

基于调查数据的东海岛围填海工程海洋生态环境影响研究

陈翔 张蒙生 胡海畅

上海勘测设计研究院有限公司, 上海 200434

[摘要] 通过对比东海岛湛江湾海域工程前、工程建设期及工程后海洋生态环境调查数据, 从海水水质、沉积物质量、海洋生态、渔业资源等角度, 客观、准确评估了湛江市东海岛临港工业区一阶段填海工程建设前后海洋生态环境实际变化情况, 得出本填海工程造成了一定量的潮间带生物及渔业资源损失, 未发现对海洋生态环境造成重大不利影响, 根据工程实践经验, 潮间带生物及渔业资源损失可通过海洋生态修复措施予以补偿。

[关键词] 围填海; 调查数据; 海洋生态; 影响研究

DOI: 10.33142/sca.v3i3.2044

中图分类号: X55

文献标识码: A

Marine Ecological and Environmental Influence Research of Donghai Island Reclamation Project Based on the Survey Data

CHEN Xiang, ZHANG Mengsheng, HU Haichang

Shanghai Investigation, Design & Research Institute, Shanghai, 200434, China

Abstract: Based on the comparison of the survey data of marine ecological environment before, during and after the project construction in Zhanjiang Bay, East Island, this paper objectively and accurately evaluates the actual changes of marine ecological environment before and after the construction of the first stage reclamation project in Donghai Port Industrial Zone, Zhanjiang City, from the perspectives of sea water quality, sediment quality, marine ecology and fishery resources. It is concluded that this reclamation project has caused a certain amount of loss of intertidal organisms and fishery resources, and no significant adverse impact on the marine ecological environment has been found. According to the practical experience of the project, the loss of intertidal organisms and fishery resources can be compensated by marine ecological restoration measures.

Keywords: reclamation project; survey data; marine ecology; influence research

为加强滨海湿地保护, 最大限度减小围填海活动对海洋生态环境的影响, 国务院发布了关于加强滨海湿地保护严格管控围填海的通知^[1], 要求除国家重大战略项目外, 全面停止新增围填海项目, 对历史遗留围填海项目需开展生态评估, 科学评判围填海项目对海洋生态环境影响。湛江市东海岛临港工业区用海规划获得批复后, 已于2014年完成一阶段填海工程, 其中, 部分用海未完善用海手续。目前对围填海工程建设, 通常采用类比、预测等方式开展海洋生态环境影响评价, 疏于对工程建成后的跟踪评价, 不利于准确掌握工程建设造成的实际环境影响; 本文基于工程前、工程建设期及工程后的海洋生态调查数据, 客观、准确评估东海岛围填海工程对海洋生态环境造成的实际影响, 为后续处理未完善用海手续的填海活动提供决策依据。

1 项目概况



图1 工程位置图

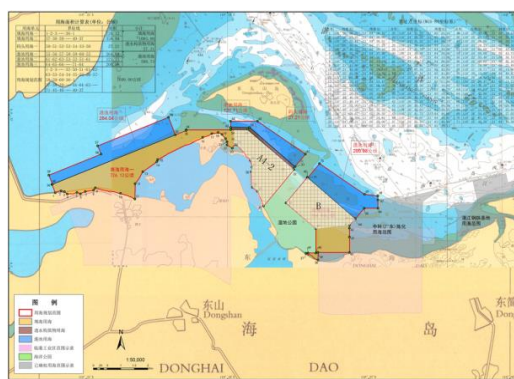


图2 一阶段填海工程平面图

广东省湛江市东海岛临港工业区选址位于东海岛北侧湛江湾内，与东山头岛隔海湾相望，距离湛江市区约 40 km，见图 1，工业区规划用海面积 1699.00 ha，其中填海面积 1085.06 ha；一阶段吹填范围为 A4-2 区和 B 区两个区块，见图 2，填海面积 467.79 ha，其中 A4-2 区 261.86 ha（为保障陆域排洪，实际填海面积约 255.1028 ha，未完善用海手续的填海面积约 104.0607 ha），B 区填海 205.93 ha，工程采用先围堰后吹填工艺，围堰总长度 11.453 km，吹填方量 3640.49 万 m³，一阶段填海工程于 2011 年 11 月开工，2014 年 6 月竣工。

