



内河引航员培训系列教材之六

# 航道与引航

HANGDAO YU YINHANG

中华人民共和国长江海事局 组编  
中国海事服务中心

刘明俊 陈金福 翁建军 主编  
吴乃平 匡冠生 主审



武汉理工大学出版社  
WUTP Wuhan University of Technology Press

内河引航员培训系列教材之六

# 航道与引航

中华人民共和国长江海事局 组编  
中国海事服务中心

刘明俊 陈金福 翁建军 主编  
吴乃平 匡冠生 主审

武汉理工大学出版社

· 武汉 ·

# 内河引航员培训系列教材

## 编审委员会

主 任：王茹军

副主任：郭洁平 桓兆平 王秀峰

委 员：张铜宁 朱耀辉 唐春辉

汪吉发 程学仁

秘书长：杨学忠

总责任编辑：陈军东 陈 硕

# 编写说明

引航是古老而又现代的行业,早在宋元时期,在川江行船已普遍使用了“招头”导航。当今,引航已经成为航运业的一个重要环节,世界上多数国家都实行强制引航。引航关系国家声誉和港口水域安全,具备维护主权、保障安全、提供服务以及促进航海技术发展四大功能,引航员具有“水上国门形象第一人”的美誉,随着我国外向型经济的发展,引航在国民经济发展中发挥着越来越重要的作用。

2014年4月,交通运输部海事局颁布了《中华人民共和国内河引航员培训考试及评估大纲》(以下简称《考试大纲》),为了更好地指导和帮助内河引航员进行适任考试前的培训,进一步提高内河引航员适任水平,长江海事局和中国海事服务中心共同组织相关海事机构、航海院校、航运企业、引航机构等单位具有丰富教学、培训经验和引航实际经验的专家编写了与《考试大纲》相适应的培训教材。本套教材由《航道与引航》、《船舶操纵》、《避碰与信号》、《引航英语》、《职务与法规》、《水上交通工程》、《引航英语听力与会话》、《案例分析》、《引航实际操作》组成。

本套教材知识点紧扣《考试大纲》,具有权威、准确、系统、实用的特点,重点突出内河引航员适任考试前培训和引航实践需掌握的知识,我们希望这套教材能够对广大内河引航员学习、培训有所帮助,提升内河引航员队伍素质,并为相关从业人员工作学习提供参考。

江苏海事局、中国引航协会、长江引航中心、武汉理工大学、江苏海事职业技术学院等单位对本套教材的编写给予了大力支持,在此表示诚挚的谢意。

内河引航员培训考试所需的知识内容丰富,实践性要求较强,加之编写工作时间仓促,教材中的不足之处在所难免,敬请广大读者对系列教材中不当之处提出批评指正,对教材的改进提出宝贵意见,以便我们在再版、重印过程中修正。

中华人民共和国长江海事局  
中国海事服务中心

2015年4月

# 前 言

改革开放以来,长江流域经济发展迅速,长江干线航行船舶逐年增多,长江货运量已位居全球内河第一。随着国家“一路一带”发展战略的实施,进一步发挥水运成本低、能耗少的竞争优势,以沿江重要港口为节点和枢纽,打造网络化、标准化、智能化的综合立体交通走廊,使长江这一大动脉更有力地辐射和带动广阔腹地发展。长江黄金水道必将再次迎来快速腾飞的“黄金期”。

伴随长江经济带发展战略的实施,长江干线航道会得到不断改善,进入长江的海轮会进一步增多,大型化趋势会更加明显,因此,能适应发展,素质好、技术高的引航员队伍建设是必然要求。

为了提高引航员培训质量,国家海事局船员考试中心根据 2014 年中华人民共和国海事局《内河引航员培训考试大纲》的考试科目内容要求,专门组建了内河引航员培训统编教材编审委员会,邀请了有丰富教学经验和实践经验的专家、教授、高级引航员编写、审校本教材。

本教材在编写中坚持理论联系实际,具有适用性、系统性和一定超前性、先进性。本教材既有理论阐述,又有例证分析。为满足全国内河引航员考试培训的需要,在每章或节的后面编写了思考题,供各等级引航员复习参考。本教材可作为提高引航员技术素质和理论水平的专业丛书,也可供考试发证机关和引航员培训机构工作人员学习参考。对提高全国内河引航员技术业务素质 and 引航员考前培训质量将起到很好的促进作用。

本教材共有九章。主编及参编、参审人员如下:

刘明俊编写第 1、5~7 章,陈金福编写第 2~4、8 章,翁建军编写第 6、8 章,匡冠生、肖向阳编写第 9 章,本教材由刘明俊、陈金福、翁建军任主编。吴乃平、匡冠生负责主审。

