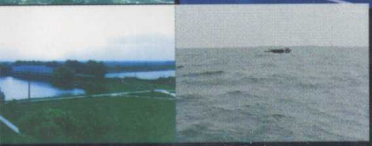


四湖排水系统优化调度 及决策支持系统



欧光华 黄泽钧 白宪台 关洪林 等 编著



WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社

四湖排水系统优化调度 及决策支持系统

OPTIMAL OPERATIONS AND DSS FOR THE SIHU DRAINAGE SYSTEM

■ 欧光华 黄泽钧 白宪台 关洪林 等 编著

由湖北省水利厅资助出版



WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

四湖排水系统优化调度及决策支持系统/欧光华,黄泽钧,白宪台,关洪林等编著. —武汉:武汉大学出版社,2008. 10

ISBN 978-7-307-06388-4

I. 四… II. ①欧… ②黄… ③白… ④关…[等] III. 湖泊—排水系统—研究—中国 IV. TV882.9

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 090432 号

责任编辑:詹 蜜 责任校对:程小宜 版式设计:马 佳

出版发行:武汉大学出版社 (430072 武昌 珞珈山)

(电子邮件:wdp4@whu.edu.cn 网址:www.wdp.whu.edu.cn)

印刷:湖北金海印务公司

开本:787×1092 1/16 印张:21.25 字数:511千字 插页:9

版次:2008年10月第1版 2008年10月第1次印刷

ISBN 978-7-307-06388-4/TV·30 定价:48.00元

版权所有,不得翻印;凡购买我社的图书,如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请与当地图书销售部门联系调换。

《四湖排水系统优化调度及决策支持系统》

编 著 组

统 编 欧光华 黄泽钧 白宪台

编 著 (以姓氏笔画为序)

白宪台 龙子泉 关洪林 李玉华 欧光华 袁达燧 郭宗楼

黄泽钧 章贤东

编 务 王 文

审 核 刘厚斌 龙德江 聂世峰 江焱生

审 定 陈 斌

内 容 简 介

本书是中外专家合作,将现代模型技术和决策支持系统(DSS)用于四湖流域排水调度决策支持系统开发应用的技术成果与实践经验的总结。书中详细介绍了四湖排水系统及其调度方式,四湖中下区实时调度 DSS 的总体设计,包括实时径流预报模型、运行模拟模型、运行规划优化模型及优化运行规则推求,以及实时优化调度模型等在内的模型系统、调度数据库系统、DSS 总控人机交互系统、地理信息系统和专家系统等内容。同时介绍了该 DSS 成果在四湖地区 1996 年、1998 年和 1999 年三个大水年的汛期实际应用与效益情况。

本书附录对世界范围内 DSS 开发应用和发展趋势作了述评,并列举了世界 31 个知名水资源、防洪 DSS 系统参考信息,供读者查询之用。

该技术专著,无论对于我国平原湖区防洪排涝调度、模型开发和 DSS 开发应用,还是对于更广泛领域应用决策支持系统辅助决策,都具有实际的参考价值。

序

我曾在 1992—2005 年间担任世界银行贷款长江流域水利项目(包括湖北与湖南两省)的项目经理,在此期间我领导了由赠款支持的技术援助项目——湖北省四湖流域防洪排涝优化调度研究(简称四湖研究)和后续的技术援助项目。它们均与长江水利项目四湖排灌区子项目内容紧密结合,于 1993—2006 年间分若干阶段进行。

当四湖研究完成可用于不断改进流域防洪排涝调度的软件成果,特别是其用于四湖排水系统优化调度的计算机调度模型系统和决策支持系统(DSS),以及随后进行的加强流域防洪排涝管理机构的发展计划,这些研究实际上已不仅仅是一般意义上的单纯研究项目了。

据我所知,四湖研究是所有世界银行资助的项目中最成功的技术援助实施项目之一。世界银行的最优秀排水专家们在检查四湖研究的早期成果时就曾经指出,这是他们所知的世界范围内世行项目中唯一将这样复杂而先进的模型和 DSS 技术应用于流域调度的实例。

四湖模型的应用,甚至在模型试验运行阶段的 1996 年、1998 年和 1999 年大水防汛调度中,就产生了实际的减灾效益。而且,此阶段产生的效益大大超过了研制这些模型的同期费用。此外,四湖研究还引进了农民排水协会的概念(这在中国是第一次)和在四湖地区进行试点,并以此证明了:农民的直接参与管理能够在基层一级达到更好、更经济有效的排水运行管理,而且还可以结合排涝提供灌溉方面的服务,从而产生很大的效益。

