

疏浚 工程手册

[英] R. N. 布雷 著

上海航道局设计研究所情报室 译



疏浚 工程手册

[英]R·N·布雷 著

上海航道局设计研究所情报室 译

江苏工业学院图书馆
藏书章

上海航道局设计研究所
上海1982

R. N. Bray
Dredging: A Handbook for Engineers
First published in 1979

内 容 简 介

本书对疏浚工程作了比较全面的阐述。其内容涉及疏浚的必要性、施工方法、影响施工的因素、产量估计、施工规划、疏浚合同、挖槽设计、吹填和环境保护等。本书各章节附有参考数据和图表；还介绍了世界各国疏浚作业的一些经验和近代疏浚工程发展情况。

本书供疏浚工程和港口工程的技术人员使用；也可供科研和院校有关人员作参考书用。

疏浚工程手册

[英]R. N. 布雷 著

上海航道局设计研究所情报室 译

上海航道局设计研究所出版

中华印刷厂印刷

目 录

第一章 绪论	
1-1 疏浚的定义	1
1-2 疏浚的现状	1
第二章 自然界的平衡	
2-1 环境的平衡	3
2-2 泥沙运动的基本机理	3
2-3 疏浚的必要性	6
2-4 疏浚的影响	8
2-5 抛泥的影响	10
第三章 疏浚方法	
3-1 基本的疏浚作业	14
3-2 钻孔工作船	20
3-3 铲斗式挖泥船	23
3-4 反铲式挖泥船	26
3-5 链斗式挖泥船	29
3-6 抓斗式挖泥船	31
3-7 绞吸式挖泥船	34
3-8 自航耙吸式挖泥船	39
3-9 吸盘式挖泥船	46
3-10 专用挖泥船	49
3-11 挖泥船在世界范围内的分布	50
第四章 影响施工的各种因素	
4-1 引言	53
4-2 尺度因素	53
4-3 自然条件	57
4-4 施工的限制因素	70
4-5 环境限制	71
4-6 合同限制	72
第五章 产量估计	
5-1 引言	75
5-2 时间的划分	76
5-3 土壤搅松系数	76
5-4 基本原则	77

5-5	预处理工作船	80
5-6	铲斗式挖泥船	82
5-7	反铲式挖泥船	83
5-8	链斗式挖泥船	85
5-9	抓斗式挖泥船	88
5-10	绞吸式挖泥船	91
5-11	自航耙吸式挖泥船	94
第六章 合同执行前的规划		
6-1	引言	99
6-2	调查的范围与方法的选择	99
6-3	气象条件	100
6-4	水文条件	103
6-5	土壤与岩石条件	111
6-6	一般调查	130
6-7	疏浚工程的进度安排	132
6-8	疏浚工程的预算费用	133
第七章 疏浚合同		
7-1	引言	135
7-2	合同的类型	135
7-3	合同文件	142
7-4	合同的专用条件	144
7-5	工程说明书	146
7-6	工程量测定	149
7-7	投标分析	159
第八章 合同的管理		
8-1	引言	161
8-2	施工通告	161
8-3	现场安排	162
8-4	水深测量	163
8-5	其它测量方法	171
8-6	工程量测定	171
8-7	进度和延期	174
8-8	环境保护	175
8-9	现场出现的问题	175
第九章 疏浚区的设计		
9-1	引言	177
9-2	基本尺度	177
9-3	航道设计和维护的最优化	185
9-4	疏浚和码头设计	187

9-5 疏浚方法和施工·····	189
第十章 吹填	
10-1 引言·····	192
10-2 吹填的可能性·····	193
10-3 回填土的特性·····	194
10-4 围堰·····	197
10-5 吹填方法·····	198
10-6 固结和密实·····	200
10-7 疏浚方法·····	202
10-8 海滩养护·····	204
第十一章 疏浚与环境	
11-1 引言·····	206
11-2 影响的范围和类型·····	206
11-3 影响的测定和控制·····	208
11-4 未来的发展·····	213
译后记	

第一章 绪 论

1-1 疏 浚 的 定 义

挖泥船(dredger)是一种装有水下挖掘设备的船舶。在美国,它被称为疏浚船(dredge)。对于疏浚,可以下这样的定义,即用挖泥船进行挖掘。然而在实施时,水下物质有时可以用岸上的设备挖掘,而水面以上的物质也可以用挖泥船加以挖掘。本书是一本有关挖泥船在海洋和河道工程中应用的书。书中使用下列术语:

挖泥船: 挖掘用的船舶;

挖泥: 用挖泥船进行挖掘;

疏浚: 用挖泥船进行的挖掘工作;

浚工长: 挖泥船上的操纵人员,即控制挖泥的人员;

