



普通高等教育“十二五”规划教材

河流概论

武汉大学 熊治平 编著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

2502605

P941.77

1



普通高等教育“十二五”规划教材

河流概论

武汉大学 熊治平 编著



SEU 2502605



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书介绍了河流的基本概念,水系与流域、河道水流、河流泥沙、河流观测、河流演变、河道治理的基本知识,河流生态系统的有关概念,河道生态治理(生态治河)的新技术、新方法,以及“河流健康生命”的新理念、新思想。

本书以河流泥沙与治河工程本科专业教材的基本内容为主脉,并适当吸纳其他专业基础课程知识,不仅涵盖河流泥沙动力学、河床演变学、治河工程学等专业课程内容,也涉及水文学、水力学、生态学、环境科学、地质地貌学、自然地理学以及河流伦理学等学科的有关知识。

本书可作为高校各类专业学生的通识选修教材,水利高职高专类学校学生的课程学习教材,同时也可作为水利系统中的领导干部和工程技术人员的技术培训用书。此外,本书也是广大社会知识青年的科普性读物。

图书在版编目(CIP)数据

河流概论 / 熊治平编著. — 北京:中国水利水电出版社, 2011.7

普通高等教育“十二五”规划教材
ISBN 978-7-5084-8821-9

I. ①河… II. ①熊… III. ①河流—高等学校—教材
IV. ①P941.77

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第138994号

书 名	普通高等教育“十二五”规划教材 河流概论
作 者	武汉大学 熊治平 编著
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (营销中心)
经 售	北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京瑞斯通印务发展有限公司
规 格	184mm×260mm 16开本 11.25印张 266千字
版 次	2011年7月第1版 2011年7月第1次印刷
印 数	0001—2500册
定 价	25.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

前言

我从事河流泥沙及治河工程本科专业教学工作多年，在与学生们的接触中，我发现他们在进入专业课学习之初，脑海里对河流的认知可以说基本上是“空白”，或者说，大多数同学是停留在高中地理课中“母亲河”的伟大形象和那些肤浅的认识上。然而，把河流作为一门科学、一门工科专业的专业课程，它有哪些概念与知识值得学习？大家都“雾里看花”。

基于上述情况，长期以来，我一直有这么一个想法，那就是把河流学科的专业知识，以尽可能通俗易懂的语言和方式，介绍给广大的非专业的“门外汉”。他们不仅指高校在读的各类专业学生，同时也包括广大水利工作干部及社会知识青年。目的在于引导他们走近河流、了解河流，全方位、多视角地科学认识河流，从而善待河流，关爱河流，与河为友，与河和谐相处。他们通过学习，不仅能基本知晓河流的基本科学知识和河流工作的业务范畴，也能基本明白河流泥沙、江河治理与国计民生及经济社会发展的重大关系，同时还能深切感受到治水（治河）工作的复杂性、艰巨性与长期性。所有这些，都有助于他们增长见识、拓宽知识面，有益于把自己培养成为新时代具有创新性和高素质的有用人才。

时遇 2000 年武汉大学合校。学校为了适应教学改革需要，拓宽学生知识面，以把学生培养成为全面发展的具有创新潜能的高素质人才，开始在本科阶段推行“通识教育”，并鼓励教师在全校范围内开设通识教育选修课。这与我本人的想法不谋而合。于是，我积极申报并获准开设《河流概论》这门通识课程。

该课程自 2006 年开课以来，由于准备工作充分，教学内容丰富，教学形式多样，多媒体教学形象直观，课件内插大量图片、视频，同学们喜闻乐见，课堂讲授通俗易懂、融类旁通、学以致用，因而受到广大学生的欢迎与好评。每学期开课，全年选课学生在 500~600 人以上，另有很多学生想选此课却因教室容量有限而不能满足要求。选课生源几乎覆盖全校各个学院所有专业。

作为一门通识选修课，教师必须明确通识教育思想，同时还应清楚自己面对的学生的生源特点。他们来自不同学科不同的专业，没有学过水利类专业基础课，对课程知识的需求期望与接受能力不同。我们的任务，重要的不是向学生传授或推广本学科的基本理论与专业知识，而是带领他们“走马观花”

地遨游、领略和感知本学科领域空间、思维方法、研究手段、基本知识和相关信息，从而达到让学生开阔视野、启发心智和萌生灵感的效果。因此，在课程教学内容取舍及教学环节设计上应力求合理，特别是在教学活动组织上，要彻底放弃专业课的教学思维。

回顾《河流概论》的教学过程，是老师带领同学们对河流的再认识过程，也是学生对河流知识从感性到理性、从表浅到深化、从无知到知之的学习过程。

通过这门课的学习，同学们不仅提高了对河流的科学认知水平，同时也对自然界壮美的河流景观及河流工程有了零距离的接触，特别是有助于学生们学后顿然得出这样的感叹，那就是原来世界万事万物都如此复杂，即使河流，都有许多值得学习和研究的学问。

