

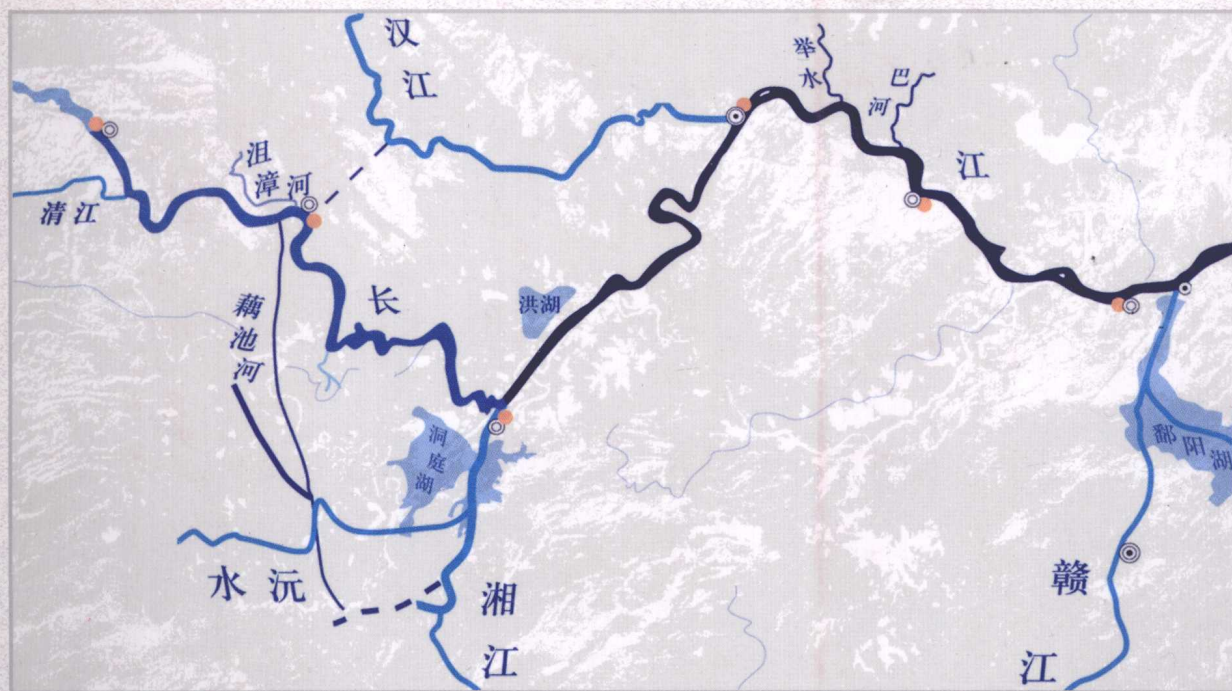


中国地质调查局专报 No.2007004

长江中游洪灾形成与防治的环境地质研究

CHANGJIANG ZHONGYOU HONGZAI XINGCHENG YU FANGZHI DE HUANJING DIZHI YANJIU

刘广润 殷鸿福 陈国金 等著



中国地质大学出版社
ZHONGGUO DIZHI DAXUE CHUBANSHE

新一轮国土资源大调查重点项目研究成果

长江中游洪灾形成与防治的 环境地质研究

*Environmental Geology on the Flood and Flood Control
of the Middle Yangtze Valley*

刘广润 殷鸿福 陈国金等 编著



中国地质大学出版社

内 容 提 要

本书全面阐明了长江中游洪灾形成的地质环境,深入论述了影响控制洪灾形成的地质作用、江湖关系及河道演变规律与洪灾发展趋势,提出了洪灾形成的地学模式和符合地学规律的人、地、水相互协调的防洪减灾思路与对策。研究成果除绪论、结论外,共分为六章,概括为条件(一、二章)、问题与评价(三、四章)、对策(五、六章)。第一章阐述了洪灾形成的地质环境条件包括自然地理(气候水文、地形地貌)、基础地质(第四纪地层、地质构造)、专门地质(水文地质、工程地质)、(与水患有关的)环境地质问题。第二章对水患灾害特征和防灾工程作了简要介绍。第三章为地质作用、江湖演变及其对水患形成的影响控制研究,是本书的重点,前五节分别对5种地质作用,即构造沉降、人类工程活动、泥沙淤积、散漫管涌、岸坡崩塌进行了论证;第六节从时间尺度进行江湖关系及河道演变的论述与预测;后三节按地域(荆江和洞庭湖两个重点水患区)进行综合论述评价。第四章的水患区环境地质分区评价,是对前三章条件和问题的概括,承上启下。第五章的现有防洪治水对策地学评价,是对已实施和进入规划将要实施的防洪工程作简要介绍和进行环境地质评价。第六章为长江中游防洪减灾思路与对策地学研究,根据长江中游洪灾形成的八方面地学成因,在分省区进行洪灾防治论述的基础上,对荆江与洞庭湖区、鄱阳湖口区与赣皖江段进行了综合论述。

本书理论与实践相结合,内容全面系统,是长江中游环境灾害地质学研究较为系统的一部专著,可供规划、水利、国土、城建、交通、环保等部门和从事第四纪地质学、区域地质学、环境地质学、灾害地质学、水文地质学、工程地质学、水利学的科研、技术人员和大专院校师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

长江中游洪灾形成与防治的环境地质研究/刘广润,殷鸿福,陈国金等编著. —武汉:中国地质大学出版社,2008.12

ISBN 978-7-5625-2302-4

I. 长…

II. ①刘…②殷…③陈…

III. 长江-中游河段-洪水-水灾-环境地质学-研究

IV. P426.616 X141

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 173289 号

长江中游洪灾形成与防治的环境地质研究

刘广润 殷鸿福 陈国金等 编著

责任编辑:张晓红 王凤林

责任校对:陆慧琴

出版发行:中国地质大学出版社(武汉市洪山区鲁磨路388号)