程龙、王建军、韩杰祥、张铜宁、汪吉发、程学仁、张庆九、朱志烽、曾亚军、尹国荣、汤荣干、姚泽炎、周辉、辅金亚等领导和高级引航员参加了教材的审定,并提出了宝贵意见。

本教材在编写和出版工作中,得到交通部海事局、长江海事局、江苏海事局、长江引航中心等部门和单位的关心和大力支持,特致谢意。

由于时间仓促,缺点和错误在所难免,敬请广大读者对本教材中不当之处提出宝贵意见。

编者

2015 年 4 月

# 目 录

|       |              |      |
|-------|--------------|------|
| 1     | 内河航道         | (1)  |
| 1.1   | 河流基本知识       | (1)  |
| 1.1.1 | 河流的形成和基本组成   | (1)  |
| 1.1.2 | 水系与流域、干流与支流  | (2)  |
| 1.1.3 | 河流的分段、分类及其特点 | (2)  |
| 1.2   | 水库、船闸与升船机    | (3)  |
| 1.2.1 | 水库基本概念与作用    | (3)  |
| 1.2.2 | 船闸的分类、组成和设备  | (3)  |
| 1.2.3 | 升船机的分类和特点    | (4)  |
| 1.3   | 内河航道         | (5)  |
| 1.3.1 | 航道基本概念       | (5)  |
| 1.3.2 | 航道的种类        | (5)  |
| 1.3.3 | 航道尺度         | (7)  |
| 1.3.4 | 船闸有效尺度与富裕尺度  | (12) |
| 1.4   | 内河航道等级       | (14) |
| 1.4.1 | 内河航区级别与航区划分  | (14) |
| 1.4.2 | 航道等级划分       | (15) |
| 1.5   | 弯曲航段         | (17) |
| 1.5.1 | 弯曲航段的基本组成    | (17) |
| 1.5.2 | 弯曲航段的水流泥沙特性  | (18) |
| 1.6   | 浅滩航段         | (19) |
| 1.6.1 | 浅滩航段概念及基本组成  | (19) |
| 1.6.2 | 浅滩的类型        | (19) |
| 2     | 河流水文要素       | (22) |
| 2.1   | 比降           | (22) |
| 2.1.1 | 纵比降          | (22) |
| 2.1.2 | 横比降          | (23) |
| 2.2   | 流速           | (24) |
| 2.2.1 | 基本概念         | (24) |
| 2.2.2 | 影响流速大小的因素    | (24) |
| 2.2.3 | 流速与航速的关系     | (25) |
| 2.2.4 | 流速分布规律       | (25) |
| 2.3   | 流向           | (26) |

|       |                      |      |
|-------|----------------------|------|
| 2.3.1 | 定义                   | (26) |
| 2.3.2 | 判断流向的方法及掌握流向的作用      | (26) |
| 2.4   | 水位                   | (27) |
| 2.4.1 | 基准面                  | (27) |
| 2.4.2 | 水位                   | (28) |
| 2.4.3 | 水深                   | (30) |
| 2.5   | 流态                   | (32) |
| 2.5.1 | 基本概念                 | (32) |
| 2.5.2 | 常见流态                 | (32) |
| 2.6   | 潮汐                   | (41) |
| 2.6.1 | 潮汐基本成因和潮汐术语          | (41) |
| 2.6.2 | 河口潮汐特点与潮汐推算          | (45) |
| 3     | 气象常识                 | (50) |
| 3.1   | 气象要素                 | (50) |
| 3.1.1 | 气温                   | (50) |
| 3.1.2 | 气压                   | (51) |
| 3.2   | 风的定义、风向风速、风力的定义及风的等级 | (52) |
| 3.2.1 | 风的定义和单位              | (52) |
| 3.2.2 | 风的产生与船风              | (53) |
| 3.3   | 雾与能见度                | (54) |
| 3.3.1 | 雾的形成、分类及特征           | (54) |
| 3.3.2 | 能见度的概念及分级            | (55) |
| 3.3.3 | 影响能见度的主要因素           | (56) |
| 3.4   | 台风                   | (56) |
| 3.4.1 | 气旋                   | (56) |
| 3.4.2 | 台风                   | (57) |
| 3.5   | 寒潮                   | (59) |
| 3.5.1 | 反气旋                  | (59) |
| 3.5.2 | 寒潮                   | (60) |
| 3.6   | 中小尺度天气系统             | (61) |
| 3.6.1 | 雷暴                   | (61) |
| 3.6.2 | 飑线                   | (61) |
| 3.6.3 | 龙卷                   | (62) |
| 4     | 航行基础知识               | (64) |
| 4.1   | 航行图                  | (64) |
| 4.1.1 | 制图原理                 | (64) |
| 4.1.2 | 比例尺与图式               | (66) |
| 4.1.3 | 航行图的种类及组成            | (69) |
| 4.1.4 | 图的使用、保管和改正           | (73) |

