

HUANGHE XINXIHUA DIANXING XITONG YANJIU

黄河信息化 典型系统研究

刘同 娄彦兵 王益民 编著

10101000010101010110101010100
101010101001010101010101010001



黄河水利出版社

黄河信息化典型系统研究

刘 同 娄彦兵 王益民 编著

黄河水利出版社

· 郑州 ·

内 容 提 要

本书对黄河下游引黄涵闸远程监控系统、黄河水环境信息管理系统和数据存储与管理系统等三个典型系统的总体思路、体系结构、功能、性能和关键技术进行了详细论述,并对黄河信息化工作进行了深入研究,说明了典型系统在黄河信息化系统中的位置及相互关系。

本书可供水利信息化专业技术人员学习、参考。

图书在版编目(CIP)数据

黄河信息化典型系统研究/刘同, 娄彦兵, 王益民编著. —郑州:黄河水利出版社, 2011. 1

ISBN 978 - 7 - 80734 - 977 - 8

I. ①黄… II. ①刘… ②娄… ③王… III. ①黄河 - 水资源管理 - 管理信息系统 - 研究 IV. ①TV213.4 - 39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 008204 号

组稿编辑:岳德军 电话:13838122133 E-mail:983375628@qq.com

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:hhslebs@126.com

承印单位:河南省瑞光印务股份有限公司

开本:850 mm × 1 168 mm 1/32

印张:6.875

字数:172 千字

印数:1—1 000

版次:2011 年 1 月第 1 版

印次:2011 年 1 月第 1 次印刷

定价:25.00 元

前 言

黄河信息化工作起步较早,从 1985 年开始通信专网建设,已形成以无线通信为主,包含微波通信、电话交换、集群通信、短波通信、卫星通信、无线接入等系统组成的综合业务通信网。特别是在 20 世纪 80 年代末,黄河水利委员会成立了专门的信息化管理单位——防汛自动化测报计算中心,拉开了黄河信息化建设的序幕。在计算机刚刚进入中国普通人视野的 20 世纪 90 年代,黄河信息化建设是围绕“三花间遥测系统”、“黄河防洪防凌决策支持系统”、“黄河防洪减灾系统”等几个大的项目展开的。这几个项目的建设,使黄河的信息化建设走在了全国水利信息化建设的前列。

进入 21 世纪,洪水威胁、水资源供需矛盾、生态环境恶化等方面问题更趋严峻。面对新世纪黄河流域水利发展存在的问题和挑战,2001 年 11 月 7 日,黄河水利委员会从黄河治理开发及国民经济发展的重大需求出发,提出了“三条黄河”(原型黄河、数字黄河、模型黄河)的科学治黄新理念,黄河信息化工作进入了飞速发展的快车道。

由于黄河信息化系统众多,受篇幅限制,本书不对每一个系统作详细介绍,只从其中抽取 3 个典型系统进行介绍,希望读者通过了解这 3 个系统,能对黄河信息化工作有一个较为深刻的认识,达到窥其全貌的效果。

本书主要编写者为刘同(前言、第 1 章、第 2 章),姜彦兵(第 3 章),王益民(第 4 章),全书由刘同策划和统稿。由于水平所限,书中难免有疏漏和不当之处,敬请广大读者批评指正。

作 者

2010 年 10 月

目 录

前 言

第1章 综 述	(1)
1.1 黄河流域概况	(1)
1.2 黄河管理机构概况	(2)
1.3 黄河信息化概况	(4)
第2章 黄河下游引黄涵闸远程监控系统	(8)
2.1 概 述	(8)
2.2 系统结构和组成	(16)
2.3 监控站点和设备	(24)
2.4 系统功能	(28)
2.5 系统性能	(52)
2.6 数据库	(56)
2.7 开发和运行平台	(58)
2.8 关键技术	(69)
2.9 应用效果	(72)
第3章 黄河水环境信息管理系统	(73)
3.1 概 述	(73)
3.2 主要业务内容与工作流程分析	(78)
3.3 信息管理总体结构	(98)
3.4 数据库	(100)
3.5 系统功能	(101)
3.6 关键技术开发与实现	(125)
第4章 数据存储与管理系统	(147)
4.1 体系结构	(147)

