

联合历史地形图与遥感影像的洞庭湖区堤垸时空演变

邹娟^{1,2}, 余姝辰^{1,2,*}, 邹聪¹, 徐质彬³, 赵动¹, 李雪宇¹, 贺秋华^{1,2}

1.湖南省自然资源事务中心, 湖南长沙 410004

2.洞庭湖区生态环境遥感监测湖南省重点实验室, 湖南长沙 410007

3.湖南省遥感地质调查监测所, 湖南长沙 410015

摘要: 囿于历史时期地理空间信息缺乏, 给洞庭湖区长时序堤垸演变研究带来了困难。本文通过1933年以来9个时段的历史地形图和遥感影像, 反演近百年堤垸时空演变, 分析演变特征及驱动原因。20世纪30年代, 堤垸主要分布于荆江南流“三河”两岸和湘资沅澧“四水”河口三角洲地带, 新中国成立后结合水利工程建设进行围湖垦殖, 面积从1933年的7387.45km²增至2024年的9674.99km², 增幅2287.54km²。近百年来围湖垦殖经历了1933-1949年局部围垦期、1950-1958年大规模围垦期、1959-1980年极限围垦期、1981年后禁围退垸期等4个阶段, 年均增幅分别为13.21km²、122.98km²、44.88km²、-0.71km²。前两阶段是特定历史背景下“向湖要粮”的举措, “极限围垦”超出洞庭湖承受力, “禁围”难以消除其带来的水灾隐患, “退垸”程度极其有限。研究成果为合理开发、利用和保护湖区国土资源及科学规划治湖思路提供了原创性基础数据。

关键词: 历史地图; 遥感影像; 洞庭湖区; 堤垸围垦; 时空演变

中图分类号: P237

收稿日期: 2025-07-08

Temporal and spatial evolution of embankments in Dongting Lake area using historical topographic maps and remote sensing images

Zou Juan^{1,2}, Yu Shuchen^{1,2,*}, Zou Cong¹, Xu Zhibin³, Zhao Dong¹, Li Xueyu¹, He Qiuhua^{1,2}

1.Hunan Center of Natural Resources Affairs, Changsha 410004, China

2.Hunan Provincial Key Laboratory of Remote Sensing Monitoring of Ecological Environment in Dongting Lake Area, Changsha 410007, China

3.Remote Sensing Geological Survey and Monitor Institute of Hunan Province, Changsha 410015, China

Abstract: Due to the lack of geospatial information in historical periods, it has brought difficulties to the research on the long-term evolution of embankments in the Dongting Lake area. This paper retrieves the spatio-temporal evolution of embankments over the past century through historical topographic maps and remote sensing images of 9 periods since 1933, and analyzes the evolution characteristics and driving reasons. In the 1930s, embankments were mainly distributed on both sides of the Song Zi River, Ou Chi River and Hu Du River basin of southern flow of the Jingjiang River and the estuarine deltas of the "Four Rivers" (Xiang Jiang River, Zi Shui River, Yuan Jiang River, and Li Shui River). After the founding of New China, combined with the construction of water conservancy

基金项目: 湖南省自然科学基金项目(No.2024JJ8320,2025JJ80020), 湖南省科技人才托举工程“年轻优秀科技人才培养计划”

(No.2023TJ-N16), 洞庭湖区生态环境遥感监测湖南省重点实验室开放基金(DTH Key Lab.2024-02、2024-12)共同资助。

作者简介: 邹娟(1989-), 女, 高级工程师, 自然资源与国土空间生态遥感监测.E-mail: 339818271@qq.com, ORCID: 0009-0004-3129-2621

通讯作者: 余姝辰(1990-), 女, 博士、高级工程师, 水工环地质和国土空间生态遥感监测.E-mail: 22581400@qq.com

projects, lake reclamation was carried out, and the area increased from 7387.45 km² in 1933 to 9674.99 km² in 2024, with an increase of 2287.54 km². Over the past century, lake reclamation has gone through four stages: the period of local reclamation from 1933 to 1949, the period of large-scale reclamation from 1950 to 1958, the period of extreme reclamation from 1959 to 1980, and the period of prohibition of reclamation and removal of embankments after 1981, with an average annual increase of 13.21 km², 122.98 km², 44.88 km² and -0.71 km² respectively. The first two stages were measures of "asking for grain from the lake" under specific historical backgrounds. "Extreme reclamation" exceeded the bearing capacity of Dongting Lake. "Prohibition of reclamation" was difficult to eliminate the hidden danger of floods caused by it, and the degree of "removal of embankments" was extremely limited. The research results provide original basic data for the rational development, utilization and protection of land and resources in the lake area and the scientific planning of lake management ideas.

Key Words: historical map; remote sensing imagery; Dongting Lake area; embankment reclamation; spatial-temporal evolution

引言

堤垸又称“圩垸”，是指江湖低地外有堤坝挡水、内有灌排系统的垦殖区域（余姝辰等，2021），在长江下游安徽、浙江一带称“圩”，长江中游两湖地区称“垸”，常德等地称“障”。洞庭湖区的堤垸是泥沙淤积与人类活动共同作用的结果，肇始于东汉初年樊重兴筑“樊陂”（卞鸿翔和龚循礼，1985）。历史上，堤垸打造了洞庭湖区“湖广熟，天下足”的农业地位，同时也加剧了湖区水患（钟兴永，2005）。全面认识洞庭湖堤垸演变历史，历来为各级政府和民众所关切。

围垸垦殖与洞庭湖的萎缩因果相依（吕娟和周魁一，1999；余姝辰等，2020）。早在清乾隆十二年（1747），湖南巡抚杨奏：自康熙年间许民各就滩荒筑围垦田，凡稍高之地无不筑围，滨湖堤垸如鳞，弥望无迹，已有与水争地之势。朱批：“堤围已筑者，岁加培修；未筑者，永禁新增”（陶澍和万年淳，2003）。进入民国中期（1930年代初期），为全面掌握湖区堤垸情况，国民政府湖南省财政厅组建清丈田亩测量队，测制了洞庭湖区1:2.5万地形图。1998年长江流域特大洪灾后，国务院制定“退田还湖，平垸行洪”的治湖对策（黄其正，1999）。王克英（1998）主编的《洞庭湖治理与开发》、李跃龙（2014）主编的《洞庭湖的演变、开发和治理简史》等，均详细介绍了洞庭湖的堤垸垦殖历史，在分析泥沙淤积与围湖垦殖的基础上，认为“无泥沙即无湖洲，无湖洲即无堤垸”。湖南省国土资源厅组织编著《洞庭湖历史变迁地图集》（湖南省国土资源厅，2011）（以下简称《图集》），在堤垸演变图组中编绘了自汉代以来18个主要历史时期的堤垸修筑地图。吉红霞等（2014）利用该《图集》绘制的民国早期、民国晚期、解放初期和1970年代等4期洞庭湖堤垸图，结合2012年TM遥感影像，分析了近百年来洞庭湖堤垸空间变化；王卷乐等（2016；2017）利用1949年和1998年2期水利工程图并结合《图集》绘制的洞庭湖堤垸图，分析了1949-2013年洞庭湖区堤垸时空分布与历史演变，构建了洞庭湖区堤垸1949-2013年4个时段的空间分布数据集。另外，邱罗等（2024）、余姝辰等（2020；2021；2024；Yu et al., 2024）在研究通江湖泊、垸内湖泊、湖泊洲滩近现代时空演变时，初步分析了围湖垦殖对洞庭湖面积的影响。

