

基于海洋功能区划的海域开发利用承载力评价 ——以京津冀海域为例

曹 可^{1,2}, 张志峰^{1,2}, 马红伟^{1,2}, 杨正先^{1,2}, 索安宁^{1,2*}

(1. 国家海洋环境监测中心, 辽宁 大连 116023; 2. 国家海洋局海域管理技术重点实验室, 辽宁 大连 116023)

摘 要:海洋功能区划是海域法确定的海域开发利用的重要依据。本文针对海域开发利用管理的技术需求,采用专家咨询法,确定海域使用分类8个一级类型所包含的30个二级类型的资源耗用系数,构建了海域开发利用强度指数及海域开发利用评价标准,以此为基础形成了基于海洋功能区划的海域开发利用承载力指数,并以京津冀海域为例开展了实证评价研究。结果表明:①以海洋功能区划为依据的海域开发利用承载力评价方法可客观地揭示海域开发利用承载力程度。②京津冀海域的曹妃甸海域、天津滨海新区海域和黄骅海域开发利用承载力指数分别达到10.30、13.87和10.30,处于承载力较高状态;昌黎海域开发利用承载力指数为7.61,处于承载力适中状态;其余的秦皇岛市区、抚宁县、乐亭县、滦南县和丰南区海域开发利用承载力指数都小于5.0,处于承载力较低状态。

关键词:海域开发利用;承载力;海洋功能区划;评价;京津冀海域

1 引言

承载力(Carrying Capacity)最早出现于工程地质学,是指地基的强度对建筑物负重的能力。随着人类对地球资源环境承载人类活动问题认识的加深,1921年Park和Burgess在人类生态学杂志上,提出了生态承载力的概念,即“某一特定环境条件下(主要指生存空间、营养物质、阳光等生态因子的组合),某种个体存在数量的最高极限”(Abernethy, 2001)。此后,承载力概念在环境、经济和社会各领域不断延伸,出现了资源承载力(Resource Carrying Capacity)、环境承载力(Environmental Carrying Capacity)、人口承载力(Population Carrying Capacity)等许多概念(Meadows et al, 1972; Malthus, 1973; Rees, 1992)。中国的承载力研究始于20世纪80年代的土地承载力,此后有关人口、生态、水资源等单要素以及区域综合要素承载力研究陆续展开。至

21世纪初,国内的研究视角逐步转移到对于区域资源环境承载力的综合研究(樊杰, 2009)。一般认为,区域资源环境承载能力是以“资源—生态环境—社会经济”耦合系统为基础,主要构成要素包括:①承载体,即资源和生态环境系统所能提供的资源条件、环境条件等自然要素;②承载对象,是指人为开发活动与相关社会活动等社会和经济因素;③承载率,即承载体的承载状况与承载能力之间的比值。

海洋作为全球面积最大的水域空间,其资源环境系统也面临资源约束趋紧、环境污染严重、生态系统退化的严峻形势。近年来,海洋资源环境承载力研究也受到许多学者的关注,关道明等将海洋资源环境承载能力定义为:一定时期和一定区域范围内,在维持区域海洋资源结构符合可持续发展需要且海洋生态环境功能仍具有维持其稳态效应能力的条件下,区域海洋资源环境系统所能承载的人类各种社会经济活动的的能力。其承载体为海洋资源

收稿日期:2017-01;修订日期:2017-03。

基金项目:国家自然科学基金项目(41376120);中国科学院科技服务网络计划(STS计划)项目(KFJ-STZ-ZDTP-021) [Foundation: National Natural Science Foundation of China, No. 41376120; Science and Technology Service Network Initiative of the Chinese Academy of Sciences, No. KFJ-STZ-ZDTP-021]。

作者简介:曹可(1978-),男,辽宁大连人,博士,副研究员,主要从事海域管理技术研究, E-mail: kcao@nmemc.org.cn。

通讯作者:索安宁(1977-),男,甘肃庆阳人,博士,研究员,主要从事海域管理技术研究, E-mail: ansuo@nmemc.org.cn。

引用格式:曹可, 张志峰, 马红伟, 等. 2017. 基于海洋功能区划的海域开发利用承载力评价: 以京津冀海域为例 [J]. 地理科学进展, 36(3): 320-326. [Cao K, Zhang Z F, Ma H W, et al. 2017. Capacity for resource exploitation based on marine functional zones: A case study in the Tianjin-Hebei coastal area [J]. Progress in Geography, 36(3): 320-326.]. DOI: 10.18306/dlkxjz.2017.03.007