4.2	数据存储平台	(154)
4.3	数据管理和共享交换平台	(172)

第 1 章 综 述

1.1 黄河流域概况

黄河是我国的第二大河,全长 5 464 km,流经青海、四川、甘肃、宁夏、内蒙古、陕西、山西、河南、山东等九个省(区)。流域面积 79.5 万 km^2 ,黄河下游防洪保护区 12 万 km^2 ,区内有 8 510 万人,耕地 1.08 亿亩(1 亩 = $1/15 \text{ hm}^2$)。黄河有着不同于其他江河的显著特点:

(1)水少沙多,水沙异源。黄河多年平均天然径流量 580 亿 m^3 ,是长江的 $1/17$;多年平均输沙量 16 亿 t,是长江的 3 倍。输沙总量与含沙量均为世界大江大河之最。黄河 56% 的水量来自兰州以上,而 90% 的沙量却来自河口镇至三门峡区间。

(2)河道形态独特。黄河下游河道为著名的“地上悬河”,是海河流域与淮河流域的分水岭,现行河床一般高出背河地面 4 ~ 6 m。河道上宽下窄,河南河段最宽处达 24 km,山东河段最窄处仅 275 m,排洪能力上大下小。河势游荡多变,主流摆动频繁。河道内滩区为行洪区,居住人口 179 万人,防洪任务艰巨。

(3)水土流失严重。黄河流经世界上水土流失面积最广、侵蚀强度最大的黄土高原,水土流失面积 45.4 万 km^2 ,占黄土高原总面积的 71%。其中,侵蚀模数大于 5 000 $\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 的重点治理区面积 19 万 km^2 ;侵蚀模数大于 15 000 $\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 的剧烈侵蚀区面积有 3.7 万 km^2 ,占全国同类面积的 90%。

(4)洪水灾害严重。据记载,从先秦时期到民国年间的 2 500 多年中,黄河共决溢 1 500 多次,改道 26 次,平均三年两决口,百

年一改道,决溢范围北至天津,南达江淮,纵横 25 万 km^2 。每次决口水沙俱下,淤塞河渠,导致良田沙化,生态环境长期难以恢复。

(5) 经济发展相对落后。据 2000 年资料统计,黄河流域人口 1.1 亿人,占全国总人口的 8.7%;城市化率 26.4%,低于全国平均水平;国内生产总值 6 365 亿元,占全国的 6.8%,经济发展水平较低。黄河上中游地区是我国少数民族聚居区和多民族交汇地带,也是革命根据地和较贫困的地区,生态环境脆弱。

(6) 土地矿产资源丰富,发展潜力巨大。黄河流域总土地面积 11.9 亿亩,占全国国土面积的 8.3%。流域内共有耕地 1.97 亿亩,人均 1.79 亩,约为全国人均耕地的 1.5 倍。流域内矿产资源丰富,在全国已探明的 45 种主要矿产中,黄河流域有 37 种。黄河流域上中游地区的水能资源、中游地区的煤炭资源、中下游地区的石油和天然气资源都十分丰富,在全国占有极其重要的地位,被誉为我国的“能源流域”。

1.2 黄河管理机构概况

黄河水利委员会(简称黄委)是水利部在黄河流域和新疆、青海、甘肃、内蒙古内陆河区域内(以下简称流域内)的派出机构,代表水利部行使所在流域内的水行政主管职责,为具有行政职能的事业单位。其主要职能:

(1) 负责《中华人民共和国水法》等有关法律法规的实施和监督检查,拟订流域性的水利政策法规;负责职权范围内的水行政执法、水政监察、水行政复议工作,查处水事违法行为;负责省际水事纠纷协调工作。

