

中等專業學校試用教材

航道疏浚

上 冊

南京交通專科學校 編

湖南交通學院 校



人民交通出版社

中等專業學校試用教材

航道疏浚

上冊

(航道整治专业用)

南京交通专科学校 編
湖南交通学院 校

人民交通出版社

內 容 提 要

本書敘述有關航道基本知識，內河航道疏濬工作的組織、計劃和設計以及挖槽的各種力水計算，各類挖泥船的結構性能及其施工技術等，系由南京交通專科學校編，湖南交通學院校閱。

本書作為中等專業學校航道整治專業試用教材，亦可供交通部門有關專業人員工作或學習的參考。

希望使用本書的單位或個人多多提出改進意見，逕寄南京交通專科學校，以便再版時修改。

目 录

緒論	4
§0-1 水运在国民經济中的意义	4
§0-2 改善和維護水道航行条件的方法	7
§0-3 航道疏浚的发展簡史	12
第一章 河流等級划分及航道尺度	
§1-1 河流等級划分	16
§1-2 航道尺度的确定	18
第二章 內河航道疏浚工作的組織和設計	
§2-1 內河航道疏浚工作組織与設計的技术資料	27
一、水位站水位与浅滩水深的关系图綫 $T=f(H)$	27
二、洪水降落計算曲綫 $H=f(t)$	34
三、差別标准水深曲綫 $T_r=f(H)$ 与分段标准水深	37
§2-2 航道段疏浚工作的組織計劃与水深預报	49
一、确定在准备时期必須挖泥的浅滩	50
二、浅滩浚挖時間及次序的确定	52
三、浅滩挖泥、爆炸与整治工程的配合和选择	53
四、浅滩水深預报的方法	55
五、水深預报的应用和航道疏浚工作的具体計劃	59
§2-3 挖槽定綫和抛泥區的选择	61
一、概述	61
二、挖槽及抛泥区設計的一般原則	62
三、維修性挖槽定綫	66

四、抛泥区选择的具体要求	78
五、基建性挖槽的设计特点	75
§2-4 疏浚工作的水力计算	79
一、水流平面图的绘制	79
二、挖槽平面布置的水力学论证	85
三、挖槽最佳断面的水力计算	97
四、分流河槽的挖槽设计	104
五、浅滩疏浚后水位降低值的计算	110

第三章 吸扬式挖泥船

§3-1 吸扬式挖泥船的结构与性能	118
§3-2 吸扬式挖泥船的挖泥、排泥方法 及其施工性能	126
一、吸扬式挖泥船的挖泥和排泥方法	126
二、吸扬式挖泥船施工性能	136
§3-3 离心泥泵	141
一、离心泵的结构	141
二、离心泵内的液流运动	145
三、离心泵的基本方程	146
四、离心泵的理论输水量	150
五、泥泵的功能	151
六、离心水泵的特性	157
七、转数变化时的水泵特性曲线	162
八、离心泵的管路特性曲线	166
九、吸泥浆时泵特性值的换算	168
十、泵特性曲线的实测方法及其运用	170
十一、根据真空读数 and 压力读数的变化对排泥条件的判断	179
十二、泥泵工作曲线	180

第四章 鏈斗式挖泥船

- §4-1 鏈斗式挖泥船的結構性能及適用範圍.....183
- §4-2 鏈斗式挖泥船的挖泥和排泥方法.....190
- §4-3 鏈斗式挖泥船的生產品率計算.....206
- §4-4 鏈斗式挖泥船的斗容量和斗鏈着底距的測定...208

第五章 自航式及單斗式挖泥船

- §5-1 單斗式挖泥船的結構性能和適用範圍 α212
- §5-2 自航式挖泥船結構性能與適用範圍.....218

第六章 港口疏浚及吹填工程

- §6-1 港口疏浚特點.....224
- §6-2 吹填工程.....225

第七章 土法疏浚

- §7-1 土法疏浚的意義及目前應用情況.....228
- §7-2 土法疏浚的工具和疏浚方法.....229

第八章 挖泥船的定額和生產品率

- §8-1 土壤對挖泥船生產品率的影響.....236
- §8-2 挖泥船生產品率.....242
- §8-3 時間利用率.....247
- §8-4 船員和燃材料消耗定額.....248

