

SHUILI GONGCHENG JICHU XINXI DE
CUNCHU YU GUANLI

水利工程基础信息的 存储与管理

赵 乐 李 黎 编著



黄河水利出版社

水利工程基础信息的存储与管理

赵 乐 李 黎 编著

黄河水利出版社

内 容 提 要

本书从水利行业的信息化建设入手,以黄河流域水利信息化基础设施建设为例,全面介绍了水利基础信息的管理及存储在水利行业信息化中的作用和地位,以及系统的建设目标、总体框架、数据库方案、数据存储与管理模式等内容,特别是对水利工程基础信息的分类、代码标准的制定等方面做了比较细致全面的介绍。

本书结构合理、内容翔实,可作为水利行业信息化系统设计及数据库建设等方面工作人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

水利工程基础信息的存储与管理/赵乐,李黎编著. —郑州:黄河水利出版社,2007.12

ISBN 978-7-80734-323-3

I. 水… II. ①赵…②李… III. 信息技术-应用-水利工程 IV. TV-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 187971 号

出 版 社:黄河水利出版社

地址:河南省郑州市金水路 11 号

邮政编码:450003

发行单位:黄河水利出版社

发行部电话:0371-66026940

传真:0371-66022620

E-mail:hhslcbs@126.com

承印单位:黄河水利委员会印刷厂

开本:850 mm×1 168mm 1/32

印张:4.25

字数:107 千字

印数:1—1 000

版次:2007 年 12 月第 1 版

印次:2007 年 12 月第 1 次印刷

书号:ISBN 978-7-80734-323-3/TV·533 定价:12.00 元

前 言

我国特有的地形地貌和季风气候,以及区域人口、经济分布的特点决定了旱涝灾害是不可能消失的自然灾害,决定了我国防洪抗旱减灾任务的长期性、艰巨性与复杂性。为了防治水旱灾害,新中国成立以来,我国投入大量的人力和物力进行江河整治,加强水利工程的建设,防洪抗旱能力大大增强。但完全依赖工程措施提高水利工程防洪标准和抗旱能力,不仅周期长、投资多,而且某些目标也较难以实现。

近年来,全球信息化形势突飞猛进,信息技术及其应用已经渗透到经济和社会的各个领域,成为提升产业结构和素质、提高劳动生产率、推动经济增长、增强国家综合实力的最先进的生产力。在社会经济与信息技术全面发展的基础上,水利行业的信息化建设也加快了步伐,特别是作为水利信息化“龙头”工程的国家防汛抗旱指挥系统一期工程已经国家批准实施,促进了水利信息化的进展,充分采用现代信息技术全面改造和提升传统的防汛抗旱效率。以水利信息化带动水利现代化为目标,积极开展水利信息网络、通讯网络、基础数据库等基础设施建设,大力推进国家防汛抗旱指挥系统建设。国家防汛抗旱指挥系统中期目标为:2006~2010年,将深入开发水利信息资源,完善水利信息基础设施,持续改善水利信息化保障环境,全面推进信息标准化。标准化是全面推进信息化的技术支撑和重要基础,有利于提高信息资源利用水平,提供全面、快捷、准确的信息服务,增强决策支持能力,基本实现水利信息化,为实现水利现代化奠定基础。

在水利部各大流域的信息化建设中,黄河水利委员会(以下简

称“黄委”,全书同)以“数字黄河”工程为主导,在水利信息化基础设施建设方面走在了前列。建立了覆盖黄河中下游的广域网以及水利行业第一个数据中心,并在此基础上实现了各类基础信息的标准化和基础数据的存储与管理。该书以黄河水利工程基础信息存储与管理系统建设为例,全面细致分析了水利工程基础数据的作用和运行维护方式。水利工程基础数据应按照统一的信息化标准、统一的数据库结构组织建设,在流域、省(自治区、直辖市)、地(市)和县级防汛抗旱指挥部门或工程管理部门分级运行,数据的管理可采取分布采集,集中存储管理,以保证数据的稳定性和安全性。由于采用了信息标准化,整个数据库可为各级各类防汛应用系统提供水利工程基础信息支撑,服务于各级各类防汛抗旱信息系统,如洪水预报及调度系统、险情灾情会商系统、水量调度系统等,满足各级各部门查询、会商和决策支持的需要。

