

1、项目名称

西北内陆河区“自然—社会—贸易”水循环理论与安全调控关键技术及应用研究

2、提名单位（专家）意见

我单位已按照《新疆维吾尔自治区科学技术进步奖励办法》及其实施细则的有关规定和自治区科技奖励工作办公室对提名工作的具体要求，对提名书内容及全部附件材料进行了严格审查，确认该项目符合《新疆维吾尔自治区科学技术进步奖励办法》规定的提名资格条件，提名材料全部内容属实，没有违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规，也不侵犯他人知识产权。

由水利部新疆维吾尔自治区水利水电勘测设计研究院、中国水利水电科学研究院、中国科学院西北生态环境资源研究院、石河子大学、西北师范大学共同完成的《西北内陆河区“自然—社会—贸易”水循环理论与安全调控关键技术及应用研究》项目，系统揭示了西北内陆区河流域水文及水资源形成、转化与耗散机理，构建了西北内陆区社会水循环与贸易水循环理论框架，提出了西北内陆河“自然-社会-贸易”水循环理论方法体系与新模式；集成了西北内陆河流域“自然-社会-贸易”水循环模拟模型与调控技术体系，构建了社会水循环分析评估关键技术体系；提出了西北内陆区水安全、生态安全调控的“西北水三线”战略构想与水资源社会化管理框架，形成了西北内陆山地水源涵养林—高寒草地—山前荒漠生态系统恢复模式。经中科合创（北京）科技成果评价中心组织评价，项目总体达国际领先水平。

该项目共发表多篇/部高水平论著、软件著作权及授权专利，多份报告建议获国家及省区领导人批示实施，获省部级及以上部门批复实施的规划设计与调控方案7个，实现了将科研成果服务于政府决策的目标。研究成果支撑并应用于项目组主力完成的《新疆水资源平衡论证》《新疆用水总量控制方案》《塔里木河流域综合规划》《叶尔羌河流域防洪规划可行性研究报告》等系列事关西北内陆河区特别是新疆重点区域水安全与生态安全的规划设计、调控方案、行动计划，经济效益、生态效益、社会效益显著，实现了“政学研用”四位一体深度融合。

本项目科技创新程度高，达到的技术经济指标先进，对促进行业科技进步的作用大，已在多项国家和自治区重点工程中推广应用，故特此提名并建议申报自治区科技进步奖一等奖。

提名材料的内容真实，完成单位和完成人的排名顺序已经单位盖章和完成人本人签名确认。

新疆维吾尔自治区水利厅将认真履行作为提名单位的义务并承担相应的责任。

3、项目简介

西北内陆河区水安全、生态安全保障与调控，不仅需要科学揭示其自然水循环规律，还需从社会经济、制度政策层面深入理解水资源在其社会经济系统内的转化过程，更需从市场经济等视角阐明驱动其水资源开发利用与生态环境变化的迁移路径，亟待创新的理论和关键技术来支撑更合理有效的调控措施的出台。面向上述需求，项目组通过科学研究、集体协作与联合攻关，跨学科和多部门地联合国内数十名研究人员，历经十余年，形成了西北内陆河区“自然—社会—贸易”水循环理论方法、关键技术与综合应用成果。

该项目在理论方法方面，构建了西北内陆区水足迹、社会水循环与贸易水循环理论框架，创新阐明了西北内陆河径流来源、社会水循环基础理论、人与环境的相互作用关系，提出了西北内陆河“自然-社会-贸易”水循环理论方法体系与新模式；在关键技术研发方面，集成创新了嵌入冰川融雪径流模块的分布式水文模型、基于遥感数据的区域地表感热/潜热通量反演方法及系统、无资料小流域水资源评价、酒店服务业虚拟水含量核算、贸易水循环核算、基于水足迹压力指数的水资源安全风险评估、基于“宽浅破坏”理念面向内陆河流域尾间湖泊生态修复的水资源优化配置技术等西北内陆河流域“自然-社会-贸易”水循环模式模拟模型安全评估与调控的关键技术体系；在管理与应用方面，创新提出了西北内陆区水安全、生态安全调控的“西北水三线”战略构想与水资源社会化管理框架，通过应用试验创新集成了高寒山区水源涵养林功能提升、退化草地保护与恢复及山前水土保持等配套技术，形成了西北内陆山地水源涵养林—高寒草地—山前荒漠生态系统恢复模式，为西北内陆区水安全与生态安全提出了规划蓝图、开发保护方案、技术支撑、保障措施。

