

# Ecological Research on Poyang Lake in Jiangxi Province, China\*

Quan Zhou, Guoqin Huang<sup>#</sup>

Research Center on Ecological Sciences, Jiangxi Agricultural University, Nanchang  
Email: zhouquanyilang@163.com, <sup>#</sup>hgqjxnc@sina.com

Received: Apr. 16<sup>th</sup>, 2013; revised: Apr. 27<sup>th</sup>, 2013; accepted: May 15<sup>th</sup>, 2013

Copyright © 2013 Quan Zhou, Guoqin Huang. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

**Abstract:** Poyang Lake is Jiangxi people's "mother lake", China's largest freshwater lake, and the important member in the lake net of the world's life. Since the construction of Poyang Lake ecological economic zone rose to national strategy, lake ecological research of Poyang Lake has become more and more important. In this paper, on the basis of the investigation research and literature reading, a brief analysis and summary of the development and research of lake ecology of Poyang Lake have been made, so as to provide some references for promoting lake ecology of Poyang Lake better and faster development in the future. It is found that, at present, the research mainly focused on the following aspects: climate change research, soil ecological research, water ecological research, biodiversity research, landscape ecological research, ecological restoration research, etc. We need to strengthen the research of biodiversity, landscape ecology and ecological restoration in the future.

**Keywords:** Poyang Lake; Lake; Ecology

## 中国鄱阳湖湖泊生态学研究\*

周 泉, 黄国勤<sup>#</sup>

江西农业大学生态科学研究中心, 南昌  
Email: zhouquanyilang@163.com, <sup>#</sup>hgqjxnc@sina.com

收稿日期: 2013年4月16日; 修回日期: 2013年4月27日; 录用日期: 2013年5月15日

**摘 要:** 鄱阳湖是江西人民的“母亲湖”，是我国最大的淡水湖，是世界生命湖泊网中的重要成员，自鄱阳湖生态经济区建设上升为国家战略之后，对鄱阳湖的湖泊生态研究显得越来越重要。本文在调查研究和文献阅读的基础上，对鄱阳湖湖泊生态学的发展以及研究内容进行简要分析和总结，为促进鄱阳湖湖泊生态学更好更快地发展提供参考资料。目前鄱阳湖湖泊生态学的研究主要集中在以下几个方面——鄱阳湖气候变化研究、鄱阳湖土壤生态研究、鄱阳湖水体生态研究、鄱阳湖生物多样性研究、鄱阳湖景观生态研究以及鄱阳湖生态修复研究等，在今后的研究中需要加强对鄱阳湖生物多样性、景观生态和生态修复的研究。

**关键词:** 鄱阳湖; 湖泊; 生态

### 1. 引言

\*资助信息: 国家科技支撑计划课题“鄱阳湖生态经济区绿色高效循环农业技术集成与示范”(2012BAD14B14)、江西省重大软科学计划招标课题“鄱阳湖生态环境保护与开发利用研究”共同资助。  
<sup>#</sup>通讯作者。

鄱阳湖是江西人民的“母亲湖”，是我国最大的淡水湖，是世界生命湖泊网中的重要成员。鄱阳湖不仅在维护江西省生态安全方面发挥着独特的、不可替代的作用，而且在维护长江流域乃至全国生态安全方

面也占有重要战略地位,同时对保护世界生态安全特别是水生态安全产生着重要影响。显然,鄱阳湖不仅是江西的鄱阳湖,更是全国的鄱阳湖、世界的鄱阳湖<sup>[1]</sup>。

为保护鄱阳湖,改善鄱阳湖的生态环境,维护鄱阳湖的生态安全,2007年春,国务院总理温家宝视察江西时发出了“要保护鄱阳湖生态环境,使鄱阳湖永远成为‘一湖清水’”的号召。江西省委、省政府积极响应温家宝总理的号召,及时做出了“建设鄱阳湖生态经济区”的重大发展战略。党中央、国务院十分关心和重视鄱阳湖的保护与发展,国务院于2009年12月12日正式批复《鄱阳湖生态经济区规划》<sup>[2]</sup>,使建设鄱阳湖生态经济区上升为国家战略,成为新中国成立以来江西省第一个列为国家战略的区域性发展规划,是江西发展史上的里程碑,对新世纪江西经济社会的全面、协调和可持续发展将产生重大而深远的影响<sup>[3]</sup>。