环境系统,承载对象为涉海的各种社会经济活动,外部环境为管理调控行为(关道明等, 2016)。刘蕊构建了海洋资源承载力评价指标体系,并运用专家咨询法筛选相关指标,对广东省的海洋资源承载力进行了分析(刘蕊, 2009)。翟仁祥采用多元统计和层次分析法,从海洋资源开发力、海洋环境承载力、海洋科技支持力、海洋经济发展力和海洋管理组织力等5个层次建立江苏省海洋承载力的评价模型,定量测算2001-2011年江苏省海洋承载力水平及其变化趋势(翟仁祥, 2014)。魏超等借鉴“驱动力—压力—状态—响应—控制力”概念模型,依据数据可获取性,构建海岸带区域综合承载力评估指标体系和评价标准,并以江苏省南通市海岸带为例进行了实证研究(魏超等, 2013)。韩立民等介绍了海域环境承载力概念的基本内涵,建立了海域环境承载力评价指标体系,并运用模糊数学法对特定海域环境承载力进行评价(韩立民等, 2010)。以上研究实际上都是海洋资源—经济—环境综合评价,很少有专门针对海洋开发利用承载力评价的成果(石洪华等, 2012; 叶属峰, 2012; 苏盼盼等, 2014)。

随着中国海域开发利用强度的不断增大,加强海洋开发利用管理成为全社会的共识,开展海域开发利用承载力评价是加强海洋开发利用管理的基础工作。海洋功能区划是《中华人民共和国海域使用管理法》依法确定的海域使用管理的重要技术依据,也是开展海域开发利用承载力评价的重要依据。为探讨海洋功能区划体系下的海洋开发利用承载力评价方法,本文以京津冀海域为例,探索构建海域开发利用承载力评价的指标体系与评价标准,以为海域开发利用承载力评价和海域综合管理提供技术方法支撑。

2 研究区概况

京津冀海域位于渤海西部,东北起秦皇岛山海关区渤海乡张庄,与辽宁省海域交界,西南至沧州海兴县大口河口,与山东省海域交界,大陆海岸线长度638.52 km,海域面积937400 hm²,包括河北省秦皇岛市、唐山市、沧州市,以及天津滨海新区(图1)。其中秦皇岛市主要以砂质海岸为主,以北戴河、昌黎黄金海岸为代表的海岸旅游资源驰名中外。唐山市、天津市和沧州市所在的渤海湾海域分别是滦河、海河等河流的入海河口,海岸以淤泥质海岸为主,开发历史悠久,著名的长芦盐场就是在渤海湾



图1 研究区范围

Fig.1 The study area

淤泥质滩涂上建设开发的。近年来,随着京津冀城市群的快速发展,津冀海域是京津冀城市群向海拓展的重要空间,海域开发利用强度急剧增大,海域内的天津滨海新区和曹妃甸循环经济区是环渤海经济圈的重要增长极。

3 数据来源与研究方法

3.1 数据来源

海域开发利用数据主要来源于国家海域使用动态监视监测系统海域使用确权数据,截止时间为2014年12月31日。对于实际海域使用(主要是围填海)与海域使用确权数据差异较大的区域,采用2014年采集的环境减灾卫星遥感影像,以人机交互方式提取实际围填而未确权的围填海区域,形成相对完整的研究区海域使用矢量数据。

海域开发利用承载力评价单元以县级行政单元为主,县级行政单元划分依据县级行政区海域勘界数据。考虑到各评价单元自然环境特征,对海域面积较小的行政单元进行适当归并,最后形成秦皇岛市区、抚宁县、昌黎县、乐亭县、滦南县、曹妃甸区、丰南区、天津滨海新区、黄骅市共9个评价单元。

