Advances in Marine Sciences 海洋科学前沿, 2024, 11(2), 43-48
Published Online June 2024 in Hans. https://www.hanspub.org/journal/ams
https://doi.org/10.12677/ams.2024.112005

Hans汉斯

天津海岸带空间资源承载力评价指标体系构建

孙　欢[1,2]，马玉艳[1,2]，姜旭娟[1,2]，徐玉山[1,2]，郑美玲[1,2]

[1]自然资源部天津海洋中心，天津
[2]天津市海洋环境监测预报中心，天津

收稿日期：2024年4月12日；录用日期：2024年6月1日；发布日期：2024年6月11日

摘　要

文章在已有的研究经验的基础上，从数据的可获得性，指标选取的均衡性，海岸带区域的适用性，人类活动的正向影响四个方面，结合实际情况，构建了一套适用于天津海岸带空间资源承载力评价的指标体系。该指标体系采用压力－承压－弹性指标体系构建方法，从海岸带开发状况、海岸带资源环境现状、海岸带保护修复项目及政策实施三个方面选取评价指标，既可以反映天津海岸带海洋空间资源承载状态，又可以为其他海岸带地区的空间资源承载力评价指标体系构建提供重要参考。利用本文的指标体系，可以指导天津海岸带空间资源承载力评价工作。

关键词

海岸带，空间资源承载力，指标体系

Construction of Evaluation Index System of Spatial Resource Carrying Capacity in Tianjin Coastal Zone

Huan Sun[1,2], Yuyan Ma[1,2], Xujuan Jiang[1,2], Yushan Xu[1,2], Meiling Zheng[1,2]

[1]Tianjin Ocean Centre, Ministry of Natural Resources, Tianjin
[2]Tianjin Marine Environmental Monitoring and Forecast Center, Tianjin

Received: Apr. 12th, 2024; accepted: Jun. 1st, 2024; published: Jun. 11th, 2024

Abstract

Building on existing research experience, this article constructs an index system for evaluating the spatial resource carrying capacity of the Tianjin coastal zone. This is based on the availability of data, the balance of indicator selection, the applicability of the coastal zone, and the positive im-

文章引用: 孙欢, 马玉艳, 姜旭娟, 徐玉山, 郑美玲. 天津海岸带空间资源承载力评价指标体系构建[J]. 海洋科学前沿, 2024, 11(2): 43-48. DOI: 10.12677/ams.2024.112005

pact of human activities. The index system adopts the pressure-carrier-response method, selecting evaluation indicators from the development status of the coastal zone, the current status of coastal zone resources and environment, and the implementation of coastal zone protection and restoration projects and policies. This system can reflect the carrying capacity of marine spatial resources in Tianjin coastal zone and provide important reference for constructing the index system for evaluating the spatial resource carrying capacity of other coastal zones. By using this index system, the evaluation of the spatial resource carrying capacity in Tianjin coastal zone can be guided.

Keywords

Coastal Zone, Spatial Resource Carrying Capacity, Indicator System

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.
This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).
http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Open Access

1. 引言

海岸带区域是海洋生态系统、陆地生态系统和社会人文生态系统相互作用、相互影响的区域，具有重要的生态功能和资源价值[1]。同时，海岸带区域也是短期内受到人类活动影响便可发生剧烈变化的区域[2]。近年来，人类不合理的开发利用活动使海岸带区域资源环境承受着巨大的压力，生态问题日益凸显[3]。因此，该区域被列为资源环境承载能力研究与空间治理亟待开展的典型区域[2]。在海洋经济迅速发展的背景下，天津成为全国海域开发强度较高的区域之一[4]，天津海岸带区域面临着人口稠密、空间资源紧张和海洋环境污染等问题，构建适用于该区域的海洋空间资源承载力评价指标体系势在必行。

