

河道整治

主编 郭维东



NEUPRESS
东北大学出版社

河道整治

主 编 郭维东

副主编 戴玉新 张杰华 王文殊

王显峰 周维祖 张广涛

东北大学出版社

·沈 阳·

© 郭维东 2003

图书在版编目 (CIP) 数据

河道整治 / 郭维东主编. — 沈阳 : 东北大学出版社, 2003.11

ISBN 7-81054-957-X

I. 河… II. 郭… III. 河道整治 IV. TV85

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 093601 号

出 版 者: 东北大学出版社

地址: 沈阳市和平区文化路 3 号巷 11 号

邮编: 110004

电话: 024—83687331 (市场部) 83680267 (社务室)

传真: 024—83680180 (市场部) 83680265 (社务室)

E-mail: neuph @ neupress.com

http: // www. neupress. com

印 刷 者: 沈阳市光华印刷厂

发 行 者: 东北大学出版社

幅面尺寸: 184mm × 260mm

印 张: 14.25

字 数: 356 千字

出版时间: 2003 年 11 月第 1 版

印刷时间: 2003 年 11 月第 1 次印刷

责任编辑: 王兆元

封面设计: 唐敏智

责任出版: 秦 力

定 价: 24.00 元

前 言

目前,有关河道整治方面的书籍,从内容编排上来看,主要有以下三点不足:一是有的侧重于河道的基本演变规律,对于整治工程措施只作概括性介绍;二是有的侧重于河工建筑物结构设计本身,而不重视对河道基本特性和演变规律的介绍;三是有的在介绍整治工程设施时,未将已经日益引起人们关注的疏浚工程纳入其中,对护岸护滩的生物工程也未予阐述说明。

基于以上认识,本书编写以适用于21世纪水利行业河道整治规划设计、相关行业职工学习和高等院校水利等专业河道整治教学目的为总的指导思想,编写的基本原则是:①遵循由浅入深、循序渐进的认识规律,在适当介绍河道整治基础知识、基本理论的前提下,以河工建筑物为核心,重点介绍土木工程结构和措施、疏浚工程措施和生物工程措施。②由于我国地域辽阔,河道情况差异较大,为了照顾各种需要,本书编录了较多内容;在教学中,应根据实际情况作适当取舍。③河道整治工程技术和科学研究日新月异,飞速发展,为适应新形势,本书编入了近几年河道整治方面的最新成果,注意理论联系实际。

本书由郭维东(沈阳农业大学)担任主编;戴玉新(辽宁省水利水电工程局)、张杰华(鞍山市千山区水利局)、王文殊(沈阳市水利建筑勘测设计院)、王显峰(辽宁省水利水电工程局)、周维祖(鞍山市千山区水利局)、张广涛(沈阳市水利建筑勘测设计院)担任副主编。参编人员有:杨丽萍(沈阳农业大学),梁岳(沈阳农业大学),阴云康(佛山市水利局),于海波(辽宁省大伙房水库管理局),凌桂珍(辽宁省葭窝水库管理局)、高飞(鞍山市千山区水利局),曹野(辽宁省水利水电工程局),郑海涛(辽宁省水利水电工程局),张雅峰(辽宁省水利水电工程局),毕树河(辽宁省水利水电工程局)。

本书承蒙何俊仕教授(沈阳农业大学)审阅,并提出了宝贵意见和建议;沈阳农业大学的周丽丽、王晓刚、王立群、周阳、吴迪、董延超、张云清承担了全书插图制作和部分文字校对工作,在此表示诚挚感谢。

限于编者水平,错误和疏漏在所难免,恳请读者批评指正。

编 者

2003年8月

目 录

1 河道整治概述	1
1.1 基本概念	1
1.2 河道整治的任务	1
2 河道特性	3
2.1 河道的形成和发展	3
2.2 河道的一般特性及演变	4
3 河道的河相	14
3.1 河床的稳定性	14
3.2 造床流量	17
3.3 河相关系	19
4 平原河道的河床演变	31
4.1 顺直型河道的河床演变	31
4.2 蜿蜒型河道的河床演变	35
4.3 分汊型河道的河床演变	42
4.4 游荡型河道的河床演变	50
4.5 浅滩的演变	53
4.6 河口的演变	58
4.7 河道演变计算	63
5 河道整治规划	66
5.1 概 述	66
5.2 各经济部门对河道整治的要求	66
5.3 河道整治的规划设计依据	70
5.4 治导线	72
5.5 河势规划	75
6 河道整治工程措施	91
6.1 以防洪为主要目的的整治	91
6.2 以航运为主要目的的整治	93
6.3 河口整治	100

6.4	水利枢纽处的河道整治	101
6.5	取水工程处的河道整治	102
6.6	桥渡处的河道整治	102
6.7	营造护岸护滩林	103
7	河道整治建筑物	112
7.1	概 述	112
7.2	整治建筑物的材料和构件	113
7.3	平顺式护岸结构形式	117
7.4	建筑物结构	124
7.5	新型河道整治建筑物	162
8	疏浚工程	187
8.1	疏浚工程的任务及其分类	187
8.2	疏浚工程的设计	188
	参考文献	222

