

2019 年度江苏省科学技术奖项目公示材料

项目名称	湖泊生态系统对全球变化的响应过程与机制
完成单位	中国科学院南京地理与湖泊研究所
项目简介	<p>环境变化的生态系统响应机制是全球变化研究的热点之一。湖泊作为一个相对独立的自然体，其生态系统演化经历了从自然驱动到人与自然共同驱动的历程，在此过程中，湖泊沉积记录了区域乃至全球变化的过程。认识湖泊生态系统的演变特征，尤其是湖泊生态系统自然演变过程和人类活动干扰下的偏离程度，探明湖泊生态系统演变和突变的机制，揭示这种演变和突变的驱动要素，对于科学认识当今湖泊生态状况、湖泊历史演变位相和未来发展趋势具有十分重要的意义。其次，作为一个天然的“档案库”，湖泊沉积忠实记录了流域乃至全球环境变化的多种信息（包括温度、降水以及流域内人类活动的起始时间、方式、强度和历程等），这些信息对于理解湖泊生态系统长期演变过程及其区域环境差异具有重要价值。</p> <p>项目围绕全球变化的湖泊生态系统响应这一热点问题，关注不同时间尺度中自然和人类作用下的湖泊生态系统动态变化，通过古今结合的多学科交叉，创新发展了转换函数模型并用于湖泊环境本底重建；创建了湖泊生态系统突变与早期预警信号提取的方法；建立了基于物种进化关系的群落组建机制方法和野外微宇宙实验策略，揭示了生态位保守性特征及生物受自然气候和人类活动影响的机制。项目对自然气候变化主导下湖泊生态系统演化格局、人类活动主导下湖泊富营养化演化历史、以及气候变化和人类活动共同作用下湖泊生态系统响应等方面开展了系统性研究，揭示了不同时间尺度下湖泊生态系统演化规律及驱动力的作用机制，从历史演化的视角提出了如何设置湖泊生态系统的修复目标。项目极大地丰富了我们对全球变化下湖泊生态系统演变的科学认识，为湖泊科学管理和生态恢复提供了科技支撑和理论依据。</p> <p>主要内容及科学价值如下：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1、首次建立了从自然驱动到人与自然共同驱动的长时间尺度湖泊生态系统演变序列，揭示了全球气候事件以及流域内人类活动方式、强度导致湖泊生态系统偏离自然演化轨迹的历程。 2、创新发展了气候、水温和营养驱动湖泊生态环境演变的转换函数模型，定量评估了湖泊生态系统状态转变的环境阈值和营养本底值，揭示了在强烈人类活动干扰下生态系统在突变前存在频繁波动特征（flickering），为生态系统突变的早期信号提取提供了重要理论依据。 3、发现了湖泊生态系统中微生物进化末端的生态位保守性及其普遍意义，首次报道气候主导微生物群落地带性分布的现象，阐明了环境要素是决定微生物空间异质性的主要驱动力，揭示了温度和营养盐对湖泊生态系统的驱动作用。 <p>8 篇代表性论文在 Nature, Nature communication 等期刊发表，总影响因子 78.05，篇均影响因子 9.76；总他引 950 次，其中被 Science、Nature、PNAS 等 SCI 期刊他引 757 次，单篇最高他引 470 次；2 篇入选“ESI 高被引论文”；4 项产品获得国家发明专利。项目成果回答了现代湖泊生态系统在多大程度上偏离了自然演化轨迹、如何识别湖泊生态系统即将发生突变的早期预警信号、以及如何设置湖泊生态系统恢复目标等科学问题，为湖泊科学管理和生态恢复提供了科技支撑和理论依据。</p>

