

高等职业院校港口与航道工程专业规划教材



交通职业教育教学指导委员会 组织编写

# 航道整治

◎主编 吴丽华

◎主审 梅云庆 [南通市交通工程质量监督站]



人民交通出版社  
China Communications Press

高等职业院校港口与航道工程专业规划教材

Hangdao Zhengzhi

# 航道整治

交通职业教育教学指导委员会 组织编写

吴丽华 主编

梅云庆 [南通市交通工程质量监督站] 主审

人民交通出版社

## 内 容 提 要

本书为高等职业院校港口与航道工程专业规划教材之一。本书注重航道整治的基本概念、基本方法、施工工艺的介绍,注重理论在工程实际中的运用。全书共分七章,内容包括:概述、河流与航道、航道整治工程、航道疏浚工程、运河工程、养护工程、航标;每章前面有学习提示,后面有小结和思考题。

本书适用于高职高专院校港口与航道工程专业以及水利类、土建类相关专业的教学,也可供港口与航道、水利类专业工程技术人员参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

航道整治/吴丽华主编.—北京:人民交通出版社,2011.4  
ISBN 978-7-114-08956-5

I. ①航… II. ①吴… III. ①航道整治 IV.  
①U617

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第039862号

高等职业院校港口与航道工程专业规划教材

书 名: 航道整治  
著 者: 吴丽华  
责任编辑: 杨 川  
出版发行: 人民交通出版社  
地 址: (100011) 北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号  
网 址: <http://www.ccpres.com.cn>  
销售电话: (010) 59757969、59757973  
总 经 销: 人民交通出版社发行部  
经 销: 各地新华书店  
印 刷: 北京鑫正大印刷有限公司  
开 本: 787×1092 1/16  
印 张: 11  
字 数: 265千  
版 次: 2011年6月 第1版  
印 次: 2011年6月 第1次印刷  
书 号: ISBN 978-7-114-08956-5  
印 数: 0001—2000册  
定 价: 30.00元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

# 前 言

随着我国国民经济的飞速发展,国家进一步加大了对水运事业的投入,一大批港口、航道工程项目的投资建设,迫切需要一批懂专业的高技能建设人才。同时,教育事业也迎来了发展的春天,尤其是高职教育得到了前所未有的发展,一大批高职院校中水利类、交通类专业的开设,为国家输送了大批合格、有用的人才。

由于港口与航道工程专业最初仅开设了本科教育,因此,目前所有的教材、教学标准、教学文件等均是立足于本科教育制订的。随着交通类高等职业教育港口与航道工程专业的开办,再加上新技术、新规范、新材料的出现,急需制订和编写面向高等职业教育的专业教学文件和配套教材。

在交通职业教育教学指导委员会的关心支持和指导下,从2008年开始,高职港口与航道工程专业开展了本学科的专业标准和教学标准的研究工作,并与人民交通出版社共同策划,同步规划了该专业核心教材。

高等职业院校港口与航道工程专业规划教材第一批共规划编写出版6种,计划在2012年年底全部完成。本套教材针对高职教育的特点,本着“必须、够用、理论联系实际”的原则,经过广泛调研、征求用人单位意见而编写。每种教材的每一章前面有学习提示,后面有小结和思考题,重点章节还列选了工程实例,以方便学生的学习。

《航道整治》是高等职业院校港口与航道工程专业规划教材之一。本书注重航道整治的基本概念、基本方法、施工工艺的介绍,注重理论在工程实际中的运用。全书共分七章,内容包括:概述、河流与航道、航道整治工程、航道疏浚工程、运河工程、养护工程和航标。

本书适用于高职高专院校港口与航道工程专业以及水利类、土建类相关专业的教学,也可供港口与航道、水利类专业工程技术人员参考。

本书具体编写分工如下:第一、二、五、六、七章由南通航运职业技术学院吴丽华编写,第三章由广西交通职业技术学院陆良仁编写,第四章由南通航运职业技术学院吉顺莉编写。全书由吴丽华担任主编。

本书由南通市交通工程质量监督站站长梅云庆高工担任主审。在此向他表示衷心的感谢。

限于编者的水平,教材内容难免会有错误和不妥之处,敬请各教学单位和读者在使用和推广本系列教材时提出修改意见和建议,以便再版修订时改正。

交通工程机械专业委员会

2011年4月

# 目 录

第一章 概述	1
第一节 水运在综合运输体系中的作用与地位	1
第二节 国内外航道发展概况及前景	3
思考题	9
第二章 河流与航道	10
第一节 天然河流的主要特征	10
第二节 航道概述	12
第三节 通航条件	14
第四节 航道工程	18
思考题	22
第三章 航道整治工程	23
第一节 概述	23
第二节 整治设计参数	26
第三节 整治建筑物	37
第四节 平原河流航道的整治及案例	48
第五节 山区河流航道的整治及案例	57
思考题	77
第四章 航道疏浚工程	78
第一节 概述	78
第二节 疏浚挖泥工程	81
第三节 疏浚爆破工程	96
第四节 吹填工程	97
第五节 疏浚工程对环境的影响	99
第六节 工程案例	101
思考题	110
第五章 运河工程	112
第一节 概述	112
第二节 运河航道规划	114
第三节 护岸工程	121
第四节 运河航道的建筑物	131
思考题	133
第六章 养护工程	135

