

鄱阳湖江湖水位变化 对其生态系统影响



周文斌 万金保 姜加虎 著



科学出版社

鄱阳湖江湖水位变化 对其生态系统影响

周文斌 万金保 姜加虎 著

科学出版社

北 京



内 容 简 介

本书主要基于论述鄱阳湖流域河流以及长江对鄱阳湖水位的影响,并用长江中游江湖耦合水动力数值模型模拟鄱阳湖与长江以及“五河”来水对鄱阳湖水位与水量的变化趋势。介绍了鄱阳湖水位变化对水质影响的关系,并模拟了固定水位下水质的变化趋势。在鄱阳湖特殊水文特征下,介绍了鄱阳湖湿地生态和生物多样性的影响过程。最后提出了鄱阳湖湖区社会经济与水位变化的关系,以及如何应对湖区不断发展的经济所面临的问题。

本书内容丰富,可供从事湖泊、地理、环保、水利、水产、区域发展规划专业的科研、工程技术人员、大专院校师生及有关生产和管理人员阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

鄱阳湖江湖水位变化对其生态系统影响/周文斌, 王金保, 姜加虎著. —北京: 科学出版社, 2011

ISBN 978-7-03-031554-0

I. ①鄱… II. ①周…②万…③姜… III. ①鄱阳湖-水位变化-影响-水环境: 生态环境 IV. ①X143

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 113420 号

责任编辑: 张 析 孙 青/责任校对: 邹慧卿

责任印制: 钱玉芬/封面设计: 迷底书装

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

北京彩虹伟业印刷有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2011 年 6 月第 一 版 开本: B5 (720×1000)

2011 年 6 月第一次印刷 印张: 7 1/2 插页: 12

印数: 1—1 200 字数: 144 000

定价: 48.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

前 言

鄱阳湖江湖水位变化对其生态系统影响研究是鄱阳湖生态经济区建设问题研究之一，主要目标是研究鄱阳湖江湖水位变化对鄱阳湖生态系统的作用和影响，分析其主要影响因素和影响程度，并提出相应的对策或相关建议。根据江西省发展和改革委员会对项目要求，项目研究的为如下六个方面内容：①鄱阳湖“五河”及长江来水对鄱阳湖水位的影响研究；②鄱阳湖水位变化与水质关系研究；③鄱阳湖水位变化对鄱阳湖湿地生态系统的影响研究；④鄱阳湖水位变化对湖区生物多样性保护的影响研究；⑤鄱阳湖水位变化对湖区社会经济的影响研究；⑥鄱阳湖水位变化趋势分析六个方面，经过相关科学技术人员一年多来的研究取得的研究成果，形成本书。

本书的重点是集中分析“五河”与长江来水多寡对鄱阳湖水位变化的影响程度及规律。运用先进的模型手段和历史资料调查分析方法，分析“五河”和长江来水组合作用对湖泊水位变化的影响程度，掌握“五河”来水及长江三峡工程运行对鄱阳湖水位变化产生影响的综合效应。针对近些年水质的快速变化，开展鄱阳湖的水质变化典型特征分析工作，重点分析“五河”来水及长江三峡工程运行至本项目实施期间各年份鄱阳湖水质变化状况，揭示鄱阳湖水位变化（包括“五河”与长江来水量以及湖泊水位等）与水质变化的内在联系和特征。根据鄱阳湖洲滩湿地植被调查资料，分析不同水位下鄱阳湖湿地植被结构特征，水位的周期性年变化对鄱阳湖湿地植被结构的动态影响。通过鄱阳湖水位变化评估其对湖区生物多样性保护的影响，回答鄱阳湖湿地系统、候鸟及重要水生生物生境等与水位变化的关系，提出鄱阳湖生物多样性保护的侧重点。同时，针对当前鄱阳湖区防洪能力，研究鄱阳湖水位变化对湖区社会经济发展所产生的影响。研究成果将为制定鄱阳湖地区社会经济发展模式、工农业结构布局以及城市建设和发展等方面的政策提供参考或科学依据。特别感谢中国经济改革实施技术援助项目（TCC5）的经费资助。参加项目的人员组成如下：

序号	姓名	单位	专业领域	任务分工
1	周文斌	南昌大学（鄱阳湖环境与资源利用实验室）	水文地质与水力学	项目总管

续表

序号	姓名	单位	专业领域	任务分工
2	万金保	南昌大学（鄱阳湖环境与资源利用实验室）	环境科学与工程	责任专家：水质变化咨询师
3	姜加虎	中国科学院南京地理与湖泊研究所	湖泊水文水资源	责任专家：湖泊水文水资源咨询师
4	葛 刚	南昌大学（生命科学与食品工程学院）	生态学	湿地结构咨询师
5	吴小平	南昌大学（生命科学与食品工程学院）	动物学、生态学	生物多样性咨询师
6	徐力刚	中国科学院南京地理与湖泊研究所	流域物质输移模拟	物质输移模拟咨询师
7	赖锡军	中国科学院南京地理与湖泊研究所	湖泊流域过程与模拟	湖泊流域相互作用咨询师
8	赖劲虎	南昌大学（鄱阳湖环境与资源利用实验室）	分析化学	样品分析
9	李 述	南昌大学（鄱阳湖环境与资源利用实验室）	地图学与地理信息系统	“3S”技术支持
10	顾 平	南昌大学（建筑工程学院）	水利工程	水质建模分析