本研究成果共发表论文 119 篇（其中 SCI/EI 60 篇）、出版专译/著 5 部，已授权发明专利及实用新型专利项 8 项、软件著作权 1 项，2 份报告建议获国家领导人批示实施，获省部级及以上部门批复实施的规划设计与调控方案 7 个，实现

了将科研成果服务于政府决策的目标。项目研究共培养人才博、硕士生 40 余名，博士后 5 名，项目组成员 1 人于 2017 年当选中国工程院院士。相关科技成果支撑并应用于项目组主力完成的《新疆水资源平衡论证》《新疆用水总量控制方案》《塔里木河流域综合规划》《新疆和田河流域综合规划》《叶尔羌河流域防洪规划可行性研究报告》《祁连山国家公园体制试点方案》等系列事关西北内陆河重点区域水安全与生态安全的规划设计、调控方案、行动计划，并得到省级及以上政府部门批准实施，经济效益、生态效益、社会效益显著，实现了“政学研用”四位一体深度融合。

4、推广应用情况

本研究提出的西北水足迹、社会水循环理论方法及评价关键技术发挥了引领作用，提出的内陆河高寒山区水文及水资源形成机理、新疆用水总量调控方案、重点区域生态保护重点工程布局等，应用于项目组共同完成的相关方案编制、综合规划、可行性研究中，并先后得到省级及以上政府部门批准实施，研究提出的相关报告建议得到国家领导人批复并落实，经济、生态与社会效益显著。研发的西北内陆山地水源涵养林—高寒草地—山前荒漠生态系统恢复模式及其关键技术，支撑并应用于祁连山国家公园建设，并在河西走廊等区推广应用，在敦煌飞天生态产业有限公司等企业应用的产出经济效益 5.3 亿元，为西北内陆河区生态修复发挥了重要作用。

5、主要知识产权证明目录

已授权（出版）项目名称

| 序号 | 已授权（出版）项目名称 | 知识产权类别 | 授权号 | 授权时间 |
|----|---------------------------|--------|------------------|------------|
| 1 | 基于遥感数据的区域地表感热/潜热通量反演方法及系统 | 发明专利 | ZL201610423128.8 | 2018-06-12 |
| 2 | 一种野外溶雪净水供电的多功能装置 | 实用新型 | ZL2017215573170 | 2018-10-16 |
| 3 | 一种双层双腔滴灌带 | 实用新型 | ZL2017215573170 | 2018-05-29 |
| 4 | 一种适用于水库的水文检测桩 | 实用新型 | ZL201720809700.4 | 2018-03-27 |
| 5 | 一种水库水位监测装置 | 实用新型 | ZL201720809723.5 | 2018-02-23 |
| 6 | 一种水利工程中水库的清淤装置 | 实用新型 | ZL201620834650.0 | 2017-01-11 |

| 序号 | 已授权（出版）项目名称 | 知识产权类别 | 授权号 | 授权时间 |
|----|------------------------------------|--------|--------------------|------------|
| 7 | 一种水利工程用防汛箱 | 实用新型 | ZL201620566972.1 | 2016-11-16 |
| 8 | 分布式水文模型水量平衡成分分析系统 V1.0 | 软件著作权 | 2014SR056945 | 2014 |
| 9 | 干旱内陆河流域水文水资源 | 专著 | ISBN-9787030600257 | 2019-09-01 |
| 10 | 水资源环境经济综合核算与社会化管理研究 | 专著 | ISBN-9787030363152 | 2013-03-08 |
| 11 | 流域环境变化下玛纳斯河融雪洪水的水文效应及其防洪风险不确定性问题研究 | 专著 | ISBN-9787561862995 | 2018-11-01 |

6、主要完成人情况

龙爱华：排名第 1，研究室副主任、教授级高级工程师，中国水利水电科学研究院工作。在本项目中负责项目总体设计、研究计划组织实施以及凝练创新点。完成了创新点 1、2、3；对创新点 1 中的“提出了水足迹理论方法；率先创新性提出了社会水循环概念，并较为系统建立了社会水循环理论框架与科学体系；率先创新性提出了西北内陆河“自然-社会-贸易”水循环模式”，创新点 2 中的“提出了基于生产树的农产品水足迹核算技术”“构建了考虑贸易水循环的流域水量平衡模型、水文系统与社会经济系统耦合模型、流域间水量平衡概念模型，研发了基于 28 部门投入产出分析的西北内陆区贸易水循环核算模型与技术”，以及创新 3 中的管理应用，做出了创造性贡献。

