实践探索

洞庭湖湿地生态现状与修复策略*

周 洁

湖南东洞庭湖国家级自然保护区管理局 湖南岳阳 414000

摘要：洞庭湖作为长江中下游关键生态屏障和国际重要湿地，其生态修复对维护区域生态安全、促进可持续发展具有战略意义。近几十年来，由于大规模围垦和泥沙淤积，洞庭湖湖泊面积和容积不断缩小，导致洪涝灾害加剧，生态资源下降。文章从历史、资源、环境和生态等各方面数据进行分析和总结，并基于洞庭湖湿地退化现状与修复实践，系统梳理其核心生态问题，提出“自然恢复+人工干预”的轮回更新修复框架，结合政策创新、科技赋能与社区参与，探索湿地生态功能再生与长效治理机制，为全球大型湖泊湿地修复提供科学参考。

关键词：洞庭湖；生态多样性；湿地修复；湿地轮回更新

DOI：10.12169/zgcsly.2025.01.14.0001

Ecological Status and Restoration Strategies of Dongting Lake

Zhou Jie

(East Dongting Lake National Nature Reserve Administration Bureau, Yueyang 414000, Hunan, China)

Abstract: Dongting Lake, as a critical ecological barrier in the middle and lower reaches of the Yangtze River and an internationally important wetland, holds strategic significance for maintaining regional ecological security and promoting sustainable development. Over recent decades, large-scale reclamation and silt deposition have continuously reduced the lake's surface area and storage capacity, leading to increased frequency of flood disasters and degradation of ecological resources. This paper analyzes the historical, resource, environmental and ecological data and summarizes the current degradation status and corresponding restoration practices of Dongting Lake. Focusing on the core ecological issues, the paper proposes a cyclic renewal framework integrating "natural restoration + artificial interventions". By combining policy innovation, technology empowerment, and community participation, the study explores mechanisms for ecological function regeneration and long-term governance of wetland. The findings would provide scientific references for the ecological restoration of large lake wetlands worldwide.

Keywords: Dongting Lake; ecological diversity; wetland restoration; wetland cyclic renewal

湿地是三大生态系统之一，被誉为“地球之肾”，是由水陆相互作用形成的具有特殊生态价值和强大生产力的生态系统[1]。湿地丰富的自然资源能为人类提供生活、工业原料和其他资源，也是人类以及其他生物赖以生存的良好庇护所[2-3]。洞庭湖为我国第二大淡水湖，为长江中游洪水重要的调蓄场所和国际重要湿地，同时也是“幸福河湖”“双碳”等重大战略决策实施的先行地。洞庭湖由湖泊、河道、滩涂、草甸、沼泽植被、常绿阔叶林植被等构成，其复杂的生境孕育了丰富的湿地植物资源，成为我国重要的原料基地和广大湖区人民赖以生存发展的基础[4]。

收稿日期：2025-01-14

* 项目基金：洞庭湖区域长江岸线候鸟栖息地生态保护与修复工程（湘财资环指［2022］38 号）

作者简介：周洁（1969- ），男，本科，高级工程师，主要从事野生动植物保护和湿地保护研究。E-mail：442311154@qq.com

近几十年以来，自然灾害、人为干扰以及不合理的开发利用等多重因素的影响，加剧了洞庭湖湿地面积萎缩、结构性缺水、渔业资源下降、生物多样性受损等多种生态环境问题[5-8]。其中受泥沙淤积影响，洞庭湖湖泊面积显著减少，水位变化波动较大，导致洞庭湖调蓄能力减弱、行洪通道不畅、湿地生态衰退、水源涵养不足等问题[9-11]。因此，对洞庭湖湿地生态修复刻不容缓，需要着重加强生态技术和生态工程的运用，恢复和重建处于不健康发展状态或严重退化的部分湿地，使其生态功能得到最大限度的提升[6]。

目前，为加强洞庭湖湿地的保护，在洞庭湖建立了国际重要湿地、自然保护区、湿地公园等，有效保护湿地生态系统；采取边清理、边修复的方法，清理杨树、拆除矮围、围堤，达到退耕还湿的目的，并实施湿地生态效益补偿点试点、小微湿地保护及湿地生物多样性保护等项目，修复湿地退化问题。因此，本文从洞庭湖湿地生态现状、管理现状、修复情况等方面进行深入分析，提出“自然恢复+人工干预”的轮回更新修复框架，探索湿地生态功能再生与长效治理机制，为保护与利用洞庭湖湿地资源的持续发展和全球大型湖泊湿地修复提供科学参考。

