

# 黄河防汛

# HUANGHE FANGXUN JICHU ZHISHI

刘红宾 李跃伦 主编

# 基础知识

黄河水利出版社

382.1  
3



HUANGHE  
FANGXUN  
JICHU  
ZHISHI

黄河  
防汛

基础知识

责任编辑 胡志扬

封面设计 郭琦

责任监制 常红昕

责任校对 裴惠

ISBN 7-80621-523-9



9 787806 215234 >

ISBN 7-80621-523-9/TV · 251

定价: 25.00 元

# 黄河防汛基础知识

刘红宾 李跃伦 主编

黄河水利出版社



## 内 容 提 要

本书从黄河的基本概况出发,介绍了黄河下游防洪的基础知识、黄河下游防洪工程体系、防洪非工程措施、防汛组织与管理、防汛抢险技术、黄河历史大洪水及防洪防凌以及黄河重大险情抢险实例。

本书可供从事水利工作的管理、科技人员和广大治黄职工,以及关心热爱和支持黄河治理与开发的社会各界人士参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

黄河防汛基础知识/刘红宾,李跃伦主编 —郑州:  
黄河水利出版社,2001.11  
ISBN 7-80621-523-9

I 黄… II .①刘…②李… III .黄河-防洪工程-基本知识 IV TV882.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 084209 号

---

出 版 社:黄河水利出版社

地址:河南省郑州市金水路 11 号 邮编:450003

发行单位:黄河水利出版社

发行部电话及传真:0371-6022620

E-mail: yrep@public2.zz.ha.cn

承印单位:黄委会设计院印刷厂

开本:787 毫米×1 092 毫米 1/16

印张:9.375

字数:163 千字

印数:1-2 000

版次:2001 年 11 月第 1 版

印次:2001 年 11 月第 1 次印刷

---

书号:ISBN7-80621-523-9/TV·251

定价:25.00 元

## 前 言

黄河安危,事关大局。

黄河是一条世界闻名的河流,是我国的第二大万里巨川,是中华民族的摇篮。黄河流域历史上长时期内是我国的政治、经济和文化的中心,在当今的社会主义现代化建设中,也占有重要的位置。

黄河又是一条中外闻名的害河,以多沙、善淤、善决、善徙而著称。几千年来,经常在下游决口泛滥,平均“三年两决口,百年一改道”,洪水波及范围,西起孟津,北至天津,南抵江淮,泛区涉及黄、淮、海平原的冀、鲁、豫、皖、苏 5 省 25 万  $\text{km}^2$ 。黄河每次决口和改道,都给广大人民的生命和财产造成巨大的损失,带来深重的灾难,对生态环境造成严重的破坏和长远的恶劣影响。因此,黄河有“中国之忧患”、“中华民族心腹之患”之说。

从 1946 年人民治黄以来,党和国家第一、第二和第三代领导人,都把黄河的问题作为国民经济建设和社会稳定发展的一件大事,对黄河的治理和开发倾注了极大的热情和亲切的关怀。新中国建立以后,毛泽东主席第一次出京视察,就来到黄河,发出了“一定要把黄河的事情办好”的伟大号召;邓小平同志也多次到黄河视察;江泽民总书记已六次到黄河的上游、中游和下游考察,实地了解黄河的治理开发情况,听取治黄工作汇报,作了许多重要指示,从青海到宁蒙河套,从黄土高原到黄河入海口,到处都留下了江总书记辛勤的脚步印,1999 年 6 月视察黄河时,向全党全国人民发出“加强治理开发,让黄河造福于中华民族”的伟大号召。晋、陕、豫、鲁四省省委、政府和沿黄广大军民,都把治理黄河、确保黄河安全放在各项工作的首位,战胜了 1958 年、1982 年大洪水,为黄河下游取得连续 55 年伏秋大汛没决口的伟大胜利,作出了巨大的贡献。

人民治黄以来,下游先后三次对堤防进行了加高培厚,利用黄河泥沙量大的特点,开展了淤背固堤;进行了河道整治和河口治理;开辟了北金堤滞洪区、东平湖水库、齐河展宽区等分滞洪工程;先后在干支流上建成了三门峡水利枢纽、陆浑水库、故县水库,初步形成了“上拦下排,两岸分滞”的防洪工程体系。对黄河下游防洪具有重大战略意义的小浪底水利枢纽的建成,使黄河下游防洪标准有了比较大的提高。与此同时,非工程防洪措施也得到了加强,全河水

