

“十三五”国家重点出版物出版规划项目
海洋生态文明建设丛书



胡险峰 张昊飞 程金平 ● 编著

上海海域海洋倾废 对生态环境影响及对策措施研究

SHANGHAI HAIYU HAIYANG QINGFEI
DUI SHENGTAI HUANJING YINGXIANG JI DUICE CUOSHI YANJIU

 海洋出版社

“十三五”国家重点出版物出版规划项目

海洋生态文明建设的丛书

上海海域海洋倾废对生态环境 影响及对策措施研究

胡险峰 张昊飞 程金平 编著

海洋出版社

2018年·北京

图书在版编目 (CIP) 数据

上海海域海洋倾废对生态环境影响及对策措施研究/胡险峰, 张昊飞, 程金平编著. —北京: 海洋出版社, 2018. 6

ISBN 978-7-5210-0133-4

I. ①上… II. ①胡… ②张… ③程… III. ①海洋倾废-影响-海洋环境-生态环境-研究-上海 IV. ①X145

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 218249 号

责任编辑: 苏 勤

责任印制: 赵麟苏

海洋出版社 出版发行

<http://www.oceanpress.com.cn>

北京市海淀区大慧寺路 8 号 邮编: 100081

北京朝阳印刷厂有限责任公司印刷 新华书店北京发行所经销

2018 年 9 月第 1 版 2018 年 9 月第 1 次印刷

开本: 889mm×1194mm 1/16 印张: 14

字数: 280 千字 定价: 118.00 元

发行部: 62132549 邮购部: 68038093 总编室: 62114335

海洋版图书印、装错误可随时退换

编写委员会

主 编：	胡险峰	张昊飞	程金平
编 委：	蒋真毅	杨 涛	许 鹏
	韩德明	莫 磊	吴 旻
	马煜宁	周 勇	徐 豪
	陈筱佳	王鹤霖	龚婉卿

前 言

人类向海洋倾废已有上百年的历史。早期的海洋倾废活动开始于欧洲工业革命之后,由于欧美国家工业和海上贸易的发展,人们开始向海洋倾倒城市垃圾和港口疏浚物质。早期的倾废活动所倾倒的废弃物比较单一,主要是城市垃圾和港口疏浚物。第二次世界大战以后,随着全球工业化进程的推进,世界工业生产的迅速发展和人类活动产生的废弃物剧增,海洋倾废的数量和种类也不断增多。然而海洋自身净化的能力是有限的,如果毫无节制、无规划地利用海洋净化废弃物,对海洋倾废活动不加以限制,海洋就会变成人类生活垃圾和工业垃圾的处理厂,海洋生态系统就会遭到极大的破坏。

从1972年《防止倾倒废物污染海洋公约》起,国际上逐渐关注各类倾倒废物对海洋环境的污染和防治问题;1996年缔约国通过了《〈防止倾倒废物和其他物质污染海洋的公约〉1996年议定书》(以下简称《议定书》),至2006年,世界上已有26个国家成为议定书的缔约国。海洋倾废标准不断呈现严格化的趋势,今后的发展趋势将是更加的严格化。

新中国成立后,我国海洋倾废仍以沿海航道、港口的疏浚物为主,随着航道港口的建设,疏浚倾倒量逐步增多。自我国实施《海洋倾废管理条例》以来,海洋倾废活动摆脱了之前无序的局面,逐步走上法制化轨道,这与我国近年来工业化水平逐步提高有关。虽然我国每年倾倒量在总体上呈持续走高的态势,但是也应该看到倾倒许可证的审核更加严格,倾倒区选划更显合理,对海洋监测监察执法力度也在不断增强。

近5年来,上海市作为国际航运中心,其港口、码头、航道等疏浚的倾倒需求越来越大,年平均倾倒量为5 800万 m^3 ,其中2013年的倾倒量为7 074万 m^3 ,占全国年倾倒量的44%。大量的疏浚物倾倒入海,对上海海域的海洋环境带来了潜在的风险,尤其是对倾倒区周边的海洋功能区、海洋环境敏感区带来了潜在风险,同时也对上海海域的倾废管理提出较大挑战。