第一节 概述	135
第二节 航道维护性测量	137
第三节 养护工程	137
思考题	145
<b>第七章 航标</b>	<b>147</b>
第一节 航标的分类	147
第二节 航标的设置与配布	162
第三节 航标的维护与保养	166
思考题	169
<b>参考文献</b>	<b>170</b>

# 第一章 概述

## 本章学习提示:

现代交通运输业五种主要运输方式;水运在交通运输体系中的作用;水运的优缺点;世界三大内河航道网;我国内河航道四大水系。

## 第一节 水运在综合运输体系中的作用与地位

众所周知,现代交通运输业是由铁路、公路、水路、航空和管道五种主要运输方式所组成的。每一种运输方式均有其特定的运输线路和运输工具,并形成了各自的技术特点和适用范围。由于生产和消费的需要,各种运输方式根据其本身的特点和具体条件合理分工、相互配合、扬长避短、各尽其用,形成了一个统一的综合运输体系。

水运(内河运输和海洋运输)是交通运输体系中的一个重要组成部分。它对国民经济的发展,改善人民生活 and 促进国际贸易与文化交流都起着重要的作用。

水运对国民经济的发展起着重要的促进作用。一方面,水运业与其他产业不同,其本身具有的基础设施并不生产有形的产品,而是为产品在商业流通中提供运输服务,这种特殊性使水运业不仅是服务部门,而且又是国民经济的基础产业。如航道、堤坝、港池、锚地、港口设施等都表明了水运业是国民经济的基础产业部门。另一方面,经济要发展,交通必先行;贸易要发展,水运必先行。国民经济的发展,必然需要运输大量的原材料、成品和半成品,就综合效益而言,水运以量大价廉、较为便捷的特点保持着先行地位。根据国际实证分析,水上运输能力发展的先行期一般为3~5年。此外,水运业在运作过程中,不仅与造船业、建筑业、制造业及其他产业部门密切相关,更与金融业、保险业密切相连,水运业的发展创造了大量的就业机会,对国民经济积累具有重要的价值。

水运业也是促进国际贸易,增进人类全球性经济、文化交流的纽带。自人类通过通江达海的运输,将世界各地连成了一片后,各国家和地区摆脱了孤立和封闭,互通有无,互相交流,促进了全球性经济的发展和人类文化的交流,将世界连为一体。

水运与其他运输方式相比,具有如下的优点:

### 1. 内河水道的建设可以密切结合水利资源的综合利用与开发

综合利用水利资源是我国水利建设的基本原则,许多水利工程的建设都为水运的发展创造了极其有利的条件。只要注重通航建筑物和航道的建设,兴建水利工程对内河航运事业能起到很好的促进作用。同时,内河航道的建设都是尽可能地结合灌溉、防洪、供水、发电、渔业等方面综合进行的,因此,水运建设也可以取得多方面的综合效益。



### 2. 水运的运输能力(即航道的通过能力)比较高

通常一条单线铁路的年运量约为3 000万t左右,而一条通航河流的运输能力远远超过这个数量,可以说几乎是不受限制的,如德国莱茵河1970年年运量就相当于20条铁路的运量。2003年长江三峡航道的货运量超过1亿t,客运量突破600万人,相当于4条铁路的运量。

### 3. 水运的运输成本低

据以往调查,我国铁路平均运输成本比内河航运高5%。在国外,水运的运输成本一般仅为铁路的1/3~1/2,为公路的1/10~1/5。促成水运运输成本低的原因是:

(1)船舶的航行阻力小,因此在一定的船速下,利用水运运输货物所消耗的动力和燃料比其他运输方式低。我国1992年统计的水运与铁路运输每千吨公里油耗比例是1:2.65。

(2)航道建设投资和维持管理费用较铁路或公路小。建设同等运输能力的航道,其投资仅相当于铁路的1/10,公路的1/4~1/3。航道的日常维护费用也比其他运输方式省得多。

(3)船舶的载重大而自重所占的比例却很小。目前国外大型船舶的载重量一般为4万~5万t,最高可达40万t。这相当于几列火车或数千辆汽车的载重量。在整个载重量中,船舶自重仅占7.5%~28%,而铁路车辆的自重却相当于其载重量的40%~60%。

(4)在运输工具制造方面,水运也比较经济,每一载重吨船的造价一般为铁路车辆的1/6~1/5,而且每一载重吨铁路车辆所需的钢材超出船舶1倍以上。

### 4. 由于河流的分布面广,使水运便于实行大、中、小型运输结合及长短途运输的结合

船舶能装载各种类型的货物,特别是大宗散货、石油以及危险物资等。在同一条航道上,既可行驶大型船舶,为重要的工业建设生产服务,也可以行驶小型船舶,为短途运输、集散物资和农业生产服务。