作者拟在调查研究和文献阅读的基础上,对江西鄱阳湖湖泊生态学的发展以及研究内容作简要分析,以期今后促进鄱阳湖湖泊生态更好更快地发展提供参考。目前,鄱阳湖湖泊生态学的发展主要集中在以下几个方面的研究:鄱阳湖气候变化研究、鄱阳湖土壤生态研究、鄱阳湖水体生态研究、鄱阳湖生物多样性研究、鄱阳湖景观生态研究以及鄱阳湖生态修复研究等。

## 2. 鄱阳湖气候变化研究

鄱阳湖属亚热带季风区,位于长江中下游南岸,流域东、南、西三面环山,地势较高,中部及北部地区地势较低,由南向北、由外向内倾斜,形成以鄱阳湖湖区平原为底的向北开口的箕箕地形。鄱阳湖汇纳赣江、抚河、信江、饶河、修河五大河来水,由湖口注入长江,是一个季节性、吞吐型的湖泊。北(西)湖区的天然岸线以湖周分布的丘陵岗地为主,主要植被类型是苔草、芦苇等湿生植物;南(东)湖区的人工圩堤为人类围垦湿地形成,岸线总长约1200 km<sup>[4]</sup>。

目前,在全球气候变化的大背景下,鄱阳湖的气候变化研究是鄱阳湖湖泊生态研究的热点内容之一,主要集中在径流变化特征研究<sup>[5]</sup>、降水变化趋势研究<sup>[6]</sup>等。Guangju Zhao, et al.<sup>[7]</sup>研究了近50年鄱阳湖流域

五个支流的水流气候变化数据,结果表明与潜在蒸散相比,鄱阳湖流域的水流对降雨量的变化更为敏感。郭华等<sup>[8]</sup>利用1961~2003年间鄱阳湖流域14个气象站的气温、降水量、蒸发量等观测数据和8个主要水文站的流量数据,研究了该时段内鄱阳湖流域的气候变化趋势、突变及其空间分布的差异,研究表明,鄱阳湖流域气温和降水均在1990年发生突变,继而呈现显著的上升趋势;冬季平均气温在1986年发生突变,增温显著,夏季降水量和夏季暴雨频率均在1992年发生突变增加,暴雨频率增加是夏季降水量增加的主要原因;蒸发皿蒸发量和参照蒸散量均呈现显著下降趋势,该变化在夏季尤为明显。郭华等<sup>[9]</sup>还对鄱阳湖未来50年气候变化进行的预估,根据ECHAM5/MPI-OM模式在3种排放情景(SRES高排放A2,中排放A1B,低排放B1)下做了21世纪前50年气候变化预估试验,研究鄱阳湖流域2001~2050年气温和降水相对于目前气候(1961~1990年)的可能变化,结果表明:1)未来50年气温在3种排放情景下都将迅速增加,远远高于1990s的增加幅度和速度,A1B情景温度增加最明显,平均气温变化达到1.62℃;2)降水量变化相对复杂,前30年主要为减少趋势,A2情景下减少幅度最大,2020s年均降水量减少了6.7%,后20年降水量增加,B1情景增加最显著,2030s年增加幅度达到10.8%;3)根据预估的季节变化结果,1~3月和4~6月降水量增加,而降水减少主要在7~9月和10~12月,赣江流域类似于2003~2005年的伏早、秋早连冬旱的情况将可能阶段性出现,并在2011~2030年加强;4)降水量的空间分异明显,东部变化大于西部,南部变化大于北部;5)2001~2050年在A2或A1B情景下,降水序列存在20a的周期振荡,在B1情景下,存在30a的周期振荡。