这些农民管理排水协会的试点,是中国的基层群众参加排水管理与大型骨干工程管理的相结合的首个例子,希望它将为应用于其他各地提供经验。

四湖研究的后续项目还为四湖流域防洪排涝系统提出了新的统一调度管理的机构模式,湖北省政府目前正在研究该项方案。这种流域规模的宏观层次管理机制改革与计算机调度运行软件,以及基层农民微观层次的水管理协会相结合的改革模式,将形成一个统一、综合的全流域的管理系统,必将大大地增强防洪减灾的能力和增加由四湖流域硬件投资所得到的效益。希望政府相关部门会采取行动,实现这些重要软件与机构发展所带来的效益。

以上进展对于湖北省的防洪工作有莫大的好处。但是,四湖研究成果最重要的效益,也许是它明确无误地向中国的其他地区证明了加强管理手段和加强机构发展的“软件”具备更高的价值。在这里,“软件”改进管理是开发应用调度模型系统和决策支持系统 DSS,而“软件”改善运行维护是通过诸如建立农民水管理协会等机构发展与改革的措施。

许多中国的水利部门目前仍然有偏爱硬件建设而不太注重改善软件和提高管理水平的倾向。四湖这一解决防洪问题的局部性范例,不仅对国家水利部改进全国水资源管理(不仅仅是硬件建设)的努力给予有效的支持,而且提供了有用的指南和具体经验。

最后,也许是最重要的一个方面,是四湖项目得到湖北省水利厅和湖北省政府一贯的积极支持。各个阶段的工作共进行了 10 年以上,湖北省水利厅的政府官员在此期间对研究工作进行了深入的指导。这与我所见到的有些技术援助项目不同,它们主要由咨询专家进行,

官员们平时不大过问,成果出来以后由官员参与审查,然后就放起来了。而四湖项目的每一阶段成果报告都成为政府推动下一阶段研究的原动力,每一阶段都在请求世界银行帮助继续进行研究。这种来自政府强有力的支持表明,他们把自己当成这些研究的“所有者”,这一点经常是许多国际技术援助工作所缺乏的。也许,这就是四湖研究取得很大成功的主要原因。

作为前世界银行的项目执行经理,多年来与四湖研究项目联系在一起,我感到非常荣幸,同时自己也得到了专业上的回报。我还非常高兴地看到,参与四湖研究的中国、加拿大和日本专家之间紧密的合作,这是非常难得的现象,毫无疑问这也是研究取得特别成功的主要原因之一。

我希望,这些研究成果中的各种建议,特别是建立四湖流域统一、综合的防洪排涝管理系统的建议能够实现。我相信,这本阐述四湖研究经验、方法和成果的著作将产生非常积极的示范作用,有助于推动中国水资源管理的现代化。

世界银行长江流域水资源项目经理

Richard Reidinger(理查德·瑞丁格)博士



2006年4月2日

前 言

水利和水害历来是影响国计民生的主要因素之一。1931年、1954年、1975年、1998年诸年的洪灾,对我国的严重影响就是令人难忘的实例。防汛抗旱的正确决策也就成为政府和业务部门恒久追求的目标。对于地处江汉平原腹地的湖北省四湖流域来说,面对频繁发生的内部洪涝灾害,如何进行合理调度从来都是决策者的难题。

四湖流域是面积逾 10 000 km² 的大型圩区,已经形成了以洪湖、长湖两个湖泊为调蓄中心,外河、内湖、排水泵站、涵闸及排水渠系有机结合,多个排区相互关联的复杂大系统,它是该地区经济和人民生活的基本保障系统。在合理调度的情况下,主排水系统可以抗御接近十年一遇的内部洪水;在发生大洪水,如调度得当,可减轻灾害造成的损失;反之在调度失策情况下,往往造成严重的洪涝灾害。20 世纪的 80、90 年代四湖流域遭受过 4 次严重的洪涝灾害,其中的一次就是当时调度失策造成的。这些灾害从正反两方面使管理者认识到实现流域统一调度和科学决策的重要性。

