

2019 年度江苏省科学技术奖项目公示材料

项目名称	水库型水源地生态环境变化机制与水质安全保障对策
完成单位	中国科学院南京地理与湖泊研究所
项目简介	<p>该项目属于地球科学、环境科学与生态学交叉领域。</p> <p>水库型饮用水源地是我国重要优质水源地，占比不断升高。2007年以来江苏省公布的集中式饮用水水源地中，水库型有 17 个，涉及无锡、常州、南京、镇江、淮安、连云港等 6 个地级市，涉及数百万人口饮用水问题，地位非常重要。然而，水库生态学研究薄弱，水库型水源地水质变化生态学机制、对人类活动响应特征、供水安全风险认识不足，制约了水源地安全保障。该项目 2001 年以来长期聚焦溧阳市天目湖水库，阐明了水库型水源地关键水质指标监测原理与方法，揭示了水质风险形成机制，提出了水源地综合保护与治理对策，形成独具特色的水库型水源地保护理论与技术。</p> <p>(1) 揭示了水库型水源地水体光学物质组成与光谱特征，构建了水源地关键水质指标光学定量反演方法。水库型水源地容易发生透明度陡降、营养盐和异味物质超标等水质问题，这与浮游植物异常增殖、水体光学物质组成与浓度突变密切关联。该项目定量识别了水库型水源地影响水体光学特性的物质组成，构建了水体叶绿素 a、总氮、总磷、有机质等关键水质指标与光学指标的定量关系，建立了水体有色可溶性有机物对关键水质指标的定量反演模型，开发了多个水库型水源地长期、高频监测系统，积累了典型水库型水源地 16 年水质数据库，为水库型水源地藻类生态学机制研究、水质风险辨识、监控预警体系构建奠定了理论基础。</p> <p>(2) 阐明了气象水文过程与营养盐富集对水库型水源地水质风险形成的协同驱动机制。基于 16 年天目湖水源地逐月浮游植物群落结构及同步气象、水文、水质参数监测，甄别了引发水库型水源地水色异常、透明度陡降、水体缺氧、异味物质超标等问题中硅藻、蓝藻典型优势属异常增殖的温度和营养盐阈值、水文触发条件，揭示了 30 年来区域气候变暖、水体富营养化加重等气候变化与人类活动对水库型水源地透明度下降、热力和溶氧分层加剧的协同驱动机制，为科学防控水库型水源地季节性水质突变提供了理论支撑。</p> <p>(3) 开发了水库型水源地生态修复及良好水质长期维持的成套工程技术，在天目湖等水库型水源地开展了长期实践。修改完善了水动力-水生态耦合模型应用于天目湖，模拟研究揭示了水库叶绿素 a 及氮磷浓度等水质指标对外源营养盐削减的响应机制，提出并实践了渔业结构调整、底泥生态疏浚、湖滨湿地修复、河口污染拦截、流域土</p>

	<p>地管控等水库型水源地水质安全保障技术方案, 指导支撑了天目湖等多个水库型水源地水质长期安全, 使之成为我国水库型水源地水质保护的典范。</p> <p>上述研究成果丰富和发展了湖沼学基础理论, 解决了东南山区水库型水源地水质保障的科技难题, 在多个水源地生态环境问题解决中得到推广应用, 发挥了重要的环境与社会效益。项目共发表 SCI/CSCD 论文 32 篇, 总他引 437 次, 发明专利 2 项, 软件著作权登记 8 项。8 篇代表作被 SCI 他引 51 次, CSCD 他引 43 次, 引领了湖沼学在水库型水源地的应用实践。</p>
<p>代表性论文 论著目录</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1、 Zhang YL*, Liu ML, Wang X, Zhu GW, Chen WM. Bio-optical properties and estimation of the optically active substances in Lake Tianmuhu in summer. <i>International Journal of Remote Sensing</i>, 2009, 30(11):2837-2857. 2、 Zhang YL*, Liu ML, van Dijk MA, Zhu GW, Gong ZJ, Li YL, Qin BQ. Measured and numerically partitioned phytoplankton spectral absorption coefficients in inland waters. <i>Journal of Plankton Research</i>, 2009, 31(3): 311-323. 3、 Liu XH, Zhang YL*, Shi K, Zhu GW, Xu H, Zhu MY. Absorption and fluorescence properties of chromophoric dissolved organic matter: implications for the monitoring of water quality in a large subtropical reservoir. <i>Environmental Science and Pollution Research</i>, 2014, 21: 14078-14090. 4、 Zhu GW*, Cui Y, Han XX, Li HY, Zhu MY, Deng JM, Li HP, Chen WM. Response of phytoplankton to nutrient reduction in Shahe Reservoir, Taihu catchment, China. <i>Journal of Freshwater Ecology</i>, 2015, 30(1): 41-58. 5、 Zhang YL*, Wu ZX, Liu ML, He JB, Shi K, Wang MZ, Yu ZM. Thermal structure and response to long-term climatic changes in Lake Qiandaohu, a deep subtropical reservoir in China. <i>Limnology and Oceanography</i>, 59(4), 2014, 1193-1202. 6、 朱广伟*, 金颖薇, 任杰, 夏明芳, 许海, 朱梦圆, 费国松. 太湖流域水库型水源地硅藻水华发生特征及对策分析. <i>湖泊科学</i>, 2016, 28(1): 9-21. 7、 Cui Y, Zhu GW*, Li HY, Luo LC, Cheng XY, Jin YW, Trolle D. Modeling the response of phytoplankton to reduced external nutrient load in a subtropical Chinese reservoir using DYRESM-CAEDYM. <i>Lake and Reservoir Management</i>, 2016, 34(2):146-157. 8、 朱广伟*, 陈伟民, 李恒鹏, 任理, 顾钊, 赵林林, 高永霞, 贺冉冉, 张运林, 崔扬. 天目湖沙河水库水质对流域开发与保护的响应. <i>湖泊科学</i>, 2013, 25(06): 809-817.