## 3. 鄱阳湖土壤生态研究

鄱阳湖是目前我国“五大淡水湖泊”中唯一没有富营养化的湖泊,土壤生态状况是影响湖泊水质的重要因素,因此鄱阳湖土壤生态状况如何会直接影响到鄱阳湖的水质。近年来,随着鄱阳湖土壤生态问题引发的水质隐患,使得土壤生态研究越来越引起各方面的关注。土壤生态安全不仅关系到鄱阳湖整体生态安全问题,而且会危及人类健康,必须高度重视。

目前鄱阳湖土壤生态研究主要集中在土壤养分性状、有机质、酶活性和污染状况等多个方面。葛刚等<sup>[10]</sup>通过对鄱阳湖三个典型湿地植物群落带土壤有机质和全氮的空间分布特征的研究结果表明,有机质和全氮在湿地土壤中的垂直分布规律具有一致性,表层含量显著高于下层,40 cm 以下土壤养分含量基本稳定;不同植物群落间表层土壤有机质和全氮含量存在差异;植物对养分的吸收能力、植被生长特征、湿地生态水文过程等影响着有机质和氮素含量的空间分布。王晓龙等<sup>[11]</sup>调查了鄱阳湖典型湿地植物群落表层土壤(0~10 cm)的养分性状及土壤酶活性,结果表明不同群落之间显示了较明显的土壤养分性状及土壤酶活差异。灰化藁草群落与水蓼群落显示了较高的土壤有机质、全氮、有效氮、全磷与有效磷含量,而芦苇群落土壤养分含量明显低于其他群落;灰化藁草群落与水蓼群落土壤蔗糖酶活性与蛋白酶活性也明显高于其他群落;此外,脲酶活性和酸性磷酸酶活性也以水蓼群落与灰化藁草群落最高。吴琴等<sup>[12]</sup>在南矶湿地国家级自然保护区设置采样带,对鄱阳湖典型湿地土壤有机碳分布及影响因子进行了研究,结果表明:

- 1) 湿地土壤 0~15、15~30、30~50 cm 有机碳含量分别为 1.07%~3.52%、0.31%~1.96%、0.27%~0.92%,有机碳含量自表层以下急剧降低;
- 2) 湿地土壤 0~50 cm 有机碳密度变化范围为 3.02~10.19 kg/m<sup>2</sup>,其中,表层 0~15 cm 约占 42.5%~72.6%,土壤有机碳含量、碳密度均以苔草植物群落最高,其他依次为南荻群落、南荻+苔草群落、芦苇群落、水蓼群落;
- 3) 土壤水分与植物生物量是鄱阳湖湿地土壤有机碳分布的 2 个主要影响因子,土壤水分能解释湿地表层 0~15 cm 有机碳 40% 的变异,总生物量则能解释 28% 的土壤有机碳变异;
- 4) 鄱阳湖湿地碳密度与长江中下游地区的湖泊湿地类型具有较好的可比性,远低于若尔盖、三江平原等冷区泥炭湿地类型。另外,针对鄱阳湖土壤污染状况的研究则主要有以下几个方面:鄱阳湖湖底土壤重金属污染状况<sup>[13,14]</sup>、鄱阳湖水系水体底泥土壤重金属污染状况<sup>[15,16]</sup>、鄱阳湖湖滩湿地土壤重金属污染状况<sup>[17]</sup>、鄱阳湖水体底泥土壤重金属含量的垂直分布状况<sup>[18,19]</sup>和鄱阳湖典型湿地表面土壤 DDT 的空间分布、来源分析和生态风险评估<sup>[20]</sup>等,通过以上研究发现,鄱阳湖及鄱阳湖区存在一定程度的土壤重金属污染,

