

人工鱼礁建设对海州湾海域水质改善的作用分析

展卫红¹,许祝华²,姜玲³

(1. 连云港市环境信息中心 连云港 222001; 2. 连云港市海域动态使用保护管理中心 连云港 222001;

3. 连云港市环境监测中心站 连云港 222001)

摘要:文章通过对海州湾海域人工鱼礁建设情况统计以及人工鱼礁投放位置与监测点位的变化关系,并根据水质综合污染指数评价结果,对比分析了海州湾海域近15年来人工鱼礁建设前、后水质的变化情况。结果表明:离人工礁区近的点位水质明显好于其他点位水质,可见人工鱼礁建设对海州湾海域水质改善起到极大的促进作用,不仅优化了海域生态环境,而且营造了良好的海洋生物栖息场所。建议进一步加大鱼礁建设范围,发展以人工鱼礁为主的海洋生态环境恢复建设,提高整个海州湾海域生态环境资源的合理配置,调整渔业产业结构、促进海洋产业升级优化。

关键词:人工鱼礁;海州湾;水质改善;生态环境

中图分类号:P76;S931.3

文献标志码:A

文章编号:1005-9857(2016)09-0104-05

The Improving Effect of Artificial Fish Reef Construction to Water Quality in Haizhou Bay

ZHAN Weihong¹, XU Zhuhua², JIANG Ling³

(1. Lianyungang Environmental Information Center, Lianyungang 222001, China; 2. Lianyungang Sea Dynamic Use Protection and Management Center, Lianyungang 222001, China; 3. Lianyungang Environmental Monitoring Center, Lianyungang 222001, China)

Abstract: Based on the statistic of artificial fish reef construction in Haizhou Bay, the changes and relationship of those artificial reefs placements and detection spots, as well as the evaluation results of the comprehensive pollution index of water quality, this paper analyzed the changes of water quality of the past 15 years in Haizhou Bay by comparing condition before and after the construction of artificial reefs. The result showed that the nearer to the artificial reef, the better the water quality is. So the construction of artificial reefs has played a great role in improving the water quality in Haizhou Bay, which not only has optimized the marine ecological environment, but also created a good habitat for marine lives. According to this analysis, the author suggested to increase the range of reef-building, to rebuild the marine environment resources by developing the artificial reefs, so as to improve the rational allocation of the entire ecological resources in Haizhou Bay, and adjust the fishery industrial structure and promote the upgrading of the marine industrial.

Key words: Artificial fish reef, Haizhou Bay, Water quality, Ecological environment

1 前言

人工鱼礁是人们在大海中经过科学选点而设置的构造物,旨在改善海域生态环境,为鱼类等水生生物的聚集、索饵、繁殖、生长、避敌提供必要的、安全的栖息场所^[1],是一项海洋生态环境和资源增殖的修复工程。

海州湾位于江苏省东北端的黄海之滨,北起绣针河口,南抵灌河口,面积约 20 000 km²,是海床平缓、开放型的浅海性水域,湾内有 20 座岛礁,为海洋生物提供了天然的栖息环境。随着沿海工业的发展以及浅海相关产业的兴起,海洋环境面临的压力与日俱增,陆源污染输入加剧,使海洋水环境的污染日趋严重^[2-3]。同时,水体富营养化及营养盐失衡、产卵场退化、海洋生物栖息地和生存环境丧失或改变等现象,对海州湾海洋生态资源系统尤其是优势生物物种资源造成了严重破坏。近岸海洋工程开发的频繁与多样化,如填海造地、围海养殖、港口与航道建设等,都消耗并损害着海洋自然资源和生态环境,制约了沿海地区的可持续发展^[4]。

为了修复受损的海州湾海域,连云港市海洋部门从 2002 年起在海州湾海域实施人工鱼礁建设工程。截至 2012 年,累计投放混凝土鱼礁 11 756 个、浮鱼礁 25 个、石头礁 22 600 个,改造旧船礁 190 条,总投放规模为 178 845.2 m³,分布大小规模不同礁群 21 座,形成人工鱼礁调控海域面积达 134.25 km²。通过礁体投放后的跟踪调查发现:人工鱼礁对于投放海域生态环境有所改善,营养盐结构更趋合理,生物多样性指数增高。

