

HUANGHE FANGHONG GONGCHENG

WEIHU GUANLI XITONG YANFA

# 黄河防洪工程 维护管理系统研发

高新平 张洪岭 李德营 王玉华 马晓兵 编著



黄河水利出版社

# 黄河防洪工程维护管理系统研发

高新平 张洪岭 李德营 王玉华 马晓兵 编著

黄河水利出版社

· 郑州 ·

## 内 容 提 要

黄河防洪工程维护管理系统是“黄河数字建管系统”的组成部分,黄河数字建管系统是“数字黄河”工程建设中六大业务应用系统之一。

系统的研发本着“需求牵引、应用至上”的建设原则,结合新形势下的治黄业务需求,把工程日常运行和管理置于信息化平台之上,采用3S、数据库、通信、网络等技术,研发了基于黄河流域三维地貌服务平台的黄河防洪工程维护管理系统。主要包括工程基础信息管理、工程维护决策支持、工程维护动态管理、多媒体信息管理、安全监测及涵闸安全评估等部分。

全书共分九章,具体地分析了系统需求,阐述了项目总体架构、技术路线,以及项目研发中的关键技术、难题及解决方案等。

本书可供广大水利科技管理人员和软件开发人员参阅。

## 图书在版编目(CIP)数据

黄河防洪工程维护管理系统研发/高新平等编著.  
—郑州:黄河水利出版社,2010.12  
ISBN 978-7-80734-953-2

I. ①黄… II. ①高… III. ①黄河-防洪工程-  
管理信息系统-系统开发 IV. ①TV882.1-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 251395 号

---

出 版 社:黄河水利出版社

地址:河南省郑州市顺河路黄委会综合楼 14 层 邮政编码:450003

发行单位:黄河水利出版社

发行部电话:0371-66026940,66020550,66028024,66022620(传真)

E-mail:hslcbs@126.com

承印单位:黄河水利委员会印刷厂

开本:787 mm × 1 092 mm 1/16

印张:11.5

字数:270 千字

印数:1—1 000

版次:2010 年 12 月第 1 版

印次:2010 年 12 月第 1 次印刷

---

定价:38.00 元

# 前言

黄河是中华民族的摇篮,经济开发历史悠久,文化繁衍源远流长,曾经长期是我国政治、经济、文化的中心地区。黄河流域土地资源、矿产资源、能源资源十分丰富,生产潜力巨大,在我国现代化建设中具有重要的战略地位。黄河是一条多泥沙河流,中上游地区的干旱风沙、水土流失灾害,下游河道泥沙淤积和决口威胁,都严重地影响着沿黄地区的经济发展和人民生命财产安全。治理开发黄河是我国国土整治与开发的重大战略任务,对促进我国经济可持续发展具有重要的意义。

黄河下游两岸平原人口密集,城市众多,有郑州、开封、新乡、濮阳、济南、菏泽、聊城、德州、滨州、东营以及徐州、阜阳等大中城市,有京广、津浦、陇海、新菏、京九等铁路干线以及很多公路干线,还有正在迅速发展的中原油田、胜利油田、兖济煤田、淮北煤田等能源工业基地,以及正在加速发展的黄淮海平原农业综合开发区。黄河下游水患灾害历来为世人所瞩目,黄河一旦决口,势必造成巨大灾难,甚至可能打乱整个国民经济的部署和发展进程。黄河洪灾除直接造成经济损失外,还会造成十分严重的后果,大量铁路、公路及生产生活设施,引黄灌排渠系都将遭受毁灭性破坏,造成群众大量伤亡,泥沙淤塞河渠,良田沙化等,对社会经济发展和环境改善将造成长期的不利影响。黄河安危,事关重大,因此黄河的防洪、治理开发和工程管理自古以来都是关系到人民安危和国家兴衰的大事。

1946年中国共产党领导人民治黄以来,特别是新中国成立以后,党和国家对黄河进行了前所未有的治理与开发。经过60多年的不懈努力,初步形成了以中游干支流水库、下游河防工程、分滞洪区的“上拦下排,两岸分滞”的调控洪水工程体系,初步形成了以上游水土保持、中游干流水库、下游河防工程、两岸滩地淤积和河道挖河疏浚的“拦、排、放、调、挖”泥沙处理和利用体系,同时,还加强了防洪非工程措施建设和人防体系的建设。

黄河防洪工程是黄河防洪减灾的重要保障,并在黄河治理开发与管理中发挥着重要的基础作用,如何利用通信、网络、计算机、3S等先进技术,建立基于流域三维地貌服务平台的防洪工程维护管理系统,通过数据采集、实时传输、信息存储管理和分析处理等,实时掌握防洪工程的运行状态,为黄河防汛抢险、水资源统一调度管理、防洪规划、工程设计、工程施工及工程建设管理等提供全面、及时、准确的信息服务和技术支持,正是本系统研发的目的。

黄河防洪工程维护管理系统开发建设起步于2002年,是黄河“亚洲开发银行贷款项目——防洪非工程措施”工程建设中的组成部分,初期建设以河南省郑州市境内的黄河防洪工程的维护管理为试点,主要涉及下游两岸堤防工程、引水涵闸工程、河道治理工程,以及三门峡、小浪底等下游防洪水库等,经过多年的滚动开发,逐步扩展到了整个黄河流域的整个防洪工程体系,该系统建设随着不断的开发和应用,逐年进行了完善修改,由2004年的试点工程系统,经过了多次升级完善,在黄河防洪工程维护管理工作中发挥着重要作用。

