

上海市疏浚泥圈围造地利用前景分析

汪巍巍,濮勋,赵楠

(上海市水利工程设计研究院,上海 200061)

摘要:根据上海市疏浚泥样品理化性质,从技术可行性、经济性等方面对上海市疏浚泥圈围造地利用前景进行分析。根据颗分试验结果,所研究区域疏浚泥大多可用作圈围造地的材料;由疏浚泥圈围造地的经济成本盈亏平衡分析可知,当疏浚地点至圈围工程区域的航线距离大于临界航线距离时,可使工程成本降低。认为将清洁疏浚泥应用于上海市圈围造地,既能减轻废弃物海洋倾倒的压力,又能缓解上海市圈围造地工程砂土资源紧张的矛盾,是一项“变废为宝”的绿色海洋产业,在技术上及经济上均有可行性,但在实际操作中还需要针对具体工程具体分析,尤其需要政策上的扶植及引导。

关键词:疏浚泥;圈围造地;资源化利用;技术可行性;经济可行性

中图分类号:X705 **文献标志码:**A **文章编号:**1006-7647(2013)03-0068-04

Prospect analysis of reclamation projects using dredged spoils in Shanghai//WANG Weiwei, PU Xun, ZHAO Nan
(Shanghai Water Engineering Design & Research Institute, Shanghai 200061, China)

Abstract: Based on the physical and chemical properties of the dredged spoil samples in Shanghai, prospect analysis of reclamation projects using clean dredged spoils was conducted in terms of the availability and economic costs. Grain-size analysis results show that the dredged spoils can be used as a material of the reclamation projects in this study area. Based on the economic analysis of breakeven in reclamation projects using clean dredged spoils, project costs can be reduced when route distance from the dredging place to the reclamation projects is longer than the critical route distance. Reclamation projects using clean dredged spoils in Shanghai are considered a green marine industry. It can reduce the pressure of waste dumping at sea, and can alleviate the problem of resources shortage in reclamation projects in Shanghai. The application of the dredged spoils in reclamation projects has technical and economic feasibility, and needs specific analysis for specific projects, and especially needs policy support and guidance.

Key words: dredged spoils; reclamation projects; resource utilization; technical feasibility; economic feasibility

近几十年来,随着沿海城市的蓬勃发展及人口的增多,大量污染废弃物被倾倒入海洋,海洋环境遭到了严重的污染,可以说造成当前海洋环境持续恶化的一个重要原因就是人类的海洋倾废行为。海洋倾废是人类有意识、有目的地利用海洋环境容量和迁移能力处置废弃物的一种活动,疏浚泥是海洋废弃物中数量最大的一类。为了保护海洋环境,保证海洋经济的可持续发展,将疏浚泥进行资源化再利用已经成为当务之急。根据目前的研究成果,疏浚泥可以通过化学、物理或热处理的方法进行处理^[1-2],使其变为良好的土工填方材料^[3-4]、建筑材料^[5]等。在美国、英国、法国、日本等发达国家,疏浚泥主要来自沿海港口航道疏浚,成分以黏性土和砂质土为主,利用途径和方式主要有吹填造地、土壤改良、海滩养护、

湿地恢复、栖息地营造以及用作建筑材料等,疏浚泥在圈围工程^[6]中的应用已经取得了许多成就,如东京羽田国际机场吹填工程等。很多国家对疏浚泥的使用有配套的政策法规、技术标准和管理机构,已形成一套科学、合理的利用体系。

上海市疏浚泥大规模资源化利用起步较晚,疏浚泥的利用率还处在一个较低的水平。2010年1月28日上海市发展与改革委员会和交通运输部长江口航道管理局签署了《共同协调推进长江口航道疏浚土综合利用工作备忘录》,确定以横沙东滩促淤圈围三期工程吹填造陆项目为起点,实施长江口航道疏浚泥综合利用,并以此为契机积极推进疏浚泥资源化利用,为今后上海市在长江口区域更大范围利用疏浚泥吹填造陆积累经验。目前,横沙三

期吹填工程已成功利用长江口深水航道疏浚泥 2800 万 m³,即将开工的横沙六期吹填工程将利用深水航道疏浚泥 7400 万 m³。这些举措的实施极大地推动了上海市疏浚泥利用的进程,但对于长江口深水航道以外的疏浚泥,目前仍然以海洋倾倒为主,其资源化利用基本处于空白状态。