作 者

2011 年 5 月

目 录

前言

导言	1
第一章 概述	19
第一节 鄱阳湖及其沿革	20
第二节 鄱阳湖区及鄱阳湖流域	23
参考文献	25
第二章 长江中游江湖耦合水动力数值模型研制	26
第一节 通用水动力学模型构建的基础方程	26
第二节 模型的数值求解方案	32
第三节 模型的耦合技术与动边界处理	35
第四节 长江中游江湖耦合水动力学模型与系统平台	37
参考文献	39
第三章 “五河”及长江来水对鄱阳湖水位的影响及变化趋势研究	40
第一节 鄱阳湖水文特征	40
第二节 三峡工程对鄱阳湖水情的影响评估	43
第三节 鄱阳湖水位变化趋势分析	46
第四节 长江三峡来水变化对鄱阳湖湖泊水位变化的影响	46
参考文献	51
第四章 水位变化对鄱阳湖水质的影响	52
第一节 鄱阳湖污染物的来源及污染量	52
第二节 鄱阳湖污染状况分布和水质调查	55
第三节 鄱阳湖水环境质量评价	57
第四节 鄱阳湖水水质数值模拟和分析	60
第五节 鄱阳湖水位变化对水质影响分析	64
参考文献	72
第五章 水位变化对鄱阳湖湿地的影响	73
第一节 鄱阳湖湿地生态特征	73
第二节 鄱阳湖水位与湿地面积变化的关系	77
第三节 鄱阳湖湿地植被对水位变化的响应特征	78
第四节 鄱阳湖适宜性生态水位初步分析	81

参考文献	82
第六章 水位变化对鄱阳湖生物多样性的影响	83
第一节 鄱阳湖生物物种及其重要性	83
第二节 鄱阳湖湿地生物多样性重点地区	86
第三节 水位变化对重要水生动物等资源可能的影响	87
参考文献	96
第七章 水位变化对湖区社会经济影响及湖泊保护和管理若干建议	98
第一节 鄱阳湖区社会经济状况分析	98
第二节 水位变化的鄱阳湖区的洪水灾害评估	101
第三节 鄱阳湖保护和管理的若干建议	105
参考文献	114

彩图

导 言

协调经济发展和生态环境保护的关系,实施可持续发展战略,建立和谐、生态友好型社会,是中国社会和国民经济发展的基本国策。随着中国中部崛起战略的实施,近年来江西省社会经济取得了快速的发展和进步,但经济的快速发展也给自然生态环境保护带来了很大的压力。2007年4月,国务院总理温家宝在江西省考察时要求:“一定要搞好生态环境保护和建设,永远保持鄱阳湖‘一湖清水’”。如何在经济发展与生态保护之间寻求“共赢”的途径,就成了江西省深入贯彻落实科学发展观,争当中部地区崛起示范区,必须要考虑的紧迫任务和需要认真思考的战略问题。

鄱阳湖生态经济区建设是根据鄱阳湖区生态环境保护、经济发展现状情况提出的。鄱阳湖生态经济区的战略定位与发展目标是:保护生态,发展经济,以人为本,统筹兼顾,把该区域建设成生态优良、经济发达、城乡协调、生活富裕、生态文明与经济文明高度统一、人与自然和谐的生态经济区,成为江西的生态文明示范区,新型产业集聚区,改革开放前沿区,城乡协调先行区,江西崛起带动区。它体现了实现经济发展和生态环境保护“双赢”的指导思想,为鄱阳湖区乃至江西省经济发展与生态保护提供了现实选择,具有可行性和国家层面上的示范性。鄱阳湖生态经济区于2009年12月12日获得国务院批准,正式成为国家支持区域社会经济发展的战略之一。

鄱阳湖作为中国最大的吞吐性、季节性和通江性淡水湖泊,其面积和容积随水位变化年内呈现季节性变化,年际间变化也十分显著。鄱阳湖面积最大与最小相差31倍,湖体容积最大与最小相差76倍,鄱阳湖历年最高最低水位差达9.70~15.79m。洪水季节,鄱阳湖水位每提高1.00m,平均可容纳长江倒灌洪水 $45.0 \times 10^8 \text{ m}^3$ 以上。鄱阳湖的高变幅水情,长期以来一直是多方关注的重点和焦点问题之一。我们针对这一问题,开展了水位变化对鄱阳湖生态环境影响研究,取得了一定研究进展和相关研究成果。

