

2019 年度江苏省科学技术奖项目公示材料

项目名称	太湖流域氮磷营养盐流失控制与管理关键技术及应用
完成单位	中国科学院南京地理与湖泊研究所，中国科学院南京土壤研究所
项目简介	<p>流域氮、磷营养盐控制与管理是太湖富营养化治理与蓝藻水华防控的核心任务。近年尚存在太湖上游丘陵地区快速蔓延的特色农业氮磷流失生态水文机制不清，流域污染控制由目标总量转向容量总量核定的科学基础不完善，缺乏促进水环境精准和精细管理的业务化模型和平台技术，未能建立完整的氮磷污染解析、综合减排与有效管控的技术模式。目前太湖流域正处于有条件、有能力解决环境问题的窗口期，亟需流域氮磷面源污染治理与全污染系统化控制的技术体系。项目面向太湖流域尺度水环境改善的需求，重点针对太湖流域入湖氮磷监测、模拟与来源解析的技术方法、水生态功能分区与水质目标管理技术、流域氮磷控制的成套技术三个关键方面开展基础和应用研究，形成太湖流域氮磷营养盐流失控制与管理的关键技术和重要成果。</p> <p>1. 构建了流域入湖氮磷监测、模拟与来源解析的技术方法：建立土壤水分、土壤呼吸、植物光合与呼吸通量高频综合观测体系，阐明氮磷流域的主要途径及量化特征，识别出面源氮磷流失的敏感区域和界面，打开了面源氮磷壤中流失的黑箱，为靶向性的水肥调控和生态拦截提供了理论依据。提升土壤水分运移与氮磷输出耦合模拟精度，突破平原区圩区水文模型，研发太湖流域平原河网区水文与水质模型，建立太湖流域氮磷输出与运移的空间精细化模拟技术，解析出太湖流域氮磷输出的时空分布及来源结构。</p> <p>2. 建立了流域水生态功能分区、研发了湖泊水质目标管理系统平台：我国水环境管理正在由由目标总量转向容量总量的转变，项目首次建立了我国湖泊型流域水生态功能分区分级的理论及成套技术体系，创建了分区水生态保护目标制定、流域污染控制单元划分的技术方法；制定了太湖流域水生态功能分区分级、水生态保护目标方案，划分了太湖流域污染控制单元；创新了内外数据库兼容一体的融合技术，研制了一套集“采集—清洗—融合—入库—分发”于一体的多源异构时空数据库，构建了一套集成水生态功能分区、流域污染控制单元及水文水生态环境多维模型的太湖流域水质目标管理系统平台。技术成果支撑了江</p>

	<p>苏省人民政府颁布实施的《江苏省太湖流域水生态环境功能区划》（2016年）、《江苏省生态河湖行动计划（2017—2020年）》（2017年），系统平台在地方行政管理部门和流域管理机构实现了业务化运行，促进了“水十条”提出的新型流域水生态功能分区管理体系和水质目标管理在江苏和太湖流域的率先实践落地。</p> <p>3. 研发了一套流域氮磷控制的成套技术：太湖流域面源污染一直缺乏系统有效的氮磷控制技术。在源头氮、磷减排方面，研制草酰胺缓释肥形成机械化一次性绿色施肥技术，减少氮肥用量30-40%，减少径流氮损失20%以上。突破丘陵地区退化河道的近自然生态恢复技术，通过生态流量维持，多级串联湿地建设，实现农业区氮磷低浓度下生态拦截净化总氮30%以上的技术指标。研发土地利用空间格局变化与河湖水质响应的决策模型，提出面向目标水体水功能的土地开发阈值，格局优化方法，实现磷污染稳定达标，形成湖库磷污染控制的安全模式，通过江苏省人大形成《常州市天目湖保护条例》分区管控与面源污染控制条款。</p>
<p>代表性论文论 著目录</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Zhu, Q., Nie, X.F., Zhou, X.B., Liao, K.H., Li, H.P. Soil moisture response to rainfall at different topographic positions along a mixed land-use hillslope. <i>Catena</i>, 2014. 119, 61-70. 2. Zhu, Q., Schmidt, J.P., Bryant, R.B. Hot moments and hot spots of nutrient losses from a mixed land use watershed. <i>Journal of Hydrology</i>, 2012.414-415, 393-404. 3. Lai, X.M., Liao, K.H, Feng, H.H, Zhu, Q. Responses of soil water percolation to dynamic interactions among rainfall, antecedent moisture and season in a forest site. <i>Journal of Hydrology</i>. 2016.540, 565-573. 4. Qi Huang, Junfeng Gao, Yongjiu Cai, Hongbin Yin, Yongnian Gao, Jiahu Zhao, Jiacong Huang. Development and application of benthic macroinvertebrate-based multimetric indices for the assessment of streams and rivers in the Taihu Basin, China. <i>Ecological Indicators</i>. 2014,(48): 649– 659. 5. Xuguang Tang, Hengpeng Li, Xibao Xu, Juhua Luo, Xinyan Li, Zhi Ding, Jing Xie. Potential of MODIS data to track the variability in ecosystem water-use efficiency of temperate deciduous forests. <i>Ecological Engineering</i>. 2016, 91: 381–391. 6. Wan Rongrong, Cai Shanshan, Li Hengpeng, Yang Guishan, Li Zhaofu, Nie Xiaofei. Inferring land use and land cover impact on stream water quality using a Bayesian hierarchical modeling approach in the Xitiaoxi River Watershed, China[J]. <i>Journal of Environmental Management</i>, 2014, 133:1-11.