2011 年上海市共产生 8817 万 m³ 清洁疏浚泥,这些疏浚泥基本都直接倾倒入海,而同时上海市圈围造地工程砂源日趋紧张,长江口砂源供需矛盾日益突出。一方面是可利用资源的浪费和海洋环境的破坏,另一方面是资源的匮乏,如果能利用疏浚泥进行圈围造地,既减轻了废弃物海洋倾倒的压力,又解决了圈围造地资源紧缺的问题,是一项“变废为宝”的绿色海洋产业。

1 疏浚泥圈围造地技术可行性分析

上海地区石方供应紧缺,目前圈围造地工程基本采用充泥管袋工艺进行堤身的构筑,筑堤砂料采用砂土或粉砂土。围堤充泥管袋、砂肋软体排用砂要求粒径 0.075 ~ 0.25 mm 的砂粒质量分数在 60% 以上,粒径小于 0.005 mm 的黏粒质量分数小于 10%;堤芯吹填用砂要求砂粒质量分数在 50% 以上,黏粒质量分数小于 15%。围内吹填用砂则结合后期土地使用规划合理选用,工业性用地吹填宜以粉土和砂土为主,可结合碎石、岩土类和惰性垃圾填埋,为后期开发建设提供相对有利的地质条件,降低或避免地基处理的昂贵费用;农耕、养殖、高新农业基地吹填,地下水位以上宜以黏性土和粉土为主,不应采用有毒有害的污染土。

目前上海海洋倾倒废弃物主要是黄浦江和长江口清洁疏浚泥,其来源主要分布在以下 4 个区域:①吴淞口上下游码头前沿;②黄浦江;③深水航道与码头前沿之间的区域;④深水航道。为此,选择具有代表性的黄浦江码头前沿、长江口码头前沿和内河航道作为采样点,采样点分布见图 1,参考 GB/T 12763.8—2007《海洋调查规范 第 8 部分:海洋地质地球物理调查》的采样方法进行采样,对 20 个疏浚泥样本的物理特性、化学性质和毒性进行了试验分析。试验结果表明:在所采样品中,仅内河 2 个采样点,即桃浦河武宁路桥和张家港莲花路桥疏浚泥中分别由于 Hg 和 Cd 不同程度的超标,定性为沾污疏浚物,其余均为清洁疏浚物。根据有关部门规定,上海市目前海洋倾废仅限于清洁疏浚物,而每年国家海洋局东海分局环境监测中心对上海市主要倾倒区及其附近海域的环境监测调查报告显示,清洁疏浚物的倾倒对周围环境无较大影响。本文所研究的

对象为海洋倾倒废弃物的清洁疏浚泥。

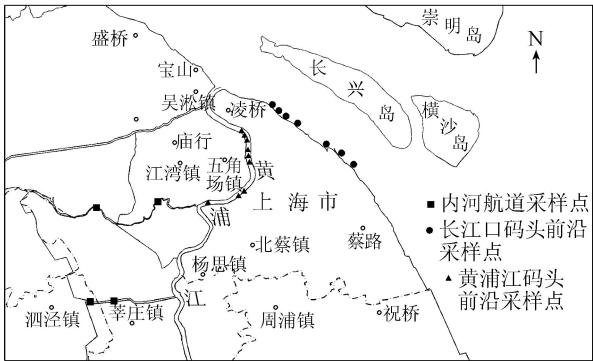


图 1 上海市典型疏浚泥采样点分布

在疏浚泥为清洁土源的前提条件下,从圈围造地可利用角度出发,疏浚泥可以分为以下 3 类:①宜直接用于圈围造地工程,包括作为筑堤材料及围内吹填材料,此类土主要为砂性土;②仅宜直接用于围内吹填工程,此类土主要包括黏质粉土、粉质黏土;③不宜直接应用于圈围造地工程,但经一定的技术处理后可以利用,此类土如淤泥。

根据颗分试验结果(表 1~3),上海市疏浚泥基本属于中性或偏微碱性,含水率介于 30% ~ 60% 之间,湿密度介于 1.5 ~ 2.0 g/cm³ 之间。绝大多数试样的粉粒(粒径在 0.005 ~ 0.075 mm 之间)达 70% 以上,黏粒质量分数在 10% ~ 30% 之间,结合含水率等指标,可以定性为黏质粉土、粉质黏土及淤泥,极少部分试样砂粒质量分数在 50% 以上,定性为细砂。这些土大多可以作为圈围造地的材料,具体可依据土性的不同有选择性地用作筑堤和吹填材料。

