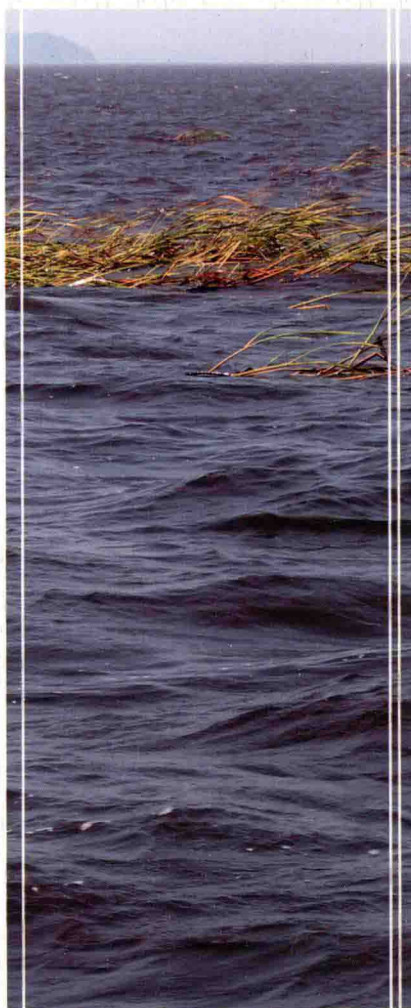


鄱 · 阳 · 湖 · 生 · 态 · 系 · 统 · 研 · 究 · 丛 · 书

王晓龙 吴召仕 刘 霞 蔡永久 等 著

鄱阳湖 水环境与水生态

Water Quality and Aquatic Ecology
of Poyang Lake



科学出版社

鄱阳湖生态系统研究丛书

鄱阳湖水环境与水生态

王晓龙 吴召仕 刘霞 蔡永久 等 著



科学出版社

北京

内 容 简 介

鄱阳湖是我国第一大淡水湖,也是长江流域最大的通江湖泊,具有涵养水源、调蓄洪水、降解污染物及保护生物多样性等多种重要生态功能。本书围绕鄱阳湖水环境与水生态现状及其变化,从水量、水质、浮游植物与底栖动物等方面揭示了鄱阳湖水环境与水生态现状特征及演变趋势;结合人类活动影响分析,重点阐述了军山湖围垦后水环境、水生态的演变特征,对比分析了三峡工程建设前后鄱阳湖水环境、水生态的变化趋势。

本书可供从事地理学、生态学、环境化学、环境工程及湖泊湿地保护与管理等相关领域的科研技术人员及高校师生参考阅读。

审图号:赣S(2018)070号

图书在版编目(CIP)数据

鄱阳湖水环境与水生态 / 王晓龙等著. —北京:科学出版社, 2018.6

(鄱阳湖生态系统研究丛书)

ISBN 978-7-03-057922-5

I. ①鄱… II. ①王… III. ①鄱阳湖-水环境-生态环境-研究
IV. ①X143

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第128325号

责任编辑:王腾飞 沈旭 冯钊 / 责任校对:彭珍珍

责任印制:张克忠 / 封面设计:许瑞

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>

三河市荣展印务有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2018年6月第一版 开本:720×1000 1/16

2018年6月第一次印刷 印张:16 3/4

字数:335 000

定价:99.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

“鄱阳湖生态系统研究丛书”

