

三峡工程运用后泥沙与防洪关键技术研究丛书

三峡

工程运用后对长江中下游防洪的影响评价研究

施勇 杨大文 宁磊 马经安 等编著

长江出版社

国家“十二五”重点图书
国家出版基金资助项目

三峡工程运用后泥沙与防洪关键技术研究丛书



工程运用后对长江中下游防洪的影响评价研究

施勇 杨大文 宁磊 马经安 等编著

长江出版社

图书在版编目(CIP)数据

三峡工程运用后对长江中下游防洪的影响评价研究/
施勇等编著. —武汉: 长江出版社, 2011
(三峡工程运用后泥沙与防洪关键技术研究丛书)
ISBN 978-7-5492-0394-9

I. ①三… II. ①施… III. ①三峡水利工程—影响—
长江流域—防洪—研究 IV. ①TV632.71②TV882.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 059516 号

三峡工程运用后对长江中下游防洪的影响评价研究

施勇等 编著

责任编辑: 郭利娜

装帧设计: 刘斯佳

出版发行: 长江出版社

地 址: 武汉市解放大道 1863 号

邮 编: 430010

E-mail: cjpub@vip.sina.com

电 话: (027)82927763(总编室)

(027)82926806(市场营销部)

经 销: 各地新华书店

印 刷: 湖北通山金地印务有限公司

规 格: 787mm×1092mm 1/16

11 印张 4 页彩页 320 千字

版 次: 2011 年 12 月第 1 版

2011 年 12 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5492-0394-9/TV · 172

定 价: 38.00 元

(版权所有 翻版必究 印装有误 负责调换)

前 言

三峡工程建成后在相当长时期内清水下泄,将引起坝下游河道泥沙冲淤变化、江湖水沙变化及其蓄泄能力变化,因而长江中下游防洪形势将会产生重大变化。如何预测因长江中下游江湖水沙变化而引起河段蓄泄关系的变化、洞庭湖和鄱阳湖与长江的江湖关系的新变化以及它们对长江中下游防洪治理、堤防抗洪能力、设计水位以及总体防洪布局 and 分蓄洪方案的影响,是三峡工程建成后长江中下游防洪战略调整、防洪规划和防洪对策的制定以及实施亟待解决的关键难题。

针对三峡工程运用后长江中下游防洪影响进行深入研究,从本质上来说,就是在准确预测三峡工程运用后长江中下游水沙关系、江湖关系的基础上,动态模拟洪水在江河、湖泊、分蓄洪区的演进运动,揭示三峡工程运用后江湖水沙关系变化对长江中下游干流河道泄洪能力、洞庭湖及鄱阳湖区调蓄能力的影响机理与程度,定量预测江湖水沙关系变化对长江中下游干流河段和洞庭湖、鄱阳湖蓄泄关系的变化,进一步研究江湖蓄泄关系变化对长江中下游防洪情势和总体防洪布局的影响,定量评估洞庭湖和鄱阳湖湿地生态响应过程,为长江防洪新形势的防洪战略、科学规划、防洪管理提供科学依据和技术支持。这一研究对于充分发挥以三峡工程为中心的长江防洪系统的防洪作用、实现长江中下游地区可持续发展战略具有重要的现实意义和社会经济效益。

从复演三峡工程运用前长江中下游洪水演进入手,弄清三峡工程运用前长江洪水特性及防洪形势,揭示洪水变化与其影响因素之间的相互作用机理,在此基础上结合三峡工程运用后的来水来沙、河床演变和江湖关系发展变化的研究成果,建立适应长江中下游江湖水沙关系变化对江湖蓄泄能力影响及其防洪影响分析于一体的整体模拟模型,分析计算长江中下游干流泄洪能力、洞庭湖及鄱阳湖调蓄能力,揭示江湖冲淤变化对江湖蓄泄能力的影响机理,定量预测江湖蓄泄能力的变化对长江中下游超额洪量及其时空分布的影响,评估洞庭湖、鄱阳湖湿地生态响应过程。

