

旱涝灾害对鄱阳湖生态系统的影响与适应性对策

夏 军¹, 薛 颖², 骆文广¹, 王文宇澄¹, 余敦先¹

(1. 武汉大学水资源工程与调度全国重点实验室, 湖北 武汉 430072;

2. 中国科学院地理科学与资源研究所陆地水循环及地表过程重点实验室, 北京 100101)

摘要:受气候变化与人类活动共同影响, 鄱阳湖流域近年来呈现出枯水期延长、水文连通性下降、旱涝灾害频发等新型水文情势, 改变了流域生态系统格局。本文重点分析旱涝灾害对鄱阳湖生态系统的影响以及成因和适应性对策。分析结果表明: 气候变化背景下极端降水事件频次增加、江湖水力关系改变以及围垦等人类活动导致湖泊连通性变化共同加剧了流域水文节律失衡, 致使鄱阳湖流域植被结构、候鸟分布、鱼类和底栖生物种类等发生深刻变化。提出了适应性对策: 构建流域智慧化监测预警体系实现灾害风险动态感知, 研发流域大模型和流域水生态系统动态调控模型保障关键期水位生态阈值, 通过水位梯度调控与植被群落优化重建动植物生境, 创新江湖联调机制提升水资源配置效能等。

关键词:旱涝灾害; 生态系统; 鄱阳湖流域; 适应性对策

中图分类号:TV213.4

文献标志码:A

文章编号:1004-6933(2025)05-0011-11

Impacts of drought and flood disasters on the Poyang Lake ecosystem and adaptive strategies//XIA Jun¹, XUE Ying², LUO Wenguang¹, WANG Wenyucheng¹, SHE Dunxian¹ (1. State Key Laboratory of Water Resources Engineering and Management, Wuhan University, Wuhan 430072, China; 2. Key Laboratory of Water Cycle and Related Land Surface Processes, Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, Chinese Academy of Science, Beijing 100101, China)

Abstract: Under the combined influence of climate change and human activities, the Poyang Lake Basin has recently exhibited new hydrological patterns, including prolonged dry seasons, reduced hydrological connectivity, and more frequent flood and drought events. These changes have significantly altered the regional ecosystem structure. This study focuses on analyzing the impacts of flood and drought disasters on the Poyang Lake ecosystem, as well as their causes and adaptive strategies. The results show that the increased frequency of extreme precipitation events under climate change, coupled with altered river-lake interactions and human activities such as land reclamation, has disrupted the natural hydrological rhythms of the basin. These disruptions have led to profound changes in vegetation structure, migratory bird distribution, and the diversity of fish and benthic organisms. In response, several adaptive strategies are proposed: developing an intelligent basin-wide monitoring and early warning system to enable dynamic disaster risk perception; creating a large-scale basin model and dynamic regulation models for aquatic ecosystems to ensure ecological water level thresholds during critical periods; restoring animal and plant habitats through water level gradient management and vegetation community optimization; and innovating river-lake joint regulation mechanisms to improve water resource allocation efficiency.

Key words: flood and drought disasters; ecosystem; the Poyang Lake Basin; adaptive strategies

随着全球气候变暖趋势的持续加剧, 极端事件呈现出频率更高、强度更大、变异性更强的发展态势, 对区域生态系统稳定构成多重挑战^[1-4]。这一变化已被大量观测和模型研究所证实, 并将会发生在几乎所有纬度地区^[5-6]。有研究指出, 在中等排放路径下, 到 21 世纪末, 全球历史性极端降水事件的发

生频率将比目前增加约 32% (高排放情景下则约为 55%)^[7]。极端事件加剧了水文循环过程的不稳定性, 导致流量波动增强、洪峰提前或延后、“旱涝急转”(干旱与洪涝之间的快速转变) 现象频发, 显著改变了原有的水文节律^[8-10]。水文过程的剧烈波动进一步对生态系统构成挑战, 频繁的极端干旱或洪

基金项目:江西省水利科学院委托项目(JXSKY ZHX KT2025001); 江西省重点研发项目(20252BCF320023)

作者简介:夏军(1954—), 男, 中国科学院院士, 教授, 博士, 主要从事水文水资源研究。E-mail: xiajun666@whu.edu.cn

通信作者:薛颖(1993—), 女, 博士研究生, 主要从事水文水资源研究。E-mail: astridxuey@163.com

水灾害不仅破坏了植被结构和生物多样性,还可能导致湿地退化、水体断流、鸟类和鱼类栖息地破坏等生态风险,进而影响区域生态服务功能^[11-12]。

长江流域作为全球水文极值事件敏感区之一,受全球变暖背景下东亚季风系统变化与西太平洋副热带高压异常控制的共同影响,流域内极端降水事件的强度与频次普遍呈现显著上升趋势,尤其表现为短历时暴雨过程的增强^[13-17]。同时,“旱涝急转”现象频发,打破季节性水文节律,导致流域水文过程剧烈波动,对生态适应机制提出严峻挑战^[18-21]。自2006年起已有研究开始关注长江流域的旱涝急转现象,并构建基于气象或水文条件的旱涝急转指数进行定量分析^[22]。研究表明,长江流域中下游旱涝急转事件的频次及强度偏高,尤其乌江流域、洞庭湖流域和鄱阳湖流域等子流域表现最为显著,对区域水文-物质循环过程造成深远影响^[20,23-24]。

鄱阳湖作为长江水系最大的通江型湖泊,受季风气候与“江湖双向调控”机制影响,具有典型的水文周期性。鄱阳湖代表水文站星子站水位年际变幅达16.17m(历史极值6.46~22.63 m,吴淞高程,下同),独特的湖盆形态决定了其“河-湖”相季节转换特征:丰水期湖水淹没沙洲,高水成湖,枯水期沙洲出露,湖面退如河道^[25-26]。这一自然水文节律对湖区生态系统的结构维持和功能发挥至关重要。湖区碟形湖在水位季节变化的驱动下呈现周期性出露,调节湿地植被类型、水生植物生长窗口与候鸟觅食栖息地的动态演替,使鄱阳湖成为东亚-澳大利西亚候鸟迁飞路线上的重要越冬栖息地,每年超过70万只候鸟越冬^[27]。

然而,受极端降水强度和频次显著增加、三峡水利枢纽工程(以下简称“三峡工程”)运行所引起的江湖水力梯度改变(倒灌频次减少37%)及流域开发导致湖泊萎缩(库容损失率12.5%)等多重因素叠加影响^[28-30],鄱阳湖区逐渐呈现“汛后加速退水-枯水期延长”的新型水文情势。这一变化显著扰乱了原有水文节律,削弱湖区的水文调节功能,导致湿地植被面积持续扩张,鱼类资源量较20世纪90年代衰减44%(禁渔前),生态系统呈现出明显的级联式退化趋势^[31-32]。面对气候变化与人类活动双重驱动下的极端水文过程频发与生态系统脆弱性增强,迫切需要厘清流域极端旱涝事件的演变特征与成因,识别关键水文与生态过程之间的相互作用,并构建基于生态系统韧性的适应性调控体系。本研究聚焦于鄱阳湖这一典型生态脆弱流域,基于长期水文观测数据,分析其旱涝灾害的演变趋势及其对湿地、物种栖息地和生态过程的影响,深入探讨极端旱

