

珠江口航道疏浚对海洋生态影响及 渔业资源损失的定量分析

余日清 李适宇

(中山大学环境科学研究所, 广州 510275)

摘 要 通过对海洋生物资源的现状调查, 采用二维水质扩散模型预测, 定量分析了航道疏浚、海上倾废对珠江口海洋底栖生物资源和渔业资源的损失及影响。疏浚工程造成主要经济底栖生物资源损失量为 1 397.7 t, 海上倾废造成邻近海区渔业损失产量为 1 336.4 t。

关键词 航道疏浚, 生态影响, 渔业资源损失

分类号 X 826

广州港是我国华南地区的主枢纽港之一。由于广州黄埔出海航道水深不足 (仅 - 8.6 m 左右), 大型船舶无法直接进港, 广州港计划在“九五”期间用 3 年时间, 把全长 110 km 的广州港黄埔出海航道浚深至 - 11.5 m, 使 3.5 万吨级船舶可乘潮进港, 并确定以伶仃水道为广州港出海航道 (图 1)。珠江口海区为多种水生经济动物繁殖及其幼体成育的重要场所。珠江口 20 m 水深以内的浅海区范围已经广东省人大常委会确定为幼鱼、幼虾保护区。广州港出海航道的建设和海上倾废必然对珠江口海洋生态及渔业资源造成影响, 其生态影响具体为多少, 尤其是对海域底栖动物及渔业资源造成的损失有多大, 都是传统环境评价必需回答却难以回答的问题。为了分析研究这类影响, 于 1996 年 7 月~ 1998 年 5 月对珠江口航道区及海上抛泥区的海洋生态及水质进行了采样分析和资料调研。本文侧重分析该两区施工可能引起的海洋生态损益影响。

1 珠江口海洋生物资源状况

1.1 海洋游泳动物及主要渔业资源的种类组成和繁殖特征

根据南海水产研究所 1986~ 1987 年对珠江口伶仃洋水域的渔业资源调查表明^[1,2], 河口区水域共采集到鱼类 154 种, 隶属于 15 目 57 科 97 属; 浅海区采集到鱼类 119 种, 隶属于 11 目 50 科 84 属。虾类 25 种, 分隶 2 派 5 科 9 属。本水域鱼类优势经济种类有丽叶鲷、棘头梅童鱼、凤鲚、银鲳、广东鲂等。名优种类有黄唇鱼、鲷鱼、鳗鲡、中国鲳、鲈鱼和大黄鱼。珠江口海区 1990~ 1991 年的调查结果则表明^[3], 该海域共采获鱼类 135 种, 隶属于 14 目 56 科 96 属。头足类采获种类 17 种, 隶属于 3 目 4 科 6 属。

珠江口河口及浅海是南海北部多种经济鱼虾类索饵产卵的主要场所之一, 是南海北部

水产资源的摇篮和种苗库。研究表明, 珠江口河口区和浅海区各种鱼虾类种群产卵时间延续较长, 3~7个月长短不等, 绝大多数种群的主要产卵期集中在珠江丰水期间的4~8月份。

1.2 海洋底栖动物

珠江口海区栖息底栖生物约456种, 隶属于150科。其中, 海绵动物4科7种; 腔肠动物13科14种; 虫类1科2种; 环节动物16科23种; 软体动物52科158种; 节肢动物31科185种; 棘皮动物23科49种; 原索动物1科2种; 藻类植物8科13种。

本次调查共采获底栖生物45种, 其中, 节肢类居首位, 有20种; 鱼类18种; 软体类5种; 环节类2种。本海区底栖生物的平均总生物量为 19.95 g/m^2 。在生物量组成中以软体类最多, 平均生物量为 14.45 g/m^2 , 占总生物量的72.4%; 节肢类次之, 平均生物量为 5.35 g/m^2 ; 环节类最少, 平均生物量为 0.15 g/m^2 。调查海区生物量分布不均匀, 呈南部高于北部的分布特征。内伶仃岛与淇澳岛之间海区的底栖动物生物量最高, 达 39.90 g/m^2 , 以软体类占优势。