前人针对洞庭湖区围湖垦殖开展研究，在很大程度上提高了堤垸变化规律及其影响原因的认识。但是，由于历史时期堤垸时空信息获取困难，前人的研究大部分局限于从定性层面分析演变历史，仅《图集》编制的系列图件反映了堤垸的时空格局变化。即便如此，《图集》不仅精度有限（比例尺1:175万-1:31万），且没有说明编图依据或出处，可作为管理与决策参考（湖南省国土资源厅，2011），但作为堤垸围垦依据亟待稽考。至于吉红霞、王卷乐等分析的堤垸空间变化，因基本或大部依据《图集》，与《图集》一脉相承，是《图集》的应用或成果的延伸。鉴此，本文

联合1933年以来4期历史地形图资料和1954年以来5期卫星遥感影像，并结合地理国情普查和监测数据，原创性地反演上世纪30年代以来洞庭湖区堤垸时空演变历程，提炼演变特征，剖析驱动原因，以期为合理开发、利用和保护湖区国土资源，科学规划治湖思路提供基础数据。

1 数据与方法

1.1 洞庭湖区概况

洞庭湖区位于长江中游荆江南岸，湖南省北部（111°29′~113°41′E， 28°11′~30°25′N），跨湘鄂两省。根据湖南省人民政府《关于洞庭湖具体范围的通告》（湘政函〔2022〕77号），洞庭湖区包括湖南省的岳阳市、常德市、益阳市、长沙市望城区23个县级行政区和湖北省荆州市荆江南部3个县级行政区（图1）。据1:5万地形图并结合遥感影像量算，海拔≤50m的平原区面积1.88万km²，其中湖南部分1.55万km²，湖北部分0.33万km²。囿于资料所限，本文仅研究湖南部分的堤垸演变。

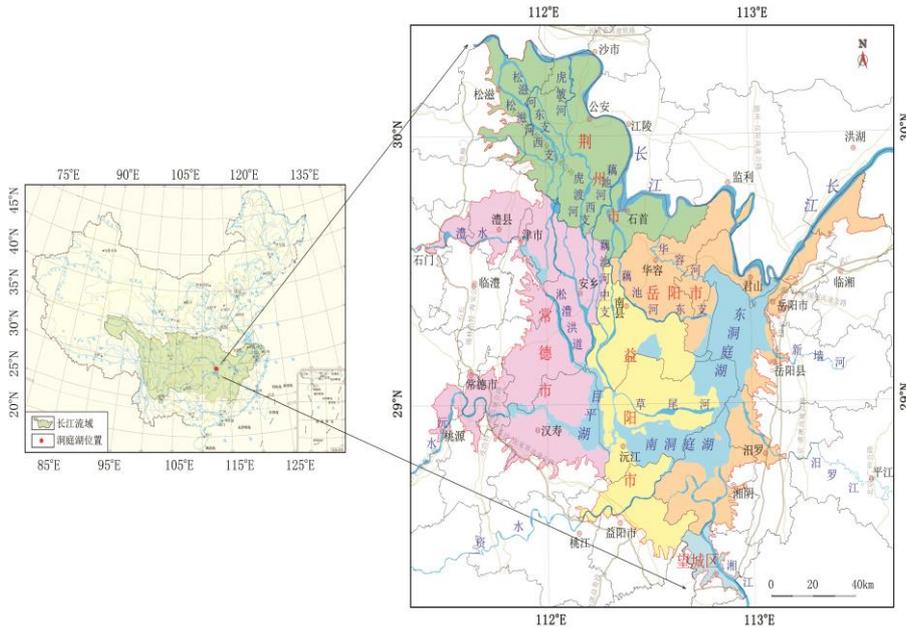


图1 洞庭湖区地理位置

Fig.1 The geographical location of the Dongting Lake area

洞庭湖吞吐荆江松滋、太平、藕池“三口”分流，承接湘、资、沅、澧“四水”以及周边汨罗江、新墙河等区间来水，经泥沙淤积后由城陵矶汇入长江。据《中国河流泥沙公报》（中华人民共和国水利部，2023）统计，荆江南流松滋、虎渡、藕池“三河”多年（1950-2023年）年均入湖输沙量 $8732.16 \times 10^4 \text{t}$ ，湘、资、沅、澧“四水”年均入湖泥沙 $2320.18 \times 10^4 \text{t}$ ，城陵矶年均出湖泥沙 $3525.60 \times 10^4 \text{t}$ ，洞庭湖年均淤积泥沙 $7526.74 \times 10^4 \text{t}$ 。洞庭湖区大量的泥沙淤积，致使洲滩扩张，为堤垸围垦提供了洲土基础。

1.2 信息源

受制于测绘遥感技术，1960年代及之前的信息源极其有限，按“能收尽收”原则，争取收集足够的信息源用于研究；1970年代及其后，卫星遥感技术得到迅速发展，研究中主要考虑堤垸围垦突变年份选用信息源。本文共收集利用了9个时段的历史地形图与卫星遥感影像。

1.2.1 历史地形图

选用1933年以来4期历史地形图资料：一是民国二十二年（1933）国民政府湖南省财政厅清丈田亩测量队测制的1:2.5万地形图，“标高自（长沙）小吴门外假定标高点一百公尺起算”，无坐标系和经纬度标识，有图例，详细地标绘了堤垸情况；二是美国陆军制图局1949年“参照民国三十三年航摄照片平面测绘”的1:25万地形图，采用横轴墨卡托投影，吴淞零点高程，无坐标系但有

经纬度标识；三是1958年参考前苏联1954年11-12月航摄的黑白航片，实地调绘的1:5万地形图，北京54坐标，吴淞零点高程，已扫描并纠正为DRG（Digital Raster Graphic）数据；四是1980年依据1956-1970地形图调绘修测的1:5万地形图，北京54坐标，黄海基准，DRG数据。

1.2.2 遥感影像数据

选用1954年以来洞庭湖围湖垦殖相对较强的5期遥感影像，分别是：1954年11-12月前苏联航摄的黑白航片，空间分辨率约为5.0m，单张像幅23cm×23cm，已处理为DOM（Digital Orthophoto Map），北京54坐标，黄海基准；1968年10-12月获取的KH-4B胶片拍摄的卫星影像，全色波段，空间分辨率1.8m；1973年12月8日获取的MSS数据，其空间分辨率79m；1998年2月12日TM数据，空间分辨率30m；2024年1月11日获取的OLI数据，空间分辨率30m。

1.2.3 地理国情普查和监测数据

第一次地理国情普查数据的比例尺为1:1万，大地2000坐标，3°分带。研究中，主要收集利用2021年度基础性地理国情监测和2023年城市国土空间监测成果数据库。

1.3 研究方法

1.3.1 信息源处理

第一次地理国情普查数据具备完善的坐标系统和高程系统。研究中，将各县市区2023年度1:1万地表覆盖图拼接，按6°分带缩编为1:5万，以此作为其它时段地形图和遥感影像的纠正基础。

对于1933年、1949年等原始历史地形图与1954年以来5个时相的卫星遥感影像，以前述处理的2023年度1:5万地表覆盖图为平面控制，在ERDAS Imagine支持下，通过采集同名地物点，采用多项式纠正模型，纠正配准并拼接；1954年、1980年地形图均为DRG数据，1954年航片为DOM数据。研究中将其全部转换为大地2000坐标，按30 m重采样，编制1:5万调查底图。

基础性地理国情监测图没有独立分出堤垸。基于ArcGIS平台，对缩编后的2024年度1:5万地表覆盖图和地理国情监测图，提取包括大堤的水工建筑地类和通江湖泊、通江河道等水面信息。

