



2018年中国水利学会大禹奖

复杂过渡水域的动力机制和生境变化规律研究与应用

获奖等级：一等奖

完成单位：清华大学 西南科技大学 中国长江三峡集团有限公司 长江水利委员会水文局
长江上游水文水资源勘测局

完成人员：陈永灿 刘昭伟 李翀 吕平毓 朱德军 赵修江 兰峰 江春波 杨少荣
张士君 王皓冉 王志刚 李玲 俞茜 段亚飞

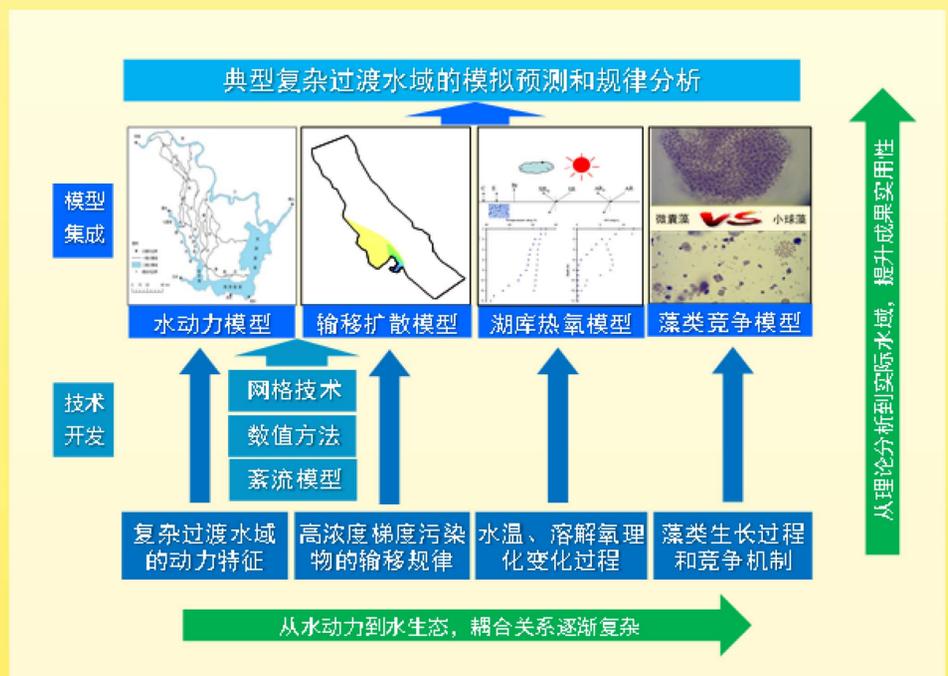
一、立项背景

过渡水域是指相连的，但理化特征相异的水体的中间水域。流域水系的河流、湖泊、水库众多，存在不同类型的过渡水域，典型的有河流-湖泊过渡水域、河流-水库过渡水源，支流交汇过渡水域等。过渡水域十分重要，它是流域物质、能量交流的重要通道，是水系连通的关键节点，是河湖健康的重要支撑。然而，过渡水域受相邻河流、湖泊、水库的共同影响，水流形态多变，水动力与水生态的耦合关系也十分复杂。当前有关过渡水域的零星研究散布在不同的领域，对过渡水域缺乏深入、系统的理解，模拟工具的功能单一、模拟效率不高，不能满足河湖治理的需求。

系统研究复杂过渡水域的动力特征，通过水动力、物质输移、热氧因子、藻类竞争等方面的机理研究，研发复杂过渡水域的水动力-水环境-水生态的整体模拟系统，以典型过渡水域为例，探究过渡水域的生境条件变化规律，提升过渡水域动力特征和生境结构的研究水平和预测能力，能为流域的生态修复和环境保护提供支撑和技术保障。