国内外学者对疏浚物倾倒入海后造成的环境影响进行了较为广泛的研究,但研究大多集中于单个倾倒区倾倒时产生的环境影响以及倾倒区使用现状与管理对策等方面,对多个倾倒区同时倾倒产生影响进行叠加分析的研究较少。此外,我国疏浚物的相关技术标准存在诸多不足,例如分类及评价标准中缺乏对难降解性有机物等物质的分类评价;评价标准方法中缺乏对多个样品的综合评价等,这些不足制约着上海海域疏浚物倾倒的高效管理建设。国内外学者对海洋倾废的研究主要集中在倾倒区使用现状与管理对策、海区和地方海洋倾废管理、海洋倾废对海洋环境影响等方面,而对疏浚物采样及综合评价方法标准的完善、疏浚物在不同倾倒区同时倾倒的叠加环境影响以及疏浚物在不同倾倒区之间的分配等方面的研究还显不足。

因此,在上海市海洋局的支持下,项目组开展了“海洋倾废对上海海域生态环境影响及对策措施研究”的专题研究,集成项目有关研究成果,形成本专著。本专著以海洋倾废对海域生态环境的叠加影响研究为主线,将全书分为海洋倾废对海域生态环境叠加影响的研究现状(第1章)、上海市疏浚物及海域生态环境(第2章)、海洋倾废对海域生态环境的叠加影响研究(第3章)、恢复吴淞口北倾倒区对青草沙水源敏感区影响的评价研究(第4章)、上海市疏浚物采样与检测以及评价技术研究(第5章)、海洋倾废管理对策措施研究(第6章),最后进行总结与展望(第7章)。本书编著者分别如下:由胡险峰、张昊飞、程金平主编;第1章由胡险峰、程金平、韩德明、杨涛、许鹏、莫磊、吴旻编写;第2章由程金平、韩德明、杨涛编写;第3章由程金平、韩德明、马煜宁、周勇、徐豪、陈筱佳、王鹤霖编写;第4章由许鹏、张昊飞、杨涛编写;第5章由杨涛、张昊飞、龚婉卿、许鹏编写;第6章由胡险峰、蒋真毅、莫磊、吴旻编写;第7章由胡险峰、张昊飞、程金平编写。全书由张昊飞、杨涛统稿。

本专著出版得到了上海市海洋局科研项目“海洋倾废对上海海域生态环境影响及对策措施研究”(编号2015-03)项目的资助。同时,在成书过程中,得到了许多领导和专家的大力支持与帮助,他们是:国家海洋局东海分局徐韧教授、叶属峰教授、程祥圣教授、项有堂教授;上海市海洋局胡传廉处长、崔海灵副处长、徐建成处长;上海市环境科学学院林卫青教授;中国气象局上海台风研究所李永平研究员;上海海洋大学何培民教授;上海市海洋环境监测中心李丕学高级工程师,以及胡挺、刘汉奇、蔡芃、刘星等。在出版过程中,得到了海洋出版社苏勤

编辑以及审稿专家的大力协助。在此，作者对他们的无私贡献表示衷心感谢。

由于本专著研究时间及编写时间短促，著者水平有限，书中难免有错误存在，敬请各位领导与专家批评指正。

作者

2017年1月 于上海

目次

第1章 项目概况	(1)
1.1 研究背景	(1)
1.2 国内外研究现状	(2)
1.2.1 海洋倾废对海域生态环境叠加影响的研究现状	(2)
1.2.2 疏浚物采样与评价技术的研究现状	(5)
1.2.3 海洋倾废管理对策措施的研究现状	(13)
1.2.4 国内外学者对倾废管理的相关研究	(18)
1.3 研究目的和意义	(19)
1.4 技术路线	(21)
第2章 上海市疏浚物及海域生态环境	(23)
2.1 上海市疏浚物的来源	(23)
2.2 上海市疏浚物的理化特征	(24)
2.2.1 疏浚物的物理性质	(24)
2.2.2 疏浚物的化学成分	(27)
2.2.3 疏浚物的毒性特征	(27)
2.2.4 疏浚物的养分特征	(28)
2.3 倾倒区地理位置	(32)
2.4 倾倒区及邻近海域水质环境质量现状及变化趋势分析	(34)
2.5 倾倒区沉积物环境质量现状及变化趋势分析	(48)
2.6 倾倒区生物的变化趋势分析	(49)
2.6.1 浮游植物	(49)
2.6.2 浮游动物	(52)
2.6.3 底栖生物	(52)
2.7 本章小结	(54)
第3章 海洋倾废对海域生态环境的叠加影响研究	(56)
3.1 倾倒区以及关键污染物的选择	(56)

