

高等学校交流讲义

治河防洪航运

武汉水利电力学院河流动力学及河道整治教研组编

只限学校内部使用



中国工业出版社

本书内容包括河道整治、防洪工程、内河航运等三部分，計河道筑变、河道整治规划、河道整治建筑物、防洪工程、航道整治、人工运河等六章。

本书为高等学校河川枢纽及水电站建筑专业、农田水利工程专业的教学用书，也可供有关工程技术人员作为参考。

治河防洪航运

武汉水利电力学院河流动力学及河道整治教研组編

*

水利电力部办公厅图书编辑部編輯（北京阜外月坛南麓房）

中国工业出版社出版（北京修麟园路丙10号）

（北京市书刊出版事业許可証出字第110号）

中国工业出版社第二印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店經售

*

开本 $787 \times 1092 \frac{1}{8}$ ·印張 $6 \frac{3}{8}$ ·字数135,000

1961年8月北京第一版·1961年12月北京第二次印刷

印数1,234—2,093·定价(10-6)0.79元

*

統一书号：15165·760(水电-112)

編 者 的 話

本书是作为高等学校河川樞紐及水电站建筑专业、农田水利工程专业的教学用书而編写的。内容包括河道整治、防洪工程、内河航运等三部分。分属于这三部分的水土保持、灌溉引水口的整治、徑流調节及船閘等內容，已分別在农田水利、水工建筑物、徑流調节等課程中讲授，本书未予編入。讲授本书时，如受学时限制，可根据专业需要略去个别章节。

由于時間紧迫以及編者水平有限，錯誤遺漏之处在所难免，誠懇地希望讀者指正，以便再版时修改。

武汉水利电力学院河流动力学
及河道整治教研組 1961年5月

目 录

編者的話

緒論

第一章 河道演变.....	8
第一节 河道的形成与发展	8
第二节 河道的一般特性	11
第三节 平原河道的演变	18
第四节 河相关系	26
第五节 河道变形計算	31
第二章 河道整治规划.....	42
第一节 河道整治规划的内容及編制步驟	42
第二节 各国民經济部門对河道的要求	45
第三节 河道整治规划的原則	54
第四节 河道整治规划中的几个問題	59
第三章 河道整治建筑物.....	67
第一节 整治建筑物的类型和作用	67
第二节 整治建筑物的材料和构件	77
第三节 护坡护底建筑物的結構	86
第四节 不透水整治建筑物的結構	91
第五节 透水建筑物的結構	96
第六节 环流建筑物的結構	99
第四章 防洪工程.....	104
第一节 防洪的技术措施	104
第二节 堤防工程	106
第三节 分洪工程	120
第四节 防汛搶險	128

第五章 航道整治	148
第一节 通航河道的整治方法	148
第二节 山区河道的航道整治	149
第三节 平原河道的航道整治	160
第四节 河口整治	189
第六章 人工运河	192
第一节 人工运河选线 and 纵横剖面设计	193
第二节 船行波对边坡的影响及其防治	196
第三节 运河的补水	198
第四节 运河穿越天然河道的整治	201

緒 論

一

河流能給人类以生活用水和生产用水，又能兴航运之利和提供动力，因此，自古以来，河流两岸就是人类繁衍生息的地方。

但是，未經整治的自然河流，也还有其不利的一面。山区河流：河谷狭窄，坡降陡峻，水流湍急，滩險众多，洪水期常有山洪暴发，而枯水时期則往往水流干涸，不能通航。平原河流：河床寬淺，泥沙大量淤积，河床不断抬高，极易造成洪水泛濫，枯水期一般虽能通航，但也往往滩淺纵横，航行不便。此外在有些河段，修建水工建筑物以后，也还存在着水庫的淤积和取水口的淤塞，各种建筑物附近特别是其下游河床的淘刷等問題。

为了根除水害；开发水利，必須与河流进行斗争。从斗争的方式方法來說，可以大別为两类：一类是徑流調节，另一类是河道整治。

徑流調节主要通过蓄水来改变水流在時間上和地区上分布不均匀的情况，以有利于防治洪水，灌溉、水力发电、航运等各項事业对水利资源的利用。

河道整治主要是通过整治建筑物和其它整治措施，使河流無論在外形上、在演变过程上、在水流形态上，都能满足防治洪水、航运、工农业用水、铁路公路的桥渡等各方面对河道的要求。

