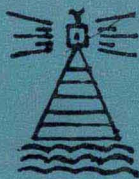


内河航道工人初级技术培训教材

航 道 疏 浚

HANGDAO SHU JUN



交通部航道职工教育研究组编

1984.8.长沙

目 录

第一章 概 述	
第一节 航道疏浚工作的任务	(1)
第二节 我国航道疏浚工作的发展和世界挖泥船简况	(2)
第二章 疏浚工程基本知识	
第一节 航道、港口及滩险	(6)
第二节 水文	(13)
第三节 气象	(21)
第四节 土壤	(27)
第五节 测量和识图	(35)
第六节 土方计算	(45)
第七节 施工标志	(49)
第三章 挖泥工程施工程序	
第一节 施工前期工作	(53)
第二节 施工期工作	(61)
第三节 施工结束工作	(63)
第四章 绞吸式挖泥船施工	
第一节 挖泥船构造和性能	(67)
第二节 泥泵	(75)
第三节 施工方法	(87)
第四节 施工作业	(96)
第五节 挖泥操作	(102)
第六节 挖槽尺度控制	(110)

第七节	常见故障及其处理	(122)
第五章	链斗式挖泥船施工	
第一节	性能和装备	(127)
第二节	开工展布	(141)
第三节	施工方法与挖泥操作	(144)
第四节	常遇故障及操作注意事项	(154)
第五节	施工质量管理	(158)
第六节	收工集合	(161)
第六章	抓斗式挖泥船施工	
第一节	抓斗式挖泥船概述	(164)
第二节	挖泥船基本构造和性能	(166)
第三节	施工定位	(179)
第四节	施工方法	(190)
第五节	自航抓斗式挖泥船施工简介	(211)
第六节	施工中的注意事项及常见事故的排除	(214)
第七章	自航耙吸式挖泥船施工	
第一节	构造和性能	(216)
第二节	主要挖泥设备	(219)
第三节	施工操作	(227)
等四节	施工方法	(239)
第八章	挖泥船维修和保养	(247)
(73)		第一卷
(67)		第二卷
(78)		第三卷
(88)		第四卷
(90)		第五卷
(01)		第六卷

第一章 概 述

第一节 航道疏浚工作的任务

交通运输事业是国民经济的重要组成部分，运输是联系生产的纽带，实质上就是生产过程的继续，马克思把运输看作是物质生产的第四部门。党十二大把交通运输列为发展社会主义现代化经济建设的战略重点。

现代运输包括铁路、公路、水运、航空和管道等多种形式，每种运输形式都根据其特点在不同条件下，为国民经济的发展服务。水上运输有很多优越性，如投资省、收效快、运费低、节约能源，从战时着眼，水道又是一条打不破、炸不断的交通线，而发展内河水运还可兼收灌溉、水力发电、城市供水等之利。

发展水运，在我国有很好的自然条件。我国有天然河流总长约43万公里，大小湖泊900多个，长江干流全长6,380公里，是我国内河航运的大动脉。我国大陆海岸线长约一万八千公里，沿海有许多港口，如大连、秦皇岛、天津、连云港、上海、广州、湛江等，是发展海上运输和国际贸易的有利条件。

在海上或内河水道中，可供船舶航行的部分称为航道。因此，航道必须具有满足船舶航行需要的宽度、深度和曲度半径，这三者统称为航道尺度。利用天然水道作为航道时，常常需要进行大量的基建性航道开发工程，其中包括勘测、整治、疏浚挖泥、设置航标等。对于已开发的航道，常常因为泥砂的淤积，造成航道尺度不足，因而需要经常进行维修性疏浚。

总之，具有一定尺度的航道，是发展水运事业的基本条件。而航道的开发和维护又离不开疏浚挖泥。随着国民经济的发展，交通运输特别是水运必将有一个很大的发展，因此，疏浚挖泥工作将日益显示其重要性。

疏浚挖泥，就是利用挖泥船进行水下土石方挖掘工作，它除服务于水运事业外，还广泛地应用于其它方面。主要任务有：

- 一、开挖新的航道、港池和运河。
- 二、维护现有航道、港池和运河。
- 三、开挖码头、船坞、船闸等水工建筑物和其它水下设施的基槽。
- 四、挖掘水下泥砂、石料做建筑材料和吹填整治建筑物及陆地。
- 五、开挖或维护排、灌渠道、防洪河道、天然或人工湖泊水库等。