在这门课的教学期间，为应教学需要，我曾编写使用过《河流概论》教材讲义。本书是在这本教材讲义的基础上编写完成。原教材讲义仅限在校大学生上课使用，基本可以满足教学要求。但作为一部正式出版的教材，除了满足在校学生的教学需要外，还需考虑广大社会读者，特别是水利系统的领导干部和技术人员的学习需要。因此，在本书编写时，对原教材讲义进行了较大的修改与充实，使本书不仅具有其通识性、可读性、时效性与实用性，也不失其科学性与专业性。本书的内容设置，以河流泥沙与治河工程本科专业教材为主脉，并适当吸纳其他专业基础课知识，即不仅涵盖河流泥沙动力学、河床演变学、治河工程学等专业课程内容，同时也涉及水文学、水力学、生态学、环境科学、地质地貌学、自然地理学及河流伦理学等学科的有关知识。在河流专业知识介绍方面，一般只限于基本概念和基本知识的简要介绍，尽量降低专业难度，避开专业理论、数学公式以及工程技术设计方面的内容。教材行文，力求言简意赅，通俗易懂，简明实用。

全书共分10章。第一章介绍河流的基本概念；第二章至第七章，依次分别介绍水系与流域、河道水流、河流泥沙、河流观测、河流演变、河道治理的基本知识；第八章至第十章是本书新增的，其中第八章介绍河流生态系统的有关概念，第九章介绍河道生态治理（或称生态治河）的新技术、新方法，第十章介绍“河流健康生命问题”的新理念、新思想。

本书初稿完成后，武汉大学王运辉教授、张小峰教授、杨连生教授、齐鄂荣教授、张利平教授以及湖北省水利厅梅金焕总工等人，分别对书稿中的有关章节内容提出过修正意见。在此一并致谢！

在本书编写过程中，作者参阅、援引了大量论文、教材著作和相关网站资料。在此致谢并特此说明。另受编者水平限制，书中欠妥之处，亦欢迎读者批评指正！

熊治平

2011年5月1日于武昌珞珈山

前言

第一章 河流的基本概念	1
第一节 河流释义与称谓	1
第二节 河流的功能与分类	3
第三节 河流的分段与分级	6
第四节 河流的其他相关概念	7
第二章 水系与流域	11
第一节 水系	11
第二节 流域	17
第三节 我国的河流概况	21
第三章 河道水流	23
第一节 自然界的水循环及水量平衡	23
第二节 河水的来源	25
第三节 河流水情要素	27
第四节 河流径流的形成过程	30
第五节 河流径流的度量方法	31
第六节 河流径流的变化特点	32
第七节 河道水流的基本特性	33
第四章 河流泥沙	37
第一节 河流泥沙的来源	37
第二节 河流泥沙的分类	38
第三节 河流泥沙的基本特性	40
第四节 推移质运动	44
第五节 悬移质运动	47
第六节 我国河流泥沙情况	52
第五章 河流观测	58
第一节 河道水流观测	58
第二节 河流泥沙测验	62

第三节 河道地形观测	66
第六章 河流演变	71
第一节 河流地质作用及其发育过程	71
第二节 山区河流的基本特性	74
第三节 平原河流的基本特性	77
第四节 河床演变的基本原理	85
第五节 河相关系及河床稳定性	87
第六节 河床演变基本规律	90
第七节 黄河、长江的形成与演变过程简史	101
第七章 河道治理	104
第一节 河道治理规划设计	104
第二节 典型河段整治措施	107
第三节 常见河道整治工程	111
第八章 河流生态系统	121
第一节 生态系统概论	121
第二节 河流生态系统	126
第九章 河道生态治理	134
第一节 生态治河的基本概念	134
第二节 河道生态治理技术要点	136
第三节 生态河道治理规划设计	141
第四节 河道生态护岸技术	144
第五节 国内外河道生态治理实例	150
第十章 河流健康生命问题	153
第一节 河流健康的内涵	153
第二节 河流生命的内涵	155
第三节 维持河流健康生命	157
第四节 河流健康的评估	159
第五节 河流伦理——人与河流的新型关系	165
参考文献	170

第一章 河流的基本概念

第一节 河流释义与称谓

一、河流释义

河流是指在一定气候和地质条件下形成的天然泄水输沙通道。河道与河流是同义词，两者在使用时一般可互为通用。河流包括水流与河床两个方面。水流与河床相互依存，相互作用，相互促使变化发展。水流塑造河床，适应河床，改造河床。河床约束水流，改变水流，受水流所改造。

然而，通常所说的河道水流并非是清水，而是挟带泥沙的浑水水流即挟沙水流，也就是说，天然河水的组成不仅指水，还包括泥沙（当然也含有其他物质）。全世界的河流每年在向海洋输送数十万亿立方米水量的同时，也输送数十亿吨的泥沙入海。

天然河谷中被水流淹没的部分，称为河床或称河槽（图 1-1）。河谷是指河流在长期的流水作用下所形成的狭长形凹地。水面与河床边界之间的区域称为过水断面，相应的面积为过水断面面积，或简称为过水面积。它随水位的涨落而变化。显然，水位的高、低不同，过水断面面积的差异很大。