文站网已有水文站 458 个、水位站 58 个、雨量站 2 376 个,近年来部分地区建成了水情数传传输系统,对水文测报设施进行了大规模的更新改造,计算机技术得到了普及和广泛的运用,提高了测验和报讯精度;通信方面基本建成了以郑州为中心,以数字微波为主干,以无线通信为主体,可上联水利部、国家防总,下接黄河两岸各省、市、县河务局和沿河各重要工程、水文(位)站、雨量站的黄河防汛专用通信网。在黄河下游组建了 20 支机动抢险队,提高了综合抢险能力。

但是,黄河是一条极为复杂和难以治理的河流,下游高村以上宽河道还没有得到完全控制,大洪水期间有发生“横河”、“斜河”和“滚河”的危险,大堤还存在比较多的隐患,部分堤段高度不足,强度达不到设计要求,还存在冲决、漫决和溃决的可能,防洪形势仍然十分严峻,决不可以掉以轻心。

实行防汛行政首长负责制以来,各地加强了对防汛工作的领导,推动了黄河防汛工作的开展,但由于行政领导事务性工作较多,且换届、调动比较频繁,因此,对黄河防汛情况了解得还不够。为了让各地主管黄河防汛工作的领导能够更多地了解黄河,更好地做好黄河防洪抢险工作,最大限度地减少洪灾损失,我们有针对性地编写了这本书。本书以防洪为中心,以下游为重点,介绍了黄河流域的基本情况、洪水与泥沙、黄河下游的防洪任务和防洪工程建设、非工程防洪措施、防汛组织与管理、基本抢险技术,以及黄河历史大洪水等,列举了以往发生的重大险情抢护的实例。本书是各级行政首长了解黄河的最佳读物,也可作为各级进行防汛培训的教材。

本书第一章、第七章和第八章由李跃伦编写,第二章由蔡彬编写,第三章和第九章由薛云鹏编写,第四章由程艳红编写,第五章由卢杜田编写,第六章由魏向阳编写。全书由刘红宾通稿,苏茂林审定。在编写过程中,吸取了以往的研究成果,参阅了大量的文献资料,在此谨致谢意。由于参编人员水平有限,谬误和不当之处,衷心欢迎广大读者批评指正。

编 者

2001 年 6 月 20 日

# 目 录

## 前言

|                             |              |
|-----------------------------|--------------|
| <b>第一章 黄河流域概况 .....</b>     | <b>( 1 )</b> |
| 第一节 自然地理和社会经济 .....         | ( 2 )        |
| 第二节 水沙概况与特点 .....           | ( 6 )        |
| 第三节 流域洪水与冰凌灾害 .....         | ( 9 )        |
| <b>第二章 黄河洪水与泥沙 .....</b>    | <b>(13)</b>  |
| 第一节 洪水来源 .....              | (14)         |
| 第二节 洪水特性 .....              | (18)         |
| 第三节 泥沙特点 .....              | (20)         |
| 第四节 洪峰编号与洪水预报发布 .....       | (22)         |
| <b>第三章 黄河下游防洪 .....</b>     | <b>(24)</b>  |
| 第一节 黄河下游防洪任务及设防标准 .....     | (24)         |
| 第二节 黄河下游防洪形势 .....          | (25)         |
| 第三节 黄河下游各级洪水处理 .....        | (29)         |
| <b>第四章 黄河下游防洪工程体系 .....</b> | <b>(33)</b>  |
| 第一节 上拦工程 .....              | (33)         |
| 第二节 下排工程 .....              | (40)         |
| 第三节 分滞洪工程 .....             | (43)         |
| <b>第五章 防洪非工程措施 .....</b>    | <b>(47)</b>  |
| 第一节 水文测报 .....              | (47)         |
| 第二节 防汛通信 .....              | (54)         |
| 第三节 机动抢险队 .....             | (57)         |
| 第四节 抢险料物 .....              | (59)         |
| <b>第六章 防汛组织与管理 .....</b>    | <b>(60)</b>  |
| 第一节 防汛组织机构 .....            | (60)         |
| 第二节 防汛机构的职责 .....           | (61)         |
| 第三节 有关部门的防汛职责 .....         | (64)         |
| 第四节 防汛责任制度 .....            | (65)         |
| 第五节 防汛队伍 .....              | (74)         |
| 第六节 抗洪表彰和奖励 .....           | (76)         |



