

公示材料

一、项目名称

水利水电工程生态环境多维调控关键技术及应用

二、提名者：中国电机工程学会

提名意见：

我国已建成三峡、溪洛渡、向家坝等世界级水利水电工程，发挥了防洪、发电、航运和水资源配置等巨大综合效益，同时也会引起水库富营养化及水华、水生生物生境胁迫、通江湖泊生态环境变化等问题，成为制约水利水电工程可持续发展的瓶颈。在“生态优先、绿色发展”的理念下，水利水电工程生态环境调控备受关注。该项目面向国家重大需求，在国家科技支撑计划、973计划、国家杰出青年基金等资助下，针对水利水电工程生态环境调控的关键科学问题，经过十多年的应用基础研究与技术攻关，发明了多时空尺度、多层次、多目标的水利水电工程生态环境多维调控关键技术，为水利水电工程影响下流域水生态环境安全保障提供了系统解决方案。

该项目取得了具有自主知识产权的一系列原创性成果，已授权国家发明专利 62 项，申请国际 PCT 专利 4 项，受到国内外同行的广泛关注与国际高水平期刊的引用，总体达到了国际领先水平。发明专利紧密围绕创新点，成果系统性、首创性和实用性突出，在流域生态保护及重大工程中得以实施，成功应用于长江、金沙江等流域，以及三峡、向家坝、溪洛渡、南水北调、中国水电“走出去”等多项重大工程中，支撑了长江经济带、一带一路等国家战略，经济、社会、生态效益显著。培养了国家杰出青年科学基金获得者、长江学者特聘教授、“新世纪百千万人才工程”国家级人选、光华工程科技奖青年奖和中国青年科技奖获得者等高层次科技人才队伍。

提名该项目为国家技术发明奖二等奖。

三、项目简介

我国已建成三峡、向家坝、溪洛渡等具有国际领先水平的大型水利水电工程，发挥了防洪、发电、航运和水资源配置等巨大综合效益，但同时也会引发水库富营养化及水华、水生生物生境胁迫、通江湖泊生态环境变化等问题。在“生态优先、绿色发展”的理念下，水利水电工程生态环境调控备受关注。以往我国缺乏水利水电工程生态环境调控系统理论方法与关键技术，成为制约水利水电工程可持续发展的瓶颈。本研究经过十多年的应用基础研究与技术攻关，发明了多时空尺度、多层次、多目标的水利水电工程生态环境多维调控关键技术，为流域生态环境安全保障提供了系统解决方案，取得如下重要技术发明：

(1) 针对水库富营养化及水华问题，建立了水利工程影响下水文水质实时监控、营养状态智能判别等方法和技术，构建了大型水库多维多场耦合的全过程模拟系统，有效解决了水利工程影响下水库富营养化及水华难以实时监控、准确识别与精细模拟的难题；发明了基于云体系架构的河道型水库支流库湾水华预警与调控技术，实施后库区支流库湾水华暴发强度和频次较设计规程调度大幅降低；

(2) 针对水利水电工程对重要水生生物生境的胁迫问题，研发了基于物联网的特有鱼类产卵

栖息地监测技术，通过揭示水库运行方式、流量、水温、溶解气体饱和度、水体紊动等对重要水生生物栖息及繁殖的影响机制，建立了面向重要水生生物产卵栖息地的生境评价体系、产卵场适合度模型；发明了适合四大家鱼和中华鲟自然繁殖需求的水库生态调控方法，实施后水库下游出现了更适宜重要水生生物繁殖的水文水动力条件，明显增加了产卵概率；

(3) 针对水利水电工程影响下通江湖泊生态环境问题，发明了复杂江湖交汇水系水环境质量监测站点的优化布置方法，构建了江湖一体化水情动态模拟系列技术，解决了大尺度复杂江湖交汇水系生态环境系统监测与预测评估的难题；研发了江湖两利的重大水库群联控联调系统及方法，提出了保障长江中游通江湖泊供水安全的调控技术，实施后每年为中下游补水超过 200 亿 m^3 ，保障了两湖区域供水安全，有效改善了通江湖泊生态环境。