本书是在“十一五”国家科技支撑计划“三峡工程运用后对长江中下游

防洪的影响评价研究”成果的基础上编写而成的,全书共分为八章。第一章为概述;第二章总结长江中下游江湖水沙特点;第三章构建长江中下游江湖水沙整体模型;第四章系统分析三峡工程运用后对长江中下游江湖蓄泄关系的影响;第五章分析计算三峡工程运用后长江中下游超额洪量的变化;第六章论述三峡工程运用后对长江中下游干流河道治理及其防洪布局的影响;第七章分析两湖湿地生态与水文条件的演变规律;第八章论述两湖湿地生态系统现状及对三峡工程运用后的响应。

鉴于长江中下游江湖关系的复杂性,加之水平有限,书中疏漏或不完善之处在所难免,竭诚欢迎读者批评指正。

作 者
2011 年 2 月

目 录

第 1 章 概述	1
1.1 研究背景	1
1.2 研究内容	2
1.2.1 三峡工程运用后对长江中下游干流及两湖的蓄泄能力影响	2
1.2.2 三峡工程运用后对长江中下游干流河道及防洪布局的影响	3
1.2.3 三峡工程运用后洞庭湖和鄱阳湖湿地生态的响应过程	3
1.3 研究思路	4
1.3.1 三峡工程运用后对长江中下游干流及两湖的蓄泄能力影响研究思路	4
1.3.2 三峡工程运用后对长江中下游干流河道及防洪布局的影响研究思路	5
1.3.3 三峡工程运用后洞庭湖和鄱阳湖湿地生态的响应过程研究思路	5
1.4 研究成果评价	5
第 2 章 长江中下游江湖水沙特点	7
2.1 三峡工程运用前后长江上游来水来沙的变化	7
2.2 三峡水库来水水沙特性分析	8
2.2.1 径流量与悬移质输沙量	8
2.2.2 推移质输沙量	8
2.3 三峡水库泥沙淤积	8
2.3.1 水库泥沙淤积量	8
2.3.2 水库排沙比变化	10
2.3.3 水库泥沙淤积形态及部位	11
2.4 三峡水库坝下水沙变化特性	11
2.4.1 径流量和输沙量	11
2.4.2 荆江三口分流分沙	11
2.4.3 悬移质泥沙颗粒级配	12
2.5 长江中下游河道特征	13
2.5.1 宜昌至枝城河段	13

2.5.2	枝城至城陵矶河段	14
2.5.3	城陵矶至湖口河段	14
2.5.4	湖口至徐六泾河段	15
2.5.5	长江口河段	16
第3章	长江中下游江湖水沙整体模型	17
3.1	模型的计算范围	17
3.2	模型构架	19
3.3	模型算法	19
3.3.1	河网水沙及其河床变形计算原理	20
3.3.2	湖泊水沙及湖盆地形冲淤计算	20
3.4	若干关键环节计算模式	20
3.4.1	荆江三口分流分沙模式	21
3.4.2	下荆江河道冲刷计算模式	21
3.4.3	河网动边界及其计算模式	22
3.4.4	洞庭湖泥沙淤积模式	24
3.4.5	河湖水沙交换处理模式	25
3.4.6	水库调度(闸坝控制)计算模式	26
3.4.7	动床阻力计算方法	28
3.5	模型若干问题的处理	29
3.6	模型率定	30
3.6.1	干流一维河网水沙模型率定	31
3.6.2	湖泊二维水沙模型率定	32
3.6.3	荆江河道地形率定结果	33
3.7	模型检验	33
3.7.1	干流一维河网水沙模型验证	33
3.7.2	湖泊二维水沙模型验证结果	35
3.7.3	三峡工程运用前河道地形验证结果	36
3.7.4	三峡工程运用后河道地形冲淤检验	38
3.8	三峡工程运用后长江中下游河道冲淤变化预测	38
3.9	小结	39
第4章	三峡工程运用后对长江中下游蓄泄关系的影响	40
4.1	三峡工程建成前后主要控制站实测资料演化分析	40
4.1.1	长江中下游主要控制站水位—流量关系变化分析	40
4.1.2	三口五站水位—流量关系变化分析	48