本书是对该项目研发成果的技术总结,重点阐述了系统需求分析、系统总体架构、实现功能、研发采用的技术路线,关键技术难点及解决方案等,力求体现系统研发中的创新点,探索先进技术在生产中的应用,为类似系统建设提供参考。

本书由高新平、张洪岭、李德营、王玉华、马晓兵撰写。其中高新平撰写本书前言、目录、第3章、第7章及第9章,张洪岭撰写第4章及参考文献,李德营撰写第1章、第2章及第5章,王玉华撰写第6章6.3、6.4节,马晓兵撰写第6章6.1、6.2、6.5、6.6节及第8章。全书由高新平统稿。

本书编写过程中,得到了朱艾钦、赵乐、张宝森、李长松、曹立志、沈林、李昆的大力支持,刘学工、崔建中、卢杜田等专家对本书编写提出了许多宝贵意见,在此表示衷心的感谢。

**编 者**

2010年8月

# 目 录

## 前 言

|                            |      |
|----------------------------|------|
| 第1章 概 述 .....              | (1)  |
| 1.1 黄河防洪工程与管理体制 .....      | (2)  |
| 1.1.1 防洪工程现状 .....         | (2)  |
| 1.1.2 信息化建设现状 .....        | (7)  |
| 1.1.3 工程管理体制 .....         | (8)  |
| 1.2 “数字黄河”工程 .....         | (10) |
| 1.3 系统研发目标与任务 .....        | (12) |
| 1.3.1 系统研发目标 .....         | (12) |
| 1.3.2 系统研发任务 .....         | (12) |
| 1.4 章节安排 .....             | (13) |
| 第2章 需求分析 .....             | (14) |
| 2.1 业务需求 .....             | (14) |
| 2.1.1 工程基础信息管理 .....       | (14) |
| 2.1.2 工程动态维护管理 .....       | (14) |
| 2.1.3 维护标准研究与制定 .....      | (15) |
| 2.1.4 维修养护策略与方案生成 .....    | (15) |
| 2.1.5 管理维护决策支持 .....       | (15) |
| 2.1.6 工程多媒体信息管理 .....      | (15) |
| 2.1.7 安全监测信息管理 .....       | (15) |
| 2.1.8 安全评估信息管理 .....       | (15) |
| 2.2 功能需求 .....             | (16) |
| 2.3 性能和环境需求 .....          | (16) |
| 2.3.1 通信系统 .....           | (16) |
| 2.3.2 计算机网络 .....          | (17) |
| 2.3.3 数据存储 .....           | (17) |
| 2.4 信息需求 .....             | (18) |
| 2.4.1 信息需求的内容 .....        | (18) |
| 2.4.2 信息显示方式需求 .....       | (19) |
| 第3章 防洪工程维护管理系统总体方案设计 ..... | (21) |
| 3.1 体系架构 .....             | (21) |
| 3.2 软件架构 .....             | (22) |
| 3.2.1 总体框架 .....           | (23) |

|        |                              |      |
|--------|------------------------------|------|
| 3.2.2  | 系统划分 .....                   | (24) |
| 3.3    | 系统部署策略 .....                 | (24) |
| 3.3.1  | 安装 IIS .....                 | (24) |
| 3.3.2  | ArcIMS 安装 .....              | (26) |
| 3.3.3  | Web 服务部署 .....               | (30) |
| 3.3.4  | Skyline TerraGate 安装部署 ..... | (31) |
| 3.4    | 县(区)级工程管理站建设 .....           | (34) |
| 3.4.1  | 功能 .....                     | (34) |
| 3.4.2  | 硬件配置 .....                   | (35) |
| 3.5    | 地(市)级工程管理分中心建设 .....         | (35) |
| 3.5.1  | 功能 .....                     | (35) |
| 3.5.2  | 硬件配置 .....                   | (36) |
| 3.6    | 省级工程管理中心建设 .....             | (36) |
| 3.6.1  | 功能 .....                     | (36) |
| 3.6.2  | 硬件配置 .....                   | (36) |
| 3.7    | 黄委工程管理中心建设 .....             | (37) |
| 3.7.1  | 功能 .....                     | (37) |
| 3.7.2  | 硬件配置 .....                   | (38) |
| 3.8    | 移动监测站建设 .....                | (39) |
| 3.8.1  | 功能 .....                     | (39) |
| 3.8.2  | 硬件配置 .....                   | (39) |
| 3.9    | 系统主要界面设计 .....               | (40) |
| 3.9.1  | 功能 .....                     | (40) |
| 3.9.2  | 系统界面设计与结构 .....              | (40) |
| 3.10   | 系统总体集成 .....                 | (43) |
| 3.10.1 | 总体集成原则 .....                 | (44) |
| 3.10.2 | 总体集成目标 .....                 | (47) |
| 3.10.3 | 总体集成主要任务 .....               | (47) |
| 3.10.4 | 总体集成方案 .....                 | (48) |
| 3.11   | 系统运行环境 .....                 | (49) |
| 3.11.1 | 软件平台配置 .....                 | (49) |
| 3.11.2 | 硬件环境配置 .....                 | (49) |
| 3.11.3 | 网络配置 .....                   | (50) |
| 3.12   | 系统权限管理 .....                 | (50) |
| 3.12.1 | 信息享用权限 .....                 | (50) |
| 3.12.2 | 会商权限 .....                   | (51) |
| 第4章    | 子系统设计 .....                  | (52) |
| 4.1    | 工程基础信息管理子系统 .....            | (52) |