编 委 会

顾 问 姜加虎 陈宇炜 张 奇 高俊峰

主 编 王晓龙

副主编 徐力刚 张 路

主要编写人员（按汉语拼音排序）

白 丽 蔡永久 陈海梅 程俊翔 董 磊

范宏翔 冯文娟 赖锡军 李相虎 李新艳

刘 霞 孙占东 谭志强 王兆德 吴召仕

徐彩平 徐金英 许加星 许秀丽 游海林

余 莉 张艳会 赵中华

丛 书 序

湿地是人类重要的生存环境和自然界最富生物多样性的生态景观之一，也是实现可持续发展进程中关系国家与区域生态安全的重要战略资源。鄱阳湖是我国湿地生态系统中生物资源最丰富的地区。1992年，鄱阳湖国家级自然保护区被列入《国际重要湿地名录》，其是具有重要国际保护意义的淡水湖泊湿地。湖区独特的水文环境与地形地貌孕育了丰富多样的湿地类群，在涵养水源、调蓄洪水、调节气候、净化环境和保护生物多样性方面发挥着巨大作用，为区域内社会、经济的和谐发展提供了保障。鄱阳湖兼有水体和陆地的双重特征，集中体现了以湿地为主要特征的环境多样性、生物多样性和文化多样性的统一，对流域内自然资源的可持续利用以及区域生态环境安全保障都极为重要。然而，由于巨大的人口压力和经济持续高速发展，湖区人为活动日趋加剧，鄱阳湖正面临着水域面积萎缩、湿地生态系统功能下降，以及生物多样性减少等诸多问题。流域内极端气候的频繁出现与三峡工程蓄水运行，进一步增加了湿地生态过程和功能演变的不确定性，湿地功能退化导致的区域生态系统失衡对社会经济发展的制约日趋明显，尤其是鄱阳湖湖泊水位的异常变动，给鄱阳湖湿地生态系统带来了一系列影响，包括局部湖区蓝藻水华频现、底栖生物结构趋单一化及水陆过渡带植物物种丰富度下降等，引起了国内外学者与社会的广泛关注。

随着鄱阳湖生态经济区建设的持续推进，湖区人为活动必然也随之不断增强，进而对鄱阳湖生态系统健康产生巨大压力，因此迫切需要系统认识湖区湿地生态系统过程及生态要素间相互作用关系与驱动机制，从而为区域规划与重大水利工程的生态评估提供科学依据，保障湖区生态系统稳定与社会经济的可持续发展。

为了提高对鄱阳湖生态系统过程的科学认识，2007年中国科学院在江西省九江市庐山市建立了鄱阳湖湖泊湿地生态系统观测研究站（以下简称鄱阳湖站），2008年正式投入运行，2012年加入中国生态系统研究网络（CERN）。依托鄱阳湖站的长期定位观测，并在中国科学院知识创新工程重大项目、国家重点基础研究发展计划、科学技术部基础性工作专项以及国家自然科学基金等项目的持续支持下，鄱阳湖站相关研究人员对鄱阳湖气象、水文、植物、土壤等要素进行了长期的定位观测研究。这些定位观测研究对于认识在全球变化和人类活动共同驱动下鄱阳湖湿地生态系统过程与格局的变化规律，探讨对湿地生态系统结构与过程的调控管理途径具有重要意义。基于鄱阳湖生态系统定位观测研究数据与成果，在

三峡工程环境验收评估、鄱阳湖水利枢纽工程规划生态评估以及为地方政府提供决策咨询等方面也发挥了重要作用。

鄱阳湖季节性洪水过程、周期性湖水快速更换、典型湖泊洲滩湿地结构，以及与大江大河密切的水力联系和生态联系，形成了多类型湿地生态系统及与季节性大尺度波动的水位高度关联的湿地结构。鄱阳湖是极为珍贵的天然湖泊湿地实验室，但国际上对于如此典型、独特的人地交互的动态湖泊湿地系统变化的本底原位研究甚少。长期以来，以鄱阳湖为代表的长江中游大型通江湖泊及其流域是我国地理学与生态学研究的重要基地。“鄱阳湖生态系统研究丛书”以鄱阳湖生态系统相关监测与研究成果为基础，从湖泊水文水动力、湖泊水生生态、湖区湿地植物、洲滩湿地生态以及有毒有害污染物时空格局等方面系统整理与总结了前期相关研究成果。

该系列丛书的出版对于丰富通江湖泊湿地相关研究积累，提升未来鄱阳湖生态系统观测能力与研究技术平台具有重要意义，也希望该系列丛书的出版有助于丰富和完善大型通江湖泊湿地生态系统研究的理论与方法，有益于鄱阳湖及其洲滩湿地生态系统的科学管理与保护。

