

· 综 合 ·



美国水道港口疏浚物的处理管理与利用*

赵德招^{1,2}, 吴华林^{1,2}, 付 桂²

(1. 上海河口海岸科学研究中心, 上海 201201; 2. 交通运输部长江口航道管理局, 上海 200003)

摘要: 为维护发达的水运系统, 美国每年从水道港口水域中疏浚 2.0 亿 m³ 左右的沉积物, 由此引发的巨量疏浚物处置问题并不亚于我国。从疏浚物的处理现状出发, 总结美国在疏浚物管理机制和处理技术等方面的主要进展, 分析疏浚物的有益利用及其工程案例。调查表明, 美国疏浚物管理体系权责清晰, 美国陆军工程兵团 (USACE) 和环境保护署 (USEPA) 在疏浚物处置管理过程中扮演了重要角色, 疏浚物多数以栖息地营造、湿地修复、海滩养护、农业和水产养殖等多种方式得到有益利用。我国目前正处在疏浚土有益利用的研究和探索阶段, 美国疏浚物处置管理的成功经验值得借鉴。

关键词: 美国; 水道港口疏浚物; 处理管理; 有益利用

中图分类号: U 616⁺.26

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2015)06-0001-06

Disposal management and utilization of dredged material from waterway and harbor in the United States of America

ZHAO De-zhao^{1,2}, WU Hua-lin^{1,2}, FU Gui²

(1. Shanghai Estuarine and Coastal Science Research Center, Shanghai 201201, China;

2. Yangtze Estuary Waterway Administration Bureau, Ministry of Transport, Shanghai 200003, China)

Abstract: For the maintenance of the well-developed water transportation system, dredged materials of about 200 million m³ can be generated from waterways and harbors annually in the United States of America (USA), and the disposal problem for the huge amount of dredged materials is not inferior to our country. Accordingly, proceeding from the current situation of dredged material disposal, the main development of dredged material management mechanism and disposal technology in USA is summarized. And the beneficial use of dredged material and its engineering cases are analyzed. The investigation shows that it has a dredged material management system with clear right and responsibility in USA, and both U. S. Army Corps of Engineers (USACE) and U. S. Environmental Protection Agency (USEPA) play a key role in the process of disposal management of dredged material. Most of the dredged materials can be used beneficially for the habitat development, wetland restoration, beach nourishment, agriculture and aquaculture. It is now in the phase of research and exploration for beneficial use of dredged material in China, and the successful experience of dredged material disposal management in USA should be worth learning.

Keywords: the United States of America (USA); dredged material from waterway and harbor; disposal management; beneficial use

收稿日期: 2014-08-12

*基金项目: 国家自然科学基金青年基金目 (51209135); 交通运输部科技项目 (2011329A06130, 2012329A06040); 水利部公益性行业科研专项经费项目 (201301020)

作者简介: 赵德招 (1982—), 男, 硕士, 副研究员, 从事河口海岸泥沙及港口航道工程研究。

美国位于北美洲中部，东临大西洋，西靠太平洋，南接墨西哥湾，海岸线总长约 2.3 万 km，河口、港湾和内海等沿海水域面积约 10 万 km²，国家航运系统十分发达。港口航道系统是美国国家交通运输体系的重要组成部分，对于美国经济、国家安全及环境至关重要。美国经济的活力在很大程度上取决于与航运有关的水道和港口的疏浚维护，为此美国每年耗资约 8.0 亿美元用于疏浚，产生的疏浚物数量可多达数亿 m³^[1]。为科学处置与有效管理疏浚物，美国专门成立国家一级的疏浚土管理机构——国家疏浚小组（National Dredging Team，简称 NDT），且大部分地理区域还成立了地区疏浚小组（Region Dredging Teams，简称 RDTs），并制定和执行了“疏浚物管理今后十年行动纲领”（Dredged Material Management: Action Agenda for the Next Decade）^[2]，还实施了 Poplar 岛生态修复、Jetty 岛海滩养护、旧金山港区湿地恢复和老港池回填等一系列较有代表性的疏浚物有益利用工程案例^[3]，取得了良好成效。