|                                           |              |
|-------------------------------------------|--------------|
| <b>第七章 防汛抢险技术 .....</b>                   | <b>(77)</b>  |
| 第一节 巡查队伍的组成和责任 .....                      | (77)         |
| 第二节 堤防主要险情识别与抢护 .....                     | (79)         |
| 第三节 河道整治工程险情抢护 .....                      | (90)         |
| 第四节 穿堤建筑物险情抢护 .....                       | (95)         |
| <b>第八章 黄河历史大洪水及防洪防凌 .....</b>             | <b>(102)</b> |
| 第一节 新中国成立以前的干流主要洪水 .....                  | (102)        |
| 第二节 新中国成立以后的干流主要洪水 .....                  | (105)        |
| 第三节 冰凌洪水 .....                            | (117)        |
| <b>第九章 重大险情抢险实例 .....</b>                 | <b>(127)</b> |
| 例 1 山东省东阿县牛屯大堤 1954 年管涌险情的抢护 .....        | (127)        |
| 例 2 山东省齐河县南坦大堤 1954 年滑坡险情的抢护 .....        | (128)        |
| 例 3 山东省济南市老徐庄堤段 1958 年漏洞险情抢护 .....        | (130)        |
| 例 4 山东省济南市历城区王家梨行险工<br>1981 年滑塌险情抢护 ..... | (132)        |
| 例 5 河南省武陟县北围堤 1983 年险情抢护 .....            | (135)        |
| 例 6 河南省台前县韩胡同控导工程 1996 年险情抢护 .....        | (138)        |
| 例 7 1955 年凌汛山东省利津县五庄决口堵复 .....            | (141)        |
| <b>参考文献 .....</b>                         | <b>(144)</b> |



# 第一章 黄河流域概况

黄河因水浑色黄而得名。

黄河发源于青海省巴颜喀拉山北麓海拔 4 500m 的约古宗列盆地,流经青海、四川、甘肃、宁夏、内蒙古、山西、陕西、河南、山东等 9 省(区),在山东省垦利县注入渤海,全长 5 464km,流域面积 79.5 万  $\text{km}^2$ 。不论河道长度、流域面积,黄河在我国长江、黄河、珠江、淮河、海河、松花江和辽河等七大江河中都占第二位,是我国的第二大河。

黄河流域是中华民族的摇篮,是我国文化的发源地,历代都城多分布于此。在我国历史上,各朝代都把发展水利事业,增加农业产量,以及为运输,特别是为漕运创造条件,当作社会发展与政治斗争的重要手段和有力武器,从而促进了黄河流域经济的繁荣,使之成为我国最早的经济区。

黄河流域地域辽阔,气候变化较大,降水量从东南向西北递减,水旱灾害频繁,历史上曾经多次发生遍及数省、连续几年的旱灾,造成赤地千里、饿殍遍地。但更为严重的是洪水灾害;“洪水横溢,尸漂四野”的记载不绝于书。平均“三年两决口,百年一改道”,洪水波及范围,西起孟津,北至天津,南抵江淮,泛区涉及黄、淮、海平原的冀、鲁、豫、皖、苏 5 省 25 万  $\text{km}^2$ 。黄河每次决口和改道,都给广大人民的生命和财产造成巨大的损失,带来深重的灾难,对生态环境造成严重的破坏和长远的恶劣影响。因此,黄河有“中国之忧患”“中华民族心腹之患”之说。

黄河流域暴雨多,强度大,洪水多由暴雨形成,主要来自上游兰州以上和中游河口镇至龙门、龙门至三门峡、三门峡至花园口、汶河流域 5 个地区。黄河流域冬季较为寒冷,宁夏和内蒙古河段都要封河,下游为不稳定封冻河段,龙门至潼关河段在少数年份也有封河现象。春季开河时形成冰凌洪水,常常造成凌汛威胁。

黄河中游流经世界上最大的黄土高原,因其土质疏松,地形支离破碎,暴雨频繁且强度大,水土流失极为严重。不仅影响当地工农业的发展,而且大量泥沙流入黄河,使黄河成为世界上泥沙最多、含沙量最大的河流。由于泥沙的淤积,黄河下游河道已成为地上“悬河”,是世界上最复杂、最难治理的河流。

## 第一节 自然地理和社会经济

黄河流域位于北纬  $32^{\circ} \sim 42^{\circ}$ 、东经  $96^{\circ} \sim 119^{\circ}$  之间,西起巴颜喀拉山,东临渤海,北界阴山,南至秦岭,中有六盘、吕梁等群山起伏,并有世界上最大的黄土高原,横跨青藏高原、内蒙古高原、黄土高原和华北平原等 4 个地貌单元,东西长约 1 900km,南北宽约 1 100km。

黄河与其他江河不同,流域面积集中在上中游地区,下游长达数百公里的河道高悬地上,集水面积很小,两岸平原大部分属淮河及海河流域,但长期遭受黄河水患危害,现在及将来又依靠黄河供水,广大平原的安危兴衰、社会经济的发展,都与黄河紧密相关,历来属于黄河流域经济区的组成部分。

