

跨海大桥工程对附近海域水质和生态环境的影响及其跟踪监测验证

曹静,许恒韬,赵沧海,王志富,林柏,陈立红

(自然资源部第二海洋研究所工程海洋学重点实验室 杭州 310012)

摘要:为掌握跨海大桥工程的建设实施对附近海域水质和生态环境的影响,文章以舟山市小干二桥工程为例,系统分析工程施工工期对附近海域水质和生态环境的影响因素、影响方式、影响性质和影响程度,并结合收集的工程附近海域历年水质和生态环境状况的跟踪监测资料,对比分析工程实施前后附近海域水质和生态环境的实际变化情况,验证工程的建设实施对附近海域水质和生态环境的影响程度。研究表明:小干二桥工程的建设实施对附近海域水质和生态环境的影响较小。

关键词:跨海大桥;海水质量;生态环境;跟踪监测

中图分类号:P76;P752

文献标志码:A

文章编号:1005-9857(2020)10-0094-05

Studying and Tracking Monitoring Verification of Influences of Cross-sea Bridge Projects on Water Quality and Ecological Environments in nearby Sea Areas

CAO Jing, XU Hengtao, ZHAO Canghai, WANG Zhifu, LIN Bo, CHEN Lihong

(Key Laboratory of Engineering Oceanography, Second Institute of Oceanography, MNR, Hangzhou 310012, China)

Abstract: In order to study the influence of the construction of the cross sea bridge project on the water quality and ecological environment of the nearby sea areas, the Second Xiaogan Bridge Project in Zhoushan City was taken as an example in this paper. The study systematically analyzed the influencing factors as well as the mechanisms, nature, and degree of influences of project construction on the nearby sea water quality and ecological environment. Simultaneously, measurements of the degree of influence of project implementation on the water quality and ecological environment were conducted. This was done by taking into account the collected monitoring data on current water quality levels and ecological environment in the nearby sea area over recent years. Additionally, the degree of influence was measured by comparing and analyzing changes in the nearby sea

收稿日期:2020-05-18;修订日期:2020-09-11

基金项目:浙江省自然科学基金项目(LY15D060004).

作者简介:曹静,工程师,硕士,研究方向为海洋环境影响评价和海洋环境监测

通信作者:陈立红,高级工程师,硕士,研究方向为海洋环境影响评价和海洋环境监测

water quality and ecological environment before and after the project implementation. The results showed that the construction of the Second Xiaogan Bridge Project had little impact on the water quality and marine ecological environment of the sea area near the project.

Key words: Cross-sea bridge, Sea water quality, Ecological environment, Tracking monitoring

0 引言

随着我国综合国力、经济发展水平、科学技术和水平和社会交流程度的提升,跨海大桥成为促进两地经济和文化交流的重要交通枢纽,越来越多的跨海大桥相继建成或开工。跨海大桥是在海上建造的桥梁工程,通常跨度较长,短则数千米、长则数十千米,结构复杂且建设周期较长,因此工程建设可能对附近海域水质和生态环境产生一定的影响。目前我国关于跨海大桥工程对附近海域影响的研究较少^[1-2],关于跨海大桥工程实施前后其附近海域水质和生态环境实际变化情况的跟踪监测研究更是尚未见报道。本研究以舟山市小干二桥为例,系统分析跨海大桥工程对附近海域水质和生态环境的影响因素、影响方式、影响性质和影响程度,同时收集和整理历年调查资料,进一步验证跨海大桥工程对附近海域水质和生态环境的影响。

1 调查和评价方法

1.1 水质和生态环境调查

舟山市小干二桥工程南起于小干岛规划环岛南路,北止于港岛路与海天大道路口。小干二桥全长 1.46 km,分为主桥、临城新区侧引桥和小干岛侧引桥三大部分。主桥采用自锚式悬索桥方案,跨径为 370 m;引桥采用混凝土连续箱梁方案,跨径为 35~40 m。该工程于 2015 年 5 月 12 日开工,主体工程于 2017 年 12 月 20 日完工。

对小干二桥工程附近海域水质和生态环境共进行 3 次调查^[3-5],分别是工程施工前(2012 年 4 月,由自然资源部第二海洋研究所完成)、工程施工中(2016 年 5 月,由舟山市海洋环境监测预报中心完成)和工程施工后(2019 年 4 月,由自然资源部第二海洋研究所完成)。调查站位如图 1 所示。