第九章 疏浚施工技術和管理工作

- §9-1 挖泥船隊的調遣和施工作业.....249
- §9-2 挖泥船的機務管理工作.....252
- §9-3 疏浚標志和水尺的設置.....253
- §9-4 測量與土方計算.....257
- §9-5 施工紀錄與計劃表報.....263
- §9-6 日常管理工作.....269

目 录

緒論	4
§0-1 水运在国民經济中的意义	4
§0-2 改善和維護水道航行条件的方法	7
§0-3 航道疏浚的发展簡史	12
第一章 河流等級划分及航道尺度	
§1-1 河流等級划分	16
§1-2 航道尺度的确定	18
第二章 內河航道疏浚工作的組織和設計	
§2-1 內河航道疏浚工作組織与設計的技术資料	27
一、水位站水位与浅滩水深的关系图綫 $T=f(H)$	27
二、洪水降落計算曲綫 $H=f(t)$	34
三、差別标准水深曲綫 $T_r=f(H)$ 与分段标准水深	37
§2-2 航道段疏浚工作的組織計劃与水深預报	49
一、确定在准备时期必須挖泥的浅滩	50
二、浅滩浚挖時間及次序的确定	52
三、浅滩挖泥、爆炸与整治工程的配合和选择	53
四、浅滩水深預报的方法	55
五、水深預报的应用和航道疏浚工作的具体計劃	59
§2-3 挖槽定綫和抛泥區的选择	61
一、概述	61
二、挖槽及抛泥区設計的一般原則	62
三、維修性挖槽定綫	66

四、拋泥区选择的具体要求	78
五、基建性挖槽的设计特点	75
§2-4 疏浚工作的水力计算	79
一、水流平面图的绘制	79
二、挖槽平面布置的水力学论证	85
三、挖槽最佳断面的水力计算	97
四、分流河槽的挖槽设计	104
五、浅滩疏浚后水位降低值的计算	110
第三章 吸扬式挖泥船	
§3-1 吸扬式挖泥船的结构与性能	118
§3-2 吸扬式挖泥船的挖泥、排泥方法 及其施工性能	126
一、吸扬式挖泥船的挖泥和排泥方法	126
二、吸扬式挖泥船施工性能	136
§3-3 离心泥泵	141
一、离心泵的结构	141
二、离心泵内的液流运动	145
三、离心泵的基本方程	146
四、离心泵的理论输水量	150
五、泥泵的功能	151
六、离心水泵的特性	157
七、转数变化时的水泵特性曲线	162
八、离心泵的管路特性曲线	166
九、吸泥浆时泵特性值的换算	168
十、泵特性曲线的实测方法及其运用	170
十一、根据真空读数和压力读数的变化对排泥条件的判断	179
十二、泥泵工作曲线	180

第四章 鏈斗式挖泥船

- §4-1 鏈斗式挖泥船的結構性能及適用範圍.....183
- §4-2 鏈斗式挖泥船的挖泥和排泥方法.....190
- §4-3 鏈斗式挖泥船的生产率計算.....206
- §4-4 鏈斗式挖泥船的斗容量和斗鏈着底距的測定...208

第五章 自航式及单斗式挖泥船

- §5-1 单斗式挖泥船的結構性能和適用範圍 α212
- §5-2 自航式挖泥船結構性能与適用範圍.....218

第六章 港口疏浚及吹填工程

- §6-1 港口疏浚特点.....224
- §6-2 吹填工程.....225

第七章 土法疏浚

- §7-1 土法疏浚的意义及目前应用情况.....228
- §7-2 土法疏浚的工具和疏浚方法.....229

第八章 挖泥船的定額和生产率

- §8-1 土壤对挖泥船生产率的影响.....236
- §8-2 挖泥船生产率.....242
- §8-3 時間利用率.....247
- §8-4 船員和燃材料消耗定額.....248

第九章 疏浚施工技术和管理工作

- §9-1 挖泥船队的調遣和施工作业.....249
- §9-2 挖泥船的机务管理工作.....252
- §9-3 疏浚标志和水尺的設置.....253
- §9-4 測量与土方計算.....257
- §9-5 施工紀錄与計劃表报.....263
- §9-6 日常管理工作.....269