本项目取得一批具有自主知识产权的原创成果，成果具有示范和带动作用，总体达到国际领先水平。已授权国家发明专利 62 项，申请国际 PCT 专利 4 项，软件著作权 8 项。发表 SCI 论文 74 篇、EI 论文 251 篇，受到国内外同行的广泛关注与国际高水平期刊的引用及评价。成果被纳入 5 部国家和行业规范、3 项国家级规划。成果系统性、首创性、实用性突出，具有重大技术价值，成功应用于长江、金沙江等流域，以及三峡、向家坝、溪洛渡、南水北调、中国水电“走出去”等 60 多项重大工程中，支撑了长江经济带、一带一路等国家战略，直接经济效益达 48.38 亿元，社会效益及生态效益显著，具有广泛的应用前景。

四、客观评价

1. 成果鉴定与验收

(1) 由教育部科技司组织的，由王浩院士、张建云院士等国内外知名专家和院士组成的教育部创新团队验收专家组，对本项目成果“长江上游大型水库群生态环境效应与调控技术”进行了验收。专家组对创新团队取得的成绩给予了充分肯定和高度评价，一致同意以优秀等级通过验收。专家组认为：“紧密结合国家重大需求，针对水利水电工程影响下库区富营养化及水华、重要水生生物生境胁迫、通江湖泊生态环境调控等关键科学问题，通过多学科交叉，经过自主创新研究与技术攻关，形成大型水库群生态环境效应与调控关键技术，为水利水电工程建设、运行管理和流域生态保护提供了科技支撑…取得了一批自主知识产权和原创性的科技成果，成果具有示范和带动作用，总体达到国际领先水平。”

(2) 由中国电机工程学会组织的以张勇传院士为主任、郑守仁院士为副主任的鉴定委员会对“水利水电工程对河流生态环境的调控方法及应用”成果进行了鉴定，鉴定委员会一致认为：该项目已取得了多项自主创新成果，取得了显著的社会经济效益，具有重要的推广应用价值；总体达到了国际先进水平。

2. 成果查新

经中国科学院武汉科技查新咨询检索中心对本项目成果查新检索：本项目整体成果及发明点与当前国内外同类研究成果相比，在研究深度和广度、成果系统性、技术先进性和实用性等方面均具有新颖性，国内外均未见研究内容相同的公开文献报道。整体研究思路与国内外已有成果相比有新颖性，将水利水电工程调控从传统的水位升降问题上升到关系全流域生态环境问题的层次；整体技术解决方案与国内外已有技术相比具有整体性和全面性。

3. 国际同行评价

项目关键技术发表 SCI 论文 74 篇、EI 论文 251 篇，受到国内外同行的广泛关注与国际高水平期刊的引用及评价。发明人多次应邀参加世界鲟鱼大会、Hydro 年会、ICOLD 年会、IHA 世界水电大会，国际知名专家以不同方式对改善重要水生生物自然繁殖生境的水库调控技术创新性及应用前景给予了高度评价。世界自然基金会（WWF）将其作为成功案例纳入成果报告《Listen To the River》并认为：三峡生态调度成功案例，向世界展示了三峡集团和中国在环境保护方面的巨大成就，具有深远意义和重要借鉴价值。基于 EKF 方法的水华模拟关键技术被荷兰知名水生态学家 Mooij 教授在对全球湖泊生态模型展望中评述为：“该研究成果是目前为止数据同化方法在水生态模型领域中最经典的拓展研究案例之一”，并被香港政府主导开发的“WATERMAN 创新型环境知识库系统”在鱼类养殖区水环境承载力管理中采用。