20 世纪 70 年代诞生的决策支持系统(DSS)的理论和应用实践,在国内外得到迅速发展,为许多领域,也包括水资源管理和防洪的科学决策,提供了有力的支持。DSS 不但可以辅助结构化问题即可编程序问题的决策,还可以帮助半结构化问题的决策。四湖排水系统的高度复杂性、调度决策的困难程度,以及潜在的巨大防洪减灾效益,用以模型系统为核心的决策支持系统辅助决策是比较理想的方法。

DSS 中最重要的组成部分是模型系统。当今的模型技术不但能够模拟解决自然科学和工程应用问题,而且可以模拟社会、人文领域的现象。但其最广泛的应用仍然是对复杂现实系统的系统分析即系统优化方面。四湖排水系统正是这样迫切需要系统优化和精确模拟的对象。

因此,20 世纪 90 年代,湖北省世界银行贷款长江水资源项目将四湖模型即“四湖优化调度研究”列入计划。在 1994—1999 年间,利用世行贷款、国内配套资金和加拿大、日本等基金的支持,由湖北省水利科学研究所(现湖北省水利水电科学研究院)、荆州市水利水电科学研究所和武汉水利电力大学(现武汉大学)等单位的中国专家与加拿大、日本等国专家合作分四期进行了四湖排水系统优化调度研究和实时调度决策支持系统的开发。

该研究建立了复杂的径流预报、优化调度和模拟模型系统,以及由模型库、数据库、人机交互系统、专家系统和地理信息系统而集成的决策支持系统。该成果在研制过程的 1996 年、1998 年和 1999 年的汛期防洪排涝调度中检验和试用,就很好地发挥了辅助决策和减灾效益,并得到荆州市及四湖防汛部门、国内外专家和世界银行的充分肯定。

本书是一本总结平原湖区防洪排水系统优化研究和实时调度决策支持系统开发与应用的专著,重点介绍了上述研究开发成果及应用实践经验,希望对从事系统优化调度研究和决策支持系统开发应用的同行和机构有所帮助。

书中第1、2章详细地介绍四湖流域和排水系统情况、存在问题、改进调度的需求和解决的途径。第3、10章介绍四湖决策支持系统总体设计与开发实施计划;四湖DSS数据库、人机界面开发和软件系统集成。

书中第4~8章系统地介绍了模型系统,它们是:四湖中下区实时径流预报模型及模型的率定、校核及预报方法;运行规划优化模型,其中包含了概化物理模型、数学模型及随机模型;四湖中、下区运行规划模拟模型及优调运行规则的推导、评价、选择及敏感性分析;实时优化调度模型及其开发的基本方法、模型结构、数学表达及求解方法;四湖中下区实时运行模拟模型及其分类与功能,具体介绍了三类模拟模型。

第9章介绍专家系统和地理信息系统开发。第11章具体地介绍四湖DSS成果的应用,列举了三个大水年的调度实践情况。

附录由国际知名专家编著,它对世界范围内DSS应用,特别是水资源与防洪DSS开发应用进行了述评,列举了国际上31个DSS应用系统。

应该指出的是,书中内容也是建立在迄今四湖防洪排涝实践经验和历次规划、设计和研究成果基础之上的。其中,1985—1989年由湖北省水利厅组织武汉水利电力大学(现武汉大学)、湖北省荆州地区水利局、湖北省荆州地区四湖工程管理局参加的课题组,完成“四湖地区水资源系统优化调度研究”。该课题对四湖水资源调度问题进行过较系统的研究,对于本次的模型开发则有直接的参考作用。

世界银行贷款长江流域水资源项目“四湖优化调度研究”,及其第14期的研究报告是本书编著的基础。

在此,我们谨向为研究提供资金支持的世界银行、加拿大国际发展署工业合作处(CI-DA-INC)、世界银行的加拿大环境信托基金(CETF)和加拿大咨询信托基金(CCTF)、世界银行日本咨询信托基金(JCTF)以及提供技术援助的加拿大AGRA地球与环境有限公司、加拿大高达集团(Golder Associates Ltd.)、加拿大Manitoba大学、日本Mikuniya公司以及湖北省水利厅表示衷心的感谢。

我们特别感谢在推动项目研究和安排资金方面作出了重大贡献的机构和个人:世界银行Dr. Richard Reidinger, Walter Ochs, Usaid El-Hanbali, Mei Xie(谢梅);加拿大国际开发署Paul Hundeston, Aly Shady;湖北省水利厅刘克毅、曾凡荣、刘厚斌、张勇、宋平;武汉水利电力大学龚洵洁、何其诚、雷声隆、黄天戌;湖北省水利水电科学研究所李红云、聂世峰;湖北省水文局马游、孙近芳、凌守中;荆州市水利局王德春、杨旭;荆州市水利科学研究所;四湖工程管理局杨伏林。

