

航务工程基本知識小丛书  
航道部分

(6)

# 航 道 整 治

石 景 荃 編

人 民 交 通 出 版 社

87.528  
01  
:6

航务工程基本知识小丛书

航道部分

(6)

# 航道整治

石景荃 編

人民交通出版社

本書为航务工程基本知識小丛书航道部分之六(原定分上、下册出版,現合而为一) 內容主要敘述了整治工程的概念及特点,河流特性和水梳运动,整治建筑物的材料和构造,整治工程的设计和施工,以及特殊河段的整治。

航务工程基本知識小丛书

(6)

航道部分

航道整治

石景荃編

\*

人民交通出版社出版

(北京安定門外和平里)

北京市書刊出版業營業許可証出字第〇〇六号

新华书店北京发行所发行 全国新华书店經售

人民交通出版社印刷厂印刷

\*

1962年12月北京第一版 1962年12月北京第一次印刷

开本: 787×1092 印張: 4張 插頁1

全書: 104,000字 印數: 1—1,000册

統一書号: 15044·3107

定价(8): 0.44元

## 編輯的話

航务工程基本知識小丛書共分为：勘查，航道二部分。每一部分包括十种左右（分册出版）；其中第一种为各該部分中的綜合概括性知識，其余均为各該部分中某項专题的单独叙述。因而它可以作为系統的学习資料；而每一分册又可作为独立的学习資料，讀者可根据需要选取。

本丛書的內容。力求通俗，并附有一定数量的插图，以便于理解。具有初中或高小毕业文化水平的同志們均可閱讀。对于从事这一专业工作而缺乏系統理論学习的同志們，因具有一定的感性知識及工作經驗，可能更容易理解。本書主要是为广大水运职工及有关人員在紅专学习中提供比較系統的資料；同时，也可以作为有关专业学校及訓練班學員的参攷讀物。

我們希望这一套小丛書对于培养水运干部能有所貢獻。但是，在編排結構及內容取舍等方面可能尚有不当之处，恳祈广大讀者提供意見，以便帮助我們不断改进。

本小丛書的編写組織工作承蒙南京交通专科学校及湖南航务工程学校大力支持。特此表示謝意。

# 目 录

<b>第一章 概論</b> .....	3
第一节 河道整治的目的.....	3
第二节 航道上的障碍和改善航行条件的水工 措施.....	4
第三节 整治河道的任务.....	6
第四节 河道整治工程的特点.....	7
<b>第二章 泥沙运动和河道演变</b> .....	8
第一节 河川中水流的运动.....	8
第二节 泥沙运动.....	11
第三节 河床的演变.....	17
第四节 浅滩.....	22
第五节 河床的稳定性.....	29
<b>第三章 整治建筑物材料及构件</b> .....	36
第一节 整治建筑物的材料.....	36
第二节 整治建筑物的构件.....	39
<b>第四章 整治建筑物</b> .....	58
第一节 透水建筑物.....	58
第二节 导流建筑物.....	74
第三节 实体建筑物.....	85
<b>第五章 护岸工程</b> .....	103
<b>第六章 整治工程设计和施工</b> .....	110
第一节 资料的收集及研究分析.....	112

第二节	計算水位的确定	113
第三节	整治綫和航道綫	115
第四节	河床断面設計及河床稳定性校核	122
第五节	整治建筑物的平面布置	123
第六节	施工組織設計	129
<b>第七章</b>	<b>特殊河段的整治</b>	<b>134</b>
第一节	裁湾取直	134
第二节	分流的整治	136
第三节	支流河口的整治	140
第四节	石滩的整治	142
第五节	山溪的整治	144
第六节	河口整治	148

# 第一章 概 論

## 第一节 河道整治的目的

河道整治工作，是用一系列的水工建筑物来控制河流的工程措施。

自古以来，天然河流一直是用之不竭的能力泉源，对国民经济各部門如航运、水力发电、农业灌溉、土壤和气候改良、水产……等，都有莫大的贡献。但另一方面，由于天然河流的流量变化很大，所以水流和河床之间的关系，带有复杂的不稳定性，在河床中经常发生淤浅或冲深、河岸束窄或放宽、河湾加大或减小等各种变化。河床的变迁会使水流的流速和流向立即发生变化，变化了的水流又以新的方式影响河床，所以水流与河床是不断地互相影响，互相变化的。如果任着放蕩不羈的水流自然发展，就会給上述的水利資源利用造成許多的障碍，甚至帶來很大的灾害，如河床突然变迁、洪水泛滥而危害人民的生命财产的事例，历史上已层出不穷，例如1897年，黄河冲潰河堤，淹沒土地 22000 平方公里，淹死人口一百多万，很多农村被厚約三米的泥沙填平。由此可见，天然河流对国民经济的利害作用，都是极其巨大的。因此，为了发展国民经济，使河流成为建設社会主义社会的有力工具，必須根据河床演变的規律，充分發揮它有利的一面，消除它有害的一面，这就是河道整治的目的。