二、研究思路及关键技术

(1) 针对过渡水域的复杂地形和强紊动问题，提出了适应性的紊流模型和数值方法，建立了高效率、高精度的水动力模型。

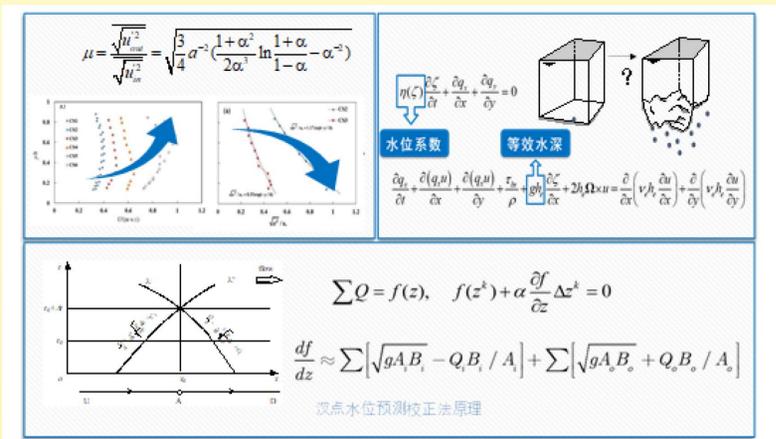




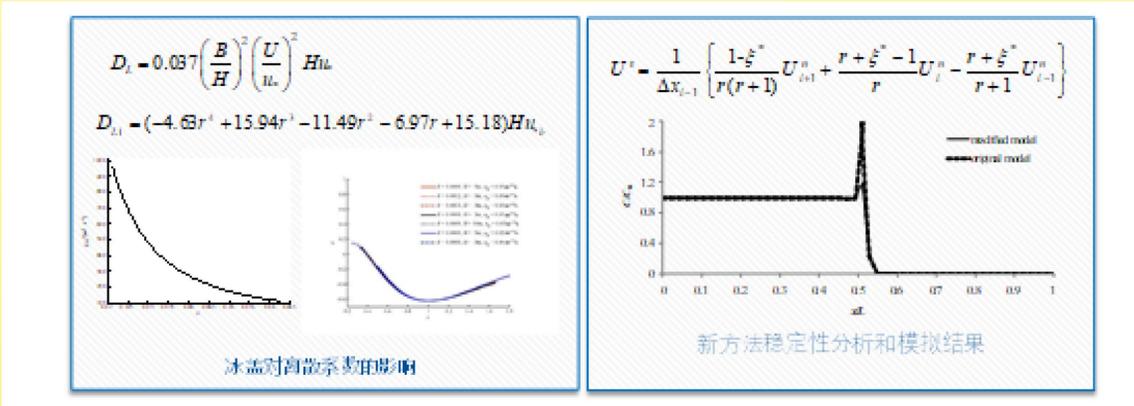
2018年中国水利学会大禹奖

复杂过渡水域的动力机制和生境变化规律研究与应用

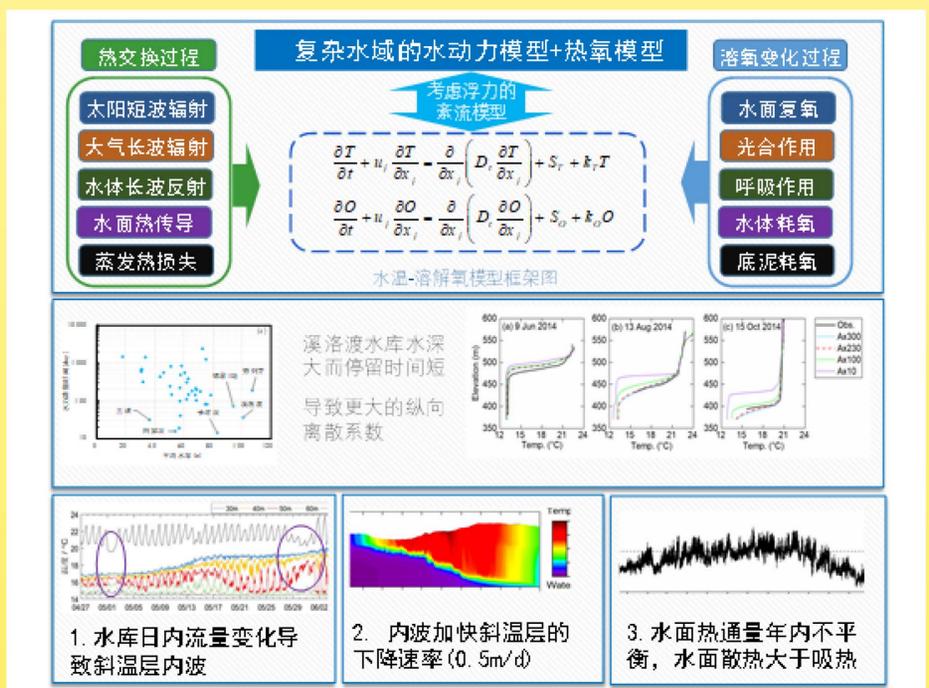
基于涡拉伸理论，解释了紊动强度变化规律，优化紊流模型参数，将模拟精度提高了20%；开发了多地形信息的网格技术，将复杂地形水域的模拟计算效率提高了84%；提出了汉点水位预测-校正法，利用控制方程的特征线理论，实现了河流、湖泊、水库在汉点处的双向耦合，将复杂水域水动力的模拟计算效率提高了26%-39%。



(2) 提出了考虑地形的浓度分布公式和冰封河道纵向离散系数的计算方法；针对过渡水域浓度梯度高的问题，提出求解速度和浓度双间断的数值新方法，建立了稳定性好的输移扩散模型。