	<p>7. Xibao Xu, Guishan Yang, Yan Tan, Qinlai Zhuang, et al. Ecological Risk Assessment of Ecosystem Services in the Taihu Lake Basin of China from 1985 to 2020. <i>Science of the Total Environment</i>, 2016, 554-555:7-16.</p> <p>8. Xibao Xu, Yan Tan, Shuang Chen, Guishan Yang. Changing patterns and determinants of natural capital in the Yangtze River Delta of China 2000-2010. <i>Science of the Total Environment</i>, 2014, 466: 326-337.</p>
<p>主要完成人及其贡献</p>	<p>1. 杨桂山，中国科学院南京地理与湖泊研究所研究员，排名第 1。负责项目成果整体设计和组织实施，在土地利用/覆被变化对水质净化、水量调节等生态服务影响评估，入湖污染物控制标准确定等方面确定了项目的技术思路。成果包括论文和应用证明。</p> <p>2. 朱青，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 70%。主持构建了高淳茶园、毛竹林以及锡山典型菜地等覆被类型面源氮磷输移监测系统；解析了面源氮磷壤中-地表一体化流失机制解析，明确了面源氮磷流失的关键路径、界面和时点；提出了土壤水力性质预测函数优化方法并改进了面源氮磷流失模型；在此基础上将研究成果运用于农村土地综合整治中，获得了江苏省国土资源科技创新二等奖。本人在该方向共发表第一/通讯作者论文 22 篇。</p> <p>3. 高俊峰，中国科学院南京地理与湖泊研究所研究员，排名第 3，在该项目中的投入时间为 60%。系统构建了湖泊型流域水生态功能分区及其保护目标确定技术体系，提出了太湖流域水生态功能四级分区方案和面向水质目标管理的污染控制单元划分方案。构建了江苏省生态湖泊（水库）评价指标体系，成果在 2017 年省政府版发的《江苏省生态河湖行动计划（2017—2020 年）》实施方案中得到了直接应用。</p> <p>4. 李恒鹏，中国科学院南京地理与湖泊研究所研究员，排名第 4，在该项目中的投入时间为 60%。重点负责氮磷削减与土地管控，形成《天目湖保护条例》分管管控制度及面源污染控制调控，获得江苏省人大常委会通过，同时在氮磷消减机制与环境效应分析等方面成果得到太湖流域管理局，太湖污染防治办公室，江苏省水污染防治</p>

办公室的应用证明。

5. **马荣华**，中国科学院南京地理与湖泊研究所研究员，排名第 5，在该项目中的投入时间为 60%。主持了“太湖水质目标管理平台研发”课题，设计了课题的研发思路和技术方案（课题任务书）；推动系统平台在太湖流域水资源保护局的业务化运行（<http://10.8.4.239:8081>）；把课题研制思路成功推广移植到巢湖及其流域。
6. **段增强**，中国科学院南京土壤研究所研究员，排名第 6，在该项目中的投入时间为 20%。负责减量施肥与精准施肥，研发了缓释肥，得到推广和应用。
7. **高永年**，中国科学院南京地理与湖泊研究所副研究员，排名第 7，在该项目中的投入时间为 80%。系统构建了湖泊型流域水生态功能分区及其保护目标确定技术体系，提出了太湖流域水生态功能四级分区方案和面向水质目标管理的污染控制单元划分方案，对 2016 年 4 月 17 日由江苏省政府颁布实施的《江苏省太湖流域水生态环境功能区划（试行）》提供了关键技术支持。
8. **万荣荣**，中国科学院南京地理与湖泊研究所副研究员，排名第 8，在该项目中的投入时间为 50%。负责太湖流域土地利用对河流氮、磷营养负荷影响、入湖河流氮、磷营养负荷对湖泊水质影响的定量解析，阐明了我国地表水环境质量标准中河流和湖泊氮、磷水质标准的差异不利于太湖水质目标的实现，提出了入湖河流氮、磷水质标准修改方案建议，研究成果为完善河湖保护技术的标准和相应的规程规范提供技术支撑，在全面推进“河长制”、《江苏省生态河湖行动计划（2017—2020 年）》实施方案制定过程中得到了应用，获得了江苏省水利厅的应用证明。
9. **徐昔保**，中国科学院南京地理与湖泊研究所副研究员，排名第 9，在该项目中的投入时间为 50%。主要参与完成了国家自然科学基金重点项目“太湖流域土地利用变化对生态服务功能影响机理与评估”，识别了太湖流域氮磷削减能力时空变化过程、机理与高风险

区。本人在该方向共发表第一作者论文 9 篇。

10. **林晨**，中国科学院南京地理与湖泊研究所副研究员，排名第 10，在该项目中的投入时间为 50%。开发了面向水质目标可视化管理的关键技术；构建了“太湖水质目标计算应用系统”（软件著作权），设计了系统数据库；开发了“污染源迁移的河道水质变化模拟与评估”模块和“水环境容量计算应用系统”模块。

11. **廖凯华**，中国科学院南京地理与湖泊研究所副研究员，排名第 11，在该项目中的投入时间为 70%。协助构建了高淳茶园、毛竹林以及锡山典型菜地等覆被类型面源氮磷输移监测系统；明确了土壤水力性质参数对面源氮磷流失模拟不确定性和精度的重要性，并通过超级集合预报等方法优化了土壤水力性质传递函数；从而精确模拟并揭示了坡面水-氮流失的通量，解析了坡面土壤水分运动分布特征及其对面源氮磷流失的驱动机制。本人在该方向共发表第一作者论文 8 篇。