

太湖流域河湖水网综合协同调度技术体系与应用 公示内容

一、成果名称

太湖流域河湖水网综合协同调度技术体系与应用

二、提名者

水利部太湖流域管理局

三、成果简介

太湖流域位于长江三角洲核心区域，地处长江经济带和长三角一体化国家战略交汇区，在我国经济社会发展中具有举足轻重的战略地位。流域河网地区水资源情势复杂，洪涝灾害较为频繁，本地水资源不足，水污染严重，水量水质问题相互交错，流域与区域、上下游、左右岸之间协调难度大，流域综合调度是保障防洪、供水、水生态“三个安全”的重要手段。多年来，太湖流域经过大量水利工程建设，基本形成了“北向长江引排、东出黄浦江供排、南排杭州湾、利用太湖调蓄”的流域防洪与水资源调控工程体系，为流域综合调度奠定了良好的基础。流域河湖水网众多水利工程的协同调度是一项十分复杂的系统工程，面临多目标、多对象、多约束等关键问题。鉴于流域经济社会发展对水安全的需求不断提高，迫切需要开展流域综合协同调度技术体系及应用研究，为流域综合调度决策与实践提供全面支撑。

鉴于此，本项目从长期以来太湖流域调度的理念、相关理论及实践经验出发，针对流域河湖水网综合调度存在的多目标协调、流域区域调度时空统筹、调度模拟及方案优选等主要问题，开展理论、技术和应用三个层面的研究，依托水利部公益性行业科研专项、水利前期经费项目、

部门财政预算项目、国家水体污染控制与治理科技重大专项、地方科研项目等，开展联合研究，形成太湖流域河湖水网综合协同调度技术体系与应用系列成果体系。

在理论层面，针对流域综合调度多目标统筹、调度分期、空间协调、利益均衡等关键问题，通过多时空适配、多目标融合的太湖水位分时段分区动态调控，流域-区域双层协调量质实时平衡调度，以及流域综合调度动态评估体系等的研究，创建了“**时序协调-空间平衡-目标融合**”的**太湖流域综合协同调度理论框架与方法**；在技术层面，主要针对河湖水网综合调度模拟分析、优选决策及实时调度管理的要求，聚焦不同尺度河网差异化建模、自然-社会水循环全过程耦合模拟、调度方案优化决策等关键技术，提出了“**精细模拟-高效求解-优选决策**”的**太湖流域综合协同调度技术体系**；在应用层面，基于理论框架和技术研究成果，进一步总结流域调度实践经验，聚焦流域综合协同调度保障防洪安全、供水安全和水生态环境安全的目标要求，在调度模式的共性方面进行凝练，提出了“**蓄泄兼筹、量质并重、有序流动**”的**太湖流域综合协同调度模式**，以期为流域综合调度方案优化与决策提供技术支撑，进一步提升流域综合调度水平。

本研究成果为制定《太湖流域洪水与水量调度方案》《太湖超标准洪水应急处理预案》《特殊干旱期太湖水量应急调度预案》《太湖流域水量分配方案》《太湖流域水资源调度方案》提供了有效支撑。相关研究成果已在近年来太湖流域应对大洪水、重大事件期间水源地安全保障、区域和城市改善水环境调度等工作中得到了成功应用，具有重要的实践意义。同时，本项目的持续深入研究和不断开展的实践应用，也将继续全力支撑长三角一体化高质量发展和长三角生态绿色一体化发展示范区建设，在长三角、珠三角、京津冀等河网区域具有广阔的推广应用前景。

四、完成单位

表 1 成果完成单位及主要研究内容

排序	完成单位	主要研究内容
1	太湖流域管理局水利发展研究中心	把控项目研究的总体方向，负责总体思路设计、成果总体框架提出等。主要具体负责理论与调度模式研究，理论层面建立了太湖水位分时段分区动态调控理论框架和流域-区域双层协调量质实时平衡调度理论框架，应用层面创建了包括超标准洪水、水资源、抗旱应急和改善水环境等不同目标调度模式在内的太湖流域综合协同调度模式。
2	水利部交通运输部国家能源局南京水利科学研究院	理论层面提出了综合调度协同准则方法，创建了河湖水网多目标综合协同调度评价体系，建立了多目标协同情境动态识别与指标权重动态自适应分配方法；技术层面提出了综合协同调度优化决策模拟技术。
3	河海大学	技术层面提出了流域骨干河网控边界-区域精细河网解决问题的协同模拟思路，研发了河湖水网多级嵌套耦合模拟技术，保证不同级别河网模拟精度，提高大规模河湖水网复杂体系多目标耦合模拟计算效率。
4	中国水利水电科学研究院	技术层面研发了自然-社会水循环全过程耦合模拟技术；开发了以流域水循环、河网水动力、水质等模型为核心的太湖流域水量水质综合调度系统，为太湖流域河湖水网综合协同调度提供信息与技术支撑。