### 5. 水运所需建设占地极少

在土地资源日益紧缺的今天,水运多以天然河流为载体,所需建设占地极少,而公路和铁路的建设往往需要占用大量的土地。

此外,水运在现代化国防建设中也起着重要作用,是打不烂、炸不垮的交通运输线。水运对环境的污染(噪声、振动、尘垢和散发有害物等)较公路和铁路运输为少。

但应指出,目前水运业还存在一定的局限性。一是速度慢。船舶必须在水中运行,航速受到多种因素制约,长期以来未能有大的突破,通常仅为汽车速度的1/10~1/5,不能适应客运与时间要求严格的货运,仅适用于运量大而运期要求不高的货物运输。二是方便程度不够。船舶必须在现有的航道中航行,受自然条件影响较大,在有些地区不像汽车、火车那样,可以长年不分昼夜进行不间断地运输。在建成四通八达的航道网之前,水系自成体系,互不沟通,运输的连续性差,有时需转驳倒载,一定程度上提高了运费甚至造成货损货差,不能像公路运输一样实现“门到门”运输。

随着科学技术的发展和现代化内河航道网的建设,水运的连续性将不断提高,运输速度将不断加快,船舶营运管理水平将越来越高,水运的缺点会逐渐被克服,其优越性就会更充分显示出来。





## 第二节 国内外航道发展概况及前景

### 一、国外航道发展概况

由于航道在综合运输体系中占有重要地位,因此许多国家都非常重视水运业的发展。如:水利王国——荷兰,运河密度居世界第一,全国4 350km 航道中,运河占80%,长度超过铁路,担负全国货运量的29%。美国运河总长2.56万 km,约占航道总里程的60%以上,长度居世界第一,境内主要河流、湖泊都能互通。俄罗斯、欧洲部分各河系都被运河贯通,船舶可从北冰洋通过内陆进入大西洋,自由航行于波罗的海、白海、亚速海、黑海、里海之间。

目前,世界上已基本形成三个现代化的内河航道网:一是以密西西比河为主干的美国航道网,二是以莱茵河和伏尔加河为主干的欧洲航道网,三是以长江和京杭大运河为主干的中国航道网。下面简要介绍美国与德国的航道发展概况。

#### 1. 美国

密西西比河源于美国北部的明尼苏达州,沿途流经10个州,全长2 552mile(约4 000km),是北美地区最长的河流。19世纪上半期,内河是美国内陆交通的动脉,密西西比河上的蒸汽船是当时美国南北交通运输的重要工具,这个时期被称为“密西西比河的蒸汽船时代”。此后,随着交通运输业的不断发展,虽然运输方式不断多样化,但是密西西比河一直发挥着重要的作用。据美国国家密西西比河博物馆和水族馆统计,这条大河每年的货运量都超过4.72亿t,美国一半左右的货物出口是通过密西西比河运输的。密西西比河沿途有圣路易斯、孟菲斯和新奥尔良等重要港口城市,其中新奥尔良直通南部的墨西哥湾,是美国对外贸易的重要通道。为此,美国政府非常重视密西西比河的开发与建设,为了实现促进航运和防止洪涝灾害等目标,美国历史上多次在密西西比河上兴修水利,其航运能力不断提高。目前,在明尼阿波利斯和圣路易斯之间的河段已建有29座船闸和大坝,航道能够始终保持理想的通航水深,航运条件优良。

目前,美国已经形成以五大湖、伊利运河、密西西比河及其支流、田纳西—汤比格比运河、墨西哥湾岸内水道和东部圣劳伦斯河为骨架的、规模宏大的北美内河航道网,在美国经济发展中继续发挥着十分重要的作用。

#### 2. 德国

早在1871年,俾斯麦统一德国后,为加强全国经济联系,加速推进工业化进程,就展开了浩大的交通运输系统工程建设。在内河航道网建设方面,从1895年~1938年,前后历时40余年,天然河流基本实现渠化,基尔、吕卑克和中德三大人工运河沟通了易北河、威悉河和埃姆斯河,哈弗尔运河连接了中德运河与柏林水网,脉络遍布全德国的内河航运网已经初具规模,把各个工业区域与出海门户汉堡港连接了起来。

德国通过莱茵河干支全水系渠化工程,易北河支运河(南北运河)工程、莱茵河—多瑙河工程等,通过升船机和船闸解决了50m 落差问题,完善了国内航道网络。经过治理建设,统一提高了全国航道标准,使内河航道网的四大片——易北河片、中德运河片、联邦德国运河片和莱茵河片之间的互联互通更加便捷,达到欧共体IV级标准的航道有480km,可通行3 000吨级