### 一、自然地理

#### (一)地形地貌

黄河流域西高东低,十分明显地呈三级阶梯逐级下降。

最高一级阶梯是流域西部的青海高原,位于著名的“世界屋脊”——青藏高原的北部,海拔 3 000~5 000m,有一系列西北—东南向的山脉,黄河迂回于山原之间,河谷两岸山脉海拔 5 500~6 000m,相对高差达 1 500~2 000m。雄踞黄河第一大河曲的阿尼玛卿山主峰玛卿岗日海拔 6 282m,是黄河流域的最高点,山顶常年积雪,冰川地貌发育,气象万千。青海高原南缘的巴颜喀拉山脉,山峦绵延,是黄河与长江上游通天河的分水岭。祁连山脉横亘高原北缘,构成青海高原与内蒙古高原的分界。河源区及黑河、白河流域,地势平坦,多为草原、湖泊及沼泽。

第二阶梯大致以太行山为东界,海拔 1 000~2 000m。本阶梯内白于山以北属于内蒙古高原的一部分,包括黄河河套平原和鄂尔多斯高原。白于山以南为黄土高原和崤山、熊耳山、太行山等山地。

黄河河套平原西起宁夏中卫、中宁,东至内蒙古托克托,长约 900km,宽 50km 左右,海拔 900~1 200m,是黄河流域最大的灌区。河套平原北部的阴山山脉和西部的贺兰山、狼山,犹如一道屏障,阻挡着阿拉善高原上腾格里、乌兰布和丹吉林等沙漠向黄河流域腹地的侵袭。鄂尔多斯高原的西、北、东三面均为黄河所环绕,南界长城,面积 13 万  $\text{km}^2$ ,绝大部分地区海拔 1 000~1 400m,是一块近似方形的台状干燥剥蚀高原,风沙地貌发育。北有库布齐沙漠,南为毛乌素沙漠,河流较少,盐碱湖泊众多。



世界著名的黄土高原北起长城,南达秦岭,西抵青海高原,东至太行山脉,海拔 1 000~2 000m。黄土塬、梁、峁、沟是黄土高原的地貌主体。由于新构造运动,黄土高原不断抬升,加之土质松散,垂直节理发育,植被稀疏,在长期暴雨径流的水力侵蚀和滑坡、崩塌、泻溜等重力作用下,黄土高原沟壑纵横,坡陡沟深,是黄河泥沙的主要来源区。

横亘黄土高原南部的秦岭山脉,是我国亚热带和暖热带的南北分界线,是黄河与长江的分水岭,也是黄土高原飞沙不能南扬的挡风墙。伏牛山、嵩山分别是黄河流域同长江、淮河流域的分水岭。太行山耸立在黄土高原与华北平原之间,最高海拔 2 000~4 500m,是黄河流域与海河流域的分水岭,也是华北地区一条重要的自然地理分界线。这一地区的地形条件,有利于水气的抬升,暴雨强度大,产汇流条件好,是黄河中游洪水主要来源区之一。

第三阶梯自太行山系以东直至滨海,由黄河下游冲积平原和鲁中丘陵组成。黄河下游冲积平原是我国第二大平原——华北平原的重要组成部分,包括豫东、豫北、鲁西、鲁北、冀南、冀北、皖北、苏北等地区,面积 25 万  $\text{km}^2$ ,海拔 100m 左右。平原地势以黄河大堤为分水岭,大堤以北为黄海平原,属海河流域,大堤以南为黄淮平原,属淮河流域。鲁中丘陵由泰山、鲁山和沂山组成,海拔 400~1 000m,最高 1 524m,其西部、北部诸水,皆入黄河。

## (二)气候特点

黄河流域东西 23 个经度,南北相隔 10 个纬度,地理位置差别很大。同时黄河大部分流域面积深藏在大陆内部,下游近海部分为一狭窄长条,面积又较小,所以海洋影响远较大陆影响为小。流域内东西和南北走向的巨大山脉,以及青藏高原、黄土高原、内蒙古高原等,对气候都有重要影响。特别是青藏高原,位于流域的西侧,对黄河流域乃至整个东亚地区的气候影响极大。

黄河流域气候属东亚季风区。春季气候干燥,风沙多,同时晴天多,温度上升快,所以易发生春旱。夏季西太平洋副热带高压向北移,控制黄河流域,水汽大量输入,与西北高压交绥,易产生降水,其交绥口的强弱、进退、位置及持续时间的长短,都产生不同的降雨天气系统,影响黄河流域以及更大范围的旱涝等气候的变化。秋季大陆低压和西太平洋高压减弱南撤,高空西风急流南移,西北高压扩张,水汽不多,故降雨明显减少,形成秋高气爽天气,但在渭河和兰州以上多有连绵秋雨;冬季受强大的蒙古高压影响,盛行偏北风,常出现寒潮、冷风,气流区活跃,但水汽不多,降水显著减少。