刘兴土

前 言

鄱阳湖是我国面积最大的淡水湖泊,也是具有重要国际影响的大型通江湖泊。鄱阳湖承纳赣江、抚河、信江、饶河和修水“五河”来水,经调蓄后由湖口北注长江,形成完整的鄱阳湖水系。受“五河”入湖水量和长江水位顶托双重影响,湖区年际年内水位变幅巨大,形成“洪水一片,枯水一线”“高水是湖,低水似河”的独特自然地理景观,在长江中下游湖泊群中极具代表性。鄱阳湖是具有全球保护意义和极高生物多样性的湖泊湿地,具有涵养水源、调蓄洪水、调节气候、净化水质和保持生物多样性等诸多生态功能,在稳定长江中下游生态流量与清洁水源补给等方面发挥着重要作用,为区域内社会经济的和谐发展提供了殷实的生态安全保障。

近年来,随着鄱阳湖周边地区经济快速发展,流域内入湖污染负荷持续增加、上游水利工程高强度建设开发以及极端气候的频繁出现,鄱阳湖水文情势发生了较大变化,枯水期水位下降与水量减少,导致湖区水环境容量降低、水质恶化与水域生态失衡等诸多问题。与我国长江中下游其他大型湖泊相比,虽然鄱阳湖目前水质相对较好,但近几十年来湖区水质持续恶化趋势也十分明显。20世纪80年代鄱阳湖水质以Ⅰ类、Ⅱ类为主,90年代Ⅰ类、Ⅱ类水体占比下降到70%,2003年降至50%左右,目前湖区Ⅰ类、Ⅱ类水体占比已不足10%。当前鄱阳湖正处于从中营养向富营养水平过渡的关键时期,浮游植物结构与数量也呈快速演变趋势,部分湖湾区藻类优势种由硅藻向蓝藻转变特征明显,夏、秋季都昌和星子附近水域蓝藻水华频现。

鄱阳湖水域生态安全直接影响周边居民生活、工农业生产、水产养殖、湿地生态功能以及珍稀物种保护等。鄱阳湖水质改善与湿地生态保护一直受到社会各界的广泛关注和重视。2007年,温家宝总理指示“一定要保护好鄱阳湖的生态环境,使鄱阳湖永远成为‘一湖清水’”。2008年,环境保护部和中国科学院联合发布的《全国生态功能区划》中鄱阳湖地区属于“湿地洪水调蓄重要区”,是长江中下游最大的调蓄水体,对长江中下游防洪安全与水量平衡具有重要意义。国务院于2009年12月12日正式批复《鄱阳湖生态经济区规划》,标志着建设鄱阳湖生态经济区正式上升为国家发展战略。江西省也正大力推进实施以鄱阳湖为核心,以保护生态、发展绿色产业为重点的鄱阳湖生态经济区建设。国家《国民经济和社会发展第十二个五年规划纲要》做出了加快建设沿长江中游经济带,重点推进

鄱阳湖生态经济区等区域发展的部署。这些规划与发展战略的制定和顺利实施必然对鄱阳湖水环境水生态安全提出更高的要求。

本书紧密围绕鄱阳湖水环境与水生态现状与演变,通过历史资料收集、实地调查、长期定位观测、类别研究以及统计分析等方法,从湖泊水文、水质、浮游植物以及底栖动物等方面入手,重点阐述了湖泊水量平衡、水环境现状与演变、浮游植物与底栖动物群落结构和数量变化特征。结合历史监测数据分析与定位观测,揭示了军山湖水质水生态长期变化特征,定量分析了围湖工程对湖泊水环境、水生态长期演变的影响。基于长序列监测数据与历史资料,从江湖关系、水环境变化、水生生态系统演变以及鱼类资源等方面,深入比较三峡工程建设运行不同时期鄱阳湖水环境、水生态要素变化特征,揭示了三峡工程建设对鄱阳湖水域生态的影响。

本书作为“鄱阳湖生态系统研究丛书”之一,是近十年来中国科学院南京地理与湖泊研究所围绕鄱阳湖水环境与水生态相关成果的阶段性总结与集成。其中前言由王晓龙、徐力刚编写;第1章由王晓龙、陈宇炜、徐力刚、张路、赖锡军编写;第2章由游海林、白丽、余莉编写;第3章由吴召仕、刘霞、张艳会编写;第4章由吴召仕、刘霞编写;第5章由蔡永久、王晓龙、王兆德编写;第6章由刘霞、吴召仕、孙占东、徐彩平、蔡永久编写;第7章由王晓龙、徐力刚、张路、孙占东、李新艳、刘霞、吴召仕、蔡永久编写;第8章由王晓龙、徐金英编写。全书由王晓龙、蔡永久统稿。