以上内河船舶,改善了汉堡港与莱茵河最大的工业区鲁尔区的水路联系。德国所有航道都装备雷达导航系统,保证夜航和雾航安全。

莱茵河是德国最重要的航道,它在德国境内通航里程 719km(其中包括德国—法国边境 185km,德国—瑞士边境 17km)。德国莱茵河治理与开发方略为兴利除弊、航运为先、因段制宜、多方兼顾,河流整治与流域经济开发、港口城市建设与产业布局紧密结合、融为一体。“欧洲工业心脏”鲁尔区是莱茵河沿河工业带的典范,鲁尔区的发展一方面得益于资源,另一方面得益于莱茵河与鲁尔河,莱茵河是鲁尔区外连南北和西部出海的水运大动脉,也是区内的主要航道。

## 二、我国航道发展概况

我国幅员辽阔,江河众多,大江大河横贯东西,支流纵贯南北,江河湖海相连,构成了天然水网。流域面积在 1 000km<sup>2</sup> 以上的河流有 5 万多条,总长约 43 万 km,有天然湖泊 2.4 万个,总面积 8.3 万 km<sup>2</sup>。大多河流量充沛,常年不冻,可四季通航,为建设我国四通八达的航道网提供了优越的自然条件。

### 1. 我国航运发展简史

我国是世界上最早利用水运的国家。早在 4000 年前,我国人民就临河聚居,制造木舟,发展水上运输。大禹时代就已“导四渎而为贡道”,使当时中原地区的江、河、淮、济四条大河都能通航。

春秋时期(公元前 506 年),我国首开胥溪运河。它是世界上最早的运河,比欧洲最早的瑞典果达河早 2300 多年。继后吴王夫差又开凿了胥浦运河,这是我国的第二条运河。到公元前 84 年,吴王筑邗城(今扬州),开挖邗沟,沟通长江和淮河,是凿通南北大运河的先声。自隋朝到元朝,工程浩大、贯通南北,连贯海河、黄河、淮河、长江和钱塘江五大水系的京杭大运河终于完全打通。京杭大运河全长 1 794km,是世界上最长的一条运河。

秦始皇时代(公元前 19 年至公元前 214 年),开凿了灵渠,沟通了湘江和漓江。为了克服两江水位落差,唐朝宝历年间,李渤监修灵渠,创设陡门(即闸门)18 座,船驶入一陡后把陡门关闭,等水积满后再前进一级,这是船闸的雏形,比欧洲公元 1375 年在荷兰出现的“半船闸”约早 400 年。到了宋朝,乔维岳在灵渠创二陡门(“二门相距五十步,复以夏屋,设悬门,积水俟平及泄之,而舟运往来无滞”),这是世界上最早的船闸。灵渠也因此得以与陕西郑国渠、四川都江堰并称为“中国古代三大水利工程”,这些成就都是我们祖先勤劳智慧的结晶,也为现代内河航运建设积累了丰富的经验。

尽管我国水运事业发展得很早,有过伟大的创造和光辉的成就,但由于长期遭受封建统治的束缚和帝国主义的侵略,水运事业的发展速度极其缓慢。新中国成立前夕,全国仅有渠化河流两条,通航船闸约 30 座。内河航道大都处于天然状态,通航里程只有 73 000km,其中能通轮船的仅仅 24 000km。内河港口布局凌乱,多半为斜坡式码头,装卸都是肩挑人抬,效率很低。

新中国成立初期,全国内河航道通航里程为 73 600km,全国内河货运量为 2 500 万 t,货运周转量为 63.12 亿 t·km。至 1952 年,全国内河航道通航里程达到 95 000km,净增了 21 400km;货运量达 4 505 万 t,货运周转量为 75.9 亿 t·km,分别比新中国成立初期增长了



80%和20%。

第一个五年计划(1953年~1957年)期间,以川江航道整治为重点的航道建设,使川江航道初步实现了昼夜通航,1.0m以上水深的航道里程增加了50 000km,使全国内河航道通航里程达到144 100km,水运各项主要指标均超过历史最高水平。

第二个五年计划(1958年~1962年)期间,全国内河航道普遍进行了不同程度的整治和渠化,结合河网化进行的航道建设均取得了较好的经济效益。全国内河航道通航里程继续增加,达17.2万km,加快了货物周转,运量显著提高,货运量达1.8亿t,货运周转量为456亿t·km。

后经3年调整(1963年~1965年)时期和文化大革命10年(1966年~1976年),内河航运各方面都受到了严重影响,1979年统计资料表明,全国内河航道通航里程缩短为107 800km。