黄河流域地域辽阔,分属于湿润(面积小)、半湿润、半干旱、干旱 4 个地带。流域降水量分布不均,西北少、东南多,大部分年降水量在 150~700mm

之间,流域平均年降水量为 451mm,最少在内蒙古磴口附近,仅 145mm,多雨区在黄河上游玛曲一带以南及秦岭至洛河上游,年降水量 800~900mm,局部可达 1 000mm。

年内最大降水量的 4 个月是 6~9 月,占全年的 55%~80%。降水量年际变化较大,最小最大年降水量的比值为 1.6~7.0。

黄河流域气温东部高于西部,南部高于北部,平原高于高原、山区。多年平均气温,上游为 1~8℃,中游为 8~14℃,下游为 12~14℃。月平均气温以 7 月份为最高,大部分在 20~29℃之间。

## 二、社会经济概况

黄河流域及下游防洪保护区共有人口 1.72 亿(流域内 9 780 万),占全国总人口的 15.1%,耕地面积约 0.187 亿公顷(流域内 0.12 亿公顷),占全国的 19.4%。

黄河流域是我国农业经济开发最早的地区,汾渭盆地和下游平原至今仍是我国的重要农业基地,河套平原是干旱地区建设“绿洲农业”的成功典型。流域经济区的小麦、棉花、油料、烟叶等农产品在全国占有重要地位。1990 年全流域及下游防洪保护区粮食总产量占全国的 14.6%,其中下游防洪保护区为 7.6% 棉花总产量占全国的 39%,其中下游防洪保护区为 34% 油料总产量占全国的 14.8%,其中下游防洪保护区为 5.4%。

黄河流域经济区工业基础较为薄弱,新中国成立以来,黄河流域及下游平原地区的工业取得了迅猛的发展,建立了一批工业基地和新兴工业城市,如西宁、兰州、银川、包头、呼和浩特、太原、西安、洛阳、郑州、濮阳、济南、东营等。生产力布局初步形成了黄河上游沿黄经济带、黄河中游汾渭盆地经济带、下游沿黄经济带,为进一步发展流域经济和保持流域可持续发展奠定了坚实的基础。能源工业包括煤炭、电力和石油,具有显著的资源优势,发展速度很快,已成为区内最大的工业部门,在全国也占有日益重要的地位。

黄河流域矿产资源十分丰富,早在 1990 年就探明有 114 种,其中在全国已探明的 45 种主要矿产中,黄河流域就有 37 种,稀土、铌、石膏、煤、铝土矿、钼、耐火土及玻璃硅质原料等 8 种具有全国优势。流域可开发的水电装机容量为 3 185 万 kW,年发电量在全国江河中名列第二。上游地区的水电,中游地区的煤炭和天然气,下游地区的石油,在全国都占有极为重要的位置。欧亚大陆桥的开通和区内交通建设步伐的加快,将为区内经济发展创造更为有利的条件。国家经济建设重点逐步向西部转移这一重大战略的确定,必将为流

域经济提供更多的发展机遇和更大的发展空间。

### 三、干流河段特性

黄河干流河道全长 5 464km, 落差 4 480m, 比降 8.2‰, 汇入支流 76 条 (指流域面积在 1 000km<sup>2</sup>以上的一级支流, 下同), 综合其特点是 弯曲多变, 支流分布不均, 河床纵比降较大。根据水沙特性和地形、地质条件, 分为上、中、下游, 其中河源至内蒙古托克托河口镇为上游, 河口镇至郑州桃花峪为中游, 桃花峪至入海口为下游。

#### (一) 上游

河源至河口镇河道长 3 472km, 比降 10.1‰, 占全河长度的 63.5% 流域面积 42.8 万 km<sup>2</sup> (含内流区 4.2 万 km<sup>2</sup>), 占全河的 53.8% 落差 3 496m, 占全河的 78% 汇入支流 43 条。河段内的扎陵湖和鄂陵湖是我国最大的高原淡水湖, 水面面积分别为 526km<sup>2</sup>和 610km<sup>2</sup>, 平均水深分别为 9m 和 17.6m, 蓄水量分别为 47 亿 m<sup>3</sup>和 108 亿 m<sup>3</sup>。玛多至玛曲河段, 大部分河谷宽展, 间有几段峡谷。玛曲至龙羊峡区间, 黄河流经高山峡谷, 水流湍急。龙羊峡至宁夏下河沿, 长 794km, 河流川峡相间。下河沿至河口镇, 流经宁蒙平原, 比降平缓。