本书由赵乐确定整体结构,赵乐和李黎编写,最后由赵乐统稿和定稿。

本书在编写过程中,得到了有关方面领导和专家的支持与帮助,在此表示真诚的感谢。由于编写时间较紧,作者水平有限,难免有误漏、差错之处,敬请各位专家和广大读者批评指正。

编 者
2007年10月

目 录

前 言

第 1 章 综 述	(1)
1.1 工程现状分析和管理存在的问题	(2)
1.2 水利工程信息存储管理系统建设的必要性	(7)
1.3 水利工程信息存储管理系统建设的可行性	(8)
第 2 章 系统建设目标和原则	(10)
2.1 建设目标	(10)
2.2 建设原则	(10)
第 3 章 系统总体框架	(12)
3.1 数据库系统	(12)
3.2 数据存储平台	(13)
第 4 章 数据库建设方案	(14)
4.1 数据来源分析	(14)
4.2 数据分类	(14)
4.3 数据更新机制	(14)
4.4 代码制定原则与使用	(16)
4.5 数据库表设计	(26)
第 5 章 数据库逻辑结构	(34)
5.1 数据库表主要内容	(34)
5.2 数据库表结构	(42)
第 6 章 数据库维护管理系统	(103)
6.1 系统功能总体结构	(103)
6.2 系统功能模块	(104)

6.3 数据库系统软件的选型方案	(110)
第7章 数据的存储与管理	(118)
7.1 数据的存储方式	(118)
7.2 数据的管理方式	(121)
7.3 水利工程基础数据的存储分布	(123)
7.4 数据存储平台设计	(124)
参考文献	(129)

第 1 章 综 述

为防治水旱灾害,新中国成立以来我国投入大量的人力和物力进行江河整治,加强水利工程的建设,防洪抗旱能力大大增强。经过 50 多年的防洪减灾体系建设,我国已经初步形成了以水库、堤防、蓄滞洪区、水闸等工程组成的调控洪水及抗旱的防洪工程体系。但完全依赖工程措施提高水利工程防洪标准和抗旱能力,不仅周期长、投资多,而且某些目标也较难以实现。随着近年来信息化技术的飞速发展,现代信息技术在政府行业的应用范围越来越广,如国家的“金关”、“金税”等工程,大大提升了国家海关和税务机关的整体形象和服务质量。水利行业也在努力提高水利工程防洪抗旱工程能力的同时,大力加强防洪抗旱非工程措施的建设,充分采用现代信息技术,全面改造和提升传统的防汛抗旱效率。

根据国家防汛指挥系统的总体规划和建设目标,我国水利信息化建设的中期目标是:从 2006~2010 年,深入开发水利信息资源,完善水利信息基础设施,持续改善水利信息化保障环境,提高信息资源利用水平,提供全面、快捷、准确的信息服务,增强决策支持能力,基本实现水利信息化,为实现水利现代化奠定基础。

信息是水利现代化的基础,水利行业各类防汛抗旱应用系统的建设,都离不开水情、雨情、工情、灾情等各类信息的采集、存储与管理。本书介绍的水利工程基础信息就是工情信息,所涉及的内容包括堤防、水库、水闸、治河工程、蓄滞洪区等工程基础信息,这些信息是各类防汛抗旱应用系统的重要信息支撑系统之一。本书仅以黄河水利工程基础信息的存储与管理为例,简述了水利工程基础信息在防汛抗旱各类信息系统中的作用与成效,给出了整

个系统的建设方案、信息采集内容、数据库的分布、数据的存储管理方式以及系统的运行模式。希望能通过这个实例,为其他流域相关水利基础信息资源的存储与管理提供可借鉴之处。