疏浚设备: 进行疏浚活动所需要的任何一种设备,即挖泥船或辅助设备。

疏浚既是一种古老的技术,又是一门较年轻的科学。涉及人类原始疏浚技术的遗迹已在许多地方被发现,其年代可追溯到公元前数千年⁽¹⁾。不过那时所谓的船舶可能只不过是一种木筏,而所谓的疏浚设备也只不过是一个人手里所拿的勺斗而已。这种疏浚工具后来发展成为泥铲和泥袋式的挖泥船,随后又发展成各种形式的挖泥机具,关于这个过程已有详细的介绍^{(2),(3)}。随着大型疏浚机械的发展,能通过疏浚来进行的工程项目在范围与复杂性上均相应地扩大了。有很长一个时期,使用挖泥船的技艺只为少数人所掌握,他们的经验只能世袭相传。随着工业革命的兴起,许多工艺上升为科学,人们对疏浚作业也进行了更多的科学分析。

目前,疏浚已被当作一门科学,它所涉及的内容不仅仅是挖泥船的设计,而且包括了疏浚方法及其对现场的影响。这并不意味着疏浚行业的奥秘业已消失,而应该说,这种奥秘还继续存在于各专业疏浚公司的秘密之中,存在于他们征服变幻莫测的海洋和河流的能力之中。

1-2 疏 浚 的 现 状

今天,不同类型的挖泥船为各种目的进行疏浚。然而疏浚的基本目的是为了获得下列五种结果中的某一种或某几种:

- (1) 开挖凹槽(或清除物料);
- (2) 填补凹坑(或堆置物料);
- (3) 替换物料;
- (4) 获取物料;
- (5) 回收物料。

获得上述五种结果的各类施工实例如下所述:

(1) 开挖凹槽

建筑: 兴建新的港口、港池、进港航道和运河, 开挖基槽和开挖铺设管道的沟槽;

航运: 加深港口、航道和河道, 排除诸如顽石、石脊和暗沙之类的障碍物;

维护: 挖去港口、航道及河道内淤积的泥沙, 挖深淤浅的湖泊;

其它: 改变海底等深线以改善波浪条件⁽⁴⁾, 在沉船周围挖坑使其沉入海底⁽⁵⁾。

(2) 填补凹坑

建筑: 开拓或扩大港口、工业、农业以及道路等用地的面积⁽⁶⁾, 为防波堤、沉箱和管道的基础进行回填;

海岸防护: 构筑堤坝和人工滩地, 人工加沙养护海滩。

(3) 替换物料

建筑: 挖去不适宜支承基础的底质, 并代之以适宜的物料。

(4) 获取物料

建筑: 获取混凝土或其它用途所需的骨料、砾石和砂子;

采矿: 从海底或河底挖取矿产(锰结核、金等)。

(5) 回收物料

采矿: 挖掘、精选和堆置含矿物质或矿石(金、锡等);

环境保护: 挖掘、搬运有害物质以及将矿渣之类的物料重新置入堆积池和已被污染的湖泊等处中。

本书仅对上述五种目的中的前三种加以详细的探讨。对疏浚工程的探讨应包括以下四个方面, 即疏浚的必要性、疏浚方法、疏浚的营运和疏浚对环境的影响。疏浚的必要性在第二章中加以讨论; 疏浚方法的叙述见第三、四、五章; 疏浚的营运(合同前、合同和管理)在第六、七、八章中阐述; 第九、十两章将讨论挖泥区和吹填现场设计的某些方面; 第十一章讨论疏浚对环境的影响。

第二章 自然界的平衡

疏浚活动主要与自然环境、海底、河床以及岸线的变动有关。这种人为的变动对自然界微妙的平衡所产生的影响非同小可。因此,对于任何拟议中的疏浚计划都应审查其对环境的影响,这是一项必不可少的工作。从这个意义上来说,正确的步骤应该是:对疏浚的必要性进行审查,看其是否可以避免;如果认为疏浚是在所难免的,则要审查其影响,以及调查环境的平衡。

2-1 环境的平衡

地球经过诸如隆曲、褶皱、断裂、冲蚀、沉积和化学作用等自然过程后,便形成了海面以上和海面以下的形态。目前,在某些特定地区重大的地壳运动不定期地发生,如火山爆发和地震;或在一大片地区内极缓慢地发生,如地层的倾斜和板块运动。至于一个短时期内,例如十年,在一个特定地区中影响平衡或引起变化的因素主要是与冲刷和沉积的影响有关的那些因素。

发生冲刷和沉积的地方有两处,即海面以上和海面以下。在海面以上有多种作用力。日照、风吹、降雨及霜冻共同构成了一种通常起整平机作用的环境条件。冲刷和沉积过程往往是很缓慢的。因而,如果在地面上挖一个坑,填满该坑的很可能是水而不是泥土;同样,如果将一堆泥土置于平地上,它不会在一夜之间就扩散开来,但也不需要好几年的时间。因此,相对平衡一般就是静态平衡。然而,沙漠是一种明显的例外,由于沙漠经常处于运动之中,因此它也许是在海面以上与海底最相似的地带。