1　洞庭湖地理区域特征

洞庭湖（111°42′—113°39′E，28°39′—30°14′N），即荆江河段南岸、湖南省北部，汇集湘、资、沅、澧四水及汨罗江、新墙河等湖周边中、小河流，承接经松滋、太平、藕池、三口分流，在城陵矶附近汇入长江；由东洞庭湖、南洞庭湖、西洞庭湖组成，湖泊面积为 2 579.2 km^2[12-14]；湿地地貌特征明显，由湖心从内往外可分为湖泊沼泽、丘岗、低山、中山、中高山地貌。洞庭湖区地处中北亚热带季风湿润气候区，气候温和，四季明显，雨水充足集中，寒冷期短，暑热期和无霜期长，积温较高，日照长，夏季炎热，冬季较寒冷，年降水量 1 100~1 400 mm[15]。

2　洞庭湖湿地生态现状

2.1　泥沙淤积

由于缺乏流域综合统一管理[6]，西洞庭湖流域泥沙淤积严重，呈现洲滩化与岛屿化状态，生态功能退化严重。据 1956—1995 年资料统计结果，洞庭湖区泥沙沉积率达 74%，泥沙淤积严重，加剧了湖泊的自然萎缩，造成调、蓄、泄洪能力大幅衰退，水位不断提高，致使洲滩扩大，芦林、杂草蔓延，洪涝渍灾频发，形成水高田低、易洪易涝易渍的不利格局，对洞庭湖湖盆及洲滩造成长期的威胁。目前，西洞庭迅速接近淤平，南洞庭向南萎缩，东洞庭向东淤积，中心湖洲逐年扩大[6-8]。

2.2　水位变化

洞庭湖湿地的每年水位涨落变化呈现“涨-丰-枯-退”的规律性。水位在 11 月至次年 2 月较低，为枯水期；5—10 月较高，在 6—8 月为涨水期；水位最小值在 1 月份，为 20.07 m，7 月份达到最大，为 32.31 m；多年平均水位达 25 m，年内水位变幅约 12.5 m，可见涨枯季水位差异显著[12,16-17]。洞庭湖水位变化受上游水利工程以及流域干旱和洪涝等气候变化影响显著[17]，水位波动显著，2006 年 10 月，城陵矶站水位降至 21.5 m，创 30 年来同期最低；2023 年 7 月 10 日，城陵矶站水位降至 25.62 m，打破 1950 年以来的历史同期最低水位纪录。水位下降导致湖床裸露、渔业减产，并威胁候鸟栖息与居民饮水安全。

2.3　生物多样性减少

泥沙淤积、盲目围垦、大面积种植杨树、外来入侵植物等破坏了湿地生物多样性，导致湿地植物原生境丧失、洞庭湖原有湿地群落分布格局和植被群落演替被打破。湿地植物多样性及分布减少，洞庭湖湿地植物群落类型正快速地由原生植物群落向人工群落演变，浅水区沉水植物在淤积形成泥沙滩地后，被草本植物侵入，最终演替为芦苇或森林湿地[4,18]。1949 年后大规模围垦导致湖泊面积从 4 350 km^2 缩减至 1985 年的 2 740 km^2，大规模围垦导致湖泊面积骤减，生物栖息地遭到破坏，原生植被如湖草（苔草、虉草）面积减少 24.22%，而人工种植的杨树、荻等占比增至 47.57%[19]，入侵物种的快速繁殖，导致原生植被群落衰退[20]；天然鱼类种类受非法捕捞与栖息地破坏，洞庭湖湿地鱼类共有 80 种与历史记录 118 种减少了 30 余种，江豚、中华鲟等

濒危物种生存压力加剧[21-22]；越冬候鸟数量于2024—2025 年回升至 45.62 万只，但仍未恢复历史峰值。

2.4 江湖关系变化

荆江三口是连接长江与洞庭湖的纽带。当三口分流分沙发生变化时，洞庭湖及其出流、荆江河道将发生相应的调整变化，而荆江和洞庭湖的演变又反过来对三口分流分沙产生影响。因此江湖水沙关系的变化集中反映了江湖关系的调整变化，而洞庭湖与长江的江湖关系是维系区域生态平衡的关键，其变化直接影响湿地生态系统和生物多样性的稳定性[23-24]。

