

基于生态经济型港湾定位的象山港 用海适宜性综合分析*

方欣,张亦飞,倪玮,郝春玲,于文琪

(国家海洋局第二海洋研究所工程海洋学重点实验室 杭州 310012)

摘要: 由于海湾独特的地理位置与资源禀赋,使其成为人类活动频繁、开发强度较高的区域。如何在充分考虑用海适宜性的前提下进行海洋空间规划,是降低用海冲突、提高海湾资源效用的前提和基础。文章以象山港为例,结合定性分析与定量研究,选择该区域中 5 种最为主要的用海方式进行适宜性分析。并在此基础上,按照象山港的发展目标,进行多种单一用海类型的重要性分析及叠加分析,最终得到整个海域多种用海方式适宜性的空间布局。

关键词: 象山港;生态经济型港湾;用海活动;适宜性分区;敏感性分析

中图分类号: F062.2;P74

文献标志码: A

文章编号: 1005-9857(2015)08-0060-09

由于独特的地理位置与资源禀赋,海湾特别是大型海湾往往成为人类活动频繁、开发强度较高的区域。各类用海活动空间交错布局,相互影响,引发海洋资源开发管理中两类主要矛盾和冲突,即用海活动之间的冲突(user-user conflicts)和用海活动与海洋生态环境之间的冲突(user-environment conflicts),因此,如何缓解两类矛盾和冲突成为海洋空间规划(marine spatial planning, MSP)的重要议题^[1]。经济社会发展越快的地区,上述两类矛盾和冲突越趋激烈,解决问题的迫切性也更加强烈,地处浙江省海洋经济发展示范区核心区的象山港,就属于这种情况。

象山港区域地处我国大陆海岸线中部、长三角地区南翼,自然资源得天独厚,近年来,虽然生态环境质量有所下降,但仍然是宁波市重要的生态涵养地,也是浙江乃至全国独具特色的地理单元。2012 年宁波市人民政府出台《象山港区域保护和利用规划纲要(2012-2030)》,将象山港定位为全国海洋生态文明示范区、长三角地区重要休闲度假港湾、浙江省海洋新兴产业基地、宁波现代都市重要功能区,最终建成全国著名的蓝色生态休闲港湾^[2]。但象山港属狭长形半封闭海湾,较弱的水动力状况和有限的环境容量等自然环境条件,加之渔业养殖、临港工业、港口运输、

滨海旅游与填海造地等多种用海活动交错布置,区域生态环境压力不断增大,为海湾资源效用的进一步发挥和海洋环境环保工作的有效实施提出了严峻的挑战。

为推进象山港生态经济型港湾建设,实现《象山港区域保护和利用规划纲要(2012-2030)》所设立的目标,本研究在系统收集象山港及周边区域经济社会发展、生态环境现状、现有用海活动类型及分布资料并加以分析、研究的基础上,选择该海湾 5 种主要的用海活动进行适宜性分析,再依据生态经济港湾的定位要求,利用综合评价方法将 5 种用海活动进行适宜性叠加分析,以期得到多种用海活动在海湾的合理布局,为未来的开发规划的编制提供支撑。

1 研究方法概述

纵观国内外海洋空间规划的理论 and 实践,从概念到方法多借鉴于土地规划的诸多学科。一般的,目前所谓的土地适宜性是指在一定的用途条件下,土地对该用途是否适宜以及适宜程度的特性。为此,本研究将用海活动适宜性分析的定义作如下表述:海域的用海适宜性是指在一定的用海类型条件下,海域对该用海类型是否适宜以及适宜程度的特性。

* 基金项目:海洋公益性行业科研专项经费资助项目“东海沿岸狭长型海湾综合整治集成技术及示范应用研究”(201105009)。

目前,国内外众多学者在用海适宜性研究方面,多关注单一类型的用海活动,如渔业养殖(aquaculture)、沿海工业(marine industry)、滨海旅游(coastal tourism)、填海造地(land reclamation)和沿岸港口(port location)等,而对同一海域进行多种用海活动适宜性的综合分析尚处于起步阶段。另外,部分学者关注于解决现有用海活动的冲突(resolving conflicts)问题的研究,得到了一些有益的结论。

如何在所研究的海湾中,综合考虑资源、自然、生态和社会等因素,在既定的开发与保护目标框架下,按照海洋空间规划的思路,进行适宜性分析是一类复杂系统的问题,需要借助于多源数据,并采用综合评价方法。本研究将以人类活动频繁、资料相对比较丰富的象山港为例,试图对海水养殖、沿海工业、滨海旅游、填海造地和沿岸港口等 5 类重要的用海活动进行适宜性分析,再结合象山港的开发与保护目标,进行多种用海活动适宜性的组合分析,以期在一定程度上解决各类用海活动之间的空间冲突,在定性 & 定量的结合上进行开发区域的空间划分,为海湾的科学用海提供一种有效的途径。