本书着重讲述与防洪和航运有关的河道整治及人工运

河。其它河道整治工程及与径流调节有关的防洪和航运部分，仅在必要时简略地叙述。

二

防治洪水对我国国民经济有着重要的意义。我国河流的中下游平原地区，一般都存在着程度不同的洪水灾害，其中问题最严重的是黄河。据历史记载，黄河下游在解放前的三千多年中发生泛滥、决口一千五百多次，重要的改道二十六次，其中大的改道九次。改道最北的经海河出大沽口，最南的经淮河入长江。因此，黄河的灾害一直波及海河流域、淮河流域和长江下游，威胁着二十五万平方公里的广大地区内八千余万人口的安全。其他河流如长江、淮河、珠江、辽河等等，也常发生程度不同的洪水灾害。

我国劳动人民同洪水作斗争，从传说中的大禹治水起，已有几千年的历史。在斗争中所采取的措施是不断演进和发展的，由避水、分流、局部围垦，发展到较有系统的堤防、蓄洪、分洪、滞洪等。有时采取一种措施，有时采取几种措施。总的趋势是：由被动逐渐转为主动，由单一逐渐转向综合。远在十六世纪时，在有关堤防、护岸、防汛抢险等工程措施的规划、设计和施工等方面，我国劳动人民就已经积累了丰富的比较系统的经验。作为这些经验的总结，前人为我们留下了不少可贵的文献，如潘季驯的《河防一覽》、靳輔的《治河方略》等。其中某些部分，直到今天还有一定的参考价值。但是，由于历史条件的限制，过去以防洪为目的的河道整治都只从除害出发，而未着重考虑兴利；都只着眼于下游，而未兼顾到中游与上游。同时，即使是下游的除害工作，也未能合理地进行。

內河航运在我国国民经济中也占有重要的地位。我国河流众多，发展內河航运的潜力极大，同时也有着悠久的历史。例如，著名的南北大运河就是世界上开凿最早和最长的一条运河。它开始于春秋时代(公元前485年)所开凿的邗沟，后經汉、晉、隋、唐、宋、元等朝劳动人民的开拓，到1292年完成了从杭州到北京的一条长达1782公里的航道。为了保证天然河流及人工运河的通航，在历史上曾經进行过一些航道整治工作。但是，过去由于长时期的封建統治，特别是国民党反动派的統治，限制了生产力的发展，作为与生产力密切相关的交通运输事业，其发展也是极为緩慢的。解放以前，不仅中、小河流不能行駛輪船或吨位較大的木船，就連开拓已久的南北大运河也陷于瘫痪状态。

三

解放以后，随着社会主义建設事业的飞跃发展，根治洪水灾害和大力提高河流的运输能力，就显得日益迫切。在党的正确领导下，十多年来，在河道整治、防洪和航运方面已經取得了巨大的成績。

在防洪方面，各河流上长达十二万多公里的堤防，都先后經過了加高培厚、改綫延伸和消灭隐患；沿河險工經過全面的加固和改建，提高了防御洪水的能力；在滯洪、分洪和蓄洪垦殖方面，也修建了不少的工程；无数的小型水利工程和众多的大中型水利樞紐結合起来，在調节洪水方面起了巨大的作用。这些工程措施結合在一起，已初步制止了严重的洪水灾害。

在航运方面，除恢复和扩建了原有的人工运河以外，在相当多的大、中河流上，都先后进行了設置航标和整治淺滩

的工作，提高了通航能力，延長了通航里程。1958年大躍進以來，小河流的通航工作也普遍開展。全國內河通航里程，較解放初期已增加一倍以上；不少港埠和河口也進行了一定程度的整治。

再如，在有關江河基本資料的收集、河道整治規劃和科學研究等方面，也積累了豐富的經驗，並在許多課題上已經獲得較高水平的研究成果。

第一章 河道演变

第一节 河道的形成与发展

陆地表面上分布有许多容泄水流的凹槽，一般称为河道。它是流水侵蚀和地质构造作用的产物。

当空中降水降落到地面时，沿着陆地表面流动，其后由于地形起伏的关系，很快就汇合起来，形成了集中的水流。由于这种水流的侵蚀作用，在地面上产生了许多沟壑；日久之后，沟壑又逐渐扩展，特别是在土壤松软和植物被复稀少的地区，形成了比较宽深的凹槽。开始时这种凹槽仅在雨后才有水流，但当凹槽不断发展切穿透水层时，由于直接获得了地下水的补给，便成为常年水流不涸的小溪或小河，从而形成了河道。