1.3.2 堤垸信息提取

从堤垸视角，洞庭湖平原区的地物类型包括堤垸区、不适宜围垦堤垸的低山低丘区、通江湖泊区和分割堤垸的通江水系。其中，不适宜围垦堤垸区是指海拔高程≥50m的低山低丘区域；通江湖泊和通江水系由大堤围限，包括水面和洲滩；堤垸区内包括耕地、林地、建设用地、垸内湖泊等，本文主要研究堤垸时空演变，不进行垸内地类细分。

堤垸信息提取时，首先基于地形图和遥感影像，圈定不适宜围垦堤垸的低山低丘区域；然后，在ArcGIS支持下，将2024年度地表覆盖图中的水工建筑图层套合于2024年OLI卫星影像，参考地理国情要素图的水面图层，采用人机交互方式，剔除水工建筑地类中非防洪大堤信息，圈定各通江湖泊、通江河道。除不宜围筑堤垸区域和通江湖泊、通江水系外，其它区域均为堤垸。以此为基础，套合其它时段的遥感影像或地形图，按从新到老的时间顺序，逐时段编制堤垸分布图。

1.3.3 精度评价

第三次国土调查的土地利用现状数据是历经外业检查与实际应用的成果，通过了国家测绘质检部门的验收，可作为堤垸边界精度检验基准。评价中，按均匀分布原则，各时段随机采集检测点数量100个点以上，分别统计计算同名地物点的中误差（表1）。

表1 各时段堤垸边界信息精度一览表 单位：m

Tab.1 List of Accuracy of Embankment Boundary Information in Various Time Periods		unit:m							
年份	1933	1949	1954	1958	1968	1973	1980	1998	2024
数据类型	地形图	地形图	航片	地形图	KH-4B 影像	MSS 影像	地形图	TM 影像	OLI 影像
中误差	26.21	22.24	23.41	18.69	6.47	72.42	11.25	31.72	16.55

表1中，基于地形图和基于遥感影像提取的堤垸边界的中误差分别介于11.25-26.21m和6.47-72.42m之间。《全国国土调查技术规程》(TD/T 1055-2019)规定，“调绘图斑界线与调查底图上同名地物移位不应大于图上0.3mm”，亦即，1:5万、1:10万、1:25万的图斑圈定精度分别为

15m、30m和75m。对比表1中的中误差可以看出，除1973年的精度为1:25万，1968年、1980年的精度为1:5万精度外，其它6个年份的精度均优于1:10万。总体上，堤垸边界圈定精度较高。

2 结果与分析

2.1 堤垸空间变化

基于1933-2024年9个时段的地形图和遥感影像，在ArcGIS 支持下，提取各时段的堤垸边界。洞庭湖区各主要历史时段堤垸空间分布见图2。

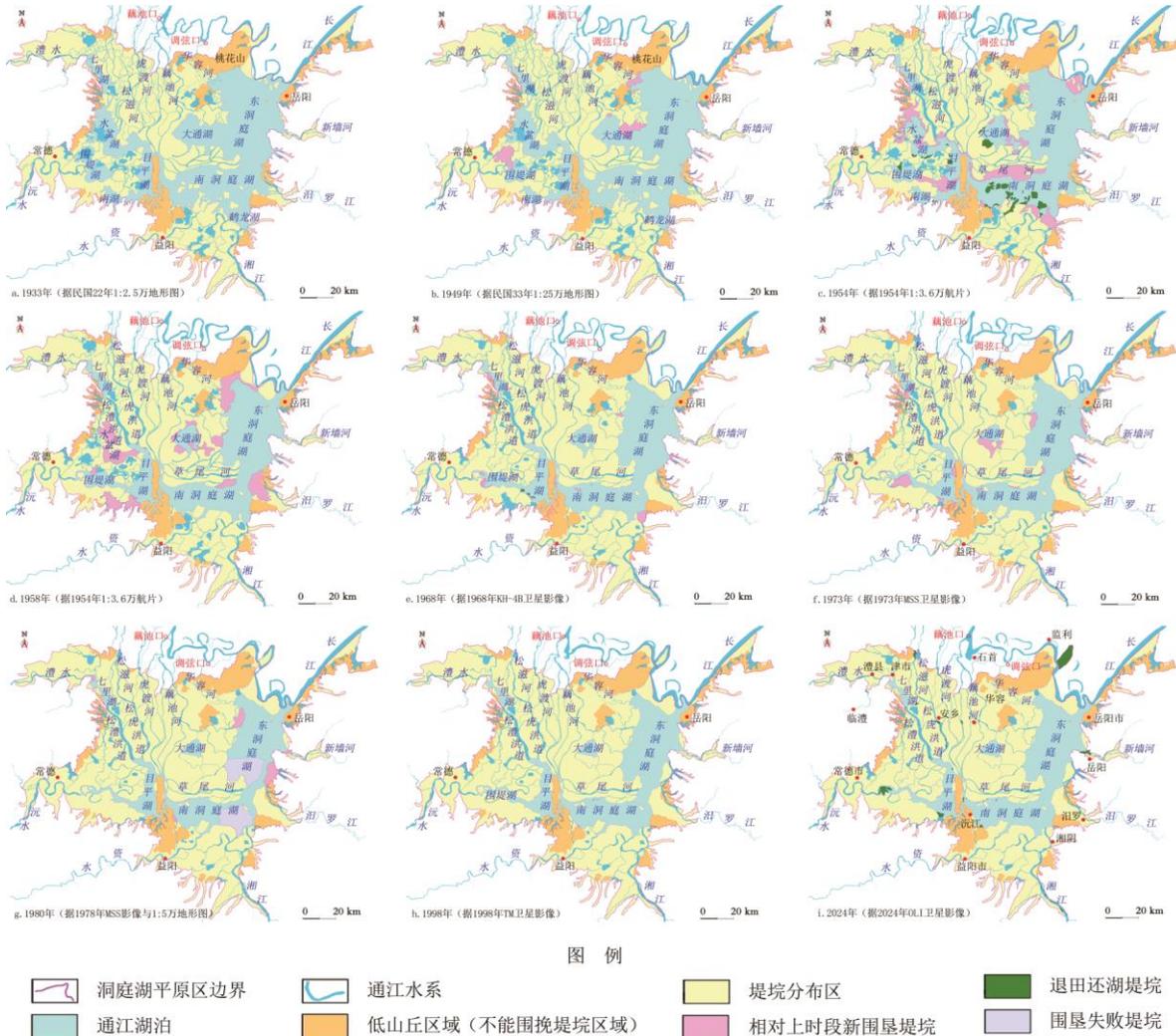


图2 1933年以来洞庭湖区堤垸演变图

Fig.2 Evolution map of embankments in Dongting Lake area since 1933

可以看出，近百年来洞庭湖沧海桑田，表现为堤垸的大幅增加和通江湖泊、通江水系的不断减小。民国二十二年（1933年）地形图显示，受河流泥沙淤积影响，湖区堤垸主要分布于西北部的荆江南流松滋、虎渡、藕池“三河”流域两岸和沅水、湘江、资水等河口三角洲地带。其时，湖区西部荆江南流水系与沅水尾闾之间尚有水盆湖、围堤湖等大型通江湖泊，南洞庭湖中堤垸呈岛链状穿插于湖域，草尾河难见踪影，大通湖与东洞庭湖连为一体，东洞庭湖北抵长江，直达桃花山南麓（图2a）。1949年湖区水系格局基本维持原状，但堤垸局部性扩大，主要是西部围堤湖北部、中部大通湖东北角和华容河入湖河口地带的围湖垦殖（图2b）。

新中国成立初期的1950年代是洞庭湖区堤垸大规模围筑时期。1954年底航片显示，湖区西部水盆湖周边、目平湖西部被围垦为堤垸，原来零散紊乱的澧水、松滋河、虎渡河等南流水系整治

