

水专项“太湖流域水环境改善技术整装集成与综合治理方案”课题成果显著

新时期太湖流域综合治理

“减排”与“扩容”策略



早春的南太湖，清冽的湖水在阳光下泛着粼粼波光，浩渺的湖面被雾气笼罩，不时有几只白鹭展翅飞过，正如那首老歌所唱——太湖美，太湖美，美就美在太湖水。作为我国第三大淡水湖，太湖是长三角地区的核心区域，人口数量、经济发展水平在江苏省乃至全国发展大局中都占有举足轻重的地位。但在多年前，一场突如其来的水污染危机，让这颗“明珠”蒙尘失色。2007年，太湖蓝藻大面积暴发，近百万无锡市民因此用水告急，纯净水被抢购一空，很多人至今仍记忆犹新。太湖治理攻坚战由此拉开大幕。

10年间，江苏省动员五市30多个县区上万人，投入超过1000亿元对太湖进行治理，取得了一定成效，蓝藻大面积淤积和沿湖城市饮用水的安全问题不再发生。经过10年努力，太湖水质稳中向好，但治理工作却进入了一个瓶颈期，氮磷污染物浓度下降趋势震荡趋缓，蓝藻水华暴发趋势也有所反弹，整体水质还未达到理想状态。就在几年前，太湖还是污染严重的“重灾区”，造纸厂、水泥厂等重污染工厂建在湖边，污水直排入湖；渔民的生活垃圾也直接抛入湖中，湖水又脏又臭……治理好太湖成为了必须要打赢的攻坚战。生态环境部部长李干杰指出，水环境治理要

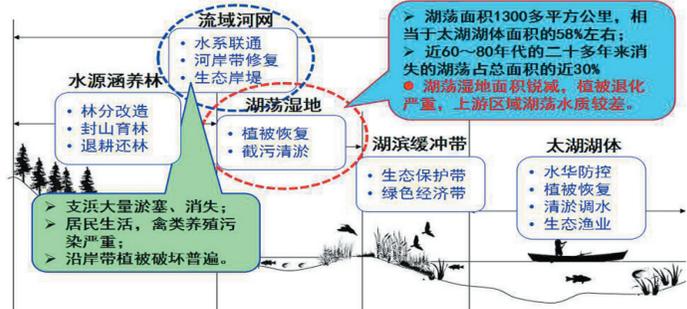
围绕水环境质量改善的目标，坚持“减排”“扩容”两手发力。因此，太湖治理应适时调整流域控源减排和生态修复的策略，通过“科学治太”以实现太湖流域生态环境根本好转的目标。为了贯彻落实生态环境部工作部署，以科技支撑太湖流域治理工作，国家重大专项水专项设立了“太湖流域水环境改善技术整装集成与综合治理方案”课题，在太湖流域水环境质量调查与评估和治理工程实施调查与绩效评估基础上，构建了太湖流域水污染防治三维矩阵整装集成技术体系；提出了太湖流域治理“控磷为主，协同控氮”“生境改善，生态修复”的减排扩容策略，为新时期太湖流域水环境综合整

治和精准治理提供了技术方案。课题研究支撑了《太湖流域水环境综合治理总体方案(2013修编)》《江苏省“十三五”太湖流域水环境综合治理行动方案》和《水质较好湖泊生态环境保护规划(2013~2020)》的编制和实施，形成的三项重大科技建议，对太湖流域“十二五”和“十三五”乃至远期水环境治理规划提供重要的技术支持，相关成果应用于原环境保护部水质较好湖泊生态环境保护与污染物总量减排工作中，为我国湖泊流域生态环境保护与污染物减排提供重要技术支持，也对地方的环境治理规划与治理实践提供了有益的技术指导。

流域“一湖四圈”生态“扩容”策略

构建流域生态圈—恢复生物多样性—增加水环境容量

流域生态扩容重点圈层：湖荡、河网



既要“减排”也要“扩容”

为何在耗费了大量人力、财力的情况下，太湖的“湖病”始终久治不愈？甚至还从“急性病”变成了“慢性病”了呢？这与太湖特殊的自然环境有着密切的关系。

据了解，太湖属于典型的平原浅水型湖泊，平均水深不到两米，且在200多年前就已经达到了中度营养水平，可谓“先天不足”。虽然经过多年治理，到2014年太湖年平均水质摘掉了劣V类的帽子，但是蓝藻水华暴发依然“常态化”，富营养化治理边际效应已经出现。

进一步“控氮”难度大。太湖流域高氮背景，大气沉降总氮背景值已高于2.0 mg/L的限值，进一步削减潜力有限。此外，农田化肥氮含量高且氮的流失率高于磷，湖内浮游植物还具有固氮功能，总氮不可控因素居多。与20世纪90年代初太湖氮磷浓度和水华状态相比，总氮已基本持平。