1 河道整治概述

1.1 基本概念

1.1.1 河道演变

河道演变系指河道在自然情况下或受人工建筑物干扰时所发生的变化。这种变化是水流和河床相互作用的结果。河床影响水流结构,水流促使河床变化,两者相互依存,相互制约,永远处于运动和发展的状态之中。

1.1.2 河道整治

河道整治是在总体规划的基础上,通过修建整治建筑物或采用其他整治手段(如疏浚、爆破等),对不利于人类生产生活及人居环境建设甚至有破坏作用的河道演变进行控制。

我国劳动人民在治河的长期实践中,在采用各种工程措施进行河道整治方面积累了丰富的经验。如沿江河两岸修筑堤防,阻挡洪水泛滥;采用护岸工程防止河岸崩塌;采用控导工程调整河势;采用挖泥(人工和机械,陆上和水下)、爆破等手段,开辟新河道(开挖人工运河)、整治旧河道(浚深)及人工裁弯取直等。归纳起来,河道整治工程措施可分为两大类:一类是在河道上修筑整治建筑物,另一类是疏浚或爆破。这两类措施有时分别使用,有时结合使用,并且有所侧重。

1.1.3 河道整治建筑物

为了调整、稳定河道主流位置,改善水流、泥沙运动及河道冲刷淤积部位,达到满足各项河道整治任务而修建的河工建筑物,称为河道整治建筑物。

1.2 河道整治的任务

1.2.1 河道整治的必要性

河道中的流量、水位、流速、含沙量等在一年之内及年际之间都在不断地变化着。一年内最大流量常是最小流量的几倍、几十倍甚至上百倍,最高水位较最低水位高数米或十多米,含沙量相差大者也会达百倍以上;而在年际之间,丰水年的最大流量是枯水年最大流量的数倍、甚至数十倍,丰沙年的输沙量、含沙量又远较少沙年大得多。因此,在天然状态下,河道中的河势、河道边界经常发生变化,河水中挟带的悬移泥沙和底沙沿程发生改变,致使河床演变,河道不稳定,中下游河床淤积抬高,下游形成冲积平原。在河势变化的过程中,往往威胁堤防等防洪工程的安全,甚至泛滥成灾;一些引水口因脱河而不能取水;河势的顶冲也常威胁桥梁等跨河建筑物的安全;大河滩区住有数万至百万以上的居民,河势变化造成大量的塌滩和村庄落河;在枯水季节,河道流量小、水浅,又有浅滩,妨碍航运等。因此,对天然河道需要进行河道整

治。

通过河道整治要达到终止河床演变是困难的,甚至是不可能的。河水冲刷河道,增大水流的含沙量,到比降缓的河段又淤积河道,并把一部分泥沙输入海中,使河口淤积、河道延长。河道整治就是通过修建河道整治建筑物等措施来控制河床演变,调整、改善河势,使其朝着人们需要的方向发展,形成比较稳定的河道。

1.2.2 国民经济各部门对河道整治的要求

未经整治的天然河道,往往不能很好地满足国民经济各部门的要求。与河道演变关系密切的几个主要国民经济部门的要求如下。

防洪要求河道比较顺直,无影响洪水宣泄的过分弯曲和束窄段;在两岸修建堤防后,有足够的泄洪断面,能保证通过设计洪水流量和承受相应的洪水水位;此外,防洪及城乡建设还要求河床比较稳定,河岸无严重崩塌现象,以免危及堤防、农田、村庄、城镇及交通的安全。

工农业取水工程要求河道比较稳定,取水口附近无严重的淤积和冲刷,且要有足够的引水水位,能保证根据需要引进含沙量较小的清水。

航道及港口要求水流平顺、深槽稳定,能保证满足通航要求的水深、流速和流态。

1.2.3 河道整治的任务

河道整治的任务是:以防洪为目的的河道整治,主要是调整不利河势,稳定主流,以利于防洪工程的安全,防止堤防冲决造成的洪水泛滥;以航运为目的的河道整治,主要是使河道达到规定的航道尺度,具有合适的流速,不发生碍航的流态;以引水为目的的河道整治,主要是保证引水口处的河势稳定;以桥渡整治为目的的河道整治,是使桥梁上下游的水流能平顺衔接,不致对桥墩处集中冲刷而危及桥梁安全;以浮运竹木为目的的河道整治,主要是增加水深和流速,以迅速地运送竹木;以水土保持为目的的河道整治,主要是采取生物措施固滩护岸,以保障河道两侧农田的安全生产。

根据国民经济发展的要求,在对一条河或一个河段进行河道整治时,往往出于多个目的。如黄河下游的河道整治是以防洪为主要目的,并兼顾引水要求、滩区居民的安全和桥梁的安全要求等。在河道整治中,防洪和航运往往是主要的目的。

为了防洪和开发利用水资源,需对河流进行综合治理。如在中下游河道修建堤防,防止洪水漫溢;确定防洪标准,必要时在河道两岸修建分洪工程,分泄堤防不能安全下排的洪水;在上中游修建水库,调节流量过程;进行水土保持,减少进入河道的泥沙,以缓解下游河道的淤积速度;等等。河道整治是其中的一种措施,它不改变河道的流量和输沙量,主要是控导主流,调整和稳定河势。整治措施还包括疏浚河道、裁弯取直等。为了满足防洪要求,有时还要修建分洪区和利用圩垸蓄洪。

