

中等專業學校試用教材

航道整治

南京交通专科学校 編
湖南交通学院 校



人民交通出版社

中等專業學校試用教材

航道整治

(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

本书包括河流形成及演变过程的基础知識；較詳細地講述了航道整治工程的規劃、設計、施工，以及規劃設計時必要的河流水力計算。

本书作为中等专业学校航道整治专业試用教材，亦可供交通部門有关专业人員工作或学习的参考。

希望使用本书的单位或个人多多提出改进意見，逕寄南京交通专科学校，以便再版時修改。

目 录

第一章 緒論	3
§1-1 航道整治的任务和特点	3
§1-2 我国航道整治发展概况	7
§1-3 学习航道整治的目的和任务	9
第二章 河性通論	10
§2-1 概 述	10
§2-2 水位与河床	10
§2-3 河流的縱橫断面	13
§2-4 水面縱坡降	16
§2-5 河流的弯曲和环流	18
§2-6 弯道水流	30
第三章 泥沙运动	34
§3-1 水流对河底泥沙的作用	34
§3-2 泥沙的几何特征及水力粗度	36
§3-3 推移質泥沙运动	43
§3-4 悬移質泥沙的运动	55
§3-5 泥沙的实际分布情况	62
第四章 河床演变	64
§4-1 河床演变的基本概念	64
§4-2 沙浪的形成和运动	68
§4-3 河流的类型及其成因	77
§4-4 浅滩的形成和演变	85
§4-5 河汉的形成	99

§4-6	河相 关系	103
§4-7	河床演变計算	113
第五章	航道整治建筑物的材料构件和整治建筑 物的施工	139
§5-1	航道整治建筑物	139
§5-2	整治建筑物的材料	141
§5-3	整治建筑物的构件	143
§5-4	輕型和半永久性整治建筑物	155
§5-5	重型整治建筑物	175
第六章	护岸工程	188
§6-1	概 述	188
§6-2	表层护岸	189
§6-3	填 塚护岸	205
第七章	整治工程	217
§7-1	航道整治的目的	217
§7-2	原始資料的勘测	217
§7-3	整治工程的設計原則	224
§7-4	計算水位	226
§7-5	整治綫	230
§7-6	整治綫与航道綫的寬度	240
§7-7	重型整治建筑物的布置	245
§7-8	輕型整治建筑物	309
§7-9	人工环流及导流系統	323
§7-10	特殊河段的整治	334
§7-11	整治建筑物的計算	342
§7-12	航道設計时的水力計算	369

目 录

第一章 緒論	3
§1-1 航道整治的任务和特点	3
§1-2 我国航道整治发展概况	7
§1-3 学习航道整治的目的和任务	9
第二章 河性通論	10
§2-1 概 述	10
§2-2 水位与河床	10
§2-3 河流的縱橫断面	13
§2-4 水面縱坡降	16
§2-5 河流的弯曲和环流	18
§2-6 弯道水流	30
第三章 泥沙运动	34
§3-1 水流对河底泥沙的作用	34
§3-2 泥沙的几何特征及水力粗度	36
§3-3 推移質泥沙运动	43
§3-4 悬移質泥沙的运动	55
§3-5 泥沙的实际分布情况	62
第四章 河床演变	64
§4-1 河床演变的基本概念	64
§4-2 沙浪的形成和运动	68
§4-3 河流的类型及其成因	77
§4-4 浅滩的形成和演变	85
§4-5 河汉的形成	99

§4-6	河相 关系	103
§4-7	河床演变計算	113
第五章 航道整治建筑物的材料构件和整治建筑物的施工		
	物的施工	139
§5-1	航道整治建筑物	139
§5-2	整治建筑物的材料	141
§5-3	整治建筑物的构件	143
§5-4	輕型和半永久性整治建筑物	155
§5-5	重型整治建筑物	175
第六章 护岸工程		
	护岸工程	188
§6-1	概 述	188
§6-2	表层护岸	189
§6-3	填 塚护岸	205
第七章 整治工程		
	整治工程	217
§7-1	航道整治的目的	217
§7-2	原始資料的勘测	217
§7-3	整治工程的設計原則	224
§7-4	計算水位	226
§7-5	整治綫	230
§7-6	整治綫与航道綫的寬度	240
§7-7	重型整治建筑物的布置	245
§7-8	輕型整治建筑物	309
§7-9	人工环流及导流系統	323
§7-10	特殊河段的整治	334
§7-11	整治建筑物的計算	342
§7-12	航道設計时的水力計算	369