“控磷”更有利于蓝藻水华的控制。在当前湖体氮磷水平下(1.76 mg/L和0.067 mg/L，源于2016年太湖17个国控断面平均值)，氮磷比处于高位(58:1，原子比)，叶绿素a浓度表现为总磷限制特征，流域调查表明流域水体叶绿素a含量与总磷浓度有显著响应关系。

流域磷累积程度高于氮，其潜在风险更高。流域内河流、支流、湖荡等流域水体总氮浓度是湖体的2.3倍，而总磷浓度(0.32±0.25 mg/L)为湖体的4.8倍(2016年)。

正因如此，在治理太湖时必须实施“控磷为主，协同控氮”“减排”策略，重点区域为上游西北部小流域，重要抓手是污水处理厂截留率，再提标改造，强化一级保护区农村面源治理。

2015年太湖流域总磷入河总量0.59万吨，入湖总量0.12万吨，而太湖上游包括宜兴、常州和无锡等市在内的西北部重点小流域入湖量占全流域的83.1%，主要通过武进港以南(含武进港)到苕溪以北(含苕溪)的入湖河道进入太湖，常州和宜兴两市超过入湖总量的1/2，是流域控磷的重点区域。溯源分析表明总磷入湖量的主要来源分别为生活源42%(其中城镇生活源18%、农村生活源24%)和种植业面源22%，合计贡献率超过60%。生活污染源和种植业面源对太湖水质影响的贡献率较大，生活污染源是流域控磷的重点，而种植业污染源是控磷的难点。此外，近年来引江济太水量增加，且长江水质总磷2016年在0.11 mg/L左右，显著高于太湖湖体同期的0.064 mg/L水平，所带来的

入湖负荷已不容忽视。《总体方案》修编提出的太湖湖体水质远期(2020年)总磷目标为0.05mg/L，模型计算表明总磷入湖量在2015年的基础上需削减约20%~30%。总磷削减潜力分析表明，提高西北部重点区域城镇污水处理厂排放标准，由一级A提高到地表水(湖、库)V类，可削减入湖总量的7.3%；而将重点区域的城镇生活污水的接管率由现状的85%提高到95%，则可削减入湖总量的6.2%；将农村生活污水治理设施覆盖率提升至60%，可削减入湖总量的5%；提升种植业化肥施10%水平，同时推广氮磷拦截工程，可削减入湖总量的5%；提升畜禽养殖集约化率至95%，粪便资源化利用率至100%，取缔一级保护区内的畜禽养殖，可削减入湖总量的5.4%。充分利用引江济太水道通道的河网、湖荡湿地，提高氮磷净化能力，预计可削减入湖总量的2%。上述措施总磷入湖量削减最终可达31%。因此，推进污水处理厂“除磷”深度处理，提升对点源的治理力度，是流域“控磷”的有力措施。

除了“减排”，课题组还提出，治理太湖必须实施“生境改善，生态修复”的流域“扩容”策略。通过流域生态环境综合调查研究，课题组提出了包括“水源涵养林—湖荡湿地—河流水网—湖滨缓冲带—太湖湖体”在内的“一湖四圈”流域生态圈层“生境改善与生态修复”理念。研究提出各生态圈层核心指标的中长期修复目标：水源涵养林林相结构2020年恢复至40%，中长期恢复至60%；湖荡湿地植被覆盖率2020年恢复至15%，中长期恢复至30%以上；河岸带植被覆盖率2020年恢复至30%，中长期恢复至70%；湖滨带挺水植被和沉水植被覆盖率2020年恢复至20%，中长期恢复至50%；太湖湖体沉水植被覆盖率2020年恢复至20%，中长期恢复至40%。“一湖四圈”生态改善与生态修复通过长期持续努力，可使流域生态系统逐步达到健康状态。

通过提升涵养林覆盖率和林相结构、湖荡湿地植被覆盖率、河湖滨带挺水植被和沉水植被覆盖率的综合措施，可在近中期全流域的湖荡河网中增加水生植物盖度20%~50%不等，充分发挥湖荡河网湿地的水质净化功能，自净能力“扩容”潜力提升可拦截总磷1100吨和总氮8000吨，同时可提升湿地生态系统健康水平，增加湿地生态系统多样性和服务价值。

以太湖为样本 为各地湖泊治理提供参考

据了解，目前课题组研究成果除了为太湖流域水环境治理规划提供重要技术支撑之外，还被广泛应用于生态环境保护与污染物总量减排工作中。

课题组在太湖课题研究中形成了三项重大科技建议，对太湖流域“十二五”“十三五”乃至远期水环境治理规划提供重要的技术支持。这三项成果分别为《关于〈太湖流域水环境综合治理总体方案〉“十二五”时期修编工作的建议》《太湖流域“十二五”污染控制策略的建议》和《关于太湖流域水环境综合治理“十三五”重点方向的建议》。这些研究成果报送了生态环境部及地方政府相关部门并被采纳。课题组提出的“太湖流域水环境综合治理新思路”得到了江苏省委、省政府的批示，并应用于《江苏省“十三五”太湖流域水环境综合治理行动方案》的编制中。上述研究成果为太湖