2 调查数据概况

调查数据来源于《湛江开发区工程塑料生产基地项目填海工程海洋环境影响报告书》，包括 2008~2017 年间东海岛北部湛江湾海域生态环境调查资料，时间跨度上涵盖了填海工程建设前、建设期及建设后各阶段，同时各阶段数据中包含春秋两季数据；数据内容包括水质、沉积物、生态及渔业资源等生态环境要素，其中生态调查资料包括叶绿素、浮游动植物、底栖生物、潮间带生物以及生物质量。各阶段调查站位分布见图 3，生态环境各要素调查站位统计表 1。

根据《广东省海洋功能区划(2011-2020 年)》，本工程主体位于东海岛北部工业与城镇用海区，水质执行三类标准，沉积物执行二类标准，双壳类海洋生物质量执行二类标准，双壳类海洋生物质量参照《全国海岸和海涂资源综合调查简明规程》和《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》(第二分册)中的海洋生物质量评价标准。



图 3 环境调查站位分布图

表 1 各要素调查站位统计表/个

时间		水质站位	沉积物站位	生态站位	渔业资源站位
填海工程建设前	2008 年 3 月	17	9	11	/
	2010 年 11 月	17	9	11	3
填海工程建设期	2013 年 11 月	12	/	9	4
	2014 年 3 月	29	24	23	10
填海工程建设后	2015 年 11 月	14	8	9	4
	2016 年 3 月	14	8	9	4

3 影响分析

3.1 对水质影响分析

海水水质主要指标包括 DO、COD、无机氮、活性磷酸盐、石油类以及重金属等，填海工程各阶段水质监测结果见表 2。对比各阶段水质，工程所在海域 DO 平均浓度在 6.35~7.5mg/L 之间，达一类海水水质标准，且工程前后变化幅度较

小；COD 平均浓度在 0.75–1.47 mg/L 之间，达一类海水水质标准；无机氮除工程后 2015 年秋季较高外，工程各阶段无明显变化规律；活性磷酸盐除工程前 2010 年秋季和工程后 2015 年秋季较高，为劣四类外，其余阶段平均浓度在 0.013–0.03 mg/L 之间，达三类及以上水质标准，施工期间 2013 年秋季甚至达到一类标准；石油类浓度总体上呈上升趋势，工程前石油类浓度均小于 0.05 ug/L，达一类水质标准，工程后降为三类标准，主要与东海岛码头、石化、钢铁等项目逐渐增多有关。重金属包括汞、铜、铅、镉、锌等，其含量都出现波动性变化。其中锌、铜、铅浓度总体上呈现为工程期间浓度较高，工程后恢复至工程前水平，甚至低于工程前浓度；汞、镉浓度在数值上逐渐上升，在水质类别上汞指标达二类及以上，镉指标达一类海水水质标准。

因而总体上，本填海工程建设前后湛江湾海域水质较好，考虑到季节、开发等自然及人类活动因素，大部分水质指标在正常波动范围内，未因填海活动而发生水质明显恶化；此外石油指标类别发生下降，主要与该海域石化、钢铁以及配套的码头项目增多有关。

表 2 工程海域海水水质监测结果

时间		DO	COD	无机氮	活性磷酸盐	石油类	砷	锌	铜	铅	汞	镉
		(mg/L)				(ug/L)						
工程 建设前	2008.03	7.31	0.88	0.266	0.030	0.024	/	18.4	2.74	2.11	0.026	0.09
	2010.11	7.44	1.05	0.337	0.176	0.020	/	11.5	1.88	0.73	0.027	0.04
工程 建设期	2013.11	7.50	1.28	0.116	0.013	0.060	0.64	18.4	8.15	1.70	0.061	0.16
	2014.03	6.40	0.75	0.285	0.028	0.012	2.00	35.5	5.34	2.77	0.038	0.31
工程 建设后	2015.11	7.50	1.13	0.754	0.054	0.081	1.70	8.4	1.27	0.88	0.184	0.94
	2016.03	6.35	1.47	0.127	0.029	0.116	1.40	<3.1	0.76	0.68	0.050	0.24

注：“/”为未检测。

3.2 对沉积物环境影响分析

填海工程施工过程中，围堰施工、陆域吹填溢流会导致泥沙悬浮扩散，随潮流运动落淤至周边海床，成为新的表层沉积物。本工程填充物料均来自本海域，根据围填海填充物理化性质检测结果，填充物质量符合《围填海工程填充物质成分限值》二类标准，满足该海域海洋功能区划沉积物质量标准要求。