主要完成人
及其贡献

- 1、**朱广伟**，中国科学院南京地理与湖泊研究所研究员，排名第 1，在该项目中的投入时间为 65%。负责项目整体设计与组织实施，是支撑项目的负责人，阐明了水库型水源地水质、浮游植物演替过程监测，确定了水库底泥疏浚原则，揭示了硅藻群落结构季节演替规律研究，营养盐与水库型水源地有害藻类的相互作用，提出了水库型水源地水质安全保障的技术思路。
- 2、**陈开宁**，中国科学院南京地理与湖泊研究所研究员，排名第 2，在该项目中的投入时间为 60%。阐明了湿地植物空间格局与水深梯度间关联、揭示了多种生活型水生植物适应环境要素及河口湿地截留污染物的内在机制，研发出多种水库型水源地良好水质维持和生态修复关键技术，为天目湖流域污染物削减及生态修复提供了强大的理论与技术支持，并产生了巨大生态环境效益。
- 3、**李慧赟**，中国科学院南京地理与湖泊研究所助理研究员，排名第 3，在该项目中的投入时间为 60%。采用 ELCOM-CAEDYM 模型模拟了天目湖水库季节性水体热分层过程及其时空动态演变特征；构建了天目湖一维及三维水动力-水生态系统动力学模型，模拟库区水体 Chla 及氮磷浓度对外源营养盐削减的响应关系，提出水库外源营养盐削减方案。
- 4、**张运林**，中国科学院南京地理与湖泊研究所研究员，排名第 4，在项目中的投入时间为 50%。定量构建了水库型水源地水体光强遥感反射率与总颗粒物浓度、浮游植物色素浓度、CDOM 之间的定量关系，提出了反映浮游植物生物量的光学信号反演的三波段模型算法，为水库型水源地浮游植物异常增殖乃至硅藻、蓝藻水华的遥感监测奠定理论基础；提出长期气候变暖与营养盐升高交互带来的水库热力分层和氧分层加剧，导致水库水质风险增大。
- 5、**陈伟民**，中国科学院南京地理与湖泊研究所研究员，排名第 5，在项目中的投入时间为 80%。系统性地提出了项目实施思路，并利用食物链链下行效应原理，通过调整水库渔业养殖规模和养殖结构调整，控制水库浮游植物过度繁殖，对天目湖水库水质保护起到重要作用。
- 6、**许海**，中国科学院南京地理与湖泊研究所副研究员，排名第 6，在项目中投入的时间为 30%。长期开展天目湖水库水质演变规律研究，刻画了水库水质与浮游植物群落演替关系，阐明了水库硅藻季节性演替规律及其控制因素；揭示了水库藻类繁殖和水体温跃层形成对水库水体异味风险的影响。
- 7、**朱梦圆**，中国科学院南京地理与湖泊研究所助理研究员，排名第 7，在项目中投入的时间为 30%。在水库水质高频监测基础上，构建了水库型水源地有机质浓度与关键水质指标之间的定量关系，奠定了水库型水源地水质高频监测的理论基础。
- 8、**秦伯强**，中国科学院南京地理与湖泊研究所研究员，排名第 8，在项目中的投入时间为 30%。开展了游植物生物量的光学信号反演的三波段模型算法；揭示气候变化叠加富营养化对藻类水华暴发的协同作用机制；发现了极端气候事件引起的水文气象条件变化对湖库内、外源营养盐供给的影响。

	<p>9、古小治，中国科学院南京地理与湖泊研究所副研究员，排名第 9，在项目中投入的时间为 30%。开展野外长期观测和水库湖滨区生态修复技术的工程示范，提出水库湖滨区高营养负荷底泥的以底泥疏浚+生态修复组合工程治理模式，并在天目湖、太湖流域生态修复中进行推广应用。</p>
--	---