1.3 水产养殖及渔场资源状况

珠江口水域是广东省重要的水产养殖区。其传统的牡蛎养殖区及鱼塘和网箱养殖具体分布见图1。本项目拟选的淇澳东北抛泥区和东南抛泥区邻近淇澳岛至香洲口一带渔场, 邻近还有大铲岛、内伶仃岛至大屿山一带渔场, 渔汛期主要在3~4月和8~12月。根据本次调查结果和历年渔业资源调查资料, 由水产资源平均密度和渔捞死亡系数可计算得3年平均产量为 6.05 t/km^2 。孖沙吹填区和坭洲头抛泥区为河口地带, 并非主要的渔场作业区。

2 海洋生态影响和渔业资源损失的定量分析

为了定量地预测工程对伶仃洋海域生态环境的影响, 建立了水平方向的二维潮流数值模型和二维对流扩散数值模型, 用来模拟评价对象即疏浚悬浮物在水域的潮流流动及其在水中的迁移、转化和水平方向分布状况。根据伶仃西航道南段邻近地区即铜鼓航道疏浚泥的铜、铅、锌和镉的溶出试验, 结果表明疏浚泥溶出液中铜、镉未检出, 铅、锌分别为0.6

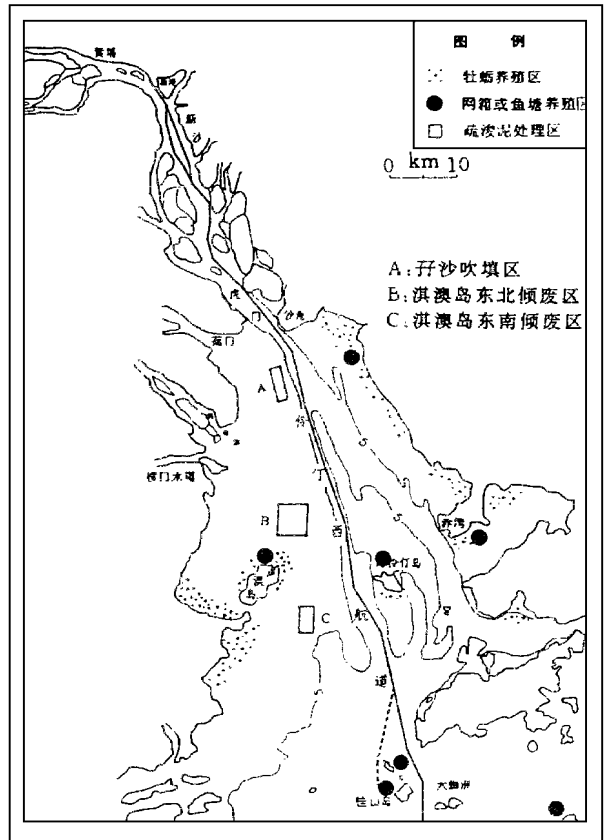


图1 广州黄埔出海航道和疏浚泥处理位置及其珠江口水产养殖分布图

~ $1.6 \mu\text{g}/\text{dm}^3$ 和 $2.7 \sim 8.6 \mu\text{g}/\text{dm}^3$, 远远低于我国一类海水水质标准^①. 因而, 在此仅以悬浮物的增加作为主要的污染因子, 研究施工引起淤泥悬浮、扩散对海洋生态的影响, 各类工程即航道疏浚、吹填、淇澳岛东南、东北区抛泥引起海域悬浮物最大增值的浓度扩散数值模拟结果见图 2 所示.