2.4.1 三口分流分沙及断流天数变化

三峡工程蓄水运用前，三口分流分沙量和分流分沙比持续衰减，断流天数逐年增加；2003 年三峡工程蓄水运用后，三口分流分沙量明显下降，分流比继续小幅下降，分沙比略有增加，三口断流天数变化较小（表 1）[25-27]。

表 1 不同时段三口控制站年断流天数

时间段/年	平均年断流天数/d				
	沙道观	弥陀寺	藕池（管）	藕池（康）	合计
1956—1966	0	35	17	213	265
1967—1972	0	3	80	241	324
1973—1980	71	70	145	258	544
1981—1998	167	152	161	251	731
1999—2002	189	170	192	235	786
2003—2019	186	137	180	273	776

2.4.2 洞庭湖洪枯水文情势变化

三峡工程蓄水运用前，城陵矶（七里山站）汛期和枯期水位逐年抬高；三峡工程蓄水运用后，城陵矶汛期水位变化较小，9—10 月水位降幅明显，枯期 1—3 月水位有所升高，枯水位出现时间提前。预测未来 30 年内，三峡工程蓄水期 9—10 月城陵矶水位将持续下降，枯水期 12 月至次年 3 月水位下降明显，枯水位出现时间将继续提前（表 2）。

表 2 七里山站分时段月均水位统计情况 m

月份	时间段/年				
	1953—1966	1967—1972	1973—1980	1981—2002	2003—2019
1	17.11	17.19	17.57	18.82	19.42
2	17.03	17.20	17.67	18.96	19.37
3	18.20	18.30	18.35	20.12	20.76
4	20.57	21.17	20.91	22.13	21.96
5	23.61	24.28	24.79	23.94	24.40
6	25.06	25.01	26.19	26.00	26.34
7	27.68	27.73	28.11	28.91	28.31
8	27.14	26.12	27.06	27.76	26.89
9	26.09	25.51	26.47	26.89	25.33
10	24.04	24.60	25.00	24.93	22.84
11	21.53	21.71	21.77	22.25	21.37
12	18.66	18.82	18.86	19.84	19.49

注：数据依据为 1985 国家高程基准。

2.5 洞庭湖湿地面积及容积变化

1825 年，洞庭湖天然湖泊面积为 6 000 km^2，但 1860 年和 1870 年两次大水后，藕池、松滋相继决口，洞庭湖水系的汇集局面演变为四口分流入湖，同时导致长江大量泥沙流入洞庭湖，使得洞庭湖洲滩泥沙淤积严重且面积广，加剧了湖面萎缩，1896 年湖泊面积减小为 5 400 km^2，1949 年进一步缩小至 4 350 km^2。解放后因洞庭湖区堵支并流、合修大圈、修建蓄洪垦殖区及洪道整治等工作以及四口河道大量泥沙在洞庭湖区不断落淤的因素共同作用，至 1978 年天然湖泊面积缩减至 2 691 km^2，至 1995 年时湖泊面积仅为

2 625 km^2，较 1949 年减小 1 725 km^2。同时，洞庭湖湖泊容积也在相应地不断减小，1949 年洞庭湖容积为 293 亿 m^3，1978 年减小为 174 亿 m^3，至 1995 年时进一步缩减为 167 亿 m^3[28-30]。

2.6　洞庭湖平、枯水期水面面积和容积

由于洞庭湖湖盆泥沙淤积，使湖床抬高、三峡等长江上游水库运行后清水下泄、长江干流长距离冲刷，导致洞庭湖湖口枯水位下降，平、枯水期水面面积和容积减小是这种变化不仅威胁生态系统的稳定性，还加剧了防洪与水资源利用的矛盾[31-33]。

资料记载，平水期（10 月份）洞庭湖出口城陵矶（七里山）站平均水位：1980—2002 年为 26.95 m，2009—2019 年为 24.78 m，降低 2.17 m。枯水期（12 月份）城陵矶（七里山）站平均水位降低 0.34～2.76 m，杨柳潭站降低 0.19～0.25 m，南嘴站降低 0.17～0.27 m。