(2) 组织编制流域综合规划及有关的专业或专项规划并负责监督实施;组织开展具有流域控制性的水利项目、跨省(自治区、直辖市)重要水利项目等中央水利项目的前期工作;按照授权,对

地方大中型水利项目的前期工作进行技术审查;编制和下达流域内中央水利项目的年度投资计划。

(3)统一管理流域水资源(包括地表水和地下水)。负责组织流域水资源调查评价;组织拟订流域内省际水量分配方案和年度调度计划以及旱情紧急情况下的水量调度预案,实施水量统一调度。组织或指导流域内有关重大建设项目的水资源论证工作;在授权范围内组织实施取水许可制度;指导流域内地方节约用水工作;组织或协调流域主要河流、河段的水文工作,指导流域内地方水文工作;发布流域水资源公报。

(4)负责流域水资源保护工作,组织水功能区的划分和向饮用水水源保护区等水域排污的控制;审定水域纳污能力,提出限制排污总量的意见;负责省(自治区、直辖市)界水体、重要水域和直管江河湖库及跨流域调水的水量 and 水质监测工作。负责流域内干流和跨省(自治区、直辖市)支流的主要河段、省(自治区、直辖市)界河道入河排污口设置的审查监督。

(5)组织制定或参与制定流域防御洪水方案并负责监督实施;按照规定和授权对重要的水利工程实施防汛抗旱调度;指导、协调、监督流域防汛抗旱工作;指导、监督流域内蓄滞洪区的管理和运用补偿工作;组织或指导流域内有关重大建设项目的防洪论证工作;负责流域防汛指挥部办公室的有关工作。

(6)指导流域内河流、湖泊及河口、海岸滩涂的治理和开发;负责授权范围内的河段、河道、堤防、岸线及重要水工程的管理、保护和河道管理范围内建设项目的审查许可;指导流域内水利设施的安全监管。按照规定或授权负责具有流域控制性的水利项目、跨省(自治区、直辖市)重要水利项目等中央水利项目的建设与管理,组建项目法人;负责对中央投资的水利工程的建设 and 除险加固进行检查监督,并监管水利建筑市场。

(7)组织实施流域水土保持生态建设重点区水土流失的预

防、监督与治理;组织流域水土保持动态监测;指导流域内地方水土保持生态建设工作。

(8)按照规定或授权负责具有流域控制性的水利工程、跨省(自治区、直辖市)水利工程等中央水利工程的国有资产的运营或监督管理;拟订直管工程的水价电价以及其他有关收费项目的立项、调整方案;负责流域内中央水利项目资金的使用、稽查、检查和监督。

(9)承办水利部交办的其他事项。

黄委主要机构设置为:委机关、山东黄河河务局(简称山东局)、河南黄河河务局(简称河南局)、黄河上中游管理局、黄河流域水资源保护局、水文局、黑河流域管理局、经济发展管理局、黄河水利科学研究院、移民局、黄河服务中心(机关服务局)、黄河中心医院、新闻宣传出版中心、信息中心、黄河小北干流山西河务局、黄河小北干流陕西河务局、勘测规划设计研究院(黄河勘测规划设计有限公司)和三门峡水利枢纽管理局(三门峡黄河明珠集团有限公司)。

委机关又包括:办公室、总工程师办公室、规划计划局、水政局、水资源管理与调度局、财务局、人事劳动教育局、国际合作与科技局、建设与管理局、水土保持局、防汛办公室、监察局、审计局、离退休职工管理局、直属单位党委和黄河工会。

1.3 黄河信息化概况

黄河信息化工作起步较早,从1985年开始通信专网建设,已形成以无线通信为主,包含微波通信、电话交换、集群通信、短波通信、卫星通信、无线接入等系统组成的综合业务通信网。特别是在20世纪80年代末,黄委成立了专门的信息化管理单位“防汛自动化测报计算中心”,拉开了黄河信息化建设的序幕。在计算机刚