水面以下的泥沙运动几乎全部由水力所致。海底或河床表面的绝大部分都处于运动状态,在浅水区或近岸带更是如此。所谓平衡,通常是指某一现场输入的泥沙和输出的泥沙之间的平衡。如果在这种地区挖一个坑,则它往往被泥沙填满。在这种地区内一堆抛卸的泥沙会发生塌落与扩散。

因此,水上挖掘与水下挖掘的效果是有显著差别的,而且疏浚并不是陆上挖掘的直接延伸。

水下物质的运动基本上由三个阶段组成:冲刷、输移和沉积。如果不考虑季节变化,任何一个现场的状况都可以通过输入与输出该地的净输沙量来加以确定。为了掌握任何一个现场的状况,必须对该地区泥沙运动的自然机理进行调查。一旦掌握了这些情况,就可以判定疏浚或泥土处理所产生的影响。

2-2 泥沙运动的基本机理

沉积力学是很复杂的,而沉积机理的研究是一门已全面开展研究的课题。希望更详细地研究该课题的读者可以求助于一些标准的教科书^{(1),(2),(3)},或求教于英国沃林福德(Wallingford)水力研究站一类的专业机构。在本节和2-4节中所给出的有关沉积机理的概述只能作为一种指南。为了便于叙述,将所讨论的现场分为三大类,即海岸地区、河道地区以及河口地区。进行各种测定所采用的方法将在第六章中予以介绍。

海 岸 地 区

海岸地区的泥沙运动称为沿岸输沙。泥沙的沿岸输移是由波浪和水流的作用所引起的。它可以分为两类：沿岸输沙(与岸线平行)以及向岸—离岸输沙(与岸线垂直)。由上述任何一类所输移的泥沙都称为沿岸漂沙。

向岸—离岸输沙主要是滩面坡度、泥沙粒径以及波高和波周期即波陡等因素的函数。它是由波浪通过时引起的海底水体运动所造成的。如果水体运动的速度足以扬动海底的泥沙颗粒，而且如果海滩又不太陡，这时就会产生泥沙运动。使最容易扬动的泥沙颗粒产生运动的起动流速为0.15米/秒左右，而使粒径为2毫米左右的较粗的海滩沙产生运动的起动流速值约为0.30米/秒。表2-1给出了在波高为1米的条件下，使海底水体的速度达到上述起动值时的深度。从该表可以看出，如果波周期较长，则在水深相当大的地区也会出现泥沙运动。

表 2-1 在波高为1米和各种波周期的条件下,水质点在海底出现表中所列最大轨道运动速度时的水深

波 周 期 (秒)	水质点在海底出现下列最大轨道运动速度时的水深(米)	
	0.15米/秒	0.30米/秒
4	9	6
6	17	10
8	25	14
10	33.5	16
12	40	18
14	49	20
16	56	22
18	61	22
20	65.5	22

沿岸输沙是由破碎波产生的紊流所造成的。破碎波搅动泥沙，并沿着波浪传播的方向对泥沙进行输移。沿岸输沙取决于波浪与岸线平行的分量以及破碎波所产生的沿岸流。由于波浪的传播方向及其能量全年变化不定，因此沿岸输沙的方向及输沙量也变化不定。然而，在全年或数年内，往往存在着沿某一方向的净输移量。

为了计算季节性的沿岸输沙量或全年的净输移量，必须获得有关所调查地区的高质量的波浪实测资料，并对海滩和海底进行精确的测量。有时为了确定输沙量，也采用示踪试验来代替纯理论的计算。

在绝大多数海岸带也存在着单向流。事实上这些单向流可能是海流，也可能是潮流，因此有季节性变化、潮汐性变化或两种变化兼有之。有时这种单向流的速度较低，介于0.05米/秒至0.15米/秒之间，因而没有运移泥沙的能力，除非泥沙已呈悬移状态。在泥沙运动主要是由波浪运动引起的那些地区，底沙粒径通常大于和等于0.2毫米。在这种地区，单向流不会对泥沙运动有明显的影响，除非其流速超过0.5米/秒。

如果潮流很微弱，而且波浪也不大，则输入海岸带泥沙中的淤泥和粘土部分会沉降下来。这种情况在受到良好掩护的海湾和港口中较为常见，因为这类地区不受潮汐冲刷的任何影响。

如果沿岸漂沙受到某种自然的或人工的障碍物如潮汐通道或导堤的拦截，漂移物质最终会找到绕过障碍物的途径以保持其延续性。漂移物质从障碍物的一侧运移到另一侧的这种过程称为绕行。就潮汐通道而言，绕行是由潮汐冲刷和波浪作用共同形成的。潮汐冲刷和波浪作用把漂沙输移到近海，或输移到外滩、沿岸沙坝，然后再带回到海滩上。