#### (二) 中游

河口镇至郑州桃花峪河道长 1 206km, 比降 7.4‰, 占全河长度的 22.1% 区间流域面积 34.4 万 km<sup>2</sup>, 占全流域的 43.3% 落差 890m, 占全河的 19.7% 汇入支流 30 条。河口镇至禹门口为峡谷段, 两岸支流较多, 产汇流条件好, 是黄河洪水泥沙的主要来源区之一。禹门口至潼关河段是宽浅散乱的游荡性河道, 为晋、陕两省界河, 有汾河、渭河两大支流汇入。潼关至三门峡为峡谷型河道, 是三门峡水库目前运用经常回水变动区。三门峡至小浪底为黄河最后一个峡谷, 是小浪底水库的库区, 两岸小支流较多, 产汇流条件较好, 同时也是主要暴雨区。小浪底至桃花峪为黄河由山区进入平原的过渡河段, 有洛河及沁河汇入。黄河中游来沙量占全河总沙量的 90%。

#### (三) 下游

郑州桃花峪以下至入海口为黄河下游, 流域面积 2.3 万 km<sup>2</sup>, 仅占全河流域面积的 3%, 河道长 786km, 落差 94m, 平均比降 1.2‰, 有 3 条支流汇入, 即天然文岩渠、金堤河及大汶河。黄河下游河道横贯于华北大平原之上, 北岸自孟州以下 (孟州至桃花峪位于中游, 但防洪与下游紧密相关, 所以视同下游管理), 南岸自郑州铁路桥以下, 除东平湖陈山口到济南玉符河段依山麓外, 两岸



都建有大堤。由于泥沙长时间的大量淤积,下游河道逐年抬高,郑州花园口河段多年平均每年抬升 0.1m,目前滩面一般高出背河地面 3~5m,部分河段如河南封丘的曹岗附近滩面高出背河地面 10m,是世界上著名的‘悬河’,成为淮河与海河的分水岭。两岸引黄灌区面积约 200 万公顷,是我国目前最大的自流灌区。

黄河下游河道在历史上决口改道频繁,从远古时代的‘禹王故道’到目前的现行河道,经历过六七次大的迁徙。现行开封兰考以下河段,是 1855 年(清咸丰五年)黄河在兰阳铜瓦厢(今兰考境内)决口改道,夺山东大清河入渤海后形成的。抗日战争初期,国民党政府于 1938 年在郑州花园口扒开黄河南岸大堤,企图以水代兵,阻止日军西犯,又造成一次人为的改道,历时 9 年,至 1947 年堵复,黄河才回归故道。黄河下游河道历代决口变迁,使华北平原逐渐抬高,凡是过去黄河行经的故道,如延津以北的汉代故河道,兰考以南的明清故道,都已成为一条条高出地面的沙岭。

黄河下游河道上宽下窄,排洪能力上大下小。桃花峪至高村河道,水流宽、浅、散、乱,河势摆动频繁,摆幅可达 5~7km,属典型的游荡性河道,两岸堤距 5~10km,最宽达 20km,河槽宽度 1~3.5km;1974 年滩区修建生产堤以后,减少了洪水上滩机会,加重了主河槽淤积,部分河段滩区横比降高达 2‰~3‰形成了‘槽高、滩低、堤根洼’的不利局面。高村至艾山河段,堤距 1.5~8km,河槽宽 0.5~1.6km,属过渡性河道。艾山至利津河段,堤距 0.4~5km,河槽宽 0.4~1.5km,受制于险工、护岸工程,属弯曲性河道。利津以下是黄河河口段,现流路为 1976 年人工改道后的河道,目前河口位于渤海湾与莱州湾交汇处,属弱潮多沙、摆动频繁的陆相河口,平均每年输送到河口的泥沙约 10 亿 t,滨海地区平均每年造陆面积 25~30km<sup>2</sup>。

## 第二节 水沙概况与特点

### 一、水资源

黄河多年平均天然径流量为 580 亿 m<sup>3</sup>,仅占全国河川径流量的 2.1%,居全国七大江河的第四位。流域人均水量 593m<sup>3</sup>,约为全国人均水量的 23%。耕地平均水量每公顷 4 860m<sup>3</sup>,相当于全国平均水量的 18%。

