

水利部
交通运输部
国家能源局

南京水利科学研究院文件

南科业〔2018〕4号

关于三峡水库与下游河道泥沙调控关键技术 及应用项目参与申报 2018 年度 国家科学技术进步奖的公示

由中国水利水电科学研究院、水利部交通运输部国家能源局南京水利科学研究院等单位完成的“三峡水库与下游河道泥沙调控关键技术及应用”项目拟由中国大坝工程学会提名申报 2018 年度国家科技进步奖，根据《国家科学技术奖励工作办公室关于 2018 年度国家科学技术奖提名工作的通知》（国科奖字〔2017〕44 号）的要求，现对此项目的项目名称、提名意见、项目简介、客观评价、推广应用情况、主要知识产权证明目录、主要完成人情况、主要完成单位及创新推广贡献、完成人合作

关系说明进行公示。

公示期：2018年1月9日至2018年1月15日

自公布之日起7日内，任何单位或个人对公示项目有异议的，可于公示期内书面方式向水利部交通运输部国家能源局南京水利科学研究院科研管理处提出。以单位名义提出异议的，应当加盖本单位公章；个人提出异议的，应当签署真实姓名、工作单位和联系方式。非书面异议、匿名异议和公示期之外的逾期异议不予受理。

联系人：徐银风、关铁生

联系电话：025-85828127、025-85828120

传 真：025-83722439

通讯地址：江苏省南京市广州路223号

邮 编：210029

附件：2018年度国家科学技术奖励提名-三峡水库与下游河道泥沙调控关键技术及应用公示内容

南京水利科学研究院

2018年1月9日

附件

国家科学技术进步奖提名书公示内容 (2018 年度)

一、项目名称

三峡水库与下游河道泥沙调控关键技术及应用

二、提名意见

三峡工程是我国水利水电建设的标志性工程，泥沙问题是贯穿三峡工程论证、设计、施工运行中的制约性因素。2003 年蓄水运行以来，三峡工程发挥了重要的防洪、发电、航运等综合效益，但也出现了一系列新情况与新问题。三峡水库如何高效运行，如何稳定坝下游河道河势、保障防洪安全、提升通航能力等，是推动长江经济带发展重大国家战略需要解决的关键问题之一。该项目首次揭示了三峡水库大水深强不平衡泥沙输移规律和坝下游河道强烈冲刷机理，解决了超长实体模型时间变态等模拟的技术难题，大幅提高了模拟精度，研发了三峡水库泥沙调控与多目标综合优化调度技术，优化了水库“蓄清排浑”运用方式，研发了河势控制和航道整治新技术。成果被鉴定为“整体达到国际领先水平”，获省部级科技进步特等奖 2 项、一等奖 3 项，中国科协和水利学会优秀论文奖各 1 项。成果已整体应用于三峡水库调度运行和长江中下游河道与航道治理工程中，直接经济效益 590 亿元，防洪、供水等间接效益和社会

效益巨大。

提名该项目为国家科学技术进步奖一等奖。

三、项目简介

泥沙问题是贯穿三峡工程论证、设计、施工、运行中的制约性因素，是决定三峡工程设计成败和高效运行的关键问题之一。三峡水库 2003 年蓄水运用以来在防洪、发电、航运等方面发挥了巨大综合效益，但也出现了入库泥沙减少，坝下游河道长距离持续强烈冲刷超出预期等新情况。在新水沙条件下，突破泥沙对水库高效运行的制约，优化水库运行方式，研究稳定坝下游河道河势和提升通航能力的调控技术等，是依托黄金水道推动长江经济带发展国家重大战略的需要。项目持续 15 年联合攻关，取得了三方面主要创新成果：

揭示了三峡水库大水深强不平衡泥沙运动规律和坝下游河道强烈冲刷机理，解决了河道、水库、湖泊综合模拟关键技术难题。首次揭示了三峡水库泥沙絮凝机理、推导了泥沙恢复饱和系数的理论公式；首次揭示了坝下游二次粗化机理，建立了二元结构岸滩侧蚀崩塌模式，解决了超长实体模型时间变态和模型沙的技术难题，建立了世界上规模最大的超长实体模型，构建了物理模型、数学模型相互耦合的一、二、三维模型体系，提高了模拟精度 15~30%。