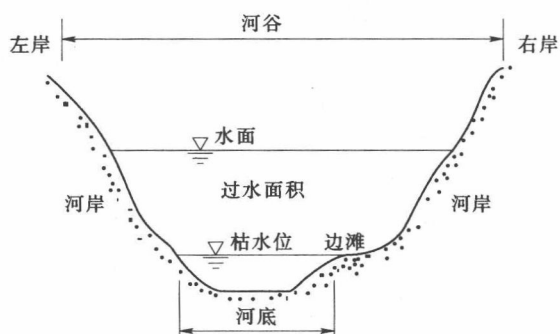


图 1-1 河槽形态示意图

天然河道的河床，包括河底与河岸两部分。河底是指河床的底部；河岸是指河床的两边。河底与河岸的划分，可以枯水位为界，以上为河岸，以下为河底。

河岸的岸别，为了避免引起误解，在从事河流的相关工作中，一般不说南岸、北岸，或东岸、西岸，而是说左岸、右岸，即约定面向河流下游，位于左侧的河岸称为左岸，位于右侧的河岸称为右岸。

天然河床的物质组成与抗冲性差别很大。一般说来，山区河流的河床，多为石质边界，抗冲性很强，不易发生变化，这类河床近于刚性边界。但冲积平原河流的河床，一般为沙质组成，在水流作用下很易发生变化，这种河床常称为冲积河床，属可动河床，有时简称动床。

河道中的某一段，称为河段。它一般是指人们所知晓的范围，如长江中游荆江河段（枝城至城陵矶）；否则，河段的概念在使用时，应明确指出其上迄、下止的具体位置。

在通航河流中，河道也称水道，如长江中游芦家河水道、太平口水道等。通航河流中

供船舶安全航行的带状水域，称为航道。它是水道的一部分，由可通航水域、助航设施和水域条件组成。航道的分类，按其成因，分天然航道和人工航道；按使用性质，分专用航道和公用航道；按管理归属，分国家航道和地方航道；等等。

人工开挖的引水河道称为引河。例如，在弯曲型河道实施人工裁弯时，就需先开挖一条引河，然后利用水流的动力冲开一条新河道。为了分泄河流洪水，人工开挖的河道称为减河。开挖减河的目的，在于减小河道洪水流量，防止堤防漫溢、决口。减河可以直接入海、入湖，或在下游再重新汇入干流。例如，新中国成立初期在河北省兴建的独流减河等。

为了发展水上交通运输，河流与河流或湖泊之间相互连通，这类人工开凿的河流，称为运河（或称渠）。运河除航运外，还有灌溉、分洪、排涝、供水等用途。如我国京杭运河；连通荆江与汉江之间的“引江济汉”运河；沟通湘江和漓江的灵渠；等等。

引河、减河、运河等类的河道，统称为人工河道。与天然河道不同，此类河道首先需人为规划设计选定线路、再通过人工或机械开挖断面形成，其水沙特性可能受到闸坝的控制与影响。

从河道管理的角度讲，河道的概念则更为宽泛。它不仅指河道的水域部分，而且还包括两岸堤防及其之间的滩地、沙洲、民垸，以及闸站、护堤地、防洪工程建筑物等。总之，关于河流的说辞很多，在具体使用时，应明辨其实际科学含义。

二、河流的称谓

河流的称谓很多。就我国河流而言，较大的称江、河、水、川，如长江、黄河、汉水、大金川、小金川等；较小的称溪、涧、源、沟等，如湖北香溪、苏州白马涧、安徽黄山凤凰源、四川九寨沟等。藏语称河流为藏布、曲，蒙古语称郭勒，如西藏雅鲁藏布（江）、长江源当曲（河），内蒙古乃林郭勒（河）等。

我国的河流有一些比较特殊的称谓，如港、娄、浜、泾、洪等。例如，浙江的大钱港、罗娄；上海的蕴藻浜、顾泾；江苏的三沙洪等。特别是，珠江三角洲河网地区的河道，称为涌（冲）、溶、沥、洋、窿、橈等。

此外，我国一些地方性的河流或渠道，其名称常常带有鲜明的政治或历史色彩，如漳卫南运河水系的共产主义渠、孟姜女河，山西红旗渠，宁夏平原汉渠、秦渠，河南人民胜利渠等。

“江”与“河”是同义词。一般说来，两者的称法并无本质的区别，通常是依据约定俗成的称法而命名。在我国，大致有如下两个方面的区别。

一是地域上的区别，南“江”北“河”。我国南方的河流多称为“江”，例如长江、珠江、怒江、漓江、钱塘江等。北方的河流多称为“河”，例如黄河、淮河、渭河、泾河、汾河、辽河、塔里木河等。

二是规模上的区别，大“江”小“河”。即根据河流的规模大小，大的称“江”，小的称“河”。例如北方地区，有嫩江、松花江、鸭绿江、黑龙江、乌苏里江等，这些“江”的共同之处是其长度、流量、流域面积相对较大。因此看来，除了地域的区别外，人们通常把一些相对较大的河流称为“江”，而把相对较小一些的河流称之为“河”。

当然，上述两条区别原则并不是绝对的。相反的情况也有很多，即南“河”北

“江”及大“河”小“江”的例子也不少。此外,我国有些河流的干、支流,大、小河的叫法并不严格区分,或都叫“江”,或都叫“河”。例如:长江流域中,渠江流入嘉陵江,嘉陵江流入长江,都叫“江”;黄河流域,泾河流入渭河,渭河流入黄河,都叫“河”;等等。