现有的天津海岸带区域涉海承载力的研究多聚焦于资源和环境承载力的综合性评价，缺乏对天津海岸带经济社会发展和空间资源利用与保护这对主要矛盾的详细探索[5] [6] [7] [8] [9]。曹可等[10]基于海域使用分类体系构建了海域开发利用承载力评价指标体系，以津冀海域开展了实证研究，但该套指标体系未考虑岸线资源的开发利用状况以及岸线以上的陆域空间资源状况。孙欢等[4]采用压力－承压－弹性框架构建了天津市海洋空间资源承载力评价指标体系，但在指标体系的构建方面存在诸多局限，如指标的选取失衡导致指标体系不够稳健，部分指标数据不易获得只能用技术方法填补而导致评价结果不够客观，研究区域为岸线以下向海一侧的管辖海域，缺少了海岸带的陆上区域，未能充分体现陆海统筹思想。

本文立足于天津海岸带区域的特点，从数据的可获得性，指标选取的均衡性，海岸带区域的适用性，人类活动的正向影响四个方面出发，对现有研究成果[4]中的指标体系进行优化，构建了一套适用于天津海岸带空间资源承载力评价的指标体系。该指标体系采用压力－承压－弹性指标体系构建方法，基于系统性、代表性、可操作性指标选取原则，从海岸带开发利用状况、海岸带资源环境现状、海岸带保护修复项目及政策实施三个方面选取评价指标，既可以反映天津海岸带海洋空间资源承载状态，又可以为其他海岸带地区的空间资源承载力评价指标体系构建提供重要参考。

2. 指标体系的构建原则与方法

2.1. 海岸带区域的界定

关于海岸带的定义目前学术界尚未形成统一共识。我国学者一般认为海岸带是海岸线向海陆两侧扩展一定距离的带状区域，通常海岸带陆界为海岸线向陆延伸 10 km 处，海岸带的海界为海岸线向海延伸

至水深 10~15 m 处[11]。本文认为的海岸带指以现行岸线为界，向海一侧至海洋国土空间规划的规划海域外边界，向陆一侧至 10 km 缓冲区边界。即本文的研究区域为津冀海域行政区域界线与天津市 2008 勘界岸线向陆 10 km 缓冲边界、《天津市海洋空间规划(2021~2035 年) (天津市海域海岛保护利用规划)》的规划海域外边界形成的封闭区域。

2.2. 海岸带空间资源承载力概念的界定

在“双评价”技术指南中，将资源环境承载能力定义为一定国土空间内自然资源、环境容量和生态服务功能的综合支撑水平[12]。王亚飞等[2]从承载体的角度讲资源环境承载能力定义为作为承载体的自然系统或其构成要素，能够维持自然系统可持续且安全运行的稳定区间[13]。目前关于海岸带空间资源承载力的概念尚未有学者进行辨析。刘康等[11]定义了海岸带承载力，他认为海岸带承载力指一定技术水平的条件下，以海岸带的资源和环境的可持续发展为原则，以海岸带经济可持续发展为目标，海岸带能够承受的人口数量和产业规模的能力。研究基于海岸带空间资源特点和已有研究成果，将海岸带空间资源承载力定义为海岸带空间内能够支持人口、经济持续平稳发展且保持自身系统可持续运行的最大能力。

2.3. 指标体系构建的方法

构建评价指标体系通常有两种方式，一种是基于压力－状态－响应模型，一种是以压力类、承压类和弹性类指标作为一直指标的多级评价指标体系[4]。压力－状态－响应模型以传导式的因果关系为基础，是评价类指标体系构建时所选的经典模型[14]，但该模型不能很好地体现人类活动与研究对象之间的相互影响关系[15]。从海岸带空间资源承载力的概念看，人类与经济社会平稳发展的能力即为压力部分，海岸带空间内的资源环境系统维持自身可持续运行的能力即为承压部分，压力部分与承压部分之间存在相互影响关系。同时，近年来人类的一些活动并非只给海岸带空间资源造成了压力，也产生了一些积极影响，使得海岸带空间资源承载力存在弹性变化的可能性。因此，本文采用压力－承压－弹性框架作为海岸带空间资源承载力评价指标体系的构建方法。

2.4. 指标选取的基本原则

1) 系统性原则。海岸带空间资源承载力评价与过去陆域土地资源承载力、海洋空间资源承载力评价不同，海岸带是一个整体，既包含陆域部分也包含海域部分。评价指标选取时既要体现人口和海洋经济发展对海岸带空间资源的压力，又要体现人类活动对海岸带空间资源持续稳定的积极作用。尤其近年来，天津市已经完成或正在进行着多项海洋生态保护修复项目，由过去“向海要地”思想主导下的对海岸带空间资源占用逐渐转变为合理地开发利用与保护。这些方面在指标选取时都应充分考虑。

