

DIQIJIE QUANGUO NISHA JIBENLILUN YANJIU
XUESHU TAOLUNHUI LUNWENJI

第七届全国泥沙基本理论研究 学术讨论会论文集

(下)

西安理工大学 编

陕西科学技术出版社

第七届全国泥沙基本理论研究 学术讨论会论文集

(下)

西安理工大学 编

陕西科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

第七届全国泥沙基本理论研究学术讨论会论文集/西安理工大学编. —西安:陕西科学技术出版社,2008.10
ISBN 978-7-5369-4550-0

I. 第... II. 西... III. 泥沙—学术会议—文集
IV. TV14-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 152016 号

出 版 者 陕西科学技术出版社
西安北大街 131 号 邮编 710003
电话(029)87211894 传真(029)87218236
<http://www.snstp.com>

发 行 者 陕西科学技术出版社
电话(029)87212206 87260001

印 刷 西安理工大学印刷厂

规 格 880mm×1230mm 16 开本

印 张 55 印张

字 数 1 600 千字

版 次 2008 年 10 月第 1 版
2008 年 10 月第 1 次印刷

定 价 120.00 元(上、下册)

版权所有 翻印必究

第七届全国泥沙基本理论研究学术讨论会

组织委员会

主 任:周孝德

副主任:胡春宏 张红武

委 员(按姓氏笔划排序):

王占礼 王光谦 王新宏 卢金友 匡尚富

张红武 张跟广 李义天 李文学 李占斌

李赞堂 沈 冰 姚文艺 胡春宏 谈广鸣

曹文洪 黄 强 蒋建军 程 文 窦希萍

魏炳乾

秘书长:李占斌 曹文洪

秘书处:王新宏 范留明 李 鹏 魏 芳

第七届全国泥沙基本理论研究学术讨论会

学术委员会

主任:韩其为

副主任:王光谦 李义天

委员(按姓氏笔划排序):

王兆印	王光谦	王延贵	卢金友	刘兴年	匡尚富
许炯心	张红武	张幸农	张润民	李义天	李文学
李占斌	陆永军	陈刚	陈立	陈建国	罗兴铨
郑新民	姚文艺	姜乃迁	胡春宏	倪晋仁	唐洪武
谈广鸣	高建恩	曹文洪	董耀华	韩其为	窦希萍
雷廷武					

《第七届全国泥沙基本理论研究学术讨论会论文集》

编委会

主编:周孝德

副主编:李占斌 韩星明

编委:程文 王新宏 李鹏 程圣东 朱冰冰 张晓明

于国强 祁伟 鲁克新 沈中原 贺增良

前 言

随着我国社会经济和水利水电事业的发展,泥沙研究尤其是泥沙基本理论研究得到了长足的发展。进入新世纪,在可持续发展战略的影响下,维持河流健康、恢复河流生态、实现河流运行安全等问题日趋受到人们的广泛关注,泥沙研究面临新的机遇和挑战。新的治水思路对于泥沙研究提出了更高的要求,如何实现人-水沙-自然和谐共处,成为泥沙及相关领域的众多科技人员、管理者和教育工作者需要共同面对和解决的重大科学命题。

河流泥沙来源于流域,流域环境及其变化最终决定流域水沙条件,水沙条件变化影响河道演变规律。因此,现代泥沙研究需要把流域侵蚀、搬运、沉积作为一个整体考虑。为了进一步促进我国泥沙研究的进展,拓展和丰富泥沙研究内容,加强与相关研究领域的交流,为我国水利水电事业和经济社会的可持续发展提供重要科技支撑,中国水利学会泥沙专业委员会于2008年10月在西安召开“第七届全国泥沙基本理论研究学术讨论会”,这是泥沙及其相关研究领域工作者的一次盛会。本次会议共计收到学术论文200余篇,其中165篇论文发表在《第七届全国泥沙基本理论研究学术讨论会论文集》一书中。这些论文充分反映了近年来我国泥沙研究及相关领域工作者在土壤侵蚀、河道演变与河道整治、泥沙运动基本理论及泥沙输移、工程泥沙、环境泥沙、生态泥沙以及河流模拟与量测技术等方面取得的显著成就。

我们衷心地希望通过第七届全国泥沙基本理论研究学术讨论会的召开,能够增进相互交流,加强沟通和协作,推进学术进展,为泥沙研究及相关领域广大科技工作者提供一个学术交流的平台,同时也为广大青年科技人员提供一个学习与展现的机会,开创泥沙与相关学科研究的新篇章。

本次会议由中国水利学会泥沙专业委员会主办,西安理工大学承办,得到了黄河上中游管理局、国际泥沙研究培训中心、中国水利水电科学研究院、清华大学、武汉大学、西北农林科技大学水利与建筑工程学院、陕西省江河水库管理局、黄土高原土壤侵蚀与旱地农业国家重点实验室、陕西省水土保持学会、中国土壤学会土壤侵蚀与水土保持专业委员会、陕西省水利学会泥沙专业委员会、水利部水沙科学与江河治理重点实验室、水利部水土保持生态工程技术研究中心、教育部西北水资源与生态环境重点实验室、陕西省水资源与环境重点实验室等单位的大力支持。同时感谢参加本次会议的来自全国各地的代表和专业委员会的委员,感谢西安理工大学水利水电学院有关工作人员为本次会议付出的辛勤劳动。