表 1 黄浦江码头前沿疏浚泥颗分试验结果

采样点	粒径分布			土 质
	砂粒/%	粉粒/%	黏粒/%	
老白港水上消防支队四中队码头	4.2	73.6	22.2	灰色粉质黏土
沪东中华造船厂	1.5	71.0	27.5	灰色粉质黏土
复兴船务公司	3.5	76.3	20.2	灰色粉质黏土
上粮五库	17.7	72.7	9.6	灰色砂质粉土
东之鸣仓储公司海保码头	4.2	82.6	13.2	灰色黏质粉土
渔政码头	5.5	82.3	12.2	灰色黏质粉土
中华船厂	5.2	82.4	12.4	灰色黏质粉土
肥皂厂	1.5	82.2	16.3	灰色粉质黏土
闵行区海事处	86.5	7.2	6.3	灰色细砂

表 2 内河航道疏浚泥颗分试验结果

采样点	粒径分布			土 质
	砂粒/%	粉粒/%	黏粒/%	
武宁路桃浦河桥	1.5	75.7	22.8	灰色粉质黏土
新泾港仙霞西路剑河路桥	2.0	72.0	26.0	灰色粉质黏土
张家港莲花路桥	1.5	79.2	19.3	灰色粉质黏土
新泾港顾戴路桥	9.2	74.8	16.0	灰色粉质黏土

表 3 长江口码头前沿疏浚泥颗分试验结果				
采样点	粒径分布			土 质
	砂粒/%	粉粒/%	黏粒/%	
外高桥粮油储备库码头	1.5	75.0	23.5	灰色粉质黏土
外高桥炼油厂 00 号码头	1.5	61.1	37.4	灰色粉质黏土
外高桥东方储罐油品码头	3.0	82.1	14.9	灰色黏质粉土
外高桥上海燃油中燃石油仓储有限公司海滨码头	5.0	81.9	13.1	灰色黏质粉土
三海码头	3.2	73.3	23.5	灰色粉质黏土
外高桥发电厂卸煤码头	1.5	73.3	25.2	灰色粉质黏土
外高桥造船有限公司码头	1.5	79.9	18.6	灰色粉质黏土

2 疏浚泥圈围造地经济性分析

利用疏浚泥圈围造地的经济成本较为复杂,与工期、运距、土方单价、施工工艺等均有关系,不同的圈围工程其疏浚泥利用的经济成本差异较大。为了简化问题,在一定程度上体现利用疏浚泥圈围造地的经济成本规律,仅从运距、土方单价和海洋倾倒费等 3 个方面对利用疏浚泥圈围造地的经济成本进行盈亏平衡分析。

疏浚泥海洋倾倒一般选取距离疏浚工程地点较近的倾倒区。若将疏浚泥应用于圈围造地工程,则需将其运送至相应工程区域,不同的圈围工程,其运距是不同的,由此造成了疏浚泥运输成本的不确定性。另外,疏浚泥作为圈围造地工程的原材料,其本身也具有一定的经济价值。

假定疏浚地点至倾倒区的航线距离为 L_1 , km; 疏浚地点至圈围工程区域的航线距离为 L_2 , km; 疏浚泥运费为 a , 元/(km · m³); 采用圈围工程选定砂源或开山用土综合单价为 b , 元/m³; 疏浚泥的海洋倾倒费为 c , 元/m³。据此,疏浚泥直接倾倒至倾倒区的费用为 L_1a+c , 倾倒至圈围造地工程区的费用为 L_2a-b 。当 $L_2a-b < L_1a+c$ 时, 倾倒至圈围造地工程区的费用较低, 即当 $(L_2-L_1)a < b+c$ 时, 由运距增加带来的追加成本低于工程材料费用, 疏浚泥用于圈围造地工程可降低工程成本。同理, 当 $(L_2-L_1)a > b+c$ 时, 由运距增加带来的追加成本高于工程材料费用, 疏浚泥用于圈围造地使工程成本增加; 当 $(L_2-L_1)a = b+c$ 时, 运距增加带来的成本提高与工程材料费用相当, 处于盈亏平衡状态, 此时 $L_2 = (b+c)/a+L_1$, 称其为临界航线距离 L_0 , 即 $L_0 = (b+c)/a+L_1$ 。由以上分析可知, 当 $L_2 < L_0$ 时, 疏浚泥用于圈围造地可使工程成本降低; 当 $L_2 = L_0$ 时, 盈亏平衡; 当 $L_2 > L_0$ 时, 工程成本增加。