鄱阳湖水文情势多变、湖区地貌类型多样,受江湖关系变化与人为活动干扰,鄱阳湖水环境与水生态演变及其影响因素极为复杂,加之著者水平有限,书中难免存在不足之处,恳请读者批评指正。

王晓龙

2018年5月

目 录

丛书序

前言

第 1 章 绪论	1
1.1 鄱阳湖特征及研究意义	1
1.1.1 自然地理概况	1
1.1.2 鄱阳湖生态系统特征	3
1.1.3 鄱阳湖生态系统研究的学科代表性	5
1.2 维持鄱阳湖生态系统平衡的重要性	6
1.2.1 鄱阳湖是生态保护地位突出的国际重要湖泊湿地	6
1.2.2 鄱阳湖对维持区域生态系统平衡具有重要作用	7
1.3 鄱阳湖水环境、水生态现状	8
1.3.1 鄱阳湖水水质演变特征	9
1.3.2 鄱阳湖浮游生物特征	9
参考文献	11
第 2 章 鄱阳湖水文过程	13
2.1 鄱阳湖水位变化特征	13
2.1.1 鄱阳湖主要控制水文站分布	13
2.1.2 鄱阳湖多时间尺度水位变化特征	15
2.1.3 鄱阳湖不同水文周期水位变化特征	19
2.2 鄱阳湖水位波动周期性分析	21
2.2.1 水文过程周期性分析及其原理	21
2.2.2 小波函数的选择与水位序列处理	22
2.3 鄱阳湖出入水量平衡与模拟	27
2.3.1 数据选取与处理	28
2.3.2 鄱阳湖水位与湖泊水量各组分的内在联系	31
2.4 鄱阳湖湖区水位波动影响因素分析	42
2.4.1 长江水位对鄱阳湖水位的影晌	42
2.4.2 气候变化对鄱阳湖水位的影晌	46
2.4.3 降水因素	47

2.4.4 蒸发因素	47
2.4.5 人类活动的影响	51
2.5 小结	53
参考文献	54
第3章 鄱阳湖水质现状与演变	57
3.1 鄱阳湖湖区水质时空变化特征	57
3.1.1 水质空间变化特征	58
3.1.2 水质季节变化特征	65
3.1.3 水质年际变化特征	66
3.1.4 水质类别分析	68
3.2 鄱阳湖入湖河流水质动态与污染物输入通量	69
3.2.1 入湖河流水质动态变化特征	69
3.2.2 入湖河流年际变化特征	71
3.2.3 入湖河流水质类别分析	73
3.2.4 入湖河流与主湖区水质特征对比分析	74
3.3 鄱阳湖水体富营养评价	77
3.3.1 湖泊分类及湖泊富营养化	78
3.3.2 鄱阳湖富营养评价研究进展	79
3.3.3 鄱阳湖富营养评价	80
3.4 小结	82
参考文献	82
第4章 鄱阳湖浮游植物时空动态	85
4.1 鄱阳湖浮游植物群落组成	85
4.1.1 样品采集及分析方法	85
4.1.2 群落结构特征	86
4.2 鄱阳湖浮游植物生物量	88
4.2.1 季节变化	88
4.2.2 年际变化	89
4.2.3 空间变化	89
4.2.4 湖区及入湖河流的生物量比较分析	91
4.3 鄱阳湖浮游植物动态的环境驱动要素	93
4.3.1 水下光照	93
4.3.2 营养盐	97
4.3.3 水情条件	99