邮政编码:430074

电话:(027)67883511

传真:67883580

E-mail: cbo@cug.edu.cn

经 销:全国新华书店

<http://www.cugp.cn>

开本:880毫米×1230毫米 1/16

字数:560千字 印张:16.25 彩页:20

版次:2008年12月第1版

印次:2008年12月第1次印刷

印刷:武汉中远印务有限公司

印数:1—1500册

ISBN 978-7-5625-2302-4

定价:58.00元

如有印装质量问题请与印刷厂联系调换

项目主持单位：中国地质调查局

项目实施单位：湖北省地质调查院

项目参加单位：湖北省地质调查院

中国地质大学(武汉)

湖南省地质调查院

江西省地质调查院

安徽省地质调查院

编辑委员会名单

主任委员：殷跃平

副主任委员：曹安俊 韩再生 张卓成 文冬光

委员(编著)：刘广润 殷鸿福 陈国金 程伯禹

李长安 梁 杏 张人权 皮建高

魏 源 杨则东 王小平 赵德君

孙锡年 张玉芬 万军伟 刘长明

马振兴 张起理 罗吉芳 赵世成

朱干章

序

长江中游历来是我国水患(洪水、内涝、渍水、冷浸田、水污染)最严重的地区之一。1998年大洪水的灾害,人们记忆犹新。三峡工程建成后,可控制上游百年一遇的洪灾,但对宜昌以下的汉江及湘赣来水,以及其他原有和可能新产生的水患,仍不能完全防治。因此鄂湘皖赣四省的水患仍将是影响我国中部崛起以及长江流域可持续发展的重要问题。长江中游的水患不仅是气象与水文问题,而且是重大地学问题。它的形成受控于地质构造作用、泥沙淤积与地貌演化作用、人类地质工程作用及堤基堤身的潜蚀作用。正是由于长江中游这四类地学作用的特殊性与中游的水情(水位、流速、流态)相结合,才造成中游四省比其他地区的水患更严重。四省内不同地区上述地学背景与水情的不同组合,又使水患有不同的地区特征。

在中国地调局“长江中游主要水患区环境地质调查评价”项目支持下,四省一校的地质工作者经4年(1999—2002)工作,从地学角度查明了本区洪涝灾害的形成背景,控制江湖演变及洪水致灾的地质作用,提出了防治对策,为中游整治规划提供了地学依据。其主要成果可归纳为6个方面,即中游四省第四纪地层的划分对比,构造沉降的定性定量研究,中游水患险情成因的七方面地学成因,对现有防洪治水对策的可持续性评价,人、地、水协调的防治减灾思路、原则和防洪治水的对策建议。研究成果不仅获得了水利部门和相关省区的重视和反馈,几年来在实践中也取得了一定的积极作用,并造成了一定的国内、外影响。报告(书)中所提出的资料 and 观点,反映了我们多年的积累和归纳总结,它尽管尚有待于修改补充和验证,但在今后一段时间,仍不失为对长江中游水患及其防治十分有用的参考。这便是我们出版此书的目的,欢迎广大读者批评指正。

中国科学院院士

殷鸿福

2008年9月26日

前言

长江中游干流沿岸及江汉湖群、洞庭湖、鄱阳湖、巢湖(“一江四湖”)地区,是长江流域水患灾害最为严重的地区,其形成与地质环境和地质作用有密切关系,但过去对这方面还缺少全面研究。开展该地区洪灾形成与防治的环境地质研究,避免发生区域性重大地质环境灾害是环境灾害地质科学研究的一项重大课题。’98洪水后,在中国地质调查局的策划、部署和指导下,在刘广润、殷鸿福两位院士的直接领导下,组织“一校四省”历时4年开展并完成了本项调查研究工作。

长江中游洪灾是中华民族的心腹之患,自公元345年始筑荆江大堤以来的1600多年间,洪水灾害频繁,给人民生命财产造成巨大损失。该地区已成为长江干流最大的地质环境灾害多发地段,立项开展水患区环境地质调查研究,查明洪灾形成的地质背景,论证控制江湖演变及洪水致灾的地质作用,提出符合地学规律的防洪治水思路与对策,为该地区综合治理提供地质依据具有十分重要的意义。

科技抗洪,离不开地质工作的参与,为了从根本上减少灾害,还要从预防做起,从了解洪灾形成的地质背景、地质作用、地学模式及演化趋势入手,这就迫切需要开展该地区的环境地质调查研究。因此,地学研究很有必要涉足防洪这一新的科学技术领域。我国著名水利专家清华大学的张光斗院士、长江水利委员会的文伏波院士对进行长江中游洪灾形成与防治的地学研究、对地学与水利学科交叉结合,促进学科发展给予了充分肯定。

荆江及江汉-洞庭湖平原区高堤防高洪水位的危险态势已凸显构造沉降对洪灾形成的影响控制作用。关于构造沉降,其值虽然仅以mm/a计,但从人类1600多年修筑堤防的历史积累过程和基于荆江沿岸及洞庭湖地区对洪水承受力越来越弱的情况,在长时间持续超高水位作用下,构造沉降因素的叠加对堤防险情的积累影响是很大的。因此,需要将其作为一个重点问题进行深入研究。

三峡水库建成后,有巨大的防洪库容,运行后将在很大程度上改变(改善)本区的防洪态势,能将本区的防洪标准从约10年一遇提高到100年一遇。但遇特大洪水时,仍需全面防洪,同时,其可能引起的河床刷深在不同时期对不同河段带来的利弊影响还需要很好研究,中游地区,尤其是荆江段及洞庭湖地区高洪水位形成条件并没有因三峡工程运行而得到根本改善,江汉-洞庭湖平原及鄱阳湖平原因相对于洪水位地势过低而造成的洪涝灾害及相关环境问题,仍将是中游长远的重大隐患。因此,本区的防洪治水工作不能因此而松懈,洪灾形成与防治的地学研究显得非常重要。

本项研究成果是在 6 个子项目研究成果编写的基础上,由项目综合组成员分章、节编写。分章汇编的具体分工是:由刘广润、殷鸿福主持、审定;陈国金负责前言、绪论、第三章、第六章、结论;程伯禹负责第一章、第二章;孙锡年负责第四章;张人权负责第五章;由陈国金统编定稿。