且有逐步加重的趋势,这一点必须引起有关方面的密切注意和高度重视,否则,将对保护鄱阳湖“一湖清水”产生不利影响。

#### 4. 鄱阳湖水体生态研究

作为鄱阳湖湖泊生态,水体的生态安全是最直接也最关键的问题,将直接影响到鄱阳湖湖泊生态系统的稳定性,对鄱阳湖生物多样性的保持非常重要,对湖区人民的生活安全也会造成极大的威胁。因此,一直以来,鄱阳湖水体生态安全都是各学者研究的热点问题。

目前,对于鄱阳湖水体生态的研究主要分为以下两个方面:一是鄱阳湖水文特征的研究;二是水质变化的研究。WANG YuYu, et al.<sup>[21]</sup>研究了在鄱阳湖湖泊食物网中水位变化对能流的潜在影响,发现大的季节性水位波动可能影响同位素标记的初级生产者以及进入鄱阳湖水生动物群里的潜在食物源的类型和数量。Guofeng Wu, et al.<sup>[22]</sup>则对鄱阳湖水体主要成分的吸收系数和反向散射系数进行了研究,为相关的鄱阳湖生态研究提供了远程生物光学模型和水质检索。张强等<sup>[23]</sup>选用 11 种概率分布函数,系统分析了鄱阳湖流域“五河”的 6 个水文站年最大径流量与连续 3 d、7 d 最大平均日流量,函数参数以及拟合优度分别由线性矩法与柯尔莫哥洛夫-斯米尔诺夫方法检验,选出了最适合该区流量极值分布函数,并在此基础上,对引起该流域水文极值变化的原因及其影响作了有益的探讨。金国花、顾平等<sup>[24,25]</sup>分别研究了鄱阳湖的水文特征以及其对水质的影响和湖泊纳污能力的季节变化分析,如果换水周期不变,当湖库容越大(即水位越高),出流污染物浓度越小;反之,出流污染物浓度就越大,另外发现鄱阳湖迄今未出现大面积的富营养化现象也与湖泊容量的季节性变化特征有关。对鄱阳湖水水质变化的研究目前主要以水体富营养化<sup>[26-28]</sup>为主,水体重金属污染<sup>[29,30]</sup>也逐渐成为关注的焦点。鄱阳湖氮、磷收支估算结果表明<sup>[26]</sup>,氮的实际滞留效率稍高于磷的实际滞留效率,这是由于人类活动导致的氮输入量大于磷输入量,以及氮、磷的滞留机制存在差异。湖区氮磷营养盐随时间和空间的不同呈现不同的变化规律,湖区水质受河流径流以及浮游植物的影响较大,鄱阳湖目前磷污染比较严重。另研究表明

[28], 鄱阳湖水体营养状态因区域不同而呈现不同富营养化状态, 其中, 河道水域富营养化状态最严重, 过渡水域次之, 滞留水域最小, 就平均状态而言, 鄱阳湖水体整体营养状态丰水期处于贫营养状态, 枯水期处于中营养状态, 富营养状况呈现各入湖河流高于湖区, 湖区小于出湖河段的特征。随着重金属污染越来越严重, 鄱阳湖水体重金属污染状况越来越受到重视, 研究发现<sup>[30]</sup>鄱阳湖表层水体重金属 Pb、Cd 的含量较低, 符合国家渔业水质标准要求, 尤其是湖泊 Cd 含量低于地表水 I 类标准, 但鄱阳湖流域 Cu、Zn 污染较严重。另外不同重金属的出入湖组成不同, Cu、Zn、Cd 主要是溶解态, 而 Pb 主要以悬浮态形式存在; 通过潮时入海通量法计算得出河流重金属入湖总通量低于重金属出湖通量, 其中出、入湖通量比较均为  $Pb > Cu > Zn > Cd$ , 对于地表径流、环湖污水排放、降雨、内源释放等重金属输入途径达到较大影响, 应该加强监控, 防止鄱阳湖水环境重金属污染程度的加剧。