3.1.1 倾倒区的选择	(56)
3.1.2 关键污染物的选择	(57)
3.2 三维水动力数值模拟	(60)
3.2.1 潮流模型原理	(60)
3.2.2 三维潮流模拟	(62)
3.2.3 潮流模拟结果	(66)
3.3 疏浚物倾倒模拟条件	(70)
3.3.1 三维泥沙扩散模型原理	(70)
3.3.2 模型输入参数与边界条件	(71)
3.4 疏浚物倾倒模拟结果	(74)
3.4.1 静水下的泥沙倾倒模拟	(74)
3.4.2 小潮涨急倾倒方案模拟结果	(74)
3.4.3 小潮落急倾倒方案模拟结果	(81)
3.4.4 大潮涨急倾倒方案模拟结果	(86)
3.4.5 大潮落急倾倒方案模拟结果	(92)
3.4.6 长期倾倒引起海底增厚	(97)
3.5 倾倒量计算及其分配	(98)
3.5.1 倾倒总量计算	(98)
3.5.2 基于敏感目标影响的分配	(99)
3.5.3 基于航道通航安全的分配	(101)
3.5.4 基于疏浚物生态风险的分配	(102)
3.5.5 分配方案的优化	(105)
3.6 本章小结	(106)
第4章 恢复吴淞口北倾倒区对青草沙水源敏感区影响的评价研究	(108)
4.1 潮流泥沙分析	(108)
4.1.1 水文泥沙调查概况	(108)
4.1.2 实测潮流分析	(109)
4.1.3 潮流调和分析	(114)
4.1.4 实测泥沙分析	(117)
4.2 潮流场数值模拟与分析	(120)
4.2.1 模型计算区域	(120)

4.2.2	边界条件及初始条件	(120)
4.2.3	模型验证	(122)
4.2.4	潮流场模拟分析	(127)
4.3	扩散场模拟与分析	(132)
4.3.1	悬浮物扩散模型	(132)
4.3.2	倾倒方式、源强及参数	(132)
4.3.3	悬浮物扩散计算与分析	(133)
4.4	本章小结	(155)
第5章	上海市疏浚物采样与检测以及评价技术研究	(157)
5.1	我国疏浚物采样与检测以及评价技术现状	(157)
5.1.1	现有疏浚物采样标准	(157)
5.1.2	现有疏浚物检测标准	(157)
5.2	制定上海市疏浚物采样与检测以及评价技术标准的必要性	(159)
5.2.1	我国疏浚物采样与检测技术中存在的不足	(159)
5.2.2	我国疏浚物评价工作中存在的不足	(161)
5.3	上海市采样与检测技术标准的制定	(162)
5.3.1	标准适用范围	(162)
5.3.2	标准的编制引用文件	(162)
5.3.3	前期工作基础	(162)
5.3.4	技术路线	(163)
5.3.5	标准的主要内容	(164)
5.3.6	本标准与 GB30980—2014 的比较	(171)
5.4	上海市疏浚物分类评价标准的制定	(172)
5.4.1	标准适用范围	(172)
5.4.2	标准的编制引用文件	(173)
5.4.3	前期工作基础	(173)
5.4.4	技术路线	(174)
5.4.5	分类评价标准的主要内容	(174)
5.4.6	疏浚物海洋倾倒评价要求	(175)
5.4.7	疏浚物分类	(175)
5.4.8	疏浚物的处置	(176)

5.4.9 本标准草案与 GB30980—2014 的区别 (177)

5.5 本章小结 (177)

第6章 海洋倾废管理对策措施研究 (179)

6.1 上海市海洋倾废管理现状 (179)

6.1.1 搭建了较完备的组织机构 (179)

6.1.2 具备了较充分的法律依据 (179)

6.1.3 形成了较规范的审批流程 (180)

6.1.4 构建了较清晰的监管模式 (181)

6.2 目前海洋倾废管理中存在的问题 (181)

6.2.1 海洋倾废法制建设有待完善 (181)

6.2.2 废弃物的资源化利用有待引导 (182)

6.2.3 海洋倾倒活动控制有待优化 (182)

6.2.4 疏浚物采样检测及分类评价标准有待细化 (183)

6.2.5 审批效能有待提高 (184)

6.2.6 倾废监管机制有待完善 (184)