2 河道特性

对河道进行整治,应符合河床演变规律,并考虑河道特性。每条河道由于其流域的地形、地质特性和气象、降水条件等的不同,有自身特殊的河床演变规律和特点,应通过深入调查研究来了解。

河流作为输送流域水沙产物的通道,按其流经地区的不同,一般分为山区河流及平原河流两大类。对于较大的河流,其上游段多为山区河流,其下游段则多为平原河流,位于上游段及下游段之间的中游段,则往往兼有山区河流和平原河流的特性;对于较小的河流,其自身的上、中、下游三段可能位于山区,也可能位于平原区。

2.1 河道的形成和发展

山区河流流经地势高峻、地形复杂的山区,它的形成和发展一方面与表现为地壳构造运动的内动力作用密切相关,另一方面受以水流侵蚀作用为主的包括水流堆积作用、风化作用等在内的外动力作用的影响。这两种作用虽然都进行得很缓慢,但山区河流的河床就是这样在漫长的历史过程中由水流不断地纵向切割和横向拓宽而逐步发展形成的。

平原河流流经地势平坦、土质疏松的平原地区。与山区河流不同,平原河流的形成过程主要表现为水流的堆积作用。在这一作用下,平原上淤积成广阔的冲积扇,具有深厚的冲积层,河口淤积成庞大的三角洲。我国黄河下游的华北平原和长江口三角洲便是这样形成的。

大气降水到地面,水沿着地面流动。由于地形起伏,很快就集中起来,形成了水流。由于水流的侵蚀作用,在地面上产生许多沟涧,水流挟带泥沙。日久之后,沟涧逐渐扩展,形成比较宽的小河,许多小河汇集起来,逐渐成为大河,除宣泄地表来水外,还有地下水补给,常年水流不干,我国长江等河道都是如此。河道形成之初,在下游洪水漫溢,还淤积河口,形成冲积平原如黄淮海平原,河道在平原上。我国北方有些河道,因为枯水时期降水量少,河道可能干涸。

河道中的水流可挟带泥沙,并冲刷河床,在中下游形成淤积,逐渐抬高河床。由于有堤坝防洪,加高大堤,逐渐形成地上河,黄河下游河道就是这样的典型例子。在天然河道里,水流中包含横向环流,顺直河道不可避免地要变为弯曲河道,沿横断面和纵断面水深和流速都是不均匀的,水流可能侵蚀河床。由于横向环流和曲线河段的离心力作用,更能促进凹岸的侧向侵蚀,而在凸岸可能产生淤积。河道中泥沙的冲刷和淤积导致河道移动、河床演变、河岸坍塌,并出现浅滩和沙洲。

在洪水涨水期,水流水力作用大,挟沙能力大,将冲刷河床;在落水期,水流水力作用减小,挟沙能力减弱,将淤积河床。黄河下游这种现象是很明显的。

如果把流域作为整体来看,河道纵比降在上游最大,沿程递减,至河口处比降最小,如图2-1所示。在上游河段,主要是河床侵蚀,逐渐切入河底,河床降低,水流挟泥沙量增加。在下游河段,比降和流速减小,出现淤积,使河床抬高,在平面上河道长度延伸,弯曲率增大。在中

游河段,既有侵蚀,又有淤积,泥沙从上游输送来,又向下游输送出,河段中河床泥沙近于冲淤平衡,在环流作用下,产生侧向侵蚀,河床演变向下游逐渐移动。

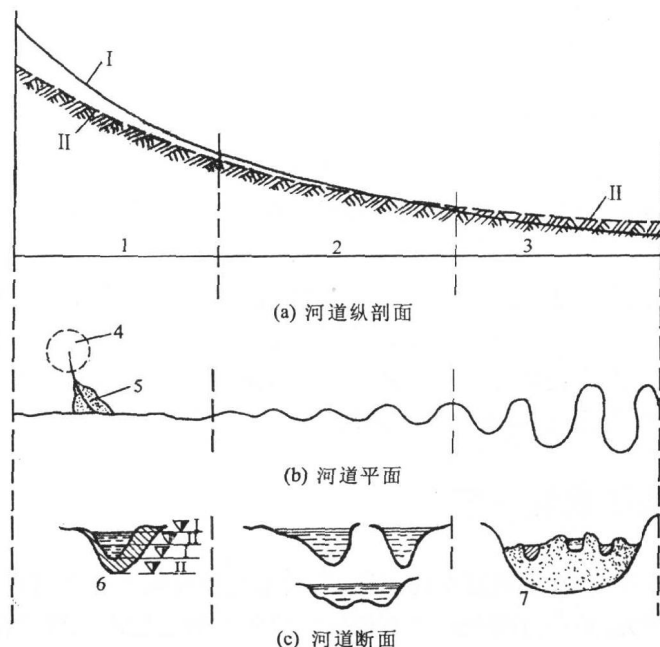


图 2-1 河道上、中、下游冲淤过程示意图

1—上游,底部侵蚀; 2—中游,暂时平衡、侧向侵蚀; 3—下游,堆积、河床抬高; 4—河底下切侵蚀区;
5—洪积扇; 6—河床降低; 7—古河床; I—原河床底坡线; II—冲淤后河床底坡线