第二节 我国航道疏浚工作的发展和世界挖泥船简况

我国自春秋战国(约公元前五世纪)以来，劳动人民就以人工和简易工具开渠治河，举世闻名的长达1700公里的京杭大运河就是杰出的代表作。古人利用人工挖沙耙滩和其他简易挖泥工具开辟和改善了許多天然河流的通航条件，不断发展了江河湖海的水上运输，促进了社会政治、经济和文化的进步，对发展我国悠久文明历史做出了贡献。

随着科学技术的进步，机械挖泥船逐渐发展起来。在我国使用机船挖泥大约开始于19世纪末，1883年上海黄浦江上第一

次使用“安定”号挖泥船疏浚航道，1905年成立了黄浦河道局，以后改建为浚浦局，主要以链斗式挖泥船维护黄浦江航道。1897年在天津成立了海河工程委员会，以后改建为海河工程局。1904年海河河口大沽沙航道上第一次使用“北河”号挖泥船疏浚航道，1906年至1912年利用拉滚铁耙（俗称滚江龙）翻动河底泥沙借落潮水流带走以加深航道，1914年起，使用自航耙吸式挖泥船疏浚大沽沙航道并在海河航道上使用链斗式挖泥船维护和改善其航行条件，使3000吨海轮可以乘潮通过大沽沙航道直达天津市区。40年代开始在塘沽新港建港工程中，使用绞吸式、链斗式和自航耙吸式挖泥船，开挖港池和入海主航道。

1932年山东省建设厅为疏浚小清河，委托济南陆大工厂建造两艘链斗式挖泥船“黄台”号及“石村”号。这可能是我国第一批自行设计制造的挖泥船，该两艘挖泥船，1933年3月开工，同年11月建成下水，总造价18万元，船长26米，宽7.65米，深2.05米，挖深4米，泥斗容量0.22立方米，泥斗运行速度16斗/分，技术生产率160立方米/小时。主机采用道驰牌提士柴油机，功率为125马力，输泥采用长19米的皮带输送机，输送机可以旋转180°，因此可以直接将泥排于两岸，或船的后方。

解放后，在党的领导下，水运事业和航道面貌有了巨大的发展和改观，航道疏浚工作也取得了很大的成绩。我国已经能够自行设计制造各种类型的大、中、小型挖泥船，如舱容量为4,500立方米的万吨级，以及1500立方米，800立方米的自航耙吸式挖泥船；小时效率500立方米、80立方米的链斗式挖泥船；小时效率400立方米、350立方米、200立方米、120立方米、80立方米、40立方米的绞吸式挖泥船；斗容2立方米以下的抓斗式挖泥船等。目前，我国交通系统拥有各种类型的挖泥船400

余艘。其中：绞吸式约占30%，链斗式、抓斗式约各占20%，自航耙吸式、铲斗式约各占10%。年挖泥能力，约1亿立方米。

广大疏浚船员、干部和技术人员，长年累月战斗在江河湖海广阔水域上，为发展我国水运事业作出了很大的贡献。

一、扩建、新建和维护沿海港口。如大连港、秦皇岛港、天津新港、烟台港、青岛港、连云港、上海港、宁波港、黄浦港、湛江港等。有力地促进了海上运输事业的发展。

二、整治疏浚内河航道。如黑龙江、鸭绿江、松花江、海河、淮河、长江及其主要支流嘉陵江、乌江、湘江、汉水、赣江、甬江、闽江、西江等，使这些河流的通航条件得到很大改善，通航里程和通航期大为延长。

三、山区航道滩险的疏浚整治，也取得了一定的成效。

四、近年来，开始在国外承包工程任务，如巴林国吹填工程，墨西哥的航道疏浚工程等，支援了第三世界国家的建设，也为国家创汇作出了贡献。

世界各国凡是水运事业比较发达的国家，疏浚工作就相应有效大的发展。据不完全统计，七十年代末，世界各国拥有各类型挖泥船3,000余艘。随着港口的建设和海洋开发工作的进展，近几年世界上各种挖泥船发展较快，并且重点在性能和质量上有新的进展。例如总装机马力为19,000马力，生产率为5,000立方米/小时的绞吸式挖泥船；适应在海上作业的步行自升平台式绞吸式挖泥船和半潜水式挖泥船；用斗轮代替绞刀的斗轮式挖泥船；有70个斗容量为0.9立方米至1.4立方米泥斗的链斗式挖泥船；抓斗容量25立方米的抓斗式挖泥船；铲斗容量11.5立方米的铲斗式挖泥船以及仅6米长，1.2米宽，但最大运距可达2,500米的小型绞吸式挖泥船等。

