
南京地理所等在太湖生态系统近百年演变特征和机理研究中获进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/14815.html>

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

全球湖泊生态系统在气候变化和人类活动的双重胁迫下经历较大变化，特别是大型浅水湖泊，其退化和功能丧失的速率和幅度超越了地质历史时期，已制约到流域社会经济的发展和区域可持续性。蓝藻水华暴发态势对湖泊生态修复造成较大影响。目前，对湖泊生态环境退化的研究主要是基于湖泊调查和观测数据，时间较短（< 50年）且多发生在环境退化之后，对湖泊生态系统长期演化的历史过程不甚清晰，制约了对当前环境问题形成机理的深入认识。因此，获取可靠的湖泊生态系统的长期变化证据，揭示其演化轨迹和机制，能够为制定湖泊修复路径和目标提供关键科学信息。

湖泊沉积记录可有效拓展湖沼学研究的时空尺度，是揭示湖泊生态系统演化机理、阐明流域人-地互作机制的重要手段之一。在国家重点研发计划、国家自然科学基金和中国科学院等的资助下，中科院南京地理与湖泊研究所湖泊沉积与环境演化研究室张科团队特别研究助理林琪等人联合英国诺丁汉大学、法国国家科学研究中心（CNRS）的科研人员，通过多指标沉积记录、流域气候-社会经济资料、人与自然耦合框架模型等多学科交叉研究，在太湖生态系统近百年演变特征和机理研究中取得了系列新认识。相关成果已发表于Limnology and Oceanography、Anthropocene和Science of the Total Environment。

（1）反演了过去100年来太湖不同湖区藻类群落的演化历史，阐明了气候和营养盐的协同驱动机制。

通过沉积物叶绿素和类胡萝卜素，重建了太湖不同湖区过去百年来藻类群落的历史演化过程。研究人员结合营养指标、现代监测数据和流域历史资料，发现太湖典型湖区水质和初级生产者群落呈现出相似的退化趋势，但表现出不同的变化轨迹、速率和时间节点（图1）。藻型-梅梁湾和草型-东太湖的富营养化分别始于1950s和1990s，前者的幅度和强度均更大；近百年，人为营养超过了自然变率主导时期气候条件对藻类丰度和群落组成的主控作用，而当湖泊富营养化之后，浮游藻类群落变化显著响应于升温、降低的风速和极端天气等气候因子。在富-高营养的北部湖区，蓝藻水华的持续暴发主要受控于人为营养和气候变化的协同作用机制，即通过促进藻类生长、群落演替及营养盐循环利用的直接作用与破坏水下光环境的间接影响（图2）。同时，草/藻湖区类型和流域水文地貌特征在湖泊水质、生态响应多重环境驱动的过程中起到调节作用。

（2）揭示了流域社会经济发展、公共政策及水文背景共同塑造太湖人为污染的时空异质模式。

基于古湖沼重建，该研究系统分析了太湖重金属污染过去百年来的时空差异性及其驱动因素，发现

近百年来三个典型湖区呈现出非同步的（始于1940s至1990s）污染过程及强度，其中，镉、锑和铅是主要污染元素，人为贡献率可分别高达79%、62%和36%，主要受到各湖区子流域社会发展状况和产业结构差异的影响。研究进一步利用地球化学模型（如PMF）和数理统计手段，定量区分了不同历史阶段流域工业点源、大气沉降、农业和渔业对湖泊污染的贡献量，结果强调了农业面源和“环境遗留”（Environmental legacy）效应对湖泊生态系统健康的持续影响，需在进行管理工作时着重关注。同时，沉积物和监测记录也反映出太湖近20年来的污染减少趋势，表明近年环境保护政策和工程措施已取得一定成效。

（3）重建了太湖近100年来的生态系统服务演化序列，揭示了流域社会-生态系统长期动态耦合过程和机理。

综合太湖多源沉积记录与流域社会经济、气候环境数据，该研究揭示了过去百年湖泊生态系统服务的变化轨迹、风险和动力学特征，探讨了社会系统和生态系统的协同演化关系，阐述了如何将长尺度湖泊生态系统服务研究纳入环境修复和管理及生态安全评估中。结果表明，1950s以来，北太湖流域供给服务呈上升趋势，而水、沉积物、土壤和空气等调节服务显著下降，并在80年代以后到达危险等级；供给服务与调节服务表现出权衡作用，主要受控于流域社会经济转型和气候变化影响，包括人为土地利用、污染排放及升温和极端气候事件等。年代际尺度的调节服务动态分析显示出不同的线性、非线性和突变特征，为湖泊生态修复和管理提供了重要启示，如合理运用生态修复参考本底和阈值、纳入弹性管理及早期预警等。通过进一步的环境库兹涅茨曲线分析，研究揭示了区域社会-生态系统的耦合阶段和内在反馈机制，包括初级发展（1950~1970）、退化（1970~1990）、转型（1990~2000）和重组（2000~）阶段，对应于不同的社会经济结构和生态系统服务供给模式。

