

基于 GIS 的长海海域环境信息分析

张燕¹, 隋传国¹, 张瑞瑾¹, 蔡恒江¹, 袁道伟^{2*}

(1. 大连海洋大学海洋科技与环境学院, 辽宁大连 116023; 2. 国家海洋环境监测中心, 辽宁大连 116023)

摘要 搜集长海海域海洋环境信息数据, 结合水质综合评价、富营养化评价模型, 采用 GIS 技术分析了长海海域环境质量。结果表明, 长海海域 pH、溶解氧空间分布比较均匀, 大部分海域符合一类海水水质标准; 石油类浓度均较低; 化学需氧量、活性磷酸盐、无机氮空间分布相似, 岛屿周边及岛屿之间浓度较高, 而在海域开阔处浓度较低, 分析主要受养殖活动和水体交换能力的影响; 长海海域水体质量整体处于清洁水平, 大部分海域未出现富营养化, 只有在广鹿岛、大长山岛、乌蟒岛、海洋岛邻近海域出现轻度富营养化。

关键词 GIS; 长海海域; 水质综合评价; 富营养化

中图分类号 S181.3 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2018)12-0061-03

Analysis on Marine Environmental Information of Changhai Sea Area Based on GIS

ZHANG Yan, SUI Chuan-guo, ZHANG Rui-jin et al (School of Marine Science and Environment, Dalian Ocean University, Dalian, Liaoning 116023)

Abstract The marine environmental quality in Changhai sea area was analyzed by GIS in combination with the comprehensive evaluation of water quality and eutrophication evaluation model based on the data of water quality. The results showed as followed: the spatial distribution of pH and dissolved oxygen in Changhai sea area was fairly uniform, and most of the sea areas met the standards of first-class seawater quality; petroleum concentration was low; the chemical oxygen demand, dissolved inorganic phosphorous and dissolved inorganic nitrogen were similar in spatial distribution; the concentration between the islands and the neighborhood of islands was higher while the concentration was low in the open sea, perhaps it was mainly influenced by the farming activities and water exchange; the water quality in Changhai sea area was in good condition as a whole; there was no eutrophication in most areas, and only mild eutrophication occurred in the areas close to Guanglu Island, Dachangshan Island, Wumang Island and Haiyang Islands.

Key words GIS; Changhai sea area; Comprehensive evaluation of water quality; Eutrophication

长海县是我国北方唯一一座海岛县, 也是我国唯一的海岛边境县^[1]。长海县的主导产业为渔业, 盛产珍稀海产品, 以旅游业和造船业为辅。由于渔业管理方法粗放, 养殖规模无度扩张, 旅游业飞速发展^[2], 给区域环境带来巨大压力。在“十五”期间, 长海县政府制定了一系列政策和法律法规^[3]对海域污染进行治理, 与此同时人类活动对长海海域的影响也受到诸多学者的关注。郑莉等^[4]、纪惠敏^[5]采用污染综合指数法对长海县海域水质进行了评价; 李洪波等^[6]针对长海海域无机氮、硅酸盐和活性磷酸盐等数据进行了季节变化分析。上述调查评价均是从年际变化趋势或季节变化展开讨论, 但基于大面调查数据的长海海域海洋环境空间分析仍稍显薄弱。GIS 以其强大的数据库和空间分析能力使其在海洋资源环境领域获得了越来越多的应用^[7-9], 笔者利用搜集的长海海域环境信息, 将指数法评价模型应用到 GIS 的分析应用中, 利用 GIS 空间分析技术, 分析了评价指标的空间分布特征, 旨在为长海海洋环境保护与管理提供技术支持。

1 数据来源与研究方法

1.1 研究区概况 长海县, 位于辽东半岛东侧的黄海北部海域, 东边和朝鲜半岛隔海相望, 西、北边与大连市、金州区、普兰店区和庄河市隔海毗邻, 西南与山东省庙岛群岛相对。长海县隶属于辽宁省大连市, 全县共由 252 个海岛组成, 其中居民海岛 18 个, 无居民海岛 234 个, 海域面积为

10 324 km², 海岸线总长 359 km, 是中国东北地区距离日本、韩国最近的区域^[10]。长海海域地理坐标为 122°17'36" ~ 123°13'18"E、38°55'47" ~ 39°34'10"N^[11]。