## 5. 鄱阳湖生物多样性研究

目前, 随着全球生物多样性危机不断显现, 鄱阳湖生物多样性也面临着很大的问题。在资源利用中, 过渡捕捞、滥捕乱猎、土地利用扩张等掠夺式经营, 导致渔业资源退化、生物栖息地破碎化、生物多样性急剧减少, 湖泊生态环境受到威胁。生物多样性丧失, 生态服务功能锐减主要表现为: 1) 湖滩草洲植被发生重大演变; 2) 底栖动物螺蚌产量、种类减少; 3) 渔业资源持续衰减; 4) 珍稀候鸟越冬栖息地不断受到威胁; 5) 外来物种危害威胁持续加剧。

鄱阳湖是我国最大的淡水湖泊, 湖区湿地面积 2698 km<sup>2</sup>, 是我国湿地生态系统中生物资源最丰富的地区之一。长期以来由于人类不合理的开发利用, 导致了鄱阳湖湿地面积和景观结构发生了很大变化, 湿地生态功能也遭到严重破坏, 生物多样性不断减少。黄金国等<sup>[31]</sup>在《鄱阳湖湿地生物多样性及其保护对策》一文中系统阐述了鄱阳湖生物多样性的问题: 1) 植物物种多样性, 鄱阳湖植物资源丰富, 现已查明有浮游植物 54 科 154 种, 水生维管束植物 38 科 102 种, 草甸、沼生植物 25 科 74 种。按照《中国植被》和《中国湿地调查纲要》关于湿地植被的分类系统和方法,

鄱阳湖湿地植被可分为水生群落、沼泽、草甸、沙洲群落 4 大类型 60 多个群系<sup>[32]</sup>; 2) 动物物种多样性, 据调查, 鄱阳湖湿地现有鸟类有 310 种, 占全省鸟类种数的 73.8%, 占全国鸟类的 25%, 其中典型的湿地鸟类有 159 种, 310 种鸟类中冬候鸟 155 种, 夏候鸟 107 种, 留鸟 41 种, 还有 3 种是迷鸟。鸟类中属国家 I 级重点保护的有 10 种, 属国家 II 级重点保护的有 44 种, 鄱阳湖的鸟类不仅种类多, 而且不少种类的数量也多, 白鹤越冬种群数量近 10 年来都稳定在 2000 只以上, 占世界总数 95% 以上, 白枕鹤数量稳定在 2500 只以上, 占世界总数 50% 以上, 鸿雁数量达 3 万只, 占世界总数的 60%, 东方白鹤的数量超过国际鸟类组织统计的世界总数量, 白额雁数量 3.2 万只, 占亚太地区总数的 60% 以上, 野鸭的数量也是数以万计, 1996 年统计到 20 万只; 湿地鱼类约有 139 种, 占全省总数的 76.4%; 虾蟹类计有 24 种; 此外, 鄱阳湖湿地还有浮游动物 24 科 207 种, 其中原生动物 29 种, 轮虫类 91 种, 枝角类 57 种, 桡足类 30 种; 软体动物 87 种, 优势种为螺、蚌; 底栖动物 67 种, 优势种为涵螺、湖沼股蛤; 两栖及爬行类动物 78 种, 优势种为龟科、游蛇科; 哺乳动物 45 种, 优势种为黄鼬、华南兔、褐家鼠等; 3) 生态系统多样性, 鄱阳湖以其独特的地形地貌, 在亚热带湿润季风气候的作用下, 形成了复杂多样的湿地生态系统, 根据生态系统的组分特征可分为: 荒山灌丛草坡生态系统、湖滨沙地生态系统、湖滩草洲生态系统、滨岸带生态系统、表水层生态系统、深水层生态系统 5 大类<sup>[33]</sup>; 4) 遗传多样性, 鄱阳湖区不仅物种资源丰富, 而且很多物种如越冬白鹤种群数量占全球总数的 95% 以上, 东方白鹤占世界总数的 89.3%, 白枕鹤数量占世界总数的 50% 以上, 这些物种个体数量多, 种群结构复杂, 种间的相互影响强烈, 这就为形成比物种数量更为繁多的基因创造了条件, 使得区内有纷繁多样的物种基因存在。