如果障碍物是人为的而潮汐作用又不显著，漂沙就会在障碍物的一侧淤积起来，而且最终会继续延伸并绕过障碍物的外端。这种现象经常造成港口和进港航道的淤浅。避免发生这种现象的办法之一是在上游一侧进行疏浚，并把挖起的泥沙抛在下游一侧。这样才能恢复自然界的平衡，并有助于消除下游一侧岸线的侵蚀。

研究沿海地区沉积机理的调查应包括：

- (1) 波候的测定，即波高、波向和波周期的季节分布和年分布；
- (2) 根据潮汐和季节测定潮流；
- (3) 对海滩和海底的泥沙进行取样；
- (4) 对海底进行测量并获得海滩剖面图；
- (5) 根据潮汐和季节测定悬移质的浓度。

河 道 地 区

在河流地区，即潮流界以上的河段，泥沙运动是由流向下游的水流所引起的。泥沙运动有三种形式：悬移、跳跃和滚动。小颗粒泥沙始终呈悬移状；较大颗粒的泥沙在河床上以近似一起一落的跳跃方式运动；而最大颗粒的泥沙始终不离开河床，只是沿着河床的表面滚动。决定某一特定粒径泥沙运动方式的因素是河道中的流速分布、紊流程度和河床剖面。

绝大多数河流有季节性变化，即下泄的水流以及输入河道的泥沙量随季节而异。年输沙量中通常有很大一部分是在一次大汛期间挟带下来的。在其它情况下，流量在整个季节中是逐渐增加或减少的，其间则伴随着历时较短的不规则的洪水。不管河流有什么样的流态，也不管河流泥沙的来源如何，河道总是根据水流的情况来改变其河床剖面，这一点是众所周知的。水流具有改变河床糙率 and 影响水流特性的作用。河流在遇到过量洪水时能以这种作用方式降低其表现摩阻力，而在枯水季节又使其增加。这种作用的结果可改善航行条件和减少洪水的泛滥。

对任何一个河道地区的沉积机理进行调查时，都应包括下列测定工作：

- (1) 水位-流量关系，即河流中某一断面的水深和流速的关系；
- (2) 全年不同时期悬移质的数量；
- (3) 河床质的粒径；
- (4) 河底沙波或沙丘的波高、波长及其移动速度。

河 口 地 区

河口地区虽然兼有沿海地区和河道地区的特点，但其主要特征是往复性的潮流。潮汐在河口口门处的涨落使大量海水在涨潮期间涌入河口，并在落潮时排出。在一个潮汐周期内出入河口的海水总量称为进潮量。根据进潮量和流入河口的淡水量在一个潮汐周期内的关系，可以对各种类型的河口进行分类。

在分析河口地区的沉积机理时,除了盐、淡水量的关系外,淡水与盐水的混合速率也十分重要。如果淡水量大于进潮量,扩散往往进行得十分缓慢,而且盐、淡水在河口的混合大多是不完全的。在这种情况下,密度较小的淡水易于在盐水上部通过,并继续向外海流去。一个呈楔形的盐水体就留在淡水的下部,而这个被称为盐水楔的楔形体便伸入河口。盐水楔的存在及其位置对河口地区所观测到的沉积形态有很大的影响⁽³⁾。在盐、淡水充分混合的河口,不存在盐水楔。

因此,对位于河口口门段的现场,一定要调查沿岸影响、涨落潮流,淡水径流的含沙量以及是否存在盐水楔。在河口以上的河段,沿岸影响可不予考虑,其沉积机理与涨落潮流、含沙量和盐水楔有关。在十分开阔的浅水河口,冲淤变化不定,并受潮流微小变化的影响。有些河口多年来保持相对稳定,然后突然发生变化并以一种不同的形态呈现出新的稳定。对整个河口沉积形态的全面分析是十分复杂的,一般也不进行这样的分析。然而,河口的水力模型以及近来发展的数学模型有助于确定总的沉积形态。

在河口地区的沉积调查中,必须对下列各项内容进行测定,测定时应考虑季节的变化:

- (1) 广泛测定径流和潮流的流速、流向及其垂线分布;
- (2) 广泛测定水温、含盐度及其垂线分布和随潮流状态的变化;
- (3) 对河床质与悬移质进行取样;
- (4) 如果该地区受波浪作用,则应有波浪实测资料。

2-3 疏浚的必要性

从2-2节中所述的各类不同的沉积过程中可以看出,在绝大多数现场,各种自然作用力处于一种微妙的平衡状态。任何人为的干扰,例如由疏浚或抛泥所造成的这类干扰,都可能以某种方式破坏这种平衡。在某些场合,这种自然的平衡可能早已被构筑防波堤或突堤一类的人为手段所破坏。因此,只有在下列情况中才有必要进行疏浚:

床底形态不符合要求而必须加以改造;

所要求的床底形态不稳定,会恢复原状;

床底原有的稳定性已被其它的人为手段所破坏。

用疏浚方式构成新的床底形态,不论其稳定与否,称为基建疏浚,其含义是这类工程需要支付一笔基本的投资费用。其它任何的疏浚施工都是周期性的,由于这类疏浚施工对保持所要求的床底形态来说是必不可少的,因此被称为维护疏浚。

某一特定地点是否需要疏浚取决于经济因素和环境因素,并且必须从整体发展规划的角度来加以考虑。从环境方面,有时也从经济方面来考虑是否需要疏浚时,选择的先后次序如下:即根本不需要疏浚、只需进行基建疏浚和基建疏浚加维护疏浚。下面对前二种可能性加以讨论,而第三种可能性只不过是前二种可能性无法实现时所产生的结果。图2-1表明了各种可能性。

不需进行疏浚的发展计划

在水深足够的情况下,为避免维护疏浚可通过三种基本途径:

- (1) 在没有泥沙运动的地点实施发展计划;
- (2) 在有泥沙运动但泥沙运动不受发展计划影响的地点实施发展计划;
- (3) 在有泥沙运动的地点实施发展计划,但发展计划有助于泥沙远离该地点。

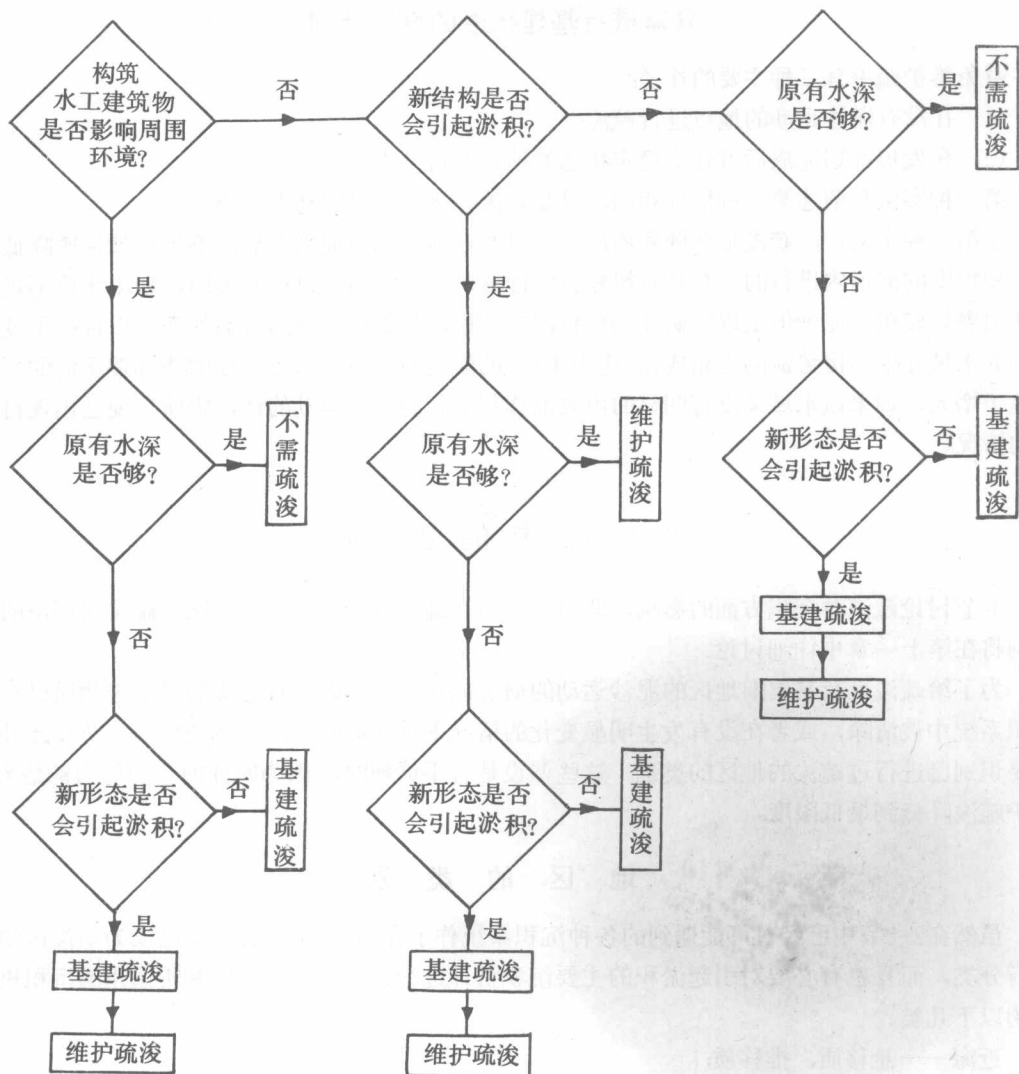


图2-1 疏浚的必要性

第一种发展计划的实例可在石质海岸线以及贴岸地带水深较大的地区找到。另外，建筑物也可以构筑在主要是沙质海岸的那些地方，而那里的沿岸漂沙总量可以忽略不计。这有时可在沿海的岬角地段找到，因为岬角两侧的沿岸漂沙总是离岬角而去的。另一个经常被选作港址而不需要进行疏浚的地点是在已有足够水深并且基本上又没有泥沙运动的那些有掩护的海湾内。