|       |                           |       |
|-------|---------------------------|-------|
| 4.2   | 航标                        | (75)  |
| 4.2.1 | 中国海上浮标系统                  | (75)  |
| 4.2.2 | 应急沉船示位标                   | (82)  |
| 4.2.3 | 内河助航标志                    | (83)  |
| 4.3   | 内河交通安全标志基本知识              | (98)  |
| 4.3.1 | 概述                        | (98)  |
| 4.3.2 | 各类标志的特征与作用                | (99)  |
| 5     | 引航基本要领                    | (105) |
| 5.1   | 引航信息交流                    | (105) |
| 5.1.1 | “船长与引航员信息交换卡”的填写          | (105) |
| 5.1.2 | 了解被引航船舶的机动性能,掌握导航、助航设备的使用 | (106) |
| 5.2   | 航行条件分析                    | (106) |
| 5.2.1 | 航行条件概念                    | (106) |
| 5.2.2 | 航行条件包含的内容                 | (106) |
| 5.3   | 风、流对船舶航行的影响               | (107) |
| 5.3.1 | 水流流速、流向对船舶航行的影响           | (107) |
| 5.3.2 | 风速、风向对船舶航行的影响             | (108) |
| 5.3.3 | 风、流共同作用对船舶航行的影响           | (109) |
| 5.4   | 航行基本要领                    | (110) |
| 5.4.1 | 航路选择                      | (110) |
| 5.4.2 | 吊向点、转向点和过河点的选择            | (115) |
| 5.4.3 | 船位                        | (116) |
| 5.4.4 | 作好避让                      | (117) |
| 6     | 船舶定线制与分道航行规则              | (119) |
| 6.1   | 定线制概述                     | (119) |
| 6.1.1 | 制定船舶定线制规定的目的              | (119) |
| 6.1.2 | 船舶定线制适用的水域和船舶             | (119) |
| 6.2   | 长江上海段船舶定线制规定              | (122) |
| 6.2.1 | 遵循原则                      | (122) |
| 6.2.2 | 适用范围                      | (122) |
| 6.2.3 | 长江上海段地理坐标                 | (123) |
| 6.2.4 | 长江上海段航路与航法                | (124) |
| 6.2.5 | 长江上海段警戒区                  | (126) |
| 6.2.6 | 停泊                        | (127) |
| 6.2.7 | 避让原则                      | (131) |
| 6.2.8 | 长江口深水航道(12.5m)延伸段试通航暂行规定  | (131) |
| 6.3   | 长江江苏段船舶定线制规定              | (134) |
| 6.3.1 | 遵循原则                      | (134) |
| 6.3.2 | 适用范围                      | (135) |

|        |                              |       |
|--------|------------------------------|-------|
| 6.3.3  | 航道与航路设置 .....                | (135) |
| 6.3.4  | 航行 .....                     | (136) |
| 6.3.5  | 有关单向航行控制规定 .....             | (138) |
| 6.3.6  | 长江江苏段汊河、捷水道航路规定 .....        | (139) |
| 6.3.7  | 长江江苏段专用航道航路规定 .....          | (140) |
| 6.3.8  | 长江江苏段大桥水域航行规定 .....          | (142) |
| 6.3.9  | 停泊 .....                     | (145) |
| 6.3.10 | 避让 .....                     | (148) |
| 6.3.11 | 责任 .....                     | (152) |
| 6.3.12 | 《长江江苏段船舶定线制规定》中有关用语的含义 ..... | (153) |
| 6.4    | 长江安徽段船舶定线制规定 .....           | (153) |
| 6.4.1  | 遵循原则 .....                   | (153) |
| 6.4.2  | 适用范围 .....                   | (153) |
| 6.4.3  | 航路 .....                     | (154) |
| 6.4.4  | 航行 .....                     | (156) |
| 6.4.5  | 停泊 .....                     | (158) |
| 6.4.6  | 避让 .....                     | (160) |
| 6.4.7  | 责任 .....                     | (160) |
| 6.4.8  | 《长江安徽段船舶定线制规定》中有关用语的含义 ..... | (160) |
| 6.5    | 长江三峡库区船舶定线制规定 .....          | (161) |
| 6.5.1  | 遵循原则 .....                   | (161) |
| 6.5.2  | 适用范围 .....                   | (161) |
| 6.5.3  | 航路 .....                     | (161) |
| 6.5.4  | 航行与停泊 .....                  | (165) |
| 6.5.5  | 避让 .....                     | (168) |
| 6.5.6  | 信号与通信 .....                  | (168) |
| 6.5.7  | 责任 .....                     | (168) |
| 6.5.8  | 定义 .....                     | (168) |
| 6.5.9  | 其他 .....                     | (169) |
| 6.6    | 分道航行规则概述 .....               | (169) |
| 6.6.1  | 制定分道航行规则的目的 .....            | (170) |
| 6.6.2  | 分道航行规则的适用水域和船舶 .....         | (170) |
| 6.6.3  | 分道航行规则所遵循的原则 .....           | (170) |
| 6.6.4  | 有关定义 .....                   | (171) |
| 6.7    | 长江下游分道航行规则 .....             | (171) |
| 6.7.1  | 船舶航行 .....                   | (171) |
| 6.7.2  | 甚高频无线电话配备与通信 .....           | (173) |
| 6.8    | 长江中游分道航行规则 .....             | (173) |
| 6.8.1  | 双向通航航段及横驶区 .....             | (173) |
| 6.8.2  | 单向通航航段 .....                 | (174) |
| 6.8.3  | 穿越 .....                     | (174) |