海洋功能区划数据为国务院批复的《河北省海洋功能区划2011-2020年》和《天津市海洋功能区划2011-2020年》的矢量数据。

3.2 评价指标

海域使用分类将中国的海域使用划分为渔业用海、交通运输用海、工业用海、旅游娱乐用海、海底工程用海、排污倾倒用海、造地工程用海和特殊用海共8个一级海域使用类型与30个二级海域使用类型,具体分类见表1(苗丰民等, 2011)。为了全

面客观地反映各类海域开发利用活动对海域资源的耗用程度,本文采用专家打分法,以打分表的形式咨询熟悉海域开发与管理领域的36位专家,邀请专家对30个二级海域使用类型的海域资源耗用程度进行0~1.0之间的打分。剔除明显不合理的打分,统计分析专家打分结果,取每类海域使用类型的平均专家打分为该海域使用类型的海域资源耗用系数。

以每类海域使用类型用海面积及海域使用资源耗用系数为基础,构建海域开发强度指数如下:

$$P_E = \frac{\sum_{i=1}^n (S_i \times l_i)}{S} \quad (1)$$

式中: P_E 为海域开发强度指数, n 为海域使用类型数, S_i 为第*i*种海域使用类型的用海面积, S 为评价单元海域总面积, l_i 为第*i*种海域使用类型的资源耗用系数(表1)。

3.3 评价标准

海洋功能区划是海洋空间开发利用管理的基本依据。海洋功能区划将海洋空间划分为农渔业区、港口航运区、工业与城镇建设区、矿产与能源区、旅游娱乐区、海洋保护区、特殊利用区和保留区共8个一级海洋基本功能区,并根据每类海洋基本功能区的开发利用与保护目标,提出禁止改变海域自然属性、严格限制改变海域自然属性和允许适度改变海域自然属性等管控要求(关道明等,2012)。

海洋功能区划对各类海洋基本功能区海域空间开发利用与保护的管控要求如下:①农渔业区,主要允许开展以农渔业资源开发利用为主的用海活动,包括渔业捕捞、渔业增养殖、渔业品种养护,以及有限的渔业基础设施建设和农业围垦;②港口航运区,主要允许开展以港口航运为主的开发利用活动,允许适度改变海域自然属性,修建港口码头基础设施;③工业与城镇建设用海区,主要为工业发展和城镇拓展用海区,允许填海造地等完全改变海域自然属性的用海活动;④矿产与能源区,主要为开发海洋矿产和能源资源的用海区,允许为开发海洋矿产与能源资源而有限改变海域自然属性,修建海洋矿产与能源资源开发辅助技术设施;⑤旅游娱乐区,主要为发展海洋旅游娱乐产业的用海区域,允许有限改变海域自然属性,建设旅游娱乐基础设施;⑥海洋保护区,以保护海洋生态环境和自然资源为主,在实验区允许少量开发活动;⑦特殊利用区,为海洋资源的特殊利用设置的功能区,允许为利用海洋空间而少量改变海域自然属性;⑧保

表1 海域使用分类体系及海域资源耗用系数

Tab.1 Marine functional classification and resource consumption coefficients

海域使用一级类	海域使用二级类	l_i
渔业用海	渔业基础设施用海	1.00
	围海养殖用海	0.80
	开放式养殖用海和人工鱼礁	0.20
交通运输用海	港口用海	0.80
	航道	0.50
	锚地	0.30
工业用海	路桥用海	0.40
	盐业用海	0.80
	临海工业用海	1.00
	固体矿产开采用海	0.20
	油气开采用海	0.20
旅游娱乐用海	旅游基础设施用海	1.00
	浴场用海	0.20
	游乐场用海	0.20
海底工程用海	电缆管道用海	0.20
	海底隧道用海	0.20
	海底场馆用海	0.20
排污倾倒用海	倾倒区用海	1.00
	污水达标排放用海	0.60
造地工程用海	城镇建设填海造地用海	1.00
	农业填海造地用海	0.80
	废弃物处置填海造地用海	1.00
特殊用海	科研教学用海与军事用海	0.50
	海洋保护区用海	0.10
	海岸防护工程用海	0.10

