

鄱阳湖流域气候变化 及水文响应研究

张强 孙鹏 王野乔 著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

鄱阳湖流域气候变化 及水文响应研究

张强 孙鹏 王野乔 著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内容提要

本书系统研究了鄱阳湖流域气象水文过程中的气候变化和人类活动对于径流量变化影响的定量识别问题, 人类活动对鄱阳湖流域输沙量变化影响问题, 鄱阳湖流域“五河”洪旱遭遇概率问题, 鄱阳湖流域降水极值事件时空结构模拟问题, 以及变异条件下, 鄱阳湖入湖、出湖和湖区的生态需水满足率问题等一系列科学问题, 丰富了鄱阳湖流域的气象水文过程研究理论, 具有重要的学术价值和现实意义。

本书适合从事水文水资源、资源环境等相关专业的研究者使用, 亦可作为有关大专院校本科生和研究生的教材。

图书在版编目(CIP)数据

鄱阳湖流域气候变化及水文响应研究 / 张强, 孙鹏,
王野乔著. —北京: 中国水利水电出版社, 2015.6
ISBN 978-7-5170-3356-1

I. ①鄱... II. ①张... ②孙... ③王... III. ①鄱阳湖
一流域—气候变化—影响—水文情势—研究 IV.
①P468.256②P333

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 146043 号

书 名	鄱阳湖流域气候变化及水文响应研究
作 者	张强 孙鹏 王野乔 著
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路 1 号 D 座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (发行部)
经 售	北京科水图书销售中心 (零售) 电话: (010) 88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	北京三原色工作室
印 刷	三河市鑫金马印装有限公司
规 格	170mm × 240mm 16 开本 11.75 印张 230 千字
版 次	2015 年 6 月第 1 版 2015 年 6 月第 1 次印刷
印 数	0001—1000 册
定 价	42.00 元

凡购买我社图书, 如有缺页、倒页、脱页的, 本社发行部负责调换
版权所有·侵权必究

前 言

湖泊是地球生态系统之肺，在流域生态系统保育、水生态系统多样性以及流域水文调节与防洪抗旱中，具有不可替代的作用。从这个意义上来讲，系统研究湖泊气象水文过程，对于湖泊保护与湖泊资源开发，具有重要理论与现实意义。鄱阳湖是我国目前最大的淡水湖泊，是国际重要湿地，同时也是长江干流重要的调蓄性湖泊，在长江流域发挥着巨大的洪水调蓄与生物多样性保护等特殊生态与防洪功能。鄱阳湖流域的自然灾害类型多样，而其中以气象灾害最为频繁；但是，造成的损失最为严重，社会影响最为广泛的，则以水旱灾最为突出，尤以水灾最严重。随着气候变化和人类活动影响的加剧，鄱阳湖流域近些年来旱涝极端事件、旱涝急转事件呈增加趋势。另外，长江上游水库等水利枢纽蓄水防洪，引起湖区吞吐规律发生显著变化，导致鄱阳湖及长江中下游流域出现汛时更丰、旱时更干的异常现象，从而进一步加剧了鄱阳湖区的旱涝灾害。

鄱阳湖流域的气象水文过程研究中，有大量的重要科学问题需要深入探讨。该专著作者张强教授，自2004年开始关注鄱阳湖流域的相关研究，对鄱阳湖流域区域水循环过程、地表水文过程等开展全面而系统的研究。2009年张强教授到中山大学工作以后，组建研究团队，先后在鄱阳湖教育部重点实验室主任基金、国家自然科学基金面上项目、国家自然科学基金杰出青年科学基金的资助下，与孙鹏博士、中组部千人计划学者王野乔教授等合作，针对气候变化和人类活动影响下，气候变化和人类活动对于径流量变化影响的定量识别问题，人类活动对鄱阳湖流域输沙量变化影响问题，鄱阳湖流域“五河”洪旱遭遇概率问题，鄱阳湖流域降水极值事件时空结构模拟问题，以及变异条件下，鄱阳湖入湖、出湖和湖区的生态需水满足率问题等一系列具体科学问题，开展了全面、系统而深入的学术研究。在国内外学术期