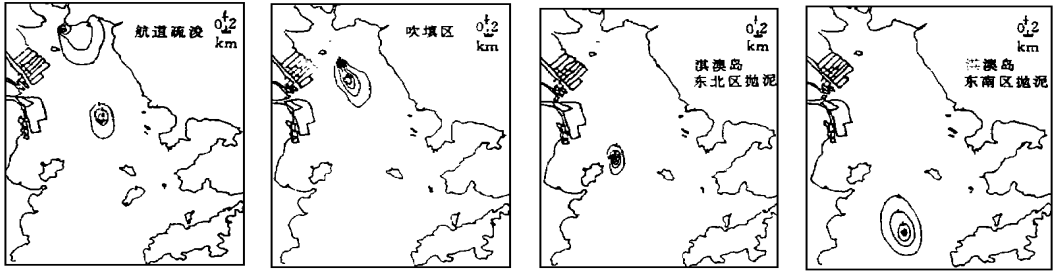


图 2 疏浚工程引起海域悬浮物最大增值的浓度分布

2.1 对海洋生态的影响

该工程可能对海洋生态造成影响的主要是伶仃西航道的疏浚挖掘和拟选的几个海洋倾废区的抛泥. 伶仃西航道的实际疏浚段长度为 43 km (原有水深约 - 8 m). 项目拟选的抛泥区主要包括: 仔沙吹填区, 面积 6.8 km^2 ; 淇澳岛东南抛泥区, 面积约 6.4 km^2 , 水深 4.8 ~ 5.6 m; 淇澳岛东北抛泥区, 面积约 13.5 km^2 , 水深 2.5 ~ 4.2 m. 中上段出海航道淤泥用于蕉门外仔沙垦区的吹填 (陆抛); 伶仃西航道南段淤泥将运至淇澳岛东南、东北倾废区抛泥 (水抛) (见图 1).

在航道疏浚施工过程中, 将会导致底层悬浮沉积物在一定范围形成高浓度扩散场. 水中大量存在的悬浮物对生物的毒理危害首先表现为堵塞或破坏海洋生物的呼吸器官, 从而造成窒息死亡, 如对营滤食性的浮游桡足类的存活和繁殖有明显的抑制作用. 室内毒性实验表明, 前鳞鲷幼鱼在香港维多利亚港疏浚淤泥悬浮液中的中毒症状主要为缺氧窒息, 镜检发现幼鱼鳃部不同程度地分布着悬浮微粒从而阻碍其正常呼吸^[4]. 大颗粒悬浮物在沉降过程中还将直接覆盖海洋底栖生物, 如贝类、甲壳类尤其是它们的稚幼体, 长时期的累积覆盖影响将导致底栖生物的减产或死亡. 此外, 水中过量的悬浮物将造成水体中溶解氧、透光率下降, 使海洋生物光合作用强度和初级生产力发生变化. 国内李纯厚等^[4]最近所做的疏浚淤泥悬浮物毒性试验表明, 悬浮相对浮游甲壳类的致死效应明显, 对卤虫无节幼体 96 h LC_{50} 为 $71.6 \text{ mg}/\text{L}$, 对浮游桡足类 48 h LC_{50} 为 $61.3 \text{ mg}/\text{L}$; 而对前鳞鲷幼鱼 96 h LC_{50} 为 $556.3 \text{ mg}/\text{L}$.

2.1.1 对航道区生态的影响 由水环境模型预测表明, 航道施工在挖泥船作业点半径约 200 m 的范围内, 航道中、上段在小潮期高潮引起水域悬浮物最大增值为 $6 \text{ mg}/\text{L}$, 影响总面积为 0.36 km^2 (图 2). 其它潮期和区域影响则更小. 研究表明航道施工对邻近水域悬浮物的影响均低于海水水质一类标准 ($10 \text{ mg}/\text{L}$). 因而, 其对航道两侧邻近水域海洋生态的影响可能并不明显.

① 国家海洋局南海海洋调查技术中心等. 深圳港铜鼓航道工程疏浚临临时海洋倾废区选划调查报告, 1996

航道开挖对海洋生态的较实质性影响是将彻底改变航道及其邻近区底面原有的底栖生态环境. 若以伶仃西航道疏浚总长度 43 km, 航道底宽 160 m 为计算依据, 则施工直接破坏的底质面积为 6.88 km², 栖息于这一范围内的底内动物和底上动物因底泥的挖离将全部丧失. 这种影响是较显著的. 根据本次海洋生态现状调查的有关数据 (底栖生物总平均生物量 19.95 g/m²) 及有关工程参数, 估算因航道疏浚挖掘而直接损失的主要经济底栖生物资源量共为 137.3 t, 其中, 底栖经济贝类 99.4 t, 经济甲壳类 36.8 t (表 1). 该区底栖生物群落的恢复估计至少需 3~4 a.