我国的一些河流,由于历史、地理和文化等方面的原因,同一河流不同的河段,可能有不同的称谓。例如长江,自青海省内的长江源头至当曲河口,称沱沱河;当曲河口至青海省玉树县境的巴塘河口,称通天河;巴塘河口至四川省宜宾岷江口,称金沙江;宜宾至湖北省宜昌南津关,习称川江,其中,奉节至宜昌间的三峡河段又有“峡江”之称;湖北省枝城至湖南省城陵矶,称为荆江,其中藕池口以上叫上荆江,藕池口以下叫下荆江;江西省九江市附近河段,俗称浔阳江;安徽省境内河段,称皖江;江苏省扬州市附近河段,古称扬子江。清朝末年,长江门户被迫开放,外国船只由吴淞口上溯航行,首经扬子江,外国人从此把长江叫做“Yangtze River”,并广为流传。

第二节 河流的功能与分类

一、河流的功能

河流的功能是多方面的,不同的人有不同的分类方法。从总体上讲,可以分为自然功能与社会服务功能两大类。其中,社会服务功能是指河流服务社会和造福人类的功能,主要包括以下几方面。

1. 泄流输沙功能

河流是天然的泄流输沙通道。来自流域内的径流及泥沙,先向溪沟汇集,再由溪沟汇入支流、由支流汇入干流,最后输送到大海或湖泊。我国许多江河汛期易发生洪水,汛期径流量占全年的60%~80%。因此,河道在汛期的行洪泄洪作用是十分重要的。特别是南方一些易发洪水的河流,要充分利用河道的行、泄洪能力,让洪水“入海为安”。

河流中输送的泥沙,不仅有灾害性质,也有资源功能。河流泥沙可以填海造陆、塑造平原。黄河多年年均输沙量16亿t,其中每年有约12亿t入海造地。广阔的华北平原,不能不归功于黄河的伟大历史功绩。科技工作者们面前的任务是,如何通过调度、管理和利用等途径,把泥沙灾害变为泥沙资源,即让河流泥沙造福于人类。

2. 引水排涝功能

河道具有一定的槽蓄空间。许多江河即使是在少雨季节,河道中往往也能保有一定的径流量。因此,河流是沿河两岸的工农业生产及城乡人民生活饮用水的重要水源。

河道可以通过收集来自流域范围内的雨水径流而发挥其排洪除涝功能。我国位临西北太平洋,受副热带高压及热带气旋影响,夏季易发暴雨洪水,一些平原地区往往易受涝渍之灾。因此,平原地区要做好除涝减灾工作,雨季要注意及时启用各类排涝设施,以充分利用河网水系的排涝功能排泄渍水。

3. 蓄水发电功能

河川径流蕴藏着丰富的水能资源。水能是可再生性的清洁能源,经济环保。水力发电具有水发电机组的启动、停机迅速,可用来调整负荷,在电网中进行调峰、调频和作为事故

备用等优点。因此，在河流上建坝蓄水，利用河流的落差，把水能转化为电能，即开发水电是能源开发的重要途径。

4. 交通运输功能

在交通不发达的古代，河流的航运功能占有重要地位。在近代公路、铁路运输大力发展以前，河流一直是运输大批物质的主要路径。水运的优点是运量大、能耗小、占地少、投资省、成本低等。对于体积较大、需长距离运输、对运输时间要求又不是特别紧迫的大宗货物，水运方式值得首选。但其缺点也很明显，主要是运输速度慢，受港口条件及水位、季节、气候影响较大。

目前，我国河流的通航里程已有 12 万多 km，大约相当于全国铁路总长的 1.6 倍。2007 年长江的货运量是美国密西西比河的 2 倍、欧洲莱茵河的 3 倍，长江已经成为世界上货运量最大的通航河流。

5. 生态环保功能

河流的生态环保功能主要是指河流对环境的支撑能力。它反映在河流的修复能力、纳污能力和净化能力上，如河流水体的自我净化功能、水分的涵养与旱涝的缓解功能、局部气候的调节功能、各类废弃物的解毒和分解功能等方面。

6. 渔业养殖功能

河流是鱼类等水生物的天然养育场所。天然河流不仅具有多种野生渔业资源，还是开展淡水养殖的重要水域。我国是世界淡水养殖大国，淡水养殖面积和产量均位居世界第一。我国很多河流具有优越的淡水养殖条件。

7. 景观旅游功能

河流是自然界一道靓丽的风景。清澈的河水，怡人的两岸景色，壮观的水利工程，以及深厚的河流文化，都吸引着来自四方的游客。河流数千年来是无数文人获得创作灵感的地方。雄伟壮丽的长江三峡，气势磅礴的黄河壶口瀑布，风光旖旎的漓江山色，历史悠久的都江堰工程，无不令人赞叹、神往。因此，随着经济发展和人民生活水平的提高，以及国家对河流环境的治理及其景观功能的开发，“游山玩水”将成为愈来愈多的人外出旅游的选择。