注:临海工业用海包括船舶工业用海、电力工业用海、海水综合利用用海、其他工业用海。

留区,为保留有待以后利用的海洋空间,要求逐步减少开发利用强度。

针对以上各类海洋基本功能区对海域开发利用活动的管控要求,同时咨询专家建议,建立了各类海洋基本功能区海域开发利用允许因子,具体见表2。以海洋功能区划矢量数据为基础,结合每类海洋基本功能区的允许开发利用因子,建立海域空间开发利用标准如下:

$$P_{M0} = \frac{\sum_{i=1}^8 h_i a_i}{S} \quad (2)$$

式中: P_{M0} 为海域空间开发利用标准, a_i 为第*i*类海洋基本功能区面积, h_i 为第*i*类海洋基本功能区的允许开发因子。

3.4 海域开发利用承载力评价

海域开发利用承载力评价亦即评价海域开发利用活动的承载力程度,这里的承载对象是海域开发利用活动,承载体是海域空间。以海域开发利用

表2 各海洋基本功能区及允许开发利用因子

Tab.2 Basic marine functional zones and permitted use factor

海洋功能区类型	海洋功能区允许的海洋开发程度	允许开发因子
农渔业区	允许有限改变海域自然属性,并符合海洋主体功能区规划的管控要求	$h_i=0.60$
港口航运区	允许适度改变海域自然属性,并符合海洋主体功能区规划的管控要求	$h_i=0.70$
工业与城镇建设区	允许填海造地等完全改变海域自然属性的用海活动,但比例不能超过60%,并符合海洋主体功能区规划的管控要求	$h_i=0.60$
矿产与能源区	允许有限改变海域自然属性,并符合海洋主体功能区规划的管控要求	$h_i=0.60$
旅游娱乐区	允许有限改变海域自然属性,并符合海洋主体功能区规划的管控要求	$h_i=0.60$
海洋保护区	不允许改变海域自然属性,实验区允许适度开发利用	$h_i=0.20$
特殊利用区	允许少量改变海域自然属性,并符合海洋主体功能区规划的管控要求	$h_i=0.40$
保留区	不允许改变海域自然属性,逐步降低开发强度	$h_i=0.10$

实际情况作为海域开发利用承载对象的度量,以海洋功能区划确定的海域开发利用允许程度作为海域开发利用承载力评价的基本标准,建立海域开发承载力指数如下:

$$R = \frac{P_E}{P_{M0}} \tag{3}$$

式中, R 为海域开发承载力指数, P_E 为海域开发强度指数, P_{M0} 为海域空间开发利用标准。

根据区域海域开发承载力指数 R_i 的大小,将海域开发承载力状况划分为高、中、低3个等级,并对每个承载力等级进行标准赋值,具体划分依据见表3。

4 结果分析

4.1 津冀近岸海域开发利用强度分析

津冀近岸海域总面积900231.80 hm²,其中开发利用面积为144216.40 hm²,仅占近岸海域总面积的16.02%(表4)。开发利用类型主要有渔业、交通运输、临海工业、旅游娱乐和填海造地等5种,分别占开发利用总面积的31.88%、19.51%、5.41%、1.16%

表3 海域开发利用承载力指数分级与赋值

Tab.3 Marine exploitation capacity index and values

评估依据	评估结果	赋值
$R<5.0$	低	1.0
$10.0>R\geq5.0$	中	2.0
$R\geq10.0$	高	3.0

和42.04%。海域开发利用存在明显的空间差异,曹妃甸区和天津滨海新区开发利用比例最高,分别占各自海域总面积的31.89%和29.18%;另外,昌黎县和黄骅市海域开发利用比例也分别达到21.68%和15.89%。而滦南县、秦皇岛市区和丰南区开发利用比例都很低,仅分别占各自海域总面积的0.48%、2.88%和3.25%。