## 6. 鄱阳湖景观生态研究

景观生态的快速发展在一定程度上扩展的湖泊生态学研究思路, 在鄱阳湖湖泊生态学发展研究过程中, 利用景观生态的方法来研究鄱阳湖生态越来越受到人们的重视, 尤其是方便了在鄱阳湖整体大尺度

上的研究内容。

在鄱阳湖湖泊生态的研究过程中,其景观生态往往是和湿地联系在一起的,例如《鄱阳湖湿地景观格局时空演变分析》。肖复明等<sup>[34]</sup>以1985、1995、2005年TM卫星遥感数据为基础,利用ERDAS、GIS软件,对鄱阳湖湿地数量结构和空间转移情况进行分析,并运用景观生态学的原理对湿地景观斑块分维度、优势度指数、多样性指数、破碎度指数进行分析,并分析其反映出的特征和趋势。研究结果表明:1985~2005年,鄱阳湖湿地及周边景观类型数量结构中,滩地、水库坑塘、林地和草地减少最为显著,城乡工矿居民用地和旱地明显增加;通过景观格局指数分析,鄱阳湖湿地景观分维数和优势度减少,多样性和破碎度增加。谢冬明等<sup>[35,36]</sup>在分析了鄱阳湖湿地自然环境特征和湿地生态系统服务功能特征基础上,利用现代遥感技术和地理信息技术,对鄱阳湖湿地范围进行界定,湿地面积为3886 km<sup>2</sup>,并基于湿地生态环境保护和经济社会发展总体要求,按照生态功能区划原理,对湿地进行生态功能重要性分区研究。在此基础上,利用多时段遥感影像,分析了湿地在相似水位条件和不同水位条件下的景观变化。

## 7. 鄱阳湖生态修复研究

20世纪80年代开始,江西省在实施“山江湖综合开发治理工程”过程中,就已经开展了大规模的生态修复工作。虽然目前鄱阳湖生态环境各项指标尚好,但在气候变化与人类活动作用下,鄱阳湖湖泊和湿地生态系统逐渐发生变化,存在植被退化、水土流失、土地沙化、水体污染等问题。在资源利用中,过渡捕捞、滥捕乱猎、土地利用扩张等掠夺式经营,导致渔业资源退化、生物栖息地破碎化、生物多样性急剧减少,湖泊生态环境受到威胁,公共卫生健康和生态安全不容忽视。鄱阳湖主要的生态问题如下:1)水文情势变化明显,水质呈显著下降趋势;2)不合理的土地利用方式,导致鄱阳湖生态环境退化;3)生物多样性丧失,生态服务功能锐减。因此,如何对鄱阳湖的生态现状进行系统修复日渐被提上日程。

在鄱阳湖流域生态修复中,应坚持“保护优先,自然恢复为主,人工修复遵循客观规律”的修复方法<sup>[37]</sup>:1)对具有典型意义的生态系统,划定保护区,加

强管理,保护濒危物种,增加生物多样性;2)对中、轻度损害的生态系统,实行封育保护,减轻负荷压力,利用生态系统自组织功能,自然恢复为主;3)对于严重损害的生态系统,遵循生态系统生长发育的自然规律,采取人工措施修复或重建。另外还要选择科学的修复策略:1)以修复植被生态系统为基础和前提,创造条件,利用生态系统的自组织、自修复能力逐步实现微生物、动物的恢复;2)把生态修复与发展生态经济结合起来,增加群众收入,提高参与生态修复的主动性和积极性。目前,在经过了20多年的生态修复后,鄱阳湖流域森林覆盖率由31.1%提高到了58.32%;同时探索出了一条可行的技术路线:1)通过综合科学考察,掌握生态系统受损害的状况和原因,揭示相关生态系统发育、演替的客观规律;2)着力研究生态恢复的生态学过程与机制,寻求有效的修复方法、措施和模式;3)自主创新、试验示范、试点先行、样板引领;4)以生态保护和建设的大项目为载体,全面展开、系统推进。