建立了流域泥沙调控理论体系，研发了三峡水库泥沙调控与多目标综合优化调度技术，突破了泥沙问题对三峡水库高效运行

的制约。建立了多流域分梯级三峡入库泥沙预测模式，提出了新的三峡入库水沙系列。研发了三峡水库汛期水位动态变化、提前蓄水、汛期沙峰排沙调度和消落期库尾减淤调度等泥沙调控与多目标综合优化调度技术，为提前 5 年实施 175m 试验性蓄水和优化水库“蓄清排浑”运用方式等提供了关键技术支撑。

揭示了新水沙条件下坝下游河道河势、河型和洲滩演变规律，研发了河势控制、固滩守槽的河道整治与航道治理技术。首次从理论上提出了河型变化的边界约束方程，建立了河型变化的综合判别指标，得到了三峡水库下游河型不变，河势总体稳定、局部河势调整剧烈的重要认识，明确了坝下游河道河势控制和航道治理的方向。研发了控导与稳定主流的河势控制技术和守护为主稳定滩槽格局的航道整治技术，解决了安全有效应对坝下游河道强烈冲刷和提升通航能力的技术难题。

成果获省部级科技进步特等奖 2 项、一等奖 3 项，获中国科协和水利学会优秀论文奖各 1 项；获得发明专利 27 项，实用新型专利 10 项，软件著作权 8 项，制订行业标准 1 项；发表论文 450 篇；出版专著 6 部。

成果已整体应用于三峡水库调度运行和坝下游河道与航道治理工程中，产生直接经济效益 590 亿元。长江中下游河势控制与治理技术应用于河道治理工程中，为保障防洪安全提供了关键技术支撑；成果应用产生的供水、防洪等间接效益达千亿元，促进了沿岸经济带的发展。

四、客观评价

客观评价主要依据该项目附件所提供的相关验收意见、第三方鉴定结论、查新报告、应用证明及媒体报导等。

1、创新性评价

(1) 在理论上取得了多项创新。“三峡水库大水深强不平衡泥沙输移规律研究取得理论创新”，“首次揭示了三峡水库泥沙絮凝规律和坝下游河道河床二次粗化机理”；“提出了河型变化的边界约束方程”，“揭示了大型水利枢纽工程修建后下游河道河型转化的基本模式和内在机理”，“建立了河型转化的综合性判别指标”；“解决了复杂江湖系统实体模型模拟技术的关键难题，丰富和发展了模拟相似理论”。

(2) 在泥沙模拟技术上取得了多项突破。“泥沙数学模型模拟技术取得了多项突破”，“构建了一、二、三维水流泥沙数学模型体系，提升了水库和坝下游河道泥沙数学模型技术，显著提高了模拟精度”，“构建了二元结构岸滩侧蚀崩塌过程的理论模式，解决了岸滩侧蚀三维水沙动力学模拟中的网格自适应等关键技术”；“首次建立了涵盖长江-洞庭湖复杂江湖系统的实体模型”。

(3) 研发了三峡水库泥沙调控技术和坝下游河道与航道整治新技术。“提出了新水沙条件下三峡水库泥沙调控技术与多目标综合优化调度方案”，“发明了透水坝头和台阶式坝头两种新型航道整治结构技术，提出了坝下游典型滩群航道整治参数、

整治时机、整治措施”。“导出了枢纽下游航道整治线宽度统一公式”。

教育部科技查新工作站等的查新报告表明，除该项目成果外，上述成果在国内外公开发表的文献中未见有相同报导。

2、成果先进性评价

(1) 成果整体达到了国际领先水平。第三方科技鉴定表明，项目主要成果“三峡水库和下游河道泥沙模拟与调控技术”、“大型水利枢纽下游河型变化机理与调控”、“长江防洪模型建设关键技术研究及应用”、“三峡水库江湖水沙交换机制与滩群整治关键技术研究”、“枢纽下泄非恒定流冲淤及航道治理关键技术研究与实践”都“达到了国际领先水平”。