海域开发利用类型也存在明显的区域分异特点。开发利用面积最大的填海造地,集中分布在天津滨海新区、曹妃甸区和黄骅市,分别占津冀近岸海域填海造地总面积的54.27%、32.29%和13.20%。渔业开发总面积45976.77 hm²,集中分布于乐亭县和昌黎县,分别占49.20%和34.64%。交通运输开发主要集中于天津滨海新区,占75.13%,其他区域开发规模都相对较小。临海工业开发也是集中在天津滨海新区和曹妃甸区,分别占临海工业开发总面积的42.99%和37.12%。旅游娱乐开发则集中在秦皇岛市区和抚宁县,分别占旅游娱乐开发总面积的46.21%和40.44%。津冀海域开发利用总体特点为:北部的秦皇岛市区及抚宁县以旅游娱乐开发为主,中部的乐亭县、昌黎县以渔业开发为主,而南部的黄骅、天津滨海新区和曹妃甸区则以填海造地建设港口码头、临港工业、临海工业、滨海城镇为主。

按照海域开发利用强度评价方法,得到津冀近岸海域开发利用强度(图2)。津冀海域开发利用总强度指数为4.67,在9个评价区域中,天津滨海新区、曹妃甸区和黄骅市海域开发强度明显高于区域总体海域开发利用强度指数,分别达9.13、7.01和6.33;昌黎县的海域开发强度指数接近区域总体海域开发利用强度指数,为4.87;而乐亭县、秦皇岛市区、抚宁县、丰南区和滦南县海域开发强度指数明显低于区域总体开发强度指数,分别只有2.48、2.10、1.99、1.45和0.13。

4.2 津冀近岸海域开发利用管理要求

依据《河北省海洋功能区划2011-2020年》和《天津市海洋功能区划2011-2020年》,统计得到津冀近岸海域海洋功能区类型及面积(表5)。津冀近岸海域主要开发利用基本功能区有农渔业区、港口航运区、工业与城镇区、矿产与能源区、旅游休闲娱乐区、特殊利用区、海洋保护区和保留区8种类型,分别占近岸海域总面积的42.77%、34.42%、7.10%、3.09%、7.01%、0.01%、2.38%和3.23%。可见津冀近

表4 津冀海域开发利用状况
Tab.4 Marine exploitation in the Tianjin-Hebei coastal area

区域	渔业	交通运输	临海工业	旅游娱乐	填海造地	开发比例/%
总体/hm ²	45976.77	28141.34	7797.27	1667.354	60633.65	16.02
丰南区/%	1.03	0.00	0.87	0.00	0.00	3.25
滦南县/%	0.15	0.00	4.62	0.00	0.00	0.48
乐亭县/%	49.20	4.33	5.58	2.89	0.17	10.07
曹妃甸区/%	0.59	7.54	37.12	0.00	32.29	31.89
昌黎县/%	34.64	0.00	0.00	0.00	0.00	21.68
抚宁县/%	1.74	0.00	0.00	40.44	0.00	7.43
秦皇岛市区/%	0.00	5.07	2.48	46.21	0.07	2.88
黄骅市/%	8.12	7.93	6.35	0.00	13.20	15.89
天津滨海新区/%	4.53	75.13	42.99	10.46	54.27	29.18

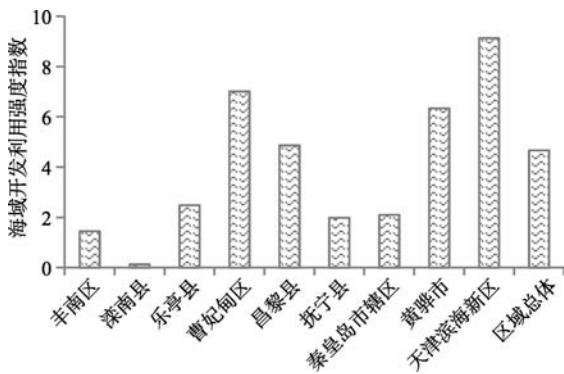


图2 津冀近岸海域开发利用强度指数
Fig.2 Marine exploitation intensity index in offshore of the Tianjin-Hebei area

岸海域主要开发功能定位为农渔业和港口航运,但在区域上仍有所差异,北部的秦皇岛市区以港口航运与旅游休闲娱乐功能为主,抚宁县和昌黎县以农渔业和旅游休闲娱乐功能为主,而天津滨海新区、曹妃甸区、黄骅市、乐亭县、滦南县、丰南区以都以