4.3.4 其他因素·····	109
4.4 鄱阳湖藻类水华新记录种特征分析·····	110
4.4.1 水网藻水华·····	110
4.4.2 旋折平裂藻·····	113
4.5 小结·····	116
参考文献·····	117
第5章 鄱阳湖底栖动物群落结构及演变·····	121
5.1 鄱阳湖底质理化特征·····	122
5.1.1 底质氮磷与有机质含量·····	122
5.1.2 底质氮磷与有机质空间差异·····	125
5.2 鄱阳湖底栖动物群落结构现状·····	126
5.2.1 种类组成·····	127
5.2.2 密度和生物量时空格局·····	130
5.3 鄱阳湖底栖动物演变特征·····	134
5.3.1 密度和生物量变化·····	134
5.3.2 优势种组成变化·····	136
5.4 典型碟形湖——蚌湖底栖动物群落结构·····	137
5.4.1 种类组成·····	137
5.4.2 密度、生物量及物种多样性·····	138
5.5 底栖动物水环境指示意义·····	142
5.5.1 底栖动物群落结构主要影响因素·····	144
5.5.2 应用底栖动物评价鄱阳湖水质状况·····	148
5.6 小结·····	150
参考文献·····	151
第6章 鄱阳湖阻隔湖泊——军山湖水质水生态特征·····	154
6.1 军山湖流域概况·····	155
6.1.1 面积与容积·····	156
6.1.2 降水·····	157
6.1.3 径流·····	158
6.1.4 蒸发·····	161
6.1.5 水位·····	161
6.2 军山湖污染物输入通量与水质现状·····	162
6.2.1 湖区污染物来源·····	162
6.2.2 湖区水质现状·····	170

6.3 军山湖浮游生物变化特征	171
6.3.1 湖区浮游植物分析	172
6.3.2 湖区浮游动物分析	180
6.4 军山湖底栖动物变化特征	182
6.4.1 种类组成	183
6.4.2 空间与季节变化	184
6.4.3 时间演变特征	186
6.5 军山湖与鄱阳湖比较分析	188
6.5.1 水文情势比较分析	188
6.5.2 水质比较分析	189
6.5.3 入湖污染负荷类比分析	190
6.5.4 生物比较分析	191
6.6 鄱阳湖闸控湖泊人类活动影响及其对策建议	195
6.6.1 人类活动影响	195
6.6.2 保护对策建议	195
参考文献	198
第7章 三峡工程建设运行前后鄱阳湖水环境水生态	200
7.1 三峡工程概况	201
7.2 三峡工程运行调度方式	202
7.2.1 设计运行调度方式	202
7.2.2 试运行水库运行调度	202
7.3 三峡工程建设运行不同阶段鄱阳湖水质变化特征	206
7.3.1 鄱阳湖水体 TN 和 TP 浓度及富营养化指数变化趋势	206
7.3.2 鄱阳湖水质演变原因分析	210
7.4 浮游植物变化特征	217
7.4.1 鄱阳湖浮游植物现状	217
7.4.2 浮游植物变化趋势	219
7.4.3 三峡工程对鄱阳湖浮游植物的影响	222
7.5 渔业资源变化及影响分析	224
7.5.1 产卵场生境变化	224
7.5.2 鄱阳湖渔获物组成变化	225
7.5.3 珍稀保护鱼类、淡水豚类变化特征	227
7.6 小结	228
参考文献	229

第 8 章 政策建议与展望	232
8.1 鄱阳湖水环境水生态保护管理现状	232
8.1.1 鄱阳湖水环境水生态保护法律法规条例	232
8.1.2 鄱阳湖生态保护区设置	233
8.2 鄱阳湖水环境水生态监测与保护措施	235
8.2.1 现有水环境水生态监测体系	235
8.2.2 鄱阳湖水环境水生态的具体保护措施	236
8.3 鄱阳湖水环境与水生态保护与管理对策建议	239
8.3.1 建立综合管理机制	239
8.3.2 建立健全环境信息公开制度	240
8.3.3 加强鄱阳湖水环境水生态监测体系	240
8.3.4 建立鄱阳湖水环境水生态预警系统	242
参考文献	243
附录	245