为淞澧洪道和松虎洪道；南洞庭北部高位洲滩被围垦，南部湘江与资水实施堵支并流并垸，在围垦东南部鹤龙湖的同时，原湖域中央的堤垸退出而发生湖垸置换；东洞庭湖北部因修建君山农场仅城陵矶一带与长江连接，大通湖东部因筑建东口横堤从东洞庭湖析出成为垸内湖泊（图2c）。至1958年，洞庭湖堤垸显著扩大，湖区西部的水盆湖和南湖围垦殆尽，南洞庭湖东部围筑屈原农场并在周家垸劈山开河使汨罗江尾闾改道白塘湖下泄，东洞庭湖北部围筑钱粮湖农场并堵塞荆江调弦口、开挖华洪运河，1954年封堵的大通湖内湖被进一步围垦（图2d）。

1960年代，湖区对通江湖泊和通江水系的围垦有所减缓，仅围垦了七里湖西部鲁家垸、围堤湖西部万福垸、南洞庭湖东南角的白泥湖垸和南洞庭湖中央的红旗垸等规模较小的堤垸。此段时期，湖区加大了对周边低丘地区冲沟型水库的修建进程，先后围筑了毛里湖、西湖、木作湖、后港湖、宝塔湖、河塘湖等多个中大型水库（图2e）。进入1970年代，结合血防灭螺的堤垸围垦再次进入新的高潮。1968-1973年，西洞庭湖先后围挽围堤湖垸、目平湖垸和七里湖农场，大通湖南部围挽千山红农场，东洞庭湖东西两岸围挽团山垸、合兴湖垸和麻塘垸（图2f）。其后，洞庭湖的围垦力度进一步加大。由于其时西洞庭湖除留有七里湖和目平湖由淞澧洪道连接外，其它湖泊围垦殆尽，故此时的堤垸围垦主要发生于东、南洞庭湖。至1980年，在东洞庭湖周边先后围垦了团洲垸、中洲垸，在新墙河口围挽毛家湖垸（图2g）。

1980年代之后，洞庭湖堤垸进入“停止围垦”后的基本稳定期。1998年卫星影像显示，1980-1998年的堤垸围垦主要是南洞庭湖西南部的车便湖、北部的欧家洲以及湘江下游的江心洲等，但规模极其有限，围垦总面积仅30.71km²（图2h）。1996年、1998年、1999年洞庭湖流域连续发生特大洪灾，国务院制定了“平垸行洪，退田环湖”的治湖对策（黄其正，1999）。水利部门采取“单退”和“双退”两种“退田还湖”模式，其中“单退”是指垸内居民迁出，堤垸仍用于农业生产，只是汛期高洪水位时用于调蓄；“双退”是指堤垸废弃，作为江湖的一部分进行“平垸行洪”。由于“单退”后仍是用于耕作的堤垸，故研究中主要针对“双退”堤垸。遥感影像显示，“双退”堤垸共32个（图2i），退田还湖面积135.43km²。

2.2 堤垸面积时序变化

定量量算洞庭湖区堤垸面积的代表性学者有王卷乐（2016）、吉红霞（2014）等。王卷乐基于湖南省水利厅1949年编辑的洞庭湖区地势图、1998年和2008年编辑的洞庭湖区水利工程图、2013年ETM卫星图像等4期专题图件，经矢量化后量算了相应年份的洞庭湖区堤垸面积，认为洞庭湖区堤垸面积由1949年8254.96km²增加到2013年的12060.2 km²。吉红霞利用湖南省自然资源厅编辑的《洞庭湖历史变迁地图集》所附的民国前期、民国后期、建国初期、1970年代以及1980年之后等5期1:53万洞庭湖区堤垸图，量算了洞庭湖区堤垸面积，认为洞庭湖区堤垸面积由民国前期（1921-1930年）的5084.19km²增加到2011年的9098.13km²。上述研究中，前者的研究范围包括湖北省荆江南部的松滋县、公安县和石首县，明显大于本文的研究区域，且所利用的资料为1:25万-1:30万的水利专题成果资料，其堤垸面积与本文量算面积没有可比性；后者的研究范围与本文的研究区域基本相同，但因直接利用已有的精度极其有限（1:53万）的某一时间段的堤垸分布图件，同样难以和本文量算的某一具体年份的堤垸面积量化对比。

综合前文所分析的堤垸提取依据和精度，本文基于利用历史地形图和遥感影像原创性编制的不同年份堤垸分布图（图2），提取不同时段堤垸围垦区域（图3），并量算各时段洞庭湖平原区、通江湖泊、通江水系和堤垸面积（表2）。

表2中，洞庭湖区总面积发生变化，主要缘于两个方面，一是洞庭湖出口荆江门-荆江脑河段的河道频繁摆动，使得不同年份洞庭湖区面积略有增减；二是1968年荆江河道上车湾的人工裁弯取直，由于裁弯后的牛轭湖纳入小集成垸，致使1968年后洞庭湖区的面积陡增近70km²。通江湖泊面积不仅包括传统统计的东洞庭湖、南洞庭湖、西洞庭湖（目平湖和七里湖）等通江湖泊，还包括原为通江湖泊但1954年从东洞庭湖析出为垸内湖泊并一直参与堤垸围垦的大通湖，但不包括各堤垸内规模较小的垸内湖泊，亦即垸内湖泊面积纳入堤垸统计。另外，2024年通江湖泊面积还包

括1998年荆江北部的的小集成垸、目平湖的青山湖垸等因退田还湖（“人田双退”）形成的湖泊。

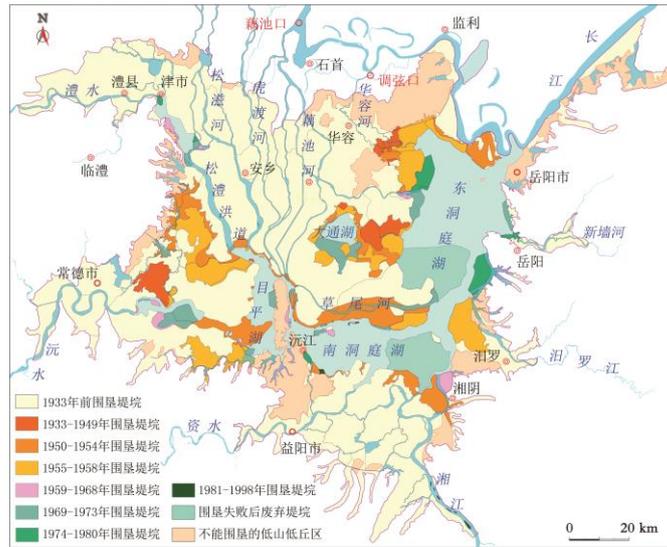


图3 1933年以来不同时段堤垸围垦区域

Fig.3 Embankment reclamation areas at different times since 1933

表2 典型时段通江湖泊、通江水系和堤垸面积 单位: km²

Tab.2 Areas of lakes connected to rivers, river systems connected to rivers, and embankments connected to rivers during typical periods since the mid-Republic of China unit:km²

年份	洞庭湖区总面积	通江湖泊面积	通江水系面积	山丘面积	堤垸面积
1933	15463.37	4807.18	1530.38	1738.36	7387.45
1949	15449.68	4565.32	1534.03	1738.36	7611.98
1954	15444.11	4170.24	1600.54	1738.36	7934.98
1958	15451.30	3275.97	1718.16	1738.36	8718.82
1968	15520.54	3180.62	1395.38	1738.36	9206.18
1973	15519.19	2921.03	1318.13	1738.36	9541.67
1980	15517.02	2777.85	1294.72	1738.36	9706.08
1998	15520.10	2771.27	1273.68	1738.36	9736.79
2024	15519.60	2906.70	1199.55	1738.36	9674.99