2 研究区域概述

象山港处于浙江北部沿海,北靠杭州湾,南邻三门湾,东侧为舟山群岛。象山港东界从北岸郭巨乡石门坑山咀,往西南经捕蛇岛、青龙山,过汀山灯标,雷古山南侧,穿越牙牌礁,至南岸象山县钱仓乡青湾山连线,其地理坐标为 $29^{\circ}24'N-29^{\circ}48'N$ 、 $121^{\circ}23'E-122^{\circ}03'E$,地理位置见图 1。象山港南、西、北三面低山丘陵环抱,湾口外以六横等岛屿为屏障,呈 NE—SW 走向。主湾中心线长约 60 km,外湾呈喇叭口形,宽度从 4.3 km 渐增至 18 km,口门最宽处达到 20 km。大部分水域水深为 7~20 m,湾中部最深处可到 55 m。

象山港潮汐属于不正规半日潮,涨潮历时大于落潮历时,落潮流速大于涨潮流速,基本属于往复流,波浪以涌浪为主,年均浪高 0.4 m,平均周期 4.5 s。根据 2006—2009 年象山港内海域水质实测资料,湾内水质主要污染物为氮磷营养盐和油类,其中 DIN(可溶性无机氮)大部分超四类海水水质标准,DIP(可溶性无机磷)大部分海域

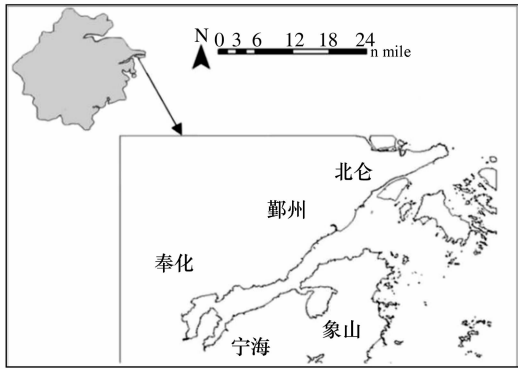


图 1 象山港地理位置示意图

为四类水质,富营养化程度较高。

根据《海域使用分类》(HY/T 123—2009)的分类标准,并结合宁波市海域动态监管系统提供的资料,可以得到 2001—2012 年期间象山港用海活动的面积,其中:渔业用海 $2\,536.26\text{ hm}^2$ 、工业用海 504.436 hm^2 、交通运输用海 150.529 hm^2 、旅游娱乐用海 12.865 hm^2 、海底工程用海 $1\,153.483\text{ hm}^2$ 、特殊用海 468.253 hm^2 。

3 单一类型用海适宜性分析

据象山港海域用海现状资料,渔业用海、造地工程、工业用海是用海面积最大、也最为常见的 3 类用海方式。而交通运输用海和旅游娱乐用海属于海洋第三产业范畴,承担着区域海洋产业结构调整 and 优化的重任,是象山港未来海域使用应该支持的方向。因此,本研究选择上述 5 类用海进行适宜性分析。

3.1 适宜性分析指标体系构建

3.1.1 交通运输用海

交通运输用海是象山港主要的用海活动及未来发展方向之一。交通运输用海包括港口用海和路桥用海。考虑到两类用海的差异性,本研究选择交通运输用海中的港口用海进行适宜性分析。目前,国内外学者对港口用海适宜性分析的已研究较多。对象山港海域而言,周边地区经济社会发展较快,海域开发强度较高,一些相对可变因素,如岸线交运网络等已经不是构成岸线资源开发的制约因素,即使一些集疏运条件不是十分完备的岸段,也易以已经建成或者正在建设的交通网络连接。与此相反,岸线水深、航道条件和岸线稳定性等因素对港口建设和运营

产生重要影响,距离深水航道越近、航道水域越宽,越适宜大吨位船舶的通过;岸线越稳定,港口生命周期越长、建设与运营维护成本越低。潮差越小、避风条件越好,船舶进港停靠、作业限制越少。后方陆域越开阔,向后方拓展进行纵深开发的空间越大。因此本研究中,选取陆域可开发纵深、潮差、避风条件、岸前水深、航道水域宽度、岸线稳定性和交通通达状况等 7 项指标构建港口用海适宜性分析的指标体系^[3-8]。

3.1.2 工业用海

工业用海包括船舶工业用海、电力工业用海和其他工业用海,3 个二级类用海特点存在差异,故本研究希望从 3 类用海的共性出发进行分析。目前,对工业用海的适宜性研究可从参考的资料比较缺乏,因此,本研究在参考工业用地适宜性评价的基础上,结合《海域使用论证技术导则》相关要求,即工业用海选址应分析工程地质条件、水动力条件、海底地形地貌及其动态变化的适宜性以及海水动力条件对污(废、温)水排放量和排放浓度的适宜性等因素。在此基础上初步给出了工业用海指标体系:选取地貌形态、陆域可开发纵深、交通通达状况、水体环境质量、土地利用状况以及水动力条件等 6 项指标构建工业用海适宜性分析指标体系^[9-12]。

