

中等專業學校試用教材

水 道

上 冊

南京交通專科學校 編



人 民 交 通 出 版 社

中等专业学校教材

水道

上册

(水力工程建筑专业用)

南京交通专科学校 編

人民交通出版社

中等专业学校試用教材

水 道

上 册

南京交通专科学校 編

*

人 民 交 通 出 版 社 出 版

(北京安定門外和平里)

北京市書刊出版业營業許可証出字第〇〇六号

新华书店科技发行所发行 全国新华书店經售

人 民 交 通 出 版 社 印 刷 厂 印 刷

*

1961年7月北京第一版 1961年7月北京第一次印刷

开本: 787×1092 $\frac{1}{32}$ 印張: 7 $\frac{1}{32}$ 張

全書: 160,000 字 印数: 1—750 册

統一書号: 15044·3091

定价(10): 0.94元

內 容 提 要

本書分兩冊出版：上冊講述疏浚和整治問題；下冊系講述河流渠化問題。目前，下冊尚未編就，各校可暫採用本社出版之“水工建築物”下冊（河流渠化）作為試用教材。

本冊簡要地介紹了疏浚工程的規劃設計、主要疏浚工具的性能和施工方法、整治工程的規劃，以及整治建築物的布置和結構；並結合我國各地在這方面較好的經驗和成就加以闡述。

書中小號字排印部分系較次要之材料，各校可根據本校授課計劃予以取舍。

本書作為中等專業學校水力工程建築專業“水道”課程的試用教材；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

第一章 总論	(1)
§ 1-1 水道在交通上和国民經济上的地位	(1)
§ 1-2 我国水道概况	(3)
§ 1-3 水道工程的内容和任务	(5)
§ 1-4 通航对航道的要求	(6)
§ 1-5 航道的維持	(12)
§ 1-6 改善航行条件(增加水深)的措施	(15)

第一篇 疏浚工程

第二章 疏浚工程的规划设计	(20)
§ 2-1 疏浚工程簡史、目的、特点、任务和分类	(20)
§ 2-2 疏浚深度的技术經济选择	(24)
§ 2-3 航道挖槽設計	(27)
第三章 主要疏浚工具的性能和施工方法	(46)
§ 3-1 吸揚式挖泥船的性能和施工方法	(46)
§ 3-2 鏈斗式挖泥船的性能和施工方法	(75)
§ 3-3 單斗式挖泥船的性能和施工方法	(89)
§ 3-4 排泥工作	(97)
§ 3-5 簡易的挖泥工具	(102)
§ 3-6 人工疏浚河道	(110)

第二篇 河道整治工程

第四章 河道整治工程的规划	(117)
§ 4-1 河道整治工程發展史	(117)
§ 4-2 整治工程规划所需的資料与設計原則	(123)

§ 4-3	計算水位	(126)
§ 4-4	整治綫	(129)
§ 4-5	河床穩定性的核算	(138)
第五章 整治建築物的布置和結構		(145)
§ 5-1	整治建築物的材料	(145)
§ 5-2	整治建築物的分類	(147)
§ 5-3	實體建築物的布置、作用原理和結構	(149)
§ 5-4	透水建築物的布置、作用原理和結構	(179)
§ 5-5	形成人工環流的導流建築物的作用原理、 布置和結構	(185)
§ 5-6	編籬和屏式建築物	(196)
§ 5-7	綠化整治	(212)

第一章 总 論

§ 1-1 水道在交通上和国民經济上的地位

水道工程是水利工程的一部分，它包括一切利用水以發展交通運輸的工程措施。

水道分內河的（河流、內陆运河、湖泊、水庫）及海洋的（廣闊的海洋及通海运河）。而两者的界限并不是能够截然分开的；海洋巨輪力求深入內陆，以便能不經轉載就把貨物直接運到目的地；在水力工程方面，把潮汐影响終止处（河口区）作为內河航道与海洋航道的分界限。所以，一般大河口的治理是属于海洋工程的范围。本課程所叙述的，除簡略提及河口整治外，主要是有关內河航道的開發、疏浚、整治及渠化工程方面的問題。