刊发表一系列学术成果，受到国内外学者的广泛关注。本书正是基于上述研究成果基础之上，经过进一步梳理、分析、总结、提升而成为此书。算是以往研究成果的阶段性的成果。

本书共分9章，第1章为绪论。第2章主要从自然地理概况、主要自然灾害及社会经济情况方面介绍了鄱阳湖流域概况，列出本书研究数据及资料来源。第3章探讨了鄱阳湖流域水沙变化趋势和周期特征，分析了鄱阳湖流域近50年来“五河”流域水沙的变化特征及其演变趋势，深入而全面地揭示鄱阳湖流域气候变化和人类活动对流域地表水文过程影响的时空演变特征与可能机理。第4章介绍了基于单变量和多变量的鄱阳湖流域水文极值分析成果，通过对该区域长序列水文极值的单变量和多变量概率分析，通过对比变异点前后的频率特征，揭示流域气候变化和人类活动对水文极值的影响机制。在此基础上，结合游程理论进一步揭示鄱阳湖流域水文干旱频率特征。第5章介绍了基于空间相关性的鄱阳湖流域降水极值分析成果，建立了Max-stable区域模型描述极值事件间空间相关性，揭示经度、纬度和高程等因子对于各季节连续最大1日和连续最大5日降水空间分布的影响。第6章为基于Max-stable方法的各气候指标对鄱阳湖流域极端降水影响分析，在第5章研究基础上，基于Max-stable区域模型揭示各气候指标对极端降水影响。第7章介绍了变化环境下的鄱阳湖流域地表径流影响研究的成果。基于HSPF水文模型，通过将径流序列划分为受到人类活动的影响小、流域接近天然状态的径流序列和流域受人类活动的影响较大的径流序列。通过统计分析或者水文模拟定量计算气候变化和人类活动对径流各自的影响。第8章为鄱阳湖流域生态需水研究，系统总结和整理了以前学者对于生态需水研究概况，结合鄱阳湖流域特征，从水文变异角度探讨鄱阳湖流域入湖生态需水，以及出湖和湖区的最小生态需水。第9章为基于马尔科夫模型的鄱阳湖流域水文气象干旱研究，在前面研究基础之上，建立了基于气象干旱与水文干旱指标相结合的二维干旱

状态变量，运用马尔科夫链模型，从干旱灾害形成、演变和持续方面对鄱阳湖流域干旱灾害进行研究，动态反应鄱阳湖流域气象、水文干旱的动态演变规律。

在本书的编著过程中，许多人员都为之做了大量的工作，付出了辛勤的劳动；在本书的出版过程中，除了该专著作者以外，研究生肖名忠、邓晓宇、刘剑宇等为成书过程付出了艰辛的劳动，另外，鄱阳湖教育部重点实验室副主任方朝阳教授，对此书的出版提供了大量支持与协助，在此一并表示我们最衷心的感谢！

本书是基于现阶段研究工作和创新成果的总结，由于水平有限，书中不当甚至谬误之处在所难免，恳请业内专家、同行批评指正，以促进气象水文学体系更加完善，为我国的水文水资源可持续发展做出更大贡献！

作者

2015年6月

目 录

前言	
第1章 绪论	- 1 -
参考文献	- 4 -
第2章 鄱阳湖流域概况	- 6 -
2.1 鄱阳湖自然地理概况	- 6 -
2.1.1 地理位置	- 6 -
2.1.2 地形地貌	- 6 -
2.1.3 气候特点	- 7 -
2.1.4 鄱阳湖水系	- 8 -
2.2 鄱阳湖流域主要自然灾害及社会经济情况	- 10 -
2.2.1 暴雨	- 10 -
2.2.2 洪涝	- 10 -
2.2.3 连阴雨	- 11 -
2.2.4 干旱	- 11 -
2.2.5 高温酷暑	- 11 -
2.2.6 社会经济	- 11 -
2.3 研究数据及资料来源	- 13 -
参考文献	- 15 -
第3章 鄱阳湖流域水沙变化趋势和周期特征	- 16 -
3.1 鄱阳湖流域水沙特征	- 17 -
3.1.1 “五河”入湖水沙特征	- 17 -
3.1.2 水沙年际变化	- 17 -
3.1.3 水沙年内变化	- 18 -
3.1.4 水沙季节变化	- 19 -
3.2 水沙趋势分析	- 20 -
3.2.1 径流量和输沙量自相关分析	- 22 -
3.2.2 径流量和输沙量趋势分析	- 24 -
3.3 水沙周期分析	- 28 -
3.3.1 水沙周期分析方法	- 28 -
3.3.2 年水沙周期变化	- 30 -
3.3.3 干湿季节水沙周期变化	- 33 -
3.4 小结与讨论	- 38 -
3.4.1 小结	- 38 -
3.4.2 讨论	- 39 -
参考文献	- 42 -