本研究通过系统搜集对比海州湾人工鱼礁建设前、后海州湾海域水环境质量的变化情况,对海水评价点位和评价因子进行选取,利用综合污染指数评价法对人工鱼礁构建区进行评价,更好地反映人工鱼礁构建效益,有效促进我国人工鱼礁建设的发展,提高海洋生态系统管理水平。构建以人工鱼礁为主的海洋生态环境资源恢复工程,对于合理开发与利用海洋资源、修复受损的海洋生态环境和渔业资源有着重要意义^[5]。

2 实验部分

2.1 人工鱼礁建设情况

2002—2012 年,连云港市海洋部门在海州湾海域水产资源保护区范围实施了人工鱼礁建设,具体建设情况见表 1。

表 1 海州湾海域人工鱼礁建设情况统计

年份	混凝土 /只	船礁 /只	浮鱼礁 /只	石头礁 /只	合计 /m ³
2002	1 000	30	25	0	13 643.4
2003	0	40	0	0	12 000
2004	700	40	0	0	17 600
2005	0	80	0	0	24 000
2006	290	0	0	0	2 383.8
2007	1 350	0	0	0	12 025
2008	1 450	0	0	0	12 225
2009	2 100	0	0	0	17 580
2010	1 416	0	0	4 400	26 460
2011	1 570	0	0	4 000	15 448
2012	1 880	0	0	14 200	25 480
合计	11 756	190	25	22 600	178 845.2

2.2 海水评价点位和评价因子的选取

2.2.1 海水评价点位的确定

根据鱼礁建设范围,结合连云港市环境监测中心站历年对海州湾海域例行监测设置的点位,确定 8 个点位作为研究对象,研究范围在 119°13'1"E—119°45'50"E,34°45'32"N—34°57'46"N 之间,完全覆盖鱼礁建设区域。评价的 8 个点位所属功能区分别是水产资源保护区(JS02、JS07)、海州湾旅游度假区(JS03)、沿岸盐业养殖区(JS05)和连云港港区(JS04、JS06、JS08、JS09)。

2.2.2 海水评价因子的选择

根据连云港市环境监测中心站多年来对近岸海域水质监测结果测算污染负荷的排序,确定活性磷酸盐、无机氮、化学需氧量、石油类、锌、镉、铅、汞、铜 9 项指标作为海水水质评价因子,分析方法和评价标准按《海水水质标准》(GB3097—1997)规定执行。

2.3 评价方法

海水水质评价采用综合污染指数法进行评价。

其计算公式为：

$$P_i = C_i/S_i$$

$$P = \frac{1}{N_i} \sum_{i=1}^n P_i$$

式中： C_i 为监测值； S_i 为标准值，为统一标准，取《海水水质标准》(GB3 097—1997)第二类标准限值； n 为评价指标的个数； P_i 为第 i 项指标的污染分指数； P 为综合污染指数。

变化趋势分析采用 Spearman 秩相关系数法^[6]。

3 结果与讨论

3.1 人工鱼礁建设规模与分布情况

由表 1 可见，人工鱼礁建设初期，投礁规模较

小，2002—2005 年累计建礁规模 67 243. 4m³，调控海域面积累计 35 km²；2006—2007 年累计建礁规模 8 1652. 2 m³，调控海域面积累计 40 km²；2008 年累计建礁规模 93 877. 2 m³，调控海域面积累计 45 km²。2008 年以后，投礁规模逐年增大，截至 2012 年投礁规模已达到了 178 845. 2 m³，调控海域面积累计 134. 25 km²，建礁区域总体布局呈三角形分布于水产资源保护区。在后期的建礁规划中，礁区总体布局最终呈正方形分布。