根据工程建设各阶段沉积物质量监测结果，见表 3 有机碳含量呈现减小趋势，平均含量基本小于 1.5%，达到沉积物一类标准；硫化物指标较好，在 38.88–108.7 mg/kg 之间，均达到沉积物一类标准；工程后沉积物中石油类含量较工程前增加，但仍达到沉积物一类标准，与海水中石油类浓度变化趋势一致；砷含量在工程建设期间及建设后基本稳定，在 2.08–7.17 mg/kg 之间，达到一类标准，远低于建设前 2010 年秋季；汞、铜、铅、锌、镉含量在工程各阶段变化较小，均达到沉积物一类标准；铬在工程建设期间及工程建设后平均含量分别为 9.5 mg/kg、22.7 mg/kg，达沉积物一类标准，较工程前大幅改善。

综上，本填海工程建设前后湛江湾海域沉积物质量较好，基本达到沉积物一类标准，且除石油类外，各类指标总体保持稳定；石油类含量有所提升，与海水中石油类浓度变化趋势基本一致，主要受该海域石化、钢铁及港口码头项目影响。

表 3 工程海域沉积物监测结果

时间		有机碳	硫化物	石油类	汞	砷	铜	镉	铅	锌	铬
工程 建设前	2008.03	1.51	/	89.9	0.035	/	12.4	0.35	27.6	41	/
	2010.11	1	60.9	210.1	0.047	22.3	16.7	0.12	26.7	102.1	110.8
工程 建设期	2014.03	0.83	38.88	2.728	0.036	5.1	9.1	/	14.7	40	9.5
工程 建设后	2015.11	0.74	108.7	486	0.031	2.08	13.7	0.1	25.9	74	/
	2016.03	0.59	/	316.5	0.039	7.17	9.5	0.1	27.9	47.2	22.7

注：“/”表未检测，除有机碳单位为 $\times 10^{-2}$ 外，其余均为 $\times 10^{-6}$ 。

3.3 对海洋生态环境影响分析

3.3.1 对叶绿素 a 和浮游植物影响分析

水体中悬浮物浓度升高,会降低水体透光率、营养盐释放率和吸附效率等,导致浮游植物光合作用能力在一定时间内减弱,在一定程度上影响水体的初级生产能力^[2]。徐兆礼等^[3]对悬沙影响浮游植物的问题进行了多项研究,得出悬沙对微绿球藻和牟氏角毛藻的生长有一定抑制作用,但当悬沙沉降、水体变清后,藻类生长可恢复正常。因而本工程在施工阶段,因底床扰动及吹填溢流导致水体悬沙浓度增大,会在短时间内对局部区域的叶绿素 a 和浮游植物产生一定不利影响。

填海工程建设前后湛江湾海域叶绿素 a 及浮游植物多年调查数据见表 4,叶绿素 a 浓度年际间发生波动,但波动范围较正常,除 2014 年浓度较高达到 3 mg/m^3 外,其余年份基本在 1 mg/m^3 左右。浮游植物种类数、多样性指数和均匀度指数基本稳定,种类数在 55 左右,多样性指数在 1.5 左右,均匀度指数在 0.4 左右;除 2010 年细胞总密度较高外,其余年份细胞总密度基本稳定,2010 年 11 月细胞密度偏大,可能原因为同期活性磷酸盐浓度高于其他调查期,引起浮游植物较快繁殖。

从湛江湾海域叶绿素 a 和浮游植物长期调查数据对比分析来看,本填海工程对叶绿素 a 和浮游植物的影响不大。

表 4 叶绿素 a 及浮游植物调查结果统计

时间		叶绿素 a/ $\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$			浮游植物			
		最大值	最小值	平均值	种类	细胞总密度/ $\text{cells} \cdot \text{m}^{-3}$	H'	J
工程 建设前	2008.03	2.26	0.69	1.45	52	61.2×10^4	2.28	0.58
	2010.11	4.11	0.45	1.08	47	13061.27×10^4	0.56	0.13
工程 建设期	2013.11	1.12	0.44	0.64	55	261.89×10^4	1.58	0.39
	2014.03	5.02	1.47	3.27	71	225.10×10^4	1.54	0.43
工程 建设后	2015.11	1.71	0.46	0.97	55	683.92×10^4	1.12	0.27
	2016.03	0.9	0.22	0.54	54	99.24×10^4	2.39	0.69