第 4 章 基于单变量和多变量的鄱阳湖流域水文极值分析	- 43 -
4.1 极值流量基本统计特征	- 43 -
4.2 洪水和枯水流量趋势分析	- 45 -
4.2.1 洪水趋势分析	- 45 -
4.2.2 枯水趋势分析	- 47 -
4.3 鄱阳湖流域单变量洪水、枯水频率分析	- 49 -
4.3.1 单变量分布线型	- 49 -
4.3.2 参数估计的线性矩法	- 52 -
4.3.3 概率分布线型选择方法	- 53 -
4.3.4 计算与分析	- 54 -
4.3.5 小结	- 60 -
4.4 基于 Copula 函数的水文事件多变量研究	- 60 -
4.4.1 Copula 函数的理论	- 61 -
4.4.2 Copula 函数的水文事件两变量分析模型	- 63 -
4.4.3 洪枯水遭遇问题的两变量分析	- 65 -
4.4.4 基于 Copula 的鄱阳湖流域水文干旱频率特征研究	- 76 -
4.5 讨论	- 81 -
参考文献	- 86 -
第 5 章 基于空间相关性的鄱阳湖流域降水极值分析	- 89 -
5.1 研究区域及数据	- 90 -
5.2 理论与方法	- 90 -
5.2.1 用于空间极值的 Max-stable 方法	- 90 -
5.2.2 成对似然函数拟合	- 92 -
5.2.3 响应面	- 92 -
5.3 研究结果	- 93 -
5.3.1 空间相关性	- 93 -
5.3.2 模型选择及检验	- 94 -
5.3.3 年最大 1 天和年最大 5 天降水	- 96 -
5.3.4 各季节最大 1 天和最大 5 天降水	- 96 -
5.3.5 水汽输送结果分析	- 99 -
5.3.6 结论	- 100 -
参考文献	- 101 -
第 6 章 基于 Max-stable 方法的各气候指标对鄱阳湖流域极端降水影响分析	- 102 -
6.1 气候指标数据	- 103 -
6.2 研究方法	- 104 -
6.2.1 响应面	- 104 -
6.2.2 基于 Max-stable 模型的预测值	- 106 -
6.2.3 结果与讨论	- 106 -
6.2.4 讨论与结论	- 114 -
参考文献	- 114 -
第 7 章 变化环境下的鄱阳湖流域地表径流影响探究	- 116 -

7.1	气候变化和人类活动对信江流域径流量的影响探究	- 116 -
7.1.1	研究区域和方法	- 117 -
7.1.2	结果分析	- 119 -
7.1.3	讨论	- 123 -
7.1.4	结论	- 126 -
7.2	气候变化和人类活动综合影响下的抚河流域径流模拟研究	- 127 -
7.2.1	研究区域和方法	- 128 -
7.2.2	结果	- 129 -
7.2.3	分析与讨论	- 132 -
7.2.4	结论	- 137 -
	参考文献	- 138 -
第8章	鄱阳湖流域生态需水研究	- 140 -
8.1	生态需水研究概况	- 141 -
8.1.1	国内外生态需水量的研究概况	- 141 -
8.1.2	生态需水的定义与类型	- 145 -
8.1.3	存在的问题及发展前景	- 147 -
8.2	基于水文变异的鄱阳湖入湖生态需水研究	- 148 -
8.2.1	区域概况与数据	- 149 -
8.2.2	计算方法	- 150 -
8.2.3	变异点检验及成因分析	- 151 -
8.2.4	结果分析	- 152 -
8.2.5	讨论	- 154 -
8.2.6	结论	- 155 -
8.3	湖区与出湖最小生态需水研究	- 156 -
8.3.1	数据来源	- 157 -
8.3.2	计算方法	- 157 -
8.3.3	结果分析	- 158 -
8.3.4	结论	- 161 -
	参考文献	- 161 -
第9章	基于马尔科夫模型的鄱阳湖流域水文气象干旱研究	- 165 -
9.1	数据和方法	- 165 -
9.1.1	数据	- 165 -
9.1.2	方法	- 166 -
9.2	结果分析	- 169 -
9.2.1	综合干旱指标分析	- 169 -
9.2.2	综合干旱指标的状态转移概率	- 171 -
9.2.3	综合干旱指标的重现期和历时	- 172 -
9.2.4	干旱灾害特征分析	- 173 -
9.2.5	干旱灾害预测	- 174 -
9.3	结论	- 175 -
	参考文献	- 176 -