2.2 河道的一般特性及演变

河道通常分为河源、上游、中游、下游和河口五个部分,或分为上游、中游、下游三个部分。河源在深山地区。上游一般流经山地或高原,具有山区河道的特点;中游多在丘陵地区,也有部分在平原地区;下游在冲积平原地区,具有平原河道的特点。河口是河道的终点,较大的河道流入海洋,较小的河道流入湖泊或其他河道,有的河道消失在沙漠里,没有河口。不同的河道或同一河道的不同河段,其特性是各不相同的,但也有共同点。以下将对山区河道、平原河道和河口三部分的一般特性进行概述。

2.2.1 山区河道的一般特性

2.2.1.1 河床形态

(1) 河谷断面

山区河流在发育过程中一般以下切为主。河谷断面多呈“V”字形或“U”字形,如图 2-2 所示。“V”字形河谷较年轻,河槽狭窄,枯水期无依附一岸的边滩出露。“U”字形河谷较成熟,河槽相对宽广,枯水期有岩盘、紧靠一岸的卵石边滩或位居河心的卵石心滩出露。在陡峻地形约束下,断面宽深比较小,峡谷河段在 10 以下,宽谷河段在 60~70 以下。

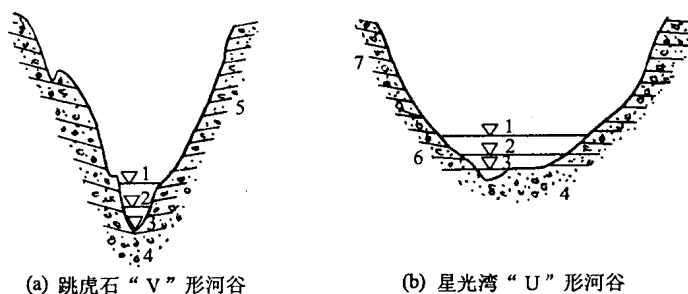


图 2-2 北盘江河谷断面形态图

1—洪水位；2—中水位；3—枯水位；4—沙卵石层；
5—崩塌岩石堆；6—页岩露头；7—坡面覆盖

山区河流的谷坡往往表现为阶梯状,由一级一级顶部平坦的平台和它们之间的斜坡构成,平台称为阶地面,斜坡称为阶地前坡,最下一级地称为一级阶地,其前坡与当前河谷的谷地相连,一级阶地以上为二级阶地、三级阶地……(图2-3)。阶地编号愈大,形成的年代愈久远。阶地面为被遗弃的昔日洪水河床,系河流处于相对稳定阶段由侧向侵蚀作用或堆积作用形成的;而阶地前坡则是河流处于相对不稳定阶段由垂直下切作用形成的。由于阶地面及其斜坡高踞于现行河床之上,因此,无论历史上是否出现过堆积过程,阶地都是河流下切的产物,而造成下切的原因,则主要是山区大面积地块的上升。另外,海面、湖面等侵蚀基准面的下降以及由气候变迁带来的来沙量减小、来水量增大,从而使河流侵蚀作用加强也有影响。应该指出,由于影响因素极端复杂,且变化多端,阶地的形态也千姿百态,差别甚大。



图 2-3 河谷阶地示意图

1—中水河槽；2—河漫滩；3—一级阶地前坡；
4—一级阶地前坡；5—二级阶地前坡；
6—二级阶地前坡

(2) 平面形态

山区河流的平面形态十分复杂,河道曲折多变,沿程宽窄相间,急弯卡口比比皆是,两岸及河心常有巨石突变,岸线和床面极不规则,仅在宽段才有比较规律的卵石边滩或心滩出现。

山区河流从水系格局、河流走向到河槽平面形态,无不深深打上构造运动的烙印。图 2-4 所示为钱塘江水系图。可以看到,干流沿北东方向流动,而众多支流则大体上沿北西方向自两侧汇入,这一水系格局是由掀升运动所形成的 $N50^{\circ}E$ 基本断裂线和一组 $N10^{\circ} \sim 20^{\circ}W$ 派生断裂线决定的,类似的例子见图 2-5。这里雅砻江沿北西、北东和南北方向的三条断裂线,形成两个极度弯曲的弯道。山区河流沿程多为峡谷段与宽谷段相间,例如广东连江,在 150km 内就有 10 处峡谷,长 33.5km,占全长的 22%。川江三峡河段的情况也是如此。其形成原因与河流所经地区岩性或沿程构造的不一致性有关。在抗冲力较强或背斜地区往往形成峡谷;而在抗冲力较弱或向斜地区则往往形成宽谷。例如川江在白帝城以下,切过七岳山背斜,形成狭窄幽深的瞿塘峡,自黛溪至巫山,川江有很长一段顺巴东组向斜底部流动,山势变缓,河谷开敞;至巫山以东,又横切巫山背斜,形成巫峡,两岸石灰岩悬岩壁立,河道曲折。