刚进入中国普通人视野的 20 世纪 90 年代,黄河信息化建设是围绕“三花间遥测系统”、“黄河防洪防凌决策支持系统”、“黄河防洪减灾系统”等几个大的项目展开的。“三花间遥测系统”,通过在黄河三门峡—花园口间建设遥测雨量站和遥测水文站,实时掌握三花间的雨量和水文信息,实现水雨情的自动测报。“黄河防洪防凌决策支持系统”的开发,基本理清了防汛决策的总体思路,为防洪决策提供了良好的环境和分析、计算手段。“黄河防洪减灾软件系统”是在“黄河防洪防凌决策支持系统”的基础上,利用芬兰政府贷款开发的,该系统主要包括会商系统、暴雨预报、洪水预报、防洪调度、信息查询、防洪数据库等子系统,采用关系型数据库系统,实现了部分防汛信息的网上传递和共享。以上几个项目的建设,使黄河的信息化建设走在了全国水利信息化建设的前列。

进入 21 世纪,洪水威胁、水资源供需矛盾、生态环境恶化等方面的问题更趋严峻,面对新世纪黄河流域水利发展存在的问题和挑战,2001 年 11 月 7 日,黄委党组从黄河治理开发及国民经济发展的重大需求出发,提出了“三条黄河”(原型黄河、数字黄河、模型黄河)的科学治黄新理念,黄河信息化工作进入了飞速发展的快车道。主要成果体现在:

(1)“数字水调”于 2002 年 11 月正式启动,先后建成了“黄河下游引黄涵闸远程监控系统”和“黄河水量调度管理系统”,完成了对黄河下游 84 座引黄涵闸的远程监控,实现了黄河水量调度的自动化。

(2)在水资源保护方面,建成了黄河水环境信息管理和水资源保护监控中心,能够及时监控黄河干流及主要支流的水质情况,为处理水质污染事件提供了支持。

(3)在数据存储方面,黄委数据中心一期工程已于 2004 年 6 月建成投入使用,数据存储与管理系统建设获得突破性的进展。目前,已建成水文数据库、实时水雨情数据库、黄河下游工情险情

数据库,正在完善黄河水土保持、水量调度、防洪工程、黄河流域背景等数据库。

(4)在防汛减灾方面,先后建成了“黄河下游工情险情会商系统”、“黄河下游防汛调度信息监视系统”、“黄河防洪预案管理系统”及“黄河洪水调度方案演示系统”等系统。

(5)电子政务系统建设成效显著。从2002年开始,黄委机关办公自动化系统得到广泛应用。

(6)2003年7月,开始建设“小花间暴雨洪水预警预报系统”,为“黄河小花间暴雨洪水预警预报系统”提供基础水雨情信息。

(7)在通信方面,通过黄河下游郑州—河口 SDH 微波干线改造工程,实现了郑州—济南间 155 Mbps 带宽,沿线市级河务局实现了 10 M 联网,县河务局实现了 2 M 以上联网。

(8)在网络方面,在国家防汛抗旱指挥系统(一期)等项目的支持下,建成了郑州千兆光纤计算机城域网,解决了黄委网管中心与驻郑各大单位的高速互联。实现了全部委属单位广域计算机网络的连接,形成了从黄河防汛指挥大楼至各大局、地市局、县局及延伸到涵闸的多级广域网络,全河计算机局域网接入达近百个,上网计算机 5 000 余台,使各单位具备了语音、数据、图像传输功能,基本实现了各类治理黄河信息的网络传输与共享。

(9)开展了应用服务平台试验系统建设,积累了在 J2EE 架构下开发应用软件中间件的经验。

(10)水土保持生态环境监测系统一期工程建设基本完成,初步建成了水土保持监控中心和监测中心站,构建了流域水土保持数据库,开发了水土保持遥感调查、淤地坝设计和多沙粗沙区管理等相关应用系统。