一、鄱阳湖作为中国第一大淡水湖泊,其高变幅水情是其生态系统的独有特征

鄱阳湖面积位居我国五大淡水湖泊之首,是我国第一大淡水湖泊,也是目前长江中下游仅存的两个大型通江湖泊之一(另一个是洞庭湖),在维系长江水量

平衡和区域水域生态平衡方面,发挥着十分重要的作用或功能,是我国首批列入《国际重要湿地名录》7块湿地中的一块,素有“珍禽王国”和“候鸟天堂”之美誉,是国际迁徙性候鸟在南方的主要驿站或越冬栖息地,其研究和保护具有国际意义。

鄱阳湖独特的水情动态和环境条件,繁衍了极其丰富的生物多样性,蕴藏着珍贵的物种基因,是我国陆地淡水生态系统中的重要物种基因库。同时,鄱阳湖不但作为我国重要的淡水湖泊湿地,具有相对完整的湿地景观系统和生态系统结构,而且在世界所有湖泊生态系统中,具有典型性和独特性,是一个具有全球意义的生态瑰宝。季节性的洪水、周期性的湖水快速更换、典型的湖泊洲滩湿地结构,以及与大江大河密切的水力联系和生态联系、悠久的人文历史和源远流长的文化底蕴,形成了包括湖泊水域生态系统、湿地生态系统、江湖相互作用和人文地理等彼此相关联的复杂水文环境与湿地结构。目前国际上对于如此典型、独特的人地交互的动态湖泊系统变化的本底原位研究甚少,鄱阳湖是极为珍贵和难得的天然环境实验室,为人类重新思考未来发展思路 and 如何保护自然生态遗产提供了难得的研究基地。

鄱阳湖水位时令性变化强,江湖相互作用水情特征复杂,生物区系比较完整,生态系统发育系列明显,生物多样性丰富,地貌和环境多样,整体水质较好。同时,藉长江经济带高速发展之机,经济发展上具有东靠西移、连接南北的战略区位,从而成为人类社会经济活动日益频繁的地区。鄱阳湖水情变化特征在我国湖泊中具有独特性和唯一性,湖泊涨退水过程与太湖、巢湖等我国其他湖泊具有显著不同的鲜明特点。在枯水和平水季节鄱阳湖上下游水位之间存在明显落差,湖泊水面自北向南呈现倾斜状,高程低于 9.00m 时上下游(康山—星子)落差达 4.0m 以上,如 1992 年 12 月 10 日康山站(12.70m)与星子站(8.27m)之间的水位落差达 4.43m;水位超过 15.00m 时全湖水面总体呈水平状。换言之,鄱阳湖水位年内变化的空间分布:冬、秋季湖泊水面呈现自北向南倾斜状,涨水过程表现为自北向南渐次升高,春末夏季水位高程超过 15.00m 时全湖上涨;夏末秋初退水过程呈现全湖下降状态,秋、冬季水位退至 15.00m 以下时,呈现自北向南退水,湖面再次呈现自北向南倾斜状。

鄱阳湖水位高程为 9.00m 时,面积为 204.5km²;水位高程为 14.00m 时,面积为 2691.8km²;水位高程为 16.00m 时,面积为 3045.4km²;水位高程为 18.00m 时,面积为 3154.9km²;水位高程为 22.00m 时,面积为 3291.5km²,最高水位 22.59m 时(1998 年),面积为 4070.0km²,现时常用的数据为水位高程 21.71m(湖口水文站),面积 3283.0km²。

针对长江中游江湖交互特点,特别是为了分析研究长江三峡等重大水利工程对鄱阳湖水情(主要是水位变化)的影响,我们自主开发和研制了鄱阳湖的水动

力学模型。模型采用一维、二维耦合架构,可计算具有“多滩地”的复式断面河道水流的能力,模型算法基于黎曼近似解构造,可计算不同流态的转换;可以满足关于鄱阳湖水位变化对生态环境影响乃至长江中游地区生态环境评估研究的基本需求。

模型以鄱阳湖和长江流域 2006 年水情为例,模拟分析了鄱阳湖流域“五河”来水与长江来水对鄱阳湖水位的影响,并计算分析了 2006 年三峡水库蓄水对鄱阳湖水位变化的贡献份量:①当长江上游来水和“五河”来水正常时,可达到正常年份的鄱阳湖水位。研究表明,2006 年三峡水库蓄水对北部湖区的影响份量占 9%~15%;对南部湖区影响较小(康山站以南地区)。②鄱阳湖水位受长江和“五河”来水双重作用,年内变化显著,多年平均值为 7.54m。年际变化也呈现丰枯交替的周期变化状态,鄱阳湖湖口水文站的流量变化反映了长江与鄱阳湖的水量交换关系。

鄱阳湖湖口注入长江的多年平均(1985~2009 年)水量为 $1503.0 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。在长江水势强时,长江水会倒灌进入鄱阳湖。据 1985 年以来的水文数据,长江倒灌流量经历了 20 世纪 80 年代中后期较大的倒灌量,1990 年以后有减少趋势,2000 年以后有增长趋势,反映了鄱阳湖水情变化和生态环境特征受长江流域或全球气候变化制约,具有区域性和地区性局部变化的特点,但不可忽视!