第一章 緒 論

§ 1-1 航道整治的任务和特点

航道是水道的一部分，是航行船舶和浮运木排的水域。它位于水道通航障碍較少的部分。

无论是主航道或非主航道都应满足一系列航行条件，也就是应具有足够的航道尺度（深度，宽度，曲度半径），适宜的流速，以及在水上和水上没有障碍物。

如果水道的航行条件不能满足航行的需要，则必须采取各种工程措施加以改善，如果已有良好的航行条件，则应维持其良好情况，避免恶化。

大家知道，维护和改善水道上航行条件的航道措施有：1) 航行标志；2) 清槽和扫床；3) 疏浚（挖泥及爆破）；4) 整治；5) 流量调节；6) 渠化；7) 开辟运河。

航道整治是目前采用较普遍的改善航行条件的方法之一，特别是在中小河流上。航道整治工程利用一系列整治建筑物造成合乎理想的水流，以水流本身的力量，造成合乎航行的航道尺度，使它巩固，不再向有害方面发展，而河流的水文情况，也因航道整治而改变。

如上所述，航道整治是以改善水道通航条件为目的的，它应实施下列措施。

1. 修整不利于航行的河槽形状，在河流中造成对航行有利的水流。有利的水流能促使航道部分的河槽加深，使上游冲下

来的泥土淤积在航道之外。

不便于船舶航行的不规则的河槽形状在平面图上主要表现，是河槽常形成许多急弯。急弯主要由不良的河岸和浅滩所围成，往往曲度半径过小，使航行发生困难，限制了船舶的尺度。因此，对河槽平面形状的修整就在于消除急弯，调整浅滩位置。图1-1是白河某浅滩的整治例子，它使整治前的航道曲度半径250米扩大为整治后的600米，而改善了航行条件。

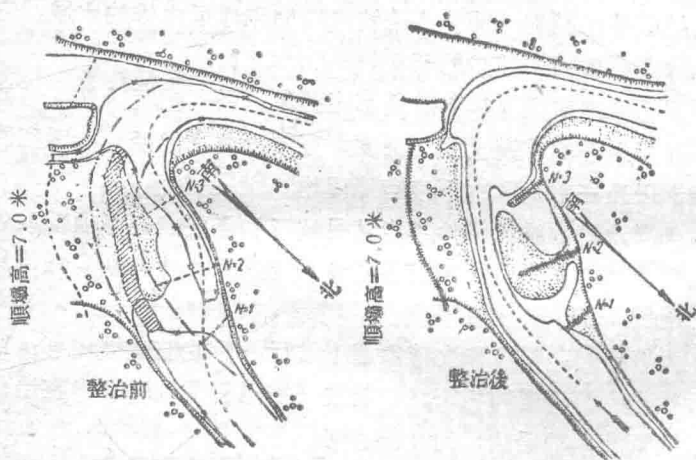


图1-1 白河某浅滩的整治工作

河道纵断面所造成的不便和困难，主要表现为浅滩水深不够，因此，整治工作的任务就是加大浅滩上的水深，以满足航行要求。

河槽中横断面形状的不规则可能表现为有深潭和航道宽度不足。深潭的存在使水流过于集中而造成其它部分的河底抬高，水深不够。深潭宽度往往不够而水深又有多余，故有必要减小深潭水深，扩大航道尺度，图1-2所示为用沉树整治后所得到的效果。在深潭岸边的沉树，使深潭逐渐被泥沙淤积，而

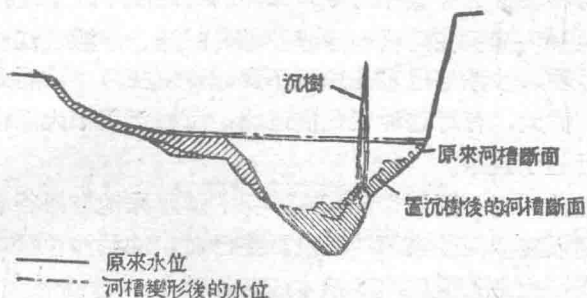


图1-2 用沉樹整治河槽

使对岸发生冲刷，使河槽横断面規則化。

2. 用挖掘、堵塞次要支流及預防河岸与滩地受冲等方法消除河槽的过度弯曲。

河槽的过于弯曲不仅将使航程增加，阻碍水流暢洩，并将成为冰凌壅塞的原因，因而冲毀河岸破坏滩地的稳定。因此，在条件許可下，应用裁弯取直的方法加以整治。然而大規模的裁弯工程会引起河床水文情况显著地改变，使水流情况与河床抵抗的相对平衡受到破坏，引起河床的重新变形，而使航行不便。因此，裁弯取直的方法必須全面考虑，慎重处理。