第 1 章 绪 论

水资源是基础自然资源，是生态环境的控制性因素之一，同时也是战略性经济资源，是一个国家综合国力的有机组成部分。20 世纪 70 年代以来，随着世界人口剧增，经济高速发展，全球用水量急剧增长，水污染日益严重。展望未来，水资源正日益影响全球的环境与发展，甚至可能导致国家间冲突。探讨 21 世纪水资源的国家战略及其相关科学问题，是 21 世纪全球共同关注和各国政府的重点议题之一（World Water Council, 2000；钱正英等，2001；中国工程院“21 世纪中国可持续发展水资源战略研究”项目组，2000；陈志恺，2000；姜文来，2001；贾绍凤等，2004；张利平等，2009）。

全球变暖以及由此而引起全球水循环加剧已经导致区域乃至全球范围内日益频繁的旱涝灾害，人类社会正面临着巨大的环境压力和挑战，以极端水灾害与气象灾害发生规律与机理为重大科学问题的全球变化研究已成为当今重大科学前沿之一（Milly 等，2002；Palmer 等，2002；Easterling 等，2000）。全球气候变化通过大气环流变化引起水资源在时空上的重新分配和水资源数量的改变，并对降水、蒸发、径流等造成直接影响，进一步影响到水资源管理系统及社会经济的发展。

我国位于地球环境变化速率最大的季风区，其环境变化既具有空间上的复杂性，又具有时间上的易变性，同时对外界变化的响应和承受力具有敏感性和脆弱性等特点，并且当前处于经济高速发展、人口压力剧增的时期，资源短缺、灾害频繁发生，严重地影响着我国经济与社会的可持续发展。因此，旱涝灾害发生规律与机理、灾害风险评估以及人类活动对旱涝灾害的响应与适应性研究已成为当今地学研究中极其重要的研究领域（黄荣辉，1999）。在气候变化和人类活动不断加剧的快速变化环境下，极端气候与水文事件出现频率与强度增大，加剧变化的水循环过程孕育着重大灾害机理，形成新的孕灾环境。因此，旱涝减灾、水环境和水工程安全问题的研究受到空前挑战。研究水资源、水灾害以及水环境等科学问题，已成为国家可持续发展的重大战略需求，因而 2010 年“中央一号文件”决定“国家固定资产投资要把水利建设放在重要位置”。在这种气候变化与剧烈人类活动背景下，开展旱涝灾害发生机理以及人类社会响应机制研究，对于我国实施可持续发展战略具有重要理论和现实意义。

国际上,1987年第42届联合国大会就已通过169号决议,确定1990—2000年为“国际减轻自然灾害十年”;1989年第44届联合国大会又通过236号决议和《国际减轻自然灾害十年国际行动纲领》。中国在1989年4月成立“中国国际减灾十年委员会”,其宗旨是响应联合国倡议,积极开展减灾活动,增强全民、全社会减灾意识,提高防灾、抗灾、救灾能力,减轻自然灾害损失,到21世纪末达到减少自然灾害损失30%的目标。水、旱、风灾害是最严重的三种自然灾害。1994年5月联合国在日本横滨召开了“减少自然灾害世界会议”。会议研究报告认为,造成损失占国民生产总值1%以上的灾害中以洪水、台风、干旱为最多,分别占31.5%、30.1%和22.0%,共占83.6%;且均逐年增长很快,并以洪水增长最快。可见,洪水、台风、干旱是世界上造成经济损失最大、受灾人口最多的三种自然灾害,且均有不断增长的趋势。另外,国际上自1992年以来就开展了有关“气候变率与可预报性研究计划(CLIVAR)”,揭示气候的自然变率和人为影响。在2000年9月日本召开的“气候变化:过去、现在和未来”的研讨会上,美国和日本的学者发表了运用多种代用气候指标确认的两千年来北半球气候变化的研究成果,引起极大的轰动。Manfred M等(2003)对欧洲中部1850年以来有关河流水文状况的23160条历史记载作了系统搜集与整理,研究了中欧极端洪水事件发生规律,对全球气候变化背景下,区域气候的变化趋势分析具有重要指导意义。

气候异常、水文极值时空演变机理及其对人类社会的影响是当前国际大气科学与水文学以及人文地理学研究的前沿课题(Easterling等,2000;Fowler等,2003),同时,也是“国际气候变率及其可预测性研究计划(CLIVAR计划)”的核心研究内容之一。国家科技部“国家重点基础研究发展规划”把重大气候灾害的形成机理和预测理论作为首批项目的研究内容之一,并作为中国参加CLIVAR国际计划的一个核心计划。所有这些均足以表明旱涝灾害研究已成为当前保障人类社会可持续发展的热点与前沿问题。