1.1 工程现状分析和管理存在的问题

1.1.1 工程现状

人民治理黄河以来,党和政府对黄河防洪十分重视,为控制洪水,减少灾害,先后4次加高培厚了黄河下游大堤,较为系统地进行了河道整治工程建设;在干支流上陆续修建了三门峡、小浪底、陆浑和故县水库,开辟了东平湖、北金堤等滞洪区,初步形成了“上拦、下排、两岸分滞”的防洪工程体系。同时,还加强了水文测报、通信网络、信息化等防洪非工程措施的建设。依靠这些措施和沿黄广大军民的严密防守,保证了黄河的岁岁安澜。

目前,黄河中游禹门口至潼关河段有河道工程36处,坝、垛和护岸920道,工程长度139 km;三门峡库区潼关至大坝段有防护工程42处,坝、垛和护岸413道。渭河下游有堤防363 km,险工、控导工程64处,坝、垛和护岸1 323道,工程长度124 km。黄河下游有各类堤防工程长度2 410 km,其中:临黄堤1 371 km、分滞洪区堤防348 km、支流堤防199 km和其他堤防276 km、河口堤防164 km;有各类险工214处,坝、垛和护岸6 313道,工程长度415 km;控导护滩工程233处,坝垛4 399道,工程长度437 km;防护坝工程87处,防护坝417道;修建分泄洪闸、引黄涵闸共计107座。这些防洪工程的建设,增强了黄河中下游的防洪能力。但由于防洪工程战线长,工程类别齐全、内容多,使得工程维护管理任务十分繁重。

此外,为保障防洪安全,1998年长江大洪水以后,国家在大江大河治理加大了投入力度,黄河防洪工程建设管理任务空前繁重。黄河水利工程建设中已全面推行了项目法人责任制、建设监理制、

招标投标制和合同管理制,以各市级河务局为项目法人的建设管理制度基本确立。但是目前,黄河水利工程的管理手段和管理技术还处于较低的水平,工程建设统计报表、各种工程现状信息的收集、传输和整理还主要依靠人工,各种基础信息的联合应用还不能达到要求,信息资源浪费和重复工作现象十分严重。如何利用好水利工程基础信息、保证防洪工程的安全运行,是水利工程基础信息管理工作的关键。

1.1.2 工程管理信息化建设现状

黄委在 20 世纪 80 年代初期,就开始将现代信息技术应用于黄河治理与防汛工作。1993 年开始筹建的黄河防洪减灾计算机网络系统,目前已基本形成覆盖委机关、水文局、河南河务局及下属的 5 个地市局(新乡河务局、开封河务局、焦作河务局、郑州河务局和濮阳河务局)、山东河务局及下属的 8 个地市局(菏泽河务局、东平湖管理局、聊城河务局、德州河务局、济南河务局、淄博河务局、滨州河务局和河口管理局)等主要防汛单位的广域计算机网络,实现了对黄河水情、工情、灾情等信息的接收、处理和预报作业。其中相关的有黄河防洪工程数据库、黄河河道整治工程根石管理系统等。在此期间,委属各单位都开发了各自的办公自动化系统和业务应用系统,基本满足自身业务办公的需要。但是这些系统自成体系,各自独立,标准各异,数据都分散在各自系统中,由于黄委还没有一个全河联网的、统一标准的工程管理信息化系统,所以各级机关不能共享这些信息资源。

黄河干支流堤防、河道整治工程历史上自动化安全监测项目空白,即使近年来新建的工程也没有埋设安全监测仪器,多年来一直依靠日常人工巡视、人工观测和每年汛前的徒步拉网式普查,获得的数据时效差。黄河防洪工程数据库建成于 1996 年,数据库中的工程基础数据统计至 1993 年。近年来黄河下游防洪工程建设力度加大,特别是随着黄河标准化堤防的建设,工程基础数据发

生了很大变化,需要对数据库中的信息进行更新,才能反映工程当前的真实面貌。

由于缺乏高效快速的工程安全监测资料和计算机数学模型支撑,工程安全评估和维护决策目前还主要依靠人为定性判断,摆脱不了人工劳动,不但效率低、时效性差,决策的科学性和正确性也不能保证。