如图 2 所示, 以疏浚地点为圆心, 以 L_0 为半径, 绘制一区域。当圈围造地工程区域到疏浚地点航线距离小于 L_0 时, 工程成本降低; 大于 L_0 时, 工程成本增加。

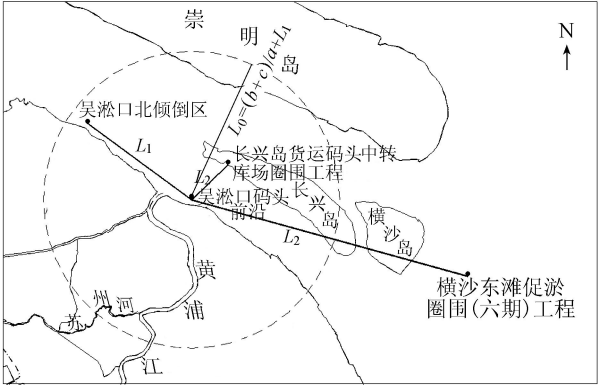


图 2 疏浚泥圈围造地经济性分析

以吴淞口码头前沿疏浚为例, 从疏浚地点至吴淞口北倾倒区的距离大约为 15 km, 即 $L_1 = 15$ km, 按疏浚泥运费为 1 元/(km · m³)、工程用土综合单价为 10 元/m³、吴淞口北倾倒区倾倒费用为 0.3 元/m³ 计算, 可得到此处疏浚泥的临界距离 $L_0 = 25.3$ km, 若将疏浚泥运送至长兴岛货运码头中转库场圈围工程区域, 其运距大约为 8 km, 可以有效降低工程成本; 而将疏浚泥运送至横沙东滩促淤圈围(六期)工程区域, 其运距大约为 40 km, 此时工程成本增加。

上述分析结果表明, 在满足一定条件的情况下, 将疏浚泥用于圈围造地工程可节省工程投资。随着社会、经济发展对海洋环境要求的提高和对海洋资源开发利用需求的扩大, 现有海洋倾倒区的容量逐渐趋于饱和, 海洋倾倒区的设置有逐步外移的趋势。如果将海洋倾倒区设置在离海岸较远的外海, 会使疏浚工程的倾倒运距 L_1 大幅度增加。此外, 随着砂源的日益紧张, 生态补偿机制的建立, 圈围工程用土综合单价 b 和海洋倾倒费 c 也会不断上涨。由此, 临界航线距离 L_0 也会相应有所增大, 即疏浚泥用于圈围造地工程的经济可行性更大。

3 疏浚泥圈围造地利用前景分析

根据《长江中下游干流河道采砂规划上海段实施方案(2011—2015)研究报告》估算, “十二五”期间上海共需砂 3.3 亿 m³, 年均需砂量约 6000 万 m³, 其中, 筑堤砂约为 0.4 亿 m³, 吹填和堆载砂约为 2.9 亿 m³。

受到上游水利工程拦砂、水土保持工作加强等因素的综合影响, 长江上游来砂量持续减少, 特别是 2003 年三峡工程调度运行以来, 长江来砂量锐减。据统计, 近年来长江上游来砂量年均约为 4000 万 m³, 与年均需砂量比较, 尚有约 2000 万 m³ 的缺口。

2008—2011 年的统计资料(表 4) 结果显示:

①吴淞口上下游码头前沿及黄浦江沿线年疏浚量约为 300 万 ~ 450 万 m³;②深水航道与码头前沿之间区域的年疏浚量为 1 600 万 m³;③长江口深水航道年疏浚量约为 3 900 万 ~ 9 000 万 m³。可见,上海市疏浚泥产量丰富且稳定,能够持续提供大量砂源。根据前文分析结果,这些疏浚泥大多可以作为圈围造地的材料,且具有一定的经济可行性,因此,在上海地区利用疏浚泥进行圈围造地具有广阔的前景。

表 4 上海市疏浚泥年产量 万 m³

年份	吴淞口上下游码头 前沿及黄浦江沿线	深水航道与码头 前沿之间区域	长江口 深水航道	合计
2008	435	1 600	3 937	5 972
2009	349	1 600	3 981	5 930
2010	387	1 600	9 008	10 995
2011	453	1 600	6 764	8 817