海水水质的调查内容包括悬浮物、化学需氧量、溶解氧、无机氮、活性磷酸盐和石油类,海洋生态环境的调查内容包括浮游植物、浮游动物、潮间

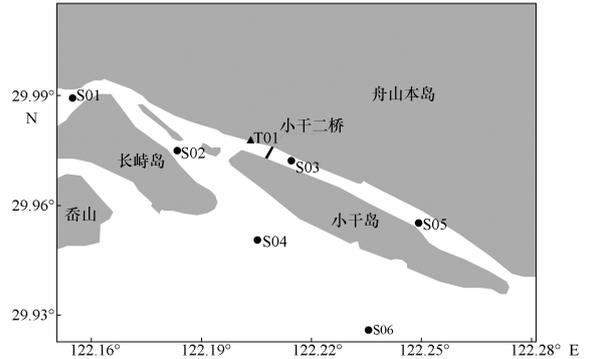


图 1 调查站位

带生物和底栖生物。调查过程中的样品采集、储存、运输和预处理及其分析和测定均按照《海洋调查规范》(GB/T 12763—2007)和《海洋监测规范》(GB 17378—2007)的相关要求进行。

1.2 评价方法

海水水质采用单因子评价标准指数法评价,如果评价因子的标准指数大于 1,表明该因子超过相应的海水水质评价标准。海洋生态环境考量海洋生物多样性,采用 Shannon-Weaver 指数法评价。

(1)化学需氧量、无机氮、活性磷酸盐和石油类的标准指数计算公式为:

$$S_{ij} = C_{ij} / C_{si}$$

式中: S_{ij} 为评价因子 i 在站位 j 的标准指数; C_{ij} 为评价因子 i 在站位 j 的质量浓度; C_{si} 为评价因子 i 的评价标准。

(2)溶解氧的标准指数计算公式为:

$$S_j = |f - C_j| / (f - S), (C_j \geq S)$$

$$S_j = 10 - 9C_j / S, (C_j < S)$$

$$f = 468 / (31.6 + t)$$

式中: S_j 为溶解氧在站位 j 的标准指数; f 为饱和溶解氧的质量浓度; C_j 为溶解氧在站位 j 的实测浓度; S 为溶解氧的评价标准; t 为水温。

(3)Shannon-Weaver 指数的计算公式为:

$$H' = - \sum_{i=1}^S (N_i / N) \log_2 (N_i / N)$$

式中: S 为样品中的生物种类数; N_i 为样品中第 i 种生物的个体数; N 为样品中的生物总个体数。

2 跨海大桥工程对附近海域水质的影响

2.1 总体分析

综合小干二桥工程的规模、性质和施工特点,工程施工期对附近海域水质的污染源主要包括悬浮泥沙废水、施工人员生活污水、施工废水、施工船舶含油废水和钻渣泥浆。①悬浮泥沙废水主要来自桥梁基础作业,包括临时栈桥和承台等的搭建和拆除等施工过程;②施工人员生活污水主要来自宿舍水房、食堂、办公地点和施工船舶,主要污染物为化学需氧量、氨氮、悬浮物和动植物油;③施工废水主要来自施工机械的“跑冒滴漏”以及雨水冲刷产生的油污水和砂石料加工冲洗废水,主要污染物为悬浮物和石油类;④施工船舶含油废水主要来自拖轮、运输驳、救护艇、砂石驳、交通船和打桩船等施工船舶的舱底油污水,主要污染物为石油类;⑤钻渣泥浆主要来自钻孔桩施工,主要成分为泥质、砂石和基岩屑。

根据调查结果^[6],在小干二桥工程施工期,临时栈桥和承台的搭建和拆除等施工都尽量在低潮位时进行;施工人员生活污水经收集和处理后回用,无外排;设置专门的材料堆场,并有防风 and 防雨设施;施工船舶均有船舶防油污证书,含油废水均铅封管理,并送至具有处理资质的单位处理;钻孔泥浆水经沉淀池简易处理后,泥浆水和泥浆钻渣统一运送至指定位置处理。因此,工程施工期施工人员生活污水、施工废水、施工船舶含油废水和钻渣泥浆对附近海域水质不会造成影响;桥梁基础施工尽量在低潮位时进行,最大限度地减少悬浮泥沙对水质的影响。

2.2 跟踪监测验证

结合工程施工期污染源的特点,选取悬浮物、化学需氧量、溶解氧、无机氮、活性磷酸盐和石油类为调查对象,根据工程实施前后附近海域水质调查资料,对小干二桥工程对附近海域水质的影响进行跟踪监测验证(图2)。