为了促进疏浚工作的发展和技术水平的提高，1967年创立

了世界疏浚协会，下设三个地区性分会——东部、中部、西部疏浚协会，到1980年已召开了九次“世界疏浚会议”，交流了几百篇论文。

现代挖泥船大都实现了在驾驶台集中操纵和自动化控制系统，大大减轻了劳动强度，节省了劳动力，通过使用自动报警、限位、限速以及一些应急装置等，使机械运转的安全性、可靠性也大为增加。

在改进挖泥设备方面，正在研究试验：在耙吸式或绞吸式吸口上使用高压冲水，增加吸泥浓度；采用超重型抓斗，挖掘硬质土；把泥泵安装在吸泥管内吸口附近以提高吸泥浓度消除泥泵汽蚀；在排泥管内表面设置来复线，有利于泥沙混悬，提高生产率；发展组合式、吃水小、多功能挖泥船以适应内河复杂和困难的自然条件；以及各种自动测量记录的仪表等。

总之，挖泥船的发展是和水运事业的发展紧密相连的，当前世界上一面致力于内河航道网的开发和维护，一面发展江海联运，尤其是江海和水陆集装箱联运的发展，正在引起全世界运输业的革命，从而也必将对挖泥船的技术发展产生深刻影响。

我国自行设计制造的4500立米耙吸式和500立米/小时链斗式挖泥船，在很多方面已达到世界先进水平，中国人民有志气、有能力，一定能在不久的将来，在挖泥船的设计、制造和应用方面取得崭新的成就。

第二章 疏浚工程基本知识

利用挖泥船开挖水下土、石方，它在施工过程中的安全，工程质量和效率，均与当时当地水文、气象、地形和土质等自然条件密切相关。为了正确地认识自然，掌握自然条件的变化，必须具备一定的关于自然条件的知识，收集必要的有关资料，为施工服务。现将六个方面有关知识简述如下。

第一节 航道、港口及滩险

一、航 道

江河、湖泊、运河以及沿海港口等水域中，为船舶及木筏等安全航行的部分称为航道。大部分航道上均设有通航标志，用以标示航道的方向和位置。

航道一般分为主航道和非主航道。

主航道指沿海、内河供船舶常年通航的主要通道。

非主航道指从主航道引向码头、船坞、锚泊地的航道以及内河季节性通航水道等。

(一) 航道尺度：

为满足航行要需，航道必须具备足够的深度、宽度和曲度半径，这三个统称为航道尺度，它是通航条件的基本要求。航道疏浚工作（包括基建与维护）的目的，主要是为了保持所需要的航道尺度。

航道尺度的大小，决定着通航船舶的大小，航道尺度大，

可通航吃水深的大型船舶或船队，反之，就只能通航吃水浅的小型船舶或木筏等。因此，航道尺度直接影响着船舶的客货运输量。

(二) 通航设计水位

在计算航道水深时，必须有一个基准水位，这个水位称为通航设计水位。它是一个比较低的水位，一般接近于多年的平均低水位。根据国家航道等级标准所规定的设计保证率，确定通航设计水位。

通航设计水位保证率，就是全年或全航期内，水位高于设计水位的天数与全年或全航期总天数百分比。

我国按内河航道等级规定的通航设计水位保证率如下表。

表 2—1

航 道 等 级	设计水位保证率(%)
1 ~ 2	97~99
3 ~ 4	95~98
5 ~ 6	90~95

在沿海有潮汐的海港和位于感潮河段的河口港，其通航设计水位按潮位保证率来确定。

二、港 口

港口是以航运为主体的交通运输枢纽。它是航运过程中客、货运输的集散地，凡是水上运输或水陆联运的客、货，都经由港口装卸或转运。

(一) 港口分类

基本上分为海港和内河港两类。

1. 海港：它是沿海地区以海轮为主要服务对象的港口。因其位置的不同分为：

①海岸港，修建在有天然屏障的海湾或以防坡堤为掩护位于平顺海岸的港口，如大连港、塘沽新港、青岛港、湛江港等。

②河口港，修建在河流入海的河口附近或位于感潮河段的港口，如上海港、广州港等。

2. 内河港：它是江河沿岸的港口，是内河船舶停泊编队、补给燃料的基地，如徐州、九江、哈尔滨等港。河港中还包括湖泊、水库沿岸的港口。

另可按用途分类如商港、军港、渔港、避风港等。

—(二) 港口组成

海港或内河港，均由水域和陆域两部分组成。

1. 港口水域：它分为航行和作业用的两个部分。航行用水域是供船舶进出港口及在港内航行于各作业区、码头之用，如进出港航道、引航道、调头区等。作业用水域，是供船舶停泊装卸或候潮、避风之用。如港池、锚泊地、码头前水域等。