(3) 纵剖面

山区河流的河床纵剖面十分陡峻,急滩深潭上下交替。与此相应,床面起伏很大,对于大

2.2.1.2 水流及泥沙运动

(1) 水文特点

由于山区坡面陡峻,岩石裸露,径流系数大,汇流时间短,再加上一一般山区气温变化大,暴雨比较常见,洪水猛涨猛落是山区河流重要的水文特点。山区河流在降雨之后,往往数天甚至数小时之内即出现洪峰,雨过天晴,洪水又迅速消退。图 2-7 为某山区河流的水位过程线图。由图 2-7 可见,一年内洪峰呈锯齿形,变幅甚大,往往一昼夜之内水位上涨达 10m 之巨,而二三日内又完全退落,洪水持续时间一般不长,无明显的中水期,而且洪水、枯水期有时也难以截然划分,洪水期久晴不雨,可能出现枯水;反之,枯水期如遇大雨,也可能出现洪水。例如贵州清水河 1961 年 5—8 月几乎是枯水,而 1955 年最大洪峰却出现在 11 月 10 日。

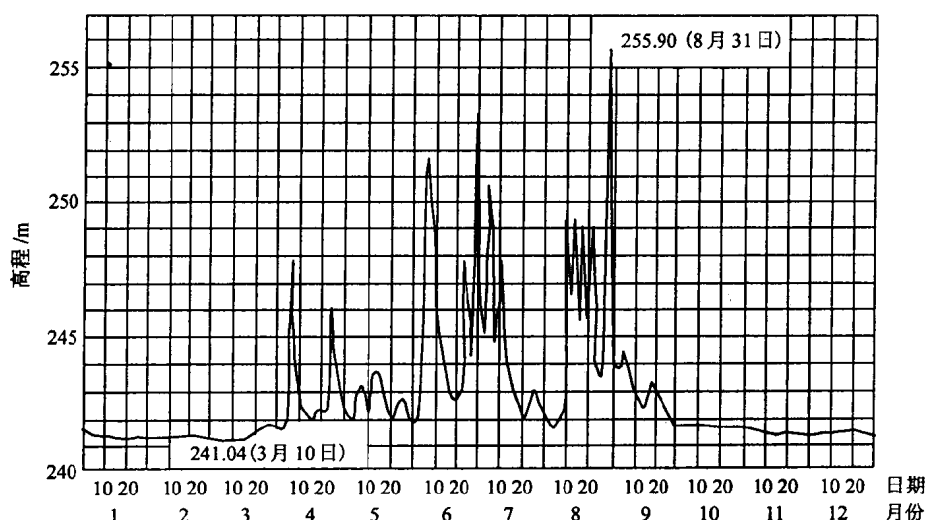


图 2-7 山区河流水位过程线

受地理及气象条件的影响,山区河流的流量与水位变幅极大,较大的山区河流其洪水流量往往为枯水流量的 100 倍或数百倍;较小的山区河流甚至超过 1000 倍或数千倍,洪、枯水位之差视河流大小而不同,由数米至数十米不等。

(2) 水力条件

与上述河床形态和水文条件相对应,在水流的水力条件方面也有一些特点。山区河流的水面比降一般都较大,而且受河床形态影响,沿程分配极不均匀,绝大部分落差集中于局部河段,例如贵州的清水河在长约 106km 内,枯水期的水位落差为 83m,其中 55.4% 集中在仅占全长 15.4% 的局部河段内,一些滩险段的纵比降往往在 2% 以上。此外,河床上存在的急弯、石梁、卡口等滩险,造成很大的横比降,对航船威胁很大,同时,这些滩险由于在不同水位下壅水情况不同,比降的因时变化也是十分突出的。比降大,河槽窄,流速势必很大,在一些滩险上形成急流,如乌江中游 16 处滩险上的流速高达 6~8m/s。

由于河床形态极不规则,山区河流的流态十分紊乱险恶,常有回流、泡水、漩涡、跌水、水跃、剪刀水、横流等出现。

(3) 泥沙运动

山区河流的悬移质含沙量视地区而异。在岩石风化不严重和植被较好的地区,含沙量较

小。相反,在岩石风化严重和植被甚差的地区,不但含沙量大,而且在山洪暴发时甚至能形成含沙浓度极大并携带大量石块的泥石流,洪水期由于坡面径流大,侵蚀强烈,所以含沙量大而粒径小;枯水期则相反,含沙量小而粒径大,不少山区河流枯水时完全变为清水。山区河流悬移质大都是中细沙和粘土,由于比降及流速大,往往处于不饱和状态,可全部视为冲泻质。

山区河道的推移质多为卵石及粗沙。卵石一般在洪水期流速大时才能启动推移,其运动形式呈间歇性,平均运动速度很低。在川江用同位素观测几种不同粒径和形态卵石运动情况的结果表明,在洪水可动期内,平均运动速度一般只有 $2.8 \sim 12.6 \text{ m/d}$,在枯水期则很少运动,如前所述,山区河流洪水历时一般很短,因此卵石推移质输沙量不大。我国一些山区河流的推移质年输沙量约为悬移质年输沙量的 10% 以下。但对某些悬移质年输沙量较小的河流,这一百分数也可能很大。