农渔业、港口航运、工业城镇功能定位为主。
根据本节的海域空间开发利用标准计算方法,计算得到津冀近岸海域9个区域的海域空间开发利用管理标准,其中,大于0.70的有抚宁县、乐亭县、滦南县和丰南区,分别为0.731、0.731、0.735和0.743;处于0.65~0.70之间的有秦皇岛市区(0.653)、曹妃甸区(0.680)和天津滨海新区(0.658);昌黎县和黄骅市最小,分别为0.639和0.615。

4.3 津冀近岸海域开发利用承载力评价

按照上文构建海域开发承载力的评价方法,津冀近岸海域开发承载力评价结果见表6。在津冀近岸海域9个评价单元中,天津滨海新区、曹妃甸区和黄骅市海域开发承载力指数都在10.0以上,属承载力极高等级;昌黎县海域开发承载力指数为7.61,处于5.0~10.0之间,属承载力较高等级;而秦皇岛市区、抚宁县、乐亭县、滦南县和丰南区海域开发承载力指数都小于5.0,属承载力较低等级,尤其是滦南县的海域开发承载力仅为0.17,处于极低水平。

表5 海洋功能区划类型及面积/hm²
Tabl.5 Marine functional zones and area/hm²

评价单元	农渔业区	港口航运区	工业与城镇区	矿产与能源区	旅游休闲娱乐区	特殊利用区	海洋保护区	保留区
秦皇岛市辖区	6613.0	53323.5	479.9	0.0	21912.1	0.0	244.1	4269.4
抚宁县	19039.2	0.0	0.0	0.0	9104.8	0.0	0.0	0.0
昌黎县	57056.6	0.0	0.0	0.0	5484.1	71.3	2144.4	0.0
乐亭县	122476.3	81976.2	3472.8	10453.5	11474.4	0.0	5333.7	0.0
曹妃甸区	11218.9	74217.2	21218.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
滦南县	13876.8	9213.2	5855.8	0.0	4128.0	0.0	0.0	0.0
丰南区	41335.8	16162.5	1609.9	10390.6	0.0	0.0	0.0	0.0
黄骅市	48784.3	15576.0	6455.9	8135.0	176.2	0.0	4128.1	15364.4
天津滨海新区	80533.7	72163.0	27325.4	3.5	13400.0	0.0	10474.9	10672.7
总体	400934.6	322631.6	66417.9	28982.6	65679.6	71.3	22325.2	30306.5

表6 津冀近岸海域开发利用承载力评价结果
Tab.6 Marine exploitation capacity index in offshore of the Tianjin-Hebei area

评价单元	P_E	P_{M0}	R	评估结果	赋值
秦皇岛市辖区	2.101	0.653	3.22	低	1.0
抚宁县	1.988	0.731	2.72	低	1.0
昌黎县	4.865	0.639	7.61	中	2.0
乐亭县	2.485	0.731	3.40	低	1.0
曹妃甸区	7.006	0.680	10.30	高	3.0
滦南县	0.127	0.735	0.17	低	1.0
丰南区	1.449	0.743	1.95	低	1.0
黄骅市	6.336	0.615	10.30	高	3.0
天津滨海新区	9.127	0.658	13.87	高	3.0

海域开发承载力极高的天津滨海新区、曹妃甸区和黄骅市都是大规模填海造地的集中区,填海造地面积分别达各自区域海域开发总面积的55.16%、78.74%和55.33%,这些区域的潮间带滩涂湿地基本损失殆尽。昌黎县海域开发利用全部为渔业用海,近岸海域空间开发利用比例达21.68%,海域开发承载力处于较高水平。秦皇岛市区、抚宁县、乐亭县、丰南区和滦南区海域开发利用总体比例都小于10.0%,开发利用方式以渔业、旅游、港口航运为主,对海域自然属性的改变比较少,所以开发承载力属于较低等级。