<p>代表性论文 论著目录</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Shen J, Jones RT, Yang XD, Dearing JA, Wang SM, 2006. The Holocene vegetation history of lake Erhai , Yunnan province southwestern China, the role of climate and human forcings. <i>16</i>(2), 1-11. 2. Shen J, Liu XQ, Wang SM, Ryo M, 2005. Paleoclimatic changes in the Qinghai Lake area during the last 18000 years. <i>Quaternary International</i>, 136, 131-140. 3. Yang XD, Anderson NJ, Dong XH, et al, 2008. Surface sediment diatom assemblages and epilimnetic total phosphorus in large, shallow lakes of the Yangtze floodplain: their relationships and implications for assessing long - term eutrophication. <i>Freshwater Biology</i>, 53 (7): 1273-1290. 4. Rong Wang, John A. Dearing, Peter G. Langdon, et al. Flickering gives early warning signals of a critical transition to a eutrophic lake state. <i>Nature</i>, 2012, 492(7429): 419-422. 5. Zhang EL, Liu EF, et al., 2010. A 150-year record of recent changes in human activity and eutrophication of Lake Wushan from the middle reach of the Yangze River, China. <i>JOURNAL OF LIMNOLOGY</i> 69 (2):235-241. 6. Wang J, Shen J, Wu Y, <i>et al.</i> (2013) Phylogenetic beta diversity in bacterial assemblages across ecosystems: deterministic versus stochastic processes. <i>ISME Journal</i> 7, 1310-1321. 7. Wang J, Pan F, Soininen J, Heino J, Shen J (2016) Nutrient enrichment modifies temperature-biodiversity relationships in large-scale field experiments. <i>Nature Communications</i> 7, 13960. 8. Wang JJ, Wu YC, Jiang HC et al., 2008. High beta diversity of bacteria in the shallow terrestrial subsurface. <i>ENVIRONMENTAL MICROBIOLOGY</i> 10 (10): 2537-2549.
<p>主要完成人 及其贡献</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1、沈吉。主持和实施本项目研究，指导和参与研究设计、实验进展、学术总结和项目管理。具体贡献包括：（1）组织实施了青海湖晚冰期以来环境演变及其对全球气候事件的响应，建立了从自然驱动到人与自然共同驱动的长时间尺度湖泊生态系统演变序列；（2）开展了洱海全新世时期湖泊生态环境演化对气候变化及早期人类活动干扰的响应特征研究；（3）揭示了环境要素决定性过程是主要的微生物群落空间构建机制。 2、羊向东。参与和指导项目设计、实验和研究进展、学术总结和项目管理。具体贡献：（1）组织实施了长江中下游浅水湖泊古生态研究，系统阐明了湖泊生态环境演化对气候、水文和营养驱动响应机制，评估了湖泊的生态系统状态转变的环境阈值和营养本底值。（2）开展了洱海全新世沉积记录的研究，揭示了西南地区全新世时期湖泊生态环境演化对气候变化及早期人类活动干扰的响应特征；（3）指导并参与了洱海生态系统突变、反馈机制和早期信号的研究。

3、王荣。实施本项目关于生态系统突变和早期信号研究。具体贡献包括：1) 创新发展了基于古湖沼手段的湖泊生态系统突变研究；2) 提取了生态系统突变的早期预警信号特征，为生态系统演化奠定理论研究基础；3) 相关文章发表在 Nature 杂志。

4、王建军。针对湖泊微生物群落构建及其对自然气候和人类活动的响应特征，开发了基于物种进化关系的群落构建研究方法，揭示了生态位保守性特征及生物群落受自然气候和人类活动影响的机制。发现了湖泊生态系统中微生物进化末端的生态位保守性及其普遍意义，阐明了环境要素是决定微生物空间异质性的主要驱动力，定量区分了温度和富营养化对湖泊生态系统变化的影响。

5、张恩楼。参与项目设计、实验和研究进展和学术总结。具体贡献：（1）发展了利用湖泊沉积记录中摇蚊化石开展生态系统演化的新方法，并成功应用于长江中下游浅水湖泊生态系统演化过程与营养盐定量重建，揭示了长江中下游地区浅水湖泊近百年来摇蚊群落演替的过程、机制与湖泊生态系统转变的环境阈值，评估了湖泊的营养本底值。（2）参与了洱海生态系统突变、反馈机制和早期信号的研究。

6、董旭辉。参与本项目关于长江中下游地区湖泊生物-水体总磷转换函数模型构建，区域湖泊营养演化历史、本底值确立等相关的研究，具体贡献包括：研制出大口径沉积柱采样，克服湖沼沉积学研究中样品量不足的技术难题；利用多种数理建模方法，构建了硅藻等生物-湖水总磷的转换函数，并成功应用于营养本底的定量重建（总磷本底值在 $50 \mu\text{L}$ ）。

7、刘兴起。共同参与野外采样以及室内分析，参加研究工作讨论和学术总结。具体贡献包括：参加了青海湖晚冰期以来环境演变及其对全球气候事件的响应，建立了长时间尺度湖泊生态系统演变序列。

8、刘恩峰。参与项目设计、实验和研究进展和学术总结。具体贡献：开展了长江中下游典型湖泊元素地球化学研究，对湖泊富营养化与沉积物营养盐及重金属元素富集特征和规律进行了系统研究，为湖泊生态系统演变提供了沉积学证据。