防洪是综合性极强的系统工程,涉及的部门、学科资料成果很多,涉及的知识面很广,涉及的问题十分复杂。我们的立论,更多地是从地质角度出发的,因此,对多部门、多学科反映的资料成果及问题的理解与提出的看法,难免存在许多疏漏,乃至错误。我们衷心地期待各方的批评与指正,通过讨论,共同寻求长江中游防洪治水的思路与对策。

编著者

2008 年 10 月

目 录

绪 论	(1)
一、研究区概况	(1)
二、以往研究程度及存在问题	(3)
三、总体构思、技术路线及技术方法	(3)
四、完成实物工作量	(5)
五、主要创新成果	(6)
第一章 长江中游洪灾形成的自然地理与地质环境研究	(7)
第一节 气候水文	(7)
一、区域气候条件	(7)
二、水文条件	(10)
第二节 地形地貌	(11)
一、地形概况	(11)
二、地貌分区	(12)
三、地貌类型	(12)
第三节 第四纪地层	(14)
一、第四纪地层分区	(14)
二、第四纪地层序列	(14)
三、工作区第四纪地层划分与对比	(17)
四、山区与平原区地层对比	(18)
第四节 地质构造	(19)
一、长江中游水患区周边地质构造环境	(20)
二、江湖盆地基底构造框架与主要断裂特征	(21)
三、新构造运动特征与分区	(23)
第五节 水文地质	(25)
一、全新统孔隙潜水、孔隙承压水含水岩组	(25)
二、更新统孔隙承压水含水岩组	(26)
第六节 工程地质	(29)
一、岩体工程地质特征	(29)
二、土体工程地质特征	(30)
第七节 主要水患环境地质问题	(33)
一、涝渍灾害	(33)
二、水土流失	(34)
三、冷浸田	(36)
四、地下水水质污染	(37)
五、崩、滑、流、塌地质灾害	(38)
第二章 长江中游水患灾害特征及防洪工程概况	(41)
第一节 水患灾害特征	(41)
一、水患灾害概况	(41)
二、典型年份的水患灾害特征	(43)

第二节 堤防、闸、泵站及分蓄洪区概况	(46)
一、长江干流堤防、闸、泵站及分蓄洪区概况	(46)
二、支流堤防、闸、泵站及分蓄洪区概况	(47)
三、通江湖泊堤防、闸、泵站及分蓄洪区概况	(48)
第三章 长江中游地质作用、江湖演变及其对水患形成的影响控制研究	(49)
第一节 构造沉降及其对水患形成的控制作用	(49)
一、现代构造沉降速率的确定	(49)
二、构造沉降对水患形成的控制作用	(59)
第二节 人类工程活动及其对水患形成的影响	(64)
一、人类工程活动分类	(64)
二、堤防建设对水患形成的影响	(65)
三、民垸对水患形成的影响	(66)
四、围湖造田对水患形成的影响	(69)
五、裁弯取直对水患形成的影响	(72)
第三节 泥沙淤积作用及其对水患形成的影响	(74)
一、历史淤积作用	(74)
二、“三口”近代泥沙淤积作用	(74)
三、洞庭湖近代泥沙淤积作用	(77)
四、江汉湖群近代泥沙淤积作用	(78)
五、鄱阳湖近代泥沙淤积作用	(79)
六、巢湖近代泥沙淤积作用	(81)
七、长江干流近代泥沙淤积作用	(81)
八、泥沙淤积对水患形成的影响	(85)
第四节 散浸、管涌的形成条件及溃口致灾作用	(92)
一、管涌的分布特征	(92)
二、管涌的成因类型及典型实例	(93)
三、管涌的形成条件及发展过程分析	(96)
四、散浸、管涌形成溃口的致灾作用	(99)
五、管涌产生的临界条件分析	(101)
第五节 岸坡崩塌及其对水患形成的影响	(104)
一、岸坡崩塌分布特征	(104)
二、岸坡崩塌形成条件	(106)
三、岸坡崩塌成因分析	(109)
四、岸坡崩塌对水患形成的影响	(113)
第六节 江湖关系、河道演变及其对水患形成的影响	(115)
一、宜昌至武穴段江湖演变规律与洪涝灾害趋势分析	(115)
二、武穴至马鞍山段河道演变及其对水患形成的影响	(120)
三、重点地段河道地貌演化及其对水患形成的影响	(125)
第七节 荆江水患险情成因及发展趋势分析	(132)
一、荆江水患险情状况	(132)
二、荆江水患险情成因分析	(133)
三、荆江水患险情发展趋势分析	(141)
第八节 洞庭湖调蓄洪功能及影响因素分析	(143)
一、洞庭湖调蓄洪功能分析及建模	(143)

二、洞庭湖调蓄洪功能影响因素分析	(146)
三、洞庭湖调蓄洪功能减弱的状况及其原因	(148)
四、洞庭湖调蓄洪功能趋势分析	(151)
第九节 荆江及洞庭湖平原区洪灾形成的地学模式	(152)
第四章 长江中游主要水患区环境地质分区评价	(153)
第一节 环境地质分区评价原则及方法	(153)
一、评价原则	(153)
二、评价方法	(153)
第二节 环境地质分区及分区评价	(155)
一、分区原则及分区	(155)
二、分区评价	(156)
第五章 长江中游现有防洪治水对策地学评价	(160)
第一节 现有防洪治水对策介绍与洪水形势分析	(160)
一、现有防洪规划的基本原则与要点	(160)
二、洪水形势及其分析	(161)
三、对洪水态势影响因素的分析	(163)
第二节 三峡工程对本区防洪效益的环境地质评述	(165)
一、三峡水库调蓄洪水的功能及其对荆江防洪的补偿调度	(165)
二、三峡工程运行对下游河道冲淤影响预测评价	(165)
三、运用丹江口水库下游演变模式对三峡工程坝下游演变预测进行的类比验证	(168)
四、三峡工程对本区防洪效益的环境地质评述	(174)
第三节 堤防整险加固的环境地质评价	(179)
一、干堤堤防整险加固措施简介	(179)
二、堤防整险加固的环境地质评价	(182)
三、开堤分洪放淤的环境地质评价	(185)
第四节 退田还湖、平垸行洪的环境地质评价	(186)
一、退田还湖的环境地质评价	(186)
二、平垸行洪的环境地质评价	(188)
第五节 分蓄洪工程的环境地质评价	(189)
一、重点分蓄洪区简介	(189)
二、分蓄洪区的环境地质评价及建议	(190)
第六节 下荆江、簪洲湾及安徽江段裁弯取直的环境地质评价	(193)
一、下荆江裁弯取直的环境地质评价	(193)
二、簪洲湾裁弯取直的环境地质评价	(195)
三、安徽江段鹅头型河道支汊堵汉的环境地质评价	(198)
第七节 洞庭湖及“三口”设闸的环境地质评价	(200)
一、“三口”设闸的环境地质评价	(200)
二、洞庭湖口设闸的环境地质评价	(203)
三、设闸控制的利弊分析	(203)
第八节 鄱阳湖口设闸的环境地质评价	(205)
一、鄱阳湖口设闸控湖工程概述	(205)
二、鄱阳湖口设闸的环境地质评价	(205)
三、设闸控制的利弊分析	(207)
第九节 巢湖设闸的环境地质评价	(207)