(11)亚洲银行贷款项目“黄河下游防洪工程维护管理系统”已基本完成,开发完成了工程管理维护模型,在黄河水利工程的建

设管理和维护管理方面发挥了积极的作用。

黄委经过 20 多年在黄河信息化方面的不断耕耘,各类信息化系统已经遍布黄河上下,提高了治理黄河的科技含量与管理水平,推动了信息采集流程、防汛、水文、水资源管理与保护、水土保持、工程管理等业务管理流程的变革,已使网上办公成为广大治理黄河职工的日常工作方式,改变了人们的办公、学习和生活习惯。

由于黄河信息化系统众多,受篇幅限制,本书不对每一个系统作详细介绍,只从其中抽取 3 个典型系统进行介绍,希望读者通过对这 3 个系统的了解,达到窥其全貌的效果。

第 2 章 黄河下游引黄涵闸远程监控系统

2.1 概 述

2.1.1 水资源状况

黄河是中国的第二大河,是西北、华北地区最大的供水水源,以其占全国河川径流 2% 的有限水资源,承担着本流域和下游引黄灌区占全国 15% 耕地面积和 12% 人口的供水任务,同时还有向流域外部分地区远距离调水的任务。由于流域大部分地区属于干旱与半干旱地区,水资源贫乏,多年平均天然径流量 570 亿 m^3 ,加上水资源时间和空间分布的不均匀,可供利用的天然径流量为 370 亿 m^3 。

随着社会和国民经济的发展,对黄河水资源的需求不断增加,实际利用黄河水量已超过 300 亿 m^3 ,水资源供需矛盾越来越突出,从 1972 年到 1999 年连续 28 年黄河下游频繁断流,缺水已成为沿黄地区社会和经济可持续发展的主要制约因素。

根据黄河水资源供需平衡预测,21 世纪中叶之前的黄河流域将长期面临水资源供需矛盾的巨大压力。因此,合理配置、优化调度、有效保护黄河水资源,最大限度地满足沿黄地区国民经济各部门的需求,促进资源与环境生态系统良性循环,对黄河流域社会的可持续发展和生态环境的改善,具有重大的战略意义。

由于黄河下游的频繁断流威胁到黄河健康生命,引起国际社会和全球华人的广泛关注,中央政府已经把能否保证黄河不断流

提升到国家能否致力于可持续发展的政治高度,水利部党组,黄委党组和河南、山东两局已经把确保黄河不断流作为黄河下游水量调度管理的首要目标。

近年来,黄河水量统一调度工作在全河上下的努力下,取得连续五年不断流的斐然成绩,受到了国务院的嘉奖。但是,确保黄河不断流仍然是黄河水资源管理与调度工作必须解决的一项重大课题。随着工农业和城市用水需求的增大,对黄河下游水量管理与调度工作的要求越来越高,调度方案的实施与监督工作的难度也越来越大。特别是在“黄河下游引黄涵闸远程监控系统”建设以前,下游涵闸引水监测的手段落后,不能满足河道水量平衡计算的要求,增加了水量调度的难度;受各种因素的影响,涵闸引多少报或有引不报的现象过去时常发生,对防止河道断流产生一定的威胁,亟待加强对涵闸引水的监督和管理;基层涵闸引水调度和管理的技术手段落后,现代化水平低,也难以满足日益加重的水调任务的需求;尤其是黄委和河南局、山东局还缺乏有效控制涵闸引水,防止河道断流的技术手段,在紧急情况下难以确保河道不断流。因此,必须加强对引黄涵闸的监督管理,利用现代先进的传感器技术、电子技术、计算机网络与通信技术,建设黄河下游引黄涵闸远程监控系统。

2002年,黄委启动“数字黄河”工程,力图用现代化的技术手段来管理、调度和利用黄河水资源。“黄河下游引黄涵闸远程监控系统”是“数字黄河”工程的重要组成部分,该系统于2003年开始建设,2005年全部建成。该系统的建成,能够及时获取河道引水信息,实现对黄河下游引黄涵闸的远程监控,这对于确保黄河不断流、维持河流生命、促进下游社会经济的可持续发展具有重大意义。