## 8. 结语

通过以上分析发现,目前鄱阳湖湖泊生态研究以鄱阳湖气候生态研究、土壤生态研究和水体生态研究最为集中,但是对鄱阳湖生物多样性研究、景观生态研究和生态修复研究还以描述性研究为主,研究的广度和深度有待提高。鄱阳湖生物多样性是鄱阳湖在世界生命湖泊网中占据一席之地的重要原因,鄱阳湖景观生态是对鄱阳湖生态异质性的综合评价和分析,鄱阳湖生态修复则是保护鄱阳湖“一湖清水”的重要举措。鄱阳湖是一个复杂的综合性的生态系统,在研究的过程中要明确各生态要素之间的关系,以及与其他生态系统之间的关系,希望能够在整体研究的基础上逐步深入。

## 参考文献 (References)

- [1] 《鄱阳湖研究》编委会. 鄱阳湖研究[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1988年.
- [2] 国家发展改革委. 鄱阳湖生态经济区规划[N]. 江西日报, 2010年02月22日.
- [3] 苏荣. 全力推进鄱阳湖生态经济区建设, 把国家战略的宏伟目标变为美好现实——在建设鄱阳湖生态经济区动员大会上的讲话[J]. 鄱阳湖学刊, 2010, 1: 5-12.
- [4] 姜鲁光. 鄱阳湖退田还湖地区洪水风险与土地利用变化研究