河流分汊現象常使水流分散，造成 航道 水深 与 寬度的不足，因而堵塞的方法也是常用的整治河道方法之一。

但是堵塞汊流使水流集中于干流，有时会造成流量和泥沙挟帶量增加过多，以及流速增大，河岸受冲刷和泥沙沉积現象加强，因此，也必須慎重从事。

3. 减少进入河道和由水流帶來的泥沙量，以把泥沙拦阻在航道以外，巩固航道外的淤积地带，以防止以后再被冲刷，以及在洪水降落时加速浅滩中泥沙的冲刷过程，以减少枯水期航道的准备工作。

河谷坡地的冲蝕和河槽两岸冲刷使泥沙不断地进入河道，这些泥沙将沉积在河槽中形成沙堆、暗滩、沙滩、江心滩等。这些沙堆、沙滩等也不是永远不变地停留在河中，而是不断地变迁、扩大，有时这种变化很迅速，河槽迅速和大規模的改变使航行趋于复杂。

因此，用加固河岸和河底，保护洪水滩地与河谷坡地及防止冲刷以減少泥沙来源，以及調整已淤积的泥沙位置，防止繼續变迁，也是航道整治的基本任务。

綜上所述，航道整治工程具有下列特点。

1. 航道整治工程应进行长期观测，深入研究而后作合理规划。对河性、河形的变化規律，目前虽已有所研究，但还不能彻底掌握。例如，泥沙問題因为顆粒的性質与組織太复杂，水流紊动的規律也难明确，直到現在还需深入研究。

河道形成过程也因影响因素的过于复杂，难于精确地預測其演变；許多工程問題也无固定的公式可以具体計算其是否能起預定的作用等等。因此，有賴于深入分析，詳細观察其演变过程，从中得出变化規律，然后作出正确的规划。

2. 必須与自然条件相似的其它河流或河段比較分析，从中找出航行条件良好的标准情况，作为规划的依据。并有賴于模型实验加以証实。

3. 由于自然的影响因素极为复杂，即令与模范河段比照分析，利用模型进行实验，但不可能与該河任何情况一样。因此，兴修无十分把握的工程时，应该采取渐进施工的方针，逐步改进，扩大成果。

4. 治河工程中所采用的許多方法和計算公式都是若干河流的观察和实际工程的經驗总结，因而有严格的地域性。治河应该善于掌握原則，照顧全盘，灵活运用，不可盲目地搬套。

5. 由于整治工程是在不破坏天然水文情况的条件下进行的，目的在于通过一系列的建筑物来改善水流状态，其中各个建筑物对水流均有特定的影响，故在施工过程中，应考虑到施工季节的规定和工程次序的安排。

§ 1-2 我国航道整治发展概况

我国劳动人民很早就已创立了治河原则，从一些片断的历史记载中可看出我国古代治河理论至少要比国外早三百年。

早在公元前2205年，大禹就带领着劳动人民治理黄河；战国时，李冰吸取了当地人民的治河经验，加以研究分析，在四川岷江上兴建了灌溉万顷良田的都江堰工程。这个工程中许多建筑物的布置和作用原理，即与今日所建的整治建筑物的布置原则相仿。此外，在王莽时代，张戎就已经指出了水流速度和淤沙的关系；元代贾鲁创造了“石船壩”等，这都是古代人民在治河方面的宝贵经验。

明代潘季馴(1590年)总结了历代劳动人民的治河经验，创造性地提出了治河原则。潘季馴说：“水散则浅，水聚则深”。又说：“水之为性，专则急，分则缓；而河之为势，急则通，缓则淤”；“河之性，宜合不宜分，宜急不宜缓；合则流急，分则流缓，急则荡滌而疏通，缓则停滞而淤塞；故以人力治之，则逆而难，以水力治之，则顺而易”；“借水攻沙，以水治水”；“以堤束水，以水攻沙”；“治水之法，别无奇谋秘计，全在束水归槽”。从潘季馴的理论中可以看出，治河要顺自然特性，要先认识河性，也就是认识河床演变的规律；要束水以攻沙，水流不可太慢。这些都和近代河道整治的原则相一致。