黄河天然径流量的地区分布很不均匀。兰州以上地区,流域面积占全河的 29.6%,年径流量达 323 亿 m<sup>3</sup>,占全河的 55.6%,是黄河来水最丰富的地

区。兰州至河口镇流域面积 16.3 万  $\text{km}^2$ , 面积有所增加, 但由于这一河段气候干燥, 河道渗漏及蒸发量大, 径流量反而减少了 10 亿  $\text{m}^3$ 。河口镇至龙门区间流域面积占全河的 14.8%, 来水 72.5 亿  $\text{m}^3$ , 占全河的 12.5%。龙门至三门峡区间流域面积占全河的 25.4%, 来水 113.3 亿  $\text{m}^3$ , 占全河的 19.5%。三门峡至花园口区间流域面积占全河的 5.5%, 来水 60.8 亿  $\text{m}^3$ , 占全河的 10.5%, 是又一产流较多的地区。花园口至河口区间面积占全河的 3%, 来水量 21 亿  $\text{m}^3$ , 占全河的 3.6%。

黄河干流各站汛期(7~10月)天然径流量约占全年的 60%, 非汛期约占 40%。从 20 世纪 70 年代(凡年代, 以下均指 20 世纪)以来, 黄河下游经常断流。进入 90 年代之后, 断流频次、天数及河段长度都呈增长趋势, 断流影响日益严重。1972~1998 年的 27 年中, 黄河下游共有 21 年发生断流, 占总年数的 77.8%。1997 年全年断流时间高达 226 天, 占全年时间的 61.9%, 断流河段上延到河南开封黑岗口, 为黄河下游有水文资料以来之最。

## 二、泥沙

黄河以泥沙多而闻名于世。我国古籍中常以“黄水一石, 含泥六斗”来描述黄河的多沙状况。历史上黄河下游河道决口频繁, 与泥沙淤积河道有直接关系。

黄河下游多年平均输沙量为 16 亿  $\text{t}$ , 含沙量为  $33.6\text{kg}/\text{m}^3$ 。与世界上其他多泥沙河流相比, 孟加拉国的恒河年输沙量为 14.5 亿  $\text{t}$ , 总量与黄河相近, 但其水量较多, 平均含沙量只有  $3.9\text{kg}/\text{m}^3$ , 远小于黄河。美国柯罗拉多河的含沙量为  $11.6\text{kg}/\text{m}^3$ , 年输沙量仅 1.8 亿  $\text{t}$ , 远低于黄河。黄河沙量之多、含沙量之高, 在世界江河中是绝无仅有的。如果把 16 亿  $\text{t}$  泥沙堆成高、宽各 1m 的土堤, 其长度为地球到月球距离的 3 倍。

## 三、水沙特性

### (一)水少沙多

黄河是我国的第二条大河, 但大部分处于干旱或半干旱地带, 因此, 径流量小。与长江相比, 黄河水量只有长江的  $1/20$ , 但沙量却是长江的 3 倍。与前述美国柯罗拉多河和孟加拉国的恒河等其他国家的河流相比, 黄河的年输沙量之多、含沙量之高, 都是世界上其他河流所无法比拟的。

### (二)水沙异源

黄河 90% 的泥沙来自中游黄土高原。河口镇以上流域面积为 36 万  $\text{km}^2$ 。

占全流域的 49% ,来水量占 54% ,但来沙量仅占 9% ,多年平均含沙量只有  $5.6\text{kg}/\text{m}^3$  ;三门峡以下伊河、洛河、沁河等支流来水量约占 10% ,来沙量占 2% ,多年平均含沙量  $6.2\text{kg}/\text{m}^3$  。这两个地区相对其他地区来讲,是水多沙少,是黄河的清水来源区。河口镇至龙门区间,两岸来水量占下游来水量的 14% ,来沙量占 55% ,多年平均含沙量为  $126.4\text{kg}/\text{m}^3$  ;龙门至潼关流域面积 19 万  $\text{km}^2$  ,来水量占 22% ,来沙量占 34% ,多年平均含沙量为  $52.4\text{kg}/\text{m}^3$  。这两个地区水少沙多,是黄河泥沙的主要来源区。

### (三)年际变化大,年内分布不均

黄河水沙不仅地区分布集中,而且年内年际分配也很不均匀。一年之中,85% 的泥沙和 60% 的水量来自汛期,并且常集中于几场暴雨洪水。例如,三门峡站洪水期最大 5 天沙量占年沙量的 31% ,水量仅占 4.4% 。中游无定河川口站最大 5 日沙量占全年沙量的 42.2% ,窟野河温家川站占 75.2% 。