在前期调研的基础上^[1,3]，笔者尝试从美国疏浚物处置现状出发，旨在进一步了解和学习美国在推进疏浚物处置管理及有益利用方面取得的主要进展和经验，以期拓展我国疏浚土综合利用的工作思路，为政府和行业相关部门制定疏浚土管理政策法规、编制技术规范等提供参考。

1 疏浚物概况

表 1 给出了美国疏浚物的处置现状。由表 1

可知，美国每年产生的疏浚物总量高达 2.0 亿 ~ 2.5 亿 m³。其中，美国陆军工程兵团（U. S. Army Corps of Engineers，简称 USACE）每年直接从美国国会批准的航道改善以及维护疏浚工程中处置约 1.5 亿 ~ 1.8 亿 m³的疏浚物。此外，港务局、码头营运者、工业以及私人个体等许可证申请者每年还可从港口码头和游艇港池中产生 0.5 亿 ~ 0.7 亿 m³的疏浚物；但是，此类工程需要由 USACE 根据《河流和港口法》（Rivers and Harbors Act of 1899，简称 RHA）、《清洁水法》（Clean Water Act，简称 CWA）和《1972 年海洋保护、研究和保护区法》（Marine Protection, Research and Sanctuaries Act of 1972，简称 MPRSA）等法律法规审批疏浚及疏浚物处置许可证。

美国港口航道大多地处河口海湾地区，疏浚物成分以黏性土为主，且多数为清洁疏浚物（I类），因此可作直接处置。从疏浚物处理方式来看（表 1），目前疏浚物以有益利用为主，平均利用率可达 80%左右，利用途径和形式呈多样化趋势，主要包括海滩养护、湿地修复、水产养殖、土壤改良等，特别注重环境保护和生态修复方面的有益利用。此外，近 20%的疏浚物是在美国环境保护署（U. S. Environmental Protection Agency，简称 USEPA）批准指定的海洋倾倒地（浅水区或深水区）中进行抛卸处置的。以 USEPA 管理 6 区为例^[4]，美国墨西哥湾沿岸地区产生的主要港口航道疏浚物可在 Mississippi River Gulf Outlet、Mississippi River Southwest Pass、Barataria Bay、Freeport Harbor 等 15 余个指定的开敞水域进行倾倒地处置。

表 1 美国疏浚物处理情况

疏浚物来源	疏浚物产生量/亿 m ³	疏浚土质及成分	疏浚物处置方式	疏浚物有益利用的途径和目的
航道改善及维护疏浚工程 ^①	1.5 ~ 1.8	以黏性土为主，且多数为清洁疏浚物（I类）	以有益利用为主（利用率约 80%），海洋倾倒地为辅（指定倾倒地需由 USEPA 批准）	呈多样化趋势，包括海滩养护、湿地修复、水产养殖、土壤改良等。特别注重环境保护和生态修复方面的有益利用
港口码头和游艇港池等维护疏浚 ^②	0.5 ~ 0.7			

注：①此类工程由美国国会批准，USACE 负责具体的航道疏浚和疏浚物处置；②此类工程由当地港务局、码头营运者等申请许可，USACE 根据《河流和港口法》、《清洁水法》等法规进行审核批准疏浚及疏浚物处置许可证。