随着湖床的抬高和水位的降低，平、枯水期洞庭湖的水面面积和容积急剧减少。按照 1980—2002 年水位情况，平水期 1952 年水面面积和容积为 2199.43 km^2 和 56.27 亿 m^3，到 1980—2002 年水面面积和容积为 1 442.62 km^2 和 41.73 亿 m^3，较 1952 年减小 756.81 km^2 和 14.54 亿 m^3；2009—2019 年相应水面面积和容积为 804.55 km^2 和 23.07 亿 m^3，较 1952 年减小 1394.88 km^2 和 33.20 亿 m^3。

枯水期 1952 年水面面积和容积为 1 030.45 km^2 和 16.89 亿 m^3，1980—2002 年水面面积和容积为 514.81 km^2 和 16.48 亿 m^3，较 1952 年减小 515.64 km^2 和 0.41 亿 m^3；2009—2019 年水面面积和容积为 475.17 km^2 和 15.16 亿 m^3，较 1952 年减小 555.28 km^2 和 1.73 亿 m^3；因此，结合以上数据综合分析表明洞庭湖平、枯水期水面面积和容积减少，对洞庭湖湿地生态系统的稳定性带来严重威胁。

3　湿地修复策略

3.1　健全统一管理机构，统一实施项目修复计划

洞庭湖分属岳阳、常德、益阳 3 个不同的行政区划管理，同时管理方面又涉及水利、渔政、农业、海事、国土、林业、旅游等 26 个部门，其中有 9 个部门对洞庭湖的管理极为密切。每个部门都有各自的相关法律支撑，在管理与执法上各自为政，形成了管理上的职能交叉，出现了多头管理的无序状态，严重阻碍了湿地保护工作的开展。

因此，统一湖泊湿地管理，能够协调水利、农业、林业、环保等多个政府部门之间的配合，能够打破各个地区、各个部门之间条块分割、各自为政的局面，提高人力、财力的使用效率，减少各个部门因交叉管理带来的各种弊端；同时，需建立各斑块生态数据库，将各地区各部门的零星项目和重复项目申请上报变成统一安排，各个保护区能够健全落实政策体系，充分落实保护、监测、宣教、综合协调等工作责任，提高保护区的基础功能和管理能力，为保护区提高科技支撑；兴建中上游生态林业工程，减少湖泊泥沙淤积，加强生态系统的监测与研究，提高环境变化的预警能力，提高极端气候对湿地的保护能力。

3.2　实施生态疏浚

生态疏浚是能够系统修复和提升湿地生态系统功能、丰富水生生物资源、改善湖泊及垸内水系水环境质量、应对全球水危机的中国模式。洞庭湖淤积萎缩使洞庭湖水域空间萎缩严重，通过生态疏浚措施，恢复入湖河道通流，扩大洞庭湖平枯水期湖泊面积容积和水深，增加平枯水期鱼类等水生动物生存空间，增加洞庭湖流水生境型鱼类产卵场，最终达到丰富洞庭湖水生生物资源的目标。实施生态疏浚、减少底泥内源负荷和恢复内湖水系连通性，是提升水体自净能力、降低污染风险、实现洞庭湖总磷达标、持续改善生态环境质量的需要；实施生态疏浚，恢复洞庭湖调蓄能力和尾闾洪道泄洪能力、增强和保障区域水资源供给和调配、改善内外湖泊水环境，也是解决洞庭湖水安全问题的有效手段。

3.3　实施湿地生态保护修复工程

洞庭湖江湖流域的湿地保护坚持山、水、林、田、湖、草、沙系统性综合治理，将“一江一湖三山四水”作为一个整体，尊重自然规律，保护自然生态，着眼生态系统整体性治理和流域系统性治理。根据湿地现状，运用湿地栖息地修复技

术，生态、生物和工程措施等，进一步修缮湿地生物所依赖的生态环境，改善栖息地的异质性和稳定性，提升湿地的生态功能。湿地生态修复技术，能够有效对湿地植被、湿地野生动物栖息地和湿地生态系统进行修复改善。

当前洞庭湖湿地结构失衡、生态功能退化问题突出。近年来为保护湿地生态功能的正常发挥，部分地区已开始尝试进行生态修复，如东、西洞庭湖湿地保护与修复工程、东洞庭湖大小西湖沉水植被恢复工程、东洞庭湖丁字堤栖息地修复工程、西洞庭湖保护区杨树清理迹地植被恢复工程、下塞湖矮围拆除后的生态修复工程等。其中，通过综合治理，岳阳市湿地保护率达67.27%，建成46处湿地保护地，记录鸟类378种（含18种国家一级保护鸟类），成为全球湿地城市典范，2024年监测显示，越冬候鸟数量回升至45.85万只，江豚种群逐步恢复，标志水生态系统初步改善。