3.1.3 旅游娱乐用海

旅游娱乐用海,主要为旅游基础设施用海,是象山港未来发展的重点产业,应当加以合理规划。关于该方面的研究,国内外均做了大量的工作,应当多加借鉴。国内外研究的部分如下:P. P. Wong 等选择环境清洁度(clearing)、交通通达度(access)、食宿供应度(accommodation)、娱乐多样性(recreation)、服务完善度(services: water, waste disposal, energy, manpower)以及其他状况(sundry)作为指标评价海岸带区域滨海旅游的适宜度。基于前人研究成果,并考虑到象山港资源环境特点,选择社会经济状况(各县市经济发展能力)、环境质量状况(水体环境质量)、土地利用状况、地貌形态状况(沙滩面积)、交通通达状况(交通便利情况)以及资源丰度状况(有无历史遗迹等)因素构建滨海旅游用海适宜性分析指标体系^[13-17]。

3.1.4 渔业养殖用海

渔业用海是象山港最主要的用海活动,主要包括渔业基础设施用海、围海养殖用海和开放式养殖用海 3 类,其中渔业基础设施用海主要为渔业码头、仓库、工厂等设施,且这些设施均为小型工程,对环境要求较低,选址可以参考相关规范、规程要求。本研究将重点放在受自然环境影响较大的围海养殖用海和开放式养殖用海两种类型。目前,国内外针对渔业养殖用海适宜性分析的研究已较为普遍,故本研究结合前人研究成果,并考虑到象山港的实际情况,选取海水水温、海水盐度、溶解氧含量、叶绿素 a 浓度、水流流速以及含沙量等作为海水渔业养殖适宜性评价的影响因子^[18-21]。

3.1.5 造地工程用海

填海造地用海是象山港内需要严格控制、仔细论证的用海类型,包括城镇建设填海造地用海和农业填海造地用海两个二级类。两个二级类用海对环境条件的要求基本相同,因此,在研究中两类造地用海未加详细区分。由于国外对造地用海适宜性研究不多,因此,本研究在指标体系构建时主要借鉴国内的研究成果,并结合《海域使用论证技术导则》的要求,选取社会经济适宜度、水动力条件适宜度、冲淤条件适宜度、生物条件适宜度以及水质条件适宜度等作为填海造地用海适宜性评价的影响因子^[22-24]。

3.2 数据来源与分析

本研究需要的数据主要包括:遥感影像(RS)数据、研究区 1:50 000 地形数据、研究区道路交通数据、生态环境数据以及社会经济统计资料等。

为了便于进行计算比较,本研究针对适宜程度的不同,对其进行 4 级量化,定义:“非常适宜”对应的适宜度值=4;“适宜”对应的适宜度值=3;“不适宜”对应的适宜度值=2;“很不适宜”对应的适宜度值=1。结合调查站位的分布及数据的精度,在 ArcGIS 中对象山港区域进行 100 m ×100 m 网格化,然后对各指标进行分级,并将分级结果附在 ArcGIS 图上(图 2)。针对个别指标,如陆域开发纵深、航道宽度、交通通达性等进行量化赋值后,得到象山港各用海活动相关指标的适宜度(部分指标见表 1)。

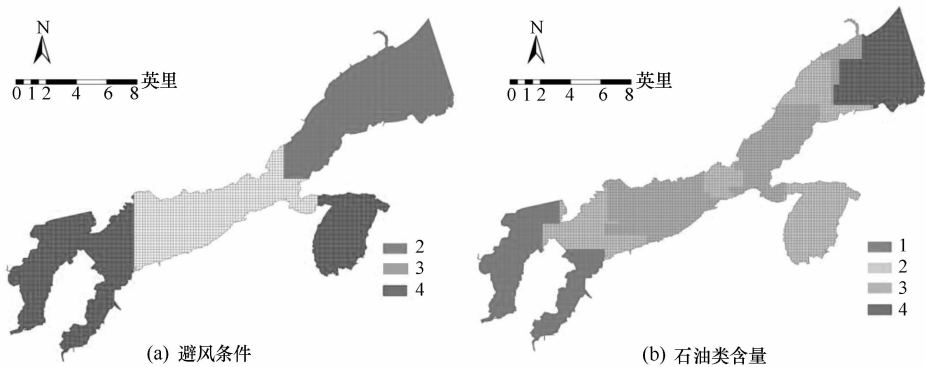


图 2 指标分级在 ArcGIS 软件上的实现(部分指标)