到了清代，对河道淤积冲刷情况有了进一步的了解。认识

到夏季“走滩”冬季“行湾”，冬初和春季皆“扫湾回溜侵刷堤根”，認識到“水緩沙緩滩形漸长”；“水射北則滩在南，射南則滩在北”。对河道横坡降等也有了进一步的認識，并能使用“裁弯取直”“塞支强干”“束狹河床”，“疏浚河道”等河道整治措施。

在河道整治工程材料及施工方法上我国古代也有很大成就。各地劳动人民都能应用当地出产的材料用簡單的方法做成控制水流的建筑物。在施工技术上，也有很多的經驗和合乎科学的方法，如埽工，壩工，堵口，护岸和盘头等。这些創造和成就是极宝贵的經驗。

但是，由于反动阶级的长期統治，与其他科学一样，河道整治未能获得充分发展。广大的内河水道，日久淤塞，水患頻仍，不仅航道里程大大縮短，严重地妨碍了生产的发展，而且經常泛滥成災，造成千百万人民流离失所的慘景。只有在解放后，由于党和人民政府对航道工作給予了极大的重視，我国河道整治工程才大大地发展起来。建国以来，我国主要河流，如长江、黄河、珠江、海河、淮河、松花江及各省内河等，都在不同程度上进行了以防洪、通航、灌溉、发电为目的的綜合利用的治理开发。在航道整治方面，工程数量上和技术上均展开了我国史无前例的新的一頁。

即以南京一地來說，1954年，搶修了南京浦口护岸工程：疏浚了南京白沙洲，确保南京浦口河岸的完整。

1954年起，在长江流域上进行的整治工程逐漸增多，絕大部分收到了增加水深、消除航行障碍、改善航行条件的預期效果。

为了在长江、黄河下游进行整治工程，我国还专门成立了河道演变研究机构，分別进行观测分析，以及理論研究和模型

試驗。

随着我国工农业生产一日千里地发展，交通运输的任务也将越来越重。我們航道工作者必需赶上和适应形势的需要。

§ 1-3 学习航道整治的目的和任务

我国的水道事业虽然在解放后的十年中得到了很大的发展，但随着形势的发展，对水运事业提出了更高的要求，水道运输任务也必将更为艰巨、繁重。

为了发展水运事业，必須加强水运基本建設，而航道整治就是其中重要的一部分。我国曾对一些大河流进行了根本的治理，对不少中小型河流进行很多的整治工程，但还有不少河流或河段仍然处于天然状态。这些河流都急待我們去开发。已通航的河流也需要加以維護和改善，以提高航道通过能力。

作为未来的航道工作者，未来的水道运输的尖兵，应当首先有着对祖国航道事业的热爱，明确航道工作在国民經济中重要作用及其光荣而艰巨的任务，同时，必須掌握一定的科学技术，才能在航道整治工作中貫徹党的社会主义建設总路綫，进行創造性的劳动。

学习航道整治这一門課的具体要求：

1. 首先要用唯物辯証观点，了解河流的一般特征和河床形成、发展、演变等的基本規律，为正确提出河道整治规划和正确設計整治措施打下良好的理論基础；
2. 結合整治工程的目的和要求，能正确地规划整治綫，并根据整治建筑物的作用原理，正确地布置整治建筑物，同时，能选择經濟上合理、技术上可能的設計方案；
3. 了解整治建筑物的結構形式，一般施工程序和方法，并能在因地制宜、就地取材的原則下，創造性地合理选用整治建

筑物的結構形式；

4. 通过整治建筑物的結構和水力計算，能合理地确定建筑物的尺寸和推測預期的整治效果。

第二章 河性通論

§2-1 概 述

河水在重力作用下沿着陆地的坡面完成它到海洋去的运动。沿着流域坡面而流的小溪汇合成小河，小河再汇合成大河，这样就形成与流域的地形密切相关的河流系統。只要我們对河流中发生的現象稍加注意，就会看到河流中有很多随时发生变化的复杂現象，其中最主要的是水位、流速、流向、流量、坡降、含沙量、河床标高等因素的变化。这些現象与随时发生变化的流域气候特征有关，并且以多种多样的形式进行着，产生复杂的河流情况。