1978年党的十一届三中全会以后,由于国家重视、措施得力,内河航道建设又出现了可喜的发展局面。“六五”期间(1981年~1985年)国家将一批内河航道建设工程列为国家重点工程,各级地方政府也十分重视内河航道建设,并取得了可喜的成绩。1985年,全国内河航道通航里程达109 300km;内河货运量达303 830万t,货运周转量达770.09亿t·km,分别比新中国成立初期增长12.1倍和11.2倍。“七五”期间(1986年~1990年)全国以长江、西江、松花江、京杭运河、淮河三江两河为重点,相应改善一部分支流的通航条件。如湘江、汉江、漓江、嘉陵江等,逐步建成一个四通八达、干支协调的内河航道体系。建成三级和三级以上航道5 400km,四级和五级航道8 500km,内河货运量达5.6亿t,货运周转量达1 100亿t·km。

1990年至今,是新中国成立以来内河航道建设投资力度最大、取得效益最显著的时期。重点建设了长江干流、西江干流、京杭大运河济宁至杭州段、长江三角洲江南航道网和珠江三角洲航道网等“二横一纵两网”航道,先后完成了长江界牌段航道整治工程、京杭运河江南段和山东济宁一台儿庄段航道工程等,同时还完成了长江口深水航道治理一期工程和珠江口航道整治一期工程。

2003年我国进行了第二次全国内河航道普查。普查资料显示,到2002年年底,全国内河航道总里程达到13.51万km,其中等级航道6.29万km,占总里程的46.56%。全国内河航道通航里程数为12.31万km,占全国总量的91.13%。2002年全社会完成水路货运量14.2亿t,货物周转量27 510.6亿t·km,2002年全社会完成水路客运量1.9亿人,旅客周转量81.8亿人·km。

总之,新中国成立以来,我国的内河航运得到了较大发展,取得了显著成绩。但与其他运输方式的发展速度相比仍显缓慢,与世界上内河航运发达国家相比仍十分落后。因此,在今后一段时期内,我国内河航道建设的任务仍十分繁重。

## 2. 我国内河航道分布与现状

我国内河航道主要分布在长江水系、珠江水系、淮河水系、黑龙江水系的干流和主要支流的中下游。其他分布在我国东南沿海的独立入海的中小河流及一些库区、湖区的通航航道。

经过多年的发展,特别是“九五”、“十五”期的建设,我国内河航道条件有了较大的改善,形成了以长江、珠江、淮河、黑龙江四大水系为骨干的内河航道体系,通过京杭运河,实现了长江水系与淮河水系千吨级航道沟通。到2005年年末,全国内河航道通航里程达到了



123 263km,其中一级至三级航道 8 631km,四级航道 6 697km,五级航道 8 331km,分别占总通航里程的 7.0%、5.43% 和 6.76%。五级以上航道里程达到了 37 355km,占总通航里程的 30.31%。

(1)长江水系航道。长江是世界第三大河,我国第一大河。长江发源于青藏高原的唐古拉山脉,流经青海、西藏、四川、云南、重庆、湖北、湖南、江西、安徽、江苏、上海 11 个省(自治区、直辖市),全长 6 300 多公里。

长江水系包括长江干流及其大、小支流 3 600 余条。主要支流有岷江、赤水河、嘉陵江、乌江、清江、汉江及洞庭湖水系、鄱阳湖水系、巢湖水系和太湖水系等,干流横贯东西,支流辐射南北,并由京杭运河与淮河连通。2005 年长江水系航道通航里程 6.36 万 km,占全国内河航道通航里程的 51.62%。

长江干流航道,上起宜宾,下至长江口,全长 2 813km,其中宜宾—宜昌段 1 044km 为上游,习称川江,宜昌—汉口段 623.5km 为中游,汉口—长江口段 1 145.5km 为下游。

长江上游以干流为主体,主要通航河流有金沙江、岷江、嘉陵江、乌江、渠江等,通航总里程为 8 500km。联结了云南、贵州、四川、重庆等省(直辖市)腹地部分,经过多年的建设,岷江乐山以下 162km 航道达到了四级标准,乌江大乌江至涪陵 452km 航道达到了五级标准,渠江、嘉陵江正在按四级航道标准进行渠化。

长江中游以宜昌—汉口的干流航道为骨干,先后接纳清江、汉江主要支流,并以洞庭湖区骨干航道网为节点,连接湘、资、沅、澧四水及澧湘航线,沟通洞庭湖水系、江汉平原、湖南、湖北两省广大地区及陕西省部分地区。湘江航运建设一、二期工程已竣工,使衡阳—城陵矶 439km 航道大部分达到了三级标准,汉江襄樊—汉口 508km 及赣江南昌—湖口 150km 航道达到了四级标准。

长江下游干流由汉口至长江口,流经湖北、江西、安徽、江苏、浙江、上海等省(直辖市)并与鄱阳湖水系、巢湖水系、太湖水系及京杭运河等主要通航河流相通。重点建设了长江三角洲地区水网的骨干航道和合裕线,京杭运河江南段 308km 按四级航道标准建成了样板航道,苏申外港线、长湖申线、杭申线、六平申线、乍嘉苏线等航道也分别按四、五级标准进行了全面治理,合裕线合肥—裕溪口 148km 航道按三、四级航道进行建设。