表 1 象山港各用海活动相关指标的适宜度

指标类别	指标用海类别	非常适宜	适宜	不适宜	很不适宜
		适宜度值=4	适宜度值=3	适宜度值=2	适度值=1
社会经济条件状况	旅游、围填海	发达地区	较发达地区	欠发达地区	不发达地区
交通通达状况	港口、旅游工业	<100 m	100~300 m	300~600 m	>600 m
陆域可开发纵深	港口	>1 000 m	750~1 000 m	500~750 m	<500 m
航道水域宽度状况	港口	>800 m	600~800 m	400~600 m	<400 m
水体环境质量状况	围填海	环境质量差	环境指标较差	环境质量较好	环境质量好
岸线稳定状况	港口	岸线稳定	岸线较稳定	岸线较不稳定	岸线不稳定
地貌形态状况	旅游	非常丰富	较为丰富	较为单一	非常单一
土地利用状况	工业、旅游	尚未开发	初步开发	较多开发	完全开发
资源丰度状况	旅游	非常丰富	较为丰富	较为单一	非常单一
避风条件状况	港口	<1 m	1~1.5 m	1.5~2.0 m	>2.0 m
冲淤条件状况	港口	强冲刷	弱冲刷	弱淤积	强淤积
冲淤条件状况	围填海	强淤积	弱淤积	弱冲刷	强冲刷
生物条件状况	围填海	生物密度低	生物密度较低	生物密度较高	生物密度高
海湾潮差状况	港口	<2.5 m	2.5~3.0 m	3.0~3.5 m	>3.5 m
岸前水深状况	港口	>1 000 m	750~1 000 m	500~750 m	<500 m
海水水温状况	养殖	水温合适	水温较合适	水温较不合适	水温不合适
海水盐度状况	养殖	盐度合适	盐度较合适	盐度较不合适	盐度不合适
海水流速状况	养殖	流速平缓	流速较为平缓	流速较为湍急	流速湍急
海水水动力状况	养殖、围填海	水动力平缓	水动力较缓	水动力较强	水动力强劲
海水含沙量状况	养殖	含沙量低	含沙量较低	含沙量较高	含沙量高
海水溶解氧含量	养殖	溶解氧量高	溶解氧较高	溶解氧较低	溶解氧低
海水叶绿素 a 浓度	养殖	浓度合适	浓度较合适	浓度较不合适	浓度不合适

表 1 中:社会经济条件状况主要以人均 GDP 为标准,所采用数据来自于 2012 年宁波市统计年鉴;交通通达状况:以道路为中心,建立 100 m、300 m 和 600 m 缓冲区,进行交通通达状况分级;陆域可开发纵深:考虑港口、工业向陆域纵深发展需求及案例地区实际,以纵深 500 m、750 m 和

1 000 m 为阈值进行陆域可开发纵深分级;航道水域宽度:依据 10 m 水深以上航道底宽分布,以 400 m、600 m 和 800 m 为阈值,进行航道水域宽度分级;避风条件状况:根据风浪观测数据分布特点,以 1 m、1.5 m 和 2.0 m 为阈值,划分避风条件等级;潮差状况:根据潮差观测数据分布特

点,以 2.5 m、3.0 m 和 3.5 m 为阈值,划分潮差等级;岸前水深:根据-10 m 等深线的分布特点,以 500 m 和 1 000 m 为阈值,进行岸前水深分级。

3.3 指标权重的确定

3.3.1 岩石工程系统

1989 年,英国伦敦大学教授 Hudson 提出了岩石工程系统(rock engineering systems, RES)方法,又称作相互作用矩阵。之后,他又和 Mazzoccola 等对这一方法及有关评价指标作了发展,使其更加适用于软科学方面的应用。岩石工程系统特别适合于解决多种因素之间的相互作用和相互耦合等复杂问题,不仅可以考虑系统中每个参数对整个系统的影响,而且还可以考虑参数之间的相互作用对整个系统的贡献^[25]。

选择象山港各用海活动适宜性指标,这里将其称为适宜性影响因子,使用岩石工程系统(RES)方法,将所有影响因子作为评价指标,可以组成一个多因素相互作用关系矩阵,来定量评价象山港各用海活动的适宜程度。

关系矩阵的组成原则是:将各影响因子依次放置在该矩阵的主对角线上(可以相互置换之间的前后顺序),每个影响因子的值表示由于该影响因子的作用而导致用海活动适宜性减弱或增强的具体影响程度;某个影响因子与其他影响因子的作用放置在该因子所在行中主对角线以外的其他位置,其值表示由于该影响因子与其他影响因子之间的相互作用而导致各用海活动适宜性减弱或增强的具体影响程度。具体矩阵的组成如下:

$$\mathbf{V} = \begin{pmatrix} V_{11} & V_{12} & \cdots & V_{1j} & \cdots & V_{1m} \\ V_{21} & V_{22} & \cdots & V_{2j} & \cdots & V_{2m} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ V_{i1} & V_{i2} & \cdots & V_{ij} & \cdots & V_{im} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ V_{m1} & V_{m2} & \cdots & V_{mj} & \cdots & V_{mn} \end{pmatrix} \quad (1)$$

在这个关系矩阵中, V_i 表示第 i 个影响因子, V_{ij} 表示影响因子 i 作用于影响因子 j 而对整个用海活动适宜性所产生的影响, V_{ji} 表示影响因子 j 受到影响因子 i 的作用而对整个用海活动适宜性所产生的影响。

确定了用海适宜性影响因子并组成相互作

用关系矩阵后,可以根据式(2)至式(4)计算出影响某个用海适宜性的第 i 个影响因子的权重。

$$k_i = \frac{S_R(i) + S_C(i)}{2 \sum_{i=1, j=1}^n V_{ij}} \quad (i = 1, 2, \cdots, m) \quad (2)$$