一、基本概况	(207)
二、巢湖闸发挥的效益	(208)
三、巢湖设闸的环境影响评价	(209)
第六章 长江中游防洪减灾思路与对策地学研究	(211)
第一节 综合防洪减灾的基本思路	(211)
一、人、地、水相互协调、可持续防洪减灾的原则	(211)
二、水沙兼治、治沙为要的原则	(213)
三、江湖两利、上下游统筹兼顾的原则	(214)
四、蓄泄兼筹、疏导为本的原则	(215)
第二节 荆江及江汉平原水患区综合防洪减灾对策研究	(216)
一、荆江—洪湖—武汉江段加强分流的环境地质研究	(216)
二、顺应地质环境和社会经济状况,建议调整分蓄洪区的使用和建设	(219)
三、荆北分洪放淤的总体思路	(220)
第三节 洞庭湖水患区综合防洪减灾对策研究	(221)
一、现有洞庭湖防洪治水对策及可持续性分析	(221)
二、调查后形成的洞庭湖区防洪治水指导思路	(222)
三、洞庭湖分区防洪治水对策建议	(225)
第四节 鄱阳湖及江西江段水患区综合防洪减灾对策研究	(226)
一、鄱阳湖综合防洪减灾对策研究	(227)
二、江西江段综合防洪减灾对策研究	(228)
三、依法治水与防洪预案的建立	(229)
第五节 安徽江段及巢湖水患区综合防洪减灾对策研究	(229)
一、长江崩岸治理对策及建议	(229)
二、大堤管涌的防治对策及建议	(231)
三、削减洪峰	(234)
四、消除水位顶托的对策及建议	(235)
五、巢湖水患区治理的对策及建议	(236)
六、引江济淮工程的必要性及建议	(237)
第六节 长江中游防洪减灾总体思路与对策建议	(238)
一、长江中游防洪基本问题的分析与对策建议	(238)
二、荆江及洞庭湖区防洪减灾思路与对策建议	(238)
三、鄱阳湖口区及赣皖江段防洪减灾思路与对策建议	(240)
四、对防洪减灾思路与对策可持续问题的思考	(241)
主要结论与建议	(242)
一、圆满完成项目任务	(242)
二、本次调查研究取得的主要成果	(242)
三、存在的问题与建议	(243)
主要参考文献	(244)
后 记	(248)

绪 论

一、研究区概况

研究区包括长江干流沿岸及江汉湖群、洞庭湖、鄱阳湖、巢湖地区(以下简称“一江四湖”区),总面积 $20.8 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。该地区地貌成因形态包括剥蚀丘陵、弱侵蚀堆积岗地和冲湖积平原,受洪水严重威胁的主要是低平原、低洼平原区。研究区分属四个区段,即:荆江(荆江—洪湖—武汉江段)及江汉平原水患区(以下简称湖北区段)、洞庭湖水患区(以下简称湖南区段)、鄱阳湖及江西江段(武穴—彭泽江段)水患区(以下简称江西区段)、安徽江段(彭泽—马鞍山江段)及巢湖水患区(以下简称安徽区段)。

研究区交通位置见图0-1。研究区涉及宜昌市、孝感市、武汉市、常德市、岳阳市、咸宁市、益阳市、长沙市、太湖县、九江市、南昌市、合肥市、安庆市、常州市等地区,见图0-2。