緒 論

§ 0-1 水运在国民經济中的意义

在党的总路綫、大跃进、人民公社的光輝照耀下，我国工农业生产取得史无前例的伟大成就，国民經济的发展正在一波逐一波、一浪高一浪地向前跃进。

运输事业是国民經济的重要组成部分。它随着国民經济的飞跃发展，承担着日益繁重的运输任务。在优越的社会主义制度的国家里，运输是联系生产的紐帶，實質上也是生产过程的繼續。伟大的馬克思把运输看作是物質生产的第四部門。現代的交通运输包括着铁路、水道、公路、航空、管道等五个組成部分。它們在經營上都具有自己的特点，而共同的承当和适应着国民經济对运输的不同需要。在各种运输方式合理分工密切协作的前提下，大力发展水运事业，充分發揮水运在交通运输中的作用，無論从当前和长远攷慮，都是十分重要的。

发展水运，在我国有良好的自然条件。我国各民族人民最敬爱的領袖毛主席曾在“中国革命和中国共产党”一書中指出：“我們中国是世界上最大的国家之一，……有很多的江河湖泽，給我們以舟楫和灌溉之利，有很长的海岸綫，給我們以交通海外各民族的方便”。我国有天然河流5,000余条，总长度达42万公里，大小湖泊900多个，有长江、黑龙江、黄河、珠江等水系，特别是长达5,800公里世界四大河流之一的长江，橫貫祖国东西，又有历史悠久，著名于世，长达1500公里的京杭大运河，沟通祖国的南北。我国地处溫帶，大部江湖終年不

冻，能四季行舟。大陆海岸綫长約12,000公里，有許多优良海港，成为发展海运和江海联运的重要枢紐。同时，水运的发展可以密切結合水利工程建設，發揮綜合利用的最大效益，这是其它运输方式所不及的。許多河流的开发不仅发展了航运，还得到了灌溉、防洪防涝、发电、养魚、飼畜、供应城市工业用水、居民用水、美化环境、改造自然等綜合利用的最大經濟效益，对社会主义建設具有极重要的意义。

我們再就铁路和水运的經營特征进行比較，水运也具有若干独特的优点。現将我国长江航运与先进的铁路运输的某些指标作出比較，如表 0-1 中所指明的：

表0-1

	运 輸 方 式	
	水 运	铁 路
运输成本	1	2.50
装卸成本	1	1.25
綫路建設投資	1	2.88
每匹馬力牵引运量	1	0.13
运输工具所需鋼材	1	1.54
綫路建設所需鋼材	1	5.00
速度	1	2.00

注：水运各项指标均假定为 1

从表中可見水运基本建設投資是比铁路便宜得多，需用鋼材比铁路少，这是水运的一个重要的优越性。

铁路的通过能力比河运干綫要低得多。假若一条单軌铁路年通过能力为 1，双軌铁路在增加自动閉塞一系列技术措施后，其通过能力可达 2.67 倍，而河道的通过能力是极其巨大

的，一条能通过三个二千吨駁船組成船队的天然河道，水深不过3米，其通过能力与单軌铁路相比，可达66.7倍以上。

速度方面：在研究内河运输速度时，必须指出，它的技术速度（即两地点之间的平均速度）虽低，但技术速度利用率，即运输速度并不比铁路低，仅仅用技术速度来衡量，认为运输慢是不够全面的。根据苏联统计资料，内河干货轮的发送速度，可以超过各种货运列车的平均发送速度，干货駁船的发送速度亦有列车货运平均发送速度的二分之一。

随着水利综合利用的开发，干綫网的形成，水运的优越性将要更加全面的显示出来。

就水运本身而言，包含有四个环节：航道、船舶、港口、船厂。航道的尺度应当具有足够的深度、宽度、曲度半径，符合规定的水上外廓，没有任何水中障碍物以及具有全年最长的通航时期等。船舶，这是内河航运的运输工具。航道与船舶两者之间是相互影响，相互制约的。航道应当满足船舶航行的要求，而船舶的定型设计也必须适应于航道的条件和发展。港口，它是内河航运和陆地运输的枢纽，不仅从事着大宗货物的吞吐，而且还从事着旅客的吞吐。港口往往还作为内河船队越冬及修理的场所。作为生产和修理运输工具的船厂，也是水运不可缺少的部分。