表 1 航道疏浚工程引起的海洋底栖生物资源损失量 t

项 目	底栖生物资源总量	底栖经济贝类	底栖经济甲壳类
航道施工	137.3	99.4	36.8
吹填区	466.3	337.7	125.1
淇澳岛东北倾废区	538.7	390.2	144.5
淇澳岛东南倾废区	255.4	185.0	68.5
合 计	1397.7	1012.3	374.9

2.1.2 对吹填海区生态的影响 孖沙吹填区的施工在大潮期引起悬浮物增加 > 10 mg/L 的平均影响范围为 22.29 km² (12.56~28.00 km²), 小潮期引起 SS > 10 mg/L 的平均影响范围 24.45 km² (22.45~26.67 km²) (图 2). 根据数模计算结果和海洋生态现状调查 (底栖生物总平均生物量 19.95 g/m²), 估算孖沙垦区因吹填作业而直接引起主要经济底栖生物资源损失量, 在大潮期为 444.7 t, 其中底栖经济贝类 322.1 t, 经济甲壳类 119.3 t. 在小潮期为 487.8 t, 其中底栖经济贝类 353.3 t, 经济甲壳类 130.8 t. 平均而言, 孖沙吹填区施工引起直接损失的主要经济底栖生物资源 466.3 t, 其中底栖经济贝类 337.7 t, 经济甲壳类 125.1 t (表 1).

2.1.3 对水上抛泥区生态的影响 淇澳岛东北区抛泥在各种潮期引起水域悬浮物最大增值为 8 mg/L (小潮退急), 影响面积 1.67 km². 其它潮期的影响均低于 8 mg/L (图 2). 由于抛泥造成水体悬浮物的增高并未超过海水一类水质标准, 因而悬浮物对该区邻近海域海洋生物的短期影响可能并不明显. 但因该岛北面 and 东北面底栖生物较为丰富 (如蓝蛤), 且分布有数百 hm² 鱼塘、蚝田及红树林, 其较长期的生态影响是不容忽视的. 在拟选的抛泥区 13.5 km² 范围内, 抛泥对底栖生物栖息地的覆盖是不可避免的, 这种覆盖引起的海洋生态损失应按抛泥区面积的 10% 计算. 结合工程和本次现状调查结果 (生物量 39.90 g/m²) 估算, 3年抛泥施工将引起该海区直接损失的主要经济底栖生物资源量为 538.7 t, 其中, 底栖经济贝类 390.2 t, 经济甲壳类 144.5 t (表 1).

淇澳岛东南区抛泥引起水域悬浮物最大增值为 8 mg/L, 最大影响范围 0.89 km² (图 2). 抛泥引起邻近水域悬浮物的增加也未超过海水一类水质标准, 且该水域水深达 4.8~5.6 m, 较东北区更深, 抛泥对该区海洋生态影响的敏感性程度可能会低于对东北区的影响. 在拟选的抛泥区 6.4 km² 范围, 3年施工覆盖引起经济底栖生物资源的直接损失估计为 255.4 t, 其中, 经济贝类 185.0 t, 经济甲壳类 68.5 t (表 1).

2.2 对水产养殖区的影响

孖沙吹填区邻近蕉门垦区, 距宝安沙井蚝场 11.1 km, 距淇澳岛东北面鱼塘、蚝场 23.7

km. 由悬浮物浓度场分析, 吹填施工不会对水产养殖区产生影响.

淇澳东北及东南抛泥区, 由预测表明, 抛泥引起悬浮物增值均低于 8 mg/L 以下, 低于海水一类标准, 抛泥对水产养殖的短期影响是不明显的, 但因与淇澳养殖区较近, 对其可能存在的长期影响及风暴事故性影响应引起足够重视.