涝灾害的成因,并结合流域生态系统现状提出具有针对性的适应性生态保护对策,旨在为全球变化背景下大型通江湖泊的生态韧性提升与可持续管理提供范式与理论参考。

1 鄱阳湖流域旱涝灾害特征及其对生态环境的影响

鄱阳湖作为长江中下游最大的通江型湖泊,具有独特的水文连通性与生态敏感性(图1),其流域主要由赣江、抚河、信江、饶河与修水五大水系(简称“五河”)汇入湖区,构成完整的水文网络,总汇水面积达16.22万km²,相当于江西省面积的97%。鄱阳湖流域通过湖口实现年均1480亿m³水量交换,调节长江下游年径流量的15.5%,既是长江中下游重要的水文调节区,也是全球生物多样性保护的关键区域^[33-34]。鄱阳湖作为全球鸟类迁徙路径中的关键站点,支撑着全球98%的白鹤种群越冬,并保有长江江豚自然种群数量的近50%^[35-37]。秋冬季节(枯水期)碟形湖群发育的苔草群落、南荻群落等湿地植被覆盖率达62%,湿地植被的生长时间与候鸟迁徙时间同步,为80%以上的候鸟提供越冬栖息地^[38]。然而,自2003年三峡工程运行后,长江中下游的水沙条件发生系统性变化,鄱阳湖的水文节律也随之发生改变。观测数据显示,三峡工程运行后,鄱阳湖退水速度增快,星子站枯水期起始时间平均提前36d,枯水期平均延长48d,枯水水位不断降低^[28,39]。异常的水文波动导致洲滩淹没周期缩短,引发沉水植物退化,显著影响了湿地群落演替、鱼类栖息地连通性与水禽觅食效率,水文节律的改

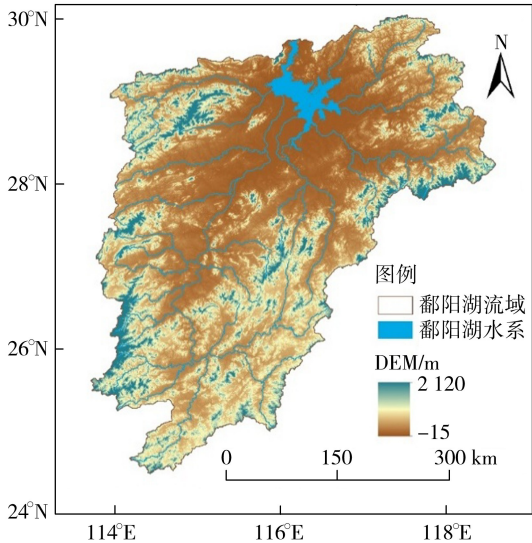


图1 鄱阳湖流域水系概况

Fig.1 Overview of the water system of the Poyang Lake Basin

变成为区域生态退化的关键驱动因素之一。

1.1 鄱阳湖流域旱涝灾害的时间变化趋势

1981—2023 年鄱阳湖区代表站星子站水文观测显示(图 2),鄱阳湖流域旱涝灾害的发生模式发生了显著转变,干旱与洪涝交替出现、强度升级、突发性增强,成为影响区域生态与经济系统稳定的重要风险因素。自三峡工程建成运行以来,鄱阳湖流域干旱风险显著上升。鄱阳湖区最低水位较三峡工程运行前下降约 0.79 m,且呈持续下降趋势,2003 年后平均每 10 年下降 0.31 m,低于极枯水位(8m)的持续时间从 20 世纪 80 年代的年均 6.6d 增加至 2014—2023 年的年均 34.2 d。2022 年 11 月,鄱阳湖区水位跌破历史最低值(6.46 m),枯水期(水位低于 12 m)长达 260 d(2022 年 8 月 6 日至 2023 年 4 月 23 日)。2022 年,江西省因旱累计影响供水人口 27.09 万人,其中饮水困难需救助 1.97 万人,农作物受灾面积 70.14 万 hm^2 ,绝收 7.97 万 hm^2 ,直接经济损失达 71.7 亿元^[40]。

相较于干旱灾害风险的升高,2003 年三峡工程运行后,洪水风险整体下降,但洪水突发性和极端性却显著增强。有效的工程调控使星子站年最高水位平均下降 1.02m,超警戒水位(19 m)的持续天数减少 57%。然而,气候变化背景下极端降雨的频率增加,使洪水事件的突发性明显增强。2010 年、2016 年和 2020 年均出现超历史纪录的洪峰流量,其中 2020 年修水、昌江、鄱阳湖区等 16 个站点发生超历史水位洪水,星子站 2020 年 7 月 5 日 1 时超警戒水位后仅 8 d(12 日 23 时)就达洪峰水位 22.63 m,超历史最高水

位(1998 年 22.52 m)0.11 m,日均涨幅 0.45 m,列历史第一^[41]。2020 年,江西省洪涝灾害造成江西省受灾面积 90.2 万 hm^2 ,受灾人口 904.2 万人,直接经济损失达 344.5 亿元^[42-43]。

更值得警惕的是,丰枯水期转换周期大幅缩短——2019 年和 2022 年从超警戒水位(19 m)降至枯水位(12 m)的时间分别仅有 44 d 和 41 d,而自然状态下这一过程通常需要 3 个月以上。这种“旱涝急转”现象不仅打破了传统的水文节律,还导致退水速率最快达 0.33 m/d,快速的河湖相转换远超湿地植被和底栖生物的适应阈值,加剧生态系统压力^[44-45]。由于旱涝急转对生态与经济系统的复合冲击,近年来引起了广泛关注。已有研究尝试利用标准化降水指数、标准化降水蒸散指数、标准化径流指数等构建旱涝急转指数,以定量评估旱涝急转事件的强度与危险性。然而,目前在定义、识别阈值及评估标准上尚无统一、权威的定量化指标体系^[46-47]。未来研究可结合鄱阳湖流域独特的生态水文条件、生物群落特征和社会经济结构等,发展更具区域适应性的旱涝急转识别方法和评估框架,以提升该地区的灾害响应与适应能力。

1.2 旱涝灾害驱动下的生态退化效应

作为国际重要湿地,鄱阳湖区域的动植物生长与演替呈现出显著的自然节律,生物群落之间相互适应,构建了独特的生态系统格局,但是频繁的旱涝灾害正在瓦解鄱阳湖生态系统的稳定性。已有研究指出,干旱显著削弱了湖泊的水体交换能力,特别是在封闭或半封闭区域,水体更新周期大幅延长,促使

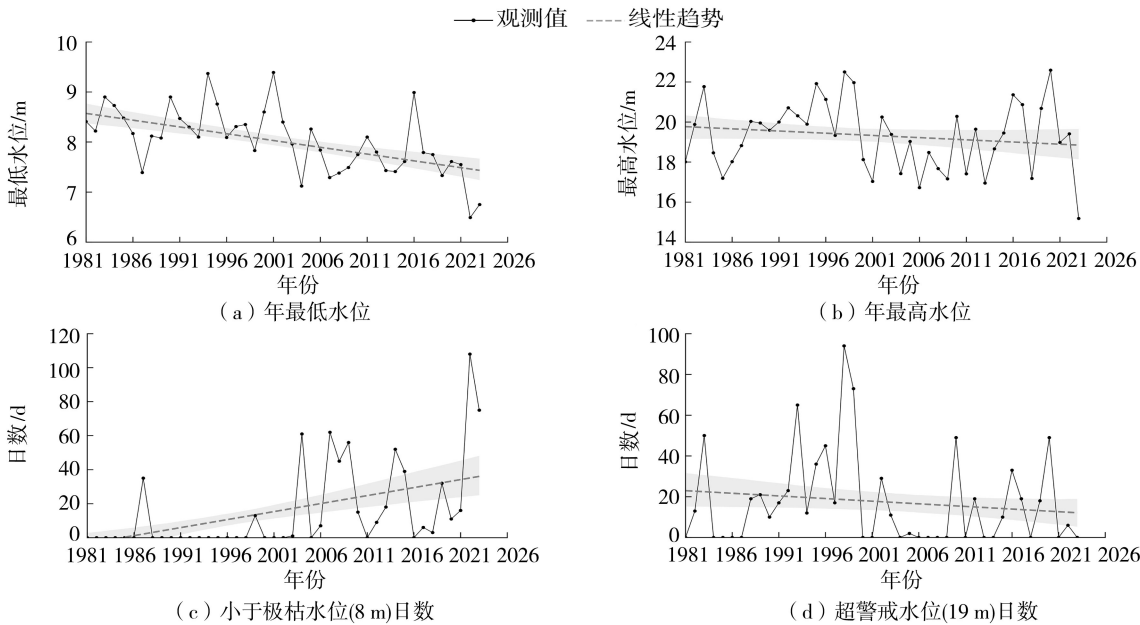


图 2 1981—2023 年鄱阳湖流域星子站水位变化趋势(吴淞高程)