解放以前，由于帝国主义和反动统治阶级的垄断把持，未能发挥和利用我国河流的自然有利条件，我国广大河流长期处于天然落后的状态，河流航行条件不断恶化，水深减小，航道阻塞，因而经常发生事故，严重地阻碍了我国内河航道事业的发展。

解放以来，在党的领导下，我国水运事业和其它社会主义建设事业一样，起了根本性的变化，水运事业有了很大的发

展。内河通航里程到1958年底已达15万余公里，比解放前的7万4千公里增长了一倍，其中通航輪船里程由2万4千公里增长到4万3千公里，增长了80%。内河货运量1958年比1950年增长了670%（吨）及523%（吨公里）。

解放以后，我国水利事业的巨大发展，对开辟航道，发展内河航道事业提供了极为有利的条件。特别是大跃进以来，在党的领导下，掀起了规模巨大的群众性大办水利运动，根据党的总路线和两条腿走路的方针，根据交通运输事业方面全党全民办交通和“地群普”的方针，交通部又制订了三十二个字的水运规划建设方针，即“全面规划，综合利用；远近结合、土洋并举；逐步提高，先通后畅，由线到网、四通八达。”从而全国河道在不久的将来会出现无所不达，无往不畅的局面。

§ 0-2 改善和维护水道航行条件的方法

在地球表面上，能够供船舶航行，木排流送或木材散放的那一部分水域，或者同时可以满足这些要求的水域，称为水道。

水道一般可分为海洋水道和内河水道。属于海洋水道的有海洋和贯通相邻海洋的运河等；内河水道则有河流、内陆运河、湖泊及水库。由于内河水道大多数由河流组成，因此也常称为河道。

在水道上的航行不需要整个河道宽度，而仅在航道范围内即可。适合于航行船舶的部分水道宽度称作航道。

航道多半位于水道通航障碍较少的部分。

航道可以分为：

- 1)主航道：供船舶、木排等作远距离航行和浮运的航道；
- 2)非主航道：自主航道引向码头、港埠、船舶修理地点等

的航道以及港区水域范围内的靠码头航道和锚泊地航道等。

为了满足航行需要，航道必须具备足够的宽度、深度及曲度半径。这些统称作航道的尺度。

任何航道的航行条件首先是以航道尺度来表示。当航道深、宽及曲度半径较大时，就可使吃水较深、航速较快的大船队通过；反之，只能通过吃水较浅，航速不大的小型船舶。对于后者，航道显著地影响了客货运输量。在航道尺度中深度又是一个最重要的指标，它在很大程度上影响船舶的载重。以最大吃水为2.5米的驳船为例，当其装载吃水减小时，其载重量的损失可参攷表0-2。

表0-2

顺 序	吃 水 (米)	损失占最大载重量的百分比	
		铁 壳	木 壳
1	2.5	0	0
2	2.0	18%	20%
3	1.5	26%	30%

比上述最大吃水更大的船舶，在吃水受到水深影响而减小时，其载重量的损失就更大。如最大吃水为3.2米的木船，当吃水仅为2.0米时，其载重量的损失可达52%。

在支流和小河航道上，如果水深减小，对航行将产生很大的困难。甚至在很多地方船要停航。这足以说明标准水深的保证对增加货运周转量及船舶的载重吨位有着重大的意义。

除了航道尺度外，对航行条件有显著影响的还有流速、风浪及航期延续时间等。

水流对船舶航行的影响：顺流时可增加航速，逆流则减小

航速，但非常大的流速以及與航道方向斜交的水流，無論對逆流或是順流會使船舶航行時操作上造成困難。在水庫、湖泊或河流下游入海處，由於水面寬廣，風浪較大，為了使航行船舶及時躲避風浪的襲擊，必須專設避風港。在風浪中航行的船舶必須具有足夠的穩性及強度。大的風浪引起船舶搖擺，這也會造成船舶操縱的困難。尤其是風浪與航向不一致時，其航行條件更為不利。航期延續時間的長短會直接影響到船舶的貨運量。

水道運輸不同於鐵路、公路上的運輸。在天然航道上航行，將會遇到很多的障礙：逕流不勻、流速過大、碼頭前的淤淺、河中的淺灘、河流的冬情等。這些障礙都會惡化河流的航行條件。如果水道的航行條件不能滿足航行要求時，必須加以改善；如果水道有良好的航行條件，則應該加以維護，不使其惡化。