编 者

2008年9月17日

目 录

工程泥沙、环境泥沙、生态泥沙及其他

全球江河泥沙信息管理数据库建设	胡春宏,刘 成,王延贵(529)
河流功能与河流健康的内在关系	王延贵,胡春宏(533)
小湾水电站坝下游河道清淤措施研究	郭庆超,曹文洪,陆 琴,等(539)
黄河中游典型支流水沙突变及其对暴雨洪水的响应变化	
——以皇甫川流域为例	高亚军,徐建华(545)
长江下游局部江砂开采的科学论证	郭 炜,刘 娟(549)
土工格栅石笼护坡应用中若干问题探讨	廖小永,黎礼刚,林木松(555)
黄河下游“二级悬河”控制阈值探讨	王卫红,李 勇(558)
水库健康及其评估方法	吴 腾,张红武(561)
重金属污染物在多沙河流中吸附模型	马旺海,夏建新,任华堂(567)
鸭绿江河口 30 年水质变化与面源污染研究	孙德树,李 杰,李景玉,等(572)
暴雨洪水携沙携污综合评价	
——以爱河流域“2007.07.28”暴雨为例	张忠国,孙德树,李景玉,等(575)
高含沙洪水对横断面形态的影响及渭河下游防洪策略	秦 毅,曹如轩,李怀恩,等(579)
芜湖海螺水泥专用码头工程对长江河势与防洪影响分析	黄建成,赵 燕(583)
南水北调西线干旱河谷区基于生态安全的生态水文调控措施优化方法初探	成 瑶,张志东(588)
洛惠渠灌区盐湖植物碳同位素分馏对生境的响应	杜 中,李占斌,李 鹏,等(595)
长江通江湖泊泥沙需氧量现场实测	刘 成,何 耘,王兆印,等(600)
国外调水工程及我国南水北调西线工程对生态系统的影响及对策初探	
.....	刘孝盈,于琪洋,王冬梅,等(606)
水面比降变化对块体稳定性的影响	应 强,张幸农,张思和,等(612)
大朝山水电站水库汛期运行水位动态控制研究	甘启娣,周 林,吴金萍,等(615)
官渡河取水工程布置优化试验研究	彭清娥,黄 尔,刘兴年(620)
洛惠渠灌区地下水盐动态规律研究	于国强,李占斌,李 鹏,等(624)
利用黄河泥沙制备微晶玻璃	王双华,杨 勇,黄建通,等(629)
水溶液中不同盐类及其浓度对电导率影响研究	刘海波,杜 中,吴慧秀,等(632)
常德电厂取水工程泥沙物理模型试验研究	李希霞,王延贵,李慧梅,等(636)
官厅水库输水泄洪洞泥沙模型试验研究	胡海华,吉祖稳,董占地,等(641)
黄河小北干流放淤工程淤粗排细粒径及排沙比研究	
.....	武彩萍,闫宝柱,陈俊杰,等(647)
三门峡水库运用对黄河小北干流的影响及对策	薛选世(652)
晋东南 1 000 kV 特高压跨黄跨越塔塔墩局部冲刷模型试验研究	
.....	李 涛,张俊华,陈书奎,等(659)

干热河谷及其植被恢复	穆 军,李占斌,李 鹏(662)
金沙江干热河谷区植物种类与立地类型的配置	
——以云南巧家为例	朱冰冰,李 鹏,李占斌,等(666)

河口三角洲演变及治理

国内外强潮河口水沙动力过程研究综述	季荣耀,陆永军(673)
物理模型和数学模型在河口海岸工程研究中的联合应用	
——以南汇嘴控制工程为例	罗小峰,陈志昌,王学兰(682)
晋江河口建闸泥沙问题的分析研究	张幸农,陈长英,张思和,等(686)
BP 神经网络模型在荆江河段洲滩演变中的应用	段光磊,唐从胜,张小峰,等(690)
渤海湾曹妃甸海区滩槽演变及主因分析	季荣耀,陆永军,左利钦(696)
瓯江河口水动力泥沙分析研究	李孟国,郑敬云,孙决策,等(701)
钱塘江涌潮对泥沙输移的影响	潘存鸿,鲁海燕,胡建炯(707)
我国建闸河口闸下淤积问题及清淤技术研究初探	曲红玲,张新洲,许 慧(711)
近期黄河口水沙变化原因及变化趋势分析	茹玉英(715)
极端洪水作用下钱塘江河口过江隧道河段冲刷深度的预测研究	
.....	史英标,曹 颖,杨元平,等(718)
海河口通海航道工程泥沙问题研究	孙连成,许 婷(725)
黄河口滨海区地形测量期间潮位确定的新方法	王万战,董利瑾(731)
京杭运河二通道出口治理研究	伍冬领,杨元平,李若华(733)
河口高含沙水流流动稳定性特征的研究	徐海珏,白玉川(737)
辽河三角洲三个河口泥沙絮凝试验研究	杨 辉,范宝山,朱新华(741)
大风期航道骤淤的概化模型	罗肇森(744)

河流模拟与量测技术

海滩冲淤演变泥沙数学模型研究及其工程应用	白玉川,徐海珏,李 姗(747)
黄河小浪底水库异重流运动的三维数学模型研究	王志力,陆永军(750)
镇海新泓口围垦工程潮流数值模拟及泥沙淤积计算	陈长英,张幸农,王金波(756)
丁坝水流三维特性及地形变化数值模拟研究	鞠 俊,夏云峰,闻云呈(760)
河流水流泥沙数值模拟结果等值填充技术研究	康苏海,王建军(764)
荆江-洞庭湖河网水沙数学模型及应用初步研究	穆锦斌,张小峰,史英标(769)
二维潮流泥沙数学模型在泓北沙挖入式港池淤积研究中的应用	
.....	闻云呈,夏云峰,鞠 俊(775)
港池和航道工程疏浚、外海抛泥过程中悬浮泥沙扩散输移的数值模拟	
.....	吴修广,史英标,黄世昌,等(781)
河弯演变动力过程及地形沉积发展的数值模拟	许 栋,白玉川(789)
Roe-Upwind 型有限体积法在二维浅水方程中的应用	于守兵,陈志昌(794)
桥墩局部冲刷数值模拟研究进展	詹 磊,董耀华(798)
基于最小能耗率原理的河道平面二维水沙数学模型研究	张 丽,陈育权(803)