Fig. 2 Water level trend at Xingzi Station in the Poyang Lake Basin in 1981-2023 (Wusong Elevation)

富营养物质积累^[48-49]。鄱阳湖水位下降导致沉水植物生境丧失,影响水生植物季节性演替,进而破坏水鸟与植被之间的生态依赖链。干旱期间,鄱阳湖区水体连通性显著下降,碟形湖系统在2022年旱灾中干涸率达88%,碟形湖蓄水面积缩减86%,鄱阳湖沉水植物没有成熟就全部死亡,直接导致越冬候鸟栖息地面积大幅萎缩,食物缺乏,迫使候鸟在周边的农田、藕塘中觅食,人鸟矛盾突出^[45,50]。水文条件的恶化还引发水质连锁反应:枯水期湖区营养物质浓度升高,水体富营养化,溶解氧降低,造成大规模鱼类窒息死亡^[51-53]。

洪水灾害则通过物理冲刷和化学胁迫双重途径破坏生态平衡。鸟类栖息地的物理破坏常导致候鸟迁徙行为异常,出现“栖息地替代”或“迁徙提前”等适应性生态行为^[54]。2020年鄱阳湖流域超历史洪水淹没湿地草洲,导致苦草等沉水植物的冬芽密度较2019年减少97%,迫使白鹤等越冬候鸟转向人工稻田觅食^[55-56]。洪水不仅破坏湿地植被群落,洪水裹挟的泥沙和污染物进一步加剧生态损伤——洪水冲刷带来的悬浮物和营养盐物质暴增,诱发短期富营养化暴发,降低了大型底栖生物的多样性指数。研究显示,鄱阳湖夏季极端的快速涨水过程使沉积物扰动频率升高,底栖动物如螺类、河蚌数量急剧减少^[57]。

更为严重的是,旱涝急转加速了生态系统的不可逆损伤。近年来,水文节律紊乱被认为是影响季节性湿地生态系统稳定性的核心机制之一^[58-59]。鄱阳湖的“旱涝急转”现象改变了湿地植被的物候节律,造成植物生长高峰期与动物觅食期不同步。2022年洪水退去后40 d内水位骤降7 m,水文节律紊乱造成湿地植被生长周期错位,苔草生长期较多年平均提前了近1个月,与候鸟迁徙时间错配^[45,60-61],直接威胁生物群落的协同演化机制。因水位骤降搁浅死亡的河蚌等底栖生物覆盖湖滩,其分解过程引发局部水体富营养化,形成恶性循环。频发的旱涝灾害正多路径、多层面地削弱鄱阳湖生态系统的结构与功能稳定性,造成生境丧失、物候错位、生物链断裂与水质恶化等综合性退化效应,亟须系统分析其成因并制定科学有效的适应性对策。

2 鄱阳湖流域旱涝灾害成因分析

已有研究表明,鄱阳湖流域旱涝灾害主要受到气候变化、水利工程调控和人类活动干预等多重因素共同驱动。当前研究已尝试通过线性回归、非线性模型及机器学习方法,定量评估气候因子与人类活动指标对鄱阳湖流域旱涝灾害的相对影响,结果

显示气候变化与人类活动对径流变化的贡献率分别为56.03%和43.97%^[62-66]。未来研究应进一步融合高分辨率水文遥感资料、多源人类活动数据和过程模拟模型,提升对鄱阳湖水旱灾害成因的定量识别能力,并加强对气候-人类双重驱动下水文生态系统响应机制的系统评估。

2.1 气候变化背景下极端降水特征的变化

在全球气候变暖背景下,水循环过程显著加快,极端事件发生频率和强度不断上升,成为诱发区域旱涝灾害的重要因素。大量研究表明,随着气温上升,大气水汽承载能力增强,每升高1℃,水汽容量约增加7%,为极端降水的形成提供了有利的条件^[67-68]。观测数据和模拟结果均显示,鄱阳湖流域近年来降水过程趋于集中,短时强降水事件增多,极端性增强。1961—2023年期间,尽管年总降水量变化趋势不显著,但极端降水指标如暴雨站日数、单日最大降水量及连续5 d最大降水量等指数均呈持续上升趋势(图3)。这一趋势对区域水文过程和灾害风险带来深远影响,短时强降雨带来洪峰流量的快速增加,例如2020年鄱阳湖流域日最大降水量较1998年大洪水时期升高约30%,集中高强度的降水过程导致鄱阳湖水位在短期内急剧上升,星子站日均水位涨幅创下历史最高纪录。

降水过程的集中化也改变了原有的季节性水文分配,降水季节不均,旱情更易发展。1961—2023年鄱阳湖流域无雨日数(流域面降水量小于0.1 mm)和最大连续无雨日数均呈显著上升趋势(图4),表明区域干旱风险正在加剧。其中,年无雨日数从20世纪60年代初的约180天上升至近年的210天以上,最大连续无雨日数超过30天的年数显著增多,干旱过程更具持续性和极端性。例如2022年,无雨日数达223天,流域最大连续无雨日数达37天,其中吉安市安福县最大连续无雨日数达118天^[40]。这一变化反映出降水在集中强降雨之外的时段大幅减少,成为诱发流域干旱灾害的重要因素。

同时,极端强降水 and 无雨日数的增多也使流域内旱涝转换频率加快,压缩丰枯水期的转换周期,造成更加剧烈的“旱涝急转”事件。研究表明鄱阳湖流域的涝转旱事件频次较高,且旱涝急转事件频次和事件强度均呈现显著增加的趋势^[20,47]。例如2022年,鄱阳湖流域1—6月降水较同期偏丰18%,6月下旬至10月,降水较往年偏少六成^[25,40]。这直接导致星子站水位从超警戒水位(19 m)降至枯水位(12 m)仅耗时41 d(2022年6月26日—8月6日),远短于常年3个月以上的转换期,显著扰动

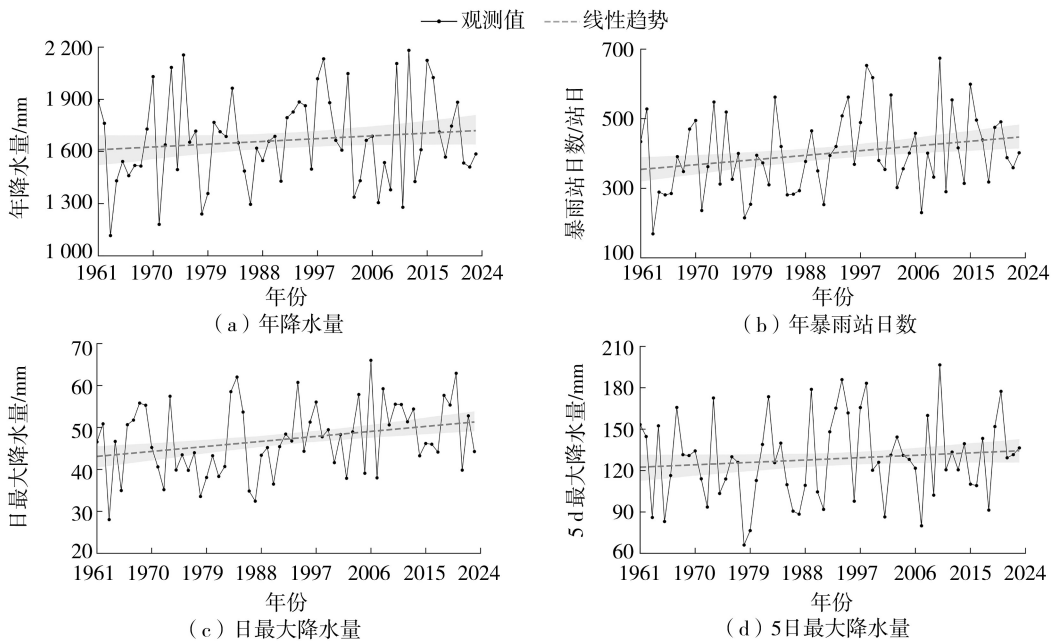


图3 鄱阳湖流域 1961—2023 年年降水量及极端降水量变化趋势

Fig.3 Trends of annual and extreme precipitation in the Poyang Lake Basin from 1961 to 2023