4.2	三峡工程建成前后江湖蓄泄关系的实测资料统计分析	52
4.2.1	荆江三口分流变化分析	52
4.2.2	洞庭湖蓄泄能力变化分析	55
4.3	长江中下游河道冲淤变化预测	55
4.3.1	干流河道冲淤变化预测	55
4.3.2	三口河道冲淤变化预测	56
4.4	三峡工程运用后主要控制站水位—流量关系变化预测	57
4.4.1	长江中下游干流主要控制站水位—流量关系变化预测	57
4.4.2	三口五站水位—流量关系变化预测	67
4.5	三峡工程运用后三口洪道蓄泄关系变化预测	72
4.5.1	三峡工程运用后三口分流比的变化预测	72
4.5.2	三峡工程运用后三口分沙比的变化预测	74
4.6	三峡工程运用后长江中下游江湖蓄泄能力变化预测	76
4.6.1	长江中下游干流蓄泄能力变化预测	76
4.6.2	洞庭湖蓄泄能力变化预测	83
4.7	小结	83
第 5 章	三峡工程运用后长江中下游超额洪量变化	85
5.1	三峡水库防洪调度方式	86
5.1.1	三峡工程初步设计阶段对水库防洪调度方式的研究拟定	86
5.1.2	三峡水库试验蓄水期防洪调度方式的研究拟定	87
5.2	长江中下游洪水调度原则分析	88
5.2.1	荆江河段	88
5.2.2	城陵矶河段	88
5.2.3	武汉河段	89
5.2.4	湖口河段	89
5.3	超额洪量计算	89
5.3.1	水文学计算超额洪量	89
5.3.2	水动力学计算超额洪量	95
5.4	小结	96
第 6 章	三峡工程运用后对长江中下游干流河道治理及防洪布局的影响	97
6.1	江湖蓄泄能力与防洪控制水位的关系分析	97
6.1.1	三峡工程建成前防洪控制水位与蓄泄能力分析	98
6.1.2	三峡工程建成前城陵矶附近区防洪情势变化分析	101

6.2	三峡工程建成后对长江中下游防洪布局的影响	104
6.2.1	三峡工程建成后城陵矶附近区防洪形势变化分析	104
6.2.2	三峡工程建成后对城陵矶防洪控制水位的影响	107
6.2.3	三峡工程建成后对沙市、汉口、湖口站防洪控制水位的影响	108
6.2.4	三峡工程建成后对长江中下游蓄滞洪区的调整影响	111
6.3	近期荆江河段河势演变特点	112
6.3.1	上荆江河段近期演变特点	112
6.3.2	下荆江河段演变特点	114
6.4	三峡工程建成后对长江中下游干流河道治理工程的影响	115
6.4.1	对长江中下游干流河道的影响	115
6.4.2	对荆江河段河道治理工程的影响	119
6.5	对长江中下游河道治理的思考	120
第7章	两湖湿地生态与水文条件的演变规律	121
7.1	两湖湿地气象要素变化趋势分析	121
7.1.1	气温变化趋势分析	121
7.1.2	降雨量变化趋势分析	123
7.2	两湖湿地水文变化趋势分析	125
7.2.1	洞庭湖湿地水文变化趋势分析	126
7.2.2	鄱阳湖湿地水文变化趋势分析	129
7.3	两湖湿地生态景观格局变化分析	131
7.3.1	洞庭湖湿地生态景观格局变化分析	131
7.3.2	鄱阳湖湿地生态景观格局变化分析	132
7.4	两湖湿地水文生态信息系统	133
7.4.1	信息系统功能与设计	133
7.4.2	信息系统组织结构与实现	134
7.5	小结	135
第8章	两湖湿地生态系统现状及对三峡工程运用的响应	137
8.1	两湖湿地生态系统现状调查	137
8.1.1	洞庭湖湿地生态系统现状	137
8.1.2	鄱阳湖湿地生态系统现状	140
8.2	两湖湿地主要物种对水文过程的响应	142
8.2.1	洞庭湖湿地主要物种对水文过程的响应	142
8.2.2	鄱阳湖湿地主要物种对水文过程的响应	143
8.3	两湖湿地水环境及生态系统评价	146