上述研究成果为认识以太湖为代表的大型浅水湖泊生态系统退化过程及成因提供了理论基础，对于深入理解流域社会-生态系统长期耦合动态和机理、科学确立湖泊修复目标及路径具有参考意义。

论文链接：[1](#)、[2](#)、[3](#)

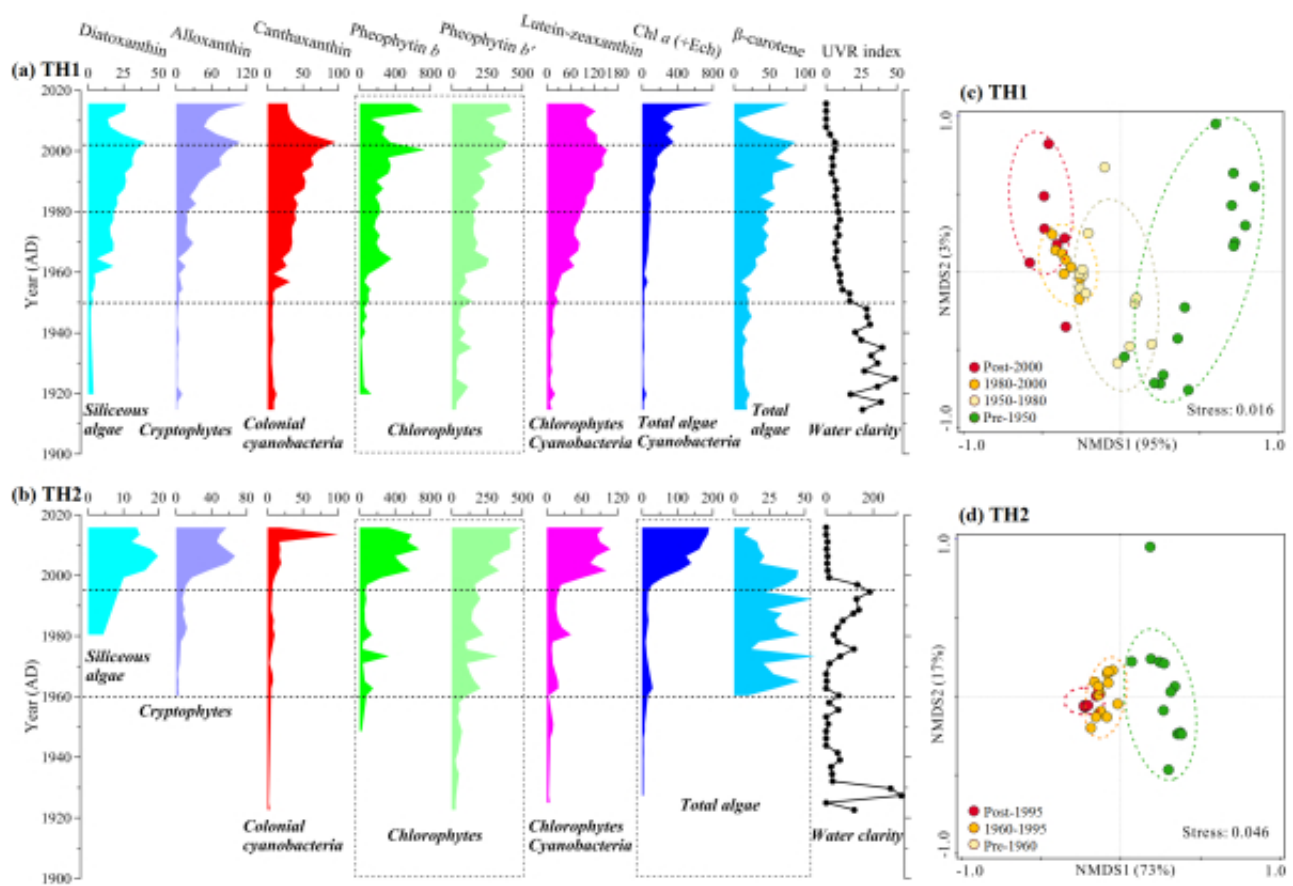