2. 港口陆域：港口的陆地面积称为陆域，如码头是供船舶停靠，并进行装卸货物的场所，它是港口的主要部分。其他还包括仓库、货场、水陆联运的铁路、公路和机具存放修理、维修场所等。

三、浅滩和滩险

在河道的干流或支流上，包括山区河道和入海河口，均有不同底质，不同形状和大小不一的江心州，浅（险）滩和拦门沙等。它是航运的主要障碍，是挖泥船施工的具体对象。

(一) 山区航道的滩险

按河床的成因，底质、河貌特征和碍航情况分为三种：

1. 石滩。以其构造和碍航情况而分为基岩滩、崩岩滩和溪口积石滩。这些滩险上水流急湍，对船舶航行影响很大。

2. 沙石混合滩。一般位于河床宽阔段。有石质障碍物处航线弯而险，水浅流急。

3. 卵石滩。由于卵石的堆积，形成水浅、急流、急弯和横流等碍航情况。

以上各种滩险，可根据航运所需要的水深加以整治，炸礁或疏浚。

(二) 平原航道浅滩

平原航道的河床是由一系列深槽和浅滩相交替而构成。浅滩是指包括浅滩及其上、下深槽在内的浅滩河段而言。这种河段，由于水流的堆积作用，河床上通常都堆积着不同形状的成型淤积体，如边滩、江心滩、江心州、沙咀、沙埂等，构成碍航浅滩。

1. 浅滩易于在下列河段或部位形成

①河槽放宽的河段；

②两个反方向弯道之间的过渡段

③河槽束窄处的上游河段

④分叉河段；

⑤干、支流汇流的河段；

⑥河流的河口；

⑦有水下障碍物的附近河段。

2. 浅滩类型和特征

按浅滩的河床地形特征和航行条件分为四种：

①过渡性的优良浅滩（又称正常浅滩）：上下边滩高，两深槽不交错，上下对称，水流平顺，航行曲度均匀，浅段水深

较大，一般对航行影响较小。如图2—1所示。



2—1 正常浅滩示意图

- 1.上深槽 2.下深槽
3.上边滩 4.下边滩

②过渡性不良浅滩(又称交错浅滩):

上下边滩低，形状不规则，深槽交错，槽宽浅而水流分散。由于横流作用，船舶通过易出事故。因此，它是经常进行疏浚整治的对象。如图2—2所示。



图2—2 交错浅滩示意图

- 1.上深槽 2.下深槽 3.上边滩
4.下边滩 5.倒套

③复杂浅滩: 指由两个或两个以上相距较近的浅滩所组成的浅滩群。河槽宽浅，水流分散，对航行不利，必须疏浚整治。如图2—3所示。



图2—3 复杂浅滩示意图

- 1.上深槽 2.中间深槽 3.下深槽
4.上边滩 5.中间边滩 6.下边滩

④散乱浅滩: 河槽中极不规则地散布着不同形状和大小的沙滩群，并将上、下深槽隔断，这种浅滩对航行极为不利，必须整治，如图2—4所示。

(三) 河口浅滩



图2—4 散乱浅滩示意图

1. 上深槽 2. 下深槽

1. 河口类型：沿海有潮汐影响的河口，根据它的水流特性，泥沙运动以及河床冲淤演变等主要因素的不同情况，大约可分四种类型：强潮海相河口；弱潮陆相河口；湖源海相河口和陆海双相河口。

2. 河口浅滩：有三角洲、拦门沙和沙坎等。

①三角洲：它是弱潮陆相河口的特点，如黄河口等。泥沙来自河流上游，主要在洪水期间，因水流于河口处漫溢分散，流速减缓而落淤，同时在涨潮期间以异重流形态将河口外的泥沙送到口门附近而形成拦门沙，由于不断淤积发展，河口形成几股汉道，由拦门沙逐步扩大而成三角洲（有的涨潮时仍有部分被淹没）如图2—5

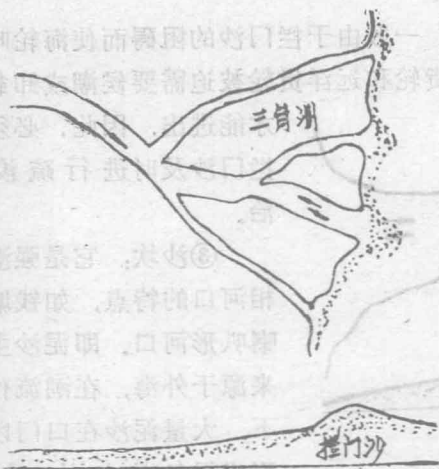


图2—5 三角洲示意图

所示。

②拦门沙：它是陆海双相河口的特点，如辽河口、海河口和长江口等。在汛期大量泥沙由于洪水下泄，受潮水顶托而在河口的过渡段和潮流段内不断沉积，并不断地被推移到河口的口门附近而形成拦门沙。如图2—6所示。



