

疏浚物倾抛对海洋环境影响的研究述评^{*}

虞志英 张勇¹⁾

(华东师范大学河口海岸国家重点实验室 上海 200062)

提要 从当前国内外对疏浚物倾抛海洋后所产生的环境影响研究现状出发,就研究历史产生影响的生物、物理、化学过程,现场监测技术,疏浚物处理新技术的应用等方面的研究作了全面评述,这对港口、航道部门的疏浚土处理和防止海洋环境污染具有参考应用价值。

关键词 疏浚物 倾抛处理 环境影响

学科分类号 Q178.1

海洋的物理、化学及生物作用是全球环境平衡的重要基础。然而,日益增长的人类活动对海洋产生着严重的环境影响,海洋污染主要包括生活污水、工业废物、重金属、油类及放射性物质等,这些污染物排入海的一个重要途径是人类的港口生产活动。由这种区域性的生产活动引起的海洋污染甚至可能超过分散性的农业与人类生活所造成的海洋污染(Amson, 1984)。近年来,国际间贸易的迅速增长刺激了港口建设的飞速发展,从而导致港口海域污染问题的日趋严重。港口的建设与营运对海洋环境影响主要有海水运动的变化、泥沙的运移、海底地形的变化、鱼类及其它海洋生物生态环境的改变、水质恶化等。现就下列几个方面加以评述。

1 疏浚物对海洋环境影响研究的进展

港口疏浚对海洋环境影响主要包括两个方面,即疏浚运作的环境影响及疏浚物倾抛处理后的环境影响。前者引起疏浚地的物理化学及生物环境的改变;后者不仅引起疏浚物处理区内生态环境的变化,而且随着海洋水体及海洋生物的运动,这些影响会逐渐波及邻近海域。疏浚物倾抛的环境影响依赖于疏浚物的组成成分及海域处理区的自然条件。海域倾抛处理的环境影响可分为永久性作用与暂时性作用。永久性作用包括海底地形变化、底部沉积物变化以及由此引起的对海洋生物的影响。暂时性作用包括海水混浊度的增加,海水质量的下降及污染物的扩散。

对疏浚物环境影响的系统研究起始于美国陆军工程兵团70年代开始的疏浚物研究计划(DMRP)。根据该项计划,陆军工程兵团对夏威夷州珍珠港进行了倾抛地选择及环境监测,这个研究分成三阶段进行:第一阶段是疏浚工程前的本底调查,包括水流、地形、沉

^{*} 国家自然科学基金资助项目,49471065号。虞志英,男,出生于1935年10月,教授, Fax:0086-021-62546441

1) 现在美国佛吉尼亚州Old Dominion大学

收稿日期:1997-06-13,收修改稿日期:1998-08-15

积物、水质及生物,在此基础上,对疏浚物倾抛区进行选择;第二阶段是工程中对水质、沉积物及海洋生物的定期监测;第三阶段是疏浚工程后对疏浚物的长期影响进行调查。研究表明,由于细颗粒泥沙组成的疏浚物倾抛后的扩散能力较强,停抛后6个月,底栖动物已恢复至抛泥前的状态,浮游动物的数量甚至还有增加,对鱼类及浮游动物体内重金属含量的分析表明,倾抛区与相距3.7km的比照区没有明显差别。由于选择的倾抛处理区物理扩散能力较强,疏浚土对处理区内的底质、水质和生物群落均无明显影响。

美国陆军工程兵团曾对纽约港疏浚物倾抛区的环境影响及其对策进行了一系列的调查研究¹⁾,纽约市生活污水、工业废水废物的排放,港区海船事故的发生等造成了港池与航道沉积物中含有大量包括重金属在内的有害物质,为维护港口正常营运而产生的大量疏浚泥土被倾抛于离岸约6n mile的水深在20—30m的海域内,因此引起了海域环境的污染。对疏浚泥沙的环境影响分析包括污染物成分、释放速度以及对海洋生物的直接或间接作用。研究表明,疏浚物的持续倾抛引起了地形的改变,原始沉积物的掩埋,海水悬沙含量的增加及邻近地区沉积速率的增加。虽然这些变化对疏浚物倾抛区现状没有产生严重的影响,但对持续倾抛后产生的长期环境影响却难以了解。虽然疏浚土含有许多有害物质,但倾抛后这些污染物并没有大量地迅速地被释放到海水中去,因此少量释放物质很快就被稀释至标准或背景值以下。结果,纽约湾疏浚物倾抛处理的生物影响主要来自于生物栖息地掩埋。但这主要发生在倾抛区内,尽管底栖生物对纽约湾生态系统里营养物质循环和能量迁移有着举足轻重的作用,疏浚物对其的影响可能仅局限在倾抛区及其附近。