对航道工程來說，河道整治的目的是为了消除航道的障

碍，造成与保持合乎航行要求的航道深度、宽度、平面形状和流速，并使它能稳定下来，不再向不利于航行的方面发展。

## 第二节 航道上的障碍和改善航行条件的水工措施

由于河道的水流与河床的相互作用，往往给航行带来许多困难，在多方面起碍航的作用。第一，比如河流改道，使航道不能固定，给航运的经营管理带来困难。第二，由于泥沙淤积，使航道变迁，减小通航水深，或在河床中形成沙洲浅滩，造成分流汉道，使航行条件恶化。第三，由于河流的宽窄、比降和流速不均匀，可能产生漩涡和流速过大的现象，使航行困难，甚至不能通航。第四，由于河道变迁，港池和码头前，常被泥沙淤积，不能停靠船舶，或在洪水季节，水流冲毁码头岸线，使整个港埠工作遭到破坏。

这些障碍，现代航道工程一般采用以下四种方法来消除。

1. 整治：用整治建筑物导成合乎理想的水流，以水流本身的力量，来达到改善航行条件，稳定河床的目的。

2. 疏浚：利用人力和机械工具（如挖泥船）或爆破的方法将阻碍航行的淤浅部分清除，增加航道水深。整治与疏浚相同的地方是：在不改变天然河流的情况下，改善航行条件；不同的地方是：利用整治建筑物促成的水流本身力量能对河床起作用，而疏浚是利用机械工具和爆破等方法来改善河床；整治收效比较慢，但能长期地保持工程效益，疏浚收效比较快，但如不结合整治，效果不能长期巩固，往往产生迴淤的现象，所以整治和疏浚常常结合进行。

3. 流量调节：河流在一年当中，各个季节的流量是不相同的，枯水时，往往保证不了航行需要的流量，洪水时，又会



泛滥成灾，因此在上游修建水庫，洪水期将多余的水拦儲起来，枯水期将儲积的水放出，增加下游的流量，使航道保持足够的水深。这种按时重新分配流量，改进对河道利用的方法，叫做流量調节。流量調节可以控制下游河段的水文情况。图 1 說明流量調节 后下游水位情况的变化。

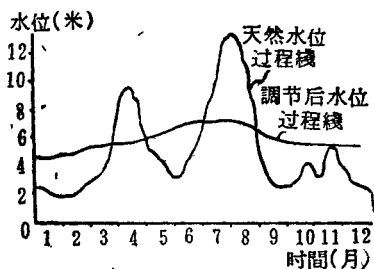


图 1

4. 河道渠化：利用一系列的拦河壩，将河流分为若干段，水面成阶梯形（图 2），使水深增加，流速降低。各段之間，用船閘或升船机使船舶通过。被渠化的河流，根本改变了原来的水文情况。

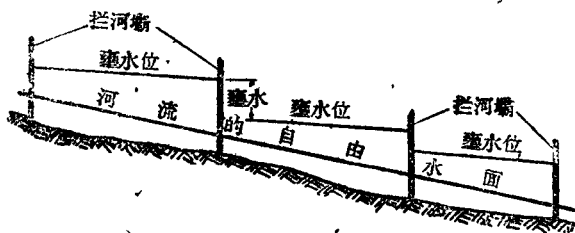


图 2

上面列举的方法，不仅有利于航运，也可以利用于发电、灌溉……等目的。这四种方法的选择，必須就技术的可能性和經濟的合理性，根据河流的天然性質，滿足国民經济的要求，提高河流通航性質的需要程度、貨运量、运输成本、航道准修費用等各方面，拟出几个方案，进行細致的比較計算，然后确定。

### 第三节 整治河道的任务

天然河道中，因沿河各地的地形、地質、水文、气象等条件不一致，冲刷和淤积是难以避免的。河道整治并不是要求停止河流的冲刷和淤积，而是要把冲刷和淤积移到有利于航行，又能平衡的适当地方，造成稳定的航道。比如用建筑物使上游带下来的泥沙淤在航道之外，并巩固航道外的淤积地带，防止再被冲刷，航道就稳定了。