由图2可以看出:工程实施前后附近海域悬浮物平均浓度的变化幅度不大,2016年桥梁基础施工

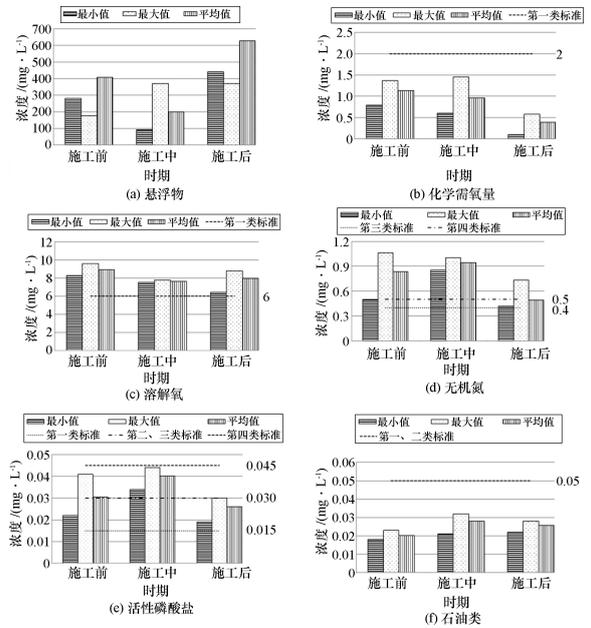


图2 工程实施前后附近海域水质的变化情况

也未引起附近海域悬浮物浓度大幅增加,这可能与尽量在低潮位时施工有关;化学需氧量、溶解氧、无机氮、活性磷酸盐和石油类平均浓度总体保持不变,表明工程施工对附近海域水质影响不大,与前文分析结果一致;除无机氮和活性磷酸盐外,化学需氧量、溶解氧和石油类均符合《海水水质标准》(GB 3097—1997)^[7]中的第一类标准。调查海域呈富营养化状态,主要是受长江、钱塘江和杭州湾等径流以及沿岸陆源排污的影响^[8-9],而非本工程施工所致。

3 跨海大桥工程对附近海域生态环境的影响

3.1 总体分析

在采取各项有效污染防治措施的基础上,小干二桥工程对附近海域水质的主要污染因子为桥梁基础施工扰动潮间带底泥等产生的悬浮泥沙,而悬浮泥沙入海可能对附近海域的浮游生物产生不利影响。相关报道表明^[10-11]:一方面,悬浮泥沙与海水混合后将在局部海域形成悬浮物含量很高的水团,可削弱水体透光性和降低海洋初级生产力,导致浮游植物数量减少;由于泥沙的沉降,一些浮游植物被一同裹挟沉降,导致浮游植物的种类和数量都有所减少。另一方面,由于浮游植物数量减少,

作为水体次级营养级并以浮游植物和有机碎屑为食物的浮游动物的生存环境将受到影响;悬浮物黏附在浮游动物体表会干扰其正常生理功能,尤其滤食性浮游动物会吞食一定粒径的悬浮物,造成其内部消化系统紊乱,影响其生长率和摄食率等,从而造成浮游动物数量减少。小干二桥工程的桥梁基础施工尽量在低潮位时进行,受施工条件限制,整个施工期间局部因桩基施打和拔除等作业扰动底泥产生的悬浮泥沙对附近海域水质的影响范围和程度有限,进而可以判断其对附近海域浮游生物的影响不大。

小干二桥工程对潮间带生物和底栖生物的影响主要体现在基础工程占用海域和施工过程中造成的生物损失。在施工中,栈桥和承台的搭建会占用一定面积的海床,造成该海域潮间带生物和底栖生物损失,但随着栈桥和承台的拆除,该海域潮间带生物和底栖生物的生境将逐渐恢复。桥墩会永久

占用一定面积的海床,该海域潮间带生物和底栖生物的生境将永久损失。此外,由于栈桥、承台和桥墩在施工过程中会对该海域外侧一定范围内的底泥造成干扰,进而导致潮间带生物和底栖生物的生境受损,并引发部分潮间带生物和底栖生物死亡;但随着施工结束,该海域潮间带生物和底栖生物将在一定时间内逐渐恢复。总体来看,小干二桥工程对潮间带生物和底栖生物的影响范围是局部的,生境永久损失的范围仅为桥墩占用的海床;而栈桥和承台等临时施工和扰动区域(一般为施工区域外侧 10 m 内)对潮间带生物和底栖生物的影响是暂时亦是局部的,施工结束其影响随之消失,潮间带生物和底栖生物的生境、生物量和生物密度将在一定时间内恢复。