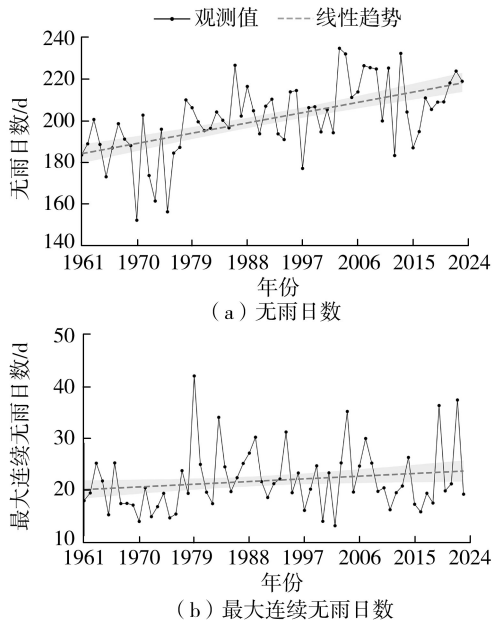


图4 鄱阳湖流域 1961—2023 年无雨日数变化趋势

Fig.4 Trends of rainless days in the Poyang Lake Basin from 1961 to 2023

水文节律。气候变化驱动下极端事件频率和强度的增加,已成为鄱阳湖流域旱涝灾害频次升高与突发性增强的重要原因之一。

2.2 水动力过程重构下的江湖交互机制变化

鄱阳湖旱涝灾害的形成不仅受到降水变化的影响,还深刻受制于江湖水动力耦合关系的演变。受长江干流调控、泥沙冲淤变化、水库调度等多重因素影响,鄱阳湖的天然调蓄能力、分洪节律与水文连通性发生了系统性重构,导致其在面对极端水文事件时的响应机制更加复杂,洪涝灾害风险显著提升。

a. 倒灌分洪机制畸变:当长江中下游地区遭遇强降水过程引发洪水,而鄱阳湖流域本地降水不强、水位低于长江干流水位时,长江干流将倒灌入湖,起到分洪作用。研究表明,当星子站水位 10.5 ~ 16.5 m,汉口流量大于 2 万 m^3/s 时,发生倒灌的可能性最大^[69-70]。然而,自三峡工程投入运行以来,倒灌频次由年均 13.2 d 降至 8.2 d,倒灌规律发生变化。倒灌频率及时间变化,不仅削弱了鄱阳湖在长江洪水调蓄体系中的天然分洪功能,也扰动鄱阳湖的水文连通性和生态节律,加剧水体交换能力下降、水质恶化等生态环境问题^[28]。

b. 冲淤变化加剧退水过程:流域各支流水库的建设及退耕还林等生态修复工程的开展,鄱阳湖流域入湖输沙量显著减少,鄱阳湖流域五河 1990—2023 年输沙量较 1957—1989 年减少 629.8 万 t,减少 54.1%^[71-73]。三峡工程及上游水库群运用后,长江干流的输沙率也下降超 60%,河流冲刷河床下切,干流水位进一步下降,与此同时,上游水库群为满足发电及供水需求在汛末蓄水,进一步拉空鄱阳湖库容,加速鄱阳湖水位的降低,极易引发“旱涝急转”事件的发生^[74-75]。

c. 洪水叠加共振:鄱阳湖水位受五河来水和长江干流水位的共同影响。五河汛期通常为 3—6 月,长江干流主汛期为 7—9 月,若五河汛期延长或洪峰滞后,极易与长江洪峰时段重叠,洪峰叠加共振,显著加剧洪涝风险。截至 2023 年,江西省已建成大中型水闸 255 个,五河均建有控制性闸坝工程,这些设施在一定程度上调蓄了来水过程,但也增加了洪峰

遭遇概率,升高了鄱阳湖流域洪涝灾害风险^[76]。

鄱阳湖流域的水动力过程正由自然主导向工程调控主导转变,江湖关系重构、泥沙冲淤变化与水库调度联合作用,显著改变了旱涝灾害的演化机制,加剧了洪水的叠加风险和水文响应的不确定性,是当前旱涝灾害频发的重要驱动因素之一。

2.3 人为原因驱动下的湖泊调蓄能力变化

随着人口增长和经济发展,为满足围垦、养殖、防洪等需求,鄱阳湖区及其周边地区大规模修筑堤坝、圩堤或设置围网养殖设施,形成封闭或半封闭水体。这类人类活动显著改变了洲滩的生态功能和湖盆地貌结构,破坏了湖区水体的自由交换过程,影响了湖区的水文情势和泥沙运移格局,削弱了鄱阳湖对于洪水的调蓄能力^[77]。据资料显示,20 世纪 50 年代,鄱阳湖水域面积超 5000km²,20 世纪 50 年代至 80 年代,湖区围垦面积高达 1 355 km²,损失湖泊库容超过 80 亿 m³^[78-79]。同时,流域内土地利用的剧烈变化引发严重的水土流失,流域森林覆盖率由 20 世纪 50 年代的 60%以上下降至 20 世纪 80 年代的 31.5%^[71]。大量泥沙经五河汇入鄱阳湖,不仅加剧了湖泊淤积,还进一步压缩了有效库容。有研究指出,20 世纪 50 年代至 90 年代的泥沙淤积使鄱阳湖总库容减少了 4.8%,调蓄功能持续下降,在极端降雨情景下更易诱发洪涝灾害^[80]。

为降低洪涝灾害风险,1998 年特大洪水后,鄱阳湖流域大规模开展“单退”(退人不退田,可以耕种但不能居住)、“双退”(既退人又退田)工程,蓄水能力得以提升。同时,大力实施植树造林和水土保持措施,尤其是大量水库的建设有效减少了入湖泥沙,使鄱阳湖由淤积状态转变为冲刷状态,湖区水位有所降低,湖泊面积得以缓慢增加至当前的 3 960 km²^[76]。根据《中国水利统计年鉴 2024》统计,截至 2023 年,江西省已建成水库共有 10 623 座,其中大型水库共有 38 座,中型水库 266 座,较 20 世纪 90 年代有效提升了流域整体的调蓄能力和防洪减灾水平^[76]。

3 对策与建议

3.1 构建流域智慧化监测预警体系,实现灾害风险动态感知

在极端气候事件频发背景下,亟须构建集成气象、水文与生态信息的智慧化监测预警体系。通过提升中长期气象水文预测能力,特别是在汛期与枯水期前,精准掌握降水强度、水位变化及空间分布特征,为流域生态保护和水资源调度提供前瞻性决策支撑。结合遥感技术与生态模型,动态监测水体边