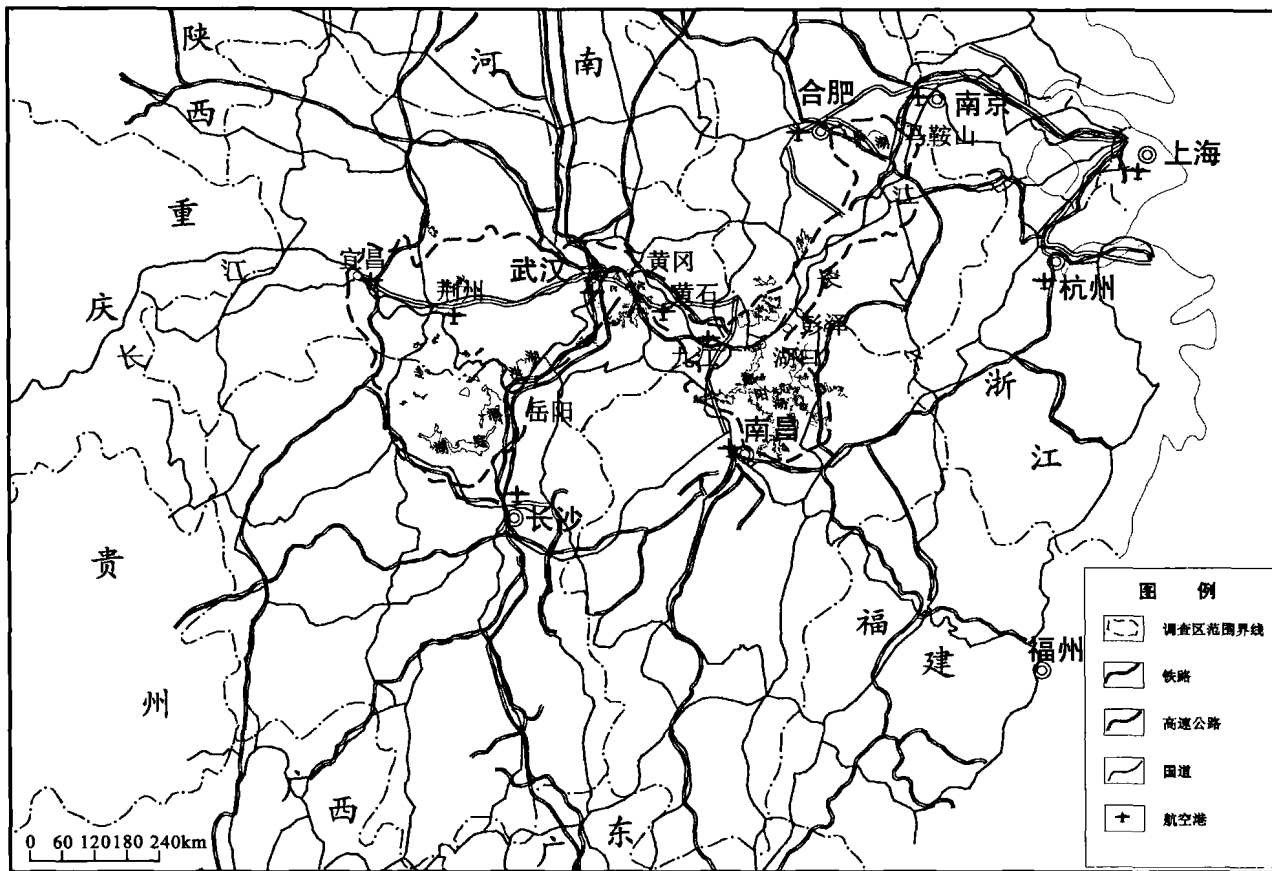


图0-1 调查区交通位置图

长江宜昌至湖口段为长江中游段,长955km,流域面积 $68 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。中游河道进入冲湖积平原,河道比降变小,水流平缓,河道分汊频繁,主流摆动,河势不稳定。自枝城(即现宜都)以下两岸筑有堤防,宜都至城陵矶称荆江。长江中游地区是洪水威胁最为严重的地区,其中尤以荆江河段更为险要。

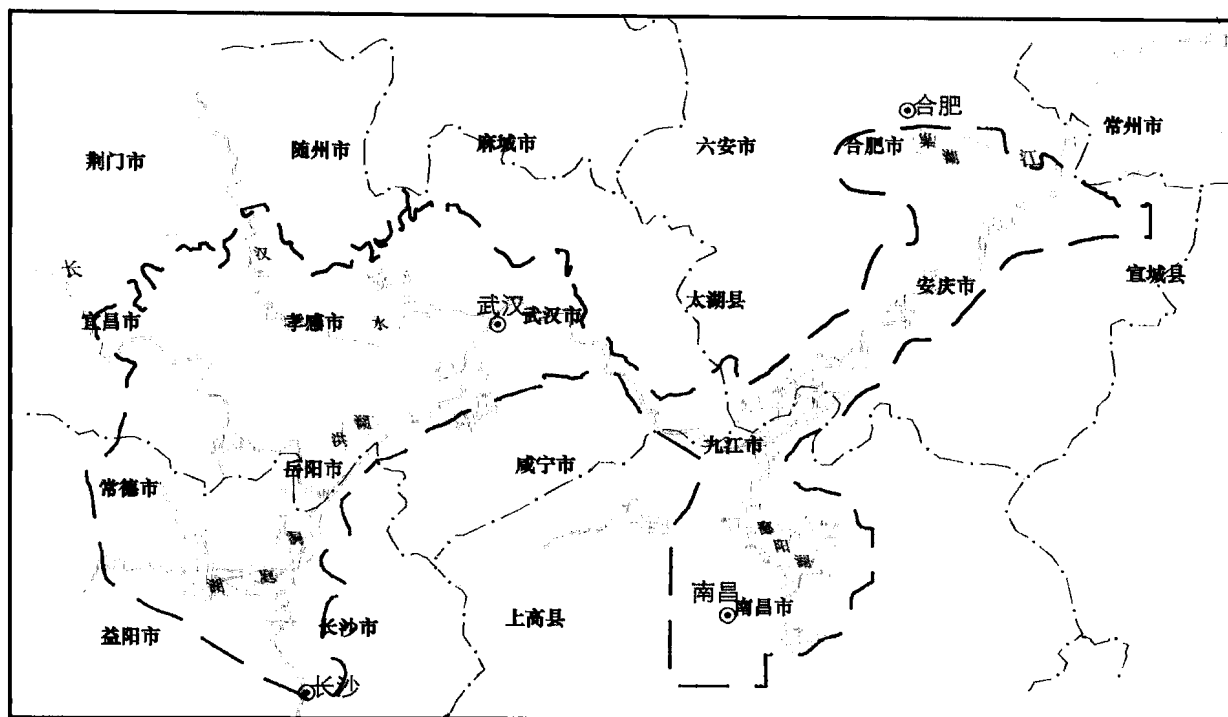


图 0-2 调查区分布图

江汉平原为长江、汉江的冲湖积平原。在史前期(7500~2500aBP),长江出三峡后漫流入浩瀚的古云梦泽,经长期演变,荆江逐渐形成明显的河床,而云梦泽则演变成星罗棋布的江汉湖群,受荆堤挡水影响,与长江水的联系基本上被隔断。20世纪50年代初期有大小湖泊1309个,由于泥沙淤积和围湖垦殖,湖泊面积日益减少,由8504km²减至2000年的3188km²,至今只剩下大小湖泊771个,并均已先后建闸控制,汛期渍水主要靠电排站向长江抽排,目前湖泊大部分已处于衰亡阶段,湖面缩小,许多湖泊湖滨地水草丛生,正向沼泽转化。