6.3 海洋生态环境保护工作目标 (185)

6.3.1 国家海洋生态环境保护工作目标 (185)

6.3.2 上海市海洋生态环境保护工作目标 (186)

6.4 海洋倾废管理对策与措施 (187)

6.4.1 加快推进海洋倾废管理法制建设 (187)

6.4.2 加强市场引导，促进疏浚泥的资源化利用 (188)

6.4.3 科学调控海洋倾废活动 (192)

6.4.4 制定疏浚物采样及成分检测评价新标准 (194)

6.4.5 以审批标准化为依托，进一步提高审批效率 (197)

6.4.6 建立海洋倾废综合监管机制 (198)

6.5 本章小结 (201)

第7章 研究结论与展望 (203)

7.1 主要研究结论 (203)

7.2 展望 (205)

参考文献 (207)

第1章 项目概况

1.1 研究背景

人类向海洋倾废已有上百年的历史。早期的海洋倾废活动开始于欧洲工业革命之后,由于欧美国家工业和海上贸易的发展,人们开始向海洋倾倒城市垃圾和港口疏浚物。美国于1875年开始向海洋倾倒疏浚物,此后英国、日本、韩国、法国等沿海国的倾倒活动也相继出现,并且倾倒规模也越来越大。我国在1883年,清政府开始将长江与黄浦江交汇处的疏浚物倾倒入吴淞口外,此后青岛、天津、广州、烟台等港口相继将疏浚物倾倒入港口外海域。

向海洋倾倒疏浚物,由于疏浚物的下沉作用以及沉降至海底造成海底沉积物的扰动,会出现倾倒区域水体含有高浓度的悬沙。这些含有高浓度的泥沙经过水动力作用进行扩散和迁移,影响范围将逐渐扩大,同时,导致海底地形有一定程度的增厚变化。疏浚物中可溶性物质将会溶解释放到水体中,引起倾倒区域内物理、化学及生物等方面环境质量的改变。随着海洋水体的变化及海洋生物的运动,倾废活动不仅影响到倾倒区域内的生态环境,而且这些影响将逐渐波及临近海域。

本课题组在前期的“上海市海洋主要废弃物分类及综合利用研究”和“上海市典型倾倒区入海废弃物总量控制与管理研究”项目研究中,主要得到以下结论:①上海长江口邻近海域范围内疏浚物检测的各项污染因子浓度较低,主要为清洁疏浚物;②在单个倾倒区中倾倒疏浚物,倾倒约2 h后,水体中悬浮物浓度低于四类海水水质标准值;倾倒引起的底床增厚基本涉及了整个倾倒区,底床增厚影响较小,丰水期引起的最大增厚值最小。

通过前期的项目研究发现:国内外学者对疏浚物倾倒入海后造成的环境影响进行了较为广泛的研究,但研究大多集中于单个倾倒区倾倒时产生的环境影响以及倾倒区使用现状与管理对策等方面,对多个倾倒区同时倾倒产生影响进行叠加分析的研究较

少。此外,我国疏浚物的相关技术标准存在诸多不足,例如分类及评价标准中缺乏对难降解性有机物等物质的分类评价,评价标准方法中缺乏对多个样品的综合评价等,这些不足制约着上海海域疏浚物倾废的高效管理建设。

1.2 国内外研究现状

1.2.1 海洋倾废对海域生态环境叠加影响的研究现状

1.2.1.1 国外研究现状

从海洋倾废的历史、现状及发展来看,疏浚物的海洋倾废是一条极具前景的出路,也一直是海洋倾废的重点。疏浚物大部分是天然沉积物,约有10%的疏浚物由于人类的活动而受到污染,疏浚物受污染程度不同其对环境的影响也不同。疏浚物倾倒入海对倾废区造成的环境影响包括暂时性影响和长期性影响两方面。暂时性影响包括海水悬浮物、浑浊度的增加,海水质量的下降及污染物的迁移、扩散,造成的影响一般为暂时性的,但是可能会危害某些经济鱼类,造成短期内重大经济损失。疏浚物倾废的长期影响包括海底地形的变化、底部沉积物特性局部发生变化、邻近地区沉积速率的增加以及由此引起的对生物的影响,长期影响一般要等几年甚至十几年才能观察到。