2 疏浚物管理的体制机制

在美国, 首先公认疏浚物是一种资源而不是废弃物, 并认为疏浚物的适当再利用和处置对于保护国家的海岸和海洋资源至关重要。在疏浚物管理方面, USACE 和 USEPA 联合其他政府机构严格执行《1972 年海洋保护、研究和保护区法》、《清洁水法》和《国家环境政策法》等影响疏浚物处置的 3 部主要法案, 由此建立了联邦疏浚物管理程序 (图 1)^[5]。为进一步研究和解决疏浚物的有益利用问题, 美国于 1995 年专门成立了三级组织机构, 即国家疏浚小组 (NDT)、地区疏浚小组 (RDTs) 和地方规划项目组 (local planning/project groups, 简称 LPGs)。其中, NDT 是一个政府部门间的组织, 也是作为一个执行国家疏浚政策和议案的论坛。它是以 USEPA 和 USACE 为主组成, 并包括海洋管理局、国家海洋和大气管理局、鱼类和野生动物署、美国海岸警卫队和美国地质调查局等政府部门或代表^[4]。其目的是实施 1994 年行动计划 (The Dredging Process in the United States: An Action Plan for Improvement) 中的 18 项建议, 促进国家和地区在疏浚问题上的一致性, 在项目干系人和联邦政府、州政府以及地方部门之间提供发布决议和信息交换的机制, 以及落实国家疏浚政策。此外, NDT 有责任审查与疏浚过程有关的政策和程序, 监督、检查和指导 RDTs 和 LPGs 在疏浚物管理方面的问题及解决方案, 同时有责任寻找增加疏浚物有益利用的方法。

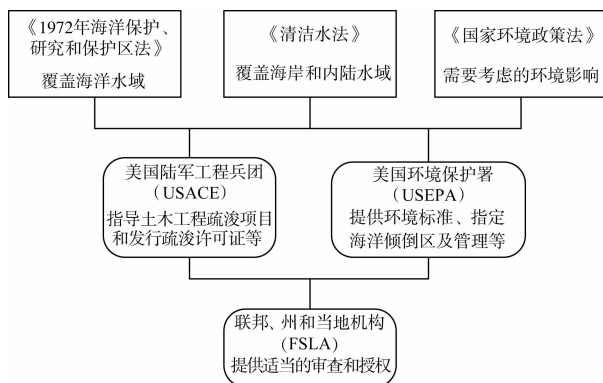


图 1 美国联邦疏浚物管理程序

地区疏浚小组 (RDTs) 由适当的政府机构代表组成。目前在美国的几乎所有地理区域, 包括五大湖、东北、东南、墨西哥湾、南加利福尼亚、北加利福尼亚、太平洋西南、阿拉斯加和夏威夷等地区都已建立了 RDTs。每个地区疏浚小组的主要职责是, 解决地区一级在审批过程、疏浚物的处置管理和规划以及项目规划过程中提出的新问题, 同时审查整个地区的疏浚问题以及需要改进协调和解决争议的具体项目, 对 LPGs 在制订长期的疏浚物管理规划方面提供指导, 及时将政府部门间的政策、技术和制度上的问题提交给 NDT 解决等。此外, RDTs 不能解决的与具体项目有关的问题和矛盾也可以提升到 NDT 层面解决。

为进一步提高疏浚物的管理水平, 2001 年 1 月, 国家疏浚小组 (NDT) 在佛罗里达州 Jacksonville 市组织召开了一次专题研讨会。研讨主要围绕疏浚物的有益利用、沉积物的管理、出现的问题和加强地区疏浚小组等 4 个方面展开。研讨期间, 对过去开展的疏浚物管理情况进行了评估, 调整了疏浚物管理的方向, 最终确定了后续十年所面临的疏浚和疏浚物管理问题提出专门建议的国家行动纲领, 即“疏浚物管理今后十年行动纲领”。该行动纲领已由国家疏浚小组指导委员会于 2003 年 7 月批准通过^[2]。

此行动纲领并未试图改变美国疏浚的基本法律框架, 而是着重于责任机构可以在改进贯彻现行规章和机构框架方面所采取的措施。提出的 22 项具体建议可有助于解决疏浚物有益利用、沉积物管理、出现的疏浚问题和加强地区疏浚小组等各种问题, 促使疏浚及疏浚物处置的审查过程在最大可行限度内保持及时性、有效性和可预见性。在制定此行动纲领的过程中, 已取得的一个重要经验教训是, 广大项目干系人 (或利益相关方) 尽早的实质性参与, 是疏浚物规划和管理取得成功的关键。