|       |                      |      |
|-------|----------------------|------|
| 4.1.1 | 基于流域三维地貌的信息查询 .....  | (53) |
| 4.1.2 | 统计分析 .....           | (56) |
| 4.1.3 | 成果输出模块 .....         | (52) |
| 4.2   | 工程维护决策支持子系统 .....    | (57) |
| 4.2.1 | 工程维护方案生成模块 .....     | (59) |
| 4.2.2 | 工程维护概(预)算模块 .....    | (61) |
| 4.2.3 | 维护工程报表与图像打印 .....    | (63) |
| 4.3   | 工程维护动态管理子系统 .....    | (64) |
| 4.3.1 | 工程普查信息管理 .....       | (64) |
| 4.3.2 | 日常维护信息管理 .....       | (65) |
| 4.3.3 | 专项维护信息管理 .....       | (68) |
| 4.3.4 | 险患监测信息管理 .....       | (70) |
| 4.3.5 | 技术文件管理 .....         | (70) |
| 4.4   | 多媒体管理子系统 .....       | (71) |
| 4.4.1 | 多媒体数据统计分析 .....      | (72) |
| 4.4.2 | 多媒体数据浏览 .....        | (72) |
| 4.4.3 | 多媒体信息维护 B/S 系统 ..... | (74) |
| 4.4.4 | 多媒体信息维护 C/S 系统 ..... | (75) |
| 4.5   | 安全监测子系统 .....        | (76) |
| 4.5.1 | 试点河段概况 .....         | (76) |
| 4.5.2 | 实时安全监测项目选择 .....     | (77) |
| 4.5.3 | 赵口控导安全监测断面的布置 .....  | (78) |
| 4.5.4 | 数据信息采集及传输 .....      | (78) |
| 4.5.5 | 数据信息在线处理 .....       | (82) |
| 4.5.6 | 现场监测仪器选型 .....       | (82) |
| 4.5.7 | 安全监测信息查询及图形分析 .....  | (86) |
| 4.6   | 涵闸安全评估子系统 .....      | (86) |
| 第5章   | 数据库设计 .....          | (88) |
| 5.1   | 数据库设计原则 .....        | (88) |
| 5.1.1 | 需求牵引,应用至上 .....      | (88) |
| 5.1.2 | 先进性和实用性相结合 .....     | (88) |
| 5.1.3 | 安全性原则 .....          | (89) |
| 5.1.4 | 标准化、规范化的原则 .....     | (88) |
| 5.1.5 | 数据完整性、一致性原则 .....    | (89) |
| 5.2   | 数据库设计依据 .....        | (89) |
| 5.3   | 数据编码原则与标准 .....      | (89) |
| 5.3.1 | 数据编码原则 .....         | (89) |
| 5.3.2 | 数据编码标准 .....         | (90) |

|                        |       |
|------------------------|-------|
| 5.4 数据库结构设计 .....      | (90)  |
| 5.4.1 数据库逻辑结构设计 .....  | (90)  |
| 5.4.2 数据分类 .....       | (90)  |
| 5.4.3 工程信息数据库 .....    | (91)  |
| 5.4.4 基础地理信息数据库 .....  | (91)  |
| 5.4.5 安全监测及评估数据库 ..... | (92)  |
| 5.4.6 相关支持数据库 .....    | (92)  |
| 5.5 数据库设计内容 .....      | (92)  |
| 5.5.1 堤防工程 .....       | (92)  |
| 5.5.2 河道整治工程 .....     | (93)  |
| 5.5.3 水闸工程 .....       | (94)  |
| 5.5.4 穿堤建筑物 .....      | (95)  |
| 5.5.5 跨河工程 .....       | (96)  |
| 5.5.6 险点险段 .....       | (96)  |
| 5.5.7 水库 .....         | (97)  |
| 5.5.8 生物工程 .....       | (97)  |
| 5.5.9 附属设施 .....       | (98)  |
| 5.5.10 工程管理单位信息 .....  | (98)  |
| 5.5.11 防汛道路信息 .....    | (99)  |
| 5.5.12 维修养护方案信息 .....  | (99)  |
| 5.5.13 动态管理信息 .....    | (99)  |
| 5.5.14 多媒体信息 .....     | (101) |
| 5.5.15 基础地理信息 .....    | (101) |
| 5.5.16 工程安全监测信息 .....  | (101) |
| 5.5.17 涵闸评估信息 .....    | (102) |
| 5.6 数据分布与存储 .....      | (102) |
| 5.7 数据库更新与维护 .....     | (103) |
| 5.7.1 数据库更新 .....      | (103) |
| 5.7.2 数据库维护 .....      | (105) |
| 5.8 数据的备份与恢复 .....     | (105) |
| 5.8.1 数据备份 .....       | (105) |
| 5.8.2 数据恢复 .....       | (106) |
| 5.9 数据库的安全性和一致性 .....  | (106) |
| 5.9.1 数据库安全的定义 .....   | (106) |
| 5.9.2 数据库的安全性 .....    | (107) |
| 5.9.3 数据库的一致性 .....    | (108) |
| 第6章 开发技术方案 .....       | (109) |
| 6.1 基于系统层次结构的设计 .....  | (109) |