其中:

$$S_R(i) = \sum_{i=1}^m V_{ij} \quad (i = 1, 2, \cdots, m) \quad (3)$$

$$S_C(i) = \sum_{j=1}^m V_{ij} \quad (i = 1, 2, \cdots, m) \quad (4)$$

式中: m 表示影响象山港各种用海活动适宜性的主要影响因子个数; $S_R(i)$ 和 $S_C(i)$ 分别表示多因素相互作用关系矩阵中每行和每列元素之和。每行的总和表示位于该行主对角线上的影响因子的作用以及该因子作用于其他影响因子而对整个用海活动适宜性所产生的影响;每列的总和表示位于该列主对角线上的影响因子的作用以及该因子受到其他影响因子的作用而对整个用海活动适宜性所产生的影响。

3.3.2 单一类型用海适宜性评价指标权重赋值

(1)交通运输用海。基于选择的港口用海适宜性分析指标体系,按照上述方法,将岸前水深、岸线稳定性、避风条件、潮差、航道水域宽度、陆域可开发纵深和交通运输状况共 7 个因子组成相互作用矩阵。因素之间相互作用的强弱按如下方案赋值:0 为无相互作用;1 为弱相互作用;2 为中等相互作用;3 为强相互作用;4 为临界相互作用。关系矩阵中港口用海适宜性影响因子的作用以及各因子之间的相互作用对港口用海适宜性影响程度的取值如图 3 所示。

得到象山港港口用海适宜性评价因素相互作用矩阵 $\mathbf{V}$ 如下:

$$\mathbf{V} = \begin{pmatrix} 3 & 1 & 0 & 2 & 2 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 2 & 0 \\ 0 & 2 & 3 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 0 & 1 & 2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 2 & 2 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 2 \end{pmatrix}$$

据式(2)和式(4),可计算得到 7 个影响因子的权重 k_i :岸前水深权重为 0.182,潮差权重为 0.152,交通运输权重为 0.106,岸线稳定性权重为 0.136,航道水域宽度权重为 0.136,避风条件

权重为 0.152,陆域可开发纵深权重为 0.136。

岸前水深 3	1	0	2	2	0	0
0	岸线稳定性 1	0	0	0	2	0
0	2	避风条件 3	1	1	0	0
1	2	0	潮差 1	2	0	0
0	0	0	0	航道水域宽度 2	0	0
0	0	0	0	0	可开发纵深 2	2
0	0	0	0	0	1	交通运输 2

图 3 影响因子及其相互作用对港口用海适宜性影响程度的取值

(2)其他用海活动权重值。按照上述方法,可以得到其他用海活动的权重值为:
工业用海的权重值为:地貌形态的权重为 0.111,环境质量的权重为 0.181,交通通达的权

重为 0.236,陆地可开发纵深的权重为 0.167,水动力条件的权重为 0.083,土地利用状况的权重为 0.222。

旅游用海的权重值为:地貌形态状况的权重为 0.122,环境质量状况的权重为 0.171,交通通达状况的权重为 0.207,社会经济状况的权重为 0.195,土地利用状况的权重为 0.171,资源丰都状况的权重为 0.134。

填海造地的权重值为:冲淤条件状况的权重为 0.091,社会经济状况的权重为 0.227,生物条件状况的权重为 0.212,水动力条件状况的权重为 0.121,水质条件状况的权重为 0.227,交通运输状况的权重为 0.122。

海水养殖的权重值为:海水水温的权重为 0.107,海水盐度的权重为 0.095,含沙量的权重为 0.119,溶解氧含量的权重为 0.191,石油类含量的权重为 0.107,水流流速的权重为 0.202,叶绿素 a 浓度的权重为 0.179。