70年代期间,美国佛罗里达州坦帕港扩建工程中,预计约有4000多万方开挖泥土要抛弃海中。对疏浚物环境影响的研究起步于扩建工程的规划期间,并一直持续于工程进行之中。疏浚物环境影响的预测研究包括数值预报,监测工作始于工程开始并一直进行到工程结束后相当一段时期。在疏浚开挖区与倾抛区及邻近海域进行的详细监测工作包括定期的水体混浊度、水质(营养物,重金属)、泥沙和底栖生物的调查。坦帕港的研究表明,数学模型预测是一个十分行之有效的方法,详细的海洋水文及地质状况的数据是建立准确有效的数学模型的基础。运用数学模型,在不同施工量与施工期条件下,对疏浚物环境影响进行了模拟与预测,疏浚施工期间的监测为数学模型的检验与校正提供了必不可少的数据。坦帕港的经验表明,在疏浚工程结束后,仍需对疏浚物处理区的生物进行监测,以期获得生物量和生物种群的恢复率及其对邻近海域生态的认识。

对疏浚物环境影响的研究始于80年代初并一直持续至今(van den Burgt, 1994)。随着伦敦公约的制定,许多国家都开始对港口疏浚物的环境影响进行了研究。在荷兰,世界第一大港鹿特丹港每年约有2300万方的疏浚泥土需处理。对这个问题最终的解决办法,即消除或减轻整个莱茵河对港区本身的污染已经提到议事日程上来了。同样的研究也正在加拿大、意大利和中国(Yu *et al*, 1990)进行。

2 疏浚物质倾抛对海洋环境的影响过程

疏浚物海域倾抛的短周期物理影响主要表现为对海底生物的迅速覆盖窒息作用,但

1) Conner W G, Aurand D, Leslie M *et al*, 1979. Disposal of dredged material within the New York District. MITRE Technical Report, MTR7808

是这个作用会随着底栖动物的迁徙而减弱。当然,覆盖会引起植物及某些甲壳类动物的死亡,但这个影响主要发生在倾抛处理区不大的范围内。水力式疏浚所造成的环境影响要小于抓斗式疏浚,这是因为水力式疏浚所产生的疏浚物较易被悬浮而扩散(Cullinane *et al*, 1990)。疏浚物与处理区底部沉积物的性质差异也影响到环境物理作用程度。研究表明,长周期物理影响较难评估。倾抛结束后生物种群恢复所需时间依赖于疏浚物的物化性质、水深和水流等要素。Amson(1984)指出,恢复时间一般需要6—12个月。

疏浚物海域倾抛所造成的化学影响相对来说较难预测与控制。近岸港区泥沙多含有还原物质,倾抛后被正常海水迅速氧化,特别是富含有机物的淤泥往往具有较高的需氧量。疏浚物的需氧量只产生短周期的影响,并且随着倾抛区的水流情况而变化。疏浚物若含有较高的铵,也会产生短周期的影响,例如,引起有毒海藻的大量繁殖。一般而言,在物理混合扩散较充分的海域,疏浚物对生物体此类的毒害作用是十分有限的(Cullinane *et al*, 1990)。同样,若倾抛区的物理扩散能力很强,长周期的化学影响也是可以忽略的。对纽约州疏浚的研究表明,疏浚物中有害物质的移失主要有3种途径,即流出、浸出和挥溢(Myers *et al*, 1993)。金属物主要通过流出而释放。多环芳香烃主要通过挥溢而释放。Reynoldson等(1993)对怎样快速而准确地了解疏浚物的化学性质及释放途径,以及对生物的影响进行了研究。