5 讨论

建立资源环境承载能力监测预警机制是党的十八届三中全会提出的一项重大改革任务,是对经济社会活动中不当人为开发活动提出预警并进行科学调控的重要管理抓手。津冀海域处于半封闭的渤海湾内部,近年来随着天津滨海新区建设、曹妃甸循环经济区建设、沧州渤海新区建设等海洋开发强度的不断加大,同时还承载着海河、滦河等上游流域和海岸带各类开发活动的压力,海洋资源环境问题引起了国家和社会各界的高度关注。如何评价这种大规模海域开发的资源承载力状况,一直没有可行的方法。本文在系统梳理国内外资源环境承载力评估理论方法的基础上(樊杰, 2009; 关道明等, 2016),立足于津冀海域的资源环境—社会经济耦合系统,将海洋功能区划划定的海洋基本功能区及其开发管理要求作为承载体,将海洋基本功能区的各种人类开发利用活动作为承载对象,将海洋基本功能区的实际开发利用强度与其管理要求允

许的开发利用强度标准比值作为承载力指数,由此构建了基于海洋功能区划的海域开发利用承载力评价方法,并对津冀海域9个区域的海域开发利用承载力状况进行了评估。

京津冀区域协同发展是新时期渤海湾地区的总体发展战略,从京津冀协同发展规划中的“四区”定位来看,对准备承接北京产业转移和功能疏解的津冀“东部滨海发展区”而言,“十三五”期间,将承接石化、化工、钢铁、机械制造等产业的转移,由此刺激津冀沿海地区聚集的钢铁、石化等产业用地需求增大,对天津滨海新区、曹妃甸循环经济区、沧州渤海新区等临海/临港工业区、滨海城镇区形成巨大的海域资源压力。为此建议:①制定渤海湾区域产业发展规划,确定津冀海域海洋产业重点发展方向,合理部署区域分工合作,集群集约发展促进产业转型升级,避免海洋产业同质化竞争、低质化扩张、破碎化发展;②制定严格的围填海总量控制制度,严把建设用海供应“闸门”,推进围填海形成土地节约高效利用,引导新上优质项目向围填海闲置区域聚集。③严格落实海洋主体功能区规划,优化海洋资源开发与保护空间布局,科学划定生产、生活和生态空间,强化各级政府的主体责任,控制和规范各类用海行为。④建立有效的海洋资源环境承载力监测、评估与管理体系,以监测评估工作为基础,划定具有针对性和管理价值的资源环境要素承载力红线,当开发接近设定的红线水平时,提出警示;对超载区,实行限制性措施,防止过度开发后造成不可逆的严重后果。

参考文献(References)

樊杰. 2009. 资源环境承载能力评价[M]. 北京: 科学出版社.
[Fan J. 2009. Ziyuan huanjing chengzai nengli pingjia[M]. Beijing, China: Science Press.]
关道明, 阿东. 2012. 全国海洋功能区划研究:《全国海洋功能区划(2011-2020年)》研究总报告[M]. 北京: 海洋出版社. [Guan D M, Aa D. 2012. Quanguo haiyang gongneng quhua yanjiu:《Quanguo haiyang gongneng quhua (2011-2020)》yanjiu zong baogao[M]. Beijing, China: China Ocean Press.]
关道明, 张志锋, 杨正先, 等. 2016. 海洋资源环境承载能力理论与测度方法的探索[J]. 中国科学院院刊, 31(10): 1241-1247. [Guan D M, Zhang Z F, Yang Z X, et al. 2016. Research on measuring strategy of carrying capacity of marine resources and environment[J]. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 31(10): 1241-1247.]
韩立民, 罗青霞. 2010. 海域环境承载力的评价指标体系及