除了气候变化影响水资源外,随着社会经济的发展,流域内剧烈的人类活动对水资源和极端水灾害事件影响显著。人类的生产活动改变流域内下垫面的水文情态,同时也使得与其密切相关的物质输送规律和能量变换规律发生了改变。具体表现在:随着人口的增长,工、农业生产用水以及居民用水的增加,再加上水质性缺水,进一步加剧了水资源的短缺;城市规模的扩大,对森林的砍伐和围湖造田等行为使得土地利用/覆被发生变化,进而导致下垫面的不同,进一步导致流域内的产汇流机制发生改变,最终影响水资源以及旱涝灾害的发生;大型水利水电工程的兴建、引水灌溉以及跨流域调水工程等改变了流域的水沙变化和流域的防洪抗旱能力。

长江是我国第一大河,在国民经济建设中发挥巨大作用。鄱阳湖是作为长江干流重要的调蓄性湖泊,在长江防洪方面发挥巨大作用。随着气候变化和人类活动的双重影响下,鄱阳湖流域的下垫面产生巨大的改变,水文过程发生变化,干旱洪涝灾害频繁发生,如何定量地分析气候变化和人类活动对水文极值变化的影响成为社会普遍关注的问题。

鄱阳湖位于江西省北部、长江中下游南岸,是我国目前最大的淡水湖泊,是国际重要湿地,同时也是长江干流重要的调蓄性湖泊,在长江流域发挥着巨大的调蓄洪水和保护生物多样性等特殊生态与防洪功能。鄱阳湖是我国十大生态功能保护区之一,也是世界自然基金会划定的全球重要生态区之一。随着国务院正式批复《鄱阳湖生态经济区规划》,鄱阳湖生态经济区建设已上升为国家战略,鄱阳湖的气候、生态以及水文过程已备受关注。鄱阳湖流域的生态安全与生态建设对于长江中下游的水质安全、洪水问题、经济发展问题,特别是对中国最大的经济区——长江三角洲的发展都具有重要意义。

注入鄱阳湖的河流包括赣江、抚河、信江、饶河、修河五大江河及博阳河、漳河、潼河。入湖水沙量主要来自于赣江、抚河、信江、饶河、修河五条河流,“五河”水沙的变化对鄱阳湖的水文特征影响很大,径流量的剧烈增加会引起鄱阳湖洪涝灾害,输沙量的增多会引起鄱阳湖泥沙淤积,进而会造成汛期洪水水位升高,引起受灾面积扩大;枯水期受风沙危害,并形成滨湖沙丘;影响渔业生产;同时会引起河床改变,影响航运;淤积水库,使水利工程效益下降(左长清,1989;张荣峰,1991)。

鄱阳湖流域的自然灾害类型多样,在诸多灾害中,气象灾害最为频繁,造成的损失也最为严重,社会影响最为广泛,其中水旱灾最为突出,尤以水灾最严重(谢军等,2003)。鄱阳湖作为亚洲最大的淡水湿地,对长江的防洪调蓄发挥了重要作用(Nakayama等,2008;Hu,2007),当前水文气候极值事件频发,易对湿地保护、区域经济社会可持续发展造成严重影响。对于台风、洪涝等自然来说,人们总觉得防风、防涝比防旱重要,但是与其他自然灾害相比,旱灾覆盖范围大、危及行业广、涉及人员多、持续时间长、造成的严重后果是台风洪涝所无法比拟的,干旱始终困扰着我国经济、社会特别是农业生产的发展。2008年发生的全球粮食危机造成多个国家政局动荡,让我们认识到粮食安全的重要性。我国是一个人口大国,粮食问题始终是关系国家安全、社会稳定的重大战略问题,旱灾是影响我国粮食生产的重要因素,因为旱灾造成的粮食损失占到全部自然灾害粮食损失的一半以上。鄱阳湖平原作为全国九大商品粮基地之一,其粮食生产情况将直接影响到国家的粮食安全问题。持续性的干旱也会造成鄱阳湖水位持续下降,严重制约

鄱阳湖生态湿地的保护。单变量分析不能很好地反应区域洪水、枯水的特征,采用多变量联合分布能很好地描述区域洪、枯水特征,通过分析不同地区的洪枯水遭遇频率,便于协调不同地区进行防洪抗旱工作。因此,深入研究鄱阳湖入湖水沙序列周期变化以及极值流量的变化特征、原因及其影响,对于鄱阳湖流域的防洪抗旱工作和亚洲最大的淡水湿地的保护具有重要理论与现实意义。