|       |                          |       |
|-------|--------------------------|-------|
| 6.1.1 | 界面层 .....                | (110) |
| 6.1.2 | 逻辑层 .....                | (111) |
| 6.1.3 | 数据层 .....                | (111) |
| 6.1.4 | 三层体系结构的优点 .....          | (111) |
| 6.2   | 面向对象的系统设计思路 .....        | (111) |
| 6.2.1 | 面向对象设计概念 .....           | (112) |
| 6.2.2 | 面向对象语言基本特征 .....         | (113) |
| 6.2.3 | 面向对象程序的优点 .....          | (120) |
| 6.3   | 多语言混合编程(Mash Up) .....   | (121) |
| 6.3.1 | J2EE 技术 .....            | (121) |
| 6.3.2 | NET 技术 .....             | (131) |
| 6.3.3 | AJAX 技术 .....            | (135) |
| 6.4   | WebGIS 应用 .....          | (139) |
| 6.4.1 | WebGIS 体系结构 .....        | (139) |
| 6.4.2 | WebGIS 工作介绍 .....        | (141) |
| 6.4.3 | WebGIS 平台介绍 .....        | (144) |
| 6.5   | 黄河流域三维地貌基础服务平台的应用 .....  | (146) |
| 6.5.1 | 黄河流域三维地貌基础服务平台架构 .....   | (146) |
| 6.5.2 | Skyline 软件系统 .....       | (146) |
| 6.5.3 | 黄河流域三维地貌基础服务平台工作流程 ..... | (149) |
| 6.6   | 防洪工程建筑物三维激光扫描成像及建模 ..... | (153) |
| 6.6.1 | 三维激光扫描成像系统介绍 .....       | (153) |
| 6.6.2 | 三维激光扫描成像和建模流程 .....      | (154) |
| 6.6.3 | 防洪工程建筑物模型发布 .....        | (156) |
| 第 7 章 | 关键技术研究及解决方案 .....        | (157) |
| 7.1   | 自动生成工程维修方案 .....         | (157) |
| 7.1.1 | 工程分类的标准 .....            | (157) |
| 7.1.2 | 维修养护方案库 .....            | (157) |
| 7.1.3 | 工程维护优先级排序方法 .....        | (158) |
| 7.1.4 | 工程维护预算的智能化计算 .....       | (158) |
| 7.1.5 | 规范化的定额模板 .....           | (159) |
| 7.2   | 涵闸安全评估模型 .....           | (159) |
| 7.2.1 | 评估模型设计思路 .....           | (160) |
| 7.2.2 | 评估模型的程序化 .....           | (160) |
| 7.2.3 | 采用 Extjs 程序框架 .....      | (161) |
| 7.2.4 | 模型算法 .....               | (163) |
| 7.3   | 工程三维激光扫描建模 .....         | (165) |
| 7.4   | 流域三维地貌服务平台 .....         | (166) |

|                              |       |
|------------------------------|-------|
| 第8章 结 论 .....                | (168) |
| 8.1 提高管理工作决策能力 .....         | (168) |
| 8.2 社会效益和经济效益 .....          | (168) |
| 8.3 为工程管理事业发展打下了坚实的基础 .....  | (169) |
| 第9章 未来展望 .....               | (170) |
| 9.1 水利工程管理发展的现代要求 .....      | (170) |
| 9.2 水利工程管理发展的指导思想和任务要求 ..... | (170) |
| 9.2.1 五个转变 .....             | (171) |
| 9.2.2 四个目标 .....             | (172) |
| 9.3 水利工程管理发展展望 .....         | (172) |
| 参考文献 .....                   | (174) |

# 第 1 章 概 述

黄河下游河道高悬于两岸地面,堤防是在历代民埝基础上逐步加高培厚修筑而成的,由于其填筑质量差,新老堤面结合不良,以及历代人类、动物活动等原因,堤身存在许多裂缝、洞穴等隐患,尤其是历史上曾决口的老口门堤段,存在堵口时的淤泥、秸料等杂物,为最薄弱堤段,洪水漫滩后易发生滑坡、坍塌和管涌等险情。加之河道仍在继续抬高,黄河下游悬河的状况在相当长时间内依然存在,堤防仍存在决口的可能。