王水生：排名第 2，副院长、教授级高级工程师，在水利部新疆维吾尔自治区水利水电勘测设计研究院工作。在本项目中发挥组织协调作用，在实践应用层面，引领完成了《新疆用水总量控制方案》《新疆水资源平衡论证》《新疆塔里木河流域综合规划》《新疆和田河流域综合规划》《新疆库山河流域综合规划》《叶尔羌河流域防洪规划可行性研究》等具体应用项目，在关键技术创新方面、管理与应用创新方面有突出贡献。

冯起：排名第 3，党委书记，研究员，在中国科学院西北生态环境资源研究院工作。为本项目总体设计、研究计划组织实施以及凝练创新点主要负责人，完成了创新点 1、2、3，科学提出了西北内陆河流域水资源安全风险临界值及水安全、生态安全评估关键技术及调控模式，提出了西北内陆山地水源涵养林—高寒草地—山前荒漠生态系统恢复模式。

陈伏龙：排名第 4，系主任，教授，在石河子大学工作。对创新点 2 中的“阐构建了包含冰川融雪径流模块的分布式水文模型、分布式水文模型水量平衡成分分析系统，为干旱内陆高寒山区自然水循环过程模拟与机理分析提供了关键技术”有突出贡献。

马忠：排名第 5，副教授，在西北师范大学工作。对创新点 2 中有突出贡献，提出了基于混合 LCA 技术过程及关键环节的酒店服务业与火电产品虚拟水含量核算技术、基于纵向集成测算法及假设抽取法（HEM）改进的产业用水关联分析方法，为系统构建社会水循环分析评估关键体系提供了支撑。

刘蔚：排名第 6，研究员，在中国科学院西北生态环境资源研究院工作。对创新点 1、3 有突出贡献，提出了“施肥+草地鼠害防治+草场轮牧”的天然草地合理利用技术、低密度宽林带林草间作优化配置技术，集成了“退耕地修复-浅山区造林-水土保持”技术体系。

杨永民：排名第 7，高级工程师，中国水利水电科学研究院工作。对创新成果 2 有贡献，提出了不依赖于空气动力学阻抗参数化的地表蒸散模型方法、非均匀下垫面蒸散反演的双层模型及基于像元理论特征空间的混合温度分解方法，发明了基于遥感数据的区域地表感热/潜热通量反演方法及系统，并在西北内陆河区推广应用。

尹振良：排名第 8，副研究员，在中国科学院西北生态环境资源研究院工作。对创新性成果 1、成果 2 有贡献，构建了包含冰川融雪径流模块的分布式水文模型，有效解决西北内陆区高寒山区流域分布式水文过程模拟、无观测资料小流域水资源评价。

苏海波：排名第 9，室主任、高级工程师，在水利部新疆维吾尔自治区水利水电勘测设计研究院工作。在创新成果 3 管理与应用创新方面有较大贡献，主力参与完成了《新疆用水总量控制方案》、《新疆水资源平衡论证》、《新疆塔里木河流域综合规划》、《新疆和田河流域综合规划》等项目。

杨朝晖：排名第 10，高级工程师，中国水利水电科学研究院工作。协助完成了创新成果 2 中的“构建了基于契合与宽浅式破坏”理念、面向内陆河流域尾间湖泊生态修复的水资源优化配置技术”，主力完成《艾丁湖生态保护规划》中的水资源配置工作创新。

贺华翔：排名第 11，高级工程师，中国水利水电科学研究院工作。主力完成了创新点 2 中的“构建了基于楔合与宽浅式破坏”理念、面向内陆河流域尾间湖泊生态修复的水资源优化配置技术”研发，主力参与完成《塔里木河流域综合规划》编制中的重点咨询专题研发工作。

付嘉：排名第 12，高级工程师，在水利部新疆维吾尔自治区水利水电勘测设计研究院工作。协助完成了《新疆库山河流域综合规划》、《叶尔羌河流域防洪规划可行性研究》、《新疆塔里木河流域综合规划》、《新疆和田河流域综合规划》等项目，在管理与应用创新方面有较大贡献。