流域“十二五”“十三五”乃至远期流域水环境治理提供了重要技术支持。也为流域各地市环境治理提供了有益的技术指导。

不仅如此，课题组研究成果已应用在了生态环境部水质较好湖泊生态环境保护与污染物总量减排工作中。在总结水专项成果的基础上，课题组编制完成的《全国水质较好湖泊生态环境保护规划(2013~2020)》获得国务院批准实施；课题组编制完成的《江河湖泊生态环境保护系列技术指南》由原环境保护部颁布实施，对我国100多个水质较好湖泊生态环境保护工作提供了重要的技术支持。此外，课题组参与编制的《主要水污染物总量减排核算细则》，为推进国家减排工作实施，确保“十三五”主要水污染物总量减排目标顺利完成起到了有力的支撑作用。

余辉 牛远 徐军 逢勇 祝栋林 刘倩 邢飞龙

10年治太成效显著 水专项科技支撑助力治污效率再提升

2017年，江苏省太湖办在无锡市向全国媒体通报宣布：经过10年的治理，太湖水质总体上已于1997年以前的水平，并保持了稳中向好的态势。在这个进展背后，自2008年太湖总体方案实施以来，2007年~2016年10年间流域城镇人口从2236.4万增长到了2803.4万人。如果按照城镇人口和农村人口每天分别排放300L和100L生活污水，生活污水浓度总氮、总磷40mg/L和4mg/L计算，近10年流域每年生活污水总氮排放量增加2.1万吨，总磷增加0.21万吨，增幅达到17.8%。不仅如此，这10年间太湖流域GDP增长率达到164%，其中工业产值增加了107%。假设10年中没有大幅调整流域产业结构，污染物处理率也没提升，那么污染物的排放量也将翻倍，即10年间总氮总磷排放量将分别增加1.55万吨和0.07万吨，由此将给流域水环境治理带来巨大压力。

10年治太工程的实施，促进了产业结构的调整，第三产业比例逐年提高，工业内部产业结构中重污染行业比例下降；城镇生活污水处理率显著提高，并完成一级A提标改造。以上工程措施不但消除了流域人口经济增长带来的污染物排放增量，而且实现了入湖总量的大幅降低，总氮和总磷入湖负荷分别削减32.2%和29.1%，很大程度上缓解了太湖水环境的压力。

《总体方案》实施10年来，流域主要污染物排放量大幅减少，进入流域河网的总氮和总磷分别减少了5.69万吨和0.48万吨。15条主要入湖河流，2007年有9条为劣V类，至2016年已全部消灭劣V类，其中有12条符合III类标准。太湖湖体的污染物浓度也有显著下降，总氮和总磷分别降低32.3%和22.9%，到2014年全湖平均水质已经

消灭劣V类，流域水环境质量明显改善。不过，近几年来湖体总磷浓度有反弹的趋势，而蓝藻水华常态化特征也未发生根本转变。2017年尽管总氮已处于近10年来最低的浓度水平，太湖却暴发了严重的水华，这与近期湖体总磷浓度升高密切相关，总磷仍是太湖富营养化控制的瓶颈。

这个课题对2008年实施《总体方案》的11大类的6000余个项目资金来源与使用、项目运行管理、目标实现情况开展了调查评估，收回实施情况调查表近4000份，现场考察项目2000多个。截至2015年底，江苏、浙江两省太湖专项资金补助项目6627个，总投资约2620亿元。治太工程绩效评估表明总体效果明显，但污染治理和生态修复工程效率、工程布局以及运行管理等还存在一定问题，需要在进一步治太工程中解决。

首先，污水管网建设与城镇生活污水接管率需进一步提升与优化，污水处理厂虽然执行一级A排放标准，但出水总氮和总磷的人河量占流域入河总量比例超过10%，出水水质标准，尤其流域上游区域仍需进一步提高；其次，流域农村生活污水治理设施覆盖率不足20%，部分地区建设与管理不到位导致设施的运行率低，“两低”问题是今后治污工程布局的重点；再次，种植业面源污染治理项目较少，且完成率仅有50%，已修建的氮磷拦截工程治理面积约70.15万亩，仅占流域种植面积的3.59%，项目缺乏针对性的政策支持和考核机制。第四，生态修复项目已实施209个，只占工程项目总数的3.2%，投资仅占3.3%。工程布局零散，缺乏流域整体构思，未体现上游区域的紧迫性与优先性，缺乏适宜流域不同生态圈层特征的修复技术及长效管护机制。



课题参与国家发改委的太湖流域水环境综合治理总体方案“十二五”修编工作。



课题组开展太湖入湖河流生态环境综合调查。