8. 休闲娱乐功能

河流具有休闲、娱乐功能。一是可直接利用河流水域开展划船、滑水、游泳、渔猎和漂流等运动、娱乐性活动；二是利用沿岸滨水环境进行如春游、戏水、露营、野餐和摄影等亲水休闲性活动。随着人们生活质量的不断提高，亲近自然的愿望日益增强，城市河流的水边环境已成为市民闲暇时亲水漫步的好去处。一些城市的江滩，已建成适宜市民亲水休闲的滨江长廊。

二、河流的分类

河流的分类方法很多。按照河流流经的国家，可分为国内河流与国际河流。国内河流简称“内河”，是指完全处于一国境内的河流。国际河流是指流经或分隔两个及两个以上国家的河流。这类河流虽不完全处于一国境内，但流经各国领土的河段，以及分隔两国界河的分界线两边的水域，则分属各国所有。国际河流有时特指已建立国际化制度的河流，一般允许所有国家的船舶特别是商船无害航行。

1994 年,联合国《国际法第四十六届会议工作报告》把国际河流的概念统一到“国际水道”中,它包括了涉及不同国家同一水道中相互关联的河流、湖泊、含水层、冰川、蓄水池和运河。

中国是国际河流众多的国家,包括珠江、黑龙江、雅鲁藏布江在内共有 40 余条,其中主要的国际河流 15 条。

按河流的归宿不同,可分为外流河和内流河(内陆河)。外流河最终流入海洋;内流河则注入封闭的湖沼,或消失于沙漠而不与海洋相通。如我国的长江、黄河、海河、珠江等属于外流河;新疆塔里木河、伊犁河、甘肃的黑河等属于内流河。

按我国河流的地理位置,有南方河流与北方河流之分。南方河流水量丰沛,四季常流水,属常年性河流,或称常流性河流;而北方河流,则水量相对贫乏,季际间水量相差悬殊,有的河流在每年的枯水季节可能断流,有的河流可能只在流域降雨之后或山区融雪时才有水流动,全年大部分时间河床干涸,这类河流称为季节性河流,或称间歇性河流。

按河水的来源,可分为降水补给、冰雪融水补给、地下水补给、湖泊与沼泽水补给,以及引水、排水等人工补给等类。其中降水补给是河水的主要补给方式。但一些较大的江河的水源,往往来自两种或两种以上途径的补给。

按河水含沙量大小,可分为多沙河流与少沙河流。多沙河流,每立方米水中的泥沙含量常在几十 kg、几百 kg 甚至千余 kg;而少沙河流,则河水“清澈”,每立方米水中的泥沙含量常在几 kg 甚至不足 1kg。所谓“泾渭分明”的词语,正是两条河流河水含沙量的显著差异的反映。

更进一步地,余文畴、夏细禾等人曾将河流按平均含沙量大小划分为五类情况:含沙量超过 $5\text{kg}/\text{m}^3$ 的河流,称为多沙河流(或高含沙量河流),如黄河、海河;含沙量在 $1.5\sim 5\text{kg}/\text{m}^3$ 之间的河流,称为次多沙河流(或大含沙量河流),如辽河、汉江;含沙量为 $0.4\sim 1.5\text{kg}/\text{m}^3$ 的河流,称为中沙河流(或中度含沙量河流),如长江、松花江; $0.1\sim 0.4\text{kg}/\text{m}^3$ 的河流,称为少沙河流(或小含沙量河流),如珠江、湘江、赣江、淮河;小于 $0.1\text{kg}/\text{m}^3$ 的河流,称为“清水河流”(或极小含沙量河流),如资水、昌江、乐安河、秋浦河等。

按河流是否受到人为干扰,可分为天然河流与非天然河流。天然河流其形态特征和演变过程完全处于自由发展之中;而非天然河流或称半天然河流,其形态和演变在一定程度上受限于人为工程干扰或约束,如在河道中修建的丁坝、矶头、护岸工程、港口码头、桥梁、取水口和实施人工裁弯等。然而,自然界中的河流,完全不受人为干扰影响的已越来越少见。

在河床演变学中,一般将河流分为山区河流与平原河流两大类。山区河流流经地势高峻、地形复杂的山区,在漫长的历史过程中,由水流不断地侵蚀下切和拓宽而逐渐发展形成;平原河流流经地势平坦、土质疏松的冲积平原,河床演变剧烈而复杂。进一步地,通常又将冲积平原河流按其平面形态及演变特性分为顺直型、蜿蜒型、分汊型及游荡型四类。河流动力学所研究的重点是冲积平原河流。

第三节 河流的分段与分级

一、河流的分段

发育成熟的较大河流，可以分为河源、上游、中游、下游和河口五段。河源是河流的发源地，它可能是溪涧、泉水、冰川、湖泊或沼泽等。对于大江大河，支流众多，河源的认定往往较为困难。目前一般按“河源唯长”的原则来确定河源，即在全流域中选定最长、四季有水的支流对应的源头为河源。