五、完成人名单

表 2 成果完成人员及主要贡献

排序	姓名	职称	工作单位	主要贡献
1	何建兵	教高	太湖流域管理局水利发展研究中心	建立成果体系框架，凝练调度模式
2	吴修锋	教高	南京水利科学研究院	复杂江河湖多目标综合协同调度评价体系
3	王船海	教授	河海大学	复杂河网精细模拟、高效求解技术
4	廖卫红	教高	中国水利水电科学研究院	复杂河网自然-社会水循环耦合模拟技术及系统集成
5	刘克强	高工	太湖流域管理局水利发展研究中心	超标准洪水调度模式

排序	姓名	职称	工作单位	主要贡献
6	李敏	教高	太湖流域管理局水利发展研究中心	太湖水位分时段、分区动态调控理论框架
7	李蓓	教高	太湖流域管理局水利发展研究中心	太湖流域水资源调度及抗旱应急调度模式
8	戴江玉	高工	南京水利科学研究院	综合协同策略及协同调度决策优选准则
9	马腾飞	博士在读	河海大学	复杂河网高效建模与求解技术
10	胡庆芳	高工	南京水利科学研究院	复杂河网调度优化决策模拟技术
11	李琛	高工	太湖流域管理局水利发展研究中心	流域-区域双层协调量质实时平衡调度理论框架
12	蔡梅	高工	太湖流域管理局水利发展研究中心	太湖流域水环境调度模式
13	雷晓辉	教高	中国水利水电科学研究院	社会水循环模拟技术及系统集成
14	王元元	高工	太湖流域管理局水利发展研究中心	太湖调度期多维最优分割方法及多目标决策评价方法
15	王超	高工	中国水利水电科学研究院	社会水循环要素时空分布的分类模拟技术

六、成果创新点

1、在流域调度实践基础上，进一步深化研究，创建了多时空适配、多目标融合的太湖水位分时段、分区动态调控理论框架，阐明了关键节点水位对流域控导工程协同调度的驱动机制；提出了基于 Fisher 理论的调度期多维最优分割方法，揭示了河湖水网地区自然水文特性与高强度人类活动交互影响下的太湖水位周期性变化规律，为太湖水位调度分期的优化提供支撑。

2、在流域多年引江济太水资源调度实践与相关研究基础上，对原有成果进行归纳总结提高，建立了流域-区域双层协调量质实时平衡调度理论框架，破解了河湖水网不同空间尺度水量水质联合调控中利益与风险平衡的难题。

3、剖析了河湖水网综合调度的内涵，辨识了不同目标因子层次性、竞争性和动态性特征，提出了指标权重的动态自适应分配方法，构建了太湖流域综合协同调度评估体系。

4、创建了河湖水网地区自然-社会水循环全过程耦合模拟技术，实现了取排水模型自动构建和社会水循环过程动态控制，突破了河湖水网地区自然-社会水循环耦合模拟的技术瓶颈。

5、提出了河网多级嵌套耦合模拟技术，降低了水动力模拟中时间步长受精细河网空间步长限制的要求，在保证模拟精度的同时，将数千条河道、数万个断面以上规模河网的模拟时间从小时级提升到分钟级。

6、提出了“敏感性诊断-联合调度目标体系构建-多属性智能决策”的河湖水网水量水质联合调度优化决策模拟技术，实现了河湖水网地区多目标联合调度方案的决策优选。

7、创建了“蓄泄兼筹、量质并重、有序流动”的太湖流域综合协同调度模式，包括：“提前预泄、适度超蓄、全力外排、临时蓄滞”的超标准洪水调度模式，“以丰补枯、量质并重、优水优用、统筹配置”的水资源调度模式和“加大引水、水源优先、适当限流”的抗旱应急调度模式，“分片调控、多源统筹、引排有序”的改善水环境调度模式。