8.3.1 洞庭湖水环境现状评价	146
8.3.2 鄱阳湖水环境现状评价	148
8.3.3 湖泊生态评价指标体系	150
8.4 两湖湿地对三峡工程运用后的水文生态响应	152
8.4.1 基于分布式水文模型的两湖上游区间流域水文模拟分析	153
8.4.2 三峡工程运用后洞庭湖湿地的生态响应预测	159
8.4.3 三峡工程运用后对鄱阳湖湿地的生态响应预测	162
8.5 小结	166
参考文献	167

第 1 章 概述

1.1 研究背景

长江和洞庭湖通过荆江三口分流和城陵矶汇合口作为纽带，构成一个江湖分合的复杂系统，并形成一种相互影响、相互制约的错综复杂的江湖关系。江湖关系的内涵是荆江—荆江三口洪道—洞庭湖—城陵矶—武汉河道之间水沙的互动和反馈效应，主要问题是荆江河道冲刷、三口分流衰减、三口分流洪道萎缩、洞庭湖淤积和城陵矶至武汉河段冲淤变化及其对江湖水情的影响。三峡工程运用后在相当长时期内清水下泄，将引起坝下游河道泥沙冲淤变化，进而引起江湖水沙关系及江湖蓄泄能力的变化，并由此造成长江中下游的防洪形势发生重大变化。如何预测长江中下游江湖水沙变化和河段泄洪能力、江湖蓄泄关系的新变化以及它们对防洪格局、洞庭湖区及鄱阳湖区的防洪治理、堤防设计水位、分蓄洪方案和防洪调度的影响，是三峡工程运用后长江中下游防洪战略调整、防洪规划和防洪对策的制定以及实施亟待解决的关键难题。

随着我国经济的快速发展和综合国力的逐渐增强，人们对洪水的认识不断加深；在以三峡工程为中心的长江防洪体系逐步建成后，使得江湖关系、防洪形势和水情工情发生了新的变化，原有的长江中下游防洪战略、防洪规划和防洪减灾对策与社会经济发展的要求已经不能完全适应。因此，迫切需要根据长江洪水的新特点、防洪工程现状、中下游地区防洪形势和社会经济的发展，特别是三峡工程运用后江湖蓄泄能力的变化，对长江中下游防洪布局进行有针对性的深入研究。识别江湖关系的影响因素及其变化，揭示江湖关系中系统回路结构与江湖水沙变化之间的耦合反馈机制，探讨江湖关系的演变规律及其对江湖蓄泄能力的影响机理，对于深刻理解三峡工程运用后长江中下游防洪形势和制定切实可行的防洪对策极为重要。从本质上来说，就是在预测三峡工程运用后长江中下游水沙关系、江湖关系的基础上，动态模拟洪水在江河、湖泊、分蓄洪区的演进运动，定量预测江湖水沙关系变化对长江中下游干流河段泄洪能力以及洞庭湖、鄱阳湖蓄泄关系的影响；在此基础上进一步研究这些变化对长江中下游防洪情势和总体防洪布局的影响，定量评估洞庭湖和鄱阳湖湿地生态的响应过程，为长江在新形势下的防洪战略、科学规划以及综合管理提供科学依据和技术支撑。

1.2 研究内容

采用资料演化分析、数模试验和局部物模试验等多种手段研究三峡工程运用后长江中下游干流河道泄洪能力、洞庭湖及鄱阳湖区调蓄能力变化及其对长江中下游防洪布局的影响,以及洞庭湖、鄱阳湖湿地生态的响应过程。具体研究内容详述如下:

1.2.1 三峡工程运用后对长江中下游干流及两湖的蓄泄能力影响

采用面向江湖关系变化的长江中下游水沙整体数学模型对三峡工程运用前1981—2003年典型洪水进行复演,在此基础上结合三峡工程运用后江湖水沙演变趋势,比较三峡工程运用前后典型洪水的演进情况,系统地分析影响江湖水情的江湖水沙变化与河湖蓄泄能力之间的系统互动和反馈效应,缜密量化诸因素变化对江湖水情的相对影响程度,揭示江湖水沙变化对江湖蓄泄能力及其对长江中下游防洪情势的影响机理,为提出适应长江防洪新形势的防洪战略和制定防洪规划奠定科学基础。

1.2.1.1 三峡工程运用前若干典型洪水的复演

采用1981—2003年典型洪水水文资料,在近期河道地形基础上,通过面向江湖关系变化的整体数学模型,仿真三峡工程运用前长江中下游江湖洪水运动,系统地分析长江干流各主要河段的泄流能力和洞庭湖、鄱阳湖调蓄洪水的过程。探讨荆江三口分流、城螺河段及其城陵矶七里山出流等因素的变化对江湖蓄泄能力的影响,从而揭示上述诸因素对江湖蓄泄关系的影响机理,为三峡工程运用后江湖水沙变化对江湖蓄泄能力的影响分析提供比较基础。

1.2.1.2 三峡工程运用后江湖蓄泄能力的分析计算

在分析三峡工程运用前江湖蓄泄能力的基础上,结合三峡工程运用后长江中下游江湖水沙的演变趋势,通过面向江湖关系变化的整体数学模型定量预测江湖蓄泄能力的变化趋势,为长江中下游防洪对策研究提供技术基础。

1.2.1.3 江湖水沙变化对江湖蓄泄能力及其防洪影响的机理研究

通过1981—2003年典型洪水的实测资料演化分析和已有成果的总结,综合提炼出三峡工程运用前长江中下游各主要控制站的水位—流量关系、主要河段泄洪能力以及长江中下游各区域的超额洪量,揭示其与上游来水来沙条件之间的相互作用关系。在此基础上,采用面向江湖关系变化的整体数学模型,结合河道泥沙冲淤变化以及江湖水沙变化的研究成果,定量预测三峡工程运用后长江中下游超额洪量及其时空分布以及主要河段重点水文站的水位—流量关系和泄洪能力,从而系统地分析三峡工程运用前后长江干流河段泄洪能力、洞庭湖及鄱阳湖区的调蓄能力的变

化,揭示江湖水沙变化趋势与江湖蓄泄能力变化的响应机理与影响程度。

1.2.2 三峡工程运用后对长江中下游干流河道及防洪布局的影响

在关于三峡工程运用后长江中下游干流河道冲淤变化、河势和河型变化研究的基础上,进一步研究三峡工程运用后河道冲淤变化对长江中下游干流河势控制及护岸等河道治理工程产生的影响;同时在三峡工程运用后江湖关系及江湖蓄泄能力变化研究的基础上,进一步深入研究长江中下游超额洪量的总量及地区分布的变化;进而研究对长江中下游防洪布局的影响。本书研究的关键问题是定量预测三峡工程运用后,长江中下游遇代表性典型、频率洪水时超额洪量的时空分布,从而揭示长江中下游防洪布局对河湖冲淤及江湖关系的响应程度,为长江中下游防洪调度、防洪布局调整及防洪治理研究提供科学依据。具体研究内容主要有以下3个方面。

1.2.2.1 对长江中下游干流河道治理工程的影响研究

结合三峡工程运用后江湖水沙演变趋势,采用局部河段二维水沙数学模型,定量分析三峡工程运用后对长江中下游干流(以荆江河段为重点)河势控制及护岸工程的影响,研究荆江河段重点险工段的河道平面变形、迎流顶冲段的近岸冲刷幅度,为拟定三峡工程运用后荆江河段治理工程措施提供科学基础。