2) 代表性原则。在充分考虑海岸带区域特征的基础上，选取的指标有针对性，能够客观地反应所表征内容的特点，指标的含义明确。选取的指标所覆盖的内容既不冗余又能较全面的区域特点[16]。

3) 可操作性原则。指标具有可度量性，且数据易直接获得或计算方法较简单，保证评价的效率与准确性。

3. 天津海岸带空间源承载力评价指标体系构建

在天津市海洋空间资源承载力评价指标体系中，选取压力类和承压类指标作为一级指标，未选取弹性类指标，如图 1 所示。这是由于该套指标体系认为海洋空间资源一旦被利用，很难受到海洋经济发展、科学技术进步和短期自身修复等的影响而产生弹性变化。但近年来，海岸带地区完成或正在进行着多项海洋生态保护修复项目，也有着越来越多的海洋空间资源保护政策的制定和实施，由过去“向海要地”思想主导下的对海岸带空间资源占用逐渐转变为合理地开发利用与保护，人类活动也开始对海岸带空间

资源起着正向的积极作用。因此，增加弹性类指标作为一级指标，基于指标的选取原则，从岸线整治修复状况、湿地整治修复状况、海洋空间资源保护政策实施三个层面构建二级指标，将生态恢复岸线保留率、滨海湿地修复面积比例、海洋保护空间占比三个指标纳入指标体系。

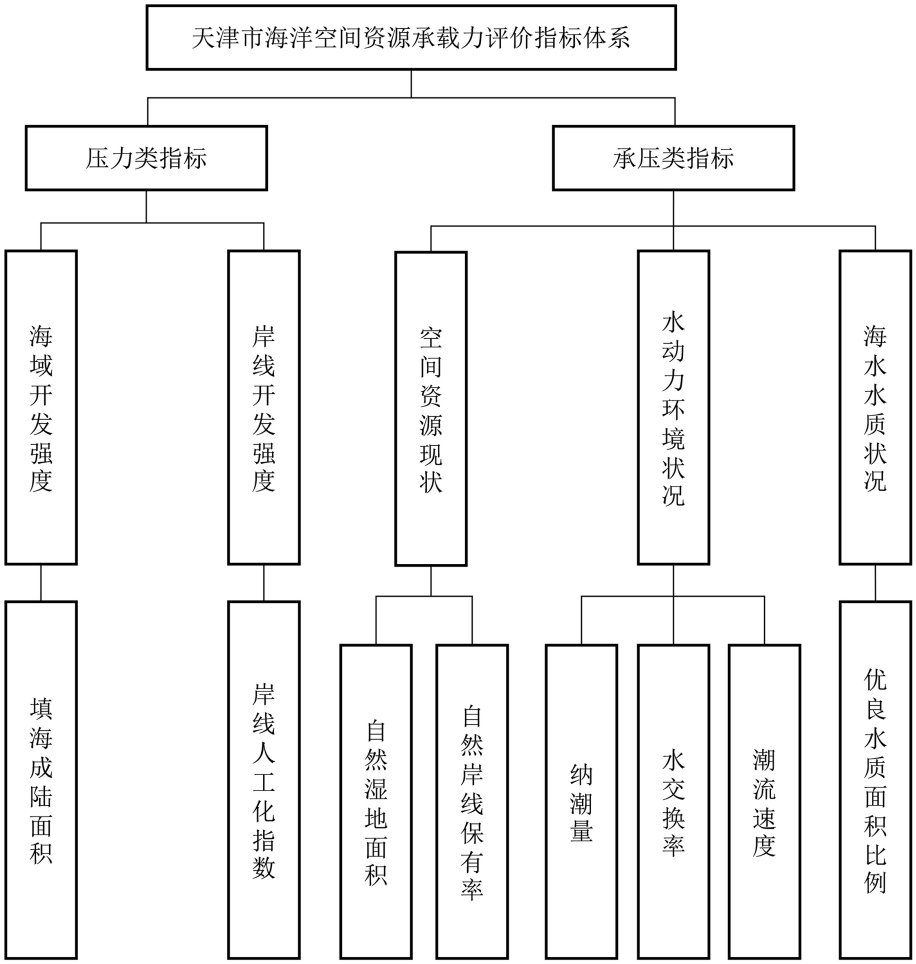

Figure 1. Evaluation index system of marine spatial resources carrying capacity in Tianjin
图 1. 天津市海洋空间资源承载力评价指标体系