界变化、湿地演替及关键物种栖息地动态,评估极端水文事件对生态系统的潜在影响。应推动预警信息的智能化处理与区域联动共享,构建多层次、跨部门的生态预警体系,实现对流域旱涝灾害风险的动态感知与快速响应。

3.2 研发流域大模型,构建流域水生态系统动态调控模型,保障关键期水位生态阈值

为适应极端气候变化与水文情势变化新的形势,在构建流域水系统智慧监测监控体系基础上,结合数字孪生和人工智能 AI 技术,研发基于数据驱动与物理机理模型结合的流域大模型和流域模拟器。在此基础上,深入开展基于水动力过程的流域水循环-湿地变化-河库生态需水-调控一体化的系统,实现综合考虑极端气候事件变化尤其涝旱或旱涝急转灾害防御、水资源与水生态调度、土地利用变化等因素,模拟和预测生态需水的动态变化过程,开发集水动力过程与生态需水响应于一体的动态耦合模型。该模型可为流域生态保护和流域水资源水生态保护与水位调控提供科学依据,确保关键生态过程和重要生物种群在关键时期获得所需水位和水量支持。

3.3 进一步优化水位梯度调控与植被群落重建,提升动植物栖息地质量

针对旱涝灾害加剧导致的栖息地破碎化与生境退化,应以水文过程驱动为核心,制定系统性的生态修复与重建策略。通过科学调控水位梯度,恢复季节性水文节律,优化水位变幅与频率,为湿地植被群落恢复和动物种群繁衍提供适宜条件。同步拆除不合理水利工程、打通天然河湖连通通道、重建生态缓冲区与蓄滞空间,提升湖区洪水调蓄与生态恢复能力。针对极端事件后生境破坏,可快速开展灾后评估,实施清淤疏浚、开挖生态廊道等工程措施,重塑鱼类洄游路径和候鸟栖息地,增强流域生态系统的恢复力与适应性。

3.4 健全流域水资源联合调度机制,提升水资源配置效能和水生态保护措施

在生态监测与需水保障基础上,应健全以生态优先为原则的江湖联合调度机制,充分利用水利工程调控等措施以及水文预警预报,实现水资源多目标高效配置。调度系统应统筹水量、水质与时空分布,优先满足生态需水,兼顾生活、农业、工业用水等社会需求,科学平衡流域内各用水部门利益。同时,强化干流与支流、江河与湖泊之间的协调联动,特别是在枯水期和洪水期,通过优化调度时机与流量配置,提升河湖互济能力,缓解局部水资源短缺与生态系统脆弱性。通过完善的江湖联调机制,可有效提升鄱阳湖及长江中下游河湖系统的水资源利用效率

与生态系统稳定性。

4 结 论

受气候变化加剧与人类活动干扰双重影响,鄱阳湖流域近年来旱涝灾害频发,水文节律紊乱,导致生态系统结构和功能持续退化。本文基于流域水文与生态监测资料,系统梳理了极端气候事件增强、江湖关系变化、人为干扰等驱动要素,揭示了洪水频发和干旱延长共同导致湿地植被退化、底栖生物种群减少、候鸟栖息地破碎化等生态风险加剧的问题。为应对日益严峻的生态风险,提出应构建流域一体化智慧监测预警体系,实现旱涝灾害动态识别;研发流域大模型和流域水生态系统动态调控模型,保障关键期水位生态阈值;通过优化水位梯度管理与植被群落恢复重建提升生态系统稳定性;创新江湖联合调度机制,增强水资源配置弹性,提升鄱阳湖流域生态系统的韧性和适应能力,为鄱阳湖流域及长江中下游河湖系统生态保护提供科学支撑与决策依据。

参考文献:

[1] SHI Penghui, LI Yi, BISWAS A, et al. Spatial-temporal evolution and intrinsic drivers of compound drought and heatwave events in Mainland China[J]. Science of the Total Environment, 2024, 948: 174834.

[2] FU Sijia, ZHANG Huilan, ZHONG Qiang, et al. Spatiotemporal variations of precipitation concentration influenced by large-scale climatic factors and potential links to flood-drought events across China 1958-2019[J]. Atmospheric Research, 2023, 282: 106507.

[3] GRANT L, VANDERKELEN I, GUDMUNDSSON L, et al. Global emergence of unprecedented lifetime exposure to climate extremes[J]. Nature, 2025, 641 (8062): 374-379.

[4] IPCC. Climate change 2022: impacts, adaptation and vulnerability[C]// Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change . Cambridge : Cambridge University Press, 2022.

[5] SCOCCIMARRO E, GUALDI S, BELLUCCI A, et al. Heavy precipitation events in a warmer climate: Results from CMIP5 models[J]. Journal of climate, 2013, 26 (20): 7902-7911.

[6] THACKERAY C W, DEANGELIS A M, HALL A, et al. On the connection between global hydrologic sensitivity and regional wet extremes[J]. Geophysical Research Letters, 2018, 45 (20): 11343-11351.

[7] THACKERAY C W, HALL A, NORRIS J, et al.

Constraining the increased frequency of global precipitation extremes under warming[J]. Nature Climate Change, 2022, 12 (5): 441-448.

[8] CHAGAS V B P, CHAFFE P L B, BLÖSCHL G. Climate and land management accelerate the Brazilian water cycle[J]. Nature Communications, 2022, 13 (1): 5136.

[9] ZHANG Yongqiang, ZHENG Hongxing, ZHANG Xuanze, et al. Future global streamflow declines are probably more severe than previously estimated[J]. Nature Water, 2023, 1 (3): 261-271.

[10] HU Chen, XIA Jun, SHE Dunxian, et al. Precipitation exacerbates spatial heterogeneity in the propagation time of meteorological drought to soil drought with increasing soil depth[J]. Environmental Research Letters, 2024, 19 (6): 064021.

[11] LI Lina, XIA Rui, XIA Xinghui, et al. Hydrological variability significantly influences aquatic biological integrity at the spatial scale in semi-arid watersheds[J]. Journal of Hydrology, 2025: 133359.

[12] LI Li, KNAPP J L A, LINTERN A, et al. River water quality shaped by land-river connectivity in a changing climate[J]. Nature Climate Change, 2024, 14 (3): 225-237.

[13] LI Xin, ZHANG Ke, GU Pengrui, et al. Changes in precipitation extremes in the Yangtze River Basin during 1960-2019 and the association with global warming, ENSO, and local effects[J]. Science of the Total Environment, 2021, 760: 144244.

[14] JIANG Yan, HE Xinguang, LI Jiajia, et al. On the response of daily precipitation extremes to local mean temperature in the Yangtze River basin[J]. Atmospheric Research, 2024, 300: 107265.

[15] CHEN Xiaolong, ZHOU Tianjun, WU Peili, et al. Emergent constraints on future projections of the western North Pacific Subtropical High[J]. Nature Communications, 2020, 11 (1): 2802.