近年来,国外许多学者对疏浚物倾废后倾废区内的生态环境变化进行了大量的调查研究。Harrison 早于1967年就报道了 Chespeak 湾倾废区在疏浚物倾废一个月后底栖生物平均数量减少了71%,但18个月后生物数量和种类多样性就恢复到与周围海域一样的水平。Flint 对1979—1992年间依利湖疏浚物倾废区的生态环境变化进行了研究,结果发现由于浮游生物的快速繁殖及其较高的生物扩散能力,水体中生物个体总数有较大增加,且该倾废区的生物恢复时间约为1年。Van Dolah 在1984年通过对美国卡罗莱纳州南部倾废区的研究发现,疏浚物的倾废对底栖动物的影响较小。美国农业渔业研究所(ILVO)根据其对于北海 Belgian 海域5个疏浚物倾废区进行长达24年的监测资料,研究了疏浚物对倾废区海域的生态环境影响,发现各倾废区与对照区相比,生物受疏浚物中 POPs 和重金属污染毒性效应不显著,只有一个倾废区内大型底

栖生物的数量有明显减少,并且倾倒区内倾倒不同量的疏浚物对环境的影响程度不同。2005年,Simonini对位于意大利亚得里亚海北部的 Emilia-Romagna 海域的4个倾倒区内,在倾倒疏浚物6个月、8个月、2年和4年后分别对倾倒区海域大型底栖性生物的影响进行研究,结果发现疏浚物的倾倒没有影响该倾倒区底泥的粒径分布及 TOC 的百分比,也未发现大型底栖生物种群结构有所变化。随后,Bolam 等对英格兰和威尔士沿海18个倾倒区进行了潮间和潮下潮位时期的研究,发现18个倾倒区所受到的生态影响均不同,通过对各倾倒区海底地形水文特征等信息进行分析,作者指出疏浚物的倾倒应当综合考虑倾倒区具体的水文学特征以及疏浚物倾倒过程(方式、持续时间、数量、频率和疏浚物种类)。Cruz-Motta 等研究了疏浚物的倾倒对澳大利亚昆士兰北部热带软底层海域的生态环境影响,指出由于疏浚物的倾倒致使该倾倒区浮游微生物种类和数量减少。总之,国外的研究主要为单个倾倒区海域范围内疏浚物的倾倒造成的疏浚物沉积对航道以及海洋生物的影响。

1.2.1.2 国内研究现状

我国也对疏浚物倾倒后倾倒区的生态环境变化进行了调查和研究。有学者通过设计水槽实验用相机连续拍照记录疏浚物云团在沉降过程中不同时刻的位置和形状的方式,模拟了底开门驳船倾倒疏浚物的沉降扩散过程,并基于该研究建立了疏浚物迁移扩散数值模型。有学者对连云港海域疏浚物倾倒造成的环境影响开展研究,发现疏浚物扩散过程中会造成海水悬浮沙量增加,从而引起水体浑浊度的增高;但同时由于疏浚物中黏粒和胶体物质具有吸附海水中重金属和有机物等污染物质的能力,疏浚物的倾倒也会有利于水质和生态环境的改善。部分学者对珠江口疏浚物倾倒区附近的大型底栖生物进行了调查,对比分析了倾倒区内外大型底栖生物种的类数、丰度、生物量、优势种和种类多样性指数的差异,研究结果表明海洋倾倒可能使倾倒区内大型底栖生物种类、丰度、生物量和种类多样性降低,但对海区优势种的影响较小。国家海洋有关管理部门通过在苍南东南海域进行海上倾倒实验,发现疏浚物粒径特征值为倾倒区水体悬浮物粒径特征值的1.3~2.7倍,由于倾倒而形成的云团在15~30 min后漂离倾倒点,30~60 min后云团基本消失,造成的水体悬浮物浓度增加影响在顺流方向1.5 km左右基本结束。还有学者对日照30万吨级原油码头倾倒区进行了海洋环境影响研究,采用泥沙扩散迁移三维数学模型分别对同一倾倒区单船倾倒悬浮泥沙的运动轨迹进行了模拟,研究指出在落潮与涨潮时悬浮泥沙浓度为10 mg/L时离倾倒中心点最大距离分别为4.23 km、3.1 km。有学者讨论了围隔海水中初级生产力的变化