- 评价方法初探[J]. 海洋环境科学, 29(3): 446-450. [Han L M, Luo Q X. 2010. Discussion on evaluation index system and method for marine environmental capacity[J]. Marine Environmental Science, 29(3): 446-450.]
- 刘蕊. 2009. 海洋资源承载力指标体系的设计与评价[J]. 广东海洋大学学报, 29(5): 6-9. [Liu R. 2009. Design and evaluation of marine resources environmental loading index system[J]. Journal of Guangdong Ocean University, 29(5): 6-9.]
- 苗丰民, 王权明, 王伟伟. 2011. 我国海域使用现状与发展趋势[M]. 北京: 海洋出版社. [Miao F M, Wang Q M, Wang W W. 2011. Sea use situation and development trend in China[M]. Beijing, China: China Ocean Press.]
- 石洪华, 王保栋, 孙霞, 等. 2012. 广西沿海重要海湾环境承载力评估[J]. 海洋环境科学, 31(1): 62-66. [Shi H H, Wang B D, Sun X, et al. 2012. Assessment of environment carrying capacity in some coastal bays of Guangxi Province, China[J]. Marine Environmental Science, 31(1): 62-66.]
- 苏盼盼, 叶属峰, 过仲阳, 等. 2014. 基于AD-AS模型的海岸带生态系统综合承载力评估: 以舟山海岸带为例[J]. 生态学报, 34(3): 718-726. [Su P P, Ye S F, Guo Z Y, et al. 2014. Assessing synthetic carrying capacity based on AD-AS model: A case study in Coastal Zone, Zhoushan[J]. Acta Ecologica Sinica, 34(3): 718-726.]
- 魏超, 叶属峰, 过仲阳, 等. 2013. 海岸带区域综合承载力评估指标体系的构建与应用: 以南通市为例[J]. 生态学报, 33(18): 5893-5904. [Wei C, Ye S F, Guo Z Y, et al. 2013. Constructing an assessment indices system to analyze integrated regional carrying capacity in the coastal zones: A case in Nantong[J]. Acta Ecologica Sinica, 33(18): 5893-5904.]
- 叶属峰. 2012. 长江三角洲海岸带区域综合承载力评估与决策: 理论与实践[M]. 北京: 海洋出版社. [Ye S F. 2012. Changjiang sanjiaozhou haiandai quyue zonghe chengzaili pinggu yu juece: Lilun yu shijian[M]. Beijing, China: China Ocean Press.]
- 翟仁祥. 2014. 江苏省海洋承载力测度评价[J]. 江苏农业科学, 42(4): 398-401. [Zhai R X. 2014. Evaluation of marine carrying capacity in Jiangsu Province[J]. Jiangsu Agricultural Sciences, 42(4): 398-401.]
- Abernethy V D. 2001. Carrying capacity: The tradition and policy implications of limits[J]. Ethics in Science and Environmental Politics, 2001: 9-18.
- Malthus T R. 1773. An essay on the principle of population [M]. London, UK: Prometheus Books.
- Meadows D H, Meadows D L, Randers J, et al. 1972. The limits to growth: A report for the club of Rome's project on the predicament of mankind[M]. New York: Universe Books.
- Rees W E. 1992. Ecological footprints and appropriated carrying capacity: What urban economics leaves out[J]. Environment and Urbanization, 4(2): 121-130.

Capacity for resource exploitation based on marine functional zones: A case study in the Tianjin-Hebei coastal area

CAO Ke^{1,2}, ZHANG Zhifeng^{1,2}, MA Hongwei^{1,2}, YANG Zhengxian^{1,2}, SUO Anning^{1,2*}

(1. National Marine Environment Monitoring Center, Dalian 116023, Liaoning, China;

2. Key Laboratory of Sea Field Management Technology, SOA, Dalian 116023, Liaoning, China)

Abstract: Marine functional zonation is an important basis for marine spatial planning and exploitation, as stipulated by the Sea Use Management Law of the People's Republic of China. In this study, the Delphi method was employed to explore resource consumption coefficients of the 8 types of Grade I and 30 types of Grade II marine functional zones. Then the marine exploitation index and evaluation standard were established. The capacity index of marine exploitation and reclamation index were created based on marine functional zonation. The Tianjin-Hebei coastal area was chosen as a typical case to test the methods and indices. The result shows that the evaluation methods of marine exploitation capacity can reveal the capacity of marine exploitation objectively. Marine exploitation capacity index is 10.30, 13.87, and 10.30 in Cofeidian, Tianjin coastal new district, and Huanghua, which belong to the high capacity zone. Marine exploitation capacity index is 7.61 in Changli, which belongs to the moderate capacity zone. While marine exploitation capacity index is below 5.0 in Qinhuangdao City, Funing, Leting, Luannan, and Fengnan, which belong to the low capacity zone.

Key words: marine exploitation; carrying capacity; marine functional zone; assessment; Tianjin-Hebei coastal area