7、主要完成单位及创新推广贡献

水利部新疆维吾尔自治区水利水电勘测设计研究院：为成果第一完成单位，负责项目总体设计、组织实施以及项目研究成果的应用示范。本单位负责组织完成了《新疆用水总量控制方案》《新疆水资源平衡论证》《新疆塔里木河流域综合规划》《新疆和田河流域综合规划》《新疆库山河流域综合规划》《叶尔羌河流域防洪规划可行性研究》等一批面向发展与保护的涉水规划与调控方案，并得到了很好的推广实施。在基于“宽浅破坏”理念面向内陆河流域尾间湖泊生态修复的水资源优化配置技术应用、新疆用水调控方案等方面有突出贡献。

中国水利水电科学研究院：为成果第二完成单位，负责本项目的主要理论方法构建、技术研发与重点应用。本单位提出了水足迹概念并构建了水足迹理论方法体系及西北内陆河流域社会水循环的理论框架，创新提出了贸易水循环概念方法，发展构建了内陆河流域“自然-社会-贸易”三元水循环模式；创新提出了水资源管理阶段演化与干旱内陆区水资源社会化管理框架，基于“前景理论”“宽浅式破坏”理念、生态阈值与生态系统多稳态特点，构建了基于楔合理念的水资源优化配置模型，实现干旱区农业与生态供水分配方案的楔合定量，并在新疆塔里木河流域、艾丁湖流域、黑河流域进行实证分析与应用。

中国科学院西北生态环境资源研究院：为成果第三完成单位，结合多年实地调查和观测，经大量统计、分析和论证，系统揭示了西北内陆河区从水汽到降水、从冰雪融水与洪水径流、从植被蒸散到尾间消散等水文循环、水资源形成、转化耗散等全过程及其相关效应，提出了西北内陆河流域水资源安全风险临界值。有效解决了西北内陆区高寒山区流域分布式水文过程模拟、无观测资料小流域水资

源评价等实践应用技术支撑问题。创新集成了高寒山区水源涵养林功能提升、退化草地保护与恢复及山前水土保持等配套技术，形成了西北内陆山地水源涵养林—高寒草地—山前荒漠生态系统恢复模式。

石河子大学：为成果第四完成单位，负责西北内陆河洪水特性与调控关键技术及应用研究。负责融雪性内陆河洪水形成机制、特征极值与极限水位理论方法研究及关键技术研发，并应用于本项目的防洪可行性研究中。

西北师范大学：为成果第五完成单位，主要负责社会水循环分析评估关键技术研发，提出了基于混合 LCA 技术过程及关键环节的酒店服务业与火电产品虚拟水含量核算技术、基于纵向集成测算法及假设抽取法（HEM）改进的产业用水关联分析方法。

8、完成人合作关系说明

第一完成人龙爱华与王水生共同实施了《新疆水资源平衡论证》《新疆用水总量控制方案》《塔里木河流域综合规划》等项目，将“自然-社会-贸易”水循环理念方法应用与调控方案；与冯起共同实施西北内陆河区水资源及水安全风险调控研究，并共同开展塔里木河流域生态保护重点工程规划布局战略咨询》工作，提出了西北内陆河区水安全调控的关键技术集成；与陈伏龙系兼职同事关系，共同开展了西北内陆河洪水特性与调控、水资源安全风险评估等工作；与马忠共同开展社会水循环分析评估关键技术研发，共同出版专著 1 本及论文 4 篇，共同培养研究生 2 名；与杨永民、杨朝晖、贺华翔系同一单位同事和团队成员关系，共同完成本项目的基金研究（《新疆社会水循环演变与生态-水-经济协调发展调控机理研究——以北疆地区为例（基金编号：51479209）》等）、技术咨询（《塔里木河流域生态保护重点工程规划布局战略咨询》《艾丁湖生态保护治理规划》）；与苏海波、付嘉共同完成《新疆水资源平衡论证》《新疆用水总量控制方案》《塔里木河流域综合规划》等项目应用工作。第二完成人王水生与苏海波、付嘉系同一单位同事，共同完成了《新疆水资源平衡论证》《新疆塔里木河流域综合规划》《新疆和田河流域综合规划》《新疆库山河流域综合规划》《叶尔羌河流域防洪规划可行性研究》等。第三完成人冯起与刘蔚、尹振良系同一单位同事及同一团队关系。共同开展并实施《干旱内陆河流域典型生态系统土壤碳模拟研究（基金编号：31270482）》《干旱内陆河浅山区典型小流域降水径流观测与模拟（基金编号：41601038）》研究以及祁连山国家公园建设方案编制工作，共同完成了内陆河自然水循环机理及生态保护技术研发工作。