3 监测技术和管理

对疏浚物环境影响的研究与评估依赖于现场监测与实验分析技术。近年来,对现场观测手段与方法的研究取得了不少进展。一种快速与经济的现场光谱扫描仪为迅速地测定港口疏浚物中污染物成分与含量提供了有效的工具(Rhoads *et al* 1994),Fredette等(1990)讨论了在疏浚物倾抛现场进行物理和生物监测的仪器与实施方法。根据现场与实验室里长期生物累积量的观测结果,Clarke等(1991)提出了用几个数学模型方法来推断理论生物累积势(TSP)。

近年来,许多国家对疏浚物环境影响研究与评估的规范化与标准化进行了研究(Lee *et al*, 1991; Pequegnat *et al*, 1990; van den Burgt, 1994)。Lee等(1991)对疏浚物海域倾抛区的总体环境评价与决策方法提出一个规范化的框架。在英国,规范化的疏浚物环境影响的预测与评估包括:(1)定期的疏浚物质量分析,包括泥沙类型与特性、化学污染程度。全国性的疏浚物质量的数据库已被建立。(2)根据伦敦公约对疏浚物进行分类,确定污染物环境影响的临界值。(3)疏浚物在开挖、运输、倾抛后的物理、化学性质的变化。(4)疏浚物倾抛的物理、化学作用及其对生物环境的影响。(5)倾抛区及倾抛方式的选择。(6)对禁抛的有害疏浚物的其它处理方式的选择。

4 疏浚物倾抛处理方式的选择

对疏浚物处理一般有3种选择,即开敞海域倾抛、陆域倾抛及栖居地发展。这些主要适合于无害的疏浚物。对有害的疏浚物,近年来发展了一些新的处理技术,例如,在倾抛前,用沉降法将疏浚泥沙颗粒分离,使不含污染的砂与含污染的淤泥分离出来分别处理。运用于密西西比/阿拉巴马地区的水下搁板处理技术和罩盖处理。虽然有许多不同的疏浚物处理方法,但没有一种是可以通用的。陆域倾抛处理也会引起环境污染问题。Huwe(1987)在陆域倾抛处理中对地下水的可能污染进行了研究,并建立了相应的数学模型进

行预测。

近年来对港口疏浚物环境影响的广泛研究进一步加深了人们对疏浚物作为二次污染源的理解与认识。今后研究将趋向于详细地分析疏浚物的化学作用及污染物质的释放与扩散,建立长期有效并且经济的监测手段与方法,发展新的疏浚物处理技术,其中包括直接减少首次污染源,即减少对港区及航道的直接污染,使疏浚物维持在“干净”的标准内。