[16] 夏军, 贾海峰, 张翔, 等. 长江中下游城市内涝与雨季污染协同治理对策[J]. 水资源保护, 2024, 40 (1): 1-5. (XIA Jun, JIA Haifeng, ZHANG Xiang, et al. Coordination strategies for urban waterlogging and rainy season pollution control in middle and lower reaches of the Yangtze River[J]. Water Resources Protection, 2024, 40 (1): 1-5. (in Chinese))

[17] 王小杰, 夏军强, 李启杰, 等. 长江中下游各省市洪涝灾情时空变化及影响因素[J]. 水资源保护, 2023, 39 (2): 78-86. (WANG Xiaojie, XIA Junqiang, LI Qijie, et al. Spatiotemporal variation of flood distribution and influencing factors in provinces in middle and lower reaches of Yangtze River[J]. Water Resources Protection, 2023, 39 (2): 78-86. (in Chinese))

[18] LI Peixi, YU Zhongbo, JIANG Peng, et al. Spatiotemporal

- characteristics of regional extreme precipitation in Yangtze River Basin[J]. Journal of Hydrology, 2021, 603(D14): 126910.
- [19] WU Xiaojun, WANG Lunche, NIU Zigeng, et al. More extreme precipitation over the Yangtze River Basin, China: Insights from historical and projected perspectives[J]. Atmospheric Research, 2023, 292: 106883.
- [20] YANG Peng, ZHANG Shengqing, XIA Jun, et al. Analysis of drought and flood alternation and its driving factors in the Yangtze River Basin under climate change[J]. Atmospheric Research, 2022, 270: 106087.
- [21] 邹磊, 夏军, 张印. 长江中下游极端降水时空演变特征研究[J]. 长江流域资源与环境, 2021, 30(5): 1264-1274. (ZOU Lei, XIA Jun, ZHANG Yin. Spatial-temporal Characteristics of Extreme Precipitation in the Middle and Lower Reaches of the Yangtze River[J]. Resources and Environment in the Yangtze Basin, 2021, 30(5): 1264-1274. (in Chinese))
- [22] 薛联青, 章郁涵, 刘远洪. 干旱区与湿润区旱涝急转演变特征对比研究[J]. 水资源保护, 2024, 40(4): 1-8. (XUE Lianqing, ZHANG Yuhang, LIU Yuanhong. Comparative study on change characteristics of drought-flood abrupt alternation in arid and humid zones[J]. Water Resources Protection, 2024, 40(4): 1-8. (in Chinese))
- [23] 杨家伟, 陈华, 侯雨坤, 等. 基于气象旱涝指数的旱涝急转事件识别方法[J]. 地理学报, 2019, 74(11): 2358-2370. (YANG Jiawei, CHEN Hua, HOU Yukun, et al. A method to identify the drought-flood transition based on the meteorological drought index[J]. Acta Geographica Sinica, 2019, 74(11): 2358-2370. (in Chinese))
- [24] SHAN Lijie, ZHANG Liping, SONG J, et al. Characteristics of dry-wet abrupt alternation events in the middle and lower reaches of the Yangtze River Basin and the relationship with ENSO[J]. Journal of Geographical Sciences, 2018, 28: 1039-1058.
- [25] 雷声, 石莎, 屈艳萍, 等. 2022 年鄱阳湖流域特大干旱特征及未来应对启示[J]. 水利学报, 2023, 54(3): 333-346. (LEI Sheng, SHI Sha, QU Yanping, et al. Characteristics of extreme drought in the Poyang Lake Basin in 2022 and implications for future response[J]. Journal of Hydraulic Engineering, 2023, 54(3): 333-346. (in Chinese))
- [26] 雷声. 2020 年鄱阳湖洪水回顾与思考[J]. 水资源保护, 2021, 37(6): 7-12. (LEI Sheng. Review and reflection on Poyang Lake flood in 2020[J]. Water Resource Protection, 2021, 37(6): 7-12. (in Chinese))
- [27] 刘鹏, 冯莹莹, 章密, 等. 鄱阳湖越冬中期水鸟群落多样性研究[J]. 西南林业大学学报(自然科学), 2024, 44(6): 128-136. (LIU Peng, FENG Yingying, ZHANG Mi, et al. The Community Diversity of Waterbirds During Mid-
- wintering in Poyang Lake[J]. Journal of Southwest Forestry University, 2024, 44(6): 128-136. (in Chinese))
- [28] 陈金凤, 钱晓燕. 近 60 年来长江对鄱阳湖倒灌水量的变化特征[J]. 长江科学院院报, 2019, 36(5): 18-27. (CHEN Jinfeng, QIAN Xiaoyan. Variation Characteristics of Water Recharge from Changjiang River into Poyang Lake[J]. Journal of Yangtze River Scientific Research Institute, 2019, 36(5): 18-27. (in Chinese))
- [29] LI Xianghu, ZHANG Qiang, XU Chongyu, et al. The changing patterns of floods in Poyang Lake, China: characteristics and explanations[J]. Natural Hazards, 2015, 76: 651-666.
- [30] 高旭蕊, 王协康, 雷声, 等. 基于多源数据的鄱阳湖流域极端降水与气温演变特征分析[J]. 中国防汛抗旱, 2025, 35(8): 49-56. (GAO Xurui, WANG Xiekang, LEI Sheng, et al. Analysis of extreme precipitation and temperature evolution characteristics in Poyang Lake Basin based on multi-source data[J]. China Flood & Drought Management, 2025, 35(8): 49-56. (in Chinese))
- [31] LI Mingzheng, LIU Chang, LIU Fei, et al. Decrease in Fishery Yields in Response to Hydrological Alterations in the Largest Floodplain Lake (Poyang Lake) in China[J]. Frontiers in Earth Science, 2022, 10: 878439.
- [32] 赵玉泉, 文艺瑶, 王芳, 等. 水淹时长对鄱阳湖碟形湖湿地植被生物量分配格局的影响[J]. 江西师范大学学报(自然科学版), 2024, 48(6): 572-579. (ZHAO Yuxiao, WEN Yiyao, WAN Fang, et al. The effect of flooding duration on the vegetation biomass allocation pattern in shallow lakes of Poyang Lake[J]. Journal of Jiangxi Normal University (Natural Science Edition), 2024, 48(6): 572-579. (in Chinese))
- [33] 吴培军, 万晓明, 徐继铭, 等. 鄱阳湖枯水期水位变化及应对措施[J]. 水资源保护, 2019, 35(6): 104-108. (WU Peijun, WAN Xiaoming, XU Jiming, et al. Changes of water levels in low-water season in Poyang Lake and its countermeasures[J]. Water Resources Protection, 2019, 35(6): 104-108. (in Chinese))
- [34] 胡挺, 仇红亚. 鄱阳湖水位变化及其归因量化研究[J]. 中国农村水利水电, 2023(9): 54-61. (HU Ting, QIU Hongya. Quantitative research on the water level change and its attribution of Poyang Lake[J]. China Rural Water and Hydropower, 2023, (9): 54-61. (in Chinese))
- [35] LI Fengshan, WU Jiandong, HARRIS James, et al. Number and distribution of cranes wintering at Poyang Lake, China during 2011-2012[J]. Chinese Birds 2012, 3(3): 180-190.
- [36] 王莹, 江红星, 陈丽霞, 等. 不同水位条件下鄱阳湖越冬白鹤的移动模式与栖息地利用[J]. 林业科学, 2023, 59(8): 102-111. (WANG Ying, JIANG Hongxing, CHEN Lixia, et al. Movement Pattern and Habitat Utilization of