长江是一条雨洪型河流,洪水主要由暴雨形成,年际变化上具有周期性发生的特点或特征,即具有丰水年组和枯水年组交替出现的特点或规律。例如,19 世纪六七十年代(1860 年和 1870 年大洪水);20 世纪 30 年代(1931 年和 1935 年大洪水)、四五十年代(1949 年和 1954 年大洪水)和 90 年代(1998 年和 1999 年大洪水)等,是长江流域丰水年组的出现期,两个相临丰水年组之间的间隔即为枯水年组的出现期。

进入 21 世纪以来,长江流域逐渐出现旱情和洪涝是自然的,事实上并未达到或超过历史时期的旱情或洪水灾害。鄱阳湖流域作为长江流域的一部分,洪旱交替发生属于正常情况。以枯水年 2006 年星子站水位变化为例,鄱阳湖 2006 年年初(1 月 1 日)星子站水位 8.20m,较多年平均同期水位偏低 0.88m,自 1 月至 6 月下旬,在流域内降水和入湖径流同正常年份一致的情况下,鄱阳湖实测水位与同期多年平均水位相比,或稍高,或稍低,属正常年份。而自 7 月上旬至 12 月底,星子站实测水位一直低于同期多年平均水位,最低水位为 7.85m(12 月 31 日),但仍然高于 7.32m(1956 年 12 月 20 日)的历史最低水位。长江三峡工程于 1993 年开工,1997 年顺利实现了大江截流,2003 年 5 月 26 日至 6 月 10 日蓄水位至 135.00m。2006 年三峡水库水位进一步抬升至 156.00m,蓄水自 2006 年 9 月 20 日启动,至 10 月 27 日停止,前后历时共计约 37 天,总计蓄水量为 $111.0 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。数值模拟结果表明,2006 年三峡水库历经 37 天的蓄水过程对

鄱阳湖水情的影响,与鄱阳湖枯水期水面北低南高水情变化动力特征相对应。受三峡水库蓄水影响的鄱阳湖区主要代表站点;湖口、星子、都昌、康山和波阳水位降低的最大值分别为 1.91m、1.55m、1.12m、0.05m 和 0.01m;水位降低的平均值分别为 0.91m、0.69m、0.45m、0.02m 和 0.00m。可见,三峡水库蓄水对鄱阳湖的影响主要体现在湖泊入江通道上,湖口站、星子站水位降低的最大值平均为 1.73m,蓄水 37 天的历时平均值的平均为 0.80m;湖泊中都昌站、康山站和波阳站水位降低最大值的平均结果为 0.39m,蓄水 37 天的历时平均值的平均为 0.16m。从影响范围看,湖泊洲滩提前显露天数,超过 15 天、10~15 天、5~10 天和小于 5 天,分别为 24.0km²、32.0km²、59.0km² 和 154.0km²。究其极值,超过 15 天和小于 5 天的影响范围,分别占鄱阳湖面积(3100km², 16.00m 高程)的 0.74%和 4.87%。由此可见,三峡水库蓄水对鄱阳湖枯水期有一定的影响,但目前是有限的。湖区灌溉和生活用水主要取自于鄱阳湖入湖“五河”和其他入湖支流。解决鄱阳湖区灌溉和生活用水的出路,在于加强农田水利基础设施建设和取水口的改造。特别是频繁的局部天气灾害、大量不设防或防洪除涝标准相对偏低的新区和县、乡(镇),应重新审核原有规划和组织科学评估。

二、鄱阳湖湿地植被已经出现退化性演替现象

(一) 鄱阳湖湿地生态系统特征与水位变化的规律

鄱阳湖湖区的地貌由丘陵岗地、圩堤、水道、洲滩、岛屿、内湖、汉港组成。鄱阳湖湖盆地形具有如下特点:西南部高,东北部低,湖床平坦,10.00~14.00m(黄海基面)高程面积最大,“五河”河口形成三角洲地形,主要是现代泥沙淤积作用而形成。三角洲上大小不一的碟形洼地在枯水季节形成了众多季节性的小型湖泊,高程多为 13.50~15.00m。主要分布在东部、南部、西部,中高水位与主湖连成一片,该生境条件也正是候鸟越冬的栖息、觅食和避敌的理想场所。

从全湖来看,湖底高程主要集中在 10.50~14.00m(黄海基面),占全湖总面积的 67.63%,其中面积最大的区间为 11.50~12.00m,占全湖总面积的 17.36%。该区域是沼泽植被和藁草群落分布的主要区域。