图1 梅梁湾 (TH1) 和东太湖 (TH2) 沉积物色素指示的藻类丰度及水体透明度历史变化

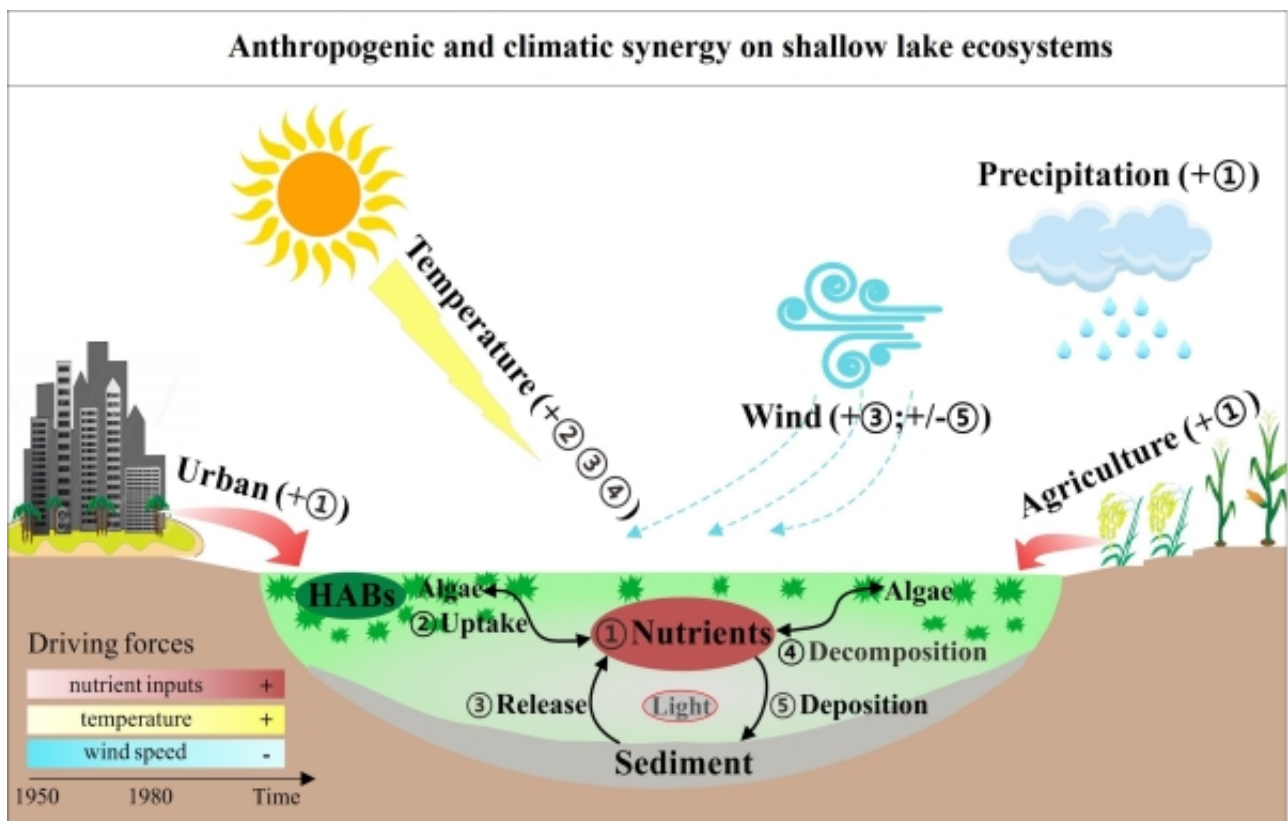


图2 长期演化视角下人为营养和气候变化对浅水湖泊生态系统退化的协同作用机制示意图

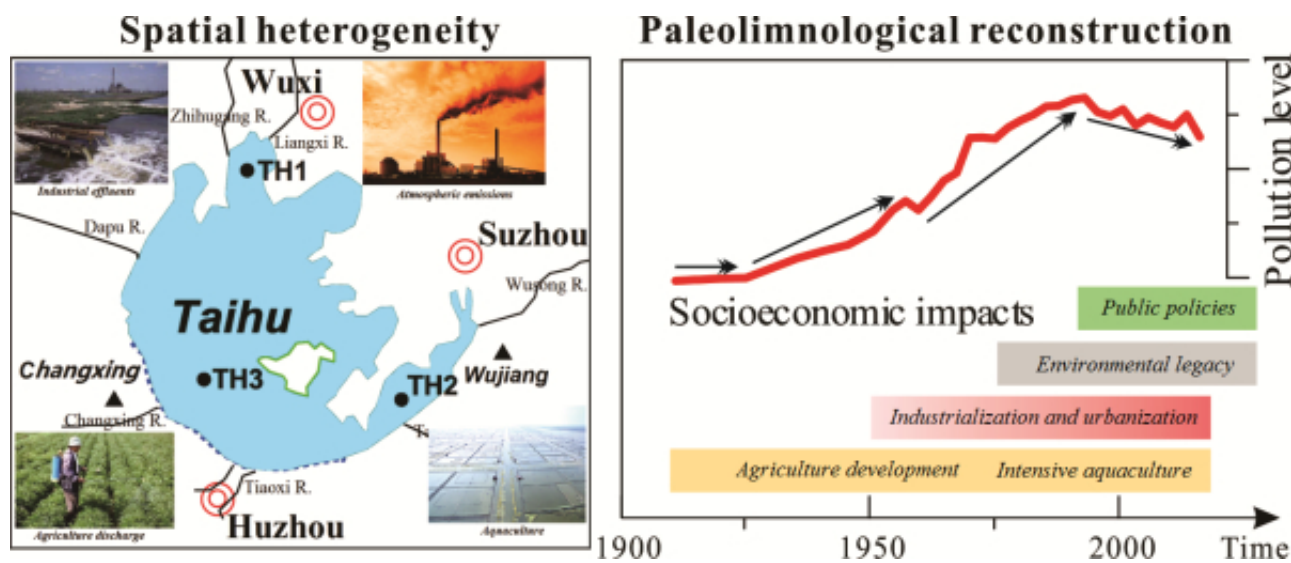


图3 沉积记录揭示大型湖泊人为污染历史过程示意图