已有的指标体系最初由 12 个指标通过因子分析法降维，最终形成了 2-5-8 三级结构的指标体系。但该指标体系承压类指标未考虑反应海岸带生物生态状况和沉积物状况的指标，这虽然在一定程度上可以说明这两类指标所表征的海洋生物生态环境状况的改变不是天津海岸带空间资源承载力变化的主要原因[4]，但是这两大类指标可以反映围填海对海洋空间资源导致的如生物多样性降低、沉积环境恶化负面影响，以及海洋生态保护修复项目的实施产生的海岸带沉积环境和生物资源恢复等积极响应，故在指标体系中应补充这两大类指标。可以考虑底栖生物量、底栖生物多样性指数、湿地鸟类种类、数量、多样性指数、湿地植被面积、沉积物污染指数等指标。考虑底栖生物量，湿地鸟类相关指标受季节影响非常大，因此选用底栖生物多样性指数、湿地植被面积作为表征海岸带生物生态状况的指标，沉积物污染指数作为表征海岸带沉积物状况的指标纳入指标体系。

已有的指标体系中，反映海洋水动力状况的指标数量占比较大，且这三个指标数据都来源于参考文献，但不同文献中的渤海湾纳潮量数据有显著差异，会因数据来源问题而影响到评价结果。与之相反的

是，文献中不同年份间潮流速度数据差异十分微小，无法体现围填海前后潮流速度的变化特点，对于评价本身意义不大。因此删除纳潮量和潮流速度两个指标，采用水交换率来表征水动力环境状况。

指标体系的压力类指标中，仅有海域开发强度和岸线开发强度两个指标，这两个指标仅能代表人类开发利用活动对海岸线及海岸线以下海域的空间资源的占用情况，未考虑岸线以上的陆域情况，因此增加陆域开发强度指标。

综上，最终构建了结构为 3-11-13 的天津海岸带空间资源承载力评价指标体系，如表 1 所示。包括海域开发强度、岸线开发强度、陆域开发强度、空间资源现状、水动力环境状况、海水水质状况、生物生态状况、沉积环境状况、岸线整治修复情况、滨海湿地整治修复情况、海洋空间资源保护政策等三大类 11 个方面。

Table 1. Evaluation index system of spatial resource carrying capacity in Tianjin coastal zone
表 1. 天津海岸带空间源承载力评价指标体系

一级指标	二级指标	三级指标	指标内涵
压力类评价指标	海域开发强度	填海成陆面积	区域内填海活动形成的陆域面积。
	岸线开发强度	岸线人工化指数	区域内各类人工岸线长度与其对海洋空间资源的影响系数之和与岸线总长度的比值。
	陆域开发强度	建设用地面积	根据《土地利用现状分类》(GB/T21010-2017)，区域内建设用地的面积。
承压类评价指标	空间资源现状	自然湿地面积	海岸线与−6 米等深线之间的永久性水域与潮浸地带的面积。
		自然岸线保有率	自然岸线长度与岸线总长度的比值。
	水动力环境状况	水交换率	海域的水体交换能力的具体体现，基于三维潮流场及物质运输模型计算得出。
	海水水质状况	优良水质面积比例	评价海域中水质评价结果为一类海水水质和二类海水水质面积之和与评价海域总面积的比值，通常用来表征近岸海域海水水质状况。
	生物生态状况	底栖生物多样性指数	采用 Shannon-Wiener 多样性指数量化底栖生物的多样性，表征区域生物生态状况。
		湿地植被面积	海岸带湿地区域内分布的各种植被类型的面积。
	沉积环境状况	沉积物污染指数	表征区域海洋沉积物质量状况，其计算方法为：将沉积物理化性质指标(硫化物、有机碳)和一般污染指标(重金属、石油类、六六六、DDT 和多氯联苯)进行综合评价，从而得出沉积物质量评价等级；沉积物质量良好赋分值为 3，一般为 2，差为 1，由此得出。
弹性类评价指标	岸线整治修复状况	生态恢复岸线保有率	生态恢复岸线长度与岸线总长度的比值。
	滨海湿地整治修复状况	滨海湿地修复面积比例	滨海湿地修复面积与研究区域内 2001 年后新增围填海面积之比。
	海洋空间资源保护政策	海洋保护空间占比	海洋保护区面积与海岸带面积的比值