几十年来,黄河工程管理一直延续“专管与群管相结合”的管理模式,这种管理模式在计划经济体制下对保持工程完整、提高工程抗洪能力曾发挥了积极作用。但随着市场经济的发展和工程管理“管养分离”改革的深入,原有模式已不适应现代化工程管理的需要,急需建立一种新的管理模式来适应工程现代化管理。“数字黄河”工程基础设施中的黄河水利工程基础数据库的建立正是从现代化工程管理的基础工作上做起,建立完善的工程基础信息采集体系,并通过建设黄河防洪工程远程安全监测设施,利用现代通信技术、计算机技术和信息化技术,实时了解和掌握工程的运行状况,及时发现和消除工程隐患。对黄河水利工程历年来的整修改建中形成的历史档案、工程技术经济指标、工程运行状态、工程安全情况等基础资料进行信息化管理,提高科学决策和管理水平,确保黄河各类水利工程的安全。

多年来,在数据库的建设中,只有少量数据的编码,如河流编码、流域编码、水文测站编码、行政区划编码等有一些国家标准规范可循,大部分数据库建设及数据编码标准都存在着内容庞杂交叉、强制性条文和推荐性条文混淆,对强制性标准难以实施监督,编制、修订周期过长等问题,更有相当一部分数据库建设仅针对某个应用系统,根本无标准规范可言,很难实现数据库的统一管理,更无从实现数据资源的高度共享。

在“系统建设,标准先行”的思想指导下,“数字黄河”工程标准体系建设也已全面展开。目前和近期将完成的有关水利工程的数

据标准有:《黄河水利工程信息代码编制规定》和《工程建设与管理信息代码编制规定》等。

1.1.3 数据管理存在的问题

多年来,黄委在数据库建设方面虽然做了大量的工作,特别是20世纪80年代以来,黄委在黄河防洪工程信息管理上也陆续建立了一些数据库如黄河下游技术基础数据库、实时水情数据库等数据库等。但是由于缺乏统一规划以及稳定的经费投入,造成数据库储存信息类型少、数据量少,所包含的工程类型和流域面不全,数据更新不及时,数据库的利用率比较低,尚未形成比较完善的分布式数据存储体系和高效的数据管理和访问体系。数据管理手段原始,如多媒体影像数据和遥感数据的管理还是利用传统的、零散的文件系统来管理的,容易造成信息损失。随着黄委信息化建设的全面展开,各业务部门在治黄信息化工作中所需的数据量及种类也在急剧增长,各个应用系统对大量水利工程数据的存取访问也更加频繁,对数据存储与管理的质量和水平提出了更高的要求,而目前黄委在水利工程数据存储与管理方面的建设状况,远远不能满足整个“数字黄河”工程建设的需要,急需解决以下主要存在的问题。

1.1.3.1 信息孤岛现象严重阻碍信息共享

根据调查统计情况,一方面由于信息化技术发展的阶段性,加上人们追求“实用快上,早见成效”的目标,在数据库建设的标准规范和信息共享方面缺乏统一的管理。各单位一般是自己计划、自己开发、自己运行和维护,数据库的建设基本是面向单项业务的应用系统,所采用的系统开发运行平台各不相同,各数据库对数据分类、定义和编码有很大差异,结构不规范,不仅难以兼容和共享,而且低层次重复,数据冗余严重,数据利用率很低。再加上单位部门之间信息相互封闭,管理观念狭隘,从而导致大量的“信息孤岛”产生。

“信息孤岛”的存在,使得应用和系统之间无法实现信息资源共享,无法真正做到数据资源的充分利用,如不尽早采取有效措施解决“信息孤岛”的问题,改善当前局面,黄委的信息化建设不久将会陷入另一种困境之中:庞大的系统、低效的运行、决策的困难,由此导致建立在如此数据信息基础上的信息化大厦也难以稳固。

1.1.3.2 缺乏统一的数据管理维护和共享访问机制

以往的信息化建设中不同程度上存在着很多问题。如基础数据库建设滞后、更新不及时,满足不了应用需要,造成各单位重复建设;应用层数据建设跟不上应用需要,系统无法真正发挥作用;各部门开发封闭进行,各有自己的标准,由于标准不统一、信息资源不能共享,无法发挥信息集成的作用;虽然部门之间信息共享的需求很强烈,但无章可循,造成信息交换困难;系统建设缺少技术、平台的延续性,无法解决可持续发展等。造成这些问题最根本的原因在于信息资源封闭,缺少共享性以及没有统一的数据管理、维护和共享访问的开发建设平台。基础信息资源难以达到深度开发和综合利用。