|                          |              |
|--------------------------|--------------|
| 6.8.4 停泊 .....           | (174)        |
| <b>7 不同类型航段的引航 .....</b> | <b>(175)</b> |
| 7.1 顺直航段的引航 .....        | (175)        |
| 7.1.1 航行条件分析 .....       | (175)        |
| 7.1.2 引航基本方法 .....       | (175)        |
| 7.2 弯曲航段的引航 .....        | (179)        |
| 7.2.1 航行条件分析 .....       | (179)        |
| 7.2.2 引航基本方法 .....       | (180)        |
| 7.3 浅滩航段的引航 .....        | (187)        |
| 7.3.1 航行条件分析 .....       | (187)        |
| 7.3.2 引航基本方法 .....       | (188)        |
| 7.4 桥梁航段的引航 .....        | (192)        |
| 7.4.1 航行条件分析 .....       | (192)        |
| 7.4.2 引航及注意事项 .....      | (193)        |
| 7.5 港口水域的引航 .....        | (195)        |
| 7.5.1 航行环境分析 .....       | (195)        |
| 7.5.2 引航及有关注意事项 .....    | (195)        |
| 7.5.3 轮渡线及渡口航段的引航 .....  | (195)        |
| 7.6 河口段引航 .....          | (196)        |
| 7.6.1 入海河口的引航 .....      | (196)        |
| 7.6.2 支流河口的引航 .....      | (198)        |
| 7.6.3 湖口河段的引航 .....      | (200)        |
| 7.7 船闸航段的引航 .....        | (201)        |
| 7.7.1 航行条件分析 .....       | (201)        |
| 7.7.2 引航基本方法 .....       | (202)        |
| 7.7.3 葛洲坝船闸引航实例 .....    | (203)        |
| 7.8 急流滩航段的引航 .....       | (205)        |
| 7.8.1 急流滩的成因和分类 .....    | (205)        |
| 7.8.2 航行条件分析 .....       | (206)        |
| 7.8.3 引航基本方法 .....       | (207)        |
| 7.9 险槽航段的引航 .....        | (210)        |
| 7.9.1 弯、窄、浅险槽的引航 .....   | (210)        |
| 7.9.2 滑梁险槽的引航 .....      | (211)        |
| <b>8 特殊引航 .....</b>      | <b>(213)</b> |
| 8.1 雷雨天引航 .....          | (213)        |
| 8.1.1 雷暴雨天气特征 .....      | (213)        |
| 8.1.2 雷雨天引航注意事项 .....    | (214)        |
| 8.2 大风天气引航 .....         | (214)        |
| 8.2.1 顺直航段和河口段风浪特征 ..... | (215)        |

|                             |              |
|-----------------------------|--------------|
| 8.2.2 大风天气引航方法 .....        | (215)        |
| 8.3 雾天引航 .....              | (216)        |
| 8.3.1 雾天航行要点 .....          | (216)        |
| 8.3.2 突遇浓雾应急措施 .....        | (217)        |
| 8.4 夜间引航 .....              | (217)        |
| 8.4.1 夜航的不利因素 .....         | (217)        |
| 8.4.2 夜间引航应掌握的要点及注意事项 ..... | (218)        |
| 8.5 雷达引航 .....              | (218)        |
| 8.5.1 雷达引航的基本要求 .....       | (219)        |
| 8.5.2 雷达图像的识别 .....         | (219)        |
| 8.5.3 雷达定位与导航 .....         | (221)        |
| 8.5.4 雷达避让 .....            | (222)        |
| 8.5.5 内河使用雷达避让时的注意事项 .....  | (223)        |
| <b>9 长江典型航段的引航 .....</b>    | <b>(224)</b> |
| 9.1 长江上游典型航段的引航 .....       | (224)        |
| 9.1.1 长寿水道(王家滩控制河段) .....   | (224)        |
| 9.1.2 铜锣峡水道 .....           | (225)        |
| 9.2 长江中游典型航段的引航 .....       | (227)        |
| 9.2.1 芦家河水道 .....           | (227)        |
| 9.2.2 枝城水道 .....            | (228)        |
| 9.3 长江下游典型航段的引航 .....       | (230)        |
| 9.3.1 张家洲水道 .....           | (230)        |
| 9.3.2 东流水道 .....            | (231)        |
| 9.3.3 江心洲水道(黄州新滩控制河段) ..... | (234)        |
| 9.3.4 草鞋峡水道 .....           | (236)        |
| 9.3.5 焦山水道 .....            | (238)        |
| 9.3.6 丹徒水道 .....            | (241)        |
| 9.3.7 福姜沙南水道 .....          | (244)        |
| <b>参考文献 .....</b>           | <b>(248)</b> |