从表2可以看出，上世纪30年代以来洞庭湖区通江湖泊面积、通江水系面积和堤垸面积均显著变化。其中，通江湖泊面积由1933年的4807.18 km²萎缩到2024年的2906.70km²，通江水系面积由1530.38 km²减少到1199.55km²，二者合计减幅为2231.31km²；堤垸面积由7387.45 km²增加到9674.99km²，增幅为2287.54km²。可见，湖泊、水系面积的减少与堤垸面积的增加面积基本持平，说明堤垸围垦主要占用了通江湖泊和通江水系。

1933年以来洞庭湖堤垸面积时序变化曲线如图4。根据不同时段堤垸面积的增加幅度，1933年以来洞庭湖区堤垸围垦经历了4个阶段。

第1阶段是1933-1949年，为局部围垦期。堤垸面积由7387.45 km²扩大到7611.98km²，年均增幅13.21km²；洞庭湖区通江湖泊面积由4807.19 km²萎缩至4565.32km²，年均减少13.21km²。此阶段堤垸面积增加224.53km²，占1933年以来堤垸总扩大面积的9.82%。

民国初期，荆江南流“四口”输沙量逐年增加，洞庭湖滩洲淤高，藕池河东支河口三角洲前沿已迫近东洞庭湖中心的大通湖与舵杆洲，松滋、虎渡、藕池三河泥沙使西洞庭湖北岸洲滩迅速扩张，为筑堤围垸提供了洲土条件。民国6-7年（1917-1918），湖南军阀谭延闿、张敬尧先后颁布《滨湖淤洲垦务简章》，允准“缴纳领照，筑堤围垸”，规定纳费给照开垦（王克英，1998；李跃龙，2014）。自此，洞庭湖区10县农民争相转垦，致使水患日甚。至民国20年（1931）、24年（1935），洞庭湖区连续遭受等特大水灾，堤垸溃损“十之七八”（毛德华，1998）。在此背

景下，1943年7月，湘省府主席薛岳颁布《滨湖公有洲土整理办法》（湖南省人民政府地方志编纂院，2016），明确“严禁围垦新垸”“严禁盗修淤洲堤垸”，此期间未曾大举围垦，仅1937年在大通湖一带围筑天祐垸（王银银，2023），面积86.99km²。1946年，战后的湖南“饥荒遍及全省”（湖南省人民政府地方志编纂院，2016），是年3月14日《中央日报》社论《湘灾，全国灾难的信号》称“3000万湖南人至少1000万人挣扎于饥饿线”。鉴此，中华民国常德县三民主义青年团在西洞庭湖创办青年农场，围筑官致障、大连障、丰临障等障垸，面积98.27km²。与此同时，联合国善后救济总署、行政院救济总署对北部紧邻长江的永成废垸进行挽修，面积38.50km²，以缓解粮食短缺之急（湖南省水利志编纂办公室，1990）。因此，本阶段的堤垸围垦主要分布在西洞庭湖和东洞庭湖西部等局部区域（图2b，图3）。



图4 1933年以来洞庭湖区堤垸面积时序变化

Fig.4 Time series changes of embankment area in Dongting Lake region since 1933

第2阶段是1950-1958年，为大规模围垦期。堤垸面积由7611.98 km²扩大到8718.82km²，年均增幅122.98km²；洞庭湖区通江湖泊面积由4565.32 km²萎缩至3275.97km²，年均减少143.26km²。此阶段堤垸面积增加1106.84km²，占1933年以来堤垸总扩大面积的48.39%。

1950年，战争结束后的解放军南下部队屯垦戎边，在藕池河东支南部整修团山垸，将1948-1949年溃决的保安垸、昭福垸、成美垸等合并为团山大垸，由此揭开了新中国成立后洞庭湖围垦序幕。1952年和1954年，湖区相继遭受特大洪灾（中华人民共和国国家统计局，1995），大小堤垸基本溃尽（毛德华，1995；湖南省水文水资源勘测局，2006）。在此背景下，刚成立的中央人民政府把治水作为灾后重建的根本大计，湖南省人民政府随即作出《关于修复洞庭湖堤垸工程的决定》，提出“修复堤垸、合并堤垸、堵支并流、培修大堤、清隐整险”的治湖对策，部署并实施“南洞庭湖整修工程”“大通湖蓄洪垦殖工程”和“西洞庭湖蓄洪垦区工程”（洞庭湖修复工程指挥部，1952）。自此，伴随洞庭湖区大规模治理整修而进行的大规模围湖垦殖正式启动。

本阶段，1952-1954年实施的“南洞庭湖整修工程”，在南洞庭湖南部合修民主垸、湘滨南湖垸和烂泥湖大圈，围垦面积125.48 km²，并对锡福围、徐家垸、三星垸、嘉兴垸、仁丰、东成等面积达125.79km²的20多个堤垸进行“湖垸置换”，二者抵消后堤垸面积基本持平；北部围筑了双华垸、茶盘洲垸、宪城院等，面积261.88km²；东部围筑屈原农场（图2c，图3），面积143.28 km²。1955年实施的“西洞庭湖蓄洪垦区工程”，先后围挽西洞庭湖农场、西湖农场、贺家山农场、沅南垸等，合并形成沅澧大圈，堤垸面积增加509.73km²。与此同时，东洞庭湖也实施了大规模围垦，一是1952年在大通湖东部筑就东口横堤，围挽大通湖农场、金盆农场、千山红农场、南湾湖农场和北洲子农场，面积218.88 km²；二是1954-1958年整修并围挽君山农场、建新农场，面积110.45 km²；三是1958年建闸封堵长江调弦口，有效控制调弦河流量，在注滋口北部围垦钱粮湖农场（图2d），面积173.20 km²。上述蓄洪垦殖工程中，“大通湖东部东口横堤”的筑就得到原中央水利部批准（[1952]规(二)字15406号），“长江调弦口建闸封堵”由原政务院总理组织召开的湖北、湖南、江西三省省委书记参加的水利会议协商决定（湖南省水文水资源勘测局，2006）。这两项工程的实施标

志着自民国26年以来湘鄂两省围绕“大通湖天祐垸围筑”与“荆江南流四口堵筑”的历史水事纷争（湖南省人民政府地方志编纂院，2016）经中央人民政府调解得以平息。

第3阶段是1959-1980年，为极限围垦期。堤垸面积由8718.82 km²增加到9706.08km²，年均增加44.88km²；洞庭湖区通江湖泊面积由3275.97 km²萎缩至2777.85km²，年均减少22.64km²。此阶段堤垸面积增加987.26km²，占1933年以来堤垸总扩大面积的43.16%。

1959年-1961年，我国连续3年遭受严重的干旱灾害（中华人民共和国国家统计局，1995），粮食极其短缺，“以粮为纲”成为我国农业发展方针（任松峰和崔维友，2009），随之而来的是此后近20年的围垦高峰。然而，经1950年代的大规模围垦，湖区可用于围垦的高位洲土已经寥寥无几。因此，1960年代，湖区的堤垸围垦不再是单纯的占用通江湖泊，而是通过如下3个方式“向湖要粮”：一是竣工1958年启动的钱粮湖农场、屈原农场等大型堤垸围垦；二是对1950年代因堤垸围垦业已成为垸内湖泊的鹰湖、洋淘湖、注澜湖、黄荆湖、长白湖、凤凰湖、鹤龙湖、牛氏湖等进行垦殖；三是继续围挽通江湖泊中围垦难度相对较小的局部高位洲滩，如北湖垸、万福垸等（图2e，图3）。通过上述“内用内湖，外占湖泊”的围垦措施，湖区堤垸面积增加487.84 km²，但通江水系由1958年的1718.16 km²锐减到1968年的1395.38 km²，减幅达322.78 km²；通江湖泊面积由3275.97km²萎缩到3180.63 km²，减少95.35 km²。