1.1.3.3 工程信息管理的科技含量低,管理手段相对滞后

由于过去我国在防洪工程上“重建设,轻管理”,造成目前许多工程管理单位资料管理分散、管理方式落后。特别是地(市)级以下管理单位的管理手段和管理技术还处于相当低的水平,很多工程还存在资料缺失。工程统计报表、工程普查、河势查看和建设管理等信息的统计、收集、传输还主要依靠人工,不但效率低、时效性差,而且容易出错和丢失。

已有历史资料不能实现快速、准确查询;工程管理维护重要决策支持信息(如堤防隐患、位移变形,河道整治工程根石走失、工情险情,涵闸沉降与渗流等资料)的采集,也都是依靠原始的工程拉网式普查、人工观测或探测来获得;工程维护决策主要依靠人为定性判断;维修养护摆脱不了人工劳动等。

1.2 水利工程信息存储管理系统建设的必要性

1.2.1 提高工程管理水平的必备基础

数据是信息系统的核心。据统计,国外信息工程建设,硬件有效生命期一般为3~5年,软件为7~15年,数据则为25~70年甚至更长。在建设投资中,硬件约占25%,软件占10%,而数据占65%。在一个地理信息系统的有效期内,硬件、软件和数据费用比近似为1:10:100。“三分技术,七分管理,十二分数据”,信息行业的这一描述充分说明了数据的重要性。

保持工程完整、确保工程防洪能力不降低是工程管理的核心任务。但目前无论是工程本身还是工程管理手段都存在着问题。一方面,黄河下游堤防工程基础条件差、隐患多;河道整治工程基础浅,稳定性差,一遇较大洪水,出险频繁,如抢护不及,就可能造成决口而酿成重大灾害;另一方面,防洪工程的管理工作在方法、手段、工具等方面比较落后,信息采集主要靠人工记录,信息不全面、时效性差,信息传递慢,资源不能共享,经常只能根据经验直观判断进行决策。因此,各级工程建管部门迫切要求利用现代信息技术,建立一套水利工程基础信息存储与管理系统,并结合远程安全监测技术的应用,实时了解和掌握工程的运行状况,以便及时发现和消除工程隐患,确保黄河防洪安全。

1.2.2 信息化发展的必然需要

20世纪90年代以来,高新技术特别是信息技术的广泛应用,成为经济社会发展的强大推动力,使人类生产活动和社会生活开始进入信息化时代。信息化水平的高低成为衡量一个国家现代化水平和综合国力的重要标志。进入21世纪,全球经济一体化的进程加快,科学技术迅速发展,人们对治黄的要求越来越高,提出了治黄要从传统水利向现代化水利、可持续发展水利转变,以水资源可持续利用支持经济社会的可持续发展。

黄河的复杂性和河势的多变性,要求治黄必须利用 3S、计算机网络和多媒体、现代通信等高科技技术,采用现代化的管理手段提高黄河防洪工程建设与运行的管理水平,降低管理成本。通过工程安全监测,及时采集反映工程的运行状况和内在质量的工程现状信息,预测工程的运行承载能力和使用寿命;不断为防汛和工程管理决策提供系统、全面和最新的决策依据,保证决策的科学性和正确性,全面提高工作效率,使黄河工程管理工作发生根本性转化和质的飞跃。

1.2.3 数据资源整合和高效共享的要求

在近十几年的信息化建设过程中,黄委各单位开发出许多业务应用软件系统和相应的数据库系统,积累了丰富的基础资料和专业数据。但是,由于缺乏全面、统一的协调、规划和建设管理,导致各个业务领域信息化的发展不平衡,数据库的建设基本是由各单位自己根据各业务应用系统需求自行建设,各数据库对数据分类、定义和编码有很大差异,结构不规范,数据标准没有统一的规范,不仅难以兼容和共享,而且低层次重复,数据冗余严重,数据利用率很低。