## 1.1 河流基本知识

### 1.1.1 河流的形成和基本组成

河流是指陆地表面上的线性凹地与在其上流动的河水的总称,是在地壳构造运动的基础上,水流与河床长期不断地相互作用下形成的。河水是一种天然水体,它由一定区域内的地面水及地下水所补给,并在重力作用下经常或周期性地沿着由它本身所造成的连续延伸的线性凹地流动着。河流在水利、航运、养殖及人类生存、供水等方面发挥着巨大的作用。

河流最基本的组成可分为两部分,一是陆地表面的线性凹地,即河谷;二是在河谷上流动的地表流水,即河水。

河谷是河流挟带着沙砾在地表侵蚀塑造的线性凹地,是一种形态组合。河谷的形成与地质过程、水流的冲淤变化有关。河谷一般由谷底、冲积层、谷坡、阶地、河床、河槽、河漫滩等部分组成(图 1-1)。根据其组成特点可分为有阶地河谷与无阶地河谷两大类。

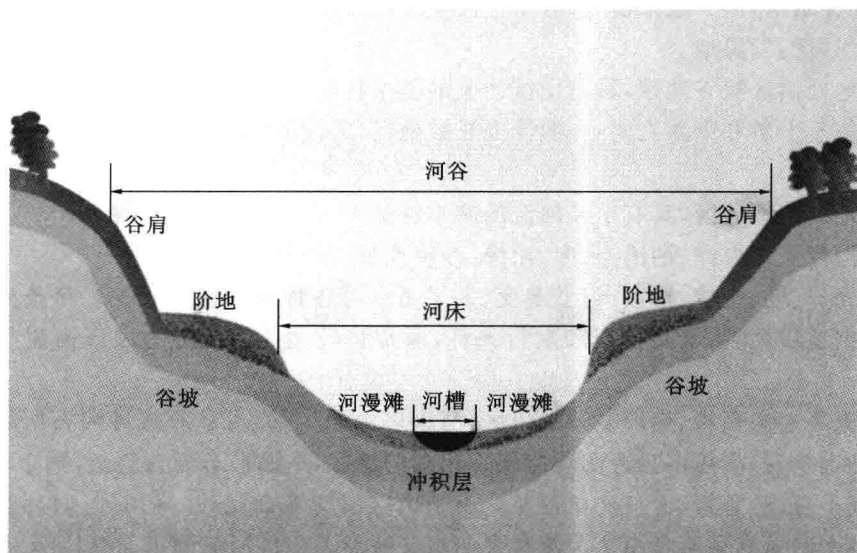


图 1-1 河谷横剖面形态图

(1) 谷底:河谷的最下部分,包括河水占据的河槽和洪水能淹没的河漫滩。

(2) 冲积层:淤积在谷底上的泥沙、砾石、卵石、石块等。

(3) 河床:河谷中曾经被水流淹没的部分。

(4) 河槽:河床中正被水流淹没的部分。有洪水河槽、中水河槽、枯水河槽之分,习惯上将枯水河槽称为基本河槽。

(5)河漫滩:冲积层的一部分,因泥沙等淤积在近岸边而形成,洪水时一般被淹没,而中、枯水时则露出水面以上。

(6)谷坡:河漫滩以上由河流侵蚀形成的两侧岸坡。

(7)阶地:由于河流下切侵蚀,河床不断加深,原先的河漫滩地面超出一般洪水期水面,排列较平坦,呈阶梯状分布于河谷两侧谷坡上的地貌,称为河流阶地。

(8)谷肩:是谷坡上的转折点(或带),是计算河谷宽度、深度和河谷制图的标志。

河水是地表水在重力作用下沿河谷流动的水流。它在流动过程中,不仅能侵蚀地面,形成各种形态的侵蚀沟谷,同时又将侵蚀的物质沿途堆积,形成各种各样的堆积地貌。凡由地表流水作用(包括侵蚀、搬运和堆积)塑造的各种地貌,统称流水地貌。对通航河流而言,均具有稳定的水源补给和固定的水道,河床中终年保持一定的水量。正是由于河水的存在,使得水上运输成为可能。