以改善通航条件为目的的河道整治任务有下列几点：

1. 整修不利于航行的河槽形状：河槽形状分平面形式、纵断面和横断面三方面来研究。

1) 平面形式的整修：消除河槽的急湾，调整浅滩的位置，因为急湾使航行转弯困难，限制了船舶和排筏的尺寸。

2) 纵断面的整修：河道纵断面给航行带来的困难，主要是某些浅滩的水深不能满足航行的需要，特别低水位时更加显著。

按照浅滩对航行的影响有三种情况，第一种是好滩，水深能满足航行的最低要求，长期没有变化，一般用不着整治。第二种是不良浅滩，洪水期后，长时间水深不够，而且越变越浅，妨碍航行，需要采取长期有效的改善措施。第三种是介于好滩和不良浅滩之间的，中间状态的浅滩，只在枯水期很短的时间内水深不够，可以采用小型的，临时性的技术措施。

3) 横断面的整修：横断面不正常的现象，是河槽有深潭，水流集中于深潭，影响其他部分河底抬高，水深不够。深潭的宽度往往不能满足航道宽度的要求，而深度则有过多的富余，因此，应该减小深潭的水深，达到消除深潭，扩大航道宽度的目的（图3）。另一种现象是河槽太宽，水流扩散，使足够航

行水深的航槽宽度不够，这也可以用整治的方法来束窄太宽的河槽。

以上改善河槽在平面、纵断面和横断面上的不规则现象，保证船舶航行有合乎需要的航道尺度（指深度、宽度和曲率半径）是河道整治的基本任务。

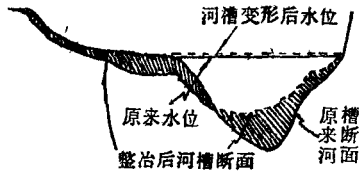


图 3

2. 限制和调整泥沙移动：河床的冲刷和淤积是相应产生的，河谷坡地和两岸受到冲刷，所挟带的泥沙就会在下游淤积，泥沙运动的变化越快，变化的范围越大，河槽的稳定性就越小，往往河流还没有来得及形成足够的宽度、深度和平整的航道，主流又开始迁移，这给航行带来很大的不便。因此整治应该保护洪水滩地和凹岸不被冲刷，并做好水土保持，减少河中泥沙的来源；建造整治建筑物，促使主流的泥沙进入沿岸地区，并固定起来，调整和限制泥沙在河槽中的迁移。

3. 消除河槽过大的湾曲段：河槽湾曲过度，会阻碍水流的畅洩，使冰凌壅塞，抬高水位，造成冲毁河岸的巨大灾害因此在条件许可时，用挖掘的方法，裁湾取直，消除急湾。但是大规模的裁湾，会引起河流水文情况显著地改变，使水流和河床的平稳状态遭到破坏，发生河槽重新变形的现象，可能使航行不利，对国民经济其他方面如农业灌溉排水也有影响，在实行时，必须全面考虑，慎重处理（参阅第七章第一节）。

#### 第四节 河道整治工程的特点

整治工程的对象是变化极其复杂的河流，可是一直到现在，对于河性河形的变化规律，虽然明了了不少，但还不能彻

底掌握。例如泥沙問題，水面变化，波浪冲击以及許多工程問題，都有待深入地鑽研。对河流本身既然还存在着不少的疑点，整治就不容易掌握确切的方法。同时，整治工程所采用的許多方法和計算公式，都是对若干河流的观测和实际工程的經驗总结，它有严格的地域性，应用到其他地点，其他河流，自然条件及情况变了，就不一定适合，因此要求我們在规划設計和施工当中，多向群众学习，詳細观察演变过程，深入分析，掌握原則，灵活运用，既重視經驗又不迷信經驗，生搬硬套。

由于河流受自然的影响因素太复杂，不可能单纯地通过計算来肯定水流及河床的变化，工程的效果及作用，必須参照和被整治河段自然条件相近似的，通航情况良好的模范河段进行分析，从中找出标准条件，作为规划的依据，并用模型实验加以印証。即使这样，所得的結論还不会和被整治河段完全吻合，因此兴建把握不大的整治工程时，最好采用渐进施工的方针，逐步扩大成果，以免发生偏差，造成巨大浪费。

总的說来，整治工程的特点是有地域性，对象复杂，要求我們多加鑽研，实事求是地解决问题，对于有毅力的人，越是复杂困难的問題，倒更能激发鑽研的精神和攻克科学堡垒的勇气。