- [D]. 中国科学院, 2006.
- [5] 刘健, 张奇, 许崇育等. 近 50 年鄱阳湖流域径流变化特征研究[J]. 热带地理, 2009, 29(3): 213-218.
- [6] 霍雨, 王腊春, 陈晓玲等. 1950s 以来鄱阳湖流域降水变化趋势及其持续性特征[J]. 湖泊科学, 2011, 23(3): 454-462.
- [7] G. J. Zhao, G. Hörmann, N. Fohrer, et al. Streamflow Trends and Climate Variability Impacts in Poyang Lake Basin, China. *Water Resource Manage*, 2010, 24(4): 689-706.
- [8] 郭华, 姜彤, 王国杰等. 1961~2003 年间鄱阳湖流域气候变化趋势及突变分析[J]. 湖泊科学, 2006, 18(5): 443-451.
- [9] 郭华, 殷国强, 姜彤. 未来 50 年鄱阳湖流域气候变化预估[J]. 长江流域资源与环境, 2008, 17(1): 73-78.
- [10] 葛刚, 徐燕花, 赵磊等. 鄱阳湖典型湿地土壤有机质及氮素空间分布特征[J]. 长江流域资源与环境, 2010, 19(6): 619-622.
- [11] 王晓龙, 徐力刚, 白丽等. 鄱阳湖典型湿地植物群落土壤酶活性[J]. 生态学杂志, 2011, 30(4): 798-803.
- [12] 吴琴, 尧波, 幸瑞新等. 鄱阳湖典型湿地土壤有机碳分布及影响因子[J]. 生态学杂志, 2012, 31(2): 313-318.
- [13] 吕兰军. 鄱阳湖重金属污染现状调查与分析[J]. 人民长江, 1994, 25(4): 32-38.
- [14] 张晖. 鄱阳湖底泥中 Cr、As 和 Hg 含量研究[J]. 江西化工, 2010, 2: 63-65.
- [15] 简敏菲, 游海, 倪才英. 鄱阳湖饶河入湖段底泥中重金属的污染特性[J]. 江西师范大学学报(自然科学版), 2005, 29(4): 363-366.
- [16] 陈翠华, 倪师军, 何彬彬等. 江西德兴矿集区水系沉积物重金属污染分析[J]. 长江流域资源与环境, 2008, 17(5): 766-769.
- [17] 弓晓峰, 黄志中, 张静等. 鄱阳湖湿地土壤中 Cu Zn Pb Cd 形态研究[J]. 农业环境科学学报, 2006, 25(2): 388-392.
- [18] 高小琴, 赖发英, 牛德奎等. 乐安河兰村洲段土壤重金属污染状况分析[J]. 安徽农业科学, 2006, 34(20): 5309-5310.
- [19] 胡利娜, 刘小真, 周文斌等. 鄱阳湖水域 DW 采样点底泥重金属垂直污染分析[J]. 环境科学与技术, 2009, 32(6): 108-111.
- [20] C. Q. He, J. M. Liu, J. Li, et al. Spatial distribution, source analysis, and ecological risk assessment of DDTs in typical wetland surface soils of Poyang Lake. *Environmental Earth Sciences*, 2013, 68(4): 1135-1141.
- [21] Y. Y. Wang, X. B. Yu, W. H. Li, et al. Potential influence of water level changes on energy flows in a lake food web. *Chinese Science Bulletin*, 2011, 56(26): 2794-2802.
- [22] G. F. Wu, L. J. Cui, H. T. Duan, et al. Specific absorption and backscattering coefficients of the main water constituents in Poyang Lake, China. *Environmental Monitoring and Assessment*, 2013, 185(5): 4191-4206.
- [23] 张强, 孙鹏, 江涛. 鄱阳湖流域水文极值演变特征、成因与影响[J]. 湖泊科学, 2011, 23(3): 445-453.
- [24] 金国花, 谢冬明, 邓红兵. 鄱阳湖水文特征及湖泊纳污能力季节性变化分析[J]. 江西农业大学学报, 2011, 33(2): 388-393.
- [25] 顾平, 万金保. 鄱阳湖水文特征及其对水质的影响研究[J]. 环境污染与防治, 2011, 33(3): 15-19.
- [26] 胡春华, 楼倩, 丁文军等. 鄱阳湖氮、磷营养盐的滞留效应研究[J]. 环境污染与防治, 2012, 34(9): 1-4.
- [27] 胡春华, 周文斌, 王毛兰等. 鄱阳湖氮磷营养盐变化特征及潜在性富营养化评价[J]. 湖泊科学, 2010, 22(5): 723-728.
- [28] 胡春华, 周文斌, 肖化云等. 鄱阳湖富营养化现状及其正态分布特征分析[J]. 人民长江, 2010, 41(19): 64-68.
- [29] 刘倩纯, 胡维, 葛刚等. 鄱阳湖枯水期水体营养浓度及重金属含量分布研究[J]. 长江流域资源与环境, 2012, 21(10): 1230-1235.
- [30] 区铭亮, 周文斌, 胡春华. 鄱阳湖水系重金属出入湖通量估算[J]. 广东农业科学, 2012, 4: 114-117.
- [31] 黄金国, 郭志永. 鄱阳湖湿地生物多样性及其保护对策[J]. 水土保持研究, 2007, 14(1): 305-309.
- [32] 王江林, 万慧霖. 鄱阳湖湿地植被的生物多样性及其保护和利用[J]. 环境与开发, 2000, 15(4): 19.
- [33] 吴江天. 江西鄱阳湖国家自然保护区湿地生态系统评价[J]. 自然资源学报, 1994, 9(4): 337.
- [34] 肖复明, 张学玲, 蔡海生. 鄱阳湖湿地景观格局时空演变分析[J]. 人民长江, 2010, 41(19): 56-59.
- [35] 谢冬明, 邓红兵, 王丹寅等. 鄱阳湖湿地生态功能重要性分区[J]. 湖泊科学, 2011, 23(1): 136-142.
- [36] 谢冬明, 郑鹏, 邓红兵等. 鄱阳湖湿地水位变化的景观响应[J]. 生态学报, 2011, 31(5): 1269-1276.
- [37] 胡振鹏. 鄱阳湖流域生态修复的理论、方法及其应用[J]. 长江流域资源与环境, 2012, 21(3): 259-267.