### 1.1.2 水系与流域、干流与支流

水系又称河系,它是流域内的干流、支流、湖泊、运渠、沼泽等构成的脉络相通的水流系统。如岷江、嘉陵江、乌江、汉水、湘江、赣江、洞庭湖等与长江干流组成长江水系。

流域是指地表水及地下水分水线所包围的集水区域。习惯上将河流地表水的集水区域称为流域。河流地表水与地下水分水线一致的流域,称为闭合流域;反之,称为非闭合流域。

凡不与本河同出一源而流入本河的河流称支流,本河称干流。流入干流的支流称一级支流;流入一级支流的支流称二级支流,以此类推。

### 1.1.3 河流的分段、分类及其特点

常将河流划分为河源、上游、中游、下游和河口五个段。同一河流,不同的部门从不同的角度出发,有不同的划分结果,但一般来说,都有共同的特点。

(1)河源:河流的发源地。

(2)上游:地处山区峡谷地带,具有山区河流的基本特征。

(3)中游:位于上游和下游之间,一般流经丘陵地区,因而同时具有山区河流与平原河流的某些特征。

(4)下游:地处平原地区,具有平原河流的基本特征。

(5)河口:河流流入海洋、湖泊、水库、沼泽、沙漠或另一河流的出口处。

河流与地壳、气候、土壤、植被、河道演变、人工用水等各种因素密切相关。每条河流都具有各自的特征。根据地质地貌、水文特征和航行条件,通常将较大的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,河床多由原生基岩、乱石或砂卵石所组成。河床抗冲性强,航道稳定少变,沿途多为开阔段与峡谷相间的地区,平面形态极为复杂,两岸与河心常有巨石突出,岸线极不规则,急弯、卡口比比皆是。由于山区河流坡面陡峻,降雨强、时间长、雨量较大,汇流时间短,洪水的猛涨猛落是山区河流重要的水文特点。山区河流的水面纵比降一般都比较大,流速大,流态十分紊乱。因此,山区河道易在遭受突然而强烈的外界因素影响时,产生河床的显著变形。总体来说山区河流流速大,水位变幅大,流态紊乱,航道尺度小,航行条件较差。

平原河流流经地势平坦、土质疏松的平原地区。其特点为具有宽广的河漫滩,河床多为卵石挟沙、粗沙、中沙、细沙以及黏土。在水流与河床的相互作用下,河流往往在广阔的河漫滩上左右摆动,因而平原河流航道多变,不稳定。

平原河流由于集水面积大,汇流时间长,洪水期一般没有猛涨猛落的现象,持续时间也相对较

长,水位变化幅度也不大。

平原河流相对于山区河流而言流速低,水位变幅小,水流平顺,流态平缓,航道尺度较大。但其航道不稳定,时有浅滩碍航,属宽浅型的河段。总体来说其航行条件比山区河流要好。

上述河流的分类与分段方法,对于较小的河流不完全适合。

### 思考题

1. 试述河流与河床的基本组成。
2. 试解释河床与河槽。
3. 试述河流的分段。
4. 河流怎样分类? 各有何特点?

## 1.2 水库、船闸与升船机

### 1.2.1 水库基本概念与作用

水库是在河道、山谷、低洼地及透水层修建挡水坝或堤堰、隔水墙,形成蓄积水的人工湖,是调蓄洪水的主要工程措施之一。

水库按其所在位置和形成条件,通常分为山谷水库、平原水库和地下水库三种类型。山谷水库多是用拦河坝截断河谷,拦截河川径流,抬高水位形成。平原水库是在平原地区,利用天然湖泊、洼淀、河道,通过修筑围堤和控制闸等构筑物形成的水库。地下水库是由地下贮水层中的孔隙和天然的溶洞或通过修建地下隔水墙拦截地下水形成的水库。

水库的主要作用是防洪、发电、灌溉、供水、蓄能等,水库在防洪中的主要作用是调蓄洪水、削减洪峰,特别是江河干流上的水库汛期拦蓄洪水,调节径流的作用很大,防洪效果很显著。

### 1.2.2 船闸的分类、组成和设备

船闸是克服河流上建坝(或天然)形成的集中水位差的一种过船建筑物,船闸种类很多,按照船闸不同的特征,如闸室数目、位置、功能、输水形式、结构形式、闸门形式等,可以分为不同的类型。

(1)按船闸的水头和过闸最大船舶吨位分类

我国船闸按水头划分为三个等级:3~9m 为低水头船闸;9~15m 为中水头船闸;大于 15m 为高水头船闸。一般过船规模为 300 吨级以上的船闸为大型船闸;50~300 吨级的为中型船闸;50 吨级以下的为小型船闸。

(2)按船闸的闸室级数分类

①单级船闸沿船闸纵向只建有一级闸室的船闸。

船舶通过单级船闸时只进行一次冲泄水即可克服上下游水位的全部落差。

②多级船闸:指沿船闸纵向连续建有两级以上闸室的船闸。船舶通过多级船闸时,需进行多次充泄水才能克服上下游水位的全部落差。

(3)按船闸的线数分类

①单线船闸指在一个枢纽内只建有一条通航线路的船闸。一般情况下,大多采用这种形式。

②多线船闸指在一个枢纽内建有两条或两条以上通航线路的船闸。船闸线数的确定,主要取决于货运量与船闸的通过能力。当通过枢纽的货运量巨大,采用单线船闸不能满足通航能力要求时,或船闸所处河段的航道对国民经济具有特殊重要意义,不允许因船闸检修而停航时,才修建多