(2)珠江水系航道。珠江水系航道由西江、北江、东江三大水系和珠江三角洲水网组成,流经云南、贵州、广西、广东、湖南、江西及越南部分地区,我国境内流域面积 44.21 万 km<sup>2</sup>。

珠江是华南地区的水运主通道,现有通航河流 905 条,航道通航里程为 15 891.35km,占全国的 12.9%,其中一级至三级航道 1 205.56km、四级航道 815.51km、五级航道 277.6km。五级以上航道 5 630.76km,占总里程的 35.43%。

西江为主干,全长 2 214km。西江航运干线(南宁—广州)854km,经过西江航运建设一期、二期工程的建设,基本达到了三级航道标准,建成了桂平、贵港航电枢纽工程,其上接右江,可到云南省。西江航运干线在桂平北接黔江、柳江、都柳江,可通往贵州省。黔江上接红水河、北盘江,形成西南水运出海通道。

北江是粤北山区通往珠江三角洲地区的水上通道,其主要通航河段为韶关—三水河口 258km。韶关—清远飞来峡为北江中游,已建有孟洲坝、白石窑、飞来峡三级梯级。飞来峡—三水河口 84km 为下游,“九五”期间已按五级航道标准进行建设。北江主要支流小北江(连



江),为我国第一条全线渠化的通航河流。

东江干流自枫树坝—东江口全长 397km,东江是香港、深圳的主要供水源,近年来,东江供水任务激增,供水、发电和航运的矛盾十分突出。多年来,东江航道通航条件差,通航流量得不到保证,航运主要集中在石龙以下的东江三角洲。

珠江三角洲由西江、北江、东江等下游冲积平原及河口三角洲复合而成,包括:西江、北江三角洲及石龙以下东江三角洲,从东至西分别有虎门、蕉门、洪奇门、横门、磨刀门、鸡啼门、虎跳门和崖门八大出海口门,三江汇集、八口分流,航道纵横交错,现有通航河流 823 条,航道通航里程 5 823km。经过多年建设,现已形成了由广州港出海航道、西江下游出海航道、陈村水道、洪奇沥水道、东平水道、小榄水道、莲沙容水道、白坭水道、东莞水道、江门水道等 500 吨级以上航道组成的航道网。

(3) 淮河水系航道。淮河水系介于长江、黄河之间,发源于河南省桐柏山,流经河南、安徽和江苏北部、山东西南部,流域面积约 27 万  $\text{km}^2$ ,与京杭运河相通,可直达山东和长江下游水网地区。淮河进入洪泽湖后分两路下泻,大部分通过三河闸,穿高邮湖,在扬州三江营流入长江;另一路过高良涧闸,经苏北灌溉总渠在扁担港入黄海。淮河主要支流有沙颍河、西淝河、涡河、浍河、淝河、沱河等。

淮河水系有通航河流 1 400 余条,航道通航里程 17 118.13km,占全国通航总里程的 13.9%,其中一级至三级航道 1 210.63km、四级航道 839.39km、五级航道 996.20km。五级以上航道 5 063.13km,占航道总里程的 29.6%。

淮河干流通航河段主要为淮滨—淮安 550km,其中淮滨—正阳关 160km 航道条件相对较差,中洪水可通 100~300 吨级船舶。正阳关—淮安 390km,近年来经淮河治理工程的实施,建有千吨级蚌埠水利枢纽船闸和高良涧船闸,基本达到了三级标准,但蚌埠船闸下闸首门槛水深不足,通航保证率较低,枯水期影响通航。

淮河支流沙颍河、西淝河、涡河、泥河、茨淮新河、浍河的航道上修建了许多碍航闸坝,堵塞了航道,致使这些支流航道大部分只能分段通航。

下游河网地区主要包含鲁西南四湖区和苏北水网区,由京杭运河与长江沟通。主要航道有东西向的灌河、苏北灌溉总渠、宝盐线、新老通杨运河、通吕运河等,南北向的盐河、淮沐新河、通榆运河等,形成了以京杭运河为主干、纵横交错、江河湖海相通、四通八达的航道网。

(4) 黑龙江水系航道。黑龙江水系位于我国东北部地区,是我国与俄罗斯的界河,流域面积 184.5 万  $\text{km}^2$ 。我国境内流域范围包括黑龙江、吉林及辽宁、内蒙古的部分地区,流域面积 89.6 万  $\text{km}^2$ 。黑龙江水系主要通航河流有松花江干流、第二松花江、嫩江和中俄界河额尔古纳河、黑龙江、乌苏里江、松阿察河及兴凯湖等。

黑龙江水系现有航道通航里程 8 231.83km,占全国的 6.68%,其中三级及三级以上航道 1 963km、四级航道 1 749.4km、五级航道 1 419.67km,五级以上航道 2 649.64km,占航道总里程 32.19%。