- Siberian Cranes Wintering in Poyang Lake under Different Water Levels[J]. *Scientia Silvae Sinicae*, 2023, 59(8): 102-111. (in Chinese))
- [37] 阙江龙,饶榕城,杨英,等. 江西水域枯水期长江江豚种群数量和分布特征[J]. *水生生物学报*, 2023, 47(10): 1701-1708. (QUE Jianglong, RAO Rongcheng, YANG Ying, et al. Population and distribution characteristics of yangtze finless porpoise in Jiangxi waters during dry season[J]. *Acta Hydrobiologica Sinica*, 2023, 47(10): 1701-1708. (in Chinese))
- [38] 胡振鹏,张祖芳,刘以珍,等. 碟形湖在鄱阳湖湿地生态系统的作用和意义[J]. *江西水利科技*, 2015, 41(5): 317-323. (HU Zhenpeng, ZHANG Zufang, LIU Yizhen, et al. The function and significance of the Shallow-Lakes in the Poyang Lake wetland ecosystem [J]. *Jiangxi Hydraulic Science and Technology*, 2015, 41(5): 317-323. (in Chinese))
- [39] 唐国华,胡振鹏. 气候变化背景下鄱阳湖流域历史水旱灾害变化特征[J]. *长江流域资源与环境*, 2017, 26(8): 1274-1283. (TANG Guohua, HU Zhenpeng. Change characteristics of historical flood and drought disasters in Poyang Lake Basin with a view to climate change [J]. *Resources and Environment in the Yangtze River*, 2017, 26(8): 1274-1283. (in Chinese))
- [40] 长江年鉴编纂委员会. 长江年鉴:2023 年卷[M]. 武汉:长江年鉴社,2023.
- [41] 长江年鉴编纂委员会. 长江年鉴:2021 年卷[M]. 武汉:长江年鉴社,2021.
- [42] 《中国水旱灾害防御公报》编写组.《中国水旱灾害防御公报 2020》概要[J]. *中国防汛抗旱*, 2021, 31(11): 26-32. (Compilation Group of China Flood and Drought Disaster Prevention Bulletin. Summary of China flood and drought disaster prevention bulletin 2022[J]. *China Flood & Drought Management*, 2021, 31(11): 26-32. (in Chinese))
- [43] 中华人民共和国水利部. 中国水利统计年鉴 2021[M]. 北京:中国水利水电出版社,2021.
- [44] TIAN Mingming, MAO Jingqiao, WANG Kang, et al. Spatio-temporal heterogeneity of ecological water level in Poyang Lake, China[J]. *Ecological Informatics*, 2024, 82: 102694.
- [45] 胡振鹏. 2022 年鄱阳湖特大干旱及防旱减灾对策建议[J]. *中国防汛抗旱*, 2023, 33(2): 1-6. (HU Zhenpeng. Serious drought in Poyang Lake in 2022 and countermeasures for drought prevention and disaster reduction [J]. *China Flood and Drought Management*, 2023, 33(2): 1-6. (in Chinese))
- [46] LI Xianghu, YUAN Canyu, SUN Tong, et al. Identifying the spatiotemporal patterns of drought-flood alternation based on IMERG product in the humid subtropical Poyang Lake basin, China[J]. *Journal of Hydrology: Regional Studies*, 2024, 54: 101912.
- [47] WANG Rong, LI Xianghu, ZHANG Qi, et al. Projection of drought-flood abrupt alternation in a humid subtropical region under changing climate[J]. *Journal of Hydrology*, 2023, 624: 129875.
- [48] HUANG Aiping, LIU Xiaobo, PENG Wenqi, et al. Spatiotemporal characteristics, influencing factors and evolution laws of water exchange capacity of Poyang Lake [J]. *Journal of Hydrology*, 2022, 609: 127717.
- [49] VLIET M C T H van, THORSLUND J, STOKAL M, et al. Global river water quality under climate change and hydroclimatic extremes [J]. *Nature Reviews Earth & Environment*, 2023, 4(10): 687-702.
- [50] 张奇,薛晨阳,夏军. 鄱阳湖极端干旱的影响、成因与对策[J]. *中国科学院院刊*, 2023, 38(12): 1894-1902. (ZHANG Qi, XUE Chenyang, XIA Jun. Impacts, contributing factors and countermeasures of extreme droughts in Poyang Lake[J]. *Bulletin of Chinese Academy of Sciences*, 2023, 38(12): 1894-1902. (in Chinese))
- [51] YIN Hong, WANG Sheng, YANG Jing, et al. Fish community and its relationships with environmental variables in the channel connecting Poyang Lake and the Yangtze River[J]. *Aquatic Sciences*, 2024, 86(2): 59.
- [52] MENG Jianan, FANG Hongwei, HUANG Lei, et al. Multidimensional ecosystem assessment of Poyang Lake under anthropogenic influences[J]. *Ecological Modelling*, 2022, 473: 110134.
- [53] 戴凌全,张培培,常曼琪,等. 三峡水库出库流量变化对洞庭湖定居性鱼类产卵生境的影响[J]. *河海大学学报 (自然科学版)*, 2023, 51(5): 38-45. (DAI Lingquan, ZHANG Peipei, CHANG Manqi, et al. Effect of outflow from Three Gorges Reservoir on spawning habitat of sedentary fish in Dongting Lake [J]. *Journal of Hohai University (Natural Sciences)*, 2023, 51(5): 38-45. (in Chinese))
- [54] MU Shaojie, YANG Guishan, XU Xibao, et al. Assessing the inundation dynamics and its impacts on habitat suitability in Poyang Lake based on integrating Landsat and MODIS observations [J]. *Science of the Total Environment*, 2022, 834: 154936.
- [55] 张超,李言阔,任琼,等. 鄱阳湖夏季极端水位条件下越冬水鸟多样性、空间分布及其保护对策[J]. *湖泊科学*, 2022, 34(5): 1584-1595. (ZHANG Chao, LI Yankuo, REN Qiong, et al. Species diversity, spatial distribution and protection strategies of wintering waterbirds after extreme summer flood in Lake Poyang [J]. *Journal of Lake Sciences*, 2022, 34(5): 1584-1595. (in Chinese))
- [56] 徐志文,刘观华,龚磊强. 江西鄱阳湖国家级自然保护区自然资源 2020—2021 年监测报告[M]. 南昌:江西科学技术出版社,2021:43-47.
- [57] YAO Siyang, LIU Xinyuan, LIU Jutao, et al. Impact of