上游是紧接河源的河流上段，多位于深山峡谷，河槽窄深，流量小，落差大，水位变幅大，河谷下切强烈，多急流险滩和瀑布。

中游即河流的中段，两岸多丘陵岗地，或部分处平原地带，河谷较开阔，两岸见滩，河床纵坡降较平缓，流量较大，水位涨落幅度较小，河床善冲善淤。

下游即指河流的下段，位处冲积平原，河槽宽浅，流量大，流速、比降小，水位涨落幅度小，洲滩众多，河床易冲易淤，河势易发生变化。

河口是河流的终点，即河流汇入海洋、湖泊、水库或其他河流（例如支流汇入干流）的地方。在干旱的沙漠地区，有些河流河水因沿途消耗而消失在沙漠中，这种河流称为“瞎尾河”。

入海河流的河口，又称感潮河口，受径流、潮流和盐度三重影响。一般把潮汐影响所及之地作为河口区。河口区可分为河流近口段、河口段和口外海滨三段，如图 1-2 所示。从某种意义讲，可以把河流近口段与河口段的分界处视为河流真正意义上的终点。

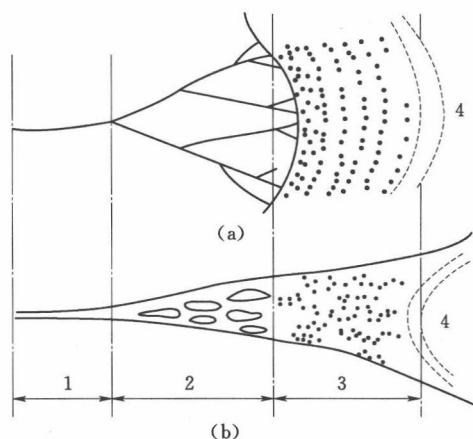


图 1-2 河口区分段图

(a) 三角洲；(b) 三角港

1—河流近口段；2—河口段；3—口外海滨；

4—前缓急滩

许多江河在分段时，一般只分为上游、中游和下游三段。对于大江大河而言，上游一般位于山区或高原，下游位于平原，而中游则往往为从山区向平原的过渡段，可能部分位于山区，部分位于平原。

以长江、黄河为例：长江发源于青藏高原唐古拉山脉主峰格拉丹东雪山西南侧，从江源至宜昌为上游，长 4500 余 km；宜昌至湖口为中游，长 955 km；湖口至长江口为下游，长 938 km。

黄河发源于青藏高原巴颜喀拉山北麓的约古宗列盆地，河源至内蒙古自治区托克托（河口镇）为上游，长 3472 km；从托克托至河南省桃花峪为中游，长 1206 km；桃花峪至黄河口为下游，长 786 km。

在我国西南、华南地区，受喀斯特地貌发育影响，形成许多特殊的河流，如从岩洞中流出的无头河，河流下游止于落水洞的无尾河，以及没入地下的暗河，潜行一段距离后又冒出地面的明河。对于这类河流，则难以明确分段。

二、河流的分级

河流的分级方法很多。比如，按流域水系中干、支流的主次关系，常见两种分类方法：一是从河流水系的研究分析方便考虑，把最靠近河源的细沟作为一级河流，最接近河口的干流作为最高级别的河流，然而，这在具体划分上又存在不同的做法，图 1-3 便是其中常见的一种。二是把流域内的干流作为一级河流，汇入干流的大支流作为二级河流，汇入大支流的小支流作为三级河流，如此依次类推。

1994 年 2 月，水利部依据河道的自然规模（流域面积）及其对社会、经济发展影响的重要程度，颁布了《河道等级划分方法》（内部试行）（水管〔1994〕106 号），将我国的河道划分为五个等级，即一级河道、二级河道、三级河道、四级河道、五级河道，并规定了各级河道的认定与管理权限。首批认定了长江、黄河、淮河、海河、珠江、松花江、辽河、太湖、东南沿海流域的 18 条全国的一级河道。

在我国，各地对河道等级的划分不尽相同。如上海市按事权将河道划分为市管河道、区（县）管河道、乡（镇）管河道；浙江省按事权将河道划分为省级、市级、县级河段和其他河段四个等级，按河道重要性划分为骨干河道与一般河道，按河道流经的地域划分为城市河道与乡村河道。

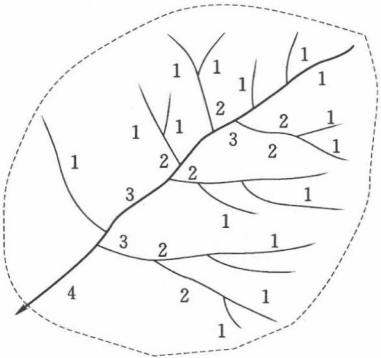


图 1-3 河流分级示意图

第四节 河流的其他相关概念

一、河流的落差与比降

河流落差指河流上、下游两地的高程差。河源与河口的高程差，即为河流的总落差。某一河段两端的高程差，称之为河段落差。

河流比降有水面比降与河床比降之分，两者不尽相等，但因河床地形起伏变化较大，故通常一般以水面比降代表河流比降。

水面比降又有纵比降与横比降之分。横比降是指河流横断面上，左、右岸的水位高差与河宽之比。纵比降是指沿流程方向，任一河段上、下游两断面的水位差与其水平距离之比，即单位河长的落差，也称坡度（图 1-4）。