1.2 数据来源 数据来源于辽宁省环境保护厅发布的近岸海域环境质量状况(季报)、大连海洋与渔业局发布养殖公司监测数据以及大连长海县围海养殖用海海域使用评估报告, 均选取秋季监测数据, 监测站位置见图 1。主要涉及常规海洋水质指标, 包括 pH、溶解氧(DO)、化学需氧量(COD)、石油类、活性磷酸盐(DIP)和无机氮(DIN)。

1.3 方法

1.3.1 水质综合评价方法。 海水水质评价有多种方法, 总体可分为单因子评价法和多因子综合评价法, 其中综合评价采用多项水质指标, 考虑整体海水污染要素, 评价结果能基本反映海洋环境综合质量。国内外学者对海洋环境质量综合评价的研究开展了大量工作, 提出了诸多有关海洋环境质量评价方法和模式^[12]。内梅罗指数法既考虑了最大污染因子, 同时又兼顾了各项污染因子平均值, 成为当前国内外进行综合污染指数计算很常用的方法之一^[13]。内梅罗指数法计算公式如下:

$$P = \sqrt{\frac{\rho_{\max}^2 + \rho_{\text{avg}}^2}{2}} \quad (1)$$

式中, P 为内梅罗综合污染指数; ρ_{\max} 、 ρ_{avg} 分别为单因子污染指数的最大值与平均值。根据大连市人民政府办公厅于 2006 年 5 月 22 日发布的《大连市近岸海域环境功能区划》, 长海县各港口港区所占海域为三类环境功能区, 核大坨子、乌蟒岛、獐子岛、南坨和后套周围 500 m 范围海域为一类环境功能区, 除上述各类环境功能区外的近岸海域均为二类环

基金项目 辽宁省教育厅一般项目(L2015086); 国家海洋局海域管理技术重点实验室基金资助项目(201502)。

作者简介 张燕(1979—), 女, 山东德州人, 讲师, 博士, 从事环境海洋学研究。* 通讯作者, 高级工程师, 从事海域管理政策与技术研究。

收稿日期 2018-01-26; **修回日期** 2018-02-02

境功能区,因此单因子评价时选用海水水质标准(GB 3097—1997)中Ⅱ类标准。内梅罗综合污染指数(P)等级划分标准^[14]: $P \leq 0.6$ 为清洁, $0.6 < P \leq 1.0$ 为较清洁; $1.0 < P \leq 2.6$ 为轻度污染; $2.6 < P \leq 5.0$ 为中度污染; $P > 5.0$ 为重度污染。

1.3.2 富营养化评价方法。海水富营养化与海域赤潮或绿潮的发生关系密切,海水富营养化状态一定程度反映海洋环境质量信息,采用海水富营养化指数法评价海水富营养化状态应用区域最广。富营养化指数在应用中不断被重新定义和发展,该研究采用国家海洋局发布的《中国海洋环境质量公报》定义的富营养化指数(E):

$$E = \text{DIN} \times \text{DIP} \times \text{COD} / 4\ 500 \times 10^6 \quad (2)$$

式中, DIN、DIP、COD 分别为无机氮、无机磷和化学需氧量浓

度,单位是 mg/L。 E 评价标准^[15]: $E < 1$ 为非富营养化; $1 \leq E \leq 3$ 为轻度富营养化; $3 < E \leq 9$ 为中度富营养化; $E > 9$ 为重度富营养化。

1.3.3 空间分析。在 ArcGIS 环境下,对各单项指标的数值进行空间插值,将离散的点数据转化为连续的面数据。利用 Spatial Analyst 工具,以长海县管辖海域范围为障碍线,采用含障碍的样条函数法对数据进行插值,栅格数据空间分辨率为 250 m。在各单项指标空间插值栅格图的基础上,使用 Spatial Analyst 模块,根据公式(1)、(2)进行栅格计算,获得水质污染综合指数、富营养化指数的空间分布栅格图,基于此可进行长海县海洋水质环境信息分析。