我们谨向研究组成员和为此次研究做出过重要贡献的中国、加拿大、日本专家表示深深的谢意。他们是:

中国专家:黄泽钧(组长)、欧光华(副组长)、白宪台(副组长)、关洪林(副组长)、袁达燚、章贤东、龙子泉、李玉华、郭宗楼、王德春、刘新明、张培青、王文、易贤命、黎国胜、方崇惠、吴家富、黄泽华、王永明、镇英明、汪远逢、李传银、方盛辉、舒宁、李国忠。

加拿大专家:Al McPhail, Les Sawatsky(项目经理), Dejiang Long(龙德江,项目负责人、项目经理), Slobodan Simonovic(高级顾问), Yujun Yang(杨宇军), Budan Yao(姚布丹), Jason Yang(杨振祥), Michael Bender, Shouhong Wu(吴寿红), Sietan Chieng(詹世坦), Ma-jeed Mustafa, Lan Auyeung(欧阳兰), Wit Siemienuik, Ross Parker, Neal Maclean。

日本专家: Yasushi Meshiko, Fumio Imamura(项目经理), Takuma Takahara(项目组长), Tatsuro Sakano, Tsuguo Yashima; Noriyuki Watanabe, Ohbuchi Makoto, Ken Ishiguro, Masanobu Hirai, Masatomo Kawamoto, Yoshaki Iwasa。

在湖北省水利厅领导下,成立了本书编著组,编著组人员名单附后;编著及统编分工如下:本书第1章由欧光华编著;第2章由欧光华、白宪台、黄泽钧编著;第3章由黄泽钧编著;第4章由欧光华、章贤东编著;第5章由龙子泉编著;第6章由郭宗楼编著;第7章由白宪台编著;第8章由关洪林编著;第9章由袁达燊编著;第10章由李玉华编著;第11章由欧光华、黄泽钧编著;前言由欧光华、黄泽钧、白宪台编写;结语由黄泽钧、欧光华编写;附录由 Slobodan Simonovic 与 Dejiang Long(龙德江)编著,宋平、黄泽钧翻译,龙德江审核了译稿;绘图及文字校对由王文负责。全书由欧光华统筹,其中,第1、2、4、9、11章由欧光华统编,第2、3、10章由黄泽钧统编,第5、6、7、8章由白宪台统编。全书由湖北省水利厅刘厚斌、江焱生、加拿大高达集团的龙德江和湖北省水利水电科学研究所聂世峰审核,由湖北省水利厅陈斌审定。

本书编著和出版工作是在湖北省水利厅科教处江焱生先生具体领导下进行的,并得到外资处张勇先生和湖北省水利水电科研所聂世峰先生的大力支持;世界银行长江流域水资源项目经理 Richard Reidinger(理查德·瑞丁格)博士为本书撰写了热情洋溢的序言。在此,我们表示衷心的感谢。

由于编者的水平有限,书中错误及缺点在所难免,欢迎读者不吝赐教。

编者

目 录

前 言	1
第 1 章 四湖流域概况和水资源管理	1
§ 1.1 地理环境与行政区划	1
§ 1.2 自然状况	3
§ 1.3 水资源系统整治现状	6
§ 1.4 系统运行与管理	13
第 2 章 四湖排水系统改进调度的需求及技术途径	23
§ 2.1 背景	23
§ 2.2 系统当前存在的问题	24
§ 2.3 改进防洪排涝调度的具体需求	27
§ 2.4 改进四湖防洪排涝调度的技术途径	29
第 3 章 四湖中下区实时调度决策支持系统(DSS)总体设计	37
§ 3.1 决策支持系统简介	37
§ 3.2 四湖 DSS 系统分析	44
§ 3.3 系统功能设计	46
§ 3.4 四湖 DSS 总体结构	52
§ 3.5 四湖 DSS 研制计划与实施	55
§ 3.6 数据准备工作	57
§ 3.7 模型系统开发任务	60
§ 3.8 数据库系统设计与实现	61
§ 3.9 四湖 DSS 专家系统的开发	62
§ 3.10 四湖地理信息系统 GIS 开发任务	63
§ 3.11 总控与人机交互系统开发任务	65
第 4 章 四湖中下区实时径流预报模型	68
§ 4.1 概论	68
§ 4.2 模型方法学	74
§ 4.3 模型率定	82
§ 4.4 模型校核	88