我国的水路運輸（特別是內河的）自古以来就为人們所重視。远在大禹时代，就曾通过整治使江、淮、河、济四条入海的河流能够通航。公元前485年，周敬王时，开挖邳沟，接通長江和淮河。至元代以后，發展为貫通南北、聯絡五大水系的世界上最長（全長1782公里）和开凿最早的大运河。运河开通后，促进了南北物資交流，从此富饒的江浙地区出产的生活資料可經船北运。約在公元前219~221年前后，在秦始皇的时候，我国的劳动人民就开凿了灵渠，沟通了湘漓二江。以后，汉唐各代都曾加以修整。灵渠長达33公里，目前尚可打坝通行木船。湘漓二江之間隔着兴安高地，灵渠是一条越岭运河。这些

偉大的工程都显示了我們祖先辛勤的劳动和丰富的智慧。同时，可見我国水路运输自古以来就在国民經济中占着一定的重
要地位。

运输事业和其他經济部門不同，它本身并不能产生新产
品，而只是把貨物和旅客从一个地点順利而且及时地轉移到另
一个地点，而这种轉移是生产过程中必不可少的一环。貨物由
产地到銷地的轉移过程，往往需要通过干綫、支綫和使用各种
运输工具，这就决定了各种交通运输工具必須綜合利用和互相
配合，只有这样才能更有利于国民經济的發展。我国运输战綫
上出現的一条龙运输大协作，就体现了社会主义制度下各个运
输部門分工协作的关系。

解放前，我国水运事业，在帝国主义的掠夺和官僚資本的
控制下，發展滞緩，十分落后。他們一切为了榨取利潤，当
然不会关心中国生产的發展，他們不考虑水利資源的綜合利
用、改善河流通航条件、增加貨运周轉量等問題，分布在全国
广大地区的河流，从来没有加以徹底整治和充分利用，以致我
国河流数千年来仍然未脱离天然状态。

解放以后，党和政府非常重視交通运输業的發展。中共第
八次全国代表大会关于政治报告的決議中指出：“为了發展工
业和农业，必須相应地發展运输业和商业。”在党的领导下，
在总路綫、大跃进、人民公社三面紅旗的照耀下，水路运输和
水道工程都取得了輝煌的成就。1958年我国輪駁船貨运量比解
放前最高的年份增長了五倍多，全国內河通航里程也增長了一
倍多。在水道工程方面的成就是不胜枚举的：在全国範圍內共
整治了一万多公里的天然河流，使原来通航的得以暢通，原来
不能通航的得以通行。結合水利建設，許多平原地区正在进行
河網化的建設；有些山区和沙漠地区也有帆船通行。年久失修的

京杭大運河正在走向現代化，多年為患的黃河正在變清。在特大洪水面前，護岸工程保護了武漢、南京等城市。總之，在黨的領導下經過群眾的努力，那些過去不可想象的事情，今天均已實現或即將實現。

在國家水利資源綜合利用的前提下，水道工程和其他水利建設有著密切的關係。灌溉渠道可以通船，平原地區河網化可以河運化；水利樞紐的建設可以使河流渠化，增加航行水深、調節流量和組織水庫航運；水上保持可以減少或防止泥沙流入河流淤積航道等等。同樣，航道的開發也有利於其他水利建設。因此，在進行航道工程規劃和設計時，必須貫徹“全面規劃，綜合利用，遠近結合，土洋並舉；逐步提高，先通後暢，由綫到網，四通八達”的方針。

水路運輸之所以為人們重視，是因為它能更好地滿足國民經濟發展對交通運輸的下列要求：

- (1) 運費低廉，
- (2) 運輸迅速，
- (3) 客貨安全，
- (4) 貨運量大且面廣，
- (5) 運輸的正規性和經常性。

§ 1-2 我國水道概況

我國水利資源極其豐富，天然河流縱橫交錯，湖泊密布（湖泊約為900多個），海岸綫綿延12,000公里，初步統計流域面積在100平方公里以上的河流約5000多條，總長約42萬公里。特別是隨著水利工程的发展，在我國遼闊的大地上，已經和將要出現許多新的人工渠道，把這些無數條大小干支溝渠辟為航道，與全國水運干綫網互相銜接，互相溝通，則使我國四面八方，皆通舟楫，從而形成一個全國範圍的內陸和外洋的水運網。