3.2 跟踪监测验证

小干二桥工程实施前后附近海域生态环境的调查数据如表 1 和表 2 所示。

表 1 浮游生物的变化情况

时期	浮游植物		浮游动物	
	生物密度($\times 10^5$)/ (ind. \cdot m $^{-3}$)	H'	生物密度/ (ind. \cdot m $^{-3}$)	H'
施工前	21.15	2.052	106.08	2.05
	(18.39~29.01)	(1.874~2.160)	(45.00~177.00)	(1.32~2.66)
施工中	2.87	3.337	42.18	2.05
	(1.14~5.03)	(3.17~3.52)	(10.00~81.80)	(1.74~2.61)
施工后	8.23	2.785	171.32	2.77
	(2.00~17.7)	(2.490~3.000)	(28.81~351.00)	(2.21~3.17)

注:括号内为变化范围。

表 2 潮间带生物和底栖生物的变化情况

时期	潮间带生物			底栖生物		
	生物量/ (g \cdot m $^{-2}$)	生物密度/ (个 \cdot m $^{-2}$)	H'	生物量/ (g \cdot m $^{-2}$)	生物密度/ (个 \cdot m $^{-2}$)	H'
施工前	19.15	85	1.922	1.97	76	0.950
				(0.02~7.58)	(15~200)	(0.523~1.459)
施工中	14.87	156	1.545	1.32	92	1.535
				(0.15~4.15)	(15~230)	(0.720~2.460)
施工后	72.00	91	3.455	6.27	50	0.959
				(0.40~17.00)	(40~60)	(0.918~1.000)

注:括号内为变化范围。

由表1可以看出:浮游植物和浮游动物的生物密度因工程施工而有所下降,但生物多样性有所上升或保持不变,表明工程施工对浮游生物的影响不大;施工后浮游植物和浮游动物的生物密度均有所回升,生物多样性也较稳定,表明悬浮泥沙对浮游生物的影响随着施工结束而消失。总体来看,小干二桥工程对附近海域浮游生物的影响不大,与前文分析结果一致。

由表2可以看出,工程施工中附近海域潮间带生物和底栖生物的生物量和生物密度并未明显下降,进一步证明工程施工对潮间带生物和底栖生物的影响仅限于局部范围,与前文分析结果一致。

4 结语

本研究以小干二桥工程为例,从理论角度系统分析跨海大桥工程施工对附近海域水质和生态环境的影响,并结合历年跟踪监测的调查资料,验证工程施工对海水水质和海洋生态环境的影响较小。此外,由于工程建设单位和施工单位在思想上高度重视海洋环境保护工作,在施工期间积极落实各项污染防治和环境保护措施,最大限度地减少工程施工对附近海域水质和生态环境的影响,实现海洋开发利用与生态环境保护的和谐共赢。

参考文献

[1] 饶欢欢,彭本荣,刘岩,等.海洋工程生态损害评估与补偿:以厦

门杏林跨海大桥为例[J].生态学报,2015,35(16):5467-5476.

- [2] 罗东莲.悬浮物对鱼卵仔稚鱼的影响分析及其损失评估:以厦漳跨海大桥工程为例[J].海洋通报,2010,29(4):439-443.
- [3] 国家海洋局第二海洋研究所.舟山市小干二桥工程环境影响报告书[R].杭州:国家海洋局第二海洋研究所,2014.
- [4] 舟山市海洋环境监测预报中心.舟山江海联运服务中心小干商务区建设项目海洋环境现状调查报告[R].舟山:舟山市海洋环境监测预报中心,2016.
- [5] 自然资源部第二海洋研究所.舟山市小干岛西部海域海洋生态环境及渔业资源现状调查与评价(春季)专题报告[R].杭州:自然资源部第二海洋研究所,2019.
- [6] 舟山市海洋环境监测预报中心.舟山市小干二桥工程环境影响跟踪监测监理报告[R].舟山:舟山市海洋环境监测预报中心,2018.
- [7] 国家环境保护局,国家海洋局.海水水质标准:GB 3097-1997[S].北京:中国标准出版社,1998.
- [8] 金敬林,蔡丽萍,余建涛.2016-2017年夏季舟山近岸海域富营养化程度与浮游植物多样性[J].海洋开发与管理,2020,37(1):51-55.
- [9] 舟山市海洋与渔业局.2017年舟山市海洋环境公报[R].舟山:舟山海洋与渔业局,2018.
- [10] 张文冬,张永信,路江华,等.码头工程施工期悬浮泥沙对海洋生态环境的影响[J].工业污染防治与生态保护,2015,31(3):42-46.
- [11] 姜维国.黑龙江、松花江航道疏浚工程对水生生物环境影响研究[J].环境科学与管理,2014,39(4):148-151.