3 疏浚物有益利用及工程案例

3.1 主要技术进展

自1969年《国家环境政策法》(National Environmental Policy Act, 简称NEPA)颁布以来,美国环境问题全面要求公开实施,在疏浚物管理方面更多地要求在封闭区域或陆上进行处置。且出于提高水质和保护水生环境等的需要,越来越多的开敞水域和湿地已经不再作为备选的疏浚物处置场地进行考虑,对疏浚物处置方式的改进和发展提出了迫切要求。尤其加入《1972伦敦公约/1996议定书》缔约成员国之后,美国也逐渐认识到疏浚物的资源价值属性,鼓励将疏浚物作为一种资源加以利用,并强调疏浚物有益利用方面的技术指导和创新实践。

和英国、日本等发达国家一样,美国十分重视疏浚物有益利用的技术研究和指导。早在20世纪80年代,USACE就先后编印了《疏浚与疏浚物处置》、《疏浚物的有益利用》和《疏浚物的圈围处置》等3本工程师手册,对工程实践具有重要的指导意义^[6]。为对近年来所使用的疏浚设备和疏浚物处置技术进行全面总结和提升,USACE还对此前的3本工程师手册进行整合与更新,出版《疏浚与疏浚物安置工程师手册》(Dredging and Dredged Material Placement, Engineer Manual)^[7]。新的工程师手册对开敞水域和有圈围(或围堤内)的疏浚物处置,以及疏浚物有益利用的规划、设计、施工、运营和管理提供了全面的指南。同时,USACE和USEPA专门为机构有关人员编制了确定疏浚物处置方案环境可接受性的总体技术框架,有力地加强了USACE和USEPA根据疏浚物管理的环境法规进行决策时的一致性与协调性。作为美国疏浚物管理的两大权威机构,USEPA和USACE还于2007年10月联合编制了《Identifying, Planning, and Financing Beneficial Use Projects Using Dredged Material, Beneficial Use Planning Manual》,用于指导疏浚物有益利用项目的识别、规划和融资^[5]。特别地,在涉及污染疏浚物管理与处置方面,USEPA和USACE专门组织开展了港口航道污染沉

积物的清除战略和技术、污染疏浚物风险管理战略、与疏浚物有益利用相结合的清除污染技术等多项课题研究,均取得一定认识。

此外,为科学制定疏浚物的管理规划或处置方案,USEPA和USACE属下分支设有专门实验室和检测机构(如国家健康和环境影响研究实验室、陆军工程兵团研究和发展中心等)从事分析各类疏浚物的物理性质、化学成分以及对生态影响的相关特性,从多角度研究疏浚物处置方案的合理性和可行性。而且,在鼓励疏浚物有益利用方面,通过制定有关优惠政策、法律等方式予以保证,重视对疏浚物有益利用的研究和开发;还有通过相关网站(如USACE公开发布的网页链接<http://el.erdc.usace.army.mil/dots/>、五大湖区疏浚小组创建的网页<http://greatlakesdredging.net/>等)进行宣传,并提供疏浚物有益利用的技术指南和示范项目信息等。

3.2 工程案例分析

全球经验表明,疏浚物可以成为一种能在水中或陆上使用的有价值的资源。在美国,每年来自各港口、港区和航道的巨量疏浚物的处理为疏浚物在环境、经济、社会公益和美学等方面的有益利用提供了良机。20世纪70年代以前,美国疏浚物较为典型的利用方式是为机场、港口、住房和商业等建设用地的吹填造陆。此后随着环境、经济和社会等需求的不断增加,疏浚物有益利用逐渐趋于多样化,在栖息地营造、海滩养护、农业和水产养殖等方面开展了大量的利用,且对部分受污染的疏浚物经处理后也进行了再利用。总的来看,美国疏浚物有益利用可被分为7大类^[5]: 1) 栖息地恢复和发展; 2) 海滩养护; 3) 公园与娱乐休闲; 4) 农业、林业、园艺和水产养殖; 5) 露天矿回填与固体废物填埋; 6) 建筑和工业用途; 7) 多用途活动。需要指出的是,疏浚物有时可以产生多种有益的用途,如海滩养护可同时兼具护岸和娱乐的功能。