基于此,本研究以鄱阳湖流域“五河”的6个水文控制站为研究对象,研究流域水沙变化的趋势特点和周期特征,对流域的洪水、枯水进行频率分析,揭示区域的旱涝特征,并运用多变量联合分布系统分析研究区域洪水、枯水的遭遇情况,在理论上完善了鄱阳湖流域多变量枯水径流频率分析理论。在马尔科夫模型基础上,开展鄱阳湖流域水文干旱和气象干旱之间的转换过程,动态地反映水文干旱和气象干旱的演变过程。结合收集的气象数据、水文数据、水库数据、土地利用变化资料以及植被覆盖情况等资料,定量研究气候变化和人类活动对流域水文水资源的影响,揭示气候变化和人类活动对鄱阳湖流域的影响因素。同时,开展考虑空间相关性对鄱阳湖流域极端降水空间分布的研究,揭示高程、经纬度等因素对极端降水的空间分布特征的影响,分析研究成果进一步揭示对影响尺度上水文序列变化的要素。在前面研究的基础上,通过对变异前后生态需水满足率的变化,分析讨论水文变异对河道内生态需水的影响。本书内容在实际上对科学编制流域水资源开发利用方案、保证流域社会经济可持续发展、理解和掌握鄱阳湖流域水土流失综合治理对径流和输沙影响、鄱阳湖生态湿地建设和流域的防洪抗旱等方面提供科学依据。

参 考 文 献

- 陈志恺. 2000. 中国水资源的可持续利用问题[J]. 中国水利, (8): 38-40.
- 姜文来. 2001. 中国 21 世纪水资源安全对策研究[J]. 水科学进展, 12(1): 66-71.
- 贾绍凤, 何希吾, 夏军. 2004. 中国水资源安全问题及对策[J]. 中国科学院院刊, 19(5): 347-351.
- 钱正英, 张光斗. 2001. 中国可持续发展水资源战略研究(综合报告及各专题报告)[M]. 北京: 中国水利水电出版社.
- 孙鹏, 张强, 陈晓宏, 等. 2010. 鄱阳湖流域水沙时空演变特征及其机理[J]. 地理学报, 65(7): 828-840.
- 谢军, 黄智权, 杨巧言. 2003. 江西省自然地理志[M]. 北京: 方志出版社, 213-219.
- 张利平, 夏军, 胡志芳. 2009. 中国水资源状况与水资源安全问题分析[J]. 长江流域资源与环境, 2(18): 117-120.
- 张荣峰. 1991. 鄱阳湖水系泥沙特性及对环境的影响[J]. 江西水利科技, (9): 237-241.
- 中国工程院“21 世纪中国可持续发展水资源战略研究”项目组. 2000. 中国可持续发展水资源战略研究综合报告[J]. 中国工程科学, 2(8): 1-17.

- 左长清. 1989. 论鄱阳湖泥沙淤积及其对环境的影响[J]. 水土保持学报, (1): 38-42.
- Easterling D E, Meehl A G, Parmesan C, et al. 2000. Climate extremes: observations, modeling, and impacts[J]. Science, 689, 2068-2074.
- Fowler H J, Kilsby C G, O'Connell P E. 2003. Modeling the impacts of climatic change and variability on the reliability, resilience, and vulnerability of a water resources system[J]. Water Resources Research, 39(8), doi: 10.1029/2002WR001778.
- Hu Q, Song F, Guo H. 2007. Interactions of the Yangtze river flow and hydrologic processes of the Poyang Lake, China[J]. Journal of Hydrology, 347: 90-100.
- Manfred M, Michael B, Gerd Tetzlaff, et al. 2003. No upward trends in the occurrence of extreme floods in central Europe[J]. Nature, 11: 166-168.
- Milly C D, Wetherald P T. 2002. Increasing risk of great floods in a changing climate[J]. Nature, 415(6871): 514-517.
- Nakayama T M. 2008. Watanabe. Role of flood storage ability of lakes in the Changjiang River catchment[J]. Global and Planetary Change, 63: 9-22.
- Palmer T N, Räisänen J. 2002. Quantifying the risk of extreme seasonal precipitation events in a changing climate[J]. Nature, 415: 512-514.
- World Water Council. 2000. World water vision 2025 [M]. Earthscan Publications Ltd.