1.2.2.2 对长江中下游超额洪量时空分布的影响研究

采用三峡工程运用后的长江中下游干流河道主要控制站水位—流量关系、两湖调蓄能力变化等的研究成果,全面更新长江中下游大型复杂水文数值模型的工作曲线,选择多种典型和频率洪水进行计算,定量预测江湖关系改变后长江中下游超额洪量的时空分布变化,为进一步研究三峡工程运用后对长江中下游防洪布局的影响提供基础。

1.2.2.3 对长江中下游防洪布局的影响研究

结合三峡工程运用后对长江中下游干流河道治理工程的影响及长江中下游超额洪量时空分布的改变研究,采用水文学、水力学相结合的方法,进一步完善数学模型,模拟三峡工程运用后长江中下游遇代表性典型洪水设定不同防洪控制水位的超额洪量,进一步探究河道泄量、湖泊调蓄量及超额洪量与长江干流防洪控制水位之间的复杂互动关系,进而分析对长江中下游防洪布局的影响作用,重点研究对防洪控制水位、蓄滞洪区安排等的影响,为长江中下游防洪布局调整提供科学依据。

1.2.3 三峡工程运用后洞庭湖和鄱阳湖湿地生态的响应过程

从洞庭湖和鄱阳湖的历史水文资料、湿地生态调查资料及相关文献入手,结合卫星遥感资料和现场调查,掌握两湖地区水文情势、土地利用及湿地范围等的历史演变过程和现状。在此基础上,初步提出湿地生态系统的评价指标体系,并选择典型年份对两湖重要湿地生态状况进行评价;建立湿地生态物理环境变化对水文情势

变化响应关系,揭示三峡工程运用后两湖重要湿地生态响应过程,为三峡工程运用后建设健康长江的战略部署调整及湿地生态保护提供决策依据和技术支撑。其具体研究内容有以下3个方面。

1.2.3.1 洞庭湖和鄱阳湖重要湿地生态及水文条件的演变规律研究

收集近10年(1996—2005年)的气象、水文、水质等观测资料,土地利用和社会经济等统计资料,湿地生态调查资料等,结合卫星遥感信息分析湿地范围、土地利用及植被等的变化,建立两湖重要湿地的数据库及地理信息系统。在此基础上,分析两湖重要湿地生态与水文条件的演变规律。

1.2.3.2 洞庭湖和鄱阳湖重要湿地生态现状调查及评价

重点针对洞庭湖和鄱阳湖国家级自然保护区,选择典型湿地开展实地调查,探讨两湖湿地生态系统中敏感或优势物种对水文及人类活动,特别是对水文过程的响应。在此基础上,初步提出湖泊湿地生态系统的评价指标体系和评价方法。

1.2.3.3 三峡工程运用后两湖湿地生态响应过程研究

利用1.1、1.2节的研究成果,并考虑两湖区间来水、来沙情况和三峡工程运用后对长江中下游两湖水沙、流量的调节作用,定量分析两湖水位、泥沙变化。结合遥感资料分析,研究两湖湿地范围变化过程,综合定性评价湿地系统与洪水的关系。

1.3 研究思路

针对研究内容的特点,采用不同的研究思路,具体详述如下:

1.3.1 三峡工程运用后对长江中下游干流及两湖的蓄泄能力影响研究思路

拟从江湖关系的现状研究入手,侧重对现有成果进行规律性认识的归纳和总结。通过对有关研究单位大量不同时空尺度、不同技术途径、不同精度的已有成果进行梳理、归纳和综合,结合定向的实测资料分析,提取有关事实来判断自然变率和人类扰动的相对重要性,形成现状江湖关系的演变图像和规律性认识。从而定量把握下荆江裁弯和自然因素共同作用下,三口分流分沙变化对江湖关系的一系列影响,并以此作为三峡工程运用后长时期内清水下泄引起的坝下游河道冲刷及江湖关系变化的研究基础。为了进行三峡水库拦沙泄水对江湖关系的影响预测,充分利用现有研究成果,采用长江中下游面向江湖关系的一、二维混合非恒定流水沙联合模拟模型,定量评价三峡工程运用后三口分流分沙比变化、三口分流河道淤积、洞庭湖淤积、城陵矶—武汉河道变化之间的相互作用,分析考察它们对长江中下游水情和蓄泄关系的影响。