五、推广应用情况

项目组发明的水利水电工程生态环境多维调控关键技术，已成功应用于长江、金沙江等流域，以及三峡、向家坝、溪洛渡、南水北调、中国水电“走出去”等 60 多项重大工程中，直接经济效益达 48.38 亿元，社会效益和生态效益显著。其中：1) 库湾富营养化及水华监测与调控技术应用于三峡水库后，水华暴发强度和频次大幅降低，并通过优化水库水位变化过程新增了发电销售额，近三年增发电效益约 17.324 亿元；2) 适合四大家鱼和中华鲟自然繁殖需求的水库生态调度技术应用于三峡水库，共实施 10 次针对“四大家鱼”等鱼类繁殖的生态调度，促进宜昌江段四大家鱼繁殖规模达到 17.6 亿颗，对本江段四大家鱼自然繁殖贡献率达 40%；长江中游江段在实施生态调度后鱼类自然繁殖规模较调度实施前增加 3 倍，生态调度取得明显效果；3) 改善长江中游通江湖泊江湖关系的水库优化调度技术应用于三峡水库，在三峡水库蓄水期及枯水期，通过优化调度增加出库流量，每年为中下游补水超过 200 亿 m^3 ，抬高了下游河道水位，对湖泊入江水流起到顶托和补水作用，使通江湖泊水位明显提高，改善了湖泊生态环境；4) 成功应用于中国水电“走出去”海外 40 多个项目，其中一半资源分布在“一带一路”沿线国家，为国内水电开发企业“走出去”战略起到了支撑作用；5) 应用于湖北省区域性巨型水库群生态环境效应监测与调控中，有效解决了多时空尺度、多层次、多目标的水利水电工程生态环境多维调控难题，为清江流域生态环境安全保障提供了系统解决方案。

六、主要知识产权证明目录

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	水利工程影响下基于物联网的流域水文水质监控系统及方法	中国	ZL201310066807.0	2013年11月06日	第1299648号	中国长江三峡集团公司	戴会超、毛劲乔、吴建华、董坤、何铁军	有效专利
发明专利	一种适合家鱼繁殖需求的河道型水库生态调度方法	中国	ZL201210113940.2	2013年02月13日	第1135668号	中国长江三峡集团公司	戴会超、郑铁刚、蒋定国、王煜、蔡庆华、李智	有效专利
发明专利	改善江湖关系的水库群联合运行调度系统及方法	中国	ZL201310628011.X	2015年04月15日	第1634231号	河海大学、中国长江三峡集团公司	戴会超、毛劲乔、李英海、杨侃、戴凌全、柯云	有效专利
发明专利	一种湖库营养状态的智能判别系统	中国	ZL201210007459.5	2013年11月20日	第1308886号	中国长江三峡集团公司	戴会超、毛劲乔、柯云、吴建华	有效专利
发明专利	河道型水库支流库湾水华的云体系架构预警系统及方法	中国	ZL201310675332.5	2014年12月20日	第1537097号	河海大学、中国长江三峡集团公司	戴会超、毛劲乔、张培培、吴建华、别玉静、蒋定国	有效专利
发明专利	一种计算鱼类通过水电站建筑物存活率和成活率的方法	中国	ZL200910233744.7	2011年12月28日	第888945号	中国长江三峡集团公司	高勇、曹广晶、孙志禹、陈永柏	有效专利
发明专利	一种基于物联网的长江特有鱼类产卵栖息地监测方法及系统	中国	ZL201310112632.2	2014年03月26日	第1369862号	河海大学	戴会超、王煜、李智、彭秀华、毛劲乔	有效专利
发明专利	一种兼顾中华鲟繁殖需求的水库生态调度方法	中国	ZL201210007401.0	2014年01月15日	第1335998号	中国长江三峡集团公司	戴会超、王煜、吴建华	有效专利
发明专利	江湖交汇水系水环境质量监测站点的优化布置方法	中国	ZL201210327362.2	2014年06月25日	第1429274号	中国长江三峡集团公司	戴会超、毛劲乔、李智、张末	有效专利
发明专利	一种保障下游通江湖泊供水安全的水库调控方法	中国	ZL201310121504.4	2014年03月/26日	第1369905号	河海大学	戴会超、毛劲乔、戴凌全、张培培、梁璐	有效专利

七、主要完成人情况表

第1完成人：戴会超 教授级高工 副主任

工作单位：中国长江三峡集团公司

完成单位：中国长江三峡集团公司

创造性贡献：负责项目的整体规划和实施，发明了河道型水库支流库湾水华预警与调控新技术；发明了改善重要水生生物自然繁殖生境的水库调控技术；发明了改善江湖关系及通江湖泊生态环境的水库调控技术，对发明点1-3均具有创造性贡献。