(2) 成果获省部级科技特等奖 2 项、一等奖 3 项。该项目成果获 2017 年大禹水利科学技术特等奖、2017 年中国水运建设科学技术特等奖，2015 年大禹水利科学技术一等奖、2013 年大禹水利科学技术一等奖、2010 年中国航海学会科学技术一等奖。

(3) 成果获优秀论文奖 2 项。该项目共发表论文 450 篇，其中数十篇论文在行业顶级期刊 *Journal of Hydraulic Engineering*、*Environmental Fluid Mechanics*、*Internatioanl Journal of Sediment Research*、中国科学、水利学报等发表。2 篇论文分别获第二届中国科协优秀科技论文奖和中国水利学会 2013 年学术年会优秀论文奖。

(4) 媒体公开报道及专家评价。2004 年 3 月 20 日《中国

新闻网》以“武汉投建功能最全手段最先进的长江防洪实体模型”为标题详细报导了长江科学院超长实体模型，评价该模型“能为解决三峡工程运用后长江中下游河道变化、防洪影响、江河湖泊新平衡等问题提供不可替代的手段，并为防洪规划、工程建设和防洪决策提供科学依据”。

本学科著名专家韩其为院士、王光谦院士、倪晋仁院士分别对项目的新水沙系列、三峡水库“蓄清排浑”运用方式优化、水库和下游河道泥沙模拟技术等给予了高度评价，认为具有里程碑意义。

3、应用效果评价

项目成果被中国长江三峡集团公司、长江电力股份有限公司、交通运输部长江航务管理局、长江航道局、国家防汛抗旱总指挥部、长江水利委员会、国务院三峡办、湖北省水利厅、安徽省水利厅等 42 个单位应用，经济效益和社会效益巨大。

(1) 为三峡工程实现提前 5 年实施 175m 试验性蓄水提供了关键技术支撑。2009~2013 年 5 年期间共拦截洪水 207 亿 m^3 ，增加改善库区航道 140km，增加发电量约 800 亿度。2008 年 9 月 8 日《中国新闻网》头版详细报导了三峡水库提前实行 175m 蓄水的重大意义，指出中国水利水电科学研究院、长江科学院、清华大学等泥沙研究成果起到了关键作用。

(2) 三峡水库泥沙调控与综合优化调度技术拓展了工程综合效益。2012~2017 年三峡水库减淤调度增加变动回水区泥沙

冲刷 800 万 m^3 ，改善了库尾通航条件，年均过坝货运量增加了 2000 万 t；汛期水位动态变化、汛后起蓄时间提前等泥沙调控技术充分利用了汛期洪水资源，保障了水库蓄满率，2015~2017 年累积增加发电量 43.7 亿度，同时有效减轻了 10 月份蓄水对下游的影响，缓解水库蓄水与下游供水的矛盾。

(3) 坝下游河道河势控制与航道整治技术经济和社会效益巨大。不同类型滩群整治技术与新型结构技术应用于长江中下游 19 处航道整治工程，航道水深提高了 0.6-3.0m，货运量从 2007 年的 1.0 亿 t 提高到 2016 年的 3.8 亿 t。新水沙条件下河势控制技术广泛应用于长江中下游河势控制与河道整治工程、相关规划编制等，保障了防洪安全，间接经济和社会效益巨大。

4、对行业科技进步的作用评价

长江超长实体模型已有来自 30 多个国家的 300 余批次 4000 多人次的专家学者进行了现场考察和学术交流。该项目成果受邀于中国水利学会学术年会等大会特邀报告，获得广泛好评。钱正英院士评价项目研究成果“为大型水利枢纽工程泥沙问题解决提供了理论基础与调控技术，极大地推动了行业的科技进步，促进学科走在世界前列”。

五、推广应用情况

该项目成果从 2014 年开始整体应用，新水沙条件下三峡水库泥沙调控与多目标综合优化调度技术由中国长江三峡集团公司和中国长江电力股份有限公司、三峡工程建设委员会办公室