三峡水库运行后长江中游戴家洲河段水流泥沙数值模拟研究	张明进,张华庆(808)
钦州湾平面二维潮流数学模型及泥沙回淤分析	张晓艳,马进荣,罗肇森(813)
钱塘江河口潮流泥沙过程数值模拟	朱军政,耿兆铨(819)
基于有限元的煤矿拦渣坝稳定性分析研究	邹兵华,李占斌,李 鹏,等(826)
连云港“韦帕”台风期间风、浪、流、悬沙的三维数值模拟	赵 群(832)
渭河下游一维洪水演进数学模型研究	冯普林,陈乃联,马雪妍,等(836)
基于变频调速的潮汐模拟系统设计与应用	吴新生,林木松,万星星,等(845)
时间变态对推移质动床模型中浅水波传播的影响的理论分析	钟德钰,张红武,丁 贇,等(849)
日调节电站下游航道设计水位确定方法的探讨	余茂华,李旺生,赵连白,等(853)

全球江河泥沙信息管理数据库建设

胡春宏,刘 成,王延贵

(国际泥沙研究培训中心)

摘 要:采用 B/S + C/S 技术,系统地开发以 J2EE 构架为基础,建设全球江河泥沙信息管理数据库,构建面向社会公众、科学研究的泥沙信息共享平台。数据库由基础数据、研究文献、模拟技术、重大工程、机构与专家、多媒体 6 部分组成,分级为社会公众、普通会员、高级会员提供基于 Internet 的共享服务。本文对数据库的总体框架、开发技术及各部分的内容及部分功能进行简要介绍,便于科研工作者、管理者和公众对数据库的了解和使用。

关键词:数据库;服务器;J2EE 构架

1 前言

全球江河泥沙信息管理数据库建设为国际泥沙研究培训中心承担的国家财政部专项项目,其目的是构建面向社会公众、科学研究的泥沙信息共享平台。项目的目标为利用目前先进的信息采集、数据挖掘技术、海量空间信息组织管理技术、空间数据仓库技术和 GIS 技术等,结合泥沙数据和资料的采集、数据库相关研究和学术交流,构建集全球江河泥沙基础数据、泥沙资料、泥沙文献、泥沙数模计算软件等于一体的全球江河泥沙信息管理数据库。数据库将成为全球泥沙研究工作共享的基本数据库,成为以现代空间信息技术为支撑的高效数据服务系统,为国内外泥沙科研工作及泥沙管理提供坚实的基础数据库。

本项目与联合国教科文组织“国际泥沙项目”(ISI)全球泥沙数据库的建设相结合,借助其在会员国间的协调和国际专家的协助,增加国际数据的来源,指导数据库的建设。数据库的建立将给我国利用国际数据资源提供了良好的机会,促进我国科研数据的共享步伐,扩大我国在泥沙研究学科的学术地位,提供国外泥沙专家研究我国泥沙难题的可能;数据库的建立使描述全球泥沙输移情况成为可能,促进国际科学数据的共享,密切国际间的科研合作与交流。

2 数据库总体框架与开发技术

2.1 总体框架

为了满足系统的可配置性、可扩展性等特

点,系统的分析设计采用面向对象的可视化建模语言及工具。在设计实现方面,采用面向对象的可视化开发语言及工具;在业务实现方面,采用当前流行的三层结构思想,把用户界面、业务逻辑和数据存取分开,把各层的相关对象进行封装,使各层间的耦合度达到最小。这样,使软件开发的过程处于一个不断调整、不断再利用的良性循环中,从而使系统的风险降到最低。

全球江河泥沙信息管理数据库采用 B/S + C/S 技术,如图 1 所示,系统底层是以数据库为支撑的基础数据层,主要用来对空间和非空间数据进行存贮、访问和管理,并为应用系统提供数据服务;中间则为业务层,实现数据查询检索、信息发布、数据动态更新、信息服务等应用功能;顶端则为表现层,是针对不同用户的应用服务层。具体包括:①采用关系型数据库技术,建立动态查询数据库;②采用结构化的方法,分析和设计系统;③采用从业务数据库中抽取数据的方法,实现数据汇集;④采用数据关联和交换的方式,进行数据查询和维护;⑤采用 B/S + C/S 技术,开发

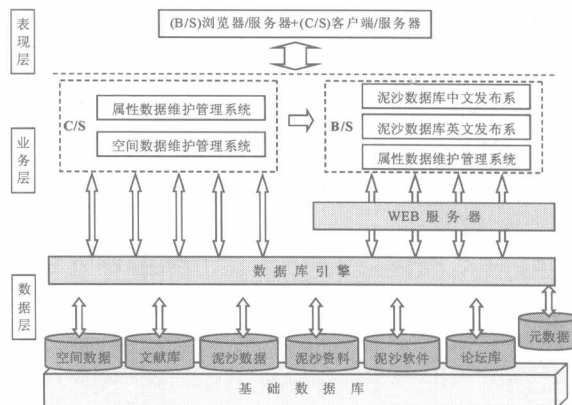


图1 全球江河泥沙信息管理数据库体系结构

系统。采用 C/S 技术实现客户端对空间数据和属性数据的维护管理功能。采用 B/S 技术实现泥沙数据库的中英文发布系统及通过网页实现属性数据的维护管理。

服务器端主要包括:

(1) WebGIS 服务器: WebGIS 服务器主要提供电子地图的发布、查询、分析等地理信息数据资源的管理服务,实现基于 ArcGIS 的空间信息存储管理构建。