3.4 增强群众生态文明意识

生态环境与人类生存生活息息，需增强全社会保护湿地人人有责的自主意识，加大生态文明思想建设的传播力度，打破“口号式宣传”。通过教育深化认知、实践强化认同、政策引导行为、科技增强感知，最终形成保护生态即保障自身利益的共识，让群众从旁观者变为参与者、受益者，生态文明建设才能获得持久动力。

3.5 科技引领与轮回修复，完成湿地由陆相→湿地→水相的转变

生态破坏、湿地萎缩的明显标志就是由水相→湿地→陆相的发展过程，湿地修复实际上就是人工实施由陆相→湿地→水相转变的过程。近年来，由于生态保护意识加强和治理环境力度加大，洞庭湖核心区和缓冲区相对稳定（大堤保护内变化不大），因此，在整个洞庭湖湿地范围之内，全面核查摸底湿地修复斑块，分区分块实行永久性编号登记，标注湿地修复项目名称，根据湿地破坏程度大小、轻重缓急的需要，根据财力、物力、人力情况，科技引领，按顺序进行施工，每一块湿地修复完工后，每年实行生态效益评估并建立档案，以便对生产活动的干扰、野生动植物的破坏、水土污染的程度、水利工程的影响等等都有科学的依据，同时必须进行生态平衡评估，因为生态保护是一个永久性工程，洪灾威胁依然存在，季节性干旱频率增加，江湖情况不断变化，河道变化大，更主要的是清淤后又不停在继续淤积，到了一定的时候又必须进行再次修复，如此以往，湿地便在不同的斑块和同一斑块内实行轮回更新、轮回修复。

3.6 科学清淤和采砂

湿地修复的重要手段之一就是清淤除砂，科学的清淤是整体清理，按照统一标注确定的应该修复的湿地斑块，划定采砂的红线范围和深度。首先将泥沙整体移到陆地（指定地点）进行分级处理，严禁把好砂（建筑材料）在采砂区运走后而把废料（砂砾石等）遗留在河床湖床内，不准在湖内清洗（洗砂），防止淤泥再次堵塞河道湖床；其次需环保部门监督执行，由保护区实行生态监测和生态评估，对于内湖清淤产生的淤泥，通过排水固结和固化以减少体积，便于运输和储存；最后实现淤泥的“无害化、规模化、集成化、自动化、资源化”利用。

科学化采砂有利于：畅通航道，加大径流，提高湖盆水质；扩大生态水面积和有效容积，扩大供水量，加强水资源承载能力，加强生态水系循环；优化水资源配置，改善水资源环境，筑牢生态屏障，修复和优化湿地生态功能；增强湖泊蓄水能力和补水能力，保护候鸟栖息地；丰富水生生物资源，扩大生态效益。

4 结语

洞庭湖湿地保护与修复可以给人类带来巨大经济效益、生态效益和社会效益。湿地轮回更新修复是以自然循环过程为主、与保护机制及人工修复相结合，形成“自然恢复+人工干预”的双轮驱动模式，通过污染源头治理、跨区域协同和政策创新实现生态功能再生。未来应强化科技赋能与社区参与，推动湿地保护从“被动修复”向“主动适应”转型，为全球湿地治理贡献中国智慧。

参考文献

[1]陈宜瑜，吕宪国.湿地功能与湿地科学的研究方向[J].湿地科学，2003，1(1)：7-11.