鄱阳湖水生和湿生植被分布面积为 2262.0km²,占湖泊总面积的 68.9%,其中沉水植物分布在 9.00~12.00m 高程的湖底上,主要是马来眼子菜、苦草、黑藻、荇菜等,面积约 1366.0km²;湿生植物主要分布在 12.00~15.00m 高程的洲滩上,面积约 519.0km²,主要是以藁草(含灰化藁草、单性藁草、红穗藁草、弯喙藁草等)为优势种,伴生有藜蒿、马兰、水蓼、愉悦蓼、水田碎米荠等

植物,面积约 225.0km²;湖底高程 15.00~16.00m 洲滩地段上层主要分布有芦苇、南荻、野古草,下层有狗牙根、雀稗、委陵菜等,16.00m 以上除了外围高阜地,基本只在草洲外缘呈小块孤岛状存在。

(二) 鄱阳湖湿地面积与水位的关系

根据鄱阳湖各类湿地的发生和成因,将冬季枯水季节的鄱阳湖湿地景观分为三大类型,即水域、水陆过渡区和出露草洲。在不同生境下由于湿地土壤(土壤类型、土壤养分等)、水分条件、出露时间存在着时空分异,使得不同生境中发育的植物群落各不相同。植物群落的这种空间分异格局的形成,在全湖尺度受到地形高程和水位、出露时长的影响,在景观尺度受到土壤含水量、地下水埋深、土壤结构及出露时间的影响,在小尺度主要受微地形、土壤养分的影响。

(1) 不同水位条件下鄱阳湖洲滩湿地景观类型组成结构(面积比例):深水区 77.07%~58.33%,浅水区 8.27%~2.85%,南荻群丛 8.60%~5.81%,芦苇群丛 11.24%~3.05%,岛屿 4.13%~2.80%等。

(2) 不同高程范围内鄱阳湖湿地景观分类格局:深水区主要分布高程为 9.50~14.50m,最浅水区为 10.50~13.00m,泥滩为 8.50~15.00m,沼泽为 11.50~14.00m,芦苇为 9.50~14.00m,藁草群落为 11.50~14.00m,中生性草甸为 11.50~15.50m。10.50~12.00m 范围内也出现了较大面积的深水区,主要分布于季节性碟形湖内。

(三) 鄱阳湖湿地植被沿水位梯度的分布规律

1. 湿地植被分布规律

鄱阳湖湿地植被空间分布表现出明显的水分梯度,各种植物类型占据特定的水分生态位空间,在分布形式上呈现出沿水岸线呈条带状分布的总体格局,同时受到微地形改变的影响,在洲滩地上常常是各种植被类型以大小不一斑块状分布的特点,总体呈现出极其复杂的分布格局。这一格局的形成受到多种因素的影响,水分在其中起着决定性作用,而水分表现为洲滩地出露的时间、地下水埋深、土壤含水量等多个方面。

在水位涨落及土壤水分-空气因子的交互作用下,随着滩地出露时间的不同,使得南矶山湿地植物群落呈现复杂的空间格局,在不同高程的滩地上形成不同的群落类型,从而形成不同时间-高程-群丛模式。从全湖水平来看,存在 3 类典型的分布结构。①以星子站蓼花洲为代表说明北部以河相沉积为主的湿地植被分布结构。代表植被类型:马尾松疏林灌丛、狗牙根群落、南荻+单性藁草群丛、红

穗薹草群落、藨草群落、蓼子草群落等。②以蚌湖为例说明以湖相沉积为主的三角洲碟形湖的植被分布结构。代表植被类型：狗牙根、牛鞭草群落、野古草群落、南荻群落、刚毛茛苳+弯喙薹草群落等。③以南矶山东湖为例说明以河湖相沉积为主的三角洲前缘的植被分布结构。代表植被类型：假俭草、狗牙根群落，轮叶黑藻群落，芦苇-菱蒿群落，灰化薹草群落，刚毛茛苳+水田碎米茛+蓼子草群落等。

2. 低枯水位异常变动对植被的影响分析

近年来，鄱阳湖湖泊水位的异常变动，给湖区湿地植被带来了一系列影响，使植被出现退化性的演替过程。突出表现在以下几个方面。

(1) 高滩地湿地植被退化。由于近几年来丰水期时间维持较短，水淹期已不足3个月，且枯水期地下水位较低，已失去发育湿地植被的生态水文条件，局部出现了不同程度的湿地植被退化现象：①植物群落发生演替；②群落高度下降，生物量减少；③群落物种多样性增加，中生植物优势度上升；④外来物种入侵严重。

(2) 水陆过渡带植物物种多样性下降。鄱阳湖的水陆过渡带出现于10.50~12.50m，在一般水文年当中出现多次反复的水淹过程，各种类型的植物群落在此地段交错，物种多样性极为丰富，也是冬候鸟主要的栖息、觅食场所。近年来，由于水位下降过快，低枯水位较低，此地段淹水频次减少，地表含水量下降，植被出现以下几种现象：①植被有向湿生植物群落演替的趋势；②水生植物、沼生植物优势度下降；③群落物种多样性有减少的趋势。