黑龙江自恩和哈达至入海口,全长 2 865km。上、中游为中俄界河,全长 1 890km,下游伯力至入海口 975km 属俄境内航道。黑龙江为封冻河流,通航期为 5~10 月,约 180 天,全线设一类航标。恩和哈达至黑河为上游,长 894km,四级航道;黑河至伯力为中游,长 996km,已基本达到二级航道标准,其中同江至伯力 275 km 可通航 4 000 吨级海轮。



松花江干流由西向东横贯黑龙江省中部,上起嫩江与第二松花江汇合的三岔河口,下至同江市注入黑龙江,全长 928km。其中三岔河—哈尔滨 232km 为上游,哈尔滨—佳木斯 444km 为中游,大部分达到了三级航道标准;佳木斯—同江 252km 为下游,为三级航道。松花江全线设一类航标。为季节性航道,通航期为 4~10 月,约 210 天。

嫩江和第二松花江为松花江干流上游的两条支流。嫩江主要通航河段为齐齐哈尔—三岔河口,其中齐齐哈尔—大安 353km 通航 300~600 吨级船舶,大安—三岔河 48km 通航 600~1 000 吨级船舶。第二松花江上游河段建有白山、红石、丰满三座大型水库,各枢纽均无过船设施,只能分段通航;中下游河段,丰满—扶余 329km 为六级航道,扶余—三岔河口 41km 为四级航道。

中俄界河乌苏里江营明山—饶河 235km 可通航 300 吨级船舶,饶河—伯力 260km 可通航 600 吨级船舶。额尔古纳河黑山头—奇乾 407km 可通航 100~300 吨级船舶,奇乾—恩和哈达 276km 可通航 300~600 吨级船舶—拖三船队。

(5)京杭运河。京杭运河始凿于公元前 486 年,公元 1292 年元朝建都北京后形成北京—杭州的大运河。京杭运河全长 1 794km,流经北京、天津、河北、山东、江苏、浙江六省(直辖市),沟通海河、黄河、淮河、长江、钱塘江五大水系,是纵贯我国东部地区的南北水运主通道。京杭运河通航总里程 1 405.16km,其中一级航道 22.10km、二级航道 176.02km、三级航道 374.65km、四级航道 255.14km、五级及五级及以上航道 398.49km。近年来,通过国家的大力整治,京杭运河的通航条件大大改善,京杭运河苏南段和浙江段已被授予“文明样板航道称号”。

## 小 结

### 一、现代交通运输业五种交通运输方式

现代交通运输业是由铁路、公路、水路、航空和管道五种主要运输方式组成。

### 二、水运在交通运输体系中的作用

水运是交通运输体系中的一个重要组成部分,对国民经济的发展起着重要的促进作用。首先,水运业是为产品在商业流通中提供运输服务,这个特殊性使水运业不仅是服务部门,而且又是国民经济的基础产业。其次,经济要发展,交通必先行;贸易要发展,水运必先行。水运以量大价廉、较为便捷的特点保持着先行地位。第三,水运业的发展创造了大量的就业机会,对国民经济积累具有重要的价值。第四,水运业也是促进国际贸易,增进人类全球性经济、文化交流的纽带。

### 三、水运的优点

- (1)内河水道的建设可以密切结合水利资源的综合利用与开发。
- (2)水运的运输能力(即航道的通过能力)比较高。
- (3)水运的运输成本低。
- (4)由于河流的分布面广,使水运便于实行大、中、小型运输结合及长短途运输的结合。
- (5)水运所需建设占地极少。

### 四、世界三大内河航道网

一是以密西西比河为主干的美国航道网,二是以莱茵河和伏尔加河为主干的欧洲航道网,



三是以长江和京杭大运河为主干的中国航道网。

### 五、我国的四大水系

我国的四大水系为长江水系、珠江水系、淮河水系、黑龙江水系。

## 思 考 题

1. 现代综合运输体系由哪几种方式组成？
2. 水运在交通运输体系中有什么作用？
3. 水运业有什么优缺点？
4. 世界有哪三大内河航道网？
5. 简述我国航运发展简史。
6. 简述我国内河航道分布状况。

## 第二章 河流与航道

### 本章学习提示:

河流的形态特征、水力特征、泥沙特征;航道的概念及分类;通航保证率;航道尺度(航道水深、航道宽度、航道最小弯曲半径、通航净空)的定义及取值;航道断面系数;航道工程的种类及概述。

### 第一节 天然河流的主要特征

河流是陆域地表宣泄洪水的通道,是溪、川、江、河的总称。水流、泥沙与河床边界组成了河流。天然河流中的水量随季节降水而变化,同时,限制水流变化的周界及河床错综复杂,形态各异。

#### 一、河流形态特征

河流形态特征主要指河流的横断面和纵剖面的几何特征(如横断面形状和纵剖面比降)以及河流发育过程中的地貌特征(如河流的蜿蜒形势和弯曲度、河漫滩、沙洲和三角洲的大小、形态和分布等)。