§ 4.5	水文预报	92
§ 4.6	结论	96
第 5 章	运行规划优化模型	100
§ 5.1	模型开发的技术途径	100
§ 5.2	四湖水资源系统概化物理模型	104
§ 5.3	四湖中下区排水系统优化调度运行规则	107
§ 5.4	数学模型一	110
§ 5.5	数学模型二	120
§ 5.6	排涝优化调度的随机模型	123
第 6 章	四湖中、下区优化调度运行规则	130
§ 6.1	最优运行规则的推导	130
§ 6.2	最优运行规则的评价	133
§ 6.3	运行规划模拟模型	135
§ 6.4	最优运行规则的选择	142
§ 6.5	敏感性分析	152
第 7 章	实时优化调度模型	156
§ 7.1	实时调度的决策过程	156
§ 7.2	实时优化调度模型与运行规划模型的关系	157
§ 7.3	实时优化调度模型开发的基本方法与模型结构	159
§ 7.4	新滩口闸运行模拟模型	161
§ 7.5	实时优化调度模型一	163
§ 7.6	实时优化调度模型二	168
§ 7.7	实时优化调度模型的求解方法	174
第 8 章	四湖中下区实时运行模拟模型	184
§ 8.1	引言	184
§ 8.2	模型分类与功能	186
§ 8.3	概化网络图	187
§ 8.4	求解系统状态的模拟模型	188
§ 8.5	求解设施操作的模拟模型	205
§ 8.6	求系统抗御能力的模拟模型	214
第 9 章	专家系统及地理信息系统	216
§ 9.1	四湖专家系统的结构	216
§ 9.2	知识的获取	219
§ 9.3	定义方案的专家系统	221

§ 9.4	地理信息系统总体设计	232
§ 9.5	GIS 数据组织	235
§ 9.6	GIS 接口设计	237
§ 9.7	GIS 功能实现	238
§ 9.8	GIS 的使用与维护	242
第 10 章	四湖 DSS 数据库、人机界面开发和软件系统集成	248
§ 10.1	软件系统的功能目标	248
§ 10.2	系统总体设计	249
§ 10.3	总控管理和人机交互界面	252
§ 10.4	数据库设计	258
§ 10.5	系统接口	265
§ 10.6	四湖 DSS 的安装和使用	267
第 11 章	四湖中下区决策支持系统运行实践及其减灾效果	272
§ 11.1	概述	272
§ 11.2	1996 年防洪排涝调度 DSS 的应用情况	276
§ 11.3	1998 年防洪排涝调度 DSS 应用情况	280
§ 11.4	1999 年防洪排涝调度 DSS 应用情况	284
§ 11.5	DSS 的作用、效果和效益分析	287
结 语		291
1	我们的体会	292
2	我们的反思	295
3	对今后的展望	296
附 录	水资源和防洪决策支持系统述评	300

第1章 四湖流域概况和水资源管理

四湖流域是面积逾 10 000 km² 的大型圩区。三面临江,境内有两大调蓄湖泊、17 座外排站、6 大排水干渠。分上、中、下三区治理。常见的自然灾害有洪、涝、旱、渍灾。行政区划上包括有两个地级市和一个省直管市。四湖中下区分为 5 个排水子区,是一个以洪湖为调蓄中心,河、湖、闸、站组成的复杂的排水系统。

本章介绍四湖流域的地理环境、行政区划、自然状况、水资源系统整治现状以及系统运行与管理情况。

§ 1.1 地理环境与行政区划

1.1.1 地理特点

四湖流域(亦称四湖地区)位于湖北省境内。该区南滨长江,北临汉江及东荆河,西北毗邻宜漳山区,介于东经 112°00′~114°00′,北纬 29°21′~31°00′之间(见彩图 1)。流域全境面积 11 547.5 km²,其中,内垸面积 10 375 km²。四湖流域是江汉平原重要的组成部分,也是湖北省重要的农业生产基地。

“四湖”是长江中游一级支流内荆河流域的别称,因境内原有 4 个大型湖泊(长湖、三湖、白鹭湖、洪湖)而得名。目前仅保留长湖、洪湖两个大型湖泊。

过境河流有长江、汉江、东荆河。流域内主要河流有太湖港、龙会河、拾桥河、西荆河、内荆河故道。人工开挖的河渠有总干渠、田关河、东干渠、西干渠、洪排河、螺山干渠以及子贝渊河、下新河等。