第2章 鄱阳湖流域概况

2.1 鄱阳湖自然地理概况

2.1.1 地理位置

鄱阳湖位于江西省北部,是我国最大的淡水湖泊。该流域位于长江中下游南岸(24°29'N~30°04'N、113°34'E~118°28'E),流域面积为16.22万km²,约占江西省流域面积的97%,占长江流域面积的9%;其中江西省境内面积为15.7万km²,约占鄱阳湖流域面积的96.8%,其余5139km²为鄱阳湖水系五河上游由邻省汇入江西集水面积,其中湖南681km²、福建96.7km²、浙江545km²、安徽2945km²,仅占鄱阳湖流域的3.2%(江西省水文局,2006;霍雨,2011)。鄱阳湖流域属过水性、吞吐性、季节性的湖泊,洪水、枯水期水域面积、水容积变化极大。洪水季节,鄱阳湖水位高涨、湖面宽阔,一望无际;枯水季节,鄱阳湖水位大幅下降,洲滩出露,湖水归槽,蜿蜒一线。“高水成湖,低水似河,洪水一片,枯水一线”是鄱阳湖区的自然地理特征。湖泊形似葫芦,以湖中最大岛屿松门山为界分为两部分,北部为入江水道,南部为主湖区。湖体南北长173km,东西平均宽16.9km,最宽74km,最窄3km,湖盆自东南向西北倾斜,湖岸线长约1200km,湖泊形态系数109,发展系数(弯曲系数)为6。湖中有岛屿41个,面积103km²。“五河”带来大量泥沙造成鄱阳湖面缩小到39万多hm²,20世纪50年代初期容积为370亿m³缩减到299亿m³,降低调蓄能力71亿m³,使鄱阳湖对“五河”和长江的调蓄洪水能力大大减弱。

2.1.2 地形地貌

鄱阳湖流域北部为长江及赣江、抚河、信江、饶河、修水等水系冲淤而成的鄱阳湖平原,地形较为平坦,东西南部三面环山,中部地带丘陵起伏,流域地势南高北低,周边高中间低,由南向北,由边及里逐渐倾斜,类似朝北敞口的盆地。流域地貌类型以丘陵山地为主,丘陵山地面积约占总面积的78%(其中山地、高丘分别占36%、42%),平原岗地约占12.1%,水面约占9.9%。除上述常见地貌类型外,还有岩溶、丹霞和冰川等特殊地貌(江西文明信息库,2008)。

《江西省自然地理志》根据地貌形态、地貌成因、大地构造特征和区域开发利用的差异,将鄱阳湖流域划分为6个地貌区、9个地貌副区(谢军等,2003;张伊等,2003)。

(1) 赣西北中、低山与丘陵区。该区主要以流水侵蚀地貌为主,花岗岩和变质岩分布比较广泛,该区可以划分出幕阜、九岭侵蚀中山(1.788 万 km^2)和宜丰、高安侵蚀丘陵(1.761 万 km^2)两个副区。前者主要以水电、林业为主,后者以农业为主,发展水利,开垦荒地,发展经济林。

(2) 鄱阳湖湖积冲积平原区。该区面积是 1.576 万 km^2 ,是“五河”入湖处,地势平坦,平原外围多为低缓岗丘,主要以农业为主,是中国九大商品粮基地之一——鄱阳湖平原。

(3) 赣东北中、低山雨丘陵区。副区浩山、蛟潭侵蚀剥蚀丘陵(0.569 万 km^2)主要以高丘、低丘为主,岩石主要由红岩系和变质岩组成,稀疏灌木林覆盖于地表;副区婺源、怀玉山侵蚀中低山(0.888 万 km^2)主要是花岗岩和变质岩组成,水力资源丰富、植被茂盛;弋阳、玉山侵蚀剥蚀红岩丘陵盆地(1.104 万 km^2)以红色岩系为主,发育丹霞地貌,该区域的信江盆地主要以旱作农业为主。

(4) 赣抚中游河谷阶地与丘陵区(2.219 万 km^2)。地势波状起伏,以紫色砂岩和板岩、页岩为主,河谷区种植水稻、阶地岗丘多为旱作。

(5) 赣西北中、低山区(1.276 万 km^2)。该区广泛分布花岗岩,森林和水力资源丰富。

(6) 赣中南中、低山与丘陵(6.061 万 km^2)。该区包含北武夷侵蚀中山,南丰、黎川侵蚀剥蚀低丘,赣南侵蚀中、低山与丘陵,兴国、信丰侵蚀的红色丘陵盆地四个副区,区内分布花岗岩、变质岩以及红色岩系,全区森林资源、水利资源丰富,如果能防止水土流失,地区有很好的发展前景。