3.2 海州湾海域水质污染空间分布特征

2001—2015 年海州湾海域人工鱼礁建设区域各功能区点位水质综合污染指数年均值统计结果，见表 2。

表 2 近 15 年海州湾海域各功能区点位水质综合污染指数统计

年份	JS02	JS07	JS03	JS05	JS04	JS06	JS08	JS09
2001	6. 00	6. 18	6. 53	4. 56	4. 49	5. 44	5. 27	7. 08
2002	4. 30	3. 87	2. 80	4. 69	4. 16	3. 31	3. 01	2. 94
2003	2. 35	2. 71	3. 22	5. 25	5. 52	6. 82	6. 10	4. 94
2004	0. 84	0. 85	2. 58	2. 05	3. 01	3. 35	2. 19	1. 74
2005	4. 18	4. 09	3. 87	5. 67	7. 08	7. 45	7. 17	8. 02
2006	2. 13	2. 32	8. 75	4. 37	8. 02	6. 98	5. 83	5. 35
2007	2. 90	2. 75	4. 27	3. 33	4. 49	3. 53	3. 86	4. 81
2008	2. 64	2. 72	2. 90	3. 79	4. 81	4. 93	4. 98	4. 28
2009	2. 39	2. 06	3. 47	3. 22	4. 03	3. 25	3. 27	2. 75
2010	2. 30	2. 25	3. 35	3. 45	4. 12	3. 99	3. 48	2. 92
2011	1. 77	2. 07	3. 34	3. 44	4. 16	3. 92	3. 70	2. 99
2012	2. 13	2. 32	2. 94	2. 75	3. 49	3. 74	3. 96	3. 29
2013	2. 31	2. 18	3. 28	3. 38	3. 69	3. 72	3. 73	3. 43
2014	2. 15	2. 40	3. 78	4. 28	4. 66	5. 10	4. 83	4. 28
2015	1. 90	2. 73	3. 41	3. 01	3. 12	3. 40	3. 75	3. 11
平均	2. 69	2. 77	3. 90	3. 82	4. 59	4. 60	4. 34	4. 13

由表 2 可见，海州湾海域各功能区近 15 年水质综合污染指数均值由高到低排序依次为：连云港港区、海州湾旅游度假区、沿岸盐业养殖区、水产资源保护区。由此可见，海州湾海域水质污染空间分布，总体上是距离海岸近的点位水质明显差于相对远的点位，一方面说明海水水质受陆源污染影响较大，另一方面也与距离礁区的远近密切相关。

3.3 海州湾海域水质年际变化趋势分析

近 15 年海州湾海域各功能区水质综合污染指数年际变化趋势如图 1 所示。

由图 1 可见，2001 年各功能区综合污染指数年均值均处于较高水平，且距离海岸远的点位还大于近的点位；2002—2007 年，各功能区水质综合污染指数虽有所下降但波动较大，总体上离岸远的点位