为保障防洪安全,1998 年长江大洪水以后,国家加大了对黄河治理的投入力度。除增加基建投资外,还利用亚洲开发银行(简称亚行)贷款 1.5 亿美元(国家统贷统还),中国政府匹配 1.5 亿美元,进行“黄河洪水管理项目”建设。2001 年 8 月,国际咨询公司对黄河水利委员会(简称黄委)编制的《亚行贷款项目黄河下游防洪工程建设可行性研究报告》进行了评估,认为:“在防洪非工程措施中列入气象水文预报系统、洪水预警与减灾系统、防洪工程维护管理系统等是适宜的……”根据评估意见,防洪工程维护管理系统作为防洪非工程措施列入亚行项目,并通过近期防洪非工程措施科研立项筹措资金。

2002 年初,黄委建管局和信息中心成立了防洪工程维护管理系统建设项目组。黄委建管局项目组负责提出系统的需求,负责整个项目的组织协调与实施;信息中心项目组主要负责系统的设计、开发、集成及测试等系统建设任务。2002 年 7 月,在进行调研的基础上,黄委建管局组织有关技术人员,完成了需求分析报告的编写工作。2002 年 11 月,根据黄委亚行贷款项目办公室的要求,黄委建管局组织黄委设计院、信息中心、河南黄河河务局等多家单位,完成了《防洪工程维护管理系统设计报告》第一稿的编写工作,并于 2002 年 12 月组织召开了审查会,提出了修改意见。2003 年 7 月,根据修改意见,完成了《防洪工程维护管理系统设计报告》正式稿的编写,并上报到规划计划局。

2003 年 4 月,黄委建管局在郑州召开了“数字工管”郑州市局试点工程建设启动会议,防洪工程维护管理系统正式启动。至 2003 年 12 月 30 日,圆满完成了“数字工管”郑州市局试点工程建设,系统基础信息管理及多媒体信息管理子系统初步建成运行。大大提高了工程基础信息采集和查询的时效性,提升了工程管理的科技含量,为“数字工管”下一步建设奠定了坚实的基础。2004 年 4 月,黄委建管局下发了《关于选择〈黄河水利工程维修养护标准化模型研究〉承担单位的函》,确定山东黄河河务局为模型研究承担单位。山东黄河河务局根据要求,于 2004 年 10 月完成了“黄河水利工程维修养护标准化模型研究”任务。黄委信息中心根据山东黄河河务局提供的成果,于 2004 年底,完成了黄河水利工程维修养护标准化模型子系统的设计及开发工作。2005 年上半年,根据修改意见,项目组对已建系统进行了修改完善。2008 年 5 月,根据防洪非工程措施批复意见,编制了《试点工程安全评估系统技施设计》,9 月 1 日项目开始实施。2008 年 7~10 月,根据黄委建管局提供的新的治黄需求,黄委信息中心开发了工程动态维护管理子系统,并对基础信息管理子系统进行了升级完善。2008 年 11 月,对整个系统进行了集成、测试。2009

年 8 月,系统实现了基于黄河流域三维地貌平台的升级改造。

## 1.1 黄河防洪工程与管理体制

### 1.1.1 防洪工程现状

人民治黄 60 多年来,黄河下游先后兴建了以干支流水库、堤防、河道整治工程、分滞洪区为主体的“上拦下排、两岸分滞”的防洪工程体系。同时水文、通信、信息网络及防洪组织管理等非工程措施也得到了进一步加强,初步形成了较为完善的黄河下游防洪体系。见图 1-1。