等应用于三峡水库调度运行。坝下游河道滩群整治技术与新型结构技术等由长江航道局和长江航务管理局等部门广泛应用于长江中下游航道整治工程中，并在松花江、西江等流域航道整治中进行了推广应用。坝下游河道河势控制与河道整治新技术成果被国家防总、长江水利委员会、长江防汛抗旱总指挥部办公室、湖北省水利厅等部门应用于长江中下游河势控制与河道整治工程、相关规划编制等。该项目的泥沙模拟与预测技术除应用于本项目研究外，还在长江上游乌东德、白鹤滩、溪洛渡、向家坝等水电站泥沙问题研究，黄河小浪底水库下游河道河势与河型变化预测、黄河中下游流域泥沙调控等项目中进行了推广应用。

六、主要知识产权证明目录（不超过 10 件）

知识产权类别	知识产权具体名称	国家(地区)	授权号	授权日期	证书编号	权利人	发明人	发明专利有效状态
专著	三峡工程泥沙模拟与调控	中国	ISBN978-7-5170-5682-9	2017-8	(2017)177590	胡春宏、李丹勋、方春明、陆永军、胡维忠、张曙光		有效
软件著作权	梯级水库联合调度泥沙数学模型软件	中国	2013SR118525	2013-11-04	0024287	长江水利委员会 长江科学院		有效
发明专利	一种测量河床淤积物样本压缩比的装置	中国	ZL201410527975.X	2016-02-10	1950692	清华大学	李丹勋、王浩、曹列凯、王兴奎	有效
发明专利	一种自循环式搅拌装置	中国	ZL201410143722.2	2016-07-13	2144941	中国水利水电科学研究院	吉祖稳、董占地、胡海华、王党伟	有效
发明专利	一种天然河流中浮泥流变参数原位实时测量方法	中国	ZL201410406574.9	2016-6-29	2123712	清华大学	钟强、李丹勋、杨文俊、陈启刚、王兴奎	有效
发明专利	导流生态丁坝	中国	ZL201110089470.6	2013-01-02	1110142	水利部交通运输部 国家能源局南京水利科学研究所	陆永军、陆彦、李寿千、王志力、刘怀湘、左利钦、季荣耀	有效

知识产权类别	知识产权具体名称	国家(地区)	授权号	授权日期	证书编号	权利人	发明人	发明专利有效状态
发明专利	泥沙实体模型试验用复合塑料模型沙及其制备方法	中国	ZL201010214088.9	2012-07-25	1013565	长江水利委员会 长江科学院	卢金友、魏国远、孙贵洲、叶菁、姚仕明、龙超平、汪明娜	有效
发明专利	基于片光扫描粒子图像的三维流场高频测量装置及其方法	中国	ZL201410368220.X	2016-08-17	2188277	清华大学	钟强、段炎冲、李丹勋、曹列凯、陈启刚、王兴奎	有效
软件著作权	水沙实体模型试验自动测控系统 1.0	中国	2012SR052544	2012-06-18	0420580	吉祖稳、董占地、胡海华、王党伟、丘四海、孙高虎		有效
软件著作权	可视化河网一维水流泥沙数学模型软件	中国	2014SR001416	2014-01-16	0670660	方春明		有效

七、主要完成人情况

(1) 胡春宏，排名第 1，中国水利水电科学研究院副院长，中国工程院院士、教授级高级工程师，工作单位与完成单位：中国水利水电科学研究院。

对项目技术创新贡献：全面负责项目研究工作，协调课题间交流等。建立了流域泥沙调控理论体系，研发了三峡水库泥沙调控与综合优化调度技术；揭示了三峡水库大水深强不平衡泥沙运动规律、坝下游河道河势河型变化规律，得到了三峡工程运用后坝下游河道河型维持不变、河势总体稳定、局部调整剧烈的重要认识，明确了坝下游河道河势控制和航道治理的方向等。