(2) Web 服务器: Web 服务器以数据库服务器、空间信息管理服务期为支撑,以动态网页的形式向用户提供信息发布查询服务。

(3) 数据库服务器: 数据库服务器主要用于属性数据的存储和管理,为用户提供查询与检索支撑。

系统的硬件构架,参见图 2。

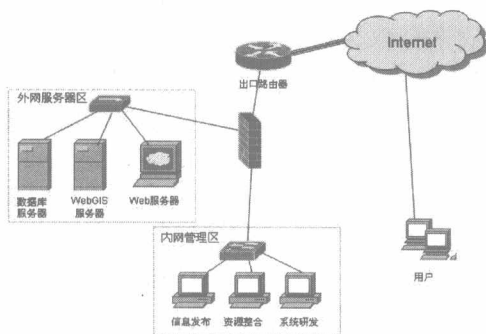


图 2 全球江河泥沙信息管理数据库系统硬件构架

2.2 开发技术

本系统的开发以 J2EE 构架为基础,采用 Java 语言、JSP 开发工具,利用组件技术开发 Web 应用。J2EE 构架平台的思想是通过一个基于组件的应用程序模型,为分布式应用程序提供一个统一的标准。

另外,系统研发将采用 Struts 框架来构建系统的控制部分(图 3)。Struts 是基于 Java Servlet/JSP 技术的 Model-View-Controller 框架,基于 Sun 的 JSP Model-2 实现。它定义了合理的可维护组件,将 J2EE 中的组件模块化,明确分开了应用程序表示层、业务逻辑层和数据层,简化了基于

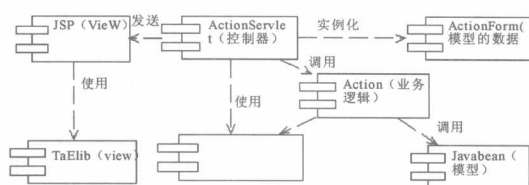


图 3 struts 结构交互视图

MVC 的 Web 应用程序的开发,并使得应用程序更易于维护。

3 数据库内容

全球江河泥沙信息管理数据库由基础数据、研究文献、模拟技术、重大工程、机构与专家、多媒体 6 部分组成(图 4)。数据库信息按照面向社会公众、普通会员、高级会员将数据分为 3 类,分别为三级会员提供基于 Internet 的共享服务。

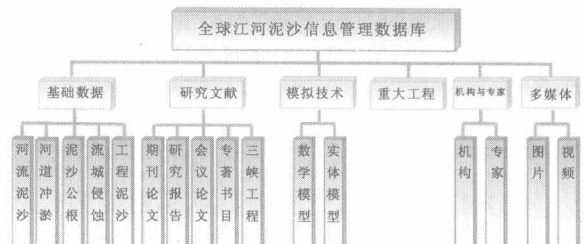


图 4 全球江河泥沙信息管理数据库组成

3.1 数据库网站首页

数据库网站首页设计考虑到美观大方,具有良好的引导功能,突出重点。首页将数据库的主要组成部分(基础数据、研究文献、模拟技术、重大工程、机构与专家、多媒体)列入页顶导航带,导航带将在每个页面出现,便于随时进入任意主要部分(图 5)。



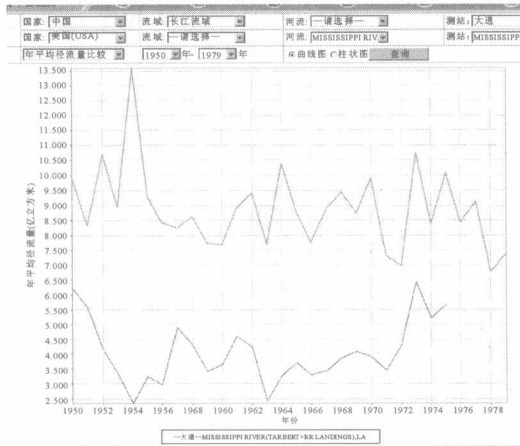
图 5 全球江河泥沙信息管理数据库首页

首页中间栏建立了“综合信息”、“数据检索”、全球地图、“全球泥沙综合分析”栏目。“综合信息”将用于发布与本数据库、泥沙信息等相关新闻和信息;“数据检索”用于数据库内文本文件的关键词检索;全球地图直接引导至“基础数据”栏目的河流泥沙数据检索页面;“全球泥沙综

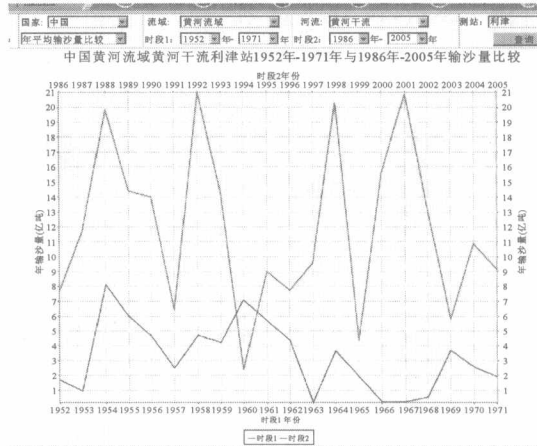
合分析”发布各国河流泥沙、流域侵蚀等相关的宏观分析、综合分析图表,如“全球河流流域径流量和输沙量逐月变化动态演示”、“全球产沙模数分布及入海沙量”、“全球输沙模数分布图”、“20世纪各大陆河流径流量的变化”等。特别是在此栏目里建立了动态的“河流泥沙相关参数比较图”和“测站不同时段河流泥沙相关参数比较图”,可以自数据库内采集数据,绘制出径流量、