(3) 新出露的区域水生植被退化。由于枯水季节水位的下降，一些原本始终处在明水状态的区域（高程为11.00~12.50m）开始出现裸露，水生植被受到一定程度的影响：①枯水季节大量沉水植物、底栖动物暴露、死亡，呈现出裸露泥滩景观，水生植被分布范围被压缩；②部分沉水植物繁殖体受到影响，种群数量与密度下降。

(4) 出露时间延长的区域生物量增加。由于鄱阳湖水位出现退水提前，使得大面积的草滩出露时间延长，秋草萌发提前，生长期延长，表现出两个明显的变化：①以薹草草滩为代表的群落生物量增加。2003年12月调查地上生物量为 $(3380 \pm 490) \text{g/m}^2$ ，2009年12月调查地上生物量为 $(3850 \pm 276) \text{g/m}^2$ ；②湿生植物群落向湖心扩张，物种分布界线下移。最具代表性的是蚕茧蓼，过去只分布在较高的滩地上，近年来已成片地出现于如大湖池、沙湖、常湖池这些湖泊滩地上，分布高程下移了近1.00m。

(5) 局部沉水植被类型发生大面积的演替。由于低水位的提前出现，使得一些湖汊与通江水体过早分离，而外源污染物持续输入，湖泊氮、磷营养物浓度增

加, 滞留时间加长, 使沉水植物群落发生变化。此现象在撮箕湖和南矶山东湖都有大面积出现。大面积的苦草群落被菹草群落所替代, 表明水体健康已受到严重影响。

总之, 以上由于水文条件改变出现的湖泊植被的变化已经在全湖局部地段出现, 如果鄱阳湖目前出现的低枯水位不是周期性的而是趋势性的持续出现, 这些变化发生程度将进一步加剧, 发生面也可能进一步扩张。有关水位变化对鄱阳湖湿地生态系统的影响, 还要进行深入研究, 首先要搞清水位变化是周期性的, 还是趋势性的, 然后搞清水位变化带来的生态系统变化对湖泊功能有何影响, 在此基础上进行科学评判, 制定出科学的对策。

三、鄱阳湖是候鸟的重要驿站, 也是江豚的重要活动场所, 具有重要物种基因库功能

(一) 鄱阳湖重要动物类群的种类、分布和群落结构

鄱阳湖素有“白鹤王国”、“候鸟天堂”的美誉, 这是和湖泊季节性水位涨落变化、洲滩周期性淹露分不开的, 其年内变化特征所形成的浅水洼地、泥滩、草洲等湿地景观, 成为越冬候鸟觅食、避敌的理想场所, 是迁徙性珍稀候鸟沿东亚→澳大利亚→中亚迁飞的重要驿站或停歇地。

鄱阳湖作为具有重要国际意义的水鸟栖息地, 有 5 种水鸟是全球受胁种, 包括白鹤、东方白鹤、白枕鹤、白头鹤、鸿雁。另外, 数量占迁徙路线上高比例的水鸟有 5 种, 包括灰鹤、白琵鹭、小天鹅、白额雁、反嘴鹬。其中部分鸟类属于浅水觅食性鸟类, 如白鹤和天鹅。鄱阳湖持续稳定高水位将对东方白鹤、白头鹤、白鹤和大鸨等国家一级保护动物, 对卷羽鹈鹕、白鹇、白琵鹭、黑脸琵鹭、白额雁、大天鹅、小天鹅、灰鹤和白枕鹤等国家二级保护动物造成重大负面影响。

鄱阳湖中还有长江生态系统中极其重要的物种长江江豚, 是世界上鲸豚类动物中唯一的淡水亚种, 为我国所特有。鄱阳湖中江豚数量占整个种群数量的 $1/4 \sim 1/3$, 具有重大保护价值。江豚是依靠发射和接收声纳(超声波)为其导航而觅食的, 对前行中的障碍物十分敏感。同时, 江豚需要到水面呼吸, 不能长时间潜游。江豚喜欢追食鱼群, 常常溺亡于渔网。所以, 保护长江与鄱阳湖之间的洄游通道畅通, 对于江豚等江湖洄游性生物的栖息和繁衍非常重要。

长江江豚是唯一且相对独立的江豚淡水种群, 是鼠海豚科的 6 种豚类中唯一的淡水种群, 也是世界上所有近 80 种鲸豚类动物中唯一的淡水亚种, 是长江生态系统中极其重要的旗舰物种, 为我国所特有。据 2005~2007 年对鄱阳湖不同