4. 结论

开展海岸带区域的空间资源承载力研究十分必要，而天津作为全国典型的围填海强度较高的区域之一，开展天津海岸带的空间资源承载力研究更是势在必行。本文对海岸带空间资源承载力的概念和研究

区域进行了界定，选取的指标体系中各指标均可量化，可以指导天津海岸带空间资源承载力评价工作，在指标体系构建方面可为其他沿海省市提供参考。但若要开展海岸带空间资源承载力的评价，仍有诸多工作有待完成，如各评价指标权重的确定，综合评价方法的选择，评价等级的划分等。在后续研究中应进一步完成完善，最终形成海岸带空间资源承载力评价技术方法体系。

基金项目

天津市规划和自然资源局科技项目——天津海岸带空间资源承载力评价技术方法研究(KJ[2023]40)。

参考文献

[1] Barbier, E.B., Hacker, S.D., Kennedy, C., *et al*. (2011) The Value of Estuarine and Coastal Ecosystem Services. *Ecological Monographs*, **81**, 169-193. https://doi.org/10.1890/10-1510.1

[2] 王亚飞, 樊杰. 资源环境承载能力百年研究的系统综述[J]. 地理学报, 2023, 78(11): 2676-2693.

[3] Li, Y.F., Xiang, Z.Y., Chen, K.L., *et al*. (2020) An Improved Spatial Subsidy Approach for Ecological Compensation in Coastal Seascapes for Resilient Land-Sea Management. *Journal of Environmental Management*, **276**, Article ID: 111305. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111305

[4] 孙欢, 谭晓璇, 屠建波, 等. 天津市海洋空间资源承载力定量研究[J]. 天津师范大学学报(自然科学版), 2022, 42(5): 52-58.

[5] 李稳. 天津海岸带资源环境承载能力评价技术方法研究[J]. 资源信息与工程, 2021, 36(2): 97-99.

[6] 丁冬冬. 陆海统筹区域资源环境承载力研究[D]: [硕士学位论文]. 南京: 南京大学, 2019.

[7] 吴静. 天津市滨海新区生态承载力综合评价[D]: [硕士学位论文]. 天津: 天津师范大学, 2003.

[8] 苏蔚潇. 典型区域海岸带综合承载力评估[D]: [博士学位论文]. 青岛: 中国海洋大学, 2013.

[9] 薄文广, 孙元瑞, 左艳, 等. 天津市海洋资源承载力定量分析研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2014, 24(S3): 407-409.

[10] 曹可, 张志峰, 马红伟, 等. 基于海洋功能区划的海域开发利用承载力评价——以津冀海域为例[J]. 地理科学进展, 2017, 36(3): 320-326.

[11] 刘康, 霍军. 海岸带承载力影响因素与评估指标体系初探[J]. 中国海洋大学学报(社会科学版), 2008, (4): 8-11.

[12] 自然资源部国土空间规划局. 资源环境承载能力和国土空间开发适宜性评价[Z]. 2019.

[13] 王亚飞, 樊杰, 周侃. 基于“双评价”集成的国土空间地域功能优化分区[J]. 地理研究, 2019, 38(10): 2415-2429.

[14] 苏子龙, 袁国华, 郝庆, 等. 基于熵权法的海洋生态环境承载力评价: 以广西近岸海域为例[J]. 中国国土资源经济, 2018, 1(2): 13-18.

[15] 吴侃侃, 姜尚, 高宇, 等, 海岸带区域海洋生态环境承载力综合评价方法体系的探讨与分析[J]. 海洋开发与管理, 2023(11): 46-58.

[16] 胡一帆, 王浩, 焦磊, 等. 青藏高原重大建设工程生态修复综合效益评估指标体系[J]. 生态学报, 2022, 42(18): 7565-7576.