图2—6 拦门沙示意图

河口港的进港航道，一般由于拦门沙的阻碍而使海轮吃水受到限制，有的沿海客货轮和远洋货轮被迫需要候潮或卸载后才能进出，因此，必须对拦门沙及时进行疏浚整治。

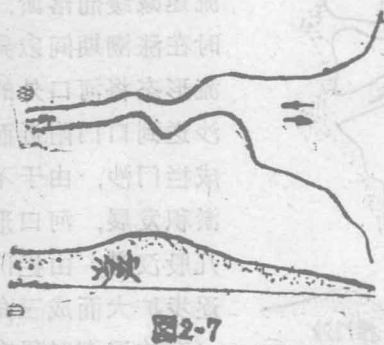


图2—7

图2—7 沙坎示意图

③沙坎：它是强潮海相河口的特点，如钱塘江喇叭形河口。即泥沙主要来源于外海，在潮流作用下，大量泥沙在口门以内形成很长的长坎。如图2—7所示。

第二节 水 文

一、水 位

天然或人工水域的自由水面相对于某一基准面的高度，称为水位。单位一般采用“米”。

海港和入海河流的感潮河段的水位，因受潮汐涨落变化的影响，故也称潮位。

(一) 水位基准面：采用一定的基准面作为水位高低的起算标准，这个基准面就称为水位基准面，也称为水位零点。通常有下列三种：

(1) 基本零点：以某入海河口的大（强）潮平均低潮位或最低潮位作为起算标准，称为基本零点。如黄海零点、大沽零点、吴淞零点。

(2) 测站零点（当地零点）：以当地水位站历年最低水位（或历年低水位以下0.5米~1.0米）为零点，来计算水位的高度。

(3) 临时零点：根据某一工程或地区的特殊情况或特殊需要确定的水位起算标准，称为临时零点。

测站零点和临时零点一般都应该与基本零点联测，取得它们之间的换

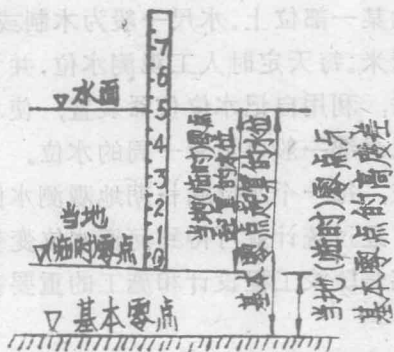


图2—8 当地临时零点与基本零点关系图

算关系，以便于资料的整理和运用。

它们之间的关系如图2—8所示。

水位与水深不同，水深是水面上某点水的深度，是该点水面至河底的垂直距离，对某测点而言：

$$\text{水位} = \text{河底高程} + \text{水深} \quad (2-1)$$

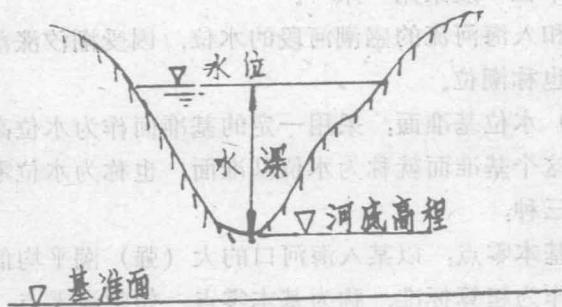


图2—9

(二) 水位的观测

单位通常以“米”计，一般记录到厘米。

(1) 水尺法：在河岸或永久性的码头等建筑物上安装水尺，可以直接刻划于建筑物某一部分上。水尺一般为木制或搪瓷制，最小刻度为1厘米或2厘米。每天定时人工观测水位，并予记录。

(2) 自记水位记法：利用自记水位仪器装置，使水位变化自动画在记录纸上，记录纸一般可记录一周的水位。

(三) 水位特征值：每一个水位站长期地观测水位，可以得到系统的水位资料，经过统计就可得到河道水位变化特征的数值，即特征水位。它是疏浚工程设计和施工的重要基本资料之一。

常用的水位特征值如下：

(1) 最高水位：某一限定期间内，观测记录中的最高水位