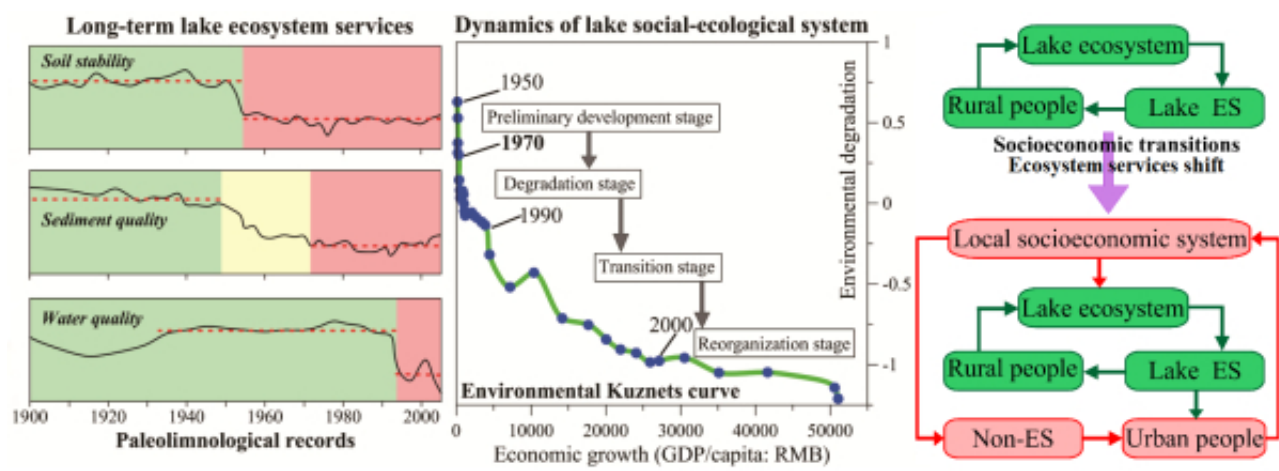


图4 太湖流域生态系统服务与社会-生态耦合系统长期演变模式及反馈机制

研究团队单位：南京地理与湖泊研究所

更多 科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](https://www.iikx.com)转发