按照“数字黄河”工程建设的要求,通过对数据资源进行统一规划和建设,建立统一的水利工程基础数据信息的存储与管理,实现数据资源的高效共享,避免重复开发和资源浪费。

1.3 水利工程信息存储管理系统建设的可行性

1.3.1 完整的历史资料是系统建设的基础

“八五”攻关项目中黄河防洪工程数据库建成于 1996 年,数据库中的工程基础数据从工程始建开始一直统计至 1993 年,这些完整的工程历史资料为水利工程信息存储管理系统建设打下了良好的基础。但 1993 年以后的十几年间,工程基础数据又发生了变化,特别是随着黄河标准化堤防建设,黄河下游防洪工程建设力度

加大,工程基础数据发生的变化更大,需要对黄河水利工程数据库中的信息进行更新,才能真实反映工程当前面貌。

1.3.2 “数字黄河”工程基础设施为系统的建设创造了条件

首先,在信息基础设施建设方面,目前黄委已建成了覆盖黄河下游主要防汛单位的计算机广域网(省、市、县),现正在此基础上提高网络带宽,扩展覆盖范围,建立宽带黄河广域网络,为整个水利工程基础数据库建设提供了良好的支持,同时各省、市、县工程管理局也具有一定规模的计算机主机系统。这些系统的建设和运行实践为水利工程基础数据库系统的建设积累了丰富的经验。

其次,黄委不但拥有各种治黄及信息化的专业队伍,而且具有一支能把专业与信息化结合的复合型技术人才队伍。黄委各单位在过去的计算机与信息技术开发和应用过程中培养和锻炼了大量人才,也为系统的建设及管理打下良好的基础。

再次,黄委在信息中心设立了专门的机构——数据中心,其目的就是为黄委的数据存储与管理的建设与发展创建一支正规军,从而保护、利用好黄委多年日益积累和不断发展的宝贵财富——数据。

1.3.3 技术成熟

进入 20 世纪 90 年代后,随着各种应用数据库的建立和数据存储量的增大,数据集中和共享的重要性得到了越来越广泛的关注。数据存储市场的发展,使得以服务器为中心的数据存储模式逐渐向以数据为中心的数据存储模式转化,即存储设备独立于服务器,具有良好的扩展性、可用性、可靠性。

数据库管理技术也有了质的飞跃,从单纯的结构化数据管理,到海量数据和非结构化数据的管理,从仅支持 C/S 模式的应用开发到支持面向 Web 的多层模式的应用开发。

将数据存储技术与网络技术有机地结合起来,为确保数据的一致性、安全性和可靠性、实现不同数据的集中管理、网络上的数据集中访问等,起到了不可忽视的作用。

第2章 系统建设目标和原则

2.1 建设目标

水利工程基础信息存储与管理系统建设的目标是,在“数字黄河”工程总体规划的指导下,在黄河信息化标准体系建设的基础上,建立黄河中下游水利工程基础信息数据库,并通过黄河数据中心和数据分中心的数据存储平台建设,实现黄河水利工程基础信息和工程安全监测实时信息的集中存储与管理,充分保障信息的安全与稳定;以黄河数据存储体系为依托,形成能够为黄河工程建设管理和黄河治理开发服务的多级黄河水利工程基础信息数据库系统;并按“数字黄河”工程标准体系建设要求,建立水利工程数据标准,通过网络数据交换和共享访问机制,实现水利工程基础信息资源的充分利用和高度共享。

本系统的服务对象为各级工程管理、防汛、水调等部门的各应用系统,如工程维护系统、工程建设管理系统、防洪调度系统、水量调度系统、决策会商支持系统等。

2.2 建设原则

(1)需求牵引,应用至上。在系统开发建设中,应充分考虑各类用户实际的和潜在的需求,合理选择数据库建设内容,加强数据整合,促进互联互通、信息共享。黄河水利工程基础数据存储与管理系统是“数字黄河”工程重要组成部分,必须遵从统一规范和建设要求,采用一致的政策和标准。紧密依托各部门的基础数据资源,与各部门业务系统建设统筹考虑,协调发展。