(2) 陆永军，排名第 2，水利部交通运输部国家能源局南京水利科学研究院河流海岸研究所所长，教授级高级工程师，工作单位与完成单位：水利部交通运输部国家能源局南京水利科学研究院。

对项目技术创新贡献：研究了枢纽下游水位降落计算方法和航道整治线宽度公式，提出了长江中游浅滩河段守护为主，稳定滩槽格局的航道整治思路及不同河段的整治参数与整治时机，发明了导流生态丁坝。阐明了顺直微弯、弯曲、分汊河段滩群演变规律，明晰了典型滩群滩槽演变关联性及其对航道的影 响，揭示了“落冲”动力强度和历时的调整规律与典型浅滩消长过程。

(3) 张曙光, 排名第 3, 中国长江三峡集团公司三峡枢纽管理局局长, 教授级高级工程师, 工作单位与完成单位: 中国长江三峡集团公司。

对项目技术创新贡献: 研究了三峡水库泥沙调控与综合优化调度的必要性和可行性, 研发了三峡水库汛期水位动态控制、提前蓄水、城陵矶补偿调度、库尾减淤及沙峰调度等技术; 组织实施了三峡水库泥沙调控与多目标综合优化调度技术在三峡水库调度运行中的应用工作。

(4) 卢金友, 排名第 4, 长江水利委员会长江科学院院长, 教授级高级工程师, 工作单位与完成单位: 长江水利委员会长江科学院。

对项目技术创新贡献: 提出了超长泥沙实体模型时间变态影响的修正方法与调控技术, 解决了超长实体模型的关键技术难题, 研发了起动、沉降、阻力等运动特性均能满足长江超长实体模型设计相似比尺要求的新型模型沙, 建立了涵盖长江-洞庭湖复杂江湖系统的世界上最大规模超长的实体模型。明晰了坝下游河道河床演变和河势调整规律, 研发了长江中下游应对强烈冲刷的稳定与引导有利河势、遏制不利发展的河势控制技术。

(5) 李丹勋, 排名第 5, 教授, 工作单位与完成单位: 清华大学。

对项目技术创新贡献: 建立了三峡入库泥沙分流域、多梯

级的预测模式，计算了上游梯级水库的拦沙作用。研发了多项专利技术，通过对水流、输沙及床面形态的多源同步 221 组试验观测研究，发现了大尺度紊动结构相互间的作用对于床面塑造的影响规律，首次揭示了粗颗粒比例占优的非均匀床沙会出现推移质输沙率陡增的“二次粗化”机理，床面对各级流量洪水不同的“记忆性”是影响坝下游河道强烈冲刷的原因之一。

(6) 方春明，排名第 6，教授级高级工程师，工作单位与完成单位：中国水利水电科学研究院。

对项目技术创新贡献：研究确定了影响三峡水库和坝下游河道泥沙数学模型精度的主要因素，改进完善了三峡水库泥沙数学模型，大幅提高了模拟精度。提出了三峡水库沙峰排沙调控技术和泥沙调控综合优化调度方案。从理论上提出了河型变化的边界约束方程，解决了预测坝下游河道河型河势变化的技术难题。

(7) 李义天，排名第 7，教授，工作单位与完成单位：武汉大学。

对项目技术创新贡献：研究了三峡工程运用后坝下游河床演变、河势调整、航道演变规律，河道冲刷变化对洪枯水位的影响等，揭示了长江与洞庭湖及长江与鄱阳湖江湖分汇关系、荆江三口分流河道调整机理及变化趋势。

(8) 李一兵，排名第 8，长江航道局副局长，研究员，工作单位：长江航道局，完成单位：长江航道局。

对项目技术创新贡献：提出了三峡工程蓄水运用后江湖水沙交换新条件下典型滩群整治思路和原则，研发了守护为主稳定滩槽格局的航道整治技术，在长江中下游航道整治工程中得到了广泛应用，显著提升了通航能力，组织协调航道整治工程的设计与实施。