##### 1. 河流横断面与纵剖面

垂直于水流动力轴线的河槽断面叫河流横断面。山区河流在水流侵蚀作用下常呈V形或U形断面。平原河流河谷开阔,地势平坦,有深厚冲积层,不同河段将形成不同的横断面形状,顺直河段多为抛物线断面;弯曲河段多为不对称的三角形断面;分汊河段为马鞍形断面;游荡河段断面很不规则。如图2-1所示。

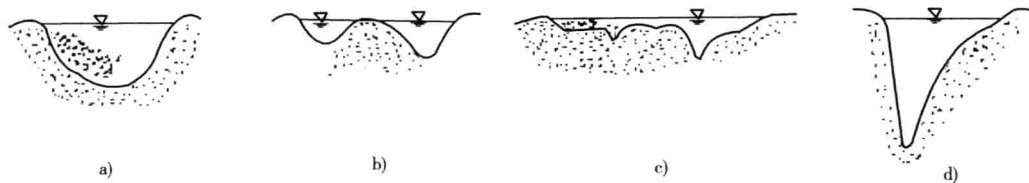


图2-1 平原河流不同河段横断面

a)顺直过渡段;b)分汊段;c)游荡段;d)弯曲段

河流的平面形状和它的水下地形是相适应的。河槽是由一系列的深槽与浅段所组成的,深槽位于河湾部分且接近凹岸,浅段则一般位于相邻两深槽之间的河段中,因此,河流纵剖面是深槽与浅段交替出现的波形线,如图2-2所示。



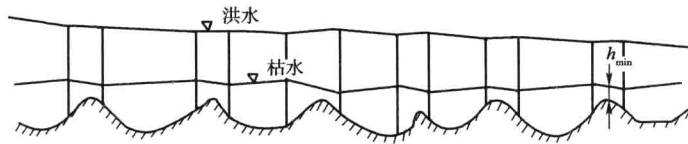


图 2-2 河流的纵剖面形状

## 2. 河流阶地

河流阶地是由河流下切侵蚀和堆积作用交替进行,在河流两岸形成的台阶状地貌。如流域地区内发生过多地壳升降,就会出现多级阶地。一般在间歇性上升地区,阶地位置越高,形成的时间越早。与河床相连的最低一级阶地算起,自下而上、由新到老,依次为 I 级、II 级、III 级阶地,逐次上推。如图 2-3 所示。

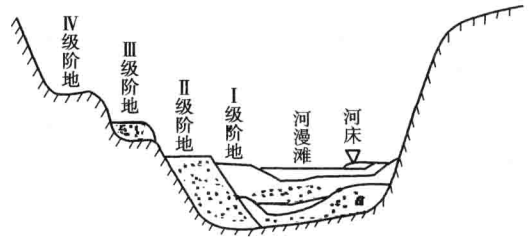


图 2-3 河流阶地结构类型示意图

## 3. 河流节点

河流节点是由抗冲性较强的突岸形成,并对河势变化起控制作用的河岸形态。河流两岸由于组成物质不均匀,抗冲性能差别很大。在山坝、硬土角或人工护岸处,抗冲性强,河流不能自由摆动,河槽宽浅,使得河流呈现宽窄相间的藕节状形态。由抗冲性强的物质形成的窄深河段对于河流的河势变化具有一定的控制作用,成为河流的节点。

河流节点有两种类型,一种是两岸皆有依托,位置固定,长年靠流。另一种是只有一岸依托,另一岸则是易于冲刷的滩地,当弯道凹岸与抗冲一岸重合时,可以起控制河势的作用,而且当上游流向发生变化、洲滩变动时,主流位置会上下变动,甚至会使节点脱溜,不起作用。河流节点不仅对其所在河段的主流摆动有控制作用,而且对节点上下游宽浅河段也有控制作用,其影响范围、程度与节点的长度、河宽等特征有密切关系。节点对上游河段有一定的壅水作用,从而会使泥沙落淤。节点下游水流扩散,泥沙也易堆积,因此,节点上下游宽浅河段内多有洲滩分布。

## 二、河流水力特征

河流水力特征是河流系统中最活跃、最关键性的因素,是开发河流水能资源的主要依据,也是影响河床变形的主导因素。主要包括 4 个方面:水位、流量特征,比降特征,流速特征,流态特征。其中流速经常是影响航行的一项重要因素。当流速过大时或具有与航道轴线斜交的显著的横向流速时,都将使船舶航行产生困难。横向流速一般产生于航道的转弯段、浅滩上的沙脊以上及支流汇入或侧向取水口所在的地方。

## 三、河流泥沙特征

河流泥沙主要来自于流域坡地及沟被侵蚀的岩土,以及河床包括河岸被冲刷的岩土。河流泥沙是河流重要水文现象之一,对河床演变起主要作用,对水情也有一定的影响。泥沙是河床冲淤变形的纽带,也是污染物的载体,对河流水质带来一定的影响。