1.3.2 三峡工程运用后对长江中下游干流河道及防洪布局的影响研究思路

拟采用三峡工程运用以来的观测资料与已有研究成果的对比分析,总结过去预测结果的偏差,并归纳长江中下游防洪布局出现的新问题和新情况。根据代表性典型、频率的洪水情况,结合实体模型结果和数值模拟结果,采用水动力学模型和水文学大湖演进模型定量分析超额洪水的时空分布,在此基础上着重分析对长江中下游干流河道治理工程和蓄滞洪区布局的影响,并对长江中下游防洪总体布局的影响进行定量预测。

1.3.3 三峡工程运用后洞庭湖和鄱阳湖湿地生态的响应过程研究思路

拟采用过去实测气象、水文资料及生态调查资料和社会经济统计资料,并结合卫星遥感信息,分析三峡工程运用前两湖湿地生态与水文条件的演变规律,探讨水文变化、泥沙沉积和人类扰动等因素对两湖湿地系统及生态格局变化的作用机制。根据三峡工程运用后洞庭湖、鄱阳湖的水文条件变化,并结合现场观测和卫星遥感,分析两湖湿地生态的响应过程,选择典型湿地开展现场调查和观测,探讨两湖湿地系统中敏感或优势物种对水文情势(水位、流速、泥沙、水质等)变化的响应,考虑两湖区间来水和来沙情况以及三峡工程运用后对两湖水沙、流量的调节作用,分析三峡工程运用后洞庭湖和鄱阳湖的水文条件的时空变化与湿地生态的响应,综合评价湿地与洪水的关系。

1.4 研究成果评价

在复杂系统思维和方法论的指导下,综合运用流域水文学、计算水动力学、泥沙输运和河床演变等理论,采用理论分析、原型调查、资料分析、数学模拟相结合的手段,辅以适当的概化模拟试验,对三峡工程运用后长江中下游干流及两湖的蓄泄能力影响、超额洪水时空分布的影响和洞庭湖、鄱阳湖湿地生态的响应过程进行系统深入的研究。

针对长江中下游(宜昌至大通)防洪系统,采用水力学与水文学相结合的建模途径,建立了一个能适应江湖分合、河网交错、分蓄滞泄、相互制约、堤垸溃决、吐纳交替等复杂水流条件和洪水调度要求的一、二维混合非恒定流水沙联合模拟模型。所建模型可用于长江干支流、河道、河网、湖泊、分蓄洪区的水沙演进和河床冲淤变化的仿真,能够准确客观地描述江湖水沙运动规律、预测和评价各种规划方案的蓄泄效果,从而为洞庭湖综合治理规划乃至长江综合治理规划的制定和实施提

供科学依据以及技术支撑。现将主要创新成果总结如下:

(1)在长期跟踪国内外水沙模拟科技进步及多年建模实践的基础上,根据长江中下游及两湖的水沙特点和防洪分析的要求,提出了在模型结构上具有层次和模块特点、一维和二维水流模拟相结合、水力学和水文学方法相结合、理论模型与补充信息相结合的建模思路,对于大范围复杂洪水模拟系统的建模具有实用价值和普遍意义。