进入1970年代，湖区可用于堤垸围垦的区域极其有限，但围垦热潮不减。一是针对局部残留的高位边滩，如1976年在目平湖东部围筑目平湖垸，1978-1979年在目平湖南部围筑青山湖垸，这两个堤垸均三面环湖，面积分别为13.17 km²和8.12 km²；1970-1976年在南洞庭湖周边围挽新胜垸、琼湖垸等10多个巴垸，面积22.81 km²。二是充分利用有限的垸内水系，主要是1975-1976年在大通湖南部围筑南湾湖农场，面积64.74 km²。三是瞄准河口三角洲地带。在水流冲刷剧烈地段围垦，不仅施工难度大，而且汛期溃决风险高，这是在再无合适围垦区域时的无奈选择。

藕池河东支是长江“三口”输沙量最大的河流，1951-2023年年均输沙量3920×10⁴t（中华人民共和国水利部，2023），累计入湖输沙量28.62×10⁸t，占同期“三口”“四水”入湖泥沙总量的34.34%。这些泥沙使得河口三角洲迅猛发展，仅1933-1980年三角洲面积增加205.71 km²（图5），成为其时围湖垦殖的首选区域。1970-1971年和1978年，在藕池河东支南北两岸先后围筑新洲垸和团洲垸，面积分别为16.88 km²和51.13 km²。同样的堤垸围筑情况也出现于洞庭湖其它入湖河口，1975年在东洞庭湖东部的汨罗江河口围筑中洲垸，面积74.78km²；1974-1975年在新墙河口围筑麻塘垸和毛家湖垸，面积分别为14.61km²和7.87km²；1969-1970年在草尾河口围筑合兴垸，面积9.26km²；1975-1976年在沅水尾闾围筑围堤湖垸，面积61.71km²。

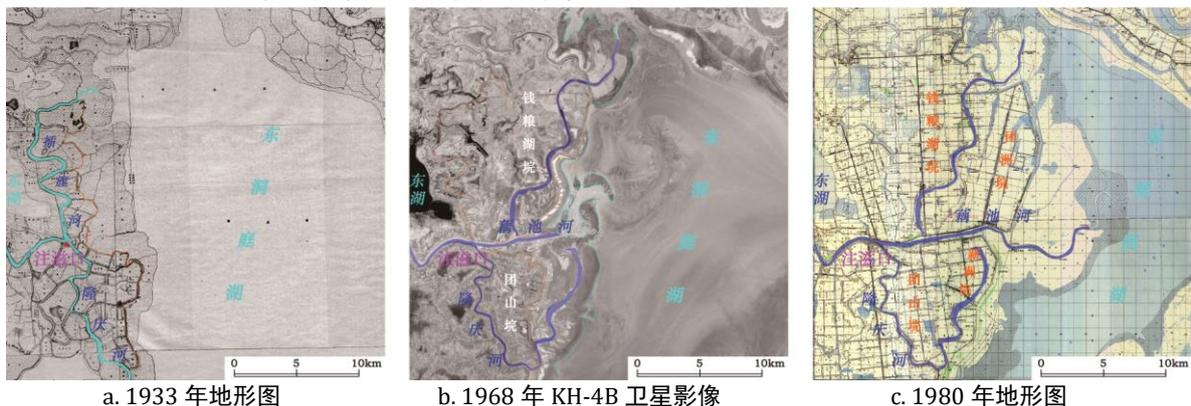


图5 1933-1980年藕池河东支河口三角洲扩张

Fig.5 Delta expansion at the eastern branch of the Ouchi River estuary from 1933 to 1980

至此，洞庭湖区的高位洲滩和垸内水系已围垦殆尽。然而，围垦仍在继续，向湖泊中央围垦成为必然。1977-1978年，益阳沅江县在东洞庭湖南部围挽飘尾洲垸，岳阳湘阴县在南洞庭湖东部围挽横岭湖垸（图2g，图3），面积分别达304.69km²和248.84km²。但是，这两个堤垸均没有经受住第一个汛期的洪水考验。1979年6月27日，当城陵矶水位仅28.16m，亦即离警戒水位还差4.34m

的并非高洪水位时，刚围垦的漂尾洲垸和横岭湖垸同时溃决，近60万亩作物全部淹毁。这也说明，洞庭湖的筑堤围垸已超出其承受极限。在此背景下，这两个巨大型堤垸被迫废弃。若果围垦成功，洞庭湖面积还将缩小553.53km²，占现今洞庭湖区通江湖泊面积的20%。

第4阶段是1981-2024年，为禁围退垸期。堤垸经历了先增后减的变化过程，面积由1980年的9706.08 km²增加到1998年的9736.79 km²，然后减少到2024年的9674.99km²。此阶段洞庭湖区通江湖泊面积由2777.85km²扩大至2906.70km²，增加128.85km²，但通江水系面积由1294.72km²减小至1199.55km²，减幅95.17 km²。

洞庭湖区围湖垦殖致使湖泊急剧萎缩，调蓄能力降低，过水洪道阻塞，严重影响了水患防治。1980年5月，水利部召开长江中下游防洪座谈会，决定“停止围垦”（湖南省水文水资源勘测局，2006）。1986年我国实施的《土地法》、1988年实施的《水法》同时明确“禁止围湖造田和侵占江河滩地”。自此之后，洞庭湖进入禁围阶段，围垦得到了有效控制。1980-1998年的近20年间，湖区仅围筑了车便湖、欧家洲等仅30.71km²的堤垸。

然而，“禁围”只能缓解湖区灾情的加剧，并未消除历史上因“极限围垦”带来的水灾隐患。进入20世纪90年代，洞庭湖区连续遭受特大洪涝灾害。特别是1996年，东洞庭湖西部的团洲垸、钱粮湖垸、团山垸、新洲垸、新华垸，南洞庭湖北部的共华垸、双华垸、茶盘洲垸，目平湖周边的目平湖垸、围堤湖垸以及荆江北部的小集成垸等大型堤垸相继溃决，淹没面积超1600km²。1998年和1999年，湖区又先后溃决安造垸、澧南垸、民主垸、小集成垸等，被淹面积近1000 km²。是年底，中共中央、国务院印发《关于灾后重建、整治江湖、兴修水利的若干意见》（中发〔1998〕15号），湖南省委、省人民政府印发《关于平垸行洪、退田还湖、移民建镇的若干意见》（湘发〔1998〕17号）（中共湖南省委湖南省人民政府，1999），由此拉开洞庭湖区“退垸”帷幕。湖南省水利厅数据显示，截至2018年，洞庭湖区平退堤垸333处，调蓄面积比1978年扩大779km²（新华社，2018）。但囿于移民安置难度太大，“退垸”的大型堤垸极其有限，绝大部分是淤澧洪道、松虎洪道、藕池河道以及湘资沅澧“四水”等河道外滩里的巴垸，它们原本是“水涨被淹、水退才耕”的调蓄区域，纳入本研究堤垸面积统计范畴的只有荆江北部的小集成垸、目平湖的青山湖垸、沅江尾间的讯洲垸、南洞庭湖西南部的车便湖垸、新墙河口的毛家湖垸等面积≥2km²的较大堤垸，退垸总面积135.43km²，其中小集成垸面积最大，为66.84km²，占总退垸面积的一半。