水沙量在长时间内呈现丰、枯相间的周期性变化。自 1919 年有实测资料以来,1922~1932 年连续 11 年和 1969~1974 年连续 6 年为枯水期,1933~1968 年的 36 年间为丰、平、枯交替的丰水期。由于黄河存在‘水沙异源’的特性,来沙多不一定来水多,反之来水多不一定来沙多。1958 年来水量 697 亿  $\text{m}^3$  ,来沙 31.1 亿 t,属丰水多沙年;1983 年来水 583 亿  $\text{m}^3$  ,来沙 10 亿 t,属丰水少沙年;1959 年来水 392 亿  $\text{m}^3$  ,来沙 27.1 亿 t,属枯水多沙年;1987 年来水 220 亿  $\text{m}^3$  ,来沙 2.75 亿 t,属枯水少沙年。

水沙年际间变幅很大,沙量变幅大于水量变幅。1964 年来水量 754 亿  $\text{m}^3$  为最大,1987 年来水量 220 亿  $\text{m}^3$  为最小,最大值是最小值的 3.4 倍。1933 年来沙量高达 37.67 亿 t,1961 年受三门峡水库运用影响来沙仅 1.86 亿 t,两者相差 20 倍;未受三门峡水库影响的 1928 年来沙量 4.88 亿 t,也相差 8 倍。

### (四)含沙量变幅大

黄河水沙年内分配不均,水沙量主要集中在汛期几场暴雨洪水,每年入汛后的第一场洪水的含沙量一般较高,以后的含沙量就较小,这种差别可使同一流量下的含沙量相差 10 倍左右。高度集中的泥沙形成浓度极大的高含沙洪水,干流龙门站 1966 年 7 月 18 日含沙量高达  $933\text{kg}/\text{m}^3$  ,三门峡、小浪底站 1977 年 8 月 6 日、7 日最大含沙量曾达到  $911\text{kg}/\text{m}^3$  和  $941\text{kg}/\text{m}^3$  的历史最高记录,同年 8 月 8 日花园口站也出现  $546\text{kg}/\text{m}^3$  的记录。在皇甫川、无定河、窟野河等多沙支流,常有  $1\,000\sim 1\,500\text{kg}/\text{m}^3$  含沙量的泥流出现。



### 第三节 流域洪水与冰凌灾害

#### 一、洪水

黄河流域有‘桃汛’、‘伏汛’、‘秋汛’、‘凌汛’四汛,按成因分暴雨洪水和冰凌洪水两类。暴雨发生在七八月份称‘伏汛’,发生在九月份称‘秋汛’,二者合称‘伏秋大汛’。冰凌洪水在上游宁蒙河段一般发生在3月份,下游一般发生在2月份。由于上游凌汛流至下游适逢桃花盛开的季节,故称“桃汛”。

##### (一)暴雨洪水

“伏秋大汛”是目前对黄河下游安全威胁最大的洪水,与流域内的暴雨密切相关,其特点也与暴雨特性相似。

从发生的时间看多在6~10月,较大洪水多出现在7~9月,上游地区以7月和9月居多,中游地区则以7月、8月为多。三门峡至花园口区间的较大洪水一般比三门峡以上早,中游地区洪水一般比上游地区发生得早。

从洪峰的型式看,上游洪水历时长,洪峰低,为矮胖型。如兰州站一次洪水一般历时40天,最短22天,最长66天。中游洪水历时短,洪峰高,是高瘦型,一次洪水一般历时5~8天,连续两次洪水历时10~15天,由于各地洪水发生时间迟早和汇流条件的差异,三门峡、花园口等干流测站连续洪水最长历时可达45天。

从洪水来源看,下游花园口站的洪水主要来自中游3个地区,即头道拐(河口镇)至龙门区间、龙门至三门峡区间(以下简称为龙三区间)、三门峡至花园口区间(以下简称为三花区间)。3个不同来源区的洪水,组成花园口站3种类型的洪水:

一是三门峡以上的河龙间和龙三间来水为主形成的大洪水,三花间来水较小,简称“上大型洪水”,1933年和1843年大洪水均属此类。这类洪水具有洪峰高、洪量大、含沙量大的特点,对黄河下游防洪威胁严重。三门峡水库建成后,这类洪水得到了适当的控制。即将建成的小浪底水库投入运行后,基本上可以解除这类洪水对下游的防洪威胁。

二是三门峡以下的三花间干流来水为主,三门峡以上来水较小,简称“下大型洪水”,1958年、1761年大洪水均属此类。这类洪水的特点是涨势猛、洪峰高、含沙量小、预见期短,对下游防洪威胁最为严重。

三是以三门峡以上的龙三间和三门峡以下的三花间共同来水组成,简称