输沙量、含沙量等泥沙参数的比较图。如图6(a)为生成的1950~1979年长江大通站与密西西比河 Tarbert RR + Landings 站年径流量比较图,图6(b)为生成的黄河利津站1952~1971年与1986~2005年两个时段的年输沙量比较图。

在首页的两侧,建立有会员登陆、“最新发布”、“学术论坛”、“重大成果”和“相关链接”等栏目,发布相关信息,方便人们浏览、查询。



(a) 数据库生的1950~1979年长江大通站与密西西比河 Tarbert RR+Landings站年径流量比较图



(b) 数据库为生的黄河利津站1952~1971年与1986~2005年两个时段的年输沙量比较图

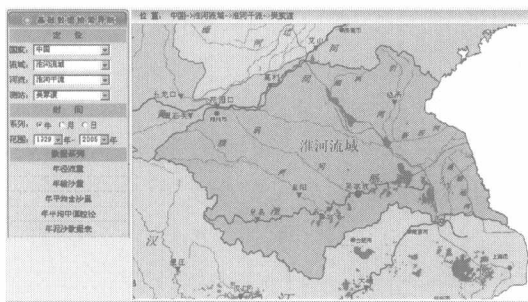
图6 泥沙参数分析比较图

3.2 “基础数据”栏目

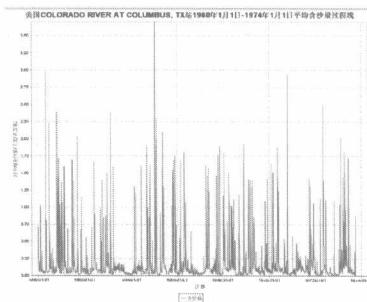
此栏目建立有“河流泥沙”、“流域侵蚀”、“工程泥沙”、“河道冲淤”和“泥沙公报”5个子栏目。

“河流泥沙”子栏目主要发布全球河流泥沙相关的系列数值型数据,主要包括径流量、输沙量、含沙量、粒径等。数据检索通过两种方式:一种是通过地图逐级放大,直至所检索的站点。目

前中国境域地图采用1:100万基础地理信息底图按照流域分区的静态图像,其他国家地图采用Google Map地图数据,泥沙测站空间信息参照以上两种基础地理信息自主加工制作。另一种为通过国家-流域-河流-测站选择框定位方式选择站点的方式。图7为站点导航方式页面,站点确定后,可根据需要选用表格或图形方式显示系列数据。



(a) 查询淮河流域某站导航方式



(b) 美国科罗拉多河 Columbus 站1960~1974年逐日含沙量

图7 泥沙测站导航页面及显示的数据系列

“流域侵蚀”子栏目主要发布流域土壤侵蚀状况、侵蚀模数等相关数据、资料和图片;“工程泥沙”和“河道冲淤”子栏目分别发布与水利工程、河道有关的泥沙冲淤数据、资料和图片;“泥沙公报”子栏目发布历年《中国河流泥沙公报》电

子版。

3.3 “研究文献”栏目

本栏目建有“研究报告”、“期刊论文”、“会议论文”、“专著书目”和“三峡工程”子栏目。“研究报告”子栏目发布泥沙研究相关的研究报

告全文;“期刊论文”子栏目发布国内外泥沙相关期刊论文全文;“会议论文”子栏目发布国内外相关学术会议论文全文;“专著书目”子栏目发布泥沙相关专著书目和简介;“三峡工程”子栏目发布三峡工程泥沙问题研究成果。

3.4 “模拟技术”栏目

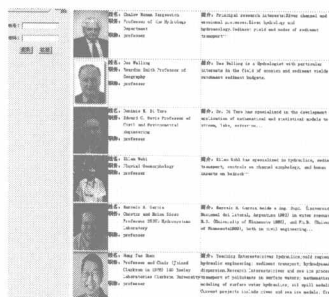
本栏目主要发布国内外泥沙研究相关的数学模型、物理模型简介,发布泥沙数模相关软件下载链接。栏目分“数学模型”和“实体模型”2个子栏目。



(a) 研究文献-期刊论文子栏目



(b) 模拟技术-数学模型子栏目



(c) 机构与专家-专家子栏目

图8 数据库其他栏目

4 结语

全球江河泥沙信息管理数据库的建设是一项庞大而复杂的系统工程,工作量大、技术性强、建设周期长、投资大。数据库系统建成后将成为全球泥沙数据共享的基本数据库,成为以现代空间信息技术为支撑的高效数据服务系统,为国内外泥沙科研工

3.5 “重大工程”栏目

本栏目主要发布国内外重大水利工程的介绍。

3.6 机构与专家

本栏目主要发布国内外泥沙研究、协调和管理相关的机构简介及其主页链接,发布国内外相关研究的专家简介及其联系方式等。

3.7 多媒体

本栏目主要发布泥沙相关的图片和视频信息。

作及泥沙管理提供基础数据库存储、技术支撑平台。

目前数据库系统已经初步构建,今后将进一步充实和更新专业数据,进行数据库和系统软件优化,改进网站版面设计,充实栏目内容,加强系统安全建设。同时将考虑建设 WebGIS 平台,替代目前采用的 Google Map 和静态图像,建立系统本身的空间信息资源。

河流功能与河流健康的内在关系

王延贵¹,胡春宏^{1,2}

(1. 国际泥沙研究培训中心,北京 100044;2. 中国水利水电科学研究院,北京 100044)

摘 要:本文通过论述河流系统及其特征,提出河流功能的主要内容,包括自然功能、服务功能、人文景观功能和灾害性能。针对我国河流的实际情况,指出我国许多河流的功能不断萎缩,甚至北方部分河流功能衰竭。通过分析河流健康概念的发展过程,本文给出了河流健康的定义和内涵,指出河流系统功能可持续发挥是河流健康的重要标志,河流健康指标体系是由一系列河流自身生存需求和人类对河流的需求之间、保护河流与开发利用之间平衡临界指标(即河流健康的临界阈值)组成。结合我国水资源开发、江河治理等方面的治水思路与河流功能衰退的成因,提出了维护河流健康的对策。