线船闸。

另外,船闸按闸室的形式不同,可分为广厢船闸、具有中间闸首的船闸和竖井式船闸;按地理位置不同,可分为内河船闸和海船闸等。

船闸主要由闸首、闸室、引航道、导航建筑物和靠船建筑物等部分及其相应的设备组成(图 1-2、图 1-3),这些部分相互关联,是一个综合体,缺一不可。

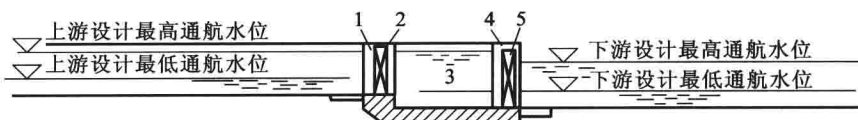


图 1-2 船闸纵断面示意图

1—上闸首;2—上闸板;3—闸室;4—下闸首;5—下闸板

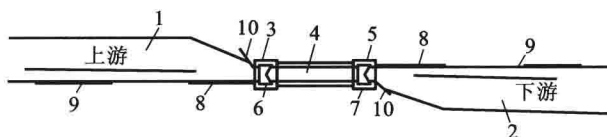


图 1-3 船闸平面示意图

1—上游引航道;2—下游引航道;3—上闸首;4—闸室;5—下闸首;

6—上闸门;7—下闸门;8—导航建筑物;9—靠船建筑物;10—辅导航建筑物

闸首是挡水建筑物,由两侧边墩和闸门构成,设有闸、阀门及启闭机械。采用首部输水系统的船闸,在闸首设有灌泄水系统。上闸首是该枢纽挡水前缘的一部分(闸室伸向上游的例外),将上游引航道与闸室隔开;下闸首和多级船闸的中闸首是闸室的挡水建筑物,下闸首将闸室和下游引航道隔开;中闸首将两相邻闸室隔开。

闸室是由上、下闸首和两侧闸墙围成的厢形空间,包括有效和无效两部分,因形似无盖的长方形厢,故又称闸厢,供过闸船舶安全停泊、升降和通过之用。采用分散输水方式的闸室设有输水廊道系统,当船闸灌水或泄水时,闸室的水位由下游水位逐渐升到与上游水位齐平,或逐渐由上游水位降到与下游水位齐平,停泊于闸室中的过闸船舶随着闸室内水位变化升到上游或降到下游,再由闸室驶出,完成过闸。

引航道是连接闸首与主航道的一段静水渠道,是供过闸船舶停泊系靠、调顺、会让和安全通畅地进、出闸室之用。与上闸首相接的称上游引航道,与下闸首相接的称下游引航道。在引航道内设有主、辅导航建筑物和靠船建筑物。为使引航道为静水水域,一般在靠河、湖、水库侧设有防浪隔流建筑物,在防浪隔流建筑物上游或下游的引航道口门外的水域为引航道口门区。

外停泊区是上下游引航道外供进出闸船舶等待过闸、重新编队、更换推(拖)轮之用的水域,设有靠船和系船及港作推(拖)轮等设施。

前港是与水库或湖泊相连接的引航道口门外有防浪建筑物掩护的水域,以保证船舶安全通畅地进出引航道和船闸,亦可供船队编解队作业、靠泊、避风等之用。

### 1.2.3 升船机的分类和特点

升船机的形式按其布置方式和具备的功能可有多种分类方法。根据对目前世界上已建升船机资料的粗略统计,主要分为垂直升船机和斜面升船机两大类。垂直升船机是利用水力或机械力沿竖直方向升降,使船只过坝;斜面升船机的船只过坝时,其升降方向(运行线路)沿斜面运行。按照承船厢载运船舶的方式不同,升船机又可分为干运和湿运两类。干运指将船舶置于无水的承船厢内承台上运送;湿运指将船只浮于有水的承船厢内运送。由于干运时船舶易受到碰损,所以目前已

很少采用。

垂直升船机按其升降设备特点不同,可以分为提升式、平衡重式和浮筒式等形式。其中,平衡重式垂直升船机可以大幅度地降低系统的升船功率,使其维修方便,所以应用广泛。斜面升船机可分为纵向斜面升船机和横向斜面升船机。此外,还有水坡式升船机等。

### 思考题

1. 水库和船闸的概念。
2. 船闸的分类和组成。
3. 升船机的分类和特点。

## 1.3 内河航道

### 1.3.1 航道基本概念

对于航道的理解有广义和狭义之分。广义的航道常用“水道”(waterway)一词来表示,凡是能进行水上运输的天然河流称天然河道,它与河运、湖泊、水库等统称内河水道。德国《联邦航道法》附件中,将供公共交通运输使用的通航河流或河段的整体作为联邦内河航道。我国《航道管理条例》明确指出:“航道是指中华人民共和国沿海、江河、湖泊、运河内船舶、排筏可以通航的水域”。《航道管理条例实施细则》进一步将“航道”界定为:“中华人民共和国沿海、江河、湖泊、水库、渠道和运河内船舶、排筏在不同水位期可以通航的水域”,这与国际上对航道一词的定义原则是一致的,因为无论航道维护也好,航道治理也好,离开河岸、洲滩和河槽,一切工作都无从谈起。所以,从广义来讲,必须把航道理解为水道或河道整体,它可以不包括堤防和整个河漫滩,但应包括常遇洪水位线以下的基本河槽或中、高潮位以下的感潮河段、沿海水域。