流域上区为丘陵地区,最高山峰海拔 278.7 m(吴淞高程系统,下同),地区坡降 1/500 ~ 1/1 000。流域中下区全属平原湖区,地面高程大多在海拔 36 m 以下,耕地最低高程 23.5 m,地形坡降 1/10 000 ~ 1/25 000。中下区全赖沿江堤防保护,属长江中游圩区。在长江、汉江、东荆河干堤以外的地区,有众多的州滩民垸,属于平地行洪区。

四湖流域历史上是长江、汉江的洪泛平原,洪水漫溢,泥沙沉积量由大堤向垸内逐步递减。全流域地形趋势西北高而东南低,周边高而中间低,总干渠纵贯中间低洼地带。

四湖流域按地形可分为丘陵、平原、洼地和湖泊,其组成见表 1-1 所示。

四湖流域昔日“湖泊星罗棋布、河流弯曲逶迤、湖河相通、民垸彼邻”的状况已不复存在,现在大部分洼地已被开垦成农田或为精养鱼池。流域性调蓄湖泊仅剩长湖和洪湖,其余湖泊已用于内部养殖或用于局部调蓄区。

四湖流域的水库基本上集中在上区。据统计,共有水库 106 座,其中大型水库 1 座,中型水库 10 座,小型水库 95 座,总控制面积 647.04 km²,总库容 4.03 亿 m³。

表 1-1

四湖流域地形分类表

地形分类	面积/km ²	百分数/%
丘 陵	2 360	22.7
平 原	6 518	62.8
洼 地	742	7.2
湖 泊	755	7.3
合 计	10 375	100

1.1.2 行政区划

四湖流域在行政区划上包括荆门市的沙阳县、掇刀区、潜江市的一部分,以及荆州市的荆州区、沙市区、江陵县、监利县、洪湖市和石首市的一部分,共有 111 个乡镇,2 237 个村。四湖流域行政区划如彩图 2 所示,面积分布如表 1-2 所示。

表 1-2

行政区划面积表

单位:km²

行政区	自然面积	占总面积的比例/%	其中:	
			内垸面积	外垸面积
荆门市	2 098	18.17	2 098	0
沙阳县	1 538.5	13.32	1 538.5	0
掇刀区	559.5	4.85	559.5	0
潜江市	1 475.2	12.78	1 356.5	118.7
潜江市	1 475.2	12.78	1 356.5	118.7
荆州市	7 974.3	69.06	6 920.5	1 053.8
荆州区	730	6.32	699.5	30.5
沙市区	433.1	3.75	428.5	4.6
荆州开发区	64.2	0.56	58.0	6.2
江陵县	1 032	8.94	978.5	53.5
监利县	3 027	26.21	2 500	527
洪湖市	2 312	20.02	2 256	56
石首市	376	3.26	0	376
合 计	11 547.5	100	10 375	1 172.5

1.1.3 社会经济

据 2005 年统计资料,四湖流域耕地面积 564 万亩,人口 514.5 万人,其中城镇人口 183.7

万人,农村人口 330.8 万人。2005 年粮食总产量 294.5 万吨,约占全省总产的 15%;棉花总产 8.5 万吨,占全省的 20% 以上;油料总产 41.5 万吨,占全省总产的 15% 左右;成鱼总产占全省的 20%。除农业以外,流域内的工业在全省也占有重要地位,在纺织、化工、农药、轻工业、制盐和石油开发等方面,有着较快的发展。区内拥有江汉油田,沙市电厂等多个中央企业和一批发展中的中小企业。2005 年全区 GDP 达 383.7 亿元。

四湖地区东接武汉,西邻宜昌三峡,宜黄高速公路、318 国道、207 国道与荆潜公路和荆襄高速公路组成公路网络。在铁路运输方面,建成了荆沙铁路与焦柳铁路大动脉。

四湖地区是楚文化的发祥地之一和古三国文化遗址的聚集地。境内有纪南城、楚城都、华容古道、章华台等多处古代文化遗址。荆州古城、荆州博物馆、洪湖都是著名的旅游景点。

§ 1.2 自然状况

1.2.1 气象

四湖流域属亚热带季风湿润区,夏季受来自海洋的副热带高压控制,盛行东南风或西北风。冬季受蒙古冷高压影响,盛行东北风。流域内降水很不稳定,年降水变化可达 20%,汛期达 40%。如荆州站夏季雨量多雨的 1980 年高达 957mm,而少雨的 1972 年仅 135.2 mm,相差 7 倍。流域年平均降雨量 1 000 ~ 1 350mm,汛期一般在 5 ~ 9 月,汛期的降雨量约占年降雨总量的 70%,6、7 月是四湖流域降雨量最多的月份。年降雨量从北到南、从上区到下区呈递增的趋势。