(4) 河床组成

山区河流的河床多由原生基岩、乱石或卵石组成。覆瓦状排列是卵石河床的常见形式,也有呈松散堆积的,一般在水流强弱适中、持续时间较长且位置偏下游的河段,多呈覆瓦状排列;在水流较弱、且急剧降低的偏上游河段,原来大量推移的卵石或乱石迅速停止运动,来不及分选排列而呈松散堆积。卵石粒径常呈沿程递减趋势。

2.2.1.3 河床演变

山区河流由于比降陡、流速大、含沙量不饱和,有利于河床向冲刷变形方向发展,但河床多系基岩和卵石组成,抗冲性能强,冲刷受到抑制。因此,尽管山区河道从长时期来看是不断下切展宽的,但只是在某些河段,由于特殊的边界、水流条件,可能发生大幅度的暂时性淤积和冲刷。明显可察而且比较常见的山区河流的河床演变有以下三个方面。

(1) 由卵石运动引起的河床演变

山区河流河床为卵石成型堆积体,具有特有的形态及运动规律,这些成型堆积体,如边滩、心滩及与它们相连结的过渡段沙埂,亦即浅滩,具有汛期淤积壮大、枯季冲刷萎缩、年内基本平衡的特点。图2-8中川江上洛碛卵石浅滩就具有这样的特性。

(2) 由悬移质运动引起的河床演变

山区河流的悬移质一般属于所谓的冲泻质,不会在河床上发生永久性淤积,但暂时性的淤积和冲刷则是存在的。这里诱发淤积的主要原因有二:一是在宽谷段由主流摆动出现的回流淤积;二是在宽谷段由下游峡谷壅水引起的淤积。图2-9所示川江青岩子河段的上段属于放宽段,由金川碛将水一分为二,枯水航道走右汊;其下段属于急弯段,枯水航道紧傍左岸急弯。洪水期主流取直,上段金川碛右汊航道发生严重淤积,下段燕尾碛左侧航道也发生严重淤积。洪水过后,主流复原,原来淤积下来的泥

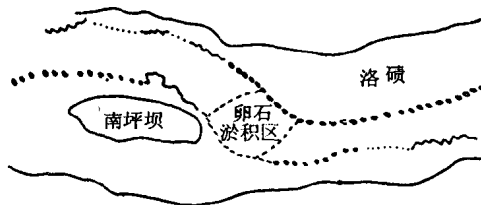


图 2-8 川江上洛碛卵石浅滩示意图

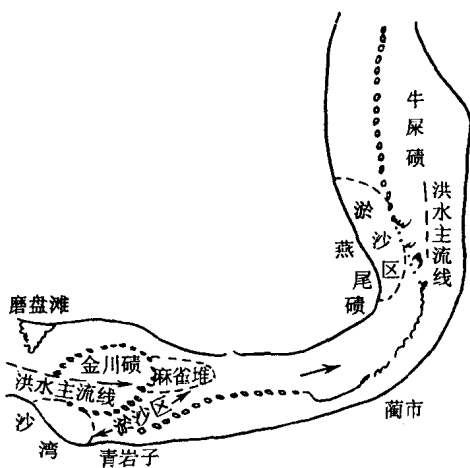


图 2-9 川江青岩子河段汛期悬移质淤积区示意图

沙被冲往下游,年内基本平衡。

(3) 以溪口滩形式出现的河床演变

大的山区河流,当两岸溪沟发生洪水时,特别在发生泥石流时,常在溪口堆积成溪口滩,由于溪口滩物量大且粒粗,一旦形成,往往不易被主流迅速冲走,表现为冲冲淤淤,在长期内维持某种平衡状态。大支流入汇干流的情况与此类似,但由于两江洪水相互顶托,加上含沙量不同,情况要更复杂一些,在干流和支流上都可能出现淤积,而且它们往往处于变化不定的状态之中。

(4) 地震、山崩、滑坡带来的河床演变

山区河流由于谷坡陡峻,如果岩石风化严重,裂隙发育,突然遭受地震或暴雨等强烈外界因素的影响,或岩体中累积的应力变化达到临界状态,就可能出现山崩、滑坡等大规模突发现象,在极短时间内将河道部分甚至全部堵塞,在其上下游出现壅水和跌水,剧烈改变水流和河床现状。

山区河道一般不通航,在洪水期可以漂木。在较平缓的山区河道,可分段修建拦河坝和船闸,加以渠化,以便通航。

2.2.2 平原河道的一般特性及演变

平原河流的冲积层一般都比较深厚,往往深达数十米甚至百米以上。冲积层的组成视不同高度而异,最深处多为卵石层,其上为夹砂卵石层,再上为粗砂、中砂以至细砂,在枯水位以上的河漫滩表层部分则有粘土和粘壤土存在,某些局部地区也可能存在深厚的粘土棱体。这种泥沙组成的分层现象与河流的发育过程和水选作用有关。一般说来,沙卵石层多为历史上水量较大、海平面较低时的堆积物;而沙层则为近代水量较小、海平面较高时的堆积物。

2.2.2.1 河床形态

(1) 河谷断面

平原河流的河谷断面形态如图 2-10 所示。图中显示洪、中、枯三级水位,与此相应的河槽称为洪、中、枯水河槽,在无堤防约束条件下,洪水河槽将远较图中所示宽广。由于洪水过流时间比较短暂,通常所说的河槽即指中水河槽。中水河槽比较宽浅,枯水期常有边滩、心滩出露,断面宽深比高达 100 以上。