(9) 毛继新，排名第 9，教授级高级工程师，工作单位与完成单位：中国水利水电科学研究院。

对项目技术创新贡献：研究了上游梯级水库对三峡入库水沙变化的影响，在综合分析金沙江下游干支流梯级水库水沙变化的基础上，分析了金沙江下游干支流梯级的拦沙作用，预测了干支流梯级水库运用 50 年内三峡水库入库水沙变化过程，提出了三峡入库新的水沙系列，年均沙量约 1 亿 t，预测了上游梯级水库群运用条件下水库淤积与坝下游河道冲刷趋势。

(10) 李国斌，排名第 10，教授级高级工程师，工作单位与完成单位：水利部交通运输部国家能源局南京水利科学研究院。

对项目技术创新贡献：研发了长江中下游三维水沙动力学物理模型技术。研究了三峡工程蓄水运用以来浅滩段航道变化情况及滩群演变趋势，提出了适合于新水沙条件下的长河段航道整治技术，并应用于航道整治工程中。

(11) 周曼，排名第 11，专业师，工作单位与完成单位：中国长江三峡集团公司。

研发了水库汛期水位动态变化、提前蓄水的泥沙调控技术，

提出了汛期动态水位控制在 150m 以内、汛后蓄水时间控制在 9 月上旬、库尾减淤调度的实施条件和控制过程等调控指标。提出三峡水库泥沙调控与多目标优化调度方案，实施了新水沙形势下三峡水库汛期水位动态变化和三峡水库泥沙调控与综合优化调度方案应用示范。

(12) 吉祖稳，排名第 12，教授级高级工程师，工作单位与完成单位：中国水利水电科学研究院。

对项目技术创新贡献：揭示了泥沙絮团形成和破坏的力学机制，基于 819 个测点的现场观测和 11 组室内试验，确定了三峡水库泥沙絮凝的临界粒径，提出了库区絮凝发生的临界水沙条件，揭示了絮凝对水库淤积过程的影响。揭示了大型水利枢纽下游河道河型变化机理，建立了综合性判别指标。

(13) 朱勇辉，排名第 13，教授级高级工程师，工作单位与完成单位：长江水利委员会长江科学院。

对项目技术创新贡献：提出了超长泥沙实体模型时间变态影响的修正方法与调控技术。研究了三峡工程运用前后荆江河段水动力、洪水演进及河道冲淤特性与河势变化，预测了部分分汊河段支汊发展和部分弯道段发生不同程度的撇弯切滩趋势与过程，研究了守护近岸深泓等应对强烈冲刷，稳定与引导有利河势、遏制不利发展的河势控制技术与荆江河段治理措施。

(14) 陆彦，排名第 14，教授级高级工程师，工作单位与完成单位：水利部交通运输部国家能源局南京水利科学研究院。

对项目技术创新贡献：分析了三峡水库下游河道洲滩演变规律，开展了丁坝水毁消弱机制的试验研究，发明了透水坝头和台阶式坝头两种新型丁坝结构技术，并应用到长江航道整治中。

(15) 陈绪坚，排名第 15，教授级高级工程师，工作单位与完成单位：中国水利水电科学研究院。

对项目技术创新贡献：研究了三峡水库大水深强不平衡泥沙输移规律，首次推导得到了不同粒径泥沙的恢复饱和系数的理论公式，建立了三峡水库泥沙沉积概率与输移距离的关系式。

八、主要完成单位情况

(1) 中国水利水电科学研究院

项目牵头单位，负责了“十二五”国家科技支撑计划项目“三峡水库和下游河道泥沙模拟与调控技术”（2012BAB04B00）和水利部公益性行业科研专项“大型水利枢纽工程下游河型变化机理”（200701003）项目研究与应用工作，为三峡工程泥沙运动理论创新、提升泥沙模拟技术和调控技术创新作出了贡献。

系统研究了三峡水库大水深强不平衡条件下泥沙输移规律，首次揭示了三峡水库泥沙絮凝机理，明确了三峡水库排沙比的主要影响因素与变化规律；提出了大型水利枢纽下游河道河型河势变化模拟的边界约束方程和综合判别指标，揭示了坝下游河道河势河型变化规律。

