. The contradiction between the protection and development of the peripheral areas of prefecture-level cities is more prominent.

Keywords: land and space of coastal cities; resource and environment carrying capacity; suitability evaluation; Jiangsu coastal area