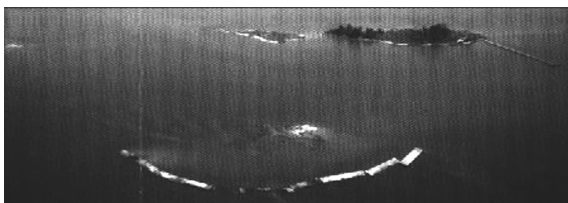
据不完全统计^[5],美国目前就有数百个疏浚物有益利用的工程实例记录在案。在诸多疏浚物

的有益利用案例中,比较有代表性的案例有 Poplar 岛栖息地修复、Jetty 岛海滩养护、Brownsville 港疏浚物隔离区水产养殖、Michigan 湖废弃钢厂疏浚物回填与沿湖公园塑造、旧金山港区湿地恢复和老港池回填等。

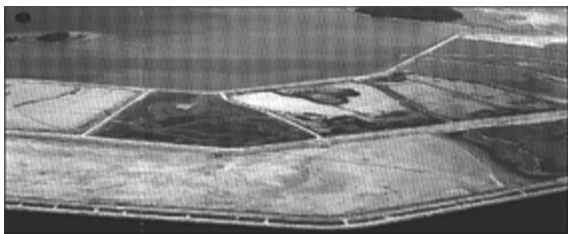
3.2.1 Poplar 岛栖息地修复

Poplar 岛位于华盛顿特区的 Chesapeake 海湾。由于长期受到海浪海潮影响,该岛海岸线约以 4.5 m/a 的速度侵蚀后退,按此速度 20 世纪末该岛将消失。因此,有关部门于 1994 年决定实施修复工程。该修复工程由 Maryland 港务局、USACE 和美国鱼类及野生动物服务中心联合承担,被列入国家野生动植物栖息地恢复和疏浚土有益利用示范工程。

该修复工程主要是通过利用来自 Baltimore 港航道的疏浚物回填来恢复其原貌。由图 2 可知,修复后,Poplar 岛陆域面积明显扩大、且不受侵蚀威胁,已成为野生动植物栖息地和湿地,明显改善了当地生态环境。



a) 修复前



b) 修复后

图 2 疏浚物用于 Poplar 岛栖息地修复前后对比

3.2.2 Jetty 岛海滩养护

Jetty 岛位于 Possession 海湾(属西雅图市,图 3)。Jetty 岛海滩养护工程是由 USACE 结合 Everett 港口航道疏浚任务所承担的疏浚物有益利用项目。USACE 在 1989—1990 年期间共使用约 25 万 m³疏

浚土修建海岸堤坝,1998 年利用约 18 万 m³疏浚土吹填修复海滩,2007 年再吹填约 2 万 m³疏浚土进行海滩维护。目前 Jetty 岛海滩已成为野生动植物的栖地和城市居民休闲场所。



图 3 Jetty 岛利用疏浚物进行海滩养护

3.2.3 Brownsville 港疏浚物隔离存储区水产养殖

在美国,水产养殖业的发展在许多地方造成养殖场地的紧缺,尤其是沿海养殖场的发展因缺乏进出通道、法律限制以及土地利用竞争等极大地受到了限制。克服以上这些限制因素的一种方法就是利用维护性疏浚物的隔离储存区进行水产养殖。在德克萨斯州 Brownsville 港,可在疏浚物隔离存储区的水闸上安装捕捞网进行水产养殖(图 4)。实践证明,疏浚物隔离储存区与水产养殖活动是相互兼容的,水产养殖是一种非常具有发展前途的疏浚物有益利用方式。