## 第二章 泥沙运动和河道演变

### 第一节 河川中水流的运动

物体从静止到运动，都要受到外力的作用。那么，河川中的水流运动不息，是受到那些外力的影响呢？这些外力对于水

流的作用，会产生甚么情况呢？下面就研讨这几个问题。

1. 重力对水流的作用：俗语说：“水往低处流”，这句大家都知道的俗语，正概括地说明了水的基本运动规律。水往低处流的原因是重力的作用，一切物体受到经常不变的外力作用，都以加速度运动着，也就是速度越来越大，比如石头从山上滚下来，受到重力的作用，会越滚越快，那么，沿河向下流的水流速度也应该逐渐加大才对，但实际并不如此，下游的水流速度并不比上游大，甚至还小些，这是什么原因呢？因为重力的作用被水流的阻力所平衡了，这种阻力是由于水流本身之间的互相摩擦，以及水流和河底与河岸的摩擦所产生的。阻力不同，使得水流的速度也不同，总是水面处的流速最大，随着向河底的接近，流速均匀地减小，上面和下面的流速不一样，使底层的水向上游流，将河底的泥沙也带离了原来的位置，这就是水流能挟带比它重得多的泥沙的原因。

2. 离心力对水流的作用：物体沿着曲线运动时所产生的力，称为离心力。沿着河湾流动的水流，受到离心力的作用，就偏向凹岸，使凹岸的水面比凸岸高，产生横比降（图4）。流速越大，离心力也越大。底层水流的流速小，离心力也小，横比降的作用大于离心力的作用，水从凹岸流向凸岸；表层水流的流速大，离心力的作用大于横比降的作用，水从凸岸流向凹岸。这样，就形成

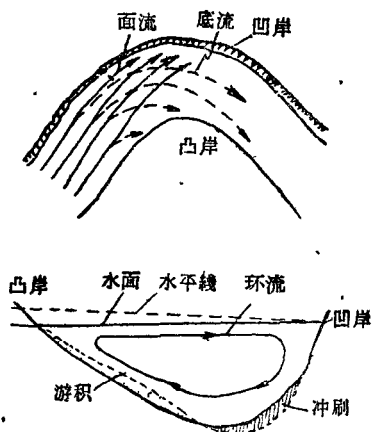


图 4

了水的横向流动，称为横流或环流（图4）。环流是河湾处凹岸冲刷、凸岸淤积的主要原因。

在纵的方向上，水流还是向前推进的，横向的环流和沿河向下的纵向流动相结合，就成为顺流而下的螺旋形的运动（图5）。

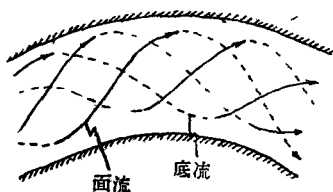


图 5

3. 地球自转对水流运动的影响：地球上运动的物体，都不断地受到地球自转的影响，这种影响使水流在北半球紧压右岸，在南半球紧压左岸，因而产生水面的横比降和环流，使受水流紧压的一岸受到冲刷。不过由地球自转影响所产生的横比降很小，只在宽阔的河流上才看得出来，环流也很弱，对河床的影响进行缓慢，中小河流一般是不加考虑的。

从以上二) 三) 两点，我们知道环流的成因是离心力和地球自转的作用，产生的地段在河湾及水流紧压的河岸。其实不仅这样，在直线河段也会产生环流。直线段的横断面是盆状，正常时期和退水时期，中间的水流快，靠近两岸的水流慢，形成两边水面高，中间水面低的现象，因此两边表层的水向中间流，底层的水由中间向两边流，这两股环流使河床中间冲刷，两边淤积，对航行条件是有利的（图6）；涨水时期，中间受到洪水波的影响比较快，两边比较慢，因此中间水面高，两边水面低，表层水流由中间向两边流，底层水流由两边向中间流，这两股环流使河床中间淤积，两边冲刷，对航行条件是不利的（图7）。