河道所流经的谷地称为河谷。每个河谷可由下列几个部分组成，如图1-1示。



图 1-1 河谷横断面

1—枯水河床；2—洪水河床；3—台地；4—谷坡；5—冲积物。

(1) 河床 河谷的最下部分称为谷底，连结谷底最深点的线称为谿线，或称深泓线。谷底被水流所占据的部分称为河床，或称河槽。在枯水、中水和洪水时期被水流所占据的部分分别称为枯水、中水和洪水河床。中水河床又称为基本

河槽，或称为主槽。

(2) 谷坡 河谷的两侧坡面称为谷坡。

(3) 坡脚 谷底和谷坡連結的地方，即在横断面上明显的轉折处，称为坡脚。

河谷的横断面形状各有不同，但基本上可分为下列几种类型：

(1) V形河谷 谷坡險峻，谷底狹窄，大多分布在山岭地区。谷底和谷坡系由坚实的岩石組成，河谷的原始形状，能长久保持不致变形。如图1-2a所示。

(2) U形或梯形河谷 谷底較平，谷坡較緩和，这种河谷的地层往往較为松軟，由于水流的冲刷，引起两岸岩石的崩坍，一部分被流水搬运至下游，一部分則沉积在谷底，因而河谷比較寬广。如图1-2b所示。



图 1-2 河谷的形状

a—V形河谷；b—U形河谷；c—凹形河谷。

(3) 凹形河谷 河谷寬广，谷坡平緩，河底复盖有較深厚的冲积层，河道位于冲积层內，其主槽寬度远較河谷寬度为小，如图1-2c所示。

河谷在平面上常常呈現弯曲形状，在寬度上有时收縮，有时开放，变化极为复杂。

决定河谷形成和发展的动力因素有如下四种：地质构造

运动的作用、风化的作用、流水的作用及冰川的作用，其中主要的是流水的作用。其它的因素不能单独地創造河谷，它們只能在河谷的形成和发展中配合流水的侵蝕，起一定的作用。

水流作用主要表现为如下三个方面：

(1) 侵蝕作用 主要是机械性的动力磨蝕作用。水在河道中流动的时候，由于本身的重力作用，产生巨大的动能，以致切穿山脉和冲刷河槽，其作用甚为巨大。至于溶解或化蝕的作用，因进行很緩慢，仅属次要。侵蝕作用的强度与流水的性质(流量、水位变幅、流速)、河谷岩石的性质和构造以及水文气象条件等因素有关。由于河道上游纵坡較陡，因此，侵蝕作用通常发生于上游河段。当河流在向下侵蝕的过程中，其最下游高度由于受海平面所控制，不能无限制地下切降低；而上游則不断下切，并向河源方向发展。因此，侵蝕作用将使河道纵坡逐渐趋向平緩。

(2) 搬运作用 即流水借助于本身的巨大动能，将谷坡上风化的产物和侵蝕的物质，向下游搬移。在搬移过程中，水流所挟带的泥沙或砾石沿途受到磨損，愈往下游顆粒愈細，外形也愈圓滑。

(3) 沉积作用 当水流动能不足以挟带河中泥沙时，沉积作用便开始发生。通常由于下游纵坡平坦，水流較緩慢，因此，沉积作用多发生于下游河道。

沉积作用一般在如下情况下发生：

1) 当河道出谷后，断面驟然开敞，流速減緩，形成扇形錐体状沉积，称为冲积錐。

2) 在河道的中下游洪水泛濫时大量泥沙沉积两岸，使河床日益升高。当河床上升过高，終将促使河流改道，流往較

低的地方。在这里，河床的上升过程又周而复始，日久之后，形成广阔而平坦的冲积层，称为冲积平原。如我国黄河下游的华北平原和长江中、下游的冲积平原。

3)在河道流入海口或湖口处，流速骤减，挟沙能力减弱，泥沙便沉积为沙洲，称为三角洲。我国各大河流（如长江及黄河）的河口，都有面积广大的三角洲分布。

水流对于河谷的作用是与河谷的河床形式密切相关的，一定河床形式决定一定的水流，而一定的水流又反过来使河床形式发生一定的变化，两者之间经常相互依存，相互影响，相互制约，使河道经常处于运动和发展的状态之中。