平原河流也有阶地存在,但阶数相对较少,也不如山区河流完整,这显然是因为平原地区河流以堆积过程为主的缘故。

(2) 平面形态

河流的走向及其平面形态在某种程度上也受构造运动的影响,例如汉江平原的向南掀斜运动就是迫使荆江偏靠平原南部的重要原因。而长江中下游的分汊河段大部分位于地质构造相对凹陷地区,而期间的单一段则位于相对隆起地区,就是由于凹陷区有较厚的松散沉积造成的。

平原河流在平面上具有顺直、弯曲、分汊、散乱等四种外形。其横截面可概括为抛物形、不对称三角形、马鞍形和多汊形等四类,如图 2-11 所示。其与山区河流不同之处在于,平原河流

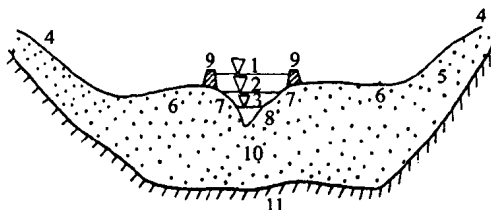


图 2-10 平原河流的河谷形态

- 1, 2, 3—洪水、中水、枯水位; 4—谷坡;
5—谷坡脚; 6—河漫滩; 7—滩唇; 8—边滩;
9—堤防; 10—冲积层; 11—原生基岩

的河床形态是在特定条件下水流与河床相互作用的结果,因而具有较强的规律性。

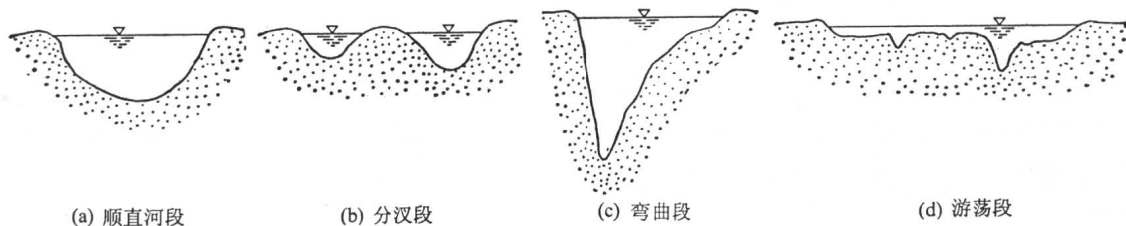


图 2-11 平原河流不同河段的横断面图

(3) 河漫滩

河漫滩是位于中水河槽两侧,在洪水时能被淹没的高滩(图 2-10)。河漫滩有的是由侵蚀作用造成的,如石质河漫滩,多见于山区河流,滩面较窄,且向中水河槽一侧倾斜;更多的是由堆积作用造成的,如冲积河漫滩,多见于平原河流,滩面较宽,左右河漫滩分别向两侧倾斜。这是洪水漫滩落淤的结果。洪水漫滩后,由于过水断面增大,流速降低,泥沙首先沿主槽(中水河槽)岸边落淤,随着水流向下游及河漫滩侧向漫流,淤积的泥沙数量便逐渐减少,粒径也逐渐变小,经过漫长的时间演进,沿主槽两岸泥沙淤成较高的自然堤,河漫滩边缘地带则形成一些湖泊洼地,使河漫滩具有明显的横比降。同时,河漫滩的纵比降也较主槽水流的平均比降为大,这与河漫滩上的沿程落淤有关。自然堤在蚀退的河岸一侧易被冲毁消失,而在淤进的河岸一侧则能长期保存下来,例如在弯道凸岸一侧就会随凹岸蚀退,凸岸淤进,不断形成一系列弧形自然堤,在这些弧形自然堤之间存在洼地,总称鬃岗地形。这些弧形自然堤会随凹岸向下游蚀退、向上游蚀退或向侧向蚀退而在上游端辐聚、下游端辐聚或两端辐聚,如图 2-12 所示。除此之外,河漫滩上还散布着一些古河道,如弯道经裁弯取直后老河道上下游均被淤死而留下的牛轭湖,以及汉道在交替消长中淤废的古汉道等。

(4) 成型堆积体

冲积河流的河底从来都不是平整的,而是有规律地分布着各种形式的大尺度沙丘(不是沙波)。这些大沙丘统称成型堆积体。这里称堆积体而不称淤积体的原因是因为它们的存在并不反映河床所处的冲淤状态。成型堆积体的尺度(包括宽度、深度和长度)和河流的尺度(主要是河宽和水深)是同数量级的。有些成型堆积体,如弯道凸岸边滩,其形成主要由于弯道环流,这是显而易见的;另一些成型堆积体,如顺直河流的交错边滩,其成因虽然已有一些理论上的解释,但还不能认为已得到彻底解决,边滩过宽时会被切割形成心滩,或在宽度过