河中的流水受到的主要力量是：重力、地球自轉而产生的柯里奧里斯力、离心力等。重力使河水流动产生对河床物質的水流牵引力（推移力），使河底的泥沙发生移动，造成河床演变。流动着的水体产生了柯里奧里斯力和离心力，使河岸冲刷而改变河床的平面形态。

本章主要叙述河流現象、河床及其縱横断面、水面縱横坡降、河道的弯曲以及弯道水流的水力特性等問題。

§2-2 水位与河床

河流中的水位各地都不相同。在河流的发源处水位远远地超过下游的水位，所以河水会流动。就是在一个横断面上，水

位高程在各点也不儘相同，凹岸处的水位比凸岸的要高，形成了横断面內的环流，由此可見，河水呈螺旋状向下流动。

河流的水位常常涨落，涨落的强度随河流的补给强度而异；涨落的时间要看河水的来源。一般主要依靠融雪、融冰而补给河水的河流，水位在春季最高，称为春洪，如苏联和我国东北諸河。若依靠降雨补给河水的河流，則在夏季河中水位最高，称为伏汛，到了冬季雨量减少，河流就进入枯水时期。由于河中水位时涨时落，所以使容纳水量的河床时大时小。在洪水水位以下的河床称洪水河床；中水位以下的河床称中水河床；低水位以下的河床称低水河床。

設在洪水河床的两岸有防洪堤，洪水在两堤之間的排洩有一定的道路。若河谷很寬，两岸又没有堤防，則洪水就向两旁泛滥，两旁的平原又叫做泛滥平原。为了免除洪水的泛滥，就要做起束范水流的堤防（如图2-1所示）。

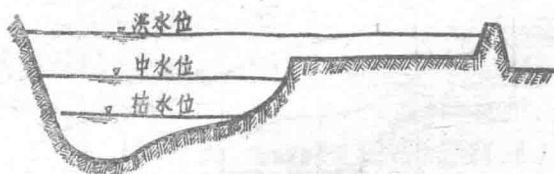


图 2-1

在未經治理的河流中，中水和低水河床是不一致的。河中有沙洲和叉道；水流很慢，泥沙容易淤积，在优良的河流中，中水和低水在一条槽道里流动，水流集中就容易冲刷，不会淤塞。洪水河床要寬窄划一，不要太寬、太窄；河弯曲度不可太大。因为急銳的河弯和狭窄的河床会阻碍洪水和冰凌的排洩。

中水和低水河床在河谷里迂迴曲折，河槽窄而长；洪水河

槽大都是寬而短。所以中水和低水水流走过的路綫較洪水为长。在洪水时期，深槽坡降較大，河底受水流冲刷，使之更深；冲刷的产物，就在浅滩上淤积。因为洪水水位很高，水深很大，所以浅滩虽然淤浅，但并不妨碍船舶的航行；到了低水时期，淤浅的浅滩河段水深感到不足，就妨碍航行。优良的河段，經過了洪水以后，到低水时期，深槽由于坡降减小而会渐渐淤积；而浅滩段却随洪水的降落而冲刷。所以，虽然在洪水期浅滩上会发生淤积，但到枯水期便能恢复淤积前的河底标高，維持必要的水深。

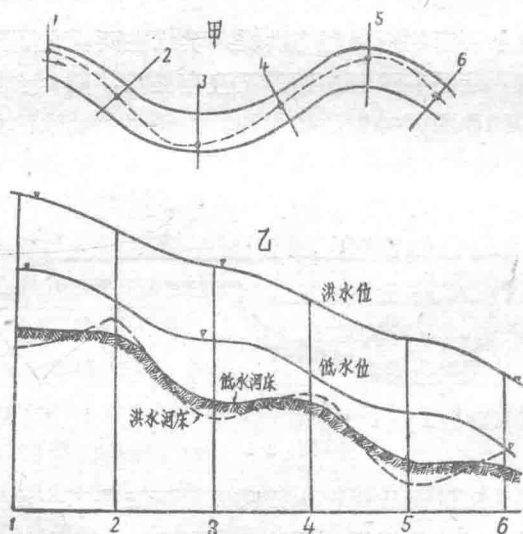


图2-2 水位与河床

图2-2可以看出，低水时期河床起伏較少，而在洪水时期，起伏較大。在浅滩段低水河床比洪水河床較低，而在河弯处低水河床比洪水河床高。