(2)建立了包括三峡水库在内的长江中下游一、二维混合水沙耦合的整体数学模型,采用1981—2008年的28年长系列实测资料,对模型进行了率定和检验。结果表明,所建模型准确清晰地重现了长江中下游的水沙演进过程,尤其是成功地模拟了荆江分流入洞庭湖,洞庭湖纳三口四水来水调蓄后回吐长江的动态过程,得到了总体趋势合理的水位、流速和含沙量分布。模拟的控制站水位、流量和含沙量过程与实况相较,峰谷对应,过程吻合甚好,汉点流量分配准确,河网双向流精确重现。河床冲淤趋势与实测值较为吻合,客观地反映了长江中下游干流河段、洞庭湖区复杂河网以及湖泊的水沙特征,精度满足防洪分析的要求。模型能够很好地预测分蓄洪区和蓄洪堤垸任意组合及实施条件下的分洪后果,清晰地重现堤垸洪水吐纳交替的动态过程。

(3)利用所建长江中下游一、二维混合水沙耦合的整体数学模型,复演了天然状态下江湖关系演变的过程,在把握江湖关系现状的基础上,定量预测了三峡工程运用后坝下河道冲淤变化、主要控制站水位—流量关系变化和河段蓄泄变化趋势,深入分析了江湖关系的调整变化对长江中下游江湖蓄泄能力的影响,揭示了坝下河道冲刷、江湖蓄泄能力变化与长江中下游防洪布局之间的相互作用关系。

(4)结合实体模型和数值模拟,定量预测了三峡工程运用后长江中下游干流河道在代表性典型、频率洪水条件下的超额洪量的时空分布,揭示了三峡水库调度与长江中下游超额洪量之间的关系,结合蓄滞洪区分布现状,定量分析了三峡工程运用后长江中下游防洪布局变化的可行性。

(5)通过对两湖湿地的生态环境现状、变化过程的调查分析,建立了生态系统评价指标体系,利用GBHM模型对两湖上游区间径流过程进行了模拟,结合三峡工程运用后两湖湿地来水量的变化,分析了水文变化对生态环境的可能影响。

第2章 长江中下游江湖水沙特点

2.1 三峡工程运用前后长江上游来水来沙的变化

长江上游径流主要来自金沙江、岷江、沱江、嘉陵江和乌江等河流，而悬移质泥沙主要来源于金沙江、嘉陵江、岷江。1990年以来，长江上游除金沙江屏山站输沙量略有增大外，其他支流如岷江、沱江、嘉陵江和乌江等输沙量明显减少，其中尤以嘉陵江表现最为明显，输沙量减小了72%。

1991—2002年，长江寸滩站和乌江武隆站年均径流量分别为3339亿 m^3 和532亿 m^3 ，悬移质输沙量分别为3.37亿t和0.204亿t，与1990年前相比，年均径流量变化均不明显，但输沙量则分别减少约27%和33%。长江上游主要水文站年均径流量和输沙量变化见表2.1.1。

表2.1.1 长江上游主要水文站年均径流量和输沙量变化

河流	金沙江	岷江	沱江	嘉陵江	长江	长江	乌江
水文控制站	屏山	高场	富顺	北碚	朱沱	寸滩	武隆
集水面积(km^2)	485099	135378	23283	156736	694725	866559	83035
径流量 (10^8m^3)	1990年前	1440	882	129	704	2659	3520
	1991—2002年	1506	815	108	529		3339
	1991—2007年	1482	807	101	553	2631	3308
	变化率	3%	-8%	-22%	-21%	-1%	-6%
	2008年	1560	781.6	108.4	586.4	2751	3425
	变化率	8%	-11%	-16%	-17%	3%	-3%
输沙量 (10^4t)	1990年前	24600	5260	1170	13400	31600	46100
	1991—2002年	28100	3450	372	3720		33700
	1991—2007年	24200	3560	284	3340	26000	29500
	变化率	-2%	-32%	-76%	-75%	-18%	-36%
	2008年	20400	1530	182	1430	21200	21300
	变化率	-17%	-71%	-84%	-89%	-33%	-54%

注：①除朱沱站1990年前水沙统计年份为1956—1990年(缺1967—1971年)外，其余统计值均为三峡初步设计值；②变化率为与1990年前的对比。