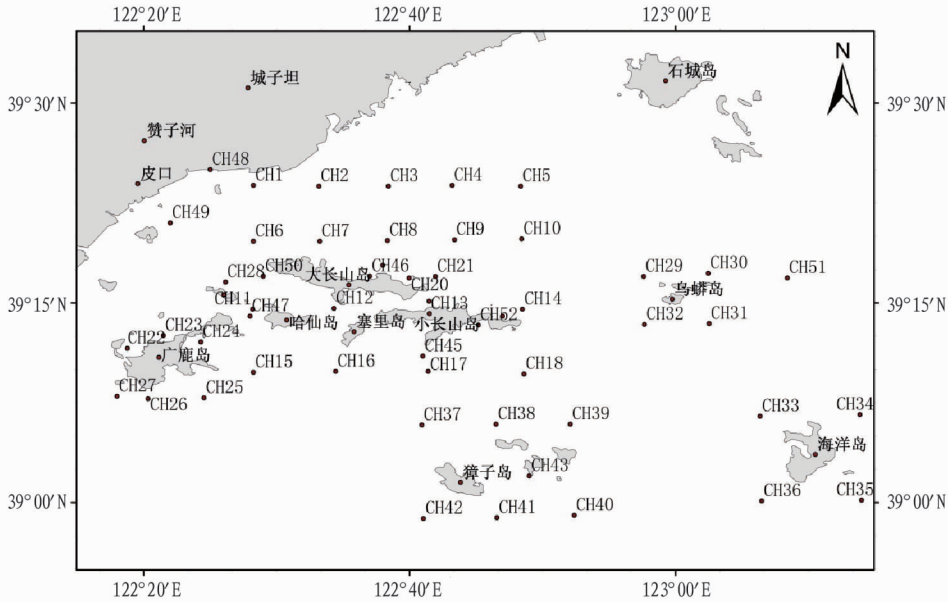


图1 研究海域调查站位示意

Fig.1 Surveyed area and sampling sites

2 结果与分析

2.1 各水质指标的平面分布 基于 GIS 对 pH、DO、COD、石油类、DIP、DIN 监测数据进行栅格插值,获得各项水质指标平面空间分布(图2)。长海海域 pH 分布在 7.4~8.2,高值出现在大长山岛与格仙岛之间海域,但仍符合一类海水水质标准,低值出现在哈仙岛与广鹿岛之间海域,除此之外,长海海域 pH 空间分布差异较小,在 8.1 附近。DO 浓度分布在 5.4~13.3 mg/L,低值出现在大长山岛西部部分水域,但亦符合二类海水水质标准,高值出现在小长山岛东部海域,总体而言,DO 浓度空间分布差异较小,在 9.0 mg/L 左右。长海海域石油类浓度均较低,高值位于海洋岛附近海域,其值也只是一类海水水质标准的 1/10。COD、DIP、DIN 浓度高值均高于一类海水水质标准但低于二类海水水质标准,3 项水质指标空间分布特征相似,总体而言,岛屿周边及岛屿之间浓度较高,而在海域开阔处浓度较低,分析主要是受养殖活动和水体交换能力的影响。石城岛附近无监测结果,其附近出现的无机氮高值区,分析是栅格插值受乌蟒岛高值影响而造成的。

2.2 长海海域海洋环境质量综合评价 在各项水质指标插值结果的基础上,根据内梅罗水质综合污染指数和富营养化指数计算公式,采用 Spatial Analyst 模块进行栅格计算,得到水质综合污染指数和富营养化评价指数的空间分布(图3)。由图3可知,水质综合污染指数位于 0.50~0.72 区间,表明长海海域水体整体处于清洁水平,高值出现在广鹿岛周边海域,属于较清洁水平,从空间分布看,岛屿邻近海域 P 值较高,在开敞水域 P 值较低。富营养化指数在 0~1.5,根据富营养化分级评价标准,长海大部分海域未出现富营养化,只有在广鹿岛、大长山岛、乌蟒岛、海洋岛邻近海域出现轻度富营养化,其中高值出现在广鹿岛西部海域。研究海域东北部富营养化指数较高,主要是因为无机氮浓度空间插值形成高值区进而影响了富营养化指数。

3 结论与讨论

基于 GIS 技术,结合水质综合评价、富营养化评价模型进行了长海海域海洋环境信息分析。长海海域各项水质指标空间分布表明,长海海域 pH、DO 空间分布比较均匀,大部分海域符合一类海水水质标准要求。石油类浓度均较低。