狭义的航道可以理解为“航槽”(navigation channel)。航道应当有尺度标准和设标界限,航道位置会随河床演变或水位变动而变化,航道尺度也会随季节、航道整治工程和河道治理工程的实施而有所调整。通常情况下,航道宽度总是小于河槽的宽度,在天然河流、湖泊、水库内,航道的设定范围总是只占水面宽度的一部分而不是全部。在天然条件下,不同水位期能供船舶安全通航的那一部分水域,不仅需要水深足够,而且水流条件也要满足要求,它不是无限宽阔的,在某些特定的航段内,还受到某些过河建筑物如桥梁、过江管道、缆线的限制。因此,为了保障船舶航行安全,考虑客观或自然条件对航道的制约,狭义的航道应该是一个在三维空间上有要求或限制的通道。

水道中具有一定深度、宽度、净空高度和弯曲半径,能供船舶安全航行的水域称为航道,通常用航标标示。在航道维护管理中,将供大型船舶安全航行的水域用航标标示,称为维护航道或现有航道。将可供小型船舶安全航行但没有用航标标示的水域,习惯上称为可通航水域。

### 1.3.2 航道的种类

#### 1. 按航道的管理属性划分

我国根据航道的管理属性将航道划分为国家航道、地方航道和专用航道,并在《航道管理条例》中明确了划分标准。

(1)国家航道:构成国家航道网、可通航 500 吨级以上船舶的内河干线航道,跨省、自治区、直辖市可常年通航 300 吨级以上船舶的内河干线航道,可通航 3000 吨级以上海船的沿海干线航道,以及对外开放的海港航道和国家指定的重要航道。

(2)地方航道:可以常年通航 300 吨级以下船舶的内河航道,可通航 3000 吨级以下海船的沿海航道,地方沿海中、小港口间的短程航道,非对外开放的海港航道,以及其他属于地方航道主管部门管理的航道。

(3)专用航道:由军事、水利、电力、林业、水产等部门以及其他企事业单位自行建设和使用的航道。相对于专用航道而言,国家航道、地方航道均属于公用航道。

随着经济体制改革和对外开放的发展进程,以及国家法律、法规的完善,以上划分标准或有所调整。

## 2. 按航道所处地域划分

按所处地域不同,航道基本上可分为内河航道和沿海航道两大类。

### (1)内河航道

内河航道是河流、湖泊、水库内的航道以及运河和通航渠道的总称。其中天然的内河航道又可分为山区航道、平原航道、潮汐河口航道、库区航道和湖区航道等。而湖区航道又可进一步分为湖泊航道、河湖两相航道和滨湖航道。湖泊航道指位于常年湖泊范围内的航道;河湖两相航道指位于高水位时为湖泊,低水位时为河流的水域内的航道;滨湖航道指靠近湖泊、受湖水顶托影响的河流航道。

### (2)沿海航道

沿海航道原则上是指位于海岸线附近,具有一定边界可供海船航行的航道。德国《联邦航道法》中规定:“海上航道系指位于中高潮位时,海岸水线或内河航道或内河航道与海域的分界线与领海外侧边界之间的水域。以导堤或防波堤一侧或两侧为界的进港航道,海岸护堤、排水设施、填海造地设施、海滨浴场、沙滩浴场,均不属于上述海上航道的范围。”

在我国,沿海航道的具体范围尚未见明确界定,有时把海港进港航道也划入沿海航道的范畴。对于属于内河范畴的潮汐河口,其与海域的分界线没有统一的界定,习惯上称为受潮汐影响的航道。

## 3. 按航道形成的原因划分

按航道形成原因不同,航道大体上可分为天然航道、人工航道和渠化航道三大类。

(1)天然航道:自然形成的江、河、湖、海等水域中的航道,包括水网地区在原有较小通道上拓宽加深的那一部分航道等。

(2)人工航道:在陆上人工开发的航道,包括人工开辟或开凿的运河和其他通航渠道,如平原地区开挖的运河,山区、丘陵地区开凿的沟通水系的越岭运河,可供船舶航行的排、灌渠道或其他输水渠道等。

(3)渠化航道:介于天然航道和人工航道之间的半天然、半人工航道,因为渠化航道是通过修建拦河坝以壅高坝上水位而形成的梯级航道,具有较天然状况更大的航道尺度,除主汛期外水流也大大减缓。坝区引航道往往由人工开凿而成,属于人工航道;坝上常年库区航道水流平缓,类似于湖泊航道;库尾与上一梯级完全衔接或基本衔接,其间的滩险已经淹没或者经过整治,航道也类似于渠道。因此,可以说渠化航道虽然是天然河流上形成的,但它已根本改变了天然航道的特性,其通航条件,虽仍然受到上游来水来沙的部分影响,但也在相当程度上受到枢纽的人为控制。

## 4. 按航道的通航条件划分

航道的通航条件包括时间的长短,限制的有无和大小,以及通航船舶的类别等。

### (1)按通航时间长短划分

① 常年通航航道:可供船舶全年通航的航道,简称常年航道。

② 季节通航航道:只能在一定季节(如非封冻季节)或水位期(如中洪水期或中枯水期)内通航的航道,简称季节航道。