3.3.2 对浮游动物影响分析

填海工程施工期间,一方面施工活动掩埋或碰撞会导致浮游动物直接死亡,另一方面施工产生的悬浮泥沙扩散引起局部海域内水体浑浊度增大,会导致浮游动物受到间接影响^[4-5]。

从工程建设前后湛江湾海域浮游动物调查数据来看,见表 5,除 2008 年和 2016 年春季外,浮游动物种类、个体密度、生物量以及生物多样性指数和均匀度指数均在正常范围内波动,未有明显降低趋势,生物多样性和均匀度水平相对较高,表明浮游动物生态环境较好。2008 年和 2016 年春季调查结果中,优势种均有夜光虫,个体密度数据偏大可能与夜光虫在春季水温、水质合适的情况下大量繁殖有关。

总体上,工程建设前后及工程建设期间,所在海域的浮游动物各类指标未明显下降,表明本围填海建设未对浮游动物产生较大不利影响。

表 5 浮游动物调查结果及统计

时间		种类	总个体密度 / $\text{ind} \cdot \text{m}^{-3}$	主要优势种	生物量/ $\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$	H'	J
工程 建设前	2008.03	67	8257.89	夜光虫、瘦尾胸刺水蚤	8969.02	1.43	0.31
	2010.11	39	118.74	、亚强次真哲水蚤、钳形歪水蚤、刺尾纺锤水蚤等	190.15	2.28	0.77
工程 建设期	2013.11	63	146.75	亚强真哲水蚤、强额拟哲水蚤、百陶箭虫等	29.32	3.3	0.8
	2014.03	60	162.99	夜光虫、刺尾纺锤水蚤、瘦尾胸刺水蚤等	43.54	2.21	0.56
工程 建设后	2015.11	45	95.01	红纺锤水蚤	26.66	2.99	0.77
	2016.03	30	1424.39	夜光虫	29.14	0.77	0.22

3.3.3 对潮间带生物的影响分析

本填海工程位于潮间带, 工程建设永久占用滩涂潮间带面积约 467.79 ha, 潮间带生物损失约 605t, 一方面因填海压占导致工程区域的潮间带生物完全损失且无法恢复, 对潮间带生境造成一定破坏, 同时对附近区域以潮间带生物为饵料的禽类、鸟类、鱼类、甲壳动物等生物产生一定不利影响。

根据工程建设前后周边潮间带生物调查数据对比分析, 见表 6, 潮间带生物种类数未发生较明显变化; 总个体密度和生物量在建设期有所上升, 建设后略有下降, 多样性指数和均匀度指数较工程前进一步提升, 表明工程周边海域潮间带生物生态环境较好, 未受到本填海工程扰动。

表 6 潮间带生物调查结果及统计

时间		种类	总个体密度/ ind·m ⁻²	生物量/ g·m ⁻²	H'	J
工程建设前	2008.03	22	31.20	15.63	1.89	0.67
	2010.11	68	144.33	243.16	2.32	0.55
工程建设期	2013.11	33	60.00	52.68	4.26	0.95
	2014.03	27	220.80	242.04	1.55	0.85
工程建设后	2015.11	27	56.45	39.97	3.93	0.90
	2016.03	28	58.67	17.98	3.97	0.91

3.3.4 对渔业资源的影响分析

填海工程对渔业资源的影响主要表现在施工期间悬浮物扩散引起鱼类尤其是鱼卵仔鱼损失^[6-8], 经悬浮泥沙输移扩散数值模拟分析, 填海施工期间海水悬浮泥沙浓度增量>10mg/L、>20mg/L、>50mg/L、>100mg/L 的包络面面积分别为 33.68km²、26.36 km²、21.14 km²、17.23 km², 参照《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》(SC/T9110-2007), 悬浮泥沙扩散共造成鱼卵损失 36×10⁶ 粒, 仔鱼损失 5.3×10⁶ 尾, 游泳生物损失 2781kg。