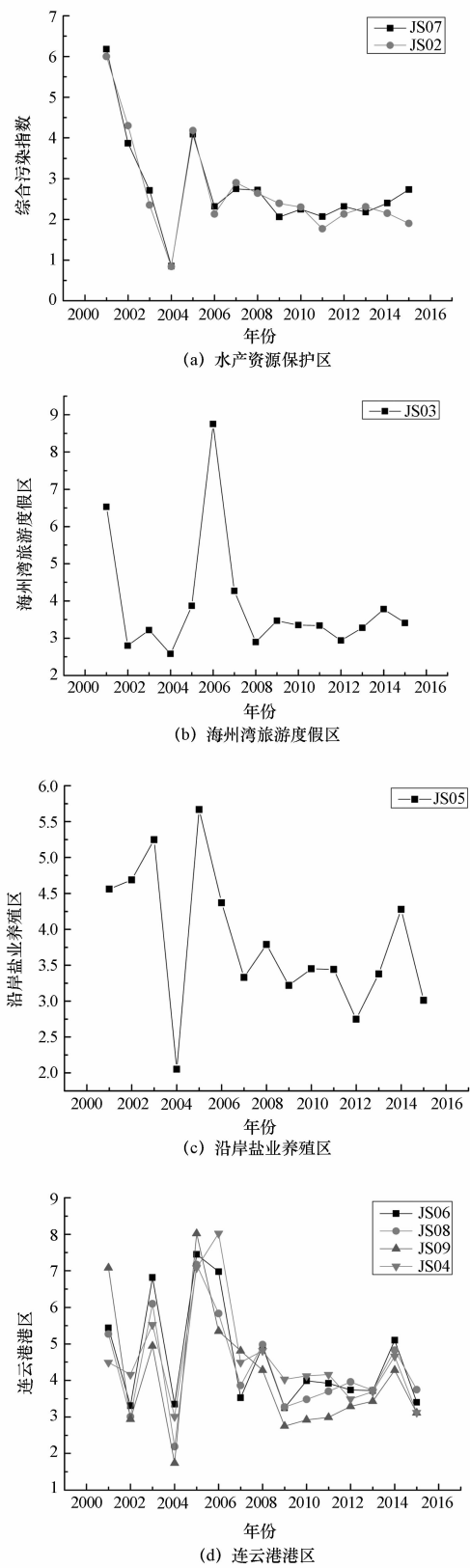


图 1 近 15 年海州湾海域各功能区水质综合污染指数年际变化趋势

水质已优于离岸近的点位;2008 年以后,海州湾海域各功能区水质综合污染指数比 2007 年以前大幅降低,且基本保持稳定,离岸远的点位水质优于离岸近的趋势明显显现。2008—2015 年各功能区点位综合污染指数的 Spearman 秩相关系数分析结果(表 3)显示:所有点位的秩相关系数 $|r_s| < WP = 0.643(n=8)$,充分说明 2008 年以后,海州湾海域各功能区水质基本趋于稳定。

表 3 2008—2015 年各功能区综合污染指数的 Spearman 秩相关系数分析结果

监测点位	r_s
JS02	0.619
JS07	-0.381
JS03	-0.381
JS05	0.238
JS04	0.524
JS06	0.119
JS08	-0.214
JS09	-0.190

注:各功能区变化趋势均不显著。

由此可见,人工鱼礁实施前,海州湾海域水质总体较差;人工鱼礁建设初期,因投礁时间短、调控面积小,对水质改善的效果也比较小,但离礁区近的水产资源保护区 JS02 和 JS07 点位水质改善明显好于其他点位,说明人工鱼礁建设对附近海域水质改善起到了一定的作用;随着人工鱼礁大范围实施后,即便在沿海工业快速发展、城市建设规模不断扩大、港口吞吐能力大幅提高、海滨旅游日渐趋热的形势下,各功能区水质污染不但没有增加,反而明显好转且持续稳定在一定水平,特别是离礁区近的 JS02 点位,水质明显好于其他点位水质,说明人工鱼礁建设对水质改善成效较为显著。

4 海洋生态环境资源修复工程分析

由以上实验数据及分析结果可知,人工鱼礁建设的环境效应较为显著,应在海洋生态环境资源修复工程中予以重视。投礁后,鱼礁礁体可通过形成上升流将底层的营养盐带到水体表层,使得位于表层的浮游植物丰度、多样性更高,从而改变了海域

底质结构,增殖了底栖生物,提高了海州湾海域的水质质量。为了避免由于海洋生物资源的数量大幅减少而造成海洋生态环境问题,应进一步扩大人工鱼礁的建设规模,积极推进以人工鱼礁为主的海洋生态环境资源恢复建设^[7],建议将海州湾海域建设规划为3个区域,即人工鱼礁增殖区、海珍品增殖礁区和藻类增殖礁区。

4.1 人工鱼礁增殖区建设

建设人工鱼礁增殖区为各类自然经济鱼群提供海洋聚集栖息地,促进海洋生物多样性发展。鱼礁增殖诱集了游泳生物,在一定程度上改变了底栖生物的栖息环境,一方面,为鱼类、乌贼等提供产卵附着基的自然增殖空间;另一方面,附着生物可作为鱼类或棘皮动物的天然饵料。人工鱼礁的投放为海洋生物营造了良好的栖息场所,使营养盐结构更趋合理,生物多样性指数更高,集鱼效果更加明显,逐渐形成一个更适宜鱼类、软体类产卵、索饵的渔场。