黃河將修建許多梯級工程，其中如三門峽、青銅峽、渡口

堂和桃花峪等處樞紐工程，現在除桃花峪以外，其他都已開工了。全國人民所關懷的三門峽樞紐工程已基本建成。此外，山東境內的位山樞紐工程也已勝利截流了。甘肅的引洮工程，开辟了長達1400公里的山上河道。下游在充分開展中、小型水利工程的基础上，結合大型工程，要做到黃、海、淮、沂、泗等河流的水源和地下水能統籌互濟，充分利用。黃河兩岸已經修成大型水閘六座。同時支流的治理和綜合利用工程也正在積極開展。

淮河流域在上中游廣泛修建中小型水庫，並繼續修建昭平、呂、臨淮崗等大型水庫，使洪水得到進一步的控制；在平原地區，开始了河網化的工程，初步摸索到一條解決內澇與航運問題的綜合措施；綜合解決蘇北地區的水旱災害與航運問題。

海河流域，近年來在廣泛開展小型工程的基礎上，建成了西河蓄水工程，海河擋潮閘和四女寺分洪工程，並正在建成滹沱河上的崗南、潮白河上游的密云以及王快、西大洋、橫山嶺、黃壁庄等六大水庫。這些工程使海河流域的自然面貌大大改觀。

長江的流域規劃和研究工作也正在積極進行；根治漢水的主要水利樞紐丹江口水庫已將修成。在贛江上修建了萬安、峽江、夏寒水庫。北江上修建石鼓塘、桂江上修建昭平水庫，這些工程的規模都是巨大的。在京杭運河上，1959年即全面開工，僅江蘇段邵伯、淮安、淮陰等十一座大型船閘已基本勝利建成。在各省地方性的綜合利用工作也蓬勃發展起來。

以上情況說明，我國江河的面貌正在逐漸改變，我國人民馴服江河的偉大理想必將逐步實現。同時為我國水運網的開展和形成，提供了極為有利的條件。

§ 1-3 水道工程的内容和任务

水道工程不外乎疏浚和整治天然河道、徑流調节、渠化河流、开辟人工运河以及航道的维护工作（扫床、清槽、設标等）。因此，其含义是很广的，它包括一切利用水以發展交通運輸的工程措施。

航道是供給船舶行駛的，它要滿足船舶体型的要求。随着国民經济和科学技术的飞跃發展，水运事业必須跟上；船舶的型式、大小、和航行的方法都不断的改进，航道工程工作必須适应这些新的变化，作出最經濟、最合理的规划、設計，并付諸实施。航道工程是比較复杂的，它是与自然条件、水流、气象、地形等作斗争的。与其他交通運輸工程——如铁路、公路不同，有些是水下工程，不是用手能摸到和用眼能看到的，必須依靠群众进行周密的勘测、設計和施工組織工作；各有关部门应相互配合，紧密协作，以發揮偉大集体的創造力。

我国幅員广大，河流众多，大多数河流水量充沛，經冬不冻，适合航运，但由于受到水文自然条件的限制，有許多河流，或是水深不够，或是水流过急，或是河床不稳定，或是弯曲太甚等，都不能滿足航行的要求，有待于采取工程技术措施加以改善，以提高其通过能力和增加通航里程，或由不能通航变为能够通航。

我国河流大都由西向东流，南北交通很少利用河道，目前只有一条大运河聯絡各个水系，将来需要开辟許多运河把全国各个水系联接起来，建成一个四通八达的水运網，来滿足社会主义建設的需要。

随着运河的开凿与天然河道的渠化，需要多少里程的航道进行整治，需修建多少的过船建筑物（如船閘、升船机）克服

水級，供船只通过，又需要修建多少擋水建筑物（如壩）和水庫来調节流量增加航行水深。因此，本課将以过船建筑物特别是船閘和擋水建筑物（土壩和水閘）为主要討論对象。

随着水运的發展，航道維護工作也将繁重。

为了完成上述任务，首先还应对河流的水力水文情况进行全面的研究和掌握；要对建筑物的地基基础具有較充分的了解，要具有系統的结构力学知識，因此，需要在学完水力学、地基与基础和力学等之后才能學習本課。

§1-4 通航对航道的要求

一、通航对航道的要求

若想合理地利用天然河流，使它更好地为航运服务，河流的天然情况必須滿足許多航行上的要求。因在河流上，限制航行的仅为淺滩、滩險或急弯河段，故在天然河流的航道工程中，多仅以妨碍航行的河段为主要对象。茲簡述于后：