3.4 单一用海类型适宜性 GIS 图

基于各类用海类型适宜性指标权重及赋值,结合 ArcGIS10.1 中进行叠加分析,得到各类用海的适宜性图(图 4)。

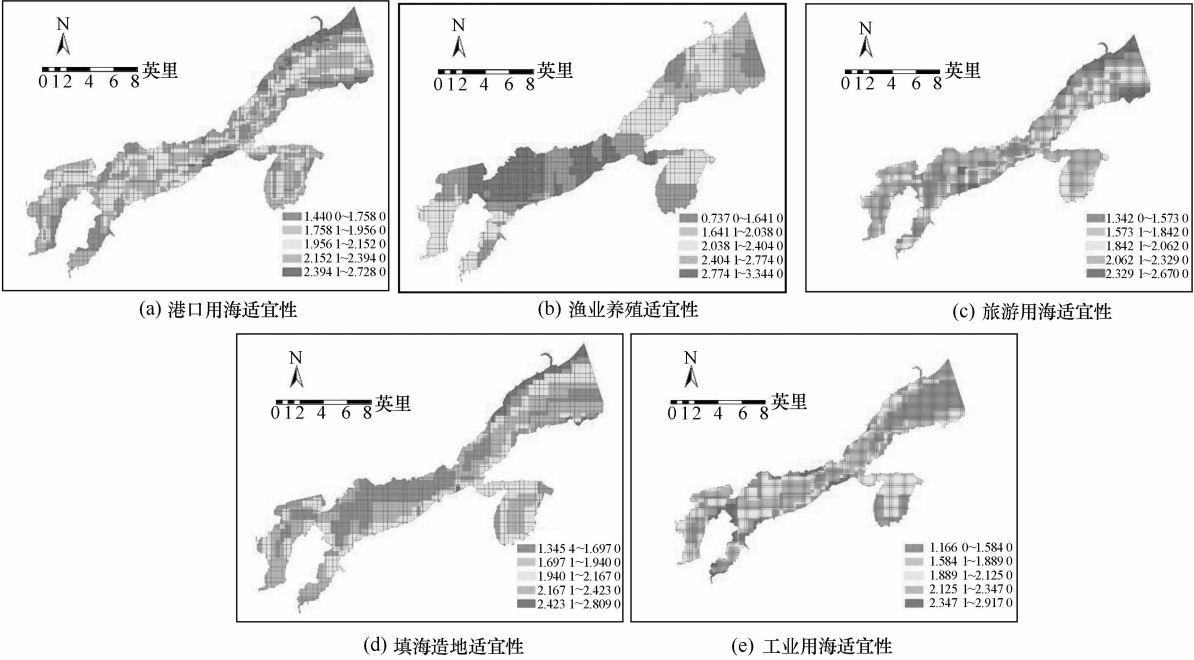


图 4 单一用海类型适宜性 GIS 图

4 基于象山港发展定位适宜性综合分析

2012 年颁布的《象山港区域保护和利用规划纲要(2012—2030)》，将该海湾的发展目标定位为生态经济型港湾。就现状而言，如何将多种用海类型按适宜性进行合理布局，是未来象山港海域使用规划需要重点研究的问题。为此，本部分的研究思路如下：首先，基于象山港未来的发展定位，利用层次分析法(AHP)确定 5 类用海活动对发展目标的重要性(权重)；考虑到单一类型适宜性分析数值的相对性，对 5 种用海适宜性进行标准化处理；在此基础上，逐一计算每一网格的最适宜用海类型，构建象山港海域的整体适宜性 GIS 图。为了确保适宜性分析结果的稳定性，利用单因子法对 5 种用海活动权重进行敏感性分析。最后对海域的整体适宜性 GIS 图分析与解读。

4.1 5 种用海类型的适宜性叠加分析

4.1.1 指标选择及权重赋值

参考相关研究成果，选择社会经济发展能力、环境状况、生态状况 3 类指标构建象山港生态经济型港湾建设的评估指标体系。各指标层级情况见图 5^[26-27]。

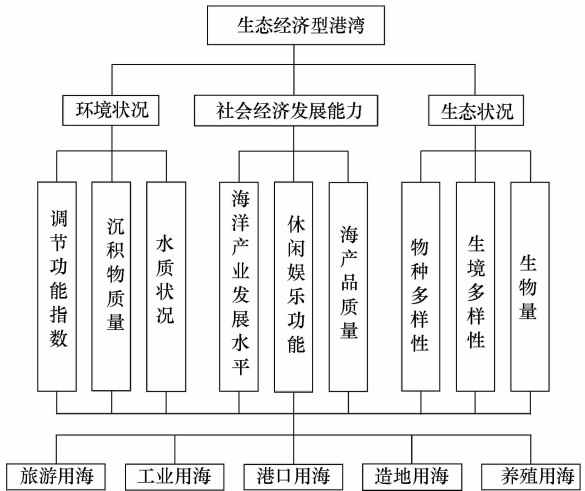


图 5 生态经济型港湾建设评估指标

基于 AHP，得到的 5 种类型对于象山港生态经济型港湾建设目标实现的重要性(权重)分别为：养殖用海权重 0.190 0，工业用海权重 0.214 6，填海造地用海权重 0.173 7，旅游娱乐用海权重 0.205 6，港口用海权重 0.216 1。

4.1.2 用海适宜性计算值规范化处理

因为选定的 5 种用海活动具有独立的数据体系，计算得到的各单一用海类型的适宜性数值具有相对性，因此需要通过规范化处理，才能进行象山港海域多种用海类型适宜性的综合分析。规范化处理的方法如下：

对序列 $x_1, x_2, \dots, x_n$ ，按式(5)进行变换，则新序列 $y_1, y_2, \dots, y_i \in [0, 1]$ 且无量纲。

$$y_i = \frac{x_i - \min\{x_j\}_{1 \leq j \leq n}}{\max\{x_j\}_{1 \leq j \leq n} - \min\{x_j\}_{1 \leq j \leq n}} \quad (5)$$

式中： $\min\{x_j\}_{1 \leq j \leq n}$ 和 $\max\{x_j\}_{1 \leq j \leq n}$ 分别为序列 $x_1, x_2, \dots, x_n$ 中的最小值和最大值。