季节截线抽样法考察结果, 5次考察的江豚种群数量点估计分别为341头(2005年11月)、484头(2006年3月)、316头(2007年2月)、657头(2006年5月)和489头(2006年7月), 表明鄱阳湖中江豚数量占整个种群数量的 $1/4 \sim 1/3$ 。目前鄱阳湖的密度是整个江豚分布区中密度最高的水域, 其枯水期密度高达每平方千米6.32头, 大约是同一时期长江干流中密度最高江段(即鄂州—华阳段, 每平方千米0.79头, 2006年考察数据)的8倍, 密度最低江段(即宜昌—鄂州段, 每平方千米0.13头, 2006年考察数据)的49倍, 保护意义十分重大。

江豚是水生动物, 非鱼类, 它是依靠发射和接收声纳为其导航而觅食的, 所以对前行中的障碍物十分敏感。同时, 江豚需要到水面呼吸, 不能长时间潜游, 每次出水呼吸时间为 $0.2 \sim 0.5\text{s}$, 潜水时间一般为 $10 \sim 20\text{s}$, 最长可达 $40 \sim 70\text{s}$, 如果受惊吓则潜水时间可达 90s 或更久一些。江豚是以鱼类为主的杂食性动物, 摄食时非常活跃, 往往追食鱼群。江豚往往溺亡于渔网(反射超声波性能差), 正是它们这种生活习性和生理特征所致。因此, 保护长江与鄱阳湖之间的洄游通道畅通, 对于江豚等江湖洄游性生物的栖息和繁衍非常重要, 必须引起有关方面的高度重视和关切。

(二) 鄱阳湖生物物种的分布特点和物种基因库作用

鄱阳湖生境多样, 具有多种生态系统类型, 是我国内陆湖泊生物多样性最为丰富的地区之一。鄱阳湖生物多样性对于维系长江流域生物多样性具有重要和不可替代的意义, 丰富的物种资源也为该地区经济社会发展提供重要物质基础和长远发展的潜力。

根据鄱阳湖生物物种的分布特点, 下列地区可被认为是鄱阳湖生物多样性重要地区, 在鄱阳湖资源开发和保护中应予以重视。重点地区主要是以下几个。

(1) 鄱阳湖西南部, 包括南矶山湿地国家级自然保护区。该地区为赣江多条支流汇入鄱阳湖的河口地带, 发育着广阔的三角洲, 生境、景观复杂。经调查, 区内水生植物156种, 浮游动物136种; 底栖动物230种, 包括淡水贝类87种, 水生昆虫168种; 鱼类58种; 鸟类205种, 其中水鸟89种, 两栖类11种; 爬行类23种; 哺乳类22种。尽管许多爬行类和哺乳类为陆生种类, 但这些种类适应长期水陆交替剧烈而频繁的水文节律。该地区也是生物的重要栖息地和经济鱼类的产卵场、育肥场。

(2) 鄱阳湖西部, 以吴城鄱阳湖冬候鸟国家级自然保护区为核心。该地区为赣江北流和修河汇入鄱阳湖的河口地带, 物种丰富, 特别是该地区分布有众多的国家一级、二级保护鸟类。从湿地特征和湖泊形态上看, 鄱阳湖南部和西部的洲

滩面积大,比较适宜候鸟(水禽)栖息。

(3) 鄱阳湖北部的湖口、湖口至老爷庙水域、鄱阳县龙口水域。该区域为鄱阳湖与长江生物物种相互交流的重要场所,是许多重要洄游鱼类的通道和大型水生哺乳动物迁徙的必经之路。四大家鱼(青、草、鲢、鳙)是我国主要的淡水养殖和捕捞对象,是必须在湖泊里生长、江河中产卵的江湖洄游习性的重要经济鱼类。另外洄游性的重要经济水产种类还有中华绒螯蟹、鳊鲂、鳊、鳊、鳊、鳊等。

(4) 湖口至老爷庙水域、鄱阳县龙口水域、康山的河道等地。该区域是江豚的重要分布区,江豚是大型哺乳类,属珍稀濒危物种,有重要的保护价值。

(5) 一些河流或支流的入湖水域。这些水域饵料充足,物种也特别丰富,是江河鱼类产卵后幼鱼洄游进入鄱阳湖的通道,保护好这些水域,对于保护鄱阳湖生物多样性和提高鄱阳湖的渔业产量有重要的意义。例如,南部的青岚湖,该湖泊接纳抚河之水进入鄱阳湖,贝类资源极为丰富,且为银鱼的重要产卵场。其他如余干接纳信江的水域;吴城接纳赣江和修河的来水;鄱阳接纳饶河的水域等地区。