（一）航道的深度：

航道的深度是指全航綫中关键性淺滩上所具有的最小通航保証深度，是設計航道所必須解决的一項重要問題。深度的大小决定挖泥工程的数量和維持这项深度所需的費用，或整治建筑物所需的投資，或渠化工程的高度及造价。深度愈大，需費愈高。另一方面深度增加，使吃水更大的船舶可以通航。例如研究一条通航河流或一相当長的河段，其中有若干淺滩使航行困难，今需采取工程措施加以改善。圖 1-1 为这一河段的縱断面，有深淺不一的 5 处淺滩。如果不采取措施，全段最小保証深度是 h_1 ；如果將最小深度增加到 h_3 那么就要在 1 号淺滩上挖去（或用整治建筑物使水流冲去） $h_3 - h_1$ 的泥；若把保証水深

提高到 h_5 ；那末在1号浅滩要除去 h_5-h_1 ；3号浅滩要除去 h_3-h_3 ；若提高到 h_4 ；那么就要除去 h_1-h_1 ； h_4-h_3 ； h_4-h_5 ； h_4-h_2 的泥；由此可見，保証水深和工程量的增長关系不是直綫的，随着保証水深的增加，工程量增加快得多，但使吃水更大的船舶可以通航。

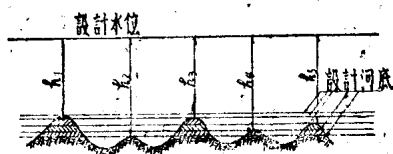


圖1-1 河道縱断面圖

航道的深度 h 与載重量 Q_c 有如下的关系：

$$h = 3 \sqrt{\frac{Q_c}{\delta_c a d b^2}} \quad (1-1)$$

式中：

$$d = \frac{\text{船 長}}{\text{船 寬}}$$

$$b = \frac{\text{船 寬}}{\text{吃 水}}$$

$$c = \frac{\text{航道水深}}{\text{吃 水}}$$

δ_c = 船舶吃水的方形系数

$$a = \frac{\text{載重量}}{\text{排水量}}$$

根据以上公式計算，当 $h=1.1\sim1.5$ 米，干貨鉄駁 $Q_c=250\sim600$ 吨。 $h=3.2\sim3.5$ 米，干貨鉄駁 $Q_c=3,000\sim5,000$ 吨。

相反的，当船舶的最大吃水加上富裕水深 即 $(T+\Delta T)$ 小

于設計的最小保證深度 $h_{\min}$ 時，而載重量受到影響，從而引起更大損失。

由此可見，增加航道水深，對於降低運費和提高運輸效率，都有很大關係。在研究船舶吃水或航道的深度時，應對這個問題作全面考慮，通常以相差10~15厘米的幾個方案進行計算比較，做到在最經濟合理的情況下完成運輸任務。航道的經濟水深在蘇聯常用如下方法決定：

$$\text{船舶運輸成本} = \frac{\text{每年船舶營運費 (元)}}{\text{計劃年貨物周轉量 (噸公里)}}$$

每年船舶營運費系指每年為完成運輸任務所必須的費用，如燃料、折舊、工資、材料等。

$$\text{航道工作成本} = \frac{\text{每年航道維持費 (元)}}{\text{計劃年貨物周轉量 (噸公里)}}$$

航道維持費包括為維持航道設計尺度所必需的技术船舶的基本設備。清槽、掃床、航標、疏浚、整治、船閘以及各種水工建築物的管理費和折舊費，及補修工程費的總和（開挖航道的土方基建投資，其折舊年限按無限大計算，所以不計折舊費）。

$$\text{船舶航道每噸公里投資} = \frac{\text{船舶航道基建投資 (元)}}{\text{計劃貨物周轉量 (噸公里)}}$$

上式中，貨運量愈大，航道船舶運輸成本愈低，而航道水深愈大才合理。有了上述資料以後，就可繪基建投資與運輸成本和水深的關係曲線。如圖 1-2 中可以估計出比較合理的水深。

最小水深 $h_{\min}$ 應等於：

$$h_{\min} = T + \Delta T$$

式中：T——船舶滿載吃水；應考慮到將來發展的新型

船只;