关键词:河流系统;河流功能;功能萎缩;河流健康;防治对策

1 河流系统功能与衰退

1.1 河流系统功能

河流系统通常是指由河流源头、湿地、湖泊以及众多不同级别的支流和干流组成流动的水网、水系或河系^[1]。主要由水流、悬浮物和边界三部分组成,其中水流是河流系统的主要组成部分,也是河流系统功能的源泉;河流中的悬浮物包括泥沙、生物等,根据水流运动状态与边界条件,水流含沙量通过河道冲刷或淤积而增大或减小,水中生物则受水流状态、水流矿物组成、水温等因素的影响而变化;河流边界包括河槽、河漫滩、河岸堤防工程等,是水流与悬浮物的约束体,主要由卵石、沙质、黏土和沙土与树木杂草等组成,直接影响水流和悬浮物的输送、分配和变化。

河流系统有其固有的基本特征,主要包括流动特征、绿色生态、资源性、水能、可调控性、人文性、完整统一性等,河流性质又决定了河流的功能。河流系统在演变过程中,河流功能也在不断地发挥作用,如河流为河流生态和周边环境提供服务功能,河流侵蚀后塑造成各类自然景观。河流功能从大的方面分为自然功能、服务功能、人文景观功能和灾害性能。由于河流是地球演化过程中的产物,其自然功能是地球环境系统不可或缺的,河流的自然功能总体上就是它的环境功能^[2],主要包括水文功能、地质功能和生态功能。随着人类社会的不断发展,人类开发和利用自然的能力逐渐加强,河流的服务功能应运而生。河流的服务功能实际上就是服务和造福人类的功

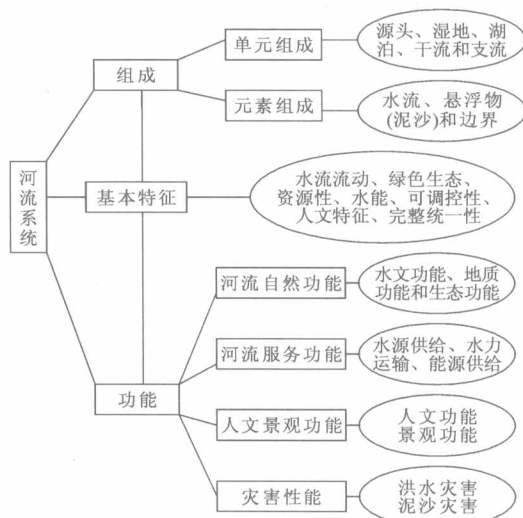


图1 河流系统与河流功能示意图

能,主要包括水源供给、运输功能、能源(量)供给,如在长江上兴建的三峡工程和黄河上兴建的小浪底工程与引黄水利工程。人类以水而生、傍河而居,河流具有记载人类发展历史的功能,河流孕育着源远流长的河流文化,如黄河文化和尼罗河文化;由于河流塑造了各类奇山秀川、美丽的江河湖泊、宽阔的绿色平原、物种丰富的河口湿地等,具有供人类观赏、旅游的功能,如长江三峡、黄河壶口瀑布等风景区。因此,河流人文景观功能主要包括人文功能和景观功能。河流系统具有资源性和灾害性,若河流开发不合理,治理不及时,河流就会形成灾害,灾害性能包括洪水灾害和泥沙灾害。

1.2 我国河流功能衰退

我国人均水资源占有量仅为 $2\,200\text{ m}^3$,约为

世界平均水平的 31%,属于水资源短缺的国家,而且由于我国受太平洋季风影响和多元的、特殊的地理地貌条件,使得我国水资源时空分布极为不均匀^[3,4]。我国水资源年内年际分配不匀,大部分地区每年汛期 4 个月的降水量占全年的 70% 以上,旱涝灾害频繁,历史上曾出现过连续 13 年的枯水年。从地域分布上,我国由南向北、由东向西,水资源总体呈减少趋势,长江流域及其以南地区降水量占全国的 80% 以上,而耕地仅占全国的 36%,淮河流域及其以北地区降水量和

耕地则分别为 20% 和 64%。我国南方地区特别是西南地区,水资源丰富而开发利用程度较低,河流功能发挥相对正常;而北方地区的黄河、海河等诸流域,水资源量较少,开发利用程度高,河流功能衰退严重。我国水资源严重短缺与时空分布不均,使得河流的自然功能、服务功能和人文景观功能的正常发挥受到一定的限制,甚至一些河流功能受到严重威胁,如北方河流(海河、黄河和塔里木河)的供水功能、生态功能等进一步衰退,如表 1 所示。