維護及改善水道上航行條件的航道措施，有下列幾種：

- 1) 航行標誌；
- 2) 清槽和掃床；
- 3) 疏浚（挖泥及爆破）；
- 4) 整治；
- 5) 流量調節；
- 6) 渠化；

7) 開辟運河。改善水道航行條件的各種措施通常是用不同規模和互相配合綜合進行的。

航道標誌是由專門的岸標及浮標組合而成，它指示出航道方向及界限、最小深度及航道的個別障礙等，以保證船舶安全航行。

清槽工作即清除在河底上的個別障礙，這些工作用清槽船

完成。此外，清除高水位时可能被帶入航道岸坡上的个别物体，也属于清槽工作的范围。扫床工作是用各种扫床工具經常性的检查航道是否通行无阻，以发现需要清除的障碍。

在水道上进行的疏浚工作，一般包括两项主要措施：挖泥及爆破。挖泥主要是利用挖泥船，自需要浚深地段内取出并排除泥土。而航道的爆破疏浚，则是利用炸藥爆炸时的巨大能量来破碎和抛擲河底的岩石和土壤。然后用机械和水流的力量来消除它們。挖泥和爆破的結果，使浅滩上最浅部分（沙脊）被削平，連接了浅滩上下游深槽，使航道貫通。河道疏浚的縱横断面如图0-1及0-2所示。

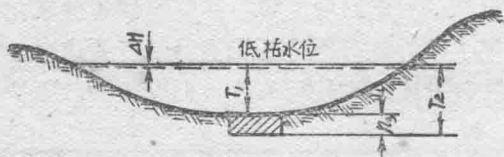


图0-1 河道疏浚横断面

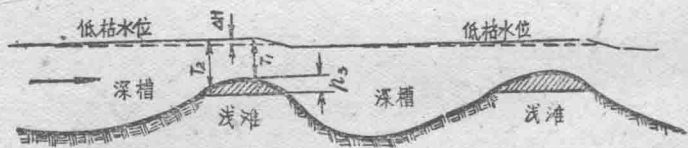


图0-2 河道疏浚纵断面图

拦河大壩的建筑横跨河流，它将壩上游河段的水面抬高，于水力枢纽处則产生集中的落差或水头。

在渠化河段中，于壩址的壅高河段及水庫处，深度的情况非常不均匀：在壩上游深度較大，而紧靠壩的下游深度則較小并和所规划的相等。

当河流渠化或流量調节时，增加深度都是依靠抬高水位，虽然以流量調节的方法增加深度不大，但对全河长度來說，它

比渠化时增加的深度要更均匀。

河流渠化不同于疏浚、整治及流量调节，它急剧地改变了河流速度的规律。在为壅塞高的壅高河段中和在水库中，流速降低，船舶顺水和逆水运行的条件基本上没有区别了。

但在渠化河流的壅高河段中和水库上，为了维护及增加航道尺度，仍旧需要疏浚及整治工程。这些工程在壅水分隔区域的淤浅地段进行，也在紧靠着水电站的水力枢纽下游浅滩上进行。此外在水库上在通向港埠、码头以及在受水库壅高的支流航道上进行。

通航运河是用人工开辟的水道，断面形状齐整，水流极其平缓。由于船舶航行时的波浪以及水流的影响，运河的侧坡及底部逐渐变形，维护并稳固此种运河固有断面需要疏浚和护岸工程。

关于选择有一定货运量的水道的改善方法问题，可以用技术经济计算来解决，这种计算既考虑到航道及船舶的基建投资及管理费用，也注意到其他国民经济部门对于水道的利用。

通常河道的渠化及运河建筑物要求大量的基建投资和最小的航道管理费用，流量调节需要基建投资较小，但管理费用较大，而疏浚及整治需要基建投资更小，航道管理费用更大。

前已提及，在我国大多数通航河道及运河中，维持和增加航道尺度，主要的是以疏浚结合整治的方法，而有时则结合流量调节的方法。当在水道综合开发情况下，主要的是以发电、运输、灌溉以及给水为目的，从国民经济观点着想，河流渠化和修建运河是合理的。但不论河道是在流量调节后，还是在渠化后，或是在建设通航运河后，在所有这些水道上，必须进行疏浚及整治工程。此外，在所有水道上，要维护航道标志并进行清槽工作。