及其与主要有害物质释放、营养盐溶出和悬浮物质增加引起的光照度变化之间的关系,认为:在疏浚物的浓度为 1 500 g/L 的情况下,尽管其中某些有害物质和营养盐有不同程度的释放,但对初级生产力不产生明显影响。部分学者采用室内模拟实验研究了不同粒径和不同浓度悬浮清洁疏浚物对 2 种常见海洋微藻生长的影响,结果表明不同浓度清洁疏浚物均显著影响海洋微藻生长;在相同粒径范围内,其对微藻生长的抑制作用随浓度升高而增加;随悬浮清洁疏浚物粒径的减小,海洋微藻的细胞密度呈下降趋势。有学者根据 2002 年的青岛倾倒区海域表层疏浚物中重金属监测数据,对其重金属潜在生态风险性进行了评价,结果表明该海域重金属综合污染程度和潜在生态风险性均较低,倾倒区外南部海域有 Cu 和 Cd 污染的迹象。还有学者报道了厦门西海域拟疏浚沉积物中的重金属含量水平及分布,指出厦门西海域拟疏浚沉积物重金属含量不很高 ($RI < 150$),属于轻微生态危害。部分研究者于 2014 年 3 月对连云港倾倒区及附近海域 17 个站位的水质和 11 个站位的沉积物以及海洋生物进行了调查采样,结果表明沉积物中重金属含量的分布特征为倾倒区>倾倒外围区>养殖区,疏浚物为倾倒区重金属的重要污染源,且在扩散作用下对倾倒外围区海域有一定影响。有学者对厦门西海域拟疏浚物中的 PCBs 含量及分布特征进行了调查,结果表明厦门西海域拟疏浚物中 PCBs 为 0.17~30.3 ng/g,生态风险评价结果显示厦门西海域拟疏浚物中 PCBs 的环境毒性相对较低。还有学者以海洋疏浚物为材料,进行生物毒性快速检测技术实验研究。通过研究发光细菌毒性检测法和数字基因表达谱测序方法,建立了以发光细菌毒性半数效应浓度为依据的疏浚物毒性分级技术并从分子水平迅速确定污染疏浚物的潜在生物毒性效应,补充完善了当前倾废物生物检验方法。本课题组利用生态风险指数法对黄浦江、长江口、内河航道疏浚物中 Hg、Cd、Cu、Pb、As、Cr 和 Zn 等重金属进行风险评价,探讨了上海海域典型疏浚物中重金属的生态风险。研究结果表明:7 种重金属的潜在生态风险系数均属轻微生态危害;各采样区域重金属的潜在生态风险系数均小于危害临界值,属轻微生态危害;内河航道、长江口和黄浦江码头前沿的潜在生态风险系数分别为 81.4、57.7 和 52.5,均属于轻微生态危害。国内学者关于疏浚物倾倒对海域的生态环境影响的研究大多为北海以及南海相关海域,东海海域则较集中于连云港、温州等海域,而对于上海海域的相关研究则相对较少。

综上所述,国内外关于疏浚物对倾倒区海域造成的生态环境影响的研究主要集中于单一倾倒区的影响,疏浚物倾倒后悬浮物入海引起的环境变化以及疏浚物造成的海底地形的影响,而对多个倾倒区同时倾倒疏浚物产生的生态环境叠加影响较少,以及

造成的叠加影响对敏感目标的研究均较少。由于各个倾倒区疏浚物的组成、数量、理化特性、有毒物质含量和倾倒方式不同，各个倾倒区的水文气象、地质、生态环境不同，海洋疏浚物在各个倾倒区海域内造成的生态环境影响往往也不相同。

1.2.2 疏浚物采样与评价技术的研究现状

1.2.2.1 疏浚物样品的采集研究现状

疏浚物样品的采集是否科学合理直接影响着其评价结果，在这个研究评价过程中发挥着重要作用。美国的环保部（EPA）和陆军工程兵团（ACE）、加拿大的环境部长理事会（CCME）、日本环境省等国外环境保护和研究机构，为确保疏浚物样品采集的科学合理性，进行了大量的基础研究工作，对疏浚物的采样做出了系统性的研究。疏浚物采样标准主要包括采样前（制定采样计划、准备相关设备）、采样过程中以及采样后（样品的储存）等步骤。