鄱阳湖经济鱼类主要有鲤、鲫、三角鲂、团头鲂、红鲂、戴氏鲂和鳊等,它们的产量占鄱阳湖渔获物量的一半以上。水位高程处于 12.30~14.70m 的湖滩草洲上生长着藃草、蓼和牛毛毡等湿生植物,这些植物春季在湖泊中自北向南被涨水渐次淹没后,就成为鲤、鲫和鳊鱼等喜草上产卵鱼类良好的产卵附着物及幼鱼索饵和育肥场。以鲤鱼和鳊鱼为例,鲤鱼平时多生活于水下层,适应性很强,为杂食性鱼类,以软体动物、高等水生植物碎片、水生昆虫及其幼虫、水草根茎、种子及丝状藻类等为食。每年的 4~6 月为产卵盛期,2 冬龄可达性成熟,分批产卵,卵具黏性,水草是其良好附着物,湖泊每一次涨水,在草洲便形成一个产卵高潮;鳊也主要生活在水体中下层,活动性差,白天潜伏在水草丛中,夜间进行觅食活动,其生殖习性和鲤鱼基本相似,一般 3 冬龄达性成熟,繁殖期在每年的 3~4 月,集群于草洲中,一般雌雄比例为 4:1,性成熟系数为 4%~12%,产卵于草丛中,卵具黏性,黏附于水草上孵化。产卵场分布、环境特征和鲤鱼基本相同,幼鱼多在被水淹没的草洲地区索饵、育肥。根据对鄱阳湖初级生产力和产鱼潜力的初步测定,鄱阳湖浮游植物初级生产力的产鱼潜力为 15 952t,水生维管束植物初级生产力的产鱼潜力为 19 115t,浮游动物和底栖动物等次级生产力的产鱼潜力为 9047t,鄱阳湖天然水体产鱼潜力的合计值为 44 114t,这一数字可能偏低,实际上,20 世纪 90 年代初鄱阳湖渔获物量已达 44 600t。可见,鄱阳湖渔业资源的潜力是巨大的。

不但如此,改革开放以来特别是 20 世纪 90 年代以来兴起的鱼类养殖业规模巨大,已成为市场商品鱼供应的重要来源,但研究表明养殖鱼类的鱼种历经 3 代培育以后即出现退化现象,尚需从野生种群中获取亲鱼进行驯化育种,因此,保

护鱼类野生种群的物种基因库作用,对于渔业资源的可持续利用和食物安全问题意义重大。

四、鄱阳湖水质目前仍处于相对良好的状态,但水质发展趋势不容乐观

(一) 鄱阳湖的水文特点

鄱阳湖属于典型的大型吞吐型湖泊,湖泊多年平均换水周期为 20.9 天,仅次于洞庭湖 (18.2 天),居我国外流大型湖泊的第二位。快速的湖水更新,是保持鄱阳湖“一湖清水”(应理解为干净的水)重要的物理湖泊学条件或基础。在水位高程 15.00m 以下,湖泊水面呈现北低南高的条件下,湖面比降大,鄱阳湖的水流主要呈现重力流为主的流态,流速也相应较大,可达 1.48~2.85m/s,湖泊换水较快;水位高程 15.00m 以上时,湖泊水面总体呈现水平状,此时以风生流和重力流共同形成的混合流流态为主,流速相应较小,一般为 0.10~0.80m/s,湖泊换水较慢。鄱阳湖在“五河”汛期基本结束,长江水位迅速上涨时期,可出现江水倒灌入湖的现象,而形成倒灌流态,即使长江涨水尚未达到倒灌条件,长江水位对鄱阳湖出流产生顶托,湖流流速一般都较小,多在 0.10m/s 以内,且湖泊水位越高,流速越小,此时湖泊换水周期较长(不考虑湖面蒸发)。可见,湖泊涨退水时期是鄱阳湖湖水更新的最佳时段,延长湖泊换水周期,将促进氮、磷等入湖污染物质在湖泊中的滞留,不利于鄱阳湖水质的保护。

(二) 鄱阳湖水质状态与评价

1. 鄱阳湖水质现状

2003~2008 年鄱阳湖水质监测数据表明,在 2003 年鄱阳湖 4 个监测点位中:康山和都昌为Ⅳ类水质,均为轻度污染;莲湖和蛤蟆石为Ⅴ类水质,为中度污染;主要污染物均为 TP(总磷)、TN(总氮)和挥发酚,各点位富营养化程度均为中营养,表明鄱阳湖水环境受到一定程度的污染。2004 年鄱阳湖 4 个监测点位中:康山和莲湖为劣Ⅴ类水质,均为重度污染;都昌和蛤蟆石为Ⅳ类水质,为轻度污染;主要污染物均为总磷,各点位富营养化程度均为中营养。2005 年鄱阳湖 4 个监测点位中:康山、莲湖和都昌为Ⅳ类水质,均为轻度污染;蛤蟆石为Ⅴ类水质,为中度污染;主要污染物均为总磷,各点位富营养化程度均为中营养,表明鄱阳湖水环境受到一定程度的污染。2006 年都昌和蛤蟆石达到了Ⅳ类水质的标准,为轻度污染;而康山和莲湖仅达到Ⅴ类水质标准,为中度污染;