第1章 绪 论

鄱阳湖是长江中下游与长江直接相通的最大湖泊，是我国最大的淡水湖泊湿地，湖区湿地面积约 2700 km²，是我国公布的第一批国家重点湿地保护区之一。1992 年，我国加入《关于特别是作为水禽栖息地的国际重要湿地公约》后鄱阳湖就被列入《国际重要湿地名录》。它是我国唯一加入世界生命湖泊网的湖泊，是具有国际性保护意义的淡水湖泊湿地。鄱阳湖作为与长江直接相通的湖泊，其地理位置位于长江中下游的连接处。东西承上启下，京九铁路大动脉贯通本区南北，对整个长江流域的经济发展和江海为一体的“T”形战略格局，具有十分重要的区位优势。鄱阳湖是一个典型的过水性吞吐湖泊，时令性显著的水陆交替的特殊景观，为湖滩草洲湿地生态系统发育提供了良好条件，成为珍禽、候鸟的天然乐园。每年冬季，都有成千上万只水禽来此越冬，尤其以从 20 世纪 80 年代就成为国际濒危物种的白鹤（又称西伯利亚鹤）最为著名，几乎每年全世界 95% 以上的白鹤都在鄱阳湖越冬。

鄱阳湖独特的水文环境与地形地貌孕育了丰富多样的湿地类群，在涵养水源、调蓄洪水、调节气候、净化水质和保持生物多样性方面发挥着巨大作用，为区域内社会、经济的和谐健康发展提供了重要的生态安全保障。由于鄱阳湖湿地具有巨大生态功能及效益，因而保护鄱阳湖湿地显得尤为必要。2007 年，温家宝总理指示“一定要保护好鄱阳湖的生态环境，使鄱阳湖永远成为‘一湖清水’”。2008 年，鄱阳湖地区在环境保护部和中国科学院联合发布的《全国生态功能区划》中属于“湿地洪水调蓄重要区”，是长江中下游最大的调蓄水体，维系着长江中下游的防洪安全和水文循环。国务院于 2009 年 12 月 12 日正式批复《鄱阳湖生态经济区规划》，标志着建设鄱阳湖生态经济区正式上升为国家发展战略。然而，近几十年来巨大的人口压力和经济持续快速发展，加上湖区周围大规模的围垦、修堤和建坝等人类活动与自然演变过程相互叠加，导致长江中下游江、河、湖关系格局发生了变化，进而将会对湖泊水环境与水生生态过程产生明显影响。

1.1 鄱阳湖特征及研究意义

1.1.1 自然地理概况

鄱阳湖位于江西省的北部，长江中游的南岸，地处北纬 28°11′~29°51′，东经

115°49′~116°46′, 南北长 173 km, 东西宽平均 16.9 km, 最宽处约 74 km, 最窄处约 2.8 km, 湖面呈葫芦形, 是我国第一大淡水湖, 接纳赣江、抚河、信江、饶河、修水等河流来水。鄱阳湖是在北部湖口地堑与南部鄱阳湖断凹地质背景上演化形成的一个大型浅水湖泊。因受上述构造控制, 湖泊形态南、北差异很大。北部入江水道, 因两侧山地约束, 水域狭长, 呈瓶颈状, 宽度 5~8 km, 其中湖口区因梅家洲自西向东伸展, 成为长江与鄱阳湖进行水沙交换的咽喉通道; 松门山以南, 水面开阔, 宽达 50~70 km, 是鄱阳湖大水体所在。从水系流域分布看, 江西省行政区域与鄱阳湖流域高度重合, 鄱阳湖流域占江西省面积的 94.1%, 流域内赣江、抚河、信江、饶河、修水五大河流(简称“五河”)将上游山区和鄱阳湖连接成一个相互制约、相互影响的整体。

鄱阳湖地处我国亚热带湿润季风气候区, 气候温和, 降雨充沛, 日照充足, 年均气温 16.5~17.8℃, 7 月平均气温 28.4~29.8℃, 极端最高气温 40.3℃, 1 月平均气温 4.2~7.2℃, 极端最低气温-10℃。年日照时数 1760~2150 h, 无霜期 246~284 d。多年平均年降水量 1570 mm, 4~6 月降水量占年降水量的 48.2%左右。多年平均蒸发量 1235.6 mm, 最大年蒸发量 1498.4 mm, 最小年蒸发量 1036.9 mm, 形成了本区夏季洪涝、秋季干旱的气候特点。湖区多年平均水温 18℃, 多年月平均最高水温 29.9℃(8 月), 多年月平均最低水温 5.9℃(1 月)。湖区土壤类型及资源丰富, 以草甸土、黄棕壤、红壤、水稻土为主, 还有大面积的旱地分布。地带性土壤以典型的红壤和黄棕壤为主, 非地带性土壤主要是草甸土, 分布在滨湖地带; 水稻土是湖区面积最大的耕作土壤; 旱作土壤主要有潮土、马肝土和黄泥土等。