表 1 我国典型河流的健康状况统计表

河流名称	河流位置	河流功能与现存问题	成因	备注
长江	四川、湖北、江苏等	河流功能整体发挥较好,局部存在水资源供需矛盾、水质污染、生态环境恶化、湖库淤积、河势变化大等	水土流失,大量工程兴建,排污严重等	少沙河流
海滦河	河北、天津等	河流几乎成为季节性河流,河流功能严重衰退,水资源短缺,河道淤积严重,水质污染等	水土流失严重,排污严重,水资源开发过度,达 95%	9 次引黄济津
黄河	甘肃、内蒙古、陕西、山西、河南、山东等	河道水量锐减,下游河道曾多次出现断流,河道严重淤积,河流功能萎缩,水资源短缺、防洪严峻	水土流失严重,水少沙多,河势摆动频繁,水资源的无序和过渡开发等	多沙河流,二级悬河
珠江	广西、广东等	河流功能发挥较好,但全流域洪水和水资源调控措施不足,水污染形势严峻,局部地区干旱缺水,河口咸潮上溯,上中游地区土地石漠化严重	流域大量工程兴建,排污严重等	少沙河流
辽河	内蒙古、吉林、辽宁等	河道水量锐减,河道或支流时有断流,河道萎缩,河流功能严重衰退,水资源短缺,水质污染、防洪严峻	水土流失严重,水少沙多,排污严重,水资源的无序和过渡开发等	多沙河流
松花江	内蒙古、黑龙江省等	河流功能发挥较好,但存在一定的防洪、支流断流等问题	水资源开发与防洪规划需要进一步加强	少沙河流
东南河流	浙江、福建、江苏等	河流功能发挥较好,但存在水质污染、生态恶化等	面源排污严重,水资源开发不尽合理等	少沙河流
塔里木河	新疆	河流功能衰退,干流下游长期断流,河流功能衰竭,水资源短缺,河道淤积,干流下游河道生态环境恶化等	水土流失严重,水资源的无序开发和粗放管理,干流洪水漫溢等	第一大内陆河,7 次应急供水
黑河	甘肃、内蒙古等	河流功能衰退,水资源短缺,年均断流达 200 d 以上,生态环境恶化	水资源的无序和过渡开发,粗放管理等	第二条内陆河

由于我国流域自然条件的影响和频繁而剧烈的人类活动,流域水土流失严重,用水量急剧增加。特别是 1978 年改革开放以来,我国经济以平均每年 8% 的速度持续快速增长,我国部分地区用水量已大大超过水资源可利用量,伴随着水

资源的过度开发、低效利用和生态环境的严重破坏,导致江河来水量大幅度减少,甚至断流,污水排放超标,河道严重淤积,湖泊萎缩。不仅在北方一些缺水地区曾出现“有河皆干、有水皆污、湿地消失”的问题,而且在南方一些水资源丰富的

地区也出现了“有水皆污”的现象。我国很多河流功能不能正常发挥,甚至河流功能衰竭,致使河流健康进一步恶化,主要症状包括洪涝灾害、水资源短缺、水质污染、生态环境恶化、水土流失、用水效率低下和河道萎缩等。

2 河流健康的内涵与评价

2.1 河流健康的内涵

在水资源开发与利用过程中,河流系统出现了水质污染、生态环境恶化、河道萎缩等一系列功能衰退问题。在欧洲和北美,20世纪80年代便开始了河流保护行动,人们认识到河流不仅是可供开发的资源,更是河流系统生命的载体;不仅要关注河流的资源功能,还要关注河流的生态功能。初期的河流健康源于河流的生态健康,生态健康就是生态系统的整体性未受到损害,系统处于沉睡的、原始的和基准的状态^[5]。在新的生态环境理念的引导下,提出了包括水文、水质、生物栖息地质量、生物指标等综合评估方法的“河流健康”概念^[6]。经历了一定时期的争论与质疑后,河流健康概念又得到进一步完善,并提出了一些新的概念,如“生态势”、“健康工作河流”的概念^[7]。

河流健康是指河流系统在各种环境的影响之下,河流系统自身的结构和功能保持相对稳定状态,并具有可持续发展不断完善特性,满足周边环境(包括人类社会发展的)合理需求。河流健康的内涵可用图2表示,主要包括河道系统、流域生态环境系统和流域社会经济系统(含人类活动)三个方面的健康^[8]。具体而言,河道

系统健康主要是指河流系统自身结构和功能的相对稳定性,在自然和人类活动的共同作用下,河流自身结构是完备的,河流功能是相对稳定的;流域生态环境系统健康就是河流具有自身维持与更新的能力,促使河流自然功能的正常发挥,满足河流周边生态环境的需求;流域社会经济发展与人类活动的健康就是满足人类社会发展与人类活动的合理需求,发挥河流的服务功能和人文景观功能,避免河流的灾害性,创造更大的社会、经济与环境效益。综上所述,河流系统功能可持续发挥是河流健康的重要标志。

2.2 河流健康的判别与评价

目前,河流健康仍然是一个比较模糊的相对概念,包含着公众对河流的期望,反映了不同背景下的价值取向,带有一定的主观色彩。对于不同区域、不同规模、不同类型、不同时期的河流,其健康的判断标准是不同的,而且不同的人群有不同的理解,不同的研究视角也会导致不同的结论。因此,河流健康只能是相对意义上的健康,所建立的河流健康指标体系也是动态变化的,只是在河流自身生存需求和人类对河流的需求之间寻求平衡,在保护河流与开发利用之间寻求平衡,谋求两者的利益最大化。

从河流健康的内涵来看,河流健康主要是从河流系统结构的完整、河流功能和周边环境需求等方面来判断。关于河流系统结构和河流功能的概念、指标和价值等,国内外学者从生态学或环境学的角度对湿地的功能和价值进行了研究,对河流过度开发、大型水利枢纽修建、河道淤积与萎缩、河道断流等所带来的负面效应也进行过热烈争论。但具体如何选用河流系统结构、河流功能及其需求的判别指标和参数,以及选用何种判别指标和参数能够真实地判别河流处于健康状态或不健康状态,都是需要根据不同河流的具体情况进行深入研究。针对河流系统结构、河流功能及其需求状况,利用泥沙运动力学、河床演变、水文水资源学、生态环境等学科的有关理论,采用资料分析、模型计算、理论研究等手段,深入分析产生河流健康的主要影响因素及其灵敏度,选定河流系统结构、河流功能和周边环境需求的代表参数,确定判别河流健康的指标,这些指标是维持河流健康的临界阈值,构成了控制河流系统健康运行的指标体系^[8]。该指标体系是河流健康的判别标准和评价基础。