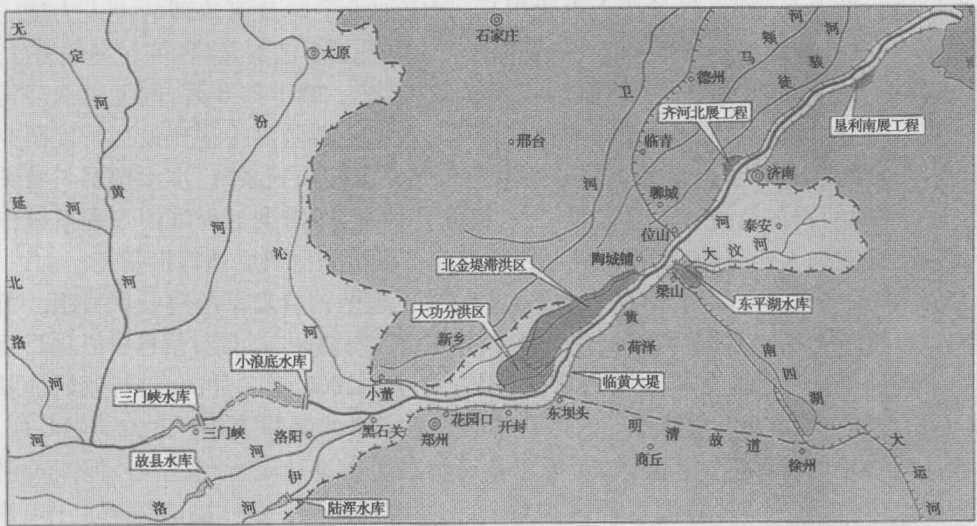


图 1-1 黄河下游防洪工程体系分布图

上拦工程有:干流的三门峡水库、伊河的陆浑水库、洛河的故县水库及干流上的小浪底水库。

下排工程主要有:黄河两岸大堤、支流堤防和河道整治工程。

两岸分滞洪工程有:东平湖水库、北金堤滞洪区、大功分洪区、封丘倒灌区、齐河展宽区(北展)、垦利展宽区(南展)等。

非工程措施主要有:防汛组织体系、防汛通信系统、水文测报预报系统、防汛信息采集系统、滩区分滞洪区的管理、工程抢险及防灾减灾等。

黄河下游现行河道经过了一系列演变过程。孟津白鹤至武陟秦厂属禹河故道,南岸受邙山、北岸受清风岭及堤防的制约,河道变化不大。左岸从沁河口、右岸从邙山根至兰考东坝头河段 130 多 km 属明清故道,现已行河 500 多年;自明代到 1855 年,该河段两岸堤防决口 190 次之多,由 1855 年铜瓦厢决口造成东坝头到武陟河道的溯源冲刷,河道下切,滩槽高差增大,低滩变成高滩,一般洪水多不出槽,堤防等防护工程也得到相应的加高培厚。东坝头以下河段是铜瓦厢决口改道后形成的新河,黄河初入山东夺大清河路入

海,大清河原河道仅十余丈,至1871年“大清河自东阿鱼山到利津河道,已刷宽半里余,冬春水涸,尚深二、三丈,岸高水面又二、三丈,是大汛时,河槽能容五、六丈”,1875年以后,堤防已初步形成,河流得到约束,泥沙淤积增加,河道已变成地上河。河口河道从1855年由经铁门关至肖神庙东之入海(铁门关故道)开始,河口共改道10次,1949年以来大的改道有4次,先后在甜水沟、宋春荣沟、神仙沟及1976年人工改道的清水沟流路,防护工程也随之完善。

1.1.1.1 下游堤防工程

黄河下游现行河道两岸黄委直管的堤防包括临黄堤、东平湖堤、河口堤、北金堤、展宽堤(包括南展宽堤和北展宽堤)和支流沁河五龙口以下堤防及大清河戴村坝以下堤防等各类堤防长2 290.851 km,其中设防堤长1 960.206 km,不设防堤长330.645 km。临黄堤长1 371.227 km,分滞洪区堤防313.842 km,支流堤防195.367 km,渔洼以下河口堤防146.210 km。见表1-1。

表 1-1 黄河下游堤防长度汇总 (单位:km)

| 河段        | 堤防类型 | 堤防名称  | 长度        |
|-----------|------|-------|-----------|
| 孟津白鹤至垦利渔洼 | 设防堤  | 临黄堤   | 1 371.227 |
|           |      | 分滞洪区堤 | 313.842   |
|           |      | 支流堤   | 195.367   |
|           |      | 小计    | 1 880.436 |
|           | 不设防堤 |       | 264.205   |
|           | 合计   |       | 2 144.641 |
| 渔洼以下      | 设防堤  |       | 79.770    |
|           | 不设防堤 |       | 66.440    |
|           | 合计   |       | 146.210   |
| 总计        | 设防堤  |       | 1 960.206 |
|           | 不设防堤 |       | 330.645   |
|           | 合计   |       | 2 290.851 |

人民治黄以来,黄河下游经过四次较大规模的加高加固大堤(第一次为1950~1959年,第二次为1962~1965年,第三次为1974~1985年7月,第四次为1990年至今),目前黄河下游临黄大堤高度一般为7~11 m,最高达14 m,临背河地面高差4~6 m,最大10 m以上,堤防断面顶宽7~15 m;临背边坡:艾山以上均为1:3,艾山以下临河边坡1:2.5,背河坡1:3。大堤历年加高断面示意图见图1-2。

按照防御2000水平年花园口站22 000 m<sup>3</sup>/s设防标准,高度值不足0.5 m的堤段经过1998年以来加高,目前已经完成。

自1970年在黄河下游放淤固堤以来,共完成土方量近5亿m<sup>3</sup>,加固黄河堤防899 km,其中临黄堤887 km。目前采用截渗墙加固堤防长度为56.6 km,其中临黄堤