ΔT ——富裕深度，一般 $\Delta T = 0.2 \sim 0.5$ 。

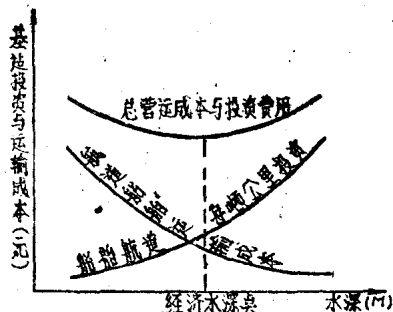


圖1-2 基建投資與運輸成本和水深關係曲綫

富裕深度的大小視吃水深、船型、航速、河底土質及運輸貨物的種類而定，一般的對砂質河床可取 $0.2 \sim 0.3$ 米，對石質河床可取 $0.3 \sim 0.5$ 米，對於條件較差，運輸任務不十分忙的河流枯水時期可有一定程度的減載。

1912年國際航運代表會議上鑒於現代造船技術的提高，航速的加快，曾規定 $\Delta T \geq 0.5 \sim 1.5$ 米，如海輪駛入，則 ΔT 和內河不同。

(二) 航道的寬度

航道寬度的確定視水道等級而定，單綫航行的情況極少，雙綫航行最普遍，而對於運輸繁忙的水道則考慮三綫航行，其中有两个船隊相對航行正在交錯，另外有一艘大型客輪（航速較大）正在超越行駛。

航道寬度應等于同時交錯的船隊和船隻寬度之和，考慮到船隊航行偏角，再加上錯船富余，在1至5級的天然航道上船隊航行偏角按 $2 \sim 3^\circ$ 考慮，双向錯船富裕寬度為船隊的寬度 $1.5 \sim 2$ 倍計。

因為河道水面通常為水深許多倍（在淺灘上的大致數字為 $50 \sim 100$ 倍），加之水下岸坡也很平緩，所以航道寬度很少受天然河道的限制。

（三）航道的曲率半徑：

航道的曲率半徑是指航道中綫上的，根據最大設計船隻長度而定，一般規定曲率半徑 R 不得小於 $4 \sim 5$ 倍船長 L 。

如果天然航道上有所謂太大的地方，應加以人工調整，使它在標準範圍內。這是因為曲率半徑太小時，船隻不易轉彎，甚至不能轉彎，造成航行上的困難。在限於自然條件難以達到上述標準時，還容許減小到船長的3倍，但此時航道寬度應根據實際情況予以加寬，以便船隊有轉彎迴旋的余地。

上述最大設計船隻長度，在船隊硬綁的情況下，應把所有硬綁在一起的船隻的總長度，作為計算長度，至于一列式拖帶的軟綁隊形就只按其中最長的一條船的長度計算。

（四）航道断面系数

在小河流的航道設計和裁彎取直工程時，除考慮上述三個條件外，為了減少船隻航行阻力，航道浸水斷面積 F （以平方米計）與船舶種橫浸水斷面積 f 的比值還應滿足下列要求：

$$n = F/f \geq 5 \sim 6$$

在1~5級運河上要求断面系数 $n = 7.5 \sim 9$ ；在6、7級航道上可以不考慮這個系数。

當河道內有木筏流放時，應考慮木筏通過時對航道和船舶的影響。

(五) 航道內的許可流速

航道內的許可流速不是河流断面中的平均流速，而是船舶航行綫上实际所遇到的流速。在航行中，上水行駛和下水行駛的航綫往往不同，下水船就在流速大的主流行駛，上水尽量避开流速大的水区而在緩流区内上駛，这个沿航行綫上的流速叫“运用的”河水流速 V_s （可近似地采用 $V_s = \frac{4}{3}V_{CP}$ ）；用 V_0 代表船只在靜水中行駛的速度，則船行的絕對速度为：

下水时： $V_{下} = V_0 + V_{s下}$ ，

上水时： $V_{上} = V_0 - V_{s上}$

通常 $V_{s下} > V_{s上}$ 。

根据B·B·茲汪科夫教授的資料，苏联主要通航河流上“运用的”流速如表1-1。

表1-1

河 段 及 航 期	“运用的” 流速 V_s	
	米/秒	公里/小时
无障碍的深槽、洪水期	1.5~2.0	5.4~7.2
无障碍的深槽、枯水期	0.25~0.4	0.9~1.44
水流湍急的浅滩	1.5~2.0	5.4~7.2
水流平缓的浅滩	0.5~1.0	1.8~3.6

航道內一般橫向流速应不超过0.2~0.3米/秒。遇有特殊情況亦不得超过0.4米/秒。

当“运用的”流速 V_s 增大时， V_0 也要增大才能行駛。 V_0