鄱阳湖作为与长江自然相通的我国最大的淡水大湖泊, 不同季节经历不同的干—湿—干交替过程, 形成“洪水一片, 枯水一线”的大面积湿地, 具有“高水是湖, 低水似河”独特的自然地理景观, 在长江中下游湖泊群中极具代表性。鄱阳湖湖泊水力特征独特, 水位时令性强, 水情变化复杂而剧烈, 与长江之间的耦合关系密切。每年汛期“五河”洪水入湖, 湖水漫滩, 洪水一片; 枯水季节, 湖水落槽, 滩地显露, 水面缩小, 洪枯水位面积相差 10 多倍。湖水主要依赖地表径流和降水补给, 集水面积 $1.62 \times 10^5 \text{ km}^2$, 补给系数高达 55%, 主要纳“五河”以及西北部的博阳河与西河来水, 出流由湖口北注长江。

鄱阳湖湿地是具有全球保护意义和极高生物多样性的湿地, 其独特景观和环境异质性为许多物种提供了完成其生命循环所需的全部因子或复杂生命过程的一部分因子, 形成了丰富的植物多样性和动物多样性(朱海虹, 1997; 王晓鸿, 2005)。鄱阳湖湿地高等植物约 600 种, 其中湿地植物 193 种, 占该区高等植物总数的 32%; 浮游植物约有 154 属, 分隶于 8 门 54 科; 浮游动物有 207 种, 其中原生动物 229 种、轮虫类 91 种、枝角类 57 种、桡足类 30 种。此外, 鄱阳

湖区有鱼类 112 种,水生生物中兽类有江豚,爬行动物中游蛇科约 30 种,两栖动物中约有 30 种。鄱阳湖更是具有全球保护意义的众多水禽的越冬栖息地。目前鄱阳湖有鸟类 310 种,其中国家一级保护鸟类 10 种,二级保护鸟类 44 种,是白鹤、东方白鹳、鸿雁和小天鹅等珍稀水禽种群全球最大的越冬场所,在维系和指示全球生态环境演变方面具有典型性和非常独特的科学研究价值(官少飞等,1987;陈宜瑜等,1995;彭映辉等,2003)。

近几十年来,江湖关系变化受大江大河治理和流域水资源利用开发等人类活动的影响愈益明显,其间经历了如 20 世纪 60 年代前的湖泊大规模围垦和调弦口建闸封堵、70 年代的下荆江裁弯、80 年代葛洲坝水利枢纽工程建成运行、90 年代末的退田还湖和 21 世纪初三峡工程及上游控制性水利枢纽工程建设运行等不同阶段。这些重大水利工程所带来的干流水沙与河道地形以及湖盆容积与形态变化等的直接后果最终都引起了江湖水沙交换过程与通量的连锁调整,改变了江湖水文水动力特征,进而影响江湖蓄泄能力、湖泊水资源与水环境质量、湖泊生态系统完整性与稳定性以及湿地生物多样性与珍稀候鸟栖息地生境等各个方面(黄虹等,2003;李典友等,2009;Zhang et al., 2014)。近年来,鄱阳湖区集长江经济带高速发展之机和坐拥承东启西、连接南北的战略区位,社会经济发展进程不断加快,尤其是 2009 年国务院正式批复江西省环鄱阳湖生态经济区建设,鄱阳湖区开发上升为国家战略,这无疑将进一步影响鄱阳湖及湿地水环境与水生态的演变过程。