从图4可以看出，1933年以来通江湖泊面积与堤垸面积具有此消彼长的联动变化关系，二者呈现显著的负相关性，相关系数达0.9745（图6）。按此可以认为，洞庭湖堤垸围垦是其面积萎缩的直接原因，但这是表象上的认识。仔细分析各时段的地形图或遥感影像，堤垸围垦区域无不在湖泊的高位洲土，极少围垦湖泊水域，而高位洲土是泥沙淤积的结果（余姝辰，2021；余姝辰等，2024；邱罗等，2024；Yu et al., 2024）。因此，从深层次上理解，可以认为洞庭湖区的堤垸围垦是在特定的政治、经济等社会背景下，伴随泥沙淤积与高位洲滩扩张的湖泊发育过程。无泥沙即无洲土，无洲土即无堤垸。或者说围垦是泥沙淤积的结果，而不是泥沙淤积的原因。

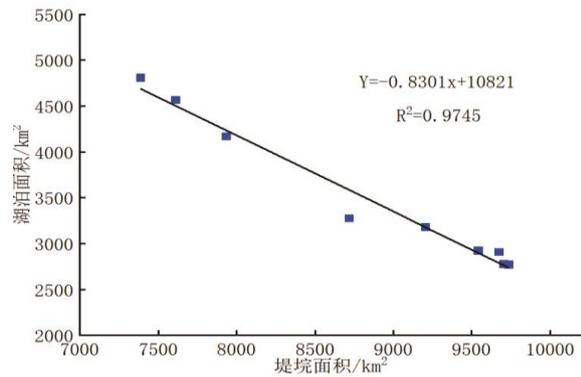


图6 堤垸围垦与湖泊萎缩关系
Fig.6 Relationship between embankment reclamation and lake shrinkage

3 结论

本文收集利用上世纪30年代以来4期历史地形图资料和1968年以来5期卫星遥感影像，原创性地反演近百年来洞庭湖区堤垸时空演变历程，分析演变特征，剖析驱动原因。研究结果表明：

(1) 上世纪 30 年代,湖区堤垸主要分布于荆江南流“三河”流域两岸和湘资沅澧“四水”河口三角洲地带。新中国成立后结合水利工程建设进行围湖垦殖,“南洞庭湖整修工程”导致南洞庭湖整体南迁,“大通湖蓄洪垦殖工程”使得大通湖从东洞庭湖析出,“西洞庭湖蓄洪垦区工程”致使西洞庭湖几乎围垦殆尽。另外,钱粮湖农场围垦封堵长江调弦口,改变了荆江南流水系格局。

(2) 1933-1998 年,洞庭湖区堤垸面积从 7387.45 km² 增加到 9736.79 km²,增幅为 2349.34km²。其中,1950-1958 年增幅最大,年均增加 122.98km²;其次是 1959-1980 年,年均增加 44.88km²。1998 年后洞庭湖实施“退田还湖”,堤垸面积减少到 9674.99km²,减幅为 61.80 km²。

(3) 上世纪 30 年代以来,洞庭湖区围湖垦殖经历了 1933-1949 年的局部围垦期、1950-1958 年的大规模围垦期、1959-1980 年的极限围垦期和 1981 年之后的禁围退垸期等 4 个阶段。“局部围垦”与“大规模围垦”是特定历史背景下“向湖要粮”的措施,“极限围垦”致使洞庭湖超出其承受极限,“禁围”难以消除“极限围垦”带来的水灾隐患,“退垸”程度极其有限。

分析表明,堤垸围垦是伴随泥沙淤积与高位洲滩扩张的湖泊发育过程,是泥沙淤积的结果,是洞庭湖萎缩的直接驱动。研究成果为合理开发、利用和保护湖区国土资源提供了技术支持。从防洪视角,洞庭湖区的堤垸分为重点垸、蓄洪垸和一般垸,本文研究成果为后续构建围湖垦殖与洪涝灾害耦合机理、科学划定洪涝灾情下保护、蓄洪等不同堤垸类别提供了基础数据。另外,堤垸内包括耕地、林地、建设用地、垸内湖泊、沟渠水系等地表覆盖类型,他们是洞庭湖区重要生态系统类型。探究堤垸地表覆盖变化对洞庭湖湿地生态系统演化的影响,亟待后续进一步开展。

References

- Bian,H.X.,Gong,X.L.,1985.Preliminary Study on the Reclamation Problems in the Dongting Lake Area. *ACTA GEOGRAPHICA SINICA*,(02):131-141(in Chinese with English abstract).
- Dongting Lake Restoration Project Headquarters,1952. Renovation of Dongting Lake in 1952. *Hunan Daily*,1952-11-10(in Chinese).
- Huang,Q.Z.,1999. Pingyuan Floods, Returning Fields, and Returning Lakes (Learning Communication). *People's Daily*, 9th edition, January 21(in Chinese).
- Hunan Provincial Committee of the Communist Party of China and Hunan Provincial People's Government,1999. Several opinions on flood discharge through flat embankments, returning farmland to lakes, and establishing towns through immigration. *Hunan Political Daily*,(02):29-31(in Chinese).
- Hunan Provincial Department of Land and Resources,2011. Atlas of Historical Changes in Dongting Lake. *Hunan Map Publishing House,Changsha*,128-167(in Chinese).
- Hunan Provincial Hydrological and Water Resources Survey Bureau,2006. Hydrological Records of Hunan Province. *China Water Power Press,Beijing*(in Chinese).
- Hunan Provincial People's Government Local Chronicles Compilation Institute,2016. Hunan Province Chronicles - Major Events (Part 1: Republic of China). *Yuelu Academy,Changsha*(in Chinese).
- Hunan Provincial Water Conservancy Chronicle Compilation Office,1990. Hunan Province Water Resources Chronicle. *Hunan Provincial Department of Water and Electricity Printing Factory,Changsha*(in Chinese).
- Ji,H.X.,Wu,G.P.,Liu,Y.B.,2014.Spatial Change of Polder in Dongting Lake District and its Driving Forces in the Last Century.*Resources and Environment in the Yangtze Basin*,23(04):566-572(in Chinese with English abstract).
- Li,Y.L.,2014. A Brief History of the Evolution, Development, and Governance of Dongting Lake. *Hunan University Press,Changsha*,217-267(in Chinese).
- Lv,J.,Zhou,K.Y.,1999.The shrinkage of Dongting Lake: Human Reclamation is Three Times the Natural Siltation.*CHINA Water*,(12):46(in Chinese with English abstract).
- Mao,D.H.,1998. Analysis of Flood Characteristics in Dongting Lake Area (1471-1996).*Journal of Lake Sciences*,(02):85-91(in Chinese with English abstract).