洞庭湖区位于长江中游荆江段南岸。洞庭湖南、西两面容纳湖南省“四水”——湘江、资水、沅水、澧水;北部有长江分流的“三口”——松滋口、太平口和藕池口,东部有汨罗江及新墙河等小河流汇入;其内部目前已成为洪道型湖泊,由西洞庭湖、南洞庭湖、东洞庭湖3部分组成,湖水从东北角唯一的出口——城陵矶流入长江,形成特有的向心状水系格局。区内现有湖泊面积2684km²,主要洪道面积105.1km²,容积为 $174 \times 10^8 \text{ m}^3$,担负着长江的分洪、分沙和洪水调蓄任务。

鄱阳湖位于长江中下游交界处南岸,是长江流域最大的通江湖泊,也是我国第一大淡水湖,汇集江西赣、抚、信、饶、修五河之水,构成完整的鄱阳湖水系,经湖口注入长江。多年平均入江水量为 $1457 \times 10^8 \text{ m}^3$,超过黄、淮、海三河入海水量的总和。五河来水,一口通江,江、河、湖水三者长期相互作用,当江洪、湖洪两相遭遇,即“五河”洪水推迟,长江洪水提前使两者遭遇,是造成鄱阳湖区长期持续高水位和洪涝灾害的主要原因之一。

安徽江段及巢湖地区,包括受长江洪水顶托经常遭受洪涝灾害的秋浦河、青戈江淹没地区。地势南北高、中间低、自西南向东北倾斜,即大别山中低山区、皖南中低山区和沿江平原区。境内长江干流长约401km,流域面积66000km²,占全省面积的一半。两岸有巢湖、泊湖、官湖等大小湖泊25个,总面积3303.78km²。发育有皖河、滁河、青戈江、水阳江、秋浦河、裕溪河等一级支流。境内长江水量丰富,最大洪峰流量92600m³/s(1954年8月1日大通站),最高水位16.64m(1954年大通站),最小平均流量21400m³/s(1978年大通站),正常年平均流量29200m³/s(大通站)。

长江中游河湖平原区是我国水患多发区,也是长江防洪的重点地区。据统计,历史上中游地区水灾有越

到近期越多,灾情越严重的特点。新中国成立以来,经过综合治理,初步改变了本区多灾的局面,但洪涝灾害仍然时有发生。1998年长江流域发生了历史罕见的组合性大洪水,洪水来势之猛,水位之高,持续时间之长,洪峰之多和投入的人力、物力、财力之巨均全面超历史,洪灾经济损失达1 600多亿元。在党中央关怀、全国支援、沿江各省市各级领导下,取得了1954、1980、1983、1991、1996、1998年等举世瞩目的抗洪斗争的伟大胜利,但都只是暂时性渡过当年汛期,并未从根本上改变防洪形势。长江中游水患的形成与地面构造沉降、人类工程活动、河湖冲刷淤积及堤基管涌等地质作用有密切关系,但过去对这方面重视不够,缺少全面研究。开展水患区环境地质调查评价,从地学角度探寻顺应江湖关系规律的综合防洪减灾对策具有十分重要的意义。

二、以往研究程度及存在问题

项目承担单位均在研究区进行过大量的区域地质、水文地质、工程地质及环境地质调查研究(图版1)。南京大学、复旦大学、华中师范大学、中国科学院地理所等单位对调查区第四纪地质、地貌、历史地理等也作过大量研究,其中一部分涉及“一江四湖”的演变及中国东部海平面升降。长江水利委员会、各省水利厅及有关院校对本区气候(气象)、水文、泥沙冲淤、洪涝渍害成因及致灾因素均作过许多工作,并从不同角度提出过不同的治理对策。

研究区以往研究程度,详见图版1和本成果后面附的主要参考文献。

通过对前人资料、成果的分析,有以下几点认识:

(1)以往研究成果的工作时间跨度大,目的任务要求不同,论述的角度各异,但均为本次研究提供了有益的经验良好的基础。区域地质及区域水、工、环地质资料能为本项研究提供参考,本次着重研究与水患有关的环境地质问题及其对水患形成的影响。

(2)关于构造沉降,虽然其值仅以 mm/a 计,但从人类1 600多年修筑堤防的历史积累过程看,1998年洪水险恶,是大堤不断加高与洪水水位相应上升矛盾激化的表现,基于长江中下游沿岸地区对洪灾的承受力越来越弱的情况,在长时间持续超高水位作用下,构造沉降因素对堤防险情的累积影响是很大的。但以往的构造沉降研究成果分散,精度不一,难以满足进行区域性定量评价的要求,一直未受到有关部门的重视和应用。因此,本次需要将其作为一重点问题作进一步深入探讨。

(3)对于河湖泥沙淤积问题水利部门做了大量系统的观测、研究,有效地掌握着站闸地段的淤积量变化。但对泥沙在河道上下游和河湖之间时空变化规律及其对水患形成的影响认识很不一致。

(4)已有的防洪治水对策,由于忽视了地质方面的影响,多缺乏必要的系统的地质论证。

三、总体构思、技术路线及技术方法

(一)总体工作构思及工作部署

长江中游水患态势的形成主要受控于地质构造作用(构造拗陷、掀斜、沉降及断裂活动)、泥沙淤积与地貌演化作用、人类工程作用(修堤、裁弯、围湖、围滩等)及堤基堤身的潜蚀作用。四者在各地的组合状况与当地的水情(水位、流速、流态等)相结合,就决定了该地区的水患态势。本次研究主要是围绕上述4种作用在全区及不同地域的存在状况及其组合特征和其各自在水患生成或减灾中所起的作用及份量开展工作,力求给出定量化评价。在此基础上总结过去已实施的防洪减灾措施的经验教训,论证现有的防洪减灾设想方案的合理性,提出符合地学规律,且为社会所能承受的或符合社会需求而在地学上也能允许的人、地、水相互协调的防洪减灾对策。研究工作采用全区性面上调查、重点地段调查、典型勘查、监测和重点问题设专题研究相结合的方法进行。分6个子项目展开,即:面上分区调查子项目,计分四个区,即荆江及江汉平原水患区、洞庭湖水患区、鄱阳湖及江西江段水患区、安徽江段及巢湖水患区;专题研究设跨区专题2个,即“长江中游主要水患区新构造运动对水患形成的控制作用研究”和“长江中游主要水患区第四纪地层对比及河谷地貌演化对水患形成的影响研究”。各区内抓住水患形成的关键问题再作专门研究,将结论建立在可靠的实证基础上,以便使提交的成果具有创新性、针对性和实践性。