但是,实际操作中还需要解决一些问题,如拟开工的圈围工程距离疏浚泥来源地大多比较远,其运输成本较高;圈围工程一般对工期都有一定的要求,目前除了长江口深水航道的疏浚泥外,其余地方清洁疏浚泥供应时间的不确定性较大。另外,疏浚工程和圈围工程分属不同的行业主管部门审批,存在多头管理的问题。因此,利用疏浚泥进行圈围造地,还需要针对具体工程具体分析,尤其需要政策上的扶植引导。

4 结 论

a. 根据颗分试验成果,本文研究区域疏浚泥可定性为黏质粉土、粉质黏土、细砂及淤泥。结合上海市的工程经验及后期土地开发使用要求,依据土性的不同可选择性地作为筑堤及吹填材料。

b. 疏浚泥圈围造地的经济成本与工期、运距、土方单价、施工工艺等均有关系,经简化分析,在一定条件下,疏浚泥用于圈围造地工程是经济可行的。

c. 2011—2015 年期间,上海市圈围造地工程需砂量巨大,长江上游来砂量不能满足工程需要,砂源日趋紧张,长江口砂源供需矛盾日益突出。而黄浦江、长江口港口和航道疏浚泥产量丰富、来源稳定,可以作为泥沙资源填补这一缺口。因此,将疏浚泥应用于上海市的圈围造地,能够促进长江口水土资源的合理利用,缓解上海市圈围造地工程砂土资源紧张的矛盾,在技术及经济上都有一定的可行性。

参考文献:

[1] 张和庆,谢健,朱伟,等. 疏浚物倾倒现状与转化为再生资源的研究:中国海洋倾废面临的困难和对策[J]. 海洋通报, 2004, 23 (6): 54-60. (ZHANG Heqing, XIE Jian, ZHU Wei, et al. Present situation of dredged

materials dumping and the study of transforming dredged mud into regenerative resources: difficulties of refuses dumping in China seas and countermeasures to deal with these problems [J]. Marine Science Bulletin, 2004, 23 (6): 54-60. (in Chinese))

[2] 储旭,陈波,周建芑,等. 真空电渗降水及动力挤密脱水加固淤泥技术[J]. 水利水电科技进展, 2008, 28 (5): 78-79. (CHU Xu, CHEN Bo, ZHOU Jianpeng, et al. A novel sediment technique integrating electro-osmotic drainage and vibro-densification [J]. Advances in Science and Technology of Water Resources, 2008, 28 (5): 78-79. (in Chinese))

[3] 林安珍,郑荣跃,黄亦真. 固化疏浚泥作为填方材料的试验研究[J]. 宁波大学学报:理工版, 2006, 19 (4): 525-528. (LIN Anzhen, ZHENG Rongyue, HUANG Yizhen. Study on dredged spoils as materials for water conservancy [J]. Journal of Ningbo University: Natural Science & Engineering Edition, 2006, 19 (4): 525-528. (in Chinese))

[4] KHANBIL VARDI R, AFAHARI S. Mud ash as fine aggregate for concrete mix [J]. Journal of Environmental Engineering, ASCE, 1994, 121 (9): 633-638.

[5] 宋淑敏,陈烈芳. 利用海泥生产陶粒[J]. 粉煤灰, 1999 (2): 18-20. (SONG Shuming, CHEN Liefang. Utilization of sea mud for production of ceramsite [J]. Coal Ash China, 1999 (2): 18-20. (in Chinese))

[6] 卢成标,黄亦真,刘干斌,港口疏浚泥在海涂围垦工程中资源化利用研究[J]. 海洋技术, 2011, 30 (1): 78-82. (LU Chengbiao, HUANG Yizheng, LIU Ganbin. Resource utilization of port dredged mud in beach reclamation engineering [J]. Ocean Technology, 2011, 30 (1): 78-82. (in Chinese))

(收稿日期: 2012 - 07 - 06 编辑: 骆超)

• 简讯 •

《水稻控制灌溉理论与技术》获首届江苏省新闻出版政府奖提名奖

国家“十一五”重点出版规划项目、河海大学出版社重点图书《水稻控制灌溉理论与技术》获首届江苏省新闻出版政府奖提名奖。《水稻控制灌溉理论与技术》由河海大学彭世彰教授和徐俊增教授编著。水稻控制灌溉理论与技术作为我国促控栽培稻作理论又一新的代表成果,是河海大学几代研究人员持续性试验研究提出的水稻节水灌溉特色成果,汇集了作者及其团队 20 余年试验研究的精华,是“在实践中诞生,并经实践验证”的水稻节水灌溉理论。

(本刊编辑部供稿)