第二节 河道的一般特性

河流通常分为河源、上游、中游、下游和河口五个部分。它们之间没有严格的明显界限。

河源是河流的开始，较大的河流都发源于深山地区。上游段紧接河源，一般流经山地或高原，具有山区河道的特性。其下为中游段，多在丘陵地区，但也有部分处于平原地区的，是山区河道与平原河道的过渡段。下游在河流的最下段，位于冲积平原地区，具有平原河道的特性。河口是河流的终点，较大的河流都流入海洋，较小的河流大多流入湖泊或其它河流，有的河流消失在沙漠里，没有河口。

由于自然地理条件的差异，不同的河流或同一河流的不同河段，其特性是各不相同的，但是，它们之间也有共同之处。现就山区河道、平原河道及河口三部分特性分别介绍如下：

一、山区河道的一般特性

山区河道流经地势陡峻和地形复杂的山区。河谷断面常

呈V字形或U字形，两岸谷坡陡峭，河槽狭窄；河道的平面形态也较复杂，急弯卡口，处处皆是，两岸和河心，常有巨石突出，岸线极不规则；河槽纵坡陡峻，且常呈台阶状，在落差集中处往往形成陡坡跌水或瀑布。

山区河道流经的河谷多为岩石组成，侵蚀作用进行缓慢，除由山崩所造成的岩石的坠落或由流水所挟带的卵石的推移使局部河床略有变化外，河道基本上是比较稳定的。

由于山区坡面陡峻，汇流时间短，山区河道的洪水一般都有猛涨猛落变化迅速的特点，往往数天以至数小时之内即出现洪峰，雨过天晴，洪水又迅速消逝。图1-3为某山区河流测站1955年6月17日至20日的水位变化情况。在18日一昼夜间水位即上涨达9米多，而不满三日又完全退落。山区河道的

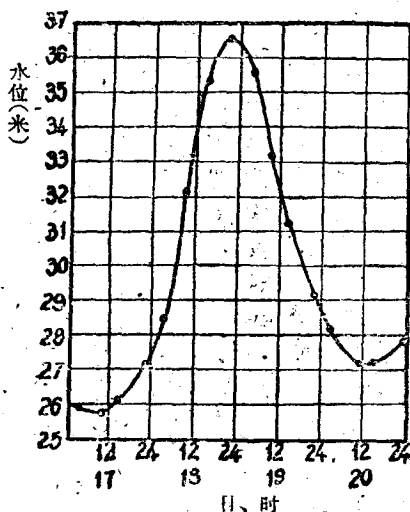


图 1-3 山区河流水位过程线
(1955年6月17~20日)

水位变幅很大，洪、枯水位之差視河流大小由数米以至数十米不等。与水位的变化相适应，流量的变幅也很大，洪水流量往往等于枯水流量的100~200倍以上。山区河道洪水持續時間不长，一年之內絕大部分時間都为枯水期，小的河流有时甚至完全断流。

山区河道纵剖面一般比較陡峻，比降一般都在1%以上。由于比降大和河槽窄，流速一般都很大。在某些分布有險滩礁石的河段上，不但流速更大，而且流象也很乱。例如：烏江上游的石滩，流速往往高达6~8米/秒之大，而且常伴有跌水、浪堤、急漩、水跃等的出現，流象极为險恶。

山区河道的含沙量視地区不同而异。在岩石风化不严重和植物被复較好的地区，含沙量比較小；相反地，在岩石风化严重和植物被复甚差的地区，則不但含沙量大，而且在山洪暴发时甚至形成含沙濃度极大并挟带巨大石块的泥石流。一般山区河道所挟带的悬移质泥沙多为中細沙和粘土，含沙量一般处于不飽和状态，含沙量的大小和粒徑的粗細与来沙供应情况有关，沿程变化无显著規律可寻。推移质則为卵石和粗沙，推移质輸沙量与粒徑大小有沿程减小趋势。山区河道推移质輸沙量較悬移质輸沙量为小，前者約为后者的5~20%。山区河道的河床质为原生基岩、乱石或卵石，卵石粒徑往往有沿程减小趋势。