流域暴雨集中期也是高温期。多年平均气温 16℃ 左右,年无霜期 250 ~ 270 天。年均蒸发量 1 246 ~ 1 723.9 mm,年内最大蒸发量常发生在 7 月份。

表 1-3 列出 5 个站点的气象特性统计值。

表 1-3

多年平均气象特性统计表

气象要素	单位	站 名				
		荆门	荆州	潜江	监利	洪湖
年降雨量	mm	972.2	1 079.7	1 135.9	1 231.2	1 352.7
年蒸发量	mm	1 723.9	1 285.8	1 246.4	1 277.6	1 326.9
平均气温	℃	15.9	16.2	16.1	16.3	16.7
平均日照	h	1 931.3	1 845.7	1 880.3	1 944.7	1 941.5
相对湿度	%	74	80	81	82	81
无霜期	d	261	255	252	254	265
风 速	m/s	3.3	2.3	2.4	2.5	2.7

流域的暴雨日数的地理分布是西北少而东南多,季节分配是 5—8 月的四个月内暴雨次数几乎占全年的 80% 以上。各月统计如表 1-4。

表 1-4 四湖流域各月暴雨总次数统计(1958—1985 年)

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全年
江陵	0	0	1	3	13	17	22	14	7	2	0	0	79
潜江	0	0	1	2	18	21	21	14	6	4	0	0	87
监利	0	0	1	10	20	31	19	19	3	4	1	0	108
洪湖	1	0	3	11	30	36	14	18	8	6	2	0	129
合计	1	0	6	26	81	105	76	65	24	16	3	0	403

注:暴雨总次数系指日暴雨发生的总次数。

四湖流域的成灾暴雨有两种类型:一类是集中的一场连续暴雨,另一类是间隔时间短的多场暴雨。我们列举曾经使该地区产生过严重洪涝灾害的 6 个年份(1954 年、1996 年、1991 年、1969 年、1983 年、1980 年)的暴雨作为例子,来叙述成灾暴雨的特性;其中属于一场暴雨成灾的有 1991 年、1969 年,属于多场暴雨成灾的有 1954 年、1996 年、1983 年、1980 年,它们的 25 日面雨量、径流量从大到小的顺序排列如表 1-5。本地区目前的设施能力可以抗御 1991 年的洪水;从表列的内容可以看出:四湖中下区 25 日面雨量超过 413 mm,25 日径流量超过 26 亿 m^3 才会形成严重的洪涝灾害。这是因为中下区有 10 亿 m^3 以上的湖泊调蓄能力和 942 m^3/s 的外排能力,暴雨径流的一部分被湖泊、河网及田间所调蓄,另一部分被外排站抽排入外江,剩余的径流量才会产生洪涝灾害。

表 1-5 四湖中下区 25 日暴雨径流量和 25 日面雨量序列

序号	年份	中下区径流量 / 10^8m^3	中下区面雨量 /mm	上区面雨量 /mm	全区面雨量 /mm
1	1954	37.04644	574.6	322.9	491.5
2	1996	33.63946	547.1	404	482.6
3	1969	30.26616	530.5	403.3	474.6
4	1991	25.90379	413.7	373.1	389.9
5	1983	23.22385	405.7	363.9	384.3
6	1980	21.7072	396.8	355.2	384

1.2.2 水资源

四湖流域地表水十分丰富,特别是在 5~9 月汛期地表径流量最大。非汛期一般在今年的 10 月至明年的 4 月,冬旱和春旱也时有发生。

流域中下游被大江环绕,过境水量丰富,尤其是长江,一般年份沙市站最小流量都在 $3000 \text{m}^3/\text{s}$ 以上。就整体而言,流域有良好的引水条件,长江、汉江、东荆河正常年份都有水可引。表 1-6 列出了 4 条江河在 5 个站点记录的年平均流量及多年平均径流量。