4.1.3 单一类型用海适宜性的叠加结果

基于上节得到的权重和规范化数值，利用 ARCGIS 软件计算，可以得到象山港海域多种用海类型适宜性的综合 GIS 图(图 6)。

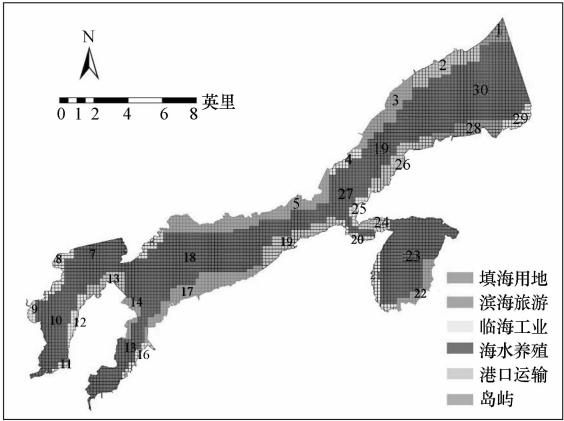


图 6 基于象山港发展定位的用海适宜性分区

如图 6 所示，适宜港口用海面积占整个象山港海域面积的 9% 左右，且主要分布在 2、13、19、24 和 265 个区域，且适宜性的趋势由大到小依次为：区域 19、区域 26、区域 2、区域 24、区域 13；适宜工业用海面积占整个象山港海域面积的 9% 左右，且主要分布在 4、6、8、9、11、12、16、20、21、25 和 29 共 11 个区域，且适宜性的趋势由大到小依次为：区域 29、区域 4、区域 25、区域 20、区域 6、区域 8、区域 9、区域 21、区域 12、区域 16、区域 11；适宜旅游娱乐用海面积占整个象山港海域面积的 15% 左右，主要分布于 3、5、14、17 和 22 共 5 个区域，且适宜性的趋势由大到小依次为：区域 17、区域 5、区域 3、区域 22、区域 14；适宜渔业养

殖用海面积占整个象山港海域面积的 63%左右,是象山港内适宜面积最大的用海活动,主要分布在 7、10、15、18、23、27 和 30 共计 7 个区域,且适宜性的趋势由大到小依次为:区域 18、区域 7、区域 23、区域 10、区域 16、区域 27、区域 30;适宜造地工程用海面积占整个象山港海域面积的 4%左右,主要分布在区域 1 和 28,且适宜性的趋势为:区域 1>区域 28。

4.2 敏感性分析

适宜性分析结果受到多种因素影响,原始数据的误差、评价指标体系的构建原则、权重确定方法及评价模型的选择等,都会给最终结果带来不确定性。如,本研究采用层次分析法(AHP)进行权重赋值,该方法属于主观和客观相结合的方法,权重向量取值受到决策者偏好的影响,不同的决策者将产生不同的权重值,从而产生多个结果集。因此,针对相关因素的变化,进行敏感性分析,并分析适宜性数值的变化是十分必要的。

随着权重变化各用海类型适宜性海域面积(网格)具体变化情况如下:

(1)随着渔业用海权重从-20%~+20%之间变动,渔业用海适宜性面积(网格)数量增加,其他 4 种用海适宜的面积比例缓慢下降;

(2)随着港口用海权重从-20%~+20%之间变动,5 种用海活动比例几乎没有什么变化,比较稳定,说明港口用海权重的变化对整个象山港各种适宜用海的面积变化影响较小;

(3)随着旅游娱乐用海权重从-20%~+20%之间变动,5 种用海活动比例几乎没有什么变化,比较稳定,说明旅游娱乐用海权重的变化对整个象山港各种适宜用海的面积变化影响较小;

(4)随着填海造地用海权重从-20%~+20%之间变动,5 种用海活动比例几乎没有什么变化,比较稳定,说明填海造地用海权重的变化

对整体象山港各种适宜用海的面积变化影响较小;

(5)随着工业用海权重从-20%~+20%之间变动,5 种用海活动比例几乎没有什么变化,比较稳定,说明工业用海权重的变化对整体象山港各种适宜用海的面积变化影响较小。

因此,港口用海、工业用海、旅游用海、填海造地和渔业用海等 5 种类型用海占整个象山港面积的比例受到权重变化的影响不大,说明采用本研究方法提出的综合适宜性 GIS 图具有较好的稳定性和可靠性。

5 本研究存在的问题

用海适宜性是某一海域一种或多种用海活动适宜程度的特性,适宜性分析是海洋空间规划的重要基础性工作,需要通过汇集经济社会、资源环境现状及海域开发等资料进行综合分析才能实现。通过用海适宜性分析才能更好地确定合理的海域用海分区,规范用海秩序,充分发挥海域资源的效用。因目前,国内外对海湾的综合适宜性评价研究理论和实证研究尚且较少及本人知识的缺乏。本研究存在以下几个问题:

(1)适宜性分析为一类综合分析问题,需要引用经济社会、资源环境等方面的大量资料,采用综合评价的方法,由于研究区域部分资料欠系统和完整,而且数据质量控制方面存在一定的问题,这些因素必将对最终结果产生一定的影响,今后在资料筛选和整理方面应加以完善。

(2)由于所研究的为一类复杂系统问题,本研究采用定性与定量结合的研究方法,加入了较多人为和经验因素,故从适宜性评价指标体系构建至权重赋值,仍存在一定的偏差和不确定性。因此,如何从问题的本质特征出发,选择更加合理的指标体系及权重赋值方法,使得结果更加客观、科学、合理是未来研究工作的重点之一。

参考文献

[1] CHARLES E,DOUVERE F. 海洋空间规划:循序渐进走向生态系统管理[M]. 北京:海洋出版社,2010.
[2] 宁波市发展规划委员会. 象山港区域保护和利用规划纲要(2012—2030)[R]. 2012.
[3] 董洁霜,范炳全. 现代港口发展的区位优势理论基础[J]. 世界地理研究,2003(3):18—20.
[4] 杨荫凯,韩增林. 辽宁省沿海港址资源综合评价及其地域组合研究[J]. 地理研究,2000(1):22—27.

[5] 王传胜,孙小伍,李建海. 基于的内河岸线资源评价研究:以武汉市域长江干流为例[J]. 自然资源学报,2002,17:95—101.

[6] 朱红云,杨桂山,万荣荣,等. 长江城市岸线资源港口开发适宜性分析与合理利用:以南京市为例[J]. 长江流域资源与环境,2005(4):31—34.

[7] 段学军,陈雯,朱红云,等. 长江岸线资源利用功能区划方法研究:以南通市域长江岸线为例[J]. 长江流域资源与环境,2006(5):8—14.

[8] 贺培青. 港口岸线资源开发的绿色评价研究[D]. 上海:上海海事大学,2007.

[9] 高志云. 基于多目标决策的工业厂址优化选择研究[D]. 武汉:武汉大学,2005.

[10] 于声. 模糊评价法在区域工业用地适宜性评价中应用[D]. 北京:中国农业科学院,2007.

[11] 王介勇. 海南岛土地生态适宜性评价[J]. 山地学报,2007(3):22—27.

[12] 汤立君. 辽滨临海工业区区域用海规划编制设计及应用[D]. 大连:大连海事大学,2007.

[13] LIAGHAT M. A Multi-criteria evaluation using the analytic hierarchy process technique to analyze coastal tourism sites[J]. APCBEE Procedia, 2013(5): 479—485.

[14] WONG P P. Coastal tourism development in Southeast Asia: relevance and lessons for coastal zone management[J]. Ocean & Coastal Management, 1998, 38: 89—109.

[15] BLANCAS F J. How to use sustainability indicators for tourism planning: The case of rural tourism in Andalusia (Spain)[J]. Science of the Total Environment, 2011(3):28—45.

[16] 许靖. 浙江省海岸带旅游资源 CSS 评价[D]. 杭州:浙江师范大学,2012.

[17] 邬彬. 基于 GIS 的旅游地生态敏感性与生态适宜性评价研究[D]. 海口:海南师范大学,2011.

[18] BUITRAGO J. A Single-use site selection technique, using GIS, for aquaculture planning: choosing locations for mangrove oyster raft culture in margarita island, venezuela[M]. Environment Management,2005,35:544—556.

[19] CHO Y. GIS-based suitable site selection using habitat suitability index for oyster farms in Geoje-Hansan Bay, Korea[J]. Ocean & Coastal Management, 2012, 56:10—16.

[20] RADIARTA I N,SAITOH S I, MIYAZONO A. GIS-based multi-criteria evaluation models for identifying suitable sites for Japanese scallop (Mizuhopecten yessoensis) aquaculture in Funka Bay, southwestern Hokkaido, Japan[J]. Aquaculture, 2008, 284: 127—135.

[21] SILVA C. Site selection for shellfish aquaculture by means of GIS and farm-scale models, with an emphasis on data-poor environments[J]. Aquaculture, 2009, 291: 112—125.

[22] 刘大海. 海湾围填海适宜性评估与示范研究[J]. 海岸工程,2011(3):18—22.

[23] 韩雪双. 海湾围填海规划评价体系研究:以罗源湾为例[D]. 青岛:中国海洋大学,2009.

[24] 于定勇,王昌海,刘洪超. 基于 PSR 模型的围填海对海洋资源影响评价方法研究[J]. 中国海洋大学学报,2011(7):170—175.

[25] 吴红刚,马惠民,张红利. 基于相互作用矩阵的山区公路展线路基稳定性评价[J]. 岩土工程学报,2011,33:202—206.

[26] 张利权. 基于生态系统的海岸带管理:以上海崇明岛为例[M]. 北京:海洋出版社,2013.

[27] 石洪华,丁德文,郑伟,等. 海岸带复合生态系统评价、模拟与调控关键技术及其应用[M]. 北京:海洋出版社,2012.