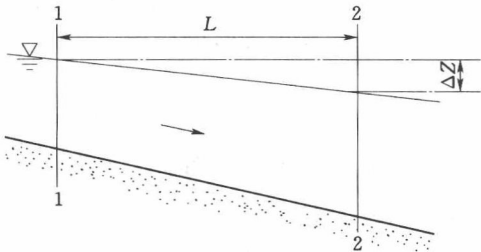


图 1-4 河段落差、比降示意图

由定义，河段纵比降为

$$J = \Delta Z / L = (Z_1 - Z_2) / L \quad (1-1)$$

式中：J 为某河段的水面比降，常用以百分率（%）、千分率（‰）表示；Z₁、Z₂ 分别为河段上、下游断面的水面高程，m；L 为河段长度，m。

一条河流的比降沿程各处不同。为了说明较长距离的河流比降情况，通常需求其平均比

降 J 。计算公式为

$$J = \frac{(Z_0 + Z_1)L_1 + (Z_1 + Z_2)L_2 + \cdots + (Z_{n-1} + Z_n)L_n - 2Z_0L}{L^2} \quad (1-2)$$

式中： $Z_0, Z_1, \cdots, Z_n$ 为沿程各断面的水面高程； L 为各河段长度之和， $L = \sum L_i$ ； n 为河段数。

二、河流的长度、宽度与深度

河流长度是指从河源到河口的河道中轴线长度。任意两断面间的轴线长度，称为河段长度。确定河流长度可以在大比例尺的地形图上，用曲线计或两脚规量取。

河流宽度指河槽两岸间的距离，它随水位变化而变化。水位常有洪水、中水、枯水之分，因而河槽宽度相应地有洪水河宽、中水河宽和枯水河宽。通常意义下的河宽多指中水河槽宽度，即河道两侧河漫滩滩唇间的距离（图 1-5）。

河流的深度在河道中不同地点是不同的，也随水位变化而变化。通常所说的河深，一般是指中水河槽以下的平均深度。

三、河流的深泓线、主流线与中轴线

深泓线或称谿线，是指沿程各断面河床最深点（ $h_{\max}$ ）的平面平顺连线。主流线又称水流动力轴线，即沿程各断面最大垂线平均流速（ $U_{\max}$ ）处的平面平顺连线。主流线两侧一定宽度内的带状水域，称为主流带。在某些河流上，主流带在洪水期往往呈现出浪花翻滚、水流湍急的现象，肉眼可以看得很清楚。从平面看，主流线具有“大水趋直，小水走弯”的倾向。

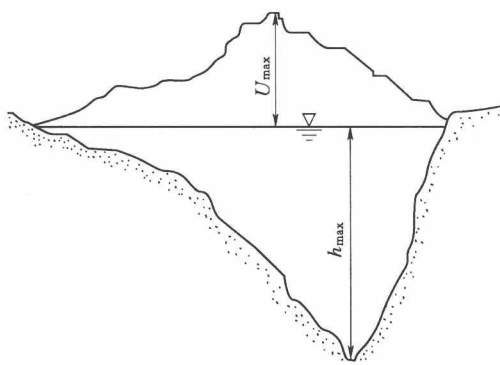


图 1-6 主流线与深泓线断面位置示意图

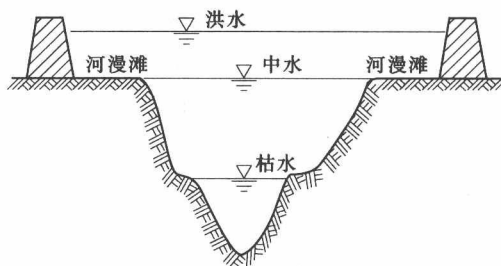


图 1-5 洪水、中水、枯水河槽示意图

主流线与深泓线，两者在河段中的位置通常相近但不一定重合，有的河段有时也可能相差较远。主流线与深泓线在横断面上的位置，如图 1-6 所示。

中轴线是指河道在平面上沿河各断面中点的平顺连线，一般依中水河槽的中心点为据定线，它是量定河流长度的依据。河流的深泓线、主流线和中轴线的位置，如图 1-7 所示。

此外，在通航河流中还有一条航迹线。它是船舶在航道中航行的线路，其位置与深泓线大致接近。河流中的航道，是为满足特定尺度的船舶能安全航行所划定的水域，通常用航标在水面上标示出其范围和位置。从确保船舶航行安全考虑，同一河段航迹线（或航道）的位置，随着水位的涨落，可能需要调整改变。

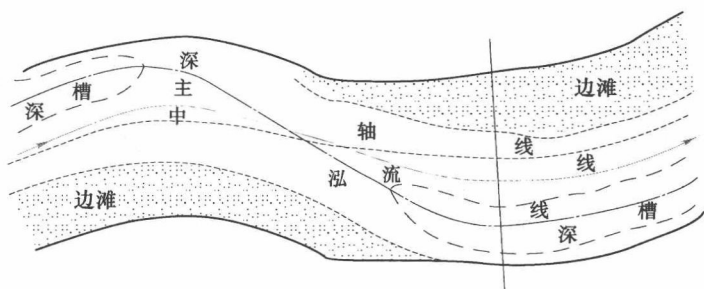


图 1-7 河流深泓线、主流线、中轴线示意图

四、河流的纵剖面与横断面

河流纵剖面可分为河床纵剖面和水流纵剖面两类。河床纵剖面是沿河床深泓线切取高程数据绘制的河床剖面，反映的是河床高程的沿程变化；水流纵剖面代表水面高程的沿程变化。两者的沿程变化趋向相同，但并非平行（图 1-8）。河流纵剖面的形态能很好地反映河流比降的变化。河流纵向坡降越大，流速越大，则反映着河流的动力作用越显著。