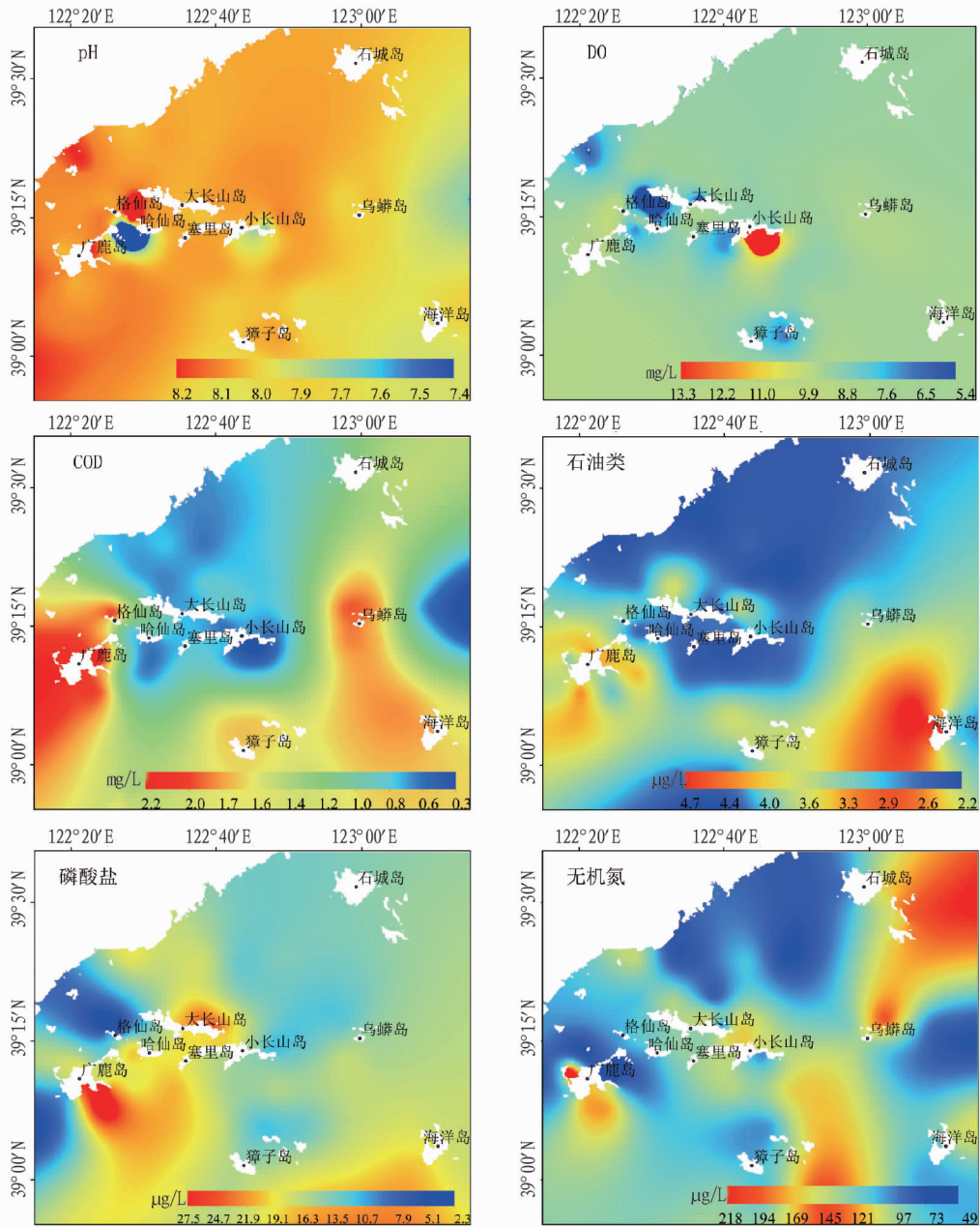


图 2 长海海域各水质指标含量的平面分布

Fig. 2 Plane distribution of water quality indexes in Changhai water

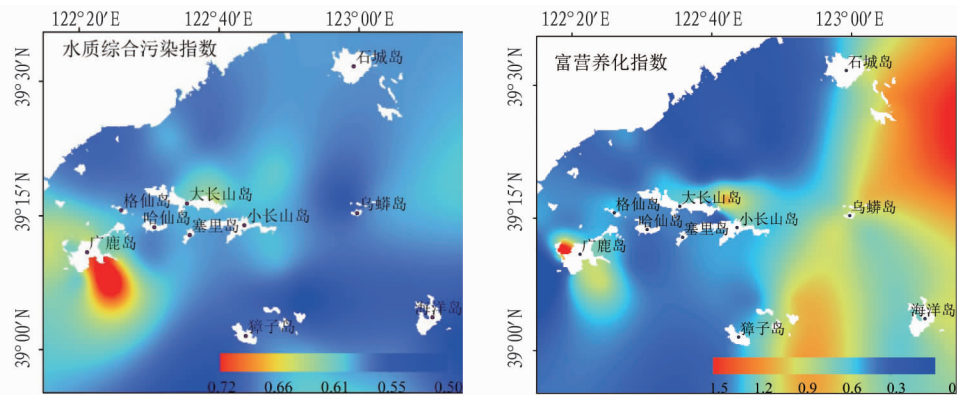


图 3 长海海域水质综合污染指数和海水富营养化指数平面分布

Fig. 3 Horizontal distribution of water quality comprehensive pollution index and eutrophication index in Changhai sea area

(下转第 76 页)

门,在生产期间控制这个开闭度,保持一定的出水速率。同样,废水进水也保持这个速率,从而达到进水和出水的平衡,在废水处理过程中保持滤池的水位稳定。由图4可知,前20 min出水锰含量相对稳定,在0.22~0.26 mg/L。这部分排出来的水是滤层下面20 cm的水,至滤层表面排出来的水锰含量达到最低(0.09 mg/L)。控制滤速和进水量,出水和进水达到平衡,出水锰的含量始终保持在最低(0.09 mg/L),即最佳工艺条件。