1.1.2 鄱阳湖生态系统特征

鄱阳湖属于典型的亚热带湿润季风性气候区的大型浅水湖泊生态系统类型,既有典型的洪泛平原高营养本底湖泊的特点,又有季节性水位变幅巨大,与江河关系密切等独特特征。鄱阳湖属于典型的淡水湖泊湿地类型,兼有水体和陆地的双重特征,集中体现了以湿地为主要特征的环境多样性、生物多样性和生态系统多样性的统一。

1. 水情驱动下的动态变化的生态系统

鄱阳湖上接江西省境内赣江、抚河、信江、饶河与修河五大干流,下通长江,湖区水位受流域来水与长江的双重影响,水位季节性与年际变幅巨大,形成“汛期茫茫一片水连天,枯水沉沉一线滩无边”的独特湿地生态景观(王晓鸿,2005)。鄱阳湖多年月平均水位以 7 月最高,1 月最低,年内水位变幅大,季节性水位相差 10 m 左右;年际水位变幅更大,最高水位与最低水位相差可达 16.7 m。鄱阳湖天然湿地和其他湿地一样处于动态变化之中,但鄱阳湖天然湿地的变化幅度在淡

水湿地是罕见的。这种变化引起水位和水域面积的变化,进而造成鄱阳湖天然湿地各类型之间的动态变化,水位高时以湖泊为主体,水位低时以沼泽为主体,呈现水陆相交替出现的生态景观,即所谓“汛期茫茫一片水连天,枯水沉沉一线滩无边”。整个天然湖泊湿地处在年复一年的有规律地波动之中。这种高水位变幅不仅孕育了类型多样和面积巨大的洲滩湿地,而且还孕育了独特的动态变化的淡水湖泊生态系统,在全球淡水湖泊中极为罕见。

2. 多类型湿地复合生态系统

鄱阳湖地形地貌复杂多样,随着水位的涨落,呈现湖泊湿地、洲滩湿地、河流湿地、沼泽湿地、湖滨湿地、三角洲湿地以及人工湿地等多种湿地景观的分布格局,形成了以湖泊湿地为核心的多类型复合的湿地生态系统类型。这种多类型湿地的复合体,体现了非地带性特点,在空间分布上呈现跨地带性、间断性和随机性,构成了鄱阳湖湿地生态系统的复杂性,奠定了孕育丰富生物多样性的基础(王晓鸿, 2005; Wang et al., 2014)。鄱阳湖湿地生态系统便是由若干个子系统和子子系统组成,各个系统之间不仅有着复杂的能量和物质的循环与流动,而且在一定条件下交织在一起,互相转化,互相影响,互相依存,互相作用。这种复合体既具有湿地的多功能性,也形成了鄱阳湖生境与生物的多样性。比如植物,有种类繁多的水生、湿生植物,又有适生范围广的中生、陆生植物,以及被人类驯化利用的农作物;就动物而言,既有水生动物,尤其是以鱼类为主的水生经济动物,又有丰富多彩的鸟类、兽类以及被人类驯化的禽类等。

3. 江湖关系作用强烈的开放型生态系统

4070 km² 的鄱阳湖承接赣江、抚河、信江、饶河、修水五大河及博阳河等小河流的来水,经调蓄后经湖口汇入长江,流域面积 16.2×10^4 km², 是一个完整的水系。同时,河湖水位受制于流域面积达 180×10^4 km² 的长江的影响,长江水还时有倒灌入湖的现象。因此,鄱阳湖湿地受制于整个大系统的影响,尤其是气候与地表水文过程。当流域降雨量大,河流汇水量多时,湿地水位升高(闵騫, 2002; 李世勤等, 2008; Ye et al., 2014)。而当此时,长江水量亦大时,湿地水位则出现极端高位,表现出湿地洪泛现象。河流带来泥沙及各种营养物质和有害物质,影响湖水水质和生物生长繁育,当河流上游生态脆弱,水土流失严重时,影响更大。另外,江河又给鄱阳湖湿地生物提供了更大的活动空间,如江、湖、河、海洄游性鱼类,从海中经长江进入鄱阳湖,然后溯河而上到一定的河段产卵繁殖,幼鱼又回到湖中育肥;四大家鱼在长江中繁殖,到鄱阳湖中生长。