4. 水流的旋转运动：河流中常见的水流旋转运动有立轴漩涡和横轴漩涡。



图 6



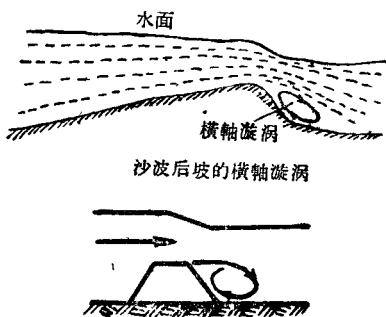
图 7

立軸漩渦垂直水面，分正压漩渦和負压漩渦两种。正压漩渦通常在突然放寬的凹岸前发生，轉动比較慢，对河床的作用是淤积；負压漩渦容易在河岸有硬土角突出或桥墩、閘墩的下边发生，轉动較快，形成冲刷（图 8）。对河道整治而言，正压漩渦和負压漩渦都是有害的，应该設法使它們不出現。

橫軸漩渦和河底平行，发生在浅滩后坡或溢流壩的背水坡处（图 9）。它迴轉流动的强度和流速及后坡的坡度有密切的关系，流速及坡度越大，橫旋轉越强，冲刷也越激烈。



图 8



溢流壩背水坡的漩渦

图 9

## 第二节 泥沙运动

河道中泥沙的主要来源，是暴雨和久雨对流域面积內地面

的冲刷，冲刷量的多少，看地质情况和植物复盖情况而定，土质松，森林少，注入河中的泥沙就多。此外，水流对河槽本身的冲刷，也会产生泥沙。

根据泥沙在水中运动的方式，分为推移质和悬移质两类。

推移质是比较大而重的泥沙，在河床上滑动、滚动或跳跃。推移质泥沙的运动取决于流速的大小，假设水流速度逐渐增加，会发生以下的变化：

1) 开始个别沙粒沿着河底滑动或滚动；但不会堆积，河底还是平的。

2) 流速增加，河底泥沙开始堆成小丘，称为沙丘，在沙丘的下游发生横轴涡流，上游坡面的泥沙被水流带向下游，沉积在下游坡面上，使沙丘渐渐向下游移动（图10）。



图 10

3) 流速再增加，沙粒到沙丘顶部，被涡流卷动，沉积不下来，原来的沙丘就慢慢消失，沙粒在河底滚动或成为悬移质。

沙丘的移动是河床变形的一种现象，会引起许多不良的后果，如阻塞航道，或改变河轴线和水流的方向，引起河岸的冲刷。

悬移质是比较小而轻的泥沙，长期悬浮在水中，不和河床接触。它所以能悬浮和运动，是由于紊流的向上分速度，把它浮托起来的。为了说明这个问题，我们取一杯含泥沙的水，静止后，泥沙便纷纷沉降，再用棍子左右随便搅动一下，水随着搅动产生了速度，泥沙便又扬起来，悬浮在水里，为什么没有向上搅动，泥沙却会向上运动呢？这说明除了随着搅动的方向



产生的速度外，还有向上的速度，称为向上分速度。紊流向上的分速度和水流平均速度有关，平均流速大，向上分速度也大，如果向上分速度大于泥沙向下沉降的速度，泥沙就悬浮，相反的话就沉降。泥沙沉降的速度和它的颗粒大小成正比，粗大的沉得快，细小的沉得慢。因此流速大，泥沙颗粒小，就容易悬浮；流速小，泥沙颗粒大，就容易沉降。那么，如何确定泥沙冲刷或沉积的流速呢？也就是说，多大的泥沙粒径，在多大的流速下，才能冲动或者沉降。现将有关泥沙运动的判别标准，简述于下：

1. 关于推移质运动的，有冲刷流速、水流推移力和泥沙推移量三种。

1) 冲刷流速：河床泥沙开始被冲动时的平均断面流速，称为冲刷流速，也可以叫做临界冲刷流速。冲刷流速的大小，受到河床组成物质和河床的复盖物、水深、含沙量的质量等因素的影响。河床组成物质及复盖物越密实，泥沙颗粒越粗，水深和含沙量越大，冲刷流速也越大，冲刷流速越大，说明河床越不容易受冲刷。冲刷流速的计算，可以根据上面冲刷流速和河床组成物质、水深、含沙量数量成正比的关系，列式于下：

冲刷流速 = 系数 × 水力半径<sup>指数</sup> × 水力半径等于一米时的冲刷流速

式中：系数和含沙量的数量和质有关，清水时，系数等于1；水中含有粘土颗粒，数量大于每升0.1克时，粘性土壤，系数等于1.1~1.25，无粘性土壤，系数等于1.15~1.3；水中含有沙粒时，系数等于0.8~0.95。

水力半径等于被水淹没的岸坡和河底线段的长度除过水断面面积，如果河槽宽度大于水深几十或几百倍时，水力半径可以用平均水深代替。