突破了影响三峡水库非均匀不平衡输沙泥沙数学模型精度的瓶颈问题，提升了泥沙数学模型技术，大幅提高了模拟精度，

预测了三峡水库与坝下游河道冲淤变化，并对模型进行了推广应用。分析了长江上游梯级水库群拦沙作用，调查了人工采砂对三峡入库泥沙的影响，提出了三峡入库新水沙系列。

建立了流域泥沙调控理论体系，提出了水沙优化调控技术。揭示了三峡水库泥沙输移规律和坝下游河道强烈冲刷机理，建立了三峡水库泥沙调控与水库泥沙淤积和坝下游河道冲刷的响应关系，系统研究了三峡水库泥沙调控技术，优化了三峡水库“蓄清排浑”运用方式，突破了泥沙问题对三峡水库高效运行的制约，拓展了工程综合效益。

(2) 水利部交通运输部国家能源局南京水利科学研究院

负责开展了973计划项目课题“三峡工程对长江江湖分汇河段与湖泊水沙交换的影响”(2012CB417002)和“十二五”国家科技支撑计划课题“三峡水库下游滩群演变及对航道影响研究”研究工作，为解决模拟三峡水库坝下游河道滩群演变及对航道影响的技术难题和安全有效应对坝下游河道强烈冲刷的航道整治技术作出了重要贡献。

构建了二元结构岸滩侧蚀崩塌过程的理论模式，研发了岸滩侧蚀三维水沙动力学模型，解决了模拟三峡水库坝下游河道滩群演变及对航道影响的技术难题。阐明了顺直微弯、弯曲、分叉河段滩群演变规律，明晰了典型滩群滩槽演变关联性及其对航道的影 响，揭示了“落冲”动力强度和历时的调整规律与典型浅滩消长过程。基于丁坝水毁消弱机制，发明了导流生态丁

坝和桩群透水框架坝等航道整治新型结构技术。

提出了长江中游浅滩河段守护为主，稳定滩槽格局的航道整治思路及不同河段的整治参数与整治时机，形成了山区、丘陵及平原河流枢纽下游近坝段滩险整治技术，针对不同类型的典型浅滩提出了具体的整治措施与方案，为长江三峡下游航道治理工程成功实施提供了科技支撑，同时推广应用到了其它类似航道整治工程中。

(3) 长江水利委员会长江科学院

长江水利委员会长江科学院负责承担了“长江防洪模型设计及关键技术研究”，同时参加了“十二五”国家科技支撑计划项目“三峡水库和下游河道泥沙模拟与调控技术”的研究工作等，为提升三峡工程泥沙模拟技术、研发河势控制技术作出了贡献。

提出了超长实体模型时间变态影响的修正方法，研发了新型模型沙，建设了涵盖长江-洞庭湖复杂江湖系统的世界上最大规模超长实体模型。改进了三峡水库和坝下游河道泥沙数学模型，大幅提高了模拟精度，建立了水库、河道、湖泊互动的水沙综合模拟系统，开发了综合研究平台。

系统研究了三峡工程运用前后荆江河段水动力、洪水演进及河道冲淤特性与河势变化,预测了部分分汊河段支汊发展和部分弯道段发生不同程度的撇弯切滩趋势与过程，提出了河道监测与岸坡稳定性评估方法。研发了长江中下游应对强烈冲刷的稳定与引导有利河势、遏制不利发展的河势控制技术，指导提

防布局。研发了宽缝加筋生态混凝土护坡工程新技术和网模卵石排护脚工程新技术并推广应用。

(4) 清华大学

负责了“十二五”国家科技支撑计划课题“上游梯级水库对三峡入沙变化影响研究”的研究工作，为预测三峡入库水沙变化、揭示坝下游河道强烈冲刷机理等作出了贡献。

对上游梯级水库影响三峡入库水沙量这一核心问题进行了系统研究，建立了三峡入库泥沙分流域、多梯级的预测模式，量化了长江上游干流和各主要支流的水库拦沙、流域产沙变化等，给出了三峡入库沙量的过程预报。