总体工作在充分搜集利用前人工作成果和资料二次开发的基础上,按照缺什么补什么和点面结合的原

则,围绕查明洪涝灾害成生与发展的地质环境背景、地质环境系统演变的动力因素及其对洪灾成生与发展的影响、溃堤致灾的重大环境地质问题和研究防洪治水的环境地质对策的需要部署实物工作量。研究工作采用地面调查、遥感、物探、钻探、实验与监测相互结合的多种方法和技术,并充分考虑了各专项工作的衔接和协调。对有争议性、探索性的重大问题,如构造沉降、泥沙淤积、围湖造田、裁弯取直、大堤加高及三峡工程等对水患的利弊影响,采用了多源数据和多种方法进行定量化评价,并提出了科学合理的防洪减灾思路与对策。

按4个层次部署实物工作量:①4个水患区部署1:250 000面上调查;②长江沿岸地区荆州——金口段、澧水三角洲及洞庭湖沿岸地区、长江沿岸江西江段及赣江三角洲、皖江沿岸地段及巢湖地区部署1:50 000重点研究;③按综合性、控制性原则部署物探、钻探剖面;④信息系统建设。

(二)技术路线

按统一要求,广泛收集各种有关资料,进行1:250 000面上调查、1:50 000重点调查,以及跨区域的专题研究。采用地质测量、遥感、物探、钻探、实验测试、动态监测及模型研究等多种调查手段和方法,注重“多S”技术的集成应用。以地球表层系统理论为指导,以人、地、水关系研究为主线,以查明洪灾形成的地质条件和问题为基础,追踪分析与水患有关的地质环境系统演变规律,注重江湖关系、洪水位与大堤关系、江湖演变与洪灾关系的发展变化,注重动态数据的采集和提高定量化分析程度。实行产、学、研相结合,进行多学科联合攻关。通过本项调查评价,阐明地质构造作用、泥沙淤积作用、潜蚀管涌作用和人类工程作用在各个地区的洪涝灾害形成中所起的作用分量,结合总结已有防洪措施的经验教训,提出人、地、水相互协调的防洪减灾思路与对策。

(三)技术方法

(1)系统搜集已往相关学科的成果资料,进行分类整理,综合分析,建立专门的资料数据库。

(2)将计算机技术与“多S”技术相结合开展调查,集成为一个区域性的包含多专业的空间数据库和专门分析系统。

(3)利用RS(遥感)不同时期航、卫片资料,主要是分析研究近几百年来长江河道变迁、湖群演变及长江与“四湖”的相互联系;查明各类环境地质问题的分布范围,圈定长江洪水威胁范围,实时地提供各种环境信息,发现各种变化,及时进行数据更新。

(4)面上调查主要采用了地质测量与遥感解译相结合的技术方法。对重点地段、专题调查采用了物探、钻探、原位测试及室内岩土成分、年代及物理力学性质测试等多种技术方法。

(5)第四纪古环境与地质环境系统演变研究,按统一要求,在四省区各实施了一个系统采样对比孔,参照国际第四纪划分界线,对地层进行划分和综合对比分析。第四纪测年采用古地磁、孢粉、 ^{14}C 、光释光定年,着重进行岩相古地理及沉积学等分析;根据实测及文献资料,建立了远略近详的河湖平原、古气候、新构造运动(尤其是构造沉降速率确定)及人类活动影响的演变系列。

(6)应用GPS测量各类水工环点、钻孔及其他勘探点、灾害点等的空间位置。利用GPS和VS(可视化)技术,对多种来源的时空数据进行综合处理、集成管理、动态存取,作为新的集成系统的基础平台,并为智能化数据采集、管理、分析处理提供了地学基础。

(7)利用GPS和水准测量,建立了地质环境动态及大地形变监测网,结合第四纪地质研究、地貌及古建筑高程变化、历史地理、水系特征变化等方法,确定江汉—洞庭平原构造沉降速率。

(8)采用系统分析法,开展了环境地质问题分析评价变化研究。

(9)地域性综合研究与纵向专题研究相结合,在项目综合组统一组织下互相配合完成,做到了多学科协作和产、学、研结合。

(10)充分消化吸收长江委、中科院及其他各界关于洪灾成生与防治的研究成果,用走出去、请进来的方法开展技术交流,扩展思路,提出新的防洪减灾思路与对策。

四、完成实物工作量(表 0-1)

表 0-1 主要实物工作量表

工作项目		计量单位	湖北区段	湖南区段	江西区段	安徽区段	合计	备注
地质测量	1:250 000 调查	km ²	13 500	14 500	13 000	9 000	50 000	实测面积
	1:50 000 调查	km ²	1 300	1 500	1 960	1 000	5 760	
	1:250 000 编测	km ²	54 041	37 221	22 635	43 916	157 813	与实测面积合计为 207 813
物探	直流电测深	点	128		10	65	203	
	高密度电法	点				1 000	1 000	
	浅层地震勘探剖面	km			11.24		11.24	
	瞬态面波勘探	点	50				50	
遥感地质	1:250 000 卫片解译	km ²	15 500	12 100	14 000	43 916	71 566	
	1:50 000 航片(卫片)解译	km ²	1 600	1 100	2 100	5 100	10 700	
钻探		m	1 061.25	827.15	444	254.3	2 586.7	
山地工程	小圆井、浅井、麻花钻	m	20	655.5	12	556.7	432	
岩矿试验	古地磁(磁化率)	块	335	298	130(43)	96	902	总计为 3 478
	¹⁴ C	组	81	44	15	32	172	
	¹³⁷ Cs	组		1			1	
	²¹⁰ Pb	组	1	1	1		3	
	光释光、ESR 测样	组	7	43	14	23	87	
	孢粉	组	160	100	226	48	534	
	碳同位素(氧同位素)	组	331	100	442	102	975	
	硅藻	组	16	100	126	16	258	
	植硅石	组	166	5	126			
	土的物理力学试验	组	153	18	48	6	225	
	颗粒分析	组	111	27	28	63	229	
	渗透试验	组		10			10	
	水质分析	组			4	6	10	
	岩相揭片	组		20			20	
	岩土化学矿物分析	件		49	3		52	
其他地质工作	GPS 零星测量	点	65	10			75	
	GPS 剖面测量	km	160				160	
	构造沉降 GPS 监测	点	11×2	11×2			21×2	完成建网及 3 次监测
	构造沉降水准测量	点	2×2	1×2			3×2	3 次监测
	四等水准测量	km	100	402.5			502.5	
	空间数据库	个	1	1	1	1	1	合计为中游数据库