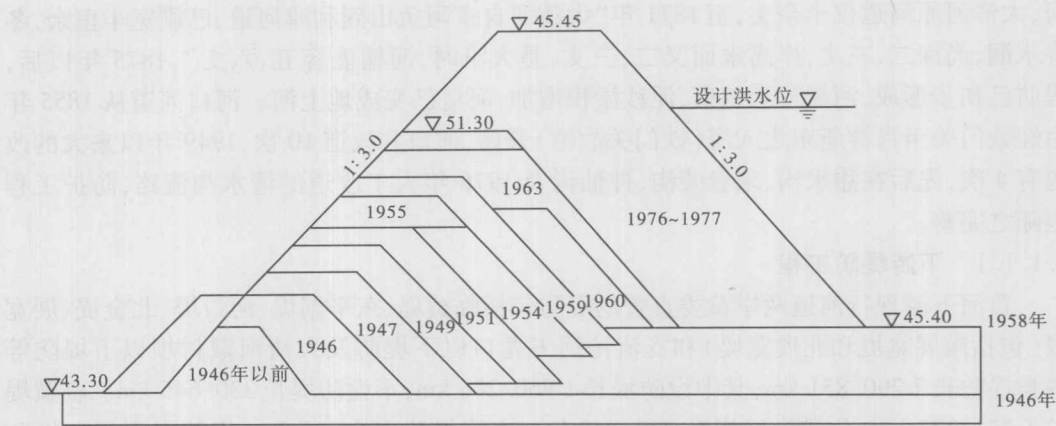


图 1-2 大堤历年加高断面示意图

51.3 km。采用前后戗加固堤防 373 km,其中临黄堤 269 km。放淤固堤示意图见图 1-3。

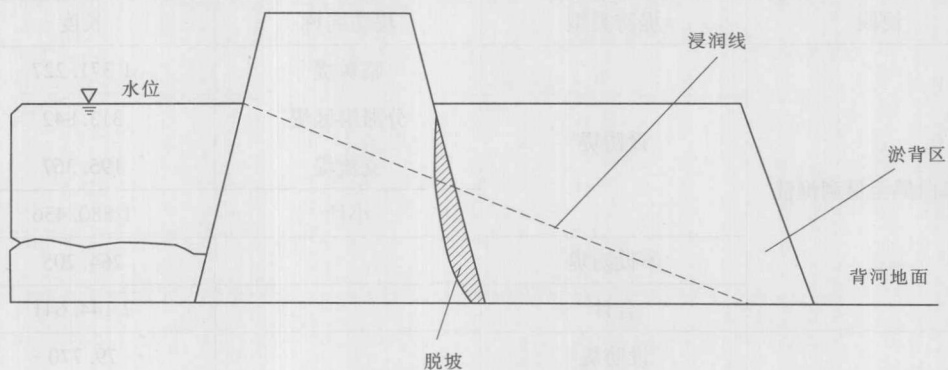


图 1-3 放淤固堤示意图

#### 1.1.1.2 水闸虹吸工程

黄河下游豫、鲁两省临黄大堤上,截至 2004 年,计有引黄水闸 95 座(河南 32 座、山东 63 座),设计引水流量  $4\,170\text{ m}^3/\text{s}$ ;虹吸 6 处,设计引水能力  $22.44\text{ m}^3/\text{s}$ 。据近年统计,年引水量 100 多亿  $\text{m}^3$ ,抗旱、灌溉面积达 200 多万  $\text{hm}^2$ 。分泄洪闸 13 座,设计分洪流量  $29\,330\text{ m}^3/\text{s}$ 。

另外,沁河堤防上有穿堤闸涵 31 座,设计引(排)水流量  $83.4\text{ m}^3/\text{s}$ ,另外大清河堤、东平湖堤计有 17 座水闸,设计引排水能力  $281\text{ m}^3/\text{s}$ ;北金堤水闸 8 座,设计引排水能力  $129\text{ m}^3/\text{s}$ ;齐河北展及垦利南展堤上还有排灌闸 17 座,设计引排水能力  $447\text{ m}^3/\text{s}$ ;其他有睦里、垦东排水闸,排水能力  $15\text{ m}^3/\text{s}$ 。

#### 1.1.1.3 防汛道路工程

黄河下游防汛抢险道路包括堤顶道路、沿黄乡镇或公路通往大堤的上堤防汛道路、通往滩区控导工程的控导工程防汛道路、控导工程连坝顶道路等。

##### 1) 堤顶道路

黄河下游临黄堤、沁河、东平湖围坝及二级湖堤、大清河堤等,总长度 1 680 km 需要

按堤防“抢险交通线”进行建设,其中以临黄堤标准化建设为重点逐步硬化,参照平原微丘三级公路标准修筑。目前河南临黄堤左岸沁河口至台前张庄闸、右岸郑州邙山至兰考共计 459.71 km,已全线贯通,山东临黄堤、沁河堤防、东平湖二级湖堤等硬化长度约 400 km,按计划 2010 年以前临黄大堤硬化道路全面建成。

#### 2) 上堤防汛道路

黄河下游共有上堤防汛道路(硬化路)324 条,长 1 940 km,平均每 5.19 km 堤防有 1 条上堤道路。

#### 3) 控导工程防汛道路

黄河下游 168 处主要控导工程,长度 360 km,计有防汛道路 190 条,长 850 km。已硬化 84 条,长 368.2 km;土路 106 条,长 482 km。控导工程连坝长度 360 km 已硬化 22 处,长度 37.79 km。

### 1.1.1.4 黄河小北干流工程

黄河小北干流河段为历史上基本没有河道整治的工程。20 世纪 60 年代前,当地沿河群众为防止高岸坍塌,为了护村、护站等,自筹资金修过一些小型堤坝,因多属土堤,无根石保护,且河势又极不稳定,已被冲毁。

1968 年,经原水电部批准,两省修建了禹门口、汾河口、城西、芝川、合阳、朝邑、潼关等七处工程。此后,在 70 年代初期至 80 年代,未经水利部、黄委批准,两岸各自相继修建了多处河道整治工程。工程修建后,虽然保护了一些高岸不再坍塌,沿河滩地得到了开发利用,对控导主流、稳定河势起到了一定的积极作用,发挥了较大效益。但是,由于治理缺乏统一规划,有些工程平面布设不够合理,严重的还产生阻水挑流;有些工程过度占压河道行洪断面,工程对峙,影响河道行洪;有的工程不利于对岸机电灌站正常引水等。这种状况不仅加剧了两省的水事纠纷,而且也严重浪费了大量的人力、物力及建设资金。对此,国务院、水利部极为重视,50 年代及 90 年代多次做过指示、批复及批示,但由于多种原因,一直未能很好地解决。