从工程所在海域渔业资源长期调查数据来看, 见表 7, 工程所在海域鱼卵仔鱼和游泳生物的种类数基本稳定, 鱼卵平均密度有所上升, 仔稚鱼和游泳生物密度较工程建设前略有下降。上述结果表明填海工程对仔稚鱼和游泳生物产生了扰动、驱赶作用, 造成了部分渔业资源损失, 但资源种类数没有发生较大变化, 说明工程建设并未严重破坏生态系统结构与功能, 渔业资源损失可以通过实施增殖放流、人工鱼礁等生态修复措施予以补偿。

表 7 鱼卵仔鱼及游泳生物调查结果

时间		种类	鱼卵平均密度 /ind·m ⁻³	仔稚鱼平均密度 /ind·m ⁻³	种类	资源密度/ kg·km ⁻²
工程建设前	2008.03	8	0.792	77.4×10 ⁻³	69	568.56
	2010.11	11	0.121	58.0×10 ⁻³	144	678.08
工程建设期	2013.11	5	0.436	19.8×10 ⁻³	91	397.13
	2014.03	10	1.435	11.8×10 ⁻³	98	357.46
工程建设后	2015.11	11	1.744	16.6×10 ⁻³	85	331.31
	2016.03	11	1.162	19.9×10 ⁻³	91	311.56

4 结论

通过收集本填海工程所在的湛江湾海域工程建设前、工程建设期及工程建设后海洋生态环境历史调查资料, 从海水水质、沉积物质量、海洋生态、渔业资源等角度, 对比分析了湛江市东海岛临港工业区一阶段填海工程建设前后海洋生态环境变化情况, 得出结论如下:

- 本填海工程建设前后湛江湾海域水质较好, 除石油类外, 其余水质指标变化在正常波动范围内, 水质未因本填海工程而发生明显恶化; 石油指标类别发生下降, 与该海域石化、钢铁以及配套的码头项目增多有关。
- 本填海工程建设前后湛江湾海域沉积物质量基本达到一类标准, 且除石油类外, 各类指标总体保持稳定; 沉积

物中石油类含量有所提升,与海水中石油类浓度变化相呼应。

c) 本填海工程对湛江湾海域叶绿素 a 和浮游植物的影响不大,浮游动物各类指标未明显下降;工程区域潮间带生物受填海压占永久损失,工程周边潮间带生物主要指标未发生较明显变化,潮间带生物总体生态环境较好。

d) 本填海工程施工期间悬浮泥沙扩散造成了一定量的渔业资源损失,同时对对仔稚鱼和游泳生物产生了扰动、驱赶作用,但资源种类数变化较小,生态系统结构与功能未受严重破坏,渔业资源损失可以通过实施增殖放流、人工鱼礁等生态修复措施予以补偿。

e) 总体上,未发现本填海工程对湛江湾海域海洋生态环境造成重大不利影响,根据现有工程实践经验,潮间带生物及渔业资源损失可通过增殖放流、岸线修复、生境重塑等手段予以补偿。

[参考文献]

- [1] 国务院关于加强滨海湿地保护严格管控围填海的通知[Z]. 国发(2018) 24号.
- [2] 宋伦,杨国军,王年斌等. 悬浮物对海洋生物生态的影响[J]. 水产科学,2012,31(7):444-448.
- [3] 徐兆礼,易翠萍,沈新强,等. 长江口疏浚弃土悬沙对2种浮游植物生长的影响[J]. 中国水产科学,1999(1):33-36.
- [4] 张艳,郑琳,陈碧鹃,等. 悬浮物对浮游植物和浮游动物的急性毒性效应[J]. 渔业科学进展,2014,35(2):16-21.
- [5] 白雪梅,徐兆礼. 底泥悬浮物对水生生物的影响[J]. 上海海洋大学学报,2000,9(1):65-68.
- [6] 徐文远,王勇,肖广侠. 悬浮物对褐牙鲆幼鱼的急性毒理效应[J]. 海洋湖沼通报,2016(6):80-86.
- [7] 马绍赛. 水体悬浮物的生态损害分析与研究展望[C]. 山东:中国海洋湖沼学会水环境分会中国环境科学学会海洋环境保护专业委员会2012年学术年会论文摘要集,2012.
- [8] 罗辉,黄一平,莫怡玉,etal. 底泥悬浮物对南方海水养殖鱼类成活影响研究[C]. 重庆市水产学会:中国南方十六省,2010.

作者简介:陈翔(1991.2-),男,河海大学,港口海岸及近海工程,上海勘测设计研究院,工程师。