五、主要创新成果

(1)长江中游平原是长江流域水患灾害最为严重的地区,长江中游洪灾形成已凸显受地质作用的多方面影响,而以往未受到应有重视。经国内外查新证实,针对流域防洪,提出和系统开展洪灾形成与防治的地质研究,建立了长江中游洪灾形成的地质模式,在国内还是首次。本项成果资料翔实可靠,研究内容全面系统,是整合了该地区 30 多年研究成果和数以千计的钻孔资料综合形成的最新研究成果,在国外也仅见于美国工程兵团(U. S. Army Engineer)的《密西西比河下游河谷的地貌和第四纪地质》(Geomorphology and Quaternary Geologic History of the Lower Mississippi Valley)等少量文献。与之相比,两者都对河流的主要水患区进行了系统地貌和第四纪地质的调查和研究,但密西西比河论著没有对与水患形成密切相关的新构造运动、泥沙淤积速率、水患形成的地质背景进行探讨;他们对地貌、地质过程和状态研究的表述比较细致,我们则在地质地貌的演化规律上更加侧重,更加尽力于定量表达。

(2)通过在 4 个平原区系统采样钻孔揭露和露头区剖面调查的综合对比,运用多种现代测试技术方法,依据层序及年代地层、磁性及生物地层,以及气候及环境的综合研究,并与邻区地层对比,首次建立了一套可对比的长江中游河湖平原第四纪地层序列,为开展地学研究奠定了坚实的基础;首次编制了长江中游河湖平原区第四系厚度、底板高程等值线图,发现长江中游平原区洪泛沉积具有楔形体和平行层理两个沉积特征;首次建立了平原区正常河流沉积与洪水事件(溃口、洪泛等)的环境磁学辨识标志,为洪水事件的识别提供了一种新办法。

(3)运用系统综合研究方法,深入论证了构造沉降对洪灾形成的 5 个方面的影响控制作用,综合分析了构造沉降作用、人类工程作用、泥沙淤积作用和管涌崩岸作用在主要水患区洪灾形成中各自所起的作用份量,并进行了水患区危险性分区评价。

(4)在江汉-洞庭湖平原构造沉降研究方面有重大进展,采用常规的精密水准测量、现代的 GPS 测量等多种方法获得的数据相互印证,首次求算了江汉-洞庭湖平原区现代构造沉降速率为 $5\sim 10\text{mm/a}$,为我国应用 GPS 技术进行区域性的高精度变形监测积累了宝贵的经验。对比历史资料表明,第四纪以来平原区的构造沉降速率有愈来愈大的趋势。

(5)对长江中游水患险情的地质成因的创新认识有:江汉-洞庭湖盆地的江湖演变及水患险情的总体发展规律,河道冲淤变化及地貌演化规律,管涌形成条件及防治措施效果分析和江西、安徽江段崩岸发育规律等。首次将分形分维用于河道稳定性研究,发现当河道分维数达到 $1.19\sim 1.23$ 时,河道开始进入到不稳定状态。

(6)正确处理人与自然的关系,调整水沙重新分配是防洪思路的核心。研究成果在综合分析长江中游主要水患区水患形成的地质环境背景与致灾地质作用的基础上,从时间尺度和按重点地域综合论证了洪灾形成发展的演化趋势,提出了有地质特点的长江中游人、地、水相互协调的防洪治水思路与对策建议,为长江中游防洪治水和综合整治提供了地质依据。

(7)首次建立了长江中游数字环境地质空间数据库,制作了一套以 GIS 为基础平台的数字化图件,全面反映了工作区第四纪地质、地貌、新构造运动与构造沉降速率、江湖泥沙淤积、堤基稳定性、环境地质分区特征、防治对策建议等,为长江防洪规划提供了地质基础图件。

(8)本项目属于国家基础性、公益性和战略性地质工作,其成果是为国民经济规划、国土整治、国土资源合理利用与管理与环境保护服务,已提供给规划、水利、国土、城建、交通、环保等部门使用,取得重大经济社会环境效益,预期应用前景广阔。2004 年 1 月 14 日,原湖北省副书记邓道坤同志作出批示:“这是难得的珍贵资料,对于科学治理长江,科学防洪将提供科学依据。感谢广大科学工作者的辛勤劳动”。2005 年 11 月下旬《湖南日报》《人民日报》《光明日报》《国土资源报》等相继报导了因构造沉降洞庭湖正在扩大的地质信息,研究成果已越来越多地被各方面所接受,引起重视,在一些具体工程实践中得到广泛应用。本项研究成果对长江中游经济建设和社会发展有重大影响,对推动区域环境地质调查、地学与水利学科交叉进步、保护江湖生态环境和水沙资源利用具有重大作用,对推动关于长江科学研究的科技进步作出了贡献。由殷鸿福院士主持召开了两次长江河流国际讨论会,为国际 SCI 刊物 Geomorphology 共同主编了以长江为主题的专辑。项目成员共出版专著 2 部,发表科研论文 116 篇,被三大检索收录 18 篇,被他人引用 171 篇次。