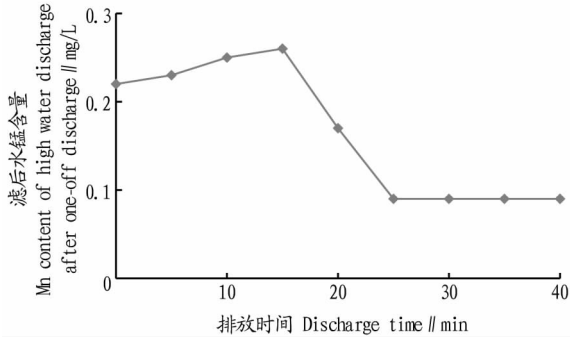


图4 低水位废水连续不间断排放时出水锰含量与排放时间的关系

Fig.4 The relationship between the concentration of Mn^{2+} in cleaning fluid of low water discharge after continuous continuous discharge and discharge time

3 结论

从鲜红薯碎浆中分离得到的锰氧化细菌对鲜红薯生产淀粉产生的含锰废水具有很好的去除效果。锰氧化细菌主

要分布在滤层表面的20 cm左右,从表面往下层微生物浓度依次减小。微生物去除废水中的锰离子与废水在滤池的有效部位停留时间具有很大的正相关。连续排放去除废水中的锰离子比一次性排放的去除效果更佳。滤池水位的高低与锰去除效果相关,最佳的去除方法是水位稍超过滤层,低流速的连续排放去除效果最佳,出水锰含量始终小于0.1 mg/L,达到地表水环境质量合格标准。