第2完成人：毛劲乔 教授

工作单位：河海大学

完成单位：河海大学

创造性贡献：项目主要研究骨干，合作发明了河道型水库支流库湾水华预警与调控新技术；合作

发明了改善重要水生生物自然繁殖生境的水库调控技术；合作发明了改善江湖关系及通江湖泊生态环境的水库调控技术，对发明点 1-3 均具有创造性的贡献。

第 3 完成人：高勇 教授级高级工程师 副所长

工作单位：中国长江三峡集团公司

完成单位：中国长江三峡集团公司

创造性贡献：项目主要研究骨干，合作发明了改善重要水生生物自然繁殖生境的水库调控技术，对技术发明点 2 做出重要贡献。

第 4 完成人：雷晓辉 教授级高工 室主任

工作单位：中国水利水电科学研究院

完成单位：中国水利水电科学研究院

创造性贡献：项目主要研究骨干，合作发明了改善重要水生生物自然繁殖生境的水库调控技术，对发明点 2 做出重要贡献。

第 5 完成人：戴凌全 副教授

工作单位：三峡大学

完成单位：三峡大学

创造性贡献：项目主要研究骨干，合作发明了改善江湖关系及通江湖泊生态环境的水库调控技术，对技术发明点 3 做出了重要贡献。

第 6 完成人：陈永柏 教授级高工 副院长

工作单位：中国长江三峡集团公司

完成单位：中国长江三峡集团公司

创造性贡献：项目主要研究骨干，合作发明了改善重要水生生物自然繁殖生境的水库调控技术，对发明点 2 做出重要贡献。

八、完成人合作关系说明

发明人戴会超、毛劲乔、高勇、雷晓辉、戴凌全、陈永柏，均是以戴会超教授为首席科学家的优秀产学研用科技创新团队核心成员，历经 10 多年的研究和合作攻关，共同完成了多项国家科技计划，自主研发了水利水电工程生态环境多维调控关键技术，进行了知识产权、论著、申报省部级奖励等合作。本成果发明人在项目合作研究中的角色及贡献如下：

戴会超，中国长江三峡集团公司科技与环境保护部，副主任，教授级高级工程师，教育部“长江学者奖励计划”特聘教授，国家杰出青年科学基金获得者，新世纪百千万人才工程国家级人选，属于中央企业和高等学校协同创新共同培养国家高层次人才。在 2000 年 1 月至 2015 年 12 月，主要负责项目总体组织、总体策划、技术应用，是国家杰出青年科学基金（50925932）、国家重点基础研究发展计划（973 计划）（2012CB417006）、教育部创新团队项目（IRT1233）等项目的负责人。主持的国家杰出青年科学基金通过了国家自然科学基金委员会的验收，验收结果为优秀；负责的教育部长江学者创新团队以优秀等级通过验收；获得第八届光华工程科技奖和第八届中国青年科技奖及多项省部级奖励。

毛劲乔，河海大学水利水电学院，教授，2004 年 1 月至 2015 年 12 月，作为本项目的主要研究骨干，合作完成了国家重点基础研究发展计划（973 计划）（2012CB417006）和教育部创新团队项目（IRT1233），对发明点 1~3 均具有创造性的贡献。

高勇，中国长江三峡集团公司中华鲟研究所，副所长，教授级高级工程师，2004 年 1 月至 2015 年 12 月，作为项目主要研究骨干，合作发明了改善重要水生生物自然繁殖生境的水库调控技术。

雷晓辉，中国水利水电科学研究院水资源所，教授级高级工程师，2008年1月至2015年12月，作为项目主要研究骨干，合作发明了改善重要水生生物自然繁殖生境的水库调控技术。

戴凌全，三峡大学水利与环境学院，副教授，2008年9月至2015年12月，是国家重点基础研究发展计划（973计划）、教育部创新团队项目（IRT1233）的核心研究人员，合作发明了改善江湖关系及通江湖泊生态环境的水库调控技术。

陈永柏，中国长江三峡集团公司水电环境研究院，副院长，教授级高级工程师，2008年1月至2015年12月，作为项目主要研究骨干，合作发明了改善重要水生生物自然繁殖生境的水库调控技术，并在重大工程中推广应用。