4.2 海珍品增殖礁区建设

海珍品增殖礁区主要是针对海珍品的专用增殖礁。之前日本采用人工藻作墨鱼、龙虾、海胆等产卵场和稚鱼增殖场,如果将它安装在水泥制的鱼礁表面上,它不但是幼鱼、虾类的隐蔽场所,而且可作为幼鱼的饵料。通过增殖大型藻类形成人工藻床,继而投放鱼翅、鱼肚、刺参、鲍鱼等海珍品苗种形成海珍品增殖礁区,从而加快海洋底栖生物的生长速度,生产收获高经济价值的海珍品。此外,在保证生态安全性和小于生态阈值的前提下,还可以通过选择人工放流增加海珍品的品种和数量,改善水质和水域的生态环境,促进海洋生态系统的良性趋向。

4.3 藻类增殖礁区建设

鱼礁建成后,海流的作用会使有机物沉积以及海珍品隐蔽。但由于海珍品食源很广,单靠自然沉积的饵料是不够的。只有通过移植和养殖各种藻类,如通过引入鼠尾藻、羊栖菜等大型藻类与礁体结合成一个良好的生态环境,可为多数海洋鱼类提供良好的遮蔽物和营养来源,也有利于海珍品对饵料的广泛需求,使人工鱼礁在渔业资源修复海珍品增殖中起到应有的作用,同时极大地提高了海洋牧场的生态效益和经济效益。

5 结论

通过对海州湾人工鱼礁建设前后海域生态环境的调查分析对比、建设项目和分布情况的说明以及海州湾海域水质年际变化趋势的分析,得到以下结论:

(1)人工鱼礁建设对海州湾海域水质改善起到了较为显著的作用,与吴立珍^[8]等研究结论相符:人工鱼礁投放对于海域生态环境有所改善,营养盐结构更趋合理,生物多样性指数增高。

(2)为全面提高海州湾海域水质,应进一步扩大建礁规模,促进生物多样性保护,确保远离礁区的海洋水质得到进一步的优化。

(3)构建以人工鱼礁为主的海洋生态环境资源恢复建设。通过建立人工鱼礁增殖区、海珍品增殖礁区和藻类增殖礁区3个区域,为鱼类、各种藻类提供生长、繁殖场所,促进资源的保护和增殖。

(4)通过扩展人工鱼礁建设来改善连云港海州湾渔业资源及生态环境,逐渐修复海洋“生物链”,从而彻底改变海洋生物环境,使之成为可持续发展的海洋资源宝库,为海洋渔业事业的健康发展带来根本性转变,为连云港市进一步实施耕海牧渔战略奠定了坚实的基础。

参考文献

- [1] 陈心,冯全英,邓中日. 人工鱼礁建设现状及发展对策研究[J]. 海南大学学报自然科学版,2006,24(1):83-89.
- [2] 陈斌林,郭亚伟,贺心然,等. 连云港近岸海域环境演变及其对策研究[D]. 华东师范大学,2009,33(6):18-24.
- [3] 章守宇,张焕君,焦俊鹏,等. 海州湾人工鱼礁海域生态环境的变化[J]. 水产学报,2006,30(4):475-480.
- [4] 段翠兰,黄春贵,樊祥科,等. 近年来江苏省海洋环境质量状况[J]. 环境研究与监测,2013,26(3):66-70.
- [5] 秦传新,陈丕茂,贾晓平. 人工鱼礁构建对海洋生态系统服务价值的影响:以深圳杨梅坑人工鱼礁区为例[J]. 应用生态学报,2011,22(08):215-221.
- [6] 鲁志文,莫小平. 采用秩相关系数法分析东江干流 CODMn 变化趋势[J]. 人民珠江,2006,(1):45-46.
- [7] 丁增明,陆淑岭,刘刚. 海州湾海洋牧场建设修复生境技术的应用浅析[J]. 水产养殖,2012(5):29-31.
- [8] 吴立珍,吴卫强,陆伟,等. 海州湾生态环境修复的探索实践与展望[J]. 中国水产,2012(6):35-37.