参考文献

- [1] 张松树,刘兰服.河北省甘薯发展优势及产业化对策[J].河北农业科学,2004,8(1):86-88.
- [2] 方降龙,海子彬,谢显传,等.农村红薯淀粉低污染生产模式探讨[J].现代农业科技,2014(18):213-214.
- [3] 孙艳丽,李庆鹏,孙君茂.鲜甘薯淀粉加工工艺现状分析及其建议[J].中国食物与营养,2009(4):25-27.
- [4] 李萌茵,张金民,李渊华.红薯淀粉废水的应用研究[J].农业科技通讯,2015(7):162-164.
- [5] 陈蒙亮,王鹤立.地下水除铁除锰技术研究进展[J].西南给排水,2012(1):40-45.
- [6] 赵晗,许文娟,郝莹,等.环境中耐锰细菌的筛选鉴定及除锰性能研究[J].环境与健康杂志,2016,33(4):303-307.
- [7] HALLBERG K B, JOHNSON D B. Biological manganese removal from acid mine drainage in constructed wetlands and prototype bioreactors [J]. Sci Total Environ, 2005, 338(1/2):115-124.
- [8] 国际水协第五届世界水大会筹备委员会.生物固锰除锰机理与工程技术[M].北京:中国建筑工业出版社,2005:108-112.
- [9] 鲍志戎,孙书菊,王国彦,等.自来水厂除锰滤砂的催化活性分析[J].环境科学,1997,18(1):39-42.
- [10] 诸葛健,王正祥.工业微生物实验技术手册[M].北京:中国轻工业出版社,1994.
- [11] 东秀珠,蔡妙英.常见细菌系统鉴定手册[M].北京:科学出版社,2001.
- [12] (上接第63页)
- [13] COD、DIP、DIN空间分布相似,岛屿周边及岛屿之间浓度较高,而在海域开阔处浓度较低,究其原因,主要受养殖活动和水体交换能力的影响。除广鹿岛周边海域是较清洁外,长海整体属于清洁海域,长海大部分海域未出现富营养化,只在广鹿岛、大长山岛、乌蟒岛、海洋岛邻近海域出现轻度富营养化,其中高值出现在广鹿岛西部海域。
- [14] 研究海域东北部 DIN 浓度和富营养化指数出现高值,分析是受空间插值影响。海洋环境数据常具有样本量不充分、时间空间变异性强等特点,给准确的空间插值带来了挑战,针对上述海洋数据特点,需加强 GIS 的空间分析技术研究力度和实际应用。
- [15] 参考文献
- [16] [1] 俞金国,张瑞霞,王丽华.制约长海县可持续发展的机制及应对策略研究[J].海洋开发与管理,2011,28(1):72-75.
- [17] [2] 长海县统计局.长海统计年鉴[M].长海:长海县统计局,2000-2007.
- [18] [3] 赵振强,王军.长海县国民经济和社会发展统计手册[Z].长海县统计局,2005.
- [19] [4] 郑莉,张进.长山群岛周边海域水质监测分析[J].水产科学,2000,19(3):33-34.
- [20] [5] 纪惠敏.长海县环境质量评价及环境质量变化原因分析[J].环境保护与循环经济,2008,28(3):45-48.
- [21] [6] 李洪波,梁玉波,袁秀堂,等.辽宁长海县海域营养状况季节分析与评价[J].海洋环境科学,2010,29(5):689-692.
- [22] [7] 卜志国,高晓慧,李忠强.基于GIS的海洋生态环境监测数据分析评价系统研究[J].中国海洋大学学报(自然科学版),2012,42(1/2):36-40.
- [23] [8] 王立华,李继龙,葛常水,等.利用GIS技术进行海洋环境质量评价的研究[J].海洋环境科学,2003,22(4):44-48.
- [24] [9] 赵冬至,赵玲,张丰收.基于GIS的海洋环境质量评价图编制[J].海洋环境科学,1998,17(3):67-71.
- [25] [10] 长海县政府.长海县情简介[EB/OL]. [2018-01-26]. <http://www.changhai.dl.gov.cn/details/index/tid/509058.html>.
- [26] [11] 黄备,魏娜,孟伟杰,等.基于压力-状态-响应模型的辽宁省长海海域海洋生物多样性评价[J].生物多样性,2016,24(1):48-54.
- [27] [12] 鲍永恩,黄水光.海洋环境质量评价刍议[J].海洋环境科学,1996(3):1-9.
- [28] [13] 高红杰,郑利杰,嵇晓燕,等.典型城市地表水质综合评价方法研究[J].中国环境监测,2017,33(2):55-60.
- [29] [14] 徐勇,曲克明,赵俊,等.渤海中部海区水域夏季环境质量综合评价[J].渔业科学进展,2017,38(2):8-15.
- [30] [15] 黄亚楠,吴孟孟.富营养化指数法在中国近岸海域的应用[J].海洋环境科学,2016,35(2):316-320.