2.1.3 气候特点

气候要素主要包括气温、降雨、蒸发、湿度、气压与风等。鄱阳湖流域地处江南丘陵地区,流域内不同区域的下垫面差异较大,受季风环流的影响,气温四季变化非常明显。流域内多年平均气温为 $16.2 \sim 19.7 \text{ }^\circ\text{C}$,自北向南依次增高,南北温差相差约 $3 \text{ }^\circ\text{C}$,冬夏气温差异较大。1月受北方冷空气影响,平均气温南高北低,月平均气温为 $3.5 \sim 5.0 \text{ }^\circ\text{C}$,冷暖温差在 $20 \text{ }^\circ\text{C}$ 以上。7月多受副热带高压带控制,气温较高,温差较小,月平均气温为 $19.8 \sim 26.9 \text{ }^\circ\text{C}$,极端最高气温在 $40 \text{ }^\circ\text{C}$ 以上,同时由于地貌因素的影响,月平均气温出现北高南低现象,周围山区温度更低。鄱阳湖流域地处亚热带湿润季风气候区,多年平均降雨量介于 $1341 \sim 1939 \text{ mm}$ 之间,降水量空间分布不均,差异较大,年降雨量的地区分

布为赣东和赣南多,赣中和赣北少,多年平均降雨量最大中心出现在赣东地区,最小中心出现在赣北平原和吉泰盆地。流域内降雨季节分配极不均匀,4—6月降水最集中,3个月总降雨量在700~900 mm,大部分地区占年降雨总量的45%~50%;7—9月总降雨量为300~350 mm(约占全年总量的20%),而同期蒸发量为400~500 mm(占全年蒸发总量的41%~43%),7—9月是流域极易发生旱灾的月份。流域内一日最大降水量中心出现在赣西北东部地区、赣东南部地区、赣东地区和赣中中部地区,最小中心出现在赣南地区和赣西南地区。鄱阳湖流域多年平均蒸发量介于1148.6~1937.3 mm之间(为E20型蒸发皿观测值)。赣西北山区日照少、风速小,蒸发量很小,其中宜丰市最少为1148.6 mm;赣西山区、赣东北山区、武夷山区西部蒸发量大部分在1500 mm以下;鄱阳湖区日照强、风速大,年均蒸发量较大,其中南昌达到1937.3 mm,赣南地区的信丰、于都也是蒸发量的高值区。夏季蒸发量最大,冬季蒸发量最小,春、秋季蒸发量介于两者之间,秋季蒸发量大于春季蒸发量。流域内多年平均水汽压为16.6~19.1 hPa,其地理分布特征为赣南大、赣北小,平原大、山区小。春、秋、冬季与年平均水汽压的地区分布趋势基本一致,而夏天的水汽压最大值出现赣北,表现恰恰相反。鄱阳湖区的气压值最大,赣东北山区、赣西北山区、赣中西部和赣南周边地区为气压低值区,各季平均气压分布与年平均气压分布趋势基本一致,冬季高、夏季低。

2.1.4 鄱阳湖水系

鄱阳湖水系是由赣江、抚河、信江、饶河、修河五大河流及各级支流,加上青峰山溪、博阳河、樟田河、潼津河等入湖的小河,以及其他季节性的小河溪流和鄱阳湖组成,以鄱阳湖为汇聚中心的辐射水系。鄱阳湖水系是一个完整的水系,各大小河流的水均注入鄱阳湖,经调蓄后由湖口流入长江,成为长江水系的重要组成部分(谢军等,2003;熊小群等,2007)。下面重点介绍赣江水系、抚河水系、信江水系、饶河水系、修河水系。

2.1.4.1 赣江

赣江是鄱阳湖流域第一大河,也是长江中游主要支流之一。赣江全长751 km,流域面积82809 km²(外洲水文站以上),占鄱阳湖流域总面积的51.1%。赣江流域四周环山,山地、丘陵、平原面积分别占赣江流域面积的50%、30%、20%,海拔由南向北逐渐降低。赣江由南向北贯穿江西省,以赣州之上为上游,其源头包括章、贡二水,其中贡水为主源;新干以下为下游,主要支流有袁水、锦江;在南昌市八一大桥以下,赣江分南、北、中、西四支入湖,其中西支为主支,也是赣江的入湖主航道,出口位于永修吴城(安阳,1994)。

赣江流域地处中亚热带湿润季风气候区,气候温和,四季分明,春雨较多,