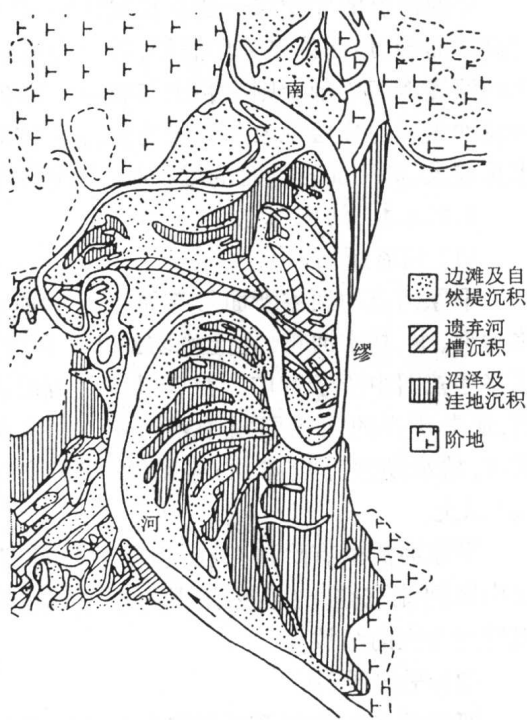


图 2-12 湄公河支流南缪河弯道河漫滩上的鬃岗地形

大河段内直接形成心滩,并进一步通过落淤转化成江心洲,其成因也是容易理解的。而在上下边滩或边滩与心滩之间形成相互联系的沙埂,其成因就要复杂得多。这些成型堆积体的分布情况大体上如图 2-13 所示。在天然河流上,由于各种影响因素十分复杂,成型堆积体的结构形式和分布情况往往千差万别,具有强烈个性,但共性仍然是鲜明的。成型堆积体经常处于发展变化之中,是平原河流河床演变中最活跃的因素。

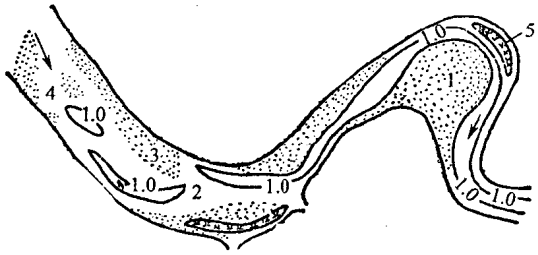


图 2-13 河道中泥沙成型堆积体

1—边滩；2—浅滩；3—沙嘴；4—江心滩；5—江心洲

(5) 纵剖面

平原河流的纵剖面与山区河流不同,无明显折点,但同样是深槽浅滩交替,所以河床纵剖面也不是一条光滑的曲线,而是有起伏的波状曲线。其平均纵比降比较平缓。

2.2.2.2 水流及泥沙运动

(1) 水文特点

平原河流的水文水力特性与山区河流有很大区别,平原河流由于集水面积大,流经地区又多为土壤疏松、坡度平缓的地带,因而汇流时间长。此外,由于大面积降雨分配不均,支流入汇时间有先有后,所以洪水一般没有陡涨陡落现象,持续时间也相对较长。如长江中下游,一般每年 6—9 月四个月均为洪水期,流量变化与水位变幅均较小,长江荆江段洪水流量仅为枯水流量的 13 倍,水位变幅为 13m;汉江下游洪水流量为枯水流量的 74 倍,水位变幅为 14m。北江下游石角站最大洪水流量为最小流量的 261 倍,水位变幅为 10.26m。应该指出,位于北方的平原河流,由于气候条件不同,其流量变幅较南方河流为大。如黄河秦厂水文站最大洪水流量为最小流量的 446 倍,水位变幅仅数米,图 2-14 为 1957 年长江汉口站水位过程线。从图中看出,它与山区河流的水位过程线显著不同。

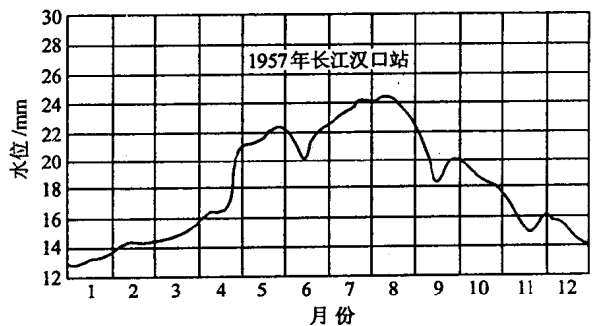


图 2-14 平原河流的水位过程线

(2) 水力条件

平原河流由于河床纵坡平缓,所以水面比降一般较小,多在 $(1.0 \sim 10) \times 10^{-4}$ 以下。如长江荆江段水面比降为 $(0.42 \sim 0.56) \times 10^{-4}$, 汉江下游水面比降为 $(0.39 \sim 0.56) \times 10^{-4}$ 。同时,由于平原河流不像山区河流那样沿程分布有很多急弯、卡口和滩险,水面比降的变化就较小。但大的支流入汇或吞吐型湖泊的存在往往会给水面比降以一定的影响。由于平原河流比降较小,流速也相应较小,一般都在 $2 \sim 3 \text{ m/s}$ 以下。此外,平原河流的水流流态也较平缓,没有山区河流的跌水、横流、泡水、急漩、水跃等险恶现象。

(3) 滩槽水沙交换

平原河流的水沙运动因河型而异,滩槽水流存在两种情况:一种情况是河漫滩与中水河槽