[2]粟娟，潘勇军.从退化果园到生物多样性丰富的绿色休闲空

间：基于广州海珠湿地修复实践[J].中国城市林业，2022，20(6)：25-30.
[3]吴天.论湿地生态环境影响的评价[J].化工管理，2019(2)：181.
[4]侯志勇，谢永宏，赵启鸿，等.洞庭湖湿地植物资源现状及保护与可持续利用对策[J].农业现代化研究，2013，34(2)：181-185.
[5]洞庭湖湿地保护修复成效显著[J].湖南林业科技，2020，47(5)：2，115-116.
[6]汪迎春，赵玉连，张志麒，等.几种典型湿地的生态现状与修复策略[J].湿地科学与管理，2020，16(1)：34-37.
[7]潘明麒，于秀波.洞庭湖湿地生态系统管理面临的威胁及应对策略初探[J].长江流域资源与环境，2011，20(6)：729-735.
[8]李军，彭万里.洞庭湖区湿地生态环境问题与可持续发展[J].科技咨询导报，2007，4(6)：61.
[9]贺建林.泥沙疏浚对洞庭湖区生态效益的影响研究[C]//湖南省农业系统工程学会.湖南省农业系统工程学会 2012 年年会论文集.湘潭大学商学院，2012.
[10]徐灿.洞庭湖水沙情势变化及其生态效应研究[D].武汉：武汉大学，2019.
[11]徐琪，瞿毅然，朱博渊，等.1956 年以来洞庭湖盆的演变[J].中国农村水利水电，2023(11)：119-124，130.
[12]付钰珊，胡文敏，徐娅楠，等.洞庭湖水位变化对湿地覆被演替的响应研究[J].绿色科技，2022，24(10)：18-23.
[13]彭德纯，袁正科.洞庭湖淤积趋势及其防治[J].中国水土保持，1985(2)：26-28.
[14]徐志.气候变化对洞庭湖流域水资源影响分析[J].环境与发展，2018，30(1)：202，204.
[15]查胡飞.洞庭湖湿地水文情势及生态水位阈值研究[D].郑州：华北水利水电大学，2020.
[16]周静，万荣荣，吴兴华，等.洞庭湖湿地植被长期格局变化(1987—2016 年)及其对水文过程的响应[J].湖泊科学，2020，32(6)：1723-1735.
[17]董世杰，李英海，吴江，等.近 60 年洞庭湖水位演变态势研究[J].湖泊科学，2024，36(2)：575-586.
[18]周国辉.洞庭湖湿地维管束植物物种多样性研究[D].长沙：中南林业科技大学，2022.
[19]袁正科，旷建军.洞庭湖天然湿地退化及成因分析[J].人民长江，2009，40(14)：32-34.
[20]侯志勇，谢永宏，陈心胜，等.洞庭湖湿地的外来入侵植物研究[J].农业现代化研究，2011，32(6)：744-747.
[21]蒋忠冠，曹亮，张鹗.洞庭湖鱼类的群落结构及其时空动态[J].水生生物学报，2019，43(增刊 1)：42-48.
[22]李杰钦，王德良，丁德明.洞庭湖鱼类资源研究进展[J].安徽农业科学，2013，41(9)：3898-3900.
[23]卢金友，罗恒凯.长江与洞庭湖关系变化初步分析[J].人民长江，1999，30(4)：25-27，49.
[24]吴文胜，胡世忠.长江与洞庭湖江、湖关系变化及影响[C]//中国科学技术协会.湖泊保护与生态文明建设：第四届中国湖泊论坛论文集.湖南省岳阳市长江修防处，2014.
[25]高耶.三峡工程运行后荆江三口与洞庭湖的水沙变化[D].长沙：湖南农业大学，2019.
[26]方春明，毛继新，陈绪坚.三峡工程蓄水运用后荆江三口分流河道冲淤变化模拟[J].中国水利水电科学研究院学报，2007，5(3)：181-185.
[27]郭小虎，姚仕明，晏黎明.荆江三口分流分沙及洞庭湖出口水沙输移的变化规律[J].长江科学院院报，2011，28(8)：80-86.
[28]柴泽清，郭小虎，朱勇辉.三峡工程运用后荆江与洞庭湖关系变化研究进展[J].长江科学院院报，2023，40(4)：17-23，30.
[29]卞鸿翔.元明清时期洞庭湖的演变[J].湖南师范大学自然科学学报，1985，8(1)：63-69.
[30]卞鸿翔.历史上洞庭湖面积的变迁[J].湖南师范大学自然科学学报，1986，9(2)：91-95.
[31]易丽.历史时期长江中游江湖关系的演变：以洞庭湖、鄱阳湖为例[D].武汉：武汉大学，2017.
[32]柯文莉.洞庭湖水位—水面面积关系变化及成因研究[D].黄石：湖北师范大学，2018.
[33]柯文莉，陈成忠，吉红霞，等.洞庭湖水面面积与城陵矶水位之间的绳套关系[J].湖泊科学，2017，29(3)：753-764.