在第二种发展计划的实施中，可以采用那些不会阻碍水体运动因而也不会妨碍泥沙运动的构筑物，如透空式高桩突码头。另一种方案是利用岸边有足够水深的自然条件构筑泊位。

第三种情况的发展计划包括在河道中建造有助于引导主流进入主槽因而能维持足够水深的整治建筑物，以及建造能使沿岸漂沙偏离海岸进入海底深谷一类自然深坑的防波堤。在这类发展计划中还包括一些口门形状设计成具有自行清沙作用的海港⁽⁴⁾。

只需进行基建疏浚的发展计划

避免维护疏浚有二种主要的途径:

- (1) 在没有泥沙运动的地点进行疏浚;
- (2) 在发展计划完成后可处于稳定状态的地点进行疏浚。

第一种实例与前述第一种情况相同,只是疏浚在水深不足的地点实施。

在第二种实例中,疏浚是在硬底质河道,以及在河流横断面增大后还不足以使流速降低到产生淤积程度的河道内进行的。在具有粗颗粒泥沙的软底质河道中进行疏浚时,如果流速不足以扬动任何颗粒较粗的泥沙但足以冲刷掉细颗粒泥沙的话,那么该地区的浚后状态可以保持不变。在开阔的水域开挖与优势流的夹角成 15° 或小于 15° 的航道时,由于水力半径的增加使水流的平均流速趋于增大,如果该水域又没有明显的由波浪作用引起的泥沙运动的话,则航道便会出现自行清沙的情况。

2-4 疏浚的影响

本节讨论疏浚对沉积方面的影响,即讨论浚后在疏浚区会出现什么情况。疏浚对环境的其它影响将在第十一章中详细讨论。

为了给疏浚区及其周围地区的泥沙运动的研究确定一个基础,有必要假设疏浚物质已从整个沉积系统中被清除,或者在没有发生明显变化的情况下重新返回原沉积系统(见2-5节);此外也有必要识别已进行过疏浚的地区的类别。这些假设是合乎情理的,因为所作的一切努力都是为了将维护疏浚降低到最低限度。

地区的类别

虽然在2-2节中已经对可能遇到的各种沉积系统作了介绍,但仍有必要对已成为疏浚区的地区进行分类,而且也有必要对引起淤积的主要沉积机理进行分类。这些地区和所适用的沉积机理可分为以下几类:

近海——悬移质、推移质;

外滩——由波浪引起的泥沙、由波浪和潮流引起的泥沙;

河道——悬移质、推移质、悬移质和推移质;

河口——潮汐通道;开阔河口一口门,盐水楔(或混合)区,上游河段;狭窄河口一口门,盐水楔(或混合)区,上游河段。

对于河口,还有必要确定泥沙是以淤泥为主还是以沙为主,此外还要确定挖槽与河流的主轴是纵向平行的还是斜交的。

近海区域的淤积

所谓近海区域就是指破浪带向海侧的区域。近海区域的泥沙是由潮流或波浪的轨道运动所运移的。确定其淤积率有两种明显不同的方法,而采用哪种方法则取决于发生沉积作用的主要类型。

悬移质

在某一特定地点的悬移质的数量取决于垂线流速分布。通过测流和测定悬浮泥沙的浓度,可

以获得水流速度和泥沙浓度之间的关系。疏浚的影响不外乎造成流速的增减和泥沙浓度相应的变化。通过这种方法,可对浚前、浚后的悬浮泥沙量加以比较,从而预测淤积率。

推移质

近海区域底沙的输移是由海底波浪的轨道运动所引起的底部剪切力造成的。底沙运动与波浪特性之间的关系已由实验确定⁽⁵⁾。通过计算在给定波候条件下进入某一给定地区的泥沙量,并通过对波高、波周期和波向的全年分布或季节分布进行求和,这样便可预测挖泥区的回淤率。