(3) 针对过渡水域水温和溶解氧的复杂变化过程，建立了框架完备的水温-溶解氧模型，揭示典型水域的热氧变化规律。

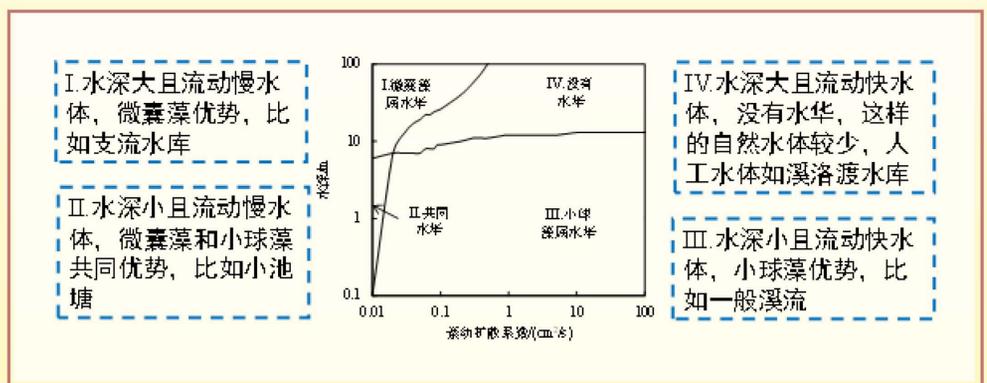




2018年中国水利学会大禹奖

复杂过渡水域的动力机制和生境变化规律研究与应用

(4) 针对过渡水域多变的藻类演替现象，建立了藻类光竞争模型，揭示了藻类对水动力条件的适应规律。



三、成果及应用

(1) 在理论、技术和认知方面均实现创新和突破，极大地推动了环境水利学科的发展和行业的科技进步。

(2) 主要创新性成果形成了重要的国际影响力：被多位欧美知名学者高度评价和应用、被国际顶级期刊评为年度最具影响力的十大成果之一。

(3) 成果应用于我国HydroMP云计算平台；出版专著5部、专利7项、软件4项、发表文章253篇、其中SCI收录论文74篇。

(4) 应用效益显著、推广前景广阔：研究成果在5个流域的数十个复杂水域、12家单位得到广泛应用，生态、社会、经济效益显著。