- hydrological processes on the benthic macroinvertebrate biodiversity in floodplain wetlands: a regional study of Poyang lake[J]. *Journal of Hydrology: Regional Studies*, 2025,60: 102509.
- [58] YE Xuchun, XU Chongyu, ZHANG Qi, et al. Quantifying the human induced water level decline of China's largest freshwater lake from the changing underlying surface in the lake region[J]. *Water Resources Management*, 2018, 32: 1467-1482.
- [59] TENG Jiakun, XIA Shaoxia, DUAN Houlang, et al. Temporal and spatial evolution of herbivorous waterbird habitat in floodplain wetland driven by hydrology[J]. *Water Resources Research*, 2023, 59 (8): e2022WR034399.
- [60] 孟竹剑,夏少霞,于秀波,等. 鄱阳湖越冬雁类食源植被适宜取食时间窗口[J]. *生态学报*, 2018,38(21):7539-7548. (MENG Zhujian, XIA Shaoxia, YU Xiubo, et al. A study on the suitable time window of feeding vegetation fit for overwintering geese in Poyang Lake. *Acta Ecologica Sinica*, 2018,38(21):7539-7548. (in Chinese))
- [61] 汪洁,韩祯,刘晓波,等. 江湖关系变化下雁类生境格局模拟及雁类种群的响应:以都昌保护区为例[J]. *生态学报*, 2023, 43 (21): 9024-9037. (WANG Jie, HAN Zhen, LIU Xiaobo, et al. Simulation of habitat pattern and population response of geese under the change of river-lake relationship: a case study of Duchang Nature Reserve, Jingxi Province. *Acta Ecologica Sinica*. 2023. 43 (21). 9024-9037. (in Chinese))
- [62] XUE Chenyang, ZHANG Qi, JIA Yuxue, et al. Attribution of hydrological droughts in large river-connected lakes: Insights from an explainable machine learning model[J]. *Science of The Total Environment*, 2024,952: 175999.
- [63] HUANG Sheng, XIA Jun, ZENG Sidong, et al. Effect of Three Gorges Dam on Poyang Lake water level at daily scale based on machine learning [J]. *Journal of Geographical Sciences*, 2021,31(11): 1598-1614.
- [64] ZHANG Zengxin, CHEN Xi, XU Chongyu, et al. Examining the influence of river-lake interaction on the drought and water resources in the Poyang Lake basin [J]. *Journal of Hydrology*, 2015,522: 510-521.
- [65] LEI Xiangyong, GAO Lu, WEI Jianhui, et al. Contributions of climate change and human activities to runoff variations in the Poyang Lake Basin of China [J]. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, 2021,123: 103019.
- [66] HE Ning, GUO Wenxian, LAN Jiaqi, et al. The impact of human activities and climate change on the eco-hydrological processes in the Yangtze River basin [J]. *Journal of Hydrology: Regional Studies*, 2024, 53: 101753.
- [67] STEPHENS G L, ELLIS T D. Controls of global-mean precipitation increases in global warming GCM experiments[J]. *Journal of Climate*, 2008,21(23): 6141-6155.
- [68] SILLMANN J, STJERN C W, MYHRE G, et al. Extreme wet and dry conditions affected differently by greenhouse gases and aerosols[J]. *Climate and Atmospheric Science*, 2019,2(24): 1-7.
- [69] 宋继鹏,龚磊强,王晓龙,等. 三峡工程建设运行前后鄱阳湖水文情势变化与生态环境演变特征:回顾与展望[J]. *湖泊科学*, 2025,37(3):716-733. (SONG Jipeng, GONG Leiqiang, WANG Xiaolong, et al. Changes in hydrological conditions and ecological environment in Lake Poyang before and after the construction and operation of the Three Gorges Project: Retrospect and prospect [J]. *Journal of Lake Sciences*, 2025, 37 (3): 716-733. (in Chinese))
- [70] XUE Chenyang, ZHANG Qi, JIA Yuxue, et al. Intensifying drought of Poyang Lake and potential recovery approaches in the dammed middle Yangtze River catchment [J]. *Journal of Hydrology: Regional Studies*, 2023, 50: 101548.
- [71] 赵雅楠,黄国鲜,童思陈,等. 气候变化和人类活动对鄱阳湖流域入湖水沙变化的贡献率分析[J/OL]. *水资源保护*, 1-14 (2025-04-28). <http://kns.cnki.net/kcms/detail/32.1356.TV.20250407.1632.012.html>. (ZHAO Yanan, HUANG Guoxian, TONG Sichen, et al. Analysis of contribution rates of climate change and human activities on runoff and sediment variation fluxes into the Poyang Lake [J / OL]. *Water Resources Protection*, 1-14 (2025-04-28). <http://kns.cnki.net/kcms/detail/32.1356.TV.20250407.1632.012.html>. (in Chinese))
- [72] 谢彪,关兴中,卢静媛,等. 鄱阳湖入出湖水沙通量演变及输沙量归因分析[J]. *水文*, 2023,43(6):80-85. (XIE Biao, GUAN Xingzhong, LU Jingyuan, Analysis on the Evolution of Water and Sediment Fluxes into and out of Poyang Lake and the Attribution of Sediment Transport [J]. *Journal of China Hydrology*, 2023,43(6):80-85. (in Chinese))
- [73] 齐述华,熊梦雅,廖富强,等. 人类活动对鄱阳湖泥沙收支平衡的影响[J]. *地理科学*, 2016,36(6):888-894. (QI Shuhua, XIONG Mengya, LIAO Fuqiang, et al. Impacts of Human Activities on Sediments Budget in Poyang Lake [J]. *Scientia Geographica Sinica*, 2016, 36 (6): 888-894. (in Chinese))
- [74] ZENG Jinfeng, QIU Jingfeng, WU Zeyu, et al. Impact of the Three Gorges Dam on hydrological connectivity and vegetation growth of Poyang Lake floodplain, China [J]. *Journal of Hydrology*, 2024, 631: 130831.
- [75] 郭率,刘鑫,周美蓉,等. 长江中游水沙通量时空变化及河床冲淤分布特征[J]. *中国农村水利水电*, 2025(1): 39-46. (GUO Shuai, LIU Xin, ZHOU Meirong, et al. Variation characteristics of flow and sediment fluxes and

channel evolution in the Middle Yangtze River[J]. China Rural Water and Hydropower, 2025 (1): 39-46. (in Chinese)

[76] 中华人民共和国水利部. 中国水利统计年鉴 2024[M]. 北京:中国水利水电出版社,2024.

[77] 杨桂山,马荣华,张路,等. 中国湖泊现状及面临的重大问题与保护策略[J]. 湖泊科学,2010,22(6): 799-810. (YANG Guishan, MA Ronghua, ZHANG Lu, et al. Lake status, major problems and protection strategy in China [J]. Journal of Lake Sciences,2010,22(6): 799-810. (in Chinese))

[78] 谢冬明,黄庆华,易青,等. 鄱阳湖湿地洲滩植物梯度变化[J]. 生态学报, 2019, 39 (11): 4070-4079. (XIE Dongming, HUANG Qinghua, YI Qing, et al. Changes in floodplain vegetation in Poyang Lake wetlands [J]. Acta Ecologica Sinica, 2019, 39 (11): 4070-4079. (in Chinese))

[79] 李冰,万荣荣,杨桂山,等. 近百年鄱阳湖湿地格局演变研究[J]. 湖泊科学,2022,34(3):1018-1029. (LI Bing, WAN Rongrong, YANG Guishan, et al. Investigating spatiotemporal dynamics of Lake Poyang wetland for the recent century [J]. Journal of Lake Sciences, 2022, 34 (3):1018-1029. (in Chinese))

[80] LI Xianghu, YAO Jing, LI Yunliang, et al. A modeling study of the influences of Yangtze River and local catchment on the development of floods in Poyang Lake, China[J]. Hydrology Research, 2016, 47 (Sup1): 102-119.

(收稿日期:2025 - 04 - 29 编辑:彭桃英)

《水资源保护》征订启事

《水资源保护》(ISSN 1004-6933, CN 32-1356/TV)是由教育部主管、河海大学和中国水利学会共同主办的科技期刊。本刊立足中国水问题前沿,聚焦水资源管理、水环境保护与水生态修复,以推动水科学理论创新、技术突破为核心目标,关注国家水网建设、智慧水利发展、暴雨洪水与干旱防治,服务长江大保护、黄河流域高质量发展、京津冀协同治水、粤港澳大湾区水安全等区域重大需求,反映在暴雨、洪水、干旱、水资源、水环境和水生态等领域中科学技术的最新成就、重要进展和发展趋势,助力全球气候变化背景下的洪旱灾害防控、城市水系统韧性提升及人水和谐发展。

《水资源保护》1985 年创刊,经过 40 年的努力,办刊成绩斐然:入选《中文核心期刊要目总览》,是中国科学引文数据库 CSCD 核心期刊、中国科技核心期刊、RCCSE 中国权威学术期刊,被美国《工程索引》(Ei)、荷兰《文摘与引文数据库》(Scopus)、美国《化学文摘》(CA)、美国《剑桥科学文摘》(CSA)等国际知名数据库收录,入选 2024 年中国科技期刊卓越行动计划二期中文梯队期刊、江苏省科技期刊卓越行动计划领军期刊,是第 5 第 6 届中国精品科技期刊,多次被评为中国高校百佳科技期刊、华东地区优秀期刊,获江苏省新闻出版政府奖期刊提名奖,具有广泛的学术影响力。

《水资源保护》一直以来都是水利界和环保界备受关注的重点期刊,是国内较有影响的水利期刊之一,主要读者对象是全国从事与水资源保护工作有关的科研技术人员、管理人员以及大专院校师生。

《水资源保护》现为双月刊,60 元/册,全年共计 360 元,每逢单月 20 日出版,全国公开发行,邮发代号:28-298。

投稿网址:<https://jour.hhu.edu.cn/szybh/home>

编辑部地址:210098 南京市西康路 1 号

联系电话:025-83786642

电子信箱:bh1985@vip.163.com; bh@hhu.edu.cn

欢迎订阅,欢迎投稿!