河流横断面是指垂直于河道主流方向的河槽横剖面，可据实测河道地形高程数据绘出横断面图（图 1-6）。水面与河槽周界之间的面积即过水断面面积，在某种程度上反映河流的过流能力，根据它可计算断面平均流速和平均水深等，因而是水力计算和河床演变分析的基本资料。

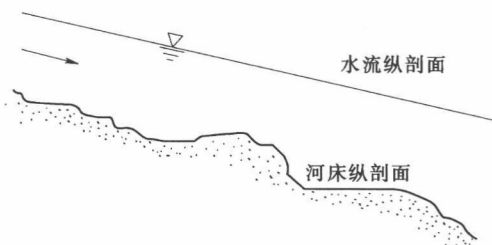


图 1-8 河流纵剖面

天然河流中，不同水位下的过水断面面积不同。通常把对应于洪水、中水、枯水水位的河槽，分别称为洪水河槽、中水河槽与枯水河槽（图 1-5）。其中，中水河槽为基本河槽，也称主槽。它是水流与河床长期相互作用的产物，反映河道平面形态的主体轮廓，因此，是进行河道演变分析及实施河势控制工程规划设计的重要依据。

五、河流的河势与河型

河势是指河道在演变过程中水流与河床的相对态势，通常以主流线（水流动力轴线）与河岸线、洲滩分布的相对位置来表示。在河道演变分析及治河工程规划设计时，常常在实测河道地形图上勾绘河流的岸线、洲滩、深槽和深泓线的位置等，从而可清楚地看出河岸、滩槽的相对位置，以及河道、主流的基本走向，这种图称为河势图。

在河道演变过程中，河势常随主流线与河床边界的相对位置变化而变化。通常所说的有利河势，包含两层含义：一是指河势较平顺，主流线与河岸线的相对位置较为适应，不会出现大的河势调整；另一种情况是，这种河势对两岸经济社会发展与城市建设较为有利。通常需在有利时机采取工程措施将这种有利河势稳定下来，这就是所谓的河势控制工程。

河型是指河流在一定来水来沙和河床边界条件下，通过长期的自动调整作用而形成的典型的河床形态。天然河道是地质构造作用、水流侵蚀作用与泥沙堆积作用的产物。河道

由水流与河床两个方面构成，水流作用于河床，河床反作用于水流，两者通过泥沙的迁移而实现相对平衡的河床形态的形成。一般说来，山区河流河型较为复杂，主要受两岸山岩控制，河床形态随山势走向而变，多急弯、卡口和峡谷。冲积平原河流，按河道平面形态及演变特点，常分为顺直型、蜿蜒型、分汊型和游荡型等四种基本河型，详见第六章。

六、河流侵蚀基准面与侵蚀基点

河流侵蚀基准面的含义是指，河流在冲刷下切过程中其侵蚀深度并非无限度，往往受某一基面所控制，河流下切到这一基面后侵蚀下切即停止，此平面称为河流侵蚀基准面。它可以是能控制河流出口水面高程的各种水面，如海面、湖面、河面等，也可以是能限制河流向纵深方向发展的抗冲岩层的相应水面。这些水面与河流水面的交点，称为河流的侵蚀基点（图 1-9）。河流的冲刷下切幅度受制于侵蚀基点。

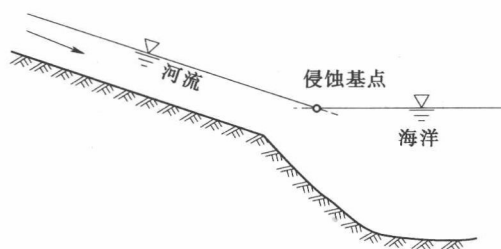


图 1-9 河流侵蚀基准面示意图

应该说明，所谓侵蚀基点并不是说，在此点之上的床面不可能侵蚀到低于此点；而只是说，在此点之上的水面线和床面线都要受到此点高程的制约，在特定的来水来沙条件下，侵蚀基点的情况不同，河流纵剖面的形态、高程及其变化过程，可能有明显的差异。

上述侵蚀基准面，可进一步地分为终极侵蚀基准面和局部侵蚀基准面两类。地球上

绝大多数的河流注入海洋，海平面是这些河流的共同侵蚀基准面；河流注入湖泊，湖面大致为该河流的侵蚀基准面。因此，海平面和大的湖泊水面，可认为是终极侵蚀基准面。支流汇入干流，汇合点处干流河床的高度成为支流的侵蚀基准面；河流壅塞、山体崩塌、人工筑堤、坚硬的岩石等形成的侵蚀基准面，诸如这些侵蚀基准面，不仅本身不断变化，而且存在的时间较短，影响也仅限于局部，可以统称之为局部侵蚀基准面。