- Ministry of Water Resources of the People's Republic of China,2023. China River Sediments Bulletin (2023). *China Water Power Press,Beijing*(in Chinese).
- National Bureau of Statistics of China,1995. Ministry of Civil Affairs of the People's Republic of China. *China Disaster Report: 1949-1995*. China Statistics Press,Beijing(in Chinese).
- Qiu,L.,Yu,S.C.,Tang,H.,2024.Evolution Characteristics of Bottomland in Dongting Lake Since the Middle of the Republic of China.*Resources and Environment in the Yangtze Basin*,33(06):150-1561(in Chinese with English abstract),doi:10.11870/cjlyzyyhj202406010.
- Ren,S.F.,Cui,W.Y.,2009. On Mao Zedong's Policy of "Taking Grain as the Main Line and Comprehensive Development". *Theory Research*,(15):43-44(in Chinese).
- Tao,Z.,Wan,N.C.,2003. Dongting Lake Chronicles·Volume One·Emperor's Words II. *Yuelu Book Society Publishing House,Changsha*,20-21(in Chinese).
- Wang,J.L.,Gao,M.X.,Guo,H.H.,et al,2016. Spatiotemporal distribution and historical evolution of polders in the Dongting Lake area, China.*Journal of Geographical Sciences*,(11):1561-1578.doi: 10.1007/s11442-016-1344-6.
- Wang,J.L.,Gao,M.X.,Guo,H.H.,et al,2017. Polders Spatial Dataset around Dongting Lake, China (1949 - 2013),1(01):93-99+216-222(in Chinese with English abstract), doi:10.3974/geodp.2017.01.14.
- Wang,K.Y.,1998. Governance and Development of Dongting Lake. *Hunan People's Publishing House,Changsha*,126-127(in Chinese).
- Wang,Y.Y.,2023. Water Conservancy,Environment and Politics:A Study on the Construction and Destruction of the Tianhu Dam of Dongting Lake(Dissertation).*Hunan University,Chang sha*(in Chinese with English abstract),doi: 10.27135/d.cnki.ghudu.2023.000577.
- Xinhua News Agency,2018. Returning Farmland to Lakes Helps Expand China's Second-largest Freshwater Lake by Nearly 800 Square Kilometers. https://www.gov.cn/xinwen/2018-11/12/content_5339673.htm(in Chinese).
- Yu,S.C.,2021. Evolution of Jianghu Pattern in Dongting Lake Area over the Past Century Based on Historical Maps and Multi source Remote Sensing Data(Dissertation). *China University of Geosciences, Wuhan*,doi:10.27492/d.cnki.gzdz.2021.000242(in Chinese with English abstract).
- Yu ,S.C.,Li C.A.,Zhang,Y.Z.,et al.,2021.Analysis of the Temporal and Spatial Evolution of Lakes in the Dongting Lake Area in the Past 100 Years. *National Remote Sensing Bulletin*,25(09):1989-2003(in Chinese with English abstract).
- Yu,S.C.,Qiu,L.,He,Q.H.,et al.,2024.Spatial and Temporal Evolution of Bottomland in Dongting Lake based on Multi-source Remote Sensing.*Remote Sensing for Natural Resources*, <http://links.cnki.net/urlid/detail/10.1759.p.20240424.1612.006>(in Chinese with English abstract).
- Yu,S.C.,Wang,L.C.,Xia,W.P.,2020.Spatio-temporal Evolution of Riparian Lakes in Dongting Lake Area Since the Late Qing Dynasty.*ACTA GEOGRAPHICA SINICA*,75(11):2346-2361(in Chinese with English abstract).
- Yu,S.C.,Zhang,Y.Z.,He,Q.H.,et al.,2024. Spatiotemporal Evolution of the Dongting Lake Beach in Recent 90 Years.*Journal of Earth Science*,35(06):2081-2098 (in Chinese with English abstract),doi:10.1007/s12583-023-1867-6.
- Zhong,X.Y.,2005.Success and Supersession of Dongting Lake' s Encirclement Dike and its Historical Function. *Journal of Yunmeng* ,(06):52-54(in Chinese with English abstract).

附中文参考文献

- 卞鸿翔,龚循礼,1985.洞庭湖区围垦问题的初步研究[J].*地理学报*,(02):131-141.
- 黄其正,1999.平垸行洪退田还湖(学习通信).《人民日报》(01月21日第9版).
- 湖南省国土资源厅,2011.洞庭湖历史变迁地图集.长沙:湖南地图出版社,128-167.
- 湖南省人民政府地方志编纂院,2016.湖南省志-大事记(上篇 中华民国).长沙:岳麓书院.
- 湖南省水利志编纂办公室,1990.湖南省水利志.长沙:湖南省水电厅机关印刷厂.
- 湖南省水文水资源勘测局,2006.湖南省水文志.北京:中国水利水电出版社.

洞庭湖修复工程指挥部,1952.1952年整修洞庭湖.湖南日报,1952-11-10.

吉红霞,吴桂平,刘元波,2014.近百年来洞庭湖堤垸空间变化及成因分析.长江流域资源与环境,23(04):566-572.

吕娟,周魁一,1999.洞庭湖的萎缩:人类围垦是自然淤积的三倍[J].中国水利,(12):46.

李跃龙,2014.洞庭湖的演变、开发和治理简史.长沙:湖南大学出版社,217-267.

毛德华,1998.洞庭湖区洪涝特征分析(1471-1996年).湖泊科学,(02):85-91.

邱罗,余姝辰,唐晖,等,2024.民国中期以来洞庭湖洲滩演变特征.长江流域资源与环境,33(06):1250-1261.

任松峰,崔维友,2009.试论毛泽东“以粮为纲,全面发展”方针.学理论,15:43-44.

陶澍,万年淳,2003.洞庭湖志·卷之一·皇言二.长沙:岳麓书社出版社,20-21.

王卷乐,高孟绪,郭海会,等,2017.洞庭湖区堤垸 1949—2013 空间分布数据集.全球变化数据学报(中英文),1(01):93-99+216-222.

王克英,1998.洞庭湖治理与开发.长沙:湖南人民出版社,126-127.

王银银,2023.水利、环境与政治:洞庭湖天祐垸兴毁案研究(硕士学位论文).长沙:湖南大学.

新华社,2018.退田还湖助我国第二大淡水湖扩容近 800 平方公里.https://www.gov.cn/xinwen/2018-11/12/content_5339673.htm.

余姝辰,2021.基于历史地图和多源遥感数据的近百年来洞庭湖区江湖格局演化(博士学位论文).武汉:中国地质大学.

余姝辰,李长安,张永忠,等,2021.近百年来洞庭湖区垸内湖泊时空演变分析.遥感学报,25(09):1989-2003.

余姝辰,邱罗,贺秋华,等,2024.基于多源遥感的洞庭湖洲滩时空演变研究.自然资源遥感,1-7.

余姝辰,王伦澈,夏卫平,等,2020.清末以来洞庭湖区通江湖泊的时空演变[J].地理学报,75(11):2346-2361.

中共湖南省委湖南省人民政府,1999.关于平垸行洪、退田还湖、移民建镇的若干意见.湖南政报,(02):29-31.

中华人民共和国水利部,2023.中国河流泥沙公报(2023).北京:中国水利水电出版社.

中华人民共和国国家统计局,1995.中华人民共和国民政部.中国灾情报告:1949—1995.北京:中国统计出版社.

钟兴永,2005.洞庭湖堤垸的兴废及其历史作用[J].云梦学刊,(06):52-54.

作者贡献度:

作者 1:邹娟 负责整篇文章的构思,负责引言部分的编写、影像数据的收集与处理,负责图 2 的编制,负责章节 2.2 堤垸面积时序变化分析中第 3 阶段和第 4 阶段两部分内容的编写;

作者 2:余姝辰 主要参与整篇文章的构思,负责章节 2.1 堤垸空间变化的编写,负责 2.2 堤垸面积时序变化分析中第 1 阶段和第 2 阶段两部分内容的编写;

作者 3:邹聪 主要参与整篇文章的构思,参与影像数据的收集和堤垸信息的提取,负责图 6 的编制;

作者 4:徐质彬 主要参与影像数据的处理和 1.3 中堤垸信息的提取,负责图 3 的编制,负责堤垸信息提取成果精度评价;

作者 5:赵动 主要参与影像数据的处理和 1.3 中堤垸信息的提取,负责图 1 编制;

作者 6:李雪宇 主要参与影像数据的处理和 1.3 中堤垸信息的提取,负责图 4 的编制;

作者 7:贺秋华 主要参与引言部分相关文献的搜集整理,负责图 5 的编制,负责文章中相关表格数据的统计等。

投稿者联系方式: 余姝辰,湖南省长沙市天心区杉木冲西路 49 号湖南省自然资源事务中心,410004,电话:13687303311, E-mail: 22581400@qq.com