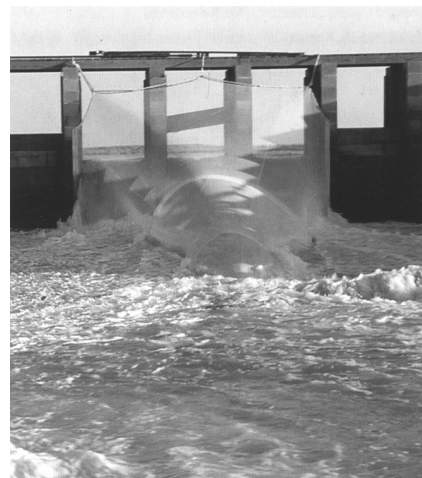


图 4 Brownsville 港疏浚物隔离存储区水产养殖

综上所述,美国在疏浚物管理和实践方面积累的经验较为丰富,疏浚物的处置方式是以减轻或避免不可接受的负面环境影响为首要原则的。疏浚物管理最为期望的方向是,疏浚物有益利用对环境所产生的积极影响可以抵消项目自身可能产生的负面作用。随着土地使用功能的改变、可用于疏浚物处理的场地(陆上或水域)资源的日渐缺乏,以及人们对环保意识的不断加强,对疏浚物开展诸如鸟类栖息地营造、湿地修复、土壤改良、露天矿回填覆盖等改善环境和生态方面的有益利用,正逐渐体现出明显的经济性和环境友好性。值得关注的是,利用疏浚物隔离储存区进行水产养殖、抛投疏浚物形成近海阶坎以改善海滩稳定性等创新性的有益利用前景广阔。

4 结语

通过对大量文献资料的研读和分析,较为系统地掌握了美国疏浚物处置管理机制和有益利用技术及其工程案例等。在美国,尽管疏浚物产生量大,但由于其疏浚物管理体系权责清晰、疏浚物处置处理(含有益利用)技术成熟可靠,因此疏浚物处理问题可得到妥善解决,且多数以栖息地营造、湿地修复等改善环境和生态的形式得到有益利用。Poplar 岛栖息地修复、Jetty 岛海滩养护、Brownsville 港疏浚物隔离区水产养殖、Michigan 湖废弃钢厂疏浚物回填与沿湖公园塑造等记录在案的疏浚物有益利用实例多达数百个。

与欧美、日本等主要发达国家相比,我国疏浚物有益利用研究起步较晚,在疏浚土综合利用技术、政策法规和工程实践等方面的基础和现状较为落后^[8]。我国目前正处在疏浚土有益利用的研究和探索阶段,适时学习和借鉴美国疏浚物处置管理的成功经验,对国内疏浚土有益利用工作的深入开展具有重要意义。

致谢:中国疏浚协会组织郑宗国、张华松、周海、谈泽炜、张文青、朱治等多位水运专家赴美进行技术考察,对本文提供了帮助和指导,谨致谢忱。另外,中交上海航道局有限公司林风教授级高工翻译了大量外文资料,对本文亦有贡献。

参考文献:

- [1] 中国疏浚协会. 关于“疏浚土有益利用”赴美考察报告[R]. 北京:中国疏浚协会,2007.
- [2] Vogt C, Holiday B, Kim E, et al. The United States National Dredging Team's dredged material management action agenda for the next decade[C]// World Organization of Dredging Associations. Proceedings of the 17th World Dredging Congress, 2004.
- [3] 付桂,赵德招,程海峰. 国内外疏浚土综合利用现状对比分析[J]. 水运工程,2010(4): 127-133.
- [4] U S Environmental Protection Agency. Dredged Material Management [EB/OL]. (2012-11-02) [2014-07-29] . <http://water.epa.gov/type/oceb/ oceandumping/dredgedmaterial/dredgemgmt.cfm>.
- [5] U S Environmental Protection Agency, U S Army Corps of Engineers. Identifying, Planning, and Financing Beneficial Use Projects Using Dredged Material, Beneficial Use Planning Manual[S].
- [6] U S Army Corps of Engineers Beneficial uses of dredged material, Engineer Manual[S].
- [7] Welp T, Palermo M, Landin M, et al. U S Army Corps of Engineers new dredging engineer manual “Dredging and Dredged Material Placement” [C]// American Society of Civil Engineers. Proceedings of the 3rd Specialty Conference on Dredging and Dredged Material Disposal, 2002.
- [8] 吴华林,赵德招,程海峰. 我国疏浚土综合利用存在问题及对策研究[J]. 水利水运工程学报,2013(1): 8-14.

(本文编辑 郭雪珍)