开发了多项专利技术，构建了水流及推移质运动的耦合观测平台，通过对水流、输沙及床面形态的多源同步试验观测研究，发现了大尺度紊动结构相互间的作用对于床面塑造的影响规律，首次揭示了粗颗粒比例占优的非均匀床沙会出现推移质输沙率陡增的“二次粗化”机理，揭示坝下游河道强烈冲刷机理等。

(5) 中国长江三峡集团公司

负责了“十二五”国家科技支撑计划课题“三峡水库泥沙调控与多目标优化调度”的研究工作，为提出三峡水库泥沙调控与多目标综合优化调度技术及应用等作出了贡献。

研究了三峡水库泥沙调控与综合优化调度的必要性和可行性，研发了三峡水库汛期水位动态控制、提前蓄水、城陵矶补偿调度、库尾减淤及沙峰排沙调度等泥沙调控技术，提出了新

水沙形势下三峡水库泥沙调控与多目标优化调度方案。组织实施了三峡水库泥沙调控技术在水库调度运行中的应用工作，取得了显著的经济和社会效益。

(6) 武汉大学

参与“十二五”国家科技支撑计划课题“三峡水库运用后江湖关系变化及其影响研究”和“枢纽下泄非恒定流冲淤及航道治理关键技术研究与实践的研究”工作，为揭示三峡水库坝下游河道演变和航道演变规律、江湖分汇关系调整机理等作出了贡献。

研究了三峡工程运用后坝下游河床演变、河势调整、航道演变规律，河道冲刷变化对洪枯水位的影响等。揭示了长江与洞庭湖及长江与鄱阳湖分汇关系调整机理及变化趋势。厘清了三口分流比变化的影响因素，阐明了三峡水库调度对荆江三口分流的影响及对鄱阳湖湖口水文情势的影响。

九、完成人合作关系说明

中国水利水电科学研究院、南京水利科学研究院、长江水利委员会长江科学院、清华大学、中国长江三峡集团公司和武汉大学等单位，长期合作开展三峡工程泥沙调控关键技术研究与应用实践，优势互补、联合攻关，取得了多项创新性成果，为确保三峡工程安全高效运行和进一步拓展综合效益发挥了巨大作用。

中国水利水电科学研究院胡春宏、方春明、吉祖稳、毛继新、陈绪坚，中国长江三峡集团公司张曙光、周曼，清华大学

李丹勋，南京水利科学研究院陆永军、李国斌、陆彦，武汉大学李义天，长江科学院卢金友、朱勇辉等人，在 2012~2015 年间共同开展了国家科技支撑计划项目“三峡水库和下游河道泥沙模拟与调控技术”研究，合作撰写了《三峡工程泥沙运动规律与模拟技术》、《三峡泥沙模拟与调控》、《三峡水库上游来水来沙变化趋势研究》等专著，项目成果获 2017 年度大禹水利科技进步特等奖。

中国水利水电科学研究院胡春宏、方春明、吉祖稳、陈绪坚及长江科学院卢金友等人，在 2005~2010 年间共同开展了水利部行业公益专项“大型水利枢纽下游河型变化机理与调控”研究，共同获得了 2013 年度大禹水利科技进步一等奖。

长江科学院卢金友、朱勇辉，中国水利水电科学研究院胡春宏等人，在 2000~2014 年间合作开展了长江防洪模型建设关键技术研究及应用实践，共同获得了 2015 年度大禹水利科技进步一等奖。

南京水利科学研究院陆永军、李国斌、陆彦及长江科学院卢金友等人，在 2004~2012 年合作开展了三峡水库下游江湖水沙交换机制与滩群整治关键技术研究工作，共同获得了 2017 年度中国水运建设行业协会科学技术特等奖。

南京水利科学研究院陆永军与李国斌、清华大学李丹勋、中国水利水电科学研究院方春明等人，在 2001~2010 年合作开展了枢纽下泄非恒定流冲淤及航道治理关键技术研究工作，共

同获得了 2010 年度中国航海学会科学技术奖一等奖。