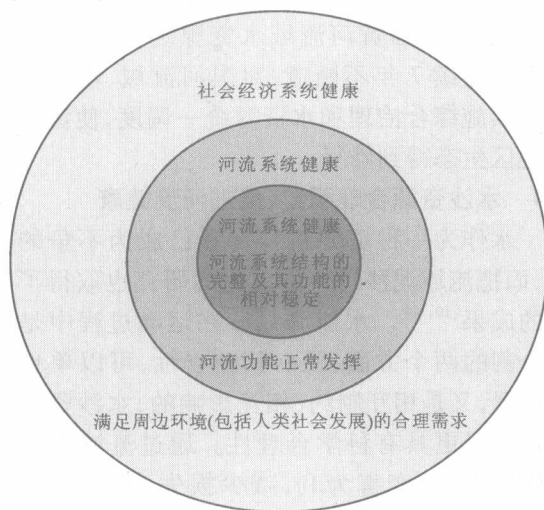


图2 河流健康的内涵示意图

由于河流位置、规模、环境等因素的差异,我国河流系统的结构与功能也有很大的不同,相应的河流健康指标体系也不同,对于多沙河流,河流健康的指标体系更为复杂^[8]。由于黄河是举世闻名的多沙河流,其主要特点是水少沙多及河道淤积,因此流域产流产沙、河道稳定、河道防洪、生态环境建设等是判别河流健康的重要内容。而由于长江水(能)资源丰富,具有较好的服务功能,因此合理开发水(能)资源、河道防洪、生态环境建设等将是判别长江健康的重要依据。

3 维护河流健康的对策

3.1 加强水能资源规划,维护河流健康

在流域水资源、水能开发等综合规划的范围内,按照专项规划服从综合规划、区域规划服从流域规划的原则,统筹协调各地区、各行业对水资源的综合需求,统筹考虑上下游之间的利益、当前与长远之间的利益、开发与保护之间的关系,合理安排水利水电建设的工程布局和发展重点,做好移民安置工作,加强水资源的优化配置、合理开发、高效利用和有效保护,确保人口、资源、环境与经济、社会协调发展^[4]。水电资源开发的重要特点就是在河流上修建大坝,把天然河流截断为水库库区和水库下游,最直接的影响就是改变了河道的水沙过程,造成水库库区泥沙淤积,下游河道冲刷,而且对河道的生态环境产生一定的影响。因此,水利工程在水电开发与建设的过程中,为了寻求水能效益与环境损失的平衡点,一定要注意克服以往水电建设中存在的不足之处,要处理好经济社会发展与自然生态保护、开发建设的必要性与生态环境承载能力、当前利益和长远利益的关系。在发挥工程特定功能的同时,尽可能维持河流的天然流态,维护河流的健康发展,促进河流功能的可持续发挥,这也是解决我国水问题包括洪涝灾害、干旱缺水、水土流失和水污染等水问题的核心理念。

3.2 加强流域水土保持,遏制河流淤积

水土保持主要包括工程措施和生态措施,其中水土保持工程措施是小流域水土保持综合治理措施体系的主要组成部分,它与水土保持生物措施及其他措施同等重要,不能互相代替。水土保持的主要目的就是控制流域内的水土流失,减少流域泥沙侵蚀量。在我国主要江河的产沙区都进行了水土保持工作,如长江中上游、黄河中

游和永定河上游,为流域减沙发挥了重要作用。长江流域近期在上、中游地区开展了水土保持重点防治工程,狠抓水土保持和植树造林,2005年共完成水土流失治理面积3 618 km²,取得了比较明显的减沙效果。黄河和永定河是我国北方地区重要的多沙河流,其泥沙主要来源于黄河中游和官厅水库上游流域,在这些地区进行水土保持工程建设可以有效地拦截泥沙,以大大减少进入河道的泥沙量。

3.3 水资源合理开发与配置,促进人与河流和谐发展

我国水资源短缺且时空分布不均,给水资源开发利用带来了一定的困难。丰水地区水资源浪费现象时有发生,而干旱地区水资源短缺现象更加严峻。随着社会经济的不断发展,我国水资源短缺的局面进一步恶化,加强与加快流域水资源合理开发与配置显得尤为重要。通过流域水资源的合理配置,水资源既能满足人类需求,又不会影响流域生态环境与河流健康,达到人与河流和谐相处与发展的目标。流域水资源合理配置的途径之一就是加快流域水资源配置工程建设,以提高对水资源在时间和空间上的调控能力。为缓解我国北方水资源短缺和生态环境恶化状况,我国政府正在规划和建设南水北调工程,从根本上缓解北京、天津等华北地区和西北地区水资源短缺问题^[9]。同时,区域水资源配置工程建设进程加快,全国正在和将要建设一批水资源配置工程,以克服水资源区域分布严重不均匀状况,统筹地区发展。

对生态遭受破坏的地区,积极实施调水补水。例如,加强黄河流域水资源统一调度,实现了黄河连续7年不断流;对黑河流域、塔里木河流域实施综合治理和水资源统一调度,使流域下游地区生态得到修复。

3.4 水沙资源合理配置,促进河流健康

水作为一种资源进行配置已成为不争的事实,而把流域泥沙进行资源化的研究也取得了一定的成果^[10,11]。水流和泥沙在运动过程中是不可分割的两个方面,既有其独立性,可以单独进行配置,又是相互制约、相互影响的,水沙资源的联合配置更具有科学合理性。通过流域水沙资源优化配置,变害为利,减少损失,改善生态环境,达到人与自然的和谐相处和发展。同时,通过流域水沙配置优化江河泥沙条件,使河道泥沙