参 考 文 献

- Amson J E, 1984. Dredging and Dredged Material Disposal(Vol.1). In: Montgomery R L, Leach J E ed. Proceeding of Conference of Dredging '84. Florida: Clearwater Beach, 159
- Cullinane M J, Averett D E, Shafer R A *et al*, 1990. Contaminated Dredged Material: Contaminated Dredged Material. Control, Treatment and Disposal Practices. New Jersey: Noyes Data Corporation, 771
- Clarke J U, McFarland V A, 1991. Long-Term Effects of Dredging Operation Program: Assessing Bioaccumulation in Aquatic Organisms Exposed to Contaminated Sediments. Technical Report, WESMPD912, Army Engineer Waterways Experiment Station. Vicksburg, MS, 85
- Fredette T J, Nelson D A, Miller W T *et al* 1990. Selected Tools and Techniques for Physical and Biological Monitoring of Aquatic Dredged Material Disposal Sites. Technical Report, WESTRD9011, Army Engineer Waterways Experiment Station. Vicksburg, MS, 106
- Huwe B, 1987. Transport Processes in River Sediments After Deposition in Monodeposites: Experimental and Analytical Model Investigations. Diss Dr Agr, 249
- Lee C R, Tatem H E, Brandon D L *et al*, 1991. Dredging Operations Technical Support Program: General Decisionmaking Framework for Management of Dredged Material: Example Application to Commencement Bay Washington, Technical Report, NOWESMPD911, Army Engineer Waterways Experiment Station. Vicksburg, MS, 239
- Myers T E, Stark T D, Gibson A C *et al*, 1993. Management Plan for the Disposal of Contaminated Material in the Craney Island Dredged Material Management Area, Technical Report, WESTREL9320, Army Engineer Waterways Experiment Station. Vicksburg, MS, 129
- Pequegnat W E, Gallaway B J, Wright T D, 1990. Procedural Guide for Designation Surveys of Ocean Dredged Material Disposal Sites: Revision, Technical Report, WESTRD908, Army Engineer Waterways Experiment Station. Vicksburg, MS, 262
- Reynoldson T B, Zarull M A, 1993. An Approach to the Development of Biological Sediment Guidelines. In: S Woodley, J Kay and G Francis ed. Ecological Integrity and the Management of Ecosystems. Lucie Press, 177—200
- Rhoads D C, Muramoto J A, Coyle C *et al*, 1994. Hyperspectral UV Imaging Spectrometer for in-situ Measurement of Organic Contamination in Bottom Sediments, Proceedings of Conference of Challenges and Opportunities in the Marine Environment. Marine Technology Society, Washington, D C, 378—384
- van den Burgt G, 1994. Dealing with contaminated dredged materials with reference to the Oslo Convention 1972 and the new Paris convention 1992. Marine Pollution Bulletin, 29(6—12):296—299
- Yu Z, Tang Y, Zhang Y *et al*, 1990. Impact of dredged material disposal on environment of muddy coast. China Ocean Engineering, 4(3):359—369

OVERVIEW OF IMPACT OF DREDGED MATERIAL DISPOSAL ON MARINE ENVIRONMENT

YU Zhi-ying, ZHANG Yong

(*State Key Laboratory of Estuarine & Coastal Research, East China Normal University, Shanghai, 200062*)

Abstract Recently, rapid increase in the international trade is stimulating the fast development of port all over the world, resulting in severe marine pollution. Of the port productive activities, dredging for construction or maintenance of dock and navigation channel is usually the most significant cause of marine environment pollution. Systematic research on the environmental effect of dredging began at the early of the 1970's when the U.S. Army corps of Engineer started its research projects at Pearl Harbor, New York Harbor and Tempa Harbor. These researches demonstrated the effects of the disposal of the dredged material on various marine environment elements such as sea water movement, sea floor topography, turbidity water quality, marine organisms and marine ecology. These pioneer research projects have provided very useful references in terms of practical applications, for the investigation into pre-disposal environment, environment monitoring during disposal and post-disposal, pollution prediction, dredging procedure, and disposal methods. At Rotterdam Harbor of the Netherlands, the biggest port in the world with an annual disposal of dredged material of $23 \times 10^6 \text{ m}^3$, research on the marine environment effect of the dredging was initiated at the early 1980's and lasts until today. Similar researches are also conducted in Canada, Italy and China as well as in some other countries. These researches have indicated that the main short-term physical effect of dredged material disposal on the marine environment is the overlay on benthos; long-term physical effect is difficult to evaluate. The retrieving time of benthos after disposal depends largely on the physical-chemical properties of the dredged materials, water depth and water movement within the disposal area. Correct estimation and assessment of the chemical effect is still a big challenge. In general, it is significantly influenced by the physical diffusion ability of the disposal area. The researches also indicate that mathematical modeling is a very useful tool in the predication of the environmental effects of dredging. The extensive investigations into this issue have greatly helped people to understand and recognize the environment effect of the dredged material as a source of second-pollution. Future research of the environment effect of dredging will be the analysis of the chemical effect of dredged material, including the release and the diffusion processes of the chemical substances in seawater. It is necessary to establish a low-cost, long-term field monitoring system and the relevant laboratory techniques, develop new disposal technique for dredged material, establish a standard norm in the assessment of environment effect, and find ways to control directly the first-pollution occurring in port.

Key words Dredged material Disposal Environment effect

Subject classification number Q178.1