为了减少晋、陕两省水事纠纷,经国务院(82)国函字 229 号文批示,黄河禹潼河段两岸河道工程由黄委实行统一管理。1985 年初,黄委对两岸工程进行了接管。由于多种原因,少数工程仍由地方管理。1990 年,国务院以国函[1990]26 号文明确批复“两岸严重阻水挑流的工程必须拆除”。经黄委 1993 年 4 月核查,黄河禹潼河段两岸现有超出治导控制线的河道工程共计 10 处,总长度 11.20 km。其中:左岸山西侧有 6 处,工程长度 6.10 km;右岸陕西侧有 4 处,工程长度 5.10 km。这些超线工程中,国函[1990]26 号文指名的六处工程应拆除 5.07 km,其中:山西侧 3 处,2.57 km,分别是小石嘴工程 0.67 km,屈村工程下段 0.45 km,城西工程下段 1.45 km;陕西侧 3 处,2.50 km,分别是太里工程下段 1.00 km,华原工程下段 1.20 km,牛毛湾工程下段 0.30 km。

国函[1990]26 号文件批复后,由于两省未严格按文件执行,未经黄委同意又擅自修建了部分阻水挑流工程,造成六处阻水挑流工程实际应拆除总长度增加 3.0 km,为 8.07 km,坝垛 58 道。其中:山西侧在城西工程增加 1.5 km;陕西侧在牛毛湾工程下段增加 1.5 km。

1994 年国家防办以国汛办电[1994]14 号《关于抓紧黄河小北干流清障的紧急通知》

电告山西、陕西防洪指挥部及黄委,要求“黄河小北干流治导线内的挑流工程务于7月25日前拆除”。

依据“紧急通知”精神,由黄委组织,在晋、陕两省防办及有关部门大力支持配合下,国务院26号文件指名的六处工程阻水挑流部分8.07 km终于于1994年下半年拆除完成。

截止到2000年统计,两岸共有已建工程34处,工程长度146.988 km(委管长度118.720 km,地管28.268 km),坝垛1 029道。其中左岸22处,长度83.605 km(委管67.976 km,地管15.629 km),坝垛520道;右岸13处,长度63.383 km(委管50.744 km,地管12.639 km),坝垛509道。按工程分类统计,工程总长度146.988 km,控导工程64.665 km(左岸37.247 km,右岸27.418 km);护岸工程74.043 km(左岸41.178 km,右岸32.865 km);护滩工程5.150 km(左岸3.150 km,右岸2.00 km),未计入伸入治导控制线以内的3.130 km。

山西、陕西黄河小北干流计有防汛道路37条,长度128.85 km,其中山西19条,长度91.02 km;陕西18条,长度37.85 km。

### 1.1.1.5 三门峡库区工程

三门峡库区主要淹没与影响区包括潼关至三门峡大坝113.5 km、黄河小北干流132.5 km、渭河咸阳铁桥以下208 km及北洛河淤头以下138 km河段。

#### 1) 渭河下游

渭河下游堤防始建于20世纪六七十年代,质量差,标准低,宽度、坡比均达不到设计要求,且高程不足,实际防洪能力普遍达不到设计标准,其中耿镇桥以下渭河防护大堤实际防洪能力只能达到 $7\,660\text{ m}^3/\text{s}$ ,约为12年一遇的标准;加之渭河下游河床不断淤高,临背背差不断增大,造成大堤防洪能力不断下降。

渭河下游堤防,经过多次加高培厚,曾达到防御渭河华县站 $10\,800\text{ m}^3/\text{s}$ (50年一遇)洪水标准,一般堤顶宽3~6 m,超高1.8~2.0 m,临河坡1:2.5~1:3.0,背河坡均为1:2.0。但由于河道不断淤积,防洪标准随之降低,堤防有待进一步加高。

渭河下游河道整治工程分为险工、控导和护岸三类,采用丁坝、垛、平顺护岸三种形式。据统计,截至2000年,渭河下游河道208 km,两岸已修建河道整治工程57处,坝垛1 359座,护岸58段,工程总长度119 km。

#### 2) 潼三段

潼关至三门峡河段属山区峡谷河道,建库前,沿河部分村镇遭受洪害,仅局部进行防护。建库后,该河段成为库区,既是河道型水库,又是常用库容范围,蓄水运用后,库区两岸坍塌严重,高岸的坍塌,不但耕地塌失,还迫使一些村庄迁移,群众的生命财产安全受到威胁;1969年“四省会议”明确了三门峡水库运用原则,枢纽经过改建后,水库采用“蓄清排浑”运用方式,水库蓄水位较原蓄水运用初期有所降低,蓄水时间大大缩短,原高蓄水时淤积形成的高滩,常年或大部分年内不受蓄水影响,或影响较少,成为良田,是两岸群众,特别是建库后因塌岸而后靠的移民安置生产的好地方。大部分滩地可种一季,少部分滩地可种两季。

据统计,截至2004年,潼三段库区两岸共修建护岸工程42处,工程长度78 810 m。