2.1.2 下游水量调度管理体系

黄河下游引黄涵闸管理通常由闸管所具体负责,大部分闸管

所由所在县河务局管理,个别闸管所由地市河务局管理。地市河务局一般都在防办设有专人负责,省河务局设立水调处统一负责管辖河段内的引黄水量调度和管理工作。黄河水量总调中心(简称总调中心)负责整个下游水量的统一调度和管理。

目前,省际河道断面以高村水文站作为分界,高村水文站以上属河南河段,以下属山东河段,由于高村不是省界,因此高村断面上下是两省交叉河段,右岸高村以上约 45 km 堤防,有阎潭、新谢寨、老新谢寨和高村共 4 座引黄涵闸属山东东明县管辖,左岸高村以下约 140 km 堤防,有南小堤、彭楼和影堂等 9 座引黄涵闸属河南濮阳、范县和台前三县管辖。

据统计,黄河下游现有引黄涵闸 94 座,有条件进行远程监控的有 84 座,涉及 32 个县,13 个地市和河南、山东两个省河务局。

2.1.3 下游水量调度管理业务

小浪底水库以下,黄河下游可供水量调节的只有东平湖水库,而且由于该水库又是分滞洪区,其主要任务是防洪,一般情况下无水可调。因此,黄河下游水量调度主要是对引黄涵闸的配水调度和监控管理。

涉及下游水量调度管理的部门有五级。

2.1.3.1 黄河水量总调中心

黄河水量总调中心主要是根据中上游来水预测、水库蓄水情况,综合考虑中上游各省区(主要是大型取水口)和下游两省(河南、山东)及油田等的用水需求,向两局下达月、旬调度方案。月、旬水量调度方案下达后,其主要工作是下游水量实时调度及监控、运行方案的检查分析等。

水量实时调度及监控就是:跟踪监视水情、工情、墒情、引水等情况,预测其发展趋势,不断提出供领导决策的参考意见,以指导水量调度工作。当遇到天气原因,两省或油田用水等原因要求调

整计划,以及来水形势突变时将视情况作出实时调整,并向两局下达实时水调指令。实时调度指令通常是要求控制高村和利津断面流量,在特殊情况下,如面临河道断流,将下达关闭或控制具体涵闸的指令。必要时,总调中心将从远程直接对引黄涵闸进行控制或闭锁。

运行方案的检查分析:在实时调度期内,或在一个阶段水量调度工作结束后,为了分析水量调度方案和执行当中存在的问题,总调中心要按照河段总耗水量和断面下泄流量双控制原则,根据涵闸引水信息和河道水文测验数据,进行河段水量平衡演算、水量调度方案与实况对比分析和统计以及对调度成效进行分析。调度期内将对河南局、山东局调度执行情况进行不定期监督检查,以便及时发现和解决问题。在特殊情况下,还要对涵闸引水情况进行远程监视,及时协调解决涵闸管理与地方用水纠纷。

2.1.3.2 河南局、山东局

河南局、山东局是下游水量调度指令的执行部门,也是省引黄调度的上级主管部门,主要水调业务是统计上报辖区内用水需求和实际引水信息,负责根据总调中心的指令、本辖区涵闸现状和实际用水需求,审批和分配辖区各引黄涵闸的引水总量和时段引水流量,然后向地市局下达调度指令。日常管理需要对引黄涵闸的指令执行情况进行监督检查,在特殊情况下(如为防止河道断流)必须对涵闸进行远程控制。在实时调度期内或一个阶段水量调度工作结束后,需要对河段总引水量进行分析和统计,对辖区河段内进行水量平衡计算和分析。

为了便于分析和统计,河南局、山东局还需要了解和掌握交叉河段各引黄涵闸的引水情况。

2.1.3.3 地市局

地市局的主要水调业务是承接辖区各县的用水申请,汇总并向省局上报用水需求,并根据省局的调度指令,下达到辖区各县局