外滩区域的淤积

所谓外滩区域就是介于破波带与海滩之间的地带。在该区域中的泥沙输移,通常是由波浪与沿岸流的共同作用所引起的。

波浪引起的泥沙运动

为了估算波浪斜向入射海岸所引起的沿岸泥沙运动,目前已提出许多关系式^{(1),(6),(7)}。绝大部分公式都基于这样的假设,即认为沿岸输沙与波浪的沿岸能通量具有某种函数关系。在使用这些公式中的任何一个公式时,必须掌握全年的波候,而在某些公式中还必须确定外滩底沙的粒径。考虑挖泥区与泥沙运动方向之间的关系,可以估算出回淤率。实际上,在破波带内很少有人工挖槽。

波浪和水流引起的泥沙运动

目前已提出一种预测由波浪和水流共同作用所引起的泥沙运动的方法^{(8),(9)}。由于在该方法中所采用的水流值是净值或现场实测值,所以这种方法可应用于各种情况而不论水流是潮流还是波生流。该方法既考虑了悬移质,也考虑了底质。结合挖槽区与泥沙运动方向之间的关系,可以估算出回淤率。

河道中的淤积

计算河流中的输沙率有多种方法,这取决于河流的尺度以及是否拥有现场数据^{(2),(10)}。对各种情况必须分别加以判断。下列内容只涉及河流中的非潮汐河段。

悬移质

当泥沙处于悬浮状态时,必须确定河流中不同水深处的泥沙浓度与相应水深处的流速之间的关系,然后才有可能应用沉降池理论来计算悬浮颗粒的沉降率。通过疏浚加深河道使河流的平均流速降低了,并可据此计算出不同水深处所降低的流速。由于流速在不同水深处的变化引起泥沙浓度的变化,因此,可以根据浚前浚后沉降率的变化来计算回淤率。

推移质

当人工挖槽的回淤是由底沙运动所造成时,必须确定底沙输移率与河流的平均流速之间的关系。这样才有可能估算出在浚前浚后平均流速下的底沙输移率,这二者之差即为挖槽的淤积率。浚后平均流速可根据标准的连续方程进行预测。

悬移质和推移质

将上述两种方法结合起来便可预测推移质和悬移质运动较为明显的那些地区的回淤率。

河口地区的淤积

河口地区在此系指水位受潮汐涨落影响而作周期性变化的河段或潮汐通道。那些不接纳任何

内陆迳流淡水的港湾称为潮汐通道。对于潮汐通道的特性已作了充分的研究^{(11),(12)}。然而,既有淡水也有盐水的河口,其沉积特性则要复杂得多。正因为如此,通常很难用一种简单的方法来进行分析。

潮汐通道

位于冲积海岸上的潮汐通道的稳定性,取决于通过入口水道或峡口水流的冲刷能力和沿岸输移的漂沙数量。沿岸漂沙的数量可以用外滩区域泥沙输移的公式进行计算。把漂沙数量与每潮通过峡口水量(即进潮量)进行比较,便可得出峡口处的平均最大流速。在实际中可以发现这一平均最大流速的变化极小,通常介于0.9~1.2米/秒之间。

如果已知潮量、平均最大流速和潮汐周期,就可以估算出峡口稳定断面的面积。如果将沿岸漂沙与峡口底沙的输移率加以比较,就可以计算出不稳定水道的淤积率⁽¹³⁾。

河口

除了潮汐通道这种特殊情况外,所有其它河口均有一个盐淡水混合区,而挖泥区或挖槽的沉积特性则取决于挖槽和盐淡水混合区的相对位置。此外,河口的宽度和泥沙的特性对挖泥区的影响也有重大的影响。

河口宽度的重要性在于:它可预测疏浚后河床断面的变化所引起的流速变化。宽阔河口的边界影响可以忽略不计,但在狭窄的河口,河床断面稍有增加就会对流速产生明显的影响。

沉积物的类型表明了可能会对冲刷率和沉积率产生最大影响的那些物理特性。沙质地区的沉积特性在很大程度上取决于泥沙的粒径;而在淤泥地区,引起冲刷和淤积的切变速度则显得很重要。

河口盐水楔区或盐淡水混合区往往淤积较快,其原因是盐水入侵区中盐水部分的底流速的方向是朝向上游的,而淡水区域中的底流速的方向是朝向下流的。这两股流向相反的底层流在滞留点交会,而上游来沙和海岸来沙均朝滞留点输移。在盐淡水混合区的上游以及对低潮位以上的部位进行疏浚,可增加进潮量和改变盐淡水混合区的位置,因而也就改变了严重淤积区的位置。

有关河口地区淤积问题的许多研究都需要复杂的数学模拟。虽然在某些情况下可以应用前面提及的一些简单的方法来预测淤积,但一般说来,这种地区的研究工作应让诸如英国沃林福德水力研究站那样的专业水工实验室来处理较为稳妥。参考文献^{(14),(15)}和⁽¹⁶⁾对那些准备进一步研究这一课题的读者来说,也许会有所帮助。

2-5 抛泥的影响

疏浚土可以抛卸或沉积在三种不同类型的地区:

- (1) 陆上,即不在任何沉积系统内;
- (2) 包括挖泥区在内的同一沉积系统内;
- (3) 不包括挖泥区在内的另一沉积系统内。

为了确定抛泥对以上每一类地区的影响,必须获得正确的数据。抛泥的环境影响将在第十一章中加以讨论。以下讨论抛泥的沉积影响。合理选择抛泥区的程序框图如图2-2所示。

陆上抛泥区

关于陆上抛泥区,最重要的考虑是该抛泥区的容量是否足以容纳全部疏浚土、疏浚土产生的

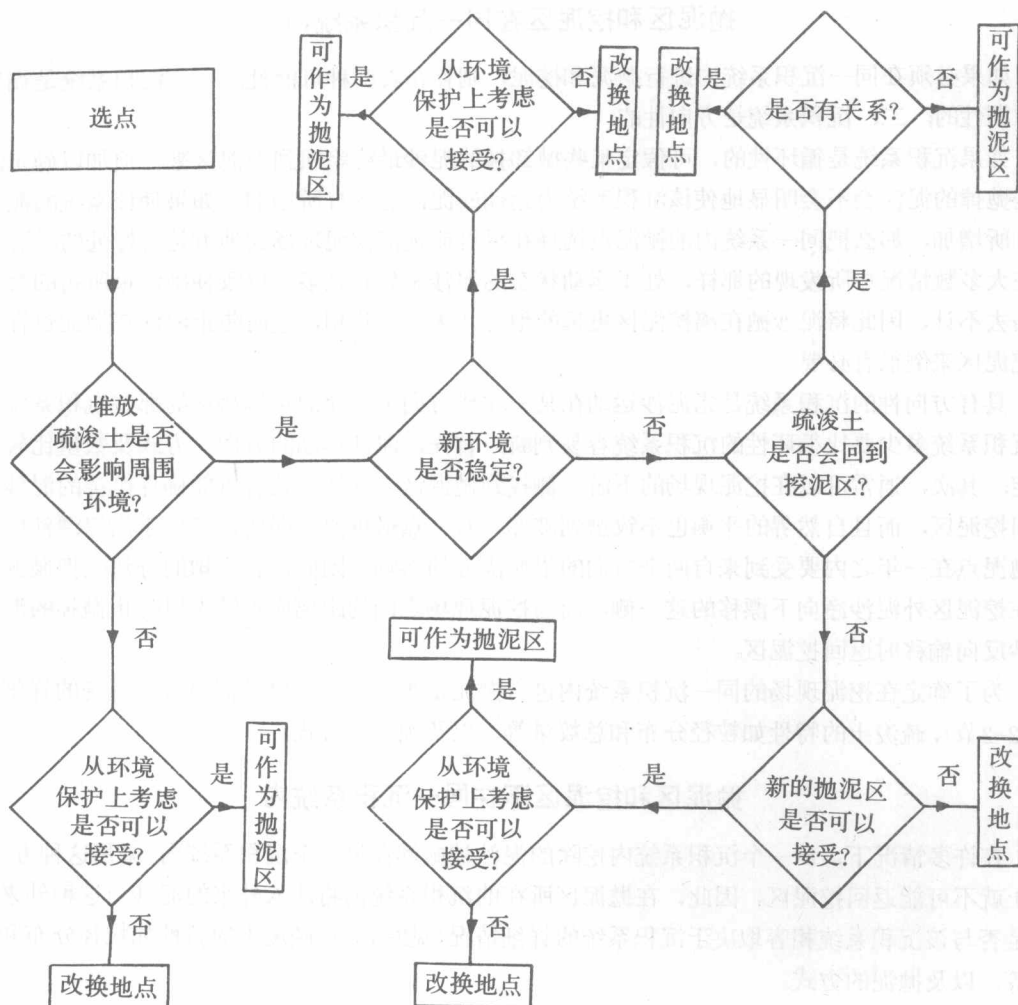


图2-2 抛泥区的选择

荷载是否影响下卧土层的稳定以及疏浚土今后是否要加以利用。

为了从以上这几方面确定陆上抛泥区的合宜性，必须获得下列资料：

- (1) 现场原有的特性，如土壤强度、承载力和稳定性；
- (2) 疏浚土的特性，如固结、排水以及随后的强度等特性(见第十章)；
- (3) 获得适用于构筑围堰或堤岸的材料的可能性；
- (4) 整个现场的地形及其排水系统。

如果抛泥区位于高潮位以下的潮间带，最好估计一下吹填对该地水力条件的影响。对于大型抛泥区，这种影响可能比较大。在这种情况下，整个地区的水力模型可能对确定吹填后的流态和沉积方式有很大的帮助。应该说明，这种情况严格说来并不是在陆上抛泥，因此，应予以研究的