二、平原河道的一般特性

平原河道流經地势平坦广闊的冲积平原。河谷往往寬达数公里以至数十公里，某些特別广闊的冲积平原甚至达数百公里。

河谷中主槽以外被洪水淹沒的地方称为河漫滩。洪水溢出主槽以后大量泥沙首先在主槽河岸附近的滩唇部分落淤，

距滩唇愈近，则流势愈缓，落淤愈少。这种泥沙淤积分布不均匀的结果，使得河漫滩具有自主槽河岸向两侧倾斜的横向比降，在靠近河岸处，形成自然堤，在距河岸较远处，形成湖泊洼地。

由于河漫滩组成土壤极为松软，随着河流主槽摆动或河流的改道，往往一处的河漫滩逐渐被水流所冲刷，而另一处则生成新的河漫滩。在广阔的河漫滩上往往还残存有过去河道的遗迹。

河漫滩在自然情况下，一般长有灌木丛或芦苇，我国平原河流的河漫滩则大多用筑堤防水的办法开垦成为肥沃的耕地。

主槽的横断面一般比较宽，平原河道的主槽一般都由细粒泥沙组成。由于河床是可以冲刷的，在水流和河床的相互作用下，在河槽中往往形成各种结构状的泥沙堆积物。紧靠河岸洪水时淹没而枯水时裸露在外的沙滩称为边滩；位于江心的沙滩称为江心洲；沙滩中比较窄长的部分称为沙咀；被江心滩或江心洲分割开的河槽称为河汉，或称为串沟；河槽中未被结构状泥沙堆积物所占据的水深较大的部分称为深槽；横布在上下深槽之间经常位于水下的沙埂称为浅滩。平原河道一个最突出的特点是这种结构状泥沙堆积物在水流作用下处于不断的运动、变化和发展的状态之中，与此相应，河床的形式也处在不断变化和发展的状态之中。

平原河道的河床形式及其演变特点与平原河道的类型有关，存在一定的规律性，有关这一方面的问题将在河道演变及河相关系等两节中详细介绍。

平原河道因位于河道的中、下游，接纳了大量支流的来水，洪水涨落过程比较平缓，洪水流量与枯水流量的比值也

較小，洪水期持續的時間也較長。平原河道尽管流量相對較大，但由于河面寬廣，水位變幅卻較小，一般都在10米以內。

平原河道的水流縱剖面較平緩，比降在千分之一、萬分之一以下。由于比降小，河槽寬廣，流速也較小，一般都不超過2~3米/秒。此外，水流也比較平順，無山區河道的跌水、浪堤、急漩、水躍等險象。

平原河道的含沙量視上游供沙情況而異，在平均情況下所挾帶的河床形成質處於飽和狀態。多沙河流的含沙量，在下游無支流入匯的河段上有顯著的沿程遞減的趨勢，一般河流的含沙量則變化不大，比較顯著的變化往往由支流入匯所引起。平原河道懸移質泥沙也與山區河道相似，概為中細沙和粘土，推移質泥沙則與山區河道不同，概為粗沙或中細沙。平原河道的推移質輸沙量遠較懸移質輸沙量為小，前者僅為後者的1%以至1%。平原河道的河床質與推移質相似，也為粗沙及中細沙。

平原河道的河床變化，除了體現在：河底結構狀泥沙堆積物的運動，河床的平面擺動，以及河漫灘的淤積外，還表現在河床在長距離內的普遍升高。多沙河流的這種河床上升現象往往極為顯著，並形成地上河。例如黃河的河床上升速度每年高達10厘米，目前河床兩岸灘地已高出大堤背水面坡腳7米左右，有些地方甚至高達10米。其它河流隨着河口的延伸，河床也有微小的升高，每年升高一般都在1毫米以下，在規劃工程問題時，可以不予考慮。

三、河口的一般特性

大的河道一般都流入海洋，河口區即為河道與海洋的過渡地帶。

入海河口區都受到潮汐的影響。漲潮時海水面升高，落