采样前。制定采样计划，应当基于疏浚区的地质结构、沉积物粒度分布、水动力状况、疏浚物的工程类型以及附近是否存在污染源、环境敏感区等信息的基础上，选取尽可能反映疏浚物的真实情况并具有代表性的采样站位。若所选取的站位地质结构相对呈均匀分布，则应采取网格均匀布点；若疏浚区附近存在污染源，则应随着污染浓度梯度由高向低方向，由密渐疏地设计采样站位；若进行二次采样时，应以污染（或沾污）站位作为中心点，在中心点的四周布设一定数量的站位。采样站位的数量应以能满足对海洋倾倒疏浚物进行分类定性和评价的需要，以覆盖整个疏浚区域为宜。在疏浚物采样前，应当准备好定位设备、采样记录表、采样器、样品容器。一般以抓斗式采样器采集表层沉积物样品；以箱式采样器或重力采样管采集疏浚物柱状样。而对于样品容器，用高密度塑料袋或用上述材质制成的其他容器作为生物样品的储存容器，用高密度塑料袋或瓶子或硼硅酸盐玻璃容器装金属和有机碳；用有铝箔内衬盖子的琥珀色玻璃容器和不锈钢广口容器盛放有机化合物。

采样过程中。应该注意最大限度地避免疏浚物与皮肤接触；当疏浚物样品上面的水要清洁或不过分浑浊、沉积物水界面要完整无损，相对平坦；采柱状样时，长度应在采样规定的范围内；抓斗式采样器应完全合拢。

采样后。处理的样品应减少至最低量，并且取出后尽快处理，以避免影响沉积物中地球化学和生物化学过程的温度和氧气状况发生变化；分样时应避免与采样器的面

接触；保护样品在甲板上时不被污染；分析挥发性化合物（如 PAHs），样品应完全装满容器，不留空气空间；在船上用冷藏设备（4℃），在当地陆上用冷藏箱或电冰箱，或装满冰或冰块的绝缘容器暂时储藏现场样品。

国内的疏浚物采样技术研究起步较晚，是在我国海洋沉积物采样技术的基础上发展起来的，制定了一套通用的疏浚物采样、运输及存储、分析方法，并制定了相应的技术标准规范，即《海洋倾倒物质评价规范 疏浚物》（GB30980—2014）。这套技术规范对疏浚物的采样计划（疏浚工程背景材料收集、采样站位设计、采样站位数量）、样品采集（采样设备、样品采集方法、采样数量）、样品运输和样品存储、样品分析方法等方面均做出了详细规定。

采样计划。通过收集和掌握疏浚工程的背景材料，依据拟疏浚的体积数，确定相应的采样站位个数，并设计采样站位。根据不同的地质结构状况，分别制定不同的采样点分布方式。拟疏浚区的地质结构相对均匀，且不存在明显污染源的前提下，采取网格布点方式，将采样点均匀布置在整个疏浚区域内；拟疏浚区域内或附近海域存在明显的污染源，或现有的调查资料证实在疏浚区内存在着明显的污染物浓度梯度，则应随着污染物浓度梯度由高到低方向，由密渐疏地设计采样站位。无论采用上述何种布站方法，均需在疏浚区附近，且其底质结构与疏浚区相同（或相近）、相对清洁的区域，选择 1~2 个站位作为控制（或参考对照）站。当需二次采样时，应将污染（或沾污）站位作为中心点，在中心点四周布设一定数量的站位，以确定污染（或沾污）范围。

样品采集。疏浚物的样品采集分为表层样品采集和柱状样品采集 2 种方式。采样的方法、方式和采样设备则与现有的海洋沉积物采样方法一致，按照 GB17378.3 执行。采样数量依据测试或检验项目的不同而定，依据不同的测试内容和检验项目，样品采集的体积在 90~6 000 mL 之间，质量在 100~7 000 g 之间。

样品运输。样品运输应有效地保持沉积物的结构、化学和生物性质维持不变。尽量缩短现场存储时间。样品运输应做到：样品在运输过程中不应冷冻；记录温度偏差；需要做进一步处理的现场采集样品，应在采集后的 24 h 内送至实验室。

样品储存。样品的储存应遵循以下规定：① 储存温度应为 $4^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ；② 所有用于生物学检验的样品应冷藏于避光处（避免冷冻），如果没有储存在密封容器中，最长储存时间为 8 周；③ 用于化学检验的沉积物可存储在避光处，装在密封的容器中，并且应在采集 14 d 之内完成分析。如果在 14 d 之内不能完成分析，样品可以在 -20°C 条件下保存，但保存时间不超过 6 个月。在冷冻过程中，硬质容器中的样品应预留约