2.3 对渔业的影响分析及损益评估

疏浚底泥的倾倒入对底层渔业资源的影响类似于前文讨论的对海洋底栖生物的覆盖影响, 尤其对于那些非游泳性的渔业生物影响更明显. 疏浚航道和倾倒入底泥所产生的悬浮物扩散场和施工在水中产生的振源, 还会对鱼类的行为, 尤其是鱼群的集群和洄游产生明显的影响. 在自然状态下, 渔场或中心渔场位置也会按一定规律经常发生变化. 但倾倒入等施工活动会干扰渔场的这些变化, 渔民难以掌握这种变化规律, 最终导致捕捞作业的减产, 而且涉及的范围较广. 根据经验统计, 在施工面积 10 倍范围内部都受到不同程度的影响, 减产幅度达到 $20\% \sim 30\%$.

抛泥区倾倒入活动对渔业的直接影响主要包括: 施工长期地征用一定的海域面积作为倾倒入区, 减少了原有的渔业活动空间; 其次是倾倒入活动及其悬浮物的扩散对鱼类行为产生影响, 从而导致习惯性渔场的变动, 降低捕捞作业的产量. 根据海区正常的渔业生产情况及倾倒入活动对渔业影响的常见特征, 在此仅对这类影响可能造成的渔业生产损失进行估算.

按本项目的工程分析, 疏浚在淇澳岛东南倾倒入区每天倾倒入疏浚物 8 船, 每次倾倒入量 1000 m^3 , 施工 3 年; 在淇澳岛东北区倾倒入底泥 4 船, 每船 1000 m^3 , 施工 3 年. 由于抛泥在倾倒入区内引起了一定程度的悬浮物浓度扩散场及产生了振源, 渔业生产损失应按抛泥区面积 100% 来计算.

(1) 在淇澳岛东北面抛泥区 13.5 km^2 和东南面 6.4 km^2 范围内, 按南海水产所经验, 底泥倾倒入期间海域渔业产量损失应按 100% 计算. 根据水产资源平均密度和渔捞死亡系数计算出该海区 3 年平均产量为 6.05 t/km^2 , 淇澳岛东北面 13.5 km^2 的年产量为 81.7 t , 3 年损失产量即为 245.0 t . 淇澳岛东南面 6.4 km^2 的年产量为 38.7 t , 3 年损失产量为 116.2 t . 2 区合计损失渔业产量为 361.2 t .

(2) 底泥倾倒入活动对倾倒入区周围鱼类集群和洄游路线发生变化, 导致捕捞渔业减产. 影响面积按施工面积的 10 倍计算, 减产幅度为 30% . 计算可得淇澳岛东北面抛泥区 3 年影响导致渔业减产 661.5 t , 在淇澳岛东南面抛泥区 3 年影响导致渔业减产 313.7 t . 2 区合计损失渔业产量 975.2 t .

(3) 上述两项合计渔业损失产量共 1336.4 t . 贝类及其它底栖生物资源受倾倒入活动的影响在此未加入.

参 考 文 献

- 1 陈琳. 珠江口伶仃洋鱼虾类区系特征的研究. 南海水产研究, 1990, (2): 21~ 31
- 2 何宝全, 李耀权. 珠江口伶仃洋鱼虾类资源特征. 南海水产研究, 1990, (3): 3~ 21
- 3 广东省海岛资源综合调查大队. 广东省海岸带和海涂资源综合调查领导小组办公室. 珠江口海岛资源综合调查报告. 广州: 广东科技出版社, 1993
- 4 李纯厚等. 南海海港疏浚淤泥悬浮物对海洋生物的急性毒性效应. 中国环境科学, 1997, 17(6):

550~ 533

Quantitative Analysis of Marine Ecological Effects and Fishery Resources Loss due to Waterway Dredging in the Pearl River Estuary

Yu Riqing^{*} *Li Shiyu*

Abstract By investigation on marine organism resources, using two-dimensional water quality dispersion model, the resource loss and ecological effects on marine benthos and fishery due to waterway dredging and marine sludge discharge have been analyzed quantitatively in the Pearl River Estuary. The loss amount of marine benthos resources caused by the dredging project was 1 397. 7 t, and the loss amount of fishery production caused by marine sludge discharge was 1 336. 4 t.

Keywords waterway dredging, ecological effects, fishery resources loss, quantitative analysis

^{*} Institute of Environmental Science, Zhongshan University, Guangzhou 510275, China